

武川县金瑞矿业有限公司内蒙古自治区
武川县二号地村矿区晶质石墨矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

武川县金瑞矿业有限公司

2025年05月

武川县金瑞矿业有限公司内蒙古自治区
武川县二号地村矿区晶质石墨矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：武川县金瑞矿业有限公司

法人代表：李云杰

总工程师：邢雪峰

编制单位：山东乾舜矿冶科技股份有限公司

法人：冯婕

总工程师：陈学云

项目负责人：战群

编写人员：战群 冯磊 尚桂松 张逢义 程龙 王俊旭

制图人员：战群 尚桂松

目 录

前 言.....	1
一、任务的由来.....	1
二、编制目的.....	1
三、编制依据.....	2
四、方案适用年限.....	6
五、编制工作概况.....	7
第一章 矿山基本情况.....	12
一、矿山简介.....	12
二、矿区范围及拐点坐标.....	15
三、矿山开发利用方案概述.....	18
四、绿色矿山建设.....	44
五、矿山开采历史及现状.....	46
第二章 矿区基础信息.....	47
一、矿区自然地理.....	47
二、矿区地质环境背景.....	57
三、矿区社会经济概况.....	72
四、矿区土地利用现状.....	73
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	79
六、矿山及周边矿山环境治理与土地复垦案例分析.....	81
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	85
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	85
二、矿山地质环境影响评估.....	89
三、矿山土地损毁预测与评估.....	132
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	136
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	157
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	157
二、矿区土地复垦可行性分析.....	159
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	175

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	175
二、矿山地质灾害治理.....	179
三、矿区土地复垦.....	185
四、含水层破坏修复.....	198
五、水土环境污染修复.....	198
六、矿山地质环境监测.....	200
七、矿区土地复垦监测和管护.....	206
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	214
一、总体工作部署.....	214
二、阶段实施计划.....	217
三、近期年度工作安排.....	220
第七章 经费估算与进度安排.....	224
一、经费估算依据.....	224
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	233
三、土地复垦工程经费估算.....	242
四、总费用汇总与年度安排.....	252
第八章 保障措施与效益分析.....	254
一、组织保障.....	254
二、技术保障.....	254
三、资金保障.....	255
四、监管保障.....	258
五、效益分析.....	259
六、公众参与.....	260
第九章 结论与建议.....	266
一、结论.....	266
二、建议.....	267

前 言

一、任务的由来

武川县金瑞矿业有限公司（以下简称金瑞矿业）拥有“内蒙古自治区武川县二号地铜多金属矿普查”探矿权，并于 2022 年 3 月提交了《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿勘探报告》且通过评审备案。

为申请采矿权，金瑞矿业委托山东乾舜矿冶科技股份有限公司提交了《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿矿产资源开发利用方案》（以下简称“开发利用方案”）。该开发利用方案于 2024 年 12 月 19 日通过了由自然资源部油气资源战略研究中心组织的审查，目前已公示通过（自然资源部官方网站索引号 000019174/2025-00016，见附件）。

按照原国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）要求，在办理采矿权时应编写矿山地质环境保护与土地复垦方案。故武川县金瑞矿业有限公司委托山东乾舜矿冶科技股份有限公司编写《金瑞矿业有限公司石墨矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称本方案）。

二、编制目的

为保护和合理利用土地资源，改善矿山地质环境，防止矿产资源开采等生产项目因压占、挖损等造成的土地损毁和矿山地质环境破坏；促使矿山企业按照“建设绿色矿山、严格保护耕地”“预防为主、防治结合”“谁破坏、谁治理、谁损毁、谁复垦”的原则，在矿山建设和生产过程中避免和减少对矿山地质环境的影响，并对产生的地质环境影响和土地占损进行恢复治理达到可供利用的状态。

为了确保本项目土地复垦和地质环境保护与恢复治理目标、任务、措施和计划落到实处，为土地复垦工程和地质环境保护与恢复治理工程的实施、管理、监督、检查以及矿山地质环境保护治理基金的计提提供依据，特编制本《方案》。

编制本方案的目的是保护矿山地质环境，减少矿业活动造成的矿山地质环境的破坏，确保人民生命和财产安全，促进矿产资源的合理开发利用、企业和社会经济效益和地质环境保护的协调发展；二是明确土地复垦义务人责任，规范土地复垦活动，落实土地复垦工作，加强土地复垦管理，提高土地利用效益，促进土地集约节约利用；三是为自然资源主管部门监督和管理矿山企业履行地质环境保护与土地

复垦责任提供依据。

本方案的编制与实施，将达到矿产资源的开发利用和矿区社会经济的综合发展相协调的目的，对保护土地资源、矿山地质环境、矿区水土保持和改善矿区及周边生态环境具有重要意义和作用。

本方案的主要工作及目的包括：

(1) 收集资料，开展 1:2000 和 1:10000 矿山地质环境调查和土地利用现状调查，查明矿区矿山地质环境问题和土地损毁情况，确定矿山地质环境影响评估级别和损毁土地类别。

(2) 根据矿山地质环境现状，进行矿山地质环境影响现状评估；根据土地损毁现状，进行土地损毁程度分级。

(3) 根据《开发利用方案》、采矿地质环境条件特征，在现状评估基础上进行矿山地质环境影响预测评估和拟损毁土地预测评估。

(4) 根据矿山地质环境影响评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；根据矿山土地损毁预测和评估，划定土地复垦范围。

(5) 根据矿山地质环境和土地损毁情况的现状和预测评估，进行矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析，并提出矿山地质环境保护、恢复治理工程技术措施和土地复垦预防、修复措施。

(6) 安排矿山地质环境治理与土地复垦工作部署，开展经费估算与工程进度安排。

(7) 提出实现本项目实施的相应保证措施，并进行经济效益分析。

三、编制依据

《矿山地质环境保护与土地复垦方案》依据的法律法规、规范规程及相关技术资料：

(一) 法律法规

- (1) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月修订）；
- (2) 《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日修正）；
- (3) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起施行）；
- (4) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订）；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日）；

- (7) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（中华人民共和国国务院，2021年4月修订）；
- (8) 《地质灾害防治条例》（2004年3月国务院394号令）；
- (9) 《土地复垦条例》（2011年国务院令第592号）；
- (10) 《矿山地质环境保护规定》（自然资源部2019年08月14日第三次修正，中华人民共和国自然资源部第44号）；
- (11) 《基本农田保护条例》（中华人民共和国国务院，2011年1月修订）；
- (12) 《地下水管理条例》（国务院第149次常务会议通过，2021年9月）。

(二) 政策性文件

- (1) 《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》（国家环境保护总局、自然资源部、卫健委，环发〔2005〕109号）；
- (2) 《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号）；
- (3) 《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20号）；
- (4) 《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》（财综〔2011〕128号）；
- (5) 《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》国土资规〔2016〕21号；
- (6) 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部2016年12月）；
- (7) 《自然资源部关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见（试行）》（自然资规〔2019〕7号）；
- (8) 《矿山地质环境保护规定》（自然资源部，2019年7月修订）；
- (9) 《土地复垦条例实施办法》（2012年12月27日国土资源部第56号令公布，自然资源部2019年7月修订）；
- (10) 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4号）；
- (11) 关于印发《内蒙古自治区绿色矿山建设要求》的通知（内国土资字〔2018〕191号）；
- (12) 《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》（内自然

资规〔2019〕3号）；

（13）《内蒙古自治区地质环境保护条例》（自治区自然资源厅颁布 2021 年 9 月 1 日起施行）；

（14）《内蒙古自治区人民政府办公厅关于持续推进绿色矿山建设》的通知（内政发〔2024〕164）。

（三）规范及规程

（1）《生态公益林建设 规划设计通则》（GB/T 18337.2-2001）；

（2）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

（3）《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；

（4）《高标准农田建设评价规范》（GB/T 33130-2016）；

（5）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

（6）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（7）《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

（8）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

（9）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T/40112-2021）；

（10）《高标准农田建设通则》（GB/T 30600-2022）；

（11）《地下水监测工程技术标准》（GB/T 51040-2023）；

（12）《耕地后备资源调查评价技术规程》（TD/T1007-2003）；

（13）《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；

（14）《耕地质量验收技术规范》（NY/T 1120-2006）；

（15）《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

（16）《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2006）；

（17）《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

（18）《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）；

（19）《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；

（20）《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；

（21）《土地复垦方案编制规程第 2 部分：露天煤矿》（TD/T1031.2-2011）；

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

（23）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

（24）《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；

- (25) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；
- (26) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (27) 《区域地下水污染调查评价规范》（DZ/T 0288-2015）；
- (28) 《耕作层土壤剥离利用技术规范》（TD/T 1048-2016）；
- (29) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (30) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- (31) 《土地整治信息分类与编码规范》（TD/T 1050-2017）；
- (32) 《非金属矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0312-2018）；
- (33) 《矿山生态修复技术规范 第 1 部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- (34) 《矿山生态修复技术规范 第 4 部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）；
- (35) 《地下水采样技术规程》（DZ/T 0420-2022）；
- (36) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068-2022）；
- (37) 《地质灾害风险调查评价规范（1:50000）》（DZ/T 0438-2023）；
- (38) 《环境地质调查规范（1:50000）》（DZ/T 0437-2023）；
- (39) 《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（2013 年 5 月内蒙古自治区国土资源厅、内蒙古自治区财政厅）；
- (40) 《内蒙古自治区矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》；
- (41) 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43934-2024）；
- (42) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）。

（四）技术文件

- (1) 《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿勘探报告》（安徽省地质矿产勘查局 322 地质队，2022 年）、矿产资源储量评审备案的复函（内自然资储备字〔2022〕27 号文）和评审意见书（内自然资储评字〔2022〕32 号文）；
- (2) 《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿矿产资源开发利用方案》（山东乾舜矿冶科技股份有限公司 2024 年），评审意见；
- (3) 矿区土地利用现状图（2023 年国土变更调查数据 2023 年）。

（五）规划资料

- (1) 《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区矿产资源总体规划》（2021—2025 年）（内政〔2022〕45 号）；
- (2) 《内蒙古自治区国土空间规划（2021—2035 年）》（内政〔2024〕46 号）；

- (3) 《武川县国土空间总体规划（2021—2035年）》（武川县人民政府）；
- (4) 《武川县地质灾害防治规划》（2021—2025年）（武川县人民政府）；
- (5) 本次野外矿山地质环境调查资料和收集的其他地质采矿等相关图纸及文字资料。

（六）主要计量单位

本方案编制采用国际通用单位制，主要计量单位见表 0-1。

表 0-1 本方案编制采用的主要计量单位

序号	计量名称	单位名称	单位符号
1	面积	平方米；公顷；平方千米	m ² ;hm ² ;km ²
2	长度	厘米；米；千米	cm;m;km
3	重量	微克；千克；	μg;kg
4	数量	株；株次；份	
5	体积	立方米；万立方米	m ³ ;10 ⁴ m ³
6	产量	吨；万吨	t;10 ⁴
7	单价	万元/亩；元/亩；万元/万吨	
8	金额	元；万元（人民币）	
9	时间	日；年	d;a
10	温度	摄氏度	°C
11	速度	米/秒	m/s
12	流量	立方米/秒	m ³ /s
13	比重	吨/立方米	t/m ³
14	压强	兆帕	MPa

四、方案适用年限

（一）矿山生产服务年限

依据 2024 年 10 月山东乾舜矿冶科技股份有限公司编制的《开发利用方案》。截至 2021 年 10 月 31 日，该矿区已探明的晶质石墨矿资源量、控制资源量和推断资源量（TM+KZ+TD）总计矿石量*****万 t，矿物量*****万 t。露天开采圈定的设计利用资源量为*****万 t，地下开采设计利用资源量为*****万 t。根据（DZ/T0223-2011）中表 D.1 矿山生产建设规模分类确定矿山为“大型”矿山。

根据露天开采圈定的设计利用资源量*****万 t，按照露天开采回采率***%，露天开采贫化率*%，露天可采资源储量*****万 t，采出原矿量*****万 t，采出原矿固

定碳品位***%。地下开采圈定的设计利用资源量*****万 t，按地下开采综合回采率****%、贫化率**%计算，可采出地质资源量*****万 t，采出原矿量*****万 t，采出原矿固定碳品位****%。经计算矿山露天开采服务年限为 11.2a（不含基建期 2a），地下开采服务年限为 20.2a（不含接续基建期 3a），矿山总服务年限 31.4a（不含基建期 2a）。

（二）方案服务年限

根据原国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）附件编制指南，本《方案》服务年限根据矿山拟申请采矿证年限最大 30a，基建期 2a，治理与复垦期 1a（2057 年 6 月~2058 年 5 月），监测管护期 5a（2058 年 6 月~2063 年 5 月），即 38a（2025 年 6 月~2063 年 5 月）。

按照《内蒙古自治区矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》规定，采矿期限在 5 年以上的矿山企业，每 5 年为一个阶段进行方案修编。当矿山开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式时，按相关规定重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。故本方案的适用年限为 5 年（2025 年 6 月~2030 年 5 月），方案基准期以矿山正式投产之日算起。

五、编制工作概况

本次工作严格按照自然资源部颁发的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）规定的程序执行。

（一）项目编制前期工作

（1）资料收集

主要收集矿区及其周边的自然地理、社会经济、土地利用现状及土地权属等资料，以及矿山以往地质报告、开发利用方案、周边矿山治理与复垦案例等。

（2）野外调研

在充分收集、分析矿山现有相关资料的基础上，以开发利用方案中基础信息，以及其中 1:2000 平面布置总图，1:1000 露天、地下开采纵投影图为底图，于 2025 年 02 月 4 日至 12 日组织专业技术人员对矿区及其周围采矿活动的影响范围进行实地调查及走访，重点调查区域为采矿工业广场、露天采矿区，调查内容为矿区周边现状情况、土地利用现状等。

针对区域内耕地、林地、草地等主要地类进行土壤剖面挖掘，实地拍摄影像。

利用 RTK 对采矿工业场地、露天采场等进行实地测量，确定矿山压占损毁的土地面积；对矿区范围内的地类进行核实。

根据土地利用现状，对土地复垦义务人、土地使用权人、政府相关部门及相关权益人进行公众调查，在充分听取其意愿之后拟定土地复垦方向。

本次方案编制的工作流程详见图 0-1。

图 0-1 工作流程

(3) 样品检测

收集矿区周边水源井、民用机井及周边水源地的 3 个水质并送检测单位分析，了解矿区及周边地表水及地下水环境现状情况。采集土壤样品 8 件，分析矿山周边土壤情况。完成实物工作量如表 0-2。

表 0-2 主要实物工作量统计表

工作项目	资料名称	单位	工作量
收集资料	1.土地利用现状图	幅	*
	2.《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿勘探报告》及矿产资源储量评审备案的复函（内自然资储备字〔2022〕27号文）及评审意见书（内自然资储评字〔2022〕32号文）；	套	*
	3.《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿矿产资源开发利用方案》及评审意见；	套	*

工作项目	资料名称		单位	工作量
	4.武川县社会经济情况表等		份	**
野外调查	调查方法	采用矿区1:2000地形地质图,结合手持RTK、测距、无人机等对调查对象进行定点、上图;广泛地与村民沟通了解民意;了解当地矿山地质环境保护与土地复垦政策		**
	调查面积		km ²	**
	地形地貌	包括地形坡度、坡向、第四系覆盖比例及厚度,地表水系调查		**
	土地现状	对照土地利用现状图,对主要地块进行地类核实		**
	实地拍照		张	**
	水井	调查走访井深、静水位、供水量	个	**
	航拍影像		km ²	**
	水土调查			**
	公众参与	向复垦区涉及的村民发放调查问卷	份	**
	其他	包括人文景观、重要交通、重要水利设施	个	**
样品采集	水样	收集矿区及周边水质样品	个	**
	土壤样	收集矿区及周边土壤样品	个	**
内部作业	报告编制	矿山地质环境保护与土地复垦方案、附图等	套	**
	报告审查	内部审核、矿方技术交流	次	**
成果提交	文本	《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》	份	**
	附图	《矿山地质环境问题现状图》《土地利用现状图》《矿山地质环境问题预测图》《土地损毁预测图》《土地复垦规划图》《矿山地质环境治理工程部署图》	张	**

(二) 拟定初步方案

在分析收集的资料基础上,初步确定方案的服务年限,进行地质环境影响评估、土地损毁预测与土地复垦适宜性评价,确定矿山地质环境治理分区、土地复垦标准及措施,明确矿山地质环境保护与土地复垦的目标,确定主要治理工程措施,测算工程量,估算治理及复垦费用,初步确定土地复垦方案。

(三) 方案协调论证

对初步拟定的矿山地质环境保护与土地复垦方案广泛征询金瑞矿业(矿山企业)、

政府相关部门和社会公众的意愿，从组织、经济、技术、费用保障、矿山地质环境保护与土地复垦目标以及公众接受程度等方面进行可行性论证。

（四）方案编制

在方案协调论证的基础上，根据矿山开发利用方案及开采接续计划，对矿区及采矿活动的影响范围进行矿山地质环境影响评估，划分地质环境治理分区，提出矿山地质环境治理工作总体部署和方案适用期内分年度实施计划；明确矿山地质环境治理、监测的对象和内容，提出具有针对性的工程和监测设计。同时，分析预测矿山未来采矿活动拟损毁土地类型、面积及程度，考虑复垦区的现实条件，对拟损毁土地进行复垦适宜性分析，确定土地复垦方向，细化相应工程设计、经费估算及其年度安排、技术和组织管理保障措施。

（五）质量评述

1、本方案的内容组织、章节安排及文本编制，严格按照原国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录G、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016.12）的相关要求进行；附图、附表的制作分别按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录H-“图件编制要求”和附录J-“矿山地质环境现状调查表”和《土地复垦方案编制规程第1部分（通则）》第七章“土地复垦方案编制成果—附图”和附录B-“土地复垦方案报告表”要求完成。本方案资料齐全，内容充实，满足规范要求。

2、《方案》是在充分收集已有资料及野外矿山地质环境调查、土地利用现状的基础上编制的，搜集的资料均为以往提交的成果报告和相关图件，并经上级主管部门组织审查通过，资料真实可靠。

3、野外地质环境调查工作，严格按照其相应的技术规范，标准及要求进行，矿山地质环境调查调查方法和工作程序以及精度和报告编制工作按国家和内蒙古现行有关技术规程、规范进行，质量可靠，达到了预期目的。《方案》中矿山地质环境保护治理工程、土地复垦工程设计具有较强的针对性和可操作性，实施保护、治理和复垦工程费用估算依据充分、合理，符合当地实际。

（1）实施统一规程、统一计划、统一组织、统一验收、实施和责任到人的分级目标管理。由项目管理组负责任务总体安排、总体进度控制和总体协调管理工作，

保证质量体系的正常运作，做好与甲方单位、项目涉及各级地方政府和村民的协调、沟通和配合工作。

(2) 项目负责人具备较丰富的矿山地质环境保护与土地复垦工作经验，长期从事矿山地质环境保护与恢复治理方案编制经历，对其他参加编写人员进行必要的岗位培训，以认真负责的科学态度对待方案编制工作。

(3) 项目负责人对方案编制工作进行全程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作，及时进行质量检查和验收，并组织有关专家对矿山地质环境条件、评估级别、矿山地质灾害、矿区含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）、水土环境污染、土地占用与损毁等关键问题进行了重点把关。报告编制完成后，项目组又征询了武川县金瑞石墨有限公司、武川县自然资源和规划局、地方人民政府等相关职能部门及矿区周边群众的意见，并对方案进一步修改完善。

(4) 保证所适用的各种规范、规定和图式统一，保证使用数据的真实性和科学性。所使用的各种规范、规定和图式是指导方案编写、图件制作的标准只有严格执行，才能保证成果质量标准的唯一性。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

(一) 建设单位简介

武川县金瑞矿业有限公司为石墨开采、加工企业。公司统一社会信用代码为***
*****，公司基本信息如下：

公司名称：武川县金瑞矿业有限公司；

公司类型：有限责任公司；

公司住所：内蒙古自治区呼和浩特市武川县西乌兰不浪镇东柜村；

法定代表人：李云杰；

注册资本：***万元；

成立日期：2008年1月25日；

营业期限：经营范围：石墨露天开采、石墨加工、销售。

(二) 矿山简介

金瑞矿业于2007年3月通过内蒙古自治区矿业权交易中心挂牌出让竞买取得“内蒙古自治区武川县二号地铜多金属矿普查”探矿权。工作区首立勘查许可证号为T15420090402027520，勘查面积：***km²，有效期限：2009年4月17日至2011年4月16日，发证机关是内蒙古自治区国土资源厅，勘查项目名称为“内蒙古自治区武川县二号地村铜多金属矿普查”。

首次取得探矿权有效期满后金瑞矿业分别于2011年2月、2012年2月、2013年2月、2016年2月、2018年2月和2020年3月进行了六次“勘查许可证”延续。第六次延续后的勘查许可证号为T1*****，有效期限2020年3月24日至2025年3月24日，勘查面积调整为：***km²，发证机关为内蒙古自治区自然资源厅。

矿山类型：新建矿山；

开采矿种：石墨；

开采方式：露天+地下；

生产规模：***万 t/a；

生产服务年限：31.4a；

矿山面积：*****km²。

（三）地理位置及交通

矿区距武川县西乌兰不浪镇****方向****km，东距武川县政府所在地（可可以力更镇）****方向****km，行政区划隶属内蒙古自治区武川县西乌兰不浪镇管辖。

矿区外交通相对便利，S311省道从矿区南部**km处通过，S104省道从矿区北部**km处通过，矿区内有简易道路与S104省道和S311省道相连，可通行汽车。矿区周边未有建设公路，矿区内地势总体较平缓，汽车可以通达矿区各个位置。交通位置见图 1-1。

图 1-1 交通地理位置

二、矿区范围及拐点坐标

武川县金瑞矿业有限公司拟申请矿区范围由 25 个拐点圈定，拟设矿区范围各坐标见表 1-1。探矿权（红色线）、拟设矿区范围（蓝色线）位置关系见图 1-2。拟申请采矿许可证信息如下：

采矿权人：武川县金瑞矿业有限公司；

开采矿种：晶质石墨矿；

开采方式：露天/地下开采；

生产规模：****万 t/a；

矿区面积：****km²。

表 1-1 申请采矿权矿区范围拐点坐标（2000 国家大地坐标系）

点号	X坐标	Y坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
11	*****	*****
12	*****	*****
13	*****	*****
14	*****	*****
15	*****	*****
16	*****	*****
17	*****	*****
18	*****	*****

点号	X坐标	Y坐标
19	*****	*****
20	*****	*****
21	*****	*****
22	*****	*****
23	*****	*****
24	*****	*****
25	*****	*****
矿区面积	*****km ²	
开采标高	+*****m至+*****m	

图 1-2 探矿权、拟申请采矿权矿区位置关系

三、矿山开发利用方案概述

根据 2024 年 12 月评审通过的山东乾舜矿冶科技股份有限公司编制的《开发利用方案》，现将开发利用方案情况介绍如下：

（一）开采储量

1、地质资源储量

金瑞矿业委托安徽省地质矿产勘查局 322 地质队于 2022 年 3 月编制提交了《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿勘探报告》。该报告于 2022 年 4 月 25 日通过了内蒙古自治区矿产资源储量评审中心组织的专家评审。

根据通过评审的勘探报告数据：截至 2021 年 10 月 31 日，该矿区晶质石墨矿已探明资源量、控制资源量和推断资源量（TM+KZ+TD）矿石量总计*****万 t，矿物量*****万 t，固定碳平均品位****%，其中探明资源量（TM）矿石量*****万 t，矿物量*****万 t，占总矿物量的*****%；控制资源量（KZ）矿石量*****万 t，矿物量*****万 t；推断资源量（TD）矿石量*****万 t，矿物量*****万 t。探明资源量+控制资源量（TM+KZ）矿石量*****万 t，矿物量*****万 t，占总矿物量的*****%。

2、采用的资源量

《开发方案》通过方案比较最终确定采用露天+地下的开采方式。即一期 7 线以东浅部露天开采、二期 7 线以西和露天坑底以下深部为地下开采；设计利用资源量：露天开采资源量*****万 t；地下开采资源量*****万 t。合计：*****万 t；回采率：露天开采：***%；地下开采：***%；贫化率：露天开采：**%；地下开采：**%；采出地质资源量：露天采出地质资源量*****万 t；地下采出地质资源量*****万 t，合计*****万 t。

矿体平面特征图见 1-3，矿体特征坡面图见 1-4。

图 1-3 矿体特征平面图

图 1-4 矿体特征剖面图

（二）矿山生产规模和服务年限

根据《开发方案》，矿山生产规模为开采矿石量***万 t/a，开采方式为露天+地下。

根据露天开采经济合理剥采比和露天开采边坡要素，圈定的露天开采境界范围为第 7 勘探线以东的浅部矿体，露天开采标高自+1738m 至+1510m，境界内圈定的可采资源量为*****万 t，按生产规模开采原矿石***万 t/a 计算，露天开采服务年限为 11.2a，生产至第 8a 时进行地下开采工程基建（规划地下开采工程基建期 3a）。

地下开采圈定的可利用资源量为*****万 t，服务年限为 20.2a（按生产规模**万 t/a 计算，不含接续基建期）。

（三）矿山开采方案

1、开采方式

根据矿体赋存条件、开采技术条件，矿山开采方式为露天+地下。二号地村矿区晶质石墨矿床共发现圈定 9 个晶质石墨矿体，其中 I 号矿体为主矿体，占总资源量的 99.48%，其余为零星小矿体。I 号矿体长*****m，宽****~*****m，赋存标高+****~+****m，最小埋深***m。开采矿体为 I 号矿体。

露天开采范围为矿区第 7 勘探线以东，开采境界标高为：+****m~+****m（露天开采垂直深度****m）；露天转地下开采留设厚度**m 的保安顶柱（+****m 至+***m）；二期地下开采范围为第 7 勘探线以西部分以及第 7 勘探线以东+****m 以下部分，地下开采井巷工程标高范围为：自地表至+****m（其中+****至+****m 为深部井底水窝工程标高）。

地下开采选用竖井与斜坡道开拓方案，基建最低水平为+****m 中段，首采地段选择第 3 勘探线以西+****m~+****m 之间的矿体，竖井工程一次施工到底，斜坡道施工至+****m 水平，根据+****m 水平生产情况再向下延深至最低+****m 水平。

矿山未来生产接续见图 1-5，矿山开拓系统平面投影见图 1-6、矿山开拓系统剖面投影见图 1-7。

图 1-5 矿山生产接续图

图 1-6 矿山开拓系统平面投影

图 1-7 矿山开拓系统剖面投影

2、工程布置

(1) 露天开采

1) 露天开采顺序

根据矿体的赋存状态，采用自上而下的开采顺序。《开发方案》初步确定先对+****m 以上水平进行剥离，并在+****m 和+****m 水平完成开段沟，形成最小宽度不小于 40m 的工作平台，首采工作面设置在+****m 和+****m 水平东翼矿体，剥离基建工程量约*****万 t。

勘查许可证范围 7 号拐点在露天采坑下盘中部与矿体位置距离较近 (***)m)，限制了露天采坑下盘的剥离范围，道路如按照下盘折返式布置会造成下盘边坡压矿增加，由此方案确定运输道路进入采场后采用螺旋式布置。

矿区内运输道路由矿区南侧进入露天采坑，总出入沟从勘查许可证范围 7 号拐点东侧+****m 标高为起点，道路依次进入+****m 水平、+****m 水平和+****m 水平。

2) 露天开采境界

本方案根据拟申请矿区范围、经济合理剥采比及确定的露天开采境界边坡参数，对露天开采境界进行了圈定。由于受勘查许可证范围限制，7 号拐点在露天采坑下盘中部与矿体位置距离较近 (***)m)，限制了露天采坑下盘的剥离范围，露天境界无法向下盘和东翼扩展，露天开采至+****m 水平时，两翼开采作业面宽度为***m，满足最小底平面宽度***m 的要求，如继续延深开采深度，下一作业面最小底平面宽度将小于**m，无法布置开作业面，据此本次露天开采最低开采标高确定为+****m。见表 1-2。

表 1-2 露天坑境界圈定参数表

序号	名称	单位	数量	备注
1	露天坑地表尺寸	m	***×***	
2	底部尺寸	m	***×**	
3	台阶高度	m	**	
4	台阶坡面角	第四系及强风化层	°	**
		中风化层及未风化	°	**
5	安全平台宽度	m	*	

6	清扫平台宽度	m	*	隔二设一
7	运输公路宽度	m	**	双车道
8	露天采场最高标高	m	+****m	
9	露天采场底标高	m	+****m	
10	最终边坡角	°	**~**	
11	最小平台宽度	m	**	
12	境界内矿岩总量	t	*****	
13	矿石量	t	*****	
14	岩石量	t	*****	
15	平均剥采比	t/t	*****	

露采终了境界内矿岩总量为*****万 t，矿石量*****万 t，剥离量*****万 t，平均剥采比*****t/t，小于计算的经济合理剥采比***/t。

3) 露天开采回收率

根据露天开采圈定的资源量*****万 t，参考同类型矿山的实际开采情况，回采率**%、贫化率**%，可采地质资源储量*****万 t，采出原矿量*****万 t，采出原矿固定碳含量****%。

露天开采近期平面布置图见 1-8；露天开采近期剖面布置图见 1-9；露天开采期末平面布置图见 1-10；露天开采期末剖面布置图见 1-11。

图 1-8 露天开采近期平面布置

图 1-9 露天开采近期剖面布置

图 1-10 露天开采期末平面布置

图 1-11 露天开采期末剖面布置

(2) 地下开采

1) 地下开采顺序

地下开采顺序总体规划为：在垂直方向上为自上而下分中段依次开采；当上下两个中段同时开采时，上、下两个中段的作业面应交错布置，其距离不应小于 60m；在水平方向上的回采顺序为由端部风井向主井方向后退式回采。

为满足矿山投产规模尽快达产要求和遵循合理开采顺序，选定第 3 勘探线以西未露天开采部分矿体+****m 和+****m 两个中段作为地下开采首采地段。

2) 开拓系统

开拓方式为主竖井采用箕斗提升矿石，井下设矿石溜井和破碎硐室，斜坡道担负废石、人员、设备、材料等运输，同时兼作安全出口，另外设置专用进风井和专用回风井。

主竖井井口标高+****m，位于 11 勘探线矿体下盘，净断面规格 $\Phi 6.0\text{m}$ ，最低开采中段+****m，井底标高+****m，井深 485m，净面积 28.26 m²，井筒内设提升间、梯子间、管缆间等，兼作安全出口。同时设矿石溜井和破碎硐室，破碎硐室设于主井+****m 水平，矿石溜井设于标高+****m 水平，井深自+****m 至+****m，溜井净断面规格 $\Phi 3.0\text{m}$ 。

斜坡道地面出口位于 11 勘探线矿体下盘，工程基建先施工至+****m 水平，采用三心拱形断面，高 \times 宽规格 4.5 \times 4m，净断面为 18m²，斜坡道担负废石、人员、设备材料等运输和安全出口，线路采用折返式布置，转弯半径 20m，弯道处采用单坡横断面加宽及超高等措施。每隔 200m 设一会车道，长度 20m，断面加宽 2m。线路最大坡度为 12%，纵坡限长 300m，每隔 300m 设一 20m 长的缓坡段，缓坡段的最大坡度为 2%，线路平均坡度值 11.4%。斜坡道基建至+****m 水平总长度为 3650m，工程量 67525m³。当开采+1325m 以下矿体时，斜坡道可适时安排延深至+****m 水平（设计最低开采水平）。

进风井井筒井口标高+****m，井底标高+****m，位于矿体东翼端部 10 勘探线矿体下盘，井筒直径 $\Phi 5.0\text{m}$ ，净断面 19.625m²，井筒内设梯子间，兼作安全出口。为矿区主要进风井并兼做东翼充填井，地面井口设充填站。

西回风井井筒中心坐标 X=*****，Y=*****，井口标高+*****m，井底标高+****m，位于矿体西翼端部 15 勘探线矿体下盘，井筒直径 $\Phi 5.0\text{m}$ ，净断面 19.625m²。为矿山总回风井并兼做西翼充填井，地面井口设有通风机房及充填站。

井工矿山地面工程总布置图见 1-12。

图 1-12 井工矿山地面工程总布置

3) 采矿方法

选用采矿方法为胶结充填采矿法和空场嗣后充填采矿法。两种采矿方法划分原则为：根据矿体形态、产状、厚度等条件，厚度大于 40m 的矿体采用大直径深孔空场嗣后充填采矿法（占比 80%），厚度小于 40m 的矿体采用分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法（占比 20%）。

大直径深孔空场嗣后充填采矿法（占比 80%）

盘区和采场布置：将矿体划分为盘区，以盘区为回采单元组织生产。沿矿体走向每 200m 划分为一个盘区，宽为矿体厚度。在盘区端部垂直走向留 10m 宽的间柱，在间柱中布置穿脉巷道，在盘区中部垂直走向留 10m 间柱，其中布置回风穿脉。每个盘区内划分矿房和矿柱，矿房和矿柱宽均为 16m，采场沿矿体走向布置，采场长 90m，采场高度为中段高度，即 65m。

采准、切割：采准工程有盘区出矿穿脉、出矿巷道、出矿进路、凿岩穿脉、凿岩巷道、回风穿脉等；切割工程有拉底巷道等。出矿穿脉垂直矿体布置在盘区中间矿柱内，出矿巷道由盘区出矿穿脉向盘区两端掘至盘区矿柱，出矿进路在出矿巷道中每隔 10~12m 以 60°角掘进到回采采场边缘。凿岩水平穿脉布置与出矿水平穿脉相同，凿岩巷道由盘区凿岩水平穿脉向盘区两端掘至盘区矿柱，然后在采场中掘凿岩硐室，凿岩硐室设间设 2~3m 的条柱。

回采、出矿：盘区内第一步回采矿房，第二步回采矿柱。在凿岩硐室内使用 CS150D 潜孔钻机施工直径 150mm 平行深孔，网度 3m×3m。采用乳化炸药和数码电子雷管起爆系统，由下而上梯段式分段侧向落矿。爆下的矿石用铲运机于各分段的出矿进路出矿。

新鲜风流由各中段石门进入中段沿脉巷道、穿脉巷道，进入出矿巷道或凿岩硐室，污风由回风穿脉、回风巷道经回风井排出地表。

充填：一个矿房矿石全部采出后，集中一次充填，充填灰砂比为 1:6 和 1:10，其中灰砂比 1:6 的充填料用于矿房底部 10m。矿柱用回采矿房的方式进行回采，回采结束后采用胶结充填。

分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法（占比 20%）

采场参数设置：矿块沿走向布置，矿块长度 50m，矿块高度 65m，间柱 6m，矿块宽度为矿体厚度，在矿房中段高度内自下而上划分为三个凿岩分段采用中深孔落矿，分段高度分别为：22m、21m、22m。

采准切割工艺：采准切割工程有穿脉联络巷、出矿进路、切割天井、沿脉凿岩拉底巷、分段平巷、分段凿岩巷、人行通风天井等。于中段大巷内垂直矿体走向掘进穿脉联络巷、出矿进路，在矿体内由穿脉联络巷沿矿体走向掘进沿脉凿岩拉底巷，最后在沿脉凿岩拉底巷掘进切割天井；由采区斜坡道于各个分段水平开凿分段沿脉平巷，后垂直矿体开凿分段联络巷，最后于矿体内开凿分段凿岩巷。

采场凿岩爆破：矿块内回采顺序如下：矿块矿房共划分为三个分段，首先由顶部分段由中间至两侧开始爆破回采工作，然后顺序展开下两个分段的回采工作，形成三分段同时回采，下分段工作面始终落后于上分段工作面。用中深孔凿岩台车在凿岩巷内凿上向扇形炮孔，排距为 1.5m~2m，孔底距为 2.2m~2.4m，边孔角 55°，钻孔直径 $\Phi 76\text{mm}$ ，采用前后排交错布置，孔深 4m~25m。采用装药器装药，电子雷管起爆系统。采用单分段爆破，每次爆破 1~2 排炮孔。

通风：爆破落矿后采用贯穿风流进行通风，排出炮烟。由底部水平中段大巷提供新鲜风流，新鲜风流经过穿脉联络巷、出矿进路冲洗工作面后通过人行通风天井、切割天井以及采空区排至回风水平，由联络巷回至回风大巷，最终由回风井排出地表。通风困难时采用局扇加强通风。

出矿：根据矿体倾角选择相应的出矿位置：倾角不小于 50°的矿块选择阶段出矿，爆下的矿石用铲运机集中在采场底部出矿进路出矿；倾角小于 50°的矿块选择分段出矿，爆下的矿石用铲运机于各分段的出矿进路出矿。矿块末期采场残留矿石采用遥控铲运机回收。

充填：矿房矿石出完后及时充填。充填前做好泄水管布置，打好隔墙，然后进行充填。充填灰砂比为 1:6 和 1:10，其中灰砂比 1:6 的充填料用于矿房底部 10m，掘进废石可充填进矿房中。

开拓工程平面图见 1-13；开拓工程剖面图见 1-14

图 1-13 开拓工程平面

图 1-14 开拓工程剖面图

（四）选矿

选矿流程为阶段磨矿、粗精矿再磨再选流程。在一段磨矿细度-0.074mm 占 65% 的条件下进行粗选，粗选尾矿分级再磨、分级浮选，粗精矿再磨再选。产品方案为固定碳含量****%的低碳石墨精矿和固定碳含量****%的中碳石墨精矿。

选入选细度为-0.074mm 占 65%，粗选尾矿分级再磨、分级浮选，粗精矿再磨再选，避免了超细磨对浮选及尾矿处理的不利影响，两种产品方案更能适应市场需求。

综上，本方案选矿流程采用阶段磨矿、精矿再磨再选、单一浮选流程。

工艺流程见图 1-15。

图 1-15 选矿工艺流程图

3、生产规模、产品方案

根据采矿能力，石墨加工系统生产规模为年处理石墨原矿 200 万 t。产品方案为固定碳含量 $\geq 50\%$ 的低碳石墨及固定碳含量 $\geq 80\%$ 的中碳石墨。

4、供矿条件

露天开采采出矿石由汽车运至选厂卸矿平台进入粗碎作业。地下开采采出矿石，在井下进行粗碎作业，粗碎后矿石由地表皮带运至选厂卸矿平台进入粗碎作业。

供矿粒度：露天 0~800mm、地下 0~300mm。

入选品位：露天****%、地下****%。

矿石体重：****t/m³；松散系数：***。

5、日耗新水量

根据采矿、选矿、尾矿等工艺条件，企业选矿生产用水总量为 39860m³/d，其中回用水量 31972m³/d（含矿井涌水 2733.6m³/d），新水量 7888m³/d；采矿生产用水 500m³/d。

6、主要技术指标

主要技术指标见表 1-3。

表 1-3 主要技术指标表

开采方式	主要产品	产率 (%)	品位 (%)	回收率 (%)	总回收率 (%)	备注
露天	低碳石墨	***	***	***	***	符合DZ/T 0462.6-2023 《矿产资源“三率”指标要求第6部分：石墨等26种非金属矿产》中选矿回收率要求的一般指标“石墨矿选矿回收率不低于83%”
	中碳石墨	***	***	***		
地下	低碳石墨	***	***	***		
	中碳石墨	***	***	***		

(五) 尾矿处理

1、尾矿量

本项目选矿处理能力***万t/a，尾矿量见表1-4。

表1-4 尾矿量

开采方式	尾矿量 (万t/a)	服务年限 (a)	堆比重 (t/m ³)	充填用尾矿量 (万t/a)	服务期内总尾矿 量 (万m ³)
露天	***	11.2	***		***
地下	***	19.3	***	***	***

2、尾矿堆存

选厂产生的尾矿经浓缩压滤后，滤饼由汽车送至尾矿库，进行干式堆存。

(六) 矿山工程建设

(1) 表土场

本矿山为新建矿山，在矿山基建期需要对地表土壤进行剥离用于后期土地复垦，矿区建设区的土地类型为草地、耕地、林地等剥离表土厚度 30~60cm 不等，经计算剥离表土量为 521397m³。本方案需要设置表土场一个，位置为东柜村东侧，表土堆放高度 15m，台阶高度 7m，台阶宽度 10m，面积 4.73hm²，容量 62 万 m³。地表土场平面 1-16。

图 1-16 表土场平面

(2) 排土场

矿区在未来建设过程中在矿区东北部建设一个排土场进行未来开采废石等存放，排土场面积 68.94hm²；堆存标高+1750m~+1780m，堆置总高度 30m，台阶高度 15m，平台宽度 10m，台阶坡面角 33.7°，排土场最终整体边坡角 28.4°；排土场排土平台保留有 3%的反坡，达到终了境界后，在台阶内侧坡脚设置台阶排水沟，未达终了境界时，挖简易排水沟用于临时排水；排土场坡脚设挡石坝，提高排土场稳定性；排土场坡脚下游 30m 处设拦挡坝，作为防滚石与水土流失泥沙沉积安全带。

排土作业采用汽车运输、推土机推排、压路机压实的工艺。排土场采用多台阶覆盖式排土，废石自下而上多台阶覆盖式排土，推土机配合推平，压路机压实，直至最高标高。

随着废石土的堆积，堆填至一定高度，其松散物质增多，随之增加，在强降雨等条件下，排土场易出现崩塌、滑坡灾害。因此，排土场在堆填过程中按设计要求处理基底，并分层夯实碾压，压实度需达到设计要求，且堆高满足设计要求。

排土场平面见图 1-17。

图 1-17 排土场场地平面

(3) 采矿工业场地

矿区在未来建设过程中地下开采工程建设一个采矿工业场地，面积 1.92hm²。建

设位置 X: *****; Y:*****。主要用于矿山地下开采过程中使用, 采矿工业场地包括主井, 斜坡道出口, 综合办公楼, 宿舍等相关配套建设。采矿工业场地平面图见图 1-18。

图 1-18 采矿工业场地平面

(4) 东风井

矿区未来开采建设场地东风井, 井筒中心坐标 X=*****, Y=*****, 井口标高+****m, 井底标高+****m, 位于 10 勘探线矿体下盘, 井筒直径 $\Phi 4.0\text{m}$, 净面积 12.56 m^2 。为矿区东翼回风井, 井口设有通风机房, 兼作东翼充填井。东风井平面图见图 1-19。

图 1-19 东风井场地平面

(5) 西风井

矿区未来开采建设场地西风井，井筒中心坐标 $X=*****$ ， $Y=*****$ ，井口标高+****m，井底标高+****m，位于 15 勘探线矿体下盘，井筒直径 $\Phi 4.0\text{m}$ ，净面积 12.56 m^2 。为矿区西翼回风井，井口设有通风机房，兼作西翼充填井。西风井平面图见图 1-20。

图 1-20 西风井场地平面图

(七) 矿山排水

(1) 露天排水

正常排水是以每天 20h 内排除坑内 24h 正常涌水，但在暴雨或特大暴雨出现的涌水时，最低开采水平可作为贮水空间，淹没前撤出一切人员与设备，淹没时间允许最多不超过 7 天。排水量计算见表 1-5。

表 1-5 设计排水量计算

矿坑涌水量 (Q)	设计排水量计算	水泵排水能力
正常降雨时： 1353.44 m^3/d ; $Q_{\text{渗}}: 1338.89\text{m}^3/\text{d}$ 。	一昼夜设计正常排水量： 2692.33 m^3	工作水泵正常排水时不小于： 134.62 m^3/h
最大降雨时： 7690 m^3/d ; $Q_{\text{渗}}: 2369.83\text{m}^3/\text{d}$ 。	七昼夜设计最大排水量（1 天最大降水+6 天平均降水）： 26213.81 m^3	全部水泵最大排水量不小于： 156.03 m^3/h

凹陷开采最大高度为 228m，考虑阻力损失后，所需水泵扬程 285m。

选用 ATZPQK150-320/4-180 型潜水泵 2 台，一台工作、一台备用，排水管选用 2 条 Φ 180 \times 6mm 无缝钢管沿露天坑边坡敷设至地表集水池。

(2) 井下排水

结合矿山开拓系统，井下排水于+1325m 水平主井井底车场附近设泵站，地下涌水由+1325m 水平泵站直接排至地表，排水管沿副井敷设。

排水量：正常 3233.60m³/d，最大 5261.48m³/d（包括井下涌水量、充填滤水 600 m³）；排水高度 410m。

选用 MD155-67 \times 9 型多级离心泵 3 台，额定流量 185m³/h，额定扬程 531m，额定功率 450kW，电压 10kV。正常涌水量时 1 台工作，1 台备用，1 台检修，最大涌水量时 2 台工作，1 台备用兼检修。正常水量时 1 台水泵工作 18.5 小时可排出昼夜涌水；最大水量时 2 台水泵工作 15 小时可排出昼夜涌水。排水管选择 Φ 219 \times 8mm 无缝钢管两条。

(八) 综合利用率

通过光谱半定量分析、组合分析及全分析发现矿区内石墨矿石中除有益组分固定碳含量达到石墨的工业要求外，其他伴生有用组分含量很低，均未达综合利用指标，无综合利用价值。

四、绿色矿山建设

依据《内蒙古自治区人民政府关于印发〈自治区绿色矿山建设方案〉的通知》（内政发〔2020〕18 号）文件精神，并对照《非金属矿行业绿色矿山建设规范》

（DZ/T 200312-2018），矿山要严格遵守国家相关法律法规，符合矿产资源规划、产业政策，编制绿色矿山建设规划、健全矿产资源开发、节能、环保、安全生产等规章制度与保障措施等基本条件，并达到规定的建设要求。

(一) 基本要求

(1) 矿山企业应按要求进行绿色矿山建设。

(2) 自觉遵守《内蒙古自治区矿产资源管理条例》《内蒙古自治区地质环境保护条例》等有关法律法规；矿山的《营业执照》等证照齐全且都应在有效期内。

(3) 采矿权人应依法履行法定义务，按时、足额缴纳有关税费。

(二) 矿区环境

(1) 矿区功能分区应布局合理，生活区绿化、美化，整体环境整洁美观。矿山

的生产、运输、贮存等管理应规范有序。

(2) 矿区地面道路、供水、供电、卫生、环保等匹配设施应齐全，规范性设置提示牌、说明牌、线路示意牌、警示牌、安全标志牌等。

(3) 矿山应编制符合安全、环保等规定的废弃物处置方案。废弃物外运时应采取防雨水、防渗（漏）等措施，废弃物不得扩散到矿区范围以外造成环境污染，固体废弃物妥善处置率应达到 100%。

(4) 矿区绿化与周边自然环境和景观相协调，绿化植物搭配合理。

(5) 矿山应在办公生活区植树，将可绿化区的绿化率达到 80%。

(三) 矿山开发利用及环境保护

(1) 矿山的资源开发应与环境保护、资源保护相协调，贯彻“边开采、边治理、边恢复”的原则。

(2) 矿产资源开发利用指标应达到开发利用方案设计的“三率”指标要求。

(3) 建立小气候监测站，对粉尘、噪声等污染源和污染物实行动态监测，并向社会公开数据，接受社会公众的监督。

(4) 矿山建立、健全开采中和开采后长效监测机构，对土地复垦区的稳定性与质量进行动态监测。

(5) 按照本方案建立责任机制，将治理和复垦与生产建设活动统一布置，统筹实施，制定年度计划，按时完成地质环境治理和土地复垦的要求。

(6) 恢复治理后的各类场地应保证实现安全稳定，对人类和动植物不造成威胁，对周边环境不产生污染，与周边自然环境和景观相协调，恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续利用，区域整体生态功能得到保护和恢复。

(四) 资源综合利用及节能减排

(1) 开发利用方案设计对高品位矿石与低品位矿石搭配利用。最大限度地组合利用资源，减少固体废物的排放。

(2) 建立矿山生产全过程能耗核算体系，通过采取节能减排措施，控制并减少单位产品能耗、物耗、水耗，减少“三废”排放。

(3) 矿山生产应对露天矿剥离的废土石进行资源化利用或采取单独堆存作为矿山后期土地覆土利用。

(五) 矿山创新建设

(1) 矿山应建立以企业为主体、市场为导向、产学研用相结合的科技创新体系。

(2) 矿山应配备专门科技人员，开展支撑企业主业发展的关键技术研究，改进工艺技术水平。

(六) 矿山管理及企业形象

(1) 矿山应树立以人为本、创新学习、行为规范、高效安全，生态文明，绿色发展的企业核心价值观，培育团结奋斗、乐观向上、开拓创新、务实创业、争创先进的企业精神。

(2) 矿山应设立工会组织，并切实发挥作用，丰富职工物质、体育、文化生活，矿山定期开展职工满意度问卷调查，以此来调查企业职工满意度，接触职业病危害的劳动者在岗期间职业健康检查率应达到 100%。

(3) 矿山的各类报表、台账、档案资料等应齐全、完整。需建立职工培训制度，培训计划明确，培训记录清晰。

(4) 矿山设立矿区群众满意度调查机制。宜在教育、就业、交通、生活、环保等方面提供支持，提高矿区群众生活质量，促进企地和谐。

五、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

矿山为新建矿山，在 2007 年 3 月通过内蒙古自治区矿业权交易中心挂牌出让竞买取得“内蒙古自治区武川县二号地铜多金属矿普查”探矿权后并未对其开采。

(二) 矿山现状

目前，金瑞矿业正在申请办理采矿许可证，本矿区资源尚未实施开发建设。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

矿区属半干旱大陆性气候，冬季长，夏季短，日温差大。根据武川县气象站1998年—2024年气象资料（见表2-1、表2-2），多年平均降水量320.0mm，最大年降水量566.7mm（2003年），最小年降水量195.2mm（2007年），降水多集中在6、7、8、9四个月，占全年总降水量的71.6%。多年平均蒸发量2120.1mm，最大年蒸发量2423.9mm（2001年），最小年蒸发量1902.6mm（2003年），尤以4、5、6、7、8、9六个月的蒸发量最大，占全年总蒸发量的79.6%。多年平均气温2.4℃，最高气温34.2℃，最低气温-34.1℃，冻结期由11月至翌年的4月，季节性冻土最大冻结深度2.90m，多年平均相对湿度52.2%。

表 2-1 武川县气象站多年月平均（2002—2023 年）气象要素统计表

月份	蒸发量（mm）	降水量（mm）	月份	蒸发量（mm）	降水量（mm）
1	27.9	3.3	7	301.3	79.1
2	48.9	4.3	8	246.0	65.1
3	120.5	8.1	9	212.1	43.7
4	234.9	13.1	10	137.7	21.0
5	335.8	30.4	11	66.3	6.0
6	357.0	41.1	12	31.6	4.8

表 2-2 武川县气象站多年（2002—2023 年）气象要素统计表

项目 年份	降水量 (mm)	蒸发量 (mm)	项目 年份	降水量 (mm)	蒸发量 (mm)
2002	422.9	2183.0	2013	248.8	2048.1
2003	348.8	2243.9	2014	300.7	1916.3
2004	398.0	2136.3	2015	241.9	2155.0
2005	246.6	2423.9	2016	403.9	1982.7
2006	289.3	2168.4	2017	317.8	2111.8
2007	566.7	1902.6	2018	283.7	2088.1
2008	339.7	2082.1	2019	291.9	2145.7
2009	214.4	2284.4	2020	331.3	2072.3
2010	228.0	2130.6	2021	361.3	2016.9

2011	195.2	2084.4	2022	301.6	2388.9
2012	385.4	2026.7	2023	321.7	2049.8

图 2-1 武川县气象站多年月平均气象要素图

武川 2024.01.01—2025.01.01 晴雨天气分布见图 2-2，2016 年—2025 年 1 月气温变化见图 2-3。

图 2-2 武川 2024.01.01—2025.01.01 晴雨天气分布

图 2-3 武川 2016 年—2025 年 1 月气温变化。

（二）水文

矿区内地表水系不甚发育，仅在矿区东南部发育有数条小型沟谷，沟谷呈北西—南东向展布，沟内常年干涸，只在暴雨到来之时有极为短暂的洪流通过，一般随暴雨停止而即干涸。当地最低侵蚀基准面位于矿区东部的东后河河谷中，标高为+1650m，矿区主采矿体为I号矿体，赋存标高+1191.11~+1736.78m，大部分矿体最低赋存标高低于最低侵蚀基准面。矿区水沟沟谷位置在雨季会有短暂汇水，地表水系见图 2-4。

矿区内水源较匮乏，根据钻孔抽水试验，涌水量较小，仅有 5m³/d 左右，根据调查，矿区东南 3.5km 处东后河河谷内砂砾石层厚度较大，含水较丰富，现有多眼机井，水量均较为丰富，井深一般 15~30m，水位埋深一般 3.84~5.37m，根据机井筒易抽水试验观测，涌水量 152.7m³/d，水位降深为 1.22m，该处地下水水质较好，各项指标均符合饮水标准，属 HCO₃—Ca·Mg 型水。

图 2-4 矿区地表水系图

（三）地形地貌

矿区范围最高点位于矿区北部，海拔标高+1794.03m，最低点位于矿区东部沟谷洼地内，海拔标高+1710m，相对高差 80m 左右。一般坡度 6°左右，局部坡度达 12°；见图 2-5、2-6、2-7，2-8。

图 2-5 矿区地貌（矿区西南部）

图 2-6 矿区地貌（矿区中部）

图 2-7 矿区地貌（矿区东北部）

图 2-8 矿区整体地形地貌图

（四）植被

矿区属半干旱大陆性气候，冬季长，夏季短，日温差大。评估区中植被稀疏，植物群落结构简单，零星分布草本植物。植被主要由超早生的小灌木和旱生的丛生小禾草构成，评估区主要人工种植的农副产品为莜麦，其余自然生长主要植物有：沙葱、针茅、小叶锦鸡儿、冷蒿、榆树等，植被盖度率较低，见照片 2-9~2-11。

图 2-9 评估区主要农作物（当地农作物 5 月份种植一年一次，现场收集时间为冬季）

图 2-10 评估区零星分布的乔木、灌木（矿区南部）

图 2-11 评估区内草地类型（矿区北部）

（五）土壤

矿区土壤类型属栗钙土。其 pH 值在 8.2 左右，有机质含量 3%~5%。栗钙土属于地带性土壤，其成土母质为残坡黄土和第四系冲洪积成因的砂砾组成，多为疏松的粒状结构，质地为沙壤，并有程度不同的砂砾化，土壤养分含量特点为氮较低、磷极低。

地下开采工业场地和露天采场位于中低山丘陵地区，表土覆盖厚度较薄在 20~40cm 之间。见图 2-12、2-13。

图 2-12 评估区土壤厚度剖面图

图 2-13 评估区土壤剖面图

矿区土壤类型属栗钙土。栗钙土属于地带性土壤，其成土母质为残坡黄土和第四系冲洪积成因的砂砾组成，多为疏松的粒状结构，质地为沙壤，并有程度不同的砂砾化，土壤养分含量特点为氮较低、磷极低，土壤颜色以棕色为主。

耕地土体较厚，质地较差，土壤类型属栗钙土。有机质含量为 22.4g/kg，土体厚度约为 50cm，耕作层厚度为 20cm。pH 值 7.9 左右。耕地剖面图见 2-18。拍摄时间 2025.02.08，拍摄坐标 X: *****; Y: *****。

矿区耕地主要种植莜麦，一年一作，莜麦年亩产共计 225kg，亩均产值约 810 元。

林地土质地较差，土壤类型属栗钙土。有机质含量为 15.6g/kg，土体厚度约为 50cm，pH 值 8.1 左右。林地剖面图见 2-19。拍摄时间 2025.02.08，拍摄坐标 X: *****; Y: *****。

主要种植树种为榆树。

草地多为天然牧草地为主，土质较差，土壤类型属栗钙土。有机质含量为 4.8g/kg，土体厚度约为 30cm，pH 值 8.1 左右。林地剖面图见 2-20。拍摄时间 2025.02.08，拍摄坐标 X: *****; Y: *****。

主要草种为沙葱、针茅、小叶锦鸡儿、冷蒿等。矿区林地。

矿区土壤大致分为 3 类。

O 层，土壤结构：团粒状结构；质地沙壤；砾石含量 5%<；有机物：多为植物枯枝落叶。

Ah 层，土壤结构：团粒状结构；质地沙壤；砾石含量 5%<；有机物：多为植物根系。

C 层，土壤结构：团粒状结构；质地沙壤；砾石含量较高；有机质：无。

图 2-14 评估区耕地土壤剖面

图 2-15 评估区林地土壤剖面

图 2-16 评估区草地土壤剖面

二、矿区地质环境背景

本区地层属于华北地层大区晋冀鲁豫地层区阴山地层分区，大青山地层小区。出露的地层主要有太古宙的乌拉山岩群、色尔腾山岩群、中元古界的渣尔泰山群。中生代出露的地层有下白垩统李三沟组、白女羊盘组、新近系上新统宝格达乌拉组及第四系更新统和全新统。具体地层见表 2-3，图 2-17 地层综合柱状图。

表 2-3 区域地层简表

界	系	统	群	组	段	代号	厚度 (m)	岩性特征及化石
新生界	第四系	全新统		冲洪积		Qh ^{al}	>3	灰黑色、灰黄色亚砂土、砂砾石
		更新统		冲洪积		Qp ₁₋₂ ^{pal}	>3	灰色砾石层（半固结松散状）
	新近系	上新统		宝格达乌拉组		N _{2b}	27	砖红色泥岩夹灰白色含砾砂岩，顶部砖红色复成分砾岩
中生界	白垩系	下统		白女羊盘组	二段	K _{1bn} ²	215	灰紫色角砾凝灰岩，角砾岩屑晶屑凝灰岩，岩屑 晶屑凝灰岩
					一段	K _{1bn} ¹	>117	灰黑色致密块状伊丁玄武岩、气孔杏仁状伊丁石 化橄榄玄武岩
中元古界	长城系		渣尔泰山群	增隆昌组	二段	Ch ₂ ²	>224	灰色微晶灰岩夹钙质板岩、变质石英砂岩
					一段	Ch ₂ ¹	>168	黑色绢云母板岩，碳质板岩夹灰色微晶灰岩、 石灰质白云岩，产叠层石
					书记沟组		Ch _s	>89
新太古界			色尔腾山岩群	柳树沟岩组		Ar _{3l}		灰色黑云石英片岩夹长石石英岩，石英岩
				东五分子岩组		Ar _{3d}		灰绿色阳起绿帘片岩夹石英岩，黑云石英片岩， 磁铁石英岩透镜体
古太古界			乌拉山岩群	片麻岩组		Ar _{2pg}		灰色紫苏斜长麻粒岩、褐色二辉麻粒岩、二长浅 粒岩、透辉斜长变粒岩夹榴石磁铁石英岩

图 2-17 地层综合柱状图

(一) 地层岩性

矿区除第四系外，出露地层较少，主要分布于工作区北部、东北部，出露地层单元包括渣尔泰山群书记沟组（Ch^s）、增隆昌组（Ch^z）、下白垩统白女羊盘组

（K₁bn），其中增隆昌组分为两个岩性段，即增隆昌组一段（Ch^{z1}）和增隆昌组二段（Ch^{z2}）。第四系松散堆积物在工作区地势较低处广泛分布。各地层单元特征由老至新分述如下。

(1) 书记沟组（Ch^s）

仅在工作区北部出露，出露面积约 0.1km²，分布区形成凸起状地形。岩石组合特征：总体以深灰色、灰色中粗粒变质石英砂岩、变质砾岩、变质含砾石英砂岩为主，岩层中夹中粗粒变质含砾长石石英砂岩、变质含砾杂砂岩、变质粉砂岩等，夹层厚度多为 40cm 左右，向上夹层逐渐增多。变质石英砂岩岩层中可见原生斜层理。工作区可见书记沟组变质石英砂岩、变质砾岩不整合覆盖于新太古代片麻状英云闪长岩（Ar³γδo）之上，局部人工露头可见二者直接接触，接触带可见片麻状英云闪长岩的古风化剥蚀面，未见侵入接触痕迹（冷凝边、烘烤边等均未见），未见构造接触痕迹。地层靠近接触带岩层产状平缓，倾角约 25°，远离接触界线岩层产状迅速变陡，代表性产状为 32°∠60°。局部受断裂构造等影响岩层倒转。

沉积环境为河流沉积体系：岩性主体由砾岩、砂岩组成向上变细、变薄的沉积序列。由多个旋回叠复而成。分布大量砾岩沉积，显示沉积位于河流沉积物底部，呈透镜状产出，砾石为浑圆状，分选性差，具叠瓦状构造，砾岩底面为一冲刷面；中粗粒石英砂岩为主体，发育具大型板状、槽状交错层理的粗砂岩，反映其形成于较高流态的水动力条件；中细粒杂砂岩呈夹层产出，为低流态的产物。

（2）增隆昌组一段（Chz¹）

仅在工作区东北部出露，出露面积约 0.077km²，分布区形成不明显正地形。岩石组合特征：由绢云母石墨片岩、碳质板岩组成。由于岩石抗风化能力差，地表基岩出露差，仅在与其它地质单元的接触带附近出露少量基岩。岩石普遍含碳质，局部含碳质较高，易污手。工作区可见绢云母石墨片岩与下部书记沟组变质石英砂岩、上部增隆昌组二段白云质灰岩为整合接触，南部不整合覆盖于新太古代片麻状英云闪长岩（Ar³γδo）之上。工作区增隆昌组一段（Chz¹）出露区分布一条西北走向的断裂构造，受断裂构造影响断裂构造西南侧绢云母石墨片岩、碳质板岩岩层倒转，岩层产状为 223°∠53°。

沉积环境为泻湖相沉积或陆棚沉积：岩性主体由含碳质泥岩、粉砂质泥岩组成，为低能环境的产物显示湖相或陆棚海沉积特征。

本段绢云母石墨片岩为石墨矿赋矿层位。

（3）增隆昌组二段（Chz²）

仅在工作区东北部出露，出露面积约 0.25km²，分布区形成正地形。岩石组合单一，由灰色、灰红色白云质砂屑灰岩组成，岩性单一稳定。岩层中分布 3 条碎裂岩带。工作区可见白云质砂屑灰岩与下部增隆昌组一段含碳质绢云母板岩为整合接触。

见中粒闪长岩呈小岩株状侵入岩层，接触带见岩石硅化、矽卡岩化。岩层产状总体北倾，产状较陡。沉积环境为滨岸碳酸盐沉积。该段露头差，横向变化不大。二段为灰色中厚层状微晶灰岩、薄层状钙质板岩夹变质钙质石英砂岩。发育滑塌褶皱、包卷层理、滑塌角砾岩等。该组在东柜一带出露最宽，向西变窄，呈一东宽西窄的楔状体。一、二段之间为整合接触。受韧性剪切变形变质改造，局部形成糜棱岩化岩石，该组厚度大于 392m。

(4) 下白垩统白女羊盘组 (K_{1bn})

分布于工作区中部西南部，总体呈北东向带状展布，出露面积约 0.3km²，分布区形成相对负地形。岩石组合单一，有灰紫色、灰色流纹质含角砾熔集凝灰岩、凝灰质板岩等，岩性大部稳定，地表形成近于直立的片状碎石。凝灰岩喷发不整合在新太古代变质侵入岩及渣尔泰山群之上，由于变质程度不同分为凝灰岩、凝灰质板岩；中北部凝灰质板岩侵入书记沟组变质石英砂岩、增隆昌组一段含碳质绢云母板岩及新太古代片麻状英云闪长岩，见凝灰质板岩与围岩接触界线近于直立；中部及西南部呈喷出岩产出为凝灰岩，凝灰质板岩不整合覆盖新太古代片麻状英云闪长岩、斜长角闪岩。总体工作区下白垩统白女羊盘组 (K_{1bn}) 凝灰岩、凝灰质板岩分布受断裂构造控制，由中酸性岩浆沿断裂构造带裂隙呈喷出岩相产出。

(5) 第四系全新统冲洪积物 (Qhap₁)

第四系冲洪积物分布于地势较低的沟谷中及沟谷两侧。由砂质粘土、含砾砂土及砂土砾石层松散堆积形成，砾石成分主要由变质石英砂岩、变质砾岩、板岩、片麻状英云闪长岩、脉石英等组成。工作区内广泛分布。

(二) 地质构造

矿区内断裂构造发育，褶皱不发育。主要分布 4 条断裂构造，其中 2 条为实测断层，2 条为推测性断层。F₁ 实测性断层分布于矿区北部，呈近南北向延伸，断层性质不明；F₂、F₃ 均为推测性断层，沿断层带形成直线型沟谷，沟谷两侧地质体、地质现象产生错位，局部地层倒转，断层性质不明。

(1) F₁ 断裂构造

该断裂构造分布于矿区的北西部，断层地表断续出露长约 158m，断层总体呈南北向分布，为平移断裂构造带，切割渣尔泰山群书记沟组 (Ch₅) 及新太古代片麻状英云闪长岩 (Ar³γδo) 地层，断层两侧地层错动水平距离约 46m。

(2) F₂ 断裂构造

该断裂构造带分布于矿区的中—西部，地表出露长 1.10km，断层总体呈南北向分布，断层性质及断层面产状不明，两侧出露地层均为第四系全新统的含砾石砂质粘土。断裂构造带北端延伸至矿区外。

（3）F3 断裂构造

该断裂构造带分布于矿区的南部，地表出露长 901m，断层总体呈东西向分布，断层性质及断层面产状不明，沿断层带形成直线型沟谷，两侧出露地层均为第四系全新统的含砾石砂质粘土。

（4）F4 断裂构造

F₄断层位于矿区中北部，长约 660m、倾向 31°、倾角 74°，北西向断续延伸，北西端靠近矿区边部地表被第四系覆盖，结合地表地质体特征及深部钻孔岩性特征判断断层性质为逆断层，断层面南西倾，南西侧岩层产状倒转，断层上盘地层为渣尔泰山群书记沟组（Ch₆^s）灰色中粗粒变质石英砂岩地层，下盘为增隆昌组（Ch₂¹）黑色的绢云母石墨片岩。F₄断层对矿区本次探明的晶质石墨矿矿体的北东侧有较明显的影响，使矿体靠近断层侧厚度变薄。

矿区地质平面见图 2-18，矿区地质剖面见图 2-19。

图 2-18 矿区地质平面

图 2-19 矿区地质剖面

(三) 水文地质

1、水文地质条件

矿区内地表水系不发育，仅在矿区东南部发育有数条小型沟谷，沟谷呈北西—南东向展布，宽度 30~350m，至东南部沟谷汇集处最宽可达 700m，沟内常年干涸，只在暴雨来临之时有极为短暂的洪流通过，由于矿区基本处于沟谷最上游起始段，因此，行洪时间较短，一般随暴雨停止即干涸。当地最低侵蚀基准面位于矿区东部的东后河河谷中，标高为 1650m，矿区主采矿体为 I 号矿体，赋存标高 1136.00~1729.75m，大部分矿体最低赋存标高低于最低侵蚀基准面。

2、含水层

矿区范围内地下水按含水岩类、赋存条件、水力特性可分为两种类型：即松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水，分述如下：

(1) 松散岩类孔隙潜水

仅分布于矿区中部及东南部第四系沟谷中，含水层主要由第四系全新统冲洪积中粗砂、砾砂等组成，厚度一般 3~9m，局部小于 2m，水位埋深一般 1.92~3.50m，根据矿区沟谷内 SK2 号孔资料，第四系地层厚度 4m，岩性以中粗砂、砾砂为主，水位埋深 2.48m，含水层厚度 1.52m。沟谷内地下水富水性较差，单井涌水量一般小于 100m³/d，根据 SK2 抽水试验资料，降深 51.02m 时涌水量为 31.97m³/d，换算单井涌水量（91mm 口径、10m 降深，下同）4.43m³/d，换算单位涌水量（91mm 口径，下同）为 0.00514L/s·m，属弱富水性。水化学类型以 HCO₃·SO₄-Ca·Mg 型为主，矿化度 0.7g/L。潜水主要接受大气降水补给及沟谷南北两侧山区基岩裂隙水侧向补给，由西北向东南方向径流，是矿区地下水径流、排泄区。

(2) 碎屑岩类孔隙裂隙水

主要在东南丘陵内有零星分布，含水层为新近系砂岩、泥质砂岩、砂砾岩等，以砂岩、泥质砂岩为主，厚度一般 10~30m，接触带较薄，一般 5~10m，由于含水层泥质含量较高，富水性较差，单井涌水量一般小于 100m³/d，水化学类型以 Cl·HCO₃-Na·Mg 型为主，矿化度一般小于 1g/L。其主要接受周围丘陵山区白垩系基岩裂隙水侧向补给，是区域地下水的径流区。

(3) 基岩裂隙水

基岩裂隙水在矿区全区分布，含水层主要为基岩风化裂隙带、矿体蚀变破碎带、构造裂隙破碎带等，岩性以太古代片麻状英云闪长岩、斜长角闪岩，中太古界长城

系渣尔泰山群砂质灰岩、板岩、石英砂岩及白垩系凝灰岩为主，含水层厚度一般 25~40m，局部较厚，可达 60m，水位埋深一般 4.38~12.85m，富水性较差，单井涌水量一般小于 100m³/d，根据矿区北部 SK1 号钻孔抽水试验资料，降深 27.38m，涌水量为 21.6m³/d，换算单井涌水量 5.58m³/d，换算单位涌水量为 0.00647L/s·m，渗透系数 0.0067m/d，属弱富水性。水化学类型以 HCO₃-Ca·Mg 型为主，矿化度 0.44g/L。基岩裂隙水补给来源主要为大气降水，通过地表或基岩裂隙向低洼沟谷径流，是矿区地下水的补给区。

(4) 隔水层

矿区内基岩风化带与矿体蚀变破碎带、构造破碎带之外的较完整基岩为基岩裂隙水主要的隔水层。

(5) 水力联系

根据上述分析，矿区赋存松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水，基岩裂隙水全矿区分布，松散岩类孔隙水主要分布于矿区东南部低山缓坡处和山间沟谷内，含水层岩性为中粗砂、砾砂，与下部基岩直接接触，因此，与下部基岩裂隙水联系较为紧密，沟谷区为基岩山区的地下水排泄带，由于第四系沟谷宽度较小，矿区内平均宽度 30~350m，矿区内延伸长度 1.5km 左右，分布面积较小，含水层厚度较薄，富水性较差，因此，后期其对矿床开采影响也较为有限。

(6) 地下水动态特征

矿区位于大青山中段北坡，地貌类型属中低山地貌，地下水以基岩裂隙水为主，局部范围分布有松散岩类孔隙水，地下水水位埋深一般 1.95~12.85m，沟谷区较浅，山顶较深。矿区内无常住居民，无农作物种植，地下水基本处于天然状态下，主要受气象因素的控制，地下水位在雨季升高、旱季下降，地下水动态呈明显的周期性变化规律，地下水动态表现为气象型。

根据矿区 SK1 孔 2020 年 5 月 20 日至 2021 年 5 月 20 日的动态观测资料，由于该地区在每年的 11 月~翌年 4 月份是干旱的冬季和春季，降水稀少，气候寒冷，地下水水位逐渐下降。5 月至 6 月，地下水水位仍然持续缓慢下降，这是由于降水稀少，地下水补给条件差，致使地下水的径流交替作用受到限制。7 月份，降雨逐渐增加，进入丰水期，水位开始上升，至 9 月底，出现一年内地下水位的高峰。10 月份气温开始下降，降水量减少，水位亦开始缓慢下降，11 月份，气温开始变冷，并出现霜冻，逐渐到达寒冷的冬季，直至翌年 5 月，是一年之内的水位最低期。矿区地下水

位年变幅较小，一般为 2.0m 左右。水质和温度受季节性影响不甚明显，变化不大。

3、区域地下水补给、径流、排泄条件

(1) 松散岩类孔隙潜水

第四系松散岩类孔隙潜水主要接受大气降水的入渗补给，其次还接受山区基岩裂隙水、丘陵区碎屑岩类孔隙裂隙水的侧向补给，然后由上游向下游方向径流，沟谷潜水主要排泄方式为向下游径流排泄和沿途蒸发、人工开采排泄。

(2) 碎屑岩类孔隙裂隙水

碎屑岩类孔隙裂隙水主要接受周围丘陵山区基岩裂隙水的侧向补给，向沟谷方向径流，排泄方式主要为径流和人工开采排泄。

(3) 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要接受大气降水的垂直渗入补给，然后由地势较高地段向地势较低的丘间洼地、沟谷径流，在径流运动过程中一部分地下水通过蒸发、人工开采消耗，一部分以地下径流方式补给沟谷潜水。

4、地表水特征

矿区内地表水系不甚发育，仅在矿区东南部发育有数条小型沟谷，沟谷内第四系地层赋存第四系松散岩类孔隙潜水，地下水往东南径流，汇入矿区东部较大的东后河谷后，沿河谷往东北径流出本区，现场调查时并未发现河道水流。

5、充水因素分析

矿区主要为中低山地貌，相对高差 90m 左右，地形有利于大气降水的自然排水，矿区内既无河流，也无湖泊；区内断裂构造均为小型断层，断层规模小，断距 10m 以下，且已被充填，构造对矿床充水意义不大；矿区内地下水类型主要为基岩裂隙水及第四系松散岩类孔隙潜水，

露天开采充水因素主要包括以下部分：

(1) 大气降水

由于矿区汇水面积小，降雨所形成的洪水流量较小，洪水的发生频率低，历时过程短，故大气降雨不会对矿床开采造成较大的影响。

(2) 第四系孔隙潜水

第四系孔隙潜水主要分布于矿区东南部低山缓坡处和山间沟谷内，在 1 号主采矿体内主要分布于东南部低山缓坡处，分布面积小，含水层厚度薄，富水性差，且位于源头部位，在矿山开采前会被完全剥离并疏干，对矿床开采影响极小。

(3) 基岩裂隙水

矿区基岩裂隙水富水性较弱，矿体与裂隙含水层直接接触，裂隙水沿风化裂隙和构造断裂带直接进入矿坑，造成矿床充水，是矿床充水的直接因素。

露天开采充水因素主要包括以下部分：

(1) 第四系孔隙潜水

第四系孔隙潜水主要分布于矿区东南部低山缓坡处和山间沟谷内，在 1 号主采矿体内主要分布于东南部低山缓坡处，分布面积小，含水层厚度薄，富水性差，且位于源头部位，在矿山开采前会被完全剥离并疏干，对地下开采影响极小。

(2) 基岩裂隙水

矿区基岩裂隙水富水性较弱，矿体与裂隙含水层直接接触，裂隙水沿风化裂隙和构造断裂带直接进入地下开采区，造成地下充水，是地下开采充水的直接因素。

5、矿坑涌水量预测

根据内蒙古众益矿产勘查服务有限责任公司 2023 年 7 月出具的《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿勘探报告矿坑涌水量预测补充说明》，对露天涌水量及地下开采深部涌水量进行了预测计算，计算结果见表 2-4。

表 2-4 矿床涌水量计算结果汇总表

预测标高 H (m)	Q 渗 (m ³ /d)	Q 渗 max (m ³ /d)	Q 降 ave (m ³ /d)	Q 降 max (m ³ /d)	Q 涌水量 (m ³ /d)	Q max (m ³ /d)
+1700	316.50	560.20	1353.44	7690	1669.94	8250.20
+1600	797.87	1412.23	1353.44	7690	2151.31	9102.23
+1500	1338.89	2369.83	1353.44	7690	2692.33	10059.83
+1470	1495.25	2646.58	1353.44	7690	2848.69	10336.58
+1400	1551.50	2746.15	/	/	1551.50	2746.15
+1300	2633.60	4661.48	/	/	2633.60	4661.48
+1200	3421.40	6055.88	/	/	3421.40	6055.88

需要说明的是，在实际开采过程中，是自上而下分阶段开采，且上部风化带含水性相对较好，向下逐渐减弱，也就是说随着矿床的开采，上部基岩裂隙水将逐渐被疏干，向下部开采阶段水量有减小的趋势，矿井涌水量的计算可能有所偏大。

露天开采在设置排水沟后降雨汇入量减少，经计算矿坑正常降雨汇入量 325.43m³/d，最大降雨量汇入量 613.92m³/d。露天开采最大涌水量为 1952.83m³/d，正常涌水量为 1663.92m³/d。地下开采最大涌水量为 6055.88m³/d，正常涌水量为

3421.40m³/d.

矿区水文地质平面图见 2-20；矿区水文地质剖面图见 2-21。

图 2-20 矿区水文地质平面图

图 2-21 矿区水文地质剖面图

（四）工程地质

区内可划分为两种岩土体工程地质类型，即：松散岩类结构岩组、块状结构岩组。

1、松散岩类结构岩组

分布于矿区中部、东南部第四系沟谷内，沟谷宽 30~350m，矿区内延伸长度 1.5km 左右，岩性为第四系冲洪积碎石、砾石层，厚度一般 3~10m，岩石结构松散，承载力较差。由于厚度较小，分布范围较小，对矿床开采意义不大，基本没有影响。

2、块状结构岩组

在矿区大面积分布，为矿体及其顶底板围岩，岩性以太古代片麻状英云闪长岩、斜长角闪岩，中太古界长城系渣尔泰山群砂质灰岩、碳质板岩、钙质板岩、石英砂岩及白垩系下统凝灰岩为主。根据钻孔工程地质编录资料，矿体顶板围岩 RQD 平均值为 77.1%，底板围岩 RQD 值为 88.3%，石墨矿体 RQD 值为 75.7%。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）岩石质量等级划分，岩石质量等级属 II 级，岩石质量属好的，属较完整岩体。

（五）矿区地质特征

1、矿体特征

二号地村矿区晶质石墨矿床位于矿区北东侧，主要赋存于增隆昌组碳质板岩中。共发现 9 个晶质石墨矿体，其中 I 号矿体为主矿体，占总资源量的 99.48%，其余为零星小矿体。晶质石墨矿 I 号矿体长 1380.65m，宽 11.54~141.95m，水平投影面积 0.2529km²。矿体赋存标高 1729.75~1136.00m，最小埋深 2.50m，最大埋深 579.56m，平均品位 7.24%。

矿体由 KP15~KP8 共 11 条勘探线剖面、31 个钻孔控制，整体走向 120°，倾向北东向，倾角均在 46°~68°之间，仅 KP15 号勘探线矿体产状较缓，倾角为 28°。矿体形态呈南西扬起，北东倾伏。矿体整体形态呈层状、似层状产出。南东方向相对稳定，矿体形态相对变化较小；北西方向矿体形态变化显著，主要受矿区 F4 断层影响，使矿体靠近断层处厚度变薄，有分支复合现象。矿体平面上呈不规则长方形，矿体整体上勘探线控制宽度变化不大、较稳定。

I 号晶质石墨矿体厚度变化系数可以看出其走向上厚度变化系数为 23.86%、倾向上厚度变化系数为 23.17%，属稳定型（<40%），矿体形态变化小。

I 号矿体从 KP11 线至 KP10 固定碳含量的品位整体逐渐增大，KP15 线品位最高、

固定碳含量平均值为 10.2%。矿体中固定碳品位含量在走向上变化系数 16.14%、在倾向上变化系数为 20.15%，属稳定型（<40%）。

在垂深上固定碳含量的变化系数为 27.13%，属稳定型（<40%）。增隆昌组一段石墨矿体从上部至下部石墨矿体固定碳含量逐渐增高，在临近增隆昌组上段结晶灰岩处碳含量均在 8%左右。

从施工各剖面看，KP15 至 KP1 线受后期 F4 断层影响，矿体厚度略小。其他零星晶质石墨小矿体均位于 I 号主矿体上方，厚度不大，真厚度在 6.16m 至 15.22m 之间，仅 IX 号矿体较厚为 25.43m，均由单工程控制，矿体规模较小；矿体产状与 I 号主矿体吻合。矿体剖面形态呈菱形，平面形态呈透镜状产出。矿区其他零星晶质石墨矿体特征详见表 2-5。

表 2-5 二号地村矿区晶质石墨矿区资源量估算矿体特征一览表

矿体 编号	赋矿 层位	矿体规模 (m)					品位 固定碳 (C _固) 最小~最大 平均	产状 (°)	
		长度	延深	真厚度	矿体埋深	赋矿标高 (m)		倾向	倾角
				(m)	(m)				
				最小~最大	最小~最大				
平均									
I	Chz ¹	1380. 65	417.5 2	11.54~	2.50~ 579.59	1729.75~ 1136.00	***~***	28~	28~68
				141.95			32		
				77.31			****	30	
II	Chz ¹	50.00	29.90	11.41	89.17~ 113.66	1671.19~ 1645.34	****	32	28
III	Chz ¹	50.00	29.90	7.61	111.02~ 131.57	1649.53~ 1627.61	****	32	28
IV	Chz ¹	50.00	29.90	15.22	122.94~ 151.48	1637.71~ 1607.91	****	32	28
V	Chz ¹	50.00	29.90	9.51	148.76~ 171.38	1612.11~ 1588.22	****	32	28
VI	Chz ¹	100.0 0	40.91	12.95	25.14~ 69.05	1708.72~ 1660.81	****	31	54
VII	Chz ¹	50.00	42.64	8.09	20.95~ 56.05	1689.37~ 1655.76	****	30	46
VIII	Chz ¹	52.00	24.74	6.16	39.73~ 66.56	1667.66~ 1640.94	****	30	62
IX	Chz ¹	56.00	62.72	25.43	77.58~ 159.85	1629.97~ 1549.08	****	29	58

2、矿体（层）围岩和夹石

(1) 矿体顶板围岩

大多矿体顶板围岩为石墨矿化钙质板岩，岩石晶质~显微粒状放射状变晶结构，变余层理构造、片状构造。钙质板岩顶板围岩与矿体有清楚的界线；其次为钙质板岩，只是由于固定碳含量低于工业指标而未圈入矿体，一般品位为 0.57%~2.47%。

(2) 矿体底板围岩

大多矿体底板围岩为大理岩，岩石微晶~细晶粒结构，层状构造。主要矿物成分为方解石、少量石英，与矿体接触时界线清楚；其次为绢云母石墨片岩、钙质板

岩，与矿体呈渐变关系，只是由于固定碳含量低于工业指标而未圈入矿体，一般品位为 0.56%~2.48%。

(3) 夹石

本区矿体夹石均为绢云母化石墨片岩，由于固定碳含量低于工业指标而圈为夹石，且真厚度大于 2m，品位在 0.1%~2.49%之间，平均品位：1.83%。

矿区圈定 9 个晶质石墨矿体（I-IX），其中 I 号矿体中见有 3 层夹石，夹石控制长 614.75~1229.54m，真厚度 2.68~33.98m，岩性为绢云母化石墨片岩，矿体与夹石一般属渐变过渡关系。

三、矿区社会经济概况

武川县位于内蒙古自治区中部，阴山北麓，首府呼和浩特市北部，总面积 4885 平方公里。武川县地势南高北低，南山北丘，山地占 41.9%，丘陵滩川占 58.1%，海拔在 1500—2000 米之间，年降雨量 350mm 左右，无霜期 110 天左右，属典型的旱作农业区。

武川县的社会经济概况包括以下几个方面：

农业：武川县是重要的农业生产区，主要农作物有马铃薯、小麦、莜麦、荞麦、豆类、油料等。全县种植燕麦 35 万亩、藜麦 15 万亩（占全国种植面积的 45%）、马铃薯 75 万亩、冷凉蔬菜 9 万亩，肉羊存栏 83 万只，建设改造高标准农田 3 万亩。

工业：武川县的工业以清洁能源为主，已建成风、光、水电站 18 座，总装机容量 330 万千瓦，其中风电场 16 座，光伏电站 2 座，抽水蓄能电站 1 座。全县清洁能源剩余可开发面积约 681.47 平方公里，待开发资源量约 690 万千瓦。

旅游业：武川县拥有丰富的旅游资源，包括国家森林公园哈达门景区、武川县博物馆等。近年来，武川县大力发展过境旅游服务经济，形成了以绿色休闲度假、农家民俗风情体验、红色革命记忆和历史文化为主的旅游发展格局。截至 2019 年，已有星级农家乐 27 家。

经济发展：2022 年，武川县实现地区生产总值 57.36 亿元，同比增长 4.4%。其中，第一产业增加值 11.8 亿元，第二产业增加值 14.9 亿元，第三产业增加值 30.66 亿元。社会消费品零售总额 87414.4 万元，增长 0.5%。

2023 年，武川县实现地区生产总值 65.86 亿元，同比增长 10.8%。其中，第一产业增加值 12.49 亿元，第二产业增加值 18.63 亿元，第三产业增加值 34.73 亿元。社会消费品零售总额 98953.1 万元，增长 13.2%。

2024年，武川县实现地区生产总值75.23亿元，同比增长5.1%。其中，第一产业增加值12.939亿元，第二产业增加值22.70亿元，第三产业增加值39.60亿元。社会消费品零售总额104197.6万元，增长5.3%。

武川县的社会经济特点和发展趋势：

农业现代化：武川县持续做大做强“两麦一薯一羊”、冷凉蔬菜等优势特色产业，高原特色农牧业向规模化、产业化、品牌化方向发展。

清洁能源：武川县的清洁能源产业快速发展，风电和光伏发电项目不断推进，清洁能源剩余可开发资源量巨大。

旅游业：通过打造旅游品牌和项目，武川县从“旅游过境地”逐步转变为“旅游目的地”，形成了全域旅游发展新格局。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用结构

拟设矿区面积1.3603km²。根据开发方案，所设计采矿工业场地、露天采场、矿区道路等单元中。此外，一些矿区必要建设在矿区外侧，以及岩石移动区都超出矿区面积除去矿区面积其他区域面积为42.91hm²，总体影响面积（矿区+影响区）为249.25hm²。本方案通过参照《第三次全国土地调查技术规程》（TD/T1055-2019）和《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），同时以武川县自然资源局提供的项目区1:50000土地利用现状分幅图为底图（2023年土地利用变更成果），根据提供的开发利用方案和总工程师平面布置图，并经现场调查核实，采用ARCGIS、AUTOCAD等绘图软件进行内业数据处理、叠加分析和面积量算，最终获得项目区土地利用类型、面积、权属、空间分布等信息数据。见表2-6。矿区土地利用现状见图2-22。

表 2-6 矿区土地利用现状表

一类		二类		面积 (hm ²)	比例 (%)	权属
名称	编码	名称	编码			
耕地	01	水浇地	0102	16.18	2.48	东后河村 农民集体
		旱地	0103	61.53	0.20	
林地	03	其他林地	0303	0.51	34.39	
		乔木林地	0301	0.68	4.33	
草地	04	天然牧草地	0401	74.18	0.87	

		其他草地	0403	6.70	2.39
工矿仓储用地	06	采矿用地	0602	4.45	3.75
交通运输用地	10	农村道路	1006	1.56	0.28
		城镇村道路用地	1004	0.35	0.38
其他土地	12	裸土地	1206	7.74	0.40
		设施农用地	1202	0.72	9.04
住宅设施用地	07	农村宅基地	702	4.28	41.46
商服用地	0.5	物流仓储用地	0508	0.06	0.04
总计				249.25	100

矿区未来建设场地包括露天采坑、采矿工业场地、东风井、西风井、矿区道路、表土场、排土场共计用地面积 118.39hm²。矿区未来建设场地用地类型、面积、损毁方式和权属见下表 2-7。

表 2-7 建设场地用地类型及其面积

损毁单元		面积 (hm ²)	损毁地类	面积 (hm ²)	权属
露天采场	露天矿坑	39.63	耕地	23.12	东后河村农民集体
			草地	13.2	
			交通运输用地	0.31	
			林地	0.3	
			其他土地	2.69	
工业场地	采矿工业场地	1.92	耕地	1.57	
			草地	0.35	
	东风井	0.08	耕地	0.08	
			草地	0.06	
西风井	0.08	耕地	0.02		
		草地	0.06		
表土场	表土场	4.73	草地	1.57	
			城镇村道路用地	0.33	
			农村道路用地	0.11	
			农村宅基地	2.72	
排土场	排土场	68.94	工矿仓储用地	0.36	
			林地	8.57	
			草地	57.58	
			农村道路用地	1.66	
			其他土地	0.78	
矿区道路	矿区道路	3.01	工矿仓储用地	0.35	
			耕地	0.83	
			其他土地	0.22	
			交通运输用地	0.10	
			草地	1.23	
			林地	0.05	
总计		118.39	农村宅基地	0.23	
				118.39	

矿区未来建设共计损毁耕地面积为 25.61hm² 占比 21.63%，天然牧草地面积为 70.95hm² 占比 59.59%，农村宅基地面积为 2.95hm² 占比 2.49%。

矿区交通运输用地含农村道路部分，农村道路为耕地田间道路，矿区田间道路多为机耕道，土路，未铺设砂砾石垫层，一般供农用车辆通行，道路宽度 3~5 米，为填方路基。

矿区周边生产水平较低，经调查矿区周边村庄人均年龄较大，人口流出较多，当地村民多以耕种、放牧为主要工作。青少年人群多以外出工作为主。

矿区设施农用地多为当地村民对当地耕地灌溉的农田水利设施，基本为水井设施地区，据现场调查水井水位在 3~8m 不等，水量充足，可满足日常灌溉需求。

图 2-22 矿区土地利用现状图

（二）土地权属

拟设矿区及配套设施用地范围共 1.3603km²，所占的土地所有权归武川县西乌兰不浪镇东后河村集体所有。权属明确，界限明显，不存在权属争议。

根据内蒙古自治区自然资源厅 2024 年 8 月下发内自然资函〔2024〕967 号文，申请范围不涉及《中华人民共和国矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的地区，不涉及生态保护红线、自然保护地，永久基本农田 I 级保护林地、国际重要湿地、国家重要湿地、沙化土地封禁保护区、世界自然（自然与文化）遗产地重叠情况、饮用水水源保护区。矿区范围与永久基本农田关系图见 2-23。

图 2-23 矿区与永久基本农田位置关系

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

拟设矿区内及附近无铁路、公路、水利等重要工程设施，人类工程活动一般，矿区附近西乌兰不浪镇风能资源丰富，矿区周边多已建成了成熟的风力发电站，矿区内有东柜村自然村，电力设施较为完备，矿区周边见有高压线通过，能够基本满足将来矿区开发用电。矿区附近有移动通信发射塔，矿区内能够正常进行电话通信，移动手机网络能够达到 4G 水平，移动通信网络基本无障碍。

无其他地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游风景区。矿区周边现状人类活动仅有放牧及耕种。

（一）地表工程设施

本矿山为新立矿山，目前正处于探转采阶段，根据现场调查，拟设矿区及其配套设施内无矿山生产设施及相关建筑，现场踏勘矿区发现一些临时性建筑物，现已无人使用，企业在矿山建设生产前进行拆除整治恢复原貌。见图 2-24。

图 2-24 矿区内废旧建筑物

（二）村镇分布情况

拟设矿区大部分位于西乌兰不浪镇东后河东柜村。区内无大型居民聚居地等村镇，零星有牧民分布，各居民点间均有农村道路连接，农村道路以自然路面为主。目前东柜村正按照武川县人民政府 2016 年 11 月下发的《关于同意西乌兰不浪镇大以克村等实施十个全覆盖工程的批复》武证批字〔2016〕79 号文件的要求，正在进行整体搬迁安置，预计 2025 年年底能搬迁完毕。东柜村与矿区的相对位置见图 2-25、东柜村现状见图 2-26。

蓝线为拟定矿区范围；黑线区为东柜村。

图 2-25 东柜村与矿区的相对位置

图 2-26 东柜村现状

（三）周边矿山分布情况

本探矿权周边无直接相邻其他探矿权和采矿权。矿区西侧约 30km 处有内蒙古武川县信和当铜多金属矿探矿权（普查）、正北 40km 为武川县哈不庆铁矿；西北 35km 武川县白音厂汉硅石矿；40km 以外有武川县公忽洞矿区铁矿、武川县孙氏铁矿有限责任公司小南沟铁矿；武川县小南沟铁矿等。周边矿权位置关系见图 2-27。

图 2-27 周边矿权位置关系

六、矿山及周边矿山环境治理与土地复垦案例分析

（一）矿山地质环境治理与土地复垦已经完成治理情况

本矿山为新建矿山，根据现场调查和收集资料，目前矿区内没有采矿历史，仅在勘探期间因槽探等工程对场地的原始地形地貌造成了一定程度的破坏，在勘探结束后，已由勘探单位对其进行了恢复治理，治理措施包括回填、平整。本次踏勘过程中未发现由勘探工作造成的陡立岩土体，探槽已基本回填，与原始地形衔接较好。

（二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

由于矿权周边无相似矿山，本方案选取石宝山铁矿作为参考。石宝铁矿距本项目拟申请矿区西北方向 45km，位于内蒙古自治区达尔罕茂明安联合旗石宝镇，矿山生产规模为 120 万 t/a，采用露天开采方式，开采矿种为铁矿。

石宝铁矿区域出露的地层主要为下元古界三合明群、中元古界白云鄂博群、新生界老第三系和第四系；岩石以二长花岗岩和正长花岗岩为主，其次为中酸性石英闪长岩以及片麻状英云闪长岩、片麻状石英闪长岩和早石炭世黑云母石英闪长岩，与本项目矿体围岩岩性类似。对本项目的矿山地质环境治理和土地复垦方案露天治理部分的编制有参考借鉴意义。

石宝铁矿大力开展地质环境治理和矿区环境美化工作，累计投入绿化种植资金

4100 万元，种植各类树木 24 万株，绿化种植面积近 4652 亩，占可绿化面积 90%以上。为最大限度减少矿山开采对自然环境的扰动，石宝铁矿采用高效、节约、精准的开发方式，严格控制开采范围，并及时对露天采场边坡、排土场进行治理和修复，先后动用土石方 7.6 万立方米，用工 1 万多人，治理地质环境面积 400 多亩。实现了生态与经济的良性循环，2019 年完成绿色矿山建设验收。

石宝山铁矿地质环境治理采取的主要措施：

- 1) 对露天采场清理边坡危岩体；
- 2) 露天采场到界边坡外修建截水沟；
- 3) 对到界边坡挂网喷浆；
- 4) 对排土场到界边坡整形；
- 5) 排土场到界边坡外修建挡土墙；
- 6) 排土场到界边坡修建截水沟；
- 7) 对矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境进行监测。

根据复垦适宜性评价结果，结合土地利用现状及矿山生产建设情况，确定表土场拟损毁的天然牧草地与农村道路全部复垦为其他草地；排土场拟损毁的天然牧草地、农村宅基地与裸土地全部复垦为其他草地；露天采场损毁的其他林地与天然牧草地复垦为乔木林地与其他草地。在矿山各单元开工建设前先将其表层土壤剥离并集中存放，以供日后复垦工作使用。表土剥离要随矿山的生产建设逐步进行，并伴随当年的复垦工作逐步消耗，尽量减少表土场表土的堆放。

土地复垦拟采用的工程技术措施包括：清扫、清运、覆土、平整、播撒草、植树、养护。

可借鉴的经验：

1) 前期矿山通过回填、清运、边坡整形、整平、覆土、恢复植被等地质环境治理和复垦工程，基本消除了矿山地质灾害隐患，达到了治理和复垦的目的，使矿山地质环境得到明显改善，为矿山之后的治理和复垦提供参考。

2) 矿山在生产过程中，出现废石及矿石堆放问题，这些是生产过程中即可完成的工作内容，却放在矿山地质环境治理内容中，不但破坏了地形地貌景观和土壤、植被，还造成了人力、财力的浪费。因此，本矿山应吸取经验教训，在开采过程中，要合理规划废石及矿石的堆放，避免出现废石随意堆放、无序堆放的问题。

3) 覆土厚度 30cm，撒播草籽 80kg/hm²等措施在将来的治理过程可借鉴。

4) 对植被生长情况不佳区域进行补植在将来的治理过程可借鉴。

本次收集了武川县孙氏铁矿有限责任公司小南沟铁矿（铁矿）矿山地质环境治理与土地复垦方案，该矿山开采矿种为铁矿，岩石以二长花岗岩和正长花岗岩为主，其次为中酸性石英闪长岩以及片麻状英云闪长岩、片麻状石英闪长岩和早石炭世黑云母石英闪长岩，与本项目矿体围岩岩性类似。该矿区内土壤类型为棕壤和棕壤性土，土壤 pH 值、有机质等含量相近，且该矿山同样采用地下开采方式，采矿工艺与本项目地下开采类似，具有可比性。地下开采参照武川县孙氏铁矿有限责任公司小南沟铁矿治理经验。

武川县孙氏铁矿有限责任公司小南沟铁矿位于内蒙古自治区呼和浩特市武川县东红胜乡小南沟村。矿山采用地下开采方式，采用浅孔留矿嗣后充填采矿法，开采铁矿体。

采用嗣后充填采矿法有效地防止了地下开采造成的地面塌陷和变形。矿山建矿至今，主要对排岩场、表土场、运输道路等单元进行了恢复治理，共完成恢复治理面积 49.8744 公顷（约 748.12 亩），复垦方向为旱地和乔木林地。

1) 复垦单元及面积。矿山复垦单元主要为排岩场、表土场、运输道路，治理面积为 49.8744 公顷（约 748.12 亩）。

2) 复垦采取的主要工程措施及工程量。修筑挡土墙 670m，砌筑量 251.3m³，修筑横纵向截排水沟 1490m，挖方量 61253.8m³，回填 205700m³，削坡整 83933m³，平整 49.8744hm²，覆土 223532m³，种植刺槐 192299 株、云杉 12013 株、杨树 1500 株，撒播草木樨草籽 6.1399 公顷，约 252.8km。

3) 复垦土源及价格。矿山已建矿山废石二次处理加工场地内废渣土经筛分后作为复垦土源。

4) 复垦树种、种植规格及复垦方向。治理区选择玉米作为旱地复垦农作物，选择榆树、刺槐为林地主要复垦树种。复垦方向为旱地、乔木林地和一般草地。林间撒播草籽。

5) 复垦效果。目前矿山已经取得了验收合格证。治理后，刺槐长势良好。治理区种植的树苗成活率可达到 90%。说明治理和复垦工程措施基本可行。另外，爬山虎长势较差，后期需要多浇水，加强管护。

6) 复垦亩均投资。矿山已治理区复垦面积为 49.8744hm²（约 748.12 亩），复垦方向为旱地和乔木林地，亩均投资为 1.04 万元/亩。

通过恢复治理，矿山首先从外观上得到改善，美化了矿山环境，其次恢复了部分损毁土地的地表植被，取得较好的环境效益。治理工程设计合理、治理效果满足要求。在一定程度上改善矿区的生态环境，也大大减少了矿山地质灾害隐患。

可借鉴的经验。根据该地区其他矿山以往的恢复治理及复垦工程实施情况，可总结出以下经验：

- 1) 该治理工程植被种植时间分别为春季、秋季。
- 2) 复垦植被树种选取刺槐、榆树，成活率高，管护容易；植被搭配尽量选择乔灌草相结合的方式，可以在较短时间内见到生态效果。
- 3) 通过场地平整，覆盖表土 0.5m，穴坑种植，可以满足植被正常生长。
- 4) 对于复垦土源，矿山可利用开采剥离表土，后期进行合理的土壤培肥后，可达到植被正常生长的要求。
- 5) 项目区设置挡土墙、排水沟、清运废石等措施，有效保证边坡的稳定性。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

(一) 资料收集

我公司在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作，收集的主要资料有矿山勘探报告等，以了解矿山地质环境概况；收集矿山地形地质图、土地利用类型现状图、地质灾害易发程度分区图、矿权分布图、地貌类型图等基础图件；通过分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容；从而顺利开展野外调查。

为了解评估区内地质环境现状及土地损毁情况，项目组在矿山技术人员的陪同下展开矿山地质环境与土地资源调查工作。其中各段工程建设地点及附近区域为重点调查区，调查工作沿村间公路和田间道路展开。调查工作分三次进行，共耗时7天，先后投入技术人员6人，调查面积约2.56km²，其中重点调查区面积约1.32km²，调查路线长度11.2km，采取水样3个，土壤样品8件，调查照片见照片3-1~照片3-6。评估工作量示意图见图3-7。

在制定了矿山地质环境保护与土地复垦方案大纲后，转入室内工作，在资料整理与方案编写过程中又进行了调查和资料的补充。

3-1 土壤取样点 1

图 3-2 土壤取样点 2

图 3-3 土壤取样点 3

图 3-4 水样取样点 1

图 3-5 水样取样点 2

图 3-6 水样取样点 3

图 3-7 评估工作量示意

（二）矿山地质环境与土地资源调查

1、矿山地质环境

本次矿山地质环境与土地资源调查工作根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资规〔2016〕21号附件），按照图0-1的程序进行。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行了矿山地质环境调查工作。

为了全面了解矿区矿山地质环境与土地资源情况，本项目分为地质灾害现状调查、含水层影响调查、水土环境污染影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。地质灾害现状调查包括清查评估区范围内地质灾害点，主要对评估区范围内存在的地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流等）进行现场调查。在野外地质灾害调查过程中，积极访问当地政府工作人员以及村民，调查主要地质环境问题的发育及分布状况，调整室内初步设计野外调查线路，进一步优化野外调查工作方法。

为保证调查范围包括主要地质灾害点以及调查的准确性，野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，采用1:10000地形图为底图，同时参考土地利用现状图、地貌类型图等图件，调查的原则是“逢村必问、遇沟必看，村民调查，现场观测”，对地质环境问题点和主要地质现象进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，危害程度，并对主要地质环境问题点进行数码照相拍照和RTK定位。含水层影响调查通过水文井地下水监测点，对含水层结构、水量、水质进行分析，以评估矿山开采对地下水的影响。

2、土地资源调查

地形地貌景观影响调查通过收集高程等值线图、地形地貌分区图等，对地形地貌景观进行调查。损毁土地调查通过前期收集总体布置图、场区平面布置图、土地利用现状图，通过现场调查，对工业场地及矿区道路等建设项目的损毁范围、损毁程度、损毁时间进行调查并确定周边地类。以确保复垦工程措施的可行，以及复垦方向符合当地政策要求。植被土壤调查，根据土地利用现状图，确定矿区范围内各地类组成，对不同地貌单元不同地类的植被进行调查。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）（以下简称《编制规范》）第6.1条及第7.1.1条规定，根据矿区地质环境条件以及矿体

的开采方式、开采深度及开采厚度，确定评估范围。

武川县二号地村矿区晶质石墨矿采矿权面积为 1.3603km^2 ，露天采场、东西风井、采矿工业场地位于采矿区面积内，面积为 42.686hm^2 。表土场以及部分道路在矿区外道路 3.01hm^2 ；表土场面积 4.73hm^2 ，排土场面积 68.94hm^2 。根据矿区地质环境条件、矿山开采方式，以及矿山实际情况，考虑矿业活动影响范围和可能影响矿业活动的不良地质因素存在的范围。

矿山未来进行地下开采，根据开发利用方案，选定的开采范围确定，确定岩石移动变形范围，未来开采終了后的岩石移动变形范围，面积 48.37hm^2 。

根据矿体水平投影及通过 $R=10S\sqrt{K}$ 计算的降落漏斗影响半径，预测未来矿山疏干漏斗区面积为 133.26hm^2 。

评估区范围为矿区范围 136.03hm^2 +矿区外面积 113.22hm^2 。

由此，评估面积为 249.25hm^2 。评估区与矿区关系图见 3-8。

3-8 评估区范围示意图

2、评估级别

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，具体如下：

（1）评估区重要程度确定

评估区范围内分布有东后河村庄的耕地 25.61hm²，农业人口 200 以下广场内布置有主井、风井通风系统等重要建筑设施；评估区内无风景名胜区、自然保护区；评估区内土地以耕地、草地、林地为主。根据（DZ/T0223-2011）中“表 B.1 评估区重要程度分级表（表 3-1）”，该评估区重要程度属于**重要区**。

表 3-1 评估区重要程度分级表判定表

重要区	较重要区	一般区	矿区重要程度
分布有500人以上的居民集中居住区；	分布有200~500人的居民集中居住区；	居民居住分散，居民集中居住区人口在200人以下	评估内，居民集中为东后河集体村人口在200人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施；	分布有二级公路、小型水利工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施	评估区周边见有高压线通过，且有风力发电设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点（点）；	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）	评估区远离风景区，无自然保护区。
有重要水源地	有较重要水源地	无重要水源地	评估区内无重要水源地。
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地	评估区破坏的土地为耕地、草地林地等。

注：矿区重要程度分级采取按上一级别优先的原则确定，只要有一条符合者即为该级别。

（2）矿山地质环境条件复杂程度分类

1) 矿区露天开采

矿区矿层（体）大部分均位于地下水位以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性较弱，补给条件一般，与区域强含水层有一定联系。露天开采至最低标高+1510，正常涌水量为 1663.92m³/d。矿区地形起

伏一般坡度 6°左右，局部坡度达 12°。

根据（DZ/T0223-2011）中“C.1 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表（表 3-2）”，评估区露天开采矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

表 3-2 露天开采矿山地质环境条件复杂程度判定表

复杂	中等	简单
采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000m ³ /d~10000m ³ /d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏	采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5m~10m、稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳	矿床围岩岩体结构以巨厚层状一块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定
地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性较强，对采场充水影响大	地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大， 断裂构造较发育 ，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带）导水性差，对采场充水影响较大	地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大	现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大	现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小
采场面积及采坑深度大，边坡不稳定，易产生地质灾害	采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害	采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般 20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水， 地形坡度一般小于 20° ，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡
注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

2) 矿区地下开采

地下开采矿层（体）均位于地下水位以下，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性较弱，补给条件一般，与区域强含水层有一定联系。地下至最低标高正，正常涌水量为 3421.40m³/d。

根据（DZ/T0223-2011）中“C.1 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表（表 3-3）”，评估区矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

表 3-3 地下开采矿山地质环境条件复杂程度判定表

复杂	中等	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等， <u>矿正常涌水量 3000m³/d~10000m³/d</u> ，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差 矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄—厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5m~10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等	矿床围岩岩体以巨厚层状—块状整体结构为主 ，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大	地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大， 断裂构造较发育 ，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大	地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻

地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反角
注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

(3) 矿山生产建设规模确定

矿山生产规模为 200 万吨/年，根据地质报告矿山主矿体平均品位为 7.24%，矿山年处理矿物量为 14.48 万吨。开采方式为一期露天开采二期地下开采。根据（DZ/T0223-2011）中表 D.1 矿山生产建设规模分类一览表（3-4），该矿山生产建设规模属于“大型”矿山。

表 3-4 矿山建设规模分类表

矿种类别	计量单位	年生产量（矿物量）			备注
		大型	中型	小型	
石墨	万t	≥1	1~0.3	<0.3	石墨

(4) 评估级别确定

评估区地质环境条件复杂程度等级属于“复杂”，矿山生产建设规模为“大型”，评估区重要程度分级为“重要区”，根据（DZ/T0223-2011）中“表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表（表 3-5）”，本矿山地质环境影响评估确定为一级。

表 3-5 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	二级
	中型	一级	二级	二级
	小型	二级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	二级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

(5) 矿山地质环境影响程度分级

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录E 矿山地质环境影响程度分级表(见表3-6), 矿山地质环境影响程度依据地质灾害、含水层和地形地貌景观等方面因素划分为影响严重、影响较重和影响较轻三个级别。

预测评估中地下开采发生采空塌陷及地裂缝的危险性中等, 疏干漏斗范围内对含水层破坏影响较严重; 露天采坑、采矿工业场地、东西风井、矿区道路等对地形地貌景观破坏较严重。水土环境污染较轻。

表 3-6 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观
严重	地质灾害规模大, 发生的可能性大影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全。造成或可能造成直接经济损失大于500万元, 受威胁人数大于100人	矿床充水主要含水层结构破坏, 产生导水通道矿井正常涌水量大10000m ³ /d, 区域地下水水位下降矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降, 或呈疏干状态, 地表水体漏失严重不同含水层(组)串通水质恶化, 影响集中水源地供水, 矿区及周围生产、生活供水困难	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重
较严重	地质灾害规模中等, 发生的可能性较大, 影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全, 造成或可能造成直接经济损失100万~500万元, 受威胁人数10~100人	矿井正常涌水量3000m ³ /d~10000m ³ /d矿区及周围主要含水层带水位下降幅度较大, 地下水呈半疏干状态矿区及周围地表水体漏失较严重影响矿区及周围部分生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重
较轻	地质灾害规模小, 发生的可能性小 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施 造成或可能造成直接经济损失小于100万元受威胁人数小于10人	矿井正常涌水量小于3000m ³ /d矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 矿区及周围地表水体未漏失未影响到矿区及周围生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、地质灾害评估依据

依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021），地质灾害危险性现状评估是在基本查明评估区已发生（或潜在）的各种地质灾害形成条件、分布类型、活动规模、变形特征等，对其发育程度、危害程度和诱发因素分为危险性大、危险性中等和危险性小三级，参照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）进行初步评价。

矿山地质环境影响评估中地质灾害主要包括崩塌、滑坡、泥石流、采空塌陷、不稳定斜坡、地裂缝和地面沉降等灾害。依据地质灾害危险性评估规范，以地质灾害诱发因素分类表、地质灾害危害程度和危险性分级表进行地质灾害的危险性现状评估。

表 3-7 地质灾害诱发因素分类表

分类	滑坡	崩塌	泥石流	采空塌陷	地裂缝	地面沉降
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈	降水、融雪、融冰、地震、堰塞湖溢流	地下水位变化、地震	地震、新构造运动	新构造运动
人为因素	开挖扰动、爆破、采矿、加载、抽排水、沟渠溢流或渗水	开挖扰动、爆破、加载、机械振动、抽排水、沟渠溢流或渗水	水库溢流或垮坝、沟渠溢流、弃渣加载、植被破坏	采矿、抽排水、开挖扰动、振动、加载	抽排水	抽排水、油气开采

3-8 地质灾害危险性分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强发育	中等发育	弱发育		
危险性大	危险性大	危险性中等	危害大	自然、人为
危险性大	危险性中等	危险性中等	危害中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	危害小	

表 3-9 地质灾害危害程度分级标准

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
危害大	>10	>500	>100	>500
危害中等	3~10	100~500	10~100	100~500
危害小	<3	<100	<10	<100

注：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价时，满足一项即应定级。灾情指已发生的地质灾害，采用“死亡人数”“直接经济损失”指标评价；险情指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。

2、地质灾害现状分析

(1) 区域地质灾害背景概述

根据内蒙古自治区《呼和浩特市地质灾害防治规划（2021—2025年）》，内蒙古呼和浩特地区主要的地质灾害类型包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷和地面沉降。这些灾害对当地居民的生命财产安全构成了严重威胁。

呼和浩特市查明有 367 处地质灾害隐患点，主要包括崩塌 253 处、滑坡 12 处、泥石流 84 条、地面塌陷 15 处、地面裂缝 1 条和河岸坍塌 2 处。为了有效应对这些地质灾害，呼和浩特市国土资源局采取了多项措施，包括严格执行地质灾害值班、地质灾害速报、地质灾害巡查和应急调查等制度，并与气象局配合推进地质灾害气象预警预报工作。

经查询矿区评估区内未有登记在册的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷和地面沉降地质灾害隐患点。

(2) 矿区地质灾害现状

矿区位于内蒙古高原中部，大青山中段北坡，在区域上其西部、北部为中低山，东南部为丘陵，在中低山及丘陵内发育有宽窄不一的第四系沟谷。地形总体北高南低、北西高，南东低，地形平缓，一般坡度 6°左右，局部坡度达 12°。矿区范围最高点位于矿区北部，海拔标高 1794.03m，最低点位于矿区东部沟谷洼地内，海拔标高 1710m，相对高差 80m 左右。

矿区内地表水系不甚发育，仅在矿区东南部发育有数条小型沟谷，沟谷呈北西—南东向展布，沟内常年干涸，只在雨季暴雨时有短暂的洪流通过，由于矿区基本处于沟谷最上游起始段，因此，行洪时间较短，一般随暴雨停止而即干涸，不易形成泥石流现象。沟谷内第四系地层赋存第四系松散岩类孔隙潜水，地下水往东南径

流，汇入矿区东部较大的东后河谷后，沿河谷往东北径流出本区。

本区地震动峰值加速度为 0.10g，对照烈度为VII设防区。现状条件下矿区内地质灾害不发育。矿区及外围地区没发生过滑坡、崩塌、泥石流等不良地质灾害，但大气降水后会有瞬时山洪顺沟流泄；矿区内无集中供水水源地，地下水水位变化小，故不存在地面沉降地质灾害；无地下采矿活动，未形成采空区，无地面塌陷（沉陷）地质灾害。

总之，由于矿山目前尚未动工，现状条件下地质灾害不发育，地质灾害影响程度为“较轻”。

3、矿山地质灾害预测分析

矿山未来将采用露天/地下开采的方式进行，矿山未来的开采、建设过程中根据评估区的地形地貌、地层岩性、岩土体工程地质特性、水文地质条件和采矿作业特点对地质环境的改变及影响，结合地质灾害发生的特点，预测采矿活灾害发生的特点，预测采矿活动可能引发地质灾害可能有①露天采场的滑坡和崩塌；②地下开采的地面沉降；③表土场的滑坡和泥石流；④排土场的滑坡和泥石流。

（1）露天采场地质灾害预测

露天采矿区边坡高度较高，露天开采将可能引发崩塌地质灾害。矿区地震动峰值加速度为 0.10g，对照烈度为VII设防区，区域稳定性较好，矿区地貌类型大范围均属中低山地貌，岩性由太古代片麻状英云闪长岩、斜长角闪岩和中太古界长城系渣尔泰山群砂质灰岩、板岩、石英砂岩等组成岩性较为良好，RQD 在 75%以上，抗剪强度高，矿体及顶底板围岩整体向北东倾斜，倾角一般 50~70°，采坑的北边坡坡向与岩层面呈反向，构成反向斜坡，矿层顶板岩层相对稳定，边坡不易滑落，仅在强风化带部位可能存在崩塌和滑动因素。采坑的南边坡与岩层面构成顺层，特别是 F4 断裂位于南边坡附近，倾向东北，断裂面和结构面遇水软化后，易沿岩层面、节理面、接触面等向下滑动易造成边坡不稳定，严格按照开发利用方案采取相应措施加以防治，合理放缓露天边坡坡面角，避免发生滑坡和崩塌。发生滑坡和崩塌的可能性“较小”。

矿山露天开采现状图见 3-9，露天开采终了平面图见 1-10 剖面图见图 1-11。

图 3-9 露天采场现状图

露天采坑边坡治理结束后，矿山设置监测系统，每月进行一次对露天采坑边坡定期巡查，对边坡可能会出现不稳定区域，矿山都会投入资金进行边坡修护，评估区发生崩塌地质环境问题的预测评估为危险性“较小”。

(2) 地下开采地质灾害预测

矿山地下开采阶段由于本矿矿体及顶底板岩石均属半坚硬岩~坚硬岩，整体岩石稳定性中等，不存在不良工程地质问题，矿体顶板天然抗压强度 10.9~31.1Mpa，矿体主要以硅质碳质板岩为主，天然抗压强度 11.6Mpa，饱和抗压强度 10.2Mpa，露天转地下境界保安顶柱厚度为 20m (+1510m 至+1490m)，满足露天转地下开采的安全要求。地下开采选用的充填方法为空场嗣后充填采矿法中的大直径深孔空场嗣后充填采矿法和分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法。根据矿体形态、产状、厚度等条件，厚度大于 40m 的矿体采用大直径深孔空场嗣后充填采矿法（占比 80%），厚度小于 40m 的矿体采用分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法（占比 20%）。依据开发利用方案矿山地下开采不存在发生地面塌陷、地裂缝的可能性。可能发生的地质问题为地面沉降。

依据开发利用方案地下开采岩石移动区确定，按照矿体上盘和下盘 70° ，侧翼 75° ，地表第四系 45° ，确定地表沉降范围。详见下图 3-10。

图 3-10 地下开采岩石移动区

由此可知地下开采可能发生地质问题为地面沉降，地下开采影响面积为 48.37hm²。除去露天开采影响重叠范围 30.8hm²，地下开采影响范围为 17.57hm²。

(3) 表土场地质灾害预测

矿区建设表土堆放高度 15m，台阶高度 7m，台阶宽度 10m。表土堆放时设置 3° 坡度以利于排水避免施工范围内积水，根据表土剥离量表土场面积为 4.73hm²。表土堆场设计容积 62 万 m³，终了坡面角 28.9°。达到终了境界后应在内侧坡脚设置台阶排水沟，未达终了境界时，可开挖简易排水沟用于临时排水。表土堆放高度设置 15 m，坡度 28.9° 小于表土自然安息角。不易发生滑坡、泥石流类的类地质灾害。表土场现未建设，表土场现在地质灾害影响“较轻”，预测表土场建立后对地质灾害影响“较轻”。

表土场现状图见 3-11、表土场平面图见 1-17、表土场剖面图见 3-12。

图 3-11 表土场现状

图 3-12 表土场剖面

(4) 排土场地质灾害预测

矿区在未来建设过程中会建设一个排土场进行未来开采废石等存放，排土场面积 68.94hm²；堆存标高+1750m~+1780m，堆置总高度 30m，台阶高度 15m，平台宽度 10m，台阶坡面角 33.7°，排土场最终整体边坡角 28.4°；排土场排土平台保留有 3%的反坡，达到终了境界后，在台阶内侧坡脚设置台阶排水沟，未达终了境界时，挖简易排水沟用于临时排水；排土场终了后在排土场周边及台阶设置截水沟。排土场坡脚设挡石坝，提高排土场稳定性；排土场坡脚下游 30m 处设拦挡坝，作为防滚石与水土流失泥沙沉积安全带。

排土作业采用汽车运输、推土机推排、压路机压实的工艺。排土场采用多台阶覆盖式排土，废石自下而上多台阶覆盖式排土，推土机配合推平，压路机压实，直至最高标高。

随着废石土的堆积，堆填至一定高度，其松散物质增多，随之增加，在强降雨等条件下，排土场可能出现滑坡、泥石流灾害。因此，排土场在堆填过程中按设计要求处理基底，并分层夯实碾压，压实度需达到设计要求，且堆高满足设计要求。在采取上述切实有效的防护措施，工程建成后不易引发地质灾害，其危险性小、危害性小。排土场现为建设排土场地质灾害现状评估“较轻”；预测排土场建设后对地质灾害影响程度“较轻”。排土场现状图见 3-13、排土场剖面图见 3-14。

图 3-13 排土场现状

图 3-14 排土场剖面

(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

评估区范围内地下水按含水岩类、赋存条件、水力特性可分为两种类型：即松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

①松散岩类孔隙潜水

仅分布于矿区中部及东南部第四系沟谷中，含水层主要由第四系全新统冲洪积中粗砂、砾砂等组成，厚度一般 3~9m，局部小于 2m，水位埋深一般 1.92~3.50m，属弱富水性。水化学类型以 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{—Ca}\cdot\text{Mg}$ 型为主，矿化度 0.7g/L。

②基岩裂隙水

基岩裂隙水在矿区全区分布，含水层主要为基岩风化裂隙带、矿体蚀变破碎带、构造裂隙破碎带等，岩性以太古代片麻状英云闪长岩、斜长角闪岩，中太古界长城系渣尔泰山群砂质灰岩、板岩、石英砂岩及白垩系下统凝灰岩为主，含水层厚度一般 25~40m，局部较厚，可达 60 余米，水位埋深一般 4.38~12.85m，属弱富水性。水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{—Ca}\cdot\text{Mg}$ 型为主，矿化度 0.44g/L。

(1) 含水层结构破坏。

由于矿山目前尚未开工建设，因此未对地下水含水层造成破坏。因此，现状条件下对含水层结构的影响程度为“较轻”。

(2) 矿山开采对矿区及附近水源的影响

由于矿山目前尚未开工建设，因此未对地下水水源造成破坏。因此，现状条件下对矿区及周围生产生活供水影响程度为“较轻”。

(3) 矿山开采对地下水水质的影响。

由于矿山目前尚未开工建设，因此未对地下水水质造成破坏。因此，现状条件下对地下水水质影响程度为“较轻”。含水层破坏现状见图 3-15。

图 3-15 含水层破坏现状图

2、矿区含水层预测分析

(1) 含水层结构破坏

评估区内地下含水层包括松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙潜水两种。其中松散岩类孔隙潜水位位于第四系，含水层主要由第四系全新统冲洪积中粗砂、砾砂等组成。基岩裂隙潜水位位于岩性以太古代片麻状英云闪长岩、斜长角闪岩，中太古界长城系渣尔泰山群砂质灰岩、板岩、石英砂岩及白垩系下统凝灰岩为主。由于矿区表土稀薄，矿床以基岩裂隙含水层充水为主，基岩裂隙含水层为矿床直接充水含水层，矿床为直接充水矿床。矿体大部分位于当地侵蚀基准面以下，但附近无地表水体，且第四系覆盖少，矿床充水含水层的补给条件差，水文地质边界条件较简单，主要充水含水层的富水性弱，导水性差，无强导水构造。

矿山开采方式前期为露天开采，近 13.2 年开采标高为+1730m~+1510m，开采深度 228m。破坏了松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙潜水两种含水层结构，露天采矿将揭露含水层，破坏含水层结构，并且在开采过程中形成地下水疏干漏斗。露天开采对含水层的影响由矿坑里向外依次是影响严重区、影响较严重区、影响一般区、无影响区范围详见下图 3-16。

图 3-16 露天开采对含水层的影响范围

矿山地下开采阶段，开采标高为+1650~+1136m。地下开采主要破坏了松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙潜水两种含水层结构，并且在开采过程中形成地下水疏干漏斗。

预测矿山开采将引起矿区及周围构造裂隙含水层水位下降。采用以下公式：

$R=10S\sqrt{k}$ 计算降落漏斗影响半径：

其中：S 水位降深，m；

K 渗透系数，K 取 0.0067m/d（核实报告抽水实验数据）。

矿区基岩裂隙水初始静止水位平均标高+1720.95m，南部未来开拓至+1195 水平，水位最大将深 525.95m，漏斗半径约为 426.41m；中部未来开拓至+1260 水平水位最大将深 460.95m，漏斗半径约为 376.5m；北部未来开拓至+1400 水平，水位最大降深 320.95m，漏斗半径约为 262.7m。预测降落漏斗影响面积为 133.26hm²。

因此矿山开采对含水层结构影响“较严重”。

矿山开采地下开采对含水层破坏的面积包含其他区域对含水层的破坏，矿山地下开采对含水层破坏范围为矿山对含水层破坏范围。

矿山开采对含水层破坏的预测图见 3-17。

图 3-17 含水层破坏范围预测

采矿工业场地、矿区道路、表土场、排土场等均为压占土地，不会造成含水层结构破坏。

(2) 采坑排水对含水层的影响预测

露天开采至+1510m 标高（涌水量计算按照+1500m 考虑），矿坑涌水量包括地下水涌入矿坑的水量和大气降水涌入矿坑的水量，正常涌水量为 2692.33m³/d，最大涌水量为 10059.83m³/d。

在实际开采过程中，是自上而下分阶段开采，且上部风化带含水性相对较好，向下逐渐减弱，也就是说随着矿床的开采，上部基岩裂隙水将逐渐被疏干，向下部开采阶段水量有减小的趋势。

本区降水量较少，地下水补给有限，开采疏干过程实际上是一个消耗净贮量和径流量的过程，初期水量较大，疏干趋于稳定时，以疏干径流为主，水量会有所减小。因此，当达到动态平衡后，疏干量应大致等于补给量。故采坑排水对含水层影响“较严重”。

(3) 矿山开采对矿区及附近水源的影响预测

矿区范围及周边 5.0km 范围无重要水源地，亦无规划建设的水源地。因此，矿山前期开采活动对矿区及外围水源的影响程度“较轻”。

(4) 矿山开采对地下水水质的影响预测

根据开发利用方案，矿山生产可能对地下水水质产生影响的主要因素包括矿坑排水、生活污水、选矿回水以及尾矿水。其中矿坑涌水污染物成分为爆破开采所产生的硝酸盐和悬浮物含量高、菌群指数超标。矿山设矿坑水处理站一座，处理后的矿坑水可作为露天采场消防洒水、地面绿化洒水及其他生产用水的水源。矿坑涌水经过净化处理后主要污染物指标为 COD≤8mg/L，SS≤10mg/L，出水水质达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）要求。严格按照开发利用方案要求执行，矿山生产对地下水水质影响较轻。

生活污水采用一体化污水处理装置处理后，达标排放。对地下水水质影响较轻。

在矿区开采过程中形成大面积的含水层破坏使含水层周边水涌入矿山开采区间，形成疏干漏斗，在疏干漏斗区域内地下水资源大量减少，对地下水影响较严重。

矿山选矿回水循环使用不外排，回水量占总用水量的 90%。选矿回水经过净化后返回选矿生产系统循环使用，对地下水水质影响较轻。

综上所述，预测评估矿山开采对含水层影响程度为“较严重”。

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观破坏现状分析

由于矿山目前尚未开工建设，现状评估该区对地形地貌景观影响程度较轻。矿区地形地貌景观破坏现状图见 3-18。

图 3-18 矿区地形地貌景观破坏现状

2、矿区地形地貌景观破坏预测分析

(1) 露天采场

露天开采结束后，形成坑底标高为+1510m 的凹陷采坑，坑口面积 39.63hm²，坑底面积 2.79hm²，因此采坑四周都因边坡产生了严重的地形切割。预测露天开采过程中，露天采场进一步破坏了原有地形地貌景观，极大的改变了原始地形地貌景观格局，造成与原有自然景观极不协调，采坑位于自然保护区、人文景观、风景旅游区、城镇以及主要交通要道直管可视范围以外。对照《编制规范》附录 E、表 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测首采区露天采场对地形地貌景观的影响程度为“严重”。

(2) 采矿工业场地

采矿工业场地位于露天采场总出入沟口北西约 400m 处，占地面积 1.92hm²，场地内布置办公综合楼、变电所、空压机站、水泵房、生产工人宿舍、门卫室、机修车间、仓库等。工业场地建设地点地势平缓开阔，工程建设大规模改变原有地形地貌，占地面积较大，影像上会形成较明显斑点，采矿工业场地位于自然保护区、人文景观、风景旅游区、城镇以及主要交通要道直观可视范围以外。对照《编制规范》附录 E、表 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测工业场地对地形地貌景观的影响程度为“较严重”。

(3) 东风井

东风井位于矿区东侧，占地面积 0.08hm²，场地内主要布置风井及配套建筑。工业场地建设地点地势平缓开阔，工程建设大规模改变原有地形地貌，占地面积较小。对照《编制规范》附录 E、表 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测首采区露天采场对地形地貌景观的影响程度为“较严重”。

(4) 西风井

西风井位于矿区西南侧，占地面积 0.08hm²，场地内主要布置风井及配套建筑。工业场地建设地点地势平缓开阔，工程建设大规模改变原有地形地貌，占地面积较小。对照《编制规范》附录 E、表 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测首采区露天采场对地形地貌景观的影响程度为“较严重”。

(5) 矿区道路

矿区道路主要为矿山各单元间运输联络道路，为水泥路面，双车道，路面宽 10m，面积为 3.01hm²。场地较为开阔平缓，没有大规模切坡、垫路等工程，以自然路面为主。对照《编制规范》附录 E、表 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测矿

区道路对地形地貌景观的影响程度为“较严重”。

(6) 表土场

矿区在生产建设期间需要把场地表土剥离用于后期复垦使用。表土场选址位于东柜村东侧其他草地地类之上设计表土堆放高度 15m，台阶高度 7m，台阶宽度 10m，面积 4.73hm²，容量 62 万 m³。表土堆放时设置 3° 坡度以利于排水避免施工范围内积水，设置表土场边坡为 30°，保证边坡稳定，根据表土剥离量表土场面积为 4.73 hm²，表土场建设结束后地形地貌景观会改变，预测表土场对地形地貌景观的影响程度为“严重”。

(7) 排土场

矿区在生产建设期间需要建设一个排土场进行未来开采废石等存放，排土场面积 68.94hm²；堆存标高+1750m~+1780m，堆置总高度 30m，台阶高度 15m，平台宽度 10m，台阶坡面角 33.7°，排土场最终整体边坡角 28.4°；工程建设大规模改变原有地形地貌，占地面积较大；对照《编制规范》附录 E、表 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测矿区道路对地形地貌景观的影响程度为“严重”。

(8) 地下开采岩石移动区

地下开采期间由于会对地下形成采空区，地表可能会发生塌陷与地裂缝情况，面积为地下开采影响面积 48.37hm²，除去露天开采影响重叠范围 30.8hm²，地下开采影响范围为 17.57hm²。但严格按照开发利用方案采用充填方式发生地面塌陷与地裂缝的可能性较小，预计有小范围的地面沉降。地下开采对地形地貌景观破坏程度为“较轻”。

(9) 评估区其他区域

评估区其他区域未来不进行矿山开采，预测不影响原生的地形地貌景观，影响程度“较轻”。

综上所述，矿山现状地形地貌为低山丘陵，矿区生态环境一般。矿现状对地形地貌景观影响程度为“较轻”；预测露天采场对地形地貌景观影响程度为“严重”，采矿工业场地对地形地貌景观影响程度均为“较严重”，矿区道路对地形地貌景观影响程度为“较轻”。

表 3-10 拟损毁场地面积及地类

单元名称	面积	一类		二类		面积
	(hm ²)					(hm ²)
露天采场	39.63	耕地	01	旱地	103	23.08
				水浇地	0102	0.04
		其他土地	12	裸土地	1206	2.69
		交通运输用地	10	农村道路	1006	0.31
		草地	04	其他草地	0403	1.28
				天然牧草地	0401	11.92
林地	03	其他林地	0303	0.3		
矿区道路	3.01	工矿仓储用地	06H1	采矿用地	0602	0.34
		耕地	01	旱地	0103	0.82
		其他土地	12	裸土地	1207	0.17
				设施农用地	1202	0.06
		交通运输用地	10	农村道路	106	0.10
		草地	04	天然牧草地	0401	1.04
				其他草地	0403	0.20
		林地	03	乔木林地	0301	0.05
住宅设施	07	农村宅基地	702	0.23		
表土场	4.73	草地	04	其他草地	0403	1.57
		交通运输用地	010	城镇村道路用地	1004	0.33
				农村道路用地	1006	0.11
		住宅设施	07	农村宅基地	0702	2.72
排土场	68.94	工矿仓储用地	06H1	采矿用地	0602	0.36
		林地	03	灌木林地	0305	8.57
		其他土地	12	裸土地	1207	0.78
		交通运输用地	010	农村道路用地	1006	1.66
		草地	04	其他草地	0403	57.58
合计						116.31

现矿山为动工矿区未对地形地貌景观进行破坏，矿山地形地貌景观破坏预测图见图 3-19。

图 3-19 矿山地形地貌景观破坏预测

(五) 矿区水土环境质量现状分析预测

1、矿区水土环境污染现状分析

由于矿山目前尚未开工建设生产，故现状条件下不会对水土环境造成污染。

根据现场调查，本次共计取样 11 个，水分析样 3 件分别为水样 1、水样 2、水样 3。

取样时间为 2025 年 2 月 21 日，取样位置分别为 SK1、SK2、SK5 水文井，取样方式按照 DZ/T 0420-2022 地下水采样技术规程执行，选用无污染的 1.5L 容器，在取样前用井水进行冲洗，在抽水机抽后 5min 进行样品采集，取样后对水样进行密封直至送至检测机构检测。

监测项目：pH 值、可溶性总固体、砷、钙、镁、硬度、总碱度、硬度、镉、总铬、铜、铅、锌、锰、铁、汞、钾、钠、铵、游离二氧化碳、碳酸根、重碳酸根、氢氧根、氯化物、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、硅酸、耗氧量、铝 30 项。

土质分析样分别为土样样品 1~8。

取样时间为 2025 年 2 月 21 日，取样位置分别为东风井、西风井、露天采坑等详见下表，取样方式按照 HJ T 166-2004 土壤环境检测技术规范执行，采用工具选择铁锹、GPS 样品袋等，样品采集后密封送至检测机构检测方式按照 GB 15618-2018 执行。

监测项目：pH 值、砷 (As)、汞 (Hg)、铬 (Cr)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、氮 (N)、有机质、全盐量、导电率、有效磷、速效钾 14 项。采样地点见表 3-11；具体取样位置见图 3-20；评价结果见表 3-12~3-13。

表 3-11 采样地点

样品编号	位置	监测对象	备注
水样 1	SK1 水文井	矿区地下水	作为本区水质天然背景值
水样 2	SK2 水文井	矿区地下水	作为本区水质天然背景值
水样 3	SK5 水文井	矿区地下水	作为本区水质天然背景值
土壤样1	东风井位置	东风井	作为本区土壤天然背景值
土壤样2	西风井位置	西风井	作为本区土壤天然背景值
土壤样3	露天采坑西部	露天采坑	作为本区土壤天然背景值
土壤样4	露天采坑中部	露天采坑	作为本区土壤天然背景值
土壤样5	露天采坑东部	露天采坑	作为本区土壤天然背景值

土壤样6	采矿工业场地西部	采矿工业场	作为本区土壤天然背景值
土壤样7	采矿工业场地中部	采矿工业场	作为本区土壤天然背景值
土壤样8	采矿工业场地东部	采矿工业场	作为本区土壤天然背景值

图 3-20 土壤取样位置

表 3-12 SK1、SK2、SK5 采水样品分析结果单位：mg/L，pH 无量纲

样品 编号	检测项目														
	pH值	可溶性 总固体	砷	钙	镁	钾	钠	铵	镉	总铬	氢氧根	氯化物	硫酸盐	硝酸盐	亚硝酸盐
水样1	8.13	657	0.0005	151.8	34.84	3.86	39.66	0.408	0.0002	0.007	< 2	28.36	42.3	34.08	0.173
	铅	锌	锰	铁	汞	硬度	总碱度	铜	铝	硅酸	耗氧量	游离二 氧化碳	碳酸根	重碳酸 根	
	0.0005	0.001	0.0002	0.007	0.0001	522.4	522.4	0.004	0.01	41.76	9.12	12.7	< 5	636.9	
水样2	pH值	可溶性 总固体	砷	钙	镁	钾	钠	铵	镉	总铬	氢氧根	氯化物	硫酸盐	硝酸盐	亚硝酸盐
	8.04	672	0.0005	152.2	35.2	3.97	39.79	0.351	0.0002	0.006	< 2	26.59	42.3	35.47	0.148
	铅	锌	锰	铁	汞	硬度	总碱度	铜	铝	硅酸	耗氧量	游离二 氧化碳	碳酸根	重碳酸 根	
	0.0005	0.001	0.0002	0.007	0.0001	525.4	536.8	0.004	0.01	42.39	4.72	6.35	< 5	654.5	
水样3	pH值	可溶性 总固体	砷	钙	镁	钾	钠	铵	镉	总铬	氢氧根	氯化物	硫酸盐	硝酸盐	亚硝酸盐
	8.03	87	0.0005	17.84	3.45	0.63	4.68	0.053	0.0002	0.002	< 2	7.09	< 10	3.68	0.006
	铅	锌	锰	铁	汞	硬度	总碱度	铜	铝	硅酸	耗氧量	游离二 氧化碳	碳酸根	重碳酸 根	
	0.0005	0.001	0.001	0.008	0.0001	56	69.8	0.002	0.01	4.82	2.08	< 4	< 5	85.1	

表 3-13 土样分析结果

样品编号	检测项目														
	pH	As	Hg	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	N	有机质	全盐量	电导率	有效磷	速效钾
		($\mu\text{g/g}$)	(ng/g)	($\mu\text{g/g}$)	(%)	(g/kg)	(g/kg)	(mS/cm)	(mg/kg)						
土壤1	8.06	9.04	19.8	53.9	21.4	17.8	50.1	0.14	25.5	0.11	17.4	0.6	0.12	5.11	78.5
土壤2	8.12	5.43	11.5	51.7	17.2	23.8	51.6	0.087	19.9	0.14	22.4	0.4	0.09	1.14	47.5
土壤3	8.72	9.69	5.38	65.5	18.7	23.4	45.5	0.13	18.7	0.023	3.5	0.5	0.11	1.54	35.5
土壤4	8.38	9.16	18.9	48.0	22.8	34.1	62.1	0.12	20.0	0.030	4.8	0.4	0.09	3.28	71.0
土壤5	8.46	8.46	5.75	49.1	19.5	23.3	44.2	0.089	16.7	0.029	4.5	0.3	0.09	2.68	42.0
土壤6	7.99	8.73	19.5	59.9	20.2	16.5	63.5	0.086	21.5	0.10	15.6	0.6	0.10	10.8	91.0
土壤7	7.80	8.70	25.3	62.3	21.2	16.8	70.5	0.10	21.8	0.11	16.8	0.5	0.09	30.7	84.0
土壤8	7.86	8.32	19.9	59.7	20.4	16.6	64.8	0.079	22.7	0.10	16.0	0.6	0.10	11.8	96.0

由表 3-12 可知，各取样点水样无色无味、清澈无可见物，硝酸盐是为五类、总硬度四类，其他检测项目均达到三类水标准。

由表 3-13 可知各取样点土壤检测项目均小于农用地土壤污染风险筛选值。

综上所述，评估区内水土污染影响现状评估为较轻。

2、水土污染预测评估

(1) 矿区水环境预测分析

根据评估区工程地质、环境地质、水文地质条件，结合矿山采、选活动的特征，确定生产废水（机修废水、冲洗地面水等）、生活污水是对地下水环境产生影响的主要因素。

1) 采坑存水

露天采场正常涌水量为 2692.33m³/d，排水采用机械接力排水方式，最终在 +1510m 水平设置永久固定泵站，将坑内涌水直排至地表水池。在永久固定泵站形成以前，随着生产的进行，开采深度不断下降，在最低开采水平设移动泵站，开采至+1510m 水平时设置永久固定泵站。永久泵站均选用 2 台 ATZPQK150-320/4-180 型潜水泵，正常涌水时 1 台工作，1 台备用，最大涌水时 2 台同时工作。矿山开采期间矿坑汇水排除后进入选矿厂循环利用，矿坑不会形成长时间汇水，因此采坑存水对水土污染影响较轻。

2) 生产生活废水

生活污水主要污染物为 pH、SS 及 COD、氨氮。生活污水经生活污水管网收集后先进入化粪池沉降，再进入生活污水处理站进行处理，出水水质符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020），用于厂区道路浇洒及绿化，故对地表水环境影响较轻。

(2) 矿区土壤环境污染预测分析

1) 生活垃圾对土壤污染预测分析

生活垃圾定点收集，在厂区内设置固定的生活垃圾堆存场地，定期外运至指定地点处置。因此生活垃圾对周围土壤环境影响相对较小。

2) 采矿工业场地、办公生活区对水土环境污染的预测

采矿工业场地的污染主要是废石、废渣及机器产生的油污。

废石、废渣在运输过程中可能对运输道路沿途的生态环境产生影响；机器产生的油污处理不当，可能引发周边的水源及土壤的污染。预防措施得当的条件下，整

体对周边的水土环境影响较轻。

3) 选矿废水对水土壤污染预测分析

根据开发利用方案对选矿补充说明，本矿山选矿过程中采用单一浮选流程，如图 1-3 所示。浮选药剂种类和用量如下表 3-14 所示。

表 3-14 浮选药剂种类和用量 (g/t_{原矿})

抑制（分散）剂		捕收剂 (煤油)	混合起泡剂		备注
六偏磷酸钠	水玻璃		2#油	MIBC	
2280	3491	747	196	160	

根据试验报告所确定的工艺流程和工艺参数，单位原矿用水量 6.5t，新水消耗量 1.7t。新水主要补充精矿、尾矿带出、浓缩蒸发和地面泼洒损失量，其余选矿水经沉淀净化后返回流程循环利用。

本项目浮选抑制（分散）剂为六偏磷酸钠和水玻璃。六偏磷酸钠能与水中的钙、镁等离子结合，生成可溶性的复盐，从而有效去除水中的硬度成分，减少水垢的形成。六偏磷酸钠具有缓冲作用，能够调节水的 pH 值，防止酸碱度过高或过低。六偏磷酸钠能够分散水中的污染物和杂质，提高水的清澈度。在水处理中，这种特性有助于保持水质清洁，减少悬浮物的聚集。此外，六偏磷酸钠在碱性环境中的结合稳定常数高于酸性环境，本项目矿浆在碱性条件下进行浮选，所以六偏磷酸钠对水和土壤的影响较小。

水玻璃，又称硅酸钠，是一种水溶性碱性硅酸盐材料，化学式为 Na_2SiO_3 。水玻璃在污水处理过程中，能够与水中的重金属离子反应生成不溶的沉淀物，从而去除水中的重金属污染物。这种反应有助于净化水质，减少水中的有害物质在土壤改良和固化中，水玻璃可以与土壤中的矿物质反应，形成稳定的硅酸盐结构，增强土壤的承载能力和稳定性。这有助于改善土壤质量，减少水土流失和污染。

混合起泡剂是 2#油和 MIBC。2#油，也被称为松醇油，是一种在多个工业领域中广泛应用的特种油脂。在选矿过程中主要系吸附石墨精矿表面，极少溶于水中。由于松醇油的主要成分是以 α -萜烯醇为主，且其不易自然降解，长时间残留在选矿废水中，会导致废水的化学需氧量（COD）升高，在生产中会通过活性炭吸附等措施，减少水中含量以达到循环利用或排放标准。

MIBC 又名甲基异丁基甲醇。MIBC 在石墨浮选过程几乎全部吸附于石墨精矿中，

在水中的溶解度较低，但其化学稳定性较高，不易分解。在生产中会通过活性炭吸附等措施，减少水中含量以达标循环利用或排放标准。

捕收剂（煤油）在石墨浮选煤油附着在石墨精矿中，进入矿浆的比例极小，在生产过程中也会通过活性炭吸附等措施，减少水中含量以达标循环利用或排放标准。

4) 排土场对水土壤污染预测分析

为减轻废石对矿山水土环境的污染，在排土场底部铺设土工膜，废石、尾矿渗滤液进入沉淀池，然后进入污水处理系统。预测废石渗滤液等对水环境污染较轻。

矿区水土污染预测见图 3-21。

综上所述，预测矿山生产时对水土壤环境污染较轻。

图 3-21 矿区水土污染预测

（六）矿山地质环境影响综合评估

1、矿山地质环境影响现状评估分区根据《编制规范》，结合矿区现状条件下矿业活动造成的地质灾害的危害程度、对含水层影响、对地形地貌景观影响以及对水土环境污染影响等现状评估结果，将矿山地质环境影响评为较轻区。见表 3-15。

由于现状条件下矿山尚未开工建设、生产，故现状评估区内所有区域均为地质环境影响较轻区，面积 249.25hm²，占评估区总面积的 100%。

表 3-15 矿山地质环境现状影响

影响程度 分级	评估单元	面积 (hm ²)	现状矿山地质环境影响因素			
			地质灾害	含水层影响	地形地貌 景观影响	水土环境 影响
较轻区	评估区	249.25	较轻	较轻	较轻	较轻
合计		249.25				

2、矿山地质环境影响预测评估分区

根据矿山开采活动所引发、遭受地质灾害的影响、对含水层影响、对地形地貌景观影响、水土环境污染影响程度及防治难度，将矿山地质环境影响预测评估分区分为严重区、较严重区和较轻区。

评估区主要评估对象为露天采场（39.63hm²）、采矿工业场地（1.92hm²）、表土场（4.73hm²）、排土场（68.94hm²）、矿区道路（3.01hm²）、地下开采影响（133.26hm²）和评估区其他区域（42.80hm²），详见表 3-16。

表 3-16 矿山地质环境预测评估分区

评估区	面积 (hm ²)	地质灾害	含水层影响	地形地貌景 观影响	水土环境 影响	影响程度分级
露天采场	39.63	较轻	较严重	严重	较轻	严重
采场工业 场地	1.92	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
东、西风井	0.16	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
矿区道路	3.01	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重
表土场	4.73	较轻	较轻	严重	较轻	严重
排土场	68.94	较轻	较轻	严重	较轻	严重
地下开采	133.26	较轻	较严重	较轻	较轻	较严重
其他区域	42.80	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
合计	249.25（地下水影响范围与东西风井、采矿工业场地、露天采坑重叠）					

三、矿山土地损毁预测与评估

(一) 土地损毁环节与时序

本矿山为新建矿山，采用露天开采与地下开采两种方式进行开采。一期工程为露天开采，二期工程为地下开采。矿山建设期间主要建设工程为采矿工业场地、露天采场、表土场、矿区道路等。主要损毁方式为挖损、占压。

1、土地损毁环节

(1) 采矿工程建设

矿山要开采多年，地面设施完善，包括采矿工业场地、表土场、矿区道路等采矿工程建设，压占一定数量的土地。压占原始地表，土地性状彻底改变，完全丧失了原始地表土地的功能，造成对土地的压占损毁。

(2) 矿山排水

矿山排水及生活污水的外排会对项目周边的地表水产生影响，如果未达标排放的话，会污染地下水，进而污染项目周边的土壤，对地表植被生长造成较大影响，造成对土地的污染损毁。开发利用方案设计矿山排水和生活污水均经过处理再循环使用，不外排，不对矿区土地造成损毁。

(3) 露天开采

露天开采挖损了原始土地，改变了原始地表土地形状，使原有土地功能改变，完全丧失了原始地表土地的功能。造成对土地的挖损损毁，丧失了原始地表的功能，造成对土地的挖损损毁。矿山开采计划见表 3-17；露天开采接续图见 1-5。

表 3-17 矿山开采计划

年度	开采水平	开采矿石量 (万 t)	剥离废石量 (万 m ²)	备注
基建期第一年	+1705 以上	****	****	
基建期第二年	+1705 至+1690	****	****	+1690 未采完
生产期第一年	+1690 至+1675	****	****	+1660 未采完
	+1675 至+1660	****	****	
生产期第二年	+1660 至+1645	****	****	+1630 未采完
	+1645 至+1630	****	****	
生产期第三年	+1630 至+1615	****	****	+1615 未采完
生产期第四年	+1615 至+1600	****	****	+1600 未采完

生产期第五年	+1600 至+1585	****	****	+1585 未采完
生产期第六年				
生产期第七年	+1585 至+1570	****	****	+1570 未采完
生产期第八年	+1570 至+1555	****	****	+1555 未采完
生产期第九年	+1555 至+1540	****	****	+1540 未采完
生产期第十年	+1540 至+1525	****	****	+1525 未采完
生产期第十一年	+1525 至+1510	****	****	露天开采结束
生产期第十二年				
总计		****	****	

2、土地损毁时序

本矿山土地损毁时序为矿山基建期开采挖损、压占损毁土地和生产期开采挖损、压占损毁土地。损毁土地的时序分析如下：

(1) 矿山基建期损毁

矿山的工程建设不可避免地要损毁、占用土地并扰动原地形地貌。基建期损毁单元为露天采坑、表土场、矿区道路等，其中表土场、矿区道路损毁方式为压占，露天采坑为挖损。

露天开采分台阶进行开采工作，基建期两年主要工作为剥离表土与剥离废石根据开发利用方案可知基建期第一年开采至+1720m 和+1705m 平台。采剥总量为****万 t；第二年开采至+1690m 和部分+1675m 平台。采剥总量为*****万 t。

(2) 矿山生产期损毁

露天开采第 7 勘探线以东的浅部矿体对+1690m 以上水平进行剥离，并在+1675m 和+1660m 水平完成开段沟，形成最小宽度不小于 40m 的工作平台。首采工作面设置在+1675m 和+1660m 水平东翼矿体，剥离基建工程量约*****万 t。

露天开采分台阶进行开采工作，矿山生产期间第一年开采至+1675m 平台，以及部分 1660m 平台；矿山生产期间第二年开采至+1660m 和 1645m 平台。矿山生产期间第三年开采至+1630m 平台，以及部分 1615m 平台。

地下开采顺序总体规划为：在垂直方向上为自上而下分中段依次开采；当上下两个中段同时开采时，上、下两个中段的作业面应交错布置，其距离不应小于 60m；在水平方向上的回采顺序为由端部风井向主井方向后退式回采。

随着矿体开采的深入，露天采场损毁面积逐渐扩大，其他各单元损毁方式不变，

为压占。

武川县二号地村矿区晶质石墨矿土地拟损毁时序见表 3-18。

表 3-18 矿区土地拟损毁时序

序号	损毁单元	损毁环节	损毁时间	损毁形式	面积 (hm ²)
1	露天采场	露天开采	2025.6~2038.8	挖损	39.63
2	矿区道路	矿山建设生产	2025.6~2059.5	压占	3.01
3	表土场	表土堆存	2025.6~2059.5	压占	4.73
4	排土场	废石堆放	2025.6~2038.8	压占	68.94
5	采矿工业场地 (主井)	矿山建设生产	2035.6~2059.5	压占	1.92
	采矿工业场地 (西风井)	矿山建设生产	2035.6~2059.5	压占	0.08
	采矿工业场地 (东风井)	矿山建设生产	2035.6~2059.5	压占	0.08
	合计				118.39

(二) 已损毁各类土地现状

现状土地已损毁单元为无。矿山为探转采矿山，未进行基建动工，没有损毁土地。

图 3-22 矿山已损毁土地

(三) 拟损毁土地预测与评估

1、拟损毁土地预测

根据开发方案，矿山未来建设生产后，将新增采矿工业场地（主井、西风井、东风井）、露天采场、矿区道路及表土场单元，见表 3-19。

表 3-19 拟土地损毁统计表

单元名称	面积	一类		二类		面积	损毁形式	权属
	(hm ²)					(hm ²)		
东风井	0.08	耕地	01	水浇地	0102	0.08	压占	东后河村集体
西风井	0.08	耕地	01	旱地	0103	0.02	压占	
		草地	04	天然牧草地	0401	0.06		
采矿工业场地（主井）	1.92	草地	04	天然牧草地	4001	0.35	压占	
		耕地	01	旱地	103	1.57		
露天采场	39.63	耕地	01	旱地	103	23.08	挖损	
				水浇地	0102	0.04		
		其他土地	12	裸土地	1206	2.69		
		交通运输用地	10	农村道路	1006	0.31		
		草地	04	其他草地	0403	1.28		
				天然牧草地	0401	11.92		
林地	03	其他林地	0303	0.3				
矿区道路	3.01	工矿仓储用地	06H1	采矿用地	0602	0.34	压占	
		耕地	01	旱地	0103	0.82		
		其他土地	12	裸土地	1207	0.17		
				设施农用地	1202	0.06		
		交通运输用地	10	农村道路	106	0.10		
		草地	04	天然牧草地	0401	1.04		
其他	0403			0.20				

				草地				
		林地	03	乔木林地	0301	0.05		
		住宅设施	07	农村宅基地	702	0.23		
表土场	4.73	草地	04	其他草地	0403	1.57	压占	
		交通运输用地	010	城镇村道路用地	1004	0.33		
				农村道路用地	1006	0.11		
		住宅设施	07	农村宅基地	0702	2.72		
排土场	68.94	工矿仓储用地	06H1	采矿用地	0602	0.36	压占	
		林地	03	灌木林地	0305	8.57		
		其他土地	12	裸土地	1207	0.78		
		交通运输用地	10	农村道路	106	1.66		
		草地	04	天然牧草地	0401	57.58		
合计	118.39					118.39		

(1) 露天采场

露天开采形成露天采场面积 39.63hm²，最大开采深度 228m，并段坡角 47°，表土剥离厚度 30~50cm 不等（表土全部剥离局部较厚），矿山生产期间矿坑积水人工疏干，生产结束后长期积水。土地损毁形式为挖损，损毁土地类型为水浇地、旱地、其他林地、天然牧草地、其他草地、农村道路以及裸土地其他林地、天然牧草地与裸土地，露天采场拟损毁土地现状照片见 3-23。

图 3-23 露天采场拟损毁土地现状

(2) 采矿工业场地

采矿工业场地占地面积 1.92hm^2 ，剥离表土厚度 50cm 。砾石含量约 5% 。场地内布置办公综合楼、变电所、空压机站、水泵房、生产工人宿舍、门卫室、机修车间、仓库等，建筑类型为钢筋混凝土结构，建筑高度 $3\sim 5\text{m}$ ，土地损毁形式为压占，损毁土地类型为天然牧草地、旱地、水浇地，采矿工业场地拟损毁土地现状照片见3-24。

图 3-24 采矿工业场地拟损毁土地现状

(3) 矿区道路

矿山运输线路主要为矿山各单元间运输联络道路，路面宽 10m ，道路长度为 3.02km ；面积为 3.02hm^2 。剥离表土厚度 $30\sim 50\text{cm}$ 。主要供日常运输车辆行驶，车流量较大，土地损毁形式为压占，损毁土地类型为其他林地、天然牧草地、农村道路、设施农用地与裸土地。

(4) 表土场

矿上在生产建设期间剥离表土统一存放在表土场内，表土场面积4.73hm²。表土场周边设置挡土墙，表土堆放后在表土场表面播种草籽，确保表土场土壤流失。损毁土地类型其他草地以及农村宅基地，表土场拟损毁土地现状照片见3-25。

图 3-25 表土场拟损毁土地现状

(5) 排土场

在矿区西北方向约1.2km处建有一排土场，堆存矿山建设和生产期间产生的废石。排土场面积68.94hm²，剥离表土厚度50cm。砾石含量约5%。排土场在坡底位置设置挡墙防堆土变形。排土场主要损毁地类为天然牧草地和灌木林地，排土场拟损毁土地现状照片见3-26。

图3-26 排土场拟损毁土地现状

(6) 东风井

东风井在矿山地下开采建设期间，场地建设用地 0.08hm^2 ，剥离表土厚度 60cm 。砾石含量约 5% 。剥离表土厚度 30cm 。砾石含量约 5% 。主要建筑有东风井配套建筑，以及风井的建设。主要损毁地类为天然牧草地，东风井拟损毁土地现状照片见3-27。

图3-27 东风井拟损毁土地现状

(7) 西风井

东风井在矿山地下开采建设期间，场地建设用地 0.08hm^2 ，剥离表土厚度 30cm 。砾石含量约 5% 。主要建筑有东风井配套建筑，以及风井的建设。主要损毁地类为水浇地，西风井拟损毁土地现状照片见3-28。

图3-28 西风井拟损毁土地现状

（8）地下开采影响范围

根据开发利用方案确定的地下开采方法为胶结充填采矿法和空场嗣后充填采矿法。矿山地下开采不对地面产生影响，不会对土地造成损毁。

矿山土地损毁时段平面见图3-29；矿山土地损毁时段剖面见图3-30。

图3-29 矿山土地损毁时段平面

图3-30 矿山土地损毁时段剖面

2、矿山近期土地损毁预测

根据开发方案，矿山近5年生产主要损毁区域为露天采坑、表土场以及矿区道路。损毁面积详见表3-19。

表3-19 矿山近年损毁土地面积类型

单元名称	面积	一类		二类		面积	损毁形式	权属
	(hm ²)					(hm ²)		
露天采场	39.63	耕地	01	旱地	103	23.08	挖损	
				水浇地	0102	0.04		
		其他土地	12	裸土地	1206	2.69		
		交通运输用地	10	农村道路	1006	0.31		
		草地	04	其他草地	0403	1.28		
				天然牧草地	0401	11.92		
林地	03	其他林地	0303	0.3				
矿区道路	3.01	工矿仓储用地	06H1	采矿用地	0602	0.34	压占	东后河村集体
		耕地	01	旱地	0103	0.82		
				其他土地	12	裸土地		
		设施农用地	1202			0.06		
		交通运输用地	10	农村道路	106	0.10		
		草地	04	天然牧草地	0401	1.04		
				其他草地	0403	0.20		
		林地	03	乔木林地	0301	0.05		
住宅设施	07	农村宅基地	702	0.23				
表土场	4.73	草地	04	其他草地	0403	1.57	压占	
		交通运输用地	010	城镇村道路用地	1004	0.33		

				农村道路用地	1006	0.11		
		住宅设施	07	农村宅基地	0702	2.72		
排土场	68.94	工矿仓储用地	06H1	采矿用地	0602	0.36		
		林地	03	灌木林地	0305	8.57		
		其他土地	12	裸土地	1207	0.78		
		交通运输用地	010	农村道路用地	1006	1.66		
		草地	04	其他草地	0403	57.58		
合计					116.31			

近期土地损毁总面积为 116.31hm²，土地损毁类型草地 73.59hm² 占比 63.27%，耕地面积 23.94hm² 占比 20.58%。

3、拟损毁土地评价因素的选择

根据《土地复垦条例》和《土地复垦方案编制规程》，土地损毁程度预测等级数确定为三级标准，分别为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。挖损损毁土地评价标准见 3-20，占压损毁土地评价标准见表 3-21。

表 3-20 挖损土地损毁程度分析表

评价因素	评价等级		
	轻度损毁	中度损毁	重度损毁
挖损土体厚度	<10cm	10—30cm	>30cm
挖损面积	<1000m ²	1000-10000m ²	>10000m ²
挖损深度	<0.5m	0.5m—2m	>2m
挖损坡度	<25°	25-35°	>35°
积水状况	不积水	季节性积水	长期积水

表 3-21 压占土地损毁程度分析表

评价因素	评价等级		
	轻度损毁	中度损毁	重度损毁
压占面积	<1000m ²	1000-10000m ²	>10000m ²
表土剥离	大于 30cm	0-30cm	无剥离
堆土石高度	< 5m	5—10m	> 10m
砾石侵入量	< 10%	10%~30%	> 30%
损毁土体厚度	< 10cm	10—20cm	> 20cm

根据以上分析确定损毁单元面积，损毁情况，对照挖损、压占土地损毁程度分析表确定土地损毁程度，各单元土地损毁程度分析见表 3-22。

表 3-22 矿各个单元土地损毁程度分析表

评价因素	露天采场	采矿工业场地	矿区道路	表土场	排土场	东风井	西风井
占地面积	39.63hm ²	1.92hm ²	3.01hm ²	4.73hm ²	68.94hm ²	0.08hm ²	0.08hm ²
表土剥离	剥离 30cm	剥离 50cm	剥离 30cm	--	剥离 50cm	剥离 60cm	剥离 30cm
压实情况	--	全部压实	全部压实	全部压实	全部压实	全部压实	全部压实
堆土石高度	--	--	--	15m	30m	--	--
砾石侵入量	--	5%	--	5%	--	5%	5%
损毁土体厚度	30cm	50cm	30cm	--	50cm	60cm	30cm
损毁程度	重度	重度	重度	重度	重度	重度	重度

拟损毁土地见图 3-31。

图 3-31 拟损毁土地

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一) 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

矿山地质环境问题的产生具有自然、社会和资源三重属性，因此，矿山地质环境保护与治理恢复分区的原则是：首先，坚持“以人为本”，必须把矿山地质环境问题对评估区内居民生产生活的影响放在第一位，要尽可能地减少对居民生产生活的影响与损失；其次，坚持“以建设工程安全为本”，力争确保区内重点工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设对生态环境的综合影响。

2、分区方法

在对地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地资源影响和破坏现状评估与预测评估的基础上，根据可能造成的损失大小和防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地资源现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准按照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》附录 F：“矿山地质环境保护与治理恢复分区表”之规定进行（见表 3-23）。

表 3-23 矿山地质环境保护与恢复治理分区

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

注：现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区。

3、分区描述

根据上述分区原则和方法，结合本矿实际，充分考虑区内主要建设工程的重要性，矿山地质环境保护与治理恢复分区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区三个区，见表 3-24。

表 3-24 矿山地质环境保护与治理恢复分区划分

防治分区	评估单元	面积 (hm ²)	矿山地质环境保护和恢复治理分区影响因素			
			地质灾害	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染
重点防治区	露天采场	39.63	较轻	较严重	严重	较轻

I	表土场	4.73	较轻	较轻	严重	较轻
	排土场	68.94	较轻	较轻	严重	较轻
次重点防治区II	东风井	0.08	较轻	较轻	较严重	较轻
	西风井	0.08	较轻	较轻	较严重	较轻
	采矿工业场地	1.92	较轻	较轻	较严重	较轻
	矿区道路	3.01	较轻	较轻	较严重	较轻
	地下开采	133.26	较轻	较严重	较轻	较轻
一般防治区III	其他区域	42.8	较轻	较轻	较轻	较轻
合计	249.25 (地下水影响范围与东西风井、采矿工业场地、露天采坑重叠)					

(1) 重点区域 (I)

为矿山地质环境评估严重区和重点工程保护区，共划分了 3 个重点防治区，重点防治区I₁ 重点区域I₂ 重点区域I₃。

重点区域为I₁ 露天开采矿坑，面积 39.63hm²，开采台阶高度 15m；终了台阶边坡角 47°。该地区土地破坏类型为挖损，在生产建设期间根据设计相关要求逐步对该地区进行开采最终形成终了矿坑。对区域内土地资源影响严重，改变原地形地貌景观，对地形地貌景观影响“严重”。

重点区域I₂为表土场，面积 4.73hm²，该区域占用破坏土地资源，现状评估对区内土地资源的影响程度严重，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响“严重”。

重点区域I₃排土场，面积 68.94hm²，该区域在未来开采过程中会逐步堆存矿山开采期间产生的废石，最终形成高度 30m，台阶高度 15m，平台宽度 10m，台阶坡面角 33.7°，最终整体边坡角 28.4°的废石堆积场，区域内土地资源影响严重，改变原地形地貌景观，对地形地貌景观影响“严重”。

(2) 次重点防治区 (II)

次重点区域II₁为东风井，面积 0.08hm²，该区留有保护矿柱，发生采空塌陷及伴生地裂缝的可能性小，危害性小；但区内有保证矿山安全生产的重要工程建筑设施，属于重点工程项目，占用破坏土地资源，对区内土地资源的影响程度中度，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响“较严重”。

次重点区域II₂为西风井，面积 0.08hm²，该区留有保护矿柱，发生采空塌陷及伴生地裂缝的可能性小，危害性小；但区内有保证矿山安全生产的重要工程建筑设施，

属于重点工程项目，占用破坏土地资源，对区内土地资源的影响程度中度，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响“较严重”。

次重点区域II₃采矿工业场地面积 1.92hm²。该区留有保护矿柱，发生采空塌陷及伴生地裂缝的可能性小，危害性小；但区内有保证矿山安全生产的重要工程建筑设施，属于重点工程项目，占用破坏土地资源，对区内土地资源的影响程度中度，改变原生地形地貌景观，对地形地貌景观影响“较严重”。

次重点区域II₄矿区道路面积 3.01hm²。地质灾害不发育，对含水层影响程度较轻，对地形地貌景观破坏较轻，对水土环境影响污染较轻，截至本方案服务期结束时，矿区道路继续留用，对土地资源造成重度压占损毁，对地形地貌景观影响“较严重”。

次重点区域III₅为地下开采影响的地下水疏干漏斗面积，面积 133.26hm²。地下开采的地下水疏干面积内包含地下开采影响的发生采空塌陷及伴生地裂缝区域。该区域对地下水影响“较严重”，对地质灾害影响“较轻”。

（3）一般防治区域（III）

一般防治区域III₁为矿区其他区域面积为 42.8hm²，人类工程活动对地形地貌景观和土地资源的影响程度较轻，主要采取保护措施，即不随意破坏该地段土地资源，尽可能保持该区原始地形地貌景观，详见图 3-32。

图 3-32 防治区范围

(4) 主要防治措施

1) 对于重点防治区主要采取以下防治措施:

①对于露天采场的防治措施主要有, 对其边坡进行监测, 对可能发生的崩塌、滑坡等地质灾害早发现, 早控制。对于地下水疏干范围及时测量水位, 监测水质。确保水土质量达标。

②对于表土场表土堆放时设置 3° 坡度以利于排水避免施工范围内积水, 设置表土场边坡为 30°, 保证边坡稳定, 表土场上层抛撒草籽, 以防水土流失, 定期监测表土场土壤质量, 确保表土场存放土壤不受污染。

③对于排土场堆放期间排土作业采用汽车运输、推土机推排、压路机压实的工艺。排土场采用多台阶覆盖式排土, 废石自下而上多台阶覆盖式排土, 推土机配合推平, 压路机压实, 直至最高标高。堆置总高度 30m, 台阶高度 15m, 平台宽度 10m, 台阶坡面角 33.7°, 排土场最终整体边坡角 28.4°; 排土场排土平台保留有 3% 的反坡, 达到终了境界后, 在台阶内侧坡脚设置台阶排水沟, 未达终了境界时, 挖简易排水沟用于临时排水; 排土场坡脚设挡石坝, 提高排土场稳定性; 排土场坡脚下游 30m 处设拦挡坝。

2) 对于次重点防治区主要采取以下防治措施:

针对次重点防治区, 主要采取以下防治措施:

①加强对区内地质环境的监测工作。主要包括定期进行地面变形测量; 进行含水层破坏监测和土壤环境质量监测; 对于地下含水层自然恢复。

②对塌陷区遭受破坏的土地资源进行土地恢复治理, 恢复地形地貌景观。

③对区内受影响的乡间公路、农用生产道路、通讯输电线路和沟渠定时进行巡查, 发现异常及时采取垫高加固等措施进行维修, 保证其正常运行。

3) 一般防治区 (III)

为评估区内除重点防治区和次重点防治区以外的区域, 面积约 42.8hm²; 对区内农村道路、林地、草地、农地定时进行巡查, 发现异常及时维修保证其正常运行。

矿山地质环境分区防治, 详见表 3-25。

表 3-25 矿山地质环境分区防治

矿山地质环境保护与治理恢复分区		面积 (hm ²)	矿山地质环境影响程度	保护与治理对象	损失和治理难度	主要防治措施
分区域别	分区编号					

重点防治区 (I)	I ₁	39.63	严重	露天开采场地	损失大, 治理简单	对其边坡进行监测; 对于地下水疏干范围及时测量水位, 监测水质。 确保水土质量达标
	I ₂	4.73	严重	表土场	损失大, 治理困难	加强地质环境监测; 加强土壤污染监测。
	I ₃	68.94	严重	排土场	损失大, 治理困难	加强地质环境监测; 加强土壤污染监测。
次重点防治区 (II)	II ₁	0.08	较严重	东风井	损失较大, 治理简单	加强地质环境监测; 留设场区矿柱; 对矿井排水及生活污水处理后达标排放; 压占土地翻耕复垦。
	II ₂	0.08	较严重	西风井	损失较大, 治理简单	加强地质环境监测; 留设场区矿柱; 对矿井排水及生活污水处理后达标排放; 压占土地翻耕复垦。
	II ₃	1.92	较严重	采矿工业场地	损失较大, 治理简单	加强地质环境监测; 留设场区矿柱; 对矿井排水及生活污水处理后达标排放; 压占土地翻耕复垦。
	II ₄	3.01	较严重	矿区道路	损失较大, 治理简单	加强地质环境监测, 对损毁土地进行原地类恢复。
	II ₅	133.26	较严重	地下开采岩石移动区、含水层破坏区域	损失较大, 治理困难	加强地面变形监测, 对地下水水质设置监测点, 对于地下含水层自行修复。
一般治理区 (III)	III ₁	42.80	较轻	农田、农村道路	损失小, 治理较容易	道路随损随修; 土地简单平整。
合计		249.25 (地下水影响范围与东西风井、采矿工业场地、露天采坑重叠)				

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

根据《土地复垦方案编制规程 第1部分: 通则》(TD/T 1031.1-2011), 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, 土地复垦责任范围是复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。

1、复垦区的确定

根据实地调查及土地拟损毁预测分析，该项目复垦区为已损毁与拟损毁土地构成的区域，具体复垦单元包括露天采场、采矿工业场地、矿区道路等场地。根据现状及预测损毁情况，确定复垦区面积为 118.39hm²，复垦区面积组成详见 3-26。

表 3-26 复垦区域

单元名称	损毁情况	面积 (hm ²)	复垦情况	损毁类型	损毁程度
露天采坑	拟损毁	39.63	待复垦	挖损	重度
采矿工业场地	拟损毁	1.92	待复垦	挖损、压占	重度
东、西风井	拟损毁	0.16	待复垦	挖损、压占	重度
表土场	拟损毁	4.73	待复垦	压占	重度
排土场	拟损毁	68.94	待复垦	压占	重度
矿区道路	拟损毁	3.01	待复垦	压占	重度
合计		118.39			

复垦区由矿山生产损毁土地构成，包括露天采坑损毁范围和压占损毁范围。

本项目为新建矿山。根据开发利用方案矿山建成投产后损毁土地 118.39hm²，其中：主井工业场地压占损毁土地 1.92hm²；东、西风井工业场地压占损毁土地 0.16hm²；露天采坑损毁土地 39.63hm²；表土场损毁土地 4.73hm²；排土场损毁土地 68.94hm²；排土场损毁土地 68.94hm²；矿区道路损毁土地 3.01hm²。

2、复垦责任范围

上述损毁土地为矿山复垦责任范围。因此，本项目石墨矿复垦责任范围为 118.39hm²。

(三) 土地类型与权属

复垦区面积 118.39hm²。复垦区内土地利用现状及权属见表 3-27 所示。

复垦区土地利用类型为水浇地、旱地、乔木林地、其他林地、其他草地、工业用地、采矿用地、农村道路用地。

表 3-27 复垦区土地利用类型及权属一览表

一类地类		二类地类		面积 (hm ²)	权属
名称	编码	名称	编码		
耕地	01	水浇地	0102	0.12	东后河村集体
		旱地	0103	25.49	
林地	03	其他林地	0303	0.3	
		乔木林地	0301	0.05	
		灌木林地	0305	8.57	

草地	04	天然牧草地	0401	70.95
		其他草地	0403	3.05
工矿仓储用地	06	采矿用地	0602	0.7
交通运输用地	10	农村道路	1006	2.18
		城镇村道路用地	1004	0.33
其他土地	12	裸土地	1207	3.64
		设施农用地	1202	0.06
住宅设施	07	农村宅基地	0702	2.95
合计				118.39

经现场勘查，复垦区有耕地 25.61hm²，其中水浇地 0.12hm²；复垦区内农作物以莜麦为主，据武川县在基本农田数据库中对本次评估区范围进行核实，复垦区范围内无永久基本农田分布。

复垦区灌溉设施见图 3-33 到 3-34。

图 3-33 灌溉设施

图 3-34 灌溉设施

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

(一) 技术可行性分析

1、地质灾害防治技术可行性分析

评估区可能发生的地质灾害类型为崩塌、滑坡。崩塌、滑坡地质灾害防治治理工程主要包括在发生前采取预防控制措施，如在采坑边帮、边坡挂围栏网、设置警示牌、削坡卸载、修建挡墙等措施。这些均为常规施工项目，技术上是可行的。

对于地下开采可能发生地表沉陷现象，严格按照开发利用方案进行充填工程，采用空场嗣后充填采矿法中的大直径深孔空场嗣后充填采矿法和分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法，发生地质灾害的可能性较小，对于矿山地下开采对地表的影响通过定期监测地表变形位移，并做好监测记录，减轻或避免地质灾害对矿区人员及井下设备构成的潜在威胁，技术上可行。

为防止降雨期坡面上来水对矿山地质灾害问题的产生，排土场修建截排水沟，矿区植被不发育，山体易自然排水，排土场堆存标高+1750m~+1780m，堆置总高度30m，台阶高度15m，平台宽度10m，台阶坡面角33.7°，排土场最终整体边坡角28.4°；排土场排土平台保留有3%的反坡，达到终了境界后，在台阶内侧坡脚设置台阶排水沟，未达终了境界时，挖简易排水沟用于临时排水；存在崩塌诱发泥石流隐患，在下游修筑挡土墙。排土作业采用汽车运输、推土机推排、压路机压实的工艺。排土场采用多台阶覆盖式排土，废石自下而上多台阶覆盖式排土，推土机配合推平，压路机压实，直至最高标高。根据其他矿山排土场防护措施借鉴，排土场地质环境治理在技术上是可行的。

2、含水层防治技术可行性分析

依前述，矿区开采只是局部破坏了地下水赋存条件及径流条件，未造成大范围的含水层影响，未波及第四系水及地表水体。含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力，使其在漫长的过程中达到一个新的平衡。

3、地形地貌景观恢复技术可行性分析

矿区地形地貌景观破坏程度严重，主要是露天采掘场的开采破坏，工业场地的压占损坏，严重破坏地表植被与土地资源。

根据开发利用方案和现场调查，前期剥离的表土用于后期土地修复治理；剥岩

废石用于地下开采空区充填。部分采坑区域能够恢复原地形。同类矿山有比较成熟的矿山地质环境治理技术与方法，对项目区实施地形地貌恢复有可借鉴经验，通过采取覆土植树种草等措施，对地形地貌景观的恢复是可行的。

4、水土污染防治技术可行性分析

根据第三章水土环境污染现状分析与预测，矿区采矿活动的水土环境污染较轻。以预防监测为主，严格按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）规范尾矿堆放、按照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）对矿山废水进行处理。

5、监测技术可行性分析

崩塌、滑坡监测为采坑边帮、内、外边坡的位移、变形监测，含水层监测为水质、水位、水量监测，地形地貌景观采取遥感监测及无人机航测监测、水土环境污染监测等均为常规性监测，均可实现。

因此，本项目生产造成的地质环境问题在治理技术上具有较高可行性。

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的责任原则，是法律明确规定的责任和义务，矿山企业作为治理义务人，矿山地质环境投入费用由矿山企业全部承担。

依据《矿产资源权益金制度改革方案》（国发〔2017〕29号），矿山企业应建立矿山环境治理恢复基金制度，将环境治理成本内部化，加强生态文明建设。由矿山企业单设会计科目，按照销售收入的一定比例计提，计入企业成本，由企业统筹用于开展矿山环境保护和综合治理。有关部门根据各自职责，加强事中事后监管，建立动态监管机制，督促企业落实矿山环境治理恢复责任。本次矿山地质环境保护与土地复垦总费用静态估算为 5761.32 万元，动态估算为 15598.47 万元。近五年矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 2619.19 万元。矿类计提基数为 2.5 元/吨。对吨矿成本影响很小，项目在技术经济上具有较高可行性。

矿山地质环境治理与土地复垦所产生费用来源为企业自筹。

（三）生态环境协调性分析

矿产与土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。矿山地质环境保护、土地复垦是与生态重建密切结合的大型工程。矿山地质环境保护、土地复垦与生态重建的实施对生态环境的影响表现在以下几个方面：

1、防止土壤侵蚀与水土流失

矿山采用露天+地下开采，将对环境造成较大的损毁，并在一定程度上加剧土壤的侵蚀性，易导致水土流失。土地复垦工程通过覆土平整、栽植灌木、撒播草种等土体重塑、植被重建过程，可有效涵养水源、保持水土、防止周边生态系统退化。

2、对生物多样性的影响

地质环境保护与复垦项目实施之后较实施之前植被覆盖度得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样化与稳定性。

3、对空气质量和局部小气候的影响

地质环境保护与土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正面效益与长效影响。具体来说，植被重建工程不仅可以防风固土、固氮储碳，还可以通过空气改善周边区域的大气环境质量。

因此，地质环境保护与土地复垦的生态效益是显而易见的，如果不进行地质环境保护与土地复垦，矿区生态环境遭到较大的损毁，所以对损毁土地进行复垦，是矿区环境综合治理工程最重要的组成部分。其效果改善了土壤物化性质，改善矿区及周边的生态环境；地面林草植被增加，促进野生动物的繁殖，减少风沙、调节气候、净化空气、美化环境，改善生物生态环境。因此，生态环境效益显著。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

复垦区内主要土地利用类型包括耕地、林地、草地。其中耕地面积约 25.61hm²，占复垦区 21.63%；其中林地面积约 8.97hm²，占复垦区 7.35%；草地面积 74.001hm²，占复垦区 62.51%。具体数据见下表 4-1。

地下开采岩石移动区为影响范围，地下开采影响面积为 48.37hm²。除去露天开采影响重叠范围 30.8hm²，地下开采影响范围为 17.57hm²。但是由于发生的采空区塌陷，地裂缝的可能性较小，且具体发生地裂缝与采空区塌陷的位置无法确定，在此不对地下开采影响范围 17.57hm²，做具体复垦计划，对矿山开采阶段对监测点的数据做好详细记录，对于发生采空区塌陷地裂缝位置采取“专门点位，专门治理”的技术手段进行充填恢复原地类。

复垦区土地损毁类型为挖损、压占，复垦区以农业、牧业为主，水浇地占耕地面积的 0.3%，土地质量较差，复垦区各类用地占比见表 4-1。

表 4-1 复垦区用地类型占比

一类地类		二类地类		面积 (hm ²)	占比%
名称	编码	名称	编码		
耕地	01	水浇地	0102	0.12	0.10
		旱地	0103	25.49	21.53
林地	03	其他林地	0303	0.3	0.25
		乔木林地	0301	0.05	0.04
		灌木林地	0305	8.57	7.24
草地	04	天然牧草地	0401	70.95	59.93
		其他草地	0403	3.05	2.58
工矿仓储用地	06	采矿用地	0602	0.7	0.59
交通运输用地	10	农村道路	1006	2.18	1.84
		城镇村道路用地	1004	0.33	0.28
其他土地	12	裸土地	1207	3.64	3.07
		设施农用地	1202	0.06	0.05
住宅设施	07	农村宅基地	0702	2.95	2.49
合计				118.39	100

(二) 土地复垦适应性评价

土地适宜性评价就是评定土地对于某种用途的适宜程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的依据。进行土地适宜性评价，就是要通过评定，把土地的利用现状和土地的适宜性进行比对，以便对土地的最佳利用方向进行科学的决策。

土地复垦适宜性评价是土地复垦规划中利用方向决策和改良途径选择的基础。按一般土地适宜性评价步骤，首先对待评价的土地进行土地质量调查，编制图件，并根据土地利用总体规划等文件，提出土地利用目标，两者进行匹配后，调节土地利用目标或提高土地质量来完成土地适宜性评价工作。

1、评价原则

(1) 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

土地复垦适宜性评价必须考虑国家和地方的土地利用总体规划、经济发展规划、农业规划和林业规划等，兼顾和协调社会各方利益，促进社会、经济和环境的和谐发展。

(2) 因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据所评价土地的区域性和差异性具体条件确定其利用方向，做到因地制宜。

（3）可垦性与最佳效益原则

在确定被损毁土地复垦利用方向时，除按照当地的土地利用总体规划的要求外，应当首先考虑其可垦性和综合效益，即根据被损毁土地的质量是否适宜为某种用途的土地，复垦资金投入与产出的经济效益相比是否为最佳，复垦产生的社会、生态效益是否为最好。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

以主导因素为主的原则，在进行评价时，应对影响土地复垦利用的诸多因素，如土壤、气候地貌、交通、原利用状况、土地损毁程度等综合分析对比，从中找出影响复垦利用的主导因素，然后按主导因素确定其适应的利用方向。

（5）复垦后土地可持续利用原则

项目区土地破坏是一个动态过程，复垦土地的适宜性应随破坏过程而变化，具有动态性。从土地利用的过程看，土地复垦必须着眼于可持续发展原则，应保证所选用土地的利用方向具有持续生产能力，防止掠夺式利用农业资源二次污染问题。

（6）经济科学、技术合理性原则

为使评价结果符合实际，增强评价结果的实用性和可操作性，评价方法是尽量采用经济科学、技术合理的原则进行。

（7）社会因素和经济因素相结合

待复垦土地的评价，一方面要考虑其自然属性（土地质量），同时也要考虑社会属性，如社会需要、资金来源等。在评价时应以自然属性为主来确定复垦方向，但也必须顾及社会属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求和资金来源等），二者相结合确定复垦利用方向。

2、评价依据

- （1）《呼和浩特市国土空间规划》（2021年—2035年）；
- （2）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- （3）《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- （4）《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）；
- （5）《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）。

3、技术路线

（1）土地复垦适宜性评价对象的确定

露天开采进行了大规模的土体搬运，不但改变了原有用地类型，也改变了原有

自然土壤类型，经过人为的影响，矿区范围内基本上形成了均一的土壤类型，就不能以土壤类型为划分依据。

本矿山为露天开采+地下开采。根据开发利用方案设计，矿山设计露天开采矿坑一个。二期工程地下开采，主井一个、东风井一个、西风井一个，场区道路1条，采矿场地一个。采矿活动结束后项目区被损毁的土地通过工程措施后可以进行土地复垦。根据对矿山土地损毁的程度现状分析及预测，分别对一处最终露天采场、主井、西风井、东风井等进行地貌恢复、部分建筑物拆除清理，场地平整、覆土、恢复植被。对采场进行削坡、平整、覆土、恢复植被，进而实现复垦。地下开采根据开采进度进行回填。

因此评价对象为最终露天采场、主风井等。

(2) 评价单元土地复垦方向分析

根据《武川县国土空间总体规划（2021年—2035年）》，从实际出发，通过对复垦区自然和社会经济因素、政策因素、公众意愿的分析，初步确定复垦区土地复垦方可。

① 自然社会经济分析

评估区位于内蒙古自治区中北部，属于内蒙古高原西部，该区地形起伏较大，山脊形态变化较大，大部分为浑圆状，少数为尖顶状，沟谷分布在山间低洼地段，宽窄变化较大，地形坡度随山体起伏而变化，为中山区丘陵、山间沟谷及山前冲洪积平原。露天采场地表大部基岩裸露，基本无植被覆盖，其余地段覆盖正常。矿山开采产生的地面挖损及压占损毁了矿区的土地资源，影响原有的生态系统。

② 政策因素分析

根据《内蒙古自治区国土空间总体规划（2021年—2035年）》，内蒙古确定了“把保护耕地放在土地利用与管理的首位，严格保护基本农田，保证粮、棉、油等基本农产品的生产用地，努力实现耕地总量动态平衡”和“坚持土地利用与经济、社会、生态效益的统一”按照规划要求，坚持“土地开发、利用与整治、保护相结合，防止过度放牧和掠夺式利用，加强土地退化的防治，实现土地资源的永续利用与社会、经济、资源、环境协调发展为全区现代化建设和社会经济可持续发展服务”等土地利用目标和方针。

近几年，国家提出建设绿色矿山的倡议，自然资源部、财政部、生态环境部等发布了《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）。2017年

8月，内蒙古自治区人民政府发布了《内蒙古自治区人民政府关于印发自治区绿色矿山建设方案的通知》（内政发〔2017〕111号），《通知》提出对建设绿色矿山企业提供政策支持，绿色矿山企业复垦盘活存量工矿用地。

根据以上支持精神，结合“防止过度放牧和掠夺式利用，加强土地退化的防治”的要求应因地制宜，做好土地复垦工作。

③公众意见分析

各级领导的意见以及矿区公众的意见、态度对复垦适宜性评价工作的开展具有十分重要的意义。本复垦方案编写过程中，遵循公众广泛参与的原则，为使评价工作更具民主化、公众化，特向广大公众征求意见。在报告编写过程中，核实当地的土地利用现状及权属性质后，提出项目区确定的复垦土地用途须符合土地利用总体规划，故本矿山地质环境保护与土地复垦方案根据土地利用总体规划确定的复垦方向主要为草地；编写人员通过矿山技术人员了解，并分析当地实际情况，他们提出复垦为草地是可行的；在技术人员的陪同下，编写人员又走访了土地复垦影响区域土地权利人并听取了他们的意见，得到了他们的大力支持，并且提出建议企业因地制宜做好复垦工作。

综上所述，本方案服务年限内矿山开采损毁土地情况较为严重，矿区土地复垦适宜性评价的初步方向为尽量恢复土地原有土地利用方向。本期土地复垦方向可以初步定为林地、草地。

4、评价范围

本方案土地适宜性评价范围即复垦责任范围，因此方案评价范围面积为 118.39hm²。

5、评价单元的划分

划分的基本要求为：①单元内部性质相对均一或相近；②单元之间具有差异性，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；③具有一定的可比性。

在详细调查矿区土地资源的特性基础上，结合矿山生产对土地资源的破坏情况来划定评价单元。根据评价单元内部性质相对均一或相近以及各单元之间具有差异性的原则，将拟损毁区域划分为评价单元1露天开采矿坑，评价单元2采矿场区。评价单元3东风井，评价单元4西风井，评价单元5表土场，评价单元6排土场，评价单元7矿区道路。最终形成7个单元，具体见表4-2。

表 4-2 评价单元划分表

评价单元	复垦单元	损毁类型	损毁面积hm ²
评价单元1	露天采场	挖损	39.63
评价单元2	采矿工业场地	压占	1.92
评价单元3	东风井	压占	0.08
评价单元4	西风井	压占	0.08
评价单元5	表土场	压占	4.73
评价单元6	表土场	压占	68.94
评价单元7	矿区道路	压占	3.01
总计			118.39

6、评价体系和评价方法的选择

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的选择具有较大影响，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，以便土地的进一步改良利用。所以，该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。见公式 4-1。

$$\text{公式 4-1: } Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中：Y_i——第 i 个评价单元的最终分值

Y_{ij}——第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值

这种方法在进行土地复垦适宜性评价时具有一定的优势，是常用的方法，土地复垦在一定程度上就是对这些限制因素的改进，使其更适宜作物的生长。利用该评价标准只需确定复垦方向的限制性因子及相应分值，不需要确定权重，不同的复垦方向应根据影响该复垦方向的因素选择相应的评价因子。按照优先复垦为耕地的原则，首先将复垦土地对耕地适宜性进行评价，如果不适宜耕地复垦方向，再继续对草地复垦方向或其他地类复垦方向进行评价。

7、适宜性评价因子的选择

评价因子应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地使用状况。矿区的土地利用受到土地利用共性因素（地形坡度、土壤质地、有效土层厚度及排灌条件等）的影响。根据当地实际情况和类似工

程复垦经验，共选出 7 项评价因子，分别为：地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、排水条件、损毁程度、灌溉条件和交通条件。

8、适宜性评价因子分级指标和等级标准的确定

由于被损毁土地生态环境变得较为脆弱，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地进行。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，从而能够比较清晰地获得复垦工作的各限制性因素，更好地指导复垦工作进行。

根据土地利用总体规划和复垦区实际情况，复垦区土地复垦主要方向以耕地为主，草地次之。因此本方案的土地复垦适宜性评价主要进行耕地评价、草地评价。

根据以上分析，综合考虑本项目区的主要评价因子可得项目区土地复垦适宜性评价主要限制因素的等级标准，详见下表 4-3。

表 4-3 复垦土地主要限制等级标准

限制因子及分级指标		宜耕评价	宜林评价	宜草评价
地面坡度 (°)	<2	1	1	1
	2~6	2	1	1
	6~15	2	2	1
	15~25	3	3	2
	>25	不	2	2
土壤质地	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	1	1
	重黏土、砂土	3	2	2
	砂质土、砾土	不	不	3
	石质	不	不	3 或不
损毁程度	轻度	1	1	1
	中度	2	2	1
	重度	3 或不	3	2
交通条件	便利	1	1	1
	一般	2	2	1

	差	3	1	1
有效土层厚度(cm)	>100	1	1	1
	60~100	2	1	1
	30~60	3	1	1
	10~30	不	2或3	2或3
	<10	不	3或不	3或不
灌溉条件	有灌溉水源	1	1	1
	特定阶段有稳定	2	2	2
	灌溉水源保证差	3	3	3
排水条件	好	1	1	1
	一般	2	1	1
	差	3	2	2

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。

根据各参评单元复垦后的土地资源性质状况，对照土地复垦适宜性分级标准表，得出各评价单元特性，见表 4-4。

表 4-4 复垦土地各类参评单元特性表

评价单元	地面坡度 (°)	土壤质地	摧毁程度	交通	有效土厚度	灌溉条件	排水
露天采场	>25	石质	重度	一般	<10	有灌溉水源	好
采矿工业场地 、主井	<2	砂壤土	重度	一般	10~30	有灌溉水源	好
东风井	<2	砂壤土	重度	一般	30~60	有灌溉水源	好
西风井	<2	砂壤土	重度	一般	10~30	特定阶段有	好
表土场	<3	砂壤土	重度	一般	30~60	有灌溉水	好
排土场	<3	砂壤土	重度	一般	30~60	有灌溉水	好
矿区道路	<2	砂壤土	重度	一般	10~30	有灌溉水	好

9、适宜性评价结果分析

(1) 适宜性评价结果分析

受损毁的土地适宜于复垦为耕地、林地、草地，对于建设用地在选择复垦方向时，除考虑其适宜的土地利用类型之外，还要考虑其与周围地类的一致性，综合考

考虑选择复垦方向。

(2) 初步确定复垦方向

从各评价单元用地限制性因素分析，确定该矿各评价单元的复垦方向，具体见表 4-5。

表 4-5 各评价单元复垦方向的选择

评价单元	宜耕评价	宜林评价	宜草评价	复垦利用方向
露天采场	不	不	不或3	草地
采矿工业场地、主井	3或不	3	2	耕地、林、草地
东风井	2	2	1	耕地、林、草地
西风井	2	2	1	耕地、林、草地
矿区道路	2	2	1	耕地、林、草地
表土场	2	2	1	耕地、林、草地
排土场	2	2	1	耕地、林、草地
矿区道路	2	2	1	耕地、林、草地

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

10、最终复垦方向确定

根据评价单元的最终复垦方向，以及破坏情况，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，最终确定各复垦单元复垦方向，确定相应的复垦单元。土地复垦适宜性评价结果见表 4-6。

表 4-6 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	单元面积	损毁地类	损毁面积 (hm ²)	等级			复垦方向	复垦面积 (hm ²)
				宜耕	宜林	宜草		
露天采场	39.63	旱地	23.08	不	不	3	其他草地	23.08
		水浇地	0.04	不	不	3	其他草地	0.04
		裸土地	2.7	不	不	3	其他草地	2.7
		农村道路	0.31	不	不	3	其他草地	0.31
		其他草地	1.28	不	不	3	其他草地	1.28
		天然牧草地	11.92	不	不	3	其他草地	11.92
		其他林地	0.3	不	不	3	其他草地	0.3

采矿工业场地（东风井）	0.08	水浇地	0.08	2	2	1	水浇地	0.08
采矿工业场地（西风井）	0.08	旱地	0.02	2	2	1	其他草地	0.02
		天然牧草地	0.06	2	2	1		0.06
采矿工业场地（主井）	1.92	天然牧草地	0.35	3/不	3	2	旱地	1.92
		旱地	1.57	3/不	3	2		
表土场	4.73	其他草地	1.57	2	2	1	旱地	4.73
		城镇村道路用地	0.33	2	2	1		
		农村道路用地	0.11	2	2	1		
		农村宅基地	2.72	2	2	1		
排土场	68.94	采矿仓储用地	0.36	2	2	1	旱地	0.36
		灌木林地	8.57	2	2	1	旱地	8.57
		裸土地	0.78	2	2	1	旱地	0.78
		农村道路	1.66	2	2	1	旱地	1.66
		天然牧草地	57.58	2	2	1	乔木林地	26.42
				2	2	1	旱地	31.15
矿区道路	3.01	采矿用地	0.34	2	2	1	农村道路	0.34
		旱地	0.82	2	2	1		0.82
		裸土地	0.17	2	2	1		0.17
		设施农用地	0.06	2	2	1		0.06
		农村道路	0.10	2	2	1		0.10
		天然牧草地	1.04	2	2	1		1.04
		其他草地	0.20	2	2	1		0.20
		乔木林地	0.05	2	2	1		0.05
		农村宅基地	0.23	2	2	1		0.23
合计			118.39					118.39

11、复垦前后土地利用结构调整

在本方案服务年限内，对复垦责任范围内损毁的土地全部采取措施进行复垦，土地复垦率为 100%。通过本方案的实施，将损毁土地全部复垦，满足复垦要求。

复垦前后土地利用结构变化见表 4-7。

表 4-7 复垦前后土地利用结构调整表

名称				复垦前 (hm ²)	复垦后 (hm ²)	土地变化面积 (hm ²)
一级地类		二级地类				
地类名	地类号	地类名	地类号			
耕地	01	水浇地	0102	0.12	0.08	-0.04
		旱地	0103	25.49	49.17	23.68
林地	03	其他林地	0303	0.3	0	-0.3
		乔木林地	0301	0.05	26.42	26.37
		灌木林地	0305	8.57	0	-8.57
草地	04	天然牧草地	0401	70.95	0	-70.95
		其他草地	0403	3.05	39.71	36.66
工矿仓储用地	06	采矿用地	0602	0.7	0	-0.7
交通运输用地	10	农村道路	1006	2.18	3.01	0.83
		城镇村道路用地	1004	0.33	0	-0.33
其他土地	12	裸土地	1207	3.64	0	-3.64
		设施农用地	1202	0.06	0	-0.06
住宅基地	07	农村宅基地	0702	2.95	0	-2.95
合计				118.39	118.39	

(三) 水土资源平衡分析

1、供水用水分析

(1) 供水量供水用水分析

矿区处于山区，地形起伏较大，地形条件有利于大气降水的自然排水，区内地下水以基岩裂隙水为主，裂隙水赋存于基岩风化裂隙带中，富水性较差。根据调查，矿区东南 3.5km 处东后河河谷内砂砾石层厚度较大，含水较丰富，现有多眼机井，水量均较为丰富，井深一般 15~30m，水位埋深一般 3.84~5.37m，根据机井简易抽水试验观测，涌水量 152.7m³/d，水位降深为 1.22m。该处地下水水质较好，各项指标均符合饮水标准，属 HCO³-CaMg 型水。

矿体附近无永久性地表水体存在，地下水的主要来源是靠大气降水补给，加之该区平均年降水量仅为 320.0mm，降雨量较小，补给条件较差。矿体附近地下水的

赋存形式主要为基岩风化和构造裂隙型潜水，富水性和透水性较差。但在地质调查过程中在矿区及外围调查水井多眼（描述含水量满足矿山用水与土地复垦用水）

矿坑涌水量包括地下水涌入矿坑的水量和大气降水涌入矿坑的水量，在+1500 水平的正常涌水量为 $1663.92\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $1952.83\text{m}^3/\text{d}$ ，每年可至少提供 $60.73 \times 10^4\text{m}^3$ 水量。

（2）用水量分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为旱地、草地，总计复垦面积为 117.01hm^2 。

矿区所在地年平均降雨量为 320mm ，降雨量低。复垦区复垦方向为旱地和草地。本方设计种植羊草、冰草与苔草混播，均是当地适宜的草种，旱地复垦方向与原地形一致。管护期后依靠自然降雨可存活。

复垦季节选择春季，植物休眠期需水量少，有利于成活。鉴于旱地、草地生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，期间需经历 5 年时间，待复垦稳定后可转为依靠自然降水。所以初期灌溉用水均为矿区统一用水，灌溉方式为人工洒水。

复垦管护期间，在每年春季返青期及秋季进行 2 次浇水，耕地、草地、林地按每公顷每次灌溉用水 300m^3 ，恢复植被总面积为 117.01hm^2 ，每次灌溉需水量约为 $1.44 \times 10^4\text{m}^3$ ，年用水量为 $3.51 \times 10^4\text{m}^3$ ，远小于年涌水量 $60.73 \times 10^4\text{m}^3$ 。

（3）水资源平衡分析

综上所述。供水量远大于用水量，能够满足用水要求。

2、土资源平衡分析

土源平衡分析主要是指对用于复垦的表土的供需分析。表土是指能够进行剥离的、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化物，是土地第一生产力的主要基础，能使矿区复垦具有重大的灵活性。土源平衡分析包括表土剥离量计算、表土覆盖量计算、表土供需平衡计算。

（1）土方需求量

治理区及矿山土地复垦责任区拟复垦成草地和旱地等。需进行覆土的单元为最终露天采场和东、西风井、矿区道路、表土场、排土场。覆土面积约 117.01hm^2 ，耕地覆土厚度为 $0.5 \sim 0.6\text{m}$ ，草地覆土厚度为 0.3m ，需覆土量为 497571m^3 。见土壤方需求量估算表 4-8。

表 4-8 土方需求量估算表

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	覆土厚度	土方量 (m ³)
露天采场	39.63	0.3	118890
东风井	0.08	0.6	480
西风井	0.08	0.3	240
采矿工业场地	1.92	0.5	9600
表土场	4.73	0.5	23650
排土场	68.94	0.5	344711
合计	115.38		497571

(2) 可供土方量计算

该矿山表土土源少部分来源于露天采坑的表土剥离，根据现状调查，矿区及周围山坡的表层土平均厚度为 0.2~0.6m，服务期内，露天采场剥离面积为 39.63hm²，平均剥离表土厚度 0.42m，可剥离表土量为 166446m³；东风井剥离表土面积 0.08hm²，剥离厚度 0.5m，剥离量 400m³；西风井剥离表土面积 0.08，剥离厚度 0.3m，剥离量 240m³；采矿工业场地剥离表土面积 1.96hm²，剥离厚度 0.5m，剥离量 9600m³；排土场土地剥离面积 68.94hm²，剥离厚度 0.5m，剥离量 344711m³。表土剥离后可直接用于后期覆土工程，剥离后表土放在矿区表土场内。二期地下工程采出废石后根据矿山规划建设设置废石场堆积。见土壤方剥离量表 4-9。

表 4-9 土壤剥离量估算表

剥离单元	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度	土方量 (m ³)
露天采场	39.63	0.42	166446
东风井	0.08	0.5	400
西风井	0.08	0.3	240
采矿工业场地	1.92	0.5	9600
排土场	68.94	0.5	344711
合计	110.65		521397

(3) 土资源供需平衡计算

土源供需由上表 4-8、4-9 可知剥离土方量为 521397m³ 大于覆土所需土方量 497571m³，可满足本期复垦土壤需求，无需向外界购买土方量，多余表土根据土地需要

进行增加覆土厚度灵活调控。

（四）土地复垦质量要求

1、总则

（1）制定依据

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（2011）、中华人民共和国行业标准《土地复垦质量控制标准》（2013），结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量要求。

（2）适用范围

本标准适用于本矿山开采造成的损毁土地的复垦。这些损毁土地主要集中在矿区范围内的采剥区；露天矿坑；采矿工业场地；东、西风井、矿区道路等。以及后续可能土地复垦后但还需要进行整理、改造和再复垦的土地。

（3）土地复垦技术质量控制基本原则

1) 与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调，与武川县城市发展规划、武川县土地利用总体规划相结合，符合矿山开采总体规划。

2) 企业应按照发展循环经济的要求，对矿山排弃物进行无害化处理。

3) 重建后的地形地貌与生物群落与当地自然环境和景观相协调。

4) 保护生态环境质量，防止次生地质灾害、水土流失、土壤二次污染等。

5) 兼顾自然、经济社会条件，选择复垦土地的用途，综合治理。宜耕则耕，宜牧则牧，宜建则建。

6) 经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

2、复垦工程技术要求

（1）采剥——分层剥离

1) 对 0~30cm 的原表土层单独剥离，并对土壤资源稀缺区域表土进行有效保护（0~70cm）。

2) 底层土实行分层剥离。

3) 含矿废石和一般岩石分层剥离。

（2）排弃——分类排弃

1) 禁止含有毒、有害或放射性成分的剥离物排在地表，防止污染扩散，保证生态环境无污染、安全。

2) 禁止将含矿废石、选矿废渣排在地表（包括平台和边坡）。

3) 禁止大块石块排在平台地表，保证平台土地微地貌适宜复垦植被生长。

排土场边坡要求覆土，局部允许有石砾出现。

4) 在矿区设置剥离表土的临时堆放场，并应重点保护，以备后用。

(3) 造地——分区整地

1) 露天矿坑安全平台和清扫平台首先应保证安全，杜绝地质灾害的发生。防护工程要求满足《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006)。

2) 露天矿坑安全平台和清扫平台应形成平台、边坡相间的规则地形。重塑的地形适宜原地貌植被生长的要求。平台应尽量平坦宽阔，禁止形成局部凸起或凹陷，以免地块破碎，与原地貌形态不协调。

3) 露天矿坑安全平台和清扫平台应有合理的道路布置，道路设置按照《土地整理规程》的要求进行。

4) 露天矿坑安全平台和清扫平台达到最终境界后，表层土壤覆盖严格采用堆状地面密排法，保证复垦种植层的厚度在 30cm 以上。保证平整沉降后的厚度在 20cm 以上，土壤容重在 1.2~1.4g/cm³之间。

3、复垦地植被重建技术要求

(1) 先锋或适生植物的选择

选择种植方法简单、费用低廉、早期生长快，改良土壤和防止土壤侵蚀效果好、适应性、抗逆性强的优良品种进行植被恢复。

(2) 植被优化配置模式

根据立地条件，选择羊草、冰草和柠条混播草种以等。

(3) 植被抚育管理

1) 后期植被抚育管理包括喷水养护、追施肥料、病虫害防治、铲除有害草种与培土补植。

2) 对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，如遇集中降雨天气后应认真检查，尽快恢复原来平整的坡面。

4、复垦土地标准

(1) 耕地复垦标准

1) 覆土标准：覆土厚度为自然沉实土壤 0.5m，覆土的土壤 pH 值在 5.5~8.5 范围内，含盐量不大于 0.3%。地表土壤恢复后肥力接近当地的土地肥力；

2) 整地标准：覆土后场地平整，平台地面坡度一般不超过 3°；

- ①选择适宜农作物，特别是乡土农作物和抗逆性能好的农作物；
- ②复垦耕地后应保证三年成活率大于 90%，郁闭度达到 30%以上；
- ③生产力不低于周边地区同等土地利用类型水平。

(2) 草地复垦标准

- 1) 覆土标准：覆土厚度为自然沉实土壤 0.3m，覆土的土壤 pH 值在 5.5~8.5 范围内，含盐量不大于 0.3%。地表土壤恢复后肥力接近当地的土地肥力；
- 2) 整地标准：覆土后场地平整，平台地面坡度一般不超过 25°；
- 3) 拟复垦草地的场地应选择适宜草种，选择抗旱、抗贫瘠优良草种；
- 4) 用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”，即要有标签、生产经营许可证、合格证和检疫证；
- 5) 三年后牧草成活率应高于 90%，恢复草地植被覆盖率达 40%以上；
- 6) 生产力不低于周边地区同等土地利用类型水平。

(3) 林地复垦标准

- 1) 覆土标准：覆土厚度为自然沉实土壤 0.3m，覆土的土壤 pH 值在 5.5~8.5 范围内，含盐量不大于 0.3%。地表土壤恢复后肥力接近当地的土地肥力；
 - 2) 整地标准：覆土后场地平整，平台地面坡度一般不超过 25°；
 - ①选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种；
 - ②复垦林地后应保证三年成活率大于 90%，郁闭度达到 30%以上；
 - ③生产力不低于周边地区同等土地利用类型水平。
- 3) 本方案为保证物种多样性，同时可减少水土流失，乔木树种选择榆树，株行距为 2×2m，穴状整地规格为 60×60×60cm，苗木规格为 5 年生一级苗。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

根据《地质灾害防治条例》《矿山地质环境防治规定》《土地复垦条例》《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》等文件的相关要求依据矿山地质环境影响评估结果，结合矿山服务年限和开采计划，开展矿山地质环境治理与土地复垦工程，原则如下：

1、遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，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”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山地质环境治理与土地复垦工程的每个环节中；

3、坚持“因地制宜，讲求实效”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；

4、坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”“技术可行，经济合理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；

5、坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿山地质环境治理与土地复垦工程设计，提出矿山地质环境治理与土地复垦总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

（一）目标任务

1、矿山地质环境保护的目标任务

根据该矿山地质环境特征，矿山地质环境保护目标为：最大限度地避免或减轻矿产开发中引发的地质灾害危害，减少对含水层的影响和破坏，减轻对地形地貌景观的影响，减轻水土环境污染，努力创建绿色矿山，使矿业开发科学、和谐、可持续发展。首先加强地质环境保护和预防，打好基础，为矿山及周围社会经济发展提供保障，使矿产资源得到充分合理地开采利用，确保矿山建设和生产与环境保护相协调，实现矿山的可持续发展。

本矿山环境恢复治理应在矿山地质环境调查的基础上，制定矿山地质环境问题治理方案，在治理方案适用年限内，以采矿造成的地质灾害、土地损毁为重点，开展矿山地质环境治理，对环境造成的影响和损毁，可以边生产边治理；矿业活动结

束后，及时进行全面的恢复治理，矿山地质环境问题治理率应达到 100%。具体要达到如下目标：

（1）废弃物综合利用目标：对生产、生活污水等进行有效处理，重复利用，尽可能达到综合利用目的，不形成环境污染。

（2）土地资源恢复治理目标：在矿山建设与开采过程中，尽最大可能保持其原始地形、地貌景观；对矿山开采破坏土地资源等进行恢复治理，初步恢复所破坏、破坏土地资源的使用功能。

（3）地质灾害隐患防治目标：按照边开采、边治理的原则，及时对崩塌和滑坡灾害及其隐患进行治理，治理率应达到 100%，地质灾害以防护为主、治理为辅的目标，采取技术措施降低地质灾害的发生。

（4）含水层防治目标：矿山在开采过程中无疏干排水，同时做好地下水水位的监测，时刻掌握地下水动态情况。规范生活垃圾、生产生活污水管理，避免其淋溶液及本身渗入地下影响深层地下水。

（5）矿山环境保护目标：使矿山未开采区域地形地貌景观维持原状。

2、土地损毁预防的目标任务

根据本方案的目标，提出下列任务：

（1）以建立绿色生态矿山为目标，在矿山地质环境保护与恢复治理工作中，努力实现开采方式科学化、生产工艺环保化、企业管理规范化、闭坑矿区生态化，促进矿业经济与生态环境和谐发展。

（2）从源头抓起。要特别重视对地质灾害的监测和防治；切实加强含水层保护与恢复治理；保护矿区及周边的水土环境，治理水土污染源；矿山开采区被破坏的地形地貌景观必须坚持“边开采、边恢复”的工作方针。

（3）建立矿山地质环境保护与恢复治理长效管理机制，保证矿山地质环境防治工作的连续性。针对因矿业开发所引起的各种地质环境问题的保护与恢复治理工作，做到早期有预防、有预案；发现问题有办法、有技术支撑；治理过后有监测、有成效。

（4）矿区可采资源量大，服务年限长，矿山地质环境防治工作坚持长远规划，逐步改善矿区地质环境，以保证在矿山闭坑后，矿山地质环境的恢复治理以继续进行到底，并达到预期要求和目的。使矿区在闭坑后可以更加和谐地融入周围自然生态环境。

(5) 重点抓好对滑坡、崩塌地质灾害的防治工作，做到地质灾害发生前监测到位，地质灾害发生过程中评估到位、防灾到位，地质灾害发生后治理到位。

(6) 矿山工业场地要规范对地表工业场地污水和生活污水的处理，基本实现循环使用，规范排放。

(7) 对破坏的地形地貌景观进行全面的治理、造景恢复。

(二) 主要技术措施

1、地质灾害预防措施

随着矿山的开采，露天采场逐渐扩大，可能在采场爆破及机械振动作用下产生新的地质灾害。对地表植被会造成不同程度的损毁，根据地质灾害现状与预测评价结果，本矿山露天开采主要地质灾害为崩塌，存在引发地质灾害隐患的工程单元为露天采场。地下开采由于产生采空区可能发生的地质灾害为地面沉降。存在引发地质灾害的工程单元为地下开采采空区范围。在地下开采阶段严格按照开发利用方案进行填充，设置地面变形监测点。

在露天采场外围设置网围栏，防止牲畜和人员误入；在露天采场显眼处设立警示标志，提醒采矿工作人员及通行车辆；发现危岩体及时清理；对到界边坡挂网喷浆；开采前，在采场境界 5m 外修筑截水沟；加强边坡地质灾害监测预警工作，定期对边坡进行监测，并论证边坡稳定性。

矿山生产建设期间设置表土场、排土场，由于表土的剥离与废石的堆积，在地表形成堆放高度逐渐增加可能会产生地质灾害，根据地质灾害现状与预测评价结果，本矿山主要地质灾害为滑坡、泥石流，对于表土场可能发生的地质灾害采取放缓坡度等技术措施，对于排土场坡脚下游处 30m 处设置设立拦挡坝，在排土场设置梯形截洪沟，排土场顶部和台阶处设置平台排水沟，台阶位置的平台排水沟设置于台阶坡底边线 1m 处，每个台阶设置 1 个，平台排水沟与两侧山坡排水沟相连，将排土场汇水排出至沉淀池。

2、含水层防治措施

矿山开采主要影响矿区基岩裂隙含水层，该含水层非区域重要含水层，且与区域重要含水层联系不密切，随着未来采矿面积、采矿空间将逐步扩大，对地下水结构进一步产生破坏。

基岩裂隙含水层非区域主要含水层，待矿业活动结束后，以自然恢复为主；开采过程中，避免或减轻矿山疏干水、生产生活污水及废石场淋溶水对浅层含水层的

破坏、对水环境及土壤的污染；矿山定期对涌水、观测井等进行水质监测，以确保水质、有毒有害废石、废渣的处置和管理符合相关部门的规定和要求，对于超标的监测结果进行工程措施和其他补救措施、临时辅助措施。

3、地形地貌景观保护措施

对地形地貌景观形成破坏的有露天采场、采矿工业场地、东风井、西风井和矿区道路等。露天采场范围内的剥离挖掘对原地形地貌景观产生了极大的破坏和影响；采矿工业场地、东风井、西风井和矿区道路等形成人工堆积地貌，压占土地、破坏植被，也对原地貌产生较大的破坏。

(1) 露天采场边开采边治理，及时清扫及掩埋。

(2) 矿山开采剥离应严格按开发利用方案设计境界进行剥离作业，做到开采一处，剥离一处，禁止大面积扰动地表，剥离废石及爆破碎石应运至指定地点堆存，禁止随意抛弃；最大限度减少土地损毁面积。

(3) 根据开发利用方案按规章建设东、西风井和厂区道路，严禁在设计以外地区进行挖损压占土地。

(4) 根据矿山生产进度，及时对不再影响和破坏的区域进行恢复治理。

4、水土环境污染预防

(1) 对于采坑涌水、生产废水、生活污水，建立污水处理设施进行处理。排土场在雨季冲刷可能存在有害物质污染原始土壤，在排土场坡脚设置沉淀池，沉淀后水送至选矿厂循环利用，定期监测水质情况确保不对土壤造成污染。

(2) 为防止因矿山开采可能造成对周围地下水和土壤环境的不利影响，在矿山开采过程中，应建立完善的环境监测制度，掌握各类废水的排放情况，定期监测各类污染物是否达标。

(3) 矿山在运输废石过程中对废石进行有效覆盖，防止废石散落和雨水淋滤造成土壤污染，定期对矿区洒水，防止扬尘造成土壤污染。

5、土地复垦预防控制措施

根据露天矿山开采工艺，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，采取有效的预防保护措施，强调源头控制、过程控制，最大程度地减少损毁范围。

(1) 矿山开采过程中，合理利用资源，进一步优化布局，减少对土地的占用破坏。规范施工，露天采场边帮角、边坡高度、平台宽度、排土场堆放边坡角严格要求施工，采取行之有效的保护预防措施。

(2) 施工前剥离的风化表层应作为后期复垦的土源，为尽量减少土地资源的破坏和浪费，集中堆放剥离物、对剥离物实施保护措施，防止水土流失。

(3) 工程建设中尽量做到挖填平衡，同时避免倒运或二次压占。为保证损毁土地能较快得到恢复，及时对可复垦的区域进行复垦。

二、矿山地质灾害治理

(一) 目标任务

为防止矿山地质环境恶化，防止矿山地质灾害对地面设施及人员造成伤害，需对矿区内的矿山地质灾害进行治理，消除地质灾害隐患，避免不必要的经济损失和人员伤亡。

根据矿区内的自然地理、地质环境条件、地质灾害现状评估、预测评估结果，针对区内可能发生的地质灾害进行监测，达到减轻其威胁的目的。加强对露天采场地质灾害的监测，对露天采场工作帮及端帮不稳定的边坡进行清除，消除隐患。按照“边开采、边治理”的原则，及时对露天采场地质灾害及其隐患进行治理，争取使监测绿与治理绿达到 100%，彻底消除地质灾害隐患，避免和减少崩塌地质灾害的发生。

今后生产过程中，严格按照开发利用方案进行生产，不允许发生采空塌陷及地裂缝，闭坑后通过井筒封闭等工程彻底消除采空塌陷及地裂缝隐患。

(二) 工程设计

- 1、矿山开采期间，对露天采场进行监测；
- 2、在露天采场外围设置防护围栏；
- 3、在防护围栏上设置警示牌；
- 4、在采坑境界边坡外沿设置截水沟；
- 5、及时清除边帮危岩；
- 6、对境界边坡种植攀爬性植物；
- 7、地下开采设置地面变形监测点；
- 8、对东西风井、主井、斜坡道进行充填；
- 9、在排土场坡脚设置拦挡坝；
- 10、在排土场台阶及平台设置截水沟；
- 11、在排土场坡脚拦挡坝外侧设置沉淀池。

（三）技术措施

- 1、严格按照开发利用方案进行露天开采，禁止超采、违规开采及违规排弃废石土，以免形成新的地质灾害；
- 2、在地质灾害威胁地方，应设置醒目的警告标志，避免遭受地质灾害威胁；
- 3、加强地质灾害监测及预警工作。
- 4、严格按照开发利用方案的要求，利用掘进废石和尾砂充填，充填时接邦接顶。
- 5、矿山闭坑后，需对竖井进行封闭。

（四）主要工程量

1、露天开采

（1）防护网工程量

为防止人、畜误入采坑，在首采区露天采场外围设置防护围栏，圈设范围为其外扩 5m 的区域，防护围栏具体做法是：首先，选择某一起点埋设 1 根角钢立柱，角钢立柱规格：40×40×2.5mm，高度：1.8m。每隔 3m 间距布设 1 根，依次埋设；然后在角钢立柱外侧围设铁丝编织网，并将铁丝编织网固定在埋好的型钢立柱上，最终使铁丝编织网首尾相接，示意图 5-1。

经图上测量，露天采场网围栏长度约 2568m。

图 5-1 矿区围栏示意图

（2）警示牌工程量

在采场周边设置警示牌，以防过往人员及车辆在不知情的情况下发生危险；警示牌为铁质材质，四角打孔，用铁丝绑在防护围栏上。警示牌尺寸 1.0m×1.5m，表面用油漆书写警示标语，要求警示效果明显。见图 5-2。

按间距 100m 计算，露天采场设置警示牌 25 块。

图 5-2 露天采场警示牌示意图

(3) 清除危岩体工程量

矿区近将形成露天采场面积 39.63hm^2 在开采过程中和开采结束后，对露天采场进行清除边坡危岩体。

经图面测量，露天采场将形成长约 18566m 的阶段边坡，按每米清除边坡危岩体 3m^3 计算，则远期清除危岩体工程量 55698m^3 。危岩体土石方工程。

(4) 截水沟工程量

1) 露天采场截水沟

为防止境界外大气降水大量进入露天采场，在采坑境界边坡外修建一条截水沟，采用浆砌石砌筑，沟底宽 0.30m ，沟口宽 0.50m ，沟深 0.50m ，沟壁厚 0.20m ，其截面积为： 0.36m^2 。见图 5-3。

图 5-3 截水沟示意图

露天采场东侧、西侧、北侧形成约 2458m 境界边坡，则露天采场截水沟工程量为 $0.36 \times 2458 = 884.88\text{m}^3$ 。

2) 露天采场平台截水沟

为防止边坡水冲击平台土壤，在露天采场边坡下方设置截水沟，采用浆砌石砌

筑，沟底宽 0.30m，沟口宽 0.50m，沟深 0.50m，沟壁厚 0.20m，见图 5-3。其截面积为：0.36m²。

露天采场形成排水沟 18566m，则露天采场边坡下排水沟工程量为 0.36×18566=6683.76m³。

(5) 挡土墙工程量

为了确保边坡安全，防止覆土流失等，在平台边缘设立挡土墙，设计高度 0.5m、墙身厚 0.4m、墙趾长 0.2m，墙踵长 0.4m。经计算平台边缘挡土墙长度 18566m，挡土墙体积为 0.5×0.4×18566=3713.5m²。

图 5-4 挡土墙示意图

(6) 边坡整形

确保边坡质量和安全，及时对边坡修理整形。共 6750m³。

(7) 主要工程量

露天采场地质灾害防治工程量见表 5-1。

表5-1 矿山地质灾害预防主要工程量

治理单元	治理措施	单位	工程量
露天采场	防护围栏	m	2568
	警示牌	块	25
	清除危岩体	m ³	55698
	截水沟	m ³	7568.64

	挡土墙	m ³	3713.2
	边坡整形	m ³	6750

2、地下开采

(1) 地下充填

按照开发利用方案选用胶结充填采矿法和空场嗣后充填采矿法。两种采矿方法划分原则为：根据矿体形态、产状、厚度等条件，厚度大于 40m 的矿体采用大直径深孔空场嗣后充填采矿法（占比 80%），厚度小于 40m 的矿体采用分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法（占比 20%）。

1) 大直径深孔空场嗣后充填采矿法（占比 80%）

一个矿房矿石全部采出后，集中一次充填，充填灰砂比为 1:6 和 1:10，其中灰砂比 1:6 的充填料用于矿房底部 10m。矿柱用回采矿房的方式进行回采，回采结束后采用胶结充填。

2) 分段凿岩阶段出矿嗣后充填采矿法（占比 20%）

矿房矿石出完后及时充填。充填前做好泄水管布置，打好隔墙，然后进行充填。充填灰砂比为 1:6 和 1:10，其中灰砂比 1:6 的充填料用于矿房底部 10m，掘进废石可充填进矿房中。

(2) 竖井充填

1) 竖井封闭工程

回填前对+1650、+1585、+1520、+1455、+1390、+1325m 共 6 个中段巷道进行封堵，修筑毛石混凝土挡墙，挡墙距离井筒位置为 10m，挡墙规格 2m（宽）×2m（高）×3m（厚），采用 C20 混凝土砌筑，共修筑 23 处

2) 回填材料

①自底部起填入尾砂，回填至距井口 33.8m。

②然后进行水泥注浆，厚度为 5m，稳固后填入尾砂，回填厚度 10m，之后交替灌入水泥及回填尾砂至距离井口 3.8m。

③对竖井进行拆除，之后沿井口井壁外扩 2m，开挖深度为 3.8m。

④在距离井口 0.8m~3.8m 处，铺设钢筋格网并灌入混凝土，格网间距 0.8m。钢筋

混凝土顶盖的厚度 3m，混凝土型号 C25；钢筋为螺纹钢，直径 16mm；按 0.8m×0.8m 的网度铺设钢筋网；每个竖井的顶盖混凝土一次性浇灌成功，养护期 28 天。

⑤回覆 0.8m 耕植土，与工业场地平齐。

示意图见 5-5。

图 5-5 竖井封堵工程治理剖面示意图

3) 技术要求

①对巷道口杂物、道轨等进行清理，对基础地面清理到基岩，将挡墙基础坐落在基岩上。

②砌体石块应相互咬合，砌缝砂浆饱满，砌缝宽度一般小于 3cm，上下层错缝距离不小于 8cm，并尽量使每层顶面自身形成一个较平整的水平层，分层高度一般 70~80cm。

③砌石时，一般在平面上先砌角石，然后砌填腹石，按照顺时针方向进行，其空隙必须用砂浆挤填密实，严禁通缝、叠砌、贴砌和浮塞。

(3) 斜坡道充填工程

根据开发利用方案得知矿山生产期间，斜坡道基建至+1325m 水平总长度为 3650m，工程量 67525m³。在生产期结束后对斜坡道进行充填。充填材料及方法为：

1) 自底部起填入尾砂，回填至斜坡道出口 33.8m。

2) 然后进行水泥注浆，厚度为 5m，稳固后填入尾砂，回填厚度 10m，之后交替灌入水泥及回填尾砂至斜坡道出口 3.8m。

3) 在距离斜坡道出口 0.8m~3.8m 处, 铺设钢筋格网并灌入混凝土, 格网间距 0.8m。钢筋混凝土顶盖的厚度 3m, 混凝土型号 C25; 钢筋为螺纹钢, 直径 16mm; 按 0.8m×0.8m 的网度铺设钢筋网; 斜坡道的顶盖混凝土一次性浇灌成功, 养护期 28 天。

4) 回覆 0.8m 耕植土, 与工业场地平齐。

(4) 主要工程量

地下开采主要工作量为地下巷道的封闭与主井、风井、斜坡道的充填, 详见表 5-2。

表 5-2 地下开采充填工程量

编号	规格 (m)	井深	钢筋混凝土体积 (m ³)	钢筋 (t)	挡墙体积 (m ³)	水泥注浆体积 (m ³)	尾砂(m ³)
主井	Φ6.0m	550	378.39	4.01	144	299.35	15147.52
东风井	Φ4.0m	313	95.71	1.02	84	75.71	3831.25
西风井	Φ4.0m	370	113.13	1.20	60	89.50	4528.96
斜坡道	4.5*4		147.21	2.21		114.35	67263m ³
合计			734.44	8.44	288	578.91	90770.73

3、排土场

为防止矿山未来建设过程中排土场带来的地质灾害, 在设计排土场的过程中对排土场增加管控措施主要工程有, 对排土场坡脚设置拦挡坝, 在排土场台阶及平台设置截水沟, 在排土场坡脚设置沉淀池。

(1) 拦挡坝

为增加排土场的稳定性、减少水土流失, 外部排土场分别在坡脚处及下游设置拦挡坝。

排土场拦挡坝布置于距排土场坡脚下约 20~30m 处, 共计布设 3 个拦挡坝, 1 号拦挡坝长度 156m; 2 号拦挡坝长度 156m; 三号拦挡坝长度 78m, 最大坝高 5m, 坝顶宽度 2m, 上游坡比 1:1.5, 下游坡比 1:1.5; 拦挡坝截面面积为 47.5m², 拦挡坝总体积为 18525m³。

为了增加坝体的稳定性和抗滑力, 坝体基础持力层以上的粉质黏土层应全部清除处理, 以全风化变质砂岩作为坝基持力层, 并将基底清理整平。坝肩嵌入稳定岩层, 坎入稳定岩层长度不小于 1.5m。

拦挡坝坝体采用干砌块石透水坝结构。拦挡坝分层堆筑, 分层厚度控制 2.0m 一

分层。筑坝石料应是未经风化的坚硬岩石，强度不低于 Mu30，软化系数大于 0.85，孔隙率控制在 25%~30%。筑坝材料粒径小于 0.075mm 的颗粒含量不大于 5.0%。拦挡坝示意图见 5-6。

图 5-6 拦挡坝示意图

(2) 截水沟

排土场平台排水沟：排土场顶部和台阶处设置平台排水沟，台阶位置的平台排水沟设置于台阶坡底边线 1m 处，每个台阶设置 1 个，平台排水沟与两侧山坡排水沟相连，将排土场汇水排出，防止雨水下渗。设计平台排水沟断面为矩形，采用浆砌石结构，沟底宽 0.30m，沟口宽 0.50m，沟深 0.50m，沟壁厚 0.20m，其截面积为：0.36m²。排土场截水沟总长度为 4538m，截水沟工作量为 1633.68m³。平台排水沟由平台中间向两侧最小坡降 0.3%。排水沟浇筑前应先在沟底铺设 100mm 厚 C20 素混凝土垫层，排水沟每隔 15m 设一道伸缩缝，缝宽 2cm，中间采用沥青麻丝填塞。截水沟示意图见 5-7。

图 5-7 截水沟示意图

(3) 沉淀池

排土场沉淀池与截水沟相连，在各个雨水汇出口设置沉淀池确保，雨水冲刷岩体产生有害物质随着雨水污染土壤，沉淀池位置为各个排土场三处坡脚雨水汇出点，

沉淀池墙体采用混凝土结构墙壁厚度 0.35m，底层厚度 0.6m，实际规格为 3m×12m×3m 平流式沉淀池。沉淀池土方挖掘面积 324m³，沉淀池混凝土工程面积 149.85m³。沉淀池示意图见 5-8。

图 5-8 沉淀池示意图

(4) 警示牌

在排土场通往道路周边设置警示牌，以防过往人员及车辆在不知情的情况下发生危险；警示牌为铁质材质，四角打孔，用铁丝绑在防护围栏上。警示牌尺寸 1.0m×1.5m，表面用油漆书写警示标语，要求警示效果明显。警示牌示意图如图 5-2。

(5) 主要工作量

排土场矿山地质灾害治理主要工作量见表 5-3。

表 5-3 排土场矿山地质灾害治理工作量

治理单元	治理措施	单位	工程量
排土场	拦挡坝	m ³	18525
	截水沟	m ³	1633.68
	沉淀池	m ³	324
	警示牌	个	3

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

依据土地复垦方向论证结论，确定西风井复垦目标为其他草地，东风井复垦目标为水浇地，露天采场复垦方向为其他草地，采矿工业场地复垦目标为旱地。本方案复垦责任范围为、露天采场、东西风井，面积 118.39hm²。

复垦前后土地利用结构变化见表 5-4。

表 5-4 复垦前后土地利用结构调整表

名称				复垦前 (hm ²)	复垦后 (hm ²)	土地变化面积 (hm ²)
一级地类		二级地类				
地类名	地类号	地类名	地类号			
耕地	01	水浇地	0102	0.12	0.08	-0.04
		旱地	0103	25.49	49.17	23.68
林地	03	其他林地	0303	0.3	0	-0.3
		乔木林地	0301	0.05	26.42	26.37
		灌木林地	0305	8.57	0	-8.57
草地	04	天然牧草地	0401	70.95	0	-70.95
		其他草地	0403	3.05	39.71	39.66
工矿仓储用地	06	采矿用地	0602	0.7	0	-0.7
交通运输用地	10	农村道路	1006	2.18	3.01	0.83
		城镇村道路用地	1004	0.33	0	-0.33
其他土地	12	裸土地	1207	3.64	0	-3.64
		设施农用地	1202	0.06	0	-0.06
住宅基地	07	农村宅基地	0702	2.95	0	-2.95
合计				118.39	118.39	

(二) 工程设计

根据复垦单元划分及工程特点，将矿区土地复垦工程划分为总体复垦工程；露天采场复垦工程；东、西风井复垦工程；采矿工业场地复垦工程；矿区道路复垦工程；表土场复垦工程。

1、总体工程

本方案设计在矿山各单元开工建设前先将其表层土壤剥离并集中存放，以供日后复垦工作使用。表土剥离要随矿山的生产建设逐步进行，并伴随当年的复垦工作逐步消耗，尽量减少表土场表土的堆放。

2、露天采场

露天采场开采结束后，设计采取的复垦工程为：清扫、清运、覆土、土壤改良、平整、播撒草籽。

3、东风井

矿区整体工作完成后东风井不保留。设计采取的复垦工程为：拆除、清扫、清运、覆土、土壤改良、平整、恢复水浇地。

4、西风井

矿区整体工作完成后西风井不保留。设计采取的复垦工程为：拆除、清扫、清运、覆土、土壤改良、平整、恢复草地。

5、采矿工业场地

矿区整体工作结束后采矿工业场地不保留，设计采取的复垦工程为：拆除、清扫、清运、覆土、土壤改良、平整、恢复旱地。

6、矿区道路

矿区整体工作结束后，矿道路设计当初大多沿农村道路扩宽修建，生产结束后矿区道路复垦方向为农村道路，在矿山建设生产期间由矿山进行维护，生产结束后对矿区道路进行一次修整。

7、排土场

排土场在矿山废石堆放完毕后对整体进行覆土、土壤改良、平整、恢复林地、旱地。

8、表土场

在矿山初期设置排土场一个用于存放前期工程剥离地表土，用于后期复垦所需，前期表土场剥离存放后，表土上层播撒草种防止土壤污染以及土壤损失。矿区整体工作结束后，表土场存土用于复垦各个场地，表土运输剥离使用完后对表土场进行土壤改良、平整、恢复耕地。

(三) 技术措施

综合各复垦单元复垦工程设计，本次土地复垦拟采用的工程技术措施包括：清扫、清运、覆土、平整、播撒草籽、种植农作物等。以下分别叙述。

1、拆除清运

对采场工业场地露天矿坑建筑物拆除、地面硬化物清除。露天采场底部及边坡平台残余废石进行清扫，就地堆放在边坡坡脚，并使之尽量压实边坡角度。

利用推土机和挖掘机，将露天采场内清除的危岩体清运至选矿厂。

2、覆土

对整形后的地段进行覆土，覆土土源来自前期施工存放的剥离物。覆土厚度为0.30~0.6m。

3、平整

使用机械结合人工，对覆土后的各复垦单元进行平整，平整厚度为 0.30~0.6m。

4、土壤改良

均匀撒播有机肥增加土壤肥力，本次有机肥以鸡、羊、牛等粪资源为主体，对复垦土壤进行有机肥改良土壤，施用熟化鸡羊粪量为 900kg/hm²。

5、植被工程

(1) 植物品种筛选

项目区年均气温较低，无霜期较短，种植农作物，适宜作物品种极少，抗灾害性较低，产量较低，且土地裸露时间较长，极易造成土地退化，所以复垦方向以草地、旱地为主。根据项目区植被重建的主要任务，即减少地表径流，涵养水源、阻止水土流失及沙化，固持土壤等，同时结合本项目区的特殊自然条件，以乡土植物为主，项目区选定植物要具有下列特性：

1) 为提高绿化成功率，首选乡土的草种、农作物或者在当地绿化中已推广使用的草种、农作物。选择有较强滞尘能力的草种，同时具有固土护坡功能较强、根系发达、草层紧密、耐践踏、扩展能力强、对土壤气候条件适应性较强、病虫害危害较轻、栽后容易管理等优点。

2) 遵循保护环境和美化环境相结合的原则，常绿树草种应占一定的比例。在条件许可的情况下，可适当引进新的草种，以满足生物多样性和美化环境的要求。

3) 农作物选择要做到因地制宜、适地种植，充分考虑植物的抗逆性，达到固土、防护功能与环境效益有机结合；从速生和漫长的比例来说，积极采用速生植物合理配置，争取早日取得绿化效果，又能起到稳定的绿化作用。

4) 乔木的选择应当适合当地气候与生长环境，经过现场勘查发现矿区周边主要乔木为榆树。

根据以上所述农作物、草种选择原则和当地实际情况，本方案选择的主要农作物为莠麦，行距：25~30cm；株距：8~10cm；播种量为 180kg/hm²。草种选择冰草、羊草与苔草，按 1:1:1 混播，播种量为 80kg/hm²。乔木选择榆树，行距 2m×2m，树坑大小为 0.6m×0.6m，坑深为 0.6m；榆树带土球，土球 30cm 左右；播种量为 2500 株/hm²。榆树栽种典型工程设计图见 5-9。

图 5-9 榆树栽种典型工程设计

(2) 种植方法

1) 苜蓿种植方式为机械播种，播种埋深在 3~5cm，播种后镇压，适当施肥保证存活率，播种时间为 4 月下旬与 5 月上旬，根据气候而定。播种后根据农作物生长情况进行浇水、施肥每年 2 次。

2) 草籽种植方式为撒播，播深 2~3cm，播后镇压，可适当施肥提高牧草成活率。用于复垦牧草种子必须是一级种并且要有“一签、三证”，采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整，撒播后及时进行浇水，每年 2 次。

在露天矿坑边坡坡底位置种植攀岩性植物爬山虎

3) 榆树种植方式为人工播种，播种埋深 0.6m，播种后浇水施肥，保证榆树苗存活播种后一年进行两次补水，定期巡查确保榆树苗的存活，发现树苗死亡及时处理并进行补种。

(四) 主要工程量

1、表土剥离工程

在矿山生产期间，采矿工业场地、露天采场、东西风井、矿区道路、排土场陆续完成，面积分别为 1.92hm²、39.63hm²、0.08hm²、0.08hm²、3.01hm²、68.94hm²，据前文“土方资源平衡分析”一节分析，采矿工业场表土剥离厚度按 0.5m 计算，则基建期剥离表土 9600m³；其中露天采场、所处位置表土剥离厚度按 0.42m 计算，则生产期剥离表土 166446m³；东风井所处位置表土剥离厚度按 0.5m 计算，则生产期剥离表土 400m³；东风井所处位置表土剥离厚度按 0.3m 计算，则生产期剥离表土 240m³。计算总共剥离表土 521397m³，表土剥离后集中存放于表土场。

2、露天采场复垦工程量

(1) 清扫

对境界采场底部及边坡平台碎石土及时进行清扫，露天采场坑底面积为 3.5hm²，形成井段台阶面积为 11.36hm²。清扫面积按各采场井段台阶面积+底部面积之和的 20%计，则露天采场清扫平台面积为 2.81hm²。清扫厚度取 0.1m，预计露天采场清扫工程量为 2810m³。

(2) 清运

将露天采场清理出的危岩体清运至排土场。

(3) 覆土

露天采场面积 39.63hm²，对其进行表土覆盖，共计 39.63hm²设计复垦为草地，覆土厚度 0.3m，则露天采场覆土量 118890m³。

(4) 土壤改良

对平台上的土壤进行追肥改良，其中 39.63hm²恢复草地，则土壤改良草地为 39.63hm²。按照 900kg/hm²追肥，则共需有机肥 35667kg。

(5) 平整

土壤改良，对其进行平整，平整面积 39.63hm²，平整厚度为 0.30m。则平整量为 118890m³。

(6) 播撒草籽

平整后，对场地播撒草籽，播撒面积 39.63hm²，草种为冰草、羊草与苔草 1:1:1 按 80kg/hm²混播，需草籽 3170.4kg。在露天采场边坡坡底种植爬山虎，爬山虎在边坡坡底种植密度为 1.5m 每株，所需爬山虎 12377 株。

表 5-5 露天采场复垦工程量

复垦单元	占地面积 (hm ²)	清扫(m ³)	覆土(m ³)	土壤改良 (kg)	平整 (m ³)	播撒草种 (kg)	种植爬山 虎(株)
露天采场	39.63	2810	118890	35667	118890	3170.4	12377

3、西风井复垦工程量

(1) 拆除清运

各工业厂房、附属生产设施以砖砌结构为主，硬化地面以混凝土结构为主，复垦时必须对矿山所有建筑物进行拆除。

厂区建筑物占地面积约为 135.2m²；建筑物高度 3m，墙体结构面积 946.4m²。拆

除墙体厚度 0.2m，拆除体积 189.28m³。对地面硬化物拆除，拆除厚度 0.2m，拆除面积 800m²，拆除体积 40m³。

拆除清运总体积 189.28m³+40m³=229.28m³。

(2) 覆土

西风井平整后对其表面进行覆土，覆土面积 0.08hm²，覆土厚度为 0.30m，故覆土量为 240m³。

(3) 土壤改良

对土壤进行追肥改良，改良面积 0.08hm²。按照 900kg/hm²追肥，则共需有机肥 72kg。

(4) 平整

西风井在项目完成后不保留，对其地表措施进行拆除，拆除后对场地进行平整，平整面积 0.08hm²，平整厚度为 0.3m。则平整量为 240m³。

(5) 播撒草籽

平整后，对场地播撒草籽，播撒面积 0.08hm²，草种为冰草、羊草与苔草 1:1:1 按 80kg/hm²混播，需草籽 6.4kg。

表 5-6 西风井复垦工程量

复垦单元	占地面积(h m ²)	拆除清运 (m ³)	覆土 (m ³)	土壤改良 (kg)	平整 (m ³)	播撒草种 (kg)
西风井	0.08	229.28	240	72	240	6.4

4、东风井复垦工程量

(1) 拆除清运

各工业厂房、附属生产设施以砖砌结构为主，硬化地面以混凝土结构为主，复垦时必须对矿山所有建筑物进行拆除。

厂区建筑物占地面积约为 135.2m²；建筑物高度 3m，墙体结构面积 946.4m²。拆除墙体厚度 0.2m，拆除体积 189.28m³。对地面硬化物拆除，拆除厚度 0.2m，拆除面积 800m²，拆除体积 40m³。

拆除清运总体积 189.28m³+40m³=229.28m³。

(2) 覆土

东风井平整后对其表面进行覆土，覆土面积 0.08hm²，覆土厚度为 0.60m，故覆土量为 480m³。

(3) 土壤改良

对土壤进行追肥改良，改良面积 0.08hm²。按照 900kg/hm² 追肥，则共需有机肥 72kg。

(4) 平整

东风井在项目完成后不保留，对其地表措施进行拆除，拆除后对场地进行平整，平整面积 0.08hm²，平整厚度为 0.6m。则平整量为 480m³。

(5) 农作物播种

对东风井复垦区播撒农作物种子，项目结束后对相应季节农作物种子，播撒面积 0.08hm²，农作物种子为莠麦，播种时间为 4 月下旬与 5 月上旬，根据当地气候环境对农作物进行浇水施肥。需要莠麦种子 14.4kg。

表 5-7 西风井复垦工程量

复垦单元	占地面积 (hm ³)	拆除清运 (m ³)	覆土 (m ³)	土壤改良 (kg)	平整 (m ³)	播撒农作物 (kg)
东风井	0.08	229.28	480	72	480	14.4

5、采矿工业场地复垦工程

(1) 拆除清运

采矿工业场地在矿山工程结束后进行清运，采矿工业场地建筑物整体为二、三层建筑物主要包括办公楼、仓库、宿舍、更衣室等；墙体厚度在 30~50cm 之间，多层结构墙体厚度按 50cm 计算。建筑物平均高度为 6m，经测量采矿工业场地整体建筑物面积为 20887m²。经计算生产结束后共计拆除建筑物体积为 12297.5m³。

对地面硬化物拆除，拆除厚度 0.2m，拆除面积 19200m²，拆除体积 3840m³。

场区最终清运废旧建筑物体积和地面硬化物体积为 3840+12297.5=16137.5m³。

(2) 覆土

采矿工业场地平整后对其表面进行覆土，覆土面积 1.92hm²，覆土厚度为 0.50m，故覆土量为 9600m³。

(3) 土壤改良

对土壤进行追肥改良，改良面积 1.92hm²。按照 900kg/hm² 追肥，则共需有机肥 1728kg。

(4) 平整

东风井在项目完成后不保留，对其地表措施进行拆除，拆除后对场地进行平整，

平整面积 19200hm²，平整厚度为 0.5m。则平整量为 3840m³。

(5) 种植农作物

对采矿工业厂区复垦区播撒农作物种子，项目结束后对相应季节农作物种子，播撒面 1.92hm²，农作物种子为苜蓿，播种时间为 4 月下旬与 5 月上旬，根据当地气候环境对农作物进行浇水施肥。需要苜蓿种子 345.6kg。

表 5-8 西风井复垦工程量

复垦单元	占地面积 (hm ²)	拆除清运 (m ³)	覆土 (m ³)	土壤改良 (kg)	平整 (m ³)	播撒农作物 (kg)
采矿工业场地	1.92	16137.5	9600	1728	9600	345.6

6、矿区道路复垦工程

矿区道路在生产结束后，进行整体维护，保留道路正常使用使其成为农村道路，弥补道路建设时间压占的农村道路，以供当地村民使用。

7、表土场复垦工程

7.1 建设期

平整播撒草籽

对场地平整播撒草籽，播撒面积 4.73hm²，草种为冰草、羊草与苔草 1:1:1 按 80 kg/hm²混播，需草籽 378.4kg。

7.2 复垦期

(1) 覆土

平整后对其表面进行覆土，覆土面积 4.73hm²，覆土厚度为 0.50m，故覆土量为 23650m³。

(2) 土壤改良

对土壤进行追肥改良，改良面积 4.73hm²。按照 900kg/hm²追肥，则共需有机肥 4257kg。

(3) 平整

项目完成后不保留，对其地表措施进行拆除，拆除后对场地进行平整，平整面积 4.73hm²，平整厚度为 0.5m。则平整量为 23650m³。

(4) 播撒农作物

平整后，对场地播撒农作物，播撒面积 4.73hm²，农作物种子为苜蓿，播种时间为 4 月下旬与 5 月上旬，根据当地气候环境对农作物进行浇水施肥。需要苜蓿种子 8

51.4kg。

表 5-9 表土场复垦工程量

复垦单元	占地面积 (hm ³)	播撒草籽 (kg)	覆土 (m ³)	土壤改良 (kg)	平整 (m ³)	播种农作物 (kg)
表土场	4.73	378.4	23650	4257	23650	815.4

8、排土场

(1) 覆土

排土场使用结束后对其表面进行覆土，覆土面积 68.94hm²，覆土厚度为 0.50m，故覆土量为 344711m³。

(2) 土壤改良

对土壤进行追肥改良，改良面积 68.94hm²。按照 900kg/hm² 追肥，则共需有机肥 62046kg。

(3) 平整

东风井在项目完成后不保留，对其地表措施进行拆除，拆除后对场地进行平整，平整面积 68.94hm²，平整厚度为 0.5m。则平整量为 344711m³。

(4) 播撒农作物

平整后，对场地播撒农作物，播撒面积 42.52hm²，农作物种子为莠麦，播种时间为 4 月下旬与 5 月上旬，根据当地气候环境对农作物进行浇水施肥。需要莠麦种子 7653.6kg。

(5) 种植榆树

平整后，对场地周边及台阶种植榆树，播撒面积 26.42hm²，播种时间为 4 月下旬与 5 月上旬，根据当地气候环境对农作物进行浇水施肥。需要榆树苗 66050 株。

表 5-10 排土场复垦工作量

复垦单元	占地面积 (hm ³)	覆土 (m ³)	土壤改良 (kg)	平整 (m ³)	播种农作物 (kg)	种植榆树(株)
排土场	68.94	344711	62046	344711	7653.6	66050

9、土地复垦单元主要包括露天采场、采矿工业场地、东风井、西风井、矿区道路、表土场、排土场，对损毁土地进行生物工程主要种荞麦、播撒草籽、种植榆树等，具体工程量见表 5-11。

根据各个单元复垦情况统计得出土地复垦工程量总量，见 5-12。

表 5-11 矿山土地复垦工程量计算

序号	复垦单元	工程名称	单位	数量
1	露天采场	清扫	m ³	2810
		覆土	m ³	118890
		土壤改良	kg	35667
		平整	m ³	118890
		播撒草种	kg	3170.4
		种植爬山虎	株	12377
2	西风井	拆除清运	m ³	229.28
		覆土	m ³	240
		土壤改良	kg	72
		平整	m ³	240
		播撒草种	kg	6.4
3	东风井	拆除清运	m ³	229.28
		覆土	m ³	480
		土壤改良	kg	72
		平整	m ³	480
		播种农作物	kg	14.4
4	采矿工业场地	拆除清运	m ³	16137.5
		覆土	m ³	9600
		土壤改良	kg	1728
		平整	m ³	9600
		播种农作物	kg	345.6
5	表土场	播撒草种	kg	378.4
		覆土	m ³	23650
		土壤改良	kg	4257
		平整	m ³	23650
		播种农作物	kg	815.4
6	排土场	覆土	m ³	344711
		土壤改良	kg	62046
		平整	m ³	344711
		播种农作物	kg	7653.6
		种植榆树	株	66050

表 5-12 复垦工程汇总表

序号	工程名称	单位	数量
1	表土剥离	m ³	521397
2	清扫	m ³	2810
2	拆除清运	m ³	21486.06
3	覆土	m ³	497571
4	土壤改良	kg	103842
5	平整	m ³	497571
6	播种农作物	kg	8829
7	播撒草种	kg	3176.8
8	种植榆树	株	66050
9	种植爬山虎	株	12377

四、含水层破坏修复

(一) 目标任务

根据前述现状评估和预测评估结果，矿山开采破坏开采深度范围内的基岩裂隙水，揭穿了矿体以上含水层，对含水层结构造成影响和破坏，地下含水层破坏修复的目标是防止地下含水层结构遭到矿山开采的扰动和破坏，防止矿山废水、污水对地下含水层造成污染。

(二) 工程设计

严格按照开发利用方案执行，无独立的工程设计。

(三) 技术措施

矿区内以基岩裂隙水含水层为主，其富水性弱。根据地下含水层修复“强调水生态自我修复”的原则，本项目开采对地下含水层的影响程度较严重，采矿结束后以自然恢复为主。在开采过程中，按照开发利用方案要求，及时对采空区进行充填，充填治理过程中要保证充填料清洁无污染，避免产生二次污染和新的地质环境问题。

(四) 主要工程量

严格按照开发利用方案执行，无独立工程量。

五、水土环境污染修复

(一) 目标任务

1、目标

本矿山生产过程中涉及的水土污染主要包括矿坑涌水、生活污水、生产日常用

水等等，水污染直接导致土壤污染，加之有矿石或废弃物，土壤也不能忽视。

对本矿山来说，保障污染以防为主就是在生产过程中减少甚至消除废弃物和污染源的产生和排放，促进矿产品及矿产品在运销、使用过程中与环境相兼容，在矿产品的整个生命周期内，以减少对人类和环境的危害。

2、任务

(1) 矿产品的生命周期全过程控制，即从原材料投入、采掘、选别直到产出最终产品，从产品使用到产品报废处置的各个环节采取必要措施，实施污染预防控制。

(2) 矿山开发全过程控制，即从矿山的勘探、规划、建设、生产、运销全过程，采取必要措施，防止污染的发生。清洁的生产过程即采用少废、无废的生产工艺和高效的生产设备；尽量少用，不用有毒有害的原材料；减少生产过程中的各种危险因素；优化工艺；加强生产自动化控制；组织矿山废弃物的循环利用；进行必要的污染治理；完善生产管理。

(二) 工程设计

本次水土环境污染修复主要以地表水与土壤污染监测为主，地表水与土壤污染监测主要采用人工现场取土样进行分析。

1、监测项目：包括 PH、铜、铅、砷、三价铬、镉、汞等指标。

2、采样方法与监测方法：按《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004 中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618—2018）进行评价。

3、排土场在各个雨水汇出口设置沉淀池确保雨水冲刷岩体产生有害物质随着雨水污染土壤，沉淀池位置为各个排土场三处坡脚雨水汇出点，沉淀池墙体采用混凝土结构墙壁厚度 0.35m，底层厚度 0.6m，实际规格为 3m×12m×3m 平流式沉淀池。共设计沉淀池 3 个以消除排土场经雨水冲刷对土壤带来的破坏。

(三) 技术措施

本方案不分近期及远期对其进行治理，以下几点减缓措施在矿山开采的前期应积极地采取。

1、加强管理

(1) 建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查污废水设备运行情况，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故；

(2) 当生活污水量较小时，应在时间上采取有序和间歇操作，污水先进入沉淀

池静置，待达到一定水量后再进入处理系统，使设备在与其规模相匹配的负荷下运行，既可降低运行成本，又可使处理效率得到保障；

(3) 根据采坑涌水量的变化，调整设备运行台数，以保证其与处理水量相匹配，并加强管理，严格控制好加药量，使反应在最佳状态下进行，以保障矿坑水处理设施的处理效率；

(4) 定期对处理、储存污废水的相关设施、设备等进行检修，确保设施的正常运行，减少故障率；

(5) 定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；

(6) 定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好。

2、土壤监测和人工巡查

本工程不设计水土环境污染修复工程，对水土环境污染预防措施主要是项目场地表和地下水水质监测；布设地下水水质和土壤监测点，加强对地下水和土壤的跟踪监测。

(四) 主要工程量

为避免工程量的重复计算，水土环境污染监测在矿山地质环境监测中描述，本节不作详细描述。

六、矿山地质环境监测

(一) 目标任务

1、目标

在矿山地质环境现状调查的基础上，针对主要的矿山地质环境问题布设监测网点，选定监测因子，定期观测其在时间和空间上的动态变化，及时掌握矿山地质环境状况，并预测发展趋势的活动。

矿山地质环境监测是地质环境监测的一部分，是建立矿山地质环境保护与治理责任监督体系的重要基础性工作。矿山地质环境监测是从保护水土资源、维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害风险为出发点，运用多种手段和办法，对地质灾害成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确掌握矿山地质环境动态变化及地质灾害防治措施效果的重要手段和基础性工作，是本《方案》的重要组成部分。

2、任务

矿山地质环境监测主要包括矿山地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测以及水土污染监测。其任务是：

(1) 实现矿区地质灾害、治理效果等的动态管理，保障矿山地质环境治理工程的顺利实施和保护治理成果。

(2) 及时掌握矿山地质灾害发育程度、矿山采矿活动对含水层、地形地貌景观影响程度，控制矿山采矿活动对水土环境污染。

(二) 监测设计

矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土污染监测四个部分。

1、地质灾害监测

本次矿山地质灾害预测主要可能发生的地质灾害为排土场引发滑坡和泥石流；采空区引发岩石移动区可能产生的地裂缝和地面变形等。因此对排土场、岩石移动区以及露天采场进行监测。排土场的监测要及时动态反映泥石流情况，地表移动监测要及时动态反映地表移动情况，露天采场监测要反映边坡稳定性情况。

(1) 崩塌、滑坡、泥石流监测

1) 监测内容及指标

对排土场、露天采场进行崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害监测，监测边坡是否发生变形，坡面裂缝条数、长度、宽度，坡面角度，降雨量，已发生崩塌、滑坡的次数、造成的危害。

2) 监测方法

主要采用人工测量法，并安排巡视员对边坡及可能发生地质灾害的场区定期进行巡视。检测工具主要为钢尺、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）。该方法简单易行，投入快，成本低，便于普及，直观性强。利用矿山基准点，在边坡、平台布置变形监测点。

3) 监测点布设

依据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），针对矿区崩塌、滑坡、泥石流灾害和矿区水土流失，在矿区排土场、露天采场等地质灾害易发区域共布置监测点 21 个（其中排土场 6 个，露天采场 15 个）。监测时段从矿山恢复治理基准期到矿山地质环境治理恢复结束，共计 13.2 年，每季度监测 1 次，汛期加密监测 3 次，每年 7 次。巡视主要采用人工观测、拍照和记录的方法，每月开展 1 次，汛期（6-8 月）加强巡视一次，每年巡视 15 次。

(2) 岩石移动区塌陷和地裂缝监测设计

1) 监测内容

按照“以人为本”和准确控制采空塌陷和地裂缝影响范围和影响强度的原则为出发点，建立完善的地表变形监测体系，采空塌陷主要监测地表下沉量、水平位移量；地裂缝主要监测地裂缝宽度、深度、走向与长度、两侧相对位移等方面的变化等。

2) 观测点布设

依据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），在预测采动影响范围（除去露天采场重叠范围）布置 9 个监测点，露天开采结束保留露天采坑与岩石移动区重合的 6 个监测点（点号 X15~X21），共计监测点 15 个，重点对采空区进行监测，并安排巡视员对预测采动影响范围定期进行巡视。监测时段从矿山恢复治理基准期到矿山地质环境治理恢复结束，共计 24.8 年，其中基建期和露天开采期不布设监测点，监测每季度 1 次，监测时间为每季度的末期，每年汛期加密监测 3 次，每年 7 次。预测地面塌陷灾害巡视工作随同崩塌、滑坡、泥石流巡视工作一起进行，不重复计算工作量。

表 5-13 地质灾害监测点布置情况

位置	点号	2000 国家大地坐标系，3 度分带	
		X 坐标	Y 坐标
崩塌、滑坡、泥石流监测	X1	*****	*****
	X2	*****	*****
	X3	*****	*****
	X4	*****	*****
	X5	*****	*****
	X6	*****	*****
	X7	*****	*****
	X8	*****	*****
	X9	*****	*****
	X10	*****	*****
	X11	*****	*****
	X12	*****	*****
	X13	*****	*****

	X14	*****	*****
	X15	*****	*****
	X16	*****	*****
	X17	*****	*****
	X18	*****	*****
	X19	*****	*****
	X20	*****	*****
	X21	*****	*****
塌陷、地裂缝	X22	*****	*****
	X23	*****	*****
	X24	*****	*****
	X25	*****	*****
	X26	*****	*****
	X27	*****	*****
	X28	*****	*****
	X29	*****	*****
	X30	*****	*****

2、含水层监测

含水层破坏的监测，主要是定期测量地下水位高程、埋深、地下水水质，可采用人工测量和自动监测仪测量等方法。人工测量利用测线和万用表测量水位，自动监测仪自动高频率采集和数据传输，具有效率高，不受工作环境、气候条件限制等特点。依据《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021），对矿区范围内地下水水位、水量及水质进行监测。水位监测：重点监测基岩含水层的地下水水位。水质监测项目主要有：pH 值、水温、悬浮物、硫化物、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、六价铬、汞、COD、BOD、挥发酚、石油类等。

水位测量时每个监测井测量井口固定点至地下水面高度两次，当连续测量数值之差大于 0.02m 时，应重新进行测量。测具精度必须符合国家计量检定规程允许的误差规定，每半年检定一次。在监测孔中采样，必须抽出井管水之后采取。水样采集严格按地下水水质监测技术规范中的要求执行。现场密封样品，贴上水样标签。水样应在 24 小时内送有资质单位检测。监测过程中一旦发现地下水受到影响，应立即查找原因，采取修复等补救措施。

含水层破坏修复工程主要为监测，本次地下水动态观测点 3 处分别为矿区 3 口水文井，监测 38 年，每 2 个月监测一次。地下水水质监测点 5 处分别为矿区 3 口水文井以及排土场 1 号沉淀池，矿坑排水。监测 38 年，每 6 个月监测一次。

表 5-14 含水层监测点布置情况

位置	2000 国家大地坐标系，3 度分带	
	X	Y
S1	*****	*****
S2	*****	*****
S3	*****	*****
S4	*****	*****
S5	*****	*****

3、水土环境污染监测

为保护水土环境，定期定点对地下水、土壤进行采样监测分析，并对分析结果进行整理研究，确定污染指标、来源并为下一步水土污染修复提供依据。

在排土场、露天采场、表土场、采矿工业场地、东风井、西风井布设 6 个土壤监测点，监测频率为 1 次/年。其中采矿工业场地、东风井、西风井由于矿山基建期与露天开采期间 13.2a 不建设不对水土环境破坏前期不监测，水土环境污染修复主要以土壤污染监测为主（水质监测内容在含水层监测中表述），土壤污染监测主要采用人工现场取土样进行分析。

(1) 监测项目：包括 pH、Hg、Pb、Cu、As、Zn 等指标。

(2) 采样方法与监测方法：按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和《地表水和污水监测技术规范》中水和土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。采用《地表水环境质量标准》（GB38382002）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618—2018）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）进行评价。

表 5-15 水土环境污染监测点布置情况

点号	位置	2000 国家大地坐标系，3 度分带	
		X	Y
1	露天采场	*****	*****
2	采矿工业场地	*****	*****
3	东风井	*****	*****

4	西风井	*****	*****
5	排土场	*****	*****
6	表土场	*****	*****

4、地形地貌景观监测

(1) 监测内容

主要监测评估区的地形地貌景观变化，准确掌握生产建设中对地形地貌景观和生态景观破坏情况（面积、类型）。

(2) 监测网点的布设

采用无人机高分遥感技术进行监测，每年一次，选用7、8月份植被生长较好时段的影像，影像分辨率为0.5m，进行解译对比。

(三) 技术措施

1、地质灾害监测

地质灾害监测方法和精度满足《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）要求。为对矿区地质灾害进行监测预警，在矿山生产过程中进行边坡变形监测，定期对监测点进行观测，监测裂缝发育情况、坡面形态及位移变化。

2、含水层监测

地下水监测的方法和精度满足《地下水监测规范》（SL/T183-2005）的要求，每个监测点必须建立卡片，卡片内容应包括：统一编号（代码）、原编号、观测点类别、位置、坐标、井位示意图、地层岩性柱状与井结构图、监测水层的起止深度、孔口安装、监测项目、建井日期、始测日期、监测记事、其他。取水样时，水样瓶应冲洗3~4次后再取样，每个水样体积保证超过2L，并及时送检，水质分析方法采用原国家环保总局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

3、水土环境污染监测

矿山企业专人或委托有资质的单位定期检测，测试工作由省级计量认证单位完成，测试技术和方法应严格按照现行岩土测试技术规范和规程进行，测试数据可靠，并及时整理观测资料；向地质灾害管理部门提交观测报告，地质灾害管理部门负责监督管理。

4、地形地貌景观监测

地形地貌景观的监测主要内容为开采活动对地表植被及土地资源的破坏，主要采用人工测量法和不同时相遥感影像对比分析。并安排巡视员定期进行巡视。监测

方法为监测点位定期巡查，采用测距仪等测量工具对地表植被及土地资源破坏的面积、体积、高度、长度进行人工现场测量，并绘制在评估区地形图上，监测频率为每季度一次。

(四) 主要工程量

综上所述，矿山地质环境监测包括地质灾害监测、含水层监测、水土环境污染监测与地形地貌景观监测。矿山地质环境监测工程量汇总表见表 5-16。

表 5-16 矿山地质环境监测工程量汇总表

监测类型	工程名称	监测点数	监测年数	监测次数	备注
地质灾害监测	崩塌、滑坡泥石流监测	21	13.2	1940	
	采动影响范围监测点	15	24.8	2604	
	人工巡查		38	570	巡查工作包含崩塌、滑坡、泥石流和采动影响范围
含水层破坏监测	水位监测	3	38	684	
	水质监测	5	38	380	
地形地貌景观监测	地形地貌景观破坏监测	1	32	32	
水土污染监测	土壤监测	6	38	114	

矿区地质环境监测点工程部署见下图 5-10。

图 5-10 矿山地质环境监测工程部署

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、对复垦责任范围内损毁的所有单元进行监测，及时反映土地损毁情况，为复垦工程的实施进度提供依据。

2、对土地复垦质量以及复垦效果等进行动态监测，使得复垦后的土地稳定，实现其再生利用以及区内生态系统的恢复。

3、对复垦后的植被进行管护，发现复垦质量不达标区域，采取补救措施，保证复垦土地达到复垦质量要求。

（二）措施和内容

1、土地损毁监测

根据项目土地损毁情况，以高分遥感监测土地损毁情况，采用实地勘测、现场测量等方法，并结合 GPS、全站仪等测量技术，结合复垦区具体情况选取土地损毁监测指标，在矿山建设生产过程中应对挖损和压占的土地进行监测。监测过程中，对损毁面积、损毁地类、土壤等变化情况进行、监测，应重点对露天采场、采矿工业场地、东西风井等单元及周边进行监测。

土地损毁监测的对象是评估区全域范围，监测时间与方案服务年限一致，按照每年监测 1 次的频率，监测 32 年，共监测 32 次，监测面积为评估区面积。

2、复垦效果监测

（1）土壤质量监测

监测对象为所有损毁土地土壤，主要监测土壤的指标有土壤有机质、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、pH 值、有效磷及全氮含量等。为保障土地复垦落实到位，切实确保土地质量达到土地复垦要求，在复垦过程及管护期对复垦土地地形坡度、有效土层厚度、土壤容重、pH 值、有机质含量、重金属含量等进行监测。

监测方法以《土地复垦技术标准》为准，在露天采场、采矿工业场地、东、西风井、排土场、表土场布设 6 个监测点，监测点位置与水土环境污染监测点位置相同，监测频率为每年 1 次，露天采坑监测 35 年（第一年未形成终了台阶不复垦）；排土场监测 24.8a，其他区域监测 5 年。共监测 80 次。

（2）复垦植被监测

复垦植被监测的监测对象是已复垦区。监测内容为植物生长势、高度、覆盖度等参照地形地貌景观及土地资源监测方式方法，在本方案的服务年限内，对已复垦

区进行监测，共设置监测点 6 个，分别为露天采场、采矿工业场地、东风井、西风井、排土场、表土场，监测频率 1 次/a，露天采坑监测 35a（第一年未形成终了台阶不复垦），排土场监测 24.8a，其他区域监测 5 年，监测次数 80 次。本工程成立 1 个监测小组，配备 2 名监测员。

3、矿区土地复垦管护措施

复垦完成经土壤检测达到种植标准以后，将土地交给当地村民，与当地村民签订管护合同，由矿山企业支付管护费，由当地村民对复垦后土地进行耕种和管护，由自然资源部门对管护成果进行监管，保证土地不被损毁。管护费用列入矿山生产成本，在矿山地质环境治理恢复基金中计提，管护费用有保障。

（1）耕地管护措施

复垦旱地管护的目标主要是苗全、苗壮，管护年限为五年，旱地管护面积 49.17 hm²，水浇地 0.08hm²。每年管护两次，具体管护方法及内容如下。

1) 破除土表板结

播种后出苗前，土壤表层时常形成板结层，妨碍种子顶土出苗，如不采取处理措施，严重时甚至可造成缺苗。结合复垦区实际，土表板结处理措施可用短齿钉齿耙轻度耙地。

2) 间苗、补苗与定苗

出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移栽的措施补苗。为加速出苗，补种宜进行浸种催芽。补苗须保证土壤水分充足。

3) 中耕与培土

中耕的作用主要有以下几点：一是疏松土壤，增加土壤内部与外部的交换，促进根系生长；二是减少水分蒸发散失，并提高土壤温度；三是雨前中耕，可减少地表径流，增加土壤蓄水；四是控制杂草。中耕通常需要进行 3—4 次，第一次在定苗前，第二次在定苗后，第三次在拔节前，第四次在拔节后。中耕的深度一般为 3—10cm。具体作业措施为犁地和锄地。锄地通常为人工操作，犁地则借助于畜力或机械力。

培土的作用主要是防倒伏和有利于灌溉、排水。

4) 灌溉与施肥

在旱季时利用周边河流、坑塘灌溉水源，及时对农作物进行灌溉。在播种前对土地进行施肥，一般每亩施复合肥 50kg。

5) 病虫害防治

荞麦主要病虫害有褐斑病、立枯病、荞麦钩翅蛾、蚜虫等。褐斑病致叶片出现病斑，应选抗病种、轮作并适时喷杀菌剂防控；立枯病让幼苗根茎腐烂，需做好种子和土壤消毒等。荞麦钩翅蛾幼虫啃食叶片，可用灯诱杀成虫、喷药除幼虫；蚜虫吸食汁液，可挂黄板诱蚜、用药喷雾防治，同时要注重保护害虫天敌，维持田间生态平衡。

6) 加强对复垦区及附属工程的监管维护，严禁任何单位和个人在复垦区内从事取土、毁坏耕地等破坏项目的行为，确保周边生产道路无破坏，维护好周边已有的灌溉设施、运输道路、电力设施等。

(2) 草地管护措施

管护对象为复垦后的草地及其露天矿坑爬山虎，露天矿坑复垦草地面积 39.63hm²，管护年限 37 年。其他区域复垦草地面积 0.08hm²，管护期为 5 年

1) 播种

草地管护主要采取补充种植措施，为了保证草籽的成活率，对成活率较低区域，综合分析原因，因地制宜开展补撒工程。

2) 灌溉

草籽撒播后要及时浇水，项目区夏秋季降雨较多，能够满足植被正常生长，

3) 病虫害防治

复垦草地出现缺素症状时，根据缺素症状及时进行追肥。为避免化肥污染，可适当使用农家肥，以提高土壤肥力，以提高农作物的成活率和生长速度。

4) 矿坑边坡爬山虎根据情况确定生长进度，及时对边坡爬山虎数量进行补种。

(3) 林地管护措施

管护对象为复垦后恢复的乔木林地，管护年限为五年，管护面积 0.05hm²，每年管护四次，具体管护方法包括如下内容：

1) 水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭。

2) 养分管理

榆树追肥可用复合肥，新植幼树当年可少施、晚施，栽植当年在7~8月为好，每亩施肥用量30kg，可采用四点穴施法，即在树木根系分布范围内，肥料与土壤混合均匀后施入。

3) 林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，对部分灌木平茬或修枝，促进榆树生长并使其在林带中占优势地位。

4) 防寒、防旱

在适当的季节植树，一般在初春或秋后种植，可以根据情况选择覆盖、束草等措施，并根据冻害程度对受冻枝干进行修剪，林木争取在入冬之前培育为壮苗。

在管护期间，对于干旱严重年份，影响树木生长或导致死亡时，要及时浇水，可选择使用农机运输水源对榆树进行浇水，每年2次左右。第一次浇水在4月份下旬发芽前进行，主要作用是促树返青、促芽早发；第二次浇水在每年6-7月份进行，主要作用是促进枝叶扩展，加快营养生长。

5) 病虫害防治

榆树主要病虫害包含榆蓝叶甲、榆紫叶甲、榆溃疡病等。榆蓝叶甲、榆紫叶甲以啃食叶片为生，可通过人工捕杀成虫、清理虫卵，或利用糖醋液诱捕，必要时喷施杀虫剂来防范。榆溃疡病会使树干出现病斑，日常要加强养护管理，增强树势，发现病斑及时刮除，再涂抹杀菌剂，同时做好修剪，保证树冠通风透光，减少病虫害滋生。

(三) 主要工程量

根据前述监测工程管护工程设计，本项目管护主要包括植物抚育与浇水两种措施，治理期1年；管护时长为5年，露天采场管护期36年，排土场管护期为22.8年。管护工程量不单独计算，按照以植被工程为基数进行费用计算。按照实地调查，结合地区气象条件，当地雨水能够满足植被生长需求，因此只在种草时浇足水分即可。见表5-17。

表 5-17 土地复垦监测工程量统计表

位置	监测项目	监测频率（次/年）	总工程量（次）
评估区	土地损毁监测	1	32
露天采场	植被复垦监测	1	35
	土壤质量监测	1	35

排土场	植被复垦监测	1	25
	土壤质量监测	1	25
东风井	植被复垦监测	1	5
	土壤质量监测	1	5
西风井	植被复垦监测	1	5
	土壤质量监测	1	5
采矿工业场地	土壤质量监测	1	5
	植被复垦监测	1	5
表土场	土壤质量监测	1	5
	植被复垦监测	1	5
矿区道路	土壤质量监测	1	5
	植被复垦监测	1	5

图 5-11 阶段性土地复垦部署图

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

(一) 总体目标

矿山地质环境治理工程与土地复垦工程同步进行，根据“边生产边治理”的原则，生产中破坏多少治理多少，有利于当地的生态环境恢复。针对评估区内可能产生的矿山地质环境问题，应坚持“预防为主，防治结合”“在开发中保护，在保护中开发”和“边开采、边治理、边恢复”的主导思路，把矿山生态环境保护与恢复治理工作贯穿于整个矿业活动中，统筹规划，分步实施，全面推进保护与恢复治理工作。通过落实矿山地质环境保护与恢复治理措施和土地复垦措施，最大限度地避免和减轻因矿山开采引发的地质灾害威胁减轻对含水层破坏及水土环境的污染，减轻对地形地貌景观和土地资源的影响和破坏，最大限度地保护矿山地质环境，恢复土地利用状态，努力创建绿色矿山，使矿山可持续发展。

(二) 具体目标

1、方案拟通过合理的保护和治理措施，减轻乃至消除地质灾害的威胁，确保矿山和周边居民生命财产安全。主要为露天采场边坡崩塌、滑坡，威胁矿山机械设备和人员安全。

2、采取合理的措施保护与修复地形地貌景观。通过保护与治理措施，减轻矿山开采对地形地貌景观的破坏，对已经造成的地形地貌破坏进行修复，以期恢复原始的地形地貌特征。

3、通过提高固体废弃物、废水处理和循环利用水平，减少固体废弃物、废水排放量及污染物浓度，通过整地工程、恢复植被等措施，以及加强生产工艺的管理和设备维护从而避免环境事故发生等措施，减少矿山开采造成的水土环境污染。

4、通过合理规划和统筹安排，节约集约利用土地，通过监测和保护措施，减少对土地不必要的破坏，通过土地复垦措施使被破坏的土地得到合理的恢复和利用，提高土地的利用效率，改善土地的利用结构。

(三) 矿山地质环境治理总体工作部署

本矿为新建矿山，设计生产规模***万 t/a，属大型矿山，生产服务年限为 31.4 年，本方案编制基准年 2025 年，基建期 2 年，由于矿山服务年限较长，未来可能发生采矿证延续等问题，现根据拟申请采矿证最大年限 30a 计算矿山工程安排进度，矿

山工程安排按 30 年计算，基建期 2a，大部分治理工作随生产在当年完成，工业场地、风井拆除及治理 1 年，复垦管护期 5 年。因此矿山地质环境保护与土地复垦方案服务年限共 38 年，即 2025 年 6 月至 2063 年 5 月。

本方案适用年限 5 年（2025 年 6 月~2030 年 5 月）。根据矿山地质环境问题的类型和矿山地质环境保护与恢复治理分区结果按照“在保护中开发，在开发中保护”的原则，利用矿体和矿块作业时间差，将矿山地质环境治理工作分配在每年实施。

本方案服务期限内矿山地质环境治理工作分为近期和远期两个阶段进行，避免或减轻因矿层开采引发的地质灾害，减少含水层的影响和破坏，减轻对地形地貌景观的破坏，控制对水环境的污染，最大限度地修复矿山生态地质环境。

矿山地质环境治理主要包括预防工程、含水层破坏修复工程、水土环境污染修复工程、矿山地质环境监测工程；地质环境治理总体工作量见下表 6-1。

表 6-1 地质环境治理工作量汇总

序号	工程项目	单位	工程量	备注
一	地质环境保护与土地复垦预防			
(一)	露天采场			
1	防护围栏	m	2568	
2	警示牌	块	28	
3	清除危岩体	m ³	55698	
4	截水沟	m ³	7568.64	
5	挡土墙	m ³	3713.2	
6	边坡整形	m ³	6750	
(二)	地下开采充填			
1	混凝土体积	m ³	734.44	
2	钢筋	t	8.44	
3	挡墙体积	m ³	288	
4	水泥注浆	m ³	578.91	
5	尾砂	m ³	90770.73	
(三)	排土场			
	拦挡坝	m ³	18525	
	截水沟	m ³	1633.68	
	沉淀池	m ³	324	
二	矿山地质环境监测			
(一)	地质灾害监测			
	崩塌、滑坡泥石流监测	次	1940	

	采动影响范围监测点	次	2604	
	人工巡查	次	570	
(二)	含水层监测			
	水位监测	次	912	
	水质监测	次	380	
(三)	地形地貌监测			
	地形地貌破坏监测		32	
(四)	水土污染监测	次		
	土壤监测	次	114	

(四) 土地复垦总体工作部署

在遵循“保证地形稳定性”的原则下，合理安排各项损毁单元的土地复垦工作。通过分析损毁形式、损毁程度，合理布置复垦工程，主要有土壤覆盖工程、监测工程等，尽可能恢复到原有的土地利用状态。

矿山企业成立矿山地质环境治理与土地复垦专职机构，将矿山地质环境治理工程与土地复垦工程相结合、同步进行，把相应工作落到实处，确保治理与复垦效果，使经济效益、社会效益与生态环境保护同步发展，建设绿色矿山。

土地复垦工程主要包括，前期表土剥离，后期各场地恢复地貌，以及日常监测。土地复垦工作总表见表 6-2。

表 6-2 土地复垦工作量汇总

序号	工程项目	单位	工程量	备注
一	土地复垦前期工程			
(一)	复垦前期工作			
1	表土剥离	m ³	521397	
(二)	复垦过程工作			
1	清扫	m ³	2810	
2	拆除清运	m ³	21486.06	
3	覆土	m ³	497571	
4	土壤改良	kg	103842	
5	平整	m ³	497571	
6	播种农作物	kg	8829	
7	播撒草种	kg	3176.8	
8	种植榆树	株	66050	
9	种植爬山虎	株	12377	
二	土地复垦监测工作量			

1	土地损毁监测	次	32	
2	植被复垦监测	次	80	
3	土壤质量监测	次	80	

二、阶段实施计划

本方案服务年限基建期 2a，拟申请最大采矿证 30a，治理管护期 6a；方案服务年限计算 38a（2025 年 6 月~2063 年 5 月）完成总体治理计划，总体方案设计按照近期（2025 年 6 月~2030 年 5 月）治理，中远期（2030 年 5 月—2063 年 5 月）治理。

（一）矿山地质环境治理阶段工作计划

1、矿山地质环境阶段划分

近期（2025 年 6 月~2030 年 5 月）：主要对矿区进行保护，针对矿山开采可能引发的地质灾害修建防治工程，露天采坑根据生产计划排产表可知 2025 年+1705 未开采完毕，2026 年开采至+1705 平台，2027 年开采至+1675 平台，2028 年开采至+1645 平台，2029 年开采至+1630 平台。

预防治理工程：①对露天采场清理边坡危岩体；②露天采场到界边坡外修建截水沟；③对露天采场进行边坡整形；④露天采场平台修建挡土墙；⑤露天采场周边设置防护围栏、警示牌；⑥对排土场修建拦挡坝、平台周边截水沟、挖设沉淀池。

监测工程：初步建立矿山地质环境监测系统，定期对评估区进行人工巡查、泥石流、地面塌陷、地裂缝、含水层、地形地貌景观、水土污染监测。建立矿山地质环境预警机制，减少矿山地质环境问题的危害。

中远期（2030 年 6 月~2063 年 5 月）：主要对矿山未来生产地质灾害问题进行整治、监测。

2、矿山地质环境治理工作量安排

各阶段治理的主要任务、措施、工程量安排详见表 6-3。

表 6-3 地质环境治理工程阶段计划

阶段	位置	主要工程措施	单位	工程量
近期(2025 年 6 月~2030 年 5 月)	排土场、表土场、露天采场	防护围栏	m	2568
		警示牌	块	28
		清除危岩体	m ³	30856
		截水沟	m ³	4193
		挡土墙	m ³	2057
		边坡整形	m ³	3739

		设置拦挡坝	m ³	18525
		设置截水沟	m ³	1633.68
		沉淀池	m ³	324
	评估区	崩塌、滑坡泥石流监测	次	525
		人工巡查	次	75
		水位监测	次	90
		水质监测	次	50
		地形地貌破坏监测	次	5
		土壤污染监测	次	15
中远期（2030年6月~2063年5月）	露天采场、表土场、地下开采影响范围	清除危岩体	m ³	24842
		截水沟	m ³	3375.64
		挡土墙	m ³	1656.2
		边坡整形	m ³	3011
		混凝土体积	m ³	734.44
		钢筋	t	8.44
		挡墙体积	m ³	288
		水泥注浆	m ³	578.91
		尾砂	m ³	90770.73
	评估区	崩塌、滑坡泥石流监测	次	1415
		采动影响范围监测点	次	2604
		人工巡查	次	495
		水位监测	次	594
		水质监测	次	330
		地形地貌破坏监测	次	27
		土壤污染监测	次	99

(二) 矿山土地复垦阶段实施计划

矿山开采应提前规划，尽量少损毁土地；按“边破坏，边复垦”的原则，及时复垦已损毁且不再继续使用的土地；矿山开采结束后，拆除复垦责任范围内建筑设施和生产设备，进行全面复垦。对复垦责任范围内损毁的所有对象进行监测，及时跟踪土地损毁情况，对复垦后土壤质量状况、复垦效果等进行监测，提高复垦效果和数量。复垦后通过 5 年的管护期来防止复垦土地生态的退化。

1、矿山土地复垦阶段划分

近期（2025 年 6 月—2030 年 5 月）：基建期主要对拟建场地进行表土剥离，对损毁土地进行监测。对于露天采场终了边坡进行复垦，对露天采场进行土壤质量、植被复垦监测。对评估区进行土地损毁监测。

中远期（2030 年 6 月—2063 年 5 月）：对露天采场进行终了边坡复垦，对排土场、采矿工业场地、东风井、西风井、表土场、进行生态修复。对各场地复垦情况进行土壤质量监测和植被复垦情况监测。

2、土地复垦工程量安排

各阶段复垦措施与工程量，详见表 6-4。

表 6-4 土地复垦工作工程阶段计划

阶段	位置	主要工程措施	单位	工程量
近期(2025 年 6 月~2030 年 5 月)	排土场、露天采场	表土剥离	m ³	511157
	露天采场	清扫	m ³	1556.74
		覆土	m ³	65870.6
		土壤改良	kg	1975.52
		平整	m ³	65870.6
		播撒草种	kg	1756.40
		种植爬山虎	株	6857
		植被复垦监测	次	4
		土壤质量监测	次	4
	复垦区	土地损毁监测	次	5
中远期(2030 年 6 月~2063 年 5 月)	采矿工业场地、东风井、西风井	表土剥离	m ³	10240
	露天采场、采矿工业场地、	清扫	m ³	1253.26
		拆除清运	m ³	21480.6

	东风井、西风井、表土场、排土场	覆土	m ³	431705.94
		土壤改良	kg	84082.48
		平整	m ³	431705.94
		播种农作物	kg	8829
		播撒草种	kg	1420.40
		种植榆树	株	66050
		种植爬山虎	株	5520
		植被复垦监测	次	76
		土壤质量监测	次	76
	复垦区	土地损毁监测	次	27

三、近期年度工作安排

(一) 矿山地质环境治理

根据地质环境保护与土地复垦总体工作部署和阶段实施计划，矿区近期（2025年6月—2030年5月）矿山地质环境治理年度施工计划见表6-5。

表6-5 地质环境治理近年工作计划表

年度	位置	主要工程措施	单位	工程量
2025.6~2026.5	露天采场+1705平台以上、表土场、排土场	防护围栏	m	2568
		警示牌	块	25
		清除危岩体	m ³	3702.72
		截水沟	m ³	2136.84
		挡土墙	m ³	246.84
		边坡整形	m ³	448.68
		设置拦挡坝	m ³	18525
		沉淀池土方	m ³	324
		沉淀池墙体砌筑	m ³	149.85
	评估区	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105
		人工巡查	次	15
		水位监测	次	18
		水质监测	次	6
		地形地貌破坏监测	次	1
土壤监测		次	3	
2026.6~2027.5	露天采场+1705平台	清除危岩体	m ³	2468.48
		截水沟	m ³	335.44

		挡土墙	m ³	164.56	
		边坡整形	m ³	299.12	
	评估区	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	
		人工巡查	次	15	
		水位监测	次	18	
		水质监测	次	6	
		地形地貌破坏监测	次	1	
		土壤监测	次	3	
2027.6~20 28.5	露天采场+1675 平台	清除危岩体	m ³	6171.2	
		截水沟	m ³	838.6	
		挡土墙	m ³	411.4	
		边坡整形	m ³	747.8	
	评估区	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	
		人工巡查	次	15	
		水位监测	次	18	
		水质监测	次	6	
		地形地貌破坏监测	次	1	
		土壤监测	次	3	
	2028.6~20 29.5	露天采场+1645 平台 和+1660 平台	清除危岩体	m ³	12581.2
			截水沟	m ³	1720.2
挡土墙			m ³	845.8	
边坡整形			m ³	1545.2	
评估区		崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	
		人工巡查	次	15	
		水位监测	次	18	
		水质监测	次	6	
		地形地貌破坏监测	次	1	
		土壤监测	次	3	
2029.6~20 30.5		露天采场+1630 平台	清除危岩体	m ³	5932.4
			截水沟	m ³	795.6
	挡土墙		m ³	388.4	
	边坡整形		m ³	698.2	
	评估区	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	
		人工巡查	次	15	
		水位监测	次	18	

		水质监测	次	6
		地形地貌破坏监测	次	1
		土壤监测	次	3

(二) 土地复垦

根据地质环境保护与土地复垦总体工作部署和阶段实施计划，矿区近期（2025年7月—2030年5月）土地复垦年度施工计划见表6-6。

表6-6 土地复垦近年计划安排表

年度	位置	主要工程措施	单位	工程量
2025.6~2026.5	露天采场、排土场	表土剥离	m ³	511157
	评估区	土地损毁监测	次	1
2026.6~2027.5	露天采场+1705平台	清扫	m ³	373.62
		覆土	m ³	15808.9
		土壤改良	kg	474.12
		平整	m ³	15808.9
		播撒草种	kg	421.54
		种植爬山虎	株	1649
		植被复垦监测	次	1
	土壤质量监测	次	1	
评估区	土地损毁监测	次	1	
2027.6~2028.5	露天采场+1675平台	清扫	m ³	342.49
		覆土	m ³	14491.5
		土壤改良	kg	434.61
		平整	m ³	14491.5
		播撒草种	kg	386.41
		种植爬山虎	株	1509
		植被复垦监测	次	1
	土壤质量监测	次	1	
评估区	土地损毁监测	次	1	
2028.6~2029.5	露天采场+1645平台和+1660平台	清扫	m ³	591.57
		覆土	m ³	25030.8
		土壤改良	kg	750.70
		平整	m ³	25030.8
		播撒草种	kg	667.43
		种植爬山虎	株	2605

		植被复垦监测	次	1
		土壤质量监测	次	1
		土地损毁监测	次	1
	评估区			
2029.6~20 30.5	露天采场+1630 平台	清扫	m ³	249.08
		覆土	m ³	10539.3
		土壤改良	kg	316.08
		平整	m ³	10539.3
		播撒草种	kg	281.02
		种植爬山虎	株	1097
		植被复垦监测	次	1
		土壤质量监测	次	1
	评估区			
		土地损毁监测	次	1

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）编制依据

- （1）《土地开发整理项目预算定额标准》；
- （2）《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》；
- （3）《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》（财综〔2011〕128号）；
- （4）《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函〔2019〕193号）；
- （5）《内蒙古自治区建设工程量清单计价规范实施细则》（内建工〔2013〕641号）；
- （6）《内蒙古自治区人民政府办公厅关于调整自治区最低工资标准及非全日制工作小时最低工资标准的通知》（内政办发〔2021〕69号）；
- （7）《关于加强基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理的有关通知》（计投资〔1999〕1340号）；
- （8）呼和浩特市住房和城乡建设局《2024年3月份呼和浩特工程造价信息》及呼和浩特市材料价格市场询价；
- （9）武川县住房和城乡建设局《关于发布2023年旗县下半年建设工程材料市场价格信息的通知》及武川县材料价格市场询价
- （10）《内蒙古自治区房屋建筑与装饰预算定额》（DNm³-101-2017）；
- （11）《内蒙古自治区市政维修养护工程预算定额》（DYD15-901-2010）；
- （12）本方案工程设计及工程量测算。

（二）编制说明

本方案矿山地质环境保护与土地复垦经费估算执行《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》（2013年）的费用标准，部分项目定额参照财政部、自然资源部《土地开发整理项目预算定额标准》。定额按一日两班作业施工，每班八小时工作制拟定。

定额均以工程设计的几何轮廓尺寸进行计算的工程量为单位，即由完成每一有效单位实物工作量所消耗的人工、材料、机械组成。

矿山地质环境治理方案中的工程项目施工原则上由采矿权人自主完成。矿山地质环境治理经费估算，是矿山开采和闭坑后预计产生的治理成本。该成本是根据开发利用方案确定的矿山开采能力和今后矿山开采可能对地质环境造成破坏进行估算的。

鉴于治理期较长，中、远期应根据矿山开采状况和国家新的法律法规及当地市场价格进行及时调整。预算材料中钢钉、乳胶和网片等缺少信息价，为市场询价。

本方案中矿山地质环境治理工程与土地复垦工程经费估算为动态投资，包括静态投资和价差预备费两部分。

（三）预算投资

预算投资由工程施工费、其他费用、监测管理费和预备费四部分组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

（1）直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动，由直接工程费和措施费组成。

1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

a.人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元/工日）

人工费是指直接从事工程施工的生产工人开支的各项费用，内容包括基本工资、辅助工资和工资附加费。本方案参照《土地开发整理项目预算定额标准》（2012年）中人工费的计算办法，结合类似复垦项目人工费预算经验和本项目复垦方式，根据《内蒙古自治区人民政府办公厅关于调整自治区最低工资标准及非全日制工作小时最低工资标准的通知》（内政办发〔2021〕69号）的规定及当地工资标准计取，武川县属于二类区，按《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》甲类工94.15元/工日，乙类工73.50元/工日。详见表7-1、表7-2。

表 7-1 甲类工预算工资单价计算表

地区区别	项目名称	一类甲类工	二类甲类工	三类甲类工	四类甲类工
序号		单价（元）	单价（元）	单价（元）	单价（元）
1	基本工资	78.600	72.050	65.500	58.950
2	辅助工资	8.278	8.076	7.874	7.673

2.1	地区津贴	0.000	0.000	0.000	0.000
2.2	施工津贴	5.057	5.057	5.057	5.057
2.3	夜餐津贴	0.800	0.800	0.800	0.800
2.4	节日加班津贴	2.421	2.219	2.017	1.816
3	工资附加费	15.204	14.022	12.841	11.659
3.1	职工福利基金	12.163	11.218	10.272	9.327
3.2	工会经费	1.738	1.603	1.467	1.332
3.3	工伤保险费	1.303	1.202	1.101	0.999
4	人工工日预算单价	102.08	94.15	86.21	78.28

表 7-2 乙类工预算工资单价计算表

地区区别	项目名称	一类乙类工	一类乙类工	一类乙类工	四类乙类工
序号		单价(元)	单价(元)	单价(元)	单价(元)
1	基本工资	60.000	55.000	50.000	45.000
2	辅助工资	7.705	7.551	7.397	7.243
2.1	地区津贴	0.000	0.000	0.000	0.000
2.2	施工津贴	5.057	5.057	5.057	5.057
2.3	夜餐津贴	0.800	0.800	0.800	0.800
2.4	节日加班津贴	1.848	1.694	1.540	1.386
3	工资附加费	11.848	10.946	10.044	9.143
3.1	职工福利基金	9.479	8.757	8.036	7.314
3.2	工会经费	1.354	1.251	1.148	1.045
3.3	工伤保险费	1.016	0.938	0.861	0.784
4	人工工日预算单价	79.55	73.50	67.44	61.39

b.材料费=材料预算价格×定额材料用量。

材料预算价格主要结合呼和浩特市武川县工程造价信息，并参照矿区所在地区的工业与民用建筑安装工程材料价格或信息价格。本方案主要材料价格计取见表7-3。材料用量按照《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》编制。

此外，定额对柴油、汽油等十三类材料进行限价，当上述材料预算价格等于或小于“限价”时，直接计入工程施工费单价；反之，超出“限价”部分单独再计算材料差价（只计取材料费和税金），不参与其他取费。

表 7-3 主要材料价格信息表

材料名称	单位	限价, 元	单价, 元	备注
柴油 0	kg	4.50	9.02	2023 年下半年武川县造价信息
毛石	m ³	40.00	80.00	2024 年 5 月包头造价信息
水泥 35	t	300.00	330.00	2023 年下半年武川县造价信息
电	kW·h	—	0.68	2024 年 5 月包头造价信息
水	m ³	—	6.97	2024 年 5 月包头造价信息
M10 水泥砂浆	m ³	—	270.00	2024 年 5 月包头造价信息
木板	m ²	—	23.00	2024 年 5 月包头造价信息
钢钉	kg	—	5.00	市场询价
白乳胶	kg	—	12.00	市场询价
草籽	kg	30.00	97.57	市场询价
农作物	kg	50.00	80.00	2024 年 5 月包头造价信息
角钢	根	—	9.70	2023 年下半年武川县造价信息
网片	m ²	—	13.40	市场询价
有机肥	t	—	360.00	市场询价
密目网	hm ²	—	3888.89	市场询价
挂网喷浆	m ²	—	159.91	2024 年呼和浩特市审核单价
锯材	m ³	—	2580.00	2024 年 5 月包头造价信息
组合钢模板	kg	—	4.20	市场询价
型钢	kg	—	3.86	2024 年 5 月包头造价信息
卡扣件	kg	—	3.50	市场询价
铁件	kg	—	2.80	市场询价
电焊条	kg	—	24.00	市场询价
混凝土 C35	m ³	—	335.00	2024 年 5 月包头造价信息
	空压机名称	空压机台班费	计算式	单价 (元)
	电空气压缩机 6m ³ min	257.19	$(257.19 \div (3 \times 60 \times 8 \times 0.75 \times 0.8)) \div (1 - 10\%) + 0.005 + 0.002$	0.34
<p>1 公式：施工用风价格=（空压机台班费÷（空压机额定容量×60 分×8 小时×时间利用系数×能量利用系数））÷（1-供风损耗率）+单位循环冷却水费+供水设施维修摊销费。</p> <p>2 备注：本方案时间利用系数取 0.75；能量利用系数取 0.8；供风损耗率取 10%；单位循环冷却水费取 0.005 元/m³；供风设施维修摊销费取 0.002 元/m³。</p>				

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）。根据

《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》（2013年）及有关规定计取，对于定额缺项的施工机械，按照《土地开发整理项目预算定额标准》计算。

2) 措施费

措施费是为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。主要包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费（本项目不涉及）、施工辅助费和安全施工措施费。根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》，措施费按直接工程费的4.0%计取。取费标准说明如下：临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率见表7-4。

表 7-4 临时设施费费率表

工程类别	计费基础	现场经费费率（%）
土方工程	直接工程费	2
石方工程	直接工程费	2
砌体工程	直接工程费	2
混凝土工程	直接工程费	3
辅助工程	直接工程费	2

冬雨季施工增加费取费标准以直接工程费为基数，费率为0.7%~1.5%。其中，不在冬雨季施工的项目取小值，部分工程在冬雨季施工的取中值，全部工程在冬雨季施工的取大值。本项目取1.1%。

夜间施工增加费取直接工程费的0.2%；

施工辅助费取直接工程费的0.7%；

安全施工措施费取直接工程费0.2%。措施费费率见表7-5。

表 7-5 措施费费率表

工程类别	临时设施费率（%）	冬雨季施工增加费率（%）	夜间施工增加费率（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
土方工程	2.0	1.1	—	0.7	0.2	4.0
石方工程	2.0	1.1	—	0.7	0.2	4.0
混凝土工程	3.0	1.1	0.2	0.7	0.2	5.2
辅助工程	2.0	1.1	—	0.7	0.2	4.0

(2) 间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预

算定额标准》规定，间接费按工程类别进行计取。其取费标准见表 7-6。

表 7-6 间接费率表

编号	工程类别	计费基础	费率 (%)
1	土方工程	间接费	5
2	石方工程	间接费	6
3	混凝土工程	间接费	6
4	辅助工程	间接费	5

(3) 利润

利润是施工企业完成所承包工程获得的盈利，根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》规定，该项目利润率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4) 税金

依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准》及建办标函〔2019〕193 号文规定，该项目税金费率标准为 9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2、其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费组成。

(1) 前期工作费

前期工作费指矿山地质环境保护与恢复治理及土地复垦在工程施工前所发生的各项支出，包括：项目可研论证费、项目勘测与设计费和项目招标代理费。

1) 项目可研论证费：本项目不计可研论证费；

2) 项目勘测与设计费：以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。见表 7-7。

表 7-7 项目勘测与设计费计费标准

序号	计费基数 (万元)	项目勘测与设计编制费 (万元)
1	≤180	7.5
2	≤500	20
3	≤1000	39
4	≤3000	93
5	≤5000	145
6	≤10000	270

注：计费基数大于 1 亿时，按计费基数的 2.70%计取。

3) 项目招标代理费：以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。见表 7-8。

表 7-8 项目招标代理费计费标准

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目招标代理费(万元)
1	≤500	0.5	500	$500 \times 0.5\% = 2.5$
2	500~1000	0.4	1000	$2.5 + (1000 - 500) \times 0.4\% = 4.5$
3	1000~3000	0.3	3000	$4.5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 10.5$
4	3000~5000	0.2	5000	$10.5 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 13.5$
5	5000~10000	0.1	10000	$13.5 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 18.5$
6	>10000	0.05	15000	$18.5 + (15000 - 10000) \times 0.05\% = 21$

注：计费基数小于 100 万元时，按计费基数的 1.0% 计取。

(2) 工程监理费：以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。见表 7-9。

表 7-9 工程监理费计费标准

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤180	4
2	500	10
3	1000	18
4	3000	45
5	5000	70
6	10000	120

注：计费基数大于 1 亿时，按计费基数的 1.20% 计取。

(3) 竣工验收费

竣工验收费 = 工程验收费 + 项目决算编制与审计费

1) 工程验收费：以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。见表 7-10。

表 7-10 工程验收费计费标准

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤180	1.7	180	$180 \times 1.7\% = 3.06$
2	180~500	1.2	500	$3.06 + (500 - 180) \times 1.2\% = 6.9$

3	500~1000	1.1	1000	$6.9+(1000-500)\times 1.1\%=12.4$
4	1000~3000	1.0	3000	$12.4+(3000-1000)\times 1.0\%=32.4$
5	3000~50000	0.9	5000	$32.4+(5000-3000)\times 0.9\%=50.4$
6	5000~10000	0.8	10000	$50.4+(10000-5000)\times 0.8\%=90.4$
7	>10000	0.7	15000	$90.4+(15000-10000)\times 0.7\%=125.4$

2) 项目决算编制与审计费：以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。见表 7-11。

表 7-11 项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤500	1.0	500	$500\times 1.0\%=5$
2	500~1000	0.9	1000	$5+(1000-500)\times 0.9\%=9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5+(3000-1000)\times 0.8\%=25.5$
4	3000~50000	0.7	5000	$25.5+(5000-3000)\times 0.7\%=39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5+(10000-5000)\times 0.6\%=69.5$
6	>10000	0.5	15000	$69.5+(15000-10000)\times 0.5\%=94.5$

(4) 项目管理费：以工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。见表 7-12。

表 7-12 项目管理费计费标准

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤500	1.5	500	$500\times 1.5\%=7.5$
2	500~1000	1.0	1000	$7.5+(1000-500)\times 1.0\%=12.5$
3	1000~3000	0.5	3000	$12.5+(3000-1000)\times 0.5\%=22.5$
4	3000~50000	0.3	5000	$22.5+(5000-3000)\times 0.3\%=28.5$
5	5000~10000	0.1	10000	$28.5+(10000-5000)\times 0.1\%=33.5$
6	>10000	0.08	15000	$33.5+(15000-10000)\times 0.08\%=37.5$

3、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

(1) 矿山地质环境监测费

矿山地质环境监测费主要包括地质灾害监测、含水层监测、水土环境污染监测、地形地貌景观监测。

1) 地质灾害监测

主要指岩石移动区塌陷和地裂缝监测和崩塌、滑坡、泥石流监测以及人工巡查，岩石移动区塌陷和地裂缝监测和崩塌、滑坡、泥石流监测单价为 100 元/次，人工巡查单价为 200 元/次，在矿区排土场、露天采场等地质灾害易发区域共布置监测点 21 个（其中排土场 6 个，露天采场 15 个）。监测时段从矿山恢复治理基准期到矿山地质环境治理恢复结束，共计 13.2 年，每季度监测 1 次，汛期加密监测 3 次，每年 7 次。巡视主要采用人工观测、拍照和记录的方法，每月开展 1 次，汛期（6-8 月）加强巡视一次，每年巡视 15 次。

2) 含水层监测

主要指露天采场、采矿工业场地、办公生活区等单元对含水层的影响，对矿区内地下水水位、水量及水质进行监测。水位监测：重点监测基岩含水层的地下水水位。水质监测项目主要有：pH 值、水温、悬浮物、硫化物、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、六价铬、汞、COD、BOD、挥发酚、石油类等。水位监测单价为 50 元/次，水质监测单价为 800 元/次。含水层破坏修复工程主要为监测，本次地下水动态观测点 3 处分别为矿区 3 口水文井，监测 38 年，每 2 个月监测一次。地下水水质监测点 5 处分别为矿区 3 口水文井以及排土场 1 号沉淀池，矿坑排水。监测 38 年，每 6 个月监测一次。

3) 水土环境污染监测

主要指露天采场、采矿工业场地、办公生活区生产对水土环境造成的污染情况，监测频率为 1 次/年。其中采矿工业场地、东风井、西风井由于矿山基建期与露天开采期间 13.2a 不建设不对水土环境破坏前期不监测，监测项目：包括 pH、Hg、Pb、Cu、As、Zn 等指标。单价为 600 元/次。

4) 地形地貌景观破坏监测

采用无人机遥感技术对区内的地形地貌损毁情况进行监测，遥感识别则每年一次，选用 7、8 月份植被生长较好时段的影像，进行解译对比，监测面积为评估区范围 249.25hm²，单价为 1000 元/km²。

(2) 土地复垦监测与管护费

1) 土地复垦监测费

本项目监测费主要是针对复垦区土地损毁监测、复垦后土壤质量和复垦效果监测所发生的费用。

本方案复垦效果监测主要土地损毁监测、土壤质量监测、植被恢复效果监测。其中：土地损毁监测主要采用人工巡查监测，对评估区范围内进行区域监测，平均估算为 150 元/次；土壤质量监测共布设 6 处监测点，考虑人工、采样设施，监测以监测点计，监测平均估算为 400 元/点次，复垦植被监测对评估区范围内复垦区域监测，1000 元/点次。

2) 土地复垦管护费

管护费参照市场询问价格管护价格，本方案管护单价 800 元/hm²。

4、预备费

(1) 基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本项目按工程施工费和其他费用之和的 6.0% 计取。

(2) 价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。计算公式：

$$\text{价差预备费} = \sum P \times \left[(1+i)^{(n-1)} - 1 \right]$$

式中：P—每年静态投资总额（元）

i—年工程造价增长率（%）

n—方案服务年限（年）

结合项目自身特点及物价上涨指数，i 取 6%。

(3) 风险

风险金是指可预见而且目前技术上无法完全避免的矿山地质环境恢复治理与土地复垦过程中可能发生风险的备用金。根据本复垦方案的特点，金属矿山开采地表塌陷存在不可预测性、塌陷影响风险较大，风险金按工程施工费和其他费用之和的 5.0% 计算。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

(一) 总工程量与投资估算

本方案矿山地质环境治理工程以地质环境监测和崩塌、滑坡地质灾害治理为主，方案服务期内矿山地质环境治理工程量汇总见表 7-13。

表 7-13 矿山地质环境治理工程量汇总表

序号	工程项目	单位	工程量	备注
一	地质环境保护与土地复垦预防			
(一)	露天采场			
1	防护围栏	m	2568	
2	警示牌	块	28	
3	清除危岩体	m ³	55698	
4	截水沟	m ³	7568.64	
5	挡土墙	m ³	3713.2	
6	边坡整形	m ³	6750	
(二)	地下开采充填			
1	混凝土体积	m ³	734.44	
2	钢筋	t	8.44	
3	挡墙体积	m ³	288	
4	水泥注浆	m ³	578.91	
5	尾砂	m ³	90770.73	
(三)	排土场			
	拦挡坝	m ³	18525	
	截水沟	m ³	1633.68	
	沉淀池	m ³	324	
二	矿山地质环境监测			
(一)	地质灾害监测			
	崩塌、滑坡泥石流监测	次	1940	
	采动影响范围监测点	次	2604	
	人工巡查	次	570	
(二)	含水层监测			
	水位监测	次	684	
	水质监测	次	380	
(三)	地形地貌监测			
	地形地貌破坏监测		32	
(四)	水土污染监测	次		
	土壤监测	次	114	

二号地村石墨矿矿山地质环境治理工程总投资为 7179.22 万元，其中静态投资 2642.52 万元，价差预备费 4536.73 万元。详见表 7-14。

表 7-14 矿山地质环境治理预算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各费用占总费用的比例 (%)
一	工程施工费	2094.24	29.17
二	其他费用	195.67	2.73
三	监测费	100.7	1.40
四	预备费		0.00
1	基本预备费	137.39	1.91
2	价差预备费	4536.73	63.19
3	风险金	114.50	1.59
五	静态总投资	2642.49	36.81
六	动态总投资	7179.23	100.00

(二) 单项工程量与投资估算

二号地村石墨矿矿山地质环境治理单项工程量及投资资金见表 7-15，详细计算过程见表 7-16~7-22。

表 7-15 矿山地质环境治理工程施工费估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价, 万元	合计, 万元
一	边坡工程				2094.22
1	边坡整形	100m ³	67.50	1612.75	10.89
2	100m ³	100m ³	3.24	744.48	0.24
二	石方工程				
1	清除危岩体	100m ³	556.98	2687.62	149.69
三	砌体工程				
1	截水沟	100m ³	92.02	30006.56	276.12
2	地下充填挡墙	100m ³	185.25	29747.39	551.07
四	混凝土工程				0.00
1	挡土墙	100m ³	37.13	70579.13	262.06
2	沉淀池	100m ³	1.50	70579.13	10.59
3	地下充填顶盖	100m ³	7.34	70579.13	51.83
4	地下充填水泥注浆	100m ³	2.88	70579.13	20.33
五	辅助工程				
1	设置警示牌	块	28.00	52.97	0.15
2	设置网围栏	100m	25.68	3161.13	8.12

3	地下充填钢筋网格	t	8.44	3645.00	3.08
4	地下充填水泥注浆	100m ³	5.79	41251.00	23.88
5	地下充填尾砂	100m ³	907.71	8000.00	726.17
总计					2094.24

表 7-16 矿山地质环境治理工程其他费用估算表 单位：万元

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他
				费用的比例 (%)
1	前期工作费			
1.1	项目勘测与设计费	$93-39) \times (1893.37-1000) \div (3000-1000) + 39$	68.54	35.03
1.2	项目招标代理费	$4.5 + (1893.37-1000) \times 0.3\%$	7.78	3.98
2	工程监理费	$(45-18) \times (1893.37-1000) \div (3000-1000) + 18$	59.77	30.55
3	竣工验收费			0.00
3.1	工程验收费	$12.4 + (1893.37-1000) \times 1.0\%$	23.34	11.93
3.2	项目决算编制与审计费	$9.5 + (1893.37-1000) \times 0.8\%$	18.25	9.33
4	项目管理费	$12.5 + (1893.37-1000) * 0.5\%$	17.97	9.18
			195.67	100.00
总计			68.54	35.03

表 7-17 基本预备费与风险金估算表 单位：万元

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	小计	费率 (%)	合计
1	基本预备费	2094.24	195.67	2289.91	6.00	137.39
2	风险金	2094.24	195.67	2289.91	5.00	114.50

表 7-18 矿山地质环境监测费估算表

监测类型	监测项目	单位	数量	单价 (元)	小计 (万元)
地质灾害监测	崩塌、滑坡泥石流监测	次	1940	100	19.4
	采动影响范围监测点	次	2604	100	26.04
	人工巡查	次	570	200	11.4

含水层监测	水位监测	次	684	50	3.42
	水质监测	次	380	800	30.4
水土环境污染监测	土壤监测	次	114	600	6.84
地形地貌景观监测		次	32	1000	3.2
合计					100.7

表 7-19 各年度矿山地质环境治理工程施工费估算表

年度	治理措施	单位	工程量	单价, 元	合计, 万元
2025.6~2026.5	警示牌	块	28.00	52.97	0.15
	防护围栏	m	2568.00	31.61	8.12
	清除危岩体	m ³	3702.72	26.88	9.95
	截水沟	m ³	2136.84	300.07	64.12
	挡土墙	m ³	246.84	705.79	17.42
	边坡整形	m ³	448.68	16.13	0.72
	设置拦挡坝	m ³	18525	297.47	551.07
	沉淀池	m ³	324	334.20	10.83
	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	100.00	1.05
	人工巡查	次	15	200.00	0.30
	水位监测	次	18	50.00	0.09
	水质监测	次	10	800.00	0.80
	地形地貌破坏监测	次	1	1000.00	0.10
	土壤污染监测	次	3	600.00	0.18
2026.6~2027.5	清除危岩体	m ³	2468.48	26.88	6.63
	截水沟	m ³	335.44	300.07	10.07
	挡土墙	m ³	164.56	705.79	11.61
	边坡整形	m ³	299.12	16.13	0.48
	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	100.00	1.05
	人工巡查	次	15	200.00	0.30
	水位监测	次	18	50.00	0.09

	水质监测	次	10	800.00	0.80
	地形地貌破坏监测	次	1	1000.00	0.10
	土壤污染监测	次	3	600.00	0.18
2027.6~2028.5	清除危岩体	m ³	6171.2	26.88	16.59
	截水沟	m ³	838.6	300.07	25.16
	挡土墙	m ³	411.4	705.79	29.04
	边坡整形	m ³	747.8	16.13	1.21
	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	100.00	1.05
	人工巡查	次	15	200.00	0.30
	水位监测	次	18	50.00	0.09
	水质监测	次	10	800.00	0.80
	地形地貌破坏监测	次	1	1000.00	0.10
	土壤污染监测	次	3	600.00	0.18
2028.6~2029.5	清除危岩体	m ³	12581.2	26.88	33.81
	截水沟	m ³	1720.2	300.07	51.62
	挡土墙	m ³	845.8	705.79	59.70
	边坡整形	m ³	1545.2	16.13	2.49
	崩塌、滑坡泥石流监测	次	105	100.00	1.05
	人工巡查	次	15	200.00	0.30
	水位监测	次	18	50.00	0.09
	水质监测	次	10	800.00	0.80
	地形地貌破坏监测	次	1	1000.00	
	土壤污染监测	次	3	600.00	0.18
2029.6~2030.5	清除危岩体	m ³	5932.4	26.88	15.94
	截水沟	m ³	795.6	300.07	23.87

	挡土墙	m ³	388.4	705.79	27.41
	边坡整形	m ³	698.2	16.13	1.13
	崩塌、滑坡 泥石流监测	次	105	100.00	1.05
	人工巡查	次	15	200.00	0.30
	水位监测	次	18	50.00	0.09
	水质监测	次	10	800.00	0.80
	地形地貌破 坏监测	次	1	1000.00	0.10
	土壤污染监 测	次	3	600.00	0.18
中远期（20 30年6月~2 063年5月）	清除危岩体	m ³	24842	26.88	66.77
	截水沟	m ³	3375.64	300.07	101.29
	挡土墙	m ³	1656.2	705.79	116.89
	边坡整形	m ³	3011	16.13	4.86
	混凝土体积	m ³	734.44	705.79	51.84
	钢筋	t	8.44	3645.00	3.08
	挡墙体积	m ³	288	705.79	20.33
	水泥注浆	m ³	578.91	412.51	23.88
	尾砂	m ³	90770.73	80.00	726.17
	崩塌、滑坡 泥石流监测	次	1415	100.00	14.15
	采动影响范 围监测点	次	2604	100.00	26.04
	人工巡查	次	495	200.00	9.90
	水位监测	次	594	50.00	2.97
	水质监测	次	330	800.00	26.40
	地形地貌破 坏监测	次	27	1000.00	2.70
	土壤污染监 测	次	99	600.00	5.94
合计					2194.84

表 7-20 矿山地质环境治理各年度静态投资费用估算表 单位：万元

年度	工程施工 费	其他费用	监测管护 费	基本预备 费	风险金	合计
2025.6~2026.5	662.38	61.89	2.52	43.46	36.21	806.46
2026.6~2027.5	28.80	2.69	2.52	1.89	1.57	37.47
2027.6~2028.5	71.99	6.73	2.52	4.72	3.94	89.90
2028.6~2029.5	147.62	13.79	2.52	9.68	8.07	181.69
2029.6~2030.5	68.36	6.39	2.52	4.48	3.74	85.48
中远期	1115.09	104.18	88.10	73.16	60.96	1441.50
合计	2094.24	195.67	100.70	137.39	114.50	2642.49

表 7-21 矿山地质环境治理价差预备费估算表 单位：万元

年限	静态年投资 I_n	物价指数 i	系数 $(1+i)^n$ -1 -1	价差预备费
2025.6~2026.5	806.46	0.06		0.00
2026.6~2027.5	37.47		0.06	2.25
2027.6~2028.5	89.90		0.12	10.79
2028.6~2029.5	181.69		0.19	34.52
2029.6~2030.5	85.48		0.26	22.23
中远期	1441.50		0.34-8.15	4466.94
合计	2642.49			4536.73

表 7-22 矿山地质环境治理主要工程单价计算表

序号	项目名称	定额编号	单价, 元/100m ³					
			直接费用	间接费用	利润	材料差价	税金	小计
1	1.2m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 (运距 0~0.5km)	10147	1100.81	55.04	34.68	289.05	133.16	1612.75
2	1.2m ³ 挖掘机装石碴自卸汽车运输 (运距 0~0.5km)	20294	1846.32	92.32	58.16	468.90	221.91	2687.62
3	浆砌块石 (截水沟)	30015	21570.92	1078.55	679.48	4200.00	2477.61	30006.56
4	悬臂式挡土墙	40002	59307.10	3558.43	1885.97	0.00	5827.63	70579.13
5	土方工程 (沉淀池)	10137	306.22	15.31	9.65	351.84	61.47	744.48
6	混凝土工程 (沉淀池)	40002	59307.10	3558.43	1885.97	0.00	5827.63	70579.13
7	混凝土拌制	40052	3680.34	220.82	117.03	0.00	361.64	4379.83
8	混凝土运输	40077	2176.89	130.61	69.23	0.00	213.91	2590.64
9	拦挡坝	30017	20529.87	1067.55	672.56	4200.00	2456.21	29747.39
10	标志牌 C	60009	44.94	2.25	1.42	0.00	4.37	52.97, 元/块
11	封禁围栏	60016	2681.57	134.08	84.47	0.00	261.01	3161.13, 元/ m

三、土地复垦工程经费估算

(一) 总工程量与投资估算

本方案服务期内复垦工程包括表土剥离、清扫、危岩体清运、石粉清运、覆土、土壤改良、平整、播撒草籽以及种植乔木等工程，工程量汇总见表 7-23。

表 7-23 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	工程项目	单位	工程量	备注
一	土地复垦前期工程			
(一)	复垦前期工作			
1	表土剥离	m ³	521397	
(二)	复垦过程工作			
1	清扫	m ³	2810	
2	拆除清运	m ³	21486.06	
3	覆土	m ³	497571	
4	土壤改良	hm ²	115.38	
5	平整	m ³	497571	
6	播种农作物	hm ²	49.25	
7	播撒草种	hm ²	39.71	
8	种植榆树	株	66050	
9	种植爬山虎	株	12377	
二	土地复垦监测工作量			
1	土地损毁监测	次	32	
2	植被复垦监测	次	80	
3	土壤质量监测	次	80	

二号地村石墨矿矿山土地复垦工程动态投资估算共 8419.25 万元。其中静态投资 3118.82 万元，差预备费 5300.42 万元，详见表 7-24。详细计算过程见表 7-25~7-42。

表 7-24 矿山土地复垦预算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各费用占总费用的比例 (%)
一	工程施工费	2600.58	30.89
二	其他费用	202.34	2.40
三	监测管护费	7.60	0.09
四	预备费		0.00
1	基本预备费	168.17	2.00
2	价差预备费	5300.42	62.96

3	风险金	140.15	1.66
五	静态总投资	3118.82	37.04
六	动态总投资	8419.25	100.00

(二) 单项工程量与投资估算

二号地村石墨矿矿山土地复垦单项工程量及投资金额见表 7-25，计算过程详见表 7-26~41

表 7-25 矿山土地复垦工程施工费估算表 单位：万元

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
一	土方工程				
1	清扫	100m ³	28.10	3505.56	9.85
2	表土剥离(1~1.5km)	100m ³	5213.97	1978.01	1031.33
6	覆土	100m ³	4975.71	1977.85	984.12
7	平整	100m ³	4975.71	272.55	135.61
二	石方工程				0.00
1	清运(3~4km)	100m ³	214.86	3944.73	84.76
三	植物工程				0.00
1	种植农作物	hm ²	49.25	9334.33	45.97
2	播撒草籽	hm ²	39.71	7194.46	28.57
3	种植爬山虎	100 株	123.77	462.83	5.73
4	种植榆树	100 株	660.50	4071.53	268.92
5	土壤改良	hm ²	115.38	494.64	5.71
总计		2600.58		总计	

表 7-26 矿山土地复垦工程其他费用估算表 单位：万元

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例(%)
1	前期工作费			
1.1	项目勘测与设计费	$93-39) \times (1461.92-1000) \div (3000-1000) + 39$	82.22	40.63
1.2	项目招标代理费	$4.5 + (1461.92-1000) \times 0.3\%$	9.30	4.60

2	工程监理费	$(45-18) \times (1461.92-1000) \div (3000-1000) + 18$	39.61	19.57
3	竣工验收费			0.00
3.1	工程验收费	$12.4 + (1461.92-1000) \times 1.0\%$	28.41	14.04
3.2	项目决算编制与审计费	$9.5 + (1461.92-1000) \times 0.8\%$	22.30	11.02
4	项目管理费	$12.5 + (1461.92-1000) * 0.5\%$	20.50	10.13
	总计		202.34	100.00

表 7-27 基本预备费与风险金估算表 单位：万元

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	小计	费率（%）	合计
1	基本预备费	2600.58	202.34	2802.91	6.00	168.17
2	风险金	2600.58	202.34	2802.91	5.00	140.15

表 7-28 矿山土地复垦监测费估算表

监测项目	单位	数量	单价（元）	小计（万元）
土地损毁监测	次	32	1000	3.2
植被复垦监测	次	80	150	1.2
土壤质量监测	次	80	400	3.2
合计				7.6

表 7-29 各年度矿山土地复垦工程施工费估算表 单位：万元

年度	治理措施	单位	工程量	单价	合计
2025.6~2026.5	表土剥离	m ³	511157.00	19.78	1011.08
	土地损毁监测	次	1.00	1000.00	0.10
2026.6~2027.5	清扫	m ³	373.62	35.06	1.31
	覆土	m ³	15808.90	19.78	31.27
	土壤改良	hm ²	5.27	494.64	0.26
	平整	m ³	15808.90	2.73	4.31
	播撒草种	hm ²	5.27	7194.46	3.79

	种植爬山虎	株	1649.00	4.63	0.76
	植被复垦监测	次	1.00	150.00	0.02
	土壤质量监测	次	1.00	400.00	0.04
	土地损毁监测	次	1.00	1000.00	0.10
2027.6~2028.5	清扫	m ³	342.49	35.06	1.20
	覆土	m ³	14491.50	19.78	28.66
	土壤改良	hm ²	4.83	494.64	0.24
	平整	m ³	14491.50	2.73	3.95
	播撒草种	hm ²	4.83	7194.46	3.47
	种植爬山虎	株	1509.00	4.63	0.70
	植被复垦监测	次	1.00	150.00	0.02
	土壤质量监测	次	1.00	400.00	0.04
	土地损毁监测	次	1.00	1000.00	0.10
2028.6~2029.5	清扫	m ³	591.57	35.06	2.07
	覆土	m ³	25030.80	19.78	49.51
	土壤改良	hm ²	8.34	494.64	0.41
	平整	m ³	25030.80	2.73	6.82
	播撒草种	hm ²	8.34	7194.46	6.00
	种植爬山虎	株	2605.00	4.63	1.21
	植被复垦监测	次	1.00	150.00	0.02
	土壤质量监测	次	1.00	400.00	0.04
	土地损毁监测	次	1.00	1000.00	0.10
2029.6~2030.5	清扫	m ³	249.08	35.06	0.87
	覆土	m ³	10539.30	19.78	20.85
	土壤改良	hm ²	3.51	494.64	0.17
	平整	m ³	10539.30	2.73	2.87
	播撒草种	hm ²	3.51	7194.46	2.53
	种植爬山虎	株	1097.00	4.63	0.51
	植被复垦监测	次	1.00	150.00	0.02
	土壤质量监测	次	1.00	400.00	0.04
	土地损毁监测	次	1.00	1000.00	0.10
中远期	表土剥离	m ³	10240.00	19.78	20.25

(2030年 6月~206 3年5 月)	清扫	m ³	1253.26	35.06	4.39
	拆除清运	m ³	21480.06	39.45	84.73
	覆土	m ³	431705.94	19.78	853.85
	土壤改良	hm ²	93.43	494.64	4.62
	平整	m ³	431705.94	2.73	117.66
	播种农作物	hm ²	49.25	9334.33	45.97
	播撒草种	hm ²	17.76	7194.46	12.78
	种植榆树	株	66050.00	40.72	268.92
	种植爬山虎	株	5520.00	4.63	2.55
	植被复垦监测	次	76.00	150.00	1.14
	土壤质量监测	次	76.00	400.00	3.04
	土地损毁监测	次	27.00	1000.00	2.70
合计					2608.17

表 7-30 矿山土地复垦各年度静态投资费用估算表 单位：万元

年度	工程施工 费	其他费用	监测管护 费	基本预备 费	风险金	合计
2025.6~2026.5	1011.08	78.67	0.1	65.38	54.49	1209.71
2026.6~2027.5	41.70	3.24	0.155	2.70	2.25	50.05
2027.6~2028.5	38.22	2.97	0.155	2.47	2.06	45.89
2028.6~2029.5	66.02	5.14	0.155	4.27	3.56	79.14
2029.6~2030.5	27.80	2.16	0.155	1.80	1.50	33.41
中远期	1415.74	110.15	6.88	91.55	76.29	1700.63
合计	2600.57	202.34	7.60	168.17	140.15	3118.82

表 7-31 矿山土地复垦价差预备费估算表 单位：万元

年限	静态年投资 In	物价指数 i	系数 (1+i) ⁿ -1 -1	价差预备费
2025.6~2026.5	1209.715	0.06	0	0.00
2026.6~2027.5	50.045		0.06	8.06
2027.6~2028.5	45.886		0.12	0.00
2028.6~2029.5	79.141		0.19	5.91
2029.6~2030.5	33.411		0.26	16.52
中远期	1700.626		0.34-8.15	5269.94

合计	3118.823		0	5300.42
----	----------	--	---	---------

表 7-32 清扫

定额编号：10048

金额单位：元/100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2648.42
(一)	直接工程费				2546.56
1	人工费				1327.41
1.1	甲类工	工日	0.90	94.15	84.73
1.2	乙类工	工日	16.80	73.50	1234.76
1.3	其他人工费	%	0.60	1319.49	7.92
2	机械费				1219.15
2.1	推土机 59kW	台班	0.06	590.28	35.42
2.2	自卸汽车 8t	台班	1.60	735.29	1176.46
2.3	其他机械费	%	0.60	1211.88	7.27
(二)	措施费	%	4.00	2546.56	101.86
二	间接费	%	5.00	2648.42	132.42
三	利润	%	3.00	2780.84	83.43
四	材料价差				351.84
(一)	柴油	kg	77.84	4.52	351.84
五	税金	%	9.00	3216.11	289.45
合 计					3505.56

表 7-33 1.2m³ 挖掘机挖装自卸汽车运土（运距 1~1.5km）表土剥离

定额编号：10149

金额单位：元/100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1352.61
(一)	直接工程费				1300.59
1	人工费				78.21
1.1	甲类工	工日	0.10	94.15	9.41
1.2	乙类工	工日	0.90	73.50	66.15
1.3	其他人工费	%	3.50	75.56	2.64
2	机械费				1222.38
2.1	挖掘机油动 1.2m ³	台班	0.20	1091.67	218.33

2.2	推土机 59kW	台班	0.15	590.28	88.54
2.3	自卸汽车 12t	台班	1.02	857.03	874.17
2.4	其他机械费	%	3.50	1181.05	41.34
(二)	措施费	%	4.00	1300.59	52.02
二	间接费	%	5.00	1352.61	67.63
三	利润	%	3.00	1420.24	42.61
四	材料价差				351.84
(一)	柴油	kg	77.84	4.52	351.84
五	税金	%	9.00	1814.69	163.32
合 计					1978.01

表 7-34 2m³装载机挖装自卸汽车运土（运距 1~1.5km）覆土

定额编号：10197

金额单位：元/100m³

一	直接费				1386.54
(一)	直接工程费				1333.21
1	人工费				77.83
1.1	甲类工	工日	0.10	94.15	9.41
1.2	乙类工	工日	0.90	73.50	66.15
1.3	其他人工费	%	3.00	75.56	2.27
2	机械费				1255.38
2.1	装载机 2m ³	台班	0.24	1043.20	250.37
2.2	推土机 59kW	台班	0.10	590.28	59.03
2.3	自卸汽车 20t	台班	0.77	1181.07	909.42
2.4	其他机械费	%	3.00	1218.82	36.56
(二)	措施费	%	4.00	1333.21	53.33
二	间接费	%	5.00	1386.54	69.33
三	利润	%	3.00	1455.87	43.68
四	材料价差				315.00
(一)	柴油	kg	69.69	4.52	325.00
五	税金	%	9.00	1851.39	166.62
合 计					1977.85

表 7-35 74kW 推土机推土（运距 10~20m）（一、二类土）平整

定额编号：10220

金额单位：元/100m³

一	直接费				181.55
(一)	直接工程费				174.57
1	人工费				15.21
1.1	乙类工	工日	0.20	73.50	14.70
1.2	其他人工费	%	5.00	14.70	0.51
2	机械费				159.36
2.1	推土机 74kW	台班	0.09	1686.32	151.77
2.2	其他机械费	%	5.00	151.77	7.59
(二)	措施费	%	4.00	174.57	6.98
二	间接费	%	5.00	181.55	9.08
三	利润	%	3.00	190.63	5.72
四	材料价差				53.70
(一)	柴油	kg	11.88	4.52	53.70
五	税金	%	9.00	250.05	22.50
合 计					272.55

表 7-36 2m³装载机装石碴自卸汽车运输（运距 3~4km）危岩体清运

定额编号：20347

金额单位：元/100m³

一	直接费				2705.68
(一)	直接工程费				2601.61
1	人工费				92.97
1.1	甲类工	工日	0.10	94.15	9.41
1.2	乙类工	工日	1.10	73.50	80.85
1.3	其他人工费	%	1.60	90.26	2.71
2	机械费				2508.64
2.1	装载机 2m ³	台班	0.48	1043.20	500.74
2.2	推土机 59kW	台班	0.22	590.28	129.86
2.3	自卸汽车 20t	台班	1.74	1068.13	1858.55
2.4	其他机械费	%	1.60	1218.82	19.50
(二)	措施费	%	4.00	2601.61	104.06
二	间接费	%	5.00	2705.68	135.28
三	利润	%	3.00	2840.96	85.23
四	材料价差				692.83

(一)	柴油	kg	153.28	4.52	692.83
五	税金	%	9.00	3619.02	325.71
合 计					3944.73

表 7-37 种植农作物

定额编号：50022

金额单位：元/hm²

一	直接费				3757.38
(一)	直接工程费				3612.86
1	人工费				2051.53
1.1	乙类工	工日	27.10	73.50	1991.78
1.2	其他人工费	%	0.50	1991.78	59.75
2	机械费				1561.33
2.1	农作物	株	15000.00	0.10	1500.00
2.2	水	m ³	6.80	6.97	47.40
2.3	其他材料费	%	2.50	557.40	13.94
(二)	措施费	%	4.00	3612.86	144.51
二	间接费	%	5.00	3757.38	187.87
三	利润	%	3.00	3945.25	118.36
四	材料价差				4500.00
(一)	农作物	株	15000.00	0.30	4500.00
五	税金	%	9.00	8563.61	770.72
合 计					9334.33

表 7-38 撒播草籽

定额编号：50031

金额单位：元/hm²

一	直接费				3232.19
(一)	直接工程费				3107.88
1	人工费				647.88
1.1	乙类工	工日	8.60	73.50	632.08
1.2	其他人工费	%	2.50	632.08	15.80
2	材料费				2460.00
2.1	草籽	kg	80.00	30.00	2400.00
2.2	其他材料费	%	2.50	2400.00	60.00
(二)	措施费	%	4.00	3107.88	124.32

二	间接费	%	5.00	3232.19	161.61
三	利润	%	3.00	3393.80	101.81
四	材料价差	kg			3104.80
(一)	农作物	kg	80.00	38.81	3104.80
五	税金	%	9.00	6600.42	594.04
合计		7194.46		合计	

表 7-39 土壤改良

定额编号：50038

金额单位：元/100m²

一	直接费				419.60
(一)	直接工程费				403.46
1	人工费				74.60
1.1	乙类工	工日	1.00	73.50	73.50
1.2	其他人工费	%	1.50	73.50	1.10
2	材料费				328.86
2.1	有机肥	kg	900.00	0.36	324.00
2.2	其他材料费	%	1.50	324.00	4.86
(二)	措施费	%	4.00	403.46	16.14
二	间接费	%	5.00	419.60	20.98
三	利润	%	3.00	440.58	13.22
四	材料价差	kg			0.00
五	税金	%	9.00	453.80	40.84
合计					494.64

表 7-40 种植爬山虎

定额编号：50009

金额单位：元/100 株

一	直接费				392.62
(一)	直接工程费				377.52
1	人工费				276.02
1.1	乙类工	工日	3.70	73.50	271.94
1.2	其他人工费	%	1.50	271.94	4.08
2	材料费				101.50
2.1	爬山虎	株	100.00	1.00	100.00
2.2	其他材料费	%	1.50	100.00	1.50

(二)	措施费	%	4.00	377.52	15.10
二	间接费	%	5.00	392.62	19.63
三	利润	%	3.00	412.25	12.37
四	材料价差	kg			0.00
五	税金	%	9.00	424.62	38.22
合 计					462.83

表 7-42 种植榆树

定额编号：50009

金额单位：元/100 株

一	直接费				3453.86
(一)	直接工程费				3321.02
1	人工费				276.02
1.1	乙类工	工日	3.70	73.50	271.94
1.2	其他人工费	%	1.50	271.94	4.08
2	材料费				3045.00
2.1	榆树	株	100.00	30.00	3000.00
2.2	其他材料费	%	1.50	3000.00	45.00
(二)	措施费	%	4.00	3321.02	132.84
二	间接费	%	5.00	3453.86	172.69
三	利润	%	3.00	3626.55	108.80
四	材料价差	kg			0.00
五	税金	%	9.00	3735.35	336.18
合 计					4071.53

四、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

本方案经费估算费用依据矿山地质环境治理工程量和土地复垦进行估算，静态总投资 5761.32 万元。其中工程施工费 4694.82 万元，其他费用 398.01 万元，监测与管护费 108.30 万元，基本预备费 305.57 万元，风险金 254.64 万元。动态总投资 15598.47 万元，价差预备费 9837.15 万元。方案总费用构成见表 7-43。

表 7-43 总费用构成与汇总表，单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各费用占总费用的比例 (%)
一	工程施工费	4694.82	30.15
二	其他费用	398.01	2.56
三	监测管护费	108.30	0.70
四	预备费		0.00
1	基本预备费	305.57	1.96
2	价差预备费	9837.15	63.17
3	风险金	254.64	1.64
五	静态总投资	5761.32	36.99
六	动态总投资	15598.47	100.00

(二) 近期年度经费安排

二号地村石墨矿近期年限为 5 年（2025 年 6 月—2030 年 5 月）。经计算，近期 5 年矿山地质环境保护与土地复垦费用总投资为 2619.19 万元，其中矿山地质环境治理费用 1200.99 万元，土地复垦费用为 1418.20 万元，近期 5 年经费安排见表 7-44。

表 7-44 近 5 年矿山地质环境治理与土地复垦静态投资安排表，单位：万元

时间	矿山地质环境治理	矿山土地复垦	小计
第 1 年	806.46	1209.71	2016.17
第 2 年	37.47	50.05	87.52
第 3 年	89.90	45.89	135.78
第 4 年	181.69	79.14	260.83
第 5 年	85.48	33.41	118.90
合计	1200.99	1418.20	2619.19

各年度工程项目与投资情况前文中已做过具体分析，在此不作赘述。

第八章 保障措施与效益分析

金瑞矿业石墨矿矿山地质环境保护与土地复垦方案，方案切实可行，既满足政府部门的要求，又保证了土地权益人的利益，使该矿山治理、复垦落到实处，资金得到保障。

本方案能满足当地人民的愿望要求，保证项目公正、公开。本节将从组织保障、资金保障、监管措施、技术保障以及公众参与等方面进行描述。

一、组织保障

该项目土地复垦方案报自然资源行政主管部门批准后，由武川县金瑞矿业有限责任公司负责组织实施。为了保证矿山地质环境保护与土地复垦方案顺利实施，建立由矿长为组长、技术科长为副组长、矿山专职地质环境保护和土地复垦管理人员等技术骨干力量为成员组成的管理机构，以负责矿山地质环境保护与土地复垦方案的具体施工、协调和管理工作。矿山地质环境保护与土地复垦管理机构的主要工作职责如下：

1、认真贯彻、执行“预防为主、防复并重”的矿山地质环境保护与土地复垦方针，确保矿山地质环境保护与土地复垦工作的顺利进行，充分发挥矿山地质环境治理工程与土地复垦工程的效益。

2、建立矿山地质环境保护与土地复垦目标责任制，将其列入工程进度、质量考核的内容之一，每年度或每阶段向土地行政主管部门汇报矿山地质环境治理与土地复垦的进展情况，并制定下一阶段的矿山地质环境保护与土地复垦方案详细实施计划。

3、仔细检查、观测矿山生产情况，并了解和掌握现阶段的矿山地质环境保护与土地复垦情况及其落实状况，为管理机构决策本阶段和下阶段的方案与措施提供第一手基础资料，并联系、协调好管理部门和各方的关系，接受土地行政主管部门的监督检查。

4、加强矿山地质环境保护与土地复垦有关法律法规及条例的学习和宣传力度，组织有关工作人员进行环境保护、土地复垦知识和技术培训，做到人人自觉树立起矿山环境治理与复垦意识，人人参与矿山地质环境保护、土地复垦活动中来。

5、在矿山生产和土地复垦施工过程中，定期或不定期对在建或已建的土地复垦工程进行监测随时掌握其施工、绿化成活及生长情况，并进行日常维护养护，建立、

健全各项土地复垦档案、资料，主动积累、分析及整编复垦资料，为土地复垦工程的验收提供相关资料。

二、技术保障

针对项目区内土地复垦的方法，经济、合理、可行、达到合理高效利用土地的目的。

复垦所需的各类材料，一部分可以就地取材，其它所需的材料及设备均可由市场购得，有充分的保障。项目一经批准，项目实施单位必须严格按照总体规划执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，设立专门的办公室，具体负责工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

三、资金保障

本着“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦费用由矿权人筹措。

（一）资金来源

矿权人金瑞矿业作为本项目矿山地质环境保护与土地复垦义务人，应将矿山地质环境治理恢复基金、土地复垦资金足额纳入生产建设成本，逐年计提，确保资金落到实处，专项用于矿山地质环境保护与土地复垦工作的实施。投入资金足额提取，存入专门账户。确保复垦资金足额到位、安全有效。

（二）费用预存

金瑞矿业已建立矿山地质环境治理恢复基金、土地复垦资金专用账户，每年及时足额缴存复垦费用，费用账户按照“企业所有，政府监管，专户存储，专款专用”的原则进行管理。按照企业会计准则等相关规定预计和计提，计入相关资产的入账成本，通过专户专账核算，用于矿山地质环境治理恢复整理和土地复垦的专项资金。资金不足时由矿山企业补齐，当矿权发生转移时，对基金进行约定，以明确矿权转移后的责任主体。

金瑞矿业根据本方案估算分期分批把矿山地质环境治理恢复基金纳入每个年度预算之中，并计入企业成本，由企业统筹用于开展矿山地质环境治理恢复治理和土地复垦工作，期间若国家提出提取资金的具体金额要求则根据国家要求调整。矿业企业的基金提取、使用及矿山地质环境保护与土地复垦方案的执行情况须列入矿权人勘查开采信息公示系统。矿山土地复垦费用应依据批复的矿山地质环境保护与

土地复垦方案及阶段土地复垦计划中确定的费用预存计划，分期预存复垦费用。

（三）资金计提

根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》，矿山企业按照满足实际需求的原则，根据矿山地质环境保护与土地复垦方案将矿山地质环境治理恢复费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，在预计开采年限内，按照产量比例等方法摊销，计入相关资产的入账成本，该费用计入生产成本。《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》规定，基金按年度提取，年度基金提取额按照矿类计提基数、露天开采影响系数、地下开采影响系数、土地复垦难度影响系数、地区影响系数、煤矿价格影响系数、上一年度实际生产矿石量综合确定。正式投产一年后应根据正式投产年度实际生产矿石量和基建期的采出矿石量累加计提基金，以后年度按上一年度实际生产矿石量计提基金。

本矿位于武川县西乌兰不浪镇 230°方向 25km，东距武川县政府所在地（可可以力更镇）160°方向 40km，行政区划隶属内蒙古自治区武川县西乌兰不浪镇管辖。矿山开采方式为露天+地下，开采规模 200 万吨/年，露天开采深度+1730.00m 至+1502 m，矿山服务年限为 33.4 年（含基建期 2 年）。

矿类计提基数为 2.5 元/吨，露天开采影响系数为 2.5，土地复垦难度影响系数为林地 1.2、草地 1.0，地区影响系数 0.9。

年度基金提取额=矿类计提基数×露天开采影响系数（或地下开采影响系数）×土地复垦难度影响系数×地区影响系数×上一年度生产矿石量，本矿山首年生产期为半年，经计算为 675 万元。

依据《土地复垦条例实施办法》，第一次计提的基金不得少于矿山地质环境保护与土地复垦总投资费用的 20%，经计算为 1152.26 万元。而本项目首年提取费用为 2016.17 万元，大于规定的第一年计提金额，因此首年按实际估算提取。剩余年限每次提取的资金量按照本方案的动态投资提取计划执行。

本方案计算动态投资 15598.47 万元，矿山将从本方案通过部审查后预存土地复垦费用。矿山关闭前一年完成全部基金计提。预计企业每年的复垦资金计提资金见表 8-1。

表 8-1 年度地质环境治理与土地复垦资金预存安排表，单位：万元

年度	地质环境治理动态投资	土地复垦动态投资	年度预存额
----	------------	----------	-------

2025.6~2026.5	806.46	1209.71	2016.17
2026.6~2027.5	39.72	58.10	97.82
2027.6~2028.5	100.68	45.89	146.57
2028.6~2029.5	216.21	85.05	301.26
2029.6~2030.5	107.71	49.93	157.64
中远期	5908.44	6970.56	12879.01
合计	7179.22	8419.25	15598.47

（四）基金监管

各级自然资源主管部门会同环境保护部门应建立动态化的监管机制，加强对企业矿山地质环境治理恢复的监督检查，将矿山企业的基金提取、使用及矿山地质环境保护与治理方案的执行情况列入矿业权人勘查开采信息公示系统。对于未按照矿山地质环境保护与土地复垦方案开展恢复治理工作的企业，列入矿业权人异常名录或严重违法失信名单，责令其限期整改，逾期不整改或整改不到位的，不得批准其申请新采矿许可证或者申请采矿许可证延期、变更、注销，不得批准其申请新的建设用地，对于拒不履行矿山地质环境恢复治理义务的企业，将其违法违规信息建立信用记录，纳入全国信用信息共享平台。

（五）资金使用

矿山地质环境保护与恢复治理义务人缴纳的费用专项用于矿山地质环境保护与恢复治理工作，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用，县级以上地方人民政府自然资源主管部门有权加强对治理义务人使用费用的管理。基金由企业自主使用，根据矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算，工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的矿区地面塌陷、地形地貌景观破坏、地下含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿山地质环境监测等方面。

（六）资金审计

矿山地质环境保护与恢复治理义务人应按年度对矿山地质环境保护与恢复治理资金使用情况进行内部审计，并将审计结果于每年的12月31日前报送县级以上地方人民政府自然资源主管部门，县级以上地方人民政府自然资源主管部门应依据审计制度安排相关审计人员对土地复垦资金执行情况进行审计或复核。

（七）矿山企业责任及义务

根据“谁破坏，谁治理”的原则，矿山企业承担该矿山地质环境保护和土地复垦的

所有费用，按照有关规定列入企业生产成本。按有关规定，按时足额缴存治理基金。该项基金将设立专用账户，实行专款专用，保障项目保质保量的顺利实施和如期完成。本矿山因开采年限长，在实际矿山地质环境保护与恢复治理过程中，因物价上涨等因素，导致资金不足，矿山地质环境治理责任主体应当追加资金，以保证矿山地质环境保护治理能够完成。

四、监管保障

（一）竣工验收和监督管理

矿权人承诺将严格依据国家法律法规和政策要求，在本方案的总体指导下，制订近期、中远期和年度实施计划。若遇企业生产规划、矿山地质环境和土地损毁情况等因素发生重大变化时，将对本方案进行修订或重新编制。若在本方案服务期限内矿业权发生变更，则治理与复垦责任与义务将随之转移到下一个矿业权单位。

参与项目勘察、设计、施工及管理的单位，必须具备国家规定的资质条件，取得相应的资质证书；项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，做到责任明确，奖罚分明；施工所需材料须经质检部门验收合格后方可使用；工程竣工后，将及时报请自然资源行政主管部门，由自然资源行政主管部门组织专家按照制定的标准进行验收。

（二）监督检查

对土地行政监督管理部门在监督检查中发现的问题要立即进行整改，对不符合设计要求或质量要求的工程，责令施工单位重建直至达到要求为止。

矿山地质环境治理与土地复垦主管部门加强联系和协作，接受主管部门的技术指导和监督检查，定期向土地行政主管部门汇报施工进度，工程完工及时验收，按时投入使用，真正做到建设项目“三同时”。

对土地复垦资金，矿山首先进行内部审计，对土地复垦资金的支出情况及有关土地复垦工作进行审查。审计人员按照土地复垦工作的先后顺序和会计核算程序，依次审核和分析会计凭证、会计账簿和会计报表。除此之外，对土地复垦资金还要进行外部审计，外部审计由公司土地复垦管理机构申请松山区自然资源主管部门组织和监督，委托会计事务所审计，审计内容包括复垦年度资金预算是否合理，复垦资金使用情况月度报表是否真实；复垦年度资金预算执行情况以及年度复垦资金收支情况；阶段复垦资金收支及使用情况；确定资金的会计记录正确无误；金额正确，计量无误，明细账和总账一致，是否有被贪污或挪用现象。

五、效益分析

（一）社会效益分析

通过矿山地质环境治理、土地复垦工程的实施，主要带来的社会效益如下：

（1）治理及复垦工作增加当地劳动就业岗位。治理及复垦工作需要大量甲类、乙类用工，本项目矿山地质环境保护与土地复垦工作的开展可以为当地增加多个就业岗位，增加农牧民收入，稳定就业市场，发挥良好的社会效益。

（2）有利于矿区及附近相关企业的生产。矿山治理及复垦工作的开展，可以推动周围相关园林、绿化和安装等企业的发展，有利于促进相关产业链条的形成，对当地社会产业链条的健全，产业结构的调整都有积极推动作用，有效拉动当地内需，刺激工业消费的增长，从而实现当地社会经济的可持续发展，使企业和当地群众获得最大的经济、社会效益。

（3）有效改善矿区整体社会环境。矿山治理及复垦工作的开展，有效恢复植被，不仅防治了区域水土流失和土地沙化面积的扩大，而且将会提高当地群众的生产、生活质量，改善土地利用结构并且确保了土地资源的可持续利用、发挥生态系统的功能、合理利用土地、提高环境容量、打造绿色生态景观。

（4）资源经济哺育社会功能。矿区人口较少，社会生产力低下。资源开采必将为当地带来一系列与开矿工业相关的技术、人员，这些工业技术以不同的方式影响促进当地的生产力，当地社会生产力的提高能够确实有效地改善社会环境，从这一点上看，开采的积极作用大于损毁的消极作用。矿山治理及复垦各项工作的开展，就是为了最大程度地消减开采损毁的消极作用，使得矿山开采的积极作用得以更好地凸显，造福当地群众，造福子孙后代。

（二）环境效益分析

矿山地质环境保护与土地复垦的实施将使植被恢复，修复地形地貌景观，基本消除地质灾害的威胁，减少矿山采矿活动带来的水土流失，减轻对周边地下水环境的污染，创造良好的生态环境。实施矿山地质环境保护与土地复垦方案后，会取得好的环境效益，符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

（三）经济效益分析

矿山地质环境治理工程是防灾工程，防灾工程是防治和减轻正在或可能发生的各种灾害为主要目的的工程。防灾工程的经济效益主要由减灾效益和增值效益两部

分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅，或只有减灾效益而没有增值效益。

六、公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦的公众参与包括了方案编制前、编制期间、实施阶段、验收阶段和土地权属调整的参与。它是收集当地土地管理部门和金瑞石墨矿周边区域公众对矿山开采过程中占地及开展后期地质环境保护与土地复垦工作的意见和建议，以及金瑞石墨矿矿山地质环境保护与土地复垦的可行性，同时监督矿山地质环境保护与土地复垦工作的顺利实施，实现金瑞石墨矿矿山地质环境保护与土地复垦的民主化、公众化，从而有利于最大限度地发挥矿山地质环境保护与土地复垦的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

在本方案编制过程中，为增强公众对土地复垦的认同感，增强矿山地质环境保护与土地复垦方案的合理性和适用性，提高公众参与土地复垦的积极性，本方案编制单位多次征求当地群众及自然资源主管部门的意见，并通过访谈、发放公众参与调查问卷表的形式开展本方案编制的公众参与工作。

在金瑞矿业有限责任公司工作人员的陪同下，方案编制人员踏勘了本项目生产建设造成的土地损毁区域，听取了调查对象的意见，得到了他们的大力支持。

通过调查，调查对象主要提出了以下几点问题和意见：一是担心矿山开采期间废水、废气等污染问题；二是担心矿山开采对地表土壤、原有植被等造成损毁；三是希望能改善当地的自然生态环境。

1、公众参与环节

土地复垦方案的公众参与包括了全程参与和全面参与；公众参与的环节包括方案编制前期和方案编制期间；公众参与的对象包括东柜村土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人等；公众参与的内容包括利益人尤其感兴趣的矿山地质环境保护措施、土地复垦方向、配套设施、复垦效果等。项目建设单位和编制人员走访了工程涉及的村庄和群众，广泛征询了项目区所在东柜村村委和村民的意见及建议，村民一致同意本复垦方案的标准、目标和措施等。

公众参与统计见表 8-2。

表 8-2 公众参与人员信息统计表

姓名	身份证号	电话	所在村庄	对本方案的意见
陈兰贞	*****	*****	东柜村	同意
王二五	*****	*****	东柜村	同意

王二连	*****	*****	东柜村	同意
李应台	*****	*****	东柜村	同意
赵文弼	*****	*****	东柜村	同意

2、公众参与形式

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案编制中的公众参与方法主要为问卷调查。在方案编制前期，我们编制单位走访到各个土地权利人，向他们讲述矿山地质环境保护与土地复垦法律法规及矿山地质环境保护与土地复垦意义，并征询他们对各损毁区复垦与治理的意见。方案编制过程中，编制单位和矿山企业向东柜村村民讲授矿山地质环境保护与土地复垦知识，并介绍本矿山的矿山地质环境保护与土地复垦方案。

案编制完成后，矿山企业与方案编制单位在东柜村村委门口公示项目的基本情况及矿山地质环境治理与土地复垦的方向和效果，与村民代表详细讲解讨论方案编制内容。公示基本情况见图 8-1~8-2；讨论图 8-3-8-4。

图 8-1 东柜村公示基本情况

图 8-2 东柜村公示照片

图 8-3 讨论讲解照片

图 8-4 讨论讲解照片

3、公众参与结果

为更好地掌握东柜村直接利益人对本矿山地质环境保护与土地复垦方案的态度，我们针对本矿山地质环境保护与土地复垦方案可能涉及的复垦方向、复垦效果等问题进行了广泛的调查。本方案共发放调查表 5 份，收回调查表 5 份，公众参与调查统计和意见汇总见表 8-3。

表 8-3 公众参与意见汇总表

调查人数及性别	男性 5 人
调查人员村庄	东柜村
调查人员年龄	50 以上 5 人
调查人员文化程度	高中 1 人；初中 3 人；小学 1 人
调查人员意见	均采纳本矿山地质环境保护与土地复垦方案，认可本矿山地质环境保护与土地复垦方案的目标、复垦方向、复垦效果和措施等
当地村委意见	东柜村均认可本矿山地质环境保护与土地复垦方案，并出具村委意见证明
建设单位意见	对于矿山地质环境保护与土地复垦方案进行了内部审阅，认可本方案，并同意上报自然资源主管部门评审

通过调查显示，被调查人员大部分了解本矿山地质环境保护与土地复垦方案涉及的问题，被调查人员中 100%的人表示对矿山了解；100%的人对该矿山地质环境保护与土地复垦方案持支持态度，没有持反对意见的。治理与土地复垦工程涉及的当地村民、所有直接利益人和当地村委均同意采纳本矿山地质环境保护与土地复垦方案，认可本矿山地质环境保护与土地复垦方案的目标、复垦方向、复垦效果和措施等，文本附件中附有武川县东柜村同意本方案的意见证明。

武川县二号地村石墨矿区复垦区土地属东柜村集体所有，土地的所有权和使用权明确。根据土地利用现状调查和实地测绘统计，复垦区内的土地复垦总面积 118.39hm²。复垦区四至明确，界址清楚，面积无误，权属无争议，当地村民均认可本方案复垦范围。复垦区土地 118.39hm²为武川县东柜村集体所有，复垦前耕地面积 25.61hm²变更为 49.24hm²；草地面积 74.00hm²变更为 39.71hm²；草地面积 8.97hm²变更为 26.42hm²；占用农村宅基地 2.95hm²；均已公示。损毁区土地复垦后，依然归集体土地使用权、承包经营权仍归原权利人（村民）。

第九章 结论与建议

一、结论

1、该矿山为新建矿山，拟设矿区面积 1.306km²。依据《内蒙古自治区武川县二号地村矿区晶质石墨矿勘探报告》，矿山开采方式为露天+地下；开采境界标高为：+****m~+****m（露天开采垂直深度****m）；露天转地下开采留设厚度**m的保安顶柱（+****m至+****m）；二期地下开采范围为第 7 勘探线以西部分以及第 7 勘探线以东+****m 以下部分。矿山总服务年限含基建期为 33.4 年，年限较长。

方案编制基准期为 2025 年 6 月，基建期 2 年，所设计治理及复垦工程伴随开采在当年即可完成，复垦期 1 年，植被管护期 5 年，拟申请最大采矿证年限 30a，由此确定该方案服务年限共 38 年，即 2025 年 6 月—2063 年 5 月。

本方案适用期为 5 年，即 2025 年 6 月—2030 年 5 月。本方案编制基准年 2025 年 6 月，具体方案执行时间以自然资源主管部门批准该方案之日起顺延。从方案适用期开始，以后每 5 年对本方案进行一次修订。

2、矿山地质环境影响评估面积 2.4925km²。评估区重要程度为重要区；建设规模为大型；矿山地质环境复杂程度为复杂。评估级别为一级。

3、矿山地质环境现状评估为较轻。预测评估为严重、较严重和较轻三级，其中：严重区为露天采场面积 39.63hm²、排土场面积 68.94hm²和表土场面积 4.73hm²，较严重区为地下水疏干范围面积 138.65hm²（包含东、西风井以及部分矿区道路）和东、西风井面积 0.16hm²，厂区道路面积 3.01hm²，采矿工业场地面积 1.92hm²，较轻区面积为矿区其他不受影响范围面积 42.8hm²。

4、本次矿山地质环境保护和治理恢复分区与矿山地质环境评估分区相对应，划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区。

5、本次设计矿山地质环境防治工程包括露天开采工程防治主要治理露天采场，地下开采工程防治主要治理地下开采主井、风井、斜坡道的充填，表土场、排土场的矿山地质环境防治工程。以及地面监测工程的布置和其他方面。治理工程静态总投资 2642.52 万元，动态总投资 7179.22 万元。近五年即 2025 年 6 月—2030 年 5 月矿山地质环境治理费用 1200.99 万元。

6、复垦区面积为 118.39hm²，无永久性建设用地，损毁区范围面积 118.39hm²。复垦区内损毁方式为压占、挖损，损毁程度为重度。

7、复垦责任范围面积为 118.39hm²，本方案规划将复垦责任范围内土地复垦为耕地、乔木林地、草地，复垦为耕地面积 49.25hm²、复垦为林地面积为 26.42hm²，复垦草地面积为 39.73hm²，复垦农村道路面积 3.01hm²，土地复垦率为 100%。

8、复垦工程静态总投资 3118.82 万元。根据内蒙古自治区目前经济发展预计，项目动态投资 8419.25 万元，差价预备费 5300.42 万元。近五年即 2025 年 6 月—2030 年 5 月土地复垦费用为 1418.20 万元。

9、本次矿山地质环境保护与土地复垦总费用静态估算为 5761.32 万元，动态估算为 15598.47 万元。近五年矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 2619.19 万元。

本着“谁开发、谁保护、谁破坏，谁治理”的原则，矿山地质环境治理费用由金瑞矿业有限责任公司筹措。

二、建议

1、拟设露天采坑面积深度较大，建议针对采坑边坡做稳定性专项分析。

2、在工程建设和运营过程中产生的环境问题，采取边开发、边治理的方法对矿山进行治理。

3、在矿山开采过程中，严格按照开发利用方案设计的采矿方法开采，开采中尽可能减少固体废弃物的排放，及时消除地质灾害隐患，这样既能改善矿山环境，又可为今后的集中治理节约财力、物力，从而达到矿业开发与矿山环境保护和谐发展的目的。

4、本方案服务年限内矿业权发生变更，则复垦责任与义务将随之转移到下一个矿业权单位。实际生产过程中若开采方式、开采范围和生产规模等发生变更，矿山应根据实际情况重新编制该方案，并报有关主管部门备案。

5、本方案适用年限为 5 年（2025 年 6 月~2030 年 5 月），方案基准期以矿山正式投产之日算起。以后每 5 年对本方案进行一次修订。矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。