

山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿
矿产资源开发利用和矿山环境保护
与土地复垦方案

山西地质集团（朔州市）地质技术服务有限公司

二〇二六年五月

山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿
矿产资源开发利用和矿山环境保护
与土地复垦方案

编制单位：山西地质集团（朔州市）地质技术服务有限公司

编写人：

审核：

总工程师：

总经理：

编制日期：二〇二六年五月

矿山企业	企业名称	灵丘县锰业有限责任公司			
	法人代表	汪斌	联系电话		
	单位地址	大同市灵丘县火车站路北			
	矿山名称	牛角岭珍珠岩矿			
	采矿许可证	新申请	持有√	变更	
		以上情况请选择一种并“√”			
编制单位	单位名称	山西地质集团（朔州市）地质技术服务有限公司			
	法人代表		联系电话		
	主要编制人员	姓 名	专 业	职 称	签 字
			地质矿产		
			地质矿产		
			测绘		

目 录

第一部分 概述	1
第一章 方案编制概述	1
第一节 编制目的、范围及适用期	1
第二节 编制依据	5
第三节 编制工作情况	9
第四节 上期方案执行情况	11
第二章 矿区基础条件	16
第一节 自然地理	16
第二节 矿区地质环境	21
第三节 矿区土地利用现状及土地权属	27
第四节 矿区生态环境现状（背景）	30
第二部分 矿产资源开发利用	41
第三章 矿产资源基本情况	41
第一节 矿山开采历史	41
第二节 矿山开采现状	42
第三节 矿床开采技术条件及水文地质条件	43
第四节 矿区查明的（备案）矿产资源量	44
第五节 对地质报告的评述	45
第六节 矿区与各类保护区的关系	46
第四章 主要建设方案的确定	49

第一节 开采方案	49
第二节 防治水方案	52
第五章 矿床开采	54
第一节 露天开采境界	54
第二节 总平面布置	55
第三节 露天开拓运输方式、采场构成要素及其技术参数	58
第四节 生产规模的验证	61
第五节 露天采剥工艺及布置	62
第六节 主要采剥设备选型	63
第七节 共伴生及综合利用措施	63
第八节 矿产资源“三率”指标	64
第六章 选矿及尾矿设施	65
第一节 选矿方案	65
第二节 尾矿设施	65
第七章 矿山安全设施及措施	66
第一节 主要安全因素分析	66
第二节 配套的安全设施及措施	67
第三部分 矿产环境影响（或破坏）及评估范围	70
第八章 矿山环境影响评估	70
第一节 矿山环境影响评估范围	70
第二节 矿山环境影响（破坏）现状	72

第三节 矿山环境影响预测评估	89
第九章 矿山环境保护与土地复垦的适宜性	102
第一节 地质灾害、含水层破坏及水环境污染治理的可行性分析 ..	102
第二节 地形地貌景观影响和破坏治理的可行性分析	103
第三节 土地复垦适宜性及水土资源平衡分析	103
第四部分 矿山环境保护与土地复垦	115
第十章 矿山环境保护与土地复垦目标、任务及年度计划	115
第一节 矿山环境保护与土地复垦原则、目标、任务	115
第二节 矿山环境保护与土地复垦年度计划	125
第十一章 矿山环境保护与土地复垦工程	130
第一节 地质灾害防治工程	130
第二节 含水层破坏防治及矿区饮水解困工程	131
第三节 地形地貌景观保护与恢复工程	131
第四节 土地复垦工程与土地权属调整方案	132
第五节 生态环境治理工程	143
第六节 生态系统修复工程	145
第七节 监测工程	145
第八节 工程衔接	156
第五部分 工程概算与保障措施	159
第十二章 经费估算与进度安排	159
第一节 经费估算依据	159

第二节 经费估算	163
第三节 总费用汇总与年度安排	185
第十三章 保障措施与效益分析	189
第一节 保障措施	189
第二节 效益分析	196
第三节 公众参与	197
第六部分 结论与建议	201
第十四章 结论与建议	201
第一节 结论	201
第二节 建议	203

附件目录

- 1、编制委托书
- 2、材料真实性承诺书
- 3、矿山企业承诺书
- 4、矿山环境治理恢复和监测承诺书
- 5、编制单位承诺书
- 6、地质环境现状调查表
- 7、土地复垦方案报告表
- 8、采矿许可证
- 9、大同市规划和自然资源局专题会议纪要[2025]19次
- 10、企业营业执照
- 11、安全生产许可证
- 12、排污许可证
- 13、大同市规划和自然资源局关于《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（同自然资储备字[2026]2号）
- 14、《山西省灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿矿产资源开发利用、地质环境保护与治理恢复、土地复垦方案》评审意见书
- 15、《灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案（2021年-2024年）》技术评审意见
- 16、关于对灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿《矿山生态环境保护与恢复治理方案》准予备案的函
- 17、山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿2022年度生态修复工程验收意见书
- 18、山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿2023年度生态修复工程验收意见书
- 19、灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2024年度矿山生态环境治理恢复和

土地复垦工程验收意见书

20、六部门核查文件

21、土地复垦公众参与表

22、土方采购协议

附图目录

图号	图 名	比例尺
1	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿地形地质及采掘工程平面图	1: 2000
2	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿总平面布置及露天终了境界图	1: 2000
3	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿体水平投影及资源量估算图	1: 1000
4	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿地质剖面图	1: 1000
5	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿采矿方法图	1: 1000
6	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿前五年开采计划图	1: 2000
7	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山环境现状评估图	1: 2000
8	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山环境预测评估图	1: 2000
9	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山环境保护规划图	1: 2000
10	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿土地利用现状图	1: 2000
11	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿永久基本农田分布图	1: 2000
12	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿土地损毁预测图	1: 2000
13	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿土地复垦规划图	1: 2000
14	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿植物种植示意图	1:100
15	山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿鱼鳞坑整地纵断面、平面图	1:10

第一部分 概述

第一章 方案编制概述

第一节 编制目的、范围及适用期

一、编制目的

为合理利用资源，延长矿山服务年限，保障企业有序发展，大同市规划和自然资源局于2025年11月27日在局务会以文件（【2025】19次）号审议同意以协议出让的方式为灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿延伸深部资源（原矿区平面范围拐点坐标不变，批采标高由1550米下延至1440米）。由于下沿开采标高、资源量发生较大变化、变更生产规模及采矿许可证到期。根据山西省自然资源厅“关于进一步规范矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案编制及审查工作的通知”（晋自然资发〔2021〕1号）和大同市规划和自然资源局“关于印发《大同市〈矿山开发治理方案〉编制和审查管理办法（试行）》的通知”（同自然资源〔2021〕269号）的文件精神，为了合理规划矿山采、掘工作部署，有效开发利用矿产资源，最大限度发挥资源优势；规范矿山开采行为，最大限度地减少矿产资源开发过程中的环境污染和生态破坏，促进矿产资源开发与环境保护协调发展，做到保护与利用结合，开发与治理并重；积极主动地保护和恢复矿山生态环境，增加生物多样性与植被覆盖度，为实现生态矿山、绿色矿山的目标提供必要的技术依据，山西省灵丘县锰业有限责任公司特委托山西地质集团（朔州市）地质技术服务有限公司编制《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案》（以下简称《矿山开发治理方案》）。

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》第4.1条的规定，矿山地质环境保护与治理恢复方案是实施保护、监测和治理恢复矿山地质环境的技术依据之一，本方案不代替相关工程勘察、治理设计。采矿破坏的地质环境问题本矿山将进行专项治理恢复设计、监测和防治工作。

二、编制原则

1、生态优先，源头防控

避让敏感区：在总平面布置图、开采境界圈定时，必须优先避让永久基本农田、生态保护红线、饮用水源地、自然保护区等敏感区域。若无法避让，需提出严格的保

护性开采措施。

设计阶段融入环保：将生态修复措施前置到开采设计环节。如，在确定开拓运输系统时，需同步设计截、排水沟，从源头减少水土流失，而非开采后再补救。

2、统一规划，统筹实施

解决“开发”与“修复”两张皮的问题，实现全生命周期管理。

“一本账”管理：将矿产资源开发、地质灾害防治、土地损毁与复垦、生态环境修复进行统一规划，确保各项工程在时序、空间和资金上无缝衔接。

时序同步：明确“边开采、边治理”的具体节点。如，排土场达到一定标高后，立即启动边坡复绿；内排土场随采随填，减少土地占用。

资金统筹：方案需明确矿山环境治理恢复基金和土地复垦费用的计提与使用计划，确保修复资金与开采进度匹配，避免“只开采、不修复”。

3、技术可行，经济合理

复垦措施因地制宜：复垦方向（农、林、草）必须与当地自然地理条件相符。

成本可控：方案提出的治理工程在达到治理目标的前提下，选择经济合理的工程手段。

4、公众参与，全程透明

事前调查：编制前必须开展公众参与调查，特别是涉及占用耕地、林地或影响居民水源的，需充分听取土地权利人、当地社区的意见，并在方案中附件公众参与调查表。

信息公示：方案评审通过后，矿山企业需按规定公开方案主要内容，接受社会监督。

5、全程监测，动态优化

监测网络：方案需设计矿山地质环境监测网，需明确监测点位、频率。

动态修编：当开采规模、开采方式或矿区范围发生重大变化，或监测数据表明环境恶化时，必须及时修编方案，调整治理措施。方案到期需重新修编。

三、矿区位置与交通

矿区位于灵丘县柳科乡牛角岭村南西约 1km 处，行政区划属灵丘县柳科乡管辖。地理坐标为：东经 114°25'15"-114°25'37"，北纬 39°34'59"-39°35'30"。

矿区交通以公路运输为主，矿区西距 S201 省道约 13km，西南距京原铁路大涧站约 16km，西南距灵丘县城约 23km，灵丘县城与矿区有公路相通，路况良好，矿石外运渠道畅通，交通较为便利。（见图 1-1 交通位置图）

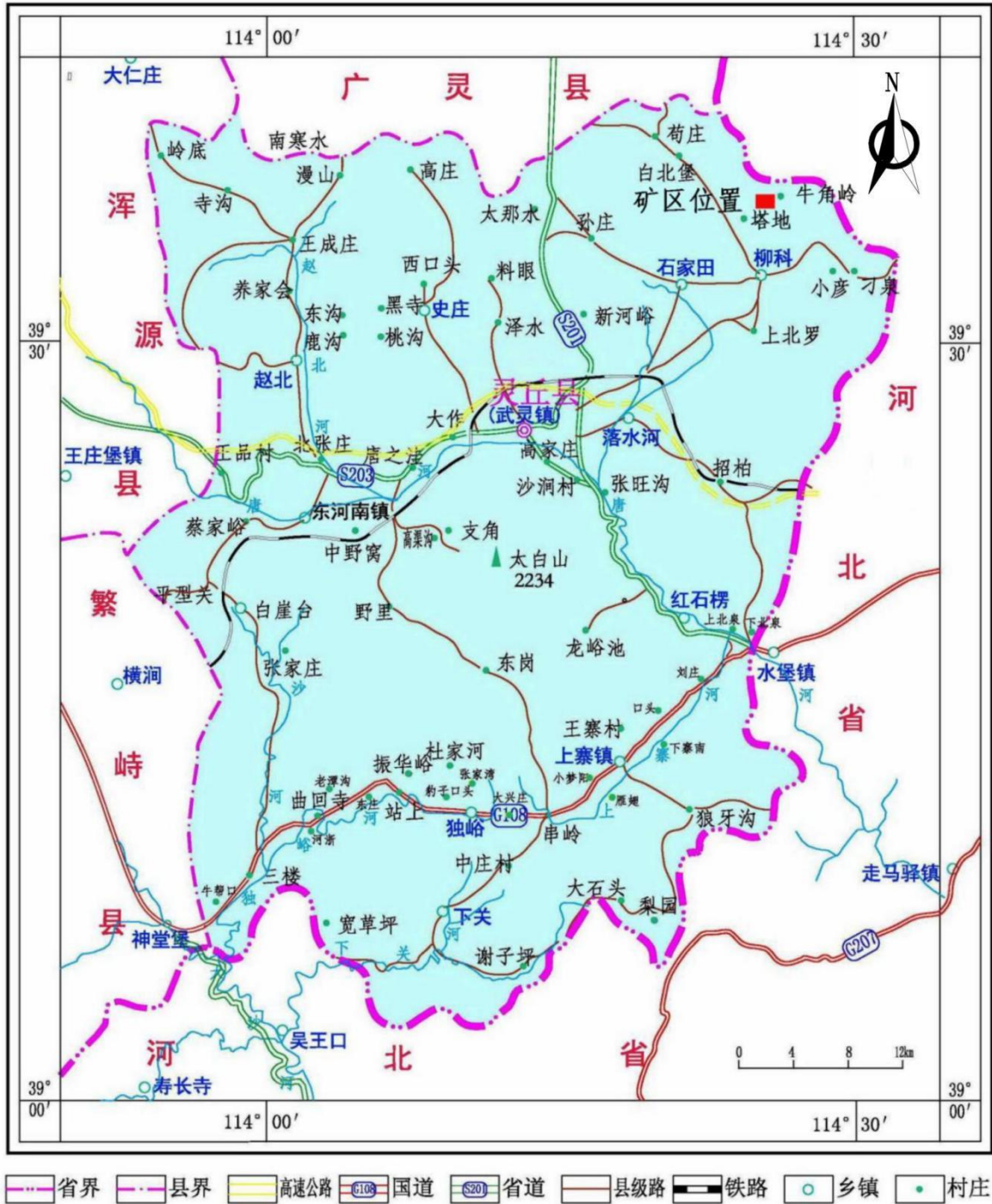


图 1-1 矿区交通位置图

四、矿山范围

矿山现持有 2025 年 6 月 17 日由大同市规划和自然资源局颁发的证号为 C1402002010127120095082 的采矿许可证，采矿权人：山西省灵丘县锰业有限责任公司；地址：大同市灵丘县柳科乡牛角岭村；矿山名称：牛角岭珍珠岩矿；经济类型：有限责任公司；开采矿种：珍珠岩；开采方式：露天开采；生产规模：3.00 万

吨/年；矿区面积：0.4914km²；开采深度：1650m-1550m；有效期限：自2024年11月29日至2025年12月30日。拐点坐标见表1-1。

2025年11月27日大同市规划和自然资源局专题会议纪要（【2025】19次）审议通过灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿延伸深部资源的意见。采矿证平面范围不变，下沿开采标高，由原来1650-1550m变更为1650-1440m。

表1-1 矿区拐点坐标一览表

点号	CGCS2000 3°带坐标		CGCS2000 6°带坐标		CGCS2000坐标系经纬度	
	X	Y	X	Y	纬度B(DMS)	经度L(DMS)
1	4384304.98	38536176.34	4389816.13	19793909.37	39°35'30"	114°25'16"
2	4383340.04	38536177.57	4388850.77	19793942.85	39°34'59"	114°25'15"
3	4383340.04	38536686.56	4388867.78	19794452.09	39°34'59"	114°25'37"
4	4384304.02	38536686.36	4389832.22	19794419.67	39°35'30"	114°25'37"

五、矿山证照

矿山现持有2022年10月12日灵丘县行政审批服务管理局颁发的营业执照，统一社会信用代码：91140224731893316E，名称：山西省灵丘县锰业有限责任公司，类型：有限责任公司（自然人投资或控股），法定代表人：汪斌，注册资本：壹仟贰佰万圆整，成立日期：2001年03月05日，住所：大同市灵丘县火车站路北，经营范围：放电锰粉、锰系合金、富锰渣、高锰生铁、铅银分离的冶炼、加工和销售；进出口贸易、来料加工、珍珠岩开采销售(依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动)。

矿山现持有2024年05月13日大同市应急管理局颁发的安全生产许可证，编码：（晋市）FM安许证字[2024]B529B1Y1号，统一社会信用代码：91140224731893316E，企业名称：山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿，主要负责人：穆文东，单位地址：灵丘县火车站北，经济类型：有限责任公司，有效期：2024年05月23日至2024年11月29日，许可范围：珍珠岩露天开采。

矿山现持有2021年09月02日大同市生态环境局颁发的排污许可证，证书编号：91140224731893316E001R，单位名称：山西省灵丘县锰业有限责任公司，注册地址：灵丘县火车站路北，法定代表人：王海峰，生产经营场所地址：灵丘县火车站路北，行业类别：铁合金，统一社会信用代码：91140224731893316E，有效期限：自2021年09月02日至2026年09月01日止。

六、企业性质与隶属关系

山西省灵丘县锰业有限责任公司企业性质为有限责任公司，行政属灵丘县柳科乡管辖。

七、方案适用期

1、生产服务年限

设计利用资源量为 366.61 万 t，采矿回采率为 95%，贫化率为 5%，按照生产规模为 50 万吨/年计算，矿山服务年限为 7.33 年。

2、复垦服务年限

本方案复垦服务年限由剩余生产服务年限、治理复垦期、监测管护期组成，剩余生产服务年限为 6.33 年，治理复垦期 1 年，监测管护期 3 年，共 11 年。

3、方案适用年限

本方案适用年限为 5 年，方案编制基准年为 2025 年，以后每 5 年修编一次。

方案适用年限内，根据中华人民共和国国土资源部《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 64 号）第十五条，采矿权人变更矿山开采方式、矿区范围和生产规模，应当重新编制方案，方案适用年限随矿山服务年限做相应调整。

第二节 编制依据

一、法律法规

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》，2025 年 7 月 1 日实施；
- 2、《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月；
- 3、《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日修订；
- 4、《中华人民共和国土地管理法》，2020 年 1 月 1 日实施；
- 5、《中华人民共和国水土保持法》，2011 年 3 月；
- 6、《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月；
- 7、《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修订；
- 8、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月；
- 9、《中华人民共和国森林法》，2019 年 12 月；
- 10、《基本农田保护条例》，2011 年 1 月 8 日；
- 11、《全国生态环境保护纲要》，国发〔2000〕38 号，国务院，2000 年 11 月。

- 12、国务院第 394 号令《地质灾害防治条例》(2004 年 3 月 1 日起执行);
- 13、国务院第 592 号令《土地复垦条例》(2011 年 2 月 22 日起实施);
- 14、《山西省环境保护条例（修正）》，2017 年 3 月;
- 15、《山西省大气污染防治条例》，2019 年 1 月;
- 16、《山西省泉域水资源保护条例》，2010 年 11 月;
- 17、《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》，国发〔2005〕39 号，国务院，2005 年 12 月;
- 18、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 64 号）;
- 19、《关于加强资源开发生态环境保护监管工作的意见》，环发〔2004〕24 号，国家环境保护总局，2004 年 2 月。

二、政策依据

- 1、山西省自然资源厅、山西省生态环境厅“关于印发山西省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制提纲（试行）的通知”，（晋自然资函 2020）414 号）;
- 2、山西省自然资源厅“关于进一步规范矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案编制及审查工作的通知”，（晋自然资发〔2021〕1 号）;
- 3、山西省自然资源厅“关于印发《矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案》评审管理办法的通知”及附件（晋自然资发〔2021〕5 号）;
- 4、国土资源部“关于加强对矿产资源开发利用方案审查的通知”及附件《矿产资源开发利用方案编写内容要求》，国土资发〔1999〕98 号;
- 5、国土资源部《关于贯彻实施土地复垦条例的通知》国土资发〔2011〕50 号文;
- 6、《土地复垦条例实施办法》，国土资源部，2019 年修订;
- 7、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》，国土资发〔2007〕81 号文，2007 年 4 月 12 日;
- 8、《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》，环发〔2005〕109 号，国家环境保护总局，2005 年 9 月;
- 9、《山西省矿山环境治理恢复基金管理办法》，山西省人民政府，2019 年 1 月 8 日;
- 10、山西省自然资源厅《关于印发山西省矿山生态修复规范的通知》（晋自然资发〔2023〕1 号）;
- 11、山西省自然资源厅、山西省财政厅、山西省生态环境厅“关于印发《山西省

矿山环境治理恢复基金管理办法实施细则》的通知”（晋自然资规〔2024〕1号）；

12、大同市规划和自然资源局“关于调整《矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案》评审工作有关事项的通知”（同自然资发〔2024〕77号）；

13、《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知》（2025年7月1日实施）；

14、山西省自然资源厅《关于规范露天采石场与露天矿山分类管理有关事项的通知》（晋自然资函(2026)223号）。

三、依据的规程规范

1、《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；

2、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）；

3、《工业企业总平面设计规范》（GB50187—2012）；

4、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423—2020）；

5、《爆破安全规程》（GB6722—2014）；

6、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）；

7、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；

8、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

9、《山西省矿山生态修复规范》；

10、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）；

11、《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T0218-2006）；

12、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

13、《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，2008年4月4日；

14、《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ651-2013）；

15、《矿山生态环境保护与恢复治理方案（规划）编制规范（试行）》（HJ652-2013）；

16、《环境空气质量标准》（GB3095-2026），2026年3月1日实施；

17、《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

18、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017），2017年10月14日；

19、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；

20、《生态环境状况评价技术规范》（HJ/T192-2015）；

21、《污水综合排放标准》(DB14/1928-2019，2019年11月1日发布，

2021年1月1日实施);

22、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），生态环境部、国家市场监督管理总局，2018年8月1日实施；

23、《大气污染物综合排放标准》(GB4915-2013)；

24、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)，2002年6月1日；

25、《声环境质量标准》（GB3096—2008）；

26、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005—2005）；

27、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011）；

27、《水土保持工程预算定额》、《水土保持工程概（估）算编制规定》、《水土保持工程造价编制指南》（水利部水总〔2003〕67号文）；

28、《土地开发整理项目预算定额标准》，财政部、国土资源部，2012年；

29、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）。

三、编制依据的主要基础资料

1、采矿许可证 C1402002010127120095082；

2、2025年12月，山西乐图科技有限公司提交的《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》；

3、大同市规划和自然资源局关于《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（同自然资储备字[2026]2号）；

4、2020年2月，山西盛林工程设计有限公司提交的《山西省灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿矿产资源开发利用、地质环境保护与治理恢复、土地复垦方案》；

5、大同市规划和自然资源局《山西省灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿矿产资源开发利用、地质环境保护与治理恢复、土地复垦方案》评审意见书（2020年2月5日）；

6、《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案（2021-2024年）》；

7、《灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案（2021年-2024年）》技术评审意见；

8、大同市生态环境局关于对灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿《矿山生态环境保护与恢复治理方案》准予备案的函；

9、2022年3月，山西省灵丘县锰业有限责任公司于编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2022年度矿山生态修复实施方案》；

10、《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿2022年度生态修复工程验收意见书》（2022年12月16日）；

11、2023年，山西省灵丘县锰业有限责任公司于编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2023年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案》；

12、《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2023年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦工程验收意见书》（2023年10月20日）；

13、2024年，山西省灵丘县锰业有限责任公司于编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2024年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案》

14、《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2024年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦工程验收意见书》（2024年9月21日）；

15、2025年，山西省灵丘县锰业有限责任公司于编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2025年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案》；

16、《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿2025年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案评审意见》（2025年5月15日）；

17、现场勘查实测资料；

18、六部门核查文件；

19、灵丘县2024年土地利用变更数据。

第三节 编制工作情况

一、工作部署

充分搜集利用该项目有关的水文、气象、地质、构造、水文地质、工程地质、土地利用现状、生态环境等资料，在分析研究已有相关资料和对建设项目分析的基础上，对评估区进行水文地质、环境地质、工程地质、土地利用现状和生态环境调查，查明地质灾害类型，选取地质灾害评价要素，查明评估区土地利用现状、生态环境现状，对项目区采矿影响范围进行现状和预测评估。方案编制的工作程序框图见下图1-2。

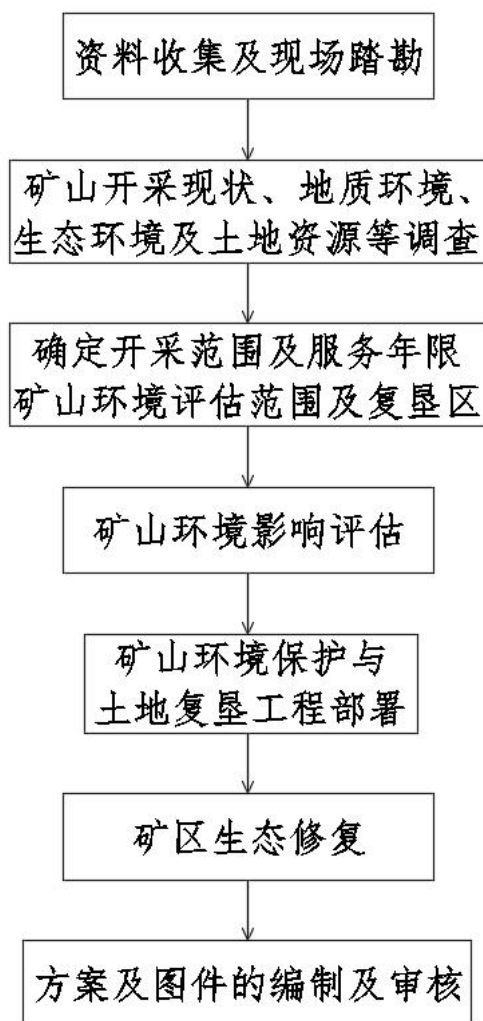


图 1-2 工作流程图

二、工作流程

本次评估工作流程方法主要有：

(1) 资料的收集与整理

充分收集、分析、整理区域及用地区的已有资料，用以了解掌握区域及用地区的水文、气象、地形、地貌、地质、构造、水文地质、工程地质、环境地质和土地利用条件，从而初步确定评估范围及评估级别。

(2) 实地勘察调查

对评估区进行了地质环境、生态环境调查及土地资源调查，主要调查评估区水文、地形地貌、植被、土壤及人类工程活动对环境的破坏和影响程度（包括地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏；土地损毁类型、方式、范围、面积及损毁程度；大气环境、水环境、土壤环境、企业污染物排放情况及其环境污染状况等）。

(3) 成果编制

综合分析研究已有成果资料和本次环境地质调查成果,进行现状评估、预测评估,并进行综合评估;提出防治措施和费用预算,编制完成《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案》成果报告及相关附图。

(4) 完成工作量

评估工作自 2026 年 2 月开始,到 2026 年 3 月结束,历经资料搜集、野外调查、室内综合研究、报告与图件编制、成果数字化等工作阶段。其中 2026 年 2 月下旬完成了资料搜集,2026 年 3 月上旬进行了野外调查工作,共搜集已有资料 7 份,完成环境地质调查面积 60.10hm²,拍照 8 张,编写文字报告 1 份,附图 14 张。完成工作量见表 1-2。

表 1-2 完成工作量及主要成果表

序号	项 目	单 位	数 量	备 注
1	资料收集	文字报告	份	7
		图件	张	32
2	环境质调查	调查面积	hm ²	60.10
		访问人数	人	6
		评估面积	hm ²	60.10
		数码照片	张	8
3	提交成果	附件	份	22
		报告	份	1
		附图	张	14

(5) 与相关规范符合性评述

本次方案编制先后参加工作的人员共有 5 人:其中高级工程师 2 人,工程师 3 人。本次报告编写及图件绘制情况:开发利用方案内容符合《关于加强对矿产资源开发利用方案审查的通知及编写内容要求》、土地复垦方案内容符合《土地复垦方案编制规程》、恢复治理方案内容符合《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》、矿山生态环境保护与恢复治理方案内容符合《矿山生态环境保护与恢复治理方案(规划)编制规范(试行)》(HJ652-2013)、编制大纲符合《山西省自然资源厅关于进一步规范矿产资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案编制及审查工作的通知》。

第四节 上期方案执行情况

一、上期方案编制时间、适用时限及审查情况

2020 年 2 月,山西盛林工程设计有限公司编制的《山西省灵丘县柳科乡牛角岭

珍珠岩矿矿产资源开发利用、地质环境保护与治理恢复、土地复垦方案》，方案设计生产服务年限 2.86 年，复垦服务年限 7 年。2020 年 2 月 5 日，大同市规划和自然资源局聘请专家对该报告予以审查通过，并出具了评审意见。

2020 年 11 月，山西省灵丘县锰业有限责任公司编制完成《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案（2021-2024 年）》，方案以 2020 年为基准年，2021~2024 年为方案实施期。2020 年 11 月 27 日，大同市生态环境局聘请专家对该报告予以审查通过，并出具了准予备案的函。

二、上期方案主要的开采矿体、开采顺序及服务年限

上期方案设计开采矿体为矿区范围内保有的珍珠岩矿，设计利用资源量 9.06 万 t，根据该矿实际情况，可采储量为 8.15 万。

矿体产于侏罗系上统东岭台群张家口组二段地层中。

设计生产规模 3.00 万吨/年，设计生产服务年限为 2.86 年。

开采顺序为台阶式自上而下开采，先开采 Z-2 矿体后开采 Z-1 矿，Z-1 矿体工作线方向由西南向东北，Z-2 矿体工作线方向由西向东。Z-1 矿体由上至下共分 1600m、1590m 两个台阶，Z-2 矿体由上至下共分 1635m、1625m、1615m 三个台阶。台阶高度 10m，安全平台宽度 3m，Z-1 矿体工作面台段坡面角 15°，最终边坡角 14°，Z-2 矿体工作面台段坡面角 70°，最终边坡角 59°，最小工作平台宽度 20m。

三、上期方案所列重点工程、技术方案及估算投资

1、矿山地质环境保护与治理恢复工作计划及投资

（1）第一年度：

- 1) 建立监测系统，配备必要的仪器设备。
- 2) 对露天采场 2 边坡布设 3 个监测点。
- 3) 露天采场 2 布置 1 块警示牌，排渣场布置 1 块警示牌。
- 4) 露天采场 2 边坡清理危岩。

（2）第二年度：

- 1) 露天采场 1 边坡布设监测点 1 个，并对监测点实施监测。
- 2) 露天采场 2 平台治理为灌木林地，边坡种植爬山虎。

（3）第三年度：

- 1) 露天采场 1 边坡布设监测点 1 个，并对监测点实施监测。

2) 露天采场 1 布设警示牌 1 块。

3) 露天采场 1 边坡清理危岩。

(4) 第四年度:

1) 露天采场 1 平台治理为灌木林地, 边坡种植爬山虎。

2) 排渣场治理为灌木林地, 面积为 0.78hm²。

3) 取土场治理为灌木林地, 面积为 0.31hm²。

4) 办公生活区治理为灌木林地, 面积为 0.15hm²。

5) 矿山道路治理为人工牧草地, 面积为 0.96hm², 并在矿山道路两侧栽植行道树。

矿山地质环境保护与治理恢复投资费用为 13.70 万。

2、土地复垦工作计划及投资

表 1-3 土地复垦工作计划安排表

金额单位: 万元

年份 (年)	复垦单元	复垦后地类	复垦面积 (hm ²)	复垦工作内容	复垦静态投资
2020 年	已复垦区	——	3.43	平台种植柠条, 边坡栽植爬山虎	6.19
2021 年	露天采场 2 1635m 平台	灌木林地	0.03	覆土、栽植柠条、撒播紫羊茅、 高羊茅	0.43
	露天采场 2 1635m 边坡	裸地	0.02	开挖种植沟栽植爬山虎	0.32
	露天采场 2 1625m 平台	灌木林地	0.03	覆土、栽植柠条、撒播紫羊茅、 高羊茅	0.44
	露天采场 2 1625m 边坡	裸地	0.04	开挖种植沟栽植爬山虎	0.15
	露天采场 2 1615m 平台	灌木林地	0.25	覆土、栽植柠条、撒播紫羊茅、 高羊茅	3.65
	露天采场 2 1615m 边坡	裸地	0.05	开挖种植沟栽植爬山虎	0.20
	——	——	——	监测和管护	0.29
2022	——	——	——	监测和管护	0.40
2023 年	露天采场 1 1600m 平台	灌木林地	0.18	覆土、栽植柠条、撒播紫羊茅、 高羊茅	2.63
	露天采场 1 1600m 边坡	裸地	0.48	开挖种植沟栽植爬山虎	0.69
	露天采场 1 1590m 平台	灌木林地	0.34	覆土、栽植柠条、撒播紫羊茅、 高羊茅	4.97
	露天采场 1 1590m 边坡	裸地	0.54	开挖种植沟栽植爬山虎	0.72
	排渣场	灌木林地	0.78	覆土(换土)、栽植柠条、撒播 紫羊茅、高羊茅	6.84
	取土场	灌木林地	0.31	土地翻耕(鱼鳞坑整地)、栽植 柠条、撒播紫羊茅、高羊茅	1.65
	办公生活区	灌木林地	0.15	覆土、栽植柠条、撒播紫羊茅、 高羊茅	3.19
	矿山道路	人工牧草地	0.96	覆土、撒播紫羊茅、高羊茅, 道 路两侧种植行道树	12.73

年份 (年)	复垦单元	复垦后地类	复垦面积 (hm ²)	复垦工作内容	复垦静态投资
	——	——		监测和管护	0.40
2024年	——	——		监测和管护	1.10
2025年	——	——		监测和管护	0.99
2026年	——	——		监测和管护	0.99
合计			7.59	——	48.97

3、矿山生态环境保护与恢复治理方案

表 1-4 矿山生态环境保护与恢复治理工作计划安排表 金额单位：万元

序号	指标名称	2021年	2022年	2023年	2024年	投资
1	已复垦区 1	绿化 0.93hm ²	/	/	/	3.74
2	已复垦区 2	绿化 2.01hm ²	/	/	/	5.67
3	排土场	/	/	/	绿化 0.18hm ²	5.79
4	矿山道路治理	浆砌石排水沟 1725m, 定期洒水, 未硬化路面进行硬化	碎石铺设硬化路面, 定期洒水	道路两侧进行绿化	定期洒水	37.89
5	排渣场规范堆存, 洒水抑尘及绿化	洒水抑尘	洒水抑尘	洒水抑尘	平台及边坡进行绿化	12.62
6	露天采场 1 绿化	/	/	绿化 0.18hm ²	绿化 0.34hm ²	12.80
7	露天采场 2 绿化	修建排水沟, 排水沟断面 0.4×0.3m, 排水沟坡降与原地形坡降一致	绿化 0.31hm ²	/	/	

四、实际工程完成情况、实际投资及存在问题

山西省灵丘县锰业有限责任公司于 2022 年 3 月编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿 2022 年度矿山生态修复实施方案》并于 2022 年 12 月 16 日验收通过, 对露天采场 CK3 及废渣堆进行治理, 面积 0.6732hm², 投资 19.50 万元。

山西省灵丘县锰业有限责任公司于 2023 年编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿 2023 年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案》并于 2023 年 10 月 20 日验收通过, 对矿区东部废渣堆进行治理, 面积 1.2580hm², 投资 19.70 万元。

山西省灵丘县锰业有限责任公司于 2024 年编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿 2024 年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案》并于 2024 年 9 月 21 日验收通过, 对矿区中东部废渣堆(ZC3)和矿区东部废弃采场(CK4)治理, 面积 1.70hm², 投资

33.255455 万元。

山西省灵丘县锰业有限责任公司于 2025 年编制《灵丘县柳科乡牛角岭珍珠岩矿 2025 年度矿山生态环境治理恢复和土地复垦方案》，对矿区中东部废渣堆（ZC4）平台，治理区面积 0.511hm²，投资 10.24 万元。

截止目前，矿区共治理面积4.1422hm²，投资82.695455万元。其中2022年治理区域的0.12hm²被废渣堆1压占，本方案对损毁区域重新设计绿化。

五、矿山地质环境治理恢复基金提取使用情况

2019 年 7 月 23 日，矿方与灵丘县自然资源局、灵丘县长青村镇银行有限责任公司签订了矿山环境治理恢复基金监管协议（三方），账户名称：山西省灵丘县锰业有限责任公司，基金账号：198010100100017902。

2022 年计提矿山环境治理恢复基金 3.7125 万元，2023 年计提 2.9625 万元，2024 年计提 2.25 万元，截止目前共计提矿山环境治理恢复基金 8.925 万元，该费用未进行使用。

2020 年 10 月 29 日，矿方与灵丘县自然资源局、灵丘县长青村镇银行有限责任公司签订了土地复垦费用监管协议（三方），账户名称：山西省灵丘县锰业有限责任公司，基金账号：198010100100017902。

2018 年预存土地复垦费 2.6 万元，已全部并入现账户中，2020 年预存 3.6 万元，2022 年预存 46.58 万元，2024 年预存 69.57 万元，截止目前共计预存土地复垦费 122.35 万元，该费用未进行使用。

截止目前，应缴矿山环境治理恢复和土地复垦费 130.31 万元，实缴 130.31 万元，无欠费。

第二章 矿区基础条件

第一节 自然地理

一、气候

灵丘县属温带半湿润大陆性季风气候，四季分明，冬长夏短，寒冷期长，雨热同季，季风强盛。春季干旱多风沙；夏季无炎热，雨量较集中；秋季短暂，天气多晴朗；冬季较长，寒冷少雪。据灵丘县气象局 1961-2024 年气象资料，全县平均均气温 7℃，年极端最高气温 41.5℃（2010 年 7 月 29 日），年极端最低气温-30.7℃（1964 年）。年降水量大部集中在 7、8、9 三个月，春季降水量占全年的 11.1%，夏季占 67.6%，秋季占 19.6%，冬季占 1.6%。平均年降水量为 433.3mm，多雨年降水量最大 678mm（1982 年），少雨年降水量仅为 228.1mm（1984 年）。最大月降水量为 207.2mm（1958 年 7 月），最大日降水量为 80.9mm（1963 年 8 月 7 日），小时最大降水量 38.3mm（1963 年 8 月 7 日 14-15 时），最大 10 分钟降水量 15.8mm（1966 年 7 月 7 日 13 时 15-25 分）。降水日数（降水量≥0.1mm）历年平均 85 天，最多为 120 天，最少为 65 天（1973 年）。其中降水量≥5mm 的为 23 天，≥10mm 的为 13 天，≥50mm 的为 8 天。年蒸发量一般为 1032mm，一年之中，一般 5 月份蒸发量最大，月蒸发量最高为 399.4mm；12 月、1 月最小，月蒸发量最少为 24.4mm。全年无霜期约 150d，最大冻土深度 1270mm。年主导风向为西北偏北风，风力一般在 4 至 5 级，风速年平均一般为 2.5m/s，月平均风速，4、5 月份大，8、9 月份小；4、5 月一般平均 3m/s，8、9 月一般平均为 1.5m/s。年≥10℃有效积温 2887.3℃，年平均日照时数为 2928.4 小时。（引用 2024 年灵丘县气象局资料）

二、水文

矿区位于唐河支流大东河上游，属大清河水系。

大东河是唐河一级支流，河源地址：山西省灵丘县石家田乡义泉岭村，河源经度：114°14′0.9″，河源纬度：39°36′24.1″，河源高程 1574.9m；河口地址：山西省灵丘县落水河乡西庄村，河口经度：114°16′29.4″，河口纬度：39°24′46.1″，河口高程 887.7m。河流长度 36km，流域面积 242km²，河流比降 14.45%（资料来源于《山西河流基本特征》）。

大东河属季节河流，水源以汛期洪水为主。从义泉岭至东张庄峪口，流经土石山

区，河型为蜿蜒型，河床由基岩组成，较稳定，以下河段流经黄土丘陵区及冲积平原区，河型为宽浅式游荡型，河床由砂砾石组成，稳定性较差。矿区附近侵蚀基准面标高约为 1169m，距矿区西部约 600m 处分布有季节性河流，为大东河的一级支流。见图 2-1。



图 2-1 项目区地表水系图

三、地形地貌

矿区地处太行山脉北段，地貌类型属中山地貌，总体地势为北东高西南低，最高点位于矿区北东角，海拔 1616m，最低点位于矿区西南角，海拔 1440m，相对高差 176m。

矿区内山梁呈浑圆状，坡度较缓，坡度一般 20-30°。矿区内中部及南部分别发育有一条沟谷，沟谷呈“V”字型，蛇曲状，矿区南部沟谷走向东西向，坡降约 7%，沟谷两侧坡度 20-30°，矿区中部沟谷走向北东-西南向，坡降约 18%左右，沟谷两侧坡

度 25-30°，沟底较狭窄，沟谷汇水面积小。由于矿区多年开采，原始地貌发生明显改变，原有地形地貌受到破坏和改变，局部采矿活动已形成高陡边坡。详见照片 2-2。



图 2-2 矿区地形地貌

四、植被

根据《山西省植被区划》，本项目属温带草原地带(I)、温带南部草原亚地带(IA)、晋北丘陵盆地草原地区(IAa)、大同盆地，小叶杨（人工）林、针茅、百里香草原及春麦、莜麦、胡麻为主的一年一熟栽培植被区(IAa-1)。植被类型有森林、草甸、草灌草原、草原和农田等。主要树种有油松、侧柏和山杨，山麓灌林丛生。境内草本科植物种类繁多，以多年旱生型丛生禾草为主。灌木种类以虎榛子和醋柳为主。草类有白羊草、披碱草、绣线菊等。

现场调查，矿区及周边植被为天然植被，分布于山坡及山梁上，天然植被主要为草丛，草丛以白羊草、披碱草、狗尾草、苦菜为主。矿区内没有需要重点保护的古树、大树及珍稀植物，植被一般。

矿区内的野生动物包括各种昆虫、爬行纲的蛇类和各种鸟类以及一些小型兽类等。（见照片 2-3）。



图 2-3 矿区植被

五、土壤

根据灵丘县农业部门提供的数据，灵丘县土壤有山地草甸土、棕壤、褐土、草甸土 4 个土类、10 个亚类、26 个土属、71 个土种。山地草甸土主要分布在灵丘东北部柳科乡甸子山凤凰尖一带的山顶平台和缓坡处，海拔 2000 米以上，面积 0.38 万亩。棕壤分布于太白山海拔 1800 米以上的山顶缓坡平台上，总面积为 1.575 万亩。褐土是主要的农业土壤，从地形部位讲从海拔 800 米开始到 1800 米高处均有分布，总面积 39.76 万亩。草甸土分布于唐河两岸及南山河谷阶地上，面积 10.24 万亩。

矿区内土壤为栗钙土，土层中碳酸钙含量较低，pH 值为 7.5-8.0，土壤有机质含量小于 6g/kg，全氮含量小于 0.5g/kg，速效磷含量 5-10g/kg，速效钾含量 50-100g/kg，粘化层不甚明显。同时，覆盖度大，土壤经常保持湿润，A 层具有小于 10cm 厚的腐殖质层，颜色发灰，疏松，有稳定的团粒结构，粘粒移动较多，其下为 B 层心土层，约 40cm 左右，质地轻——砂壤，土体疏松湿润。（见照片 2-4）。



图 2-4 土壤剖面

六、地震

大同市位于山西断陷带的北端,为汾渭地震带的重要组成部分。有史料记载以来,大同地区共发生 $M \geq 4.7$ 级地震 13 次,其中 6.0~6.9 级地震 4 次,5.0~5.9 级地震 6 次,4.7~4.9 级地震 3 次,最大地震为 1626 年 6 月 28 日灵丘的 7 级地震,其次为 1022 年山西大同、应县间和 1305 年怀仁、大同间的 $6\frac{1}{2}$ 级地震,1989 年大同—阳高 6.1 级地震。

根据国家质量监督检验检疫局 2015-05-15 发布的国家标准(GB18306-2015)《中国地震动参数区划图》,本区地震动峰值加速度为 0.15g,反应谱特征周期为 0.40s,基本烈度为 VII 度。

七、社会经济情况

矿区隶属灵丘县柳科乡,位于灵丘县城北东 44° ,直距约 20.5km,面积 194.71 平方公里,耕地 4.16 万亩,东与河北省涞源县留家庄乡接壤,南、西与落水河乡、石家田乡为邻,北与广灵县张盆乡、河北省蔚县果庄子乡毗连,下辖 11 个行政村,约 8150 余人,乡政府所在地为柳科村。

柳科乡境内已探明地下矿藏有金、铜、铁、铅、锌、花岗岩、珍珠岩、大理石、沸石等。柳科乡耕地面积 4.16 万亩,可利用草地面积 9.3 万亩,森林面积 5.25 万亩,有林地面积 5.25 万亩。畜牧业以饲养生猪、羊为主。粮食作物以山药、莜麦、豌豆、谷子为主。

矿区位于基岩山区,矿区及周边经济以采矿为主,采矿经济较发达,主要开采矿种为珍珠岩。矿区内无村庄,矿区占地为塔地村和伊家店村。

塔地村共有 140 户,474 人,劳动力 330 人,耕地面积约 170 公顷 (约 2550 亩),

传统农作物以种植玉米、高粱、谷黍等杂粮为主，近年来，在合作社的带动下，开始规模化种植苦荞麦、青贮玉米、豌豆等高附加值作物，农村居民人均可支配收入约 1.4 万元。

伊家店村共有 182 户，537 人，劳动力 358 人，耕地面积 3520 亩，种植业以胡麻、山药（马铃薯）、莜麦、谷黍等耐寒耐旱的杂粮和油料作物为主，养殖业以家庭散养为主，农村居民人均可支配收入约 1.2 万元。（2024 年柳科乡统计资料）

矿区 300m 范围内无地表水及电力设施，周边无高速公路或铁路、水利工程、电力工程国防工事及禁采区，矿山开采对其无影响。

第二节 矿区地质环境

一、矿区地质及构造

1、矿区地层

矿区范围内出露的大部分为侏罗系上统东岭台群张家口组二段（J₃zh₂）地层，岩性以一套酸性火山熔岩夹火山碎屑岩组合为特征。在山坡或沟谷内分布有第四系上更新统黄土、亚砂土（Q₃）。矿区地层由老到新依次为：

（1）中生界侏罗系上统东岭台群张家口组二段（J₃zh₂）

为酸性熔岩为主夹火山碎屑岩，根据钻孔揭露情况，本组岩性组合自上而下为流纹岩→松脂岩→珍珠岩→凝灰岩，是区内珍珠岩矿体主要赋存层位。

1) 凝灰岩

赋存于珍珠岩底板以下。岩石呈浅灰色、灰白、灰红色，凝灰质结构，块状构造、气孔状构造。矿物成分主要为凝灰质，含晶屑（含量约 3%左右）、岩屑（含量约 15-20%），矿物成分中可见黑云母、斜长石等，含量小于 3%。地层厚度大于 17m。

2) 松脂岩

一般赋存于珍珠岩顶底板。岩石呈褐红色、棕红色，玻璃质结构，块状构造、气孔构造。主要成分几乎全部为玻璃质。具油脂光泽、贝壳状断口。钻孔揭露厚度为 0.7-4.5m。

3) 珍珠岩

赋存于流纹岩之下。岩石呈灰绿色、浅灰黑色，玻璃质结构，珍珠状构造。主要成分几乎全部为玻璃质。具油脂光泽，贝壳状断口。珍珠岩层产状 210°-300°∠15°-20°，钻孔揭露厚度为 2.09-25.10m。

4) 流纹岩

岩石呈灰红色、浅肉红色，斑状结构，流纹构造、气孔构造。斑晶主要为长石，他形粒状，大小 0.5-2mm 之间不等，含量约 20%，少量石英，他形粒状，大小 0.5-1mm，含量约 5%，少量玻璃质，含量少于 5%；基质为隐晶质，主要为长石、石英等，含量约 60-70%。总体产状为 $250^{\circ}-310^{\circ} \angle 15^{\circ}-20^{\circ}$ ，局部厚层块状，产状不清。地层厚度大于 90m。

(2) 新生界第四系上更新统 (Q₃)

主要分布于区内山坡或沟谷内，岩性以黄土、亚砂土为主，不整合于张家口组地层之上，厚度约 3-15m。

2、构造

矿区构造简单，呈单斜地层产出。

3、岩浆岩

矿区零星有喜山期安山岩脉侵入，脉体延伸较短，一般约 50-80m，脉体宽约 0.5m 左右，产状近于直立。岩石呈黄绿、灰红色，斑状结构、块状构造、气孔构造。岩石矿物由斑晶和基质两部分组成。斑晶矿物成分主要是棕闪石，基质为隐晶质等。

二、矿体地质特征

本区珍珠岩矿体（层）赋存于侏罗系上统东岭台群张家口组二段 (J₃zh₂) 地层中，其特征顶板为流纹岩，底板为火山角砾岩、角砾状凝灰岩、凝灰岩，珍珠岩矿体呈层状、似层状及透镜状产出，由于火山喷出岩的产状受原始地形的影响较明显，故产状变化较大，局部厚层状火山碎屑岩层理不发育，产状不清。

储量核实报告共圈定珍珠岩矿体 4 条，矿体编号分别为 Z1、Z2、Z4、XZ1。其中本次圈定的 Z1 矿体与原备案报告中 Z-1 和 Z-3 矿体为同一条（层）矿体；本次圈定的 Z2 矿体与原备案报告中圈定的 Z-2 矿体为同一条（层）矿体；本次圈定的 Z4 矿体与原备案报告中圈定的 Z-4 北矿体为同一条（层）矿体；XZ1 矿体为本次工作新发现矿体。原核实报告中圈定的 Z-4（南）、Z-5、Z-6 矿体，其矿石自然类型均以黑曜岩为主，根据矿山多年开采经验和本矿山珍珠岩工业用途，黑曜岩膨胀性低，未达到工业利用价值，暂无市场应用前景，因此本次工作不做矿体圈定。新旧矿体对照见表 2-1。

表 2-1 新旧矿体编号对照表

新矿体编号	以往资料矿体编号	新矿体编号	以往资料矿体编号
Z1	Z-1	XZ1	/
	Z-3	/	Z-4 南
Z2	Z-2	/	Z-5
Z4	Z-4 北	/	Z-6

1、Z1 矿体（层）：位于矿区西北部，呈层状、透镜状赋存于侏罗系上统张家口组地层中，顶底板为流纹岩和凝灰岩，局部有膨大现象，向北东、南向西延伸至矿界外，矿界内沿走向延长约 160m，倾向最大延深约 470m，矿体（层）产状为 $202^{\circ}-252^{\circ} \angle 15^{\circ}-25^{\circ}$ ，在矿区北部被 F1 断层截断。该矿体（层）由地表工程 LT01、LT13 和深部钻孔 ZK3-2、ZK3-4、ZK7-4、ZK7-6、Z11-6 控制。矿体（层）真厚度 4.18-20.21m，平均厚度为 9.68m，矿体厚度变化系数为 52.37%；矿体（层）赋存标高为 1488-1590，矿体埋深 0-48m。

2、Z2 矿体（层）：位于矿区西北部，Z1 矿体下部，呈层状产出，受原始地形影响，珍珠岩矿体（层）局部有膨大现象，顶底板为流纹岩和凝灰岩，矿界内走向水平延伸最大长度约 250m，倾向最大延深约 510m，向北东、南向西延伸至矿界外，地表整体露头较差。矿体（层）真厚度为 5.01m-24.00m 之间，平均厚度为 11.90m，矿体厚度变化系数为 47.48%；矿体（层）产状为 $211^{\circ}-245^{\circ} \angle 15^{\circ}-25^{\circ}$ 。该矿体（层）由地表工程 LT02、LT03 和深部钻孔 ZK3-2、ZK3-4、ZK7-4、ZK7-6、Z11-6 控制。矿体（层）赋存标高 1480-1590m，矿体埋深 0-64m。

3、Z4 矿体（层）：位于矿区中部，呈似层状及透镜状产出，矿区内沿走向最大延伸长度约 215m，西部延伸出矿界外并被第四系黄土覆盖，东部被废渣堆覆盖。矿体厚度 2.85m-6.58m，平均厚度 4.38m，矿体厚度变化系数为 35.63%；矿体（层）产状为 $160^{\circ}-170^{\circ} \angle 10^{\circ}-15^{\circ}$ 。矿体赋存标高 1449-1485m。

4、XZ1 矿体：位于矿区北部，Z1 矿体上部，呈透镜状产出，为隐伏矿体，由 ZK7-4 钻孔单工程控制，见矿标高为 1548.94m-1544.02m，矿体埋深 13-17m，矿体真厚度为 4.46m。推测矿体产状与 Z1 矿体基本一致，顶底板为流纹岩和凝灰岩，该珍珠岩矿体（层）为新增矿体。

三、矿石类型

矿石自然类型按矿石属性，分为与火山喷发有关的珍珠岩型和松脂岩型。按矿石结构构造的不同可分为玻质块状珍珠岩，流纹质珍珠岩。

四、矿体围岩及夹石

本区珍珠岩矿体（层）产于侏罗系上统东岭台群张家口组第二段，岩性特征以酸性火山熔岩夹火山碎屑岩为主。珍珠岩赋存层位较稳定，上部为流纹岩，底部多为凝灰岩、角砾状凝灰岩；矿体顶、底近矿部位多见 1-2m 左右厚度的松脂岩，局部还见有珍珠岩砂存在，呈中砂-粗砂结构。在空间形态上，矿体与围岩顶底板接触界面较清晰。

顶板：以流纹岩或流纹质火山角砾岩为主，灰白，浅红、浅肉红色。与珍珠岩之间多发育一层松脂岩，厚度一般 1-2m，呈浅红色、褐红色，基本全部为玻璃质；顶板流纹岩为隐晶质结构，少见石英斑晶，玻璃及霏细结构，流纹状构造，向上部逐渐过渡为流纹质火山角砾岩、角砾凝灰岩等，不同程度地发育流纹构造，角砾成分以酸性火山碎屑为主，胶结物为凝灰质，致密块状。

底板：以凝灰岩、角砾状凝灰岩为主，少量流纹质角砾状凝灰岩、流纹岩，颜色以灰白色、浅红色为主，角砾成分与基质相同，为酸性火山玻璃质和火山碎屑，角砾含量一般 10%左右，最高含量可达 30%，胶结物以凝灰质为主，岩石结构致密。底板凝灰岩、流纹质角砾状凝灰岩之间往往也发育一层松脂岩，厚度一般在 1-2m，呈褐红色、浅红色几乎全部为玻璃质，松脂岩内夹有少量珍珠岩，含量在 10-20%之间。

珍珠岩矿体（层）中一般不含夹石，质量较纯，矿体（层）产出层位较稳定，但局部珍珠岩矿体（层）中夹有透镜状松脂岩，同时受火山喷发物量的大小、时间间隔、距火山口的远近和后期脱玻化过程的构造变动等因素影响，矿体（层）产状变化较大，区域上珍珠岩矿体的厚度变化也较大，一般呈层状、似层状及透镜状产出，本区珍珠岩矿体多呈层状、透镜状产出。

五、共伴生矿产

该矿珍珠岩矿体的底板岩石偶见极少量不稳定沸石化，层位及厚度变化较大，未达到工业利用价值，难以圈定矿体综合利用

六、水文地质

1、主要含水层

根据地下水含水介质和水动力特征，本区含水层为第四系松散岩类孔隙含水层和

侏罗系上统张家口组火山熔岩与火山碎屑岩类裂隙含水层。

第四系松散岩类孔隙含水层：分布于山坡和沟谷，主要为第四系风积、残积松散层、各类砂层等。含水层厚度一般为 3-15m，一般为透水不含水层，富水性差。

侏罗系张家口组火山熔岩与火山碎屑岩类裂隙含水层：该含水层含水岩组为一套火山喷发的酸性熔岩类和火山碎屑岩类，岩性为流纹岩、流纹质角砾凝灰岩、凝灰岩。该层含水层直接接受大气降水的入渗补给，岩石节理不发育，富水性差，一般为富水性极弱的裂隙含水层。该层含水层通过岩石裂隙直接排泄至地表，由于含水层富水性极弱，因此该层含水层排泄量也极少。

2、地下水补给、迳流、排泄条件

本区内地下水主要接受大气降水的渗入补给，沿岩石节理裂隙下渗运移，受地形、节理裂隙、含水层控制，在垂直运动补给深层含水层的同时，向下游运移。

3、矿床充水因素分析

矿区微地貌为沟谷与山梁，总体地势为北东高西南低，属中山区，最高点位于矿区北东角，海拔 1616m，最低点位于矿区西南角，海拔 1440m，相对高差 176m。矿区位于唐河支流大东河上游，属大清河水系，地下水埋深较大，地表水不发育，区内没有常年性河流，矿区中部及南部为季节性沟谷，只有在雨季降雨时形成地表径向南西宽缓的主沟，向南汇入大东河。矿区南部沟谷走向东西向，坡降约 7%，沟谷两侧坡度 20-30°，矿区中部沟谷走西北东-西南向，坡降约 18%左右，沟谷两侧坡度 25-30°，沟内受采掘影响多被废渣压占，沟谷汇水面积小。本区矿体赋存于山坡，远高于当地侵蚀基准面 1169m，矿区内降雨形成的径流绝大部分沿自然坡面或山沟向下汇流排泄，地表水排泄条件通畅，在开采过程中未发生坑内积水或被洪水淹没。

露天开采条件下，矿床充水因素主要是大气降水和地表水，地下水对采场没有大的影响。矿床开采使地形地貌发生变化，露天采场形成局部形成洼地，降雨期间降水顺采场边坡汇集至采坑，形成采场充水、汇水主要因素。随着采矿工作面加大，特别是在无可预见的暴雨时期，降水形成的积水对采场及边坡稳定性影响强度较大，矿体开采会受到一定影响，矿山应引起足够重视，采取措施做好防范。

总体来说，矿山露天采场主要充水因素是大气降水，开采矿体位于侵蚀基准面以上，降水随着地表坡度自然排泄至采场外围，大气降水对矿体开采影响因素较小。

4、矿区水文地质勘查类型

从矿区所处的水文地质环境条件分析，矿床水文地质条件以裂隙含水直接充水为

主（第二类）；矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形条件有利于自然排水；地下含水层富水性差，主要接收大气降水，补给条件差；矿体地表第四系覆盖层少；火山碎屑岩类裂隙水与区域松散层孔隙水力联系差；水文地质边界条件简单；矿床水文地质勘查复杂程度简单（第一型）。

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021），本区矿床水文地质勘查类型为第二类第一型，即以裂隙含水层充水为主，水文地质条件简单型矿床。

七、工程地质

根据野外调查，按岩石结构构造、力学性质，勘查区内岩土体工程地质主要划分为侏罗系上统张家口组火山熔岩与火山碎屑岩系。

区内岩性属较坚硬岩-软弱岩类。岩石具凝灰质、玻璃质结构，块状、气孔状、流纹状构造，岩石强度一般，根据钻孔揭露岩石完整性和岩石 RQD 值统计（表 2-2）情况可知，矿区内流纹岩岩石质量为极差—中等，岩体完整性为破碎—中等完整；珍珠岩岩石质量为极差—中等，岩体完整性为破碎—中等完整；松脂岩岩石质量为差—极差，岩体完整性为破碎-完整性差；凝灰岩岩石质量为好—差，岩体完整性为破碎—较完整。从总体情况看，各岩组岩石质量差，岩体完整性差—破碎；区内各岩组除凝灰岩较完整外，其他岩组完整性均破碎。

表2-2 牛角岭珍珠岩矿各岩组RQD值统计结果表

岩性	RQD值（%）	岩石质量	岩体完整性评价	等级
流纹岩	0-51.66 22.05	极差-中等	破碎-中等完整	III-V
珍珠岩	0-58.7 11.91	极差-中等	破碎-中等完整	III-III
松脂岩	0-30.00 10.72	差-极差	破碎-完整性差	IV-V
凝灰岩	0-79.43 40.38	好-差	破碎-较完整	II-V

通过矿区内岩矿石野外观察，并由本次钻探工程揭露，本区岩矿石性脆易碎，多呈块状或碎块状，因此未能采集岩石物理力学试验样。根据岩石 RQD 值统计情况，并结合目前采场现状来看，采场留设边坡高度不大于 10m，边坡角不大于 60°时，其边坡基本稳定；但局部存在破碎岩石时，有崩塌、滑坡等地质灾害隐患。因此，建议矿山开采时，应根据矿山开采设计，保留安全稳定的边坡角，防止发生崩塌、滑坡等地质灾害。

本区矿体岩性为酸性火山熔岩，其顶底板围岩为火山熔岩和火山碎屑岩，属较坚硬岩-软弱岩，性脆易碎，岩石完整性中等-破碎。工程地质勘查类型属第四类。

本区地形地貌条件简单地形有利于自然排水，地层岩性单一，风化土（岩）层厚度小，构造简单，岩溶不发育，岩体结构层状、以块状为主，岩石稳定性较差，局部岩石破碎地段易发生矿山工程地质问题。本区工程地质勘查复杂程度属中等型。

综上，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021）标准划分，本区工程地质勘查类型及工程地质条件复杂程度属第四类中等型。

八、人类工程活动

矿区内对地质环境影响较大的人类工程活动主要为采矿活动，以往矿山露天开采破坏了原有的地形地貌，对环境造成了一定的影响，露天采场边坡现状条件下未发生崩塌；矿区远离居民区，下游河谷纵坡降小，泥石流隐患对下游居民的威胁不大，仅对矿山职工与生产设备有威胁；矿山道路的修建及废渣堆的堆放改变了原有的地形地貌。

矿区内无村庄分布，矿区中部分布有少量耕地。其他人类工程活动为农民耕种和放牧，是本区长期的人类工程活动，人类工程活动“中等”，对地质环境的影响中等。

第三节 矿区土地利用现状及土地权属

按照全国土地利用现状调查规程和全国土地利用现状分类标准系统(GB/T21010-2017)，根据灵丘县 2024 年土地利用变更数据，矿区总面积为 49.14hm²，土地权属大同市灵丘县柳科乡塔地村和伊家店村，占用土地类型为旱地、田坎、后备耕地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路和设施农用地，面积分别为 2.59hm²、0.43hm²、2.63hm²、0.49hm²、0.86hm²、18.82hm²、23.01hm²、0.30hm²、0.01hm²。见表 2-3 和图 2-5。

旱地为非永久基本农田，耕地利用等为 13 等。

表2-3 矿区范围土地利用现状面积汇总表

单位: hm²

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)			占总面积 比例 (%)
地类代码	地类名称	地类代码	地类名称	塔地村	伊家店村	合计	
06	工矿用地	0602	采矿用地	9.70	13.31	23.01	46.82
03	林地	0305	灌木林地	0.01	0.48	0.49	1.00
		0307	其他林地	0.28	0.58	0.86	1.75
01	耕地	0103	旱地	0.03	2.56	2.59	5.27
12	其他土地	1202	设施农用地	0.01		0.01	0.02
		1203	田坎	0.01	0.42	0.43	0.88
		1208	后备耕地	0.30	2.33	2.63	5.35
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.10	0.20	0.30	0.61
04	草地	0404	其他草地	9.61	9.21	18.82	38.30
合计				20.05	29.09	49.14	100.00

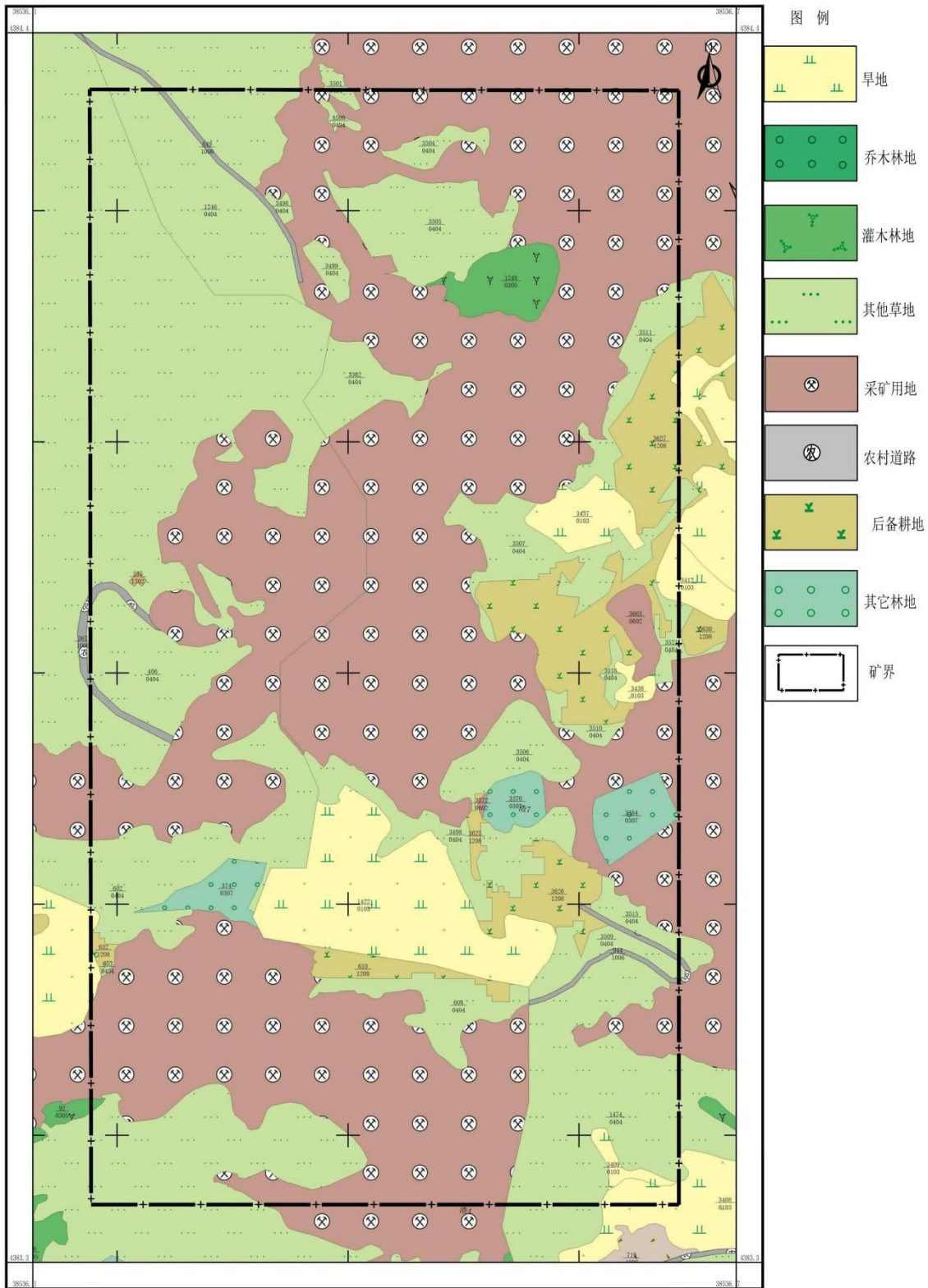


图 2-5 矿区土地利用现状图

第四节 矿区生态环境现状（背景）

一、植被

调查区内的植物资源较为匮乏，植被类型主要以灌草丛、草丛为主，调查区内未发现国家重点保护植物。根据调查和参考《山西植被》等资料，调查区植物名录见表2-4。

表 2-4 调查区植物名录

科	属	种	拉丁名称
禾本科	披碱草属	披碱草	<i>Elymus dahuricus Turcz</i>
	孔颖草属	白羊草	<i>Bothriochloa ischaemum (L.) Keng</i>
	羊茅属	紫羊茅	<i>Festuca rubra L</i>
	鹅观草属	鹅观草	<i>Roegneria kamoji Ohwi</i>
蔷薇科	绣线菊属	绣线菊	<i>Spiraeasalicifolia L.</i>
	桃属	山桃	<i>Amygdalus davidiana(Carrière) de Vos ex Henry</i>
桦木科	虎榛子属	虎榛子	<i>Ostryopsis davidiana Decne.</i>
胡颓子科	沙棘属	醋柳	<i>HippophaerhamnoidesLinn.</i>
菊科	菊属	野菊花	<i>Dendranthema indicum</i>
		铁杆蒿	<i>Artemisia gmelinii</i>
	蒿属	冷蒿	<i>Artemisiafrigida Willd.</i>
		蒲公英属	蒲公英
	苍耳属	苍耳	<i>Xanthium sibiricumPatrin ex Widder</i>
苦苣菜属	苦苣菜	<i>Ixeris denticulata</i>	
松科	松属	油松	<i>Pinus tabuliformis Carrière</i>
	落叶松属	落叶松	<i>Larix gmelinii (Rupr.) Kuzen.</i>
柏科	侧柏属	侧柏	<i>Platycladus orientalis (L.) Franco</i>
杨柳科	杨属	山杨	<i>Populus davidiana</i>
		青杨	<i>Populus cathayana Rehd.</i>
莎草科	苔草属	苔草	<i>Carex tristachya</i>
马鞭草科	牡荆属	荆条	<i>Vitex negundoL.var. heterophylla (Franch.) Rehd.</i>
鼠李科	枣属	酸枣	<i>Ziziphusjuzuba Mill. var.spinosa (Bunge) Hu exH. F.Chow</i>
豆科	刺槐属	刺槐	<i>Robinia pseudoacacia Linn.</i>
	紫穗槐属	紫穗槐	<i>Amorphafruticosa Linn.</i>
桦木科	桦木属	桦木	<i>Betula</i>
榆科	榆属	榆树	<i>Ulmus pumila L.</i>
念珠藻科	念珠藻属	地皮菜	<i>Nostoc commune</i>
百合科	萱草属	黄花	<i>Hemerocallis citrina Baroni</i>
马齿苋科	马齿苋属	马齿苋	<i>Portulaca oleracea L.</i>
凤尾蕨科	蕨属	蕨菜	<i>Pteridiumaquilinum var.latiusculum</i>

表 2-5 调查范围植被现状统计表

序号	植被类型	占矿区面积 (hm ²)	比例 (%)
1	灌草丛	1.35	2.75
2	草丛	18.82	38.30
4	农田植被	2.59	5.27
5	未利用地	26.38	53.68
合计		49.14	100.00

综上，调查区主要为未利用地，达 53.68%。

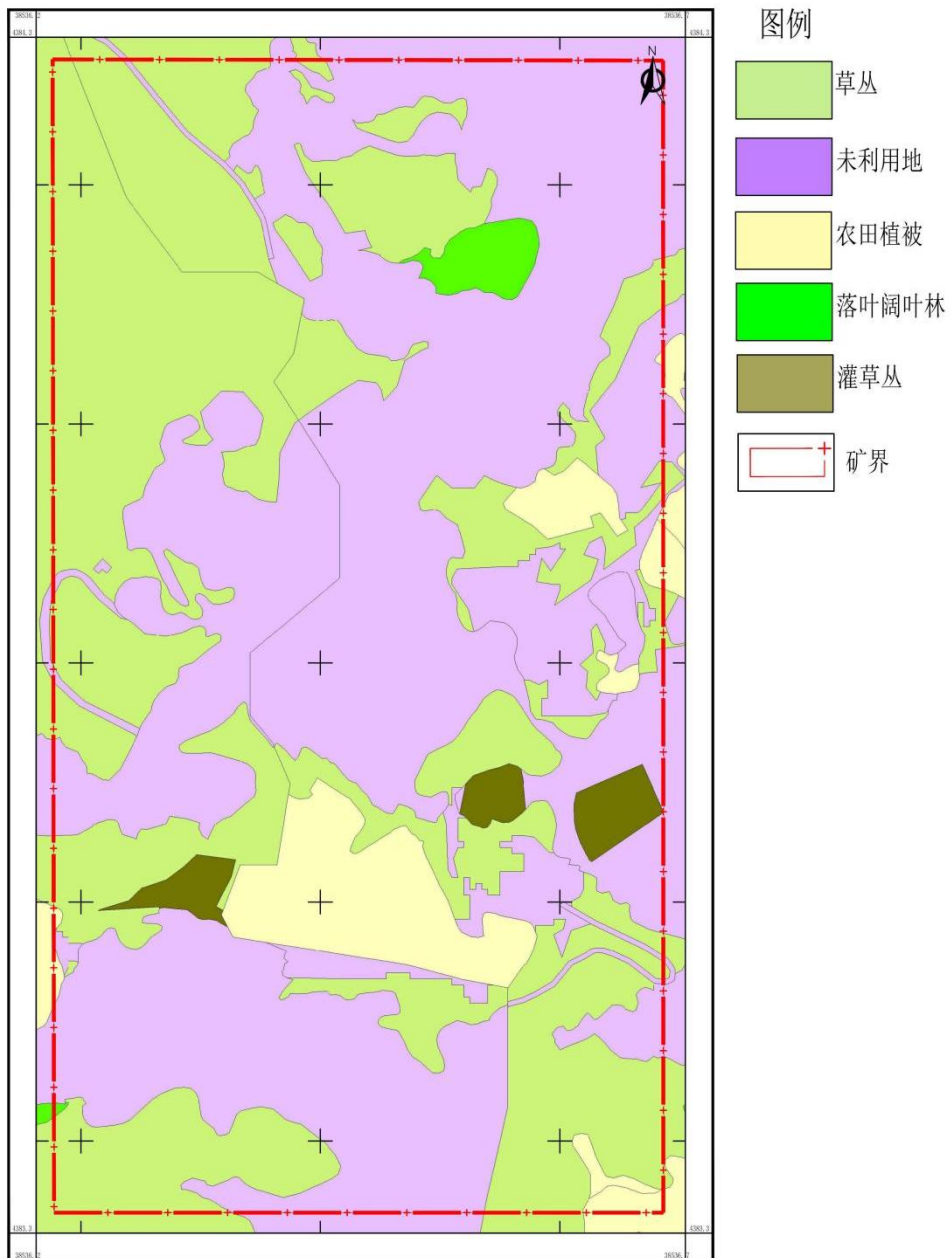


图 2-6 植被类型图

二、动物资源

1、动物区系

经过调查并结合以往文献资料，调查区内发现脊椎动物 12 目 17 科 23 种；其中鸟类 4 目 6 科 9 种；哺乳类动物 5 目 6 科 6 种；爬行类 2 目 3 科 5 种；两栖类 1 目 2 科 3 种，调查区内未发现国家重点保护动物。

2、鸟类

经实地调查并结合以往文献资料，调查区分布的鸟类共计 4 目 6 科 9 种，占山西省鸟类总数（328）的 2.73%。调查区鸟类名录见表 2-6。

表 2-6 调查区鸟类名录

中文名称	拉丁学名	居留类型	从属区系	数量	生境	保护等级
一、鸡形目	<i>GALLIFORMES</i>					
(一) 雉科	<i>Phasianidae</i>					
1、石鸡	<i>Alectoris graeca</i>	留鸟	古北种	++ +	栖息于低山丘陵地带的岩石坡和沙石坡上	未列入
2、雉鸡	<i>Phasianus colchicus</i>	留鸟	广布种	++	栖息于低山丘陵、农田、地边、沼泽草地，以及林缘灌丛和公路两边的灌丛与草地中	未列入
二、鸽形目	<i>COLUMBIFORMES</i>					
(二) 鸠鸽科	<i>Columbidae</i>					
3、斑鸠	<i>Streptopelia turtur</i>	留鸟	古北种	++	栖息于山麓和低山丘陵地带树林中	未列入
4、岩鸽	<i>Columba rupestris</i>	留鸟	古北种	++	栖息于山地岩石和悬崖峭壁处	未列入
三、鸟纲鸢形目	<i>Piciformes</i>					
(三) 啄木鸟科	<i>Picidae</i>					
5、啄木鸟	<i>Picidae</i>	夏候鸟	古北种	++	栖息于森林、平原、荒漠、海岸、城镇等各类生境中	未列入
四、雀形目	<i>PASSERIFORMES</i>					
(四) 燕科	<i>Hirundinidae</i>					
6、家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏候鸟	古北种	++ +	栖息于村落附近，常到田野上空飞行，多在住房屋檐下或屋梁上营巢繁殖	未列入
7、云雀	<i>Alauda arvensis</i>	夏候鸟	古北种	++	栖于草地、干旱平原、泥淖及沼泽	未列入
(五) 鸦科	<i>Corvidae</i>					
8、喜鹊	<i>Pica pica</i>	留鸟	古北种	++ +	城镇附近的农田、林带及荒滩中最为常见	未列入
(六) 文鸟科	<i>Ploceidea</i>					
9、麻雀	<i>Passer rutilans</i>	留鸟	广布种	++ +	多栖于树枝、灌丛、山麓草坡、耕地和村寨附近，活动范围广	未列入
注：“+”表示数量少；“++”表示数量一般；“+++”表示数量多，下同。						

3、哺乳类

经实地调查并结合以往文献资料，调查区哺乳类动物共有 5 目 6 科 6 种，占山西省哺乳动物总数（71 种）的 8.45%。

调查区哺乳类名录见表 2-7。

表 2-7 调查区哺乳类名录

中文名称	拉丁学名	从属区系	数量	生境	保护等级
一、食肉目	<i>CARNIVORA</i>				
(一) 鼬科	<i>mustelidae</i>				
1、黄鼬	<i>Mustela sibirica</i>	广布种	++	栖息于山地和平原，见于林缘、河谷、灌丛和草丘中、也常出没在村庄附近。居于石洞、树洞或倒木下	未列入
(二) 犬科	<i>Canidae</i>				
2、狼	<i>Canis lupus</i>	广布种	++	栖息于山地、林区、草原	未列入
二、兔形目	<i>LAGOMORPHA</i>				
(二) 兔科	<i>Leporidae</i>				
2、草兔	<i>Lepus capensis</i>	东洋种	++ +	草食性，巢穴筑于灌草丛的地洞中	未列入
三、啮齿目	<i>RODENTIA</i>				
(三) 松鼠科	<i>Sciuridae</i>				
3、花鼠	<i>Eutamias sibiricus</i>	古北种	++ +	栖息于林区及林缘灌丛和多低山丘陵的农区，多在树木和灌丛的根际挖洞	未列入
(四) 鼠科	<i>Muridae</i>				
4、小家鼠	<i>Mus musculus</i>	广布种	++	栖息于住宅、仓库以及田野、林地等处	未列入
四、翼手目	<i>Chiroptera</i>				
(五) 蝙蝠科	<i>Vespertilionidae</i>				
5、蝙蝠	<i>Chiroptera</i>	广布种	++	栖息于各类大、小山洞以及树洞、山上岩石缝中	未列入
五、猬形目	<i>Erinaceomorpha</i>				
(六) 猬科	<i>Erinaceidae</i>				
6、刺猬	<i>Heterothermic</i>	广布种	++	栖息于灌木丛内	未列入

4、爬行类

经实地调查并结合以往文献资料，调查区分布的爬行类共计 2 目 3 科 5 种，占山西省爬行动物总数（27 种）的 18.52%。

调查区爬行类名录见表 2-8。

表 2-8 调查区爬行类名录

中文名称	拉丁学名	从属区系	数量	生境	保护等级
一、蜥蜴目	<i>LACERTIFORMES</i>				
(一) 壁虎科	<i>Gekkonidae</i>				
1、壁虎	<i>Wall lizard</i>	古北种	++	栖息于村庄、农田附近	未列入
(二) 蜥蜴科	<i>Lacertian</i>				
2、山地蜥蜴	<i>Eremias brenchley</i>	古北种	++	栖息场所极为广泛, 农田、山野、草丛、灌木丛等平原和丘陵地区	未列入
二、蛇目	<i>SERPENTIFORMES</i>				
(三) 游蛇科	<i>Colubridae</i>				
3、白花蛇	<i>Deinagkistrodon acutus</i>	古北种	++	生活于山地、丘陵、平原地区的河流、湖泊、水库附近	未列入
4、黑乌蛇	<i>Zaocys dhumnades</i>	古北种	++	生活于山地、丘陵、平原地区的河流、湖泊、水库附近	未列入
5、菜花蛇	<i>Elaphe carinata</i>	古北种	++	生活于山地、丘陵、平原地区的河流、湖泊、水库附近	

5、两栖类

经实地调查并结合以往文献资料, 评估区分布的两栖类共计 1 目 2 科 3 种, 占山西省两栖类总数 (13 种) 的 23.08%。调查区两栖类名录见表 2-9。

表 2-9 调查区两栖类名录

中文名称	拉丁学名	从属区系	数量	生境	保护等级
一、无尾目	<i>ANURA</i>				
(一) 蟾蜍科	<i>Bufo</i>				
1、蟾蜍	<i>toad</i>	广布种	++	栖息于池塘、河岸边、田埂或房屋周围。	未列入
2、泽蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	广布种	++	栖息于池塘、河岸边、田埂或房屋周围。	未列入
(二) 蛙科	<i>Ranidae</i>				
2、青蛙	<i>frog</i>	广布种	++	栖息于池塘、河岸边、田埂或房屋周围。	未列入

根据现场调查及查阅《山西省珍稀濒危野生动物分布图》, 本项目所处区域内无国家级及省级珍稀野生动物存在。

三、土壤

根据实地调查以及《土壤侵蚀强度分类分级标准》中的分级标准, 对矿区土壤侵蚀现状进行分类评价。分级标准以及矿区土壤侵蚀现状统计分别见下表。

表 2-10 调查区土壤侵蚀统计表

土壤侵蚀类型	面积 (hm ²)	比例 (%)
轻度侵蚀	1.35	2.75
中度侵蚀	21.41	43.57
强度侵蚀	26.38	53.68
合计	49.14	100.00

综上，调查区土壤侵蚀有轻度侵蚀、中度侵蚀及重度侵蚀 3 种类型，其中强度侵蚀所占比例最大，为 53.68%。

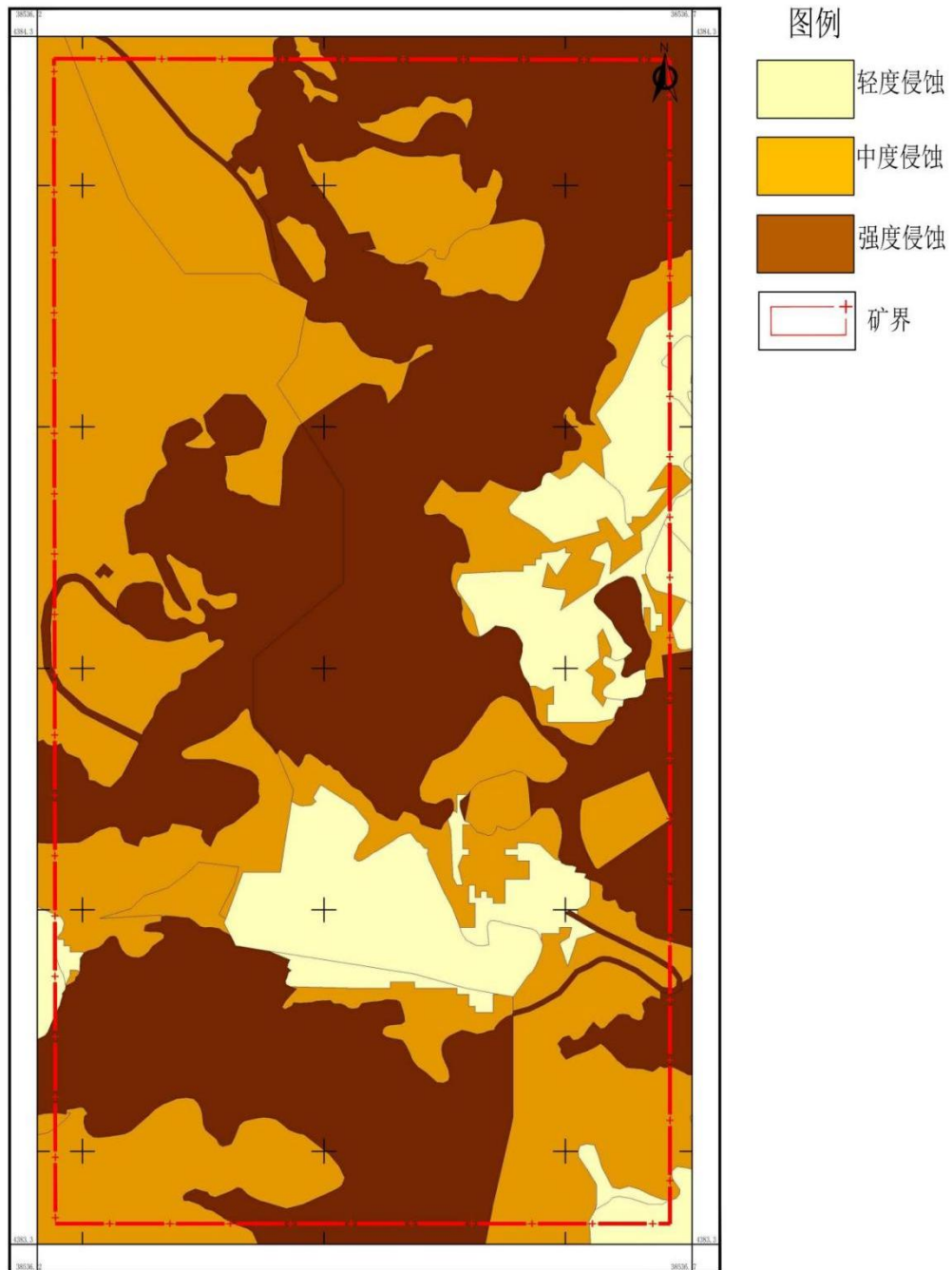


图 2-7 土壤侵蚀强度图

四、环境敏感目标分布

通过对矿区周围区域自然、社会环境状况的详细调查和了解，矿区不属于特殊保护地区、社会关注地区、生态脆弱区和特殊地貌景观区。矿区周围无自然保护区、风景游览区、名胜古迹、饮用水水源保护区，矿区西部、东部紧邻基本农田。

项目评价范围内（矿山边界外扩 500m）及周边的生态环境敏感目标主要集中于居民点、农用地、地下水及地表沟谷、环境空气、声环境。详见表 2-11。

表 2-11 生态环境敏感保护目标一览表

环境要素	保护目标				保护级别
	名称	方位	距离（km）	规模/属性	
环境空气	牛角岭村	NE	1.6	270 人	《环境空气质量标准》 (GB3095-2026) 中二级标准
	塔地村	SW	1.6	474 人	
地表水	矿区南部荒沟	/	/	农业用水功能	废水不外排
地下水	项目所在地地下水环境		/	分散式饮用水源	《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017) 中 III 类水质标准
声环境	厂界噪声	/	/		《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 中 2 类标准
	牛角岭村/塔地村	/	1.6	居民区	昼间≤60dB(A)，夜间≤50dB(A)
土壤环境	矿区及周边农用地	/	/	耕地/林地	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》 (GB15618-2018)
生态环境	矿山边界外扩 500m 范围	/	/	植被、地形地貌	控制水土流失，景观协调，生物多样性保护

表 2-12 采矿活动可能产生的间接或累计影响分析表

敏感目标类型	影响
周边村庄 (环境空气、声环境)	露天采掘、爆破、装卸、矿石堆存、废石排放（排土场）及道路运输等过程会产生无组织粉尘和噪声。虽然距离（1.6km）可起到一定衰减作用，但在不利气象条件下，粉尘仍可能飘移至村庄，影响居民生活环境质量；间歇性的爆破噪声和设备运行噪声可能对村民生活造成干扰。
农用地（基本农田） 与土壤	1、扬尘沉降：大气中的粉尘沉降到周边耕地，可能改变土壤理化性质，对农作物生长产生潜在不利影响。 2、直接占用与破坏：露天采场的挖损损毁，会破坏地表植被和土壤结构，造成生物量损失和水土流失加剧，此影响是长期且累积的。
地下水	废石淋滤：排土场堆存的废石、弃土在降水淋滤下，可能产生淋滤液，虽然珍珠岩矿属 I 类一般工业固废，风险较低，但仍需防范对浅层地下水的潜在影响。
地表沟谷	矿区南部排土场设于沟谷中，若拦挡、排水措施不完善，在极端降雨条件下，可能加剧沟道水土流失，甚至存在泥石流隐患，影响下游沟谷的农业用水安全。
区域生态系统	1、直接削弱了该区域的土壤保持主导生态功能，加剧评价区本已存在的轻度水土流失。 2、生物多样性：工程占地和人为活动干扰，将导致评价区内植被覆盖率下降，迫使部分野生动物迁移，生物多样性和生态系统稳定性降低。

五、与生态保护红线、生态功能、生态经济区划相符性分析

1、生态保护红线

本项目不涉及生态保护红线。

符合性：项目符合《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）中关于“生态保护红线内禁止开发性、生产性建设活动”的规定，本项目选址位于红线外，满足空间准入的基本前提。

2、生态功能区划

项目所处地位置ⅡA 灵丘东北部土壤保持生态功能小区。

符合性：本工程无大气有组织污染源排放；无生产废水；对排土场、道路定期洒水；矿山道路修建排水沟、路面硬化及绿化，对露天采场终了平台进行复垦，有效提高植被覆盖率，并提高水土保持率，这一系列工程措施和生态恢复措施与该区域生态服务功能是一致的。

制约因素：采矿活动的大面积地表剥离、植被破坏、弃土废石堆存等，直接削弱了区域土壤保持的生态功能，是项目建设的重要生态制约。必须采取严格的水土保持和生态恢复措施，以减缓对主导生态功能的影响。

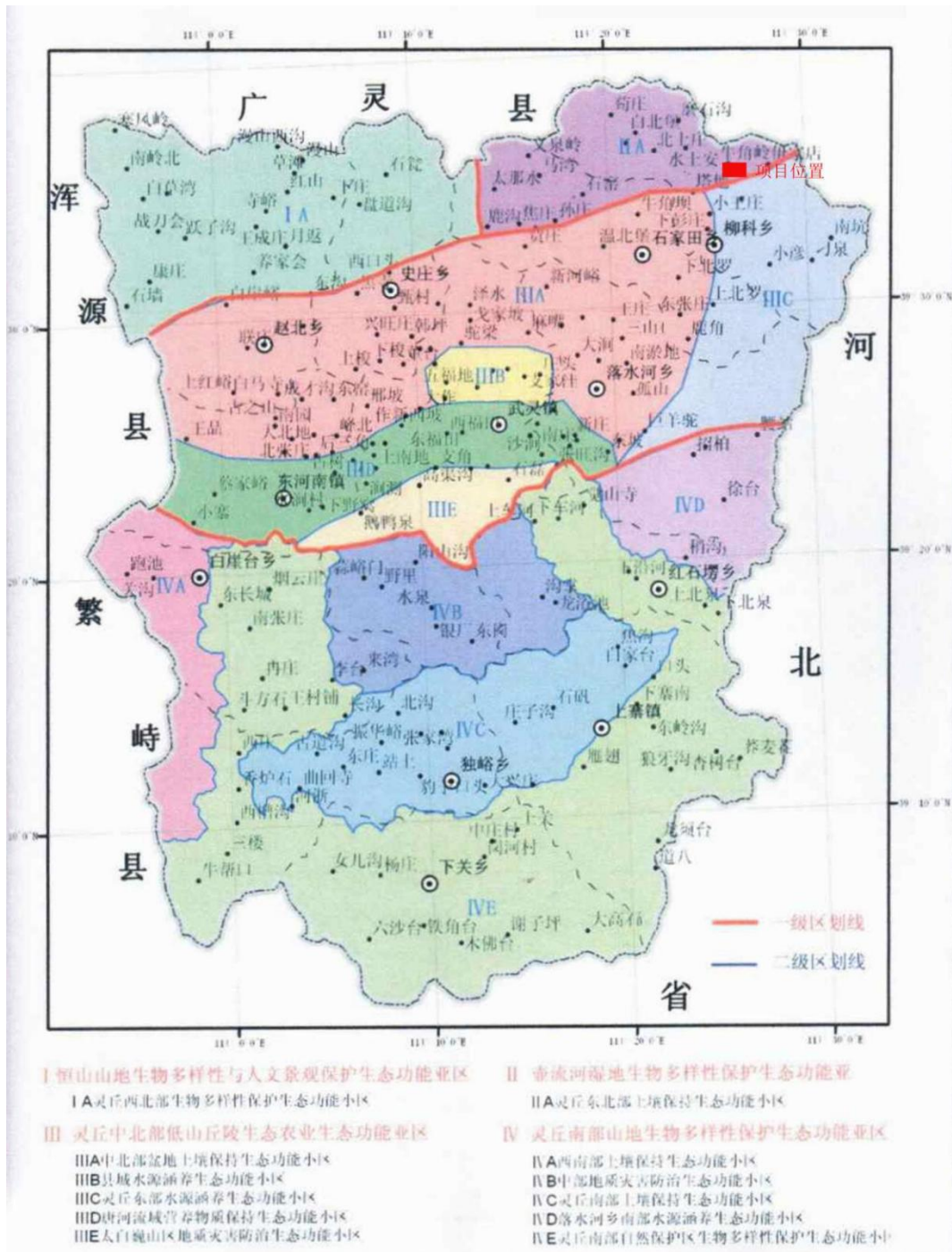


图 2-8 生态功能区划图

3、生态经济区划

项目所处地理位置 II D-2 灵丘东北部农牧业发展生态经济区。

符合性：该矿有利于提高珍珠岩产业集中度，较先进的开采方式与管理，有助于珍珠岩资源合理开发，且开采完毕后，将采取复垦及生态治理措施对开采范围进行生态修复，可提高植被覆盖率，符合生态经济区划要求。

制约因素：该区域的发展定位包含了“农牧业发展”。采矿活动占用土地、产生

污染（粉尘、噪声），与周边农业、牧业生产活动存在潜在冲突。项目运营需确保污染物达标排放，尽量减少对农牧业生产环境的干扰。

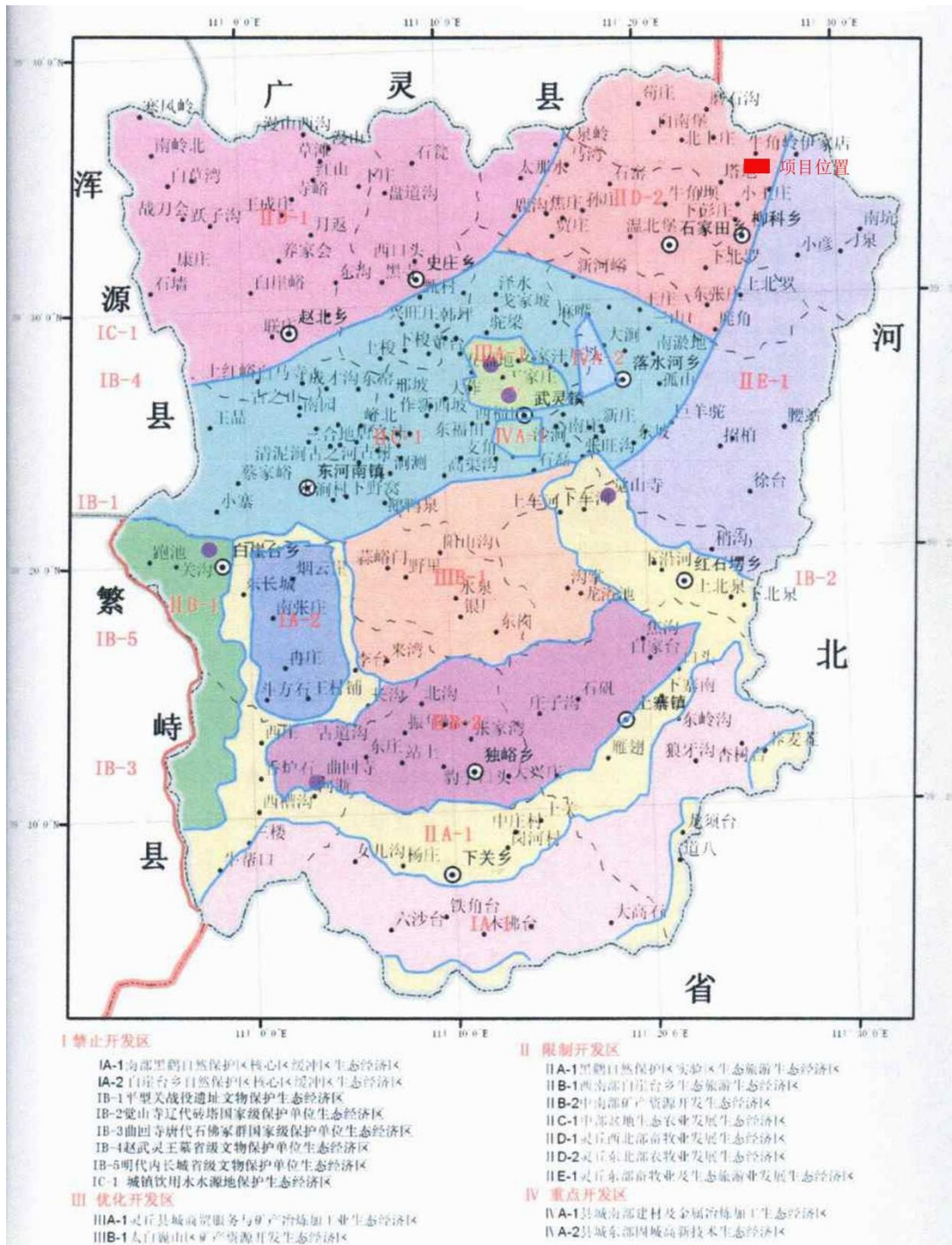


图 2-9 生态经济区划图

六、水土流失

按照全国土壤侵蚀分区，本区属晋北土石山区轻度风蚀水蚀区。从地貌上看，调查区地处土石山区，为区域的水蚀提供了地形条件。从气象因素分析，该区春季干燥

多风，夏季雨量集中，为风蚀和水蚀提供了气象条件。人为因素主要体现在耕种和采矿活动对植被的破坏，尤其是露天采场对地表的剥离引起土壤侵蚀加剧。上述自然条件和人为因素都促使了水蚀和风蚀的产生和发展，调查区内自然的土壤侵蚀没有明显导致土壤有机质、土壤养分含量的降低，使土地生产力降低；没有对区域农业生产造成严重的危害。

第二部分 矿产资源开发利用

第三章 矿产资源基本情况

第一节 矿山开采历史

1990年，该矿初次取得采矿权，开采方式为露天开采，生产规模较小。

2000年，该矿山办理延续采矿登记，矿山名称更改为灵丘县锰矿开发公司牛角岭珍珠岩矿。

2008年该矿在非煤矿山企业资源整合中列为单独保留矿山，延续办理采矿登记。

2010年，矿山延续办理采矿登记，有效期限为2010年12月24日至2014年12月24日。

2014年，原大同市国土资源局为其换发采矿许可证，核准采矿权人为山西省灵丘县锰业有限责任公司，矿山名称为牛角岭珍珠岩矿。

矿山现持有2025年6月17日由大同市规划和自然资源局颁发的证号为C1402002010127120095082的采矿许可证，采矿权人：山西省灵丘县锰业有限责任公司；地址：大同市灵丘县柳科乡牛角岭村；矿山名称：牛角岭珍珠岩矿；经济类型：有限责任公司；开采矿种：珍珠岩；开采方式：露天开采；生产规模：3.00万吨/年；矿区面积：0.4914km²；开采深度：1650m-1550m；有效期限：自2024年11月29日至2025年12月30日。

2025年11月27日大同市规划和自然资源局专题会议纪要（【2025】19次）审议通过灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿延伸深部资源的意见。采矿证平面范围不变，下沿开采标高，由原来1650-1550m变更为1650-1440m。

根据《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》及矿产资源储量评审备案的复函，截至2024年12月31日，Z1、Z2、XZ1、Z4珍珠岩矿体累计查明资源量407.3万吨；以往动用资源量（Z2矿体）3.71万吨；保有资源量403.59万吨，其中控制资源量144.62万吨，推断资源量258.97万吨（含边坡占用资源量27.59

万吨)。

第二节 矿山开采现状

一、矿山开采现状

1、采场现状

矿山采剥、处于停工停产状态。

现状采场位于矿区内北部（即预测露天采场 1 内），面积 0.23hm²，由于基本没有表土层，未进行剥离表土，采矿剥离废渣就近堆放。采用露天山坡由上而下分台阶方式进行开采，开采层位为侏罗系上统东岭台群张家口组二段，采场底部标高 1566m，采场边坡长约 160m，边坡呈折线状，边坡高 2-18m，坡度 60-70°。历年开采共动用资源量 3.71 万 t，开采矿体为 Z2 矿体。目前采装采用液压挖掘机和铲车，运输矿石及废渣采用自卸汽车。

表 3-1 矿山现有设备一览表

序号	设备名称	型号	数量
1	液压挖掘机	住友 SH260LC-6 型	1
2	铲车	临工 50	1
3	自卸汽车	红岩 25t	2
4	洒水车	BJ471	1
5	潜孔钻机	众合牌 451	2
6	凿岩机	24 型开山	1
7	冲击器	众合牌 DHD350 型	1
8	空压机	3.515 型	1

2、废渣堆现状

现状分布有 9 处废渣堆，均为沿山坡顺坡自然堆积，占地面积 5.04hm²。各废渣堆特征见下表：

表3-2 各废渣堆特征表

名称	边坡面积 (hm ²)	平台面积 (hm ²)	面积 (hm ²)	边坡坡度 (°)	堆渣高度	备注
渣 1	0.74		0.74	20-30	10-20m	1 个边坡
渣 2	0.5		0.5	20-30	5-20m	1 个边坡
渣 3	0.23		0.23	20-30	8-16m	1 个边坡
渣 4	0.71	0.3	1.01	10-30	2-16m	7 个边坡, 4 个平台
渣 5	0.05	0.1	0.15	10-20	2-6m	1 个边坡, 1 个平台
渣 6	0.29	0.33	0.62	20-30	5-20m	1 个边坡, 1 个平台
渣 7	0.27	0.4	0.67	10-30	2-16m	3 个边坡, 2 个平台
渣 8	0.1	0.31	0.41	10-30	2-12m	1 个边坡, 2 个平台
渣 9	0.22	0.49	0.71	10-20	2-8m	1 个边坡, 1 个平台
合计	3.11	1.93	5.04			

3、矿山道路现状

矿山道路为砂砾石路面，路面宽度 4-5m，长度约 4770m，面积 2.03hm²。

二、矿山资源利用情况

矿山现持有 2025 年 6 月 17 日由大同市规划和自然资源局换发采矿许可证，证号：C1402002010127120095082，有效期限自 2024 年 11 月 29 日至 2025 年 12 月 30 日。

开采范围为矿区范围内保有的珍珠岩矿，开采层位为侏罗系上统东岭台群张家口组二段，岩性以酸性火山熔岩夹火山碎屑岩为主，开采方式为露天开采，开采深度 1650-1550 米标高，开采规模 3.00 万吨/年。

依据《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》及大同市规划和自然资源局以“同自然资储备字[2026]2 号”复函，重新核实后保有资源量 403.59 万 t。按生产规模 50 万/a 计，生产服务年限为 7.33 年。

三、相邻矿山分布及开采情况

矿区周边 300m 范围内无其他矿业权设置。

第三节 矿床开采技术条件及水文地质条件

矿山主要含水层为侏罗系张家口组火山熔岩和火山碎屑岩裂隙水，裂隙发育程度低，富水性弱-极弱，水源补给径流条件差。本区矿床水文地质勘查类型以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单型矿床，即第二类第一型。

矿区内矿体和围岩属较坚硬-软弱岩组，岩石稳定性较差，局部地段已发生矿山工

程地质问题。工程地质勘查类型及工程地质条件复杂程度属第四类中等型。

矿区地质环境质量中等，露天采矿可产生地表局部变形；采矿活动不会产生地表水和地下水污染，仅对地表水径流有轻微影响；区内无重大污染源，无其他环境地质隐患。本区矿床开采地质环境类型为第二类中等型。

综上所述，矿山开采技术条件为简单-中等类型矿床。

第四节 矿区查明的（备案）矿产资源量

一、备案核实报告资源储量

2025年12月，山西乐图科技有限公司提交的《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》，于2025年12月27日大同市矿产资源储量评审专家组评审通过，并于2026年1月7日由大同市规划和自然资源局以“同自然资储备字[2026]2号”复函。

采矿证平面范围内截至2024年12月31日。

1、采矿许可证平面范围批采标高内（1650-1550m）

Z1、Z2、XZ1珍珠岩矿体累计查明资源量75.62万吨；动用（TM）资源量（Z2矿体）3.71万吨；保有（KZ+TD）资源量71.91万吨，其中控制资源量33.04万吨，推断资源量38.87万吨（含边坡占用资源量8.91万吨）。

2、采矿许可证平面范围批采标高下(1550-1440m)

Z1、Z2、XZ1、Z4珍珠岩矿体累计查明和保有资源量331.68万吨，其中控制资源量111.58万吨，推断资源量220.1万吨（含边坡占用资源量18.68万吨）。全部为新增资源量，无消耗。

3、采矿许可证平面范围内批采标高内外(1650-1440m)

Z1、Z2、XZ1、Z4珍珠岩矿体累计查明资源量407.3万吨；以往动用资源量（Z2矿体）3.71万吨；保有资源量403.59万吨，其中控制资源量144.62万吨，推断资源量258.97万吨（含边坡占用资源量27.59万吨）。

详见表3-3。

表 3-3 资源量估算结果表

矿体 编号	保有资源量 (万 t)				动用 量(万 t)	累计查明资源量 (万 t)				估算标高 (m)
	KZ	TD	TD(边)	KZ+TD		TM	KZ	TD	TD (边)	
Z1	16.54	27.75	1.76	46.05		16.54	27.75	1.76	46.05	1650-1550 (现采矿权 区)
Z2	16.50		7.15	23.65	3.71	16.50		7.15	27.36	
XZ-1		2.21		2.21			2.21		2.21	
小计	33.04	29.96	8.91	71.91	3.71	33.04	29.96	8.91	75.62	
Z1	33.22	79.98	5.07	118.27		33.22	79.98	5.07	118.27	1550-1440 (现矿区下 延标高新增 区)
Z2	78.36	104.56	13.61	196.53		78.36	104.56	13.61	196.53	
XZ-1		3.96		3.96		0.00	3.96	0.00	3.96	
Z4		12.92		12.92		0.00	12.92	0.00	12.92	
小计	111.58	201.42	18.68	331.68		111.58	201.42	18.68	331.68	
Z1	49.76	107.73	6.83	164.32		49.76	107.73	6.83	164.32	1650-1440 (现采矿权 区+下延标 高新增区)
Z2	94.86	104.56	20.76	220.18	3.71	94.86	104.56	20.76	223.89	
XZ-1		3.96		3.96			3.96		3.96	
Z4		12.92		12.92			12.92		12.92	
合计	144.62	231.38	27.59	403.59	3.71	144.62	231.38	27.59	407.30	

第五节 对地质报告的评述

本方案编制依据山西乐图科技有限公司于 2025 年 12 月提交的《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》。

一、地质勘查程度评述

勘查工作：

控制测量（6 点）、地形测量（1:2000 面积 0.65km²）、工程测量（露头剖面线基点 23 个，矿体 Z4 矿体厚度测量点 3 个，钻孔工程点 5 个）、地质测量（1:2000 面积 0.65km²）。露头编录 4 处（LTO1、LT02、LT03、LT13），水工环地质测量（1:2000 面积 0.65km²）进行了地面调查、钻孔编录及资料收集。基本分析样（容重样、化学分析样），露头中按样长 5m 连续拣块组合（LT01，1 件），钻孔中采用切割机劈取岩芯，样长 2.28—10.97m，一般 3.49—6.44m（24 件）。补充了 30 件小体重样，采集自地表露头及采坑。

《核实报告》确定勘查类型为第Ⅱ勘查类型，资源储量类型确定为控制资源量、推断资源量。

储量核实报告基本查明了矿区地层层序以及含矿岩系的分布范围、岩性、厚度变化规律。矿区范围内查明 4 条珍珠岩矿体，珍珠岩赋存层位较稳定，上部为流纹岩，底部多为凝灰岩、角砾状凝灰岩；矿体顶、底近矿部位多见 1-2m 左右厚度的松脂岩，局部还见有珍珠岩砂存在，呈中砂-粗砂结构。在空间形态上，矿体与围岩顶底板接触界面较清晰。

矿区珍珠岩矿体呈层状、似层状、透镜状产出，形态中等，矿体倾角为 10-25°，矿体产状和厚度变化较为稳定，根据以上特点，故采用水平投影地质块段法进行资源量估算。

二、开采技术条件评述

《核实报告》基本查明了矿区的水文地质、工程地质、环境地质条件；初步评价了矿体和围岩的物理力学性质。

工程地质条件复杂程度属第四类中等型，矿床水文地质勘查复杂程度简单(第一型)，环境地质条件中等。因此，矿区属开采技术条件简单-中等类型的矿床。

综上所述，区内矿床勘查程度、开采技术条件等方面可以作为编制本方案的地质依据，基本满足编制本方案的要求。

第六节 矿区与各类保护区的关系

为保证矿产资源的开采不破坏各类保护区，本次进行了各类保护区核查，经核查矿区不在各类保护区范围内，核查文件具体见附件。

1、根据山西省五台山国有林管理局对灵丘县自然资源局《关于核查山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与各类保护地重叠情况的函》的复函（五林便字〔2025〕52号）：该矿区范围与我局所辖的森林公园、保护区等各类保护地不重叠。

2、根据灵丘黑鹳自然保护区服务中心《关于灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿采权范围与灵丘黑鹳省级自然保护区范围是否重叠情况核查的函》（灵自服函〔2025〕15号）：该采矿权范围与灵丘县黑鹳省级自然保护区均不重叠。

3、根据灵丘县交通运输局《关于灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与重要公路（省级及以上）是否重叠的情况说明》：灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与铁路、重要公路（省级及以上）不重叠。

4、根据灵丘县自然资源局《灵丘县自然资源局关于牛角岭珍珠岩矿区范围与“三区三线”的核查情况》：该矿采矿权范围（采矿许可证）与生态保护红线未重叠，不涉及城镇开发边界，矿区范围内分布耕地 1.34hm²（耕地保护目标），不占用基本农田。

5、根据灵丘县水务局《关于山西省灵丘县锰业有限责任公司（牛角岭珍珠岩矿）采矿权范围与各类保护区重叠情况的说明》该项目所涉采矿范围未出现与城头会泉域重点保护区范围重叠的情况。

6、根据大同市生态环境局灵丘分局《关于山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与我县城乡饮用水水源地保护区是否重叠的情况说明》：山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与我县城乡饮用水水源地保护区不重叠。

7、根据大同市文物局《关于灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿采矿范围内不可移动文物核查的意见》（同文物函字[2025]266号），该区域未发现不可移动文物。

8、根据灵丘县林业局《关于山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿采矿权范围与各类保护地及林草地是否重叠的情况说明》：山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围内与地质公园、自然保护区、森林公园、湿地公园、国家一级公益林地、国家二级公益林地、I级保护林地、II级保护林地、风景名胜区、山西省永久性生态公益林地不重叠。但矿区范围内与其他林地重叠面积为 0.34 公顷，与灌木林地重叠面积为 0.49 公顷，与其他草地重叠面积为 24.57 公顷。确需占用林地和草地的，必须按照有关法律的规定，依法依规办理占用林地草地审批手续，不得未批先占，少批多占。

9、根据灵丘县人民政府国防动员办公室《关于牛角岭珍珠岩采矿权项目初步核查意见的函》（灵国动办函[2025]34号），初步判别该项目不在相关部队机场净空范围内且未占用军事设施用地。

10、根据大同市测绘地理信息中心《关于山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与地质遗迹保护范围重叠情况核查表》：坐标范围与我市已调查发现的

地质遗迹保护区不重叠。

11、根据大同市测绘地理信息中心《关于山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿矿区范围与泉域重点保护区坐标对照情况查询表》：用地范围与泉域重点保护区不重叠。

第四章 主要建设方案的确定

第一节 开采方案

一、生产规模及产品方案

1、生产规模

本方案根据中共山西省委文件关于印发《山西省进一步加强矿山安全生产工作措施》的通知（晋发〔2024〕10号），露天采石场最低生产规模为50万吨/年，并根据矿山开采条件拟确定珍珠岩生产规模为50.00万t/a。

2、产品方案

本方案推荐产品方案为：珍珠岩原矿石。

二、确定开采储量

（1）设计利用资源量

根据山西乐图科技有限公司2025年12月提交的《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》及矿产资源储量评审备案的复函，截至2024年12月31日，批采标高1650-1440m范围内，Z1、Z2、XZ1、Z4珍珠岩矿体累计查明资源量407.3万吨；以往动用资源量（Z2矿体）3.71万吨；保有资源量403.59万吨，其中控制资源量144.62万吨，推断资源量258.97万吨（含边坡占用资源量27.59万吨）。扣除圈定露天开采最终境界时边坡占用资源量，设计利用资源量为366.61万t（Z1矿体为157.49万t，Z2矿体为190.03万t，XZ-1矿体为6.17万t，Z4矿体为12.92万t），按95%回采率计算，可采储量348.28万t；具体设计利用资源量估算表见4-1至表4-4。

表4-1 Z1矿体设计利用资源量估算结果表

台阶	KZ1			KZ2			KZ3			KZ4			TD2			TD3			TD4			TD5			TD6			TD7			小计			
	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	资源量 (万 t)	
1590															0.00	556	8.43	4687.08														4687.08	2.51	1.18
1580	1659	8.35	13852.65												1072	7.87	8436.64	1402	8.43	11818.86											34108.15	2.51	8.56	
1570	1344	8.35	11222.40	597	9.95	5940.15									1714	7.87	13489.18				1398	15.22	21277.56								51929.29	2.51	13.03	
1560	284	8.35	2371.40	1971	9.95	19611.45									1532	7.87	12056.84				1404	15.22	21368.88								55408.57	2.51	13.91	
1550				1296	9.95	12895.20									993	7.87	7814.91				630	15.22	9588.60								30298.71	2.51	7.61	
1540							1084	9.95	10785.80													1402	7.87	11033.74	68	15.22	1034.96				22854.50	2.51	5.74	
1530							2203	9.95	21919.85													761	7.87	5989.07	2034	15.22	30957.48				58866.40	2.51	14.78	
1520							2540	9.95	25273.00	680	13.83	9404.40										969	7.87	7626.03	3294	15.22	50134.68				92438.11	2.51	23.20	
1510							911	9.95	9064.45	2115	13.83	29250.45										471	7.87	3706.77	3548	15.22	54000.56	96	11.34	1088.64	97110.87	2.51	24.37	
1500							251	9.95	2497.45	1749	13.83	24188.67										810	7.87	6374.70	497	15.22	7564.34	2145	11.34	24324.30	64949.46	2.51	16.30	
1490																						546	7.87	4297.02					5372	11.34	60918.48	65215.50	2.51	16.37
1480																						1410	7.87	11096.70					1070	11.34	12133.80	23230.50	2.51	5.83
1470																						163	7.87	1282.81					2208	11.34	25038.72	26321.53	2.51	6.61
合计			27446.45			38446.80			69540.55			62843.52			41797.57			16505.94			52235.04			51406.84			143692.02			123503.94	627418.67		157.49	

表4-2 Z2矿体设计利用资源量估算结果表

台阶	KZ1			KZ2			KZ3			KZ4			KZ5			TD3			TD4			TD5			TD6			TD7			小计		
	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	资源量 (万 t)
1560	1891	11.02	20838.82												778	14.82	11529.96														32368.78	2.51	8.12
1550	4044	11.02	44564.88												996	14.82	14760.72														59325.60	2.51	14.89
1540				126	11.02	1388.52													2305	14.82	34160.10										35548.62	2.51	8.92
1530				2304	11.02	25390.08	370	17.89	6619.30										1885	14.82	27935.70										59945.08	2.51	15.05
1520				4155	11.02	45788.10	2136	17.89	38213.04	70	12.44	870.80							908	14.82	13456.56	997	13.72	13678.84							112007.34	2.51	28.12
1510				3454	11.02	38063.08	1554	17.89	27801.06	234	12.44	2910.96										90	13.72	1234.80	998	10.38	10359.24				80369.14	2.51	20.17
1500				548	11.02	6038.96	745	17.89	13328.05	2080	12.44	25875.20	84	7.70	646.80							718	13.72	9850.96	2606	10.38	27050.28				82790.25	2.51	20.78
1490										2516	12.44	31299.04	1329	7.70	10233.30							1945	13.72	26685.40	3550	10.38	36849.00				105066.74	2.51	26.37
1480										1090	12.44	13559.60	3135	7.70	24139.50							3834	13.72	52602.48	2447	10.38	25399.86	3055	6.60	20163.00	135864.44	2.51	34.10
1470																						614	13.72	8424.08				6880	6.60	45408.00	53832.08	2.51	13.51
合计			65403.70			116668.74			85961.45			74515.60			35019.60			26290.68			75552.36			112476.56			99658.38			65571.00	757118.07	27.61	190.03

表4-3 XZ-1矿体设计利用资源量估算结果表

台阶	TD1			TD2			小计				
	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	资源量 (万 t)
1550	1790	4.92	8806.80				1790	4.92	8806.80	2.51	2.21
1540				3209	4.92	15788.28	3209	4.92	15788.28	2.51	3.96
合计			8806.80			15788.28					6.17

表4-4 Z4 矿体设计利用资源量估算结果表

矿体编号	资源量类型	块段编号	面积 (m ²)	厚度 (m)	体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	资源量 (万 t)
Z4	TD	TD-1	11528	4.47	51492	2.51	12.92

三、矿山服务年限

$$\begin{aligned}
 \text{矿山服务年限计算公式: } T &= Q \times \beta / (A * (1 - \gamma)) \\
 &= 366.61 \times 0.95 / [50 \times (1 - 0.05)] \\
 &= 7.33 \text{ 年}
 \end{aligned}$$

式中：T—服务年限 a；

Q—露天境界内设计利用资源量 366.61 万 t；

β —矿石回采率，取 95%

A—生产规模，50 万 t/a

γ —贫化率，取 5%

表4-5 露天采场1生产服务年限计算表

台阶	体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	设计利用资源量 (t)	服务年限 (a)	
1590	4687.08	2.51	1.18	0.03	0.03
1580	34108.15	2.51	8.56	0.17	0.20
1570	51929.29	2.51	13.03	0.26	0.46
1560	87777.35	2.51	22.03	0.44	0.90
1550	98431.11	2.51	24.71	0.49	1.39
1540	74191.40	2.51	18.62	0.37	1.76
1530	118811.48	2.51	29.82	0.60	2.36
1520	204445.45	2.51	51.32	1.03	3.39
1510	177480.01	2.51	44.55	0.89	4.28
1500	147739.71	2.51	37.08	0.74	5.02
1490	170282.24	2.51	42.74	0.85	5.87
1480	159094.94	2.51	39.93	0.80	6.67
1470	80153.61	2.51	20.12	0.40	7.07
合计	1409131.82		353.69	7.07	

表4-6 露天采场2生产服务年限计算表

体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	设计利用资源量 (万 t)	服务年限 (a)
51492	2.51	12.92	0.26

综上：矿山生产服务年限为 7.33 年。

四、矿床的开采方式

该矿山矿体为缓倾斜的脉状矿体，矿体形态、厚度及石质量稳定性较好，矿体裸露，构造简单，具备露天开采条件，结合现状开采方式为露天开采，故本方案确定采用露天开采方式。

五、开拓运输方案及厂址选择

1、开拓运输方案

由于公路运输开拓中最常用的设备是自卸汽车，而汽车运输坑线形式较为简单，对地形的适应能力强，还可以多设出入口进行分散运输和分散排土，有利于强化开采，提高露天矿的生产能力。因此本方案确定矿山为公路运输开拓，依据该矿地形条件、采场平面尺寸和开采深度，布置直进式运输线路。

2、厂址选择

(1) 厂址的选择原则

①厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。

②厂址应满足工程近期所必需的场地面积和适宜的地形坡度，并应根据远期发展规划的需要，适当留有发展的余地。

③厂址应具有顺畅、经济的交通运输条件，与厂外公路的连接短捷方便，工程量小。

④厂址选择应注意节约用地，提高土地利用率，不占或少占良田，充分利用荒地。厂址拆迁工程量力求最少。

⑤厂址应不受洪水或内涝威胁。

(2) 采选工业场地的选择

企业直接售卖原矿石，不进行破碎加工。

矿区已有道路等级为三级，其宽度、坡度、转弯半径均能满足要求，与露天采场联通。设计道路也按三级修建。

第二节 防治水方案

一、地表水对开采矿体的影响

矿床主要充水水源为大气降水，地表接受大气降水后，一部分渗入地下，形成地下水，一部分转为地表径流汇集沟谷，顺沟谷排出矿区。本矿区降水量少，地表水系不发育，无常年性流水，仅在暴雨后，沟谷内有短时流水。

矿区内地形起伏总体为北东高西南低，有利于大气降水自然排泄，加之采场位于山坡上，汇水面积小，故地表水对矿体开采不会造成大的危害。

二、防治水措施及工程

1、防治水方案比较

方案一：该矿山为露天开采，闭矿后采场形成较大坡面及凹陷采坑，本次设计在采场四周修筑截水沟，截水沟为梯形断面，截水沟沿线岩性较破碎地段采用浆砌石衬砌。

方案二：该矿为山坡露天矿，为防止水流进入采场，设计在采场周边垒砌石埂。采取截水沟进行排水将水汇流至固定地点，减少水土流失，由于矿山需要爆破，采取垒砌石埂爆破时易造成块石松动，易产生危害。

通过比较，本方案推荐选取方案一进行截排水设计。

2、防治水措施及工程

本矿山露天开采境界为凹陷露天矿，采场内的涌水主要为大气降水。采场汇水面积小，但基于矿山开采存在危岩体，建议在采场上部设置截水沟，排走上部来水。设计采场排水：所有阶段采用自流排水方式排水。安全平台及清扫平台上修筑挡土埂。露天采场上部截水沟断面为倒梯形，底宽 0.4m，深 0.4m，内坡比 1:1，沟底坡度不小于 0.3%。

排土场防洪、排水设施：为了避免周边水汇入排土场，设计修建截水沟。截水沟设置在排土场南侧，将排土场周围水流引入下游沟谷内，预防雨水渗入变形体内，确保排土场安全。截水沟断面为矩形，沟底宽 40cm，沟深 40cm。

在临时排土场下部构筑防护基础坝（拦渣坝）并开排水孔，以防止发生泥石流。临时排土场拦渣坝断面为梯形，墙底宽 8m、顶宽 2m，高度约 3m，坡比 1: 1。

第五章 矿床开采

第一节 露天开采境界

一、露天开采境界圈定的原则

- (1) 将矿山安全放在首位，采场最终边坡要安全稳定；
- (2) 优化开采要素，最大限度地开发和利用矿产资源；
- (3) 坚持可持续发展原则，尽量减少矿山开采对生态环境的破坏，并考虑矿山的复垦绿化。
- (4) 境界剥采比不大于经济合理剥采比。
- (5) 台阶高度满足开采设备的要求。
- (6) 采场 1 最低开采标高：1470m；采场 2 最低开采标高：1449m；

二、露天开采境界圈定的方法

- (1) 确定台阶高度；
- (2) 确定露天矿最终边坡角；
- (3) 确定露天矿最小底宽；
- (4) 在地质剖面图上确定露天开采深度及底部标高；
- (5) 绘制露天矿底部边界；
- (6) 绘制露天矿开采终了图。

三、经济合理剥采比

经济合理剥采比的确定依据现有获得的数据采用价格法计算经济合理剥采比。

$$n_{jh}=(p_0-a)/b=(50-12)/8=4.75t/t$$

式中： n_{jh} ---经济合理剥采比t/t；

b ---露天开采的剥离成本；8 元/t

p_0 ---原矿的价格；50 元/t

a ---露天开采的纯采矿成本（不包括剥离）；12 元/t

据以上计算，确定其经济合理剥采比为 4.75t/t。

四、境界剥采比

以境界剥采比不大于经济合理剥采比初定露天矿境界后，以平均剥采比小于经济合理剥采比较核露天矿境界。在地质剖面图上，根据确定的最终边坡角，按照确定的开采标高，初步确定露天开采深度。最后对每个剖面进行调整确定露天采场最低标高。按照确定的露天开采最低平台边界计算出各开采平台剥离量(采场范围内的岩石量)和矿石量，除以平台计算出的设计利用资源量，求得平台剥采比。求出各平台综合剥离量除以总的可采资源量计算出开采平均剥采比。

境界剥采比计算公式： $N_j=V/A$

式中： N_j ---境界剥采比 m^3/m^3 ；

V ---境界内剥岩量 m^3 ；

A ---境界内矿石量 m^3 。

表5-1 露天采场1剥采矿岩量表

台阶	设计利用资源量 (万 m^3)	岩石量 (万 m^3)	剥采比 (m^3/m^3)
1590	0.47	9.12	19.46
1580	3.41	22.97	6.74
1570	5.19	17.87	3.44
1560	8.78	19.43	2.21
1550	9.84	20.37	2.07
1540	7.42	24.34	3.28
1530	11.88	28.54	2.40
1520	20.44	29.83	1.46
1510	17.75	28.44	1.60
1500	14.77	20.60	1.39
1490	17.03	21.30	1.25
1480	15.91	20.94	1.32
1470	8.02	8.58	1.07
合计	140.91	272.33	1.93

本方案露天采场1露天境界圈定可利用矿石资源量140.91万 m^3 ,岩石量272.33万 m^3 。通过计算,平均剥采比1.93 m^3/m^3 小于经济合理剥采比,说明本方案剥采比是经济合理的。

第二节 总平面布置

矿区总平面布置包括：露天采场、废渣堆、临时排土场、矿山道路等。

1、露天采场

根据最低开采标高和确定的最终边坡角圈定的范围为露天开采最终境界范围,设计露天采场1面积为11.61hm²、设计露天采场2面积为2.05hm²。

2、废渣堆

现状分布有9处废渣堆,占地面积5.04hm²。废渣堆1位于露天采场1东南部,占地面积0.74hm²,堆置高度10-20m,坡度20-30°,形成1个边坡;废渣堆2位于露天采场1南部,占地面积0.50hm²,堆置高度5-20m,坡度20-30°,形成1个边坡;废渣堆3位于废渣堆2西部,占地面积0.23hm²,堆置高度8-16m,坡度20-30°,形成1个边坡;废渣堆4位于临时排土场南部,占地面积1.01hm²,堆置高度2-16m,坡度10-30°,形成7个边坡4个平台;废渣堆5位于临时排土场南部,占地面积0.15hm²,堆置高度2-6m,坡度10-20°,形成1个边坡1个平台;废渣堆6位于临时排土场北部,占地面积0.62hm²,堆置高度5-20m,坡度20-30°,形成1个边坡1个平台;废渣堆7位于临时废渣堆6北部,占地面积0.67hm²,堆置高度2-16m,坡度10-30°,形成3个边坡2个平台;废渣堆8位于临时废渣堆2东部,占地面积0.41hm²,堆置高度2-12m,坡度10-30°,形成1个边坡2个平台;废渣堆9位于临时废渣堆2东部,占地面积0.71hm²,堆置高度2-8m,坡度10-20°,形成1个边坡1个平台。

在后续开采过程中废渣堆1的西北部将会成为露天采场1的一部分,废渣堆2的南部和废渣堆3的南部会成为露天采场2的一部分,废渣堆4的北部会成为临时排土场的一部分,剩余废渣堆面积4.53hm²,其中废渣堆1面积0.71hm²、废渣堆2面积0.47hm²、废渣堆3面积0.22hm²、废渣堆4面积0.57hm²、废渣堆5面积0.15hm²、废渣堆6面积0.62hm²、废渣堆7面积0.67hm²、废渣堆8面积0.41hm²、废渣堆9面积0.71hm²。

3、临时排土场

临时排土场位于矿区南部山沟内,占地面积4.48hm²,整体地势为东高西低、南高北低,最高标高1540m,最低标高1458m,废石顺地形由南向北堆放,坡面角34°,总容积10万m³。

4、矿山道路

矿山已有道路可通露天采场、废渣堆及临时排土场的道路,道路总长约4770m,路面为砂砾石路面,路面宽4-5m,占地面积2.03hm²,现状道路一部分与露天采场1和临时排土场重叠,分别计入露天采场1(面积0.17hm²)和临时排土场(面积0.11hm²)

中。为满足生产需要,还需修建通往设计采场平台的道路,预计需修建宽 5m 的道路 254m,占地面积 0.12hm²。因此,最终矿山道路面积 1.87hm²。

5、工业场地及办公生活区

矿山销售珍珠岩原矿,采下矿石临时堆放于露天采场内,不布设工业场地;矿方人员居住在附近村庄,不布设办公生活区。

6、爆破安全距离的确定

本矿采用中深孔爆破以及临近边坡采用控制爆破,根据《爆破安全规程》(GB6722-2014),采场爆破安全界限按 300m 圈定,在安全警戒线附近设置安全标识。

详见矿山总平面布置图见图 5-1。

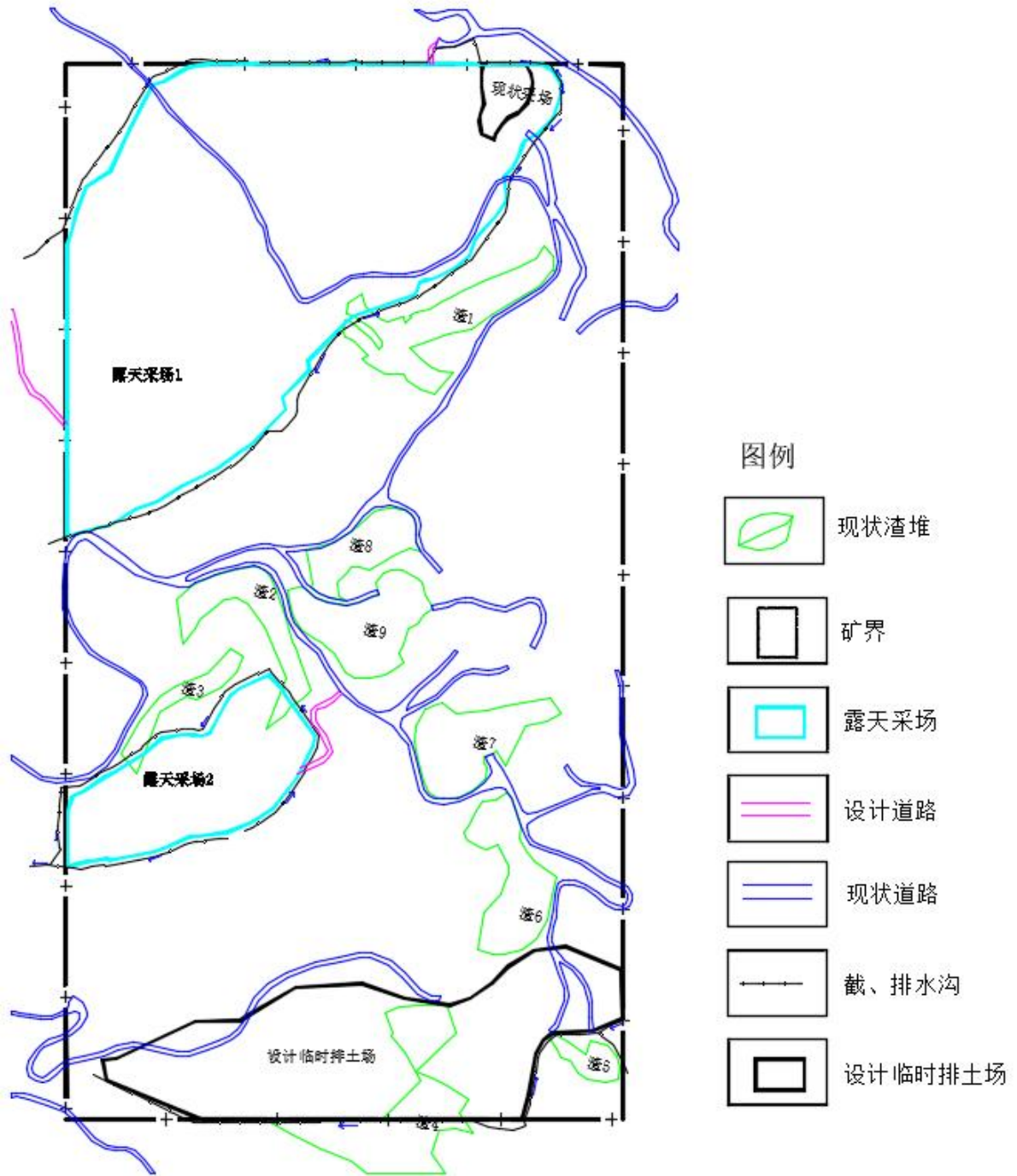


图 5-1 总平面布置图

第三节 露天开拓运输方式、采场构成要素及其技术参数

一、露天开拓运输方式

根据矿床埋藏条件，地形特征，生产规模等条件，采用灵活性较大，适应性较强的公路开拓，使用 25t 位的自卸汽车，运输矿石。

运输线路依据自然地形，采用直进式布置，各阶段水平通过采场内线路与主运输线路相通。公路采用三级公路标准，其主要技术参数为：

计算行车速度	20km/小时	
纵向坡度	10%	弯道处的纵坡折减 4%
坡长限制长度	≤250m	
最小竖曲线	凸>250m	凹>100m
最小平曲线半径	≥15m	
曲线加宽	3.0	
最小视距	顶车 30m	会车 50m
路面宽度	4-5m	为碎石路面
道路压实标准	基层和底基层 95%，	路基和路面 90%

二、采场构成要素及其技术参数

1、台阶高度的确定

根据矿石物理性质与挖掘机的型号及生产工艺要求，本区所用挖掘机为住友SH260LC-6型液压挖掘机，铲斗容积为1.3m³，最大挖掘高度为9.67m。开采阶段拟选取的垂直高度为10m。矿岩石爆破后，爆堆高度大约在8m左右。按照需穿爆的矿（岩）台阶高度不超过采用挖掘机的最大挖掘高度的1.5倍和台阶高度不低于挖掘机推压轴高度的2/3原则，开采阶段选用10m台阶高度是可行合理的。

2、露天采场边坡要素的确定

采场的边坡必须能够在较长的时期内保持稳定，不发生滑坡。为满足边坡稳定性的要求并考虑矿体的倾角，顶、底板围岩情况，本方案选择工作阶段坡面角为：75°，最终边坡角≤60°。

3、最小工作平台宽度

根据《新编采矿设计手册》：最小工作平台宽度由爆堆宽度，运输设备规格，动力管线配置方式以及采剥作业的安全宽度所组成。

直进式汽车运输最小工作平台宽度计算公式：
 $F=B+C+D+T+E+G=15+3+3+4+3+1.11=29.11\text{m}$

式中：F---最小工作平台宽度 m

B---爆堆宽度, $f \leq 6$ 时, $B=1.5H$

C---爆堆与公路中心线间距离, 取 3m;

D---公路中心线与动力电杆的间距, 取 3m;

T---公路中心线与电杆的距离, 汽车运输取 4m;

E---动力电杆至阶段稳定边界线的距离, 3m;

G---安全宽度 m ,

$G=H(\text{ctgy}-\text{ctga})=10(\text{ctg}60-\text{ctg}65)=1.11\text{m}$

a-阶段工作坡面角, γ ---阶段塌落后稳定的坡面角, H---阶段高度 m。

b-因此该矿最小工作平台(盘)宽度为 30m。

4、采场最小底部宽度

本方案采用折返式调车, 建议采用 25t 自卸汽车运输矿石及废料。其露天矿最小底

宽 $B_{\min}=R_{\min}+0.5bc+2e+0.5l$

式中: R_{\min} ---汽车最小转弯半径 15m;

bc ---汽车宽度 2.498m;

e ---汽车距边坡的安全距离, 取 0.5m;

l ---汽车长度 7.056m;

$B_{\min}=15+0.5 \times 2.498+2 \times 0.5+0.5 \times 7.056=21.777\text{m}$

为了保证安全生产, 所以本方案露天矿最小底宽取 30m。

5、露天采场构成要素

台阶高 10m, 露天采场 1 台阶标高分别为 1590m、1580m、1570m、1560m、1550m、1540m、1530m、1520m、1510m、1500m、1490m、1480m、1470m, 露天采场 2 台阶标高为 1510m、1500m、1490m、1480m、1470m、1460m、1449m。

台阶坡面角: 75°

最终边坡角: $\leq 60^\circ$;

安全平台宽度: 4m

清扫平台宽度: 6m。

最小工作平台宽度: 30m

最小底宽: 30m

表 5-2 露天采场境界特征表

项目名称		单位	露天采场 1	露天采场 2
采场标高	最高	m	1610	1520
	最低	m	1470	1449
采场终了最大边坡高差		m	140	71
露天采场上口尺寸	长	m	485	235
	宽	m	265	90
露天采场下口尺寸	长	m	205	185
	宽	m	38	30
采场最终边坡角		≤60°		

第四节 生产规模的验证

一、按经济合理服务年限验证

$$A=Q\alpha/T=366.61\times 95\%/((1-5\%)\times 7.33)=50\text{ 万 t/a}$$

Q—矿山的设计利用资源量，366.61 万 t

α —回采率，95%

β -贫化率，5%

T—矿山经济合理服务年限，7.33 年

二、按年工程延深速度进行验证

$$V=AH/t\alpha=50\times(1-0.05)\times 10/(27.21\times 0.95)=18.38\text{m/a}$$

A—设计生产能力，50万t/a

H—台阶高度，10m

t—水平分层矿量，27.21万t（平均）

由此可见，矿山平均年延深18.38m可以达到50万t/a的生产能力，根据同类矿山情况，这一下降速度是可以达到的。

通过以上二种方式验证，该矿50万t/a的生产能力技术上可行经济上合理。

三、矿山工作制度

设计矿山采用间断工作制度，年工作 270 天，日工作班数为 1 班，每班 8 小时。

第五节 露天采剥工艺及布置

一、采剥工艺及开采顺序

1、采剥工艺

采剥工艺是露天开采全部生产过程中的中心环节。合理的采剥工艺是以综合考虑露天矿的开采方式、技术装备、矿床开采强度和经济效果等最佳为原则。

根据矿区的实际情况及矿体的赋存特点，矿山采用自上而下，分台阶开采，中深孔爆破，挖掘机装岩，自卸汽车运输，逐层推进的采剥工艺。

生产工艺：穿孔—爆破—铲装—运输。

2、开采顺序

根据矿山地形及矿石赋存条件，矿山开采采用自上而下台阶式开采，台阶高 10m。

首先开采北部采场即露天采场 1，第一年开采 1590m、1580m、1570m、1560m 台阶全部资源量，1550m 台阶资源量的 20%；第二年开采 1550m 台阶剩余资源量，1540m 台阶全部资源量，1530m 台阶资源量的 40%；第三年开采 1530m 台阶剩余资源量，1520m 台阶资源量的 60%；第四年开采 1520m 台阶剩余资源量，1510m 台阶资源量的 65%；第五年开采 1510m 台阶剩余资源量，1500m 台阶资源量的 95%。

二、采矿工艺

1、穿孔爆破

穿孔爆破工作由爆破公司针对该矿山的露天采场进行设计。

2、采装工作

采用住友 SH260LC-6 型液压挖掘机和临工 50 铲车装岩、矿，铲装效率 12 万 m³/台年。按年采剥总量 58.58 万 m³，现矿区有液压挖掘、临工 50 铲车分别为 1 台，还各需外购 2 台。

3、汽车运输

采用 25t 的自卸汽车运输矿石，按年运量 20 万 t，需自卸汽车 8 辆，矿山已有 2 辆，需外购 6 辆。

4、排岩作业

采场与排土场之间修建排岩道路，将采场各阶段的岩石用汽车运至临时排土场临时

堆放，并用移山-100 马力推土机进行辅助作业。从各台阶运来的废石在排土场采用分层排放，分层碾压，要求分层厚度不超过 0.8m，压实度应达到 0.92 以上。

第六节 主要采剥设备选型

表 5-3 矿山主要机械设备一览表

序号	设备名称	型号	已有	新购
1	液压挖掘机	住友 SH260LC-6 型	1	2
2	铲车	临工 50	1	2
3	自卸汽车	红岩 25t	2	6
4	洒水车	BJ471	1	
5	潜孔钻机	众合牌 451	2	
6	凿岩机	24 型开山	1	
7	冲击器	众合牌 DHD350 型	1	
8	空压机	3.515 型	1	

表 5-4 安全生产管理机构、矿山劳动定员配置表

序号	工 种	人 数	安全资格证类型
1	矿长（主要负责人）	1	主要负责人安全生产知识和管理能力考核合格证
2	技术副矿长（总工程师）	1	通常持主要负责人或安全生产管理人员证
3	安全副矿长	1	安全生产管理人员证
4	挖掘机司机	3	
5	铲车司机	3	
5	自卸汽车司机	8	
6	洒水车	1	
7	专职安全管理人员	2	安全生产管理人员证
8	普通工人及后勤人员	10	
合 计		30	

注：矿长、副矿长及专职安全管理人员必须专职专岗，持证上岗。

第七节 共伴生及综合利用措施

该矿珍珠岩矿体的底板岩石偶见极少量不稳定沸石化，层位及厚度变化较大，未达到工业利用价值，难以圈定矿体综合利用。

第八节 矿产资源“三率”指标

根据自然资源部《矿产资源“三率”指标要求 第6部分：石墨等26种非金属矿产》最低指标，露天开采珍珠岩的矿山开采回采率不低于92%，选矿回收率不低于75%。

该矿设计回采率95%，矿山企业开发利用矿产时，鼓励对矿山开采废石综合利用，用作建筑材料或矿山回填复垦等，综合利用率不低于60%，满足自然资源部资源合理开发利用“三率最低指标要求”的规定。

第六章 选矿及尾矿设施

第一节 选矿方案

本矿山开采珍珠岩原矿直接销售，无需选矿。

第二节 尾矿设施

本矿山无尾矿产生，对开采形成的废石进行综合利用，综合利用率不低于60%。

第七章 矿山安全设施及措施

第一节 主要安全因素分析

珍珠岩矿露天开采具有台阶高、边坡稳定性要求高、穿孔爆破频繁、粉尘危害大等特点。其风险贯穿于各连续生产环节，必须进行系统性管控。

1、穿孔作业

人：操作人员未培训上岗，不熟悉设备性能；疲劳、注意力不集中导致误操作；未佩戴防尘、防噪声护品。

机（物）：潜孔钻机等设备稳定性差，在坡面上作业有倾翻风险；钻杆、冲击器故障飞出；除尘系统失效，粉尘浓度超标；设备漏电、机械传动部位无防护罩。

环境：作业平台不平整、不稳固；台阶边缘无防护或警示；恶劣天气（如雷雨、大风、大雾）下强行作业；存在浮石、危石未清除。

2、爆破安全设计与管控（核心高危环节）

人：爆破设计不合理（孔网参数、装药量、起爆顺序等）；爆破员、安全员无证或违章作业；警戒不严，人员设备未彻底清场；违规处理盲炮。

机（物）：炸药、雷管等爆破器材储存、运输不符合规程；起爆器材不合格或受潮失效；装药、填塞工具不符合安全规定。

环境：爆破震动、冲击波对边坡、附近设施的危害；飞石超出设计范围；爆后有有毒有害气体（炮烟）在凹陷采场积聚；雷电、杂散电流干扰引发早爆。

3、铲装与运输

人：司机超速、疲劳驾驶；不按指定路线行驶；装载过满或偏载；在危险区域停车、检修；挖掘机司机视线盲区大，与车辆配合失误。

机（物）：矿用卡车、挖掘机等大型设备制动、转向失灵；灯光、喇叭、倒车警报失效；轮胎脱落或爆裂；运输道路坡度、宽度、弯道半径不符合要求。

环境：道路湿滑、泥泞、积雪结冰；临崖、急弯路段无防护挡墙和警示标志；夜间照明不足；粉尘大，能见度差。

4、边坡稳定性与监测（长期性、隐蔽性风险）

人：未按设计边坡角、台阶参数开采，形成“掏采”、超高、超陡边坡；边坡监测数据无人分析或预警后处置不及时。

机（物）：监测设备故障或精度不足；排水系统（截水沟、排水沟）堵塞、失效，导致水体入渗软化岩体。

环境：地质构造（断层、节理）发育；降雨、融雪、地下水活动侵蚀边坡；爆破震动、设备载荷的长期影响。

5、排土（废石）场

人：不按规定顺序排土，形成高陡边坡；在排土场下方捡矿、居住。

机（物）：排土场基底承载力不足，发生滑坡或沉陷；拦渣坝、截洪沟损毁。

环境：排土场边坡失稳引发泥石流；粉尘污染；雨水淋溶污染水体。

6、主要职业危害因素分析

粉尘（矽尘）：珍珠岩开采、破碎、装卸全过程产生大量游离二氧化硅粉尘，是导致矽肺病的主要原因。

噪声与振动：来自钻机、空压机、爆破、破碎等设备，可能导致听力损伤和职业性手臂振动病。

高温与寒冷：露天作业受季节影响大，易导致中暑或冻伤。

第二节 配套的安全设施及措施

1、穿孔作业

严格执行设备操作规程，确保操作人员持证上岗，定期进行安全再培训。

作业前，必须检查并清理平台，确保设备放置在坚实、平整的地面上。必要时对地基进行加固。

钻机移动时必须有专人指挥，与台阶坡顶线保持足够安全距离。

必须使用有效的干式或湿式除尘装置，并为作业人员配备符合标准的防尘口罩和防噪声耳塞（罩）。

定期对设备进行维护保养，确保安全防护装置齐全有效。雷雨天气立即停止作业。

2、爆破安全设计与管理

严格设计：爆破设计必须由有资质的技术人员完成，并考虑地质条件、邻近设施等，控制单段最大药量，采用逐孔起爆等减震技术。

规范管理：严格执行爆破器材的购买、运输、储存、领用、退库登记制度。爆破作

业必须由持证专业人员操作，设立明确警戒区和警戒信号，确保安全距离内人、机全部撤离。

科学防护：对敏感方向采用覆盖、架设防护排架等方式控制飞石。爆后必须充分通风（不少于 15 分钟），待炮烟散尽后方可进入检查。

盲炮处理：制定严格的盲炮处理预案，必须由原爆破人员按规定程序处理，禁止擅自掏挖或钻孔。

3、铲装与运输

道路保障：设置永久性稳定运输道路，坡度、宽度、转弯半径符合设计要求。临崖路段必须筑建坚固的挡车墙（堤），并设置醒目标志和反光镜。

车辆管理：严格执行车辆日常检查和定期维护制度。严禁车辆带病作业。推广使用车辆防碰撞、超速监控、盲区监测等主动安全技术。

现场管理：铲装作业时，其他设备与人员必须停留在挖掘机回转半径之外。实行严格的“车让人、人让车”制度。雨雪天气采取防滑措施，必要时停止作业。

4、边坡稳定性与监测

按规开采：必须严格按《开放方案》控制台阶高度、坡面角、平台宽度。严禁在坡底掏挖。

系统监测：制定并实施《边坡监测方案》。采用人工巡查（检查裂缝、变形）与仪器监测（地表位移、深层位移）并行的方式。明确监测频率、预警阈值和响应流程。

有效排水：在采场上方设置完整的截水沟，平台上设置排水沟，将地表水引出采场。对地下水可采取疏干孔等措施。

及时治理：对已发现的危岩、不稳定块体，及时采取削坡、锚固、拦挡等治理措施。在危险区域设立警示标志，禁止人机进入。

5、排土（废石）场

排土场选址必须进行安全评估。有可靠的截流、防洪、排水设施。

实行“由下至上、分层压实”的排土工艺，控制堆置高度和边坡角。

建立排土场监测制度，定期巡查坝体稳定性和位移情况。划定危险区，禁止人机进入。

6、主要职业危害因素措施

粉尘（矽尘）：采用湿式穿孔、洒水降尘、密闭尘源、布袋除尘等综合防尘措施。为员工配备 KN100/ KP100 等级防尘口罩，并强制正确佩戴。定期进行接尘员工职业健康检查。

噪声与振动：选用低噪声设备，设置隔音罩、消声器。为员工提供防噪声耳塞/耳罩。合理安排作业，减少接触时间。

高温与寒冷：夏季调整作息，避开高温时段，提供清凉饮料和防暑药品。冬季配备防寒服装，设置避风取暖点。

第三部分 矿产环境影响（或破坏）及评估范围

第八章 矿山环境影响评估

第一节 矿山环境影响评估范围

一、矿山环境影响评估范围

1、评估范围

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》有关规定，矿山地质环境影响评估范围应包括矿区范围、采矿活动影响范围和可能影响采矿活动的不良地质因素存在的范围。

通过现场调查、分析，露天采场、临时排土场位于矿区内，废渣堆、矿山道路部分位于矿区内部分位于矿区外，因此评估范围包括露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路范围及其影响范围，评估区面积 60.10hm²。

2、评估级别

依据《编制规范》，矿山地质环境影响评估级别根据矿区重要程度、评估区地质环境条件复杂程度及矿山生产建设规模等综合确定。

（1）评估区重要程度

评估区内无居民集中居住区；无重要交通要道或其它重要建筑设施；无较重要水源地；按照全国土地利用现状调查规程和全国土地利用现状分类标准系统(GB / T21010-2017)，根据灵丘县 2024 年土地利用变更数据，矿山开采破坏和压占土地类型为旱地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、田坎、后备耕地。对照《编制规范》附录 B，确定评估区重要程度为“重要区”。

（2）地质环境条件复杂程度

①批准开采矿体位于区域地下水位及当地侵蚀基准面以上，区内无地表水体，采场汇水面积小，与区域含水层联系不密切，采矿活动不易导致矿区周围主要含水层的疏干和破坏。确定水文地质复杂程度为简单。

②评估区岩性为酸性熔岩为主夹火山碎屑岩，属较坚硬岩-软弱岩，性脆易碎。矿床围岩岩体结构以厚层状一块状结构为主，表层岩石风化较强，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，稳固性较好，采场边坡岩石完整性中等-破碎。评估区工程地质

条件程度属于“中等”。

③) 矿区断裂及褶皱构造不发育, 矿区构造为单斜构造, 矿床围岩产状变化小。确定地质构造为简单。

④) 现状条件下, 评估区内分布的露天采场、运输道路等工程建设, 对地形地貌景观及土地资源造成一定程度的破坏, 矿山地质环境问题类型少, 危害小。评估区环境地质条件程度属于“简单”。

⑤) 采场面积及采坑深度较小, 边坡较稳定, 不易发生地质灾害。评估区开采现状属于“简单”。

⑥) 矿区地貌类型单一, 微地貌形态较简单, 地形起伏变化中等, 自然排水条件较好, 地形坡度一般 20-30°, 相对高差较大, 高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。确定地形地貌复杂程度为中等。

对照《编制规范》附录 C 表 C2, 确定矿山地质环境条件复杂程度为“中等”类型。

(3) 矿山建设规模

矿山开采方式为露天开采, 珍珠岩设计生产规模为 50 万 t/a。对照《编制规范》附录 D 矿山生产建设规模分类一览表, 确定矿山生产建设规模为大型矿山。

综上, 评估区重要程度为“重要区”, 生产建设规模为“大型”, 矿山地质环境条件复杂程度为“中等”类型。依照《编制规范》附录 A, 确定矿山地质环境影响评估级别为“一级”。

二、矿山生态环境影响调查范围

本矿工程影响范围 $<2\text{km}^2$ 。根据《环境影响评价技术导则.生态影响》中关于生态环境影响评价等级的规定, 并结合区域生态环境现状, 本项目的生态环境影响评价等级为三级, 调查范围包括矿区、露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路范围以及受采矿影响的其他敏感因素, 调查区域总面积为 60.10hm^2 。

三、复垦区及复垦责任范围

根据《土地复垦方案编制规程》, 复垦区指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成区域, 根据土地损毁分析及预测结果确定。

本方案复垦区面积 24.54hm^2 , 其中已损毁面积 5.55hm^2 , 拟损毁土地 17.12hm^2 , 永

久性建设用地面积 1.87hm²。具体为：露天采场挖损 13.66hm²，临时排土场压占 4.48hm²，废渣堆压占 4.53hm²，矿山道路挖损 1.87hm²。

复垦责任范围是复垦区中损毁土地及土地复垦方案涉及的生产年限结束后不再留续使用的永久性建设用地共同构成的区域，本矿闭矿后永久性建设用地不再留续使用，故本矿山复垦责任范围面积与复垦区面积一致，为 24.54hm²。各类用地面积见表 8-1。

表 8-1 各类用地面积表 单位：hm²

用地项目名称		面积	破坏时序	破坏类型	破坏程度	
压占 损毁	临时排土场	现状道路	0.11	已挖损	挖损	重度
		废渣堆	0.44	已压占	压占	重度
		预测	3.93	拟压占	压占	重度
	废渣堆		4.53	已压占	压占	重度
	小计		9.01			
挖损 损毁	露天采场 1	现状采场	0.23	已挖损	挖损	重度
		废渣堆	0.03	已挖损	挖损	重度
		矿山道路	0.17	已挖损	挖损	重度
		预测	11.18	拟挖损	挖损	重度
	露天采场 2	废渣堆	0.04	已挖损	挖损	重度
		预测	2.01	拟挖损	挖损	重度
	矿山道路	已有	1.75	已挖损	挖损	重度
		预测	0.12	拟挖损	挖损	重度
	小计		15.53			
合计	压占损毁土地		9.01			
	挖损损毁土地		15.53			
	复垦区面积		24.54			
	复垦责任范围面积		24.54			

第二节 矿山环境影响（破坏）现状

环境现状评估是对评估区内已发生的地质灾害和地质环境问题进行评估。主要内容是分析评估区内地质灾害类型、规模、发生时间、表现特征、分布、诱发因素，危害对象与危害程度。评估采矿活动对矿山地质环境问题危害对象（地质灾害、含水层、采矿已损毁土地、地形地貌景观、环境污染与生态破坏）的影响和破坏程度。

一、地质灾害(隐患)

评估区地貌属侵蚀剥蚀中山区，工程地质条件中等，水文地质条件简单。结合地质灾害发生的特点，露天采矿活动引发或加剧的地质灾害主要为崩塌、滑坡。

1、现状采场崩塌、滑坡地质灾害现状评估

现状采场位于矿区内北部，采场底部标高 1566m，采场边坡长约 160m，边坡呈折线状，边坡高 2-18m，坡度 60-70°，边坡为岩质边坡，边坡顶部风化裂隙较发育，下部岩石较完整，基本稳定。现状条件下未发现崩塌、滑坡等地质灾害现象，地质灾害不发育。（见照片 8-1）



照片 8-1 现状采场照片

2、废渣堆崩塌、滑坡地质灾害现状评估

现状分布有 9 处废渣堆，均为沿山坡顺坡自然堆积，占地面积 5.04hm²，现状条件下未发生崩塌、滑坡等地质灾害现象，地质灾害不发育。各废渣堆特征见下表：

表8-2 各废渣堆特征表

名称	边坡面积 (hm ²)	平台面积 (hm ²)	面积 (hm ²)	边坡坡度 (°)	堆渣高度	备注
渣 1	0.74		0.74	20-30	10-20m	1 个边坡
渣 2	0.5		0.5	20-30	5-20m	1 个边坡
渣 3	0.23		0.23	20-30	8-16m	1 个边坡
渣 4	0.71	0.3	1.01	10-30	2-16m	7 个边坡, 4 个平台
渣 5	0.05	0.1	0.15	10-20	2-6m	1 个边坡, 1 个平台
渣 6	0.29	0.33	0.62	20-30	5-20m	1 个边坡, 1 个平台
渣 7	0.27	0.4	0.67	10-30	2-16m	3 个边坡, 2 个平台
渣 8	0.1	0.31	0.41	10-30	2-12m	1 个边坡, 2 个平台
渣 9	0.22	0.49	0.71	10-20	2-8m	1 个边坡, 1 个平台
合计	3.11	1.93	5.04			



照片 8-2 废渣堆照片

3、矿山道路崩塌、滑坡地质灾害现状评估

已有矿山道路为砂砾石路面，路面宽度 4-5m，长度约 4770m，面积 2.03hm²。大部地段道路沿沟修建，局部地段切坡修建道路，土坡坡高 1-5m，坡度 40-50°，边坡较稳定，现状条件下未发生崩塌、滑坡等地质灾害现象，地质灾害不发育。



照片 8-3 矿山道路照片

综上，对照《规范》附录 E 表 E.1，现状条件下地质灾害影响程度为“较轻”。将评估区全部划为地质灾害影响较轻区。

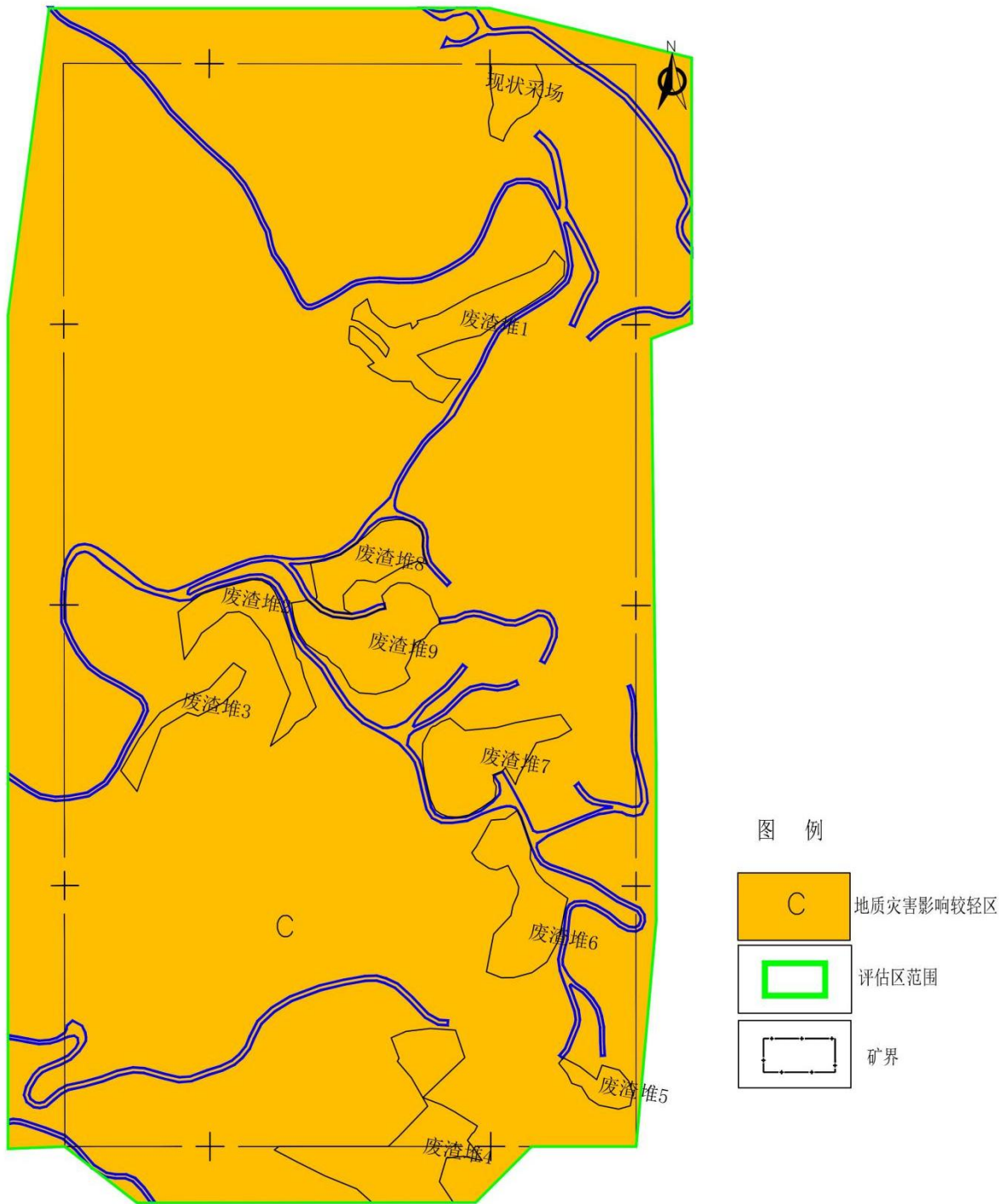


图 8-1 地质灾害影响现状评估分区图

二、含水层破坏现状

评估区主要含水层为裂隙含水层，水位埋藏深，补给来源为大气降水。现状采场最低标高为 1566m，位于当地侵蚀基准面(1169m)以上，矿山露天开采无涌水渗水现象，因而矿山开采只是对火山熔岩夹火山碎屑岩地层造成了破坏，改变了地表降水的补给入

渗条件，未引起水位下降、含水层疏干和破坏。依据附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，现状评估露天采矿对含水层影响较轻，面积 60.10hm²。

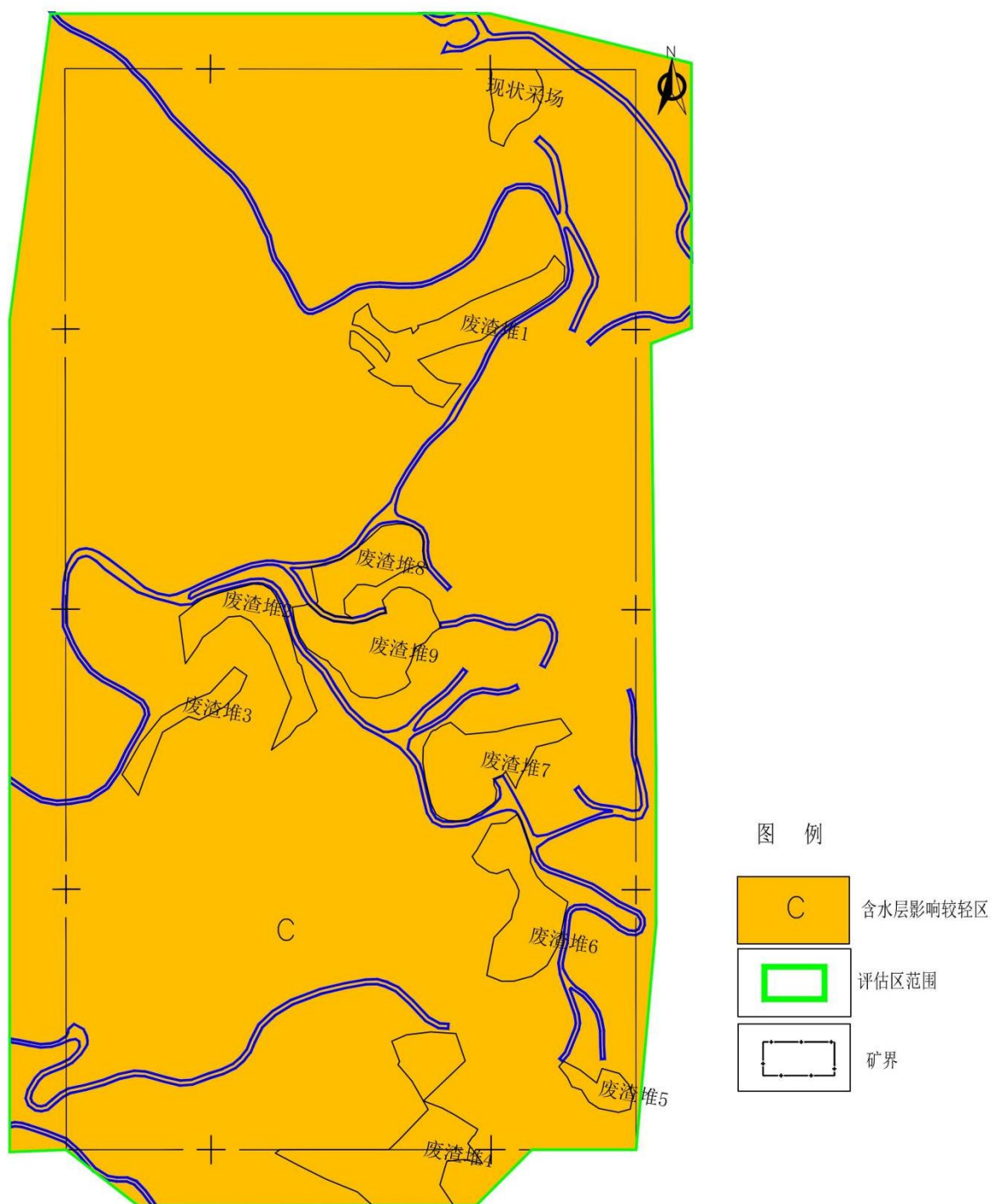


图 8-2 含水层影响与破坏现状评估分区图

三、地形地貌景观破坏现状

评估区地貌属中山地貌，微地貌为山坡和沟谷。现状影响和破坏地形地貌景观的主

要为采矿活动形成的现状采场、废渣堆及矿山道路。

1、现状采场

现状采场面积 0.23hm²，采坑开采造成山体破损，形成高陡边坡，地面标高、形态、坡度发生改变，改变了原始连续完整的山坡，基岩裸露，损坏了地表荒草，使自然景观质量下降，植被破坏，对地形地貌景观影响程度为严重。

2、废渣堆

废渣堆面积5.04hm²，废渣堆积造成地面标高、形态、坡度发生改变，损坏了地表荒草，使自然景观质量下降，植被破坏，对地形地貌景观影响程度为严重。

3、矿山道路

现有矿山道路为砂砾石路面，路面宽度 4-5m，长度约 4770m，面积 2.03hm²。道路的修建进行了少量挖方及整平，破坏了地表植被，改变了原有的地形地貌景观，对原生地形地貌景观破坏程度严重。

依据附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，现状采场、废渣堆及矿山道路造成微地貌发生改观，景观质量变差，对地形地貌景观影响与破坏程度“严重”，面积 7.30hm²；其他区域对地形地貌景观影响与破坏程度“较轻”，面积 52.80hm²。

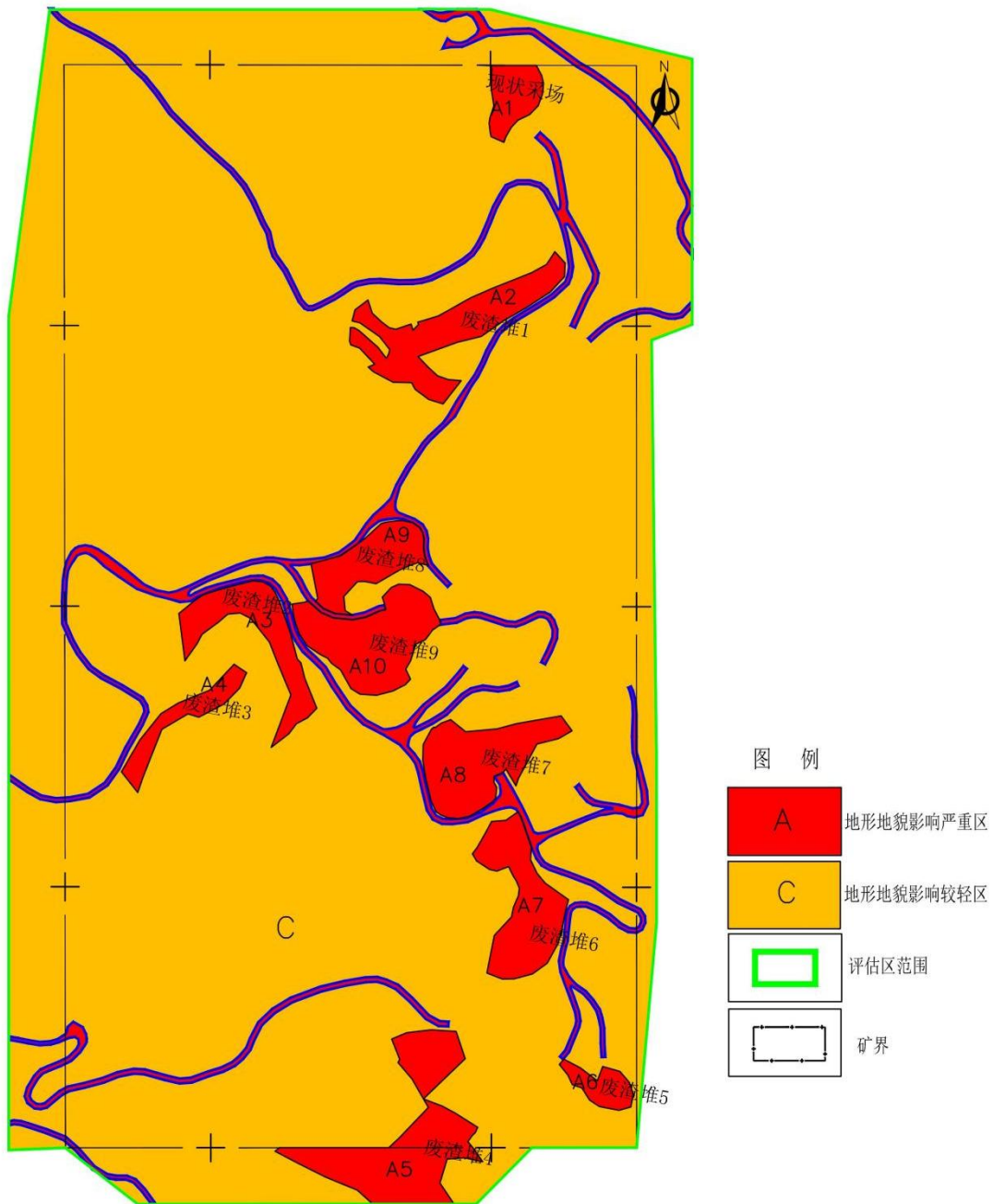


图 8-3 地貌景观影响与破坏现状分区图

四、采矿已损毁土地现状及权属

根据《第三次全国土地调查土地利用现状图》（灵丘县 2024 年土地利用变更数据，J50G003002），矿区未涉及基本农田，评估区土地利用现状为旱地、田坎、后备耕地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路和设施农用地，土地权属为大同市灵丘县柳科乡伊家店村、塔地村。

现状采场面积 0.23hm²，为挖损损毁，损毁土地类型全部为采矿用地，损毁程度为重度。

废渣堆面积5.04hm²，为压占损毁，损毁土地类型为其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路和后备耕地，面积分别为0.21hm²、1.06hm²、3.46hm²、0.04hm²、0.27hm²，损毁程度为重度。

表8-3 现状废渣堆损毁土地利用类型表 单位：hm²

土地类型	采矿用地	后备耕地	其他草地	其他林地	农村道路	合计
渣 1	0.67		0.07			0.74
渣 2	0.39		0.11			0.50
渣 3	0.16		0.07			0.23
渣 4	0.98		0.03			1.01
渣 5			0.15			0.15
渣 6		0.21	0.37		0.04	0.62
渣 7	0.14	0.06	0.26	0.21		0.67
渣 8	0.41					0.41
渣 9	0.71					0.71
小计	3.46	0.27	1.06	0.21	0.04	5.04

矿山道路面积2.03hm²，为挖损损毁，损毁土地类型为灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路和后备耕地，面积分别为0.03hm²、0.49hm²、1.17hm²、0.19hm²、0.15hm²，损毁程度为重度。

依据附录E矿山地质环境影响程度分级表，评估区对采矿已损毁土地影响与破坏程度为“较轻”。将评估区全部划分为采矿已损毁土地影响与破坏较轻区。

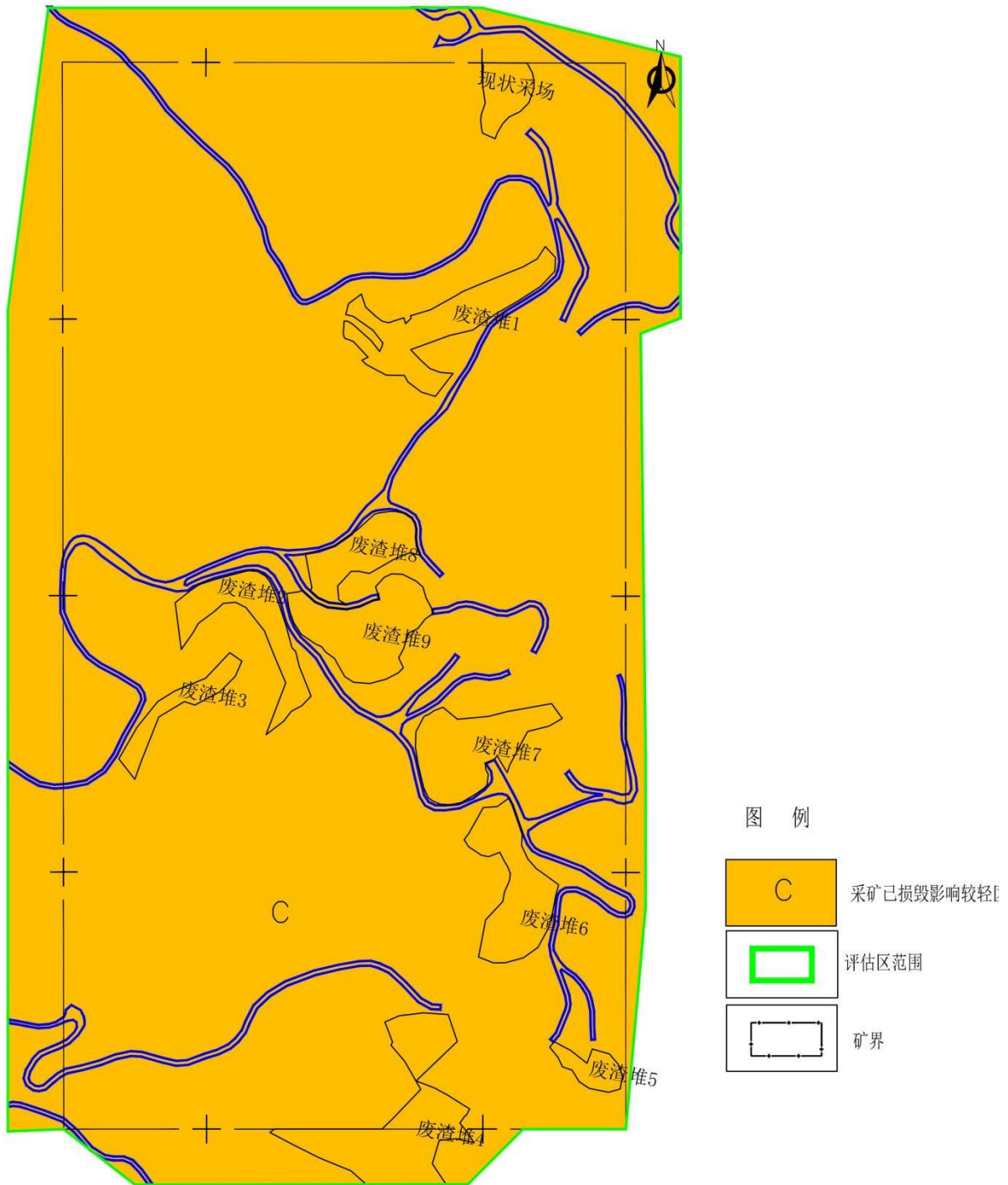


图 8-4 采矿已损毁土地影响现状评估分区图

五、环境污染与生态破坏现状

(一) 环境质量现状

1、大气环境

矿山 2024-2025 年处于停产状态，未对环境空气质量进行监测，根据山西省及大同市生态环境部门发布的 2025 年环境空气质量监测结果，灵丘县所在区域环境空气质量持续改善。2025 年大同市环境空气质量综合指数为 3.26，PM_{2.5} 年均浓度为 23 μg/m³，优良天数比例达 91.5%，连续多年稳定达到《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准，灵丘县属于环境空气质量达标区。

2、水环境

本次评价收集了山西省生态环境厅网站公布的《山西省地表水环境质量报告》（2025 年 1 月—12 月）中距离本项目最近的唐河下北泉村监测断面（国控断面）数据。

监测结果：2025 年该断面水质总体评价为Ⅲ类，各项监测因子（包括 pH、COD、NH₃-N、TP 等）年均浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类水质标准。其中，11 月、12 月等非汛期时段水质可达Ⅱ类，表明唐河灵丘段水环境质量本底状况良好。

现状评价：根据《山西省地表水环境功能区划》（DB14/67-2019），唐河灵丘段功能区划为Ⅲ类水体（工业与景观娱乐用水保护区）。监测结果表明，该区域地表水环境质量符合功能区划要求，具有一定的环境容量。

表 8-4 唐河下北泉村水环境质量状况

监测时段	水质类别	达标情况
2025 年 1-4 月	Ⅱ	达标（优良）
2025 年 7 月	Ⅲ	达标（良好）
2025 年 12 月	Ⅱ	达标（优良）
2025 年全年综合评价	Ⅲ（平均）	持续达标

3、声环境

本项目噪声污染主要为爆破、凿岩机、钻机、空压机、挖掘机、运输车辆等的机械噪声和爆破时产生的瞬时噪声。本项目合理设置工作时间，严禁夜间和午休时间采矿、运输及爆破，在运输过程中车辆全程减速慢行，距离村庄较近时禁止鸣笛，并采取基础减震措施、定期维护设备。采取以上措施后，能够有效减小噪声强度。

4、土壤环境生态环境

矿山开采区基岩裸露，坡度极有利于土壤侵蚀，在自然状态下，这里土地贫瘠，多为物理风化产物，物质组成以粗粒、块状为主，植被以灌木、草类为主，覆盖度较差，矿山以微度侵蚀为主。由于矿山开采，人为干扰加剧，土壤侵蚀必然加剧。

5、生物多样性

矿区以林草生态系统为主体的生态系统，区内草本植被为主，动植物种类少，土壤较为贫瘠；矿区植物资源主要为自然植物，主要为草类、灌木类。矿区未发现珍稀濒危和保护植物分布。矿区动物分兽类和禽类，兽类中野生动物以啮齿类动物占优势；野禽主要有麻雀、山鸦等，本区未发现国家保护珍贵动植物，对矿区周边生物多样性影响较小。

6、环境敏感目标分布

项目占地性质现状为荒沟，不占基本农田、林地。评价范围内无自然保护区、风景游览区、名胜古迹等需要特别保护的敏感目标，项目不在水源地保护区范围内。

根据国家环保部《关于公布<建设项目环境影响评价分类管理目录>的通知》对环境敏感区的界定，同时结合本项目排污特征，确定本项目主要保护对象为项目周围的村庄。

（1）环境保护目标

- ①环境空气：《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准；
- ②地表水：《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准；
- ③地下水：《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准；
- ④声环境保护目标：《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。

（2）环境保护对象

根据敏感因素的界定原则，经调查本地区不属于特殊保护地区、社会关注地区、生态脆弱区和特殊地貌景观区。主要保护对象见下表。

表 8-5 环境保护目标一览表

环境要素	保护目标				保护级别
	名称	方位	距离 (km)	规模/属性	
环境空气	牛角岭村	NE	1.6	270 人	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中二级标准
	塔地村	SW	1.6	474 人	
地表水	矿区南部荒沟	/	/	农业用水功能	废水不外排
地下水	项目所在地地下水环境		/	分散式饮用水源	《地下水质量标准》 (GB/T 14848-2017) 中 III 类水质标准
声环境	厂界噪声	/	/		《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 中 2 类标准
	牛角岭村/塔地村	/	1.6	居民区	昼间≤60dB(A), 夜间≤50dB(A)
土壤环境	矿区及周边农用地	/	/	耕地/林地	《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》 (GB15618-2018)
生态环境	矿山边界外扩 500m 范围	/	/	植被、地形地貌	控制水土流失, 景观协调, 生物多样性保护

(二) 企业污染物排放状况及环境污染现状

1、大气环境污染现状

该矿山露天开采大气污染因素主要为矿岩装车作业产生的粉尘, 排土场扬尘及废弃土石卸车扬尘, 矿石及废弃土石运输扬尘等, 均为无组织排放。目前矿区处于停产期, 无生产扬尘产生。

2、水环境污染现状

本项目范围内无地表水体, 生产过程仅有洒水抑尘用水。目前矿山处于停产期, 无废水产生。

3、噪声

本项目运营期噪声源包括采区爆破、凿岩机、挖掘机以及运输车辆等设备产生噪声。主要噪声源统计见表 8-6。

表 8-6 主要噪声源统计表

序号	声源设备	声源声级 dB (A)	噪声性质	采取措施	治理后声级
1	爆破	110-120	间断性	控制爆破时间	安全距离不小于 300m
2	凿岩机	100-105	间断性	加强管理	90-100
3	挖掘机	95-100	间断性	加强管理	80-85
4	空压机	90-110	连续性	基础减振, 隔声	60-70
5	潜钻机	90-100	间断性	基础减振, 隔声	75-85
6	运输车辆	75-95	间断性	限速, 禁鸣	60-75

目前矿区处于停产期, 无噪声产生。矿区周边 300m 内无村庄。

4、固体废物

根据实地调查, 矿山目前固体废弃物主要为采矿废石, 采矿废石进行综合利用, 少量运至排土场堆存, 废石属于第 I 类一般工业固体废物, 不会对当地环境产生影响。

(三) 矿区生态破坏、植被损毁现状及生态问题

矿区现状条件下采矿活动对生态环境的影响主要表现为现状采场、废渣堆及矿山道路破坏了原生的地形地貌, 改变了山体形态, 植被受采矿活动影响, 多数植被死亡。

1、矿区生态破坏现状调查

现状采场面积为 0.23hm², 位于矿区内北部, 采场底部标高 1566m, 采场边坡长约 160m, 边坡呈折线状, 边坡高 2-18m, 坡度 60-70°。根据现场调查, 露天开采将原生的山坡, 在平面和垂高方向均对原生的地形地貌景观产生影响和破坏, 并对周边植被产生破坏, 影响的植被类型主要为草丛, 破坏程度严重。目前露天采场尚未进行生态恢复治理工作。

现状分布有 9 处废渣堆, 均为沿山坡顺坡自然堆积, 占地面积 5.04hm², 废渣堆积对周边植被产生破坏, 影响的植被类型主要为草丛, 破坏程度为严重。目前废渣堆尚未进行生态恢复治理工作。

矿山道路, 路面宽 4-5m, 面积 2.03hm²。矿山道路挖损对周边植被产生破坏, 影响的植被类型主要为草丛, 破坏程度严重。目前矿山道路尚未进行生态恢复治理工作。

2、生态问题

表 8-7 生态环境现状存在问题

序号	问题类型	现状
1	现状采场挖损破坏	占地 0.23hm ² ，未进行绿化
2	废渣堆破坏	占地 5.04hm ² ，未进行绿化
3	矿山道路	占地 2.03hm ² ，未进行绿化
4	生态环境监控设施能力不健全	矿区内没有生态环境监控系统，不能对新的生态环境问题做到及时发现，及时预防

（四）矿山企业环保“三同时”履行情况及污染现状

1、环保“三同时”履行情况

该矿在主体工程设计时同时进行了相关环保设施的设计，配套环保设施和主体工程同时建设，同时投入运行。

2、污染物达标排放与总量控制：

大气污染物：矿山处于停产期，无组织粉尘监测数据显示，停产期间厂界颗粒物浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）无组织排放监控限值。矿山无需申请 SO₂、NO_x 等污染物总量控制指标。

水污染物：矿区无生产废水外排。废渣堆淋溶水经自然蒸发、下渗，未设置收集处理设施。生活污水泼洒抑尘，不外排。

固体废物：现状固体废物主要为采矿废石，大部分进行综合利用，少量排放于排土场中。

综上，现状评估区地质灾害影响程度为“较轻”；采矿活动对含水层影响与破坏程度为“较轻”；评估区现状采场、废渣堆和矿山道路对地形地貌景观影响与破坏程度为“严重”，其他区域对地形地貌影响与破坏程度为“较轻”；评估区对已损毁土地影响与破坏程度为“较轻”。将矿山地质环境影响严重区（A）和影响较轻区（C）。影响严重区面积 7.30hm²，占评估区的 12.15%；影响较轻区面积 52.80hm²，占评估区的 87.85%。矿山环境影响现状评估见图 8-5 及表 8-8。

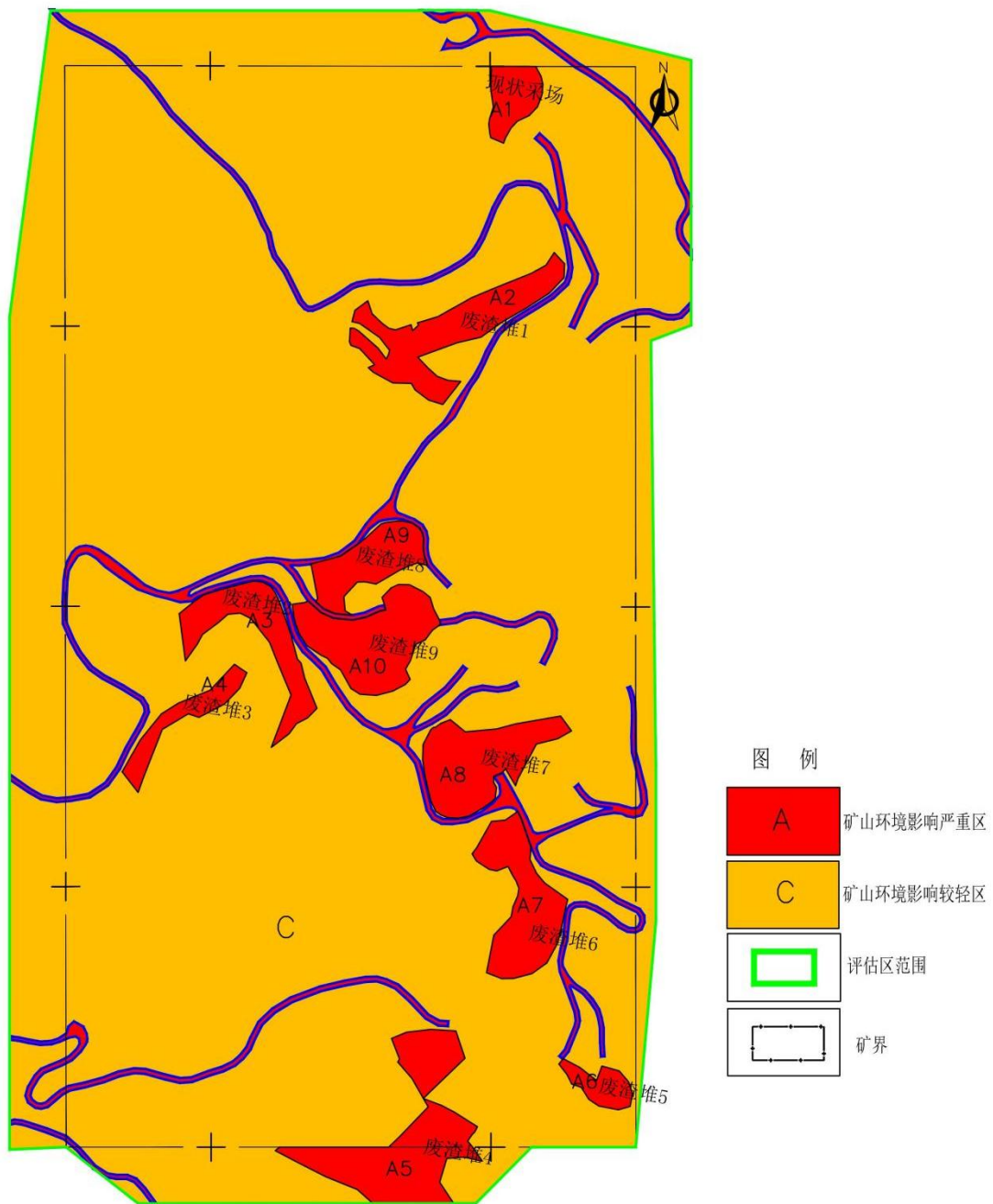


图 8-5 矿山环境影响分区图

表 8-8 矿山环境影响现状评估表

影响程度分区	分区代号	亚区代号	分布范围	面积 (hm ²)	百分比 (%)	矿山地质环境问题及影响破坏程度			
						地质灾害影响程度	含水层影响与破坏程度	地形地貌景观影响与破坏程度	拟损毁土地影响与破坏程度
严重区	A	A1	现状采场	0.23	0.39	地质灾害影响程度较轻	含水层影响与破坏较轻	地形地貌景观影响与破坏程度严重	土地资源影响与破坏较轻
		A2	废渣堆 1	0.74	1.23				
		A3	废渣堆 2	0.5	0.83				
		A4	废渣堆 3	0.23	0.39				
		A5	废渣堆 4	1.01	1.68				
		A6	废渣堆 5	0.15	0.25				
		A7	废渣堆 6	0.62	1.03				
		A8	废渣堆 7	0.67	1.11				
		A9	废渣堆 8	0.41	0.68				
		A10	废渣堆 9	0.71	1.18				
				A11	矿山道路				
较轻区	C		除以上区域以外其他区域	52.80	87.85	未采动区域,地质灾害不发育	未采动区域,对含水层影响与破坏较轻	未采动区域,对地形地貌景观影响与破坏较轻	未采动区域对采矿已损毁土地影响与破坏较轻

第三节 矿山环境影响预测评估

在分析已产生的矿山地质环境问题现状基础上,依据矿山开发利用方案部分和开采计划,结合矿山地质环境条件,分析阐述未来矿产资源开发可能引发的矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观(地质遗迹、人文景观)破坏和拟损毁土地、矿山生态等问题的分布、规模、特征和危害等,预测评估上述问题的影响。

一、地质灾害预测评估

(1) 采矿活动可能引发的地质灾害

评估区地貌属中山地貌,未发现断裂构造,构造简单。工程地质条件中等,水文地质条件简单。根据设计的露天采矿工程布局,结合地质灾害发生的特点,预测露天采矿活动引发或加剧的地质灾害主要为崩塌、滑坡、泥石流。

①露天采场引发崩塌、滑坡地质灾害预测评估

随着露天采场的开采,现状采场成为露天采场 1 的一部分,根据开发利用方案,矿山露天开采由上而下分台阶开采。开拓要素为:台阶坡面角:75°,最终边坡角 $<60^\circ$,终了台阶高度为 10m,安全平台宽 4m,清扫平台宽 6m。由于台阶高度及坡度较小,岩石较完整,且水文地质条件简单。按照矿山安全生产规程进行生产,按照开发利用方案合理留设边坡角,及时清理采掘开挖边坡危岩,采场边坡发生崩塌地质灾害可能性小。

但采场裸露的边坡在重力、降水、地震及爆破震动影响下,卸荷作用强,稳定性差,易沿节理、裂隙发生崩塌、滑坡地质灾害。开采中一旦发生崩塌、滑坡,主要威胁对象为采场内工作人员及机械设备。根据矿山提供的资料,采场内工作面工人 6-8 人,设备主要为挖掘机、装载机、运输汽车及凿孔设备,可能造成的经济损失约 300 万元。依据《规范》附录 E,预测设计采场发生崩塌、滑坡地质灾害影响程度“较严重”。

②临时排土场引发泥石流地质灾害危险性预测评估

临时排土场位于矿区南部山沟缓坡上,为“V”型沟谷,缓坡坡度 5-10°,沟谷内出露地层为第四系上更新统黄土、亚砂土及酸性熔岩为主夹火山碎屑岩,缓坡上已有部分废渣堆积。依据《泥石流灾害防治工程勘查规范》T/CAGHP006-2018,附录 1 表 1.1,对该沟谷进行泥石流易发程度评分,见表 8-9,得分为 57 分,对照表 1.3 (《泥石流沟易发程度数量化综合评判等级标准表》),该沟谷属泥石流轻度易发。预测排土场引发泥石

流的可能性小，地质灾害危险性小，危害对象主要为过往行人，受威胁人员小于 10 人，可能造成的损失小于 100 万元，对照《规范》附录 E，表 E.1，预测临时排土场引发泥石流地质灾害影响程度“较轻”。

表 8-9 临时排土场沟谷泥石流易发程度评分表

序号	影响因素	量级 划分							
		极易发 (A)	得分	中等易发 (B)	得分	轻度易发 (C)	得分	不易发生 (D)	得分
1	崩塌滑坡及水土流失(自然和人为)的严重程度	崩塌滑坡等重力侵蚀严重, 多层滑坡和大型崩塌, 表土疏松, 冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育, 多层滑坡和中小型崩塌, 有零星植被覆盖, 冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比	>60%	16	60~30%	12	30~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	河形弯曲或堵塞, 大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化, 仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化, 大河主流在高水偏, 低水不偏	7	无河形变化, 主流不偏	1
4	河沟纵坡	>12° (21.3%)	12	12~6° (21.3~10.5%)	9	6~3° (10.5~5.2%)	6	<3° (5.2%)	1
5	区域构造影响程度	强抬升区, 6级以上地震区, 断层破碎带	9	抬升区, 4-6级地震区, 有中小支断层	7	相对稳定区, 4级以下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10~30%	7	30~60%	5	>60%	1
7	河沟近期一次变幅(m)	>2m	8	2~1m	6	1~0.2m	4	<0.2m	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度	>32° (62.5%)	6	32~25° (62.5~46.6%)	5	25~15° (46.6~28.6%)	4	<15° (26.8%)	1
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度	>10m	5	10~5m	4	5~1m	3	<1m	1
13	流域面积 (km ²)	0.2~5km ²	5	5~10 km ²	4	0.2 km ² 以下、	3	>100 km ²	1

表 8-9 临时排土场沟谷泥石流易发程度评分表

序号	影响因素	量级 划分							
		极易发 (A)	得分	中等易发 (B)	得分	轻度易发 (C)	得分	不易发生 (D)	得分
						10~100 km ²			
14	流域相对高差(m)	>500m	4	500~300m	3	300—100m	2	<100m	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
总计	57 分								

④矿山道路引发崩塌、滑坡地质灾害预测评估

现状道路一部分与露天采场 1 和临时排土场重叠,分别计入露天采场 1 和临时排土场中,为满足生产需要,还需修建通往设计采场平台的道路,最终占地面积 1.87hm²,宽 4-5m。在修建道路时,需进行切坡,切坡高度约 1m,坡度小于 45°,无高陡边坡及切坡形成。预测矿山道路发生崩塌、滑坡等地质灾害可能性小,威胁对象为过往车辆和人员,受威胁人数小于 5 人,可能造成的直接经济损失 50 万元左右,对照《规范》附录 E,表 E.1,预测矿山道路引发崩塌、滑坡地质灾害影响程度“较轻”。

(2) 采矿活动遭受的地质灾害

①废渣堆遭受崩塌、滑坡及泥石流地质灾害预测评估

在后续开采过程中废渣堆 1 的西北部将会成为露天采场 1 的一部分,废渣堆 2 的南部和废渣堆 3 的南部会成为露天采场 2 的一部分,废渣堆 4 的北部会成为临时排土场的一部分,剩余废渣堆面积 4.53hm²,预测后期废渣堆不再排放废渣,不会形成新的高陡边坡,预测废渣堆遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小,废渣堆所在沟谷堆放的位置较高,预测废渣堆遭受泥石流地质灾害的可能性小,危害对象主要为过往行人,过往行人小于 10 人,可能造成的损失小于 100 万元,地质灾害危险性小,废渣堆遭受崩塌、滑坡及泥石流地质灾害影响程度为“较轻”。

综上,露天采场引发崩塌、滑坡地质灾害可能性较大,地质灾害危险性中等,依据附录 E 矿山地质环境影响程度分级表,预测采矿活动形成的露天采场对地质灾害影响程度为“较严重”,评估区其他区域对地质灾害影响程度为“较轻”。将露天采场划为地质灾害影响程度较严重区 (B),面积 13.66hm²,占评估区的 22.73%,露天采场以外区域划为影响较轻区 (C),面积 46.44hm²,占评估区的 77.27%。(见图 8-6)

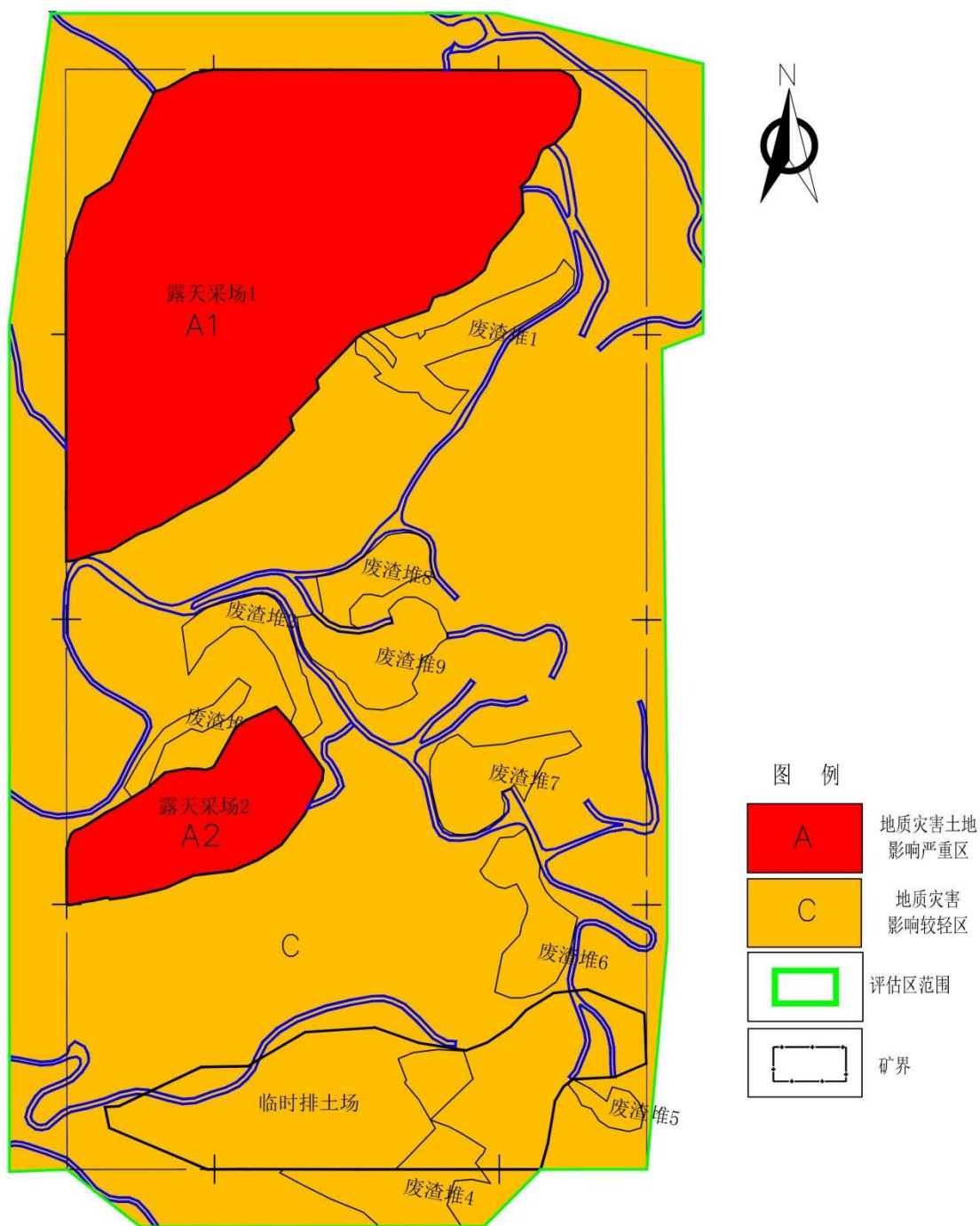


图 8-6 地质灾害影响预测评估分区图

二、采矿活动对含水层的影响与破坏预测评估

评估区主要含水层为裂隙含水层，水位埋藏深，补给来源为大气降水，富水性弱。设计露天采场 1 最低标高 1470m，设计露天采场 2 最低标高 1449m，两处采场最低开采标高均远高于当地侵蚀基准面 1169m 及含水层水位标高，采场开采不会造成矿区及周

边含水层水位下降，不会影响矿区及周边的生产生活用水。露天开采对评估区地表水径流条件及裂隙水补给条件有一定影响，对供水含水层影响小，对区域地下水补径排条件影响小。

依据附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，预测露天采矿对含水层影响较轻。将评估区全部划为含水层影响与破坏较轻区。（见图 8-7）

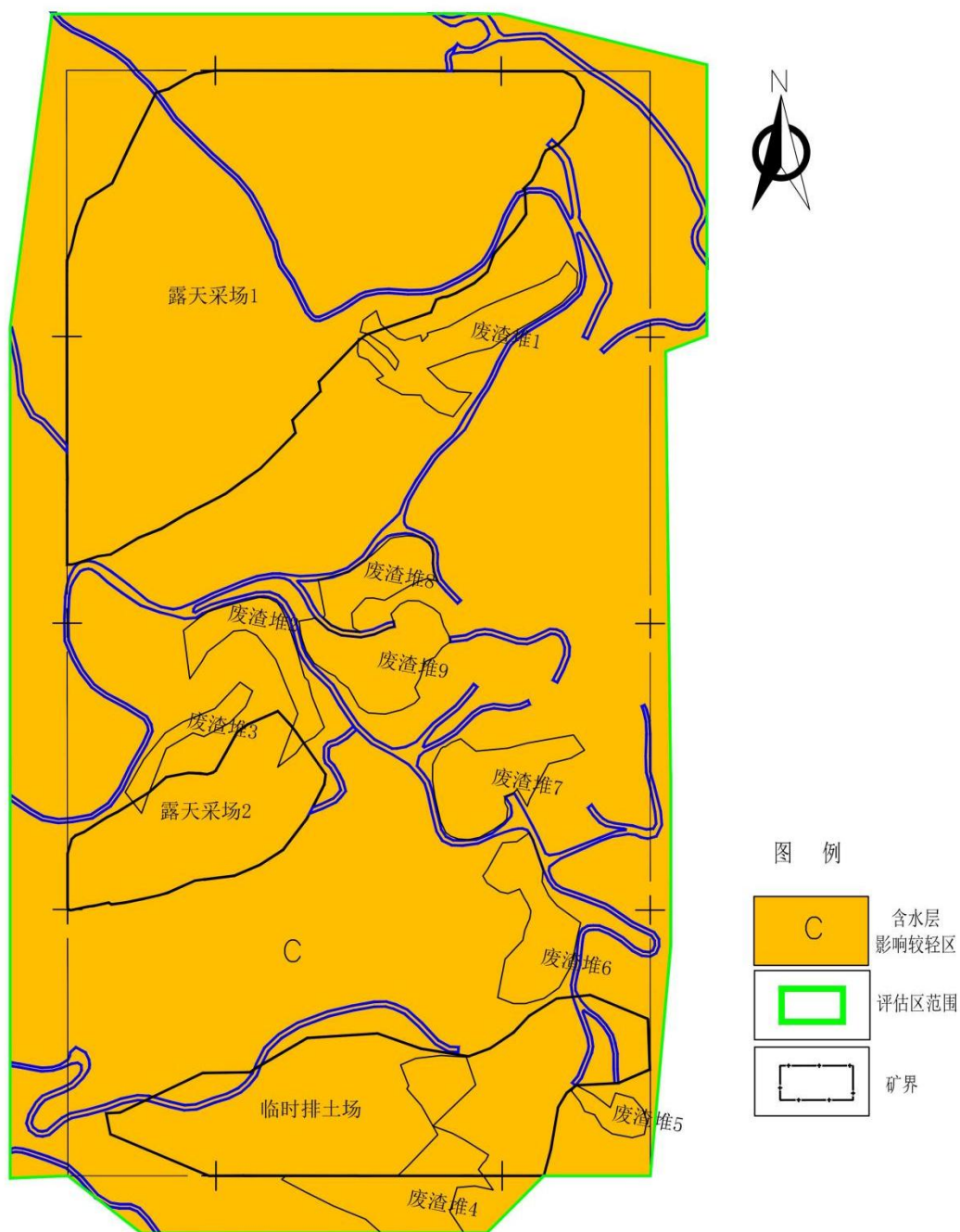


图 8-7 含水层影响与破坏预测评估分区图

三、采矿活动对地形地貌景观影响与破坏预测评估

评估区地貌属中山地貌，微地貌为山坡和沟谷。预测影响和破坏地形地貌景观的主要为露天采场、排土场、废渣堆及矿山道路。

露天采场 1 面积 11.61hm²、露天采场 2 面积 2.05hm²，对地形地貌景观的影响主要表现在采矿挖掘形成高陡边坡、凹坑，造成山体破损，改变了原始连续完整的山坡，坡面凹凸不平，地面标高、形态、坡度发生改变，基岩裸露，植被破坏，山体色调发生改变，自然景观质量下降，对原生地形地貌景观破坏程度较大，对地形地貌景观影响严重。

临时排土场位于矿区南部山沟缓坡上，面积 4.48hm²，废渣堆积后缓坡坡度及标高增大，形成松散边坡，自然植被破坏，对原生地形地貌景观破坏程度较大，对地形地貌景观影响严重。

废渣堆最终面积为4.53hm²，废渣堆积造成沟谷微地貌发生改变，自然植被破坏，对原生地形地貌景观破坏程度较大，对地形地貌景观影响严重。

矿山道路面积 1.87hm²，道路修建过程中的挖填方工程，破坏了原始地形及地表植被，对原生地形地貌景观破坏程度较大，对地形地貌景观影响严重。

依据附录 E 矿山地质环境影响程度分级表 E1，评估区露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路将造成微地貌发生改观，景观质量变差，对地形地貌景观影响与破坏程度为“严重”，评估区其他区域对地形地貌景观影响与破坏程度为“较轻”。将评估区划分为地形地貌景观影响与破坏严重区(A)和较轻区(C)两个区，其中影响严重区面积 24.54hm²，占评估区的 40.83%，影响较轻区面积 35.56hm²，占评估区的 59.17%。（见图 8-8）

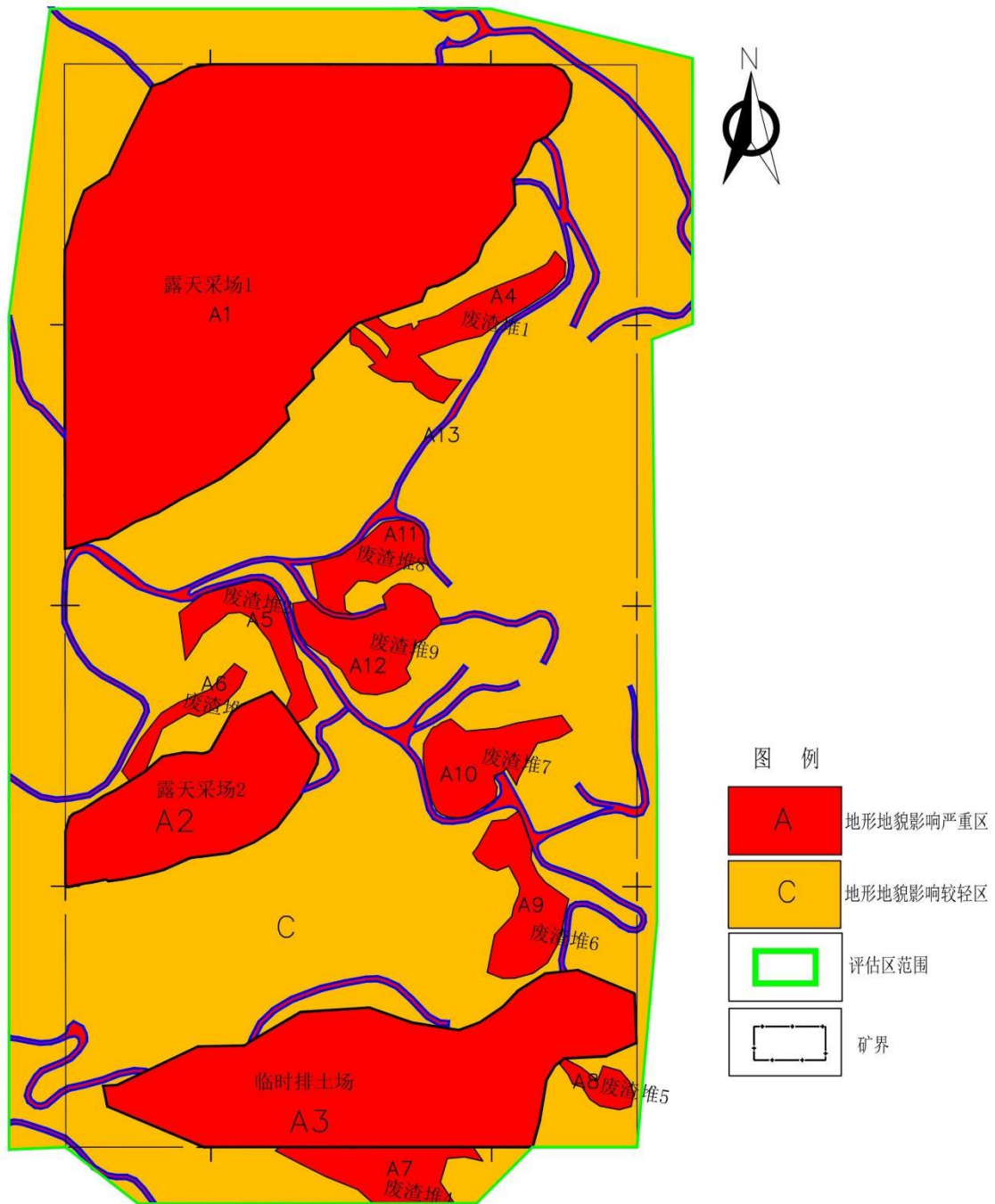


图 8-8 地形地貌景观影响与破坏预测评估分区图

四、采矿拟损毁土地预测及程度分析

根据《第三次全国土地调查土地利用现状图》（灵丘县 2024 年土地利用变更数据，J50G003002），评估区土地利用现状为旱地、田坎、后备耕地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路和设施农用地，土地权属为大同市灵丘县柳科乡伊家店村、塔地村。

露天采场 1 面积 11.61hm²，破坏灌木林地 0.30hm²、其他草地 7.20hm²、采矿用地 4.03hm²、农村道路 0.08hm²。

露天采场 2 面积 2.05hm²，破坏旱地 0.19hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 1.24hm²、采矿用地 0.35hm²、田坎 0.03hm²。

临时排土场面积 4.48hm²，破坏其他草地 2.23hm²、采矿用地 2.25hm²。

废渣堆面积4.53hm²（在后续开采过程中废渣堆1的西北部将会成为露天采场1的一部分，废渣堆2的南部和废渣堆3的南部会成为露天采场2的一部分，废渣堆4的北部会成为临时排土场的一部分，剩余废渣堆面积4.53hm²），破坏其他林地0.21hm²、其他草地 1.03hm²、采矿用地2.98hm²、农村道路0.04hm²、后备耕地0.27hm²。

表8-10 最终废渣堆损毁土地利用类型表 单位：hm²

土地类型	采矿用地	后备耕地	其他草地	其他林地	农村道路	合计
渣 1	0.64		0.07			0.71
渣 2	0.39		0.08			0.47
渣 3	0.15		0.07			0.22
渣 4	0.54		0.03			0.57
渣 5			0.15			0.15
渣 6		0.21	0.37		0.04	0.62
渣 7	0.14	0.06	0.26	0.21		0.67
渣 8	0.41					0.41
渣 9	0.71					0.71
小计	2.98	0.27	1.03	0.21	0.04	4.53

矿山道路面积 1.87hm²，破坏旱地 0.02hm²，其他草地 0.46hm²，采矿用地 1.10hm²，农村道路 0.14hm²，后备耕地 0.15hm²。

依据附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，露天采场 1 破坏林地、草地面积大于 4 hm²，对采矿拟损毁土地影响与破坏程度为“严重”；露天采场 2 和矿山道路破坏耕地小于 2 hm²、临时排土场破坏草地 2-4hm²，对采矿拟损毁土地影响与破坏程度为“较严重”；评估区其他区域对采矿拟损毁土地影响与破坏程度为“较轻”。将露天采场 1 划为采矿拟损毁影响程度严重区（A），面积 11.61hm²，占评估区的 19.32%；露天采场 2、临时排土场、矿山道路划为采矿拟损毁影响程度较严重区（B），面积 8.40hm²，占评估区的 13.98%；其他区域划为影响较轻区（C），面积 40.09hm²，占评估区的 66.70%。

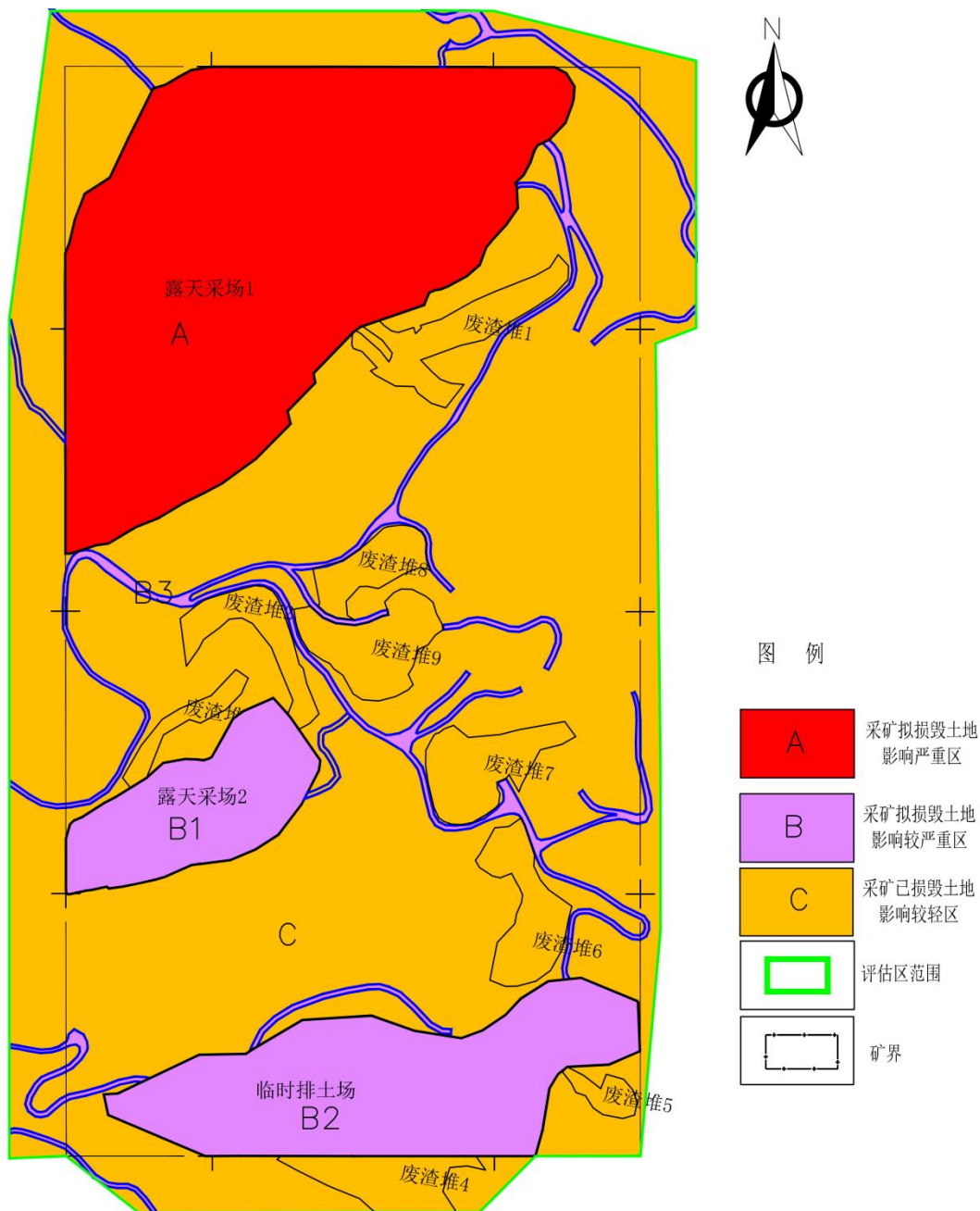


图 8-9 采矿拟损毁影响与破坏预测评估分区图

五、生态环境破坏预测评估

矿山运营期对生态环境破坏主要表现为环境污染及生态破坏。

(一) 环境污染预测

1、大气污染影响预测

本项目运营期大气污染因素主要为露天开采、车辆运输、装卸产生的扬尘，可采用

洒水车进行喷淋洒水设施抑尘；车辆要求限速行驶，减轻对周围环境的影响；运输车辆一定要用篷布盖严，以减少沿路抛洒和减少运输二次扬尘。采取上述措施后，大气污染物能够达标排放，根据估算结果，各污染源最大落地浓度占标率均小于 10%，减少对环境空气质量的影响。

预测矿山开采对空气环境污染较小。

2、水环境污染

预测影响水环境污水来源为雨季经过采场、排土场周边流出的雨水，主要污染物为泥沙类物质。生产过程中无生产废水，仅有抑尘洒水。

矿山开采最低标高 1449m 高于侵蚀基准面标高（1169m），矿山露天开采不会对地下水产生影响。

预测矿山开采对水环境污染影响较小。

3、声环境污染

本项目运营期噪声源包括采区爆破、挖掘机、凿岩机以及运输车辆等设备产生噪声，经加强隔声、吸声、减振和绿化工作后，噪声预测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，不会对周围声环境产生明显影响。

4、固体废弃物污染影响预测评价

预测未来生产过程中剥离的废弃土石综合利用，少量运至排土场堆存，采取水土保持和生态恢复措施后，对生态影响不大。

（二）生态环境破坏预测

1、对生态影响

露天采场随着开采范围的扩大而逐渐受到破坏，最终形成 13.66hm² 的破坏面积，在一定时期内无法实施恢复（因工作面需要而暂时无法恢复）。矿山开采使得矿区范围内原有的自然生态系统完全丧失，破坏了由这些生态系统组成的矿区景观生态体系特有的物流、能流、物种流，由这些“流”维护的景观生态体系的生态完整性也受到了破坏，使该体系处于不稳定状态，故矿山运营期间对生态影响是较为明显的。

2、对生物多样性的影响

矿山的开发对野生动物的影响主要表现改变土地利用方式，占用了野生动物的栖息环境，减少了原有野生动物的栖息与活动范围，从而迫使部分野生动物向四周迁移。但

本区野生动物多为广布种，没有珍稀濒危野生动物、国家和省级重点保护的野生动物。因此，矿山开采不会使调查区野生动物物种数发生变化，其种群数量也不会受到较大的影响。只要加强对施工人员的管理，不会造成大的负面影响。

3、对生态效能的影响

矿区及周围植被主要为草丛。同时矿区面积较小，因此项目建设对生态效能的影响不大，不会影响周边区域的生态功能。

表 8-11 生态环境预测存在问题

序号	问题类型	预测	问题量化描述
1	露天采场 1	预测占地 11.61hm ² ，形成 13 个平台，标高分别为 1590m、1580m、1570m、1560m、1550m、1540m、1530m、1520m、1510m、1500m、1490m、1480m、1470m。	预测对地形地貌景观破坏面积增大
2	露天采场 2	预测占地 2.05hm ² ，形成 7 个平台，标高分别为 1510m、1500m、1490m、1480m、1470m、1460m、1449m。	预测对地形地貌景观破坏面积增大
3	临时排土场	占地 4.48hm ²	预测对地形地貌景观破坏面积增大
4	废渣堆	占地 4.53hm ²	原有植被破坏
5	矿山道路	占地 1.87hm ²	预测产生道路扬尘

综上，预测采矿活动引发地质灾害危险性可能性较大，危险性中等，地质灾害影响程度为“较严重”；采矿活动对含水层影响与破坏程度为“较轻”；采矿活动形成的露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路对地形地貌景观影响与破坏程度为“严重”；采矿活动形成的露天采场 1 对拟损毁土地影响与破坏程度为“严重”，采矿活动形成的露天采场 2、临时排土场、矿山道路对拟损毁土地影响与破坏程度为“较严重”。综合评估将评估区划分为矿山环境影响与破坏严重区（A）和较轻区（C）两个区，其中影响严重区面积 24.54hm²，占评估区的 40.83%，影响较轻区面积 35.56hm²，占评估区的 59.17%。

矿山环境影响预测见图 8-10，矿山环境影响预测评估见表 8-12。

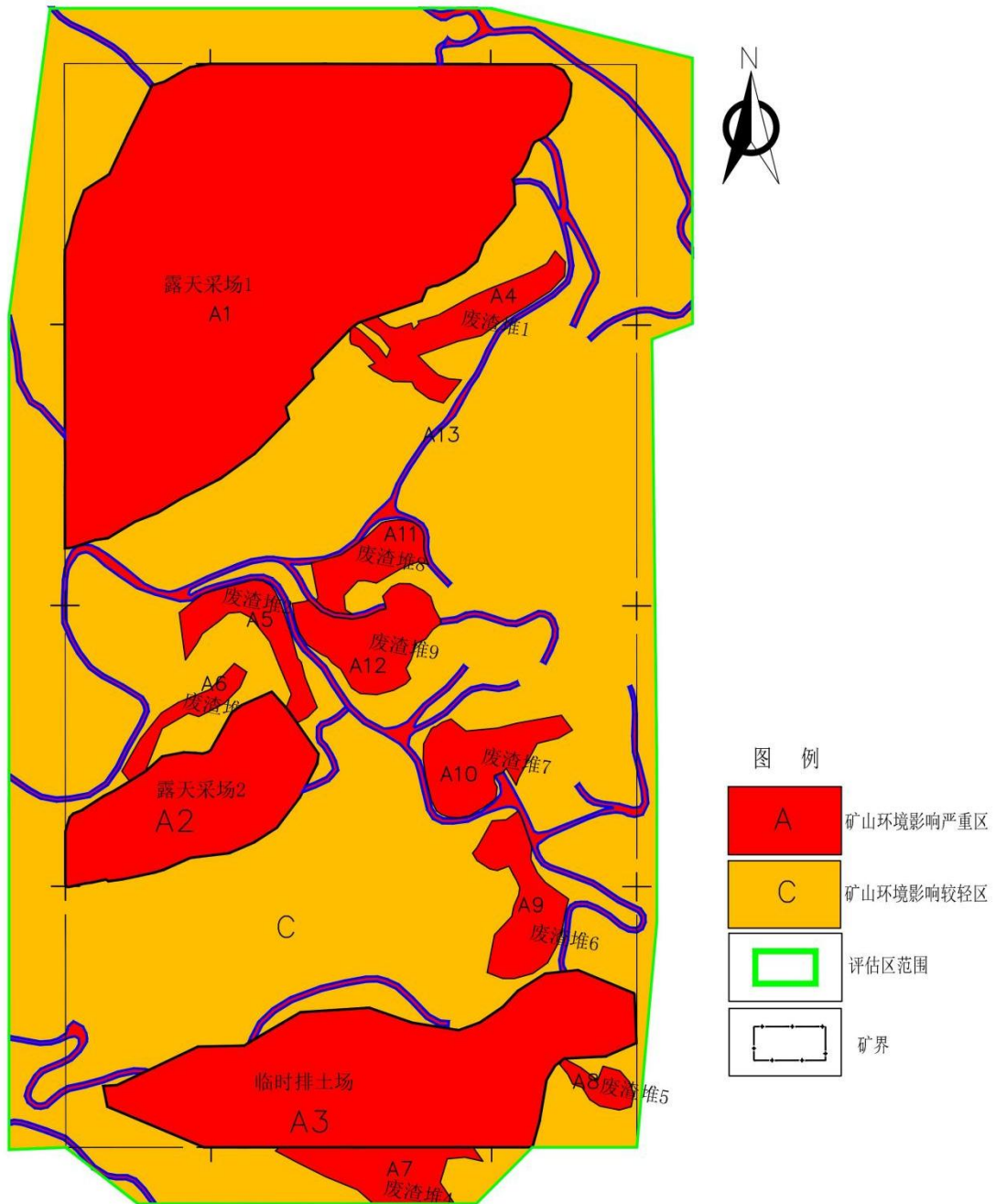


图 8-10 矿山地质环境影响程度预测评估分区图

表 8-12 预测矿山地质环境影响程度分区说明表

影响程度分区	分区代号	亚区代号	分布范围	面积 (hm ²)	百分比 (%)	矿山地质环境问题及影响破坏程度			
						地质灾害影响程度	含水层影响与破坏程度	地形地貌景观影响与破坏程度	拟损毁土地影响与破坏程度
严重区	A	A1	露天采场 1	11.61	19.32	采矿活动形成的露天采场引发地质灾害的可能性较大, 地质灾害影响程度为较严重; 其他区域引发及遭受地质灾害的可能性小, 地质灾害影响程度为较轻	含水层影响与破坏程度为较轻	地形地貌景观影响与破坏程度为严重	露天采场 1 对采矿拟损毁土地影响与破坏程度严重; 露天采场 2、临时排土场、矿山道路对采矿拟损毁土地影响与破坏程度较严重; 废渣堆对采矿拟损毁土地影响与破坏程度较轻
		A2	露天采场 2	2.05	3.41				
		A3	临时排土场	4.48	7.46				
		A4	废渣堆 1	0.71	1.18				
		A5	废渣堆 2	0.47	0.78				
		A6	废渣堆 3	0.22	0.37				
		A7	废渣堆 4	0.57	0.95				
		A8	废渣堆 5	0.15	0.25				
		A9	废渣堆 6	0.62	1.03				
		A10	废渣堆 7	0.67	1.11				
		A11	废渣堆 8	0.41	0.68				
		A12	废渣堆 9	0.71	1.18				
				A13	矿山道路				
较轻区	C		除以上区域以外其他区域	35.56	59.17	地质灾害影响程度较轻	含水层影响与破坏较轻	地形地貌景观影响与破坏较轻	拟损毁土地影响与破坏较轻

第九章 矿山环境保护与土地复垦的适宜性

根据现状评估和预测评估结果,对已发现和拟发生的地质灾害、含水层破坏、水环境污染、地形地貌景观破坏、已损毁和拟损毁的土地资源,分类、分行政区进行统计、汇总和分析。

第一节 地质灾害、含水层破坏及水环境污染治理的可行性分析

一、技术可行性分析

1、地质灾害

矿山崩塌地质灾害隐患主要为露天采场边坡崩塌隐患。

露天采场终了台阶高度10m,边坡角75°;边坡岩性为酸性火山熔岩夹火山碎屑岩,根据本矿区岩石力学性质和抗压、抗剪强度,在边坡角不大于60°的状态下,边坡的稳定性较好,一般不易引发崩塌地质灾害。当存在局部陡立边坡时,由于爆破、采石等外界因素影响,岩石中产生较多的裂隙,破坏了原始状态下的岩石稳定性,加之边坡陡立,局部不稳定,岩块在重力、降水作用下易引发崩塌,其威胁对象主要为采矿设备和人员的安全。

本方案采取设置警示牌、边坡监测、危岩清理措施进行地质灾害防治,该方法施工简单、费用低,技术经济合理。

2、含水层破坏

矿山露天采场最低开采标高高于当地侵蚀基准面,采矿活动对含水层影响较轻,对附近村庄生活生产用水影响较轻。本矿山五污水排放,对地表水环境基本没有影响。本方案不设计含水层破坏及水环境污染治理。

3、水环境污染

生产废水处理用于矿山洒水不外排,废水处理水质可满足补充用水水质标准,因此废水处理在技术上是可行的。

综合上述,地质灾害、含水层破坏和水环境污染治理方案技术是可靠和可行的,难度不大。

二、经济可行性分析

根据预算分析,本方案服务期内地质环境保护与恢复治理费用约为228.14万

元。每一年度恢复费用不超过15万元，按矿山正常生产，不会对企业总体利润构成太大影响，经济上合理。

第二节 地形地貌景观影响和破坏治理的可行性分析

一、技术可行性分析

该矿对地形地貌景观破坏主要表现在露天采场、临时排土场、废渣堆及矿山道路对地形地貌的破坏。针对这些问题，矿山开采结束后，对挖损、压占破坏的土地进行覆土绿化，实施难度小，技术可行。

二、经济可行性分析

针对采矿活动破坏的地形地貌景观，主要采取的措施为场地拆除及覆土绿化等措施。不仅可以提高土地利用效率，同时可增加当地村民收入，经济效益良好。

第三节 土地复垦适宜性及水土资源平衡分析

一、土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是根据矿区土地的特点用途，对土地进行分析的过程，而矿区损毁土地适宜性评价则是针对特定复垦方向的适应程度作出的判断分析。根据矿山待复垦土地资源具有的地理条件及周边土地利用情况，依照矿区土地复垦的可垦性与最佳效益原则、因地制宜原则和农用地优先原则，为了可持续发展，矿山区土地适应性评价时只对实际运用最多、最具有实际意义的耕地、林地和草地复垦方向进行重点说明。

土地复垦适宜性评价是根据评价区土地的特点用途，对土地进行分析的过程，而该矿区损毁土地适宜性评价则是针对特定复垦方向的适应程度做出的判断分析。根据该矿土地资源具有的地理条件及周边土地利用情况，依照该矿区土地复垦的可垦性与最佳效益原则、因地制宜原则和农用地优先原则，为了可持续发展，该矿区土地适宜性评价时只对实际运用最多、最具有实际意义的耕地、林地和草地复垦方向进行重点说明。

土地复垦适宜性评价是土地复垦规划中利用方向和改良途径选择的基础，对矿区土地复垦具有多重意义，不仅为最终土地复垦方向的确定提供依据，而且为

复垦技术的选择提供参考、因地制宜地制定复垦标准提供依据。

(1) 评价原则和依据

① 评价原则

复垦方案应符合当地土地利用规划，与项目区的社会、环境协调，并且做到因地制宜，经济可行。本项目土地复垦方案就是依据如上精神和原则编制的。依据土地被损毁现状的自然属性，以环境、经济、社会为条件，确定被损毁土地适宜的利用方向，评价土地可选利用方向的适应程度，提供可选择的土地利用方案，为土地复垦工作提供依据。

1) 最佳效益原则

土地复垦要追求社会经济、环境生态的效益。首先，被损毁土地利用方向应符合当地土地利用总体规划的要求，其次，土地复垦能恢复与促进当地生态环境的良性循环，并考虑能提升当地的经济效益，发挥土地最大整体效益，同时有利于集约利用土地，有利于土地适度规模经营。

2) 因地制宜原则

土地适宜性评价，受到诸多因素的约束，评价土地质量要考虑土地的自然要素，如土壤质地、坡度、灌排条件等；评价土地利用方向应当考虑社会、经济、技术条件的制约。应该在充分考虑被损毁土地特点和制约条件的前提下确定其利用方向。

3) 可持续发展原则

土地复垦要着眼于可持续发展原则，土地利用方向应具有可持续发展能力。应考虑矿区的发展前景、当地社会需求的变化，确定最佳土地的利用方向。

② 评价依据

依据国家及行业的标准《土地复垦技术标准（试行）》等，结合本地区的复垦经验，采取切实可行的办法，改善被破坏土地的生态环境，确定复垦利用方向。

(2) 土地复垦适宜性评价方法

确定适宜性评价方法时需根据评价对象及采矿区域特点综合判断。本方案选择指数和法作为土地复垦适宜性评价的方法。指数和法作为国际通用的一种适宜性评价方法，能够较为综合的考虑多方面因素，评价结果较为准确。因此本方案确定选用此方法，即首先在确定各个参评因子权重的基础上，将每个评价单元针

对各个不同适宜类型所得到的各个参评因子等级指数分别乘以各自的权重值，然后进行累加，分别得到每个单元适宜类型的总分，最后根据总分的高低确定每个单元对各个土地适宜类型的适宜性等级。

$$\text{其计算公式为: } R(j) = \sum_{i=1}^N F_i W_i \quad (9.3-1)$$

式中：R(j)——第 j 单元的综合得分；

F_i ——第 i 个参评因子的等级指标值；

W_i ——第 i 个参评因子的权重值；

N ——参评因子的个数。

当某一因子达到很强的限制时，会严重影响这一评价单元对于所定用途的适宜性，因此确定评价结果时还需考虑是否存在限制较大的因子影响评价单元的等级。适宜性评价所考虑的多为自然因素以及人为干预因素，而复垦方法的确定还受社会经济、国家政策、区域规划等影响，因此，在确定具体复垦方向时应以指数和为主，辅以经济、社会、国家政策等分析，两者相结合确定复垦方向。

（3）土地复垦适宜性评价单元类型划分

①适宜性评价对象介绍

根据对项目区土地的分析及预测，矿山土地复垦适宜性评价对象包括：露天采场、临时排土场、废渣堆和矿山道路四个部分。

②适宜性评价单元划分

本项目土地复垦适宜性评价单元划分时应当以土地损毁类型、限制性因素和人工复垦整治措施等各因素综合影响作为划分依据。由于本适宜性评价的评价对象皆为挖损而成，情况较为单一，因此，将评价对象的评价单元划分为：露天采场边坡、露天采场平台、露天采场底场、临时排土场、废渣堆平台、废渣堆边坡、矿山道路共 7 个评价单元。

（4）土地复垦适宜性评价参评因子选择

①确定评价因子原则

评价因子对于土地复垦适宜性评价的准确性具有重要意义，适宜性评价应该选择一套相互独立而又相互补充的参评因素。评价因子应满足以下要求：

1) 可操作性

所选评价因子应该充分考虑资料获取的可行性与可利用性，应尽量选取可以以数值或者序号表示的因子，所建立的评价指标体系应尽可能简明实用。

2) 稳定性

所选择评价因子的性质应能够长期稳定或者在评价确定的一定时间之内保持持续稳定。

3) 差异性

所选因子能够反映出评价对象适宜性等级之间差异性和等级内部的相对一致性。选择因子时应选择变化幅度较大且变化对评价对象适宜性影响显著的因素，同时应注意各个评价因子之间界限清楚，不会相互重叠。

②评价因子确定

根据以上分析，结合对项目区土地的预测，确定评价因子为 4 个：地表坡度、土层厚度、水分条件、损毁程度。

1) 地表坡度：通常将坡面的铅直高度 H 和水平宽度 I 的比叫做坡度(或叫做坡比)，地表坡度对于植被种植、生长以及相关设施的布置都有一定的限制，是影响项目区土地适宜性的重要指标。

2) 土层厚度：报告中所指土层厚度主要指土层中对于生长作物有利的上层土层。本复垦设计对各复垦单元通过工程措施进行全面覆土或局部覆土，土层厚度取覆土厚度。

3) 水分条件：不同植物的抗旱性有所差异，水分条件不同，对作物以至植被的生长不可或缺，应作为评价因素之一分析。

4) 损毁程度：损毁后土地利用质量的差异可以反映在微地形上，损毁程度的差异，不仅影响复垦工作的难易，而且一定程度上制约土地利用方向。

(5) 土地复垦适宜性评价质量等级划分

本方案确定评价对象为露天采场、临时排土场、废渣堆和矿山道路四个部分。采取指数法和法对复垦对象分别进行耕地评价、林地评价和草地评价，以确定复垦对象对于耕地、林地及草地的适宜性等级，综合其对各种用地类型的适宜性等级，确定最终复垦方向。

①适宜性等级评价指标体系

根据因子差异性、稳定性、因子最小相关性、实用性原则、可获取性等原则，

对耕地评价、林地评价及草地评价分别建立不同的评价指标体系。本项目评价对象均为人为作用形成，受人为影响大，情况较为简单，每个评价因子划分为四个等级，各等级对应分值分别为：100、80、60、0。

在评价中针对所选择的地表坡度、土层厚度、水分条件、损毁程度等四个评价因子，参考《中国 1：100 万土地资源图》的分类法，综合考虑各评价因子对应矿区域的特点，从而制定各因子分值对应的取值。

1)耕地评价

耕地评价详见表 9-1。

表 9-1 土地耕地评价因素分值表

评价因素	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值
地表坡度(°)	<5	100	5~10	80	10~20	60	>20	0
土层厚度(mm)	>800	100	600~800	80	400~600	60	<400	0
水分条件	雨水充足或靠近水源	100	季节性雨水，有配套设施	80	雨水少，无水源保证	60	无水源	0
损毁程度	无	100	轻度	80	中度	60	重度	0

2) 林地评价

林地评价详见表 9-2。

表 9-2 土地林地评价因素分值表

评价因素	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值
地表坡度(°)	<10	100	10~30	80	30~45	60	>45	0
土层厚度(mm)	>600	100	400~600	80	200~400	60	<200	0
水分条件	雨水充足或靠近水源	100	季节性雨水，有配套设施	80	雨水较少，无水源保证	60	无水源	0
损毁程度	无	100	轻度	80	中度	60	重度	0

3) 草地评价

草地评价详见表 9-3。

表 9-3 土地草地评价因素分值表

评价因素	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值	评价因素取值	因子分值
地表坡度(°)	<30	100	30~40	80	40~55	60	>55	0
土层厚度(mm)	>300	100	100~300	80	50~100	60	<50	0
水分条件	雨水充足或靠近水源	100	季节性雨水,有配套设施	80	雨水较少,无水源保证	60	无水源	0
损毁程度	无	100	轻度	80	中度	60	重度	0

②评价单元土地性质

对应所选择的评价指标,获得各个评价单元的具体状况,见表 9-4。

表 9-4 复垦土地参评单元土地性质表

评价单元	影响因子			
	地表坡度(°)	土层厚度(mm)	水分条件	损毁程度
露天采场边坡	75	0	雨水少,无水源保证	重度
露天采场平台	6	500	雨水少,无水源保证	重度
露天采场底场	6	600	雨水少,无水源保证	重度
露天采场底场	3	800	雨水少,无水源保证	重度
临时排土场	34	500	雨水少,无水源保证	重度
废渣堆边坡	10-30	500	雨水少,无水源保证	重度
废渣堆平台	6	500	雨水少,无水源保证	重度
矿山道路	6	300	雨水少,无水源保证	重度
矿山道路	3	800	雨水少,无水源保证	重度

③评价因子权重确定

评价指标体系的权重通过层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, 简称 AHP) 与专家决策相结合的方法赋值。即同一层次各元素关于上一层次中某一准则的重要性进行两两比较,按它们对于准则的相对重要性,采用两两比较的方法确定各个元素相应的权重,按比例标度检索表的比例标度对重要性程度赋值。

分析各因素之间的关系，通过 AHP 法，构建两两比较判断矩阵，可以获得矿山复垦土地适应性评价因子的判断矩阵(表 9.3-5)。

表 9.3-5 适应性评价因子判断矩阵

项目名称	地表坡度	覆土厚度	水分条件	损毁程度
地表坡度	1	2	3	3
覆土厚度	1/2	1	3/2	3/2
水分条件	1/3	2/3	1	1
损毁程度	1/3	2/3	1	1

由判断矩阵计算被比较元素对于该准则的相对权重，本方案采用方根法，即将判断矩阵的各个列向量采用几何平均，然后归一化，得到的列向量就是权重。具体公式如下：

1) 分别计算判断矩阵每一行元素的积 M_i ，公式为：

$$M_i = \prod_{j=1}^n b_{ij} (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9.3-2)$$

2) 分别计算各行的几何平均数 \bar{W} ，公式为：

$$\bar{W} = \sqrt[n]{M_i} (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9.3-3)$$

3) 对向量 $\bar{W} = (\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n)$ 作归一化处理，即求：

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{W}_i} (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9.3-4)$$

W_i 即为所求的各因子的权重系数， b 为各评价因子。

通过公式 (9.3-2) (9.3-3)、(9.3-4) 的计算，可以计算相对权重，确定权重后并通过、一致性检验，确定矿山适宜性评价因子权重，见表 9.3-6。

表 9.3-6 适宜性评价因子权重表

适宜性评价指标	地表坡度	覆土厚度	水分条件	损毁程度
权重	0.46	0.24	0.15	0.15

(6) 待复垦土地适宜性评价结果及复垦方向确定

①适宜性评价结果

根据公式(9.3-1)，将表 9-2、9-3、9-4、9-5、9-6 中的数据代入公式，可以获得每个评价单元对应林地评价及草地评价的得分，见表 9-7；通过对林地评价、草地评价各单元所得分值进行总体上定性分析及判断，确定各用地等级的分值范

围，见表 9-8。

表 9-7 适宜性评价因子得分表

项目名称	耕地评价	林地评价	草地评价
露天采场边坡	9	9	9
露天采场平台	60.2	74.2	79
露天采场底场(覆土 600mm)	60.2	74.2	79
露天采场底场(覆土 800mm)	74.2	79	79
临时排土场	23.4	51	69.8
废渣堆边坡	23.4	60.2	79
废渣堆平台	60.2	74.2	79
矿山道路(覆土 300mm)	45.8	69.4	74.2
矿山道路(覆土 800mm)	74.2	79	79

表 9-8 适宜性评价等级分值表

等级	耕地评价	林地评价	草地评价
一等地	>95	>90	>85
二等地	80~95	75~90	70~85
三等地	70~80	65~75	60~70
不适宜	<70	<65	<60

对比表 9-7 与表 9-8 的结果，可以得到评价单元的土地适宜性评价结果，见表 9-9。

表 9-9 土地适宜性评价结果表

评价单元	耕地评价	林地评价	草地评价
露天采场边坡	不适宜	不适宜	不适宜
露天采场平台	不适宜	三等地	二等地
露天采场底场(覆土 600mm)	不适宜	三等地	二等地
露天采场底场(覆土 800mm)	三等地	二等地	二等地
临时排土场	不适宜	不适宜	三等地
废渣堆边坡	不适宜	不适宜	二等地
废渣堆平台	不适宜	三等地	二等地
矿山道路(覆土 300mm)	不适宜	三等地	二等地
矿山道路(覆土 800mm)	三等地	二等地	二等地

②适宜性评价结果分析及复垦方案确定

1) 适宜性评价结果分析

由适宜性评价结果可知，露天采场边坡对耕地、林地和草地评价均为不适宜；露天采场平台及底场（覆土 600mm）、废渣堆平台、矿山道路（覆土 300mm）对耕地评价为不适宜、对林地评价为三等、对草地评价为二等；临时排土场对耕

地、林地评价为不适宜、对草地评价为三等；废渣堆边坡对耕地、林地评价为不适宜、对草地评价为二等；露天采场底场(覆土 800mm)、矿山道路(覆土 800mm)对耕地评价为三等、对林地评价为二等、对草地评价为二等。由此可知复垦区对于耕地不适宜，可复垦为耕地、林地或草地，但确定复垦方向还需考虑其他多方面的因素，以下分别进行分析。

2) 复垦方向影响因素分析

由以上适宜性评价可以获得评价对象各个复垦方向的适宜性，不同评价对象针对不同方向的适宜性水平存在一定的差异。但是，损毁区域的复垦是一项关系到复垦之后土地利用水平及区域经济、社会、环境情况的重要措施，因此确定复垦方向时不能够完全遵从适宜性评价的结果，还需要考虑社会发展、经济水平、环境保障、居民意愿等多方面的因素影响，需分别加以分析。

①项目区位置条件

矿山所处区域降雨量较小，距离居民点较远，因此，在确定复垦方向时考虑此因素。

②公众意愿

矿山管理及工作人员、当地百姓和其他部门等对于矿山损毁土地基本情况较为熟悉，对于复垦也有一定的了解。各方面的意见均认为恢复为耕地、林地、草地较好。

③区域生态环境及周围安全因素

露天采场为人为挖损产生，形成后对周围地形起伏影响比较大，且较为松散，较易发生水土流失，复垦应以增加地表植被覆盖度为主。

露天采场边坡经过采剥后表面均为石质，且坡度较大无法进行覆土种植，采取爬山虎等绿化措施。

3) 复垦方向确定

综合土地复垦适宜性评价与社会、经济、安全、民意等多方面因素，可以确定矿山土地复垦方向以恢复为林地、草地为主。根据对矿山适宜性评价结果及其他影响因素，可以获得各个评价单元的适宜复垦方向，见表 9-10。

表 9-10 土地复垦方向表

单元		复垦方向	面积 (hm ²)	植物
露天采场	边坡	裸岩石砾地 (1207)	2.90	爬山虎
	平台	灌木林地 (0305)	8.40	柠条、紫羊茅、白羊草
	底场	乔木林地 (0301)	1.71	油松、紫羊茅、白羊草
	底场	旱地 (0103)	0.65	-
临时排土场		灌木林地 (0305)	4.48	柠条、紫羊茅、白羊草
废渣堆	边坡	灌木林地 (0305)	2.80	柠条、紫羊茅、白羊草
	平台	灌木林地 (0305)	1.73	柠条、紫羊茅、白羊草
矿山道路		其他草地 (0404)	1.85	紫羊茅、白羊草
		旱地 (0103)	0.02	-
合计		—	24.54	—

二、水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

为能较准确地分析项目区水土资源平衡问题，按照本矿山复垦工程规划，对项目区进行水土资源平衡分析。由于项目区位于土石山区，无灌溉水源，因此复垦工程规划没有灌溉设施，不对水资源进行平衡分析研究，只对复垦区压占地等的覆土工程进行土源平衡分析。

2、土资源平衡分析

(1) 表土剥离

由于露天采场2和矿山道路破坏旱地，破坏前对旱地进行表土剥离，剥离厚度0.5m。露天采场2破坏旱地面积0.19hm²，剥离量950m³；矿山道路破坏旱地面积0.02hm²，剥离量100m³。剥离后表土堆放于废渣堆9上，堆置高度5m，占地面积0.03hm²，并对表土进行苫盖，待复垦回覆表土使用。

(2) 表土回覆及覆土

露天采场2底场复垦为旱地，面积0.65hm²，首先对底场进行覆土，覆土厚度0.7m，覆土后进行表土回覆，回覆厚度0.15m，回覆量950m³。

矿山道路原破坏旱地处首先进行覆土，覆土厚度0.3m，覆土后进行表土回覆，回覆面积0.02hm²，回覆厚度0.50m，剥离量100m³。

本项目设计覆土工程需土总量为10.747万m³，考虑中途5%运输损耗，共需土量约为11.28万m³。本方案涉及的覆土土资源全部来源于客土，所需客土参考市场价以20元/m³购买，包括运费及复垦取土场的义务和费用。用土平衡分析

详见表 9-11。

表 9-11 各项目用土平衡分析表

	项目名称	面积 (hm ²)	厚度 (m)	工程量 (万 m ³)
表土剥离	露天采场	0.19	0.50	0.095
	矿山道路	0.02	0.50	0.010
表土回覆	露天采场 2 底场	0.65	0.15	0.095
	矿山道路	0.02	0.50	0.010
覆土	露天采场边坡	2.90	0.00	0.000
	露天采场平台	8.40	0.50	4.200
	露天采场 1 底场	1.71	0.60	1.026
	露天采场 2 底场	0.65	0.70	0.455
	废渣堆平台	1.73	0.50	0.865
	废渣堆边坡	2.80	0.50	1.400
	临时排土场	4.48	0.50	2.240
	矿山道路	1.87	0.30	0.561
合计		24.54		10.747

三、土地复垦质量要求

依据矿区生态环境的实际情况，考虑复垦土地的利用方式、生态重建、选种植物生长条件等因素，明确各类土地的复垦质量要求，以及配套工程设施达到的标准。针对露天采场、排土场、废渣堆及矿山道路的复垦植被，复垦后安排 3 年植被管护期。

1、耕地复垦标准

- 1) 复垦后土地类型为耕地，田面坡度 $\leq 3^\circ$ ；
- 2) 土层厚度 $\geq 0.80\text{m}$ ，耕层厚度不得小于 0.30m ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为壤土至粘壤土；
- 3) 复垦后耕作层土壤有机质含量不低于 5g/kg ，pH 值 $6.0\sim 8.5$ ，砾石含量 $\leq 10\%$ ；
- 4) 五年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

2、林地复垦标准

- 1) 地面平整、坡度小于 6°
- 2) 采取坑栽，乔木坑内需放 $\geq 60\text{cm}$ 客土，灌木坑内需放 $\geq 50\text{cm}$ 客土。土中无直径大于 7.0cm 的石块；

- 3) 选择适合当地种植的乡土树种和抗逆性能好的树种;
- 4) 实行乔、草套种混播; 实行灌、草套种混播;
- 5) 三年后植树成活率 85%以上, 郁闭度 0.40 以上, 五年后林木生产量逐步达到本地区相当地块的生长水平。

3、草地复垦标准

- 1) 草种: 选择当地适生、抗旱、抗贫瘠优良草种;
- 2) 防治病、虫害措施, 有防治退化措施;
- 3) 三年后牧草覆盖率 70%以上, 单位面积载畜量接近当地天然草地的生产水平。

4、边坡复垦标准

- 1) 露天采场边坡稳定, 栽植爬山虎绿化, 有控制水土流失措施;
- 2) 三年后爬山虎成活率达到 85%以上。

第四部分 矿山环境保护与土地复垦

第十章 矿山环境保护与土地复垦目标、任务及年度计划

第一节 矿山环境保护与土地复垦原则、目标、任务

一、分区原则及方法

分区依据：矿山规划功能区域界限、地质环境问题类型、分布及影响范围。

分区原则：因地制宜、遵守规范、安全第一的原则。

分区方法及结果：分为重点防治区和一般防治区两个级别。

表 10-1 评估区矿山环境保护与恢复治理分区表

分区代号	分布范围	面积 (hm ²)	百分比 (%)	主要防治措施
I	露天采场 1	11.61	19.32	布设警示牌、截水沟、边坡稳定性监测、清理危岩、覆土、平整、植被种植。
	露天采场 2	2.05	3.41	布设警示牌、截水沟、边坡稳定性监测、清理危岩、覆土、平整、植被种植、恢复耕地。
	临时排土场	4.48	7.46	布设警示牌、截水沟、拦渣坝、覆土、植被种植。
	废渣堆 1	0.71	1.18	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 2	0.47	0.78	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 3	0.22	0.37	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 4	0.57	0.95	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 5	0.15	0.25	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 6	0.62	1.03	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 7	0.67	1.11	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 8	0.41	0.68	覆土、平整、植被种植。
	废渣堆 9	0.71	1.18	覆土、平整、植被种植。
	矿山道路	1.87	3.11	覆土、平整、植被种植、恢复耕地。
III	除以上区域以外其他区域	35.56	59.17	地质环境保护,减少采矿活动的破坏及影响范围

二、分区评述

根据现状评估、预测评估结果,充分考虑对人居环境影响,将评估区划分为重点防治区 (I) 和一般防治区 (III), 重点防治区划分为 13 个亚区, 分区特征如下:

1、重点防治区 (I)

分布范围为露天采场 1、露天采场 2、临时排土场、废渣堆 1、废渣堆 2、废渣堆 3、废渣堆 4、废渣堆 5、废渣堆 6、废渣堆 7、废渣堆 8、废渣堆 9、矿山道路，面积 24.54hm²。该区划分为 13 个亚区，分别为 I1、I2、I3、I4、I5、I6、I7、I8、I9、I10、I11、I12、I13。

(1) I1 亚区：分布范围为露天采场 1，面积 11.61hm²。地质环境问题主要为露天采场边坡崩塌地质灾害、破坏地形地貌景观和采矿损毁土地。

防治措施：布设警示牌、露天采场周边布设截水沟、边坡清理危岩及监测，防止边坡崩塌掉块；逐步对露天采场以植物措施为主的恢复治理；边坡稳定性监测贯穿于整个采矿过程。

(2) I2 亚区：分布范围为露天采场 2，面积 2.05hm²。地质环境问题主要为露天采场边坡崩塌地质灾害、破坏地形地貌景观和采矿损毁土地。

防治措施：布设警示牌、露天采场周边布设截水沟、边坡清理危岩及监测，防止边坡崩塌掉块；逐步对露天采场以植物措施为主的恢复治理；边坡稳定性监测贯穿于整个采矿过程。

(3) I3 亚区：分布范围为临时排土场，面积 4.48hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观、采矿损毁土地。

防治措施：采取布设警示牌、设置设置拦渣坝及截水沟、覆土、植被种植，恢复土地功能。

(4) I4 亚区：分布范围为废渣堆 1，面积 0.71hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：种植植物及恢复土地使用功能。

(5) I5 亚区：分布范围为废渣堆 2，面积 0.47hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(6) I6 亚区：分布范围为废渣堆 3，面积 0.22hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(7) I7 亚区：分布范围为废渣堆 4，面积 0.57hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(8) I8 亚区：分布范围为废渣堆 5，面积 0.15hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(9) I9 亚区：分布范围为废渣堆 6，面积 0.62hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(10) I10 亚区：分布范围为废渣堆 7，面积 0.67hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(11) I11 亚区：分布范围为废渣堆 8，面积 0.41hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(12) I12 亚区：分布范围为废渣堆 9，面积 0.71hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

(13) I13 亚区：分布范围为矿山道路，面积 1.87hm²。地质环境问题主要为破坏地形地貌景观、采矿损毁土地。

防治措施：覆土、种植植物及恢复土地使用功能。

2、一般防治区(III)

分布范围为评估区内除重点防治区以外区域，面积 35.56hm²。该区采矿活动影响小，采矿活动引发地质灾害危险性小，对含水层影响较轻、地形地貌景观、土地资源影响较轻。

主要防治措施：①加强对区内植被的保护，避免、减少采矿活动对区内地形地貌、土地资源的影响，②监测采矿活动对区内地形地貌、土地资源的影响。评估区矿山环境防治分区见图10-1，评估区矿山环境保护与恢复治理分区说明见表10-2。

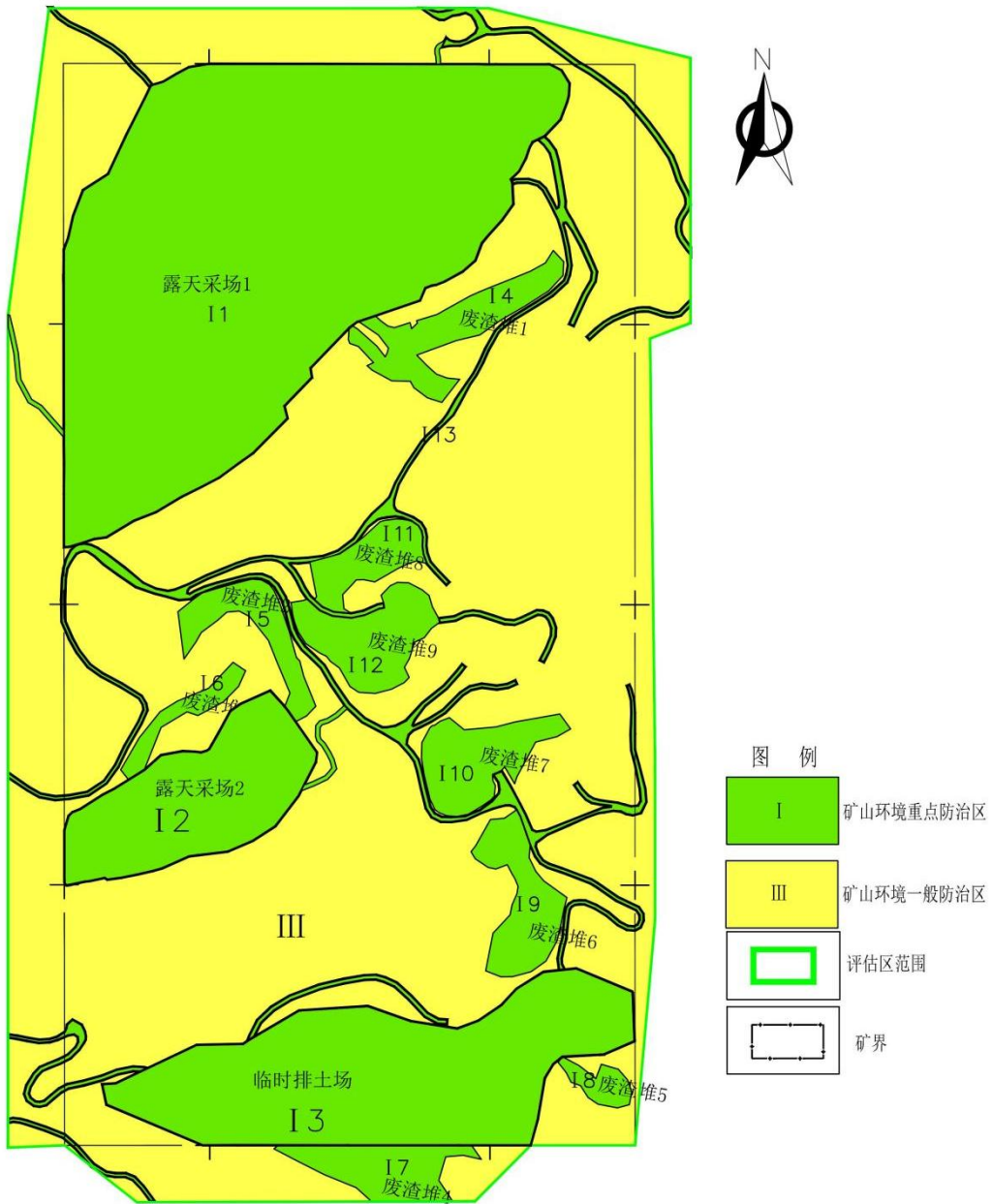


图 10-1 矿山地质环境防治分区图

表 10-2 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区名称	亚区编号	分布位置	面积 (hm ²)	主要地质环境问题及其影响或破坏程度				防治措施
				地质灾害	含水层	地形地貌景观	损毁土地	
重点防治区 (I)	I1	露天采场 1	11.61	较严重	较轻	严重	严重	布设警示牌、截水沟、边坡稳定性监测、清理危岩、覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能
	I2	露天采场 2	2.05	较严重	较轻	严重	较严重	
	I3	临时排土场	4.48	较轻	较轻	严重	较严重	布设警示牌、设置拦渣坝及截水沟、覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I4	废渣堆 1	0.71	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I5	废渣堆 2	0.47	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I6	废渣堆 3	0.22	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I7	废渣堆 4	0.57	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I8	废渣堆 5	0.15	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I9	废渣堆 6	0.62	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I10	废渣堆 7	0.67	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I11	废渣堆 8	0.41	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I12	废渣堆 9	0.71	较轻	较轻	严重	较轻	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
	I13	矿山道路	1.87	较轻	较轻	严重	较严重	覆土、平整、植被种植, 恢复土地功能。
一般防治区 (III)		其他区域	35.56	较轻	较轻	较轻	较轻	①加强对区内植被的保护, 避免、减少采矿活动对区内地形地貌、土地资源的影响, ②监测采矿活动对区内地形地貌、土地资源的影响

三、矿山环境保护与土地复垦原则、目标、任务

1、矿山地质环境保护原则、目标、任务

(1) 原则

- ①遵循“以人为本, 确保人居环境的安全”的原则。
- ②坚持“预防为主、防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”、“因地制宜, 边开采边治理”的原则。
- ③坚持“谁开发谁保护, 谁破坏谁治理, 谁投资谁受益”的原则。
- ④坚持矿山地质环境保护与恢复治理工作贯穿于矿产资源开发全过程的原

则。

⑤坚持“技术可行，经济合理”的原则。

⑥“多种措施并用，综合治理”的原则。

⑦坚持“总体部署，分期治理”、“先设计后施工”的原则。

(2) 目标

依据矿山地质环境保护与恢复治理原则，在矿山建设、开采的全过程都进行矿山地质环境保护与恢复治理工作，采取有效的措施保护矿山地质环境，把矿产资源开发对矿山地质环境的影响、破坏降到最低限度，实现矿产资源开发与矿山地质环境的协调发展。

通过开展矿山环境保护与恢复治理，消除采矿活动形成的露天采场等引发的地质灾害或地质灾害隐患，避免采矿活动引发地质灾害造成人员伤亡及经济损失。

通过开展矿山地质环境治理恢复，使采矿活动形成的露天采场、排土场、废渣堆、矿山道路等破坏的植物得到基本恢复，待恢复土地总面积24.54hm²，实际恢复土地面积21.64hm²，本次土地恢复率为88.18%。

保障在采矿活动中，加强地质环境的保护，合理治理恢复地质环境，防治地质灾害，减轻灾害损失，保障人民生命财产安全，促进经济的可持续发展和社会进步，实现经济效益、资源效益和环境效益的统一。具体要达到以下目标：

①地质灾害防治：矿区地质灾害及隐患得到有效防治，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡，地质灾害防治率达到100%。

②地形地貌景观恢复：恢复其地形地貌景观。

③开展矿山环境监测工程，对评估区采矿可能引发崩塌、滑坡地质灾害的隐患点，采取崩塌、滑坡监测措施；对评估区现状存在及采矿对含水层的影响和破坏，采取含水层监测措施；对采矿引发地形地貌景观的影响和破坏，采取地形地貌景观监测工程。上述监测工程监测率均应达到100%，为矿山环境保护与恢复治理提供基础资料。

④通过矿山环境恢复治理工程的逐步实施，矿区生态环境破坏趋势得到有效控制，环境质量得以改善，逐步建设成为环境优美、人居和谐的综合整治示范矿区。

(3) 任务

露天采场1的治理设计：对露天采场1边坡进行危岩清理，消除安全隐患，布设警示牌、边坡顶部布置监测点48个，进行地质灾害监测；露天采场1周边设置截水沟、平台外侧设挡土埂；对露天采场1恢复地形地貌，其中底场恢复为乔木林地，面积1.71hm²，平台恢复为灌木林地，面积7.58hm²，边坡坡脚处栽植爬山虎，边坡长9148m。

露天采场2的治理设计：对露天采场2边坡进行危岩清理，消除安全隐患，布设警示牌、边坡顶部布置监测点20个，进行地质灾害监测；露天采场2周边设置截水沟、平台外侧设挡土埂；对露天采场2恢复地形地貌，其中底场恢复为旱地，面积0.65hm²，平台恢复为灌木林地，面积0.82hm²，边坡坡脚处栽植爬山虎，边坡长2376m。

临时排土场的治理设计：排土场布设警示牌、设置截水沟、底部设置拦渣坝；恢复为灌木林地，面积为4.48hm²。

废渣堆的治理设计：恢复为灌木林地，总面积为4.53hm²，其中废渣堆1面积0.71hm²、废渣堆2面积0.47hm²、废渣堆3面积0.22hm²、废渣堆4面积0.57hm²、废渣堆5面积0.15hm²、废渣堆6面积0.62hm²、废渣堆7面积0.67hm²、废渣堆8面积0.41hm²、废渣堆9面积0.71hm²。

矿山道路的治理设计：矿山道路恢复为其他草地和旱地，面积分别 1.85hm²、0.02hm²。

2、土地复垦原则、目标、任务

(1) 原则

①因地制宜原则

土地复垦工程设计针对特定的损毁土地区域进行，地域性特点强，因此进行工程设计之前，必须充分认识到矿区土地特性、经济条件以及土地损毁规律，从而因地制宜的确定土地复垦规划方案。

②生态效益优先

项目开采所产生的露天采场、临时排土场、废渣堆及矿山道路对地表损毁形式为完全损毁，损毁之前生态环境良好，因此应以恢复生态环境为首要目标，对于树种、草种的选择要充分考虑其生态适宜性。

③种植施工流程图

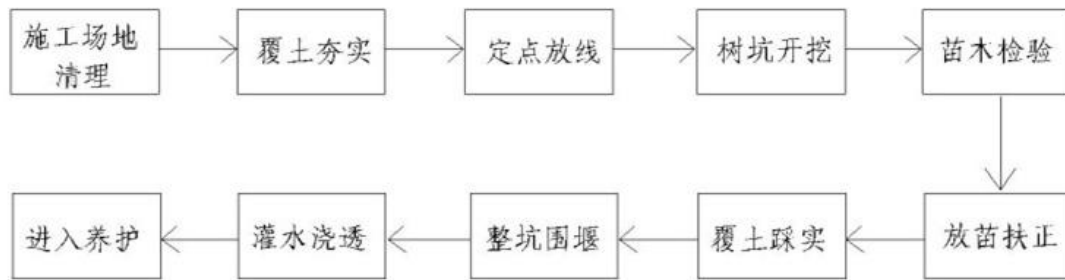


图 10-2 种植施工流程图

(2) 目标任务

本次矿山土地复垦责任范围面积为 24.54hm²，复垦后土地类型为旱地、乔木林地、灌木林地、其他草地、裸岩石砾地，面积分别为 0.67hm²、1.71hm²、17.41hm²、1.85hm²、2.90hm²。本次土地恢复率为 88.18%，复垦前后土地利用结构调查表参见表 10-3。

表 10-3 复垦前后土地利用结构调查表

级地类	二级地类	面积 (hm ²)		变幅 (%)	
		复垦前	复垦后		
01	耕地	0103 旱地	0.21	0.67	1.87
		小计	0.21	0.67	1.87
03	林地	0301 乔木林地		1.71	6.97
		0305 灌木林地	0.30	17.41	69.72
		0307 其他林地	0.45		-1.83
		小计	0.75	18.97	74.86
04	草地	0404 其他草地	12.16	1.85	-42.01
		小计	12.16	1.85	-42.01
06	工矿用地	0602 采矿用地	10.71		-43.64
		小计	10.71		-43.64
10	交通运输用地	1006 农村道路	0.26		-1.06
		小计	0.26		-1.06
12	其他土地	1203 田坎	0.03		-0.12
		1207 裸岩石砾地		2.90	11.82
		1208 后备耕地	0.42		-1.71
		小计	0.45	2.90	9.98
合计			24.54	24.54	0.00

3、矿山生态环境保护原则、目标、任务

(1) 原则

生态优先，源头预防原则：将生态保护红线作为矿山开发不可逾越的底线，在规划、设计、建设、生产、闭坑等全过程中，优先采用避让、减缓措施，从源

头上控制生态环境破坏。

系统治理，自然恢复为主原则：遵循“山水林田湖草沙是生命共同体”的理念，统筹矿区地形地貌、水文、土壤、植被的协同修复，优先采用自然恢复和辅助再生等近自然修复模式，提升生态系统稳定性和服务功能。

“边开采、边修复”，动态平衡原则：建立“开采-破坏-修复-监测”的动态管理流程，确保在空间上，新增生态破坏区域不超过同期完成修复的区域；在时间上，闭坑前完成全部历史欠账治理，实现生态破坏与修复的动态平衡。

损害担责，终身负责原则：严格执行“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的法律要求，落实矿山企业生态修复的主体责任和终身责任。

科学修复，经济可行原则：修复措施必须基于详细的现状调查与科学的评估预测，因地制宜，确保技术可行、经济合理、效果持久。

(2) 目标

①总体目标

通过生态恢复治理工程的逐步实施，到闭矿，矿区生态环境破坏趋势得到有效控制，环境质量得以改善，逐步建设成为环境优美、人居和谐的综合整治示范矿区。

②阶段目标

表10-4 生态环境恢复治理阶段目标

序号	指标名称	现状%	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
1	露天采场 1	现状采场面积为 0.23hm ²	截水沟 1520m, 2 根涵管, 总长 10m	治理 1590m、1580m、1570m、1560m 平台及边坡, 平台面积 0.62hm ² , 修筑挡土坝 1426m, 边坡栽植爬山虎长 1426m, 植被恢复率 5.34%, 成活率≥85%。	治理 1550m、1540m 平台及边坡, 平台面积 0.90hm ² , 修筑挡土坝 1776m, 边坡栽植爬山虎长 1776m, 植被恢复率 7.75%, 成活率≥85%。	治理 1530m 平台及边坡, 平台面积 0.88hm ² , 修筑挡土坝 936m, 边坡栽植爬山虎长 936m, 植被恢复率 7.58%, 成活率≥85%。	治理 1520m 平台及边坡, 平台面积 0.82hm ² , 修筑挡土坝 810m, 边坡栽植爬山虎长 810m, 植被恢复率 7.06%, 成活率≥85%。
2	现状废渣堆	现状面积为 5.04hm ²	-	洒水	洒水	洒水	洒水
3	临时排土场	-	修筑 22m 长拦渣坝、布设截水沟 610m	洒水	洒水	洒水	洒水

序号	指标名称	现状%	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
4	矿山道路	限制超载超速、采用篷布遮盖,洒水降尘	洒水	洒水	洒水	洒水	洒水

服务期满后, 植被恢复率 88.18%; 林草覆盖率 70%以上, 接近周边自然生态系统水平; 水土流失治理度达到 100%; 土壤侵蚀模数控制在 $5000t/km^2 \cdot a$ 以下, 达到中度侵蚀以下水平; 植被成活率: 三年后成活率不低于 85%。

(3) 任务

根据《矿山生态环境保护与恢复治理方案(规划)》编制规范(试行)(HJ652-2013)及矿山企业生态破坏与环境污染状况现状调查、评价与预测确定, 按照重点治理区和一般治理区进行分区。确定保护恢复治理区如下表10-5。

表 10-5 生态环境保护与恢复治理分区

序号	治理分区	主要任务
1	露天采场 1	周边修筑及修复截水沟 1520m, 2 根涵管, 总长 10m; 终了平台覆土厚 50cm、覆土量 3.79 万 m^3 , 人工平 7.58 hm^2 , 平台外侧修筑挡土埂 8487m, 恢复灌木林地, 面积 1.71 hm^2 ; 底场覆土 60cm、覆土量 1.026 万 m^3 , 推土机平土 1.026 万 m^3 , 恢复为乔木林地, 面积 1.71 hm^2 ; 边坡脚栽植爬山虎, 长 9148m。
2	露天采场 2	周边修筑及修复截水沟 683m, 2 根涵管, 总长 10m; 表土剥离面积 0.19 hm^2 , 剥离厚度 50cm, 剥离量 950 m^3 , 临时堆置于废渣堆 9 上, 并进行苫盖; 终了平台覆土厚 50cm、覆土量 0.41 万 m^3 , 人工平 0.82 hm^2 , 平台外侧修筑挡土埂 1896m, 恢复灌木林地, 面积 0.82 hm^2 ; 底场废渣回填厚 7m, 回填量 4.55 万 m^3 , 覆土厚 70cm, 覆土量 0.455 万 m^3 , 覆土后进行表土回覆, 回覆厚 0.15m, 回覆量 950 m^3 , 覆土及表土回覆后采用推土机平整, 平整工程量 0.55 万 m^3 ; 边坡脚栽植爬山虎, 长 2376m。
3	临时排土场	修筑及修复截水沟 610m, 底部修筑拦渣坝 22m, 覆土厚 0.5m, 覆土量 2.24 万 m^3 , 人工平土 4.48 hm^2 , 挖鱼鳞坑 44800 个, 恢复灌木林地面积 4.48 hm^2 。
4	废渣堆	平台覆土厚 50cm, 覆土量 0.865 万 m^3 , 推土机平整 0.865 万 m^3 , 恢复灌木林地 1.73 hm^2 ; 边坡覆土厚 50cm, 覆土量 1.40 万 m^3 , 人工平土 2.80 hm^2 , 挖鱼鳞坑 28000 个, 恢复灌木林地 2.80 hm^2 。
5	矿山道路	表土剥离面积 0.02 hm^2 , 剥离厚 50cm, 剥离量 100 m^3 ; 覆土厚 0.3m, 覆土量 0.561 万 m^3 , 其中 0.02 hm^2 在覆土后进行表土回覆, 恢复厚 0.5m, 回覆量 0.01 万 m^3 , 覆土及表土回覆后采用推土机平整 0.571 万 m^3 , 恢复旱地 0.02 hm^2 , 恢复其他草地 1.85 hm^2 。

第二节 矿山环境保护与土地复垦年度计划

一、矿山地质环境保护年度计划

1、依据矿山环境问题类型和矿山环境保护、恢复治理分区结果及目标、任务，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，结合矿山服务年限，矿山环境保护与恢复治理工作布署计划如下：

该矿山布设监测点 68 个，布置警示牌 9 块。警示牌尺寸为 1m*0.5m，标语：采矿生产区，危险，闲人请勿靠近。露天采场 1 布设 4 块警示牌、露天采场 2 布设 4 块警示牌、临时排土场布置 1 块警示牌，（1）露天采场 1 周边修筑及修复截水沟 1520m，2 根涵管，总长 10m，平台治理为灌木林地，面积为 7.58hm²，底场治理为乔木林地，面积为 1.71hm²，边坡面积 2.47hm²，长度 9148m，边坡栽植爬山虎。（2）露天采场 2 周边修筑及修复截水沟 683m，2 根涵管，总长 10m，平台治理为灌木林地，面积为 0.82hm²，底场回填废渣、压实后治理为旱地，面积为 0.65hm²，边坡面积 0.58hm²，长度 2376m，边坡栽植爬山虎。（3）临时排土场修筑及修复截水沟 610m，底部修筑拦渣坝 22m，边坡整形、压实后治理为灌木林地，面积 4.48hm²。（4）废渣堆治理为灌木林地，面积 4.53hm²，边坡压实。（5）矿山道路治理为其他草地和旱地，面积分别为 1.85hm²、0.02hm²。

第一年：

1、成立专门矿山地质环境管理机构，以矿山主要领导为组长，生产、技术、财务 负责人为主要成员的管理机构，落实矿山环境保护与土地复垦设备、资金，编制防治 方案、应急预案，责任到人，确保各项治理工作落实到位。

2、建立监测系统，配备必要的仪器设备，设置专人监测区内采场等存在地质灾害隐患地段稳定情况，设立警示标志。

3、露天采场1：布设截水沟1520m，2根涵管，总长10m，布设4块警示牌，1590m、1580m、1570m、1560m边坡清理危岩，清理长度分别为201m、260m、277m、688m；1590m、1580m、1570m、1550m边坡顶部各布置1个监测点，1560m边坡布置3个监测点。

4、临时排土场布设1块警示牌、底部修筑22m长拦渣坝、布设截水沟610m。

5、废渣堆压实。

6、截水沟修复。

第二年:

1、露天采场1: 1550m边坡顶部布置4个监测点, 1540m边坡顶部布置5个监测点, 1530m边坡顶部布置2个监测点, 1550m、1540边坡清理危岩, 清理长度分别为870m、906m。

2、露天采场1: 1590m、1580m、1570m、1560m平台治理为灌木林地, 面积分别为0.08hm²、0.10hm²、0.17hm²、0.27hm², 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长分别为201m、260m、277m、688m。

3、截水沟修复。

第三年:

1、露天采场 1: 1530m、1520m 边坡顶部各布置 3 个监测点, 1530m 边坡清理危岩, 清理长度为 936m。

2、露天采场1: 1550m、1540m平台治理为灌木林地, 面积分别为0.35hm²、0.55hm²; 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长分别为870m、906m。

3、截水沟修复。

第四年:

1、露天采场1: 1520边坡顶部布置1个监测点, 1510边坡顶部布置4个监测点, 1520m边坡清理危岩, 清理长度为810m。

2、露天采场1: 1530m平台治理为灌木林地, 面积为0.88hm²; 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长936m。

3、截水沟修复。

第五年:

1、露天采场1: 1510边坡顶部布置2个监测点, 1500边坡顶部布置5个监测点, 1510m、1500m边坡清理危岩, 清理长度分别为920m、906m。

2、露天采场1: 1520m平台治理为灌木林地, 面积为0.82hm²; 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长810m。

3、截水沟修复。

二、土地复垦年度计划

本方案设计两个复垦阶段, 具体安排如下:

第一复垦阶段: (五年)

1、2027年复垦露天采场1: 1590m、1580m、1570m、1560m平台及边坡。

2、2028年复垦露天采场1：1550m、1540m平台及边坡，监测管护2027年复垦植被。

3、2029年复垦露天采场1：1530m平台及边坡，监测管护2027、2028年复垦植被。

4、2030年复垦露天采场1：1520m平台及边坡，监测管护2027、2028、2029年复垦植被。

5、2031年复垦露天采场1：1510m、1500m平台及边坡，监测管护第2028、2029、2030年复垦植被。

第二复垦阶段：（六年）

6、2032年复垦露天采场1：1490m平台及边坡，监测管护2029、2030、2031年复垦植被。

7、2033年复垦露天采场1：1480m平台及边坡，监测管护2030、2031、2032年复垦植被。

8、2034年复垦露天采场1：1470m平台及边坡，露天采场2：1510m、1500m、1490m、1480m、1470m、1460m、1449m平台及边坡，废渣堆1-9，临时排土场、矿山道路，监测管护2031、2032、2033年复垦植被。

9、2035年监测管护2032、2033、2034年复垦植被。

10、2036年监测管护2033、2034年复垦植被。

11、2037年监测管护2034年复垦植被。

各年度复垦工程是按矿山现状和本方案开发利用方案部分设计的生产规模、采剥进度和位置、台阶宽度高度边坡角规划的，如年度实际开采情况（停产、年产量不足、采剥位置及进度、开采台阶宽度高度边坡角等采矿要素）与本方案开发利用方案部分不一致，则根据实际情况顺延或以实际损毁面积复垦，如果采场需继续采剥，则该年度采场不采取植物措施。

三、矿山生态环境保护年度计划

矿山环境治理方案实施工作计划如下。

（1）2026年实施计划：

①持续开展大气污染、水污染物、固体废物、噪声污染治理工程；

②对环境空气、噪声、固体废弃物、水污染进行监测。

③露天采场1布设截水沟1520m，2根涵管，总长10m；临时排土场底部修筑22m长拦渣坝、布设截水沟610m。

④矿山道路路面定期洒水降尘，限制矿用车辆行驶速度。

(2) 2027年实施计划：

①持续开展大气污染、水污染物、固体废物、噪声污染治理工程；

②对环境空气、噪声、固体废弃物、水污染进行监测。

③露天采场1：1590m、1580m、1570m、1560m平台治理为灌木林地，面积分别为0.08hm²、0.10hm²、0.17hm²、0.27hm²，边坡坡脚栽植爬山虎，边坡长分别为201m、260m、277m、688m。

④矿山道路路面定期洒水降尘，限制矿用车辆行驶速度。

(3) 2028年实施计划：

①持续开展大气污染、水污染物、固体废物、噪声污染治理工程；

②对环境空气、噪声、固体废弃物、水污染进行监测。

③露天采场1：1550m、1540m平台治理为灌木林地，面积分别为0.35hm²、0.55hm²；边坡坡脚栽植爬山虎，边坡长分别为870m、906m。

④矿山道路路面定期洒水降尘，限制矿用车辆行驶速度。

(4) 2029年实施计划：

①持续开展大气污染、水污染物、固体废物、噪声污染治理工程；

②对环境空气、噪声、固体废弃物、水污染进行监测。

③露天采场1：1530m平台治理为灌木林地，面积为0.88hm²；边坡坡脚栽植爬山虎，边坡长936m。

④矿山道路路面定期洒水降尘，限制矿用车辆行驶速度。

(5) 2030年实施计划：

①持续开展大气污染、水污染物、固体废物、噪声污染治理工程；

②对环境空气、噪声、固体废弃物、水污染进行监测。

③露天采场1：1520m平台治理为灌木林地，面积为0.82hm²；边坡坡脚栽植爬山虎，边坡长810m。

④矿山道路路面定期洒水降尘，限制矿用车辆行驶速度。

(6) 2031年-闭矿：

①露天采场 1: 1510m、1500m、1490m、1480m 平台治理为灌木林地, 面积 4.36hm², 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长 3539m; 1470m 平台治理为乔木林地, 面积 1.71hm², 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长 661m。

②露天采场 2: 布设截水沟 683m, 2 根涵管, 总长 10m; 1520m、1510m、1500m、1490m、1480m、1470m、1460m 治理为灌木林地, 面积 0.82hm², 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长 1896m; 露天采场底场回填废渣、压实后治理为旱地, 面积 0.65hm², 边坡坡脚栽植爬山虎, 边坡长 480m。

③废渣堆 1-9 治理为灌木林地, 面积 4.53hm², 边坡压实; 临时排土场边坡整形、压实后治理为灌木林地, 面积 4.48hm²; 矿山道路治理为旱地和其他草地, 面积分别为 0.02hm²、1.85hm²。

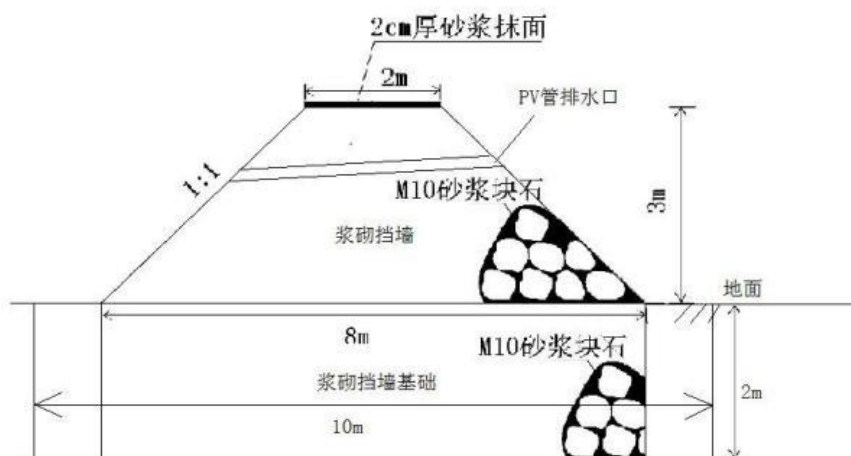


图 10-3 排土场拦渣坝断面图

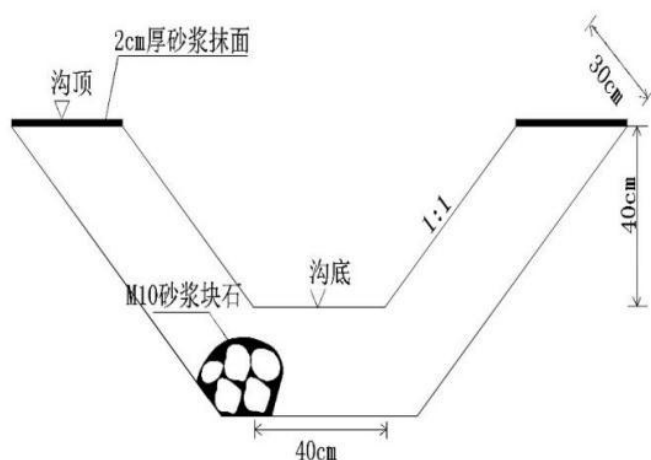


图 10-4 露天采场截水沟断面图

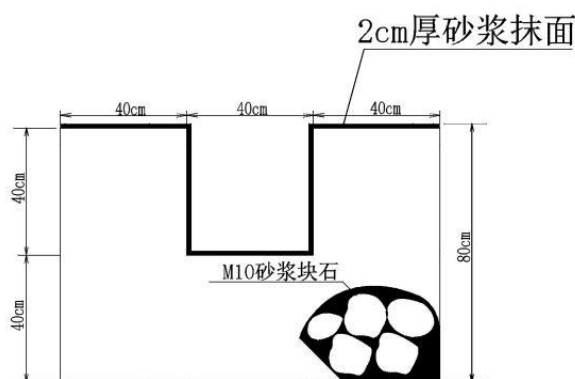


图 10-5 排土场截水沟断面图

第十一章 矿山环境保护与土地复垦工程

第一节 地质灾害防治工程

本矿地质灾害（隐患）主要为露天采场边坡崩塌隐患，本次地质灾害治理工程的目标任务是通过地质灾害监测、设置警示牌、清理危岩、修筑及修复截水沟等措施，消除可能的崩塌地质灾害造成人员伤亡及经济损失。

一、露天采场 1 边坡地质灾害防治措施

1、工程名称：露天采场 1 边坡崩塌治理工程

2、工程范围：露天采场 1 边坡

3、技术方法：设置监测点、警示牌、清理危岩、修筑及修复截水沟

4、工程量：露天采场 1 边坡顶部布设 48 个监测点；布设警示牌 4 块；清理危岩边坡长约 9148m（1590m 边坡 201m、1580m 边坡 260m、1570m 边坡 277m、1560m 边坡 688m、1550m 边坡 870m、1540m 边坡 906m、1530m 边坡 936m、1520m 边坡 810m、1510m 边坡 920m、1500m 边坡 906m、1490m 边坡 852m、1480m 边坡 861m、1470m 边坡 661m），1 延米清理危岩量约 1m^3 ，工程量 9148m^3 ；修筑及修复截水沟 610m，2 根涵管，总长 10m。

二、露天采场 2 边坡地质灾害防治措施

1、工程名称：露天采场 2 边坡崩塌治理工程

2、工程范围：露天采场 2 边坡

3、技术方法：设置监测点、警示牌、清理危岩、修筑及修复截水沟、底场回填废渣及压实

4、工程量：露天采场 2 边坡顶部布设 20 个监测点；布设警示牌 4 块；清理危岩边坡长约 2376m（1510m 边坡 109m、1500m 边坡 205m、1490m 边坡 271m、1480m 边坡 356m、1470m 边坡 476m、1460m 边坡 476m、1449m 边坡 480m），1 延米清理危岩量约 1m^3 ，工程量 2376m^3 ；修筑及修复截水沟 683m，2 根涵管，总长 10m；底场回填废渣面积 0.65hm^2 ，厚度 7m，回填量 4.55 万 m^3 ，压实量 3.8235 万 m^3 。

三、临时排土场边坡地质灾害防治措施

1、工程名称：临时排土场边坡泥石流治理工程

2、工程范围：临时排土场

3、技术方法：布设警示牌、修筑及修复截水沟、底部垒砌拦渣坝、边坡整形及压实。

4、工程量：布设 1 块警示牌、修筑及修复截水沟长 610m、拦渣坝 22m、边坡面积 4.48hm²，按 0.5m 厚进行整形，整形工程量 2.24 万 m³，压实量 2.24 万 m³。

四、废渣堆边坡地质灾害防治措施

1、工程名称：废渣堆治理工程

2、工程范围：废渣堆

3、技术方法：压实。

4、工程量：废渣堆面积 4.53hm²，压实厚度 0.5m，压实量 2.2650 万 m³。

第二节 含水层破坏防治及矿区饮水解困工程

采矿活动对含水层影响较轻，本方案不对含水层采区治理工程。

第三节 地形地貌景观保护与恢复工程

一、露天采场恢复治理工程

工程名称：露天采场恢复治理工程

工程范围：露天采场

技术方法：露天采场平台及边坡

技术方法：对露天采场覆土和复垦治理。

工程量：详见本方案土地复垦工程量测算章节。

二、排土场恢复治理工程

工程名称：临时排土场恢复治理工程

工程范围：临时排土场

技术方法：对临时排土场覆土和复垦治理。

工程量：详见本方案土地复垦工程量测算章节。

四、废渣堆恢复治理工程

工程名称：废渣堆恢复治理工程

工程范围：废渣堆

技术方法：对废渣堆覆土和复垦治理。

工程量：详见本方案土地复垦工程量测算章节。

五、矿山道路恢复治理工程

工程名称：矿山道路恢复治理工程

工程范围：矿山道路

技术方法：对矿山道路覆土和复垦治理。

工程量：详见本方案土地复垦工程量测算章节。

第四节 土地复垦工程与土地权属调整方案

一、土地复垦工程

本方案设计对象为露天采场、临时排土场、废渣堆和矿山道路，本方案需针对复垦对象的特点分别进行设计。

1、工程量设计

(1) 露天采场工程设计

1) 表土剥离工程设计

露天采场2开采前，对破坏的旱地首先进行表土剥离，剥离面积0.19hm²，厚度0.5m，剥离后表土堆放于废渣堆9上，堆置高度5m，并对表土进行苫盖，待复垦回覆表土使用。

2) 覆土及表土恢复工程设计

露天采场底场、平台选择客土种植，所需客土由矿方（甲方）和山西春阳生物科技股份有限公司（乙方）商议，以20元/m³购买，乙方承担运费及复垦取土场的义务和费用。平台覆土厚度0.5m，覆土后采用人工平土；露天采场1底场覆土厚度0.6m，露天采场2底场覆土厚度0.7m，表土回覆厚度0.15m，覆土及表土回覆后采用推土机平整；边坡不覆土。

露天采场平台外侧修筑挡土埂，露天采场1挡土埂长8487m，露天采场2

挡土埂长 1896m，顶宽 0.3m，底宽 0.5m，高 0.4m。修筑挡土埂前，对挡土埂下覆土压实。

本次设计露天采场平台覆土后，边坡采取坡脚开挖种植沟，种植沟宽 0.5m，深 0.3m，种植爬山虎进行绿化的方式恢复植被，不需进行覆土设计。

3) 植被种植工程设计

露天采场1底场复垦为乔木林地，选择乔、草混合种植，乔木种植油松，油松高70cm，株行距2.0×3.0m，带土球栽植，土球直径30cm，种植穴规格为80×80×60cm。栽植坑之间的空地撒播紫羊茅、白羊草，增加地表植被覆盖率。紫羊茅、白羊草采取撒播方式种植，播种量为120kg/hm²。

露天采场2底场复垦为旱地。

露天采场平台复垦为灌木林地，选择灌、草混合种植，灌木种植柠条，株行距1.0×1.0m，种植穴规格为50×50×50cm；栽植坑之间的空地撒播紫羊茅、白羊草，增加地表植被覆盖率，紫羊茅、白羊草采取撒播方式种植，播种量为120kg/hm²。

在固定边坡坡脚处开挖种植沟槽,栽植攀爬性和适宜性都比较强的爬山虎，利用此类攀爬植物的攀爬性对矿坑坡体进行绿化，爬山虎株距为0.3m，露天采场1坡长约9148m（1590m边坡201m、1580m边坡260m、1570m边坡277m、1560m边坡688m、1550m边坡870m、1540m边坡906m、1530m边坡936m、1520m边坡810m、1510m边坡920m、1500m边坡906m、1490m边坡852m、1480m边坡861m、1470m边坡661m），露天采场2坡长约2376m（1510m边坡109m、1500m边坡205m、1490m边坡271m、1480m边坡356m、1470m边坡476m、1460m边坡476m、1449m边坡480m）。

露天采场植物措施配置详见表11-1。露天采场植被恢复设计图（见图11-1）。

表 11-1 露天采场植物措施配置表

编号	树种或草种	栽植时间	株行距(m)	植树密度/播种数	苗木规格	整地方式	整地规格(cm)	播种方式
1	油松（底场）	4-6月	2×3	1667株/hm ²	高70cm	穴状	80×80×60	带土球栽植
2	柠条（平台）	4-6月	1×1	10000株/hm ²	高30cm	穴状	50×50×50	营养袋苗木
3	紫羊茅、白羊草	7-8月	—	120kg/hm ²	-	-	-	撒播
4	爬山虎	4-6月	0.3	—	-	穴状	-	栽植

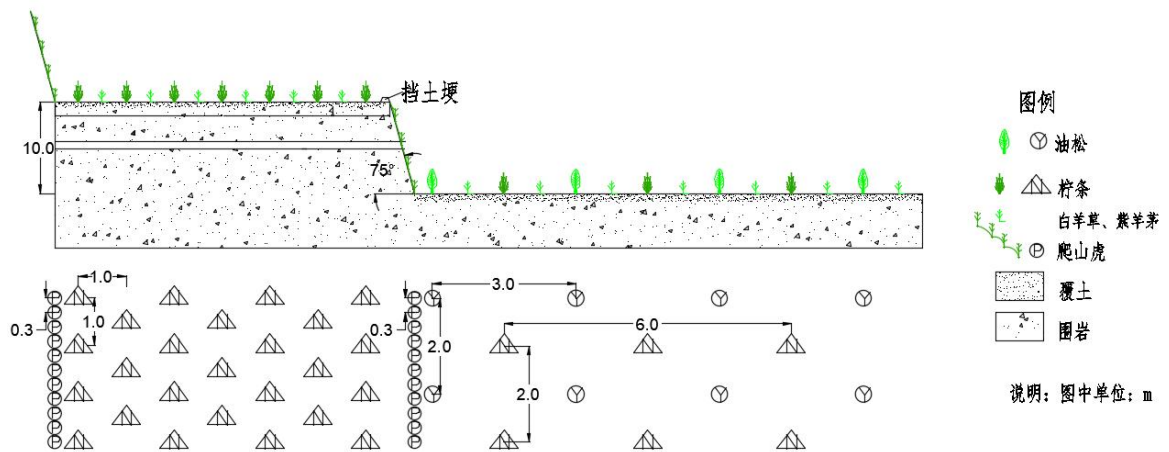


图 11-1 露天采场植物种植示意图

(2) 临时排土场工程设计

1) 覆土工程设计

临时排土场选择客土种植，所需客土由矿方（甲方）和山西春阳生物科技股份有限公司（乙方）商议，以20元/m³购买，乙方承担运费及复垦取土场的义务和费用。临时排土场覆土厚度0.5m，覆土后采用人工平土，然后采用鱼鳞坑栽植，鱼鳞坑长径0.6m、短径0.4m，坑深0.5m，外侧筑10-15cm高土埂。

2) 植被种植工程设计

临时排土场复垦为灌木林地，选择灌、草混合种植，灌木种植柠条，株行距1.0×1.0m，种植穴规格为60×40×50cm；栽植坑之间的空地撒播紫羊茅、白羊草，增加地表植被覆盖率，紫羊茅、白羊草采取撒播方式种植，播种量为120kg/hm²。

临时排土场植物措施配置详见表11-2。植被恢复设计图见图11-2。

表 11-2 临时排土场场植物措施配置表

编号	树种或草种	栽植时间	株行距(m)	植树密度/播种数	苗木规格	整地方式	整地规格(cm)	播种方式
1	柠条	4-6月	1×1	10000株/hm ²	高30cm	鱼鳞坑	60×40×50	营养袋苗木

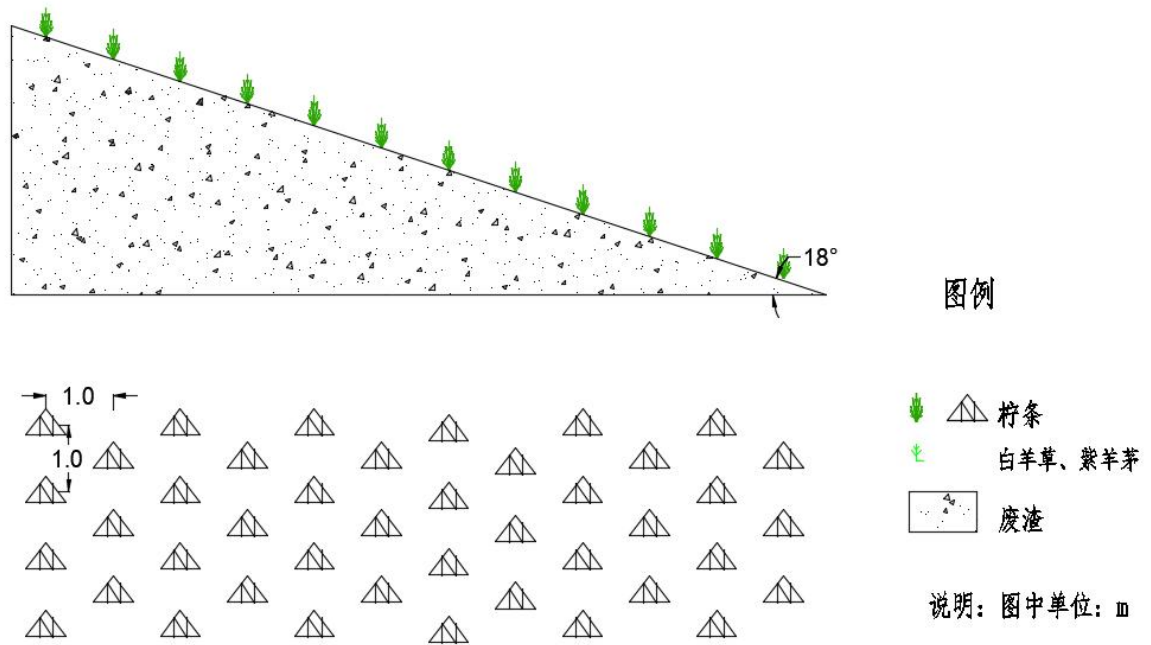


图 11-2 临时排土场植物种植示意图

(3) 废渣堆工程设计

1) 覆土工程设计

选择客土种植，所需客土由矿方（甲方）和山西春阳生物科技股份有限公司（乙方）商议，以 20 元/m³ 购买，乙方承担运费及复垦取土场的义务和费用。废渣堆平台覆土厚度为 0.5m，覆土同时采用推土机平土，边坡覆土厚度 0.5m，覆土后采用人工平土，然后采用鱼鳞坑栽植，鱼鳞坑长径 0.6m、短径 0.4m，坑深 0.5m，外侧筑 10-15cm 高土埂。

2) 废渣堆植被种植工程设计

废渣堆平台复垦为灌木林地，选择灌、草混合种植，灌木种植柠条，株行距 1.0×1.0m，种植穴规格为 50×50×50cm，栽植坑之间的空地撒播紫羊茅、白羊草，增加地表植被覆盖率，紫羊茅、白羊草采取撒播方式种植，播种量为 120kg/hm²。废渣堆边坡复垦为灌木林地，选择灌、草混合种植，灌木种植柠条，株行距 1.0×1.0m，种植穴规格为 60×40×50cm，栽植坑之间的空地撒播紫羊茅、白羊草，增加地表植被覆盖率，紫羊茅、白羊草采取撒播方式种植，播种量为 120kg/hm²。

废渣堆植物措施配置详见表 11-3。植被恢复设计见图 11-3。

表 11-3 废渣堆植物措施配置表

编号	树种或草种	栽植时间	株行距 (m)	植树密度 /播种数 /hm ²	苗木规格	整地方式	整地规格(cm)	播种方式
1	柠条	4-6 月	1×1	10000 株 /hm ²	高 30cm	穴状	50×50×50	营养袋苗木
2	柠条	4-6 月	1×1	10000 株 /hm ²	高 30cm	鱼鳞坑	60×40×50	营养袋苗木
3	紫羊茅、白羊草	7-8 月	—	120kg/hm ²	-	-	-	撒播

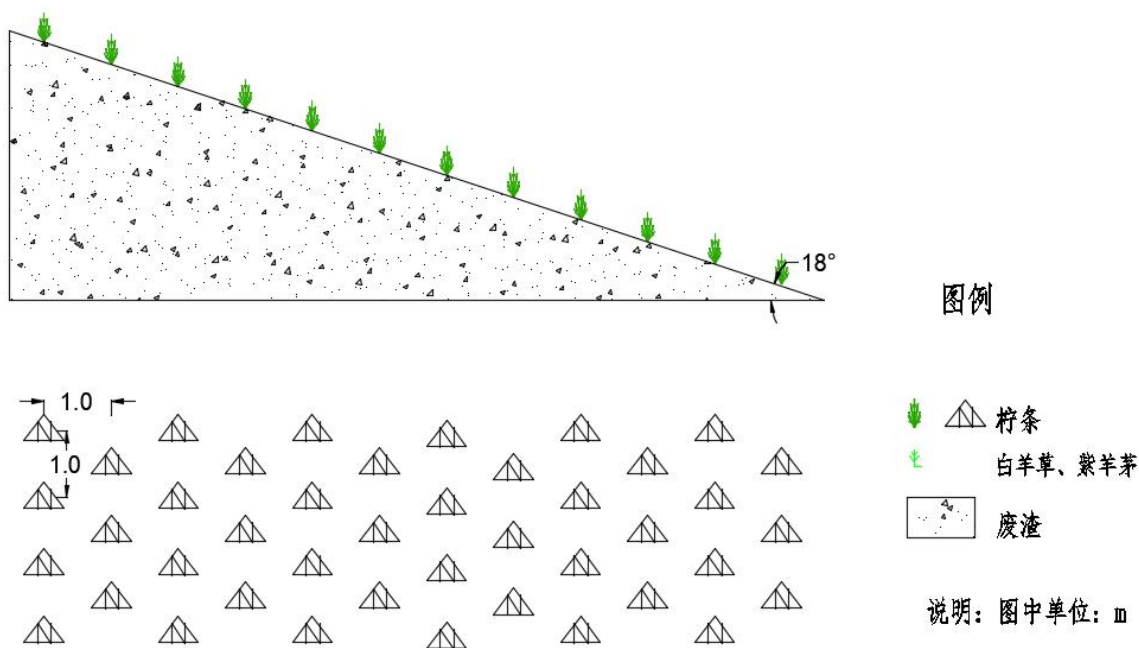


图 11-3 废渣堆植物种植示意图

(4) 矿山道路工程设计

1) 表土剥离工程设计

修建矿山道路前，对破坏道路的旱地首先进行表土剥离，剥离面积0.02hm²，厚度0.5m，剥离后表土与剥离的露天采场2的表土均堆放于废渣堆9上，堆置高度5m，并对表土进行苫盖，待复垦回覆表土使用。

2) 覆土及表土恢复工程设计

矿山闭矿后对矿山道路选择客土种植，所需客土由矿方（甲方）和山西春阳生物科技股份有限公司（乙方）商议，以20元/m³购买，乙方承担运费及复垦取土场的义务和费用。矿山道路覆土厚度为30cm，破坏旱地的道路在覆土的基础

上进行表土回覆，表土回覆厚度0.5m，覆土及表土回覆后采用推土机平整，从而保证植物的种植工作和生产顺利进行。

3) 矿山道路植被种植工程设计

矿山道路复垦为其他草地的，草种选择紫羊茅、白羊草，播种量为120kg/hm²。

表 11-4 矿山道路植物措施配置表

编号	树种或草种	栽植时间	株距(m)	植树密度/播种数	苗木规格	整地方式	整地规格(cm)	播种方式
1	紫羊茅、白羊草	7-8月	—	120kg/hm ²	-	-	-	撒播

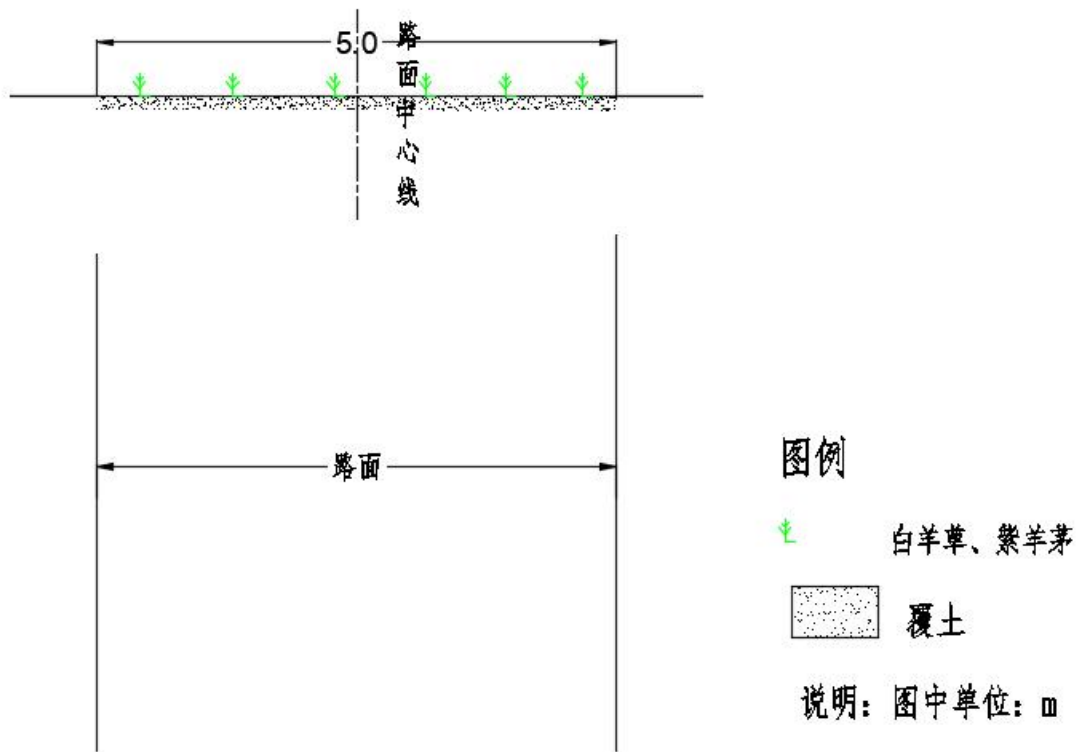


图11-4 矿山道路植物种植示意图

2、工程量测算

根据复垦对象复垦设计，对各个复垦对象分别进行工程量的统计。

(1) 露天采场复垦工程量统计

① 表土剥离工程

露天采场 2 表土剥离面积 0.19hm²，剥离厚度 50cm，剥离量 950m³。

① 覆土及表土回覆工程

露天采场 1 底场面积 1.71hm²，覆土厚度 60cm，覆土量 1.026 万 m³，覆土后采用推土机平整，平整工程量 1.026 万 m³；平台面积为 7.58hm²，覆土厚度 50cm，覆土量为 3.79 万 m³，覆土后采用人工平土，平土工程量 7.58hm²；边坡不覆土。

露天采场 2 底场面积 0.65hm²，覆土厚度 70cm，覆土量 0.455 万 m³，覆土后进行表土回覆，回覆厚度 0.15m，回覆量 950m³，覆土及表土回覆后采用推土机平整，平整工程量 0.55 万 m³；平台面积为 0.82hm²，覆土厚度 50cm，覆土量为 0.41 万 m³，覆土后采用人工平土，平土工程量 0.82hm²；边坡不覆土。

为蓄水保墒在平台外侧修筑挡土埂，露天采场 1 修筑挡土埂长 8487m，顶宽 0.3m，底宽 0.5m，高 0.4m，修筑挡土埂 1357.92m³，下覆土压实 2121.75m³；露天采场 2 修筑挡土埂长 1896m，顶宽 0.3m，底宽 0.5m，高 0.4m，修筑挡土埂 303.36m³，下覆土压实 474m³。

覆土时，将精制有机肥、硫酸亚铁与客土混合均匀后再覆土，增加土壤养分，使植物生长良好，提高土壤有机质，改良土壤的理化性质。每公顷平均施精制有机肥 6000kg、硫酸亚铁 1500kg，林地施 1 年，旱地连施 3 年。

② 植被种植

露天采场植被工程包括平台灌、草混合种植，底场乔、草混合种植以及边坡坡脚爬山虎的栽植，种植规格依据表 11-1 中设计规格计算，则露天采场 1 栽植油松 2851 株，栽植柠条 75800 株，撒播紫羊茅、白羊草面积 9.29hm²，栽植爬山虎边坡坡底长 9148m，种植爬山虎 30507 株；露天采场 2 栽植柠条 8200 株，撒播紫羊茅、白羊草面积 0.82hm²，栽植爬山虎边坡坡底长 2376m，种植爬山虎 7928 株。

露天采场复垦工程量统计详见表 11-5。

表 11-5 露天采场复垦工程量统计

序号	工程类别	单位	数量
一	工程措施		
10218	表土剥离	100m ³	9.50
10218	表土回覆	100m ³	9.50
市场价	覆土	100m ³	568.10
10326	人工平土（一、二类土）	100m ²	840.00
10305	推土机推土	100m ³	157.60
10042	挡土埂	100m ³	16.61

表 11-5 露天采场复垦工程量统计

序号	工程类别	单位	数量
10333	挡土埂下覆土压实	100m ³	25.96
二	植物措施		
90002	栽植带土球乔木（油松，土球直径 30cm）	100 株	28.51
90018	栽植灌木（营养袋苗木，柠条）	100 株	840.00
90031	播撒紫羊茅、白羊草（覆土）	hm ²	10.11
90013	栽植灌木（带土球 20cm 以内、爬山虎）	100 株	384.35
三	化学措施		
	精制有机肥	kg	72360.00
	硫酸亚铁	kg	18090.00

(2) 临时排土场复垦工程量统计

①覆土工程

临时排土场面积 4.48hm²，覆土厚度 0.5m，覆土工程量 2.24 万 m³，覆土后人工平土，采用鱼鳞坑栽植，需鱼鳞坑 44800 个。

覆土时，将精制有机肥、硫酸亚铁与客土混合均匀后再覆土，增加土壤养分，使植物生长良好，提高土壤有机质，改良土壤的理化性质。每公顷平均施精制有机肥 6000kg、硫酸亚铁 1500kg。

②植被种植

临时排土场植被种植规格依据表 11-2 中设计规格计算，则栽植柠条 44800 株，撒播紫羊茅、白羊草面积 4.48hm²。临时排土场复垦工程量统计详见表 11-6。

表 11-6 临时排土场复垦工程量统计

序号	工程类别	单位	数量
一	工程措施		
市场价	覆土	100m ³	224.00
10326	人工平土	100m ²	448.00
08023	鱼鳞坑	100 个	448.00
二	植物措施		
90018	栽植灌木（营养袋苗木，柠条）	100 株	448.00
90031	撒播白羊草、紫羊茅（覆土）	hm ²	4.48
三	化学措施		
	精制有机肥	kg	26880.00
	硫酸亚铁	kg	6720.00

(3) 废渣堆工程量统计

①覆土工程

废渣堆平台面积 1.73hm²，覆土厚度 50cm，覆土量 0.865 万 m³，覆土后采用推土机平整，平整工程量 0.865 万 m³；边坡面积 2.80hm²，覆土厚度 50cm，覆土量 1.40 万 m³，覆土后人工平土，工程量 2.80hm²，采用鱼鳞坑栽植，需鱼鳞坑 28000 个。

覆土时，将精制有机肥、硫酸亚铁与客土混合均匀后再覆土，增加土壤养分，使植物生长良好，提高土壤有机质，改良土壤的理化性质。每公顷平均施精制有机肥 6000kg、硫酸亚铁 1500kg。

表 11-7 各废渣堆覆土及施肥量表

名称	平台		边坡		精制有机肥 (kg)	硫酸亚铁 (kg)
	面积 (hm ²)	覆土量(万 m ³)	面积 (hm ²)	覆土量(万 m ³)		
渣 1			0.71	0.355	4260	1065
渣 2			0.47	0.235	2820	705
渣 3			0.22	0.110	1320	330
渣 4	0.10	0.050	0.47	0.235	3420	855
渣 5	0.10	0.050	0.05	0.025	900	225
渣 6	0.33	0.165	0.29	0.145	3720	930
渣 7	0.40	0.200	0.27	0.135	4020	1005
渣 8	0.31	0.155	0.10	0.050	2460	615
渣 9	0.49	0.245	0.22	0.110	4260	1065
合计	1.73	0.865	2.80	1.400	27180	6795

②植被种植

废渣堆植被工程为灌、草混合种植，种植规格依据表 11-3 中设计规格计算，则废渣堆栽植柠条 45300 株，撒播紫羊茅、白羊草面积 4.53hm²。废渣堆复垦工程量统计详见表 11-8。

表 11-8 各废渣堆植被种植量表

名称	平台面积 (hm ²)	边坡面积 (hm ²)	柠条 (株)	撒播种草 (hm ²)
渣 1		0.71	7100	0.71
渣 2		0.47	4700	0.47
渣 3		0.22	2200	0.22
渣 4	0.10	0.47	5700	0.57
渣 5	0.10	0.05	1500	0.15
渣 6	0.33	0.29	6200	0.62
渣 7	0.40	0.27	6700	0.67

名称	平台面积 (hm ²)	边坡面积 (hm ²)	柠条 (株)	撒播种草 (hm ²)
渣 8	0.31	0.10	4100	0.41
渣 9	0.49	0.22	7100	0.71
合计	1.73	2.80	45300.00	4.53

表 11-9 废渣堆复垦工程量统计

序号	工程类别	单位	数量
一	工程措施		
市场价	覆土	100m ³	226.50
08023	鱼鳞坑	100 个	280.00
10305	推土机推土	100m ³	86.50
10326	人工平土	100m ²	280.00
二	植物措施		
90018	栽植灌木 (营养袋苗木, 柠条)	100 株	453.00
90031	播撒紫羊茅、白羊草 (覆土)	hm ²	4.53
三	化学措施		
	精制有机肥	kg	27180.00
	硫酸亚铁	kg	6795.00

(4) 矿山道路两侧工程量统计

① 表土剥离

矿山道路表土剥离面积 0.02hm², 剥离厚度 50cm, 剥离量 100m³。

② 覆土及表土回覆

矿山道路面积 1.87hm², 覆土厚度 0.3m, 覆土量为 0.561 万 m³; 其中 0.02hm² 在覆土后进行表土回覆, 回覆厚度 0.5m, 回覆量为 0.01 万 m³。覆土及表土回覆后采用推土机平整, 平整工程量 0.571 万 m³。覆土时, 将精制有机肥、硫酸亚铁与客土混合均匀后再覆土, 增加土壤养分, 使植物生长良好, 提高土壤有机质, 改良土壤的理化性质。每公顷平均施精制有机肥 6000kg、硫酸亚铁 1500kg 林地施 1 年, 旱地连施 3 年。

③ 植被种植

矿山道路路面撒播草籽, 种植规格依据表 11-4 中设计规格计算, 则矿山道路撒播紫羊茅、白羊草面积 1.85hm²。矿山道路复垦工程量统计详见表 11-10。

表 11-10 矿山道路工程量统计

序号	工程类别	单位	数量
一	工程措施		
10218	表土剥离	100m ³	1.00
10218	表土回覆	100m ³	1.00
市场价	覆土	100m ³	56.10
10305	推土机推土	100m ³	57.10
二	植物措施		
90031	播撒紫羊茅、白羊草（覆土）	hm ²	1.85
三	化学措施		
	精制有机肥	kg	11460.00
	硫酸亚铁	kg	2865.00

(5) 复垦工程量汇总

综合以上分析，露天采场、排土场、废渣堆、矿山道路等各复垦单元复垦措施工程量汇总表详见表 11-11。

表 11-11 复垦工程量汇总表

序号	工程类别	单位	数量
一	覆土工程		
10218	表土剥离	100m ³	10.50
10218	表土回覆	100m ³	10.50
市场价	覆土	100m ³	1074.70
10326	人工平土（一、二类土）	100m ²	1568.00
10305	推土机推土	100m ³	301.20
08023	鱼鳞坑	100 个	728.00
10042	挡土埂	100m ³	16.61
10333	挡土埂下覆土压实	100m ³	25.96
二	植物措施		
90002	栽植带土球乔木（油松，土球直径 30cm）	100 株	28.51
90018	栽植灌木（营养袋苗木，柠条）	100 株	1741.00
90031	播撒紫羊茅、白羊草（覆土）	hm ²	20.97
90013	栽植灌木（带土球 20cm 以内、爬山虎）	100 株	384.35
三	化学措施		
	精制有机肥	kg	137880.00
	硫酸亚铁	kg	34470.00

二、土地权属调整方案

方案涉及复垦土地位置、四至、面积、期限以及相关权利与义务均明确，复垦区的土地权属关系清晰、界线分明，未发生过土地权属纠纷问题。因此，本方案无土地权属调整问题。

第五节 生态环境治理工程

一、大气污染（扬尘）治理工程

本项目运营期大气污染主要来源于露天开采、装卸、运输及爆破过程产生的扬尘和废气。治理工程具体如下：

1、露天采场与装卸作业抑尘：配置专用洒水车，在钻孔、爆破、挖掘、装卸作业前，对工作面及道路进行预湿。爆破作业时，采用炮孔填水袋与表面洒水相结合的方式。在采场周边增设2台移动式雾炮车，对无组织扬尘进行动态捕捉，确保抑尘效率不低于80%。

2、物料堆场与运输扬尘控制：

矿石与废石临时堆场：采用防风抑尘网进行围挡，并定期洒水保持表面湿度。

运输管理：场内道路进行硬化并定期清扫。运输车辆必须严密苫盖，严禁超载，场内行驶速度不得超过15km/h。在出口处设置车辆冲洗平台，确保离场车辆轮胎及车身清洁。

3、爆破废气控制：选用环保型炸药，优化爆破参数，减少单次炸药用量，从源头降低CO、NO_x等有害气体的产生量。

二、水污染治理工程

本项目运营期水污染源主要为雨季采场、临时排土场、废渣堆等区域产生的淋溶水。

1、淋溶水收集与处理系统：

收集池设计与要求：在露天采场最低处、临时排土场、废渣堆下游，分别建设防渗淋溶水收集池。收集池总有效容积不应小于200m³。池体及导流渠需采用抗渗混凝土（渗透系数 $\leq 1.0 \times 10^{-10}$ cm/s）结构，并进行防渗膜（HDPE，厚度不小于1.5mm）衬砌，确保防渗性能等效于“重点防渗区”要求。

废水回用与“零排放”可行性：收集的淋溶水经自然沉淀后，上清液全部回用于矿区生产抑尘、道路洒水及绿化灌溉，回用系统配备储水池与泵送设备。矿区抑尘、绿化等用水需求量可完全消纳淋溶水产生量。在非降雨期，收集池作为事故应急池备用。通过“收集-沉淀-回用”的闭环系统，可实现生产废水100%资源化利用，确保零外排，杜绝对外部水体的影响。

2、地下水保护：矿山最低开采标高(1449m)远高于当地侵蚀基准面(1169m)，且矿体水文地质条件简单。在落实上述防渗措施的前提下，采矿活动对地下水环境影响较小。

三、固体废物污染治理工程

本项目固体废物主要包括废石、弃土，遵循“减量化、资源化、无害化”原则处理。

1、废石与弃土的综合利用与处置：

综合利用率目标：剥离废石的综合利用率不低于60%。

利用途径：①品质较好的块石，可作为建筑石料、道路基层填料或自用于矿区道路建设；②部分适用于回填采坑，用于治理。

剩余废石堆存方案：暂不能利用的废石及部分弃土，应集中堆存于临时排土场。堆存必须遵循“分层堆放、逐层压实”的原则，每层堆高不超过5米，压实度不低于90%。堆至设计标高或停止使用后，立即进行覆土（厚度 $\geq 50\text{cm}$ ）及植被恢复，将其纳入矿山土地复垦计划。

四、噪声污染治理工程

噪声源主要为潜孔钻、空压机、挖掘机、爆破及运输车辆。

1、源头控制：选用低噪声设备，对固定设备（如空压机）设置隔声罩或置于室内，并采取基础减振措施。

2、传播途径控制：合理规划运输路线与时间，经过村庄路段（牛角岭村、塔地村）时禁止鸣笛、限速行驶。

3、管理与爆破控制：严禁夜间（22:00-6:00）进行高噪声作业。爆破作业安排在白天，并严格控制单段药量和总药量。

第六节 生态系统修复工程

1、工程措施：

截排水系统：在露天采场、临时排土场周边修筑永久性截水沟，引导场外汇水绕行，防止冲刷边坡和场地。露天采场截水沟断面为梯形，底宽0.4m，深0.4m，坡比1:1；临时排土场截水沟断面为矩形，宽0.4m，深0.4m。

2、拦挡工程：在临时排土场下游坡脚修筑浆砌石拦渣坝，坝体设置排水涵管。

3、土地复垦与植被恢复：

土壤来源与质量要求：由于剥离表土不足，复垦旱地上部使用剥离的表土，剥离表土集中堆存于指定区域并加以防护。客土由山西春阳生物科技股份有限公司提供，进场前对客土质量进行检测，确保其pH值、有机质含量及镉、汞、砷、铅、铬等重金属含量符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中风险筛选值要求，严禁使用污染土壤。

植被恢复：对最终边坡、平台、采场及临时排土场、废渣堆、矿山道路，进行覆土、平整后，选择适应当地气候的乡土乔、灌、草植物进行绿化，恢复植被。

4、临时措施：施工期间，对表土堆采用防尘网苫盖。汛期加强巡查，确保排水畅通。

第七节 监测工程

一、地质灾害监测

1、监测点布设

在露天采场边坡顶部布设监测点 68 个，在露天采场布设警示牌 8 块，临时排土场布设警示牌 1 块。监测点坐标见表 11-12、表 11-13。

表 11-12 监测点坐标表

位置	序号	X	Y	标高
露天采场 1	1	4384304.54	38536408.23	1600
	2	4384298.45	38536334.88	1590
	3	4384298.46	38536510.28	1580
	4	4384152.64	38536556.62	1570
	5	4384292.88	38536624.60	1570
	6	4384283.12	38536393.95	1570
	7	4383975.45	38536363.76	1560
	8	4384091.49	38536471.50	1560
	9	4384226.35	38536584.23	1560
	10	4384286.25	38536545.53	1560
	11	4384275.94	38536330.46	1560
	12	4384047.25	38536401.29	1550
	13	4384128.40	38536521.84	1550
	14	4384269.25	38536611.24	1550
	15	4384292.02	38536585.40	1550
	16	4384270.58	38536472.73	1550
	17	4384017.33	38536369.92	1540
	18	4384172.97	38536545.15	1540
	19	4384267.83	38536533.63	1540
	20	4384260.58	38536398.21	1540
	21	4384241.71	38536240.32	1540
	22	4383967.80	38536325.13	1530
	23	4384099.34	38536431.42	1530
	24	4384217.15	38536503.19	1530
	25	4384208.35	38536223.11	1530
	26	4383992.60	38536340.40	1520
	27	4384120.07	38536465.70	1520
	28	4384219.87	38536424.36	1520
	29	4384251.00	38536306.19	1520
	30	4384223.04	38536242.83	1520
	31	4384051.06	38536176.67	1520
	32	4383938.51	38536283.64	1510
	33	4384055.77	38536366.77	1510
	34	4384163.94	38536424.43	1510
	35	4384201.76	38536237.29	1510
	36	4384015.61	38536183.28	1510
	37	4383986.18	38536312.45	1500
	38	4384176.15	38536359.82	1500
	39	4384156.81	38536191.75	1500
	40	4383959.57	38536181.27	1500
	41	4383901.10	38536228.98	1490

位置	序号	X	Y	标高
	42	4384027.22	38536329.90	1490
	43	4384159.35	38536321.46	1490
	44	4384081.97	38536195.74	1490
	45	4383976.42	38536280.97	1480
	46	4384082.53	38536277.21	1480
	47	4384033.71	38536206.11	1480
	48	4383898.98	38536185.54	1480
	露天采场 2	49	4383622.08	38536361.81
50		4383591.75	38536275.19	1510
51		4383656.57	38536385.12	1510
52		4383615.97	38536323.08	1500
53		4383701.05	38536388.25	1500
54		4383645.93	38536356.36	1490
55		4383736.44	38536340.19	1490
56		4383602.16	38536177.10	1480
57		4383615.78	38536275.18	1480
58		4383675.23	38536372.68	1480
59		4383724.99	38536362.34	1480
60		4383691.08	38536301.42	1480
61		4383604.23	38536231.34	1470
62		4383644.72	38536332.80	1470
63		4383683.19	38536273.90	1470
64		4383611.40	38536190.68	1460
65		4383628.84	38536271.60	1460
66		4383675.39	38536355.91	1460
67		4383708.56	38536355.35	1460
68		4383660.20	38536243.28	1460

表 11-13 警示牌坐标表

警示牌编号	X	Y	布设位置
J1	4384307.69	38536454.73	露天采场 1 边坡顶部
J2	4384240.34	38536613.18	露天采场 1 入口
J3	4384219.85	38536217.52	露天采场 1 边坡顶部
J4	4384039.05	38536168.44	露天采场 1 边坡顶部
J5	4383655.71	38536214.71	露天采场 2 入口
J6	4383707.44	38536393.63	露天采场 2 边坡顶部
J7	4383602.20	38536327.54	露天采场 2 边坡顶部
J8	4383600.65	38536169.21	露天采场 2 边坡顶部
J9	4383476.16	38536436.67	临时排土场

(2) 监测内容

露天采场：监测边坡完整性、裂隙、裂缝、掉块。

(3) 监测方法

露天采场：定期目视观察边坡的变化情况，如坡体变形、危岩块等。在岩层、陡壁面裂缝、破碎处用红油漆线作观测标记等，定期采用钢尺测量裂隙长度、宽度、深度变化等。

（4）监测频率

露天采场：一般情况下每10天监测一次，在雨季、冰雪消融期或边坡岩层、顶部裂隙缝变形加剧时，加密到每天监测一次或数次，并进行预警预报。

（5）监测资料整理与分析

要对每次的监测结果进行认真的记录，记录包括纸介质记录和电子记录，确保监测数据的真实性，不能编造和涂改数据，并分析监测点可能出现的情况，总结其规律性，预测各类矿山地质环境问题和地质灾害的发展趋势，确保矿山安全生产。

矿方在每年的年终应编制地质环境监测报告，内容应包括各类监测数据附表、附图。

二、地形地貌景观破坏监测

对地形地貌景观破坏的监测主要是对损毁土地的面积、损毁土地的地类以及损毁土地程度的监测，在开发利用方案的基础上尽量做到不占耕地，少破坏土地的原则。

1、监测内容

地形地貌景观发生破坏与恢复情况的位置、范围和程度，将所有记录结果保存留档。

2、监测点布设

全区布设监测点网络，监测点与地质灾害隐患监测点重合，从方案服务期内开始监测；

3、监测方法

人工现场量测结合遥感解译，对破坏范围内的植被破坏情况、土壤破坏情况进行调查。

4、监测频率

每6个月监测一次。

三、含水层监测

评估区对含水层影响较轻，本方案不对含水层进行监测工作。

四、土地复垦效果监测

1、动态监测

(1) 动态监测目的

为国家和地区有关部门提供准确的土地复垦后利用变化情况，便于及时进行土地利用数据更新与对比分析，包括复垦区内林地、草地等各类生产建设用地面的变化、复垦区域内农作物产量变化、土壤属性等变化情况。土地复垦监测重点是土壤属性、土地的投入产出水平等指标与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收提供科学依据。

通过对土地复垦矿区的监测，检验土地复垦成果以及建设过程中遭到损毁的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准；及时了解项目建设及运行过程中土地损毁的动态变化情况，判断项目复垦工程技术合理性；为建设单位和监管部门提供实时信息；生产建设项目土地复垦监测是项目进行验收后土地评价的重要手段。

(2) 动态监测任务

生产建设项目土地复垦监测主要围绕项目建设过程中的土地损毁环节问题及复垦工程措施问题进行微观层次的实时的、全过程的监测。监测任务主要有以下几方面：一是划定损毁区域及复垦责任范围；二是掌握土地损毁及复垦安排动态变化情况；三是确定复垦工程措施数量及效果。

矿山复垦动态监测工作与矿山生产同步进行，伴随矿山生产的始终。矿山应在本方案批准后1个月内，将所有类型的监测点布设完毕，并同时派专人专职或兼职投入监测工作，监测时限至矿山复垦方案验收合格后。

(3) 动态监测对象及方法

土地复垦监测动态内容主要包括：（1）植被成活率、覆盖率；（2）土壤质量监测。对土地复垦措施实施情况、土地复垦率等项目进行监测。通过测量建设项目各阶段占地面积、土地损毁类型及其分布，林草保存情况划定建设项目土地复垦责任范围。监测土壤有机质含量变化和土壤流失量的变化。

本次矿山复垦工程动态监测工作主要包括土壤质量监测、林草长势监测。具

体监测工程部署说明见下表。

表 11-14 监测工程部署说明表

监测内容	监测工作量	监测点布设
土壤质量监测	130 次	在各损毁单元附近布设土壤质量监测点，露天采场 1、露天采场 2、临时排土场、废渣堆 1-9、矿山道路各 1 个监测点，共 13 个，监测频率 1 次/年，监测 10 年。
复垦植被监测	130 次	在各损毁单元附近布设植被监测点，露天采场 1、露天采场 2、临时排土场、废渣堆 1-9、矿山道路各 1 个监测点，共 13 个，监测频率 1 次/年，监测 10 年。

①土地复垦监测的方法及站点布设

本生产建设项目土地复垦监测方法包括调查与巡查、临时监测等，以满足项目建设及生产过程土地损毁及复垦变化的特点，确保监测工作的顺利进行。

A、调查与巡查

调查与巡查是指定期采取线路调查或全面调查，采用照相机、标杆、尺子等对土地复垦区范围内损毁土地利用现状和面积、基本特征及复垦工程措施实施情况进行监测记录，并进行土壤植被采样调查。

B、站点布设

地面定位监测的目的是获得不同地表损毁土地利用现状的各损毁区、土壤养分及污染变化情况、损毁的土地水土流失情况以及复垦后植被的成活率、覆盖度等情况，因此监测站点应布设在各个复垦单元。

C、监测方法

分为定期监测和不定期监测。定期监测结合复垦进度和措施，制定监测内容，定期进行监测。不定期进行整个复垦区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段的临时查看，若发现较大的损毁土地利用现状的变化或流失现象，及时监测记录。

②土地复垦动态监测目标

A、土壤质量监测

为及时了解废石淋滤对周边土壤的污染情况，在各损毁单元附近布设土壤污染监测点，定期监测土壤质量情况。样品由测试资质单位分析，测试项目有 pH、有机质等。为使所采集的样品对所研究的对象具有较好的代表性，样品采集采用等量混合法采集。监测点数总共为 13 个，监测频率为 1 次/年，监测时间自复垦

后第二年开始至矿山治理验收合格后，共计 10 年，监测工作量 130 次。

B、复垦植被监测

复垦工作结束后，需要对复垦区的林草地进行监测，主要监测项目包括植物种类、植被类型、林草生长量、林草植被覆盖度、有闭度、林下枯枝落叶层等。监测点数总共为 13 个，监测频率为 1 次/年，监测时间自复垦后第二年开始至矿山治理验收合格后，共计 10 年，监测工作量 130 次。

③土地复垦监测管理

生产建设项目土地复垦工作的最终目的是减少土地损毁，对项目复垦责任范围内遭到损毁的土地进行治理，把损毁了的土地恢复到可供利用状态，甚至通过复垦工程措施的施行，提高复垦区域内土地利用水平。因此，通过阶段报告对工程进展过程中的土地损毁及复垦状况、施工中存在的土地遗留隐患及应采取的措施及时向土地复垦义务报告，以便土地复垦义务人采取相应的措施。土地复垦监测档案材料定期归档，永久或长期保存。

2、植被管护工程设计

本方案林草地需管护区域包括复垦后林地、草地。

(1) 管护措施

在参考当地技术人员建议、自然资源部门意见、以往灵丘县复垦经验的基础上确定本方案管护时长为 3a。具体实施时，应在每年（或者每个阶段）复垦工作结束后及时进行该复垦区域的林草地管护，不能将管护工作集中到整个复垦工程结束后进行。管护工作也和其他复垦工程同时进行。

由于矿区降水集中在夏季，春秋两季干旱少雨。当地植被移栽经验证明，需要对植被进行管护。管护主要是对草地的管理以及幼林的抚育。

树木栽植时，坑内浇水浇透一次，后期树木生长所需水分主要依靠大气降水。仅在特大干旱时保证植被成活，采取拉水保苗措施，采用滴灌，切忌大水漫灌。新建草地，所选的草种例如无芒雀麦等千粒重较小，种子顶土能力弱，在雨后播种后，注意如果有地表板结等现象，可能影响草种的出苗率，要注意镇压，保障种子出苗。

矿区气候冬春季节寒冷，干燥，在复垦中所选的植物有一定的抗寒耐旱特性。在苗木幼苗时期均应进行一定的越冬管护。植物的根颈、树干等容易受到冷害和冻害，在冬季要对乔木树干进行刷白；冬季林木进入休眠状态，在入冬前为了减

少冬季营养的消耗，应在休眠期或秋季进行适当的修枝处理，保证幼年林木安全过冬。

在草地出苗较少的地方，以及新建林地中，对死亡的树种在春季及时补植，保证林草地的覆盖率。

(2) 管护流程

在工程设计的基础上，对已复垦的林草地进行管护，绿化种植的施工流程见下图所示，具体施工时应由具有施工资质单位进行。

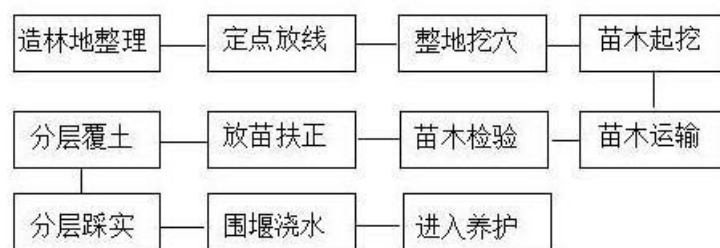


图 11-5 绿化种植施工流程示意图

(3) 管护内容

在参考当地技术人员建议、自然资源部门意见、以往大同地区复垦经验的基础上确定本方案管护时长为3年。具体实施时，应在每年（或者每个阶段）复垦工作结束后及时进行该复垦区域的林草地管护，不能将管护工作集中到整个复垦工程结束后进行。管护工作也和其他复垦工程同时进行。主要包括以下几个方面：

1) 建立专业管护队伍 成立养护专班，建立一支业务精、责任心强的专业养护队伍定期进行管护，必要时可由专业技术人员进行技术指导。

2) 松土、除草

春秋季节各进行一次，夏季每月进行一次，松土深度为 5-10cm，除草要除早、除小、除了。对危害树木严重的各类杂草藤蔓，一旦发生，立即根除。

3) 浇水、排水

浇水：苗木栽植后为了保持地上、地下部分水分平衡，促发新根，必须经常灌溉，使土壤处于湿润状态，在气温升高、天气干旱时，还需向树冠和枝干喷水保湿，此项工作于清晨或傍晚进行。

油松、柠条 1 年灌溉 3 次，每次浇水量为 $0.03\text{m}^3/\text{株}\cdot\text{次}$ ，草地 1 年浇水 3 次，每次浇水量为 $300\text{m}^3/\text{公顷}$ 。

灌水大致分为三个时期：

A、保活水：即在新植株定植后，为了养根保活，必须充足大量水分，加速根系与土壤的结合，促进根系生长，保证成活。

B、生长水：夏季是植株生长旺盛期，大量干物质在此时间形成，需水量大，此时气温高，蒸腾量也大，雨水不充沛时要灌水。如夏季久旱无雨更应勤灌。

C、冬水：为防寒入冬前应灌一次水。

排水：土壤出现积水时，如不及时排出，对植株生长会严重影响。这是因为土壤积水过多时，土壤中严重缺氧，此时，根系只能进行无氧呼吸，会产生和积累酒精，使细胞内的蛋白质凝固，引起死亡。

排水方法：一是可以利用自然坡度排水，如修建和铺装时，即安排好 0.1%—0.3%的坡度；另一种是开设截水沟，将其作为工程设计的一项内容，可设计明沟，在地上挖明沟，或设暗沟，在地下埋设管道，将积水引阴井沟。

4) 整形修剪

A、乔木类：主要修除徒长枝、病虫枝、交叉枝、并生枝、下垂枝、招伤枝以及枯枝和烂头。

B、灌木类：修剪使枝叶繁茂、分布均匀、修剪遵循“先上后下，先内后外，去弱留强，去老留新”的原则进行，对中央隔离带的树木修剪保证树木防眩所需的高度和形状。

修剪时切口靠节，剪口在剪口芽的反侧呈 45°倾斜，剪口平整，涂抹防腐剂。对于粗壮的大枝采取分段截枝法，防扯裂，操作时须保证安全。

休眠期修剪以整形为主，生长期修剪以调整树势为主，宜轻剪。有伤流的树种在夏、秋两季修剪。

5) 病虫害防治

植物在其一生中都可能遭受病虫害的危害。植物病虫害，严重影响植物的生长发育，甚至造成死亡。因此，在绿化景观工程养护管理措施中，加强病虫害的防治尤为重要。病虫害的防治必须以“预防为主，防治结合”的原则进行。充分利用植物的多样化来保护增殖天敌抑制病虫害。采用的树苗，严格遵守国家和本市有关植物检疫法规和有关规章制度。不使用剧毒化学药剂和有机氯、有机汞化学农药。化学农药按有关安全操作规定执行。

五、 环境破坏与污染监测

为确保污染物达标排放，验证治理设施有效性，建立全过程、多要素的环境监测体系。

1、 无组织排放（扬尘）监测

点位布设：严格遵循《大气污染物无组织排放监测技术导则》(HJ/T 55-2000)。在露天采场、排土场边界外，各设置1个上风向参照点和2~4个下风向监控点，监控点应位于下风向扇形区域边界内，并尽可能靠近无组织排放源。在牛角岭村、塔地村等环境敏感点分别布设监测点，评价项目对周边环境空气的影响。

监测项目：TSP、PM₁₀。

监测频率：每季度1次，每次连续监测3天，每天采样不少于4次。

评价标准：监控点浓度与参照点浓度差值，执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表2中无组织排放监控浓度限值。

2、水环境监测

点位布设：（1）排放监测：在淋溶水收集池出口（回用泵前）设置监测点，监控外排水质。（2）回用监控：在回用水储水池设置监测点，监控回用水质。

监测项目：流量、pH、SS、COD、石油类、氨氮、总磷及特征重金属。

监测频率：排放口雨季每月1次，非雨季每季度1次；回用水池每季度1次。

回用计量与记录要求：在淋溶水收集池出口（或回用泵）安装水表，每日记录收集量、回用处理量、回用于各工段（抑尘、绿化）的水量，建立《回用水量台账》。回用水质须满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T 18920)中“道路清扫、消防、绿化”标准。确保废水零外排，所有记录需保存至少3年备查。

3、噪声监测

点位布设：在露天采场、临时排土场边界外1米、高度1.2米以上，各设4个厂界噪声监测点。在牛角岭村、塔地村临近矿区一侧布设敏感点监测点。

监测项目：等效连续A声级（Leq）。

监测频率：每季度1次，昼夜各1次。爆破作业时进行瞬时噪声监测。

评价标准：厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 2类标准；敏感点噪声执行《声环境质量标准》(GB 3096-2008) 2类标准。

4、环境空气质量监测

点位布设：在牛角岭村、塔地村等主导风向下风向敏感点布设监测点。

监测项目：PM₁₀、PM_{2.5}、TSP。

监测频率：每年1次，每次连续监测7天，获取日均浓度。

评价标准：《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）二级标准。

六、生态系统监测与修复效果跟踪评价

为科学评估生态修复效果，建立“过程监测+效果跟踪”的立体生态监测网络。

1、生态修复过程监测

监测内容与方法：

植被恢复：在每个已完成复垦的平台/边坡，按不同类型（乔、灌、草）设立固定监测样地（如20m×20m乔木样地、5m×5m灌木样地、1m×1m草本样方），每个修复单元不少于3个重复样地。

监测指标：

植被指标：成活率、植被盖度、平均高度、生物量、植物种类与丰富度。

土壤指标：土壤容重、pH值、有机质含量、全氮、有效磷、速效钾。

水土流失：在典型边坡和平台设置简易径流小区或侵蚀针，结合遥感解译，监测土壤侵蚀模数变化。

监测频率：植被恢复工程完成后，每年8-9月（植物生长旺季）监测一次，连续监测3-5年。

2、修复效果长期跟踪评价

跟踪期：生态修复工程竣工后，连续跟踪监测3-5年。

评价内容：

土壤生态系统恢复度：重点监测土壤有机质含量、pH值、重金属（镉、汞、砷、铅、铬等）含量的变化趋势，评估是否达到预期目标（如恢复到邻近未扰动土壤背景水平或风险管控标准内）。

植物群落稳定性：评估植物生长势（如年生长量）、群落结构（乔灌草比例）、物种多样性、病虫害发生情况及自然演替趋势。

水土保持功能：监测土壤侵蚀模数是否持续降低并稳定在容许流失量以下。

七、 监测-评估-预警-调整机制

为确保生态环境管理的动态性和有效性，建立以下闭环管理机制：

1、监测与预警：设定各项监测指标的预警值和限值。如：

环境质量预警：PM₁₀、TSP监测值连续2天超过标准值的80%，或敏感点噪声超标。

修复效果预警：植被成活率低于85%，或土壤侵蚀模数不降反升。

当监测数据触发预警值时，系统自动预警。

2、评估与诊断：预警触发后，7个工作日内启动专项评估。分析超标或效果不佳的原因，是管理问题（如洒水频次不足）、工程问题（如排水沟堵塞）、技术问题（如草种不适）还是自然因素。

3、方案调整与执行：根据评估结论，15个工作日内制定并实施《整改与优化方案》。例如：

针对植被恢复不佳：立即实施补植补种，并分析原因，可能需调整配比、增加土壤改良剂（如有机肥、保水剂）或采取抗旱措施。

针对扬尘超标：增加洒水降尘频次，检查车辆苫盖，或增设抑尘网。

针对土壤指标偏离：采取针对性土壤改良措施，如施用石灰调节pH，增施有机肥提升地力。

再监测与闭环：整改措施实施后，增加监测频次（如下一季度），验证措施有效性，直至指标恢复至正常或目标范围，形成“监测→预警→评估→调整→再监测”的管理闭环。

第八节 工程衔接

本方案遵循“源头防控、过程控制、系统修复”的矿山全生命周期环境管理理念。各项治理工程的设计与实施，以“消除安全隐患、控制水土流失、恢复土地生态功能、重建稳定植被群落、实现生态系统自我维持”为阶梯式目标。各项工程在时序上分阶段推进，在空间上分区布设，在功能上相互支撑，确保从开采结束到生态重建的平稳过渡与无缝衔接，最终形成一个结构完整、功能稳定的近自然生态系统。

1、工程措施的体系化分类

地质灾害防治工程：露天采场边坡危岩清理，露天采场边坡、排土场监测，露天采场周边、排土场截排水沟、排土场拦渣坝。

土地复垦工程：表土剥离、表土回覆、客土回覆、平整工程、植被种植工程、土壤培肥。

监测工程：地质灾害监测、土地复垦效果监测、环境污染监测、生态系统监测。

2、工程实施的时序衔接关系

方案严格遵循“边开采、边治理、边恢复”的原则，各项工程的启动、交叉与收尾在时间上紧密衔接：

开采期同步防护：在露天开采推进的同时，截排水工程、边坡监测与危岩清理即同步开展，实现“开采一处，防护一处”。

阶段复垦及时跟进：对开采结束的台阶（平台、边坡），严格按照年度计划，在完成危岩清理和截排水后，立即启动该区域的覆土、平整、土壤改良及植被种植，避免土地长期裸露。

闭坑期集中治理与衔接：矿山服务期满后，对剩余的采场、全部排土场、废渣堆、道路等进行集中、系统的土地重塑和植被重建。此时，前期已实施的零星治理区已成为新生境斑块，闭坑期集中治理旨在连接这些斑块，形成完整的生态网络。

监测管护全程覆盖：从第一个治理工程开始，监测工作随即启动，并持续至闭坑后至少3年的管护期。管护期的浇水、补植等措施，是针对植被恢复体系的必要支持，确保幼苗成活，群落稳定，实现从“人工重建”到“自然维持”的平稳过渡。

3、工程部署的空间协同关系

在空间上，治理工程根据损毁单元的特点进行差异化、协同化部署：

露天采场：“截水沟（外围控制径流）+ 边坡危岩清理与监测（安全保障）+ 挡土埂（平台保水）+ 平台覆土种灌草（生态重建）+ 底场覆土种乔草或恢复耕地（深度恢复）+ 边坡脚种植爬山虎（垂直绿化）”。这是一个从外围到内部、从顶部到底部、从安全到生态的立体协同模式。

排土场/废渣堆：“拦渣坝与截水沟（安全与控污）+ 边坡压实与整形（稳

定坡体)+全面覆土与鱼鳞坑整地(保水保土)+种植灌草(生态覆盖)”。侧重于渣体稳定后的快速植被覆盖。

矿山道路：“覆土+播撒草籽”。作为线性廊道进行简易复绿，连接各生态斑块。

第五部分 工程概算与保障措施

第十二章 经费估算与进度安排

第一节 经费估算依据

一、经费估算依据

- (1) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- (2) 矿山地质环境保护与恢复治理方案的工程布置、工作量、相关图件及说明；
- (3) 国土资源部《土地复垦方案编制规程》(中华人民共和国土地管理行业标准 TD/T1031.1—2011)；
- (4) 财政部、国土资源部，财综[2011]128 号《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》；
- (5) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部编，财综[2011]128 号），包括：《土地开发整理项目预算定额》、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》、《土地开发整理项目预算编制规定》；
- (6) 《国土资源部关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发[2017]19 号）
- (7) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告[2019]39 号）；
- (8) 《大同市工程招标定额中心网》（2026 年 1-2 月）发布的价格信息以及部分材料价格区内调查价；
- (9) 定额不足部分可参照其他行业定额进行单价分析，如参照其他行业定额做单价分析，工费单价应执行该行业相应单价。

二、取费标准及计算方法

1、基础单价计算依据

(1) 人工预算单价

依据《土地开发整理项目预算编制规定》计算人工预算单价，计算结果为：

甲类工 51.04 元/工日、乙类工 38.84 元/工日。

(2) 材料预算价格

依据《大同市工程招标定额中心网》(2026 年 1-2 月)发布的材料价格信息以及实地调查价格确定。

表 12-1 材料价格表

序号	材料	单位	预算价	限价	差价
1	柴油	kg	6.88	4.5	2.38
2	施工用水	m ³	6.20		
3	施工用电	kw/小时	0.53		
4	油松	株	20	5	15
5	柠条	株	0.5		
6	白羊草、紫羊茅	kg	10		
7	爬山虎	株	1		
8	商品有机肥	kg	1.00		
9	硫酸亚铁	kg	0.80		

2、估算费用构成及计算标准

依据《土地开发整理项目预算编制规定》，土地复垦费用由工程施工费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费以及预备费构成。

(1) 工程施工费

工程施工费=工程量×工程施工费综合单价。工程施工费综合单价由直接费（直接工程费和措施费）、间接费、利润和税金组成。

①直接工程费

直接工程费=定额（人工、材料、机械）消耗量×预算单价（人工、材料）或施工机械台班费。

②措施费率

主要包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费和施工辅助费、安全施工措施费。

措施费=直接工程费(或人工费)×措施费率。

依据《土地开发整理项目预算编制规定》，混凝土工程措施费率取值为 5.2%，其他工程措施费率取值为 4.2%。

表 12-2 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施 费率(%)	冬雨季施工增 加费率(%)	夜间施工增 加费(%)	施工辅助 费率(%)	安全施工措 施费率(%)	费率合计 (%)
1	土方工程	2	1.1	0.2	0.7	0.2	4.2
2	石方工程	2	1.1	0.2	0.7	0.2	4.2
3	砌体工程	2	1.1	0.2	0.7	0.2	4.2
4	混凝土工程	3	1.1	0.2	0.7	0.2	5.2
5	植被工程	2	1.1	0.2	0.7	0.2	4.2
6	辅助工程	2	1.1	0.2	0.7	0.2	4.2

③间接费率

依据《土地开发整理项目预算编制规定》,土方工程、砌体工程、其他工程间接费率为 5%; 石方工程、混凝土工程间接费率为 6%。

④利润率

依据《土地开发整理项目预算编制规定》, 利润率取 3%。

⑤税金费率

依据关于深化增值税改革有关政策的公告（财政部税务总局海关总署公告 2019 年 39 号文）税金费率取 9%，计算基础为直接费、间接费及利润之和。

综上，本方案措施费、间接费、利润和税金采用费率汇总见下表。

表 12-3 工程费用标准汇总表 单位：%

序号	名称	土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程
1	措施费	4.2	4.2	4.2	5.2	4.2
2	间接费	5	6	5	6	5
3	利润	3	3	3	3	3
4	税金	9	9	9	9	9

(2) 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管管理费组成。

①前期工作费

前期工作费指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出,包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费。其中,土地清查费按工程施工费的 0.5%计取;项目勘测费按工程施工费

的 1.5%计取（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）；项目可行性研究费和项目设计与预算编制费按工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数），各区间按内插法确定；项目招标代理费按工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。其中，本项目不涉及项目可行性研究费。

②工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用，按工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

③竣工验收费

竣工验收费指土地开发整理项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括项目工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费和标识设定费等费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

④业主义务管理费

业主义务管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。业主义务管理费按工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

（3）监测与管护费

①恢复治理监测费用：非煤矿山 2 万元/年（矿区面积小于 1km²）

②土地复垦监测费用

A.监测费

主要监测项目包括土壤质量监测、复垦植被监测等，根据参照《工程勘察设计收费标准》，并参照同类矿山地质环境监测取费标准及市场价进行，计算公式为监测费=单次监测价格×监测次数。

B.管护费

管护时间在参考当地技术人员建议、自然资源管理部门意见、以往大同地区复垦经验的基础上确定本方案管护时长为 3 年。具体实施时，应在每年（或者每

个阶段) 复垦工作结束后及时进行该复垦区域的林草地管护, 不能将管护工作集中到整个复垦工程结束后进行。管护工作也和其他复垦工程同时进行。幼林抚育工作第一年 2 次, 第二、三年各 1 次。

管护内容:具体工作内容主要包括松土、除草、培垄、修枝、浇水、喷药等。管护费依据《水土保持工程概算定额》(水利部水总(2003)67号)中幼林抚育定额计算。

③生态环境恢复治理监测费用

A. 环境破坏与污染监测: 矿区环境监测外委费用每年 5000 元。

B. 矿区生态系统监测每年 2000 元。

(4) 预备费

①基本预备费

基本预备费是针对复垦实施过程中因自然灾害、设计变更及其他不可预见因素的变化而增加的费用, 本次按工程施工费、其他费用和监测与管护费之和的 3% 计算。

②价差预备费

计算方法: 根据施工年限, 以分年度静态投资为计算基数; 按照国家发改委根据物价变动趋势, 适时调整和发布的年物价指数计算。

计算公式:

$$E = \sum_{n=1}^N F_n [(1+P)^n - 1]$$

式中: E——价差预备费

N——合理复垦工期

n——施工年度

F_n ——复垦期间分年度静态投资第 n 年的投资

P——年物价指数, 本项目按 3% 计算。

第二节 经费估算

一、总工程量与投资估算

1、总工程量

表 12-4 总工程量汇总表

地质环境保护与恢复治理工程				
序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量
一		第一部分 工程措施		
(一)		地质灾害防治工程		
1	02093	清理危岩	100m ³	115.24
2		钢制警示牌	块	9.00
3	01194	废渣回填	100m ³	455.00
4	01315 改	压路机压实	100m ³ 实方	382.35
5	01194	边坡整形	100m ³	224.00
6	01093	压路机压实	100m ³ 实方	450.50
7		排水沟修复	m	2813.00
二		第二部分 监测措施		
1		地质环境监	年	8
土地复垦工程				
序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量
一		第一部分 工程措施		
(一)		工程措施		
1	询价	客土外购	100m ³	1074.7
2	10326	人工平土（一、二类土）	100m ²	1568
3	10305	推土机推土	100m ³	300.2
4	10042	挡土埂	100m ³	16.61
5	10333	挡土埂下覆土压实	100m ³	25.96
6	10218	表土剥离	100m ³	10.50
7	10218	表土回覆	100m ³	10.50
8	08023	鱼鳞坑	100 个	728.00
(二)		植物工程措施		
1	90002	栽植带土球乔木（油松，土球直径 30cm）	100 株	28.51
3	90018	栽植灌木（营养袋苗木，柠条）	100 株	1741.00
4	90031	播撒紫羊茅、白羊草（覆土）	hm ²	20.97
5	90013	栽植灌木（带土球 20cm 以内、爬山虎）	100 株	384.35
(三)		化学措施		
1	市场价	精制有机肥	kg	137880.00
2	市场价	硫酸亚铁	kg	34470.00
二		第二部分 监测管护措施		
(一)		监测工程		
1		土壤质量监测	点·次	130
2		复垦植被监测	点·次	130
(二)		植被管护		
1		管护耕林草地	hm ²	21.64
生态环境恢复治理工程				

序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量
一		第一部分 工程措施		
(一)		截水沟(露天采场)	m	2203
1	01194	挖掘机挖土	100m ³	21.15
2	03026	浆砌片石	100m ³	17.62
3	03079	水泥砂浆抹面	100m ²	44.06
4		涵管(加筋, 5m长)	根	4
(二)		截水沟(临时排土场)	m	610.00
1	01194	挖掘机挖土	100m ³	8.75
2	01292	土方回填	100m ³ 实方	2.99
3	03026	浆砌片石	100m ³	3.81
4	03079	水泥砂浆抹面	100m ²	5.12
(三)		拦渣坝	m	22.00
1	01194	挖掘机挖土	100m ³	4.40
2	01292	土方回填	100m ³ 实方	0.88
3	03026	浆砌片石	100m ³	6.82
4	04017	混凝土压顶	100m ³	0.44
5		排水孔	m	94.60
(四)		洒水	m ³	114348.00
(五)		表土苫盖	100m ²	9.00
二		第二部分 监测工程		
1		环境破坏与污染监测	年	8
2		生态系统监测	年	8

2、总投资估算

表 12-5 投资估算汇总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	矿山地质环境保护	土地复垦	矿山生态环境治理	合计	各项费用占动态费用的比例(%)
一	工程施工费	156.53	344.15	150.31	650.99	66.01
二	设备费		0.00		0.00	0.00
三	其他费用	16.35	49.44	11.38	77.17	7.83
四	监测管护费	16.00	56.08	5.60	77.68	7.88
1	监测费	16.00	11.70	5.60	33.30	3.38
2	管护费		44.38		44.38	4.50
五	预备费	39.26	116.59	24.53	180.38	18.29
1	基本预备费	11.33	11.81	10.04	33.18	3.36
2	价差预备费	27.93	104.78	14.49	147.20	14.93
六	静态总投资	200.21	461.48	177.33	839.02	85.07
七	动态总投资	228.14	566.26	191.82	986.22	100.00

二、单项工程量与投资估算

1、矿山地质环境治理

经估算,矿山环境治理工程静态投资费用200.21万元,估算动态总投资228.14万元。矿山地质环境治理工程总预算、各单项工程及工程单价预算详见下表。

表 12-6 矿山地质环境治理工程预算总表

序号	工程或费用名称	预算金额(万元)	各费用占总费用的比例(%)
	1	2	3
一	工程施工费	156.53	78.18
二	其他费用	16.35	8.17
三	预备费	39.28	
1	基本预备费	11.33	5.66
2	价差预备费	27.93	
四	监测管护费	16.00	7.99
1	监测费	16.00	7.99
2	管护费		
五	静态总投资	200.21	100.00
六	动态总投资	228.14	

表 12-7 工程施工费与监测措施费估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	第一部分 工程措施				1565263.64
1	露天采场				330546.04
02093	清理危岩	100m ³	115.24	2868.33	330546.04
2	钢制警示牌	块	9.00	500.00	4500.00
3	露天采场 2 采底				288120.12
01194	废渣回填	100m ³	455.00	333.47	151729.36
01315 改	压路机压实	100m ³ 实方	382.35	356.71	136390.76
4	废渣堆				294676.22
01093	压路机压实	100m ³ 实方	226.50	1301.00	294676.22
5	设计临时排土场				366121.25
01194	边坡整形	100m ³	224.00	333.47	74697.53
01093	压路机压实	100m ³ 实方	224.00	1301.00	291423.72
6	排水沟修复	m	2813.00	100.00	281300.00
二	第二部分 监测措施				160000.00
	监测年限	年	8.00	20000.00	160000.00

表 12-8 其他费用预算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
	其他费用				163554.99
1	建设管理费				34505.27
2	工程建设监理费				56933.70

3	科研勘测设计费				72116.02
---	---------	--	--	--	----------

表 12-9 基本预备费估算表

工程措施 (万元)	监测措施 (万元)	其他费用 (万元)	小计 (万元)	费率 (%)	合计 (万元)
156.53	16.00	16.35	188.88	6	11.33

表 12-10 价差预备费估算表 金额单位：万元

年度（年）	静态投资	价差预备费	动态投资
2026	45.64	0.00	45.64
2027	12.31	0.37	12.68
2028	9.52	0.58	10.10
2029	9.10	0.84	9.94
2030	12.48	1.57	14.05
2031	9.24	1.47	10.71
2032	9.27	1.80	11.07
2033	92.65	21.30	113.95
合计	200.21	27.93	228.14

2、土地复垦单项工程量与投资估算

经估算，土地复垦静态投资费用 461.48 万元，估算动态总投资 566.26 万元。

土地复垦工程总预算、各单项工程及工程单价预算详见下表。

表 12-11 土地复垦投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态投资总额比例%
一	工程施工费	344.15	74.58
(一)	工程措施费	270.10	58.53
(二)	生物措施费	57.50	12.46
(三)	化学措施费	16.55	3.59
二	设备购置费	0.00	0.00
三	其他费用	49.44	10.71
四	监测管护费	56.08	12.15
五	预备费	116.59	—
(一)	基本预备费	11.81	2.56
(二)	价差预备费	104.78	—
(三)	风险金	0.00	0.00
六	静态总投资	461.48	100.00
七	动态总投资	566.26	—

表 12-12 工程施工费估算表 金额单位：元

序号	工程名称	计算单位	工程量	综合单价	合计
一	工程措施				2701012.63
1	露天采场				1463658.62
询价	客土外购	100m ³	568.10	2000.00	1136200.00
10326	人工平土	100m ²	840.00	141.84	119143.57
10305	推土机推土	100m ³	157.60	300.42	47346.64
10042	挡土坝	100m ³	16.61	4717.03	78363.06
10333	挡土坝下覆土压实	100m ³	25.96	2556.86	66369.82
10218	表土剥离	100m ³	9.50	854.50	8117.77
10218	表土回覆	100m ³	9.50	854.50	8117.77
2	废渣堆 1-9				551487.09
询价	客土外购	100m ³	226.50	2000.00	453000.00
08023	鱼鳞坑	100 个	280.00	117.09	32785.99
10305	推土机推土	100m ³	86.50	300.42	25986.58
10326	人工平土	100m ²	280.00	141.84	39714.52
3	设计临时排土场				564000.82
询价	客土外购	100m ³	224.00	2000.00	448000.00
08023	鱼鳞坑	100 个	448.00	117.09	52457.58
10326	人工平土	100m ²	448.00	141.84	63543.24
4	矿山道路				121866.09
市价	客土外购	100m ³	56.10	2000.00	112200.00
10305	推土机推土	100m ³	56.10	141.84	7957.09
10218	表土剥离	100m ³	1.00	854.50	854.50
10218	表土回覆	100m ³	1.00	854.50	854.50
二	生物工程				575049.10
1	露天采场				377020.84
90002	栽植乔木（油松）	100 株	28.51	2648.23	75489.62
90018	栽植灌木（营养袋苗木、柠条）	100 株	840.00	196.63	165169.95
90031	撒播白羊草、紫羊茅（覆土）	hm ²	10.11	1921.16	19422.96
90013	栽植灌木（带土球 20 cm，爬山虎）	100 株	384.35	304.25	116938.32
2	废渣堆 1-9				97776.66
90018	栽植灌木（营养袋苗木、柠条）	100 株	453.00	196.63	89073.79
90031	撒播白羊草、紫羊茅（覆土）	hm ²	4.53	1921.16	8702.87
3	设计临时排土场				96697.45
90002	栽植乔木（油松）	100 株		2648.23	0.00
90018	栽植灌木（营养袋苗木、柠条）	100 株	448.00	196.63	88090.64
90031	撒播白羊草、紫羊茅（覆土）	hm ²	4.48	1921.16	8606.81

序号	工程名称	计算单位	工程量	综合单价	合计
4	矿山道路				3554.15
90003	栽植乔木(油松)	100 株		5673.18	0.00
90031	撒播白羊草、紫羊茅(覆土)	hm ²	1.85	1921.16	3554.15
三	化学措施费				165456.00
1	露天采场				86832.00
	商品有机肥	kg	72360.00	1.00	72360.00
	硫酸亚铁	kg	18090.00	0.80	14472.00
2	渣堆				32616.00
	商品有机肥	kg	27180.00	1.00	27180.00
	硫酸亚铁	kg	6795.00	0.80	5436.00
3	设计临时排土场				32256.00
	商品有机肥	kg	26880.00	1.00	26880.00
	硫酸亚铁	kg	6720.00	0.80	5376.00
4	矿山道路				13752.00
	商品有机肥	kg	11460.00	1.00	11460.00
	硫酸亚铁	kg	2865.00	0.80	2292.00
	总计				3441517.73

表 12-13 其他费用估算表 单位: 万元

序号	费用名称	计算式	预算金额
	(1)	(2)	(3)
1	前期工作费		18.55
(1)	土地清查费	工程施工费×0.5%	1.72
(2)	项目勘测费	工程施工费×1.5%	5.16
(3)	项目设计与预算编制费	以工程施工费与设备购置费之和为计费基数, 采用分档定额计费方式计算	9.95
(4)	项目招标代理费	以工程施工费与设备购置费之和为计费基数, 采用差额定率累进法计算	1.72
2	工程监理费	以工程施工费与设备购置费之和为计费基数, 采用分档定额计费方式计算	8.88
3	拆迁补偿费	—	0.00
4	竣工验收费		11.06
(1)	工程复核费	以工程施工费与设备购置费之和为计费基数, 采用差额定率累进法计算	2.49
(2)	工程验收费	以工程施工费与设备购置费之和为计费基数, 采用差额定率累进法计算	4.97
(3)	项目决算编制与审计费	以工程施工费与设备购置费之和为计费基数, 采用差额定率累进法计算	3.60
5	业主管理费	以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费之和作为计费基数, 采用差额定率累进法计算	10.95
	总计		49.44

下表。

表 12-17 矿山生态环境治理投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额(万元)	各项费用占静态投资的比例(%)
一	工程施工费	150.31	84.76
二	其他费用	11.38	6.42
三	监测管护费	5.60	3.16
1	监测费	5.60	3.16
2	管护费		0.00
四	预备费	24.55	—
(一)	基本预备费	10.04	5.66
(二)	价差预备费	14.49	—
五	静态总投资	177.33	100.00
六	动态总投资	191.82	—

表 12-18 工程施工费估算表 金额单位：元

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	工程措施				1503095.74
1	截水沟(露天采场1)	m	1520.00		334321.39
01194	挖掘机挖土	100m ³	14.59	333.47	4866.01
03026	浆砌片石	100m ³	12.16	24513.83	298088.15
03079	水泥砂浆抹面	100m ²	30.40	966.03	29367.22
	涵管(加筋,5m长)	根	2.00	1000.00	2000.00
2	截水沟(露天采场2)	m	683.00		151325.99
01194	挖掘机挖土	100m ³	6.56	333.47	2186.50
03026	浆砌片石	100m ³	5.46	24513.83	133943.56
03079	水泥砂浆抹面	100m ²	13.66	966.03	13195.93
	涵管(加筋,5m长)	根	2.00	1000.00	2000.00
3	截水沟(临时排土场)	m	610.00		103018.06
01194	挖掘机挖土	100m ³	8.75	333.47	2917.01
01292	土方回填	100m ³ 实方	2.99	621.16	1856.65
03026	浆砌片石	100m ³	3.81	24513.83	93294.48
03079	水泥砂浆抹面	100m ²	5.12	966.03	4949.92
5	拦渣坝	m	22.00		196765.79
01194	挖掘机挖土	100m ³	4.40	333.47	1467.27

01292	土方回填	100m ³ 实方	0.88	621.16	546.62
03026	浆砌片石	100m ³	6.82	24513.83	167184.31
04017	混凝土压顶	100m ³	0.44	47603.60	20945.59
	排水孔	m	94.60	70.00	6622.00
6	洒水	m ³	114348.00	6.26	715818.48
7	表土苫盖	100m ²	9.00	205.11	1846.03

表 12-19 监测工程施工费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
二	第二部分 监测工程				56000.00
1	环境破坏与污染监测	年	8.00	5000.00	40000.00
2	生态系统监测	年	8.00	2000.00	16000.00
合计					56000.00

表 12-20 其他费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
三	其他费用				113813.99
(1)	建设管理费				31181.91
(2)	工程建设监理费				51450.16
(3)	科研勘测设计费				31181.91

表 12-21 基本预备费估算表

工程措施(万元)	监测措施(万元)	其他费用(万元)	小计(万元)	费率(%)	合计(万元)
150.31	5.60	11.38	167.29	6.00	10.04

表 12-22 价差预备费估算表

金额单位：万元

年度(年)	静态投资	价差预备费	动态投资
2026	75.74	0.00	75.74
2027	12.33	0.37	12.70
2028	12.33	0.75	13.08
2029	12.33	1.14	13.47
2030	12.51	1.57	14.08
2031	12.33	1.96	14.29
2032	12.33	2.39	14.72
2033	27.43	6.31	33.74
合计	177.33	14.49	191.82

表 12-23 土地复垦直接工程费单价表

人工平土（一、二类土）

定额编号：10326

单位：100m²

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				120.32
(一)	直接工程费				115.47
1	人工费				109.97
	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工	工日	2.70	38.84	104.87
2	材料费				
3	机械费				
4	其他费用	%	5.00	109.97	5.50
(二)	措施费	%	4.20	115.47	4.85
二	间接费	%	5.00	120.32	6.02
三	利润	%	3.00	126.34	3.79
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	130.13	11.71
	合计				141.84

55kw 推土机推土（一、二类土）推距 30~40m

定额编号：10135

单位：100m³

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				213.73
(一)	直接工程费				205.11
1	人工费				11.65
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	0.30	38.84	11.65
2	材料费				
3	机械费				183.69
	推土机 74kw	台班	0.34	540.28	183.69
4	其他费用	%	5.00	195.35	9.77
(二)	措施费	%	4.20	205.11	8.61

二	间接费	%	5.00	213.73	10.69
三	利润	%	3.00	224.42	6.73
四	材料价差				44.47
	柴油	kg	18.70	2.38	44.47
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	275.62	24.81
合计					300.42

挡土埂

定额编号：10042

单位：100m³

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				2152.15
(一)	直接工程费				2065.40
1	人工费				2011.33
	甲类工	工日	2.50	51.04	127.59
	乙类工	工日	48.50	38.84	1883.74
3	机械费				43.79
	双胶轮车	台班	13.60	3.22	43.79
4	其他费用	%	0.50	2055.13	10.28
(二)	措施费	%	4.20	2065.40	86.75
二	间接费	%	5.00	2152.15	107.61
三	利润	%	3.00	2259.76	67.79
四	材料价差				2000.00
	客土	m ³	100.00	20.00	2000.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	4327.55	389.48
合计					4717.03

土方回填（人工夯实）

定额编号：10333

单位：100m³

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2168.98
(一)	直接工程费				2081.55
1	人工费				1991.91
	甲类工	工日	2.5	51.04	127.59
	乙类工	工日	48	38.84	1864.32
2	材料费				
3	机械费				0.00
	蛙式打夯机	台班	0	117.94	0.00
4	其他费用	%	4.5	1991.91	89.64
(二)	措施费	%	4.2	2081.55	87.43

二	间接费	%	5	2168.98	108.45
三	利润	%	3	2277.42	68.32
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2345.75	211.12
合计					2556.86

1m³挖掘自卸汽车运土（一、二类土）运距 0~0.5km

定额编号：10218

单位：100m³

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				599.10
(一)	直接工程费				574.95
1	人工费				35.25
	甲类工	工日	0.09	51.04	4.49
	乙类工	工日	0.79	38.84	30.76
2	材料费				
3	机械费				512.32
	挖掘机油动 1m ³	台班	0.19	735.81	142.45
	推土机 59kw	台班	0.14	369.43	52.02
	自卸汽车 5t	台班	0.95	334.44	317.85
4	其他费用	%	5.00	547.57	27.38
(二)	措施费	%	4.20	574.95	24.15
二	间接费	%	5.00	599.10	29.95
三	利润	%	3.00	629.05	18.87
四	材料价差				136.02
	柴油	kg	57.2	2.38	136.02
五	未计价材料费				0
六	税金	%	9.00	783.95	70.56
合计					854.50

栽植乔木（带土球，土球直径 30 cm）

定额编号：90002

单位：100 株

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				831.78
(一)	直接工程费				798.25
1	人工费				271.88
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	7	38.84	271.88
2	材料费				522.40
	油松	株	102	5.00	510.00
	水	m ³	2	6.20	12.4
3	机械费				

4	其他费用	%	0.5	794.28	3.97
(二)	措施费	%	4.2	798.25	33.53
二	间接费	%	5	831.78	41.59
三	利润	%	3	873.37	26.20
四	材料价差				1530.00
	油松	株	102	15.00	1530.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2429.57	218.66
合计					2648.23

栽植灌木（营养袋苗木，灌丛高100cm）

定额编号：90018

单位：100株

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				166.80
(一)	直接工程费				160.08
1	人工费				38.84
	甲类工	工日		51.04	0.00
	乙类工	工日	1.00	38.84	38.84
2	材料费				120.60
	柠条	株	102.00	1	102.00
	水	m ³	3.00	6.20	18.60
3	机械费				
4	其他费用	%	0.40	159.44	0.64
(二)	措施费	%	4.20	160.08	6.72
二	间接费	%	5.00	166.80	8.34
三	利润	%	3.00	175.14	5.25
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	180.40	16.24
合计					196.63

撒播种草（白羊草和紫羊茅，覆土）

定额编号：90031

单位：hm²

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1629.71
(一)	直接工程费				1564.02
1	人工费				334.02
	甲类工	工日		0.00	0.00
	乙类工	工日	8.60	38.84	334.02
2	材料费				1230.00
	草籽	kg	120.00	10.00	1200.00
	其他材料费	%	2.50		30.00
3	机械费				
(二)	措施费	%	4.20	1564.02	65.69
二	间接费	%	5.00	1629.71	81.49

三	利润	%	3.00	1711.20	51.34
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	1762.53	158.63
合计					1921.16

栽植灌木（带土球 20cm，爬山虎）

定额编号：90013

单位：100 株

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				258.22
(一)	直接工程费				247.81
1	人工费				132.06
	甲类工	工日		0.00	0.00
	乙类工	工日	3.40	38.84	132.06
2	材料费				114.52
	爬山虎	株	102.00	1.00	102.00
	水	m ³	2.00	6.26	12.52
3	机械费				
4	其他费用	%	0.50	246.58	1.23
(二)	措施费	%	4.20	247.81	10.41
二	间接费	%	5.00	258.22	12.91
三	利润	%	3.00	271.13	8.13
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	279.26	25.13
合计					304.40

表 12-24 恢复治理单价分析表

挖掘机挖土（IV类土）

定额编号：01194

单位：100m³自然方

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				246.38
(一)	直接费				228.76
1	人工费	工时	5.60	2.66	14.88
2	零星材料费	%	23.00		42.78
3	机械使用费				171.10
	挖掘机 1m ³	台时	1.07	159.91	171.10
(二)	其他直接费	%	2.70		6.18
(三)	现场经费	%	5.00		11.44

二	间接费	%	5.50		13.55
三	企业利润	%	7.00		18.20
四	税金	%	9.00		25.03
合计					303.16
单价调增 10%					333.47

1m³挖掘机装石渣自卸汽车运输 运距 1km

定额编号：02093

单位：100m³

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				2119.21
(一)	直接费				1967.69
1	人工费	工时	19.10	2.66	50.77
2	零星材料费	%	2.00		38.58
3	机械使用费				1878.34
	推土机 88kw	台时	1.44	144.42	207.96
	挖掘机 1m ³	台时	2.88	159.91	460.54
	自卸汽车 8t	台时	11.41	106.03	1209.85
(二)	其他直接费	%	2.70		53.13
(三)	现场经费	%	5.00		98.38
二	间接费	%	5.50		116.56
三	企业利润	%	7.00		156.50
四	税金	%	9.00		215.30
合计					2607.57
单价调增 10%					2868.33

浆砌块石（护底）

定额编号：03026

单位：100m³砌体方

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				18111.55
(一)	直接费				16816.67
1	人工费	工时	765.20	2.66	2033.88
2	材料费				14538.73
	块石	m ³	108.00	76.87	8301.96
	砂浆	m ³	35.30	174.63	6164.44
	其他材料费	%	0.50		72.33

3	机械使用费				244.06
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	6.54	16.89	110.49
	胶轮架子车	台时	163.44	0.82	133.57
(二)	其他直接费	%	2.70		454.05
(三)	现场经费	%	5.00		840.83
二	间接费	%	5.50		996.14
三	企业利润	%	7.00		1337.54
四	税金	%	9.00		1840.07
合计					22285.30
单价调增 10%					24513.83

水泥砂浆抹面 2cm 厚

定额编号：03079

单位：100m²

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				713.73
(一)	直接费				673.33
1	人工费	工时	85.80	2.66	228.05
2	材料费				433.78
	砂浆	m ³	2.30	174.63	401.65
	其他材料费	%	8.00		32.13
3	机械使用费				11.49
	砂浆搅拌机 0.4m ³	台时	0.41	16.89	6.93
	胶轮架子车	台时	5.59	0.82	4.57
(二)	其他直接费	%	1.00		6.73
(三)	现场经费	%	5.00		33.67
二	间接费	%	5.50		39.26
三	企业利润	%	7.00		52.71
四	税金	%	9.00		72.51
合计					878.21
单价调增 10%					966.03

羊角碾碾压

定额编号：01292

单位：100m³ 实方

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				458.93
(一)	直接费				426.12
1	人工费	工时	122.30	2.66	325.07
2	机械使用费				101.05
	拖拉机 55kw	台时	1.26	68.48	86.29
	羊角碾 5-7t	台时	1.26	4.43	5.58
	其他机械费	%	10	91.86	9.19

(二)	其他直接费	%	2.70		11.51
(三)	现场经费	%	5.00		21.31
二	间接费	%	5.50		25.24
三	企业利润	%	7.00		33.89
四	税金	%	9.00		46.63
合计					564.69
单价调增 10%					621.16

挖掘机挖土 (IV类土)

定额编号: 01194

单位: 100m³自然方

金额单位: 元

序号	工程名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				246.38
(一)	直接费				228.76
1	人工费	工时	5.60	2.66	14.88
2	零星材料费	%	23.00		42.78
3	机械使用费				171.10
	挖掘机 1m ³	台时	1.07	159.91	171.10
(二)	其他直接费	%	2.70		6.18
(三)	现场经费	%	5.00		11.44
二	间接费	%	5.50		13.55
三	企业利润	%	7.00		18.20
四	税金	%	9.00		25.03
合计					303.16
单价调增 10%					333.47

混凝土压顶

定额编号: 04017

单位: 100m³

金额单位: 元

序号	工程名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
一	直接工程费				35170.98
(一)	直接费				33180.17
1	人工费	工时	957.80	2.66	2545.81
2	材料费				30634.36
	板枋材	m ³	1.27	1979.79	2514.33
	钢膜板	kg	190.88	5.00	954.40
	铁件	kg	86.30	5.00	431.50
	商品混凝土	m ³	105.00	248.89	26133.45
	其他材料费	%	2.00		600.67
3	机械使用费				0.00
(二)	其他直接费	%	1.00		331.80
(三)	现场经费	%	5.00		1659.01

二	间接费	%	5.50		1934.40
三	企业利润	%	7.00		2597.38
四	税金	%	9.00		3573.25
合计					43276.00
单价调增 10%					47603.60

压路机压实

定额编号：01315 改

单位：100m³ 实方

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				263.55
(一)	直接费				244.71
1	人工费	工时	23.30	2.66	61.93
2	零星材料费	%	23.00		45.76
3	机械使用费				137.02
	推土机 74kw	台时	0.73	117.89	86.06
	压路机内燃 12-15t	台时	0.25	75.90	18.97
	拖拉机 74kw	台时	0.25	93.99	23.50
	蛙式打夯机	台时	1.10	7.72	8.49
(二)	其他直接费	%	2.70		6.61
(三)	现场经费	%	5.00		12.24
二	间接费	%	5.50		14.50
三	企业利润	%	7.00		19.46
四	税金	%	9.00		26.78
合计					324.29
单价调增 10%					356.71

人工夯实土方

定额编号：01093

单位：100m³ 实方

金额单位：元

序号	工程名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接工程费				961.22
(一)	直接费				892.49
1	人工费	工时	326.00	2.66	866.50
2	零星材料费	%	3.00		25.99
3	机械使用费				0.00
(二)	其他直接费	%	2.70		24.10
(三)	现场经费	%	5.00		44.62
二	间接费	%	5.50		52.87

三	企业利润	%	7.00		70.99
四	税金	%	9.00		97.66
合计					1182.73
单价调增 10%					1301.00

表 12-25 砂浆单价计算表 金额单位：元

序号	名称标号	单位	水泥		砂		水		单价
			kg	单价	m ³	单价	m ³	单价	
1	砌筑砂浆 M10 水泥 32.5	m ³	305	0.32	1.1	67.65	0.183	6.2	174.63

表 12-26 土地复垦机械台班费用计算表
推土机（59kw）

编号：1013

金额单价：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用	元		69.35	69.35
2	二类费用	元			300.08
(1)	人工	工日	2.00	51.04	102.08
(2)	柴油	kg	44.00	4.50	198.00
合计					369.43

挖掘机油动 1m³

编号：1004

金额单价：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用	元		309.74	309.74
2	二类费用	元			426.08
(1)	人工	工日	2.00	51.04	102.08
(2)	柴油	kg	72.00	4.50	324.00
合计					735.81

自卸汽车（5t）

编号：4011

金额单价：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用	元		91.06	91.06
2	二类费用	元			243.38
(1)	人工	工日	1.33	51.04	67.88
(2)	柴油	kg	39.00	4.50	175.50
合计					334.44

推土机（74kw）

编号：1014

金额单价：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用	元		190.70	190.70
2	二类费用	元			349.58
(1)	人工	工日	2.00	51.04	102.08
(2)	柴油	kg	55.00	4.50	247.50
合计					540.28

表 12-26 恢复治理机械台时费用计算表

编号	机械名称及规格	单位	合计	一类费用				二类费用		
				折旧	修理及替换设备费	安装拆卸费	小计	人工	动力、燃料或消耗材料	小计
1029	推土机 55kw	元/台时	78.94	6.32	11.47	0.44	18.23	6.38	54.34	60.72
1032	推土机 88kw	元/台时	144.42	23.65	26.67	1.06	51.38	6.38	86.66	93.04
3013	自卸汽车 8t	元/台时	106.03	19.99	12.43	0.00	32.42	3.46	70.16	73.61
1002	单斗挖掘机 1m ³	元/台时	159.91	25.46	27.18	2.42	55.06	7.18	97.67	104.84
2002	混凝土搅拌机 0.4m ³	元/台时	16.89	2.91	4.90	1.07	8.88	3.46	4.56	8.01
3059	双胶轮架子车	元/台时	0.82	0.23	0.59		0.82			0.00
1068	羊角碾 5-7t	元/台时	4.43	1.12	0.97	2.33	4.43	0.00	0.00	0.00

第三节 总费用汇总与年度安排

一、总费用构成与汇总

本方案矿山环境保护与土地复垦方案的总费用包括矿山环境治理费用、土地复垦费用和矿山生态环境治理费用，具体如下：

(1) 矿山环境治理工程静态投资费用200.21万元，动态总投资228.14万元。

(2) 土地复垦静态投资费用461.48万元，动态总投资566.26万元，亩静态投资为12536.81元，亩动态投资为15383.32元。

(3) 矿山生态环境治理静态投资费用177.33万元，估算动态总投资191.82万元。

综上，本方案静态总投资为839.02万元，动态总投资986.22万元。

表 12-27 投资估算汇总表

单位：万元

序号	工程或费用名称	矿山地质环境保护	土地复垦	矿山生态环境治理	合计	各项费用占动态费用的比例(%)
一	工程施工费	156.53	344.15	150.31	650.99	66.01
二	设备费		0.00		0.00	0.00
三	其他费用	16.35	49.44	11.38	77.17	7.83
四	监测管护费	16.00	56.08	5.60	77.68	7.88
1	监测费	16.00	11.70	5.60	33.30	3.38
2	管护费		44.38		44.38	4.50
五	预备费	39.26	116.59	24.53	180.38	18.29
1	基本预备费	11.33	11.81	10.04	33.18	3.36
2	价差预备费	27.93	104.78	14.49	147.20	14.93
六	静态总投资	200.21	461.48	177.33	839.02	85.07
七	动态总投资	228.14	566.26	191.82	986.22	100.00

二、年度经费安排

表 12-28 矿山环境治理服务期分年度费用汇总 单位：万元

年度	矿山地质环境治理		土地复垦		矿山生态环境治理		合计	
	静态	动态	静态	动态	静态	动态	静态	动态
2026	45.64	45.64			75.74	75.74	121.38	121.38
2027	12.31	12.68	14.20	14.63	12.33	12.70	38.84	40.01
2028	9.52	10.10	21.00	22.28	12.33	13.08	42.85	45.46
2029	9.10	9.94	19.88	21.72	12.33	13.47	41.31	45.13
2030	12.48	14.05	19.28	21.70	12.51	14.08	44.27	49.83
2031	9.24	10.71	42.22	48.94	12.33	14.29	63.79	73.94
2032	9.27	11.07	23.51	28.07	12.33	14.72	45.11	53.86
2033	92.65	113.95	32.92	40.49	27.43	33.74	153.00	188.18
2034			248.66	315.00			248.66	315.00
2035			14.25	18.59			14.25	18.59
2036			13.41	18.02			13.41	18.02
2037			12.15	16.82			12.15	16.82
总计	200.21	228.14	461.48	566.26	177.33	191.82	839.02	986.22

表 12-29 前五年矿山环境保护与土地复垦范围、工程量及费用 金额单位：万元

年度	治理范围	工程内容	静态投资	动态投资
2026	露天采场、临时排土场	1、露天采场 1：布设截水沟 1520m，2 根涵管，总长 10m，布设 4 块警示牌，1590m、1580m、1570m、1560m 边坡清理危岩，清理长度分别为 201m、260m、277m、688m；1590m、1580m、1570m、1550m 边坡顶部各布置 1 个监测点，1560m 边坡布置 3 个监测点。 2、临时排土场布设 1 块警示牌、底部修筑 22m 长拦渣坝、布设截水沟 610m。 3、废渣堆压实。 4、截水沟修复。 5、对影响区范围内环境空气、噪声、土地植被等进行监测 6、洒水	121.38	121.38
2027	露天采场	1、露天采场 1：1550m 边坡顶部布置 4 个监测点，1540m 边坡顶部布置 5 个监测点，1530m 边坡顶部布置 2 个监测点，1550m、1540 边坡清理危岩，清理长度分别为 870m、906m。 2、截水沟修复。 3、复垦露天采场 1：1590m、1580m、1570m、1560m 平台及边坡 4、对影响区范围内环境空气、噪声、土地植被等进行监测 5、洒水	38.84	40.01
2028	露天采场	1、露天采场 1：1530m、1520m 边坡顶部各布置 3 个监测点，1530m 边坡清理危岩，清理长度为 936m。 2、截水沟修复。 3、复垦露天采场 1：1550m、1540m 平台及边坡，监测管护 2027 年复垦植被 4、对影响区范围内环境空气、噪声、土地植被等进行监测 5、洒水	42.85	45.46
2029	露天采场	1、露天采场 1：1520 边坡顶部布置 1 个监测点，1510 边坡顶部布置 4 个监测点，1520m 边坡清理危岩，清理长度为 810m。 2、截水沟修复。 3、复垦露天采场 1：1530m 平台及边坡，监测管护 2027、2028 年复垦植被 4、对影响区范围内环境空气、噪声、土地植被等进行监测 5、洒水	41.31	45.13
2030	露天采场	1、露天采场 1：1510 边坡顶部布置 2 个监测点，1500 边坡顶部布置 5 个监测点，1510m、1500m 边坡清理危岩，清理长度分别为 920m、906m。 2、截水沟修复。	44.27	49.83

年度	治理范围	工程内容	静态投资	动态投资
		3、复垦露天采场 1：1520m 平台及边坡，监测管护 2027、2028、2029 年复垦植被 4、对影响区范围内环境空气、噪声、土地植被等进行监测 5、洒水		
合计			288.65	301.81

第十三章 保障措施与效益分析

第一节 保障措施

一、地质环境治理保障措施

1、组织保障

成立以矿山主要领导为组长的恢复治理领导小组，负责对本方案实施的组织管理、行政管理、技术管理和监测管理，成员包括：生产技术负责人，财务负责人，地质技术负责人等，进行合理分工，各负其责，责任到人。制定严格的管理制度，使专职机构工作能正常开展，不能流于形式，领导小组要把矿山地质环境保护与恢复治理工作纳入矿山的重要日常工作、把矿山地质环境保护与恢复治理工作落实到矿山生产的每个环节，确保治理效果。对地质灾害实施长期监测、并做好监测记录，出现险情或有险情预兆时及时上报，并组织实施防治措施，制定人员紧急避险和财产转移路线，实行自救工作等；在矿山地质环境治理施工中，严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位具体负责项目的实施。地质灾害的防治应贯彻“以防为主，防治结合”的原则，以达到保护地质环境、避免和减少灾害损失的目的。地质灾害治理工程的设计、施工和验收应与主体工程的设计、施工、验收同时进行。公司应积极主动与自然资源监督部门配合，对矿山地质环境治理措施的实施情况进行监督和管理，严肃查处矿山建设及生产运营过程中破坏矿山地质环境的违法行为。

2、技术保障

矿山地质环境保护与治理恢复方案的实施应有充分的技术保障措施，须配备相应的专业技术队伍，并有针对性地加强专业技术培训；应强化施工人员的矿山地质环境保护意识，提高施工人员的矿山地质环境保护与治理技术水平，以确保矿山环境保护与治理工程按期保质保量完成；应依据批复的“方案”，因地制宜，因害设防；应优化防治结构，合理配置工程与生物防治措施，使矿山资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案防治措施有机结合。公司应按国家标准 GB/T 32864-2016《滑坡防治工程勘查规范》、DZ/T0219-2006《滑坡防治工程设计与施工技术规范》、DZ/T0220-2006《泥石流灾害防治工程勘查规范》、DZ/T 0223-2004《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》等规范要求开

展矿区地质灾害防治工作，开展有关矿山地质环境监测工作。施工单位应采用先进的施工手段和合理的施工工艺，施工实行各工序层层报验制度，监理单位按矿山地质环境治理工程相关技术规程、规范、设计要求及验收标准对工程各部分进行质量验收，合格后签字。公司应严格控制施工进度，确保矿山地质环境保护措施按时完成并取得成效。

3、费用保障措施

按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则落实资金。按照此原则，矿山地质环境保护与治理恢复费用全部由灵丘县锰业有限责任公司承担。

按照山西省人民政府文件《山西省人民政府关于印发山西省矿山环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（晋政发[2019]3 号文），灵丘县锰业有限责任公司应按规定在其基本开户行开设基金专户，基金专户开设情况报属地县级财政、自然资源、生态环境部门备案。灵丘县锰业有限责任公司应于每季度结束后 10 日内将基金提取、使用情况，《方案》的执行情况以及提取基金的相关凭证等报县级财政、自然资源、生态环境部门备案。县级财政、自然资源、生态环境部门汇总后，逐级上报市级、省级相应部门。

矿山按季度提取基金。未完成矿山地质、生态等环境治理恢复义务的，首次提取基金时，除应提取本季度基金外，加提本季度提取基金的 8-10 倍。

基金提取标准：季度应计提提取基金数额=原矿季度销售收入*1.5%*2

销售收入按 2025 年市场行情计算，具体情况应根据实际销售收入而定。基金季度计提见表 13-1。

表 13-1 基金季度计提表

计提时间		生产量（万吨）	预计销售收入（万元）	计提资金（万元）
生产年度	第一季度	10.0	500	15
	第二季度	15.0	750	22.5
	第三季度	15.0	750	22.5
	第四季度	10.0	500	15

二、土地复垦保障措施

1、组织保障

矿山应由矿领导为组长的专门土地复垦工作小组，来具体负责实施土地复垦各项工

作。工作小组下设办公室，办公室下设财务小组、权属调整小组、施工小组、监督小组，分别负责资金审计、权属纠纷解决、项目工程设计招标、施工、监理等工作，最后由自然资源部门验收。

2、费用保障措施

矿山按照费用预存安排复垦费用存入专用共管账户，灵丘县自然资源局和其指定的银行共同参与管理共管账户，并签订土地复垦费用监管协议（三方）。资金保障是贯穿于土地复垦始终的计-提-管-用一体化制度，任何一个环节都可能造成资金的不足、流失、无效或低效利用，故根据资金流向的各环节制定矿山资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案资金保障制度。

(1)资金来源

资金来源遵循以下原则：“谁毁损，谁复垦”的原则；复垦资金进入成本的原则；按实际生产能力计提的原则。

2011年2月22日国务院第145次常务会议通过的第592号《土地复垦条例》第十五条指出：土地复垦义务人应当将土地复垦费用列入生产成本或者建设项目总投资。

国土资发[2006]225号文件规定：“土地复垦费要列入生产成本或建设项目总投资并足额估算”。

该项目土地复垦静态总投资为461.48万元，动态总投资为566.26万元，资金由灵丘县锰业有限责任公司负担，按动态投资进行提取。根据本方案开发利用部分设计年生产能力，每年的复垦费用在假设实际生产能力与设计生产能力一致的情况下计提土地复垦资金。

(2)资金计提

每次预存的资金量按照复垦方案的动态投资计划执行。为了保证能够足额存入复垦资金，费用安排应遵循提前预存、分阶段足额预存原则，在项目生产建设服务年限结束前1年预存完毕所有费用。本方案设计生产服务年限为7.33年，因此在矿山在结束生产前一年将本方案的复垦动态资金566.26万元预存完毕，第一年预存资金不少于总费用的20%。截止目前已预存土地复垦费用122.35万元。详见表13-2。

表13-2 年度预存复垦费用计划表 单位：万元

年度	预存费用
2026	113.25
2027	70.51
2028	70.50
2029	70.50
2030	70.50
2031	70.50
2032	70.50
合计	566.26

(3) 资金使用与管理

土地复垦费用由矿山用于复垦工作，由矿山土地复垦管理机构具体管理，受灵丘县自然资源局的监督。建议按以下方式使用和管理土地复垦费用：

①施工单位每年年底，根据土地复垦实施规划和年度计划，做出下一年度的复垦资金使用预算。土地复垦管理机构对复垦资金使用预算进行审核，并报当地自然资源局审查，审查同意后方可动用复垦账户的复垦资金用于复垦工作。

②资金使用中各科目实际支出与预算金额间相差超过20%的，需向土地复垦管理机构提交书面申请，经自然资源部门审核同意后方可使用。

③施工单位按期填写复垦资金使用情况报表，对每一笔复垦资金的用途均有详细明确的记录。复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

④每年年底，施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告。土地复垦管理机构审核后，报当地自然资源主管部门备案。

⑤每一复垦阶段结束前，土地复垦管理机构提出申请，当地自然资源局组织对阶段土地复垦实施效果进行验收，并对土地复垦资金使用情况进行审核，同时对复垦账户的资金进行结清。在复垦效果和复垦资金审核通过的基础上，账户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

⑥矿山按照土地复垦方案和阶段土地复垦计划完成全部复垦任务后向当地自然资源局提出最终验收申请。验收合格后，可向灵丘县自然资源局申请从土地复垦费用共管账户中支取结余费用的80%。其余费用应在灵丘县自然资源局会同有关部门在最终验收合格后的5年内对复垦为农用地的复垦效果进行跟踪评价，达标后方可取出。

⑦对滥用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、

经济、刑事处罚。

3、监管保障

1) 监测保障

参与项目勘察、设计、施工及管理的单位，必须具备国家规定的资质条件，并取得相应的资质证书，项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，施工所需材料须经质检部门验收合格后方可使用；工程竣工后，应及时报请自然资源及财政行政主管部门，组织专家验收，且要在土地复垦竣工验收时提交监测专项报告。土地复垦工作具有长期性、复杂性、综合性的特点。土地复垦方案经批准后，建设单位应主动与地方土地行政主管部门取得联系，自觉接受地方土地行政主管部门的监督检查，确保土地复垦方案的实施。矿山土地复垦管理机构应定期派人对种植乔木和补种树种的成活率进行监测，及时对土壤进行培肥，以保证土质的提高。尤其是加强对坡地草种生长状况的监测，对未成活的树草随时进行补种。另外，应与当地水行政主管部门加强联系，随时了解地下水位的变动情况，从而使复垦工作能真正落到实处。

2) 管理保障

为加强对土地复垦的管理，严格执行《土地复垦方案》。按照方案确定的阶段逐地块落实，在项目进行中严格执行以下制度：

a) 实行项目法人责任制

项目实施涉及众多相关部门，以及项目区所在乡、村人员的组织和配合协调问题，牵涉面广，是一项复杂的社会工程。因此必须在土地复垦领导小组的统一领导下，由生产单位牵头，实行项目法人责任制，落实任期目标责任制，对项目策划、建设、实施全过程负责。

b) 实行项目工程招标制

为防止暗箱操作，保证工程质量，由土地复垦领导小组对工程内容逐一分解，进行招标公告，根据《招标投标法》分标段向社会公开招标，公开、公正、公平地选用土地复垦施工单位。

c) 实行项目工程监理制度

通过招投标方式选择监理单位，监理单位制定具体工作细则，明确委托监理程序，监理单位资质要求等，对所有工程的建设内容、施工进度、工程质量进行监理。

d) 合同管理制度实施方案

按照《合同法》等有关规定，制定有关工作组织，具体的复垦工程尤其是外包工程，要明确相互各方的权责利。合同由专人管理，专设项目合同管理专用章，签发工程承建合同和设备购置合同必须由项目法人签章；合同纠纷调解处理按《合同法》规定程序进行。

4、技术保证措施

1) 技术监督制

监督人员一定要经过认真筛选，推选出具有较高理论和专业技术水平、具有土地复垦工程设计、施工能力和较强责任感和较高的职业道德的监督人员，开展监督工作。为保证施工进度与施工质量，由矿山建设管理部门派出1至2名技术人员，在现场开展土地复垦工程施工的监理协调工作，以及负责施工中的技术监督工作，并接受当地土地行政主管部门的监督检查和验收工作，以确保工程按期保质保量完成。地方土地行政主管部门根据情况可不定期进行检查。

2) 土地复垦方案的设计与施工

建设单位应保证严格按土地复垦方案设计报告的实施规划和设计图纸进行各项措施的具体施工。矿山土地复垦工作应纳入大同市生态修复总体规划，接受当地政府和土地行政部门的指导和监督。矿区土地复垦管理应与地方土地复垦管理相结合，互通信息、互相衔接，保证土地复垦设施质量，提高经济、社会和环境效益。为保证土地复垦防治工程的顺利实施，首先要选择具有一定经验和力量及具备资质的施工队伍。治理工程可由当地乡村承包，也可由专业公司或由矿山自己的工程队伍承包。施工期间矿区土地复垦管理部门应有专门技术人员负责工程质量与进度的落实。实施土地复垦方案的施工单位，除了具有一般工程技术人员负责土地复垦工程措施的施工外，还应具有土地复垦专业的工程技术人员，重点负责指导监督工程与生物措施的施工。

5、完善管理规章制度

为保证方案的顺利开展和实施，要注重治理工作的科学性和系统性，应建立健全的土地复垦技术档案和管理制度。档案建立与管理应保持全面、系统、科学、时间和项目齐全，所有的数据资料准确可靠。各年度或工程每个阶段结束后，要把所有的资料及时归档，不能任其堆放和失落。要有专人管理或由矿区机关档案室专门立柜管理，以便查

找应用。

三、生态环境治理保障措施

1、资金保障

为了加强生态治理工程建设资金的管理，贯彻专款专用的原则，资金落实后，矿山要设立生态治理工程建设专用资金账户统一管理，统一纳入专用资金管理程序，制定有关生态治理工程资金的提取和使用管理办法，专款专用，不得挪用或挤占。要自觉接受生态环境、林业、自然资源等部门对工程建设和资金使用情况的检查、考核和监督。

2、技术保障

实施生态环境治理恢复方案涉及各类专业技术人员结构、来源、分工、施工监理 组织、地方行政主管部门的技术服务和监督、施工人员的技术人员培训等问题。

矿方聘请当地有关部门的专业技术人员现场指导施工。不能自行治理的，提出委托实施单位及其技术保证，以保证工程按技术要求实施，正常发挥效益。

3、工程管理保障

为加快矿区生态治理工程建设步伐，规范工程管理，保证生态治理工程质量，合理有效地使用专用生态治理资金，矿山要根据国家、省、市和县人民政府的有关文件规定，结合矿区特点和矿山的实际制定有关工程管理实施办法。

要采用先进技术、制定切实可行的技术方案，为规划项目提供后续技术支撑，提高方案实施的可行性和科学性。要坚持质量第一的原则，按照全面质量管理的要求，加强事前指导、事中检查、事后验收三个环节的管理；要健全组织机构，规范管理制度，建立质量、技术保证体系，在方案论证、技术选用、工程施工、资金使用、项目验收等方面实行严格的管理监督，提高管理水平，确保生态治理质量与成效；要严格执行工程建设程序，通过规划、设计、预算、招标、包建程序做好工程实施前的准备工作；通过强化建设单位责任和工程监理，对工程施工中的造价、质量、进度进行全方位的控制；通过严格的工程验收、质保期责任和结算付款程序确保工程质量达标后再交付使用。

4、监督保障

在方案设计工程的实施过程中，要充分发挥新闻媒体的宣传和监督作用。要积极宣传国家生态环境保护相关方针政策、法律法规，公开生态环境执法典型案例，通过案例教育群众，普及生态知识，提高公众保护生态环境的积极性，依靠公众监督方案设计工

程的实施。

第二节 效益分析

一、经济效益分析

土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益以及间接经济效益两个方面：其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地利用带来的农业产值；间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的环境损毁等需要的生态补偿费。

本项目通过土地复垦后，经济效益主要体现在通过土地复垦工程对土地的再利用带来的林、草产值。本次形成旱地 0.67hm²；乔木林地 1.71hm²；灌木林地 17.41hm²；其他草地 1.85hm²。按照项目区实际情况，复垦土地上的植物在经过 3 年管护后可以正常生长，油松具有药用价值，而且松花粉储存三年仍具有活性，并可进行有性繁殖，草地可以收割作为牛羊草料，柠条长成后三年可平茬一次，即可恢复柠条生机，其枝叶又可加工为饲料，有一定的经济效益。

二、环境效益

通过矿山地质环境综合治理，土地得到平整，减少崩塌对土地的破坏，恢复植被使得景观得到改善，土壤得到改善，损毁山体得以恢复，地面植被面积增加，水土得以保持。茂盛的草木能净化空气，调节气候，美化环境，改善局部生物圈的生态环境，与周边自然环境相协调，并能促进野生动物的繁殖。

三、社会效益

1、保障了本矿区人民生命财产安全

本方案实施后，可有效防治地质灾害的发生，保护本矿山职工和附近居民、过往行人的生命财产安全，可避免牲畜死亡，达到防灾减灾的目的，避免矛盾的激化。

2、可恢复土地功能

通过方案的实施最大限度地减少了采矿对土地资源的破坏，及时恢复了本矿区土地使用功能，为当地发展经济，构建和谐农村、和谐社会创造了条件，具有明显的社会效益。

3、综合治理提高土地利用率

本矿山地质环境保护与恢复治理方案因地制宜、因害设防，采取整、覆等方面的综

合治理措施对矿山环境进行恢复治理。方案实施中，工程措施与生物措施相结合，在破坏区栽植适宜生长的植被，一方面防止了灾害的发生，另一方面通过治理将显著提高土地利用效率，且增加了环境容量。

4、监测预警可增强人们防灾意识，更好地保护地质环境

针对本矿山的地质环境问题，采取治理措施。根据矿山地质环境问题的危害大小、轻重缓急，分期、分阶段进行治理。方案重视监测预警工作，发现问题及时处理，有效地保护本矿区地质环境。

总之，实施地质环境保护与治理方案后，会取得好的环境效益，符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

第三节 公众参与

公众参与的目的是让本项目的土地复垦和生态治理工作更加民主化和公众化，让公众特别是受本项目直接影响的人群充分了解本工作的内容，国家在土地资源管理方面的政策法规，让公众充分发表自己的意见并表明对本方案和实施效果的态度，使本工作更为完善，将公众的具体要求反馈到工程设计和项目管理中，为项目建设实施和主管部门决策提供参考意见。

通过公众参与调查，使群众了解本方案编制内容，对方案的目标、标准、措施（植物措施：植物的选择）、整治后土地利用模式等是否认可，使其监督本方案的实施和验收工作，充分发挥公众监督的作用，体现“全程参与、全面参与”的原则，使本方案能被公众充分认可，并提高方案的环境和经济效益，实施可持续发展战略。因此，本项目公众参与工作坚持“方案编制前—方案编制中—工程完工验收”全过程，以及土地权属人与地方管理机构全方位参与的公众参与。

1、公众参与方式

本项目公众参与形式主要采用走访调查与问卷调查形式进行。

2、方案编制前的走访与问卷调查

(1)方案编制前的走访与问卷调查时间是 2026 年 3 月 10 日至 2026 年 3 月 15 日。

(2) 调查对象、范围及调查内容：调查对象主要以受项目建设影响的周边村民为主。发放调查表的村庄为塔地村和伊家店村。调查内容见表 13-3。

(3) 主要选择矿区影响村庄中不同性别、年龄、职业、文化程度等各阶层人士为调查对象。

(4) 调查问卷发放方法主要通过当地村、镇委员会发放到村民手中。

表 13-3 土地复垦项目公众参与调查表

姓名		性别	男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/>	民族		年龄	
文化程度	小学 <input type="checkbox"/> 初中 <input type="checkbox"/> 高中 <input type="checkbox"/> 中专 <input type="checkbox"/> 大学 <input type="checkbox"/> 硕士以上 <input type="checkbox"/>						
序号	问题	您的答案			备注		
		A	B	C			
1	您对本项目了解程度：A 很了解；B 一般了解；C 不了解；						
2	您认为本项目是否有利于地方经济发展：A 是； B 否； C 不清楚；						
3	是否担心矿山的开采影响生态环境？ A 担心； B 不了解； C 无所谓；						
4	您了解矿山土地复垦吗？ A 了解； B 不了解； C 不清楚；						
5	您认为土地复垦能否恢复当地生态环境？ A 能； B 不能； C 不清楚；						
6	（了解土地复垦后）您支持矿山土地复垦吗？ A 支持； B 不支持； C 无所谓						
7	您认为本项目矿山复垦最适宜方向是什么？ A 林地； B 灌木林地； C 耕地；（其他建议请写在备注）						
8	您愿意监督或参与矿山复垦吗？ A 愿意； B 不愿意； C 无所谓；						
您对该项目的具体意见和建议：							

(3) 调查结果及统计分析

①调查结果

本次公众参与共走访和发放调查表 15 份，收回有效调查表 15 份，问卷有效率 100%。被调查公众的自然状况统计表 13-4、表 13-5。

表 13-4 公众参与调查统计结果

分类		占有效样本总数比例 (%)	样本数
性别	男	93.33	14
	女	6.67	1
年龄	18-30 岁	0	0
	31-40 岁	13.33	2
	41-60 岁	40	6
	60 岁以上	46.67	7
受教育程度	初中及以下	86.67	13
	中专及高中	13.33	2
	大专及以上学历	0	0

表 13-5 公众参与调查统计结果

序号	问题	统计结果 (%)		
		A	B	C
1	您对本项目了解程度： A 很了解；B 一般了解；C 不了解；	80.00%	13.33%	6.67%
2	您认为本项目是否有利于地方经济发展： A 是；B 否；C 不清楚；	100.00%	0.00%	0.00%
3	是否担心矿山的开采影响生态环境？ A 担心；B 不了解；C 无所谓；	80.00%	13.33%	6.67%
4	您了解矿山土地复垦和生态治理吗？ A 了解；B 不了解；C 不清楚；	86.67%	6.67%	6.67%
5	您认为土地复垦和生态治理能否恢复当地生态环境？ A 能；B 不能；C 不清楚；	80.00%	13.33%	6.67%
6	(了解项目后)您支持矿山土地复垦和生态治理吗？ A 支持；B 不支持；C 无所谓	86.67%	13.33%	0.00%
7	您认为本项目矿山复垦和生态治理最适宜方向是什么？A 林地；B 耕地；C 草地；（其他建议请写在备注）	66.67%	13.33%	20.00%
8	您愿意监督或参与矿山复垦和生态治理吗？ A 愿意；B 不愿意；C 无所谓；	86.67%	6.67%	6.67%

②统计结果分析

由统计结果表 13-4 调查的 15 人中，中专及高中学历占 13.33%，初中及以下学历占 86.67%。

由表知，在被调查的 15 人中有 80% 的人员对本项目了解程度为一般；100% 的人员认为有利于地方经济发展；80% 的人员担心矿山的开采影响生态环境；86.67% 的人员了解矿山土地复垦和生态治理；80% 的人员认为矿山土地复垦和生态治理能恢复当地生态环境；86.67% 的人员支持矿山土地复垦和生态治理；66.67% 的人员认为本项目矿山复垦和生态治理最适宜方向是林地；86.67% 的人员愿意监督或参与矿山复垦和生态治理。

（4）公众参与调查结论

在本项目公众参与问卷调查中，没有人员对项目建设提出了自己的建议和要求。经编制人员多次与矿方交流，走访矿区居民，总结矿区村民意见如下：

①希望损毁的土地得到修补，提高土地利用效率。

②要求加大矿区居民补偿力度，使失去土地的农民得到合理的补偿；要求对土地被损毁的农民按国家规定进行合理补偿，力保补偿费用交到农民手里。

编制人员走访了灵丘县自然资源局、农业局等相关职能部门，这些职能部门的相关负责人在听取编制人员汇报后，提出以下意见：

①要求矿区确定的土地用途须符合土地利用总体规划。

②根据矿区实际情况，因地制宜地确定矿山土地复垦和生态治理方向。

③本矿严格按照方案提出的矿山土地复垦和生态治理工程措施施工、验收、保证治理恢复基金和土地复垦费用落实到位。

（5）公众意见的处理

根据公众参与调查结果，本地区农民主要关心的问题是：矿山土地复垦和生态治理问题。为此本方案提出，对损毁土地按时、按量、按质复垦，改善土壤状况，优化土地利用结构，尽可能恢复当地的生态环境和土地生产能力。对矿区损毁的土地要按国家规定进行矿山土地复垦和生态治理并对受损的农民及时给予赔偿。必要时成立专门管理机构，实行专款专用，将土地补偿费用直接交到农民手中，保证基金落实到位。

第六部分 结论与建议

第十四章 结论与建议

第一节 结论

一、方案确定的矿产资源利用情况、生产规模、服务年限

根据山西乐图科技有限公司 2025 年 12 月提交的《山西省灵丘县锰业有限责任公司牛角岭珍珠岩矿资源储量核实报告》，截至 2024 年 12 月 31 日，批采标高 1650-1440m 范围内，Z1、Z2、XZ1、Z4 珍珠岩矿体累计查明资源量 407.3 万吨；以往动用资源量（Z2 矿体）3.71 万吨；保有资源量 403.59 万吨，其中控制资源量 144.62 万吨，推断资源量 258.97 万吨（含边坡占用资源量 27.59 万吨）。该储量于 2026 年 1 月 7 日由大同市规划和自然资源局以“同自然资储备字[2026]2 号”复函。

本次设计利用资源量为 366.61 万 t（Z1 矿体为 157.49 万 t，Z2 矿体为 190.03 万 t，XZ-1 矿体为 6.17 万 t，Z4 矿体为 12.92 万 t），按 95%回采率计算，生产规模 50 万 t/a，生产服务年限 7.33 年。

二、方案确定的开拓方案、开采方案及主要开采工艺

矿山设计采用露天开采方式，采用穿孔爆破采矿方法，挖掘机装岩，公路开拓汽车运输方案。设计露天采场按由上而下、由高到低分台阶开采，工作面台段坡面角 75°，安全平台宽度 4m，清扫平台宽度 6m，台阶高度 10m，最终露天采场 1 标高分别为 1590m、1580m、1570m、1560m、1550m、1540m、1530m、1520m、1510m、1500m、1490m、1480m、1470m、1460m，露天采场 2 标高为 1510m、1500m、1490m、1480m、1470m、1460m、1449m。

项目产品方案为：珍珠岩原矿石。

生产工艺为：穿孔—爆破—铲装—运输。

本方案设计采矿回采率 95%，矿石贫化率 5%。

三、选矿工艺、尾矿及设施

本矿山开采珍珠岩原矿直接销售，无需选矿也无尾矿产生。

四、矿山地质环境影响与治理恢复分区

(1) 评估范围包括露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路范围及其影响范围，评估区面积60.10hm²。确定其矿山地质环境影响评估级别为“一级”。

(2) 现状评估认为：地质灾害影响程度为“较轻”；含水层影响与破坏程度为“较轻”；现状采场、废渣堆和矿山道路对地形地貌景观影响与破坏程度为“严重”，已损毁土地影响与破坏程度为“较轻”。将矿山地质环境影响严重区（A）和影响较轻区（C）。影响严重区面积7.30hm²，占评估区的12.15%；影响较轻区面积52.80hm²，占评估区的87.85%。

(3) 预测评估认为：地质灾害影响程度为“较严重”；含水层影响与破坏程度为“较轻”；露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路对地形地貌景观影响与破坏程度为“严重”；露天采场1对拟损毁土地影响与破坏程度为“严重”，露天采场2、临时排土场、矿山道路对拟损毁土地影响与破坏程度为“较严重”。将矿山地质环境影响严重区（A）和影响较轻区（C），影响严重区面积24.54hm²，占评估区的40.83%，影响较轻区面积35.56hm²，占评估区的59.17%。

(4) 根据现状评估、预测评估结果，充分考虑对人居环境影响，将评估区划分为重点防治区（I）和一般防治区（III），重点防治区划分为13个亚区，分别为露天采场1、露天采场2、临时排土场、废渣堆1、废渣堆2、废渣堆3、废渣堆4、废渣堆5、废渣堆6、废渣堆7、废渣堆8、废渣堆9、矿山道路；其他区域为一般防治区。

五、矿山地质环境影响与治理恢复措施

矿山地质环境防治工程为：对露天采场边坡崩塌地质灾害治理及监测；对排土场边坡泥石流治理；对预计破坏形成的露天采场、临时排土场、废渣堆、矿山道路进行恢复治理工程。

六、矿山生态环境影响与治理恢复措施

矿山为已建矿山，凿岩爆破、原料输送等产生的大气污染物的设备及场所的防护工程均已建设完成，并均已达到标准；项目区厂址周边噪声环境均已达标。本次方案设计对矿区生态环境监控系统建设及矿区生态安全应急系统建设等任务。

七、治理恢复工程措施及费用估算

《方案》服务期矿山环境治理工程静态投资费用200.21万元，动态投资费用228.14万元。生态环境治理静态投资费用177.33万元，估算动态投资费用191.82万元。

八、拟损毁土地预测

本矿已损毁面积为 5.55hm²，为现状采场挖损 0.23hm²、废渣堆压占 5.04hm²（后期剩余废渣堆 4.53hm²、露天采场 1 挖损 0.03hm²、露天采场 2 挖损 0.04hm²、临时排土场压占 0.44hm²）、矿山道路 0.28hm²（后期露天采场 1 挖损 0.17hm²、临时排土场压占 0.11hm²）。

永久性建设用地面积 1.87hm²，为矿山道路挖损 1.87hm²（其中现状道路 1.75hm²）。

拟损毁面积 17.12hm²，为露天采场 1 挖损 11.18hm²、露天采场 2 挖损 2.01hm²、临时排土场压占 3.93hm²。

九、土地复垦措施

本方案土地复垦措施从质量控制措施、工程技术措施、生物和化学措施、监测措施、管护措施五个方面进行论述，根据工程设计原则、适宜性评价结果以及将来的复垦效益分析：露天采场 2 底场恢复为旱地；露天采场 1 底场恢复为乔木林地；露天采场平台、临时排土场、废渣堆恢复为灌木林地，露天采场边坡栽植爬山虎，矿山道路恢复为其他草地和旱地。

十、土地复垦工程及费用

本项目损毁土地类型包括压占损毁和挖损损毁，土地复垦工程主要包括覆土工程、植被工程、监测和管护工程。

本方案设计复垦责任范围为 24.54hm²，静态投资费用 461.48 万元，动态投资费用 566.26 万元，亩静态投资为 12536.81 元，亩动态投资为 15383.32 元。

十一、土地权属调整方案

项目区土地权属关系明晰，不存在纠纷。土地复垦工程完成后，自然资源部门对复垦后的土地进行综合评价，作为实施后土地分配方案的参考依据或修正依据。复垦后的土地交由原权属单位使用，土地权属关系不变。

第二节 建议

1、在生产过程中，严格按照《开发利用方案》及相关开采技术指标和安全措施和设计进行，严格按照《方案》设计的开采顺序安排采掘进度计划。特别注意采场边坡稳定，加强对边坡稳定性的监测和加固维护工作，确保安全生产，加强露天采场（重点是边坡）的监测，防止地质灾害的发生。

2. 建立完善的矿山环境保护与土地复垦管理制度，加强地质灾害、含水层破坏、土地资源破坏和生态环境破坏的预防、治理、恢复，提高矿山企业的资源环境保护意识，促进矿山环境的改善，实现矿产资源开采与环境保护的良性循环，及时缴纳矿山环境保护与恢复治理基金。

3. 建立矿山环境及地质灾害监测系统，并始终贯穿于矿山开采的全过程，坚持边开采边治理的原则，最大限度地减少开采对矿山环境的影响。

4. 矿山开发利用、地质环境保护和土地复垦方案是实施矿山开发资源、地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一。本方案不代替相关工程勘查、治理设计，施工设计时，应随技术要求的变化相应及时改进设计。

5. 采矿方法及爆破工艺过程 and 标准，需要有完整的经过评估验收的设计方案和安全措施。

6. 针对采矿活动可能引发的地质环境问题，建议矿方安排专门的矿山地质环境治理恢复设计、监测、防治等工作，建立健全地质灾害防治体系，加强地质灾害的监测工作。

7. 按照环评批复要求，履行各项生态环境保护措施。针对采矿活动可能引发的生态环境问题，建议按照环评批复要求，履行各项生态环境保护措施，保证矿山企业“三同时”。

8. 露天采场 2 范围内有高压塔，采矿前应与电力部门协商，聘请专业机构对高压塔与采矿区域的安全距离、潜在风险进行评估，制定专项防护方案。并向当地自然资源、应急管理及电力部门提交书面申请，说明采矿计划及对高压塔的保护措施，获得批准后再实施作业。爆破作业时安排专人监控高压塔状态，确保震动、飞石等影响在可控范围内，留存作业记录备查。

9. 由于露天采场及排土场边坡较高，露天采场应按设计进行开采，排土场按设计进行排放，以确保边坡的稳定性，并委托有资质单位对露天采场及排土场边坡进行稳定性分析。

10. 在办理下新的采矿证（50 万吨/年）时尽快委托编制露采初步设计、安全专篇。