

赤峰市契丹矿业有限公司
热河营子饰面花岗岩矿
矿区生态修复方案

赤峰市契丹矿业有限公司

2026 年 5 月

赤峰市契丹矿业有限公司
热河营子饰面花岗岩矿
矿区生态修复方案

编 制 单 位：***

法 定 代 表 人：***

方案编制责任人：***

主 要 编 写 人：***

目 录

前 言	1
一、 编制目的	1
二、 服务年限	11
第一章 矿山基本情况	13
第一节 矿业权人基本情况	13
第二节 地理位置与区域概况	15
第三节 矿山开采历史及现状	16
第二章 矿区基础信息	27
第一节 矿区自然条件	27
第二节 社会经济概况	31
第三节 矿区地质环境背景	33
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	48
第五节 矿区生态状况	52
第六节 矿山及周边其它人类重大工程活动情况	59
第七节 矿区生态修复工作情况	61
第八节 矿区基本情况调查监测指标	68
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	69
第一节 问题识别与受损预测	69
第二节 生态修复可行性分析	106
第三节 生态修复分区及修复时序安排	125
第四节 采矿用地与复垦修复安排	131
第四章 生态修复措施与工程内容	135

第一节 保护与预防控制措施-----	135
第二节 修复措施-----	139
第三节 工程内容-----	146
第五章 监测与管护-----	163
第一节 监测目标与措施-----	163
第二节 管护目标与措施-----	172
第六章 工程部署与经费估算-----	175
第一节 总体部署-----	175
第二节 总体经费估算-----	177
第三节 阶段实施计划-----	192
第七章 保障措施与公众参与-----	203
第一节 保障措施-----	203
第二节 公众参与-----	207
第三节 效益分析-----	210
第八章 结 论-----	212

附图目录

附表目录

附件目录

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

矿权人赤峰市契丹矿业有限公司于2022年6月24日首次取得采矿许可证，矿山名称：赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿，目前为在建矿山。

2025年3月***编制《内蒙古自治区巴林左旗热河营子矿区饰面花岗岩矿资源储量核实报告》（***），《核实报告》对现有采矿权范围及其外围探矿权范围资源储量进行了核实，核实估算范围为***km²，资源储量标高为***m。

2026年2月，***编制了《赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿开采方案》（***），《开采方案》设计申请采矿许可证范围由***km²变更为***km²，开采标高***m变更为***m，生产规模为***m³/a（荒料）。

根据《中华人民共和国矿产资源法》、《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）的要求及相关法律法规和政策要求，采矿权人变更矿区范围，应当重新编制《矿区生态修复方案》，本方案为重编。

上期方案落实情况：2022年2月由***编制的《赤峰市契丹矿业有限公司巴林左旗隆昌镇古北口村热河营子饰面花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“上期方案”），方案适用年限为五年，自***至***日，现阶段方案尚在规划期。经现状调查，该矿山目前尚未生产，未按《开发利用方案》规划设计布局落实拟建场地的建设；对照上期方案近期治理工程实施计划，矿山虽完成了对界

外采坑、废石堆 2 的全部治理工程，但受覆土厚度不足，后期管护不到位等因素，植被群落未恢复；已实施废石堆 1 边坡的整形，对钻机平台（PT1）的绿化，存在地表裸露面积较大等问题，植被恢复效果欠佳；矿山开展深部探矿作业，形成多处损毁场地，期间对裸露边坡防护、废石堆存等治理防控措施滞后，原始地形地貌遭到不规则破坏。上期方案既定治理内容、治理范围、工程布局、植被恢复指标及防护体系已无法匹配矿山当前实际损毁现状与生态管控要求，上期方案相关治理规划、工程措施不再适用，需重新编制《矿区生态修复方案》。

由此，2026 年 3 月赤峰市契丹矿业有限公司委托***编制《赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿矿区生态修复方案》。矿区生态修复方案是采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动的总体部署和基本依据。本方案不代替相关工程勘察、工程设计等。

（二）编制目的

为减少或避免由矿山开采引发的生态环境、土地资源被破坏占用，降低矿区活动对生态系统的扰动，本着“预防为主、防治结合”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”、“在保护中开发、在开发中保护”、“边开采、边修复”的原则，编制《矿区生态修复方案》，切实保护并合理利用土地资源，系统开展矿区生态环境的系统性修复与风险管控，推动矿产资源开发与生态文明建设协调发展，为区域长远发展奠定生态基础。本方案服务于矿山采矿许可证的申办工作，为自然资源等主管部门对矿业权监督管理、验收评估提供基础依据，也为矿山环境治理恢复基金的计提、使用提供依据。

具体任务如下：

- 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、地质灾害发育现状及造成的危害，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、根据基础调查结果，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）。

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、矿山开采方案等相关资料，对矿区内地质环境

条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动相关的矿山地质环境问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，确定矿区生态修复影响范围。

（2）基础调查：采用***地形图（实测）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2.79km²，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，基本查明了生态区域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开展系统性水土污染调查、问题诊断与风险研判，严格按照生态调查技术规范开展水土污染分析工作。

本次于2026年4月和6月分别对矿区生态修复影响范围内的土壤及地下水开展环境现状采样检测调查，并委托具备有效CMA检验检测资质的***进行了样品的检测化验，本次共采集土壤样六个，分别位于试采工作面下游、露天采场西侧、露天采场南侧裸岩地下风向、废石堆下游草地、采场下游草地、林地；水质检测样1个，位于矿区外围居民水源井。综合水质检测结果分析结果可知，矿区地下水质量符合《地下水质量标准》III类标准要求；土壤检测结果分析结果可知，矿区土壤检测符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》要求。通过数据统计与现状评价，识别水土环境现状，为矿区水土污染防治及生态修复方案编制提供科学依据。

（4）生态系统调查范围

本次生态系统调查范围涵盖拟申请矿区范围、现状及预测采矿活动影响区范围。

（5）公众调查

本次公众调查范围覆盖矿区直接影响及周边敏感村落，事前在项目所在地公示项目概况、开采扰动范围、水土环境影响、生态修复措施及潜在环境风险等关键内容，保障公众知情权。公众参与人员应包括生态修复利益相关方（矿山企业、村组集体、土地权属人等）及相关利益群体。公众参与内容主要包括修复的意愿及其产生的影响，生态修复目标、标准，生态问题识别与诊断，拟采取措施技术，监测及管护等。听取公众意见采取座谈、现场问卷调查、走访、随机访谈相结合的方式。

调查期间开展了村民委员会、村民代表及当地农牧民的公众调查，全面收集群众诉求，收集公众参与相关资料等，同时发放问卷调查表 11 份，回收 11 份；调查结束后对所有问卷及访谈记录进行分类统计、汇总分析，梳理有效意见并逐条落实、反馈，将公众调查结论作为方案编制、措施优化及风险防控的重要依据，确保本次生态修复方案科学合理、贴合区域实际、符合民生需求。

（6）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（包括地质环境影响、土地资源和生态问题的现状问题和受损预测情况）和复垦修复适宜性评价（包括土地利用现状分析、土地损毁分析与预测）；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，项目组走访了附近隆昌镇古北口村、查干哈达苏木乡前召嘎查的当地村民，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《赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿矿区生态修复方案》。

项目组人员于 2026 年 3 月 23 日~2026 年 3 月 24 日进行野外踏勘并进行调研，对项目区矿山地质环境、土地资源及生态环境进行调查，收集相关的基础资料，通过室内资料整理与综合分析研究，确定了该项目采矿活动影响范围和土地复垦范围，并制定了矿区生态修复方案计划，主要方法如下：

①资料收集与分析

现场调查前收集了区、市、旗各级的国土空间规划，收集了上期地质环境保护与土地复垦方案、开采方案、核实报告、环境评价等报告、图纸及相关评审意见等原始资料；周边矿山以往《矿山地质环境治理方案》及其它相关资料；收集了与矿区相关的自然地理、地形地质、环境地质和水文地质等资料，对矿山情况进行了初步了解；收集地形地质图、土地利用现状图等图件作为本次项目工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

②野外调查

在已有资料分析的基础上，采用***地形图与总平面布置图为工作底图，结合“南方”（RTK）双频 GPS、照相机、无人机坐标测量，对调查对象进行定点调查、记录等方法，同时参考矿区总平面布置图、土地利用现状图等图件，对矿区进行综合地质调查。野外调查采取“线路穿越法”为主、“地质环境追索”相结合的方法进行，重点是开展地质地貌、地表灾害类型及活动特征调查，对地质环境问题点和主要

地质现象点进行观测描述、拍照，并利用“南方”（RTK）双频 GPS、无人机坐标测量结合地形地物定位。实地调查复垦区土壤、水文、生物多样性、土地利用、土地损毁、地形地貌、土地类型、土壤剖面、动植物组成、地表水系等；重点开展对矿山基本概况、矿山占用与损毁土地情况；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面；采集影像、图片资料，并做文字记录。

③室内资料整理及综合分析

a、矿山地质环境调查内容

矿山概况：矿山企业名称、位置、范围、相邻矿山的分布与概况；矿山设计生产能力、设计生产服务年限；矿产资源储量、矿床类型与赋存特征；矿山现状；矿山开拓、开采阶段布置、开采方式（方法）、开采顺序、固体废物与废水的排放与处置情况；矿区社会经济概况、基础设施分布等。

矿山自然地理：包括地形地貌、气象、水文、土地类型与植被等。

矿山地质环境条件：包括地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿山地质、不良地质现象、人类工程活动等。

探矿期间引发的不稳定地质体，包括地质灾害的种类、分布、规模、发生时间、发育特征、成因、危险性大小、危险程度等。

矿山探矿期间对地形地貌景观等的影响和破坏情况。

矿区含水层破坏，包括矿山探矿期间引起的含水层破坏及范围、规模、程度，及对生产生活用水的情况等。

矿山探矿期间对主要交通干线、水利工程、村庄、工矿企业及其他各类建（构）筑物等的影响与破坏。

已采取的防治措施和治理效果。

b、土地资源调查内容

区域土壤类型、土壤质量（包括有效土层厚度、土壤容重、土壤质地、砾石含量、土壤 pH 值、土壤有机质含量等）、水平衡、植被类型等。

区域土地利用现状，包括土地利用类型及附属配套设施情况等。

矿区土地损毁现状：损毁的土地类型、权属、面积、损毁时间、边坡高度、边坡坡度、压占物类型、压占物高度、土壤特征、是否涉及基本农田等。

矿区已复垦土地面积、地面坡度、平整度、复垦前后地类、复垦措施、复垦成本、复垦效果等，验收情况、是否继续损毁及损毁类型、是否有外来土源、生产力水平（包括种植植物的种类及其单位面积产量、覆盖度、郁闭度、定植密度等）。

拟损毁土地位置、权属、面积、拟损毁时间、现状利用类型、主要植被类型、生产力水平和土壤特征等。

区域周边矿山复垦措施、复垦土地类型和效果等。

c、公众参与

矿山实地调查完毕后，至附近的村庄走访了当地村民、自然资源主管部门、土地权属者，了解矿区周边矿山分布情况及当地自然地理状况、对于矿区生态修复的意见等。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。

d、报告编写和图件编制

在综合分析研究现有资料和现场调查的基础上，按规范要求编制所需图件，以图件形式反映矿山地质环境问题的分布、危害程度、土地复垦规划和治理工程部署，提出了矿区生态保护、预防和治理及土地复垦技术措施，安排了生态修复工程，制定了矿山生态修复监测工作方案。并按规范要求编制了《矿区生态修复方案》。

（2）完成工作量

本次完成的工作量详见表 0-1。

表 0-1 矿区生态修复方案编制工作量统计表

（四）编制依据

1、法律

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日修订）；

(2) 《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月26日第三次修正)；

(3) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年4月24日修订)；

2、行政法规、部门规章、国务院规范性文件

(1) 《中华人民共和国矿产资源法实施条例》(2026年5月9日国务院第85次常务会议通过，自2026年6月15日起施行)；

(2) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》(中华人民共和国国务院令 第743号，2021年7月2日第三次修订)；

(3) 《地质灾害防治条例》(2003年11月19日国务院第29次常务会议通过)；

(4) 《土地复垦条例》(2011年2月22日国务院第145次常务会议通过)；

(5) 《土地复垦条例实施办法》(2019年7月16日自然资源部第2次部务会议修正)；

(6) 《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、地方性法规、地方政府规章及政策文件

(1) 《内蒙古自治区地质环境保护条例》(内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第55号 2021年7月29日修正)；

(2) 《内蒙古自治区生态环境保护条例》(2024年11月28日内蒙古自治区第十四届人民代表大会常务委员会第十三次会议通过)。

(3) 《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)；

(4) 内蒙古自治区财政厅、自然资源厅和生态环境厅制定《内

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）；

4、技术规范及规程

- (1) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》
(DZ/T0223-2011)；
- (2) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068 2022）；
- (3) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T43933-2024)；
- (4) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》
(GB/T43935-2024)；
- (5) 《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- (6) 矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）；
- (7) 《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）。
- (8) 《生态系统评估生态系统格局与质量评价方法》（GB/T 42340-2023）；
- (9) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- (10) 《全国生态状况调查评估技术规范生态问题评估》（HJ 1174-2021）；
- (11) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (12) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- (13) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (14) 《矿区地下水监测规范》（GZ/T 0388-2021）；

(15) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》。

5、技术资料

(1) 2022 年 2 月***编制的《赤峰市契丹矿业有限公司巴林左旗隆昌镇古北口村热河营子饰面花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***）；

(2) 2025 年 12 月***编制的《内蒙古自治区巴林左旗热河营子矿区饰面用花岗岩资源储量核实报告》(***号)及其评审意见书(***);

(3) 2026 年 2 月***编制的《赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿开采方案》及其评审意见书（***）；

(4) 全国第三次土地利用现状调查资料（***）及巴林左旗 2024 年国土变更调查数据；

(5) 内蒙古自治区巴林左旗热河营子饰面花岗岩矿矿区遥感影像图；

(6) 《内蒙古自治区生态功能区划报告》；

(7) 《赤峰市生态环境功能区划报告》***；

(8) 《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》；

(9) 《巴林左旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

(10) 《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

(11) 《赤峰市生态环境保护“十四五”规划》；

(12) 赤峰市巴林左旗气象资料；

(13) 《房屋租赁合同》；

(14) 矿山采掘计划及提供的其他资料。

二、服务年限

（一）矿山生产服务年限

根据 2026 年 2 月***编制的《赤峰市契丹矿业有限公司热河营子

饰面花岗岩矿开采方案》及其评审意见书（***），推荐生产规模为***立方米/年（荒料），矿山总服务年限为34年（含1年基建期）。

（二）方案服务年限

现采矿证有效期为2022年6月24日至2042年6月24日，根据《矿产资源法》及相关规定，“大型矿山采矿权有效期限最长不超过30年”及矿权登记管理部门要求，且考虑如采矿权到期后不延续，本次矿山生产服务年限按现采矿权剩余有效期16年计；依据《金属矿山土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）10.2 矿山后续管护期一般宜为3年-5年，潜在污染风险高和较高的以及生态脆弱区后续管护时间宜为6年-10年，本方案计划后续生态修复管护期为6年，据此确定，本方案服务年限为22年，即自2026年7月至2042年6月，方案基准年为2026年7月，方案基准期以自然资源部门批准该方案之日算起（通过审查的公告日）。

采矿权有效期内，矿山严格实行“边开采、边修复”管控要求，按照随开采进度同步开展阶段性生态修复工作。已评审通过的矿区生态修复方案，涉及采矿权延续、《开采方案》重大变更（矿区范围、开采方式、规模、布局、工艺调整）等情形需重新编制方案；矿山涉及用地（含林草地）范围、使用期限、损毁类型变化应当于取得相关批准文件后半年内进行方案修编，并报相关部门备案。采矿权到期不予延续的，全面实施生态修复区的终期治理，完成剩余工程收尾、场地清理与终期修复，落实生态管护，保障修复成效稳定达标。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿业权人基本概况

矿业权人赤峰市契丹矿业有限公司成立于 2013 年 12 月，注册地址：***，法定代表人：***，企业类型：有限责任公司，经营范围：建筑装饰用石开采、加工、销售。

矿权人赤峰市契丹矿业有限公司，名下同时持有 1 个采矿权（采矿许可证号：***）及 1 个探矿权（探矿权登记证号为***）。

矿业权人正在申请将采矿权、探矿权进行资源整合，现采矿权、探矿权及拟申请变更后采矿权基本情况如下：

二、矿业权基本概况

（一）现采矿权情况

赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿首立时间为 2022 年 6 月，现持有采矿许可证信息如下：

采矿证号：***；

采矿权人：赤峰市契丹矿业有限公司；

矿山名称：赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿；

经济类型：有限责任公司；

开采矿种：饰面用花岗岩；

开采方式：***；

生产规模：***立方米/年；

矿区面积：***km²；

有效期限：***；

开采深度：***m。

（二）探矿权设置情况

探矿权的首立时间为2017年12月28日，由原内蒙古自治区国土资源厅发证。探矿权人：赤峰市契丹矿业有限公司；探矿权登记证号：***；探矿权人地址：巴林左旗林东东城区上京路南段；勘查项目名称：巴林左旗隆昌镇古北口村热河营子饰面花岗岩矿普查；图幅号：***；勘查面积：***km²。

2020年10月26日，矿权人赤峰市契丹矿业有限公司延续变更勘查许可证，由赤峰市自然资源局发证。探矿权人：赤峰市契丹矿业有限公司，探矿权登记证号：***；探矿权人地址：巴林左旗林东东城区上京路南段；勘查项目名称：巴林左旗隆昌镇古北口村热河营子饰面花岗岩矿详查；图幅号：***；勘查面积：***km²。

矿权人于2021-2022年在探矿权范围进行了勘查工作，并对局部进行转采，转采面积为***km²。转采后于2022年7月探矿权人对局部转采后的勘查许可证进行保留，在办理过程中发现勘查许可证北侧占用基本农田（即现有勘查许可证***号拐点），面积为***km²。在办理过程中一并剔除，因此，经剔除转采的采矿权范围及压占基本农田范围后的现有勘查许可证面积为***km²。探矿权人：赤峰市契丹矿业有限公司；探矿权登记证号：***；探矿权人地址：***；勘查项目名称为巴林左旗隆昌镇古北口村热河营子饰面花岗岩矿详查；图幅号为***；有效期限：***至***日。勘查许可证范围由***个拐点圈定，其中剔除区由***个拐点圈定，勘查面积为***km²。

（三）拟申请变更采矿权情况

2025年12月***编制了《内蒙古自治区巴林左旗热河营子矿区饰面用花岗岩矿资源储量核实报告》，备案文号（***），《核实报告》对现有采矿权范围及探矿权范围矿体进行进一步核实，核实资源储量面积***km²，资源储量标高***m。

2026年2月***编制了《赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿开采方案》（备案文号：***）以下简称“《开采方案》”，《开采方案》拟将开采标高由***m 变更为***m，开采面积由***km² 变更为***km²。

拟申请采矿许可证主要信息如下：

采矿证号：***；

采矿权人：赤峰市契丹矿业有限公司；

矿山名称：赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿；

经济类型：有限责任公司；

开采矿种：饰面用花岗岩；

开采方式：***；

生产规模：***立方米/年；

矿区面积：***km²；

开采深度：***。

第二节 地理位置与区域概况

一、地理位置

（一）位置

赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿位于内蒙古自治区巴林左旗政府所在地林东镇南***方向直距 15km 的古北口村境内，行政区划隶属于巴林左旗隆昌镇。极值地理坐标：

东经：***；

北纬：***。

矿区中心点平面直角坐标：***。

（二）交通

矿区北距集通铁路林东站直距约 15km，运距约 18km；北距省际通道（S105）直距离约 4km，运距约 5km；西距国道 G305（庄河-西乌珠穆沁旗）直距约 6km，运距约 8km，其间有砂石路和县道与之相通，交通较便利（详见交通位置图 1-1）。

图 1-1 交通位置图

二、区域概况

1、流域水文：矿区北东约 17km 处的乌力吉木仁河，属西辽河水系一级支流新开河的左岸支流，由北向南穿过巴林左旗。矿区及周边无常年性地表径流及水体，仅在雨季沟谷内形成短暂洪流。一部分沿山间沟谷排泄至区外主沟，沿主沟向东、向北径流，最终排泄至矿区北东约 17km 处的乌力吉木仁河。

2、周边居民点：距离矿区最近的居民点为矿区界外北约 1km 的由古北口村下的热河营子村民组。

3、相邻矿山：矿区周边 10km 内总计设置矿业权***处。其中采矿权***处，探矿权***处，相邻矿山开采对本矿山无影响，不存在共用，无矿业权方面纠纷。

4、大型设施：矿区附近无铁路、高等级公路和其他较重要交通设施；无风景名胜区、水源保护区、地质遗迹；无大型电力、水利等重要国民经济建筑设施。不存在影响矿区生态修复目标及标准的基础设施。

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

（一）采矿权沿革情况

2022 年 6 月 24 日，赤峰市自然资源局首次为赤峰市契丹矿业有限公司颁发了采矿许可证，赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花

岗岩矿自取得采矿许可证一直至今，采矿权证载信息未发生变化。

(二) 矿区开采历史

矿山建矿至今一直未开采，期间对矿区范围矿体做了进一步探矿，探矿期间在矿区 1 号矿体开挖一处采坑试采点，采集荒料，根据 2025 年 12 月编制的《核实报告》，荒料采集量约***m³。

二、矿山开采现状

(一) 矿区开采范围

1、矿业权范围及拐点坐标

(1) 现矿区范围

赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿首立时间为 2022 年 6 月，现持有采矿许可证面积***km²，矿区范围由***个拐点圈定，各拐点坐标及开采标高详见表 1-1。

表 1-1 采矿权范围拐点坐标一览表

(2) 拟申请矿区范围

根据《开采方案》矿区范围（申请开采区域）由***个拐点组成，面积为***km²，开采标高***m；拟申请开采区域平面范围全部位于资源储量估算范围内，拟申请开采区范围包含了现有采矿许可证平面范围；露天剥离范围与拟申请开采区域平面范围一致，最低标高为资源储量估算最低标高***m，最高标高至地表；平面范围均位于采矿权及探矿权范围内。各拐点坐标及开采标高详见表 1-2。

表 1-2 拟申请采矿权范围拐点坐标一览表

(3) 探矿权范围

探矿权的首立时间为 2017 年 12 月 28 日，一直延续变更至今，现探矿权登记证号：***；现勘查许可证范围由***个拐点圈定，其中剔除区由***个拐点圈定，勘查面积为***km²。各拐点坐标见表 1-3。

表 1-3 探矿权范围拐点坐标一览表

拟申请开采区域范围、现采矿权范围、探矿权范围、资源储量估算范围及露天剥离范围空间关系见图 1-2。

图 1-2 拟申请开采区域范围、现采矿权范围、探矿权范围、资源储量估算范围及露天剥离范围空间关系叠合图

（二）矿区保有资源量及可采资源量

1、保有资源量

截止 2025 年 9 月 30 日，矿区范围内共圈定饰面花岗岩矿体 1 条，对采矿证内及探矿权范围内分别估算资源量，资源储量估算标高***m，累计查明资源量矿石量***m³，荒料量***m³。其中：采矿许可证内查明资源量矿石量***m³，荒料量***m³，探矿证内查明资源量矿石量***m³，荒料量***m³。

边坡压覆查明资源量矿石量***m³，荒料量***m³。其中：采矿许可证内压覆查明资源量矿石量***m³，荒料量***m³，探矿证内压覆查明资源量矿石量***m³，荒料量***m³。

累计查明境界内资源量矿石量***m³，荒料量***m³。其中：探明资源量矿石量***m³，荒料量***m³；控制资源量矿石量***m³，荒料量***m³；推断资源量矿石量***m³，荒料量***m³，全部为保有资源量。资源储量估算结果见表 1-4。

表 1-4 截止 2025 年 9 月 30 日热河营子矿区饰面用花岗岩矿资源量估算结果表
2、设计可采储量

开采方案推荐的开采回采率为 95%，则设计可采储量矿石量***m³，荒料量***m³。

（三）矿区建设规模、服务年限及产品方案

根据《开采方案》，本矿建设规模、服务年限及产品方案具体如下：

矿山服务年限：***年(含***年基建期)；

设计生产规模：生产规模为***m³/a。

产品方案：饰面用花岗岩。

（四）采矿方法与开拓方案

根据《开采方案》，本矿山的开采矿种为饰面用花岗岩，矿床无其他共伴生矿产。

开采方式：露天开采。

采矿方法：采矿方法采用组合台阶采矿法，采用开拓运输方案为公路开拓—汽车运输；

开采顺序：开采顺序为由上而下分台阶开采。

开采回采率：推荐开采回采率为 95%。

1、开拓运输方案

矿山开拓运输方案采用公路开拓—汽车运输。同时在满足工艺生产要求的前提下，节约用地，尽量利用坡地、荒地、不占或少占植被，使总体布置紧凑合理。***m 标高以上为山坡露天开采，采用直进式坑线开拓；***m 标高为凹陷露天开采，采用螺旋式坑线开拓。根据矿区地质地形条件，总出入沟布置在露天采场南东侧。露天采场内最高开采标高***m，最低开采标高***m，开采台阶高度***m，并段高度***m；最终并段台阶 10 个，分别为***m。

2、露天开采境界

(1) 台阶高度：开采分台阶高度***m，宽度***m，并段台阶高度***m；

(2) 台阶坡面角：开采分台阶坡面角***，并段台阶坡面角***；

(3) 安全平台及清扫平台：安全平台宽度，6m；清扫平台宽度，8m；

(4) 最终边坡角：采场最终边坡角***；

(5)采场最小作业平台***m。

(6)露天采场底部最小底宽为***m。

(7)依据露天开采境界圈定境界开采范围，矿区内境界内可利用资源量***m³，荒料量***m³。

露天开采境界特征表见表 1-5。

表 1-5 矿区露天开采境界特征表

(五) 矿山固废和废水类型及处置情况

矿山建成后产生的废弃物主要为采矿产出废石土、生活垃圾；废水包括矿坑排水及生活污水。

1、矿山废石土排放量及处置情况

(1)废石排放量

根据《开采方案》规划，露天采场开采境界内总剥离量约 $925.1 \times 10^4 \text{m}^3$ ，未设计表土剥离。经实地调查，矿区局部基岩直接出露、无表土覆盖；前期试采区域无可剥离表土，上述范围不实施表土剥离；除裸岩、试采区以外，矿区其余无基岩裸露区域的表层土壤需进行剥离。结合本方案规划服务年限及矿山实际开采计划，未来正式开采，矿山规划年限为 16 年（含 1 年基建期），预计露天采场开采占地面积约 20.54hm^2 ，预计剥离废石量约 $408.1324 \times 10^4 \text{m}^3$ ；对开采范围内剥离表土，可剥离表土面积 17.6502hm^2 ，剥离厚度约 10-25cm，经估算剥离表土量约 $2.7152 \times 10^4 \text{m}^3$ ，预估矿山开采期内产生废石量约为 $405.4172 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

根据《开采方案》设计出入沟位于矿区南东侧，矿山计划开采范围自拟申请矿区范围西侧山坡高位由北向南东逐步开采终至出入沟。矿山生产期间采场剥离废石全部外排，预测外排废石量约***m³。

矿山初期修路、修建挡墙、工业场地铺垫等将消耗部分废石，且露天采场剥离废石最终排至废石堆放场。

(2) 外排废石堆存计划

《开采方案》设计，拟建一处废石排放场位于矿区界外东侧，面积约 2.2215hm^2 ，设计三层排放。本方案设计场地下缘修建挡墙增加场地容积，设计废石堆高约***m，废石堆坡角控制在 35° 以内。待采矿证到期后，场地内废石全部清运至露天采场回填坑底，废石治理率 100%。

表 1-6 露天开采剥离岩土排放规划表

(3) 表土排放计划

本方案，根据矿山生产实际情况及矿山未来拟征占土地规划情况拟定一处表土排放场，用于堆存逐年剥离表土。拟建表土堆放场内表土近三年部分用于近期复垦利用，随着露天采场开采继续剥离表土将集中堆存于该场地，预估每年剥离量均不超过 4000m^3 ，随着生产推进逐步用于治理到界边坡，亦不会持久堆存，堆放场堆存表土一直处于动态变化中。表土堆存期间，如超过1个季度未利用，应注意及时养护。

综上，设计表土堆放场占地面积约 0.2201hm^2 ，堆高不超过8m，堆坡角不超过 25° 。

(4) 生活垃圾

矿山开采生产，常住矿山职工较少，产生生活垃圾量较小，集中存放于定点设置的垃圾堆放点，分类收集，然后集中运往附近垃圾处理站。

2、矿坑疏干排水

根据《开采方案》，矿坑涌水主要来自大气降水，对于本区矿床而言，露天采场体积内的地下水静储存量为零，根据“水均衡法”只需计算补给源的动态补给量，预测矿坑正常有效降水量为*** m^3/d ，日最大降水量为*** m^3/d 。矿山规模采矿后，开采***m 标高以上山坡

露天开采阶段，周边排水通畅，地表径流沿地形坡降流出矿区，无矿坑积水；随着开采推进，开采***m 标高以下形成凹陷露天开采，地表径流将于矿坑底部汇集，矿坑底部设集水坑、沉淀池收集废水，经沉淀处理后大部分用于坑内采场降尘，部分泵送至地表供矿区地面降尘、绿化。本矿露天矿坑排水可实现全部综合利用。

(5) 生活污水

主要为生活废水及排泄物，排放生活污水量小。生活污水的主要污染因子是 COD、BOD₅、SS，无有害污染物，生活污水排放量小，成分简单，经防渗化粪池收集化后，定期用于沤制农肥施于周边农田，不外排，对周围水环境影响较小。

(六) 矿山工程布局

1、矿山工程布局规划

本方案根据矿体赋存状态，并结合《开采方案》设计及矿权人意见，在申请开采区域外东侧区域内拟建设废石堆放场，在北东侧拟建工业场地，工业场地内包括荒料转运场、边角料周转场等；结合矿山生产实际需要，规划一处拟建表土堆放场，位于申请矿区范围外北东，用于堆存露天开采及拟建场地内剥离表土。

(1) 拟建露天采场

根据《开采方案》设计，露天采场为设计整个矿区范围，占地面积约46.57hm²。设计采场内最高开采标高***m，最低开采标高***m，开采台阶高度2m，并段高度20m；最终并段台阶10个，分别为780m、760m、740m、720m、700m、680m、660m、640m、620m、600m。

本方案规划矿山服务年限16年（含1年基建期）内，露天采场局部开采形成采矿工作面，占地面积约20.54km²。矿山剥离最高标高为***m，至开采最低标高***m，并段台阶分别为780m、760m、740m、720m、

700m、680m、660m、640m、620m、600m，局部并段台阶10个，并段高度20m。

（2）拟建工业场地

拟建于采场东侧，占地面积约 1.8017hm^2 ，利用了原废石堆 1 的场地平台。根据开采方案规划范围，为平整场地，需继续利用废石铺垫形成平台，作为矿山生产期间的荒料转动场、边角料周转场。

（3）拟建废石堆放场

《开采方案》设计场地，拟建于采场南东侧，用于堆放采场剥离废石，占地面积约 2.2215hm^2 。顺坡三层堆排废石，场地紧邻采场北侧建设挡墙，场地最大堆置高度不超过 45m。

（4）拟建表土堆放场

根据矿山生产场地，位于申请矿区范围外北东，用于堆放剥离表土，占地面积约 0.2201hm^2 。堆存表土顺坡单层堆排，紧邻拟建工业场地，场地下游设挡墙，场地堆高不超过 8m，有效容积约为 $3 \times 10^4\text{m}^3$ 。

（5）办公生活区

场地位于矿区范围外以东，为原临时生活区继续利用更名为办公生活区，占地面积占 0.2820hm^2 。

（6）矿区道路

为满足后续场地运输需求，利用探矿期间的矿区道路与农村道路连通供矿石、材料等运输。矿区道路长度约 8472m，路宽 4-6m。本方案规划期矿山生产对拟建露天采场仅局部开采，故露天采场范围内矿区道路将继续利用，总占地面积约 3.6772hm^2 。

图 1-3 《开采方案》设计总平面布置图

2、矿山开采现状及场地单元

矿山自取得采矿许可证至今一直未开采，矿山进一步对矿区范围做了详查勘探，形成不同程度的损毁和破坏。矿山探矿工作期间对矿

山活动形成的钻机平台（PT1）及废石堆 2 场地进行治理，使生态环境得到一定程度改善与修复。目前，矿山正在进行“三通一平”等建设前期准备工作及办理建设前期相关手续。

经本次实地调查，矿区现状工程场地包括：露天采场、界外采坑、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（PT2-PT47）、临时办公区、临时生活区、矿区道路。矿山现状地表工程分布图见图 1-4，以上工程现状调查基本情况如下：

3、矿山开采现状及场地单元

矿山自取得采矿许可证至今一直未开采，矿山进一步对矿区范围做了详查勘探，形成不同程度的损毁和破坏。矿山探矿工作期间对矿山活动形成的钻机平台（PT1）及废石堆 2 场地进行治理，使生态环境得到一定程度改善与修复。目前，矿山正在进行“三通一平”等建设前期准备工作及办理建设前期相关手续。

经本次实地调查，矿区现状工程场地包括：露天采场、界外采坑、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（PT2-PT47）、临时办公区、临时生活区、矿区道路。矿山现状地表工程分布图见图 1-4，以上工程现状调查基本情况如下：

（1）露天采场，占地面积 2.4322hm^2 ，为试采期间采掘形成，采场总体呈不规则展布，采场分台阶切割。采场长轴约 200m，宽轴约 110m，采场顶部标高 742.3m，底部开成平台标高约 716.10m。

（2）界外采坑，位于矿区范围外以东，占地面积 0.6866hm^2 。为试采期间形成，前期已对场内平台进行了治理，现状仍遗留陡立边坡，坡边坡总体呈长方形展布，长轴约 217m，宽轴约 20m，边坡高度 3~8m，顶部最高点标高为 690.4m，底部标高为 682.4m，边坡坡度 $70\sim 80^\circ$ ，场地未恢复植被。

(3) 废石堆1, 位于矿区范围外以东, 占地面积 0.9254hm^2 , 为前期露天采场采出废石堆存, 废石顺山体堆放, 堆体长约150m, 宽度约100m, 堆坡 $25\sim 35^\circ$ 。

(4) 废石堆2, 位于矿区范围外以东, 占地面积 0.3223hm^2 , 前期对场地实施了治理, 覆土厚度小于0.5m, 未恢复植被, 长约97m, 宽约37m, 坡度小于25。

(5) 钻机平台(2-47), 占地面积 2.0997hm^2 , 矿山探矿期间形成, 遗留钻机平台46处, 其中钻机平台((PT2-20、PT25-28、PT37-47))位于矿区范围外。

(6) 临时办公区, 位于矿区范围外东, 距离露天采场约90m, 占地面积 0.4244hm^2 。

(7) 临时生活区, 占地面积 0.2820hm^2 , 位于矿区范围外南东约370m, 为租用本村院落。

(8) 矿区道路, 占地面积 4.5287hm^2 , 探矿期间用于连接各工程场地, 部分山坡道路存在切坡, 高度1~3m, 坡度 $30\sim 45^\circ$ 。

图 1-4 矿区现状工程分布图

(七) 开采计划初步考虑

根据《开采方案》设计及矿山近期开采计划, 第一年基建期, 优先对拟建场地实施建设, 同期开展表土剥离、监测、绿化等治理监测工程; 第二年生产期进入逐步开展生产, 矿山计划自露天采场西侧山坡高位自北向南至出入沟逐步推进开采, 自上而下分层布设开采台阶, 严格按照自上而下分层开采原则布置作业台阶, 本阶段共布设4级开采台阶, 单级台阶水平长度约***m, 开采台阶累计推进长度约800m; 第三年生产期开展规模生产, 持续沿采场走向由北向南延伸开拓, 在上年4级台阶基础上继续向外延展扩帮, 原有各级开采台阶接续加长, 新增局部开拓小台阶; 各级台阶累计总推进长度约1300m, 随开采推

进及时修整边坡，结合矿体赋存与市场需求，合理控制近三年荒料开采量，逐年有序推进工作面开拓，生产期间同步完善采场沉淀池、洒水抑尘、车辆冲洗等配套设施，如矿山生产过程中采掘生产计划发生变动，相应的场地建设工程应根据实际情况提前部署。

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、气象

据巴林左旗气象局 2016~2025 年气象资料，年平均气温***℃，最低气温***℃，最高气温***℃。年际间降水分配不均，巴林左旗多年平均降水量为***mm，年最大降水量***mm，年内降水主要集中在 6~9 月，占全年降水量的 80%左右，成为本区地下水的主要补给期。年平均日照***小时，无霜期***天，降雪期为 10 月至翌年 3 月。最大冻土层深度***m，最大风速***m/s。近十年降水量统计见图 2-1 及表 2-1。

表 2-1 巴林左旗近十年年降水量统计表

图 2-1 巴林左旗近十年年降水量统计柱状图

二、流域水文地貌

(一) 地形地貌

1、地形

拟申请矿区地处大兴安岭山脉南段(余脉)东麓，区域地势总体西高东低。矿区海拔标高***m，相对高差***m。最高点位于矿区西南部山顶处，最低点位于矿区中东部沟谷处。矿区以低山地貌类型为主，山间沟谷发育，地形侵蚀切割较浅。

2、地貌

矿区地貌按形态类型划分为低山(I-1)及沟谷(I-2)微地貌。见照片 2-1。

(1) 低山(I-1)

矿区中部发育东北向分水岭，总体地势为中间高四周低。山顶呈长梁状向东北向展布，山坡坡面以凹坡为主，坡度一般为 10~30°，局部可达 35°，主要由中细粒二长花岗岩组成。部分被第四系覆盖，

植被较发育。

(2) 沟谷 (I-2)

矿区外南部发育 1 条主沟, 断面呈“U”字形, 自南西-北东向延伸, 最终排泄至矿区北东约 17km 处的乌力吉木仁河。沟谷开阔, 纵坡降 $<3^{\circ}$, 谷底多被第四系残积、坡洪积层覆盖, 植被稀疏。

矿区山间沟谷发育, 山间支沟呈条带状顺坡分布, 整体走向西北-东南, 最终汇入外部主沟。支沟断面多为 V 型, 纵坡降 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$, 谷底被第四系覆盖, 植被较发育。

照片 2-1 矿区地形地貌

(二) 水文

矿区地处西辽河水系二级支流乌力吉木仁河流域。矿区地表水排泄河流为矿区北东约 17km 处的乌力吉木仁河。乌力吉木仁河属西辽河水系一级支流新开河的左岸支流, 发源于巴林左旗北部乌兰达坝北侧的巴颜乌兰峰, 汇集横河、乌兰达坝河、干支嘎河、浩尔吐郭勒河、沙里河等, 经阿鲁科尔沁旗和通辽市扎鲁特旗, 注入新开河。乌力吉木仁河由北向南穿过巴林左旗, 境内长度 124km, 流域面积 5815.6km^2 , 主河槽宽 5-80m, 河底坡度为 $2\text{‰} \sim 7\text{‰}$, 自然落差约 320m, 平均流量 $13.45\text{m}^3/\text{s}$, 汛期最大流量 $302\text{m}^3/\text{s}$ 。河谷阶地靠近上游地段较发育, 中游较宽到下游逐步过渡为平原, 宽 200~500m。

矿区及周边无常年性地表径流及水体, 仅在雨季沟谷内形成短暂洪流。一部分沿山间沟谷排泄至区外主沟, 沿主沟向东、向北径流, 最终排泄至矿区北东约***km 处的乌力吉木仁河。另一部分通过基岩风化裂隙入渗补给地下水; 第四系覆盖区, 降水通过孔隙入渗补给地下水。地下水总的径流流向和地形基本一致。地下水的排泄方式以地下径流排泄为主。

三、植被

（一）植被物种

拟申请矿区内无高大乔木，自然植被类型以多年生草本植被为主，局部缓坡处分布有低矮灌木，群落结构相对简单，分层不明显，植被以耐贫瘠、耐干旱的适应性特征突出。

灌木/半灌木：以虎榛子、柠条、锦鸡儿等耐旱、耐贫瘠型灌丛为主，多呈簇状分布，植株低矮、根系发达，株高一般在 50-150cm 之间。

草本植物：以羊草、冷蒿、针茅、铁杆蒿、羊胡子草和糙隐子草等耐旱草本为主，株高一般在 10-40cm 之间。

（二）空间分布特征

本次调查收集 2025 年 8 月 2 日矿区正射影像及矿区遥感影像图，见图 2-2；利用遥感影像提取归一化植被覆盖情况，见图 2-3。

图 2-2 矿区正射遥感影像图

图 2-3 归一化植被指数分级图（2025 年 8 月 2 日数据）

NDVI 通过对图像的统计分析将图像中的 NDVI 的最大值和最小值分别作换算成标准植被覆盖度（FVC）取值区间为（0，1]。本次取值按实际植被覆盖度=取值×100%：0 代表裸土，1 代表 100%植被全覆盖。结合现场调查，矿区植被覆盖度空间分异显著，具体分布特征如下：

1、低山丘陵区：受地形坡度、土壤贫瘠、基岩裸露影响，植被生长条件差，植被类型以耐旱性极强的旱生草本为主，植被零散矮小，多呈簇状分布，植被覆盖度相对较低（约 10-30%）。

2、沟谷坡麓地带：零散分布有稀疏灌木林地，林下伴生旱生草本植被，长势相对较好，植被覆盖度中等（约 40%-50%）。植被调查

现状见照片 2-2 至 2-3。

照片 2-2 矿区中部基岩区

照片 2-3 矿区东部

四、土壤

根据矿区南部坡麓地带两处自然土壤剖面揭露，矿区土壤类型为栗钙土，成土母质为风积黄土或黄土状亚砂土、亚砂土。根据矿区占用土地类型的不同分述如下：

（一）林地土壤

林地集中分布在沟谷及坡麓地带，土壤类型主要为栗钙土，颜色呈黄棕色、黄褐色，质地疏松，有效土层厚度约 20~60cm，局部土层厚度可达 120cm；表层土厚度 15~28cm。土体含少量植物根系，砾石含量低，微团粒结构发育，透水性能良好。根据本次土壤样品分析结果，林地区域土壤 pH 值 8.31，土壤容重 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，有机质含量 $11.93\text{g}/\text{kg}$ ，土壤呈弱碱性，有机质含量为中等偏低水平，土壤肥力一般。见照片 2-4。

照片 2-4 矿区灌木林地土壤剖面

（二）草地土壤

草地在矿区广泛分布，土壤类型为栗钙土，颜色呈黄棕色、黄褐色，土壤贫瘠，有效土层厚度约 20~30cm，表层土厚度 8~22cm，夹杂少量植被根系，砾石含量偏高，呈次棱角状和次圆状，粒径一般 2~14mm，颗粒大小不一、磨圆程度一般，渗透性较好。根据本次土壤样品分析结果，草地区域土壤 pH 值 7.82-7.91，土壤容重 $1.27\text{--}1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，有机质含量 $12.9\text{--}13.1\text{g}/\text{kg}$ ，土壤肥力一般，适合耐旱、耐贫瘠的旱生植物生存。见照片 2-5。

照片 2-5 矿区草地土壤剖面

第二节 社会经济概况

一、区域社会概况

拟申请热河营子矿矿区大范围位于巴林左旗隆昌镇古北口村境内，仅矿区西部少部分位于查干哈达苏木乡前召嘎查村境内。隆昌镇地处巴林左旗南部，北邻旗政府所在地林东镇，西与查干哈达苏木乡接壤，东与阿鲁科尔沁旗、南与巴林右旗毗邻，行政辖区面积 867km²。据巴林左旗人民政府官网公开资料，隆昌镇全镇户籍总人口 2.2 万户 5.04 万人，常住人口 1.1 万户 2.3 万人。

隆昌镇耕地面积 53.71 万亩，其中水浇地 22.7 万亩、旱地面积 30.95 万亩、水田 0.06 万亩，草地面积约 17.5 万亩，林地面积 45.1 万亩。全镇产业结构以农业、畜牧业、工业等为主，农业是该镇农民收入的主要经济来源，农作物主要有玉米、高粱、谷子、大豆等，近年来通过旱地高标准农田建设，实现农户和村集体收入双增长；畜牧业方面，不断延伸现代牛产业链，推进养殖、生产、交易全链条融合发展，2025 年实现肉牛存栏 1.86 万头，奶牛存栏 0.18 万头，肉羊存栏 23.2 万只；工业方面，2025 年全镇总产值实现 40.3 亿元，拥有规模化企业 17 家，其中采矿业产值占比 21.8%，为工业增长核心支撑，已形成以矿产开采、加工、销售为主导的工业体系。旅游业，主要依托农业产业、民族文化与自然景观融合推进，已初具规模，形成乡村游和民族风情协调发展，民宿餐饮兼具的配套服务。

查干哈达苏木，距旗政府所在地林东镇 25 公里，总面积 371.77km²，苏木辖 8 个行政村、18 个自然村，常住人口 1903 户 5361 人。全镇产业结构多元化，以畜牧业为主导，重点发展肉牛主导产业，推进肉牛胚胎移植推广、肉牛社会化服务、奶制品标准化生产工作，2025 年达到存栏肉牛 1.8 万头；旅游资源富集，主要依托辖区内七锅山国

家地质公园、辽祖州祖陵考古遗址公园、召庙 4A 级景区，是巴林左旗打造辽文化体验游重要区域，形成“生态+产业+旅游”的文旅牧融合发展增收新路径。经调查，七锅山国家地质公园总面积 32.0164km²，东距矿区约 2 公里。召庙景区位于公园东部，真寂之寺石窟为全国重点文物保护单位，核心游览区：真寂之寺石窟、桃石山、阎王道等人文与自然遗迹均纳入地质公园管控范围，召庙景区整体划入公园保护边界，是当地重要的自然生态与辽文化人文保护载体，有力支撑区域生态、文旅与产业协同发展。

二、矿区社会概况

矿区范围内无村镇分布，距离矿区最近的自然村为位于矿区界外东北约 1km 处的热河营子自然村组，居住人口约 215 人。热河营子村家庭经济收入以传统农牧业为基础，搭载“党支部+企业+农户”的运营模式，促进集体经济增收。近三年村常住居民年人均收入约 1.7-1.8 万元（农牧业为主），人均可支配收入接近全镇农村平均人均可支配收入（1.8 万元）。本区生产生活物资、燃料、用品等均可在隆昌镇当地购进。供电：矿山用电来自东北电网林东镇 35kv 变电所（总容量为 30000kVA，两台主变压器，一工一备），矿区工业用电 10kv 高压线已 T 接至矿区，电力资源充沛，钢芯铝绞线型号为 LGJ95，线路全长约 12km。可以满足矿山工业用电及生活用电需求。

供水：矿山用水水源来自矿区东北 1km 处的热河营子村民井，涌水量约 35m³/d，可满足生活用水需要。

通讯：通讯网络已经覆盖矿区，通讯方便。

第三节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

(一) 区域地层

区域古生代地层区划属华北地层大区，内蒙古草原地层区，锡林浩特-磐石地层分区；中生代地层区划属滨太平洋地层区，大兴安岭-燕山地层分区，乌兰浩特-赤峰地层小区。

区域上出露的地层主要有二叠系中统大石寨组 (P_2ds)、侏罗系中统新民组 (J_2x)、上统满克头鄂博组 (J_3mk)、玛尼吐组 (J_3mn) 及第四系上更新统 (Qp_3)、全新统 (Qh)。现由老至新见区域地层表，见表 2-2。

表 2-2 区域地层简表

(二) 矿区地层

矿区地层出露简单，仅见二叠系中统大石寨组下段 (P_2ds^1) 以及第四系上更新统 (Qp_3)。

1、二叠系中统大石寨组下段 (P_2ds^1)

大石寨组下段 (P_2ds^1)：在核实区南东部出露，该地层总体走向北东，倾向北西，倾角***。主要岩性以安山岩为主。厚度 >***m。被晚侏罗世花岗岩侵入。

安山岩：岩石新鲜面呈灰黑色、深灰色，风化面呈灰、浅灰色，斑状结构、基质为隐晶质结构或交织结构，块状构造；斑晶斜长石含量***%，灰白色，自形-半自形，柱状，粒径 0.2~2.5mm；黑云母含量 5%，黑色，片状，粒径 0.2~1.0mm；基质由隐晶质组成。

2、第四系全新统 (Qh)

第四系全新统 (Qh)：主要分布在河床及沟谷一带，主要为湖沼积褐色淤泥质亚砂土，风积浅黄色风成砂，冲积砂砾卵石。厚度***m。

二、地质构造

(一) 区域地质构造

区域一级构造单元为华北板块或塔里木—华北板块(Ⅱ)，二级构造单元为华北板块北部大陆边缘或天山—赤峰活动带(Ⅱ₁)，三级构造单元为宝音图—锡林浩特火山型被动陆缘(Ⅱ₁₁)，四级构造单元为乌兰浩特—林西晚古生代裂谷带(Ⅱ₁₁₋₃)，区域构造、岩浆活动频繁。

1、褶皱构造

位于本区东南部延伸至南邻区，罗布格山—长胜村至老烧锅隆起，呈 NE 向带状展布，以基底隆起为主。

2、断裂构造

(1) 区域断裂

位于区内东南角长胜大队南东一带，大部分在南邻区胡苏台—野猪沟—上莫胡沟一带。结合南邻区情况，该断裂主体沿 30~55° 方向展布，局部近 EW 向。

(2) 一般断裂

多出露于矿区的南东部，为区域断裂的次级断裂，断层性质多为压扭性、张性和一些性质不明断裂。

①北东向断裂

为本区的主要构造，出露于区域各部，东南部为主，发育在二叠系中统大石寨组和侏罗系上统满克头鄂博组地层中。断层呈北东向平行排列，走向***，倾向北西和南东，倾角***，为压性、压扭性及挤压断裂。

②北西向断裂

区域中部二叠系中统大石寨组地层和晚侏罗世花岗岩中发育 2 条性质不明断裂，为侏罗世后期构造，规模较小，整体走向***。其

中经过核实区东部的北西向断裂有一条，出露于二叠系中统大石寨组地层中，总体走向***，断层性质不明。

③近东西向断裂

此类断层不多且规模较小，仅在区域北部二叠系中统大石寨组地层和晚侏罗世花岗岩中发育 3 条，为侏罗世后期构造，规模较小，整体走向***，断层性质为正断层和挤压破碎带。

图 2-4 区域大地构造示意图

（二）矿区地质构造

拟申请矿区内总体中间高四周低，切割较浅，矿体多以正地形或较平坦地形裸露地表。矿区构造形迹主要表现为少量的断裂及发育的节理裂隙。

1、断裂

矿区范围内大部为晚侏罗世花岗岩体，岩性单一。矿区构造简单，仅在区内东南部发现 1 条北西向 F1 断裂构造延伸至矿区内。

F1 断裂：分布在矿区东南的大石寨组地层中，出露长度***m，总体走向***，矿区内未见明显断裂，断面产状不稳定，沿走向呈波状起伏，地表观测局部可见挤压破碎带，宽***m，其内多被安山岩充填，岩石较为破碎。未形成其他派生构造，对矿体的完整性及矿石质量影响较小。

2、裂隙

矿区西部中细粒二长花岗岩节理裂隙发育，颜色逐渐加深且走向繁杂；南东及北部靠近沟谷侧，脉岩发育，中部花岗岩体节理裂隙相对较少，较完整地段可作为饰面用花岗岩矿体。

矿体中主要发育两组节理裂隙，其中一组走向***°，倾向北东或南西，倾角***°，长度约为***m；另一组走向***°，倾向南东或北西，倾角***°，长度约为***m。两组节理走向交角***°，主要为

剪节理，倾角较陡，节理裂隙面平直光滑，张开度较小，多数内无充填物，其中少数北东走向的节理被石英细脉充填，脉宽***mm，是矿体荒料规模及质量的主要影响因素，但其规模较小、数量稀疏，对矿体影响程度较小。矿体地表受风化剥蚀影响，节理裂隙较为发育，向深部岩石逐渐趋于完整。

三、区域地壳稳定性

（一）新构造运动

本区新构造运动总体表现为间歇性缓慢抬升与区域性风化剥蚀为主，区域整体地壳活动性较弱，构造环境相对稳定。研究区属于天山—赤峰活动带东段晚古生代构造稳定地块，新生代以来无显著构造变动、无全新世活动断裂发育，历史无强震及区域性构造活动记录。区内新构造运动以外动力浅表改造为主，仅对地表浅层岩体产生风化、剥蚀、冲刷作用，造成地表局部节理裂隙发育，矿区深部花岗岩岩体结构完整、稳定性良好。矿区内 F1 断裂为早期古构造断裂，无近期复活活动迹象，对矿体完整性、采场边坡稳定及矿山开采工程无不良影响。总体来看，区域新构造运动微弱，地质稳定性良好，适宜矿山安全开采及后期生态恢复治理。

（二）地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），矿区所处赤峰市巴林左旗隆昌镇西北约***km，地震动峰值加速度为***，地震动反应谱特征周期为***，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 VI 度，处于区域地壳基本稳定区。

据记载，2003 年 8 月 16 日，在巴林左旗与阿鲁科尔沁旗交界处（距矿区东北约***km）发生了 5.9 级地震。此次地震是赤峰区域 700 多年来记录到的最大一次，造成 4 人遇难、千余人受伤及大量房屋倒

塌，并伴随有山体滑坡等次生灾害。震中距矿区中等，矿区处于地震有感影响范围内。矿山建设实施时间晚于该次历史地震，矿区场地及开采范围内未遭受地震破坏性影响。

四、岩浆岩

（一）区域岩浆岩

区域岩浆活动强烈，伴随多次构造运动，形成了多期次的侵入岩和火山喷出岩类。侵入岩时代主要为晚二叠世、晚侏罗世、早白垩世。其中以晚侏罗世侵入岩出露面积最广，多呈岩强和岩株产出。侵入岩的分布明显受北东向区域构造控制。

侵入岩：主要为晚二叠世闪长岩（ $P_3\delta$ ）、辉绿岩（ $P_3\beta\mu$ ），晚侏罗世中细粒二长花岗岩（ $J_3\eta\gamma$ ）、中细粒钾长花岗岩（ $J_3\xi\gamma$ ），早白垩世细粒-中细粒钾长花岗岩（ $K_1\xi\gamma$ ）、中细粒花岗闪长岩（ $K_1\gamma\delta$ ）。

脉岩：主要有花岗岩脉、花岗斑岩脉、花岗细晶岩脉、石英脉、流纹岩脉、流纹斑岩脉、正长斑岩脉、花岗闪长岩脉、斜长花岗斑岩脉、闪长岩脉、闪长玢岩脉。

喷出岩：主要有流纹岩、安山岩、凝灰岩、凝灰角砾岩等。

（二）矿区岩浆岩

矿区内大面积出露晚侏罗世中细粒二长花岗岩（ $J_3\eta\gamma$ ）和中-酸性脉岩。

1、晚侏罗世中细粒二长花岗岩（ $J_3\eta\gamma$ ）

在矿区内广泛出露，呈岩墙状产出；岩石新鲜面呈灰白—浅肉红色，中细粒花岗结构，块状构造；岩石组成矿物有斜长石、钾长石、石英、黑云母和副矿物等，矿物粒度在***mm 之间，以***mm 的中细粒为主。为矿区饰面用花岗岩矿赋矿岩体。

2、脉岩

区内脉岩较发育，为中-酸性。出露的脉岩有花岗斑岩脉、闪长岩脉、闪长玢岩脉，岩脉规模较大，多横穿山脊，呈平行出露。

花岗斑岩脉($\gamma\pi$): 区内发现***条，多出露矿区东部及南西部，多垂直山脊分布，脉长***m，宽***m，走向为北东向，倾角***；岩石呈灰黄色、粉红色；斑状结构，基质为微球粒结构、显微嵌晶结构、微晶结构，块状构造；岩石由斑晶和基质组成，斑晶主要为斜长石、钾长石、石英，呈星散状分布，有的呈聚斑状产出；斜长石自形-半自形板状，局部可见绢云母化，含量为***%；钾长石自形-半自形板状，含量为***%；石英半自形-他形粒状，含量***%，基质为微晶钾长石、石英、斜长石，含量分别为钾长石***%、石英***%、斜长石5%。副矿物为磁铁矿等；花岗斑岩脉属于构造充填，颜色和花纹上不能满足做为饰面石材的要求，作为夹石剔除。

闪长岩脉(δ): 区内发现***条，分布于矿区东部，脉长***m，宽***m，走向北东，倾向北西，倾角***°；岩石呈青灰-青黑色，细粒结构，块状构造；矿物成分有斜长石、角闪石及微量黑云母；揭露闪长岩脉厚度小、延长短，无法单独圈出荒料，不能满足做为饰面石材的要求，作为夹石剔除。

闪长玢岩脉($\delta\mu$): 区内发现***条，分布于矿区东部和南西部，脉长***m，宽***m，走向多为北西向和北东向，倾角较陡，一般多大于***；岩石呈灰黑色、黄绿色；斑状结构，基质为微晶粒状结构，块状构造。斑晶由角闪石和斜长石组成，呈星散状分布；角闪石半自形板状—他形粒状，局部绿泥石化，含量为***%；斜长石半自形板状，局部可见绿帘石化，含量为***%。基质由角闪石和斜长石组成；斜长石半自形板状，杂乱分布，含量为***%；角闪石半自形板状-他形粒状，分布与斜长石颗粒间，局部绿泥石化、次闪石化，含量为***%；

揭露闪长玢岩脉厚度小、岩心裂隙多，不能满足做为饰面石材的要求，作为夹石剔除。

五、变质作用及围岩蚀变

（一）矿化特征

矿区所处的构造-岩浆岩带是大兴安岭中生代火山岩带的重要组成部分，多期次的构造和岩浆活动形成了一系列北东向的火山岩带，尤其是中酸性岩浆侵入经低压缓慢冷却结晶后，形成大面积中细粒花岗岩，饰面用花岗岩矿赋存于晚侏罗世中细粒二长花岗岩中；花岗岩冷却时间充裕，形成中细粒花岗结构，受后期构造岩浆运动影响，中-酸性岩浆沿花岗岩裂隙继续充填，急速冷却，形成广泛分布的闪长玢岩和花岗斑岩岩脉。

（二）围岩蚀变

区内围岩蚀变较弱，花岗岩与二叠系地层界限清晰，仅在接触带内见轻微硅化。

六、水文地质

（一）矿区含水层及分布特征

矿区为地下水的补给、径流、排泄区，区内无地表水体。根据地下水的赋存条件及含水介质的不同，将矿区地下水划分为两种类型：松散岩类孔隙含水岩组和基岩裂隙含水岩组。

1、第四系冲洪积潜水含水层

分布于矿区内的沟谷河槽地带，含水层岩性为第四系全新统坡积、洪积的碎石、砂砾石、粉土等，第四系全新统冲积砂砾石，砾石分选程度较差，磨圆程度一般，粗细混杂，呈次棱角状和次圆状，粒径一般2~14mm。根据矿区北部热河营子民井调查及区域水文地质资料分析可知，第四系冲洪积潜水含水层厚度相对稳定，单井涌水量大约

m³/d，井深m，含水层厚度***m，静止水位埋深***m 左右，水位标高***m。补给来源主要为大气降水，其次为基岩裂隙水的侧向补给。地下水径流方向大致为由南向北。地下水的排泄方式以地下径流方式为主，其次为蒸发排泄。水化学类型为 HCO₃-Ca • Mg 型，矿化度***g/L。

2、基岩裂隙水含水层

基岩裂隙水含水层大面积分布于低山区，位于基岩裂隙透水层以下。因受风化裂隙的影响，基岩表层风化强烈，越近地表，岩石越破碎，风化裂隙带发育，充填较少，形成透水层。因矿区所处位置靠近区域分水岭，地势较高，透水层在垂向上自地表起，向下深度为***m，枯水期为不含水的透水层，丰水期该层变为含水包气带，水位较深因而未形成有效含水层。

根据《核实报告》资料显示，以往水文孔钻孔 ZK03-1（孔深***m）、ZK03-3（孔深***m）和施工的水文孔 ZK13-5（孔深***m），揭露岩性主要为中细粒二长花岗岩，在长期内外应力作用下，节理裂隙均较为发育，裂隙多为张开型，少部分被充填。经钻孔揭露，基岩的强风化裂隙带厚度一般***m 之间，向下裂隙发育程度减弱，弱风化带厚度为***m；裂隙破碎带成为地下水的导水及储水空间；因区内气候干旱，降水量少，补给源不足，使得基岩裂隙水相对贫乏，且空间分布上也不均匀。根据施工钻孔 ZK13-5（孔深***m），泵放置到***m 处进行抽水洗井，停抽后观测水位恢复情况，始终处于水泵底部，水位基本没变化，说明钻孔未揭露地下水，地下含水层埋深大于***m。根据对矿区外的热河营子村民井进行地下水动态观测，井深***m，含水层厚度***m，静止水位埋深***m 左右，水位标高***m，水位标高位于矿体露天采场最低开采标高***m 以下。

基岩裂隙水虽然赋存于矿体裂隙内与矿体直接接触，因为矿体整体较为完整，储水量很小，对矿床开采影响很小。

图 2-5 水文钻孔 ZK03-1、ZK03-3、ZK13-5 位置示意图

3、隔水层

深部较为完整的、受风化和构造影响较小的晚侏罗世花岗岩体构成了区内相对隔水层。

（二）地下水动态特征及其补给、径流、排泄条件

地下水的补给、径流、排泄主要受水文气象条件、地形地貌条件和地质、构造等因素控制。矿区属低山丘陵区，区内无地表水体，区内地下水主要受大气降水入渗补给，补给期集中于每年 6-8 月和每年的 3~4 月份冰雪融化期，矿区大面积基岩裸露区风化裂隙发育，降水通过基岩风化裂隙渗入补给地下水。基岩山区风化带发育，为地下水径流提供了通道，从坡脊到山前地带以地表径流形式排泄，渗入地下部分在重力作用下，沿风化裂隙和坡降方向径流，汇集到东北及西南发育的冲沟内，最终东北向排出区外。当地人畜饮用水多来源于地下水，这也是地下水的重要排泄方式。现状矿山开采增加了人工排泄量，随着矿山开采人工排泄逐渐成为矿区主要排泄方式。

（三）矿床充水因素分析

矿床充水因素取决于矿区水文地质条件、开拓方式；充水强度受充水水源、通道以及充水方式的影响。

1、充水水源

区内充水水源主要为大气降水补给的基岩裂隙水。由于矿区开采方式为露天开采，大气降水直接降落于露天采场渗入补给，露天采场位于山脊、山坡处，汇水面积较小，汇水范围内大气降水将通过地表径流的方式汇入采场，所以大气降水补给的基岩裂隙水是矿床充水的重要水源之一。

2、充水方式

该矿采用露天开采，大气降水直接降落于采坑中，形成直接补给。另外汇水范围内的大气降水将以地表径流的形式汇聚于采坑中。

3、影响矿床汇水量的因素

该区地形起伏较大且矿区位于分水岭之上，不利于大气降水的渗入，大气降水多以地表径流的形式汇聚于采坑中，所以汇水面积和采坑的大小将直接影响矿坑汇水量的大小。

（四）矿坑涌水量预测

矿山开采方式为露天开采，设计开采标高***m，当地侵蚀基准面标高为***m，矿床处于中低山区分水岭附近，所处地形位置较高，矿体位于侵蚀基准面之上。通过本矿区的水文地质条件和充水因素分析，矿区未来露天开采不受地下水影响。

根据《核实报告》，矿坑充水途径是大气降水直接降落和未及时渗入地下的降水以地表洪流形式流入，当露天开采至基岩裂隙潜水水位以下时，基岩裂隙潜水就会直接注入露天采坑，基岩裂隙水含水层渗透性能较差，储水量很小。预测在矿山开采过程中大气降水直接倾泻至矿坑，汇集于露天采坑内。对于本区矿床而言，露天采场体积内的地下水静储量为零，预测矿体开采至最低赋存标高采坑正常降水渗入量为***m³/d；最大降水渗入量为***m³/d。

（五）水文地质勘查类型

根据《勘探报告》，大气降水为矿区涌水量补给来源，矿体分布于分水岭附近，有利于降水的径流和排泄，附近无常年性地表径流及水体分布，水文地质边界简单。矿床充水水源以大气降水为主，围岩裂隙为不含水的透水层，矿体位于当地侵蚀基准面以上，矿坑涌水对矿床的开拓和开采影响程度较小，根据《矿区水文地质工程地质勘探

规范》（GB/T12719-2021），确定矿床水文地质勘查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。

七、工程地质

（一）工程地质岩组划分

根据工程地质体岩性特征、物理力学性质，将本区划分为2个工程地质岩组，即第四系松散岩岩组（I）和块状岩组（II）。现将各岩组工程地质特征分述如下：

1、松散岩类区

主要分布于矿区北部河槽及山间沟谷内，河槽由第四系全新统坡积、洪积的碎石、砂砾石、粉土组成，厚度***m，岩性固结程度一般，属散体结构；其工程地质条件较差。

2、块状岩类区

根据《岩土工程勘察规范》，岩石坚硬程度分类原则：饱和单轴抗压强度 $*** > ***$ 坚硬岩、 $*** \geq f_r \geq ***$ 较坚硬、 $*** \geq f_r \geq ***$ 较软弱、 $*** \geq f_r \geq ***$ 软岩、 $f_r < ***$ 极软岩。

岩体完整程度分类：完整性指数 $> ***$ 完整、完整性指数 $= *** - ***$ 较完整、完整性指数 $= *** - ***$ 较破碎、完整性指数 $= *** - ***$ 破碎、完整性指数 $< ***$ 极破碎。

表 2-3 岩体基本质量等级分类

据花岗岩饰面石材矿岩石抗压强度统计，岩石饱和抗压强度为 $***\text{Mpa}$ ，完整系数 $***$ ，RQD 值 $***\%$ ，根据表 2-2，确定本矿山岩体基本质量等级为较完整坚硬 II 类。

（二）结构面分级及特征

矿体赋存于侏罗纪花岗岩体内，构造简单，地表构造形迹不明显。区内未发现 I、II 级结构面，仅在矿区东南部发现 1 条北西向断裂构造延伸至矿区内，属 III 级结构面，高角度 IV 级结构面较发育，结构面

对矿体及围岩的稳定性有影响，现分述如下：

III级结构面：F1 断层分布在矿区东南的大石寨组地层中，出露长度***m，总体走向***，断面产状不稳定，沿走向呈波状起伏，地表观测局部可见挤压破碎带，宽***，其内多被安山岩充填，岩石较为破碎。未形成其他派生构造，对矿体的完整性及矿石质量影响较小。断裂带工程地质条件差。

IV级结构面：矿区内矿体中主要发育两组节理裂隙，一组走向***，倾向北东或南西，倾角***，长度约***m；另一组走向***，倾向南东或北西，倾角***，长度约***m。两组节理走向交角***，主要为剪节理，倾角较陡，节理裂隙面平直光滑，张开度较小，多数内无充填物，其中少数北东走向的节理被石英细脉充填，脉宽***mm，是矿体荒料规模及质量的主要影响因素，但其规模较小、数量稀疏，对矿体影响程度较小。

（三）岩石质量指标(RQD)

岩石质量指标 RQD 分类：好的($RQD > 90$)、较好的($RQD = 75-90$)、较差的($RQD = 50-75$)、差的($RQD = 25-50$)、极差的($RQD < 25$)。

矿区内中细粒黑云母二长花岗岩岩石质量 RQD 值为***%，岩体质量为较好的。

（四）主要工程地质问题

风化带岩石由于受风化作用的影响，岩石质量差，岩体较破碎，工程力学性质较差，容易发生崩塌、滑塌等地质灾害，开采时应进行削坡处理。

应随时对不稳定边坡进行监控，并及时研究采取合适的工程技术治理措施，诸如采取截住并排出流入不稳定边坡区的地表水；通过疏干以降低地下水位；减震爆破；削坡减载；人工加固等具体措施，保

障生产人员、设备安全并延长边坡使用寿命。

矿区内挤压构造所引发的节理、裂隙可能对矿体及围岩的稳定性和完整性造成破坏，易形成地下水导水通道，影响岩体力学性质、局部稳定性和生产安全，应引起设计和生产部门的重视，在开采阶段应加强其对生产安全影响的研究。

（五）区域稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本区地震动峰值加速度为 0.1g，地震基本烈度为Ⅵ度，场地类别为Ⅱ类。

（六）工程地质勘查类型

矿区地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，地质构造不发育。矿体及围岩属坚硬岩类，多呈块状。近地表岩石风化较强，岩石质量较差，岩体完整性较差；深部岩石质量较好，岩体完整性较好，矿体周围构造在构造发育差，围岩稳固性较好，不易发生矿山工程地质问题，仅在近地表及局部破碎带较强地段加强围岩管理。

依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB12719-2021) 矿区工程地质勘查类型划分标准，根据矿体及围岩工程地质特征，确定矿区工程地质勘查类型属第Ⅲ类第一型，即简单型，即块状岩类的工程地质条件简单型矿床。

八、矿体地质特征

（一）矿体特征

矿区范围内共圈定一条了 1 条饰面用花岗岩矿体，编号为 1 号矿体，矿体赋存于晚侏罗世中细粒二长花岗岩体中，呈北东向展布，形态规则。

1 号矿体地表分布长度约***m，宽度***m，面积为***km²。矿体厚度最大***m，最小***m，平均***m，变化系数为***%，矿体厚度变

化稳定。矿体埋深***m；风化层厚度最大***m，最小***m，平均***m。

矿体地表受风化剥蚀影响，节理裂隙较为发育，向深部岩石逐渐趋于完整，节理裂隙率减小，对荒料块度及荒料率影响减小。地势总体呈中间高两端底，坡度较陡。矿体出露较好，岩体完整，全部裸露地表，矿体内含 5 条夹石。矿体垂深形态呈长方体板状，形态较简单。岩性为中细粒二长花岗岩，中细粒结构，块状构造。总体颜色呈浅肉红色，色差变化不大，荒料花色较均一。矿石中未见色斑、色线分布。

表 2-4 矿体特征一览表

（二）矿石特征

1、矿物组成

岩石组成矿物有斜长石、钾长石、石英、黑云母和副矿物等，矿物粒度在 0.2~6.2mm 之间，为中细粒花岗结构。

2、矿石结构构造

矿石均为中细粒二长花岗岩，颜色呈浅肉红色，矿石为中细粒半自形粒状结构(粒径 1~5mm)，颗粒均匀，块状构造，无色斑、色线分布。

3、化学成分及矿石质量

（1）化学成分：矿石化学成分以 SiO_2 、 Al_2O_3 为主， Na_2O 、 K_2O 次之。经统计矿体化学成分含量接近、稳定，本区花岗岩属正常系列- SiO_2 过饱和岩石，在扎氏分类中属 SiO_2 过饱和钙碱性花岗岩。

（2）矿石物理性能：根据测试结果表明，花岗岩矿干燥压缩强度平均值 126.30Mpa，水饱和压缩强度平均值 119.70Mpa，干燥弯曲强度平均值 8.43Mpa；水饱和弯曲强度平均值 8.25Mpa，吸水率平均值 0.41%，体积密度 $2.62\text{g}/\text{cm}^3$ ，耐磨性平均值 41.4($1/\text{cm}^3$)，依据《饰面石材矿产地质勘查规范》(DZ/T0291-2015)，热河营子饰面花岗岩

矿物理性能符合天然花岗岩建筑板材一般用途技术指标要求。

(3) 板材率、光泽度：根据加工技术性能试验测试统计，饰面花岗岩矿锯切性平均值 $7.07\text{m}^2/\text{h}$ ，磨抛性平均值 $51.67\text{m}^2/\text{h}$ ，光泽度 $86\sim 88$ ，板材率 $27.60\text{m}^2/\text{m}^3$ ，根据《饰面石材矿产地质勘查规范》(DZ/T 0291-2015)，热河营子饰面花岗岩矿板材率满足要求。

(4) 板材质量：板材外观质量总体颜色为浅肉红色，色调均一，局部有微小变化，中细粒花岗结构，质地坚硬，矿物颗粒镶嵌严密均一，组成的花纹自然和谐，无裂纹，无缺棱缺角现象，无色斑、色线，颜色、光泽、花纹浑然一体，可拼性良好；板材加工质量厚度偏差均小于 1mm ，平面度公差和角度公差均小于 0.6mm 。板材加工质量(品质)达到国家标准《天然花岗石建筑板材》(GB/T18601-2024)的 I 等品要求。

(5) 矿石天然放射性：经测试，内照射指数(I_{Ra})为 $0.1\sim 0.2$ ；外照射指数(I_{r})为 $0.4\sim 0.5$ 。小于《建筑材料放射性核素限量》

(GB6566-2010) A 类装饰装修材料内照射指数(I_{Ra}) ≤ 1.0 和外照射指数(I_{r}) ≤ 1.3 的要求。产销与使用范围不受限制。

(6) 荒料率：依据《饰面石材矿产地质勘查规范》(DZ/T0209-2015) 附录 C. 1. 3，荒料率以图解荒料率统计点总体积与统计所获得的荒料体积的百分比表示，荒料率为 24.29% 。

(7) 风(氧)化带

风化层：岩性为中细粒二长花岗岩，厚度最大***m，最小***m，平均***m；裂隙较发育，偶见裂隙锈浊，长石变浑浊，节理面基本变色，岩心断口仍保持新鲜岩心色泽。风化层以下岩石能够满足饰面石材的需求。

覆盖层：饰面花岗岩矿体上部未见第四系残坡积物覆盖层，全部

为风化层。

4、矿石类型及品级

自然类型：浅肉红色中细粒二长花岗岩。

工业类型：饰面用花岗岩矿。

品级：本区矿石的色调及花纹在水平方向和垂直方向上没有变化，颜色自然纯正，装饰效果自然庄重，根据标准样特征以及饰面石材商业命名原则，矿权人拟命名为“江南红”。

5、围岩与夹石

矿体顶板为同岩性裂隙发育的风化带，底板以下多数节理裂隙不发育，仍为较完整的二长花岗岩岩体(与矿体相同)；矿体四周围岩主要为节理裂隙发育、岩体完整度差、块度及荒料率达不到饰面石材矿工业指标要求的二长花岗岩。矿体圈定出 5 条夹石，编号 JS1-JS5，呈北北东-北东方向展布，倾向北西，倾角***，夹石与矿体界线清晰。

6、共伴生有益有害组分特征

根据光谱半定量分析及化学全分析结果，岩石化学成分以 SiO_2 、 Al_2O_3 为主， K_2O 、 Na_2O 次之。分析数据表明：该矿床无共生矿产和伴生矿产。

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

(一) 矿区土地利用现状

本项目为探采整合扩建项目，矿区拟申请的采矿证范围涵盖了现采矿许可证范围，因此本次矿区土地利用情况拟申请采矿权范围和采矿活动影响范围分别评述。

1、拟申请矿证范围土地利用情况

拟申请矿区面积 0.4657km² (46.5700hm²)，根据收集的全国第三次国土调查土地利用现状资料及 2024 年更新数据，拟申请矿证范围土地利用类型（二级地类）包括灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、内陆滩涂、裸岩石砾地等。各土地利用类型占用情况见表 2-5。

表 2-5 拟申请矿区范围土地利用现状表

2、采矿活动影响范围土地利用情况

矿山采矿活动影响范围包括拟申请矿区范围（含现持有采矿证范围）、拟申请矿区范围外已损毁的场地（界外采坑、废石堆 1、废石堆 2、临时办公区、办公生活区、部分钻机平台及部分探矿道路）及采矿可能影响的区域，最终确定采矿活动影响范围为 74.2339hm²。采矿活动影响范围土地利用类型（二级地类）包括旱地、其他林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、内陆滩涂、裸岩石砾地等。

表 2-6 采矿活动影响范围土地利用表

（二）矿区土地利用权属情况

根据收集的全国第三次国土调查土地利用现状资料及 2024 年更新数据，拟申请矿区土地权属为内蒙古赤峰市巴林左旗隆昌镇古北口村、查干哈达苏木乡前召嘎查村集体所有，权属明确，界线明晰，不存在争议。

1、拟申请矿区范围土地利用权属

拟申请矿区土地利用权属表见表 2-7。

表 2-7 拟申请矿区土地利用权属表

2、采矿活动影响范围土地利用权属

采矿影响范围土地利用权属表，见表 2-8。

表 2-8 采矿影响范围土地利用权属表已损毁土地利用情况

根据现状调查，矿区已损毁土地单元为 8 处，包括露天采场、界外采坑、废石堆 1、废石堆 2、临时办公区、办公生活区、钻机平台（PT2-PT47）、矿区道路。损毁类型为压占、挖损。损毁面积总计 11.7013hm²。已损毁土地利用类型（二级地类）包括旱地、其他林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、内陆滩涂、裸岩石砾地等，见表 2-9。

表 2-9 已损毁土地利用现状表

（三）已修复土地现状情况

矿区探矿期间挖损破坏场地较多，近年矿山对界外采坑（平台）、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（PT1）等场地实施了治理。根据调查，废石堆 1 仅实施了整形、覆土工作，尚未进行植被恢复，《开采方案》规划利用废石堆 1 改建为拟建工业场地，未来场地继续扩大，本次将其作为现状单元重新评价；界外采坑边坡，未恢复地形地貌；界外采坑平台、废石堆 2 覆土厚度未达到复垦标准，整体修复效果欠佳，以上场地做为现状单元纳入已损毁土地重新评价。

本次已修复场地范围为钻机平台 1，经统计，修复土地面积 0.1347hm²。具体地类面积见表 2-10。

表 2-10 已修复土地利用现状表

（四）矿区永久基本农田分布情况

1、矿区范围内永久基本农田情况

依据矿山提供的矿区范围及巴林左旗自然资源局出具的永久基本农田查询情况《说明》，拟申请矿区采矿权范围及探矿权范围不涉及永久基本农田。

2、矿区活动影响范围内耕地情况

根据收集的全国第三次国土调查土地利用现状资料及 2024 年更

新数据，采矿活动影响范围内分布有耕地（非永久基本农田）总面积为 1.7947hm²，土地权属为隆昌镇古北口村村民集体所有。未来拟建废石堆放场位于拟申请矿区范围外，将部分压占耕地（非永久基本农田），拟损毁耕地面积约 0.9012hm²。经实地调查，拟损毁地块现状为人工灌木林地，植被长势一般。截至目前，矿山尚未依法办理农用地转用审批或集体建设用地使用审批手续。后续矿山将根据《开采方案》工程布局及用地计划依法办理相关用地审批手续。

同时，采矿活动影响范围外北部、东部、南部也有耕地分布，现有地面单元及未来拟建场地均不占用，未来以保护为主，严禁擅自扩大用地范围。

（1）耕地质量情况

根据实地调查，耕地多分布在山坡及沟谷两侧平缓地带，田块平均坡度 $<10^{\circ}$ ，土壤类型为栗钙土，有效土层厚度约 40-60cm，耕作层厚度 15-20cm，土壤 pH 值为 7.5-8.5 之间，土壤容重 1.3-1.4g/cm³，有机质 10-15g/kg。综合评价区域耕地土壤呈弱碱性，有机质含量处于中等偏低水平，土壤结构偏紧实，保水保肥能力一般。

（2）配套设施

田间配套有耕作生产车道，宽约 3m，农田四周无配套供水设施。四周无防护林带，未纳入旱作高标准农田建设规划。根据现场调查，地块不满足预期灌溉条件，自然排水条件较好。

（3）生产力水平

根据收集的全国第三次国土调查土地利用现状资料及 2024 年更新数据，耕地质量等级均为 3 等。主要种植玉米、大豆等旱作农作物，种植制度为一年一熟。受灌溉条件限制，年产量不高。

个别山区地块因长期干旱缺水，已弃耕并种植人工灌木林，植被

长势较好，但郁闭度不高。

（4）地面工程建设损毁耕地情况

根据实地调查及叠合地面工程位置，矿山以往探矿活动及地面工程建设未对耕地造成压占、损毁及污染影响。

矿区活动影响范围与耕地分布情况套合关系见图 2-6。

图 2-6 矿区活动影响范围与耕地位置关系套合图

二、采矿用地审批情况

（一）存量采矿用地

经查询，截至目前，矿山生态修复区范围内无存量采矿用地。

（二）拟申请采矿用地

根据前期踏勘、权属核查、土地利用现状筹备工作，矿山拟申请用地包括拟申请采矿许可证范围***hm²，界外拟建及利用场地（拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、办公生活区、矿区道路）6.5609hm²，合计拟申请采矿用地面积***hm²。采矿用地报批相关材料将尽快完善申请、权属确认等全套资料。按程序报送至自然资源主管部门审批，并依法取得用地批复、用地手续，依规开展采矿相关建设及生产活动。截至目前，矿山正在规划办理建设用地相关土地征占手续。

（三）存量采矿用地腾退指标利用

矿山现无可腾退的存量采矿用地指标。

第五节 矿区生态状况

一、矿区生态功能定位

根据《内蒙古生态功能区划》，本区位于赤峰市巴林左旗南部，属于 XXX₂₋₁ 辽河上游农田草原水土保持生态功能区。

根据《赤峰市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，赤峰市位于大兴安岭南段和燕山北麓山地，西拉木伦河南北与老哈河流域广大地区，是内蒙古高原、冀北丘陵和辽宁平原的连接复合部位，生态环境本底优越。赤峰市承担大兴安岭生态屏障，科尔沁、浑善达克沙地防治区，西辽河水系生态廊道等重要职能，是我国北方重要的生态安全屏障。根据规划的“一屏四区、八廊多节点”的全域生态保护格局，矿区位于赤峰市北部，属北部农牧交错生态修复区，塑造草原农牧空间风貌单元。

根据巴林左旗国土空间总体规划（2021—2035 年），矿区位于巴林左旗南部，划为南部防风固沙生态保育区，是构建“一带、一网、一屏障、多斑块”生态安全格局的重要组成部分。区域生态功能以加强区域生态网络稳定连通性，加强区域生态系统连续性，形成天然保护城市的重要生态影响的自然生态屏障，发挥生态脊梁功能。

二、矿区生态本底状况

（一）生态系统格局

1、生态系统格局调查

根据《生态系统评估生态系统格局与质量评价方法》（GB/T 42340-2023）附录 A 表 A.1 生态系统分类体系，调查范围内生态系统类型包括灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统以及荒漠生态系统，共 5 大类。以草地生态系统面积占比最大，约为 57.72%，城镇生态系统及荒漠生态系统次之，其他生态系统类型占比较少，见表 2-11。

表 2-11 矿区及周边生态系统类型分布现状

2、生态系统景观格局及特征

（1）斑块数量

根据收集全国第三次土地利用调查结果 2024 年变更数据，采用

GIS 软件统计，本项目区各类生态系统斑块数量见表 2-12。

表 2-12 生态系统斑块数量现状

(2) 平均斑块面积

平均斑块面积为某类生态系统总斑块面积/此类生态系统斑块数量，按以下公式计算。

$$\overline{A}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^{N_i} A_{ij}$$

式中：

$\overline{A}_i$ ——平均斑块面积，单位为平方千米(km²)；

N_i ——第 i 类生态系统的斑块总数；

A_{ij} ——第 i 类生态系统第 j 个斑块的面积，单位为平方千米(km²)。

表 2-13 斑块数量现状

(3) 边界密度

平均斑块面积为一类生态系统总边界长度/该类生态系统总面积，单位：km/km²。按以下公式计算。

$$ED_i = \frac{1}{A_i} \sum_{j=1}^M L_{ij}$$

式中：

ED_i ——第 i 类生态系统边界密度，单位为千米每平方千米(km/km²)；

A_i ——第 i 类生态系统的总面积，单位为平方千米(km²)；

表 2-14 边界密度现状

(4) 聚集度

区域生态系统聚集度反映了同类生态系统斑块在空间上的紧密程度，是评价景观格局连通性与破碎化水平的重要指标。聚集度指同一类生态系统斑块在空间上紧密程度，单位：%。按以下公式计算。

$$C = C_{\max} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n G_{ij} \ln(G_{ij})$$

式中：

C ——区域生态系统聚集度，%；

$C_{\max}$ —— G_{ij} 参数的最大值；

G_{ij} ——斑块类型 i 与 j 相邻的概率，%；

n ——各类生态系统斑块总数。

拟申请矿区生态系统类型以草地为主导，占项目区总面积的 57.72%，城镇次之，灌丛、荒漠生态系统斑块数量较少、面积占比低。根据 ArcGIS 解译获取的景观格局数据，通过 Fragstats 软件计算，本项目区生态系统聚集度为 47.35%。

结果表明，该矿区生态系统斑块空间聚集整体处于中等偏低水平，区域同类生态系统斑块空间集聚性一般，原生草地基质局部受人为扰动分割，景观连通性一般，破碎化特征较为明显。

（二）生态系统状况调查

依据《全国生态状况调查评估技术规范》（HJ 1167-2021、HJ 1168-2021、HJ 1170-2021）相关野外观测指标体系进行野外观测，调查范围各生态系统状况如下：

（1）灌丛生态系统

在调查范围北部和南部山前坡麓地带少量分布，以低矮旱生灌木、半灌木为主，空间连续性较差。先锋物种为柠条、锦鸡儿、虎榛子、山杏等。指示物种为柠条、锦鸡儿。灌丛平均高 1m-1.5m。林下层草本植被发育羊草、糙隐子草、狗尾草等优势物种。群落结构较完整。植被总覆盖度约 20-30%。本区土壤类型为栗钙土，土壤容重 $1.30\text{g}/\text{cm}^3$ ，pH8.31，有机质含量 $11.93\text{g}/\text{kg}$ ，全氮含量 $473\text{mg}/\text{kg}$ 。

（2）草地生态系统

调查范围内天然牧草地面积占比最大，并与区域天然牧草地连片衔接，是区域主导生态系统。区域地带性建群种为针茅（草本）、羊

草、糙隐子草、贝尔加针茅、羊胡子草、狗尾草（伴生种）等优势物种为主，优势种相对丰度达 62%；先锋物种以冷蒿、羊草、糙隐子草为主，草地群落高度 10–40cm，植被覆盖度 40%–50%。土壤容重 1.27g/cm^3 ，pH7.82–7.91，有机质含量 12.9–13.1g/kg，全氮含量 542–573mg/kg，含水量 4.7–8.4%。

（3）农田生态系统

调查范围内南部及北部均有小范围分布，呈不规则块状。土地利用类型为旱地。田块坡度平均 $<10^\circ$ ，配套有生产道路，无灌溉条件，依据地形条件自然排水。粮食作物以种植玉米、谷子、大豆等作物为主，受无灌溉条件、土壤立地条件限制，农作物年产量整体处于中低水平。

土壤类型为栗钙土，土体结构整体稳定，耕作条件中等。区域耕作层厚度 15~20cm，是农作物根系主要生长层；有效土层厚度 40~60cm，可满足常规旱作作物生长需求。土壤呈弱碱性，pH 值介于 7.5~8.5 之间，土壤容重 $1.3\sim1.4\text{g/cm}^3$ ，土壤疏松度、通透性良好。土壤养分指标整体表现为中等偏贫瘠，其中有机质含量 10~15g/kg，全氮含量 450~550mg/kg，有效磷含量 3.5~4.5mg/kg，速效钾含量 125~130mg/kg；土壤阳离子交换量 9.0~10.0cmol/kg，保肥能力一般，土壤电导率 8~9mS/m，无盐碱化胁迫问题。

（4）城镇生态系统

调查范围零散分布两处农村宅基地，农村道路及大范围的工矿用地，生态系统结构极为简化。

（5）荒漠生态系统

调查范围属于低山丘陵地貌，区域范围内荒漠分为石质裸岩与土质裸地两类，呈不规则块状或条带状分布。石质裸岩地表坚硬，岩石

裸露、土壤匮乏，生物承载力低；土质裸地表层壤质，土质地松散，缺乏植被覆盖保护；两类裸地生态系统结构简单、物种匮乏、群落稳定性弱，生态抗干扰能力与自我修复能力均较差。

（三）生物多样性

1、植物多样性

调查范围内植物物种丰富度中等，草本层以禾本科和菊科植物占主导，大羊草、针茅、糙隐子草为草原群落的建群种和优势种。灌木以柠条、锦鸡儿、山杏为主，局部形成优势灌丛。本次调查未发现国家及地方重点保护野生植物，未发现外来入侵物种。区内无古树名木分布。矿区内植物名录见下表。

表 2-15 矿区植物名录

2、动物多样性

调查范围野生动物以适应干旱生境的小型兽类、鸟类及爬行类为主要类群。经初步调查，该区域鸟类主要有家燕、喜鹊、麻雀、大山雀、伯劳等；啮齿类小型哺乳动物有：田鼠、蒙古兔等。人工饲养的动物主要有猪、鸡、羊、狗、牛、鹅、鸭等。目前，评价区内野生动物多为常见物种，无珍稀濒危受保护野生动物，无特殊生境。

表 2-16 矿区动物名录

（四）生态系统服务功能

通过遥感影像解译与土地利用现状图校核及生态状况实地调查，依据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统服务功能评估》（HJ 1173-2021）相关技术方法，对本区水源涵养、土壤保持、防风固沙、生物多样性维护四项生态服务功能指标开展定性与定量综合分析，具体如下：

1、水源涵养功能

矿区位于西辽河的二级支流—乌力吉沐河水系的上游汇水区。生态修复区水源涵养功能主要由草原、灌丛、农田与城镇生态系统提供，区内裸地功能微弱。根据区域典型生态系统单位面积水源涵养参数测算。

生态修复区草地面积 42.8445hm^2 ，单位涵养量约 $6.3\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

灌丛面积 2.3290hm^2 ，单位涵养量约 $5.0\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

农田面积 1.7947hm^2 ，单位涵养量约 $3.2\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ；

城镇面积 17.6264hm^2 ，单位涵养量约 $0.20\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。

荒漠裸地地表坚硬或地表裸露，涵养能力极低。

经核算，生态修复区年水源涵养总量约 $295.6534\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，全域年平均单位涵养量约 $3.9827\text{m}^3/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，其中草地生态系统贡献率达 91.2962%，为区域水源涵养核心载体。受采矿活动影响，区内大面积裸岩、裸土及硬化地表不具备截留与入渗功能，加之植被整体覆盖度不高，区域单位面积涵养量仅为同气候区天然草原的 60–70%，水源涵养能力总体偏低。

2、土壤保持功能

区域地处低山区，受侵蚀地貌影响，坡度起伏变化较大，植被覆盖度不高，土壤抗蚀性较弱。加之采矿活动形成的破坏面、松散废石堆及道路切坡等，破坏原有土壤结构与植被保护层，坡面侵蚀相对强烈，土壤保持功能下降，在缺乏连续植被覆盖连通条件下抗蚀能力较弱。

依据土壤流失方程（RUSLE）测算，生态修复区年土壤保持量约 $1631.4831\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ，年平均单位土壤保持量约 $21.9776\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ 。其中草地与灌丛生态系统植被覆盖度较高，通过根系固土、减缓径流

侵蚀，实现核心土壤保持功能，贡献占比接近 63.32%。水土流失风险主要集中于露天采场及采矿活动扰动区域。

3、防风固沙功能

基于修正风蚀方程（RWEQ）结合植被覆盖度与景观格局估算，项目区年防风固沙量约 $67.0587\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，全区年平均单位防风固沙量约 $0.9033\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，整体防风固沙率约 3.84%；外围连片草地与灌草区植被覆盖度相对较高，地表粗糙度大，固沙效率明显高于其他类型约 6.2%-6.7%以上，是区域防风固沙的主体。但受露天采场、采矿区域裸地及景观破碎化的影响，防护体系不连续，局部风蚀风险较为严重。

4、生物多样性维持

生态修复区作为中温带典型草原功能区，生物多样性维护以草原生态系统功能为核心的保护区域，生境质量指数约 0.60，属于中等水平。区内原生植被群落结构简单，以草原为生物多样性维持核心载体，其他群落维持功能一般，且受露天采场、裸地及建设用地人为扰动强烈，生境破碎化严重、生境质量差，不可替代性极低。总体来看，矿区具备一定生物多样性维持基础，但受采矿占地、地表扰动和景观破碎化影响，生境连通性不足、保护体系不完整，局部生物多样性维持功能偏弱。

综上所述，该区生态系统服务功能整体维持能力趋于中等水平。

第六节 矿山及周边人类重大工程活动

一、地表工程设施

赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿范围内及附近，除高压输电线路及乡级公路和乡村道路外，无铁路、高等级公路和其

他较重要设施；无大型电力、水利等重要重要基础设施；无重要军事设施，无水源保护地。矿区东北约 550m，有古北口村修建的拦水坝，占地 0.6986hm²，为村级水工建筑用地，主要用于拦挡山洪，防护下游村民房屋免受洪水侵害。

矿区以西直距约***km，坐落有内蒙古巴林左旗七锅山国家地质公园，公园面积约 32.0164km²，以岩臼、石排、壁龛等花岗岩地貌为主，是一座集科学研究、科普教育、观光游览、生态旅游、休闲度假为一体的综合性地质公园。召庙（昭庙）4A 级旅游景区坐落于七锅山国家地质公园的东部核心区，二者空间范围大面积重叠。矿区不在公园保护范围内。见图 2-8。

矿区在现有采矿许可证内东南角发现一处人工开凿的石窟遗迹，开凿于花岗岩壁上。根据巴林左旗文化旅游体育局预审意见，矿区不涉及登记在册的文物遗址，该石窟未登记、无文物定级，无纪年题记，存在未知性，按要求对其进行避让。依据巴林左旗文化旅游体育局提供的避让范围区域由 5 个拐点圈定，面积为 3233.4m²。

避让范围及拐点坐标见下表 2-17，与矿证范围相对位置关系见下图 2-7。

表 2-17 避让范围拐点坐标一览表

图 2-7 避让范围与现采矿证及拟申请矿证范围相对位置关系示意图

图 2-8 矿区周边其他人类工程活动卫星影像图

本次拟申请矿区范围已对未知石窟进行避让，本方案将其纳入采矿活动影响范围并提出保护措施。未来采矿活动及拟建工程不会对其破坏，不会影响矿区生态修复目标、复垦修复标准、治理措施。巴林左旗七锅山国家地质公园不在公园保护范围内，但采矿活动需严格管控，防止对公园遗迹及生态生成不利影响。

二、村镇分布情况

拟申请矿区内无集中居民点，距离矿区最近的自然村为矿区北侧约***km的古北口村热河营子组。经调查热河营子村现有居民约***人。村民以农牧业为生。未来采矿活动不会对其产生直接影响。

三、矿区附近采矿活动

经调查，矿区周边 3km 范围内未设置其他矿业权，无重要保护设施，除本勘查区内探矿工程外，无其他地质环境问题，不存在矿山地质环境问题纠纷。

第七节 矿区生态修复工作情况

一、上期方案概述

（一）上期方案编制情况

2022 年 2 月由***编制的《赤峰市契丹矿业有限公司巴林左旗隆昌镇古北口村热河营子饰面花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》审查文号（***），矿山服务年限为 30 年，规划年限为 32 年，即从 2022 年 1 月 1 日至 2053 年 12 月 31 日，方案适用年限为五年，自 2022 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日，方案编制基准年为 2022 年 2 月。

（二）上期方案主要内容

1、治理工程总体部署

上期方案，根据矿山地质环境问题类型和矿山地质环境治理分区结果，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿山地质环境保护与恢复治理总体工作部署分为三期：近期工作部署（5 年）、中期工作部署（5 年）、远期工作部署（22 年）。矿山开采期间，对《开发利用方案》未采用单元进行治理，对拟建单元区域进行表土剥离，统一堆放作为其他场地覆土使用；在拟建露天采场外设置警示牌、网围栏，

对出现崩塌的采场边坡进行治理，对边坡变形情况进行监测，对各工程场地地形地貌景观及土地资源进行监测；采矿证到期后，对所有破坏单元继续综合治理。恢复治理施工工作应在 2053 年 12 月 31 日全部完成。

(1) 近期工作部署（2022 年 1 月 1 日~2026 年 12 月 31 日）

①拟建露天采场：近期对拟建露天采场整体区域进行表土及风化层剥离，剥离表土及废石堆至拟建表土堆放场内。矿山生产严格按照《开发利用方案》设计施工，在拟建露天采场外围边界设置警示牌及网围栏，及时清理边坡危岩体，对开采到界的台阶进行修整然后覆土、恢复植被。

②拟建表土堆放场：近期对场地进行表土剥离，表土堆放至拟建表土堆放场内，对堆存的废石及表土边坡削坡整形，使得边坡坡度不大于 30°。

③拟建矿石加工场地：近期对场地进行表土剥离，表土堆放至拟建表土堆放场内。

④拟建办公生活区：近期对场地进行表土剥离，表土堆放至拟建表土堆放场内，对拟建办公生活区周边覆土整平、植树绿化。

⑤界外采坑：近期利用废石对场地进行回填、覆土整平、恢复植被及管护。

⑥废石堆 1：近期清运堆放废石，部分用于界外采坑回填，部分堆放至拟建表土堆放场内，然后对清理后场地进行覆土整平、恢复植被及管护。

⑦废石堆 2：近期清运堆放废石用于界外采坑回填，然后对清理后场地进行覆土整平、恢复植被及管护。

⑧临时办公区：近期拆除场地建筑物，清运建筑固废，对场地堆

坡进行削坡、对切坡垫坡，然后全面覆土整平、恢复植被及管护。

⑨临时生活区：近期拆除场地建筑物，清运建筑固废，对场地切坡进行垫坡，然后全面覆土、恢复植被及管护。

⑩钻机平台（PT1~PT4）：近期利用周边堆放废石对场地进行垫坡整形，然后覆土、恢复植被及管护。

11矿区道路：近期对不利用路段进行治理，然后全面覆土，恢复植被。

矿山生产期间，对各工程场地地质灾害、地下水、地形地貌景观及土地资源进行监测，对复垦植被进行管护。

（2）中期工作部署（2027年1月1日~2031年12月31日）

矿山生产严格按照《开发利用方案》设计施工，及时清理露天采场边坡危岩体，对开采到界的台阶进行修整然后覆土、恢复植被。

矿山生产期间，对各工程场地地质灾害、地下水、地形地貌景观及土地资源进行监测，对复垦植被进行管护。

（3）远期工作部署（2032年1月1日-2053年12月31日）

矿山服务年限满、矿山闭坑前后治理措施：

①拟建露天采场：远期利用拟建表土堆放场内废石及拟建矿石加工场地和办公生活区建筑固废对采场底部进行回填，降低边坡高度，对采场底部及剩余台阶进行覆土、恢复植被及管护。

②拟建表土堆放场：远期清运场地内废石至露天采场作为回填物源，对清运后场地进行覆土、恢复植被及管护。

③拟建矿石加工场地：远期拆除场地建筑物、清运建筑固废，对场地切坡进行垫坡，然后全面覆土、恢复植被及管护。

④拟建办公生活区：远期拆除场地建筑物、清运建筑固废，然后全面覆土、恢复植被及管护。

⑤矿区道路：远期对切坡路段垫坡，然后全面覆土、恢复植被及管护。

矿山生产期间，对各工程场地地质灾害、地下水、地形地貌景观及土地资源进行监测，对复垦植被进行管护。

2、近期治理工程部署（2022 年 1 月-2026 年 12 月）

根据上期方案，近期治理工程部署及完成情况具体如下：

表 2-18 近期矿山环境治理年度实施计划与完成情况对比分析表

治理时限 (年)	治理工程场地	治理工程内容	治理工程量	完成情况
2022. 1. 1 ~ 2022. 12. 31	拟建露天采场	警示牌 (块)	15	未完成，2024 年实施对界外采坑、废石场 2 及钻机平台 1 的治理。
		网围栏 (m)	2700	
		表土剥离 (m ³)	75130	
		风化层剥离 (m ³)	7900000	
	钻机平台 (PT1~PT4)	垫坡整形 (m ³)	94	
		覆土整平 (m ³)	616	
		种草 (m ²)	2502	
	拟建表土堆放场	表土剥离 (m ³)	35082	
		削坡整形 (m ³)	2000	
	拟建矿石加工场地	表土剥离 (m ³)	2842	
	拟建办公生活区	表土剥离 (m ³)	506	
		覆土整平 (m ³)	200	
		植树 (株)	100	
	界外采坑	回填 (m ³)	12462	
		石方整平 (m ³)	2060	
		覆土整平 (m ³)	2060	
		种草 (m ²)	6866	
	废石场 2	清运 (m ³)	6683	
		覆土整平 (m ³)	898	
		种草 (m ²)	2992	
	监测、管护 (年)		1	
2023. 1. 1 ~ 2023. 12. 31	废石场 1	清运 (m ³)	36354	未完成
		覆土整平 (m ³)	2542	
		种草 (m ²)	8472	
	监测、管护 (年)		1	
2024. 1. 1 ~ 2024. 12. 31	临时办公区	拆除 (m ³)	131	本年度完成对界外采坑、废石堆 2、钻机平台 (PT1) 的全面治理，完成对废石堆 1 边坡整形。 (治理效果见照片 0-7 至 0-9)。 完成监测及管护。
		清运 (m ³)	131	
		削坡整形 (m ³)	206	
		垫坡整形 (m ³)	206	
		覆土整平 (m ³)	1273	
		种草 (m ²)	4244	
	临时生活区	拆除 (m ³)	155	
		清运 (m ³)	155	
		垫坡整形 (m ³)	135	

治理时限 (年)	治理工程场地	治理工程内容	治理工程量	完成情况
	矿区道路（废弃）	覆土整平（m ³ ）	846	
		种草（m ² ）	2820	
		垫坡整形（m ³ ）	1000	
		覆土整平（m ³ ）	4002	
		种草（m ² ）	13340	
	监测、管护（年）		1	
2025. 1. 1 ~ 2025. 12. 31	拟建露天采场	清理危岩体（m ³ ）	168	未拟建场地 完成监测及管护。
		修整台阶（m ³ ）	160	
		覆土整平（m ³ ）	689	
		植树（株）	345	
	监测、管护（年）		1	
2026. 1. 1 ~ 2026. 12. 31	拟建露天采场	清理危岩体（m ³ ）	168	未拟建场地
		修整台阶（m ³ ）	160	
		覆土整平（m ³ ）	690	
		植树（株）	345	
	监测、管护（年）		1	

二、矿山实际完成的修复治理工作

根据上期方案设计部署，矿山对现矿区范围外不再利用的场地进行治理，包括界外采坑、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（PT1~PT4）、临时办公区、临时生活区及废弃矿区道路进行了部分治理。

1、矿山 2024 年度治理计划，矿山完成了界外采坑的治理；完成了废石堆 2 清运、覆土；废石堆 1 边坡整形；钻机平台 PT1 进行治理。核查组对年度治理工程进行核验，同时出具了现场核查意见书。

2、矿山 2025 年度治理计划，矿山完成地形地貌土地资源进行监测及管护。经过核查组验收，矿山基本完成本年度治理计划要求。

三、矿山实际完成生态修复治理效果

（一）生态修复治理工程成效

经过近两年的治理，矿山治理工程生态修复效果如下：

1、界外采坑：矿山治理期间对界外采坑的平台进行平整后复垦，场地保留岩质边坡，边坡陡立且稳定，不存在危岩体，高差约 3m-6m，坡角 70 °-80 °，场地边坡坡度陡立，地形坡度较大，未恢复原生地形地貌，界外采坑平台覆土厚度小于 0.5m，未达到土地复垦标准土

壤质量要求；场地坡顶蓄水坑遗留未复垦。界外采坑治理后效果见照片 2-6、照片 2-7。

照片 2-6 界外采坑-边坡

照片 2-7 界外采坑（南侧视角）

2、废石堆 1：设计对场地内废石清运至拟建表土堆放场，由于矿山未拟建场地，未清运废石，仅设计对场地平台进行过渡性治理，对场地实施平台整平，顶部覆土，对场地边坡进行整形，未恢复植被。

《开采方案》设计作为未来继续利用场地保留，本方案将更名为拟建工业场地。现废石堆 1 现状，见照片 2-8。

照片 2-8 废石堆 1

3、废石堆 2：场地废石已清运，场地经平整，覆土厚度小于 0.5m，且未恢复植被，重新纳入现状进行评估。废石堆 2 治理后效果见照片 2-9。

照片 2-9 废石堆 2

4、钻机平台（PT1~PT4）：钻机平台（PT1 已完成复垦治理，钻孔已回填封孔，地形地貌已恢复，植被恢复欠佳作为前期治理单元进行植被补植；其他钻机平台（PT2-PT4）未实施地形地貌恢复工程未复垦，未完成治理。

照片 2-10 钻机平台（PT1）

综上，矿山已完成生态修复的场地为钻机平台（PT1），治理面积约 0.1347hm²。

（二）存在问题

1、上期方案设计治理场地：界外采坑，矿山仅对场地平台整平复垦，遗留场地高陡边坡，未达到矿山复垦对边坡稳定性的控制标准，地形地貌未恢复原生地貌；界外采坑平台经工程整治后，场地平台坡度放缓，立地条件得到改善，土壤厚度小于 0.5m，未达到土地复垦

标准土壤质量要求。本次界外采坑场地划分两部分，分别命名为界外采坑边坡、界外采坑平台，重新纳入现状进行评价。

2、露天采场，为矿山建矿初期试采形成，场地位于《开采方案》规划拟建露天采场范围内，根据矿山生产计划及矿体赋存状况，矿山近年暂不予进一步开采，拟于对其进行复垦治理，场地更名为试采工作面，纳入现状进行重新评价。

3、矿山前期设计规划治理的钻机平台(PT2-PT4)，存在未治理情况，矿山近期探矿新增钻机平台，场地整体范围扩大，本方案统一整理重新评价。

4、废石堆 1，根据《开采方案》设计，该场地纳入未来拟建工业场地重新规划利用。

5、临时生活区，根据《开采方案》设计做为后期矿山生产生活的办公生活区，为未来继续利用场地。

5、废石堆 2，场地经平整，覆土厚度小于 0.5m，未达到土地复垦标准的土壤质量要求，且未恢复植被，场地重新纳入现状进行评价。

6、矿山前期已治理的场地，钻机平台（PT1）完成地形地貌恢复，受立地环境因素制约，植被重建效果较差，生态恢复效果未达到预期，本次作为前期治理单元进行植被补植。

7、矿山自行治理的钻机平台（PT41、PT42、PT43）场地，经现场调查，复垦地块仅直接利用原生土壤简易覆土，未进行土壤改良和土层重构，原生土壤有机质匮乏、结构松散，受气候及土壤立地条件限制，未自然生长草本植被，易引发风蚀与水土流失，会进一步加剧土壤养分流失土质退化，以致矿山生态恢复效果未达到预期目标。

（三）取得经验、教训

矿区位于巴林左旗南部低山丘陵区，区域呈侵蚀地貌，生态本底

脆弱、立地条件较差。前期矿山已实施多项地质环境治理与土地复垦工程，对矿区地质环境综合治理、土地复垦及生态修复工作提供技术指导。

1、局部高陡边坡坡角过大、未按规定复垦质量标准设置分级台阶与安全平台，边坡整形不到位，抗风蚀、水蚀能力弱，易产生坡面剥落、水土流失，未达到土地复垦与地质环境治理规范标准。

2、前期部分场地治理缺乏系统性统筹，场地单元整治、植被配置衔接连通性差，未充分结合区域生态脆弱性与农牧业发展布局，治理整体性和适配性有待提升。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

本次矿区基本情况调查监测以拟申请采矿证范围为核心，兼顾矿区探矿活动影响范围，包括界外采坑边坡、界外采坑平台、临时办公区、办公生活区、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台、矿区道路及周边生态影响区域为整体调查范围，通过资料收集、遥感解译、现场踏勘、实地核查监测相结合的方式，系统调查矿区原生地质环境背景、土地资源及规划、植被状况、生物多样性及周边敏感保护目标分布等生态本底基础现状。

根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）等规范要求，结合本矿山项目特性，确定开采前矿区生态修复监测的核心目标是全面查清矿区生态自然本底状况，开采前生态修复监测内容与监测指标，具体见表 2-19。确定开采中监测为持续跟踪监测矿山开采对生态环境的影响态势，开采中监测内容与指标表，具体见表 2-20。

表 2-19 矿山开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-20 矿山开采中生态修复监测内容与监测指标表

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、矿区生态修复影响区范围

根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》总体要求，赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿，矿区生态修复评价范围为拟申请矿区范围及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

赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿，拟申请矿区面积***km² (***hm²)。

2、矿业活动影响范围

根据现场调查，现状矿业活动破坏单元部分位于矿区范围外，包括界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2、临时办公区、部分钻机平台、部分矿区道路等，《开采方案》设计拟建场地单元位于矿区范围外，包括拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、办公生活区及矿区道路等，矿业活动影响范围面积为***hm²。

3、矿区生态修复范围

综合拟申请矿区范围及其周边水文地质、水土环境影响、地灾影响等方面，确定赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿生态修复范围面积为 74.2339hm²。

二、现状问题

本次通过野外调查、资料分析，查明本矿区生态修复影响区范围因历史探采活动产生的地质环境、土地资源损毁、生态损毁等现状问题，具体如下：

（一）地质环境问题现状

1、不稳定地质体

（1）不稳定地质体影响程度分级

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范（DZ/T 0223-2011）》“附录 E-矿山地质环境影响程度分级”表 E.1 中，地质灾害分级标准，将不稳定地质体失稳破坏地质环境影响程度划分三级：严重、较严重、较轻，具体分级标准如下表所示：

表3-1 矿山不稳定地质体损毁标准及程度

（2）现状不稳定地质体评价

矿山探采工作期间对露天采场进行试采生产，形成地面单元包括：试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（2-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路，以上场地的建设局部改变了原始地质环境形态。采场区域试采工作面地质环境问题表现突出，现针对其开展分析，其他各工程场地不稳定体问题识别分析见表 3-2。

试采工作面：矿山建矿初期探矿形成小规模试采面，场地最低标高为***m，最高标高为***m，边坡最大高差约 18.20m。矿山前期采用低台阶全锯切开采工艺，对矿体进行无爆破切割作业，自上而下形成阶梯状开采边坡。开采台阶高度 1.8m，台阶平台宽度 0.3m（为切割作业预留的窄平台，非安全作业平台），目前共形成 10 个连续开采台阶，边坡切割面平整，形态稳定。

根据调查，现场剥离边坡揭露，表层强风化带岩石较为破碎，厚度约 10m 左右，剥离区边坡坡度一般在 35-45° 之间；开采切割面边坡岩体性状一致：整体为硬质花岗岩体，岩体完整、力学稳定性好，不易产生崩塌、滑坡隐患；边坡采矿切割形成陡立面，原有应力平衡被打破，在自重及作业扰动作用下，岩体裂隙不断扩张发育，易形成

失稳结构面，坡面易形成松动危石产生崩塌，成为核心不稳定地质体。现岩石完整，边坡整体稳定，存在不规整台阶和陡立边坡与临空面，现状场地平台无散落的岩土体。

综上，经评价场地不稳定地质体影响程度为**较严重**。

表 3-2 已建场地不稳定地质体现状评价

综上所述：赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿采矿活动影响区域内，现状条件下不存在不稳定地质体。

2、地形地貌景观破坏现状问题

(1) 地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分

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：较轻、较严重、严重。分别定义如下：

- 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。

生态修复区各场地及其挖损、压占破坏地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-3，3-4。

表 3-3 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表 3-4 地形地貌景观破坏程度评分界线表

(2) 矿山地形地貌景观破坏现状评价

根据现状调查,生态修复区内现状地表工程场地为以往探矿试采工作期间建设,包括:试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台(2-47)、临时办公区、办公生活区、矿区道路。本次评价已对各现状问题单元拍摄典型照片,明确问题分布、规模及程度,各单元对地形地貌景观造成的影响与破坏评价结果如下:

1) 试采工作面

场地位于矿区范围内北部,占地面积 2.4322hm^2 。为前期矿山探矿初期试采期间大面积开挖山体形成,总体呈不规则展布,采场长轴约 200m,宽轴约 110m,场地顶部最高标高***m,底部开成平台标高约***m,边坡最大高差约 18.20m。现状场地西侧遗留一处开采面,形成 10 个开采台阶,每个台阶高约 1.8m,每层台阶预留 10~30cm 平台,累计采深 1~18m,边坡坡度 60° - 80° 之间,局部近直立,场地未形成凹坑;开采面东侧为采矿后形成平台;开采面北侧为剥离区域,形成不规整剥离边坡,坡度 35° - 45° 之间。当前采场整体为山坡型开采状态。

现状场地地形地貌景观影响严重,见表 3-5,现状照片 3-1。

表 3-5 试采工作面地形地貌景观影响评分表

照片 3-1 试采工作面(近景)

照片 3-2 试采工作面(东视角)

照片 3-3 试采工作面(西视角)

2) 界外采坑边坡

场地位于矿区范围外以东约 300m,占地面积 0.1077hm^2 。场地为矿山探矿初期试采形成,总体呈长条展布,长轴约 217m,宽轴约 20m,边坡高度 3~8m,顶部标高为***m,底部标高为***m,坡角 70° ~ 80° ,挖方量约 9071m^3 ,见挖方量三角网法计算成果图 3-1。现状场地留有岩质边坡,场地坡顶蓄水坑遗留未复垦,面积约 197m^2 。

现状场地对地形地貌景观影响较严重，影响评分表见表 3-6，现状见照片 3-4。

表 3-6 界外采坑边坡地形地貌景观影响评分表

照片 3-4 界外采坑边坡（南视角）

图 3-1 挖方量三角网法计算成果图

3) 界外采坑平台

场地位于矿区范围外以东约 300m，占地面积 0.5789hm^2 。场地前期已实施整平，场地地形平缓，坡度小于 15° ，场地实施了覆土工程，覆土厚度小于 0.5m，未达到土地复垦标准中的土壤质量要求。

现状场地对地形地貌景观影响为较严重，影响评分表见表 3-7，现状见照片 3-5。

表 3-7 界外采坑平台地形地貌景观影响评分表

照片 3-5 界外采坑平台

4) 废石堆 1

场地位于矿区范围外以东，占地面积 0.9254hm^2 。为前期采场采出废石堆存，废石顺山间凹坡堆放，堆体长约 150m，宽度约 100m，堆坡高差小于 10m，堆坡 $25\sim 35^\circ$ ，堆方量 37790m^3 ，见废石方量三角网法计算成果图 3-2。

现状场地对地形地貌景观影响较严重，影响评分表见表 3-8，现状见照片 3-6、3-7。

表 3-8 废石堆 1 地形地貌景观影响评分表

照片 3-6 废石堆 1（西视角）

照片 3-7 废石堆 1（南视角）

图 3-2 废石堆方量三角网法计算成果图

5) 废石堆 2

场地位于矿区范围外以东，占地面积 0.3223hm^2 。场地前期治理已完成废石清运，场地已整平，地形较缓，地形坡度小于 15° ，已实施了覆土工程，覆土厚度小于 0.5m，未达到土地复垦标准中的土壤质量要求。

现状场地对地形地貌景观影响较轻，影响评分表见表 3-9，现状见照片 3-8。

表 3-9 废石堆 2 地形地貌景观影响评分表

照片 3-8 废石堆 2

6) 钻机平台 (2-47)

场地为矿山前期探矿遗留，钻机平台共 46 处。本方案在调查前期钻机平台的基础上重新梳理继续编号，其中矿区拟建露天开采范围外钻机平台 12 处，即钻机平台 (PT2-20、PT25-28、PT37-47)，其余全部位于露天开采范围内，总占地面积 2.0997hm²。钻机平台大多位于山坡上，切高垫低形成工作平台，场地切坡及堆坡，高差 0.2-10m，切坡坡角约 35° -50°，堆坡坡度约 10° -35°，开挖产生的废石堆积在平台周边，场地挖损总体积约 7221m³。其中钻机平台 PT4，存留探矿工作期间钢筋混凝土浇筑的蓄水池，所有钻机平台探矿结束后均已完成封孔。各平台现状形态特征详见表 3-10。

场地的建设破坏原生地形地貌和植被，形成与周边地形地貌不协调的生态斑块，改变了原生景观状态，预测对地形地貌景观影响较严重。影响评分表见表 3-11，现状见照片 3-9。

表 3-10 钻机平台 (PT2-47) 场地形态特征表

钻机平台 编号	长 (m)	宽 (m)	面积 (m ²)	切坡长 (m)	切坡高度 (m)
PT2	33	20	517	30	1.5
PT3	30	17	316	30	1.5
PT4	20	12	163	15	1.5
PT5	31	19	196	25	2
PT6	25	14	358	20	1.5
PT7	48	18	646	35	2
PT8	28	18	469	45	1.5
PT9	28	17	387	25	1.5
PT10	22	18	312	23	1.5
PT11	22	15	267	50	1.5

PT12	44	21	814	34	1.5
PT13	44	42	1427	34	1.5
PT14	91	62	4342	80	3.0
PT15	52	24	941	66	3.4
PT16	6	5	22	10	1.0
PT17	18	9	138	18	1.5
PT18	19	10	154	22	1.5
PT19	56	36	1463	49	6
PT20	30	27	371	49	3
PT21	31	24	550	16	0.5
PT22	25	16	336	14	1.3
PT23	22	15	296	0	0
PT24	23	17	329	21	1.5
PT25	22	15	268	14	1.5
PT26	42	16	668	43	1.5
PT27	14	13	151	0	0
PT28	29	17	391	32	3.3
PT29	9	8	60	0	0
PT30	18	9	177	40	1
PT31	20	12	209	18	1
PT32	60	24	1094	40	3.5
PT33	35	22	631	34	1.5
PT34	28	17	390	35	1.5
PT35	16	14	187	11	1.5
PT36	18	13	217	0	0
PT37	16	10	132	12	1
PT38	10	8	72	0	0
PT39	9	7	62	0	0
PT40	14	13	159	13	1.5
PT41	8	8	61	0	0
PT42	30	8	275	0	0
PT43	10	10	115	0	0
PT44	26	14	310	17	1
PT45	13	11	132	0	0
PT46	17	16	206	0	0
PT47	17	17	216	0	0
合计			20997		

表 3-11 钻机平台地形地貌景观影响评分表

PT47

照片 3-9 钻机平台

PT2	PT3
PT4	PT5
PT15	PT28
PT37	PT38
PT39	PT40
PT41	PT42
PT43	PT44
PT45	PT46

7) 临时办公区

场地紧邻矿区范围外东侧，占地面积 0.4244hm²。场地建设初期切高垫低，于西侧形成小规划土质切坡，坡约长 60m，相对高差 0.5m-3m，边坡坡度 45~60°。场地内设有数栋钢结构平房，建筑面积总 262m²，建筑物高 2.5m。场地东侧存在堆坡，堆坡高 2~5m，长度 60m，边坡坡度 45-50°，现状堆坡较规整。场地南部堆存少量废石，堆方量约 795m³，堆高约 0.5-1.0m，堆体稳定，见图 3-3。

场地的建设破坏了原生的地形地貌景观和植被，形成与周边地形地貌不相协调的生态斑块，改变了原生景观状态，预测对地形地貌景观影响较严重。影响评分表见表 3-12，现状见照片 3-10。

表 3-12 临时办公区地形地貌景观影响评分表

照片 3-10 临时办公区

图 3-3 废石方量三角网法计算成果图

8) 办公生活区

场地位于矿区范围外东南向约 370m，占地面积 0.2820hm²。场地内租用古北口村宅基地及其地上数栋彩钢结构板房和房屋，总建筑面积 310m²，建筑物高 2.5m。场地西侧呈现土质切坡，场地南东侧形成小规模堆坡，切坡相对高差 2~3m，长度 102m，切坡坡角 45-50°，堆坡高约 0.5-1m，坡角 10-25°。

场地的原生的地形地貌景观和植被环境较差，与周边自然环境不

协调，预测对地形地貌景观影响较严重。影响评分表见表 3-13，现状见照片 3-11。

表 3-13 办公生活区地形地貌景观影响评分表

照片 3-11 办公生活区

9) 矿区道路

矿区道路连接各功能区，并与乡村道路相连通往矿区外，供矿山生产材料、生活用品、矿石成品等运输使用，道路总长 8472m，路面宽 3~5m，碎石子、砂土路面，占地面积 4.5287hm²。矿区道路存在长约 800m 的切坡，切坡高度 1~3m，切坡坡度 50~70°。

矿区道路的建设使原生的地形地貌景观和植被遭到破坏。预测对地形地貌景观影响较严重。影响评分表见表 3-14，现状见照片 3-12。

表 3-14 矿区道路地形地貌景观影响评分表

照片 3-12 矿区道路

10) 其他区域

生态修复影响区内其它区域面积 63.5326hm²，保持着原生地形地貌景观状态。现状矿山地质环境影响较轻。

地形地貌景观影响现状评价情况见表 3-15。

表 3-15 地形地貌景观影响现状评价结果

3、含水层破坏现状分析

(1) 采矿活动对含水层结构的影响

矿区含水层主要为基岩裂隙水透水层。矿区所处位置靠近区域分水岭，地势较高，受基岩区地形切割较深，与周边沟谷高差相比较，地下水位埋深较大。矿山以往露天采矿，挖掘深度约 10-30m 之间，未揭露含水层，以往探矿钻孔均未揭露含水层。其它地面建设场地仅小规模挖损地表，均未对含水层结构造成破坏。

综上，现状矿业活动对基岩裂隙水层结构影响较轻。

2、疏干对含水层水位的影响

现状露天采场为山坡型，未形成封闭凹坑，场地内无积水。大气

降水以自然地表径流和下渗方式排泄，矿山无疏干排水活动，对区域含水层水位影响较轻。

3、对矿区及附近水源的影响

现状矿山活动未直接对含水层造成扰动，对矿区及区域含水层水源影响较轻。

综上，现状条件下矿山对含水层结构、水位及附近水源影响较轻。现状矿山活动对含水层环境的影响程度属较轻。

4、现状矿山地质环境问题影响程度综合评价

综上所述，试采工作面对地质环境问题影响为**严重**；界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆1、钻机平台（PT2-PT47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路对地质环境影响为**较严重**；废石堆2及其他区域对地质环境问题影响**较轻**。见下表3-16：

表 3-16 现状矿山地质环境问题影响程度评价表

（二）土地损毁问题现状

1、土地损毁程度评价因素选取及等级划分

根据《中华人民共和国土地管理法》及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轻度、中度、重度损毁等3级标准。评价标准如下：

轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；

中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；

重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

目前国内外对于评价因素的具体等级标准尚无精确的划分值，本方案根据类似项目土地损毁因素的选取及实际经验数据，结合修复区实际情况，遵循从重原则确定土地损毁等级。挖损、压占损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-17，土地损毁程度评分界线见表 3-18。

表 3-17 土地损毁程度评价因素及等级标准表

表 3-18 土地损毁程度评分界线表

2、已损毁土地损毁程度评价

矿区范围内现状地表工程场地均为建矿初期建设，包括：试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（2-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路。现状各单元损毁压占土地程度评价见表 3-19、表 3-20。

表 3-19 挖损土地损毁程度评价表

表 3-20 压占损毁土地损毁程度评价表

3、已损毁土地利用现状评价

根据现场调查，现状矿山已形成土地损毁破坏的场地，包括试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（2-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路，总损毁面积 11.7013hm²。根据全国第三次调查数据资料，并经现场调查核实，采用 MapGIS、ARCGIS 等绘图软件进行内业数据处理、叠加分析和面积量算，最终获得矿区土地利用类型、面积、权属、空间分布等信息数据。矿区土地利用现状情况见表 3-21。

表 3-21 现状已损毁土地利用类型统计表

（三）生态损毁问题现状

根据生态修复区地理位置、地形地貌及生态环境特征，本次从**植被损毁、生物多样性丧失、水土流失、环境污染**四个方面，开展生态损毁问题现状评价，具体分析如下：

1、植被损毁现状

（1）植被损毁程度评价因素选取及等级划分

参照国家和地方相关部门规定的划分标准，结合矿业活动工程特征，将植被损毁程度等级数确定为**轻度、中度、重度**损毁等 3 级标准。具体标准如下：

轻度损毁：植被局部受损，生态结构与功能基本保持完整，修复难

度较容易。

中度损毁：植被明显退化，生态功能显著下降，地表与土壤受到扰动，修复难度中等。

重度损毁：原生植被基本消失，地表出现沙化、砾石化或大面积裸地，生态系统严重受损，修复难度大。

植被损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-22，损毁程度评分表见表 3-23。

表 3-22 植被损毁程度评价因素及等级标准表

表 3-23 植被损毁程度评分级表

（2）现状工程场地基本情况调查及损毁评价结果

1）植被覆盖度损毁率调查

根据调查，已损毁场地周边土地原有灌木、草本植被覆盖度情况，灌木植被覆盖度约 25-30%，草本植被覆盖率约 35-50%。通过遥感影像与实地植被状况调查，工程场地建设大面积破坏天然牧草地和采矿用地，导致其范围内原生草本植被被清除，现状场地植被覆盖度极低，大部分小于 5%，局部植被覆盖度 10%左右，场地植被覆盖损毁率高达在 70-100%之间。

2）场地土壤与地表植被状况调查

①试采工作面、界外采坑边坡、钻机平台（2-47）等场地，为建矿初期时建设，大量岩质边坡、废石边坡，土壤结构破坏严重，土层浅薄甚至无土层，无植被，地表呈现基岩裸露、或渣石全覆盖；②界外采坑平台、临时办公区、办公生活区、废石堆 1、废石堆 2、矿区道路等场地，地表与土壤受到扰动，土壤丧失，原生群落消失，后生长少量杂草。

3）恢复难度调查

矿区位于低山丘陵区，受侵蚀地貌影响，地形起伏大，场地处于

山坡地带，存在大量岩质边坡，废石边坡，地形坡度 $15^{\circ} - 35^{\circ}$ ，局部达 40° 以上，无平缓作业空间；工程场地边坡地块较多，布置分散，无法连片规模化修复；山坡地形导致施工机械通行困难，整平、覆土、灌溉、苗木栽植施工条件差，进一步增加修复难度，需机械人工配合施工；部分场地所处位置地形平缓，生态修复难度较易。

现状各工程场地植被损毁程度评价如下：

表 3-24 现状工程场地植被损毁程度评价表

2、生态功能现状评价

(1) 生物多样性背景简介

本矿区地处内蒙古赤峰市巴林左旗林东镇南约 10km 处的隆昌镇古北口村辖区内，地处低山丘陵区，位于阿鲁科尔沁草原农牧生态区西部。

区内生物群落以草原生态系统及城镇生态系统为主，区内动植物以当地草本植被及乡土小型脊椎动物为主。根据前文区域生态本底调查，本区无珍稀濒危物种，植被类型为草地，草本植物以多年生禾本科物种为主，代表有：大羊草、针茅、沙打旺、披碱草、糙隐子草、冰草等；灌木有：沙蒿、虎榛子、柠条锦鸡儿、山杏；区域野生动物以适应干旱沙生草原生境的中小型兽类、鸟类及爬行类为主，常见物种包括草原鼯鼠、达乌尔黄鼠、长爪沙鼠、喜鹊、石鸡、树麻雀、戴胜、伯劳等。矿区由于生态系统较为简单，栖息的动物资源较为稀少，仅见的树麻雀、喜鹊、草原鼯鼠及石鸡等均为常见物种。根据现场调查及资料记载，矿区及周边野生动物的留居种类没有珍稀、濒危物种，无珍稀濒危动物栖息地与繁殖地分布。

(2) 生物多样性丧失现状

现状矿区地表场地建设涉及露天采场、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2、钻机平台（2-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路等工程单元，共计损毁土地面积 11.7013hm²。损毁方式以挖损、压占为主，损毁程度为重度—中度，损毁地类以天然牧草地和采矿用地为主，面积达***hm²，其次为旱地、灌木林地、其他林地、其他草地、农村宅基地、农村道路等地类。矿山工程建设直接清除地表草本与灌木植被，破坏原有土壤结构，造成地表固结、压实，原生生境基底直接破碎，生态系统结构遭到破坏，生态功能退化，原有草原植物群落消失，依赖草原植被生存的草原型小型哺乳动物、鸟类、爬行类及昆虫等失去栖息与觅食场所，被迫迁出或消亡，区域生物栖息环境的完整性与稳定性降低，生境服务功能明显减弱。

由于生态修复区生态系统结构相对简单，且不涉及珍稀濒危物种及其栖息地，本次生境破坏未造成珍稀濒危物种丧失及关键栖息地破坏。植被损毁导致区域物种较少，水土保持、水源涵养功能下降。矿区局部地段因地表裸露，遇降雨易产生轻度水土流失；矿区景观破碎化加剧，自然生境连通性降低，对区域小型兽类、鸟类的栖息环境造成轻微影响。生物多样性未出现明显降低，但生境适宜性显著下降。故综合上述，矿区现状工程场地建设导致生境丧失与质量下降程度为**中度**。局部生物多样性总体水平一般。

3、水土流失现状

（1）区域水土流失状况背景调查

根据《内蒙古自治区水土保持公报（2024 年度）》，结合现场调查的地形地貌、草地植被及植被覆盖度、土壤结构等情况，矿区水土流失以水力侵蚀为主、风力侵蚀为辅，二者叠加发生，**侵蚀强度为中度**。本区土壤侵蚀强度分级情况见图 3-4。

依据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ 1174-2021）附录 A-表 A.1 水土流失程度分级标准表（见表 3-25），本矿区位于北方土石山区，轻度侵蚀平均侵蚀模数 200-2500t/(km². a) 之间。

表 3-25 水土流失程度分级标准表

(2) 现状矿业活动水土流失程度评价

矿山建设场地施工过程中，开挖、平整、压实、硬化等活动，彻底破坏原地表植被与土壤结构，使土壤失去原有保护层，抗蚀能力大幅降低，在降雨及径流作用下水土流失远大于原始地貌。现状矿业活动水土流失程度如下：

1) 评价方法

选用因子估算法评价矿山建设场地水土流失程度。采用通用土壤流失方程（USLE）： $A=R \times K \times LS \times C \times P$

式中：A：土壤侵蚀量，t/(hm². a)

R：降雨侵蚀力因子

K：土壤可蚀性因子

LS：坡长坡度因子

C：植被覆盖因子

P：水土保持措施因子

各因子判别：

R：本区常用 R=2000；

K：本区砂质壤土、粉沙土，结构松散，一般取 K=0.35；其中试采工作面、界外采坑边坡土层已丧失，岩石裸露难侵蚀，取 K=0.05；临时办公区、办公生活区、矿区道路等部分场地已被压实，取 K=0.1；其它场地取 K=0.1—0.35 之间。

LS：各场地根据实际测算；

C: 界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2 等人为加自然修复, 按覆盖程度, 取 $C=0.7$ 至 0.9 之间; 露天采场、界外采坑边坡、钻机平台、矿区道路等, 植被覆盖度接近 0 , 取 $C=1$ 。

P: 现状暂未实施植物或工程类等水土保持措施, 本次取 $P=1.0$ 。

2) 评价结果

各场地现状土壤侵蚀模数估算结果见表 3-26。

表 3-26 现状工程场地土壤侵蚀模数估算及水土流失程度评价结果

综上, 试采工作面因开挖影响范围大、边坡陡长、裸露面积广、植被覆盖率极低, 且无任何水土保持措施, 导致土壤侵蚀模数接近 $5000\text{t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$; 界外采坑边坡岩体裸露, 废石堆 1、钻机平台场地存在松散废石堆积, 抗水蚀能力弱; 临时办公区、办公生活区、矿区道路虽有压实, 但无任何水土保持设施, 易受径流冲刷侵蚀; 界外采坑平台、废石堆 2 经前期治理, 场地地形平缓, 抗水蚀能力强, 不易受径流冲刷侵蚀。以上场地, 除界外采坑平台、废石堆 2 外其他场地单元土壤侵蚀模数均在 $2500\text{--}5000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 之间, 水土流失程度属中度侵蚀。

图 3-4 土壤侵蚀强度分级图

4、现状污染问题

(1) 地下水环境

矿山现状未正式投产, 矿区内无地表水体, 主要污水为生活污水。矿区海拔标高***m, 相对高差 166.41m , 矿体赋存标高***m, 当地最低侵蚀基准面***m, 矿体位于当地侵蚀基准面标高之上。结合《核实报告》中收集以往水文地质数据信息及其施工水文地质钻探 ZK13-5 (水文孔深***m), 以往工程均未直接揭露地下水含水层。《核实报告》采用 2 件水质分析结果, 水质检测报告数据 (见表 3-27); 矿

山现无自建水源井，为调查本矿区及周边地下水质情况，故本次对矿区下游古北口村热河营子组村民用水进行取样检测（见表 3-28），调查本区域地下水质量。

检测项目按《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）进行组分评价划分所属质量类别。检测点位分布见图 3-4。

表 3-27 矿区地下水水质分析结果表 **单位：mg/L**

根据水质检测分析结果，得出 2 处收集样品的各项指标均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值要求。

表 3-28 矿区周边民用井地下水水质分析结果表 **单位：mg/L**

本次所测矿区附近民用水井各项水质检测指标均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值要求。

本矿山无疏干排水，不存在直接影响地下水水质的相关矿业活动，现状条件下本矿山矿业活动对本区水环境影响**较轻**。

图 3-5 水质检测点位置示意图

（2）土壤环境现状

本次方案委托内蒙古谱和技术服务有限公司于 2026 年 6 月对矿区活动影响范围内土壤环境质量进行了采样检测，矿区范围内检测点位结合探矿工程影响范围，共布设 3 个土壤检测点位。检测项目包括：重金属和无机物；挥发性有机物、半挥发性有机物等指标。

表 3-29 矿区土壤质量检测结果表

图 3-6 土壤检测点位置示意图

检测结果表明，矿区影响范围内三处土壤检测结果均符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表1标准限值要求。

综上所述，确定矿山现状矿业活动对矿区范围内水土环境影响**程度较轻**。

5、生态受损与退化问题综合评价

通过前文对植被损毁、生物多样性丧失、水土流失、环境污染四大生态受损指标的识别与分析,结合现场调查成果,对各工程单元现状矿业活动造成的生态损毁问题进行梳理汇总,形成现状生态受损识别问题综合评价见表 3-30。

表 3-30 现状生态受损识别问题表

场地单元	面积 (hm ²)	植被 损毁 程度	生物多样性 丧失影响程 度	水土流失 影响程度	环境污 染	生态损毁问题 综合评价
试采工作面	2.4322	重度	中度	中度	轻度	严重
界外采坑边坡	0.1077	中度	中度	中度	轻度	较严重
界外采坑平台	0.5789	中度	中度	轻度	轻度	较严重
废石堆 1	0.9254	中度	中度	中度	轻度	较严重
废石堆 2	0.3223	中度	中度	轻度	轻度	较严重
钻机平台 (PT2-PT47)	2.0997	重度	中度	中度	轻度	严重
临时办公区	0.4244	中度	中度	中度	轻度	较严重
办公生活区	0.2820	中度	中度	中度	轻度	较严重
矿区道路	4.5287	中度	中度	中度	轻度	较严重
合计	11.7013					

三、受损预测

根据《开采方案》规划设计,本矿山生产服务年限为 34 年(含 1 年基建期),结合相关部门要求及矿山开采计划,本方案规划年限为 16 年(含 1 年基建期),开采矿种为饰面用花岗岩矿,开采方式为露天开采,采用公路开拓汽车运输方案,采矿方法为自上而下的下行式开采。

矿山生产工艺流程为:剥离/切割→采矿→运输→矿石堆存→出售(图 3-7)。

图 3-7 矿山生产工艺流程图

根据矿山服务年限及矿山生产工艺流程,预测矿山受损环节主要分为基建期(1 年)及生产期(15 年)。矿山生产活动方式决定了可能发生的地质环境、土地资源损毁、生态损毁及生态服务功能退化等

问题，本方案从地质环境破坏、土地资源损毁、生态受损与退化等三个维度进行受损预测分析，问题识别分析如下：

表 3-31 预测矿山受损时序及问题识别汇总表

阶段 时序	核心矿业活动	预测分析 维度	受损预测问题识别
基建期(1 年)	1. 地面场地建设： 拟建工业场地、 拟建废石堆放场 等； 2. 露天采场风化 层剥离工作。	地质环境 破坏	1. 不稳定地质体：露天采场大面积开挖形成高陡切坡，废石表土堆积于地表松散堆坡，易产生不稳定边坡； 2. 地形地貌景观：剥离挖掘、堆存渣土、修建建筑物破坏原始地貌，影响景观连通性
		土地损毁	挖损、压占：采场剥离挖损土地，拟建工业场地、拟建废石堆放场等压占土地；
		生态受损 与退化	植被损毁与生态退化：表土剥离破坏地表植被、导致植被覆盖度下降，原土壤结构，加速水土流失；生态服务功能（保持水土、涵养水源、净化环境等）退化，破坏区域生态平衡。
生产期 (15 年)	1. 露天正常开采（组合台阶自上而下开采）； 2. 矿石装载、运输、堆存及出售，废石持续堆排； 3. 矿坑汇水疏干；	地质环境 破坏	1. 不稳定地质体：露天采场不稳定边坡伴随整个生产过程； 2. 地形地貌景观：采掘面扩大，持续破坏地貌形态； 3. 含水层：生产期采矿活动不直接破坏地下含水层。
		土地损毁	挖损、压占：采掘作业持续挖损土地资源，产生废石、矿石及工业场地等持续压占土地资源。
		生态受损 与退化	植被损毁与生态退化：采场切割产生噪音、微量粉尘，矿坑疏干水、生活污水、废石淋溶水若不达标排放，污染周边水土环境。采掘、运输及场地占用持续损毁植被，植被难以自然恢复，生态服务功能持续退化，进一步加剧水土流失和生态失衡。

（一）地质环境问题预测

依据《开采方案》规划设计、本方案服务年限及矿山场地设置，矿山拟建露天采场仅局部开采，矿山规模生产后，部分钻机平台及部分矿区道路将被吞并；废石堆 1 全部纳入拟建工业场地统一规划利用；未来露天采场剥采废石集中堆放于拟建废石堆放场，未来拟建露天采场可剥离表土集中堆存于拟建表土堆放场。

综上，预测矿山可能形成地面工程单元包括：拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28 及

PT37-47)、临时办公区、办公生活区、矿区道路。

1、不稳定地质体分布及特征预测

矿山生产活动可能引发的地质灾害与安全隐患主不稳定地质体主要包括两类：一是拟建露天采场产生的临空面及可能引发崩塌地质灾害；二是拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场堆载废石土松散堆积体，形成边坡失稳风险，存在滑坡、泥石流等潜在隐患，以下进行针对性分析；其他已建工程场地预测不稳定地质体问题与现状场地一致，不再赘述。具体不稳定体问题识别分析见表 3-32。

(1) 拟建露天采场

根据《开采方案》设计，拟建露天采场最终境界范围为整个划定的矿区范围，采场面积***hm²。结合本方案规划及矿山生产计划，未来拟建露天采场仅局部开采，规划露天开采范围占地面积约 20.54hm²，随着开采范围及开采深度的增加，将形成采场的最终边坡深度约 180m，台阶最终坡面为 70°，底部形成平台最低标高约 600m，并段高度 20m，最终并段 10 个台阶，分别为 780m、760m、740m、720m、700m、680m、660m、640m、620m、600m。采场最终边坡角 42~55°。

受采矿活动影响，露天采场局部将形成开挖边坡，边坡岩体上下性状差异明显：上部为风化岩层，岩体破碎、力学稳定性差，易产生崩塌、滑坡隐患；下部为硬质花岗岩体，切割采矿，形成陡立面后，原有应力平衡被打破，在自重及作业扰动作用下，岩体裂隙不断扩张发育，易形成失稳结构面，开采期间边坡滑移、崩塌风险持续存在，不稳定边坡并伴随整个生产过程，成为核心不稳定地质体。

综上，露天采场岩体近地表边坡稳定性相对较差，可能发生崩塌；受长期风化、机械切挖扰动及地质构造作用影响，会增加不稳定边坡

发生崩塌机率。综上，预测露天采场不稳定地质体较发育，不稳定地质体影响程度为较严重。

图 3-8 拟建露天采场崩塌可能发生位置示意图

图 3-9 崩塌发生机制示意图

（2）拟建工业场地

根据《开采方案》设计，原废石堆 1 纳入拟建工业场地予以规划利用。在原废石堆 1 平台基础上，按规划范围，继续采用废石铺垫，最终形成场地平台。根据地形条件，预计场地北侧及南侧均形成堆坡，其中北侧堆坡长 102m、高 1-4m；南侧堆坡长 115m、高 3-25m，坡度均控制在 35° 以内。本方案设计坡面整形后均采用种草措施进行护坡，并在堆高较大的南侧堆坡下游设置挡墙辅助增加边坡稳定性。场地东北侧山坡上设截水沟，截排山坡汇水，防止冲刷场地；场地顶部平台压实后作为采矿产出的荒料转运场，不会对场地基底造成扰动。

预测拟建工业场地不稳定地质体不发育，预测不稳定地质体影响程度为较轻。

（3）拟建废石堆放场

为《开采方案》设计规划场地，场地按规划范围堆放矿山采矿过程中的产出废石。废石场随着堆积体积及面积扩大，自重应力增大导致基底压力增高，边坡稳定性劣化，内部应力重加剧，同时大体积堆积体更易受降雨入渗影响而降低抗剪强度。废石堆在持续加载或强降雨入渗后，岩体裂隙不断扩张发育，易形成失稳结构面，成为核心不稳定地质体，可能发生浅层小型崩塌、滑坡；开采期间边坡滑移、崩塌风险持续存在，不稳定边坡并伴随整个生产过程，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，危害程度较发育，危险性中等。

预测场地不稳定地质体较发育，预测不稳定地质体影响程度为**较严重**。

(4) 拟建表土堆放场

场地根据矿山实际需要规划，场地内堆放采矿过程中及拟建场地建设剥离表土，堆体厚度随着堆积体积及面积扩大，堆体底部与原始地面形成软弱接触界面，为潜在滑动控制面，场地下游设挡墙，控制表土体滑动外扩。场地地形有利于排水，地表汇水不易下渗滞留于堆积体内，降低基底整体滑移的潜在风险。场地由于堆体规模较小，随着矿山生产进度边开采边治理，表土予以利用，堆存量处于动态变化，堆存规模较小，危害程度不发育，危险性较小。

预测场地不稳定地质体不发育，预测不稳定地质体影响程度为**较轻**。

表 3-32 矿山不稳定地质体预测评价

2、地形地貌景观破坏预测问题

(1) 地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分

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：较轻、较严重、严重。分别定义如下：

- 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。

生态修复区各场地及其挖损、压占破坏地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-33，表 3-34。

表 3-33 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表 3-34 地形地貌景观破坏程度评分界线表

(2) 地形地貌景观破坏预测

根据《开采方案》设计 1 号矿体整体开发，根据矿山开采技术条件及矿山开采计划，预测矿山建设工程场地包括：拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28 及 PT37-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路，钻机平台（PT21-24、PT29-36）及部分矿区道路位于露天开采范围内，可不作预测分析。本次对各场地问题单元进行预测分析，明确问题分布、规模及程度，预测各单元对地形地貌景观造成的影响与破坏如下：

1) 拟建露天采场

根据《开采方案》设计，拟建露天采场最终境界范围为整个划定的矿区范围，呈似长方形，南北长约 832m、宽约 580m，占地面积***hm²。结合矿山开采实际情况及方案规划年限 16 年（含 1 年基建期，未来拟建露天采场仅局部开采，规划矿山露天开采范围面积约 20.54hm²，开采深度：***m，共布设 10 个并段台阶，安全平台宽 6m，清扫平台宽 8m，并段后台阶高度 20m，分层台阶坡面角 90°（或与节理、裂隙角一致），最终台阶坡面角 70°，采场最终边坡角 42~55°。

矿山规划露天开采区域设于拟申请矿区范围中部西侧的山坡高位，向南延伸至出入沟。开采初期实施切坡开挖、剥离，原生地貌格局被完全扰动破坏，破坏原生植被覆盖，形成高陡人工开挖边坡与多级台阶采场平台，地形由原有自然缓坡山地转变为人工阶梯状深凹采

场地貌。综上，预测评价露天采场地形地貌景观影响程度为**严重**。

表 3-35 露天采场地形地貌景观影响预测评分表

照片 3-13 露天采场（南视角）

图 3-10 拟建露天采场剖面图

2) 拟建工业场地

场地位于矿区范围外以东，占地面积 1.8017hm^2 。根据《开采方案》设计，在原废石堆 1 平台基础上，按规划范围，继续采用废石铺垫最终形成场地平台，供矿石堆存转运，预计最终场地内铺垫废石总量约达 66640m^3 。根据地形条件，废石平台北侧及南侧均形成堆坡，其中，北侧堆坡长 102m、高 1-4m；南侧堆坡长 115m、高 3-25m，堆坡坡度均控制在 35° 以内。场地东北侧设截水沟长约 210m，用于截排山坡汇水；南侧设挡墙辅助增加边坡稳定性。

场地的建设形成人工堆积地貌，破坏了生的地形地貌景观和植被，与周边地形地貌景观不相协调，预测评价地形地貌景观影响程度为**较严重**。

表 3-36 拟建工业场地地形地貌景观影响评分表

照片 3-14 拟建工业场地（西视角）

图 3-11 拟建工业场地剖面图

3) 拟建废石堆放场

场地位于矿区范围外东部，占地面积 2.2215hm^2 。为《开采方案》设计规划场地，拟建场地设计堆存废石，设计堆高约 45m，均分 3 个台阶，单台阶高约 15m。废石由南向北顺坡堆放，预测场地北侧及南侧均形成堆坡，北侧坡长 106m，高差约 1-5m，南侧坡长 133m，高差约 3-20m，堆坡坡度均控制在 35° 。场地设计坡面整后均采用种草措施进行护坡，并在北侧顺坡向设置挡墙，辅助增加边坡稳定性。场地东西侧坡上设置截水沟，截排山坡汇水，防止冲刷场地；考虑场区周边地形特点，矿山开采初期需结合上游地形条件动态调整截水沟布设

位置。

场地的建设形成人工堆积地貌，破坏原生的地形地貌景观和植被，与周边地形地貌景观不相协调，预测评价地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-37 拟建废石堆放场地形地貌景观影响评分表

照片 3-15 拟建废石堆放场（南视角）

图 3-12 拟建废石堆放场剖面图

4) 拟建表土堆放场

场地位于矿区范围外以东，占地面积 0.2201hm^2 。为矿山根据生产实际需要规划场地，场地堆放拟建场地及露天采场开采过程中剥离表土。拟建表土堆放场堆存表土，设计堆高不超过 8m，单台阶堆放，表土由南向北顺坡堆放，预测场地北侧形成堆坡，坡长约 65m，高差约 1-3m，堆坡坡度控制在 25° ，场地容积约 $3 \times 10^4\text{m}^3$ 。见照片 3-16。场地设计坡面整形后采用撒播草籽措施进行护坡，并于场地北侧顺坡向设置挡墙，辅助增加边坡稳定性。

场地的建设形成人工堆积地貌，破坏原生的地形地貌景观和植被，与周边地形地貌景观不相协调，预测评价地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-38 拟建表土堆放场地形地貌景观影响评分表

照片 3-16 拟建表土堆放场（西视角）

图 3-13 拟建表土堆放场剖面图

5) 试采工作面

场地位于矿区范围内北部，占地面积 2.4322hm^2 。为前期矿山探矿初期试采期间大面积开挖山体形成，总体呈不规则展布，采场长轴约 200m，宽轴约 110m，场地顶部最高标高***m，底部开成平台标高约***m。现状场地西侧遗留一处开采面，形成 10 个开采台阶，累计采深 1~18m，边坡坡度 60° - 80° 之间，局部近直立，场地未形成凹

坑；开采面东侧为采矿后形成平台；开采面北侧为剥离区域，形成不规整剥离边坡，坡度 $35-45^{\circ}$ 之间。当前采场整体为山坡型开采状态。近期对场地北侧剥离区周边堆坡物源进行回填至恢复与周围相协调的地形地貌；场地东侧平台堆坡物源回填边坡底部，进行场地全面复垦治理，堆坡方量约 6795m^3 。

场地位于《开采方案》规划设计露天采场范围内，根据矿山开采计划及矿体赋存状况，近期暂不开采。预测对地形地貌景观影响与现状一致，预测对地形地貌景观影响程度**严重**。

6) 界外采坑边坡

场地位于矿区范围外以东约 300m，占地面积 0.1077hm^2 。场地为矿山探矿初期试采形成，总体呈长条展布，长轴约 217m，宽轴约 9m，边坡高度 3~8m，顶部标高为***m，底部平台标高为***m，坡角 $70\sim 80^{\circ}$ 。矿山前期对场地实施了治理复垦，场地保留岩质边坡，且遗留蓄水坑未复垦，近期利用采场废石对场地边坡进行垫坡整形，全面复垦治理，使恢复原始地形地貌，控制废石堆坡坡度小于 35° 。

根据《开采方案》设计，该场地不再利用。预测对地形地貌景观影响与现状一致，预测对地形地貌景观影响程度**较严重**。

7) 界外采坑平台

场地位于矿区范围外以东，占地面积 0.5789hm^2 。场地为矿山探矿初期试采经整平保留，场地地形平缓，坡度小于 15° 。近期对场地实施覆土工程，并达到土地复垦标准的土壤质量要求。

根据《开采方案》设计，矿山拟建场地存在耕地占用，拟通过对

其实施复垦治理，改造形成新增耕地，与拟占用耕地实现占补平衡。预测对地形地貌景观影响与现状一致，预测对地形地貌景观影响程度较严重。

8) 废石堆 2

场地位于矿区范围外以东，占地面积 0.3223hm^2 。场地前期治理已完成废石清运，场地已整平，地形较缓，地形坡度小于 15° 。近期对场地实施覆土工程，并达到土地复垦标准的土壤质量要求。

根据《开采方案》设计，矿山拟建场地存在耕地占用，拟通过对其实施复垦治理，改造形成新增耕地，与拟占用耕地实现占补平衡。预测对地形地貌景观影响与现状一致，预测对地形地貌景观影响与现状一致，预测对地形地貌景观影响程度较轻。

9) 钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）

矿山前期探矿遗留钻机平台共 46 处，占地面积 2.0997hm^2 。根据矿山实际开采计划，规划露天开采范围内，12 处钻机平台（PT21-24、PT29-36）随着开采进度场地将逐步吞并，与露天开采范围重叠，重叠面积 0.4476hm^2 。钻机平台大多位于山坡上，探矿结束后已完成封孔，场地形成切坡及堆坡，切坡长 $10\sim 35\text{m}$ ，高约 $0.2\sim 1.5\text{m}$ ，堆角约 $40^\circ\sim 50^\circ$ 左右。开挖产生的废石堆积在平台周边，堆积高度 $0.5\sim 2\text{m}$ 。场地挖损方量约 5863m^3 。近期利用钻机平台周边物源对场地进行回填，使恢复原生地形地貌。

预测对地形地貌景观影响与现状保持一致，对地形地貌景观影响程度较严重。

10) 临时办公区

场地紧邻矿区范围外东侧，占地面积 0.4244hm^2 ，西侧边坡小部分与拟建露天采场重叠，重叠面积 0.0056hm^2 。场地内有数栋钢结构平房，建筑面积总 262m^2 ，建筑物高 2.5m 。场地东侧堆坡，堆坡高 $2\sim 5\text{m}$ ，长度 60m ，边坡坡度 $45\text{-}50^\circ$ 。场地南部堆存少量废石，堆方量约 795m^3 ，堆高约 $0.5\text{-}1.0\text{m}$ ，堆体稳定。

根据《开采方案》设计，该场地后期不再利用，仅保留进矿道路，场地内建筑全部拆除，场地复垦治理。预测对地形地貌景观影响与现状保持一致，对地形地貌景观影响程度**较严重**。

11) 办公生活区

场地位于矿区范围外东南向约 370m ，占地面积 0.2820hm^2 。场地为租用古北口村宅基地及其地上数栋彩钢结构板房和房屋，总建筑面积 310m^2 ，建筑物高 2.5m 。场地地西侧呈现土质切坡，切坡相对高差 $2\sim 3\text{m}$ ，长度 102m ，边坡坡度 $45\text{-}50^\circ$ ，场地南东侧形成小规模堆坡，堆坡高约 $0.5\text{-}1\text{m}$ ，坡角 $10\text{-}25^\circ$ 。

场地为《开采方案》设计利用场地，预测对地形地貌景观影响与现状保持一致，对地形地貌景观影响程度**较严重**。

12) 矿区道路

现矿区道路连接各功能区，现状道路总长 8472m ，路面宽 $3\sim 5\text{m}$ ，碎石子、砂土路面，占地面积 4.5287hm^2 。矿区道路存在总长约 800m 的切坡，切坡高度 $1\sim 3\text{m}$ ，切坡坡度 $50\sim 70^\circ$ 。

根据《开采方案》设计，矿区道路与拟建露天采场存在重叠，重合面积约 0.8515hm^2 。最终矿区道路其余面积 3.6772hm^2 。场地的建设形破坏原生的地形地貌景观和植被，预测对地形地貌景观影响与现

状保持一致，对地形地貌景观影响程度较严重。

13) 活动影响范围内其它区域

活动影响范围内其它区域面积 39.9738m^2 ，不会受采矿活动影响，基本会保持原生的地形地貌状态，矿业活动对地形地貌影响较轻。

综上所述，地形地貌景观影响预测评价情况见表 3-39。

表 3-39 地形地貌景观影响预测评价表

注：括号内为场地局部与规划露天采场开采范围重叠，重叠面积 1.2991hm^2 ，未重复计算。

3、含水层破坏预测

(1) 采矿活动对含水层结构的影响与破坏

根据《开采方案》设计露天采场采剥标高为地表至***m，根据《核实报告》收集区域水文资料及施工水文工程地质编录结果，钻探

(ZK13-5 孔深***m) 均未揭露地下水，期间对热河营子内村民井的地下水的调查，其单井涌水量约 $35\text{m}^3/\text{d}$ ，井深***m，水位标高***m；结合区域资料当地最低侵蚀基准面***m 标高，矿区露天开采最低标高约***m 以上，预测未采采矿活动不会直接破坏含水层结构。

未来开采矿体全部位于地下含水层以上，不会直接破坏地下含水层结构，预测采矿活动对含水层结构影响为**较轻**。

(2) 采矿活动对含水层水位（水量）的影响

未来矿山开采，不破坏地下含水层结构，矿坑疏干水主要来源为大气降水及生产用水。预测采矿活动对含水层水位及水量影响**较轻**。

(3) 对矿区及附近水源的影响

矿山目前无水源井，矿区附近无地表水分布。未来矿山开采，将备一水源井用于生产生活。露天采场开采，矿床充水主要来自大气降水，汇集坑底经过滤处理达标后，回用于各生产环节，最终回归自然环境。因此，预测采矿活动对矿区及附近水源影响程度为**较轻**。

综上所述，预测未来采矿对地下含水导结构、水位及附近水源影响较轻。

4、预测矿山地质环境问题结论

综上所述，拟建露天采场、试采工作面对地质环境问题影响严重；拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、界外采坑边坡、界外采坑平台、钻机平台、临时办公区、办公生活区、矿区道路对地质环境问题影响较严重；废石堆2及其他区域对地质环境问题影响较轻。见表3-40。

表3-40 预测矿山地质环境问题破坏程度评价表

注：括号内为与拟建露天采场重叠部分场地，重叠面积 1.2991hm²，未重复计算。

（二）土地损毁问题预测

1、土地损毁程度评价因素选取及等级划分

根据《中华人民共和国土地管理法》及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轻度、中度、重度损毁等3级标准。评估标准如下：

轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；

中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；

重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

目前国内外对于评价因素的具体等级标准尚无精确的划分值，本方案根据类似项目土地损毁因素的选取及实际经验数据，结合生态修复区实际情况，遵循从重原则确定土地损毁等级。挖损、压占损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-41，土地损毁程度评分界线见表 3-42。

表3-41 土地损毁程度评价因素及等级标准表

表3-42 土地损毁程度评分界线表

2、预测土地损毁程度评价

各单元损毁土地程度预测评价结果如下：

表 3-43 挖损单元土地损毁程度评价表

表 3-44 压占损毁土地损毁程度评价表

3、拟损毁土地利用预测

预测矿山土地损毁破坏的场地，包括拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路，损毁预测评估面积 34.2601hm²。根据全国第三次调查数据资料，并经现场调查核实，采用 MapGIS、ARCGIS 等绘图软件进行内业数据处理、叠加分析和面积量算，最终获得矿区土地利用类型、面积、空间分布等信息数据。拟损毁土地利用情况统计表见表 3-45。

表 3-45 拟损毁土地利用类型统计表

注：括号内为与拟建露天采场重叠部分场地，重叠面积 1.2991hm²，未重复计算。

（三）生态损毁问题预测

1、植被损毁预测评价

（1）植被损毁程度评价因素选取及等级划分

参照国家和地方相关部门规定的划分标准，结合矿业活动工程特征，将植被损毁程度等级数确定为**轻度、中度、重度**损毁 3 等级标准。评估标准如下：

轻度损毁：植被局部受损，生态结构与功能基本保持完整，修复难度较容易。

中度损毁：植被明显退化，生态功能显著下降，地表与土壤受到扰动，修复难度中等。

重度损毁：原生植被基本消失，地表出现沙化、砾石化或大面积裸地，生态系统严重受损，修复难度大。

植被损毁土地程度评价因素及等级标准见表 3-46，损毁程度评分表见表 3-47。

表 3-46 植被损毁程度评价因素及等级标准表

表 3-47 植被损毁程度评分级表

(1) 预测工程场地基本情况调查及损毁评估结果

1) 植被覆盖度损毁率调查：通过遥感影像与实地植被状况调查，拟损毁工程场地将大面积破坏天然牧草地、采矿用地，导致场地原生草本植被被破坏。拟建露天采场场地实施地表碎石剥离工程，场地建设将直接开挖山体，场地植被全部被移除，植被覆盖损毁率高达在 90%以上。

2) 地表状况调查：①拟建露天采场和试采工作面场地大范围裸露基岩，土质贫瘠，矿山开采后直接开挖形成地表基岩裸露；②拟建工业场地，利用前期已治理的场地平台，用于荒料转运场、边角料周转场，场地以压占为主；③拟建废石堆放场，场地以压占为主，呈现渣石全覆盖状态；④拟建表土堆放场，场地堆放场地剥离表土以压占为主，呈表土全覆盖状态；⑤界外采坑边坡、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公区、部分矿区道路，场地不继续利用，现场地裸露基岩将土地复垦绿进行化恢复植被；⑥界外采坑平台、废石堆 2 经前期治理实施复垦工程，地表土层厚度小于 0.5m，场地地表裸露，未恢复植被；⑦办公生活区，矿区道路进行硬化，周围绿化。

3) 恢复难度调查：矿区位于低山丘陵区，拟建露天采场开采始于山坡高位，矿山正式生产后有充分的平缓作业空间，开采期间按照“边开采、边治理”的生态修复原则，依托场地地形进行复垦治理与生态修复，工程以机械为主、人工为辅组织施工，复垦治理恢复难度小、易实施。其他场地位于缓坡上，所处位置地形平缓，生态修复较易。

预测各工程场地植被损毁程度评价如下：

表 3-48 预测工程场地植被损毁程度评价表

综上所述，拟建露天采场、拟建废石堆放场、试采工作面场地植被受损程度为**重度**；拟建工业场地、拟建表土堆放场、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路植被受损程度为**中度**。

2、生态功能预测评价

（1）植被群落

经查阅相关资料，矿区生态修复区内无国家及地方级重点保护野生植物物种。矿山未来开展基建采矿生产等矿业活动，涉及拟建工程场地，将直接清除地表草本与灌木植被，导致原生草原生境直接丧失，生境质量显著下降，但所涉及的植被种类均为当地常见种和广布种，未涉及珍稀特有物种，不会造成区域内植物物种的消失或灭绝；但由于矿山基建期和生产期共计 16 年，长期的工程扰动，可能对区域植物物种多样性产生一定不利影响。

（2）动物群落

矿区及周边区域野生动物以啮齿类和小型兽类为主，无国家及地方级重点保护野生动物物种。矿山采矿生产后，人类活动干扰将降低区域周边野生动物活动频率，加之生产年限较长，可能导致动物被迫迁出。预测条件下，随着矿山开采的施工活动干扰及时间积累，矿山采矿活动可能对矿区及周边动物多样性产生间接的不利影响，引发动物种群数量减少、栖息地碎片化等问题。

综上所述，结合上述植被群落及动物群落预测分析，矿区范围内动植物物种均为当地常见类群，无珍稀特有物种及国家、地方级重点保护物种。因工程单元建设对生物多样性的影响范围呈扩大趋势、影

响时间持续较长，综合判定矿区生物多样性受损程度为**中度**。

3、水土流失预测

依据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ 1174-2021）附录 A-表 A.1 水土流失程度分级标准表（见表 3-49），本矿区位于北方土石山区，轻度侵蚀平均侵蚀模数 200-2500t/(km²·a) 之间。

表 3-49 水土流失程度分级标准表

（1）矿山活动水土流失程度预测评价

矿山采矿生产及建设场地施工过程中，展开开采、平整、压实、硬化等生产活动，将彻底破坏原地表植被与土壤结构，土壤将失去原有保护层，抗蚀能力会大幅降低。预测矿业活动水土流失程度如下：

1) 评价方法

选用因子估算法评价矿山建设场地水土流失程度。采用通用土壤流失方程（USLE）： $A=R \times K \times LS \times C \times P$

式中：A：土壤侵蚀量，t/(hm²·a)

R：降雨侵蚀力因子

K：土壤可蚀性因子

LS：坡长坡度因子

C：植被覆盖因子

P：水土保持措施因子

各因子判别：

R：本区常用 R=2000；

K：本区砂质壤土、粉沙土，结构松散，一般取 K=0.35；其中拟建露天采场土层将剥离丧失，试采工作面、拟建废石堆放场废石裸露，界外采坑边坡、钻机平台场地地表土层已丧失，岩石裸露难侵蚀，取

$K=0.05$ ；临时办公区、办公生活区、矿区道路等部分场地已被压实，取 $K=0.1$ ；其它场地取 $K=0.1—0.35$ 之间。

LS：各场地根据实际测算；

C：界外采坑平台、废石堆 1、废石堆 2 等人为加自然修复，按覆盖程度，取 $C=0.7$ 至 0.9 之间；拟建露天采场、界外采坑边坡、钻机平台、矿区道路等，植被覆盖度接近 0，取 $C=1$ 。

P：预测实施植物或工程类等水土保持措施，本次取 $P=1.0$ 。

2) 评价结果

各场地预测土壤侵蚀模数估算结果，见表 3-50。

表 3-50 预测工程场地土壤侵蚀模数估算及水土流失程度评价结果

综上，露天采场因采矿生产开挖影响范围扩大、边坡陡长、裸露面积广、植被覆盖率极低，且无任何水土保持措施，导致土壤侵蚀模数大于 $5000t/(hm^2 \cdot a)$ ；试采工作面、界外采坑边坡基岩裸露挖损影响范围小、钻机平台场地存在松散废石堆积，抗水蚀能力弱；临时办公区、办公生活区、矿区道路虽有压实，但无任何水土保持设施，易受径流冲刷侵蚀，水土流失程度属**中度侵蚀**；拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、界外采坑平台、废石堆 2 经前期治理，场地地形平缓，抗水蚀能力强，不易受径流冲刷侵蚀，水土流失程度属**轻度侵蚀**。

4、水土环境污染预测

本矿山《开采方案》设计开采方式为露天开采，产品为饰面用花岗岩，全部外售。矿区开采未直接揭露、扰动地下含水层，矿坑充水来源以大气降水为主，无地下水大量涌水问题。

(1) 矿坑疏干水：预测矿坑正常汇水量约为 $138.1m^3/d$ ，主要来源于大气降水，降雨冲刷采场裸露边坡。矿坑底部设置集水坑、沉淀

池及排水设施，废水集中收集至集水坑内，经沉淀处理达标后部分用于坑内采场降尘，部分泵送至地表供矿区地面降尘、绿化等综合利用。矿坑疏干水全部综合利用，不外排，预测对周边水土环境影响**较轻**。

（2）矿区生活污水：矿山长期居住人员较少，职工大部分来自当地村民。矿区生产施工高峰期人数 20 人/天，每人每天用水量为 60L，生活污水按生活用水量的 80%计算，产生污水量为 0.96m³/d。有效施工期为 60 天，整个施工期污水产生量为 57.6m³/d。未来办公生活区生活污水集中收集用于沤肥，不外排，预测对周边水土环境影响**较轻**。

（3）废石：矿山采场长期裸露，易受雨水冲刷淋溶，对场地周边水易产生影响。根据现状废石堆 1 下游土壤采样检测分析，土壤各项指标均未超过土壤污染风险管控标准。现状废石地表堆存对周边土壤影响较轻，预测未来继续生产，产出废石与现状废石一致均为二长花岗岩，属一般工业固废，无重金属、有毒有害物质淋溶风险，预测评价地表堆存废石对周边水土环境影响**较轻**。

（4）生活垃圾与危险废物：未来生产期间产生的生活垃圾集中堆存，定时集中交由环卫部门统一清运处置。矿区不设机修车间，机械检修和保养均附近村镇的修理厂内进行，维保不在矿区内，预测评价生活垃圾及危险废物等对矿区周边水土环境影响为**较轻**。

（5）次生扬尘影响：矿山切割岩体、矿石装卸运输、堆场等矿业活动易产生粉尘，通过沉降、雨水冲刷间接影响水土环境。本方案设计整个生产环节洒水抑尘，工业场地边界、道路两侧植树绿化，预测评价以上生产环节次生扬尘影响对矿区周边水土地环境影响为**较轻**。

综上所述，矿山后续生产要严格落实采场雨水收集沉淀、废石规范堆放、场区抑尘、污水集中处置达标、场区水土保持等措施，水土

环境影响整体可防、可控。预测矿山未来生产对水土环境影响程度“较轻”。

5、生态受损与退化预测问题综合评价

结合本项目矿业活动的具体特征，本方案聚焦植被损毁、生物多样性丧失、水土流失、土地沙化、水土污染五大核心生态影响维度，通过系统开展调查评价工作，最终完成对项目区域预测矿业活动造成生态损毁情况的综合研判与全面评价，综合评价结果见表 3-51。

表 3-51 预测矿业活动生态损毁问题综合评价

四、问题诊断评价结论

经过对各损毁单元内的地质环境问题、土地资源损毁、生态环境受损及退化情况进行综合评价，评价采用上一级别优先原则，即只要单元内任一类型问题的损毁程度达到某一级别，即按该最高级别判定其综合损毁程度。按照综合损毁程度，将各损毁单元划分为**重度损毁区、中度损毁区和轻度损毁区**，具体分区情况叙述如下：

重度受损区包括：拟建露天采场、拟建废石堆放场、试采工作面，总占地面积 25.1937hm²，占比 33.94%；**中度受损单元**包括：拟建工业场地、拟建表土堆放场、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公区、办公生活区、矿区道路，总占地面积为 12.21hm²（去除与露天采场开采重叠面积），占采矿活动范围比例 11.00%；**轻度受损区**为其它区域，面积 39.9738hm²，占比 55.06%。矿区预测生态损毁程度综合评价见表 3-52。矿区损毁程度综合评价图，见图 3-14。

表 3-52 预测矿业活动生态损毁程度综合评价表

图 3-14 矿区损毁程度综合评价图

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

依据矿区地质环境现状评价及预测评价结论，结合矿区不稳定地质体可能诱发矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观损毁等问题，综合其发育规模、发育特征、空间分布及危害程度，对矿区地质环境预防管控、修复治理的技术可行性与经济合理性开展专项分析论证。

1、不稳定地质体诱发地质灾害防治与修复治理可行性分析

矿区不稳定地质体主要为露天采场的边坡危岩体。为保障采场边坡整体稳定性，矿山开采严格按照《开采方案》设计的台阶高度、边坡坡度，自上而下循序开采，严禁坡脚挖方掏蚀，杜绝形成高陡边坡及悬空临空面；对开采过程中发现的边坡危岩体及时清理处置，可从源头消除地质灾害安全隐患。

本治理方案所采用的监测预警、现场管控、工程治理等技术体系成熟、符合现行规范标准，且有同类矿山工程实践可借鉴，治理技术可行、安全风险可控。

2、含水层保护防治技术可行性分析

矿区采矿活动影响范围内地下水以基岩裂隙水为主，矿体整体赋存于地下水位以上，露天开采作业不会破坏基岩裂隙含水层结构。因此，本项目无需单独布设专项含水层保护与治理工程措施。

3、地形地貌景观破坏防治技术可行性分析

矿区地形地貌景观破坏主要体现为各复垦分区土地挖损、地表压占等形式。针对不同防治分区因地制宜采取差异化工程治理措施，可实现受损地形地貌景观修复重塑。主要治理措施包括硬化路面拆除、废石渣清运、石方回填、场地平整、地形整形及挡护工程等。

本次选用的地貌重塑及生态修复措施针对性强、工艺成熟、施工简便、易于实施，技术可行性良好。

4、地质环境治理经济可行性分析

矿区地质环境治理工程以小型土建及边坡防护、场地整治工程为主，无大型复杂构筑物，施工工艺成熟、作业难度小，单位工程造价较低。矿山设计生产规模25万立方米/年（荒料），具备持续稳定经营收益，经济实力可足额保障地质环境治理投入。同时治理工程可与矿山基建、生产开采同步规划、同步实施，有效节约工程造价及管理成本。

（二）土地复垦可行性分析

1、土地复垦技术可行性分析

矿山现状已损毁及未来拟损毁场地已造成或将造成不同程度的土地损毁，部分区域表层土壤结构被彻底破坏。针对以上损毁区域，修复的主要工程为土壤重构，结合矿区水土资源条件及土地复垦质量控制要求，其技术可行性分析如下：

其中，土壤重构工程主要针对表层土壤彻底破坏及土地类型需复垦为植被的区域，如拟建露天采场场地建设过程中，切挖工程量较大，本底基岩裸露原土层结构脆弱，拟建场地建设前需进行表土剥离，探矿期间钻机平台、矿区道路建设形成的地面挖损，均造成土壤结构彻底破坏，以上场地主要采取覆土、土壤培肥等工程措施，重塑完整土壤结构，改善土壤理化性质，补充土壤肥力，满足植被生长立地条件，确保达到土地复垦质量控制要求。

针对未对土壤结构造成扰动区域，如界外采坑平台、废石堆 2，增加土壤培肥工程改良土壤，恢复土地利用功能，为植被恢复创造良好基础，确保复垦后土地符合相关利用标准。

上述土壤重构措施均为矿山生态修复领域的常规成熟技术，工艺

规范、应用广泛、操作简便，适配本矿区的土地损毁特征及水土资源条件，能够有效实现土地复垦目标，满足土地复垦质量控制要求，技术上切实可行。

2、土地复垦标准质量要求

本矿区位于内蒙古自治区赤峰市巴林左旗南部，依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）附录 D 土地复垦质量控制标准划分，该区域属于东北山丘平原区，对耕地、林地、草地复垦质量的明确要求如下。

表 3-53 东北山丘平原区土地复垦质量控制标

（1）复垦质量标准

根据《开采方案》设计，露天采场开挖形成边坡地形条件，随着采矿生产进度对采场平台统一覆土，撒播草籽，恢复人工牧草地；采矿证到期后，拟建工业场地恢复为灌木林地；局部路段矿区道路恢复为农村道路，质量标准参照周边已有农村道路标准确定；拟建场地占用旱地部分，拟于置换一处地块，按恢复旱地的标准予以占补平衡。矿区活动范围内恢复人工牧草地场地，拟统一采用撒手草籽模式的方式进行植被重建。

1) 旱地标准：结合本区作物生长条件，对土壤厚度、地形坡度的要求，确定本项目旱地的复垦质量标准如下：

①覆土厚度：自然沉实土壤厚度 $\geq 0.8\text{m}$ ；

②地形坡度：总体要求地面坡度 $\leq 15^\circ$ ；

③土壤理化性质：覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地为砂质壤土，砾石含量 $\leq 5\%$ ，pH值范围一般为6.0-8.5，有机质 $\geq 15\%$ ，通过增施腐熟有机肥提升土壤肥力，保障植被正常生长。

2) 人工牧草地标准：结合本区草本植物生长条件，对土壤厚度、地形坡度的要求，确定本项目人工牧草地的复垦质量标准如下：

①覆土厚度：自然沉实土壤厚度 $\geq 0.5\text{m}$ ；

②地形坡度：总体要求地面坡度 $\leq 25^{\circ}$ ；

③土壤理化性质：覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂质壤土，砾石含量 $\leq 10\%$ ，pH值范围一般为6.0-8.5，有机质 $\geq 15\%$ ，通过增施腐熟有机肥提升土壤肥力，保障植被正常生长。

④物种配置：采用人工撒播草籽方式。选择适宜本地生长的植物，草本植物选用3种以上适宜本地生长的乡土草种。

3) 灌木林标准：结合本区灌木植物生长条件对土壤厚度、地形坡度的要求，确定拟建工业场地恢复灌木林地的复垦质量标准如下：

①覆土厚度：自然沉实土壤厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ；

②土壤理化性质：覆土土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，pH值范围一般为6.0-8.5，有机质 $\geq 2\%$ 。

③物种配置：采用栽植灌木植株，灌木树种选择适宜本地生长的两种以上乡土树种，如栽植山杏、柠条、虎榛子等，定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2024）要求，郁闭度30%以上，1-3年达到成活率 $\geq 70\%$ 。

4) 农村道路标准：质量标准参考周边已有农村道路拟定，主要指标如下：

①地形：纵坡度 $\leq 5\%$ 。

②路面：宽度 $> 3\text{m}$ ；面层为泥结碎石路面或硬化路面，厚度10~20cm；质量：路面平整度、强度、抗滑性、排水性等达到当地本行业工程建设标准要求。

③景观：与已有道路景观协调。

3、水土资源可行性分析

（1）水资源可行性分析

a. 供水分析

矿区生态修复用水源主要为大气降水与采坑汇水。矿区属半干旱大陆性季风气候，多年年平均降雨量***mm，降水多集中在7、8两月，设计复垦的草地、林地管护期后依靠自然降雨即可存活。

矿区目前生活用水取自附近居民水源井供水。附近居民用水取自第四系孔隙潜水，单位涌水量小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。矿山正式生产后将备一处水源井以满足矿山生活用水需要。

根据《开采方案》，当地侵蚀基准面标高为***m，矿体位于侵蚀基准面之上，未来露天开采不直接破坏地下含水层，矿坑水主要为大气降水。生产初期矿山直进式开采阶段，地表不易形成集水坑；矿山开采进入螺旋凹式开采后，于采场底部设置集水坑、沉淀池，废水集中收集至集水坑内，经沉淀处理后大部分用于坑内采场降尘，供采场平台地面降尘、绿化等综合利用。本矿露天矿坑水可实现全部综合利用。

b. 用水分析

①生活污水

矿区生产施工高峰期人数20人/天，每人每天用水量为60L，生活污水按生活用水量的80%计算，产生污水量为 $0.96\text{m}^3/\text{d}$ 。有效施工期为60天，整个施工期污水产生量为 $57.6\text{m}^3/\text{d}$ ，排放生活污水量小。生活污水的主要污染因子是COD、BOD₅、SS，无有害污染物，生活污水排放量小，成分简单。生活污水应设密闭地埋式防渗化粪池集中收集定期清掏用于沤制农肥。

②生产用水

矿山生产用水：矿山采矿规模为***t/a，未采采矿采用湿式锯切，生产用水经沉淀循环复用。矿山生产用水、洒水抑尘用水部分来自采场内集水坑收集的降雨汇水，不足部分取自矿山自备机电水源井。

③绿化用水

矿山复垦责任区复垦方向为林地、草地，总复垦面积为

32.1927hm²，参照《内蒙古自治区行业用水定额》(DB15/T385-2025)，赤峰地区生态用水定额，灌溉保证率 75%时，生态用水定额为 2200m³/hm²。本项目绿化浇灌，预计绿化用水量可节省 40%，合计约 1320m³/hm²，则年绿化用水为 42494m³，每年春季返青期及秋季各进行灌溉 1 次，年灌溉天数约 60 天，灌溉需水量为 708.24m³/d。灌木及草地生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，管护期间 3-5 年时间，待植被群落稳定后可依靠自然降水即可满足生长需水。

综上，矿山生产用水年最大用水量约 42494+84989=127483m³/a。矿山开采过程产生矿坑水回用至矿山生产环节，包括露天采场开采作业面喷淋降尘、排土场/矿石堆料场防尘洒水、矿区运输道路常态化抑尘、破碎筛分车间石料冲洗、厂区绿化浇灌等；不足部分取自矿区未来自备机电井。

(2) 土资源平衡分析

a. 需土量分析

根据《开采方案》设计，未来拟建场地为拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场，其中拟建工业场地拟恢复为灌木林地，覆土厚度约 0.3m，拟建露天采场、拟建废石堆放场部分恢复为人工牧草地覆土厚度 0.5m，估算覆土总方量约 14096m³。

b. 供土量分析

根据《开采方案》设计未来拟建场地为拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场。其中拟建露天采场裸岩地以外草地区域表土需要剥离，工业场地扩建区域表土需要剥离，拟建废石堆放场需要表土剥离。

剥离表土时序安排：拟建废石排放场、拟建工业场地扩大区域，基建初期需完成剥离工作，剥离量约 40889m³。

矿区土壤呈弱碱性，有机质含量中等，氮含量偏低，微量元素相对丰富，保肥能力较弱，为满足植被生长所需养分，本方案设计对表土进行土壤培肥改良后作为覆土土源，能够满足植物生长需求。

土源供需平衡计算，经计算矿山总表土剥离量（40889m³）小于矿山需土量（54985m³），不足表土采用外购。

表 3-54 表土剥离量安排表

评价单元		单元面积 (hm ²)	表土剥离		利用表土		所需 覆土量
			剥离面积 (hm ²)	剥离量 (m ³)	面积 (hm ²)	覆土量 (m ³)	(m ³)
拟建露天 采场 (可剥离 表土区 域)	到界边坡平 台	20.54	17.6502	27152	6.8466	29195	2043
	坑底				7.7512		
	裸露区域				5.9422		
拟建废石 堆放场	场地堆坡	2.2215	2.2215	11108	1.1331	17763	6655
	复垦场地				2.2215		
拟建工业 场地(扩 大区域)	场地堆坡	1.8017	0.8764	2629	0.5244	8027	5398
	复垦场地				1.8017		
合计		24.5632	20.7481	40889	/	54985	14096

4、土地复垦经济可行性分析

本矿山场地单元试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台、临时办公区等不利用场地近期复垦用土主要利用近期场地剥离表土，拟建工业场地、拟建废石堆放场边坡固坡，利用场地剥离表土，土源不足采用外购土。土壤重构及植被重建成本主要来源于改良肥料及苗木采购、种植与养护人工投入。修复后的植被可带来固碳释氧、水土保持、生物多样性提升等生态效益，为牧草种植创造直接经济收入。因此，植被重建在技术成熟的前提下，兼具生态效益与潜在经济产出。结合矿山生产规模（***立方米/年），矿山具备稳定的经济收益，可承担复垦费用。综上，矿山采取土地复垦具备经济可行性。

（三）生态系统修复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

生态修复区损毁地类主要为草地、采矿用地及小面积灌木林地等，植被重建工程参照区域原生植被及周边自然植被类型，结合当地气候条件、土地利用现状及国土空间规划要求，优先选择耐旱耐寒、适应性广、成活率高成活、易管理的本地乡土树草种，采用人工种植、撒播等常规方式实施植被恢复，植被恢复技术可行。

2、生物多样性恢复可行性

选用本地耐贫瘠乡土灌木、草本植物开展植被重建，充分适配矿区立地条件，预计可在3-5年内形成稳定的植被覆盖层，逐步恢复矿区原有生态植被功能，逐步提升物种多样性。系统恢复过程中减少人为扰动，确保生态系统恢复的稳定性和可持续性。以上技术较成熟、可操作性强，因此，矿区生物多样性的恢复是可行的。

3、水土流失修复可行性

受矿山采矿活动影响，各扰动单元实施水土流失治理应坚持“预防为主、防治结合”的原则，露天采场场地边坡采用边开采、边治理的修整方式实施植被修复工程，利用植被固坡，使坡面及平台水土侵蚀得到有效控制；办公生活区、矿区道路等长期作业区优先硬化；拟建工业场地、拟建废石堆放场堆体下缘设置挡墙拦挡，形成硬化控源、绿化抑尘、拦挡固坡的一体化水土流失防治体系。以上技术成熟、可操作性强，也是矿山日常生产运维的常规措施，因此矿区水土流失修复具有可行性。

4、矿区生态系统恢复经济可行性

选用乡土物种，本土草本种子成本低、成活率高，后期养护投入小，且价格低廉，乡土植物定植后自我维持能力强，3~5 年可自然

形成稳定群落。植被恢复管护阶段，矿山可利用生产期废水（经处理后）进行灌溉，降低灌溉成本；后期可依靠自然演替维持生态系统稳定，因此本矿区生态系统修复具备充分可行性。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

1、参照生态系统调查

根据《巴林左旗国土空间总体规划(2021—2035 年)》，矿区位于巴林左旗南部，属南部防风固沙生态保育区，是构建“一带、一网、一屏障、多斑块”生态安全格局的重要组成部分。区域生态功能以加强区域生态网络稳定连通性，加强区域生态系统的连续性，形成天然保护城市的重要生态影响的自然生态屏障，发挥生态脊梁功能。区域地处防风固沙生态区域过渡带，土地利用类型以草地为主，生态系统结构简单，区内无重点保护野生动物栖息地及迁徙通道。

依据国土空间规划及用途管制要求，结合矿区受损前生态本底状况，本次选取矿区周边两种未受扰动本地生态系统为备选参照生态系统。

参照系统 1：本矿山场地周边未扰动原始生态系统

矿区周边未受损的原生生态系统以温带半干旱天然草原生态系统为主。原始生态系统，群落结构简单，以草本层为主，无乔木层，偶见零星低矮灌木，植被呈连片斑块状分布，覆盖度小于 60%，土壤肥力中等。物种组成以耐旱、耐寒、耐贫瘠的多年生乡土草本植物为绝对优势种，主要为禾本科、菊科、藜科等旱生植物，物种多样性水平较低，优势种突出。该生态系统的核心功能以防风固沙、水土保持、水源涵养及维持区域基础生物多样性为主，是区域重要的生态屏障，但其结构脆弱、抗干扰能力弱，受矿区工程扰动后易发生退化。

照片 3-17 参照系统 1 温带半干旱天然草原生态系统

参照系统 2：已实施生态修复工程的周边案例矿山生态系统

参照周边案例矿山选取位于本矿区北东直距约6.5km的“***矿”，案例矿山与本矿区在自然气候、地理位置、地形地貌等条件相近。露天开采花岗岩矿，为生产矿山（现状停产），以往治理探槽、钻机平台场地，并设置截水沟等设施，积累一定经验，因此选取其作为参考案例。调查如下：

1、已完成修复区调查：该矿山已实施完成的主要治理工程包括：对探槽、钻机平台实施回填、覆土、整平、种草等措施；对采场上游设置截水沟设施，详见照片3-15、照片3-17。

照片 3-18 “参照系统 2” 探槽治理效果

照片 3-19 “参照系统 2” 钻机平台治理效果

照片 3-20 “参照系统 2” 截水沟设施

经调查，①案例矿山已完成修复区域地貌重塑效果较好，坡度在10-25°之间，已达到与周边原始地形地貌相协调且满足恢复植被的立地条件；恢复植被选择草本种子撒播，根据现场植被恢复状况，可见羊草、苜蓿草，植被覆盖度约20%左右。案例矿山植被选择仅以草本为主，植被类型选取单一，局部植被退化后导致土地裸露，不利于水土保持及生物多样性的恢复。②案例矿山采场截水沟采用地表开挖形成的简易凹沟形式，该简易截排水设施可满足露天采场开采期阶段性地表截排水需求，本矿山采场周边临时截排水设施可按此方式参考设置；但工业场地、废石场等长期堆存区域，应按相关规范设置永久性截水沟设施，确保场地排水安全。

2、参照生态系统确定

经前文对两种参照系统进行调查比选，最终确定本矿山场地周边未扰动原始生态系统，做为本矿未来生态修复参照系统，选定依据如下：

(1) 矿区原始生态系统，未受人为胁迫，原生生态系统气候、地形、土壤、植被类型与矿区原生状态完全一致，为多年自然演替形成的稳定群落，抗风蚀能力强。相比参照生态系统 2，以草本为主的草地生态系统群落，无人扰动，群落结构完整、物种配置合理，对当地干旱气候的适应性更强，抗逆性与自然恢复潜力显著优于人工修复群落，具备更强的生态稳定性，是矿区生态修复的理想目标状态。

(2) 以旱生草本为主要群落，主要种植以羊草、冷蒿、贝加尔针茅、铁杆蒿、羊胡子草和隐子草等耐旱草本为主，做为承担防风固沙、生物多样性保护等生态功能。符合巴林左旗旗国土空间总体规划(2021-2035 年)中南部防风固沙生态保育,加强区域生态系统连续性,形成天然保护屏障的生态功能定位。

综合比选，确定矿区内未受损原生生态系统作为本方案的参照系统。通过本方案设计的修复措施，将损毁区恢复至与周边景观相协调的生态系统，最大限度地恢复至采矿前原生态系统。

(二) 修复目标与关键属性指标

以选定的参照生态系统为目标，结合《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），明确矿区生态修复目标，并制定关键属性指标及标准。

1、总体修复目标

依据国土空间规划及用途管制要求，结合选定的参照生态系统（矿区周边未扰动温带半干旱草地生态系统），本项目以恢复与区域防风固沙功能相匹配的**温带草地生态系统**为核心目标，恢复其南部防风固沙生态保育，加强区域生态系统连续性，形成天然保护屏障的生态功能。

2、矿区生态修复关键属性指标确定

本方案从矿山自然条件、物种组成、生态系统结构、生态系统功能、生态胁迫、外部交换与演替潜力等六个维度作为本区生态修复关键属性指标。对标参照系统，选取考虑因素与依据，采取类比法与推演法，确定以下关键属性指标及控制标准。

表3-55 矿区生态修复关键属性指标与标准

基于上述矿区生态修复关键属性指标，本项目结合国土空间规划要求、项目区立地条件及社会经济因素，开展土地复垦适宜性评价，综合研判各损毁单元的利用潜力与限制条件，确定各单元最终复垦修复方向。

（三）复垦修复方向

1、初步复垦方向的确定

①规划管制依据：根据《巴林左旗国土空间规划(2021-2035年)》分区管控规划及土地用途管制要求，本区复垦修复需同时满足防风固沙、水土保持、植被群落重建及生物多样性保护的多生态功能定位，兼顾了农牧用地生态功能。复垦为人工牧草地，既满足保护生物多样性和生态环境的需要，又兼顾生物多样性保护与生态系统稳定性恢复，形成与区域生态功能格局相协调的修复目标。

②因地制宜：土地利用方式应与周边生态环境特征相适应。结合本区温带半干旱大陆性季风气候，地形起伏较大，降水少、土质薄的立地条件，结合土地损毁前后复垦修复区范围内的土地利用类型，土地利用类型包括天然牧草地、采矿用地、灌木林地等，从被损毁前后土地的利用状况与周边生态环境特征出发，本区防风固沙生态保育的生态功能定位，确定复垦为人工牧草地。

③公众参与：实地踏勘后，走访了当地村委会工作人员与相关的

土地权属人，并积极听取了他们的意见。矿区及周边为耕地、天然牧草地、灌木林地及裸岩石砾地，土地权属人建议各场地复垦要结合场地周边原生地类进行生态修复，除耕地外，其他场地尽量恢复草地；另对损毁的村路经修复后应恢复成可持续利用的村路，达到保障生态安全、适配当地农牧用地和空间规划的格局。

④经济可行与技术合理性：复垦为人工牧草地，复垦修复技术较简单，复垦修复所需的费用较低，能够满足复垦修复工作顺利开展。

综合上述，可确定本矿区土地复垦初步方向为人工牧草地。该复垦方向与当地自然生境相适应，与复垦区相关政策一致，具备良好的技术经济条件及社会群众基础，发挥该复垦方案的综合长效价值。

2、土地复垦适宜性评价

在初步确定人工牧草地复垦方向的基础上，本项目以修复关键属性指标为约束，结合各场地立地条件，采用综合指数法开展土地复垦适宜性评价，进一步验证复垦方向的科学性与可行性。

(1) 复垦修复单元的划分及修复限制因素调查

复垦修复单元在确定土地复垦初步方向的基础上进行划分，评价单元划分的场地内部性质应相对均一或相近；场地单元之间具有差异，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 12 个单元，分别为拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公生活区、办公生活区、矿区道路等。

在已确定生态修复关键属性指标基础上，开展项目区损毁单元土地复垦主要限制因素调查，明确主要限制因素包括：地形坡度（主要体现在开采挖损区）、土壤肥力、降水量等实际立地条件。

各单元复垦修复限制因素调查见表 3-56。

表 3-56 复垦修复单元划分情况表

单元	面积 (hm ²)	损毁 类型	损毁 程度	主要限制因素
拟建露天采场	20.54	挖损	重度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
拟建工业场地	1.8017	压占	中度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
拟建废石堆放场	2.2215	压占	中度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
拟建表土堆放场	0.2201	压占	中度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
试采工作面	2.4322	挖损	重度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
界外采坑边坡	0.1077	挖损	中度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
界外采坑平台	0.5789	挖损	中度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
废石堆 2	0.3223	压占	轻度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
钻机平台 (PT2-20、PT25-28、 PT37-47)	1.6521	挖损、 压占	中度	地形坡度、土壤肥力、降雨量
临时办公区	0.4244	压占	中度	土壤肥力、降雨量
办公生活区	0.2820	压占	中度	土壤肥力、降雨量
矿区道路	3.6772	挖损、 压占	中度	土壤肥力、降雨量

(2) 评价因素等级标准的确定

在已确定修复关键属性指标及本矿区生态修复主要限制因素的基础上，本次采用综合指数法开展土地复垦适宜性评价。

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合项目区自然条件与土地损毁特征，影响损毁土地生态修复的因素较多，本次评价重点考虑有效土层厚度、土壤质地、土壤有机质、地形坡度、降水量、损毁程度、生态退化可能性等主导因子，构建评价指标体系。

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合项目区自然条件与土地损毁特征，参照土地适宜性评价通用方法及矿山复垦行业惯例，将土地复垦适宜性评价等级划分为4级，分别

为：一级（比较适宜）、二级（勉强适宜）、三级（不适宜）、四级（难利用）。各评价因子、权重及分级标准见表3-57、3-58。

表 3-57 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

本次评价采用综合指数法。计算公式为： $R(j) = \sum_{i=1}^n F_i \times W_i$

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（本次 $n=7$ ）。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 3-58。

表 3-58 加权指数和与复垦方向对照表

(3) 适宜性评价结果

各评价单元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结果，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。各评价单元适宜性评价结果见表 3-59。

表 3-59 各评价单元适宜性评价结果、复垦方向

评价单元	参评因子（加权值）							加权指数和	适宜性
	地形坡度	有效土层厚度	土壤质地	土壤有机质含量	降水量 mm	损毁程度	生态退化可能性		
拟建露天采场（平台）	<5°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	重度	有潜在可能性		宜林、 宜草
	0.6	0.4	0.45	0.45	0.3	0.15	0.3	2.65	
拟建露天采场（边坡）	>25°	<20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	重度	潜在可能性大		宜草
	0.15	0.2	0.45	0.45	0.3	0.15	0.1	1.8	
拟建工业场地	>25°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、 宜草
	0.15	0.4	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.35	
拟建废石堆放场	5-15°	60-40cm	砂壤质	>12g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、 宜草
	0.45	0.6	0.45	0.15	0.3	0.3	0.3	2.55	
拟建表土堆放场	5-15°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、 宜草
	0.45	0.4	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.65	
试采工作面	5-15°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	重度	潜在可能性大		宜林、 宜草
	0.45	0.4	0.45	0.45	0.3	0.15	0.1	2.3	
界外采坑边坡	>25°	<20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、 宜草
	0.15	0.2	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.15	

评价单元	参评因子（加权值）							加权指数和	适宜性
	地形坡度	有效土层厚度	土壤质地	土壤有机质含量	降水量 mm	损毁程度	生态退化可能性		
界采采坑平台	<5°	>60cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	无或较小潜在可能性		宜耕、宜林、宜草
	0.6	0.6	0.45	0.45	0.3	0.3	0.4	3.1	
废石堆 2	5-15°	>60cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	轻度	无或较小潜在可能性		宜耕、宜林、宜草
	0.45	0.6	0.45	0.45	0.3	0.45	0.4	3.1	
钻机平台 (PT2-20、PT25-28、PT37-47)	5-15°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、宜草
	0.3	0.4	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.5	
临时办公区	15-25°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、宜草
	0.3	0.4	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.5	
办公生活区	15-25°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、宜草
	0.3	0.4	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.5	
矿区道路	<5°	40-20cm	砂壤质	12-8g/kg	400-300	中度	有潜在可能性		宜林、宜草
	0.6	0.4	0.45	0.45	0.3	0.3	0.3	2.8	

2、确定最终复垦方向

(1) 各评价单元最终复垦方向

依据各单元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，各评价单元最终复垦方向见表 3-60。

表 3-60 复垦前后土地地类及面积统计表

(2) 复垦前后土地利用结构调整

依据土地复垦适宜性评价结果，确定生态修复责任范围面积 34.2601hm²，其中拟复垦旱地 0.9012hm²，拟复垦灌木林地 1.8077hm²，垦复垦为人工牧草地 31.2789hm²，保留为农村宅基地 0.1018hm²，恢复农村道路 0.1761hm²。复垦前后土地利用结构调整见表 3-61。

表 3-61 评价单元复垦前后土地利用类型占补平衡统计表

三、边开采、边修复可行性分析

结合矿山开采设计、工艺流程、开采进度、采矿用地周期及生态问题识别与受损预测，对矿区是否具备边开采、边修复的条件进行具体分析如下：

(一)开采设计与空间布局分析

本矿为露天饰面用花岗岩矿，根据《开采方案》设计，开采顺序自上而下分台阶式开采，设计在申请开采区域外东侧区域拟建设废石堆放场，在北东侧拟建工业场地。因《开采方案》未设计表土堆放场，结合实地调查，拟建露天采场涉及采场平缓地带原生草地表土需进行剥离，本方案设计一处拟建表土堆放场，集中堆放拟建场地基建期剥离表土，具体结合矿山开采进度逐步实施。矿山最终形成整体呈不规则形状（南北长约 620m，东西宽×550m）的露天采坑，结合采场地形条件，采用自上而下水平分层、台阶式开采，工作线自矿区西侧山坡高位至开段沟向两侧或一侧扩帮（剥离和采矿），采掘工作面（阶段）沿矿体走向推进，实现山坡开采区向凹陷开采区无缝衔接、同步推进，无上下区块割裂开采及固定界线。开采遵循自上而下、由北向南东逐台阶退采原则，先期形成的终了台阶与边坡不再受后续采掘扰动。

(二)开采工艺与推进时序分析

根据《开采方案》规划设计、矿体赋存条件及矿山开采计划，矿山总服务年限共 16 年（含 1 年基建期），考虑如矿山采矿权到期后不延续，规划生态修复管护期为 6 年（含闭坑治理期 1 年）。据此确定本方案服务年限为 22 年，即 2026 年 7 月至 2048 年 6 月，方案基准年为 2026 年 7 月，方案基准期以自然资源部门批准该方案之日算起（通过审查的公告日）。

矿山资源生态修复及管护时限 6 年的时间，方案总体规划年限 22 年。本矿山设计采用“由地表开始自上而下分台阶式分级开采，水平方向自矿区西侧山坡高位工作面两侧/一侧由北向南东至出入沟顺势扩帮推进”的开采工艺。

1、稳定时限：以基建剥离、先期局部同步治理为主，主体工作为场地建设、表土及风化层剥离，形成初始工作面。阶段内完成部分场地建设，无后续采矿开挖、堆土转运、机械碾压等持续扰动作业后，可立即开展场地平整、边坡修整、场地硬化、截排水沟布设等配套整治工程，同步开展和初期生态恢复措施，实现“基建即治理”。

2、修复时限：矿山开采作业自上而下、由北向南有序推进，随着开采作业的进展，剥离废石集中堆放矿区范围外东侧拟建废石堆放场，采出荒料暂存拟建工业场地；先期采掘结束的采场台阶、边坡及平台不再受后续采矿扰动，结构逐步固结、自然静置趋于稳定可实施修复治理；闭坑后可将场外废石回填，回填废石量约占总量的 100%；

拟建废石堆放场位于矿区外东部，三层堆存，可随排随整、分层碾压，堆存过程中设置临时排水设施，矿山生产期间可同步实施平整和覆土绿化，堆存期间开展边坡防护和植被恢复，待采矿证到期后废石全部回填坑底。

3、修复管护时限：矿山生态修复管护期 6 年（含闭坑治理期 1 年），矿山闭坑期间对所有场地地形地貌恢复并全面复垦治理，对工程场地进行地形地貌、土地资源及植被进行监测管护，期间维护矿区活动范围基本生态功能。

开采推进与修复施工可“分区并行、错峰实施”，修复工作可穿插在采矿间歇期、台阶稳定期开展，具备边开采边修复的时序条件。

(三) 采矿用地周期与开采进度匹配分析

本项目采矿用地主要为矿山开采活动相关的建设场地，即拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、办公生活区及矿区道路；采矿用地周期从占用土地到开采结束，至土地复垦交还期间，与各区域开采、堆存、场地使用的周期高度匹配。

拟建露天采场随台阶推进，生产前期采完的台阶，清扫平台与安全平台可及时腾空释放，具备开展边坡治理与生态修复作业的空间与时间条件。

废石处置方面，大部分废石外排至拟建废石堆放场。在废石堆放场堆存期间，场地根据矿山生产进度若有调整控制在规划范围内，堆存完成后即可开展过渡性治理；采矿证到期后全部回填坑底，实现土地复垦。废石堆放场规模小、堆存周期可控，减少了长期土地压占，为同步修复提供了便利条件。

(四)生态问题识别与受损预测分析

本矿区生态本底脆弱，主要生态问题集中在：地质环境破坏（不稳定边坡、地形地貌破坏）、土地损毁（挖损、压占）、生态受损与退化（植被损毁、水土流失、生态服务功能下降）。

1、矿区无有毒有害污染源，仅为一般的地貌破坏和植被损毁，修复技术成熟，可与开采同步推进。

2、所有生态破坏区受损边界清晰，修复施工不受采矿作业影响，扰动条件可控。

3、矿区地处半干旱气候区，区域降水少、蒸发强，植被自然恢复难度较大，但边开采边修复模式可通过随扰动、随治理、随恢复的原则，减少裸岩地暴露时间，降低风蚀和水蚀风险，避免生态问题累积放大，更有利于矿区生态环境保护与修复。

(五)结论

本方案从开采流程、空间条件、开采时序和技术条件综合分析，具备实施边开采边修复的可行性；采场分区推进、作业面独立，废石主外排放统筹布局相互协调，用地周期与修复节奏匹配，修复措施成熟且适配区域生态条件，可通过“分区、分台阶、随采随修”模式，在保障采矿生产正常进行的同时，实现生态问题同步治理。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、生态修复分区

（一）分区依据及原则

1、根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求，参考《矿山生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024、GB/T 43934-2024、GB/T 43936-2024）及《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1031.1）中关于分区修复、分期治理、边开采边修复的相关技术要求，合理划分生态修复分区，明确分区、分期目标任务和时序安排。

2、本矿山以露天开采工艺、开采推进流程、生产服务年限及场地布局为基础，划分生态修复分区，明确分区管控边界与时序安排，确保修复单元与采矿作业互不干扰、有序衔接，实现边开采边修复的分区治理。

3、综合区域生态本底脆弱、风蚀为主水蚀为辅的侵蚀特征，以及采矿扰动造成的土地损毁、地形地貌破坏、植被退化等生态受损类型，针对不同受损强度与风险等级，差异化划分修复单元。

4、遵循因地制宜、分区管控、时序匹配、随采随修的原则，统筹安排各分区修复时序，实现分区并行、错峰实施，避免全域扰动后集中治理，有效降低裸露地表风蚀、水蚀加剧风险。

（二）修复分区划分结果

根据前文生态受损预测问题分析，矿山现状及预测评价矿山工程单元包括：拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、试采工作面、办公生活区、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公区、矿区道路、矿区道路（不利用路段）13 个场地单元。

根据开采修复时序与用地性质，将上述单元划分为两类。第一类，未来生产规划场地：拟建露天采场、拟建工业场地、拟废石堆放场、拟建表土堆放场、办公生活区、矿区道路；第二类，未来不利用场地：试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、临时办公区、矿区道路（不利用路段），为尽快修复矿区周边破损环境；第二类场地应先安排治理，计划在 1-3 年内完成复垦。

根据生态修复可行性分析及本矿开采进度安排，结合矿山实际用地类型与扰动特征，将矿区统一划分为以下复垦修复分区。

表 3-62 生态修复分区划分结果说明表

序号	修复分区	目标	管控重点
1	拟建露天采场	依据露天开采工艺流程及采矿扰动特征划分，单元含 台阶边坡、台阶平台、采场坑底 ，不同部位扰动时序与生态受损形式差异显著，需分阶段管控修复。	边坡稳定、水土流失控制、边开采边修复复
2	拟建工业场地	依据矿山生产时序与堆体稳定要求划分，单元含 荒料堆存、边坡复绿 ；场地服务结束后统一开展全场地生态复垦。	堆存期堆体稳定，边坡复绿，涵养土壤防风蚀水蚀控制；；终期复绿
3	拟建废石堆放场	依据矿山生产时序与堆体稳定要求划分，单元含堆存期 边坡、顶面 ，堆存期需防止表土流失与退化，矿证到期后统一开展全场地生态复垦。	堆存期堆体稳定，表土保护；终期复绿
4	拟建表土堆放场	依据矿山生产时序与堆体稳定要求划分，单元含堆存期 边坡 ，堆存期需防止表土流失与退化，矿证到期后统一开展全场地生态复垦，为后续植被恢复提供优质土源。	堆存期堆体稳定，表土保护；终期复绿

序号	修复分区	目标	管控重点
5	办公生活区	依据场地功能定位与扰动特征划分，为人员长期驻留的生产生活配套场地，硬化地面占比高，扰动以压实、硬化为主，需兼顾生态恢复与景观优化。	使用期控制水土流失，优化生态景观；终期复绿
6	矿区道路	依据场地功能定位与扰动特征划分，为矿区运输活动频繁的线性场地，路面硬化、车辆扰动影响显著，需统筹生产运行与生态管控。且结合修复方向细分，进场主路连接南北村路，未来恢复为农村道路继续利用。	使用期控制水土流失，优化生态景观；终期分支路段复绿；东西向主路转作村路
7	试采工作面	依据前期现状扰动时序及场地性质划分，矿山未计划规划期开采，受损类型复杂，是过渡性治理的重点区域	场地全面治理后，恢复植被
8	界外采坑边坡	依据前期现状扰动时序及场地性质划分，扰动已终止，未规划利用场地，受损类型复杂，是优先治理的重点区域。	全面治理后，恢复植被
9	界外采坑平台		场地整平
10	废石堆 2		场地整平
11	钻机平台 (PT2-20、PT25-28、PT37-47)		场地全面治理后，恢复植被
12	临时办公区		场地全面治理后，恢复植被
13	矿区道路（不利用路段）		场地全面治理后，恢复植被

上述13个修复分区在受损程度、用地功能、扰动时序上差异显著，后续将针对各分区制定差异化复垦标准，结合开采进度安排分区分期修复任务。

二、矿区生态修复时序安排及分区分期目标任务

结合本矿山露天开采进度、用地周期与废石处置节奏，落实“边开采，边修复”的技术要求，减少裸露地表时长，统筹划分修复阶段与分区实施时序，明确各阶段修复任务，实现采治同步，构建开采、治理、管护全周期管控体系。

（一）修复时序总体安排

结合《开采方案》规划、矿山开采计划及及相关部门要求，矿山规划服务年限为16年，矿山生态修复管护6年（含闭坑治理期1年），本方案总体修复规划年限22年（含1年基建期）。矿山规划开采范

围由北向南推进；核心时序为稳定时限、修复时限、管护时限三个阶段，矿区生态修复实施时间安排见表 3-63。

表 3-63 矿区生态修复实施时间表

序号	生态修复单元		损毁面积 (hm ²)	稳定时限	修复时限	管护时限	备注
1	拟建露天采场	台阶边坡	20.54	2026 年 7 月-2027 年 6 月	2027 年 7 月-2042 年 6 月	2026 年 7 月-2048 年 6 月	
		台阶平台 采场坑底		/	2042 年 7 月-2043 年 6 月	2043 年 7 月-2048 年 6 月	
2	拟建工业场地	荒料堆 堆场坡面	1.8017	2026 年 7 月-2027 年 6 月	2042 年 7 月-2043 年 6 月	2043 年 7 月-2048 年 6 月	
3	拟建废石堆放场	场地堆坡	2.2215	2026 年 7 月-2027 年 6 月	2042 年 7 月-2043 年 6 月	2043 年 7 月-2048 年 6 月	废石随存随复绿养护，故 稳定时限贯穿整个堆存期
		场地顶面					
4	拟建表土堆放场		0.2201	2026 年 7 月-2027 年 6 月	2042 年 7 月-2043 年 6 月	2043 年 7 月-2048 年 6 月	剥离表土随剥随堆随用， 稳定时限贯穿整个期限
5	办公生活区		0.2820	2027 年 7 月-2028 年 6 月	/	2027 年 7 月-2042 年 6 月	场地为租用，稳定时限贯 穿整个期限
6	矿区道路		2.0356	2027 年 7 月-2028 年 6 月	2042 年 7 月-2043 年 6 月	2043 年 7 月-2048 年 6 月	所有场地 1-3 年内完成修 复，然后持续管护 5 年
7	试采工作面		2.4322	/	2028 年 7 月-2029 年 6 月	2029 年 7 月-2034 年 6 月	
8	界外采坑边坡		0.1077	2026 年 7 月-2027 年 6 月	/	2027 年 7 月-2032 年 6 月	
9	界外采坑平台		0.5789	2026 年 7 月-2027 年 6 月	/		
10	废石堆 2		0.3223	2026 年 7 月-2027 年 6 月	/		
11	临时办公区		0.4244	/	2027 年 7 月-2028 年 6 月	2028 年 7 月-2033 年 6 月	
12	钻机平台（PT2-20、 PT25-28、PT37-47）		1.6521	2026 年 7 月-2028 年 6 月	/	2028 年 7 月-2033 年 6 月	
13	矿区道路 （不利用路段）		1.6416	2026 年 7 月-2027 年 6 月	/	2027 年 7 月-2032 年 6 月	

（二）矿区生态修复分区及分期任务

根据已划分的生态修复时限规划安排，已终止采掘扰动的台阶、平台、堆排场地及时进场治理，修复工作穿插采矿间歇期开展，做到边开采、边整治、边复绿，最大限度缩短裸岩地暴露时长，通过生态修复治理，恢复区域植被与生态结构，维持生态平衡。具体安排见表 3-64。

表 3-64 矿区生态修复分区及分期目标任务

序号	修复分区		分期目标及任务		
			稳定时限	修复时限	管护时限
1	拟建露天采场	台阶边坡	1、逐步剥离表土及废石堆存。开辟出入沟及工作面，清理危岩体； 2、坡面简易固土防护，防止初期冲刷垮塌。	1、逐步剥离表土及废石，分别堆存； 2、开采过程中及时清理危岩体； 3、随开采到界及时修整边坡。	1、坑底上部剩余台阶及边坡复垦完毕，及时管护； 2、采场整体排水系统完善与维护。
		台阶平台		已终了平台及时开展阶段性修复。	
		采场坑底	/	设计外排废石回填坑底，到达设计标高后坑底整形，逐步整平、平台复垦。	外排废石回填坑底，底部复垦并管护。
		全部场地	持续地形地貌，土地监测及植被管护。		
2	拟建工业场地	堆存边坡	边坡初步整形，覆土，过渡性植被恢复。场地外围建设临时排水设施，防冲刷。	平台过渡性植被恢复，矿证到期后场地废石回填露天采场坑底，场地复垦。	稳定期场地日常监测管护，闭坑后场地全面复垦后管护。
		堆存期顶面	顶面场地规整、荒料分层规整堆放预留排水坡度。	平台过渡性植被恢复，场地外围建设临时排水设施，防冲刷。期间对场地日常维护	
		全部场地	持续地形地貌，土地监测及植被管护。		
3	拟建废石堆放场	堆存期边坡	1、边缘修建挡墙；	根据采场剥离进程，堆存分层压实，及时采取过渡性植被恢复，降低风蚀影响。矿证到期，场地复垦恢复植被。	稳定期场地日常监测管护，闭坑后场地全面复垦后管护。
		堆存期顶面	2、整形、集中规整堆存，过渡性植被恢复，降低风蚀影响。		
		全部场地	持续地形地貌，土地监测及植被管护。		
4	拟建表土堆放场		1、边缘修建挡墙。	1、整形、集中规整堆存，过渡性植被恢复，降低风蚀影响。	稳定期场地日常监测管护，闭坑后场地全面复垦后管护。
			持续地形地貌，土地监测及植被管护。		
5	办公生活区		场地硬化，场地周边裸露区域绿化。	/	矿山生产期间全时限日常维护。
6	矿区道路		路面硬化；道路两侧边坡绿化防护、植树优化景观及降低扬尘影响。	/	生产期间日常维护，矿山闭坑治理及场地复垦并管护。
7	试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、临时办公区、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、矿区道路（不利用路段）		1-3 年内完成复垦修复	1-3 年内场地进行修复，恢复土地功能，持续管护（5 年）。	场地修复后管护 5 年。

综上，通过上述规划13个生态修复分区，制定差异化复垦标准，并结合矿山设计开采周期、6年修复管护期，按稳定时限、修复时限、管护时限科学排布修复时序，完全契合相关规范分区分期、边开采边修复的技术要求。生态修复时序与开采进度、采矿用地周期、废石处置方式高度匹配，可实现分区作业、互不干扰、随采随修，有效缓解区域生态压力。为后续修复措施设计与投资估算提供了明确依据。

表3-65 生态修复分区拐点坐标表

图 3-15 矿区生态修复分区图

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、拟申请及已批准用地情况

（一）现状用地情况

本矿山自建至今仅开展少量试采作业，尚未进入规模化生产，同时期间开展深部勘探工作。截至目前，矿山尚未办理相关建设用地或临时用地审批手续，无已审批建设用地。

（二）拟申请用地与新增用地安排

结合《开采方案》规划、矿体赋存状况及矿山开采计划，矿山申请用地全部为建设用地（采矿用地），使用期限与矿山规划服务年限（16 年）一致，用地方式为划拨。

拟申请用地：需申请建设用地的范围具体包括：拟申请矿证范围范围，和拟申请矿证范围外包括：拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、办公生活区、矿区道路（利用路段），拟申请用地占地面积 53.1309hm²

近期修复区包括试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、临时办公区、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、及矿区道路（不利用路段）；其中，拟申请建设用地范围外的的场地界

外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、临时办公区、部分钻机平台、部分矿区道路不再申请用地，场地复垦修复时间为矿山基建 1 年完成治理，其余场地划为矿山生产的第 1-2 年内完成治理。

本矿山拟占用的损毁地类主要为天然牧草地、采矿用地及裸岩石砾地。本区域属于半干旱草原气候，年均降水量***mm；土壤为栗钙土，占地面积 53.1309hm²，pH7.0-8.0，有机质 18.1-25.93g/kg；原生植被以耐旱草本、灌丛为主，植被盖度约 30%~45%。产草量低，属于典型的中低产干旱草原。通过《草地分等定级规程》（TD/T 1108-2025）评定牧草地的质量为 6-8 等。其中，拟建废石堆场和小段矿区道路用地占用少部分旱地，占用地类面积约 0.9012hm²，结合上述立地条件，参照《耕地质量等级》（GB/T 33469-2016）及全国第三次调查结果评定旱地质量为 3 等。

拟复垦修复土地：拟复垦修复土地范围，包括①本次拟申请建设用地范围内拟损毁的拟建露天采场、部分钻机平台、矿区道路场地；②拟申请用地范围外的拟建和利用工程场地及其他不利用场地将全部纳入生态修复范围，复垦修复总面积34.2601hm²。拟修复土地的目标地类为旱地、灌木林地、人工牧草地、农村宅基地、农村道路。结合本区域生态本底特征及植被恢复条件，拟复垦土地优先恢复至损毁前原土地利用类型，确保原地类面积不减少、质量不下降。复垦后为人工牧草地（矿区道路局部修复为农村道路），复垦指标：覆土厚度≥0.5m；土壤改良后有机质≥22%；植被覆盖率≥80%，采用撒播草籽，植被为乡土物种；目标生产力达到区域原生草地标准，复垦后植被盖度大幅提升，土壤条件改善，通过《草地分等定级规程》（TD/T 1108-2025）预测评定修复后牧草地的质量为5-7等，比现状提升1~2个等级；复垦后为灌木林地，复垦指标：覆土厚度≥0.3m，土壤改良后有机质≥22%；植被覆盖率≥80%，采用灌木栽植，植被为乡土物种；

目标生产力达到区域原生灌木林地标准，复垦后植被盖度大幅提升；旱地复垦指标：利用场地表土覆土，厚度 $\geq 0.8\text{m}$ ，土壤改良有机质 $\geq 22\%$ ，复垦后达到同等耕作环境。

矿山复垦生态修复目标与土地利用变化见表 3-66，矿区用地（含临时用地）与复垦修复计划见表 3-67。

表 3-66 矿区生态修复目标与土地利用变化表

表 3-67 矿区用地（含临时用地）与复垦修复计划表

二、拟申请用地与存量采矿用地挂钩情况

1、存量采矿用地

矿区无已审批的存量采矿用地。

2、拟申请用地情况

根据开采规划，矿区拟申请采矿许可证范围 $***\text{hm}^2$ 。拟申请建设用地包括拟申请采矿许可用地范围及其范围外采矿工程用地，总面积约 53.1309hm^2 。现状已损毁的工程单元场地《开采方案》中未设计利用部分，矿权人规划不再办理临时用地手续。不再办理临时用地手续的工程单元包括：临时办公区、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆2、钻机平台（PT2-4、PT5和 PT15及PT28局部、PT37-47）、部分不利用的矿区道路，以上场地用地归属隆昌镇古北口村集体所有，场地近3年修复治理，治理后移交使用权人。

3、腾退指标使用计划

本矿山无存量采矿用地，不涉及复垦修复存量采矿用地挂钩事宜。后续若涉及相关挂钩工作，将严格按照国家及地方相关规定，明确挂钩存量采矿用地的范围、地类、面积及腾退指标使用计划，并另行报批。

三、临时用地复垦保护与恢复要求

本区项目所有用地均按建设用地管理，不涉及临时用地审批。工

程单元占用涉及旱地、天然牧草地、灌木林地等农用地为主，不涉及占用永久基本农田及其他重要农用地，未突破国土空间规划确定的农用地保护底线。

项目实施过程中，将严格落实农用地保护责任：

1、施工期通过对场地采取施工围挡、临时排水沟、洒水降尘等措施，减少对周边农用地的扰动和破坏；

2、场地建设应先剥离表土，且单独存放、集中堆存，设置防护措施，全部用于后期土地复垦，保障复垦土壤质量；

3、采矿结束后，按复垦方案实施生态修复，通过平整土地、覆土改良、植被重建等措施，将损毁旱地的恢复为旱地，复垦为耕地的验收后 3-5 年达到周边 3 等地相同水平，损毁其他农用地的恢复为人工牧草地，土壤复垦质量不低于损毁前原或周边土壤质量水平；切实保障土地生产条件与相关权益人利益。

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

(一) 敏感目标保护

根据《巴林左旗自然资源局关于赤峰市契丹矿业有限公司古北口热河营子饰面花岗岩矿项目(二期)是否占生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界线、压覆重要矿产资源及地质灾害易发区查询的说明》、《巴林左旗林业和草原局关于巴林左旗林业和草原局关于赤峰市契丹矿业有限公司古北口热河营子饰面花岗岩矿开采区域及资源储量估算范围内是否涉及林地、草地、湿地、自然保护地、内蒙古国有重点林区的说明》及《开采方案》，申请矿区范围不占用永久基本农田、不占用巴林左旗生态保护红线及城镇开发边界，不涉及Ⅰ和Ⅱ保护林地、基本草原，涉及湿地***公顷，不涉及自然保护地，不涉及内蒙古国有重点林区、国防工程和军事设施、重要工业区、河道、水源地保护区、矿业权重叠区，地表未发现登记在册的文物遗存；无古树名木分布，也无国家Ⅰ、Ⅱ级重点保护野生植物，矿区不属于其繁殖栖息地。

经核查对比 2024 年度巴林左旗林草湿荒普查成果数据库、基本草原数据库，申请矿区范围涉及林地***hm²，保护等级为Ⅲ级；不涉及基本草原。区域分布无高大乔木类植被生长，植被群落以旱生、超旱生灌木、半灌木以及多年生草本植物为主，植被群落层次结构较为单一，整体以单层灌草复合群落为核心主体。区域原生植被具备极强的环境适配能力，抗风蚀、耐土壤贫瘠、耐极端干旱等生态适应特性表现尤为显著。

综上，确定本项目保护敏感目标为申请矿区范围内灌木林地及矿

区周边周边草原和灌木林地。

（二）敏感目标避让、减缓与保护措施

1、草原与林地保护

严格划定露天开采作业边界，按照巴林左旗林草局管理要求，办理草原、林地征占用审核审批手续，严禁超范围、超面积施工，最大限度地缩减林地实际征占，优化开采剥离时序与开采坡面布局。施工期对作业区边界设置围挡，减少对周边天然牧草地、灌木林地的扰动；剥离的表土单独存放、集中堆存，全部用于后期生态修复，保障植被恢复所需土壤条件。

2、动植物资源保护

经实地调查，未发现国家、自治区级重点保护野生植物、古树名木及珍稀濒危植物种群，区域植被以原生灌丛、天然草地为主。

矿区采矿生产后，对扰动范围内植物资源加强保护，将成片灌木植被采取带土球移植、临时假植保育、复垦地块定植回用的保护措施。矿区无珍稀野生动物栖息地，实地调查可见小型雀类等季节性迁徙鸟类停歇，矿区开采生产后鸟类会受人为扰动被迫离开；施工期间开展野生动植物保护普法宣传，场内张贴保护警示标识，明令禁止捕杀、追赶、投喂、惊扰各类野生动物，若发现野生动物活动，立即采取避让措施。

3、生态系统与景观保护

矿区地处科尔沁沙地西缘半干旱草原-沙地过渡带，生态系统脆弱，风蚀风险突出。施工期间采取洒水抑尘、布设临时排水设施、实施边坡稳固防护等措施，削减地表裸露范围，防控区域水土流失，推行边开采边治理、分区同步整治模式，杜绝全域大面积扰动后再统一修复，切实减轻当地生态承载压力。

4、避让范围

本次拟划定矿区范围对现存未知石窟进行避让。本方案设计于露天采场边界外侧布设防护网围栏，对石窟实施隔离保护；同时于每年度定期监测露天采场地形地貌景观变化，核实采矿活动是否对石窟区域造成不良影响。

（三）表土剥离与植被移植利用

1、表土剥离

根据《开采方案》设计拟建场地为拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场。其中拟建露天采场裸岩地以外草地区域表土需要剥离，工业场地扩建区域表土需要剥离，拟建废石堆放场需要表土剥离。

剥离表土时序安排：拟建废石排放场、拟建工业场地扩大区域，基建初期需完成剥离工作。

表 4-1 表土剥离量安排表

评价单元	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	表土剥离工程量 (m ³)		备注
			基建期 (第1年)	生产期 (第2-16年)	
拟建露天采场 (可剥离表土区域)	18.2552	0.1-0.25	3100	24052	计划第1年开始逐步实施表土剥离任务，至生产期完成全部表土剥离工作。
拟建废石堆放场	2.2215	0.5	11108	—	—
拟建工业场地 (扩大区域)	0.8764	0.3	2629		
合计			16837	24052	
			40889		

表 4-2 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积 (hm^2)	表土剥离			表土储存		表土利用	
				时间段	厚度 (m)	土方量 (m^3)	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	***	拟建露天采场	18.2552	2026.6-2042.6	0.10-0.25	27152	拟建表土堆放场	自然养护	治理区覆土	2026.7-2042.6
2	***	拟建废石堆放场	2.2215	2026.6-2027.6	0.5	11108				
3	***	拟建工业场地	0.8764	2026.6-2027.6	0.3	2629				

2、植被移植利用

本矿区采矿活动影响范围，无古树名木，无国家 I II 级重点保护野生植物，不涉及可保护性移植再利用的植被。

二、相关协同措施

目前矿山属于在建矿山，建矿初期仅编制了《建设项目环境影响报告表》，水土保持方案、地质灾害防治方案等未编制。据此，针对矿区可能产生的地质灾害、水土流失、环境污染等问题，本方案提出以下预防控制措施。

（一）地质环境预防及控制措施

1、本矿开采方式为露天开采，不稳定地质体主要为露天采场边坡危岩体，开采活动将扰动岩体应力平衡，破坏地质体稳定性，可能引发地表崩塌、滑坡、落石等地质灾害。开采过程中，矿山开采严格按照《开采方案》设计的台阶高度、边坡坡度，自上而下循序开采，严禁坡脚挖方掏蚀，杜绝形成高陡边坡及悬空临空面；对开采过程中发现的边坡危岩体及时清理处置，可从源头消除地质灾害安全隐患。

2、加强矿区安全管理，在露天采场外围设置网围栏及警示牌，实施物理隔离与警示提醒，禁止无关人员及牲畜进入危险区域。

3、通过加强采场边坡变形监测，合理布设监测点，构建完善的地面监测网络，定期开展监测。降雨、融雪等特殊时段应加密监测频次。通过对监测数据的对比分析与变形趋势研判，及时制定针对性处置措施。若监测发现边坡危岩、裂隙等崩塌迹象，应立即疏散危险区内作业人员，转移机械设备，严防人员伤亡及财产损失。

（二）水土流失预防及控制措施

1、场地建设前剥离表土优先用于近三年的场地治理的覆土，对拟建场地的切坡、堆坡形成的裸露边坡进行覆土恢复植被，减少地表裸露。

2、在拟建工业场地、拟建废石堆放场等上游设置截排水沟，拦截上游山坡汇水，避免水流直接冲刷场地边坡及下游场地。在拟建废石堆放场底部埋设涵管，疏导截水沟汇水。在拟建废石堆放场北侧坡脚布设挡渣墙，从源头防控堆体滑移及渣土流失。

3、按照“边开采、边修复”的要求，基建生产期对不再利用场地实施生态修复工程，提升植被覆盖度，预防水土流失，改善矿区周边环境。

（三）环境污染预防及控制措施

结合前文环境影响预测结果及项目实际情况，本项目基建期掘出的废石为矿区原生一般工业岩土体，成分稳定，不含有毒有害成分，无污染物产生；矿石开采、装卸运输过程中产生的颗粒物，经采取相应的保护措施后可以达标排放，不会对项目所在区域大气环境质量底线产生明显影响。但拟采取以下常规预防措施：规范堆存、分层压实、修建挡墙、设置截排水沟。本项目不产生废水，定期对堆场周边土壤及水体进行跟踪监测，确认无污染扩散风险。后续矿山投产后，废石贮存、堆存等全流程管理将严格遵照生态环境主管部门相关规定执行。

第二节 修复措施

通过对生态修复区及周边生态环境现状调查，结合生态问题识别、诊断和归纳结果，矿区生态修复单元为拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、拟建表土堆放场、办公生活区、矿区道路、试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、临时办公区、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、矿区道路（不利用路段）。根据修复单元存在的地质环境安全隐患、土地资源损毁以及生态系统受损等问题，采取地貌重塑、土壤重构、植被重建及景观营建等修复措施，具体描述如

下:

一、地貌重塑

(一) 网围栏

用水泥柱和 5 道钢丝网片(网片及钢丝网片规格 $7\times 90\times 60$ 型, 高度 1.05m, 刺丝高度 1.25m, 水泥桩用 12 号铁丝将网片及刺丝固定在预留挂钩上), 将露天采场外围进行围封, 每隔 10m 栽 1 根水泥柱, 高 1.80m。大门撑桩在安装网围栏前预留好, 门桩用内斜撑加固, 竖桩规格 $0.12\times 0.24\times 1.80$ m, 斜撑规格 $0.10\times 0.10\times 2.20$ m, 角度 45° 。每隔 10m 栽一水泥锚拉桩, 规格 $0.1\times 0.1\times 1.8$ m, 埋桩深度 50cm, 栽桩后需校正桩位, 确保立柱在同一直线上, 支撑网片与桩面保持同一平面, 最后将桩坑回填夯实。

(二) 警示牌

警示牌应设置在视野开阔、易于观察的醒目位置, 间距控制在 100m 左右; 遇障碍物遮挡时可适当加密, 地面平直无遮挡区域间距可放宽至 150m。警示牌应标明 “禁止闲人入内、禁止放牧、前方有危险” 等警示内容, 规格为 $100\text{cm}\times 80\text{cm}$ (可根据现场情况适当调整), 采用防晒防雨材料制作, 要求警示效果清晰, 具备一定的抗风能力 (图 4-1)。

图 4-1 警示牌示意图

(三) 挡墙工程

采用浆砌块石, 石材的强度等级不低于 MU30, 水泥砂浆强度 M7.5-M15。挡土墙顶宽: 1m、墙背坡比采用 1:0.4、墙高 1.5m。为排除墙后积水, 减少墙背的水压力, 墙体设排水孔, 排水孔水平间距 2.0m, 设置两排, 品字型排列。排水孔采用预埋塑料管, 直径 $\Phi 110\text{mm}$, 向外倾斜坡度为 5%, 设在距地面 0.5m、1.0 m 处。工程量为挡墙断面面积与其长度之积。

（四）表土剥离工程

为保障后期覆土质量，建设前对要求剥离场地实施表土剥离作业，采用挖掘机或推土机根据场地有效土层厚度进行剥离；剥离的表土集中优先用作近期修复区的场地覆土土源，剩余堆存于拟建表土堆放场，待服务期止用于治理复垦。

（五）边坡清理危岩体

危岩清理应遵循由上至下的施工顺序，严禁先清除下部较大危岩体，避免上部岩体或石块失去支撑引发坍塌。采用机械方式清危，禁止使用爆破作业；清危前需在危岩下方设置脚手架及施工拦挡防护设施。

（六）台阶修整

生产期间及时对到界台阶及边坡进行修整，按《开采方案》设计根据采场台阶布设情况及未来设计底部回填高度，预估 780m-640m 标高之间台阶及边坡需进行修整。矿山生产期间随着开采进度边修复边坡，控制边坡坡度，使其规整且达到复垦标准。

（七）回填

采矿证到期后将废石堆放场地表废石、拟建工业场地内废石及矿区道路拆除固废全部回填至采场坑底，回填后的场地与周围地形地貌景观相协调。

（八）石方整平

对露天采场回填至设定标高的废石顶部平台进行整平。

（九）拆除

对场地内建筑物（含地基、地面）及设施需要拆除清运。各类设施拆除采用机械拆除，拆除后对固废进行清运至露天采场，作为回填

物源利用用。其中废弃物主要为混凝土、砖等建筑固废，不存在污染源。

（十）清运

清运固体废弃物过程中，要求地表清理平整干净，避免出现杂乱、高低不平的地段。

（十一）垫坡整形

利用装载机、推土机等对场地切坡进行回填垫坡，垫坡回填根据物源条件应分层反序回填，保障粒径较大的粗碎土石方回填至场地底层，表层原生土覆盖在场地上层，以利于后期植被生长所需养分。垫坡后对场地进行整形，整形后与周边原始地貌相协调。

二、土壤重构

（一）覆土

表土覆盖厚度根据当地的土质情况、气候条件、种植种类及土源情况确定。复垦土地为灌木林地和人工牧草地。对场地覆土，用自卸汽车运表土至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地上。覆盖土层厚度参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）中“表D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”，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为 0.8m，拟复垦林地的场地覆土厚度为 0.3m，拟复垦草地的场地覆土厚度为 0.5m。经过治理措施后，表土层能够满足植被生长。

（二）平整工程

平整土地工程主要用于消除因建设造成的地表附加坡度。采用机械或人工挖方取土，按照不同的条件，进行填挖平衡，使各地块的地形坡度保持在规定的标准内。

（三）土壤培肥

优先回用前期剥离的原生表土，补充腐熟有机肥或腐殖土，快速提升有机质；施用复合微生物菌剂，搭配豆科植物固氮，改善土壤微生物环境；本方案有机肥 20000kg/hm² 的用量将有机肥均匀撒施于地表，再通过机械耕作、旋耕使有机肥与表土充分混匀，避免肥料局部堆积造成烧苗，同时提高土壤保水保肥能力，为后续作物种植及牧草生长提供良好土壤条件。

三、植被重建

（一）植被品种筛选

根据前文识别的矿区裸露地表、植被损毁及水土流失现状，结合区域气候及立地条件，以及对矿区生态修复适宜性评价成果。

复垦灌木林地：优先选择本地物种，柠条（备选山杏），耐重度盐碱，泌盐能力强，改善土壤盐分结构，耐旱耐涝，适合碱性土，避免初期碱性胁迫导致成活率低。

复垦人工牧草地：优选本地地带性超旱性乡土草本，科学规划植被配置方案。依据不同场地土层厚度、土壤肥力、地形坡度等立地差异，优选搭配羊草、针茅等耐旱耐贫瘠草本品种，固氮能力强，根系发达，提升土壤有机质。优先通过撒播草籽实现快速复绿，在此基础上逐步构建稳定的草地体系，逐步恢复矿区生态基底，实现矿区生态系统自然演替与长效可持续发展。

（二）恢复植被措施

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，本方案恢复灌木林地栽植柠条（备选山杏）；恢复人工牧草地，撒播草籽；景观营造栽植景观树，选择松树（备选杨树）。

1、栽植景观树：栽植松树（备选杨树）作为办公生活区绿化景观树，株行距 2m×2m，每穴 1 株，栽植松树单元应与周围景观相协

调，三年后植树成活率应高于 90%以上，郁闭度 30%以上。

2、栽植灌木：灌木选择柠条（备选山杏），植株选择两年生、裸根树苗，冠丛高 100cm 以内，株行距 $1.5 \times 1.5\text{m}$ ，栽植采用坑栽，树坑规格为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保墒，每坑植 3 株。可适当施肥提高成活率。

3、撒播草籽：3 种以上草本种子（羊草、针茅、冷蒿），种子配比 1: 1: 1，每公顷 50kg。采用撒播方式，播深 2-3cm，撒播后用缺口耙覆土并镇压，可适当施肥以提高出苗成活率。用于复垦灌、草种子必须是一级种，具备“一签三证”（种子标签、生产许可证、经营许可证、质量检验证）；雨季来临后至入秋前，可根据植被生长情况，采用人工方式补种草籽，撒播量可适当调整。

4、苗木来源：苗木及草种采购应符合相关标准规范，优先从当地具备“四证一签”（林木种子生产许可证、经营许可证、苗木质量检验证、检疫证及苗木标签）的经营单位购买。种子采用 I 级包衣种子，苗木优先选用 I 级全冠容器苗，避免长距离调苗；选用的乡土树种应具有栽植易成活、抚育管理粗放、生长状况良好的特点，且能与周边植物群落及生态环境相协调。

四、景观营建

本项目景观营建坚持“生态优先、景观协调、功能复合”的原则，统筹规划景观营建与生态连通性。

（一）重建矿区植被群落

遵循“适地适树、乡土优先”的原则，通过人工主导 + 自然演替相结合的手段，重新构建具有乡土物种主导、结构完整、功能稳定、可自我维持的植物群落，结合土壤改良、先锋植物引入、立体配置等措施，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。

（二）优化矿区景观格局

在整体规划上，通过地貌重塑、土壤重构、植被重建，在修复采矿损毁地貌，构建连续生态廊道，连通修复区域与周边原生草原，统筹协调人工修复景观与自然草地风貌，降低景观破碎程度，构建区域生态连通性与整体协调性，恢复矿区自然生态功能。

（三）文化功能重构与提升

矿区修复区域视为区域生态系统的组成部分，通过栽植灌木林与恢复人工牧草地，使其恢复为周边草原、灌木、农田等自然生态系统相连接的生态景观，促进区域生态系统的物质循环与能量流动，提升生物多样性水平与生态系统服务功能，

（四）绿色矿山建设的景观设置

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，统筹布设科普展示、生态宣教、文化标识等配套设施。

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。划定专属区域、实行分类存放，实现物料堆码规范、场地规划井然有序。

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。对矿区道路、办公生活区等场地进行硬化处理，保持矿区清洁卫生。

绿色矿山建设是一项系统工程，转变资源攫取式粗放开采方式，走生态优先、综合发展的矿山建设道路，最大化资源效益、最优化管理运营、最融洽睦邻的现代化企业。认真落实绿色矿山建设计划和矿山生态修复方案要求，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。

第三节 工程内容

一、工程设计

本方案设计对拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石堆放场、办公生活区、矿区道路、试采工作面、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、临时办公区、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、矿区道路（不利用路段）进行工程设计。复垦责任范围内土地复垦后的主要利用方向为旱地、灌木林地和人工牧草地。

（一）拟建露天采场

1、防护措施

（1）网围栏、警示牌

基建期在采场外围布设网围栏，总长度约 2901m。采场外围适当间距布设警示牌，共计 18 块，避免人员伤害和财产损失。

表 4-3 警示牌位置坐标表

（2）截排水设施

拟建露天采场位于分水岭地带，采场周边地势较高，域外无地表汇水汇入，《开采方案》未设计截水沟设施，在未来开采过程，采场为逐步形成并扩大，应根据地形条件，需在地表高坡方向必要位置设置临时截水沟；②随着生产开拓，采场底部根据开采最低标高，需设置配套的临时排水设施（集水池、沉淀池配及疏水设备），根据采场底标高随时调整，确保满足采场排水要求。以上临时截排水工程根据开采需要设计，最终将随着开采进度被逐步开挖占用，因此本方案不单独对其进行规划。③露天采场最终仍遗留台阶及边坡，为防止雨水直接冲刷下部边坡，影响植被生长及边坡稳定性，本方案设计对到界台阶平台实施修整工作过程中，平台边缘设挡水埂，即预防冲刷边坡又起到平台保水的作用，此项工作纳入台阶修整工序同步实施，不单独计列工作量。

2、边坡清理危岩体

清理危岩体：公式 $Q_x = n \times L_1 \times v$ ，式中： Q_x 为清理危岩体方量(m^3)；根据周边同类矿山治理经验， n 为边坡清理危岩体系数 0.2， L_1 为治理边坡长度 (m)， v 为单位坡长清理方量 (本方案取值 $4.2m^3/m$)。清理危岩体工量 $Q_x = 0.2 \times 9290 \times 4.2 = 7804m^3$ 。

3、台阶修整

根据设计开采境界剖面图估算本矿山单位修整方量为 $1.8m^3/m$ ，设计开采境界剖面图经 mapGis 电子图估算单位修整方 $13590m^3$ 。

4、回填

采矿证到期后，将场地外废石场地表废石、拟建工业场地内废石及矿区道路拆除固废全部回填至采场坑底，回填工程量约 $4035768m^3$ ；根据采场底部体积估算，预计最终可回填至约 $679m$ 水平标高。

5、石方整平（坑底排放废石）

采矿证到期后，对回填设定排放标高的废石顶部平台进行整平，底部平台达到 $679m$ 水平标高，底部面积约为 $7.7512hm^2$ ，设计整平深度约 $0.3m$ ，则石方整平工程量为 $23254m^3$ 。

6、覆土

本着边开采边治理的原则，及时对开采完毕到界边坡平台进行覆土，需覆土面积约为 $6.8466hm^2$ ，设计恢复人工牧草地，覆土厚度为 $0.5m$ ，覆土工程量 $13693m^3$ 。

采矿证到期后，对整平后的采场底部进行覆土，复垦为人工牧草地，需覆土面积约为 $7.7512hm^2$ ，覆土厚度为 $0.5m$ ，覆土工程量 $15502m^3$ 。

综上，覆土总工程量为 $29195m^3$ 。

7、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 $20000kg/hm^2$ ，将有机肥

均匀撒施于地表，场地平面面积约 14.5978hm^2 ，土壤培肥总工程量 291956kg 。

8、撒播草籽

矿山生产期对到界台阶平台覆土施肥后，实施植被重建工程，设计恢复为人工牧草地，撒播草籽面积 6.8466hm^2 。

采矿证到期后，采场坑底回填废石顶部平台覆土施肥后，实施植被重建工程，设计恢复为人工牧草地，撒播草籽面积 7.7512hm^2 。

整个场地混播草籽总面积为 14.5978hm^2 。

图 4-2 拟建露天采场治理效果剖面图

(二) 拟建工业场地

1、防护措施

(1) 截排水设施

拟建工业场地建设利用原废石堆 1 的顶部平台，地表较为平缓，场地东侧地势较高，北侧为天然沟谷地貌，地势低洼汇水条件明显，雨季大气降水易向中部沟谷汇集积存雨水。根据《开采方案》设计应根据地形条件，矿山基建期需在场地东侧地表山坡高位近北南向布设临时截水沟导水，防止雨水直接冲刷场地下部边坡，影响植被生长及边坡稳定性。

截水沟总长 311m，砌筑成型尺寸为上宽 1.0m ×下宽 0.6m ×高 0.6m 。截水沟工程量为 $(1+0.6)/2\times 0.6\times 311=149\text{m}^3$ 。

(2) 挡墙

基建期，对场地南侧顺自然坡向修筑砌筑挡墙，挡墙长约 83m ，坝体下底宽 1.5m ，上底宽 1m ，高 1.5m ，砌筑挡墙方量为 156m^3 。

2、回填

采矿证到期后，对截洪沟进行回填，截洪沟长约 311m ，宽约 1m ，深约 0.6m ，利用周边碎石土对其进行回填，回填工程量为 149m^3 。

3、拆除

采矿证到期后，对截水沟进行拆除，拆除工程量为 149m^3 。

拆除挡墙，拆除工程量 156m^3 。

拆除总工程量 305m^3 。

4、清运

采矿证到期后，对拆除后固废及场地废石进行清运，清运工程量同拆除工程量 305m^3 ；对场地堆存废石进行清运，清运工程量为 66640m^3 。

清运总工程量为 66945m^3 。

5、覆土

生产期对场地裸露堆坡进行覆土，设计恢撒播草籽复绿，需覆土面积约为 0.5244hm^2 ，覆土厚度为 0.5m ，覆土工程量 2622m^3 。

采矿证到期后，对清运后的边坡进行覆土，恢复为灌木林地，需覆土面积约为 1.8017hm^2 ，覆土厚度为 0.3m ，覆土工程量 5405m^3 。

综上，覆土工程量为 8027m^3 。

6、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表。生产期及治理期分别绿化培肥一次，土壤培肥总工程量 46522kg 。

7、恢复植被

（1）撒播草籽

生产期场地堆坡覆土施肥后，实施过渡性植被重建工程，设计恢复为人工牧草地，撒播草籽面积 0.5244hm^2 。

（2）栽植灌木

生产期场地四周进行绿化，设计栽植灌木，选择柠条备选山杏，宽约 2m ，每坑3株，坑距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，栽植绿植周长约为 520m ，栽植工程量1386株。

采矿证到期后，场地边坡覆土施肥后，设计恢复为灌木林地，恢复面积 1.8017hm^2 ，植被选择栽植山杏或柠条，每坑3株，坑距 $1.5\times 1.5\text{m}$ ，场地需栽植植被工程量24022株。

栽植植被总工程量为25408株。

图 4-3 临时办公区、拟建工业场地、钻机平台 2 治理效果剖面图

(三) 拟建废石堆放场

1、防护措施

(1) 截排水设施

根据《开采方案》设计应根据地形条件，矿山基建期，需在顺沟谷方向地表高坡位置布设临时截水沟导水。结合实地调查，拟建场地易受上游坡面径流汇水影响，为保障排水效果，矿山采矿初期，截水沟随地形及汇流条件动态调整，随着采矿推进最终形成场地两侧南北向的布局。设施的布设防止雨水直接冲刷场地下部边坡、影响植被生长及边坡稳定性。

截水沟总长 466m，砌筑成型尺寸为上宽 $1.0\text{m}\times$ 下宽 $0.6\text{m}\times$ 高 0.6m 。截水沟工程量为 $(1+0.6)/2\times 0.6\times 466=224\text{m}^3$ 。

(2) 挡墙

基建期，对场地北侧顺自然坡向修筑砌筑挡墙，挡墙长约86m，坝体下底宽 1.5m ，上底宽 1m ，高 1.5m ，砌筑挡墙方量为 161m^3 。

2、表土剥离

拟建废石堆放场，设计场地面积 2.2215hm^2 ，根据实地调查，位于坡前沟谷处，东侧坡面陡立，西侧较缓，表层土壤厚度 $0.2\text{--}1.0\text{m}$ 之间，剥离取平均厚度 0.5m ，剥离表土优先用于近期复垦工程，剥离工作可根据矿山实际建设情况适当调整。

3、整形

排放废石过程中，及时对到界边坡进行整形，为及时复绿提供地形条件；废石外排结束后，及时对顶面整形，整形面积为场地面积 2.2215hm^2 ，整形深度按 0.3m 计，则整形工程量为 6665m^3 。

4、回填

采矿证到期后，对截洪沟进行回填，截洪沟长约466m，宽约1m，深约0.6m，利用周边碎石土对其进行回填，回填工程量为224m³。

5、拆除

采矿证到期后对挡墙进行拆除，拆除工程量为 161m³；

对截水沟进行拆除，拆除工程量为 224m³。

拆除总工程量 385m³。

6、清运

对场地固废进行清运，清运工程量同拆除工程量 385m³；

对场地地表堆存废石进行清运，作为采场回填物源利用，清运工程量为 3976620m³。

清运总工程量为 3977005m³。

7、覆土

生产期对场地裸露堆坡进行覆土，设计恢撒播草籽复绿，废石堆坡坡面面积 1.0131hm²，覆土厚度为 0.5m，覆土工程量 6655m³。

采矿证到期后，对清运废石后场地全面覆土，恢复为人工牧草地，，覆土厚度为 0.5m，覆土工程量 11108m³。

综上，覆土总工程量为 17763m³。

8、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为20000kg/hm²，将有机肥均匀撒施于地表。生产期及治理期分别绿化培肥一次，土壤培肥总工程量64692kg。

9、撒播草籽

生产期，场地堆坡覆土施肥后，实施过渡性植被重建工程，设计恢复为人工牧草地，撒播草籽面积1.1331hm²。

采矿证到期后，场地边坡覆土施肥后，实施植被重建工程，设计恢复为人工牧草地地面积2.2215hm²，混播草种面积为2.2215hm²。

图4-4 拟建废石堆放场治理效果剖面图(1)

图4-5 拟建废石堆放场治理效果剖面图(2)

(四) 拟建表土堆放场

1、防护措施

(1) 截排水设施

根据矿山实际生产需要设计,根据地形条件,矿山基建期需在顺沟谷方向地表高坡位置布设临时截水沟导水。结合实地调查,拟建场地易受上游坡面径流汇水影响,为保障排水效果,矿山采矿初期,截水沟随地形及汇流条件动态调整,随着采矿推进最终形成场地两侧南北向的布局。设施的布设防止雨水直接冲刷场地下部边坡、影响植被生长及边坡稳定性。

截水沟总长 30m,砌筑成型尺寸为上宽 1.0m×下宽 0.6m×高 0.6m。截水沟工程量为 $(1+0.6)/2 \times 0.6 \times 30 = 30\text{m}^3$ 。

(2) 挡墙

基建期,对场地北侧顺自然坡向修筑砌筑挡墙,挡墙长约59m,坝体下底宽1.5m,上底宽1m,高1.5m,砌筑挡墙方量为 111m^3 。

2、回填

采矿证到期后,对截洪沟进行回填,截洪沟长约30m,宽约1m,深约0.6m,利用周边碎石土对其进行回填,回填工程量为 30m^3 。

3、拆除

采矿证到期后对挡墙进行拆除,拆除工程量为 111m^3 ;

对截水沟进行拆除,拆除工程量为 30m^3 。

拆除总工程量 141m^3 。

4、清运

对场地固废进行清运,清运工程量同拆除工程量 141m^3 ;

对场地地表堆存表土进行清运,作为场地复垦覆土物源利用,清

运工程量为 17737m^3 。

清运总工程量为 17878m^3 。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表，恢复旱地部分场地覆土后土层压实经改良后需满足旱作耕作条件。生产期及治理期分别绿化培肥一次，土壤培肥总工程量 4402kg 。

6、撒播草籽

采矿证到期后，场地边坡表土施肥后，实施植被重建工程，设计恢复为人工牧草地地面积 0.2201hm^2 ，混播草种面积为 0.2201hm^2 。

图4-6 拟建表土堆放场治理效果剖面图

（五）办公生活区

1、地面硬化

矿山生产期建筑物前空场区域人员及车辆活动频繁，设计全部硬化，提升场地整体整洁度，硬化面积约 600m^2 ，硬化厚度约 10cm 。则硬化地面工程量为 60m^3 。

2、栽植、绿化

场地周边栽植灌木绿化带，带长约 120m ，宽约 2m ，坑栽柠条或山杏，每坑3株，坑距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，则植株工程量约321株。

场地进出口位置道路两侧栽植乔木，优化场地景观格局，设计栽植松树或杨树，坑距 2m ，栽植40株。

3、撒播草籽

对场地外围范围实施景观营造，设计场地堆坡恢复为人工牧草地，撒播草籽面积 0.1910hm^2 。

采矿证到期后，办公生活区场地归还土地权属人。

（六）矿区道路

1、垫坡整形

采矿证到期后，矿区道路实施垫坡整形工程，利用路侧切坡物源进行垫坡回填，坡度控制小于 35° ，整形后与周边原始地貌相协调，计算公式 $Q=L \times v$ ，式中：Q 为垫坡整形工程量（ m^3 ），L 为治理边坡长度；v 为单位坡长垫坡工程量（根据 MapGis 软件计算，取平均值 $0.45m^3/m$ ）。垫坡整形工程量 $5166m \times 0.45m^3/m = 2325m^3$ 。

2、拆除、清运

采矿证到期后，硬化路段道路部分恢复为农村道路面积 $0.1761hm^2$ ，其余恢复为人工牧草地，对设计恢复为草地路段硬化面进行破除、清理，硬化面积约 $1.1512hm^2$ ，则拆除工程量约为 $1151m^3$ 。固废全部清运至采场作为回填物源，清运工程量为 $1151m^3$ 。

3、覆土

基建期对采矿运输主要道路两侧栽植灌木绿化，路长 $2268m$ ，单侧绿化带宽 $2m$ ，覆土厚度 0.3 ，覆土工程量 $1361m^3$ 。

采矿证到期后，设计恢复为草地的路段恢复为人工牧草地，覆土面积 $1.8595hm^2$ ，覆土厚度 $0.5m$ ，则覆土工程量为 $10659m^3$ 。

覆土总工程量 $12889m^3$ 。

4、土壤培肥

基建期，对道路两侧绿化区域全面培肥，场地面积 $0.4536hm^2$ ，施用标准为 $20000kg/hm^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表。则近期土壤培肥工程量 $9072kg$ 。

采矿证到期后，对恢复为草地路段土壤培肥，面积 $1.8595hm^2$ ，施用标准为 $20000kg/hm^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表。则近期土壤培肥工程量 $37190kg$ 。

综上，土壤培肥总工程量为 46262kg。

5、恢复植被

（1）撒播草籽

采矿证到期后，对恢复为人工牧草地的路段实施植被重建工程，撒播草籽面积 1.8595hm^2 。

（2）进矿区域及内部道路地面硬化

基建期及生产期第1年完成，将矿区道路采矿运输主要道路路面全部硬化，提升场地整洁度同时兼顾控制水土流失及减少扬尘，利用少量废石对地面进行硬化，硬化面积约 1.1512hm^2 ，硬化厚度约10cm。则硬化地面工程量为 1151m^3 。

（3）道路绿植

基建期及生产期第1年完成，在通往工程场地的所有路段两侧栽植灌木，形成兼具防尘固土与景观功能的防护景观带。位于采场东侧路段，形成南北向长条状林带，采场南侧路段形成东西向长条状林带，可以降低矿山开采作业产生的扬尘扩散，弱化采矿生产活动对区域周边原有灌木、草本植被生长环境的扰动污染，改善区域局部生态环境。

设计采场路段两侧灌木林带单侧宽度约2m，选用坑栽方式，栽植柠条或山杏，每坑3株，坑距 $1.5 \times 1.5\text{m}$ ，则栽植灌木工程量约12096株。

（七）试采工作面

1、垫坡整形

生产期，利用场地周边剥离废石土对场地切坡垫坡整形，坡度控制小于 35° ，整形后与周边原始地貌相协调，计算公式 $Q=L \times v$ ，式中：Q 为垫坡整形工程量（ m^3 ），L 为治理边坡长度；v 为单位坡长垫坡工程量（根据 MapGis 软件计算，取平均值 $14.55\text{m}^3/\text{m}$ ）。垫坡整形

工程量 $640\text{m} \times 14.55\text{m}^3/\text{m} = 9312\text{m}^3$ 。

2、土方整平

生产期治理，场地平台面积 0.9788hm^3 ，整形厚度 0.3m ，工程量 2936m^3 。

3、覆土

生产期对场地全面覆土，覆土厚度 0.5m ，工程量 12161m^3 。

4、土壤培肥

对场地期已覆土区域进行土壤培肥，施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表，则土壤培肥工程量为 48644kg 。

5、恢复植被

恢复为人工牧草地，撒播草籽面积为 2.4322hm^3 。

(八) 界外采坑边坡

1、垫坡整形

基建期利用露天采场剥离废石对场地垫坡整形，坡度控制小于 35° ，整形后与周边原始地貌相协调，计算公式 $Q=L \times v$ ，式中：Q为垫坡整形工程量（ m^3 ），L为治理边坡长度；v为单位坡长垫坡工程量（根据MapGis软件计算，取平均值 $41.80\text{m}^3/\text{m}$ ）。垫坡整形工程量 $217\text{m} \times 41.80\text{m}^3/\text{m} = 9071\text{m}^3$ 。

2、土方整形

基建期治理，场地面积 0.1077hm^3 。

对场地储水坑整形，储水坑破坏规模较小，面积为 0.0197hm^2 ，整形深度按 1m 计，修复到与周边地形相协调，整形工程量为 197m^3 。

3、覆土

基建期治理，对场地边坡覆土，覆土面积 0.0880hm^2 ，覆土厚度 0.5m ，覆土工程量为 440m^3 。

4、土壤培肥

对场地期已覆土区域进行土壤培肥，施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表，则土壤培肥工程量 2154kg 。

5、恢复植被

恢复为人工牧草地，撒播草籽面积为 0.1077hm^3 。

图4-7 界外采坑边坡及平台治理效果剖面图

（九）界外采坑平台

1、土方整平

基建期对场地进行整平，整平厚度 0.3m ，整平工程量 1737m^3 。

2、覆土

基建期治理，场地前期覆土未达到土壤质量要求，本次矿山拟建场地涉及占用耕地，本次通过复垦新增耕地指标抵扣占用，完成占补平衡，落实耕地占补平衡。对场地进行覆土，覆土厚度 0.8m ，覆土工程量为 4631m^3 。

3、土壤培肥

对场地土壤培肥，施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表，则土壤培肥工程量为 11578kg 。场地治理效果图见图4-7。

（十）废石堆2

1、土方整平

基建期对场地进行整平，整平厚度 0.3m ，整平工程量 967m^3 。

2、覆土

基建期治理，场地前期覆土未达到土壤质量要求，本次矿山拟建场地涉及占用耕地，本次通过复垦新增耕地指标抵扣占用，完成占补平衡，落实耕地占补平衡。对场地进行覆土，覆土厚度 0.8m ，覆土工程量为 2578m^3 。

3、土壤培肥

对场地土壤培肥，施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施

于地表，则土壤培肥工程量为 6446kg。

（十一）临时办公区

1、拆除

对场地建筑物进行拆除，建筑面积 262，高约 2.5m，拆除工程量 65m³；

2、清运

对临时办公区不利用的区域进行恢复原始地形地貌，清运场地内建筑用回填场地切坡，清运工程量 65m³；

3、垫坡整形

对清运后的场地进行垫坡整形，利用场地废石对场地西侧底部边坡进行垫坡整形，垫坡后坡面坡度控制在 20° 以内，垫坡工程量 795m³。治理效果见图 4-3。

4、覆土

生产期第 2 年治理，场地清运垫坡整形后，场地局部继续用作进矿道路，对场地不继续利用部分进行覆土，场地恢复为人工牧草地，厚度 0.4m，治理面积 0.3084hm²，覆土工程量 1234m³；

采矿证到期后，剩余场地全面治理，覆土工程量 440m³；总覆土工程量 1674m³。

5、土壤培肥

施用标准为 20000kg/hm²，将有机肥均匀撒施于地表，则土壤培肥工程量为 8368kg。

6、恢复植被

恢复为人工牧草地，撒播草籽面积为 0.4244hm²。

（十二）钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）

1、垫坡整形

基建期治理位于申请矿区范围外的涉及钻机平台（PT2-5、PT15、PT28、PT37-47）面积 0.2736hm²；生产期第 1 年治理涉及矿区范围内

的拟建露天采场以外未吞并的钻机平台(PT6-14、PT16-20、PT25-27)面积 1.3788hm^3 ；场地总面积 1.6521hm^3 。其余钻机平台(PT21-24、P29-35)随着露天采矿开采逐步吞并。

利用堆坡物源对切坡路段进行垫坡整形，整形后与周边原始地貌相协调，计算公式 $Q=L\times v$ ，式中：Q为垫坡整形工程量(m^3)，L为治理边坡长度；v为单位坡长垫坡工程量(根据MapGis软件计算，取平均值 $0.45\text{m}^3/\text{m}$)，切坡路段长度约790m，垫坡整形工程量 $790\text{m}\times 7.42\text{m}^3/\text{m}=5863\text{m}^3$ 。

2、覆土

垫坡整形后的场地进行覆土，构造覆土恢复为人工牧草地厚度0.5m，覆土工程量 8261m^3 。

3、土壤培肥

施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表，则土壤培肥工程量为 33042kg 。

4、恢复植被

恢复为人工牧草地，撒播草籽面积为 1.6521hm^3 。

(十三) 矿区道路(不利用路段)

1、垫坡整形

基建期第1年及生产期第1年治理，利用切坡物源进行垫坡整形，整形后与周边原始地貌相协调，计算公式 $Q=L\times v$ ，式中：Q为垫坡整形工程量(m^3)，L为治理边坡长度；v为单位坡长垫坡工程量(根据MapGis软件计算，取平均值 $0.45\text{m}^3/\text{m}$)。切坡路段长度约3306m，垫坡整形工程量 $3306\text{m}\times 0.45\text{m}^3/\text{m}=1488\text{m}^3$ 。

2、覆土

基建期及生产期第2年治理，对垫坡整形后的场地范围进行覆土，

场地面积 1.6416hm^2 ，覆土厚度 0.5m ，工程量 8208m^3 。

3、土壤培肥

施用标准为 $20000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，将有机肥均匀撒施于地表，则土壤培肥工程量为 32832kg 。

4、恢复植被

恢复为人工牧草地，撒播草籽面积为 1.6416hm^2 。

图4-8 矿区道路治理效果剖面图

三、修复措施主要工程量

（一）工程量统计

根据前述内容，项目区生态修复工程量统计见表 4-4。

表 4-4 矿区生态修复工程量统计表

生态修复单元	面积	生态修复措施																				
		保护预防措施	地貌重塑											土壤重构			植被重建		景观营建			
	(hm ²)	表土剥离 (m ³)	网围栏 (m)	警示牌 (块)	挡墙 (m ³)	截水沟 (m ³)	清理危岩 体(m ³)	修整台阶 (m ³)	回填(m ³)	垫坡/整形 (m ³)	石方整平 (m ³)	拆除(m ³)	清运(m ³)	整平(m ³)	覆土(m ³)	土壤培肥 (kg)	栽植灌木 (株)	撒手草籽 (hm ²)	硬化地面 (m ³)	乔木(株)	灌木 (株)	撒手草籽 (hm ²)
拟建露天采场	20.54	27152	2901	18			7804	13590	4043950		23254				29195	291956		14.5978				3.1810
拟建工业场地	1.8017	2629			156	149			149			305	66945		8027	46522	25408	0.5244			1386	
拟建废石堆放场	2.2215	11108			161	224			224	6665		385	3977005		17763	64692		0.9138				
拟建表土堆放场	0.2201				111	40			30			141	17878			4402		0.2201				
办公生活区	0.2820																		60	40	321	0.191
矿区道路	2.0356									2325		1151	1151		10659	46262		1.327	1151		12096	
试采工作面	2.4322									9312				2936	12161	48644		2.4322				
界外采坑边坡	0.1077									9071				197	440	2154		0.1077				
界外采坑平台	0.5789													1737	4631	11578						
废石堆2	0.3223													967	2578	6446						
临时办公区	0.4240									795		65	65		1674	8368		0.4184				
钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）	1.6521									5863					8261	33042		1.6521				
矿区道路（不利用路段）	1.6416									1488					8208	34654		1.7327				
合计	34.2597	40889	2901	18	428	413	7804	13590	4044353	35519	23254	2047	4063044	5837	103597	598720	25408	23.9262	1211	40	13803	3.3720

（二）废石平衡分析

1、石源供给量分析

供石方量为拟建工业场地、拟建废石堆放场内堆存废石，矿区道路清运废石及建筑固废约 4045242m³。

2、需石方量分析

拟建场地表废石少量用于界外采坑边坡垫坡和场地回填，剩余废石可全部回填拟建露天采场坑底，废石方量约 4045242m³，全部利用。

综上，地表废石少量用于治理其它场地后，剩余废石全部回填采场坑底，废石治理率 100%。

废石平衡分析见表 4-5。

表 4-5 废石平衡分析表

修复单元	回填(m ³)	垫坡整形(m ³)	清运(m ³)
拟建露天采场	4035768	—	—
拟建工业场地	149	—	66945
拟建废石堆放场	224	—	3977005
拟建表土堆放场	30	—	141
办公生活区	—	—	—
矿区道路	—	2325（自足）	1151
试采工作面	—	9321（自足）	—
界外采坑边坡	—	9071	—
界外采坑平台	—	—	—
废石堆 2	—	—	—
临时办公区	—	795（自足）	0
钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）	—	5863（自足）	—
矿区道路（不利用路段）	—	1488（自足）	—
合计	4036171	9071	4045242

第五章 监测与管护

第一节 监测目标与措施

矿山开采过程中，采矿活动容易形成矿区地质环境破坏、土地损毁、生态系统受损及退化等问题，参照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）及相关配套标准，结合项目实际条件，对矿山生态修复期的地质环境、土地资源、生态系统监测工作进行了初步规划，提出监测目标、布设思路与技术方向。同时，结合修复工程特点，配套制定了管护目标与措施，为保障修复成果长期稳定提供支撑。

一、矿山地质环境监测

（一）总体目标

结合前文识别的矿区不稳定地质体、含水层扰动、地形地貌破坏及水土环境污染等问题，本方案对矿山地质环境开展全程动态监测，跟踪采矿及修复活动引发的地质环境变化，及时发现并处置安全隐患，为生态修复工程实施与长期稳定运行提供基础数据支撑。监测主要任务如下：

1、不稳定地质体监测：针对采场边坡，开展崩塌灾害动态监测，及时发现裂缝、位移等异常变化，为隐患处置和边坡治理提供依据，保障修复区地质环境稳定。

2、含水层与地下水环境监测：本矿开采不直接破坏地下含水层结构，通过定期对矿区周边地下水水位、水质监测，掌握采矿活动对周边地下水环境的影响，为含水层保护、地下水污染防控及生态修复用水保障提供数据支撑。

3、地形地貌动态监测：定期对各工程场地的地形地貌变化进行监测，掌握采矿及修复工程实施过程中地表形态、地形坡度及地貌景

观的动态变化，评估地貌重塑工程的稳定性与景观协调性，及时采取优化调整措施。

（二）不稳定地质体监测工程设计

结合矿区地质环境现状及预测分析，仅露天采场边坡开采过程中较易发育不稳定地质体；拟建工业场地、拟建废石场、界外采坑边坡、钻机平台等区域通过合理控制坡度、设置挡护及排水设施，岩土体整体稳定性良好，无潜在不稳定地质体发育条件。

因此本次不稳定地质体监测以露天采场边坡、临空面岩土体为重点监测对象，动态跟踪岩体裂缝、坡面位移及沉降变化，及时掌握地质体稳定状态，有效防范边坡失稳等安全风险，为矿区安全运营和生态修复管护提供依据。

1、监测内容

本方案针对采场内存在的不稳定地质体，开展人工巡查与目视巡回监测，重点跟踪边坡裂缝发育、坡面位移及变形情况。通过定期巡查，及时发现可能诱发崩塌的潜在隐患点，并同步上报、采取处置措施，防范地质灾害风险，保障采场边坡稳定与施工运营安全。

2、监测点布设

监测点设在采场内台阶平台上，露天采场的西侧/南侧帮坡应适当加密，监测基准点选在办公生活区内。监测点见表 5-1。

表 5-1 拟建露天采场监测点坐标表

（3）监测方法

采用人工肉眼巡视监测和设备（全站仪、水准仪）监测相结合的方法，由矿方确定 2 名专业监测人员，采用路线法，通过人工目视巡回监测的方式，定时对采场边坡变化情况进行测量、记录、分析、总结、汇报。

（4）监测频率

日常巡查监测频率每月 2 次，进入雨季（6、7、8 三个月）要特别关注天气变化，根据现场情况增加监测次数，雨季平均每月监测 4 次。对于高风险区域，如已存在裂缝、位移迹象的边坡，或历史曾发生崩塌的地段，遇强降雨天气，暴雨过后应及时巡查。综上每年监测 30 次。

（5）监测时限

整个生产期，共 15 年，自 2026 年 7 月至 2042 年 6 月。

表 5-2 不稳定边坡测记录表

监测时间	监测点编号	监测点坐标		监测内容					其它变形情况	备注
				坡向及坡角(°)	变形速度(mm/d)	底部是否有落石	变形破坏方式			
		X	Y							

填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

（三）地下含水层与地下水环境监测

1、监测内容

本矿开采不直接破坏地下含水层，矿坑水主要接受大气降水的补给。为掌握采矿活动对矿区及周边地下水水位及水质的潜在影响，观察地下水水位及水质的变化情况。

2、监测点的布设

矿山暂无自备水源井，地下水监测点暂取在矿区界外北部约 1km 的热河营子组村民水源井。矿区拟建水源井位于于办公生活区，设计矿区开采影响距离较近的水源作为地下水监测点，用于监测矿业活动对下游居民用水影响；监测矿区地下水水位、水质变化情况。本次共

布设 1 处地下水监测点。

监测点坐标见表 5-3。

表 5-3 地下水监测点坐标表

3、监测项目

矿区地下水监测内容：矿山开采对地下水的水位、水位、水质等动态变化；水质监测指标包括《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中规定的地下水质量常规指标 39 项。

4、监测方法

地下水位采用人工现场测量方式进行监测；水质指标委托具备 CMA 资质的第三方检测机构，按规范要求采集地下水样品并进行实验室检测。

5、监测频率

根据本矿开采特性，本方案设计水位及水质监测频率均为每年 2 次，水文年丰水期（7 月份）、枯水期（3 月份）各开展 1 次。

6、监测时限

共 16 年，自 2026 年 7 月至 2042 年 6 月。

（四）地形地貌景观及土地资源监测

1、监测内容

开采过程中对生态修复区内地形地貌景观及土地资源进行监测。主要为挖损、压占破坏土地资源，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

采用目测及拍照摄像相结合的方式，采用路线法，设计 3 条监测路线，总长度约 2.5km；对工程场地的外观表现特征参数进行监测，对各区破坏的土地类型进行实地调查。

3、监测频率

对场地占用及损毁情况进行仪器测量并拍照摄像，监测频率每年 2 次。

4、监测时限

整个方案服务期，共 22 年，自 2026 年 7 月至 2048 年 6 月。监测记录表见表 5-4。

表 5-4 地形地貌景观及土地资源监测记录表

时间： 年 月 日 星期

天气：

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

(六) 主要工程量

根据监测设计，对主要监测工程量进行统计见表 5-5。

表 5-5 矿山地质环境监测主要工作量统计表

监测工程		监测年限 (年)	监测点 数 (个)	监测频率 (次/年)	工程量 合计
不稳定地质体	边坡变形监测	15	37	30	16650 点. 次
含水层破坏监测	水位	16	1	2	32 点. 次
	水质	16	1	2	32 点. 次
地形地貌景观及土地资源监测		22	/	2	44 次

二、土地资源监测

(一) 土壤环境污染监测

1、监测内容

根据矿山问题识别结果，参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）表 1 基本项目要求，确定矿山土壤污染物监测内容为重金属和无机物、挥发性有机物和半挥发性有机物等 45 项。

2、监测方法

采用现场采样、实验室检测相结合的方式开展，严格按照国家相关土壤监测技术规范执行。

3、监测点的布设

监测点重点布设在拟申请矿区范围内布设 3 个监测点，拟建废石堆放场下风向布设 1 个监测点，共取 4 个监测点，其中 1 个结合现状采样位置作为参照值。监测点坐标见表 5-6。

表 5-6 矿区土壤环境污染监测坐标表

4、技术要求

采样过程规范操作，避免样品污染，保证监测数据真实、有效；监测点位、监测因子、采样深度及技术要求，最终按照生态环境主管部门相关规定执行。

5、监测频率

土壤监测频率为每点次每年监测 1 次，共监测 88 次。

6、监测时限

整个方案生产期，共 22 年，自 2026 年 7 月至 2048 年 6 月。

（二）土地质量监测

1、监测内容

土地复垦效果监测，主要依据复垦质量要求对复垦工程实施后的各复垦单元进行土壤质量监测，检测土壤有 pH 值、有机质含量、全氮、速效氮、速效磷、速效钾含量等数据。

2、监测方法

采用路线调查法与定点采样分析法相结合的方式，按复垦修复时间、措施、微地貌划分决策单元，布设监测点。土壤采取分层采样，样品的采样标准和测试标准应符合国家或行业有关标准。结合各单元分布情况及修复时序安排，共设动态 3 个监测点，可根据年度修复单元调整点位布设。

3、监测时间及频率

单个复垦单元土壤质量监测时间同复垦方案修复管护期，设置为 5 年，因项目年度均有复垦任务，整体持续监测年限为 22 年，监测频率为每年 1 次，共监测 66 次。

（三）土地损毁监测

1、监测内容

根据矿山生产损毁土地的特点，利用矿区土地利用现状图为底图，标注地形要素、地类线、地类编码。每个土地损毁监测区，统计损毁地类、面积，并辅以拍照录像等手段记录土地损毁情况，并将监测数据填表存档。

2、监测方法

监测方法结合地形地貌景观监测方法，采取路线法进行巡回监测。对各损毁场地的损毁土地情况采取摄像的方式进行定位定量监测，测量损毁土地面积，并结合人工巡视，确定土地损毁程度。

3、施测时间及频率

土地损毁监测频率为每年 2 次，土地损毁监测时间为 22 年，共监测 44 次。

（四）已复垦修复土地监测

1、监测内容

根据复垦修复土地的特点，监测已复垦修复土地的利用类型、范

围、面积、利用方式、地表覆盖特征及利用水平，以拍照录像等手段记录土地修复情况，并将监测数据填表存档。

2、监测方法

监测方法结合地形地貌景观监测方法，采取路线法进行巡回监测。对已修复场地的复垦情况采取摄像的方式进行定位定量监测，并结合人工巡视，记录已修复土地成果。

3、施测时间及频率

已复垦修复土地监测与复垦管护期同步，单个单元管护期为 5 年。由于项目从基建期至管护期结束每年均有复垦任务，整体持续监测年限为 22 年，监测频率为每年 2 次。

（五）主要工程量

根据监测设计，对土地资源主要监测工程量进行统计见表 5-7。

表 5-7 土地资源监测主要工作量统计表

监测工程	监测年限 (年)	监测点 数 (个)	监测频率 (次/年)	工程量 合计
土壤污染监测	22	4	1	88 点. 次
土地质量监测	22	3	1	66 点. 次
土地损毁监测	22	/	2	44 次
已修复土地监测	22	/	2	44 次

三、生态系统监测

（一）植被要素指标监测

1、监测内容

监测修复区灌木、草地植被优势种，植被覆盖度，群落平均高度、优势种变化、频度，调查植被成活率、保存率，生物量及其生物多样性，；同时监测病虫害、火灾、人为破坏等风险因素，掌握植被群落动态变化趋势。

2、监测点布设

采取摄像结合人工巡视整体观测法，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（草地：1m×1m；灌丛：5m×5m），并设立永久标志。

3、监测方法

群落监测采样方法，记录样方内所有植物的种类、数量、高度、盖度（目测或照相机法）、频度（在多个小样方中出现次数）。

4、监测要求

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

5、施测时间及频率

监测年限为 22 年，每年 2 次。分别在春季返青期、秋季生物量高峰期开展（即在 7-8 月开展植被生物量高峰期调查）。

（二）土壤要素指标监测

1、监测内容

监测修复区不同深度土壤的理化性质，包括土壤 PH、有机碳密度、土壤容重、土壤含水量、土壤有机质含量、土壤全氮全磷全钾、速效养分等指标等。

2、监测点布设

与植物要素监测点协同布设，位置对应，确保监测数据可匹配对比。在各监测样地内按土壤类型和地形特征设置固定监测样点，埋设永久标志，保障长期监测点位的一致性。

3、监测方法

采用现场测定与实验室分析相结合的方式开展土壤理化性质监测，具体方法如下：

pH 值：采用电位法现场测定，确保测定数据实时、准确，符合土壤 pH 值监测规范要求；

覆土厚度、有效土层厚度：采用钢尺量测，多次量测取平均值，减少量测误差；

土壤容重：采用环刀法测定，严格按照环刀法操作流程执行，保障样品采集的规范性；

有机质、全氮等化学指标：采用常规土壤农化分析方法在实验室完成测定，严格遵循相关检测标准，确保分析结果可靠。

监测采取路线调查、遥感影像拍摄相结合的调查方法进行。每期同步定性记录并与已有记录数据对比，及时掌握植被的生态恢复状况。

4、监测频率

监测频率为每点次每年监测 1 次。

5、监测时限

整个方案服务期，共 22 年，自 2026 年 7 月至 2048 年 6 月。

（三）主要工程量

根据上述监测设计，生态系统监测主要工程量统计如下：

表 5-8 生态系统监测主要工作量统计表

监测工程	监测年限（年）	监测频率（次 / 年）	工程量合计
植被要素指标监测	22	2	44 次
土壤要素指标监测	22	2	44 次

第二节 管护目标与措施

一、目标任务

复垦工程的后期管护是复垦工作成败的关键，是保障复垦目标达成的必要手段。根据方案制定的土地复垦质量要求，防止复垦土地生态及功能退化，保证复垦质量，实现恢复生态系统、保障土地可持续利用的目标。

二、管护措施

本矿山管护工程针对复垦后土壤条件、生态环境较为脆弱的区域植被进行管护。管护工作由矿业权人负责，管护内容涵盖土壤管护、植被管护（林地、草地）、工程维护等。

1、草地

（1）撒播草籽建成的草地开展病虫害综合防控，优先选用生物制剂、仿生药剂实施绿色防治，必要时配合低毒化学药剂、人工清除、灯光诱杀等物理手段协同治理。结合草本生长阶段、病虫害发育周期差异化匹配防治药剂、施用浓度与作业方式，在有效控制病虫害危害的同时保障草本正常生长，快速形成稳定草地植被覆盖。

（2）对于多年生、二年生或越年生种子来说，冬季的低温是一个逆境，管护不当易发生冻害，影响安全越冬返青及次年产草量。因此，须重视越冬与返青期管护，尤其是初建草地。

2、林地管护

（1）植被栽植后初期，加强灌溉管理，根据天气情况合理浇灌，保障幼树生长所需水分；定期松土，改善土壤透气性，促进幼树新根生发，防止干旱灾害影响幼林生长。

（2）建立病虫害常态化巡查机制，及时发现病株、虫株，对病株及时砍伐清理，防止病虫害扩散；针对不同病虫害类型，科学喷洒农药，做到精准防治，保障林木成活率和生长质量。

（3）对巡查中发现的缺株、死株，及时进行补植，选用与原植被品种一致、长势良好的苗木，确保林地植被覆盖均匀。

三、植被主要工程量

方案设计将复垦草地区域全部纳入管护范围，复垦植被的管护期设置为 22 年，每年 2 次，累计管护频次为 44 次。

表 5-9 监测与管护工程量统计表

监测与 管护	监测工程		监测年限 (年)	监测点数 (个)	监测频率 (次/年)	工程量合计
地质环 境监测	不稳定地质体	边坡变形监测	15	37	30	16650 点. 次
	含水层监测	水位	16	1	2	32 点. 次
		水质	16	1	2	32 点. 次
	地形地貌景观土地环境监测		22	/	2	44 次
土地资 源监测	土壤污染监测		22	4	1	88 点. 次
	土地质量监测		22	3	1	66 点. 次
	土地损毁监测		22	/	2	44 次
	已修复土地监测		22	/	2	44 次
生态系 统监测	植被要素指标监测		22	/	2	44 次
	土壤要素指标监测		22	/	2	44 次
管护			22	/	2	44 次

第六章 工程部署与经费估算

第一节 总体部署

一、总体目标任务

坚持“预防为主，防治结合”、“在开发中保护，在保护中开发”和“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则，统筹实施展开地貌重塑、土壤改良、植被重建、景观优化、生态监测与后期管护等一系列生态修复工程，全面治理矿区采矿活动产生的生态问题，消除地质安全隐患，恢复受损土地功能，构建稳定的矿山生态修复体系；全面完成全矿区生态修复治理与后期管护工作，确保修复效果长效稳定，达到矿山土地复垦与生态修复相关标准要求，提升矿区生态效益。

二、总体工作部署

根据《矿产资源法》及相关规定，大型矿山采矿权有效年限最长为30年，本次方案规划按采矿证有效期16年及生态恢复管护期6年，共22年计。

矿区生态修复总体部署划分为四个阶段：分别为基建期1年（2026年7月至2027年6月）、生产期前2年（2027年7月至2029年6月）、生产期13年（2029年7月至2042年6月）、修复管护期6年（2043年7月至2048年6月），生态修复工作预计在2048年6月前结束。

（一）基建期（2026年7月-2027年6月）工作安排如下：

- 1、拟建露天采场：网围栏、警示牌。
- 2、拟建工业场地：表土剥离、截排水沟、挡墙。
- 3、拟建废石堆放场：表土剥离、截排水沟、挡墙。
- 4、拟建表土堆放场：截排水沟、挡墙。

- 5、办公生活区：地面硬化、景观绿化。
- 6、矿区道路：道路硬化，路侧绿化
- 7、界外采坑边坡：垫坡整形、覆土、撒播草籽。
- 8、界外采坑平台：土方整平、覆土。
- 9、废石堆 2：土方整平、覆土。
- 10、钻机平台（PT2-5、PT15、PT28、PT37-47）：坡整形、覆土、撒播草籽。
- 11、矿区道路(不利用路段)：垫坡整形、覆土、土壤培肥、恢复植被。
- 12、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

（二）生产期前 2 年（2027 年 7 月-2029 年 6 月）工作安排如下：

- 1、拟建露天采场：清理危岩体、台阶修整、回填、石方整平、覆土、土壤培肥、撒播草籽。
- 2、试采工作面：垫坡整形、覆土、撒播草籽。
- 3、钻机平台（PT6-14、PT16-20、PT25-27）：垫坡整形、覆土、撒播草籽。
- 4、临时办公区：拆除、清运、垫坡整形、覆土、土壤培肥、撒播草籽。
- 5、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

（三）生产期（2029 年 7 月-2042 年 6 月）工作安排如下：

- 1、拟建露天采场：清理危岩体、台阶修整、回填、石方整平、覆土、土壤培肥、撒播草籽。
- 2、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

（四）生态修复管护期（2042 年 7 月-2048 年 6 月）工作安排如下：

- 1、拟建露天采场：回填、石方整平、覆土、土壤培肥、撒播草籽。
- 2、拟建工业场地：拆除、清运、回填、覆土、土壤培肥、栽植灌木。
- 3、拟建废石堆放场：拆除、清运、回填、翻耕、覆土、土壤培肥、撒播草籽。
- 4、办公生活区：归还土地权属人。
- 5、矿区道路：拆除、清运、垫坡整形、覆土、土壤培肥、撒播草籽。
- 6、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

第二节 总体经费估算

一、总体经费估算依据

（一）经费计算依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- 2、《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）；
- 3、《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）；
- 4、《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》建办标函〔2019〕193号；
- 5、财政部、应急部关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知（财资〔2022〕136号）；

6、当地材料价格信息(2025 年 4 季度)材料价格市场询价;

7、其它有关规定和标准。

(二) 取费标准及计算方法

目前国家及内蒙古自治区尚未颁布专门的矿山生态修复工程预算定额,本项目经费估算采用现行有效定额组合计价:

根据《矿区生态修复方案编制指南(临时)》要求,以《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》为主要依据,配套使用财综〔2011〕128 号文土地整治预算定额,按照本方案工程量及大纲规定的费用构成思路进行测算,最终汇总确定项目总经费。

本方案中生态修复费用为动态投资,动态投资由静态投资和预备费组成。

1、静态投资

静态投资包括工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费用组成。其中工程施工费包括直接费、间接费、利润、税金。各部分预算内容构成如下:

(1) 工程施工费

工程施工费=工程量×工程施工费单价;

工程施工费单价=直接费+间接费+利润+税金;

①直接费=直接工程费+措施费;

1) 直接工程费=人工费+材料费+机械使用费;

其中: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,赤峰市巴林左旗属于三类区,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 2025 年第 4 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算，材料价格见表 6-1。

表 6-1 主要材料价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）	市价（元）	差价
1	警示牌	个	/	300	/
2	柴油	kg	4.5	7.48	2.98
3	草籽	kg	30	30.0	/
4	砂浆	m ³	/	100.0	/
5	块石	m ³	40	40.0	/
6	铁丝	kg	/	5.0	/
7	混凝土预制桩	根	/	40.0	/
8	片石	kg	40	/	/
9	水	m ³		5.79	
10	松树苗	株	5	15	10

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，施工机械使用费见表 6-2。

表 6-2 施工机械台班使用费

机械名称及规格	台班费	一类费用 合计	二类费用											
			二类费用 合计	人工费（元/日）		动力燃料 费小计	柴油（元/kg）		电（元/kw·h）		水（元/m ³ ）		风（元/m ³ ）	
				工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金 额	数量	金额
推土机 74kw	627.41	207.49	419.92	2	86.21	247.5	55	4.5						
挖掘机 1m ³	832.83	336.41	496.42	2	86.21	324	72	4.5						
推土机 59kw	430.02	75.46	370.42	2	86.21	198	44	4.5						
装载机 2m ³	898.80	267.38	631.42	2	86.21	459	102	4.5						
装载机 1m ³	470.77	98.21	372.56	2	78.28	216	48	4.5						
自卸汽车 5t	389.41	99.25	290.1593	1.33	86.21	175.5	39	4.5						
自卸汽车 8t	575.03	206.97	368.06	2	78.28	211.5	47	4.5						
电焊机直流（KVA）30	430.51	8.3	422.21	1	86.21	336			168	2				
自卸汽车 18t	923.73	454.31	469.42	2	86.21	297	66	4.5						
混凝土振捣器 2.2kw	38.4	14.4				24			12	2				
风水（砂）枪	273.22	3.22									18	2	900	0.26

2) 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、夜间施工增加费、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。其费率依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》（内财建[2013]600号），内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准计取，取费标准如下表所示：

表 6-3 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	0.9	0.7	0.2	3.8
6	辅助工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6

②间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》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，取费标准如下表所示：

表 6-4 间接费费率表

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

③利润

依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》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。

(2) 设备费

统计矿山整个生态修复期间开展生态治理、管护、监测、施工所用的全部机械设备，用于核算设备购置、租赁等费用，机械设备工作燃油、操作人员人工费等均已综合计入机械台班单价，本节不再重复列入。

1、已有设备利用：在矿山试采阶段已配备大型工程设备（采场挖掘机、自卸汽车、装载机、推土机等），土石方类生态修复工序可直接复用现有生产车辆，土石方工程可直接利用现有设备。

2、租用设备

矿山植被栽植、地面硬化配套等机械均为工程施工临时租赁。

3、新购置设备

矿山生态修复绿化管护需购置长期养护设备，降尘绿化用洒水车。

表 6-5 设备费价格表

序号	设备名称	计量单位	数量	单价（元）	备注
1	灌木扦插机（租赁）	台班	1	1000	施工期临时租赁，单价为按施工时长 8 小时每台班计。
2	混凝土搅拌机（租赁）	台班	1	300	
3	压路机（租赁）	台班	1	300	
4	5 吨降尘洒水车（购置）	辆	1	110000	

(3) 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、项目管理费。

①前期工作费

前期工作费指矿山地质环境治理项目在工程施工前所发生的各项支出。包括项目可研论证费、项目勘测与设计费、项目招投标代理费。

1) 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。

表 6-6 项目可研论证费计费标准

单位：万元

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

注：计费大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25% 计取。

2) 项目勘测与设计费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。其中，项目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。

表 6-7 项目勘测与设计费计费标准

单位：万元

序号	计费基数	项目勘测与设计费
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 2.7% 计取。

3) 项目招标代理费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-8 项目招标代理费计费标准

单位：万元

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计算基础	项目招标代理费
1	≤500	0.5	500	$500 \times 0.5\% = 2.5$
2	500-1000	0.4	1000	$2.5 + (1000 - 500) \times 0.4\% = 4.5$
3	1000-3000	0.3	3000	$4.5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 10.5$
4	3000-5000	0.2	5000	$10.5 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 13.5$
5	5000-10000	0.1	10000	$13.5 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 18.5$
6	10000 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，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-9 工程监理费计费标准

单位：万元

序号	计费基数	工程监理费
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 1.2%计取。

③竣工验收费

竣工验收费=工程验收费+项目决算编制与审计费

1) 工程验收费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-10 工程验收费计费标准

单位：万元

序号	计费基础（万元）	费率(%)	算例	
			计算基础	工程验收费
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	$90.4 + (15000 - 10000) \times 0.7\% = 125.4$

2) 项目决算编制与审计费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-11 项目决算编制与审计费计费标准

单位：万元

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计算基础	项目决算编制与审计费
1	≤500	1	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、前期工程费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-12 项目管理费计费标准

单位：万元

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计算基础	项目招标代理费
1	≤500	1.5	500	$500 \times 1.5\% = 7.5$
2	500-1000	1	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	$33.5 + (15000 - 10000) \times 0.08\% = 37.5$

(4) 监测管护费

本方案监测管护费的计取，依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》附表提供的分类与计费逻辑，监测管护费分为监测费与管护费两个独立类别。

①监测费

监测内容核心为地质环境损毁监测、土地资源损毁、生态系统监测，并同步开展复垦效果监测。按实际点次/次数×工程单价计取。

鉴于保护预防控制措施监测、生态系统破坏监测与前述地质环境、土地资源损毁监测及复垦效果监测存在监测点位、指标体系的高度重叠；且复垦效果监测依托损毁监测点位同步开展。

表 6-13 监测工程单价表

序号	分项工程			单位	单价(元)
一	监测工程				
1	地质环境 监测	不稳定地质体	边坡变形监测	点. 次	10
		地下水监测	水位	点. 次	50
			水质	点. 次	1000
		地形地貌景观监测			次
2	土地资源 监测	土壤污染监测		点. 次	1200
		土地质量监测		点. 次	800
		土地损毁监测		次	500
		已修复土地监测		次	500
3	生态系统 监测	植被恢复监测		次	2000
		生态景观与连通性监测		次	1000

注：土壤环境破坏监测的具体点位、因子及工程量，以经生态环境主管部门批复的《环境影响报告书》为准。

②管护费

管护是指对基础设施维护、土地质量与植被进行管护。以项目植物工程的工程施工费作为计费基数，一次管护费可按不超过工程施工费的 8% 计算。

计算公式为：管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数。

2、预备费

预备费包括基本预备费、价差预备费和风险金。

(1) 基本预备费

基本预备费即为不可预见费，是指为解决工程施工过程中因自然灾害、设计变更、地质条件变化及其他不可预见因素导致费用增加而预留的资金。

依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》不可预见费计取标准，按 3% 费率计取。计算公式为：（工程施工费+其他费用）×费率（3%）。

(2) 价差预备费

价差预备费是对建设工期较长的投资项目，在建设期内可能发生的材料、人工、设备、施工机械等价格上涨，以及费率、利率、汇率

等变化，而引起项目投资的增加，需要事先预留的费用。

考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素，需要计算价差预备费，根据施工年限，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：

$$\text{计算公式：PF} = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^m (1+f)^{0.5} (1+f)^{t-1} - 1]$$

式中：PF—价差预备费

n—建设期年份数

I_t —建设期中第 t 年的投资计划额，即第 t 年的静态投资计划额

f—年涨价率（按 6%计）

m—建设前期年限（从编制估算至开工建设，本项目建设前期年限已计入总规划年限）

（3）风险金

风险金为应对工程项目施工安全、生态修复成效等潜在风险设立的专项准备资金。依据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号），本项目为矿山生态修复与土地复垦工程，不属于矿山开采工程，参照市政公用工程标准计提。结合项目已计取基本预备费，为避免费用重复计列，风险金按工程施工费的 1.5%计取。

二、单项工程量及其经费估算

根据矿山工程部署实际情况及《矿区生态修复方案编制指南（临时）》的分类逻辑，热河营矿费用计算按地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、景观营建工程、监测工程、管护工程六大核心类别分述。

各项工程按照经费估算依据计算得出，各项费用估算结果见表

6-14。

表 6-14 各项工程费用估算结果

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价	合计 (万元)
一	地貌重塑工程				2668.31
1	网围栏	100m	29.01	1384.05	4.02
2	警示牌	块	18	300.00	0.54
3	挡墙工程	100m ³	4.28	34976.71	14.97
4	清理危岩体工程	100m ³	78.04	6597.88	51.49
5	台阶修整工程	100m ³	135.9	625.47	8.50
6	垫坡整形工程	100m ³	355.19	724.48	25.73
7	石方整平工程	100m ³	232.54	724.48	16.85
8	拆除工程	100m ³	20.47	753.99	1.54
9	清运工程	100m ³	40453.07	625.47	2530.23
10	浆砌石、截水沟	100m ³	4.13	34976.71	14.45
二	土壤重构工程				284.11
1	土方整平	100m ³	58.37	233.71	1.36
2	覆土工程	100m ³	408.89	1190.80	48.69
3	覆土工程	100m ³	627.08	3350.58	210.11
4	土壤培肥	kg	598720	0.40	23.95
三	植被重建工程				21.69
1	栽植灌木	100株	254.08	647.93	16.46
2	撒手草籽	hm ²	23.9262	2186.33	5.23
四	景观营建工程				24.25
1	地面硬化	100m ³	12.11	11990.30	14.52
2	栽植乔木	100株	0.4	1322.36	0.05
3	栽植灌木	100株	138.03	647.93	8.94
4	撒播草籽	hm ²	3.3720	2186.33	0.74
五	监测工程				51.21
(一)	地质环境监测				28.81
1	不稳定地质体				16.65
(1)	边坡变形监测	点.次	16650	10.00	16.65
2	地下水监测				3.36
(1)	水位	点.次	32	50	0.16
(2)	水质	点.次	32	1000	3.20
3	地形地貌景观监测				8.8
(1)	地形地貌监测	次	44	2000	8.80
(二)	土地资源监测				12.80
(1)	土壤污染监测	点.次	48	1200	5.76
(2)	土地质量监测	点.次	48	800	3.84
(3)	土地损毁监测	次	32	500	1.60
(4)	已修复土地监测	次	32	500	1.60
(三)	生态系统监测				9.60
1	植被恢复监测	次	32	2000	6.40
2	生态景观与连通性监测	次	32	1000	3.20
六	管护工程	次	44	1735.49	7.64

注：治理过程中回填与清运工程量重复，不重复计列；表土剥离与覆土属于同一资源，不重复计算。

表 6-15 工程施工费单价估算表

序号	定额编号	工程或费用名称	单位	数量	直接工程费(元)	措施费(元)	间接费(元)	利润(元)	材料价差(元)	税金((元)	综合单价(元)
一	地貌重塑工程										
1	60014	网围栏	m	100	1174.08	40.80	58.70	36.98	/	114.28	1384.05
2	/	警示牌	块	1	市场询价						300.00
3	40001	挡渣墙/截水沟	m³	100	22367.67	805.24	1390.37	736.90	5572.89+ 1755.91 (混凝土拌制+运输)	2277.02	34976.71
4	20354	清理危岩体	m³	100	5421.44	93.37	330.89	175.37	32.04	544.78	6597.88
5	20272	台阶修整、回填、清运	m³	100	439.12	15.81	27.3	14.47	98.75	53.6	625.47
6	20273	垫坡整形、石方整平、整形	m³	100	532.01	19.15	33.07	17.53	101.62	21.10	724.48
7	30041	拆除	m³	100	3054.22	134.32	152.71	96.21	445.54	347.49	4208.48
二	土壤重构工程										
1	10220	覆土	m³	100	229.63	7.98	11.48	25.45	2200	276.65	3350.58
2	10227	覆土	m³	100	1365.24	49.15	70.72	25.45	218.55	98.32	1190.80
3	10245	土方整平	m³	100	149.84	5.76	8.99	4.77	50.81	19.30	233.71
4	/	土壤培肥	kg	1	市场询价						0.40
三	植被重建工程										
1	50018	栽植灌木	株	100	125.22	4.58	6.26	3.94	459.00	53.50	647.93
2	50031	混播灌草种子	hm²	1	1786.76	67.90	92.73	58.42	/	58.42	2186.33
四	景观营造工程										
1	30016	地面硬化	m³	100	9909.54	261.77	508.57	320.40	/	990.02	11990.30
2	50007	栽植乔木	株	100	626.38	23.80	32.51	20.48	510.00	109.19	1322.36
3	50018	栽植灌木	株	100	125.22	4.58	6.26	3.94	459.00	53.50	647.93

注：①本表仅列示标准定额子目工程的单价计算结果；警示牌、土壤培肥、监测、管护等无对应定额的项目，按实际市价/服务价单独计列；二-1 覆土工程项目材料费含 5-10km 公里内采挖运输。

三、总工程量及其经费估算

(一) 总工程量

经估算，矿区生态修复动态总投资 8313.50 万元，其中静态投资 3327.94 万元，预备费 4985.56 万元。经费估算见表 6-16 至表 6-22。

表 6-16 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	各费用占总费用的比例（%）
一	静态投资	3327.94	40.03
(一)	工程施工费	2998.37	36.07
(二)	设备费	12.90	0.16
(三)	其他费用	246.78	2.97
(四)	监测与管护费	69.89	0.84
1	监测费	62.25	0.75
2	管护费	7.64	0.09
二	预备费	4985.56	59.97
(一)	基本预备费	97.35	1.17
(二)	价差预备费	4843.23	58.26
(三)	风险金	44.98	0.54
三	动态投资	8313.50	100

表 6-17 矿区生态修复工程施工费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价	合计（万元）
一	地貌重塑工程				2668.31
1	网围栏	100m	29.01	1384.05	4.02
2	警示牌	块	18	300.00	0.54
3	挡墙工程	100m ³	4.28	34976.71	14.97
4	清理危岩体工程	100m ³	78.04	6597.88	51.49
5	台阶修整工程	100m ³	135.9	625.47	8.50
6	垫坡整形工程	100m ³	355.19	724.48	25.73
7	石方整平工程	100m ³	232.54	724.48	16.85
8	拆除工程	100m ³	20.47	753.99	1.54
9	清运工程	100m ³	40453.07	625.47	2530.23
10	浆砌石、截水沟	100m ³	4.13	34976.71	14.45
二	土壤重构工程				284.11
1	土方整平	100m ³	58.37	233.71	1.36
2	覆土工程	100m ³	408.89	1190.80	48.69
3	覆土工程	100m ³	627.08	3350.58	210.11
4	土壤培肥	kg	598720	0.40	23.95
三	植被重建工程				21.69
1	栽植灌木	100 株	254.08	647.93	16.46
2	撒手草籽	hm ²	23.9262	2186.33	5.23
四	景观营建工程				24.25

1	地面硬化	100m ³	12.11	11990.30	14.52
2	栽植乔木	100 株	0.4	1322.36	0.05
3	栽植灌木	100 株	138.03	647.93	8.94
4	撒播草籽	hm ²	3.3720	2186.33	0.74
合计					2998.37

表 6-18 设备费估算表

序号	设备名称	计量单位	数量	单价 (元)	(万元)
1	灌木扦插机 (租赁)	台班	1	1000	0.100
2	混凝土搅拌机 (租赁)	台班	30	300	0.90
3	压路机 (租赁)	台班	30	300	0.90
4	5 吨降尘洒水车 (购置)	辆	1	110000	11.00
合计					12.90

表 6-19 矿区生态修复工程其他费用估算表

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)	120.27	49.21
(1)	可研论证费	$6 + (12 - 6) / (3000 - 1000) \times (\text{工程施工费} - 1000)$	17.99	7.29
(2)	项目勘测与设计编制费	$39 + (93 - 39) / (3000 - 1000) \times (\text{工程施工费} - 1000)$	92.96	37.67
(3)	项目招标代理费	$4.5 + (3000 - 1000) \times 0.3\%$	10.50	4.25
2	工程监理费	$18 + (45 - 18) / (3000 - 1000) \times (\text{工程施工费} - 1000)$	44.98	18.23
3	竣工验收费	(1) + (2)	57.87	23.45
(1)	工程验收费	$12.4 + (\text{工程施工费} - 1000) \times 1.0\%$	32.38	13.12
(2)	项目决算编制与审计费	$9.5 + (\text{工程施工费} - 1000) \times 0.8\%$	25.49	10.33
4	项目管理费	$12.5 + (\text{工程施工费} - 1000) \times 0.5\%$	22.49	9.11
总 计			246.78	100.00

表 6-20 矿区生态修复工程监测管护费用估算表

序号	分项工程			单位	工程量	单价 (元)	费用 (万元)
一	监测工程						
1	地质 环境 监测	不稳定地质体	边坡变形监测	点.次	16650	10	16.65
2		地下水监测	水位	点.次	32	50	0.16
3			水质	点.次	32	1000	3.20
4		地形地貌景观土地资源监测			次	44	2000
5	土地 资源	土壤污染监测		点.次	88	1200	10.56
6		土地质量监测		点.次	66	800	5.28

7	监测	土地损毁监测	次	44	500	2.20
8		已修复土地监测	次	44	500	2.20
9	生态系统监测	植被要素指标监测	次	44	2000	8.80
10		土壤要素指标监测	次	44	1000	4.40
二	管护工程		次	44	1735.49	7.64
合计						69.89

表 6-21 矿区生态修复工程基本预备费、风险金估算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	费率 (%)	费用 (万元)
1	基本预备费	2998.37	246.78	3	97.35
2	风险金	2998.37		1.5	44.98
合计	/	/	/	/	142.33

表 6-22 矿区生态修复工程价差预备费估算表

年份	静态投资额度 (万元)	系数 (1.6^{n-1})	价差预备费 (万元)
2027	154.68	0.03	4.57
2028	46.82	0.09	4.28
2029	51.15	0.16	8.02
2030	31.51	0.23	7.13
2031	31.51	0.30	9.45
2032	31.51	0.38	11.90
2033	31.52	0.46	14.51
2034	32.84	0.55	18.00
2035	32.84	0.64	21.05
2036	39.64	0.74	29.31
2037	39.64	0.84	33.45
2038	39.64	0.95	37.83
2039	39.64	1.07	42.48
2040	39.64	1.20	47.41
2041	39.64	1.33	52.63
2042	39.64	1.47	58.17
2043	2610.12	1.62	4216.52
2044	20.9	1.77	37.04
2045	20.90	1.94	40.52
2046	20.90	2.12	44.20
2047	20.90	2.30	48.11
2048	20.90	2.71	56.64
合计	3436.47		4843.23

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据《开采方案》设计结合上文矿区生态修复总体规划部署，矿区生态修复总体部署划分为基建期、生产期、修复管护期分步推进。各阶段目标和任务如下：各阶段实施时间计划见表 6-23。

表 6-23 矿区生态修复阶段实施时间

分期	阶段划分	时段	年限
基建期	第1阶段	2026. 7-2027. 6	1
生产期前2年	第2阶段	2027. 7-2029. 6	2
生产期	第3阶段	2029. 7-2042. 6	13
修复管护期	第4阶段	2042. 7-2048. 6	6

（一）基建期实施阶段（第 1 年）

本阶段核心目标是严控采矿新增生态损毁，搭建基础防护设施，统筹开展先期区域生态治理，为后续开展先期区域修复作业打好基础；同步启动近期修复区的治理工作。具体工作内容如下：

1、拟建露天采场：完成场地防护工程设施布设；对场地范围内探矿期间遗留的裸露地表进行植被重建，改善矿区生态环境减少生产期生态破坏，实现开采活动与生态恢复的动态平衡，

2、拟建工业场地及拟建废石堆放场：场地设截水沟，拟建废石堆放场修建挡渣/挡土墙，完成场地初步整形、分层压实与简易排水布设，开展过渡性植被恢复，降低风蚀水蚀影响。

3、办公生活区：完成场地硬化施工，同步实施周边裸露区域绿化，减少施工扬尘与水土流失。

4、矿区道路：完成路面硬化，实施道路两侧边坡绿化防护，降低扬尘影响，构建道路生态防护带。

5、界外采坑边坡：完成场地平整、土壤改良与植被恢复。

6、界外采坑平台：完成场地覆土、土方整平、土壤改良。

7、废石堆 2：完成场地覆土、土方整平、土壤改良。

8、钻机平台（PT2-5、PT15、PT28、PT37-47）：完成场地回填，同步实施覆土并植被恢复。

9、矿区道路（不利用路段）：完成道路垫坡整形，覆土并恢复植被

（二）生产期前 2 年实施阶段（第 2-3 年）

本阶段矿山采矿进入边采边治、全程防控治理阶段，核心工程围绕“随采随修、动态防护”展开部署，动态实施修复措施，实时把控修复成效与风险隐患，通过全过程工程干预，构建动态稳定的过程性生态防护屏障，同步防控生产期水土流失与地质灾害风险。

1、拟建露天采场：随开采推进持续清理危岩体，修整边坡并采用乡土植物实施复绿；对已形成的平台边缘布设截排水埂，开展阶段性植被恢复，实现边开采边复绿。

2、拟建工业场地及拟建废石堆放场：随荒料堆放及场地废石堆存进度，修整堆体边坡并实施过渡性植被恢复，有效防范边坡水土流失，减少土体侵蚀，改善区域生态环境，弱化堆场污染影响。

3、办公生活区、矿区道路：开展日常维护，保障硬化设施、绿化植被与排水系统功能完好。

4、试采工作面：完成场地垫坡整形，场地全面实施覆土并植被恢复。

5、钻机平台（PT6-14、PT16-20、PT25-27）：生产期第 1 年矿区范围内的拟建露天采场以外未吞并的钻机平台（PT6-14、PT16-20、PT25-27）完成场地垫坡整形，同步实施覆土并植被恢复。其余钻机平台（PT21-24、PT29-36）随着露天开采推进将逐步吞并。

6、临时办公区：生产期场地完成垫坡整形，覆土后恢复植被。

（三）生产期实施阶段（第 4-16 年）

本阶段矿山采矿进入边采边治、全程防控治理阶段，核心工程围绕“随采随修、动态防护”展开部署，动态实施修复措施，实时把控修复成效与风险隐患，通过全过程工程干预，构建动态稳定的过程性生态防护屏障，同步防控生产期水土流失与地质灾害风险。

1、拟建露天采场：随开采推进持续清理危岩体，修整边坡；对已形成的平台边缘布设截排水埂，开展阶段性植被恢复，实现边开采边复绿。

2、拟建工业场地及拟建废石堆放场：随荒料堆放及场地废石堆存进度，修整堆体边坡并实施过渡性植被恢复，有效防范边坡水土流失，减少土体侵蚀，改善区域生态环境，弱化堆场污染影响。

3、办公生活区、矿区道路：开展日常维护，保障硬化设施、绿化植被与排水系统功能完好。

（四）修复管护期实施阶段（第 17-22 年）

本阶段为矿山停产闭坑、生态整治与修复实施阶段，全域推进生态修复综合治理。核心目标是，推进采场坑底内排复垦，按规范要求实施全域综合生态治理，通过持续监测与人工辅助管护，巩固修复成果，逐步恢复矿区土地功能，实现生态系统的自我维持与良性循环。

1、拟建露天采场：利用外排废石回填采场坑底，待坑底达到设计标高后，开展坑底整平与平台复垦工作，同步完善平台植被营建，开展日常维护，定期检查植被生长状况，及时处置安全隐患。

2、拟建工业场地：将场地废石回填采场坑底，开展场地复垦工作，对场地恢复灌木林地进行植被营建，开展日常监测及管护，监测植被恢复效果。

3、拟建废石堆放场：场地地废石清运采场坑底，对场地全面覆土，对恢复耕地进行翻耕，对恢复人工牧草地恢复植被营建，开展日常监测及管护，监测植被恢复效果。

4、办公生活区：拆除清理场地建筑物，对场地全面复垦，恢复植被营建，开展日常监测及管护，监测植被恢复效果。

5、矿山道路：破除清理恢复人工牧草地区域路段硬化路面，复垦后并恢复植被营建，将东西向矿区主路保留为农村道路，服务区域后续发展。

表 6-24 矿区生态修复阶段工作计划表

修复阶段	修复分区	修复措施	单位	工程量
基建期 (第 1 年)	拟建露天采场	网围栏	m	2901
		警示牌	m ³	18
	拟建工业场地	截水沟	m ³	149
		挡墙	m ³	156
	拟建废石堆放场	截水沟	m ³	224
		挡墙	m ³	161
	拟建表土堆放场	截水沟	m ³	30
		挡墙	m ³	111
	办公生活区	硬化地面	m ³	76
		栽植乔木	株	40
		栽植灌木	株	240
	矿区道路	覆土	m ³	1361
		土壤培肥	kg	9072
		硬化地面	m ³	1151
		栽植灌木	株	12096
	界外采坑边坡	垫坡整形	m ³	9071
		土方整平	m ³	197
		覆土	m ³	440
		土壤培肥	kg	2154
		撒播草籽	hm ²	0.1077
	界外采坑平台	土方整平	m ³	1737
		覆土	m ³	4631
		土壤培肥	kg	11578
	废石堆 2	土方整平	m ³	967
		覆土	m ³	2578
		土壤培肥	kg	6446

	钻机平台（PT2-5、PT15、PT28、PT37-47）		垫坡整形	m ³	856
			覆土	m ³	1431
			土壤培肥	kg	7154
			撒播草籽	hm ²	0.2736
	矿区道路（不利用路段）		垫坡整形	m ³	572
			覆土	m ³	6931
			土壤培肥	kg	34654
			撒播草籽	hm ²	1.6416
	地质环境 监测	不稳定地质体	边坡变形监测	点·次	1100
			含水层监测	水位	点·次
		水质		点·次	2
		地形地貌景观监测			次
	土地资源 监测	土地污染监测		点·次	4
		土地质量监测		点·次	3
		土地损毁监测		点·次	2
		已修复土地监测		点·次	2
生态系统 监测	植被要素指标监测		点·次	2	
	土壤要素指标监测		次	2	
管护			次	2	

生产期(第2-3年)	拟建露天采场		清理危岩体	m ³	1040
			台阶修整	m ³	1812
			覆土	m ³	1826
			土壤培肥	kg	18260
			撒播草籽	hm ³	0.9128
	临时办公区		拆除	m ³	65
			清运	m ³	65
			垫坡整形	m ³	795
			覆土	m ³	1234
			土壤培肥	kg	8368
			撒播草籽	hm ²	0.4184
			钻机平台（PT6-14、PT16-20、PT25-27）	垫坡整形	m ³
	覆土	m ³		6830	
	土壤培肥	kg		25888	
	撒播草籽	hm ²		1.3788	
	试采工作面		垫坡整形	m ³	9312
			覆土	m ³	12161
			土壤培肥	kg	48644
			撒播草籽	hm ²	2.4322
	地质环境 监测	不稳定地质体	边坡变形监测	点·次	2200
			含水层监测	水位	点·次
		水质		点·次	4
		地形地貌景观监测			次
	土地资源 监测	土地污染监测		点·次	8
		土地质量监测		点·次	6
		已修复土地监测		点·次	4
	生态系统	植被要素指标监测		点·次	4
		土壤要素指标监测		次	4

	监测			
	管护		次	4
生产期（第 4-16 年）	拟建露天采场	清理危岩体	m ³	6764
		台阶修整	m ³	11778
		覆土	m ³	11867
		土壤培肥	kg	118672
		撒播草籽	hm ³	5.9338
	地质环境 监测	不稳定地质体	边坡变形监测	点·次
		含水层监测	水位	点·次
			水质	点·次
		地形地貌景观监测		次
	土地资源 监测	土地污染监测	点·次	52
		土地质量监测	点·次	39
		已修复土地监测	点·次	26
	生态系统 监测	植被要素指标监测	点·次	26
		土壤要素指标监测	次	26
	管护		次	26
修复管护期 (第 17-22 年)	拟建露天采场	回填	m ³	4035768
		石方整平	m ³	23254
		覆土	m ³	15502
		土壤培肥	kg	155024
		撒播草籽	hm ³	7.7512
	拟建工业场地	回填	m ³	149
		拆除	m ³	305
		清运	m ³	66945
		覆土	m ³	8207
		土壤培肥	kg	46522
		撒播草籽	hm ²	0.5244
		栽植灌木	株	25408
	拟建废石堆放场	整形	m ³	6665
		回填	m ³	224
		拆除	m ³	385
		清运	m ³	3977005
		覆土	m ³	17763
		土壤培肥	kg	64692
		撒播草籽	hm ²	2.2215
	拟建表土堆放场	回填	m ³	30
		拆除	m ³	141
		清运	m ³	141
		土壤培肥	kg	4402
		撒播草籽	hm ²	0.2201
	矿区道路	拆除	m ³	1151
		清运	m ³	1151
		覆土	m ³	4724
		土壤培肥	kg	22618
		撒播草籽	hm ³	1.1809
	地质环境 监测	不稳定地质体	边坡变形监测	点·次
		含水层监测	水位	点·次
			水质	点·次

	地形地貌景观监测	次	12
土地资源监测	土壤污染监测	次	24
	土地质量监测	点·次	18
	土地损毁监测	点·次	12
	已修复土地监测	点·次	12
生态系统监测	植被要素指标监测	点·次	12
	土壤要素指标监测	次	12
	管护	次	12

图 6-1 矿区生态修复阶段工程部署图

二、近年工作任务与经费进度安排

（一）近年工作任务

1、第一年（2026 年 7 月～2027 年 6 月）

（1）拟建露天采场

防护措施：场地外围设网围栏、警示牌。

（2）拟建工业场地

防护措施：对场地建设截排水沟，修筑挡墙。

（3）拟建废石堆放场

防护措施：对场地建设截排水沟，修筑挡墙；对场地进行表土剥离。

（4）拟建表土堆放场

防护措施：对场地建设截排水沟，修筑挡墙。

（5）办公生活区

对场地地面硬化，场地周边栽植灌木绿化带、进出口栽植景观树。

（6）界外采坑边坡

对场地储水坑整形，覆土，土壤培肥，恢复植被。

（7）界外采坑平台

对场地平台覆土，土方整平、土壤培肥。

（8）废石堆 2

对场地平台覆土，土方整平、土壤培肥。

(9) 钻机平台 (PT2-20、PT25-28、PT37-47)

利用原挖出物源回垫到切坡，覆土，土壤培肥，恢复植被。

(10) 矿区道路 (不利用路段)

对场地进行垫坡整形，覆土，土壤培肥，恢复植被。

2、第二年 (2027 年 7 月~2028 年 6 月)

(1) 拟建露天采场

根据生产进展情况，场地设置临时截水沟；随着生产进度，边采边清理危岩体，台阶修整，场地平台覆土，土壤培肥，恢复植被撒播草籽。

(2) 拟建工业场地

生产期对场地废石堆坡坡面覆土，土壤培肥，恢复植被。

(3) 拟建废石堆放场

根据生产进展情况，场地设置临时截水沟；生产期对场地裸露废石堆堆坡进行覆土，土壤培肥，坡面撒播草籽；场地四周进行绿化。

(4) 临时办公区

场地建筑物拆除，清运，对场地切坡垫坡整形，整形后对场地不继续利用部分进行覆土，土壤培肥，场地恢复为人工牧草地。

(5) 钻机平台 (PT6-14、PT16-20、PT25-27)

对钻机平台进行垫坡整形，覆土，恢复植被。

3、第三年 (2028 年 7 月~2029 年 6 月)

(1) 拟建露天采场

采场为逐步形成扩大开采面，需增设防护工程，设截排水设施，需在地表高位置设临时截水沟，不单独计列工作量；生产期间对到界台阶及边坡清理危岩体并修整。

(2) 试采工作面

生产期对场地平台覆土，恢复植被；对场地北侧剥离区进行垫坡整形，恢复原始地形地貌，覆土，恢复植被。

（二）经费进度安排

根据矿区生态修复工作近年预算，近三年总投资200.35万元。

表 6-25 近年（前三年）矿区生态修复工作计划安排表

修复阶段	所属生态区块	主要工程措施	单位	工程量
第一年 (2026.7-2027.6)	拟建露天采场	网围栏	m	2901
		警示牌	m ³	18
	拟建工业场地	截水沟	m ³	149
		挡墙	m ³	156
	拟建废石堆放场	截水沟	m ³	224
		挡墙	m ³	161
	拟建表土堆放场	截水沟	m ³	30
		挡墙	m ³	111
	办公生活区	硬化地面	m ³	76
		栽植乔木	株	40
		栽植灌木	株	240
	矿区道路	覆土	m ³	1361
		土壤培肥	kg	9072
		硬化地面	m ³	1151
		栽植灌木	株	12096
	界外采坑边坡	垫坡整形	m ³	9071
		土方整平	m ³	197
		覆土	m ³	440
		土壤培肥	kg	2154
		撒播草籽	hm ²	0.1077
	界外采坑平台	土方整平	m ³	1737
		覆土	m ³	4631
		土壤培肥	kg	11578
	废石堆 2	土方整平	m ³	967
		覆土	m ³	2578
		土壤培肥	kg	6446
	钻机平台（PT2-5、PT15、PT28、PT37-47）	垫坡整形	m ³	856
		覆土	m ³	1431
		土壤培肥	kg	7154
		撒播草籽	hm ²	0.2736
	矿区道路（不利用路段）	垫坡整形	m ³	572
		覆土	m ³	6931
		土壤培肥	kg	34654
		撒播草籽	hm ²	1.6416
第二年	拟建露天采场	清理危岩体	m ³	520
		台阶修整	m ³	906

(2027. 7-2028. 6)		覆土	m ³	913
		土壤培肥	kg	9130
		撒播草籽	hm ³	0. 4564
	拟建工业场地	覆土	m ³	2622
		土壤培肥	kg	10488
		撒播草籽	hm ²	0. 5244
		栽植灌木	株	1386
	拟建废石堆放场	石方整平	m ³	444
		覆土	m ³	444
		土壤培肥	kg	20262
		撒播草籽	hm ²	1. 1331
	临时办公区	拆除	m ³	65
		清运	m ³	65
		垫坡整形	m ³	795
		覆土	m ³	1234
		土壤培肥	kg	8368
		撒播草籽	hm ²	0. 4184
	钻机平台 (PT6-14、PT16-20、PT25-27)	垫坡整形	m ³	5007
		覆土	m ³	6830
		土壤培肥	kg	25888
		撒播草籽	hm ²	1. 3788
第三年 (2028. 7-2029. 6)	拟建露天采场	清理危岩体	m ³	520
		台阶修整	m ³	906
		覆土	m ³	913
		土壤培肥	kg	9130
		撒播草籽	hm ²	0. 4564
	试采工作面	垫坡整形	m ³	9312
		覆土	m ³	12161
		土壤培肥 撒播草籽	kg hm ²	48644 2. 4322

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

本方案是按照《矿区生态修复方案编制指南(临时)》、《土地复垦条例》等国家及地方现行法律法规与技术标准编制，矿山企业将严格按照批准的方案及设计要求组织实施生态修复工作。

健全的组织管理机构是矿区生态修复方案顺利实施的根本保障。依据“谁开发，谁保护、谁破坏，谁修复”的原则，矿山隶属赤峰市契丹矿业有限公司，矿山生态恢复工作由该公司全权负责组织实施，公司将成立生态修复工作领导小组，由矿长统一协调指挥，全面负责方案具体施工、内外协调及日常管理工作。

生态修复管理机构的主要工作职责如下：

1、负责贯彻执行国家、自治区及地方政府关于矿山生态修复的方针政策，制定本项目生态修复管理规章制度。

2、依据批准的《矿区生态修复方案》，统筹制定内部实施规划，明确设计措施、进度安排与技术标准，组织具备相应资质的单位高质量完成修复工作。

3、定期向地方自然资源主管部门汇报矿山地质环境、土地损毁、生态系统受损与退化问题及生态修复进展情况，积极配合各级主管部门的监督检查工作。

4、建立健全企业内部矿区生态修复管理体系，制定和推行矿区生态修复考核制度和办法。

5、监督检查矿区生态修复实施质量，依法依规足额缴纳矿区生态修复资金。

6、开展矿山生态修复宣传教育，提高职工矿区生态修复意识。

组织矿山生态修复人员参加管理及技术培训，提高矿区生态修复人员素质和管理水平。

方案实施过程中，将严格执行“谁开发、谁保护，谁破坏、谁修复”的原则，由企业统一组织实施，确保修复质量、进度与资金落实。

二、技术保障措施

为确保本矿区生态修复工程按质、按量、按期完成，修复效果稳定可控，在组织保障体系的基础上，立足矿区地形地貌、土壤条件和损毁特征，建立覆盖全流程、全环节、可量化的技术保障体系，确保各项修复任务按照方案要求科学实施。

（一）严格落实技术标准与施工规范

本项目生态修复施工严格依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《土地复垦条例》等现行规范组织实施。结合矿区实际，针对垫坡整形、覆土、土壤培肥、撒播草籽等关键措施制定专项施工技术细则，明确垫坡整形坡度、覆土厚度，以及土壤培肥采用本地表土混合有机肥、撒播草籽选用耐贫瘠乡土草种等技术要求。施工前组织技术人员开展全面技术交底，确保施工队伍掌握工艺参数与质量控制要点，从源头保证施工质量。

（二）建立专业技术队伍与现场技术管控机制

由企业生态修复工作领导小组统筹规划，成立由矿山地质、生态修复、植被工程等专业技术人员组成的技术小组，要求施工队伍具有相应资质等级和技术实力。专人负责垫坡整形、土壤重构、植被重建等各工序的技术指导与现场把关。技术人员每日驻场巡查，重点检查坡度控制、覆土厚度、培肥用量、草种撒播密度等关键指标，对出现的工艺偏差立即责令整改，确保施工过程不偏离技术要求。

（三）强化关键工程技术措施与监测评价

针对垫坡整形采用机械整形与人工压实相结合的方式，确保边坡稳定；覆土环节严格控制土层厚度与平整度，采用本地优质表土，避免外来土壤带来的理化性质差异；土壤培肥结合本地土壤贫瘠特征，推行有机肥改良技术，提升土壤孔隙度与保水能力。植被重建优先选择羊草、针茅等适应当地气候的乡土草种。同步建立常态化监测体系，采用无人机巡查、现场采样、定期走访等方式，对植被生长、土壤肥力、地质变形等指标进行动态监控，形成监测台账，根据数据及时优化施工技术参数，确保修复效果持续稳定。

（四）修复成效验收与核查管控

阶段治理工程完成后，及时提请主管部门组织竣工验收，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时返工，并会同参建单位进行经验总结，改进管理工作和技术方法。

（五）完善技术档案与验收闭环管理

修复工程实施过程中，严格执行工序验收、阶段验收与最终验收制度。每一项工序完成后，由技术小组开展专项验收，对施工参数、质量指标进行记录确认；整体工程按阶段开展验收评估，形成技术档案，内容涵盖施工记录、监测数据、技术交底、整改报告、验收报告等。修复工程全部完成后，按程序申请自然资源主管部门开展最终验收，确保修复任务、技术标准与成果质量全面达到方案要求。

三、资金保障

根据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），该文件指明“取消传统保证金，建立“企业计提、专项使用、属地监管”的基金制度”，治理基金按年度提取， $\text{额度} = \text{矿类计提基数} \times \text{露天开采影响系数} \times \text{土地复垦难度影响系数} \times \text{地区}$

影响系数×上一年度生产矿石量，实行动态调整机制。矿山企业将设立“矿山地质环境治理恢复基金（以下简称基金）”账户，单独设置矿山地质环境治理恢复基金会计科目，反映基金的提取与使用情况。矿区生态环境修复费用将纳入生产成本，专项用于矿区生态环境修复工作的实施。

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地质环境治理恢复、土地复垦及管护工程等。

采矿权人的基金提取、使用及生态修复方案的执行情况须列入矿业权人勘查开采信息公示系统。自然资源主管部门按有关规定和要求对矿山地质环境治理恢复基金计提及采矿权人履行矿山地质环境保护与土地复垦义务情况开展监督、检查，及时开展矿业权人“异常名录”和“严重违法名单”管理工作。

矿方必须高度重视矿区生态修复治理工作，按该方案制定的修复规划，分期分批把治理资金纳入每个年度预算之中，确保各项治理工作能落实到位。

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，采矿权人作为矿区生态修复义务人负责组织实施。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。

采矿权人应当依据方案总体部署及阶段安排，结合矿区年度开采计划、用地计划及生产实际等，制定并严格落实矿区生态修复年度计划（以下简称“年度计划”）。并于每年3月底前报送矿区所在地县

级自然资源主管部门，县级自然资源主管部门对年度计划执行情况进行监督检查。

采矿权人在完成阶段或全部修复任务后，应当及时向矿区所在地县级自然资源主管部门提出验收申请。县级以上地方自然资源主管部门应当按照有关规定，会同同级生态环境等有关部门组织验收，并邀请地质、土地、林草、生态环境、水土保持等方面专家以及矿区涉及的居民委员会、村民委员会、农村集体经济组织和居民代表、村民代表等利益相关方参加。验收结果向社会公布。验收合格的，出具验收合格确认书；验收不合格的，出具书面整改意见，由采矿权人整改完成后重新申请验收。验收合格的土地，应当加强管护利用，防止抛荒和违法占用；涉及其他土地权利人的，应当及时移交相关土地权利人使用。

第二节 公众参与

本方案严格按照《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》(TD/T 1031.1-2011) 相关规定开展全过程公众参与工作，广泛征询矿区村集体、群众代表、土地权属人及周边村民意见，保障生态修复决策公开、透明、民主。

由于矿业活动会给周围的自然环境和社会环境带来影响，关系到矿区及其周边人民群众的切身利益，因此需要广大群众的积极配合、参与与支持。方案编制全过程坚持充分调查民意、吸纳群众合理诉求，优化工程布局、植被选型与后期管护措施，保障修复成果贴合区域实际、满足群众长期使用需求。本次公众参与贯穿方案调研、编制、修改全流程，围绕修复范围、治理标准、工程工艺、乡土物种选用、施工环境影响、长效管护机制等内容全面征集各方意见。

（一）现场调查与意见征求

方案编制前，编制人员在矿方代表的陪同下，对矿区及周边区域进行了实地调查，走访了矿区所属行政村、村民代表和旗县自然资源主管部门，同时采取召开座谈会和发放调查问卷的形式，广泛收集公众对矿区生态修复工作的意见及诉求。通过详细调查，查清矿区土地权属、损毁现状、地形植被等基础资料，确定整体修复技术路线。

结合本项目区域跨行政区域的实际情况，会上就可能产生的生态问题及修复方式做了详细讲解，说明了修复治理方案、复垦利用方向、边坡安全防护及后期管护要求。为保护村民个人身份信息隐私安全，选取 11 名具有代表性群众代表填写正式调查问卷归档留存，同步全面入户征询村民意见，精心梳理群众核心诉求。

（二）问卷调查统计

1、调查实施方式

本次调查问卷实施，由当地村委牵头，矿业权人和编制单位协同配合，通过召开村民专题座谈会、入户走访征询意见等多种形式开展，公开意见反馈途径及联系方式，广泛接受村集体及村民全程监督。

2、调查结果统计

本次公众参与全面覆盖矿区土地权属人及相关利益群体。为切实保护村民个人身份信息等隐私权益，防止敏感信息外泄，本次择优选取 11 名代表性群众代表填写正式调查问卷并归档管理，问卷有效回收率 100%。

综合座谈研讨、入户走访及问卷调查综合意见，辖区群众均积极支持矿山生态修复治理工作，对修复范围划定、土地复垦利用方向、适宜乡土植被选用、后期生态长效管护等内容达成一致共识，群众各项合理诉求均已充分吸纳并落实到方案文本当中。

（三）公众意见收集与处理

1、意见收集情况

结合座谈走访与问卷反馈，共收集有效意见建议若干条，主要集中在三方面：

（1）希望优先选用适生草种，提高植被成活率与生态适应性；

（2）矿区活动范围涉及旱地的情况，建议修复后土地优先恢复为农用地，保障群众生产生活需求；

（3）要求明确后期管护责任与长效机制。

2、意见采纳情况

对收集到的合理意见，全部纳入方案并予以落实：

（1）采用乡土草种优先的技术路线，选用羊草、针茅等适生草种，提高植被成活率与本地生态适配性；

（2）在修复目标中明确恢复生态功能与农业生产用途，保障群众利益；原旱地功能的地块交由土地权属人管理；原宅基地归还权属人；

（3）结合矿区位置及自然条件，根据规范确定管护期为5年，明确矿山企业与村集体共同承担后期管护责任。

3、不予采纳的意见及理由

对个别不符合政策或技术要求的意见，已向村民当面解释说明，取得理解后不予采纳，主要情况如下：

（1）对矿区修建的硬化路面全面保留，移交村集体管理，后续用作集体经营性发展配套设施。

理由：原农村道路可以保留，其他部分规划全面治理，需与国家土地利用政策与矿区生态修复规划一致，达到生态修复功能区的生态功能，且不符合相关用地审批程序，故不予采纳。

(2) 建议将矿区全部复垦为耕地，不再保留草地。

理由：项目区区域地形坡度较大、坡度较陡，岩土体受风化影响稳定性弱，垦植耕地易扰动水土稳定结构，复为人工牧草地更有利于生态稳定和水土保持，符合区域矿区生态修复规划要求，故不予采纳。

第三节 效益分析

矿山生态修复工程实施后，可从生态效益、社会效益、经济效益三个维度开展综合效益分析，全面反映工程实施对区域生态环境、社会发展及经济提升的综合影响。

一、生态效益

本次矿山生态修复在生态效益方面主要从地质稳定性、水体、土壤、植被群落和动物种群五个维度体现。通过对边坡等区域开展针对性围挡监控措施，提升矿区地质稳定性、滑坡、崩塌等地质灾害风险得到有效防控；经截排水等工程实施，矿区水土流失减少；通过覆土、土壤改良等措施，提升修复区土壤质量，土壤侵蚀与污染风险有效降低；通过栽植灌木、人工撒播乡土草本等植被重建措施，矿区植被类型得到优化，苗木成活率与植被覆盖度明显提高，水土保持、涵养水源等生态功能逐步发挥；随着生境条件持续改善，区域动物环境得到有效修复，动物种类与数量逐步增加，生物多样性得到有效保护，整体生态系统结构与功能趋于稳定完善。

二、社会效益

矿山生态修复工程的实施有效改善了矿区及周边人居环境面貌，消除了地质灾害与环境破坏带来的安全隐患，为周边居民营造了安全、整洁的生产生活空间。通过挡渣墙、护坡、截排水等防灾工程建设，区域防灾减灾能力显著增强，有力保障了群众生命财产安全与生产生

活秩序稳定。工程施工及后期管护过程为当地提供了相应就业岗位，拓宽了居民就业渠道，促进了群众增收。同时，生态修复的实施过程与治理成效有效提升了周边群众的生态环保意识，增强了公众对生态保护的参与度与认可度，群众满意度持续提高，营造了良好的生态保护社会氛围。

三、经济效益

从经济效益来看，本次生态修复工程以生态保护与安全防护为核心，虽以公益性生态效益为主，但可有效规避地质灾害、环境破坏等带来的各类间接经济损失，具备良好的避险经济效益。经复垦修复后，矿区土地利用条件大幅改善，土地资源价值得到提升，实现了土地增值，为后续农林利用等发展方向奠定了基础。

实施矿区生态修复过程中，对废石的利用可产生一定的经济效益。主要为生态修复同步利用废石资源修建便民道路，惠及周边公益民生。随着生态环境持续向好，可有效带动区域相关产业发展，促进居民收入稳步增长，远期还可推动生态效益向经济效益转化，为区域经济绿色可持续发展提供支撑。

第八章 结 论

一、矿山概况

赤峰市契丹矿业有限公司热河营子饰面花岗岩矿属在建矿山，现持有采矿许可证号为***，有效期限自 2022 年 6 月 24 日至 2042 年 6 月 24 日，矿区面积***km²；拟申请变更开采范围及开采深度，拟申请矿区面积***km²；开采矿种：饰面用花岗岩；开采方式：露天开采；生产规模***m³/年；开采深度：***m 至***m 标高；露天剥离标高地表至***m 标高。

二、方案适用年限

露天开采矿山总服务年限为34年（含基建期1年），根据《矿产资源法》及相关规定，大型矿山采矿权有效年限最长为30年，本次按采矿证有效期限16年计，考虑如采矿权到期后不延续，需对矿区进行修复并管护，修复管护期6年，据此本方案服务期限为22年，即2026年7月至2048年6月。

三、根据拟申请矿区范围、矿业活动影响范围，综合确定矿区生态修复范围面积为74.2339hm²。

四、矿区土地损毁程度评价结果

根据土地损毁现状及预测分析结果，总损毁土地面积 74.2339hm²，其中已损毁土地面积 11.7013hm²，拟损毁土地面积 36.2601；损毁方式为挖损、压占，损毁土地类型为灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、裸岩石砾地、内陆滩涂、农村道路等。

五、矿山生态受损程度评价结果

根据分区原则以及现状问题调查及未来受损预测，对由于矿业活动造成的地质环境问题、土地资源损毁、生态环境受损与退化等问题进行综合评价。**重度受损区**包括：拟建露天采场、拟建废石堆放场、

试采工作面，总面积 25.1937hm²，占比 33.94%；**中度受损区**包括：拟建工业场地、拟建表土堆放场、办公生活区、矿区道路、界外采坑边坡、界外采坑平台、废石堆 2、临时办公区、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）、矿区道路（不利用路段），总面积为 12.21hm²，占区域比例 11%；**轻度受损区**为其它区域，面积 39.9738hm²，占比 55.06%。

六、生态修复措施与工程

方案遵循“边开采、边修复”原则，落实地质环境、水土保持、环境污染全方位协同防控措施，以地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建为核心开展系统性生态修复，通过场地规整、危岩清理、台阶修整，回填整形完成地貌治理，依托表土剥离回用、土壤翻耕培肥重构适宜植被生长的土壤环境；因地制宜选用柠条、羊草等耐旱乡土物种，科学配置灌草植被体系，保障植被恢复成效。同时结合绿色矿山建设要求，规范矿区生产维护、扬尘管控与场地整治，构建结构稳定、功能完善、与周边草原生态风貌协调的近自然植被群落。整体修复方案贴合区域半干旱生态特征，措施科学系统、针对性强，可有效治理采矿损毁土地、修复受损生态系统，持续改善矿区生态环境，实现矿产资源开发与生态环境保护协调发展。

七、监测与管护要求与实施

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024），构建了覆盖地质环境、土地资源、生态系统的全周期监测体系，涵盖不稳定地质体、地下水、地形地貌、土壤环境、土地损毁及植被恢复等关键监测内容，明确了监测点位、方法、频次与时限，监测方案科学贴合矿区实际。项目同步配套完善的生态管护措施，贯穿矿山生产与修复全过程，可动态掌握采矿及修复活动引发的环境

变化，及时排查地质安全隐患、把控土地损毁与生态恢复成效。通过常态化监测与长效管护相结合的管控模式，能够有效保障矿区生态修复工程质量，持续稳固修复成果，实现矿区生态环境良性、长效稳定发展。

八、修复分期及工程部署

矿山规划服务年限 16 年（含基建期 1 年），采矿结束后修复管护期 6 年，治理工作从 2026 年 7 月 1 日开始至 2048 年 6 月 31 日结束。

（一）基建期实施阶段（第 1 年）

本阶段核心目标是严控采矿新增生态损毁，搭建基础防护设施，统筹开展先期区域生态治理，为后续开展先期区域修复作业打好基础；同步启动近期修复区的治理工作。具体工作内容如下：

1、拟建露天采场：完成场地防护工程设施布设；对场地范围内探矿期间遗留的裸露地表进行植被重建，改善矿区生态环境减少生产期生态破坏，实现开采活动与生态恢复的动态平衡，

2、拟建工业场地及拟建废石堆放场：场地设截水沟，拟建废石堆放场修建挡渣/挡土墙，完成场地初步整形、分层压实与简易排水布设，开展过渡性植被恢复，降低风蚀水蚀影响。

3、办公生活区：完成场地硬化施工，同步实施周边裸露区域绿化，减少施工扬尘与水土流失。

4、矿区道路：完成路面硬化，实施道路两侧边坡绿化防护，降低扬尘影响，构建道路生态防护带。

5、界外采坑边坡：完成场地平整、土壤改良与植被恢复。

6、界外采坑平台：完成场地覆土、土方整平、土壤改良。

7、废石堆 2：完成场地覆土、土方整平、土壤改良。

8、钻机平台（PT2-20、PT25-28、PT37-47）：完成场地回填，同步实施覆土并植被恢复。

9、矿区道路：（不利用路段）：完成道路垫坡整形，覆土并恢复植被

（二）生产期前 2 年实施阶段（第 2-3 年）

本阶段矿山采矿进入边采边治、全程防控治理阶段，核心工程围绕“随采随修、动态防护”展开部署，动态实施修复措施，实时把控修复成效与风险隐患，通过全过程工程干预，构建动态稳定的过程性生态防护屏障，同步防控生产期水土流失与地质灾害风险。

7、拟建露天采场：随开采推进持续清理危岩体，修整边坡；对已形成的平台边缘布设截排水埂，开展阶段性植被恢复，实现边开采边复绿。

8、拟建工业场地及拟建废石堆放场：随荒料堆放及场地废石堆存进度，修整堆体边坡并实施过渡性植被恢复，有效防范边坡水土流失，减少土体侵蚀，改善区域生态环境，弱化堆场污染影响。

9、办公生活区、矿区道路：开展日常维护，保障硬化设施、绿化植被与排水系统功能完好。

10、试采工作面：完成场地垫坡整形，场地全面实施覆土并植被恢复。

11、钻机平台：（PT6-14、PT16-20、PT25-27）：完成场地回填，同步实施覆土并植被恢复。

12、临时办公区：生产期场地完成垫坡整形，覆土后恢复植被。

（三）生产期实施阶段（第 4-16 年）

本阶段矿山采矿进入边采边治、全程防控治理阶段，核心工程围绕“随采随修、动态防护”展开部署，动态实施修复措施，实时把控

修复成效与风险隐患，通过全过程工程干预，构建动态稳定的过程性生态防护屏障，同步防控生产期水土流失与地质灾害风险。

1、拟建露天采场：随开采推进持续清理危岩体，修整边坡；对已形成的平台边缘布设截排水埂，开展阶段性植被恢复，实现边开采边复绿。

2、拟建工业场地及拟建废石堆放场：随荒料堆放及场地废石堆存进度，修整堆体边坡并实施过渡性植被恢复，有效防范边坡水土流失，减少土体侵蚀，改善区域生态环境，弱化堆场污染影响。

3、办公生活区、矿区道路：开展日常维护，保障硬化设施、绿化植被与排水系统功能完好。

（四）修复管护期实施阶段（第 17-22 年）

本阶段为矿山停产闭坑、生态整治与修复实施阶段，全域推进生态修复综合治理。核心目标是，推进采场坑底内排复垦，按规范要求实施全域综合生态治理，通过持续监测与人工辅助管护，巩固修复成果，逐步恢复矿区土地功能，实现生态系统的自我维持与良性循环。

1、拟建露天采场：利用外排废石回填采场坑底，待坑底达到设计标高后，开展坑底整平与平台复垦工作，同步完善平台植被营建，开展日常维护，定期检查植被生长状况，及时处置安全隐患。

2、拟建工业场地：将场地废石回填采场坑底，开展场地复垦工作，对场地恢复灌木林地进行植被营建，开展日常监测及管护，监测植被恢复效果。

3、拟建废石堆放场：场地地废石清运采场坑底，对场地全面覆土，对恢复耕地进行翻耕，对恢复人工牧草地恢复植被营建，开展日常监测及管护，监测植被恢复效果。

4、办公生活区：拆除清理场地建筑物，对场地全面复垦，恢复植被营建，开展日常监测及管护，监测植被恢复效果。

5、矿山道路：破除清理恢复人工牧草地区域路段硬化路面，复垦后并恢复植被营建，将东西向矿区主路保留为农村道路，服务区域后续发展。

九、经费估算

经估算，矿区生态修复动态总投资8313.50万元，其中静态投资3327.94万元，预备费4985.56万元。近三年生态修复总投资200.35万元。

本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。

十、建议

1、矿山所处区域生态环境本底脆弱，近地表岩石风化较强，矿山生产期加强地表土体的保护与植被恢复，提高矿区植被覆盖率。矿山开采过程中应合理安排生产时序，减少各类地质环境问题，采取预防治理措施，有效控制沙源，避免风蚀扰动。

2、矿山未来采矿应按照《开采方案》设计的采矿方法采矿，严禁不规范开采。采矿活动严格控制施工作业范围，减少对周边生态环境的破坏扰动，生产期间落实监测工作，防止引发各类地质灾害隐患。对开采过程中出现的各种地质环境问题及时研究、及时解决，防止造成人员伤亡及财产损失。

3、矿山达产后拟设废石堆放场容积不足，开采中后期易超出用地范围，新增堆存用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型等发生变化，应当取得相关批准文件后半年内对《矿区生态修复方案》进行修编，重新核定损毁范围、地类及修复工程量，完善堆场防护、

分区复绿设计并报原部门备案。

4、矿山生产应按照生态环境保护部门要求做好废水、固废等污染防治工作,通过预防监测措施保护水土环境,避免对矿坑水、土壤、及地下水环境造成污染。矿山应同时加强扬尘污染防治工作,鼓励矿山采用苫盖、场地封闭、洒水抑尘等方式降低扬尘污染。

5、矿山在矿产资源开发全过程中,实施科学有序开采,实现矿产资源开发全过程的资源利用、节能减排、环境保护、土地复垦等统筹兼顾和全面发展。

6、矿山应贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,将绿色矿山建设贯穿设计、建设、生产、闭坑全过程,持续改善矿区环境,早日完成绿色矿山建设任务,促进资源开发、环境保护与矿区的协调发展。

7、本方案仅针对矿山现状、《开采方案》设计、矿山用地规划、矿山采掘计划等预测未来损毁情况,并设计了相应的生态修复工程,如矿山开采过程中,涉及采矿权延续、扩大矿区范围、变更开采方式或开采主矿种等其他需要重编的情形时,采矿权人应当重新编制方案。