

喀喇沁旗天成美石有限责任公司
喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿
矿区生态修复方案

喀喇沁旗天成美石有限责任公司
2026 年 3 月

目 录

前言	1
一、编制目的	1
二、方案服务年限	10
第一章 矿山基本情况	12
第一节 矿业权人基本情况	12
第二节 地理位置与区域概况	13
第三节 矿山开采历史及现状	14
第二章 矿区基础信息	20
第一节 矿区自然条件	20
第二节 社会经济概况	23
第三节 矿区地质环境背景	26
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	40
第五节 矿区生态状况	42
第六节 矿区及周边人类重大工程活动	48
第七节 矿区生态修复工作情况	48
第八节 矿区基本情况调查监测指标	51
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	54
第一节 问题识别与受损预测	54
第二节 生态修复可行性分析	80
第三节 生态修复分区及修复时序安排	97
第四节 采矿用地与复垦修复安排	98

第四章 生态修复措施与工程内容	100
第一节 保护与预防控制措施	100
第二节 修复措施	104
第三节 工程内容	109
第五章 监测与管护	127
第一节 监测目标与措施	127
第二节 管护目标与措施	134
第三节 工程量	136
第六章 工作部署与经费估算	138
第一节 总体部署	138
第二节 总体经费估算	138
第三节 阶段工作任务与经费安排	155
第七章 保障措施与公众参与	164
第一节 保障措施	164
第二节 公众参与	173
第三节 效益分析	177
第八章 结论	179

附 图

附 表

附 件

前言

一、编制目的

（一）任务由来

喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿为已设采矿权，采矿许可证有效期限为***。采矿权人于 2025 年 7 月提交了《内蒙古自治区喀喇沁旗哈拉海沟矿区叶蜡石矿资源储量核实报告》（以下简称《核实报告》），2026 年 1 月提交了《喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿开采方案》（以下简称《开采方案》）拟将开采区域标高由***m 缩小为***m，开采区域与采矿权面积一致，仍为***km²；开采方式为地下开采；同时生产规模由***万吨/年提升为***万吨/年。

根据《中华人民共和国矿产资源法》、《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等法律法规，采矿权人变更开采区域、开采方式、主矿种、采矿许可证延续时需要重新编制矿区生态修复方案，报矿业权出让/登记机关评审批准。本矿山矿区生态修复方案编制情形为采矿权延续、缩小开采区域。

生态修复方案是采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动的总体部署和基本依据。

综上所述，2026 年 3 月，喀喇沁旗天成美石有限责任公司委托***进行《喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区生态修复方案》（简称《方案》）的编制工作。

（二）编制任务

为贯彻落实新修订的《矿产资源法》《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》等法律法规，学习运用习近平生态文明思想“厦门实践”经验，压实采矿权人生态保护修复主体责任，推动落实“边开采、边修复”要求，促进资源开发与生态环境保护相协调，助力矿业绿色低碳发展。通过矿区生态修复方案的编制，指导采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动的总体部署和基本依据，实现矿产资源的开发与矿山地质环境保护的协调发展，提高矿产资源开发利用效率，减轻或避免矿业活动对矿山地质环境的破坏程度，使矿区地质环境得到明显改善；同时为自然资源主管部门实施矿山生态修复，监督、管理矿山生态修复实施情况提供科学依据。

1、本次编制矿区生态修复方案的核心目的是通过系统性的规划，解决矿山在未来采矿活动中可能引发的生态环境问题，实现“采矿与修复同步推进”，确保矿山开采行为符合当前生态环境保护法规要求，为采矿权延续提供合法合规的生态保障。

2、通过矿区生态修复方案编制，实现系统性预防与修复采矿引发的生态问题，矿山开采易引发一系列生态破坏，如地质灾害、植被退化、土壤污染、水土流失、土地损毁等。针对矿山特有的生态缺陷，方案会制定针对性修复目标，最终让矿山区域生态系统回归稳定。

3、通过矿区生态修复方案编制，明确修复责任主体为采矿权人。同时，方案包含具体的“修复范围、修复时序、技术工艺、资金保障、验收标准”，确保采矿权人在进行生态修复工作时有据可依。

（三）编制过程

1、工作程序

本次矿区生态修复方案的编写工作严格按照《矿区生态修复方案编制指南》规定的程序进行（见图 0-1）。工作流程为：接受委托→成立项目组→收集资料→开展野外调查→资料汇总、综合研究→编制方案。

图 0-1 工作程序框图

2、工作方法

（1）收集矿区社会经济、自然地理、地质条件、土壤植被分布、土地利用现状及规划、矿山开采方案等相关资料，对矿区内地质环境条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动相关的矿山地质环境问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，确定矿区生态修复影响范围。

（2）基础调查：采用《核实报告》***地形图作为底图，开展矿山基础调查，实地调查生态修复区土壤、水文、土地利用、土地损毁、矿山地质环境破坏、生态系统，生物多样性等情况，调查范围面积***km²，对灾害点和重要地质现象进行详细记录和拍照，基础调查内容主要是对区内交通、居民饮用水井、村庄、植被覆盖率、地形地貌、现状地质环境条件、生物多样性状况、水土污染情况等进行了调查，基本查明了评估区内的地质环境现状问题、土地损毁现状，生态本底状况等，保证了调查的质量。通过专业工程测量人员对矿区进行了无人机航拍测量，获得了矿区***正射影像图。

（3）水土污染分析

对矿区生态修复影响范围进行地下水、土壤采样与分析测试，开展问题识别诊断，潜在污染风险分析。

（4）公众调查

开展村民委员会、农村集体经济组织、村民代表及当地农牧民公众调查，发放问卷调查表 20 份，回收 20 份；依据调查表，汇总公众调查统计分析表，对分析结果进行整理归纳，方案编制予以采纳。

（5）资料整理，选定矿区生态修复治理的标准和措施，明确矿区生态修复的目标，确定矿区生态修复影响范围以及土地生态修复区和生态修复责任范围；进行问题识别诊断和复垦修复适宜性评价；根据矿山地质环境影响、土地损毁、生态问题现状和预测问题分析综合诊断评价结果，进行矿区生态修复分区；根据矿山基础调查和诊断评价结果，选择参照生态系统，同时结合国土空间规划及相关规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果，确定拟复垦修复的最佳利用方向；结合不同修复单元的参照生态系统和复垦修复目标，提出相应生态系统和地类的复垦修复标准；根据矿区生态修复单元，提出矿区生态修复措施，进行相关生态修复工程设计及经费估算，同时对矿区生态修复计划进行年度工作安排，给出相应的保障措施，完成了矿区生态修复方案的编制及图件绘制工作。

3、完成的工作量

矿山实地调查完毕后，至附近的王爷府镇哈拉海沟村走访了当地村民，了解了矿区周边矿山分布情况及当地自然地理概况、对矿山地质环境治理的意见等。矿山现状调查完毕后，与矿方沟通了有关该矿

具体治理工程问题。在此基础上编写了《喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区生态修复方案》。

表 1 工作量统计一览表

（四）上期方案执行情况

1、分期治理实施情况

2016 年 8 月，由赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿山地质环境分期治理方案

（2011.1.1-2014.7.31）》。矿山地质环境第一分期方案治理工程对象为 1#探坑、2#探坑、废渣场。

（1）1#探坑

回填 228m³、石方整平 38m³、覆土 63m³、土方整平 38m³、种树 14 株；

（2）2#探坑

回填 79m³、石方整平 10m³、覆土 17m³、土方整平 10m³、种树 8 株；

（3）废渣堆

清理 57m³、整平 18m³、恢复植被 10m²。

表 2 《第一分期方案》治理工程量统计表

场地名称	面积	回填	清理	石方整平	覆土	土方整平	种树
	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	(株)
2#探坑	34	79		10	17	10	4
废渣堆	60		57			18	5
1#探坑	125	228		38	63	38	14
合计	219	307	57	48	80	66	23

（4）完成情况

矿山完成了 1#探坑的回填、石方整平、覆土等工作，完成了废

渣堆的清运平整种树等工作，矿山于 2017 年 7 月申请验收，并于 2017 年 7 月 20 日通过验收。

2、矿山地质环境治理方案实施情况

2023 年 5 月，中冶地集团西北岩土工程有限公司编制的《喀喇沁旗天成美石有限责任公司王爷府镇哈拉海沟叶腊石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。其设计及完成情况详见表 3。

表 3 矿山地质环境治理设计及完成工作量对照表

治理区	面积 (hm ²)	治理措施	单位	设计工 程量	完成工程量	完成情况	备注
露天采坑	0.0866	网围栏	m	120	-	未完成	2023 年 完成，未验收
		警示牌	块	4	-	未完成	
		回填	m ³	774	774	完成	
		石方整平	m ³	259.8	259.8	完成	
		覆土	m ³	433	433	完成	
		土方整平	m ³	433	433	完成	
		种植灌丛	m ²	6385	866	完成	
排渣场	0.0475	清运	m ³	774	774	完成	2023 年 完成，未验收
		覆土	m ³	237.5	237.5	完成	
		土方整平	m ³	237.5	237.5	完成	
		种植灌丛	m ²	475	475	完成	
表土场	0.0320	削坡	m ³	25	—	未完成	/
		垫坡	m ³	25	—	未完成	
		覆土	m ³	160	—	未完成	
		整平	m ³	160	—	未完成	
		种植灌丛	m ²	320	—	未完成	
探槽（TC1-7）	0.014	回填	m ³	140	140	完成	2023 年 完成，未验收
		石方整平	m ³	42	42	完成	
		覆土	m ³	70	70	完成	
		土方整平	m ³	70	70	完成	
		种植灌丛	m ²	140	140	完成	
场地平台	0.034	石方整平	m ³	102	102	完成	2023 年 完成，未验收
		覆土	m ³	170	170	完成	
		土方整平	m ³	170	170	完成	
		种植灌丛	m ²	340	340	完成	
矿区道路	0.2936	翻耕	m ²	248	—	未完成	/
		覆土	m ³	1344	—	未完成	
		土方整平	m ³	1344	—	未完成	
		播撒草籽	m ²	248	—	未完成	

治理区	面积 (hm ²)	治理措施	单位	设计工 程量	完成工程量	完成情况	备注
		种植灌丛	m ²	2688	—	未完成	

3、存在问题

针对以上治理复垦工程，矿山在落实过程中对监测、管护与评估工作未能形成闭环体系，导致前期治理成果无法得到有效维护。

4、取得经验

通过前期治理工程的实施，如露天采坑治理工程的实施，地表至今切坡有明显的恢复，极大的降低了滑坡、崩塌的风险，前期大部分治理区植被得到较好的恢复，为后续生态修复提供了较好的借鉴思路。

（五）编制依据

1、法律、法规

- （1）《中华人民共和国矿产资源法》(2024 年 11 月 8 日修订)；
- （2）《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第 394 号公布自 2004 年 3 月 1 日起施行）；
- （3）《土地复垦条例》（2011 年 3 月中华人民共和国第 592 号国务院令）；
- （4）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）。

2、政策性文件

- （1）《自然资源部办公厅关于<矿产资源法>实施衔接过渡有关事项的通知》（自然资办函（2025）1704 号）；
- （2）《自然资源部办公厅关于做好<矿产资源法>实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函（2025）2043 号）；

(3) 《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）号；

(4)《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6号）；

(5) 《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；

(6) 内蒙古自治区财政厅、自然资源厅和生态环境厅制定《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》（内国土资规[2019]3号）；

(7) 《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强耕地保护工作的实施意见》（内政办发〔2021〕32号）；

(8) 《永久基本农田保护红线管理办法》（中华人民共和国自然资源部、农业农村部联合发布，2025年10月1日起施行）。

3、规范及规程

(1) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

(2) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068-2022）；

(3) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

(4) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

(5) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

(6) 《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；

(7) 《地下水监测规范》（SL/T 193-2005）；

- (8) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (9) 《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (10) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (11) 《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）；
- (12) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；
- (13) 《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建〔2013〕600号）；
- (14) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T 0223-2011；
- (15) 《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）；
- (16) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- (17) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- (18) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T1070.1-2022）；
- (19) 《矿山生态修复技术规范 第5部分：化工矿山》（TD/T 1070.5-2022）；
- (20) 《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T 50011-2010）；
- (21) 《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）；
- (22)《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》

(GB 36600-2018)。

5、相关技术资料

(1) 2025 年 7 月，《内蒙古自治区喀喇沁旗哈拉海沟矿区叶蜡石矿资源储量核实报告》(***)；

(2) 2026 年 1 月，《喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿开采方案》评审意见书(***)；

(3) 2015 年 11 月环境保护部和中国科学院共同编制完成的《全国生态功能区划》；

(4) 《内蒙古自治区生态功能区划报告》；

(5) 《赤峰市国土空间生态修复规划(2021-2035)》；

(6) 《喀喇沁旗国土空间规划(2021-2035 年)》；

(7) 《赤峰市国土空间总体规划(2021-2035 年)》；

(8) 喀喇沁旗 2024 年国土变更调查数据及土地利用现状图(***)
图幅号：***。

二、方案服务年限

2026 年 1 月由***编制的《开采方案》，矿山拟建规模为***万 t/a，总服务年限为 7 年(含基建期 2 年)，采矿权到期后的生态修复工程实施期限为 1 年、管护期为 3 年(管护期内蒙古地区一般为 3-5 年，生态脆弱区一般为 5-8 年，本矿区生态环境现状较好，故本《方案》管护期设计为 3 年。)，据此确定《喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区生态修复方案》服务年限为 11 年，即自 2026 年 1 月~2036 年 12 月底结束，方案编制基准

期为 2026 年 1 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。

依据《中华人民共和国矿产资源法》《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等法律规定，经评审通过的原方案服务到期（延续），开采规模、开采布局、开采工艺等发生重大变化，方案不能与初步设计、安全设施设计、环评、水土保持方案以及用地安排等充分衔接的，应对《矿区生态修复方案》进行修编。当矿山扩大开采范围或缩小开采区域、变更开采方式、变更开采主矿种、采矿权延续时，需重新编制《矿区生态修复方案》。当矿山涉及用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型等发生变化时，需重新编制《矿区生态修复方案》。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿业权人基本情况

喀喇沁旗天成美石有限责任公司成立于***年*月*日，注册地位于***，法定代表人为***。经营范围包括叶蜡石开采、加工、销售。统一社会信用代码***，注册资本为***万元。

二、现持有采矿证情况

赤峰市自然资源局于 2013 年 5 月 8 日 8 时至 2013 年 5 月 21 日 17 时公开挂牌出让喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿权，由喀喇沁旗天成美石有限责任公司竞得，并于 2013 年 12 月 29 日获得该矿山采矿许可证，有效期至 2017 年 12 月 29 日。

2017 年 12 月 29 日矿业权延续，有效期限为 2017 年 12 月 29 日至 2020 年 12 月 29 日。

2020 年 12 月 29 日矿业权延续，有效期限为 2020 年 12 月 29 日至 2025 年 12 月 29 日。采矿证现已过期。

表 1-1 采矿权历史沿革情况一览表

现有不动产证内容如下：

证 号：***

矿山名称：喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿

矿山地址：赤峰市喀喇沁旗

面 积：***平方公里

开采深度：***米至***米标高

开采主矿种：叶腊石

权利期限：***年*月*日至***年*月*日

开采区域范围由***个拐点圈定，各拐点坐标详见表 1-1-1。

表 1-1-1 不动产证开采区域范围拐点坐标一览表

第二节 地理位置与区域概况

一、地理位置

1、位置

矿区位于内蒙古自治区赤峰市喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟村、白太沟村、大西沟门村、上瓦房村境内，行政区划隶属于喀喇沁旗王爷府镇管辖。地理坐标极值范围如下：

东经：***；

北纬：***。

矿区中心坐标：X=***, Y=***。

2、交通

矿区北东距京（北京）—通（通辽）铁路赤峰南站直距约 62km，运距约 70km；北西距王爷府镇（王爷府/上瓦房高速出口）约 7km。大广高速 G45、省道 S206 分别从矿区北西 4km、2.5km 处通过，有乡间水泥路相连。沿省道 S206 可到达王爷府镇、锦山镇，交通较为便利。（见矿区交通位置图 1-1）

图 1-1 矿区交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边村庄

矿区为山区，附近村镇较稀疏，矿区南西侧约 1.5km 处为哈拉海沟村，现有居民***户，常住人口***人；矿区北东侧约 800m 为歪脖子沟村，现有居民***户，常住人口***人；民居分布较集中，主要从事农业生产。

2、周边矿权关系

矿区周边矿权多为萤石、硅石采矿权，详见图 1-2，表 1-2。生产规模均为小型，目前均处于停产状态。矿区南东 1.5km 处有一探矿权，勘查项目名称为“***矿勘探”，勘查主矿种为***矿，目前正处于勘查阶段。

表 1-2 周边采矿权基本情况表

图 1-2 周边矿权分布示意图

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

赤峰市自然资源局于 2013 年 5 月 8 日至 2013 年 5 月 21 日公开挂牌出让喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿权，由喀喇沁旗天成美石有限责任公司竞得，并于 2013 年 12 月 29 日获得该矿山采矿许可证，有效期至 2017 年 12 月 29 日。2017 年 12 月 29 日矿业权延续，有效期限为 2017 年 12 月 29 日至 2020 年 12 月 29 日。2020 年 12 月 29 日矿业权延续，有效期限为 2020 年 12 月 29 日至 2025 年 12 月 29 日。目前已过期，正在延续办理中。现持有采矿许可证证号为***，面积不变***km²。

矿山自取得采矿许可证至今一直处于停产状态。以往民采形成一个露天采坑，民采动用资源量矿石量 0.3 万吨，该露天采坑位于矿区中部，挖损土地 866m²。采场边坡顶部长约 80m，底部长约 66m，采深约 6m，坡角近直立，现已完成治理。

2025 年 7 月，喀喇沁旗天成美石有限责任公司编制完成的《内蒙古自治区喀喇沁旗哈拉海沟矿区叶蜡石矿资源储量核实报告》喀喇沁旗哈拉海沟矿区叶蜡石矿 2013 年至 2025 年 3 月 31 日，累计动用探明资源量矿石量***万吨。

二、矿山开采现状

（一）《开采方案》设计情况

本方案编制依据为喀喇沁旗天成美石有限责任公司 2026 年 1 月提交的《喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿开采方案》。

1、拟建生产规模

《开采方案》设计矿山生产规模为***万吨/年。

2、矿山服务年限

矿山地下开采服务年限为 7 年（含基建期 2 年）。

3、可供开采矿产资源的范围

根据经评审备案的《核实报告》圈定了资源储量估算范围，面积为***km²，估算标高为***m，资源储量估算范围由***个拐点圈定，拐点坐标见表 1-3。

矿山可供开采矿产资源量：截至 2025 年 3 月 31 日，哈拉海沟矿区叶蜡石矿共查明保有（探明+控制+推断）资源量矿石量***万吨，

平均品位： Al_2O_3 ***%、 SiO_2 ***%、 Fe_2O_3 ***%。其中探明资源量矿石量***万吨，平均品位： Al_2O_3 ***%、 SiO_2 ***%、 Fe_2O_3 ***%；控制资源量矿石量***万吨，平均品位： Al_2O_3 ***%、 SiO_2 ***%、 Fe_2O_3 ***%；推断资源量矿石量***万吨，平均品位： Al_2O_3 ***%、 SiO_2 ***%、 Fe_2O_3 ***%。

表 1-3 资源储量估算范围及拐点坐标表

4、申请开采区域

《开采方案》编制目的主要为缩小开采区域。申请开采区域面积：*** km^2 （与采矿权一致），开采标高：***m，资源储量估算标高：***m，井巷工程标高：地表至***m。申请开采区域由***个拐点圈定，各拐点坐标见表 1-4。

表 1-4 申请开采区域拐点坐标表

5、开采矿种

开采主矿种为叶蜡石，无共伴生矿种。

6、开采方式

根据矿体的赋存条件、开采技术条件及水文地质、工程地质、环境地质等因素综合分析，《开采方案》推荐采用地下开采方式，与采矿许可证证载开采方式一致。

7、开拓运输方案

根据矿区地形地质条件、矿体赋存情况及开采技术条件，经技术经济分析比较，《开采方案》推荐采用平硐开拓。

开拓系统由平硐***m、平硐***m、平硐***m、各中段运输巷道、通风联络巷道及回风井组成。

平硐***m 硐口布置在 0-1 号与 1 号勘查线之间、I 号矿体下盘地

表岩石移动范围 20m 之外，主要用于***m 回风中段矿石、废石、人员、设备材料的运输任务，兼作安全出口。

平硐***m 硐口布置在 4 号与 6 号勘查线之间、I 号矿体下盘地表岩石移动范围 20m 之外，主要承担***m 中段矿石、废石、人员、设备材料的运输任务，兼作进风通道及安全出口。

平硐***m 硐口布置在 6 号勘查线东侧、1 号矿体东侧翼地表岩石移动范围 20m 之外，主要承担***m 中段矿石、废石、人员、设备材料的运输任务，兼作进入风井及安全出口。

回风井：布置在 4 号与 6 号勘查线之间、1 号矿体西翼下盘地表岩石移动范围 20m 之外，主要承担井下各中段回风任务，内设梯子间兼作应急安全出口。

8、井下运输

井下共划分 3 个中段，分别为***m、***m、***m 中段，中段高度***m。其中***m 中段为回风中段，生产中段为***m、***m 中段。

井下采用无轨运输方式，各中段矿岩均采用矿用自卸汽车运输，矿、废石由铲运机装入矿用自卸汽车，***m、***m 中段矿（废）石运输至中段矿石溜井，经溜井溜至***m 中段，经平硐***m 集中运至地表。

9、井下废水排放与固废处置

矿山采用平硐开拓系统，设计采用自流方式排水，井下积水沿平硐内排水沟（坡度为 3%）自流出平硐硐口，汇入沉淀池，经收集沉淀后返回井下，供坑内凿岩、降尘使用。

矿山于井下开采产生的废石与矿石经中段运输至地表，矿石运至

矿石场堆存，无需破碎，由自卸汽车转运至拟销售企业；废石运至废石场临时堆存，无需破碎，后期用于充填采空区。

固废主要包括基建期和开采期产生的废石。其中，基建期废石源于场地平整、风井及平硐开挖、边坡切削等作业，方量约 24586m^3 ；开采期废石依据《开采方案》测算，总量约 8995m^3 。上述废石将统一运往拟建废石场堆存，未来可作为采空区及塌陷区的回填材料，亦可作为后期矿山生态修复的原材料，实现固废资源化利用。

10、开采顺序

根据《开采方案》，矿体开采顺序采用自上而下的回采顺序，中段采用后退式回采顺序，在矿房中由下而上分层进行回采。

11、采矿方法

根据矿体特征、矿床开采技术条件、生产规模和采矿方法本身的适用条件及生产实际采矿方法等综合考虑，主体采矿方法为浅孔留矿嗣后充填采矿法。

（二）现状工程单元布局

本次现状调查实测，矿山自 2013 年开始至今一直处于停产状态，现存的工程单元主要为钻机平台（PT1-PT3）、取土场、矿区道路，现状工程场地分布见下图（图 1-3）。

1、钻机平台

现状调查，共计形成钻机平台 7 处，其中大部分钻机平台已完成了恢复治理，仅 PT1、PT2、PT3 共计 3 处平台治理效果不理想，现存大面积切坡，地表植被损毁较严重，损毁总面积为 0.024hm^2 。

2、取土场

现状调查,共计形成取土场 1 处,总计损毁土地面积为 0.0282hm²,现状存在切坡未进行治理。

3、矿区道路

现状分布于矿区内外,与农村道路相连,串联各单元场地,总占地面积 0.4763hm²,现存大面积切坡,地表植被损毁较严重。

图 1-3 矿山现状工程布置图

图 1-4 《开采方案》工程布置图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、地形地貌

1、地形

喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿地处燕山山脉七老图山的北东端，所在区域地势总体南高北低，矿区最高点位于南侧山峰处，海拔标高 1449m，矿区最低点位于矿区外西北侧，海拔标高为 1094m，相对高差 355m。地形起伏中等，山势陡峻，连绵起伏，山坡坡度 5~20°左右。

2、地貌

矿区地貌类型属中山区，山区基岩裸露，山势陡峻，连绵起伏，主体走向为北东-南西向，山顶为侵蚀-剥蚀的尖顶或长梁状，山脊线呈锯齿状，山坡为凹坡，坡度 5-20°，主要由二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩及白垩、侏罗系火山岩组成，山体阴坡植被发育，阳坡多有基岩裸露。矿区微地貌以侵蚀沟谷为主，呈鸡爪状分布，沟谷深度为 10-15m，个别沟谷深度可达 20m。

照片 2-1 矿区地形地貌

二、水文

区内主要河流为锡伯河，为英金河一级支流，老哈河二级支流，属老哈河流域，西辽河水系。锡伯河发源于幅外棒锤山附近，在红山脚下汇入英金河，流域面积 906km²。河谷地形开阔，宽 1.2~2.0km，谷坡多直立，呈 U 字型。河床宽 10-20m；流量随着冰雪融化，大气

降水的多少而具明显的变化，多年平均流量 3.45m³/s。

表 2-1 锡伯河流域多年径平均地表径流量统计表
图 2-1 区域水系图

三、气象

本区属中温带大陆性季风气候，春季风大干燥，夏季多雨高温，秋季霜冻较早，冬季寒冷少雪，四季分明，雨水较少。根据 2016 年～2025 年喀喇沁旗气象站资料，年均温 3.5℃～7℃，一月份均温-11℃～14℃，极端最低温度-30.9℃，七月份均温为 20℃～23℃，极端最高温度 37.4℃。无霜期 110～150d，年日照 2913.3h，年均风速为每秒 2.8m/s。多年平均相对湿度 48%。土壤稳定始冻期为 11 月上旬，融冻期为次年四月中旬，最大冻土深度为 1.9m。初雪一般发生于 10 月下旬，终雪一般在 4 月下旬，最大积雪深度为 27cm。近十年平均降水量为 417.3mm，由于气候干燥，年蒸发量较大，近十年平均蒸发量为 1639.1mm，年最大蒸发量为 1876.2mm（2016 年），年最小蒸发量为 1234.5mm（2017 年）。月蒸发量最大的在气温较高、降水较少的 5 月份，占全年蒸发量的 16%。

降雨一般年份自 5 月下旬开始，到 9 月底结束，雨季主要集中在 7～8 月份，可占年总次数的 71～75%；一般年份冬季降雪不多，折合降水量只有 10mm 左右。旗中东部地区林木覆盖少，常有雹灾出现。近十年降水量、蒸发量见图 2-2，主要气象要素特征见图 2-3。

表 2-2 喀喇沁旗近十年降水量蒸发量统计表
图 2-2 喀喇沁旗气象站近十年降水量与蒸发量柱状图
图 2-3 气象要素图

四、植被

1、植被类型

矿区植被类型主要参照《中国植被》的分类系统,采用植被型组、植被型、群系等基本单位,在对现存陆生植被进行考察的基础上,结合卫星遥感影像解译结果,进行群落调查统计分析。结果表明,调查结果显示,所调查的***hm²范围内,林地所占面积最大,为***hm²,占调查面积的***%。其次为农作物,为***hm²,占调查范围的***%。矿区以乔木林地、灌木林地、其他林地为主,其次为旱地。

根据现场调查和查阅历史资料,矿区内无《中国生物多样性红色名录》中列为极危、濒危、易危物种以及国家和自治区列入拯救保护的极小种群物种、特有种、古树名木、野生植物。

矿区植被主要为人工植被和自然植被。人工植被为人工栽植的油松,油松视觉郁闭度约 40-60%;自然植被以林地为主,主要植物种类有禾草、苔草等,草群高度一般为 20~30cm,树种有虎榛子、绣线菊、山杏等,矿区整体植被发育较好。矿区植被类型面积见表 2-3。

表 2-3 矿区及周边区域植被类型调查结果表

2、植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。

基于遥感估算植被覆盖度可根据区域特点和数据基础采用不同的方法,本报告采用植被指数法估算植被覆盖度。

植被指数法主要是通过对各像元中植被类型及分布特征的分析,建立植被指数与植被覆盖度的转换关系。采用归一化植被指数(NDVI)估算植被覆盖度的方法如下:

$$FVC = \frac{(NDVI - NDVI_S)}{(NDVI_V - NDVI_S)}$$

式中：FVC 为所计算像元的植被覆盖度；

NDVI 为所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v 为纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s 为完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据遥感估算植被覆盖度，将调查区植被覆盖度划分为高覆盖度（70%-100%）、中高覆盖度（50%-70%）、中覆盖度（30%-50%）、低覆盖度（10%-30%）、极低覆盖度（<10%）五个级别，通过估算得出已损毁区、拟损毁区、未损毁区的植被覆盖度组成。调查区植被覆盖见图 2-4。

照片 2-2 植被照片
图 2-4 矿区植被覆盖度图

五、土壤

矿区位于中山区，覆盖层较厚，土层厚度 0.5-6.0m，大面积土层含砂砾石。土壤类型主要为棕壤，其次为褐土，土壤质地为砂壤，土壤容重在 1.35g/m³ 左右，有机质含量 1-2%，PH 在 6.8 左右，土壤质地疏松、多孔，胶结物质、粘粒成分含量较低，土壤的抗蚀性和抗冲性较弱，肥力一般。

照片 2-3 土壤照片

第二节 社会经济概况

喀喇沁旗位于内蒙古自治区赤峰市南部，地处燕山山脉北麓、科尔沁沙地南缘，属山地丘陵向平原过渡地带。总面积 3050 平方公里（约 457.5 万亩），G45 大广高速、S206 省道等多条干线贯穿全境，

交通便利。旗政府驻地锦山镇距赤峰市区约 50 公里。全旗总人口约 30 万人。

王爷府镇地处喀喇沁旗西南部，东与喀喇沁旗的锦山镇相邻、部分区域与河北街道（原四十家子乡）接壤，南与宁城县毗邻，西与美林镇毗邻，北与小牛群镇相连，行政区域面积 509km²。

矿区以农业为主，兼营少量牧业，当地地少人多劳动力相对充足。当地经济不发达，农业以种植玉米、谷类为主，牧业饲养牛羊为主。本区矿产资源主要以金矿、铜矿、萤石、石灰岩等矿产为主，近几年建筑业、采矿业、蔬菜大棚等发展较快，对发展地方经济起到了促进作用。

矿区通讯基础设施完备，通讯网络覆盖全区；供水水源为矿山北东侧 1.7km 处的北水泉村机电井，单井涌水量 80~200m³/d，水量较充足，地下水化学类型为 HCO₃•SO₄-Ca 型，结合《核实报告》水文孔取样结果与本次水质检测结果，矿区地下水各项监测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类限值要求，水质类别稳定判定为III类。矿山用电来自国家电网王爷府镇 66kV 变电所，10kv 高压电路已接通至北水泉村，满足矿山生产设计需求；矿山所在地区工业欠发达，剩余劳动力充足，经培训后即可上岗。矿山生活物资、燃料及建筑材料主要从喀喇沁旗王爷府镇运输，运距约 11km。

（1）村镇状况

矿区为山区，附近村镇较稀疏，矿区南西侧约 1.9km 处为哈拉海沟村，现有居民***户，常住人口***人；矿区北东侧约 1.8km 为歪脖

子沟村，现有居民***户，常住人口***人；矿区北东侧约 1.7km 处为北水泉村，现有居民***户，常住人口***人；民居分布较集中，主要从事农业生产。

（2）道路状况

哈拉海沟村地处内蒙古赤峰市喀喇沁旗王爷府镇西南部浅山沟谷区，周边交通以普通国省干线和县乡道为主，无高速公路直接穿村。

主要道路包括：

①村内道路：哈拉海沟村内部以硬化水泥路和沥青路面为主，2025 年实施“易地搬迁小区基础设施建设项目”，新建水泥路 3 条共 1.66km，配套浆砌片石排水沟、截水沟、铅丝石笼护坡等；同年因暴雨洪涝，该村被列入王爷府镇 17 个村水毁道路应急修复清单，对过水路面、路坝一体、漫水涵等做了恢复，日常通行条件已回稳。

②对外通达：村→王爷府镇政府驻地约 15 公里砂石/硬化村道衔接 S206；王爷府镇→锦山（旗政府）走 S206 约 20 余公里；王爷府镇→赤峰市区一般取道 S206 北上接 G306 或 G45，单程 1 小时上下。

（3）河流状况

哈拉海沟村所在喀喇沁旗属老哈河水系，村域及周边不直接临老哈河干流，而是位于锡伯河上游浅山支沟区。

□发源地：锡伯河主流发源于喀喇沁旗旺业甸镇大店北沟。

□流经区域：锡伯河自西南向东北依次流经旺业甸→美林→王爷府→四十家子→锦山→龙山→牛家营子，进入松山区、红山区，在红山西侧与西路嘎河汇流入英金河，全长约 116.7km，流域面积

1090.5km²。哈拉海沟村位于王爷府镇西南浅山区，属于锡伯河上游右岸支沟流域——村沟谷处的“哈拉海沟”及相邻的大西沟河，向东约十余公里于沟口汇入锡伯河干流。

□汇入地：锡伯河在赤峰市红山区西部与西路嘎河汇流后称英金河，英金河继续东流在红山区与老哈河干流汇合。

□水文特征：锡伯河属季节性山地河流，发源于燕山—七老图山迎风坡，降水补给为主，夏季汛期（7—8月）受局地暴雨影响水量陡增，冬季为枯水期、部分浅滩结冰。

□流量与流域功能：锡伯河年均流量约 3.35m³/s，河床平均宽 90m，是喀喇沁旗中部农业灌溉和旗政府驻地锦山城镇供水的主要水源；哈拉海沟村周边以锡伯河一级小支沟（哈拉海沟、大西沟等）为主，雨季汇流入锡伯河，为村域提供部分灌溉与生态用水，但支沟本身无固定大流量，以暴洪型沟道为特征。

第三节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

矿区内地层不发育，仅在东部沟谷低洼地带见少量第四系全新统 (Qh) 出露，岩性主要为残坡积层 (Qh^{dl+cl}) 及少量洪积层 (Qh^{pl})。

1、残坡积层 (Qh^{dl+cl})

主要分布在东部坡麓平缓地带，岩性主要为花岗岩经风化、水解后形成的碎屑物质及以粘土和石英颗粒为主的残坡积层，厚度受地形及风化程度影响，一般靠近山坡处较厚，向远离山坡的方向逐渐变薄，

厚度 5~10m。

2、洪积层 (Qh^{pl})

主要分布在东侧山谷出口处，由于山洪作用形成泥沙、石块等堆积洪积扇，岩性主要为花岗岩砾石、粗砂及亚砂土等，颗粒大小悬殊、分选性较差，厚度 1~3m。

二、岩浆岩

矿区内大面积出露二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩 (P_{ηγ})，另见 3 条脉岩。

1、二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩 (P_{ηγ})

分布于矿区大部，矿区内出露面积约 0.89km²，呈岩株状产出。岩石为浅红色、黄褐色，细粒—中粒花岗结构，块状构造。矿物成分为：条纹长石含量 30~40%，具有交代及固熔体分解两种，他形粒状或宽板状，少数具卡氏双晶；斜长石含量 30~45%，自形板状，具正环带构造和卡钠复合双晶，An₂₆₋₂₉，属更长石；石英含量 20~25%，已交代长石。次要矿物有黑云母和角闪石，局部黑云母可达 3~7%，角闪石含量可达 2~5%，均有蚀变现象。

岩体结构不均一，在岩体的边部往往粒度偏细，为细粒—中细粒结构，越往岩体中心粒度越粗，可达中粒；除结构变化外，岩石中矿物成分亦有少许变化，结构和成分的变化均为渐变过渡。

2、脉岩

区内脉岩仅见 2 条花岗斑岩脉、1 条石英脉。脉岩产状均近东西向，长 65~150m，宽 0.5~8m。

三、地质构造

矿区内未见褶皱构造发育，仅见一条东西向控矿断裂构造，倾向南，倾角 $65\sim 85^\circ$ ，该构造东侧被第四系覆盖，西侧宽度逐渐变窄，根据《核实报告》地表探槽揭露长约 420m，宽 5~12m，构造形态呈舒缓波状，断裂带内岩石局部破碎，被硅质及叶蜡石充填胶结。该断裂控制着I号叶蜡石矿体的展布。

四、区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本区地震动峰值加速度为 $0.10g$ ，反应谱特征周期为 $0.35s$ ，比照II类场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表，地震烈度为Ⅶ度，属于地壳基本稳定区。

五、水文地质特征

1、地下水类型

依据地下水赋存条件和水力性质的不同，将含水层划分为松散岩类孔隙潜水含水层和基岩裂隙含水岩组两大类。

(1) 松散岩类孔隙水

主要分布于矿区地势低洼地带，由第四系全系统松散类沉积物组成，岩性为冲洪积、残坡积砂、砾、碎石等，分选性较差，磨圆度差，砾石成分较复杂，含水层厚度 $0.5\sim 5m$ ，水位埋深 $5\sim 8m$ ，透水性好，富水性较差，而位置较高处透水不含水。松散岩类孔隙水接受大气降水的补给，雨季水位上升，枯水期水位下降，循环交替较强，季节性变化明显，年季最大水位变幅 $2.20m$ 。

(2) 基岩裂隙水

主要赋存于二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩的风化裂隙、构造裂

隙中。浅层风化较为强烈，风化裂隙发育，透水性较好，厚度一般10~15m，最大28.40m，其下部原生带内构造裂隙发育不均，深部地下水则主要赋存于断裂构造带之中，形成构造裂隙含水带，并与上部风化裂隙相互沟通，从而风化裂隙水和下部构造裂隙水形成具有自由潜水面的统一含水体系，是该矿床的主要充水来源，富水性的强弱和埋藏深度均受大气降水、构造裂隙的发育程度、规模等控制。

2、隔水层特征

基岩风化壳下部原生带内岩石较完整，裂隙发育不均匀，局部透水性较差，为不透水层或含水微弱的地层。

3、地下水补给、迳流、排泄

（1）地下水补给条件

大气降水是矿区地下水的主要补给来源，区内基岩裸露，裂隙发育，降水通过基岩风化裂隙渗入补给地下水；第四系覆盖区，降水通过孔隙渗入补给地下水。

（2）地下水径流条件

山区基岩风化带发育厚度一般在10-15m之间，风化裂隙发育，充填少，连通性好，为地下水径流提供了通道。从坡脊到山前地带为迳流区，在迳流地段，大气降水多以表流形式排泄，渗入部分在重力作用下，沿风化裂隙和坡降方向径流，其中一部分进入构造裂隙带，其余部分汇集到山间沟谷洼地第四系松散层，该层为砂砾碎石混砂质粉土等松散堆积物，孔隙发育，透水性较好，有利于地下水径流，其径流方向与地形的坡降方向基本一致，最终排出区外。

（3）地下水排泄条件

矿区第四系孔隙潜水的排泄以地下径流为主，其次为植物的蒸腾，风化带裂隙水除以地下径流排泄外，部分补给构造裂隙水，构造裂隙水以地下径流或人工开采方式排泄到矿区以外。

4、矿床充水因素

矿床充水是指矿体在开采过程中，各种充水水源通过不同方式和途径，进入矿坑的全部过程，其特征由充水水源，充水方式，通道以及影响充水性质和强度等诸多因素决定。

（1）充水水源及方式

①大气降水

矿床分布于山脊或两侧坡麓地带，基岩裸露，有利于大气降水形成地表径流排泄，而部分降水在地表径流过程中渗入地下，成为矿床充水水源，而矿床附近无常年性地表径流和水体，故大气降水对矿床的充水影响不大。

②地表水

锡伯河距离核实区北西约 3km，该河为季节性河流，其次一级山间沟谷洼地枯水期干涸无水，雨季为排洪通道，据调查最高洪水位标高约 860-870m，由于矿区与其距离较远，所处位置地势相对较高，经综合分析雨季洪水对采矿的影响程度微弱，但未来开采仍需加强对洪水的监测，做好防洪工作，避免洪水给开发矿床造成水患。

③第四系孔隙潜水

分布于矿区东部山前平缓地带，由于矿体赋存位置距第四系孔隙

潜水含水层较近，且其附近围岩上部风化、构造裂隙发育，根据工程揭露及水文地质条件综合分析，该含水层与矿床具有间接的水力联系，为矿床的间接充水含水层。

④基岩裂隙水

基岩裂隙水在矿区范围内分布广泛，主要赋存于区内风化裂隙、断裂构造及其次生的节理裂隙中，与矿体直接接触，地下水直接进入矿坑，为矿床的主要充水水源，风化带裂隙含水层与构造裂隙含水层为矿床的直接充水含水层。基岩裂隙水水位埋深为 29.14m、水位标高为 1374.57m、涌水量为 33.32m³/d。

（2）充水通道

矿床上部充水通道主要为风化带网状裂隙，下部充水通道以构造裂隙通道为主，因此大气降水或第四系孔隙潜水通过上部基岩风化裂隙带以及下部构造裂隙或断裂破碎带渗入，是大气降水进入矿坑的主要通道，此外还存在钻孔、风钻炮眼、爆破震动裂隙等人为导致的矿床充水通道。

（3）充水强度

该矿床位于当地侵蚀基准面以上，矿床的充水强度受大气降水、地形、赋矿围岩、构造、断层破碎带的影响明显，矿床所处地形坡度相对较陡，有利于地下水的自然排泄，不利于大气降水的渗入。矿体附近围岩上部风化裂隙较发育，原生带岩石裂隙发育不均匀，基岩风化、构造裂隙含水层为矿床的直接充水含水层，主要接受大气降水的补给。根据钻孔抽水试验，基岩裂隙含水层单位涌水量 0.0079L/s ·m，

渗透系数 K 为 0.0652m/d，由此可见，矿床充水含水层的富水性弱，透水性较好，矿床的充水强度一般。

5、矿坑涌水量预测

（1）“大井法”预测涌水量

依据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T0342-2020），并根据区内矿体资源储量规模、分布、赋存情况，采用解析法（大井法）进行矿坑涌水量计算。

$$Q=1.366K \frac{(2H-S)S}{\lg R_0 - \lg r_0}$$

式中：Q-矿床开采时的矿坑正常涌水量(m³/d)；

K-开采地段的渗透系数(m/d)；

S-水位降深(m)；

H-含水层厚度(m)；

R₀-引用影响半径(m)； R₀=R+r₀；

R-影响半径(m)；

r₀-大井引用半径(m)。

（2）矿坑涌水量预测结果

根据上述涌水量计算参数，预测开采至***m 标高时矿坑正常涌水量为 268.10m³/d；根据矿床地质条件、矿体开采范围及周边矿山地下水长期动态监测数据，最大涌水量采用一般涌水量的 1.3 倍，经计算最大涌水量为 348.53m³/d。

表 2-4 “大井法”预测涌水量结果表

6、矿山供水水源及水质评价

（1）矿坑排水综合利用

矿井排水用水泵返供坑内凿岩、浇渣使用，并兼作消防用水，可循环使用并满足矿山工业用水的需要。

（2）矿山供水

工业用水水源：本矿山工业用水主要为井下开采钻孔、降尘，地面道路除尘，矿山绿化等，根据实际调查，工业用水水源主要为井下排水。生活用水来源：本矿山生活用水主要为矿区北东侧村民家自建机井，现状用水量较小，水量基本满足生活用水需要。

（3）水质评价

根据 2026.03.17 送检的水质检测结果，由益铭检测技术服务(青岛)有限公司检测完成，对地下水有益有害组分进行了分析。依据现行《地下水质量标准》（GB/T148 48-2017），对地下水水质分析结果进行评价，见表 3-23。

（4）地下水化学类型及腐蚀性

根据水质分析结果，按照舒卡列夫分类方法对地下水化学类型进行分类。地下水化学类型的舒卡列夫分类是根据地下水中 7 种主要离子（ Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- ）及矿化度划分的。根据水质分析结果，矿区地下水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Ca}$ 型。

根据水质分析结果，按照《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）判定，地表水和地下水对混凝土无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋及钢结构具有弱腐蚀性。

7、矿区水文地质勘探类型

矿区为基岩裂隙水直接充水型矿床。附近第四系覆盖面积小且厚

度薄，富水性较弱，大气降水为矿区地下水主要补给来源，风化裂隙发育，有利于大气降水的排泄，矿体位于当地侵蚀基准面以上，附近无地表水体，地形有利于排水；基岩裂隙充水单位涌水量 $q < 0.1 \text{L/s} \cdot \text{m}$ ，裂隙含水层（带）的补给差、导水性差、富水性弱，深层构造裂隙不发育。水文地质边界条件简单，充水含水层富水性弱。据此确定矿床水文地质勘探类型为第二类第一型，即裂隙含水层充水为主水文地质条件简单型矿床。

六、工程地质特征

1、矿区工程地质岩组划分及其特征

矿区工程地质条件受岩性、构造多种因素影响和控制，根据工程地质体岩性特征、物理力学性质，将本区划分为 3 个工程地质岩组，即第四系松散岩岩组（I）、断裂构造带(矿体)岩组（II）、块状较坚硬-坚硬岩组（III）。现将各岩组工程地质特征分述如下：

（1）第四系松散岩组

主要分布在矿床附近地形比较低洼平缓地段，岩性为第四系冲积、冲洪积砂质土、亚砂土及砂砾石层等，结构松散，分选较差，粒度不均匀，不整合于各时代地层之上。局部地段含潜水，大部地段透水不含水，分布面积不大，厚度一般小于 10m，因该层处于地势低洼地段，对矿体的开采影响不大。

（2）块状较坚硬-坚硬岩组（围岩）

分布于核实区大部分地区，主要岩性为中细粒黑云母二长花岗岩，地表风化带较为发育，厚度一般 20~55m。其中全-强风化层厚 2~

28.40m，为碎裂结构，IV级结构面发育。岩心观测裂隙率一般为5~12条/米，局部更高，裂隙宽一般0.1~4.5mm。统计岩石RQD值为20.20~35.25%，平均25.01%，岩石质量等级为IV级，岩石质量差，岩体破碎。由于矿床为地下开采，强风化层对矿床开采影响不大。

中-微风化层岩体块状构造，致密坚硬，岩石以IV、V级结构面为主。裂隙率一般2~5条/米，裂隙宽2~4mm，基本保持母岩结构，部分矿物粘土化，裂隙多为闭合，少数张开，统计岩石RQD值为58.81~66.25%，平均63.07%，大部分岩石质量等级为III级，岩石质量中等，岩体中等完整。坑道掘进和矿床开采时应适当支护。

未风化层岩体块状构造，通过钻孔观察，岩心一般较完整，坚硬，RQD范围主要在91.33~95.56%，平均93.28%，岩石质量好-极好。岩石较密实，比重较大；岩石体积密度 $2.62\sim 2.65\text{g/cm}^3$ ，平均 2.64g/cm^3 ，饱和抗拉强度平均8.16MPa；饱和抗剪强度：内摩擦角 $37.1^\circ\sim 39.3^\circ$ ，凝聚力8.62~9.67MPa，平均9.06MPa；饱和单轴抗压强度63.86~99.86MPa，平均81.57MPa。吸水率为0.31~0.41%，平均为0.36%。综合多项力学性质指标，该岩石为较坚硬岩类，岩体完整，岩石质量好，含水率平均0.36%，该指标较低，含水性较差。

（3）断裂构造带(矿体)

属于软弱-半坚硬岩类，由风化带、破碎带岩石组成，主要分布在I号矿体顶板以上的岩体，破碎带内原岩为中细粒黑云母二长花岗岩，浅肉红色，中细粒花岗结构，主要由钾长石、斜长石、石英、黑云母及其他暗色矿物组成，岩心破碎，多呈碎块状，块径0.5~8cm

之间，RQD 值 54.3~80%，平均 63.5%，岩石质量中等-好，属软弱-半坚硬岩类。对矿体围岩稳定性有一定的影响，为不稳定岩组，易产生掉块、坍塌等不良工程地质现象，施工时应采取支护措施。

核实区内圈定 1 条叶蜡石矿体，均产于二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩中，赋存于中细粒黑云母二长花岗岩破碎带内，岩芯多呈碎块状，个别叶蜡石碎块内可见明显构造角砾，砾径 2~4cm 不等，透水性好，含水。统计岩石 RQD 值为 37.25~48.16%，平均为 42.64%，岩石质量等级为IV级，岩石质量差，岩体完整性差。饱和单轴抗压强度 47.25~48.32MPa，平均 47.79Mpa，该岩石为较坚硬岩类，对矿体围岩稳定性有一定的影响。

表 2-5 本次核实新增岩石物理力学测试成果表

2、结构面分级及特征

矿区未发现I、II级结构面，在矿区南部发育 1 条断层，属III级结构面，高角度IV、V级结构面较发育，未发现软弱夹层，结构面对矿体及围岩稳定性有影响，现分述如下：

（1）III级结构面

核实区内基岩裸露，仅见一条东西向控矿断裂构造，倾向南，倾角 65~85°，该构造东侧被第四系覆盖，西侧宽度逐渐变窄，目前，地表探槽揭露长约 420m，宽 5~12m，

构造形态呈舒缓波状，断裂带内岩石破碎，被硅质及叶蜡石充填胶结。该断裂控制着I号叶蜡石矿体的展布。断裂带工程地质条件差。

（2）IV、V级结构面

矿区IV、V级结构面主要是指大小不等的层面及节理裂隙。核实

区内结构面为岩石风化裂隙，延展短，一般长约 1~3m，未错动，裂隙率一般 2~5 条/米，裂隙宽 2~4mm，基本保持母岩结构，部分矿物粘土化，裂隙多为闭合，少数张开。随着开采深度增加，线节理裂隙率有逐渐降低的趋势。

3、工程地质条件预测评价

矿山未来开采方式为地下开采，在采矿过程中，可能诱发的主要工程地质问题包括矿体及围岩的稳固性、构造带稳定性和老窿区岩体稳定性。

（1）矿体及围岩的稳固性

矿体及围岩岩性为中细粒黑云母二长花岗岩，坚硬程度为较坚硬，矿体软化系数均小于 1，局部常出现薄层软岩，其受地下水软化作用明显，开拓过程中易出现局部围岩下沉、底鼓等工程地质问题，另外矿区大规模采矿活动，影响岩体间结合力不稳，促使局部产生地应力失衡，出现新的岩石破碎及裂隙带，可能造成矿体及围岩不稳定。本区构造蚀变较发育，主要类型有高岭土化、叶蜡石化，分布较广泛，主要发育在矿体、围岩破碎带及构造带中，岩（矿）石表现为整体松散褪色，出现层间软弱面，遇到地下水冲击易软化向坑道和采空区大面积滑动，影响矿体及围岩的稳固性。

（2）构造带稳定性

核实区内构造主要为近东向断裂构造，断裂两侧为中细粒黑云母二长花岗岩，穿越整个矿区。断裂具张性特征，多形成断层角砾岩，局部断层泥较发育，岩石局部破碎，构造破碎带稳定性差。

（3）软弱夹层稳定性

经本次核实工作详细调查与钻探揭露，核实区内未发现由沉积或变质作用形成的典型原生软弱夹层。但区内近东西向断裂构造破碎带（Ⅲ级结构面）及其影响带内，广泛发育构造蚀变岩，其在工程力学性质上等效于软弱夹层，是控制矿体及围岩稳定性的关键地质因素。该带呈脉状赋存于中细粒黑云母二长花岗岩中，岩性主要为构造角砾岩及强烈蚀变的叶蜡石矿体。岩心多呈碎块状，块径 0.5~8cm，局部可见明显的构造角砾及断层泥。受构造热液蚀变影响，岩石普遍发生叶蜡石化及高岭土化，粘土矿物富集，结构疏松。

（4）老窿区岩体稳定性。

矿山自取得采矿证至今未进行过采矿活动，根据现场实际调查，矿山现状无采空区。

4、可能出现的工程地质问题预测

（1）风化带岩石由于受风化作用的影响，岩石质量差，岩体较破碎，工程力学性质较差，容易发生顶板冒落，两壁受力挤压变形的现象，开采时应加强支护。

（2）矿区在大面积掘进和开采时，容易发生顶板塌陷和崩塌的可能性。

（3）矿山开采后，将大面积破坏各岩体的整体稳定性和岩石的物理力学性质，将可能导致地面塌陷和山体开裂等对地质环境产生影响破坏的可能性。在诱发因素及大范围开采的影响下有可能发生局部崩塌滑动、地面塌陷及地裂缝等岩土工程问题的可能性。

(4) 未来开拓生产过程中，应密切观察岩性变化、构造裂隙破碎带的发育程度、滴水渗水等水文地质、工程地质现象，根据具体情况提前做好支护与加固等措施，以防掉块、坍塌、冒顶、片帮等不良工程地质问题的发生。

5、工程地质勘查类型

核实区地形有利于自然排水，顶底板围岩岩性简单，为中细粒黑云母二长花岗岩，大部分岩石属于块状较坚硬岩，矿体围岩稳定好，矿体赋存构造破碎带内，岩石破碎，风化作用较强，岩体中有软弱夹层及局部破碎带存在，影响岩体稳定，局部地段可能发生矿山工程地质问题。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T 12719-2021) 划分为第三类中等型，即以块状岩类为主的工程地质条件中等的矿床。

七、矿体地质特征

本矿床为酸性岩浆热液充填交代型叶蜡石矿床，严格受断裂构造控制，围岩为中细粒黑云母二长花岗岩，围岩与矿体界线较为清晰。根据《核实报告》在核实区内仅圈定一条叶蜡石矿体，编号为 I。

I 号矿体位于矿区南部 7~6 号勘查线间，整体走向近东西，倾向南，倾角***°，赋矿围岩为叶蜡石化中细粒黑云母二长花岗岩，矿体与围岩界线较为清晰。矿体地表由 12 条探槽（10 条见矿、2 条不见矿），深部由 17 个钻孔控制（13 个钻孔见矿、4 个不见矿），见矿钻孔均穿过叶蜡石矿体底板，矿体走向已由工程圈闭，深部已控制到采矿证最低开采标高。赋矿标高***m，埋深***m。矿体特征详见表 2-6。

矿体控制长度***m,最大延深***m,矿体厚度***m,平均厚度***m,厚度变化系数***%,属稳定型。矿体厚度沿倾向自地表向深部有变薄,沿走向呈中间厚、两边薄。矿体单工程品位 Al_2O_3 ***%, 平均***%、 SiO_2 ***%, 平均***%、 Fe_2O_3 ***%, 平均***%。根据单样统计,品位变化系数 Al_2O_3 ***%、 SiO_2 ***%、 Fe_2O_3 ***%,地表矿石质量好于深部钻孔矿石质量,走向上矿体中间矿石量较好,尤其是 0、1、2 线,矿石质量较好,两边矿石质量稍微差些, Fe_2O_3 含量偏高。矿体内部未见夹石,矿体内无后期构造及脉岩破坏及影响,矿体连接可靠程度较高。

表 2-6 哈拉海沟矿区叶蜡石矿矿体特征一览表

第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、矿区土地利用现状

1、矿区土地利用情况

根据喀喇沁旗 2024 年国土变更调查数据及土地利用现状图(***),图幅号:***,参照全国土地利用现状调查技术规程及中华人民共和国国家标准《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)进行统计。矿区现状土地利用总面积*** hm^2 ,矿区现状土地利用类型为耕地、林地、草地、住宅用地。矿区土地利用类型及面积见表 2-7。

表 2-7 矿区土地利用现状表

2、矿区土地利用权属情况

根据全国第三次土地利用现状调查资料及调查走访,土地权属为喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟村、大西沟门村、上瓦房村、白太沟村集体所有,土地产权明晰,权属界线清楚,无任何纠纷。矿区土地利用

权属见表 2-8。

表 2-8 矿区土地利用权属表

3、采矿活动影响范围土地利用情况

根据现场调查，喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿拟申请矿区范围以及拟申请矿证范围外已损毁的场地为矿区道路（***hm²）位于矿区范围外，合计影响面积为***hm²；详见表 2-9。矿区内及矿区外影响土地利用类型一级地类包括耕地、林地，土地权属为喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟村。

表 2-9 采矿活动影响范围土地利用现状表

4、已损毁土地利用情况

矿区已损毁未恢复土地单元主要为取土场（***hm²）、矿区道路（***hm²）、钻机平台（PT1-PT3）（***hm²）。现状工程场地已损毁总面积为***hm²，已损毁土地利用类型一级地类包括耕地、林地具体地类面积见表 2-10。

表 2-10 已损毁土地利用现状表

5、已修复土地现状情况

根据现场调查以及搜集资料，矿山前期已治理场地单元为 1 处露天采坑、1 处场地平台、5 处探槽（TC3-TC7）以及 3 处钻机平台（PT4-PT6），总面积***hm²。修复后土地利用类型为乔木林地及灌木林地。具体地类面积见表 2-11。

表 2-11 已修复土地现状统计表

6、矿区永久基本农田分布情况

根据 2025 年 11 月 24 日，喀喇沁旗自然资源局《关于喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿许

可证范围内是否占用永久基本农田的查询结果》，该项目不占用永久基本农田。旱地主要在矿区内与外南东侧分布，分布面积较小。

二、采矿用地申请批准情况

矿山前期无采矿用地审批手续，目前处于申请缩小开采区域阶段，新采矿许可证尚未完成审批核发。根据《中华人民共和国矿产资源法》、《建设用地审查报批管理办法》等相关规定，采矿用地审批需以有效采矿许可证为前置条件，因此待新采矿许可证核发后，按本方案采矿用地安排进行申请用地手续。

第五节 矿区生态状况

一、生态功能定位

根据《内蒙古自治区生态功能区划报告》，矿区所在区域为：II-2-4燕山北部山地森林、灌丛水土保持生态功能区。

主要生态环境问题：森林景观破坏较严重，在森林景观中原始针叶林除宁城县黑里河有较大面积分布外，其他地区已破坏殆尽，针阔混交林也已很少，阔叶林景观中绝大部分为砍伐后形成的次生林，灌丛景观面积较大，已占森林景观的60%以上，由此可以看出，本地区虽然森林质量等级较低，水源涵养、土壤保持、生物多样性维持等生态功能大大降低。

生态保护目标与措施：对草原区的放牧应该合理，加强水土保持和生态监管工作

2、矿区在赤峰市国土空间生态修复规划中的要求

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》，全市划分 9 个生态修复整治区，矿区所在区域的定位为：燕山山地水源涵养水土流失保护修复区。

生态修复主攻方向：以水土治理为重点，通过经济林建设、小流域治理、矿山生态环境综合治理、控制农业面污染、土壤污染治理等措施，推进山区林地恢复，推进矿山地质生态环境修复，加强土地综合整治，提高水土保持能力。

二、生态本底状况

1、生态系统类型

本次采用遥感解译和现场调查相结合的方法，对调查区的生态系统类型进行调查和分析。生态系统分类采用《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）中的二级分类系统。结果表明，矿区生态系统主要有森林生态系统-针叶林、针阔混交林；灌丛生态系统-针叶灌丛、农田生态系统-耕地及园地、草地生态系统-草甸。具体分布见下表 2-12。

矿区四周 10km 范围内无自然保护区、风景名胜区、生态红线等生态敏感区域。

表 2-12 矿区及周边生态系统类型

2、植被现状

（1）植物资源现状

矿区区域上位于华北落叶阔叶林向东北针阔混交林的过渡地带，矿区所在地区属温带大陆性季风气候，光照充足，热量丰富，该区域年平均气温在 7℃左右， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温为 3000-3200℃，年降水量在

400-500mm 之间。

经查询《“三北”工程造林种草林草良种推荐目录》并结合实地调查，较为丰富的降水和充足的热量，在该区内发育了良好的森林生态系统，生态功能较强，其中乔木主要为油松、落叶松、白桦、山杨、蒙古栎以及榆树、杨树等，分布于低山和黄土丘陵，郁闭度 ≥ 0.20 。低山灌丛植被有虎榛子、绣线菊、胡枝子、山杏等。

在本区生态组成中，本氏针茅、大针茅和羊草等草原植被成为优势植物，此外，还常见有温带亚洲植物成分，如扁蓿豆、野黑麦、车前，其它成分还有苔草、冷蒿、蓬子菜、野豌豆、野芥菜等。

经核实，矿区生态组成中，无国家Ⅰ级与Ⅱ级以上保护野生植物。

矿区植物名录见表 2-13。

表 2-13 矿区植物名录

（1）野生动物组成

矿区位于赤峰市喀喇沁旗王爷府镇，在动物地理区划上属于东北区-辽河平原亚区，由于生态系统的复杂性，矿区及周边栖息的动物资源较为丰富。

根据现场调查及资料记载，矿区及周边野生动物的留居种类没有珍稀、濒危物种，无珍稀濒危动物栖息地与繁殖地分布。矿区主要动物名录如表 2-14。

表 2-14 矿区及周边区域常见动物名录

（2）项目区域鸟类迁徙现状

矿区位于《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划(2024-2030 年)》(发改农经〔2024〕798 号)中的东北区(见图 2-4)。包括黑龙江、

吉林、辽宁和内蒙古的东北部，分为大兴安岭、长白山、松辽平原 3 个亚区，主体位于东亚-澳大利西亚迁飞通道内，东部同时位于西太平洋迁飞通道内。区内共有关键栖息地 126 处，主要分布在大小兴安岭、长白山山地、松花江流域、辽河平原和三江平原等地。代表性候鸟有丹顶鹤、白鹤、东方白鹤、中华秋沙鸭、黑脸琵鹭、大滨鹬、栗斑腹鹬和虎头海雕等。

根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024-2030 年）》可知：全球有 9 条主要候鸟迁飞通道，其中 4 条经过中国，分别为东亚-澳大利西亚迁飞通道、中亚迁飞通道、西亚-东非迁飞通道以及西太平洋迁飞通道。矿区处于东北区松辽平原亚区，为东亚-澳大利西亚迁飞通道，施工及运行期间妥善采取监测、防护、保护等措施。

图 2-5 矿区与中国候鸟关键栖息地分布关系图

三、生物多样性

矿区位于华北植物区系与东北植物区系交汇地带，受特殊地理位置和气候条件影响，区域内生物多样性较为丰富，植被类型涵盖草原植被、灌丛植被和森林植被，动物群落则以啮齿类和鸟类为主。

1、植物多样性

调查共记录维管植物 22 种（属），分属 13 科。其中，草本植物共计 7 种，隶属于禾本科、豆科、车前科、莎草科、菊科、茜草科、十字花科；灌木及半灌木 3 种，隶属于豆科、桦木科、蔷薇科；乔木 6 种，即松科、桦木科、杨柳科、壳斗科、榆科、杨柳科。

森林植被广泛分布于中低山和河谷中，为矿区及周边主体植被类型，以油松、落叶松构成优势群落，可见白桦、山杨、蒙古栎、榆树

和杨树。

灌丛植被主要分布于低山丘陵区，优势种包括虎榛子、绣线菊和山杏，局部地段形成灌丛群落。

草原植被为建群种以禾本科针茅属为主，包括本氏针茅、大针茅和羊草，构成典型的丛生禾草草原。伴生草本植物丰富，常见有冷蒿、苔草等。此外，豆科植物如野豌豆和胡枝子也有一定分布，对土壤氮素积累具有积极作用。

2、动物多样性

动物调查涉及 2 纲、3 目、5 科、14 种。其中鸟类以鸽形目和雀形目为主，哺乳类以啮齿目种类占优。

鸟类共计 9 种：鸽形目记录山斑鸠、岩鸽、珠颈斑鸠、灰斑鸠 4 种；雀形目记录家燕、灰喜鹊、喜鹊、大嘴乌鸦、小嘴乌鸦 5 种。其中喜鹊和灰喜鹊为区域常见优势种，适应矿区及周边农田、居民点生境。

哺乳类共计 7 种：松鼠科记录岩松鼠 1 种；跳鼠科记录五趾跳鼠 1 种；鼠科记录大林姬鼠、黑绒姬鼠、褐家鼠、小家鼠 4 种。褐家鼠和小家鼠为伴人型优势种，广泛分布于矿区及周边农耕地带；岩松鼠和五趾跳鼠则偏好灌丛和草地生境。

3、物种丰富度与优势种群

矿区植物物种丰富度中等，草本层以禾本科和豆科植物占主导，本氏针茅、大针茅、羊草为草原群落的建群种和优势种。灌木层以虎榛子、山杏为主，局部形成优势灌丛。乔木层以油松和落叶松、杨树

为主要建群种。

动物群落中，鸟类以灰喜鹊、家燕为优势种；啮齿类以褐家鼠、小家鼠、黑绒姬鼠为优势种，岩松鼠和五趾跳鼠为常见种，反映出矿区及周边区域受人为干扰影响，伴人型啮齿类种群数量较高，而原生草原和灌丛生境仍维持部分特有鼠类和鸟类种群。

四、土壤生态现状

矿区位于区，覆盖层较厚，土层厚度 0.5-6.0m，大面积土层含砂砾石。土壤类型主要为棕壤，其次为褐土，土壤质地为砂壤，土壤容重在 1.35 中 g/m^3 左右，有机质含量 1-2%，PH 在 6.8 左右，土壤质地疏松、多孔，胶结物质、粘粒成分含量较低，土壤的抗蚀性和抗冲性较弱，肥力一般。土壤检测结果见表 3-20。

五、水环境现状

矿区所在水文地质单元内无地表水体分布，仅季节性降水部分补给地下水，大部分通过地表汇集径流方式流出矿区。

矿区内地下水主要为基岩裂隙水，主要赋存于二叠纪中细粒黑云母二长花岗岩的风化裂隙、构造裂隙中。浅层风化较为强烈，风化裂隙发育，透水性较好，厚度一般 10~15m，最大 28.40m。根据 SZK1 水文孔资料，揭露含水层厚度 36.69m，水位埋深 29.14m，单位涌水量 $0.0079\text{L/s} \cdot \text{m}$ ，渗透系数为 0.0530m/d ，富水性弱。接受大气降水的补给，雨季水位上升，枯水期水位下降，循环交替较强，季节性变化明显，年季最大水位变幅 1.58m。地下水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Ca}$ ，矿化度 0.126g/L ，水质较好。

本次为评价矿区水质及地下水污染情况，在矿区水源井进行取样分析，水质分析结果见表 3-23。根据检测结果，矿区水质符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)III类标准。

第六节 矿区及周边人类重大工程活动

依据附件 10 相关禁区重叠说明（各个部门复函），申请采矿权开采区域与生态保护红线、I 级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然（自然与文化）遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水水源保护区不重叠。

矿区 3km 内无铁路、高等级公路和其它较重要设施，矿区附近无风景名胜区、水源保护区、地质遗迹、地质公园。矿区附近没有大型电力、水利等重要国民经济建筑物、构筑物及***。

图 2-6 矿区周边影像图

第七节 矿区生态修复工作情况

一、矿山地质环境治理与土地复垦情况及效果

（一）原方案概述

2023 年 5 月，中冶地集团西北岩土工程有限公司编制了《喀喇沁旗天成美石有限责任公司王爷府镇哈拉海沟叶腊石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

1、主要内容

恢复治理规划年限为 2 年，即 2023 年 1 月 1 日~2024 年 12 月

31 日。

评估区面积为 100.0029hm²，现状评估区内地质灾害不发育，危害程度小，危险性小；矿山处于停产状态，矿山现状对含水层结构、含水层水位影响严重，对矿区及附近水源的影响较轻，对含水层水质影响较轻；对地形地貌景观影响为严重和较严重区，评估区对水土环境影响程度为较轻。

2、矿山地质环境保护与恢复治理工作部署

第一年进行治理恢复，第二年进行管护。矿山地质环境保护与恢复治理工作全部于近两年内完成。

（一）第一年(2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日)

- 1、完成对露天采坑回填、覆土恢复植被工作；
- 2、完成对排渣场清运、覆土、恢复植被工作；
- 3、完成对取土场规整取直、坡面整形、覆土、恢复植被等工作；
- 4、完成对探槽（TC1-7）回填、整平、覆土、恢复植被等工作；
- 5、完成对场地平台的整平、覆土、恢复植被等工作；
- 6、完成对矿区道路翻耕、覆土、恢复植被等工作；

（二）第二年(2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日)

对矿山地质环境影响范围及土地复垦责任区进行地形地貌景观及土地资源监测；对复垦植被进行管护。

3、监测工程

（1）地质灾害监测

本方案两年内进行治理，因此本方案设计在 2 年治理期内对地质

灾害进行监测。

（2）地下水水位、水质监测

本方案两年内进行治理，因此本方案设计在2年治理期内对地下水水位、水质进行监测。

（3）地形地貌景观及土地资源监测

定期指定专人对矿山开采活动影响地段的地形地貌景观及土地损毁情况进行监测。

监测内容主要为挖损、压占和占用破坏土地资源，影响地形地貌景观情况，随时掌握影响状况，制定相应对策。

监测方法：按监测路线进行监测，监测路线主要沿工程场地边缘布置，路线总长 1750m，记录监测情况。

（二）执行情况、验收情况

经查阅资料及现场核查，矿山原治理方案设计的近期治理工程及监测任务已基本实施完毕。目前，矿区道路修缮及取土场生态恢复工作仍存在短板，尚未完成生态修复工作。

照片 2-4 露天采场恢复现状

照片 2-5 场地平台恢复现状

照片 2-6 TC3 恢复现状

照片 2-7 TC4 恢复现状

照片 2-8 TC5 恢复现状

照片 2-9 TC6 恢复现状

照片 2-10 TC7 恢复现状

（三）存在问题

根据现场调查实测，前期治理后的取土场存在大面积的切坡，且植被生长情况欠佳，地形地貌景观不协调；矿区道路存在切坡，未进行植被恢复，因此本方案将矿区道路与取土场纳入本次治理单元，重

新进行评估和治理。

二、本方案主要内容与前期编制方案的衔接

前期方案通过对已损毁土地划分复垦单元，进行复垦责任范围的确定，制定复垦工程，安排复垦工作计划等，对矿区进行了全面规划治理，本方案继续引用前期方案划分的工程单元，根据《开采方案》，结合矿山已损毁土地现状及拟损毁土地预测，进行地质环境治理、土地复垦与生态修复工作。本次根据前期方案与《开采方案》设计确定矿区生态修复影响范围，地质灾害、含水层、地形地貌景观、生态环境的现状与预测受损情况，制定生态修复治理工程设计、生态修复治理工作计划等，以确保生态修复工作与实际相符合，工作能顺利进行。

三、前期探矿活动治理工程

钻机平台（PT4-PT7）为 2025 年《核实报告》探矿工作产生的场地，其中 PT4 内的钻孔为 zk3-1、zk3-2；PT5 内的钻孔为 Zk5-1、zk5-2；PT6 内的钻孔为 Zk7-1、zk7-2；PT7 内的钻孔为 Zk4-1、zk6-1。矿山在完成勘察工作后，就对场地进行了恢复治理，包括回填整平、垫坡整形、覆土及植被复绿等措施，根据现场实地踏勘情况综合评估，该场地生态修复效果明显，整体植被覆盖状况较好。

照片 2-11 PT4 恢复现状
照片 2-12 PT5 恢复现状
照片 2-13 PT6 恢复现状
照片 2-14 PT7 恢复现状

第八节 矿区基本情况调查监测指标

一、矿山生态调查及监测目标

对矿产资源开采造成的地质环境破坏、土地损毁和生态系统破坏(退化)等问题,依靠人工支持引导和自然恢复力,采取预防和修复措施,使矿山地质环境达到安全稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善的活动。

在矿产资源开采过程中,对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复层利用、生态系统破坏(退化)与恢复等开展监测评价,为矿山生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

二、调查及监测总体要求

重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等,结合开采矿种、建设规模、开采方式、开采工艺、时序安排等,开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查并监测,开采中对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行调查与监测,开采后对管理维护进行调查与监测。

1、收集矿区及采矿影响范围地形、地貌、气象、水文、生物等自然环境和社会经济资料,地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿体地质特征等地质环境背景资料,土地利用现状、土壤调查、国土空间规划等土地资源及规划资料,植被状况、生物多样性、生态系统类型等生态相关资料;

2、收集矿山生产建设情况、矿山范围拐点坐标、开采方案、环境影响评价报告、矿山地质环境保护与恢复治理方案、水土保持方案、征地文件以及遥感影像等资料;

3、结合收集资料，分析矿山地质环境恢复治理、土地复垦利用、生态系统恢复的规划与设定的复垦修复标准，整理矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底已有数据，结合监测评价目的，明确矿山地质环境、土地资源和生态系统监测评价需要补充调查的数据；

4、了解监测范围内交通、通信、供电和大地测量基准点等基础条件，掌握自然资源、林草、水利、农业农村、生态环境等行政部门、科研机构开展的监测工作，包括监测内容、监测网点布设及监测方法等；

5、土壤与土地利用指标：土壤类型、土层厚度、有机质含量、pH 值、重金属及污染物浓度；损毁土地类型及面积、土壤侵蚀强度、占用土地合规性。

6、动态监测指标：地形稳定性、土壤质量改善幅度、植被覆盖年际变化、地下水水位/水质动态；基金使用与治理工程的对应关系（如土壤改良支出与土壤质量提升成效）、工程进度与计划符合度。

7、结合资料分析、矿山生态问题识别与初步诊断，制定监测评价方案，明确监测对象与范围、监测内容和指标、监测布点及频率、监测和评价方法、数据记录和存储、时间安排、经费预算、组织实施、质量控制及主要成果等。

表 2-15	矿区采矿前复垦修复监测内容与监测指标表
表 2-16	矿区开采中复垦修复监测内容与监测指标表
表 2-17	矿区地下水水质监测指标表
表 2-18	矿区土壤监测指标表
表 2-19	地面塌陷地质灾害监测点记录表

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

第一节 问题识别与受损预测

一、矿山生态修复范围

矿区生态修复评价对象为喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿，矿区生态修复评价范围为现有矿区范围、拟申请矿权范围、矿业活动影响范围的不良地质因素存在的范围。

1、现有矿区范围

喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区面积*** hm^2 。

2、拟申请矿权范围

矿山拟申请矿证范围面积*** hm^2 。

3、矿业活动影响范围

喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区范围以及拟申请矿证范围外现状及预测单元的破坏范围为*** hm^2 。

4、矿区生态修复范围

综合考虑矿区与周边水文地质、水土环境影响、地灾影响等方面，综合确定矿区生态修复范围面积*** hm^2 。

图 3-1 矿山生态修复范围图

二、现状问题

（一）地质环境破坏现状

1、不稳定地质体现状

根据实地调查及访问，本矿为地下开采，历史矿山在矿山地面工程设施建设及使用过程中未引发和遭受过崩塌、滑坡地质灾害。

（1）崩塌、滑坡地质灾害

取土场：修建于矿区东南部、山脚处侧缘的宽缓地带，周边自然边坡坡度缓，一般在 25° 左右；场地修建后产生切坡，切坡坡度较大，在 35° 左右，切坡为土质切坡，岩体较稳定。取土场未曾遭受崩塌、滑坡地质灾害，未发现不稳定斜坡体。

矿区道路：位于整个矿区，修建矿区道路对原有的小路进行了扩建，扩建产生了部分土质切坡，切坡角度较缓，在 25° 左右，切坡较稳定。矿区道路未曾遭受崩塌、滑坡地质灾害，未发现不稳定斜坡体。

（2）地面塌陷区地质灾害现状

根据现场调查，矿山未生产，无采空区，矿山未曾遭受地面塌陷区地质灾害。

2、地下水环境破坏现状

根据本次调查访问，矿区范围内未发现自然泉水出露。下面对矿区及周边含水层破坏现状阐述如下。

（1）含水层破坏情况

矿区主要地下水类型为基岩裂隙水，水位平均赋存标高为***m，前期探矿工程揭露了基岩裂隙含水层，探矿活动结束后已对钻孔进行了封堵，故现状矿山开采对含水层结构的破坏程度较轻。

（2）矿坑疏干水对含水层的影响

矿山现状未进行开采活动，未进行疏干水，现状对含水层影响较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区及周围无地表水体，矿山现状未进行开采活动，不会影响到矿区及附近居民的生产生活供水，不会对附近水源造成明显影响。

（4）对地下水水质的影响现状分析

本次为评价矿区水质及对矿区周边地下水污染情况，通过检测数据对矿区水质进行评价（水质分析结果见附件 12）。根据检测结果：该项目水质检测项目均符合《地下水质量标准》(GB/T1 4848-2017) 中Ⅲ类标准。

综合现状评估认为矿区现状对地下水水质无影响。

3、地形地貌景观破坏现状

矿山远离各人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线（不可视），现状矿山对地形地貌景观的影响主要表现在已形成的工程场地，主要为取土场、矿区道路、钻机平台（PT1-PT3）；

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011），参考国家和地方相关部门规定的划分标准，将地形地貌景观破坏程度等级数确定为 3 级标准，分别定为：一级（较轻）、二级（较严重）、三级（严重）。可以定义如下：

- 较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；
- 较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；
- 严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，本方案通过选取合适的因素因子采用多因素评价法划分地形地貌景观的破

坏程度等级。根据类似项目的地形地貌景观破坏因素调查情况，结合项目区实际情况，同时参考各相关学科的实际经验数据，选取因素因子，进而根据从重原则确定地形地貌景观破坏程度等级。

工程场地地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-1。

表 3-1 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表
表 3-2 地形地貌景观破坏程度评分界线表

根据表 3-1、表 3-2 通过各项评估因子对评估区内各场地打分，并进行场地的地形地貌景观现状评估。分述如下：

(1) 取土场（表土场）

取土场位于矿区东南侧，0.0282hm²，场地呈椭圆形，南北长 17m，东西宽 21m，场地边坡高度 1~5m，边坡坡度约 30-80°，长度 27m，采场开挖破坏地表形态与植被，破坏地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。《开采方案》为设计表土存放场地，本方案设计将取土场作为表土场，用于集中存储未来拟建场地剥离的表土。

表 3-3 地形地貌景观破坏程度评价表
照片 3-1 取土场(表土场)现状
图 3-2 表土场垫坡切坡现状

(2) 矿区道路

矿区道路主要用来连接矿区内各工程场地，现状已开拓道路总长 1360m，路面宽约 3.5m，为土质砂石路面，占地总面积 0.4763hm²，道路部分路段存在切坡，切坡长 756m，高 1-5m，坡度约 25-70°。车辆运输碾压地表，破坏了原有的地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重

表 3-4 地形地貌景观破坏程度评价表
照片 3-2 矿区道路现状

照片 3-3 道路切坡现状
图 3-3 矿区道路垫坡切坡现状

(3) 钻机平台 (PT1-PT3)

主要集中于矿区中部，钻机平台为矿山施工的探矿工程，平台长约 10m，宽轴约 7-9m，深度 0.1-0.5m，总面积 0.024hm²。平台存在切坡，累计切坡长 30m，高约 1-2m，坡度约 70-90°。钻机平台挖损原地貌，破坏了原有的地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-5 钻机平台特征一览表

编号	钻孔	长度 (m)	宽度 (m)	面积 (m ²)	备注
PT1	XZK0-2	10	7	70	存在切坡，植被恢复情况较差
PT2	SZK1	10	8	80	存在切坡，植被恢复情况较差
PT3	ZK0-3	10	9	90	存在切坡，植被恢复情况较差

照片 3-4 PT1 现状

照片 3-5 PT2 现状

照片 3-6 PT3 现状

图 3-4 钻机平台垫坡切坡现状

表 3-6 地形地貌景观破坏程度评价表

(4) 评估区其他区域

无破坏的土地，地形地貌景观及植被均保持原有自然状态，对地形地貌景观影响程度较轻。

综上所述，现状条件下各工程场地对地形地貌景观影响评估程度见表 3-7。

表 3-7 地形地貌景观影响现状评估表

表 3-8 现状矿山地质环境问题说明表

(二) 土地资源损毁现状

1、土地损毁程度评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，损毁方式主要有塌陷、压占和挖损三种。

根据国家和地方相关部门规定的划分标准，将土地损毁程度等级

数确定为一級（轻度损毁）、二級（中度损毁）、三級（重度损毁）等 3 级标准。评估标准如下：

- 轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；
- 中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；
- 重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动已损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的塌陷、压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-9。

表 3-9 土地损毁分级参考标准表

表 3-10 土地损毁程度评分界线表

2、土地损毁程度评价

（1）表土场

表土场占地面积为 0.0282hm^2 ，坡度 $>35^\circ$ ，高度 2-5m，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度中等，破坏土地利用类型为乔木林地 $***\text{m}^2$ 。初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-11 土地损毁程度评价表

（2）矿区道路

矿区道路面积 0.4763hm^2 ，坡度 $>35^\circ$ ，高 1-5m，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度中等。破坏前土地利用类型为旱地 $***\text{m}^2$ 、乔木林地 $***\text{m}^2$ 、灌木林地 $***\text{m}^2$ 、其他林地 $***\text{m}^2$ 。损毁类型为压占。场地的建设导致

原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-12 土地损毁程度评价表

(3) 钻机平台 (PT1-PT3)

钻机平台 (PT1-PT3) 挖损土地面积为 0.0240hm^2 ，最大挖损深度 $0.5\text{--}2.0\text{m}$ ，挖损土层厚度 $20\text{--}50\text{cm}$ ，无积水，开挖边坡角度 $60\text{--}80^\circ$ ，边坡不规整。破坏前土地利用类型为灌木林地 $***\text{m}^2$ 。现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-13 土地损毁程度评价表

(4) 其他区域

其他扰动区未改变原有土地或破坏地表植被，地表原有功能完整，未对土地造成损毁。

综上，矿山现状损毁土地总面积 0.5285hm^2 。损毁方式为挖损和压占，损毁土地类型包括旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地，各损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度见表 3-14。

表 3-14 已损毁土地资源统计表

(三) 生态系统受损现状

1、生态受损程度评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，生态受损方式主要有植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失以及水环境污染五个方面。

根据相关部门规定的划分标准，将生态系统受损程度等级划分为一级（严重）、二级（较严重）、三级（较轻）等 3 级标准。评估标准如下：

□较轻：植被覆盖度 $>40\%$ ，原生植被轻度破坏、生物栖息地基本完整，物种影响较小、土壤侵蚀模数 $<2500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 、水土未检测到污染；

□较严重：植被覆盖度 $10\%-40\%$ ，原生植被破坏严重、生物栖息地破碎化，物种数量下降、土壤侵蚀模数 $2500-5000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 、水土环境局部轻微污染，无显著危害；

□严重：植被覆盖度 $<10\%$ ，原生植被消失、生物栖息地完全破坏，物种大幅减少、土壤侵蚀模数 $>5000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 、水土环境污染物超标，影响生态安全。

生态受损程度评价指标划分表见表 3-15。

表 3-15 生态受损分级参考标准表

受损程度分级采取上一级别优先原则，只要有一条符合即受损程度定为该级别。

2、生态受损程度评价

（1）表土场

表土场面积为 0.0282hm^2 ，根据遥感解译，场地植被覆盖度为 $***\%$ ，原生植被破坏较严重；因植被覆盖度较小，导致栖息地破碎化，物种数量减少；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数 $***\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，容许土壤流失量 $***\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。根据水土污染检测结果，矿区水土环境未检测到污染因子，因此综合确定表土场生态受损程度为中度受损。

表 3-16 生态损毁程度评价表

（2）钻机平台

钻机平台（PT1-PT3）面积为 0.0240hm^2 ，根据遥感解译，场地植被覆盖度为***%，原生植被破坏较严重；因植被覆盖度较小，导致栖息地破碎化，物种数量减少；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，容许土壤流失量*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。根据水土污染检测结果，矿区水土环境未检测到污染因子，因此综合确定钻机平台（PT1-PT3）生态受损程度为中度受损。

表 3-17 生态损毁程度评价表

（3）矿区道路

矿区道路面积为 0.4763hm^2 ，根据遥感解译，植被覆盖度***%，原生植被破坏较严重；因植被覆盖度较小，导致栖息地破碎化，物种数量减少；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，容许土壤流失量*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。根据水土污染检测结果，矿区水土环境未检测到污染因子，因此综合确定矿区道路生态受损程度为中度受损。

表 3-18 生态损毁程度评价表

3、土壤污染

为评价矿区生态修复范围内土壤污染程度，本次对矿区内两处具有代表性位置进行了土样采集，其中土壤 1、土壤 2 取样位置在拟申请采矿权区域范围内，采样方法为按《土壤质量 决策单元-多点增量采样法》（GB/T 42489-2023）中采样方法进行采样。

检测项目：执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》基本项目要求，确定矿山土壤污染监测内容为 pH、总

汞、总砷、镉、六价铬、铜、铅、镍（共计 46 项）。委托益铭检测技术服务(青岛)有限公司对土样进行了检测分析。土壤取样位置见下表：

表 3-19 样品信息表

分析方法：根据土地利用类型，已恢复地类与拟建场地按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）执行。检测结果详见下表：

表 3-20 土壤质量检测结果表

表 3-21 土壤质量与国家标准对照表

结果表明：土壤 1、2 样品检测参数的检测结果均符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》的标准限值的要求。

综上所述，评估认为矿山未进行开采活动，对土壤污染影响较轻。

4、水环境污染

本次为评价矿区水质及对矿区周边地下水污染情况，对矿区内水源井进行取样分析，具体取样位置见下表：

表 3-22 样品信息表

表 3-23 地下水检测结果一览表

根据检测结果，水质结果符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中Ⅲ类标准，适用于各种用途。

综上所述，矿区周边无重要、较重要水源地，矿山目前未进行生产，无疏干水，矿区水质检测结果中其他监测值均未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中Ⅲ类标准。矿区固废排放符合污染物排放标准，目前矿区不存在生活污水等。故现状水环境污染影响程度为较轻。

5、生态系统受损现状综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43933-2024)中 6.2.3 条款等相关规范,评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-24。

表 3-24 矿区生态受损程度现状综合评价表

三、受损预测

(一)地质环境问题预测

1、不稳定地质体预测

(1)崩塌(滑坡)

矿山拟建工业场地、废石场、矿石场,后续填挖方工程量小,引发崩塌(滑坡)的可能性小;拟建风井、拟建平硐建设场地处于低山缓坡区域,占地面积小,填挖工程量小,引发崩塌(滑坡)的可能性小;拟因此矿山拟建工程引发崩塌(滑坡)的可能性小,其地质灾害危险性小。

(2)预测地面塌陷

该矿体设计开采方式为地下开采,可能引发地面沉陷和地面塌陷地质灾害。根据非金属矿山开采经验,开采矿体所引发的地面沉陷地质灾害地表变形极小,地表破坏不明显。故本恢复治理方案仅预测地面塌陷地质灾害。

①预测地面塌陷范围

预测地面塌陷范围参照《开采方案》确定岩石移动范围,根据预测,矿山后续开采可能形成一处预测塌陷范围,面积为 2.5998hm²。如图 3-5 所示。

②地表最大下沉值预测

依据 2018 年 4 月中国建筑工业出版社《工程地质手册(第五版)》

在充分采动时，预测地表最大变形值经验式计算如下：

地表最大下沉值： $W=M \times q \div \cos \alpha$ （单位：m）；

M：矿体最大厚度（m）；

q：下沉系数（与矿体围岩性质、采矿方法有关。围岩岩性为坚硬岩时，q 取值范围为 0.27—0.54），方案 q 取 0.27；

α ：矿体倾角（°）；最大下沉值计算见下表。

表 3-26 主要矿体地表最大下沉值计算表

③地面塌陷灾害危险性预测

矿区预测开采矿体后可能引发地面塌陷地质灾害，其预测塌陷区面积为 2.5998hm²，最大塌陷深度 6.10m，预测塌陷区主要影响地表植被，预测受威胁人数为 10-100 人，可能直接经济损失为 100-500 万元，依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）附录 E 进行地质灾害影响程度分级评估，地面塌陷地质灾害影响程度为严重。

综上，现状矿山不存在地面塌陷地质灾害，未来矿山开采，随着采空区的扩大，可能会引发地面塌陷地质灾害，但是矿山生产过程中及时对采空区进行充填，可以有效降低地面塌陷地质灾害的发生的可能。参照同类矿山开采经验，开采矿体所引发的地面沉陷地质灾害地表变形极小，地表破坏及塌陷地质灾害不明显。另外矿区周围没有重要建筑工程设施和景观旅游区。

根据中华人民共和国地质矿产标准《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，预测矿山开采所引发的地质灾害主要为地面塌陷地质灾害，预测引发崩塌、滑坡、泥石流

等其他地质灾害的可能性较小。

图 3-5 预测塌陷区位置图

2、矿区含水层破坏预测

（1）对含水层结构破坏

申请开采标高为***m，矿区主要含水层为基岩裂隙含水层，含水层水位标高***m，根据上述分析未来开拓将揭露基岩裂隙含水层，但揭露的规模较小。所以预测矿山开采对含水层结构的破坏程度较轻。

（2）疏干排水对含水层影响

预测未来矿区最大涌水量 $348.53\text{m}^3/\text{d}$ 。矿区水位降落漏斗与现状基本一致，影响面积约为 4.93hm^2 。由于基岩含水层与其联系较为密切，开采已影响到附近主要第四系含水层，矿山排水将使区域含水层水位下降，虽局部地下水位略有下降，但对区域性重要含水层影响较小，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小，预测矿井排水对含水层影响程度较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区水系不发育，且开采区域影响的含水层非区域重要含水层，因此矿山开采对矿区及附近水源影响较轻。

（4）对地下水水质影响

根据附件 12 中“地下水检测结果表”可知该项目水质检测项目均符合《地下水质量标准》(GB/T1 4848-2017)中Ⅲ类标准。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构的破坏程度较轻；矿坑疏干排水对含水层影响程度较轻；矿山开采不会影响矿区及附近居民生产生活用水；矿山开采对地下水水质的影响较轻。根据《矿山地质环

境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，预测矿山开采对含水层破坏程度为较轻。

3、地形地貌景观破坏的预测

矿区内无重要地质地貌景观保护区和地质遗迹、人文景观分布区。矿山的建设、生产，可能对地形地貌景观产生不同程度的影响的主要因素有两方面，一是预测塌陷区产生，二是地面工程建设。

（1）拟建回风井

拟建回风井位于矿区中部，场地内的建筑物主要为回风井，井口标高为***m，井底标高***m，井深***m，井筒断面为圆形，净断面规格为 Φ ***m，主要承担井下各中段回风任务，内设梯子间兼作应急安全出口。场地呈规则的长条状，占地面积为 0.0088hm²。建设该场地将会形成一定的切坡，切坡长 17m，高 2-8m，坡度 25°-35°，拟建回风井建设形成了与原地貌景观差异较大的人工景观，破坏了原有地貌的和谐，场地的建设破坏了原有地形地貌景观，对地形地貌景观影响程度较严重。

表 3-27 地形地貌景观破坏程度评价表

图 3-6 拟建回风井垫坡切坡现状

照片 3-7 拟建回风井位置

（2）拟建平硐 3 处（PD1-PD3）

根据《开采方案》共设计三处平硐，其中拟建平硐 PD3 位于拟建工业场地中，就不再单独进行叙述。拟建平硐 PD1-2，位于矿区中部，零散分布，呈规则的长条状，两处平硐占地面积为 0.0452hm²。

拟建 PD1：硐口标高为***m，入口方位***°，断面为三心拱形，净断面规格***m，坡度为***‰，主要用于***m 回风中段矿石、废石、

人员、设备材料的运输任务，兼作安全出口。

拟建 PD2：硐口标高为***m，入口方位***°，断面为三心拱形，净断面规格***m, 坡度为***‰，主要承担***m 中段矿石、废石、人员、设备材料的运输任务，兼作进风通道及安全出口。

建设该场地将会形成一定的切坡，切坡长 17m，坡度 30°-60°，高 2-8m，拟建平硐（PD1-PD2）建设形成了与原地貌景观差异较大的人工景观，破坏了原有地貌的和谐，场地的建设破坏了原有地形地貌景观，对地形地貌景观影响程度较严重。

表 3-28 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-8 拟建平硐 PD1 位置

照片 3-9 拟建平硐 PD2 位置

图 3-7 拟建平硐(PD1-PD2)垫坡切坡现状

（3）拟建工业场地

拟建工业场地位于矿区东南侧，拟建工业场地设在拟建平硐 PD3 硐口周围，拟建工业场地紧邻拟建废石场、拟建矿石场。

拟建 PD3：硐口标高为***m，入口方位***°，断面为三心拱形，净断面规格***m, 坡度为***‰，主要承担***m 中段矿石、废石、人员、设备材料的运输任务，兼作进入风井及安全出口。

拟建工业场地呈规则的长条状，场地内建筑物面积为 684m²，场地面积 0.1368hm²。建设该场地将会形成一定的切坡，切坡长度 37m，坡度 45°-60°，切坡高度 2-15m，拟建场地内建筑物主要包括拟建平硐 PD3、空压机站、配电室、库房等建筑，房屋为砖混结构，高度平均约 3m。场地的建设破坏了山体完整性，建筑的建设破坏了原有地形地貌景观，对原生的地形地貌景观造成了破坏，对地形地貌景观影

响程度较严重。

表 3-29 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-10 拟建工业场地位置

图 3-8 拟建工业场地垫坡切坡现状

(4) 拟建矿石场

拟建矿石场位于矿区东南侧，拟建矿石场紧邻拟建废石场、拟建工业场地，拟建矿石场呈规则的长条状，废石采用单层排放，最大堆置高度约 12m，堆积角 35° ，容积约为 7727m^3 ，场地面积 0.0935hm^2 。建设该场地将会形成一定的切坡，切坡长 31m，高 4-10m，坡度 25° - 45° ，拟建矿石场形成了与原地貌景观差异较大的人工景观，破坏了原有地貌的和谐，场地的建设破坏了原有地形地貌景观，对地形地貌景观影响程度较严重。

表 3-30 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-11 拟建矿石场与拟建废石场位置

图 3-9 拟建矿石场垫坡切坡现状

(5) 拟建废石场

拟建废石场位于矿区东南侧，拟建废石场紧邻拟建矿石场、拟建工业场地，拟建矿石场呈规则的长条状，场地面积 0.091hm^2 ；废石采用单层排放，最大堆置高度约 12m，堆积角 35° ，容积约为 7880m^3 。估算废石率为 10%，年产废石量 5000t/年(折合 1799m^3 /年)，生产期废石总量约为 8995m^3 ，设计废石在生产过程中全部用于充填采空区，该废石场仅用于废石的临时堆存，满足废石存放需要。建设该场地将会形成一定的切坡，切坡长 40m，高 4-12m，坡度 25° - 45° ，拟建矿石场形成了与原地貌景观差异较大的人工景观，破坏了原有地貌的和谐，场地的建设破坏了原有地形地貌景观，对地形地貌景观影响程度

较严重。

表 3-31 地形地貌景观破坏程度评价表
照片 3-12 拟建废石场与拟建矿石场位置
图 3-10 拟建废石场垫坡切坡现状

(6) 拟建截洪沟

拟建截洪沟位于拟建废石场、矿石场西侧上游，占地面积 0.0091hm²，截洪沟断面 1.0×1.0m（宽×高），采用浆砌石或混凝土砌筑，截洪沟坡度不小于 3‰；预测场地建设对含水层无影响，对原始地形地貌进行压占，破坏地形地貌景观及土地植被资源。

表 3-32 地形地貌景观破坏程度评价表
图 3-11 拟建截洪沟现状

(7) 拟建矿区道路

拟建矿区道路位于矿区中部，拟建矿区道路贯通各个拟建单元，总占地面积 0.3658hm²。大部分道路存在切坡，切坡深度约为 0.5-1.9m，切坡角约为 40-60°。预测场地建设对含水层无影响，对原始地形地貌进行压占，破坏地形地貌景观及土地植被资源。

表 3-33 地形地貌景观破坏程度评价表
图 3-11 拟建矿区道路场垫坡切坡现状

(8) 预测塌陷区

随着采矿活动的实施，地面塌陷的范围也将逐步扩大，未来可能引发地表变形，根据地表变形预测结果，矿体的开采预测形成 1 处地面塌陷影响区，面积约为 2.5998hm²，预测地表地面下沉值 6.10m。因此预测地下开采对矿山地形地貌景观破坏影响严重。

表 3-34 地形地貌景观破坏程度评价表

地面工程中，表土场、钻机平台（PT1-PT3）、矿区道路等单元，预测各个单元对矿区地形地貌景观破坏程度与现状一致，不再赘述。

表 3-35 地形地貌景观影响预测评估表
表 3-36 预测矿山地质环境问题说明表

（二）土地资源损毁预测

1、土地损毁环节与时序

根据该项目的生产建设特点，矿山开采必定损毁土地资源，但在各个开采阶段和各个开采环节中，其损毁方式、损毁面积和破坏程度不尽相同，有所侧重。

（1）损毁环节

根据《开采方案》以及结合矿山现状确定的建设方案和生产工艺流程喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿将矿山对土地造成损毁的环节分为前期基建期损毁、生产期损毁两个损毁环节。

前期基建期形成了表土场、矿区道路、拟建工业场地、拟建废石场、拟建矿石场、拟建回风井、拟建平硐（PD1-PD2）、拟建矿区道路，对土地造成了损毁，损毁形式为压占。

钻机平台、拟建截洪沟对土地造成了损毁，损毁形式为挖损。

生产期对土地的损毁形式主要包括矿山在正常生产过程中，由于采空区未进行及时充填，通过机械震动，外力破坏作用下可能形成预测塌陷区，对土地资源造成塌陷损毁。

（2）损毁时序

经现场调查了解，矿山前期已形成表土场、矿区道路及钻机平台。根据《开采方案》，矿山拟采用地下开采，未来拟建单元有：拟建工业场地、拟建废石场、拟建矿石场、拟建回风井、拟建平硐（PD1-PD2）、拟建截洪沟、拟建矿区道路及预测塌陷区。各损毁单元损毁土地时序见表 3-37。

表 3-37 土地损毁时序表

项目	基建期	生产期	损毁形式
	2026.01~2027.12	2028.01~2032.12	
预测塌陷区			塌陷
表土场			压占
矿区道路			压占
钻机平台 (PT1-PT3)			挖损
拟建平硐 (PD1-PD2)			压占
拟建回风井			压占
拟建矿石场			压占
拟建废石场			压占
拟建截洪沟			挖损
拟建工业场地			压占
拟建矿区道路			压占

2、拟损毁土地单元划分

矿山将来开采拟损毁土地区域主要为地下，生产期间产生的采空区上方可能出现的塌陷区，不再新增其他损毁面积。

因此预测场地单元为：预测塌陷区、表土场、矿区道路、拟建工业场地、拟建废石场、拟建矿石场、拟建回风井、拟建平硐(PD1-PD2)、拟建矿区道路、钻机平台、拟建截洪沟。总面积 3.8785hm²。

3、土地损毁程度评价

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动拟损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的塌陷、压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-9，土地损毁程度评分界线见表 3-10。

依据损毁土地程度评价等级标准，对矿山土地破坏程度进行分析评价。

(1) 预测塌陷区

预测塌陷区损毁面积 2.5998hm²，下沉深度 6.10m，未见有地表裂缝情况。破坏土地利用类型为乔木林地***hm²、灌木林地***hm²。该区域损毁了土地的生态功能，原有植物也遭到损毁，损毁方式为塌陷，对土地资源影响和破坏程度为重度。

表 3-38 土地损毁程度评价表（塌陷）

（2）拟建回风井

拟建回风井场地面积为 0.0088hm²，坡度 25°-35°，高度 1-2m，砾石含量<10%，复垦难度中等，拟损毁土地类型为乔木林地***hm²，土地损毁类型为挖损，土地损毁程度为中度损毁。

表 3-39 土地损毁程度评价表

（3）拟建平硐 2 处（PD1-PD2）

拟建平硐 2 处（PD1-PD2）场地面积为 0.0452hm²，坡度 30°-60°，高 2-8m，砾石含量<10%，复垦难度中等，拟损毁土地类型为灌木林地***hm²，土地损毁类型为挖损，土地损毁程度为中度损毁。

表 3-40 土地损毁程度评价表

（4）拟建工业场地

拟建工业场地占地面积为 0.1368hm²，坡度 45°-60°，切坡高度 2-15m，砾石含量<10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为灌木林地***hm²。初期损毁时以挖损为主，损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-41 土地损毁程度评价表

（5）拟建矿石场

拟建矿石场占地面积 0.0935hm²，废石采用单层排放，最大堆置

高度约 12m，堆积角 35° ，容积约为 7727m^3 ，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度中等。破坏土地利用类型为灌木林地 $***\text{hm}^2$ 。损毁土地方式主要为压占。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-42 土地损毁程度评价表

(6) 拟建废石场

拟建废石场占地面积 0.0910hm^2 ，废石采用单层排放，最大堆置高度约 12m，堆积角 35° ，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度中等。破坏土地利用类型为灌木林地 $***\text{hm}^2$ 。损毁土地方式主要为压占。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-43 土地损毁程度评价表

(7) 拟建截洪沟

拟建截洪沟挖损土地面积为 0.0091hm^2 ，最大挖损深度 0.5-2.0m，挖损土层厚度 20-50cm，无积水，开挖边坡角度 $60-80^{\circ}$ ，边坡不规整。破坏前土地利用类型为灌木林地 $***\text{hm}^2$ 。现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-44 土地损毁程度评价表

(8) 拟建矿区道路

拟建矿区道路面积 0.3658hm^2 ，坡度 $>35^{\circ}$ ，高 0.5-1.9m，砾石含量 $<10\%$ ，复垦难度中等。破坏前土地利用类型为乔木林地 $***\text{hm}^2$ 、灌木林地 $***\text{hm}^2$ 、其他林地 $***\text{hm}^2$ 。损毁类型为压占。场地的建设导

致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-45 土地损毁程度评价表
表 3-46 拟损毁土地资源统计表

（三）生态系统退化预测

1、生态受损程度预测评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，预测生态受损方式主要有植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失以及水环境污染五个方面。

根据相关部门规定的划分标准，将生态系统受损程度等级划分为一级（较轻）、二级（较严重）、三级（严重）等 3 级标准。生态受损程度评价指标划分表见表 3-15。

受损程度分级采取上一级别优先原则，只要有一条符合即受损程度定为该级别。

2、生态受损程度评价

现状场地单元中，表土场、矿区道路、钻机平台（PT1-PT3）等单元，预测各个单元对矿区生态受损程度评价结果与现状一致，不再重复赘述。

（1）预测塌陷区

预测塌陷区形成后，范围内大部分植被将被损毁，预测塌陷面积较大，对植被破坏范围较大，植被修复需要回填、覆土后复垦修复，导致植被覆盖度<***%，原生植被破坏程度严重，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数***t/km²·a，容

许土壤流失量 $***t/km^2 \cdot a$ ，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测塌陷区生态受损程度为重度受损。

表 3-47 生态损毁程度评价表

(2) 拟建工业场地

拟建工业场地面积为 $0.1368hm^2$ ，拟建工业场地建成后，将破坏大面积植被，导致植被覆盖度 $***\%$ ，原生植被破坏程度较严重，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数 $***t/km^2 \cdot a$ ，容许土壤流失量 $***t/km^2 \cdot a$ ，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建矿区道路生态受损程度为中度受损。

表 3-48 生态损毁程度评价表

(3) 拟建矿石场

拟建矿石场面积为 $0.0935hm^2$ ，主要用于采场剥离的废石堆放，拟建矿石场堆放废石后植被覆盖度 $***\%$ ，原生植被破坏程度较严重，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数 $***t/km^2 \cdot a$ ，容许土壤流失量 $***t/km^2 \cdot a$ ，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。根据水土污染检测结果，矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建矿石场生态受损程度为中度受损。

表 3-49 生态损毁程度评价表

(4) 拟建废石场

拟建废石场面积为 $0.0910hm^2$ ，主要用于采场剥离的废石堆放，拟建废石场堆放废石后植被覆盖度 $***\%$ ，原生植被破坏程度较严重，

栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数***t/km²·a，容许土壤流失量***t/km²·a，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。根据水土污染检测结果，矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建废石场生态受损程度为中度受损。

表 3-50 生态损毁程度评价表

(5) 拟建平硐 (PD1-PD2)

拟建平硐 (PD1-PD2)面积为 0.0452hm²，主要作为矿石、废石、设备、人员进出的主要通道，连接地下采场与地面工业场地。拟建平硐 (PD1-PD2)对植被损毁较轻，植被覆盖度***%，原生植被消失，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数***t/km²·a，容许土壤流失量***t/km²·a，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建平硐 (PD1-PD2)生态受损程度为中度受损。

表 3-51 生态损毁程度评价表

(6) 拟建回风井

拟建回风井面积为 0.0088m²，主要将采掘工作面、巷道中充斥的有害物质排出，在矿井内形成定向、稳定、连续的通风回路。拟建回风井对植被损毁较轻，植被覆盖度***%，原生植被消失，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数***t/km²·a，容许土壤流失量***t/km²·a，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建回风井生态受损程度为中度受损。

表 3-52 生态损毁程度评价表

(7) 拟建截洪沟

拟建截洪沟面积为 0.0088hm^2 ，主要拦截、疏导和排放来自上游或山坡的地表径流（洪水、雨水）。拟建截洪沟对植被损毁较轻，植被覆盖度***%，原生植被消失，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，容许土壤流失量*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建截洪沟生态受损程度为中度受损。

表 3-53 生态损毁程度评价表

(8) 拟建矿区道路

拟建矿区道路面积为 0.3658hm^2 ，拟建道路建成后，将破坏部分植被，导致植被覆盖度***%，原生植被破坏程度较严重，栖息地破碎化，物种数量下降；根据调查，矿区原地貌水力侵蚀模数*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，容许土壤流失量*** $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，矿区范围内水土流失类型为水力侵蚀，侵蚀强度为轻度。矿区水土环境未检测到污染因子，因此预测拟建矿区道路生态受损程度为中度受损。

表 3-54 生态损毁程度评价表

地面工程中，钻机平台、表土场、矿区道路单元，预测各个单元对矿区生态系统退化预测与现状一致，不再赘述。

3、水环境、土壤污染

根据《开采方案》，本矿山在采矿过程中存在对地下水、土壤污染的环节主要为：

矿山开采产生的废石不含有毒有害物质或强放射性组分，化学成

分基本稳定，不会对调查区土壤造成污染，生产生活垃圾集中堆放在垃圾点。故预测土壤环境污染影响程度为“较轻”。

矿区未来生活污水经处理后，供厂区浇洒路面和绿化。因此，预测未来生活污水对周边地表水、地下水及周边土壤的污染较轻的影响程度也较轻。

4、生态系统受损预测综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）中 6.2.3 条款等相关规范，评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-55。

表 3-55 矿区生态受损程度预测综合评价表

四、问题诊断评价结论

1、生态修复受损程度评价原则

本次矿区生态修复主要侧重于矿山开采后对矿区地质环境、生态环境有影响的工业场地等重点部位进行恢复治理或保护，根据矿山开采设计、规划、矿区地质环境及生态环境问题的类型、规模和危害程度，矿区生态修复受损程度评价遵循以下原则：

□矿区生态修复受损程度评价包括整个矿区地质环境、土地资源问题、生态环境影响的评价范围；

□矿区生态修复因素包括矿山地质灾害、采矿活动对含水层的影响、采矿活动对地形地貌景观的破坏、土地损毁、采矿活动对水土环境污染的影响、采矿活动对生态破坏等，依据上述因素的危害或影响程度进行分区评价；

□坚持以矿区地质环境及矿区生态环境现状评估结果、预测评估结果作为分区主导因素的原则；

- 坚持“就大不就小、就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；
- 坚持“以人为本”搬迁避让与防治工程建设相结合的原则；
- 坚持定性和定量相结合的原则；
- 依据《生态修复方案编制指南》，样表 7 的要求，评估区划分为矿区损毁程度重度、中度、轻度。

2、评价结果

矿区生态修复分区应根据矿区地质环境影响与生态环境影响现状评估和预测评估结果，参照《矿区生态修复方案编制指南》（样表 7），划分重度、中度、轻度。综合评价结果见表 3-56。矿区生态破坏程度综合评价图见图 3-12。

表 3-56 矿区损毁程度综合评价表

图 3-12 矿区受损程度综合评价图

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

（一）地质环境治理可行性分析

1、地质灾害防治可行性分析

该矿为地下开采，预测塌陷区面积 2.5998hm²。地面塌陷地质灾害规模较小，受威胁人数<100 人，针对未来采矿活动可能引发塌陷地质灾害，结合区域已有矿山治理经验，地质灾害常用的防治措施以监测预防为主，预测塌陷区周围设置警示牌。

对于今后可能形成的预测塌陷区，应进行人工定期进行巡查工作，出现地表沉降情况及时处理，有可充填条件的情况下应对采空区进行

充填。

矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，在技术上是有保障的、可行的。

2、含水层防治技术可行性分析

矿山设计最低开采标高为***m，水位平均赋存标高为***m，含水层厚度为 36.69m，随着矿山开采，采矿最低标高将达到***m，对含水层结构产生破坏，含水层修复技术措施主要以预防为主，含水层预防保护与修复措施完全按照开采方案进行开采，从源头控制和预防，防止工业排水对地下水造成严重影响。含水层结构防治主要强调含水层的自我修复能力，使其在开采过程中达到一个新的平衡，矿山生产废水和生活污水集中存放，统一处理。含水层破坏预防和治理措施切实可行，并可达到实施的目标。

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

根据前文叙述，评估区不涉及各类自然保护区、人文景观和风景旅游区。矿山生产活动对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，开采区对现有地表地形地貌景观影响严重。

对地形地貌景观的修复措施为：

（1）对拟建回风井、拟建平硐采取井口封堵、井筒回填、建筑物拆除，切坡位置垫坡等工程措施；

（2）对拟建工业场地等采取建筑物拆除、清理建筑垃圾、切坡位置垫坡、场地整平等工程措施；

（3）对拟建废石场、拟建矿石场采取废石清运等工程措施；

(4) 对预测塌陷区采取回填、场地整平等工程措施；

(5) 对矿区道路与拟建矿区道路采取清理路基、切坡位置垫坡等措施。

上述地形地貌景观损毁防治措施切实可行，同类矿山已有很多比较成熟的矿区生态修复技术与方法，因此，矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）治理技术可行。

4、地质环境治理经济可行性分析

通过上述地质环境治理工程，经估算，矿山地质环境治理总费用为 3.89 万元，经费全部由矿山企业自筹。

(二) 土地复垦可行性分析

根据前文土地损毁问题诊断评价结果，表土场、矿区道路、拟建工业场地、拟建废石场、拟建矿石场、拟建回风井、拟建平硐（PD1-PD2）、拟建矿区道路、钻机平台、拟建截洪沟、预测塌陷区对土地损毁造成了损毁，表层土壤结构被彻底破坏，对损毁区域进行修复的主要工程为土壤重构、植被重建。

其中土壤重构工程针对表层土壤彻底破坏的区域例如，拟建工业场地、拟建回风井、拟建截洪沟、表土场、钻机平台（PT1-PT3）等主要土壤重构措施为覆土工程，满足植被生长条件的土壤重新覆于地表，并对土层进行施肥，有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境，创造植被恢复的条件。

针对表层土壤未被破坏但长期被压占的区域例如拟建废石场、拟建矿石场、拟建矿区道路与现状矿区道路，将压占物清理后表层土壤

进行翻耕，以创造植被恢复的条件。

植被重建工程对土壤表面设计恢复植被，植被类型参照损毁区域原生的植被种类及周边区域的植被种类设计，并结合当地自然气候条件，土地利用现状及国土空间规划等相关规划实施，选择成活率高、易于管理、种植简单、适合当地植被生长的植被类型，方案设计以耐旱耐寒树苗、草籽采用人工撒播的方式进行植被重建。

上述土地复垦技术中土壤重构工程与植被恢复措施均为常规施工项目，技术上比较成熟，应用比较普遍，操作难度简单，较容易达到治理目的，实施相对切实可行。

通过上述土地复垦工程，经估算，矿山土地复垦工程总费用为 257.21 万元，经费全部由矿山企业自筹，矿山企业有能力实施该工程。

（三）水土石资源平衡分析

1、水资源情况分析

供水量分析：预测矿床正常涌水量为 $268.10\text{m}^3/\text{d}$ ，年疏干排水预测为 97856m^3 ，可供选矿与绿化用水。

生态修复用水分析：本项目拟复垦林草地 1.7987hm^2 ，春秋两季，每季灌溉 1 次，采用滴灌或喷灌方式，灌溉定额 $400\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，则每年最多用水 2878m^3 ，管护大量用水期间，矿山已实施了生态修复工程，基本无生产用水，故该区域地下水满足矿山用水需求。

2、土壤资源情况分析

（1）可供土源

根据初步设计，矿山拟建平硐（PD1-PD2）、拟建回风井、拟建

矿石场、拟建废石场、拟建截洪沟、拟建工业场地、拟建矿区道路。经现场调查,各拟建单元均处于原始地形地貌状态,前期未进行损毁。根据《土地复垦条例》相关要求,场地建设需对拟损毁场地进行表土剥离,可剥离总面积 0.7502hm^2 ,剥离厚度 0.5m ,结合场地表土覆盖情况,本次表土剥离量为 3752m^3 ,剥离的表土全部存放在表土场,用于后期覆土。

(2) 土源需求分析

依据《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行覆土工作。本方案需覆土单元有预测塌陷区(预测塌陷区面积按预测面积的 20%计算)、表土场、矿区道路、钻机平台(PT1-PT3)、拟建平硐(PD1-PD2)拟建回风井、拟建矿石场、拟建废石场、拟建截洪沟、拟建工业场地、拟建矿区道路。覆土需求土源总量为 8777m^3 。

(3) 供需平衡分析

矿山可供土源总量为 3752m^3 ,覆土需求土源总量为 8777m^3 ,经计算对比,可供土源方量低于需土量要求。为确保复垦土地达到《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)中关于土壤层厚度的要求,保障复垦植被的正常生长,上述不足的土源拟由矿山企业自行筹措解决。在合法合规的前提下,就近购置符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)要求的土壤或适宜基质,作为本项目复垦覆土的客土来源,确保复垦工作顺利实施。

3、石方资源情况分析

矿山现状无废石堆积，矿山基建期产生的固体废弃物约 24586m³，预计矿山未来开采产生废石约为 8995m³，矿山拆除产生废弃物共计 719m³，合计 34300m³。方案设计石方整平工作量为 1560m³；设计回填工作量为 31292m³；设计垫坡整形工作量为 35778m³；合计所需石方量为 68630m³。矿山可供石方总量为 34300m³，治理工程需求石方总量为 68630m³，经计算对比，可供石方量低于需求石方量。为保障矿山生态修复工作正常进行，上述不足的石方量拟由矿山在合法合规的前提下，自行筹措解决。

（四）生态系统修复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类主要为耕地、林地、草地及采矿用地，结合矿山及周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，修复区经地貌重塑、土壤重构工程后，可以满足恢复耕地、林地要求，植被恢复技术可行。

2、生物多样性恢复可行性

通过矿区植被重建，优先选择本地耐贫瘠的乡土乔木、灌木和草本植物，预计可在 3-5 年内形成稳定的植被覆盖层，逐步提升物种多样性。合理设置生态工程，通过人工干预，快速提高覆盖恢复生产力和生境，制定养护计划如补植、灌溉，促进物种迁移和交流，降低栖息地隔离的负面效应。土壤改良是植被恢复的基础，可通过施加有机肥改善土壤肥力，并种植特定的超富集植物，为后续植物定植创造有利条件。建立完善的监测体系是保障恢复效果的关键，利用红外相机监测野生动物活动，布设水质传感器跟踪污染变化，并定期评估物种

丰富度、群落结构等生态指标，以便根据实际情况动态调整修复策略，确保生态系统恢复的稳定性和可持续性。

以上技术较成熟、可操作性强，因此，矿区生物多样性的恢复是可行的。

3、水土流失恢复可行性

针对水土流失问题，主要的工程措施为快速控制侵蚀的基础，包括对不稳定边坡进行加固，以及采用喷播技术（将草籽、粘合剂、肥料等混合喷覆于坡面）实现快速绿化覆盖。同时，建设完善的排水系统能有效减少地表径流对土壤的冲刷，引导水流有序排放。生物措施的核心在于利用植被固土保水，种植具有发达深根系的植物能有效增强土壤的抗侵蚀能力。在地表覆盖枯枝落叶或秸秆等有机物，可以减少水分蒸发，缓冲雨滴对土壤的直接冲击，并抑制土壤流失。管理措施强调科学规划和长期维护，需要划分生态恢复的优先区域，并建立长效的维护机制，定期巡查工程设施的有效性，及时进行维护。

以上技术较成熟、可操作性强，同时也是矿山日常生产工作不可分割部分因此，矿区水土流失恢复是可行的。

4、水土环境污染防治可行性

由前文所述可知，矿山开采对水土环境污染较轻，矿山开采方式为地下开采，评估区产生的大气污染物主要为扬尘及汽车尾气，通过洒水降尘、运输车辆加盖篷、加强运输道路两侧及矿区周围绿化等措施后，能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表2中颗粒物无组织排放浓度限值要求，环境空气质量标准基本维持在

现状水平。矿区产生的废水主要为员工生活废水，经处理后定期由当地居民清掏肥田，不外排；正常大气降水由截洪沟截留沉淀后用于矿区及道路降尘洒水及周边林地绿化；暴雨期间初期降水被截洪沟截留，后期清排雨水进入山沟，矿山排水不会对评价范围内地表水系造成影响。矿山周边居民地下水取水井距离矿山较远，经建设截洪沟、淋溶水池处理妥善后，矿开采不会对周边居民水源井水质造成影响。矿山产生的废石运往废石场集中堆放，各项固体废弃物都得到妥善处理。

以上技术较成熟、可操作性强，对矿区水土环境污染进行监测也是矿山日常工作不可分割部分。因此，矿山水土环境污染防治措施和修复工程，技术上可行。

5、矿区生态系统恢复经济可行性

经调查询问，参考同类矿山生态修复恢复成本，初步估算每亩修复成本约 15-20 万元/公顷，矿区生态系统恢复总面积 3.8785hm²，矿区生态系统恢复总费用为万元，经费全部由矿山企业自筹，矿山企业有能力实施该工程。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

1、矿区自然条件分析

（1）气候与地形

本区属中温带大陆性季风气候，春季风大干燥，夏季多雨高温，秋季霜冻较早，冬季寒冷少雪，四季分明，雨水较少，雨季主要集中在 7~8 月份。矿区地势总体南高北低。海拔 1449.00~1094.00m，地

形起伏中等，山势陡峻，连绵起伏，地貌类型以中山和沟谷为主，山坡坡度 5~20°左右。

（2）矿区植被

矿区地处东北及蒙古植物区系的交界地带，植物种类较为丰富，植被类型主要为乔木、灌木、草丛。乔木主要为落叶松、油松、山杨，灌木为山杏，草类主要有针茅、冷蒿、羊草、隐子草等。山坡处植被以人工松林和杏树为主，现存原始次生灌木植被以胡枝子、绣线菊为主，草本植物有本氏针茅、隐子草、羊草、达乌里胡枝子、铁杆蒿等，人工植被为油松、山杏和沙棘等。矿区整体植被覆盖率约 60%。

（3）土壤环境

矿区位于中山区，覆盖层较厚，土层厚度 0.5-6.0m，大面积土层含砂砾石。土壤类型主要为棕壤，其次为褐土，土壤质地为砂壤，土壤容重在 1.35g/m³ 左右，有机质含量 1-2%，PH 在 6.8 左右，土壤质地疏松、多孔，胶结物质、粘粒成分含量较低，土壤的抗蚀性和抗冲性较弱，肥力一般。

2、矿区周边的生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为山地森林生态系统，根据《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《赤峰市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，矿山及周边为矿业生产活动区，土地类型以林地为主，根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构较为单一。区内无珍贵动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

（1）山地森林生态系统

评估区周边分布自然生长的山地森林生态系统。树种多为油松、杨树等适应当地气候的树种为主，同时栖息着鸟类、林下昆虫等动物，既发挥着保持水土、净化空气的生态作用，山地森林生态系统占评估区总面积的 98.47%。

损毁土地复垦修复为林地后，林地发达的根系能固定土壤、减少水土流失，还可净化周边空气，修复矿区自身生态，形成生态屏障。

照片 3-13 矿区山地森林生态系统典型照片

（二）复垦修复方向

1、评价原则

（1）符合国土空间规划，并与其他规划相协调

复垦修复应符合《喀喇沁旗国土空间规划（2021-2035 年）》，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源，符合规划分区管控。

（2）因地制宜、农用地优先的原则

土地利用方式必须与周边生态环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。

（3）综合效益最佳原则

在确定生态修复方向时，首先考虑可行性和综合效益，选择最佳的生态修复方向，根据生态状况是否适宜修复为某种用途的土地，或以最小的投入取得最佳的经济效益、社会效益和生态效益。考虑到生产建设项目对评估区及周围环境造成的影响，重点考虑生态效益，以恢复生态环境功能为主。

（4）主导限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地生态修复的因素很多，如积水、土源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据评估区自然环境、土地利用现状和土地损毁情况，分析影响损毁土地生态修复的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

（5）生态修复后土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦修复的适宜性也随损毁等级与损毁过程而变化，具有动态性，在进行复垦修复土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求的变化，确定复垦修复方向。复垦修复后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

（6）经济可行与技术合理性原则

复垦修复所需的费用应在保证修复目标完整、效果达到复垦修复标准的前提下，兼顾复垦修复成本，尽可能减轻企业负担。复垦修复技术应能满足复垦修复工作顺利开展、效果达到复垦修复标准的要求。

（7）社会因素和经济因素相结合原则

在进行生态修复适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平和生产布局等）。

2、复垦修复单元的划分

复垦修复单元是适宜性评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征、复垦修复利用方向、复垦修复措施应基本一致。对农林牧业利

用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据矿山实际情况，本项目复垦修复单元共有表土场、矿区道路、拟建工业场地、拟建废石场、拟建矿石场、拟建回风井、拟建平硐（PD1-PD2）、拟建矿区道路、钻机平台、拟建截洪沟、预测塌陷区 11 个评价单元。

通过上述定性分析，可以确定土地复垦初步方向为林地、草地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度的发挥该复垦项目的综合和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。评价单元的划分见表 3-57。

表 3-57 评价单元划分表

序号	评价单元	面积 hm ²	损毁类型	损毁程度
1	预测塌陷区	2.5998	塌陷	重度
2	表土场	0.0282	压占	中度
3	矿区道路	0.4763	压占	中度
4	钻机平台（PT1-PT3）	0.0240	挖损	中度
5	拟建平硐（PD1-PD2）	0.0452	压占	中度
6	拟建回风井	0.0088	压占	中度
7	拟建矿石场	0.0935	压占	中度
8	拟建废石场	0.0910	压占	中度
9	拟建截洪沟	0.0091	挖损	中度
10	拟建工业场地	0.1368	压占	中度
11	拟建矿区道路	0.3658	压占	中度

3、评价因素等级标准的确定

根据初步确定的复垦修复方向，结合复垦修复单元的特点，选取

破坏后影响土地利用的主导因素，构建评价指标体系及标准。

根据评估区自然环境特征，结合矿山土地破坏特点、地类等有关指标，本方案复垦修复适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：矿区土地破坏类型和破坏程度、土地破坏前的土地利用状况、破坏土地复垦修复的客观条件。

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）和相关政策法规，同时借鉴同类矿山土地复垦适宜性评价中参评因素属性及权重的确定方法，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，分别定为：一级（比较适宜）、二级（勉强适宜）、三级（不适宜）、四级（难利用）。参评因素应选择对土地利用影响明显且相对稳定的因素。通过将参评因素状态值对农、林、牧的影响状况及改良程度的难易与各地区自然条件进行比照，进一步对复垦区的土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出各因子权重。

本方案选出 7 项参评因子，分别为覆土有效土层厚度、土源土壤有机质、地表组成物质、地形坡度、灌溉条件、损毁程度、区位条件（主要道路设施和距离城市距离）。各参评因素的分级指标见表 3-58。

表 3-58 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

设每一评价单元有 n 个单因子加权评价指数，则加权指数和可表示为：

$$R(j) = \sum_{i=1}^n F_i \times W_i$$

其中： R_j 表示第 j 个评价单元最后所得到的评价分数； F_i 表示该单元在第 i 个评价因素中所得到的分值； W_i 表示第 i 个评价因素所占

的权重。最后根据加权值与复垦方向对照表，确定拟复垦土地的复垦方向，加权值与复垦方向对照表见表 3-59：

表 3-59 权值与复垦方向对照表

4、评价单元土地质量状况

根据评价单元土地质量，对照拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权值，根据加权值对照表加权值与复垦方向对照表，确定各个评价单元的复垦方向。各评价单元土地质量见表 3-60。

表 3-60 各评价单元土地质量表

5、评价等级及土地复垦适宜性评价结果

评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表见表 3-61。

表 3-61 评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

评价单元	单元面积 (hm ²)	加权值	复垦方向	复垦面积 (hm ²)
预测塌陷区	2.5998	3.00	耕地、林地、草地	2.5998
表土场	0.0282	2.55	林地、草地	0.0282
矿区道路	0.4763	2.55	林地、草地	0.4763
钻机平台 (PT1-PT3)	0.0240	2.70	林地、草地	0.0240
拟建平硐 (PD1-PD2)	0.0452	2.55	林地、草地	0.0452
拟建回风井	0.0088	2.55	林地、草地	0.0088
拟建矿石场	0.0935	2.70	林地、草地	0.0935
拟建废石场	0.0910	2.70	林地、草地	0.0910
拟建截洪沟	0.0091	2.70	林地、草地	0.0091
拟建工业场地	0.1368	2.70	林地、草地	0.1368
拟建矿区道路	0.3658	2.70	林地、草地	0.3658
合计				3.8785

依据适宜性等级评定结果，对于适宜性的评价单元，综合分析复垦区自然条件和社会条件，结合公众意见和政策因素，并考虑工程施工难易程度以及技术可行性等方面的因素，结合采区的生态环境特点、植被类型，根据因地制宜的原则，复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为耕地、林地。

6、最终复垦方向确定

根据选定的参照生态系统为目标，结合喀喇沁旗国土空间规划、公众参与意见及当地社会经济因素等确定最终复垦修复方向。

（1）国土空间规划

根据《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035年）》，喀喇沁旗王爷府镇处于低山丘陵区，构建山地森林生态系统，以自然修复和人工种植相结合的方式增加植物多样性，合理增加林地面积。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以林地为主。

（2）公众参与意见

根据对矿区所在地村民进行问卷调查，村民中多数人认为复垦修复方向应以生态利用、保持良好的生态环境为主，宜耕则耕，宜林则林，并与周边土地利用类型相一致，考虑公众参与意见，复垦修复方向以耕地、林地为主。

综合考虑以上因素，最终确定部分矿区道路复垦为旱地。其余场地根据复垦难易程度，相应恢复乔木林地以及灌木林地。最终复垦方向结果见表 3-62。

表 3-62 评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

评价单元	单元面积 (hm ²)	复垦方向	复垦面积 (hm ²)
预测塌陷区	2.5998	乔木林地	1.2586
		灌木林地	1.3412
表土场	0.0282	乔木林地	0.0282
矿区道路	0.4763	旱地	0.0435
		乔木林地	0.1849
		灌木林地	0.2479
钻机平台 (PT1-PT3)	0.0240	灌木林地	0.0240
拟建平硐 (PD1-PD2)	0.0452	灌木林地	0.0452
拟建回风井	0.0088	乔木林地	0.0088
拟建矿石场	0.0935	灌木林地	0.0935

评价单元	单元面积（hm ² ）	复垦方向	复垦面积（hm ² ）
拟建废石场	0.0910	灌木林地	0.0910
拟建截洪沟	0.0091	灌木林地	0.0091
拟建工业场地	0.1368	灌木林地	0.1368
拟建矿区道路	0.3658	乔木林地	0.1785
		灌木林地	0.1873
合计			3.8785

三、边开采、边修复的可行性分析

边开采、边修复模式通过将矿山开采与生态修复在时空上同步规划与实施，具备显著的技术可行性与经济合理性。在技术层面，现代矿山开采技术可实现采场作业面的精准控制，结合遥感监测、土壤重构、植被重建等生态修复技术，能够在开采过程中同步开展初期植被恢复，有效降低后期大规模修复的技术难度；经济层面，该模式可通过优化剥离物堆存与再利用方案、减少后期修复的土方转运成本、提前实现复垦修复收益等方式，降低整体工程成本，同时避免生态环境破坏后的高额生态修复费用；生态层面，同步修复能最大限度减少地表裸露时间，降低水土流失、扬尘污染等生态风险，维护区域生态系统的连续性与稳定性。

根据矿山征用永久性建设用地计划，征用范围为表土场、矿区道路、拟建回风井、拟建废石场、拟建矿石场、拟建截洪沟、拟建工业场地、拟建矿区道路、拟建平硐（PD1-PD2），合计面积 1.2547hm²。

对于现状已损毁工程场地，《开采方案》未设计利用部分，矿业权人计划不再为其办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：钻机平台（PT1-PT3），合计面积 0.024hm²；以上场地用地手续归属村集体所有，场地基建期全部修复治理，治理后移交使用

权人；其余单元酌情进行过渡性恢复治理。

1、基建期修复工程

（1）钻机平台（PT1-PT3）：进行切坡位置垫坡、覆土整平、恢复植被；

（2）拟建矿区道路：进行表土剥离；

（3）拟建工业场地：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；

（4）拟建平硐（PD1-PD2）：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；

（5）拟建回风井：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；

（6）拟建废石场：进行表土剥离，在底部设置挡土墙；

（7）拟建矿石场：进行表土剥离，在底部设置挡土墙；

（8）拟建截洪沟：进行表土剥离；

（9）矿区道路：对处于预测塌陷区范围内的矿区道路进行最终治理，如垫坡整形、覆土、恢复植被。

2、开采期修复工程

（1）景观营造：对矿区设立标识牌；

（2）矿山采矿方法为地下开采，矿体开采总顺序为自上而下的下行式开采，具体修复措施为：

预测塌陷区：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被；按照采矿生产的进展及时充填采空区，如果地表出现塌陷坑，及时对塌陷坑进行回填治理。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、矿区生态修复分区

（一）分区原则及方法

矿区生态环境具有自然、社会和资源三重属性，因此，本次矿区生态修复主要侧重于矿山开采后对矿区地质环境影响程度、土地损毁程度、生态系统受损程度等，根据矿山开采设计、规划、矿区地质环境及生态环境问题的类型、规模和危害程度，矿区生态修复分区遵循以下原则：

1、矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；

2、矿区生态修复方案分区因素包括矿山地质灾害、采矿活动对含水层的影响、采矿活动对地形地貌景观的破坏、土地损毁、采矿活动对水土环境污染的影响、采矿活动对生态破坏等，依据上述因素的危害或影响程度进行分区；

3、坚持以矿区地质环境及矿区生态环境现状评估结果、预测评估结果作为分区主导因素的原则；

4、坚持“就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

5、坚持定性和定量相结合的原则。

（二）分区结果

根据现状与预测的矿区地质环境影响程度、土地只有损毁程度、生态系统受损程度评价结果，对矿区生态修复分区如下：

表 3-63 矿区生态修复分区表

（三）生态修复区及范围

主要复垦单元及复垦责任区主要拐点坐标见表 3-64。

表 3-64 复垦责任范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿土地损毁环境和时序主要为基建期、生产期、修复管护期三个阶段，根据“边开采、边修复”原则，基建期即（2026 年 1 月-2027 年 12 月），生产期即（2028 年 1 月-2032 年 12 月），修复管护期即（2033 年 1 月-2036 年 12 月），矿区生态修复时序表见表 3-65。

表 3-65 矿区生态修复时序表

序号	开采单元	开采（使用）时限	修复时间	管护时限	修复措施
1	预测塌陷区	2028.01-2032.12	2028.01-2033.12	2034.01-2036.12	警示牌、网围栏、回填、整平、覆土、恢复植被
2	表土场	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	垫坡、覆土、恢复植被
3	矿区道路	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	垫坡、覆土、翻耕、恢复植被
4	钻机平台（PT1-PT3）	/	2026.01-2026.12	2027.01-2029.12	垫坡、覆土、恢复植被
5	拟建平硐（PD1-PD2）	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	封堵、垫坡、拆除清运、回填、覆土、恢复植被
6	拟建回风井	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	封堵、垫坡、回填、拆除清运、覆土、恢复植被
7	拟建矿石场	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	拆除、清运、垫坡整平、覆土、恢复植被、设置挡土墙
8	拟建废石场	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	拆除、清运、垫坡整平、覆土、恢复植被、设置挡土墙
9	拟建截洪沟	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	回填、覆土、恢复植被
10	拟建工业场地	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	拆除、清运、回填、封堵、垫坡、整平、覆土、恢复植被
11	拟建矿区道路	2026.01-2032.12	2033.01-2033.12	2034.01-2036.12	垫坡、覆土、恢复植被

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地安排

根据《开采方案》，矿山计划申请的采矿用地全部为永久性建设

用地，申请采矿用地范围为表土场、矿区道路、拟建废石场、拟建矿石场、拟建工业场地、拟建矿区道路、拟建回风井、拟建平硐（PD1-PD2），合计面积 1.2547hm²。

对于现状已损毁工程场地，《开采方案》未设计利用部分，矿业权人计划不再为其办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：钻机平台（PT1-PT3），合计面积 0.024hm²。本方案不涉及临时用地。

二、用地拟复垦情况

评估区范围属于中山区，地形起伏较大，局部地势陡峭，根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为旱地、乔木林地、灌木林地；复垦耕地***hm²，复垦林地***hm²，注重生态环境的保护（复垦单元复垦地类结构调整见表 3-67）。

表 3-66 评价单元适宜性评价土地复垦结构调整表
表 3-67 矿区生态修复目标及土地利用变化表
表 3-68 矿区用地与复垦修复计划表

第四章 生态修复措施与工程内容

第一节 保护与预防控制措施

一、敏感目标保护

根据***、喀喇沁旗工信和科技局《关于喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿权范围与重要工业区不重叠的说明》、喀喇沁旗交通运输局关于《关于查询喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿权范围与铁路、公路两侧重叠范围的申请》的复函、喀喇沁旗自然资源局《关于喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿许可证范围内是否占用永久基本农田的查询结果》、喀喇沁旗自然资源局《关于喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿区范围占用生态保护红线情况的说明》、喀喇沁旗水利局关于《关于查询<喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿权范围与大型水利设施、重要河流和堤坝两侧重叠范围>的申请》的复函、赤峰市生态环境局喀喇沁旗分局《关于核查喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿权范围是否占用水源地保护区的复函》、喀喇沁旗文化旅游体育局《关于喀喇沁旗天成美石矿业有限公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区范围内是否有文物压覆的复函》、喀喇沁旗林业和草原局《关于喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿核实情况的复函》，拟申请采矿权范围与其他已设矿业权范围重叠情况说明，申请采矿权开采区域与生态保护红线、I级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然（自然与文化）遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水水源保护区不重叠。

矿区内及附近无铁路、高等级公路和其它较重要设施，矿区附近无风景名胜区、水源保护区、地质遗迹、地质公园。矿区附近没有大型电力、水利等重要国民经济建筑物、构筑物及***。

根据 2025 年 11 月 24 日，喀喇沁旗自然资源局《关于喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿采矿许可证范围内是否占用永久基本农田的查询结果》，该项目不占用永久基本农田。

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离

1、表土存储

本矿山为地下开采，现状土地损毁方式为压占。本方案设计在矿区内将现有取土场设置为表土场，拟建场地需要剥离表土则堆放在表土场中，采用机械运输的方式，将剥离后的表土集中存储在表土场内，表土进行分层堆放，每层高度不超过 2m，堆放坡度控制在 1:1.5 以内，供后期生态修复使用。

2、表土管护

由于本次表土堆积时间至少 7 年，堆存时间较长，为防止水土流失及剥离表土肥力的损失，需对堆积的表土进行管护措施，采用在表层种植短期绿肥作物（如苜蓿），改善土壤结构。

3、表土利用

矿山后期利用表土进行回覆工作需按照表土利用计划进行，采用机械运输的方式，将表土存储场内的表土逐年定量使用，并做好表土利用台账。

（二）植被移植利用

项目区拟损毁土地区域植被类型为灌木林地与乔木林地，不存在保护植物，不涉及植被移植。

表 4-1 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积 hm ²	表土剥离			表土储存		表土利用	
				时间段	厚度 m	土方量 m ³	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	灌木林地	拟建平硐（PD1-PD2）	0.0452	2026-2028	林地 0.5m	226	表土场	撒草籽并在顶部和坡面用土工布或苫布覆盖保护	覆土	2033.1-2036.12
2	乔木林地	拟建回风井	0.0088	2026-2028	林地 0.5m	44	表土场		覆土	
3	灌木林地	拟建矿石场	0.0935	2026-2028	林地 0.5m	468	表土场		覆土	
4	灌木林地	拟建废石场	0.0910	2026-2028	林地 0.5m	455	表土场		覆土	
5	灌木林地	拟建截洪沟	0.0091	2026-2028	林地 0.5m	46	原地堆放		覆土	
6	灌木林地	拟建工业场地	0.1368	2026-2028	林地 0.5m	684	表土场		覆土	
7	乔木林地 灌木林地 其他林地	拟建矿区道路	0.3658	2026-2028	林地 0.5m	1829	表土场		覆土	
合计				3752						

三、相关协同措施

本部分协同措施均不属于方案涉及的生态修复措施，衔接前文矿区生态系统恢复相关工作，主要为应急、生态环境、水利、林草、农业等相关部门与地方政府协同推进的预防控制与修复治理措施，矿山应严格按照各行业主管部门的要求，落实各项协同工作，具体如下：

1、预测塌陷区的网围栏与警示牌等安全预防措施

矿山应按照应急管理部门及地方政府的要求，在预测塌陷区外围规范设置网围栏、安全警示牌，明确警示范围、危险提示及防护要求，防范人员、牲畜误入危险区域；应急管理部门负责监督指导措施落实，定期开展安全隐患排查，地方政府协同做好宣传告知工作，确保安全预防措施落地见效。

2、废石场、矿石场边坡的稳定性

矿山应按照应急管理部门、自然资源部门（非生态修复职责范畴）的要求，对废石场、矿石场周围增加电子监控设备实时监测边坡情况，确保边坡稳定性，每月生成监测报告并上报相关部门；对不稳定边坡，严格实施危岩体清理、岩体节理裂隙喷浆挂网加固等处置措施，降低崩塌、滑坡风险，矿山应配合相关部门协同开展边坡稳定性监督检查，确保措施执行到位。

3、水土流失综合控制

源头控制：对土壤裸露地表进行植被恢复。

过程拦截：在修复后的单元，依然存在边坡的单元布设挡水围堰、截排水沟。

4、环境污染系统治理

矿山应按照生态环境部门的要求，落实各类环境污染预防措施，加强矿山扬尘管控，对运输道路定期洒水降尘、运输车辆加盖篷布，减少扬尘污染；规范废石、废渣堆放，设置防渗、防流失设施，防范

污染物渗漏；定期开展环境监测，及时排查污染隐患。落实生态环境部门环境污染预防措施的监督指导工作，农业部门的周边农田污染防治指导工作。

5、已修复区域管护机制

监测预警：建立覆盖植被生长、土壤质量、水体水质、边坡稳定性的监测网络（参照 GB/T43933 要求），运用遥感与 GIS 技术进行动态评估。

适应性管理：根据监测数据及时调整管护策略，如补植补种、灌溉抗旱、病虫害防治、设施维护等。

封育管护：设立围栏、警示牌，禁止放牧、垦殖等干扰活动，促进生态系统自然演替（符合 GB/T 43936 对修复成效可持续性的验收要求）。

第二节 修复措施

一、地貌重塑

1、回填

预测地面塌陷区、井（硐）井筒、巷道回填物源主要为废石、建筑固废，选取细颗粒排弃物，采取机械拉运，人工填充的方法。回填过程中每 1-2m 左右分层碾压捣实，从周边向中心逐步回填，尽量减少机械作业产生新的环境问题。

2、封堵

竖井或斜井井口，封堵按应急管理部门要求执行，并达到安全验收标准。

3、拆除

对矿山建筑物进行拆除，以及地表硬化层等废渣进行剥离，拆除

后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣到指定的弃渣场统一处理。

4、清运

清运废石利用自卸汽车装运，清理过程中，要求地表清理平整干净，避免出现杂乱、高低不平的地段。

5、垫坡整形

采用削高垫低的整形方式使整形边坡降缓坡度，使整形后边坡角度 $\leq 25^\circ$ 确保治理后的场地最大限度的与周围地形地貌景观相协调，无凹凸、切坡和陡坎存在。块度大的回填至底部，块度小的回填至顶部。

6、石方整平

设计对较陡和不协调切坡进行整形，使整形后边坡角度 $\leq 25^\circ$ ，使之最大限度的与周围的地形地貌景观相协调，对局部过于弯曲、凸凹的地段修直平顺，整平实施后的场地应无凹凸，以满足植被恢复条件。

7、挡土墙

在拟建废石场、拟建矿石场堆坡下缘设立挡土墙，挡墙浆砌石堤设计为梯形石砌坝，外墙坡角为 70° （挡墙斜坡按 1:0.3）。开挖挡墙地基，使挡墙下部长方体底座埋深 1.0m，提高挡墙稳定性。浆砌块石及片石基础要修建在密实度较好的地基上；浆砌石堤体内侧及迎水面用水泥砂浆勾缝；对挡墙迎水面和顶部进行抹面，抹面厚度 2cm。

二、土壤重构

1、覆土

将表土用自卸汽车运至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地上。覆盖土层厚度应参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行，且覆土后场地坡度应与原地面坡度一致。

(1) 复垦为旱地质量控制标准:

地面坡度 $\leq 15^{\circ}$; 有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$; 土壤容重 $\leq 1.35\text{g/cm}^3$; 土壤质地为砂质壤土至砂质粘土; 砾石含量 $\leq 5\%$; pH 值 6.5-8.5; 有机质 $\geq 2\%$ 。

(2) 复垦为乔木林地质量控制标准:

有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$; 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$; 土壤质地为砂土至砂质粘土; 砾石含量 $\leq 20\%$; pH 值 6.0-8.5; 有机质 $\geq 2\%$ 。

(3) 复垦为灌木林地质量控制标准:

有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$; 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$; 土壤质地为砂土至砂质粘土; 砾石含量 $\leq 20\%$; pH 值 6.0-8.5; 有机质 $\geq 2\%$ 。

经过治理措施后, 表土层能够满足植被生长。

2、土地平整

土地平整工程主要是对场地进行机械平整, 防止地面起伏、水土流失, 改善土壤结构, 为进一步的植被恢复工程创造良好的条件。用平地机对场地进行平整, 使场地尽可能平坦避免出现高低不平的地段, 最终使地面达到平整并达到植被立地条件。

3、翻耕

土地平整造成一定的土壤压实, 使土壤对降雨入渗能力降低。为了恢复土地的使用功能, 翻松地表土地, 翻耕采用拖拉机和三铧犁, 打破紧实层, 疏松土壤, 增加透水透气性能, 提高抗旱耐涝能力。

4、土壤培肥

在土壤重构中, 土壤培肥改良是核心环节, 其方法及步骤为: 首先进行土壤本底调查, 明确土壤理化性质障碍; 其次, 通过客土等方式进行物理结构改良, 施加有机肥以快速提升土壤有机质与肥力。

三、植被重建

根据 GB/T 43933-2024 条款要求，结合矿区土壤条件（如贫瘠、重金属污染、酸性等）及前期地貌重塑、土壤重构基础，植被选择与配置遵循“乡土优先、适生为主、功能匹配”原则，具体如下：

1、核心植被种类选择

乡土树种：优先选用灌木（如山杏、柠条）其次为乔木（如油松），其适应矿区气候和土壤特性，成活率可达 85%以上。山杏根系横向扩展能力强，能牢牢抓住土壤，减少边坡因雨水冲刷造成的坍塌；柠条耐旱耐贫瘠，其枯枝落叶可逐步改良土壤，搭配草本植物还能形成多层植被覆盖，进一步增强生态防护效果。

适生草种：选择易成活、耐逆性强、生长快的本地草种，如羊草（根系发达，耐旱耐寒，持久性强）、冰草（耐瘠薄，固土保水性能好），播种量建议 15-25g/m²，可单播或混播（如搭配草木樨增强土壤改良）。播种时需适度镇压，保证土壤墒情，以提升出苗率。

质量要求：所有苗木、种子需符合《林木种子质量分级》（GB/T15776），灌木苗高≥0.5m，地径≥0.5cm，根系发达，主根长度≥20cm，须根数量充足（每株不少于 5 条，长度≥10cm），无断根、烂根。

2、植被配置方案

复垦乔木林地树种优先选择本地物种，油松（备选杨树），耐重度盐碱，泌盐能力强，改善土壤盐分结构，耐旱耐涝，适合碱性土，避免初期碱性胁迫导致成活率低；

复垦灌木林地树种优先选择本地树种，山杏（备选柠条），山杏、柠条固氮能力强，根系发达，果实可利用，喜光耐旱，适配碱性土；

3、种植与管护要求

种植时间选在春秋两季（土壤湿度 15%-25%），灌木选择根系舒展、分枝均匀的苗木，灌木选择根系发达、主干挺直、分枝均匀、

无病虫害的苗木，草种采用喷播机均匀撒播，播后覆盖无纺布保湿，确保出苗率 $\geq 80\%$ 。

种植后前 2 年定期浇水，每年修剪 1 次灌木和草本，避免过度生长影响稳定性，同时监测植物生长状况，及时补植死亡植株（补植率需达 100%）。

所有配置方案符合《土地复垦植被重建技术规范》（TD/T 1070.1），确保植被覆盖度 3 年内达到 70%以上，实现生态功能与景观协调的双重目标。

通过人工措施与自然恢复结合，解决矿山地质环境破坏、土地及植被损毁问题，实现地质环境安全稳定、土地可复垦利用、生态功能恢复。围绕生态优先、源头防控、因地制宜等核心，强调修复需衔接周边生态系统，同时兼顾技术可行与经济合理，推动开采与修复统筹实施。

四、景观营造

1、重建矿区植被群落：

遵循“适地适树、乡土优先”的原则，通过土壤改良、先锋植物引入、乔灌草立体配置等方式，模拟自然群落结构进行植被恢复。重点构建具有高稳定性、高生物多样性和自我维持能力的近自然植物群落，形成绿色基底。

2、优化矿区景观格局：

在整体规划上，打破单一呆板的格局，通过地形重塑，巧妙布置耕地、林地、草地，形成空间异质性高、层次丰富的景观结构，构建一个功能完整、地形地貌协调、自我维持、富有韧性且兼具生产与审美价值的生态景观。

3、文化功能重构与提升：

首先，将矿区修复区域视为区域生态系统的有机组成部分，通过建设生态林带，将其与周边山林、农田等自然生态系统有效连接，促进物种交流与基因流动，增强区域生态系统的完整性与韧性，与矿区文化共同提升。

第三节 工程内容

本方案对预测塌陷区、表土场、矿区道路、钻机平台(PT1-PT3)、拟建平硐(PD1-PD2)、拟建回风井、拟建矿石场、拟建废石场、拟建截洪沟、拟建工业场地、拟建矿区道路进行工程设计。复垦责任范围内土地复垦后的主要利用方向为旱地、乔木林地、灌木林地。

一、预测塌陷区

预测塌陷区面积 2.5998hm^2 ，地面最大下沉值为 6.10m ，参考同类非金属矿山地面塌陷情况，本恢复治理方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的 20%，即治理面积为 0.5200hm^2 。其矿山地质环境恢复治理及土地复垦工程为：

(一) 地质灾害防治工程

1、网围栏

为防止人员、牲畜进入预测地面塌陷区发生危险，在预测地面塌陷区外围须设置网围栏，防止人畜误入产生危险。网围栏长度约为 800m 。网围栏示意图见图 4-1。

图 4-1 网围栏示意图

2、设置警示牌

在预测地面塌陷区外围 5m 左右布设一定数量的警示牌，布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。平均每隔约 500m 设置一个警示牌，总计 5 块。

图 4-2 警示牌设计示意图

(二) 地貌重塑工程

1、回填

对于出现地面塌陷坑的区域采用井下废石进行回填，回填体积采用柱体体积计算公式，回填深度预测平均值计算，回填工程量计算见表 4-2。回填物来源于就近的废石场。

表 4-2 回填估算表

回填深度 (m)	预留深度 (m)	回填面积 (m ²)	回填量 (m ³)
6.10	0.3	5200	30160

2、石方整平

回填完成后，为了使后期覆土厚度均匀，对场地进行石方整平，根据石方运输方案和废石粒径综合考虑，整平厚度按 0.3m 计算，整平方量 1560m³。

(三) 土壤重构工程

覆土：塌陷区回填后，对该区域进行覆土，复垦为林地的位置覆土厚度为 0.5m，且有效土层不小于 20cm；需复垦面积为 0.5200hm²，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 2600m³。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

(四) 植被重建工程

1、复垦

对覆土区域采取植被恢复措施，复垦方向如下：

乔木林地：乔木设计种植油松，油松种植密度为 1665 株/hm²，株行距为 2.0m×3.0m，油松选择 2-3 年树苗。复垦面积为 0.2517hm²，种植 420 棵。

灌木林地：灌木设计种植山杏，山杏种植密度为 5000 株/hm²（单个树坑 2 株），株行距为 1.0m×2.0m，栽植穴 0.3m×0.3m×0.3m，山杏选择 1-2 年树苗。复垦面积为 0.2683hm²，种植 1342 株。

2、管护

预测塌陷区管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-3 预测地面塌陷区治理效果剖面图

二、拟建回风井

（一）地貌重塑工程

1、井口封堵

设计封堵回风井 1 口，封堵按照应急管理部门相关要求执行。

2、回填

回风井井底标高***m，井深***m，井筒断面为圆形，净断面规格为 Φ ***m，则回填工作量为 432m³。

3、拆除清运

终采后回风井进行拆除，拆除内容为回风井场地内的建筑，拆除产生的建筑垃圾清运至废石场，拆除清运工作量为 44m³。

4、垫坡整形

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中：n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%，Q_x 为削坡方量(m³)；L₁ 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 17m）；v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 30m³/m)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡工程量为 510m³。

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建回风井进行表土剥离，剥离后的表土运送至拟建废

石场堆放，剥离面积为 88m^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m ，剥离量为 44m^3 。

2、覆土

需复垦面积为 88m^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 44m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

拟建回风井复垦为乔木林地，复垦面积为 0.0088hm^2 ，种植 15 棵。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-4 拟建回风井治理效果剖面图

三、拟建平硐（PD1-PD2）

（一）地貌重塑工程

1、井口封堵

设计封堵平硐 2 口，封堵按照应急管理部门相关要求执行。

2、回填

拟建 PD1、PD2 断面为三心拱形，净断面规格 $3.6\times 3.2\text{m}$ ，回填深度为 20m ，则两处平硐回填工作量为 424m^3 。

3、拆除清运

对场地内的平硐进行拆除，拆除后产生的建筑垃圾清运至废石场，拆除清运工作量为 113m^3 。

4、垫坡整形

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 18、16m）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 37、36 m^3/m)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 1242 m^3 。

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建平硐（PD1-PD2）进行表土剥离，剥离后的表土运送至拟建废石场堆放，剥离面积为 0.0452 hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m，剥离量为 226 m^3 。

2、覆土

需复垦面积为 0.0452 hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 226 m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

拟建平硐（PD1-PD2）复垦为灌木林地，复垦面积为 0.0452 hm^2 ，种植 226 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-5 拟建平硐 PD1-PD2 治理效果剖面图

四、钻机平台（PT1-PT3）

（一）地貌重塑工程

1、垫坡整形

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 30m）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $13m^3/m$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 $390m^3$ 。

（二）土壤重构工程

覆土：需复垦面积为 $0.0240hm^2$ ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 $120m^3$ 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

钻机平台（PT1-PT3）复垦为灌木林地，复垦面积为 $0.0240hm^2$ ，种植 120 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-6 钻机平台治理效果剖面图

五、矿区道路

（一）地貌重塑工程

垫坡整形：对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度。工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 756m）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $14m^3/m$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 $10584m^3$ 。

（二）土壤重构工程

1、翻耕

矿山闭坑后，对该区域利用挖掘机、推土机对拟恢复为旱地的道路进行翻耕。通过翻耕，改善土壤结构，有利于恢复地表植被，翻耕总面积为 $0.0435hm^2$ 。

2、覆土

需复垦面积为 $0.4328hm^2$ ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 $0.5m$ ，覆土量为 $2164m^3$ 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

（1）恢复林地

矿区道路复垦为乔木林地、灌木林地。复垦面积为 $0.4328hm^2$ ，种植乔木 3085 棵，种植灌木 1240 株。

（2）恢复旱地

对翻耕后的土壤进行培肥改良土地，每公顷土地施有机肥 $800kg$ ，培肥面积为 $0.0435hm^2$ ，因此，培肥总工程量为 $35kg$ 。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-7 矿区道路治理效果剖面图

六、表土场

（一）地貌重塑工程

1、垫坡整形

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 27m）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $50m^3/m$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 $1350m^3$ 。

2、清运

待场地需要覆土时，对场地内的土源进行清运，清运至各复垦场地，清运工程量即为场地内表土堆放量为 $3752m^3$ 。

（二）土壤重构工程

覆土：需复垦面积为 $0.0282hm^2$ ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 $141m^3$ 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

表土场复垦为乔木林地，复垦面积为 $0.0282hm^2$ ，种植 47 棵。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-8 表土场治理效果剖面图

七、拟建工业场地

（一）地貌重塑工程

1、井口封堵

拟建工业场地中共有拟建平硐（PD3）1 处，设计进行井口封堵。

2、回填

拟建 PD3 断面为三心拱形，净断面规格 $3.6 \times 3.2\text{m}$ ，回填深度为 20m，则平硐回填工作量为 212m^3 。

2、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的建筑等进行拆除，场地内建筑物面积为 0.0684hm^2 ，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 342m^3 。

3、垫坡工程

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中：n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 37m）；v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $160\text{m}^3/\text{m}$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 5920m^3 。

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建工业场地进行表土剥离，剥离后的表土运送至拟建废石场堆放，剥离面积为 0.1368hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m ，剥离量为 684m^3 。

2、覆土

需复垦面积为 0.1368hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 684m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

拟建工业场地复垦为灌木林地，复垦面积为 0.1368hm^2 ，种植 684 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-9 拟建工业场地治理效果剖面图

八、拟建矿石场

（一）地貌重塑工程

1、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的挡土墙进行拆除，拆除工作量为 110m^2 ；拆除完毕后，对场地内的废石进行清理，清理工程量即为场地内废石堆放量与拆除的废弃物量，为 7837m^3 。

2、垫坡工程

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量

如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 31m）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $100m^3/m$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 $3100m^3$ 。

3、挡土墙

在拟建矿石场东侧堆坡下缘设置挡土墙，以防场地面积继续扩大。挡墙浆砌石堤设计为梯形石砌坝，外坡角为 70° 。开挖挡墙地基，使挡墙下部长方体底座埋深 1.0m，提高挡墙稳定性。建设挡土墙长度约 42m，顶宽度约 0.6m，高 2.5m(深埋地下 1.0m)，则工程量为 $110m^3$ 。挡墙示意图见图 4-10。

图 4-10 挡墙示意图

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建矿石场进行表土剥离，剥离后的表土运送至拟建废石场堆放，剥离面积为 $0.0935hm^2$ ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m，剥离量为 $468m^3$ 。

2、覆土

需复垦面积为 $935m^2$ ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 $468m^3$ 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

拟建矿石场复垦为灌木林地，复垦面积为 $935m^2$ ，种植 468 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-11 拟建矿石场治理效果剖面图

九、拟建废石场

（一）地貌重塑工程

1、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的挡土墙进行拆除，拆除工作量为 110m^2 ；拆除完毕后，对场地内的废石进行清理，清理工程量即为场地内废石堆放量与拆除的废弃物量，为 7965m^3 。

2、垫坡工程

对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度，工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 40m ）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $155\text{m}^3/\text{m}$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 6200m^3 。

3、挡土墙

在拟建废石场东侧堆坡下缘设置挡土墙，以防场地面积继续扩大。挡墙浆砌石堤设计为梯形石砌坝，外坡角为 70° 。开挖挡墙地基，使挡墙下部长方体底座埋深 1.0m ，提高挡墙稳定性。建设挡土墙长度约 42m ，顶宽度约 0.6m ，高 2.5m (深埋地下 1.0m)，则工程量为 110m^3 。

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建废石场进行表土剥离，剥离后的表土原地堆放，剥离面积为 0.0910hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m ，剥离量为 455m^3 。

2 覆土

需复垦面积为 0.0910hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 455m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

拟建废石场复垦为灌木林地，复垦面积为 0.0910hm^2 ，种植 455 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-12 拟建废石场治理效果剖面图

十、拟建截洪沟

（一）地貌重塑工程

1、回填

终采后对截洪沟进行回填，回填过程中留 0.5m 作为覆土使用，其余全部回填，回填量为 64m^3 。

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建截洪沟进行表土剥离，剥离后的表土堆存至截洪沟

两侧，剥离面积为 0.0091hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m ，剥离量为 46m^3 。

覆土：需复垦面积为 0.0091hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 46m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

拟建工业场地复垦为灌木林地，复垦面积为 0.0091hm^2 ，种植 46 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-13 拟建截洪沟治理效果剖面图

十一、拟建矿区道路

（一）地貌重塑工程

垫坡整形：对场地内的切坡进行垫坡，设计垫坡后恢复原地形坡度。工作量如下：

$$Q_x = n \times L_1 \times v$$

式中： n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%， Q_x 为削坡方量(m^3)； L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 926m ）； v 为单位坡长垫坡方量(根据计算，取值 $7\text{m}^3/\text{m}$)。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取值，可得出垫坡总工程量为 6482m^3 。

（二）土壤重构工程

1、表土剥离

基建期对拟建矿区道路进行表土剥离，剥离后的表土运送至拟建废石场堆放，剥离面积为 0.3658hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行剥离，剥离厚度为 0.5m ，剥离量为 1829m^3 。

2、覆土

需复垦面积为 0.3658hm^2 ，利用挖掘机、推土机对平台进行覆土，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 1829m^3 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被。

（三）植被重建工程

1、复垦

矿区道路复垦为乔木林地、灌木林地。复垦面积为 0.3658hm^2 ，种植乔木 298 棵，种植灌木 937 株。

2、管护

治理期为 1 年，管护期为 3 年，管护主要是根据栽植当年和栽植后第二年，为提高成活率，设计在春季返青期及秋季对复垦的植被进行灌溉。

图 4-14 拟建矿区道路治理效果剖面图

十二、景观营造

1、四季景观搭配

春季樱树、桃树等观花树种；秋季枫树、银杏等彩叶植物；配合羊草、冰草等草本，实现四季有景。

2、雕塑与装置艺术

利用废弃材料制作艺术装置传递环保理念，在场地耸立大型雕塑彰显矿山特色。

以上两条本方案并不设计实际工作量，仅作为建议进行参考，矿山可依照自身实际情况进行执行。

3、标识牌

在矿山各功能区、道路岔口等适当区域分别设立标识牌，标识牌的大小尺寸须满足《矿山安全标志》（GB/T14161-2008）的要求，标识牌宜为等边矩形。长 0.8m，宽 0.5m，高度宜 1.2-1.8m。共需设置 7 块。

4、拟建单元切坡景观营造

基建期结束后，针对拟建工业场地、废石场、矿石场、风井及平硐周边产生的切坡，为确保护坡稳定，设计采用植草护坡方案。该措施不仅有效提升了边坡浅层岩土体的抗冲刷及抗滑移能力，显著降低滑坡风险，同时兼顾了植被恢复功能。矿区内拟建单元切坡总面积为 0.2223hm²，播种草籽方法采用撒播，及时进行浇水与管护。

十三、工程量汇总

各生态修复单元总工程量见表 4-3、4-4、4-5。

表 4-3 土壤重构工程量一览表

场地名称	治理面积(hm ²)	工程措施		
		覆土及整平 (m ³)	表土剥离 (m ³)	翻耕 (hm ²)
预测塌陷区	0.5200	2600		
表土场	0.0282	141		
矿区道路	0.4763	2164		0.0435
钻机平台 (PT1-PT3)	0.0240	120		
拟建平硐 (PD1-PD2)	0.0452	226	226	
拟建回风井	0.0088	44	44	
拟建矿石场	0.0935	468	468	
拟建废石场	0.0910	455	455	
拟建截洪沟	0.0091	46	46	
拟建工业场地	0.1368	684	684	
拟建矿区道路	0.3658	1829	1829	
合计	1.7987	8777	3752	0.0435

表 4-4 地貌重塑工程量一览表

场地名称	治理面积	工程措施						
		封堵	回填	垫坡整形	石方整平	挡土墙	拆除建筑	清运
	hm ²	口	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
预测塌陷区	0.5200		30160		1560			
表土场	0.0282			1350				3752
矿区道路	0.4763			10584				
钻机平台 (PT1-PT3)	0.0240			390				
拟建平硐 (PD1-PD2)	0.0452	2	424	1242			113	113
拟建回风井	0.0088	1	432	510			44	44
拟建矿石场	0.0935			3100		110	110	7727
拟建废石场	0.0910			6200		110	110	7855
拟建截洪沟	0.0091		64					
拟建工业场 地	0.1368	1	212	5920			342	342
拟建矿区道 路	0.3658			6482				
合计	1.7987	4	31292	35778	1560	220	719	19833

表 4-5 各生态修复单元工程量汇总表

场地名称	治理面积	工程措施														
		网围栏	警示牌/ 标识牌	回填	封堵	垫坡整形	石方整平	挡土墙	拆除建筑	清运	覆土整平	表土剥离	翻耕	土壤 培肥	种乔木	种灌木
	hm ²	m	块	m ³	口	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	hm ²	Kg	棵	株
预测塌陷区	0.5200	800	5	30160			1560				2600				420	1342
表土场	0.0282					1350				3752	141				47	
矿区道路	0.4763					10584					2164		0.0435	35	3085	1240
钻机平台 (PT1-PT3)	0.0240					390					120					120
拟建平硐 (PD1-PD2)	0.0452			424	2	1242			113	113	226	226				226
拟建回风井	0.0088			432	1	510			44	44	44	44			15	
拟建矿石场	0.0935					3100		110	110	7727	468	468				468
拟建废石场	0.0910					6200		110	110	7855	455	455				455
拟建截洪沟	0.0091			64							46	46				46
拟建工业 场地	0.1368			212	1	5920			342	342	684	684				684
拟建矿区 道路	0.3658					6482					1829	1829			298	937
景观营造	-		7												植草 护坡： 0.2223 hm ²	
合计	1.7987	800	12	31292	4	35778	1560	220	719	19833	8777	3752	0.0435	35	3865	5518

第五章 监测与管护

第一节 监测目标与措施

一、监测目标任务

在矿产资源开采过程中，对矿山地质环境、土地资源、生态系统破坏等开展监测评价，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

（一）监测目标

1、保障工程安全与质量：确保修复工程实施过程符合设计要求、技术规范和安全标准，及时发现和消除工程安全隐患，保障施工人员及周边环境安全。

2、掌握动态变化与评估效果：实时、动态掌握修复区及周边关键环境要素（地质环境、水资源、土地资源、生态系统）的变化趋势，科学、客观地评估各项生态修复措施的实施效果、稳定性及可持续性。

3、验证修复目标达成度：通过系统监测数据，验证修复工程是否达到了预定的修复目标（如：边坡稳定、土壤污染物达标、植被覆盖度/生物量目标、生物多样性恢复水平等），为最终工程验收提供量化依据。

4、识别风险与预警防控：及时识别修复过程中及修复后可能出现的环境风险（如：地质灾害复发、土壤污染物迁移扩散、植被退化、水环境污染等），建立预警机制，为采取有效防控和调整措施提供决策支持。

5、优化管理与指导决策：为修复工程的动态管理、后期养护措

施的调整优化以及后续类似项目的规划设计提供科学依据和数据支撑。

（二）监测任务

1、确定监测因子，编制监测方案，布设监测网点，定期采集数据，及时掌握生态环境问题在时间和空间上的变化情况；

2、查明周边地下水环境和土壤环境背景，开展水环境监测、土壤环境监测；

3、查清矿区范围内土地利用现状、基本农田基本情况，各土地利用类型质量及生产力水平；

4、查清监测范围内植被生态状况；

5、获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值，建设参照生态系统。

6、评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；

7、建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统。

二、监测措施

（一）地面塌陷地质灾害监测

1、监测内容

针对矿山存在的及需要预防的地质环境问题，矿山地质环境监测内容主要是预测地面塌陷区地面变形监测和地裂缝监测，包括水平位移、垂直位移的变化；

2、监测点的布设

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），监测

点布设在预测地面塌陷区容易沉降范围内。共布设监测点 7 处。JC1 布置于预测塌陷区外南侧基岩稳定区或无变形区，作为监测塌陷区可能出现沉降的基准点域，用于提供差分基准，保障数据绝对精度。监测点坐标见表 5-1。

表 5-1 地面塌陷地质灾害监测点坐标一览表

3、监测方法

人工定点监测（巡查）：定期（如每月 1 次）对重点区域（如塌陷隐患点、管线密集区）进行现场核验，补充监测点未覆盖的“局部细节”（如地面裂缝宽度、建筑物墙角变形、地下管线渗漏痕迹等），避免因点位有限而遗漏局部风险。

利用全站仪采用极坐标法（或三维坐标法）直接测定各点的平面位置；高程测设严格按二等水准测量的精度要求执行，确保观测精度符合《工程测量规范》GB 50026-2020 的相关规定。

4、监测频率

人工监测定期每月 1 次，根据实际情况，对于存在隐患的不稳定地段适当增加监测次数，或者进行连续跟踪监测。记录表样表见表 5-2。

5、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2036 年 12 月。

表 5-2 地面塌（沉）陷监测记录表

项目名称							
监测位置							
监测日期	年 月 日			天气情况: ☐ 晴 ☐ 阴			
监测点编号	地面塌陷及地表变形情况	塌陷深度、面积	高程变化	失稳主导因素	目前稳定状态	已造成的危害	潜在危害
	☐ 有 ☐ 无			☐ 工程活动 ☐ 地震 ☐ 其它	☐ 稳定 ☐ 基本稳定 ☐ 不稳定		
	☐ 有 ☐ 无			☐ 工程活动 ☐ 地震 ☐ 其它	☐ 稳定 ☐ 基本稳定 ☐ 不稳定		
	☐ 有 ☐ 无			☐ 工程活动 ☐ 地震 ☐ 其它	☐ 稳定 ☐ 基本稳定 ☐ 不稳定		
下一步防治措施							
填表人		审核人			调查负责人	备注	

（二）地下水及水污染监测

1、监测内容

监测内容包括监测地下水水位、水质变化、水温变化，包括地下水水质（按照地下水质量标准(GB/T 14848-2017)执行，pH、耗氧量、石油类、总汞、总铬、六价铬、总镉、总铅、总砷、总锌、总铁、等共计 39 项）等。

2、监测点的布设

根据前文水环境的分析结果，对矿区内的水质进行监测，监测点位于矿区村民井，共计 1 个监测点。

表 5-3 矿区地下水及水污染监测点坐标

3、监测方法

水位监测采用测绳加万用表法测，水量的监测方法可采用水量计法，水质监测委托有资质的第三方检测公司进行采样、监测。

4、监测频率及技术要求

（1）地下水水位监测要求

一般情况下应每个月观测 1 次地下水水位；每年的丰水期（6-10 月份）应统测矿区范围内的地下水水位，在恢复生产及出现污染事故的情况下需要提高频率。

当矿坑排水量急剧变化时，应增加地下水水位监测次数，地下水水位的监测应尽可能与地下水量的监测同步进行。

（2）地下水水质、污染物监测要求

一般每年采取 2 次水质分析水样，丰水期（6-10 月份）、枯水期（1-4 月、12 月）分别取水质分析水样，在恢复生产及出现污染事故的情况下需要提高频率。分析项目执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）要求以及后期编制的环境影响评价报告监测要求。

5、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2036 年 12 月。

（三）地形地貌景观监测

1、监测内容

开采过程中对矿区内地貌景观及土地资源进行监测。主要为挖损、压占和占用破坏土地资源，影响地形地貌景观情况，随时掌握影响状况，制定相应对策。

2、监测方法

在矿区范围周边设置一条监测路线。采用人工巡查方式、小型无人机对地形地貌进行监测，在采矿过程中安全员随时监测。将历次照片进行对比分析地形地貌是否有变化，并采取必要的处理措施。

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），本方案采用定期无人机航测（地面分辨率小于 10cm）方式。定期指定专人采用人工监测、巡查的方式对矿山开采活动影响地段的地形地貌景观及土地损毁情况进行监测，防止矿山开采乱采乱挖以及废弃物的随意堆放。可根据样表 5-4 记录监测情况。

表 5-4 地形地貌景观及土地资源监测记录表
时间： 年 月 日 星期 天气：

监测单元		
监测内容	损毁土地面积（m ² ）	
	破坏土地利用类型	
	损毁方式	
	影响破坏程度	
	治理难度	
监测人员		
存在问题		
处理意见		
处理结果		

3、监测频率

每年 1 次（选取 8 月份）固定航测。

4、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2036 年 12 月。

（四）生态系统监测

生态系统监测包括植物要素指标监测与土壤要素指标监测两部分，具体内容如下：

1、植物要素指标监测

（1）监测内容

植物要素监测内容主要为：植被优势种、植被覆盖度、群落平均

高度、物种频度、叶面积指数（LAI）、地上/地下生物量。

（2）监测点布设

与土壤监测点协同布设，位置对应。在每个监测样地内，设置固定监测样方（灌丛、草地：5m×5m），并设立永久标志。

（3）监测方法

群落调查：采用样方法，记录样方内所有植物的种类、数量、高度、盖度（目测或照相法）、频度（在多个小样方中出现次数）。

（4）监测要求

以遥感反演参数为基础，结合地面调查数据，通过收集生态系统生物量、植被覆盖度和水质等数据，评价灌丛、草地生态系统质量等级和空间特征，综合各类生态系统质量评价结果，分析评价区内生态系统质量状况以及不同时期动态变化特征。

（5）监测期限、频率

监测频率 1 次/年，监测时间为方案服务期，即 2026 年 1 月至 2036 年 12 月。

2、土壤要素指标监测

（1）监测内容

根据矿山问题识别结果，执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》基本项目要求，确定矿山土壤污染监测内容为土壤理化性质、重金属八项，包括 pH、有机质含量、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、锌等共计 46 项。

（2）监测点的布设

重点布设在未来开采使用的场地中，周边旱地 1 个监测点、拟建废石场下游处设置 1 个监测点、矿区外沟谷下游设置 1 个监测点，共计 3 个监测点，监测点坐标见表 5-5。

表 5-5 土壤污染监测点坐标一览表

（3）监测方法

委托具有资质的监测单位进行采样。

（5）监测频率、时限

监测频率 1 次/年，监测时间为方案服务期，即 2026 年 1 月至 2036 年 12 月。

第二节 管护目标与措施

一、管护目标任务

（一）管护目标

1、耕地、林地、草地管护主要采取补充种植措施、灌溉措施。为了保证栽植苗木和草籽的成活率，对成活率较低区域，综合分析原因，因地制宜开展补种、补撒工程。灌溉时掌握适时适量原则，遇枯水年份应及时补水，可有效防治水土流失，保证植被成活率以便达到预期的设计效果。

2、苗木栽植、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，栽植后第二年对缺苗处进行补植，对草籽发芽率低处进行补撒。

3、复垦林地出现缺素症状时，根据缺素症状及时进行追肥。可适当使用少量的化肥，以提高土壤肥力，以提高农作物的成活率和生

长速度。

4、新造幼林需封育，管护期为3年。

（二）管护任务

生态修复工程管护任务是加强重构土壤、重建植被的管护与健康
管理，对受损乔灌木及时补种、培土、浇水、施肥，喷洒农药防治病
虫害发生以及幼林管护和成林管理；对矿区关键物种和生物多样性进
行持续观测，降低生态重建的矿区生态系统的水灾、旱灾、虫灾、火
灾等风险。

二、管护措施

1、林地

（1）在林带刚进入郁闭阶段，为了保护和促进苗木生长，要采
取平茬修枝技术对苗木进行修剪。

（2）对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时的进行管
护，各复垦单元植物生态系统病虫害防治关系到复垦成活率，关系到
整个复垦目标的实现，因此在进行其他监测的同时，特别注意当地植
物病虫害的防治，及时发现疫情，对于病株要及时的砍伐防治扩散，
对于虫害要及时的施用药品等控制灾害的发生。

（3）清理林内枯枝落叶等易燃物，设置防火隔离带，配备灭火
设备，严禁林区违规用火。

（4）各林地复垦单元灌溉主要选用车辆送水灌溉，废石场、工
业场地等单元均可自然流出不会产生积水，能够保证雨季降水时及时
排出。

2、草地

(1) 控制放牧强度与频率，避免过度啃食，实行轮牧制度，给草地恢复生长时间。

(2) 对于草地病虫害的发生，可采用一定的生物及仿生制剂、化学药剂、人工物理方法来防治病虫害。根据不同的草种在不同的生长期，根据病虫害种类的生长发育期选用不同的药物，使用不同的浓度和不同的使用方法。当杂草种子高出主草丛时，人工拔除。

(3) 对于多年生、二年生或越年生草种来说，冬季的低温是一个逆境，如果管护不当，有可能发生冻害而不能安全越冬返青，或影响第二年的产草量。因此，须重视越冬与返青期管护，尤其是初建草地。

第三节 工程量

一、监测工程

根据生态修复监测工程的设计，针对需要监测、检测的场地设置针对性的检测点，检测点具有代表性，能对评估矿区是否存在隐患、污染源提供依据主要监测工程量计算表见表 5-6。

表 5-6 监测工程量一览表

序号	监测项目	监测频率	数量	监测时限(年)	工程量
1	地面塌陷地质灾害监测	12 次/年	7 点	11	924
2	地形地貌景观监测	1 次/年	1 条路线	11	11
3	水位监测	12 次/年	1 点	11	132
4	水质、水污染监测	2 次/年	1 点	11	22
5	植物要素指标监测	1 次/年	3 点	11	33
6	土壤要素指标监测	1 次/年	3 点	11	33

二、管护工程

根据土地复垦管护措施及内容，本方案植被管护面积为复垦的林

地、草地，总面积 1.7987hm²。

管护时间为土地复垦后的近 3 年时间，具体工程量见表 5-7。

表 5-7 管护工程量表

位置	面积 (hm ²)	管护年限 (a)
复垦区	1.7987	3

第六章 工作部署与经费估算

第一节 总体部署

根据“边开采、边修复”的原则，生产中破坏多少修复多少，有利于当地的生态环境恢复。针对矿区内可能产生的矿山生态问题，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”的主导思路，把矿山生态修复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。

矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：分别为基建期 2 年（2026 年 1 月至 2027 年 12 月）、开采期 5 年（2028 年 1 月至 2032 年 12 月）、治理管护期 4 年（2033 年 1 月至 2036 年 12 月），生态修复工作预计在 2036 年 12 月前结束。

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；
- 2、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）；
- 3、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128 号）；
- 4、《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号）；
- 5、《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》（内财建〔2013〕600 号）；
- 6、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局

海关总署公告 2019 年第 39 号)；

7、《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；

8、《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；

9、当地材料价格信息（2026 年 1 季度）材料价格市场询价；

10、其它有关规定和标准。

本方案投资估算水平年为 2026 年，并以国家和地方政策文件规定的单价为标准。如与工程开工时间不在同一年份或物价有变动，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整。

二、费用构成及计费标准

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润和税金。

（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、措施费组成。

□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。

人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元 / 工日），人工单价根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建〔2013〕600 号）的规定计取，喀喇沁旗属三类地区，人工

费定额为甲类工 86.21 元 / 工日，乙类工 63.16 元 / 工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，主要材料单价按照《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建〔2013〕600 号）编制，超出限价部分单独计算材料价差，主要材料以外的材料价格以赤峰市喀喇沁旗 2026 年 1 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元 / 台班）。台班费定额依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建〔2013〕600 号）编制，具体见定额单价取费表。

□措施费

措施费是指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，包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，本项目不计夜间施工增加费。措施费按项目直接工程费×措施费费率进行计算。其费率依据财政厅、国土资源厅《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》

（内财建〔2013〕600 号）计取，取费标准见表 6-1。

表 6-1 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费率 (%)	冬雨季施工增加费率 (%)	施工辅助费率 (%)	安全施工措施费率 (%)	费率合计 (%)
1	土方工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
2	石方工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
3	砌体工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
4	混凝土工程	3	0.7	0.7	0.2	4.6
5	植被工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
6	辅助工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6

（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（试行）》（内财建〔2013〕600号）规定，间接费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费率进行计算，取费标准见表 6-2。

表 6-2 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率(%)
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	植被工程	直接费	5
6	辅助工程	直接费	5

（3）利润

依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建〔2013〕600号）规定，利润按直接费与间接费之和的 3% 计取。

（4）税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财税[2019]39 号)等文件，税金按直接费、间接费、利润之和的 9%计取。

（5）设备购置费

设备购置费是指在工程实施过程中，因需要购置各种永久性设备所发生的费用。根据本项目的实际情况，本项目工程实施过程中所涉及到的矿山地质环境治理及土地复垦机械设备均由工程具体施工单位提供或采用租用方式，故本方案不存在购买设备的费用。

2、其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理

费等。

（1）前期工作费

包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。土地复垦前期工作费，以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

土地清查费按不超过工程施工费的 0.5% 计算。计算公式为：土地清查费 = 工程施工费 × 费率。

项目可研论证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 6-3。

表 6-3 项目可研论证费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目可研论证费(万元)
1	≤180	2
2	500	4
3	1000	6
4	3000	12
5	5000	15
6	10000	25

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25% 计取。

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。其中勘测费可按不超过工程施工费的 1.5% 单独计算，剩余部分可计为项目设计与预算编制费，见表 6-4。

表 6-4 项目勘测与设计费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目勘测与设计费(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 亿元时，按计费基数的 2.70% 计取。

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 6-5。

表 6-5 项目招标代理费计费标准表

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	≤180	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 以上	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，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定，具体费率见表 6-6。

表 6-6 工程监理费计费标准表

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 亿元时，按计费基数的 1.20% 计取。

（3）竣工验收收费

竣工验收收费包括工程验收费、项目决算编制与审计费，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 6-7。

表 6-7 工程验收费计费标准表

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	3000~5000	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 以上	0.7	15000	$90.4+(15000-10000)\times 0.7\%=125.4$

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 6-8。

表 6-8 项目决算编制与审计费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目决算编制与审计费(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	3000~5000	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 以上	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、工程监理费和竣工资收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-9。

表 6-9 项目管理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目管理费(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	3000~5000	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 以上	0.08	15000	$33.5+(15000-10000)\times 0.08\%=37.5$

3、预备费

预备费是在考虑了矿山地质环境保护与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致矿山地质环境保护与复垦费用增加的一项费用。本方案预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

(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 3%计取。

(2) 风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的矿山地质环境治理过程中可能发生风险的备用金。本方案确定风险金按工程施工费、设备费、其他费用三项之和的 5%计取。

(3) 价差预备费

考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素,需要计算价差预备费,根据目前内蒙古自治区的经济发展境况,结合矿山服务年限,年涨价率可按 6%计取。假设治理工程的治理年限为 t 年,且每年的静态投资费为 a1、a2、a3... ..an,根据目前我国经济发展境况, f: 年涨价率可按 6%计取,则第 n 年的动态投资价差预备费:

$$PF = \sum_{t=1}^n a_t [(1+f)^m (1+f)^{0.5} (1+f)^{t-1} - 1]$$

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

(1) 监测费

包括地质灾害、水质、水位、水量、地貌景观等监测费等。本方案将监测费用单独列出。各项监测措施取费标准详见表 6-10。

表 6-10 监测取费标准参考表

序号	监测项目	监测频率	单价(元)
1	地质灾害监测	点次	500
2	地形地貌景观监测	点次	2000
3	水位监测	点次	500
4	水质、水污染监测	点次	1000
5	植物要素指标监测	点次	1000

序号	监测项目	监测频率	单价(元)
6	土壤要素指标监测	点次	1000

(2) 管护费

管护费：管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。本方案管护单价为 800 元/hm²。

三、经费估算

矿区生态修复工程总投资经费 340.8602 万元，其中工程施工费 128.7138 万元，其他费用 19.8138 万元，监测+管护费 75.4517 万元，预备费 116.8809 万元。近三年矿山生态修复治理费用为 45.7189 万元。详见生态修复总费用组成分析表，表 6-11~6-20。

表 6-11 生态修复费用总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各费用占总费用的比例（%）
一	工程施工费	128.7138	37.76
二	其他费用	19.8138	5.81
三	监测管护费	75.4517	22.14
四	预备费	116.8809	34.29
1	基本预备费	4.4558	/
2	风险金	7.4264	/
3	价差预备费	104.9987	/
总 计		340.8602	100

表 6-12 工程施工费预算总表

序号	单项名称	预算金额（万元）	各费用占工程施工费的比例（%）
1	地貌重塑工程	71.3845	35.87
2	土壤重构工程	19.2268	9.66
3	植被重建工程	34.2133	15.91
4	景观营造	1.4914	0.75
5	地质灾害防治工程	2.3978	1.21
总计		128.7138	100

表 6-13 工程施工费估算表

序号	定额编号	工程或费用名称	工程量	计量单位	综合单价 (元)	合计 (万元)
一		地貌重塑工程				71.3845
1	20272	石方整平	1560	m ³	7.03	1.0967
2	20272	石方清运	19833	m ³	7.03	13.9426
3	20272	垫坡整形	35778	m ³	7.03	25.1519
4	20272	石方回填	31292	m ³	7.03	21.9983
5	30013	挡土墙	220	m ³	269.35	5.9257
6	30041	挖掘机砌体拆除	719	m ³	45.47	3.2693
二		土壤重构工程				19.2268
1	10019	翻耕	0.0435	hm ²	2087.47	0.0091
2	10137	表土剥离	3752	m ³	7.06	2.6489
3	10197	覆土	8777	m ³	18.08	15.8688
4	市场询价	土壤培肥	35	Kg	200.00	0.7000
三		植被重建工程				34.2133
1	50002	栽植乔木(带土球)	3865	棵	71.26	27.5420
2	50019	栽植灌木	5518	株	12.09	6.6713
四		景观营造				1.4914
1	60005	标识牌	7	块	2982.73	1.4914
五		地质灾害防治工程				2.3978
1	60005	警示牌	5	块	2982.73	1.4914
2	60014	网围栏	800	m	11.33	0.9064
六		监测工程				75.02
1		地面塌陷地质灾害监测	924	点次	500.00	46.2000
2		地形地貌景观监测	11	点次	2000.00	2.2000
3		水位监测	132	点次	1300.00	17.1600
4		水质、水污染监测	22	点次	1300.00	2.8600
5		植物要素指标监测	33	点次	1000.00	3.3000
6		土壤要素指标监测	33	点次	1000.00	3.3000
七		管护工程				0.4317
1		管护面积	1.7987/3 年	hm ²	800	0.4317

表 6-14 其他费用计算表

序号	费用名称	计算式	预算金额 (万元)	占比 (%)
1	前期工作费		10.1436	51.20
(1)	项目可研论证费	$2+[(\text{工程施工费}-180)\div(500-180)]\times(4-2)$	2.0000	10.10
(2)	项目勘测与设计费	$7.5+[(\text{工程施工费}-180)\div(500-180)]\times(20-7.5)$	7.5000	37.86
(3)	项目招标代理费	工程施工费 $\times$ 0.5%	0.6436	3.25
2	工程监理费	$4+[(\text{工程施工费}-180)\div(500-180)]\times(10-4)$	4.0000	20.19
3	竣工验收费		3.4752	17.53
(1)	工程验收费	$3.06+(\text{工程施工费}-180)\times 1.2\%$	2.1881	11.05
(2)	项目决算编制与审计费	工程施工费 $\times$ 1.0%	1.2871	6.50
4	项目管理费	工程施工费 $\times$ 1.5%	2.1950	11.08
总计			19.8138	100

表 6-15 监测费计算表

监测项目	点位数量	频率	监测年限	工程量	综合单价 (元)	费用 (万元)
		(点次/年)		(点次)		
地质灾害监测	7	12	11	924	500.00	46.2
地形地貌景观监测	1	1	11	11	2000.00	2.2
水位监测	1	12	11	132	1300.00	17.16
水质、水污染监测	1	2	11	22	1300.00	2.86
植物要素指标监测	3	1	11	33	1000.00	3.3
土壤要素指标监测	3	1	11	33	1000.00	3.3
合计	-	-	-	-	-	75.02

表 6-16 管护费计算表

序号	费用名称	恢复面积	每公顷费用(元)	管护年数	小计(万元)
1	管护费	1.7987	800	3	0.4317

表 6-17 预备费计算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	费率 (%)	费用(万元)
1	基本预备费	128.7138	19.8138	3	4.4558
2	风险现金	128.7138	19.8138	5	7.4264
合计					11.8822

表 6-18 价差预备费计算表

年数	年度经费(万元)	$(1+f)^m(1+f)^{0.5}(1+f)^{t-1}-1$	价差预备费 (万元)
2026	8.1299	0.02956	0.2403
2027	26.8631	0.09134	2.4537
2028	10.7092	0.15682	1.6794
2029	12.4420	0.22623	2.8148
2030	13.9846	0.29980	4.1926
2031	14.3014	0.37779	5.4029
2032	15.6321	0.46045	7.1978
2033	94.2763	0.54808	51.6710
2034	13.5301	0.64097	8.6724
2035	12.0604	0.73943	8.9178
2036	13.9324	0.84379	11.7560
合计	235.8615	-	104.9987

表 6-19 施工费单价分析表

定额编号：10019				单位：1hm ²	
翻耕					
工作内容：松土					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1680.58
（一）	直接工程费				1619.06
1	人工费				771.75
	甲类工	工日	0.6	86.21	51.73
	乙类工	工日	11.4	63.16	720.02
2	施工机械使用费				839.26
	拖拉机 59kw	台班	1.2	724.57	825.61
	三铧犁	台班	1.2	11.37	13.64
3	其他费用	%	0.5	1611.01	8.06
（二）	措施费	%	3.8	1619.06	61.52
二	间接费	%	5	1680.58	84.03
三	利润	%	3	1764.61	52.94
四	材料价差				203.63
	柴油	kg	66.00	3.09	203.63
五	税金	%	3.28	2021.18	66.29
合计		元			2087.47

定额编号：10135				单位：100m³	
表土剥离					
工作内容：挖装、运输、卸除、空回					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				538.56
（一）	直接工程费				518.84
1	人工费				65.47
	甲类工	工日	0.1	86.21	8.62
	乙类工	工日	0.9	63.16	56.84
2	施工机械使用费				421.71
	59kw 推土机	台班	0.11	610.88	63.98
	挖掘机油动 1m³	台班	0.15	1102.83	158.25
	自卸汽车 5t	台班	0.44	533.07	199.49
3	其他费用	%	6.5	487.18	31.67
（二）	措施费	%	3.8	518.84	19.72
二	间接费	%	5	538.56	26.93
三	利润	%	3	565.49	16.96
四	材料价差				101.20
	柴油	kg	32.80	3.09	101.20
五	税金	%	3.28	683.65	22.42
合计		元			706.07

定额编号：10197				单位：100m³	
覆土					
工作内容：覆土					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	直接费				1348.59
(一)	直接工程费				1299.22
1	人工费				50.53
	乙类工	工日	0.8	63.16	50.53
2	施工机械使用费				1210.85
	59kw 推土机	台班	0.1	724.57	58.16
	装载机 2m³	台班	0.24	1281.30	291.24
	自卸汽车 5t	台班	1.69	533.07	861.45
3	其他费用	%	3	1261.38	37.84
(二)	措施费	%	3.8	1299.22	49.37
二	间接费	%	5	1348.59	67.43
三	利润	%	3	1416.02	42.48
四	材料价差				292.45
	柴油	kg	94.79	3.09	292.45
五	税金	%	3.28	1750.96	57.43
合计		元			1808.39

定额编号：20272				单位：100m³	
石方整平、垫坡整形、清运、回填					
工作内容：装、运、卸、空回					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				550.19
（一）	直接工程费				530.05
1	人工费				90.73
	甲类工	工日	0.1	86.21	8.62
	乙类工	工日	1.3	63.16	82.11
2	施工机械使用费				374.64
	74kw 推土机	台班	0.47	833.66	374.64
3	其他费用	%	13.9	465.37	64.69
（二）	措施费	%	3.8	530.05	20.14
二	间接费	%	6	550.19	33.01
三	利润	%	3	583.21	17.50
四	材料价差				79.75
	柴油	kg	25.85	3.09	79.75
五	税金	%	3.28	680.46	22.32
合计		元			702.77

定额编号：30013					单位：元 /100m³
适用范围：露天作业、挡土墙					
工作内容：选石、修石、拌和砂浆、砌筑、勾缝					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				17203.97
(一)	直接工程费				16606.15
1	人工费				7418.44
	甲类工	工日	5.74	86.21	494.85
	乙类工	工日	109.62	63.16	6923.60
2	材料费				9105.09
	块石	m³	105	40	4200
	砂浆	m³	27	181.67	4905.09
3	机械费				
4	其它费用	%	0.5	16523.53	82.62
(二)	措施费	%	3.6	16606.15	597.82
二	间接费	%	5	17203.97	860.20
三	利润	%	3	18064.17	541.93
四	材料价差				6104.91
	块石	m³	105	20.00	2100.00
	砂浆	m³	27	148.33	4004.91
五	税金	%	9	24711.01	2223.99
合计					26935.00

定额编号：30041				单位：100m³	
拆除					
工作内容：拆除、清理、堆放					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	小计 (元)
一	直接费				3542.09
(一)	直接工程费				3412.41
1	人工费				669.50
	乙类工	工日	10.6	63.16	669.50
2	机械费				2742.92
	挖掘机 1m³	台班	2.6	1102.83	2742.92
3	其他费用	%	3	3412.41	64.96
(二)	措施费	%	3.8	3412.41	129.67
二	间接费	%	5	3542.09	177.10
三	利润	%	3	3542.09	106.26
四	材料价差				577.56
	柴油	kg	187.2	3.09	577.56
五	税金	%	3.28	4403.01	144.42
	合计	元			4547.43

定额编号：50002				单位：元/100 株	
工作内容：栽植乔木（带土球）					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	直接费				5819.10
(一)	直接工程费				5573.85
1	人工费				442.12
	乙类工	工日	7.00	63.16	442.12
2	材料费				5104.00
	树苗	株	102.00	50.00	5100.00
	水	m³	2.00	9.08	18.16
3	其他费用	%	0.50	5546.12	27.73
(二)	措施费	%	4.40	5573.85	245.25
二	间接费	%	5.00	5819.10	290.96
三	利润	%	7.00	6110.06	427.70
四	税金	%	9.00	6537.76	588.40
合计					7126.16

定额编号：50018				单位：100 株	
栽植灌木					
工作内容：挖坑、栽植					
编号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				148.50
（一）	直接工程费				141.97
1	人工费				63.16
	乙类工	工日	1.0	63.16	63.16
2	材料费				78.24
	树苗	株	102	0.50	51.00
	水	m³	3	9.08	27.24
3	其他费用	%	0.4	141.40	0.57
（二）	措施费	%	4.6	141.97	6.53
二	间接费	%	5	148.50	7.42
三	利润	%	3	155.92	4.68
四	材料价差				1010.31
	树苗	株	102	9.91	1010.31
五	税金	%	3.28	1170.91	38.41
合计					1209.32

网围栏					
定额编号：60014（土石山区）					单位：元/100m
工作内容：定线，材料场内运输，建立防护围栏。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				960.78
（一）	直接工程费				925.61
1	人工费				221.06
	乙类工	工日	3.5	63.16	221.06
2	材料费				686.40
	混凝土预制桩	根	20	30	600
	铁丝	kg	18	4.8	86.4
3	其它费用	%	2	907.46	18.15
（二）	措施费	%	3.8	925.61	35.17
二	间接费	%	5	960.78	48.04
三	利润	%	3	1008.82	30.26
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9	1039.09	93.52
合计					1132.60

警示牌					
定额编号:60005					单位: 10 块
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				25399.27
(一)	直接工程费				24516.67
1	人工费				2147.44
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	34	63.16	2147.44
2	材料费				21428.10
	锯材	m³	0.001	6.50	0.01
	光圆钢筋	t	0.225	5.75	1.29
	型钢	t	0.005	3780.00	18.90
	电焊条	kg	0.08	5.75	0.46
	钢管立柱	t	0.846	5900.00	4991.40
	组合钢模板	t	0.009	5200.00	46.80
	铁件	kg	4.2	6.50	27.30
	镀锌铁件	kg	498.9	7.00	3492.30
	20-22 号铁丝	kg	1.1	5.30	5.83
	钢板标志	t	0.215	8082.87	1737.82
	反光膜	m²	19.6	180.00	3528.00
	C25 水泥混凝土	m³	13.06	389.00	5080.34
	32.5 级水泥	t	4.374	325.00	1421.55
	水	m³	15	3.30	49.50
	中(粗)砂	m³	6.27	60.00	376.20
	碎石(4cm)	m³	10.84	60.00	650.40
3	机械使用费				460.41
	4t 载货汽车	台班	0.6	298.70	179.22
	5t 汽车式起重机	台班	0.6	461.45	276.87
	30kVA 交流电焊机	台班	0.02	216.14	4.32
4	其它费用	%	2	24035.95	480.72
(二)	措施费	%	3.6	24516.67	882.60
二	间接成本费	%	5	25399.27	1269.96
三	利润	%	3	26669.23	800.08
四	税金	%	9	26199.35	2357.94
合 计					29827.25

表 6-20 机械台班费

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用小计	二类费用					
				二类费合计	人工费(元/日)		动力燃料费小计	柴油(元/kg)	
					工日	金额		数量	金额
1004	挖掘机 1m³	1102.83	336.41	766.42	2	172.42	594	72	8.25
1010	装载机 2m³	1281.3	267.38	1013.92	2	172.42	841.5	102	8.25
1013	推土机 59kw	610.88	75.46	535.42	2	172.42	363	44	8.25
1014	推土机 74kw	833.66	207.49	626.17	2	172.42	453.75	55	8.25
1021	拖拉机 59kw	724.57	98.40	626.17	2	172.42	453.75	55	8.25
4011	自卸汽车 5t	533.07	99.25	433.82	1.33	112.07	321.75	39	8.25

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据开采设计，按照矿区生态修复与采矿工程相结合的原则，同时根据现状问题识别和受损预测分析，综合诊断评价，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿区生态修复划分为基建期、开采期和修复管护期三个规划阶段。各阶段实施时间计划见表 6-21。

表 6-21 矿山地质环境治理阶段时间

分期	阶段划分	时段	年限
基建期	第 1 阶段	2026.1-2027.12	2
生产期	第 2 阶段	2028.1-2032.12	5
治理管护期	第 3 阶段	2033.1-2036.12	4

（一）基建期实施阶段（2026.1-2027.12）

基建期 2 年严格按照《开采方案》执行，并保留开采记录、照片、录像，防治工作的重点是：逐步建立地质环境监测网点，开展监测工作。具体工作内容如下：

- 1、钻机平台（PT1-PT3）：进行切坡位置垫坡、覆土整平、恢复植被；
- 2、拟建矿区道路：进行表土剥离，剥离后的表土运至表土场；
- 3、拟建工业场地：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；
- 4、拟建平硐（PD1-PD2）：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；
- 5、拟建回风井：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；
- 6、拟建废石场：进行表土剥离，在底部设置挡土墙；
- 7、拟建矿石场：进行表土剥离，在底部设置挡土墙；

8、拟建截洪沟：进行表土剥离，表土堆放至截洪沟两侧；

11、矿区道路：对处于预测塌陷区范围内的矿区道路进行最终治理，如垫坡整形、覆土、恢复植被；

12、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

（二）生产期实施阶段（2028.1-2032.12）

1、景观营造：对矿区各单元设立标识牌、对产生的切坡场地进行植草护坡；

2、预测塌陷区：在预测塌陷区外围设置网围栏、警示牌，对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被；

3、按照采矿生产的进展及时充填采空区，如果地表出现塌陷坑，及时对塌陷坑进行回填治理；

4、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

（三）治理管护期实施阶段（2033.1-2036.12）

继续实施生态修复工程，并保留开采记录、照片、录像，重点有以下内容：

1、矿区道路：对恢复旱地的部分道路进行翻耕、培肥，切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

2、表土场：将场地内的表土进行清运，清运至各复垦场地单元，清运后对场地形成的切坡进行垫坡整形，恢复至与周边地形坡度一致，覆土、恢复植被；

- 3、拟建矿区道路：进行切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；
- 4、拟建回风井：进行拆除场地内建筑、回填、封堵井口、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；
- 5、拟建平硐（PD1-PD2）：进行拆除场地内建筑、回填、封堵井口、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；
- 6、拟建废石场：对挡土墙进行拆除，拆除后的废弃物连同废石进行清运、覆土、恢复植被；
- 7、拟建矿石场：对挡土墙进行拆除，拆除后的废弃物连同废石进行清运、覆土、恢复植被；
- 8、拟建截洪沟：进行回填、覆土、恢复植被；
- 9、拟建工业场地：进行回填封堵井口、切坡位置垫坡、建筑物拆除、清理建筑垃圾、覆土、恢复植被；
- 10、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

具体阶段任务工作安排表 6-22 所示。

表 6-22 矿山生态修复总体工作安排表

治理时间	治理单元	工程措施		
2026.1-2026.12	钻机平台（PT1-PT3）	垫坡整形	m ³	390
		覆土	m ³	120
		种灌木	株	120
	拟建回风井	表土剥离	m ³	44
	拟建平硐（PD1-PD2）	表土剥离	m ³	226
	拟建工业场地	表土剥离	m ³	684
	生态修复区	监测和管护		
2027.1-2027.12	矿区道路	垫坡整形	m ³	2646
		覆土	m ²	923
		种乔木	棵	1057
		种灌木	株	894
	拟建矿石场	表土剥离	m ³	468
		挡土墙	m ³	110

	拟建废石场	表土剥离	m ³	455
		挡土墙	m ³	110
	拟建截洪沟	表土剥离	m ³	46
	拟建矿区道路	表土剥离	m ³	1829
	生态修复区	监测和管护		
2028.1-2028.12	预测地面塌陷区	警示牌	块	5
		网围栏	m	800
	景观营造	标识牌	块	7
		植草护坡	hm ²	0.2223
	生态修复区	监测和管护		
2029.1-2032.12	预测地面塌陷区	回填	m ³	30160
		石方整平	m ³	1560
		覆土	m ³	2600
		种乔木	棵	420
		种灌木	株	1342
	生态修复区	监测和管护		
2033.1-2036.12	表土场	垫坡整形	m ³	1350
		清运	m ³	3752
		覆土	m ³	141
		种乔木	棵	47
	矿区道路	垫坡整形	m ³	7938
		翻耕	hm ²	0.0435
		覆土	m ³	1241
		土壤培肥	Kg	35
		种乔木	棵	2028
		种灌木	株	346
	拟建回风井	垫坡整形	m ³	510
		回填	m ³	432
		封堵	口	1
		拆除	m ³	44
		清运	m ³	44
		覆土	m ³	44
		种乔木	棵	15
	拟建平硐（PD1-PD2）	垫坡整形	m ³	1242
		回填	m ³	424
		封堵	口	2
		拆除	m ³	113
		清运	m ³	113
		覆土	m ³	226
		种灌木	株	226
	拟建矿区道路	垫坡整形	m ³	6482
		覆土	m ³	1829
		种乔木	棵	298
		种灌木	株	937
	拟建矿石场	垫坡整形	m ³	3100
		拆除	m ³	110
		清运	m ³	7727

		覆土	m ³	468
		种灌木	株	468
	拟建废石场	垫坡整形	m ³	6200
		拆除	m ³	110
		清运	m ³	7855
		覆土	m ³	455
		种灌木	株	455
	拟建截洪沟	回填	m ³	64
		覆土	m ³	46
		种灌木	株	45
	拟建工业场地	垫坡整形	m ³	5920
		回填	m ³	212
		封堵	口	1
		拆除	m ³	342
		清运	m ³	342
		覆土	m ³	684
		种灌木	株	684
	生态修复区	监测和管护		

二、近 3 年工作任务与经费进度安排

（一）2026 年 1 月～2026 年 12 月，第一年

- 1、钻机平台（PT1-PT3）：进行垫坡整形、覆土，恢复植被；
- 2、拟建回风井：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；
- 3、拟建平硐（PD1-PD2）：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；
- 4、拟建工业场地：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；
- 5、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

（二）2027 年 1 月～2027 年 12 月，第二年

- 1、拟建矿石场：进行表土剥离，剥离后设置挡土墙；
- 2、拟建废石场：进行表土剥离，剥离后设置挡土墙；
- 3、矿区道路：对处在预测塌陷区范围内的矿区道路进行最终治理，垫坡整形后覆土，恢复植被；

- 4、拟建矿区道路：对场地进行表土剥离；
- 5、拟建截洪沟：对场地进行表土剥离；
- 6、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

（三）2028 年 1 月～2028 年 12 月，第三年

- 1、景观营造：对矿区各单元设立标识牌、对产生切坡的场地进行植草护坡；
- 2、预测塌陷区：在预测塌陷区外围设置网围栏、警示牌；
- 3、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

近三年矿区生态修复工作计划安排情况见表 6-23、图 6-1。

矿区生态修复工程量与经费安排见表 6-24。

表 6-23 近三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积（hm ² ）	单价（元）	小计（万元）	合计（万元）	
1	第一年 2026.1-2026.12	见附表17	钻机平台（PT1-PT3）	否	垫坡整形	m ³	390	灌木林地	0.0240	7.03	0.2742	8.1299	
					覆土	m ³	120			18.08	0.2170		
					种灌木	株	120			12.09	0.1451		
			拟建回风井	否	表土剥离	m ³	44	\	\	7.06	0.0311		
			拟建平硐（PD1-PD2）	否	表土剥离	m ³	226	\	\	7.06	0.1596		
			拟建工业场地	否	表土剥离	m ³	684	\	\	7.06	0.4829		
			监测工程	\	地质灾害监测	次	84	\	\	500	4.2000		
					地形地貌景观监测	次	1			2000	0.2000		
					水位监测	次	12			1300	1.5600		
					水质、水污染监测	次	2			1300	0.2600		
					植物要素指标监测		3			1000	0.3000		
			土壤要素指标监测	次	3	1000	0.3000						
2	第二年 2027.1-2027.12	见附表17	矿区道路	否	垫坡整形	m ³	2646	灌木林地、乔木林地	0.1846	7.03	1.8601	26.8631	
					覆土	m ²	923			18.08	1.6688		
					种乔木	棵	1057			71.26	7.5322		
					种灌木	株	894			12.09	1.0808		
			拟建矿石场	否	表土剥离	m ³	468	\	\	7.06	0.3304		
					挡土墙	m ³	110			269.35	2.9629		
			拟建废石场	否	表土剥离	m ³	455	\	\	7.06	0.3212		
					挡土墙	m ³	110			269.35	2.9629		
			拟建截洪沟	否	表土剥离	m ³	46	\	\	7.06	0.0325		
			拟建矿区道路	否	表土剥离	m ³	1829	\	\	7.06	1.2913		
			监测工程	\	地质灾害监测	次	84	\	\	500	4.2000		
					地形地貌景观监测	次	1			2000	0.2000		
水位监测	次	12			1300	1.5600							
水质、水污染监测	次	2			1300	0.2600							
植物要素指标监测	次	3			1000	0.3000							
土壤要素指标监测	次	3			1000	0.3000							
3	第三年 2028.1-2028.12	见附表17	预测塌陷区	否	警示牌	块	5	\	\	2982.73	1.4914	10.7092	
					网围栏	m	800			11.3300	0.9064		
			景观营造	否	标识牌	块	7	\	\	2982.73	1.4914		
					植草护坡	hm ²	0.2223	\	\	\	\		
			监测工程	\	地质灾害监测	次	84	\	\	500	4.2000		
					地形地貌景观监测	次	1			2000	0.2000		
					水位监测	次	12			1300	1.5600		
					水质、水污染监测	次	2			1300	0.2600		
					植物要素指标监测	次	3			1000	0.3000		
					土壤要素指标监测	次	3			1000	0.3000		
管护工程						hm ²	0.2086	\	\	800	0.0167	0.0167	

表 6-24 矿区生态修复工程量与经费安排表												
序号	生态修复区块	范围	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
					修复措施	工程量	费用（万元）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
1	预测塌陷区	见附表 17	2.5998	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	警示牌	5	34.0131	2028.1.1-2033.12.31	地质灾害监测	924	46.2000	2026.1.1-2036.12.31
					网围栏	800						
					回填	30160						
					石方整平	1560						
					覆土	2600						
					种乔木	420						
					种灌木	1342						
2	表土场		0.0282	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	1350	4.1766	2033.1.1-2033.12.31				
					清运	3752						
					覆土	141						
					种乔木	47						
3	矿区道路		0.4763	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	10584	35.545	2027.1.1-2033.12.31	地形地貌景观监测	11	2.2000	
					翻耕	0.0435						
					覆土	2164						
					土壤培肥	35						
					种乔木	3085						
					种灌木	1240						
4	钻机平台（PT1-PT3）		0.0240	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	390	0.6362	2026.1.1-2026.12.31				
					覆土	120						
					种灌木	120						
5	拟建平硐（PD1-PD2）		0.0452	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	226	2.6058	2026.1.1-2033.12.31				
					垫坡整形	1242						
					回填	424						
					封堵	2						
					拆除	113						
					清运	113						
					覆土	226						
					种灌木	226						
6	拟建回风井		0.0088	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	44	1.1107	2026.1.1-2033.12.31	水位监测	132	17.1600	
					垫坡整形	510						
					回填	432						
					封堵	1						
					拆除	44						
					清运	44						
					覆土	44						
					种乔木	15						
7	拟建矿石场		0.0935	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	468	12.8168	2027.1.1-2033.12.31	水质、水污染监测	22	2.8600	
					垫坡整形	3100						
					挡土墙	110						
					拆除	110						
					清运	7727						
					覆土	468						
					种灌木	468						
8	拟建废石场		0.0910	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	455	15.0377	2027.1.1-2033.12.31	植物要素指标监测	33	3.3000	
					垫坡整形	6200						
					挡土墙	110						
					拆除	110						
					清运	7855						
					覆土	455						
种灌木	455											
9	拟建截洪沟		0.0091	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	46	0.2150	2027.1.1-2033.12.31				
					回填	64						
					覆土	46						
					种灌木	45						
10	拟建工业场地		0.1368	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	684	8.6528	2026.1.1-2033.12.31	土壤要素指标监测	33	3.3000	
					垫坡整形	5920						
					回填	212						
					封堵	1						
					拆除	342						
					清运	342						
					覆土	684						
					种灌木	684						
11	拟建矿区道路		0.3658	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	1829	12.4113	2027.1.1-2033.12.31				
					垫坡整形	6482						
					覆土	1829						
		种乔木			298							

					种灌木	937							
12	矿区			景观营造	标识牌	7	1.4914	2028.1.1-2028.12.31					
					植草护坡	0.2223	\						

图 6-1 近三年治理单元图

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

党的二十大报告指出：“我们坚持绿水青山就是金山银山的理念，坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，全方位、全地域、全过程加强生态环境保护，生态文明制度体系更加健全，污染防治攻坚向纵深推进，绿色、循环、低碳发展迈出坚实步伐，生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化，我们的祖国天更蓝、山更绿、水更清。”

“两山”理念作为习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分，已经成为全党全社会的共识和行动，为推进新时代生态文明建设、实现人与自然和谐共生提供了根本遵循。

党的二十大报告指出：“人与自然是生命共同体，无止境地向自然索取甚至破坏自然必然会遭到大自然的报复。”“绿水青山”指向自然资源环境，“金山银山”指向社会经济发展，其本质上呈现的是人与自然的关系。

“绿水青山就是金山银山”重要论断的生产力内涵的要旨在于：生产力不仅是人们改造和征服自然的能力，更重要的是人们尊重自然、顺应自然、保护自然的能力，以及人们自觉遵循自然规律共建人与自然生命共同体的能力。正如恩格斯在《自然辩证法》中提到的“人类同自然的和解”，人是自然的一部分，人类尊重自然，善待自然，并利用自然造福人类，人类的理想境界是人和自然的和谐。保护生态环境就是保护生产力，改善环境就是发展生产力。对人的生存来说，“金

山银山”固然重要，但“绿水青山”是人民幸福生活的重要内容。

从生产力的高度来理解生态问题，“绿水青山就是金山银山”重要论断包含两个层面。其一，要正确看待生态保护和经济发展的辩证统一关系，自觉将修复和改善生态环境作为衡量社会经济发展的重要指标。“绿水青山”和“金山银山”是相互运动、相互促进、相互提高的，两者互为对象，相得益彰。在新发展理念指引下，生态保护和经济发展两者之间的统一性得到最大限度发挥，有利于走出一条生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。其二，要自觉将生态问题的解决寄托于生产力的发展。随着生产力水平的提高，人与自然的关系也不断变化，人与自然的和谐共生离不开高度发达的生产力。习近平总书记多次强调，生态环境问题归根到底是发展方式和生活方式问题。随着不合理的生产关系和社会制度的革新，可持续发展的共生式生态是人与自然和谐相处的应有之义。当然，强调高度发达的生产力对打造人与自然生命共同体的重要作用，绝不意味着单方面强调GDP的增长，而是要坚定不移走生态优先、节约集约、绿色低碳发展道路，着力推动经济社会发展全面绿色转型。

党的二十大报告中指出：“我们坚持可持续发展，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，像保护眼睛一样保护自然和生态环境，坚定不移走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，实现中华民族永续发展。”“绿水青山就是金山银山”这一论断既是一种重要的发展理念，也是推进中国式现代化发展的重要共识。

树立科学的生态观，处理好开发利用和适应保护的关系。在提高

社会生产力发展水平的同时，既要考虑经济效益，也要考虑生态效益，从生态平衡的角度去衡量自然资源开发利用的经济和社会效益。淘汰落后生产力，淘汰落后的工艺、设备，关闭、取缔污染严重的企业；发展先进生产力，推行清洁生产，发展绿色经济，促进结构优化升级，推动绿色消费。科学的生态观内涵是保护自然与发展生产力的统一。保护自然是为了防止对自然资源的浪费和破坏，而合理、有序、节制地开发利用则是为了更好地保护。两者相辅相成，都是为了保证和促进生产力的可持续发展。

资源消耗方式由粗放型向集约型转变。我国的基本国情、资源禀赋和发展的阶段性特征，决定了必须全面节约和高效利用资源。面对自然资源的严峻形势，我们既要发挥我国资源总量大、品类齐的优势，适度、有序地开发利用，高质量发展社会生产力，广泛形成绿色生产生活方式；同时，又要十分注重资源的节约，在提高资源利用率上下功夫，充分利用知识经济带来的信息、技术和手段，加强资源的综合利用开发，积极稳妥推进碳达峰碳中和。

方案重在落实，切实改善采矿活动所造成的矿山地质环境损毁，审批后的方案由矿山企业组织实施，并接受当地和上级自然资源行政主管部门的监督检查，矿山企业必须重视并完成以下工作：

- 1、矿山企业应健全矿山生态修复治理组织领导体系，成立矿山生态修复治理项目领导小组，负责矿山生态修复治理项目的领导、管理和组织实施工作，并接受地方自然资源行政主管部门对矿山生态修复治理实施情况进行监督和管理，同时组织学习《矿山地质环境保护

规定》等有关法律法规，提高矿山管理人员和采矿人员的矿山地质环境保护意识。

2、矿山企业必须严格按照矿山生态修复治理方案的治理措施、进度安排和技术标准等要求，保质保量地完成矿山地质环境治理的各项措施；当地自然资源部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用矿山企业定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使方案的完全落实。

二、技术保障

矿山地质环境治理工程是一项涉及多学科的综合技术工程，技术性强，为达到方案实施的预期效果，根据工程进展情况，矿山企业在实施过程中应积极与设计单位联系，多沟通，按照要求实施，达到矿山地质环境与生态环境恢复的目的。本方案所应用的矿山地质环境恢复与治理技术和植被恢复等各项技术在我国属于比较成熟的矿山地质环境防治工程技术，在我国许多矿山的矿山地质环境恢复治理工作中都有应用，并且取得了良好的效果。因此，《喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿矿区生态修复方案》的实施，在技术上有保证。

此外矿山建立有安全生产责任制，矿山建设工程的安全措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。对职工进行安全教育培训，未经安全教育培训的不得上岗。强调预防为主，综合治理。

方案编制的过程中广泛吸取各地先进的矿山地质环境治理方面

的经验，结合喀喇沁旗天成美石有限责任公司的实际情况，针对塌陷和压占的损毁治理措施、生物措施中植物物种的选择、种植管护技术等方面提出适合当地实际情况的方案措施，为本项目矿山地质环境治理方案的实施奠定了技术基础。

三、资金保障

1、资金来源

本《方案》由喀喇沁旗天成美石有限责任公司提供资金，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）》（2019年11月5日），喀喇沁旗天成美石有限责任公司应立即建立“矿山生态修复基金（以下简称基金）”账户，并将矿山生态修复费用纳入生产建设成本，按年计提基金费用，专项用于矿山地质环境治理工作的实施。

2、基金计提系数

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）》，将按照矿类计提基数、地下开采影响系数、土地复垦难度影响系数、地区影响系数、上一年度实际生产矿石量等参数，按年综合提取基金费用。基金计提公式如下：

基金计提年度数额=上年度产出矿石量×矿类计提基数×地下开采影响系数×土地复垦难度影响系数×地区影响系数。

计提系数：喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿属于内蒙古赤峰市地区，开采矿种为叶蜡石，采矿方法为地下开采，按《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法

法（试行）》中规定的计提系数为：矿类计提基数取 3.0，地下开采影响系数取 0.5，地区影响系数取 1.0。

3、基金提取及存储

喀喇沁旗天成美石有限责任公司已在银行设立对公专用账户，矿山生态修复基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

（1）矿山企业应按照会计准则，单独设置“矿山生态修复基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

（2）在完成了年度或此前矿山生态修复工作后，其基金账户金额达到了年度部署的生态修复工程估算费用的 1.5 倍以上，由采矿权人申请并经盟市自然资源、财政主管部门同意后，下一年度可缓提或不提基金。

（3）矿山企业年度提取的基金累计低于本年度矿山生态修复费用的，或低于《方案》中估算的年度生态修复费用的，应以本年实施所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足，完成矿山生态修复任务后的年度结余资金可以在下年度使用。

（4）采矿权人应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿山生态修复及管护工程等。

（5）采矿权人变更开采方式、开采规模、开采范围、开采矿种等影响基金提取金额计算的，应当重新计算提取基金。采矿权转让的，矿山生态修复义务同时转让。受让人承接履行矿山生态修复的主体责任，并同时设立基金账户，按本办法计提矿山生态修复基金。

4、基金的使用

矿山应当严格执行经批准的矿山生态修复方案，做到“预防为主、防治结合、边生产、边治理、边复垦”基金由采矿权人自主使用，专项用于以下范围：

（1）因采矿权人开采活动造成的矿区地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观损毁、地表植被损毁等预防、土地资源损毁等治理恢复以及矿山地质环境动态监测的支出。

（2）矿区土地损毁等复垦的支出。

（3）矿山土地复垦工程管护的支出。

（4）矿山生态修复治理工程的勘查、设计、竣工验收等。

（5）与矿山生态修复有关的其他方面。

采矿权人应当在矿山关闭前完成矿山生态修复义务。采矿权人在申请办理闭坑手续时，应完成矿山生态修复工程，验收合格后，并提交验收合格文件根据自然资源相关规定，核算基金使用情况。

5、资金监督及管理

（1）旗县级自然资源、财政主管部门是本行政区域内矿山生态修复基金的管理责任主体，盟市级自然资源、财政主管部门是本行政区域内矿山生态修复基金的监督责任主体。旗县级、盟市级自然资源、财政主管部门每年度向上一级自然资源、财政主管部门上报本年度矿山生态修复情况、基金的提取使用执行情况和下一年度的矿山生态修复计划、基金的提取使用计划。

（2）各级自然资源主管部门应当会同财政、生态环境等相关部

门建立矿山生态环境动态监督机制，按照“双随机、一公开”方式进行监督检查，督促采矿权人履行矿山生态修复义务。对于未按照矿山生态修复方案开展保护与土地复垦工作的采矿权人，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。对于逾期不整改或整改不到位的，不得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。

（3）对于拒不履行矿山生态修复义务的采矿权人，自然资源主管部门应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，通过“信用中国”网站、国家企业信用信息公示系统等向社会公布，为相关行业、部门实施联合惩戒提供信息，并可指定符合条件的社会组织就其破坏生态环境的行为向人民法院提起公益诉讼。

采矿权人难以履行、不履行矿山生态修复义务或履行不到位且拒不整改的，由旗县级人民政府组织自然资源、财政、生态环境等相关部门，对其破坏生态环境的行为向社会公告，并委托第三方进行治理恢复，该费用从采矿权人存储的基金中支付，不足部分由该采矿权人补齐。

（4）矿山企业应根据自然资源主管部门公告的《方案》编制年度实施方案并明确基金使用计划。年度实施方案内容包括本年度矿山生态修复基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

（5）矿山企业按照备案的矿山生态修复基金年度使用计划，安排年度实施工程和基金支出。

（6）矿山生态修复基金专项用于矿山生态修复等工程，实行企

业所有、政府监管、专户储存、专账核算。任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

四、监管保障

《矿区生态修复方案》报请赤峰市自然资源局批准后，由本矿区土地复垦义务人：喀喇沁旗天成美石有限责任公司负责组织实施。监管控制应坚持“预防为主”的方针，从事后检验变为事先管理，在项目管理的全过程中，注重事前、事中控制，采取处罚监管措施，消除不符合质量要求的因素，以有效地控制工程质量。建立动态监管调控体系，确保项目建设的社会效益、环境生态效益和经济效益的充分发挥，确保土地资源的可持续发展。

土地复垦义务人应当于每年 12 月 31 日前向所在地县级自然资源主管部门报告当年土地复垦义务履行情况，包括以下内容：

- 1、年度土地损毁情况，包括土地损毁方式、地类、位置、权属、面积、程度等；
- 2、年度恢复治理与土地复垦基金费用预存、使用和管理等情况；
- 3、年度土地复垦实施情况，包括复垦地类、位置、面积、权属、主要复垦措施、工程量等；
- 4、自然资源主管部门规定的其他年度报告内容。

喀喇沁旗天成美石有限责任公司应定期向喀喇沁旗自然资源局报告当年复垦情况，接受区县级以上自然资源主管部门对土地复垦实施情况的监督检查，接受社会对土地复垦实施情况的监督等保障措施。

喀喇沁旗天成美石有限责任公司如不履行复垦义务，按照《土地

管理法》、《土地复垦条例》等法律法规和政策文件的规定依法处罚。

第二节 公众参与

一、方案编制前的公众参与

2026年3月5日，方案编制人员在矿方代表的陪同下，对矿山的工业场地、矿区道路及其影响区进行了实地调查，调查对象包括业主、矿区所属行政村集体、村民代表和当地政府相关部门，收集相关资料的同时初步了解公众对复垦项目的要求、意见。

公示内容包括建设项目名称、工程概况、征求公众意见的主要事项、公众意见的反馈方式等。

2026年3月10日，编制人员再次对项目区进行了现场踏勘，并随机走访了治理与复垦影响区域的土地权属人，编制人员首先介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地面塌陷、崩塌、滑坡地质灾害以及本次工作的主要目的和任务。介绍了项目投资、复垦工程实施后能给当地村民带来的经济效益以及对促进地方经济发展、保护当地生态环境的情况。根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对该项目有一定的了解，矿山也以村为单位组织部分村民代表就方案的具体思想进行了沟通，并进行了现场调查。

二、方案编制期间的公众参与

1、调查范围和内容

本方案草案形成后，项目编制人员到项目区进行走访，组织方案

讨论会，广泛征集哈拉海沟村、大西沟门村、上瓦房村、白太沟村的村民委员会、农村集体经济组织、村民代表和当地农牧民的意见，对方案进行了修订。调查方式主要以走访和发放《公众参与调查表》的形式进行，内容涉及公众对生产项目的态度、对项目有利影响和不利影响的想法、公众的愿望和要求等。公众调查表见附件 9。

2、公众参与统计

在矿方工作人员的陪同和协助下，编制人员采用走访项目影响区域土地权属人的方式，积极听取了土地权属人的意见。

本次问卷调查人员主要为村民委员会代表、农村集体经济组织代表、村民代表和当地农牧民代表，通过走访调查，大多数被调查人员积极听取了编制人员的解释和介绍，并得到了他们的大力支持。

3、调查对象特征构成

本次问卷调查过程中，调查对象为喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟村、大西沟门村、上瓦房村、白太沟村各方代表，调查样本的年龄结构与文化层次具有广泛的代表性。

从年龄分布来看，受调查者以 35 岁至 50 岁的中青年群体和 50 岁以上的中老年群体为主，其中 35-50 岁年龄段人员占比***%，50 岁以上年龄段人员占比***%。

从文化程度来看，受调查人员以初中及高中文化水平为主，占比达***%；小学及以下文化程度的占比***%，大专及以上文化程度的占比***%。

4、调查结果

本次公众参与共召开 4 场专题座谈会，覆盖王爷府镇哈拉海沟村、大西沟门村、上瓦房村、白太沟村共 4 个行政村，累计回收有效调查问卷 20 份。被调查人员均为项目影响区常住居民及村民代表，普遍关注矿区生态修复相关内容。

项目认知程度：***%的受调查者表示对国家生态复垦相关政策详细了解，***%表示知道相关内容，无完全不了解政策的人员。

公众态度方面：***%的受调查者对本矿山生态修复及土地复垦工作持支持态度，未出现反对意见；***%的受调查者认为项目征地不存在争议，为项目实施奠定了坚实的群众基础。

复垦利用方向意愿：***%的受调查者希望复垦为耕地，***%希望复垦为林地，***%希望复垦为草地，其余***%未明确选择特定方向。

适宜复垦措施选择：植被恢复认可度最高，占比***%；其次为土地平整，占比***%；裂缝充填、削坡工程各占***%。

项目主要环境影响：水土流失占比最高，达***%；其次为大气污染，占比***%；固废污染、地质灾害各占***%。

适宜恢复植被品种：沙棘认可度最高，占比***%；其次为羊草，占比***%；柠条、油松各占***%。

复垦目标预期：***%的受调查者希望复垦后生态环境较原有水平有所改善，***%希望恢复原貌，反映出群众对土地复垦工作的较高期待与信心。

复垦工作改进诉求：***%的受调查者提出需完善农用地复垦相关工作，***%的受调查者认为需加强植被管护措施与水土流失防治，体

现出群众参与复垦监督的积极性。

三、方案实施中的公众参与

公众参与情况作为本方案在确定矿区土地复垦的方向以及制定相应措施等方面的依据，在随后的治理安排和复垦计划实施、效果、监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的治理和复垦技术，积极宣传土地治理和复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1、矿方技术人员将与当地相关部门进行长期的、积极有效的合作，在方案实施过程中，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2、为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，参与形式主要为座谈会形式，要求矿山涉及区域的代表参加，确保矿山涉及区域内的民众充分知晓项目计划、进展和效果。

3、在群众参与方面，主要为矿山涉及区域的土地权利人。在政府相关职能部门方面，将进一步加强与矿区内自然资源部门的沟通，还将加大和扩大重点职能部门的参与力度范围，如农牧业局、环保局和审计局。

4、根据本方案确定的环境治理与土地复垦安排相应工作，在每次制订环境保护与土地复垦方案时进行一次参与式公众调查，主要是对矿山开采可能造成或遭受的地质灾害、实际损毁面积、损毁程度等进行调查。在每年年底进行一次参与式公众调查，主要是对环境治理

与复垦实施效果、实施进度、实施措施落实和费用落实等情况进行调查。

5、复垦工程竣工以前，通过网络、报纸等媒体发布工程竣工验收消息，将邀请当地相关政府部门、专家和群众代表一起参加，验收结果将向公众公布，对公众提出质疑的地方，将及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。

第三节 效益分析

一、社会效益

矿山地质环境治理方案实施，可有效地控制水土流失、环境污染，提高土地利用效益，恢复被损毁的地形地貌景观，保障矿区及附近居民生命财产的安全，改善矿区及周边地区的地质环境，从而促进矿业开发和矿山地质环境保护的协调发展。

方案实施的目的在于控制矿业活动对矿山地质环境的影响，治理因矿业活动损毁的土地资源，构建当地的经济发展与地质环境保护的和谐统一，具有较好的社会效益。

二、环境效益

1、方案实施后，植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制矿区地质环境的恶化，有利于改善生态环境和局部小气候，减少风力，提高土壤贮水保土能力，增加土壤有机质含量，改善土壤团粒结构，有利于矿山地质环境的恢复，促进当地矿山地质环境保护和矿业生产的良性发展，使治理区及其周边的生产、生活安全得到保障，为矿区生态

环境的良性转化和美化起到决定性作用。

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

3、对空气质量和局部小气候的影响：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与长效影响。具体来讲，防护林建设、植树、种草工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

三、经济效益

以减灾效益为主，增值效益为辅。矿山开采不仅损毁土地、造成水土流失，还会影响矿区及周边的生态环境。实施矿山地质环境治理，消除了生产过程中的安全隐患，保证了矿区生产建设的正常发展，改善了人居环境，体现了“以人为本”，是一件利国、利民、利企的大事，功在当代，利在千秋。

第八章 结论

一、项目基本情况

1、方案编制任务来由及编制类型

喀喇沁旗天成美石有限责任公司喀喇沁旗王爷府镇哈拉海沟叶蜡石矿为已有采矿权，开采方式为地下开采，开采深度***m。2026年1月提交了《开采方案》，拟将开采区域标高由***m 缩小为***m，开采区域与采矿权面积一致，仍为***km²；开采方式为地下开采；同时生产规模由***万吨/年提升为***万吨/年。本矿山矿区生态修复方案编制情形为采矿权延续、缩小开采区域。

2、本方案服务年限

根据《开采方案》，矿山拟建规模为***万 t/a，总服务年限为7年(含基建期2年)。采矿权到期后的生态修复工程实施期限为1年、管护期为3年,综合确定本方案服务年限为11年,即自2026年1月~2036年12月底结束，方案编制基准期为2026年1月。

二、根据现有矿区范围、拟申请矿权范围、矿业活动影响范围，综合确定矿区生态修复范围面积***hm²。

三、生态修复范围内根据地质环境破坏问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，将生态修复影响范围划分为重度受损区、中度受损区、轻度受损区。其中重度受损区为预测塌陷区，面积 2.5998hm²；中度受损区为表土场、矿区道路、钻机平台（PT1-PT3）、拟建平硐（PD1-PD2）、拟建回风井、拟建矿石场、拟建废石场、拟建截洪沟、拟建工业场地、拟建矿区道路总面积 1.2787hm²，轻度受损区为评估

范围内其他区域总面积 96.1663hm²。

四、矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：分别为基建期 2 年（2026 年 1 月至 2027 年 12 月）、生产期 5 年（2028 年 1 月至 2032 年 12 月）、治理管护期 4 年（2033 年 1 月至 2036 年 12 月），生态修复工作预计在 2036 年 12 月前结束。

（一）基建期实施阶段（2026.1-2027.12）

1、钻机平台（PT1-PT3）：进行切坡位置垫坡、覆土整平、恢复植被；

2、拟建矿区道路：进行表土剥离，剥离后的表土运至表土场；

3、拟建工业场地：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；

4、拟建平硐（PD1-PD2）：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；

5、拟建回风井：进行表土剥离，剥离后对场地进行硬化；

6、拟建废石场：进行表土剥离，在底部设置挡土墙；

7、拟建矿石场：进行表土剥离，在底部设置挡土墙；

8、拟建截洪沟：进行表土剥离，表土堆放至截洪沟两侧；

11、矿区道路：对处于预测塌陷区范围内的矿区道路进行最终治理，如垫坡整形、覆土、恢复植被；

12、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

（二）生产期实施阶段（2028.1-2032.12）

1、景观营造：对矿区各单元设立标识牌、对产生的切坡场地进

行植草护坡；

2、预测塌陷区：在预测塌陷区外围设置网围栏、警示牌，对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被；

3、按照采矿生产的进展及时充填采空区，如果地表出现塌陷坑，及时对塌陷坑进行回填治理；

4、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

（三）治理管护期实施阶段（2033.1-2036.12）

1、矿区道路：对恢复旱地的部分道路进行翻耕、培肥，切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

2、表土场：将场地内的表土进行清运，清运至各复垦场地单元，清运后对场地形成的切坡进行垫坡整形，恢复至与周边地形坡度一致，覆土、恢复植被；

3、拟建矿区道路：进行切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

4、拟建回风井：进行拆除场地内建筑、回填、封堵井口、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

5、拟建平硐（PD1-PD2）：进行拆除场地内建筑、回填、封堵井口、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

6、拟建废石场：对挡土墙进行拆除，拆除后的废弃物连同废石进行清运、覆土、恢复植被；

7、拟建矿石场：对挡土墙进行拆除，拆除后的废弃物连同废石进行清运、覆土、恢复植被；

8、拟建截洪沟：进行回填、覆土、恢复植被；

9、拟建工业场地：进行回填封堵井口、切坡位置垫坡、建筑物拆除、清理建筑垃圾、覆土、恢复植被；

10、对整个评估区进行监测和对治理植被恢复区域的管护和植被效果监测。

五、对生态修复影响范围内地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤、植物要素指标进行全面检测，检测时限为 2026 年 1 月至 2036 年 12 月。

植被管护面积为复垦的耕地、林地、草地，总面积 1.7987hm²，管护时限为 3 年。

六、矿区生态修复工程总投资经费 340.8602 万元，其中工程施工费 128.7138 万元，其他费用 19.8138 万元，监测+管护费 75.4517 万元，预备费 116.8809 万元。近三年矿山生态修复治理费用为 45.7189 万元。矿区生态修复方案不代表生态修复设计，实际投入工程量及投资金额最终以工程设计及预算为准。