

山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉 绿岩矿资源开发利用和矿山环境保护与 土地复垦方案

申请单位：交城县锋辉采石场

编制单位：山西一拓国土工程咨询有限公司

山西绿禹生态科技有限公司

编制时间：二〇二三年二月

山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉 绿岩矿资源开发利用和矿山环境保护与 土地复垦方案

项 目 单 位：交城县锋辉采石场

项目单位 法 人：张永香

编 制 单 位：山西一拓国土工程咨询有限公司

山西绿禹生态科技有限公司

项 目 负 责 人：段文耀

报 告 编 写 人：段文耀 王嘉豪 韩雪波

王 珽 王菁菁

报 告 审 核 人：邸向磊、任少元

技 术 负 责 人：邸向磊

单 位 负 责 人：王世锋

报告编审人员表

编写人员	专 业	职 称	签 名
段文耀	地质工程	助理工程师	段文耀
王嘉豪	资源勘查工程	助理工程师	王嘉豪
韩雪波	水文与水资源工程	助理工程师	韩雪波
王珽	地理信息科学	助理工程师	王珽
王菁菁	农业资源环境	助理工程师	王菁菁
审核人员	专 业	职 称	签 名
邸向磊	资源环境与城乡规划管理	工程师	邸向磊
任少元	土地资源管理	工程师	任少元

目 录

1、方案编制概述.....	1
1.1 编制目的、范围及适用期.....	1
1.2 编制依据.....	5
1.3 编制工作情况.....	7
1.4 上期方案执行情况.....	8
2、矿区基础条件.....	13
2.1 自然地理.....	13
2.2 矿区地质环境.....	17
2.3 矿区土地利用现状及土地权属	20
2.4 矿区生态环境现状	23
3、矿产资源基本情况	27
3.1 矿山开采历史.....	29
3.2 矿山开采现状.....	29
3.3 矿床开采技术条件及水文地质条件.....	30
3.4 矿区查明的（备案）矿产资源储量.....	30
3.5 对地质报告的评述.....	31
3.6 矿区与各类保护区的关系.....	32
4、主要建设方案的确定	33
4.1 开采方案.....	33
4.2 防治水方案.....	37
5、矿床开采	38
5.1 露天开采境界.....	38
5.2 总平面布置.....	40
5.3 露天开拓运输方式、采场构成要素及其技术参数.....	41
5.4 生产规模验证	42
5.5 露天采剥工艺及布置.....	42
5.6 主要采剥设备选型	46
5.7 共伴生及综合利用措施.....	47
5.8 矿产资源“三率”指标	47
5.9 利用远景储量扩大生产能力或延长矿山服务年限的可能性.....	47
6、选矿及尾矿设施	48
6.1 选矿方案.....	48
6.2 尾矿设施.....	49
7、矿山安全设施及措施	50
7.1 主要安全因素分析.....	50
7.2 配套的安全设施及措施.....	51
8、矿山环境影响评估	56
8.1 矿山环境影响评估范围.....	56
8.2 矿山环境影响（破坏）现状.....	59
8.3 矿山环境影响预测评估.....	64
9、矿山环境保护与土地复垦的适宜性	80
9.1 地质灾害、含水层破坏及水环境污染治理的可行性分析	80

9.2	地形地貌景观影响和破坏治理的可行性分析	81
9.3	土地复垦适宜性及水土资源平衡分析	81
10、	矿山环境保护与土地复垦目标、任务及年度计划	95
10.1	矿山环境保护与土地复垦原则、目标、任务	95
10.2	矿山环境保护与土地复垦年度计划	103
11、	矿山环境保护与土地复垦工程	109
11.1	地质灾害防治工程	109
11.2	地形地貌景观保护与恢复工程	109
11.3	土地复垦工程与土地权属调整方案	110
11.4	生态环境治理工程	110
11.5	生态系统修复工程	120
11.6	监测工程	121
12、	经费估算与进度安排	127
12.1	经费估算依据	127
12.2	经费估算	136
12.3	总费用汇总与年度安排	154
13、	保障措施与效益分析	157
13.1	保障措施	157
13.2	效益分析	161
13.3	公众参与	162
14、	结论	165
14.1	方案确定的矿产资源储量、利用情况、生产规模、服务年限	165
14.2	方案确定的开拓方案、开采方案及主要开采工艺	165
14.3	矿石加工	165
14.4	矿山地质环境影响与治理恢复分区	166
14.5	矿山地质环境影响与治理恢复措施	166
14.6	矿山生态环境影响与治理恢复分区	166
14.7	矿山生态环境影响与治理恢复措施	166
14.8	治理恢复工程措施及费用估算	167
14.9	拟损毁土地预测	168
14.10	土地复垦措施	168
14.11	土地复垦工程及费用	168
14.12	土地权属调整方案	169
15、	建议	170
15.1	对资源量、开采技术条件等进行进一步勘查的建议	170
15.2	对开采安全方面的建议	170
15.3	对矿山环境保护与土地复垦方面的建议	170
15.4	对生态环境治理恢复的建议	170

附件目录

- 1、矿山企业编制委托书
- 2、编制单位承诺书
- 3、矿山企业承诺书与地环资金承诺书
- 4、地质环境现状调查表
- 5、编制人员身份证复印件
- 6、采矿许可证
- 7、《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》（供资源整合用）资源储量备案证明（吕国土资储备字[2011]86 号）及评审意见书（吕国土资储审字[2011]78 号）
- 8、《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源开发利用方案》评审意见书（晋地矿采审字[2011]第 33 号）
- 9、关于交城县峰辉采石场年开采加工 1 万吨辉绿岩项目环境影响报告表的批复（交环行[2012]99 号）
- 10、《交城县锋辉采石场辉绿岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案（2013-2017 年）》评审表及备案证明（吕国土资字[2013]122 号）
- 11、《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿 2018 年度矿山储量年报》审查意见（吕国土储年报审字[2019]177 号）
- 12、《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》专家审查意见（晋地科评函[2019]030 号）
- 13、坐标转换成果
- 14、土地复垦公众参与调查表
- 15、各类保护区核查意见
- 16、未生产证明
- 17、营业执照
- 18、关于不予受理交城县锋辉采石场采矿权延续登记决定的通知
- 19、《交城县锋辉采石场 1 万吨/年建筑石料用辉绿岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案》技术评审意见

附图目录

图号	顺序号	图 名	比例尺
01	01	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 地形地质及总平面布置图	1: 2000
02	02	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 纵投影资源储量估算图	1: 1000
03	03	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 露天采场水平剖面图	1: 2000
04	04	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 露天采场剖面图	1: 1000
05	05	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 终了平面图	1: 2000
06	06	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 采矿方法图	1: 200
07	07	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 矿山地质环境现状评估图	1:2000
08	08	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 土地利用现状图	1:2000
09	09	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 矿山生态环境现状评估图	1:2000
10	10	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 矿山地质环境预测评估图	1:2000
11	11	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 土地损毁预测图	1:2000
12	12	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 矿山生态环境预测评估图	1:2000
13	13	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图	1:2000
14	14	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 土地复垦规划图	1:2000
15	15	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 生态修复工程部署图	1: 2000
16	16	山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿 基本农田分布图	1: 2000

1、方案编制概述

1.1 编制目的、范围及适用期

1.1.1 编制原因

交城县锋辉采石场目前持有吕梁市国土资源局 2017 年 12 月 20 日颁发的采矿许可证（证号：C1411002010017130053748，有效期自 2018 年 1 月 20 日至 2019 年 1 月 20 日），采矿证现已过期，开采矿种为辉绿岩，开采方式为露天开采，生产规模为 1.00 万吨/年，矿区面积 0.25km²，开采深度为 1323m 至 1200m 标高。根据吕非煤整合办字[2008]4 号文“关于《交城县非煤矿山资源整合和有偿使用工作方案》的核准意见”精神，交城县锋辉采石场为单独保留矿山。

交城县锋辉采石场委托山西一拓国土工程咨询有限公司于 2018 年 12 月编制完成了《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》。交城县锋辉采石场于 2020 年 6 月委托山西兴贞环保科技有限公司编制完成了《交城县锋辉采石场 1 万吨/年建筑石料用辉绿岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案》，方案有效期为 2020-2022 年，现已过期。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）及《吕梁市规划和自然资源局吕梁市生态环境局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》（吕自然资发[2021]48 号）的要求，交城县锋辉采石场特委托山西一拓国土工程咨询有限公司为其编制《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案》，为合理开发利用矿产资源提供依据。

1.1.2 编制目的

为了申领采矿许可证及指导矿山开拓开采、地质环境治理恢复和土地复垦工作，为自然资源主管部门日常监管提供依据和合理开发、有效利用宝贵的矿产资源，规范矿山开采行为，保护矿山地质环境，减少矿产资源开采活动造成的矿山地质环境破坏，保护人民生命和财产安全，促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展。

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》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。

1.1.3 矿区位置、交通

交城县锋辉采石场位于交城县 290° 方向，直距约 35km 处的东坡底村东南山地中，行政区隶属于交城县东坡底乡管辖。矿区地理坐标介于东经 111° 47' 26" -111° 47' 47"，北纬 37° 40' 44" -37° 41' 00"；中心点坐标为东经 111° 47' 37"，北纬 37° 40' 52"（2000 国家大地坐标系）。

矿区距东坡底村约 1 公里为山间简易路，东坡底村至开栅镇有 35 公里省级柏油路与 307 国道相连，交通较为方便，交通位置见图 1-1。

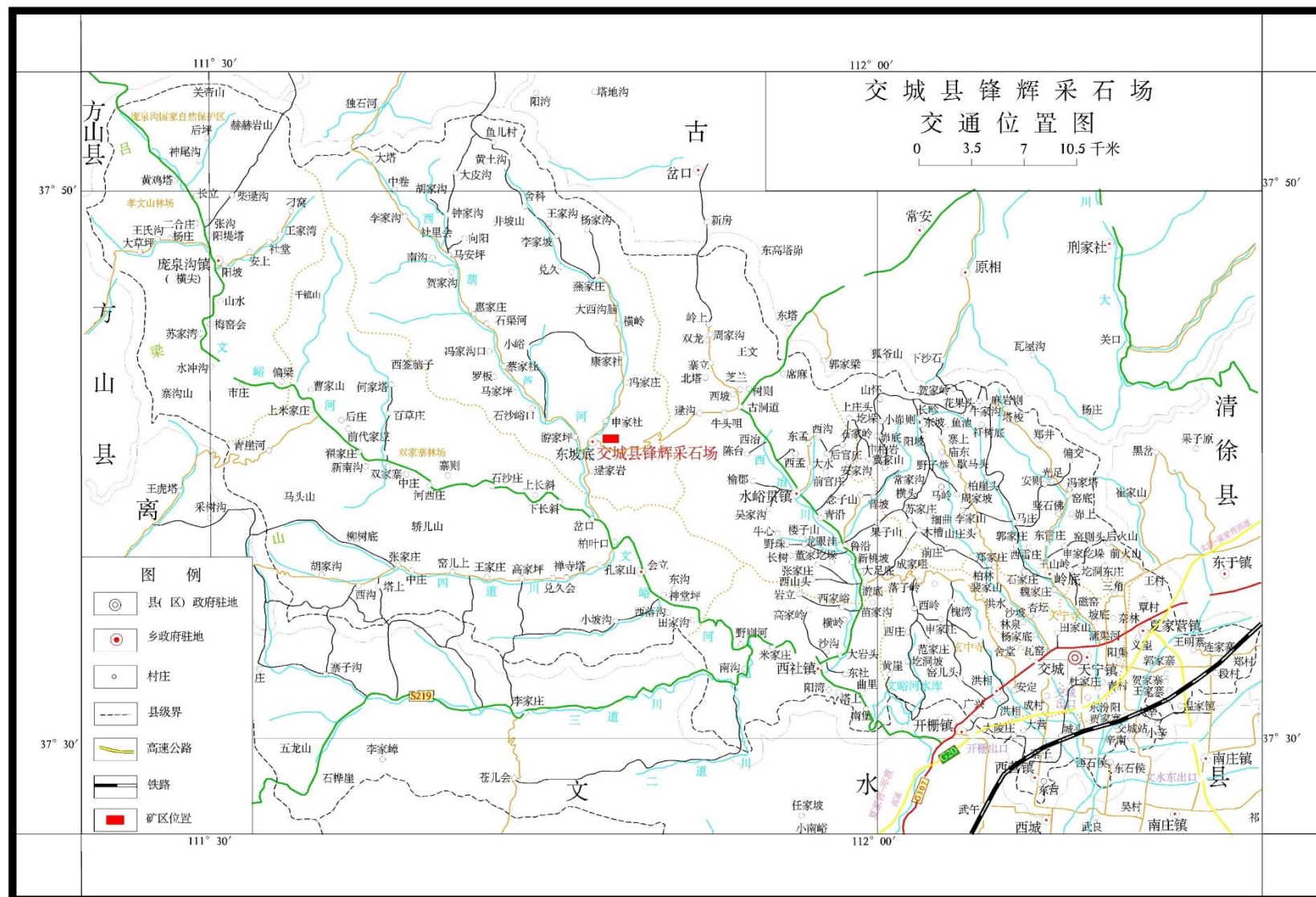


图 1-1 交通位置图

根据吕梁市国土资源局 2017 年 12 月 20 日颁发的交城县锋辉采石场采矿许可证（证号：C1411002010017130053748），矿区范围由 4 个拐点圈定，矿区面积 0.25km²，开采深度为 1323m 至 1200m 标高，矿区范围由以下 4 个拐点坐标圈定，详见表 1-1。

表 1-1 划界范围拐点坐标表

点号	1980 西安坐标系 3 度带		1980 西安坐标系 6 度带		1980 西安坐标系经纬度	
	X	Y	X	Y	纬度	经度
1	4172651.65	37569630.06	4172651.65	19569630.06	37°41'00"	111°47'22"
2	4172651.65	37570130.06	4172651.65	19570130.06	37°41'00"	111°47'42"
3	4172151.65	37570130.06	4172151.65	19570130.06	37°40'44"	111°47'42"
4	4172151.65	37569630.06	4172151.65	19569630.06	37°40'44"	111°47'22"
点号	1954 北京坐标系 3 度带		1954 北京坐标系 6 度带		1954 北京坐标系经纬度	
	X	Y	X	Y	纬度	经度
1	4172699.999	37569700.002	4172699.999	19569700.002	37°40'59"	111°47'25"
2	4172699.998	37570199.999	4172699.998	19570199.999	37°40'59"	111°47'45"
3	4172200.000	37570199.998	4172200.000	19570199.998	37°40'43"	111°47'45"
4	4172200.002	37569700.000	4172200.002	19569700.000	37°40'43"	111°47'24"
点号	2000 国家大地坐标系 3 度带		2000 国家大地坐标系 6 度带		2000 国家大地坐标系经纬度	
	X	Y	X	Y	纬度	经度
1	4172657.106	37569745.597	4172657.106	19569745.597	37°41'00"	111°47'26"
2	4172657.106	37570245.599	4172657.106	19570245.599	37°41'00"	111°47'47"
3	4172157.104	37570245.599	4172157.104	19570245.599	37°40'44"	111°47'47"
4	4172157.104	37569745.597	4172157.104	19569745.597	37°40'44"	111°47'26"

营业执照：交城县锋辉采石场于2018年06月11日由交城县市场和质量监督管理局登记，成立日期为2010年01月22日，统一社会信用代码911411225514734452，公司类型为个人独资企业，投资人为刘戡，经营范围为开采、加工、销售：辉绿岩。

1.1.4 服务年限及适用期

经计算，矿山剩余服务年限为4.92年，本方案适用年限依据矿山开采服务年限确定，考虑开采与保护复垦3.08年的管护期，本方案适用期定为8年。复垦方案编制的资料基准年为2021年。

1.2 编制依据

1.2.1 法律、政策

- 1、《矿山地质环境保护规定》（2009年3月2日国土资源部令44号）；
- 2、《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- 3、《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）；
- 4、《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日）；
- 5、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日）；
- 6、《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月29日）；
- 7、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日）。
- 8、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）（2004年3月1日施行）；
- 9、《山西省地质灾害防治条例》（2011年12月1日修订，2012年3月1日实施）；
- 10、《土地复垦条例实施办法》（2012年12月27日国土资源部令第56号公布，2013年3月1日起施行）；
- 11、《山西省矿山环境治理恢复基金管理办法》（2019年1月8日）；
- 12、《关于加强对矿产资源开发利用方案审查的通知》（国土资源部，国土资发[1999]98号）；
- 13、《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）；
- 14、《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》（晋自然资函发[2021]5号）；
- 15、《吕梁市规划和自然资源局吕梁市生态环境局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》（吕自然资发[2021]48号）；
- 16、《山西省自然资源厅山西省自然资源厅关于优化非煤矿产资源管理促进非煤矿业高质量发展的指导意见》（晋自然资发[2022]43号）；
- 17、《中华人民共和国土地管理法》（2021年7月2日中华人民共和国国务院令第743号第三次修订）；
- 18、《中华人民共和国土地管理法实施条例（2021修订）》（2021年7月2日

中华人民共和国国务院令 第 743 号第三次修订)；

19、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令 第 592 号）

20、《土地复垦条例实施办法》（自然资源部，2019 年 7 月 16 日修正）。

1.2.2 规程、规范

1、《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）；

2、《矿产地质勘查规范 石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213-2020）

3、《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）

3、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；

4、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

5、《滑坡防治工程勘查规范》（TB/T 32864-2016）；

6、《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）；

7、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2006）；

8、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

9、《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

10、《土地复垦方案编制规程第 2 部分：露天煤矿》（TD/T 1031.2-2011）；

11、《非煤露天矿山边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）；

12、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

13、《矿山地质环境调查规范》（山西省地方标准 DB/T 1950-2019）；

14、《矿山生态环境保护与恢复治理方案(规划)编制规范(试行)》（HJ 652-2013）；

15、《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）；

16、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

17、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

18、《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；

19、《国家危险废物名录》（2021 版）；

20、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）。

1.2.3 技术资料及其他依据

1、中国冶金地质总局第三地质勘查院 2011 年 7 月编制的《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》（供资源整合用）、评审意见书（吕国土储审字[2011]78 号）及备案证明（吕国土资储备字[2011]86 号）；

2、中国冶金地质总局第三地质勘查院 2011 年 9 月编制的《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿开发利用方案》（评审文号：晋地矿采审字[2011]第 33 号）；

3、山西清河土地整治工程咨询有限公司 2012 年 12 月编制的《交城县锋辉采石场辉绿岩矿项目土地复垦方案报告书》；

4、中国冶金地质总局第三地质勘查院 2013 年 3 月编制的《交城县锋辉采石场辉绿岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案（2013-2017 年）》、评审意见书（吕国土环非煤治[2013]14 号）以及备案证明（吕国土资字[2013]122 号）；

5、《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》专家审查意见（晋地科评函[2019]030 号）

6、《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿 2018 年度矿山储量年报》审查意见（吕国土储年报审字[2019]177 号）

7、各类保护区核查意见；

8、交城县 2020 年度国土变更调查成果，交城县自然资源局；

9、《交城县土地利用总体规划（2006-2020 年）修改方案》，交城县自然资源局。

1.2.4 产权依据

1、吕梁市国土资源局于 2017 年 12 月 20 日颁发的《采矿许可证》（证号：C1411002010017130053748）；

2、营业执照

1.2.5 行为依据

1、交城县锋辉采石场委托山西一拓国土工程咨询有限公司编制方案的《委托书》；

2、《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案编制合同》。

1.3 编制工作情况

编制工作自 2021 年 11 月中旬开始，至 2022 年 2 月上旬结束，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 2021 年 11 月完成了资料搜集及野外调查工作，共搜集已有资料 6 份，图

件 10 张。野外调查路线长约 1km，照片 50 余张，完成矿区及周边地质调查面积约 0.5km²，多余的面积调查了矿区周边的沟谷。

本次经室内资料整理、综合分析，编制《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用和矿山环境保护与土地复垦方案》1 册、附图 1 册共 16 张。

1.4 上期方案执行情况

2018 年 12 月，交城县锋辉采石场委托山西一拓国土工程咨询有限公司编制了《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》，并于 2019 年 3 月 22 日取得了《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》专家审查意见（晋地科评函[2019]030 号）。

1.4.1 上期开发方案执行情况

上期开发利用方案选取经济合理剥采比为 3.00m³/m³，并按照“境界剥采比不大于经济合理剥采比”的原则圈定露天开采境界，经估算设计利用资源储量为 4.91 万吨（1.75 万立方米），按照回采率 90%计算，可采储量为 4.419 万吨（1.56 万立方米），矿山生产规模为 1 万吨/年，设计服务年限为 4.419 年。开采方式为露天开采，开拓方式选用公路开拓、汽车运输的方式。

上期开发利用方案确定本矿产品做建筑石料用，产品方案为：将辉绿岩原矿加工为 5-7cm、3-5cm、≤3cm 三种规格的石子直接销售。

1.4.2 上期地环方案执行情况

交城县锋辉采石场于 2018 年 12 月委托山西一拓国土工程咨询有限公司编制了《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》。

截止目前，交城县锋辉采石场一直未进行开采。故方案中提到的治理措施，矿方均未实施。

根据《山西省矿山环境治理恢复基金管理办法》，交城县锋辉采石场已于 2022 年 1 月 24 日建立专户，但未存储、提取资金。

表 1-2 《山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案》矿山环境保护治理工程设计、完成情况一览表

编号	项目名称	单位	工程量	备注
一	工程措施			
(一)	地质灾害防治工程			
1	露天采场人工边坡削方	m ³	1200	
二	监测措施			
1	不稳定边坡监测	年	5	2 处监测点
2	泥石流监测	年	5	2 处监测点，每月 1 次，雨季加密。

表 1-3 上轮地环方案与本次方案差异对比表

	上轮方案	本次方案
方案年限	5 年	5 年
评估区面积	25.39hm ²	25.1407hm ²
主要工程措施	露天采场人工边坡削方及监测	露天采场终了边坡清理危岩体、砌体拆除、场地清理及监测
静态投资	16.99 万元	20.77 万元
动态投资	-	23.58 万元

1.4.3 上期复垦方案执行情况

交城县锋辉采石场上期复垦方案于 2019 年 1 月 10 日经专家评审并于 2019 年 3 月 15 日取得专家意见。

上期复垦方案的设计服务年限为 8 年，其中，矿山服务年限为 5 年，加上 3 年的管护期。

上期复垦方案中各复垦单元直接覆土区域复垦为有林地的覆土 0.7m，复垦为人工牧草地的覆土 0.3m；本期复垦方案中各复垦单元直接覆土区域复垦为乔木林地的覆土 0.7m，复垦为人工牧草地的覆土 0.3m，本期复垦方案跟上期的覆土厚度保持一致。

本次复垦方案涉及各复垦单元的复垦方向与上期复垦方案中各单元的复垦方向保持一致，上期方案采用交城县 2017 年度地籍变更数据库，命名为有林地，本期方案采用交城县 2020 年度国土变更调查成果，命名为乔木林地。其次，露天采场平台、工业场地、破碎工段在本期复垦方案中均增加土地平整工程，矿区拟建道路增加坑内覆土工程，露天采场平台、工业场地、破碎工段、矿区拟建道路、表土堆放场增加施肥工程；再有，工业场地涉及到的砌体拆除工程、场地清理工程在本期复垦方案中均归至地环部分统计。上期复垦方案与本次复垦方案对比情况见表 1-3。

表 1-3 上期复垦方案与本次复垦方案对比表

	复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	复垦工程形式
上期复垦方案	露天采场平台	有林地	0.82	覆土、种植油松、监测与管护工程
	露天采场边坡	人工牧草地	0.27	种植爬山虎、监测与管护工程
	拟建道路	有林地	0.57	种植油松、监测与管护工程
	工业场地	人工牧草地	0.09	砌体拆除工程、场地清理、覆土工程、撒播紫花苜蓿、监测与管护工程
	破碎工段	人工牧草地	0.01	覆土、撒播紫花苜蓿、监测与管护工程
	表土堆放场	人工牧草地	0.13	撒播紫花苜蓿、监测与管护工程
	小计		1.89	
本次复垦方案	露天采场平台	乔木林地	0.9005	覆土、土地平整、种植油松、施肥、监测与管护工程
	露天采场边坡	人工牧草地	0.3019	植被恢复、监测与管护工程
	矿区拟建道路	乔木林地	0.5626	覆土、种植油松、施肥、监测与管护工程
	工业场地	人工牧草地	0.0909	覆土、土地平整、撒播紫花苜蓿、施肥、监测与管护工程
	破碎工段	人工牧草地	0.0088	覆土、土地平整、撒播紫花苜蓿、施肥、监测与管护工程
	表土堆放场	人工牧草地	0.1315	撒播紫花苜蓿、施肥、监测与管护工程
	小计		1.9962	

上期复垦方案具体的工程量与本期复垦方案具体的工程量对比表见表 1-4。相较于上期方案，本期方案增加了表土剥离工程、土地平整工程、施用精制有机肥工程所对应的工程量。

表 1-4 上期复垦方案与本期复垦方案工程量对比表

工程措施	单位	上期方案工程量	本期方案工程量
表土剥离	100m ³	-	95.48
客土回填	100m ³	60.40	69.07
土地平整	100m ³	-	30.01
砌体拆除	100m ³	1.50	-
场地清理	100m ³	1.00	-
油松	100株	23.18	36.58
爬山虎	100株	8.00	8.58
紫花苜蓿	hm ²	0.23	0.2312
施用精制有机肥	kg	-	1608

上期复垦方案中，项目共复垦面积为 1.89hm²，复垦静态总投资为 16.34 万元，

每公顷静态投资 8.64 万元，静态亩均投资 5762.19 元。动态总投资为 20.14 万元，每公顷动态投资 10.65 万元，动态亩均投资 7102.57 元。本期复垦方案，项目共复垦面积为 1.9962hm²，复垦静态总投资为 36.01 万元，单位面积静态投资为 12026.18 元/亩；本方案复垦动态总投资为 42.77 万元，单位面积动态投资为 14283.81 元/亩。

截止目前，交城县锋辉采石场现未进行开采，故方案中提到的复垦措施，矿方均未实施。因此暂无复垦资金账户，没有预存复垦资金。

表 1-5 上轮复垦方案与本次方案差异对比表

	上轮方案	本次方案
方案年限	8 年	8年
复垦责任范围	1.89hm ²	1.9962hm ²
主要复垦措施	客土回填、砌体拆除、场地清理、植被重建工程及监测	表土剥离、客土覆土、土地平整、林草恢复工程及监测
静态投资	16.34 万元	36.01万元
亩均静态投资	5762.19 元/亩	12026.18元/亩
动态投资	20.14 万元	42.77万元
亩均动态投资	7102.57 元/亩	14283.81 元/亩

1.4.4 上期生态方案执行情况

交城县锋辉采石场于 2020 年 6 月委托山西兴贞环保科技有限公司编制完成了《交城县锋辉采石场 1 万吨/年建筑石料用辉绿岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案》，方案适用年限为 2020-2022 年。于 2020 年 6 月 22 日取得了《交城县锋辉采石场 1 万吨/年建筑石料用辉绿岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案》技术评审意见。由于交城县锋辉采石场从 2011 年 6 月底至今，矿山一直未进行开采活动，故上期生态环境保护与恢复治理方案中提到的治理措施，矿方均未完成。

表 1-6 《交城县锋辉采石场 1 万吨/年建筑石料用辉绿岩矿矿山生态环境保护与恢复治理方案》工程设计情况一览表

编号	项目名称	主要建设内容	工程投资 (万元)	实施时间 (年)	完成情况
1	工业广场硬化绿化工程	硬化面积约 300m ² ，绿化面积 200m ² ， 本方案设计工业场地绿化率达到 20%	7.51	2020-2022	未完成
2	专用道路硬化绿化工程	矿区专用道路进行硬化，道路两侧进行绿化	165.75		
3	表土堆放场生态恢复治理工程	拦土坝、排水系统建设、坡面以及顶部绿化	5.35		
4	露天采场生态恢复治理工程	预测范围内损毁土地面积合计 1.09hm ² ， 复垦为林草地	54.84		
5	矿山生态环境监测与评估	成立生态环境监控专门机构，对矿区采场、矿区植被，水土流失、土地环境等进行监测	14.00		
合计			247.45		

表 1-7 上轮生态方案与本次方案差异对比表

	上轮方案	本次方案
方案年限	3 年	5年
主要工程措施	工业广场和道路硬化及绿化、 表土堆放场生态恢复治理工程、露天采场生态恢复治理工程及监测	工业场地和道路绿化及监测
静态投资	247.45 万元	6.03万元
动态投资	-	6.49万元

2、矿区基础条件

2.1 自然地理

2.1.1 气象

矿区属于温带大陆性气候，四季分明，夏秋多雨，冬春干燥，季节与昼夜温差变化不大。根据交城县气象站提供的气象资料（1975-2020 年），极端最高气温 40.6℃（2005 年 6 月 22 日），极端最低气温-20.6℃（1998 年 1 月 19 日），1 月份平均气温为-7.7℃，7 月份平均气温为 22.8℃，年平均气温为 10° C 左右。年平均降水量 461.5mm，年最大降水量为 744.8mm(1985 年)，年最小降水量为 245.5mm（1999 年），日最大降水量 103.4mm（1977 年 8 月 6 日），时最大降水量为 79.2mm（1985 年 8 月 1 日 23~24 时），10 分钟最大降水量 23.2mm（1985 年 8 月 1 日 23 时 9 分~19 分）。降水量主要集中于每年的 6~9 月份，约占全年降水量的 72.4%。年平均蒸发量为 1624mm，无霜期为 160 天。霜冻期为 9 月下旬至次年 4 月上旬，最大冻土深度为 0.5m。多年平均相对湿度 62%。冬季多西北风，夏季多东南风，历年最大风速为 28m/s。

2.1.2 水文

交城县境内地表水系发育，矿区位于黄河流域文峪河水系，主要是汾河及其支流。西北部为东葫芦河。

东葫芦河发源于交城关帝山北云顶山后岭底，流经燕家庄，在出川口东坡底村南汇入西葫芦河，是文峪河的二级支流。流域面积 131.25km²，河道纵坡 20%左右，干流长 29km，流域地势狭长，北高南低，由西北向东南汇流。

矿区南部沟谷为“U”型沟谷，沟谷长约 1.9km，两侧山坡坡度约 5° -20°，沟谷纵坡降约 10%，沟域面积约 0.72km²。北部沟谷为“U”型沟谷，沟谷长约 3.3km，两侧山坡坡度约 10° -20°，沟谷纵坡降约 22%，沟域面积约 1.68km²。矿区两条沟谷均为东葫芦河的支沟，矿区内地表径流条件好，无常年自然水体存在，仅在强降雨后形成短暂流水，大气降水能迅速沿沟谷向区外排泄。

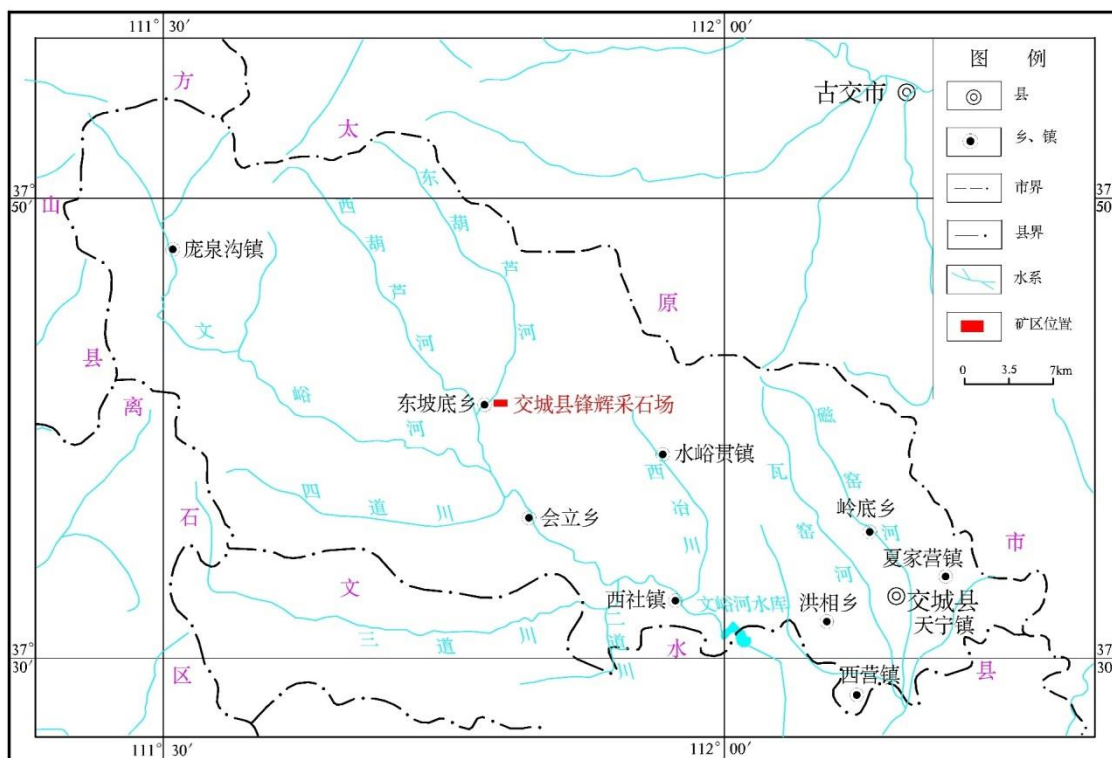


图 2-1 区域水系图

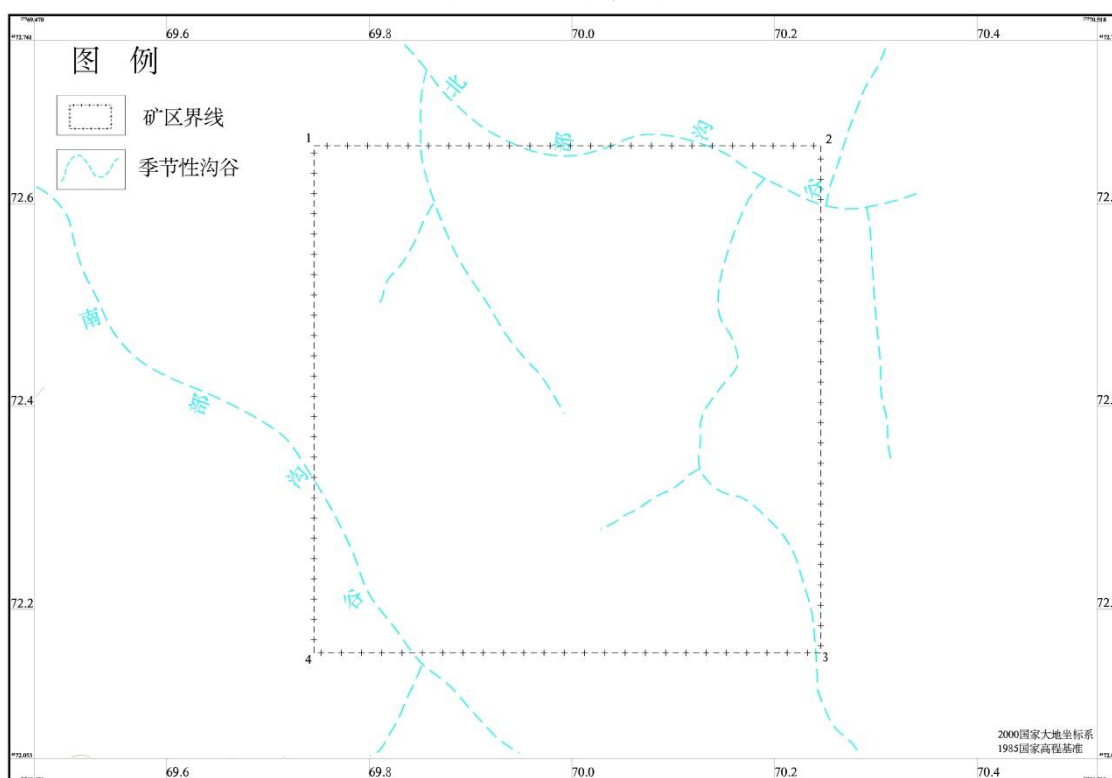


图 2-2 矿区水系图

2.1.3 植被

根据《山西省植被区划》，该区属太原盆地，冬麦、杂粮为主的两年三熟栽培植被区。根据现场踏勘，矿区植被以自然植被为主，矿区植被主要由乔木、灌木和

草本植物组成。矿区内植被覆盖率在 70%左右，乔木主要有油松、柏树、白皮松。灌木主要以牛枝子、甘草、紫苑、茵陈蒿、紫穗槐为主。此外，草本植物有艾蒿、披碱草、白羊草等。



照片 2-1 矿区植被图

2.1.4 土壤

本区土壤类型主要为褐土性土。自然植被稀疏、低矮，以旱生型为主。质地轻，砂壤，土性软绵；土壤干旱，气热有余，水分不足。有机质含量 5.02~5.83g/kg，土壤肥力和养分条件相对比较贫瘠。区域地面破碎，沟壑纵横，水蚀、风蚀、沟壑发育，侵蚀严重。（矿区土壤特征具体见照片 2-1）。



照片 2-2 矿区土壤特征

2.1.5 地形地貌

矿区地处晋西黄土高原，属吕梁山西侧的剥蚀低中山区，地貌类型为山间黄土丘陵区。矿区西北部为东葫芦河，中部为陡峭山地。矿区地势总体南高北低，最高点位于矿区南部，海拔标高 1378.2m，最低点位于矿区西北部，海拔标高 1194.2m，相对高差为 184m，地形坡度在 15-30° 之间。拟建工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，场地高程介于 1200-1210m，相对高差 10m，整平标高为 1205m。矿区地貌见照片 2-2。



照片 2-3 矿区地形地貌（镜向西）

2.1.6 经济状况

矿区地处东坡底乡境内，东坡底乡位于山西省吕梁市交城县北部山区，东与交城县水峪贯镇为邻，西与交城县会立乡相接，北与太原市娄烦县接壤。全乡面积 368.5km²，其中森林占地 300km²，山地 50km²，公路占 0.5km²，村庄及道路占 1.2km²，耕地 12km²。95%以上的面积为山地，是一典型的山区乡镇。2020 年，东坡底乡有行政村 14 个。全乡 1785 户，7541 人，农民人均收入 646 元，是全县两个贫困乡之一，该区经济不发达，以农业为主，矿业、林业、畜牧业次之，主要农作物以莜麦、大豆、土豆为主，矿产主要有铅矿、铁矿、煤矿、斜长角闪岩等。

东坡底村位于矿区西北部约 2 公里处，该村共计 322 户，总人口 1003 人，劳动

力 495 人；土地总面积 2.5km²，耕地面积 1156 亩，人均耕地面积 1.15 亩。林地面积 21465 亩，草地面积 9148 亩；境内矿产资源缺乏，自然条件恶劣，气候寒冷，土质差。

2.2 矿区地质环境

2.2.1 矿区地质及构造

2.2.1.1 矿区地层

矿区出露地层简单，主要为中太古界界河口群，上太古界吕梁群青杨沟组及第四系上更新统。简述如下：

1、中太古界界河口群(Ar₂jh)

上部黑云狭长片麻岩、变粒岩，中部变粒岩夹大理岩，下部石墨大理岩、透闪石英大理岩，斜长角闪岩。

2、上太古界吕梁群青杨沟组(Ar₃lq)

上部透闪大理岩，中部黑云二长片麻岩夹斜长角闪岩，下部二云片岩、石英片岩，底部石英岩。

3、第四系上更新统(Q₃)

岩性主要为残坡积物，由次生黄土、亚粘土、亚砂土、夹碎石组成，一般厚度约 0-5m，平均厚度 2.26m。

2.2.1.2 构造

矿区构造较简单，无明显断层、褶皱等。

2.2.1.3 岩浆岩

矿区内岩浆岩主要有太古代黑云母花岗岩与吕梁期辉绿岩脉。太古代黑云母花岗岩，呈肉红色，粗粒变晶结构，块状构造，经过变质作用后，具有一定程度的片理构造。

2.2.1.4 地震

根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB 18306-2015）中附录 A 中国地震动峰值加速度区划图 A1，该地区地震动峰值加速度为 0.15g，地震烈度为Ⅶ度，反应谱特征周期 0.40s。

2.2.2 矿体特征

2.2.2.1 矿体规模、形态及产状

本区辉绿岩矿主要赋存于太古代中粗粒黑云母花岗岩中，为后期侵入的元古代辉绿岩脉。区内矿体赋存标高为 1323m 至 1200m 之间，矿体呈脉状产出，总体呈为走向东西近于直立的脉岩。矿体倾向 185° ，倾角 83° 。矿区内出露长约 500m，水平脉宽最大 8.2m，最小 7.1m，平均宽 7.5m。

2.2.2.2 矿石成分及质量

(1) 矿石成分

矿物成分为角闪石、长石、辉石，质地纯净坚硬。通过对矿体所采 3 个样品的检测，矿石中主要化学成分： SiO_2 含量最大值 58.79%，最小值 54.49%，平均值 56.05%； Al_2O_3 含量最大值 13.63%，最小值 12.48%，平均值 13.14%； Fe_2O_3 含量最大值 12.18%，最小值 11.60%，平均值 11.89%； TiO_2 含量最大值 2.15%，最小值 2.04%，平均值 2.11%； $\text{CaO}+\text{MgO}$ 含量最大值 7.52%，最小值 4.3%，平均值 5.5%； $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 含量最大值 4.87%，最小值 4.46%，平均 4.67%。矿石物理性质：坚固性：1%，压碎性：8.5%，洛杉矶磨耗损失：9.8%，磨光值 PSV：47%，与壳牌 70 号沥青的黏附性（级）：4 级，矿石质量较好。

(2) 矿石质量

矿区内辉绿岩岩石表面呈黑色、绿黑色，变余辉绿结构，块状构造，矿物成分为角闪石、斜长石、辉石。角闪石呈柱状，无定向分布，辉石呈柱状，其余为副矿物和蚀变矿物。区内辉绿岩坚固性、压碎性等指标均满足铺设公路碎石使用标准，矿石质量较好。

2.2.3 矿区水文地质、工程地质及开采技术条件

2.2.3.1 水文地质条件

区内地下水主要为变质岩类裂隙水，目前未发现较大的断裂构造、地下暗河等，水文地质条件简单。

矿区区内主要含水层为变质岩类裂隙水含水层，地下水埋深一般 60-70m，单位涌水量为 0.002-0.116L/s.m，富水性弱，渗透系数为 0.0025-0.097m/d，水质类型一般为 $\text{HCO}_3-\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型，矿化度 0.109-0.361g/L 左右。补给来源主要是大气降水，径流条件受地形控制，风化壳内的裂隙水由高向低流，排向沟谷，补给地表水。

区内地势总体为南高北低。区内总体地形坡度在 15-30° 之间。矿区沟谷发育，区内矿体赋存标高为 1323m 至 1200m 之间，位于当地侵蚀基准面之上，大气降水从山坡上汇聚，流向设计的露天采场，在露天采场境界周围掘截水沟，使降水汇入矿区南部或北部沟谷后流出区外，大气降水对未来矿山开采不会造成大的影响。矿区内地表径流条件好，无常年自然水体存在，地表水沿着山坡流向露天采场的截水沟，最终汇入两侧沟谷中。

矿区内水文地质条件较简单。但矿体开采后，使地形地貌发生变化，暴雨形成的水流有可能涌入采场，因此要采取防治大气降水措施，在采石场设置出水口、抽水泵等疏干措施，保证降雨泄出采场，保证生产安全。

矿区位于直距约 35km 处的东坡底村东南山地中，东坡底村村民用水水源主要来自本村的深水井。矿区采矿活动对村民的生产生活用水影响较小。

综上所述，矿区水文地质条件属简单类型。

2.2.3.2 工程地质条件

区内矿体为元古代辉绿岩矿，矿体呈近直立脉状产出，走向近东西，矿体延伸较稳定，岩石力学指标为：密度 2.7g/cm³，孔隙率 0.29-1.13%，抗压强度 160-180MPa，抗拉强度 4.5-5.1MPa，静弹性模量 6.9×10^4 - 7.9×10^4 MPa。顶、底板为黑云母花岗岩，岩石力学指标为：密度 2.80-3.10g/cm³，抗压强度 120-180MPa，抗拉强度 3.4-5.1MPa，静弹性模量 1.4×10^4 - 5.6×10^4 MPa。区内辉绿岩坚固性、压碎性等指标均满足铺设公路碎石使用标准，矿体及围岩属中等坚硬稳固性岩石。矿体上覆第四系黄土及基岩风化层合计厚约 4.0m，表层风化严重。

综上所述，矿区工程地质条件为中等类型。

2.2.3.3 环境地质条件

本矿未进行过开采活动，矿区范围内未堆放固体废弃物；拟设露天采场位于矿区中部，面积 1.2024hm²，从高到低共有采剥水平（台阶）1320m、1310m 两个平台以及一个 1300m 露天采场底。

矿区周围无居民点，采矿工作产生的环境问题主要为噪声、振动、废石排放等问题，对居民正常生活产生的影响较小。区内崩塌、滑坡、泥石流等地质现象不发育，地质构造简单，岩性相对稳定。现状条件下矿山地质环境问题的类型少，地质灾害发育弱。在采矿过程中应加强矿山环境保护，防止形成地质灾害对居民正常生

活造成不必要的损失。

矿区环境地质条件为中等类型。

2.2.4 人类工程活动

矿区内无村庄，人类工程活动较弱。

2.3 矿区土地利用现状及土地权属

2.3.1 影响区土地利用现状及土地权属

一、影响区土地利用现状类型

本方案确定的影响区面积 25.1402hm²，即矿界和矿界外损毁土地面积，包括矿界内（即矿区）面积 25.0000hm²，矿界外面积 0.1402hm²。其中林地面积 16.6024hm²（乔木林地 12.0873hm²，灌木林地 3.1409hm²；其他林地 1.3742hm²）；草地面积 8.4878hm²（全部为其他草地）；交通运输用地 0.0500hm²（全部为公路用地）。参照《土地利用现状分类》，根据交城县 2020 年度国土变更调查成果及相关资料，影响区土地利用现状见表 2-1。

表 2-1 影响区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）		小计（hm ² ）		占总面积比例（%）
地类编码	地类名称	地类编码	地类名称	矿界内	矿界外			
03	林地	0301	乔木林地	12.0561	0.0312	12.0873	16.6024	66.04%
		0305	灌木林地	3.1409		3.1409		
		0307	其他林地	1.3742		1.3742		
04	草地	0404	其他草地	8.3788	0.1090	8.4878	8.4878	33.76%
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.0500		0.0500	0.0500	0.20%
合计				25.0000	0.1402	25.1402	25.1402	

2021 年 11 月，我公司组织技术人员对本矿地表进行了调查采样和现场考察。由于影响区土地利用类型主要为林地和草地等，本次土壤调查与剖面采样来自林地和草地。

（1）林地：影响区范围内林地面积为 16.6024hm²。

乔木林地 12.0873hm²，主要是山杨、栎树、桦树、油松、紫穗槐等，植被覆盖率 7%，乔木郁闭度 0.3。

灌木林地 3.1409hm²，主要是沙棘、虎榛子、荆条、构子木、胡枝子、柠条等植

物，植被覆盖率 30%。

其他林地 1.3742hm²，主要生长树种有油松、侧柏、旱柳等。植被覆盖率 10%，郁闭度 0.2。

(2) 草地：影响区范围内其他草地面积 8.4878hm²，均为其他草地。表层土壤质地较轻，为自然演替形成的野生群落，主要是苔草、羊茅、白羊草、紫花苜蓿等植物。一般草地植被长势坡下部较坡上部好，其中坡下部植被高 60cm 左右，坡上部植被高 25-50cm，植被覆盖率达到 50%。

(3) 交通运输用地：影响区范围内交通运输用地面积 0.0500hm²，均为公路用地。道路两旁有绿化带，能防止水土流失造成路基塌陷，树叶可以降低噪音。

二、影响区永久基本农田状况

根据《交城县永久基本农田数据库划定成果》，影响区不涉及永久基本农田，不占用耕地。

三、土地权属状况

影响区内地类所有权和使用权均属于交城县东坡底乡东坡底村集体，土地承包合同尚未到期。土地权属明确，土地的位置、四至、面积、期限及相关权利和义务在承包协议中均有记载，目前影响区内各农户之间的土地权属关系明确，不存在争议土地。影响区土地权属表见表2-2。

表 2-2 影响区土地权属表

矿界内/外	权属性质	权属单位		03 林地			04 草地	10 交通运输用地	合计
		乡镇	行政村	0301	0305	0307	0404	1003	
				乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	公路用地	
矿界内	集体	东坡底乡	东坡底村	12.0561	3.1409	1.3742	8.3788	0.0500	25.0000
矿界外	集体	东坡底乡	东坡底村	0.0312			0.1090		0.1402
总计				12.0873	3.1409	1.3742	8.4878	0.0500	25.1402

2.3.2 矿区土壤质地及性状

(1) 林地：影响区内林地主要的土壤类型为褐土。表层土壤有机质为0.93%，碱解氮为29.34mg/kg，有效磷为4.7mg/kg，速效钾为209mg/kg，pH值为8.2。林地土壤理化性质见表2-3，林地土壤剖面特征详见表2-4。

表 2-3 林地土壤理化性状分析表

土体深度 (cm)	有机质 (%)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH 值	容重 (g/cm ³)	质地
0-20	0.93	29.34	4.7	209	8.2	1.34	中壤
20-50	0.74	12.34	4.5	193	7.8	1.42	中壤

注：数据来源于《交城县土壤志》，2020 年。

表 2-4 林地土壤剖面特征表

栗 褐 土 (林 地)		地类	林地
		剖面位置	东坡底乡东坡底村
		采集时间	2021 年 11 月 16 日
		成土母质	黄土
		图斑号	214
		剖面形态	剖面构造：A 层淋溶层，20cm；B 层淀积层，20-40cm，较紧实；C 层黄土母质层，较细且疏松深厚。

(2) 草地：影响区内草地主要的土壤类型为褐土。表层土壤有机质为0.74%，全氮为0.03%，有效磷为6.60mg/kg，速效钾为53.58mg/kg，pH值为7.6。草地土壤理化性质见表2-5，草地土壤剖面特征详见表2-6。

表 2-5 影响区草地土壤理化性质表

深度 (cm)	有机质 (%)	全氮 (%)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH
0-20	0.74	0.03	6.60	53.58	7.62
20-50	0.58	0.02	3.24	24.32	7.64

注：数据来源于《交城县土壤志》，2020 年。

表 2-6 草地土壤剖面特征表

栗 褐 土 (草 地)		地类	草地
		剖面位置	东坡底乡东坡底村
		采集时间	2021 年 11 月 16 日
		成土母质	黄土
		图斑号	225
		剖面形态	剖面构造：A 层淋溶层，10cm，B 层淀积层，10-30cm，较紧实；C 层黄土母质层，较细且疏松深厚。

2.4 矿区生态环境现状

2.4.1 矿区生态系统

根据调查，交城县锋辉采石场矿区内主要生态系统为森林生态系统、灌丛生态系统和草丛生态系统。

森林生态系统：森林生态系统主要分布有常绿针叶林，常绿针叶林主要植物物种为油松、侧柏、白皮松等。

灌丛生态系统：该系统是在生境条件不太适宜的情况下形成的一种稳定的生态系统类型，这种生境不适宜的原因有的是气候方面的，有的是土壤基质条件的限制，也有的是长期人为活动的干扰，正是由于这些限制因子的作用，使该地域不能发育成为森林，而适应这些条件的灌丛得以持久存在并形成稳定的生态系统类型。主要植物物种有牛枝子、甘草、紫苑、茵陈蒿、紫穗槐等。

草丛生态系统：以草本植物为生物群落所构成的生态系统，以蒿类草丛为主，矿区内草本植物主要有披碱草、白羊草、狗尾草、野艾蒿等。草地水分缺乏，草被稀疏，牧业利用条件较差。

2.4.2 自然生物（态）环境

2.4.2.1 植被资源

本区域属于我国暖温带落叶阔叶林带。矿区植被类型主要为灌丛、草丛，矿区内植被覆盖率在 70%左右。植被类型统计见表 2-13。植被覆盖类型图见图 2-5。

山西省交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿植被类型图

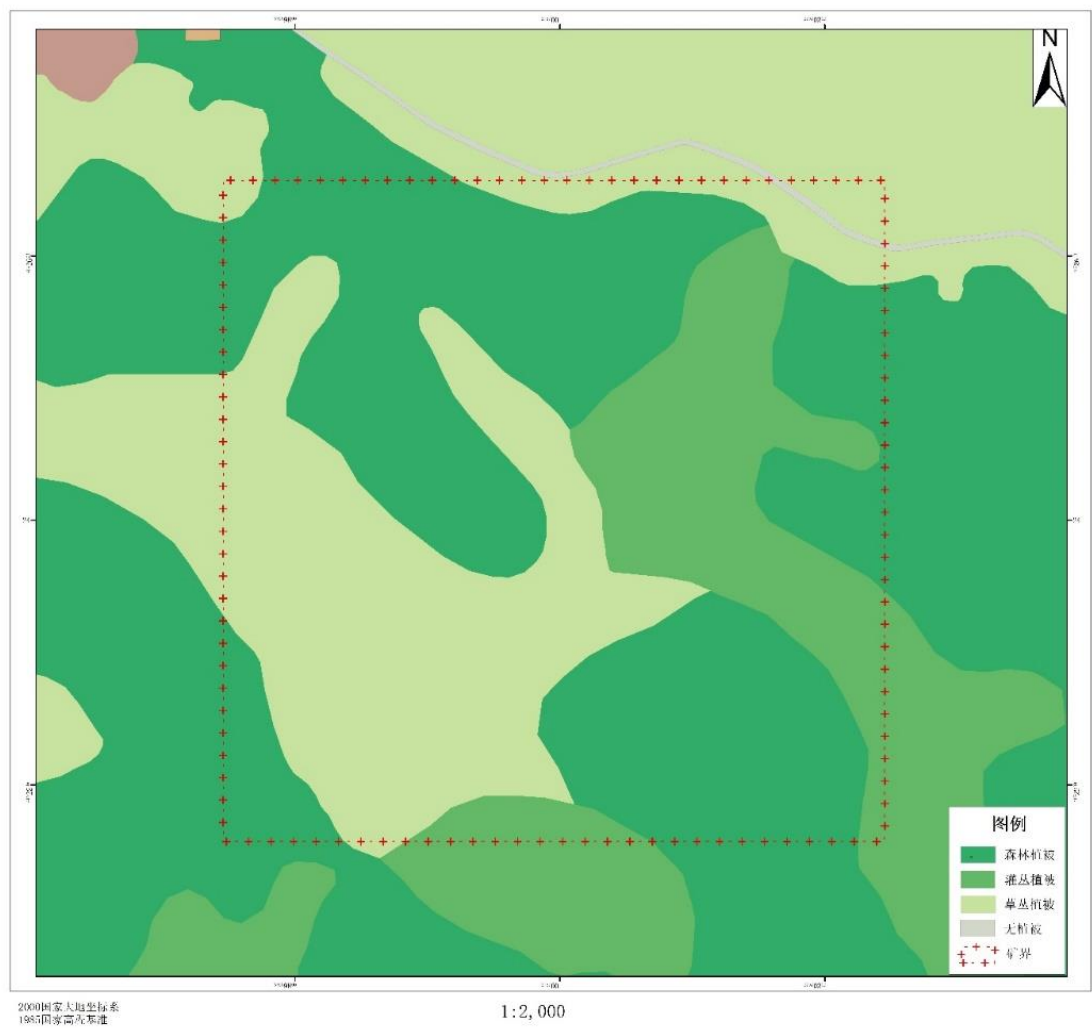


图 2-3 植被覆盖类型图
表 2-7 矿区植被类型统计表

用地类型	面积 (hm ²)	占评价区域 (%)
针叶林	12.05	48.20
灌草丛	4.53	18.12
草丛	8.37	33.48
无植被	0.05	0.20
合计	25.00	100

①针叶林：矿区内林地面积为 12.05hm²，林地种类较单一，以人工林林地为主，主要有油松、侧柏、白皮松等，分布较分散

②灌草丛：矿区内灌草丛面积 4.53hm²，主要群落种是牛枝子、甘草、茵陈蒿等，主要分布在矿区内丘陵地带的沟坡上。

③草丛：矿区内草地面积为 8.37hm²，主要为蒿类草丛。分布在矿区内山地沟谷阳坡上，主要群落种是艾蒿、披碱草、白羊草等。

④无植被：无植被区面积为 0.05hm²，主要为矿区道路。

表 2-8 矿区内主要植物物种分类一览表

序号	物种名	学名	科属
1	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.	松科松属
2	白皮松	<i>Pinus bungeana</i> Zucc. ex Endl.	松科松属
3	侧柏	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	柏科侧柏属
4	牛枝子	<i>Lespedeza potaninii</i> Vass.	豆科胡枝子属
5	紫苑	<i>Aster tataricus</i> L. f.	菊科紫苑属
6	茵陈蒿	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	菊科蒿属
7	紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	豆科紫穗槐属
8	甘草	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch.	豆科甘草属
9	艾蒿	<i>Artemisia argyi</i> Lévl. et Van.	菊科蒿属
10	披碱草	<i>Elymus dahuricus</i> Turcz.	禾本科披碱草属
11	白羊草	<i>Bothriochloa ischaemum</i> (Linnaeus) Keng	禾本科孔颖草属
12	狗尾草	<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	禾本科狗尾草属

2.4.2.2 动物资源

矿区哺乳动物主要有：黄鼬、草兔、小家鼠、褐家鼠等；鸟类主要有雀形目中鸦科的喜鹊、乌鸦，文鸟科的麻雀等；爬行类主要有沙蜥和麻蜥；两栖类主要有蟾蜍。本项目所在区域无大型野生哺乳动物，多为一些常见的鸟类、啮齿类及昆虫等，没有国家和省级重点保护的珍惜濒危的野生动物。

表 2-9 动物物种序号及名称

序号	物种名	学名	科	保护级别
1	黄鼬	<i>Mustelasibirica</i>	鼬科	无危
2	草兔	<i>Lepuscapensis</i>	兔科	低危
3	小家鼠	<i>Mus mustclus</i>	松鼠科	无危
4	褐家鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	松鼠科	无危
6	喜鹊	<i>Picapica</i>	鸦科	无危
7	乌鸦	<i>C.corone</i>	鸦科	无危
8	麻雀	<i>Passer</i>	雀科	无危
9	沙蜥	<i>Phrynocephalus</i>	鬣蜥科	无危
10	麻蜥	<i>Eremias</i>	蜥蜴科	无危
11	蟾蜍	<i>Toad</i>	蟾蜍科	无危

2.4.3 土壤侵蚀现状

矿区地处晋西黄土高原，属吕梁山西侧的剥蚀低中山区，区内岩石裸露，境内峰峦起伏，山高坡陡，矿区地势总体南高北低。本项目位于交城县，根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），矿区水土流失类型属西北黄土高原区，水土流

失以水力侵蚀为主，土壤容许流失量 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。矿区土壤侵蚀类型为水力侵蚀和风力侵蚀，矿区范围土壤侵蚀强度可分为轻度、中度侵蚀 2 种类型。

根据遥感解译，矿区范围水土流失主要为中度侵蚀和轻度侵蚀为主，其中轻度侵蚀占 58.88%，中度侵蚀占 41.12%，评估区土壤侵蚀现状见表 2-10，土壤侵蚀图见图 2-4。

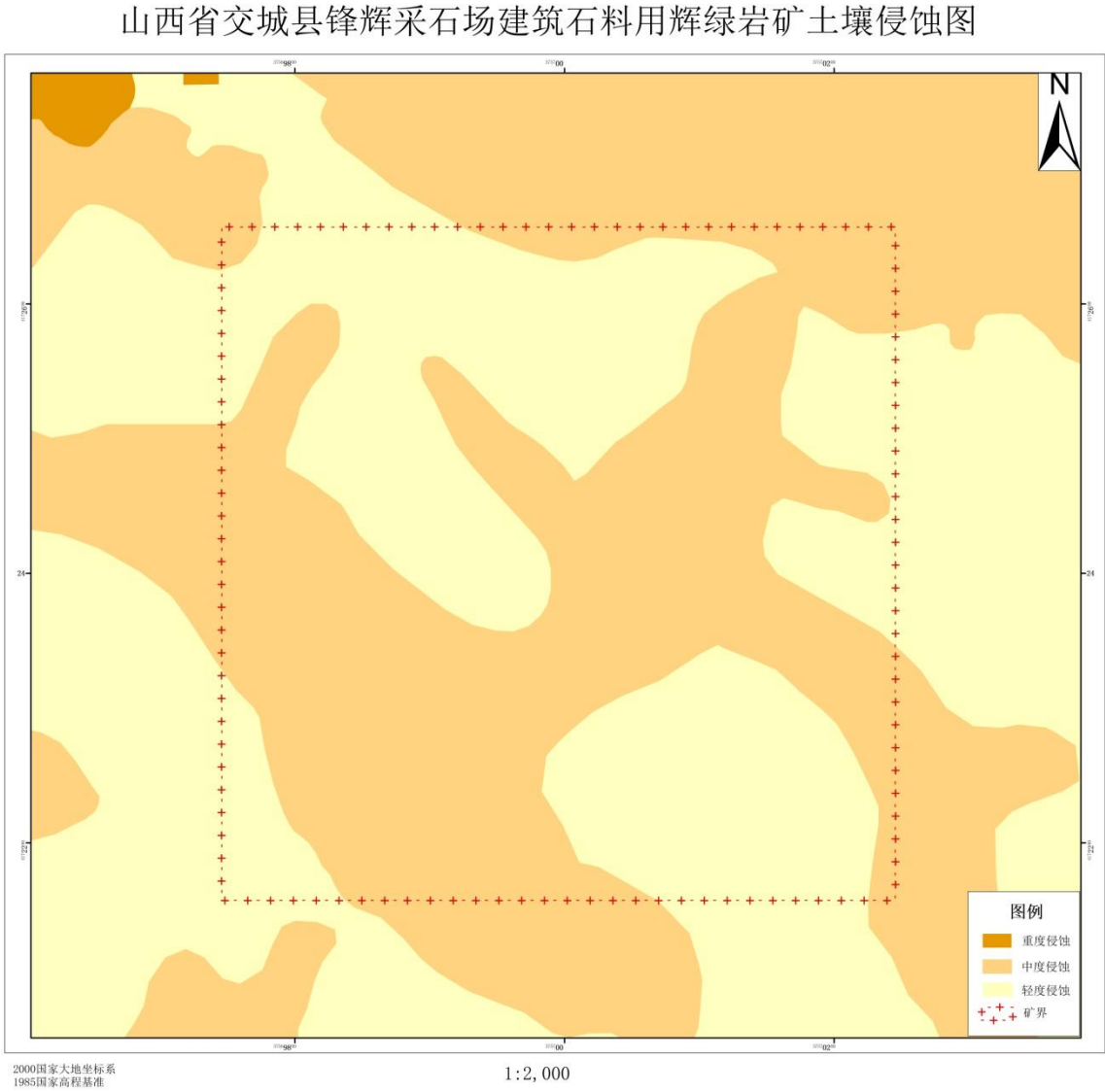


图 2-4 土壤侵蚀图

表 2-10 矿区土壤侵蚀现状表

序	土壤侵蚀强度 $t/(km^2 \cdot a)$	面积 (hm^2)	所占比例 (%)
1	轻度侵蚀	14.72	58.88
2	中度侵蚀	10.28	41.12
合计		25.00	100

2.4.4 生态敏感目标

经现场踏勘和调查,本项目调查范围内基本为农村地区,无国家重点保护文物、风景名胜区等特殊环境敏感因素,结合工程特点,确定本项目主要生态环境保护目标为矿界范围周边的大气环境、地表水、村庄居民、公路等地面建构物以及区域生态环境。生态环境环境保护目标一览表见表 2-11。

表 2-11 生态环境保护目标一览表

环境要素	保护目标	方位	距主副井工业广场距离（m）	人口数	保护要求
环境空气	东坡底村	W	300	1003人	《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准
	遯家岩村	S W	1020	530人	
	申家社村	N	1030	750人	
	游家坪	N W	1260	570人	
地表水	西葫芦河	位于矿界范围西侧1072m			《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类
声环境	厂界	厂界周围环境			厂界噪声达到《声环境质量标准》（GB12348-2008）2类标准。
	东坡底村	位于矿界范围西侧300m			村庄达到《声环境质量标准》（GB 12348-2008）1类标准
生态环境	植被	矿界范围内的地表植被			采取水土保持措施，防止水土流失加重
	土壤	矿界范围内的地表土壤			采取水土保持措施，防止水土流失加重
	工业场地	占地0.0909hm ²			控制水土流失、场地绿化
	表土堆放场	占地0.1315hm ²			
	矿区道路	占地0.5626hm ²			路面硬化，道路两侧绿化



图 2-5 矿区卫星影像图

3、矿产资源基本情况

3.1 矿山开采历史

交城县锋辉采石场属私营企业，现持有吕梁市国土资源局 2017 年 12 月 20 日换发的采矿许可证（证号：C1411002010017130053748），有效期自 2018 年 1 月 20 日至 2019 年 1 月 20 日，开采方式为露天开采，生产规模为 1 万吨/年，矿区面积 0.25km²，开采深度由 1323m 至 1200m 标高。

2011 年 7 月，中国冶金地质总局第三地质勘查院编制了《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》（供资源整合用），该报告于 2011 年 8 月 2 日经吕梁市国土资源局组织相关专家以吕国土资储审字[2011]78 号评审通过，于 2011 年 9 月 14 日由吕梁市国土资源局以吕国土资储备字[2011]86 号备案。截至 2011 年 6 月 30 日，矿山累计查明资源储量 98 万吨，保有资源储量（333）98 万吨，无动用资源量。

2011 年 9 月，中国冶金地质总局中国冶金地质总局第三地质勘查院编制了《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿开发利用方案》，该报告经山西省地质矿产科技评审中心组织相关专家以晋地矿采审字[2011]第 33 号评审通过。

2012 年 12 月，山西清河土地整治工程咨询有限公司编制了《交城县锋辉采石场辉绿岩矿项目土地复垦方案报告书》。

2013 年 3 月，中国冶金地质总局第三地质勘察院编制的《交城县锋辉采石场辉绿岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案（2013-2017 年）》，该报告经吕梁市国土资源局组织相关专家以吕国土环非煤治[2013]14 号评审通过，并以吕国土资字[2013]122 号备案。

2019 年 1 月，中国冶金地质总局第三地质勘查院编制的《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿 2018 年度矿山储量年报》，经吕梁市国土资源局组织相关专家以吕国土储年报审字[2019]177 号评审通过。

迄今为止，矿山未进行任何生产活动。

3.2 矿山开采现状

根据《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿 2018 年度矿山储量年报》，2011 年 6

月 30 日至 2018 年 12 月 31 日，该矿保有资源量仍为 98 万吨，未进行开采活动；根据交城县自然资源局出具的《关于交城县锋辉采石场资源储量动用、开采矿种情况的说明》，2018 年 12 月 31 日至今，矿山未进行开采活动，处于停产状态。

故迄今为止，矿山未进行任何生产活动。

3.3 矿床开采技术条件及水文地质条件

3.3.1 矿床开采技术条件

矿区内矿体为元古代辉绿岩矿，顶、底板为黑云母花岗岩，矿区工程地质条件为中等。

3.3.2 水文地质条件

区内地下水主要为变质岩类裂隙水，目前未发现较大的断裂构造、地下暗河等，水文地质条件简单。

3.4 矿区查明的（备案）矿产资源储量

中国冶金地质总局第三地质勘查院 2011 年 7 月编制了《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告（供资源整合用）》，该报告经吕梁市国土资源局组织相关专家以吕国土储审字[2011]78 号文评审通过，并以吕国土资储备字[2011]86 号备案。

区内辉绿岩矿体呈脉状产出，走向延伸稳定，倾角 83° ，属陡倾斜矿体，因此，选择采用垂直投影估算法估算资源储量，资源储量估算公式为：

$$Q=V*D/1000$$

其中：V=H*S

V-矿石体积（万立方米）

D-矿石体重（ t/m^3 ）

Q-资源量（万吨）

H-矿体平均水平厚度（m）

S-块段垂直纵投影面积

截至 2011 年 6 月 30 日，矿山累计查明推断资源量 98 万吨，保有资源量 98 万吨，动用资源量 0 万吨。

根据交城县自然资源局出具的《说明》，2011 年 6 月 30 日至今，矿山处于停产状态。详见表 3-1。

表3-1 截至2021年12月31日资源量汇总表

矿种	推断资源量（万吨）			估算标高（m）	备注
	保有资源量	动用资源量	累计查明		
辉绿岩	91	0	91	1300-1200	批采标高内旧资源
	7	0	7	1323-1300	批采标高上新资源
合计	98	0	98	1323-1200	核准标高
注：1、原采矿证批采标高为 1300-1200m；2、根据吕梁非煤整合办字[2011]23 号文调整矿区开采标高为 1323-1200m 标高，估算标高为 1323-1200m。					

3.5 对地质报告的评述

2011 年 7 月，中国冶金地质总局第三地质勘查院编制了《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》（供资源整合用），该报告以吕国土储审字[2011]78 号文评审通过，并以吕国土资储备字[2011]86 号备案。

该报告在充分利用以往地质资料的基础上，主要对工作区辉绿岩矿资源进行地质调查工作，大致查明了矿区的地质、构造特征；初步查明了矿体的空间赋存位置、规模、产状、矿石质量；大致了解了矿山结构、构造；大致查明了矿区的水文地质条件，对范围内的辉绿岩资源储量进行了估算，同时进行了概略可行性评价，初步确定了矿床开采的价值，并采取拣块样 3 件，对矿层厚度进行了大致控制。

存在的问题及建议：

- 1、“核查报告”对矿区的整体控制程度较低，对矿体及上覆岩土控制不够，工程地质研究较简单，建议矿方进一步加强地质勘查工作，指导实际生产；
- 2、矿石类型及特征未阐明，对矿石未按建筑石料指标进行测试；
- 3、“储量核实报告”中采用工艺指标不合理，本矿矿种为露天开采矿种，原报告未确定合理的勘查、开采深度，造成资源量过多，绝大部分无法利用。

该储量核实报告基本满足核查工作需求，可作为本次编制矿产资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案的编制依据。该报告储量计算依据正确，可以作为编制资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案的依据。

3.6 矿区与各类保护区的关系

3.6.1 矿区范围与各类保护区重叠联合核查情况

交城县锋辉采石场矿区范围与各类保护区重叠联合核查情况

(1) 交城县自然资源局

经核查，交城县锋辉采石场矿区范围与已划定的地质遗迹保护范围不重叠，符合采矿延续条件。

(2) 吕梁市生态环境局交城分局

经核查，交城县锋辉采石场矿区范围距离最近的东坡底乡饮用水水源地较远，不存在与饮用水水源地保护区重叠情况。

(3) 交城县林业局

经核查，交城县锋辉采石场矿区范围与湿地公园、自然保护区、国家 I 级、II 级公益林、I 级、II 级保护地、山西省永久性生态公益林、交城山国家森林公园不存在交叉重叠。

(4) 交城县水利局

经核查，交城县锋辉采石场矿区范围与市县河流管理范围、交城县饮用水水源地保护范围、县管水库保护范围、泉域保护范围无重叠。

(5) 交城县文物局

经核查，交城县锋辉采石场与地面不可移动文物不重叠。

3.6.2 矿区及其周边的敏感保护目标

交城县锋辉采石场周边不涉及敏感保护目标。

4、主要建设方案的确定

4.1 开采方案

4.1.1 生产规模及产品方案

1、生产规模

依据原吕梁市国土资源局 2017 年 12 月 20 日颁发的采矿许可证（证号：C1411002010017130053748）以及该矿矿体赋存情况，生产能力等生产要素，确定该矿的生产规模为 1 万吨/年。

2、产品方案

依据《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004），矿区内辉绿岩样品与壳牌 70 号沥青的黏附性、磨光值满足表面层用粗集料的技术要求，充分说明矿区出露的辉绿岩矿可以满足建筑用石料的要求，是较好的建筑用料。故本矿开采出矿山后，采用锤式破碎机，振动分选筛分机及加工，破碎成 5-7cm、3-5cm、≤3cm 粒度，即可使用。故推荐产品方案为：直接销售 5-7cm、3-5cm、≤3cm 粒度的石子。

4.1.2 开采储量

根据《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》（吕国土储审字[2011]78 号文），采矿证允许开采范围（1323m-1200m）内保有资源量 98 万吨，全部为推断资源量。

本方案对矿区范围矿体主要采用露天开采方式开采，设计利用资源量为露天开采境界以内圈定的保有的资源量，设计损失资源量为没有圈入露天开采境界的保有资源量，本方案对设计利用资源量估算方法采用水平剖面法估算境界内的资源量。

经估算，则未设计资源量为 93.08 万吨，设计利用资源量为 4.92 万吨（1.75 万立方米），按回采率 95%计算，可采资源量为 4.67 万吨（1.66 万立方米）。方案设计利用资源量见表 4-1，设计利用资源量与剥离废石量见表 4-2。

表 4-1 设计利用资源量表

	保有储量	未设计资源量	设计利用资源量	回采损失	可采储量
资源量 (万吨)	98.00	93.08	4.92	0.25	4.67

表 4-2 境界内开采储量计算结果表

水平标高（m）	开采矿体面积（m ² ）		剥离废石面积（m ² ）		采用公式	开采矿石体 积（m ³ ）	剥离废石、黄 土体积（m ³ ）	矿石体重 （t/m ³ ）	矿石质量 （t）
	顶面积	底面积	顶面积	底面积					
1300-1310m	906.84	1314.51	4171.46	3956.42	3	11106.75	40639.40	2.813	31243.28
1310-1320m	318.58	906.84	1434.61	4348.96	2	5876.38	27604.61		16530.27
1320-边界	0.00	318.58	0.00	1509.97	1	523.86	2516.62		1473.61
合计						17506.99	70760.63		49247.16
备注：公式 1：V=1/3L×S，公式 2：V=1/3L（S1+S2+√S1×S2），公式 3：V=1/2L（S1+S2），1320m 水平以上计算过程中 L 取平均值 5m。									

方案依据划定露天开采境界计算本矿开采剥离黄土量为 9547.70m³，剥离黄土堆放至矿区西南部的表土堆放场内，场内堆放黄土可用于矿区复垦以及道路的铺平。

4.1.3 开采方式

本矿现持有吕梁市国土资源局 2017 年 12 月 20 日颁发的采矿许可证（证号：C1411002010017130053748），有效期自 2018 年 1 月 20 日至 2019 年 1 月 20 日，开采矿种为辉绿岩，开采方式为露天开采，

故本矿开采方式确定为露天开采。

4.1.4 开拓运输方案及厂址选择

1、开拓运输方案选择

本矿区地形较缓，矿体呈近直立脉状产出。矿山开拓的主要目的是建立地面与露天采场各工作水平面以及各工作水平面之间的通路。

①开拓系统有多个比选方案，现按照带式运输机开拓系统和公路运输开拓系统进行比选。

（1）带式运输机开拓系统

带式运输机开拓的主特点是生产能力大，爬坡能力强，可缩短运距，降低开拓工程量，吨运输成本较汽车低；缺点是对矿岩块度有较严格要求，敞露的带式运输机受气候条件影响较大。

（2）公路运输开拓系统

相较于带式运输机开拓系统，公路运输开拓系统的矿场可设置多出入口，分采分运，运输效率高，汽车运输机动灵活，利于采矿，能适应各种开采程序的需要，工作线长度可以很短，适用于地形复杂的山坡。

综上，结合矿山实地环境和现状分析，本方案推荐采用矿山公路运输开拓系统。

②公路开拓有多个比选方案，现按照直进式运输方式和回返式运输方式两个比选方案进行比较。

（1）直进式

直进式运输方式适宜在山坡露天矿高差不大、地形较缓、开采水平较少时，可采用直进式坑线开拓，运输干线一般布置在开采境界外山坡的一侧。条件允许时，也可在境界外用组合坑线进入各开采水平。直进式公路开拓布线简单、沟道展线最短，汽车运行不需转弯、行车方便、运行速度快、效率高，因此在条件允许情况下，

应优先考虑使用。

（2）回返式

回返式运输方式适宜露天矿开采相对高差较大、地形较陡，常采用回返式坑线开拓。开拓线路一般沿自然地形在山坡上开掘单壁路堑，随着开采水平不断下降，上部坑线逐渐废弃或消失。在单侧山坡地形条件下，坑线应尽量就近布置在采场端帮开采境界以外，以保证干线位置固定且矿岩运输距离较短。

回返坑线开拓适应性较强，应用较广。但由于回返坑线的曲线段必须满足汽车运输要求，如线路内侧加宽等，使最终边帮角变缓，从而使境界的附加剥岩量增加。因此应尽可能减少回头曲线数量，并将回头曲线布置在平台较宽或边坡较缓的部位。

由于本矿山实际开采深度为 1323-1300m，相对高差 23m，高差较大，但是矿山面积较大，坡度较缓。设计台阶均可延伸至外部地表，运输干线布置在各台阶出矿处即可。而回返式运输对道路的曲线段满足汽车运输要求条件高，使境界的附加剥岩量增加，道路长度较长，经济效益差。故选择直进式汽车运输线路方式。

综上所述拟选用山坡半壁嵌沟公路开拓，直进式汽车运输的方式。汽车使用 10t 位的自卸式汽车，运输矿石及废石。剥离的废石，汽车外运，直接销售，矿石从采场通过矿区简易公路拉至工业场地简单加工后进行销售。

2.厂址选择

（1）工业场地

根据矿区地形条件，工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，该处地势较平缓，整平标高为 1205m。包含办公区、员工宿舍等。

（2）破碎工段

破碎工段位于露天采场北部，与采场之间有矿区公路相连，开采出来的矿石和玻璃产生的废石运至破碎工段，破碎、加工处理后，由汽车外运销售。

（3）废石场

本矿不设置废石场，开采产生的废石花岗岩，生产为建筑用砂，直接就近销售。

（4）表土堆放场

方案设计表土堆放场于矿区西南部，剥离的黄土运往表土堆放场内，留作复垦措施用。

（5）避炮硐室

为了保障爆破人员的安全，在矿区南部的山坡后方设置避炮硐室。避炮硐室中

心点坐标为 X=4172221.444, Y=37569961.307(2000 国家大地坐标系), 标高为 1335m, 规格 5×4.5m。

4.2 防治水方案

矿区部分被第四系地层所覆盖, 矿区内无常年性河流, 只在沟谷内发育季节性洪流, 矿区最低批采标高于区内侵蚀基准面标高, 水文地质条件较为简单, 区内储水构造不发育, 地下水的补给主要为大气降水, 采矿过程中无渗水、充水可能性。

矿山现无排水设施、设备, 露天矿山应设置防、排水机构。矿山应设专职水文地质人员, 建立水文地质资料档案。每年应制定防排水措施, 并定期检查措施执行情况。建议矿山应设专门的防洪机构, 加强与当地气象部门的联系, 及时处理有关防洪问题, 以确保矿山建设及生产的安全。

防治水对象主要有露天采场、工业场地。

露天采场位于山坡上, 采场内的涌水主要为大气降水, 在强降水条件下可能会有短暂的降雨汇入采坑。本次设计开采最低标高为 1300m, 采场境界未封闭, 可实现自流排水。但矿方仍需加强监测措施, 特别是在强降雨期间。

工业场地位于矿区外北部山坡处, 涌水主要为大气降水, 方案设计在工业场地北部设置截水沟, 截走上部来水。截水沟采用混凝土预制 U 形沟, 过路处采用浆砌石暗沟(带盖板), 通过类比, 截水沟宽度取 1.3m, 深度取 0.5m, 截水沟底部设不小于 0.3%的坡度。

5、矿床开采

5.1 露天开采境界

5.1.1 圈定露天矿开采境界的原则

1、为了确保生产安全，同时使矿床开采获得最佳的经济效益，必须正确圈定露天开采境界，即合理确定开采的底部周界、最终边坡角以及开采深度三个要素。本设计露天开采境界主要遵循以下原则确定：

（1）首先按照境界采剥比不大于经济合理采剥比的原则圈定露天开采范围，本矿经济合理剥采比取值 $5.00\text{m}^3/\text{m}^3$ ；

（2）要充分利用资源，尽可能把较多的矿石圈定在露天开采境界内，发挥露天开采的优越性；

（3）为确保生产安全，最终露天境界边坡角应不大于露天边坡稳定所允许的角度；

（4）为使企业获得较大的经济效益，尽可能使最终露天境界边坡角等于露天边坡稳定所允许的角度；

（5）尽量不占或少占林地和耕地；

（6）圈定露天开采境界时，尽量不破坏森林保护区，并尽量避免造成矿区及其附近人员搬迁；

（7）尽量利用矿体底板等高线作为露天底界。

2、经济合理剥采比的确定

根据矿方取得资料和相邻同类矿山开采数据可知， $n_{jh}=(p_o-a)/b$

n_{jh} ——经济合理剥采比

b ——露天开采的剥离成本，15 元/t（参考临近矿山剥离成本）

p_o ——原矿的价格，169 元/t

a ——露天开采的纯采矿成本（不包括剥离），90 元/t（参考临近矿山采矿成本）

$n_{jh}=5$

根据以上计算，确定经济合理剥采比为 5t/t ，由于本矿矿石及围岩容重均为 2.813t/m^3 ，故，确定本矿经济合理剥采比为 $5\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

开采数据可知，本矿经济合理剥采比为 $5\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

5.1.2 露天矿最小底宽的确定

方案设计采用 10 吨自卸汽车运输矿石，露天矿最小底宽的确定：

最小底宽 $B_{\min}=R_{c\min}+0.5b_c+2e+0.5l$

式中： $R_{c\min}$ ——汽车最小转弯半径 20.0m；

b_c ——汽车宽度 2.5m；

e ——汽车距边坡的安全距离取 1.0m；

l ——汽车长度 11.980m；

$$B_{\min}=20.0+0.5\times 2.5+2\times 1.0+0.5\times 11.98=29.25\text{m}$$

本方案露天矿最小底宽取 30m。

5.1.3 露天采场要素

根据矿山设备装备水平和矿石的稳定性程度及开采深度，设计各采剥要素为：

采场最高开采标高：1323m

采场最低开采标高：1300m

采场垂直深度：23m

采场上口最大长度：260m

采场上口最大宽度：50m

开采阶段高度：10m

终了阶段高度：10m

开采阶段坡面角：岩石 75° 、黄土 45°

开采终了坡面角：岩石 65° 、黄土 45°

最终边坡角： 50° - 53°

采场安全平台宽 4m；最小工作平台宽度：30m；最小底宽 30m。

5.1.4 露天矿最终境界的确定

按照以上圈定原则及边坡参数，并结合矿体赋存特征以及矿山露天开采现状等，本方案设计一个露天采场。

露天采场上口最大长度 260m，最大宽度 50m，包括 1320m、1310m 两个台阶及一个 1300m 的露天采场底。

通过 Mapgis 软件量取面积，利用地质块段法求资源/储量原理，估算分层矿岩量如下表 5-1：

表 5-1 露天采场分层采剥量计算表

台阶水平	采剥总量 (m ³)	矿石量 (m ³)	剥离量 (m ³)	剥采比 (m ³ /m ³)
1320	3047.560	530.94	2516.62	4.74
1310	33480.990	5876.38	27604.61	4.70
1300	51746.150	11106.75	40639.40	3.66
合计	88275.700	17515.07	70760.63	4.04

全矿露天采场内矿石量为 17515.07m³，剥离量为 70760.63m³，平均剥采比为 4.04:1。

本方案露天境界圈定矿岩总量约 24.84 万吨（8.83 万立方米），其中：设计利用资源量 4.92 万吨（约 1.75 万立方米），岩土量 19.92 万吨（约 7.08 万立方米），矿岩总量虚方=8.83×1.3/1.1=10.44 万立方米，按生产规模 1 万吨/年考虑，年采剥矿岩总量=10.44/5=2.09 万立方米。

且由上表可知，本矿露天采场各台阶的剥采比均不大于经济合理剥采比，说明本方案是合理的。

（3）露天采场最终境界的圈定总量

本方案露天境界圈定矿岩总量约 24.84 万吨（8.83 万立方米），其中：设计利用资源量 4.92 万吨（约 1.75 万立方米），岩土量 19.92 万吨（约 7.08 万立方米）。

本方案开采台阶高度设为 10m，台阶最小宽度为 4m，从高到低共有采剥水平（台阶）1320m、1310m 两个平台以及一个 1300m 露天采场底。

5.2 总平面布置

（1）工业场地

根据矿区地形条件，工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，该处地势较平缓，整平标高为 1205m，矿山基建拟对开挖形成的边坡采取浆砌石护坡措施。包含办公区、员工宿舍等。

（2）破碎工段

破碎工段位于露天采场北部，与采场之间有矿区公路相连，开采出来的矿石和剥离产生的废石运至破碎工段，破碎、加工处理后，由汽车外运销售。

（3）废石场

本矿不设置废石场，开采产生的废石花岗岩，生产为建筑用砂，直接就近销售。

（4）表土堆放场

方案设计表土堆放场于矿区西南部，剥离的黄土运往表土堆放场内，用于土地复垦。

（5）避炮硐室

为了保障爆破人员的安全，在矿区南部的山坡后方设置避炮硐室。避炮硐室中心点坐标为 $X=4172221.444$, $Y=37569961.307$ (2000 国家大地坐标系), 标高为 1335m, 规格 $5\times 4.5\text{m}$ 。

以上设计场地及矿体储量范围均位于基本农田范围线之外，因此开采、运输矿石均不会对基本农田产生影响，各场地也不存在避让基本农田的情况。

5.3 露天开拓运输方式、采场构成要素及其技术参数

5.3.1 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，适应性较强的山坡露天半壁嵌沟公路开拓，使用 10t 位自卸汽车，运输矿石。

汽车运输线路：

运输线路依据自然地形，宜采直进式布置，运输线路位于矿区内，各阶段水平通过矿区内线路与主运输线路相通。

根据厂矿道路设计标准，矿区道路采用三级公路标准，路面宽度为 6 米，路肩宽度为 8 米；最大坡度不超过 9° ，坡长限制长度 200 米，最小平曲线半径为 15 米，最小竖曲线半径为 200 米，竖曲线最小长度 20 米，行车速度 20km/h，最小停车视距 20 米，最小会车视距 40 米。

5.3.3 开采顺序和推进方式

本方案开采顺序为总体上采用由上而下分台阶的“下行式”开采，在同一水平工作线由南-北布置，工作面推进方向由西向东，即 1320m 为第一工作平台逐级向下，开采阶段台阶高度为 10m，露天采场底标高为 1300m。

采用“先剥离，后开采”方法，采用方案选取的设备对矿体上覆盖层先进行大规模剥离，剥离黄土堆放至矿区西南部的表土堆放场内。具体采剥计划见表 5-2。

表 5-2 采剥计划表

年 度	位置/工程	剥离 (万立方米)	开采 (万吨)
第一年	开采前剥离工程、1320m 台阶、1310m 台阶自西向东约五分之三长度（249m）及以上边坡	1.36	0.92
第二年	1310m 台阶自西向东约五分之二长度（112m）及以上边坡	1.43	1
第三年	1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡	1.43	1
第四年	1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡	1.43	1
第五年	1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡	1.43	1
合计		7.08	4.92

5.4 生产规模验证

本矿按采矿 1 万吨/年，年采剥矿岩总量 2.09 万立方米，年工作 250 日，日工作 1 班。

按可能布置的挖掘机验证生产能力

$$A=NnQ$$

式中: A—生产能力， 万立方米/年；

Q—本矿拟采用 R225LC-7 挖掘机，挖掘机生产能力 4.98 万立方米/年；

n—同时工作阶段数，1 个；

N—一个阶段可布置挖掘机数，1 台。

$$A=NnQ=1 \times 1 \times 4.98 = 4.98 > 2.09 \text{ 万立方米/年。}$$

5.5 露天采剥工艺及布置

5.5.1 矿山工作制度

本矿山规模较小，采用季节性连续工作制，11 月下旬至 2 月上旬因天气原因停产，年工作 250 天，每日工作 1 班，每班工作 8 小时。

5.5.2 剥离工艺

剥离原则为：留够 30m 的最小工作平台宽度后，顶部第一级平台的剥离层采用揭顶剥离，一级平台以下的剥离层采用边帮剥离。

剥离方法为：土方使用挖掘机直接挖除，坚硬、致密岩层采用破碎锤破碎后再

进行挖除。

剥离物中黄土运至表土堆放场，废石靠汽车外运，直接销售。

5.5.3 穿孔、爆破工作

采用潜孔钻机按照爆破设计进行凿岩，中深孔爆破。采场开采工作从上往下分台阶依次进行，工作线推进沿地形等高线布置，开采工作面垂直工作线方向依次推进。

1、凿岩

本方案采用多排孔分段爆破，起爆网络为直列式，沿台阶坡顶线布置的炮孔按行顺序起爆。

本方案选定炮孔采用 80mm，炮孔间距 4m，排距 3.5m。采用多排孔微差爆破，底盘最小抵抗线为 5m。爆破采用多孔粒状铵油炸药，非电导爆管起爆。凿岩机械采用孔径为 80mm 的 KQY-80 型潜孔钻机。

在采矿主体工作结束后，如边坡处理、局部三角量、清顶、清根底、剔除夹层等。采用挖掘机开采，不进行浅孔爆破。同时，配以 ZL-50 型装载机进行集堆、扫道、清理三角爆落体以及台阶的维护清理等作业。配备洒水车，可以有效抑制爆破及开采过程中产生的灰尘。

2、爆破

本矿区正常剥采过程中的台阶爆破采用中深孔爆破，临近边坡的控制爆破采用预裂爆破。

为了充分利用爆破能量和改善爆破质量，本方案中深孔爆破采用多排孔爆破，孔距 3-4m，排距 2-3m，钻孔超深 1-1.5m，底盘抵抗线 6m，采用导爆管非电起爆系统起爆，铵油炸药爆破。二次破碎采用碎石机破碎。根据《爆破安全规程》（GB6722-2014），设计爆破安全距离为 300 米。

5.5.4 采装工作

本方案露天境界圈定矿岩总量约 24.84 万吨（8.83 万立方米），其中：设计利用资源量 4.92 万吨（约 1.75 万立方米），岩土量 19.92 万吨（约 7.08 万立方米），矿岩总量虚方= $8.83 \times 1.3 / 1.1 = 10.44$ 万立方米，年采剥矿岩总量= $10.44 / 5 = 2.09$ 万立方米。

（1）挖掘机的选择

该矿为小型矿山，规模较大。拟采用斗容 1.05m³ 的现代 R225LC-7 挖掘机 1 台，可以满足生产需要。

(2) 挖掘机台班生产能力计算

单斗挖掘机台班生产能力计算公式：

$$Q_c = 3600 E K_H T n / t K_p$$

式中： Q_c ---挖掘机台班生产能力， m^3

E ---挖掘机铲斗容积， $1.05m^3$

t ---挖掘机铲斗循环时间， $38s$

K_H ---挖掘机铲斗满斗系数， 0.80

K_p ---矿岩在铲斗中的松散系数， 1.60

T ---挖掘机班工作时间， $8h$

n ---班工作时间利用系数， 0.5

台班实际生产能力为：

$$Q_c = 3600 \times 1.05 \times 0.80 \times 8 \times 0.5 / (38 \times 1.60) = 199m^3$$

挖掘机台年生产能力计算公式：

$$Q_a = Q_c N n = 199 \times 250 \times 1 = 4.98 \text{ 万立方米/年}$$

其中 Q_a ---挖掘机台年生产能力，立方米/年

N ---挖掘机年工作日数，每年工作 250 天

n ---日工作班数。每天工作 1 班

(3) 矿山所需挖掘机台数计算公式

$$N = A / (Q_a \times a)$$

式中： N ---挖掘机台数

A ---矿岩总量（虚方）， 10.44 万立方米

Q_a ---挖掘机台/年效率， 4.98 万立方米/年

$$\text{则 } N = 10.44 / (4.98 \times 5) = 0.42 \approx 1 \text{ 台}$$

根据计算，矿山开采需要挖掘机台数为 1 台。

5.5.5 运输工作

1、运输设备的选择、运输工作

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。根据《采矿设计手册》采用汽车运输时挖掘机铲斗容积与汽车装载量应合理匹配。本次采用 3 辆 10t 位自卸汽车（其中 1 台备用）运输矿石及废石。矿石从采场运至工业场地，废石外运，直接销售。

2、汽车运输能力估算

自卸汽车台班运输能力按下式计算：

$$A=(480G/T)K_1K_2 \quad T=t_x+t_y+t_q+t_t \quad t_y=120L/u$$

式中：A—自卸汽车台班运输能力 t

G---自卸汽车额定载重量，10t

K₁---汽车载重利用系数，0.90

K₂---汽车时间利用系数，每天1班取0.9

T---自卸汽车周转一次所需时间，15min

t_x---挖掘机装满一辆汽车的时间，4min

t_y---自卸汽车往返运行时间，min

L---自卸汽车平均运距，1.0km

u---自卸汽车平均运行速度，20km/h

t_q---自卸汽车卸车时间，1.0min

t_t---自卸汽车调头和停留时间，4min

$$A=(480 \times 10 / 15) \times 0.90 \times 0.9 = 259.2 \text{ (t)}$$

自卸汽车需要数量计算公式：N=(QK₃)/(CHAK₄)

式中：N---自卸汽车需要台数

$$Q\text{---露天矿年运输量}=8.83 \times 2.813 \times 1.3 / 1.1 \text{ (松散系数)} / 5 \\ = 5.87 \text{ (万吨)}$$

K₃---运输不均衡系数，1.15

C---每日工作班数，1

H---年工作日数，250

A---汽车台班能力，259.7t

K₄---自卸汽车出车率，0.8

$$N = (5.87 \times 1.15 \times 10^4) / (1 \times 250 \times 259.2 \times 0.80) = 1.30 \approx 2 \text{ (辆)}$$

按矿山年岩矿运输总量计算综合考虑，矿山选用3辆自卸汽车，其中1辆备用，即可满足生产需要。

5.5.5 服务年限

$$T = Q\alpha / [A(1-\beta)]$$

式中：T—开采服务年限，年；

Q—设计利用资源量，4.92 万吨；

α —矿石回采率，95%；

β —废石混入率，5.0%；

A—年生产能力，1 万吨/年；

则 $T=4.92 \times 95\% / [1 \times (1-0.05)] = 4.92$ 年

本方案设计露天开采设计规模为 1 万吨/年，设计利用资源量为 4.92 万吨，服务年限为 4.92 年。

5.6 主要采剥设备选型

根据上文论证，现将主要设备类型总结如下表。

表 5-3 主要采剥设备表

设备	型号	台数	备注
潜孔钻	KQY-80	1	
挖掘机	1.05m ³ 现代 R225LC-7 挖掘机	1	--
自卸汽车	10t 自卸汽车	3	1 台备用
推土机	T-130	1	--

1、凿岩设备

选用 KQY-80 型潜孔钻机凿岩，其技术性能参数如下：

穿孔孔径：80mm

孔 深：12m

钻孔倾角：75°

适应岩种：f=8-16

水 压：0.8-1.2mPa

耗 风 量：10-12m³/分

使用风压：0.5-1.0mPa

穿孔效率：93600m/台·年

潜孔钻机穿孔效率 93600 米/台·年左右，按年采剥矿岩总量（虚方）2.09 万立方米，延米爆破 35m³/m 计算，配备 1 台可满足生产需要，方案设计使用 1 台。

2、装载设备

装载采用斗容为 1.05m³，现代 R225LC-7 挖掘机，装矿岩。在爆堆中的采装方式为一爆一采制，采掘带宽度为 6-8m。因挖掘机工作水平面经常变化，调车场地局限，采用后侧偏后向的装车方式。

要保证足够的作业台阶宽度，做好上下台阶的协调与安全工作。

工作采用 1.05m³ 机械式单斗挖掘机直接铲装，采装效率 4.98 万立方米/台·年，按本矿年采剥矿岩总量（虚方）2.09 万立方米计算，需 1 台即可满足生产的要求，方案设计使用 1 台。

3、运输设备

采用 10t 的自卸汽车运输矿石，按年运量（虚方）2.09 万立方米计算，并考虑与挖掘机配合，需 3 辆汽车即可满足运输要求，方案设计使用 2 辆汽车，其中 1 辆备用。

5.7 共伴生及综合利用措施

本区无可综合利用的共伴生组份。

5.8 矿产资源“三率”指标

根据《自然资源部关于粉石英等矿产资源合理开发利用“三率”最低指标要求(试行)的公告》的要求，辉绿岩矿山开采回采率不低于 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，用作矿山采场回填复垦。

本矿的开采回采率 95%，无共伴生资源，本矿辉绿岩矿石直接销售原矿石给附近县城，无复杂选矿过程，无副产品。不考虑选矿回收率指标。

本矿的废石混入率按 5%计算。

矿山开采产生的废石，可生产为建筑用砂，经破碎、加工后就近销售，剥离产生的黄土全部用于土地复垦，资源利用率为 100%。

综上，《方案》确定的开采回采率指标，符合《自然资源部关于粉石英等矿产资源合理开发利用“三率”最低指标要求(试行)的公告》。

5.9 利用远景储量扩大生产能力或延长矿山服务年限的可能性

本矿矿体范围划定以《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》（供资源整合用）为准，该报告以矿界为资源储量范围线，此范围线之外依旧存在辉绿岩矿石，将来可按程序申请向四周发展，扩大矿区范围或者更改批采标高等以延长矿区服务年限。

6、选矿及尾矿设施

6.1 选矿方案

由于矿山规模较小，本区辉绿岩仅能做建筑石料用，目前暂无其他用途。故本矿开采出矿山后，采用锤式破碎机，振动分选筛分机及加工，破碎成 5-7cm、3-5cm、≤3cm 粒度，即可使用。故推荐产品方案为：销售 5-7cm、3-5cm、≤3cm 粒度的石子。

6.1.1 破碎筛分流程

合格块度石料经格筛入料仓由振动给料机均匀地送进鄂式破碎机进行粗碎，不合格大块在格筛上方，由碎石机破碎成合格块度后，通过料仓破碎系统；粗碎后的石料由胶带输送机送到反击式破碎机进行进一步破碎；细碎后的石料由胶带输送机送进振动筛进行筛分，筛分出几种不同规格的石子，满足粒度要求的石子由成品胶带输送机送往成品料堆；不满足粒度要求的石子由胶带输送机返料送到反击式破碎机进行再次破碎，形成闭路多次循环。成品粒度可按照用户的需求进行组合和分级，为保护环境，可配备辅助的除尘设备。石料生产线的生产流程大致为：（料仓）→振动给料机→鄂式破碎机→反击式破碎机→振动筛→（成品石料），各设备中间以溜槽或皮带输送机相连。

6.1.2 设备选型

主要设备选型如下：

（1）振动给料机

型号规格	漏斗尺寸 (mm)	最大进料 粒度 (mm)	产量 (t/h)	功率 (kw)	重量 (kg)	外形尺寸 (长×宽×高)(mm)
GZD-800×3000	850×3000	400	80-120	1.5×2	3895	3100×1800×1600

（2）鄂式破碎机主要技术参数

规格型号	技 术 性 能				电机 功率 (kw)	外型尺寸 (长×宽× 高) (mm)	重量 (kg)
	最大 进料 (mm)	调整 范围 (mm)	生产 能力 (m³/h)	主轴转速 (r/min)			
PEF600×900	210	20-80	5-20	310	18.5	1108×1142× 1392	3000

(3) 反击式破碎机主要技术参数

型 号	规 格 (mm)	进料口尺寸 (mm)	最大进料边长 (mm)	生产能力 (t/h)	电机功率 (kw)
PF—0607	Φ-644×740	320×770	100	10-20	30

(4) YK 系列圆振动筛主要技术参数

型号规格	筛网	筛面倾角 (°)	筛网面积 (m²)	振动频率 (r/min)	双振幅 (mm)	处理能力 (m³/h)	电机功率 (kW)	外形尺寸 (L×W×H) (mm)	重量 (kg)
2YK1224	2	15	2.88	70	6-8	20-120	5.5	2673×2382×2027	1750

6.2 尾矿设施

本区辉绿岩经简单加工后直接销售原矿石，不涉及尾矿设施。

7、矿山安全设施及措施

7.1 主要安全因素分析

7.1.1 自然危险因素

地震灾害：该工程项目所在厂址的地震基本烈度为Ⅵ度。厂房及建（构）筑物的抗震设防等级按规范设计和施工，否则发生地震时，会发生建（构）筑物坍塌、设备倾斜、损坏管道等，将导致火灾爆炸、中毒窒息事故的发生，对人员和财产造成危害。

静电、雷击：对柴油设备、柴油库等火灾、爆炸的危险场所内可能产生静电危险的设备、管线、设施，若未采取静电跨接、静电接地的有效消除静电的措施，有可能累积的静电发生放电产生火花，成为点火源，也可能导致火灾爆炸事故发生。雷击除了对建筑物、电气设备和人员造成破坏或触电事故外，对易燃易爆品来说，十分容易引发火灾事故，如遇雷击，会对建筑物本体及其内部的各种设施及人员造成危害。

洪水、泥石流、滑坡、山体内涝灾害：遇暴雨天，如果排水系统不符合要求或出现故障不畅通，就有可能造成矿山工业场地和矿区居民生活设施受到破坏，危及人身安全。

7.1.2 矿山在生产过程中的不安全因素

机械伤害：主要包括设备失灵及人体触及。设备缺乏安全防护装置，其本身的结构、强度设计不合理；其工作场所环境不良，如空间狭窄，照明不良、设备布置不合理等也容易造成伤害。

高处坠落：作业场地无护栏、无警示标志、安全绳（带）不合格等均造成事故隐患。

车辆交通事故：车辆撞车（人、设备）、坠落、翻车等。

7.1.3 职业危害因素

粉尘：矿山各生产工序都产生粉尘，其中凿岩和装运等基本生产工序是主要尘源产生工序，其危害性主要表现在污染工作场所，危害人体健康，引起尘肺职业病；加速机械磨损，缩短精密仪器使用寿命；降低工作场所能见度，增加工伤事故的发生。

生。

噪声和振动：噪声与振动主要有设备产生的机械噪声和气流的空气动力噪声。产生噪声和振动的设备和场所主要在穿孔作业、运输设备和设备通过的道路。

7.2 配套的安全设施及措施

露天采场开采时的安全技术措施主要包括：

- 1、露天采场开采时的安全规定。
- 2、斜坡作业的防护。
- 3、高处及立体交叉作业的防护。
- 4、开采用电安全。
- 5、机械设备的安全使用。
- 6、预防因自然灾害（防台风、防雷击、防洪水、防地震、防暑降温、防冻、防寒、防滑等）促成事故的措施。

7.2.1 安全管理

安全生产管理机构及专职安全管理人员必须做到以下几点：

- （一）建立、健全本矿安全生产责任制。
- （二）组织制定本矿各项安全生产规章制度和各个工种、岗位的具体操作规程。
- （三）保证本矿安全生产投入的有效实施。
- （四）督促、检查本矿的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患。矿山必须自行组织开展经常性的安全生产检查。检查要深入到各采矿点、各环节，检查现场、设施设备安全情况，检查采矿人员落实规章制度、安全操作规程情况，检查隐患整改情况。检查要建立现场检查记录、隐患排查、整改情况的资料档案。
- （五）制定和实施本单位生产安全事故应急救援预案、事故应急救援措施。
- （六）及时、如实报告生产安全事故。
- （七）加强安全生产教育培训。开展经常性的班组安全教育，确保生产经营单位负责人、安全生产管理人员、特种作业人员参加专门的安全生产技术培训，做到持证上岗。矿山必须对所有从业人员进行安全生产教育培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识、熟悉有关的安全生产规章制度和操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育培训合格的从业人员，不得上岗作业。

(八) 在规定时间内依法取得《安全生产许可证》。

(九) 加大安全隐患整改力度。

7.2.2 穿孔作业

1、钻机稳车时，千斤顶至阶段边缘线的最小距离为 2m。

2、穿孔时，钻机的中轴线与阶段边缘线的夹角不小于 45°。

3、钻机靠近阶段边缘行走时，钻机外侧突出部分至阶段边缘线的最小距离为 3m。

4、钻机在超过 15°的坡上行走，必须放下钻架，由专人指挥，并采取防倾倒措施。

5、挖掘每个阶段的爆堆的最后一个采掘带时，上阶段正对挖掘作业范围内第一排孔位上，不得有穿孔机作业或停留。

6、凿岩前必须清理松岩，检查工作面有无残炮和盲炮。

7、打眼完毕后，必须清理工作面，将炮眼内的岩粉冲洗干净，将一切设备和工具移至安全地点。

7.2.3 爆破作业

1、爆破安全：本矿采用中深孔爆破，要保护矿区外侧的自有设备和设施等。

2、圈定警戒范围：以采矿场边界 300 米以内为警戒范围、顺坡增加 50%，爆破时全部人员必须撤离；危险区边界及道路上设有明显的警戒标志、爆破警报装置完好，同时加强相邻矿山的联系。

3、实行爆破工作专责制，取得《爆破员作业证》者才准进行爆破作业。

4、爆破器材保管员对无《爆破员作业证》的人员拒绝发放爆破器材；领发爆破器材必须严格执行登记制度。

5、爆破作业地点有下列情况之一时，禁止进行爆破作业：

(1) 炮眼不符合质量与安全要求；

(2) 危及设备或建筑物安全，无有效防护措施；

(3) 危险区边界未设警界。

6、爆破作业在装炮和点火前必须发出警报，在通道、路口、危险区边界设立明显标志和警戒，一切无关人员撤离危险区后方准点炮。

7、炮响完毕后，至少在 5 分钟，方准爆破人员进入爆破作业地点。如果疑有盲

炮，至少在 15 分钟，方准爆破人员进入爆破作业地点。

8、在大雾天、雷雨时、黄昏和夜间禁止进行露天爆破作业。

9、进行爆破作业的人员禁止穿化纤服装。

10、运输炸药、雷管必须采取防震、防火、隔热措施，炸药和雷管必须分开运输，分别存放。

11、爆破器材库应设在远离人员和建筑物的安全距离内。

7.2.4 采装作业

1、采掘安全：自上而下分台阶开采，放炮后及时自上而下处理干净危险浮石后生产；不得上下立体交叉作业。

2、前装机行走时，应在安全范围内，在上下坡时，应采取防滑措施。

前装机铲装作业时，禁止铲斗从车辆驾驶位上方通过。

7.2.5 采场塌陷和边坡滑落的预防

1、对采场工作帮应每季检查一次，高陡边帮应每月检查一次，不稳定区段在暴雨过后应及时检查，发现异常应立即处理。

2、机械铲装时，应保证最终边坡的稳定性，合并段数不应超过三个。

3、临近最终边坡的采掘作业，必须按设计确定的宽度预留安全、运输平台。要保持阶段的安全坡面角，不得超挖坡底。局部边坡发生坍塌时，应及时报告有关主管部门，并采取有效的处理措施。

每个阶段采掘结束，均须及时清理平台上的疏松岩土和坡面上的浮土石，并组织有关部门验收。

4、对运输和行人的非工作帮，应定期进行安全稳定性检查，发现坍塌或滑落征兆，必须及时采取安全措施，并报告有关主管部门。

5、应采取措施防止地表水渗入边帮岩体的弱层裂隙或直接冲刷边坡。边帮岩体有含水层时，应采取疏干措施。

6、在境界外邻近地区堆卸废石时，必须遵守设计规定，保证边坡的稳固，防止滚石、塌落的危害。

7、对边坡应进行定点定期观测，技术部门应及时提供有关边坡的资料。

7.2.6 汽车运输

1、自卸汽车严禁运载易燃、易爆物品；驾驶室外平台、脚踏板及车斗不准载人。禁止在运行中升降车斗。

2、车辆在矿区道路上宜中速行驶，急弯、陡坡、危险地段应限速行驶，养路地段应减速通过。急转弯处严禁超车。

3、双车道的路面宽度，应保证会车安全。陡长坡道的尽端弯道，不宜采用最小平曲线半径。弯道处会车视距若不能满足要求，则应分设车道。

4、雾天和烟尘弥漫影响能见度时，应开亮车前黄灯与标志灯，并靠右侧减速行驶，前后车距不得小于 30m，视距不足 20m 时，应靠右暂停行驶，并不得熄灭车前、车后的警示灯。

5、冰雪和多雨季节，道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶；前后车距不得小于 40m；禁止急转方向盘、急刹车、超车或拖挂其他车辆；必须手臂挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

6、山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段外侧应设置护栏、挡车墙等。

7、对主要运输道路及联络道的长大坡道，可根据运行安全需要设置汽车避难道。

8、装车时，禁止检查、维护车辆；驾驶员不得离开驾驶室，不得将头和手臂伸出驾驶室外。

9、卸矿平台（包括溜井口、栈桥卸矿口等处）要有足够的调车宽度。卸矿地点必须设置牢固可靠的挡车设施，并设专人指挥。挡车设施的高度不得小于该卸矿点各种运输车辆最大轮胎直径的五分之二。

10、拆卸车轮和轮胎充气，要先检查车轮压条和钢圈完好情况，如有缺损，应先放气后拆卸。在举升的车斗下检修时，必须采取可靠的安全措施。

11、禁止采用溜车方式发动车辆，下坡行驶严禁空档滑行。在坡道上停车时，司机不能离开，必须使用停车制动并采取安全措施。

12、露天矿场汽车加没站，应设置在安全地点，不准在露天采场存在明火及不安全地点加油。

13、夜间装卸车地点，应有良好照明。

7.2.7 工业卫生

1、采剥工作面的防尘工作至关重要。应采取湿式钻孔，禁止干式打眼，除保证工作面通风良好外，当装卸矿后，必须进行喷雾降尘，操作人员应戴防尘口罩作业。定期对采场作业人员进行体检，做好矽肺病的防治工作。

2、噪声源主要来自主风机、凿眼等地，除采取隔声减振等措施外，还应赋以佩戴防护用具。

3、搞好矿区的环境卫生工作，改善卫生条件，做到文明生产。

7.2.8 安全用电

1、用电过程中，必须严格按用电规程操作，专人持证上岗，规范作业。

2、线路跳闸，严禁强行送电。必须查明原因。

3、在变压器低压侧总开关上装设检漏断电器，工业场地各变压接电处要设置避雷器，以防止雷电。

4、矿山内电气设备可能被人触及的裸露部分，必须设置保护罩或遮拦及安全警示标志。

7.2.9 安全教育

1、职工必须经过“三级”安全教育，并经安全考试合格后方可上岗。

2、作业人员必须接受岗位安全规程教育和专业技术培训，熟悉岗位工艺技术和熟练掌握所有设备、工器具的性能、操作规程和工作所需的安全生产知识，提高安全技术技能，增强事故预防和应急处理能力，经考试合格后，方可上岗。

3、特种作业人员必须经过专门的安全培训，考试合格，必须持国家有关部门颁发的《特种作业人员操作证》，方可进行相应工种工作，严禁无证上岗。

8、矿山环境影响评估

8.1 矿山环境影响评估范围

8.1.1 矿山地质环境影响评估范围

依据中华人民共和国地质矿产行业标准，DZ/T0223-2011《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（以下称《编制规范》）来确定矿山地质环境影响评估范围及评估级别。

8.1.1.1 评估区范围

依据《编制规范》，评估范围应根据矿山地质环境调查结果分析确定。根据矿山地质环境调查结果，依据矿山地质环境问题现状评估、预测评估，并考虑矿山四邻关系等因素确定评估范围。

交城县锋辉采石场周围 300m 范围内无其他矿权存在。该矿为露天开采，评估范围以划定的矿界为基础，同时考虑矿区外布置的道路和工业场地等影响范围，确定此次矿山地质环境影响评估区的面积为 25.1407hm²。

8.1.1.2 评估级别

1、评估区重要程度

经调查，评估区范围内无村庄分布，属“一般区”；评估区范围内无重要交通要道或建筑设施，属“一般区”；评估区远离各级自然保护区及旅游景区（点），属“一般区”；评估区内无重要水源地，属“一般区”；评估区内土地类型主要为林地、草地等，属“较重要区”。根据《编制规范》附录 B 表 B.1，采取上一级别优先的原则，评估区重要程度分级为“较重要区”。

2、矿山规模

矿山设计建设规模为 1 万吨/年辉绿岩矿，开采方式为露天开采，根据《编制规范》（DZ/T0223-2011）中附录 D 表 D.1 矿山生产建设规模分类一览表，矿山生产建设规模为“小型”。

3、矿山地质环境条件复杂程度分级

（1）水文地质条件：矿区最低批采标高高于当地侵蚀基准面，与区域含水层和地表水联系不密切，采矿不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏，地下水不会对矿山开采构成安全隐患，矿区水文地质条件简单。

(2) 工程地质条件：矿区内矿体及围岩属中等坚硬稳固性岩石，岩石结构为块状结构。基岩风化以物理风化为主。本区辉绿岩矿主要赋存在太古代中粗粒黑云母花岗岩中，顶、底板为黑云母花岗岩。工程地质条件中等。

(3) 现状地质环境问题：矿区内崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害不发育，无地裂缝地质灾害和潜在不稳定斜坡地质灾害隐患，现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。

(4) 地质构造：矿体呈脉状产出，总体为走向东西近于直立的脉岩，矿体倾向 185° ，倾角 83° 。矿区内无明显断层、褶皱等，矿区构造较简单。

(5) 现状采场：2011 年 6 月底至今，该矿一直处于未投产状态，未进行开采。

(6) 地形地貌：矿区属剥蚀低中山区，矿区地势总体南高北低，最高点位于矿区南部，海拔标高 1378.2m，最低点位于矿区西北部，海拔标高 1194.2m，相对高差为 184m，地形坡度在 $15-30^{\circ}$ 之间，有利于自然排水，地形地貌中等。

综上所述，对照《编制规范》附录 C 表 C.2，判定该矿山地质环境条件复杂程度为“中等”类型。

4、评估精度分级确定

矿区重要程度属“较重要区”，矿山生产建设规模为“小型”，矿山地质环境条件复杂程度属于“中等”类型。对照《编制规范》附录 A 表 A.1，确定该矿山地质环境影响评估级别为“二级”。

8.1.2 复垦区及复垦责任范围

一、复垦区和复垦责任范围的确定

(1) 复垦区

复垦区是生产建设项目已损毁和拟损毁的土地及永久性建设用地（扣除重复损毁区域）共同构成的区域，包括生产建设项目范围内与范围外损毁土地及永久性建设用地。

就本项目而言，复垦区包括露天采场平台、露天采场边坡、工业场地、矿区拟建道路、表土堆放场、破碎工段。复垦区面积共计 1.9962hm^2 。

(2) 复垦责任范围

复垦责任范围是复垦区中已损毁和拟损毁的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。本项目复垦方案服务年限结束后工业场地、矿区拟建道路不留续使用，故本方案复垦责任范围与复垦区范围一致，复垦责任

范围为 1.9962hm²。

根据《土地复垦方案编制规程》（通则），复垦区面积为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域，本项目无已损毁区域，拟损毁面积为 1.9962hm²，无重复损毁区域，复垦区面积等于拟损毁面积等于 1.9962hm²，根据矿山损毁土地情况，结合本矿自身特点，交城县锋辉采石场生产过程中造成的土地损毁情况都应纳入土地复垦责任范围。复垦区面积共计为 1.9962hm²，复垦责任范围为复垦区面积，因此复垦责任范围为 1.9962hm²。

表 8-1 复垦区涉及面积一览表

序号	名称	用地范围		面积（hm ² ）	
				小计	总计
1	矿区面积	自然资源主管部门批复的矿界拐点坐标范围		25.0000	25.0000
2	土地损毁面积	拟损毁	露天采场平台	0.9005	1.9962
			露天采场边坡	0.3019	
			矿区拟建道路	0.5626	
			工业场地	0.0909	
			表土堆放场	0.1315	
			破碎工段	0.0088	
3	复垦区	土地损毁面积		1.9962	1.9962
4	复垦责任范围	复垦区		1.9962	1.9962
5	土地复垦率	复垦土地面积/复垦责任范围		100%	

注：露天采场平台分为 1300 台阶、1310 台阶和 1320 台阶；露天采场边坡分为 1300 台阶以上边坡、1310 台阶以上边坡和 1320 台阶以上边坡。

二、复垦区复垦责任范围土地利用现状（利用类型与权属）

（1）土地利用类型

复垦区面积为 1.9962hm²（矿界内 1.8560hm²，矿界外 0.1402hm²），其中包括露天采场平台 0.9005hm²、露天采场边坡 0.3019hm²、工业场地 0.0909hm²、矿区拟建道路 0.5626hm²、表土堆放场 0.1315hm²、破碎工段 0.0088hm²。复垦责任范围面积为 1.9962hm²。

根据交城县 2020 年度国土变更调查成果，复垦区土地利用类型主要有乔木林地、灌木林地、其他草地，复垦根据矿区的立地条件，参照原土地利用类型，合理的布设复垦措施，因地制宜的采取宜耕则耕、宜林则林、宜草则草的方式，对损毁土地进行复垦。复垦区土地利用现状与复垦责任范围土地利用现状见表 8-2。

表 8-2 复垦区、复垦责任范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		矿界内 (hm ²)	矿界外 (hm ²)	面积 (hm ²)	占总面 积比例 (%)
地类编 码	地类名称	地类编码	地类名称				
03	林地	0301	乔木林地	0.4798	0.0312	0.5110	25.60%
		0305	灌木林地	0.1314		0.1314	6.58%
04	草地	0404	其他草地	1.2448	0.1090	1.3538	67.82%
合计				1.8560	0.1402	1.9962	100.00%

(2) 土地权属状况

复垦区及土地复垦责任范围土地所有权属为交城县东坡底乡东坡底村集体，土地承包合同尚未到期。土地权属明确，不存在争议土地。复垦区和复垦责任范围土地权属见表 8-3。

表 8-3 复垦区、复垦责任范围土地权属表

矿界内/外	权属性 质	权属单位		03 林地		04 草地	合计
		乡镇	行政村	0301	0305	0404	
				乔木林地	灌木林地	其他草地	
矿界内	集体	东坡底乡	东坡底村	0.4798	0.1314	1.2448	1.8560
矿界外	集体	东坡底乡	东坡底村	0.0312		0.1090	0.1402
总计				0.5110	0.1314	1.3538	1.9962

8.1.3 生态环境调查范围

本方案调查及生态综合治理内容包括自然社会环境状况、生产系统概况、矿区范围内的生态环境问题，废水、废气、固体废物等环境污染问题以及矿区综合性突出生态问题。交城县锋辉采石场为露天开采，根据现场实地调查和分析，确定本次生态环境调查范围包括矿区范围、工业场地以及矿区道路，面积约为 25.1402hm²。

8.2 矿山环境影响（破坏）现状

矿山环境现状评估是指对评估区环境影响作出评估。其主要内容包括：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、危害程度；评估由采矿活动导致地下含水层的影响或破坏情况；评估采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏情况；分析评估区内采矿活动对土地资源的影响和破坏情况；分析评估区由采矿活动导致的环境污染与生态破坏。

8.2.1 地质灾害（隐患）

本矿未进行开采，坡体上覆盖第四系黄土，现状稳定；区内岩性主要为花岗岩，边坡高度不大，岩体中无软弱结构面，岩石完整，属坚硬岩，稳定性好。现状条件下未发现崩塌或滑坡地质灾害现象。

矿区内两条沟谷均为东葫芦河的支沟，为“U”型沟谷。矿区内地表径流条件好，无常年自然水体存在，仅在强降雨后形成短暂流水，大气降水能迅速沿沟谷向区外排泄。现状条件下未发现泥石流地质灾害现象。

依据《编制规范》附录 E 表 E.1，地质灾害影响程度分级属“较轻”，面积 25.1407hm²。

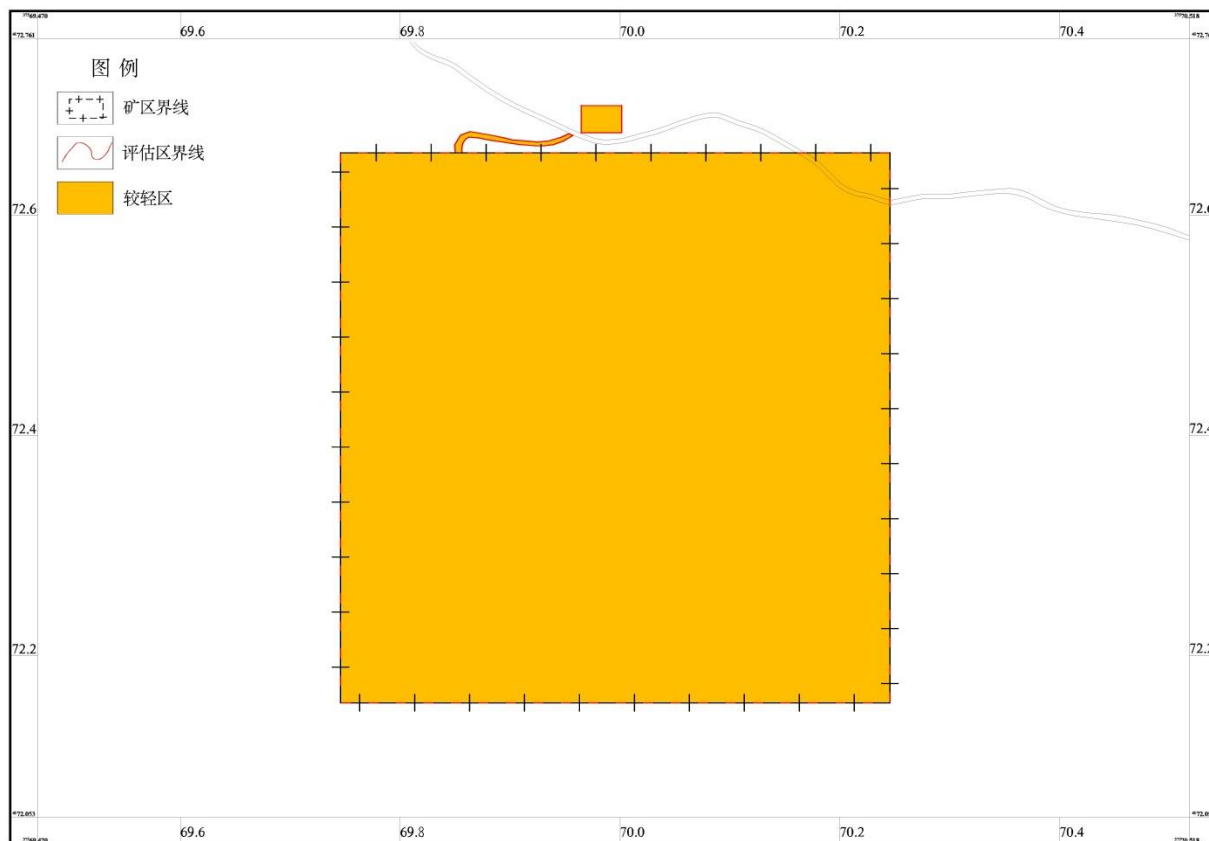


图 8-1 地质灾害危险性现状评估分区图

8.2.2 含水层破坏现状

矿区内主要含水层为变质岩类裂隙水含水层，主要接受大气降水的补给，径流条件受地形控制，风化壳内的裂隙水由高向低流，排向沟谷，补给地表水。矿体赋存标高为 1323m 至 1200m 之间，位于当地侵蚀基准面之上。本矿未进行开采，因此现状条件下，采矿活动对含水层的影响程度分级属“较轻”，面积 25.1407hm²。

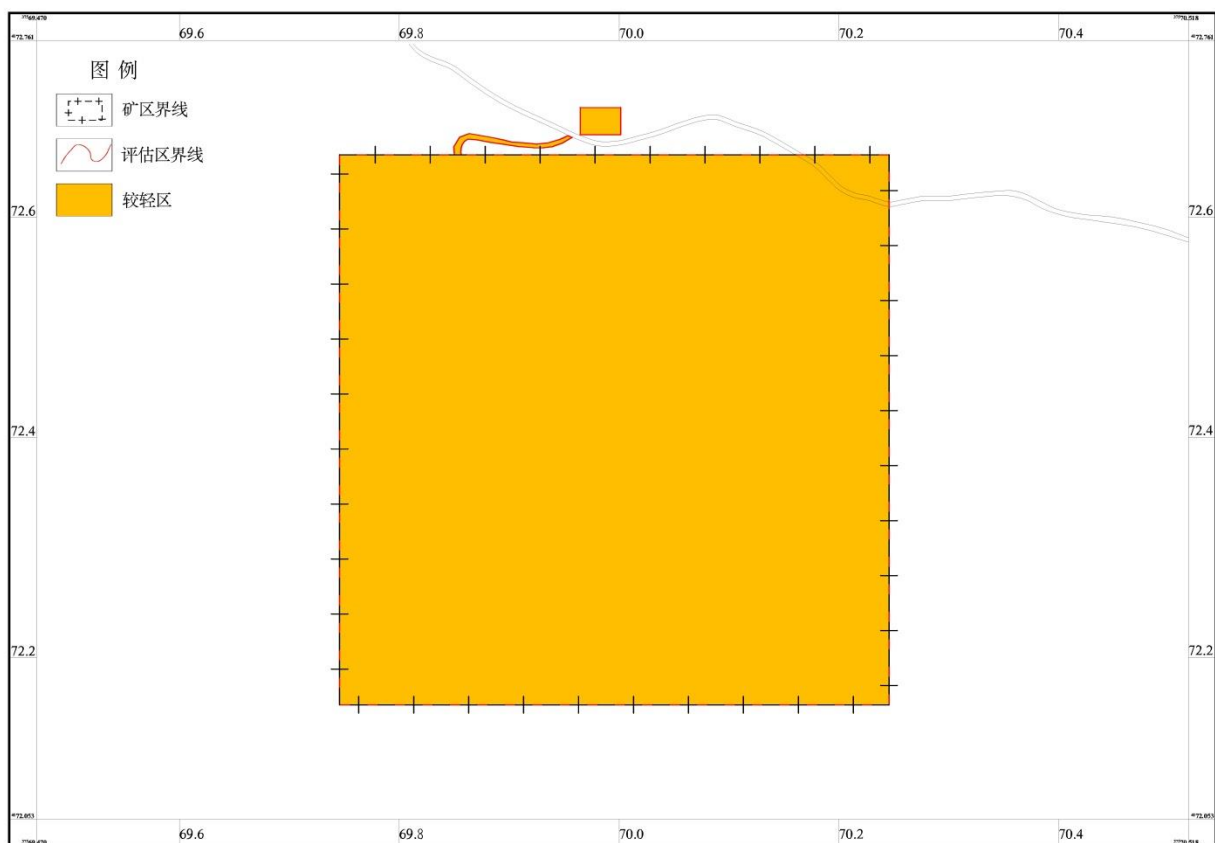


图8-2 采矿活动对含水层影响或破坏现状评估分区图

8.2.3 地形地貌景观破坏现状

矿区地处晋西黄土高原，属吕梁山西侧的剥蚀低中山区，矿区地势总体南高北低，最高点位于矿区南部，海拔标高 1378.2m，最低点位于矿区西北部，海拔标高 1194.2m，相对高差为 184m，地形坡度在 15-30° 之间。矿区现状条件下无开采活动，矿山总体地形地貌景观属于天然状态。

对照《编制规范》录 E 表 E.1，现状条件下，采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度较轻，面积 25.1407hm²。

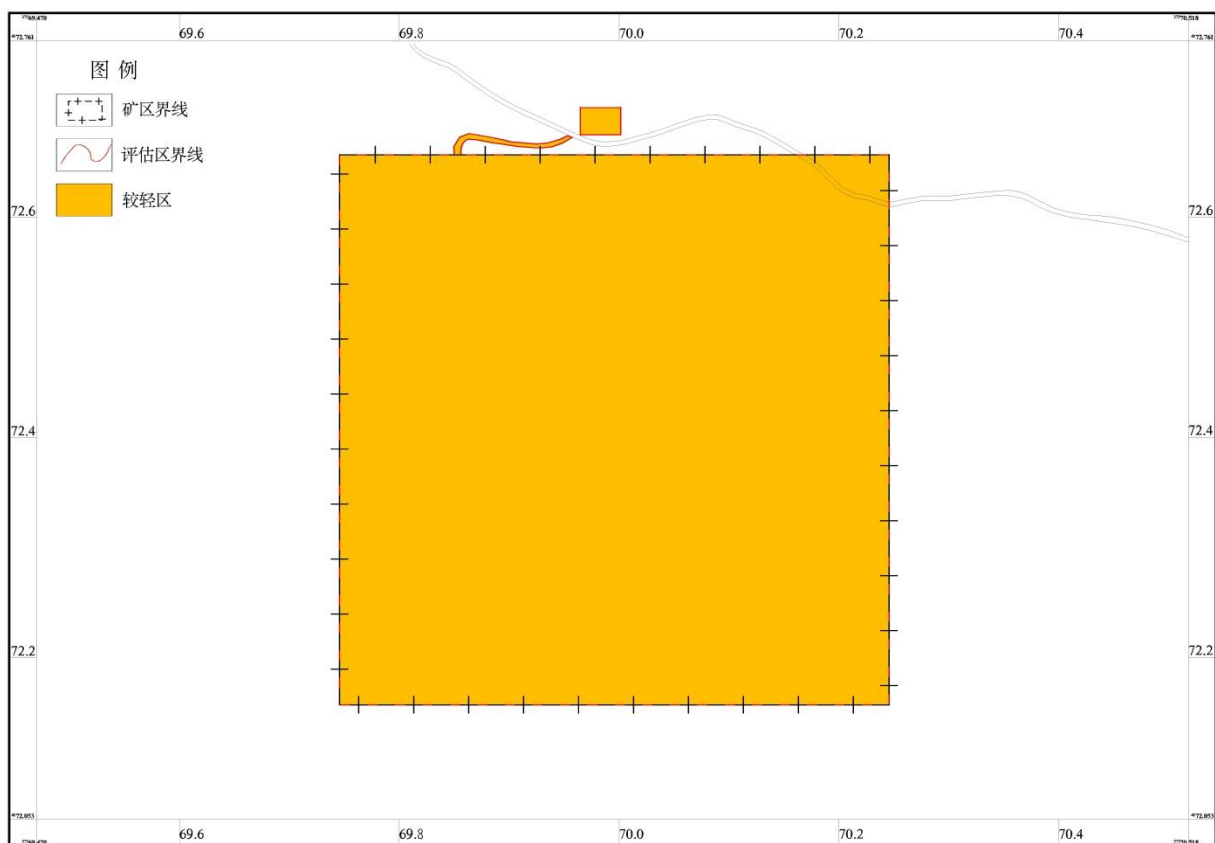


图8-3 采矿活动对地形地貌景观影响和破坏现状评估分区图

8.2.4 采矿已损毁土地现状及权属

由于矿区现未进行开采活动，无开挖或爆破工程，无人类工程活动，因此现无已损毁土地。

8.2.5 环境污染与生态破坏

8.2.5.1 矿区环境污染现状调查

(1) 大气环境质量现状调查

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的规定，矿区环境空气质量功能区应划为二类功能区，执行环境空气质量二级标准。本矿未进行开采，矿区附近无工业生产活动，无不良排放，未受到污染，当地环境空气质量较好，未出现超标情况。

(2) 水环境质量现状调查

①地表水环境质量现状

经调查，矿区调查范围内无地表水体。本矿未进行开采，无生产废水和生活污水产生。

②地下水环境质量现状

根据《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）矿区执行Ⅲ类水质标准。矿区调查范围

内无水井，居民饮用水由交城县东坡底村水井提供。

（3）固体废物环境质量现状调查

目前交城县锋辉采石场处于未开采阶段，暂未产生固体废物。

（4）声环境质量现状调查

矿区位于农村地区，项目所在区域未划分声环境功能区，工业场地周边声环境执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）2 类标准。目前矿山未进行开采且矿区附近无工业生产活动，现状条件下声环境质量良好。

山西中瑞恒晟环保科技有限公司于 2019 年 3 月 7 日对项目矿区及工业场地四周声环境质量现状进行了监测，监测结果如下：

本次监测在矿区四周和工业场地四周、敏感点东坡底村分别布设了监测点。根据监测结果，矿区四周噪声值昼间为 50.4~51.1dB(A)，夜间为 40.6~41.6dB(A)；工业场地四周噪声值昼间为 50.2~51.8dB(A)，夜间为 40.4~41.7dB(A)；敏感点东坡底村噪声值昼间为 51.2dB(A)，夜间为 42.0dB(A)。监测结果均达到《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中 2 类功能区限值要求，达标率为 100%。

（5）矿山企业环保“三同时”履行情况与总量控制要求

①环保“三同时”履行情况

2012 年 4 月，交城县锋辉采石场委托太原核清环境工程设计有限公司编制完成了《交城县锋辉采石场年开采加工 1 万吨辉绿岩矿项目环境影响报告表》，目前未进行环保竣工验收。本矿未进行开采，未进行环境保护工程建设，尚未取得排污许可。

②总量控制要求

根据山西省环境保护厅晋环发[2015]25 号“关于印发<山西省环境保护厅建设项目主要污染物排放总量核定办法>的通知”中第一章第三条规定，“属于环境统计重点工业源调查行业范围内（《国民经济行业分类（GB/T4754）中采矿业、制造业，电力、燃气及水的生产和供应业，3 个门类 39 个行业）新增主要污染物排放总量的建设项目，在环境影响评价文件审批前，建设单位需按本办法规定取得主要污染物排放总量指标。

本矿山开采方式为露天开采方式，工业场地和办公生活区冬季采暖采用电暖气取暖，矿山运营期大气污染源主要为：钻孔和铲装粉尘，爆破废气，道路运输扬尘、表土堆场扬尘以及破碎筛分粉尘，均为无组织面源排放。按照省内总量管理要求，不列入总量指标控制范围内，无需申请总量。全矿废水全部综合利用，不外排，无需申请总量。因此，本工程在采取环评规定的环保措施的情况下，可满足环保要求。

8.2.5.2 矿区生态破坏现状调查

1、露天采场生态现状调查

矿区露天采场位于矿区中部，由于该矿 2011 年 6 月底至今一直处于未投产状态，未进行开采。因此露天采场现状条件下无开采活动，生态环境处于天然状态，对生态环境影响较轻。

2、工业广场生态现状调查

根据现场调查，工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，占地面积 0.0909hm²，该处地势较平缓，整平标高为 1207m。工业场地未进行地面硬化和绿化，场地内植被覆盖率低，地表大面积裸露，对区内生态环境影响破坏较严重。

3、矿区专用道路生态现状调查

矿区专用道路长约 1199m，经现场调查，矿区专用道路路面未进行硬化，道路两侧无绿化措施，矿区道路生态环境影响破坏较严重。

4、表土堆放场生态现状调查

表土堆放场位于矿区西南部，由于该矿自 2011 年 6 月底至今一直处于未投产状态，表土堆放场未投入使用，因此现状条件下表土堆放场下无表土堆放，场地大部分被植被覆盖，生态环境处于自然状态，生态环境影响破坏较轻。

表8-12 主要生态环境问题汇总表

序号	问题类型	问题描述
1	工业广场	工业广场基建未完成，未进行场地硬化和地面绿化。
2	矿区专用道路	矿区专用道路未进行路面硬化和道路两侧绿化。

8.3 矿山环境影响预测评估

在调查与分析已产生的矿山环境问题现状基础上，依据矿山开发利用规划，结合矿山环境条件，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。根据年度开采掘进范围、进度、工作面接替顺序、开采方法等因素，对开采造成的环境影响进行定量和定性的分析预测。

8.3.1 地质灾害预测评估

1、露天采场可能引发或加剧崩塌、滑坡地质灾害危险性预测评估

露天采场位于矿区中部，从高到低共有采剥水平（台阶）1320m、1310m 两个平台以及一个 1300m 露天采场底，面积 1.2024hm²，每个台阶阶段高度 10m，终了高度 10m，由于构成边坡的岩性主要为抗压强度高、致密坚硬的花岗岩，边坡高度不大，岩性整体呈块状产出，岩体中无软弱结构面，节理不发育，岩石完整，属坚硬岩；矿区内无明显断层、褶皱等，构造条件简单；边坡较稳定，不易发生崩塌与滑坡地质灾害。

由于在矿山投入生产后，在现状基础上对矿体进行开采，采场山体边坡将更加陡峭，开挖过程中机械破碎使边坡岩石裂隙较发育，出现大量卸荷裂缝，不稳定性增加，形成崩滑或滑坡地质灾害的可能性增加。矿山开采结束时，会形成采场上口最大长度 260m，最大宽度 50m，开采终了边坡角 50-53°，垂直深度 23m 的露天采场，其形成的边坡角度较平缓，发生崩塌、滑坡的可能性小，主要威胁对象为矿方工作人员及车辆设备，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，威胁矿山生产人数少于 10 人。对照《编制规范》附录 E，预测由露天开采矿体引发的山体崩塌、滑坡地质灾害危害程度“较轻”，地质灾害危险性小。

2、拟建工业场地可能引发崩塌、滑坡地质灾害危险性预测评估

拟建工业场地包括工业场地及破碎工段。拟建工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，包含办公区、员工宿舍等，通过矿区道路和采场连接，面积为 0.0909hm²。拟建破碎工段位于露天采场北部，与采场之间有矿区公路相连，开采出来的矿石运至破碎工段，简单破碎处理后，由汽车外运销售，面积为 0.0088hm²。合计 0.0997hm²。

工业场地高程介于 1200-1210m，相对高差 10m，整平标高为 1205m，工业场地整平时，预测在北侧形成一处挖方边坡，坡长约 36m，坡高约 4-5m，坡度约 65°，坡体岩性为花岗岩，岩性坚固，矿山基建拟对开挖形成的边坡采取浆砌石护坡措施，边坡稳定性较好，在强降雨、风化作用下，发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，威胁对象为工业场地中的人员及材料库、办公室、机修车间等，预测可能造成的经济损失小于 100 万元，威胁人数小于 10 人。预测工业场地遭受崩塌、滑坡等地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

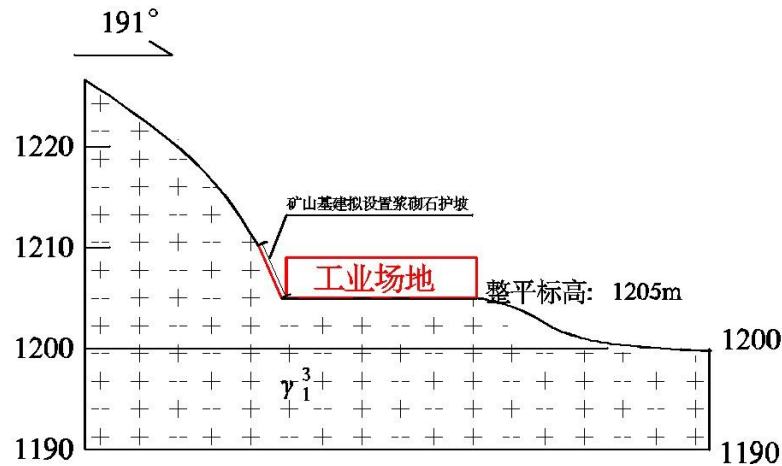


图 8-4 工业场地剖面图

3、表土堆放场及工业场地可能遭受泥石流地质灾害危险性预测评估

(1) 沟谷发育特征

矿区南部沟谷为“U”型沟谷，沟谷长约 1.9km，两侧山坡坡度约 5° -20°，沟谷纵坡降约 10%，沟域面积约 0.72km²。北部沟谷为“U”型沟谷，沟谷长约 3.3km，两侧山坡坡度约 10° -20°，沟谷纵坡降约 22%，沟域面积约 1.68km²。矿区两条沟谷均为东葫芦河的支沟，矿区内地表径流条件好，无常年自然水体存在，仅在强降雨后形成短暂流水，平时干枯无水，沟谷畅通。大气降水能迅速沿沟谷向区外排泄。

(2) 物源条件

沟谷以往无泥石流灾害发生，沟谷通畅，不存在松散堆积物，沟谷两侧山坡大部分被植被覆盖。未来矿山投产后，南部沟谷中表土堆放场堆放废土将占据大半个支沟，构成泥石流物源。

(3) 水源条件

多年平均降雨量为 461.5mm，年最大降水量 744.8mm(1985 年)，日最大降雨量 103.4mm (1977 年 8 月 6 日)，时最大降水量为 79.2mm (1985 年 8 月 1 日 23~24 时)，10 分钟最大降水量 23.2mm (1985 年 8 月 1 日 23 时 9 分~19 分)。降雨量分配极不均匀，降水主要集中在 7、8、9 三月。根据中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T0220-2006《泥石流灾害防治工程勘查规范》附录 B，对本区暴雨强度可能发生泥石流的机率进行判断，计算公式如下：

$$R=K(H_{24}/H_{24(D)}+H_1/H_{1(D)}+H_{1/6}/H_{6/1(D)})\dots\dots\dots(B.1)$$

式中：K—前期降雨量修正系数，无前期降雨量时：K=1；有前期降雨量时：K>1；

现阶段可暂时假定： $K=1.1$ ；

H_{24} —24h 最大降雨量 mm；

H_1 —1h 最大降雨量 mm；

$H_{1/6}$ —10min 最大降雨量 mm；

$H_{24(D)}$ 、 $H_{1(D)}$ 、 $H_{1/6(D)}$ 该地区可能发生泥石流的 24h、1h、10min 的限界值见表 7-2。

根据统计综合分析结果：

$R < 3.1$ 安全雨情；

$R \geq 3.1$ 可能发生泥石流的雨情；

$R = 3.1-4.2$ 发生机率 < 0.2 ；

$R = 4.2-10$ 发生机率 $0.2-0.8$ ；

$R > 10$ 发生机率 > 0.8 。

$R = 1.1(103.4/30 + 79.2/15 + 23.2/6) = 13.85$

表 8-4 可能发生泥石流的 $H_{24(D)}$ 、 $H_{1(D)}$ 、 $H_{1/6(D)}$ 的界限值表

年均降雨分区	$H_{24(D)}$	$H_{1(D)}$	$H_{1/6(D)}$	代表地区(以当前统计结果为准)
> 1200	100	40	12	浙江、福建、台湾、广东、广西、江西等省山区
$1200-800$	60	20	10	四川、云南东部和中部、山西东部等省山区
$800-500$	30	15	6	陕西北部、内蒙古、宁夏、京郊、山西等省山区
< 500	25	15	5	青海、新疆、西藏及甘肃、宁夏两省区的黄河以西地区

经计算评估区暴雨强度指标 R 值为 13.85，对照分析结果，评估区可能发生泥石流地质灾害雨情机率 > 0.8 ，极易发生泥石流灾害，具备爆发泥石流的降雨条件。

根据泥石流灾害防治工程勘查规范（DZ/T0220-2006）附录 G 表 G.1 泥石流易发程度数量化评分表所反映泥石流发育条件的 15 项代表因素对沟谷泥石流易发程度进行综合评分，北部沟谷潜在泥石流沟综合得分 51 分，南部沟谷潜在泥石流沟综合得分 45 分，对照《泥石流灾害防治工程勘查规范》附录 G 表 G.3 中的标准，该沟谷为轻度易发泥石流沟。

表 8-5 泥石流易发程度评分表

序号	评分要素	北部沟谷		南部沟谷	
		沟谷要素	得分	沟谷要素	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）发育程度	无崩坍、滑坡、冲沟或发育轻微	1	无崩坍、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥砂沿程补给长度比（%）	<10%	1	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	无河形变化，主流不偏	1	无河形变化，主流不偏	1
4	主沟纵坡	22%	12	10%	6
5	区域构造影响程度	相对稳定区	5	相对稳定区	5
6	流域植被覆盖率（%）	30~50%	5	30~50%	5
7	河流近期一次变幅	<0.2m	1	<0.2m	1
8	岩性影响	黄土	6	黄土	6
9	沿沟松散物贮量（ $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ）	<1	1	<1	1
10	沟岸山坡坡度（°）	10~20°	4	5~20°	4
11	产沙区沟槽横断面	U 型谷	5	U 型谷	5
12	产沙区松散物平均厚度	<1m	1	<1m	1
13	流域面积（ km^2 ）	1.68 km^2	5	0.72 km^2	5
14	相对高差（m）	<100	1	<100	1
15	河沟堵塞程度	轻微	2	轻微	2
综 合 评 分		51		45	

表 8-6 泥石流沟易发程度数量化综合评判等级标准表

是与非的判别界限值		划分易发程度等级的界限值	
等级	标准得分 N 的范围	等级	按标准得分 N 的范围自判
是	44-130	极易发	116-130
		易发	87-115
		轻度易发	44-86
非	15-43	不发生	15-43

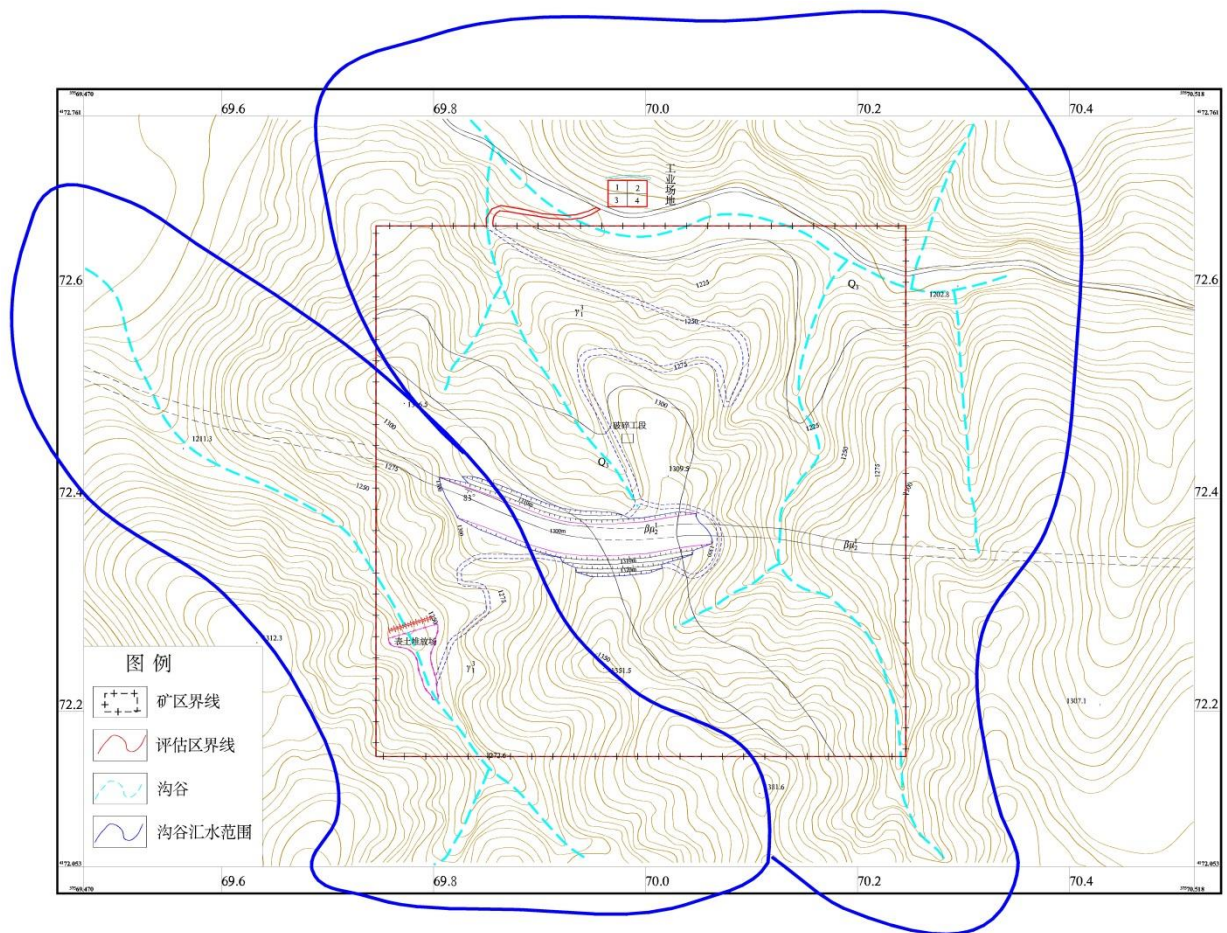


图 8-5 工业场地沟谷流域图

预测表土堆放场及工业场地遭受泥石流地质灾害危害的可能性小，预测发生泥石流可能造成的经济损失小于 100 万元，威胁人数小于 10 人，危害程度小，地质灾害危险性小。

综上所述，露天开采矿体引发的山体崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小；工业场地不稳定斜坡发生灾害的可能性小，危害程度小，危险性小；预测表土堆放场及工业场地遭受泥石流地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。根据《编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，结合现状评估，预测评估区地质灾害影响程度为“较轻区”，面积 25.1407hm²。

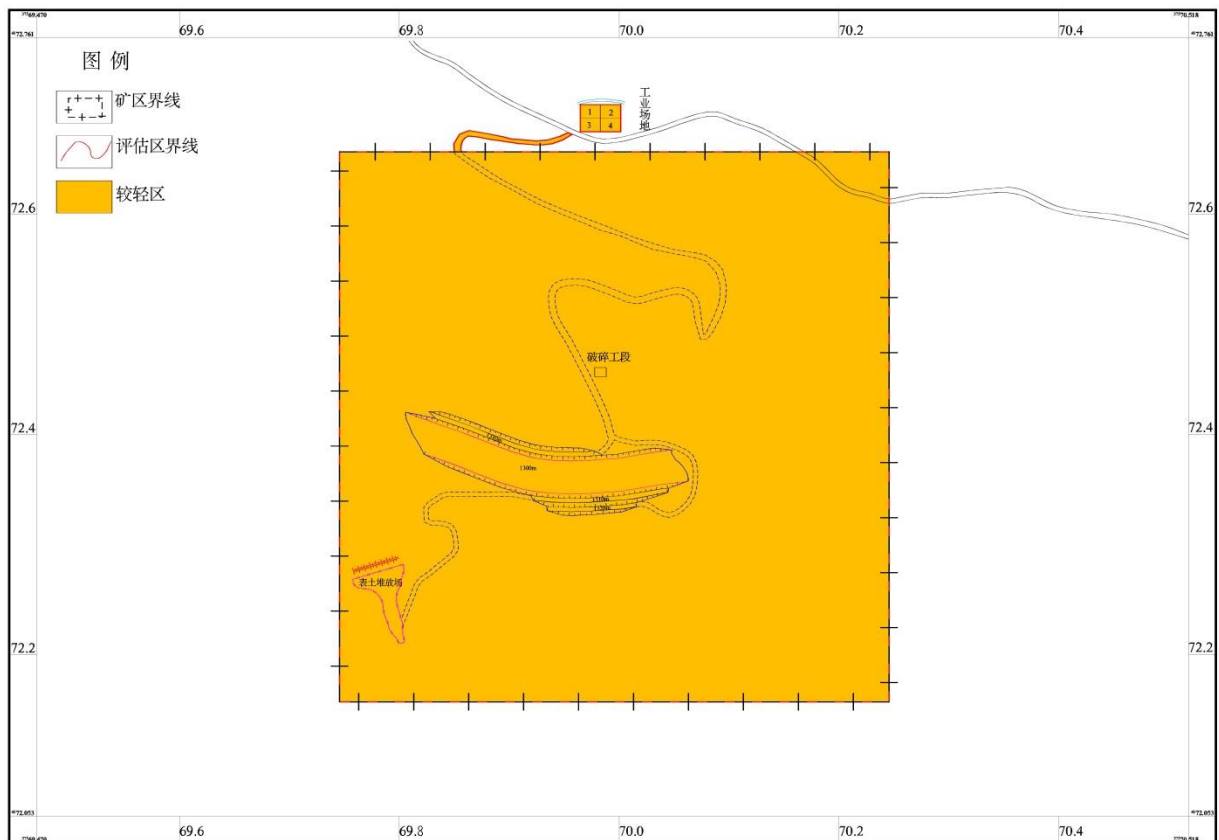


图 8-6 矿山地质灾害危险性预测评估图分区图

8.3.2 含水层破坏预测评估

评估区内地下水主要为变质岩类裂隙水。

矿区地下水主要为变质岩裂隙水含水层，地下水埋深一般 60-70m，单位涌水量为 0.002-0.116L/s.m，富水性弱，渗透系数为 0.0025-0.097m/d，水质类型一般为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型，矿化度 0.109-0.361g/L 左右。

矿区最低批采标高高于地下水水位标高，露天开采对地下水资源影响甚微。因此预测采矿活动对含水层的影响程度“较轻”。

矿区生产、生活用水主要靠汽车外运，周边无水源地，采矿活动对生产生活用水影响小。

矿区位于直距约 35km 处的东坡底村东南山地中，村民用水水源主要来自本村的深水井。矿区采矿活动对村民的生产生活用水影响较小。

依据《编制规范》附录 E，综上所述，采矿活动对含水层的影响或破坏程度分区为“较轻区”，面积 25.1407hm²。

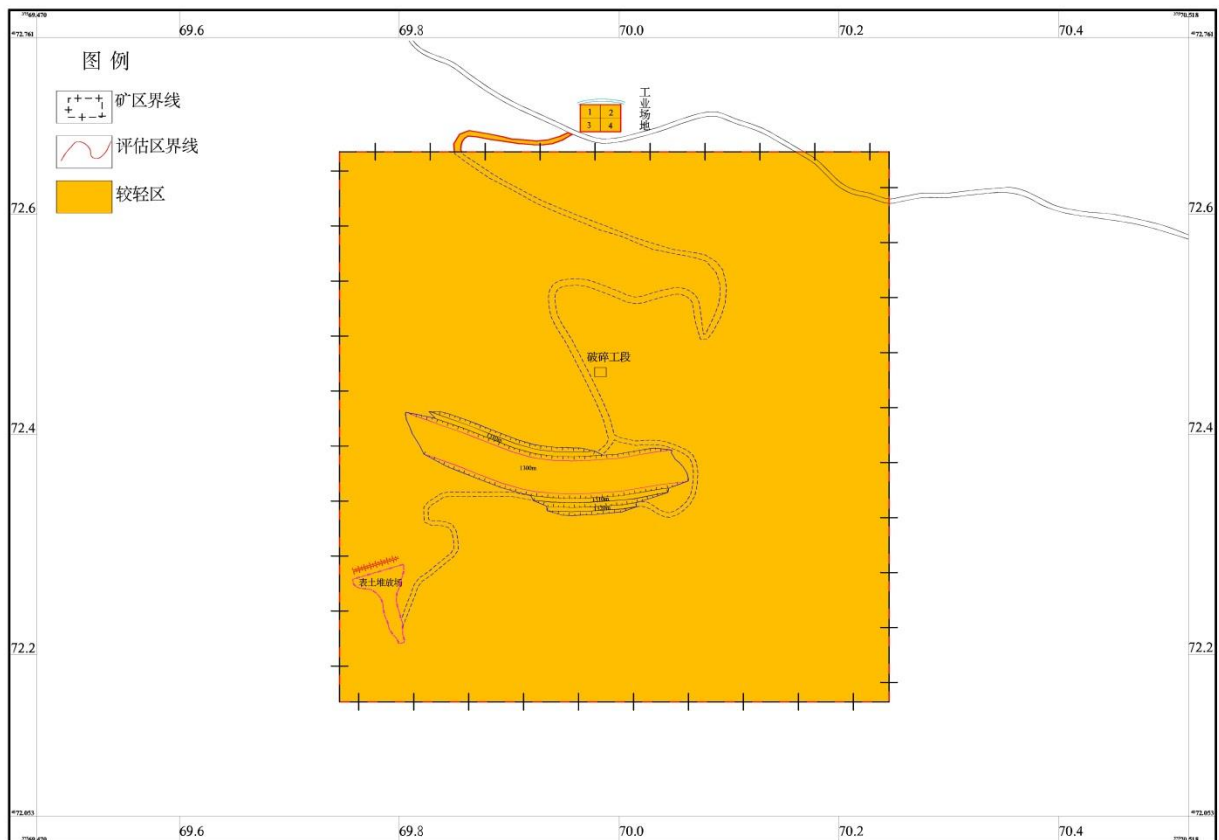


图 8-7 采矿活动对含水层影响或破坏预测评估图分区图

8.3.3 地形地貌景观破坏预测评估

矿区内采矿活动对地形地貌景观的影响主要表现为设计采场和矿区道路对原生地形地貌的破坏，工业场地和表土堆放场对地形地貌景观的占用。

1、露天采场对原生地形地貌景观影响

露天采场位于矿区中部，面积 1.2024hm^2 ，采用工作线沿矿体走向布置，沿山坡地形自上而下的顺序逐级布置工作台阶，工作线垂直矿体走向布置，沿走向由低向高推进。从高到低共有采剥水平（台阶）1320m、1310m 两个平台以及一个 1300m 露天采场底。

矿体开采将原生的连续山梁形态改造成不连续的阶梯状山梁，在平面和垂高方向均对原生的地形地貌景观影响和破坏大，即露天采场对原生地形地貌景观影响和破坏程度为“严重”。

2、工业场地对地形地貌景观影响

拟建工业场地包括工业场地及破碎工段。工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，地势平缓，整平标高为 1205m，面积为 0.0909hm^2 ；破碎工段位于露天采场北部，与采场之间有矿区公路相连面积为 0.0088hm^2 。合计 0.0997hm^2 。建筑物的建设使原来地表结构及下垫面植被遭到破坏。因此工业场地破坏了原有地形地貌条件，

对原生地形地貌条件改变较大，对地形地貌景观的影响程度为“严重”。

3、评估区道路对地形地貌景观影响

评估区道路占地面积约 0.5626hm²。矿山道路主要用于连接采场、表土堆放场和工业场地。矿山道路的建设，增加了景观破碎度，改变了矿区的地形地貌景观格局，因此，现状条件下矿区道路建设对原生地形地貌景观影响程度“较严重”。

4、表土堆放场对地形地貌景观影响

方案设计表土堆放场位于矿区西南部，面积为 0.1315hm²。剥离的黄土，运往表土堆放场内，留作复垦措施用。由于表土堆放将沟谷填成新的山坡，改变了原有地形条件，破坏了现有植被，局部改变了周围地形地貌条件，对原生地形地貌条件改变大，对地形地貌景观的影响程度为“严重”。

根据《编制规范》附录 E，结合现状评估，预测采矿活动对地形地貌景观影响分区为“严重区”、“较严重区”和“较轻区”。

- (1)“严重区”：分布在露天采场、工业场地和表土堆放场影响范围内，面积 1.4336hm²；
- (2)“较严重区”：分布在矿区道路影响范围内，面积 0.5626hm²；
- (3)“较轻区”：分布在剩余评估区范围，面积 23.1445hm²。

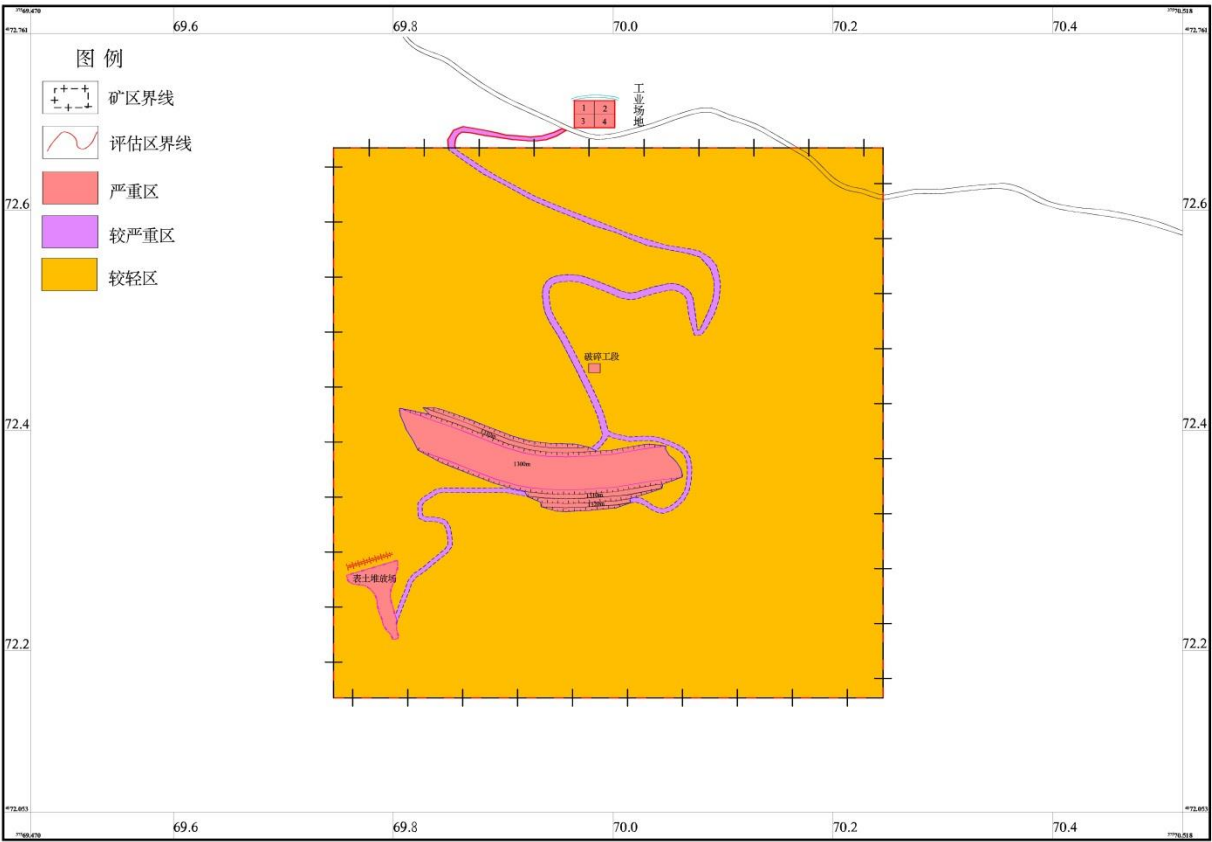


图 8-8 采矿活动对地形地貌景观影响与破坏预测评估分区图

8.3.4 采矿拟损毁土地预测及程度分析

一、土地损毁的环节与时序

矿山的开采对土地造成的损毁形式主要包括压占和挖损。交城县锋辉采石场所造成的土地损毁形式主要有生产造成的压占损毁以及采场的挖损损毁，其具体损毁内容如下：

(1) 压占

生产过程中工业场地、破碎工段、矿区拟建道路及表土堆放场对地表造成压占损毁，这些区域均属拟损毁。对土地造成不同程度的破坏，影响地表植物生长。

(2) 挖损

露天采场平台、露天采场边坡对地表造成挖损损毁，会对土地造成重度破坏，影响地表植物生长，这些区域均属拟损毁。

依据上面所述，本矿开采生产活动对土地造成损毁的大致时间和环节详见表 8-4：

表 8-7 土地损毁环节和时序表

损毁	损毁单元	损毁时间	损毁类型
拟损毁	露天采场平台	投产第一年-投产第五年	挖损
	露天采场边坡	投产第一年-投产第五年	
	矿区拟建道路	投产第一年-投产第五年	
	工业场地	投产第一年-投产第五年	压占
	表土堆放场	投产第一年-投产第五年	
	破碎工段	投产第一年-投产第五年	

二、拟损毁土地预测

(1) 土地损毁预测内容及方法

1) 预测内容

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）的要求，结合交城县锋辉采石场的具体建设内容，土地损毁预测内容包括以下几项内容：

- ①各预测时段和预测分区土地损毁的方式；
- ②各预测时段和预测分区损毁土地的面积；
- ③各预测时段和预测分区损毁土地地类；
- ④各预测时段和预测分区土地损毁程度。

2) 预测方法

交城县锋辉采石场土地损毁地类为乔木林地、灌木林地和其他草地，土地损毁的方式为压占与挖损，土地损毁预测采用分区预测，各区采用定量统计和定性描述相结合的方法进行，具体叙述如下：

- ①土地损毁方式预测方法：根据本项目特点，土地损毁方式表现为挖损和压占两种方

式，预测方法采用定性描述的方法进行；

②损毁土地的面积预测方法：通过对主体工程占地的分析和统计，结合土地损毁方式采用定量统计的方法进行；

③损毁土地地类预测方法：根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）对土地的分类，结合交城县 2020 年度国土变更调查成果，确定交城县锋辉采石场造成损毁的土地地类；

④土地损毁程度预测方法：开发建设项目对土地的损毁，因用地目的不同、损毁程度不同，例如露天采场的大规模挖损对地面的扰动比较强烈，土地复垦难度较大，土地损毁程度强烈。所以土地损毁程度的预测要在分析统计的基础上，定性描述其损毁程度。根据矿山开采对地表、水体及动植物破坏程度，确定为重度损毁。

（2）分区预测的结果

在本矿建设和生产过程中，根据露天采场、矿区拟建道路、工业场地、表土堆放场、破碎工段等人为活动，可确定该矿的后期生产建设可能造成土地损毁的方式主要有开采挖损和土地压占，具体详见表 8-8：

1) 拟挖损土地损毁预测

①露天采场

根据开发利用方案、矿产资源位置以及地形地貌，确定露天采场位于矿区中央，总体上采用由上而下分台阶的“下行式”开采，在同一水平工作线由北-南布置，工作面推进方向由西向东，自上而下共划分为 1320m、1310m 两个开采水平台阶和 1300m 一个采场底台阶。最终形成终了平台高度为 10m，形成标高为 1320m、1310m 水平 2 个终了采剥平台和 1 个 1300m 露天采场底。采用定性描述和定量统计的方法，确定损毁类型为挖损，挖损的面积为 1.2024hm²，其中露天采场平台面积为 0.9005hm²，露天采场边坡面积为 0.3019hm²，损毁地类为乔木林地、灌木林地和其他草地。露天采场挖损的规模大，对地面的动植物、水体扰动比较强烈，可确定损毁程度为重度。

2) 拟压占土地损毁预测

①矿区拟建道路

矿区拟建道路将露天采场、表土堆放场、破碎工段和矿区以外的道路相连接，通过拟建道路对矿区的表土、矿石、碎石进行内外运输。根据定性描述和定量统计的方法综合分析，矿区拟建道路的损毁方式为压占，损毁程度为重度，拟损毁面积为 0.5626hm²，损毁地类为乔木林地、灌木林地和其他草地。

②工业场地

根据矿区地形条件，项目于露天采场北侧 300 米处设置了 1 处工业场地。工业场地地势较平缓，包含办公区、员工宿舍等。根据定性描述和定量统计的方法综合分析，工业场地的损毁方式为压占，损毁程度为重度，拟损毁面积为 0.0909hm²，损毁地类均为其他草地。

③破碎工段

项目设置 1 个破碎工段，位于露天采场的北部，距离约 0.1km。将露天采场开采出来的矿石和剥离产生的废石运至破碎工段，再将这些矿石、废石进行破碎和加工处理。根据定性描述和定量统计的方法综合分析，破碎工段的损毁方式为压占，损毁程度为重度，拟损毁面积为 0.0088hm²，损毁地类均为其他草地。

④表土堆放场

矿山开采前期，对露天采场范围内的表土进行剥离，将剥离的表土堆放至表土堆放场，剥离后的表土会对表土堆放场产生严重的损毁。根据定性描述和定量统计的方法综合分析，表土堆放场损毁方式为压占，损毁程度为重度，拟损毁面积为 0.1315hm²，损毁地类为乔木林地和其他草地。

表 8-8 拟损毁土地预测情况表

单位：hm²

功能分区		地类名称			小计 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
		03		04			
		林地		草地			
		0301	0305	0404			
		乔木林地	灌木林地	其他草地			
露天采场	露天采场平台	0.1623	0.0513	0.6869	0.9005	挖损	重度
	露天采场边坡	0.0829	0.0026	0.2164	0.3019	挖损	重度
矿区拟建道路		0.2412	0.0775	0.2439	0.5626	压占	重度
工业场地				0.0909	0.0909	压占	重度
表土堆放场		0.0246		0.1069	0.1315	压占	重度
破碎工段				0.0088	0.0088	压占	重度
合计		0.5110	0.1314	1.3538	1.9962		

8.3.5 生态环境破坏预测评估

8.3.5.1 矿区环境污染影响预测

1、大气环境质量影响预测

本矿山开采方式为露天开采，预测矿山开采期间大气污染物主要为：钻孔和铲装粉尘、爆破废气、产品破碎筛分粉尘、表土堆放场粉尘（装卸、储存）以及道路运输扬尘。

（1）钻孔、铲装粉尘及爆破废气

在采矿作业过程中，钻孔凿岩和铲装等作业过程中都会产生一定量的无组织排放的粉尘，影响周边大气环境，预计钻孔、铲装粉尘产生量分别为 0.04t/a 和 0.044t/a，矿方采取抑尘措施后抑尘效率达到 80%以上，粉尘对周围环境影响较小；爆破采用的是硝铵，主要的有毒气体是 CO 和 NO₂，矿山爆破为周期性爆破，每次爆破废气产生量很小，对周围的环境影响较小。

（2）表土堆放场粉尘

本项目矿区设置一处表土堆放场，堆场面积为 0.1315hm²，表土剥离物在堆存、装卸过程中会产生粉尘影响。根据分析计算，预计本项目原矿堆存粉尘产生量约 16.1t/a。矿方在排废后实施渣坡平整、压实和坡面防护措施，进行覆土绿化并采取洒水降尘措施，可有效降低堆场扬尘，采取以上措施后可抑尘 85%以上，预计堆场粉尘对环境影响较小。

（3）破碎筛分粉尘

本项目设置有石料加工生产线和制砂生产线。

① 石料加工生产线

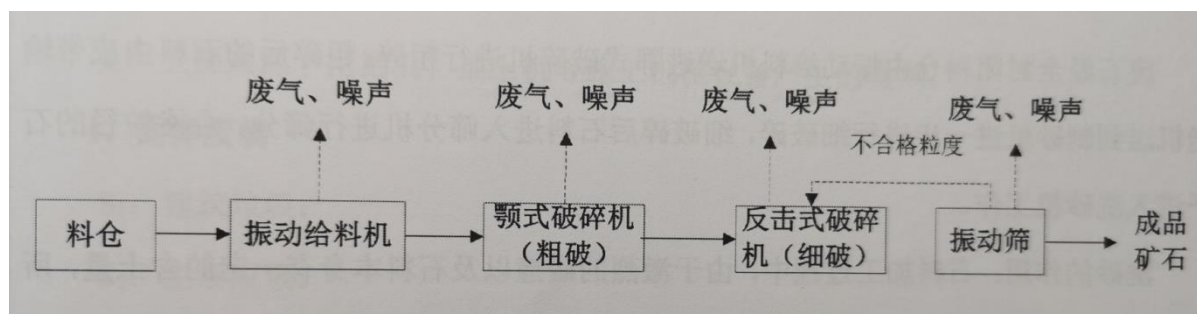


图 8-9 石料加工工艺流程示意图

石料加工生产线规模为 1.0 万吨/年，给料机、破碎机、振动筛在石料生产过程中均会产生粉尘和噪音，预计无组织粉尘产生量为 2.2t/a，矿方拟布设 2 台集气罩+1 套布袋除尘器+1 根 15 高排气筒，通过采取以上除尘措施，除尘效率为 99%以上，预测破碎筛分粉尘对大气环境污染较轻。

②制砂生产线

本项目不设置废石场，开采产生的废石全部生产为建筑用砂。

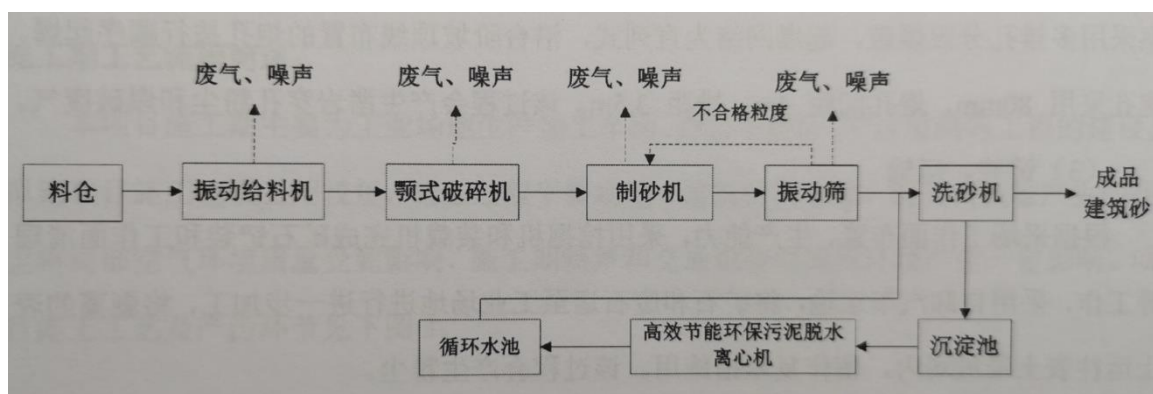


图 8-10 制砂工艺流程示意图

制砂生产线规模为 2.5 万吨/年，给料机、破碎机、制砂机在制砂过程均产生粉尘和噪音，预计粉尘产生量为 12.5t/a，矿方拟布设 2 个集气罩+1 套布袋除尘器+1 根 15 高排气筒，通过采取以上除尘措施，除尘效率为 99%以上，预测破碎筛分粉尘对大气环境污染较轻。

(4) 道路运输扬尘

运输过程中道路扬尘和物料散落是主要粉尘污染源。经分析计算，预测本矿道路扬尘产生量为 6.71t/a。为了控制汽车运输产生的道路扬尘，矿方按照规定对运输道路进行硬化，设专用洒水车，在运输道路定期洒水降尘，保持路面清洁和相对湿度；对外运输汽车加盖篷布，限制超载。通过以上措施，粉尘控制效率 80%，则运输扬尘排放量为 1.34t/a。预计道路运输扬尘对大气环境污染较小。

2、水环境质量影响预测

本项目产生的废水可分为两类：生产废水和生活污水。生产废水主要为洗砂废水和车辆冲洗废水，生活污水为职工生活、办公等产生的废水。

①生产废水

本项目生产废水主要为洗砂废水和车辆清洗废水。预计洗砂废水产生量为 45000m³/a，产生的废水经过废水沉淀池以及循环水池处理后用于生产，保证洗砂废水不外排。预计车辆清洗废水产生量为 150m³/a，车辆清洗废水经收集沉淀后用于场地抑尘洒水，不外排。预测生产废水对水环境污染较小。

②生活废水

矿山职工共 30 人，为当地村民，厂内不设食堂、浴室及住宿，生活污水排放系数按 0.8 计，预计生活污水产生量为 180m³/a。水量较小，产生的生活污水排放到矿区旱厕，不

外排。预测生活废水对水环境污染较轻。本项目由于职工人数较少且不作为固定居住场所，所以生活污水产生量极少，全部回用于厂内绿化用水，不对外排放

（3）固体废物污染影响预测

矿山运营期固体废弃物主要为开采工程中的表土剥离物、职工生活中产生的少量生活垃圾和污泥。

①表土剥离物

矿山开采时产生的废弃物主要为开采过程中剥离的表土，预计产生量为 9547.70m³，表土剥离物不含特殊有害物质以及其他危险废弃物，可以按照一般固废处理。剥离的表土堆放至矿区西南部的表土堆放场内，预测矿山表土剥离物对土壤环境污染程度较轻。

②生活垃圾

矿区一共有职工 30 人，生活垃圾按每人每天 0.5kg 计算，预测生活垃圾产生量为 1.25t/a，日常生活产生的生活垃圾在厂内设置封闭式垃圾箱收集暂存后送当地环卫部门指定地点，由其统一处置，预测生活垃圾对矿区生态环境影响较轻。

③污泥

洗砂废水经沉淀后的泥浆产生量约为 3750t/a，送周边砖厂综合利用或用于工业场地内种植绿化，产品库内设底泥暂存区（硬化防身），并设导流渠，收集其产生的淋控水进入循环水池作为洗沙用水循环使用，预测污泥对土壤环境污染较轻。

（4）噪声污染影响预测

矿山开采期间主要噪声源为开采、排土（石）作业及地面工程时凿岩机、挖掘机、装载机、自卸汽车设备噪声以及开采爆破噪声。噪声声级值在 75~90db 之间，由于村庄距离矿区较远，预测采矿活动产生的噪声影响较小。

8.3.5.2 生态环境影响预测

（1）露天采场对矿区生态环境影响预测

本矿为山坡露天矿，露天采场位于矿区中部，采场面积为 1.2024hm²。矿体开采将原生的连续山梁形态改造成不连续的阶梯状山梁，对原生的生态环境影响和破坏较大，矿山开采期间，使野生动物丧失部分栖息地，可能影响到该地区的野生动物种群和数量，对生态环境产生不利影响。因此露天采场对区域生态环境影响和破坏程度较严重。

（2）工业场地对矿区生态环境影响预测

拟建工业场地包括工业场地及破碎工段。矿区拟建工业场地位于矿区北侧 300m 爆破警戒线外沟谷北侧的宽缓山坡处，占地面积 0.0909hm²，破碎工段位于露天采场北部，占

地面积为 0.0088hm^2 ，合计面积 0.0997hm^2 。工业场地建设过程中的场地整平及建（构）筑物的修建，造成施工区域内地表植被遭到破坏。工业场地占地会对地表植被造成一定程度的不利影响，工业场地后期持续占压土地，预测工业场地占地对生态环境影响较严重。

（3）表土堆放场对矿区生态环境影响预测

表土堆放场位于采场西南部，占地面积 0.1315hm^2 ，表土堆放场堆放表土将使占地范围内土地利用的结构和类型发生变化，活动会使占地范围内的植被数量和植被类型受到破坏，降低该区域的植被覆盖率，同时造成一定程度上的水土流失。

（4）矿区道路对矿区生态环境影响预测

矿区拟建道路面积 0.5626hm^2 ，基本沿原有地形建设，修建道路需进行一些挖填方修整工程，破坏了原有的地表植被，须在建设期和运营期对道路进行绿化治理。通过对矿区道路两旁进行场地绿化治理可以恢复一定面积的生态植被，因此对区域生态环境不会造成较大影响。

9、矿山环境保护与土地复垦的适宜性

9.1 地质灾害、含水层破坏及水环境污染治理的可行性分析

通过对交城县锋辉采石场的现状调查和矿山地质环境现状及预测分析评估，目前存在的主要矿山地质环境问题是矿山建设开采活动引发矿山地质灾害，对地形地貌景观的损毁等。针对存在的矿山地质环境问题，可以采取相应的措施防治灾害的发生、逐步修复受损的地形地貌景观，同时，设计矿山地质环境监测点对矿山地质灾害进行监测。

1、地质灾害防治可行性分析

地质灾害的防治主要是对露天开采矿体引发的山体崩塌、滑坡地质灾害，以及表土堆放场和工业场地遭受的泥石流地质灾害。对此，主要在矿山生产过程中，严格按照开发利用方案及相应的露天矿边坡留设规程进行采场边坡的施工，及时清理危岩体。在遇到突发情况，对应有相应的措施。技术也比较成熟。此方法对城县锋辉采石场在技术上是可行的。

交城县锋辉采石场有能力和实力进行矿山地质环境恢复治理，严格控制矿山开采对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿山开采引发的矿山地质环境问题，建立绿色开发模式。通过地质环境治理的实施，消除治理区内地质环境问题的隐患，保证生产建设的正常发展，为企业经济快速发展提供安全、良好的生活环境。

交城县锋辉采石场在露天开采过程中会引发山体崩塌、滑坡地质灾害，工业场地、表土堆放场会遭受泥石流地质灾害。因此，在开采期间，开展对不稳定斜坡地质灾害和泥石流地质灾害监测工作，可以有效地监测研究和掌握崩塌或滑坡变形破坏规律及发展趋势、沟谷中泥石流形成的规律及发展趋势。实时掌握情况，可以有效避免矿山开采活动引发地质灾害的可能。交城县锋辉采石场开采主要为矿山地质环境监测工程，与矿山开采产生的经济效益和矿山企业的经济利润相比，工程成本较低，因此矿山后续的矿山地质环境监测工程，在矿山开采期间和开采结有充足的资金保障，方案设计的工程措施能切实落实。

因此，交城县锋辉采石场矿山地质环境治理在经济上是可行的。

2、水环境污染治理可行性分析

根据调查，本项目影响范围内无水井，居民用水由交城县东坡底村集中提供，东坡底村井水通过拉水车送至矿山办公生活区及采区。因此仅需考虑矿区内水体污染治理，矿区按要求建设相关水处理设施，水处理达标后方可排放，同时进行监测预防，定期取样对地下水水质和地表土壤进行监测。上述操作技术简单，可行性强。

9.2 地形地貌景观影响和破坏治理的可行性分析

地形地貌景观恢复涉及露天采矿活动形成的台阶、边坡复垦和植被修复，闭坑后工业场地拆除、清理、搬运，以及表土堆放场的植被修复。其施工操作比较简单，技术也比较成熟。

通过地形地貌景观恢复工程改善了区内生态环境质量，减轻了对地质地貌景观的破坏，并在一定程度上恢复了原有地质地貌景观，具有良好的、长远的环境效益，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，其经济效益是可观的。

9.3 土地复垦适宜性及水土资源平衡分析

9.3.1 土地复垦适宜性评价

一、评价原则和依据

（1）适宜性评价原则

矿区损毁土地适宜性评价应该考虑的因素包括复垦区气候、土壤、水文、地质、地貌等自然因素，重点应结合土地损毁的类型、方式、程度以及所在行政区域土地利用总体规划。根据《土地复垦条例》等有关内容，确定损毁土地适宜性评价原则。具体包括：

- 1) 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调；
- 2) 因地制宜和农用地优先的原则；
- 3) 自然因素和社会经济因素相结合原则；
- 4) 主导限制因素与综合平衡原则；
- 5) 综合效益最佳原则；
- 6) 动态和土地可持续利用原则；
- 7) 经济可行与技术合理性原则。

（2）评价依据

- 1) 矿区建设区土地损毁类型及其程度；
- 2) 土地损毁前的利用状况及生产水平；
- 3) 被破坏土地资源复垦的客观条件；
- 4) 矿区所在地土地利用总体规划；
- 5) 《山西省土地开发整理标准》；
- 6) 《土地复垦质量控制标准》。

（3）评价方法

土地复垦适宜性评价主要是为了确定土地的适宜性用途和指导复垦工作更有效地进行，矿区土地复垦适宜性的限制因子对复垦方法选择具有较大影响，而极限条件法是将土地质量最低评定标准作为治理等级的依据，能够通过适宜性评价比较清晰地获得进行复垦工作的各个限制因素，以便为土地的进一步改良利用服务，所以，土地复垦适宜性评价拟采用极限条件法。

极限条件法是基于系统工程中“木桶原理”，即分类单元的最终质量取决于条件最差的因子的质量。模型为：

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中， Y_i 为第 i 个评价单元的最终分值； Y_{ij} 为第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值。

二、评价步骤

本方案按照土地复垦适宜性评价流程，遵循土地复垦适宜性评价原则，依据相关法律法规、规划等，在对矿区进行详细调查的基础上，对该矿进行土地复垦适宜性评价。

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。因此，划分评价单元是土地适宜性评价的首要内容。

（1）划分评价单元

本项目待复垦土地主要是开采挖损破坏的土地和压占损毁的土地，依据矿区土地损毁的类型和程度，综合考虑矿区损毁土地的特点，为使评价趋于合理，实际评价中尽量保持矿界和权属界的完整，在评价单元划分上本项目主要对露天采场平台、露天采场边坡、工业场地、矿区拟建道路、表土堆放场、破碎工段进行评价。

表 9-1 矿区划分评价单元

序号	评价单元	面积 (hm ²)
1	露天采场平台	0.9005
2	露天采场边坡	0.3019
3	矿区拟建道路	0.5626
4	工业场地	0.0909
5	表土堆放场	0.1315
6	破碎工段	0.0088
合计		1.9962

(2) 适宜性评价指标选择

由于被损毁土地生态环境变的较为脆弱，所形成的各限制因子对于复垦方法的选择具有较大的影响，而土地复垦适宜性评价的目的主要是为了指导复垦工作更加有效的进行。因此选择评定土地等级结果较低的极限条件法作为本项目适宜性评价的方法，从而能够比较清晰的获得复垦工作的各限制性因素，更好的指导复垦工作进行。根据以上分析，由于损毁类型的不同，所选定的评价因子也有所差异。综合考虑本矿区按不同的损毁类型分别建立挖损地评价因子和压占地评价因子得矿区土地复垦适宜性评价主要限制因素的等级标准。

表 9-2 挖损地评价因子等级标准

评价因子	分级指标	宜耕评价	宜林(园)评价	宜草评价
挖损地形坡度 (°)	<6	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	1
	>25	不	3	2
有效土层厚度(cm)	≥100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	3	2	1
	<30	不	3	2
土壤质地	壤土	1	1	1
	粘土、砂土	2	1	1
	砂质、砾质	3	3	2
	石质	不	不	不
道路通达度 (%)	100	1	1	1
	80~100	2	1	1
	60~80	3	2	1
	<60	不	3	2
砾石含量 (%)	≤10	1	1	1
	10~15	2	1	1
	15~25	3	2	1
	>25	不	3	2

表 9-3 压占地评价因子等级标准

评价因子	分级指标	宜耕评价	宜林(园)评价	宜草评价
堆积物地面坡度(°)	<6	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	2
	>25	不	3	2
堆积物平整量 (m ³ /m ²)	<2	1	1	1
	2~5	2	1	1
	5~10	3	2	2
	>10	不	不	不
有效土层厚度(cm)	≥100	1	1	1
	50~100	2	1	1
	30~50	3	2	1
	<30	不	3	2
有机质含量(%)	1.2 < 1.5	1	1	1
	0.9 ~ 1.2	2	1	1
	0.5 ~ 0.9	3	2	1
	<0.5	不	3	2
道路通达度 (%)	100	1	1	1
	80~100	2	1	1
	60~80	3	2	1
	<60	不	不	不
砾石含量 (%)	≤10	1	1	1
	10~15	2	1	1
	15~25	3	2	1
	>25	不	不	不

注：上表中“1”表示一等地，“2”表示二等地，“3”表示三等地，“不”表示不适宜。

(3) 适宜性评价

根据以上限制性因子分析各复垦单元见下表。

表 9-4 挖损地适宜性评价表

评价单元	评价因子	单元特性	宜耕评价	宜林(园)评价	宜草评价	面积(hm ²)	复垦方向	限制因子
露天采场平台	挖损地形坡度(°)	<6	1	1	1	0.9005	乔木林地	有效土层厚度
	有效土层厚度(cm)	50~100	2	1	1			
	土壤质地	壤土	1	1	1			
	道路通达度(%)	80~100	2	1	1			
	砾石含量(%)	15~25	3	2	1			
	综合评价	-	3	2	1			
露天采场边坡	挖损地形坡度(°)	>25	不	3	2	0.3019	人工牧草地	栽植爬山虎
	有效土层厚度(cm)	<30	不	3	2			
	土壤质地	石质	不	不	不			
	道路通达度(%)	80~100	2	1	1			
	砾石含量(%)	15~25	3	2	1			
	综合评价	-	不	不	不			

表 9-5 压占地适宜性评价表

评价对象	评价因子	单元特性	宜耕评价	宜林（园）评价	宜草评价	面积（hm ² ）	复垦方向	限制因子
工业场地	堆积物地面坡度（°）	<6	1	1	1	0.0909	人工牧草地	周边地类为草地
	堆积物平整量（m ³ /m ² ）	5~10	3	2	2			
	有效土层厚度（cm）	30~50	3	2	1			
	有机质含量（%）	0.9~1.2	2	1	1			
	道路通达度（%）	80~100	2	1	1			
	砾石含量（%）	15~25	3	2	1			
	综合评价	-	3	2	2			
破碎工段	堆积物地面坡度（°）	<6	1	1	1	0.0088	人工牧草地	周边地类为草地
	堆积物平整量（m ³ /m ² ）	5~10	3	2	2			
	有效土层厚度（cm）	30~50	3	2	1			
	有机质含量（%）	0.9~1.2	2	1	1			
	道路通达度（%）	80~100	2	1	1			
	砾石含量（%）	15~25	3	2	1			
	综合评价	-	3	2	2			
表土堆放场	堆积物地面坡度（°）	<6	1	1	1	0.1315	人工牧草地	周边地类为草地
	堆积物平整量（m ³ /m ² ）	2~5	2	1	1			
	有效土层厚度（cm）	30~50	3	2	1			
	有机质含量（%）	0.9~1.2	2	1	1			
	道路通达度（%）	80~100	2	1	1			
	砾石含量（%）	15~25	3	2	1			
	综合评价	-	3	2	1			
拟建道路	堆积物地面坡度（°）	<6	1	1	1	0.5626	乔木林地	周边地类为林地较多
	堆积物平整量（m ³ /m ² ）	2~5	2	1	1			
	有效土层厚度（cm）	50~100	2	1	1			
	有机质含量（%）	0.9~1.2	2	1	1			
	道路通达度（%）	80~100	2	1	1			
	砾石含量（%）	15~25	3	2	1			
	综合评价	-	3	2	1			

（4）确定复垦方向

原来土地利用类型为乔木林地、灌木林地和其他草地，即为二等宜农地，其农业评价分值也很低，所以根据土地利用总体规划的要求，结合适应性评价结果，保持其原利用类型不变。除考虑对于“不”的土地利用类型之外，还要考虑其与周围地类的一致性。在选择复垦方向时，除考虑其适宜的复垦方向，同时，综合土地复垦适宜性评价与社会、经济、安全、民意等因素，从各评价单元用地限制性因素分析，最终确定各单元复垦方向，具体见表 9-6。

表 9-6 各评价单元复垦方向的选择

序号	评价单元	等级			复垦方向	面积 (hm ²)
		宜耕评价	宜林评价	宜草评价		
1	露天采场平台	3	2	1	乔木林地	0.9005
2	露天采场边坡	不	不	不	人工牧草地	0.3019
3	表土堆放场	3	2	1	人工牧草地	0.1315
4	破碎工段	3	2	2	人工牧草地	0.0088
5	矿区拟建道路	3	2	1	乔木林地	0.5626
6	工业场地	3	2	2	人工牧草地	0.0909
合计	-	-	-	-	-	1.9962

9.3.2 土地资源平衡分析

一、需土量分析

根据本项目矿区实地情况，在复垦过程中需要覆土的复垦单元主要是露天采场平台、工业场地、破碎工段、矿区拟建道路穴状覆土。露天采场平台需土量 6303.50m³，工业场地需土量 272.70m³，破碎工段需土量为 26.40m³，矿区道路穴状覆土需土量为 303.91m³，总需土量为 6906.51m³。

各复垦单元直接覆土区域复垦为乔木林地的覆土 0.7m，复垦为人工牧草地的覆土 0.3m，土源来自露天采场开采所剥离的表土。

二、供土量分析

表土堆放场位于矿区西南部，露天采场边开采边剥离，剥离量为 9547.70m³，表土堆放场复垦时只需留足所需土量，不对其专门进行复垦，表土堆放场留土厚度为 0.3m，除去表土堆放场的留土量 394.50m³，计算可得，表土剥离可供土量为 9153.20m³。

因此，供土量大于需土方量，可满足复垦土方需求，见下表 9-7。

表 9-7 各复垦单元需土量汇总表

复垦单元	复垦利用方向	复垦面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)
露天采场平台	乔木林地	0.9005	0.7	6303.50
露天采场边坡	人工牧草地	0.3019	-	-
工业场地	人工牧草地	0.0909	0.3	272.70
破碎工段	人工牧草地	0.0088	0.3	26.40
表土堆放场	人工牧草地	0.1315	-	-
矿区拟建道路	乔木林地	0.5626	-	303.91
合计		1.9962	-	6906.51

本矿区内没有涉及到农田水利灌溉，故未作水资源平衡分析。

9.3.3 土地复垦质量要求

一、土地复垦质量要求

依据土地复垦相关技术标准，结合复垦区实际情况，针对不同复垦方向提出不同土地复垦单元的土地复垦质量要求。

按照土地复垦标准依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）土地复垦质量制定不宜低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量与生产力水平。复垦为乔木林地、人工牧草地的建设标准应符合相关行业的执行标准。

本项目在矿区开采生产完成后，结合复垦区实际情况以及适宜性评价结果，复垦区内损毁土地复垦为乔木林地和人工牧草地，并根据具体土地损毁状态采取相应的土地复垦措施。

（1）林地复垦标准

——乔木林地复垦要求

1）复垦为乔木林地的土地，田面平整，边坡有保水保肥工程措施。林地建设满足《生态公益林建设设计通则》（GB/T18337.2）和《生态公益林建设检查验收规程》（GB/T18337.4）的要求。

2）有效土层厚度≥30cm，砾石含量不大于25%。。

3）边坡缓坡 35°以下，用于一般林木种植，15-20°用于园地和其他经济林，宜优先考虑种植经济林、生态林等。

4）选择适合当地种植的乡土树种或抗逆性强的树种；补栽时优先选择损毁前的树种。

5）土壤 pH 值在 7.0-8.5 之间，有机质含量 0.8%。三年后植树成活率 70%以上，郁闭度 0.3 以上；五年后林木生长量逐步达到本地相当地块的生长水平。

（2）草地复垦标准

——人工牧草地复垦标准

- 1) 地面覆土厚度为自然沉实土壤 0.3m 以上；有效土层厚度大于 30cm，砾石含量不大于10%，土壤具有较好的肥力，土壤环境质量符合《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）规定的Ⅱ类土壤环境质量标准。
- 2) 选择当地适生、抗贫瘠优良草籽，播种草籽量为 30kg/hm²。
- 3) 三年后牧草覆盖率 70%以上；三年后单位面积产草量不低于当地水平。
- 4) 土壤 pH 值在 7.4~8.0 之间，有机质含量 0.3%以上，具有生态稳定性和自我维持力。
- 5) 防治病、虫害措施，有防治退化措施。

——人工牧草地（栽植爬山虎）复垦标准

- 1) 三年后爬山虎边坡覆盖率达 70%以上，成活率达 75%以上。
- 2) 具有生态稳定性和自我维持力。
- 3) 防治病、虫害措施，有防治退化措施。

二、复垦措施

（1）预防控制措施

矿区在土地复垦与生态重建的同时，必须遵循“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，对矿区的土地损毁实施预防与控制的措施。预防控制措施必须兼顾技术上的可行性和经济上的合理性，同时还要考虑国家的经济、技术、政策导向以及企业近期和长远的经济效益、社会效益和环境效益。在石矿开采规划建设过程中采取合理的措施减小和控制损毁土地的面积与程度，为土地复垦创造良好的条件。

——合理规划生产布局，协调开采

通过合理的采矿方案设计，进行保护性开采，将矿山开采对土壤与植被的损毁控制到最小。通过实地调查和科学预测，对矿区范围内已损毁土地和拟损毁土地的土地复垦和综合治理利用进行统一规划设计，并纳入矿区开发规划。

——采用“采矿—复垦”的方法

在采矿的同时及时平整和复垦，使矿区的土地及时得到复垦。复垦工程要与采矿过程紧密结合，减小矿区土地处于损毁状态的时间，加快土地复垦的进度，为矿区生态重建和土地恢复、再利用创造良好的条件。

——水土保持优先

生态脆弱的黄土高原区本身的风蚀和水蚀较为严重，在雨量集中的夏季极易发生水土流失，经过扰动后的土地更容易形成水土流失。因此本项目的土地恢复治理优先进行水土保持工程，以保证后续土地恢复治理工程的顺利进行。

（2）工程技术措施

1）覆土工程

土壤是植被生长的基础，恢复土地生产能力是土地复垦工作的重点。各土地损毁区域需要在覆土后进行植被工程，土源为表土堆放场。

复垦方向为乔木林地覆土厚度需 0.7m 以上，人工牧草地的覆土厚度需 0.3m 以上，如此才能保证植被生长良好。覆土时尽量保证地表无石砾。

2）挖损区土地复垦工程措施

挖损区为露天采场平台和露天采场边坡。其中露天采场边坡拟复垦为人工牧草地，栽植爬山虎，其主要工程措施是在终了平台靠近终了边坡 50cm 的地方挖穴栽植，遮盖终了边坡，达到绿化的目标；露天采场平台拟复垦为乔木林地，栽植油松，乔木林地主要工程措施是进行客土覆盖，沿着地表均匀覆土 0.7m，结合相应的管护措施。

3）压占区土地复垦工程措施

工业场地、破碎工段和表土堆放场复垦为人工牧草地，其主要工程措施的是进行客土覆盖，沿着地表均匀覆土 0.3m，撒播紫花苜蓿，结合相应的管护措施。

矿区拟建道路复垦为乔木林地，栽植油松，其主要工程措施是对拟建道路区域进行 0.6*0.6*0.6m 的挖穴，行距为 2*2m，采用相应的客土量进行覆盖，结合相应的管护措施。

（3）生物和化学措施

生物复垦是通过生物改良措施，改善土壤环境，恢复土壤肥力与生物生产能力的活动。利用生物措施恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土壤的肥力和活性，以便用于农业生产。它是实现废弃土地农业复垦的关键环节，主要内容有土壤改良、植被品种的筛选和植被工艺。

1）土壤改良

矿区损毁土地如工业场地、破碎工段经平整造地后肥力低下，物理结构较差，尤其是孔隙性、保水保肥能力差，有机质含量少，缺乏营养元素尤其是缺乏植物生长必需的氮和磷以及土壤微生物，且伴有土壤酸化的危害，存在一些植物生长的限制因子。因此，土壤改良与培肥应着重从消除“有害物质”，以及围绕其水、肥、气、热四大肥力要素的改良，采取相应的措施。

①化学改良

——化学肥料

N、P、K 都是植物生长必需的大量元素，矿山土都极其缺乏，所以 N、P 和 K 肥的施用一般都能取得迅速而显著的效果。由于矿山土结构松散保水保肥能力差，化肥很容易淋溶流失，因此要少量多次的施用速效化肥或选用一些分解缓慢的长效肥料。

②生物改良

生物改良是利用对极端环境条件具有耐性的固氮植物、绿肥作物、固氮微生物、菌根真菌等改善矿区废弃地的理化性状。固氮植物、绿肥作物能够吸收土壤深层的养分，具有固氮作用，在其本身腐败后，氮元素营养便留在土壤中有利于增加土壤的养分，并能改善土壤的物理结构，微生物菌根能够参与土壤养分的转化，改善土壤结构，促进植物的发育。

③客土法

客土法就是将外来的土壤覆盖到复垦对象的表面，以增加栽植区的土层厚度，迅速有效的改良土壤质地、改善耕性、提高土壤肥力。“客土”按其来源有两种：一种是异地“客土”，即利用其他地方的土壤；一种是就地取材，即将当地的表层风化物填入植被栽植区。

2) 植物选择

①矿区植被建设基本原则

——认真贯彻“因地制宜”的原则，根据不同地段立地条件、土壤结构、地形地貌和水土流失情况等因素，进行植被复垦。

——以建立矿区人工生态系统为复垦目标，在工程复垦的基础上，进行土地复垦，遵循因地制宜的原则，做到适树种树、适草种草。

——在土壤有机质较低的区域，以草为主体，建立人工牧草地的防护林体系。

——把矿区水土流失与矿区环境绿化、美化相结合，使复垦后的矿区空气清洁，环境幽雅，风景宜人。

②植物物种的选择

在半干旱生态条件脆弱地区依靠自然恢复比较慢且周期较长，所以要快速恢复植被，首先是筛选先锋植物，同时要筛选适宜的适生植物以重建人工生态系统。根据矿区植被重建的主要任务，以及生态重建的目标，同时结合本矿区的特殊自然条件，选定植物要具有下列特性：

——具有较强的适应脆弱环境和抗逆境的能力，即对于干旱、风害、冻害、瘠薄、盐碱等不良立地因子具有较强的忍耐能力。同时对粉尘污染、烧伤、病虫害等不良因子具有

一定的抵抗能力。

——生活力强，有固氮能力，能形成稳定的植被群落。

——根系发达，有较高的生长速度，能形成网状根固持土壤。地上部分生长迅速，枝叶茂盛，能尽快和尽可能长的时间覆盖地面，有效阻止风蚀。同时，能较快形成松软的枯枝落叶层，提高土壤的保水保肥能力。

——播种栽培较容易，成活率高。种源丰富，育苗方法简易，若采用播种则要求种子发芽力强，繁殖量大，苗期抗逆性强，易成活。

——具有优良的水土保持作用的植物种属，能减少地表径流，涵养水源、阻挡泥沙流失和固持土壤。

根据交城县自身区域特征，选出交城县锋辉采石场的适宜植物。选择树种及草种性状见表 9-8。

表 9-8 矿区适宜植物种

种类	植被名称	特点及栽植技术	规格	株行距(m)	密度	种植方式
乔木	油松	根系发达，有助于吸收水分与养分，耐旱涝、耐瘠薄，抗病虫，适应性强。	二年生一级苗，土球直径 20cm，胸径 2cm	2×2m	2500 株/hm ²	穴植
藤本	爬山虎	耐贫瘠、对土壤要求不高，适应气候性较强，抗寒、耐热、耐旱，能在摄氏零下 23℃至零上 50℃的环境中生存、生长旺盛、迅速。	-	1m	-	穴植
草本	紫花苜蓿	耐干旱抗寒冷，对土壤适应力强，边坡种植保水土效果好。	一级种	-	30kg/hm ²	撒播

3) 种植技术

——移栽技术

移栽与直播的不同之处在于移栽的苗木较大，植株生长起来封陇地面快，对于能固氮的植物和有菌根菌的植物，移栽时可把有益菌带到新垦地内，促使植株健壮生长。

外地购买来的苗木，不能堆放，要迅速假植起来，随栽随挖取。落叶乔木栽植前进行短截、强剪处理，栽植时需除去树苗周围快速生长的杂草，以免与树木争夺水分。

(4) 监测措施

针对不同复垦单元制定合理的土地复垦效果的监测措施。

本方案土地复垦工程在保证其拟损毁土地安全稳定的前提下开展，因此其监测的主要内容包括：植被恢复效果监测和土壤监测。

1) 植被监测

山西省交城县锋辉采石场开采活动必然对生态环境造成一定的负面影响，因此有必要对复垦后的林草用地进行植被监测。监测内容主要包括对植被生长势、高度、种植密度、成活率和覆盖率进行监测。

2) 土壤监测

土壤监测内容主要对复垦后土壤肥力进行监测。包括土壤酸碱度(pH)、有机质含量、全氮含量、有效磷含量、土壤孔隙度、土壤质地等；其检测方法以《土地复垦质量控制标准》为准。

(5) 管护措施

土地复垦是一项长期由损毁土地初期开始到复垦措施实施之后若干年都需要进行的长期行为，对于土地复垦区域的植被尤为重要，各种植物种植之后仍需要一系列诸如平茬、补种加种、浇水、防冻、防虫害等的管护措施，主要表现在以下几个方面。

1) 灌溉施肥措施

矿区年降水量充足，且本方案选择物种基本为当地乡土植被，降雨基本能够满足植物生长的需求，因此不需设计专门的灌溉管道等装置。但是植物种植及移栽第一年，为增加出苗率以及植物的成活率需一定的灌溉施肥措施，可以选择水车拉水的方式，在种植或栽植后当时以及之后定期灌溉，一年之后可以转为完全依靠自然降水。

种植及栽植当时可以适当施以一定量的化肥，之后土壤中的营养物质基本能够满足植物生长需要。

2) 防寒防冻措施

本方案设计所选的爬山虎为耐寒植物，但在栽植初期仍需要一定的防冻措施。措施主要包括：入冬前需整枝修剪在树茎包裹塑料薄膜或者草苫，选择苗木栽植后2到3年后的10月至11月进行平茬，平茬后应追施一次肥料，并浇足防冻水后覆盖以起到防寒的作用。

3) 病虫害防治

复垦初期植物种类较为单一，极容易形成特定植物的病虫害。

针对各种病虫害除复垦初期各种植物合理混交外，还需辅以其他措施，包括：针对各种病害适当施以药剂、多以绿肥等有机肥代替化肥，保护蜘蛛等各种害虫的天敌。

4) 补种加种措施

种植后的第二年及第三年需要对缺苗的区域进行补种，以保证能够尽快覆盖地表，减少水土流失的可能。

区域复垦后的植被为人造植被，虽在选择植物种类以及进行搭配的过程中尽量趋于合

理，但是与自然植被相比仍有较多不足，因此复垦后应根据区域植物的生长情况适当种植其他植物，随复垦年限增加也可以加种部分乔木，以增加区域生物多样性，使其生态环境趋于合理。

5) 有一定的防护措施如警示标志、防护网等，防止人为损毁或牲畜践踏。

10、矿山环境保护与土地复垦目标、任务及年度计划

10.1 矿山环境保护与土地复垦原则、目标、任务

10.1.1 矿山地质环境保护与恢复治理原则、目标、任务

一、矿山地质环境保护与恢复治理原则

根据《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境保护规定》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》总则，确定矿山地质环境保护与恢复治理原则如下：

- (1) 遵循“以人为本”的原则，确保人居环境的安全，提高人居环境质量；
- (2) 坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”、“因地制宜，边开采边治理”的原则；
- (3) 坚持“谁开采谁保护；谁破坏谁治理”的原则；
- (4) 坚持“总体部署、分期治理”的原则。

二、矿山地质环境保护与恢复治理目标

建立健全矿山地质环境管理体系，规范矿山的采矿活动，有效遏制各类矿山地质环境问题的发生，达到保护与恢复矿区地质环境目的，实现经济效益、资源效益和环境效益的统一。通过开展矿山地质环境保护与恢复治理工作，具体达到如下目标：

- (1) 开发与保护并重，在开发的同时，矿山地质环境保护及恢复治理工作同步进行，构建和谐矿山。
- (2) 综合治理矿山地质环境，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，评估区内地质灾害的防治率达到 100%，使评估区内不存在地质灾害的隐患。
- (3) 综合治理矿山地质环境，改善矿山地质环境、生态环境，构建“绿色矿山”，为矿山及周围社会经济发展提供保障。
- (4) 规范矿山生产建设等工程活动，使矿产资源得到充分合理的开采利用，确保矿山生产与环境保护协调发展，促进人与自然和谐相处，实现矿区的可持续发展。
- (5) 地质灾害及地质灾害隐患治理目标：针对评估区内露天采场、工业场地、道路和表土堆放场引发或加剧的地质灾害进行有效治理，保障露天采场、工业场地、道路和表土堆放场的安全运营。
- (6) 地形地貌景观破坏恢复治理目标：对露天采场边坡进行综合治理，恢复地形地貌。

(7) 监测工作目标：建立完善的地质灾害监测网络，开展地质灾害隐患监测、预警工程，包括地质灾害及地质灾害隐患点的监测、工业场地周围地表变形监测等内容，保障工业场地的安全运营。

三、矿山地质环境保护与恢复治理任务

矿山地质环境保护与恢复治理方案的实施旨在综合治理矿山地质环境，控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际情况，矿山地质环境保护与恢复治理任务主要包括：

(1) 地质灾害及地质灾害隐患恢复治理任务：根据矿山地质环境评估结果，露天开采过程采场边坡发生滑坡、崩塌的可能性大，威胁对象为施工人员及施工机械，为防止采场边坡发生滑坡、崩塌，矿山生产过程对采场边坡坡度的留设在保证满足设计坡度要求的条件下，还应根据露天边坡揭露的地层组合特征、产状与坡向的关系、岩层的完整程度等条件，合理留设边坡坡度。

(2) 地形地貌景观破坏恢复治理任务：矿山局部终了或矿山闭坑后，对露天采场、工业场地、道路和表土堆放场进行覆土绿化，恢复其地形地貌景观功能。

(3) 监测任务：建立和完善矿山地质环境监测系统，定期对易发生崩塌、滑坡地段进行监测，对突发性地质环境问题、地质灾害，要及时上报并做出妥善处理。

四、矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

(1) 依据《编制规范》附录 F 表 F.1“矿山地质环境保护与恢复治理分区表”(表 10-1)，结合现状评估和预测评估结果，根据设计，矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响评估结果，进行矿山地质环境保护与治理恢复分区。

(2) 按照“区内相似，区间相异”的原则，矿山地质环境保护与治理恢复区域划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区。可根据区内矿山地质环境问题类型的差异，进一步细分为亚区。

(3) 按照重点防治区、次重点防治区和一般防治区的顺序，分别阐明各区面积，区内存在或可能引发的矿山地质环境问题的类型、特征及其危害，以及矿山地质环境问题的防治措施等。

表 10-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

2、分区评述

通过以上现状评估和预测评估分析，依据《编制规范》附录 F 表矿山地质环境保护与恢复治理分区表，将整个评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，根据区内地质环境问题类型及受护对象的差异进一步细分为 3 个重点防治亚区、1 个次重点防治区和 1 个一般防治区。

（1）重点防治区（A）

1）露天采场重点防治亚区（A₁）

分布在露天采场范围内，面积 1.2024hm²。

主要地质环境问题：崩塌、滑坡、不稳定边坡，对地形地貌景观、土地资源的影响和破坏，危害对象为林地和其他草地。

防治措施：①采场坡顶周围做好地面排水工作，防止坡顶附近积水下渗导致采场边坡发生崩塌、滑坡。对存在崩塌、滑坡地段，一定要采取排水工程、削方减载、回填压脚、植物防护等不同的措施消除隐患或采取避让措施；固体废弃物要有序、合理堆放，设计稳定的边坡角，采取加固措施或修筑拦挡、排水、防水工程。

②闭坑后及时覆土，依照矿山土地复垦要求进行覆土植树种草恢复地形地貌景观。

2）工业场地重点防治亚区（A₂）

主要为工业场地及破碎工段影响区，面积约 0.0997hm²。

主要地质环境问题：破坏原生地形地貌景观、破坏植被。

防治措施：开采结束后拆除工业场地及破碎工段内建筑物，清除水泥路面，使原生的地形地貌尽快恢复。

3）表土堆放场重点防治亚区（A₃）

主要为表土堆放场影响区，面积约 0.1315hm²。

主要地质环境问题：破坏原生地形地貌景观、破坏植被。

防治措施：恢复场地植被，使原生的地形地貌尽快恢复。

（2）道路次重点防治区（B）

主要为矿区道路影响区，面积约 0.5626hm²。

主要地质环境问题：破坏原生地形地貌景观、破坏植被。

防治措施：恢复场地植被，使原生的地形地貌尽快恢复。

（3）一般防治区（C）

评估区其它区域为一般防治区，面积 23.1445hm²，现状条件下，不存在需要治理的灾害隐患。应开展地质环境监测，进行原生地质环境条件保护，尽量避免各类破坏性的人类活动。

表 10-2 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区名称	编号	分布位置	面积 (hm ²)	百分比 (%)	分区说明	防治措施
重点防治区 A	露天采场重点防治亚区 (A ₁)	露天采场	1.2024	4.78	崩塌、滑坡、不稳定边坡, 对地形地貌景观、土地资源的影响和破坏, 危害对象为林地和其他草地。	对存在崩塌、滑坡地段, 一定要采取排水工程、刷方减载、回填压脚、植物防护等不同的措施消除隐患或采取避让措施; 固体废弃物要有序、合理堆放, 设计稳定的边坡角, 采取加固措施或修筑拦挡、排水、防水工程。闭坑后及时覆土, 依照矿山土地复垦要求进行覆土植树种草恢复地形地貌景观。
	工业场地重点防治亚区 (A ₂)	工业场地、破碎工段	0.0997	0.40	破坏原生地形地貌景观、破坏植被。	开采结束后拆除工业场地及破碎工段内建筑物, 清除水泥路面, 使原生的地形地貌尽快恢复。
	表土堆放场重点防治亚区 (A ₃)	表土堆放场	0.1315	0.52	破坏原生地形地貌景观、破坏植被。	恢复场地植被, 使原生的地形地貌尽快恢复。
道路次重点防治区 B		道路	0.5626	2.24	破坏原生地形地貌景观、破坏植被。	恢复场地植被, 使原生的地形地貌尽快恢复。
一般防治区 C		其他区域	23.1445	92.06	现状条件下, 无矿山地质环境问题, 未来矿山开采后, 该分区矿山地质环境受采矿活动影响和破坏程度为“较轻”。	应开展地质环境监测, 进行原生地质环境条件保护, 尽量避免各类破坏性的人类活动。
合计			25.1407hm ²			

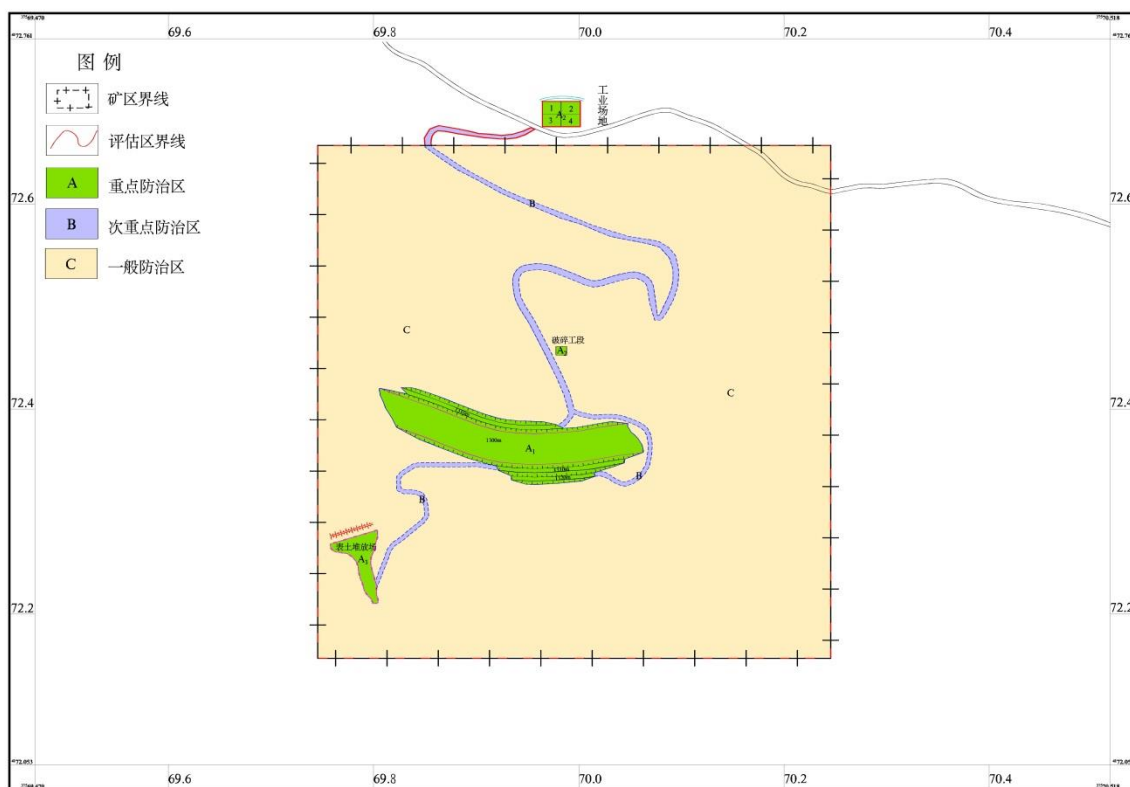


图 10-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区图

10.1.2 土地复垦原则、目标、任务

一、土地复垦原则

(1) 可垦性与最佳效益原则

即被损毁土地是否适宜复垦为某种用途的土地，首先考虑其经济和技术上的可行性，复垦的经济、社会和环境综合效益是否最佳。

(2) 因地制宜和农用地优先的原则

在确定待复垦土地的利用方向时，根据评价单元的自然条件、区位和损毁状况等因地制宜确定其适宜性，不强求一致。

(3) 综合分析与主导因素相结合，以主导因素为主的原则

影响待复垦土地利用方向的因素很多，包括自然条件、土壤性质、原来利用类型、损毁状况、社会需求、种植习惯和业主意愿等多方面，确定主导性因素时，兼顾自然属性和社会属性，以自然属性为主。

(4) 服从地区的总体规划，并与其他规划相协调的原则

根据被评价土地的自然条件和损毁状况，并依据区域性土地利用的总体规划，统筹考虑当地社会经济和矿山生产建设发展。

(5) 动态性和可持续发展的原则

复垦土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性随损毁程度和过程而变，具有动态性，适宜性评价时考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。评价着眼于可持续发展，保证所选土地利用方向具有持续生产能力，防止掠夺式利用资源或造成二次污染等。

二、土地复垦目标任务

复垦责任范围面积为 1.9962hm²。其中，复垦为乔木林地的面积 1.4631hm²，复垦为人工牧草地面积 0.5331hm²，复垦责任范围全部复垦，复垦率 100%。复垦前后土地利用结构调整表见下表 10-3。

表 10-3 复垦前后土地利用结构调整表

权属	一级地类		二级地类		面积（hm ² ）		变幅	
					复垦前	复垦后	（hm ² ）	%
交城县	03	林地	0301	乔木林地	0.5110	1.4631	0.9521	47.70
			0305	灌木林地	0.1314		-0.1314	-6.58
	04	草地	0403	人工牧草地		0.5331	0.5331	26.70
			0404	其他草地	1.3538		-1.3538	-67.82
合计					1.9962	1.9962	0	0

10.1.3 生态环境保护与治理原则、目标、任务

10.1.3.1 矿山生态环境保护与恢复治理分区原则

通过对交城县锋辉采石场辉绿岩矿矿山的现状调查及预测评价结果，明确了采矿影响范围内存在的主要生态环境问题，结合拟定的综合整治目标和分阶段确定的各项指标，确定了实现目标和指标的主要任务。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、次重点治理区和一般治理区进行分区。

重点治理区：包括矿区内的露天采场、表土堆放场区为环境污染及生态破坏影响严重区。

次重点治理区：包括工业场地和矿区拟建道路等环境污染及生态破坏影响较严重区。

一般治理区：该区为重点治理区和次重点治理区以外区域。

10.1.3.2 矿山生态环境保护与恢复治理原则

根据工程特点、影响程度、范围及项目所在区域的环境特征，确定生态环境恢

复治理原则为：

（1）有明确的目的--边开采边治理

一是明确开发建设者的环境责任；二是对建设项目的工程设计提出环保具体要求和提供科学建议；三是为各级环保行政管理部门实行对项目的环境保护管理提供科学依据和具有约束力的文件。同时，为了进一步减小对区域生态环境的影响，建设单位应边开采边治理。

（2）具有一定的超前性--保护性和协调性

生态环境综合整治不仅保护、恢复因本项目开发活动造成的直接生态功能损失，还应该与区域或流域生态环境规划相协调。

（3）体现“预防为主”的基本原则

实施替代方案或减缓措施，预防或降低开发建设项目对生态环境的影响。

（4）遵循生态环境保护基本原理

选择适合本区域的生态恢复措施，选取植被适应本区域的生物学和生理学特性。

10.1.6 生态环境恢复治理目标任务

1、生态环境恢复治理目标

（1）完成工业场地和矿区道路的绿化工作，使场地绿化率达到 20%以上。

（2）建立矿区生态监控体系、实施矿区生态环境质量季报制度，能够全面及时掌握矿区辉绿岩矿开采生态环境质量现状及动态变化情况，预防和减少环境污染和生态破坏。

2、生态环境恢复治理任务

本矿山服务年限为 4.419 年，管护期 3.581 年，确定本方案的适用年限为 8 年。因矿山地质环境保护部分、土地复垦部分对露天采场、表土堆放场已进行了工程部署，生态部分不再进行重复工程部署。所以根据矿山生态环境问题的轻重缓急，确定本矿生态环境保护与恢复治理任务如下：

（1）环境污染治理工程

本项目环境污染治理工程主要包括工业场地及运输道路扬尘和噪声治理。

（2）生态修复工程

方案适用期生态修复工程为工业场地绿化工程和矿区道路绿化工程。

（3）监测工程

环境污染监测：委托有资质的单位对矿区范围内的环境污染情况进行监测，监

测内容包括废气监测、废水监测、噪声监测等。

生态系统监测：委托专业技术技术人员对矿区范围内生态系统进行监测，监测内容包括卫星遥感监测和植被生态参数监测等。

10.2 矿山环境保护与土地复垦年度计划

根据矿产资源开发利用和矿山环境影响评估结果，确定地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地复垦、生态环境保护与恢复治理年度计划。

10.2.1 地质环境保护工作部署及年度安排

一、地质环境保护工作部署

按照“谁破坏、谁治理”的原则，该矿山环境保护与治理恢复方案应该由“交城县锋辉采石场”全权负责并组织实施。根据矿山地质环境问题类型和矿山地质环境保护、治理恢复分区结果及前述目标、任务的分解，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，进行总体工作部署。

1、露天采场和表土堆放场恢复治理计划：方案对采场进行覆土绿化恢复地形地貌景观和表土功能，面积 1.2024hm^2 。矿山闭坑后，对表土堆放场和终了边坡覆土绿化恢复地形地貌景观和土地使用功能，面积为 0.1315hm^2 。

2、露天采场清理危岩体，场地覆土，恢复植被。矿山服务期满后，对工业场地拆除地表建筑，清理废渣及建筑垃圾，场地覆土，恢复土地功能。道路进行覆土绿化。

3、对沟谷继续进行巡视监测，对发现的松散堆积物源及时进行清理。

4、建立和完善矿山地质环境监测系统，定期对易发生崩塌、滑坡地段进行监测，对突发性地质环境问题、地质灾害，要及时上报并做出妥善处理。

二、地质环境保护年度安排

1、投产第一年

(1) 成立以交城县锋辉采石场主要领导为负责人、矿山地质测量小组为主的专职机构，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。

(2) 对露天采场开采前剥离工程和形成的 1320m 台阶、 1310m 台阶五分之三长度 (249m) 形成的终了边坡进行清理危岩体，清理危岩量为 249m^3 。

(3) 建立矿山地质环境监测系统，及时开展各项监测工作，保证矿区内地质环境问题、地质灾害等各类相关信息及时准确反馈至管理机构，及时排除矿山地质灾

害隐患。

(4) 编制建成投产后第一年年度交城县锋辉采石场矿山地质环境保护与恢复治理工作总结。

2、投产第二年

(1) 对露天采场形成的 1310m 台阶五分之二长度 (112m) 形成的终了边坡进行清理危岩体，清理危岩量为 112m³。

(2) 继续进行各类矿山地质环境监测，保证评估区内地质环境问题、地质灾害等各类相关信息及时准确反馈至管理机构，及时排除矿山地质灾害隐患。

(3) 编制建成投产后第二年年度交城县锋辉采石场矿山地质环境保护与恢复治理工作总结。

3、投产第三年

(1) 对露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡进行清理危岩体，清理危岩量为 165m³。

(2) 继续进行各类矿山地质环境监测，保证评估区内地质环境问题、地质灾害等各类相关信息及时准确反馈至管理机构，及时排除矿山地质灾害隐患。

(3) 编制建成投产后第三年年度交城县锋辉采石场矿山地质环境保护与恢复治理工作总结。

4、投产第四年

(1) 对露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡进行清理危岩体，清理危岩量为 165m³。

(2) 继续进行各类矿山地质环境监测，保证评估区内地质环境问题、地质灾害等各类相关信息及时准确反馈至管理机构，及时排除矿山地质灾害隐患。

(3) 编制建成投产后第四年年度交城县锋辉采石场矿山地质环境保护与恢复治理工作总结。

5、投产第五年

(1) 对露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165) 形成的终了边坡进行清理危岩体，清理危岩量为 165m³；闭坑后拆除工业场地及破碎工段场地建筑物，约 149.55m³，拆除后的废渣运往矿区西侧村庄的垃圾站进行处理，运距为 0.5-1km。

(2) 继续进行各类矿山地质环境监测，保证评估区内地质环境问题、地质灾害等各类相关信息及时准确反馈至管理机构，及时排除矿山地质灾害隐患。

(3) 编制建成投产后第五年年度交城县锋辉采石场矿山地质环境保护与恢复治理工作总结。

表 10-4 各年度环境治理范围、工程量、费用一览表

年度	治理范围	治理目标	工程量	静态投资 (万元)	动态投资 (万元)
投产第一年	露天采场开采前剥离工程和形成的 1320m 台阶、1310m 台阶五分之三长度 (249m) 形成的边坡	地质环境治理率达到 100%	露天采场终了边坡清理危岩体, 约 249m ³ 、 布设地质环境监测点。	4.31	4.31
投产第二年	露天采场形成的 1310m 台阶五分之二长度 (112m) 形成的终了边坡	地质环境治理率达到 100%	露天采场终了边坡清理危岩体, 约 112m ³ ; 开展地质环境监测。	3.50	3.71
投产第三年	露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡	地质环境治理率达到 100%	露天采场终了边坡清理危岩体, 约 165m ³ ; 开展地质环境监测。	3.80	4.27
投产第四年	露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡	地质环境治理率达到 100%	露天采场终了边坡清理危岩体, 约 165m ³ ; 开展地质环境监测。	3.79	4.51
投产第五年	露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡、工业场地、破碎工段	地质环境治理率达到 100%	露天采场终了边坡清理危岩体, 约 165m ³ ; 工业场地及破碎工段 场地砌体拆除约 149.55m ³ ; 开展地质环境监测。	5.37	6.78

10.2.2 土地复垦计划安排及服务年限

一、土地复垦方案服务年限

交城县锋辉采石场建筑石料用辉绿岩矿可采储量为 4.68 万吨, 设计可采储量为 4.92 万吨, 矿山服务年限为 4.92 年 (投产第一年到投产第五年), 投产第一年进行开采, 加上 3 年的管护期, 确定本方案的服务年限为投产第一年至监测管护第三年, 共 8 年, 方案编制的资料基准年为 2021 年。

二、土地复垦工作计划安排

本方案根据本矿开采生产特点和开采先后顺序, 以及拟损毁土地的顺序, 将服务期内的损毁土地分为 2 个阶段, 按照“边开采, 边复垦”的原则, 合理安排复垦工程进度, 以保证被损毁土地及时复垦。

矿区起始年为投产第一年。具体复垦阶段划分如下:

投产第一年: 对 1320m 台阶及以上边坡进行复垦、1310m 台阶自西向东约五分之三长度 (249m) 及以上边坡进行复垦, 复垦工程涉及覆土工程、土地平整工程、栽植油松、种植爬山虎、施肥并对其监测与管护工程;

投产第二年：对 1310m 台阶自西向东约五分之二长度（112m）及以上边坡进行复垦，复垦工程涉及覆土工程、土地平整工程、栽植油松、种植爬山虎、施肥并对其进行监测与管护工程；

投产第三年：对 1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡进行复垦，复垦工程涉及覆土工程、土地平整工程、栽植油松、种植爬山虎、施肥并对其进行监测与管护工程；

投产第四年：对 1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡进行复垦，复垦工程涉及覆土工程、土地平整工程、栽植油松、种植爬山虎、施肥并对其进行监测与管护工程；

投产第五年：对 1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡、工业场地、矿区拟建道路、表土堆放场、破碎工段进行复垦，复垦工程涉及覆土工程、土地平整工程、栽植油松、种植爬山虎、撒播紫花苜蓿、施肥并对其进行监测与管护工程。

表 10-5 矿区复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦时间	复垦工作安排	面积 (hm ²)	工程措施	单位	工程量
第一阶段	投产第一年	对露天采场 1320m 台阶及以上边坡、1310m 台阶自西向东约五分之三长度（249m）及以上边坡进行复垦	0.1820	覆土工程	m ³	702.66
				土地平整	m ³	301.14
				油松	株	251
				种植爬山虎	株	249
				精制有机肥	kg	62.75
	投产第二年	对露天采场 1310m 台阶自西向东约五分之二长度（112m）及以上边坡进行复垦	0.0864	覆土工程	m ³	324.24
				土地平整	m ³	138.96
				油松	株	116
				种植爬山虎	株	112
				精制有机肥	kg	29
	投产第三年	对露天采场 1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡进行复垦	0.3113	覆土工程	m ³	1758.87
				土地平整	m ³	753.8
				油松	株	628
				种植爬山虎	株	166
				精制有机肥	kg	157.08
	投产第四年	对露天采场 1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡进行复垦	0.3113	覆土工程	m ³	1758.87
				土地平整	m ³	753.8
				油松	株	628
				种植爬山虎	株	166
				精制有机肥	kg	157.08
	投产第五年	对露天采场 1300 台阶自西向东约三分之一长度（165m）及以上边坡、表土堆放场、工业场地、破碎工段、矿区拟建道路进行复垦	1.1052	覆土工程	m ³	2361.882
				土地平整	m ³	1052.9
				油松	株	2035
				种植爬山虎	株	165
				撒播紫花苜蓿	hm ²	0.2312
				精制有机肥	kg	1202.43
第二阶段	第一年	监测与管护	1.9962	-	-	-
	第二年					
	第三年					

10.2.3 生态环境保护与恢复治理年度计划

本方案生产服务年限 4.419 年，本方案适用期为 5 年。

表 10-6 生态环境治理年度计划

阶段	年份	工程名称	工程量
第一阶段	投产第一年	1.项目前期准备工作（建设管理、监理、勘察设计） 2.监测、监控大气环境 3.监测、监控生态环境 4.工业场地绿化 5、矿区道路绿化	1.组建监测、工程管理科室，完成工程勘察设计，确定工程监理单位 2.完成本年度生态及环境监测 3.完成本年度的绿化措施
	投产第二年	1.监测、监控大气环境 2.监测、监控生态环境	完成本年度生态及环境监测；
	投产第三年	1.监测、监控大气环境 2.监测、监控生态环境	完成本年度生态及环境监测
	投产第四年	1.监测、监控大气环境 2.监测、监控生态环境	完成本年度生态及环境监测
	投产第五年	1.监测、监控大气环境 2.监测、监控生态环境	完成本年度生态及环境监测

11、矿山环境保护与土地复垦工程

11.1 地质灾害防治工程

1、露天采场终了边坡崩塌与滑坡防治工程

(1) 工程名称：露天采场终了边坡崩塌与滑坡防治工程

(2) 工程范围：露天采场终了边坡

(3) 工程时间：投产第一年-闭坑

(4) 技术方法：该矿为露天开采，矿山生产过程中，必须严格按照开发利用方案及相应的露天矿边坡留设规程进行采场边坡的施工，严禁采场各类边坡角大于规定允许值。邻近最终边坡的采掘作业，必须按设计确定的宽度预留安全、运输平台。要保持阶段的安全坡面角，不得超挖坡底。局部边坡发生坍塌时，应及时报告有关主管部门，并采取有效的处理措施。对于采场周围出现的规模较大的不稳定边坡，可在上部清除部分岩土体，降低临空面高度，减少斜坡坡度和上部荷载，提高斜坡稳定性。发现岩石松动或裂缝及时处理，必要时采取工程治理措施。应定期进行安全稳定性检查，发现坍塌或滑落征兆，必须及时采取安全措施，并报告有关主管部门。

(5) 工程量估算：对露天采场形成的终了边坡危岩体进行清理，1320 平台终了边坡长约 81m，1310 平台终了边坡长约 280m，1300 平台终了边坡长约 495m，共计长约 856m，按边坡长 1m 清理危岩 1m³ 计算，则清理危岩总工程量约 856m³。

11.2 地形地貌景观保护与恢复工程

1、露天采场地形地貌景观恢复治理工程

(1) 工程名称：露天采场地形地貌景观恢复治理工程

(2) 工程时间：投产第一年-闭坑

(3) 工程地点：露天采场平台及边坡

(4) 技术方法：根据开发利用方案及矿山开采进度，将开采形成的终了边坡、台阶及露天采场底进行治理。地形地貌景观恢复的主要内容为覆土恢复植被。该部分工程在土地复垦章节进行详细论述，此处不统计工程量。

2、工业场地地形地貌景观保护与恢复工程

(1) 工程名称：工业场地地形地貌景观保护与恢复工程

(2) 工程地点：工业场地及破碎工段

(3) 工程时间：闭坑后

(4) 技术方法：将地表建筑全部拆除后运送至矿区西侧村庄的垃圾站。

(5) 工程量：工业场地面积约为 0.0909hm^2 ，合 909m^2 ；破碎工段面积约为 0.0088hm^2 ，合 88m^2 ，共计 997m^2 。拆除地表建筑物，拆除厚度 0.15m ，估算拆除后的建筑垃圾总量约 149.55m^3 。对场地内的建（构）筑物用人工辅以机械的方法进行拆除，拆除后的废渣运往矿区西侧村庄的垃圾站进行处理，运距为 $0.5\text{-}1\text{km}$ 。

3、表土堆放场地地形地貌景观保护与恢复工程

(1) 工程名称：表土堆放场地地形地貌景观保护与恢复工程

(2) 工程地点：表土堆放场

(3) 工程时间：闭坑后

(4) 技术方法：覆土绿化，恢复土地功能。该部分工程在土地复垦章节进行详细论述，此处不统计工程量。

11.3 土地复垦工程与土地权属调整方案

11.3.1 土地复垦工程

一、工程设计

本矿土地复垦单元为工业场地、矿区拟建道路、露天采场平台、露天采场边坡、表土堆放场，主要的复垦单元及工程措施列表如下：

表 11-1 土地复垦单元及工程形式

复垦单元	复垦方向	复垦工程形式
露天采场平台	乔木林地	覆土工程、土地平整、植被恢复、施肥、监测与管护工程
露天采场边坡	人工牧草地	植被恢复、监测与管护工程
矿区拟建道路	乔木林地	覆土工程、植被恢复、施肥、监测与管护工程
工业场地	人工牧草地	覆土工程、土地平整、植被恢复、施肥、监测与管护工程
破碎工段	人工牧草地	覆土工程、土地平整、植被恢复、施肥、监测与管护工程
表土堆放场	人工牧草地	植被恢复、施肥、监测与管护工程

依据各复垦单元的复垦方向，分别进行具体复垦工程设计。

(1) 露天采场平台复垦工程设计

1) 覆土工程

根据复垦方向和复垦标准，露天采场平台面积为 0.9005hm²，复垦方向为乔木林地，覆土厚度为 0.7m，土源来自表土堆放场，运距 0-0.5km。

2) 土地平整

覆土完成以后，采用 74kw 推土机将地面推平，从而保证植物的种植和生长。

3) 植被恢复

根据当地气候条件及适宜植被类型分析，复垦为乔木林地，土地进行穴状挖坑，栽植油松，树种规格为苗木选择二年生一级苗，土球直径 20cm，胸径 2cm，行距 2×2m，需苗量为 2500 株/hm²。在植被栽植过程中施用精制有机肥，油松每株施肥量为 250g，乔木林地每公顷施肥 625kg。

表 11-2 露天采场平台复垦情况表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	复垦方向	复垦工程形式
露天采场平台	0.9005	乔木林地	覆土、平整、栽植油松、施肥

(2) 露天采场边坡复垦工程设计

1) 覆土工程

根据复垦方向和复垦标准，露天采场采场边坡面积为 0.3019hm²，复垦方向为人工牧草地。

2) 植被恢复

由于采场终了边坡坡度达 50°，且地表均为石质，不宜在边坡上覆土，无法在这样的边坡上直接植树种草，所以设计采用在终了平台靠近终了边坡 50cm 的地方选木质藤本植被爬山虎进行栽种，遮盖终了边坡，达到绿化的目标。爬山虎耐贫瘠，对土壤要求不高，适应气候性较强，抗寒、耐热、耐旱，能在摄氏零下 23℃至零上 50℃的环境中生存，生长旺盛、迅速，短期内就能达到良好的绿化、美化效果，一年生苗可达 1.5~2.0m，多年生的藤茎可达 20~50m，具有很强的吸附和攀缘能力，是固土、护坡和绿化、美化环境的优良植物。本方案爬山虎种植密度为株间距 1.0m。

表 11-3 露天采场边坡复垦情况表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	复垦方向	复垦工程形式
露天采场边坡	0.3019	人工牧草地	种植爬山虎

(3) 矿区拟建道路复垦设计

1) 覆土工程

根据复垦方向和复垦标准，矿区拟建道路的复垦面积为 0.5626hm²，复垦方向为乔木林地，土层结构保持基本完整，路面平整，土地进行穴状挖坑，坑穴尺寸为 0.6*0.6*0.6m，根据复垦植物株数确定覆土量，填坑土源来自表土堆放场。

2) 植被恢复

根据当地气候条件及适宜植被类型分析,复垦为乔木林地的土地进行穴状挖坑,种植油松,树种规格为苗木选择二年生一级苗,土球直径 20cm,胸径 2cm,行距 2×2m,需苗量为 2500 株/hm²。在植被栽植过程中施用精制有机肥,油松每株施肥量为 250g,乔木林地每公顷施肥 625kg。

表 11-4 矿区拟建道路复垦情况表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	复垦方向	复垦工程形式
矿区拟建道路	0.5626	乔木林地	覆土、栽植油松、施肥

(4) 工业场地复垦设计

1) 覆土工程

按照复垦方向和复垦标准,工业场地的复垦面积为 0.0909hm²,复垦方向为人工牧草地,覆土厚度为 0.3m,土源来自表土堆放场,运距为 0-0.5km。

2) 土地平整

覆土完成以后,采用 74kw 推土机将地面推平,从而保证植物的种植和生长。

3) 植被恢复

工业场地覆土平整后撒播紫花苜蓿,撒播密度为 30kg/hm²,每公顷施精制有机肥 3000kg。

表 11-5 工业场地复垦情况表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	复垦方向	复垦工程形式
工业场地	0.0909	人工牧草地	覆土、平整、撒播紫花苜蓿、施肥

(5) 破碎工段复垦设计

1) 覆土工程

根据复垦方向和复垦标准,破碎工段的复垦面积为 0.0088hm²,复垦为人工牧草地,覆土厚度为 0.3m,土源来自表土堆放场,运距 0-0.5km。

2) 土地平整

覆土完成以后,采用 74kw 推土机将地面推平,从而保证植物的种植和生长。

3) 植被恢复

破碎工段覆土平整后撒播紫花苜蓿,撒播密度为 30kg/hm²,每公顷施精制有机肥 3000kg。

表 11-6 破碎工段复垦情况表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	复垦方向	复垦工程形式
破碎工段	0.0088	人工牧草地	覆土、平整、撒播紫花苜蓿、施肥

(5) 表土堆放场复垦设计

1) 覆土工程

根据复垦方向和复垦标准，表土堆放场的复垦面积为 0.1315hm²，复垦方向为人工牧草地，覆土厚度为 0.3m，复垦时留足所需土量，无需运输。

2) 植被恢复

复垦时留足所需土量，撒播紫花苜蓿，撒播密度为 30kg/hm²，每公顷施精制有机肥 3000kg。

表 11-7 表土堆放场复垦情况表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	复垦方向	复垦工程形式
表土堆放场	0.1315	人工牧草地	撒播紫花苜蓿、施肥

二、工程量测算

根据土地复垦工程设计，本矿土地复垦工程主要包括表土回覆、土地平整、林草恢复工程及监测与管护工程。根据各复垦单元复垦工程设计测算其工程量。

(1) 露天采场平台复垦工程量

表 11-8 露天平台采场复垦工程量

复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	覆土 (m ³)	平整 (m ³)	油松 (株)	施精制有机肥 (kg)
露天采场平台	乔木林地	0.9005	6303.5	2701.5	2251	562.75

(2) 露天采场边坡复垦工程量

表 11-9 露天采场边坡复垦工程量

复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	爬山虎 (株)
露天采场边坡	人工牧草地	0.3019	858

(3) 矿区拟建道路复垦工程量

表 11-10 矿区拟建道路复垦工程量

复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	覆土 (m ³)	油松 (株)	施精制有机肥 (kg)
矿区拟建道路	乔木林地	0.5626	303.91	1407	351.75

(4) 工业场地复垦工程量

表 11-11 工业场地复垦工程量

复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	覆土 (m ³)	平整 (m ³)	紫花苜蓿 (hm ²)	施精制有机肥 (kg)
工业场地	人工牧草地	0.0909	272.70	272.70	0.0909	272.70

(5) 破碎工段复垦工程量

表 11-12 破碎工段复垦工程量

复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	覆土 (m ³)	平整 (m ³)	紫花苜蓿 (hm ²)	施精制有机肥 (kg)
破碎工段	人工牧草地	0.0088	26.40	26.40	0.0088	26.40

（6）表土堆放场复垦工程量

表 11-13 表土堆放场复垦工程量

复垦单元	复垦方向	面积 (hm ²)	紫花苜蓿 (hm ²)	施精制有机肥 (kg)
表土堆放场	人工牧草地	0.1315	0.1315	394.50

（7）工程量汇总

根据上述分析测算，对本项目复垦工程的工程量进行汇总。如下表所示：

表 11-14 矿区复垦工程量汇总表

工程措施	单位	工程量
表土剥离	100m ³	95.48
覆土	100m ³	69.07
土地平整	100m ³	30.01
油松	100 株	36.58
爬山虎	100 株	8.58
紫花苜蓿	hm ²	0.2312
精制有机肥	kg	1608

11.3.2 土地权属调整方案

一、土地权属调整原则

（1）依法依规原则

要依据法律法规和政策抓好土地权属管理各项工作，特别是不得以土地权属调整的名义，擅自将农村集体土地转为国有土地。

（2）确权在先原则

对列入复垦责任范围的区域，要按照集体土地确权登记的要求优先开展工作，确保土地复垦在权属明晰的基础上进行。

（3）自愿协商原则

土地复垦涉及土地权属调整的，要按照政府引导、村组协调、农民自愿的要求协商解决，尊重权利人意愿，维护其合法权益。

（4）公开公平原则

复垦前后的土地权属状况和权属调整情况要实行公告，保障权利人的知情权、参与权、受益权和监督权。

（5）维护稳定原则

涉及土地权属调整的，应由权利人签订协议并依法报经有批准权机关批准，土地权属状况在复垦后要较复垦前更清晰、调配更合理有序，不发生新的纠纷。

二、土地权属调整依据

根据国土资源部国土资发[2012]99 号文件精神，土地复垦工作要注意保护土地

产权人的合法权益。在土地复垦工作开展之前，应做好现有土地资源的产权登记工作，核实土地权属性质及各权属主体使用土地的数量、质量、分布、用途，查清各土地使用者的权属状况，对项目区的土地登记加以限制，非特殊情况不得进行变更登记。项目实施后，要确保原土地承包人的使用权，以土地复垦前土地评价结果为依据进行土地再分配，保证土地数量有所增加，土地质量得到提高。涉及土地所有权和使用权调整的，应当组织协调各方签订权属调整协议。调整协议报市以上人民政府批准后，作为权属调整依据。

三、土地权属调整措施

项目区所有土地为集体所有。根据土地管理的有关政策，土地权属调整可从以下几方面进行：

（1）坚持集体土地复垦前后总面积不变和尊重沿袭传统、集中连片的原则，按项目区内各组织的原有土地比例，沿田间道路、林带、沟渠重新调整权属界线，确认边界四至，埋设界桩。

（2）在项目实施过程中，涉及跨村土地权属调整和土地承包经营权调整的，分别采取签订协议、按比例扣减和租赁经营等方式确定。在项目完成后，本着保持原有所有权性质不变的原则和各集体经济组织间所形成的权属界限协定，以重新发放集体土地所有权证书和国有土地使用权证书的形式明确土地产权主体，使土地权属关系明晰、管理规范。

（3）土地复垦后新增耕地可由乡村集体经济组织承包给农民或单位使用，也可实行招标承包，但本集体经济组织内的农民和单位拥有优先承包权。

（4）土地权属调整方案编制完成后，应向全体土地权利人发布公告，并以书面形式分别通知土地所有权人、承包人，公告期限由自然资源部门视实际情况而定。

（5）土地权属调整方案经公告并征求意见后，报人民政府批准。方案批准以后，涉及所有者者，应由自然资源部门与项目区内土地所有权人签订权属调整协议。涉及使用者，由村集体经济组织与农民签订承包协议。

四、权属调整应注意的问题

土地管理部门应根据土地分配结果进行权属调整，权属调整工作完成后进行权属变更，登记与核发土地权属证书。涉及所有权调整的，应由土地管理部门依据复垦前的权属调整协议重新勘定地界，并登记造册，发放土地所有权证书。

五、权属调整结果

本项目土地涉及权属为交城县东坡底乡东坡底村集体所有，在损毁土地完成复垦验收后，仍交由东坡底村集体所有。

表 11-15 土地复垦前后权属调整表

单位: hm²

矿界内/外	权属性质	权属单位		复垦前				复垦后		
				03 林地		04 草地	合计	03 林地	04 草地	合计
		乡镇	行政村	0301	0305	0404		0301	0403	
				乔木林地	灌木林地	其他草地		乔木林地	人工牧草地	
矿界内	集体	东坡底乡	东坡底村	0.4798	0.1314	1.2448	1.8560	1.4138	0.4422	1.8560
矿界外	集体	东坡底乡	东坡底村	0.0312		0.1090	0.1402	0.0493	0.0909	0.1402
总计				0.5110	0.1314	1.3538	1.9962	1.4631	0.5331	1.9962

11.4 生态环境治理工程

11.4.1 大气污染排放治理工程

本项目矿山开采方式为露天开采，办公生活区冬季采暖采用电热取暖，因此矿山运营期大气污染源主要为：钻孔和铲装粉尘、爆破废气、产品破碎筛分粉尘、表土堆放场粉尘（装卸、储存）以及道路运输扬尘。针对各污染源制定如下治理措施：

1、钻孔、铲装粉尘治理措施

为了防止钻孔凿岩和铲装过程中的粉尘排放，矿区拟在采区设置 1 台移动式高压喷枪对开采面进行洒水抑尘，铲装区域设置洒水机进行全覆盖洒水抑尘以减小粉尘产生量，采取措施后抑尘率达到 80%以上。

2、爆破废气治理措施

矿区工作人员可通过佩戴防毒面具减少爆破废气的影响，同时合理安排爆破时间、避开大风干燥天气、严格填装炸药，及时对爆堆洒水后，废气对周围环境的不利影响可降至最小。

爆破产生的主要有毒气体是 CO 和 NO₂，通过妥善安排爆破时段，避开大风干燥天气，选择易于扩散的中午进行爆破，可以有效减轻有害气体对环境影响，同时加强洒水抑尘、加强绿环措施建设。

3、表土堆放场粉尘治理措施

本项目矿区设置一处表土堆放场，堆场面积为 0.1315hm²，表土剥离物在堆存、装卸过程中会产生粉尘影响。根据分析计算，本项目表土堆存粉尘产生量约为 16.1t/a。矿方在排废后实施渣坡平整、压实和坡面防护措施，进行覆土绿化并采取洒水降尘措施，可有效降低堆场扬尘

4、破碎筛分粉尘治理措施

本项目设置有石料加工生产线和制砂生产线。

（1）石料加工生产线

矿区在石料加工生产线给料机、破碎机和振动筛上方各设置 1 个集气罩+1 台布袋除尘器，设计集气效率 90%，布袋除尘器设计除尘风量为 10000m³/h，设计除尘效率在 99%以上，粉尘经处理后经高度为 15m 排气筒排放，采取以上措施后可有效减少粉尘排放。

（2）制砂生产线

制砂生产线要求制砂机全封闭，并在给料机、破碎机和振动筛上方各设置 1 个集气罩+1 台布袋除尘器，设计集气效率 90%，布袋除尘器设计除尘风量为 10000m³/h，设计除尘效率为 99%以上，粉尘经处理后经高度为 15m 排气筒排放，采取以上措施后可有效减少粉尘排放。

5、运输道路扬尘治理

为防止矿石在转运和运输过程中可能造成的扬尘污染，对矿区道路进行硬化处理，道路两侧进行绿化。另外运输过程中加盖篷布，限制超载，并且设计购置一辆多功能洒水车，每天按时洒水，降低扬尘污染，矿山抑尘用水来源于矿区车辆清洗废水。采取以上抑尘措施后可抑尘 80%，运输扬尘排放量为 1.34t/a。

11.4.2 水污染排放治理

本项目产生的废水可分为两类：生产废水和生活污水。生产废水主要为洗砂废水和车辆冲洗废水，生活污水为职工生活、办公等产生的废水。

（1）生产废水

矿山预计洗砂废水产生量为 45000m³/a。本项目洗砂废水处理工艺具体为：1 座 20m³ 沉淀池+1 台高效节能环保污泥脱水离心机+1 座 20m³ 循环水池处理后回用于生产，不外排。矿山预计车辆冲洗废水产生量为 150m³/a，车辆等清洗废水经收集沉淀后全部回用于场地抑尘洒水，不外排。

（2）生活废水

矿山预计生活污水产生量为 180m³/a，污水经收集后全部排放矿区旱厕。旱厕污水定期由附近村庄居民运走用作农田施肥。

11.4.3 噪声污染治理工程

本矿山主要噪声来源于凿岩爆破、以及破碎筛分等生产设备运行和生产过程中产生的噪声，噪声的声压级一般在 75-90dB 左右。针对本项目产噪设备特点，并结合本项目现存在的噪声污染问题，提出以下防治措施：

（1）对单台作业设备，如推土机、挖掘机等合理配置工作时段、尽可能减少同一时段作业。

（2）从设备降噪考虑，设计将高噪声设备全部封闭，风机封闭并设置减震基础。

（3）尚未购置安装的设备，尽量选用低噪声型号及对环境影响小的产品，使本

工程运行噪声对环境的影响达到规定标准。

(4) 加强个人防护，应充分重视操作人员的劳动保护，为其发放特制耳塞、耳罩，并设置操作人员值班室，避免操作人员长期处于高噪声环境中。

采取上述有效降噪措施后，根据场界噪声预测结果，场界噪声符合《工业企业环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求，治理措施可行。

11.4.4 固体废物污染防治措施

矿山固体废物的排放主要为采矿剥离表土、生活垃圾和污泥。固体废物排放执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改中规定的第 I 类一般工业固体废物，本矿产生表土剥离物较少，全部用作矿山后期生态覆土和平整场地；矿区在场内设封闭式垃圾箱，将生活垃圾运至当地指定地点处理。洗砂废水沉淀污泥送周边砖厂综合利用或用于工业场地内种植绿化，产品库内设底泥暂存区（硬化防身），并设导流渠，收集其产生的淋控水进入循环水池作为洗沙用水循环使用。

11.5 生态系统修复工程

根据资源开发利用、地质环境保护与土地复垦方案规范，地环和复垦部分已经对重点治理区进行了一定的恢复，生态部分对其余未进行恢复的地区进行治理，便于闭坑后复垦工作的开展。

本方案中，矿山地环部分和土地复垦部分已对露天采场、表土堆放场设计了工程。故本节主要对工业场地以及矿区道路绿化工程进行设计。

1、工业场地绿化工程

工业场地占地面积为 0.0909hm^2 ，工业场地绿化率达到 20%，绿化面积为 182m^2 。工业场地绿化采用撒播草籽的方式，利用场地内闲散空地绿化。

(1) 工程名称：工业场地绿化

(2) 实施位置：工业场地绿化区域

(3) 实施期限：第一年

(3) 技术方法：

工业场地占地面积 0.0909hm^2 ，为了减少地面扬尘对环境的影响，需对生产工业场地区域进行绿化。应遵循因地制宜、适地适树适草的原则，做到点、线、面结合。

工业场地设计绿化面积 182m²，做到绿色成片，景色突出，营造出一个赏心悦目的舒适环境，绿化率达 20%。

工业场地内的绿化主要以撒播草籽为主，草籽选用紫花苜蓿，每公顷撒播草籽 30kg，需撒播草籽 0.546kg。3 年后成活率在 70%以上，及时防病，除害，及时补种。具体工程量见下表 11-16。

(4) 工程量估算：

表 11-16 矿山工业场地绿化工程表

绿化单元	植物名称	单位	密度	工程量
工业场地	紫花苜蓿	hm ²	30kg/hm ²	0.0182

种植植物后随即浇水。及时防除杂草，对绿化区防除病虫害。加强管护，防止人为损坏。

2、矿区道路绿化工程

(1) 实施位置：矿山道路

(2) 实施期限：第一年

(3) 技术方法：根据当地气候条件、适宜植被类型及最终复垦目标分析，对道路两旁种植树种，实施绿化工程。道路全长 1199m，路面宽 4.0m。预计在道路两侧建设各 0.5m 绿化带，进行穴状挖坑，栽植油松，间距为 2m，共栽植 1199 株；在道路两侧绿化带撒播紫花苜蓿，撒播密度 30kg/hm²。

栽、种植后随即浇水。栽、种植当年或第二年春季调查苗木成活保存情况，及时补植。加强管护，防止人为损坏。具体工程量见下表 11-17。

(4) 工程量估算：

表 11-17 矿区道路绿化情况表

绿化单元	工程名称	种植方法	单位	工程量
矿区道路	油松	栽植	株	1199
	紫花苜蓿	撒播	hm ²	0.1199

11.6 监测工程

11.6.1 地质灾害监测

1、不稳定斜坡地质灾害监测

露天采场影响范围内等受地质灾害威胁较大的区域内终了边坡设立监测点。对崩塌或滑坡易发地段通过监测研究和掌握崩塌或滑坡变形破坏的规律及发展趋势，为地质灾害防治工程勘查、设计、施工提供资料。

(1) 监测点的布置:

主要布置于露天采场内高陡边坡附近,共布置监测点3处(具体坐标见表11-17),可在滑坡和塌陷变形体前缘或后缘处设置骑缝式观测标志,如打入木桩或钉拉绳等观测坡体滑移变化情况。

(2) 监测内容:斜坡重点变形部位,如裂缝、崩滑面(带)等两侧点与点之间的相对位移量,监测变形量及变形速率。可在滑坡和塌陷变形体前缘或后缘处设置骑缝式观测标志,如打入木桩或钉拉绳等观测坡体滑移变化情况。

(3) 监测方法:采用简易监测法:工具主要为钢尺、水泥砂浆贴片等,在崩塌、滑坡裂缝、崩滑面、软弱带上贴上水泥砂浆片等,用钢尺定时测量其变化(张开、闭合、位错、下沉等)。

(4) 监测频率及工程量:非汛期每10天一次,汛期每5天一次,其中汛期为每年的6月1日到9月30日共4个月约120天,监测日为24天;非汛期共240天,监测日为24天。3个监测点每年汛期监测次数为72点·次,非汛期监测次数为72点·次,每年共计监测144点·次。服务期5年共计监测约720点·次。

表 11-18 不稳定斜坡地段变形监测点位置统计表

位置	点号	坐标(2000 国家大地坐标系 3 度带)	
		X	Y
露天采场南部	1	4172343.141	37569966.325
露天采场北部	2	4172384.715	37569931.189
露天采场西北部	3	4172404.574	37569860.864

2、泥石流监测

对本矿的工业场地、表土堆放场所在沟谷的上游进行监测。

(1) 监测内容

①固体物质来源监测:固体物质来源于崩塌、滑坡,另外还包括松散岩土体和人工弃石等堆积物。应监测其在受暴雨、洪流冲蚀等作用下的稳定状态。其监测内容同崩塌、滑坡监测内容相同。

②汛期沿沟巡视:监测沟谷洪水排泄是否畅通,两岸山坡是否稳定。

(2) 监测点布设:在工业场地、表土堆放场所在沟谷的上游布置2个监测点,具体坐标见表11-18。

(3) 监测方法:汛期派专业人员沿沟谷巡视沟谷洪水是否畅通。

(4) 监测频率及工程量:监测时期主要是汛期,汛期平时每10天监测一次,有降水时加密到每5天监测一次,有大的降水发生24小时监测。汛期为每年的6月

1 日到 9 月 30 日共 4 个月约 120 天，降水天数及大的降水天数具有随机性，综合考虑按照每 5 天监测一次估算监测工程量，则汛期平均监测天数为 24 天，2 个监测点每年监测次数为 48 点·次，服务期 5 年共计监测约 240 点·次。

表 11-19 泥石流监测点坐标统计表

位置	点号	坐标（2000 国家大地坐标系 3 度带）	
		X	Y
工业场地上游	1	4172626.717	37570178.410
表土堆放场上游	2	4172197.983	37569818.241

11.6.2 地形地貌景观的监测

本方案地环部分重点是地质灾害监测，地形地貌景观监测不另设监测点。主要监测评估区地形高差、地貌形态、地表植被及土壤破坏情况。该部分内容重点在土地复垦与生态修复监测工程中体现。

11.6.3 土地复垦监测与管护

一、监测设计

监测措施分为植被监测和土壤监测。

土壤的监测主要针对复垦后土壤的结构、养分状况等理化性状进行监测。根据本矿实际情况，布设观测点20个。每年监测一次，监测时间为8年。

植被监测主要针对植被生长情况进行监测。具体工作为调查植被覆盖度、生长情况及退化情况。布设监测点20个。每年监测一次，监测时间为8年。

二、管护工程

管护工程主要采用人工方法对复垦区植被进行管护，根据本项目实际情况，确定植被管护为三年，待验收后交由土地使用权或承包经营权人管护。

幼林抚育包括巡查监测以及养护。监测内容包括植被成活率、长势、病虫害，通过监测实时补植并进行病虫害防治。养护内容包括浇水、修枝、喷药、刷白和苗木防冻等。

浇水：根据不同气候和立地条件及时浇水保持土壤湿度。特别是在夏季，此时气温高，蒸腾量大，需水量也大。雨水不充沛时要灌水，如久旱无雨更应勤灌水。

修枝：主要修除徒长枝、病虫枝、交叉枝、并生枝、下垂枝、扭伤枝、枯枝和烂头。

喷药：防治重点是大树和小乔木，因大树经过移植，根系、树枝等受到严重伤害，自然恢复期较长，抗病虫害功能下降，因此必须密切注意对大树观察，一旦出

现病虫害，立即采取相应措施，控制病虫害蔓延。

防冻：要针对不同植被进行覆盖防冻或缠裹防冻。

三、监测与管护工程量测算

矿区土地复垦工作周期长，且恢复受干扰的生态系统的自然风险较大，必须通过动态监测，实现常规管护与专项管护并行，最终实现重建生态系统的可持续发展。

(1) 监测工程

表 11-20 监测工程量测算表

场地名称	监测点数	监测频率（次/年）	监测年数	工程量（次）
土壤监测	20	1	8	160
植被监测	20	1	8	160
合计	-	-	-	320

(2) 管护工程

表 11-21 林草地管护工程量测算表

场地名称	管护面积（hm ² ）	管护年数
复垦区	1.9962	3

11.6.4 环境破坏与污染监测

1、大气环境监测

(1) 监测点位：在矿区采场周围布设 5 个采样点

(2) 监测项目：SO₂、NO₂、PM₁₀、TSP

(3) 监测频次：每半年进行一次监测

2、水环境监测

(1) 监测点位：生产废水处理站进出水口。

(2) 监测项目：pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、石油类、氟化物、总铁、总锰、六价铬、硫化物、大肠菌群等 12 项。

(3) 监测频次：每季度监测一次

3、噪声监测

(1) 监测点位：工业场地厂界外 1m 处。

(2) 监测项目：厂界噪声。

(3) 监测频次：每半年监测一次。

11.6.5 生态系统监测

1、工程背景

本矿山目前处于未开采状态，矿山运营后成立生态环境保护管理机构，并进行

矿山生态监管能力建设。

方案要求设立专门的生态环境管理机构及生态环境监测设备，派专职人员对已采区进行巡检。定期委托监测单位进行污染物及环境质量监测，通过进行卫星遥感解译，监控调查区植被变化情况。

2、工程方案及工程量

（1）人员配备

矿山生态环境恢复治理、保持需要专业人员进行管理和监测，为了更好地完成生态环境保护与恢复治理方案的工作，建议矿区建立相应的管理机构，配备专业技术人员，对矿山生态环境进行全面监测，基本建立一支有一定技术和设备的生态环境监管小组。

（2）监控机构的工作制度

矿山生态环境监测专门机构对全矿区范围内的生态环境进行定期和不定期人工巡检制度。生态环境质量监测结果要及时整理汇总。并且，矿区生态环境监测机构要具备环境安全应急能力和应急事件处置能力。

（3）监测内容

①土壤水土流失

a、监测项目：

土壤侵蚀强度、侵蚀范围、侵蚀模数。

b、监测点设置：

露天采场、工业场地、表土堆放场各布设一个监测点，总计布设 3 个监测点。

c、监测方法：

地面监测利用各种降雨、径流、泥沙观测仪器和设备，进行单因子或单项措施的观测，获取土壤侵蚀及其治理效益的数据。

空中监测可通过遥感方法实现，主要应用遥感手段，包括航天、航空、卫星遥感设施获取地面图像信息，遥感图像的信息量丰富，具有多波段性和多时效性，可进行各种加工合成处理和信息提取，获取大范围地表植被覆盖、侵蚀类型等信息。

d、监测周期与频率：1 次/年。

②植被

a、监测项目：

植被类型、植物的种类、组成、高度、盖度、成活率、生物多样性

b、监测点设置：

露天采场、工业场地、表土堆放场各布设一个监测点，总计布设 3 个监测点。

c、监测方法：

地面监测利用样方调查、实际测量的方法获得数据；

空中监测可通过遥感方法实现，主要应用遥感手段，包括航天、航空、卫星遥感设施获取地面图像信息，遥感图像的信息量丰富，具有多波段性和多时效性，可进行各种加工合成处理和信息提取，获取大范围地表植被覆盖、侵蚀类型等信息。

d、监测周期与频率：1 次/年，一般每年 8 月份进行。

表 11-22 环境污染与生态破坏监测内容、频次、数量表

监测内容	监测频次	监测点数量（个）
大气环境	运营期每半年监测一次	5
废水监测	每季度监测一次	1
噪声监测	每半年一次	1
土壤水土流失	每年监测一次	3
植被监测	每年 8 月份监测一次	3

12、经费估算与进度安排

12.1 经费估算依据

12.1.1 估算依据

1、中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部，财建[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》。

(1) 财政部、国土资源部[2011]128号文《土地开发整理项目预算编制规定》。

(2) 财政部、国土资源部[2011]128号文《土地开发整理项目预算定额》。

(3) 财政部、国土资源部[2011]128号文《土地开发整理项目施工机械台班费定额》。

2、《国土资源部办公厅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）。

3、《财政部税务总局海关总署公告[2019]39号文《关于深化增值税改革有关政策的公告》。

4、中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部，财建[2001]330号《新增建设用地土地有偿使用费收缴使用财务管理暂行办法》。

5、《关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改委价格[2015]299号）。

6、定额缺项时采用相关定额补充单价。

7、本方案投资估算价格水平年采用2022年11-12月价格（不含税），林草价格依据当地市场价格水平确定。

12.1.2 取费标准

1、人工预算单价

表 12-1 甲类工人工预算单价计算表

地区类别	六类工资区	定额人工类别	甲类工
序号	项目	计算式	单价 (元)
1	基本工资	540 元/月×12 月÷(250-10) 工日	27
2	辅助工资	-	6.689
(1)	地区津贴	0 元/月×12 月÷(250-10) 工日	-
(2)	施工津贴	3.5 元/天×365 天×0.95÷(250-10) 工日	5.057
(3)	夜餐津贴	(3.5 元/中班+4.5 元/夜班)÷2×0.20	0.8
(4)	节日加班津贴	基本工资 (元/工日) × (3-1) ×11÷250×0.35	0.832
3	工资附加费	-	17.35
(1)	职工福利基金	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×14%	4.716
(2)	工会经费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×2%	0.674
(3)	养老保险费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×20%	6.738
(4)	医疗保险费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×4%	1.348
(5)	工伤保险费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×1.5%	0.505
(6)	职工失业保险基金	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×2%	0.674
(7)	住房公积金	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×8%	2.695
	人工预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费 (元/工日)	51.04

表 12-2 乙类工人工预算单价计算表

地区类别	六类工资区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价 (元)
1	基本工资	445 元/月×12 月÷(250-10) 工日	22.25
2	辅助工资	-	3.384
(1)	地区津贴	0 元/月×12 月÷(250 工日-10)	-
(2)	施工津贴	2.0 元/天×365 天×0.95÷(250-10) 工日	2.89
(3)	夜餐津贴	(3.5 元/班+4.5 元/班)÷2×0.05	0.2
(4)	节日加班津贴	基本工资 (元/工日) × (3-1) ×11÷250×0.15	0.294
3	工资附加费	-	13.2
(1)	职工福利基金	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×14%	3.589
(2)	工会经费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×2%	0.513
(3)	养老保险费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×20%	5.127
(4)	医疗保险费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×4%	1.025
(5)	工伤保险费	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×1.5%	0.385
(6)	职工失业保险基金	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×2%	0.513
(7)	住房公积金	[基本工资 (元/工日)+辅助工资 (元/工日)]×8%	2.05
	人工预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费 (元/工日)	38.84

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、材料预算单价

当地料按照《山西工程建设标准定额信息》（2022 年 11-12 月材料不含税指导价）中山西省各市建设工程材料指导价格中吕梁市价格综合确定。

表 12-3 材料预算价格汇总表

序号	名称及规格	单位	限价	预算价格 (元)	材差	备注
1	柴油	kg	4.50	8.13	3.63	山西工程建设标准定额信息
2	汽油	kg	5.00	9.68	4.68	山西工程建设标准定额信息
3	施工用水	m ³		5.14		山西工程建设标准定额信息
4	施工用电	kwh		0.85		山西工程建设标准定额信息
5	施工风能	m ³		0.15		信息价
6	合金钻头	个		80.00		信息价
7	炸药	kg		9.60		信息价
8	雷管	个		1.05		信息价
9	导火线	m		1.00		信息价
10	空心钢	kg		4.00		信息价
11	爬山虎	株		1.00		信息价
12	油松	株	5	15	10	信息价
13	紫花苜蓿草籽	kg		30.00		信息价

3、施工机械台班费

按《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算。折旧费的调整系数为 1.17，修理及替换设备费的调整系数为 1.17。

表 12-4 施工机械台时费

序号	定额编号	机械名称	折旧费	修理及替换设备	安装拆卸费	一类费用小计/元	人工		汽油		柴油		风		二类费用小计/元	合计/元
							数量	金额/元	数量	金额/元	数量	金额/元	数量	金额/元		
1	1004	单斗挖掘机油动 1m ³	136.01	140.08	13.39	289.48	2.00	51.04			72.00	4.50			426.08	715.56
2	1013	推土机 59kW	28.65	34.55	1.52	64.72	2.00	51.04			44.00	4.50			300.08	364.80
3	1041	风钻手持式	1.52	5.31		6.83							795.00	0.15	119.25	126.08
4	1046	修钎设备				423.03									94.08	517.11
5	4004	载重汽车 汽油型 5t	31.63	44.21		75.84	1.00	51.04	30.00	5.00					201.04	276.88
6	4013	自卸汽车 10t	125.23	75.16		200.39	2.00	51.04			53.00	4.50			340.58	540.97

4、取费标准

措施费：措施费费率见表

表 12-5 措施费费率表

工程类别	措施费合计	临时设施费率	冬雨季施工增加费	施工辅助费	安全施工措施费
土方工程	3.80%	2.00%	1.00%	0.60%	0.20%
石方工程	3.80%	2.00%	1.00%	0.60%	0.20%
砌体工程	3.80%	2.00%	1.00%	0.60%	0.20%
混凝土工程	4.90%	3.00%	1.00%	0.70%	0.20%
其他工程	3.80%	2.00%	1.00%	0.60%	0.20%

间接费：间接费费率见表

表 12-6 间接费费率表

序号	工程类别	计算基数	间接费费率
1	土方工程	直接费	6%
2	石方工程	直接费	7%
3	砌体工程	直接费	6%
4	混凝土工程	直接费	6%
5	其他工程	直接费	6%

12.1.3 计算方法

项目预算由工程施工费（包括直接费、间接费、利润、税金）、设备费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、复垦监测与管护费、预备费组成，在计算中以元为单位。

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润、税金这 4 项费用。

（1）直接费

直接费由直接工程费、措施费组成。其中：

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）

材料费=定额材料用量×材料预算单价。

材料估算按当地物价部门提供的市场指导价进行估算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

措施费主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全及文明施工措施费。

措施费=直接工程费×措施费率

措施费率取 3.8%。

（2）间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

间接费费率为 6%。

（3）利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。按直接费和间接费之和的 3% 计算。

（4）税金

《根据财政部税务总局海关总署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 年第 39 号）》，综合税率取值为 9%。

税金=（直接费+间接费+利润）×综合税率

3、监测与管护费

（1）监测费

1) 地质环境监测费

本方案主要监测内容包括：不稳定边坡监测、泥石流监测和地形地貌景观监测。其中地质环境监测时长为 5 年，共计监测点次 960 次，每个监测点次 125.0 元。

2) 复垦监测费

本方案主要监测内容包括：土壤质量监测和复垦植被监测。

监测费按照《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》，中级职称工程师咨询费土壤质量监测 200 元/次，复垦植被监测 400 元/次。

3) 生态监测费

根据土地动态监测设计内容，工作的顺利开展。监测的内容主要是生物多样性监测、植被监测、污染排放监测，通过监测过程发现问题并及时进行生态修复。本方案按监测单价和监测点次计算动态监测费。

①污染排放监测包含大气环境监测、水环境监测和噪声监测。按照山西省环境监测专业服务收费标准的各自样采费和自动监测仪费用之和计。

大气监测费综合单价：样采费+空气自动监测仪=300+100=400元

水环境监测综合单价：地下水样采费+地表表层水样采费+地表中下层水样采费+水质自动监测仪=12+15+25+100=152元

噪声监测费综合单价：依据《山西省环境监测专业服务收费标准》，稳态噪声监测费用单价为 60 元。

②土壤水土流失监测。土壤水土流失监测按照每点次 200 元计算。

③植被面积监测。植被监测按照每点次 200 元计算。

（2）管护费

①管护时间

在参考当地技术人员建议、自然资源部门意见、以往生态恢复经验的基础上确定本方案管护时长为 3.581 年。具体实施时，应在每年（或者每个阶段）生态恢复工作结束后及时进行该生态恢复区域的林草地管护，不能将管护工作集中到整个生态恢复工程结束后进行。管护工作也和其他复垦工程同时进行。幼林抚育工作第 1 年 2 次，第 2、3 年各 1 次。

②管护内容

具体工作内容主要包括松土、除草、培垄、修枝、施肥、浇水、喷药等。

③费用计算

参照水保定额苗木抚育，根据管护面积计算管护费。

4、总经费估算

项目预算由总工程施工费、设备费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测措施费、预备费组成，在计算中以万元为单位。

（1）总工程施工费

总工程施工费由地质环境保护与恢复工程、土地复垦工程、生态恢复工程的工程施工费及植物措施费构成。

（2）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

1) 前期工作费

前期工作费是指地质环境保护与恢复工程、土地复垦工程、生态恢复工程这三大工程在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地与生态现状调查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

①土地与生态现状调查费

按总工程施工费的 0.5% 计算。

②项目可行性研究费

以总工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

③项目勘测费

按总工程施工费的 1.5% 计算。

④项目设计与预算编制费

依据项目设计与预算编制实际费用。

⑤项目招标代理费

以总工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

2) 工程监理费

工程监理费是指工程承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程的监督与管理所发生的费用。具体参照《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）中规定。

以总工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

3) 竣工验收费

竣工验收费是指复垦工程完工后，因工程竣工验收、决算、成果管理等发生的各项费用。主要包括：工程复核费、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以及标识设定费。具体参照《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）中规定。

①工程复核费

以总工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

②工程验收费

以总工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

③项目决算编制与审计费

以总工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

④整理后土地的重估与登记费

以总工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

⑤标识设定费

以总工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

4) 业主管理费

业主管理费是指业主单位在土地复垦工程立项、筹建、建设等过程中所发生的费用。

具体参照《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年）中规定。

（3）预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。

1) 基本预备费

基本预备费是指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等增加的费用。

基本预备费=（工程施工费+其他费用+监测管护费）×6%。

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，根据国土资源部意见并结合山西省自然资源厅要求，年物价指数按6%计算，具体计算如下。

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

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。

12.2 经费估算

12.2.1 工程量汇总

1、地质环境保护与恢复治理工程量统计表

表 12-7 地质环境保护与恢复治理工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
一	工程措施		
1	露天采场终了边坡清理危岩体（运距 2km）	m ³	856
2	砌体拆除	m ³	149.55
3	场地清理（运距 0.5-1km）	m ³	149.55
二	监测工程		
1	不稳定边坡监测	点·次	720
2	泥石流监测	点·次	240

2、土地复垦工程量统计表

表 12-8 土地复垦工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
一	工程措施		
1	表土剥离	100m ³	95.48
2	客土回填（0-0.5km）	100m ³	69.07
3	土地平整	100m ³	30.01
4	油松	100 株	36.58
5	爬山虎	100 株	8.58
6	紫花苜蓿	hm ²	0.2312
7	精制有机肥	kg	1608
二	监测与管护工程		
1	土壤监测	点·次	160
2	植被监测	点·次	160
3	管护	hm ²	1.9962

注：第 1 年抚育 2 次，剩余每年各抚育 1 次。

3、生态环境保护与恢复治理工程量统计表

表 12-9 生态环境保护与恢复治理工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
一	工程措施		
1	撒播紫花苜蓿	hm ²	0.1381
2	种植油松	株	1199
二	监测与管护工程		
1	大气环境监测	点·次	50
2	水环境监测	点·次	20
3	噪声监测	点·次	10
4	土壤水土流失	点·次	15
5	植被面积监测	点·次	15

12.2.2 单项工程经费估算

1、地质环境保护与恢复经费估算

(1) 总估算表

表 12-10 总估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占静态总费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)
一	第一部分工程施工费	6.57	31.63
二	第二部分设备购置费	0.00	0.00
三	第三部分其他费用	1.02	4.91
四	第四部分监测与管护费	12.00	57.78
(一)	监测费	12.00	
(二)	管护费	0.00	
五	预备费	3.99	
(一)	基本预备费（一、二、三、四部分合计 6%）	1.18	5.68
(二)	价差预备费	2.81	
六	静态总费用	20.77	100.00
七	动态总费用	23.58	

(2) 工程施工估算表

表 12-11 工程施工估算表

序号	定额编号	项目名称	单位	工程量	单价 (元)	合计 (元)
一		工程措施				65689.90
1	20057+20285	露天采场终了边坡清理危 岩体 (运距 2km)	m ³	856	58.37	49964.72
2	30072	砌体拆除	m ³	149.55	79.09	11827.91
3	20283	场地清理 (0.5-1km)	m ³	149.55	26.06	3897.27
二		监测工程				120000.00
1		不稳定边坡监测	点·次	720.00	125.00	90000.00
2		泥石流监测	点·次	240.00	125.00	30000.00
一、二部分合计						185689.90

(3) 其他费用构成汇总表

表 12-12 其他费用构成汇总表

序号	费用名称	计算式	计算金额 (万元)	各项费用 占其他费用 的比例
1	前期工作费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费	0.42	41.18%
(1)	土地与生态现状调查费	工程施工费 $\times 0.5\%$	0.03	2.94%
(2)	项目可行性研究费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.07	6.86%
(3)	项目勘测费	工程施工费 $\times 1.5\% \times 1.1$	0.11	10.79%
(4)	项目设计与预算编制费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.18	17.65%
(5)	项目招标代理费	以工程施工费、设备购置费之和为基数， 差额定率累进法计费，小于 1000 万元时按 0.5%计算	0.03	2.94%
2	工程监理费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.16	15.69%
3	拆迁补偿费	按照项目所在地实际适量一次补偿	0.00	0.00%
4	竣工验收费		0.26	25.48%
(1)	工程复核费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.7%计算	0.05	4.90%
(2)	工程验收费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 1.4%计算	0.09	8.82%
(3)	项目决算编制与审计费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 1%计算	0.07	6.86%
(4)	整理后土地重估与登记 费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.65%计算	0.04	3.92%
(5)	标识设定费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.11%计算	0.01	0.98%
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、拆迁补偿费和竣工验 收费之和为基数差额定率累进法计费， 小于 500 万元时按 2.8%计算	0.18	17.65%
总计			1.02	100.00%

(4) 动态投资估算表

表 12-13 动态投资估算表

序号	年度	静态投资 (万元)	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)
1	投产第一年	4.31	0.00	4.31
2	投产第二年	3.50	0.21	3.71
3	投产第三年	3.80	0.47	4.27
4	投产第四年	3.79	0.72	4.51
5	投产第五年	5.37	1.41	6.78
合计		20.77	2.81	23.58

2、土地复垦经费估算

(1) 总估算表

表 12-14 总估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占静态总费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)
一	第一部分工程施工费	20.43	56.73
二	第二部分设备购置费	0.00	0.00
三	第三部分其他费用	3.15	8.75
四	第四部分监测与管护费	10.39	28.85
(一)	监测费	9.60	
(二)	管护费	0.79	
五	预备费	8.80	
(一)	基本预备费 (一、二、三、四部分合计 6%)	2.04	5.67
(二)	价差预备费	6.76	
六	静态总费用	36.01	100.00
七	动态总费用	42.77	

(2) 工程施工估算表

表 12-15 工程施工估算表

序号	定额编号	项目名称	单位	工程量	单价 (元)	合计 (元)
一		工程措施				204214.26
1	10307	表土剥离	100m ³	95.48	471.08	44978.72
2	10218	客土回填 (0-0.5km)	100m ³	69.07	1021.32	70542.57
3	10307	土地平整	100m ³	30.01	471.08	14137.11
4	90001	油松	100 株	36.58	1940.94	70999.59
5	90018	爬山虎	100 株	8.58	193.80	1662.80
6	90030	紫花苜蓿	hm ²	0.2312	1234.75	285.47
7		精致有机肥	kg	1608	1.00	1608.00
二		监测工程				103931.54
1		土壤监测	点·次	160.00	200.00	32000.00
2		植被监测	点·次	160.00	400.00	64000.00
3	03 水保概 (08136+08137+08138)	管护	hm ²	1.9962	3973.32	7931.54
一、二部分合计						308145.80

注：第 1 年抚育 2 次，第 2、3 年各抚育 1 次。

(3) 其他费用构成汇总表

表 12-16 其他费用构成汇总表

序号	费用名称	计算式	计算金额 (万元)	各项费用占其他费用的比例
1	前期工作费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费	1.31	41.58%
(1)	土地与生态现状调查费	工程施工费 $\times 0.5\%$	0.10	3.17%
(2)	项目可行性研究费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.20	6.35%
(3)	项目勘测费	工程施工费 $\times 1.5\% \times 1.1$	0.34	10.79%
(4)	项目设计与预算编制费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.57	18.10%
(5)	项目招标代理费	以工程施工费、设备购置费之和为基数， 差额定率累进法计费，小于 1000 万元时按 0.5% 计算	0.10	3.17%
2	工程监理费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.49	15.56%
3	拆迁补偿费	按照项目所在地实际适量一次补偿	0.00	0.00%
4	竣工验收费		0.78	24.76%
(1)	工程复核费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.7% 计算	0.14	4.44%
(2)	工程验收费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 1.4% 计算	0.29	9.21%
(3)	项目决算编制与审计费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 1% 计算	0.20	6.35%
(4)	整理后土地重估与登记费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.65% 计算	0.13	4.13%
(5)	标识设定费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.11% 计算	0.02	0.63%
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、拆迁补偿费和竣工验收收费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时按 2.8% 计算	0.57	18.10%
总计			3.15	100.00%

(4) 动态投资估算表

表 12-17 动态投资估算表

序号	年度	静态投资 (万元)	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)
1	投产第一年	7.76	0.00	7.76
2	投产第二年	2.51	0.15	2.66
3	投产第三年	5.28	0.65	5.93
4	投产第四年	5.27	1.01	6.28
5	投产第五年	8.88	2.33	11.21
6	投产第六年	2.32	0.78	3.10
7	投产第七年	2.01	0.84	2.85
8	投产第八年	1.98	1.00	2.98
合计		36.01	6.76	42.77

3、生态恢复经费估算

(1) 总估算表

表 12-18 总估算表

单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占静态总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	第一部分工程施工费	2.34	38.80
二	第二部分设备购置费	0.00	0.00
三	第三部分其他费用	0.38	6.30
四	第四部分监测与管护费	2.97	49.24
(一)	监测费	2.97	
(二)	管护费	0.00	
五	预备费	0.80	
(一)	基本预备费(一、二、三、四部分合计 6%)	0.34	5.66
(二)	价差预备费	0.46	
六	静态总费用	6.03	100.00
七	动态总费用	6.49	

(2) 工程施工估算表

表 12-19 工程施工估算表

序号	定额编号	项目名称	单位	工程量	单价 (元)	合计 (元)
一		工程措施				23443.11
1	90030	撒播紫花苜蓿	hm ²	0.1381	1234.75	170.52
2	90001	种植油松	株	1199	19.41	23272.59
二		监测工程				29640.00
1		大气环境监测	点·次	50.00	400.00	20000.00
2		水环境监测	点·次	20.00	152.00	3040.00
3		噪声监测	点·次	10.00	60.00	600.00
4		土壤水土流失	点·次	15.00	200.00	3000.00
5		植被面积监测	点·次	15.00	200.00	3000.00
一、二部分合计						53083.11

(3) 其他费用构成汇总表

表 12-20 其他费用构成汇总表

序号	费用名称	计算式	计算金额 (万元)	各项费用占其他费用的比例
1	前期工作费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费	0.15	39.47%
(1)	土地与生态现状调查费	工程施工费 $\times 0.5\%$	0.01	2.63%
(2)	项目可行性研究费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.02	5.26%
(3)	项目勘测费	工程施工费 $\times 1.5\% \times 1.1$	0.04	10.53%
(4)	项目设计与预算编制费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.07	18.42%
(5)	项目招标代理费	以工程施工费、设备购置费之和为基数， 差额定率累进法计费，小于 1000 万元时按 0.5% 计算	0.01	2.63%
2	工程监理费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 分档定额计费	0.06	15.79%
3	拆迁补偿费	按照项目所在地实际适量一次补偿	0.00	0.00%
4	竣工验收费		0.10	26.32%
(1)	工程复核费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.7% 计算	0.02	5.26%
(2)	工程验收费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 1.4% 计算	0.03	7.91%
(3)	项目决算编制与审计费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 1% 计算	0.02	5.26%
(4)	整理后土地重估与登记费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.65% 计算	0.02	5.26%
(5)	标识设定费	以工程施工费、设备购置费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时 按 0.11% 计算	0.01	2.63%
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、拆迁补偿费和竣工验收收费之和为基数 差额定率累进法计费，小于 500 万元时按 2.8% 计算	0.07	18.42%
总计			0.38	100%

(4) 动态投资估算表

表 12-21 动态投资估算表

序号	年度	静态投资 (万元)	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)
1	投产第一年	3.09	0.00	3.09
2	投产第二年	0.74	0.04	0.78
3	投产第三年	0.74	0.09	0.83
4	投产第四年	0.74	0.14	0.88
5	投产第五年	0.72	0.19	0.91
合计		6.03	0.46	6.49

4、单价分析表

表 12-22 单价分析表

坡面一般石方开挖 风钻钻孔（清理危岩体）					
工作内容：风钻钻孔、爆破、撬移、解小、翻碴、清面，（岩石硬度IX-X）					
定额编号：20057		单位：100m ³		金额单位：元	
序号	费用名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2409.11
(一)	直接工程				2296.58
1	人工费	工日			1262.40
	甲类工	工日	1.60	51.04	81.66
	乙类工	工日	30.40	38.84	1180.74
2	材料费				678.23
	合金钻头	个	1.75	80.00	140.00
	空心钢	kg	0.95	4.00	3.80
	炸药	kg	34.00	9.60	326.40
	电雷管	个	50.50	1.05	53.03
	导电线	m	155.00	1.00	155.00
3	机械费				302.13
	风钻（手持式）	台班	1.67	126.08	210.55
	修钎设备	台班	0.07	517.11	36.20
	载重汽车 5t	台班	0.20	276.88	55.38
4	其他费用	%	2.40	2242.75	53.83
(二)	措施费	%	4.90	2296.58	112.53
二	间接费	%	7.00	2409.11	168.64
三	利润	%	3.00	2577.75	77.33
四	材料价差				28.08
	汽油	kg	6.00	4.68	28.08
五	税金	%	9.00	2683.16	241.48
合计					2924.64

表 12-23 单价分析表

1m³挖掘机装石碴自卸汽车运输（运输露天采场危岩体）					
工作内容：装、运、卸、空回，运距 1.5-2km 以内					
定额编号：20285		单位：100m³		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1875.48
（一）	直接工程费				1806.82
1	人工费				102.20
	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工	工日	2.50	38.84	97.10
2	机械费				1664.00
	挖掘机油动 1m³	台班	0.60	715.56	429.33
	推土机 59kW	台班	0.30	364.80	109.44
	自卸汽车 10t	台班	2.08	540.97	1125.22
3	其他费用	%	2.30	1766.20	40.62
（二）	措施费	%	3.80	1806.82	68.66
二	间接费	%	7.00	1875.48	131.28
三	计划利润	%	3.00	2006.77	60.20
四	材料价差				604.90
1	柴油	kg	166.64	3.63	604.90
五	税金	%	9.00	2671.87	240.47

表 12-24 单价分析表

砌体拆除					
工作内容：拆除、清理、堆放					
定额编号：30072		单位：100m³		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				6645.88
（一）	直接工程费				6402.58
1	人工费				6277.04
	甲类工	工日	8.00	51.04	408.32
	乙类工	工日	151.10	38.84	5868.72
2	机械费				0.00
3	其他费用	%	2.00	6277.04	125.54
（二）	措施费	%	3.80	6402.58	243.30
二	间接费	%	6.00	6645.88	398.75
三	利润	%	3.00	7044.64	211.34
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9.00	7255.98	653.04
合计					7909.01

表 12-25 单价分析表

1m³挖掘机装石碴自卸汽车运输(场地清理)					
工作内容: 装、运、卸、空回, 运距 0.5-1km 以内					
定额编号: 20283		单位: 100m³		金额单位: 元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	直接费				1680.17
(一)	直接工程费				1618.66
1	人工费				102.20
	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工	工日	2.50	38.84	97.10
2	机械费				1480.07
	挖掘机油动 1m³	台班	0.60	715.56	429.33
	推土机 59kW	台班	0.30	364.80	109.44
	自卸汽车 10t	台班	1.74	540.97	941.29
3	其他费用	%	2.30	1582.27	36.39
(二)	措施费	%	3.80	1618.66	61.51
二	间接费	%	7.00	1680.17	117.61
三	计划利润	%	3.00	1797.78	53.93
四	材料价差				539.49
1	柴油	kg	148.62	3.63	539.49
五	税金	%	9.00	2391.21	215.21
合计					2606.42

表 12-26 单价分析表

1m³挖掘机挖装自卸汽车运土 (客土回填)					
工作内容: 挖装、运输、卸除、空回, 运距 0-0.5km 以内					
定额编号: 10218		单位: 100m³		金额单位: 元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	直接费				665.66
(一)	直接工程费				641.29
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	机械费				575.50
	挖掘机油动 1m³	台班	0.19	715.56	138.53
	推土机 59kw	台班	0.14	364.80	51.36
	自卸汽车 10t	台班	0.71	540.97	385.61
3	其他费用	%	5.00	610.75	30.54
(二)	措施费	%	3.80	641.29	24.37
二	间接费	%	6.00	665.66	39.94
三	计划利润	%	3.00	705.60	21.17
四	材料价差				210.22
1	柴油	kg	57.91	3.63	210.22
五	税金	%	9.00	936.99	84.33
合计					1021.32

表 12-27 单价分析表

推土机推土（一、二类土）（表土剥离）					
工作内容：推松、运送、卸除、拖平、空回。(推土距离 50-60m)					
定额编号：10307		单位：100m ³		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				304.41
(一)	直接工程费				293.27
1	人工费				15.54
	甲类工	工日	0.00	51.04	0.00
	乙类工	工日	0.40	38.84	15.54
2	机械费				263.76
	推土机 74kw	台班	0.50	527.53	263.76
3	其他费用	%	5.00	279.30	13.97
(二)	措施费	%	3.80	293.27	11.14
二	间接费	%	6.00	304.41	18.26
三	计划利润	%	3.00	322.67	9.68
四	材料价差				99.83
1	柴油	kg	27.50	3.63	99.83
五	税金	%	9.00	432.18	38.90
合计					471.08

表 12-28 单价分析表

栽植油松（土球直径 20 厘米）					
工作内容：挖坑、栽植、浇水，覆土保墒、整形、清理					
定额编号：90001		单位：100 株		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				696.72
(一)	直接工程费				671.21
1	人工费				147.59
	甲工类	工日			
	乙工类	工日	3.80	38.84	147.59
2	材料费				520.28
	油松	株	102.00	5.00	510.00
	水	m ³	2.00	5.14	10.28
3	其他费用	%	0.50	667.87	3.34
(二)	措施费	%	3.80	671.21	25.51
二	间接费	%	6.00	696.72	41.80
三	利润	%	3.00	738.52	22.16
四	材料价差				1020.00
	油松	株	102.00	10.00	1020.00
五	税金	%	9.00	1780.68	160.26
合计					1940.94

表 12-29 单价分析表

种植爬山虎					
工作内容：挖坑、栽植、覆土保墒、整形、清理（裸根）					
定额编号：90018		单位：100 株		金额单位：元	
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计
一	直接费				162.85
(一)	直接工程费				156.89
1	人工费	工日			38.84
	甲类工	工日			
	乙类工	工日	1.00	38.84	38.84
2	材料费	工日			117.42
	爬山虎	株	102.00	1.00	102.00
	水	m ³	3.00	5.14	15.42
3	其他费用	%	0.40	156.26	0.63
(二)	措施费	%	3.80	156.89	5.96
二	间接费	%	6.00	162.85	9.77
三	利润	%	3.00	172.62	5.18
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9.00	177.80	16.00
合计					193.80

表 12-30 单价分析表

撒播（紫花苜蓿）					
工作内容：种子处理、人工撒播草籽、不覆土					
定额编号：90030		单位：hm ²		金额单位：元	
序号	费用名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1037.55
(一)	直接工程				999.56
1	人工费	工日			81.56
	甲类工	工日			0.00
	乙类工	工日	2.10	38.84	81.56
2	材料费				918.00
	草籽	kg	30.00	30.00	900.00
	其他材料费	%	2.00	900.00	18.00
3	机械费				0.00
(二)	措施费	%	3.80	999.56	37.98
二	间接费	%	6.00	1037.55	62.25
三	利润	%	3.00	1099.80	32.99
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9.00	1132.79	101.95
合计					1234.75

表 12-31 单价分析表

第一年幼林抚育					
工作内容：松土、除草、培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等抚育工作。					
定额编号：03 水保概 [08136]		单位：每公顷年		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费	元			1014.91
(一)	直接费	元			977.76
1	人工费	工时	144.00	4.85	698.40
2	材料费	元			279.36
	零星材料费	%	40.00	698.40	279.36
3	机械费				
(二)	措施费	%	3.80	977.76	37.15
二	间接费	%	6.00	1014.91	60.89
三	利润	%	3.00	1075.81	32.27
四	税金	%	9.00	1108.08	99.73
合计					1207.81

表 12-32 单价分析表

第二年幼林抚育					
工作内容：松土、除草、培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等抚育工作。					
定额编号：03 水保概 [08137]		单位：每公顷年		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费	元			732.99
(一)	直接费	元			706.16
1	人工费	工时	112.00	4.85	543.20
2	材料费	元			162.96
	零星材料费	%	30.00	543.20	162.96
3	机械费				
(二)	措施费	%	3.80	706.16	26.83
二	间接费	%	6.00	732.99	43.98
三	利润	%	3.00	776.97	23.31
四	税金	%	9.00	800.28	72.03
合计					872.31

表 12-33 单价分析表

第三年幼林抚育					
工作内容：松土、除草、培垄、定株、修枝、施肥、浇水、喷药等抚育工作。					
定额编号：03 水保概 [08138]		单位：每公顷年		金额单位：元	
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接工程费	元			575.92
(一)	直接费	元			554.84
1	人工费	工时	88.00	4.85	426.80
2	材料费	元			128.04
	零星材料费	%	30.00	426.80	128.04
3	机械费				
(二)	措施费	%	3.80	554.84	21.08
二	间接费	%	6.00	575.92	34.56
三	利润	%	3.00	610.48	18.31
四	税金	%	9.00	628.79	56.59
合计					685.39

12.3 总费用汇总与年度安排

12.3.1 总费用构成与汇总

根据估算工程量和单价标准,经估算,方案适用期内治理恢复静态总投资为62.81万元,其中矿山地质环境治理工程投资20.77万元,土地复垦工程投资36.01万元,生态环境保护工程投资6.03万元;动态总投资为72.84万元,其中矿山地质环境治理工程投资23.58万元,土地复垦工程投资42.77万元,生态环境保护工程投资6.49万元。

本方案复垦静态总投资为36.01万元,单位面积静态投资为12026.18元/亩;本方案复垦动态总投资为42.77万元,单位面积动态投资为14283.81元/亩。

1、总费用构成汇总表

表 12-34 总费用构成汇总表

单位: 万元

序号	工程或费用名称	地质环境保护 与恢复经费	土地复垦经 费	生态恢复经 费	合计
一	第一部分工程施工费	6.57	20.43	2.34	29.34
二	第二部分设备购置费	0.00	0.00	0.00	0.00
三	第三部分其他费用	1.02	3.15	0.38	4.55
四	第四部分监测与管护费	12.00	10.39	2.97	25.36
(一)	监测费	12.00	9.60	2.97	24.57
(二)	管护费	0.00	0.79	0.00	0.79
五	预备费	3.99	8.80	0.80	13.59
(一)	基本预备费(一、二、三、 四部分合计6%)	1.18	2.04	0.34	3.56
(二)	价差预备费	2.81	6.76	0.46	10.03
六	静态总费用	20.77	36.01	6.03	62.81
七	动态总费用	23.58	42.77	6.49	72.84

12.3.2 年度经费安排

表 12-35 年度经费安排表

年度	静态投资			合计	价差预备费			合计	动态投资			合计
	地环	复垦	生态		地环	复垦	生态		地环	复垦	生态	
投产第一年	4.31	7.76	3.09	15.16	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31	7.76	3.09	15.16
投产第二年	3.50	2.51	0.74	6.75	0.21	0.15	0.04	0.40	3.71	2.66	0.78	7.15
投产第三年	3.80	5.28	0.74	9.82	0.47	0.65	0.09	1.21	4.27	5.93	0.83	11.03
投产第四年	3.79	5.27	0.74	9.80	0.72	1.01	0.14	1.87	4.51	6.28	0.88	11.67
投产第五年	5.37	8.88	0.72	14.97	1.41	2.33	0.19	3.93	6.78	11.21	0.91	18.90
投产第六年	0.00	2.32	0.00	2.32	0.00	0.78	0.00	0.78	0.00	3.10	0.00	3.10
投产第七年	0.00	2.01	0.00	2.01	0.00	0.84	0.00	0.84	0.00	2.85	0.00	2.85
投产第八年	0.00	1.98	0.00	1.98	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.98	0.00	2.98
合计	20.77	36.01	6.03	62.81	2.81	6.76	0.46	10.03	23.58	42.77	6.49	72.84

表 12-36 矿山前五年矿山环境保护与土地复垦范围、工程量及费用一览表

年度	治理范围	工程量	面积 (hm ²)	静态投资 (万元)	动态投资 (万元)
投产第一年	露天采场开采前剥离工程和形成的 1320m 台阶、1310m 台阶五分之三长度 (249m) 形成的边坡,地质环境监测;对露天采场 1320m 台阶长度及以上边坡进行复垦、1310m 台阶平台五分之三长度 (249m) 及以上边坡进行复垦;工业场地绿化、矿区拟建道路绿化;生态环境监测	(1) 露天采场终了边坡清理危岩体,约 249m ³ ;布设开展地质环境监测; (2) 表土剥离 9548m ³ 、覆土 702.66m ³ 、土地平整 301.14m ³ ;栽植油松 251 株、爬山虎 249 株、精制有机肥 62.75kg;监测管护; (3) 工业广场绿化撒播紫花苜蓿 0.0182hm ² ,矿区拟建道路两侧绿化栽植油松 1199 株、撒播紫花苜蓿 0.1199hm ² ;对环境污染进行治理;完成本年度生态环境监测。	0.1820	15.16	15.16
投产第二年	露天采场形成的 1310m 台阶五分之二长度 (112m) 形成的终了边坡,地质环境监测;对露天采场 1310m 台阶五分之二长度 (112m) 及以上边坡进行复垦;生态环境监测	(1) 露天采场终了边坡清理危岩体,约 112m ³ ;开展地质环境监测; (2) 覆土 324.24m ³ 、土地平整 138.96m ³ ;栽植油松 116 株、爬山虎 112 株、精制有机肥 29kg;监测管护; (3) 对环境污染进行治理;完成本年度生态环境监测。	0.0864	6.75	7.15
投产第三年	露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡,地质环境监测;对露天采场 1300 台阶三分之一长度 (165m) 及以上边坡进行复垦;生态环境监测	(1) 露天采场终了边坡清理危岩体,约 165m ³ ;开展地质环境监测; (2) 覆土 1758.87m ³ 、土地平整 753.8m ³ ;栽植油松 628 株、爬山虎 166 株、精制有机肥 157.08kg;监测管护; (3) 对环境污染进行治理;完成本年度生态环境监测。	0.3113	9.82	11.03
投产第四年	露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡,地质环境监测;对露天采场 1300 台阶三分之一长度 (165m) 及以上边坡进行复垦;生态环境监测	(1) 露天采场终了边坡清理危岩体,约 165m ³ ;开展地质环境监测; (2) 覆土 1758.87m ³ 、土地平整 753.8m ³ ;栽植油松 628 株、爬山虎 166 株、精制有机肥 157.08kg;监测管护; (3) 对环境污染进行治理;完成本年度生态环境监测。	0.3113	9.80	11.67
投产第五年	露天采场形成的 1300 台阶三分之一长度 (165m) 形成的终了边坡、工业场地、破碎工段,地质环境监测;对露天采场 1300 台阶三分之一长度 (165m) 及以上边坡、表土堆放场、工业场地、破碎工段、矿区拟建道路进行复垦;生态环境监测	(1) 露天采场终了边坡清理危岩体,约 165m ³ ;工业场地及破碎工段场地砌体拆除约 149.55m ³ ;开展地质环境监测; (2) 覆土 2361.882m ³ 、土地平整 1052.9m ³ ;栽植油松 2035 株、爬山虎 165 株、撒播紫花苜蓿 0.2313hm ² 、精制有机肥 1202.43kg;监测管护; (3) 对环境污染进行治理;完成本年度生态环境监测。	1.1052	14.97	18.90
合计			1.9962	56.50	63.91

13、保障措施与效益分析

13.1 保障措施

13.1.1 组织保障

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，明确方案实施的组织机构及其职责。

该矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作由交城县锋辉采石场负责并组织实施。为使矿山恢复工作能统一管理高效运行，并节省资金，本矿山复垦工作与矿山地质环境治理恢复共用一个专职领导组。加强对本方案实施的组织管理和行政管理，建立以矿山主要领导为组长的综合治理领导组，成员包括：生产技术负责人、财务负责人、土地技术负责人等。进行合理分工，各负其责。制定严格的管理制度，使领导组工作能正常开展，不流于形式。领导组要把土地复垦工作纳入矿区重要议事日程中，把土地复垦工作贯穿到各种生产会议及各生产环节当中，确保土地复垦效果。

在矿山土地复垦施工中应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。土地复垦工作的应贯彻“边生产、边复垦”及“谁损毁，谁复垦”的原则，以达到保护土地资源的目的。土地复垦工程的设计、施工和验收应当与主体工程的设计、施工、验收同时进行。

13.1.2 费用保障

1、地环基金

1) 为规范矿山环境治理恢复基金提取、使用和监管，健全矿产资源有偿使用制度，落实矿山地质、生态等环境治理恢复与监测责任，根据《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国环境保护法》、《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境保护规定》、《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》(国发[2017]29号)及财政部、国土资源部、环境保护部《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建[2017]638号)、《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办法的通知》(晋政发[2019]3

号)等有关规定,交城县锋辉采石场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,并出具基金专项用于矿山地质、生态等环境治理恢复和监测的承诺书。

基金按企业会计准则相关规定预计弃置费用,计入相关资产的入账成本。在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销,并计入生产成本,在所得税前列支。

2)基金的提取和使用管理,遵循“企业所有、政府监管、专户储存、专款专用”的原则。

3)矿业权人应按照边勘探、边开采、边监测、边治理的原则,严格落实矿山地质、生态等环境治理恢复与监测责任,及时使用基金,对存在的矿山地质、生态等环境问题进行治疗修复。

2、土地复垦资金

资金保障贯穿于土地复垦始终,也是土地复垦工作能否搞好的关键,在编制方案时应明确复垦资金的计提、存放、管理、使用和审计的各个环节程序。

(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。

《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”。

(2)资金提取

交城县锋辉采石场复垦资金从矿山的矿山销售收入中提取,复垦资金在矿山闭坑前提取完。依据《土地复垦条例实施办法》,第一次预存的资金不得少于土地复垦动态投资总金额的20%;其余复垦资金分年预存。

表 13-1 复垦资金年度预存情况表

年份	预存额度（万元）
投产第一年	8.56
投产第二年	11.41
投产第三年	11.40
投产第四年	11.40
投产第五年	
监测管护第一年	
监测管护第二年	
监测管护第三年	
合计	42.77

（3）资金管理与存放

土地复垦和生态恢复的各项投资要列入工程建设投资的总体安排和年度计划中，完善土地复垦资金管理办法，确保复垦资金足额到位、安全有效。交城县锋辉采石场、交城县自然资源局和银行要设立专门账户，专款专用。交城县锋辉采石场要做好资金使用管理，专款专用，保证建设资金及时足额到位，保障土地复垦工作顺利进行。

由交城县锋辉采石场与交城县自然资源局和银行签订三方协议，土地复垦资金实行专业资金账户，进行专用账户管理制度。交城县锋辉采石场对资金的提取、存放、资金的使用要经当地国土局审批同意方可使用，每年年终资金的使用和工程实施情况向交城县自然资源局报告。交城县锋辉采石场要做好上述管理制度，保障土地复垦工作的顺利进行。

（4）资金使用

交城县锋辉采石场应该根据土地复垦任务，安排保证土地复垦资金专项使用于损毁土地的复垦工作。并明确土地复垦资金专项使用的具体财务管理制度，做到专款专用，单独核算。规范财务手续，严格按照财务制度执行，注明每一笔款项的使用情况，不得挪用。

（5）资金监督和审计

交城县锋辉采石场应对土地复垦资金进行内部审计，并主动接受自然资源部门、财务部门与审计部门对土地复垦资金的执行情况进行审计。审计内容主要包括土地复垦资金有关的各项财务业务是否按时记账、财务处理是否规范、原始凭证是否合法、款项支付是否符合规定、有无大额现金支付现象、有无挪用挤占等问题。若有发现资金挪用要及时更正，发现违法违规行为移送执法部门或纪检部门按有关规

定处理。

13.1.3 监管保障

交城县锋辉采石场定期向交城县自然资源局报告当年复垦情况，接受交城县自然资源局对复垦实施情况监督检查，接受社会对土地复垦实施情况监督。土地复垦后期管护是巩固复垦成果的关键，是复垦成果发挥社会效益和经济效益的保障。针对交城县锋辉采石场矿山土地复垦工程的特点，提出以下复垦工程的后期管护措施。

（1）管护人员要求

落实专职管护员，管护人员对土地复垦工作要充分的认识，明白土地复垦的意义，并具有一定林草管护的相关经验。管护人员要有责任心，落实工作责任制。

（2）林草地管护

为了提高树木的成活率、保存率，村委会、业主和管护人员三方相互协调，落实好管护责任制，对苗木死亡的进行补栽，对倾倒苗木进行扶正等。夏收夏种及秋收秋种期间严禁焚烧秸秆树木，要求各个农户要爱护、保护树木，以提高树木的保存率。

13.1.4 技术保障

1) 矿山地质环境保护与恢复治理方案的实施应有充分的技术保障措施，因此，“交城县锋辉采石场”必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。要依据本矿山批复的“矿山地质环境保护与恢复治理方案”，因地制宜，因害设防，要优化防治结构，合理配置工程与生物防治措施，使工程措施与生物防治措施有机结合。

（2）施工过程中按《建筑边坡技术规范》（GB50330-2013）合理开挖边坡并进行支护。按国标出版的 TB/T32864-2016《滑坡防治工程勘查规范》、GB/T 38509-2020《滑坡防治设计规范》、DZ/T0220-2006《泥石流灾害防治工程勘查规范》、DZ/T0221-2006《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。

（3）施工单位应采用先进的施工手段和合理的施工工艺，施工实施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。矿山建设开发单位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。

13.2 效益分析

一、社会效益

（1）防治地质灾害发生，保障矿区人民生命财产安全

矿山地质环境保护与恢复治理方案实施后，可有效防治地质灾害的发生，保护矿山职工的生命财产安全，达到防灾减灾的目的。

（2）最大限度地减少采矿对土地资源的破坏，方案的实施可恢复土地功能

采矿必然造成土地资源的破坏，但通过方案的实施可及时恢复矿区土地功能，发展经济，为构建和谐农村、和谐社会创造了条件，具明显的社会效益。

（3）综合治理提高土地利用率

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“拦、排、护、整、填、植”等方面的综合治理措施对矿山地质环境进行治理。方案实施后，工程措施与生物措施相结合，在矿区栽植了适生的植被，一方面防治了泥石流等灾害的发生，另一方面通过治理将显著提高土地利用率和生产力，并增加了环境容量。

（4）方案中监测预警系统的运用可增强人们防灾意识，更好保护地质环境

针对不同的矿山地质环境问题，采取不同的治理措施。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，有效保护地质环境。实现巨大社会效益。

二、环境效益

（1）通过治理减轻对地质地貌景观的破坏

采矿引发的工业场地和表土堆放场经治理后，可以防止水土流失，防止土地进一步干旱贫瘠而导致沙化。减轻了对地形地貌景观的破坏，改善了区内地质环境质量，使得区内大部分土地使用功能得到恢复利用。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。

（2）有林地恢复治理可使工业场地和表土堆放场变成绿地，改善生态环境

通过恢复治理工程的实施，可改善局部生态环境。如工业场地和表土堆放场通过治理和恢复植被，可使采矿破坏形成的荒沟披上绿装，促进和保持生态系统间的

良性循环，调节区域小气候。

三、经济效益

(3) 土地复垦方案

矿区生态治理恢复工程全面完成后，在改善提高矿区生态环境的同时，也带来一定的经济效益。主要表现在以下几方面：

1) 矿区污水排放、烟气排放、矿渣堆放，得到有效治理，可以节省大笔排污费用。

2) 矿区环境绿化改善后，环境的清洁度将大大提高，可以节省清洁费用。

3) 从源头上杜绝了山体崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的发生，减少了地质灾害带来的经济损失。

4) 本项目通过土地复垦，在本方案复垦土地面积为 1.9962hm²，复垦乔木林地 1.4631hm²，复垦人工牧草地 0.5331hm²。直接经济效益按照草地每年 0.3 万元/公顷，林地每年 0.8 万元/公顷的纯收入计算，复垦土地每年可产生直接经济效益 1.33 万元。通过生态恢复工程，土地生产力将得到很大提高，土地复垦效益明显。同时，可促进区域内社会经济的持续发展。所以进行复垦不仅有利于农牧业生产，而且可以降低企业生产成本，具有良好的经济效益。

13.3 公众参与

山西省交城县锋辉采石场土地复垦项目是一项庞大的系统工程。应按照“统一规划、科学治理、分布实施”和“因地制宜、综合开发、优先复垦农用地”的原则，制定专项土地复垦规划。为了动员社会资金的投入，需要大力引导公众参与土地复垦工作的力度，积极宣传土地复垦的法律、法规和相关政策，使社会各界形成复垦土地、保护生态的共识。要深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高全社会对土地复垦在全面建设小康社会、实施可持续发展战略、保护和建设生态环境中重要作用的认识。树立依法、按规划进行土地复垦的观念，增强公众参与和监督意识。

(1) 做好公众参与的宣传和动员工作

对于公众来说参与土地复垦和管理，既是自身的权利，同时也是一种义务。仅强调业主方责任，很难取得复垦效果的突破性进展，因此需要发动更广泛的群众参

与和监督，提高公众参与的意识。

（2）公众参与方式

公众参与方式（调查方式）采用个人访问调查。

1）征询当地相关部门的意见，认真听取他们对土地复垦提出的宝贵意见及注意的问题，这对土地复垦方案的编制至关重要。

2）重点对直接受矿山开发利用影响的交城县东坡底乡东坡底村村民以访问方式进行抽样调查。2021 年 11 月调查人员首先向被调查对象详细介绍本土地复垦项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利和不利影响等。再由被调查人自愿填写公众意见咨询表。并且征询了村委会的意见，详见附件。

（3）调查结果及统计分析

在调查过程中，共发放《公众参与意见征询表》6 份，收回 6 份，回收率达到 100%。调查统计结果见表 13-2 及表 13-3。

表 13-2 公众参与调查统计结果（一）

项目	调查统计结果		
	分类	人数（人）	比例（%）
调查日期	2021 年 11 月		
调查地点	东坡底村	6	100
性别	男性	5	83
	女性	1	17
年龄	<40	1	17
	40～50	1	17
	>50	4	66
文化程度	初中以下	1	17
	初中	4	66
	高中中专	1	17
职业	农民	5	83
	职工	1	17
2020 年粮食产量	单位：kg/亩	玉米 350kg/亩	
粮食作物	玉米		

表 13-3 公众参与调查统计结果（二）

序号	内容		数量	比例%
1	您对该项目建设所持态度	赞成	6	100
		反对		
		不关心		
2	您认为该矿山的建设对土地的影响为	没有任何影响	4	67
		有影响,但不影响正常生活和生产	2	33
		影响正常生活和生产,需要治理		
		影响恶劣,生产和生活无法继续		
3	您认为当地目前的土地利用状况如何	好	1	17
		较好	4	66
		一般	1	17
		较差		
		不清楚		
4	矿山来采造成的地表沉陷,您认为采取什么措施比较合理	矿方进行复垦	2	33
		经济补偿	4	67
		矿方补偿、公众自己复垦		
5	您是否愿意参与土地复垦的监督工作	愿意	5	83
		不愿意		
		无所谓	1	17

（4）公众意见的处理

根据公众参与调查结果，该地区农民主要关心的问题是：土地复垦问题。为此本报告书提出，对破坏土地按时、按质、按量复垦，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。对项目区损坏的土地要按国家规定进行复垦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，保证复垦资金落实到位。

14、结论

14.1 方案确定的矿产资源储量、利用情况、生产规模、服务年限

根据《山西省交城县锋辉采石场辉绿岩矿资源储量核查报告》，采矿证允许开采范围（1323m-1200m）内保有资源量 98 万吨，全部为推断资源量。本方案设计利用资源量为 4.92 万吨，设计可采储量为 4.67 万吨，全部为推断资源量，设计生产规模为 1 万吨/年，矿山剩余服务年限为 4.92 年。

14.2 方案确定的开拓方案、开采方案及主要开采工艺

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，适应性较强的山坡露天半壁嵌沟公路开拓，直进式汽车运输方式。

本矿开采顺序沿山坡地形自上而下的顺序逐级布置工作台阶，本方案设计的工作阶段高度确定为 10m。按照以上圈定原则及边坡参数，将该矿体从高到低共有采剥水平（台阶）1320m、1310m、两个平台和 1300m 露天采场底。

露天采场其它结构要素

采场最高开采标高：1323m

采场最低开采标高：1300m

采场垂直深度：23m

采场上口最大长度：260m

采场上口最大宽度：50m

开采阶段高度：10m

终了阶段高度：10m

开采阶段坡面角：岩石 75°、黄土 45°

开采终了坡面角：岩石 65°、黄土 45°

最终边坡角：50° -53°

采场安全平台宽 4m；最小工作平台宽度：30m；最小底宽 30m。

14.3 矿石加工

本矿开采出矿山后，采用锤式破碎机，振动分选筛分机及加工，破碎成 5-7cm、

3-5cm、 $\leq 3\text{cm}$ 粒度，即可使用。

14.4 矿山地质环境影响与治理恢复分区

综合判定矿山地质环境条件复杂程度属于“较重要区”，矿山生产建设规模为“小型”，矿山地质环境条件复杂程度属于“中等”类型。对照《编制规范》附录 A 表 A.1，确定该矿山地质环境影响评估级别为“二级”。根据矿山地质环境条件、开采方式及开采影响区域，确定评估区总面积为 25.1407hm^2 。

通过以上现状评估和预测评估分析，结合矿山地质环境保护与恢复治理分区表，将整个评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，根据区内地质环境问题类型及受护对象的差异进一步细分为 3 个重点防治亚区、1 个次重点防治区和 1 个一般防治区。

14.5 矿山地质环境影响与治理恢复措施

交城县锋辉采石场矿山地质环境防治工程为：露天采场终了边坡崩塌与滑坡防治工程、地形地貌景观保护与恢复工程，进行地质环境监测等工作。

14.6 矿山生态环境影响与治理恢复分区

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、次重点治理区和一般治理区进行分区。

重点治理区：包括矿区内的露天采场区、表土堆放场为环境污染及生态破坏影响严重区。

次重点治理区：包括工业场地及矿区拟建道路生态破坏影响较严重区。

一般治理区：该区为重点治理区和次重点治理区以外区域。

14.7 矿山生态环境影响与治理恢复措施

1、矿山生态环境影响

(1) 环境污染影响

项目为辉绿岩矿开采，开采期间主要污染源为矿石堆放和汽车运输。主要污染物为扬尘及运输环境无组织排放废气，预测对大气环境产生一定影响；本项目产生

的废水可分为生产废水和生活污水，矿区的生产废水经处理主要用于生产，生活废水主要排入矿区旱厕，预测对水环境影响小；固体废物主要为剥离的表土和生活垃圾，表土剥离物用作平整土地，本工程剥离物堆放对土壤、水体、大气等环境造成的影响较小。生活垃圾按照要求采取相应的防治措施，对矿区及周边环境污染较轻。

（2）生态破坏影响

采场的开采、表土的堆放、道路的整平及工业场地的建设不可避免地将破坏原有自然植被和生态系统，导致土壤侵蚀、水土流失增加，矿区生态环境恶化。矿山开采期间，使得野生动物丧失部分栖息地，可能影响到这一地区的野生动物种群和数量，对生态环境产生不利影响。

2、矿山治理恢复措施

（1）生态环境治理措施

方案期间，对施工现场及运输道路及时清理、定时洒水；使用性能优良的低噪声设备，合理安排施工时间，高噪声设备施工必须安排在早 7：00~晚 10：00 之间，严禁夜间使用高噪设备；废石用作平整土地；规定固废堆存方式，应分区、分层堆放；应指定专人对进行固废排放的监管，避免出现乱堆乱排现象定点收集，生活垃圾送环卫部门指定地点；严格限制施工范围，做到不扩不张；严格控制施工期的各项污染物排放，减小污染物对植被的影响。

（2）生态系统修复治理措施

生态部分将主要对工业场地以及矿区道路进行恢复治理。栽植油松并撒播紫花苜蓿进行绿化，增加生态物种多样性。

14.8 治理恢复工程措施及费用估算

本方案地环涉及工程主要有清理露台采场危岩体、拆除工业场地和破碎工段建筑物及监测。根据估算工程量和单价标准，经估算，方案适用期内地质环境治理恢复静态总投资为 20.77 万元，其中工程施工费 6.57 万元，监测与管护费 12.00 万元，其他费用 1.02 万元，基本预备费 1.18 万元。动态总投资为 23.58 万元，其中价差预备费为 2.81 万元。

本方案生态涉及工程主要为工业场地及道路绿化监测，根据估算工程量和单价标准，经估算，方案适用期内生态环境治理恢复静态总投资为 6.03 万元，其中工程施工费 2.34 万元，监测与管护费 2.97 万元，其他费用 0.38 万元，基本预备费 0.34

万元。动态总投资为 6.49 万元，其中价差预备费为 0.46 万元。

14.9 拟损毁土地预测

交城县锋辉采石场现处于未开采状态，矿区内土地现未受到损毁。

依据矿山开采工艺及开拓方式、开采顺序，预估矿区对土地利用的影响为压占损毁、挖损损毁，拟损毁面积为 1.9962hm^2 ，包括露天采场平台损毁 0.9005hm^2 ，露天采场边坡损毁 0.3019hm^2 ，矿区拟建道路损毁 0.5626hm^2 ，表土堆放场损毁 0.1315hm^2 ，破碎工段 0.0088hm^2 ，工业场地 0.0909hm^2 。

复垦区面积共计 1.9962hm^2 ，复垦责任范围面积为复垦区面积，复垦率为 100%。

14.10 土地复垦措施

根据土地复垦工程设计原则、适宜性评价结果以及将来的复垦效益分析，各复垦单元的复垦措施为：

（1）露天采场平台复垦为乔木林地，覆土工程、土地平整、植被恢复（栽植油松）、监测与管护工程；

（2）露天采场边坡复垦为人工牧草地，植被恢复（种植爬山虎）、监测与管护工程；

（3）工业场地复垦为人工牧草地，覆土工程、土地平整、植被恢复（撒播紫花苜蓿）、监测与管护工程；

（4）破碎工段复垦为人工牧草地，覆土工程、土地平整、植被恢复（撒播紫花苜蓿）、监测与管护工程；

（5）矿区拟建道路复垦为乔木林地，覆土工程、植被恢复（栽植油松）、监测与管护工程；

（6）表土堆放场复垦为人工牧草地，植被恢复（撒播紫花苜蓿）、监测与管护工程。

14.11 土地复垦工程及费用

根据土地复垦工程设计，本矿土地复垦工程主要包括剥离工程、覆土工程、林草恢复工程及监测与管护工程。根据估算工程量和单价标准，经估算，方案适用期内土地复垦静态总投资为 36.01 万元，其中工程施工费 20.43 万元，监测与管护费 10.39

万元，其他费用 3.15 万元，基本预备费 2.04 万元。动态总投资为 42.77 万元，其中价差预备费为 6.76 万元。本方案复垦静态总投资为 36.01 万元，单位面积静态投资为 12026.18 元/亩；本方案复垦动态总投资为 42.77 万元，单位面积动态投资为 14283.81 元/亩。

14.12 土地权属调整方案

本项目土地涉及权属村庄为吕梁市交城县东坡底乡东坡底村集体所有，坚持体现土地复垦前后总面积不变和尊重沿袭传统、集中连片的原则，在损毁土地完成复垦并竣工验收后，仍交由东坡底村集体所有。

15、建议

15.1 对资源量、开采技术条件等进行进一步勘查的建议

应加强并规范矿山地质测量，进一步完善矿山资源量台账。严格按批准的开采设计，合理开采利用矿产资源，减少资源浪费，提高资源利用率。

15.2 对开采安全方面的建议

水文、工程、环境地质工作程度较低，建议进行专门的水文、工程、环境地质工作。

15.3 对矿山环境保护与土地复垦方面的建议

矿山企业在实施矿山地质环境保护与治理恢复过程中，要根据有关规程规范开展进一步的勘查工作，安排专门的矿山地质环境治理恢复设计、监测、防治等工作。

交城县锋辉采石场应按照《土地复垦条例实施办法》的要求，签订三方协议，足额缴存土地复垦费用，当地土地管理部门加强监管和引导。

15.4 对生态环境治理恢复的建议

1、建议按照环评批复要求，履行各项生态环境保护措施。矿山基建完成后及时进行环评验收工作。

2、针对采矿活动可能引发的生态环境问题，建议按照环境破坏与污染监测、生态系统监测计划进行定期监测。建立健全监测体系，加强生态环境污染及生态系统的监测工作。

3、做好矿区绿化以及绿化工程的养护工作。

4、建议企业在近期不开采的区域积极开展造林绿化，补偿企业在基础设施建设过程中损毁的植被面积、生物量以及生物多样性。