

山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目

环境影响报告书

(送审本)

建设单位：山西陆通能源有限公司

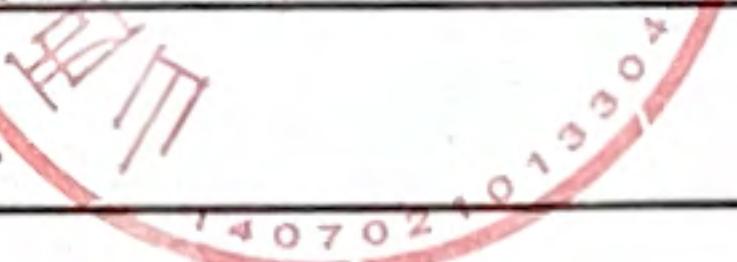
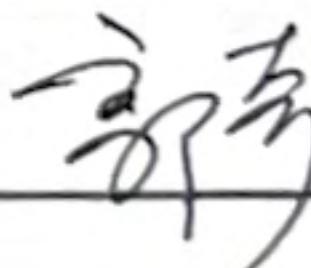
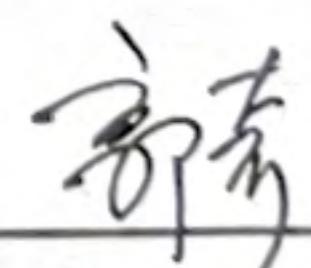
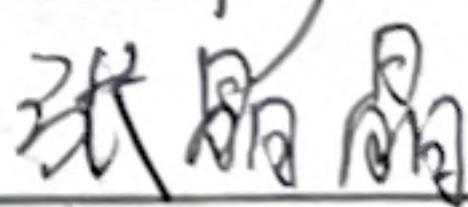
编制单位：山西鑫测生态环境科技有限公司

编制时间：二〇二五年十一月



打印编号：1761897592000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	ht7fc0		
建设项目名称	山西陆通能源有限公司利用固废回填生态修复项目		
建设项目类别	47-103 一般工业固体废物（含污水处理污泥）、建筑施工废弃物处 理及综合利用		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	山西陆通能源有限公司		
统一社会信用代码	91141029MA0KXEMN1R		
法定代表人（签章）	张晶晶		
主要负责人（签字）	张亚晶		
直接负责的主管人员（签字）	张亚晶		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	山西鑫测生态环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91140700MA0KXEMN1R		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
郭奇	20230503514000000007	BH035664	
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郭奇	总则、工程分析、环境影响预测与评价、环境管理与监测计划、环境影响评价结论	BH035664	
张晶晶	概述、环境现状调查与评价、环境保护措施、附录	BH067225	

仅限山人

**环境影响评价工程师**  
Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，  
持证人通过国家统一组织的考试，  
取得环境影响评价工程师职业资格。

姓 名： 郭奇  
证件号码：  
性 别： 男  
出生年月： 1994年07月  
批准日期： 2023年05月28日  
管理号： 20230503514000000000

中华人民共和国人力资源和社会保障部  
中华人民共和国生态环境部





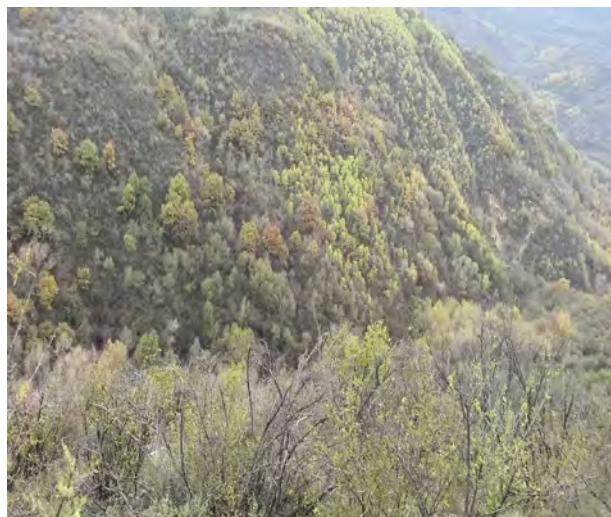
沟口现状

下善河现状



沟内现状

沟内现状



沟内现状

沟外道路

## 目 录

<b>第一章 概述 .....</b>	<b>1</b>
1.1 建设项目的背景及特点 .....	1
1.2 环境影响评价工作过程 .....	17
1.3 主要环境问题及环境影响 .....	18
1.4 政策及规划情况 .....	19
<b>第二章 总则 .....</b>	<b>21</b>
2.1 工作依据 .....	21
2.2 环境影响评价因子 .....	22
2.3 评价标准 .....	23
2.4 评价工作等级及评价范围 .....	26
2.5 政策、规划及技术规程符合性分析 .....	32
2.6 环境保护目标 .....	55
<b>第三章 工程分析 .....</b>	<b>66</b>
3.1 项目概况 .....	66
3.2 建设内容 .....	66
3.3 总图布置 .....	74
3.4 工程分析 .....	88
3.5 环境影响因素分析及污染防治措施 .....	127
<b>第四章 环境现状调查与评价 .....</b>	<b>140</b>
4.1 自然环境现状调查 .....	错误！未定义书签。
4.2 环境质量现状调查与评价 .....	错误！未定义书签。
<b>第五章 环境影响预测与评价 .....</b>	<b>141</b>
5.1 环境空气影响预测与评价 .....	141
5.2 地下水环境影响预测与评价 .....	148
5.3 声环境影响预测与评价 .....	154
5.4 土壤环境影响预测与评价 .....	158
5.5 生态环境影响分析 .....	164
5.6 环境风险评价 .....	180
<b>第六章 环境保护措施 .....</b>	<b>191</b>

6.1 环境空气污染防治措施 .....	191
6.2 地表水污染防治措施 .....	194
6.3 地下水环境保护措施 .....	195
6.4 噪声污染防治措施 .....	196
6.5 土壤环境保护措施 .....	196
6.6 固体废物污染防治措施 .....	197
6.7 生态保护措施 .....	197
6.8 环境风险管理 .....	208
6.9 环保措施及环保投资估算 .....	211
<b>第七章 环境管理与监测计划 .....</b>	<b>213</b>
7.1 环境管理 .....	213
7.2 环境质量监测计划 .....	217
<b>第八章 环境影响评价结论 .....</b>	<b>223</b>
8.1 项目概况 .....	223
8.2 环境质量现状 .....	223
8.3 环境保护措施 .....	225
8.4 主要环境影响 .....	227
8.5 公众意见采纳情况 .....	228
8.6 环境管理与监测计划 .....	228
8.7 评价结论 .....	228

# 第一章 概述

## 1.1 建设项目的背景及特点

### 1.1.1 项目背景

#### 1.1.1.1 生态修复背景

党中央、国务院高度重视生态保护和修复工作，特别是党的十八大以来，我国在全面加强生态保护的基础上，不断加大生态修复力度，持续推进了大规模国土绿化、湿地与河湖保护修复、防沙治沙、水土保持、生物多样性保护等重点生态工程，取得了显著成效。我国生态恶化趋势基本得到遏制，自然生态系统总体稳定向好，服务功能逐步增强，国家生态安全屏障骨架基本构筑。

2020年6月3日发布的《国家发展改革委、自然资源部关于印发<全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）>的通知》提到：针对黄河重点生态区，持续实施治沟造地，推进塬区固沟保塬、坡面退耕还林、沟道治沟造地、沙区固沙还灌草，提升水土保持功能，有效遏制水土流失和土地沙化。推进水蚀风蚀交错区综合治理，积极培育林草资源，选择适生的乡土植物，营造多树种、多层次的区域性防护林体系，统筹推进退耕还林还草和退牧还草，加大退化草原治理，开展林草有害生物防治，提升林草生态系统质量。

2021年11月10日发布的《国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》指出：生态保护修复是守住自然生态安全边界、促进自然生态系统质量整体改善的重要保障。长期以来，我国一些地区生态系统受损退化问题突出、历史欠账较多，生态保护修复任务量大面广，需要动员全社会力量参与。遵循自然规律，统筹自然生态各要素，以自然恢复为主，辅以必要的人工措施，增强各项举措的关联性和耦合性，推进山水林田湖草沙整体保护、系统修复、综合治理，提升生态系统质量和稳定性。针对受损、退化、功能下降的森林、草原、湿地、荒漠、河流、湖泊、沙漠等自然生态系统，开展防沙治沙、石漠化防治、水土流失治理、河道保护治理、野生动植物种群保护恢复、生物多样性保护、国土绿化、人工商品林建设等。

鼓励和支持社会资本参与生态保护修复项目投资、设计、修复、管护等全过程，围

绕生态保护修复开展生态产品开发、产业发展、科技创新、技术服务等活动，对区域生态保护修复进行全生命周期运营管护。重点鼓励和支持社会资本参与以政府支出责任为主的生态保护修复。

### 1.1.1.2 煤矸石减量化、资源化、无害化——“产、用、处”平衡

2018年12月29日发布的《国务院办公厅<关于印发“无废城市”建设试点工作方案>的通知》（国办发〔2018〕128号）指出：“无废城市”并不是没有固体废物产生，也不意味着固体废物能完全资源化利用，而是一种先进的城市管理理念，旨在最终实现整个城市固体废物产生量最小、资源化利用充分、处置安全的目标，需要长期探索与实践。现阶段，要通过“无废城市”建设试点，统筹经济社会发展中的固体废物管理，大力推进源头减量、资源化利用和无害化处置，坚决遏制非法转移倾倒，探索建立量化指标体系，系统总结试点经验，形成可复制、可推广的建设模式。

坚持因地制宜，注重分类施策。试点城市根据区域产业结构、发展阶段，重点识别主要固体废物在产生、收集、转移、利用、处置等过程中的薄弱点和关键环节，紧密结合本地实际，明确目标，细化任务，完善措施，精准发力，持续提升城市固体废物“减量化、资源化、无害化”水平。

2020年4月召开的十三届全国人大常委会针对《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》进行第二次修订，《固废法》指出：第四条 固体废物污染环境防治坚持“减量化、资源化、无害化”的原则。任何单位和个人都应当采取措施，减少固体废物的产生量，促进固体废物的综合利用，降低固体废物的危害性。第四十条 产生工业固体废物的单位应当根据经济、技术条件对工业固体废物加以利用；对暂时不利用或者不能利用的，应当按照国务院生态环境等主管部门的规定建设贮存设施、场所，安全分类存放，或者采取无害化处置措施。贮存工业固体废物应当采取符合国家环境保护标准的防护措施。建设工业固体废物贮存、处置的设施、场所，应当符合国家环境保护标准。

2020年12月18日，山西省工业和信息化厅印发的《加大工业固废资源综合利用和污染防治促进全省绿色转型高质量发展工作方案》（晋工信节能字〔2020〕243号）中提到：“**工作目标：**重点围绕我省产出量大、堆存量多、环境影响重的煤矸石、粉煤灰、脱硫石膏、冶炼渣、金属尾矿、赤泥等大宗工业固废深入开展资源化利用、无害化

处置”。

2021年3月18日，十部门联合发布《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》（发改环资〔2021〕381号），《指导意见》中提到“**主要目标：**到2025年，煤矸石、粉煤灰、尾矿（共伴生矿）、冶炼渣、工业副产石膏、建筑垃圾、农作物秸秆等大宗固废的综合利用能力显著提升，利用规模不断扩大，新增大宗固废综合利用率达到60%，存量大宗固废有序减少。”；“**提高大宗固废资源利用效率：**持续提高煤矸石和粉煤灰综合利用率水平，推进煤矸石和粉煤灰在工程建设、塌陷区治理、矿井充填以及盐碱地、沙漠化土地生态修复等领域的利用，有序引导利用煤矸石、粉煤灰生产新型墙体材料、装饰装修材料等绿色建材，在风险可控前提下深入推动农业领域应用和有价组分提取，加强大掺量和高附加值产品应用推广”；“**创新大宗固废综合利用模式。**在煤炭行业推广“煤矸石井下充填+地面回填”，促进矸石减量”。

2022年1月17日，根据《八部门关于印发加快推动工业资源综合利用实施方案的通知》（工信部联节〔2022〕9号）“加快推进煤矸石等工业固废在有价组分提取、建材生产、市政设施建设、井下充填、生态修复、土壤治理等领域的规模化利用，推动有条件的地区率先实现新增工业固废能用尽用、存量工业固废有序减少”。

2024年7月24日，山西省人民政府下发《关于印发<山西省固体废物污染防治攻坚行动方案>的通知》（晋政发〔2024〕17号）文件中指出：推进工业固体废物多元综合利用，拓宽消纳路径。力争到2027年，实现工业固体废物“产、用、处”平衡。鼓励煤炭露天开采形成的矿坑优先回填煤基固废，探索开展煤基固废用于植被覆盖率低、水土流失严重的自然荒沟的生态回填和修复治理。推动煤基固废用于回填损毁土地、荒沟等的政策。到2025年，推动建设7个国家级综合利用基地，新增大宗工业固体废物综合利用率将达到57%。到2027年，每个设区市建成3-5个成规模的固体废物综合利用产业集群区，新增大宗工业固体废物综合利用率将达到60%。

**总之，“减量化、资源化、无害化”即是依据源头减量、资源利用、合理处置的顺序处置固体废物，最终形成的一种“产、用、处”平衡。**

自《煤矸石综合利用管理办法》（国家发展和改革委员会等部令第18号）确立“谁排放、谁治理”原则以来，政策体系持续迭代，我国煤矸石治理已形成“减量化、资源

化、无害化”的顶层设计框架。作为煤炭开采伴生的主要固废，煤矸石年产量超亿吨，全国现存 2600 余座矸石山侵占土地 1.5 万公顷，自然、滑坡及水体污染问题突出。黄河流域等能源基地面临“三集中”挑战--产废企业集中、区域集中、种类集中，煤矸石占工业固废总量超 90%，成为制约高质量发展的生态短板。

2025 年 3 月 24 日，央视 CCTV2 财经频道报道：记者在山西省一些地方走访发现，汾河流域出现煤矸石随意填埋、堆放的乱象。其中报道了山西省临汾市尧都区河底村汾河一级支流约 200 米长的河岸被侵占、山西省临汾市古县金翔龙煤业厂外及古县涧河约 200 米长的河岸被侵占，并且报道的 3 处固废侵占问题均为长期未解决，已经变为了历史遗留问题，无人负责或处理。这也说明我省在煤矸石处置方面仍存在处置难、处置不规范的问题。

我省作为国家能源基地，长期承担高强度煤炭开采与洗选任务，煤矸石年产生量维持在 2-2.5 亿吨高位，历史堆存量高达 15 亿吨，由于资源化利用不畅，处置不当，煤矸石非法倾倒、压占土地、破坏植被和污染环境等问题日益突出。污染问题归根到底是因为传统发电、建材利用方式受限于经济性与消纳规模，无法全部消纳，而一般填埋处置方式又因为政策限制和建设不规范的问题，无法承担责任。因此为解决我省困境，规范化、生态化的处置方式应运而生：损毁土地的土地修复、土地整治（依据规划的）、临时矸石堆放场、结合生态回填的修复项目等。当前重中之重应坚守“减量化、资源化、无害化”原则，进一步遏制增量、削减存量、摸清余量，着力补齐固体废物污染防治工作短板，牢牢守住生态环境安全底线，统筹推进固体废物污染防治与经济社会发展，杜绝新闻报道的“点名”批评，努力创建“无废城市”。

#### 1.1.1.3 临汾市煤矸石“产、用、处”情况调查及相关地方要求

**产：**根据 2024 年 7 月 29 日临汾市生态环境局公布《关于发布<临汾市 2023 年固体废物污染环境防治信息>的公告》，2023 年本市一般工业固体废物产生量 3440.93 万吨，综合利用量为 1697.46 万吨（含综合利用往年贮存量 2.42 万吨），综合利用率达 49.29%，主要利用方式为填埋、制砖、烧制高岭土等。根据资料调查了解，2024 年乡宁县全县一般工业固体废物产生量 248.92 万吨，综合利用量为 134.74 万吨，综合利用率达 54.13%，主要利用方式为填埋、制砖、烧制高岭土等。

用：2024年7月24日，山西省人民政府下发《关于印发<山西省固体废物污染防治攻坚行动方案>的通知》（晋政发〔2024〕17号）文件中指出：推进工业固体废物多元综合利用，拓宽消纳路径。力争到2027年，实现工业固体废物“产、用、处”平衡。鼓励煤炭露天开采形成的矿坑优先回填煤基固废，探索开展煤基固废用于植被覆盖率低、水土流失严重的自然荒沟的生态回填和修复治理。推动煤基固废用于回填损毁土地、荒沟等的政策。到2025年，推动建设7个国家级综合利用基地，新增大宗工业固体废物综合利用率达到57%。到2027年，每个设区市建成3—5个成规模的固体废物综合利用产业集群区，新增大宗工业固体废物综合利用率达到60%。2024年11月5日，临汾市人民政府下发《关于印发<临汾市固体废物污染防治攻坚行动实施方案>的通知》（临政发〔2024〕10号）文件中指出：聚焦重点行业，开展工业固废防治攻坚。到2025年，新增大宗工业固体废物综合利用率达到57%。到2027年，建成3—5个成规模的固体废物综合利用产业集群区，新增大宗工业固体废物综合利用率达到60%。

据查，临汾市或乡宁县目前未公布2025年相关数据，根据以往增长率（2022年至2023年临汾市固体废物综合利用率增长率3%）结合《临汾市固体废物污染防治攻坚行动实施方案》带来的积极影响（如规划综合利用基地和产业集群建设、加大综合利用项目扶持和补偿力度等），预计2025年乡宁县固体废物综合利用率将达到57%。

处：在乡宁县达到2025年目标要求的新增大宗工业固体废物综合利用率57%后，根据“产、用、处”平衡，新增大宗工业固废处置率仍保留43%的空间，在此条件下，符合政策要求的无害化处置项目可以依法开展。该空间也缓解了一部分为“短期提高综合利用率”而入不敷出的企业或长期有固废处置问题的企业，有效防止乱堆乱放的污染事件。

#### 1.1.1.4 确定思路：“减量化后+区域资源化指标满足+结合生态回填修复的处置项目”

本项目为利用固废生态回填修复项目，选取乡宁县管头镇内生态状况相对较差的荒沟进行，项目主要依据《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》（乡政函〔2025〕37号）《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》《山西陆通能源有限公司利用固废回填生态修复项目生态修复方案》以及《生态修复方案备案表》等文件，又

因此存在地方政策的要求和紧迫性（详见下文）。

### 1.1.1.5 本次“结合生态回填修复的处置项目”直接依据、参考规划及技术规范

#### 1、直接依据

(1) 项目与《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》（乡宁县管头镇人民政府，2025年1月7日）符合性分析

表1.1-1 项目与《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》符合性分析一览表

序号	具体要求	本项目情况	符合性
1	项目选址：苍上村委龙窝村西北侧一处荒沟，荒沟总占地面积约 26.698hm <sup>2</sup> ，该沟现状以其他草地为主，生态环境较差。	本项目按计划对荒沟进行征地，实际征地 26.698hm <sup>2</sup> ，生态回填面积为 20.6482hm <sup>2</sup> ，建设面积减小但仍位于计划范围，包含率 100%。	符合
2	引入自主投资单位：山西陆通能源有限公司。	企业为乡宁县管头镇人民政府计划引入单位。	符合

(2) 项目与《产业结构调整指导目录》（2024本）符合性分析

查阅国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录》（2024本），本项目不涉及目录中限制、禁止类建设内容，属于允许类的建设项目。

2025年6月18日，乡宁县行政审批服务管理局对《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目》进行了备案，项目代码：2506-141029-89-01-759227。因此，本项目建设符合国家相关产业政策的要求。

(3) 项目已取得《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》（山西宸泽工程设计有限公司，2025年5月）以及《生态修复方案评审备案表》（2025年9月11日）。

#### 2、参考规划

(1) 项目与《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》（乡政函〔2025〕37号）符合性分析

表1.1-2 项目与《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》符合性分析一览表

序号	具体要求	本项目情况	符合性
1	目前乡宁县国土空间生态修复专项规划尚处于启动阶段，暂无法提供区域生态修复规划（方案），待相关工作启动后，乡宁县将以下八个项目统一纳入到乡宁县国土空间生态修复专项规划中。我县对上述项目统筹管理，监督实施，确保不对生	《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目》（即“本项目”）将纳入乡宁县国土空间生态修复专项规划中，符合规划要求。	符合

<p>态环境造成破坏。</p> <p>拟实施八个项目分别为：《山西华宁焦煤有限责任公司利用固应回填生态修复项目》《山西鑫之泰环保节能有限公司利用固应回填生态修复项目》《乡宁县德益鑫固废处置有限公司利用固应回填生态修复项目》《乡宁县吉宏洗煤有限公司利用固应回填生态修复项目》《乡宁县振兴富民生态有限公司利用固应回填生态修复项目》《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目》《乡宁县百诚能源有限公司利用固应回填生态修复项目》《乡宁县奇顺泽建筑工程有限公司利用固应回填生态修复项目》。</p>		
---	--	--

### 3、参考技术规范及标准

- (1) 《土地整治工程建设标准》(DB14/T 2444—2022)，适用范围：山西省域内从事土地开发、整理、复垦、修复及生态修复工作涉及的土地整治活动。
- (2) 《土地整治煤矸石回填技术规范》(NB-T11431-2023)，适用范围：适用于新建或改建的煤矸石回填项目，包括土地整治中的回填工程。
- (3) 《山西省重点区域生态保护和修复项目技术指南(试行)》(晋林办生〔2022〕30号)，适用范围：山西省内的重点生态区域（如林地、草地等）的保护和修复工作，明确了造林树种选择、初植密度等具体技术要求。
- (4) 《造林技术规程》(GB/T 15776-2016)
- (5) 《林地分等定级规程》(TD/T 1106-2025)
- (6) 《生态公益林建设技术规程》(GB/T18337\_3-2001)》
- (7) 《生态保护修复成效评估技术指南(试行)》(HJ1272-2022)，适用范围：各类生态保护修复工程(如山水林田湖草沙系统治理、矿山生态修复、流域综合治理等)的成效评估，涵盖自然生态系统和人工辅助修复的生态系统。

#### 1.1.1.6 项目建设历程

##### (1) 政府初期导向—煤矸石填沟造地

2022年12月8日，乡宁县人民政府办公室发布《关于印发<乡宁县煤矸石填沟造地实施方案>的通知》(乡政办发〔2022〕87号)：为有效遏制煤矸石排放占用土地资

源，促进煤矸石综合利用，切实保护生态环境，根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《煤矸石综合利用管理办法》等法律法规，乡宁县积极探索煤矸石综合利用途径，结合乡宁县实际情况制定方案，成立乡宁县煤矸石填沟造地工作领导组；实施单位可依据相关规程申请从事煤矸石填沟造地综合利用活动。

### （2）政府中期导向—土地整治

2024年3月20日，乡宁县煤矸石填沟造地领导小组召开专题会议，经领导组成员单位会议确定，对第一批申报主体开展“六部门”核查。

2025年5月28日，乡宁县煤矸石填沟造地工作领导小组办公室征询乡宁县自然资源局、乡宁县林业局、乡宁县农业农村局、临汾市生态环境局乡宁分局、乡宁县水利局、乡宁县文化和旅游局六部门对于山西陆通能源有限公司项目用地的相关意见。并在之后陆续收到核查复函，无不通过意见（详见表1.1-2）。

### （3）政府现阶段导向—煤矸石生态回填修复

2025年，乡宁县人民政府根据《山西省整沟整治条例》《关于印发<山西省固体废物污染防治攻坚行动方案>的通知》《关于印发<临汾市固体废物污染防治攻坚行动实施方案>的通知》，计划实施各乡镇的利用固废生态回填修复项目。在山西陆通能源有限公司积极了解情况后，决定与管头镇人民政府接洽合作，在管头镇苍上村委龙窝村和仁马庄村中的龙峰沟开发利用固废生态回填修复项目。项目选取当地洗煤企业产出的煤矸石作为生态回填修复材料，既可满足生态回填修复要求，同时又合理利用了固体废物。

2025年1月7日，乡宁县管头镇人民政府发布了《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》（附件8）；2025年1月10日，管头镇苍上村民委员会出具了《关于山西陆通能源有限公司在苍上村委开展生态修复工作的意见》（附件9）。2025年4月23日，山西陆通能源有限公司向乡宁县煤矸石填沟造地工作领导小组办公室递交了开发利用固废回填生态修复项目申请，选址位于苍上村龙峰沟。

2025年5月28日，乡宁县煤矸石填沟造地工作领导小组办公室以乡煤矸石填沟造地〔2025〕3号文“根据《乡宁县煤矸石填沟造地实施方案的通知》（乡政办发〔2022〕87号）精神，乡宁县煤矸石填沟造地领导小组研究，同意山西陆通能源有限公司在管头镇苍上村委开发利用固废回填生态修复项目。”同时征求县自然资源局、县水利局、

县农业农村局、县林业局、县文化和旅游局、临汾市生态环境局乡宁分局的意见（征求意见函见附件3）。

2025年6月18日，山西陆通能源有限公司取得乡宁县行政审批局下发的备案证，项目代码：2506-141029-89-01-759227。建设规模及内容：占地面积26.6980公顷，预计年处置煤矸石270万吨。备案后的实施初期，企业通过调研发现乡宁县当地并无土地整治规划（旧规划《乡宁县土地整治规划（2016-2020年）》已过期失效），因无规划依据和政策扶持，项目开展艰难。

2025年9月8日，乡宁县人民政府发布《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》（乡政函〔2025〕37号）指出：乡宁县人民政府为切实有效开展县生态修复治理工作，科学推进煤矸石等大宗固应回填生态修复项目建设，有效防止区域内环境污染和水土流失，提高森林植被覆盖率水平，经研究，同意在我县西坡镇、昌宁镇、双鹤乡、管头镇、光华镇等5个乡镇的山区荒沟、历史遗留采空区选址实施利用固应回填生态修复项目。目前，乡宁县无生态修复专项规划，该规划正处于启动阶段，并承诺后续将“山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目（本项目）”在内的八个项目纳入乡宁县国土空间生态修复专项规划中。乡宁县对上述项目统筹管理，监督实施，确保不对生态环境造成破坏。

2025年6月，山西陆通能源有限公司委托山西宸泽工程设计有限公司编制了《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目可行性研究报告》。2025年6月，山西陆通能源有限公司委托山西清泓环保科技有限公司编制了《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目初步设计》。

2025年9月，山西陆通能源有限公司委托山西宸泽工程设计有限公司编制了《山西陆通能源有限公司固应回填生态修复项目生态修复方案》。2025年9月11日，取得乡宁县自然资源局生态修复方案评审备案表。《方案》确定了生态修复主体为管头镇苍上村委一处荒沟，投资单位为山西陆通能源有限公司。

#### （4）煤矸石来源企业煤矸石减量化、资源化、无害化—“产、用、处”平衡

本项目生态回填修复材料的由乡宁县台头镇鸿达洗煤厂、乡宁昌昇源煤业有限公司、乡宁县台头顺通洗煤有限公司、山西宇晟能源股份有限公司、山西贾罕世纪洗煤有限公司和乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司共六家洗煤厂企业提供，来源企业煤矸石处置现

状情况见下表。

表 1.1-1 6 家来源企业煤矸石处置情况及可用性分析一览表

名称 类型	乡宁昌昇源	台头镇鸿达	台头镇顺通	贾罕世纪	山西宇晟	台头镇万盛源
“减量化”措 施	重介+浮选联合 工艺	跳汰+浮选联合 工艺	跳汰+浮选 联合工艺	跳汰+重介 +浮选联合 工艺	跳汰+浮 选联合工 艺	跳汰+重介+ 浮选联合工 艺
“资源化” 措施	工业化 利用途径	吉县吉昌镇玉 春砖厂(制砖)	襄汾县恒瑞新 型建材厂(制砖)	曲沃县恒昌 新型建材厂 (制砖)	吉县吉昌镇 玉春砖厂 (制砖)	襄汾县恒 瑞新型建 材厂(制 砖)
	利用比 例	70%(约 30%委 托填埋)	80%(约 20%委 托填埋)	75%(约 25% 委托填埋)	65% (约 35%委托填 埋)	75% (约 25%委托 填埋)
	利用处 置周期	根据企业提供资料，煤矸石产生后其协议的综合利用单位约定 3 天/次进行回收，最 长不超过 7 天。如因综合利用途径不畅导致煤矸石积存，由其协议煤矸石填埋单位 进行回收处置，协议回收处置时间不超过 15 天。				
	自行治 理	由于矸石利用余量较少，且所产煤矸石不具备高值化利用要求。经查实协议企业均 暂无工业化利用或无害化填埋计划				
与相关政策符 合性分析		根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》：坚持减量化、资源化和无害化 的原则。任何单位和个人都应当采取措施，减少固体废物的产生量，促进固体废物 的综合利用，降低固体废物的危害性。本项目协议企业均采取组合洗选工艺措施高 效分选煤矸石，以实现固体废物的减量化。 根据《山西省固体废物污染防治攻坚行动方案》（晋政发〔2024〕17 号）工业固体 废物综合利用率相关要求：2025 年达 57%，2027 年达 60%，本项目协议企业均可 满足文件要求。				

根据上述政策分析及协议洗煤企业状况可知，寻找煤矸石综合利用途径是政策导向且可以缓解企业煤矸石处置压力的，故在乡宁县人民政府提出《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》和乡宁县管头镇人民政府提出《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》后，企业积极响应以自主投资的形式参与由乡宁县人民政府、乡宁县管头镇人民政府计划实施的生态修复项目（即“本项目”）。

评价要求山西陆通能源有限公司应在项目实施阶段逐步开展煤矸石工业化综合利用工作，为项目后的区域煤矸石污染问题提供长远的解决方式，不得以生态回填修复等名义实施煤矸石永久填埋场。

## 1.1.2 项目特点

### 1.1.2.1 生态回填修复材料选择

在《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目利用煤矸石填充综合利用方案》在《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目可行性研究报告》中，对生态修复中使用的回填材料进行了比选，可用材料主要有杂填土、黄土、建筑垃圾、生活垃圾、煤矸石等，根据不同回填材料取得造价、理化性质、回填适用性以及对环境的影响等方面进行了比选，比选方案分析见下表：

表 1.1-2 生态修复回填材料比选方案分析表

种类	来源	化学性状	物理性状	对环境的影响	影响	效果	适用性分析
杂填土	购置或取土	成分复杂、含腐殖质及水化物	疏松，抗剪强度低，压缩性较高，一般具有浸水湿陷性	收集困难，来源不定，运输距离不定，可能对运输沿线造成较大的扬尘、噪声污染。性质不均，厚度变化大，易造成不均匀沉降，可能造成水土流失。	小	承载力不好	来源不稳定；一般表土用于土壤恢复或土壤改良，不用于填埋、充填。
建筑垃圾	无（需许可）	根据产生源不同，成分差异较大	主要为废渣土、弃土、淤泥以及弃料	建筑垃圾中的建筑用胶、涂料、油漆不仅是难以生物降解的高分子聚合物材料，还含有有害的重金属元素。这些废弃物被埋在地下，会造成地下水的污染，直接危害到周边居民的生活；破坏土壤结构、造成地表沉降。	较大	破坏土壤结构、造成地表沉降，稳定性差	取得方式不确定，成分复杂，随意性较大；按照《城市建筑垃圾管理规定》要求，不可用于填埋、充填。
生活垃圾	无（需许可）	包括有机废物、无机废物	无固定的物理形状	淋滤水多对地下水、土壤造成影响，且产生蚊蝇等。	较大	承载力较差，稳固性较差	环境影响较大，不建议使用。
黄土	购置或取土	黄土中 $\text{SiO}_2$ 含量很大；其次为 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 含量也很高	黄土组成成分均一，以含高量粉土颗粒（0.05~0.005mm）为特征，其中粗粉粒（0.05~0.01mm）含量在50%以上，黏土颗粒（0.25mm的颗粒）；多孔性、沿铅直方向易产生裂隙。	设置取土场，占用土地，破坏植被，间接导致土壤剥蚀，肥力减退。水土流失不仅减少了土壤中的氮、磷、钾主要养分，也减少了土壤中硼、锌、铜、锰、铁等微量元素含量；同时导致生态失调，旱涝灾害频繁且黄土资源量不足，可能加重取土区域泥石流等自然灾害。	小	较好，但易造成取土场生态破坏	需要外购，或设置取土场，大量取土易造成区域生态破坏，水土流失，改变区域土地利用格局。
煤矸石	购置	I类一般工业固体废物，主要成	质地坚硬，较粉煤灰颗粒较大，产尘量较小，来源广泛，且含水	淋滤水产生量较小，但有可能会对土壤、地下水产生影响。	中	稳固性一般	来源广泛且稳定，承载力较好，兼顾了一般工业固

		分是 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$	率通常较小，淋滤水产生量少。				体废物的治理，环境污染环节控制好，对环境影响小。
--	--	---	----------------	--	--	--	--------------------------

由于本次为利用固废生态回填修复项目，项目主要依据《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》（乡政函〔2025〕37号）《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》以及《生态修复方案备案表》等文件开展，又因此存在政策的紧迫性和地方属性，所以在比选回填材料的分析上需结合材料特质及地方属性的考虑。

由上表可知，杂填土来源不稳定，可能造成工期延长，承载力不稳定，后期可能会引发地质灾害；建筑垃圾、生活垃圾和粉煤灰由于成分复杂，对环境可能带来次生污染，对于环境影响较大，不宜采用；黄土材料性能最优，但是大量取土占用土地、林地或耕地等，造成区域生态破坏、水土流失，改变区域土地利用格局，故需向有资质的单位进行购买；煤矸石理化性质稳定，来源广泛，并且还能兼顾固废治理，防止煤矸石堆放场造成的土地、林地占用和生态破坏，可采用。

因此，本次生态修复采用当地洗煤企业产生的煤矸石作为回填材料，可解决部分企业现阶段固体废物处置困难，同时实现生态修复培育树林达到防治水土流失的目的，也可促进农业发展，为乡村振兴助力。企业应当及时开展项目安全评估，切实消除各类安全隐患，本次生态修复项目要坚持生态优先，立足保护当地生态环境，切实以农民意愿为首要出发点，维护村集体和农民的合法利益。

综上，本项目考虑采用煤矸石作为回填材料，并通过逐步分析其合理性、可行性确定方案可行。

### 1.1.2.2 项目建设周期

根据《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目利用煤矸石填充综合利用方案》，本次生态回填修复区利用固废生态回填周期（随煤矸石产出持续）2.32 年。本次生态回填修复的回填材料由乡宁县台头镇鸿达洗煤厂、乡宁昌昇源煤业有限公司、乡宁县台头顺通洗煤有限公司、山西宇晟能源股份有限公司、山西贾罕世纪洗煤有限公司和乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司共 6 家协议洗煤厂提供，共计 270 万吨/年煤矸石。

按照《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》要求，本次生态回填修复后期抚育管护期为 3 年。

### 1.1.2.3 生态回填修复标准

《生态修复方案》及造林标准：生态回填修复区全部复垦为林地，顶部平台、梯台全部复垦为乔木林地，坡面全部复垦为灌木林地，修复率达 100%，定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求，成活率 $\geq 90\%$ ，郁闭度 $\geq 0.3$ ，三年后成活率达到 100%。

恢复林地目标（参照《林地分等定级技术规范》（T/CREVA 3101-2021））：由现在的六级提升至四级林地。改善林木生长环境的各个方面，增加地面覆盖和土壤抗侵蚀力，实现保水、保土、保肥、改良土壤，利用培育森林达到防治水土流失的目的。

### 1.1.2.4 环境制约因素

表 1.1-2 六部门用地核查复函及备案情况汇总表

序号	部门	部门意见	结论	意见相关内容进展
1	乡宁县自然资源局	一、项目区与永久基本农田范围不重叠； 二、项目区不涉及耕地，不占耕地后备资源； 三、项目是利用矸石废料对自然沟进行平整、填充后覆土 造林，不涉及新增建设用地； 四、项目区涉及林草地，需按照县林业局的意见执行； 五、项目区范围不符合《乡宁县国土空间总体规划（2021-2035 年）》（不符合原因：核查时乡宁县无生态修复专项规划，该规划正处于启动阶段。2025 年 9 月 8 日，乡宁县人民政府发布《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》，承诺将本项目纳入即将编制的乡宁县国土空间生态修复专项规划中）。	无异议	按照规定编制相关报告。
2	乡宁县农业农村局	对项目选址无异议。	无异议	/

3	乡宁县水利局	该项目位于管头镇苍上村委，原则上同意项目选址。	无异议	/
4	乡宁县林业局	项目选址不涉及自然保护区、地质公园、森林公园、湿地公园、I级保护林地、国家一级公益林地、II级保护林地、国家二级公益林地、风景名胜区、山西省永久性生态公益林地。 该项目范围涉及林地 2933.69 平发米，保护等级为三级，事权等级为地方公益林，涉及其他草地 264046.62 平方米，我局原则同意该项目实施，但涉及林地、草地必须办理征占用林地、草地审批审核手续，严禁未批先建。	无异议	征占用林地手续：经企业核实，须先取得环评批复。评价要求在项目实施前办理。
5	临汾市生态环境局乡宁分局	项目选址范围与饮用水水源地保护区不重叠。	无异议	/
6	乡宁县文化和旅游局	项目选址与第三次全国不可移动文物普查资料核对，该项目用地地面尚未发现与不可移动文物重叠现象。按程序报批，施工前对该项目用地范围进行考古前置，确保地下文物不因施工受到破坏。	无异议	/
7	乡宁县行政审批服务管理局	2025年6月18日，山西陆通能源有限公司取得乡宁县行政审批局下发的备案证，项目代码：2506-141029-89-01-759227	无异议	/
8	建设单位	矿产资源压覆情况：经从有关部门核准，本项目用地位于山西省乡宁焦煤燕家河煤业精查区(延伸岭段)，存在压覆矿产资源，山西陆通能源有限公司与山西省乡宁焦煤燕家河煤业有限公司签订了互保协议(见附件 12)。	无异议	/

### 压覆矿产资源情况：

根据调查，本项目征地范围位于山西省乡宁焦煤燕家河煤业有限公司（延伸岭段）井田范围内北侧，山西省乡宁焦煤燕家河煤业有限公司于2019年11月10日由山西省国土资源厅换发了采矿许可证，证号：C1400002009111220045114，井田面积为22.8884km<sup>2</sup>。山西省乡宁焦煤燕家河煤业有限公司承诺对本项目生态回填修复范围内留设保护煤柱。

项目与山西省乡宁焦煤燕家河煤业有限公司(延伸岭段)井田范围位置关系图见下图。

1.1-1 项目与山西省乡宁焦煤燕家河煤业有限公司(延伸岭段)井田的相对位置关系图

### 1.1.2.5 主要环境影响

经调查分析，本次生态回填采取黄土和煤矸石作为回填材料。本地煤矸石来源广泛且稳定，承载力较好，可解决部分企业现阶段固体废物处置困难，同时实现生态回填修复培育树林达到防治水土流失的目的。

本项目主要的环境制约因素为实施过程中煤矸石淋溶液污染、拦挡坝溃坝的环境风险、工程占地及生态破坏、施工及堆料扬尘、施工土石水土保持及处置等问题。通过后续分析可知，在项目建设时对环境风险及污染环节控制得当，对环境影响较小。

## 1.2 环境影响评价工作过程

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》以及《建设项目环境保护管理条例》的有关规定，《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目》（以下简称“本项目”）需要进行环境影响评价。

根据《山西省重点行业“一本式”环评报告编制技术指南 工业固体废物回填复垦造地（试行）》适用条件：煤矸石、粉煤灰等一般工业固体废物回填造地、治理采空区、塌陷区的生态修复治理等综合利用项目环境影响评价管理。结合本项目特点及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号）中第五条要求，确定本次评价环评类别为报告书。

2025年6月18日，山西陆通能源有限公司取得《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目备案证》（项目代码2506-141029-89-01-759227）；于6月10日，山西陆通能源有限公司委托山西鑫测生态环境科技有限公司承担本项目的环境影响评价工作；接受委托后，我公司立即组织持证参评人员对现场进行了踏勘，对项目所在区域自然环境、社会环境及工程概况进行了详细调查和分析。根据了解到的情况初步进行了环境影响因子的识别和评价因子的筛选，按照国家环评技术导则规定，对本项目进行环境影响评价，根据评价区现状监测数据对项目评价区环境空气、水体环境、声环境、固体废物及土壤的环境影响等进行了分析。根据收集的工程技术资料和现场踏勘，同时根据环境影响评价结果以及环保要求提出了具体的污染防治措施和建议。在此基础上编制完成了《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目环境影响报告书》（送审本）。

针对本项目主要环境影响因素，本次评价工作中，首先在做好工程分析及环境质量

现状调查的基础上，对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。

本项目具体环评工作程序见下图 1.2-1：

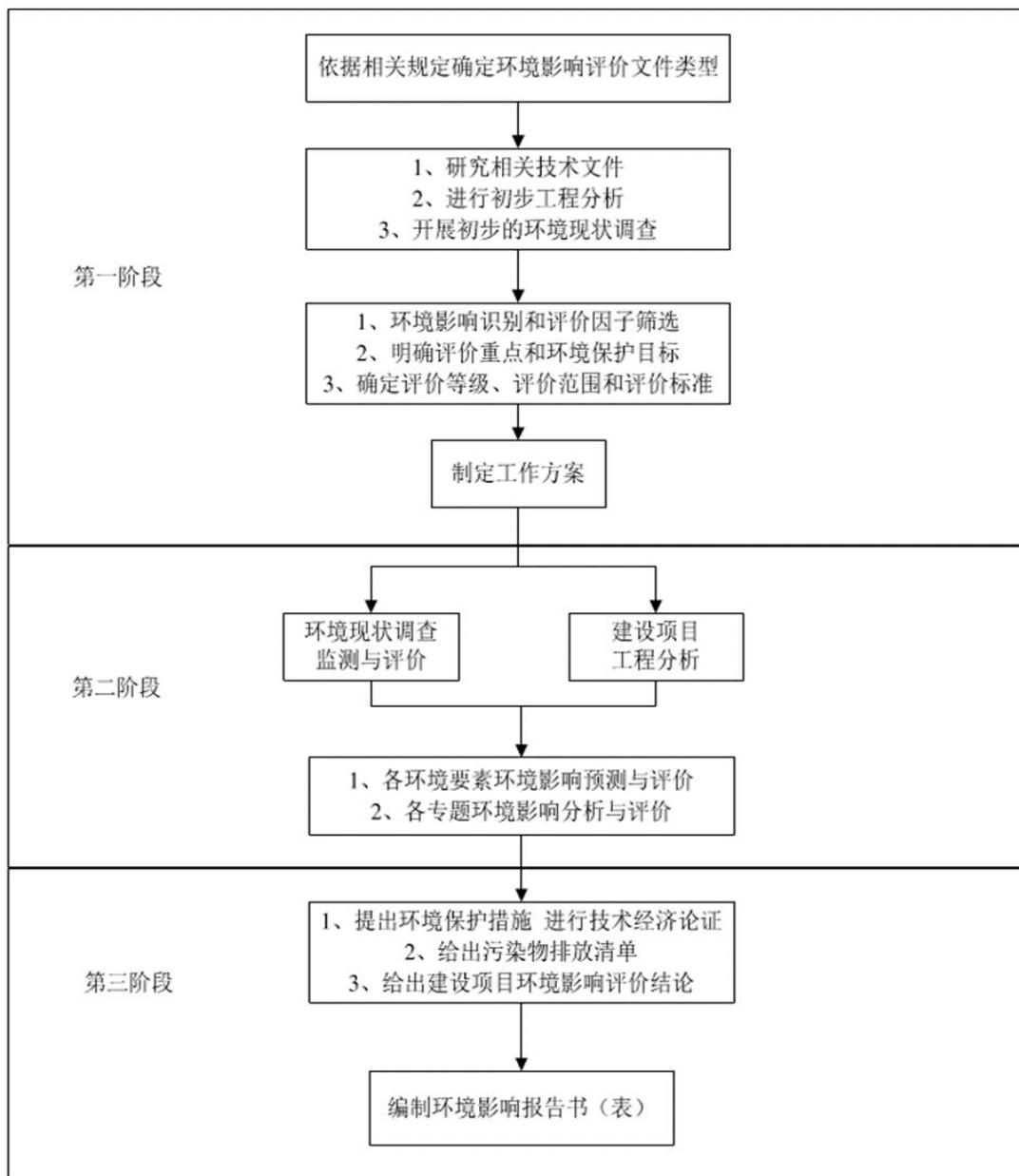


图 1.2-1 环境影响评价工作过程

## 1.3 主要环境问题及环境影响

### 1.3.1 主要环境问题

①区域现状（生态回填修复原因）

根据《生态修复方案》及踏勘了解到，本次生态回填修复荒沟内人为活动较多，用地现状主要为其他草地，植被以低矮灌木和杂草为主，地表植被分布差异较明显，植被零散，部分区域地表裸露无植被覆盖。《方案》确定将荒沟进行平整和生态恢复，使林地植被接连成片，提高区域植被覆盖度和林地质量，改善荒沟生态环境现状，使土地资源得到合理利用，使区域林地涵养水源、水土保持性能得到较大幅度的提高。

#### ②项目产生影响

根据本项目的特点，本次评价工作将重点关注项目实施过程中回填材料运输、装卸及平整过程产生的扬尘对大气环境的影响，生态回填修复区降雨时场地淋溶废水对地下水环境及周边土壤环境的影响，机械设备对周围声环境的影响，最终生态回填修复完成后生态恢复措施的实施情况。

#### 1.3.2 主要环境影响

综上所述，山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目符合国家相关产业政策及区域相关规划要求，选址合理；项目实施后，通过采取完善的污染治理措施并制定完善的环境管理，可确保废气、废水、噪声各类污染物达标排放，固体废物全部妥善处置，并且预测结果表明，本项目实施后不会对周围空气环境、地下水、声环境产生明显影响；项目建成后将增加高品质林地面积，改善生态环境，项目的实施有利于减小区域固体废物对环境的污染，同时增加土地利用价值，具有良好的环境效益；此外项目在修筑拦挡坝、排水系统等工程措施后，大气降雨不在生态修复区内积存，并且将其由原来松散结构压实，同时覆盖黄土进行压实，随着整治完成，采用乔灌草的方式进行造林，本项目区域内林地等级、质量得到了明显提升，最大程度的减轻水土流失和对景观的影响，生态环境得到改善，可在一定程度上实现绿色发展。

因此，本项目建设的环境影响和环境污染风险是可以接受的。

### 1.4 政策及规划情况

#### (1) 生态修复规划

通过上述分析，本次利用固废生态回填修复项目，旨在改善生态质量较差的荒沟环境，建成后改善荒沟植被覆盖度、林地质量和等级等，符合《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》《管头镇苍山村委开展生态修复工作的初步实施计划》中相关要求。

## (2) 环境敏感因素

通过上述分析，本项目选址经乡宁县自然资源局、乡宁县林业局、乡宁县农业农村局、临汾市生态环境局乡宁分局、乡宁县水利局、乡宁县文化和旅游局六部门联合审查，用地范围与乡宁县境内自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、国家一级公益林、国家二级公益林、山西省永久性生态公益林、I级保护林地、II级保护林地、水源地保护区及不可移动文物保护范围等环境敏感区域均无重叠。各部门对项目选址无异议。

## (3) 环境污染风险

通过评价分析，在项目严格落实评价提出的各项措施后，本项目实施后不会对周围大气环境、地下水环境、声环境、土壤环境、生态环境等产生明显影响，环境污染风险及污染影响均可控制在最小限度。

## (4) 结论

综上，结合生态修复规划、环境敏感因素、环境污染等方面考虑，本次评价认为项目建设可行。

## 第二章 总则

### 2.1 工作依据

- (1) 《山西省企业投资项目备案证》（乡宁县行政审批服务管理局备案，项目代码：2506-141029-89-01-759227，2025年6月18日）；
- (2) 《关于<乡宁县生态修复专项规划>的情况说明》（乡宁县人民政府，2025年9月8日）；
- (3) 《乡宁县人民政府办公室<关于印发乡宁县煤矸石填沟造地实施方案的通知>》（乡政办发〔2022〕87号）；
- (4) 《乡宁县煤矸石填沟造地领导小组专题会议会议纪要》（2024年3月20日）；
- (5) 《管头镇苍上村委开展生态修复工作的初步实施计划》（乡宁县管头镇人民政府，2025年1月7日）
- (6) 《关于山西陆通能源有限公司在苍上村委开展生态修复工作的意见》（管头镇苍上村民委员会，2025年1月7日）；
- (7) 《关于<山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目>选址范围征求意见的函》（乡宁县自然资源局/乡宁县煤矸石填沟造地工作领导小组办公室，乡煤矸石填沟造地〔2025〕3号）；
- (8) 《关于<山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目>用地情况说明》（乡宁县自然资源局，乡自然资函〔2025〕152号）；
- (9) 《关于<山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目选址范围征求意见的函>的复函》（乡宁县农业农村局，2025年5月28日）；
- (10) 《关于<关于山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目选址范围征求意见的函>的复函》（乡宁县水利局，乡水函〔2025〕49号）；
- (11) 《关于<山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目选址范围征求意见>的复函》（乡宁县林业局，乡林便字〔2025〕37号）；
- (12) 《关于<山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目选址范围征求意见>的复函》（临汾市生态环境局乡宁分局，临环乡函〔2025〕37号）；

- (13)《关于乡煤矸石填沟造地(2025)3号文件的复函》(乡宁县文化和旅游局,乡文旅函(2025)20号);
- (14)《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目可行性研究报告》(山西宸泽工程设计有限公司,2025年5月);
- (15)《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目填充初步设计方案》(山西清泓环保科技有限公司,2025年5月);
- (16)《<山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目填充初步设计方案>技术审查意见》(山西清泓环保科技有限公司,2025年5月22日);
- (17)《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》(2025年9月);
- (18)《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目--生态修复方案评审备案表》(2025年9月11);
- (19)建设项目环境影响评价委托书,2025年6月10日;
- (20)《山西省重点行业“一本式”环评报告编制技术指南 工业固体废物回填复垦造地(试行)》(二〇二三年十二月)。

## 2.2 环境影响评价因子

表 2.2-1 评价因子一览表

要素	项目	评价因子
大气环境	现状评价	TSP、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
	影响评价	TSP
地下水环境	现状评价	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、硫酸盐、耗氧量、氯化物、总大肠菌群、菌落总数、石油类、氟化物、硒、K <sup>+</sup> 、Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup> 、CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	影响评价	砷
声环境	现状评价	等效连续A声级(L <sub>eq</sub> )
	影响评价	等效连续A声级(L <sub>eq</sub> )
固体废物	影响分析	固废的种类、数量、处置方式及去向
土壤环境	现状评价	PH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、铬(六价)
	影响评价	砷
环境风险	影响分析	拦挡坝溃坝风险分析

生态环境(环境要素):

企业拟对现有荒沟进行生态修复，生态回填期场地清理、场底处理、边坡处理以及挡护工程、防排洪工程的建设，破坏地表植被，对生态环境的影响较大。整治完成进行生态修复，项目区荒草地提升为林地，主要为改善生态环境，为正效应，因此根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目生态影响评价因子筛选主要选择生态回填期。

表 2.2-2 生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	主要内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	植被类型、面积、种群结构、植被覆盖度	临时占地影响，施工活动的直接、间接影响	短期、可逆	轻微，可接受
野生动物	野生动物的组成、区系、分布、生境类型		短期、可逆	轻微，可接受
生物群落	物种组成、群落结构		短期、可逆	轻微，可接受
生态系统	生态系统类型、面积、生物量、生产力		短期、可逆	轻微，可接受
生物多样性	物种丰富度、Shannon 多样性指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 优势度指数		短期、可逆	轻微，可接受
土地利用格局	土地利用类型、面积		短期、可逆	轻微，可接受
生态问题	土壤侵蚀		短期、可逆	轻微，可接受
黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区	土壤侵蚀		短期、可逆	轻微，可接受
太行山生物多样性保护优先区域	生物多样性		短期、可逆	轻微，可接受

## 2.3 评价标准

### 2.3.1 环境质量标准

#### (1) 环境空气

本项目所在地为农村地区，属于环境空气质量功能区的二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准，标准限值见表 2.3-1。

表 2.3-1 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

序号	污染物	标准限值				标准来源
		年平均	24 小时平均	1 小时平均	8 小时平均	
1	SO <sub>2</sub>	60	150	500	/	《环境空气质量标准》
2	NO <sub>2</sub>	40	80	200	/	(GB3095-2012)，其中 CO 单

3	PM <sub>10</sub>	70	150	/	/	位: mg/m <sup>3</sup> , 其余为μg/m <sup>3</sup>
4	PM <sub>2.5</sub>	35	75	/	/	
5	TSP	200	300	/	/	
6	CO	/	4	10	/	
7	O <sub>3</sub>	/	/	200	160	

#### (2) 地表水

本项目所在地地表水体为西南侧 25m 的下善河。根据《山西省地表水环境功能区划》(DB14/67-2019) 表 1“山西省各河段水环境功能区划结果表”可知, 本区河段属于黄河流域--鄂河—管头村--入黄河段, 水环境功能为农业用水保护, 水质要求为 V 类, 执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 V 类标准, 标准限值见表 2.3-2。

表 2.3-2 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类 单位: mg/L

污染物	pH	COD	BOD <sub>5</sub>	石油类	氨氮
标准值	6.0-9.0	40	10	1.0	2.0

#### (3) 地下水

执行《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中III类标准, 标准限值见表 2.3-3。

表 2.3-3 《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	耗氧量	总大肠菌群	氯化物
标准值	≤1.00	≤1.0	≤3.0	≤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	溶解性总固体	六价铬	氰化物	镉	铅
标准值	≤1000	≤0.05	≤0.05	≤0.005	≤0.01
污染物	菌落总数	锌	石油类	硒	钡
标准值	≤100	≤1.0	≤0.3	≤0.01	≤1.0

注: 总大肠菌群单位为 CFU/100mL, 菌落总数单位 CFU/mL。

#### (4) 声环境

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008), 本项目生态修复区属于农村地区, 声环境执行 1 类标准, 标准限值见表 2.3-4。

表 2.3-4 《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	农村地区

#### (5) 土壤环境

根据《项目土地勘测定界技术报告书》可知, 本项目生态修复区现状为农用地, 执

行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值，筛选值见表 2.3-5。

表 2.3-5 农用地土壤环境质量标准限值（单位：mg/kg）

序号	污染项目①②		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	其他	40	40	30	25
4	铅	其他	70	90	120	170
5	铬	其他	150	150	200	250
6	铜	其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

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

### 2.3.2 污染物排放标准

#### （1）大气污染物

本项目大气污染物主要是生态回填产生的无组织粉尘，排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中排放限值，标准限值见表 2.3-6。

表 2.3-6 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）

类别	标准级（类）别	污染因子	标准值		备注
			单位	数值	
废气	表 2 无组织排放限值	颗粒物	mg/m <sup>3</sup>	1.0	监控点与参考点浓度差值
		SO <sup>2</sup>	mg/m <sup>3</sup>	0.4	

#### （2）声环境

本项目生态回填期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011），标准限值见表 2.3-7。

表 2.3-7 《建筑施工场界环境噪声排放标准》 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

本项目生态修复完成后的场界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），标准限值见表 2.3-8。

表 2.3-8 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）

位置	声环境功能区类别	时段	
		昼间	夜间

场界东侧	1	55dB (A)	45dB (A)
场界西侧			
场界南侧			
场界北侧			

### (3) 固体废物

①本项目生态修复回填材料采用煤矸石，综合利用过程参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）执行。

②采用库房、包装工具（罐、桶、包装袋等）贮存一般工业固体废物的，其贮存过程应满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

③危险废物临时贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）。

## 2.4 评价工作等级及评价范围

### 2.4.1 评价等级

#### 2.4.1.1 环境空气影响评价等级

按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，分别计算项目排放主要污染物的最大浓度占标率  $P_i$ （第  $i$  个污染物），及第  $i$  个污染物的地表空气质量浓度达到标准值的 10%时所对应的最远距离  $D_{10\%}$ ，其中  $P_i$  定义为：

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

式中：  $P_i$ —第  $i$  个污染物的最大浓度占标率，%；

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

$C_{oi}$ —第  $i$  个污染物的环境空气质量浓度标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。TSP 按日平均质量浓度的 3 倍折算为 1h 平均质量浓度。

评价工作等级的判定依据见表 2.4-1：

表 2.4-1 评价工作等级

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

污染物估算结果见表 2.4-2：

表 2.4-2 估算结果一览表

污染源	污染物	下风向最大浓度	最大落地浓度占	D10% (m)	评价
-----	-----	---------	---------	----------	----

		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	标率 $P_i$ (%)		等级
生态修复区	TSP	79.063	8.78	/	二级

通过预测可知，本次生态修复过程中扬尘最大落地浓度为  $P_{\max}=8.78\%<10\%$ ，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）对评价工作等级的确定原则，判定本项目大气环境影响评价工作等级为二级。

#### 2.4.1.2 地表水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），地表水环境影响评价工作等级划分见表 2.4-3。

表 2.4-3 评价工作等级划分表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 $Q$ /( $\text{m}^3/\text{d}$ )；水污染物当量数 $W$ /(无量纲)
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

本次生态修复项目无废水排放到外环境，故确定地表水评价等级为三级 B。

#### 2.4.1.3 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类及淋溶试验结果，本项目回填材料煤矸石属于 I 类一般固体废物，故本次生态修复项目涉及《导则》名录中“U 城镇基础设施及房地产-152 工业固体废物（含污泥）集中处置”-处置 I 类固废，属于地下水环境影响评价 III 类项目。

本项目场址不在泉域及饮用水源地等保护区内，地下水环境敏感程度属较敏感，具体分级情况见表 2.4-4。

表 2.4-4 地下水环境敏感程度分级

分级	项目场地的地下水环境敏感特征
敏感	集中式饮用水水源地（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的水源地）准保护区；除集中式饮用水水源地以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感	集中式饮用水水源地（包括已建成的在用、备用、应急水源地，在建和规划的水源地）准保护区以外的补给径流区；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区以及分散式居民饮用水源等其它未列入上述敏感分级的环境敏感区
不敏感	上述地区之外的其它地区

按照《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610—2016）中表2评价工作等級分级表评价工作等级的划分方法进行确定，其判据详见表2.4-5。

表 2.4-5 地下水评价工作等级判据

项目类别 环境敏感程度	I类	II类	III类
敏感	一	一	二
较敏感	一	二	三
不敏感	二	三	三

因此，本次生态修复项目的地下水环境影响评价等级为三级。

#### 2.4.1.4 声环境影响评价等级

本项目生态修复区位于远离工业活动的农村地区，所处的声环境功能区位于GB3096规定的1类区；根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）及项目特点判定，本项目生态修复区建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在3dB以下，且受影响人口数量变化不大。因此，本项目声环境影响评价等级为二级。

#### 2.4.1.5 生态环境影响评价等级

表 2.4-6 生态影响评价工作等级分级表

划分依据	本项目情况	评价等级	本项目情况
1 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级	评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境	一级	/
2 涉及自然公园时，评价等级为二级	评价范围内不涉及自然公园	二级	/
3 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级	评价范围内不涉及生态保护红线	二级	/
4 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	根据 HJ2.3 判断，本项目地表水评价等级为三级 B	不低于二级	/
5 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级	地下水水位或土壤影响范围内与国家二级公益林、山西省永久性生态公益林不重叠，项目占用 0.293369ha 其他地方公益林	不低于二级	二级
6 当工程占地规模大于 20km <sup>2</sup> 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域	本项目临时地占地面积 21.00ha，小于 20km <sup>2</sup>	不低于二级	/

	和水域)确定			
7	不涉及上述情况，评价等级为三级	不涉及	三级	/
8	在矿山开采可能导致矿区土地利用类型明显改变，或拦河闸坝建设可能明显改变水文情势等情况下，评价等级应上调一级	本项目不涉及矿山开采或拦河闸坝建设	上调一级	/
9	建设项目涉及经论证对保护生物多样性具有重要意义的区域时，可适当上调评价等级。	本项目利用固废回填生态修复在性质(修复导向利于生物多样性保护)、影响范围(局部可控)及现状生物多样性相对较低等情况综合判断，项目未达到提级保护的必要条件，维持生态评价等级为二级具有科学合理性。	上调一级	/

#### 本项目涉及太行山生物多样性保护优先区域未提级合理性分析：

##### ①治理性质与保护目标的兼容性

利用煤矸石进行生态回填，旨在通过地形重塑、土壤改良等手段恢复植被覆盖，与优先区域“原生生态系统保护”目标存在协同性。通过矸石分层压实和覆土种植，植被类型由现状灌木林地和其他草地变更为郁闭度更好的乔木林地和灌木林地，可实现局部植被覆盖率显著提升。相较于现状其他草地，可更好为周边野生动物提供庇护所和栖息地有利于提升太行山生物多样性保护优先区域的生物多样性。

##### ②影响范围的有限性

治理区域集中于植被覆盖度较低的沟壑，面积不足优先区域总面积的0.5%，且位于优先区边缘地带，未侵入核心保护单元。

通过分区施工、生态隔离带设置等措施，粉尘、渗滤液等影响被限制在局部流域，未对太行山优先区整体生态功能造成显著干扰。

##### ③现状生物多样性相对较低

项目评价区域无特有种、珍稀濒危物种。优势物种为广布种、常见种，物种丰富度显著低于太行山生物多样性保护优先区域的核心区域。

项目区域以人工干扰较强的景观(如灌丛、草地等)为主，缺乏保护优先区域内的原生性生态系统，生态系统完整性与稳定性较低。

##### ④结论

基于上述分析，本项目利用固废生态回填修复从性质(修复导向利于生物多样性保

护)、影响范围(局部可控)及现状生物多样性相对较低等情况综合判断,项目未达到提级保护的必要条件,维持生态评价等级为二级具有科学合理性。

综上所述,根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)评价工作的分级依据,本次生态修复项目的生态环境影响评价等级为二级。

#### 2.4.1.6 土壤环境影响评价等级

##### ①项目类别

本项目为利用固应回填的生态修复项目,涉及一般工业固体废物处置。参照《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2019)附录A土壤环境影响评价项目类别,与环境和公共设施管理业中“采取填埋和焚烧方式的一般工业固体废物处置及综合利用”类似,属于II类项目。

##### ②土壤环境敏感程度

表 2.4-10 污染影响型敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标的
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

##### ③评价等级确定

表 2.4-11 污染影响型评价等级划分表

占地规模工 作等级 敏感程度	I类			II类			III类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级		-

本项目属于污染影响型,生态修复区周边分布有耕地,土壤敏感程度均为敏感,占地面积为26.698hm<sup>2</sup>,占地规模为中型。因此,本次生态修复项目的土壤环境评价等级为二级。

#### 2.4.1.7 环境风险等级

参考《尾矿库环境风险评估技术导则(试行)》(HJ740-2015)作为判别依据,沟口下游无自然保护区、风景名胜区、居民村庄等环境特别敏感区,结合固废类型(环境危害性)和周边环境敏感性考虑,本项目环境风险等级为一般,进行简单分析。

表 2.4-12 风险评价工作等级划分表

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对于详细工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

## 2.4.2 评价范围

### 2.4.2.1 环境空气影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）：二级评价项目大气环境影响评价范围边长取 5km。本项目环境空气评价范围：以项目生态修复区为中心，分别向东、南、西和北外扩 2.5km，评价范围边长为 5km。

### 2.4.2.2 地下水环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）要求，依据生态修复区的地质条件、水文地质条件、地形地貌特征和地下水保护目标，结合当地地下水流向，考虑场区上游地下水背景区、生态修复区、生态修复区附近的地下水敏感点及其下游地下水可能被影响的区域，确定本项目的地下水评价范围：北侧以项目北侧的甘草山山脊为边界，南侧以项目南侧的山脊-龙窝村南为边界，东侧以山脊-上窑沟村为边界，西侧下善河东岸为边界，调查评价区面积约 7.5km<sup>2</sup>。

### 2.4.2.3 声环境影响评价范围

本项目声环境影响评价范围确定为项目生态修复区外扩 200m 范围内及运输道路中心线外两侧 200m 范围内。

### 2.4.2.4 生态环境影响评价范围

依据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），在充分体现生态完整性的基础上，根据项目评价工作等级和对生态因子的影响方式、影响程度，考虑本项目占地范围内造成地表植被的直接破坏影响，以及填充后对原生土壤结构的改变造成地表植被间接影响，同时结合建设期地表生产活动对周围动植物的直接影响，确定本次生态环境影响评价范围为项目填埋区、临时堆土区、进场道路外扩 500m 的区域，合计 240.68ha。

### 2.4.2.5 土壤环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》（HJ964-2019），本项目属于污染影响型，评价等级为二级，调查评价范围包括项目占地范围内及占地外扩 200m 的范围内。

## 2.5 政策、规划及技术规程符合性分析

### 2.5.1 项目与“三线一单”符合性分析（生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入负面清单）

#### （1）生态保护红线

根据项目与“乡宁县管头镇国土空间总体规划图”（图2.5-5）可知，项目不涉及生态保护红线区域；同时项目符合《临汾人民政府关于印发<临汾市“三线一单”生态环境分区管控实施方案>的通知》（临政发〔2021〕10号）文件要求，故本项目的建设未逾越生态保护红线。

**表 2.5-1 项目《临汾人民政府关于印发<临汾市“三线一单”生态环境分区管控实施方案>的通知》符合性分析一览表**

管控类别	具体要求	本项目情况	符合性
1	根据《临汾人民政府关于印发<临汾市“三线一单”生态环境分区管控实施方案>的通知》（临政发〔2021〕10号）中“二、构建生态环境分区管控体系（一）划分生态环境管控单元”可知，生态环境管控单元划分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元。	根据文件附件1“临汾市生态环境管控单元图”（见图2.5-1），并通过“山西省三线一单数据管理及应用平台”查询结果可知（见图2.5-2及附件11），本项目位于临汾市乡宁县一般管控单元，管控单元编号为ZH14102930001（管控要求详见下表2.5-3）。	/
2	进一步优化空间布局，加强污染物排放控制和环境风险防控，不断提升资源能源利用效率，解决生态环境质量不达标、生态环境风险高等问题，实现减污降碳协同效应。	本项目在严格落实评价提出的各项污染防治措施后，大气污染物和噪声可达标排放、生活污水和固体废物全部合理处置、环境风险发生的概率和影响后果均可降到最低限度，项目的建设不会对环境造成明显影响。	符合

#### （2）环境质量底线

##### ①环境空气

根据乡宁县2024年度环境空气质量例行监测数据可知，乡宁县2024年例行环境空气质量监测结果中O<sub>3</sub>日最大8小时平均浓度超标，故项目所在的乡宁县属于环境空气质量不达标区；根据内蒙古泽铭技术检测有限公司出具的现状质量监测报告可知，项目生态修复区、监测点位环境空气中TSP浓度未超标，达标率为100%，评价区环境质量现状较好。

##### ②地表水

本项目所在地地表水体为西南侧25m的下善河。根据《山西省地表水环境功能区划》(DB14/67-2019) 表1“山西省各河段水环境功能区划结果表”可知，本区河段属于黄河流域--鄂河--管头村—入黄河段，水环境功能为农业用水保护，水质要求为V类，执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中V类标准。下善河属于季节性河流，常年无水，根据山西省生态环境厅公示的2024年地表水环境质量报告，距离本项目最近的管控断面为鄂河国控断面-西庄岭（乡宁县）水质类别达V类，故所在区域地表水环境质量达标。

通过工程分析，在建设单位严格落实评价提出的各项污染防治措施后，大气污染物和噪声可达标排放、生活污水和固体废物全部合理处置、环境风险发生的概率和影响后果均可降到最低限度，项目的建设不会对环境造成明显影响，更不会明显增加区域环境压力。

### (3) 资源利用上线

本项目为利用固废生态回填修复项目，对水电等资源的使用均在环境可接受范围内，不突破资源利用上线。因此，本项目不突破资源利用上线要求。

### (4) 生态环境准入清单

通过对《临汾人民政府关于印发<临汾市“三线一单”生态环境分区管控实施方案>的通知》(临政发〔2021〕10号) 中附件2“临汾市生态环境总体准入管控要求”的符合性分析可知，本项目涉及行业兼顾生态回填和一般工业固体废物治理，不属于文件要求限制或禁止的建设项目，属于文件允许的建设项目。

表 2.5-2 项目与“临汾市生态环境总体准入管控要求”符合性分析一览表

管控类别	管控要求	本项目情况	符合性
空间布局约束	<p>①遏制“两高”项目盲目扩张。新建、改建、扩建“两高”项目须符合生态环境保护法律法规和相关法定规划,满足重点污染物排放总量控制、碳排放达峰目标、生态环境准入清单、相关规划环评和相应行业建设项目环境准入条件、环评文件审批原则要求。</p> <p>②新建“两高”项目应按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求,依据区域环境质量改善目标,制定配套区域污染物削减方案,采取有效的污染物区域削减措施,腾出足够的环境容量。</p> <p>③新建、扩建“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备,单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平,依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。</p> <p>④优化焦化钢铁企业布局。汾河谷地平川区域焦化企业按照“退城入园,退川入谷”的原则,钢铁企业按照“入园入区,集聚发展”的要求,实施关小上大,转型升级、布局调整。⑤市区城市规划区 155 平方公里区域范围内禁止建设洗选煤企业;高铁、高速沿线两侧 1 公里范围内不得新建洗选煤企业。</p> <p>⑥对洗选煤企业项目建设审批手续不全的,违规占用基本农田,在自然保护区、风景名胜区、集中式饮用水水源保护区,泉域重点保护区,湿地公园,森林公园,山西省永久性生态公益林等依法划定需特别保护的环境敏感区范围内的项目予以取缔关闭。</p>	<p>本项目兼顾生态回填和一般工业固体废物治理,工程由管头镇人民政府组织,对管头镇苍上村的 1 处荒沟实施生态修复,引入社会主体山西陆通能源有限公司负责投资和按计划实施。</p> <p>本项目不涉及要求中所限制的钢铁、焦化、洗选煤企业,且不为“两高”项目。</p> <p>本项目选址经乡宁县自然资源局、乡宁县林业局、乡宁县农业农村局、临汾市生态环境局乡宁分局、乡宁县水利局、乡宁县文化和旅游局联合审查,用地范围与乡宁县境内自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、国家一级公益林、国家二级公益林、山西省永久性生态公益林、水源地保护区及第三次全国不可移动文物保护范围等环境敏感区域均无重叠。</p>	符合
污染物排放管控	<p>①定期通报降尘量监测结果,降尘量最高值高于 9 吨/月平方公里的市县要开展降尘专项整治。</p> <p>②2021 年 10 月底前,全面完成钢铁企业在产设备超低排放改造。</p> <p>③焦化行业超低排放改造于 2023 年底前全部完成。</p> <p>④年货运量 150 万吨以上工业企业公路运输的车辆要全部达到国五及以上标准,其中位于市区规划区的钢铁等企业,进出厂大宗物料 2021 年 10 月 1 日前要全部采用铁路或管道、管式输送机等清洁方式运输,公路运输采用国六排放标准及以上的汽车或新能源车辆。</p>	<p>为减少道路运输过程中无组织污染影响,评价要求禁止使用超标排放的非道路移动机械,运输车辆达到国六标准或新能源车辆。</p>	符合

管控类别	管控要求		本项目情况	符合性
环境风险防控	①项目防护距离应符合相关国家标准或规范要求。装置外部安全防护距离要符合《危险化学品生产、储存装置个人可接受风险标准和社会可接受风险标准》要求。 ②在环境风险防控重点区域如居民集中区、医院和学校附近、重要水源涵养生态功能区等,以及因环境污染导致环境质量不能稳定达标的区域内,禁止新建或扩建可能引发环境风险的项目。 ③加强汾河、沁河等流域及饮用水水源地水环境风险防控工作,确定重点水环境风险源清单,建立应急物资储备库及保障机制。		本项目无需设置大气放防护距离; 本项目不涉及环境风险防控重点区域居民集中区、医院和学校、重要水源涵养生态功能区或环境污染严重导致不能稳定达标的区域,且建设单位在严格落实评价提出的风险措施后,环境风险发生的概率和影响后果均可降到最低限度,项目的建设不会对环境造成明显影响。	符合
资源利用效率	水资源利用	①水资源利用上线严格落实“十四五”相关目标指标。 ②实施最严格水资源管控,加强岩溶泉域水资源的保护和管理。	本项目废水全部回用,满足水资源利用上线的要求。	符合
	能源利用	①煤矿企业主要污染物达标排放率达到100%。 ②保持煤炭消费总量负增长,积极推进碳达峰碳中和目标愿景。	本项目不属于煤炭企业,能源消耗量较小。	符合
	土地资源利用	①土地资源利用上线严格落实国土空间规划和“十四五”相关目标指标。 ②严守耕地红线,坚决遏制耕地“非农化”,防止“非粮化”。 ③以黄河干流沿岸县(市、区)为重点,全面实行在塬面修建软捻田、塬面缓坡地建果园,陡坡耕地全面退耕造林并实行封禁、沟底打坝造地建设高标准基本农田的水土保持治理模式,促进黄河河流域生态保护和高质量发展。 ④开展黄河流域历史遗留矿山生态修复项目,推动矿山生态恢复治理示范工程建设。	本项目不占用耕地,其他草地提升为林地,林地面积增加,本项目不违背土地资源利用的管控要求。	符合

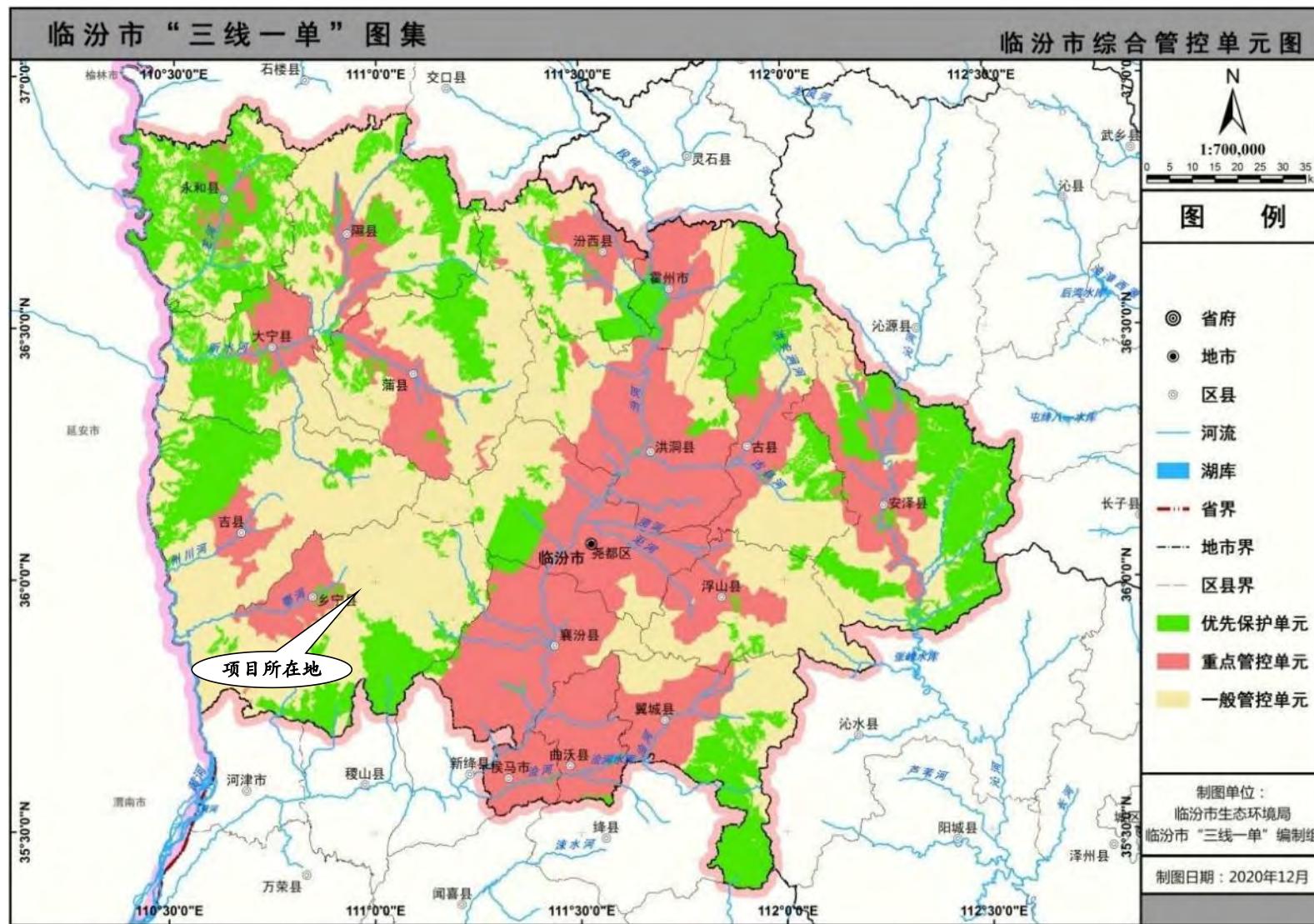


图 2.5-1 项目与“临汾市三线一单管控单元”关系示意图

表 2.5-3 项目与“临汾市乡宁县一般管控单元”管控要求符合性分析一览表

管控类别	管控要求	本项目情况	符合性
空间布局 约束	执行山西省、汾渭平原、临汾市空间布局准入的要求。	本项目严格执行山西省、汾渭平原、临汾市空间布局准入的要求。	符合
	排放大气污染物的工业项目应当按照规划和环境保护规定进入工业园区。	本项目为利用固废生态回填修复项目，不涉及排放大气污染物。	符合
	禁止在邻近基本农田区域排放重金属和多环芳烃、石油烃等有机污染物的开发建设活动。	本项目为利用固废生态回填修复项目，不属于排放重金属和多环芳烃、石油烃等有机污染物的开发建设活动。	符合
污染物排放管控	执行山西省、汾渭平原、临汾市的污染物排放控制要求。	本项目严格执行山西省、汾渭平原、临汾市的污染物排放控制要求。	符合



图 2.5-2 本项目征地范围平台查询结果位置图

### 2.5.2 项目与《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 符合性分析

由于本次生态修复回填材料为一般固体废物，因此选址要求参照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 执行，与标准对照情况见下表：

表 2.5-3 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(选址要求)

序号	标准要求	本项目情况	符合性
1	应符合环境保护法律法规及相关法定规	本项目生态修复区位于山西省临汾市乡	符合

	划要求。	宁县管头镇仁马庄村东南侧 259m 处荒沟，不在乡宁县城市总体规划内，不违背乡宁县城市总体规划要求。	
2	与周围居民区的距离应依据环境影响评价文件及审批意见确定。	距本项目生态修复区最近的村庄为西北侧 259m 的仁马庄村，根据工程分析及大气影响评价结论，本项目不设置大气环境防护距离，对周围敏感目标影响较小。	符合
3	不得选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。	根据项目与“国土空间规划三区三线位置关系图”（图 2.5-5）可知，本项目用地范围不涉及永久基本农田、生态保护红线及城镇开发边界；本项目选址经乡宁县自然资源局、乡宁县林业局、乡宁县农业农村局、临汾市生态环境局乡宁分局、乡宁县水利局、乡宁县文化和旅游局联合审查，用地范围与乡宁县境内自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、国家一级公益林、国家二级公益林、山西省永久性生态公益林、饮用水水源保护区及第三次全国不可移动文物保护范围等环境敏感区域均无重叠。	符合
4	应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。	根据本项目“水文地质调查报告”可知，项目区及周边无影响场地稳定性及工程安全的不良地质现象。	符合
5	不得选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	本项目征地范围距离地表水体最近为西南侧 25m 的下善河，不属于其最高水位线以下的滩地，同时本次生态回填修复区下游退让 180m，拦挡坝距下善河 205m；项目占地不涉及滩地、岸坡、水库、人工蓄水设施的淹没区和保护区。	符合

### 2.5.3 项目与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订）符合性分析

表 2.5-4 与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》符合性分析一览表

序号	内容	本项目	符合性
1	县级以上人民政府应当将固体废物污染环境防治工作纳入国民经济和社会发展规划、生态环境保护规划，并采取有效措施减少固体废物的产生量、促进固体废物的综合利用、降低固体废物的危害性，最大限度降低固体废物填埋量。	乡宁县人民政府根据《山西省整沟整治条例》《关于印发<山西省固体废物污染防治攻坚行动方案>的通知》《关于印发<临汾市固体废物污染防治攻坚行动实施方案>的通知》，计划实施各乡镇的利用固废生态修复项目。在山西陆通能源有限公司积极了解情况后，在管头镇苍上村的龙峰沟实施利用固废生态修复项目。	符合

		2025年9月8日,乡宁县人民政府发布《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》乡政函〔2025〕37号指出:乡宁县人民政府为切实有效开展县生态修复治理工作,科学推进煤矸石等大宗固废生态回填修复项目建设,有效防止区域内环境污染和水土流失,提高森林植被覆盖率水平,经研究,同意在我县西坡镇、昌宁镇、双鹤乡、管头镇、光华镇等5个乡镇的山区荒沟、历史遗留采空区选址实施利用固废生态回填修复项目。目前,乡宁县无生态修复专项规划,该规划正处于启动阶段,并承诺后续将“山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目(本项目)”在内的八个项目纳入乡宁县国土空间生态修复专项规划中。乡宁县对上述项目统筹管理,监督实施,确保不对生态环境造成破坏。	
2	矿山企业应当采取科学的开采方法和选矿工艺,减少尾矿、煤矸石、废石等矿业固体废物的产生量和贮存量。国家鼓励采取先进工艺对尾矿、煤矸石、废石等矿业固体废物进行综合利用。	本项目不产生工业固体废物,与项目有关的6家协议洗煤厂,主要工艺包括跳汰法、重介质法和浮选法及联合工艺,入选率较高,从源头减少了煤矸石的产生;同时各洗煤厂对煤矸石的综合利用均不低于70%,余量通过委托填埋的方式处置,工业固体废物处置率100%。	符合

#### 2.5.4 项目与《中华人民共和国黄河保护法》符合性分析

表 2.5-5 与《中华人民共和国黄河保护法》符合性分析

内容		本项目	符合性
1	禁止在黄河干支流岸线管控范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在黄河干流岸线和重要支流岸线的管控范围内新建、改建、扩建尾矿库;但是以提升安全水平、生态环境保护水平为目的的改建除外。	本项目征地范围距离最近的地表水体为西南侧25m的下善河;经调查,本项目占地均不在黄河干支流岸线管控范围内。	符合
2	国家加强黄河流域生态保护与修复,坚持山水林田湖草沙一体化保护与修复,实行自然恢复为主、自然恢复与人工修复相结合的系统治理。	项目进行生态修复,治理方向为林地,项目建设改善了项目区的生态环境,将荒沟恢复为乔灌草结合的林地,可以改善区域植被类型结构,区域生态系统稳定性、抗逆性也得到改善提高,项目区植被覆盖率,且林地质量也得到了提升。	符合
3	黄河流域水资源利用,应当坚持节水优先、统筹兼顾、集约使用、精打细	本项目不开发水资源。	符合

	算，优先满足城乡居民生活用水，保障基本生态用水，统筹生产用水。		
4	国家加强黄河流域农业面源污染、工业污染、城乡生活污染等的综合治理、系统治理、源头治理，推进重点河湖环境综合整治。	本项目废水不外排，固体废物均得到合理处置，不会对地表水造成污染。	符合
5	黄河流域产业结构和布局应当与黄河流域生态系统和资源环境承载能力相适应。严格限制在黄河流域布局高耗水、高污染或者高耗能项目。	本项目为利用固废生态回填修复项目，涉及一般工业固体废物处置，不属于高耗水、高污染或者高耗能项目。	符合

### 2.5.5 项目与《中华人民共和国土地管理法》（2019 年修订）及《中华人民共和国土地管理法实施条例》符合性分析

根据《中华人民共和国土地管理法》（2019 年修订）规定土地用途，将土地分为农用地、建设用地和未利用地，各级人民政府应当依据国民经济和社会发展规划、国土整治和资源环境保护的要求、土地供给能力以及各项建设对土地的需求，组织编制土地利用总体规划，耕地保有量不得低于上一级土地利用总体规划确定的控制指标，占用耕地与开发复垦耕地数量平衡、质量相当，各级人民政府应当加强土地利用计划管理，实行建设用地总量控制，应当确保本行政区域内耕地总量不减少、质量不降低。

根据《中华人民共和国土地管理法实施条例》（中华人民共和国国务院令第 743 号）规定，县级人民政府应当按照国土空间规划关于统筹布局农业、生态、城镇等功能空间的要求，制定土地整理方案，促进耕地保护和土地节约集约利用。县、乡（镇）人民政府应当组织农村集体经济组织，实施土地整理方案，对闲散地和废弃地有计划地整治、改造。土地整理新增耕地，可以用作建设所占用耕地的补充。鼓励社会主体依法参与土地整理。

**符合性分析：**根据上述政策及乡宁县人民政府《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》对县内山区荒沟、历史遗留采空区选址实施固废生态回填修复项目。山西陆通能源有限公司拟对苍上村龙峰沟进行生态修复，土地利用现状为灌木林地和其他草地，不涉及耕地。整治使区域土地平整和连续，便于后期林场管理，增加了地面覆盖和土壤抗侵蚀能力，造林前后草地提升为林地，同时提高现有林木植被密度、生物多样性水平，生态环境得以改善。因此，本次生态修复项目的实施符合《中华人民共和国土地管理法》（2019 年修订）及《中华人民共和国土地管理法实施条例》相关要求。

### 2.5.6 项目与《乡宁县管头镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

《规划》是对管头镇全域国土空间开发、资源环境保护、国土综合整治和保障体系建设等做出总体部署与统筹安排，是强化国土空间用途管制、优化宏观调控和资源配置的重要公共政策与管理手段，是编制详细规划和进行各项建设活动的法定依据，是协调人口资源环境与社会经济发展的基础性和综合性规划。

《规划》中对国土综合整治与生态修复：“实施国土综合整治、高标准农田建设项目、低效林草地和园地整治项目、宜耕后备资源开发利用项目、农村建设用地整理项目、闲置低效建设用地整理项目”；推进生态系统修复：“水环境治理与生态修复区加强饮用水源保护、提升饮用水安全保障水平、水生态修复、大小流域水环境质量提升、山体生态修复重点区林地保育修复项目退耕还林项目、矿山生态环境治理修复项目废弃露天矿山生态修复项目”。本项目是对荒沟的生态回填修复，现状主要为其他草地，项目实施完成后其他草地提升为乔木林地和灌木林地，更有利于水土保持，属于对低效林草地的整治。

2025年4月25日，管头镇人民政府出具<关于将山西陆通能源有限公司实施利用固应回填生态修复项目纳入《乡宁县管头镇国土空间总体规划(2021—2035年)》的说明>中的内容“因国土空间规划体系下的乡镇国土空间总体规划正编制，该项目目前不符合《乡宁县管头镇国土空间总体规划(2021-2035年)》，无法为该项目提供支撑，为确保项目实施，我镇同意将本项目用地布局及规模(含空间矢量信息)统筹纳入正在编制的《乡宁县管头镇国土空间总体规划(2021-2035年)》及“一张图”。因此，本项目建设不违背《乡宁县管头镇国土空间总体规划（2021-2035年）》。

根据管头镇国土空间总体规划（见图 2.5-3），项目占地范围不涉及基本农田、生态保护红线及城镇开发边界，本项目选址位于临汾市乡宁县管头镇南侧 5.7km 处的荒沟，征地边界距离最近的生态保护红线为西侧 210m 处的吕梁山中南部水土保持生态保护区（该保护区即为优先保护单元）、基本农田为北侧 6.64m 处、城镇开发边界为西侧 7.54km 处。

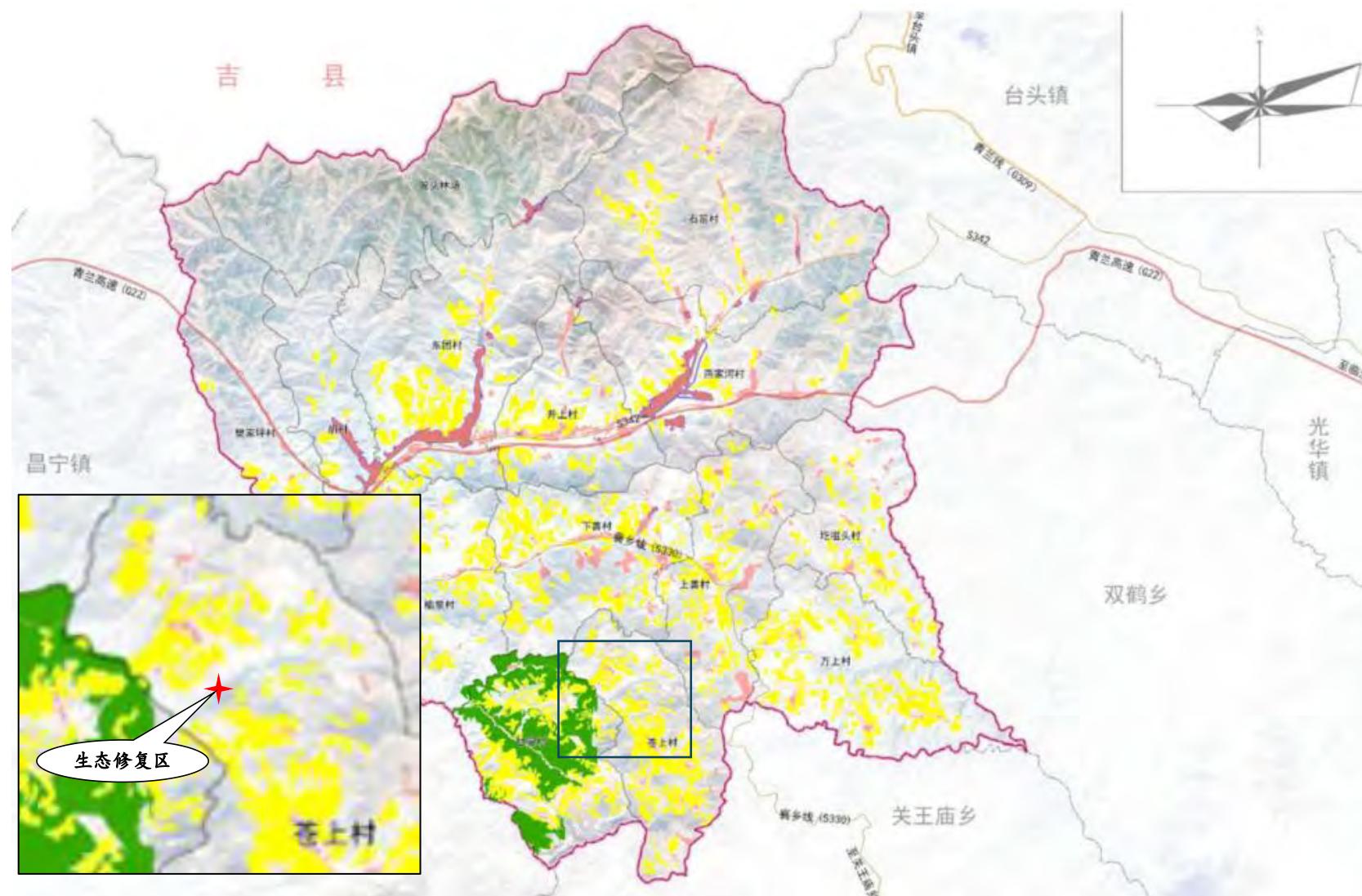


图 2.5-3 项目与《乡宁县管头镇国土空间总体规划（2021-2035 年）》位置关系图

### 2.5.7 项目与《太行山生物多样性优先保护区规划》符合性分析

#### (1) 优先区域概况

太行山生物多样性保护优先区域是指在中国京津冀地区内，被确定为生物多样性保护重点的区域。这些区域被划分为燕山片区和太行山片区，总面积分别为 7634 平方公里和 11275 平方公里，分别涉及不同的区县。

山西省生物多样性保护优先区域位于太行山生物多样性保护优先区域的中段和南段，涉及山西省 9 个地市、62 个县级行政区，总面积  $40360.46\text{km}^2$ ，占太行山生物多样性保护优先区域总面积的 64.51%，占山西省国土面积的 25.83%。

#### (2) 优先区域生物多样性现状

##### ① 生态系统多样性现状

山西省生物多样性保护优先区域中森林、草地分布面积最大，约占优先区域总面积的 60%；其次为农田、灌丛，约占优先区域总面积的 35%；城镇、湿地、裸地分布面积较小，占优先区域总面积不足 5%。

##### ② 物种多样性现状

山西省生物多样性保护优先区域中分布有野生维管束植物种类 1999 种，其中被子植物 1899 种，裸子植物 14 种，蕨类 86 种；分布野生脊椎动物种类共 444 种，其中哺乳类 62 种，鸟类 304 种，爬行类 29 种，两栖类 11 种，鱼类 38 种。

##### ③ 生物多样性保护现状

山西省生物多样性保护优先区域涉及自然保护区 29 个，森林公园 21 个，风景名胜区 15 个，世界文化自然遗产 1 个，地质公园 5 个，多样化的保护网络体系有效提升了优先区域生物多样性保护水平。

#### (3) 优先区域划分

太行生物多样性保护优先区域分布图将优先保护区划分国家自然保护区、生物多样性保护优先区域 2 种级别，分别实施保护。

#### (4) 优先区域保护重点

该区的保护重点为：加强该地区生态系统的修复，以建立自然保护区为主，重点加强对黄土高原地区次生林、吕梁山区、燕山-太行山地的典型温带森林生态系统、黄河中游湿地、滨海湿地和华中平原区湖泊湿地的保护，加强对褐马鸡等特有雉类、鹤类、

雁鸭类、鹳类及其栖息地的保护。建立保护区之间的生物廊道。恢复优先区内已退化的环境。加强区域内特大城市周边湿地的恢复与保护。

#### (5) 与本项目相对位置关系

本项目位于生物多样性优先区域，目前项目所在区的野生动物组成比较简单，种类较少。根据现场调查，项目区内野生动物种类较少。根据现场调查并结合有关文献资料，项目区未发现国家和省重点保护的野生动物物种，区内鸟类有麻雀、喜鹊等；哺乳动物有草兔及爬行类蛇等。野生动物以啮齿类动物居多，两栖爬行类动物较少，大型动物很少，无珍稀、濒危野生动物、无动物栖息地等。本项目与《太行山生物多样性保护优先区域》位置关系见图 2.5-4。

项目区植物种类较为单一，主要为常见的蒿类草丛。经现场调查，项目范围内不涉及已建档的古树名木资源，也未发现新的古树名木和重点保护野生植物，不涉及重要物种集中分布和重要物种的重要生境及栖息地。因此，本次利用固应回填生态修复项目的建设符合《太行山生物多样性优先保护区规划》及《山西省生物多样性保护优先区域规划》的相关要求，评价要求建设单位严格落实土地整治工程的各项工程内容及措施，对周围生态环境影响降至最低。

## 太行山生物多样性保护优先区域

审图号: GS (2015) 2669号

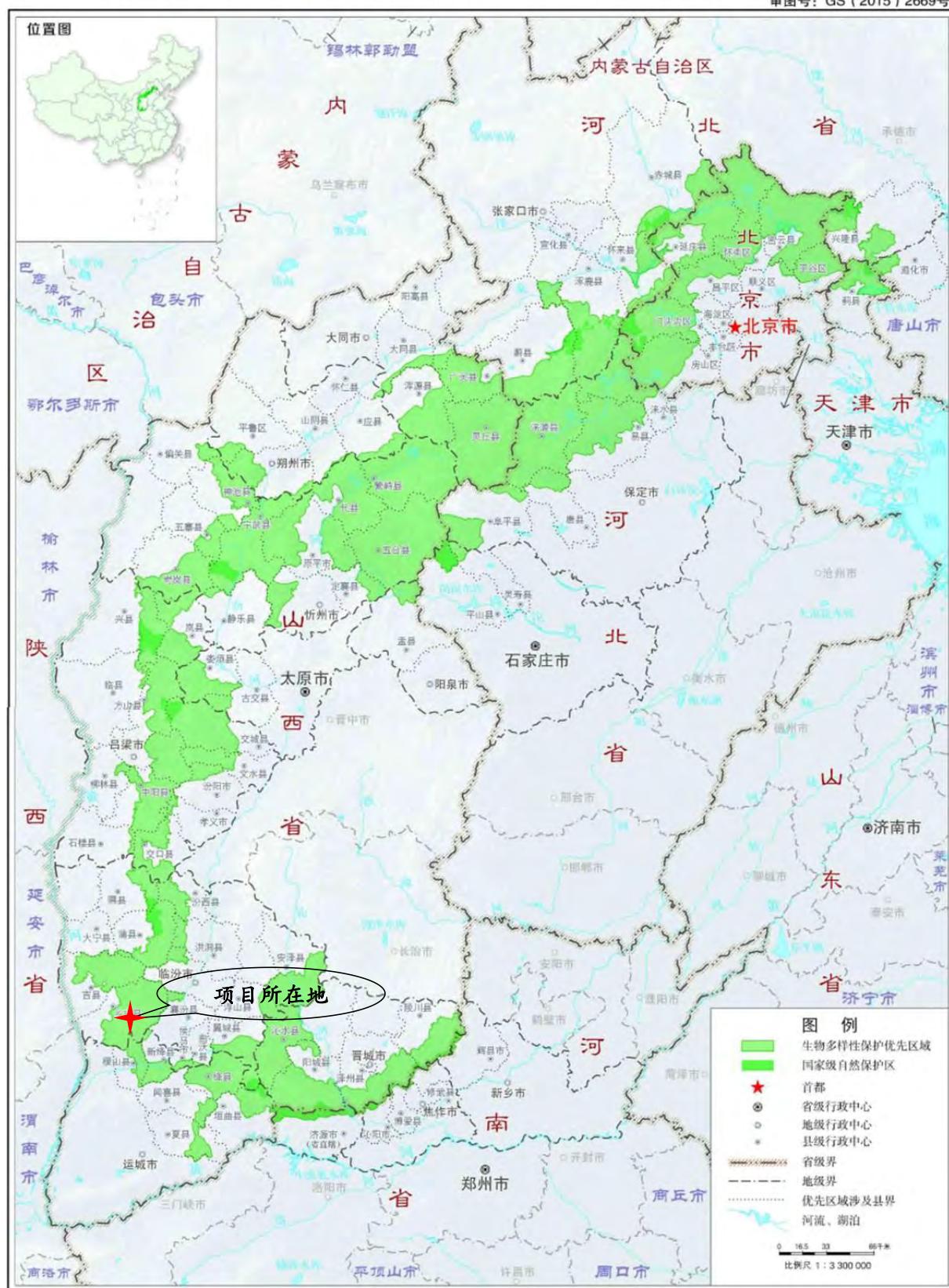


图 2.5-4 项目与《太行山生物多样性保护优先区域》位置关系示意图

## 2.5.8 项目与《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》（发改环资〔2021〕381号）的符合性分析

表 2.5-6 项目与《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》的符合性分析

发改环资〔2021〕381号要求		本项目情况	符合性
主要目标	到2025年，煤矸石等大宗固废的综合利用能力显著提升，利用规模不断扩大，新增大宗固废综合利用率达到60%，存量大宗固废有序减少。大宗固废综合利用水平不断提高，综合利用产业体系不断完。	本项目不产生工业固体废物，生态回填修复材料所使用的煤矸石来源于6家协议洗煤厂，根据调查协议洗煤厂煤矸石综合利用均不低于70%，余量通过委托填埋的方式处置，满足60%的指标要求。	符合
提高大宗固废资源利用效率	持续提高煤矸石和粉煤灰综合利用率水平，推进煤矸石和粉煤灰在工程建设、塌陷区治理、矿井充填以及盐碱地、沙漠化土地生态修复等领域的利用，有序引导利用煤矸石、粉煤灰生产新型墙体材料、装饰装修材料等绿色建材，在风险可控前提下深入推动农业领域应用和有价组分提取，加强大掺量和高附加值产品应用推广。	本项目为利用固废生态回填修复项目，生态修复对象为植被稀疏、生态一般的荒沟，以煤矸石为回填材料，目标在解决本地固废处置污染问题的条件下，进行环境整治和生态修复，改善环境质量。	符合
推进大宗固废综合利用绿色发展	(1) 推进产废行业绿色转型，实现源头减量。大力发展绿色矿业，推广应用矸石不出井模式，推动煤矸石等大宗固废产生过程自消纳。  (2) 推动利废行业绿色生产，强化过程控制。强化大宗固废综合利用全流程管理，严格落实全过程环境污染防治责任。推行大宗固废绿色运输，鼓励使用专用运输设备和车辆，加强大宗固废运输过程管理。(3) 强化大宗固废规范处置，守住环境底线。加强大宗固废贮存及处置管理，强化主体责任，推动建设符合有关国家标准的贮存设施，实现安全分类存放，杜绝混排混堆。统筹兼顾大宗固废增量消纳和存量治理，加大重点流域和重点区域大宗固废的综合治理力度，健全环保长效监督管理制度	本项目不产生工业固体废物，与项目有关的6家协议洗煤厂，主要工艺包括跳汰法、重介质法和浮选法及联合工艺，入选率较高，从源头减少了煤矸石的产生；同时各洗煤厂对煤矸石的综合利用均不低于70%，余量通过委托填埋的方式处置。  通过调查和分析，本次评价针对生态修复过程提出了全过程运输扬尘污染防治措施，要求运输车辆采用密闭运输，并在生态修复区进出口设置洗车平台，对出厂车辆轮胎和车身进行清洗，可做到全过程污染防治。同时要求企业建立相应的环境管理制度。	符合  符合

## 2.5.9 项目与《山西省人民政府办公厅关于印发我省2022-2023年水环境、空气质量再提升和土壤、地下水污染防治行动计划的通知》（晋政办发〔2022〕95号）符合

## 性分析

表 2.5-7 项目与《山西省人民政府办公厅关于印发我省 2022-2023 年水环境、空气质量再提升和土壤、地下水污染防治行动计划的通知》（晋政办发〔2022〕95 号）符合性分析一览表

	晋政办发〔2022〕95 号	本项目情况	符合性
山西省水环境质量再提升 2022-2023 年行动计划	强化河(湖)岸生态缓冲带保护与修复。在重点河流和重点湖库两岸以及划定的河湖库管理范围线之外 30-50 米建设生态缓冲带,宜林地段结合堤岸防护营造防护林带,平川水系、山区河滨带优先选择本地生水生植物、低杆植物,恢复湖库生态功能,实现水域、陆域生境联通,保护生物多样性	本项目所在沟谷常年无水流出,项目征地范围距离地表水体为西南侧 25m 的下善河,属于季节性河流,常年无水。本项目生态回填修复区退让 180m,避让后拦挡坝距下善河 205m。	符合
	加强河流水系整治。充分发挥“河长制”作用,持续开展河湖“清四乱”,组织实施妨碍河道行洪突出问题排查整治,全面清理河道内垃圾等废弃物。严禁在河道内开展机械车辆的清洗、加油等作业,严控石油类物质漏洒,严禁在河道内倾倒生活垃圾和畜禽粪污	本项目生活污水经沉淀后回用于现场洒水抑尘,不外排;车辆冲洗水循环使用,不外排;雨季时,场地上游及周边汇水通过截排水渠排到场地外;为排出项目区内部雨水,在沟内设置 2 条排水涵管和 5 座排水竖井,下渗土壤的雨水通过排水竖井收集,汇流进入沟底敷设的排水涵管,在涵管下游位置设置 1 座渗滤液收集井,项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘,对环境影响很小。	符合
山西省空气质量再提升 2022-2023 年行动计划	持续优化调整货物运输结构。调整优化货物运输方式,煤炭、焦炭、矿石等大宗货物中长距离运输以铁路为主,无法实施铁路运输的短距离运输及城市建成区、工业园区和企业内部物料转运优先采用封闭式皮带廊道或新能源车辆(包括氢能、甲醇车辆),出省煤炭、焦炭原则上采用铁路运输。加快推进年货运量 150 万吨以上工矿企业铁路专用线和联运转运衔接设施建设,在铁路专用线建设投运前,公路运输应使用国六排放标准车辆或新能源车辆(包括氢能、甲醇车辆)	本项目场外运输通过公路运输,要求禁止使用超标排放的非道路移动机械,运输车辆达到国六标准或新能源车辆。	符合
	严格落实建筑施工扬尘“六个百分之百”,将防治扬尘污染费用纳入工程造价,规模以上施工工地安装视频监控设施,并接入当地监管平台。推进城市	本项目建设过程严格按照施工扬尘“六个百分之百”要求,并将防治扬尘污染费用纳入总体工程投资。	符合

	建成区道路吸尘式机械化湿式清扫作业,加大对城市主要市政道路清扫频次,有效提高城市道路清洁水平。严格城市渣土运输车辆管理,严查未按规定时间和路线行驶、沿途抛洒、随意倾倒等违法行为		
山西省土壤污染防治 2022-2023 年行动计 划	加大优先保护类耕地保护力度。依法将符合条件的优先保护类耕地划为永久基本农田,实行严格保护,确保其面积不减少、土壤环境质量不下降。在永久基本农田集中区域,严禁规划新建可能造成土壤污染的建设项目。加强农业投入品质量监管,严厉打击向农田施用重金属不达标肥料等农业投入品的行为。对优先保护类耕地面积减少或土壤环境质量下降的县(市、区),进行预警提醒并依法采取环评限批等限制性措施	本项目生态修复区占地范围内无耕地和基本农田分布;根据设计方案,项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-5}$ cm/s, 厚度大于 0.75m, 本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层, 场地处理主要为地表清理和场底压实等, 项目建设不会对区域土壤造成污染。	符合

### 2.5.10 项目与《加大工业固废资源综合利用和污染防治促进全省绿色转型高质量发展工作方案》（晋工信节能字[2020]243号）符合性分析

表 2.5-8 与《加大工业固废资源综合利用和污染防治促进全省绿色转型高质量发展工作方案》  
符合性分析一览表

序号	内容	本项目	符合性
1	增强绿色发展理念。进一步提升全社会开展资源综合利用的参与度和积极性,为资源综合利用创造良好的舆论环境和社会氛围。	乡宁县人民政府根据《山西省整沟整治条例》《关于印发<山西省固体废物污染防治攻坚行动方案>的通知》《关于印发<临汾市固体废物污染防治攻坚行动实施方案>的通知》,计划实施各乡镇的利用固废生态修复项目。在山西陆通能源有限公司积极了解情况后,在管头镇苍上村的龙峰沟利用固废生态修复项目,公司作为项目的实施单位及社会投资方。	符合
2	严格落实国家产业政策。各市要严格落实国家产业政策,煤炭开发项目须包括煤矸石综合利用和治理方案,对未提供综合利用方案的煤炭开发项目,有关主管部门不得予以核准。煤矸石、粉煤灰产出企业设临时性固废堆放场(库)的,原则上占地规模按不超过3年储存量设计,堆场(库)选址、设计、建设及运行管理应当符合相关要求,禁止建设永	本项目不属于煤炭开发项目,涉及的6家协议洗煤企业均采取煤矸石制砖利用方式,余量委托填埋方式。 依据设计,本次生态修复区利用固废生态回填周期(随煤矸石产出持续)2.61年。	符合

永久堆放场（库）。		
-----------	--	--

### 2.5.11 项目与《大宗固体废物综合利用实施方案》（发改环资[2011]2919号）符合性分析

表 2.5-9 与《大宗固体废物综合利用实施方案》符合性分析一览表

序号	内容	本项目	符合性
1	有利于节约和替代原生资源。大宗固体废物综合利用，有利于减少原生资源消耗，实现资源可持续利用。	本项目使用回填材料为煤矸石和黄土，煤矸石的引用减少黄土资源消耗，区域煤矸石来源稳定，项目已与6家洗煤企业签订协议。	符合
2	有利于缓解突出环境问题。大宗固体废物综合利用，是解决固体废物污染环境、造成安全隐患的有效途径。	乡宁县人民政府根据相关政策计划实施各乡镇的利用固废生态修复项目。在山西陆通能源有限公司积极了解情况后，在管头镇苍上村的龙峰沟实施利用固废生态修复项目。项目选取当地洗煤企业产出的煤矸石作为生态修复回填材料，既可满足生态修复回填要求，同时又合理利用了固体废物，缓解了区域固体废物污染压力。	符合

### 2.5.12 项目与《山西省固体废物污染防治攻坚行动方案》（晋政发〔2024〕17号）符合性分析

表 2.5-10 与《山西省固体废物污染防治攻坚行动方案》符合性分析一览表

序号	内容	本项目	符合性
1	到2025年，新增大宗工业固体废物综合利用率提高到57%，到2027年，新增大宗工业固体废物综合利用率提高到60%。力争到2027年，实现工业固体废物“产、用、处”平衡。	本项目不产生工业固体废物，涉及贮存和使用，与项目有关的6家协议洗煤厂工业固体废物综合利用均不低于60%，余量通过委托填埋的方式处置，工业固体废物处置率100%。	符合
2	鼓励煤炭露天开采形成的矿坑优先回填煤基固废，探索开展煤基固废用于植被覆盖率低、水土流失严重的自然荒沟的生态回填和修复治理。推动煤基固废用于回填损毁土地、荒沟等的政策。	乡宁县人民政府根据相关政策计划实施各乡镇的利用固废生态修复项目，山西陆通能源有限公司以自主投资的形式参与管头镇苍上村的龙峰沟利用固废生态修复项目。 根据《生态修复方案》及踏勘了解到，本次生态修复荒沟内人为活动较少，用地现状为灌木林地和其他草地，植被以低矮灌木和杂草为主，地表植被分布差异较明显，部分区域地表裸露无植被覆盖，生态环境较差。	符合

### 2.5.13 项目与《山西省整沟治理促进条例》符合性分析

根据《山西省整沟治理促进条例》（2023年1月1日），该条例为促进整沟治理，

保护和修复生态环境，推进乡村振兴，推动高质量发展；整沟治理应当坚持规划先行、系统修复、整体保护、因地制宜、综合治理、一体推进，实现生态效益、社会效益和经济效益相统一。整沟治理应当根据地形坡度和自然植被条件，实施封育保护、坡耕地综合整治、塬面治理保护，推进谷坊、淤地坝、适地植被建设等工程，采取塬面、沟头、沟坡、沟道防护等措施，开展生态清洁流域建设；在整沟治理过程中应当科学合理布设截排水渠等径流排导和雨水集蓄利用工程，收集和利用雨水资源；整沟治理中开展生态保护修复，应当坚持山水林田湖草沙一体化保护与修复，实行自然恢复为主、自然恢复与人工修复相结合的系统治理。**整沟治理实行一沟一策。**整沟治理应当加大沟域地区农村基础设施建设，绿化美化乡村环境，塑造乡村风貌，建设生态宜居美丽乡村。鼓励社会资本通过公益参与、自主投资等方式参与整沟治理，其合法权益受法律保护。整沟治理中因生态修复工程产生的土石料以及原地遗留土石料，河道疏浚产生的淤泥、泥沙，优质表土和乡土植物，优先用于本修复工程。

**符合性分析：**管头镇人民政府根据生态修复相关政策计划对管头镇苍上村的龙峰沟实施生态回填修复，工程由管头镇人民政府组织，引入社会资本山西陆通能源有限公司负责投资和按计划实施。

①选址论证：根据项目与“国土空间规划三区三线位置关系图”（图 2.5-3）可知，本项目用地范围不涉及永久基本农田、生态保护红线及城镇开发边界。同时，本项目选址经乡宁县自然资源局、乡宁县林业局、乡宁县农业农村局、临汾市生态环境局乡宁分局、乡宁县水利局、乡宁县文化和旅游局联合审查，用地范围与乡宁县境内自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、国家一级公益林、国家二级公益林、山西省永久性生态公益林、Ⅰ级保护林地、Ⅱ级保护林地、饮用水水源保护区及第三次全国不可移动文物保护范围等环境敏感区域均无重叠。

②实施方案：根据条例中“整沟治理实行一沟一策”的要求，山西陆通能源有限公司委托山西宸泽工程设计有限公司编制了《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目可行性研究报告》；根据《可研》确定，本次拟对管头镇苍上村的龙峰沟实施填沟造地，整治平整后实施造林管护。

本项目生态回填修复过程中表土剥离，分层存放，分层反序回填，造林优先使用乡土植物油松、连翘等，生态修复将改善占地范围内的生态环境。在生态修复过程中合理

布设截排水渠等导排设施，收集导排雨水，填沟造地完成后实施生态恢复，采用乔灌草相结合的造林措施并进行管护，经验收合格后交付苍上村村委会进行管理。

### 2.5.14 项目与《山西省土地开发整理项目管理办法（试行）》符合性分析

2012年7月5日，山西省自然资源厅发布了《山西省土地开发整理项目管理办法（试行）》。其中，提出土地开发整理应当遵循的原则主要有：①符合土地利用总体规划、土地整治规划及当地农业发展和农村建设规划；②符合生态环境保护要求，促进土地资源可持续利用；③因地制宜、先易后难；④技术可行、经济合理；⑤以土地整理和土地复垦为主，适度开发未利用土地；⑥项目管理实行权利、义务和责任相统一。

表 2.5-11 《山西省土地开发整理项目管理办法（试行）》符合性分析

序号	文件原则	本项目情况	符合性
1	符合土地利用总体规划、土地整治规划及当地农业发展和农村建设规划	根据《乡宁县土地整治规划（2016~2020年）》中明确的目标和任务，拟对管头镇苍上村的龙峰沟实施生态修复，工程由乡宁县人民政府组织，引入社会资本山西陆通能源有限公司负责投资和按计划实施。项目实施符合《乡宁县土地利用总体规划（2006-2020年）》要求。	符合
2	符合生态环境保护要求，促进土地资源可持续利用	整治完成后采取造林措施，使生态修复区生态环境得到明显提升，使得土地资源做到可持续利用。	符合
3	因地制宜、先易后难	本次生态修复项目结合苍上村委龙峰沟地形地貌进行设计和施工。	符合
4	技术可行、经济合理	本项目整治平整后覆土造林，并兼顾固体废物处置，技术可行，经济合理。	符合
5	以土地整理和土地复垦为主，适度开发未利用土地	本项目为利用固废生态回填修复项目，整治使区域土地平整和连续，便于后期林场管理，增加了地面覆盖和土壤抗侵蚀能力，造林前后其他草地提升林地，同时提高现有林木植被密度、生物多样性水平，生态环境得以改善。	不违背
6	项目管理实行权利、义务和责任相统一	本次生态修复项目的投资、实施以及后期造林抚育等的责任人为社会资本山西陆通能源有限公司。	符合

综上所述，本项目符合《山西省土地开发整理项目管理办法（试行）》的原则要求。

### 2.5.15 项目与《造林技术规程》（GB/T15776-2016）符合性分析

表 2.5-12 项目与《造林技术规程》符合性分析一览表

标准要求		本项目	符合性
a)	坚持生态优先。造林活动不应对自然生态系统形成不可逆的不利影响，充分保护造林地上已有的天然林、珍稀植物、	本项目整治使区域土地平整和连续，便于后期林场管理，增加了地面覆盖和土壤抗侵蚀能力，造林前后林地等级由六级提升	符合

	古树和野生动植物栖息地。	为四级，同时提高现有林木植被密度、生物多样性水平，生态环境得以改善。随之区域生态系统稳定，不会造成不可逆的不利影响。本项目占地范围无天然林、珍稀植物、古树和野生动植物分布。	
b)	明确造林目标。造林活动应确定主导功能、生长、产出和生态经济效果。	本项目提升林地等级由六级提高为四级，最终植被覆盖度恢复到85%以上，可有效防治区域水土流失影响。	符合
c)	坚持因地制宜、分区施策。分别造林区、造林地的地形、土壤、植被等立地因子，划分立地类型，进行立地质量评价，以此作为适地适树的基础，提高造林效果。	本项目所在区域地形较为复杂，大体分为土石山区和黄土高原沟壑区，乡宁县管头镇苍上村的龙峰沟周边属于山地，存在较多荒沟、沟壑，地表植被稀少。本项目生态恢复为林地，树种选用当地优势物种，按照当地地形、土壤植被进行选择合适物种。	符合
d)	遵循森林植被生长的自然规律。根据造林目标和树种的生物学特性，选择造林方式、造林方法，设计造林模式。	本项目选择适宜林木的造林方式，遵循植被自然生长规律。	符合
e)	营造健康森林。发挥森林的多种功能，促进森林的健康稳定，优先选择乡土树种，实行多树种、乔灌搭配造林，避免大面积集中连片营造纯林。	本项目整治后采取乔灌草结合的造林措施，可以改善区域植被类型结构，随之区域生态系统稳定性、抗逆性也得到改善，而且随着造林管护，林地质量、等级会有明显提高，且增加了区域内的植被覆盖率。	符合
f)	积极采用良种壮苗。采用优质种子或优质种子培育的优质苗木，实现人工林的遗传控制，保证人工林的生产力，提高抗逆性。	本项目选用优质树种，对初期植树要进行抚育、管理，提高抗逆性。	符合
g)	积极采用先进技术。引进和推广成熟的新技术、新成果、新材料，使用节水节地造林技术，合理利用水资源。	建议积极引进和推广成熟的新技术、新成果、新材料，积极使用节水节地造林技术。	符合

### 2.5.16 项目与《生态保护修复成效评估技术指南（试行）》（HJ1272-2022）符合性分析

根据《生态保护修复成效评估技术指南（试行）》（HJ1272-2022）进行本项目生态修复成效分析，本项目生态修复使区域土地平整和连续，便于后期林场管理，增加了地面覆盖和土壤抗侵蚀能力，最终修复乔木林地面积 14.8203hm<sup>2</sup>，灌木林地 7.8521hm<sup>2</sup>。项目区占地现状为灌木林地、农村道路，主要植物种类为灌木和草本植物，地表植被分布差异较明显，部分区域地表裸露无植被覆盖，生态环境一般，本次生态修复采取乔灌

草结合的造林措施，可以改善区域植被类型结构，随之区域生态系统逐步稳定、抗逆性也得到改善，而且随着造林管护，林地质量会有明显提高，且增加了区域内的植被覆盖率，覆盖度达到85%以上。由于本项目位于形状不规则的沟谷内，同时地块周围交通不便利，再加上项目区周边均为有林地和荒草地。综上，认为本项目复垦为林地可行。

同时，本项目实施后生态修复区可实现保水、保土、保肥、改良土壤，利用培育森林达到防治水土流失的目的。本项目将荒沟复垦为高等级林地，有利于增加区域树种、增加植物量，提高生物多样性，有效地控制水土流失，改良土地，进而改善当地的生态环境。本项目建成后，可为当地产生巨大的生态效益，主要表现在改良土壤、涵养水源、防止水土流失、调节小气候与环境、净化大气、防风固沙等方面。

项目场地平整、堆土等，会对地表植被造成一定的破坏，亦会对区域动物造成一定的惊扰。占地损失的植被主要为常见的沙棘、披碱草、蒿类等，动物主要为兔子等小型哺乳动物。为尽量减少对植被、动物生境的破坏，在生态回填期采用低噪声设备，减少对动物的惊扰，并在场地内、外及道路两侧进行绿化，保持区域植被多样性且不破坏原有平衡，使破坏的生态环境得到一定恢复和补偿，项目的建设不会对生态系统生物多样性产生明显影响。

本项目生态回填期采取“六个百分百要求”施工工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输等措施后，对区域环境空气质量影响较小。本项目生活污水经沉淀后回用于现场洒水抑尘，不外排；车辆冲洗水循环使用，不外排；生态修复区正常情况下无淋溶水产生，雨季时，场地内、场地上游及周边汇水通过场地四周截排水渠、梯台横向排水渠或导排盲沟引入消力池并流出场外，消力池可防止雨水对下游的冲刷。通过工程分析，本项目在严格落实评价提出的污染防治措施后，可以做到达标排放，满足总量控制指标要求，对大气、水环境造成影响较小，不会加重区域环境污染。

综上，本项目生态保护修复成效较好，本项目建设可行。

### 2.5.17 项目与《土地整治煤矸石回填技术规范》（NB/T 11431-2023）符合性分析

表 2.5-13 与《土地整治煤矸石回填技术规范》符合性分析一览表

序号	内容	本项目	符合性
1	适用范围：本文件适用于煤矸石或改性后煤矸石用于土地整治过程中代替砂、	本次为利用固废生态回填修复项目，不属于土地整治，根据规范要求，其他的煤矸	/

	石、土等，为土地整理、土地复垦、土地开发和土地修复过程中的矿坑回填、基础设施建设、天然坑洼区造地等提供可用的回填材料，其他的煤矸石回填可参考本文件。	石回填可参考本文件。	
2	煤矸石分类：分为砂石类煤矸石、第 I 类煤矸石和第 II 类煤矸石。砂石类煤矸石：按照 HJ557 规定方法获得的浸出液中任何一种特征污染物浓度均未超过 GB18918 中一级标准（A 标准）最高允许排放浓度，且 pH 值在 6~9 范围之内的煤矸石。	根据项目所用煤矸石浸出试验结果可知，本项目煤矸石浸出液有害成分含量均小于《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准值，任意一种污染物的浓度均未超过《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918）中最高允许排放浓度，且 pH 值在 6~9 之间，故项目所使用的煤矸石为砂石类煤矸石	符合
3	一般要求：企业开展煤矸石回填工作应符合地方自然资源、水土保持和生态环境保护部门相关规定，煤矸石回填区域选定不应与地方空间规划相关要求冲突。	本次利用固废生态回填修复项目为乡宁县双鹤乡人民政府计划，山西陆通能源有限公司作为投资方进行投资和按计划实施。2025 年 9 月 8 日，乡宁县人民政府发布《关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明》，承诺将本项目纳入即将编制的乡宁县国土空间生态修复专项规划中。根据乡自然资函〔2024〕198 号文件，双鹤乡政府承诺将本项目纳入正在编制的《双鹤乡国土空间总体规划（2021-2035 年）》。	符合
4	拟回填区域不应选在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内。	根据项目与“国土空间规划三区三线位置关系图”（图 2.5-4）可知，本项目用地范围不涉及永久基本农田、生态保护红线及城镇开发边界；本项目选址经乡宁县自然资源局、乡宁县林业局、乡宁县农业农村局、临汾市生态环境局乡宁分局、乡宁县水利局、乡宁县文化和旅游局（及乡宁县文物旅游服务中心）联合审查，用地范围与乡宁县域内自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园、湿地公园、国家一级公益林、国家二级公益林、山西省永久性生态公益林、I 级保护林地、II 级保护林地、龙子祠泉域重点泉域保护区、饮用水水源保护区及不可移动文物保护范围等环境敏感区域均无重叠。	符合
5	拟回填区域应避开活动断层、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。	根据山西中景工程勘察设计有限公司于 2025 年 6 月出具的《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目岩土工程勘察成果报告》可知，项目区及周边无全	符合

		新活动断层、溶洞区、不存在天然滑坡和泥石流的影响。根据踏勘及相关单位调查，本项目用地压覆了本地煤矿资源，不在采空区内。	
6	拟回填区域不应选在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区之内。	本项目所在地地表水体为东侧 25m 的下善河，项目占地不涉及滩地、岸坡、水库、人工蓄水设施的淹没区和保护区。	符合

### 2.5.18 项目与《山西省土壤污染防治条例》（2020年1月1日起实施）符合性分析

表2.5-14 项目与《山西省土壤污染防治条例》符合性分析一览表

序号	具体要求	本项目情况	符合性
1	第十六条 煤矸石、粉煤灰、赤泥、冶炼渣、脱硫石膏等工业固体废物和危险废物的贮存、处置、利用单位，应当按照相关标准要求，建设防渗漏、防流失、防扬散等设施，并进行定期维护，保证其正常运行和使用。	本项目涉及贮存、利用煤矸石，评价按I类一般工业固体废物要求对涉及设施提出防渗漏、防流失、防扬散，定期维护保证其正常运行使用的要求。	符合
2	第十九条 省人民政府自然资源主管部门应当会同农业农村、生态环境等有关部门，制定利用工业固体废物填充复垦造地和生态修复的技术规范。禁止将重金属或者其他有毒有害物质含量超标的工业固体废物、生活垃圾或者污染土壤等用于土地复垦和生态修复。	本次生态回填修复材料使用的煤矸石可满足相关标准要求限值，详见表 3.4-7、表 3.4-9。	符合

## 2.6 环境保护目标

根据本项目污染物特征和区域的水文、气象情况，结合现场踏勘和初步调查，评价区不涉及特殊保护地区、社会关注区、千吨/万人农村水井、生态敏感性脆弱区和特殊地貌景观区等，评价区内无重点保护生态品种或濒危生物物种。主要环境敏感因素为村庄居民及评价区的环境空气、声环境、地下水环境及生态环境等。

本项目主要环境保护目标及评价范围示意分别见表2.6-1~2.6-6、图2.6-1。

表 2.6-1 环境空气保护目标表

名称	坐标		保护对象	保护内容	相对厂址方位	与厂界相对距离km	环境功能区
	E	N					
龙窝村	110°59'47.045"	35°58'34.714"	居住区	人群	S	0.479 标高 1273m	二类区

						高差 39m(沟口)	
阎家疙瘩	110°59'57.937"	35°59'12.412"	居住区	人群	NE	0.39	二类区
						标高 1335m	
						高差 101m(沟口)	
仁马庄村	110°59'15.218"	35°39'1.519"	居住区	人群	N	0.259	二类区
						标高 1330m	
						高差 96m(沟口)	
西凹村	110°58'29.215"	35°58'40.971"	居住区	人群	W	0.813	二类区
						标高 1332m	
						高差 98m(沟口)	
苍儿上村	111°0'5.516"	35°57'52.537"	居住区	人群	S	1.23	二类区
						标高 1270m	
						高差 36m(沟口)	
苍上村	111°0'5.516"	35°57'52.537"	居住区	人群	S	1.75	二类区
						标高 1276m	
						高差 42m(沟口)	
南沟村	110°59'466.467"	35°57'34.078"	居住区	人群	S	2.16	二类区
甘泉村	110°58'25.202"	35°57'24.087"	居住区	人群	S	2.01	二类区
回龙村	111°7'47.430"	36°0'9.597"	居住区	人群	SW	2.41	二类区
牛心沟	111°0'16.218"	35°57'54.932"	居住区	人群	SE	1.95	二类区
上窑沟	111°0'47.581"	35°59'1.101"	居住区	人群	E	1.13	二类区
下窑村	111°1'1.131"	35°59'15.621"	居住区	人群	E	1.58	二类区
公鸡山	111°0'50.671"	35°59'14.689"	居住区	人群	EN	1.77	二类区
阳坡村	110°59'51.344"	35°59'49.767"	居住区	人群	N	1.4	二类区
卫家岭	111°59'52.671"	35°59'14.689"	居住区	人群	N	1.44	二类区

注：沟口标高 1234m，拦挡坝标高 1240m。

表 2.6-2 地表水体及保护目标表

类别	保护目标名称	位置关系	功能区划及保护要求
地表水体	下善河	SW, 距离征地范围 25m; 生态回填修复区退让 180m, 距离下善河 205m	农业用水保护区 水质要求为 V 类

表 2.6-3 土壤环境敏感目标表

敏感目标名称	位置关系		保护要求
基本农田	NW, 6.64m	高差 64m(沟口)	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》 (GB15618-2018)
	SE, 2.45m	高差 84m(沟口)	

表 2.6-4 地下水环境保护目标表

保护目标名称	位置关系		井深 (m)	含水层类型	保护要求
	距离 (km)	方位			
仁马庄村	259	NW	24	第四系松散	《地下水质量标准》

龙窝村	479	SE	56	岩类孔隙含水层+二叠系砂岩裂隙含水层	(GB/T14848-2017) III类标准
阎家圪塔村	390	NE	37		
苍儿上村	1227	S	35		
苍上村	1750	S	42		
上窑沟	1130	NE	38		
地下含水层	评价范围内第四系松散岩类孔隙含水层+二叠系砂岩裂隙含水层。				

表 2.6-5 生态环境保护目标表

影响因素	保护目标类型	环境保护对象	保护目标基本情况	环境保护要求
重要物种	重点保护	评价范围不涉及国家重点保护野生动物，涉及山西省重点保护野生动物 2 种	做好施工组织工作，加强施工管理、施工人员培训；严格控制施工作业范围，严禁越界施工；设置标志牌；合理安排施工时序，避开重点保护野生动物繁殖时期；生态监测	
	“三危物种”	评价区不涉及“三危物种”物种		
生态敏感区	生态红线	评价范围涉及吕梁山中南部水土保持生态保护红线 4.55ha	严格控制施工作业范围，禁止越界进入生态保护红线内施工	
	太行山生物多样性保护优先区域	本项目太行山生物多样性保护优先区域		
工程占地	水土流失重点治理区	根据《山西省水土保持规划(2016—2030 年)》，本项目位于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区	严格控制施工作业范围，做好施工期水土流失防治措施、生态恢复措施	
	其他生态保护目标	评价范围与国家一、二级公益林，山西省永久性生态公益林，I 级保护林地，II 级保护林地不重叠，项目占地范围与国家一级公益林、国家二级公益林、I 级保护林地、II 级保护林地、山西省永久性生态公益林不重叠，项目占地范围内涉及其他地方公益林约 0.293369ha	占用的其他地方公益林，及时办理林地占用补偿手续，严格按照环评规定的施工环保措施进行施工，施工结束后及时进行覆土恢复植被。	
	基本农田	项目评价范围内涉及基本农田面积约为 58.92ha；项目占地范围内不涉及占用基本农田，本项目临时堆土场与基本农田的最近距离为 2.45m，具体见图 2.6-4	严格控制占地范围，不得占用基本农田，确保基本农田面积不减少	

表 2.6-6 运输沿线保护目标表

名称	坐标		保护对象	保护内容	道路名称	距道路距离
	E	N				
下善村	110°59'14.418"	36°0'45.379"	居住区	人群	330 省道	临路
管头镇	111°0'17.435"	36°2'41.703"	居住区	人群	342 省道	临路
管头中学	110°59'57.957"	36°2'26.103"	学校	人群	342 省道	15m
石窑村	111°0'58.171"	36°3'34.145"	居住区	人群	342 省道	临路
孔家村	111°5'39.357"	36°4'21.712"	居住区	人群	342 省道	临路
张家庄	111°5'54.717"	36°5'39.241"	居住区	人群	乡道	临路
台头镇	111°6'14.568"	36°5'20.508"	居住区	人群	309 国道	临路
高家河	111°8'35.531"	36°4'9.942"	居住区	人群	231 省道	临路
高家河小学	111°8'19.154"	36°4'13.418"	学校	人群	231 省道	15m
东庄村	111°10'0.307"	36°3'21.482"	居住区	人群	231 省道	临路
光华镇	111°12'11.371"	36°2'39.138"	居住区	人群	231 省道	临路

图 2.6-1 环境保护目标及评价范围示意图

图 2.6-2 地下水环境保护目标及评价范围示意图

图 2.6-3 运输路线及沿路保护目标图

图 2.6-4 生态环境评价范围与基本农田位置示意图

图 2.6-5 生态环境评价范围与国家级公益林位置示意图

图 2.6-6 生态环境评价范围与生态保护红线位置示意图

图 2.6-7 本项目征地范围用地性质图

## 第三章 工程分析

### 3.1 项目概况

表 3.1-1 项目概况表

项目	工程概况		
项目名称	山西陆通能源有限公司利用固废回填生态修复项目		
建设性质	新建		
建设单位	山西陆通能源有限公司		
建设地点	山西省临汾市乡宁县管头镇苍上村委仁马庄村和龙窝村中间的龙峰沟		
中心坐标经度	110°59'38.895"	中心坐标纬度	35°58'55.709"
造林要求	采取乔灌草相结合的造林方式，主要将其他草地提升为四级林地		
造林面积/hm <sup>2</sup>	实际征地 26.698hm <sup>2</sup> ，避让下善河，退让 180 米，生态回填修复区 19.0524hm <sup>2</sup> ，临时堆场 1.5958hm <sup>2</sup> ，涉及生态修复的面积 20.6482hm <sup>2</sup>		
回填材料种类	煤矸石、黄土		
回填量/万 m <sup>3</sup>	401.38 (347.53+53.85)		
回填周期/a	2.32		
工作制度	330d/a, 24h/d		
劳动定员/人	10 人		
项目投资/万元	5620		

### 3.2 建设内容

本项目征地面积 26.698hm<sup>2</sup>，现状地类灌木林地 0.2934hm<sup>2</sup>，其他草地 26.4046hm<sup>2</sup>，根据 2025 年 9 月 11 日自然资源局出具的《生态修复方案评审备案表》其中未扰动区域面积 4.0256hm<sup>2</sup>，生态回填修复区面积为 22.6724hm<sup>2</sup>。因避让下善河，本次生态回填修复区下游退让 180 米，实际生态回填区面积为 19.0524hm<sup>2</sup>，临时堆场面积为 1.5958hm<sup>2</sup>，未扰动区域面积为 6.0498hm<sup>2</sup>。

本项目生态修复区、管理站、洗车平台等建构筑物均位于征地范围内，包括进、出场道路均为临时占地，项目不设置施工营地，工人均位于附近村庄居民。

经踏勘了解，本次生态修复区呈北~西南走向，上游沟谷宽浅，下游沟谷狭长，两侧山坡较陡，沟底较窄，填埋场总库容 401.38 万 m<sup>3</sup>，回填阶段每平整 3.0m 厚的矸石覆盖一层 0.3m 厚的黄土（约需黄土 53.85 万 m<sup>3</sup>，需煤矸石 347.53 万 m<sup>3</sup>），煤矸石平整比按照 1.8t/m<sup>3</sup>（压实密度），则煤矸石最大需求量约为 625.55 万 t。本次生态修复回

填材料由乡宁县台头镇鸿达洗煤厂、乡宁昌昇源煤业有限公司、乡宁县台头顺通洗煤有限公司、山西宇晟能源股份有限公司、山西贾罕世纪洗煤有限公司和乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司提供，经调查合计排矸量 270 万 t/a，本项目造林和生态修复周期（随煤矸石产出持续）2.32 年。本项目土方来源为生态回填修复区内部取土场及场地清表土，共计 53.85 万 m<sup>3</sup>，其中场内取土场土方量为 48.13 万 m<sup>3</sup>，场地清表土方量为 5.72 万 m<sup>3</sup>，有 0.04 万 m<sup>3</sup> 作为封场坡度整理使用，项目不设弃土场。本次生态修复区剥离表土全部用作项目区植被恢复的表土层，回填平整后采取造林生态恢复措施，造林验收完成后将项目区交付苍上村村委会进行使用。

按照《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》要求，本次生态回填修复后期抚育管护期为 3 年。

本工程主要建设内容见表 3.2-1。

表 3.2-1 本工程主要建设内容一览表

工程名称		建设内容（依据《生态修复方案》设计）	建设性质
主体 工 程  基 础 设 施 建 设	场地平整清理	<p>①场地平整清理，根据地形与工艺的需求，在进行回填前，首先进行场地清理，清除树根、杂草等附作物，之后进行场地平整。</p> <p>②根据地形情况和防渗要求，按照一定的设计标高及坡度进行场地整平（沟底横向坡度一般不小于 2%，纵向坡度根据沟底纵坡及沟内地形，一般控制在 8% 以内，两侧边沟一般应保证坡体稳定），压实度不小于 93%。对场地表土剥离 300mm。</p> <p>③场地回填时采用自下而上分区、分块生态回填作业。首先利用推土机自身的重量进行初始碾压，然后再用碾压机实施进一步碾压，按相关技术要求保证碾压质量，经推平碾压后形成较为密实的砾石堆体。当作业面至拦挡坝顶以下 1.0m（即 1179 高程）时，进行覆土，覆土厚度 1.0m，此时作业面与拦挡坝坝顶持平，然后留设一个 3m 宽的梯台，之后再以 1:2 的坡度继续从下至上逐层堆放砾石，每堆填砾石 3m 厚，上覆 0.3m 厚黄土，结合沟内地形设计，约每堆高 8m，留设一个 3m 宽的梯台，当砾石堆高至 1280m 标高后形成顶部平台，最终对坡面、梯台及顶部平台覆 1.0m 厚土层（先覆 0.7m 厚黄土，再覆 0.3m 厚剥离表层土）。</p>	新建
	拦挡坝	根据实际地形，设计在生态修复区下游的冲沟出口处采用浆砌石重力式拦挡坝进行拦挡，采用 M7.5 水泥砂浆砌 MU40 毛石砌筑，M10 水泥砂浆勾缝，修筑 2 道拦挡，均 20m，坝高 5m（基础埋深 1.0m，地面出露 4.0m），坝背垂直，坝面坡比为 1:0.15，坝趾宽为 0.19m，坝基底高程为 1240m，坝顶高程为 1245m，坝上每 10m 设一道 2cm 的伸缩沉陷缝，缝内填塞沥青麻絮等止水材料。	新建
	挡水墙	<p>根据实际地形，设计在填埋区上游的冲沟出口处采用浆砌石重力式挡水墙进行拦挡，设计修筑挡水墙 38m。挡水墙高 5m（其中：基础埋深 1m，地面出露 4.0m），墙基底高程为 1320m，墙顶高程为 1325m。墙顶宽为 2.5m，墙背垂直，墙面坡比为 1:0.25，墙趾宽为 0.5m，采用 M7.5 水泥砂浆砌 MU40 毛石砌筑，M10 水泥砂浆勾缝，墙体容重 21.5KN/m<sup>3</sup>。</p> <p>为防止因地基不均匀沉陷和温度变化引起墙体裂缝，在墙体上设置伸缩缝和沉陷缝（二者合并设置），沿墙线方向每隔 10m 设置一道缝宽 2cm 的伸缩沉陷缝，缝内填塞沥青麻絮等止水材料。</p>	

	截排水渠	截排水沟的设计按 50 年一遇暴雨洪水时的最大下泄流量进行排洪设计，按 100 年一遇进行校核。截排水沟采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽 0.8m，深 0.8m，壁厚 0.4m，碎石垫层厚 0.1m。填埋区需修筑截排水沟 2894m。当截排水沟跨越运矸道路时，采用过路涵管下穿道路方式，过路涵管选用内径为 0.8m，外径为 0.8m 的钢筋混凝土管，直接购买。	新建
	横向排水渠	梯台形成后，沿梯台内侧布设横向排水渠，并与周边截排水渠连通，共需布设 13 道，总长度 4756m，横向排水渠采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽 0.4m，深 0.3m，壁厚 0.3m。	新建
	竖向排水渠	边坡形成后，沿边坡坡面每隔 15m 布设竖向排水沟，竖向排水沟与横向排水沟连通，共需布设 425 条，每条长度 11.2m，竖向排水渠采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽 0.4m，深 0.3m，壁厚 0.3m。	新建
	导排涵管	根据现场实际情况，设计在填埋区底部布设 2 条导排涵管，底部高程根据实际地形布设。为保证行洪安全，水文计算时，断面尺寸按最小坡度进行计算。 导排涵管主管采用 D800 钢筋混凝土管，圆管涵满足《混凝土和钢筋混凝土排水管》GBT11836-2009 的III级管，壁厚 150mm，主排洪涵管长 1442mm，设计坡度 0.01~0.20 经计算，排洪涵管主管排水量为 3.8m <sup>3</sup> /s，满足洪水量排放的要求，经计算，各段管道最大流速为 3.45m/s，不超过 10m/s。	新建
	导流竖井	为排出项目区内部的雨水，项目区内布设竖井 5 座。根据《水土保持治沟骨干工程技术规范》（SL289-2003），竖井采用 C25 钢筋混凝土修筑，断面形状采用圆环形，内径取 2.0m，井壁厚度取 0.3m，沿井壁垂直方向每隔 1.0m 设 6 个放水孔，放水孔孔径分为 0.15m，相对交错排列。竖井顶部加钢盖板，由于竖井较高，在竖井底端浇筑 1.0m 高 C25 混凝土井座，井座埋于地面以下。排水竖井分期建设，每期高度超出煤矸石填高 2m，最终高度不超过 25m；地基承载力要求不低于 180kpa。	新建
	消力池	在拦挡坝下游设置 1 座消力池。场内排水进入消力池，消力池采用 M7.5 水泥砂浆砌 MU40 毛石砌筑，M10 水泥砂浆勾缝，池体容积 9.36m <sup>3</sup> ，长×宽×深=3m×1.2m×2.6m，边墙取 0.25m，出口延长 1.2m。	新建
	渗滤液收集井	在排洪涵管下游建设渗滤液收集井一座，竖井、导排涵管汇水经收集进入渗滤液收集井，采用预制混凝土井，直径 3m，深度 3m，防渗等级 P8，砼强度等级 C30，应满足等效黏土防渗层 $M_b \geq 6.0m$ , $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ 的要求。	新建
回填作业	表土剥离	整治前首先对沟内进行整平和表土清理，表土用于整治后期恢复用土，开挖的表层熟土堆放于沟内表土临时堆场，占地面积 2500m <sup>2</sup> （长 50m，宽 50m），将部分表层土装入编织袋堆放在外侧，形成拦挡，后期顶部平台形成后表层熟土用于覆土回填。	新建
	作业方式	回填的煤矸石采用汽车运输，现场碾压的贮存方式。运行初期采取填坑法填埋工艺，通过作业面上的推土机整平后，用压实机分层碾压。第二阶段采取矸石堆置从沟道底部开始，采用从下至上分层压实、逐层堆置的办法。当矸石堆放至拦挡墙墙顶以下 1.0m（即 1239m 高程）时，进行覆土，覆土厚度 1.0m，此时渣面与拦挡墙墙顶持平，然后留设	新建

		一个 3m 宽的马道，之后再以 1:2 的坡度继续从下至上逐层堆放砾石，当堆高至 1350 标高后，再以 1:2 的坡度继续从上至下向下放坡至挡水墙 1325 标高，达到封场标高，本填埋区服务期结束为止。为防止砾石发生自燃，每堆填砾石 3m 厚，上覆 0.3m 厚黄土。最终对坡面、梯台及顶部平台覆 1.0m 厚土层（先覆 0.7m 厚黄土，再覆 0.3m 厚剥离表层土）。	
复垦造林 抚育管护	绿化	<p>修复区平台、马道及配套设施区修复为乔木林地，边坡修复为灌木林地，设计时采用乔灌草混植，有利于恢复植被，增加覆盖率，蓄水保土，防风固沙、减少径流和沙移。</p> <p>草种均选用紫花苜蓿，种植方式为撒播，种植密度 <math>30\text{kg}/\text{hm}^2</math>，苗木规格要求：草籽粒饱满，发芽率在 90%以上，无病虫害。灌木树种选用连翘，采用穴状整地的方法，整为矩形坑穴，规格为长 40cm，宽 40cm，深 40cm；苗木规格要求：三年生地径 <math>\geq 0.8\text{cm}</math>，6 个分支以上；种植密度：采用行距 2.0m，株距 1.5m。乔木树种选用油松，采用穴状整地的方法，整为矩形坑穴，规格为长 60cm，宽 60cm，深 60cm；苗木规格要求：采用植苗造林，苗木要求三年生一级苗木，生长健壮，无病虫危害，冠幅 <math>\geq 0.6\text{m}</math>，高度 <math>\geq 1.5\text{m}</math>；种植密度：采用行距 3.0m，株距 2.0m。油松和连翘采用混交种植，种植比例 7: 3。</p>	新建
	施肥	<p>①施用原则：根据培育目标和土壤营养条件，采用营养诊断配方施肥，或采用有关施肥试验结果进行施肥，做到适时、适度、适量。</p> <p>②基肥：采用基肥改良土壤，基肥采用充分腐熟的有机肥。基肥在栽植前结合整地施于穴底，优先选用有机肥。</p> <p>③追肥：根据树木生长情况，进行追肥，在栽植后 1~3 年施用，肥料选择复合肥和专用肥。</p>	新建
	树苗防护	<p>①围栏：在林地外围建设网围栏，防止人畜随意进入造林地，损坏苗木。</p> <p>②支撑：用（木）竹杆等杆型材料，固定苗木、防止苗木风倒。</p> <p>③越冬材料：在移栽 2 年内冬季采用秸秆，草，塑料布等材料，包扎苗木，或覆于造林地，起防寒作用。</p>	新建
	蓄水保墒	地表覆盖材料选用无色、透明的地膜，进行地表防蒸发。	新建
	未成林抚育	项目采用植苗造林的方式，造林后一个生长季或一年内，根据造林地上苗木成活状况及时补植。补植选择在造林季节进行，补植苗木不应影响造林地上的苗木生长发育；造林后根据天气，土壤墒情、苗木生长发育等进行浇水，项目配备浇水车、移动喷灌等移动浇水设备；因土壤板结等严重影响苗木生长发育甚至成活时，需及时松土，松土应在苗木周围 50cm 范围内进行，并做到里浅外深，不伤害苗木根系；杂灌杂草影响苗木生长发育时，进行割灌除草、除蔓，除去苗木周边 1m 以内的杂灌杂草和藤蔓。	新建
	未成林管护	①为防火、防人畜干扰等毁坏新造林地，采取综合管护措施：a) 采用专人、专兼职管护等方式；b) 林地周边设置网围栏设施；c) 设置管护碑等明示造林地管护范围、面积、目标、责任人等信息；d) 加强对森林防火通道保护，按照森林防火通道规划、建设要求，维护、建设生物防火林带。林地清理的灌草、抚育采伐剩余物等宜及时清理，减	新建

			少林地可燃物；e) 抚育作业应禁止在施工现场用火，防止引发灾害。 ②为确保幼苗正常生长发育，加强未成林的有害生物防控措施：a) 开展造林地及周边林地有害生物预测预报，设置病虫害预测预报样地、测报点等定期监测；b) 及时隔离、处理病虫害木，减少病源；一旦发现后检疫性病虫害，应及时伐除并销毁受害木；c) 病虫害发生后宜采用物理、生物防治或综合防治方法，避免采用单一的化学防治方法。大规模造林地宜配备诱虫灯、喷雾器、病防车等防治设备。 ③兽害防控：a) 可在苗木基干部涂（刷）白、涂抹泥沙等材料进行防护；b) 可在苗木基干部捆扎塑料布、干草把、芦苇等材料，或套置硬塑料管、金属管等管状物，或设置金属围网等防护物；c) 可对苗木进行预防性处理，如施用防啃剂、趋避剂浸蘸根、茎等。	
辅助工程	取土工程		填方来源主要为取土场和场地清理表层土，在场内设表土临时堆土场。根据设计，项目区西部设有1处取土场，占地面积3.53hm <sup>2</sup> ，总取土方量为53.85万m <sup>3</sup> ，据调查可满足项目土质土量要求。	新建
	临时堆场		场地清理产生的表层土临时堆放于东南侧的临时堆土场，占地面积为1.5958hm <sup>2</sup> 的不规则区域，不设弃土场，将部分表层土装入编织袋堆放在外侧，形成拦挡，构筑临时截排水措施，后期顶部平台形成后表层熟土用于覆土回填。	新建
	防自燃措施		①要求生态修复区域严禁有明火，在回填过程中，矸石裸露时间不超过8小时。 ②煤矸石平整深度达到1m时用推土机摊铺、平整，选用30t以上振动压路机进行碾压2~3遍，夯实系数不小于93%。当矸石平整厚度达到3.0m，上覆0.3m厚压实土层，形成覆土阻燃系统，矸石平整达到设计高度时在顶部平台、梯台和边坡覆盖厚度1.0m的压实黄土作为覆盖层，有效隔绝矸石同空气的接触，预防由于矸石内部热量积聚，引起矸石自燃。	新建
	石灰乳站		在生态回填区西北侧管理站旁设置50m <sup>2</sup> 石灰乳站一间，砖混结构。	新建
	洗车平台		在项目区进出口较为平坦位置设洗车平台1座，安装轮胎和车辆清洗设备，并设置1套50m <sup>3</sup> 二级沉淀循环水池，冲洗水循环利用不外排。	新建
	进场道路		征地范围到生态修复区运矸道路按照4级公路单车道标准设计，需新建及改建运矸道路1036m，路基宽4.0m，路面宽3.8m，C30混凝土面层。道路两侧修建排水沟，其出口接填埋区截排水沟，共需修排水沟2440m。排水沟采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽0.4m，深0.4m，壁厚0.3m。 厂外依托社会道路：主要为S330、S342和乡道。	/
公用工程	供水		①职工生活用水：项目区管理站的生活用水通过拉水车从仁马庄村拉水，场内设1座10m <sup>3</sup> 生活清水罐； ②作业区场地洒水：采用罐车从乡宁县昌宁镇污水处理厂中水池拉水，供作业区场地洒水，场内设1座30m <sup>3</sup> 洒水罐。	新建
	排水		本项目施工作业人员均来自周边村庄，生活污水主要为工人日常洗漱水，水量较少，水质简单，直接回用于施工抑尘洒水，废水不外排。	新建

	供电	生态回填期各工程建设用电及管理站用电，由附近村庄接线供应。	新建
环保工程	防渗工程	根据设计方案，项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-5}$ cm/s，厚度大于 0.75m，本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等。	新建
	场地清理	①易产尘的建筑材料，应集中堆置在施工区域主导风向的下风向，并加盖苫布；②施工弃方及时处理，避免大风天气对周围环境空气造成污染。	新建
	场地平整过程起尘	场内配备洒水车，合理规划回填作业区，分片区平整，层层压实。及时分片覆土封闭，保持较小的作业面积，每一块分区达到设计标高时及时覆土，待边坡稳定后进行临时覆土，及时栽种草植，进行绿化。	新建
	回填材料倾倒起尘	洒水抑尘，并在作业面设置移动式防尘板，大风天气增加洒水频率等降尘措施，回填材料倾倒过程降尘效率可达 90%。	新建
	运输扬尘	①运输道路进行硬化，定期清扫和洒水；②车辆密闭或加盖苫布，防遗撒；③在生态修复区进出口位置设洗车平台，车辆进出场地应对轮胎、车体进行清洁，并设置 1 套 50m <sup>3</sup> 水池收集废水，最终废水回用于车辆轮胎冲洗，不外排；④限制汽车超载，运输车辆采用篷布遮盖，避免车辆沿路抛洒；⑤运输车辆达到国六标准或使用新能源车辆，并根据《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》（HJ1014-2020），非道路移动机械应为国 IV 或新能源，定期对场内的非道路移动机械进行维修和保养。	新建
	洗车废水	设置 1 套 50m <sup>3</sup> 二级循环沉淀池收集废水，经沉淀后全部回用，不外排。	新建
废水	淋溶水	为排出项目区内部雨水，在沟内设导排涵管和 5 座导排竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置 1 座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。在采取上述措施后，入渗雨水不会在场内积存，正常情况下不会产生高浓度淋溶液对水环境造成污染。	新建
	生活污水	生活污水水质简单，设置 5m <sup>3</sup> 沉淀池，废水经沉淀后用于场地洒水抑尘。	新建
	机械设备	选用低噪声设备，保证设备的良好运转状态。	新建
噪声	运输	①应加强调度管理，禁止夜间运输，在行驶至居民集中区等噪声敏感点处，要减速行驶，禁止鸣笛；②定期对车辆保养，淘汰不合格的车辆，使车辆处于良好状态，降低辐射声级；③道路两侧设置绿化带。	新建
	土石方	合理堆放，并采用遮盖、洒水等措施临时防护，并及时运送到防治水土区，回用于项目用土工程，及时回填；表层土统一收集暂存用于后期植被恢复。	新建
固废	废建材	石块及废弃的混凝土、水泥和砂浆等全部送至当地政府指定的建筑垃圾堆放场进行处置。	新建
	生活垃圾	集中收集后，送至当地环卫部门指定地点处置。	新建
	生态恢复	本项目生态修复区顶部平台和梯台造林选用乔灌草结合的方式，对坡面选用灌草结合的方式进行防护，进场道路两	新建

	侧种植乔木。乔木树种选择油松，灌木树种选择连翘，草种选择紫花苜蓿。	
环境管理	评价要求项目应分阶段验收：基础设施（包括挡护工程、排水工程、道路工程）建设完成后，认真贯彻执行“三同时”制度，其污染物的排放必须达到国家或地方规定的标准，应进行基础设施阶段性验收；待生态修复项目（覆土造林）完成后，应进行生态修复完成阶段性验收（同时参照《生态保护修复成效评估技术指南（试行）》进行修复效果评估）。	

### 3.3 总图布置

#### 3.3.1 工程布置

本项目生态修复区位于山西省临汾市乡宁县苍上村委仁马庄村和龙窝村中间的龙峰窝，北高南低，沟内最高点为北部山坡，标高为 1348m，沟内最低点为西南沟口，标高为 1234m，相对高差约 114m，主沟长约 1152m，平均宽度 295m，总库容 401.38 万 m<sup>3</sup>。

根据场地现状和地形条件，为防止回填材料流入下游，并保证边坡稳定，在生态修复区下游设置了拦挡坝，并在拦挡坝下游设置消力池，防止雨水对下游的冲刷。在沟道底部设置排水涵管和排水竖井排泄上游洪水和生态修复区汇水，在生态修复区周边布设截排水渠，梯台布设横向排水渠形成完整的排水系统。每堆高一定高度建造一个梯台，以此类推最终形成顶部平台，顶部平台、梯台、边坡采用植物措施防护，生态恢复完成并验收合格交付苍上村村委使用。

表 3.3-1 拐点坐标表

点号	X	Y
J1	3983076.123	37498705.197
J2	3983121.338	37498771.050
J3	3983159.438	37498815.500
J4	3983199.652	37498859.426
J5	3983249.046	37498897.996
J6	3983262.567	37498912.149
J7	3983370.055	37499024.664
J8	3983378.513	37499033.517
J9	3983440.955	37499082.201
J10	3983479.924	37499135.587
J11	3983480.521	37499140.710
J12	3983484.035	37499147.146
J13	3983492.796	37499158.472
J14	3983520.286	37499185.103
J15	3983527.685	37499196.454
J16	3983535.582	37499211.796
J17	3983542.858	37499236.270
J18	3983546.081	37499243.904
J19	3983549.577	37499249.594
J20	3983555.559	37499256.060
J21	3983560.386	37499259.752
J22	3983567.718	37499262.734

点号	X	Y
J23	3983588.187	37499274.318
J24	3983592.595	37499277.803
J25	3983595.587	37499280.760
J26	3983598.930	37499287.719
J27	3983599.537	37499290.953
J28	3983599.048	37499299.286
J29	3983598.090	37499304.400
J30	3983593.405	37499323.531
J31	3983587.713	37499337.686
J32	3983584.918	37499347.649
J33	3983582.876	37499357.979
J34	3983582.876	37499362.079
J35	3983585.377	37499371.043
J36	3983586.514	37499373.523
J37	3983592.092	37499380.045
J38	3983602.158	37499388.656
J39	3983607.139	37499395.700
J40	3983608.011	37499398.658
J41	3983607.681	37499404.281
J42	3983602.058	37499419.825
J43	3983598.420	37499431.070
J44	3983595.680	37499442.313
J45	3983595.478	37499444.665
J46	3983595.901	37499450.809
J47	3983598.651	37499457.367
J48	3983602.184	37499460.994
J49	3983605.559	37499463.201
J50	3983631.315	37499475.507
J51	3983636.404	37499479.588
J52	3983639.431	37499484.317
J53	3983643.010	37499491.136
J54	3983647.421	37499497.074
J55	3983651.688	37499500.897
J56	3983658.843	37499502.945
J57	3983661.223	37499503.161
J58	3983662.213	37499503.059
J59	3983663.340	37499503.161
J60	3983672.679	37499502.195
J61	3983685.267	37499499.205
J62	3983688.571	37499498.284
J63	3983694.268	37499496.309
J64	3983703.345	37499494.785
J65	3983712.162	37499494.487

点号	X	Y
J66	3983718.528	37499495.362
J67	3983720.603	37499496.006
J68	3983727.901	37499496.977
J69	3983732.669	37499497.075
J70	3983732.957	37499497.037
J71	3983734.786	37499497.075
J72	3983769.530	37499492.538
J73	3983789.327	37499491.707
J74	3983808.765	37499488.383
J75	3983817.743	37499488.150
J76	3983816.324	37499610.670
J77	3983797.049	37499652.347
J78	3983722.304	37499682.774
J79	3983652.189	37499730.399
J80	3983604.564	37499823.665
J81	3983609.239	37499916.650
J82	3983542.960	37500006.741
J83	3983493.373	37499920.503
J84	3983469.500	37499879.498
J85	3983469.334	37499878.955
J86	3983463.288	37499868.200
J87	3983457.876	37499858.569
J88	3983452.686	37499845.822
J89	3983484.906	37499618.877
J90	3983445.748	37499508.810
J91	3983388.598	37499380.752
J92	3983276.414	37499250.576
J93	3983235.139	37499157.443
J94	3983181.958	37499058.092
J95	3983159.468	37498999.883
J96	3983125.733	37498958.873
J97	3983083.400	37498931.753
J98	3983056.280	37498900.664
J99	3983027.176	37498833.195
J100	3982999.806	37498761.302
J101	3983004.980	37498758.426
J102	3983019.575	37498750.632
J103	3983036.993	37498742.486
J104	3983044.630	37498737.649
J105	3983058.430	37498726.218
J106	3983066.299	37498717.792

项目地理位置及四邻关系见图 3.3-1、生态修复地形图 3.3-2、拦挡坝、截排水建构  
筑物平（剖）面图见图 3.3-4~3.3-12。

图 3.3-1 地理位置及四邻关系图

图 3.3-2 生态修复平面布置图

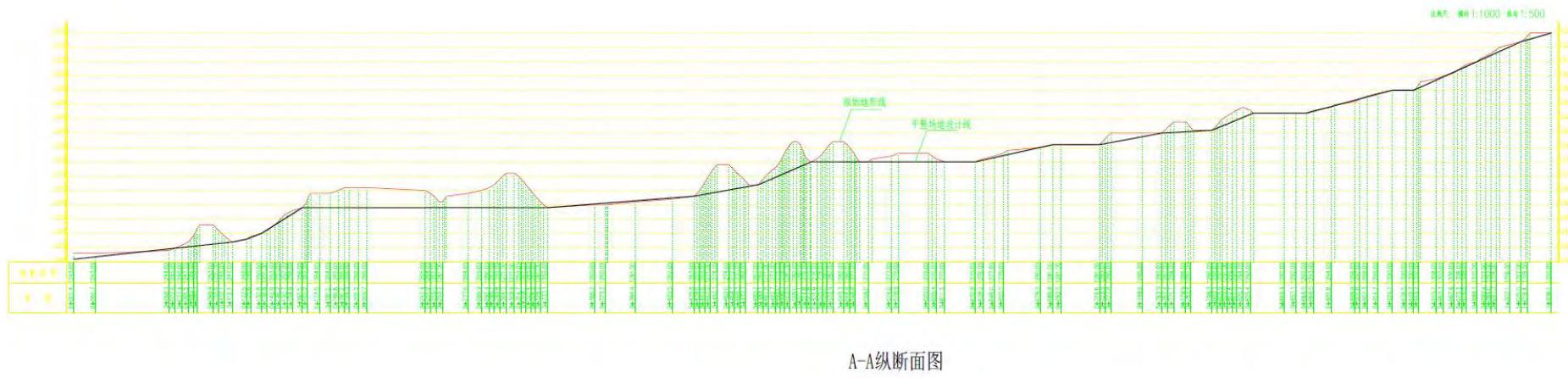


图 3.3-3 A-A 纵断面图

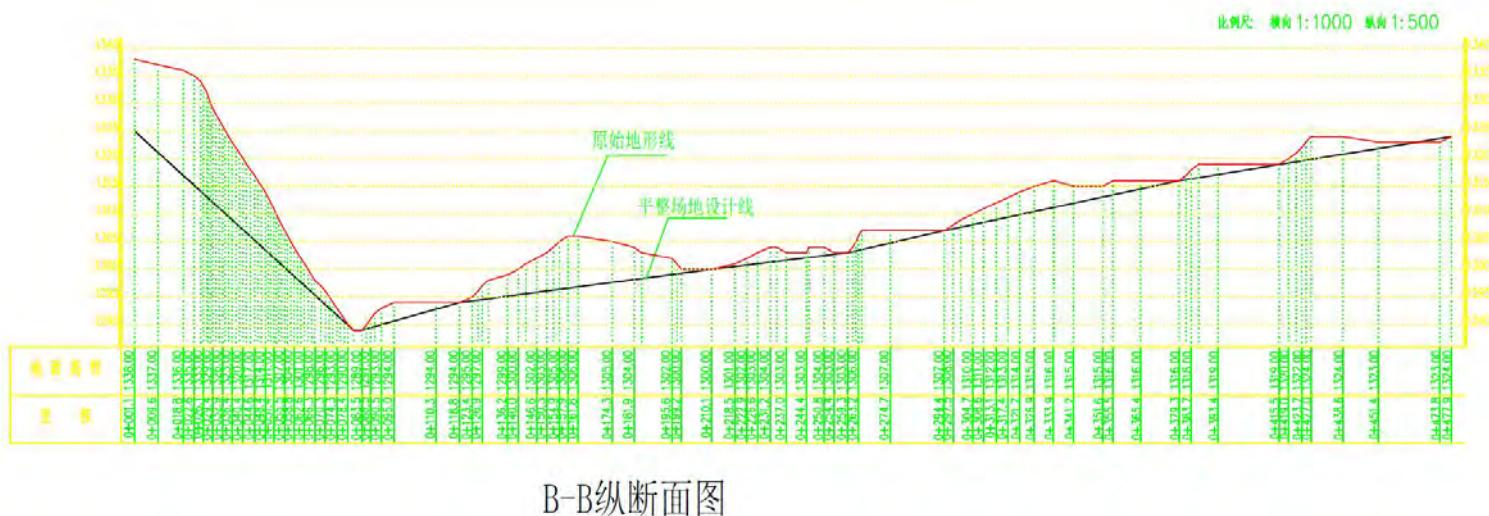


图 3.3-4 B-B 纵断面图

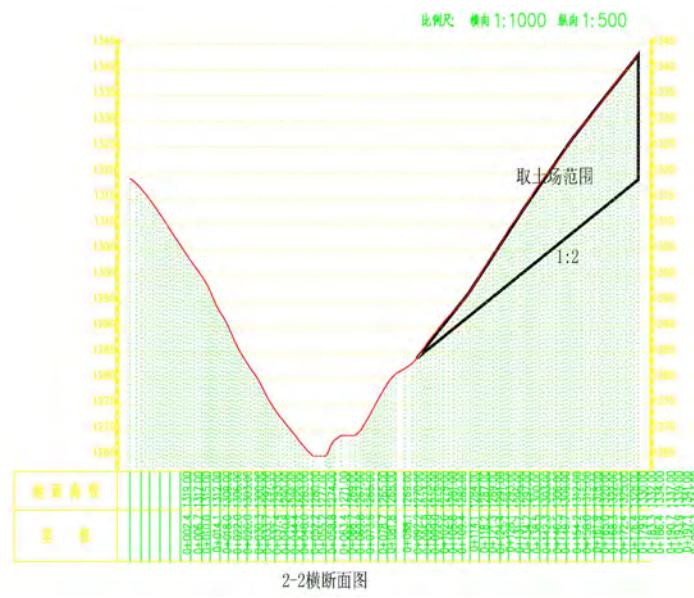


图 3.3-5 取土场范围横断面图

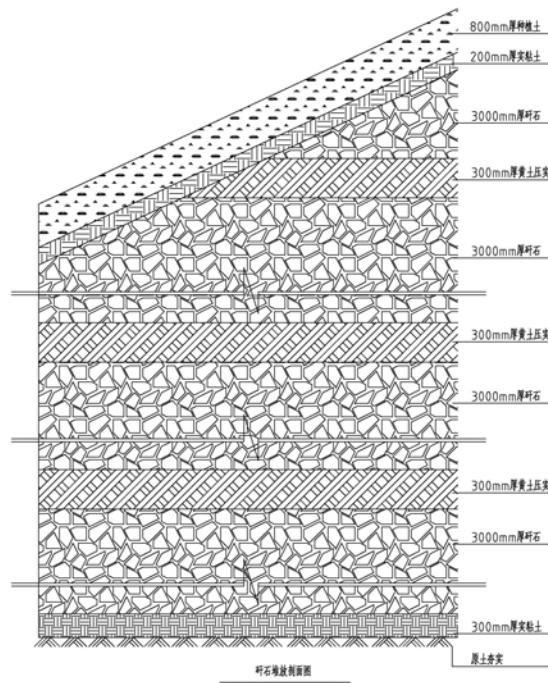


图 3.3-6 砾石堆放剖面图

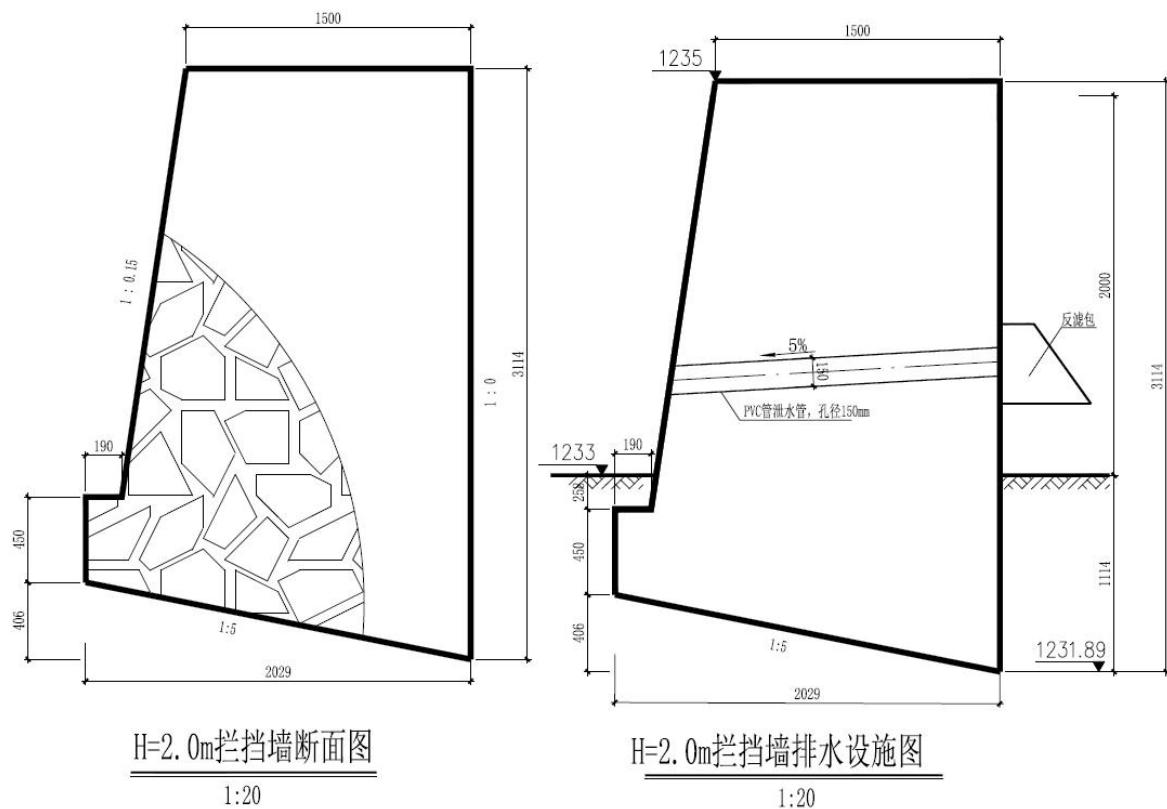


图 3.3-7 拦挡墙示意图

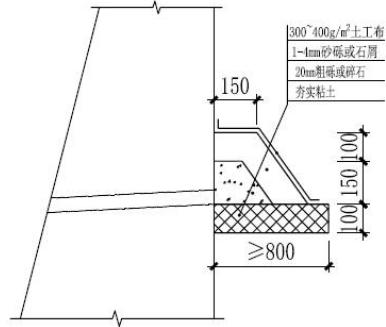
反滤包大样 1:20

图 3.3-8 反滤体样图

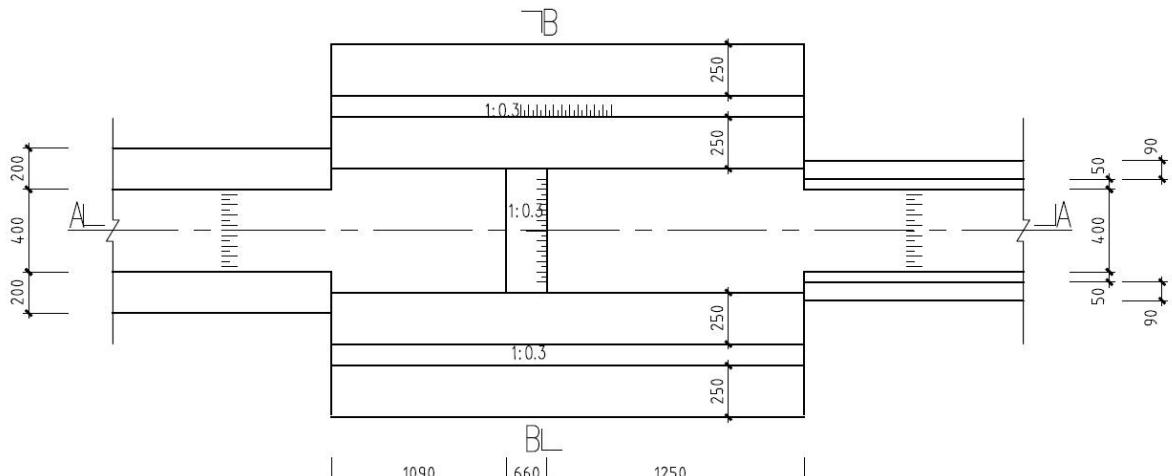


图 3.3-9 消力池平面图

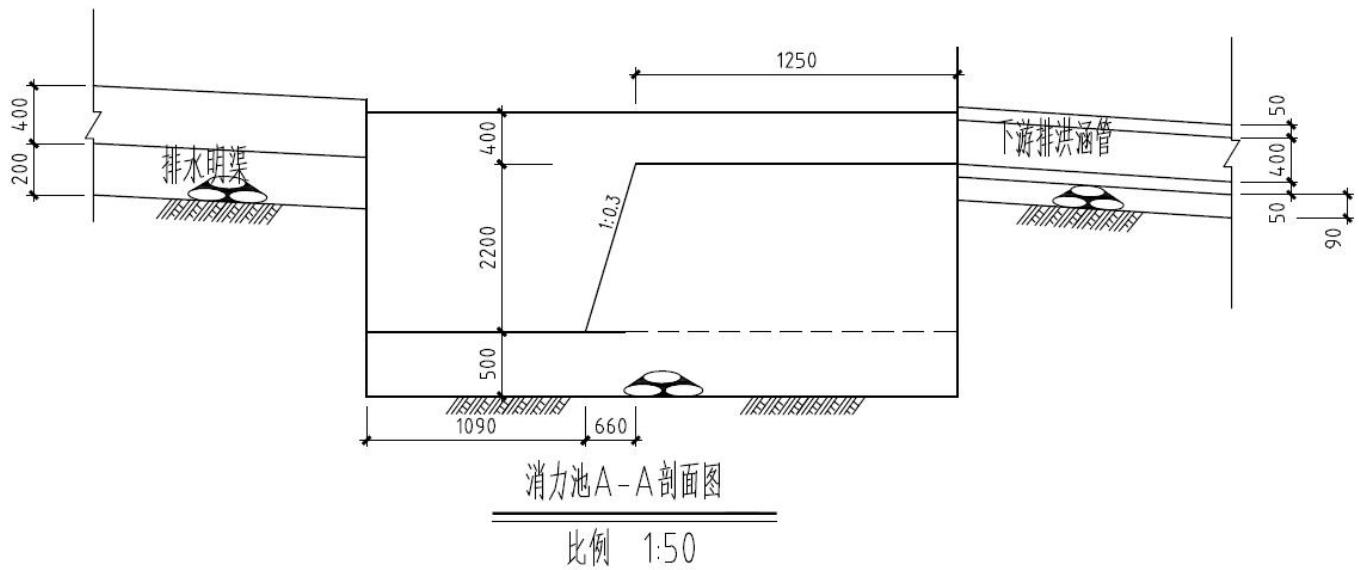
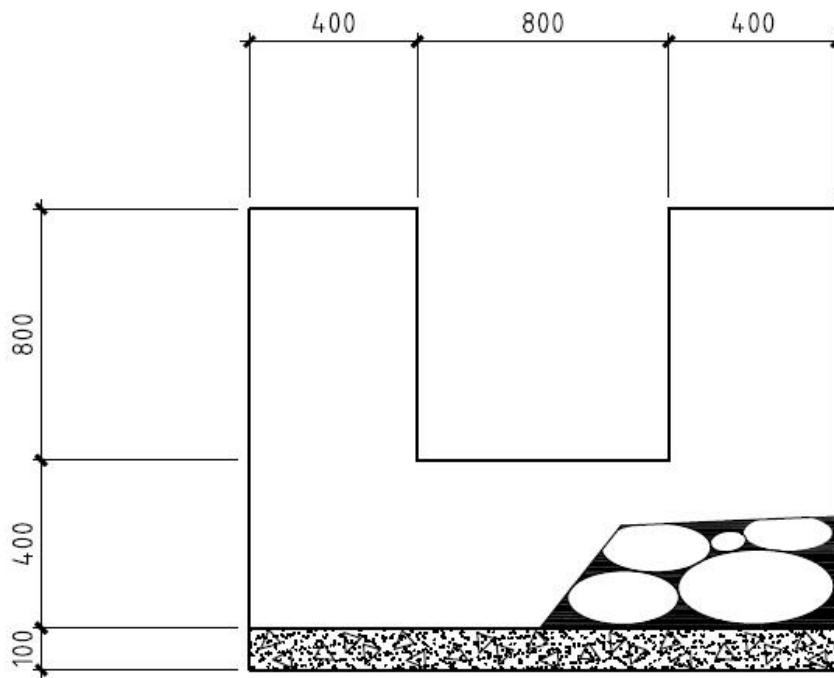


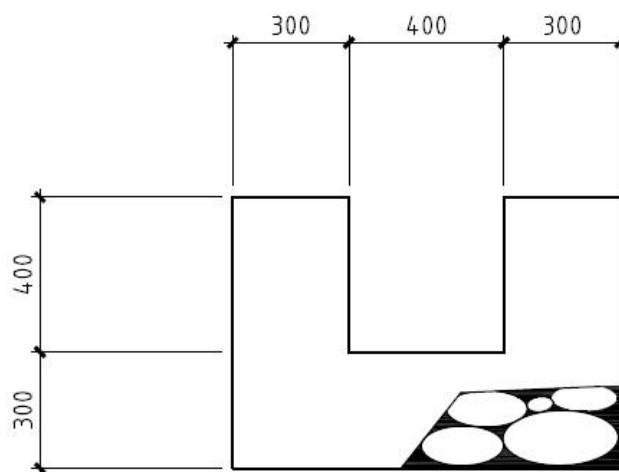
图 3.3-10 消力池 A-A 剖面图



周围截排水沟

比例 1:20

图 3.3-11 截排水沟断面图



场内截排水沟（马道及平台其他排水沟断面图）

比例 1:20

图 3.3-12 马道及平台其他截排水沟断面图

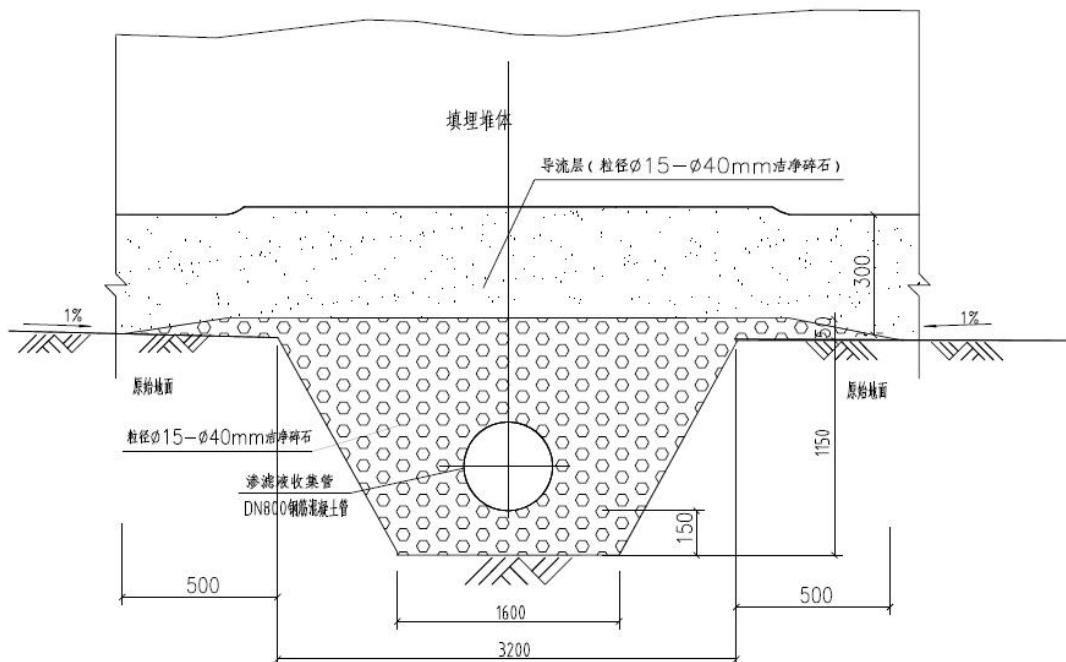
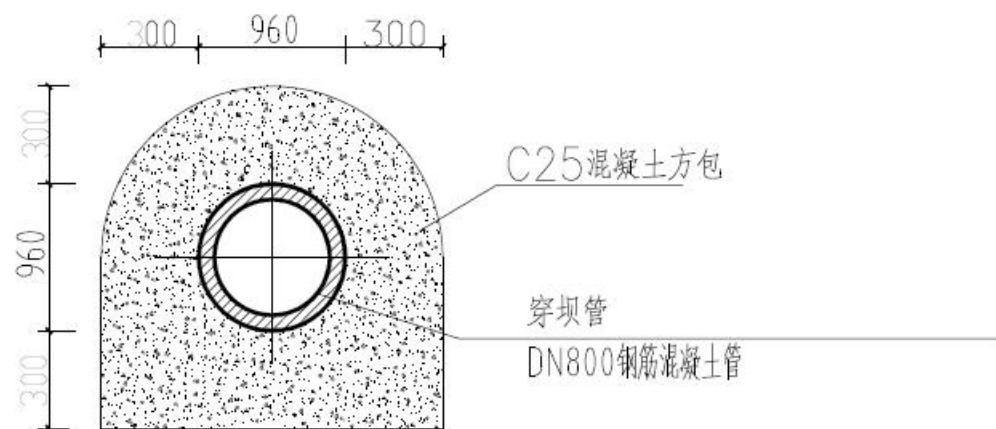


图 3.3-13 导排涵管断面图



渗滤液穿坝管大样图

1:10

图 3.3-14 渗滤液穿坝管大样图

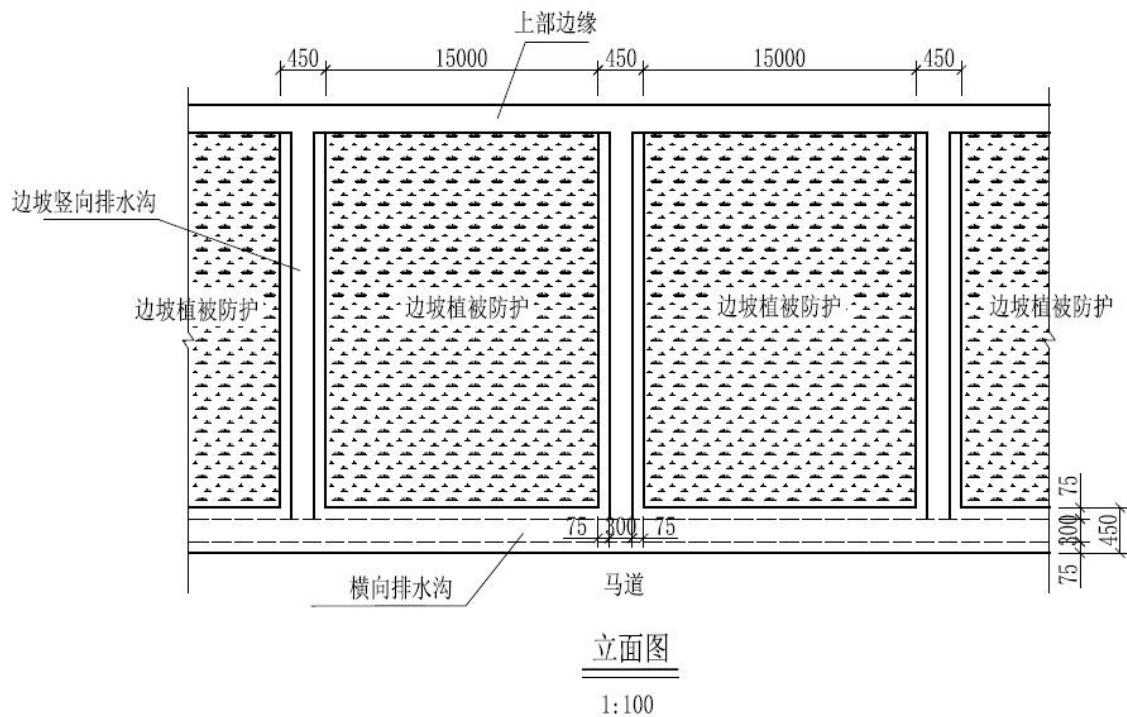


图 3.3-15 马道立面图

图 3.3-16 封场平面图

### 3.3.2 道路运输

在项目区内新建运输道路是临时道路，场外运输道路均利用现有的乡村道路，运输路线详见表 3.3-2，运输路线及沿路保护目标见图 3.3-4。

表 3.3-2 运输路线表

来源单位	运输方式	运输路线及距离
乡宁昌昇源煤业有限公司	汽车运输	乡道 1.8km→231 省道 10.8km→342 省道 14.6km→乡道 2.9km→330 省道 2.3km→乡道 6.5km
乡宁县台头镇鸿达洗煤厂	汽车运输	出厂道路 0.43km→342 省道 14.6km→乡道 2.9km→330 省道 2.3km→乡道 6.5km
乡宁县台头顺通洗煤有限公司	汽车运输	出厂道路 1.78km→342 省道 14.6km→乡道 2.9km→330 省道 2.3km→乡道 6.5km
山西贾罕世纪洗煤有限公司	汽车运输	乡道 6.85km→342 省道 14.6km→乡道 2.9km→330 省道 2.3km→乡道 6.5km
山西宇晟能源股份有限公司	汽车运输	309 国道 3.46km→342 省道 14.6km→乡道 2.9km→330 省道 2.3km→乡道 6.5km
乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司	汽车运输	乡道 1.05km→309 国道 3.2km→342 省道 14.6km→乡道 2.9km→330 省道 2.3km→乡道 6.5km

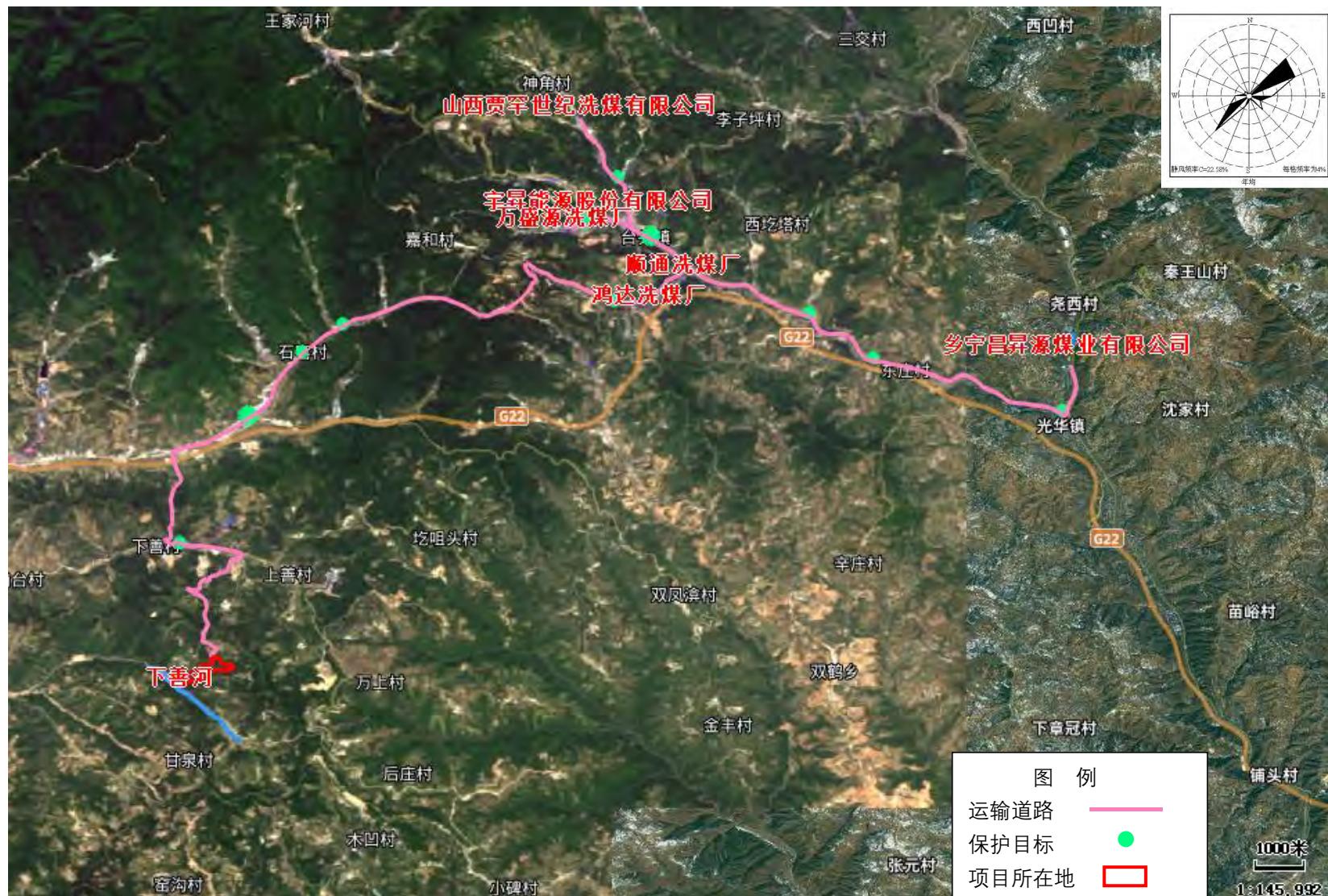


图 3.3-17 运输路线及沿路保护目标图

### 3.3.3 公用工程

#### 3.3.3.1 给排水

##### 1、给水

项目生活用水：由拉水车从附近村庄仁马庄村供水井拉水，供管理站生活用水；

作业区场地洒水、抚育造林期用水：采用罐车从乡宁县昌宁镇污水处理厂中水池拉水，场区设 1 座  $10m^3$  生活清水罐和 1 座  $30m^3$  酒水罐。

项目分为生态回填期、抚育造林期。

###### (1) 生态回填期

项目用水主要为生态回填修复过程洒水、运输车辆冲洗用水、运输道路洒水职工生活用水。

###### ①工作人员生活用水

本项目场地不设生活区，生活用水主要是作业及管理人员的饮用水及洗漱水，参照《山西省用水定额》（DB14/T 1049.4-2021）中的第 4 部分居民生活用水定额，参照农村居民用水定额（分散水井）用水计，用水量按  $70L/\text{人}\cdot\text{d}$  计，职工人员 10 人计算，用水量为  $0.7m^3/\text{d}$ 。

###### ②场地抑尘洒水

本项目在平整作业和运输过程中会产生一定量的扬尘，平整作业采用分区、分块运行方式，运行过程中使平整材料暴露面最小，堆满一块覆盖一块从而一次形成永久性覆盖面，最大限度的减小扬尘，并配备移动式洒水车对作业面进行洒水抑尘。场地洒水用水量按  $1.5L/(m^2\cdot\text{次})$  计，每天 2 次。 $50m\times 50m$  的作业单元计算，则堆场洒水降尘用水量  $7.5m^3/\text{d}$ 。

###### ③运输车辆冲洗用水

根据《山西省用水定额 第 3 部分：服务业用水定额》（DB14/T1049.3-2021）规定，载重汽车冲洗用水定额为  $40\sim 60L$ ，本项目运输车辆冲洗用水量按平均值  $50L/\text{辆}$  计，项目年运输量 270 万 t，车辆载重 20t，运输天数 330d，日平均车流量为 410 辆，则项目区运输车辆冲洗用水量  $20.5m^3/\text{d}$ ，在场区进出口位置设洗车平台，安装轮胎和车辆清洗设备，并设置  $50m^3$  循环水池，用于收集冲洗废水，洗车废水循环利用不外排，每天补充损耗的 20% 的水，即补充的新鲜水量约  $4.1m^3/\text{d}$ 。

#### ④石灰乳制备用水

本项目防自燃工程一天用石灰量按 1.0t，按照制备成 10%的石灰乳液，则用水量月 9.0m<sup>3</sup>/d，石灰乳喷洒在矸石表面，该部分水全部蒸发，不排放废水。

#### (2) 抚育造林期

本项目生态回填修复完成后，实施造林造林措施，需对苗木进行浇水。根据《山西省用水定额第 1 部分：农业用水定额》（DB14/T1049.1—2020）中表 2 林地灌溉用水定额，保证率 75%的情况下，定额值为 1650m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。本项目实施后造林面积 20.6482hm<sup>2</sup>，则造林抚育用水量为 34069.53m<sup>3</sup>。此部分水全部由林木吸收或蒸发，无废水产生。

根据天气情况，常规条件下，在 12—4 月每周灌水 1—2 次；在 5 月—11 月每周灌水 2—3 次，每次浇灌要一次性灌透。

## 2、排水

本项目施工作业人员均来自周边村庄，生活废水主要为职工日常洗漱废水，水量较少，水质简单，产生量为 0.56m<sup>3</sup>/d，经收集后排入化粪池定期清掏运走处理，不外排；

本项目正常情况下无淋溶水产生；雨季时，场地上游及周边汇水通过截水沟排到场外；场地内雨水通过排水沟等排出场外，并在拦挡坝下游设置消力池，防止雨水对下游的冲刷，对水环境的影响很小。

本项目车辆冲洗水只含有少量泥沙，不含其它杂质，本项目在场区进出口设置洗车平台，由红外自动感应洗车装置和循环水池组成。循环水池容积约为 50m<sup>3</sup>，车辆冲洗水经循环水池收集、沉淀后用于冲洗车辆，不外排。

项目用排水情况见表 3.3-3~4、图 3.3-18~19。

表 3.3-3 本项目整治平整期给排水情况表

序号	用水单元	用水指标	用水量 (m <sup>3</sup> /d)	回用水量 (m <sup>3</sup> /d)	废水量 (m <sup>3</sup> /d)	备注
1	生活用水	70L/人•d, 10 人	0.70	0	0.56	排入化粪池 定期清掏运走处理
2	场地抑尘洒水	按 1.5L/(m <sup>2</sup> ·次)，2 次/d, 2500m <sup>2</sup>	7.5	0	0	/
3	车辆冲洗水	50L/辆, 410 辆车/d	20.5 (新鲜水 4.1+回用水 16.4)	16.4	16.4	/

4	石灰乳制备用水	1.0t/d, 10%石灰乳液	9.0	0	0	/
	总计	37.7 (回用水 16.4+ 新鲜水 21.3)	16.4	16.96	/	

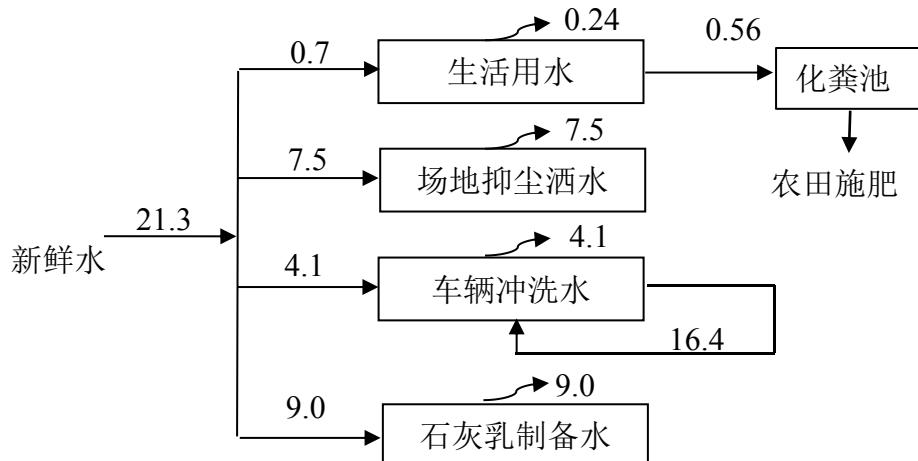
图 3.3-18 项目生态回填期用排水平衡图  $m^3/d$ 

表 3.3-4 本项目抚育管护期、交付阶段给排水情况表

用水单元	用水指标	用水量 ( $m^3/d$ )	回用水量 ( $m^3/d$ )	废水量 ( $m^3/d$ )	排水量 ( $m^3/d$ )
抚育造林期	$1650m^3/hm^2$ , $20.6482hm^2$	93.34 $m^3$	0	0	0

图 3.3-19 项目抚育造林期用排水平衡图  $m^3/d$ 

### 3.3.3.2 供电及取暖

本项目供电由仁马庄村供电线路供应；管理站办公室取暖均采用电暖气取暖。

### 3.3.4 辅助工程

#### 3.3.4.1 管理站

根据本项目的特点，设置管理站，位于租地范围内西南角，用于地磅、洗车平台和石灰乳灌浆站的日常管理，日常值守人员 10 人。

#### 3.3.4.2 洗车平台

为减缓运输车辆运输扬尘，按照《关于深入推进 2019 年生态环境治理“八大工程”

的实施方案》（临办发〔2019〕3号）要求在管理站西侧建设规范化洗车平台一座，安装轮胎和车辆清洗设备，并设置容积为 $50\text{m}^3$ 循环水池，用于收集冲洗废水，冲洗废水循环利用不外排。

洗车台系统流程：车辆进入洗车台→自动冲洗→收集池→沉淀池→清水池→重新利用。

洗车台由控制设备、管道、增压泵、水处理设备、补水设备，洗车喷嘴等组成。洗车台需考虑冬季洗车系统运行所需保温及电伴热系统。

系统可以手动控制或自动控制。手动系统可在控制柜上手动启动水泵及冲洗阀门，此时喷嘴进行喷水清洗工作，清洗车辆完毕后，需手动关闭水泵及冲洗阀门；自动控制时通过微波传感器来确定车辆进出洗车系统，通过程序控制水泵的启停及出口控制阀门启闭，从而实现对车辆冲洗自动控制。控制柜为室外型、不锈钢外壳、双层门设计，内有进口品牌PLC，可根据现场要求编写相关程序。

微波传感器装在车辆入口侧，共设置不少于两组，间隔距离和设置高度自行合理设计，两组信号连锁，只有这两个信号均有的情况下才启动冲洗系统，防止人员等路过时误启动而被淋湿也避免了水泵启动次数。另外在冲洗出口处也安装一套微波传感器，可用于冲洗系统停止信号。

由于运输车辆车长9.6m、宽2.3m、高2.7m，所以洗车平台设置 $12\text{m}\times4\text{m}\times4\text{m}$ ，车道两侧各设置不低于3排喷嘴，车道底部各设置不低于4排喷嘴，相邻两组喷嘴间隔应不大于800mm。

喷嘴选用结构为直通结构，并无相关叶片等阻流附件，可最大减少污堵可能，并且冲击力也极强，为清洗提供了足够能量，喷嘴材质为316不锈钢，减少了磨损，提高了整体寿命。

清洗车道两侧需设不低于1.5米高挡水墙，防止喷水至车道外，浪费水源。

清洗车道需低于地面10mm，车道出口设一5~10米上坡道沥干区，也可回收部分车上滴下余水。

离心泵选用国内优质的卧式离心泵，流量扬程应满足洗车系统冲洗用水的需要。共选用2台水泵，一用一备。

废水处理采用循环利用系统，设有一座容积 50m<sup>3</sup> 的水池（内部分为收集池、沉淀池和清水池，水池之间有溢流口相连）。

补给水管道采用 DN50 供水管，在清水池补水口处装一个浮球阀，浮球阀前装一个 DN50 手动蝶阀用于检修。当水池水位低于浮球阀时，浮球阀自动启动进行补水。

### 3.3.4.3 石灰乳灌浆站

在管理站东侧设石灰乳灌浆站，设石灰乳灌浆、喷洒设备。地面设 1 个搅拌池，池深和直径均为 2m。制浆原材料为石灰乳和清水，材料外购。浆液配合比根据现场试验和灌浆情况进行调整，采用一级搅拌进行制浆，每次搅拌的时间不得少于 10min。灌浆工艺流程图见图 3.3-20。

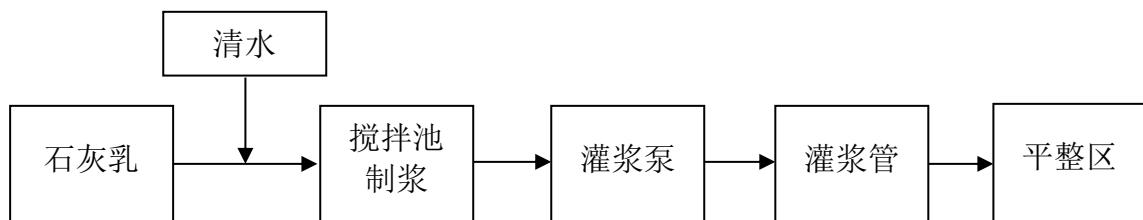


图 3.3-20 灌浆工艺流程图

## 3.4 工程分析

### 3.4.1 生态回填修复材料

#### 3.4.1.1 生态回填修复材料用量及来源

表 3.4-1 回填材料用量及来源情况表

序号	名称	单位	消耗量	来源	备注
1	煤矸石 (粒度 <150mm)	万 t/a	50	乡宁昌昇源煤业有限公司	整治阶段
			40	乡宁县台头镇鸿达洗煤厂	
			54	乡宁县台头顺通洗煤有限公司	
			40	山西贾罕世纪洗煤有限公司	
			36	山西宇晟能源股份有限公司	
			50	乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司	
2	黄土	万 m <sup>3</sup>	53.81	项目区取土场	
3	有机肥	吨	35	外购	后期抚育
4	复合肥	吨	6	外购	
5	围挡	m	6000	外购	后期防护

6	管护碑	个	12	外购	
7	越冬材料(塑料布)	m <sup>2</sup>	120000	外购	
8	支撑(木竹杆)	个	10000	外购	

注释：回填的煤矸石应符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2001）中6入场要求-6.1进入I类场的应满足的条件要求：①第I类一般工业固体废物；②水溶性盐总量小于2%，测定方法按照NY/T1121.16进行。

本项目回填材料煤矸石分别来自于乡宁县台头镇鸿达洗煤厂、乡宁昌昇源煤业有限公司、乡宁县台头顺通洗煤有限公司、山西宇晟能源股份有限公司、山西贾罕世纪洗煤有限公司和乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司，上述单位基本情况见表3.4-2：

表 3.4-2 煤矸石来源企业环保手续履行情况表

序号	1	2	3	4	5	6
材料来源	乡宁昌昇源煤业有限公司	乡宁县台头镇鸿达洗煤厂	乡宁县台头顺通洗煤有限公司	山西贾罕世纪洗煤有限公司	山西宇晟能源股份有限公司	乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司
企业位置	山西省临汾市乡宁县光华镇西坡村东	乡宁县台头镇孔家村委富家河村西南 260 米处	乡宁县台头镇石灰窑村西南 60 米处	乡宁县台头镇裴家河村北 1.25km 处	乡宁县台头镇后店村西北 210m 处	乡宁县台头镇富家河村
设计产能	年入洗 180 万吨原煤	年入洗 120 万吨原煤	年入洗 180 万吨原煤	年入洗 120 万吨原煤	年入洗 120 万吨原煤	年入洗 120 万吨原煤
环评批复	临乡环审函〔2019〕16 号	乡环审函〔2018〕53 号	乡环审函〔2019〕25 号	乡环审函〔2019〕4 号	乡环审函〔2018〕57 号	乡环审函〔2018〕42 号
验收批复	2020 年 9 月 26 日自主验收	乡环审函〔2020〕1 号	乡环审函〔2019〕21 号	乡行政审批局〔2020〕79 号	2019 年 8 月 28 日自主验收	乡环审函〔2019〕20 号
煤矸石利用量	50 万吨/年	40 万吨/年	54 万吨/年	40 万吨/年	36 万吨/年	50 万吨/年

### 3.4.1.2 回填材料煤矸石成分及浸出试验分析

#### ①成分分析

2025年7月，乡宁县台头镇鸿达洗煤厂等上述6家协议洗煤厂委托山西省地质矿产二一三实验室有限公司对其产出的煤矸石进行了化验（见附件18），结果见下表：

表 3.4-3 乡宁县台头镇鸿达洗煤厂等 6 家煤矸石检验结果一览表 单位：%

序号	项目	检测结果					
		乡宁昌昇源	台头镇鸿达	台头镇顺通	山西贾罕世纪	山西宇晟	台头镇万盛源
1	全水分%	1.2	2.8	2.0	1.2	2.6	1.6
2	干基灰分%	90.81	88.63	82.41	90.81	85.04	91.31
3	干燥无灰基挥发分%	78.12	75.91	78.25	78.12	66.33	88.44
4	焦渣特征	2	2	2	2	2	2
5	干基全硫%	0.02	0.32	1.52	0.02	0.21	0.02
6	干基高位发热量 kcal/kg	60	103	490	60	540	22
7	收到基低位发热量 kcal/kg	0	0	320	0	375	0

当在处置含硫量大于1.5%的煤矸石时，应采取防自燃措施，并在通常情况，采取分层覆土的方式来防止矸石自燃。根据6家协议洗煤企业煤矸石成分分析可知，本项目拟选用的煤矸石含硫量除台头镇顺通洗煤有限公司外均小于1.5%。评价综合煤矸石自燃风险性和危险性考虑，本项目生态回填工程采取分层覆土的方式来防止矸石自燃（详细防自燃工程介绍见3.4.2.1章节）。

#### ②浸出试验报告

2025年7月，山西省地质矿产二一三实验室有限公司出具对乡宁县台头镇鸿达洗煤厂等上述洗煤企业的煤矸石淋溶浸出试验报告（见附件19）。

根据《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007），浸出液中如果任何一种危害成分的浓度超过标准中的浓度值，则该废物是具有浸出毒性的危害废物。本次淋溶试验采用的检测方法与《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》和《污水综合排放标准》要求的检测方法对比及煤矸石浸出试验检测结果见下表：

表 3.4-4 检测方法对比表

序号	项目	检测方法		
		GB8978-1996	GB5085.3-2007	本次采用

1	pH	玻璃电极法	--	玻璃电极法
2	六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	二苯碳酰二肼分光光度法	二苯碳酰二肼分光光度法
3	氟化物	离子选择电极法	离子色谱法	离子色谱法
4	氰化物	硝酸银滴定法	离子色谱法	离子色谱法
5	铜（以总铜计）	原子吸收分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
6	锌（以总锌计）	原子吸收分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
7	镉（以总镉计）	原子吸收分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
8	铅（以总铅计）	原子吸收分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
9	总铬	高锰酸钾氧化-二苯碳酰二肼分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
10	镍（以总镍计）	火焰原子吸收分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
11	铍（以总铍计）	活性炭吸附-铬天青 S 光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
12	钡（以总钡计）	--	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
13	总银	火焰原子吸收分光光度法	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
14	硒	--	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱法
15	砷（以总砷计）	二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	石墨炉原子吸收光谱法	电感耦合等离子体质谱法
16	汞（以总汞计）	冷原子吸收光度法	电感耦合等离子体质谱法	微波消解/原子荧光法

根据上述对比分析可见，本次淋溶浸出实验采用最新的检测方法，虽部分项目与 GB8978-1996 和 GB5085.3-2007 不同，但不同检测方法检测结果相差不大，因此本次淋溶实验结果具有可参考价值。

表 3.4-5 乡宁县台头镇鸿达洗煤厂等 6 家煤矸石淋溶浸出试验检测结果一览表

序号	项目	单位	检测结果						《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中III类标准	最大占比率(%)	危险废物鉴别标准-浸出毒性GB5085.3-2007	污水综合排放标准GB8978-1996一级
			台头镇鸿达	乡宁昌昇源	台头镇顺通	山西贾罕世纪	山西宇晟	台头镇万盛源				
1	pH	无量纲	8.96	8.87	8.88	8.87	8.98	8.94	6.5-8.5	132	--	6~9
2	六价铬	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	--	5	0.5
3	氟化物	mg/L	1.68	0.991	0.784	0.991	1.4	1.24	1.0	168	100	10
4	氰化物	mg/L	0.0035	0.0051	0.0054	0.0051	0.0084	0.0063	0.05	16.8	5	0.5
5	铜(以总铜计)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	--	100	0.5
6	锌(以总锌计)	mg/L	0.0137	ND	ND	ND	ND	ND	1.0	1.37	100	2.0
7	镉(以总镉计)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	--	1	0.1
8	铅(以总铅计)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	--	5	1.0
9	总铬	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.0048	/	--	15	1.5
10	镍(以总镍计)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	--	5	0.5
11	铍(以总铍计)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	--	0.02	0.005
12	钡(以总钡计)	mg/L	0.0184	0.0056	0.169	0.0056	0.0089	0.245	1.0	24.5	5	1.0
13	总银	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	--	5	0.5
14	硒(以总硒计)	mg/L	0.0148	0.0122	0.0107	0.0122	0.0439	0.0209	0.01	439	1	--
15	砷(以总砷计)	mg/L	0.0208	0.0163	0.0022	0.0163	0.0219	0.0020	0.01	219	0.1	0.05
16	汞(以总汞计)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	--	100	--

由上表可知，6家协议企业研石浸出液中有害成分含量均小于《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）标准值，故本项目拟利用的煤研石属于一般工业固体废物；浸出液中任意一种污染物的浓度均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）最高允许排放浓度，故本项目拟利用的煤研石属于《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）中规定的第I类一般工业固体废物；根据《土地整治煤研石回填技术规范》（NB/T11431-2023）可知，项目所使用的煤研石为砂石类煤研石。

### 3.4.2 生态修复流程

该项目按工程类型区分可分为生态回填期和造林抚育期，主要产污时期为生态回填期。按工艺可细分为场地清理、边坡处理、场地平整、挡护、排水及防渗工程、取土工程、造林工程及抚育管护工程等阶段。项目采用机械化作业，主要作业机械有推土机、挖掘机、压实机、装载机等。

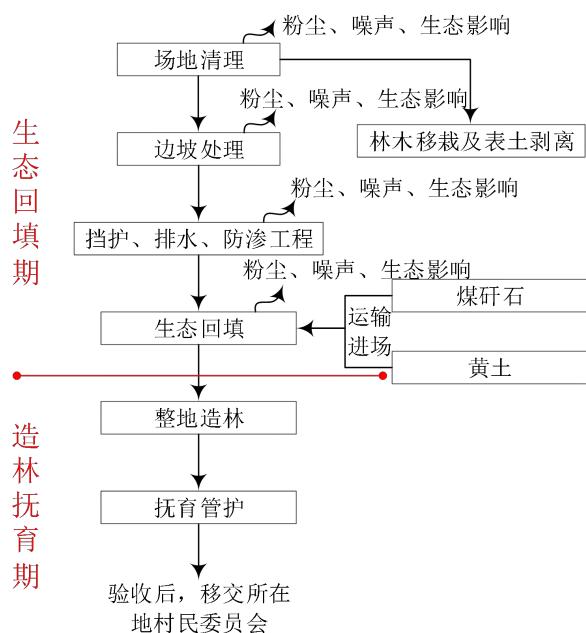


图 3.4-1 总工艺流程图

### 3.4.2.1 生态回填期

运输车辆将回填材料运输进入生态回填修复区，然后进入场内回填作业区。作业时运输车需在现场人员的指挥下运送到指定位置有组织倾倒，煤矸石需要层层压实、分区平整，作业单元规格  $50m \times 50m$ ，对整个区域沿着水平方向逐渐推进，从下向上，缩小

凌空，分层压实，用推土机摊铺、平整，选用 30t 以上碾压机进行碾压 2~3 遍，强振不少于 2 遍，压实度要求达到 93% 以上，回填材料边坡比最大为 1: 2。及时分片覆土封闭，保持较小的作业面积，每一块分区达到设计标高时及时覆土，待边坡稳定后进行临时覆土，及时栽种草植，进行绿化。当最终平整至设计高程后，进行统一生态回填修复。项目生态回填完成后顶部覆土两层，第一层为阻隔层，覆 0.7m 厚的黄土，并压实，第二层为覆盖层，覆 0.3m 厚的剥离表层土，以利植物生长，便于绿化种植。

### (1) 场地清理及边坡处理

由于本次生态修复区内部存在灌木、草本等植物，在场地基础设施建设前需实施清表工程。对于场地内部生长状态较好的乔木采取移栽措施，移栽至场地周边植被稀疏处及运输道路两侧，在有效保护现有的植被前提下，有效的减轻项目实施对周边环境的影响。

根据地形图及项目设计方案，必须对选择的场地进行开挖和填方处理，对工程底部平面部分，即所谓基坑进行处理，场地平整要求：场底开挖平整后基本无植被，并用非表层土回填压实，场底压实度要求达到 93% 以上，对场地进行表土剥离 300mm。

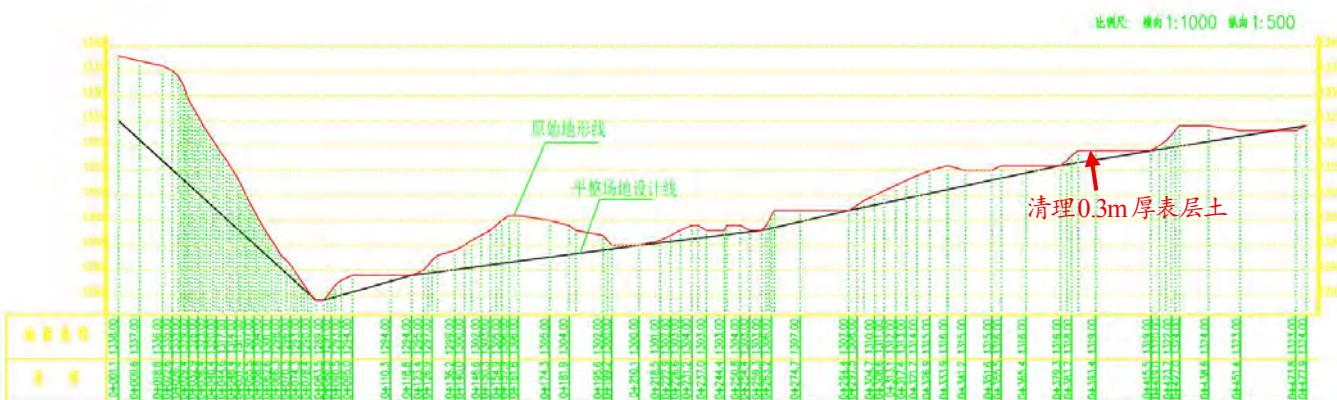


图 3.4-2 表土剥离示意图

### (2) 生态作业措施

生态回填时采用自下而上分区、分块填筑作业。煤矸石进场后，首先用推土机把平整面推平，每平整 1m 厚的回填材料进行一次压实，利用推土机自身的重量进行初始碾压，然后再用碾压机具实施进一步碾压，按相关技术要求保证碾压质量，经推平碾压后形成较为密实的煤矸石堆体，压实度要求达到 93% 以上，可有效防止地面沉陷，严禁成

堆倾倒和长期露天堆放。覆土压实后，从下向上按照该方法重复作业，这样逐层填筑、逐层碾压，后对坡面、马道及渣顶覆 1.0m 厚土层(先覆 0.2m 厚粘土，再覆 0.8m 厚种植土)；每个阶段平整完成后，即开始对边坡进行整形，压实度要求达到 93%以上，然后顶部覆土并绿化，在治理过程中尽量因地制宜，利用现有地形削坡平整，确保治理后的梯台边坡稳定。

根据生态回填修复区的地形条件，设计回填煤矸石从沟道底部开始，运行初期采取填坑法填埋工艺，通过作业面上的推土机整平后，用压实机分层碾压。第二阶段采取向上堆积法填埋工艺，回填物先构筑围堤，并与初期采取相同机械平整和碾压。从卸车平台倾卸后由推土机向下推，分层摊铺，每层厚度约 1.0m，铺匀后用推土机和压实机具压实。然后在形成的堆体上用碎石铺设临时石渣道路和临时作业平台，以便向前、向左或右开展新一单元的平整作业，利用现有地形削坡平整，确保治理后的梯台边坡稳定，然后进行分区植被恢复，采取植草的临时绿化措施，待每层平台（梯台）回填结束后，应覆土并直接采取后续造林措施。

表 3.4-6 主要机械、车辆使用一览表

序号	阶段	设备名称	型号规格	单位	数量
1	生态回填期	推土机	/	台	2
2		碾压机	30T	台	2
3		装载机	/	台	2
4		挖掘机	/	台	2
5		运输车辆	20T	辆	25
6		洒水车	5T	辆	2

### （3）挡护工程

上游挡水墙：

根据实际地形，设计在填埋区上游的冲沟出口处采用浆砌石重力式挡水墙进行拦挡，设计修筑挡水墙 38m。挡水墙墙高 5m（其中：基础埋深 1m，地面出露 4.0m），墙基底高程为 1320m，墙顶高程为 1325m。墙顶宽为 2.5m，墙背垂直，墙面坡比为 1:0.25，墙趾宽为 0.5m，采用 M7.5 水泥砂浆砌 MU40 毛石砌筑，M10 水泥砂浆勾缝，墙体容重 21.5KN/m<sup>3</sup>。

下游拦挡坝：

根据实际地形，设计在填埋区下游的冲沟处设两道拦挡坝，采用浆砌石重力式拦挡

墙进行拦挡，设计修筑拦挡坝 20m。拦挡坝坝高为 5m（其中：基础埋深 1.0m，地面出露 4.0m），墙基底高程为 1240m，墙顶高程为 1245m。墙顶宽为 1.5m，墙背垂直，墙面坡比为 1:0.15，墙趾宽为 0.19m，采用 M7.5 水泥砂浆砌 MU40 毛石砌筑，M10 水泥砂浆勾缝，墙体容重  $17.5 \text{KN/m}^3$ ，坝背垂直，坝面坡比为 1:0.25，坝趾宽为 0.5m，坝上设 3 道伸缩沉陷缝及垂直、水平方向的排水孔。

为防止因地基不均匀沉陷和温度变化引起墙体裂缝，在上下游拦挡墙墙体上设置伸缩缝和沉陷缝（二者合并设置），沿墙线方向每隔 10m 设置一道缝宽 2cm 的伸缩沉陷缝，缝内填塞沥青麻絮等止水材料。

### 挡墙稳定分析

本项目拦挡工程级别为 3 级。拦挡坝的稳定性应满足抗滑稳定性和抗倾覆稳定性的要求，坝体受力分析验算如下：

土压力计算按库仑土压力理论。假设条件：墙背与填土之间有摩擦力，并且墙背与填土表面均可以是任意倾斜的平面。

#### ●主动土压力计算公式

$$P_a = (1/2)\gamma H^2 K_a$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

式中： $K_a$  --- 主动土压力系数；

$\gamma$  --- 墙后砾石容重，本设计为  $18.0 \text{KN/m}^3$ ；

$H$  --- 墙高，本设计为 5.0m；

$\alpha$  --- 墙背面与竖直面的倾角，本设计为 0 度；

$\beta$  --- 弃渣面与水平面的倾角，本设计为 0 度；

$\varphi$  --- 填土的内摩擦角，本设计取值为 35 度；

$\delta$  --- 墙背面与填土之间的摩擦角，本设计取值为  $\delta = 1/2\varphi = 17.5$  度。

墙身自重：墙身截面积为  $12.0 \text{m}^2$ ，墙身自重  $W=258.0 \text{KN/m}$ 。

#### ●抗滑稳定安全系数 $K_s$

抗滑稳定安全系数  $K_s$  采用下面的公式进行计算：

$$K_s = \frac{(W + P_y) \cdot \mu}{P_x}$$

式中:  $K_s$  ——抗滑稳定安全系数, 1.25;

$W$  ——挡墙自重, 按单位长度计算, 258.0kN/m;

$\mu$  ——挡渣墙底与地基间的摩擦系数, 本设计为 0.3。

$P_y$ 、 $P_x$  ——作用于挡渣墙上的库仑主动土压力  $P_a$  在 y 方向和 x 方向的分力, 按单位长度计算, 单位: kN/m,  $P_x = P_a \cos(\delta + \alpha)$ ;  $P_y = P_a \sin(\delta + \alpha)$ ;

### ● 抗倾覆稳定安全系数 $K_t$

抗倾覆稳定安全系数  $K_t$  采用如下公式进行计算:

$$K_t = \frac{W \cdot a + P_y \cdot b}{P_x \cdot (H/3)}$$

式中:  $K_t$  ——抗滑稳定安全系数, 1.50;

$a$  ——挡墙重力作用点距墙底外侧点的水平距离, 单位 m;

$b$  ——作用于挡墙上的库仑主动土压力  $P$  在 y 方向的分力作用点距墙底外侧点的水平距离, 单位 m;

$H$  ——挡墙的高度, 单位 m。

### ● 地基应力

地基应力采用如下公式进行计算:

$$P_{\min} = \frac{e}{B} \left( 1 - \frac{e}{B} \right) \quad P_{\max} = \frac{e}{B} \left( 1 + \frac{e}{B} \right)$$

式中:  $\sum V$  ——作用于墙底的垂直总荷载力 KN;

$e$  ——墙底用力的偏心距 m;

$B$  ——墙底宽度, 3.60m。

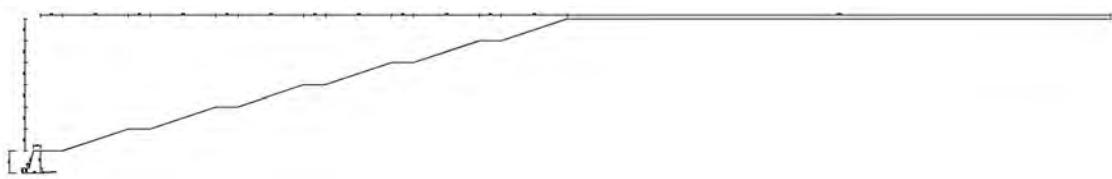
### ● 基底应力验算

对于建在土基上的挡渣墙, 基底应力验算应满足以下三个条件:

①基底平均应力小于或等于地基允许承载力:  $P_{\text{平均}} \leq [R]$ ; 本设计  $[R] = 200$ kPa。

②基底最大应力:  $P_{\max} \leq \delta [R]$ , 其中  $\delta$  为加大系数, 常取  $\delta = 1.2$ 。

③基底应力不均匀系数小于或等于允许  $\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \leq [\eta]$  值: ; 取  $[\eta] = 3.0$ 。



根据以上公式采用理正软件对填埋区挡墙稳定进行计算。

<一> 墙身尺寸

墙身高: 5.000(m)

墙顶宽: 2.500(m)

面坡倾斜坡度: 1:0.250

背坡倾斜坡度: 1:0.000

采用 1 个扩展墙址台阶:

墙趾台阶 b1: 0.500(m)

墙趾台阶 h1: 1.000(m)

墙踵台阶 b3: 0.500(m)

墙踵台阶 h3: 1.000(m)

墙底倾斜坡率: 0.000:1

<二> 物理参数

圬工砌体容重: 21.500(kN/m<sup>3</sup>)

圬工之间摩擦系数: 0.500

地基土摩擦系数: 0.300

墙身砌体容许压应力: 2100.000 (kPa)

墙身砌体容许剪应力: 110.000(kPa)

墙身砌体容许拉应力: 150.000(kPa)

墙身砌体容许弯曲拉应力: 110.000(kPa)

挡土墙类型: 一般挡土墙

墙背与墙后填土摩擦角: 17.500(度)

地基土容重: 16.000(kN/m<sup>3</sup>)

墙底摩擦系数: 0.300

地基土类型: 土质地基

地基土内摩擦角: 30.000(度)

地基土容许承载力: 200.000 (kpa)

地基土容许承载力提高系数:

墙趾值提高系数: 1.200

平均值提高系数: 1.000

表 3.4-7 各参数情况表

渣层号	层厚 (m)	弃渣容重 (KN/m <sup>3</sup> )	内摩擦角度	粘聚力 (Kpa)	土压力调整系数
1	5.000	18.000	35.000	0.000	1.000

土压力计算方法: 库仑土压力计算。

### <三> 计算结果

【土压力计算】计算高度为 5.000(m)处的库仑主动土压力

按实际墙背计算得到:

第 1 破裂角: 30.270 (度)

$P_a=55.378$  (KN) ;  $P_x=52.815$  (KN) ;  $P_y=16.652$  (KN) ; 作用点高度  $Z_y=1.667$ m

墙身截面积=12.000(m<sup>2</sup>)； 重量=258.000 (kN)

①滑动稳定性验算:

基底摩擦系数= 0.300, 滑移力= 52.815(kN), 抗滑力= 82.396(kN)

抗滑系数  $K_s=1.560 > 1.200$

②倾覆稳定性验算:

相对于墙趾点, 墙身重力的力臂  $Z_w= 1.961$ (m),

相对于墙趾点,  $P_y$  的力臂  $Z_x= 3.100$  (m),

相对于墙趾点,  $P_x$  的力臂  $Z_y= 1.667$  (m),

验算挡土墙绕墙趾的倾覆稳定性

倾覆力矩= 88.024(kN · m), 抗倾覆力矩= 557.589 (kN · M)

抗倾系数  $K_t=6.334 > 1.450$

③地基应力及偏心距验算

基础为天然地基, 验算墙底偏心距及压应力

作用于基础底的总竖向力= 274.652 (kN), 作用于墙趾下点的总弯矩= 469.565 (kN · m)

基础底面宽度 B=3.600(m), 偏心距 e= 0.090(m)

基础底面合力作用点距离基础趾点的距离 Zn= 1.710(m)

基底压应力: 趾部=87.778, 跟部=64.806(kPa)

作用于基底的合力偏心距验算满足:  $e_1 = 0.090 \leq 0.250 * 3.600 = 0.900(m)$

地基平均承载力验算满足: 压应力=76.292 < 200.000(kPa)

墙趾处地基承载力 (基底最大应力) 验算满足: 压应力=87.778 < 240.000(kPa)

最大应力与最小应力之比= 87.778/64.806 = 1.354 < 3.0

从以上计算可知, 各项指标均满足规范要求。

#### (4) 排水、防渗工程

##### 1) 排水工程

###### ①截排水沟

为防止流域上游和坡面产流对弃渣的冲蚀, 在填埋区顶部平台边缘与坡面两岸布设截排水沟, 将汇水引入下游排洪涵管, 最终排入自然沟道。截排水渠的设计按 50 年一遇暴雨洪水时的最大下泄流量进行排洪设计, 按 100 年一遇进行校核。截排水渠设计采用矩形断面形式, 浆砌石砌筑, 需修筑截排水渠 2894m, 截排水渠采用底宽为 0.8m、深为 0.8m、壁厚为 0.4m 的浆砌石矩形结构, 底层铺 0.1m 厚的碎石垫层基础; 当截排水沟跨越运矸道路时, 采用过路涵管下穿道路方式, 过路涵管选用内径为 0.8m 的钢筋混凝土管, 直接购买, 其基础及接口参考排洪涵管基础及接口。

###### 截排水沟断面尺寸设计:

截排水沟设计采用矩形断面形式, 浆砌石砌筑。排水沟采用明渠均匀流公式:

$$Q = \omega c \sqrt{RJ}$$

式中: Q—截水沟过水流量( $m^3/s$ )

$\omega$ —过水断面面积

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$$

$$n—排水沟糙率 \quad n=0.025$$

$$R \text{—水力半径} \quad R = \omega / X$$

X—湿周(m)

J—截水沟底坡坡比。

表 3.4.8 排水沟断面尺寸计算表

项目	水深	底宽	坡比	面积	湿周	水力半径	谢才系数	流量
	m	m		$m^2$	m	m		$m^3/s$
排水沟	0.80	0.80	0.5	0.64	3.2	0.2	30.59	6.19

根据上表计算结果, 对截排水沟设计进行 100 年一遇校核, 当截排水沟深度取 0.8m 时, 求得最大洪水流量  $Q=6.19m^3/s > 6.12m^3/s$ , 因此, 本截排水沟可满足排洪设计要求。最终确定截排水沟采用浆砌石矩形结构, 断面尺寸为底宽 0.8m, 深 0.8m, 壁厚 0.4m, 碎石垫层厚 0.1m。

#### ②导排盲沟

根据现场实际情况, 设计在填埋区底部布设 2 条导排盲沟, 底部高程根据实际地形布设。为保证行洪安全, 水文计算时, 断面尺寸按最小坡度进行计算。

盲沟收集管采用 DN800 钢筋混凝土管, 按照《渗滤液收集管开孔详图》开孔后, 按照《收集盲沟大样图》进行铺设。盲沟中碎石采用粒径 15~40mm 洁净光滑的碎石, 杂质含量不大于 5%; 碎石中碳酸钙含量应小于 10%。本工程所有钢筋混凝土管采用 III 级管。主盲沟采用  $(1.6+3.2) * 1.15$  设计断面, 长度 1442mm。

#### ③透水箱涵

在挡水墙上游墙边设置一个“回”字型透水箱涵, 与导排盲沟排水管相连, 便于排出挡水墙上游汇水; 透水箱涵长 2.3m (其中与涵管交接 0.8m), 宽 1.0m, 高 1.0m, 壁厚 0.4m, 采用 C20 混凝土。在箱涵顶壁设置排水孔, 其中箱涵顶壁设置 4 排直径为 5cm 的排水孔, 排水孔采用人工砌筑, 并在排水孔进口处设置反滤体粗砂与碎石, 厚度均为 20cm, 采用土工布包裹, 排水孔间距为 0.3m。

#### ④消力池

在拦挡墙下游设置 1 座消力池。场内排水进入消力池, 消力池断面尺寸确定为: 长  $\times$  宽  $\times$  深 = 3m  $\times$  1.2m  $\times$  2.6m, 边墙取 0.4m, 出口延长 1.2m。消力池采用 M7.5 水泥砂浆砌 MU40 毛石砌筑, M10 水泥砂浆勾缝。

#### ⑤场内排水沟

场内截排水沟包括马道内侧的横向排水沟和边坡竖向排水沟。

马道形成后，沿马道内侧布设横向排水沟，排水沟与周边截排水沟连通，总长 4735m。

边坡形成后，沿边坡坡面每隔 15m 布设竖向排水沟，竖向排水沟与横向排水沟连通，总长 4782m。场内截排水沟采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽 0.4m，深 0.3m，壁厚 0.3m。

#### ⑥导流竖井

为排出项目区内部的雨水，项目区内布设排水竖井 5 座。根据《水土保持治沟骨干工程技术规范》（SL289-2003），竖井采用 C25 钢筋混凝土修筑，断面形状采用圆环形，内径取 2.0m，井壁厚度取 0.3m，沿井壁垂直方向每隔 1.0m 设 6 个放水孔，放水孔孔径分为 0.15m，相对交错排列。竖井顶部加钢盖板，由于竖井较高，在竖井底端浇筑 1.0m 高 C25 混凝土井座，井座埋于地面以下。排水竖井分期建设，每期高度超出煤矸石填高 2m，最终高度不超过 25m；地基承载力要求不低于 180kpa。

#### ⑦渗滤液收集井：

在拦挡坝下游（消力池旁）设置 1 座渗滤液收集井，竖井、排渗涵管汇水经收集进入渗滤液收集井，采用预制混凝土井，直径 3m，深度 3m，防渗等级 P8，砼强度等级 C30，应满足等效黏土防渗层  $M_b \geq 6.0m$ ,  $K \leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  的要求。

#### ⑧运矸道路及道路排水沟

根据《公路工程技术标准》JTG B01-2014，本次运矸道路按照 4 级公路单车道标准设计，需新建及改建运矸道路 1036m，路基宽 4.0m，路面宽 3.8m，C30 混凝土面层。沿道路两侧修建排水沟，其出口接填埋区截排水沟，共需修排水沟 2072m。排水沟采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽 0.4m，深 0.4m，壁厚 0.3m。

### 2) 防渗工程

通过调查，本项目所使用的煤矸石浸出液中有害成分含量均低于《危险废物鉴别标准—浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）和《危险废物鉴别标准—腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）标准限值，表明其是无浸出毒性的固体废物，属于一般工业固体废物。

经分析，乡宁县台头镇鸿达洗煤厂等 6 家企业浸出液中各污染物浓度均未超过

GB8978 最高允许排放浓度，根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) 可知，项目所使用的煤矸石为第 I 类一般工业固体废物。

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020) I 类场技术要求：当天然基础层饱和渗透系数不大于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s，且厚度不小于 0.75m 时，可采用天然基础层作为防渗衬层。根据项目水文地质调查可知，项目区天然基础层渗透系数小于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s，厚度也远大于要求，本次设计拟采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等。

### (5) 防自燃工程

根据填埋区的地形条件，设计矸石堆置从沟道底部开始，采用从下至上分层压实、逐层堆置的办法。当矸石堆放至拦挡墙墙顶以下 1.0m (即 1234m 高程) 时，进行覆土，覆土厚度 1.0m，此时渣面与拦挡墙墙顶持平，然后留设一个 3m 宽的马道，之后再以 1:2 的坡度继续从下至上逐层堆放矸石，当堆高至 1345 标高后，再以 1:2 的坡度从上至下向下放坡至挡水墙 1325 标高，达到封场标高，本填埋区服务期结束为止。

为防止矸石发生自燃，为了预防煤矸石发生自燃，减小自燃对环境的污染，评价要求生态修复区采取防自燃措施：①要求项目区域严禁有明火，在矸石回填过程中，矸石裸露时间不超过 8 小时；②煤矸石回填深度达到 1m 时用推土机摊铺、平整，选用 30t 以上振动压路机进行碾压 2~3 遍，夯实系数大于 93%，当矸石堆填厚度达到 3.0m，上覆 0.3m 厚压实土层，形成覆土阻燃系统；矸石回填达到设计标高时在堆体平台和边坡覆盖厚度 1.0m 的压实黄土作为覆盖层，有效隔绝煤矸石同空气的接触，预防由于煤矸石内部热量积聚引起的煤矸石自燃。③设置 50m<sup>2</sup> 砖混结构石灰乳站一间，当矸石废料平整厚度达到 3.0m 喷洒一次 5~10% 的石灰乳，预防由于矸石内部热量积聚，引起矸石废料自燃。

建设单位拟分别在整治区东南侧设石灰乳制浆站，建筑面积约 50m<sup>2</sup>，制浆站内设搅拌机及灰浆泵。原料石灰从当地购买，汽车运输，袋装入场。

拌浆水取自古县污水处理厂的中水池，通过罐车运至整治区，石灰乳制备流程：石灰入场→投料（加水）→搅拌→石灰乳→移动喷洒车→喷洒。

表 3.4-9 石灰乳制浆及喷洒设备一览表

序号	名称	单位	数量
----	----	----	----

1	石灰乳搅拌机	台	1
2	水泵	台	2
3	移动喷洒车	辆	1

综上所述，本项目严格落实上述防自燃措施，可有效防止矸石的自燃。

#### (6) 取土工程

根据地形情况和防渗要求，对场地底部及两侧边坡进行规模较大的开挖，项目区内表层土剥离，场地内沟面削坡、坝体及排水工程等挖方。本项目土方来源为项目区内部取土场及场地清表土。根据《生态修复方案》调查分析结果，本项目选取沟内中下游西侧一山包就近取土，取土场面积  $3.53\text{hm}^2$ ，其土方质量符合生态修复要求。

##### 修复土壤要求：

- ①土壤质地砂土至砂质粘土；
- ②土壤容重  $\leqslant 1.5\text{g/cm}^3$ ；
- ③土壤厚度自然实沉后土层厚度  $\geqslant 80\text{cm}$ ；
- ④砾石含量  $\leqslant 25\%$ ；
- ⑤土壤有机质含量  $\geqslant 0.5\%$ ；
- ⑥0-20cm 内土层的 pH 值在 6.0~8.5 之间。

本项目渣体碾压过程中，采取分层填埋，填埋高 3.0m 覆土 0.3m 进行碾压，其中，层间覆土需 34.76 万  $\text{m}^3$ （层间覆土方量：（总库容-表层覆土）/3.3\*0.3，填埋 3m，覆土 0.3m）。场地平台覆土共计 21.08 万  $\text{m}^3$ （覆土 1m）。共需土方 53.81 万  $\text{m}^3$ 。

土方来源于场地内部取土场及底层黄土，共计 53.85 万  $\text{m}^3$ （其中场内取土场土方量为 48.13 万方，场地清理平整土方量为 5.72 万方），满足覆土需求。剩余土方量 0.4 万  $\text{m}^3$ ，作为封场坡度整理使用。

本次生态修复项目土方平衡见下表：

表 3.4-10 本项目土方平衡一览表 单位：万  $\text{m}^3$

序号		项目	土方量	备注
土方 挖方	1	剥离表土	5.72	用于顶部平台、梯台、边坡覆土
	2	取土场土方	48.13	本项目场内
		土方挖方合计	53.85	/
土方 填方	1	平台覆土	19.05	/
	2	层间覆土	34.76	

	3	封场坡度	0.4	/
		土方填方合计	53.85	
弃方		合计	0	/

### 3.4.2.2 抚育造林期

#### (1) 造林工程

本项目生态修复区顶部覆土后进行造林，利用植物强大的根系在土壤中盘根错节，使整个表层土壤固为一体，同时繁茂的枝叶对降雨的阻挡和滞留会对下层土壤起到进一步的保护作用。

##### 1) 设计原则

###### ①设计规范

本次评价造林工程措施按照《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）相关要求进行。

###### ②造林分区

根据《造林技术规程》（GB/T15776-2023）中附录B造林区域范围名单，项目区所在地属暖温带区，查阅附录A中造林区域自然条件及范围表见下表：

表 3.4-11 造林区域自然条件及范围表

气候地理区	编号	区域	自然条件	范围
西北旱区	III	半干旱区	本区地貌呈以高原为主，山地、丘陵、平原和风沙地貌相间分布的复杂格局。本区深居内陆，全境属中温带大陆性气候，干旱少雨且时空分布不均，水资源短缺且地域分异突出，光热资源较丰富且过渡明显，风大风多且灾害严重。地带性植被与地理气候条件一样呈现明显的过渡性，分为森林草原地带和草原地带。植物区系以中亚东部成分和蒙古草原成分为主。本区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的天数106d~180d，降水量200mm~500mm，年干燥度1.5~3.5。	本区位于4000m高原面以东，海拉尔-齐齐哈尔-大兴安岭东麓-燕山-太行山-陕北-甘宁南部一线以西，锡林郭勒-呼和浩特-贺兰山-日月山一线以东的地区。新疆北部天山山脉北麓、阿尔泰山脉、准噶尔盆地西部也属半干旱区。行政范围涉及天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、山东、河南、四川、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

###### ③树种选择

本项目造林用途为水土保持林、景观林，根据《造林技术规程》（GB/T15776-2016）中防护林树种选择要点：a) 根据防护对象选择适宜树种，应具有生长快、防护性能好、抗逆性强、生长稳定等优良性状；b) 营造农田防护林及经济林园、苗圃和草（牧场）防护林的主要树种应具有树体高大、树冠适宜、深根性等特点。经济林园防护林树种应具有隔离防护作用且与林园树种无共同病虫害或非中间寄主；c) 风沙地、盐碱地和水湿地区的树种应分别具有相应的抗逆性；d) 在旱区应优先选用耐干旱、耐盐碱的灌木树种、亚乔木树种；e) 严重侵蚀、水蚀地区，应选择根系发达和固土能力强的树种。

根据附录 C 造林区不同用途的主要造林树种及适生条件表、培育目的以及生态修复区周边主要植被种类，筛选出适宜本次生态修复的造林树种。本次造林选择乔灌草相结合的造林方式，乔木树种选择油松，灌木选择连翘，草本选择紫花苜蓿。

#### ④树种配置

根据树种配置原则，防护林应严格控制营造纯林、发展混交林。根据立地条件和项目区特征，选择的混交方式为乔木树种与灌木树种混交，采用组合型和立体型（利用乔木、灌木和草本的生物型不同，形成栽植地上部乔木、下部灌木及地被草本植物的立体配置）方式。混交林下土壤腐殖质增多，根系发育良好，保持水土效益增强。

#### ⑤造林方式

在生态修复时，坚持边回填边修复原则，回填完成后及时覆土绿化。修复区平台、马道及配套设施区修复为乔木林地，边坡修复为灌木林地，设计时采用乔灌草混植，有利于恢复植被，增加覆盖率，蓄水保土，防风固沙、减少径流和沙移。

油松采用穴状整地的方法，整为矩形坑穴，规格为长 60cm，宽 60cm，深 60cm，苗木规格要求：采用植苗造林，苗木要求三年生一级苗木，生长健壮，无病虫危害，冠幅 $\geq 0.6m$ ，高度 $\geq 1.5m$ ；种植密度：采用行距 3.0m，株距 2.0m。油松和连翘采用混交种植，种植比例 7:3。

连翘采用穴状整地的方法，整为矩形坑穴，规格为长 40cm，宽 40cm，深 40cm，苗木规格要求：采用植苗造林，苗木要求三年生地径 $\geq 0.8cm$ ，6 个分支以上；种植密度：采用行距 2.0m，株距 1.5m。

紫花苜蓿种植方式为撒播，种植密度 30kg/hm<sup>2</sup>，苗木规格要求：草籽粒饱满，发

芽率在 90%以上，无病虫害。

#### ⑥配置方式

选择品字形配置，品字形配置适用于生态公益林。相邻两行的各株相对位置错开排列成品字形或等腰三角形，种植点位于等腰三角形的顶点。

#### ⑦整地

整地方式：乡宁县位于暖温带亚干旱气候区，宜采用穴状整地，采用方形穴坑，乔木种植坑规格为长 60cm，宽 60cm，深 60cm，灌木穴规格为长 40cm，宽 40cm，深 40cm。

#### ⑧植苗造林季节

选择春季、雨季、秋季，雨季造林宜选择蒸腾强度较小或者萌芽能力强的树种，并掌握好雨晴，已下过一、两场透雨，出现连续阴天时为宜。秋季造林可在树木已经落叶至土壤冻结前进行。

春季乔木植苗要掌握适时偏早原则，雨季造林一般在雨季前期，透雨后的连阴天栽植。最好不晚于 7 月下旬，这样可利用根系生长的第二次高峰，加速愈合再生，有利成活。雨季晴天造林（用带土坨的苗木）应在早晨、傍晚时间栽植，连晴三天后即应暂停，待再次降雨后继续栽植。秋季造林时间长，在阔叶树落叶后到土壤解冻前均可，但要防止新栽苗越冬受寒风侵袭而干枯，在栽后入冬前采用覆土防寒措施，把苗木地上部分用土盖严，来春土壤解冻后将防寒土扒开，组合进行第一次松土抚育。

整地季节：在上年秋、冬季，或者造林前一个月进行整地。

### 2) 布置措施

#### ①坡面防护及造林

坡面等生态恢复采取种植连翘、紫花苜蓿灌草结合的方式，穴植连翘，栽植标准 3334 穴/ $\text{hm}^2$ ，草种选用紫花苜蓿进行撒播，密度为 30kg/ $\text{hm}^2$ 。

表 3.4-12 边坡种植技术指标

项目	植物	株行距	苗木规格	种植方法	需苗量
边坡	连翘	2.0m×1.5m	3 年生地径≥0.8cm	穴植	3334 穴/ $\text{hm}^2$
	紫花苜蓿	30cm	籽粒饱满	播撒	30kg/ $\text{hm}^2$

#### ②顶部平台、梯台、拆除建筑生态恢复

当生态修复区堆高至设计标高后，在顶部覆土厚 1.0m，平台、梯台等采用植物措施进行复垦，穴状整地，乔木、灌木采用一穴一株，草种进行撒播。

顶部平台、梯台等生态恢复采取种植油松、连翘、紫花苜蓿乔灌草结合的方式，油松种植标准 1667 穴/hm<sup>2</sup>，行间距 3.0m×2.0m；连翘标准 3334 穴/hm<sup>2</sup>，紫花苜蓿种植密度为 30kg/hm<sup>2</sup>，行距为 30cm，条播，播后轻轻踏实。

表 3.4-13 顶部平台、梯台、拆除建筑生态恢复种植技术指标

项目	植物	株行距	苗木规格	种植方法	需苗量
乔灌草结合	油松	3.0m×2.0m	3 年生一级苗木	穴植	1667 穴/hm <sup>2</sup>
	连翘	2.0m×1.5m	3 年生地径 ≥0.8cm	穴植	3334 穴/hm <sup>2</sup>
	紫花苜蓿	30cm	籽粒饱满	播撒	30kg/hm <sup>2</sup>

### ③进场道路造林

进场道路两侧种植乔木，优先使用场地清理时移栽出的乔木，不足时选用油松补充，间距为 2m，穴状栽植，规格为 0.6\*0.6m，深 0.6m。

### ④工程植物统计

表 3.4-14 本项目造林涉及的植物统计表

序号	1	2	3
树种	油松	连翘	紫花苜蓿
类别	落叶乔木	灌木	草本植物
高度	25m	1-4m	30-100cm
造林区域	顶部平台、马道	顶部平台、马道、坡面	顶部平台、梯台、坡面
种植规格	3334 穴/hm <sup>2</sup>	3334 穴/hm <sup>2</sup>	30kg/hm <sup>2</sup>
生态习性	油松抗寒能力较强，喜光，其为深根性树种，对土壤养分条件要求不高，喜深厚肥沃、通气良好的棕壤土，但也可在轻质土上生长，喜微酸及中性土壤，土壤 pH 值 7.5 以上生长不良，故不耐盐碱。油松较耐干旱，在山顶陡崖上也能正常生长，若土壤过旱，则对幼树成活不利，生长缓慢，在地下水位过高的平地或有季节性积水的地方也不能生长。油松花期 4~5 月，球果第二年 10 月成熟	连翘喜光，有一定程度的耐阴性；喜温暖、湿润气候，也很耐寒；耐干旱瘠薄，怕涝；不择土壤，在中性、微酸或碱性土壤均能正常生长，花期 3—4 月；果期 7—9 月。	多年生植物，其生命周期相对较短，性成熟期通常在 1-2 年。 生态习性包括喜光、耐寒、较耐旱，通常混交或成片生长。
形态特征	油松为乔木，高达 25 米，胸径可达 1 米以上；为深根性树种，根系发达，其主根明显，侧根伸展范围较广	连翘树姿优美、生长旺盛。早春先叶开花，且花期长、花量多，盛开时满枝金黄，枝开展或下垂，棕色或淡黄色	茎直立、丛生或匍匐，呈四棱形，多分枝；托叶较大，卵状披针形，小叶片呈倒卵状长圆形；花朵是

		褐色；叶通常为单叶，叶片呈卵形或椭圆形，先端锐尖，叶缘上面呈深绿色，下面为淡黄绿色；花通常单生或2至数朵着生于叶腋，花萼绿色，裂片呈长圆形；果呈卵球形或长椭圆形。	成簇状的总状花序；花梗呈尊钟状，花冠紫色花；果实螺旋形，熟时呈棕褐色；种子小而平滑，呈黄色或棕色。
园林用途	观赏树种、防护林	观赏树种、防护林	观赏树种
别称	巨果油松、紫翘油松、短叶马尾松	黄花杆，黄寿丹	/

在采取上述措施后，可使生态修复区生态功能、生态稳定性及生态影响得到有效改善。

### 3) 植物管理措施

#### ①造林辅助材料使用

根据培育目标和土壤营养条件，采用营养诊断配方施肥，或采用有关施肥实验结果，进行施肥，做到适时、适度、适量。在水源地、水体周边等生态区位特殊地段，尤其在坡地，需施肥时，应施有机肥，避免水体污染。

采用基肥改良土壤，基肥采用充分腐熟的有机肥。基肥在栽植前结合整地施于穴底，优先选用有机肥。根据树木生长情况，进行追肥，在栽植后1年~3年施用，肥料选择复合肥和专用肥。

#### ②防护材料使用

在林地外围建设网围栏，防止人畜随意进入造林地，损坏苗木。用（木）竹杆等杆型材料，固定苗木、防止苗木风倒。在移栽2年内冬季采用秸秆，草，塑料布等材料，包扎苗木，或覆于造林地，起防寒作用。用袋型、管型材料，套于苗木基干部，起到防虫、防旱等作用。

#### ③蓄水保墒措施

##### a. 地表防蒸发措施

地表覆盖材料有地膜、草纤维膜、秸秆、沥青和土面增温保墒剂，以及石块、瓦片等。本次项目拟选用地膜进行地表防蒸发，选用无色、透明的地膜。膜的厚度可根据使用方法选择，膜的大小为1m\*1m，既提高地温又蓄水保墒。宜选用较厚的膜，并将地膜直接铺在表面，以蓄水保墒为主要目的，宜把地膜铺在表层土下面，即把地膜铺好后

在上面压 2~3cm 厚土壤。铺在地下的，可选用较薄的膜。

#### b. 土壤蓄水保墒措施

本项目位于黄土高原区，可在整地时施绿肥、或厩肥、过磷酸钙、锯末、土壤改良剂等的混合物，进行土壤蓄水保墒。

#### ④未成林抚育管护

##### a. 未成林抚育

项目采用植苗造林的方式，造林后一个生长季或一年内，根据造林地上苗木成活状况及时补植。补植选择在造林季节进行，补植苗木不应影响造林地上的苗木生长发育。造林时应浇透定根水；造林后根据天气、土壤墒情、苗木生长发育状况等进行浇水；采用节水灌溉技术，限制采用漫灌方式。

因土壤板结等严重影响苗木生长发育甚至成活时，需及时松土。松土应在苗木周围 50cm 范围内进行，并做到里浅外深，不伤害苗木根系。杂灌杂草影响苗木生长发育时，进行割灌除草、除蔓，除去苗木周边 1m 以内的杂灌杂草和藤蔓。根据苗木生长发育情况、立地条件、天气状况等确定抚育时间、抚育措施和抚育次数，每年抚育 3 次。

##### b. 未成林管护

为防火、防人畜干扰等毁坏新造林地，采取综合管护措施：采用专人、专兼职管护等方式；林地周边设置网围栏设施；设置管护碑等明示造林地管护范围、面积、目标、责任人等信息；加强对森林防火通道保护，按照森林防火通道规划、建设要求，维护、建设生物防火林带。林地清理的灌草、抚育采伐剩余物等宜及时清理，减少林地可燃物；抚育作业应禁止在施工现场用火，防止引发灾害。

为确保幼苗正常生长发育，加强未成林的有害生物防控措施：开展造林地及周边林地有害生物预测预报，设置病虫害预测预报样地、测报点等定期监测。及时隔离、处理病虫害木，减少病源；一旦发现后检疫性病虫害，应及时伐除并销毁受害木。病虫害发生后宜采用物理、生物防治或综合防治方法，避免采用单一的化学防治方法。大规模造林地宜配备诱虫灯、喷雾器、病防车等防治设备。在苗木基干部涂（刷）白，涂抹泥沙等材料进行防护；在苗木基干部捆扎塑料布、干草把、芦苇等材料，或套置硬塑料管、金属管等管状物，或设置金属围网等防护物；对苗木进行预防性处理，如施用防啃剂、

趋避剂浸蘸根、茎等。

#### ⑤生态修复质量的保证措施

生态修复工程质量保证措施主要包括：建设中采用先进的技术和设备，加大人、财、物的投入力度，以最优的建设方案合理进行劳动力计划安排，保证最佳建设季节形成大干局面。建设前制定详细的材料用量计划，提前进行备料，保证各工序建设时绝不出现停工待料的现象。根据工程计划安排，及时合理调遣机械设备，根据计划工程量及要求工期进行倒排工期，合理安排各阶段建设任务，保证工程按部就班，有条不紊进行。其中路基填筑各工序必须安排出足够的时间给监理工程师进行检测验收，检测合格后进行下一步工序的建设。

严格执行“三检制”。工序交接必须有班组间的交接检查，上道工序不合格，不能进入下道工序的建设，由下道工序建设班组长负责质量问题，班组自检后方能进行专检并写质检评定表，质量检查员具有质量否决权。对危害工程质量的行为，所有建设人员均有权越级上报，以利及时处理。对关键工艺、工序实行技术员跟班作业、指导、监督质量的实施。建设中做好各种原始资料收集整理工作，建立技术档案，遵照“百年大计，质量第一”的方针，制定本工程创优规划及其实施细则。

### （2）抚育管护

本项目生态恢复按照《造林技术规程》（GB/T15776-2016）要求进行，项目抚育管护期为3~5年。

#### 1) 改良土壤

生态回填完毕后覆土所需的熟土主要来源于场地前期采集剥离的表土，为保证土壤肥力满足农业种植的复垦标准要求，需对场地进行土壤改良与培肥。土壤改良与培肥工程指改善土壤理化性质、提高土壤肥力和养分平衡状态，以及消除影响农作物及植被生长的土壤障碍因素而进行的工程、机械、化学生物等措施，它是保证后期复垦和造林顺利进行的重要环节，本项目采取机械深耕、增施有机肥、人工施肥等方式，具体如下：

①机械深耕：深耕具有翻土、松土、混土、碎土的作用，合理深耕可以疏松土壤，加厚耕层，改善土壤的水、气热状况，改善土壤结构和营养条件，提高土壤有效肥力和产量。

②蓄水保墒：本项目位于黄土高原区，可在整地时施绿肥、厩肥、过磷酸钙、锯末、土壤改良剂的混合物，进行土壤蓄水保墒。

③增施有机肥：通过施用人、畜的粪、尿肥及堆肥、沤肥、绿肥等有机质含量高的农肥来增加和保持土壤有机肥含量，对增加土壤肥力有明显作用。

④人工施肥：人工施用化肥可以迅速补充土壤中N、P、K等植物生长必须的营养元素，提高产量，但应结合实际情况，避免过量施用。项目土壤改良和培肥过程中应根据生态修复目标及指标要求，采取上述一种或几种措施，提高土壤肥力和有机质含量，保证造林绿化的需求。

## 2) 抚育管护措施

### ①未成林抚育

A.间苗定柱与补植：项目采用植苗造林的方式，造林后一个生长季或一年内，根据造林地上苗木成活状况及时补植。补植选择在造林季节进行，补植苗木不应影响造林地上的苗木生长发育。

#### B.浇水

a.造林时应浇透定根水；b.造林后根据天气、土壤墒情、苗木生长发育状况等进行浇水；c.采用节水灌溉技术，限制采用漫灌方式；d.项目配备浇水车，移动喷灌车等移动浇水设备。

C.松土：因土壤板结等严重影响苗木生长发育甚至成活时，需及时松土。松土应在苗木周围50cm范围内进行，并做到里浅外深，不伤害苗木根系。

D.除草：杂灌杂草影响苗木生长发育时，进行割灌除草、除蔓，除去苗木周边1m以内的杂灌杂草和藤蔓。

E.抚育次数：根据苗木生长发育情况、立地条件、天气状况等确定抚育时间、抚育措施和抚育次数，一般每年抚育1~3次。

### ②未成林管护

#### A.综合管护

为防火、防人畜干扰等毁坏新造林地，采取综合管护措施：

a.采用专人、专兼职管护等方式；

- b. 林地周边设置网围栏设施；
- c. 设置管护碑等明示造林地管护范围、面积、目标、责任人等信息；
- d. 加强对森林防火通道保护，按照森林防火通道规划、建设要求，维护、建设生物防火林带。林地清理的灌草、抚育采伐剩余物等宜及时清理，减少林地可燃物；
- e. 抚育作业时应禁止在施工现场用火，防止引发灾害。

#### B. 有害生物防控

为确保幼苗正常生长发育，加强未成林的有害生物防控措施：

- a. 开展造林地及周边林地有害生物预测预报，设置病虫害预测预报样地、测报点等定期监测。
- b. 及时隔离、处理病虫害木，减少病源；一旦发现后检疫性病虫害，应及时伐除并销毁受害木。
- c. 病虫害发生后宜采用物理、生物防治或综合防治方法，避免采用单一的化学防治方法。大规模造林地宜配备诱虫灯、喷雾器、病防车等防治设备。

#### C. 兽害防控

- a. 可在苗木基干部涂（刷）白，涂抹泥沙等材料进行防护。
- b. 可在苗木基干部捆扎塑料布、干草把、芦苇等材料，或套置硬塑料管、金属管等管状物，或设置金属围网等防护物。
- c. 可对苗木进行预防性处理，如施用防啃剂、趋避剂浸蘸根、茎等。

### 3) 复垦质量及措施的保证性

为使生态修复工程质量有保证，评价提出管护及管理要求：施工中采用先进的施工技术和设备，加大人、财、物的投入力度，以最优的施工方案合理进行劳动力计划安排，保证最佳施工季节形成大干局面。

#### ① 技术监督

- a. 监督人员：通过认真筛选，选拔具有高理论和专业技术水平，具有生态修复工程设计、施工能力，具有较强责任感和职业道德的监督人员进行监督工作。
- b. 监督协调人员：为保证施工进度和施工质量，项目区常驻 1~2 名技术人员负责土地工程施工现场的建立协调及技术监督工作，同时协助当地行政主管部门进行监督监察。

和验收工作，以确保工程按期保质保量完成。

### ②生态修复方案的设计与施工

生态修复项目的施工单位，除了具有一般工程技术人员，还应具有生态修复的专业。生态修复工程质量保证措施主要包括：在本工程施工中，采用先进的施工技术和设备，加大人、财、物的投入力度，以最优的施工方案合理进行劳动力计划安排，保证最佳施工季节形成大干局面。

整治前制定详细的材料用量计划，提前进行备料，保证各工序施工时绝不出现“停工待料”现象。

根据工程计划安排，及时合理调遣机械设备，关键工序、关键部位施工使用国际先进施工机械。根据计划工程量及供气进行倒排工期，合理安排各阶段施工任务，保证工程按部就班，有条不紊进行施工。

严格执行“三检制”。工序交接必须有班组间的交接检查，尚道工序不合格不能进入下道工序施工，否则由下道工序施工班长负责质量问题。班组自检后，方能进行专检并填写质检评定表。质量检查员具有质量否决权。质检员发现违背施工程序不按设计图纸、规程、规范及技术交底施工，对危害工程质量的行为，所有施工人员均有权上报，以利及时处理。制定质量奖罚办法，将工程质量与个人的效益挂钩。对关键工艺、工序施行技术员跟班作业、指导、监督质量的实施。

### ③完善管理规章制度

为保证生态修复方案的实施，建立健全生态修复技术档案与管理制度，实现整治工作的科学性和系统性。档案建立与管理制度保持项目资料的全面性、系统性、科学性、时间性和齐全性和资料的准确性。各年度或各工程每个阶段结束后，将所有资料及时归档，不能任其堆放和失落。

上述生态修复后的生态环境管护措施的责任主体为项目实施单位山西陆通能源有限公司，管护时限包括整个工程期直至验收合格交付。

## 3.4.2.3 生态修复目标及指标

### (1) 造林成效

遵照“宜农则农、宜林则林、宜牧则牧”原则，生态回填修复方向需与当地的自然生

态环境相适应，与项目区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，从而有利于最大限度发挥项目的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。

经调查，本项目选址的荒沟由于常年无人管束，加之附近村镇人为活动影响，生态质量较差。生态回填修复完成后，乔木占地比例明显增长，植被覆盖度和林地质量有明显提升，地表植被规律且接连成片，便于后期林木管理，增加地面覆盖和土壤抗蚀力，实现保水、保土、保肥、改良土壤，利用培育森林达到防治水土流失的目的；同时可以减少煤矸石对土地的占用，降低所在区域处置一般工业固体废物的处置压力，避免本地出现固废乱堆乱放的问题。

根据《生态修复方案》可知，各建设分区具体造林成效见下表：

表 3.4-12 造林成效一览表

指标生态建设分区	复垦率	成活率	林草覆盖率	3~5 年郁闭度	植物措施
造林区	100%	>85%，三年达 100%	>85%	郁闭度需达到 0.3 以上 (含 0.3)	顶部平台和梯台恢复：油松+连翘+紫花苜蓿的植被类型；抚育管护；
堆土场	100%	>85%，三年达 100%	>85%		边坡恢复：连翘+紫花苜蓿的植被类型；抚育管护；
洗车平台、管理站等地面设施拆除后	100%	>85%，三年达 100%	>85%		

根据《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》（2025 年 9 月）中“4.8 修复的目标任务”可知，生态修复土地面积 22.6724hm<sup>2</sup>，修复完成后全部修复为灌木林地及乔木林地，其中灌木林地面积 7.8521hm<sup>2</sup>，乔木林地面积 14.8203hm<sup>2</sup>，修复率达 100%。本项目生态回填区下游退让 180m，生态回填修复面积为 19.0524hm<sup>2</sup>，临时堆场面积为 1.5958hm<sup>2</sup>，未扰动区域面积为 6.0498hm<sup>2</sup>，最终本项目生态修复面积为 20.6482hm<sup>2</sup>。

本次生态修复荒沟的占地现状为灌木林地和草地，主要植物种类为灌木和草本植物，地表植被分布差异较明显，植被零散，部分区域地表裸露无植被覆盖，生态环境较差。在生态回填后覆土造林能保持原有乡风民俗，造林前后乔木占地面积比例增加，采用乔灌草相结合的造林措施，可以改善区域植被类型结构，随之区域生态系统稳定性、抗逆性也得到改善，而且随着造林管护，林地质量会有明显提高，增加区域内的植被覆盖率。

本次生态修复的植物种类选择油松、连翘、紫花苜蓿等，树种配置方式从单一型变为组合型及立体型，结构更结稳定，物种更加丰富，抗逆性更强，并且项目通过造林后植被密度有明显提升。可见通过本次生态修复的植被措施，原有荒沟的生态环境整体得到了明显提升，生态环境质量明显改善。

本次生态修复项目完成后造林面积 20.6482hm<sup>2</sup>，造林率可达 100%，植被成活率可达 85%以上，三年后成活率达到 100%，最终植被覆盖度恢复到 85%以上，郁闭度达到 0.3 以上（含 0.3），在达成造林目标并验收合格后统一交付于苍上村村委。

## （2）林地等级

本项目征地面积 26.698hm<sup>2</sup>，现状灌木林地 0.2934hm<sup>2</sup>，其他草地 26.64046hm<sup>2</sup>；本次生态修复面积 20.6482hm<sup>2</sup>，其中现状灌木林地 0.2934hm<sup>2</sup>，其他草地 20.3548hm<sup>2</sup>。本项目建设完成后灌木林地升级为乔木林地，其他草地升级为灌木林地和乔木林地。

本次评价根据《林地分等定级技术规范》（T/CREVA 3101-2021）对林地进行等级划分。

根据所在区域的指标等级划分标准，计算各分等单元分值。采用多因素加权法计算分等单元分值，其数学模型如下：

$$P_i = \sum_{j=1}^n [W_j \times P_{ij}]$$

式中：Pi—第 i 个分等单元的分值；

Wj—第 j 个分等指标的权重；

Pij—第 i 个分等单元内第 j 个分等指标的分值；

n—分等指标数量

本项目位于山西省临汾市乡宁县，属于暖温带亚干旱气候区，林地分等指标等级划分标准及其分值参照《林地分等定级技术规范》（T/CREVA 3101-2021）表 C.4 选取，林地分等指标权重按附录 E.1 选取。

林地分等划分标准及其分值参数选取依据见下表：

表 3.4-13 林地分等划分标准及其分值参数选取依据一览表

指标	等级值				
	100 分	80 分	60 分	40 分	20 分
年均气温℃	≥14.0	12.0~14.0	10.0~12.0	8.0~10.0	<8.0
年均降水量	≥1200	1000~1200	800~1000	600~800	<600

mm					
坡度 (°)	<5	5~15	15~25	25~35	≥35
海拔 m	1200-2900	100~1200, ≥2900	80~100	40~80	<40
土层厚度等级	厚层土	--	中层土	--	薄层土
腐殖质厚度 cm	≥5.0	--	2.0~5.0	--	<2.0
生物多样性 (群落结构)	完整结构	--	较完整结构	--	简单结构
土壤质地	壤土	沙壤土、黏壤土	砂质土	黏质土	砾质土
地貌类型	平原	丘陵	低山	中山	高山、极高高山
坡位	平地	谷	下	中	上、脊

林地级别根据实际需要划分级别，级别数以3级~10级为宜，林地级别划分标准见

表 3.4-14，项目占地范围林地等别划分参数及结果见表 3.4-15。

表 3.4-14 林地级别划分标准一览表

定级单元分值	[0.90, 1.00]	[0.80, 0.90]	[0.70, 0.80]	[0.60, 0.70]	[0.50, 0.60]	[0.40, 0.50]	[0.30, 0.40]	[0.20, 0.30]	[0.10, 0.20]	[0.00, 0.10]
级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级	七级	八级	九级	十级

表 3.4-15 林地级别划分标准一览表

指标	项目区情况		分级参数		权重	林地等别划分		参数选择依据	
	现有	项目实施后	现有	项目实施后		现有	项目实施后	现有	项目实施后
气温℃	13.04	13.04	80	80	0.15	0.12	0.12		
降水量 mm	543	543	20	20	0.1	0.02	0.02		
坡度	32°	20°	40	60	0.15	0.06	0.09		
海拔	1294m	1294m	100	100	0.05	0.05	0.05		
土层厚度等级	薄层土	厚层土	20	100	0.1	0.02	0.1		恢复后 覆土 1.0m
腐殖质厚度	小于 2.0cm	小于 2.0cm	20	20	0.15	0.03	0.03		
生物多样性	简单结构	较完整结构	20	60	0.15	0.03	0.09		
土壤质地	黏质土	黏质土	40	40	0.05	0.02	0.02		
地貌类型	低山	低山	60	60	0.05	0.03	0.03		
坡位	下	平地	60	100	0.05	0.03	0.05	谷	恢复成 阶梯状

合计	/	/	/	/	/	0.41	0.6	/	/
----	---	---	---	---	---	------	-----	---	---

由上表可知，项目区现有林地等级为六级，分值为 0.41，生态修复工程实施完毕后林地等级为四级，分值可达 0.6，项目实施显著提高了林地等级。提升主要体现在林木生长环境改善的各个方面，增加地面覆盖和土壤抗侵蚀力，实现保水、保土、保肥、改良土壤，利用培育森林达到防治水土流失的目的。

### 3.5 产排污环节分析

生态回填期主要为场地平整、压实、回填取土等工程以及拦挡工程、截排水工程等基础建设以及后续物料平整整治过程产生的废气、废水、噪声、固废及生态问题，生态回填完成后进行复垦造林。由此可见，本项目产排污环节主要为生态回填过程，生态回填完成后抚育期无废气、废水及噪声产生，主要影响为生态回填修复材料淋溶液对地下水水质的影响。

#### 1、废气

##### (1) 拦挡工程、截排水工程等基础建设扬尘

###### ①平整作业扬尘

基础建设阶段开挖土方，平整和装运过程产生粉尘和二次扬尘，生态回填修复区场地施工及物料堆存、表土堆存产生的无组织扬尘，属无组织排放。施工扬尘量的大小与施工现场条件、管理水平、机械化程度及施工季节、土质结构、天气条件等诸多因素有关。

根据类比资料，施工场地扬尘一般为  $2.2\text{-}3.4\text{mg}/\text{m}^3$ ，施工场地下风向 20m 处施工扬尘达到  $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

###### ②汽车尾气

基础建设所需要的各种机动车辆、施工机械如推土机、铲车、运输卡车等在施工过程中会产生一定的尾气排放，尾气排放属无组织排放，污染物排放量的大小与交通量成比例，与车辆的类型以及运行的工况有关。

###### ③运输扬尘

运输建材、土方过程产生的扬尘。

##### (2) 物料平整过程废气

①运输生态回填修复材料等运输道路沿线的扬尘；

②作业面扬尘；

③生态回填修复材料卸料及平整过程扬尘；

④石灰乳制浆投料粉尘。

## 2、废水

①前期场地清理及基础建设废水主要来自砂石料加工、坝体养护等过程中产生的施工废水，主要污染物为悬浮颗粒物（SS），评价要求将其沉淀处理后，重新回用于施工现场洒水抑尘，不得随意排放；

②生态回填期间主要废水为洗车平台废水、砾石淋溶液；

③工作人员生活废水。

## 3、噪声

整治期噪声主要可分为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声。

机械噪声主要由施工机械所造成，如挖土机械等，多为点声源；施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声，多为瞬间噪声；施工车辆的噪声属于交通噪声，强度在 80~100dB（A）之间。

## 4、固体废物

生态回填期固体废物主要为工程土石方、建筑垃圾、洗车平台沉泥和生活垃圾。生态回填修复区场地平整、土方挖填将会产生一定量的弃渣，建筑垃圾主要包括地基处理过程产生的少量砂石土块、水泥等；洗车平台沉泥；生活垃圾由环卫部门收集后统一处置。由于生态回填修复工程是短期连续的，为满足施工便利，本项目所使用装载机等非道路移动机械的维修和保养全部委托第三方维修专职人员完成，维护后将产生的废机油等一并带走，本项目不对其进行收集和贮存。

## 5、生态环境

生态回填修复区基底平整处理，两侧边坡削整、填挖、筑坝以及防护工程排水沟导排系统和道路等建设需改造沟内现有自然生态环境。工程建设将使所占地的生态功能完全丧失，同时也使区域的景观在一定时间内受到影响，工程临时占地也将使占地范围内的植被遭到破坏，导致局部生态环境功能有所削弱。

## 3.6 环境影响因素分析及污染防治措施

本项目按工程阶段可分为生态回填期和造林抚育期，主要产污时期为生态回填期，为主要评价对象；而抚育造林期主要是造林和生态恢复等带来的正影响，本次评价不进行分析。

### 3.6.1 大气污染物源强及防治措施分析

#### (1) 基础建设扬尘（拦挡工程、截排水工程等）

##### ① 作业扬尘源强

作业扬尘主要来自于土方开挖、施工现场物料装卸、堆放及土方临时堆放等过程；道路运输扬尘来自于施工机械和车辆的往来过程。可在短期内明显影响当地环境空气质量。主要表现为以下几个方面：

- a) 土方开挖过程中挖填方使施工场地的地表和植被遭到破坏，表层土壤裸露，遇风可产生扬尘；
- b) 堆放易产尘的建筑材料，随意堆放，会产生二次扬尘；
- c) 建筑材料的运输，如不采取有效的遮盖措施，会产生扬尘；
- d) 施工垃圾的清理会产生扬尘；
- e) 施工及装卸车辆造成的扬尘。

扬尘的大小与施工条件、管理水平、机械化程度及施工季节、建设地区土质和天气等诸多因素有关，是比较复杂、较难定量的问题。扬尘的排放与施工场地面积和施工活动频率相关，与土壤的泥沙颗粒含量成正比，同时与当地气象条件如风速、湿度、日照等有关。根据类比同类工程，场地内扬尘浓度为  $0.3\sim0.7\text{mg}/\text{m}^3$ 。主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场的气候情况不同，其影响范围也有所不同。根据乡宁县长期气象资料，该区域常年主导风向为 NE 风，因此施工扬尘的影响范围主要在项目区 SW 方向。

距本项目生态修复区最近的村庄为西北侧 259m 的仁马庄村，在项目加强生态回填期施工扬尘污染防治措施后，可减少对敏感目标及周围环境的扬尘污染。

## ②施工扬尘防治措施

- a) 根据“关于印发《山西省深入推进扬尘污染防治工作方案》的通知”（晋环委办函〔2022〕4号）中施工扬尘污染治理和物料运输扬尘污染治理等要求进行施工作业。
  - b) 遇到干燥易起尘的土方工程作业时，应辅以洒水压尘，尽量缩短起尘操作时间。遇到四级及四级以上大风天气，应停止土方作业，同时作业处覆以防尘网；施工现场定期喷洒，保证地面湿润，不起尘。
  - c) 施工过程中使用水泥、石灰、砂石等容易产生扬尘的建筑材料，应采取设置专门的堆蓬，并使用防尘布对原料进行遮盖。
  - d) 整治过程产生的弃料及其他建筑垃圾，应及时清运。有砂石、灰土、灰浆所有易扬尘物料都必须以不透水的隔尘布完全覆盖或放置在顶部和四周均有遮蔽的范围内，防尘布和遮蔽装置的完好率必须大于95%，小批量或八小时之内使用的物料可除外。
  - e) 生态回填期间，对于工地内裸露地面，应进行洒水，晴朗天气时每日洒水2-3次，扬尘严重时应加大洒水频率；对于施工工地道路积尘，可采用水冲洗的方法清洁施工工地道路积尘，不得在未实施洒水等抑尘措施情况下进行直接清扫；每一块独立裸露地面80%以上面积必须采取覆盖措施，覆盖措施的完好率须在90%以上，覆盖措施可采用防尘网、化学抑尘剂等。
  - f) 进出场地的物料、渣土、垃圾运输车辆，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗撒外漏。若无密闭车斗，物料、渣土的装载高度不得超过车辆槽帮上沿，车斗用苫布遮盖严实。苫布边缘要遮住槽帮上沿以下15cm，保证物料、渣土等不露出。
  - g) 运输车辆驶出工地前，应对车身、车槽、轮胎等部位进行清理或清洗以保证清洁上路；洗车喷嘴静水压不得低于0.5MPa；洗车废水经处理后重复使用，回用率不低于90%，回用水悬浮物浓度不应大于150mg/l。
  - h) 施工组织设计中，必须制定施工现场扬尘预防治理专项方案，并指定专人负责落实。严格落实“洒水、覆盖、硬化、冲洗、绿化、围挡”六个100%措施。
  - i) 施工单位应根据《建设工程施工现场管理规定》的规定设置现场平面布置图、工程概况牌、安全生产牌、文明施工牌、环境保护牌、管理人员名单及监督电话等。
- 在采取以上措施后，生态回填期施工产生的扬尘对周围环境产生的影响很小。

## (2) 运输车辆尾气

根据“关于印发《山西省重污染天气消除、臭氧污染防治、柴油货车污染治理攻坚战行动方案》的通知”（晋环委办发〔2023〕2号）中柴油货车、非道路移动源治理和清洁运输等要求进行施工作业。

运输车辆尾气的污染物主要为 NOx、CO 和碳氢化合物，由于生态回填期间车辆具有不确定性，而且排放量较小、影响持续时间短，对评价区环境空气污染程度有限，环评不再对其影响做具体分析。评价要求建设单位在生态回填期间对施工车辆严格要求，使用清洁燃料，运输车辆需达到国六排放标准或使用新能源车辆，非道路移动机械应达到国四标准以上，定期委托第三方对厂内的非道路移动机械进行维修和保养；规范建设视频门禁系统，并与设区市生态环境部门联网；同时加强对施工车辆的作业管理，尽量减少污染物的排放。

## (3) 场地平整过程废气

本次生态回填期平整作业主要废气污染源为无组织扬尘，产生扬尘主要包括回填材料、土方的运输扬尘、生态修复区卸车及平整作业面产生的扬尘。项目通过配备洗车平台及洒水抑尘设施等措施，同时汽车运输过程中限制车速，严禁超载等措施，可有效减少无组织粉尘的产生量。

### ①运输沿线扬尘源强

本项目需新建及改建运矸道路 1036m， $L_R=1.036\text{km}$ ，采用《扬尘源颗粒物排放清单编制技术指南（试行）》中道路扬尘源排放量计算方法进行计算。

a) 每条道路的扬尘排放量计算公式如下：

$$W_{Ri} = E_{Ri} \times L_R \times N_R \times \left(1 - \frac{n_r}{365}\right) \times 10^{-6} \quad (\text{公式 } 1)$$

式中： $W_{Ri}$ ——道路扬尘源中 TSP 的总排放量，t/a；

$E_{Ri}$ ——道路扬尘源中 TSP 的平均排放系数，g/(km·辆)；

$L_R$ ——道路长度，km；取 1.036km。

$N_R$ ——一定时期内车辆在该段道路上的平均车流量，车辆载重为 20t/辆，车流量为 135300 辆/a。

$n_r$ ——不起尘天数，通过实测（统计降水造成的路面潮湿的天数）得到；在

实测过程中存在困难的，可使用一年中降水量大于 0.25mm/d 的天数表示，取 60 天。

b) 对于铺装道路，道路扬尘源排放系数计算公式：

$$E_{Pi} = k_i \times (sL)^{0.91} \times (W)^{1.02} \times (1 - \eta) \quad (\text{公式 2})$$

式中：  $E_{Pi}$ ——铺装道路的扬尘中 TSP 排放系数， g/km（机动车行驶 1 千米产生的道路扬尘质量）；

$k_i$ ——产生的扬尘中 TSP 的粒度乘数；取 3.23。

$sL$ ——道路积尘负荷， g/m<sup>2</sup>；取 1g/m<sup>2</sup>。

$W$ ——平均车重， t；取 20t。

$\eta$ ——污染控制技术对扬尘的去除效率， %，采取抑尘措施后扬尘去效率可达 80%。

经计算，道路扬尘源排放系数 ( $E_{Pi}$ ) 为 13.72，代入公式 1 得本项目汽车运输起尘量为 1.6t/a。

#### 污染防治措施：

汽车运输扬尘主要是运输回填材料等过程中沿途抛洒及道路行驶引起的扬尘，为此环评对运输提出如下要求：

- a) 限制汽车超载，运输车辆采用篷布遮盖，避免车辆沿路抛洒。
- b) 运输车辆达到国六标准或使用新能源车辆，并根据《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》(HJ1014-2020)，非道路移动机械达国四标准以上或新能源，定期对场内的非道路移动机械进行维修和保养。
- c) 本项目场内设 1 套车辆冲洗平台，设置 1 座 50m<sup>3</sup> 水池收集废水（一级沉淀池、二级沉淀池、清水池合计容积 50m<sup>3</sup>，配套建设保温措施，保证冬季正常运行），运输汽车进出场前对轮胎、车体进行清洗，冲洗水经沉淀池沉淀后循环利用。
- d) 进场道路采取硬化处理，道路路面由 2 台洒水车进行洒水，保持路面清洁和一定的空气湿度。
- e) 严格管理车辆，运输道路与村庄保持一定的距离且在经过村庄时要减速行驶。

在采取上述措施后，运输过程抑尘效率为 80%，项目运输过程无组织扬尘排放 0.32t/a。

## ②平整作业面扬尘源强

对于平整工程而言，扬尘主要来源于回填材料表面扬尘和回填材料堆放过程扬尘两方面，主要产生于汽车装卸、平整施工环节。汽车装卸时，回填材料在重力作用下下落时和风吹造成扬尘，在回填材料堆放情况下，回填材料表面在风吹作用下产生扬尘。起尘量的大小取决于作业强度、粒度、回填材料含水率和风速，其中含水率和风速是决定扬尘对空气质量影响大小的主要因素。

a) 因此在考虑回填材料物理特性的情况下，采用堆场源强估算公式进行计算：

$$W_Y = \sum_{i=1}^m E_h \times G_{Yi} \times 10^{-3} + E_w \times A_{Yi} \times 10^{-3} \quad (\text{公式 3})$$

式中：W<sub>Y</sub>——堆场扬尘源中 TSP 的总排放量，t/a；

E<sub>h</sub>——堆场装卸运输过程的扬尘 TSP 排放系数，kg/t；

m——物料装卸总次数，车辆载重为 20t/辆，车流量为 135300 辆/a；

G<sub>Yi</sub>——第 i 次装卸过程的物料装卸量，取 20t；

E<sub>w</sub>——物料受到风蚀作用的 TSP 排放系数，kg/m<sup>2</sup>；

A<sub>Yi</sub>——料堆表面积，m<sup>2</sup>；取 2500m<sup>2</sup>；

b) 装卸、运输物料过程扬尘排放系数的估算：

$$E_h = k_i \times 0.0016 \times \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} \times (1-\eta) \quad (\text{公式 4})$$

式中：E<sub>h</sub>——堆场装卸扬尘的排放系数，kg/t；

k<sub>i</sub>——物料的粒度乘数；取 0.74；

u——地面平均风速，取 1.6m/s；

M——物料含水率，取 5%，车辆装卸时对煤矸石进行洒水抑尘；

η——污染控制技术对扬尘的去除效率，在采取抑尘措施后扬尘去除效率可达 90%。

经计算 E<sub>h</sub>=0.013kg/t。

c) 堆场风蚀扬尘排放系数的计算方法：

料堆表面遭受风扰动后引起颗粒物排放的排放系数可以用下式计算：

$$E_w = k_i \times \sum_{i=1}^n P_i \times (1 - \eta) \times 10^{-3}$$

$$P_i = \begin{cases} 58 \times (u^* - u_t^*)^2 + 25 \times (u^* - u_t^*); & (u^* > u_t^*) \\ 0; & (u^* \leq u_t^*) \end{cases}$$

(公式 5)

式中：  $E_w$ ——堆场风蚀扬尘的排放系数，  $\text{kg}/\text{m}^2$ ；

$k_i$ ——物料的粒度乘数，取 0.74；

$n$ ——料堆每年受扰动的次数，最大扰动次数按 365 次考虑；

$P_i$ ——第  $i$  次扰动中观测的最大风速的风蚀潜势，  $\text{g}/\text{m}^2$ ；

$\eta$ ——污染控制技术对扬尘的去除效率，在采取本环评提出的抑尘措施，扬尘去除效率可达 90%；

$u^*$ ——摩擦风速，  $\text{m}/\text{s}$ ；

$u_t^*$ ——阈值摩擦风速，即起尘的临界摩擦风速，按  $4.8\text{m}/\text{s}$  计。

$$u^* = 0.4u(z)/\ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (z > z_0)$$

(公式 6)

式中：  $u(z)$ ——地面风速，  $\text{m}/\text{s}$ ；取  $1.6\text{m}/\text{s}$ 。

$z$ ——地面风速检测高度，取  $10\text{m}$ ；

$z_0$ ——地面粗糙度，  $\text{m}$ ，城市取值 0.6，郊区取值 0.2；

0.4——冯卡门常数，无量纲。

经计算  $u^*=0.165\text{m}/\text{s}$ ，因  $u^*<u_t^*$ ，则  $P_i=0$ ，  $E_w=0$ （公式 5），因此计算得  $W_Y$ （堆场扬尘源中 TSP 的总排放量）为  $35.1\text{t}/\text{a}$ 。

### 污染治理措施：

- a) 避免大风天气作业，大风天气增加洒水频率；
- b) 在土方开挖、卸车、平推、压实煤矸石等过程中，应使用洒水车定时进行洒水抑尘作业；
- c) 工程开挖土方应有计划地堆置在现场，且要及时回填；回填土方要及时碾压，临时堆土需对其进行覆盖等；
- d) 满足“施工工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输”六个百分百要求；

e) 加强现场施工管理，对平整物及时碾压和覆土：回填作业区采用分区、分块平整的方式，使煤矸石暴露面最小，堆满一块覆盖一块从而一次形成永久性覆盖面，上层黄土经碾压后板结，并通过洒水等方式，最大限度的减小扬尘；

f) 倾倒过程中采取 2 台雾炮机洒水抑尘并在作业面设置移动式防尘板，设专人负责洒水抑尘管理，降低物料落差，四级及四级以上大风天气禁止作业。

在采取上述措施后，生态回填作业抑尘效率为 95%，项目生态回填作业无组织扬尘排放 1.755t/a，排放速率为 0.22kg/h。

表 3.5-1 生态回填期污染物排放情况一览表

污染源	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	
						标准名称	标准值
生态修复区	基础建设	粉尘	-	①易产生的建筑材料，应集中堆置在施工区域主导风向的下风向，并加盖苫布；②施工土石方及时处理，避免大风天气对周围环境空气造成污染。	-	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中表 2 无组织排放限值	无组织排放监控浓度限值为 1.0mg/Nm <sup>3</sup>
	场地平整过程	扬尘	35.1	场内配备洒水车，合理规划回填作业区，分片区平整，层层压实。及时分片覆土封闭，保持较小的作业面积，每一块分区达到平整标高时及时覆土，待边坡稳定后进行临时覆土，及时栽种草植，进行绿化。	1.755		
运输车辆	运输车辆	扬尘	1.6	①运输道路进行硬化，定期清扫和洒水；②车辆密闭或加盖苫布，防遗撒；③在生态修复区进出口位置设洗车平台，车辆进出场时对轮胎、车体进行清洁，设置 1 座 50m <sup>3</sup> 水池收集废水，最终废水回用于车辆轮胎冲洗，不外排。	0.32	-	-

### 3.6.2 废水污染源源强及防治措施分析

#### (1) 施工废水

生态回填期废水主要来自砂石料加工、坝体养护过程产生的废水，在出入施工场地处设置 1 座容积为 5m<sup>3</sup> 的沉淀池，施工废水经收集后回用于场地洒水降尘，不外排。

#### (2) 场地抑尘洒水

回填作业采用分区、分块运行方式，运行过程中使填充材料暴露面最小，回填一块

覆盖一块从而一次形成永久性覆盖面，最大限度的减小扬尘，并及时洒水、碾压和覆土。并配备移动式洒水车对作业面进行洒水抑尘。场地洒水用水量按  $1.5\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{次})$  计，每天 2 次。 $50\text{m} \times 50\text{m}$  的作业单元计算，则堆场洒水降尘用水量  $7.5\text{m}^3/\text{d}$ 。此环节不产生废水。

### (3) 洗车平台废水

本项目车辆冲洗产生的车辆清洗废水量为  $16.4\text{m}^3/\text{d}$ ，污染成分主要为泥沙，在生态修复区出入口处设置 1 套  $50\text{m}^3$  二级沉淀循环水池，废水经收集、沉淀后回用于车辆轮胎冲洗，不外排，对周围环境无影响。

根据《山西省用水定额 第 3 部分：服务业用水定额》(DB14/T1049.3-2021) 规定，载重汽车冲洗用水定额为  $40\sim 60\text{L}$ ，本项目运输车辆冲洗用水量按平均值  $50\text{L}/\text{辆}$  计，车辆载重  $20\text{t}$ ，项目年运输量  $270\text{ 万 t}$ ，运输天数  $330\text{d}$ ，日平均车流量为  $410$  辆，则项目区运输车辆冲洗用水量  $20.5\text{m}^3/\text{d}$ ，损耗按用水量  $20\%$  计，则废水量为  $16.4\text{m}^3/\text{d}$ ，经收集沉淀后循环使用。

### (4) 生活污水

本项目劳动定员  $10$  人，本项目场地内不设食堂、浴室、宿舍，职工使用化粪池。职工生活污水主要为盥洗废水，污水产生量为  $0.56\text{m}^3/\text{d}$ ，水质简单，直接用于生态修复区每日抑尘洒水，无废水积存和外排；化粪池定期掏空，由附近农民清运，用于农田施肥。

### (5) 雨水

雨季时沟谷内会形成的短时水流，周围除了山坡雨水外，无其它河沟汇入，汇流面积比较小，本项目区域汇水面积合计为  $0.267\text{km}^2$ 。雨季时，场地上游及周边汇水通过截排水渠排到场地外；为排出项目区内部雨水，在沟内设置 2 条排水涵管和 5 座排水竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置 1 座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。不会因雨水长时间浸泡煤矸石产生高浓度的淋溶液，对水环境的影响较小。

### (6) 淋溶水

#### ①生态回填期

乡宁县属于暖温带亚干旱气候,年平均降水量543.6mm,年蒸发量平均为1692.7mm,是年降水量的3.11倍,气候较干旱。项目场地在无降水的情况下,不会产生重力水对地下水渗入补给,在持续降水条件下,雨水入渗将使煤矸石的含水量超过持水度,产生一定量的淋溶水。根据设计方案,项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-5}$ cm/s,厚度大于0.75m,本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层,场地处理主要为地表清理和场底压实等。

为排出项目区内部雨水,在沟内设置2条导排涵管和5座导流竖井,下渗土壤的雨水通过排水竖井收集,汇流进入沟底敷设的排水涵管,在涵管下游位置设置1座渗滤液收集井,项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。在采取上述措施后,入渗雨水不会在场内积存,正常情况下不会产生高浓度淋溶液对水环境造成污染。

## ②抚育管护期

根据当地气象资料情况,区域年蒸发量远大于降水量。结合项目覆土造林工程措施,生态修复区配备完整的排水设施,基本不存在积水的情况,且在场地四周修建截排水渠,以截排地表径流,防止雨水对场地的侵袭,同时在拦挡坝下游设消力池,集水通过消力池排出场外。此外,项目生态修复区采取天然基础层作为防渗衬层(经夯实后渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-5}$ cm/s),可达到良好的防渗效果,不会对区域水环境造成影响。

### 3.6.3 噪声污染源强及防治措施分析

本项目噪声污染源主要为场内的机械噪声和运输噪声,产噪设备有推土机、挖掘机、碾压机、装载机、洒水车和运输车辆等。

本项目主要噪声源设备及源强见下表:

表 3.5-2 主要噪声源设备及源强一览表

序号	噪声源位置	名称	单位	数量	声压级 dB(A)	治理措施
1	生态修复区	推土机	台	2	80~100	采用低噪声设备,夜间不作业
		挖掘机	台	2	78~96	
		碾压机	台	2	95~100	
		装载机	台	2	85~95	
		洒水车	台	2	80~90	
		水泵	台	1	95~105	
2	运输道路	运输车辆	辆	25	75~90	加强管理、减速、禁鸣

由于本项目噪声源主要为各类高噪声施工机械,这些机械单体声级一般在80dB(A)

以上，并且各施工阶段均有大量设备交互作业，这些设备在场地内的位置、同时使用率有较大变化，其瞬时声压级在 75~105dB（A），但本项目选址位于沟谷之中，有山体阻隔，企业应合理安排生态回填作业时间，将高噪声作业尽量安排在白天进行。在落实环评提出的噪声防治措施后，对周围环境影响较小。

运输噪声主要为汽车运输对沿途村庄居民生活的影响，如发动机声、鸣笛声。

环评要求本项目施工机械应尽量选用低噪声机械设备，从噪声的源头上进行控制；要定期对机械设备进行维护和保养，使其一直保持良好的状态，减轻因设备运行状态不佳而造成的噪声污染；合理安排施工时间，合理布局施工现场，以避免局部声级过高；晚上 22 时至次日 6 时禁止高噪声设备使用；建筑材料运输车辆经过沿线村庄时减速慢行，并禁止鸣笛。

#### 3.6.4 固体废物源强及防治措施分析

生态回填过程临时产生的土石方要定点、合理堆放，并采用遮盖、洒水等措施临时防护，及时运送到填方区，回用于用土工程，及时回填。

拦挡坝、截排水渠、横向排水渠和消力池等的建设过程中产生的石块、混凝土、水泥和砂浆等，全部送至当地政府指定的建筑垃圾堆放场进行处置。

本项目劳动定员 10 人，生活垃圾按 0.5kg/人·天计，则生活垃圾产生量为 1.65t/a。项目区内设带盖垃圾桶集中收集后，送当地环卫部门指定地点处置。

由于生态回填任务是短期连续的，为满足施工便利，本项目所使用装载机等非道路移动机械的维修和保养全部委托第三方维修专职人员完成，维护后将产生的废机油等一并带走，本项目不对其进行收集和贮存。

#### 3.6.5 生态环境影响保护措施

##### （1）基础建设过程（拦挡工程、截排水工程等）

①本项目清基作业产生的土石方优先就近用于填方，剩余土方暂存于临时堆土场，用于后期覆土。填方采取边填、边铺、边碾压的一条龙施工作业方法，填方边坡随时洒水降尘，工程结束后及时进行工程护坡和植物栽植。开挖路基的临时弃土不能随意堆放，应尽量少占压土地和地表植被，路基坡面采取护坡措施，作好道路两侧的排水设施，保证地面径流的畅通，减少和避免边坡的冲刷，保证正常的施工运输，尽量避免水土流失；

施工中土石和其它材料的运输与堆放应注意扬尘，进行洒水和遮盖，减轻扬尘对周边大气环境的影响。施工结束后及时对运输道路进行生态修复，为恢复植被创造条件。

②拦挡坝、消力池、截排水工程等的建设应先作好防护措施，再行施工。对施工现场和道路及时洒水减轻扬尘影响，土石方不随意堆放，尽量减小占压面积，保持区内植被。建成后应按生态修复方案（设计）所提出的植物措施及时复垦。

③保存好占地范围内的表层熟土，为植被恢复提供良好的土壤。

④合理安排作业时间，避免在雨期进行土方作业。

⑤运输道路施工过程中，应严格控制路基开挖作业面，避免超挖破坏周围植被。尽量缩短整治工期，减少疏松地面的裸露时间，对开挖边坡的防护工程，应在达到设计稳定边坡后迅速进行防护，同时在修建运输道路时，为疏导坡面来水和路面集水，在道路两侧设截排水渠，排水渠采用浆砌石砌筑，矩形断面，纵向坡度根据沟底纵坡及沟内地形，一般控制在8%以内，两侧边沟一般应保证坡体稳定。由于本项目大部分路段涉及开挖作业，因此为确保路堑边坡稳定，在边坡铺盖三维植被网喷洒植草防护。

## （2）生态回填过程

生态回填后通透性较好，一般降水可渗入其中，不会发生地表径流，汇水面积较小，基本不会引起滑坡、塌方等地质灾害，但平整作业场地在降雨强度较大时会引起面蚀，面蚀严重时，可进而形成浅沟和切沟，或引起溃坝等严重污染环境的事件，故平整作业场地首先必须作好水土保持工程，在平整前要做防渗层、筑坝。

①煤矸石由汽车运至项目区，每平整一层矸石层用推土机进行一次压实，有效防止地面沉陷。坡面每平整到一定高度建造一个梯台，建设梯台并修建横向排水沟，防止坡面汇水冲刷平台。

②项目生态修复区采取天然基础层作为防渗衬层（经夯实后渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ），可达到良好的防渗效果。

③在生态修复区下游严格按照要求筑拦挡坝，以免溃坝后煤矸石被洪水冲走而污染环境。

④作业区每层回填材料堆放完成后，即开始对边坡进行整形，坡面形成1:2的坡度。

- ⑤为了防止周边来水进入场地，对场地内坡面造成冲刷，修建截排水渠。
- ⑥在生态修复区平整至设计高度后要及时对顶部平台进行覆土，覆土厚度 1.0m。
- ⑦覆土后生态修复区采取乔灌草结合的造林方式进行造林。

### (3) 复垦造林过程

本次生态修复项目的建设实现了煤矸石的综合利用，整治后覆土造林，恢复为林地，达到最终造林目标后交付管头镇苍上村村委。

设计要求按照分台阶堆放，形成水平梯台，最后覆土造林。平台覆土后恢复为林地，回填材料分层碾压平整，顶部采用林草植物措施。根据《造林技术规程》(GB/T15776-2016)选择根系发达和固土能力强的树种，且具有生长快、防护型能耗、抗逆性强、生长稳定等优良性状的树种。本次整治完成的生态修复区拟采用乔灌草相结合的立体造林方式，乔木树种选择油松，灌木选择连翘，草本为紫花苜蓿。

①生态修复区进行平整覆土，顶部覆土厚度为 1.0 米，采取乔灌草措施，乔木种植标准 1667 穴/hm<sup>2</sup>，行间距 3.0m×2.0m；灌木种植标准 3334 穴/hm<sup>2</sup>，行间距 2.0m×1.5m；草本 30kg/hm<sup>2</sup>，补重量按 20%计。乔木、灌木选用 3 年生苗，栽植深度 60cm，采用植苗造林，苗木要求生长健壮，无病虫危害，胸径 8-10cm。栽植时要强度截干，栽植后要浇足透水。

②按确定的定植点挖坑，坑径大小应视苗木规格大小和土质条件确定。一般苗木根系或图球直径大 20cm-30cm。挖坑挖槽的位置准确，坑、槽壁直上直下。

### ③生态环境管理措施

生态环境管理是政府环境保护机构依据国家和地方制定的有关自然资源与生态保护的法律、法规、条例、技术规范和标准等所进行的技术含量很高的行政管理工作。对建设项目的生态影响实施有效管理是其日常工作的一个重要组成部分。

对本工程而言，通过上述生态保护与生态恢复措施的实施，可以有效地减轻工程建设对生态环境的影响，但要使得各项措施得以顺利落实，还必须加强管理，具体措施如下：

a) 结合生态管理方案，要制定并实施对项目进行的生态监测计划，发现问题，特别是重大问题时要呈报上级主管部门和环境保护部门及时处理。

- b) 要编制施工人员守则和项目建成后运行人员的生态守则。
- c) 要严格实施各项水土保持措施，确保回填材料分层堆放、层层压实；拦挡坝、区内排水设施等严格按照要求保质保量建设。
- d) 要严格保证各项整治和生态恢复措施的实施，为确保植树种草的成活率，翌年应对上年整治情况实地检查，对死苗及时补种，病害苗及时打药后移除。

## 第四章 环境现状调查与评价

略

## 第五章 环境影响预测与评价

### 5.1 环境空气影响预测与评价

#### 5.1.1 生态回填期粉尘影响分析

经分析，本项目生态回填过程的主要产污环节如下：

①场地的清理、平整以及场地内拦挡、排水工程、运输道路的开挖等施工过程中会使施工场地内的地表和植被遭到破坏，从而使土壤松动，表层土壤裸露，遇风可产生二次扬尘。

②土石方的临时堆放场和易产生尘的建筑材料堆放场若无围档或随意堆放，遇风会产生二次扬尘，对周围环境空气造成一定的影响。

③建筑材料的运输，如不采取有效的遮盖措施，会沿路抛洒，产生二次扬尘。

④建筑垃圾的不当堆放和清理会产生扬尘。

⑤施工及装卸车辆产生的扬尘。

#### (1) 露天堆场及裸露场地风力扬尘环境影响分析

由于生态回填过程建筑材料露天堆放，以及施工点表层土壤人工开挖、放填，在气候干燥又有风的情况下，会产生扬尘。尘粒在空气中的传播扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。不同粒径的尘粒的沉降速度见下表：

表 5.1-1 不同粒径尘粒的沉降速度

粒径 ( $\mu\text{m}$ )	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度 (m/s)	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粒径 ( $\mu\text{m}$ )	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度 (m/s)	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粒径 ( $\mu\text{m}$ )	450	550	650	750	850	950	1050
沉降速度 (m/s)	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由上表可知，尘粒的沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为  $250\mu\text{m}$  时，沉降速度为  $1.005\text{m/s}$ ，因此可以认为当尘粒大于  $250\mu\text{m}$  时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场的气候情况不同，其影响范围也有所不同。根据回填材料淋溶浸出试验结果可知，项目所用煤矸石属于第 I 类一般工业固体废物，污染物质与土壤中污染成分类似对土壤环境影响较小。

根据乡宁县长期气象资料，该区域常年主导风向为东北风，距本项目最近的村庄为仁马庄村（259m），加强项目施工期的扬尘防治措施后可减少对附近敏感目标的影响。

## （2）汽车运输扬尘环境影响分析

据有关文献资料介绍，车辆行驶产生的扬尘占总扬尘的60%以上。表5.1-2所示为一辆载重20t卡车，通过一段长度为1km的路面时，不同路面清洁程度和不同行驶速度情况下的扬尘量。由此可见，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁程度越差，则扬尘量越大。

因此限速行驶和保持路面的清洁是减少汽车扬尘的有效手段。

表5.1-2 汽车扬尘产生条件分析及产尘量参考 单位：kg/辆·km

清洁程度 车速 \	0.1 (kg/m <sup>2</sup> )	0.2 (kg/m <sup>2</sup> )	0.3 (kg/m <sup>2</sup> )	0.4 (kg/m <sup>2</sup> )	0.5 (kg/m <sup>2</sup> )	1.0 (kg/m <sup>2</sup> )
5 (km/hr)	0.051056	0.085865	0.116382	0.144408	0.170715	0.287108
10 (km/hr)	0.102112	0.171731	0.232764	0.288815	0.341431	0.574216
15 (km/hr)	0.153167	0.257596	0.349146	0.433223	0.512146	0.861323
25 (km/hr)	0.255279	0.429326	0.58191	0.722038	0.853577	1.435539

车辆运输扬尘对运输路线两侧一定区域的环境空气TSP将造成一定的污染，主要影响范围为运输道路沿线村庄（包含项目区新建临时道路和项目区外现有乡村道路），主要有下善村、管头镇、石窑村等，可能造成局部环境空气TSP超过二级标准。因此，环评要求运输车辆均采用篷布遮盖以防止物料洒落，车辆行驶线路应尽可能避开居民区，施工场地进口较为平坦区域设洗车平台，对驶出车辆轮胎和车身进行一次冲洗，避免车辆将泥土带上道路产生二次污染。

如果在生态回填期间对车辆行驶的路面和部分易起尘的部位实施洒水抑尘，每天洒水2次，可使扬尘减少80%左右，下表5.1-3为施工场地洒水抑尘的试验结果，结果表明实施每天洒水2次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘污染距离缩小到20~50m范围内。

表5.1-3 施工场地洒水抑尘试验结果一览表

距离 (m) 措施 \	10	20	50	100	
TSP 小时 平均浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

上述结果表明，施工场地有效的洒水抑尘可以大幅度降低施工扬尘的污染程度，确保施工场地下风向50m处TSP浓度低于《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中表2无组织排放1.0mg/m<sup>3</sup>的限值要求。

为进一步减少车辆运输产生的污染影响,评价要求企业运输车辆应达到国六标准或使用新能源车辆,规范建设视频门禁系统,并与设区市生态环境部门联网,同时保持车身和轮胎清洁再上路,在公路上行驶严格限速以免造成运输车辆的超标排放,施工过程中柴油货车、非道路移动源治理和清洁运输等满足“关于印发《山西省重污染天气消除、臭氧污染防治、柴油货车污染治理攻坚战行动方案》的通知”(晋环委办发〔2023〕2号)相关要求。在采取以上措施后,汽车运输扬尘对施工场界和运输道路沿线敏感目标基本无影响。

#### **非道路移动源污染控制管理要求:**

本次评价参照《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南(环办大气函〔2020〕340号)》及《山西省重污染天气消除、臭氧污染防治、柴油货车污染治理攻坚战行动方案》(晋环委办发〔2023〕2号)等文件相关要求对本项目涉及的非道路移动源提出以下要求:

- ①装载机等非道路移动机械按照要求进行编码登记,同时在机械明显位置张贴环保“二维码”信息采集卡、悬挂环保号牌,并安装车辆车载诊断系统(OBD)远程在线监控系统和机械环保电子标签;
- ②非道路移动机械采用新能源或达到国IV排放标准。
- ③非道路移动机械按年度委托第三方进行排放检测,每月由企业进行自检,并做好记录。

#### **(3) 平整作业环境影响分析预测**

本次生态修复时间约2.61年,评价主要对生态回填平整作业面产生的扬尘环境影响进行预测。

##### **①估算模型参数**

采用《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)推荐的AERSCREEN估算模型,参数见下表:

表 5.1-4 估算模型参数表

参数		取值	取值依据
城市/农村选项	城市/农村	农村	3km 范围内无城市建成区或者规划区
	人口数(城市选项时)	/	/
最高环境温度/℃	36.1		
最低环境温度/℃	-20.3		近 20 年气象统计数据
土地利用类型	草地	3km 范围内占地面积最大的土地利用类	

区域湿度条件		中等湿度	型为其他草地 中国干湿状况分布图
是否考虑地形	考虑地形	是	/
	地形数据分辨率/m	90	SRTM 数据来源
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	否	/
	岸线距离/km	/	/
	岸线方向/°	/	/

表 5.1-5 面源参数调查表

面源编号	面源名称	面源海拔高度	面源长度	面源宽度	与正北夹角	面源初始排放高度	年排放小时数	排放工况	评价因子源强 (TSP)
G <sub>1</sub>	生态修复区	1265m	50m	50m	30°	7m	7920h	连续	0.044kg/h

## ②评价等级及预测结果

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》(HJ2.2-2018)，评价等级采用污染物的最大地面空气质量浓度占标率  $P_i$  (第  $i$  个污染物，简称最大浓度占标率) 来进行判定， $P_i$  的计算公式如下：

$$P_i = (C_i/C_{oi}) \times 100\%$$

式中：  $P_i$ —第  $i$  个污染物的最大地面浓度占标率，%；

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

$C_{oi}$ —第  $i$  个污染物的环境空气质量浓度标准， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。一般选用 GB3095 中 1h 平均质量浓度的二级浓度限值，如项目位于一类环境空气功能区，应选择相应的一级浓度限值。对仅有 8h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

评价等级按照表 5.1-6 的分级判据进行划分。

表 5.1-6 评价等级判别表

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

本项目废气污染物为 TSP，采用估算模式预测正常排放情况的结果如下：

表 5.1-7 估算模型计算结果一览表

距源中心下风向距离	生态修复区	
	预测质量浓度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	占标率 (%)
10	39.9380	4.44
25	57.4150	6.38
50	75.4350	8.38

66	79.0630	8.78
75	78.1470	8.68
100	73.2770	8.14
150	66.5650	7.4
200	62.7360	6.97
300	52.5700	5.84
500	39.7160	4.41
800	31.2590	3.47
1000	27.2290	3.03
1300	23.7270	2.64
1600	21.7530	2.42
1900	19.5810	2.18
2100	18.3070	2.03
2500	16.2090	1.8
最大质量浓度及占标率/%	79.063	8.78
最大浓度落地点/m	66	

根据估算模式的预测结果，本项目生态修复区扬尘 TSP 最大地面质量浓度为  $79.063\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为 8.78%，最大落地浓度出现在下风向 66m 处。由评价等级判据知，本项目大气评价等级为二级评价。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），二级评价不进行进一步预测，只根据估算模式计算结果进行影响分析。

### ③场界达标分析

**作业方式：**本项目生态回填采用分区、分块平整的方式，回填作业区堆满一块覆盖一块，及时覆盖黄土并碾压压实，并通过洒水等方式，可最大限度的减小扬尘。

**作业面积：**本项目作业面积  $50\times 50\text{m}$ ，作业面积较小，作业区平整完毕后及时覆盖黄土并碾压压实，扬尘产生量较小。

**风速影响：**本项目大风天气下（风速 $\geq 4\text{m}/\text{s}$ ）情况下不进行作业，扬尘影响较小。

**现场管理：**建设单位派专人进行现场管理，严格按照环评提出的抑尘措施执行。

根据表 5.1-7 估算模型计算结果一览表，本项目生态修复区扬尘 TSP 最大落地浓度为  $79.063\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，场界浓度可以满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中表 2 无组织排放限值  $1.0\text{mg}/\text{m}^3$  的要求。项目建设对周围大气环境质量的影响较小。最大落地浓度出现在下风向 66m 处，距离环境保护目标村庄较远，对环境保护目标的影响较小。

#### ④大气环境防护距离

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）相关规定，本项目无需设置大气环境防护距离。

#### ⑤污染物排放量核算

本项目污染物排放主要为生态回填平整作业过程中和回填材料运输过程中无组织逸散，颗粒物无组织排放量核算见表 5.1-8，年排放量核算汇总见表 5.1-9。

表 5.1-8 无组织颗粒物排放量核算表

排放口编号	产污环节	污染物	主要污染防治措施	国家或地方污染物排放标准		年排放量(t/a)
				标准名称	浓度限值(mg/m <sup>3</sup> )	
1	平整起尘	颗粒物	避免大风天气作业，大风天气增加洒水频率，加强环境管理，减少无组织排放	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)	1.0	1.755
			道路硬化、采用篷布遮盖、洒水、设置洗车平台		表 2	1.0
总计						2.075

表 5.1-9 本项目大气污染物年排放核算表

序号	污染物	年排放量(t/a)	排放方式
1	颗粒物	2.075	无组织

#### 5.1.2 抚育造林期大气环境影响分析

通过前文分析，本次生态修复项目大气环境影响主要体现在生态回填期，主要影响环节有场地平整、压实、回填工程以及修筑拦挡、截排水设施等的基础建设期，造地完成后进行复垦造林，经验收合格后交付村委，项目后期不仅对大气环境无影响，而且复垦的林木可以起到改善周围环境空气和景观质量的作用。

#### 5.1.3 环境空气影响评价结论

##### (1) 评价结论

通过分析，在项目严格落实评价提出的环境空气防治措施后，项目产生的无组织废气可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）限值达标排放。根据环境影响预测结果，本项目污染源正常工况下颗粒物最大地面浓度占标率为 8.78%（小于 10%），排放的污染物对评价区贡献值较小，本项目选址及总图布置合理，不会对周围村庄带来影响。

##### (2) 大气环境防护距离

根据《环境空气影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018),本项目评价等级为二级,二级项目不进行进一步预测,不涉及大气环境防护距离。

### (3) 大气环境影响评价自查表

表 5.1-10 大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目								
评价等 级与范 围	评价等级	一级□			二级□		三级□			
	评价范围	边长=50km□			边长=5~50km□		边长 =5km□			
评价因 子	SO <sub>2</sub> +NO <sub>x</sub> 排放量	≥2000t/a□	500~2000t/a□			<500t/a□				
	评价因子	基本污染物( )			包括二次 PM <sub>2.5</sub> □					
评价标 准	评价标准	国家标准□		地方标准□		附录 D□		其他标准□		
现状评 价	评价功能区	一类区□		二类区□		一类区和二类区□				
	评价基准年	(2024) 年								
	环境空气质量现 状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据 □		现状补充检测□				
	现状评价	达标区□				不达标区□				
污染源 调查	调查内容	本项目正常排放源□		拟替代的污 染源□	其他在建、 拟建项目 污染源□		区域污染源 □			
		本项目非正常排放源□			污染源□		污染源□			
		现有污染源□			污染源□		污染源□			
大气环 境影响 预测与 评价	预测模型	AERM OD□	AD MS□	AUSTAL 2000□	EDMS/AE DT□	CALPU FF□	网格模 型□	其他 □		
	预测范围	边长≥50km□			边长 5~50km□		边长=5km□			
	预测因子	预测因子( )				包括二次 PM <sub>2.5</sub> □				
	正常排放短期浓 度贡献值	C 本项目最大占标率≤100%□				C 本项目最大占标 率>100%□				
	正常排放年均浓 度贡献值	一类区	C 本项目最大占标率≤10%□		C 本项目最大占标率>10%□		C 本项目最大占标率>30%□			
	非正常 1h 浓度贡 献值	二类区		C 本项目最大占标率≤30%□		C 本项目最大占标率>30%□				
	保证率日平均浓 度和年平均浓度 叠加值	非正常持续时长( ) h			C 非正常占标率≤100%□		C 非正常占标 率>100%□			
	区域环境质量的 整体变化情况	C 叠加达标□				C 叠加不达标□				
环境监 测计划	污染源监测	监测因子: ( TSP )			有组织废气监测□		无监测□			
		无组织废气监测□			监测点位数( )		无监测□			
评价结	环境影响	可以接受□				不可以接受□				

论 述	大气环境 防护距离	距( )厂界最远( )m			
	污染源年排放量	SO <sub>2</sub> : ( )t/a	NOx: ( )t/a	颗粒物: ( )t/a	VOCs: ( )t/a
注: “□”, 填“√”; “( )”为内容填写项					

## 5.2 地下水环境影响预测与评价

### 5.2.1 预测范围

预测范围与调查评价范围一致。生态回填区地下水预测范围为: 北侧以项目北侧的甘草山山脊为边界, 南侧以项目南侧的山脊-龙窝村南为边界, 东侧以山脊-上窑沟村为边界, 西侧下善河东岸为边界, 预测区面积约 7.5km<sup>2</sup>。

### 5.2.2 情景设置与源强确定

#### (1) 地下水污染途径分析

通过对项目建设内容的分析, 本项目对地下水影响情景设定为降雨形成的渗滤液下渗对地下水造成影响。根据导则及涉及的环境敏感目标, 本次评价重点预测土地综合整治区降雨形成的渗滤液下渗对评价范围内的二叠系砂岩裂隙含水层的影响。

#### (2) 污染物选取

根据矸石成份及矸石淋溶试验分析结果, 对比《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准, 结合地下水导则要求, 选取占标率最大的污染物砷作为预测因子。

#### (3) 源强分析

生态回填修复区在无降水的情况下, 不会产生重力水对地下水渗入补给, 但在持续降水条件下, 雨水入渗将使煤矸石的含水量超过持水度, 形成重力水, 产生一定量的淋溶水, 通过底层渗入地下, 造成对区域地下水的污染。场地虽经过碾压防渗处理, 但仍具有一定的孔隙。因此, 在降水条件下, 生态回填修复区将接受一定量的降水入渗量, 当其持水度超过最大持水度之后即形成重力水(即浸溶水), 并向下运移补给地下水。

$$Q = P \times a \times F$$

式中: Q—多年平均渗水量(万 m<sup>3</sup>/a);

P—多年平均降雨量, 取 543.6mm

a—生态回填修复区面积, 约 20.6482 万 m<sup>2</sup>

F—降水入渗系数, 采用该地区所在区域, 第四系黄土层入渗系数, 其值取

0.2;

经计算，多年平均降水入渗水量可达到  $22448.7\text{m}^3/\text{a}$  ( $61.5\text{m}^3/\text{d}$ )，长时间的浸溶后形成砾石淋溶水，可在重力作用下越流下渗补给地下水体。

本次评价采用解析法进行预测计算，未考虑吸附作用、化学反应等因素。砾石淋溶资料，污染因子总砷的初始浓度取  $0.0219\text{mg/L}$ ，最大入渗量为  $61.5\text{m}^3/\text{d}$ ，即污染物产生量为  $1.347\text{g/d}$ 。

### 5.2.3 预测方法与参数

#### (1) 预测方法

本次地下水评价等级为三级，本次采用解析法的一维稳定流二维水动力弥散—平面瞬时点源公式预测，公式如下：

$$C(x, y, t) = \frac{m_M / M}{4\pi n t \sqrt{D_L D_T}} e^{-\left[\frac{(x-ut)^2}{4D_L t} + \frac{y^2}{4D_T t}\right]}$$

式中：x，y—计算点处的位置坐标；

t—时间，d；

$C(x,y,t)$ —t时刻点x，y处的示踪剂浓度， $\text{mg/L}$ ；

M—含水层厚度，m；

$m_M$ —瞬时注入示踪剂的质量， $\text{kg/d}$ ；

u—水流速度， $\text{m/d}$ ；

n—有效孔隙度，无量纲；

$D_L$ —纵向弥散系数， $\text{m}^2/\text{d}$ ；

$D_T$ —横向y方向的弥散系数， $\text{m}^2/\text{d}$ ；

$\pi$ —圆周率。

#### (2) 预测参数

x坐标选取与地下水水流方向相同，y坐标选取与地下水水流垂直方向，以污染源为坐标零点。

计算时间t依据污染物在含水层的净化时间确定。

本次评价目的含水层为二叠系砂岩裂隙含水层。根据《山西陆通能源有限公司利用固废回填生态修复项目水文地质报告》，含水层最大残留厚度为40m，渗透系数取

$2.12 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$  ( $1.832 \text{ m/d}$ )。

有效孔隙度根据经验值取 20%。

水流速度为渗透系数、水力坡度的乘积除以有效孔隙度。根据生态回填区水文地质报告，生态回填区的水力梯度约为 5%，计算得生态回填区的水流速度约为  $0.458 \text{ m/d}$ 。

纵向弥散系数  $D_L$ : 参考弥散度与尺度的关系，纵向弥散度  $\alpha_L$  选用  $10 \text{ m}$ ，由此计算纵向弥散系数  $D_L = \alpha_L \times u = 4.58 \text{ m}^2/\text{d}$ 。

横向弥散系数  $D_T$ : 根据经验一般  $\alpha_T/\alpha_L=0.1$ ，因此横向弥散度  $\alpha_T=0.1 \times \alpha_L=1 \text{ m}$ ，由此计算横向弥散系数  $D_T = \alpha_T \times u = 0.458 \text{ m}^2/\text{d}$ 。

## 5.2.4 地下水环境影响评价

### 5.2.4.1 预测结果及分析

污染物砷在地下水中的运移速度最快，本次预测仅考虑了非正常工况下，砾石被雨水浸泡 100 天和 3 年时，污染物进入含水层地下水沿水流方向的最大运移距离。预测结果见下图。

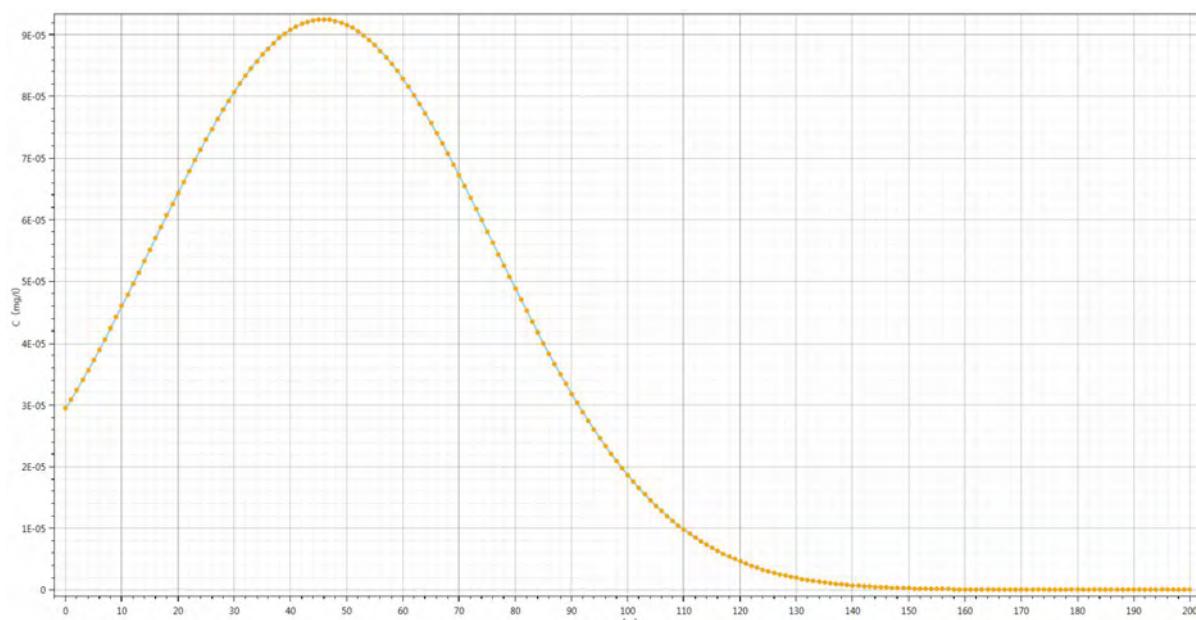


图 5.1-1 污染物砷渗漏后 100d 下游轴向浓度变化情况

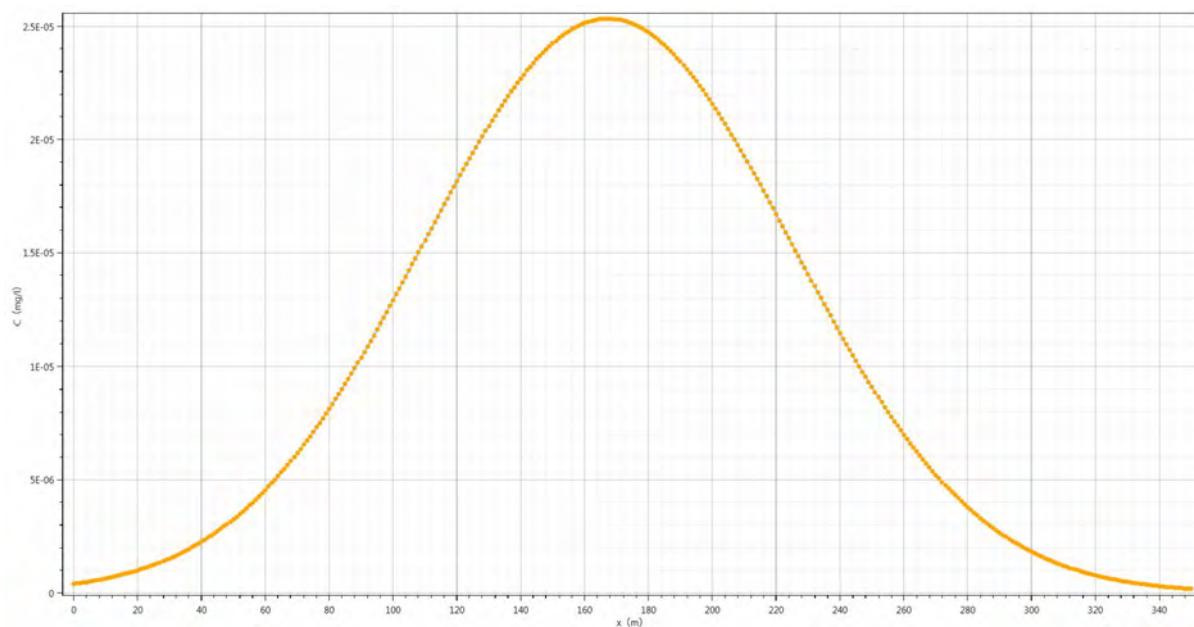


图 5.1-2 污染物砷渗漏后 365d 下游轴向浓度变化情况

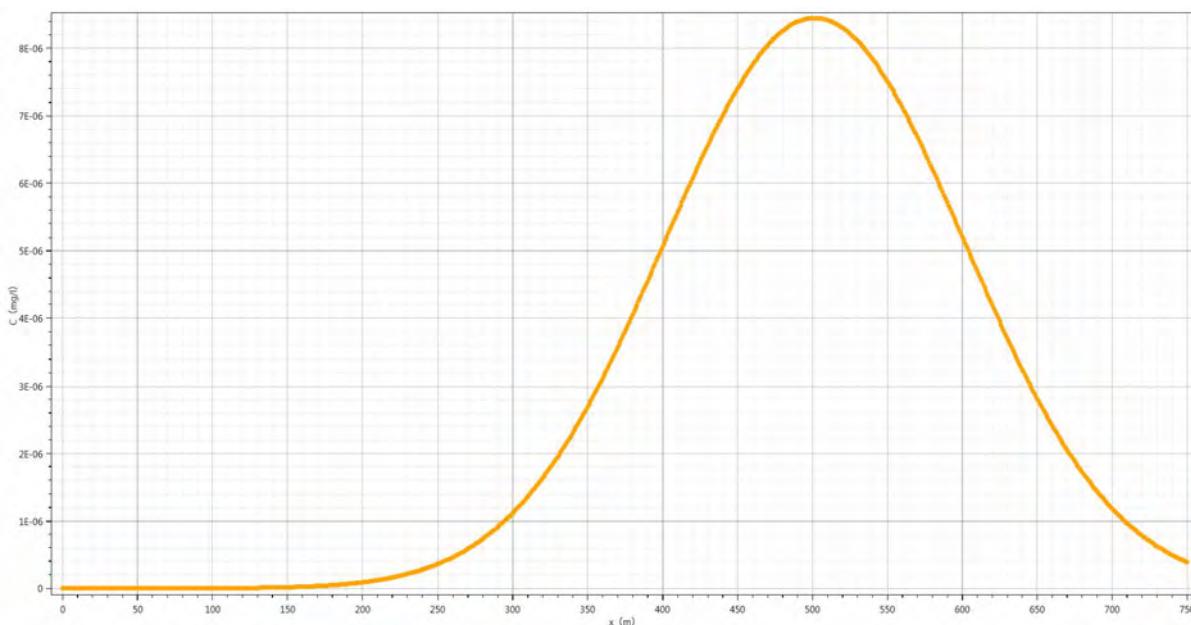


图 5.1-3 污染物砷渗漏后 3a 下游轴向浓度变化情况

### 影响预测结果分析

根据计算结果，砾石被雨水充分浸泡 100 天后，砾石淋溶液沿含水层地下水水流方向迁移 45.8m 处砷浓度最大  $9.25 \times 10^{-5}$  mg/L，远小于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准要求；砾石被雨水充分浸泡 365 天后，砾石淋溶液沿含水层地下水水流方向迁移 167.2m 处砷浓度最大  $2.53 \times 10^{-5}$  mg/L，远小于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准要求；砾石被雨水充分浸泡 3 年后，砾石淋溶液沿含水层地下水水流方向迁移 501.5m 处砷浓度最大  $8.45 \times 10^{-6}$  mg/L，远小于《地下水质量

标准》（GB/T14848-2017）III类标准要求。由此可见，项目边界外不出现超标区域。运移距离较小，本项目距最近的乡宁县樊村坪水源地约6.8km，距离龙子祠泉域边界2.4km，因此本项目即使在事故状态下，被雨水充分浸泡，其渗滤液也不会对周边地下水造成明显影响。

#### 5.2.4.2 地下水环境保护措施与对策

地下水环境一旦被污染则很难弥补，因而对水环境特别是地下水的保护必须引起重视，我国颁布的《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国水污染防治法》均以法律形式对水污染防治作出了明确的规定，国务院六部委提出的节水措施也十分明确。根据依法办事，以防为主，防治结合，抓关键抓死角的防治原则，结合本次评价地下水的实际情况，提出以下的保护措施：

(1) 场地底部采取防渗措施，造地过程中及时压实，及时覆土并压实，压实系数不小于0.93。

(2) 严格落实周边排水沟、底部排水涵洞等设施，造地过程中及时建设平台横向截水沟、边坡截洪沟等，保证场内外雨水的顺利导排，避免浸泡矸石，减少矸石渗滤液的形成。

(3) 矸石为I类一般工业固体废物，对其的储存、处置按照I类一般工业固体废物的要求进行；沟底黄土经夯实作为防渗层（防渗层的厚度相当于渗透系数 $1\times10^{-5}\text{m/s}$ ），矸石分层压实、黄土覆盖处理后，可达到良好的防渗效果。

##### (4) 加强跟踪监测

###### ①监测布点：

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），在地下水水流场上游应布置1个监测井，在下游至少布置1个监测井，在可能出现污染扩散区域至少布置1个监测井。本项目地下水为三级评价，共设置3个跟踪监测井，在场地地下水水流场上游50m设1个监测井，场址西侧50m处设置1个地下水监测井，场址下游50m设地下水监测井。

监测井井深达到岩石层，取水含水层为松散岩类孔隙水。

###### ②监测时间和频次

平整造地阶段每季度 1 次，每两次监测之间间隔不少于 1 个月，监测责任主体为山西陆通能源有限公司，并按要求对检测数据进行分析，保存监测报告，并定期公开监测数据，若发现异常或事故，应加密监测频次，并分析原因采取应急措施。

### ③监测项目

监测项目包括：PH、砷。

### ④整治结束后，即封场后

监测项目：浑浊度、pH、溶解性总固体、氯化物、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）砷、氟化物

整治结束监测频次：监测频次至少每半年 1 次，直到地下水水质连续 2 年不超出地下水本底水平。

监测井具体布设情况见表 5.1-1。

表 5.1-1 跟踪监测井布设情况

编号	位置	井深	监测层位	水井结构	监测因子	监测频率	备注
1#	填埋区上游	约 45m	二叠系砂岩裂隙含水层	PVC 套管	浑浊度、pH、溶解性总固体、氯化物、硝酸盐（以 N 计）、亚硝酸盐（以 N 计）砷、氟化物、硒	运行期间，监测频次至少每季度一次，每两次监测之间间隔不少于 1 个月；整治完成后，监测频次至少每半年 1 次，直到地下水水质连续 2 年不超出地下水本底水平	未建
2#	拦挡坝西侧						未建
3#	消力池西侧						未建

### 5.2.4.3 地下水环境影响评价结论

#### (1) 环境水文地质现状

按含水介质的岩性特征与地下水赋存条件，评价区的地层由老至新依次为：奥陶系中统峰峰组（O2f），石炭系中统本溪组（C2b），石炭系上统太原组（C3t），二叠系下统山西组（P1s）和第四系上更新统（Q3）及全新统（Q4）。

为了解评价区地下水环境质量现状，本次评价布设了 3 个水质监测点，根据地下水环境质量现状监测结果，对比《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，所有监测点位的各项监测因子均达标。

#### (2) 地下水环境影响

本项目正常状况下，运营期废水全部回用不外排，淋溶液经收集引至渗滤液收集池，且项目所在地属于干旱少雨地区，年蒸发量大于降雨量，同时项目区防渗措施可以满足要求，因此正常状况下对地下水环境影响较小，对村庄分散式饮用水井影响较小；非正常状况，项目区渗滤液收集池防渗措施出现破损的情况下，淋溶水下渗可能会对地下水环境产生一定影响；根据地下水预测结果，污染物可能的迁移影响范围和超标范围均较小，在该范围内没有村庄分散式饮用水井，同时项目在生态回填结束后，会在顶部覆土造林，因此淋溶液的产生量会进一步减少，因此非正常状况下，本项目的建设对地下水环境影响较小，对村庄分散式饮用水井影响较小。

### （3）地下水环境污染防治措施

本项目正常状况下废水全部回用不外排，减少了污染物的排放量，同时要求企业加强监督管理，将污染物的跑、冒、滴、漏降到最低限度。

同时根据建设项目场地天然包气带防污性能、污染控制难易程度和污染物特性，对项目场地提出了分区防渗要求。

### （4）地下水环境影响评价结论

综上所述，在项目建设过程中加强管理，严格遵循地下水环境防治与保护措施以及环评要求，本项目对地下水环境影响较小，地下水环境影响整体上可以接受。

## 5.3 声环境影响预测与评价

### 5.3.1 预测范围

预测范围为生态修复区及场界外 200m 内。

### 5.3.2 预测点与评价点确定

预测点和评价点为场界四周。

### 5.3.3 建设施工期噪声影响分析

#### （1）主要施工噪声源及污染特征

施工期间的噪声包括各类施工机械设备、物料装卸碰撞噪声及施工人员人为噪声，其主要噪声源是各类高噪声的施工机械设备。施工机械噪声对声学环境的污染特征是高噪声施工机械的使用相对集中于土方期，主要高噪声施工机械打桩机的冲击噪声较强，

但发声时间相对较短；施工机械辐射声多为高频的机械噪声，其中尤以冲击噪声影响范围较大。

### (2) 施工噪声的环境影响分析

由于施工期间在运行的机械设备的种类和数量总在波动，要准确预测各噪声源的综合影响结果是很困难的，因此，仅预测各个声源单独作用时的影响结果。本评价采用点声源几何衰减模式预测，其预测模式如下：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20\lg(r/r_0)$$

式中：  $L_A(r)$  —— 预测点处的声压级，dB(A)；

$L_A(r_0)$  —— 参考点  $r_0$  处的声压级，dB(A)；

$r$  —— 噪声源至预测点的距离，m。

施工期主要机械设备的噪声水平和预测值见表 5.3-1。

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的 2 类标准，本项目昼间噪声限值为 70dB (A)，夜间噪声限值为 55dB (A)，由于施工作业主要在白天进行，施工范围灵活，并位于沟谷中，噪声的传播会得到一定的衰减和阻隔，从表 5.3-1 可以看出距项目声源 100m 处的噪声已满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

表 5.3-1 施工机具噪声水平及不同距离处噪声预测值 单位：dB(A)

噪声源	噪声值	距声源不同距离处的噪声值						
		10m	30m	50m	70m	100m	150m	200m
挖掘机	95	75.0	65.5	61.0	58.1	55.0	51.5	49.0
推土机	94	74.0	64.5	60.0	57.1	54.0	50.5	48.0
搅拌机	90	70.0	60.5	56.0	53.1	50.0	46.5	44.0
装载机	88	68.0	58.5	54.0	51.1	48.0	44.5	42.0
平地机	94	74.0	64.5	60.0	57.1	54.0	50.5	48.0
压地机	92	72.0	62.5	58.0	55.1	52.0	48.5	46.0
空压机	92	72.0	62.5	58.0	55.1	52.0	48.5	46.0
震捣棒	79	59.0	49.5	45.0	42.1	39.0	35.5	33.0
水泵	100	95.0	85.5	76.0	66.5	57.0	46.5	36.0

### (3) 场地平整噪声影响分析

生态回填期的噪声主要为机械噪声、作业噪声和运输车辆噪声。

机械噪声主要由施工机械所造成，如装载机等，多为点声源；作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声，多为瞬间噪声；运输车辆的噪声属于交通噪声。本

项目主要噪声源特征值见下表:

表 5.3-2 生态回填期主要噪声源一览表

设备名称	声级, dB (A)	距离, m	噪声特征
推土机	86	5	流动噪声源
压实机	85	5	流动噪声源
装载机	90	5	流动噪声源
挖掘机	84	5	流动噪声源
运输车辆	90	5	流动噪声源

声源在传播过程中, 受传播距离、阻挡物反射、空气吸收和物体屏蔽影响会产生各种衰减。回填噪声源可近似为点源, 根据点声源衰减模式, 可计算出各填埋作业机械的场地达标边界距离。

$$L_p = L_{p0} - 20 \log(r/r_0) - \Delta L$$

式中:  $L_p$ —距声源  $r$  处声压级, dB(A);

$L_{p0}$ —距声源  $r_0$  处声压级, dB(A);

$\Delta L$ —各种衰减量(除发散衰减量外), dB(A)。室外噪声源  $\Delta L$  取为零。计算时,  $L_p$  为符合 GB12348-2008 规定的场地边界噪声限值,  $L_{p0}$  为生态回填作业机械设备的噪声值, 夜间停止施工, 计算出的各施工机械达标边界距离见下表:

表 5.3-3 主要机械设备达标距离、排放特征表

设备名称	声级, dB (A)	达标距离 (m)	排放特征
推土机	86	48	间断
压实机	85	54	间断
装载机	90	24	间断
挖掘机	84	10	间断
运输车辆	90	10	间断

由上表可知, 生态回填过程中设备噪声最远达标距离为 54m。经调查, 本项目生态修复区距最近的仁马庄村边界约 259m, 并且施工活动均位于沟谷内, 存在土坡、绿化等的阻隔, 在施工方合理安排施工方案及时间后, 项目填埋作业机械产生的噪声不会对附近村庄居民产生影响。

#### (4) 回填材料运输过程影响分析

为减轻运输车辆对沿线敏感点的噪声影响, 评价要求建设单位严格限制运输车辆超载; 在经过村庄的路段(仁马庄村、下善村、管头镇)禁止鸣笛, 减少运输量; 运输车辆经过村庄时要减速行驶, 夜间禁止运输; 定期对运输车辆进行保养, 淘汰不合格的车

辆，使车辆处于良好状态，降低辐射声级。在采取上述措施后，项目运输车辆产生的噪声可降低 5~10dB（A）。由于一部分村庄与公路相邻（参照《声环境质量标准》执行 4a 类功能区要求，昼间 70dB），综合质量现状和措施效果考虑，在严格落实评价提出的声环境保护措施后，本项目道路运输对沿线敏感目标影响较小。

#### 5.3.4 运营期声环境影响分析

本次生态修复项目主要影响体现在场地平整、压实、回填工程以及修筑拦挡、截排水设施等的生态回填期，回填完成后进行复垦造林，经验收合格后交付村委。本项目抚育造林期及交付后没有明显声源，另外栽植林木可改善本地声环境，形成自然的隔声屏障，防止外界噪音侵袭，运营期对敏感目标等周围环境有益。

#### 5.3.5 声环境影响评价自查表

表 5.3-4 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级及范围	评价等级	一级□		二级☑		三级□			
	评价范围	200m☒		大于 200m□		小于 200m□			
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☒		最大 A 声级□		计权等效连续感觉噪声级□			
评价标准	评价标准	国家标准☒		地方标准		国外标准			
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类区☒	2 类区□	3 类区□	4a 类区□	4b 类区□		
	评价年度	初期□	近期☒	中期□	远期□				
	调查方法	现场实测法☒		现场实测加模型计算法□		收集资料☒			
	现状评价	达标百分比			100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测□		已有资料□		研究成果□			
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☒			其他□				
	预测范围	200m☒		大于 200m□		小于 200m□			
	预测因子	等效连续 A 声级☒		最大 A 声级□		计权等效连续感觉噪声级□			
	厂界噪声贡献值	达标☒			不达标□				
	声环境保护目标噪声值	达标☒			不达标□				
环境监测计划	排放监测	厂界监测☒ 固定位置监测□ 自动监测□ 手动监测□ 无检测□							
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：等效连续 A 声级			监测点位数： -	无检测（ ）			
评价结论	环境影响	可行☒			不可行□				

注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。

## 5.4 土壤环境影响预测与评价

### 5.4.1 预测情景与预测因子识别

#### 5.4.1.1 土壤环境影响类型与影响途径识别

本次评价在工程分析结果的基础上,结合土壤环境敏感目标,根据建设项目基建期、回填期和抚育造林期三个阶段的具体特征,识别土壤环境影响类型与影响途径。

识别结果见下表:

表 5.5-1 建设项目土壤环境影响类型与影响途径表

不同时段	污染影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他
基建期			√	
生态回填期			√	
抚育造林期			√	

注: 在可能产生的土壤环境影响类型处打“√”, 列表未涵盖的可自行设计。

由上表可知,本项目土壤影响类型为污染影响型,影响时段为基建期、生态回填期,主要影响途径为垂直入渗。

#### 5.4.1.2 土壤环境影响源及影响因子识别

本次评价根据场地平面布置情况,对土壤污染源及影响因子识别,本项目土壤环境影响源及影响因子识别结果见下表:

表 5.5-2 污染影响型建设项目土壤环境影响源及影响因子识别表

污染源	工艺流程/节点	污染途径	全部污染指标	特征因子
生态修复区	生态回填期、抚育造林期	大气沉降	颗粒物	颗粒物
		垂直入渗	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、氟化物	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、氟化物

### 5.4.2 土壤环境预测与评价

本项目属于污染影响型,施工期及运营期对土壤环境的主要影响途径为事故状况下渗滤液垂直入渗影响。

#### (1) 垂直入渗

本项目在建设过程中,由雨水淋溶产生的浸出液最终会进入坝下消力池,因此,浸出液在消力池内的水质最差。根据前文工程分析和土壤环境影响识别,结合本项目所在处的水文地质条件,参照《环境影响评价技术导则土壤环境》(试行)(HJ964-2018)评价技术要求,本次评价考虑消力池内浸出液以点源形式垂直下渗进入土壤,对土壤环

境产生影响。

根据污染物在土壤环境中的迁移特性，本次模拟预测运用 HYDRUS-1D 软件中水流及溶质运移两大模块模拟污染物在土壤中水分运移和溶质迁移。

### ① 水流运移方程

土壤水流数学模型选择各向同性的土壤、不可压缩的液体（水）、一维情形的非饱和和土壤水流运动的控制方程，即 HYDRUS-1D 中使用的经典 Richards 方程描述一维平衡水流运动。

公式如下：

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ K \left( \frac{\partial h}{\partial x} + \cos \alpha \right) \right] - S$$

式中， $h$  为压力水头； $\theta$  为体积含水率； $t$  为模拟时间； $S$  为源汇项； $\alpha$  为水流方向为纵轴夹角； $K(h, x)$  为非饱和渗透系数函数，可由方  $K(h, x)=K_s(x)K_r(h, x)$  计算得出。其中， $K_s$  为饱和渗透系数； $K_r$  为相对渗透系数。

HYDRUS-1D 软件中对土壤水力特性的描述提供了 5 种土壤水力模型，本次评价选用目前使用最广泛的 van Genuchten-Mualem 模型计算土壤水力特性参数  $\theta(h)$ 、 $K(h)$ ，且不考虑水流运动的滞后现象。

公式如下：

$$\theta(h) = \begin{cases} \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + |\alpha h|^n]^m} & h < 0 \\ \theta_s & h \geq 0 \end{cases}$$

$$m = 1 - 1/n \quad n \geq 1$$

$$K(h) = K_s S_e^l [1 - (1 - S_e^{1/m})^m]^2$$

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r}$$

式中， $\theta_r$  为土壤的残余含水率； $\theta_s$  为土壤的饱和含水率； $\alpha$ 、 $n$  为土壤水力特性经验参数； $l$  为土壤介质孔隙连通性能参数，一般取经验值。

### ② 一维非饱和溶质运移方程

HYDRUS-1D 软件中使用经典对流-弥散方程描述一维溶质运移。

公式如下：

$$\frac{\partial (\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \theta D \frac{\partial c}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial x} (qc)$$

式中，c 为污染物介质中的浓度，mg/L；D 为弥散系数，m<sup>2</sup>/d, 代表分子扩散及水动力弥散，反映土壤中溶质分子扩散和弥散；q 为渗流速率，m/d；z 为沿 z 轴的距离，m；t 时间变量，d；θ 土壤含水率，%。

### ③参数设置

本次评价通过将回填材料浸出试验结果与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管理标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地土壤污染风险筛选值进行对比分析，选择占比率大且影响较为严重的污染因子作为土壤环境影响预测因子：“砷”为预测因子，浓度为 0.0219mg/L。

同时根据前文工程分析结果，在发生渗漏情况下，污染物浓度及渗漏源强参考地下水影响分析。本次预测情景为非正常工况下发生渗漏，污染物进入地下土壤环境。土壤水力参数选用 HYDRUS-1D 提供的轻壤土土质类型的经验值。选定水流模型上边界为恒压水头边界，下边界为自由下渗排水边界。

### ④土壤环境影响预测结果

基于上述模型设置，对土壤中砷迁移过程进行模拟预测，预测时长分别为 100d、365d、10a，预测结果见图 5.4-1。

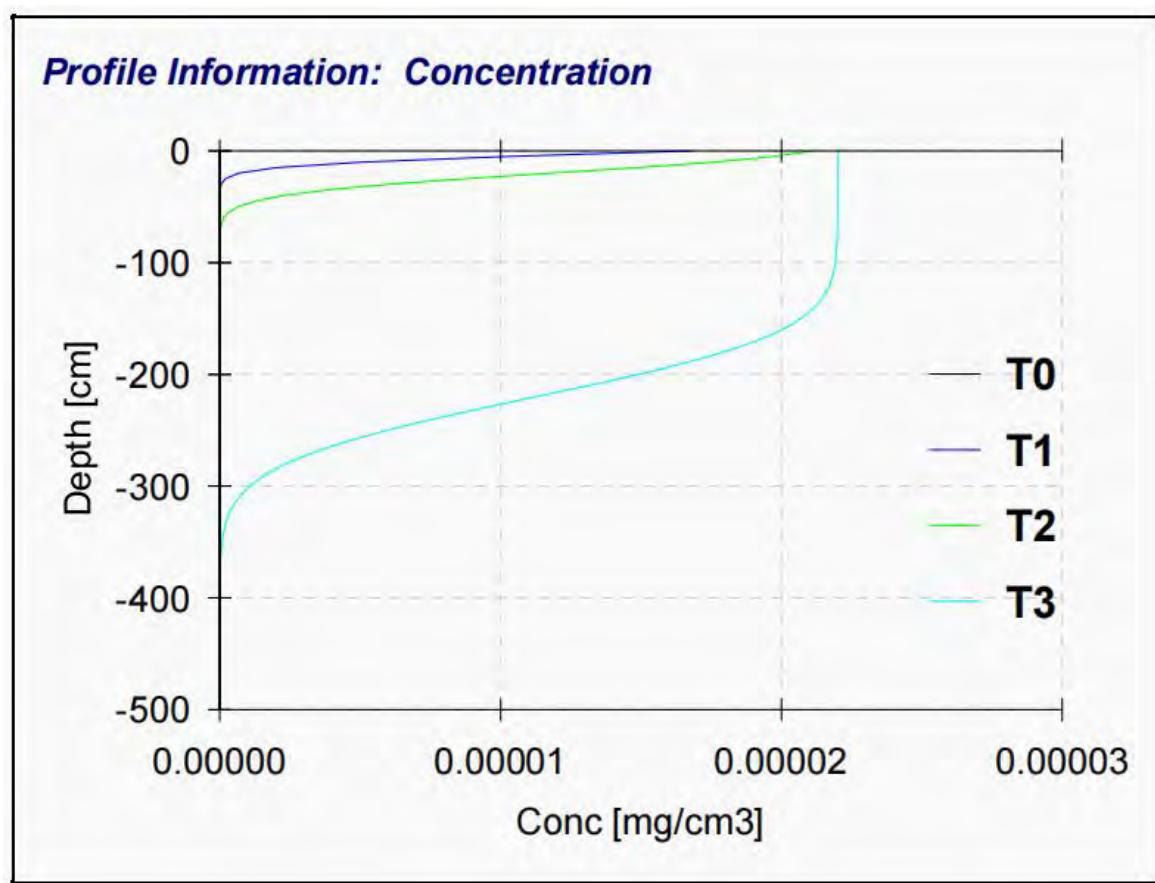


图 5.4-1 项目区不同时间砷的浓度随深度变化曲线

污染物砷进入土壤 100d 后，垂向最远运移距离（深度）约 45cm，砷浓度最大值为土壤表层的  $0.000015\text{mg}/\text{cm}^3$ ；365d 后，垂向最远运移距离（深度）约 68cm，砷浓度最大值为土壤表层处的  $0.000021\text{mg}/\text{cm}^3$ ；10a 后，垂向最远运移距离（深度）约 359cm，砷浓度最大值为土壤表层处的  $0.000022\text{mg}/\text{cm}^3$ 。

总体来看，污染物砷进入土壤垂向运移过程中，浓度随运移距离呈先逐渐增大达最大值后，逐渐变小的趋势。模拟预测的 100d、365d、10a 三个时间点，污染物砷垂向最远运移距离(深度)分别为 45cm、68cm、359cm，土壤中污染物砷最大浓度分别为  $0.000015\text{mg}/\text{cm}^3$ 、 $0.000021\text{mg}/\text{cm}^3$ 、 $0.000022\text{mg}/\text{cm}^3$ ，叠加背景值  $6.09\text{mg}/\text{kg}$  后仍可满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）限值要求。结合调查可知，项目建成后 10a 内污染物最远运移距离为 3.59m，并且土壤中污染物已呈现稀释降低的趋势（满足风险筛选限值），故污染物垂直入渗不会对下游基本农田造成不利影响。由此可见，预设情景下，渗滤液下渗对区域土壤环境质量影响可接受。

综上所述，当发生渗漏时污染物砷对土壤环境影响较小，结果可以接受。

### 5.4.3 土壤保护措施及对策

针对项目可能发生的土壤环境污染途径，以“源头控制、过程防控、跟踪监测”为原则，主要提出以下措施：

#### (1) 源头控制

①项目回填材料为乡宁县台头镇鸿达洗煤厂、乡宁昌昇源煤业有限公司、乡宁县台头顺通洗煤有限公司、山西宇晟能源股份有限公司、山西贾罕世纪洗煤有限公司和乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司煤矸石，除此之外，其他类生活垃圾、工业废渣、危废等固废禁止入场。

②场地建设施工前做好表层熟土的收集及存放，以用于后期表土覆盖及植被恢复，为了使黄土层更加密实，需采用分次覆盖、分层碾压的方法，要求压实度不小于 93%。

③严格按要求落实防渗处理。根据设计方案，项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s，厚度大于 0.75m，本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等。当天然基础层不能满足上述要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s 且厚度为 0.75m 的天然基础层。

#### (2) 过程防控

生态回填过程中，严格按要求科学回填作业，落实各抑尘措施，合理安排作业时间，大雨及大风天气禁止作业，及时进行覆土和绿化等。

#### (3) 跟踪监测

监测点位：生态修复区下游基本农田，设 2 个点位；渗滤液收集池外下游，设 1 个点位；场地外西南方向基本农田，设 1 个点位，共 4 个点位。

监测因子：含 PH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌共 9 项，标准执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中规定的筛选值。监测频率均为 1 次/年。

### 5.4.4 土壤环境影响评价结论

项目实施后事故状况消力池发生渗漏时，污染物砷对土壤环境影响较小，不会改变土壤中砷的原始状态。因此，从土壤环境保护角度，本项目建设可行。

本项目土壤环境影响评价自查表见下表：

表 5.4-1 本项目土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况			备注
影 响 识 别	影响类型	污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态影响型 <input type="checkbox"/> ；两种兼有 <input type="checkbox"/>			
	土地利用类型	建设用地 <input type="checkbox"/> ；农用地 <input checked="" type="checkbox"/> ；未利用地 <input type="checkbox"/>			
	占地规模	(26.698) hm <sup>2</sup>			
	敏感目标信息	敏感目标（基本农田）、方位（东北侧）、距离（20m）			
	影响途径	大气沉降 <input type="checkbox"/> ；地面漫流 <input type="checkbox"/> ；垂直入渗 <input checked="" type="checkbox"/> ；地下水位 <input type="checkbox"/> ；其他（ ）			
	全部污染物	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌			
	特征因子	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌			
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类 <input type="checkbox"/> ；II类 <input checked="" type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/>			
	敏感程度	敏感 <input checked="" type="checkbox"/> ；较敏感 <input type="checkbox"/> ；不敏感 <input type="checkbox"/>			
评价工作等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>			
现 状 调 查 内 容	资料收集	a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input checked="" type="checkbox"/> ；c) <input type="checkbox"/> ；d) <input type="checkbox"/>			
	理化特性	见表 4.2.5-2			
	现状监测点位	表层样点数	占地范围内	占地范围外	深度
		柱状样点数	1	2	0-0.2m
					0.5-1.5m 1.5-3m
现状监测因子		pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌			
现 状 评 价	评价因子	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌			
	评价标准	GB15618 <input checked="" type="checkbox"/> ；GB36600 <input type="checkbox"/> ；表 D.1 <input type="checkbox"/> ；表 D.2 <input type="checkbox"/> ；其他（ ）			
	现状评价结论	达标			
影 响 预 测	预测因子	砷			
	预测方法	附录 E <input checked="" type="checkbox"/> ；附录 F <input type="checkbox"/> ；其他（ ）			
	预测分析内容	影响范围（场界及外扩 0.2km 范围内） 影响程度（0~3.59m）			
	预测结论	达标结论：a) <input checked="" type="checkbox"/> ；b) <input type="checkbox"/> ；c) <input type="checkbox"/> 不达标结论：a) <input type="checkbox"/> ；b) <input type="checkbox"/>			
防 治 措 施	防控措施	土壤环境质量现状保障 <input type="checkbox"/> ；源头控制 <input checked="" type="checkbox"/> ； 过程防控 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他（ ）			
	跟踪监测	监测点数	监测指标	监测频次	
		2	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	每3年监测一次	
	信息公开指标	监测位置、点数、指标、频次，土壤污染防治措施。			
评价结论		可以接受 <input type="checkbox"/>	不可以接受 <input type="checkbox"/>		
注 1：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。					

注 2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。	
--------------------------------	--

## 5.5 生态环境影响分析

### 5.5.1 对土地利用的影响分析

本项目为生态修复项目，项目整治期场地清理、场底处理、边坡处理以及挡护工程、防排洪工程的建设首先要清除地表，短期内改变了占地区的土地利用类型。评价通过叠加土地利用类型现状图，分析项目对土地利用类型的影响。

填充完成后，顶部平台、马道平台全部恢复为乔木林地，边坡恢复为灌木林地，进场道路留作林地维护道路，道路两侧种植绿化带。土地利用类型由原来的其他草地灌木林地等，全部变为乔木林地、灌木林地、沟渠等。土地利用类型发生较大变化。

表 5.5-1 本项目土地类型预测表

地类名称	现状	建成后	变化量 ha
	面积 ha	面积 ha	
旱地	62.9	62.9	0
灌木林地	100.2	106.28	6.08
其他林地	8.46	8.46	0
其他草地	59.62	38.68	-20.94
工业用地	1.49	1.49	0
采矿用地	0.62	0.62	0
农村宅基地	1.91	1.91	0
特殊用地	0.33	0.33	0
城镇村道路用地	0.11	0.11	0
农村道路	4.52	4.87	0.35
河流水面	0.52	0.52	0
水工建筑用地	0	0.01	0.01
沟渠	0	0.29	0.29
乔木林地	0	14.21	14.21
合计	240.68	240.68	0

综上分析可知，项目对评价范围的土地利用格局产生了针对性调整，整体呈现“林地扩张、草地缩减、新增特定用地”的核心变化特征，具体可从以下几个方面分析：

#### 1. 林地类用地显著扩张，生态功能强化

**新增乔木林地：**现状中乔木林地面积为 0ha，建成后新增 14.21ha，主要来源于顶部平台、马道平台的复垦恢复，填补了区域内乔木林地的空白，提升了区域植被覆盖的层次与稳定性。

扩大灌木林地：灌木林地面积从现状 100.20ha 增至建成后 106.28ha，净增 6.08ha，主要为边坡修复后的植被类型转化，进一步巩固了区域的水土保持与植被覆盖基础。

## 2. 其他草地缩减，转化为生态用地

其他草地是项目中面积变化最大的地类，现状面积 59.762ha，建成后缩减至 38.68ha，净减少 20.94ha。减少的草地主要通过复垦造林，转化为乔木林地（14.21ha）与灌木林地（6.08ha），剩余部分则维持原有功能，实现了“低生态功能用地向高生态功能用地”的转化，优化了土地利用的生态结构。

## 3. 补充水利与道路配套，完善生态支撑

水工建筑用地：现状无此类用地，建成后新增 0.01ha，主要为防排洪工程配套设施（如渗滤液收集池、拦挡坝）。沟渠：现状无沟渠，建成后新增 0.35ha，主要为项目截排水沟，强化了区域防洪排涝能力，保障生态修复成果的稳定性。

## 4. 多数地类无变化，保障区域功能基础

评价范围内超 80%的地类（旱地、其他林地、工业用地、采矿用地、农村宅基地、特殊用地、城镇村道路用地、河流水面）面积在现状与建成后完全一致，仅农村道路面积略有增加（从 4.52ha 增至 4.87ha，净增 0.35ha，主要为进场道路后期作为林地维护道路）。此类地类的稳定性，确保了区域原有农业生产、居民生活、工业运营等基础功能不受影响，实现“生态修复与现有功能的平衡”。

综上，本项目对土地利用格局的影响以“生态优化”为核心，通过扩大林地、转化草地、补充配套用地，显著提升了区域生态属性，同时维持了多数地类的稳定性，实现了生态修复与现有区域功能的协调发展。

### 5.5.2 项目对重要物种的影响分析

根据样方调查及现场调查情况，评价范围内无国家和山西省重点保护野生动植物和古树名木分布，涉及主要物种刺槐、黄刺玫、蒿类等，上述物种均为项目区的常见物种，在评价区内广泛分布，本项目的建设不会使上述物种消失，对其影响较小；生态治理过程中要做好管理，严禁砍伐占地范围以外的植被，减少对其的破坏影响；项目建成后恢复为乔木林地和灌木林地，补偿造地过程破坏的物种，因此不会对物种造成明显影响。

评价区有山西省重点保护兽类 2 种，分别为黄鼬和狍，以上两种野生动物在山西分

布广泛，生境适应能力较强，但数量很少。工程施工期间，由于大量施工机械及施工人员的进场，施工临时占地、开挖等将引起兽类向周边地区迁移。施工期间会占用这些兽类的部分栖息地，开挖和施工引起地面震动，将迫使它们远迁。施工期造成的植被局部破坏也将对工程区内的保护兽类产生一定影响。

由于工程区保护兽类相对稀少且分布在隐蔽环境中，且均具有较强的适应环境变化能力。本工程施工区域无特有和不可代替的兽类生境存在，它们遇到人类活动会主动、快速的避让到附近区域，工程施工期不会对它们造成明显的影响，施工结束后向外迁移的兽类会逐步返回到原栖息地。因此，工程施工对上述保护兽类生存状态产生影响较小。

### 5.5.3 项目对野生动物的影响分析

根据生态现状调查，本项目区本身生境条件较差，加之人为扰动较严重，各生境连通性较差，破碎化程度较高。区域内野生动物的种类不多，数量很少。区内没有常年留居此地的珍稀濒危动物栖息地和繁殖区，区内野生动物为常见种，哺乳动物主要有：岩松鼠、草兔、小家鼠、褐家鼠等；鸟类主要有雀形目中鸦科的喜鹊，文鸟科的麻雀等。其生存环境主要为森林、灌丛以及草丛中。

本项目为生态修复项目，填充工程在一定程度上破坏地表植被，短时间内造成其生境的破坏，从而会在其他野生动物向周围迁移，但复垦完成后人员的撤离，植群落重建，这些常见的野生动物也会再次迁移回来，因此，在采取上述措施后，本项目的建设对区域内野生动物的影响较小。

### 5.5.4 生态系统影响分析

#### 1、对生态系统面积的影响

工程将导致评价区各类生态系统面积发生变化，其中草地生态系统减少 20.94ha，灌丛生态系统减少 0.06ha，详见下表。

表 5.5-2 生态系统面积变化表

I 级代码	I 级分类	评价范围现状面积 ha	工程占用面积 ha	百分比
1	森林生态系统	8.46		
2	灌丛生态系统	100.20	0.06	0.06
3	草地生态系统	59.62	20.94	35.11
4	农田生态系统	0.52		
5	城镇生态系统	62.90		
合计		8.97		

## 2、对生态系统生产力的影响

工程占地将导致评价区生产力降低,根据施工占地面积和各用地类型的净第一性生产力,可得到施工期评价区平均生产力损失 $0.18\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ ,占现状评价区平均净第一性生产力( $3.44\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ )的5.22%,具体见下表。

表 5.5-4 施工期生产力损失计算表

I 级代码	I 级分类	工程占用面 积 ha	平均净第一性生产力 ( $\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ )	减少量 ( $\text{t}/\text{a}$ )	评价区平均减少量 ( $\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$ )
2	灌丛生态 系统	0.06	4.25	0.27	0.18
3	草地生态 系统	20.94	2.05	42.92	
合计		21.00		43.18	

## 3、对生态系统生物量的影响

工程占地将导致评价区生物量降低,根据施工占地面积和各用地类型的单位面积生物量,可得到施工期评价区共损失生物量213.61t,平均生物量损失 $0.89\text{t}/\text{hm}^2$ ,占评价区现状平均生物量 $37.36\text{t}/\text{hm}^2$ 的2.38%,详见下表。

表 5.5-5 生态系统生物量减少情况

I 级代码	I 级分类	工程占用 面积 ha	生物量( $\text{t}/\text{hm}^2$ )	生物量减少量 ( $\text{t}$ )	评价区平均减少量 ( $\text{t}/\text{hm}^2$ )
2	灌丛生态系统	0.06	67.7	4.26	0.89
3	草地生态系统	20.94	10	209.35	
合计		21.00		213.61	

项目建设清除地表植被,会在一定程度上造成地表植被的破坏,进而影响生态系统,在一定程度上可能会对生态系统的稳定性产生影响。生态治理后平台栽植油松、连翘,林下紫花苜蓿,恢复为森林生态系统,梯台栽植油松,林下紫花苜蓿,恢复为森林生态系统,边坡播撒紫花苜蓿,恢复为草地生态系统,整体上基本不会改变区域生态系统的类型。

## 4、生态系统结构变化趋势及影响

生态系统结构是功能发挥的基础,本项目实施生态修复后进行植被替换将打破原蒿类草从“结构残缺、稳定性差”的格局,形成层次更丰富、关联更紧密的复合结构体系。

(一) 植被层结构:从“单层稀疏”到“多层致密”,稳定性与资源利用效率显著提升原蒿类草从因覆盖度低,“草本单层占优、乔灌层缺失”的结构缺陷,水平分布不

均，对光照、降水等资源利用效率低，且抗干扰能力弱（易受虫害、干旱影响）。替换为复合植被后，结构变化呈现明显正向趋势：

1. 垂直结构复杂化：形成“油松（高 3-5m，上层）—连翘（高 1-2m，中层）—紫花苜蓿（高 0.2-0.4m，下层）”三层立体结构，填补不同高度生态位空缺，实现“上层截光、中层耗水、下层固土”的资源分层利用，避免单一植被对资源的浪费；
2. 水平结构均匀化：修复过程中根据项目植物设计方案进行均匀配置，新植被覆盖度相比原蒿类草丛有较大提升，减少裸地面积，降低地表侵蚀风险；
3. 物种与功能多样性提升：从物种丰富度较低的植被扩展为 3 种功能互补植物（油松常绿固碳、连翘耐贫瘠护土、紫花苜蓿固氮养地），随之后续抚育先锋物种的生长（如蒿类、早熟禾、野菊花等），可进一步丰富物种组成。

总之，本项目的实施使得植被群落稳定性大幅增强（常绿与落叶搭配、深根与浅根互补，抵御病虫害、干旱的能力远高于草丛）；潜在负向影响为修复初期（1-2 年）油松幼苗与连翘、紫花苜蓿存在光照、水分竞争，需通过合理密植、定期修剪缓解。

（二）土壤层结构：从“退化贫瘠”到“肥力累积”，理化性质与生物活性持续改善原蒿类草丛土壤孔隙度低、微生物活性弱，养分循环受阻。新植被组合通过根系作用、枯落物分解等过程推动土壤结构正向演变：

物理结构优化：油松深根系（主根达 3-5m）可穿透煤矸石风化层和压实土壤，形成“根系通道”，提升土壤透气性和孔隙度；连翘须根（0-30cm 土层）、紫花苜蓿根系（根瘤密集）可增加土壤团聚体含量（团聚体是土壤肥力的核心载体），减少土壤侵蚀；

化学性质改善：紫花苜蓿每年可固定 100-200kg/hm<sup>2</sup> 氮素，缓解煤矸石土壤“氮匮乏”；油松、连翘枯落物分解后增加土壤有机质，并调节土壤 pH 值（中和煤矸石酸性淋溶物）；

生物活性提升：复合枯落物（针叶、阔叶、草本混合）分解速率互补（草本快释养分、针叶慢释养分），促进土壤细菌、真菌等微生物活性提升，加速养分循环。

总之，本项目的实施使得土壤保水保肥能力增强，为植被生长提供稳定支撑，同时降低煤矸石重金属淋溶风险（土壤团聚体与有机质可吸附重金属）；潜在负向影响为修

复初期紫花苜蓿固氮需消耗磷、钾，若未补充磷钾肥，可能导致土壤“磷钾失衡”，影响油松、连翘生长。

### （三）生物群落结构：从“单一匮乏”到“丰富多元”，食物链与食物网逐渐完整

蒿类草丛物种丰富度较低，仅能支撑少量专性生物，土壤微生物以耐贫瘠类群为主，生物多样性极低。新植被系统通过提供多样化生境和食物资源，推动生物群落结构优化：

1. 地上生物群落丰富化：油松为松毛虫、松叶蜂提供食物，连翘花朵（春季开花）为蜜蜂、蝴蝶提供蜜源，紫花苜蓿为蚜虫、蓟马提供寄主，植食性昆虫种类和数量显著增加，进而吸引瓢虫、草蛉等天敌昆虫，形成“植物-植食性昆虫-天敌昆虫”三级食物链；同时，三层植被为鸟类提供巢位（油松树冠）、隐蔽场所（连翘灌丛）和觅食地（苜蓿草地），吸引啄木鸟、山雀等更多鸟类，鸟类丰富度可提升 50%以上；

2. 地下生物群落活化：土壤理化性质改善后，微生物群落从“耐贫瘠细菌占优”转变为“细菌-真菌协同共存”（真菌分解木质枯落物、细菌分解草本枯落物），线虫、螨类等土壤动物数量增加，形成“微生物-土壤动物-植物根系”地下食物网。

本项目实施使得生物群落稳定性增强，生态系统抗干扰能力提升。

#### 生态系统功能变化趋势及影响

生态系统功能是结构的外在体现，随着结构复合化与稳定化，水文调节、物质循环、生物支撑、碳汇等核心功能将从“低效单一”向“高效多元”转变，同时需管控短期功能波动风险。

1. 水文调节功能：从“径流冲刷强”到“保水固土优”，水土保持能力大幅提升。原蒿类草丛根系浅，对降水的截留和涵养能力弱，地表径流系数高，土壤侵蚀模数大。新植被组合通过多层拦截、根系固土实现水文调节功能升级：

1. 降水截留能力增强：油松树冠截留率达 20%-30%，连翘灌丛截留率 15%-25%，紫花苜蓿草地截留率 10%-15%，三层叠加可将降水截留率提升至 40%-50%，减少直接落地的降水量；

2. 地表径流削减：致密的植被覆盖和根系网络可降低地表径流速度，增加下渗量，减少水土流失；

本项目实施可有效遏制区域水土流失，保护周边水体环境，提升区域水资源涵养能

力；无明显负向影响，仅需注意修复初期（植被未郁闭前）需临时覆盖，避免短期侵蚀加剧。

## （二）物质循环功能：从“养分匮乏、循环受阻”到“养分富集、循环高效”，土壤肥力持续提升

原蒿类草丛物种丰富度低，枯落物分解慢且养分单一（以碳、氮为主），土壤养分循环效率低，长期处于“贫瘠-低产”循环。新植被组合通过功能互补激活物质循环功能：

1. 氮循环优化：紫花苜蓿固氮补充土壤氮素，油松、连翘枯落物分解释放磷、钾等养分，实现氮、磷、钾协同循环；
2. 碳循环增强：复合植被生物量（乔木+灌木+草本）远高于蒿类草丛，油松年固碳量（10-15t/hm<sup>2</sup>）高于草本植物，且枯落物碳输入持续稳定，提升土壤有机碳储量；
3. 重金属循环管控：植被根系与土壤胶体可吸附重金属，减少其生物有效性（降低被植物吸收并进入食物链的风险），实现重金属“稳定化”。

本项目实施可使土壤肥力持续提升，为植被生长提供长期支撑，同时增强生态系统碳汇能力，助力“双碳”目标；潜在负向影响为修复初期紫花苜蓿固氮与油松、连翘生长争夺磷、钾，需通过施用有机肥补充，避免养分循环失衡。

## （三）生物支撑功能：从“生境单一、支撑力弱”到“生境多元、支撑力强”，生物多样性与生态稳定性提升

生物支撑功能是生态系统维持生物生存、繁殖和演化的能力，原蒿类草丛物种丰富度低，仅能支撑少量物种，生物支撑功能薄弱。新植被系统通过构建多样化生境，强化生物支撑功能：

1. 栖息地质量提升：三层植被结构为不同生态位的生物提供生存空间（如乔木层供鸟类筑巢、灌木层供小型哺乳动物隐蔽、草本层供昆虫觅食），形成“立体栖息地”；
2. 食物资源丰富化：植物的叶、花、果实为植食性生物提供多样化食物，昆虫数量增加又为肉食性生物（鸟类、蜘蛛等）提供猎物，推动食物链延伸和食物网复杂化；
3. 物种协同作用增强：传粉昆虫（蜜蜂、蝴蝶）与连翘、苜蓿的授粉互动，提升植物繁殖成功率；天敌昆虫与植食性昆虫的捕食互动，维持群落平衡，减少病虫害爆发

风险。

总之，本项目实施可使生物多样性显著提升，生态系统抗干扰能力增强。

### 三、总结

该项目的植被替换，本质是通过结构复合化（植被多层次化、土壤功能化、生物多样化）驱动功能高效化（水文调节精准、物质循环顺畅、生物支撑有力、服务价值多元），最终实现退化生态系统的根本性修复。核心正向影响是水土保持、碳汇、生物多样性等关键功能的全面提升；短期需管控植被竞争、养分失衡、生物群落波动等过渡性风险，通过科学干预（如合理配置、养分补充、生物调控）推动生态系统快速进入“结构稳定-功能完善”的良性循环，长期将形成自我维持的健康生态系统，远优于原蒿类草丛的退化状态。

#### 5.5.5 对植被及植物资源的影响分析

本工程占用占用落叶阔叶灌丛 0.06ha，主要为黄刺玫灌丛。占用草从面积约为 20.94ha，主要为蒿类草丛。主要占用的植被类型面积详见下表。

表 5.5-6 工程占用各类植被类型面积表

群系	评价区现状面积 ha	工程占用面积 ha	占比%
刺槐林	8.46		
蒿类草丛	59.62	20.94	35.11
黄刺玫灌丛	100.20	0.06	0.06
无植被区	9.50		
以玉米高粱、薯类、豆类为主的作物组合	62.90		
合计	240.68	21.00	35.18

经分析，本项目占地面积较小，项目建设清除地表植被，在短期内会破坏地表植被，会造成占地区域内植被覆盖率降低，这些植被类型是我国及山西省常见的生物群落，并非特有，生态恢复后，平台栽植油松、连翘，林下播撒紫花苜蓿草籽，恢复为乔木林地，梯台栽植油松，林下播撒紫花苜蓿草籽，恢复为灌木林地，边坡和临时堆场播撒紫花苜蓿，恢复为灌木林地。从项目占地范围分析，项目的建设基本不改变了占地区的植被类型，从总体区域考虑，不会对区域植被类型及群落结构造成明显的影响。

#### 5.5.6 对野生动物生境的影响分析

采用与现状评价同样的方法，将本项目占地范围与其他生态要素图叠加分析，可得到各类生境质量指数等级面积及分布情况，详见下表。

表 5.5-7 本项目占地对野生动物生境影响面积统计表

生境质量指数分级	面积 ha	占比%
差	0.002	0.01
较差	0.004	0.02
中等	20.93	99.69
较好	0.06	0.28
合计	21.00	100.00

由上表可知，本项目占地影响生境质量指数等级较差的面积较大，项目占地会在一定程度上破坏地表植被，短时间内造成其生境的破坏，从而会使野生动物向周围迁移，但随着植被恢复后施工人员的撤离，生态修复后植群落重建，这些常见的野生动物也会再次迁移回来，因此，在采取上述措施后，本项目的建设对区域内野生动物的影响较小。

### 5.5.7 对水土流失的影响分析

#### 1、水土流失原因及特点分析

该项目在覆土整治期和抚育造林期，因涉及煤矸石场地平整、土壤覆盖、植被种植及初期管护等人为扰动，且原蒿类草丛根系浅、地表稳定性弱，水土流失风险较自然状态显著提升。两个阶段的水土流失影响呈现“前期强扰动、高风险，后期逐步缓解但仍存局部隐患”的特征，具体结合施工行为、影响机制及风险程度分析如下：

表 5.5.7-1 项目各个阶段水土流失影响特点分析

比维度	覆土整治期	抚育造林期
扰动强度	强（机械主导，全面扰动）	弱（人工为主，局部扰动）
侵蚀类型	面蚀、沟蚀、重力侵蚀（滑塌）并存	以局部面蚀、细沟蚀、点状侵蚀为主
影响范围	全域覆盖（整个修复区域）	局部集中（幼苗间隙、管护区域、植被稀疏区）
侵蚀强度	高（侵蚀模数是原蒿类草丛的 10 倍）	中等（整体是原蒿类草丛的 6-8 倍）

#### 2、水土流失量预测方法

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）水土流失量计算公式为：

$$M_{yz} = RKL_y S_y BETA$$

式中：Myz——植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量，t；

R——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm<sup>2</sup>·h)；

K——土壤可蚀性因子，t·hm<sup>2</sup>·h/(hm<sup>2</sup>·MJ·mm)；

Ly——坡长因子，无量纲；

Sy——坡度因子，无量纲；

B——植被覆盖因子，无量纲；  
 E——工程措施因子，无量纲；  
 T——耕作措施因子，无量纲；  
 A——计算单元的水平投影面积， $\text{hm}^2$ 。

本项目共新增占地 21.00ha，经计算，本项目造成水土流失总量为 3.68 万 t，因此必须采取严格的水保措施。

### 5.5.8 对生态公益林的影响分析

根据工程可研资料及现场踏勘，评价范围与国家一、二级公益林，山西省永久性生态公益林，I 级保护林地，II 级保护林地不重叠，项目占地范围与国家一级公益林、国家二级公益林、I 级保护林地、II 级保护林地、山西省永久性生态公益林不重叠，项目占地范围内涉及其他地方公益林约 0.293369ha。

本次评价要求建设单位在施工前将按《建设用地使用林地审核审批管理规范》和《建设项目使用林地审核审批管理办法》的要求办理林地使用手续，在施工时将控制施工范围，减少林木砍伐，减轻对生态环境的破坏，在采取保护措施后对生态环境的影响在可接受范围内。

### 5.5.9 区域生物多样性影响分析

从现状影响（占用阶段） 和长远影响（修复后阶段） 两方面，系统分析对区域生物多样性的综合影响，核心结论为：短期局部生物多样性略有降低，长期通过生态系统优化实现生物多样性提升，整体符合太行山生物多样性保护优先区域的生态修复目标。

#### 一、现状占用阶段对生物多样性的直接影响（短期、局部）

根据现状群系的生物多样性数据（物种丰富度、多样性指数），项目占用的两类群系生态价值存在差异，直接影响呈现“局部轻微损失、整体影响有限”的特征：

##### 1. 占用蒿类草丛的影响（主要占用对象，20.09ha，占比 99.7%）

基线特征：蒿类草丛物种丰富度为 12 种，虽物种数量最少，但 Shannon 指数（2.298）和 Pielou 指数（0.925）最高，说明其物种分布均匀度极佳，是区域内结构相对稳定的草本群落；Simpson 指数（0.104）最低，反映物种优势度低、竞争均衡，生态系统韧性较强。

直接影响：占用 20.94ha 蒿类草丛（占该群系总面积的 35.11%），会直接导致局部草本群落消失，短期内损失 12 种常见草本物种的栖息地，且因该群落均匀度高，部分优势草本（如蒿属植物）的局部种群数量减少，可能影响依赖其生存的昆虫、小型啮齿类等次级消费者。但由于蒿类草丛物种以广布种为主（非太行特有种），且占用面积仅占评价区总面积的 24.77%，对区域整体物种库的影响有限。

## 2. 占用黄刺玫灌丛的影响（少量占用，0.06ha，占比 0.06%）

基线特征：黄刺玫灌丛是评价区面积最大的群系(100.20ha)，物种丰富度达 23 种，仅次于刺槐林，Shannon 指数(2.123)、Pielou 指数(0.677)中等，Simpson 指数(0.195)较高，说明其以黄刺玫为优势种，伴生多种灌木和草本，是区域内重要的灌丛生态系统，可为鸟类、昆虫提供栖息和觅食场所。

直接影响：仅占用 0.06ha（占该群系总面积的 0.06%），属于极小范围扰动，对黄刺玫灌丛的整体结构、优势种群及伴生物种影响微乎其微，不会破坏其生态功能的完整性，也不会导致特有或珍稀物种消失。

## 3. 占用阶段的综合影响

短期生物多样性损失集中于草本层（蒿类草丛），灌从层（黄刺玫）基本无影响；损失物种均为广布常见种，无太行山区特有物种或珍稀濒危物种（如太行猕猴、太行花等保护优先区域关键物种），符合“项目区域生物多样性相对较低”的基线特征，对太行山生物多样性保护优先区域的核心保护对象无直接影响；

煤矸石填充过程中若采取合理防护措施（如避免土壤污染、扬尘扩散），可减少对周边未占用群系（如刺槐林）的间接干扰，进一步降低短期负面影响。

## 二、生态修复后对生物多样性的长远影响（长期、积极）

项目修复后将构建“油松（乔木）+ 连翘（灌木）+ 紫花苜蓿（草本）”的复合型乔木林地，对比现状占用的蒿类草丛（草本）和黄刺玫灌丛（灌木），生态系统结构更复杂，生物多样性支撑能力显著提升，具体体现在三个层面：

### 1. 物种多样性提升：从“单一层次”到“三层复合”

现状占用群系：蒿类草丛为纯草本群落（12 种），黄刺玫灌丛以灌木为主、伴生少量草本（23 种），均缺乏乔木层，物种丰富度受群落层次限制；

修复后群落：形成“乔木（油松）+灌木（连翘）+草本（紫花苜蓿）”的三层结构，仅人工配置的核心物种就达3种，且自然演替过程中会吸引更多伴生物种——油松作为乔木可提供树冠栖息空间，吸引食虫鸟、啄木鸟等鸟类；连翘作为灌木可补充灌丛层多样性，其花粉花蜜能支撑蜜蜂、蝴蝶等传粉昆虫；紫花苜蓿作为优质草本，可吸引啮齿类、食草昆虫，同时为土壤微生物提供丰富有机质，最终形成“乔木-灌木-草本-微生物-消费者”的完整食物链，物种丰富度预计可超过现状刺槐林（25种），显著高于原蒿类草丛和黄刺玫灌丛。

## 2. 生态系统多样性优化：从“草本/灌丛”到“近自然林地”

现状占用区域以草本（蒿类）和灌木（黄刺玫）生态系统为主，生态系统类型单一，服务功能（如物种庇护、水土保持、碳汇）有限；

修复后的油松-连翘-紫花苜蓿林地属于近自然乔木林地生态系统，与评价区现有刺槐林（乔木林）形成互补，丰富了区域生态系统类型（从5类群系增加为6类，新增复合型乔木林地），提升了生态系统的稳定性和抗干扰能力，同时增强了与太行山保护优先区域内原生落叶阔叶林、针阔混交林的生态关联性，可为周边物种提供更广阔的扩散空间。

## 3. 多样性指数改善：从“均匀度高但层次单一”到“结构复杂且均衡”

现状蒿类草丛虽均匀度（Pielou指数0.925）极高，但物种数量少、层次单一，整体生物多样性水平中等；黄刺玫灌丛物种丰富度较高，但优势度（Simpson指数0.195）偏高，均匀度一般；

修复后的复合型林地，因层次丰富、生态位分化明显，可容纳更多生态位不同的物种，预计Shannon指数（物种多样性）将超过2.3（高于现状三类群系），Pielou指数（均匀度）保持在0.7-0.8（均衡水平），Simpson指数（优势度）降至0.15以下（物种竞争更均衡），整体生物多样性质量优于原占用群系。

### 5.5.10 项目实施对太行山生物多样性保护优先区域的影响分析

#### 1、整体影响

项目位于太行山生物多样性保护优先区域中段边缘，占地仅占优先区域总面积不足0.5%，未侵入核心保护单元。优先区域内山西省段以森林、草地生态系统为主，物种丰

富度较高；项目区现状生物多样性相对较低，无特有种、珍稀濒危物种，优势物种为广布常见种。

## 2、短期影响

直接扰动范围有限：

项目临时占地 21.00ha，主要占用蒿类草丛（20.94ha，占比 99.70%）和少量黄刺玫灌丛（0.06ha，占比 0.06%），均为区域常见植被类型。

施工期通过分区作业、设置生态隔离带，粉尘、渗滤液等影响被限制在局部流域，未对优先区域整体生态功能造成显著干扰。

生物多样性短期轻微损失：

占用的蒿类草丛物种丰富度 12 种，虽均匀度较高，但均为广布草本植物，无太行特有种；黄刺玫灌丛仅少量占用，对其群落结构完整性无影响。

区域野生动物以麻雀、草兔等常见种为主，施工期会临时迁移，无珍稀物种栖息地破坏风险。

## 3、长期影响

生态系统结构优化：

修复后构建“油松（乔木）+ 连翘（灌木）+ 紫花苜蓿（草本）”的复合型林地，将原单一草本/灌丛生态系统升级为多层结构，与优先区域原生生态系统形成协同。

乔木林地郁闭度提升，可为周边野生动物提供更优质的庇护所和栖息地，助力优先区域生物多样性提升。

生物多样性支撑能力增强：

修复后群落物种丰富度预计超过现状刺槐林（25 种），高于原占用的蒿类草丛和黄刺玫灌丛，丰富优先区域局部物种库。

植被类型从灌木林地变更为郁闭度更好的乔木林地，局部植被覆盖率显著提升，改善优先区域边缘地带生态连通性。

契合优先区域保护目标：

项目属于固应回填生态修复工程，通过地形重塑、土壤改良恢复植被，与优先区域“原生生态系统保护”目标高度兼容。

修复后可减少水土流失（土壤侵蚀模数 $\leq 500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ），改善区域生态环境，符合优先区域“加强生态系统修复”的保护重点。

#### 4、小结

项目实施对太行山生物多样性保护优先区域的影响整体“短期局部轻微扰动、长期正向提升”，符合区域保护规划要求。

### 5.5.11 项目实施对周边基本农田的影响分析

结合项目临时堆土场与基本农田最近距离仅2.45m的实际情况，现就其影响分析如下：

#### 1、直接占用与物理破坏风险

项目评价范围内涉及基本农田58.92ha，但临时堆土场未占用基本农田，仅距离最近基本农田2.45m。虽无直接占用，但需警惕施工期“超范围堆土”风险：若堆土边界管控不严，可能因机械操作误差、堆体坍塌等导致堆土侵占基本农田，压实土壤孔隙、破坏耕作层结构，可能造成基本农田种植条件毁坏。

#### 2、水土流失风险

项目位于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，临时堆土场若未采取有效防护措施，易引发以下问题：

水力侵蚀：降雨时堆土场裸露表土易被冲刷，泥沙随径流进入基本农田，造成农田土壤淤积、耕作层增厚或板结，影响作物根系发育。

风力侵蚀：干旱季节堆土场表土裸露，易产生扬尘，颗粒物沉降至基本农田表面，覆盖作物叶片、影响光合作用。

### 5.5.12 生态修复效益分析

生态修复后预期可达到的效益主要包括经济、生态和社会效益三个方面。

#### 1、经济效益

本项目通过生态修复后，本项目可促进区域内社会经济的持续发展。如对损土地不进行生态修复，林地将减少，并且施工所造成的地表形态的变形会促使周边地区的土地恶化，严重影响农牧业生产和人们的正常生活。所以进行生态修复不仅有利于农牧业生产，而且可以降低企业成本，具有良好的经济效益。

本项目种植连翘可作为药材进行售卖，后期具有可观的经济收入。

## 2、生态效益

土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。生态修复与生态重建对于区域的生态意义极其重大。生态修复与生态重建的实施对生态环境的影响表现在以下几个方面：

### a) 对生物多样性的影响

生态修复项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

### b) 对空气质量和局部小气候的影响

生态修复通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲，防护林建设、植树工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

### c) 对土地的影响

生态修复实施后，将有效遏制土地的退化，降低水土流失和荒漠化的发生，对降低土地和粮食的压力，具有重要的意义。

### d) 碳中和分析

本项目原为其他草地，且植被覆盖率较低，生态修复后全部修复为乔木林地和灌木林地，且植被覆盖率达到 100%。对于碳吸收起到良好作用。条件运行情况下，可申请进行碳交易，从而间接产生经济效益。生态修复后比修复前碳吸收量增加 197.07tCO<sub>2</sub>/a。增长率达 1056.7%。

## 3、社会效益

a) 本工程生态修复方案实施后，可以减少工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害。

b) 项目区生态修复项目大面积的绿化植被有利于保护项目区的自然生态系统和自然资源的增长，丰富该地区的植物种类，为各种野生动物提供栖息场所，对维护地区的生态平衡，减少自然灾害有着深远的实际意义。

c) 通过项目区生态修复，使被项目区生态系统得到改善和修复，有效地遏止草地的沙化、退化和碱化，有效的改善大气环境，防止水土流失和环境污染，从而为项目区脆弱的生态系统的长期平衡稳定提供保障。能进一步在项目区所在范围内有效制止日益严峻的荒漠化、沙化趋势。保护项目区所在地脆弱的生态系统，使其得到最基本的改善。重现原有的生态环境和效益，充分发挥自然能力。

d) 本项目生态修复项目实施后，可增加当地居民人工就业机会，本项目直接提供多个就业岗位，实施过程中，间接还可提供运输就业机会。

综合可见，本生态修复项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

### 5.5.13 环境影响评价小结

项目在采取保护措施后对公益林、野生动植物、土地利用格局的影响在可接受范围内。

项目通过利用固废进行生态修复进行乔灌草植被重构，对生态系统的影响整体呈现“正向演替”趋势：从“单一、脆弱、低丰富度”的灌丛生态系统，转变为“多层、稳定、高丰富度”的乔木林地生态系统，群落抗干扰能力显著增强；物质循环效率提升、能量流动更高效、生态服务功能（水土保持、碳汇、生物多样性保护等）全面增强，实现了煤矸石废弃区域从“生态受损”到“生态修复”的转变，为同类项目提供了可借鉴的“结构-功能协同优化”模式。

从本工程的总体布局情况来看，在严格按照评价要求提出的各项生态环境保护措施，并进行落实。这些措施落实后项目建设有利于生态环境的改善，对生态环境起到正效应影响。

### 5.5.12 生态影响评价自查表

生态影响评价自查表见下表。

表 5.5-8 生态影响评价自查表

工作内容	自查项目	自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种 <input type="checkbox"/> ；国家公园 <input type="checkbox"/> ；自然保护区 <input type="checkbox"/> ；自然公园 <input type="checkbox"/> ；世界自然遗产 <input type="checkbox"/> ；生态保护红线 <input type="checkbox"/> ；重要生境 <input type="checkbox"/> ；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	影响方式	工程占用 <input checked="" type="checkbox"/> ；施工活动干扰 <input checked="" type="checkbox"/> ；改变环境条件 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	评价因子	物种 <input checked="" type="checkbox"/> （占地范围内植被分布范围、种群数量、种群结构、行为

		等) 生境 <input checked="" type="checkbox"/> （占地范围内野生动物生境面积、质量、连通性等，） 生物群落 <input checked="" type="checkbox"/> （占地范围内物种组成、群落结构等） 生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> （占地范围内植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等） 生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> （物种丰富度、Shannon 多样性指数、Pielou 均匀度指数、Simpson 优势度指数） 土地利用格局 <input checked="" type="checkbox"/> （土地利用类型、面积） 生态问题 <input checked="" type="checkbox"/> （水土流失） 黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区 <input checked="" type="checkbox"/> （水土流失） 太行山生物多样性保护优先区域 <input checked="" type="checkbox"/> （生物多样性）
评价等级		一级□ 二级 <input checked="" type="checkbox"/> 三级□ 生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积：(2.4068) km <sup>2</sup> ; 水域面积：( ) km <sup>2</sup>
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集 <input checked="" type="checkbox"/> ；遥感调查 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查样方、样线 <input checked="" type="checkbox"/> ；调查点位、断面□；专家和公众咨询法 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他□
	调查时间	春季□；夏季□；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季□；丰水期□；枯水期□；平水期□
	所在区域的生态问题	水土流失 <input checked="" type="checkbox"/> ；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害□；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区□；其他 <input checked="" type="checkbox"/>
生态影响预测与评价	评价方法	定性□；定性和定量 <input checked="" type="checkbox"/>
	评价内容	植被/植物群落 <input checked="" type="checkbox"/> ；土地利用 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态系统 <input checked="" type="checkbox"/> ；生物多样性 <input checked="" type="checkbox"/> ；重要物种 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态敏感区□；生物入侵风险□；其他□
生态保护对策措施	对策措施	避让 <input checked="" type="checkbox"/> ；减缓 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态修复 <input checked="" type="checkbox"/> ；生态补偿 <input checked="" type="checkbox"/> ；科研□；其他□
	生态监测计划	全生命周期 <input checked="" type="checkbox"/> ；长期跟踪□；常规□；无□
	环境管理	环境监理 <input checked="" type="checkbox"/> ；环境影响后评价□；其他□
评价结论	生态影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可行□
注：“□”为勾选项，可√；“( )”为内容填写项。		

## 5.6 环境风险评价

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，建设项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

环境风险评价应把事故引起环境质量的恶化及对生态系统影响的预测和防护作为评价工作重点。

### 5.6.1 评价依据

参考《尾矿库环境风险评估技术导则（试行）》（HJ740-2015）作为判别依据，沟口下游无自然保护区、风景名胜区、居民村庄等环境特别敏感区，结合固废类型（环境危害性）和周边环境敏感性考虑，本项目环境风险等级为一般，进行简单分析。

### 5.6.2 环境敏感目标概况

调查期间本项目沟口下游未发现国家和省级重点保护及珍稀、濒危动植物，无重要的景观资源、自然保护区、风景名胜区、文物古迹等，因此项目周边的环境风险保护目标主要是场址下游的沟口外乡道、下善河和基本农田。

本项目征地边界距离下善河最近为 25m，高差较沟口约-2m；下善河属于季节性河流，常年无水；项目为避让下善河，生态回填区退让 180m，拦挡坝距离下善河 205m。

本项目下游最近的基本农田位于征地边界 65m，高差较沟口约+2m；生态修复区（沟顶）与基本农田实际最大高差约 85m，平均高差 40m。

本项目距离最近村庄为仁马庄村，距离本项目约 259m，位于本项目西北侧；本项目高范围为 1342-1240m，本项目与村庄实际高差范围在+10m~69m，平均高差+30m，其中拦挡坝与村庄实际高差-33m，最低高差为沟顶位置，与村庄实际高差+10m。

本项目为生态回填修复项目，且填充材料煤矸石废料为砂石类煤矸石。若发生溃坝、自燃等突发事件其损害也在可控范围内，不会对仁马庄村、龙窝村居民产生大的环境影响。

### 5.6.3 环境风险识别

本项目主要的环境风险为在特大降水、边坡崩塌、滑坡物质堵塞排水沟等各种不利因素组合情况下，场地内拦挡坝坝体有可能出现溃坝，引发滑坡或泥石流的环境风险事故。

### 5.6.4 环境风险影响分析

#### （1）溃坝事故源项分析

溃坝事故主要是由坝体质量问题、回填场地滑坡以及管理不当引起的拦挡坝溃坝风险。一旦发生溃坝事故，矸石下泻，不仅压占大量土地，还将破坏下游植被及动植物生境，对周围生态环境产生影响。

①坝体质量：主要包括坝体稳定性设计、基础处理等。

②回填场地滑坡：指生态修复区边坡角太大（大于 $27^{\circ}$ ），形成坡上负荷较大，且不经压实、分层处理，随意堆放，回填材料呈松散状，在暴雨的情况下，起到“活化”作用，使得回填材料向下游流失。

③管理不当：指维护不良，无人管理等使得排水系统堵塞，引发坝体失稳。

项目场址处未发现地面塌陷、地面裂缝、滑坡、泥石流等不良地质现象，场地稳定。

本次生态修复项目生态回填后，沟中排水由开放型转为限制型，在场区排洪系统被堵塞的情况下，会形成积水。在特大降水、边坡崩塌、滑坡物质堵塞排水沟等各种不利因素组合情况下，拦挡坝存在受洪水浸泡、冲击而可能发生溃坝，引发滑坡或泥石流环境风险事故。

场地回填材料远未达到液化含水量，在集中降雨季，可能会有少量表层径流，但按照设计场地平整过程是分区堆放，采取从外向内、从下向上、缩小凌空、分层压实的回填工艺，用推土机把煤矸石推平，每堆放1.0m厚的煤矸石层进行一次压实，可有效防煤矸石层沉陷。生态修复区地坡面形成1:2的坡度，坡面采用浆砌石网格和造林相结合的措施进行防护，矸石堆体比较稳定。为避免周边洪水的汇入，在场地的护坡与周边地形相接处设置截排水渠和横向排水沟等，因此不易形成冲坝的径流。

在回填过程中，考虑雨季临时堆场的布置，保证安全运行。在设计和建设方面，拦挡坝、截排水渠和横向排水沟均严格按相关要求建设，特别是拦挡坝，采用浆砌石重力式拦挡坝结构，稳定性承载力强，并制定有日常运行维护制度和雨季的应急措施，保证正常安全运行，不会造成滑坡或泥石流环境风险事故。

## （2）堆积体滑坡分析

本项目回填作业按照由下到上，分台阶平整，每个台阶分层推平、压实。每当矸石平整至1.0m厚时，利用推土机自身的重量进行初始碾压，然后再用碾压机具实施进一步碾压；生态修复区设计边坡最大为1:2，堆至8m建造一个梯台，梯台宽3m；回填完成后，顶部平台、梯台及坡面覆土1.0m并压实，采用植物措施方式进行防护，乔灌草相结合的立体造林方式，生态修复区堆体比较稳定。

为避免周边洪水的汇入，在生态修复区的护坡与周边地形相接处设截排水渠，在梯台上设排水沟，在生态修复区底部布设导排盲沟，将横向排水沟、截排水渠及导排盲沟

形成一个完整的排水系统，汇流后排入消力池并流出场区。因此，在加强生态修复区域管理，保证水保措施发挥作用和进一步对场区边坡治理的情况下，回填材料受雨水冲刷的几率很小，故本项目矸石堆体一般不会发生滑坡。

### (3) 堆积体发生溃坝后的环境影响分析

本项目如果发生拦挡坝溃坝事故，堆积体堆体发生滑移，会造成滑移范围内局部土壤地表植被破坏，影响土壤环境质量，如遇降雨，会发生水土流失，加重对该区域生态环境的影响。

根据《DZ-T-0220-2006 泥石流灾害防治工程勘查规范》中经验公式，预测拦挡坝垮塌后最大影响范围：

$$L=0.8061+0.0015A+0.000033W$$

式中： L： 泥石流最大堆积长度， km；

A： 流域面积，  $\text{km}^2$ ；

W： 松散固体物质储量，  $10^4\text{m}^3$ ；

本项目区域面积为  $0.206\text{km}^2$ ；经计算，如拦挡坝垮塌，煤矸石最大堆积长度为 820m，调查发现拦挡坝下游在该范围内不存在村庄。项目区发生溃坝不会对居民生命安全造成影响，但溃坝事故发生时，大量的土岩堆存会占用大片土地，改变土地的原有使用功能，同时对下善河产生一定的影响，并破坏农田、植被，故项目应采取相应的防范措施，避免溃坝事故发生。

### (4) 废水外排的环境影响分析

本项目所在地地表水体为西南侧 25m 的下善河，避让 180m 后，距离下善河 205m。本项目施工、生活污水经处理后回用于厂区抑尘，不外排，项目区所在沟谷常年无水流出，生态回填期雨水经收集回用于项目区洒水抑尘，生活污水直接回用于厂区抑尘，不外排。本项目废水不会对区域地表水环境产生明显影响。

## 5.6.5 风险防范及管理措施

### (1) 拦挡坝溃坝防范措施

预防溃坝事故应从坝体选址、工程勘察测量、设计、施工监测和维护管理等多方面综合考虑。

①拦挡坝设计须由有资质的正规单位进行，基础坝建成后须经安全验收后才能投入使用。同时为降低溃坝的风险，本项目在下游沟口设置**两道拦挡坝**。

②提高拦挡坝的设计等级与防洪标准，并采取专门的防护措施。本项目防洪设施以50年一遇洪水频率设计，100年一遇洪水频率校核，水文计算采用24小时暴雨资料推求设计洪水，结合当地的《水文手册》和实际情况，正确的选用方法和所用参数进行。

③在坝体填筑前，必须对坝基和岸坡进行处理，拆除坝基范围内的草皮、腐殖土等。基础坝及拦挡坝坡面必须设置护坡，护坡材料应根据当地情况选取，采用工程护坡与植物护坡相结合方式。

④为避免周边洪水的汇入，在生态修复区的护坡与周边地形相接处设截排水渠，在梯台上设排水沟，在生态修复区底部布设导排盲沟，将横向排水沟、截排水渠及导排盲沟形成一个完整的排水系统，汇流后排入下游消力池，防止坡面汇水冲刷坡面。

⑤落实安全生产责任制，明确安全生产职责，加强监管，及时发现隐患。

⑥加强拦挡坝的巡视，包括巡视监测、变形监测、渗流监测、压力监测、水文、气象监测等。设置专人对工程场地进行管理和维护，严禁在工程场地周边爆破等危害堆场安全的活动。

⑦建议企业应编制环境风险评估报告和突发环境应急预案。

通过上述分析，只要项目拦挡坝、排水系统满足设计规范要求，在建设时符合设计和相关风险防护要求，并管理得当，拦挡坝发生溃坝的概率很小，可将环境风险降低到可接受水平。

## (2) 坝体损坏环境风险防范措施

①裂缝

发现裂缝后都应采取防护措施，以防止雨水或冰冻加剧裂缝的开展。对于滑动性裂缝的处理，应结合坝坡稳定性分析统一考虑。

对于非滑动性裂缝可采取以下措施进行处理：对于不太深的表层裂缝及防渗部位的裂缝，采用开挖回填是处理裂缝比较彻底的方法。

对于坝内裂缝、非滑动性很深的表面裂缝，由于开挖回填处理工程量过大，可采取灌浆处理。对于中等深度的裂缝，可以采用开挖回填与灌浆相结合的方法进行处理。

若发生裂缝，应急处置队伍应立即赶赴现场，在事故下游采用有效的拦截措施，动用铲车、挖掘机等设备，挖沟或筑坝，控制事故的扩大。待事故处理后，将废渣土转移到安全地点，及时清理废弃物，恢复植被。

## ②溃坝

在汛期或暴雨期间，必须根据气象预报，做好一切预警工作。一旦发生溃坝事故，除做好必要的抢险和抢修工作外，一定要作好下游群众的疏散和转移和善后处理。

若发生事故，应急处置队伍应立即赶赴现场，在事故下游采用有效的拦截措施，动用铲车、挖掘机等设备，挖沟或筑坝，控制事故的扩大，等事故处理后，将废渣土转移到安全地点，及时清理废弃物，恢复植被。

## （3）水环境风险防范措施

### ①生态回填期

雨季时，场地上游及周边汇水通过截排水渠排至场地下游；截排水渠、横向排水渠和导排盲沟形成一个完整的坡面排水系统，场内汇流后排入下游沟道，本项目在沟口处设置1座消力池，防止雨水对下游的冲刷。

雨季时，场地上游及周边汇水通过截排水渠排至场地下游，场内径流雨水经横向排水渠流入周围截排水渠后排至下游，在水渠汇流的沟口位置设置1座消力池，上游及周边汇水、场内径流雨水均经消力池消力后排出场外，可防止雨水对下游的冲刷；为排出项目区内部雨水，在沟内设置2条导排涵管和5座导流竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置1座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。在采取上述措施后，入渗雨水不会在场内积存，正常情况下不会产生高浓度淋溶液对水环境造成污染。

生态回填期间产生的废水是暂时性的，采用简单有效、经济的处理措施将施工废水处理后可直接利用于场地抑尘；项目区生活污水直接回用于场地洒水抑尘，不外排；针对淋溶水，本项目生态修复区沿沟底铺设导排系统，废水不在场内积存，不会产生高浓度淋溶液对区域水环境造成污染。

生态回填期废水不会对区域地表水环境产生明显影响。

### ②抚育造林期

本项目后期无生产废水产生。根据当地气象资料情况，区域年蒸发量远大于降水量，由于降雨量小，蒸发量大。结合工程措施，场内设有完备的排水设施，基本不存在积水的情况，项目沿沟底铺设导排系统，穿过拦挡坝，末端接坝下消力池；同时在生态修复区四周修建截排水渠，以截、排地表径流，防止雨水对项目区的侵袭，截排汇水通过消力池后流出场外。综上，不会产生高浓度淋溶液对区域水环境造成污染。

### 5.6.6 环境风险事故应急预案

本项目针对环境风险事故拟采取多种防范措施，可将风险事故的概率降至较低的水平，但概率不会降为零，一旦发生事故仍需采取应急措施，控制和减少事故危害，根据国务院发布的《国家突发环境事件应急预案》及环境保护部发布的《环境污染事故应急预案编制技术指南》要求，企业应根据工程生产过程存在的风险事故类型，制定适用于本项目的事故应急预案。本次评价提出以下应急预案纲要，供企业及管理部门参考。企业应在安全管理中具体化和完善重大事故应急救援预案。

环境风险应急预案编制程序见下图：

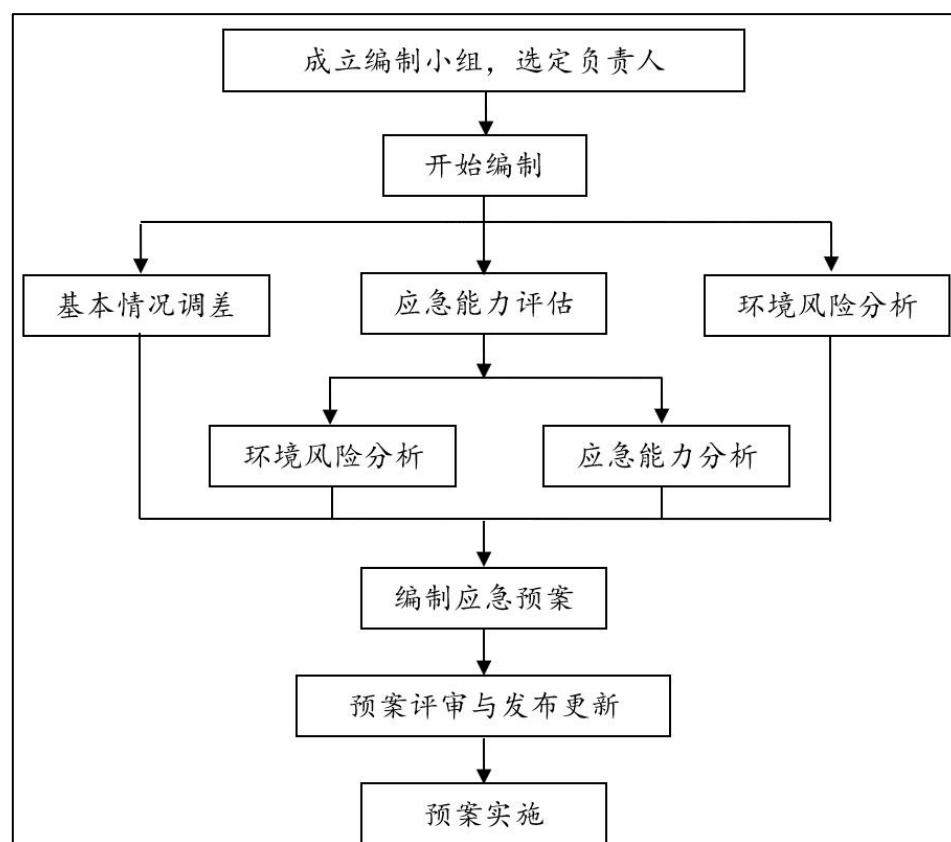


图 5.6-1 环境风险应急预案编制工作程序

应急预案主要内容包括以下内容：

## 一、制定目的

建立健全公司突发环境事件应急救援体系，提高企业对突发环境事件的预防与预警、应急响应和应急处置能力，通过实施有效可行的预防措施，最大限度地避免和减少突发环境事件的发生，通过对突发环境事件的迅速响应和开展有效的应急行动，有效地把突发环境事件的危害降至最低。

## 二、单位概况（略）

## 三、环境风险源概况及环境风险保护目标

本项目环境风险源为生态修复区，主要风险是发生拦挡坝溃坝事件，将拦挡坝下游生态设为环境风险保护目标。

## 四、应急组织体系

为应对突发环境事件，公司应成立应急指挥中心，建立现场应急指挥部和应急专家组，对突发环境事件的预防、处置、救援等进行统一指挥协调。应急指挥中心由现场应急指挥部、技术专家组、应急队伍组成。

事故应急队伍包括通讯联络队、抢险抢修队、医疗救护队、应急消防队、治安队、物资供应队、应急环境监测队。

## 五、指挥机构及职责

应急指挥中心主要职责如下：

- (1) 下达预警和预警解除指令。
- (2) 在事件发生时，根据指挥中心指令，批准本预案的启动与终止，确定现场指挥人员，协调事件现场有关工作批准本预案的启动与终止，决策扩大应急。
- (3) 对事故现场的应急救援活动采取统一部署，并对应急救援工作中重大事项进行决策；负责应急状态下请求外部救援力量的决策。
- (4) 负责人员、资源配置、应急队伍的调动，确定现场指挥部成员名单，成立现场指挥部。
- (5) 协调事故现场有关工作，确定事故状态下各级人员的职责，事故信息的上报工作。
- (6) 向上级部门报告事故情况，并落实上级主管部门下达的重要指示。

- (7) 接受政府的指令和调动。
- (8) 审查应急工作的考核结果。
- (9) 现场应急工作总结。
- (10) 实行 24 小时应急值班制度。
- (11) 组织制订事故应急救援预案，负责组织预案的外部评估、备案与更新，并定期组织演练。
- (12) 负责接警及救援行动中的信息收集和内部信息传递，分析判断各类事故引发环境污染危害的可能性和严重性，以便作出是否启动环境应急预案、应急响应级别的决策。
- (13) 负责现场及相关数据搜集保存。
- (14) 跟踪了解突发环境事件及处置情况，及时向应急指挥中心领导汇报、请示并落实指令。
- (15) 负责组织新闻发布和上报材料的起草工作。

## 六、预防与预警

制定《环境保护宣传教育和培训制度》，按计划和制度开展环境保护宣传教育和培训，对培训内容要进行考核，每半年至少培训一次，每年至少演练一次；制定《环境保护监督检查制度》和《环境风险排查及隐患整改制度》，日常巡回检查、综合检查、专项检查、各单位联查、定期检查及领导监督检查和风险排查要规范化、制度化、程序化，发现问题、隐患后要立即上报应急指挥中心，提出合理的整改方案。

通过对风险源和生产系统各环节的日常巡检、专项检查、定期检查以及相关监测、监控和评估。一旦出现风险源或设备异常，或风险防范设施不能正常发挥作用时，应及时发出风险预警。进入预警状态后，立即启动应急预案，转移、撤离、疏散和安置可能受到危害的人员，各应急救援小组进入备战状态，封闭受到危害的场所，调集环境应急所需物资和设备，保障应急救援。

## 七、应急响应

现场工作人员发现风险目标时，应及时报告班组长，班组长在事故发生后 1 小时内以最快的方式向环境事件应急指挥中心报告，并采取有效的方法对环境影响事态进行控

制；应急指挥中心接到环境事件报告后，由总指挥宣布启动本预案，成立现场应急指挥部，召集各应急组赶赴现场，迅速制定事件处理方案并组织指挥实施，随时向上级政府部门报告事件处理的最新进展情况。

## 八、应急处置

环境事件发生时，环境事件应急工作小组进入全面应急工作状态，并根据需要采取相应的应对措施。相关单位和个人必须积极配合，支持环境事件应急处理行政部门和专业机构进行现场处理、应急监测、应急监察工作的开展。

## 九、应急终止

应急指挥中心确认终止时机，并向所属各专业应急救援队伍下达应急终止命令；由应急指挥中心报告上级政府部门，由上级政府部门告知疏散的周边村庄的人员撤回，应急指挥中心通知项目撤离人员返回各自岗位；应急指挥中心对紧急救援工作进行总结、上报，组织好受伤人员的医疗救治，处理好善后工作。

## 十、信息报告

突发环境事件应急指挥中心应根据《突发环境事件信息报告办法》及有关规定的要求，及时报告、上报突发环境事件信息。包括初报、续报、处理结果报告。

## 十一、后期处置

公司应配合政府部门或组织有关专家对事件进行认定和评估，提出事件对环境危害进行恢复的建议和方案，报政府同意后实施。

## 十二、预案修订与备案

应急预案每三年至少修订一次，更新后的应急预案应重新进行评审发布并及时备案。由公司根据应急演练的结果以及其他相关信息，组织有关部门和专家对应急预案进行评审；应急预案发布前，应报送受理备案登记的环境保护主管部门组织专家审查。应急预案经评审修改完善后，由总经理签发后正式发布，并抄送给政府部门及有关部门。

## 十三、相关附件

包括内部应急人员的职责、姓名、电话清单，外部联系电话、人员、电话（政府有关部门、救援单位、专家、环境保护目标等），所处地理位置及周边关系图，环境风险源分布位置图，应急设施（备）布置图等。

### 5.6.7 环境风险评价结论

通过以上分析，只要本项目拦挡坝、排水系统满足设计规范要求，管理得当，且填充时严格按照由下到上，分层推平压实、分层覆土的方式，拦挡坝发生溃坝的概率很小，在加强生态修复区域管理，保证水保措施发挥作用和进一步对场区边坡治理的情况下，可将环境风险降低到可接受水平。场地发生溃坝不会对居民生命安全造成影响，将填充材料全部清理后可恢复原有生态环境，风险事故的环境影响可控制在可接受范围内。

**表 5.6 建设项目环境风险简单分析内容表**

建设项目名称	山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目			
建设地点	山西省	临汾市	乡宁县	管头镇
地理坐标	经度	110°59'42.895"	纬度	35°58'55.709"
主要危险物质及分布	生态修复区挡墙溃坝环境风险			
环境影响途径及危害后果	生态修复区场地填充材料为煤矸石填充材料，在施工过程中可能存在着一定的环境风险。如若如拦挡坝坝体垮塌溃坝、防渗膜破损、运输车辆发生事故等都会对项目场址周围的土地、空气、地表水、地下水和生态环境、自然等环境造成较大的不利影响			
风险防范措施要求	<p>①为了保证拦挡坝稳定，对浆砌石初期坝基础进行适当处理，以满足拦挡坝对地基承载力的要求，并使接触面适当倾向施工区，提高坝体稳定性，减少溃坝情况发生的可能性。同时为降低溃坝的风险，本项目在下游沟口<b>设置两道拦挡坝</b>。</p> <p>②建设单位应高度重视，对项目从选址设计、施工、工程验收到营运层层把关，并派专人负责管理，在施工作业过程中配备管理人员，随时观察、监测，发现各种可能发生或正在发生的危害，及时进行处理，确保排土工作安全可靠，避免事故发生扩大。</p> <p>③施工作业时应规范操作、严格管理，及时进行水土保持治理，并应对其定期维护。</p> <p>④当区域出现百年一遇的强降雨时，则有可能出现坝体坍塌，发生滑坡或泥石流，此时建设单位应全力以赴，组织有关人员在最短时间内进行场地修复、加固；滑坡后应及时组织人员对溃流土岩进行堵截，最大限度减小对外环境可能造成的影响，同时妥善解决有关事故的其他问题。</p>			
填表说明：	无			

## 第六章 环境保护措施

### 6.1 环境空气污染防治措施

#### 6.1.1 生态回填期扬尘防治措施

##### (1) 防治原则

施工扬尘防治措施根据晋环委办函〔2022〕4号“关于印发《山西省深入推进扬尘污染防治工作方案》的通知”提出：

①施工单位应根据《建设工程施工现场管理规定》的规定设置现场平面布置图、工程概况牌、安全生产牌、文明施工牌、环境保护牌、管理人员名单及监督电话等。

②遇到干燥易起尘的土方工程作业时，应辅以洒水压尘，尽量缩短起尘操作时间。遇到四级及四级以上大风天气，应停止土方作业，同时作业处覆以防尘网；施工现场定期喷洒，保证地面湿润，不起尘。

③施工过程中使用水泥、石灰、砂石等容易产生扬尘的建筑材料，应采取设置专门的堆蓬，并使用防尘布对原料进行遮盖。

④施工过程产生的弃料及其他建筑垃圾，应及时清运。有砂石、灰土、灰浆所有易扬尘物料都必须以不透水的隔尘布完全覆盖或放置在顶部和四周均有遮蔽的范围内；防尘布和遮蔽装置的完好率必须大于95%；小批量或八小时之内使用的物料可除外，由于工程的特殊性，作业区位于沟内，无需设置围挡。

⑤施工期间，对于工地内裸露地面，应进行洒水，晴朗天气时每日洒水2-7次，扬尘严重时应加大洒水频率；对于施工工地道路积尘，可采用水冲洗的方法清洁施工工地道路积尘，不得在未实施洒水等抑尘措施情况下进行直接清扫；每一块独立裸露地面80%以上面积必须采取覆盖措施，覆盖措施的完好率须在90%以上，覆盖措施可采用防尘网、化学抑尘剂等。

⑥进出场地的物料、渣土、垃圾运输车辆，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗撒外漏。若无密闭车斗，物料、渣土的装载高度不得超过车辆槽帮上沿，车斗用苫布遮盖严实。苫布边缘要遮住槽帮上沿以下15cm，保证物料、渣土等不露出。

⑦运输车辆驶出工地前，应对车身、车槽、轮胎等部位进行清理或清洗以保证清洁

上路；洗车喷嘴静水压不得低于 0.5MPa；洗车废水经处理后重复使用，回用率不低于 90%，回用水悬浮物浓度不应大于 150mg/L。

⑧施工组织设计中，必须制定施工现场扬尘预防治理专项方案，并指定专人负责落实。严格落实六个 100% 要求，做到施工工地周边 100% 围挡、物料堆放 100% 覆盖出入车辆 100% 冲洗、施工场地 100% 硬化、拆迁工地 100% 湿法作业、渣土车辆 100% 密闭运输。

在采取以上措施以后，生态回填期产生的扬尘对周围环境影响很小。

## （2）生态回填扬尘防治措施

### 1) 车辆运输扬尘防治措施

①加强工程车辆的通行管理，运输车辆应加强装车控制，装车高度不得超过车厢，必须装载规范，减速行驶，并采用篷布遮盖封闭运输，保持车容整洁，不得沿途飞扬、撒漏；

②要设专人对泄露的物料及时清扫、洒水，保持路面清洁。

③项目区出入口处设 1 座洗车平台，设置 1 套 50m<sup>3</sup> 水池收集废水，配套建设保温措施，保证冬季正常运行，运输汽车出场前对轮胎、车身进行清洗，冲洗水经沉淀池沉淀后循环利用，最终废水回用于车辆轮胎冲洗，不外排。

④进场道路进行硬化处理，路面采用 2 台洒水车进行洒水，保持路面清洁和一定的空气湿度，有关试验表明，在场内道路每天洒水抑尘作业 3~4 次，其扬尘造成的 TSP 污染距离可缩小到 20~50m 范围。

⑤严格管理车辆，运输道路与村庄保持一定的距离且在经过村庄时要减速行驶。

⑥加强对道路的维护，对运输道路路面出现损坏及时修复，保证其路面处于完好状态，平整完好的路面可以大大减少汽车尾气和扬尘量。

⑦禁止使用超标排放的非道路移动机械，运输车辆达到国六标准或新能源车辆，非道路移动机械使用登记备案制度。

### 2) 回填作业扬尘防治措施

本项目生态回填作业采用分区、分块治理回填（即每次回填面积按 50m×50m），回填过程中使砾石暴露面最小，堆满一块覆盖一块，从而一次形成永久性覆盖面，最大

限度的减小扬尘。评价要求本项目回填时要及时进行铺平、碾压，碾压方向平行于分区回填的长边，碾压搭接长度不得小于 50cm，不得漏压和欠压，确保平整表面的干容重不小于  $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ ，减少二次扬尘的产生；另外表面的含水量是制约二次扬尘的主要因素，评价要求建设单位在碾压时及时掌握回填层的表面含水情况，根据天气情况适时调整加大洒水强度。

为了降低场地建设及回填作业扬尘、回填材料倾倒扬尘、运输扬尘，评价要求：

①避免大风天气作业，大风天气增加洒水频率；遇到干燥易起尘的土方工程作业时，应辅以洒水压尘，尽量缩短起尘操作时间。遇到四级及四级以上大风天气，应停止土方作业，同时作业处覆以防尘网；施工现场定期洒水，保证地面湿润，不起尘。

②回填材料煤矸石、黄土要及时处置，避免物料堆存产生扬尘。

③回填的煤矸石需要层层压实、分区平整，作业单元规格  $50\text{m}\times 50\text{m}$ ，对整个区域沿着水平方向逐渐推进，从下向上，缩小凌空，分层压实，用推土机摊铺、平整，选用 30t 以上碾压机进行碾压 2~3 遍，强振不少于 2 遍，夯实系数  $\geq 93\%$ ，整体边坡比为 1:2。及时分片覆土封闭，保持较小的作业面积，每一块分区达到回填标高时及时覆土，待边坡稳定后进行临时覆土，及时栽种草植，进行绿化。

④在土方和煤矸石的装卸、摊铺、压实过程中，配置 2 辆洒水车定时进行洒水抑尘，使回填作业面和土方裸露面保持潮湿状态，洒水周期和水量据季节和天气而定。非作业时间内将未覆土的作业面全部用不透水的防尘布全部覆盖。

### (3) 表层土堆放和防尘措施

本项目表土取土全部采用挖掘机取土。根据当地土层厚度，生态修复区表层土为壤质黄土，剥离表土厚度为 0.3m。开挖的表层熟土存放于场内临时堆土场，用于后期生态修复用土，可将部分表层土装入编织袋堆放在外侧，形成拦挡，剩余熟土堆放于沟底。取土完毕后将表层熟土覆土，为下一步绿化工作提供养分基础，提高栽种植物的生存能力；表层土取土堆放完成后，对表层土堆放区进行防尘网苫盖，将部分表层土装入编织袋堆放在外侧，形成拦挡，防止表层土因雨季冲刷造成水土流失。

#### 6.1.2 抚育造林期扬尘防治措施

本次生态修复项目主要影响体现在场地平整、压实、回填工程以及修筑拦挡、截排

水设施等的生态回填期，造地完成后进行复垦造林，经验收合格后交付村委。项目后期不仅对环境无影响，而且复垦的林木可以起到改善周围环境空气和景观质量的作用。

## 6.2 地表水污染防治措施

### (1) 施工废水

生态回填期废水主要来自砂石料加工、坝体养护过程产生的废水，在出入施工场地处设置 1 座容积为 5m<sup>3</sup> 的沉淀池，施工废水经收集后回用于场地洒水降尘，不外排。

### (2) 洗车废水

本项目车辆冲洗产生的车辆清洗废水量为 16.4m<sup>3</sup>/d，污染成分主要为泥沙，在生态修复区出入口处设置 1 套 50m<sup>3</sup> 二级沉淀循环水池（一级沉淀池、二级沉淀池、清水池合计容积 50m<sup>3</sup>），废水经收集、沉淀后回用于车辆轮胎冲洗，不外排，对周围环境无影响。

### (3) 生活污水

本项目劳动定员 10 人，生态修复区内不设食堂、浴室、宿舍，职工使用化粪池。职工生活污水主要为盥洗废水，污水产生量为 0.24m<sup>3</sup>/d，水质简单，直接用于生态修复区每日抑尘洒水，无废水积存和外排；化粪池定期掏空，由附近农民清运，用于农田施肥。

### (4) 雨水

雨季时沟谷内会形成的短时水流，周围除了山坡雨水外，无其它河沟汇入，汇流面积比较小，本项目区域汇水面积合计为 0.267km<sup>2</sup>。雨季时，场地上游及周边汇水通过截排水渠排到场地外；为排出项目区内部雨水，在沟内设置 2 条导排涵管和 5 座导流竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置 1 座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。不会由于雨水长时间浸泡煤矸石产生高浓度的淋溶液，对水环境的影响较小。

### (5) 淋溶水

为排出项目区内部雨水，在沟内设置 2 条导排涵管和 5 座导流竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置 1 座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。本次生态修复区将采取天然基

础层作为防渗衬层，回填过程中回填材料砾石分层压实（经夯实后渗透系数小于 $1.0\times10^{-5}\text{cm/s}$ ），可达到良好的防渗效果。严格执行评价要求的污染防治措施实施，可确保淋溶水对水环境的影响很小。

### 6.3 地下水环境保护措施

#### （1）源头控制

源头控制措施主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。

本项目废水全部回用不外排，从源头上降低了对地下水环境的影响程度。

本项目生态修复区设计有淋溶水收集导排系统，在沟内设置 2 条导排涵管和 5 座导流竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置 1 座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。废水不在场内积存，不会产生高浓度淋溶液对区域水环境造成污染。

综上所述，本项目在建设过程中采取了严格的保护措施，废水得到了合理处置，有效减少了污染物的跑、冒、滴、漏现象，从源头上降低了项目生产可能对地下水环境产生影响的风险。

#### （2）分区防控

根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020），当天然基础层饱和渗透系数不大于 $1.0\times10^{-5}\text{cm/s}$ ，且厚度不小于 0.75m 时，可以采用天然基础层作为防渗衬层，当项目区天然基础层不能满足防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗层。

根据前述地层条件可知，项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于 $1.0\times10^{-5}\text{cm/s}$ ，厚度大于 0.75m，因此本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等，可达到良好的防渗效果。

同时评价建议对消力池进行重点防渗，池体底部及四周采用混凝土，防渗等级 P8，砼强度等级 C30，可以满足等效黏土防渗层  $M_b\geq6.0\text{m}$ ,  $K\leq1\times10^{-7}\text{cm/s}$  的要求。

#### （3）跟踪监测

本次评价给出地下水污染监控计划，目的在于对水质污染及时预警，并采取合理的

补救措施。

详见第 7 章环境管理与监测计划。

## 6.4 噪声污染防治措施

本项目主要噪声为生态回填期回填作业机械运行产生的噪声和回填材料运输过程的交通噪声，本工程的回填材料不是连续运输，生态回填的作业机械间歇性运行。为减少生态回填期产生噪声对项目周边环境及运输道路沿线敏感目标的影响，评价要求采取以下措施：

- ①施工机械应尽量选用低噪声机械设备，从噪声的源头上进行控制。
- ②要定期对机械设备进行维护和保养，使其一直保持良好的状态，减轻因设备运行状态不佳而造成的噪声污染。
- ③合理安排施工时间，合理布局施工现场，以避免局部声级过高，晚上 22 时至次日 6 时禁止高噪声设备使用。
- ④建筑材料运输车辆经过沿线村庄时减速慢行，并禁止鸣笛和夜间运输。

项目建设在采取评价提出的噪声防治措施后，可最大限度减轻施工噪声对区域声环境质量的影响。

## 6.5 土壤环境保护措施

针对项目可能发生的土壤环境污染途径，以“源头控制、过程防控、跟踪监测”为原则，主要提出以下措施：

### (1) 源头控制

①项目回填材料为乡宁县台头镇鸿达洗煤厂、乡宁昌昇源煤业有限公司、乡宁县台头顺通洗煤有限公司、山西宇晟能源股份有限公司、山西贾罕世纪洗煤有限公司和乡宁县台头镇万盛源洗煤有限公司的矸石，除此之外，其他类生活垃圾、工业废渣、危废等固废禁止入场。本项目所填充矸石需定期进行成分及淋溶试验分析，确保矸石浸出液中各污染物浓度应低于《危险废物鉴别标准·浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)标准限值。

②场地建设施工前做好表层熟土的收集及存放，以用于后期表土覆盖及植被恢复，为了使黄土层更加密实，需采用分次覆盖、分层碾压的方法，要求压实度不小于 93%。

③严格按要求落实防渗处理。根据设计方案，项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s，厚度大于 0.75m，本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等。当天然基础层不能满足上述要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s 且厚度为 0.75m 的天然基础层。

### （2）过程防控

生态回填过程中，严格按要求科学回填作业，落实各抑尘措施，合理安排作业时间，大雨及大风天气禁止作业，及时进行覆土和绿化等。

### （3）跟踪监测

监测点位：生态修复区设 1#土壤跟踪监测点位，位置为拦挡坝下游（5m 范围内），场外土壤保护目标设 2#土壤跟踪监测点位，位置为场地东北侧 20m 处的基本农田。

监测因子：含 PH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌共 9 项，标准执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB/15618-2018）中规定的筛选值。监测频率均为 1 次/年。

## 6.6 固体废物污染防治措施

生态回填过程临时产生的土石方要定点、合理堆放，并采用遮盖、洒水等措施临时防护，及时运送到填方区，回用于用土工程，及时回填。

拦挡坝、截排水渠、横向排水渠和消力池等的建设过程中产生的石块、混凝土、水泥和砂浆等，全部送至当地政府指定的建筑垃圾堆放场进行处置。

本项目劳动定员 10 人，生活垃圾按 0.5kg/人·天计，则生活垃圾产生量为 1.65t/a。项目区内设带盖垃圾桶集中收集后，送当地环卫部门指定地点处置。

由于生态回填任务是短期连续的，为满足施工便利，本项目所使用装载机等非道路移动机械的维修和保养全部委托第三方维修专职人员完成，维护后将产生的废机油等一并带走，本项目不对其进行收集和贮存。

## 6.7 生态保护措施

### 6.7.1 生态回填期生态保护措施

### 6.7.1.1 工程防护措施

①通过汽车运至填充区的煤矸石要用推土机把煤矸石推平，每堆放 1m 厚的煤矸石层进行一次压实，有效防止煤矸石沉陷；坡面每堆高 8m 建造一个梯台，梯台宽 3m，平台上修建排水沟，防止坡面汇水冲刷平台。

②沟底基础防渗层。

③生态回填区每层煤矸石堆放完成后，对煤矸石层进行平整，用黄土作阻燃层均匀覆于矸石层上，采用推土机推平压实，厚度 0.3m。

④为防止周边来水进入生态回填区，对区域坡面造成冲刷，修建环绕四周的截排水渠。

⑤在到达回填设计高度后要及时对顶部进行覆土，最终对坡面、梯台及顶部平台覆 1.0m 厚土层（先覆 0.7m 厚黄土，再覆 0.3m 厚剥离表层土）。

⑥对取土的黄土荒坡上应及时采取水土保持和防止滑坡的措施。

### 6.7.1.2 取土场生态环境防护措施

本项目覆土首先利用冲沟平整后的多余土方，其次利用东侧的黄土山包黄土。

本次评价要求企业取土过程中采取的环保措施为：加强取土管理，合理设置取土工作台阶和安排取土工作面，规范取土场的取土行为。在取土过程中，要加强扬尘的产生和防护，取土的同时要利用洒水车进行洒水抑尘，取土工作完成后，利用遮尘网进行遮盖。

由于本项目取土场位于生态修复区内，完成取土后，依据工程设计底部铺设粘土层，并进行生态修复。

①合理安排取土计划

制定合理的取土方案。取土场取土应尽量放缓取土场的坡度，坡度控制在 10%以下。

取土前在取土范围之外设置排水沟或截水沟，以防止坡上汇水对取土坡面形成冲蚀，以防止水土流失。

取土时首先将表层 0.3m 表土层剥离堆放于固定地点，并用毡布覆盖进行必要的防护，以便结束后恢复表层土壤。取土场取土时，按台阶式开挖取土，高处取土厚度大，低处取土厚度小，尽量减少取土台阶的高度。在取土结束后，可对其进行阶梯形削坡开

阶，以利于保水，并防止上方来水直接下泄。

### ②取土场临时截洪沟设计

为了防治沟道两侧坡面汇水进入取土场场地，在取土场周边靠近山体一侧原状土上布设截洪沟，采用浆砌石矩形断面形式，底板厚30cm。

截洪沟过水流量采用明渠均匀流计算公式计算，需修建截排水沟总长2894m。

## 6.7.2 抚育造林期生态恢复措施

### 6.7.2.1 生态环境防治原则

根据项目所在地自然环境特征、项目建设及运行特点，依据《环境影响评价技术导则生态影响》的规定，确定本项目生态治理及恢复原则为：

#### ①自然资源损失的补偿原则

由于评价区域内的自然资源（农田植被、土壤）会因为矿井开采产生地表塌陷和变形造成一定程度的损耗，而这两种资源的再生期较长，恢复速度慢，具有生态和社会效益，因而必须执行自然资源损失的补偿原则。

#### ②自然生态体系受损区域恢复原则

本项目影响最大的区域分为占地区和直接影响区，用地格局的变化影响了原有自然体系的功能，因此应进行生态学设计，尽量减少这种功能损失。根据区域环境特征，生态恢复重点地段以人工恢复为主，一般地段以自然恢复为主。

#### ③人类需求与生态完整性维护相协调的原则

项目建设和运行是人类利用自然资源满足自身需求的行为，这种行为往往与生态完整性发生矛盾，生态保护的措施就在于尽力缓解这种矛盾，在自然体系可以承受范围内开发利用资源，为社会和经济的不断进步服务。

### 6.7.2.2 生态综合整治目标

本次全部安排生态修复，生态修复率为100%。坡面复垦为灌木林地，共计6.14ha。马道复垦为乔木林地，面积约为1.43ha，平台复垦为乔木林地，面积约为11.18ha，进场道路面积约为0.35ha，两侧种植乔木，边坡播撒草籽。临时堆土场恢复灌木林地，面积约为1.60ha。其余截排水沟、拦挡坝等面积约为0.30ha。

本项目占地面积均为复垦责任面积，本次全部安排生态修复，生态修复率为100%。

项目生态复垦目标表如下：

表 6.7-1 生态复垦目标表

分区	生态恢复责任区域	面积(ha)	恢复目标地类	恢复指标要求	完成时限	责任主体
生态回填区	边坡	6.99	灌木林地	植被盖度：1年内 $\geq 60\%$ , 3年内 $\geq 85\%$ 水土流失控制：治理后土壤侵蚀模数 $\leq 500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$	边填埋边恢复，最终形成的平台在封场后1年内，完成生态恢复，管护期限为3年，确保植被成活率 $\geq 85\%$ ，否则适当延长。	建设单位
	排水沟等	0.86	灌木林地			
	平台	14.08	乔木林地			
	马道	1.79	乔木林地			
	进场道路	0.46	两侧种植乔木，边坡播撒草籽			
	临时堆土场	1.6	灌木林地			

### 6.7.2.3 移交条件

本次评价在参照《土地复垦质量控制标准》等相关技术规范的基础上，结合该项目的实际情况，针对该项目工程土地损毁情况，提出了以下移交条件。

#### 1、乔木林地林地移交条件

- (1) 地形坡度宜小于 $20^\circ$ ，以 $6\sim 15^\circ$ 区间为宜；
- (2) 有效土层厚度 $\geq 0.8\text{m}$ ；
- (3) 土壤容重 $\leq 1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ；
- (4) 选择适合于当地种植的乡土树种和抗逆性能好的树种，三年后植树郁闭度0.4以上；
- (5) 修复区平台和马道修复为乔木林地，边坡及临时堆场修复为灌木林地，设计时乔木林地，选用刺槐和油松1:1混交，并播撒紫苜蓿草籽；灌木林地，选用紫穗槐和连翘1:1混交，播撒紫苜蓿草籽。
- (6) 三年管护期到，造林成活率必须达到90%以上。

#### 2、灌木林地有林地移交条件

- (1) 有效土层厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ；
- (2) 土壤容重 $\leq 1.5\text{g}/\text{cm}^3$ ；
- (3) 土壤质地为壤土至粘壤土，土层内不含障碍层；
- (4) 土壤内不含有毒有害物质；
- (5) 坡面采用灌草混交，灌木选用连翘，草种采用紫花苜蓿。

#### 6.7.2.4 项目区植物措施设计

参考《山西省重点区域生态保护和修复项目技术指南》（试行）的要求：水土流失严重区域，树种(草种)选择要求：

1) 坚持适地适树(适草)原则，根据立地条件，森林(草原)主导功能，树种(草种)生态学特性的一致性选择树种(草种)，优先选择乡土树种(草种)，审慎使用外来树种(草种)；

2) 在丘陵地带，应选择防护能力强、生态经济效益好的乔木和灌木树种，同时要尽可能的加大阔叶树种，特别是长寿阔叶树种比例。

3) 在条件适宜的地方，可选择经济价值高、市场前景好的经济林树种。

4) 引进树种(草种)必须经引种试验成功后进行推广。参考指南附录 B 中适宜树种(草种)的推荐类型并结合当地物种情况，本项目确定生态复垦选用树种如下：

边坡覆土 1m 后采用人字型浆砌片石截水骨架内栽植灌木的方式进行防护，灌木选用连翘，人字形截水骨架采用 M7.5 浆砌片石砌筑，骨架内采用播撒紫花苜蓿防护。

梯台覆土厚 1m，采用乔草混交方式防护。树种选用油松，草种选用紫花苜蓿。

顶部平台覆土厚 1m，采用乔灌草混交。树种选用油松，灌木选用连翘，草种选用紫花苜蓿。

进场道路行道树采用乔草混交模式，布设于道路外侧。

##### 5) 立地条件

平台、边坡填埋封场覆土时，先铺设约 0.7m 厚的黄土，压实度不小于 92%，防止雨水渗入堆渣体内，然后再铺设 0.3m 厚的天然土壤，以满足植树的用地要求。边坡采用人字型浆砌片石截水骨架内栽植灌木的方式进行防护，其覆土施工工艺为：将弃渣顶面和坡面整平，人工将土沿弃渣摊平、碎土，达到种植要求。

项目区覆盖的土壤养分贫瘠，缺乏必要的营养元素和有机质，因此需要采取一系列措施改良土壤的理化性质，主要方法有：

###### ①人工施肥

N、P、K 都是植物生长必需的大量元素，复垦土地都较贫乏，所以这些肥料的施用一般都能取得迅速而显著的效果，要少量多次地施用速效化肥或选用一些分解缓慢的

长效肥料。

## ②生物改良

生物改良是利用对极端环境条件具有耐性的固氮植物、固氮微生物等改善矿区废弃地的理化性状。固氮植物具有固氮作用，在其本身腐败后，氮元素营养便留在土壤中，有利于增加土壤的养分，并能改善土壤的物理结构，微生物菌根能够参与土壤养分的转化，改善土壤结构，促进植物的发育。

生物固氮是将植物种类中具有固氮能力的植物，如苜蓿等种植在复垦土地中，通过植物的固氮作用，吸收氮元素，在植物体腐烂后将氮元素释放到土壤中，达到改良土壤的目的。

## 3) 苗木规格与数量

生态修复区植物措施技术指标见下表：

表 6.7-2 项目区生态恢复治理措施技术指标一览表

治理措施	草、树种	密度	苗木要求	种植方法	整地方式与规格
坡面植物措施	连翘、紫花苜蓿	30kg/hm <sup>2</sup>		刺槐：植苗，一穴一株 连翘：植苗，一穴一株	
平台植物措施	油松、连翘、紫花苜蓿	油松：株行距 2×2m, 2500 株/hm <sup>2</sup> 连翘：株行距 1×1m, 10000 株/hm <sup>2</sup> 紫花苜蓿：30kg/hm <sup>2</sup>	油松：三年生、一级苗、生长健壮，无病虫危害，冠幅≥0.6m，高度≥1.5m 连翘：三年生地径≥0.8cm, 6 个分支以上	撒播	草籽采用全面整地 油松：600mm×600mm×600mm 连翘：400mm×400mm×400mm
马道植物措施	油松、紫花苜蓿	油松：株行距 1.5×1.5m , 4445 株/hm <sup>2</sup> 紫花苜蓿：30kg/hm <sup>2</sup>	紫花苜蓿：籽粒饱满、无病虫害		
临时堆土场植物措施	油松、连翘、紫花苜蓿	油松：株行距 2×2m, 2500 株/hm <sup>2</sup> , 连翘：株行距 1×1m, 10000 株/hm <sup>2</sup> 紫花苜蓿：30kg/hm <sup>2</sup>			

表 6.7-3 项目区生态恢复治理工程量及目标一览表

治理措施	覆土工程量/m <sup>3</sup>	栽植量	场地平整工程量	恢复目标
边坡	覆种植土 1.842 万 m <sup>3</sup> , 覆粘土 4.298 万 m <sup>3</sup>	连翘：61400 株；紫花苜蓿撒播量为 184.2kg	6.14hm <sup>2</sup>	灌木林地
平台	覆种植土 3.354 万 m <sup>3</sup> , 覆粘土 7.826 万 m <sup>3</sup>	油松：27950 株, 连翘：111800 株, 紫花苜蓿撒播量为 335.4kg	11.18hm <sup>2</sup>	乔木林地
马道	覆种植土 0.429 万 m <sup>3</sup> , 覆粘土	油松：6357 株, 紫花苜蓿撒播量为	1.43hm <sup>2</sup>	乔木

	1.001 万 m <sup>3</sup>	42.9kg		林地
临时堆土场	对土壤进行浅翻	油松: 4000 株, 连翘: 16000 株, 紫花苜蓿撒播量为 48kg	1.60hm <sup>2</sup>	乔木林地

典型生态保护与恢复布局图见下图。

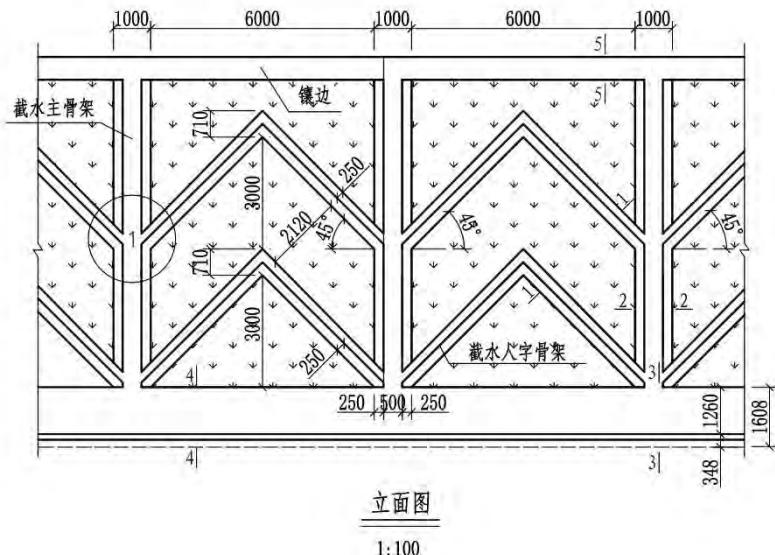


图 6.7-1 本项目生态保护措施设计图（边坡）

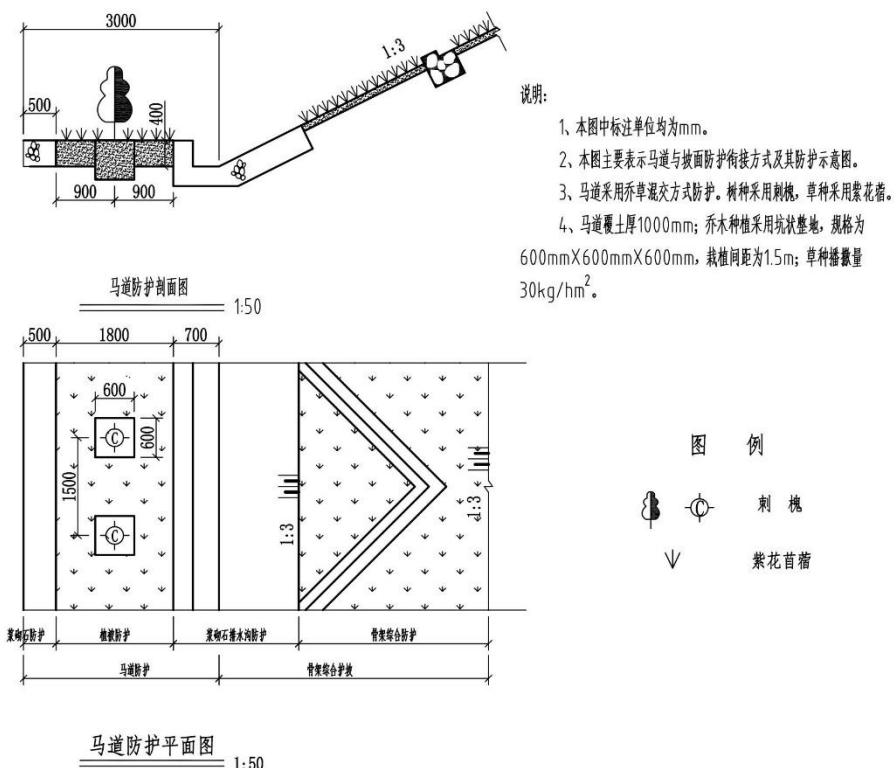


图 6.7-2 本项目生态保护措施设计图（梯台）

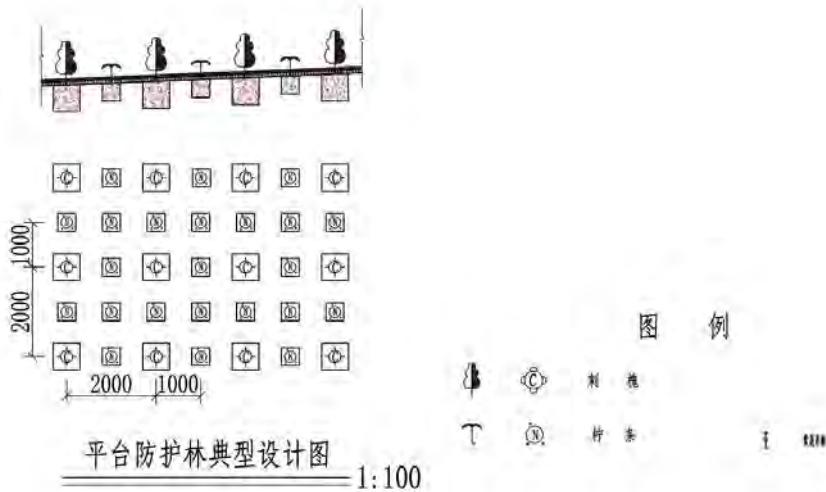


图 6.7-3 本项目生态保护措施设计图（平台）

#### 6.7.2.5 树种选择合理性分析

1) 油松是典型的浅根植物，核心特征可从三方面简要说明：

其一，根系分布集中于浅层土壤。无论自然生长还是人工培育，油松 90% 左右的根系（含关键的吸收根）都分布在 0-60 厘米土层，100 厘米以下土层几乎无有效根系，且随林龄增长，垂直扎根幅度仍有限，始终依赖表层土壤。

其二，生理特性适配浅层生长。油松根系呼吸需充足氧气，深层土壤通气差无法满足；其吸水效率也与表层土壤高水势适配，深层低水势环境下吸水能力大幅下降，这从生理上决定它更倾向浅层土壤。

其三，实际表现印证浅根属性。造林时需“浅栽”，栽深过深易死亡；强风或暴雨后易倒伏，因缺乏深层主根支撑；且与侧柏等典型浅根植物在根系分布、造林要求上高度相似，进一步说明其浅根特征。

综上，油松从根系分布、生理需求到实际生长表现，均符合浅根植物的核心定义。

2) 本项目评价区分布的群系主要为刺槐林、蒿类草丛、黄刺玫灌丛，本项目治理后的人工林（油松、连翘）与现状刺槐林形成镶嵌景观，增加了植物生物多样性，从而为部分次生演替物种提供了过渡栖息地，从而使生态系统服务功能更加优化。

3) 参考《山西省重点区域生态保护和修复项目技术指南》（试行）的要求：本项目所处的乡宁县管头镇属于半干旱区，油松种植密度为：74 株/亩（1110 株/ha），连翘

种植密度为 167 株/亩（2504 株/ha）。本项目油松种植密度为 2500 株/ha、连翘种植密度为 10000 株/ha，符合规定要求。

4) 根据《山西省林业和草原局关于印发山西省主要乡土树种名录的通知》（晋林生函〔2020〕448 号），本项目所处的乡宁县晋西土石山区，本次选择的油松、连翘均为本区域的乡土物种。

5) 根据《生态公益林建设技术规程（GB/T18337\_3-2001）》本项目乡宁县管头镇为黄河区，本次选择的油松、连翘、紫花苜蓿均为本区域水土保持生态公益林的主要适宜树种和灌草种。

基于以上分析，本项目选择油松、连翘、紫花苜蓿较为合理。

#### 6.7.2.6 进场道路绿化设计

需新建进场道路 1036m，路基宽 4.0m，路面宽 3.8m，C30 混凝土面层。进场道路占地面积约为 0.35ha。

沿道路两侧修建排水沟，其出口接填埋区截排水沟，共需修排水沟 2072m。排水沟采用浆砌石矩形结构，断面尺寸为底宽 0.4m，深 0.4m，壁厚 0.3m。

行道树树种选择油松，株距 3.0 m，按一般种树方法种植，挖穴 0.60 m×0.60 m×0.60 m，苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，然后将土踏实，浇透水，再覆一层虚土，以利保墒。两侧边坡播撒草籽，草种选择紫花苜蓿，草种为优质种，播撒密度为 20kg/ha；行道树设计图见图 6.7-4。具体工程设计见下表。

表 6.7-4 行道树造林技术指标表

林种	树 种	方式	苗木规格	种植方法
防护林	油松	坑穴	5 年生	植苗

表 6.7-5 行道树造林技术措施表

项目	时间	方式	规格与要求
整地	春、夏、秋	坑穴	油松：0.6m×0.6m×0.6m；紫花苜蓿：播撒密度为 20kg/ha
种植	4 月~5 月	植苗	栽后浇水
抚育	栽植后第 2、3 年	松土、浇水、补植	

表 6.7-6 进场道路行道树绿化工程量表

项目	绿 化 模 式	长 度 / 面 积	树(草)种	株 距 (m)	种 植 密 度	苗 龄 及 等 级	种 植 方 法	需 苗 量(株、kg)
进场道路绿化	乔 草 混交	1.036km	油松	3.0	333 株/km	地径 2cm	植苗	345
			紫花苜蓿		20kg/km	优良	播撒	8.43

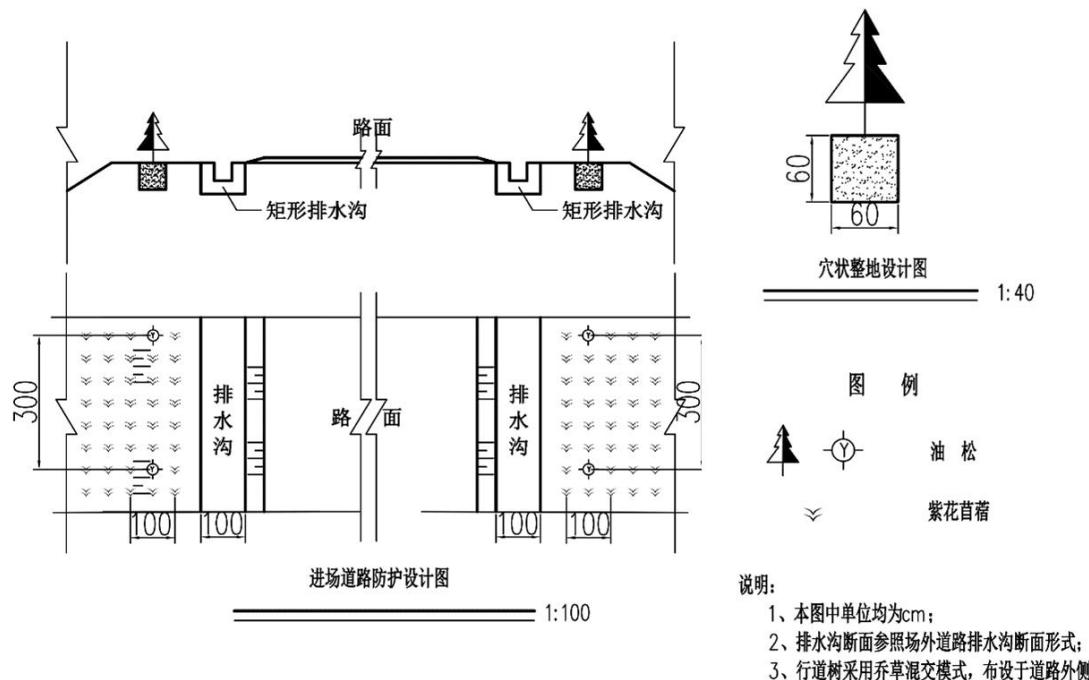


图 6.7-4 本项目生态保护措施设计图（进场道路）

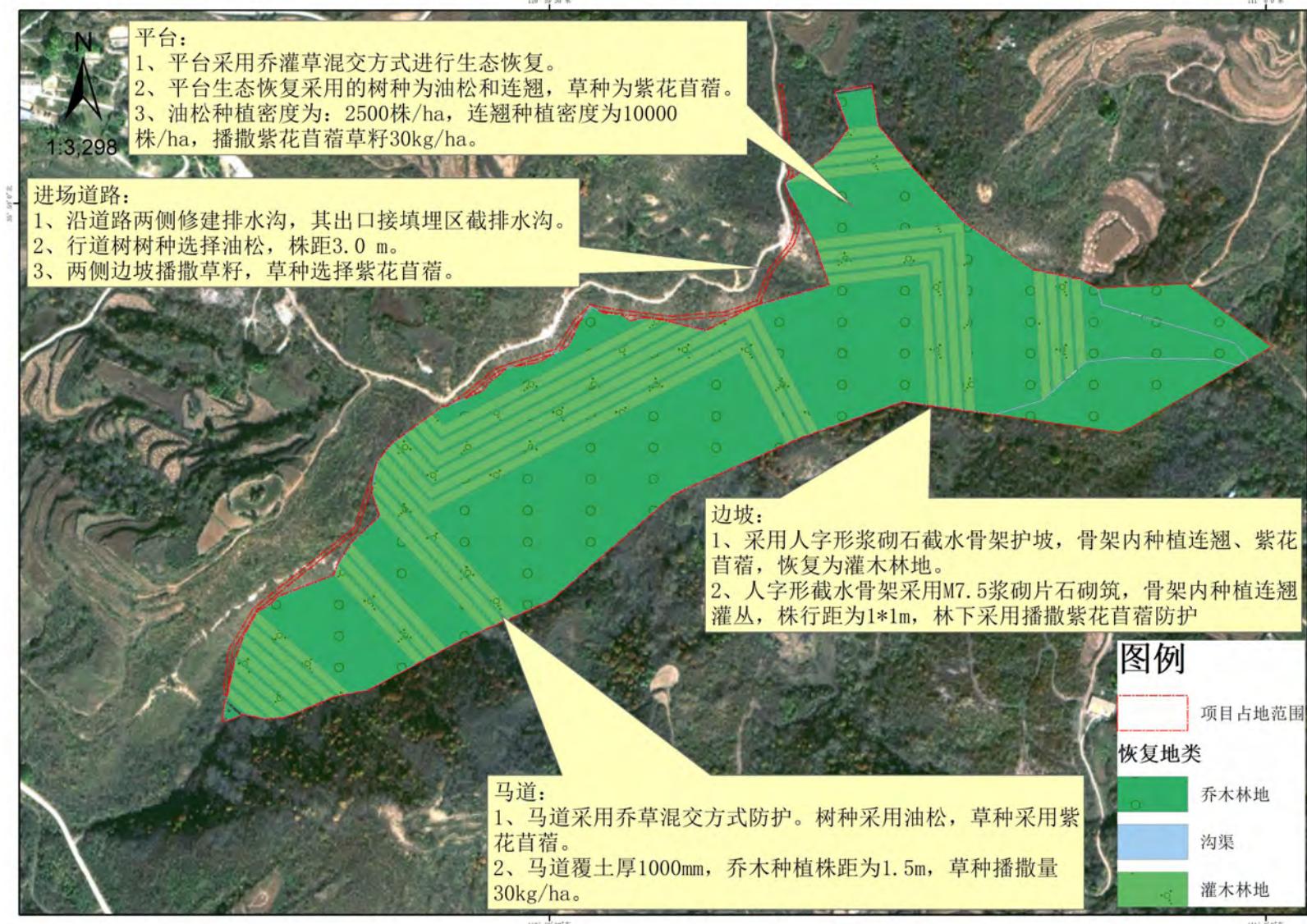


图 6.7-4 本项目典型生态恢复措施图

### 6.7.2.7 项目区抚育措施

1、为提高树木成活率和生长速度，增强抑尘防蚀效益，除严格执行造林典型设计图中种植技术措施外，根据各造林地的自然条件，造林初期（3年内）因地制宜地采取如下浇灌措施，对乔木树种及灌草进行浇灌。

2、苗木种植前应进行苗木根系修剪，宜将劈裂根、病虫根、过长根剪除，并对树冠进行修剪，保持地上地下部分平衡。种植带土球树木时，不易腐烂的包装物必须拆除。种植时，根系必须舒展，填土应分层踏实，栽植深度应与原埋土深度一致。

3、植物措施中所栽植的乔木等大苗，须带土球起苗，苗木要求栽植在穴中央，栽植深度均要求超过根颈3cm~5cm，栽苗时先填表土后填新土，分层踏实，使根系与土壤紧密接触。穴面修整成下凹状，以利于蓄水。踏实后穴面再覆一层虚土或撒一层枯枝落叶，以减少土壤水分蒸发。苗木定植后，应立即灌水，尤其是干旱多风地区，立即浇水后，其后每隔3天~5天连浇数遍，方可保证成活。

4、造林后每年秋、冬对新植幼树进行全面检查，动态掌握造林成活率和林木生长状况，同时每年春、夏、秋进行浇水、深翻及除草，翻土深度20cm~50cm。

## 6.8 环境风险管理

### 6.8.1 事故防范措施

#### （1）拦挡坝溃坝防范措施

预防溃坝事故应从坝体选址、工程勘察测量、设计、施工监测和维护管理等多方面综合考虑。

①拦挡坝设计须由有资质的正规单位进行，基础坝建成后须经安全验收后才能投入使用。同时为降低溃坝的风险，本项目在下游沟口设置两道拦挡坝。

②提高拦挡坝的设计等级与防洪标准，并采取专门的防护措施。本项目防洪设施以50年一遇洪水频率设计，100年一遇洪水频率校核，水文计算采用24小时暴雨资料推求设计洪水，结合当地的《水文手册》和实际情况，正确的选用方法和所用参数进行。

③在坝体填筑前，必须对坝基和岸坡进行处理，拆除坝基范围内的草皮、腐殖土等。基础坝及拦挡坝坡面必须设置护坡，护坡材料应根据当地情况选取，采用工程护坡与植物护坡相结合方式。

④为避免周边洪水的汇入，在生态修复区的护坡与周边地形相接处设截排水渠，在梯台上设排水沟，在生态修复区底部布设导排盲沟，将横向排水沟、截排水渠及导排盲沟形成一个完整的排水系统，汇流后排入下游消力池，防止坡面汇水冲刷坡面。

⑤落实安全生产责任制，明确安全生产职责，加强监管，及时发现隐患。

⑥加强拦挡坝的巡视，包括巡视监测、变形监测、渗流监测、压力监测、水文、气象监测等。设置专人对工程场地进行管理和维护，严禁在工程场地周边爆破等危害堆场安全的活动。

⑦建议企业应编制环境风险评估报告和突发环境应急预案。

通过上述分析，只要项目拦挡坝、排水系统满足设计规范要求，在建设时符合设计和相关风险防护要求，并管理得当，拦挡坝发生溃坝的概率很小，可将环境风险降低到可接受水平。

## （2）坝体损坏环境风险防范措施

### ①裂缝

发现裂缝后都应采取防护措施，以防止雨水或冰冻加剧裂缝的开展。对于滑动性裂缝的处理，应结合坝坡稳定性分析统一考虑。

对于非滑动性裂缝可采取以下措施进行处理：对于不太深的表层裂缝及防渗部位的裂缝，采用开挖回填是处理裂缝比较彻底的方法。

对于坝内裂缝、非滑动性很深的表面裂缝，由于开挖回填处理工程量过大，可采取灌浆处理。对于中等深度的裂缝，可以采用开挖回填与灌浆相结合的方法进行处理。

若发生裂缝，应急处置队伍应立即赶赴现场，在事故下游采用有效的拦截措施，动用铲车、挖掘机等设备，挖沟或筑坝，控制事故的扩大。待事故处理后，将废渣土转移到安全地点，及时清理废弃物，恢复植被。

### ②溃坝

在汛期或暴雨期间，必须根据气象预报，做好一切预警工作。一旦发生溃坝事故，除做好必要的抢险和抢修工作外，一定要作好下游群众的疏散和转移和善后处理。

若发生事故，应急处置队伍应立即赶赴现场，在事故下游采用有效的拦截措施，动用铲车、挖掘机等设备，挖沟或筑坝，控制事故的扩大，等事故处理后，将废渣土转移

到安全地点，及时清理废弃物，恢复植被。

### (3) 水环境风险防范措施

#### ①生态回填期

雨季时，场地上游及周边汇水通过截排水渠排至场地下游；截排水渠、横向排水渠和导排盲沟形成一个完整的坡面排水系统，场内汇流后排入下游沟道，本项目在沟口处设置1座消力池，防止雨水对下游的冲刷。

生态回填期间产生的废水是暂时性的，采用简单有效、经济的处理措施将施工废水处理后可直接利用于场地抑尘；项目区生活污水直接回用于场地洒水抑尘，不外排；针对淋溶水，本项目生态修复区沿沟底铺设导排系统，废水不在场内积存，不会产生高浓度淋溶液对区域水环境造成污染。

生态回填期废水不会对区域地表水环境产生明显影响。

#### ②抚育造林期

本项目后期无生产废水产生。根据当地气象资料情况，区域年蒸发量远大于降水量，由于降雨量小，蒸发量大。结合工程措施，场内设有完备的排水设施，基本不存在积水的情况，项目沿沟底铺设导排系统，穿过拦挡坝，末端接坝下消力池；同时在生态修复区四周修建截排水渠，以截、排地表径流，防止雨水对项目区的侵袭，截排汇水通过消力池后流出场外。综上，不会产生高浓度淋溶液对区域水环境造成污染。

## 6.8.2 应急预案

山西陆通能源有限公司应针对本次生态修复项目建立一套事故风险管理组织机构，制定安全规定、事故防范措施及应急预案。

表 6.8-1 应急预案内容及要求一览表

序号	项目	内容及要求
1	应急计划	溃坝
2	应急组织机构、人员	应建立应急组织机构、设专职应急人员负责应急工作。
3	预案分级响应条件	将应急预案分成几级，根据相应的级别分类，采取相对应的程序，进行应急措施。
4	应急救援保障	应购置应急设备。
5	报警、通讯联系方式	规定应急状态下的报警、通讯联系方式、通知方式和交通保障管制等。
6	应急环境监测、抢救、救援及控制措施	应由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测、对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。
7	应急检测、防护措施、清	事故现场、邻近区域，控制和清除污染措施及相应设备。

	除泄漏措施和器材	
8	人员紧急撤离、疏散、应急计量控制、撤离组织计划	事故现场、受事故影响的区域人员及公众对应急计量控制规定，撤离组织计划及救护，医疗救护与公众健康。
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序事故现场善后处理、恢复措施、邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
10	应急培训计划	应急计划制定后，定期安排人员培训与演练。
11	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育培训和发布有关信息。

## 6.9 环保措施及环保投资估算

本项目总投资 5620 万元，其中环保投资为 270.7 万元，环保投资占总投资的 4.8%，项目建设环境保护措施及投资汇总情况见下表：

表 6.9-1 环境保护措施及投资汇总一览表

环境要素	污染源	污染物	治理措施	环保投资 (万元)
环境空气	基础设施建设	扬尘	①易产生扬尘的建筑材料，应集中堆置在施工区域主导风向的下风向，并加盖苫布；②施工弃方及时处理，避免大风天气对周围环境空气造成污染。	15
	场地平整过程	扬尘	场内配备洒水车，合理规划平整作业区，分片区平整，层层压实。；取土过程中进行洒水抑尘，并且及时利用遮盖网进行遮盖，取土完成后要全部进行生态恢复。	80
	运输扬尘	扬尘	①运输道路进行硬化，定期清扫和洒水；②车辆密闭或加盖苫布，防遗撒；③在生态修复区进出口位置设洗车平台，车辆进出场地应对轮胎、车体进行清洁；④定期对场内的非道路移动机械进行维修和保养。	40
水环境	施工废水	车辆、设备	设置 1 套 50m <sup>3</sup> 二级循环沉淀池收集废水，经沉淀后全部回用，不外排。	5
		生活废水	生活污水水质简单，设置 5m <sup>3</sup> 沉淀池，废水经沉淀后用于场地洒水抑尘。	
	雨水	淋溶水	沟底设导排盲沟，周边设置截排水渠，梯台内侧设横向排水渠等，可防范雨水积存场地内形成淋溶液造成污染影响。	列入工程投资
固体废物	生活垃圾	生活垃圾	集中收集后，送当地环卫部门指定地点处置。	2.0
	挖方作业	土石方	合理堆放，并采用遮盖、洒水等措施临时防护，并及时运送到防治水土区，回用于项目用土工程，及时回填；表层土统一收集暂存用于后期植被恢复。	5.0
	基础设施建设	石块及废弃的混凝土、	全部送至当地政府指定的建筑垃圾处理处进行处置。	3.0

		水泥和砂浆		
声环境	机械设备	噪声	选用低噪声设备，保证设备的良好运转状态。	15
	运输车辆		①应加强调度管理，禁止夜间运输，行驶至居民集中区等噪声敏感点处，要减速行驶，禁止鸣笛；②定期对车辆保养，淘汰不合格的车辆，使车辆处于良好状态，降低辐射声级；③道路两侧设置绿化带。	
生态环境	造林及抚育管护	/	生态回填完成后，平台及坡面最终夯实覆土1.0m 厚，覆土造林面积共计 20.6482hm <sup>2</sup> 。	95.7
其他	防渗工程		采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等。	列入工程投资
环境保护日常管理			企业指定专人负责回填及有关事宜；为防止企业生产过程回填材料堆存随意性，当地环境管理部门应进行定期检查，对不符合要求的状况要及时指出，并要求整改。	10
合计				270.7

## 第七章 环境管理与监测计划

### 7.1 环境管理

环境管理是整个管理工作中的重要组成部分，其目的主要是通过环境管理工作的开展，提高全体员工的环保意识，促进企业积极主动地预防和治理污染，避免因管理不善而可能产生的环境污染。

为全面贯彻和落实国家及地方环境保护政策、法律、法规，加强企业内部环境管理和污染物排放监督控制，保证企业中各环保设施正常运行，污染物达标排放，企业内部必须建立行之有效的环境管理机构和制度。

#### 7.1.1 环境管理体系

环境管理工作应实行企业法人负责制，建设单位应设置专门的环保管理机构，配置1~2名专职管理人员，负责企业的环境管理、污染物监测及污染治理、生态恢复的具体工作，确保各项环保措施及环保制度的贯彻落实。

##### (1) 环境管理机构设置

环评要求企业设置本项目环保兼职人员，负责全公司的环保管理、治理和环境监测等工作。

##### (2) 环保管理人员的主要工作职责：

- ①掌握污染源排放情况，污染防治设施运行情况；
- ②污染控制、环境保护治理设施运行文件的管理；
- ③督促回填材料倾倒、工作人员按照操作规程进行回填作业；督促运输人员按车辆保养、检修制度强化管理；
- ④及时与上级环保部门沟通，获取相关的信息和技术；
- ⑤负责公司环境保护技术资料、文件的归档工作；
- ⑥负责突发环境事故应急预案的制定；
- ⑦制定应急预案的演练计划，协助现场指挥组具体落实；
- ⑧负责公司环境保护工作的培训和宣传工作；
- ⑨制定公司监测计划。

工程施工管理组成应包括建设单位、监理单位、施工单位在内的三级管理体系，同时要求工程设计单位做好服务与配合。

①施工单位应加强自身的环境管理，须配备必须经过相关培训、具备一定能力和资质的专、兼职环保管理人员，并赋予相应的职责和权力。

②监理单位应根据环境影响报告书、环保工程施工设计文件及施工合同中规定执行的各项环保措施作为监理工作重要内容，对建设项目的各项环保工程建设质量把关，监督施工单位落实施工中采取的各项环保措施。

③在工程施工承发包工作中，应将环保工程摆在主体工程同等的地位，环保工程质量、工期及与之相关的施工单位资质、能力都将作为重要的发包条件；其次是及时掌握工程施工环保动态；定期检查和总结工程环保措施实施情况，资金使用情况，确保环保工程的进度要求；第三是协调各施工单位关系，消除可能存在环保项目遗漏和缺口；出现重大环保问题或环境纠纷时，积极组织力量解决，并协助施工单位处理好地方环境保护部门、公众三方相互利益的关系。

从工程施工的全过程而言，地方环保、水利、交通、环卫等部门是工程施工期环境监督的主体，而在某一具体或敏感环节，银行、审计、司法部门及新闻媒体也是监督体系的重要组成部分。

### 7.1.2 生态回填期环境管理要求

#### （1）环境管理

①施工前在生态修复区边界设置明显标识牌，注明施工完成时间、进入和使用该区域应注意的事项，以及长期运行设施运行管理责任主体和联系方式。

②施工单位应提高环保意识，加强驻地和施工现场的环境管理，合理安排施工计划，做到组织计划严谨，文明施工；环保工程与主体工程同时施工、同时运行，环保工程费用专款专用，不偷工减料、延误工期。

③施工单位应特别注意工程施工中的水土保持，尽可能保护好沿线土壤、植被，弃土弃渣须运至设计中指定地点弃置，严禁随意堆置，防止对地表水环境产生影响。

④施工现场、驻地及临时设施，应加强环境管理，妥善处置施工“三废”。

⑤环境管理的主要职能在于及时掌握整治环保动态，当出现环境问题或纠纷时，积极组织力量解决，并协助整治单位处理好与地方环保部门、公众等相关各方的关系。建

设单位应配备专、兼职环保人员，对生态修复区的扬尘、污水、水土流失、噪声等环保事宜进行自我监督管理。

⑥建设单位应贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》及其相关法律、法规，按国家的环保政策、环境标准及环境监测要求，制定环境管理规章制度，并监督执行。

⑦定期组织开展环保技术培训，搞好宣传工作，提高职工的环境保护和安全意识。

⑧认真落实各项补偿措施，做好工程各项环保设施的施工监理与验收，保证环保工程质量，真正做到环保工程“三同时计划”。

⑨建设单位与施工单位签定工程承包合同中，应包括环境保护条款，工程施工中生态环境保护、施工过程环境污染控制、污染物排放管理、施工人员环保教育及相关奖惩条款。

⑩基础设施（包括挡护工程、排水工程、道路工程等）建设完成后，认真贯彻执行“三同时”制度，其污染物的排放必须达到国家或地方规定的标准，应进行基础设施阶段性验收；待生态修复项目（覆土造林）完成后，应进行生态修复完成阶段性验收（同时参照《生态保护修复成效评估技术指南（试行）》进行修复效果评估）；并按照工程设计和运行要求对工程设施进行定期检查，发现工程设施运行异常，及时修复或替换。

## （2）环境监理

### ①工作形式和任务

建设单位应按照有关要求，施工前委托具有环境监理资质的单位，对拟采取的环境保护措施的实施情况进行监督。并依据环境影响报告书中的环境监理方案要求，在施工招标文件、施工合同和环境监理招标文件、监理合同中明确并依据环境影响报告书中的环境监理方案要求，在施工招标文件、施工合同和环境监理招标文件、监理合同中明确各自的环境保护责任。环境监理单位应依据建设单位的委托和监理合同中的环境保护要求，进行环境保护监理工作。

### ②工作方案和内容

根据该项目施工污染防治措施和环境监测计划制定环境监理方案，施工期环境监理要求隐蔽工程保留施工照片及视频资料备查，具体内容见下表：

表 7.1-1 施工期环境监理内容

主要环境问题	监理内容
废气	监督施工场地内扬尘达标排放；监督落实各项抑制扬尘措施。

噪声	监督噪声达到《建筑施工场界噪声限值》标准，应保证夜间施工噪声不致扰民。
固体废物	监督施工活动产生的固体废弃物要及时清运至指定的处置场，严禁乱堆乱放。
生态环境	检查施工现场土方堆置点的临时挡护措施，以及植被恢复措施的实施，监督施工期水土保持措施实施。

### 7.1.3 抚育造林期管护要求

为使生态修复工程质量有保证，评价指出管护及管理要求：施工中采用先进的施工技术和设备，加大人、财、物的投入力度，以最优的施工方案合理进行劳动力计划安排，保证最佳施工季节形成大干局面。

#### （1）技术监督

①监督人员：通过认真筛选，选拔具有搞理论和专业技术水平，具有生态修复工程设计、施工能力，具有较强责任感和职业道德的监督人员进行监督工作。

②监督协调人员：为保证施工进度和施工质量，项目区建设管理部门和地方行政部门各出1~2名技术人员负责土地工程施工现场的建立协调及技术监督工作，同时协助当地行政主管部门进行监督监察和验收工作，以确保工程按期保质保量完成。

#### （2）生态修复方案的设计与施工

生态修复项目的施工单位，除了具有一般工程技术人员，还应具有生态修复的专业。生态修复工程质量保证措施主要包括：在本工程施工中，采用先进的施工技术和设备，加大人、财、物的投入力度，以最优的施工方案合理进行劳动力计划安排，保证最佳施工季节形成大干局面。

实施前制定详细的材料用量计划，提前进行备料，保证各工序施工时绝不出现“停工待料”现象。

根据工程计划安排，及时合理调遣机械设备，关键工序、关键部位施工使用国际先进施工机械。根据计划工程量及供气进行倒排工期，合理安排各阶段施工任务，保证工程按部就班，有条不紊进行施工。

严格执行“三检制”。工序交接必须有班组间的交接检查，尚道工序不合格不能进入下道工序施工，否则由下道工序施工班长负责质量问题。班组自检后，方能进行专检并填写质检评定表。质量检查员具有质量否决权。质检员发现违背施工程序不按设计图纸、规程、规范及技术交底施工，对危害工程质量的行为，所有施工人员均有权上报，以利及时处理。制定质量奖罚办法，将工程质量与个人的效益挂钩。对关键工艺、工序

施行技术员跟班作业、指导、监督质量的实施。

(3) 完善管理规章制度为保证生态修复方案的实施，建立健全技术档案与管理制度，实现生态修复工作的科学性和系统性。档案建立与管理制度保持项目资料的全面性、系统性、科学性、时间性和齐全性和资料的准确性。各年度或各工程每个阶段结束后，将所有资料及时归档，不能任其堆放和失落。

(4) 抚育造林期应进行跟踪监测。

另外，项目生态修复完成后各生态环境措施责任主体为山西陆通能源有限公司（建设单位），管护时限包括整个生态修复期，直至验收合格交付南崖村村委使用管理。

#### 7.1.4 修复结束后效果评估要求

##### 一、评估框架与阶段划分

###### 1、评估周期

1) 短期评估（修复后 1 年内）：重点监测煤矸石稳定性、初期植被成活率及土壤基础指标。

2) 中期评估（修复后 1-3 年）：跟踪生态系统演替趋势，包括物种多样性、水文功能恢复及重金属迁移率。

3) 长期评估（修复后 5 年以上）：评估生态功能持续性，如碳汇能力、食物链完整性及景观连通性。

###### 2、评估依据

参照《生态保护修复成效评估技术指南（试行）》（HJ 1272-2022）指标，结合《煤矸石生态回填环境保护技术规范》（DB14/T-2025）细化操作流程。

##### 二、核心评估指标与阈值

###### 1、生态安全性指标

1) 煤矸石稳定性：浸出液 pH 值（6-9）、重金属（As、Cd 等）含量低于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618）限值。

2) 土壤质量：有机质含量 $\geqslant 1.5\%$ ，微生物群落多样性指数 $\geqslant 0.7$ （Shannon 指数）。

###### 2、生态功能恢复指标

1) 植被覆盖：草本植被盖度 $\geqslant 70\%$ ，乔木保存率 $\geqslant 85\%$ 。

- 2) 水文调节：地表径流削减率 $\geq 30\%$ ，地下水位波动幅度 $\leq \pm 1\text{m}/\text{年}$ 。
- 3) 生物多样性：本地物种占比 $\geq 60\%$ ，关键指示物种种群数量恢复至周边未扰动区水平的80%。

### 3、社会效益指标

土地利用率提升 $\geq 50\%$ ，周边居民满意度调查得分 $\geq 80$ 分（百分制）。

## 三、技术方法与数据采集

### 1、监测技术

空间分析：采用无人机多光谱遥感监测植被NDVI变化，精度误差 $\leq 5\%$ 。

定点采样：按 $50\text{m} \times 50\text{m}$ 网格布设土壤监测点，每季度检测重金属及养分含量。

### 2、动态评估模型

构建“压力-状态-响应”（PSR）模型，量化项目对生态系统的累积影响。

## 7.2 环境质量监测计划

环境监测是企业环境保护的重要组成部分，也是企业的一项规范化制度。通过环境监测，进行数据整理分析，建立监测档案，可为环境统计和环境定量评价提供科学依据，并据此制定防治对策和规划。

### 7.2.1 环境监测机构

本项目日常环境监测工作委托有资质监测单位开展。

### 7.2.2 环境监测计划

1、本项目建设各个阶段的环境监测计划见表 7.2-1。

表 7.2-1 环境监测计划一览表

监测期	监测对象	监测点位	监测项目	监测频率
基础设施建设期	场界无组织	上风向设 1 个点位，下风向设 2 个点位	颗粒物	施工前 1 次，施工时每季度 1 次
	场界噪声	场界四周，共 4 个点位	连续等效声级	施工前 1 次，施工时每月 1 次
生态回填期	场界无组织	上风向设 1 个点位，下风向设 2 个点位	颗粒物	每年 1 次
	场界噪声	场界四周，共 4 个点位	连续等效 A 声级	每季度 1 次
	温度	生态修复区内部	温度	每半年 1 次
生态回填期	土壤	生态修复区下游基本农田，设 2 个点位；消力池外下游，设 1 个点位；场地外西南方向基本农田，设 1 个点位，共 4 个点位	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	每五年年 1 次
	地下水	3 个跟踪监测井，在生态回填区场地地下水水流场上游 50m 设 1 个监测井，场址西侧 50m 处设置 1 个地下水监测井，场址下游 50m 设地下水监测井	pH、硒、锌、砷、钡、氰化物、氟化物	监测频次至少每季度一次，每两次监测之间间隔不少于 1 个月
抚育造林及交付期	地下水		pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、六价铬、镉、总硬度、铅、氟化物、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物、菌落总数、总大肠菌群以及硒和锌。	监测频次至少每半年 1 次，直到地下水水质连续 2 年不超出地下水本底水平
	温度	生态修复区内部	温度	每半年 1 次

	土壤	生态修复区下游基本农田, 设 2 个点位; 消力池外下游, 设 1 个点位; 场地外西南方向基本农田, 设 1 个点位, 共 4 个点位	pH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌	每年 1 次, 直到相关指标连续 3 年内不超出环境质量本底水平值 20%
注: ①煤矸石生态修复过程中, 合理安排回填作业, 及时关注监测结果, 如发现异常, 立即采取相应措施。 ②实施主体建立档案管理制度, 并依据国家档案管理等相关法律法规进行整理和归档, 永久保存。				

## 2、项目生态环境监测计划

本次监测计划内容: 包括土壤质量监测和修复植被监测。

### 1) 土壤质量监测

生态修复为旱地的土地的自然特性监测内容, 为生态修复区地形坡度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度 (pH)、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等, 其监测方法以《土地复垦质量控制标准》为准, 测量方法为样方随机调查法, 在服务年限内, 布设 4 个监测点, 监测频率为每年 1 次, 监测时间为项目抚育期为 3 年, 抚育成活率达标后, 持续监测 5 以上, 以便进行修复效果评估。

表 7.2-2 复垦土壤质量监测设计表

监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数量 (个)	样点持续监测时间 (年)
地形坡度	1	4	≥8
土壤有效水分	1	4	≥8
土壤容重	1	4	≥8
酸碱度	1	4	≥8
有机质含量	1	4	≥8
有效磷含量	1	4	≥8
全氮含量	1	4	≥8
速效钾厚度	1	4	≥8
土壤盐分含量	1	4	≥8

### 2) 修复植被监测

生态修复为林地的植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等; 生态修复为草地的植被监测内容为植物生长势、高度、覆盖度、产草量等。测量方法为样方随机调查法, 在规划的服务年限内, 每年监测一次。对修复为林地的用地进行植被监测, 本项目共设监测点位 4 个。

表 7.2-3 植被修复监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数量 (个)	样点持续监测时间 (年)
植物高度	1	4	≥8
种植密度	1	4	≥8
成活率	1	4	≥8
郁闭度	1	4	≥8

### 3) 监测方法

#### A. 调查与巡逻

定期采取全面调查，采用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子等对生态修复责任范围内的土地利用现状和面积、基本特征及生态修复工程措施实施情况进行监测记录。

#### B. 站点布设

地面定位监测的目的是获得不同地表土地利用现状的土壤养分及污染变化情况、土地水土流失情况。并且项目区面积比较大，情况大不相同，因此必须设置多个监测点数。

### 4) 监测频率

结合生态修复进度和措施，制定监测内容，委托有资质的单位专业人员定期进行监测，监测频率为 1 次/年，此外还需不定期进行整个生态修复区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段临时查看，若发现较大的破坏土地利用现状的变化或流失现象，及时监测记录。监测时间自开始施工建设至生态修复验收合格。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

### 5) 监测报告

记录每期、每个监测点位的监测情况，形成记录表并存档。

表 7.2-3 生态跟踪监测点一览表

编号	恢复地类	坐标	位置
1#	乔木林地	E110.98823°; N35.9787644°	马道
2#	灌木林地	E110.99175°; N35.9812025°	边坡
3#	乔木林地	E110.99344°; N35.9822889°	进场道路
4#	乔木林地	E110.99689°; N35.9821353°	平台

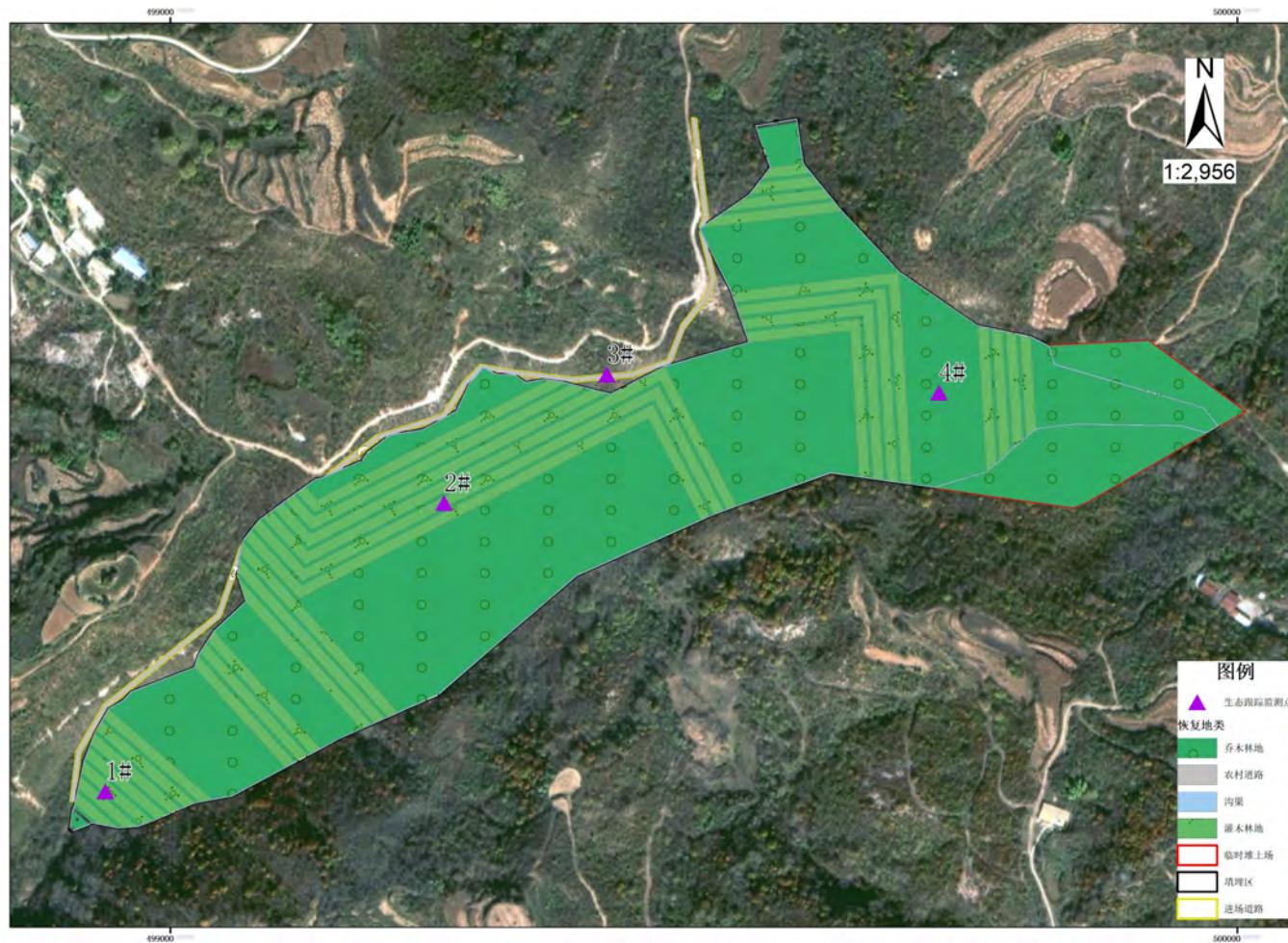


图 7.2-2 本项目生态跟踪监测布点图

## 第八章 环境影响评价结论

### 8.1 项目概况

表 8.1-1 项目概况表

项目	工程概况		
项目名称	山西陆通能源有限公司利用固废回填生态修复项目		
建设地点	山西省临汾市乡宁县管头镇苍上村委仁马庄村和龙窝村中间的龙峰沟		
中心坐标经度	110°59'38.895"	中心坐标纬度	35°58'55.709"
造林要求	采取乔灌草相结合的造林方式，主要将其他草地提升为四级林地		
造林面积/hm <sup>2</sup>	实际征地 26.698hm <sup>2</sup> , 避让下善河, 退让 180 米, 生态回填修复区 19.0524hm <sup>2</sup> , 临时堆场 1.5958hm <sup>2</sup> , 涉及生态修复的面积 20.6482hm <sup>2</sup>		
回填材料种类	煤矸石、黄土		
回填量/万 m <sup>3</sup>	401.38 (347.53+53.85)		
回填周期/a	2.32		
工作制度	330d/a, 24h/d		
总投资/万元	5620		
环保投资/万元	270.7		

### 8.2 环境质量现状

#### (1) 大气环境

##### ①基本污染物

经调查, 乡宁县 2024 年例行环境空气质量监测结果中 O<sub>3</sub> 日最大 8 小时平均浓度超标, 故项目所在的乡宁县属于环境空气质量不达标区。

##### ②特征污染物

经调查, 监测期间项目生态修复区及西凹村 TSP 日均浓度最大占标率分别为 39%、38.67%, 均可满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准限值, 达标率为 100%, 评价区环境质量现状较好。

#### (2) 地表水环境

本项目所在地地表水体为西南侧25m的下善河。根据《山西省地表水环境功能区划》(DB14/67-2019) 表1“山西省各河段水环境功能区划结果表”可知, 本区河段属于黄河流域--鄂河—管头村--入黄河段, 水环境功能为农业用水保护, 水质要求为V类, 执行

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中V类标准。根据山西省生态环境厅公示的2024年地表水环境质量报告,鄂河国控断面-西庄岭(乡宁县)水质类别达V类,故所在区域地表水环境质量达标。

### (3) 地下水环境

经调查,监测期间所有地下水监测点位均未出现超标现象。

### (4) 声环境

经调查,监测期间生态修复区各边界噪声值范围昼间为46.8dB(A)~47.8dB(A),夜间为41.4dB(A)~42.3dB(A),各测点噪声值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)1类标准要求,项目区域声环境质量良好。

### (5) 土壤环境

经调查,监测期间所有土壤环境监测点位均未出现超标现象。

### (6) 生态环境

评价区内自然植被面积最大的为黄刺玫灌丛面积100.20ha,占评价区面积的41.63%;占地范围内自然植被面积最大的为蒿类草丛,面积20.94ha,占比为99.70%。

根据现场调查的鸟类中,体型最大的是环颈雉,其次体型较大的有雀形目鸦科的喜鹊,以及鸽形目鸠鸽科的珠颈斑鸠1种,其余物种都是小型鸟类。

评价区灌丛生态系统面积最大,面积100.20ha,占总面积的41.63%;农田生态系统次之,面积64.81ha,占总面积的26.93%;草地生态系统为第三,面积约为59.62ha,占总面积的24.77%,其余生态系统面积均较小。占地范围内评价区草地生态系统面积最大,面积20.94ha,占总面积的99.70%。

评价区平均净第一性生产力3.44t/hm<sup>2</sup>.a,属于全球生态系统生产力“较低”水平。评价区内灌丛生态系统所占比例最大,达到了41.63%,是评价区内决定生态系统稳定程度的主要类型,但在生物量、生产力水平划分中处于较低的水平,恢复稳定性一般。

评价范围土壤侵蚀以极强烈侵蚀为主,面积分别为73.54ha,占比30.55%;占地范围内以剧烈侵蚀为主,占地面积分别为14.07ha,占比67.03%,评价区土壤侵蚀量相对较大。

区域主要生态问题为建设区的土壤类型以褐土为主,这种土壤抗蚀能力差,易受侵

蚀，地表植被一旦遭到破坏，就容易造成严重的水土流失。大规模农田开发和作物种植。项目评价区土壤本身肥力不足，植被生长缓慢，涵养水源能力较差，使得水土流失日益加重。

### 8.3 环境保护措施

#### (1) 抑尘措施

①易产尘的建筑材料，应集中堆置在施工区域主导风向的下风向，并加盖苫布；施工弃方及时处理，避免大风天气对周围环境空气造成污染；

②场内配备洒水车，合理规划回填作业区，分片区平整，层层压实。及时分片覆土封闭，保持较小的作业面积，每一块分区达到设计标高时及时覆土，待边坡稳定后进行临时覆土，及时栽种草植，进行绿化。

③洒水抑尘，并在作业面设置移动式防尘板，大风天气增加洒水频率等降尘措施，回填材料倾倒过程降尘效率可达 90%。

④运输道路进行硬化，定期清扫和洒水；车辆密闭或加盖苫布，防遗撒；在生态修复区进出口位置设洗车平台，车辆进出场地应对轮胎、车体进行清洁，并设置 1 套 50m<sup>3</sup>二级循环沉淀池收集废水，最终废水回用于车辆轮胎冲洗，不外排；限制汽车超载，运输车辆采用篷布遮盖，避免车辆沿路抛洒；运输车辆达到国六标准或使用新能源车辆，并根据《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》（HJ1014-2020），非道路移动机械应为国 IV 或新能源，定期对场内的非道路移动机械进行维修和保养。

#### (2) 防渗要求

根据设计方案，项目区地质条件满足天然基础层渗透系数小于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s，厚度大于 0.75m，本次生态修复区将采取天然基础层作为防渗衬层，场地处理主要为地表清理和场底压实等。

#### (3) 废水收集处理措施

①洗车废水设置 1 套 50m<sup>3</sup>二级循环沉淀池收集废水，经沉淀后全部回用，不外排。

②本项目正常情况下无淋溶水产生。雨季时，场地上游及周边汇水通过截排水渠排到场地外；为排出项目区内部雨水，在沟内设置 2 条导排涵管和 5 座导流竖井，下渗土壤的雨水通过排水竖井收集，汇流进入沟底敷设的排水涵管，在涵管下游位置设置 1

座渗滤液收集井，项目区内部雨水经沉淀后回用于场内洒水抑尘。

③生活污水水质简单，设置 5m<sup>3</sup>沉淀池，废水经沉淀后用于场地洒水抑尘。

#### (4) 噪声污染防治措施及预测结果

##### ①防治措施

选用低噪声设备，保证设备的良好运转状态；运输车辆应加强调度管理，禁止夜间运输，在行驶至居民集中区等噪声敏感点处，要减速行驶，禁止鸣笛；定期对车辆保养，淘汰不合格的车辆，使车辆处于良好状态，降低辐射声级；道路两侧设置绿化带。

##### ②预测结果

经分析，生态回填过程中设备噪声最远达标距离为 54m，本项目生态修复区距最近的北侧仁马庄村边界约 259m，并且施工活动均位于沟谷内，存在土坡、绿化等的阻隔，在施工方合理安排施工方案及时间后，项目填埋作业机械产生的噪声不会对附近村庄居民产生影响。

#### (5) 固废处置措施

生态回填过程临时产生的土石方要定点、合理堆放，并采用遮盖、洒水等措施临时防护，及时运送到填方区，回用于用土工程，及时回填。

拦挡坝、截排水渠、排水竖井和消力池等的建设过程中产生的石块、混凝土、水泥和砂浆等，全部送至当地政府指定的建筑垃圾堆放场进行处置。

本项目劳动定员 10 人，生活垃圾按 0.5kg/人·天计，则生活垃圾产生量为 1.65t/a。项目区内设带盖垃圾桶集中收集后，送当地环卫部门指定地点处置。

由于生态回填任务是短期连续的，为满足施工便利，本项目所使用装载机等非道路移动机械的维修和保养全部委托第三方维修专职人员完成，维护后将产生的废机油等一并带走，本项目不对其进行收集和贮存。

#### (6) 风险防范措施

拦挡坝、排水系统严格按照设计规范进行建设，符合相关风险防护要求，并制定环境管理计划。

#### (7) 生态保护措施

##### ①工程防护措施

严格按照回填设计进行回填作业，对回填层进行充分的压实；场底作基础防渗层；回填堆放按3m砾石层上覆0.3m黄土作为阻燃层严格落实；按设计规范修建排水设施，如截排水渠、横向排水渠、消力池等，并做好防渗措施；采取水土保持措施和防止滑坡措施。

### ②取土场生态防护措施

制定合理的取土方案，取土场取土应尽量放缓取土场的坡度，坡度控制在10%以下。取土前在取土范围之外设置排水沟或截水沟，以防止坡上汇水对取土坡面形成冲蚀，以防止水土流失。

### ③抚育造林期生态恢复措施

抚育造林期按照生态环境防治原则进行环境管理；生态修复交付前需满足移交条件；落实符合设计规范的植物措施和抚育措施。

## 8.4 主要环境影响

### (1) 大气环境

通过分析，在项目严格落实评价提出的环境空气防治措施后，项目产生的无组织废气可满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）限值达标排放。根据环境影响预测结果，本项目污染源正常工况下颗粒物最大地面浓度占标率为8.78%（小于10%），排放的污染物对评价区贡献值较小，本项目选址及总图布置合理，不会对周围村庄带来影响。

### (2) 地下水环境

经分析，在项目建设过程中加强管理，严格遵循地下水环境防治与保护措施以及环评要求，本项目对地下水环境影响较小，地下水环境影响整体上可以接受。

### (3) 声环境

经分析，生态回填过程中设备噪声最远达标距离为54m，本项目生态修复区距最近的北侧仁马庄村边界约259m，并且施工活动均位于沟谷内，存在土坡、绿化等的阻隔，在施工方合理安排施工方案及时间后，项目填埋作业机械产生的噪声不会对附近村庄居民产生影响。

### (4) 土壤环境

经分析，本项目土壤污染主要途径为地表漫流和垂直入渗，本次评价采取的措施为挡墙、排水涵洞、截（排）水沟、坡面平台排水沟、竖井等，尽量减少雨水汇入，底部防渗措施，同时应及时覆土绿化，进行生态恢复等工程措施后，对土壤环境的影响很小，可控制在可接受范围内。

#### （5）生态环境

经分析，从工程整体布局来看，在严格按照落实评价提出的各项生态环境保护措施后，项目建设有利于生态环境的改善，对生态环境起到正效应影响。

#### （6）环境风险

经分析，本项目在严格落实评价提出的风险防范措施后，项目建设产生的风险影响和发生环境风险事故的可能可降到最低限度，环境风险可以接受。

### 8.5 公众意见采纳情况

山西陆通能源有限公司（建设单位/实施单位）依据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 部令第4号）采取现场张贴公告、报刊公示、网络公示等方式充分征求了周边公众对项目建设的意见和建议。

根据建设单位提供的资料，本项目环境影响评价公开征求意见期间，建设单位未收到当地居民和其他组织提出的反对意见。

### 8.6 环境管理与监测计划

本项目明确规定了公司环境管理机构的设置和环境管理制度的制定与实施，规范了排污口的设置，制定了环境监测计划，明确了监测项目、监测点位和监测频率，要求定期开展环境监测工作。山西陆通能源有限公司应严格按照评价要求配备专职的技术人员和监测人员，制定文件化、系统化的环境管理制度和执行体系，担负企业日常环境管理和监测工作。

### 8.7 评价结论

通过对《临汾人民政府关于印发<临汾市“三线一单”生态环境分区管控实施方案>的通知》（临政发〔2021〕10号）中附件2“临汾市生态环境总体准入管控要求”及“三线一单”查询结果中管控要求的符合性分析可知，本项目涉及行业兼顾生态回填和一

般工业固体废物治理，不属于文件要求限制或禁止的建设项目，属于文件允许的建设项目。

根据《乡宁县人民政府<关于乡宁县生态修复专项规划的情况说明>》（2025年9月8日）可知，目前乡宁县无生态修复专项规划，本项目已被乡宁县人民政府列入规划计划；同时，通过查阅《山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目生态修复方案》及批复可知，项目生态修复方案可行，符合生态修复规划要求。

通过预测结果表明，本项目实施后不会对周围大气环境、地下水环境、声环境、土壤环境、生态环境等产生明显影响，并且随着生态修复项目完成，大大提高该区域的植被覆盖度，增加了林地面积，提高了土地利用价值，生态环境得到改善，可在一定程度上实现绿色发展。同时项目的实施有利于减少区域固体废物煤矸石对环境的污染，增加土地利用价值，具有良好的环境效益。

综上，从环保角度考虑，本次评价认为山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目建设可行。

# 委托书

委托方: 山西陆通能源有限公司

受托方: 山西鑫测生态环境科技有限公司

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、国务院2017年第682号《建设项目环境保护管理条例》等有关法律、法规,现委托山西鑫测生态环境科技有限公司承担山西陆通能源有限公司利用固应回填生态修复项目的环境影响评价工作,望接受委托后,立即开展工作,按时按质完成任务。

委托方(盖章)



受托方(盖章)



2025年6月10日



# 山西省企业投资项目备案证

项目代码: 2506-141029-89-01-759227

项目名称: 山西陆通能源有限公司利用固废回填生态修复项目

项目法人: 山西陆通能源有限公司

建设地点: 山西省临汾市乡宁县管头镇苍上村委仁马庄村和龙窝村中间的龙峰沟

统一社会信用代码: 91141029MACHCYTQXD

建设性质: 新建

项目单位经济类型: 私营企业

计划开工时间: 2025年12月

项目总投资: 5620.0万元 (其中自有资金5620.0000万元, 申请政府投资0.0000万元, 银行贷款0.0000万元, 其他0.0000万元)

## 项目单位承诺:

遵守《企业投资项目核准和备案管理条例》(国务院令第673号)、《企业投资项目核准和备案管理办法》(国家发展改革委令第2号)和《山西省企业投资项目核准和备案管理办法》(山西省人民政府令第258号)有关规定和要求。

建设规模及内容: 占地面积26.6980公顷, 预计年处置煤矸石270万吨。建设内容: 新建拦矸坝、消力池、排水涵洞、截水沟、马道及坡面纵向排水沟、排矸道路; 运行期内的覆土, 绿化土地复垦, 生态环境恢复等。

2025年06月18日

