

内蒙古萤润矿业有限公司
宁城县三座店乡小梁子村萤石矿
矿区生态修复方案

内蒙古萤润矿业有限公司

2026年5月

内蒙古萤润矿业有限公司
宁城县三座店乡小梁子村萤石矿
矿区生态修复方案

编 制 单 位：***

法 定 代 表 人：***

方案编制负责人：***

主 要 编 制 人 员：***

目录

前言.....	1
一、编制目的	1
二、服务年限	8
第一章 矿山基本情况.....	10
第一节 矿业权人基本情况	10
第二节 地理位置与区域概况.....	12
第三节 矿山开采历史及现状.....	13
第二章 矿区基础信息.....	18
第一节 矿区自然条件.....	18
第二节 社会经济概况.....	20
第三节 矿区地质环境背景.....	20
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.....	46
第七节 矿区生态修复工作情况	46
第八节 矿区基本情况调查监测指标.....	48
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析.....	49
第一节 问题识别与受损预测.....	49
第二节 生态修复可行性分析	78
第三节 生态修复分区及修复时序安排.....	96
第四节 采矿用地与复垦修复安排.....	101
第四章 生态修复措施与工程内容.....	103
第一节 保护与预防控制措施.....	103
第二节 修复措施	106
第三节 工程内容	111
第五章 监测与管护	130
第一节 监测目标与措施.....	130
第二节 管护目标与措施.....	140
第三节 工程量	141
第六章 工作部署与经费估算	142
第一节 总体部署	142
第二节 总体经费估算.....	142
第三节 阶段工作任务与经费安排.....	158
第七章 保障措施与公众参与	170
第一节 保障措施	170
第二节 公众参与	175
第三节 效益分析	179
第八章 结论.....	181

附 表

附 图

附 件

前言

一、编制目的

（一）任务由来

宁城县三座店乡小梁子村萤石矿矿业权人为内蒙古萤润矿业有限公司，现持有采矿许可证号为***，有效期限自***。

宁城县三座店乡小梁子村萤石矿于2025年7月委托内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司编制了《内蒙古自治区宁城县小梁子矿区萤石矿资源储量核实报告》（以下简称《核实报告》）（内自然资储备字***号）、（内自然资储评字***号）。

宁城县三座店乡小梁子村萤石矿于2025年12月委托内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司编制了《内蒙古自治区宁城县三座店乡小梁子村萤石矿开采方案》，该方案通过了内蒙古自然资源厅的评审，审查意见书（内矿审字***号），生产规模由原来的***万吨/年变更为***万吨/年。该方案确定了开采标高由原“***m标高”扩大为“***m标高”。由于本矿权平面范围压占生态保护红线，且面积仅有***km²，矿方自愿放弃压占部分矿业权，并经宁城县自然资源局同意，缩小矿区面积，申请开采区域面积变为***km²。

根据《中华人民共和国矿产资源法》等法律法规和政策要求，涉及采矿权延续、扩大矿区范围情形的，应当重新编制生态修复方案”。故本次为重编。

2026年3月，内蒙古萤润矿业有限公司委托***承担《内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁村萤石矿矿区生态修复方案》的编制工作，以下简称《矿区生态修复方案》。

（二）编制目的及任务

为保护和合理利用土地资源，本着“预防为主、防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”、“边开采、边修复”的原则，避免和减少矿山地质环境问题，土地资源占用破坏，减少对生态系统的破坏，使其修复后的土地恢复达到可

供利用状态，恢复生态结构和功能，达到植被覆盖率80%并提升土壤有机质含量。为矿山申请办理采矿许可证，确保本项目矿山地质环境治理、土地复垦和生态系统功能目标、任务、措施和计划落到实处，为矿区生态修复治理工程的实施、管理、监督、检查以及土地复垦费用预提提供依据，特编制本《矿区生态修复方案》。

本《矿区生态修复方案》的编制与实施，将实现矿区生态环境的有效治理和保护，达到矿产资源的开发利用和矿区社会经济的综合发展相协调的目的，对保护土地资源、矿山地质环境及周边生态环境具有重要的意义。

主要任务为：

1、通过收集资料与野外调查，实地开展矿山地质环境、土地资源、生态问题等调查。查明矿山概况、矿区地质环境条件、土地资源利用现状、生态本底状况及生态功能定位；

2、查明矿区地质环境问题，土地损毁情况，生态受损与退化等问题，矿山开采后可能产生的地质环境影响，土地损毁，生态问题，分析研究主要地质环境问题的分布规律、形成机理及影响因素，论述土地损毁环节与时序；论述植被损毁、生物多样性丧失、地表水系、土壤和地下水污染等问题，根据调查情况、矿山开采方案、采矿地质环境条件对采矿权范围及采矿活动问题识别诊断；

3、在现状和预测问题分析，综合诊断评价的基础上，进行分区和确定土地生态修复区与生态修复责任范围；

4、从地质环境治理、复垦修复、生态恢复力等方面进行矿区生态修复可行性进行分析；

5、提出矿区生态修复技术措施，矿山地质环境监测、土地复垦监测、生态系统监测和管护方案，明确各项工作的目标任务；

6、对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确阶段工作安排情况；

7、进行矿区生态修复的经费估算，提出生态修复的保障措施。

（三）编制工作概况

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（临时）》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、矿山开发利用方案等相关资料，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***地形图（实测或利用）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。

（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、固体废弃物采样与分析测试，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***份，回收***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，至附近的宁城县存金沟乡小梁子村走访了当地村民，了解了矿区周边矿山分布情况及当地自然地理概况、对于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。在此基础上编制了《内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁子村萤石矿矿区生态修复方案》。完成工作量见表1。

表1 工作量统计一览表

(四) 上期方案执行情况

(1) 上阶段方案落实情况

根据2024年编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》近期设计的主要内容：对1号平硐工业场地平硐回填封堵，对场地进行垫坡覆土整平、种树；对1号废石场废石清运、覆土整平、种树；对1废弃平硐平硐回填封堵，对场地进行垫坡、覆土整平、种树；对2废弃平硐平硐回填封堵，对场地进行垫坡、覆土整平、种树；对供电室进行拆除、覆土整平、种树；对炸药库进行拆除、覆土整平、种树；对雷管库进行拆除、垫坡、覆土整平、种树；对废弃房屋拆除、垫坡、覆土整平、种树；对2号废石场进行清运、覆土整

平、种树；对3号废石场进行清运、覆土整平、种树；对废弃矿区道路进行覆土整平、种树；对预测地面塌陷区周围设置网围栏、警示牌；对整个评估区进行监测。结合本次现场调查和实测，上期方案主要目的是进行扩大生产规模，矿山目前前期治理的场地主要为1号平硐工业场地、1号废弃平硐、2号废弃平硐、1号废石场、废弃房屋，未对其他场地进行治理。

（2）存在的问题

1号平硐工业场地、1号废弃平硐、2号废弃平硐因早期已对实施封堵回填处置，加之废弃闲置时间较久，目前场地整体已实现自然植被恢复。矿山已对1号废石场废石进行清运，未覆土恢复植被。废弃房屋已拆除由于位于2号废石场上方场地未覆土恢复植被。

针对以上治理工程，矿山在落实过程中对于监测、管护与评估工作未能形成闭环体系，尤其是“土地复垦监测”、“植被管护”与“地形地貌景观监测”等长期性工作缺乏持续的资金保障、明确的责任主体和可考核的绩效指标，导致前期治理成果无法得到有效维护。另外部分切坡治理不到位，存在水土流失风险。

本次因矿山扩大开采范围、扩大生产规模等，经现场实地调查，矿区仍存留多处待治理单元，本次编制生态修复方案，针对2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、雷管库、炸药库、矿区道路、钻机平台等尚未实施治理的单元，重新规划设计进行修复治理。

（3）取得经验

《原矿山地质环境保护与土地复垦方案》为本期方案的编制划定了基本的思路，其单元的界定可以为本方案单元圈定提供借鉴意义，原方案通过风险分级管控，针对不同隐患类型（如地下预测地面塌陷区、地表设施等）精准匹配治理措施，并依托具体工程量确保方案可实施；同时建立了以全年监测为核心的动态长效机制，通过分阶段滚动实施，兼顾了治理的连续性与可

持续性，并通过规范记录实现过程可追溯，整体形成的“预防为主、防治结合、重点治理、长期监测”的科学治理模式为本方案监测提供了借鉴思路。

（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08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）；

（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）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）；

（6）《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）；

（7）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/T1068-2022）

（3）《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）；

（4）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

- (5) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- (6) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (7) 《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；
- (8) 《地下水监测规范》（SL/T 193-2005）；
- (9) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (10) 《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (11) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (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) 《土地复垦质量控制标准》（TD/ T 1036-2013）；
- (16) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T1070.1-2022）；
- (17)《矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山》（《TD/T1070.3-2024》）
- (18) 《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T 50011-2010）；
- (19) 《内蒙古自治区行业用水定额》（DB15/T385-2025）；

4、技术资料

(1) 2025年7月，内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司编制的《内蒙古自治区宁城县小梁子矿区萤石矿资源储量核实报告》及矿产资源储量评审备案证明（内自然资储备字***号）、矿产资源储量评审意见书（内自然资储评字***号）；

(2) 2025年12月，内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司编制的《内蒙古自治区宁城县三座店乡小梁子村萤石矿开采方案》，及审查意见书（内矿审字***号）；

(3) 2024年7月, 内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司编制的《内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁子村萤石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》(赤自储评字***号);

(4) 2006年7月, 宁城圣洁环境科学技术服务编制《建设项目环境影响报告表》;

(5) 2022年12月, 宁城县人民政府提交的《宁城县矿产资源规划(2021-2025年)》;

(6) 全国第三次土地利用现状调查资料(***), 图幅号***;

(7) 宁城县2024年国土变更调查数据;

(8) 《内蒙古自治区生态功能区划报告》;

(9) 《赤峰市生态环境功能区划报告》赤政字***号;

(10) 《赤峰市国土空间生态修复规划(2021-2035)》;

(11) 《赤峰市国土空间总体规划(2021-2035年)》;

(12) 《宁城县国土空间总体规划(2021-2035年)》;

(13) 赤峰市宁城县气象资料(2015-2025年);

(14) 矿山提供的其他资料;

二、服务年限

(一) 生产服务年限

依据《内蒙古自治区宁城县小梁子矿区萤石矿资源储量核实报告》及《内蒙古自治区宁城县三座店乡小梁子村萤石矿开采方案》截止2025年7月31日小梁子矿区萤石矿保有探明资源量矿石量***万吨, CaF_2 平均品位***%, CaF_2 量***万吨; 控制资源量矿石量***万吨, CaF_2 平均品位***%, CaF_2 量***万吨; 推断资源量矿石量***万吨, CaF_2 平均品位***%, CaF_2 量***万吨。

《开采方案》设计可采资源量(矿石量)***t, CaF_2 量***t, CaF_2 平均品位***%。

开采方案采用地下开采方式，设计生产规模为***万立方米/年，矿山总服务年限约17年（不含基建期），基建期2年。

（二）服务年限

矿山总服务年限***年、基建期***年、治理复垦期***年、管护期***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《矿区生态修复方案》管护期设计为3年。），据此确定矿区生态修复方案服务年限为***年。即***。方案执行起始时间为2026年1月。

依据《中华人民共和国矿产资源法》等法律规定，经评审通过的方案涉及方案服务到期，采矿权延续，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

内蒙古萤润矿业有限公司成立于2022年8月22日，属有限责任公司（自然人独资），注册地位于***，法定代表人为***。经营范围包括非煤矿山矿产资源开采；非金属矿及制品销售；选矿；非金属矿物制品制造；劳务服务等。统一社会信用代码***, 注册资本为***万元。

二、采矿权基本情况

该采矿权由赤峰市自然资源局于2008年8月为宁城县晶鑫萤石矿颁发了“宁城县三座店乡小梁子萤石矿”采矿证，证号***，此后到期延续。2024年1月，采矿权人变更为内蒙古萤润矿业有限公司，矿山名称：“宁城县三座店乡小梁子村萤石矿”，开采方式为地下开采，开采矿种为萤石（普通），生产规模为***万吨/年，矿区面积***km²，标高***m。

最近采矿许可证信息如下：

证号：***；

采矿权人：内蒙古萤润矿业有限公司；

矿山名称：宁城县三座店乡小梁子村萤石矿；

经济类型：私营企业；

开采矿种：萤石（普通）；

开采方式：地下开采；

生产规模：***万吨/年（***变更为***万吨/年，详见采矿许可证后页），开采方案拟变更***吨/年；

矿区面积：***km²；

有效期限：***；

发证机关：内蒙古自治区自然资源厅；

采矿许可证范围由***个拐点圈定，各拐点坐标见表1-1。

表1-1 采矿许可证范围及拐点坐标一览表

三、探矿权基本情况

探矿权以协议出让方式取得，内蒙古萤润矿业有限公司于2024年3月向赤峰市自然资源局申请协议出让“宁城县三座店乡小梁子村萤石矿采矿权深部普查”探矿权，2024年7月8日取得探矿权出让合同（合同编号：***）。
勘查项目名称：宁城县三座店乡小梁子村萤石矿采矿权深部普查，勘查程度：普查，面积：***km²。勘查标高：***米以下，出让方式：协议出让，出让年限：***年。范围坐标见表1-2（表1-2 探矿权范围拐点及坐标一览表）。

探矿权基本情况如下：

勘查项目名称：宁城县三座店乡小梁子村萤石矿采矿权深部普查

勘查程度：普查

地理位置：宁城县

面积：***km²

勘查标高：***米以下

出让方式：协议出让

出让年限：***年

表1-2 探矿权范围拐点及坐标一览表

四、拟申请采矿权情况

为办理采矿权扩大开采区域（现采矿权范围与深部探矿权范围整合），由于本矿权平面范围压占生态保护红线，且面积仅有***km²，矿方自愿放弃压占部分矿业权，并经宁城县自然资源局同意，缩小矿区面积，采矿权坐标变更后以2025年10月14日宁城县自然资源局《关于内蒙古萤润矿业有限公司是否涉及永久基本农田等的复函》中坐标为准。

申请开采区域面积为***km²，开采标高为由***m，与资源储量估算标高一致；井巷工程或露天剥离标高为***m。申请开采区域由***个拐点圈定，各拐点坐标见表1-3。

表 1-3 申请开采区域拐点坐标表

图 1-1 矿区与生态保护红线位置关系图

图 1-2 拟申请矿权范围及现有矿权范围位置关系图

第二节 地理位置与区域概况

一、地理位置

1、位置

宁城县三座店乡小梁子村萤石矿位于宁城县存金沟乡小梁子村境内，行政区划隶属赤峰市宁城县存金沟乡小梁子村管辖，地处赤峰市南部，宁城县政府所在地天义镇西部。矿区内没有村庄，离矿区最近的村庄为小梁子村。

矿区东西宽***km，南北长***km，矿区面积***km²，矿区地理坐标：

东经：***，

北纬：***。

2、交通

矿区东距存金沟乡***公里，距宁城县政府所在天义镇***公里，距赤峰市***公里；存金沟乡到矿区有砂石公路相通，交通较为方便。矿区不在“三区两线”可视范围内。见图1-1交通位置图。

图1-3交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边村庄

矿区位于小梁村内，全村总面积约22km²。该村约430户，共约1200人。民居分布较集中，主要从事农业生产。

2、周边矿权关系

矿山不在自然保护地范围内；未占用基本农田。采矿许可证范围内无建设和规划中的铁路、公路、基础设施建设项目、重要建筑物、军事禁区等法律法规不宜设置矿权的区域内，不存在建设项目压覆重要矿产资源情况；区

内无水源地、无文物古迹。采矿权范围内无矿业权重复设置，采矿权权属清楚，无争议，不存在关闭、注销、暂扣、抵押、查封、违法开采等情况。

由于本矿权平面范围压占生态保护红线，且面积仅有***km²，矿方自愿放弃压占部分矿业权。

本矿山与周围各矿权不存在矿山地质环境问题纠纷。

周边矿权分布情况详见图1-4。

图1-4 小梁子矿区周边矿权分布图

表1-4 周边探矿权基本情况表

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

宁城县三座店乡小梁子村萤石矿始建于2006年，采矿权人为宁城县晶鑫萤石矿。内蒙古自治区国土资源厅于2008年8月为宁城县晶鑫萤石矿颁发采矿许可证，后经多次延续，2024年1月宁城县三座店乡小梁子萤石矿采矿权人变更为内蒙古萤润矿业有限公司，矿许可证号：***。（见采矿权延续变更情况表1-6）。

表1-6 采矿权延续变更情况表

该矿山2008年自建矿以来，以边探边采形式为主，形成采空区地表投影面积***hm²。2012年至2014年期间，矿山采用地下开采、平硐开拓方式，有轨运输。断断续续利用PD2对1号矿体进行了开采，形成的采空区位于6线~1线之间，长***m，采空区标高***m距离地表的垂直深度约***m，采空区体积***m³，采空区未治理，内部部分已坍塌，地面未出现地面塌陷区，采矿方法为浅孔留矿采矿法。根据矿山以往生产资料，PD2(***m标高)未见地下水，PD4(***m标高)正常涌水量为***m³/d。

2012年至2014年期间，矿山处于断续生产状态，实际生产能力未达到采矿证核准的生产规模（***万吨/年），根据2013年、2014年年度检测报告，

截至2024年9月30日矿山累计动用矿石量***t，采出矿石量***t，损失矿石量***t，矿山开采回采率为***%，平均***%。根据宁城县自然资源局出具的停产证明，自2014年至今未生产。

本次“开采方案”主要编制目的为扩大开采区域（采矿权深部扩界），将对现采矿权范围与深部探矿权范围进行整合，生产规模由***万吨/年增加为生产规模为***万吨/年。

二、矿山开采现状

现状在矿区东南部开拓形成4平硐探矿工程（1号平硐—4号平硐），硐口规格***m。现状矿山形成的地表工程单元有：平硐工业场地、废石场、办公生活区、废弃房屋、矿区道路等，矿山已对1号平硐工业场地、一号废石场、废弃房屋已治理，对矿山地质环境造成影响的破坏单元。矿区航拍影像图见图1-6。

矿山现采用平硐开拓系统，由4条平硐及各中段运输巷道及通风联络巷道组成，平硐编号分别为平硐(PD1)、平硐(PD2)、平硐(PD3)、平硐(PD4)，其中，平硐(PD1)已于2008年以前废弃并封堵。平硐(PD2)目前也基本上采空，平硐(PD4)完成开拓工作，矿体尚未开采。具体如下：

平硐(PD1)形成于2006年，是普查期间形成的探矿平硐，位于矿体上盘2号勘查线附近，硐口坐标：***，掘进方位***°，平硐长约***m，断面规格***m，内部采空未充填，洞口已封堵。

平硐(PD2)形成于成于2006年普查期间，2008年建设期间进行了改造，位于0、2号勘查线之间，1号矿体下盘约***m处，硐口坐标：***，掘进方位***°，平硐长约***m，断面规格***m，内部矿体已采空。

平硐(PD3)形成于2006年，是普查期间形成的探矿平硐，位于矿体下盘1、3号勘查线之间，硐口坐标：***，掘进方位***°，平硐长约***m，断面规格***m，内部采空未充填。

平硐(PD4)形成于2008年建设期间，位于3、5号勘查线之间，1号矿体下

盘约***m处，硐口坐标：***，掘进方位***°，平硐长约***m，断面规格***m，内部未开采。

目前，由于矿体围岩为坚硬的黑云母二长花岗岩，围岩工程地质良好，尽管平硐已经废弃封堵多年，地表未发现坍塌现象。

（一）《开采方案》概述

本方案编制依据为内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司2025年12月提交的《宁城县三座店乡小梁子村萤石矿开采方案》

1、拟建生产规模

《开采方案》设计推荐矿山建设规模为***万吨/年。按可布矿块数验证矿山生产能力，矿山单中段作业生产能力***t/d，平均为***t/d，大于***t/d，可满足***万吨/年的生产能力。

“开采方案”推荐开采主矿种为萤石，无共伴生矿产资源。

2、矿山服务年限

根据《开采方案》矿山服务年限约为17年（不含基建期）。

3、申请开采区域

矿业权人确定申请的开采区域由***个拐点圈定，矿区面积***km²，开采标高：***m，井巷工程分布范围：***m。各拐点坐标详见表1-7。

表1-7 申请开采区域拐点坐标表

4、开采矿种

根据经评审备案的矿产资源储量报告，确定的开采主矿种为萤石，无共伴生资源。

5、开采方式

矿区内矿体属急倾斜、极薄至薄矿体，埋藏较深，并结合小梁子萤石矿现在生产情况，在经济上、技术上及政策上不适合或不允许采用露天开采，故“开采方案”推荐采用地下开采方式。

6. 开采顺序

矿床开采总顺序为：矿体采用自上而下的下行式开采,中段矿块的开采顺序为后退式开采，同一水平的平行矿体应先采上盘矿体后采下盘矿体，在矿房中由下而上分层进行回采。

7、采矿方法

该矿矿体绝大多数属围岩稳固的急倾斜、极薄至薄矿体。根据《开采方案》矿石开采技术条件、拟定的生产规模和采矿方法本身的适用条件等综合考虑，《开采方案》推荐主体采用浅孔留矿嗣后充填采矿法，厚度***m的矿段、围岩不稳固的，采用上向水平分层胶结充填采矿法，对于厚度小于0.8m的极薄矿段辅以削壁充填采矿法。

8、工业场地布置

根据《开采方案》PD2、PD4均在岩石移动范围外，利用PD2作为用作措施平硐，待回风中段施工完毕后封堵，利用PD4作为南翼回风平硐。

新建竖井（SJ1）布置在1号矿体下盘0'号勘查线东侧，地表岩石移动监测范围***m之外。井口中心点坐标***，最低服务中段***m，提升高度***m。井底标高***m，井深***m（包括***m井底水窝），井筒断面为圆形，规格为净直径***m，采用1个4#双层多绳罐笼配平衡锤提升，承担矿、废石、人员及材料的提升任务，兼作进风井，内设梯子间及照明，作为主要安全出口。

新建风井（FJ1）布置在10号勘查线北西侧，矿体下盘岩石移动监测范围外20m以外，硐口坐标***，井底标高到第一中段***m，井深***m，井口断面为圆形，净断面规格***m。主要承担矿区北翼回风任务，井筒内设置梯子间，作为应急安全出口。

拟建废石场布置在2号平硐工业场地的北西侧***m处，拟建工业场地布置在2号平硐工业场地北侧***m处（见图1-5总平面布置图）。

矿山现有2号平硐工业场地、4号平硐工业场地，继续利用现有场地，后续开采规划新增拟建竖井、拟建竖井工业场地、拟建风井、拟建废石场。

（二）现状工程单元布局

矿山现状已形成的工程场地有：2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、矿区道路等工程单元，2025年期间矿山进行了储量核实工作，新增了13处钻机平台。现状工程场地分布见下（图1-6）。

图1-5 总平面布置图

图1-6 矿区航拍影像图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、气象

矿区属中温带半干旱大陆性季风气候，其特点是春旱多风，夏季酷热，降雨集中，秋季雨少霜期早。根据宁城县气象资料，最低气温 -27°C ，最高气温 36.4°C ，年平均气温 $3.5-7^{\circ}\text{C}$ ，昼夜温差 12°C 左右，年日照时数2913小时。降水量分布极不均匀，年平均降水天数35天，年平均降水量414.1mm，多集中于7、8、9月份。无霜期110~150天，平均年冰冻期171天，一般十月末开始结冰，翌年四月解冻，最大冻土层深度2.26m。春秋季节多风，平均风速每秒2.8m/s。根据宁城县气象局资料近10年降水量统计情况见表2-1、图2-1。

表2-1 宁城2016年-2025年降水量统计表
图2-1 宁城2016年-2025年降水量柱状图

二、水文

矿区无常年性地表水分布，地下水位标高为***m，仅在矿区南侧***km处有坤头河流过，坤头河为辽宁省和内蒙古交界处的老哈河在黑牛湾地的一条支流，其上游平均比降为3.2%。历年平均径流量为0.91亿 m^3 ，历年平均含沙量为 $10.4\text{kg}/\text{m}^3$ 。

矿区内无地表水体，位于斜坡上，地下水的补给径流区，大气降水石区内地下水的主要补充来源，当地最低侵蚀基准面标高***m。

矿床地表基岩裸露，岩石裂隙发育，有利于大气降水的汇集、渗入补给岩石裂隙水。基岩裂隙沿风化裂隙带通过山前坡积裙裾向河谷排泄。地下水补给条件较差，径流、排泄条件较好。

根据小梁子沟谷河道设立的水位观测点历史最高洪水水位标高为1361.20m，据了解当地暴雨发生季节，出现过洪水灾害。

三、地形地貌

（一）地形

矿区所在区域地势西南高东北低，坡角在 $5-45^{\circ}$ 之间，地形变化较大。矿区最高海拔高程1630m，位于矿区西北部山顶处，最低海拔高程1359m，位于矿区东南部，最大相对高差271m。见照片2-1。

照片2-1 矿区地貌

（二）地貌

矿区山脉总体走向北西，矿区地貌类型为中山（I），包括中山（I）和山间沟谷（II）两种微地貌。

1、中山（I）

中山顶部呈长梁或浑圆连续状，山坡多为直线型，植被发育，植被覆盖率为30%，部分基岩裸露。

2、沟谷（II）

分布于矿区南部（二道沟），沟谷坡降67%，沟谷宽50-120m，在矿区内长约810m，沟谷呈U字型，切割深度5-15m，属中等切割区，沟谷内植被亦较发育。岩性主要为中细粒黑云母二长花岗岩。沟谷内堆放3处废石场。

四、植被

矿区植被较发育，植被类型主要为木本植物为主，其次为草本植物。乔木主要为白桦、山杨、油松，其次为落叶松、山榆等，灌木主要为榛子、山杏等，草本植被主要有铁杆蒿、胡枝子、针茅、苔草、羊草、多叶隐子草等。矿区植被覆盖率约45-60%左右。见照片2-2。

照片2-2矿区植被

五、土壤

矿区土壤主要为褐土，土层厚度一般0.2-1.0m，有机质含量在1-1.5%，全氮0.057%，PH值为7~8.5之间。土壤团粒结构发育不良，土质疏松多孔，垂直节理不发育，土壤有一定的抗蚀性和抗冲性（见照片2-3，图2-2）。

照片2-3矿区土壤

图2-2土壤剖面

第二节 社会经济概况

矿区所在地存金沟乡地处宁城县中北部，坤头河沿岸，北接三座店镇，东临大双庙镇、南连八里罕镇、西与喀喇沁旗接壤，国道508线、省道207线贯穿全境。总面积302平方公里，林地覆盖率68%；全乡辖14个行政村、89个自然村、115个村民组。

矿区内无居民。经济较落后，主要以农业为主，兼有牧业，工业相对不发达，劳动力资源充足，农作物以玉米、谷子、高粱为主。近年来由于采矿业的兴起，加快了当地脱贫致富的步伐，矿业的开发也成为当地经济支柱产业。

第三节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

（一）区域地层

本区域上古生代地层区划属华北地层大区(V)，晋冀鲁豫地层区(V_4)，阴山地层分区(V_4^3)，大青山地层小区(V_4^{3-2})；中、新生代地层区划属滨太平洋地层区(5)，大兴安岭—燕山地层分区(5_1)，宁城—敖汉地层小区(5_1^4)。区域上出露地层较简单，由老到新有中太古界建平群小塔子沟组(Ar_2jnx)、中生界侏罗系上统满克头鄂博组(J_3mk)、玛尼吐组(J_3mn)；白垩系下统白音高老组(K_1b)；新生界第四系上更新统乌拉吉组(Qp_32w)及全新统(Qh)。

（二）矿区地层

内仅见上更新统坡洪积物(Qh_3^{dp1})沿地势低洼地带呈条带状出露，出露面积约 0.085km^2 ，厚度分布不均匀，钻孔揭露最小厚度1.40m，最大厚度为21.45m，平均6.14m。主要岩性为冲洪积砂砾石、粉土、腐殖土。

二、地质构造

（一）区域地质构造

区域古生代大地构造处于华北板块（I）南东部，华北陆块（I₁）东部，次级构造单元为华北陆块北缘隆起带（I₁¹）；中生代大地构造划分属大兴安岭中生代岩浆岩带（V₁）。

（二）矿区地质构造

矿区内地表见一条北西向断裂构造，编号F1，该构造为区域上的F1断裂构造，倾向北东，倾角55°～85°，控制长约1010m（延伸至矿区外），宽0.5～10m，由槽探（样线）、坑探、钻探工程控制，构造形态呈舒缓波状，控制本区1号萤石矿体的展布。该构造具有继承性和多期活动，张性—压性应力条件不断变化的特点，早期呈张性，硅化、萤石化沿构造充填；然后中期转换压扭性应力条件，形成构造角砾岩，可见早期硅质角砾、萤石角砾、花岗岩角砾及闪长玢岩角砾，角砾呈次棱角状—次圆状，构造角砾有碎裂现象，见构造泥；晚期转换为张性应力条件，萤石化呈胶结物形式充填于角砾间或呈脉状沿裂隙充填，在构造带两侧裂隙中萤石脉体有伸展、拉断、揉皱现象，依据其弯曲变形判断北东盘（上盘）下降，显示正断层特征。通过钻探工程及坑道编录等工作，未见由后期构造对矿体有破坏或位移作用。

（三）区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），该区地震动峰值加速度（g）为0.15，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，属于基本稳定区，见图2-3。

图2-3 区域大地构造图

三、岩浆岩

（一）侵入岩

区域内侵入岩发育，出露面积约占区域面积的95%，侵入岩时代为二叠纪、三叠纪、侏罗纪、白垩纪，总体呈北东向展布，岩石类型以酸性岩为主，各岩体接触关系见表2-2。

表2-2 区域侵入岩一览表

1、早二叠世中细粒黑云母二长花岗岩（P1βηγ）

在区域北西和南东部出露，出露面积约14.35km²，岩株状产出。岩石呈浅灰-灰红色，中-细粒花岗结构，块状构造。主要矿物成分：钾长石（30~35%），斜长石（30~35%），石英（20-30%）具波状消光，有拉长现象。副矿物组合类型为：磁铁矿+钛铁矿+榍石型。

2、中二叠世细粒黑云母石英闪长岩（P2βδo）仅出露于区域李家营子、罗家营子北西部一带，出露面积约0.50km²，岩株状产出。岩石呈灰-深灰色，细粒结构，块状构造。主要矿物成分：石英（11%），具波状消光；斜长石为中长石（61%），An=39；黑云母（14%）；角闪石（5%）为普通角闪石；钾长石为低三斜正长石（7%）。副矿物组合类型为：磁铁矿+钛铁矿+磷灰石+榍石型。锆石呈褐黄色，晶形比较复杂，金刚光泽，透明，包体多为气液态，少数为暗色矿物包体。

3、中二叠世中细粒花岗闪长岩（P2γδ）仅出露于区域槟榔沟门南东部、下窝铺北西部一带，出露面积约4.50km²，岩株状产出。岩石呈浅灰-浅灰白色，中细粒花岗结构，块状构造。主要矿物成分：斜长石为中长石（55%）An=33，石英（18%）具波状消光，钾长石为低三斜正长石（8%），黑云母（11%），角闪石为普通角闪石（6%），岩石中含有少量钾长石似斑晶，具明显的定向排列现象。副矿物组合类型为：磁铁矿+磷灰石+榍石型。锆石呈褐黄色，晶形比较复杂，弱金刚光泽，半透明，包体多为气液态，少数为暗色包体。

4、中二叠世中细粒黑云母二长花岗岩（P2βηγ）较大面积分布于图幅北西部以及南东部，出露面积约47.65km²，呈北东向分布，岩株状产出。岩石呈浅黄-浅肉红色，中细粒花岗碎裂结构，块状构造。主要矿物成分：钾长石为低三斜正长石（45%），斜长石为更长石（26%）An=26~29，石英（24%）具波状消光，黑云母（4%）。副矿物组合类型为：磁铁矿+褐铁矿+锆石型。

5、早三叠世糜棱岩化中细粒斑状黑云母二长花岗岩（T1βηγ）分布于图幅北部及中东部，出露总面积约29.95km²，总体呈北东向分布。岩石呈灰黄色，中细粒花岗糜棱结构，条纹状或块状构造。主要矿物粒度为1.5~3.5mm，

成分：钾长石为条纹长石（30~35%）、斜长石为更长石（25~35%）、石英（25~27%）具波状消光、黑云母（5~6%）。岩石中压碎的矿物具定向排列现象，普遍具有糜棱岩化现象，糜棱面理走向北北东，倾向南东，内部含少量暗色深源闪长质包体。包体受后期挤压而变形，长轴方向与糜棱面理走向协调一致。

6、早三叠世中细粒黑云母二长花岗岩(T1 β η γ)

分布于图幅尹家窝铺一带，出露总面积约0.25km²，呈岩株状产出。岩石呈浅肉红色，中细粒花岗结构，块状构造。主要矿物成分：钾长石（35%），斜长石（30%），石英（20-25%）具波状消光，黑云母（10%）。副矿物组合类型为：磁铁矿+褐铁矿+锆石型。

7、中三叠世中细粒斑状黑云母二长花岗岩（T2 β η γ ）出露于区域于家湾子-北沟-歪脖沟一带，出露面积约11.60km²，岩株状产。岩石呈浅肉红色，似斑状结构，块状构造。似斑晶成分钾长石为低三斜正长条纹长石（10%），基质为中细粒结构，主要矿物成分：低三斜正长条纹长石（38%），斜长石为更长石（19%），石英（25%），黑云母（8%），两者副矿物组合类型一致，为磁铁矿+钛铁矿+石榴石型。锆石为黄褐色，透明-半透明，金刚光泽，晶形较复杂，发育气液包体。

8、中三叠世细粒石英闪长岩（T2 δ σ ）分布于图幅中北部宋家湾一带，出露面积约0.70km²，呈岩株状产出。岩石呈灰绿色，细粒半自形结构，条带状、块状构造。矿物粒径一般0.5-2.0mm。矿物成分主要有斜长石60-65%，呈板状、粒状、双晶不清晰，普遍绢云母化、钠黝帘石化，为更-中长石；角闪石呈不完整柱状，多阳起石化，次闪石化、绿泥石化；黑云母多为0.5mm以下鳞片状，角闪石+黑云母25%，其中以角闪石为主；石英10-15%，多呈不规则粒状，局部细粒化，普遍波状消光。

9、晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩（T3 β η γ ）分布于图幅东部东南沟一带，出露总面积约1.55km²，呈岩株状产出。岩石呈浅灰-浅肉红色，

中-细粒花岗结构，块状构造。主要矿物成分：钾长石（30~35%），斜长石（28~32%）为更长石，石英（30%）具波状消光，有拉长现象。副矿物组合类型为：磁铁矿+钛铁矿+榍石型。锆石晶形简单，褐黄色，透明-半透明，树脂-金刚光泽，含气态包体。

10、中侏罗世中细粒黑云母二长花岗岩(J2β η γ)于图幅中自南西至北东部及东部大面积分布，出露总面积约113.85km²，呈北东向分布，呈岩基状产出。岩石呈浅灰-浅肉红色，半自形粒状结构，块状构造，矿物粒度为1.5~5mm，主要矿物成分：钾长石（35~49%）、斜长石（23~34%）An=15~30、石英（24~27%）、黑云母（5~6%）。副矿物组合类型为：磁铁矿+钛铁矿+磷灰石型。矿区内萤石矿赋存于该岩体内。

11、中侏罗世中细粒黑云母花岗岩(J2β γ)分布于图幅中部及中东部，出露总面积约29.50km²，总体呈北东向展布，岩基状产出。岩石呈肉红色，中细粒结构，块状构造。矿物成分：钾长石（49~56%）为条纹长石、斜长石（10~20%）An=5~10、石英（25~30%）、黑云母（5~7%），副矿物组合类型为磁铁矿+钛铁矿+榍石型。

12、晚侏罗世中细粒黑云母二长花岗岩(J3β η γ)分布于图幅南西部大龙爪子沟-三道沟一带，出露面积约32.85km²，呈岩基状产出，呈北东向分布。岩石呈浅肉黄色，中细粒半自形粒状结构，块状构造。矿物成分主要为斜长石0.5-2mm，半自形板状-粒状，发育紧片双晶，环带构造45%；钾长石0.5-1.5mm，半自形板状-粒状，为微斜长石，微斜条纹长石，发育格子双晶，条纹构造30%；石英1.5-2mm 20%，它形粒状，黑云母0.2-1.5mm，片状8%。副矿物组合类型为磁铁矿-锆石-磷灰石型。

13、早白垩世粗中粒斑状黑云母二长花岗岩(K1β η γ)分布于图幅中东部北窝铺-南家窝铺一带，总体呈北西向，出露面积约29.50km²，呈岩株状产出。岩石呈肉红色，似斑状结构，块状构造。似斑晶大小多为2~5cm，成分：钾长石（10~25%）为条纹长石，斜长石（15%）为更长石。基质为中粗

粒结构，主要矿物成分：钾长石（10~23%）为条纹长石、斜长石（15~32%）为更长石、石英（22~28%）、黑云母（5~8%）、角闪石少量，副矿物组合类型为磁铁矿+榍石+磷灰石型。

14、早白垩世花岗斑岩（K1 γ π ）分布于图幅中南部小梁子村西部，出露面积约0.98km²，呈岩株状产出。岩石呈灰白色，斑状结构，块状构造。斑晶成分为钾长石（5%），不规则板状，粒度1-2mm，石英（7%）它形粒状，粒径1-2mm，基质为细小的长英质矿物组成。

（二）脉岩

区内脉岩有：花岗岩脉（ γ ）、花岗斑岩脉（ $\gamma\pi$ ）、流纹岩脉（ λ ）、正长斑岩脉（ $\xi\pi$ ）、石英正长斑岩脉（ $\xi o\pi$ ）、二长斑岩脉（ $\eta\pi$ ）、闪长岩脉（ δ ）、闪长玢岩脉（ $\delta\mu$ ）、辉绿玢岩脉（ $\beta\mu$ ）及石英脉（q）。主要呈北东向、北西向分布，长度0.5~4.0km，脉宽一般0.5~3.0m，最宽达10m。

（二）矿区岩浆岩

矿区内大面积出露中侏罗世中细粒黑云母二长花岗岩（J2 $\beta\eta\gamma$ ），出露面积约0.2175km²，呈岩株状产出，岩石普遍钾长石化。岩石为浅灰-浅肉红色、灰红色，半自形粒状结构，块状构造，主要由钾长石、斜长石、石英、黑云母及少量副矿物组成。钾长石含量29~48%，浅肉红色，半自形板状，粒径0.3~3mm；斜长石含量22~45%，灰白色，半自形-自形板状，粒径0.5~4mm；石英含量15~25%，灰白色或烟灰色，他形粒状，粒径0.4~3.5mm；黑云母含量5~6%，深褐色，鳞片状，片径0.2~3mm。副矿物组合类型为：磷灰石+榍石。

四、水文地质条件

（一）岩（矿）层的富水性

根据地下水的含水介质、埋藏条件及水力性质，将地下水含水层划分为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙含水岩组两类。矿区内主要为基岩裂隙水，根据含水介质进一步划分为基岩风化带网状裂隙水和基岩构造裂隙水。

分述如下：

1、含水层类型及富水性

(1) 第四系松散岩类孔隙潜水含水层

分布于矿区西南的沟谷及山前冲、洪积裙一带，呈条带状分布，覆盖面积约 0.085km^2 。沟谷地带主要由冲洪积含砾亚砂土、砂砾石及含砂土碎石层组成，含水层厚度一般 $0.65\sim 21.45\text{m}$ ，水位埋深 $0.35\sim 15.45\text{m}$ ，单井涌水量一般小于 $0.1\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，富水性弱；山前冲、洪积裙一带主要由残坡积砂砾石、腐殖土组成，厚度较薄，含水层厚度一般小于 5.00m ，由于分布位置高，地形不利于积水，主要为透水不含水层。地下水以潜水（滞水）形式存在，水化学类型多为 $\text{SO}_4\cdot\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型，矿化度 385mg/L ，总碱度 45.08mg/L ，属于低矿化度弱碱性水。该含水层对矿床开采基本没有影响。

(2) 基岩裂隙水

①基岩风化带网状裂隙水

该含水层广泛分布于矿区，岩性以中细粒黑云母二长花岗岩为主。根据钻孔揭露，含水层厚度一般 $12.50\sim 55.0\text{m}$ ，地下水位埋深较深， $19.95\sim 66.40\text{m}$ ，平均 45.52m ，水位标高 $1343.69\sim 1443.64\text{m}$ 。在基岩浅部至表层，因受到长期风化剥蚀作用，多发育风化裂隙，地下水主要赋存于这些裂隙中，形成风化带网状基岩裂隙水。由于受地形、构造等因素的影响，其风化裂隙深浅不一。

②构造裂隙水

矿区内见一条主要控矿断裂构造以及7条次生断裂构造，分布于矿区中部，控制着萤石矿体的形态，倾向北东，倾角 $55^\circ\sim 85^\circ$ ，区内最大延长约 1010m （延伸至矿区外），宽 $0.5\sim 10\text{m}$ ，矿液沿该断裂构造充填，萤石矿体较完整，萤石矿中发现中细粒黑云母二长花岗岩角砾，为后期充填胶结形成。构造形态呈舒缓波状，断裂带内岩石破碎，被后期形成的萤石及硅质充填胶结，控制矿区萤石矿体的展布。断层多被硅质胶结，节理裂隙不发育，富水

性弱。通过坑道水文地质调查，坑道绝大部分均为干燥区，占比超过90%，仅在个别裂隙密集带及小规模破碎带附近发现潮湿及滴水现象，现状下无突水涌水现象。

2、隔水层

在矿区分布广泛，主要为未风化或无裂隙的新鲜基岩，岩石坚硬致密、节理裂隙不发育、裂隙以压扭性为主、无地下水活动痕迹的岩石，可视为相对隔水层。隔水层其深度和厚度不等，裂隙多被泥质、碳酸盐及硅质充填。

（二）地下水动态特征及其补给、径流、排泄

1、地下水补给条件

大气降水是矿床地下水的主要补给来源，大面积基岩裸露区裂隙发育，降水通过基岩风化裂隙渗入补给地下水。

2、地下水径流条件

基岩山区风化带发育深度一般在20~45m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径流区，在径流地段，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，其余部分汇集到西南部的沟谷内，沟谷内以砂砾碎石夹亚砂土等为主，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，最终南东向排出区外。

3、地下水排泄条件

地下水的排泄方式主要有两种：

（1）径流排泄：地下径流是本区地下水的另一种排泄方式之一。

（2）人工开采：当地人畜引用水多来源于地下水，这也是地下水的重要排泄方式。因水位埋深较大，当地气候虽然持续干旱，年蒸发量远大于年降雨量，但蒸发排泄不明显。

4、地下水动态特征

地下水动态与大气降水明显相关。地下水主要接受大气降水入渗补给，

高水位期与雨季相对应，低水位期与封冻期吻合。区内降雨多集中在6~8月份，以7月份为最大，而地下水位最高值一般出现在集中降水过后，水位迟后2~4天，滞后时间主要与包气带岩性，厚度及所处地貌部位有关，包气带厚度小，透水性强，迟后时间短，反之则长。从9月份以后水位开始下降，这种下降趋势一直延续到翌年3~4月。综上所述，地下水动态明显受大气降水的季节性、周期性变化规律控制，每年6、7、8三个月集中接受补给，水位上升，枯水季蒸发作用加强，水位缓慢下降，具有集中补给长年消耗，周而复始的特点。据矿区内水井动态长观资料分析，矿区地下水位较为稳定，其水位变幅小，水位变幅1.86m。地下水动态受大气降水与季节影响较大，表现为入渗—径流型。

（三）矿床充水因素分析

矿床充水因素包括大气降水、地表水、主要含水层水地下水、采空区积水，以及断裂破碎带、采空区冒裂带、封闭不良钻孔等导水对矿床充水的影响。

1、矿床充水水源

（1）大气降水

本区属中温带大陆性季风气候，根据宁城县气象局资料多年平均降水量为424.7mm（2012~2024年），降雨主要集中于每年的7~9月份，占全年降水量的80%以上，大气降水是地下水的直接补给来源。区内发育的薄层第四系砂土层为降水入渗提供了较好的导水通道，总体看矿区降水入渗条件较好。

（2）地表水

区内无地表水，雨季山坡面流汇集，在沟道中形成暂时性洪流，平硐硐口位于山梁处，地势较高，地形有利于排水，雨季不会产生淹井事故，因此地表水不构成矿床充水因素。

（3）地下水

本矿区地下水主要为基岩裂隙水，包括风化带网状裂隙水和基岩构造裂

隙水，均为矿坑涌水直接水源。这两个水源的富水性和补给径流条件决定了矿坑地下水的涌水量。

（4）老窑水

经调查，目前矿山采空区主要位于1号矿体***m标高以上6线~1线之间，采空区标高***m，长***m，地表投影面积***hm²，只保留必要矿柱，采空区未治理，部分已坍塌，地面未塌陷。PD2涌水利用3%坡度自然排出，未见地下水，因此老窑水对矿坑充水没有影响。

2、矿床充水通道

矿区天然状态下主要的充水通道主要为风化裂隙和构造裂隙带，开采情况下的采动裂隙也是重要的充水通道。

（1）风化裂隙

根据前文阐述，矿区中侏罗世中细粒黑云母二长花岗岩风化裂隙是矿区风化裂隙水主要赋存空间和运移通道，矿山开采时地下水沿风化裂隙向排水巷道汇集排泄。

（2）构造裂隙带

本区主要发育1条规模较大的北西向断裂构造，为本区主要控矿、容矿构造，断面较平直，破碎带内岩石多呈角砾状，未见断层泥，成矿热液沿构造及裂隙贯入形成了矿体。断层多被硅质胶结，节理裂隙不发育，富水性及透水性弱。

（3）采动裂隙

矿山在开采过程中的爆破、振动等都会对岩体形成破坏，产生较多的新裂隙，或使闭合裂隙重新张开、贯通，产生新的地下水运移通道。

（4）未封闭老钻孔

本矿山不同时期施工了多个钻孔，钻孔终孔后均进行了封孔。若对施工完成后的钻孔处置不当，可能成为沟通各种水源，直接进入矿坑的充水通道。

3、影响矿床涌水量的因素

（1）地形地貌

该区地形坡度大较大、有利于大气降水的自然排泄，地下水补给条件差，可减少矿床涌水量。

（2）岩石性质

矿体及其围岩为中侏罗世中细粒黑云母二长花岗岩，岩石致密坚硬，裂隙发育中等，导水性能差，涌水量较小。

（3）含水构造的连通性

含水构造中的构造裂隙水是矿床充水的主要因素，含水构造与竖井、采矿坑道的连通性将直接影响到矿床涌水量的大小。

（四）水文地质勘查类型

矿区为基岩裂隙水直接充水型矿床。矿体处于局部分水岭向山前过渡地带，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，大部分矿体位于当地侵蚀基准面以下，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 $0.014\sim 0.017\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，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，老空区没有积水，矿山开采不会造成水文地质条件的较大变化。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。

（五）矿坑涌水量预测计算

矿床充水水源为基岩裂隙潜水，视基岩裂隙含水层水平均质，补给边界视为无限补给边界，根据矿床分布的总体情况、资源储量规模及控制程度，在本次和以往水文钻孔抽水试验综合成果资料基础上，本次采用解析法（大井法）进行矿坑涌水量计算。

1、“大井法”预测涌水量

（1）计算公式

根据矿山水文地质编录、钻孔简易水文地质观测确定本区岩性单一，地下水富存在成岩裂隙和构造裂隙中，地下水以潜水形式存在（部分地段具弱承压性），富水性具不均匀性。本矿山上部采区可概化为为一个形状不规则的“大井”，计算方法用“大井法”，矿坑为生产矿山，上部一直在进行疏干排水，选用承压转无压完整井裘布依公式：

$$Q=1.366 \frac{K(2S-M)M}{\lg \frac{R}{r_0}} \quad R_0= r_0 +10 S \sqrt{K}$$

式中：K—渗透系数，m/d

M—含水层厚度，m

S—水位降深，m

r_0 —巷道系统(大井)引用半径，m

R_0 —矿坑排水地下水引用影响半径，m

（2）参数确定

1号矿体为矿区的主要矿体，矿体控制长度1010m，控制最大斜深595m，资源储量估算赋矿标高***m。现已形成PD2(***m标高)和PD4(***m标高)等开拓工程，按开发利用方案对下一个开拓水平(***m标高)进行涌水量预测。

①含水层厚度M确定：根据解析法计算的要求，本矿山将各含水岩组概化为单一的构造基岩裂隙水含水岩组，经SZK2-3钻孔实际揭露，含水层厚度为52.00m。

②水位降深S确定：由现有最低排水坑道至预测巷道底板标高的深度；未开采矿体由水位面标高至预测标高深度。地下水平均赋存标高为1410.24m，水位降深S为88.24m。

③渗透系数K值的确定：根据水文孔抽水试验结果，K取值平均值为0.0585m/d。

④巷道系统引用半径 r_0 的确定：本矿山坑道系统可看作长条形，采用下列公式计算：

$$r_0 = \frac{S}{4}$$

式中：S：基坑长度，矿体控制长度1010m。

则矿区巷道系统引用半径 r_0 为252.50。

⑤矿坑排水地下水引用影响 R_0 的确定：根据等效原则，将疏干量与补给量相平衡时出现的稳定流场，其边界用一个引用的圆形等效外边界进行概化，其与“大井”中心的水平距离称为引用影响半径。引用影响半径采用适用承压含水层哈吉尔经验公式进行计算：

$$R_0 = R + r_0$$

$$R = 10S\sqrt{K}$$

式中：

R — “大井”的影响半径，m

则 $R=213.42\text{m}$ ； $R_0=R+r_0=465.92$ 。

（3）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 $1944^3/\text{d}$ ；根据本区地下水长期动态监测数据，水位年变幅为3.09m，全区平均水位上升3.09m为最大涌水量，经计算最大涌水量为 $2041\text{m}^3/\text{d}$ 。

（六）供水水源评价

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，并兼做消防用水，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自建水井J1，现状用水量较小，水量基本满足生活用水需要。

3、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弱腐蚀性。

五、工程地质条件

(一) 矿区构造发育情况

矿区出露地层岩性简单,主要为第四系全新统冲洪积物(Qh^{pal}),其余大面积分布中侏罗世中细粒黑云母二长花岗岩($\text{J}_2\beta\eta\gamma$),主要见1条北西向断裂构造以及7条次生断裂构造,分布于矿区中部,控制9条萤石矿体的形态,倾向北东,倾角 $55^\circ \sim 85^\circ$,控制长约1010m(延伸至矿区外),宽0.5~10m,矿液沿该断裂构造充填,萤石矿体较完整,萤石矿中发现中细粒黑云母二长花岗岩角砾,为后期充填胶结形成。构造形态呈舒缓波状,断裂带内岩石破碎,被后期形成的萤石及硅质充填胶结,控制本区萤石矿体的展布。断层多被硅质胶结,节理裂隙不发育,富水性弱。断裂带工程地质条件差。

(二) 工程地质岩组特征

1、工程地质岩组特征

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4个工程地质岩组,即第四系松散岩岩组(I)、构造破碎岩组(II)、围岩(III)和矿体(IV)。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的沟谷及其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。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0.65~21.45m，因该层处于地势低洼地段，对矿体的开采影响不大。该岩组未采集工程力学试验样。

（2）构造破碎岩组

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，未采取力学样测试，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。

矿床及其附近广泛分布，构成起伏中等的中山地貌形态。岩性主要为中侏罗世中细粒二长花岗岩。地表岩石遭受不同程度风化剥蚀，近地表多呈碎块状，矿体内的岩体原生结构面，节理、裂隙不发育，保持了岩体的完整性与稳固性，工程地质条件较好。

（3）中细粒黑云母二长花岗岩岩组（围岩）

分布于矿区大部分地区，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20~45m。其中全-强风化层厚5~12m，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20.03~39.48%，平均29.67%，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48.27~66.24%，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,通过坑道和钻孔观察,岩心一般较完整,坚硬,RQD范围主要在90~100%,平均92.40%,岩石质量好-极好。岩石较密实,比重较大;岩石体积密度 $2.81\sim 3.02\text{g/cm}^3$,平均 2.91g/cm^3 ,饱和抗拉强度平均3.3MPa;饱和抗剪强度:内摩擦角 $58.20\sim 59.90^\circ$,凝聚力 $7.80\sim 8.89\text{MPa}$,平均8.42MPa;饱和单轴抗压强度 $114.46\sim 146.46\text{MPa}$,平均131.99MPa。综合多项力学性质指标,该岩石为坚硬岩类,岩体完整,岩石质量好。

(4) 矿体(萤石矿)

矿区内共有萤石矿体9条,均产于中侏罗世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,多为紫色、绿色等多色,岩芯多呈碎块状,个别萤石碎块内可见明显构造角砾,砾径 $2\sim 4\text{cm}$ 不等,透水性好,含水。统计岩石RQD值为 $37.25\sim 48.16\%$,平均为42.64%,岩石质量等级为III级,岩石质量中等,岩体完整性中等。2014年勘探阶段测得矿体抗压强度 $68.42\sim 76.39\text{Mpa}$,平均72.40Mpa,当时样品采集应该为较完整样品,代表性不强。综合分析,矿体饱和抗压强度取原结果的一半,即36.20Mpa。

2、结构面分级及特征

矿区未发现I、II级结构面,在矿区中部发育的控矿断裂构造属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

矿区内发育F1北西向断裂构造以及7条次生断裂构造,分布于矿区中部,控制9条萤石矿体的形态,倾向北东,倾角 $55^\circ\sim 85^\circ$,其中F1断裂构造长约1010m(延伸至矿区外),宽 $0.5\sim 10\text{m}$,矿液沿该断裂构造充填,萤石矿体较完整,萤石矿中发现中细粒黑云母二长花岗岩角砾,为后期充填胶结形成。构造形态呈舒缓波状,断裂带内岩石破碎,被后期形成的萤石及硅质充填胶结,控制本区萤石矿体的展布。断层多被硅质胶结,节理裂隙不发育,

富水性弱。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。矿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。

（三）主要工程地质问题

1、主要工程地质问题

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二叠世黑云母斜长花岗岩，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、绿泥石化，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

矿区内构造主要为断裂构造，断裂构造较为发育。断裂两侧为中细粒黑云母二长花岗岩，穿越整个矿区。断裂具压扭性特征，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）采空区岩体稳定性

随着矿山生产开采规模扩大，开采深度延伸，可能形成大小不等的采空区，矿体围岩由于爆破等因素，沿着矿体及围岩产生裂隙，稳定性会受到一

定影响，局部的小型断裂构造因剥离而造成围岩破碎，导致片帮、冒顶发生。

2、防治措施

（1）严格按照采矿设计进行开采

在开采过程中必须严格按照采矿设计进行施工，同时合理规范采场布置，采场必须留设矿柱、顶底柱和间柱等；严格按照推荐的采场结构参数布置采场，严禁矿房超高、超宽，不得开采保安矿柱；避免形成采空区安全隐患。

（2）合理布置巷道工程及采场结构，加强围岩支护，主要工程结构应尽量避免地质弱面，同时要合理施工并加强支护工作，对于软弱围岩可采取喷浆支护、喷锚支护、喷锚网等支护措施。

（3）减少爆破震动效应

采场爆破时应尽量采用多布孔、少装药、不耦合装药结构、微差爆破技术、控制最大段药量等方法来控制爆破震动效应，从而减少对采区围岩、矿柱及周围巷道的破坏，防止大面积的垮塌冒顶等地质灾害的发生。

（4）加强监测

矿山生产过程中要密切注意开采技术条件的变化，防止坑道涌水、积水和坍塌，冒顶事故，尤其是构造破碎带等不良工程地质地段，要采取有效措施，确保安全生产。

（四）工程地质勘查类型

矿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岩，大部分岩石为属于块状坚硬岩，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。

六、矿体（层）地质特征

（一）矿体特征

本次核实共圈定9条萤石矿体，编号1、1-1、1-2、1-3、1-3-1、1-4、1-5、1-6、1-8号矿体。其中1号矿体为2014年生产勘探报告圈定矿体，资源量占总资源量比例为92.93%，为本区主要矿体；其余矿体为本次核实新发现的矿体。

1号矿体位于核实区中部5~10勘查线间及两侧，仅在0'线及两侧出露地表，其余地段地表见萤石矿化蚀变。总体走向289~310°，倾向19~40°，倾角57~81°。呈脉状赋存于北西向断裂构造破碎带内，形态受构造控制；矿体顶底板围岩为中细粒黑云母二长花岗岩，围岩与矿体界线清楚，两侧均见有不同程度的硅化、绿泥石化、高岭土化、碳酸盐化等。赋矿标高1448~853m，埋深0~595m。

其他矿体规模较小，仅少量零星钻孔工程见矿，且不连续；矿体长度40~152m，平均厚度0.78~1.95m，矿体平均品位 CaF_2 25.00~33.33%。

（二）矿石质量

1、矿石矿物组分

矿石中主要矿物为萤石、石英，其次是高岭土、方解石，褐铁矿、黄铁矿和炭质矿物。矿石中的有用矿物为萤石。

萤石：常见的有浅紫色、浅绿色，乳白色、浅蓝色者较少。一般呈自形品、半自形品或他形晶。其中一种以中粗粒集合体，构成块状或结晶状，解理发育，单个晶体最大2厘米。另一种以他形晶呈细小颗粒与石英镶嵌，粒度在0.05~0.005毫米。

石英：多为乳白色，少数浅黑色，油脂光泽。石英基本上以三种形式存在：一种以自形品、半自形品构成石英晶簇或块状、脉状出现，脉宽0.025~1毫米，其晶粒为0.04~0.8毫米。另一种为他形晶粒状集合体，其粒度为0.004~0.04毫米。第一种常穿插在第二种之中。第三种在萤石集合体中镶嵌粒度变为0.016~0.04毫米，由细粒石英组成的细脉，脉宽0.024~0.16毫米。

长石：以钾长石为主，少量条纹长石，呈自形晶、半自形晶。长石与石英紧密镶嵌。蚀变强烈。绝大多数长石已高岭土化，绢云母化，同时析出 Fe_2O_3 ，使长石表面呈褐红色。其粒度为0.025~1毫米。并常见长石风化出的高岭土被硅质胶结的现象。

2、矿石化学成分

矿石一般含 CaF_2 最高50.2%，最低40.1 %， Fe_2O_3 -0.75%，P-0.02%，S-0.035%，As-2251ppm。用于冶金工业的S、P皆为有害成分，本区矿石的S、P含量皆低于可利用指标。

（三）矿石结构构造

萤石矿化类型是萤石类型，其次为石英-萤石类型，其结构一般呈自形晶、半自形晶或他形晶，其构造为块状、角砾状、环带状构造。

（四）矿石类型

1、矿石的自然类型

（1）按矿石的主要矿物组合划分：主要为方解石-萤石型，次为石英-方解石-萤石型。

（2）按矿石结构、构造划分：

1) 致密块状矿石

由淡绿色，紫色萤石组成，此类矿石约占全矿区总量的2%左右。

2) 条带状矿石

由紫色、淡绿色，白色萤石相间排列，形成条带状构造，有时没有淡绿色的，由紫色和白色萤石相间排列，此类萤石条带宽度不等。

3) 环带状矿石

有两种形式的环带状矿石，某一是凝灰岩被萤石胶结，在凝灰岩角砾岩四周的萤石形成环带状构造。其二是石英，萤石的角砾被后期紫色、白色萤石包裹形成的环带状构造，此类型矿石多含有围岩的角砾，所以，品位一般均不高，少量能达到二级品，多数在四级品以下。

4) 角砾状矿石

此类矿石中，萤石均主角砾状，被晚期石英胶结或包裹。萤石的颜色多为绿色，紫色者少见。该类萤石矿石品位较低， $\text{CaF}_2 < 60\%$ ，一般都在45—55%左右。

5) 嵌布状矿石

此类矿石又可分为两种，一是呈粗粒伟晶状嵌布，一是呈细粒—微粒嵌布。萤石与石英二者之间镶嵌关系比较简单，连生边界比较规则，但也有少数呈港湾状、锯齿状。

2、矿石的工业类型

该矿区萤石矿工业类型为冶金工业用萤石矿。

（五）矿体围岩与夹石

矿区内围岩蚀变均沿矿化蚀变破碎带产出，呈线性分布，见于中细粒黑云母花岗岩岩中的破碎带、断裂带内，主要为硅化、绢云母化、次为钾长石化、绿泥石化、碳酸盐化、高岭土化及萤石化。硅化、绢云母化及钾化与铜钼矿化关系密切。硅化，为白色致密状石英，呈脉状产出，绝大部分含细脉状、浸染状，局部有破碎。绢云母化，绢云母呈鳞片状分布于矿体一盘围岩内，与长石相伴产出。钾化，肉红色钾长石呈自型晶产于矿体上盘围岩内，与绢云母相伴产出。绿泥石化、碳酸盐（方解石）化、高岭土化，主要见于闪长玢岩出露地段，往往也有萤石矿产出，属近矿围岩蚀变。矿体内未见可剔除的夹石。

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

根据第三次国土调查成果和《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用arcmapgis软件对项目区涉及地类面积及权属状况进行统计。矿区总面

积***hm²，矿区土地利用类型一级地类包括林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地、其他土地见表2-3。

表2-3 矿区土地利用现状表

图2-4 矿区土地利用现状图

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，土地权属为宁城县存金沟乡小梁子村集体所有，土地产权明晰，权属界址线清楚，无任何纠纷见表2-4。

表2-4 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，矿区外已损毁土地主要有4号废石场、部分矿区道路，总面积***hm²，已损毁土地利用类型一级地类包括林地、工矿仓储用地、交通运输用地见表2-5。

二级地类包括乔木林地（0.0049hm²），占总面积的0.6%，灌木林地（0.1921hm²），占总面积的23.66%，其他林地（0.0067hm²），占总面积的0.82%，采矿用地（0.4671hm²），占总面积的57.54%；农村道路（0.1410hm²），占总面积的17.37%。土地权属为宁城县三座店乡小梁子村。

表2-5 矿区范围外用地土地利用现状表

4、已损毁土地利用情况

矿区已损毁土地单元主要为2号平硐工业场地，3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、矿区道路、钻机平台。现状工程场地已损总毁面积为***hm²，已损毁土地利用类型一级地类包括林地、工矿仓储用地具体地类面积见表 2-6。

表2-6 已损毁土地利用情况表

3、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5处1号平硐工业场地、1号废石场、1号废弃平硐、2号废弃平硐、废弃房屋，总面积***hm²。修复后土地利用类型为乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地及农村道路。具体地类面积见表2-7。

4、矿区永久基本农田分布情况

根据宁城县自然资源局2025年10月14日出具的《关于内蒙古萤润矿业有
限公司是否涉及永久基本农田等的复函》：申请采矿权矿区范围与城镇开发
边界、生态保护红线、永久基本农田无重叠。

二、矿区采矿用地申请批准情况

矿山前期无采矿用地审批手续，目前处于申请扩大开采区域阶段，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

（一）矿区在全国生态功能区划中的定位

根据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》（修编版），矿区位于全国生态功能区划中的“Ⅰ-01-05”辽河源
水源涵养功能区。

该功能区位于辽河上游的老哈河和西拉木伦河上游，包含1个功能区：
辽河源水源涵养功能区，行政区主要涉及内蒙古自治区的赤峰、辽宁省的朝
阳、葫芦岛以及河北省的承德市，面积为51525km²。该区植被类型主要为暖
温带落叶阔叶林，以蒙古栎和油松为代表，多以白桦、山杨、油松和栎的不
同组合形成的呈片状形式分布，具有重要的涵养水源功能；其次在保持土壤
和保护生物多样性方面也有重要作用。

主要生态问题：森林生态系统退化严重，大部分为砍伐后形成的次生林
和灌丛；水源涵养能力低，水土流失较严重。

生态保护主要措施：加强天然林保护和退化生态系统恢复重建的力度；严格草地管理，实施禁牧或限牧；严格控制新建水利工程项目；加强矿产资源开发监管力度。

详见图2-5全国生态功能区划分布图。

图 2-5 全国生态功能区划分布图

（二）矿区在内蒙古自治区生态功能区划中的定位

根据《内蒙古自治区生态功能区划报告》，矿区位于“XXX-2-6”西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区。

该区域的核心生态功能是水土保持和生物多样性维持。由于地处黄土丘陵区，土壤侵蚀较为敏感，因此防止水土流失、保护现有植被是首要任务。

生态保护主要措施：实施退耕还林还草，加强农田基础设施建设，合理安排农牧林比例，以维护生态系统平衡。加强天然林保护和退化生态系统恢复重建的力度；严格草地管理，实施禁牧或限牧；加强矿产资源开发监管力度。

图2-6 内蒙古自治区生态功能区划分布图

（三）矿区在赤峰市国土空间生态修复规划中的定位

根据《内蒙古赤峰市生态环境功能区划报告》（赤政字[2003]112号），矿区所在区域的定位为：黄土丘陵水土保持与生态农业功能区—西辽河南部黄土丘陵亚区。该分区的核心功能是水土保持和水源涵养。

发展方向要求：重点是水土流失、植被退化以及历史遗留的矿山地质环境破坏。

主要修复方向包括：实施退耕还林还草、小流域综合治理、矿山生态修复、土地综合整治等。

图2-7 赤峰市生态功能亚区分布图

（四）矿区在宁城县国土空间生态修复规划中的定位

依据《宁城县国土空间生态修复规划报告（2021-2035年）》，矿区所在的存金沟乡定位为：西部燕山山地水源涵养与生物多样性保护保育区（Ⅰ）。

存在的生态问题为：该区域原生森林生态系统出现一定程度退化，森林覆盖率高但林木质量不高，水源涵养能力整体偏低，局部出现水土流失，部分地区地表植被遭到破坏，生物多样性有所下降。生态廊道存在一定破坏，区域内地质灾害隐患点较多，大部分位于地质灾害高风险区、中风险区。

生态修复主攻方向：加大生态林建设工程，发挥林地防风固沙、水源涵养功能，完善林地生态系统；修复破坏的生态廊道，保护生物多样性；加强地质灾害应急排险、工程治理。

图2-8 宁城县生态修复功能分区图

二、生态本底状况

（一）生态系统类型、面积与空间分布：

森林生态系统：主要分布在村庄周边的低中山阴坡及半阴坡，以天然次生林和人工林为主。预计面积占比在丘陵山区较高。油松、山杨、白桦是常见的乔木优势种或建群种。人工林以油松、山杨纯林为主。

灌丛（针叶灌丛、阔叶灌丛、稀疏灌丛）生态系统：广泛分布于阳坡、半阳坡及森林边缘地带。常见灌丛类型有榛子、绣线菊、山杏灌丛等，草本层以禾本科、蒿类植物为主。

典型草原生态系统：在海拔较低、地势较平缓的丘陵及台地分布，是主要的放牧场或割草场。铁杆蒿、胡枝子、针茅、苔草、羊草、多叶隐子草等是优势草本植物，群落结构相对均匀。

城镇生态系统：村庄居住区、道路及可能的工矿用地，生态系统结构极为简化，以人工建筑和硬化地面为主。

（二）生态保护红线与自然保护地：

矿区位于华北北部生态屏障和北方防沙带的东南缘，宏观上属于燕山山地水源涵养与生物多样性保护关键区域。拟申请采矿权内外不存在世界自然遗产、生态保护红线与自然保护地。

（三）生态功能定位：

水源涵养：作为老哈河、锡伯河等辽河水系上游支流的集水区，其森林、灌丛和草地对于截留降水、调节径流、补充地下水具有重要作用。

水土保持：地处土石山区与黄土丘陵过渡带，坡度较大，土壤抗蚀性一般，植被覆盖是防止水土流失、减少河流淤积的关键。

生物多样性维持：作为森林-草原过渡带，物种交汇特征明显，为多种动植物提供了栖息地，具有较高的生境多样性和物种丰富度潜力。

三、生物多样性

植物群落特征：

1、植物

矿区地处燕山山脉北段，植被以山杨、白桦、油松等组成的天然阔叶次生林为主，林下常见山杏等灌木。常见草本植物包括铁杆蒿、胡枝子、针茅、苔草、羊草、多叶隐子草等，是燕山北部典型山地植被的组成部分。矿区内植物名录见下表。

表2-8 矿区植物名录

2、动物

矿区受人类活动影响较大，大型野生动物已不见。小型野生动物有田鼠、盼鼠、蒙古兔等，鸟类主要有家燕、日本鹌鹑、大杜鹃等。经过现场踏勘，矿区内未发现珍稀野生动物种类，无濒危保护动物栖息环境，区内无国家保护动物。矿区内动物名录见下表。

表2-9 矿区及周边区域常见动物名录

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。灌木层以荆条虎榛子、山杏为主，局部形成优势灌丛。乔木层以油松为主要建群种。

动物群落中，鸟类以喜鹊、家麻雀、家燕为优势种；啮齿类以鼯形田鼠为优势种，草原鼠、盼鼠为常见种，反映出矿区及周边区域受人为干扰影响，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。

第六节 矿区及周边人类重大工程活动

根据宁城县发展和改革委员会、***、宁城县交通运输局、宁城县水利局、宁城县文化旅游体育局、宁城县工信和科技局、宁城县自然资源局、赤峰市生态环境局宁城县分局、宁城县林业和草原局出具的《关于查询宁城县三座店乡小梁子村萤石矿矿区范围有关情况的复函》，矿区不涉及《矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的地区，包括：港口、机场、国防工程设施圈定地区以内；重要工业区、大型水利工程设施、城镇市政工程设施附近一定距离以内；铁路、重要公路两侧一定距离以内；重要河流、堤坝两侧一定距离以内；国家划定的自然保护区、重要风景区，国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地以及国家规定不得开采矿产资源的其他地区。

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

1、原方案概述

2024年7月由内蒙古第十地质矿产开发有限责任公司编制的《内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁村萤石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称原方案），综合方案于2024年8月评审，规划的年限为***年，方案的适用年限为13年。方案适用年限为5年，即***。期间矿山重新进行储量核实，并编制新的开发利用方案，再重新编制新的《方案》。主要设计内容如下：

表2-10 原方案设计治理内容表

表2-11 矿山地质环境防治工程部署及工程量估算表

2、《2024年年度治理计划书》

2024年年度治理计划书设计的内容如下：

表2-12 2024 年度治理计划书设计治理内容表

3、《2025年年度治理计划书》

2025年年度治理计划书设计的内容如下：

表2-13 2025 年度治理计划书设计治理内容表

4、《2026年年度治理计划书》

2026年年度治理计划书设计的内容如下：

表2-14 2026 年度治理计划书设计治理内容表

二、前期生态修复工作情况概述

矿山对1号平硐工业场地、1号废弃平硐、2号废弃平硐、1号废石场、废弃房屋，治理后矿山未申请验收。

照片2-4 1号平硐工业场地 照片2-5 1号废弃平硐
照片2-6 2号废弃平硐 照片2-7 1号废石场
照片2-8 1号废弃房屋（已拆除）

三、存在问题

1号平硐工业场地、1号废弃平硐、2号废弃平硐因早期已对实施封堵回填处置，加之废弃闲置时间较长，目前场地整体已实现自然植被恢复。矿山已对1号废石场废石进行清运，未覆土恢复植被。废弃房屋已拆除由于位于2号废石场上方场地未覆土恢复植被。

往期矿山对修复后的场地监测管护工作执行不到位部分复垦后的场地植被恢复情况并不理想，治理工程未达到预期治理效果，部分植被成活率较低，需进一步完善治理本方案应吸取往期的问题，本次工作应加强对场地监测管护工作的重视程度。经查阅资料及现场核查，因矿山一直处于停产状态，矿山按原治理方案治理完毕后，未申请验收工作。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

结合矿区实际，根据矿区开采前生态修复监测表、矿区开采中生态修复监测表内容与监测指标表（见表 2-15、2-16、2-17、2-18）。

表2-15 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-16 矿山开采中生态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

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宁城县三座店乡小梁子村萤石矿，矿区生态修复评价范围为矿区范围、矿业活动影响范围的不良地质因素存在的范围。

1、拟申请矿权范围

矿山拟申请矿证范围面积*** hm^2 。

2、矿业活动影响范围

现状部分矿区道路、部分废石场等场地位于矿区范围之外，经核查压占、损毁矿区之外总面积*** hm^2 。

其中预测地面塌陷区（部分）位于矿区之外，矿区外占地面积*** hm^2 。

3、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

2号平硐工业场地：修建在山腰处侧缘的宽缓地带，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，切坡为岩质切坡，岩体较稳定。2号平硐工业场地未曾遭受崩塌、滑坡地质灾害，未发现不稳定斜坡体。

3号平硐工业场地：修建在山腰处侧缘的宽缓地带，周边自然边坡坡度一般在 30° 左右；场地修建后产生切坡，切坡坡度较大，在 35° 左右，切坡为岩质切坡，岩体较稳定。3号平硐工业场地未曾遭受崩塌、滑坡地质灾害，未发现不稳定斜坡体。

4号平硐工业场地：修建在山腰处侧缘的宽缓地带，周边自然边坡坡度一般在 30° 左右；场地修建后产生切坡，切坡坡度较大，在 35° 左右，切坡为岩质切坡，岩体较稳定。4号平硐工业场地未曾遭受崩塌、滑坡地质灾害，未发现不稳定斜坡体。

矿区道路：位于矿区南部，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）泥石流

评估区周边无常年性地表水体，年平均降水量约424.4mm，且降水多集中于7-9月份。评估区地处低中山区，地形坡度约 $10-30^{\circ}$ ，地形有利于自然排水，雨季降水顺山坡汇集到低洼沟谷地带形成短暂洪流由西向东排出评估区外，构不成泥石流发生的水动力条件。

3处废石场堆积高度5-10m，堆积坡角 $30-45^{\circ}$ 。现状条件下3处废石场经长期堆积压实，堆体处于基本稳定状态，且未发现明显变形迹象。无持续加载扰动，在正常工况下（无极端降雨、强震动等外部因素）可维持稳定。现状评估危害程度较轻。

（3）地面塌陷区地质灾害现状

根据现场调查，矿山尚未生产，PD2存在历史遗留采空区。内部部分已坍塌，现状为出现地面塌陷区。根据现场调查矿山的采空区，长度受矿体走向控制，未发生顶板塌陷问题。

2、矿区含水层破坏现状分析

（1）含水层结构破坏

根据矿区水文地质条件及开采现状，矿山开采主要影响矿区基岩裂隙含水层，水位平均赋存标高***m，矿山设计最低开采标高为***m，井巷工程揭露了基岩裂隙含水层，矿山停产多年，所以现状矿山开采对含水层结构的破坏程度较轻。

（2）矿坑疏干对含水层影响

矿山现状开采主要影响基岩裂隙含水层，矿山开采破坏了该含水层结构，矿井疏干会使该含水层水位下降，据矿区水文地质资料，2号平硐（***m标高）未见地下水4号平硐（***m标高）井下正常涌水量为***m³/d，远小于规范确定的***m³/d，水量相对较小，通过现状调查，自2014年至今，矿山未进行开采，含水层进行了自然恢复。而且，矿区基岩裂隙含水层非区域重要含水层，且与区域主要含水层水力联系不密切，因此矿井疏干对矿区及周围主要含水层影响较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区水文地质条件简单，矿业活动均现状主要为地下矿井开拓，矿坑涌水量小，矿坑疏干没有破坏区域地下水均衡系统。当地降水充沛，植被茂盛，雨季有利于降水渗入补给地下水。矿业活动对区域地下水均衡扰动少，与区域重要含水层相距甚远，且无水力联系，现状矿业活动对区域地下水均衡破坏影响较轻。

（4）对地下水水质影响

该矿山不建设选矿厂，废水主要是矿井排水、生活污水等，均用

于办公生活绿化用水，矿区开采对地下水水质的影响较轻。目前，矿坑涌水仅满足矿山井下用水，基本无外排，对矿区地下水水质影响较轻。

1) 矿井排水

矿井正常涌水量 $***m^3/d$ ，矿井水自流至地表污水池，坑内排出的地下水仅含固体颗粒物，沉淀后供采矿作业使用，不外排。

2) 生活污水

矿山停产多年没有生活污水。

总之，矿区开采对地下水水质的影响较轻。

根据《编制规范》（DZ/T0223-2011）编制技术要求附录E，矿山现状条件下对含水层影响较轻。

3、矿区地形地貌景观破坏

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），现状矿山开采对地形地貌景观的影响主要表现在已形成的工程场地，3处平硐工业场地、3处废石场、13处钻机平台、雷管库、供电室、炸药库和矿区道路。

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

- ①较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；
- ②较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；
- ③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) 2号平硐工业场地

2号平硐工业场地位于矿区中南部，场地长度为56m，宽20m，面积为0.1157hm²。2号平硐硐口在场地北侧，平硐对山体造成切坡，长2m、高4m、角度80°，平硐长约930m，断面规格为2.2×2.0m。场地北部设有休息室长26m、宽3m、高3m，占地面积0.0078hm²。属彩钢瓦活动板房和砖混结构建筑物。地表未硬化。场地北部形成人工切坡，长20m、高4m、角度80°，场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片 3-1、3-2）。

表 3-3 地形地貌景观破坏程度评价表

照片3-1 2号平硐工业场地 照片3-2 2号平硐

(2) 3号平硐工业场地

3号平硐工业场地位于矿区东南部，场地长度为23m，宽10m，面积为0.0204hm²。3号平硐硐口在场地北侧，平硐长约860m，断面规格为2.2×2.0m，硐口采用钢混支护。场地地表未经硬化。场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-3、3-4）。

表 3-4 地形地貌景观破坏程度评价表

照片3-3 3号平硐工业场地 照片3-4 3号平硐

(3) 4号平硐工业场地

4号平硐工业场地位于矿区东南部，场地长度为56m，宽11m，面

积为0.1193hm²。4号平硐硐口在场地西北侧，平硐长约700m，断面规格为2.2×2.0m，硐口采用钢混支护，矿山在建设4号平硐工业场地时对山体进行切坡工程，形成长约8m的边坡，边坡高度6m，边坡角70°，场地两侧进行了护坡工程。场地南侧设有办公生活区，区内设有动力车间、仓库、值班室、休息室、办公室。总面积为0.0182hm²，高度3m。办公生活区西侧设有水源井一处，地下水位标高为1362m，地表未硬化，场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-5、3-6）。

表 3-5 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-5 4号平硐工业场地 照片3-6 4号平硐
(4) 2号废石场

2号废石场位于2号平硐东南80m处，废石场排放的物料主要是采矿废石，现状呈台阶式堆放，已形成2个台阶分别为1411水平、1404水平，台阶最高高度共约8m，坡角约40°，占地面积为0.2230hm²，废石量2362m³，前缘边坡较缓小于自然休止角，近期已对坡面整形、覆土，废石堆体稳定。场地已进行了场地平整措施，场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-7、图3-2）。

表 3-6 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-7 2号废石场 图3-2 2号废石场堆方量计算图
(5) 3号废石场

3号废石场位于PD3南10m处，废石场排放的物料主要是采矿废石，现状呈台阶式堆放，已形成4个台阶分别为1393水平、1390水平、1388水平、1385水平，台阶最高高度共约8m，坡角约35°，占地面积为0.2047hm²，废石量1629m³，前缘边坡较缓小于自然休止角，近期已对坡面整形、覆土，废石堆体稳定。场地已进行了场地平整措施，场

地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-8、图3-3）。

表 3-7 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-8 3号废石场 图3-3 3号废石场堆方量计算图

(6) 4号废石场

4号废石场位于PD4南120m处，废石场排放的物料主要是采矿废石，现状呈台阶式堆放，堆放高度约7m，坡角约35°，占地面积为0.5381hm²，废石量12127m³，前缘边坡较缓小于自然休止角，近期已对坡面整形、覆土，废石堆体稳定。场地已进行了场地平整措施，场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-9、图3-4）。

表 3-8 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-9 4号废石场 图3-4 4号废石场堆方量计算图

(7) 供电室

供电室位于2号废石场西南30m处，主要用于2号平硐及休息室供电，面积为0.0027hm²，高度3m，属彩钢瓦活动板房和砖混结构建筑物，供电室内部供电设备已拆除。场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-10）。

表 3-9 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-10 供电室

(8) 雷管库

雷管库位于2号平硐工业场地西侧，库房长10m、宽8m、高3m，占地面积0.0080hm²，建设场地形成长10m、高3m、坡度70°的切坡，主体建筑物为单层混砖结构，建设有围墙及库房。库房的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-11）。

表 3-10 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-11 雷管库

(9) 炸药库

炸药库位于2号平硐工业场地西南侧，库房长10m、宽10m、高3m，占地面积0.0100hm²，主体建筑物为单层混砖结构，建设有围墙及库房。库房的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见照片3-12）。

表 3-11 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-12 炸药库

（10）钻机平台

场地为探矿活动形成，共13处钻机平台，总占地面积0.0531hm²。目前钻机平台及钻孔均已完成封孔，部分平台存在切破。场地的建设破坏了地形地貌景观。对地形地貌景观影响程度为较严重（见表3-12照片3-13至3-25）。

表3-12 钻机平台现状统计表			
表 3-13 地形地貌景观破坏程度评价表			
照片3-13	1#钻机平台	照片3-14	2#钻机平台
照片3-15	3#钻机平台	照片3-16	4#钻机平台
照片3-17	5#钻机平台	照片3-18	6#钻机平台
照片3-19	7#钻机平台	照片3-20	8#钻机平台
照片3-21	9#钻机平台	照片3-22	10#钻机平台
照片3-23	11#钻机平台	照片3-24	12#钻机平台
	照片3-25	13#钻机平台	

（11）矿区道路

矿区道路连接现状各个工程场地，长约为1207m，路宽4m，面积0.9747hm²。矿区道路采用乡村型道路，矿区道路均为砂石路。道路的建设破坏了地形地貌景观（见照片3-26）。

表 3-14 地形地貌景观破坏程度评价表
照片3-26 1矿区道路

（12）评估区其他区域

评估区内其它区域矿山活动极少，矿山活动对地形地貌影响较轻，目前尚未受采矿活动影响，基本保持了原生的地形地貌状态。

综上所述，评估区及周围无地质遗迹和人文景观。现状条件下评估区内：2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、钻机

平台（PT1-PT13）、矿区道路对地形地貌景观影响较严重；评估区内其他区域对地形地貌景观影响较轻（见表3-15）。

表 3-15 地形地貌景观影响现状评估表

4、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，损毁方式主要有压占和挖损两种。

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级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）等3级标准。评估标准如下：

- ①轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；
- ②中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；
- ③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3-16。

表 3-16 土地损毁分级参考标准表
表 3-17 土地损毁程度评分界线表

（2）土地损毁程度评价

1) 挖损

根据调查，现状挖损单元为13处钻机平台，共计挖损破坏土地面积0.0531hm²。叙述如下：

①钻机平台

场地占地总面积0.0531hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、灌

木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、水土资源污染、生物多样性破坏、地质灾害等潜在风险。

2) 压占

根据调查，现状压占单元为3处平硐工业场地、3处废石场、雷管库、供电室、炸药库和矿区道路，共计压占破坏土地面积2.3391hm²。

叙述如下：

①2号平硐工业场地

场地占地面积0.1157hm²，破坏土地地类类型为其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、水土资源污染、生物多样性破坏、地质灾害等潜在风险。

②3号平硐工业场地

场地占地面积0.0204hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、采矿用地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、水土资源污染、生物多样性破坏、地质灾害等潜在风险。

③4号平硐工业场地

场地占地面积0.1193hm²，破坏土地地类类型为灌木林地、采矿用地、农村道路。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、水土资源污染、生物多样性破坏、地质灾害等潜在风险。

④2号废石场

场地占地面积0.2230hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、其他草地、采矿用地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑤3号废石场

场地占地面积0.2047hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、灌木林地、其他草地、采矿用地、农村道路。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑥4号废石场

场地占地面积0.5381hm²，破坏土地地类类型为灌木林地、采矿用地、农村道路。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑦供电室

场地占地面积0.0027hm²，破坏土地地类类型为乔木林地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑧雷管库

场地占地面积0.0080hm²，破坏土地地类类型为其他林地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑨炸药库

场地占地面积0.0100hm²，破坏土地地类类型为其他林地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑩矿区道路

场地占地面积9747hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、生物多样性破坏等潜在风险。

⑪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 2.2697hm^2 。损毁方式为挖损和压占，损毁土地类型包括乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路，各损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度见表3-21。

表3-18 已损毁土地损毁程度评价表（挖损）

表3-19 已损毁土地损毁程度评价表（压占）

表3-20 已损毁土地损毁程度综合评价表

表3-21 矿区现状损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度一览表

5、生态系统受损现状

（1）植被损毁

该矿区位于宁城县存金沟乡，经现场调查，矿区植被损毁总面积约 2.2697hm^2 ，矿区及周边植被类型属于暖温带森林草原亚带植被，植物种类较丰富，矿区内植被类型为乔木、灌木及草本植物，乔木主要以杨树、油松为主；灌木多为山杏、胡枝子；草本植物有铁杆蒿、胡枝子、针茅、苔草、羊草、多叶隐子草等。这些是典型的草原生态系统物种，适应贫瘠土壤和低降水环境。

矿山建设对矿区植被损毁方式包括：根系挖掘破坏、表土机械碾压和废弃物覆盖掩埋、化学污染、水文干扰五大类。①根系挖掘破坏是在矿区基建或开采准备阶段，机械设备剥离表土以暴露矿层，导致浅根系植被的根部暴露、断裂或移除，形成植被真空区；②表土机械碾压是矿区施工和运输过程中，重型机械反复碾压表土，导致土壤板结，植被茎叶折断、根系压缩，进而水分渗透减少、氧气交换受阻；③堆积物覆盖是指矿区开采产生的废石于原生植被上，形成覆盖层，阻挡阳光和空气，导致底层植物光合受阻、根系窒息，最终枯萎死亡，新植被因覆盖物缺乏养分和排水不良导致生长迟缓；④化学污染是指

矿区排放的酸雨或重金属（如铅、汞）渗入土壤，抑制植物酶活性，导致叶黄化或死亡，影响这些草本植物的生殖力；⑤水文干扰是指抽排水改变地下水位，造成植被干旱或淹没，易导致群落退化。

表 3-22 植被损毁因素标准表

表 3-23 植被损毁程度评分界线表

现状条件下对矿区植被功能造成损毁的单元包括：2 号平硐工业场地、3 号平硐工业场地、4 号平硐工业场地、2 号废石场、3 号废石场、4 号废石场、雷管库、炸药库、供电室、钻机平台、矿区道路等。

表 3-24 植被损毁程度现状评分表

综上所述，经比对植被损毁因素标准表计算后得出：2 号平硐工业场地、3 号平硐工业场地、4 号平硐工业场地、2 号废石场、3 号废石场、4 号废石场、雷管库、炸药库、供电室、钻机平台、矿区道路等植被损毁程度均为中度受损。

（2）生物多样性丧失

矿区现状工程活动造成的植被损毁面积共计66281m²，损毁土地类型涵盖乔木林地、灌木林地、其他林地、采矿用地及农村道路等，矿山开采对区域生物多样性局部产生局部影响。原生植被群落的破坏与生境碎片化，导致依赖林地、草地生态系统的小型哺乳动物、鸟类及昆虫种群数量减少，生物量的减少、生境破碎、人类活动，向周边的分布区迁移。但因影响范围有限，经评估采矿活动未致使生物多样性造成丧失。其损毁程度为轻度受损。

（3）水土流失

受植被损毁、裸露地表增加及土壤理化性质恶化等问题叠加影响，矿区水土流失问题较为突出，以水力侵蚀和风力侵蚀为主。现状调查显示，矿区水土流失主要发生在工业场地、废石场等扰动区域，以水

力侵蚀为主，兼有风力侵蚀。裸露地表及未防护的废石场、场地建设边坡等区域为水土流失重点区域。其中，雨季时坡面径流冲刷裸露地表及废渣坡，局部已形成浅冲沟，泥沙流失量较大；旱季时，裸露表土及松散弃渣易被大风扬起，形成扬尘，不仅加剧土地沙化风险，还对周边植被生长产生覆盖性干扰。同时，植被覆盖度降低导致土壤蓄水能力下降，进一步提升了水土流失的风险等级。现状其损毁程度为轻度受损。

（4）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1处具有代表性位置进行了土样采集，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/T42489-2023）中采样方法进行采样。采用梅花形采样法采取0～20cm深的表层土。

检测项目：参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表1中管制值的基本项目要求，确定矿山土壤污染监测内容包括pH 值、砷、镉、铬、铜、铅、汞、镍、锌、阳离子交换量等。委托内蒙古谱和技术服务有限公司对土样进行了检测分析。土壤取样位置见下表：

表 3-25 样品信息表
表 3-26 土壤质量检测结果表

结果表明：土壤样品检测参数的检测结果均符合《土壤环境质量农地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）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。

（5）水环境污染

本次为评价矿区地下水污染情况，对矿区内水文孔进行取样分析，具体取样位置见下表：

表 3-27 样品信息表

检测项目为：PH，总硬度、阴离子表面活性剂、硫酸盐、氯化物、氟化物、重金属等。根据2026年6月内蒙古安境环境检测有限公司出具的《检测报告》，检测结果详见下表：

表 3-28 地下水检测结果一览表

图3-5 地下水与土壤监测布点图

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/T14848-2017)中III类标准。矿区固废处置符合污染物处置标准，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。

(6) 生态系统受损现状综合评价

评估认为矿区生态环境影响程度见表3-29。

表 3-29 矿区生态受损程度现状综合评价表

图 3-6 矿区地质环境现状综合评价图

三、受损预测

(一) 生产工艺流程

根据矿山资源条件、开采技术条件，遵循建设规模与资源储量以及经济合理服务年限相匹配等原则，同时兼顾矿山开发的外部条件、产品市场容量等，《开采方案》推荐矿山生产规模为***万 t/年（地下开采）；产品方案为萤石矿。

根据《开采方案》，采用中央竖井开拓系统，开采顺序为自上而下的下行式开采，主体采矿方法为浅孔留矿嗣后充填采矿法。矿床由十五个中段开拓，分别为回风中段1422m水平、一中段1362m水平、二中段1322m水平、三中段1282m水平、四中段1242m水平、五中段1202m

水平、六中段1162m水平、七中段1122m水平、八中段1082m水平，九中段1042m水平，十中段1002m水平，十一中段962m水平，十二中段922m水平，十三中段887m水平，十四中段853m水平，段高34~40m。

矿山生产工艺流程为：建井（破坏土地资源及地形地貌景观）→表土及废石排放（压占土地资源，影响地貌景观协调性）→井下巷道开拓→废石及夹石集中堆存（废石堆积压占土地资源，影响地貌景观协调性）→矿石运输（运往选矿厂）。

（二）地质环境问题预测

1、不稳定地质体预测

（1）采矿工程引发地质灾害的可能性分析

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预测原则

a. 全部矿体按充分采动进行地质灾害预测；

b. 根据《岩土工程手册》（中国建筑工业出版社，1995年）对矿区地下开采可能引发的地面塌陷的预测方法，圈定地面塌陷灾害的范围。当采深采厚比 $q < 30$ 时，地表将出现大的裂缝或塌陷坑，易出现非连续的地表移动或变形；当 $q > 30$ 时，地表不出现大的裂缝或塌陷坑，即出现连续有规律的地表移动和变形。

②地质灾害预测

a. 采深采厚比计算

首先将矿区内9条工业矿体顶端投影到地表，然后根据矿体位置、矿体产状计算出矿体在采深采厚比等于30时的开采深度在地表的投影点，即地面塌陷范围；由此计算该矿体充分采动后可能引发地面塌陷地质灾害矿体地面投影中心位置至塌陷边界距离；最后确定矿体的地面塌陷影响范围。采深采厚比计算如表3-30 所示。

表3-30 主矿体采深采厚比值计算表

由上表可以看出，1号矿体采深采厚比均 <30 ，由于采深采厚比等于30时为塌陷临界值，则采深采厚比小于30的采空区上方可能会形成塌陷区。

(2) 地表影响半径计算

据《岩土工程手册》“地表移动和变形的预测方法”采空区地面塌陷影响范围计算采用以下公式：最大地表影响半径： $\gamma = H / \tan \beta$

式中： γ —地表影响半径（米）； H —开采深度，取595m； β —移动角（上盘 70° 、下盘 70° 、侧翼取 70° ）。由上式计算可知，地表影响半径为216.56m。

(3) 地表最大下沉值预测

地表最大下沉值： $W = Mq / \cos \alpha$ （单位：m）；

M ：矿体厚度（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0.5）；

α ：矿体倾角（ $^\circ$ ）；

最大下沉值计算见下表3-31。

表3-31 地表最大下沉值计算表

c. 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，其预测地面塌陷区面积为38.0066 hm^2 ，最大塌陷深度2.99m，预测地面塌陷区主要

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。

2、工业场地后缘不稳定边坡

工业场地硐口建设时和平硐口后缘形成高陡切坡。但因其坡体高陡且护坡未覆盖上部区域，预测在长期风化、冻融、极端降雨或震动影响下，仍存在表层岩体掉块的风险，预测可能引发工业场地（PD1硐口上方）后缘崩塌、滑坡等地质灾害，主要影响工作人员和下方的生态环境，其受威胁人数在10-100人之间，造成或可能造成直接经济损失小于100万元，危害程度中等，危险性中等。

3、废石场不稳定边坡

评估区内地处中纬度温带半干旱大陆性季风气候区，多年平均降水量远小于蒸发量，且降水多集中在雨季。区内地处低中山区，地形坡度一般为10-30°，山势较陡，植被较发育，植被覆盖率约45-60%左右。矿区内发育一条较大沟谷，断面呈“U”字型，沟谷两侧植被较发育，谷底未见有泥石流冲积物。

根据《开采方案》设置的拟建废石场，未来采矿拟建废石场随着堆积体积扩大，自重应力增大导致基底压力升高、边坡稳定性劣化、内部应力重分布加剧，同时大体积堆积体更易受降雨入渗影响而降低抗剪强度。在持续加载或强降雨入渗后可能发生浅层小型滑坡；在暴雨、短时地表径流等外力作用下该区域饱和后抗剪强度急剧下降。拟建废石场堆积物中含细颗粒且排水系统不完善，强降雨冲刷均可能转化为坡面泥石流。预测采矿活动可能引发废石场崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，主要影响工作人员和下方的生态环境，其受威胁人数在

10-100人之间，造成或可能造成直接经济损失小于100万元，危害程度中等，危险性中等。

2、矿区含水层破坏预测

(1) 采矿活动对含水层破坏现状评估

1、含水层结构破坏

矿山开采最低标高为853m，开采矿段地下水为基岩裂隙水，水位标高1362m，地下开采揭露基岩裂隙含水层，破坏基岩裂隙含水层结构。1号矿体未来开采时预测矿坑涌水量为1994m³/d，地下含水层与区域主要含水层的水力联系不密切，且涌水量小，预测评估未来矿山开采对含水层结构破坏较轻

2、矿坑疏干对含水层影响

预测矿坑涌水量1994m³/d。矿坑疏干为基岩裂隙含水层，水位标高1362m，基岩裂隙含水层不是区域主要含水层，矿山停产多年，现定期疏干排水，形成了以坑道中心的降水漏斗，在一定程度上影响了该区地下水的均衡。依据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020）附录E解析法模型建立常用计算公式：

$$R=10S\sqrt{K}$$

式中：K-渗透系数，单位为米/天（m/d），本矿山以往材料未给出具体数值，参考取值0.05m/d，矿坑内地下水设计降深，单位为米（m），取经验值50m。

经计算，降落漏斗影响半径为112m，影响面积约0.04km²。

未来生产虽疏干基岩裂隙水但对区域主要含水层为影响较小，故预测评估矿坑疏干水对含水层影响较轻。

3、对矿区及附近水源的影响

矿区及周围无地表水体；矿山开采会对矿区基岩裂隙含水层造成

一定影响，但不会影响到区域重要含水层。

4、对地下水水质影响

矿山生活污水产生量较小，经处理后达到相关排放标准，对地下水无污染；废石堆的废石不易分解有害组分，大气降水对其淋滤没有对地表松散岩类孔隙水造成污染，矿山各单元对地下水水质影响较小。

综上，根据《编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录E，预测矿山开采对含水层影响较轻。

（2）采矿活动对含水层破坏预测评估

1）含水层结构破坏

矿山开采最低标高为853m，开采矿段地下水为基岩裂隙水，水位标高1362m，地下开采揭露基岩裂隙含水层，破坏基岩裂隙含水层结构。1号矿体未来开采时预测矿坑涌水量为 $1994\text{m}^3/\text{d}$ ，地下含水层与区域主要含水层的水力联系不密切，且涌水量小，预测评估未来矿山开采对含水层结构破坏较轻

2）矿坑疏干对含水层影响

矿床充水主要来源于基岩裂隙水，受大气降水影响，雨季涌水量有所增加，涌水汇集于采坑水仓中，涌水量大小与采矿面积关系较为密切，预测矿坑涌水量 $1994\text{m}^3/\text{d}$ 。矿坑疏干为基岩裂隙含水层，水位标高1362m，基岩裂隙含水层不是区域主要含水层，未来生产虽疏干基岩裂隙水但对区域主要含水层为影响较小，故预测评估矿坑疏干水对含水层影响较轻。

3）对矿区及附近水源的影响

矿区及周围无地表水体；矿山开采会对矿区基岩裂隙含水层造成一定影响，但不会影响到区域重要含水层。

4）对地下水水质影响

矿山未进行采矿活动，矿山生活污水产生量较小，经处理达到相关排放标准，对地下水无污染；废石堆的废石不易分解有害组分，大气降水对其淋滤没有对地表松散岩类孔隙水造成污染，矿山各单元对地下水水质影响较小。

综上，根据《编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录E，预测矿山开采对含水层影响较轻。

3、地形地貌景观破坏的预测

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）。

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。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：

该矿山早期生产活动已经对矿区地形地貌景观产生了较轻影响，随着矿山采矿的继续进行，将会对地形地貌景观产生较严重的破坏。

（1）预测地面塌陷区

地下开采形成的采空区，可能引发地面塌陷地质灾害，塌陷坑破坏将矿区内原有的地形地貌，对地表植被造成破坏，预测塌陷区面积为 38.0066hm^2 ，塌陷坑按塌陷区的5%估算，估算塌陷坑面积约为 1.8455hm^2 ，最大沉降量为4.7m，平均沉降量2.8m。对照《编制规范》附录E、表E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测地面塌陷区对原生的地形地貌景观影响严重。

表 3-32 地形地貌景观破坏程度评价表

（2）拟建竖井

井筒断面为圆形，规格为净直径5m，采用1个4#双层多绳罐笼配平衡锤提升，承担矿、废石、人员及材料的提升任务，兼作进风井，内设梯子间及照明，作为主要安全出口。面积为0.0018hm²。场地破坏了原有地形地貌形态，对原有地貌景观造成破坏小。对照《编制规范》附录E、表E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测采矿工业场地对原生的地形地貌景观影响较严重。

表 3-33 地形地貌景观破坏程度评价表

(3) 拟建风井

井口断面为圆形，净断面规格 $\Phi 3.0\text{m}$ 。主要承担矿区北翼回风任务，井筒内设置梯子间，作为应急安全出口，面积0.0020hm²。场破坏了原有地形地貌形态，对原有地貌景观造成破坏小。对照《编制规范》附录E、表E“矿山地质环境影响程度分级表”，北风井工业场地对原生的地形地貌景观影响较严重。

表 3-34 地形地貌景观破坏程度评价表

(4) 拟建工业场地

拟建场地内进行地面硬化及建筑建设，面积0.1268hm²。场地破坏了原有地形地貌形态，对原有地貌景观造成破坏小。对照《编制规范》附录E、表E“矿山地质环境影响程度分级表”，辅助风井工业场地对原生的地形地貌景观影响较严重（照片3-27、图3-7）。

表 3-35 地形地貌景观破坏程度评价表

照片3-27 拟建工业场地位置 图3-7 拟建工业场地剖面图

(5) 拟建废石场

拟建场地占地面积0.1119hm²，破坏了原有地形地貌形态，对原有地貌景观造成破坏较小。对照《编制规范》附录E、表E“矿山地质环境影响程度分级表”，拟建废石场对原生的地形地貌景观影响较严重（照片3-28、图3-8）。

表 3-36 地形地貌景观破坏程度评价表

照片3-28 拟建废石场位置 图3-8 拟建废石场

地面工程中，2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、钻机平台（PT1-PT13）、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 3-37 地形地貌景观影响预测评估表

表3-38 矿山地质环境影响程度预测评估分区表

4、矿区水土环境污染预测

矿山生产生产的水污染源主要为疏干水、生活污水。固体废弃物源为采矿产生的废石、生活垃圾。

（1）水环境污染预测分析

结合评估区工程地质、环境地质、水文地质条件，考虑矿山采、选活动的特征，确定生产废水、生活污水、废石场淋溶水是对地下水环境产生影响的主要因素。

1) 疏干水、生活污水

井下正常出水量 $1994\text{m}^3/\text{d}$ 。用于矿区绿化用水，不含有其它有毒污染物，通过沉淀、净化后可作为矿山生产用水。矿山生活用水用水量小，不含有其它有毒污染物。故对地表水环境影响较轻。

2) 废石对环境的影响

矿山当前开采排弃的废石根据周围同类型矿山类比分析属于 I 类一般固体废物符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020），排放于废石场，废石中不含放射性物质和其他有害物质，不对周围环境造成危害。废石、废水无有害成分，含量低；根据《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）废石不超过 I 类一般固体废物因此对环境的影响较小。废石中不含有放射性物质和其他对人畜有害的物质，经降雨产生的淋滤液对周边土壤无污染。

3) 生活垃圾

企业员工共35人，每人产生1kg/d核算，则矿区生活垃圾产生约为10.5t/a。定期对生活垃圾进行收集与清运，保证生活垃圾对环境破坏力降到最低。因此生活垃圾对周围环土壤影响相对较小。

因此，预测采矿等生产活动对地下水环境的影响较轻。

(2) 土壤环境污染预测分析

矿山生产对土壤环境的污染风险地段主要为废石场。

1) 废石场对周边土壤污染预测分析

废石其堆放产生的浸出液对周边土壤污染较小。

2) 生活垃圾对土壤污染预测分析

建设排弃的固体废物主要为矿层上覆岩层剥离物、地面建筑物施工过程中排放的地基开挖弃渣、建筑垃圾和少量生活垃圾。固体废弃物如随意堆放将占压土地，雨水冲刷可能污染土壤，生活垃圾定点收集，在厂区内设置固定的生活垃圾堆存场地，定期外运至指定地点处置。因此生活垃圾对周围环土壤影响相对较小。

综上所述，预测矿山正常开采活动对水土环境污染为较轻。

5、土地资源损毁预测

(1) 土地损毁环节

在矿山生产各环节中，其中损毁土地的环节主要是拟建竖井、拟建风井、拟建工业场地、拟建废石场，其他场地贯穿矿山生产进行时的全过程。

(2) 土地损毁时序

综合分析矿山开采情况和开采计划，按开采时间顺序及其损毁土地方式可划分为基建和开采两个阶段。基建期矿山地面设施已经建成，矿山基建期为2年，损毁形式主要为压占和挖损。

生产期矿山在正常生产过程中对土地损毁主要为所产生的固体废物、工业场地、废石场等对土地的压占、挖损。生产期地下采矿可能引发地面塌陷。

表3-39 土地损毁时序表

(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3-27，地损毁程度评分界线见表3-28。

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。

现状场地单元中，2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、钻机平台（PT1-PT13）、矿区道路等单元，预测各个单元对矿区土地资源损毁程度评价结果与现状一致，不再重复赘述。

根据矿山开采特点和开采时序，结合《开采方案》总平面布置，矿山拟损毁单元还有预测地面塌陷区，占地总面积 37.1518hm^2 。其中，预测塌陷区 38.0066hm^2 。拟建竖井，占地面积为 0.018hm^2 。拟建风井，占地面积为 0.020hm^2 。拟建工业场地，占地面积为 0.1268hm^2 ，拟建废石场，占地面积为 0.1119hm^2 。拟损毁单元占地类型主要为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。各单元叙述如下：

1) 预测塌陷区

地下开采将形成采空区，预测塌陷区面积为 38.0066hm^2 ，最大沉降量为 4.7m ，平均沉降量 2.8m 。

2) 拟建竖井

场地面积 0.0018hm^2 。井口中心点坐标***，最低服务中段 853m ，提升高度 572m 。井底标高*** m ，井深 602m （包括 30m 井底水窝），井筒断面为圆形，规格为净直径 5m ，采用1个4#双层多绳罐笼配平衡锤提升，承担矿、废石、人员及材料的提升任务，兼作进风井，内设梯子间及照明，作为主要安全出口。

3) 拟建风井

场地面积 0.0020hm^2 。硐口坐标***，井底标高到第一中段 1362m ，井深 124m ，井口断面为圆形，净断面规格 $\Phi 3.0\text{m}$ 。主要承担矿区北翼回风任务，井筒内设置梯子间，作为应急安全出口。

4) 拟建工业场地

场地内进行地面硬化及建筑建设，面积 0.1268hm^2 。

5) 拟建废石场

场地占地面积 0.1119hm^2 ，设计未来堆积台阶高度小于 10m ，堆放坡度为自然休止角。

6、土地损毁程度评价

(1) 塌陷

预测塌陷区占地面积 38.0066hm^2 ，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、裸土地，对原有土地损毁程度为重度破坏。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、水土资源污染、生物多样性破坏、地质灾害等潜在风险。

(2) 挖损

拟挖损单元为拟建竖井、拟建风井，占地总面积为0.0038hm²。

叙述如下：

1) 拟建竖井

场地占地面积0.0018hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、其他草地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、生物多样性破坏等潜在风险。

2) 拟建风井

场地占地面积0.0020hm²，破坏土地地类类型为其他草地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、生物多样性破坏等潜在风险。

(3) 压占

拟压占单元为拟建工业场地、拟建废石场，占地总面积为0.2387hm²。叙述如下：

1) 拟建工业场地

场地占地面积0.12168hm²，破坏土地地类类型为乔木林地、其他草地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、生物多样性破坏等潜在风险。

2) 拟建废石场

场地占地面积0.1119hm²，破坏土地地类类型为其他林地、其他草地。土地损毁程度为中度损毁。存在地表形态景观破坏、土地资源退化、生物多样性破坏等潜在风险。

表3-40 拟损毁土地损毁程度评价表（塌陷）

表3-41 拟损毁土地损毁程度评价表（挖损）

表3-42 拟损毁土地损毁程度评价表（压占）

表3-43 拟损毁土地损毁程度综合评价表

拟损毁单元土地资源统计表见表3-44。

表3-44 拟损毁土地资源统计表

7、生态系统退化预测

（1）植被损毁

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，故预测塌陷区对植被损毁程度为“严重”。

其余场地单元预测植被损毁程度与现状一致。

（2）生物多样性丧失

预测塌陷区形成后，范围内大部分植被将被损毁，但形成的地表裂缝以及土层松动可供田鼠等暂栖，故预测塌陷区对生物丧失程度为“较严重”。

其余场地单元预测生物多样性丧失程度与现状一致。

（3）水土流失问题

预测塌陷区形成后，范围内大部分植被将被损毁，破坏了原始地表植被，植被涵养水源功能受到损毁，地表裸露区域面积增加，降水冲刷、风蚀等加剧表层土壤流失，加重水土流失问题，因此预测塌陷区对水土流失问题为“严重”。

其余场地单元预测水土流失问题与现状一致。

（4）水环境、土壤污染

根据本次方案的土壤检测报告，土壤各项指标浓度均低于《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）表1的标准限值的要求，因此，预测矿山的废石基本不会对周边地下水及土壤造成污染，未来废石淋溶水对周边地表水、地下水及周边土壤的污染较轻。

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。

（5）生态系统受损预测综合评价

评估认为矿区生态环境影响程度见表3-45。

表3-45 矿区生态环境影响程度表

四、问题诊断评价结论

（一）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：

①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；②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；

③坚持“就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

④坚持定性和定量相结合的原则；

⑤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。

（二）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3-46。矿区生态破坏程度综合评价图见图3-9。

表 3-46 损毁程度综合评价表
图 3-9 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、地质灾害防治技术可行性分析

矿山地质灾害主要为采矿活动引发地面塌陷地质灾害。目前存在的主要地质灾害问题是地面预测塌陷区。本次设计通过监测、预警措施，同时矿山后期按照开采设计规范化开采，能减小塌陷区塌陷发生塌陷等地质灾害的可能性。

根据实际经验来看，这一系列手段属常规性防治措施，具有较强的操作性，且能达到良好的防治效果，能有效减轻或避免地质灾害的威胁，技术上可行。

2、含水层防治技术可行性分析

根据含水层破坏现状分析与预测，采矿活动的含水层破坏主要为地下开采对含水层结构产生破坏，含水层弱富水性，导水性能较差，该含水层非区域重要含水层，且与区域重要含水层联系不密切。尤其是地下开采阶段，矿山应定期对地下水水位、水质进行监测。在结束开采后，以自然恢复为主，通过辅以土地复垦工程，能恢复采区内的水土涵养，对含水层的恢复能起到积极作用。

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

根据前文叙述，修复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。

本方案对地形地貌景观的修复措施为：

①对其工业场地采取硐口封堵、井筒回填、建筑物拆除、清运，切坡进行垫坡等工程措施；

②对雷管库、炸药库、供电室采取建筑物拆除、清理建筑垃圾、切坡位置垫坡、场地整平等工程措施；

③对废石场采取废石清运等工程措施；

④对矿区道路采取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，工程措施技术成熟、操作性强，在同类矿山生态修复中已有广泛应用。通过系统实施上述工程，可有效恢复地表形态、改善与周边地貌的协调性，控制水土流失，实现景观与生态功能的逐步恢复。

4、水土环境污染防治技术可行性分析

矿区水土环境污染相对较轻，废石淋溶水、生活污水对地表水环境影响较轻。采坑涌水、生活垃圾及生活用水集中处理，经处理达标后二次利用，用于道路洒水、绿化灌溉，对水土环境造成污染的可能性小，对水土环境的污染防治是可行的。

5、监测技术可行性分析

在区内布设监测工程，以人工测量、监测为主，对地下水水位、水质进行监测，对采集的地下水水样进行化验监测；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，防止矿山开采乱采乱挖以及废弃物的随意堆放。按监测路线进行监测。在边坡开展监测、预警工程，对边坡表面位移、内部水平及垂直位移、质点速度等数据进行监测，及时发现边坡失稳造成片帮、滑坡等地质灾害。

本项目拟采取的矿山地质环境治理工程技术相对成熟，施工难度一般，工程措施简单易实施、操作性强。

综上，矿山地质环境保护技术完全可行。

（二）经济可行性分析

本方案矿山地质环境治理工程设计合理，方便实施。本项目投资估算费用完全可以保障地质灾害治理、含水层破坏、地形地貌景观修复和土地复垦等工程顺利实施。

矿山地质环境治理的实施，有效消除或减轻治理区内地质环境问题的隐患，保证了矿区生产建设的正常发展，为企业经济快速发展和矿区职工生活提供了一个安全、良好的生活环境。有效改善区内生态环境质量，减轻对地质地貌景观的破坏，并在一定程度上恢复了原有地形地貌景观，使得区内部分土地使用功能得到良好利用。具有良好的、长远的环境效益，符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设，具有可观的经济效益。

矿山地质环境保护与治理恢复资金来源为企业自筹。矿山已建立了矿山地质环境治理恢复基金，按实际情况制定的规划方案，分期分批把规划资金纳入每个年度预算之中，并及时支付，确保各项规划工作能落实到位。坚持实行项目资金专款专用，项目实施过程中，对资金的提取、使用和落实情况进行监督，防止挤占、挪用或截留，确保专款专用，确保经费投资额度、资金流向和使用情况的真实性和有效性。

综上，矿山地质环境治理经济上是完全可行的。

（三）生态环境协调性分析

矿山及周边土地类型以林地、草地为主。区内无珍稀动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

矿山为地下开采，矿山生产产生的废石、工业场地、办公生活区、矿区道路等在生产活动中形成不同程度的挖损与压占，损毁了地表植被，破坏了原始地质环境。开采产生的粉尘、废水、垃圾等会使区域土壤的结构和肥力受到不同程度的损害；原始动植物生长和种群繁殖也会受到不良影响。

通过地质灾害防治及含水层、地形地貌景观、水土污染环境修复可将矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土资源，使被破坏的含水层及水土资源恢复。利用生态环境的可持续发展，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的，本项目植被恢复采用的物种为适宜当地生长的市场供应相对充足的草籽和树种，恢复土地类型基本为原地类。通过土地复垦相应措施的实施，基本保持了复垦后的植被与周边环境的一致性，有利于增加地表植被促进野生动物繁殖，减少水土流失，美化环境，改善生物圈的生态环境。

（四）土地复垦可行性分析

1、复垦责任区土地利用现状

复垦责任范围涉及地类主要为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路，土地损毁类型主要为挖损、压占、塌陷。复垦区内不涉及基本农田用地，不存在征用或租用基本农田现象。复垦区用地无土地权属纠纷，不存在土地权属无争议。

2、土地复垦适宜性评价

（1）评价原则

1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

土地复垦的方向确定必须严格依据自治区、赤峰市和宁城县等土地利用总体规划，并与当地的农业区划保持一致。

2) 因地制宜原则

在确定拟复垦土地的利用方向时,应根据评价单元的自然、区位条件等因地制宜确定其适宜性,不能强求一致,宜农则农,宜林则林,宜牧则牧。

3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

贯彻落实“十分珍惜和合理利用土地,切实保护耕地”的基本国策,复垦的土地耕地优先,但应综合考虑复垦的经济效益、生态效益和社会效益,确定最终的复垦方向。

4) 主导性限制因素与综合平衡原则

复垦土地在再利用过程中,限制因素很多,如积温、土壤质地、有效土层厚度、坡度、排灌条件等。评价是应根据复垦区自然状况和土地损毁情况,选择对复垦方向有决定性影响的主导性限制因素。同时,综合考虑自然、经济、社会等条件,进而确定拟复垦土地科学的复垦利用方向。

5) 复垦后土地可持续利用原则

土地复垦必须着眼于可持续发展原则,应保证所选土地复垦方向具有持续生产能力、防止掠夺式利用农业资源或二次污染等问题。

6) 经济可行、技术合理性原则

在充分考虑项目区生产承受能力的基础上,选择经济可行的技术,以最小的投入从拟复垦土地中获取最佳的综合效益。

7) 社会因素和经济因素相结合原则

待复垦土地的评价,一方面要考虑社会因素,如社会需要等。同时也要考虑经济因素,使确定的复垦方向经济可行。

(2) 评价依据

土地复垦适宜性评价在详细踏勘复垦区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁现状和预测程度分析的结果，依据《内蒙古县级土地利用总体规划编制规程》（DB15/T3367.1-2024）、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、地方性的复垦标准和实施办法等国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的办法，改善损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。

（3）评价方法

本次复垦方案选择综合指数法进行适宜性评价。首先在确定各参评因子权重的基础上，将每个单元针对各个不同适宜类所得到的各参评因子等级指数分别乘以各自的权重值，然后进行累加分别得到每个单元适宜类型（如宜林、宜草）的总分，最后根据总分的高低确定每个单元对各土地适宜类的适宜性等级。

（4）评价范围

依据《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011），评价范围为复垦责任范围。

（5）评价单元的划分

评价单元是在确定土地复垦初步方向的基础上进行划分的，划分的评价单元应体现单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异。依据上述原则，结合土地损毁类型分析，本方案评价单元共分为16个单元，分别为2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、矿区道路、钻机平台、拟建工业场地、拟建废石场、拟建风井、拟建竖井、预测地面塌陷区。

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

矿区属中温带半干旱大陆性季风气候，其特点是春旱多风，夏季酷热，降雨集中，秋季雨少霜期早。年平均降水量414.1mm，多集中于7、8、9月份。矿区山脉总体走向北西，矿区地貌类型为中山（I），包括中山（I）和山间沟谷（II）两种微地貌。矿区内最高点位于矿区西北部，海拔1630m，最低点位于矿区东南部，海拔1359m，相对高差271m，地形起伏较大，矿区地势陡峭，坡度在5-45°。

（2）矿区植被

矿区植被较发育，植被类型主要为木本植物为主，其次为草本植物。乔木主要为白桦、山杨、油松，其次为落叶松、山榆等，灌木主要为榛子、山杏等，草本植被主要有铁杆蒿、胡枝子、针茅、苔草、羊草、多叶隐子草等。

（3）土壤环境

矿区土壤主要为褐土，土层厚度一般0.2-1.0m，有机质含量在1-1.5%，全氮0.057%，PH值为7~8.5之间。土壤团粒结构发育不良，土质疏松多孔，垂直节理不发育，土壤有一定的抗蚀性和抗冲性。

2、矿区周边的生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为森林生态系统，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、草地为主，根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构较为单一。

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要为森林山体生态系统。

（1）森林生态系统

矿区周边分布自然生长的森林生态系统。树种多为白桦、山杨、油松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，发挥着保持水土、净化空气的生态作用。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，还能可净化周边空气，修复矿区自身生态，形成生态屏障。

（二）复垦修复方向

1、土地复垦适宜性评价

（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《宁城县国土空间规划（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。

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。

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3-47。

表 3-47 评价单元划分表

(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的自然条件进行比照，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，包括地形坡度、有效土层厚度、土壤有机质、土壤质地、损毁程度、降雨量、区位条件（道路设施）。各参评因素的分级指标见表3-48。

表 3-48 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：式中：

$R(j)$ —第 j 单元的综合得分；

F_i —第 i 个参评因子的等级指数；

W_i —第 i 个参评因子的权重值；

n —参评因子的个数。

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，加权值与复垦方向见表3-49。

表 3-49 加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3-50。

表 3-50 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3-51。

表 3-51 评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

依据适宜性等级评定结果，对于多宜性的评价单元，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，复垦方向为乔木林地。

（6）最终复垦方向确定

根据选定的参照生态系统为目标，结合宁城县国土空间规划、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《宁城县国土空间总体规划（2021-2035年）》，宁城县存金沟乡处于低山丘陵区，构建森林山体生态系统，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，复垦修复方向以林地为主。

依据适宜性等级评定结果，对于多宜性的评价单元，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，最终复垦方向结果见表3-52。

表3-52 评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

2、周边矿山生态修复工作案例分析

本项目以“***矿”作为周边案例进行分析，“***矿”位于***镇，距离本矿区约***km，与本矿山生态环境相近；该矿开采方式为地下开采，与本矿山开采方式一致，建设场地设置类似。且“***矿”为多年生产的老矿山，以往对矿区内部分场地开展了相应的治理复垦工作，取得了较好的效果。拟作为本矿山周边案例分析，参照及可比性较强。

（1）“***矿”治理工程实施情况

“***矿”前期对废石堆、2#废石场、2#尾矿库、料场、废弃平硐、风井工业场地堆坡、办公生活区周边区域、道路两侧进行了治理，采取的主要治理措施为封堵硐口、清运、整平、覆土、垫坡整形、植

树、种草等。完成治理面积约32329m²，完成清理工程量3260m³、石方整平849m³、土方整平849m³、覆土1415m³、垫坡整形2358m³、浆砌石封堵硐口3m³、种植松树12088株，撒播种草面积9630m²。对存在地面塌陷隐患的采空区设立监测标桩4个、并对其进行了监测。总投入资金约30万元。

(2) “***矿”治理工程效果

1) “***矿”废石堆边坡治理效果

“***矿”竖井工业场地西侧形成一处废石堆，废石堆积使景观破碎化，使其与周边自然景观不协调。矿山前期对废石堆边坡采取了清运、垫坡整形、覆土、恢复植被等措施，经整形后的边坡角约25-35°，与周边地貌景观协调性较好，植树区域覆土厚度约0.5m，植被选择松树，坑栽，株距2m，植被长势效果较好，较好的改善了景观效果。见照片3-29。

照片3-29 “***矿”废石堆边坡治理效果

2) “***矿”风井工业场地堆坡治理效果

“***矿”矿区中部建有一处风井工业场地，场地的建设、建筑物的压占，破坏地表植被，使其与自然景观不协调。矿山在生产期间采取了边开采边治理措施，对场地堆坡采取了整形、覆土、恢复植被，整形后的边坡角约30°，覆土厚度约0.3m，满足植被立地条件，撒播草籽选择羊草+披碱草，经后期管护，绿化效果较好，植被覆盖率较高，有效改善了景观异质性。见照片3-30。

照片3-30 “***矿”风井工业场地堆坡治理效果

3) “***矿”办公生活区治理效果

“***矿”北东部形成一处办公生活区，建筑物的压占使自然景观斑块化，与周边地形地貌景观不协调。矿山对办公生活区周边采取

了绿化措施，进行了植树种草，使破坏的生态得到一定的补偿，改善了景观突兀感。见照片3-31。

照片3-31 “***矿” 办公生活区周边绿化效果

4) “***矿” 矿区道路治理效果

“***矿” 现状已开拓道路总长2200m，路宽3~5m，占地面积8800m²。使自然景观条带化，与周边自然景观不相协调。矿山对矿区道路两侧采取了绿化种草措施，现状植被恢复效果较好，植被成活率高，美化矿区环境。见照片3-32。

照片3-32 “***矿” 矿区道路两侧绿化效果

5) “***矿” 2#废石场治理效果

“***矿” 矿区中部有一处2#废石堆，废石堆积使景观破碎化，使其与周边自然景观不协调。矿山前期对场地废石进行了部分清运、覆土、恢复植被等措施，经治理后植被长势较好，但部分场地覆土厚度较薄，废石残基裸露，影响整体景观效果。见照片3-33。

照片3-33 “***矿” 2#废石场治理效果

(3) 工程亮点与参考经验

1) 对废石场地边坡进行垫坡整形后，坡角控制在30° 左右，满足植被立地条件，与周边地形地貌景观协调性较好；

2) 生产期间实施边开采边治理措施，对破坏场地周边可复垦区域进行绿化美化，使破坏的生态得到一定补偿，并改善景观效果；道路两侧进行绿化，美化矿区环境，增加景观效果，本方案可以借鉴；

以上治理工程措施操作简单，安排合理，与本矿山情况符合，本矿山可以借鉴。

3、水土资源平衡分析

(1) 土方平衡分析

1) 需土量分析

根据测算，复垦方向为林地，复垦草地覆土厚度为0.5m，需要覆土的单元面积6.2390hm²。需土量31460.8m³。

2) 土源供应分析

《开采方案》未设计取土场，经与矿权人商定不足土源选择外购。

3) 供需平衡分析

矿山土地复垦需取土量为31460.8m³，矿山征地手续繁杂、难以办理，复垦不足土源选择外购，能够满足矿山土地复垦所需的土源。

根据上述内容，因矿山需要土方量较大，矿区范围内土层较薄，一般不足0.5m，不适宜设置取土场，因此本次设计外购土源对矿山各场地进行覆土，购买土方总量31460.8m³。外购土源地选择矿区附近3km的于家湾子村土源，购土量31460.8m³。

(2) 水资源平衡分析

①供水量分析

矿区内生产疏干排水量预估1994m³/d。年生产300d，年疏干排水量总量预估598200m³/d。可供选矿与矿区绿化用水。

②用水量分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为林地、草地，预测地面塌陷区的破坏面积为按预测面积的10%计算，因此地面塌陷坑实际复垦面积按3.8006hm²。矿区总复垦面积为6.2390hm²，根据《内蒙古自治区行业用水定额》（DB15/T 385-2025），生态用水定额。矿区总灌溉保证率75%，赤峰市定额值为2200m³/hm²。矿区总复垦面积为6.2390hm²，总灌溉年数为23年，则每年灌溉需水量为13725.8m³，每年春季返青期及秋季各进行灌溉1次，每次灌溉需水量为6862.9m³，矿区生产水满足灌溉需水量。

复垦季节选择春季，植物休眠期需水量少，有利于成活。鉴于林

地、草地生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，期间需经历3年时间，待复垦稳定后可转为依靠自然降水，所以初期灌溉用水均为矿区统一用水，灌溉方式为人工洒水。

（3）废石利用平衡分析

结合矿山实际情况。对4处废石场清运。堆存废石废渣共16318m³，加上拆除建筑垃圾280.2m³预计矿山终采后最终总废石量为61812m³。矿山现状加预测合计产生废石废渣及建筑垃圾共78410.2m³。

经计算，矿山设计可采矿石量约145.46万吨，矿石平均密度2.75t/m³，矿山至闭坑产生采空区回填量为525300m³，方案设计矿山地质环境治理回填需26713.98m³（其中包括预测地面塌陷区的回填量11401.98m³，若矿山未发生地面塌陷），垫坡需16200.47m³，总需求量568214.45m³。因此矿山现状加预测废石量不满足治理措施所需废石量，根据《开采方案》目前内蒙古萤润矿业有限公司拟与宁城存金矿业有限责任公司存金沟萤石矿签订废石购买协议，在其废石场购买废石。

（四）土地复垦质量要求

1、复垦单元划分及复垦标准制定依据

（1）国家及行业的技术标准

- ①《土地复垦条例》（2011年）；
- ②《土地复垦条例实施办法》（2013年）；
- ③《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。

（2）项目区自然、社会经济条件

土地复垦工作应依据项目区自然特点，遵循“因地制宜”的原则，复垦利用方向尽量与周边环境保持一致，采取合适的预防控制和工程

措施，使损毁的土地恢复到原生产水平和利用方向，制定的复垦标准应等于或高于周边相同利用方向的生产水平。

（3）土地复垦适宜性分析的结果

综上所述，根据国家及行业标准、项目区自然和社会经济条件以及土地复垦适宜性分析结果，将项目区复垦土地分为16个复垦对象，复垦方向主要为乔木林地。

2、土地复垦技术质量控制原则

（1）符合矿区土地利用总体规划及土地复垦相关规划；

（2）依据技术经济合理的原则，根据本地自然条件，按照“适地适树、适地适草”的原则，选择适宜当地生态环境的树苗作为主要复垦植被。

（3）保护土壤、水源和环境质量，防止水土流失，防止次生污染；

（4）坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

3、土地复垦质量要求

（1）复垦利用类型应与地形、地貌及周围自然环境和景观相协调；

（2）用作复垦场地覆盖材料不应含有害成分，如复垦场地含有害成分，应先处置去除。视其废弃物性质、场地条件，必要时设置隔离层后再行覆盖；

4、林地复垦标准

（1）土壤条件有效表土厚度不小于30cm，土壤质地以砂土和粉黏土为主，砾石含量不超过30%，有机质含量不小于1%；土壤 pH 值一般在5.5-8.5之间，控制土壤容量不超过1.5g/cm。若废石场等区域土壤偏酸或偏碱，需先改良至适宜范围。不宜风化废石堆场复垦为林

地时，覆土厚度需达0.5米以上。恢复后的各地类复垦标准需满足《土地复垦质量标准》（TD/T1036）要求。

（2）地形与防护：边坡需修整至稳定状态，坡度一般不超过25°；建有防洪设施，洪涝频率按20年一遇标准设计，防涝达一年一遇水平。对易滑坡区域，可搭配削坡开级、植草护坡等措施保障林地稳定。

（3）植被恢复：优先选用乡土树种，可采用草、灌、乔套种混播模式；造林施工三个月后植被率需达30%-50%，3年后造林成活率需超70%，郁闭度达到30%以上。

（4）特殊要求：若林地处于尾矿库等污染区域，需先设置隔离层，避免有毒有害物质影响树木生长，且不得选用会通过食物链富集污染物的树种。

表3-53 各个单元复垦标准参考表

5、后期管护标准

（1）管护对象

复垦后的林地及草地。

（2）管护质量标准

植物长势良好，无枯黄现象；病虫害控制在10%以下，不至成灾；及时清除枯死树木，补栽林木，无超过200m²以上的集中裸露地；防火措施得当，全年杜绝发生大的火灾事故，未发生过火面积超过1000m²的火灾；维持层次丰富、稳定的植物群落结构，维护良好的自然生态景观；林木间生长空间处理得当。

三、边开采、边修复可行性分析

1、技术可行性分析

矿山在开采过程中及时对采空区进行充填，实现对采空区的随采随填与地表变形的动态控制；依托开采废石等就地资源化利用，可同步开展土壤重构、边坡加固与植被恢复等地表修复工程。通过“开采

-监测-修复”一体化设计与分阶段实施，既能从源头控制地质灾害与生态破坏，又可通过固废资源化利用降低修复成本，符合绿色矿山建设与全周期生态管控的技术路径，在具备配套工艺设计、监测预警体系与管理机制的条件下，技术上完全可行。

2、经济可行性分析

“边开采、边修复”采用的技术措施成本较低，并且矿山按时足额缴纳地质环境恢复治理基金，资金来源有保障。从长远来看，“边开采、边修复”可以避免后期大规模环境治理，具有明细的经济合理性。

3、生态可行性分析

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。

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 3-54 矿区生态修复分区表

（三）分区描述

结合表3-54矿区生态修复分区表的单项评价结果与综合评价结论，按照重度区、中度区、轻度区的分类，对各修复单元的分区依据、核心特征及所属分区逐一明确，具体如下：

重度区

本区域包含1个修复单元，核心特征为地质环境影响严重、较严重、土地资源重度损毁、生态系统重度受损，综合评价均为重度。

1、预测地面塌陷区

该单元面积为38.0066hm²，地质环境影响程度为严重，土地资源损毁程度为重度，生态系统受损程度为重度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为重度。

该单元与部分4号废石场、钻机平台、矿区道路重叠。

重度区汇总：上述1个单元总面积为38.0066hm²，整体存在地质灾害风险、地形地貌损毁、土地重度损毁、植被严重损毁及水土流失加剧等核心问题，需重点开展地质灾害监测、地貌重塑与植被复垦工作。

中度区

本区域包含15个修复单元，核心特征为地质环境影响较严重、土地资源中度损毁、生态系统中度受损，综合评价均为中度。

1、2号平硐工业场地

该单元面积为 0.1157hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

2、3号平硐工业场地

该单元面积为 0.0204hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

3、4号平硐工业场地

该单元面积为 0.1193hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

4、2号废石场

该单元面积为 0.2230hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

5、3号废石场

该单元面积为 0.2047hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

6、4号废石场

该单元面积为0.3940hm²，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

7、供电室

该单元面积为0.0027hm²，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

8、雷管库

该单元面积为0.0080hm²，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

9、炸药库

该单元面积为0.0100hm²，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

10、矿区道路

该单元面积为0.6697hm²，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

11、拟建竖井

该单元面积为0.0018hm²，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

12、拟建风井

该单元面积为 0.0020hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

13、钻机平台

该单元面积为 0.0269hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

14、拟建废石场

该单元面积为 0.1119hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

15、拟建工业场地

该单元面积为 0.1061hm^2 ，地质环境影响程度为较严重，土地资源损毁程度为中度，生态系统受损程度为中度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为中度。

中度区汇总：上述15个单元总面积为 2.4915hm^2 ，整体存在地形地貌损毁、土地压占、挖损、植被较严重损毁及水土流失加剧等问题，需开展地貌重塑、植被恢复与土地复垦工作。

轻度区

本区域包含1个修复单元，核心特征为地质环境影响较轻、土地资源损毁程度较轻、生态系统轻度受损，综合评价均为轻度。

1、其他区域

该单元面积为 9.0622hm^2 ，地质环境影响程度为较轻，土地资源损毁程度为较轻，生态系统受损程度为轻度受损。经综合评价，该单元生态修复分区为轻度。

轻度区汇总：上述1个单元总面积为9.0622hm²，整体地质灾害风险极低、地形地貌与土地资源损毁程度较轻，生态系统受损程度轻微，仅需常规的植被恢复与土地养护措施即可实现生态平衡。

（四）生态修复范围

矿山生态修复范围为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地。根据问题识别诊断及受损预测综合评价结果，本矿生态修复范围为已损毁和拟损毁土地之和。据此确定矿山生态修复面积40.4981hm²。

主要生态修复分区主要拐点坐标见表3-55。

表 3-55 生态修复分区范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

根据《开采方案》平面布置情况，矿山生产期不再利用3号平硐工业场、2号废石场、3号废石场、4号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、钻机平台。

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-2044年12月），修复管护期即（2045年1月-2048年12月）。

根据生态修复可行性分析及矿山开采进度安排，确定生态修复分区的修复时序，矿区生态修复时序表见表3-56。

表 3-56 矿区生态修复时序表

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地安排

根据《宁城县三座店乡小梁子村萤石矿开采方案》（内矿审字〔2026〕012号），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2号平硐工业场地、4号平硐工业场地、拟建废石场、拟建工业场地、拟建竖井、拟建回风井、矿区道路，合计面积1.4315hm²。

二、用地拟复垦情况

评估区范围属于低中山区，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，复垦方向为乔木林地；复垦林地40.498hm²，注重生态环境的保护（复垦单元复垦大地类结构调整见表3-57）。

表 3-57 评价单元适宜性评价土地复垦结构调整表

表 3-58 评价单元复垦前后土地利用类型占补平衡统计表

表 3-59 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

根据宁城县发展和改革委员会、***、宁城县交通运输局、宁城县水利局、宁城县文化旅游体育局、宁城县工信和科技局、宁城县自然资源局、赤峰市生态环境局宁城县分局、宁城县林业和草原局出具的《关于查询宁城县三座店乡小梁子村萤石矿矿区范围有关情况的复函》，本次申请开采区域不涉及《矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的地区，包括：港口、机场、国防工程设施圈定地区以内；重要工业区、大型水利工程设施、城镇市政工程设施附近一定距离以内；铁路、重要公路两侧一定距离以内；重要河流、堤坝两侧一定距离以内；国家划定的自然保护区、重要风景区，国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地以及国家规定不得开采矿产资源的其他地区。

1、已损毁永久基本农田情况

矿区内目前建设的已有工程，包括2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、矿区道路、钻机平台均不占用永久基本农田。现状条件下矿区内不存在已损毁的永久基本农田。

2、拟损毁永久基本农田保护

根据2025年10月14日，宁城县自然资源局《关于内蒙古萤润矿业有限公司是否涉及永久基本农田等的复函》，经核查，该项目拟用地位置位于存金沟乡，用地面积32.4994公顷，拟用地范围与宁城县生态保护红线和城镇开发边界无重叠。该项目范围与永久基本农田范围无重叠。

二、表土剥离与植被移植利用

1、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。本方案设计在矿区及周边不设置取土场，在拟建废石场划出 0.03hm^2 ，拟建场地需要剥离表土则暂时堆放在拟建废石场中，采用机械运输的方式，在基建期内生态修复使用。

(2) 表土管护

由于本次表土堆积时间至少17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，采用对废石场四周设置挡土墙，并对废石场表面进行撒播草籽。

(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。

表4-1 表土处置工程汇总表

2、植被移植利用

拟建场地在表土剥离开展前，对原地表植物进行移植利用，并做好保护措施。

(1) 施工过程中洒水降尘，避免粉尘覆盖植被叶片影响光合作用。

(2) 植被重建优先选用乡土树种、耐贫瘠耐旱植物，搭配草本形成复合植被群落，提升稳定性。

(3) 结合表土改良，添加有机肥、微生物菌剂改善土壤肥力，采用喷播、客土种植等技术提高植被成活率。

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；确保安全预防措施落地见效。

2、矿山井下突水与防洪

矿山应按照水利部门、应急管理部门的要求，完善矿山突水防控体系，配备充足的排水设备，定期开展排水系统检修维护；生产前期及时进行矿山《隐蔽致灾因素普查报告》编写，知晓矿山采空区与老空水分布情况，明确水害位置，避免误入危险区；矿山生产开采期间做好超前探矿、探水工作。

矿山应按照水利部门、应急管理部门的要求，完善工业场地防洪排涝管控体系，配齐防汛物资与抽排水设备，汛期常态化开展场地沟渠、排水管网检修清淤；场地建设前期依据防洪标准优化竖向布局，摸清周边汇水、沟谷与塌陷裂隙分布，矿山运营期间常态化巡查边坡及井口挡水设施。

3、水土流失防治

矿山应按照水利部门、林草部门的要求，落实水土流失防治协同措施，在工业场地、废石场、矿区道路等区域布设挡水围堰、截排水沟等工程设施，减少地表径流冲刷；在裸露区域及时采取临时覆盖措施。

4、环境污染的预防措施

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。

5、矿山固废与疏干水的综合利用

矿山应按照自然资源部门、生态环境部门、水利部门的要求，推进矿山固废（废石、废渣等）综合利用，结合矿山生产需求及周边产业特点，制定固废综合利用方案，提高固废资源化利用率；对矿区疏干水进行规范处理，经处理达标后优先用于矿山生产、道路降尘及周边绿化，实现水资源循环利用。

6、生产与生活污水的处理

矿山应按照生态环境部门、水利部门的要求，建设、升级生产与生活污水处理设施，对洗矿废水、员工生活污水进行分类处理，确保处理后废水达到 GB 8978《污水综合排放标准》要求，实现达标排放或循环回用；规范污水处理设施运行管理，定期开展检修维护，确保设施稳定运行。

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0.5m左右分层应用木杠或夯石分层捣实，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、整形

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向协调，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。

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。拟复垦耕地的场地覆土厚度

不低于1.0m，旱地有效土层厚度不小于80cm，拟复垦林地的场地覆土厚度不低于0.5m，林地有效土层厚度不小于30cm，拟复垦草地的场地覆土厚度不低于0.3m，草地有效土层厚度不小于30cm。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、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

1、植被品种筛选

依据矿区现状生态系统类型，植物种类，参照周边生态系统，以及对矿区生态修复适宜性评价成果。

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。

根据以上特点，确定本次土地复垦方案植被品种乔木选择油松（备选杨树）。

2、恢复植被措施

对破坏区进行造林种草，根据“因地制宜，因害设防，适地适树”的原则选择优良乡土品种。根据矿山实地调查和征询当地民众意见，

确定本次土地复垦方案植被品种乔木选择油松（备选杨树）。

（1）种植乔木

购买来的苗木经运输至矿区必须及时进行种植，随栽植随挖取，栽植时幼苗根部要蘸上泥浆以减少根部在干燥空气中的暴露时间，增加根部土壤含水量。植树全部采用穴状整地栽植，苗木要求二年生，裸根；株间距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，栽植采用坑栽，种植穴方形，树坑大小为 $50\text{cm} \times 50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

3、提高地力措施

通过物理改良工艺，增施腐熟有机肥，如羊粪、堆肥，通过有机质分解产生有机酸，缓慢调节pH值，消除其不良影响，良土壤的性质，施用量为每公顷500kg，施肥应选择阴雨天进行，施用方式草地为撒施，林木则将肥料拌合于填土中，土壤培肥工程计入管护费用中。

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，巧妙布置林地，形成空间异质性高、层次丰富的“斑块-廊道-基质”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；再通过绿色矿山建设，与矿区文化共同提升。

4、绿色矿山建设：

根据《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24号）文件精神，以及《非金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0312-2018）等，结合矿山实际情况，制定技改扩建部分绿色矿山建设方案，推动矿山绿色低碳转型。

本次矿山建设严格按照绿色矿山建设标准。

矿区规划建设布局合理，标识、标牌等规范统一，清晰美观，矿区生产生活运行有序，管理规范。

矿山生产、运输、储存过程中做好防尘保洁措施，确保矿区环境卫生整洁。

生产过程中产生的废气、废水、噪声、废石产生的粉尘等污染物得到有效处置，达标排放。

充分利用矿区自然资源，因地制宜建设“花园式”矿山，矿区绿化覆盖率达到可绿化面积的100%，基本实现矿区环境天蓝、地绿、水净。

矿山在建设及生产过程中，认真落实环评报告书、矿区生态修复方案、水土保持等相关内容，保护矿区生态环境。切实履行矿区生态修复义务，做到资源开发利用方案、矿区生态修复方案同时设计、同时施工、同时投入生产和管理，确保矿区环境得到及时治理和恢复。

上述措施将协同推进，旨在将受损矿区建设成为一个与周边环境和谐共生、兼具生态效益与景观价值的生命共同体。

第三节 工程内容

本方案对2号平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、2号废石场、3号废石场、4号废石场、供电室、雷管库、炸药库、拟建工业场地、拟建风井、拟建竖井、拟建废石场、预测地面塌陷区、矿区道路、钻机平台（PT1-PT13）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乔木林地。

（一）预测地面塌陷区

预测地面塌陷区面积 38.0066hm^2 ，地面最大下沉深度为 4.7m ，平均下沉值为 2.8m ，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10%，即治理面积为 3.80066hm^2 。其矿山地质环境恢复治理及土地复垦工程为：

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。具体距离应根据现场边界实际情况而定。未来可根据实际情况对网围栏进行动态调整，本方案不再重复设置。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 150m 设置一个警示牌，总计20块。

图 4-2 警示牌设计示意图

3、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，避免治理区域出现高低不平的地段，石方整平

厚度设计0.3m，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 (hm ²)	回填量 (m ³)
2.3	0.5	3.80066	87415.18

4、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30cm；覆土工程量计算见表4-3，预计覆土运距1-1.5km。

表 4-3 覆土量估算表

覆土深度 (m)	面积 (hm ²)	覆土量 (m ³)
0.5	3.80066	19003.3

5、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积3.80066m²，工程量7601.2m³。

6、植被恢复

对覆土区域采取植被恢复措施，复垦方向如下：林地：设计恢复为乔木林地。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3.80066hm²。

7、管护

预测地面塌陷区治理期为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。预测地面塌陷区治理工程量见表4-4、图4-3。

表 4-4 预测地面塌陷区工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm ²)	工程措施						管护 (年)
		警示牌 (块)	网围栏 (m)	回填工程量 (m ³)	覆土工程量 (m ³)	土地平整 (m ³)	种乔木 (株)	
预测地面塌陷区	3.80066	20	2673	87413.8	19003.3	7601.2	7601	3

图 4-3 预测地面塌陷区治理效果剖面图

(二) 2号平硐工业场地

1、拆除

拆除场地内建筑物，高度为3m，面积为0.0078hm²，拆除量按容积的20%计，则工程量为 $78\text{m}^2 \times 3\text{m} \times 20\% = 46.8\text{m}^3$ 。

2、回填

利用拆除建筑固废及废石场内废石对平硐巷道回填，平硐长930m，回填深度50m，回填至距硐口2m处，巷道断面为2.2m×2m，回填量 $2.2\text{m} \times 2\text{m} \times (50\text{m} - 2\text{m}) = 211.2\text{m}^3$ 。

3、封堵

严格按照应急管理部门对平硐硐口封堵的要求，对2号平硐硐口进行封堵。

4、垫坡

利用拆除建筑固废及场地内废渣进行垫坡，使之与周围地形地貌景观最大限度的协调，垫坡后坡度应小于25°。根据 $Q_x = n \times L \times v$ （下同），式中：n为垫坡系数，根据周围矿山治理经验，系数取100%， Q_x 为垫坡方量(m³)，L为边坡长度，为24m；v为单位坡长垫坡方量，根据mapgis软件计算，取平均值19.17m³/m；工程量为460.08m³。

5、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $1157\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 578.5\text{m}^3$ 。

6、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积0.1157hm²，工程量231.4m³。

7、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松231株。

8、管护

2号平硐工业场地治理期为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。2号平硐工业场地治理工程量见表4-5、图4-4。

表 4-5 2号平硐工业场地工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施							管护 (年)
		拆除 (m^3)	回填 (m^2)	封堵 (个)	垫坡 (m^3)	覆土工 程量 (m^3)	土地 平整 (m^3)	种乔木 (株)	
2号平硐 工业场地	0.1157	46.8	211.2	1	460.08	578.5	231.4	231	3

图 4-4 2号平硐工业场地治理效果剖面图

(三) 3号平硐工业场地

1、回填

利用拆除建筑固废及废石场内废石对平硐巷道回填，平硐长860m，回填深度50m，回填至距硐口2m处，巷道断面为 $2.2\text{m} \times 2\text{m}$ ，回填量 $2.2\text{m} \times 2\text{m} \times (50\text{m} - 2\text{m}) = 211.2\text{m}^3$ 。

2、封堵

严格按照应急管理部门对平硐硐口封堵的要求，对3号平硐硐口进行封堵。

3、垫坡

利用拆除建筑固废及场地内废渣进行垫坡，使之与周围地形地貌景观最大限度的协调，垫坡后坡度应小于 25° 。根据 $Q_x = n \times L \times v$ （下同），式中： n 为垫坡系数，根据周围矿山治理经验，系数取100%， Q_x 为垫坡方量(m^3)， L 为边坡长度，为3m； v 为单位坡长垫坡方量，根据mapgis软件计算，取平均值 $23.85\text{m}^3/\text{m}$ ；工程量为 71.55m^3 。

4、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $204\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 102\text{m}^3$ 。

5、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 0.024hm^2 ，工程量 40.8m^3 。

6、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松40株。

7、管护

3号平硐工业场地治理期为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。3号平硐工业场地工程量见表4-6、图4-5。

表 4-6 3号平硐工业场地工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施						管护 (年)
		回填 (m^2)	封堵 (个)	垫坡 (m^3)	覆土工程 量 (m^3)	土地 平整 (m^3)	种乔木 (株)	
3号平硐 工业场地	0.0204	211.2	1	71.55	102	40.8	40	3

图 4-5 3号平硐工业场地治理效果剖面图

(四) 4号平硐工业场地

1、拆除

拆除场地内建筑物，高度为3m，面积为 0.0182hm^2 ，拆除量按容积的20%计，则工程量为 $182\text{m}^2 \times 3\text{m} \times 20\% = 109.2\text{m}^3$ 。

2、回填

利用拆除建筑固废及废石场内废石对平硐巷道回填，平硐长700m，回填深度50m，回填至距硐口2m处，巷道断面为2.2m×2m，回填量 $2.2\text{m} \times 2\text{m} \times (50\text{m} - 2\text{m}) = 211.2\text{m}^3$ 。

3、封堵

严格按照应急管理部门对平硐硐口封堵的要求，对4号平硐硐口进行封堵。

4、垫坡

利用拆除建筑固废及场地内废渣进行垫坡，使之与周围地形地貌景观最大限度的协调，垫坡后坡度应小于 25° 。根据 $Q_x = n \times L \times v$ （下同），式中：n为垫坡系数，根据周围矿山治理经验，系数取100%， Q_x 为垫坡方量(m^3)，L为边坡长度，为8m；v为单位坡长垫坡方量，根据mapgis软件计算，取平均值 $29.64\text{m}^3/\text{m}$ ；工程量为 148.2m^3 。

5、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $1193\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 596.5\text{m}^3$ 。

6、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 0.1193hm^2 ，工程量 238.6m^3 。

7、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松228株。

8、管护

4号平硐工业场地治理期为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。4号平硐工业场地工程量见表4-7、图4-6。

表 4-7 4号平硐工业场地工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施							管护 (年)
		拆除 (m^3)	回填 (m^2)	封堵 (个)	垫坡 (m^3)	覆土工 程量 (m^3)	土地 平整 (m^3)	种乔木 (株)	
4号平硐 工业场地	0.1193	109.2	211.2	1	148.2	596.5	238.6	228	3

图 4-6 4号平硐工业场地治理效果剖面图

(五) 2号废石场

1、清运

场地面积 0.2230hm^2 。场地内堆存的废石量约 2362m^3 ，清运废石渣做为3号平硐的平硐回填和场地垫坡的物源使用，工程量 2362m^3 。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 $2230\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 1115\text{m}^3$ 。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度 0.2m ，平整面积 0.2230hm^2 ，工程量 446m^3 。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松446株。

5、管护

2号废石场治理期为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。2号废石场工程量见表4-8、图4-7。

表 4-8 2号废石场工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施				管护 (年)
		清运 (m^3)	覆土工程量 (m^3)	土地 平整 (m^3)	种乔木 (株)	
2号废石场	0.2230	2362	1115	446	446	3

图 4-7 2号废石场治理效果剖面图

(六) 3号废石场

1、清运

场地面积 0.2047hm^2 。场地内堆存的废石量约 1829m^3 ，清运废石渣做为3号平硐工业场地的平硐回填和场地垫坡的物源使用，工程量 1829m^3 ，清运后地面坡度应小于 25° 。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 $2047\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 1023.5\text{m}^3$ 。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度 0.2m ，平整面积 0.2047hm^2 ，工程量 409.4m^3 。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松409株。

5、管护

3号废石场治理期为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。3号废石场工程量见表4-9、图4-5。

表 4-9 3号废石场工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施				管护 (年)
		清运 (m^3)	覆土工程量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	

3号废石场	0.2047	1829	1023.5	409.4	409	3
-------	--------	------	--------	-------	-----	---

(七) 4号废石场

1、清运

矿山开采预计排放废石方量 12127m^3 。清运清运至废石场，则清运工程量为 12127m^3 ，清运后地面坡度应小于 25° 。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为 0.5m ，覆土量为 $5381\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 2690.5\text{m}^3$ 。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度 0.2m ，平整面积 0.5381hm^2 ，工程量 1076.2m^3 。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，每坑1株，种植油松1076株。

5、管护

4号废石场治理期为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。4号废石场工程量见表4-10、图4-8。

表 4-10 4号废石场工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施				管护 (年)
		清运 (m^3)	覆土工程量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	
3号废石场	0.5381	12127	2690.5	1076.2	1076	3

图 4-8 4号废石场治理效果剖面图

(八) 供电室

1、拆除

拆除场地内建筑物，高度为3m，面积为0.0027hm²，拆除量按容积的20%计，则工程量为27m²×3m×20%=16.2m³。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为27m²×0.5m=13.5m³。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积0.0027hm²，工程量5.4m³。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择山油松，栽植油松株行距2m×3m，每坑1株，种植油松5株。

5、管护

供电室治理期为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。供电室工程量见表4-11、图4-9。

表 4-11 供电室工程量估算表						
治理单元	治理面积 (hm ²)	工程措施				管护 (年)
		拆除 (m ³)	覆土工程量 (m ³)	土地平整 (m ³)	种乔木 (株)	
供电室	0.0027	16.2	13.5	5.4	5	3

图 4-9 供电室治理效果剖面图

（九）雷管库

1、拆除

拆除场地内建筑物，高度为3m，面积为0.0080hm²，拆除量按容积的20%计，则工程量为80m²×3m×20%=48m³。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $80\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 40\text{m}^3$ 。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积0.0080hm²，工程量16m³。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距2m×3m，每坑1株，种植油松16株。

5、管护

雷管库治理期为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。雷管库工程量见表4-12、图4-10。

表 4-12 雷管库工程量估算表						
治理单元	治理面积 (hm ²)	工程措施				管护 (年)
		拆除 (m ³)	覆土工程量 (m ³)	土地平整 (m ³)	种乔木 (株)	
雷管库	0.0080	48	40	16	16	3

图 4-10 雷管库治理效果剖面图

(十) 炸药库

1、拆除

拆除场地内建筑物，高度为3m，面积为0.0100hm²，拆除量按容积的20%计，则工程量为 $100\text{m}^2 \times 3\text{m} \times 20\% = 60\text{m}^3$ 。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $100\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 50\text{m}^3$ 。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积0.0100hm²，工程量20m³。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距2m×3m，每坑1株，种植油松20株。

5、管护

炸药库治理期为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。炸药库工程量见表4-13、图4-5。

表 4-13 炸药库工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm ²)	工程措施				管护 (年)
		拆除 (m ³)	覆土工程量 (m ³)	土地平整 (m ³)	种乔木 (株)	
炸药库	0.0100	60	50	20	20	3

(十一) 拟建工业场地

1、表土剥离

基建期对拟建工业场地进行表土剥离，剥离后的运送至拟建废石场堆放，剥离量1061m²×0.5m=530.5m³。

2、切坡整形

近三年对拟建工业场地进行切坡降坡，使之形成规整的台阶式形态，切坡整形后边坡角度25° -35°，计算公式为 $Q_x=L \times v$ ，式中： Q_x 为切坡整形工程量（m³）；L为治理切坡长度；v为单位坡长切坡工程量（根据mapgis软件计算，取平均值1003.15m³/m）。垫坡整形工程量15m×1003.15m³/m=15047.25m³。

3、垫坡

利用拆除建筑固废及场地内废渣进行垫坡，使之与周围地形地貌景观最大限度的协调，垫坡后坡度应小于 35° 。根据 $Q_x=n \times L \times v$ （下同），式中： n 为垫坡系数，根据周围矿山治理经验，系数取100%， Q_x 为垫坡方量(m^3)， L 为边坡长度，为15m； v 为单位坡长垫坡方量，根据mapgis软件计算，取平均值 $1003.15m^3/m$ ；工程量为 $15047.25m^3$ 。

4、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $1061m^2 \times 0.5m = 530.5m^3$ 。

5、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 $0.1061hm^2$ ，工程量 $212.2m^3$ 。

6、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2m \times 3m$ ，每坑1株，种植油松212株。

7、管护

拟建工业场地治理期为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。拟建工业场地工程量见表4-14、图4-11。

表 4-14 拟建工业场地工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施						管护 (年)
		表土剥离 (m^3)	切坡 (m^3)	垫坡 (m^3)	覆土工 程量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	
拟建工业场地	0.1061	530.5	15047.25	15047.25	530.5	212.2	212	3

图4-11 拟建工业场地治理效果剖面图

（十二）拟建废石场

1、修筑挡渣墙

近三年：对拟建废石场下缘设置挡渣墙，设置挡渣墙长度87m，挡渣墙高度3m，顶宽0.8m，底宽1.8m。

2、清运

场地面积0.1119hm²。场地内堆存的废石量约61812m³，清运废石渣做为回填井筒或采空区和场地垫坡的物源使用，工程量61812m³。

3、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为1119m²×0.5m=559.5m³。

4、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积0.1119hm²，工程量23.8m³。

5、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距2m×3m，每坑1株，种植油松223株。

6、管护

拟建废石场治理期为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。拟建废石场工程量见表4-15、图4-12。

表 4-15 拟建废石场工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm ²)	工程措施				管护 (年)
		清运 (m ³)	覆土工程量 (m ³)	土地平整 (m ³)	种乔木 (株)	
拟建废石场	0.1119	61812	559.5	23.8	223	3

图 4-12 拟建废石场治理效果剖面图

(十三) 拟建竖井

1、表土剥离

基建期对拟建工业场地进行表土剥离，剥离后的运送至拟建废石场堆放，剥离量 $18\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 9\text{m}^3$ 。

2、回填

利用拆除建筑固废及废石场内废石对平硐巷道回填，回填深度500m，回填至距硐口2m处，巷道断面为 $2.2\text{m} \times 2\text{m}$ ，回填量 $2.2\text{m} \times 2\text{m} \times (500\text{m} - 2\text{m}) = 2191.2\text{m}^3$ 。

3、封堵

严格按照应急管理部门对竖井井口封堵的要求，对拟建竖井井口进行封堵。

4、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $18\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 9\text{m}^3$ 。

5、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 0.0018hm^2 ，工程量 3.6m^3 。

6、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松3株。

7、管护

拟建竖井治理期为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。拟建竖井工程量见表4-16、图4-11。

表 4-16 拟建竖井工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施						管护 (年)
		表土剥离 (m^3)	回填 (m^3)	封堵 (个)	覆土工程 量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	

拟建竖井	0.0018	9	2191.2	1	9	3.6	3	3
------	--------	---	--------	---	---	-----	---	---

(十四) 拟建风井

1、表土剥离

基建期对拟建工业场地进行表土剥离，剥离后的运送至拟建废石场堆放，剥离量 $120\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 10\text{m}^3$ 。

2、回填

利用拆除建筑固废及废石场内废石对平硐巷道回填，回填深度500m，回填至距硐口2m处，巷道断面为 $2.2\text{m} \times 2\text{m}$ ，回填量 $2.2\text{m} \times 2\text{m} \times (500\text{m} - 2\text{m}) = 2191.2\text{m}^3$ 。

3、封堵

严格按照应急管理部门对风井井口封堵的要求，对拟建风井井口进行封堵。

4、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土及量为 $20\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 10\text{m}^3$ 。

5、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 0.0020hm^2 ，工程量 4m^3 。

6、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松4株。

7、管护

拟建风井治理期为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。拟建风井工程量见表4-17、图4-13。

表4-17 拟建风井工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施						管护 (年)
		表土剥离 (m^3)	回填 (m^3)	封堵 (个)	覆土工程量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	
拟建风井	0.0020	10	2191.2	1	10	4	4	3

图 4-13 拟建风井治理效果剖面图

(十五) 矿区道路

1、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $9747\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 4873.5\text{m}^3$ 。

2、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 0.9747hm^2 ，工程量 1949.4m^3 。

3、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2\text{m} \times 3\text{m}$ ，每坑1株，种植油松1949株。

4、管护

矿区道路治理期为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。矿区道路工程量见表4-18。

表4-18 矿区道路工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施			管护 (年)
		覆土工程量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	

矿区道路	0.9747	4873.5	1949.4	1949	3
------	--------	--------	--------	------	---

(十六) 钻机平台

1、垫坡

利用拆除建筑固废及场地内废渣进行垫坡，使之与周围地形地貌景观最大限度的协调，垫坡后坡度应小于 25° 。根据 $Q_x=n \times L \times v$ （下同），式中： n 为垫坡系数，根据周围矿山治理经验，系数取100%， Q_x 为垫坡方量(m^3)， L 为边坡长度，为23m； v 为单位坡长垫坡方量，根据mapgis软件计算，取平均值 $12.83m^3/m$ ；工程量为 $295.09m^3$ 。

2、覆土

对场地进行覆土，设计恢复为林地，覆土厚度为0.5m，覆土量为 $531m^2 \times 0.5m = 265.5m^3$ 。

3、土地平整

场地覆土后开展平整工作，平整厚度0.2m，平整面积 $0.0531hm^2$ ，工程量 $106.2m^3$ 。

4、植被恢复

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，复垦为乔木，树种选择油松，栽植油松株行距 $2m \times 3m$ ，每坑1株，种植油松106株。

5、管护

钻机平台治理期为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。钻机平台工程量见表4-19。

表 4-19 钻机平台工程量估算表

治理单元	治理面积 (hm^2)	工程措施				管护 (年)
		垫坡 (m^3)	覆土工程量 (m^3)	土地平整 (m^3)	种乔木 (株)	
钻机平台	0.0531	295.09	265.5	106.2	106	3

工程量汇总结果如表4-20

表 4-20 矿山地质环境治理工程措施一览表

场地名称	治理面积 (hm ²)	工程措施										
		网围栏 (m)	警示牌 (块)	清运 (m ³)	拆除 (m ³)	回填 (m ³)	封堵 (个)	切坡/垫坡 整形 (m ³)	表土剥 离 (m ³)	覆土 (m ³)	土地平整 (m ³)	种植油松 (株)
预测地面塌陷区	3.80066	2673	20			87415.18				19003.3	7601.2	7601
2号平硐工业场地	0.1157				46.8	211.2	1	460.08		578.5	231.4	231
3号平硐工业场地	0.0204					211.2	1	71.55		102	40.8	40
4号平硐工业场地	0.1193				109.2	211.2	1	148.2		596.5	238.6	228
2号废石场	0.223			2362						1115	446	446
3号废石场	0.2047			1829						1023.5	409.4	409
4号废石场	0.5381			12127						2690.5	1076.2	1076
供电室	0.0027				16.2					13.5	5.4	5
雷管库	0.008				48					40	16	16
炸药库	0.01				60					50	20	20
拟建工业场地	0.1061							30094.5	530.5	530.5	2122	212
拟建废石场	0.1119			61812						559.5	23.8	223
拟建竖井	0.0018					2191.2	1		9	9	3.6	3
拟建风井	0.002					2191.2	1		10	10	4	4
钻机平台	0.0531							295.09		265.5	106.2	106
矿区道路	0.9747									4873.5	1949.4	1949
合计	6.23906	2673	20	78130	280.2	92431.18	5	31096.42	549.5	31460.8	14294	12569

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

1、地质灾害监测

针对矿山地质环境影响预测评估中可能引发的地质环境灾害的预测地面塌陷区进行监测。监测内容包括地面塌陷、地表变形（水平位移、垂直沉降）监测。

（1）监测点的布设

在预测地面塌陷区范围及临界位置布设地质灾害监测点，监测点间距不超过150m，本次布设21个监测点观测控制平面坐标及高程，位于预测地面塌陷区外稳定性较好的基岩区，共设置1处监测基准点。监测点需设永久性标石或标志，包括选点、实地标定、预制标石、挖坑、埋设标石或标志、量测高差、设置指示桩或指示盘等。埋设深度应不小于0.6m，中央设置螺纹钢刻记标记，以便于观测。

监测点坐标见表5-1。

表5-1 地质灾害监测点坐标表

（2）监测内容

在预测地面塌陷区外围取一固定监测点，对地下采空区地表可能发生地面塌陷地质灾害的地表情况进行监测，包括地面塌陷、地表变形情况。

（3）监测方法

监测方法采用人工肉眼巡视监测和设备（RTK全站仪、RTK）监测相结合的方法，由矿方确定2名专业监测人员，定时对采空区上方地表变形情况进行测量、记录、分析、总结、汇报。

监测采用四等测量精度，采用高精度全站仪或水准仪观测，主要测量垂直位移量，精度mm级。观测成果整理工作，包括计算和绘图两个部分，首先计算各观测点的高程和相邻两点之间观测线方向的水平距离；然后计算观测线各点的移动和变形值，并依此绘出相应的移动变形曲线图。局部移动监测采用人工测距法、测缝法。

（4）监测频率

监测频率每月进行一次，进入雨季（7、8、9三个月）要特别关注天气变化，增加监测次数（一月2次）。遇强降雨天气时，要24小时不间断监控，有情况及时向有关部门汇报并采取有效措施，每年15次，共计监测23年。

（5）技术要求

①RTK测量平面转换残差不大于图上0.1mm，高程差不大于图上1/10等高距；测量流动站观测时采用固定高度对中杆对中整平，观测大于5个；

②连续采集一组地形碎部点数据超过50个时重新进行初始化，并检核一个重合点。当检核点位坐标较差不大于图上0.5m时方可继续测量。

每次的观测应按表5-6做好记录，分析预测地表移动规律，及时进行地面塌陷地质灾害预警。

（6）监测时限

整个规划期，自2026年1月1日至2048年12月30日，共监测23年。

地表变形情况调差表见表5-2。

表5-2 地表变形情况监测表

矿区名称				天气	
记录点号					
仪器型号				测量人	
记录点坐标	X: Y: H:				
记录点情况	监测点原高程	本次测量高程	垂直变化情况	地表变化情况	其他情况说明

填表人：

审核人：

填表日期： 年 月 日

2、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、含水层水质变化，包括地下含水层的水位埋深、水位标高变化、水质分析内容（参照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）水污染监测主要项目为：pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫化物、氟化物、氰化物、石油类、铁、锰、铜、锌、铝、汞、砷、硒、镉、总铬、六价铬、铅、铍、硼、锑、钡、镍、钴、钼、银、铊、总 α 放射性、总 β 放射性）。

（2）监测点的布设

根据矿区水文地质条件、开采计划（采区、开采深度）及可能形成的导水通道（如断层、裂隙带、老窑积水区），构建“地面+井下”立体监测网。

①地面观测点选择矿山探矿时期施工的一处水文孔用于监测区域水位变化。

②井下观测点选择在未来主要开采水平（中段）的巷道、水仓入口、可能的突水危险点（如断层揭露点、顶底板富水区、探放水钻孔）设置水压、水量观测点，实时监测矿井涌水情况。

③排水口监测点：在矿井主、副水仓排水口及总排水口设置固定监测点，监测排水量、水质。

（3）监测方法

采取“自动化实时监测为主，人工定期观测为辅”相结合的方法。

①自动化监测：在关键地面观测孔和井下重点涌水点，安装自动化水位/水压、水温、流量传感器，数据实时传输至地面监控中心，实现24小时不间断监测和预警。

②人工观测：定期对自动化监测点进行比对观测，并对非自动化监测点（如临时钻孔、巷道渗水点）进行水位、水温、涌水量的人工测量。对主要出水点采集水样，进行水质化验。

③专项探测：在接近富水区、断层、老窑边界等高风险区域，采用物探

（瞬变电磁、直流电法等）、钻探（超前探放水钻孔）等手段进行补充探查和水文观测。

（4）监测频率

①地下水水位/水压监测要求

一般情况下，地面观测孔水位每月观测1-2次；井下观测点水压、水量每日观测1次。进入雨季（丰水期）、或采掘活动接近富水构造、或矿井涌水量发生异常变化时，必须加密观测频率，井下关键点应实现每小时或更短周期的实时监测。

②地下水水质、涌水量监测要求

矿井总涌水量应每日观测记录。水质监测：正常情况下，每季度在主要出水点（如矿井总排水口、含水层代表性出水点）采集水样1次，进行全分析或简分析。在雨季、开采揭露新含水层、或涌水量/水质发生突变时，应立即取样分析，并提高监测频率至每周或每日。分析项目除常规离子外，应根据矿区地质特点，重点关注可能存在的特征污染物（如pH、悬浮物、氟化物、CODCr、六价铬、氰化物、硫化物、汞、砷、铅、镉，铜、锌、石油类等）。

（5）技术要求

①数据记录与分析：每次监测必须做好详细记录，包括观测时间、地点

（坐标/标高）、水位/水压值、涌水量、水温、水质初步感官描述等。监测数据应及时录入数据库，定期（每月/每季）进行趋势分析，编制水文地质动态分析报告，评估突水风险。

②采样与送检：采集水样必须使用洁净的专用容器，按规定添加保护剂，

并清晰标注样品信息。样品应在24小时内送有资质的实验室检测，确保分析结果准确可靠。

③仪器校准与维护：所有自动化监测仪器和人工观测工具（如压力表、流量计）必须定期校准和维护，确保监测数据的精度和可靠性。

④预警响应：建立监测数据预警阈值（如水位陡变、涌水量骤增、水质突变），一旦监测值超过阈值，系统应立即报警，并启动应急预案，包括停止作业、撤人、加强探查等措施。

（6）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即2026年1月至2048年12月。

3、土壤污染监测

（1）监测内容

根据矿山问题识别结果，参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）的必测项目以及《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）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，包括锌、镍、铜、铅、砷、铬、镉、汞等。

（2）监测点的布设

重点布设在矿区拟建废石场周边的堆积土布设土壤采样点，设计2个监测点。具体坐标如表5-3。

表 5-3 土壤环境监测点坐标一览表

(3) 监测方法

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。

(4) 监测频率每年1次。

(5) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即2026年1月至2048年12月。

4、地形地貌景观及土地资源监测

(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

设置两条监测路线。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			
损毁土地面积（hm ² ）			
破坏土地利用类型			

监测内容	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2048年12月。

5、复垦效果监测

(1) 土地损毁监测根据项目土地损毁情况，采用实地勘测、现场测量等方法，并结合GPS、全站仪等测量技术，结合复垦区具体情况选取土地损毁监测指标，在矿山建设生产过程中应对挖损和压占的土地进行监测。监测过程中，对损毁面积、损毁地类、土壤等变化情况进行监测，应重点对尾矿库、选矿工业场地周边进行监测。此部分内容列入“矿山地质环境监测”内容之中。

(2) 土壤质量监测

监测对象为所有复垦单元，为保障土地复垦落实到位，切实确保土地质量达到土地复垦要求，在复垦过程及管护期对复垦土地地形坡度、有效土层厚度（林地0.3m）、土壤容重、PH 值、有机质含量、重金属含量等进行监测，为各单元设立监测措施。

根据矿山生产年限，确定的监测时间。由于地表单元数量较多，监测点布设时，采用选取特征因子进行布设监测点，在拟预测地面塌陷区、拟建工业场地工业场地各布设1个监测点，共计2处监测点。监测频率为每年1次，监测期限3年，按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166—2004）中采样方法进行采样。监测安排见表5-5。

表 5-5 土壤质量监测表

监测内容	监测频次（次·年）	样点持续监测时间
地面坡度	1	3

覆土厚度	1	3
PH	1	3
有效土层厚度	1	3
土壤质地	1	3
土壤砾石含量	1	3
土壤容重	1	3
有机质	1	3
全氮	1	3
有机磷	1	3
有机钾	1	3
土壤盐分含量	1	3
土壤侵蚀	1	3

(3) 复垦植被监测

复垦为有耕地、林地、草地的植被监测内容，选具代表性区域，用随机系统抽样法确定样方位置，GPS定位并标记边界。固定样地，按固定间隔重复调查，保持方法、指标一致，确保数据可比。选取2个监测点，监测频率1次/年，监测3年。

6、生态系统监测

(1) 气象要素指标监测

1) 监测内容

监测内容为：降雨量、蒸发量、空气温度与湿度、平均风速与最多风向、地面温度及浅层地温（5cm，10cm，15cm，20cm）、日照时数。

2) 监测点布设

在复垦区中心区域（代表性地点）和对照区（未受扰动的原生自然区域）各建立1个标准气象观测场。选址需远离高大建筑物和树木，下垫面均一、开阔。

3) 监测方法

自动气象站监测：核心方法。安装集成传感器，自动连续采集、存储和无线传输上述所有气象数据。

人工辅助观测：作为备份和校准手段。使用标准雨量筒、小型蒸发皿、干湿球温度计、风速风向仪、地面温度计等进行定期观测。

4) 监测要求

自动气象站需符合国家气象观测标准，定期（至少每季度1次）进行校准和维护。建立连续、完整的数据库，数据采集频率建议不低于1次/小时。

5) 监测期限、频率

监测时间为方案服务期2次/年，即2026年1月至2048年12月。

（2）水文要素指标监测

本矿区内及附近无地表径流，地下水监测按照上述矿山地质环境监测中含水层监测执行，以下不再赘述。

（3）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（林地：20m×20m），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（目测或照相机）、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，综合地面调查数据，通过收集生态系统生物量、植被覆盖度和水质等数据，评价森林、灌丛、草地和水质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2次/年，监测时间为方案服务期，即2026年1月至2048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、林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的管理，对受损乔木及时补种、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。

第三节 工程量

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

类别	监测项目	点位数量	频率	监测年限	工程量
			(点次/年)		(点次)
矿山地质 环境监测 工程	地面塌陷地质灾害监测	21	15	21	6615
	地形地貌景观	1	1	23	23
	水位监测	2	12	23	552
	水质、水污染监测	2	2	23	92
	土壤质量、土壤污染监测	2	1	23	46
土地复垦 监测	复垦效果监测	2	1	3	6
生态系统 监测	气象、水文、植物等	1	2	23	46
管护			1	3	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，分布实施，全面推进的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17年（2028年1月至2044年12月）、治理管护期4年（2045年1月至2048年12月），生态修复工作预计在2048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（2025年4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2025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）》的规定计取，宁城县属三类地区，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）》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宁城县2025年4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）》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）》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
5	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）》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》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。

（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) 竣工验收费

竣工验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、工程监理费和竣工验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3.0%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

价差预备费根据施工年限，以分年度静态投资为计算基数；按照国家发改

委根据物价变动趋势，适时调整和发布的年物价指数计算。计算公式：价差预备费= $\sum P \cdot [(1+i)^{(n-1)} - 1]$

式中：P—每年静态投资总额（元）

i—年工程造价增涨率（%）

n—方案服务年限（年）

结合项目自身特点及物价上涨指数，i 取 6%。

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

类别	监测项目	频率	单价（元）
矿山地质环境 监测工程	地质灾害监测	点次	500
	地形地貌景观	次	2000
	水质监测	点次	1300
	生态系统监测	点次	5000

（2）复垦监测和管护费

复垦监测：本方案复垦效果监测主要土地损毁监测、土壤质量监测、植被恢复效果监测。其中：土地损毁监测主要采用人工巡查监测，对评估区范围内进行区域监测，平均估算为400元/次；土壤质量检测共布设2处监测点，考虑人工、采样设施，监测以监测点计，平监测平均估算为600元/点次，复垦植被监测对评估区范围内复垦区域监测，2000元/点次。详见表6-11。

表 6-11 复垦监测单价表

类别	监测项目	频率	单价（元）
监测工程	土地损毁监测	次	400
	土壤质量监测	点次	600
	复垦植被监测	点次	1000

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、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。每年管护2次。本方案管护单价为800元/hm²。

三、经费估算

根据相关规定，已编制地貌重塑、土壤重构、植被重建、地质灾害防治工程、监测工程和管护工程等经费预算表（表6-12）。

表 6-12 矿区生态修复治理分项工程施工费估算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量		综合单价 (元)	合计 (万元)
一		地貌重塑工程					902.88
1	10196	表土剥离	m ³	549.5		16.99	0.93
2	10211	覆土	m ³	31460.8		35.11	110.46
3	10245	土地平整	m ³	14294		1.73	2.47
4	20346	石方回填	m ³	92431.18		30.01	277.39
5	20272	切坡/垫坡整形	m ³	31096.42		6.69	20.8
6	30039	拆除、清运	m ³	78410.2		62.28	488.34
7	应急要求	井口/硐口封堵	个	5		5000	2.5
二		植被重建工程					108.81
1	50002	栽植油松	株	15269		71.26	108.81
三		地质灾害防治工程					3.19
1	60009	警示牌	1块	20		81.88	0.16
2	60014	网围栏	m	2673		11.33	3.03
四		监测工程	年限	次数/年	监测点数		446.97
1		地面塌陷地质灾害监测	21	15	21	500	330.75
2		地形地貌景观	23	1	1	2000	4.6
3		水位监测	23	12	2	1300	71.76
4		水质、水污染监测	23	2	2	1300	11.96
5		土壤质量、土壤污染监测	23	1	2	1000	4.6
6		生态系统监测	23	2	1	5000	23
7		复垦效果监测	3	1	1	1000	0.3
五		管护工程		次数/年	面积 hm²		23.15
1		土地复垦管护	23	2	6.2921	800	23.15
总计							1485.00

表 6-13 矿区生态修复治理工程量表

工程措施		
类型	单位	工程量
网围栏	m	2673
警示牌	块	20
表土剥离	m ³	549.5
回填	m ³	16417.98
封堵	个	5
切坡/垫坡整形	m ³	31096.42
拆除、清运	m ³	78410.2
覆土	m ³	31460.8
生物措施		
种植乔木	株	15269
监测措施		
类型	监测年限	工程量
预测地面塌陷区	21	6615
土壤质量	23	46
水质监测	23	92
地形地貌景观	23	23
土地资源	23	46
生态系统	23	46

内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁子村萤石矿生态修复治理工程项目经费估算总费用为2990.05万元。其中：工程施工费为902.88万元；其他费用为147.81万元；预备费为1469.24万元；监测管护费为470.12万元。矿山地质环境治理工程经费估算见下表。

表 6-14 其他费用计算表金额 单位：万元

序号	费用名称	计算式	费用(万元)	各项费用占其他费用的比例(%)
1	前期工作费	(1) + (2) + (3)	71.81	48.58
(1)	项目可研论证费	$4 + [(工程施工费 - 500) \div (1000 - 500)] \times (6 - 4)$	7.94	5.37
(2)	项目勘测与设计费	$20 + [(工程施工费 - 500) \div (1000 - 500)] \times (39 - 20)$	57.43	38.85
(3)	项目招标代理费	$2.5 + (工程施工费 - 500) \times 0.4\%$	6.44	4.36
2	工程监理费	$10 + [(工程施工费 - 500) \div (1000 - 500)] \times (18 - 10)$	25.76	17.43
3	竣工验收费		31.60	31.38
(1)	工程验收费	$6.9 + (工程施工费 - 500) \times 1.1\%$	17.74	12.00
(2)	项目决算编制与审计费	$5 + (工程施工费 - 500) \times 0.9\%$	13.87	9.38
4	项目管理费	$7.5 + (工程施工费 + 前期工作费 + 工程监理费 + 竣工验收费 - 500) \times 1.0\%$	18.64	12.61
总计			147.81	100.00

表 6-15 监测费计算表

类别	监测工程	年限	次数/年	监测点数	综合单价(元)	费用(万元)
矿山地质环境监测工程	地面塌陷地质灾害监测	21	15	21	500	330.75
	地形地貌景观	23	1	1	2000	4.6
	水位监测	23	12	2	1300	71.76
	水质、水污染监测	23	2	2	1300	11.96
	土壤质量、土壤污染监测	23	1	2	1000	4.6
土地复垦监测	复垦效果监测	3	1	1	1000	0.3
生态系统监测	气象、水文、植物监测	23	2	1	50000	23.00
合计						446.97

表 6-16 管护费计算表

序号	费用名称	恢复面积	每公顷费用	管护次数/年	管护年数	小计(万元)
1	管护费	6.2921	800	2	23	23.15

表 6-17 预备费计算表金额单位: 万元

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	费率(%)	费用
1	基本预备费	1485.00	147.81	3	48.98
2	风险现金	1485.00	147.81	5	81.64
合计					130.62

表 6-18 价差预备费计算表

治理分期	年份	静态投资	系数 $(1+i)^{n-1}$	价差预备费	动态投资
基建期	2026.1-2027.12	195.67	2.06	7.65	203.32
开采期	2028.1-2044.12	372.3	16.82	492.54	864.84
治理管护期	2045.1-2048.12	917.03	12.02	838.43	1755.46
合计				1338.62	2823.62

表 6-19 矿区生态修复投资估算总费用

序号	工程或费用名称	预算金额(万元)	费率(%)
	1	2	3
一	工程施工费	902.88	30.20
二	其他费用	147.81	4.94
三	监测管护费	470.12	15.72
(一)	监测费	446.97	14.95
(二)	管护费	23.15	0.77
四	预备费	1469.24	49.14
(一)	基本预备费	48.98	1.64
(二)	风险金	81.64	2.73
(三)	价差预备费	1338.62	44.77
合计		2990.05	100

表 6-20 施工费单价分析表

定额编号：30039					单位：元/100m ³
工作内容：拆除、清理、堆放					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				4204.88
(一)	直接工程费				4050.94
1	人工费				934.77
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	14.8	63.16	934.77
2	材料费				
3	机械费				2998.19
	挖掘机1m ³	台班	3.6	832.83	2998.19
4	其它费用	%	3	3932.96	117.99
(二)	措施费	%	3.8	4050.94	153.94
二	间接费	%	5	4204.88	210.24
三	利润	%	3	4415.12	132.45
四	材料价差				1166.40
	柴油	kg	259.2	4.50	1166.40
五	税金	%	9	5713.98	514.26
合计					6228.24

定额编号：20272					单位：元/100m³
工作内容：装、运、卸、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				455.90
(一)	直接工程费				439.21
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	材料费				
3	机械费				294.88
	推土机 74kw	台班	0.47	627.41	294.88
4	其它费用	%	13.9	385.61	53.60
(二)	措施费	%	3.8	439.21	16.69
二	间接费	%	6	455.90	27.35
三	利润	%	3	483.26	14.50
四	材料价差				116.33
	柴油	kg	25.85	4.50	116.33
五	税金	%	9	614.08	55.27
合计					669.35

定额编号：20346					单位：元/100m ³
适用范围：石方清运、石方回填					
工作内容：装、运、卸、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2187.44
(一)	直接工程费				2107.36
1	人工费				78.10
	甲类工	工日	0.1	86.21	8.62
	乙类工	工日	1.1	63.16	69.48
2	材料费				
3	机械费				1992.00
	装载机 2m ³	台班	0.48	898.80	431.42
	推土机74kw	台班	0.22	627.41	138.03
	自卸汽车18t	台班	1.54	923.73	1422.54
4	其它费用	%	1.8	2070.10	37.26
(二)	措施费	%	3.8	2107.36	80.08
二	间接费	%	6	2187.44	131.25
三	利润	%	3	2318.68	69.56
四	材料价差				732.15
	柴油	kg	162.7	4.50	732.15
五	税金	%	9	3120.39	280.84
合计					3401.23

定额编号：10196					单位：元/100m³
适用范围：土方回填、土方削坡、表土剥离、一般覆土					
工作内容：挖装、运输、卸除、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1117.84
(一)	直接工程费				1076.92
1	人工费				50.53
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	0.8	63.16	50.53
2	材料费				
3	机械费				985.97
	装载机2m³	台班	0.24	898.80	215.71
	推土机59kw	台班	0.1	445.88	44.59
	自卸汽车20t	台班	0.7	1036.67	725.67
4	其它费用	%	3.9	1036.50	40.42
(二)	措施费	%	3.8	1076.92	40.92
二	间接费	%	5	1117.84	55.89
三	利润	%	3	1173.74	35.21
四	材料价差				350.46
	柴油	kg	77.88	4.50	350.46
五	税金	%	9	1559.41	140.35
合计					1699.75

定额编号：10211					单位：元/100m ³
适用范围：外购土源覆土					
工作内容：挖装、运输、卸除、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1327.72
(一)	直接工程费				1279.11
1	人工费				37.90
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	0.6	63.16	37.90
2	材料费				
3	机械费				1210.02
	装载机2m ³	台班	0.17	1084.62	184.39
	推土机59kw	台班	0.07	765.02	53.55
	自卸汽车20t	台班	0.77	1262.44	972.08
4	其它费用	%	2.5	1247.91	31.20
(二)	措施费	%	3.8	1279.11	48.61
二	间接费	%	5	1327.72	66.39
三	利润	%	3	1394.10	41.82
四	材料价差				409.86
	柴油	kg	91.08	4.50	409.86
五	材料费				1500.00
	土	m ³	100	15.00	1500.00
六	税金	%	9	1845.78	166.12
合计					3511.91

定额编号：10245					单位：元/100m ²
工作内容：推平土料					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				110.29
(一)	直接工程费				106.25
1	人工费				12.63
	甲类工	工日	0	86.21	0.00
	乙类工	工日	0.2	63.16	12.63
2	材料费				
3	机械费				88.56
	自行式平地机 118kw	台班	0.1	885.63	88.56
4	其它费用	%	5	101.20	5.06
(二)	措施费	%	3.8	106.25	4.04
二	间接费	%	5	110.29	5.51
三	利润	%	3	115.81	3.47
四	材料价差				39.60
	柴油	kg	8.8	4.50	39.60
五	税金	%	9	158.88	14.30
合计					173.18

定额编号：50002				单位：元/100 株	
工作内容：种树					
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	m ³	2.00	2.00	4.00
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：30013					单位：元/100m³
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

表 6-21 赤峰市宁城县2025 年 4 季度材料价格表

序号	材料名称	计量单位	单位（元）
1	锯材	m ³	1200
2	组合钢模板	kg	6
3	型钢	kg	3.8
4	卡扣件	kg	4
5	铁件	kg	6
6	预埋铁件	kg	6
7	电焊条	kg	3
8	柴油	kg	8.57
9	油松	株	50
10	沙棘	株	1
11	草籽	kg	60
12	水	m ³	2

表 6-22 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 1m ³	832.83	336.41	496.42	2	172.42	324.00	72	4.5
1010	装载机 2m ³	898.80	267.38	631.42	2	172.42	459.00	102	4.5
1013	推土机 59kw	445.88	75.46	370.42	2	172.42	198.00	44	4.5
1014	推土机 74kw	627.41	207.49	419.92	2	172.42	247.50	55	4.5
1021	拖拉机 59kw	518.32	98.40	419.92	2	172.42	247.50	55	4.5
4011	自卸汽车 5t	398.41	99.25	290.16	1.33	114.66	175.50	39	4.5
4016	自卸汽车 20t	1036.67	549.25	487.42	2	172.42	315.00	70	4.5

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6-20。

表 6-23 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. 1-2044. 12	17
治理管护期	第3阶段	2045. 1-2048. 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、预测地面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；
- 2、拟建工业场地进行表土剥离，切坡整形；
- 3、拟建竖井进行表土剥离；
- 4、拟建风井进行表土剥离；
- 5、钻机平台（PT1-PT13）进行切坡位置垫坡、覆土、整平、恢复植被；
- 6、2号废石场进行清运、覆土、整平、恢复植被；
- 7、3号废石场清运、覆土、整平、恢复植被；
- 8、4号废石场清运、覆土、整平、恢复植被；
- 9、废弃矿区道路进行覆土、整平、恢复植被；
- 10、3号平硐工业场地进行回填、封堵、垫坡、覆土整平、恢复

植被；

- 11、供电室进行拆除、覆土整平、恢复植被；
- 12、雷管库进行拆除、垫坡、覆土整平、恢复植被；
- 13、炸药库进行拆除、覆土整平、恢复植被；

（二）生产期实施阶段（2028.1-2044.12）

1、预测地面塌陷区：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被；

2、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；

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。

（三）治理管护期实施阶段（2045.1-2048.12）

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、矿区道路进行覆土整平、恢复植被；
- 2、2号平硐工业场地进行拆除、回填、封堵、垫坡、覆土整平、恢复植被；
- 3、4号平硐工业场地进行拆除、回填、封堵、垫坡、覆土整平、恢复植被；
- 4、拟建工业场地进行垫坡、覆土整平、恢复植被；
- 5、拟建竖井进行回填、封堵、覆土整平、恢复植被；
- 6、拟建风井进行回填、封堵、覆土整平、恢复植被；
- 7、拟建废石场进行清运、覆土整平、恢复植被；
- 8、预测地面塌陷区进行回填、覆土整平、恢复植被；
- 9、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6-24所示。

表 6-24 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	预测地面塌陷区	警示牌	块	20
		网围栏	m	2673
	拟建工业场地	表土剥离	m ³	530. 5
		切坡整形	m ³	15047. 25
	拟建竖井	表土剥离	m ³	9
	拟建风井	表土剥离	m ³	10
	钻机平台	垫坡整形	m ³	295. 09
		覆土	m ³	265. 5
		土地平整	m ³	106. 2
		种油松	株	106
	2号废石场	清运	m ³	2362
		覆土	m ³	1115
		土地平整	m ³	446
		种油松	株	446
	3号废石场	清运	m ³	1829
		覆土	m ³	1023. 5
		土地平整	m ³	406. 4
		种油松	株	409
	4号废石场	清运	m ³	12127
		覆土	m ³	2690. 5
		土地平整	m ³	1076. 2
		种油松	株	1076
2027. 1-2027. 12	废弃矿区道路	覆土	m ³	1579. 5
		土地平整	m ³	631. 8
		种油松	株	631
	3号平硐工业场地	回填	m ³	211. 2
		封堵	个	1
		垫坡整形	m ³	71. 55
		覆土	m ³	102
		土地平整	m ³	40. 8
		种油松	株	40
	供电室	拆除	m ³	16. 2
		覆土	m ³	13. 5
		土地平整	m ³	5. 4
		种油松	株	5
	雷管库	拆除	m ³	48
		垫坡整形	m ³	178. 3
		覆土	m ³	40
		土地平整	m ³	16
		种油松	株	16

治理时间	治理单元	工程措施		
	炸药库	拆除	m ³	60
		覆土	m ³	50
		土地平整	m ³	20
		种油松	株	20
2028.1-2044.12	评估区	监测管护		
2045.1-2048.12	2号平硐工业场地	拆除	m ³	46.8
		回填	m ³	211.2
		封堵	个	1
		垫坡整形	m ³	460.08
		覆土	m ³	578.5
		土地平整	m ³	231.4
		种油松	株	231
	4号平硐工业场地	拆除	m ³	109.2
		回填	m ³	211.2
		封堵	个	1
		垫坡整形	m ³	148.2
		覆土	m ³	596.5
		土地平整	m ³	238.6
		种油松	株	228
	拟建工业场地	垫坡整形	m ³	15047.25
		覆土	m ³	530.5
		土地平整	m ³	2122
		种油松	株	212
	拟建竖井	回填	m ³	2191.2
		封堵	个	1
		覆土	m ³	9
		土地平整	m ³	3.6
		种油松	株	3
	拟建风井	回填	m ³	2191.2
		封堵	个	1
		覆土	m ³	10
		土地平整	m ³	4
		种油松	株	4
	拟建废石场	清运	m ³	61812
		覆土	m ³	559.5
		土地平整	m ³	23.8
		种油松	株	223
	矿区道路	覆土	m ³	3294
		土地平整	m ³	1317.6
		种油松	株	1318
	预测地面塌陷区	回填	m ³	11401.98
		覆土	m ³	19003.3
		土地平整	m ³	7601.2
		种油松	株	7601

治理时间	治理单元	工程措施
	评估区	监测管护

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、预测地面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；

2、拟建工业场地进行表土剥离，切坡整形；

3、拟建竖井进行表土剥离；

4、拟建风井进行表土剥离；

5、钻机平台（PT1-PT13）进行切坡位置垫坡、覆土、整平、恢复植被；

6、2号废石场进行清运、覆土、整平、恢复植被；

7、3号废石场清运、覆土、整平、恢复植被；

8、4号废石场清运、覆土、整平、恢复植被；

9、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、废弃矿区道路进行覆土、整平、恢复植被；

2、3号平硐工业场地进行回填、封堵、垫坡、覆土、整平、恢复植被；

3、供电室进行拆除、覆土、整平、恢复植被；

4、雷管库进行拆除、垫坡、覆土、整平、恢复植被；

5、炸药库进行拆除、覆土、整平、恢复植被；

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、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；
- 2、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。

表 6-25 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	单价	小计	合计
									(hm ²)	(元)	(万元)	(万元)
1	第一年	见附表18	预测地面塌陷区	否	警示牌	块	20	林地	3.80066	81.88	0.16	217.57
					网围栏	m	2673			11.33	3.03	
			拟建工业场地		表土剥离	m ³	530.5	林地	0.1061	16.99	0.90	
					切坡整形	m ³	15047.25			6.69	10.07	
			拟建竖井		表土剥离	m ³	9	林地	0.0018	16.99	0.02	
			拟建风井		表土剥离	m ³	10	林地	0.002	16.99	0.02	
			钻机平台		垫坡整形	m ³	295.09	林地	0.0531	6.69	0.20	
					覆土	m ³	265.5			20.11	0.53	
					土地平整	m ³	106.2			1.73	0.02	
					种油松	株	106			71.26	0.76	
			2号废石场		清运	m ³	2362	林地	0.223	62.28	14.71	
					覆土	m ³	1115			20.11	2.24	
					土地平整	m ³	446			1.73	0.08	
					种油松	株	446			71.26	3.18	
			3号废石场		清运	m ³	1829	林地	0.2047	62.28	11.39	
					覆土	m ³	1023.5			20.11	2.06	
					土地平整	m ³	406.4			1.73	0.07	
					种油松	株	409			71.26	2.91	
			4号废石场		清运	m ³	12127	林地	0.5381	62.28	75.53	
					覆土	m ³	2690.5			20.11	5.41	
					土地平整	m ³	1076.2			1.73	0.19	
					种油松	株	1076			71.26	7.67	
			监测管护		监测管护							

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	单价	小计	合计
									(hm²)	(元)	(万元)	(万元)
2	第二年		废弃矿区道路		覆土	m³	1579.5	林地	0.3159	20.11	3.18	
					土地平整	m³	631.8			1.73	0.11	
					种油松	株	631			71.26	4.50	
			3号平硐工业场地		回填	m³	211.2	林地	0.0204	30.01	0.63	
					封堵	个	1			5000	0.50	
					垫坡整形	m³	71.55			6.69	0.05	
					覆土	m³	102			20.11	0.21	
					土地平整	m³	40.8			1.73	0.01	
					种油松	株	40			71.26	0.29	
					供电室	拆除	m³			16.2	林地	
			覆土			m³	13.5	20.11	0.03			
			土地平整			m³	5.4	1.73	0.01			
			种油松			株	5	71.26	0.04			
			雷管库		拆除	m³	48	林地	0.008	62.28	0.30	
					覆土	m³	40			20.11	0.08	
					土地平整	m³	16			1.73	0.01	
					种油松	株	16			71.26	0.11	
			炸药库		拆除	m³	60	林地	0.01	62.28	0.37	
					覆土	m³	50			20.11	0.10	
					土地平整	m³	20			1.73	0.01	
					种油松	株	20			71.26	0.14	
			监测管护									
3	第三年		监测管护	监测管护							21.90	

表 6-26 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 (hm ²)	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	费用 (万元)	实施时间			
1	预测地面塌陷区	见附表18	3.80066	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	警示牌	20	0.16	2026.1-2026.12	地质灾害监测	330.75	2026.1-2048.12			
					网围栏	2673	3.03							
2	拟建工业场地		0.1061	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	表土剥离	530.5	0.90							
					切坡整形	15047.25	10.07							
3	拟建竖井		0.0018	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	表土剥离	9	0.02							
4	拟建风井		0.002	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	表土剥离	10	0.02							
5	钻机平台		0.0531	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	垫坡整形	295.09	0.20							
					覆土	265.5	0.53							
					土地平整	106.20	0.02							
					种树	106	0.76							
6	2号废石场		0.223	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	清运	2362	14.71							
					覆土	1115	2.24							
					土地平整	446.00	0.08							
					种油松	446	3.18							
7	3号废石场		0.2047	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	清运	1829	11.39			地形地貌景观监测		4.6		
					覆土	1023.5	2.06							
					土地平整	406.40	0.07							

序号	生态修复区块	范围	生态修复面积 (hm ²)	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	费用 (万元)	实施时间
					种油松	409	2.91				
8	4号废石场	0.5381	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	清运	12127	75.53					
				覆土	2690.5	5.41					
				土地平整	1076.20	0.19					
				种油松	1076	7.67					
9	废弃矿区道路	0.3159	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	1579.5	3.18	2027.1-2027.12	水位监测	71.76		
				土地平整	631.80	0.11					
				种油松	631	4.50					
10	3号平硐工业场地	0.0204	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	回填	3775.2	0.63					
				封堵	1	0.50					
				垫坡整形	71.55	0.05					
				覆土	102	0.21					
				土地平整	40.80	0.01					
				种油松	40	0.29					
11	供电室	0.0027	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	16.2	0.10					
				覆土	13.5	0.03					
				土地平整	5.40	0.00					
				种油松	5	0.04					
12	雷管库	0.008	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	48	0.30			水质监测		11.96
				覆土	40	0.08					
				土地平整	16.00	0.00					
				种油松	16	0.11					

序号	生态修复 区块	范围	生态修 复面积 (hm ²)	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	费用 (万元)	实施时间
13	炸药 库		0.01	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	60	0.37				
					覆土	50	0.10				
					土地平整	20.00	0.00				
					种油松	20	0.14				
14	2平硐 工业 场地		0.1157	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	46.8	0.20	2028.1-2 044.12	土样监 测	4.6	
					回填	4083.2	11.56				
					封堵	1	0.50				
					垫坡整形	460.08	0.29				
					覆土	578.5	0.96				
					土地平整	231.4	0.04				
					种油松	231	1.65				
15	4号平 硐工 业场 地		0.1193	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	109.2	0.47				
					回填	3071.2	8.69				
					封堵	1	0.50				
					垫坡整形	148.2	0.09				
					覆土	596.5	0.99				
					土地平整	238.6	0.04				
					种油松	228	1.62				
16	拟建 工业 场地		0.1061	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	垫坡整形	15047.25	9.59		生态系 统监测	23	
					覆土	530.5	0.88				
					土地平整	2122	0.36				
					种油松	212	1.51				
17	拟建		0.0018	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	回填	2191.2	6.20				

序号	生态修复区块竖井	范围	生态修复面积 (hm ²)	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	费用 (万元)	实施时间
18	拟建风井		0.002	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	封堵	1	0.50				
					覆土	9	0.01				
					土地平整	3.6	0.01				
					种油松	3	0.02				
					回填	2191.2	6.20				
					封堵	1	0.50				
					覆土	10	0.02				
					土地平整	4	0.01				
					种油松	4	0.03				
					清运	61812	260.54				
19	拟建废石场		0.1119	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	559.5	0.93				
					土地平整	23.8	0.01				
					种油松	223	1.59				
					覆土	3294	5.45		管护工程	23.15	
20	矿区道路		0.6588	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	土地平整	1317.6	0.23				
					种油松	1318	9.39				
					回填	11401.98	32.27				
21	预测地面塌陷区		3.80066	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	19003.3	31.47				
					土地平整	7601.2	1.32				
					种油松	7601	54.16				

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

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，同时组织学习矿区生态修复等有关法律法规，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。

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

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，《内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁子村萤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，结合内蒙古萤润矿业有限公司实际情况，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《矿区生态修复方案》由内蒙古萤润矿业有限公司提供资金，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），内蒙古萤润矿业有限公司应立即建立“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：内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁子村萤石矿属内蒙古赤峰市地区，开采矿种为萤石，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（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

内蒙古萤润矿业有限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：内蒙古萤润矿业有限公司负责组织实施。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，确保项目的社会效益、环境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。

内蒙古萤润矿业有限公司应定期向宁城县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。

内蒙古萤润矿业有限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7日，方案编制人员在矿方代表的陪同下，对矿山的工业场地、废石场、供电室、雷管库、炸药库、矿区道路等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，确保被调查人员对及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，项目编制人员到项目区进行走访，组织方案讨论会，广泛征集小梁子村的村民委员会、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，调查对象为小梁子村各方代表，被调查人员文化程度以小学、初中和高中文化水平为主，年龄以35-50岁的中青年和50-60岁的中老年为主。

4、调查结果

方案编制人员走访了复垦工程涉及的单位和群众，并采取发放公众意见调查表的方式了解群众对本工程的意见，被调查人员大部分关注方案涉及的问题，对于该矿区项目，由于该矿山在当地进行了近十年的采矿活动，被调查人员中40%的受调查者表示对项目详细了解，60%的受调查者表示对项目知道。

对本项目持何种态度：100%的受调查者对该项目方案持支持态度，没有持反对意见。

对复垦区复垦利用方向的意愿：复垦林地意愿占100%。

采用以下哪几种土地复垦措施适合当地的实际情况：植被恢复占比70%，土地平整占比30%。

认为该项目对环境最突出环境影响：植被破坏占比50%，大气污染占比20%，水污染和固废污染占比30%。

认为当地植被恢复最适宜的品种有什么：油松占比70%。

希望土地复垦后所要达到的目标：60%的受调查者对希望比原生生态环境有所改善，40%的受调查者对希望恢复原貌。表示群众对土地复垦工作充满信心。

对本生态修复项目持何种态度：100%的受调查者对本生态修复项目持支持态度，没有持反对意见。这对于矿山生态修复工作的开展打下了良好的群众基础。

该项目在征用贵行政村土地方面是否存在争议：100%的受调查者认为不存在争议。

希望项目单位在进行复垦工作时从哪些方面有待改进：50%的受调查者认为土地复垦反面有待改进，50%的受调查者认为植被管护措施和水土流失防治有待改进。由此可见，群众参与土地复垦的监督有很高的积极性。

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的范围，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、内蒙古萤润矿业有限公司宁城县三座店乡小梁子村萤石矿矿区面积为***km²，开采标高为***m，开采矿种：萤石（普通）。开采方式为地下开采。

矿山拟申请采矿证面积由原***km²变为***km²；开采标高由原“***m”标高”扩大为“***m标高”；同时将生产规模由***万吨/年扩大为***万吨/年。

二、矿山总服务年限***年，基建期***年、治理复垦期***年、管护期***年，据此确定矿区生态修复方案服务年限为***年。即***。本方案的适用年限为5年，即***。

三、根据现有矿区范围、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地面塌陷区总面积38.0066hm²，中度受损区为2平硐工业场地、3号平硐工业场地、4号平硐工业场地、供电室、雷管库、炸药库、矿区道路、钻机平台、拟建工业场地、拟建废石场、拟建竖井、拟建风井、总面积2.1436hm²，轻度受损区为评估范围内其他区域总面积8.9348hm²。

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17年（2028年1月至2044年12月）、治理管护期4年（2045年1月至2048年12月），生态修复工作预计在2048年12月前结束。

（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、预测地面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；

2、拟建工业场地进行表土剥离，切坡整形；

3、拟建竖井进行表土剥离；

4、拟建风井进行表土剥离；

5、钻机平台（PT1-PT13）进行切坡位置垫坡、覆土、整平、恢复植被；

6、2号废石场进行清运、覆土、整平、恢复植被；

7、3号废石场清运、覆土、整平、恢复植被；

8、4号废石场清运、覆土、整平、恢复植被；

9、废弃矿区道路进行覆土、整平、恢复植被；

10、3号平硐工业场地进行回填、封堵、垫坡、覆土、整平、恢复植被；

11、供电室进行拆除、覆土、整平、恢复植被；

12、雷管库进行拆除、覆土、整平、恢复植被；

13、炸药库进行拆除、覆土、整平、恢复植被；

（二）生产期实施阶段（2028.1-2044.12）

1、预测地面塌陷区：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被；

2、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；

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。

（三）治理管护期实施阶段（2045.1-2048.12）

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、矿区道路进行覆土、整平、恢复植被；

2、2号平硐工业场地进行拆除、回填、封堵、垫坡、覆土、整平、恢复植被；

3、4号平硐工业场地进行拆除、回填、封堵、垫坡、覆土、整平、恢复植被；

4、拟建工业场地进行垫坡、覆土、整平、恢复植被；

5、拟建竖井进行回填、封堵、覆土、整平、恢复植被；

6、拟建风井进行回填、封堵、覆土、整平、恢复植被；

7、拟建废石场进行清运、覆土、整平、恢复植被；

8、预测地面塌陷区进行回填、覆土、整平、恢复植被；

9、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、生态系统、复垦效果进行全面检测，检测时限为2026年1月至2048年12月。植被管护面积为复垦的林地，总面积6.239hm²，管护时限为3年。

六、矿区生态修复工程总投资经费2990.05万元，其中工程施工费902.88万元，其他费用147.81万元，监测+管护费470.12万元，预备费为1469.24万元。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。