

赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子
硅石矿
矿区生态修复方案

赤峰祥源矿业有限公司
2026 年 5 月

赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子
硅石矿
矿区生态修复方案

编 制 单 位：***

法 定 代 表 人：***

方案编制负责人：***

主 要 编 制 人 员：***

附图

附表

附件

目录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	9
第一章 矿山基本情况	11
第一节 矿业权人基本情况	11
第二节 地理位置与区域概况	12
第三节 矿山开采历史及现状	14
第二章 矿区基础信息	19
第一节 矿区自然条件	19
第二节 社会经济概况	22
第三节 矿区地质环境背景	24
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	51
第五节 矿区生态状况	53
第六节 矿区及周边人类重大工程活动	59
第七节 矿区生态修复工作情况	60
第八节 矿区基本情况调查监测指标	61
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	64
第一节 问题识别与受损预测	64
第二节 生态修复可行性分析	87
第三节 生态修复分区及修复时序安排	103
第四节 采矿用地与复垦修复安排	105

第四章 生态修复措施与工程内容	107
第一节 保护与预防控制措施	107
第二节 修复措施	113
第三节 工程内容	118
第五章 监测与管护	129
第一节 监测目标与措施	129
第二节 管护目标与措施	135
第三节 监测与管护工程量	137
第六章 工程部署与经费估算	139
第一节 总体部署	139
第二节 总体经费估算	141
第三节 阶段工作任务与经费安排	162
第七章 保障措施与公众参与	176
第一节 保障措施	176
第二节 公众参与	179
第三节 效益分析	181
第八章 结论	183

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

赤峰祥源矿业有限公司于 2026 年 3 月提交了《赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿（冶金用石英岩）开采方案》（赤自储开评字[2026]10 号），该方案确定了矿权人赤峰祥源矿业有限公司为变更采矿权范围、提升生产规模，开采标高***变更为***；生产规模由***变更为***。

依据《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)等有关规定，采矿权人在申请办理采矿许可证前，应当自行或委托具备相应技术条件和能力的单位，按照《矿区生态修复方案编制指南(临时)》要求，编制矿区生态修复方案。本矿山为扩大开采区域，需要编制矿区生态修复方案。

2026 年 4 月，赤峰祥源矿业有限公司委托***承担《赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿矿区生态修复方案》的编制工作，以下简称《矿区生态修复方案》。

本方案仅作实施保护、监测及生态修复的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。

（二）编制目的

为保护和合理利用土地资源，本着“预防为主、防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”、“边开采、边修复”的原则，避免和减少矿山地质环境

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

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

主要任务为：

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

2、查明矿区地质环境问题、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、形成机理及影响因素，论述土地损毁环节与时序；论述植被损毁、生物多样性丧失、地表水系、土壤和地下水污染等问题，根据调查情况、矿山开发利用方案、采矿地质环境条件对采矿权范围及采矿活动问题识别诊断；

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

4、从地质环境治理、复垦修复、生态恢复力等方面进行矿区生态修复

可行性进行分析；

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

6、对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确阶段工作安排情况；

7、进行矿区生态修复的经费估算，提出生态修复的保障措施。

（三）编制工作概况

1、工作程序

本次矿区生态修复方案的编写工作严格按照《矿区生态修复方案编制指南(临时)》规定的程序进行（见图1）。

图1 工作程序框图

大致工作流程为：接受委托→成立项目组→收集资料→开展野外调查→资料汇总、综合研究→编制方案。

2、工作方法

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

（2）基础调查：采用***地形图（实测）作为底图，在 RTK 坐标测量模式下，采用极值坐标法，定测单元位置和高程，相对于邻近图根点位误差最小为 $\pm 0.05\text{m}$ ；最大为 $\pm 0.08\text{m}$ 。高程中误差最小为 $\pm 0.03\text{m}$ ；最大为 $\pm 0.09\text{m}$ ，工程点实测的点位精度完全满足测量要求。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 3km²，对灾害点和重要地质现象进行详细记录和拍照，基础调查内容主要是对区内交通、居民饮用水井、村庄、植被覆盖率、地形地貌、现状地质环境条件、生物多样性状况、水土污染情况等进行了调查，基本查明了评估区内的地质环境现状问题、土地损毁现状，生态本底状况等，保证了调查的质量。

（3）水土污染分析

对矿区生态修复影响范围进行地下水和地表水进行采样，土壤样品主要对矿区复垦地、拟建场地草地、林地和拟建场地耕地土壤进行采样，并委托内蒙古谱和技术服务有限公司对土样进行了检测分析，开展问题识别诊断，潜在污染风险分析。

（4）公众调查

在方案编制初期，项目组在扣河林村和林家地村进行调查、走访村民代表，详细介绍矿区现场调查的损毁情况、初步拟定的修复方向（如恢复为旱地、林地、草地等），主要技术措施、施工安排及预期效果。重点针对修复后的土地利用方向、权属处理、施工期间对生产生活的影响、长期管护等与村民切身利益相关的问题进行了深入讲解和讨论。并提供了书面公众参与调查表，方便未参会村民补充提出意见，发放问卷调查表 33 份，回收 33 份；依据调查表，汇总公众调查统计分析表，对分析结果进行整理归纳，方案编制予以采纳。

（5）资料整理，选定矿区生态修复治理的标准和措施，明确矿区生态修复的目标，确定矿区生态修复影响范围以及土地生态修复区和生态修复责任范围；进行问题识别诊断（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,至附近的扣河林村民、林家地村走访了当地村民,了解了矿区周边矿山分布情况及当地自然地理概况、对于矿山地质环境治理的意见等。矿山现状调查完毕后,与矿方沟通了有关该矿具体治理工程问题。在此基础上编制了《赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿矿区生态修复方案》。完成工作量见表1。

表1 工作量统计一览表

(四) 上阶段方案落实情况

1、上期方案的编制情况

2016年11月,由中国冶金地质总局山东正元地质勘查院编制了《内蒙古自治区敖汉旗四十家子硅石矿矿山地质环境治理方案》该方案规划年限为25年(2017.1.1-2041.12.31),适用年限为5年(2017.1.1-2021.12.31)。

2、上期方案的落实情况

根据现状调查以及矿方提供的资料，矿山一直未开始建设，前期只涉及露天采场、废石场进行回填、覆土、恢复植被，只有废石场进行了治理并验收。

3、存在的问题

根据现状调查以及矿方提供的资料，矿山一直未开始建设，矿山对原露天采场进行了回填，由于没有物源没有按照要求进行全部回填。现针对未治理区域重新进行规划设计以开展治理工作。

4、取得的经验

针对本次调查结论，上期矿山地质环境保护与土地复垦方案设计监测内容，有效避免不稳定地质体对人员造成损伤形成安全生产事故，目前该矿山未发生相关情况，但监测措施、手段陈旧。

（五）编制依据

1、法律法规

- （1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月08日修订）；
- （2）《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月第三次修正）；
- （3）《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订）；
- （4）《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订）；
- （5）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修正）。

2、政策性文件

- （1）《自然资源部办公厅关于〈矿产资源法〉实施衔接过渡有关事项的通知》（自然资办函（2025）1704号）；

(2) 《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043号）；

(3) 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4号）；

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

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

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

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

3、规范及规程

(1) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

(2) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）；

(3) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

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

(5) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

- (6) 《地下水监测规范》（SL/183-2005）；
- (7) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (8) 《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (9) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (10)《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T 42362-2023)；
- (11) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；
- (12) 《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）；
- (13) 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》GB/T 43934-2024；
- (14)《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T 0223-2011；
- (16) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T
43935-2024）；
- (17) 《土地复垦质量控制标准》（TD/ T 1036-2013）；
- (18)《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》(TD/T1070.1-2022)；
- (19) 矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山》（《TD/T
1070.3-2024）；
- (20) 《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T 50011-2010）；
- (21) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T
43935-2024）；
- (22) 《行业用水定额》（DB15/T 385-2025）。

4、技术资料

(1) 2016年11月中国冶金地质总局山东正元地质勘查院编制了《内蒙古自治区敖汉旗四十家子硅石矿矿山地质环境治理方案》(赤矿治字[2017]009号)；

(2) 2017 年 8 月内蒙古新创环境科技有限公司编制了《内蒙古自治区敖汉旗四十家子硅石矿 5.0 万 t/a 采矿项目环境影响报告书》；

(3) 2026 年 2 月内蒙古物华天宝矿物资源有限公司编制了《内蒙古自治区敖汉旗四十家子矿区硅石矿（冶金用石英岩）资源储量核实报告》评审文号（赤字储评字[2026]5 号）；

(4) 2026 年 3 月由内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司编制的《敖汉旗四十家子硅石矿开采方案》评审文号（赤自储开评字[2026]10 号）。

(5) 《内蒙古自治区生态功能区划报告》；

(6) 《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》；

(7) 《敖汉旗国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》

(8) 1998 年 12 月，内蒙古自治区第十地质矿产勘查开发院提交了
***《内蒙古自治区敖汉旗区域水文地质调查报告》

二、服务年限

（一）生产服务年限

根据 2026 年 3 月由内蒙古汇琳地质勘探工程有限责任公司编制的《敖汉旗四十家子硅石矿开采方案》以下简称《开采方案》，截止 2026 年 1 月 31 日，四十家子硅石矿累计查明资源量：矿石量矿石量***，平均品位：SiO₂***、Fe₂O₃***、Al₂O₃ 2.27%、CaO ***，其中探明资源量：矿石量***，平均品位：SiO₂***、Fe₂O₃***、Al₂O₃***、CaO***；控制资源量：矿石量***，平均品位：SiO₂***、Fe₂O₃***、Al₂O₃***%、CaO***；推断资源量：矿石量***，平均品位：SiO₂***、Fe₂O₃***、Al₂O₃***、CaO ***。

根据开采方案露天剥离范围避让军事设施保护范围，经计算：军事设施压覆硅石矿资源量：矿石量***，其中控制资源量：矿石量***，推断资源量：矿石量***。

故扣除军事设施压覆资源量后，矿石量***，其中探明资源量:矿石量***，控制资源量:矿石量***，推断资源量:矿石量***。均为保有资源量。

开采方案设计的露天剥离范围为一期范围，经计算，《开采方案》利用的资源量(TM+KZ+TD)矿石量***。根据矿体赋存情况及采用的采矿方法，设计开采回采率 95%，损失率 5%，经计算，设计可采储量矿石量:***。拟建生产规模为矿石***。矿山服务年限为 20 年（含基建期 1 年）。

（二）方案服务年限

矿山总服务年限 20 年（含基建期 1 年），矿山所在的区域不属于生态脆弱区，因此本方案计划后续修复管护期为 3 年，据此确定本方案服务年限为 23 年，即 2026 年 1 月至 2048 年 12 月。方案执行起始时间为 2026 年 1 月。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿业权人基本情况

敖汉旗四十家子硅石矿矿业权（包含采矿权及探矿权）隶属于赤峰祥源矿业有限公司，法定代表人为***，成立于2018年11月15日，注册资本为1000万元。地址：内蒙古自治区赤峰市敖汉旗四家子镇扣河林村，企业性质为有限责任公司，社会信用代码***，企业的经营范围为：冶金用石英岩开采；矿产品加工、销售。

二、矿业权沿革

1、采矿权登记情况

2015年6月5日，原赤峰市国土资源局首次为内蒙古物华天宝矿物资源有限公司颁发采矿许可证，证号：***，有效期限2015年06月05日至2018年06月05日，开采标高***，矿区面积***，开采矿种：冶金用石英岩，开采方式：露天开采，生产规模：***。2019年3月29日，采矿权人变更为赤峰祥源矿业有限公司，采矿权变更延续情况详见表1-1。

表 1-1 敖汉旗四十家子硅石矿矿业权延续变更情况表

采矿许可证经过多次延续变更后现采矿权登记情况如下：

采矿许可证号：***；采矿权人：赤峰祥源矿业有限公司；矿山名称：敖汉旗四十家子硅石矿；经济类型：有限责任公司；开采矿种：冶金用石英岩；开采方式：露天开采；生产规模：***；开采深度：由***标高；矿区面积：***；有效期限：自2025年6月6日至2025年12月5日。勘查许可证有效期至2025年12月5日，已过期，矿权人已办理不动产权证书（采矿权），不动产单元号：***，有效期：2025年12月6日至2030年12月5日，采矿权人统一社会信用代码：***，其他信息与采矿许可证信息一致。

2、探矿权登记情况

2025 年 12 月 31 日，赤峰市自然资源局签发探矿权出让合同（敖汉旗四十家子硅石矿采矿权深部勘查），合同编号：***；勘查项目名称：敖汉旗四十家子硅石矿采矿权深部勘查；勘查矿种：冶金用石英岩；地理位置（所在行政区域）：内蒙古自治区赤峰市敖汉旗；面积：面积为***，平面范围坐标与采矿许可证范围一致（见表 1-3）；勘查标高：***以下，出让方式：协议出让，出让年限：5 年。

3、拟申请采矿证范围

拟申请采矿证面积为***；标高为***，拟申请采矿证范围由***个拐点组成，各拐点坐标详见表 1-2。

表 1-2 敖汉旗四十家子硅石矿拟申请采矿证范围及拐点坐标一览表

图 1-1 拟申请采矿权范围、核实资源储量估算范围叠合图

第二节 地理位置与区域概况

一、地理位置

1、位置

矿区位于内蒙古自治区敖汉旗政府驻地新惠镇南东约***处扣河林村境内，矿区行政区划隶属于内蒙古自治区赤峰市敖汉旗四家子镇管辖。极值地理坐标：

东经：***；

北纬：***。

矿区中心点坐标平面直角：***。

2、交通

矿区位于敖汉旗新惠镇南约***（直距），运输距离***，距四家子镇北东***，矿区位于高速 G16 喀喇沁出入口北东方向***（直距），矿区南

约***（直距）有省道 S205 经过，矿区东侧压覆省道 S210 线（S210 县道可视范围内），矿区与 S205、S210、G16 均有乡间公路相通。锦赤铁路在四家子镇内穿镇而过，境内长约***，辽宁境内娄家店火车站，距矿区约***，交通运输方便。（图 1-2 交通位置图）

矿区北侧***处为大黑山自然保护区，经敖汉旗自然资源局及相关部门查询：矿区四周***范围内不在保护区内、不在生态保护红线范围内，矿山开采活动对保护区无影响。

图 1-2 交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边村庄

矿区为山区，附近村镇较稀疏，矿区东侧约***为扣河林村，现有居民约***户，常住人口***人左右。

2、周边大型基础设施关系

矿区范围内不涉及河道及水利工程，选址范围内无大型水利设施、重要河流、堤坝。

根据矿区内压覆省道 S210 线、自然村道 W442 线。

图 1-3 矿区与周边位置关系图

3、周边矿权关系

敖汉旗四十家子硅石矿周边矿权较多，采矿权：***。探矿权：***。由于坐标转换精度原因，矿区与***矿业权边界小面积重叠现象，面积为***，经双方协议***矿权退出重叠区域面积，2026 年 6 月 8 日敖汉旗自然资源局出具的《情况说明》对重叠处理协议进行了备案，其余周边相邻矿业权的矿种、开采范围、开采标高均与矿区无重叠、无交叉，其开采活动对矿区矿体完整性、开采技术条件等未造成影响，不存在开采边界冲突、矿权权属争议等问题。四十家子硅石矿周边矿权分布及矿权信息详见图 1-3 和表 1-5。

图 1-3 四十家子矿区硅石矿周边矿权分布图
表 1-5 四十家子矿区硅石矿周边矿权统计表

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

敖汉旗四十家子硅石矿始建于 2015 年，2015 年 6 月 5 日，证号：***，矿山自取得采矿许可证后开始进行未进行采矿活动，采矿许可证经过多次延续采矿许可证号：***，有效期：2025 年 6 月 6 日至 2025 年 12 月 5 日，矿区面积：***，

矿山自 2015 年至今一直停产。根据 2026 年 2 月由内蒙古物华天宝矿物资源有限公司编制的《内蒙古自治区敖汉旗四十家子矿区硅石矿（冶金用石英岩）资源储量核实报告》：截止 2026 年 1 月 31 日，四十家子硅石矿累计查明资源量：矿石量***，平均品位： SiO_2 ***、 Fe_2O_3 ***、 Al_2O_3 ***、 CaO ***，其中探明资源量：矿石量***，控制资源量：矿石量***，推断资源量：矿石量***，均为保有资源量。

二、矿山开采现状

（一）《开采方案》设计情况

本方案编制依据为赤峰祥源矿业有限公司 2026 年 3 月提交的《开采方案》。

1、拟建生产规模

《开采方案》设计推荐露天矿山生产规模为矿石***

2、矿山服务年限

矿山服务年限为 20 年（含基建期 1 年）。

3、可供开采矿产资源的范围

根据评审备案的《内蒙古自治区敖汉旗四十家子矿区硅石矿（冶金用石英岩）资源储量核实报告》（备案文号：赤自储评备字〔2026〕9 号）。

截止 2026 年 1 月 31 日，全区范围内保有资源量(TM+KZ+TD):矿石量矿石量***，其中探明资源量:矿石量***，控制资源量:矿石量***，推断资源量:矿石量***。

方案露天剥离范围避让军事设施保护范围，经计算：军事设施压覆硅石矿资源量：矿石量***，其中控制资源量：矿石量***，推断资源量:矿石量***。

故扣除军事设施压覆资源量后，矿石量***，其中探明资源量:矿石量***，控制资源量：矿石量***，推断资源量:矿石量***。均为保有资源量。

按照方案设计的一期露天剥离范围进行划分，设计一期保有资源量：矿石量***，其中探明资源量:矿石量***，控制资源量：矿石量***，推断资源量:矿石量***。

本次开采方案设计的露天剥离范围为一期范围，根据《矿业权评估指南》（2006 年修订）规定及矿床地质特征和地质勘查程度，对于探明资源量（TM）及控制资源量（KZ）可信度系数取值 1，对于推断资源量（TD）可信度系数取值 0.8。

经计算，《开采方案》利用的资源量（TM+KZ+TD）矿石量***。

表 1-6 利用资源量估算表

根据矿体赋存情况及采用的采矿方法，设计开采回采率 95%，损失率 5%，经计算，设计可采储量矿石量：***。

4、申请开采区域

申请采矿权开采区域在探矿权范围内，由***个拐点坐标圈定，面积***，资源储量估算范围标高由***，申请采矿权开采区域拐点坐标见表 1-7。

表 1-7 申请采矿权开采区域拐点坐标表

5、开采矿种

开采矿种为冶金用石英岩。

6、开采方式

矿区内共圈定了***条冶金用石英岩矿体，***条矿体在空间上为上下关系，露天剥离范围面积为***，可采范围较大，根据敖汉旗各大局出具《关于赤峰祥源矿业有限责任公司敖汉旗四十家子硅石矿采矿权延续及深部勘查有关事项查询的请示》的查询复函可知：矿区范围内存在***处遗址（其中***处已经完成考古挖掘），存在***处国防工程，存在一级保护林地***公顷。以上地点在未完全考古挖掘或调出矿区范围前需按规定对其进行避让开采，以上避让区域大部分分布在资源储量估算范围西南侧，故综合考虑将资源储量估算范围内的矿体分为两部分进行开采，一期先开采东北部区域，二期待剩余***处遗址考古挖掘完成及国防工程调出矿区范围后再进行开采利用，重新编制开采方案。

本次开采方案先对一期开采区域进行设计，一期开采东北部区域，二期开采西南部区域，方案采用自上而下的开采顺序，在矿体延伸方向上首先掘进出入沟或基坑，然后掘开段沟，在水平方向上由开段沟向两侧或一侧扩帮。

推荐采用公路开拓运输方案，推荐阶段台阶高度为***，最终两个台阶进行并段，并段后台阶高度***。并段后最终境界共划分为***个台阶，分别为***，矿山为山坡转凹陷露天开采，矿山封闭圈标高为***，山坡采用直进与折返式联合开拓，由地表向采剥水平掘单臂沟，进入水平工作面，坑内采用螺旋式道路开拓。

矿山道路按三级公路标准，路面宽度为 8m，错车道宽度 11m，路面采用碎石铺筑，最大纵坡为 8%。受场地地形限制，部分露天采场内道路可采用移动式布置，布置在露天采场内。工作平台最小宽度 40m。

矿石及剥离废石采用挖掘机、装载机装车，自卸式汽车运输。剥离废石运至拟建废石临时场，表土运至拟建表土场，矿石运至拟建矿石加工场地。

按平均剥采比 $\leq$ 经济合理剥采比确定露天开采深度。通过测算，矿体开

采至***标高,平均剥采比为 $0.36:1\text{m}^3/\text{m}^3$, 小于经济合理剥采比 $1.6:1\text{m}^3/\text{m}^3$; 故矿体开采最低开采深度为***标高在经济上是合理的。

方案设计采剥台阶高度 10m, 最终两个台阶进行并段, 并段后台阶高度 20m, 开采台阶坡面角 70° (上部第四系剥离台阶坡面角 45°), 安全平台宽 6m, 清扫平台宽 8m。

露天境界特征详见表 1-8 所示。

表 1-8 露天开采终了境界圈定结果表

7、采矿方法

矿山采矿方法为划分水平台阶采矿方法。

8、工业场地布置

为满足矿山生产生活需求, 方案为围绕露天采场设计值班室、矿石加工场地、废石临时堆场、表土场等场地。

(1) 矿石加工场地

为满足矿山矿石加工需要, 方案设计位于矿区东南侧***外平缓地带设置一处矿石加工场地, 该场地占地面积约为***, 该场地内设矿石堆场、矿石加工生产线、控制室、产品仓库等, 该场地可满足矿石加工, 堆存需要。

由于矿山多年未生产, 现场无办公生活区, 矿山东北侧约***处的敖汉温泉城内有一设施齐全的办公生活区, 可作为矿山办公生活区使用, 设计仅需在矿石加工场地内拟建一处值班室, 做为矿山临时值班现场管理使用, 该值班室占地面积约为***。

(2) 废石临时堆场

该废石场占地面积约***, 废石分 2 层排放, 单层排放高度 10m, 安全平台 4m, 总堆置高度 20m, 台阶坡面角 35° , 最终帮坡角 30° , 预计开采矿石量为***, 矿石小体积质量***, 那么矿石量为***, 平均剥采比为 $0.36:1\text{m}^3/\text{m}^3$, 拟建露天采场剥离量总体积为***, 除去表土剥离的***, 剩余***

废石，废石临时堆场容积约为***，后期***废石拟采用内排方式堆至露天采场内。

（3）表土场

设计于矿区东南侧约***处的平缓山坡拟建一处表土场，用来堆存剥离表土，该表土场占地面积约***，分 2 层排放，单层排放高度 10m，安全平台 4m，总堆置高度 20m，台阶坡面角 35° ，最终帮坡角 30° ，方案设计的表土场容积可满足矿山剥离表土存放需求。由于表土堆放场涉及基本农田，为了对永久性基本农田进行保护，对拟建表土场进行缩面积避让基本农田。

开采方案规划图见（图 1-4）。

（二）现状工程单元布局

本次现状调查实测，矿山现状已形成的工程场地有：原露天采场、露天采坑、临时占用地、探槽（TC1-TC5）、钻机平台（PT1-PT28）、矿区道路。现状工程场地分布见下图（图 1-5）。

图 1-4 开采方案规划图

图 1-5 现状工程场布局图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、地形地貌

1、地形

区内地处低山区，总体地势北西高南东低，最高点位于矿区西北部山体顶部，标高***，最低点位于东南部山坡坡麓沟谷地带，标高***，最大相对高差***。由于石英岩抗风化能力强，多裸露于区内山脊和高位山坡，在北坡多形成陡崖，高度***不等，坡度***，局部近直立，顶部呈尖顶、长梁状或不规则形态。南坡多直坡，地形相对平缓，坡度一般***，坡麓地带多被第四系松散层覆盖。

2、地貌

经过实地调查，根据本区地貌形态特征，将矿区地貌类型划为低山区。低山山顶呈浑圆状，坡度多为***。沟谷主要分布于区内北部和西南部，呈条带状北西-南东向展布，坡降***，断面多呈“U”字型，地形平缓开阔，谷底多堆积砂砾碎石、粉土等，植被较发育。

照片 2-1 低山地貌

二、气象

该区地处中温带，属于半干旱大陆性季风气候，具有冬季漫长而寒冷，春季回温快，夏季短而酷热，秋季气温骤降，降水集中，雨热同期，积温有效性高等气候特征。根据赤峰市敖汉旗气象站 2015~2025 年气象观测资料，年平均气温 6.5℃，最高气温 39.7℃，最低气温-30.7℃；多年平均降水量 424.06mm，最高值 584.10mm，最低值 250.80mm，降水多集中在 6~8 月份，降水量占全年降水总量的 68%~74%，日最大降水量 87.1mm；年日照时数 2750~3020 小时；无霜期 130~150 天，最大冻土层深度 1.8m，积雪

深度一般在 0.15m 左右；常年多为西北风，风速 4.0~6.2m/s。近十年降水量特征值统计情况见表 2-1、图 2-1。

表 2-1 近十年降水量特征值统计表
图 2-1 近十年降水量特征值柱状图

三、水文

拟申请矿权范围属于大凌河水系，老虎山河水文地质单元的补给、径流区，区地表水的排泄河流为老虎山河。老虎山河是大凌河的一级支流，发源于金厂沟梁镇石片山，由北向南流经金厂沟梁、四家子两镇，河道平均比降 1/92，多年平均径流量 0.39 亿 m³，河道现已干涸，仅在汛期存在暂时性地表径流。

区内及周边山间沟谷枯水期干涸无水，雨季有短时溪流。一般大暴雨后局部出现洪流，据调查最大水深 0.3~0.5m，洪水流量约 3.0~5.0m³/s，历史最高洪水位标高 550m，淹没范围顺沟谷底部呈条带状分布，面积不大，雨后便很快消失。矿区东约***处的扣河林~烧锅地沟谷地带为当地最低侵蚀基准面，标高为***。

图 2-2 敖汉旗水系分布图

四、植被

植被类型主要参照《中国植被》的分类系统，采用植被型组、植被型、群系等基本单位，在对现存陆生植被进行考察的基础上，结合卫星遥感影像解译结果，进行群落调查统计分析。结果表明，对矿区周围调查结果显示，所调查的***范围内，灌丛和灌草丛占比最大面积为***占评价区的***，其次为农作物为***，占调查范围的***。草原草甸植被为***，占调查范围的***。阔叶林***占比***。无植物覆盖区占评价区的***。矿区以灌丛和灌草、农作物为主，其次为阔叶林和草原草甸植被。

表 2-2 评价区植被类型统计结果

根据现场调查和查阅历史资料，矿区内无《中国生物多样性红色名录》

中列为极危、濒危、和易危物种以及国家和自治区列入拯救保护的极小种群物种、特有种、古树名木、野生植物。

矿区植被为半干旱低山区森林草原植被，现存原始次生灌木植被以山杏儿、胡枝子、绣线菊、虎榛子为主，草本植物有大针茅、隐子草、苜蓿、达屋里、铁杆蒿等，人工植被为油松、杨树、榆树、沙棘、柠条。其中乔木林地视觉郁闭度约 30-40%。见照片 2-2 至 2-3。

照片 2-2 矿区植被

照片 2-3 矿区植被

五、土壤

1、矿区林地土壤

矿区大面积分布灌木林地，只有矿区的中南部周边分布少量乔木林地，林地土壤类型主要为棕壤土，颜色为灰棕色、暗棕色，表层土质结构较松散，深部土质逐渐紧密，低塑性，属中等坚实稠度，土壤干燥，含砾石及块石，砾石及块石约占 5%~10%，角砾粒径为 0.2~2.5cm，多为变质砂岩。pH 值 7.845~7.92，有机质含量 9.2g/kg~9.8g/kg，全氮 1.55×10^3 mg/kg~ 1.70×10^3 mg/kg，碱解氮含量 144mg/kg~163mg/kg，有效磷 22.4mg/kg~24.8mg/kg，速效钾 102.7mg/kg~110.0mg/kg。

照片 2-4 矿区林地土壤剖面

2、矿区耕地土壤

矿区耕地土壤类型以耕作棕壤土为主，颜色为暗棕色、灰棕色，粘壤土至砂质粘壤土，表层土疏松深厚、下部稍紧实，中等塑性，软弱至中等坚实，砾石含量极低，约占 1%~3%，粒径为 0.2~1.0cm，成分以风化砂岩为主。pH 值 7.79~7.88，有机质含量 12.80~13.5g/kg，全氮 1.53×10^3 mg/kg~ 1.68×10^3 mg/kg，碱解氮含量 141mg/kg~170mg/kg，有效磷 21.9mg/kg~

24.1mg/kg，速效钾 104.9mg/kg~114.9mg/kg。

照片 2-5 矿区耕地土壤剖面

第二节 社会经济概况

一、社会经济概况

敖汉旗位于内蒙古自治区赤峰市东南部，地处努鲁尔虎山北麓、科尔沁沙地南缘。属中温带半干旱大陆性季风气候，东与通辽市奈曼旗接壤，西与辽宁省朝阳市相邻，南与辽宁省建平县交界，北与赤峰市翁牛特旗相连。全旗总面积约***平方公里，辖***个乡镇苏木、***个街道办事处，户籍人口约***人。地区生产总值（GDP）***，同比增长***，人均 GDP***（赤峰统计年鉴 2024）。现有耕地面积约***万亩，森林覆盖率约***，草原面积约***亩。全旗粮食产量稳定在***斤以上，牲畜存栏量约***只。敖汉旗矿产资源丰富，蕴藏有金属、非金属等三十余种矿产，黄金是敖汉旗的主要矿产，是自治区第一产金大县。此外铁、银、铜、钼、煤、萤石和石灰石的储量也很丰富，年产铁精粉***吨。截止 2023 年 8 月末，敖汉旗工业经济增加值实现***元，同比增长***。支柱产业有***，加工***小米生产线建设项目等***家规模以上工业企业全部投产运营。另外，敖汉旗有着丰富的旅游资源，以大黑山国家级自然保护区为代表的山地景观，以小河沿鸟类自然保护区为代表的水域风光和以“华夏第一村”为代表的古文化遗址等正为敖汉旗的发展提供着巨大的动力。

矿区周边以农牧业为主，属于典型的北方旱作农业区。农业生产主要依赖于玉米、谷子、杂粮豆等作物种植；畜牧业则以舍饲圈养与放牧相结

合的羊、牛养殖为主。劳动力资源较为丰富，存在季节性富余劳动力，具备承接矿山就业的潜力。矿区开发作为重要的地方经济增长点，通过提供就业岗位、租赁服务、运输需求等方式，对当地居民收入和地方经济产生带动效应。为当地带来基础设施改善、劳务收入增加等效益，同时地方政府通过政策扶持推动矿地协调发展。

矿山开采直接影响区域主要为扣河林村，矿山范围及周边影响区域近 3 年的社会经济状况如下：

表 2-3 矿区近三年社会经济状况统计表

二、人文环境

根据地方志资料、文物管理部门查询记录及现场实地踏勘结果，对矿山开采影响范围内的人文环境敏感目标调查如下：

1、文物古迹

根据文物局出具的查询函经过核查矿区内有遗址***处不可移动文物遗址，分别是***。根据敖汉旗文物局提供的敖文物发(2026)120 号文，***和***已完成考古发掘采集完毕。其余***处遗址保护范围外延***米为建设控制地带。矿区范围内有遗址***处，其中***处已完成考古挖掘。其余***处遗址保护范围外延***米为建设控制地带，本开采方案按照遗址保护范围外延***米作为避让开采区域，

2、风景名胜区

评估范围不涉及国家级、省级风景名胜区或森林公园、自然保护区等法定保护地。

***。

第三节 矿区地质环境背景

矿区大地构造位置处于华北板块(IV)，华北北部陆缘增生带(IV₁)，镶黄旗-赤峰火山型被动陆缘(IV₁²)中部，矿区位于古亚洲洋成矿带与环太平洋成矿带叠加转换部位，地质构造及成矿作用十分复杂。矿区北邻北东东向赤峰—开源深断裂，南壤北东向承德—北票大断裂，本区所处的位置为一、二级构造(凹陷与断裂)的交汇处。构造较复杂，岩浆活动较频繁，金属、非金属矿(化)点较多。

一、区域地层

区域古生代地层区划为华北地层大区、内蒙古草原地层区(赤峰—哈尔滨地层区)、赤峰地层分区；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、宁城—敖汉地层小区。区内出露的地层主要有：太古界乌拉山群变质表壳岩组(Ar_{2w})，中元古界长城系下统书记沟组(Ch_{1s})，中生界侏罗系下统红旗组(J_{1h})和上统满克头鄂博组(J_{3mk})，白垩系下统义县组上段(K_{1y}³)第四系更新统(Qp)和全新统(Qh)。详见表2-4。

表 2-4 区域地层简表

二、区域构造

区域大地构造位置位于华北板块北缘和兴蒙显生宙造山带的结合部位，跨两个大地构造单元，赤峰—开源断裂东南部，奴鲁尔虎隆起带的东北部，该区在前中生代经历了太古宙基底形成、古亚洲构造域构造作用，中生代又经历了滨太平洋构造域的构造叠加，构造经历漫长，构造形迹复杂，主要显示有褶皱构造、断裂构造和盆地构造及火山构造。

图 2-3 构造纲要图

1) 次级构造单元划分

区域次级构造单元主要可以划分为前中生代隆起和晚古生代及中生代火山盆地。

□前中生代隆起构造

分布于南奴鲁尔虎隆起带内，包括林家地隆起、南大城子-金厂沟梁隆起，整体为呈北东走向的带状。构成隆起带的结晶基底为中太古代乌拉山岩群和新太古代片麻杂岩，其岩性组合岩石类型包括黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩等片麻杂岩及麻粒岩、斜长角闪岩；构成该隆起带的中生代岩浆岩主要为早三叠世中粗粒二长花岗岩。

□长城纪西庙梁沉积盆地

分布于四家子镇西北，八登沟-扁墙后一带，面积约***平方公里，主要出露岩石地层单位为书记沟组（Ch_{1s}）。盆地北侧与太古界变质岩呈断层接触或角度不整合覆盖，西侧被侏罗系下统红旗组（J_{1h}）覆盖，在扣和林肖家沟一带，可见书记沟组（Ch_{1s}）角度不整合在乌拉山（岩）群及新太古代片麻杂岩之上；盆地主要沉积一套陆源碎屑岩，最大控制厚度***。

□早白垩世四家子-金厂沟梁火山岩盆地

位于区域北东部，走向北东，主要由中生界白垩系下统义县组上段（K_{1y}³）安山岩、角闪安山岩、角闪辉石多斑安山岩、安山质岩屑凝灰角砾岩、安山质含晶屑岩屑凝灰角砾岩、英安质岩屑凝灰角砾岩、英安质晶屑岩屑凝灰角砾岩、英安质岩屑晶屑凝灰岩组成。

四家子-金厂沟梁火山岩盆地是在总体压扭性构造条件下，受北东向走滑构造控制的火山岩盆地，盆地南东缘为五道沟一后夹山沟断裂带，该断裂带断续出露近***，宽在大五马沟一带约***，主要由西台子岩体的碎裂岩组成；在后夹山沟一带约***，主要由断层泥及构造角砾岩组成；盆地北西缘主要呈角度不整合覆盖在太古界变质岩、中生代侵入岩等地质体之上。盆地内部火山活动复杂，期次多，断裂构造和火山构造十分发育。

2) 褶皱变形构造

区域内褶皱变形构造较复杂，发育于各时代不同地层中。

□太古界-元古界基底变形褶皱构造

第一世代变形构造

主要表现在太古宙表壳岩（斜长角闪岩、磁铁石英岩等）中，为伸展机制下塑性固态流变构造，形成的构造形迹为顺层韧性剪切带，顺层掩卧褶皱，层（片）内褶皱，无根褶皱，顺层面理、轴面面理及构造分异条带等。

第二世代变形该期次变形作用发生于区内变质深成岩侵位之后，变形机制为水平剪切，形成于深部构造相变形使岩石产生一组透入性片麻理，形成了新太古代片麻杂岩。变形大体可分两个阶段：第一阶段在强塑性变形条件下，岩石塑性流动构造明显，形成弱片麻状构造及肠状褶皱。第二阶段为第一阶段的延续，地壳相对抬升，岩石在水平剪切机制下，强烈改造早期的构造形迹，使之平行化，形成透入性片麻理，条带状构造，构造线方向为近东西向，代表了新太古代片麻杂岩的主体构造线方向。该期岩石发生角闪岩相变质作用，局部高热（热穹）地区的岩石达到麻粒岩相变质，产生了紫苏辉石、单斜辉石、石榴石、斜长石及石英等矿物组合。这一时期的构造形迹主要表现在表壳岩及新太古代片麻杂岩中，并伴随有同构造期伟晶岩脉及片麻状二长花岗岩侵入。该世代构造形迹复杂，以面理和褶皱为主。

□中元古界背斜构造

该背斜发育在四家子北西，长城系地层中，北侧与太古界地质体构造接触，西和南侧被中生界侏罗系下统红旗组(J_1h)、中生界白垩系下统义县组上段(K_1y^3)地层覆盖，规模较小，两翼产状较缓。轴面走向近东西向，北倾，倾角***，北翼产状一般***倾向，倾角***，南翼产状一般***倾向，倾角***。

3) 断裂构造

区域内断裂构造，主要有东西向、北东向、南北向及北西向四组。这些断裂长期活动、互相影响，多组断裂相互交汇部位往往控制着中生代火山盆地及侵入岩的展布。

从区域南东部通过的北票-承德大断裂是介入于喀喇沁断隆和辽西燕山沉褶带之间的深大断裂带，在区内下新地一带穿切而过。断裂带走向北东，倾向北西，倾角***。断裂带内见有强烈挤压破碎，宽度达数十米至百余米，沿断裂发育有燕山期火山岩及燕山期侵入岩株，是一条长期重复活动的大断裂。

4) 韧性剪切带

区域内发现一条韧性剪切带，为大古立吐-杨家窝堡韧性剪切带。分布于大古立吐-杨家窝堡一带，宽度大约近***，长度由于第四系覆盖不清，推测在数十公里以上。主要发育在太古界深成侵入体中。岩性由眼球状白云斜长片麻岩及糜棱岩化中细粒斜长片麻岩、糜棱岩化中细粒二长片麻岩构成，糜棱面理产状为 $135^{\circ}\square 68^{\circ}$ ，剪切带运动方向 $NE45-50^{\circ}$ ，为左旋走滑逆剪切。带内充填有花岗细晶岩脉

白云斜长糜棱片麻岩具糜棱构造或眼球状构造，白云母呈带状集合体定向分布，其间含眼球状、透镜状斜长石和透镜状长英质集合体。斜长石、石英具明显的拉长定向特征，石英波形消光发育。

斜长片麻岩和二长片麻岩中斜长石呈眼球状、扁豆状或它形粒状；石英集合体多呈扁豆状或带状定向分布，具拉长定向特点，发育有波形消光、亚颗粒结构等塑性变形组构。

三、区域岩浆岩

1) 侵入岩

□新太古代片麻杂岩（Ar₃gn）

呈北东向带状展布于区域的西、西南部西湾子-松树沟-东北沟一带，面积约***。岩石类型包括角闪斜长片麻岩、黑云斜长混合片麻岩、二长片麻岩、黑云角闪片麻岩等，原岩类型为奥长花岗岩、英云闪长岩、二长花岗岩和花岗岩闪长岩等。侵入岩体普遍发生强烈的变质变形，原岩结构构造

发生改变。

□晚三叠世二长花岗岩 ($T_3\eta\gamma$)

区域上整体沿四家子—贝子府断裂，呈 NE 向带状展布，分布面积约***；岩体岩性比较均一，块状构造，局部见碎裂构造。在区域西侧杨树洼、西山等地，可见中细粒黑云母二长花岗岩 ($T_3\eta\gamma$) 岩体侵入新太古代片麻杂岩 (Ar_3gn)；在西北沟村南部，可见红旗组不整合覆盖在中细粒黑云母二长花岗岩 ($T_3\eta\gamma$) 之上；在石虎子村西、西南沟村北西可见其被满克头鄂博组不整合覆盖，满克头鄂博组 (J_3mk) 火山碎屑岩中可见中细粒二长花岗岩的角砾；在小窑沟村东侧可见其被义县组不整合覆盖。

中细粒黑云母二长花岗岩 ($T_3\eta\gamma$)：新鲜面为灰白色至浅肉红色，风化面土褐色，主要为中细粒半自形粒状结构，局部中粒结构，似斑状结构，细粒半自形粒状结构，块状构造，局部为碎裂构造。矿物成分主要为、碱性长石、斜长石和石英，含少量黑云母。碱性长石含量约***，较新鲜，多为它形粒状或碎裂状，粒径均多小于 0.6-1.5mm，个别可达 2mm，变种多为微斜长石，格子双晶发育。斜长石含量约***，多具绢云母化，半自形板状或碎裂状，长度多小于 1.5mm。石英约***，它形粒状，粒径多小于 2mm，个别达 2.5mm，波形消光显著。黑云母含量约***，无色，粒度细小，干涉色高而鲜艳，无定向分布；部分已转变为白云母并析出铁质物质（磁铁矿）呈带状分布，棕色浅黄色多色性，干涉色高。岩石裂隙发育，裂隙常为碎基充填，并具绢云母化，长石、石英等矿物发育穿粒结构。副矿物为锆石、榍石和不透明矿物。

□晚三叠世正长花岗岩 ($T_3\xi\gamma$)

主要分布区域西北部和南东部，分布面积约***，岩体以岩株状为主，主要为中细粒正长花岗岩，岩体边缘为细粒-中细粒或似斑状结构，在烧锅地东沟村西侧，可见中细粒正长花岗岩被义县组地层覆盖。该岩体内外接触带及外围见有钨、钼等多金属矿化及萤石细脉等。

中细粒含黑云母正长花岗岩（ $T_3\xi\gamma$ ）：新鲜面浅肉红色，风化面黄褐色。中粗粒半自形粒状结构，局部发育文象结构，块状构造。主要组成矿物为碱性长石和石英，含部分斜长石和少量黑云母。副矿物主要为榍石、帘石、磷灰石和不透明矿物。

碱性长石约占矿物总含量的***，多呈它形粒状，粒径多在 1.5-2.5mm 之间，个别晶体粒径达 3mm 以上；负低突起，干涉色多为一级灰，二轴晶，负光性；常具格子双晶和条纹结构，变种主要为微斜长石和条纹长石，个别见卡氏双晶，为正长石；碱性长石多具明显的高岭土化。斜长石约占矿物总量的***。多呈自形-半自形板状，粒径多在 1.0-2.0mm 之间；正低突起，斜消光，干涉色多为一级灰白，二轴晶，负光性，具聚片双晶。石英：约占矿物总含量的***。它形粒状，粒径多小于 1.5-3.0mm，个别达 3mm 以上。无色透明，表面干净，正低突起，干涉色可达一级黄白，一轴晶，正光性，波形消光发育。黑云母：约占矿物总含量的***，片状，一组极完全解理，褐绿-浅黄绿色多色性，正吸收，干涉色较高而鲜艳，平行消光。

□早中白垩世花岗闪长岩（ $K_1\gamma\delta$ ）

呈岩株状零星出露于区域东南部，正长花岗岩（ $T_3\xi\gamma$ ）中，分布面积约***，岩体的主体岩相为中细粒花岗闪长岩，边部岩相为含斑中细粒花岗闪长岩，内部岩相为似斑状花岗闪长岩，两相之间为渐变过渡关系，岩体中还可见到一些暗色微粒角闪辉石岩包体，直径为 3~10cm，呈浑圆状产出。

中细粒花岗闪长岩（ $K_1\gamma\delta$ ）：岩石新鲜面呈灰—灰白色，风化面黄褐色。中细粒半自形粒状结构，局部发育似斑状结构，块状构造。矿物成分主要为斜长石、碱性长石和石英，岩石和矿物裂隙发育，裂隙常为碎基充填，长石、石英等矿物发育穿粒结构，出现许多细小的不规则状长英质碎基。斜长石含量约***，半自形板状或碎裂状，长度多小于 2.5mm，多具绢云母化，聚片双晶清楚。碱性长石含量约***，它形粒状、或碎裂状或不规则状，粒径变化大，部分晶体粒径在 0.5-2.5mm 之间，少量晶体粒度可

达 3mm 以上，变种多为条纹长石，可见微斜长石。石英约***，它形粒状，其集合体常呈团块状分布，单晶粒径多小于 1mm。副矿物组成有磁性矿物、锆石、榍石和磷灰石等。

2) 火山岩

区域内中生代火山岩是我国东部规模巨大的中生代陆相火山岩带的重要组成部分，由于受太平洋板块的俯冲作用，欧亚大陆边缘基底断裂构造活化，诱发大规模的中生代陆相火山岩浆活动，火山岩浆作用强烈，从而在本区形成了北东向颇具特色的陆相火山岩建造。从空间上看，中生代火山岩明显受北东向断裂构造控制，呈条带状展布。根据火山喷发产物的时空分布、岩石组合、喷发顺序及叠覆关系，区域内火山岩可以划分为两个火山活动旋回：晚侏罗世满克头鄂博旋回、早白垩世义县旋回。

□晚侏罗世满克头鄂博旋回火山岩

该旋回火山岩在区域内较发育，火山喷发产物比较发育，喷发韵律清晰，具多期多次喷发特点，岩浆具有基性—中性—酸性演化趋势。火山喷发方式以中心式为主。火山喷发类型早期以爆发为主，后期以喷溢为主。具有典型陆相火山岩建造特征，分布于满克头鄂博组地层中。该旋回火山岩由熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩组成。

□早白垩世义县旋回

该旋回火山岩在区域内较发育，是区域内火山活动最强烈的火山喷发旋回。赋存地层单位是义县组。火山喷发产物比较发育，喷发韵律清晰，具多期多次喷发特点，岩浆具有中性—酸性演化趋势。火山喷发方式以中心式为主。火山喷发类型早期以爆发为主，后期以喷溢为主。具有典型陆相火山岩建造特征，在区域内可见义县组（K_{1y}）覆盖在乌拉山岩群（变质表壳岩）、晚三叠世侵入岩之上。该旋回火山岩由熔岩、火山碎屑熔岩、火山碎屑岩组成。

3) 脉岩

区域内仅在西南部发现一条流纹斑岩沿脉，灰白色、浅粉红色，斑状结构，流纹构造，斑晶主要为石英、碱性长石，有时有少量斜长石。基质为隐晶质。

四、矿床地质及构造特征

(1) 地层

矿区出露的地层主要有太古界乌拉山群变质表壳岩组 (Ar_2w)、中元古界长城系下统书记沟组 (Ch_1s)、中生界侏罗系下统红旗组 (J_1h)、中生界白垩系下统义县组 (K_1y^3)、第四系更新统 (Qp) 和全新统 (Qh)。中元古界长城系下统书记沟组为矿区的主要含矿层位。

1) 太古界乌拉山群变质表壳岩组 (Ar_2w)

分布于矿区北部，是测区最古老的高级变质基性岩系，主要岩性有斜长角闪岩、石榴透辉岩、麻粒岩、角闪石岩、磁铁石英岩和少量角闪斜长变粒岩等，与围岩界线比较清晰。

□斜长角闪岩：暗灰色或灰绿色，纤状-粒状变晶结构，由角闪石的纤维状晶体和斜长石的粒状晶体组成。部分斜长角闪岩可呈斑状变晶结构，斑晶为角闪石或斜长石，块状构造，主要矿物为角闪石和斜长石，角闪石含量一般占半数以上，多为普通角闪石，有时也会有阳起石等。斜长石含量稍少，多为更长石或中长石。次要矿物有帘石、透辉石、铁铝榴石和黑云母等，副矿物有榍石、磷灰石、钛铁矿等。

□石榴透辉岩：新鲜面呈暗绿色、灰绿色，风化面呈灰黄色、黄绿色，粒状变晶结构，局部发育镶嵌粒状变晶结构。块状构造，主要矿物成分为透辉石、石榴石，少量斜长石绿帘石、黑云母及透闪石等。岩石致密坚硬，变质成因，无定向构造。

□磁铁石英岩：新鲜面为铁黑色、深灰色，风化面呈灰褐色、黄褐色，

不等粒粒状变晶结构，条带状构造、块状构造，主要矿物成为为石英、磁铁矿，少量黑云母、绿泥石、角闪石、斜长石等。岩石硬度大，具磁性。

2) 中元古界长城系下统书记沟组 (Ch_{1s})

分布于矿区中部和北部，岩性主要由石英砂岩及石英砂岩经区域变质作用而形成的石英岩和粉砂质页岩组成，呈北东向展布，走向***，倾角***。

□石英砂岩 (qu)：灰白-白色，局部为灰红色，不等粒砂状结构，层状、块状构造，砂屑粒径在 0.1-1.2mm 之间，颗粒多为次圆状和次棱角状，少数为圆状，分选性中等，颗粒支撑，硅质胶结。

由砂屑及填隙物组成，砂屑成分为石英：无色正低突起，无解理，一级灰白-橙黄干涉色，含量一般大于***；填隙物成分由硅质和绢云母鳞片等组成，含量一般小于***。

□石英岩：其岩性由石英砂岩经区域变质作用而形成，灰白-白色，细粒变晶结构，层状（块状）构造。主要矿物成分为石英，为他形粒状，粒度在 0.05~1.5 mm 之间大小不等不等，含量一般在***以上，即形成了硅石矿体。其他含有少量绢云母及不透明矿物，含量小于***。

3) 中生界侏罗系下统红旗组 (J_{1h})

分布于矿区西南部，与中元古界长城系下统书记沟组 (Ch_{1s}) 不整合接触，主要岩性为凝灰质页岩、含砾粗砂岩、泥砂质砾岩、砂质页岩及煤层。

□凝灰质页岩：灰绿色、灰褐色，凝灰质泥质结构，页理构造/水平层理构造。主要矿物为黏土矿物（伊利石、蒙脱石为主，***），含火山凝灰物质（晶屑石英、长石、玻屑，***），少量粉砂级石英、长石；凝灰物质均匀散布于黏土基质中，局部见少量火山岩岩屑，岩石具轻微火山碎屑质感，硬度略高于普通页岩（摩氏 2.5-3），性脆，页理发育，与凝灰质砂岩、沉凝灰岩呈韵律互层产出。

□含砾粗砂岩：新鲜面呈浅灰色、灰黄色、浅棕黄色，局部因铁质浸染

呈褐黄色，风化面为黄褐色、暗棕色，含砾砂质结构，岩石分选较差，磨圆次棱角状-次圆状，块状构造，砂粒以粗砂级石英、长石为主，泥钙质胶结。

4) 中生界白垩系下统义县组(K₁y³)

分布于矿区南部，与中元古界长城系下统书记沟组(Ch₁s)、中生界侏罗系下统红旗组(J₁h)不整合接触，主要岩性为安山岩及安山质角砾凝灰岩、英安岩及英安质角砾凝灰岩。

□安山岩：新鲜面呈灰绿色，风化面呈灰黄色、黄褐色，强风化段呈土黄色，斑状结构，块状构造，斑晶含量***，晶粒粒径 1-5mm，以斜长石为主，呈自形-半自形板状、柱状，部分斜长石斑晶见轻微高岭土化、绢云母化蚀变；少量斑晶为角闪石、辉石，呈短柱状，多被绿泥石化、碳酸盐化交代，残留晶形清晰。基质含量 65%-85%，由微晶斜长石、隐晶质辉石及玻璃质组成，微晶斜长石呈细小针状、柱状杂乱/定向交织排列，构成典型交织结构。

□安山质角砾凝灰岩：新鲜面常呈绿灰色、灰绿色，风化面多为褐红色、灰白色，角砾凝灰结构，块状构造。角砾成分主要为安山岩，少量凝灰岩。晶屑主要为斜长石，含量约***，次为石英，含量约***。岩屑主要为安山岩，粒径 0.3-1.3mm，含量约***。基质为火山灰，含量约***。发育有少量弱绿泥石化、碳酸盐化等。

□英安岩：为中酸性火山熔岩，新鲜面为浅灰色、灰绿色，风化面呈灰黄色、浅棕黄色，斑状结构，斑晶成分为斜长石、石英，含量***，基质为由微晶斜长石、石英、少量钾长石及隐晶质火山玻璃组成，含量***，块状构造，局部见气孔构造，杏仁构造。

5) 第四系更新统(Q_p)和全新统(Q_h)。

□更新统(Q_p)

杂色砾石层、黄色亚砂土、黄土个

主要分布在基岩附近的沟谷、洼地及坡麓地带，岩性风成砂土、粉土及坡洪积砂砾石等，厚度***。

□全新统（ Qh ）

黄土、砂土和河床冲积砂砾。厚度***。

（2）构造

□褶皱构造

矿区褶皱构造为区域康家湾—北大城—二道沟复背斜的北翼，主要表现为：走向北东，倾向南东的单斜构造，地层产状：倾向***，倾角***。

□断裂构造

矿区内断裂构造主要有三组：正南北向、北西向和北东向断裂破碎带，分述如下：

正南北向断裂：分布于矿区东部烧锅地-扣河林-扁墙后一带，沿沟谷分布，长度几百米至上千米，宽***，走向***，倾向东，局部反倾，倾角***是矿区内的主要断裂构造。

北西向断裂：分布于矿区北部扣河林-榆树底下一带，与正南北向断裂斜交，断裂规模较大，长度近百米，宽***，走向***，倾向北东，倾角***。并切穿了中元古界长城系下统书记沟组（ Ch_1s ）地层，在矿区北部形成高***不等的断层崖，发育正阶步和大量擦痕，断层上下盘均为书记沟组石英砂岩，北东盘下降，南西盘上升，显示正断层性质。

北东向断裂：分布在矿区北东部，使中元古界长城系下统书记沟组（ Ch_1s ）地层和新太古代片麻杂岩（ Ar_3gn ）呈断层接触，走向***，倾向***，长约***，属压扭性构造。

（3）岩浆岩

矿区内岩浆岩仅出露新太古代片麻杂岩侵入岩，分布范围较广，出露在矿区北侧，与中元古界长城系下统书记沟组（ Ch_1s ）断层或不整合接触。

新太古代片麻杂岩（ Ar_3gn ）

呈北东向带状展布，岩石类型包括角闪斜长片麻岩、黑云斜长混合片麻岩、二长片麻岩、黑云角闪片麻岩等，原岩类型为奥长花岗岩、英云闪长岩、二长花岗岩和花岗岩闪长岩等。侵入岩体普遍发生强烈的变质变形，原岩结构构造发生改变。

□角闪斜长片麻岩：灰-灰绿色，粒状变晶结构，片麻状构造，主要矿物成分为斜长石、角闪石和石英及少量黑云母、透辉石、紫苏辉石等矿物，以及磷灰石、榍石、锆石等副矿物。斜长石：半自行板状，表面常因高岭土化而呈褐灰色，聚片双晶发育，含量约***；角闪石：多为蓝绿色或黄绿色，多色性明显，呈长柱状，具一组完全解理，含量约***；石英：他形粒状，含量约***。

□黑云斜长混合片麻岩：岩石呈灰黑色，中粒鳞片粒状变晶结构，片麻状构造，含长英质脉体贯入。主要矿物为斜长石、黑云母、石英，次为钾长石，副矿物见锆石、磷灰石。斜长石聚片双晶发育，黑云母定向排列，长英质脉体呈条带、眼球状分布，混合岩化特征明显，风化面呈灰褐色。

□黑云角闪片麻岩：岩石呈灰黑色，中粒鳞片柱状粒状变晶结构，片麻状构造。主要矿物为斜长石、角闪石、黑云母、石英；斜长石聚片双晶发育，角闪石长柱状定向排列，黑云母鳞片定向分布，深浅矿物相间构成片麻理。风化面灰褐色，沿片麻理易碎裂，坚硬致密。

五、区域地壳稳定性

根据《中国地震参数区划图》（GB18306-2015），本区地震动峰值加速度为***，反应谱特征周期***，区域地壳稳定性属基本稳定区。

六、水文地质

（一）矿区水文地质

本开采方案水文地质条件内容均引自《内蒙古自治区敖汉旗四十家子矿区硅石矿（冶金用石英岩）资源储量核实报告》（赤自储评备字〔2026〕

9号)。

(1) 概况

矿床水文地质条件主要受地形地貌、地质构造、岩性、气候及水文等多种因素控制。矿区位于老虎山河水文地质单元的补给、径流区。大气降水为区内地下水的主要补给来源。矿体分布于区内山顶及山坡地势较高地带，虽部分矿体位于当地最低侵蚀基准面以下，但所处地形有利于自然排水，地表汇水面积较小，径流排泄通畅。受区域变质作用及周边断裂构造影响，矿区内层间裂隙破碎带较发育，为地下水的赋存和运移提供了有利的空间和通道。基岩出露区地表风化强烈，坡麓沟谷低洼地带第四系覆盖，有利于大气降水的入渗补给，附近沟谷底部间歇性小溪流在雨季和冰雪融化期水流量相对较大，每年12月份至次年1月有短暂的结冰期。

矿区内矿体属于沉积变质型石英岩矿床，呈层状产出，由钻孔工程控制，其中1号矿体分布整个矿区，赋矿标高***，矿体埋深***。2号矿体规模相对较小，分布在矿区北东部，赋存于1号矿体深部，为隐伏矿体，赋矿标高***，矿体埋深***。矿体围岩为石英砂岩及安山质角砾凝灰岩，矿区目前处于基建设计阶段，未从事采矿生产工作，未形成露天采场（坑）。

(2) 岩（矿）层的富水性

根据地下水的含水介质、埋藏条件及水力性质，将矿区内含水层划分为第四系松散岩类孔隙透水不含水层和基岩裂隙含水层二类。

1) 松散岩类孔隙透水不含水层

主要分布于在矿区北部及东南部坡麓低洼地段，岩性为残积、坡洪积砂砾碎石、含砾粗砂、含砾粉土等，钻孔揭露第四系厚度***，砂砾碎石粒度大小不等，粒径一般1~50mm，最大100mm，分选磨圆差，多为棱角状、次棱角状，砾石成分主要为石英岩，该层结构松散，渗透性好，因此该层透水不含水，接受大气降水的补给，为下部含水层的渗透补给区。

2) 基岩裂隙含水层

在矿区范围内分布广泛，含水层岩性主要为石英岩和石英砂岩，地下水主要赋存于区内基岩风化裂隙和层间裂隙破碎带中，是矿床的主要充水含水层，其富水性的强弱、埋藏深度均受大气降水、风化、构造裂隙的发育程度、规模等控制。

根据工程揭露，基岩表层风化强烈，裂隙发育，据统计风化壳发育厚度***，其中强风化带厚度***不等，根据***号钻孔抽水试验孔水位埋深***，水位标高***，，由此可见，在分水岭附近及高位山坡，风化裂隙带透水不含水，而在地形相对平缓或低洼的山坡坡麓地带，风化裂隙含水，水位埋深相对较浅，风化裂隙含水层为一近似层状分布的裂隙潜水含水层，厚度***不等，枯水期含水层厚度变小或透水不含水，受季节变化影响明显。

受区域变质作用及周边断裂构造影响，矿区内层间裂隙破碎带较发育，为地下水的赋存和运移提供了有利的空间和通道。层间裂隙破碎带受大气降水或风化裂隙水的补给形成构造裂隙含水带，是矿床充水的主要来源，其富水性的强弱、埋藏深度均受大气降水、构造裂隙的发育程度、规模等控制。根据各钻孔水文、工程地质编录资料综合分析，风化壳下部层间裂隙发育不均匀，构造裂隙密集带、构造破碎带纵向分布分散，横向连续性差，延展有限，带内及两侧裂隙相对发育，黄褐色水侵蚀迹象明显，含水层呈不连续的狭长带状和透镜状，揭露厚度***不等，岩性为石英岩和石英砂岩。经钻孔抽水试验，水位***次降深***的涌水量分别为***，换算单位涌水量***，含水层的富水性弱，水化学类型为 $\text{HCO}_3 \sim \text{Ca}$ 或 $\text{HCO}_3 \sim \text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型，矿化度 $0.411 \sim 0.542\text{g/L}$ 。

（3）地下水动态特征及其补给、径流、排泄

1) 地下水动态特征

地下水动态观测选取矿区南部民井 J1 作为地下水动态观测点，该井井深***，揭露基岩裂隙含水层。地下水动态观测时间为 2025 年 1 月～2025 年 12 月，观测时间 12 个月，观测期包括丰水期、平水期和枯水期，区内

地下水位呈波浪起伏趋势，主要受大气降水和农业用水集中开采的影响，一般在 8 月达到高峰，最高水位出现于 8 月 18 日，水位标高***，最低水位出现于 4 月 21 日，水位标高***，观测期间水位变幅***。

2) 地下水补给、径流、排泄条件

地下水主要接受大气降水入渗补给，区内降雨多集中在 6~8 月份，水位最高值一般出现在集中降水过后 1 个月左右，滞后时间主要与地层岩性、厚度、所处地貌部位及构造裂隙发育程度有关。由于大气降水的逐渐减弱，8 月下旬以后水位逐渐下降，这种趋势一直延续到次年 4 月，综上所述，地下水动态受大气降水的季节性、周期性变化规律控制，每年 6~8 三个月集中接受补给，水位上升，枯水期消耗水位，缓慢下降，具有集中补给长年消耗，周而复始的特点。本区地下水成因类型为降水入渗型。

由此可见，大气降水是矿床地下水的主要补给来源，区内风化、构造裂隙发育，降水通过基岩风化裂隙或断裂构造破碎带渗入补给地下水；第四系覆盖区，降水通过孔隙渗入补给地下水。

基岩风化裂隙带充填少，连通性好，为地下水径流提供了通道。从坡脊到山前坡麓地带为迳流区，在迳流地段，大气降水多以表流形式排泄，渗入部分在重力作用下，沿风化裂隙和坡降方向径流，其中一部分进入层间构造裂隙破碎带，其余部分汇集到山间沟谷洼地第四系松散层，该层结构松散，孔隙发育，透水性好，有利于地下水径流。地下水径流方向与地形的坡降方向基本一致，最终排出区外。

区内风化带裂隙水除以地下径流或蒸发排泄外，部分补给构造裂隙水，构造裂隙水以地下径流或人工开采方式排泄到矿区以外。

(4) 矿床充水因素分析

1) 充水水源及方式

①大气降水

大气降水是区内地下水的主要补给来源，矿体为厚层状硅石矿，呈水平

或缓倾斜全区分布，矿体埋深***，未来开采方式为露天开采，大气降水可直接落入和汇入露天采坑，因此矿床充水直接受到大气降水的影响，大气降水为矿床主要充水水源。

②基岩裂隙水

基岩裂隙水在矿区范围内分布广泛，主要赋存于基岩风化裂隙、层间裂隙或构造破碎带中，与矿体直接接触，地下水直接进入矿坑，风化带裂隙含水层与构造裂隙含水层为矿床的直接充水含水层。

③地表水

矿床附近沟谷底部存在间歇性小溪流，枯水期水流宽***，水深***，径流量一般 50~80L/s，洪水期最大洪峰量 3.0~5.0m³/s，最高洪水位标高***。雨季和冰雪融化期水流量相对较大，每年 12 月份至次年 1 月有短暂的结冰期。根据矿体分布特征，219 勘查线以北矿体分布于山顶或山坡地势较高地带，地表汇水面积小，径流排泄通畅，受雨季地表洪水的影响微弱，而 219 勘查线以南矿体分布于北西向山间沟谷及两侧地势低洼地带，该沟谷上游汇水面积较大，有利于大气降水的汇集，形成的地表径流及水体对矿床开采可能造成一定程度影响，因此须重视强降雨对矿坑充水的影响，未来开采时要切实有效地完善矿床附近相关排洪引水设施，避免洪水给开发矿床造成水患。

2) 充水通道

矿床未来开采方式为露天开采，大气降水的直接落入以及形成地表径流汇入矿坑为主要形式，其次基岩裂隙水可通过风化裂隙、层间裂隙或构造破碎带直接涌入矿坑。

3) 充水强度

矿床部分位于静止水位以下，静止水位以上矿床的充水强度受大气降水的直接影响，在雨季或暴雨时段，大气降水可直接落入或汇入矿坑，导致矿坑形成积水，对矿床开采产生一定程度的影响。静止水位以下矿床开采

过程中，矿床的充水强度受大气降水和基岩裂隙水的直接影响，除大气降水可直接导致矿坑积水外，基岩裂隙水直接涌入矿坑亦可形成积水，由于基岩裂隙含水层(带)的富水性弱，导水性差，基岩裂隙水对矿床开采的影响程度不大。

(5) 主要水文地质问题

由于大气降水直接落入露天采坑和形成地表径流直接汇入为该矿的主要充水水源，特别是大暴雨时段可在矿坑形成积水，给矿床开采造成重大安全隐患，因此生产过程中对雨季洪水应引起高度重视，时刻加强对洪水的监测，完善周边防洪设施，以防多年不遇洪水灌入采坑影响采矿工作。为防止雨季洪水进入坑内，最大限度地减少矿床地表汇水面积，建议在露天采场及工程建设单元上游设置截水坝或引水沟，使雨季时地表水向外排放，以防暴雨冲刷或洪水灌入造成不必要的损失。

地下水通过开采裂隙、构造破碎带进入矿坑，矿山在开采过程中应加强各出水点、段的跟踪监测，注意涌水量变化，维护并完善坑内排水系统，确保矿山安全生产。

(6) 水文地质勘查类型

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)划分标准，该矿床以基岩裂隙含水层充水为主，基岩裂隙含水层为矿床直接充水含水层，矿床为直接充水矿床。矿体部分位于当地侵蚀基准面以下，但附近无地表水体，所处地形有利于自然排水，矿床充水含水层的补给条件差，水文地质边界条件简单，充水含水层的富水性弱，导水性差，无老空水分布，矿坑疏干排水不会产生地面塌陷及沉降，据此确定该矿床水文地质勘查类型为第二类第一型，即以裂隙含水层充水为主，水文地质条件简单型矿床。

(二) 矿坑涌水量预测计算

根据矿体赋存特征、水文地质条件及开采方式，部分矿床位于地下水位以下，矿坑涌水量（ Q ）主要考虑大气降水的落入量（ Q_1 ）、汇入量（ Q_2 ）及基岩裂隙水的充水量（ Q_3 ），即 $Q=Q_1+Q_2+Q_3$ 。

大气降水落入量（ Q_1 ）及汇入量（ Q_2 ）预测

F_0 —采坑周边汇水面积（ m^2 ）

ϕ —地表水径流系数。

（2）参数的计算与选取

①露天采坑面积 F

根据矿体分布范围，确定露天采坑面积为***。

②露天采坑汇水面积 F_0

以露天采坑周围分水岭为界圈定其汇水范围，其圈定的范围面积减去采坑平面面积即为 F_0 ，经圈定计算露天采坑汇水面积为***。

③地表水径流系数 ϕ

考虑到大气降水的入渗、地表的黏滞作用等因素，在矿坑流域汇水面积内，大气降水不可能全部转化为地表径流。结合本区地表岩性实际情况，本次选取 0.5 作为正常降水日地表水径流系数；最大降水日选取 0.7 作为地表水径流系数。

④矿坑日均有效降水量与日最大降水量

据本区近年气象资料，年平均降水量 367.90mm，年内降水多集中于 6-8 月份，占全年降水量的 70%，则雨季日均降水量为 2.86mm，日最大降水量为 87.10mm。

（3）计算结果

通过上述的公式及所确定的各项参数，对潜水位标高以上矿坑涌水量进行估算，计算结果见表 2-5。

表 2-5 潜水位标高以上矿坑涌水量预测计算结果表

经估算，潜水位标高以上矿坑正常涌水量为***，最大涌水量为***，上述矿坑涌水量计算因未考虑降水频率、矿区排洪沟、挡水墙及其它防排洪工程措施等因素，导致计算结果可能偏大。未来矿山实际生产建设过程中，建议矿业权人结合相关规范和实际情况，对上述矿坑涌水量计算进行合理修正。

(4) 基岩裂隙水充水量 (Q_3) 预测

在充分利用钻孔抽水试验综合成果基础上，依据《矿坑涌水量预测计算规程》(DZ/T0342-2020)，采用潜水完整井“大井法”和比拟法预测区内矿体开采至最低赋存标高时基岩裂隙水的正常和最大充水量。“大井法”计算得出矿坑正常和最大涌水量，详见表 2-6。

表 2-6 基岩裂隙水充水量预测计算结果表

比拟法，计算得出矿坑正常和最大涌水量，详见表 2-7。

表 2-7 矿坑涌水量计算结果表

(5) 储量估算最低标高矿坑涌水量预测

前述可知，矿坑涌水量 (Q) 主要考虑大气降水的落入量 (Q_1)、汇入量 (Q_2) 及基岩裂隙水的充水量 (Q_3)，即 $Q=Q_1+Q_2+Q_3$ ，因此将各计算结果分别代入公式中，计算得出矿坑正常和最大涌水量。

表 2-8 储量估算最低标高矿坑涌水量预测计算结果表

综合上述，潜水位标高以上矿坑正常涌水量为***，最大涌水量为***，采用“大井法”预测矿体开采至最低赋存标高的矿坑正常涌水量为***，最大涌水量为***。采用比拟法预测矿体开采至最低赋存标高的矿坑正常涌水量为***，最大涌水量为***。

本次矿坑涌水量预测是在详细查明矿床水文地质条件基础上，充分利用近年气象资料、钻孔水文地质编录及抽水试验成果资料为依据，并结合附近露天开采矿山实际情况，基岩裂隙水的充水量分别采用“大井法”和比拟法计算，由于“大井法”预测结果是矿山在短期内便开采至预测标高的矿坑涌水量，而实际矿床开采是由浅至深逐渐形成，浅部地下水会被逐渐疏干，其次由于该方法将区内基岩裂隙含水层进行概化，且水文参数测定存在一定误差，故预测结果偏大，该结果代表着矿坑理论上的最大可能涌水量。而“比拟法”是建立在附近相似矿床基础上，地理位置相近，开采方式相同，水文地质条件相似，只是矿坑开拓面积和标高有所差异，故可比性强，参数代表性好，采用“比拟法”预测的矿坑涌水量准确性较高，建议做为矿山开采设计的依据。

（三）工程地质

本开采方案工程地质条件内容均引自《内蒙古自治区敖汉旗四十家子矿区硅石矿（冶金用石英岩）资源储量核实报告》（赤自储评备字〔2026〕9号）。

（1）工程地质岩组特征

根据岩（土）体的岩性、结构、节理裂隙发育特征及岩石物理力学性质等，将矿区岩（土）体划分为如下五类工程地质岩组。

1) 层状岩类坚硬～较坚硬岩组

在矿区内广泛分布，岩性主要为石英岩、石英砂岩，局部安山质角砾凝灰岩，构成区内矿体及其顶底板围岩，饱和抗压强度为***，以坚硬～较坚硬岩为主，岩石结构致密坚硬，锤击声清脆，锤击回弹，不易开裂，局部地段受构造应力影响，呈裂隙块状结构或碎裂结构，力学性质有所降低。该岩组结构类型以层状结构为主，力学性质总体良好，据钻孔工程地质编

录，该段岩石裂隙发育程度总体较弱，裂隙密度一般***，裂隙微张-闭合，局部相对发育地段裂隙密度***，宽度 1.0~3.0mm，多数呈张开或半充填，钻孔岩芯主要呈长柱状、短柱状，局部块状，采取率 100%，岩石质量指标(RQD)***，平均***，该岩体总体完整~较完整，构成露天采坑边坡或矿体顶底板围岩的稳定性总体较好。

2) 块状岩类坚硬岩组

广泛分布于矿区深部，岩性为二长花岗岩，地表未见出露。根据钻孔揭露，该岩组埋藏深度***不等，为矿体底板围岩，岩石结构致密坚硬，锤击声清脆，锤击回弹，不易开裂，属坚硬岩。该岩组结构类型为块状结构，力学性质良好，据钻孔工程地质编录，该段岩石裂隙发育程度弱，裂隙密度***，呈闭合，钻孔岩芯主要呈长柱状、短柱状，采取率 100%，岩石质量指标(RQD)***，岩体完整~较完整，构成露天采坑边坡或矿体底板围岩的稳定性良好。

3) 风化裂隙带软~较坚硬岩组

分布于区内岩体顶部的风化带内，据统计风化带发育厚度***，其中强风化带内岩石风化强烈，多数成残坡积砂砾碎石，发育厚度***，风化裂隙极发育，多数为张性裂隙，裂隙宽 0.5~5mm，岩石结构完全遭受破坏，褐铁矿化等风化蚀变强烈，岩芯主要呈碎块、碎屑状，RQD 值***不等，该层属软弱岩层，稳固性差，工程地质条件差。岩体的弱风化带发育厚度***不等，结构类型以碎裂状结构为主，岩石属较坚硬岩类，锤击声较清脆，有轻微回弹，较难击碎，带内岩石风化强度较弱，裂隙密度一般***，以张性、张扭性为主，钻孔岩芯主要呈块状、柱状，风化蚀变以弱褐铁矿化为主，岩石质量指标(RQD)值一般大于***。该岩组构成露天采坑边坡的稳定性差，揭露后需根据实际情况进行剥离或削坡处理。

4) 层间构造裂隙破碎带较软岩组

主要分布在岩体层间破碎带及裂隙密集带影响范围内，节理裂隙发育，

岩石破碎，稳定性差，是影响矿床工程地质条件的主要不利因素。根据钻孔揭露，构造破碎带或裂隙密集带发育不均匀，纵向分布分散，横向连续性差，揭露厚度一般***，最大***，带内岩石以石英岩或石英砂岩为主，构造角砾岩少见，岩体完整性差，结构相对疏松，裂隙呈张开，多钙质充填，在地下水的渗透作用下，岩石易软化，强度降低，岩石饱和抗压强度为***，属较软岩，钻孔岩芯以碎块状、碎屑状为主，岩石质量指标(RQD)值一般小于***。该层岩石力学强度低，结构疏松，见水易形成软化层，形成临空后易坍塌滑动，作为坑壁难于直立，构成边坡的稳固性差，工程地质条件差，矿坑揭露上述地段均需及时进行削坡或剥离加固处理。

5) 第四系松散岩土组

分布于矿区北部及东南部坡麓低洼地段，岩性为残积、坡洪积砂砾碎石、含砾粗砂、含砾粉土等，沉积厚度***，砂砾碎石呈散体结构，粒度大小不等，粒径一般 1-50mm，呈棱角状、次棱角状，分选磨圆差，渗透性较好，结构较密实，承载力特征值***，粉土呈松散-半固结状态，质地疏松，具大孔隙，柱状节理发育，渗透性较好，承载力特征值***，该岩组工程地质条件差，稳定性差，矿坑揭露该层需及时进行削坡处理或剥离。

(2) 矿体围岩力学性质

为查明矿体及其顶底板围岩的物理力学性质，评价矿床工程地质条件提供物理力学等参数，在钻孔岩芯及地表采取物理力学测试样共计 18 组(其中利用以往 6 组，本次核实 12 组)，进行了物理力学性质试验，力学测试结果显示：

石英岩饱和抗压强度为***，软化系数平均为***，抗拉强度***，内摩擦角***，粘聚力为***，岩石属坚硬~较坚硬岩类，以整体厚层状为主，力学性质较好，其中构造破碎带内岩石饱和抗压强度为***，软化系数平均为***，抗拉强度***，内摩擦角***，粘聚力为***，岩石属较软岩类，以层状为主，力学性质一般。

石英砂岩饱和抗压强度为***，软化系数平均为***，抗拉强度***，内摩擦角***，粘聚力为***，岩石属坚硬～较坚硬岩类，以整体厚层状为主，力学性质较好，其中构造破碎带内岩石饱和抗压强度为***，软化系数***，抗拉强度***，内摩擦角***，粘聚力为***，岩石属较软岩类，以层状为主，力学性质一般。

凝灰岩饱和抗压强度为***，软化系数平均为***，抗拉强度***，内摩擦角***，粘聚力为***，岩石属坚硬岩类，以整体块状为主，力学性质较好。

（3）岩体质量

通过岩体质量系数法(Z)和岩体质量指标法(M)二种方法评价，区内各岩石岩体结构类型为厚层状结构，其中石英岩完整性差～完整，岩体质量等级特好，岩体分类为Ⅰ～Ⅱ类，岩体质量优良。石英砂岩完整性差～完整，岩体质量等级一般～特好，岩体分类为Ⅱ～Ⅲ类，岩体质量良～中等，凝灰岩中等完整～完整，岩体质量等级特好，岩体分类为Ⅱ类，岩体质量良。

（4）矿区工程地质条件及评价

区内查明矿体为厚层状石英岩矿，呈水平或缓倾斜全区分布，矿体埋深***，未来开采方式为露天开采。中元古界长城系下统书记沟组为矿区内主体地层，白垩系下统义县组及第四系主要分布于区内东南部及北部地势低洼地带，岩性主要为石英岩、石英砂岩和凝灰岩，构成区内矿体及其顶底板围岩，未来露天采坑边坡以岩质边坡为主。通过工程揭露、钻孔工程地质编录及岩石物理力学试验成果可知，岩石以坚硬岩为主，结构类型为厚层状结构，力学性质较好，钻孔岩芯多呈长柱状、短柱状，局部块状，岩体质量等级一般～特好，岩体质量中等～优良，岩体总体完整～较完整，构成未来露天采坑边坡的稳定性总体较好，而分布于岩体中的层间破碎带

及裂隙密集带内岩石节理裂隙发育，岩石破碎，是影响矿床工程地质条件的主要不利因素，根据钻孔揭露，构造破碎带或裂隙密集带发育不均匀，分布无规律，纵向分布分散，横向连续性差，据统计揭露厚度一般***，最大***，带内岩石大多数胶结不好，结构相对疏松，该地段岩体构成采坑边坡的稳定性差，工程地质条件差。其次，由于区内地层总体倾向***，倾角***，未来露天采坑西北部边坡倾向与岩层倾向相同，属于顺向坡，对边坡稳定性是不利的，东南部边坡倾向与岩层倾向相反，属于逆向坡，对边坡稳定性是有利的。未来开拓过程中可采用放缓台阶坡面角的方法达到提高边坡稳定性的需求，对坑内破碎区域进行锚-喷-网等坡面防护，可有效控制局部台阶的稳定性，并建立边坡位移变形监测点，对受构造或采动影响地段加强变形情况监测，以保障生产车辆及人员的安全。

（5）主要工程地质问题

由于岩石结构构造和矿物成分的差异，造成各类岩石抗风化能力的不同，本区广泛出露的石英岩、石英砂岩结构致密、坚硬，抗风化破坏能力较强，东南部出露的安山质角砾凝灰岩次之，风化带垂直分为强风化带和弱风化带，强风化带发育厚度***，弱风化带发育厚度***，风化裂隙随风化深度而减少，最后以构造裂隙和原生裂隙为主。

本方案设计矿山为露天开采，开采台阶高度***，最终两个台阶进行并段，并段后台阶高度***，台阶坡面角***，最终帮坡角***，为防止发生局部崩塌及滑坡等地质灾害，设计强风化层开采台阶坡面角不应大于***，设计的开采台阶参数可保证露天边坡的稳定性。

矿床赋存地段顶部岩石风化裂隙发育，北部及东南部地势低洼地带第四系松散层覆盖，浅部采坑边坡的稳定性受其影响较大，开拓开采过程中需及时进行剥离或削坡处理。随着深度增加岩石渐趋稳定，岩体完整-较完

整，构成露天采坑边坡的稳定性总体较好，但由于局部层间构造裂隙破碎带发育，岩石结构疏松，力学性质降低，在一定程度上破坏了矿体及围岩的稳定性，安全性降低，易坍塌片帮落石，给采矿工程带来一定影响，因此未来开采要严格按照开采设计施工，同时加强围岩稳定性监测及防护，避免各类不良事故的发生，确保安全生产。

（6）工程地质勘探类型

综上所述，矿区地形地貌条件简单，地质构造发育，矿体及顶底板围岩以层状岩类为主，岩石属坚硬～较坚硬岩类，力学性质总体较好。风化带内岩石破碎，岩体质量较差，稳固性差，原生带局部地段构造裂隙发育，岩石破碎蚀变强烈，结构疏松，岩石质量差，遇水力学性质降低，构成采场边坡的稳定性差，局部地段易发生不良工程地质问题。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)划分标准，确定该矿床的工程地质勘查类型为第四类中等型，即以层状岩类为主，工程地质条件中等型矿床。

（四）矿体特征

矿区范围内共圈定 4 条硅石矿体，编号为 1、2、1-1、2-1 号矿体，矿体赋存于上中元古界长城系下统书记沟组地层石英岩中，受地层层位控制，呈层状产出，矿体的走向为北东向，倾向西或北西，倾角***，呈层状产出，矿体围岩为石英砂岩及安山质角砾凝灰岩，矿体与石英砂岩界线不清晰，与安山质角砾凝灰岩界线清晰，矿区南部钻孔中可见流纹斑岩脉侵入石英岩地层。矿体自上而下特征如下：

1 号矿体

1 号矿体分布整个矿区，赋存在***号勘查线两侧，矿体总体走向***，倾向 SE，倾角***。局部矿体因底部花岗岩向上隆起，矿体反倾，总体由***条样线和 59 个钻孔控制矿体延深、延长、厚度及品位变化情况。

地表由***条样线控制，控制矿体最大长度***，控制厚度***，平均厚度***。品位 SiO_2 ：***，平均***； Fe_2O_3 ：***，平均***； Al_2O_3 ：***，平均***； CaO ：***，平均***。

深部由***个钻孔控制，***个见矿钻孔，控制最大长度***，矿体厚***，平均厚度***。品位 SiO_2 ：***，平均***。 Fe_2O_3 ：***，平均***； Al_2O_3 ：***，平均***； CaO ：***，平均***。其中 ZK200-6 见矿厚度最厚，为***，品位 SiO_2 ：***， Fe_2O_3 ：***， Al_2O_3 ：***， CaO ：***，ZK207-1 见矿厚度最薄，为***，品位 SiO_2 ：***， Fe_2O_3 ：***， Al_2O_3 ：***， CaO ：***。

1 号矿体连续控制矿体长度***，控制最大斜深***，矿体埋深***，厚度***，平均厚度***，厚度变化系数***，矿体厚度稳定程度属较稳定型；厚度沿走向上自 204 线至 233 线逐渐变小，局部有膨大缩小现象，沿倾向上向深部有变薄趋势；矿体品位 SiO_2 ：***，平均***； Fe_2O_3 ：***，平均：***； Al_2O_3 ：***，平均：***； CaO ：***，平均：***；根据单样统计品位变化系数分别为 SiO_2 ***、 Fe_2O_3 ***、 Al_2O_3 ***、 CaO ***；矿石质量稳定程度属稳定型，矿石品位沿走向无明显变化规律，沿倾向上，总体地表的矿石质量稍好于深部，但是整体变化不大。赋矿标高为***。

2 号矿体

2 号矿体分布在矿区北东部，赋存在***号勘查线两侧，为深部隐伏矿体，矿体总体走向***，倾向 SE，倾角***。由***个钻孔控制矿体延深、延长、厚度及品位变化情况。

深部由 32 个钻孔控制，均为见矿孔，控制长度***，矿体厚***，平均厚度***。品位 SiO_2 ：***，平均***。 Fe_2O_3 ：***，平均***； Al_2O_3 ：***，平均***； CaO ：***，平均***。其中 ZK201-3 见矿厚度最厚，为***，品位 SiO_2 ：***， Fe_2O_3 ：***， Al_2O_3 ：***， CaO ：***，ZK202-1 见矿厚度最薄，为***，品位 SiO_2 ：***， Fe_2O_3 ：***， Al_2O_3 ：***， CaO ：***。

2 号矿体连续控制矿体长度***, 控制最大斜深***, 矿体埋深***, 厚度***, 平均厚度***, 厚度变化系数***, 矿体厚度稳定程度属较稳定型; 厚度沿走向上变化不大, 沿倾向上向深部有变薄趋势; 矿体平均品位 SiO_2 : ***, 平均***。 Fe_2O_3 : ***, 平均***; Al_2O_3 : ***, 平均***; CaO : ***, 平均***。根据单样统计品位变化系数分别为 SiO_2 ***, Fe_2O_3 ***, Al_2O_3 ***, CaO ***; 矿石质量稳定程度属稳定型, 矿石品位沿走向无明显变化规律, 整体变化不大。矿体内夹石较多, 均为灰白或浅肉红色石英砂岩, 夹石界线不清晰。

矿体特征详见表 2-9。

表 2-9 敖汉旗四十家子硅石矿矿区矿体特征一览表

(五) 矿石特征

(1) 矿石类型和品级

1) 自然类型: 矿石自然类型根据其颜色、结构构造划分为灰白色块状石英岩、浅肉红色块状石英岩。

2) 矿石工业类型: 本区硅石矿矿石工业类型为冶金熔剂用硅质原料。

3) 矿石品级

按照现行规范, 冶金熔剂用硅质原料未分品级。

(2) 矿物组成与结构构造

1) 矿石物质组成

矿石成分相对简单, 主要为石英, 含量在***之间变化, 为他形粒状, 无色正低突起, 粒度在 $0.1\sim 5\text{mm}$ 之间大小不等, 呈颗粒状及晶质集合体存在, 局部见石英呈长透镜状定向分布。脉石矿物成分主要为钾长石、白云母、辉石、磁铁矿等, 为他形粒状, 粒径一般为 $0.1\sim 1.5\text{mm}$, 局部集中呈条带状与石英集合体相间分布。

矿石矿物为石英岩，灰白色、浅肉红色，油脂光泽，无解理，贝壳状断口。

脉石矿物有绢云母、锆石、磷灰石以及铁矿物等，含量小于***。

矿石由沉积变质形成，胶结物较少，矿石矿物镶嵌紧密，矿石质地坚硬，耐剥蚀、抗风化。

2) 矿石结构、构造

矿石结构：主要为粒状结构，受动力变质作用影响，局部为粒状变晶结构、碎裂结构。

矿石构造：主要为致密块状构造，局部可见条带状构造。

(3) 化学成分

通过光谱半定量分析、基本分析、矿石化学全分析和组合样品分析，矿体中主要有用元素为 SiO_2 ，其品位达到工业品位指标要求，矿床 SiO_2 品位***，平均***，变化系数***，其它元素均达不到伴生指标要求，目前技术经济条件下无工业意义。有害元素 Fe_2O_3 含量***，平均***； Al_2O_3 含量***，平均***； CaO 含量***，平均***，远远低于有害元素指标。

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

本矿山土地利用现状以敖汉旗自然资源局提供的矿区土地利用现状图数据（敖汉旗 2024 年度国土变更调查数据）为基础，利用 ARCGIS 软件对矿区涉及地类面积状况进行统计。本方案项目区面积为***，其中矿区范围内面积***，矿区范围外面积***。地类为旱地***、乔木林地***、灌木林地***、其他林地***、天然牧草地***、其他草地***、农村宅基地***、公

路用地***、农村道路***、河流水面***、裸岩石砾地***用现状统计见表 2-10。

表 2-10 矿区土地利用现状表

二、矿区土地权属情况

根据敖汉旗自然资源局提供的全国第三次土地利用现状调查资料及调查走访，区内涉及土地权属性质为集体，涉及权属单位有赤峰市敖汉旗四家子镇扣河子村委会和赤峰市敖汉旗四家子镇林家地村委会所有。权属明确，界线明显，不存在争议。目前土地权属边界清晰，无任何权属纠纷。矿区土地土地权属见表 2-11

表 2-11 矿区土地土地权属表

三、矿区耕地分布情况

结合矿区范围及土地利用现状，确定矿区范围内涉及耕地***，占矿区面积的***，土地利用类型全部为旱地，经实地调查，旱地分布于矿区北部、南部及西南部，主要为周边村落口粮田及经济作物种植区。

根据 2026 年 4 月 20 日敖汉旗自然资源局出具的《关于赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿开采方案矿区范围核查意见的函》可知：

1) 申请范围涉及永久基本农田***公顷，该矿山开采方式为露天开采。根据《自然资源部办公厅关于严肃开展耕地和永久基本农田划定成果核实处置工作的通知》（自然资办发[2023]25 号)要求，矿区涉及的永久性基本农田已调出。由于坐标精度转换误差的原因，致使在电子政务审批系统“一张图”中显示与永久基本农田重叠***公顷，我局监督矿山企业在开采过程中对永久性基本农田进行保护，不得占用和破坏永久性基本农田。矿区与城镇开发边界线不重叠。矿区内不涉及生态保护红线。

由于表土堆放场涉及基本农田，为了对永久性基本农田进行保护，对拟建表土场进行缩面积避让基本农田。

四、矿区采矿用地申请批准情况

四十家子硅石矿已完成用地前期踏勘、权属核查、土地利用现状摸排等筹备工作。本次拟申请用地总面积为***公顷，用地范围内土地类别清晰，主要涉及旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、天然牧草地、农村道路。截至目前，采矿用地报批相关材料尚未完成组卷报送，后续将尽快完善用地申请、权属确认等全套报批资料，按程序上报至自然资源主管部门审批，待依法取得用地批复、完善用地手续后，再依规开展采矿相关建设及生产活动，全程严守土地管理相关法律法规，杜绝违规占地、未批先建行为。

表 2-12 四十家子硅石矿矿区拟征地范围拐点坐标表

图 2-4 矿山拟申请用地范围

第五节 矿区生态状况

一、生态功能定位

1、矿区在全国生态功能区划中的定位

根据 2015 年 11 月环境保护部和中国科学院共同编制完成的《全国生态功能区划》，矿区位于全国生态功能区划中的“西辽河源水源涵养功能区”。

该功能区位于辽河上游的老哈河和西拉木伦河下游，包含 1 个功能区：辽河源水源涵养功能区，行政区主要涉及内蒙古自治区的赤峰、辽宁省的朝阳、葫芦岛以及河北省的承德市，面积为***。该区植被类型主要为暖温带落叶阔叶林，以油松为代表，多以白桦、杨树、油松和栎的不同组合形

成的呈片状形式分布，具有重要的涵养水源功能；其次在保持土壤和保护生物多样性方面也有重要作用。

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

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

2、矿区在内蒙古自治区生态功能区划中的定位

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

3、矿区在赤峰市生态环境功能区划中的定位

根据《赤峰市生态环境功能区划报告》，敖汉旗地处科尔沁沙地南缘，属于 科尔沁防风固沙生态功能区，是我国北方防沙带的重要组成部分，承担着阻挡科尔沁沙地南侵、保障辽西及华北地区生态安全的核心功能，同时兼具西辽河流域水土保持、生物多样性保护的重要作用。

4、矿区在赤峰市国土空间生态修复规划中的要求

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》，全市划分 9 个生态修复整治区，矿区所在区域的定位为：燕山东部山地水土流失保护修复区，该重点区位于燕山东部山地水土流失保护修复区南部，涉及国家级自然保护区 1 个，为内蒙古大黑山国家级自然保护区。

发展方向要求：生态修复以提升水源涵养、土壤保持、生物多样性等生态系统服务功能为主要生态保育修复目标，以自然恢复为主、辅助修复为辅的修复策略。主要任务和修复策略为:加强天然林保护和实施退化林分改造修复，推进重点区域绿化项目;保护教来河上游水源地，减少地下水开采;固阻结合减缓风蚀沙化。

5、矿区在敖汉旗国土空间生态修复规划中的定位

在《敖汉旗国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中的生态定位是——燕山东部山地水土流失保护修复区的重要组成部分，以大黑山水源涵养与生物多样性保护、矿山生态环境修复、水土保持为核心任务的综合生态修复区域。

二、生态本底状况

1、生态系统类型

本次采用遥感解译和现场调查相结合的方法，对矿区的***的生态系统类型进行调查和分析。生态系统分类采用《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166-2021)中的二级分类系统。结果表明，矿区生态系统主要有森林生态系统-针叶林-阔叶林、灌丛生态系统-阔叶灌丛、草地生态系统-草甸、农田生态系统-耕地、城镇生态系统-居住地及工矿交通。具体分布见下表 2.5.2-1。

矿区北侧***处为大黑山自然保护区，经敖汉旗自然资源局及相关部门查询：矿区四周***范围内不在保护区内、不在生态保护红线范围内，矿山开采活动对保护区无影响。

表 2-13 矿区及周边生态系统类型

2、植被现状

矿区其自然环境具有典型的北温带大陆性季风气候。植物区域为内蒙古植物区系划分图中欧亚草原植物区-黄土高原草原植物省-辽西黄土丘陵州。在内蒙古植被地带划分图中属于暖温带草原带-森林草原亚带。

在该区内发育了良好的森林生态系统，生态功能较强，其中乔木主要为杨树、油松、元宝槭、臭椿树种等，分布于低山和黄土丘陵，郁闭度 ≥ 0.20 。低山灌丛植被有山杏、荆条、虎榛子、绣线菊、桃叶卫矛等。

在本区生态组成中，大针茅和羊草等草原植被成为优势植物，此外，

还常见有温带亚洲植物成分，如扁蓿豆、阿尔泰狗娃花、大萼委陵菜、野黑麦、车前，其它成分还有鹅绒委陵菜、海乳草、苔草、冷蒿、蓬子菜、野豌豆、野芥菜等。

表 2-14 矿区植物名录

3、野生动物现状

(1) 野生动物组成

矿区位于赤峰市敖汉旗四家子镇，在动物地理区划上属于古北界-中亚亚界-蒙新区，矿区及周边栖息的动物资源较为稀少，特别是近些年来，随着人为干扰的不断加剧，很多物种的生境被破坏，野生动物的生存环境不容乐观。

根据现场调查及资料记载，矿区及周边野生动物的留居种类没有珍稀、濒危物种，无珍稀濒危动物栖息地与繁殖地分布。矿区主要动物名录如表 2-15。

表 2-15 矿区及周边区域常见动物名录

(2) 项目区域鸟类迁徙现状

根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划(2024-2030 年)》可知：全球有 9 条主要候鸟迁飞通道，其中 4 条经过中国，分别为东亚-澳大利西亚迁飞通道、中亚迁飞通道、西亚-东非迁飞通道以及西太平洋迁飞通道。矿区处于古北界-中亚亚界-蒙新区，为东亚-澳大利西亚迁飞通道，不涉及候鸟关键栖息地，不在鸟类主要迁徙通道上。施工及运行期间妥善采取监测、防护、保护等措施，对迁徙候鸟影响较小。

图 2-5 中国候鸟关键栖息地与迁飞通道关系示意图

三、生态多样性

矿区位于欧亚草原植物区-松辽平原草原植物省-大兴安岭南部山地州，优越山地地形生态条件的分化和植物区系成分的交汇，植被类型及其组合

较复杂，受特殊地理区位和气候条件影响，区域内生物多样性较为丰富，植被类型涵盖草原植被、灌丛植被和森林植被，动物群落则以啮齿类和鸟类为主。

调查共记录维管植物 24 种(属)，分属 16 科。其中，草本植物共计 13 种，隶属于禾本科、豆科、菊科、蔷薇科等；灌木及半灌木 7 种，包括荆条、虎榛子、绣线菊、山杏、桃叶卫矛、冷蒿、达乌里胡枝子；乔木 4 种，即杨树、油松、元宝槭和臭椿。

乔木树种广泛分布于低山和黄土丘陵，为矿区及周边主体植被类型，以杨树、油松、元宝槭和臭椿为主。

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

草原植被为建群种以禾本科针茅属为主，包括大针茅等，构成典型的丛生禾草草原。伴生草本植物丰富，常见有扁蓿豆、阿尔泰狗娃花、大萼委陵菜、鹅绒委陵菜、冷蒿、苔草等。此外，豆科植物如野豌豆和达乌里胡枝子分布广泛，对土壤氮素积累具有积极作用。

(一)动物多样性

动物调查涉及 2 纲、5 目 9 种。其中鸟类以雀形目为主，哺乳类以啮齿目种类占优。

鸟类共计 6 种：雀形目记录家燕、喜鹊、大嘴乌鸦、麻雀 4 种；鸡形目记录鹌鹑 1 种；鹃形目记录大杜鹃 1 中。其中喜鹊和麻雀为区域常见优势种，适应矿区及周边农田、居民点生境。

哺乳类以啮齿类为主，共计 3 种：兔形目记录蒙古兔 1 种；啮齿目记

录田鼠、岩松鼠 2 种。田鼠为伴人优势种，广泛分布于矿区及周边农耕地带；岩松鼠则偏好林地、灌丛生境。

（二）物种丰富度与优势种群

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

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

四、生态系统功能

（一）水源涵养

矿区周边是小凌河上游生态屏障，近年来通过封山育林、退化林分改造等工程，林分质量持续提升，2024 年以来完成低产林改造***亩，水土保持与水源涵养功能稳步增强。

（二）防风固沙

作为赤峰市防沙治沙关键区域，通过退耕还林还草、封山禁牧等措施，构建乔灌草一体化防风固沙屏障。林草盖度持续提升，有效锁定沙源、减轻风沙危害，保障区域生态安全。

（三）土壤保持

坚持治理与修复并重，针对历史矿山损毁区实施生态修复，累计覆土***、植树***株、种草***。工程措施显著降低土壤侵蚀强度，恢复土地生

产力，矿区生态面貌明显改善。

（四）碳储量与固碳功能

区域作为赤峰市生态固碳重要单元，敖汉旗已将森林碳汇作为生态价值转化的核心方向，依托***万亩可开发乔木林，搭建碳汇交易平台、完善计量核算体系，推动“绿水青山”向“金山银山”转化。2025 年赤峰市碳中和林项目已在敖汉旗新惠林场、三义井林场落地实施，首期造林面积超千亩，兼具生态修复与固碳增汇功能。

当地通过文冠果、沙棘、大扁杏等经济林种植，以及退化林分近自然改造，在提升植被覆盖的同时优化碳汇结构，实现固碳功能提升与林草产业增收的协同。2025 年全旗林草产业总产值达***亿元，形成了“生态修复-固碳增汇-产业赋能”的良性循环。

第六节 矿区及周边人类重大工程活动

矿区不涉及禁止勘查区域(生态保护红线、自然保护地、I 级保护林地、国际或国家重要湿地、世界自然(自然与文化)遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水水源保护区、城镇开发边界、军事禁区等)。不存在限制勘查区域(河流、湖泊、水利设施、铁路等)

矿区范围涉及永久基本农田***公顷，该矿山开采方式为露天开采。根据《自然资源部办公厅关于严肃开展耕地和永久基本农田划定成果核实处置工作的通知》(自然资办发〔2023〕25 号)要求，矿区涉及的永久性基本农田已调出。

，该矿区压覆省道线，根据交通运输局意见，开采时应避让。省道***线未在本次资源储量估算范围内。

矿区范围内有遗址***处，其中***已完成考古挖掘。其余***处遗址保护范围外延***米为建设控制地带，本开采方案按照遗址保护范围外延***米作为避让开采区域，设计的一期露天剥离范围内均不涉及遗址及其保护范围，设计的露天剥离范围符合要求。

图 2-6 矿区及周边人类重大工程活动卫片图

第七节 矿区生态修复工作情况

一、上期方案执行情况

(一) 上期方案编制情况

2016 年 11 月由中国冶金地质总局山东正元地质勘查院编制了《内蒙古自治区敖汉旗四十家子硅石矿矿山地质环境治理方案》审查文号（赤矿治字(2017)609 号）。

(二) 上期方案主要内容概述

（2017 年 1 月 1 日 - 2019 年 12 月 31 日）

1. 对前期形成的原露天采场进行回填、整平、覆土并恢复植被；
2. 对前期形成的废石场进行清运回填至原露天采场，对场地进行覆土、整平并恢复植被；
3. 对前期形成的矿区道路进行整平并恢复植被；
4. 对拟建露天采场边坡稳定性进行监测及对露天采场边坡危岩体清理。

（2020 年 1 月 1 日 - 2022 年 12 月 31 日）

1. 对拟建露天采场边坡稳定性进行监测；
2. 对拟建露天采场边坡局部存在的危岩体进行清除；

3. 对拟建露天采场外围设置网围栏。

表 2-16 矿山地质环境保护与恢复治理工程进度表

二、上期方案规划的近期治理工程完成情况

由于一直未生产，矿山对原露天采场底部进行了回填，恢复植被，对废石场进行了清运覆土种草。

三、其它治理工程完成情况

由于前期方案过期一直未编写新的土地复垦方案，矿山 2022 年度、2023 年度、2024 年度、2025 年度均自行编制了年度治理计划。所有设计治理工程都是对前期治理区(原露天采场、原废石场)进行管护补植;对现状影响区域进行土地资源和地形地貌景观监测。

2022-2024 年度计划书都进行了现场核查，敖汉旗自然资源局组织有关专家组成核查。2025 年度未进行现场核查。

照片 2-6 原露天采场现状照片

照片 2-7 废石场现状照片

四、存在问题

矿山对原露天采场进行了回填，由于没有物源没有按照要求进行全部回填，重新纳入现状评述。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

一、矿山生态调查及监测目标

对矿产资源开采造成的地质环境破坏、土地损毁和生态系统破坏(退化)等问题，依靠人工支持引导和自然恢复力，采取预防和修复措施，使矿山

地质环境达到安全稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善的活动。

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

二、调查及监测总体要求

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

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

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

3、结合收集资料，分析矿山地质环境恢复治理、土地复垦利用、生态系统恢复的规划与设定的复垦修复标准，整理矿山地质环境背景、土地资

源现状和生态系统本底已有数据，结合监测评价目的，明确矿山地质环境、土地资源和生态系统监测评价需要补充调查的数据；

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

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

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

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

表 2-17 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表
表 2-18 矿区开采中生态修复监测内容及监测指标表

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

第一节 问题识别与受损预测

一、矿山生态修复范围

矿区生态修复评价范围为矿区范围、矿业活动影响范围的不良地质因素存在的范围。

1、矿区范围

矿区面积***。

2、矿业活动影响范围

其中现状单元的原露天采场（***）和矿区道路（***）部分位于矿区外。

预测单元其中拟建工业场地（***）、拟建矿区道路（***）、拟建废石临时堆放场（***）、拟建表土场（***）处于矿区外，确定矿区外活动的影响面积为***。

3、矿区生态修复范围

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

二、现状问题

（一）矿山不稳定地质体

根据现状调查，矿区生态修复影响范围未发生过地质灾害，且不会对矿山生产建设造成影响。矿山生产建设引发的地质灾害和隐患包括露天采场边坡、废石场堆积形成的不稳定边坡和可能引发的崩塌隐患。

1、原露天采坑

根据现场调查，评估区内山体稳定，地形起伏变化小，未曾发生过崩塌地质灾害。现状露天采场未建设，原露天采坑岩性为石英岩、石英砂岩和凝灰岩，属坚硬岩石，采场长***，边坡高***，坡角在***，地质构造简单，未见断裂构造。现状调查边坡较稳定，现状未见崩塌痕迹。

2、北部陡峭边坡

根据现场调查，矿区北部陡峭边坡长***，边坡高***，坡度***，主要裸露岩石为石英岩，属于坚硬岩，未见断裂构造，边坡较稳定，现状未见崩塌痕迹。

现状下崩塌地质灾害规模小，可能造成直接经济损失小，受威胁人员主要为附近放牧的人员和牲畜，地质灾害危害程度小，崩塌地质灾害发育程度弱，危险性小。

综上所述，现状条件下，矿区现状不存在地质灾害问题，现状危害程度小，危险性小；矿区生态修复影响范围内其他工程场地地质灾害不发育。现状评估地质灾害影响程度分级为较轻。

（二）矿区含水层破坏现状分析

1、含水层结构破坏

现状露天采场未开采，根据抽水试验，地下水位标高***，水位埋深***，现状露天采场标高***。现状条件下，露天采场未揭露地下水含水层。

2、矿坑疏干排水对含水层影响

现状条件下，露天采场未揭露含水层，未产生矿坑疏干排水。

3、对矿区及附近水源的影响

据实地调查，矿区及周围无常年性地表水体，在现状条件下，采坑无排水，未对附近水源造成影响。

4、对地下水水质影响

据实地调查，矿山采场未建设，根据检测结果，矿区地下水水质中符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，现状条件下不会影响到地下水水质。

表 3-1 地下水检测结果表

综上所述，现状矿山开采未破坏含水层结构；采坑无疏干水；矿山未对矿区及附近水源造成影响；矿山现状对地下水水质的影响较轻。

（三）矿区地形地貌景观破坏

现状矿山开采对地形地貌景观的影响主要表现在已形成的工程场地，主要为原露天采场、露天采坑、临时占用地、探槽（TC1-TC5）、钻机平台（PT1-PT28）、矿区道路。

由于矿山多年未生产，现状无办公生活区，目前临时办公场地租赁于矿区外北侧林家地西湾子村附近。

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

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

评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，本方案通过选取合适的因素因子采用多因素评价法划分地形地貌景观的破坏程度等级。根据类似项目的地形地貌景观破坏因素调查情况，结合项目区实际情况，同时参考各相关学科的实际经验数据，选取因素因子，进而根据从重原则确定地形地貌景观破坏程度等级。

工程场地地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表3-2。

表3-2 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表3-3 地形地貌景观破坏程度评分界线表

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

1、原露天采场

原露天采场位于矿区北部，北东向展布，大部分位于矿区外，采场长***，边坡高***，坡角在***，采场面积***，为先前期治理单元，前期采场底部进行回填，由于矿山一直未生产没有物源没有按照要求进行回填，其中露天采场的方量通过三角网法计算为***，场开挖破坏地表形态与植被，边坡高度较大且坡面不规整，破坏地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-4 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-1 原露天采场远景

照片 3-2 原露天采场近景

图 3-1 原露天采场三角网计算方量

2、露天采坑

露天采坑位于矿区中部，是前期采样形成的采坑，采场长***，宽***，边坡高***，坡角在***，采坑面积***，其中露天采场的方量通过三角网法计算为***，采坑开挖破坏地表形态与植被，破坏地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-5 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-3 露天采坑远景

照片 3-4 露天采坑近景

图 3-2 露天采坑三角网计算方量

3、临时占地

临时占用地位于矿区中部，是考古队临时驻扎地，占地面积***，北侧临时房屋是集装箱构成，高***，建筑面积***，与周围景观不协调，对原

生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-6 地形地貌景观影响评分表

照片 3-5 临时占地

4、钻机平台（PT1-PT28）

钻机平台主要为矿山进行储量核实工作形成，形成***处钻机平台，其累计面积***，部分平台存在切坡，累计切坡长***，高约***，坡度约***。总挖方量为***，钻机平台挖损原地貌，破坏了原有的地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-7 钻机平台（PT1-PT28）详情一览表

表 3-8 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-6 钻机平台（PT1）	钻机平台（PT2）
照片 3-7 钻机平台（PT3）	钻机平台（PT4）
照片 3-8 钻机平台（PT5）	钻机平台（PT6）
照片 3-9 钻机平台（PT7）	钻机平台（PT8）
照片 3-10 钻机平台（PT9）	钻机平台（PT10）
照片 3-11 钻机平台（PT11）	钻机平台（PT12）
照片 3-12 钻机平台（PT13）	钻机平台（PT14）
照片 3-13 钻机平台（PT15）	钻机平台（PT16）
照片 3-14 钻机平台（PT17）	钻机平台（PT18）
照片 3-15 钻机平台（PT19）	钻机平台（PT20）
照片 3-16 钻机平台（PT21）	钻机平台（PT22）
照片 3-17 钻机平台（PT23）	钻机平台（PT24）
照片 3-18 钻机平台（PT25）	钻机平台（PT26）
照片 3-19 钻机平台（PT27）	钻机平台（PT28）

5、探槽（TC1-TC5）

集中分布于矿区中部，为探矿期间产生，呈不规则形展布，大部分已经回填，探坑长轴约***，宽轴约***，开挖深度约***，总占地面积为***，总挖方量***，场地的建设破坏了地形地貌景观和植被，与周围景观不协调，

对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-9 探槽（TC1-TC5）详情一览表
表 3-10 地形地貌景观破坏程度评价表
照片 3-20 探槽（TC1） 探槽（TC2）
照片 3-21 探槽（TC3） 探槽（TC4）
照片 3-22 探槽（TC5）

6、矿区道路

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

照片 3-23 矿区道路
表 3-11 地形地貌景观影响评分表

7、评估区其他区域

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

综上所述，评估区及周围无地质遗迹和人文景观。现状条件下评估区内：原露天采场、露天采坑、临时占用地、探槽（TC1-TC5）、钻机平台（PT1-PT28）、矿区道路对地形地貌景观影响较严重；评估区内其他区域对地形地貌景观影响较轻（见表 3-12）。

表 3-12 地形地貌景观影响现状评估表
表 3-13 现状矿山地质环境问题说明表

（四）土地资源损毁现状

1、土地损毁程度评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，损毁方式主要有压占和挖损两种。

根据国家和地方相关部门规定的划分标准，将土地损毁程度等级数确定为一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）等 3 级标准。评估标准如下：

- ①轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；
- ②中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；
- ③重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动已损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-14。

表 3-14 土地损毁分级参考标准表
表 3-15 土地损毁程度评分界线表

2、土地损毁程度评价

(1) 原露天采场

原露天采场挖损土地面积为***，破坏土地利用类型为其他草地***，裸岩石砾地***。现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为重度损毁。

表 3-16 土地损毁程度评价表

(2) 露天采坑

露天采坑挖损土地面积为***，破坏土地利用类型为天然牧草地***。
现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-17 土地损毁程度评价表

(3) 临时占地

临时占地压占土地面积为***，破坏土地利用类型为天然牧草地***。
现状损毁土地方式主要为压占。场地的压占导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为轻度损毁。

表 3-18 土地损毁程度评价表

(4) 钻机平台

钻机平台（PT1-PT28）挖损土地面积为***，破坏土地利用类型为旱地***，灌木林地***，天然牧草地***。现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-19 土地损毁程度评价表

(5) 探槽（TC1-TC5）

探槽（TC1-TC5）挖损土地面积为***，破坏土地利用类型全部为天然牧草地***。现状损毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-20 土地损毁程度评价表

(6) 矿区道路

矿区道路压占土地面积为***，破坏土地利用类型为旱地***，灌木林地***，天然牧草地***，其他草地***，裸岩石砾地***。场地的堆积导致

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

表 3-21 土地损毁程度评价表

(7) 其他区域

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

综上，矿山现状损毁土地总面积***。损毁方式为挖损和压占，损毁土地类型包括旱地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、裸岩石砾地，各损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度见表 3-21。

表 3-22 矿区现状损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度一览表

(五) 生态系统受损现状

1、植被损毁

通过遥感影像与实地植被状况调查，现状露天采场未建设，现状各单元场地中植被覆盖度为***以上，现状单元主要损毁灌木林地、天然牧草地、其他草地，场地面积较小，对植被破坏范围较小，植被修复需要垫坡、回填、覆土、后复垦修复，故认为上述场地对植被损毁程度为“中度”。

2、生物多样性丧失

生物多样性层面，现状露天采场未建设目前大部分现状单元维持原生天然植被和野生动物故认为现状场地对生物丧失程度为“轻度”。

3、水土流失问题

矿山一直未生产，未受采矿活动干扰时，矿区的水土流失属于自然背景下的原生水土流失，故认为现状 水土流失侵蚀强度为轻度。

4、土壤污染

为评价矿区生态修复范围内土壤污染程度，本次对矿区内 4 处具有代表性位置进行了土样采集，采样方法为按《土壤质量 决策单元-多点增量采样法》（GB/T 42489-2023）中采样方法进行采样。采用梅花形采样法采取***深的表层土。取样位置见图 3-1。

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

表 3-23 样品信息表

分析方法：根据土地利用类型，按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）执行，

表 3-24 土壤质量检测结果表

结果表明：土壤 1-土壤 4 样品检测参数的检测结果均符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618-2018 的标准限值的要求。综上所述，评估认为矿山未进行开采活动，对土壤污染影响轻度。

图 3-3 土壤和水样取样位置图

5、水环境污染现状

本次为评价，根据矿区周边地表水和地下水现状，共计采样 2 件，分别对矿区北侧河道地表水（季节性河流春季短暂流水）和北沟地下水水源井进行取样分析，采样信息见表 3-25，见图 3-3，检测结果见表 3-26。

表 3-25 样品信息表

地表水检测项目为：pH、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群，共计 22 项。检测结果详见下表：

表 3-26 地表水检测结果表

根据检测结果，矿区地表水质中符合《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类标准。

地下水检测项目为：色度、浊度、pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、亚硝酸盐氮、氰化物、砷、汞、铬（六价）、铅、氟化物、镉、铁、锰、氯化物、硫酸盐、铜、锌、硒、硫化物、钠、总大肠菌群、细菌总数、臭和味、肉眼可见物、铝、阴离子表面活性剂、挥发酚、氨氮、硝酸盐（以 N 计）、碘化物，三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯，共计 37 项。。检测结果详见下表：

表 3-27 地下水检测结果表

根据检测结果，矿区地下水质中符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

综上所述，矿区周边无重要、较重要水源地，矿山目前未进行生产，无疏干水，故现状对水环境无污染。

6、生态系统受损现状综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）中 6.2.3 条款等相关规范，评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-28。

表 3-28 矿区生态受损程度现状综合评价表

三、受损预测

（一）矿山不稳定地质体预测

1、矿山不稳定地质体

根据矿山《开采方案》，矿山拟采用露天开采，矿山生产建设引发的地质灾害隐患为露天采场不稳定边坡崩塌（滑坡）灾害，具体分析如下：

矿山采矿方式为露天开采，岩性主要为石英岩、石英砂岩，局部安山质角砾凝灰岩，构成区内矿体及其顶底板围岩；所开采的矿体为层状构造，

矿体的走向为北东向，倾向西或北西，倾角***，根据《开采方案》拟建露天采场最终边坡最大高度为***，最终边坡角***，工作台阶坡面角***，开采台阶高***，最终并段***，安全平台宽***，但采掘完成后可能会通过雨水、风化剥蚀等外力作用下导致岩石沿节理面开裂，形成崩塌灾害。主要影响工作人员和下方的生态环境，其受威胁人数在***之间，造成或可能造成直接经济损失小于***元，预测采矿活动可能引发崩塌地质灾害，危害程度中等，危险性中等。

表 3-29 地质灾害危害程度分级表

图 3-4 崩塌灾害示意图

综上所述，预测矿山生产期间，矿区拟建露天采场不稳定边坡崩塌（滑坡）为矿区主要地质灾害，危害程度中等，危险性中等，预测拟建露天采场崩塌（滑坡）灾害为较严重。

2、矿区含水层破坏预测

根据矿体规模、区域含水层特征、采矿方式，对含水层影响预测评估如下：

(1) 矿山开采对含水层结构损毁

《开采方案》设计开采标高为***，根据抽水试验，地下水位标高***，水位埋深***，随着矿山开采，采矿最低标高将达到***，采坑范围内的基岩裂隙含水层将全部被挖除，含水层结构产生破坏，破坏形式为含水介质及隔水层被开挖、运移，导致含水介质缺失，给水能力全部丧失。根据《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）表 3-30 以及表 3-31 露天开采破坏程度划分表，综合确定拟建露天采场对含水层破坏程度为严重。

表 3-30 露天开采地下水含水层破坏危害影响分级表

表 3-31 露天开采地下水含水层破坏危害程度划分表

（2）矿坑疏干水对含水层的影响

矿坑疏干排水将导致基岩孔隙裂隙潜水含水层和第四系松散岩类孔隙含水层的局部疏干，开采所影响的含水层基岩裂隙含水层和第四系松散岩类孔隙含水层不是区域主要含水层，富水性弱，根据《开采方案》对拟建露天采场预测矿体开采至最低赋存标高的矿坑正常涌水量为***，最大涌水量为***。地下水入渗条件发生改变，含水层储水功能丧失，矿区含水层的大气降水补给条件较差，矿坑疏水以采坑为中心，将形成较大范围的地下水降落漏斗。预测矿坑排水对含水层影响严重。

（3）对矿区及附近水源的影响

根据《储量核实》对拟建露天采场的矿坑涌水量预测，矿坑疏干排水最大影响半径为***，距离矿区最近的村落为扣河林村，位于矿区东侧约***，矿山闭坑后，基岩裂隙水会缓慢恢复，基本可恢复至原始水位，矿业活动对矿区及附近水源的影响较严重。

（4）对地下水水质影响

□生活污水

生活污水来源于工业场地，预计工人人数***人，主要为洗浴、洗涤、厕所及食堂排放的污水组成，根据《行业用水定额》（DB15/T 385-2025）产生量大约为***,工业场地的生活污水经针对性处理后用于厂区周围绿化、扬尘，综合利用不外排。预测生活污水对地下水水质的影响较轻。

□生产废水

矿山开采产生的生产排水中矿石不易分解有害组分，也无放射性，预

测大气降水对其淋滤不对基岩裂隙含水层和松散孔隙含水层产生污染；工业场地不产生有害物质，预测其对含水层影响小。

综上所述，矿山开采对含水层结构、含水层水位影响严重，对矿区及附近水源的影响较严重，对含水层水质影响较轻。预测矿山开采拟建露天采场对含水层破坏影响程度严重，其余工程场地对含水层破坏较轻。

3、地形地貌景观破坏的预测

矿山一直未生产，《开采方案》设计矿山拟采用露天开采方式，《开采方案》设计的拟建露天采场、拟建表土场、拟建废石临时堆场、拟建矿石加工厂尚未进行建设。其中拟建表土场、拟建废石临时堆场、拟建矿石加工厂都处于采矿权以外。

现状场地单元中，拟建场地建成后，露天采坑(***)、临时占用地(***)、探槽 TC1-TC5 (***)、钻机平台 PT1-PT28 (***)（其中除了 PT11-PT13 不在拟建露天采场里）以及部分矿区道路(***)与拟建场地重合，总重合面积 ***, 因此矿山生产期场地单元为拟建露天采场(***)、拟建工业场地(***)、拟建废石临时堆场(***)、拟建表土场(***)、拟建矿区道路(***)、原露天采场(***)、钻机平台(***)、矿区道路(***)。

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

工程场地地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-1。根据表 3-1、表 3-2 通过各项评估因子对评估区内各场地打分，并进行场地的地形地貌景

观现状评估。分述如下：

(1) 拟建露天采场

根据《开采方案》，拟建露天采场位于矿区东北部，占地面积***，（重叠面积***）最终境界共形成***个台阶，分别为***，最终边坡角小于等于***，工作台阶坡面角***，开采台阶高***，最终并段***，安全平台宽***。采场开挖破坏地表形态与植被，破坏地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为严重。

表 3-32 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-24 拟建露天采场中心位置

图 3-6 拟建露天采场终采剖面图

(2) 拟建工业场地

拟建工业场地拟设计位于矿区东南侧***外平缓地带设置一处矿石加工场地，该场地占地面积约为***，该场地内设矿石堆场、矿石加工生产线、控制室、产品仓库等，该场地可满足矿石加工，堆存需要。场地建设形成的人工堆积地貌，破坏了原有地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-33 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-25 拟建工业场地位置

(3) 拟建废石临时堆场

位于拟建露天采场外东南侧约***，用来堆放生产过程已剥离未及时利用的废石，该废石场占地面积约***，废石分两层排放，单层排放高度***，安全平台***，总堆置高度***，台阶坡面角***，最终帮坡角***，容积约

为***，可满足矿山废石临时堆存需要。场地建设形成的人工堆积地貌，破坏了原有地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-34 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-26 拟建废石场位置

图 3-7 拟建废石场现状地形剖面图

(4) 拟建表土场

位于拟建露天采场东南侧约***处，占地约***，分***层排放，单层排放高度***，安全平台***，总堆置高度***，台阶坡面角***，最终帮坡角***，容积约为***，场地建设形成的人工堆积地貌，破坏了原有地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-35 地形地貌景观破坏程度评价表

照片 3-27 拟建表土场位置

图 3-8 拟建表土场现状地形剖面图

(5) 拟建矿区道路

拟建矿区道路主要用来连接各工程场地，占地总面积***，车辆运输碾压地表，破坏了原有的地形地貌景观，与周围景观不协调，对原生的地形地貌景观影响较大，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-36 地形地貌景观破坏程度评价表

地面工程中，原露天采场、钻机平台、矿区道路等单元，预测各个单元对矿区地形地貌景观破坏程度与现状一致，不再赘述。

表 3-37 地形地貌景观影响预测评估表

表 3-38 预测矿山地质环境问题说明表

（二）土地资源损毁预测

1、土地损毁环节与时序

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

（1）损毁环节

根据《开采方案》以及结合矿山现状确定的建设方案和生产工艺流程将矿山对土地造成损毁的环节分为前期基建期损毁、生产期损毁两个损毁环节。

1）建设期对土地的损毁形式主要包括以下几个方面：

《开采方案》设计矿山拟采用露天开采方式，《开采方案》设计的拟建表土场、拟建废石场、拟建工业场地、拟建矿区道路尚未进行建设，因此矿山建设期新增场地为拟建露天采场、拟建表土场、拟建废石临时堆场、拟建工业场地、拟建矿区道路。矿山已形成的现状场地中露天采坑、临时占用地、探槽 TC1-TC5、钻机平台 PT1-PT28（其中除了 PT11-PT13 不在拟建露天采场里）以及部分矿区道路，拟建场地建成后上述场地将合并至拟建场地单元中，剩余的场地中原露天采场、钻机平台对土地造成挖损损毁，矿区道路已对土地造成压占损毁。

2）生产期对土地的损毁形式主要包括以下几个方面：

①矿山拟采用露天开采，拟建露天采场对土地造成的挖损损毁；

②《开采方案》设计的拟建场地中，拟建表土场、拟建废石临时堆场、拟建工业场地、拟建矿区道路均对土地造成压占损毁。

（2）损毁时序

按照矿山生产服务年限以及已损毁的现状场地单元，划分矿山损毁时序，《开采方案》设计矿山生产服务年限为 20 年（含基建期 1 年），因此服务年限为 23 年，现状单元中《开采方案》未设计利用，且无用地手续，本方案计划将现状未与拟建场地重合的单元近三年治理，因此矿区土地损毁时序分为近年（2026.01-2028.12）与生产期（2029.01-2048.12）。各损毁单元损毁土地时序见表 3-39。

表 3-39 土地损毁时序表

2、土地损毁程度评价

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动拟损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-27，地损毁程度评分界线见表 3-28。

依据损毁土地程度评价等级标准，对矿山土地破坏程度进行分析评价。现状场地单元中，原露天采场、钻机平台、矿区道路单元，预测各个单元对矿区土地资源损毁程度评价结果与现状一致，不再重复赘述。

（1）拟建露天采场

拟建露天采场占地面积***，破坏土地利用类型为旱地***，乔木林地***，灌木林地***，其他林地***，天然牧草地***，农村道路***。预测损

毁土地方式主要为挖损。场地的挖损导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为重度损毁。

表 3-40 土地损毁程度评价表（挖损）

（2）拟建工业场地

拟建工业场地面积为***。破坏土地利用类型为旱地***，其他林地***，天然牧草地***，农村道路***。预测损毁土地方式主要为压占。场地的堆积导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-41 土地损毁程度评价表

（3）拟建废石临时堆场

拟建废石临时堆场压占土地面积为***，破坏土地利用类型为旱地***，灌木林地***，其他林地***，天然牧草地***，农村道路***。预测损毁土地方式主要为压占。场地的堆积导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为重度损毁。

表 3-42 土地损毁程度评价表

（4）拟建表土场

拟建表土场压占土地面积为***，破坏土地利用类型为旱地***，其他林地***，天然牧草地***，农村道路***。预测损毁土地方式主要为压占。场地的堆积导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-43 土地损毁程度评价表

（5）拟建矿区道路

拟建矿区道路压占土地面积为***，破坏土地利用类型为旱地***，其他林地***，天然牧草地***，农村道路***。预测损毁土地方式主要为压占。场地的堆积导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度损毁。

表 3-44 土地损毁程度评价表

拟损毁单元地类统计表见表3-45。

表 3-45 拟损毁土地资源统计表

（三）生态系统退化预测

矿山未来开采仅有拟建露天采场，拟建露天采场建成后现状露天采坑、临时占用地、探槽 TC1-TC5、钻机平台 PT1-PT28（其中除了 PT11-PT13 不在拟建露天采场里）以及部分矿区道路将纳入拟建露天采场内，除了拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、拟建矿区道路，其余场地单元生态系统损毁程度预测与现状评价一致，不再重复赘述。

1、植被损毁

拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、拟建矿区道路形成后，范围内大部分植被将被损毁，预测面积较大，对植被破坏范围较大，植被修复需要拆除、回填、覆土后复垦修复，故预测对植被损毁程度为“重度”。

其余场地单元预测植被损毁程度与现状一致

2、生物多样性丧失

拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、拟建矿区道路形成后，范围内大部分植被将被损毁，生产期间经机械震动，

工作噪音扰动，将致使周边大部分生物无法栖息，故预测拟建单元对生物丧失程度为“重度”。

其余场地单元预测生物多样性丧失程度与现状一致。

3、水土流失问题

拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、拟建矿区道路形成后，范围内大部分植被将被损毁，破坏了原始地表植被，植被涵养水源功能受到损毁，地表裸露区域面积增加，降水冲刷、风蚀等加剧表层土壤流失，加重水土流失问题，因此对水土流失问题为“重度”

其余场地单元预测水土流失问题与现状一致。

4、土壤污染预测

区内土壤分布于地表，含松散孔隙水，动态变化大，分布不连续，与地表水的转换较强，易受污染。今后矿山生产运营对土壤造成污染主要为废石场淋滤水，废石在雨水的冲刷下分解出的有害物质渗入土壤，有害元素经土壤吸附作用长时间富集、运移转换可能对其造成污染，使得土壤组成、结构和功能发生变化。但根据矿石的化学成分分析，有害元素含量甚微，淋滤水对土壤污染程度为轻度。

综上，今后矿山各矿业活动对水土环境污染程度总体为轻度。

5 水环境污染预测

矿山今后采用露天开采，开采排水主要为坑内废水、废石场淋滤水和生产生活废水。

①坑内废水

在拟建露天采场底部分别设置集水池，下雨时雨水积于采场底部集水

池，根据《核实报告》抽水试验水质分析结果，属于《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类水，对水环境污染程度为轻度。

②废石场淋滤水

根据《核实报告》有害元素 Fe_2O_3 含量***，平均***； Al_2O_3 含量***，平均***； CaO 含量***，平均***，远远低于有害元素指标。矿岩中有毒有害成分甚微，废石场遇到降水产生的有害物质含量低，经处理后外排或回用。对水环境污染程度为轻度。

③生产、生活污水

工业场地产生的生活污水及生产废水，如食堂污水、浴室废水、职工日常生活废水及少量机修车间废水等，采用地埋式一体化的污水处理设施，污水经生物接触氧化处理达标后，用于厂区周围绿化和扬尘，综合利用不外排。对水环境污染程度为轻度。

6、生态系统受损预测综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）中 6.2.3 条款等相关规范，评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-46。

表 3-46 矿区生态受损程度预测综合评价表

四、问题诊断评价结论

（一）生态修复受损程度评价原则

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

①矿区生态修复受损程度评价包括整个矿区地质环境、土地资源问题、生态环境影响的评价范围；

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

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

④坚持“就大不就小、就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

⑤坚持“以人为本”搬迁避让与防治工程建设相结合的原则；

⑥坚持定性和定量相结合的原则；

⑦依据《生态修复方案编制指南》，样表7的要求，矿区各生态受损区块的损毁程度划分为重度、中度、轻度。

（二）评价结果

矿区生态修复分区应根据矿区地质环境影响与生态环境影响现状评估和预测评估结果，参照《矿区生态修复方案编制指南》（样表7），划分重度、中度、轻度。综合评价结果见表3-47-表3-48。矿区生态破坏程度综合评价图见图3-5。

表 3-47 现状损毁程度综合评价表

表 3-48 预测损毁程度综合评价表

图 3-9 矿区受损程度综合评价图

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

（一）地质环境治理可行性分析

1、矿山不稳定地质体可行性

矿山历史上形成 1 处露天采坑，《开采方案》设计开采方式为露天开采，矿山开采期间应严格按开采设计方案进行开采并定期进行巡查工作。定期监测，发现问题及时处理，露天采场边坡崩塌主要处理措施为及时清理边坡危岩体，对于结构面较破碎的位置应采取边坡打锚、挂网、喷浆护坡。

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

2、地形地貌景观防治技术可行性分析

矿山生产活动对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，开采区对现有地表地形地貌景观影响严重。

地形地貌景观的主要修复措施为：

- ① 对露天采场、钻机平台进行回填、石方整平、覆土、平整；
- ② 对废石场、表土场、工业场地进行清运、覆土、平整；
- ③ 对道路切坡进行垫坡、石方整平、覆土、平整。

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

（3）含水层

矿山开采对含水层结构破坏程度为严重，防治措施主要采取监测措施，以自然恢复为主，植被恢复保水等措施，规范废水排放。地下水监测预警

措施是地下水环境保护的常规措施，采样、分析监测手段成熟可靠，此措施难度不大，技术上基本可行。

3、地质环境治理经济可行性分析

通过上述地质环境治理工程，经估算，矿山地质环境治理总费用为10850.27 万元，经费全部由矿山企业自筹。根据矿山提供的《核实报告》资料，企业达产年均利税总额 37515.94 万元/年，利润总额 26320.46 万元/年，所得税按应税所得额的 25%计为 6580.12 万元/年，税后利润 19740.34 万元/年。矿山地质环境治理工程在项目总投资中占比不大，建设投资回收期较短，矿山企业有能力实施该工程。

（二）土地复垦可行性分析

结合前文土地损毁问题诊断评价结果，本次矿山土地损毁涉及多个区域，具体包括拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、拟建矿区道路、原露天采场、钻机平台及现有矿区道路。上述区域表层土壤结构均遭受不同程度损毁，部分区域土壤结构被彻底破坏，部分区域仅表层土壤被长期压占但未彻底损毁。基于此，具体如下：

1、土地复垦质量要求：严格按照国家及地方矿山土地复垦相关标准、规范执行，确保复垦后土壤肥力、植被覆盖率、土地利用功能达到规定要求，兼顾生态效益与可持续利用需求，最终实现损毁土地向可利用土地的转化。

2、水土资源条件可行性分析：结合矿区当地水资源分布、土壤类型特点，复垦工程实施过程中合理调配水资源，配套必要的水土保持措施，避免复垦过程中产生新的水土流失；土壤重构过程中优化土壤配比，适配当

地水资源条件，保障植被生长所需水土资源，确保复垦方案与水土资源条件相匹配。

3、土资源平衡分析：统筹规划复垦所需土壤来源，优先利用矿区内可利用的优质表土，合理调配覆土工程量，确保复垦区域土壤供给充足、质量达标；同时，妥善处理复垦过程中产生的多余土壤，避免土壤浪费，实现土资源的平衡利用。

4、土地复垦经济可行性分析：从长期效益来看，土地复垦完成后，可恢复区域土地利用功能，提升土地价值，同时减少水土流失、改善生态环境，降低矿山生态治理后续投入；结合矿山企业自身资金实力及项目投资回报情况，本次复垦工程的投入与产出效益匹配，经济上具备可行性。

（三）生态系统修复可行性分析

结合矿区生态损毁现状、周边自然条件及同类矿山修复案例，围绕植被恢复、土壤重构、生物多样性保护、水土流失治理、水土环境污染防治、土壤环境污染防治及经济合理性等方面，对矿区生态系统修复可行性进行全面分析，具体如下：

1、植被恢复技术可行性分析

生态修复范围损毁地类主要包括耕地、林地、草地及采矿用地，结合矿山及周边矿山生态修复成功案例，综合考量区域地形地貌特征，矿山开采结束后，通过地貌重塑、土壤重构工程对损毁区域进行预处理，可有效改善区域土壤条件和地貌环境，完全能够满足恢复耕地、林地的基础要求，植被恢复技术成熟、可操作性强，技术层面具备可行性。

2、土壤重构工程可行性分析

土壤重构是生态系统修复的核心基础，针对评估区不同损毁程度的土壤，采用针对性重构措施：对表层土壤彻底破坏区域，实施覆土、施肥改良等工程，补充土壤养分、改善理化性质；对表层土壤未彻底破坏但被压占、板结区域，实施翻耕、疏松处理，恢复土壤透气性和透水性。上述措施均为矿山生态修复常规成熟技术，施工工艺简单、操作便捷，所需材料易获取，结合同类矿山实践经验，土壤重构工程实施切实可行。

3、生物多样性恢复可行性

通过矿区植被重建工程，优先选用本地耐贫瘠、适应性强的乡土乔木、灌木及草本植物，结合科学种植管理，预计 3-5 年内可形成稳定的植被覆盖层，逐步提升区域物种丰富度。同时，构建生态廊道，通过设置涵洞等野生动物通道，连接被道路、矿坑隔断的栖息地，有效促进物种迁移与交流，降低栖息地隔离带来的负面影响。

土壤改良作为植被恢复和生物多样性提升的基础，通过施加有机肥改善土壤肥力、使用石灰中和酸性土壤，并种植特定超富集植物，为各类植物定植创造有利条件。此外，建立完善的生态监测体系，利用红外相机监测野生动物活动，布设水质传感器跟踪污染变化，定期评估物种丰富度、群落结构等生态指标，可根据实际情况动态调整修复策略，保障生态系统恢复的稳定性和可持续性。

上述生物多样性恢复相关技术均已成熟、可操作性强，结合区域自然条件，矿区生物多样性恢复具备充分可行性。

4、水土流失恢复可行性

针对矿区水土流失问题，采用工程措施、生物措施与管理措施相结合的方式，形成全方位的水土流失治理体系，具体措施如下：

工程措施作为快速控制侵蚀的基础，对不稳定边坡进行加固处理，采用喷播技术将草籽、粘合剂、肥料等混合喷覆于坡面，实现坡面快速绿化覆盖；同时建设完善的排水系统，有效减少地表径流对土壤的冲刷，引导水流有序排放，从源头控制水土流失。

生物措施核心在于利用植被固土保水，种植具有发达深根系的植物，增强土壤抗侵蚀能力；在地表覆盖枯枝落叶、秸秆等有机物，减少水分蒸发，缓冲雨滴对土壤的直接冲击，进一步抑制土壤流失。

管理措施强调科学规划与长期维护，划分生态恢复优先区域，建立长效维护机制，定期巡查工程设施有效性，及时开展维护工作。

上述水土流失治理技术成熟、可操作性强，且相关维护工作是矿山日常生产的重要组成部分，能够保障治理措施持续落地，因此矿区水土流失恢复具备可行性。

5、水污染防治可行性

由前文分析可知，矿山开采对水土环境造成的污染程度较轻。矿山采用露天开采方式，产生的大气污染物主要为扬尘及汽车尾气，通过洒水降尘、运输车辆加盖篷布、加强运输道路两侧及矿区周边绿化等措施，可有效控制污染物排放，能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表2中颗粒物无组织排放浓度限值要求，保障环境空气质量维持现状水平。

矿区产生的废水主要为员工生活废水，经处理后达标后，用于厂区周围绿化和扬尘，实现资源化利用且不外排；用于矿区及道路降尘洒水、周

边林地绿化；暴雨期间，初期降水经截排水沟截留处理，后期清排雨水进入山沟，不会对生态修复范围内的地表水系造成影响。矿山产生的废石统一运往废石场集中堆放，各类固体废弃物均得到妥善处置。

上述水污染防治技术成熟、可操作性强，且水土环境监测工作是矿山日常生产不可分割的一部分，能够及时跟踪污染变化、优化防治措施，因此矿山水土污染防治措施及修复工程，技术上具备可行性。水土污染防治以预防和监测为核心，所采取的废石综合利用、废水处理等保护措施均属于矿山主体工程范畴，技术成熟可靠。

6、土壤污染防治可行性

结合矿山开采特点，矿区土壤污染主要来源于扬尘沉降、废石堆渗滤及少量生产活动影响，污染范围有限、程度较轻。针对此类污染，采用“预防为主、治理为辅、全程监测”的防治思路，具体措施如下：加强矿山扬尘控制，减少扬尘沉降对土壤的污染；规范废石堆放，定期对矿区土壤进行监测，重点检测重金属、pH 值等指标，及时掌握土壤污染状况。

若发现局部土壤存在轻度污染，采用施加改良剂、种植超富集植物等原位修复技术，可有效改善土壤质量，达到污染防治目标。上述土壤污染防治技术均为行业内常规成熟技术，操作便捷、治理效果稳定，所需设备和材料易获取，结合矿山日常管理工作，能够保障防治措施有效落地，因此土壤污染防治具备可行性。

7、矿区生态系统恢复经济可行性

经调研咨询，参考同类矿山生态修复成本标准，初步估算矿区生态修复成本约***元/公顷，本次矿区生态系统恢复总面积为***，据此测算，矿

区生态系统恢复总费用为 10850.27 万元，该笔经费全部由矿山企业自筹解决。

从经济层面分析，矿区生态系统恢复工程在项目总投资中占比合理，且项目建设投资回收期较短，矿山企业具备充足的资金实力，能够全面保障生态修复工程的规划、施工、维护等全流程资金需求，因此矿区生态系统恢复工程在经济上具备可行性。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

1、矿区自然条件分析

（1）气候与地形

该区地处中温带，属于半干旱大陆性季风气候，具有冬季漫长而寒冷，春季回温快，夏季短而酷热，秋季气温骤降，降水集中，雨热同期，积温有效性高等气候特征。多年平均降水量 424.06mm，最高点位于矿区西北部山体顶部，标高 840.58m，最低点位于东南部山坡坡麓沟谷地带，标高 566.22m，最大相对高差 274.36m。地形相对平缓，坡度一般 10~30°。

（2）矿区植被

矿区植被为半干旱低山区森林草原植被，现存原始次生灌木植被以山杏儿、胡枝子、绣线菊、虎榛子为主，草本植物有大针茅、隐子草、苜蓿、达屋里、铁杆蒿等，人工植被为油松、杨树、榆树、沙棘、柠条。其中乔木林地视觉郁闭度约 30-40%。

（3）土壤环境

矿区主要土壤类型主要为棕壤土，土壤质地为轻壤，土质较为疏松，

土壤结构以团聚体形式存在，因聚化程度不高，呈松散堆积，结构性差，根据土壤检测结果，土壤 pH 值 7.79~7.92 之间；机质含量 9.2-13.5g/kg，砾石含量极低，约占 1%~3%，粒径为 0.2~1.0cm，矿区地表植被较发育，矿体地表覆盖层腐殖土及残坡积物，厚度 0.8~7.50m。

2、矿区周边的生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为暖温带落叶阔叶林向温带草原过渡的次生林-灌丛生态系统，根据《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《赤峰市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，矿山及周边为矿业生产活动区，土地类型以耕地、林地、草地为主，根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构角为单一。区内无珍贵动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要为农田生态系统、次生林-灌丛生态系统。

（1）农田生态系统

评估区周边分布由当地居民所有的农田生态系统，主要种植玉米、谷子、高粱等适应当地气候的农作物为主。

评估区内损毁土地复垦修复为耕地后，归还当地村民，可发展当地农作物经济。

（2）次生林-灌丛生态系统。

评估区周边分布自然生长的以次生落叶阔叶林、灌丛为主，优势树种包括油松、杨树、榆树，灌丛主要为荆条、酸枣、柠条，同时栖息着鸟类、林下昆虫等动物，既发挥着保持水土、净化空气的生态作用。

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

（二）复垦修复方向

1、土地复垦适宜性评价

（1）评价原则

□符合国土空间规划，并与其他规划相协调

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

□因地制宜、农用地优先的原则

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

□综合效益最佳原则

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

□主导限制因素与综合平衡原则

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

□生态修复后土地可持续利用原则

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

□经济可行与技术合理性原则

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

□社会因素和经济因素相结合原则

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

（2）复垦修复单元的划分

复垦修复单元是适宜性评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征、复垦修复利用方向、复垦修复措施应基本一致。对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据矿山实际情况，本项目复垦修复单元共有拟建露天采场、拟建工

业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、拟建矿区道路、原露天采场、钻机平台、矿区道路 8 个评价单元。

通过上述定性分析，可以确定土地复垦初步方向为耕地、林地、草地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度的发挥该复垦项目的综合和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。评价单元的划分见表 3-49。

表 3-49 评价单元划分表

（3）评价因素等级标准的确定

根据初步确定的复垦修复方向，结合复垦修复单元的特点，选取破坏后影响土地利用的主导因素，构建评价指标体系及标准。

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

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

本方案选出 7 项参评因子，包括地形坡度、有效土层厚度、土壤有机质、土壤质地、损毁程度、降雨量、区位条件（道路设施）。各参评因素的分级指标见表 3-50。

表 3-50 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

设每一评价单元有 n 个单因子加权评价指数，则加权指数和可表示为：

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

其中：式中：

$R(j)$ ——第 j 单元的综合得分；

F_i ——第 i 个参评因子的等级指数；

W_i ——第 i 个参评因子的权重值；

n ——参评因子的个数。

根据加权值与复垦方向对照表，确定拟复垦土地的复垦方向，加权值与复垦方向见表 3-51。

表 3-51 加权值与复垦方向对照表

（4）评价单元土地质量状况

根据评价单元土地质量，对照拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权值，根据加权值对照表加权值与复垦方向对照表，确定各个评价单元的复垦方向。各评价单元土地质量见表 3-52。

表 3-52 各评价单元土地质量表

（5）评价等级及土地复垦适宜性评价结果

评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表见表 3-52。

表 3-53 评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

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

（6）最终复垦方向确定

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

□国土空间规划

根据《敖汉旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》，敖汉旗四家子镇处于低山区，构建次生林-灌丛生态系统生态系统，以自然修复和人工种植相结合的方式增加植物多样性，合理增加林地面积。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以林地为主。

（2）公众参与意见

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

2、周边矿山生态修复工作案例分析

由于周边没有露天矿山，本方案根据开采方式、地理位置，选取宁城

县圣龙膨润土有限公司膨润土矿为例，对地质环境治理与土地复垦方法、效果及资金投入情况进行对比分析，下面对案例进行分析。

（1）矿山概况

宁城县圣龙膨润土有限公司膨润土矿隶属宁城县五化镇姜杖子村，矿区面积***，开采矿种：膨润土，开采方式：露天开采，生产规模：***

（2）已实施的治理工程

该矿山通过前期方案实施的治理工程有：

□清理建筑垃圾，将垃圾清理至排土场，办公生活区前面栽种花卉，将露天采场表土剥离，存放在表土存放场。

□对工业场地外围及矿区道路两侧栽种人工杨，表土存放场雨季撒播草籽。

□对露天采场边坡布置警示牌；

□对晾晒场（部分）清运、平整、种树，治理面积共***；

□对办公生活区周围平整、种树，治理面积***；

□对矿区道路两侧平整、种树，治理面积***；

□对露天采场边坡进行崩塌灾害监测。

（3）工程治理效果

各工程治理效果见照片 3-28 至 3-31：

照片 3-28 治理后设置的警示牌 照片 3-29 治理后的晾晒场

照片 3-30 治理后的办公生活区 照片 3-31 治理后的道路两侧

（4）工程亮点与参考经验

宁城县圣龙膨润土有限公司膨润土矿矿区自然气候、地理位置、地形

地貌、土壤植被等相差不多，场地设置和施工条件类似。该矿区实施的对晾晒场的清运、整平治理，以及对矿区道路两侧平整工程的治理工程恢复效果良好，可作为亮点工程，有较强的参考价值。

3、水土资源平衡分析

(1) 土方平衡分析

□复垦需土量

评估区复垦责任区面积***，复垦耕地覆土厚度为***，复垦林地覆土厚度***，复垦草地覆土厚度***，合计共需覆土***（需求量见表 3-54）。

表 3-54 复垦需土量计算表

② 土源供应分析

矿山采用露天开采，开采前需对拟建场地进行表土剥离，矿区山顶处基岩裸露，山坡处土壤厚度为***，山脚处土层厚度多为***。拟建露天采场(***)剥离厚度按***，拟建废石临时堆场以及拟建工业场地(***)剥离厚度按***，则表土总剥离量为 830703m³。矿山复垦总需土方量为***，矿山剥离土源满足矿山覆土需求。

(2) 水资源平衡分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为耕地、林地、草地，复垦耕地面积***，复垦林地面积***，草地***，矿区总灌溉保证率应***，根据《行业用水定额》（DB15/T 385-2025），生态用水定额。赤峰市定额值为 2200 立方米/公顷。矿区总复垦面积为***，总用水方量为***，总灌溉年数为 25 年，每年灌溉需水量为***，每年春季返青期及秋季各进行灌溉 1 次，每次每天灌溉需水量为***。矿区内生产疏干排水量预***。可供矿区绿化用水。

复垦季节选择春季，植物休眠期需水量少，有利于成活。鉴于林、草地生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，期间需经历 3 年时间，待复垦稳定后可转为依靠自然降水，所以初期灌溉用水均为矿区统一用水，灌溉方式为人工洒水。

（三）土地复垦质量要求

参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），矿区位于东北山丘平原土地，根据《土地复垦质量控制标准》中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”，各土地复垦质量控制标准如下：

表 3-55 东北山丘平原土地复垦质量控制标准

三、边开采、边修复可行性分析

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

根据矿山征用永久性建设用地计划，征用范围为拟建露天采场、拟建废石临时堆场、拟建工业场地、拟建表土场、拟建矿区道路，合计面积***。对于现状已损毁工程场地，《开采方案》未设计利用部分，矿业权人计划

不再为其办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：原露天采场、钻机平台、矿区道路，合计面积***；上述场地矿山未来开采无需使用。

本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，对原露天采场进行垫坡回填绿化，对钻机平台和矿山道路进行垫坡恢复植被，近期治理（2026.01-2028.12）。矿山未来开采沿用露天开采方式，《开采方案》设计露天采场未来分台阶开采，开采最高标高为***，最低标高为***，共分为坑底和***级台阶，本方案根据矿山未来开采时序，每形成一层采场台阶平台，根据生产需求，阶段性逐年进行覆土绿化等生态修复工作，修复时间为 2029.01-2050.12。对拟建工业场地、拟建废石临时堆场近期进行景观营造等绿化举措。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、矿区生态修复分区

（一）分区原则及方法

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

- 矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；
- 矿区生态修复方案分区因素包括矿山地质灾害、采矿活动对含水层的影响、采矿活动对地形地貌景观的破坏、土地损毁、采矿活动对水土环境

污染的影响、采矿活动对生态破坏等，依据上述因素的危害或影响程度进行分区；

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

□坚持“就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

□坚持定性和定量相结合的原则。

（二）分区结果

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

表 3-56 矿区生态修复分区表

表 3-57 矿区生态修复单元特征表

（三）生态修复范围

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

主要生态修复分区主要拐点坐标见表3-58。

表 3-58 生态修复分区范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

根据《开采方案》平面布置情况，矿山生产期不再利用原露天采场、钻机平台、矿区道路。

根据生态修复可行性分析结果及矿山开采进度安排，确定生态修复分区的修复时序，根据“边开采、边修复”原则，将整个矿区生态修复工程

划分为三个阶段，建设期、生产期和修复管护期，建设期（2026 年 1 月-2026 年 12 月）生产期（2027 年 1 月-2045 年 12 月），修复管护期（2046 年 1 月-2048 年 12 月），矿区生态修复时序表见表 3-59。

表 3-59 矿区生态修复时序表

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地安排

四十家子硅石矿已完成用地前期踏勘、权属核查、土地利用现状摸排等筹备工作。本次拟申请用地总面积为***公顷，用地范围内土地类别清晰，主要涉及旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、天然牧草地、农村道路。截至目前，采矿用地报批相关材料尚未完成组卷报送，后续将尽快完善用地申请、权属确认等全套报批资料，按程序上报至自然资源主管部门审批，待依法取得用地批复、完善用地手续后，再依规开展采矿相关建设及生产活动，全程严守土地管理相关法律法规，杜绝违规占地、未批先建行为。

对于现状已损毁工程场地，《开采方案》未设计利用部分，矿业权人计划不再为其办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：原露天采场、钻机平台、矿区道路，合计面积***；以上场地用地手续归属村集体所有，场地近 3 年全部修复治理，治理并通过验收后移交使用权人。

二、采矿项目用地挂钩相关说明

本矿山无存量采矿用地，不涉及新增用地与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、用地拟复垦情况

评估区内地处低山区，总体地势北西高南东低，根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为旱地、灌木林地、人工牧草地、水库水面；复垦耕地面积***，复垦林地面积***，草地***，水域及水利设施用地***，注重生态环境的保护（矿区生态修复目标及土地利用变化表见表 3-60。 矿区用地与复垦修复计划表见表 3-61）。

四、临时用地复垦

本方案不涉及到临时用地。

表 3-60 矿区生态修复目标及土地利用变化表

表 3-61 矿区用地与复垦修复计划表

第四章 生态修复措施与工程内容

第一节 保护与预防控制措施

一、敏感目标保护

（一）敏感目标查询

根据 2026 年 4 月 20 日敖汉旗自然资源局出具的《关于赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿开采方案矿区范围核查意见的函》可知：

1、申请范围涉及永久基本农田***公顷，该矿山开采方式为露天开采。根据《自然资源部办公厅关于严肃开展耕地和永久基本农田划定成果核实处置工作的通知》（自然资办发[2023]25 号）要求，矿区涉及的永久性基本农田已调出。由于坐标精度转换误差的原因，致使在电子政务审批系统“一张图”中显示与永久基本农田重叠***公顷，我局监督矿山企业在开采过程中对永久性基本农田进行保护，不得占用和破坏永久性基本农田。矿区与城镇开发边界线不重叠。矿区内不涉及生态保护红线。

2、不在基本草原范围内、不在已批复的各级自然保护区范围内且不涉及珍稀濒危野生动物栖息地或者分布区域。

3、矿区范围内与我旗各水源地保护区无重叠。

4、矿区范围内不涉及河道及水利工程，选址范围内无大型水利工程施工、重要河流、堤坝。

5、经核查，矿区内压覆省道 S210 线、自然村道 W442 线。如因公路扩建、改建、拓宽、绿化等原因需要退让时，具有该矿采矿权的公司接到通知后应在规定的时间内自行无偿退让，不需任何补偿费用，否则由交通部门强制退让，由此造成的一切损失由具有该矿采矿权的公司负责。满足上

述条件的基础上，交通运输局原则上同意该项目采矿权延续的申请。

6、***。

7、经过核查矿区内有遗址***处，分别是***。根据敖汉旗文物局提供的敖文物发(2026)120 号文，***和***已完成考古发掘采集完毕。其余***处遗址保护范围外延***米为建设控制地带，在其它***处遗址在建设项目前需到文物主管部门办理相关手续。

8、矿山现状已损毁单元中，除原露天采场、PT11、PT12、PT13 及部分矿区道路外，其余已损毁单元位于拟建露天采场中，不设计治理工程。原露天采场、PT11、PT12、PT13 及部分矿区道路不再继续利用，近三年将设计治理，不会重复损毁。

（二）基本农田的保护

由于坐标精度转换误差的原因，致使在电子政务审批系统“一张图”中显示与永久基本农田重叠***公顷，敖汉旗自然资源局监督矿山企业在开采过程中对永久性基本农田进行保护，不得占用和破坏永久性基本农田。同时开采方案针对该部分永久基本农田提出以下保护性开发措施：

1、露天剥离范围及方案设计的开拓工程均不占用永久基本农田。

2、临时废石场、表土场及料堆场可能对基本农田产生影响因素为粉尘。装卸矿石产生的粉尘不会进入基本农田，靠近永久基本农田公路要定期洒水降尘，临时废石场、矿石场、表土场等地采用喷淋装置进行降尘；因地制宜种草植树，抑制粉尘污染，降低噪声，美化绿化矿区及周边环境，净化空气。

3、在永久基本农田范围外设置围栏、标志牌等保护措施，避免破坏永

久基本农田。

通过以上分析，按本方案提出的的技术措施开发，能够保证矿区内的基本农田不受破坏。

（三）交通的保护

矿区内压覆省道 S210 线，但资源储量估算范围内不涉及压覆道路，开采方案设计的露天剥离范围距离省道 S210 线边缘最近点为***，位于***爆破警戒线以外，符合要求，露天开采对其无影响。

（四）***。

（五）文物遗址保护

矿区范围内有遗址***处，根据敖汉旗文物局提供的敖文物发(2026)120 号文，其中两处已完成考古挖掘。其余***处遗址保护范围外延***米为建设控制地带，本开采方案按照遗址保护范围外延***米作为避让开采区域，设计的一期露天剥离范围内均不涉及遗址及其保护范围，设计的露天剥离范围符合要求。

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离

1、表土剥离

矿山采用露天开采，开采前需对拟建场地进行表土剥离，矿区山顶处基岩裸露，山坡处土壤厚度为***，山脚处土层厚度多为***。拟建露天采场(***)剥离厚度按***，拟建废石临时堆场以及拟建工业场地(***)剥离厚度按***，则表土总剥离量为 830703m³。

2、表土存储

采用机械运输的方式，将剥离后的表土集中存储在拟建表土场内。

2、表土管护

由于本次表土堆积时间至少 20 年，堆存时间较长，为防止水土流失及剥离表土肥力的损失，需对堆积的表土进行管护措施，采用对表土存储场四周设置挡土墙，并对存储场表面进行撒播草籽。

3、表土利用

矿山后期利用表土进行回覆工作需按照表土利用计划进行，采用机械运输的方式，一部分做为前期 2026-2028 年修复单元进行使用，剩余的在 2045 年后闭坑修复进行使用，并做好表土利用台账。

表 4-1 表土处置工程汇总表

（二）植被移植利用

拟建露天采场在表土剥离开展前，对原地表植物进行移植利用，并做好保护措施。

1、施工过程中洒水降尘，避免粉尘覆盖植被叶片影响光合作用。

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

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

三、相关协同措施

本部分协同措施均不属于方案涉及的生态修复措施，衔接前文矿区生态系统恢复相关工作，主要为应急、生态环境、水利、林草、农业等相关

部门与地方政府协同推进的预防控制与修复治理措施，矿山应严格按照各行业主管部门的要求，落实各项协同工作，具体如下：

1、露天采场的网围栏与警示牌等安全预防措施

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

2、采场与排土场边坡的稳定性

矿山应按照应急管理部门、自然资源部门（非生态修复职责范畴）的要求，对采场与排土场边坡开展常态化稳定性排查，及时清理边坡危岩体，对不稳定边坡，严格实施危岩体清理、岩体节理裂隙喷浆挂网加固等处置措施，降低崩塌、滑坡风险，相关部门协同开展边坡稳定性监督检查，确保措施执行到位。

3、水土流失防治

矿山应按照水利部门、林草部门的要求，落实水土流失防治协同措施，在采场、排土场、矿区道路等区域布设挡水围堰、截排水沟等工程设施，减少地表径流冲刷；在裸露区域及时采取临时覆盖措施，配合林草部门做好植被防护的辅助工作，遏制水土流失扩散。水利部门负责水土流失防治工程的技术指导和监督，林草部门协同做好植被防护的统筹协调，地方政府负责辖区内水土流失防治的整体管控。

4、环境污染的预防措施

矿山应按照生态环境部门的要求，落实各类环境污染预防措施，加强矿山扬尘管控，对运输道路定期洒水降尘、运输车辆加盖篷布，减少扬尘污染；规范废石、废渣堆放，设置防渗、防流失设施，防范污染物渗漏；定期开展环境监测，及时排查污染隐患。生态环境部门负责环境污染预防措施的监督指导，地方政府协同做好辖区内环境质量管控，农业部门配合做好周边农田污染防范指导工作。

5、矿山固废与疏干水的综合利用

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

6、生产与生活污水的处理

矿山应按照生态环境部门、水利部门的要求，建设、升级生产与生活污水处理设施，对矿坑水、员工生活污水进行分类处理，确保处理后废水达到 GB8978《污水综合排放标准》要求，实现达标排放或循环回用；规范污水处理设施运行管理，定期开展检修维护，确保设施稳定运行。生态环境部门负责污水处理的环保监督，水利部门负责污水处理设施的技术指导及水资源回用的统筹协调。

第二节 修复措施

一、地貌重塑

1、危坡清理

治理区内露天采场边坡岩体风化强烈，节理裂隙发育，岩体多层碎块状。削坡清危可以有效地清除坡体上部不稳定地质体，有效增加坡体的稳定性。

2、回填

拟建露天采场、原露天采场以及钻机平台进行回填，回填物源主要为废石、建筑固废，选取细颗粒排弃物，采取机械拉运，人工填充的方法。从周边向中心逐步回填，尽量减少机械作业产生新的环境问题。

3、垫坡整形

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

4、硬化地面清除

对拟建工业场地形成的地表硬化层进行清除工作，利用挖掘机、推土机破碎硬化层，利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣到采场内部用于采场回填治理工作。

5、石方整平

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

6、挡土墙

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

二、土壤重构

1、覆土

将表土用自卸汽车运至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地地上。

覆盖土层厚度应参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行，且覆土后场地坡度应与原地面坡度一致。拟复垦耕地的场地有效土层厚度不低于***，拟复垦林地的场地有效土层厚度不低于***，拟复垦草地的场地有效土层厚度不低于***。经过治理措施后，表土层能够满足植被生长。

2、土地平整

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

3、翻耕

土地平整造成一定的土壤压实，使土壤对降雨入渗能力降低。为了恢

复土地的使用功能，翻松地表土地，翻耕采用拖拉机和三铧犁，打破紧实层，疏松土壤，增加透水透气性能，提高抗旱耐涝能力。

4、土壤培肥

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

三、植被重建

1、植被品种筛选

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

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

复垦草地草种优先选择本地物种，羊草、爬山虎、五叶地锦（备选大针茅、狼尾草、牻牛儿苗），固氮能力强，根系发达，提升土壤有机质。

根据以上特点，确定本次土地复垦方案植被品种灌木林地选山杏（备选柠条、荆条、虎榛子），草种选择羊草、爬山虎、五叶地锦（备选大针茅、狼尾草、牻牛儿苗）。

2、恢复植被措施

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

地复垦方案植被品种灌木林地选山杏（备选柠条、荆条、虎榛），草种选择羊草、爬山虎、五叶地锦（备选大针茅、狼尾草、牻牛儿苗）。

（1）种植灌木

购买来的苗木经运输至矿区必须及时进行种植，随栽植随挖取，栽植时幼苗根部要蘸上泥浆以减少根部在干燥空气中的暴露时间，增加根部土壤含水量。植树全部采用穴状整地栽植，苗木要求二年生，裸根；株间距 $2\text{m}\times 2\text{m}$ （ 1hm^2 □□□□2500 株），栽植采用坑栽，种植穴方形，树坑大小为 $10\text{cm}\times 10\text{cm}\times 10\text{cm}$ ，每穴 2 株，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

（2）撒播草籽

草种籽选用纯度98%、含水量90%以上、无病虫害的优良种籽，采用撒播方式增加地表植被的覆盖度，播撒量为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

应选择适宜草种，选择抗旱、抗贫瘠优良草种，混合播种，播草籽方法采用撒播，撒播时将草籽混合均匀，撒播后要保持土壤湿润，进行喷水养护播种时间主要根据地区气候条件来决定。在生长季节结束前，进行刈割，在草腐解过程中，会增加土壤有机质等的含量，可有效改善土壤结构。

针对拟建露天采场台阶坡面治理，撒播爬山虎、五叶地锦，有效的对裸露坡面进行绿化。

3、提高地力措施

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

四、景观营造

1、景观植被：

景观植被的选择，道路 2 侧和场地外围选择松树（山杏），工业场地内景观树选择国槐和白蜡，国槐树冠宽大，夏季浓荫；耐旱耐瘠薄，抗污染能力强，适合厂区环境，耐寒；白蜡秋季叶片金黄，观赏价值高；耐寒耐旱，抗烟尘和有害气体。

花池子主要选择金鸡菊（花期极长，耐旱耐贫瘠，适合大面积片植）+ 百日菊（耐旱耐热，花期长，色彩艳丽）。

2、优化矿区景观格局：

由于拟建工业场地和拟建临时废石堆放场，在 S210 国道可视范围内，沿道路和场地营建绿色廊道，通过控制植被高度、色彩搭配、地形改造等方式与周边自然景观形成有机衔接，形成完整的区域景观格局。在整体规划上，打破单一呆板的格局，通过地形重塑，巧妙布置耕地、林地、草地，形成空间异质性高、层次丰富的“斑块-廊道-基质”景观结构，构建一个功能完整、地形地貌协调、自我维持、富有韧性且兼具生产与审美价值的生态景观。

3、文化功能重构与提升：

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

4、绿色矿山建设：

根据《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24号）文件精神，以及《非金属矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0312-2018）等，结合矿山实际情况，制定技改扩建部分绿色矿山建设方案，推动矿山绿色低碳转型。

本次矿山建设严格按照绿色矿山建设标准。

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

矿山生产、运输、储存过程中做好防尘保洁措施，确保矿区环境卫生整洁。

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

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

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

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

第三节 工程内容

矿山建设期新增场地为拟建表土场、拟建废石临时堆场、拟建工业场

地，现状场地单元中，拟建场地建成后，露天采坑、临时占用地、探槽 TC1-TC5、钻机平台 PT1-PT28(其中除了 PT11-PT13 不在拟建露天采场里)以及部分矿区道路与拟建场地部分重合，总重合面积 **，未来与拟建单元统一治理。

因此，本方案对拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、原露天采场、钻机平台、拟建矿区道路、矿区道路进行工程设计。

一、拟建露天采场

1、布设网围栏

露天采场周边外约为 5m 处设置铁刺网围栏。通过钢筋混凝土桩及刺绳相结合的方法进行拦挡，设计每隔 4m 设一根水泥桩，规格为 0.1m×0.1m×2.0m（钢筋混凝土桩地下 0.4m，地面外漏 1.6m），然后沿水泥桩拉双股刺绳，距地面 0.4m 拉第一根，往上每隔 0.4m 拉一根。对拟建露天采坑设置网围栏长度**。

2、设置警示牌

在拟建露天采坑外围 5m 处布设一定数量的警示牌，以防人车畜误入，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显，露天采坑设置警示牌 10 块。

表 4-2 警示牌位置坐标表

3、表土剥离

拟建露天采场面积**，根据土层厚度，平均剥离表土深度 1m，则剥离表土工程量为 644223m³。

4、危岩体清理

对采坑内局部不稳定岩质边坡、浮石，适宜采用局部削坡和清理浮石方式进行防治的工程。清理时，将表层裂隙发育且风化严重的部分清除（表层约 0.3m 厚度破碎清理），局部可根据现场实际情况适当增加或减少。清理危岩体工程量估算如下： $Q_x=n \times L_1 \times v$ ，式中： Q_x 为清理危岩体方量（ m^3 ）；根据周围矿山治理经验， n 为边坡清理危岩体系数 20%， 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 $1m^3/m$ ）。

露天采场总共 18 阶台阶边坡最外边坡***，总清理危岩体边坡长度 57607，则总清理危岩体工程量为 $20\% \times 57607 \times 1 = 11521m^3$ 。

5、石方回填

开采后期废石拟采用内排方式堆至露天采场内***，废石场容积约为***，根据计算开采计划对***水平利用生产废石对采场进行回填，回填工程量为 $25786854m^3$ 。最终露天采场形成***标高大平台。

6、石方整平

对清理、回填、垫坡后的平台以及开采形成的平台进行石方整平，整平深度***，整平面积***，石方整平工程量为 $117718m^3$ 。

7、覆土及整平

依据开采方案设计，对矿山开采的到界台阶进行覆土平整工作，采场***标高以上台阶平台总面积 $11.9742hm^2$ ，复垦为草地，覆土及整平工程量为 $52629m^3$ 。

表 4-3 台阶面积表

8、植被重建工程

针对拟建露天采场的台阶坡面，选用羊草、爬山虎、五叶地锦进行混合播种，撒播面积为***。

图 4-1 拟建露天采场生态修复效果剖面图

图 4-2 拟建工业场地生态修复效果剖面图

图 4-3 拟建废石临时堆放场生态修复效果剖面图

二、拟建工业场地

1、表土剥离

拟建工业场地地面积***，根据土层厚度，平均剥离表土深度 0.5m，则剥离表土工程量为 151497m³。

2、景观营造

在工业场地的入口、主干道、办公楼前、边角空地，道路 2 旁进行种植景观树（国槐和白蜡），在春季进行栽种，栽种间距宜为 3m，呈直线单排栽种，总长***，经计算需栽植 416 株。

在办公室前建设 2 个花池，长 15-20m、宽 5-8m、深 0.5-0.6m。工程量为 125m³。

3、拆除清理工程

待场地使用完毕后，对场地内的建筑等进行拆除，场地内建筑物面积为***，设计拆除厚度为建筑面积的 50%，拆除、清理工程量为 875m³。

4、硬化地面清除

拟建工业场地场地涉及地面硬化层，本方案设计矿山服务期满后场地内硬化层进行清除，硬化层按 0.5m 计，拟建工业场地面积***，则硬化地面清除工程量为 151497m³。

5、清运

矿山闭坑后，计划将拆除的建筑物和地面硬化层全部清运至露天采场用于回填，清运量为 152372m^3 。

6、覆土及整平

终采后：对拟建工业场地进行覆土，覆土面积***，复垦方向为旱地、林地、草地，覆土工程量为 238099m^3 。

7、植被重建工程

针对拟建工业场地的耕地恢复工程，为实现土地熟化，本方案设计先期混播种草进行过渡，撒播面积为***。针对灌木林地恢复工程，选用树种为山杏（备选树种为柠条），对应面积为***，需要种植***株；针对草地恢复工程混播种草，撒播面积为 0.8033hm^2 。

图 4-4 拟建工业场地平面效果布局图

三、拟建废石临时堆场

1、表土剥离

拟建废石临时堆场地面积***，根据土层厚度，平均剥离表土深度 0.5m ，则剥离表土工程量为 34983m^3 。

2、挡土墙

在拟建废石场南侧堆坡下缘设置挡土墙，以防场地面积继续扩大。挡墙浆砌石堤设计为梯形石砌坝，外坡角为***。开挖挡墙地基，使挡墙下部长方体底座埋深 1.0m ，提高挡墙稳定性。建设挡土墙长度约***，顶宽度约 2m ，高 3.5m (深埋地下 1.0m)，则工程量为 7245m^3 。

3、景观营造

对拟建废石临时堆放处东侧挡土墙外种植景观树（山杏或松树），在春季进行栽种，栽种间距宜为 3m，呈直线双排栽种，总长***，经计算需栽植 341 株。

4、石方整形

生产期间分 3 个阶段对拟建废石场堆存的废石进行整形，第一阶段 2027 年-2032 年，对堆存的废石进行预计整形量为：***，第二阶段 2033 年-2038 年，对堆存的废石进行预计整形量为：***，第三阶段 2039 年-2044 年，对堆存的废石进行预计整形量为：***。则总整形量为：885m³。

5、拆除

对挡土墙进行拆除，则工程量为 7245m³。

6、清运

矿山闭坑后，计划将拟建废石临时堆场内废石全部清运至露天采场用于回填，其中***堆存至拟建废石场，因此，废石清运工程量为 1187245m³。

7、覆土及整平

对清运后的拟建废石临时堆场进行覆土，拟建废石场计划恢复旱地、林地、草地，覆土及整平工程量为 69966m³。

8、植被重建工程

拟建废石临时堆场的耕地恢复工程，为实现土地熟化，本方案设计先期混播种草进行过渡，撒播面积为***。针对灌木林地恢复工程，选用树种为山杏（备选树种为柠条），对应面积为***，需要种植 4192 株；针对草地恢复工程，混播种草，撒播面积为***。

四、拟建表土场

1、土方整形

对拟建表土场，堆存的表土进行整形，整形量为 661m^3 。

2、挡土墙

在拟建废石场南侧堆坡下缘设置挡土墙，以防场地面积继续扩大。挡墙浆砌石堤设计为梯形石砌坝，外坡角为***。开挖挡墙地基，使挡墙下部长方体底座埋深 1.0m ，提高挡墙稳定性。建设挡土墙长度约***，顶宽度约 2m ，高 3.5m (深埋地下 1.0m)，则工程量为 5432m^3 。

3、拆除

对挡土墙进行拆除，则工程量为 5432m^3 。

4、清运

计划将表土场内表土全部清运，用于各场地覆土，剩余部分用于露天采场回填，根据计算，各场地总剥离表土量为 830703m^3 。因此拟建表土场土方清运工程量为 836135m^3 。

图 4-5 拟建表土场生态修复效果剖面图

5、翻耕

对经土方压实后的表土场进行翻耕松土，翻耕深度为 0.5m ，翻耕面积为***，因此，翻耕工程量为 2.0228m^3 。

6、土壤培肥

对翻耕后的土壤进行培肥，每公顷土地施有机肥 400kg ，培肥面积为***，因此，培肥总工程量为 1618kg 。

7、植被重建工程

前期对拟建表土场进行种草过渡，选用草种为羊草（备选草种为大针茅），撒播面积为***。终采后拟建表土场的耕地恢复工程，为实现土地熟

化，本方案设计先期混播种草进行过渡，撒播面积为***。针对灌木林地恢复工程，选用树种为山杏（备选树种为柠条），对应面积为***，需要种植2127株；针对草地恢复工程，混播种草，撒播面积为***。

五、原露天采场

1、垫坡回填

将原露天采场现状形成的采坑回填至原地貌，利用废石场废石对原露天采场边坡进行垫坡整形与周围地形地貌相协调，垫坡后角度小于 35 度，计算公式为 $Q_x=L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $192m^3/m$ ）垫坡长度 104m。

垫坡整形量 $104m \times 192m^3/m = 19968m^3$ 。

图 4-6 原露天采场生态修复效果剖面图

2、覆土及整平

对原露天采场覆土，拟恢复为草地，覆土面积***，覆土及整平工程量为 $1940m^3$ 。

3、植被重建工程

原露天采场拟恢复为草地恢复工程，混播种草，撒播面积为***。

八、钻机平台

1、垫坡回填

钻机平台总挖方量为***，计划切坡位置回填至原地貌，因此，总回填工程量为 $118m^3$ 。

2、覆土及整平

对钻机平台覆土，计划恢复旱地、草地，覆土及整平工程量为 120m^3 。

3、植被重建工程

拟建表土场的耕地恢复工程，为实现土地熟化，本方案设计先期种草 3-5 年进行过渡，选用草种为羊草（备选草种为大针茅），撒播面积为***。

针对草地恢复工程，混播种草，撒播面积为***。

九、矿区道路

1、垫坡整形

对矿区道路切坡进行垫坡整形，垫坡后坡度小于***，计算公式为 $Q_x = L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量(m^3)； L 为垫坡整形总边坡长度； v 为单位坡长垫坡整形方量(根据 mapgis 软件计算，取平均值 $5\text{m}^3/\text{m}$)。边坡长度为***，则垫坡整形工程量为 790m^3 。

2、翻耕

对压实后的道路进行翻耕松土，翻耕面积为***，翻耕深度为 0.3m ，则翻耕工程量为 1283m^3 。

3、土壤培肥

对翻耕后的土壤进行培肥，每公顷土地施有机肥 400kg ，因此，培肥总工程量 171kg 。

4、植被重建工程

矿区道路的耕地恢复工程，为实现土地熟化，本方案设计先期混播种草 3-5 年进行过渡，撒播面积为***；针对灌木林地恢复工程，选用树种为山杏（备选树种为柠条），对应面积为***，需要种植 230 株；针对草地恢复工程，混播种草，撒播面积为***。

十、拟建矿区道路

1、景观营造

在拟建矿道路两侧周围栽种（山杏和松树），在春季进行栽种，栽种间距宜为 3m，呈直线单排栽种，道路总长***，经计算需栽植 313 株。

2、翻耕

对压实后的道路进行翻耕松土，翻耕面积为***，翻耕深度为 0.3m，则翻耕工程量为 1065m³。

3、土壤培肥

对翻耕后的土壤进行培肥，每公顷土地施有机肥 400kg，因此，培肥总工程量 142kg。

4、植被重建工程

拟建矿区道路的耕地恢复工程，为实现土地熟化，本方案设计先期种草 3-5 年进行过渡，选用草种为羊草(备选草种为大针茅)，撒播面积为***；针对灌木林地恢复工程，选用树种为山杏（备选树种为柠条），对应面积为***，需要种植 150 株；针对草地恢复工程，混播种草，撒播面积为***。

十一、工程量汇总

各生态修复单元总工程量见表 4-3。

表 4-3 各生态修复单元工程量汇总表

场地名称	治理面积	治理措施																	
		清理危岩体	网围栏	警示牌	表土剥离	挡土墙	回填	石方 整平	清运	垫坡 整形	拆除	硬化 清除	覆土及 整平	翻耕	土壤 培肥	灌木	播撒 草籽	景观树	美化工程
	hm²	m³	m	块	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m²	kg	株	hm²	株	m³
拟建露天采场	64.4223	11521	3541	10	644223		25786854	117718					35922				11.9742		
拟建工业场地	30.2995				151497				152372		875	151497	238099			234	30.2059	416	125
拟建废石临时堆场	6.9966				34983	7245		885	1187245		7245		69966			4192	5.3198	341	
拟建表土场	4.0456					5432		661	836135		5432			20228	1618	2127	5.5853		
原露天采场	0.6467									19968			1940				0.6467		
钻机平台	0.024									118			120				0.024		
拟建矿区道路	0.3551													1065	142	150		313	
矿区道路	0.4275									790				1283	171	230			
合计	107.2173	11521	3541	10	830703	12677	25786854	119264	2175752	20876	13552	151497	346047	22576	1931	6933	53.7559	1070	125

第五章 监测与管护

第一节 监测目标与措施

一、监测目标任务

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

（一）监测目标

(1)通过露天采场边坡岩移观测点，观测地表及采场边坡移动变形情况，及时对崩塌、滑坡地质灾害并及时采取措施，从而消除或减轻地质灾害危害，保障生命财产安全。

(2)通过地下水位动态、水质监测工作，系统了解矿山开采活动对含水层和地下水环境污染情况，为含水层保护和水环境污染治理提供数据支撑。

(3)通过地形地貌景观监测工作，及时掌握矿山活动对地形地貌景观破坏情况并采取相应措施。

(4)通过土壤污染监测工作，定期采样和化验分析，了解矿山活动对矿区周边土壤污染情况，为土壤保护提供依据。

(5)加强修复设计和施工管理，优化矿区生态修复措施与工程防治措施，协调矿区生态修复措施与主体工程建设进度，为建设管理单位提供信息和决策依据。

(6)及时、准确掌握土地损毁状况、生态修复效果和管护效果，提出生态修复改进措施，减少人为土地损毁面积，验证生态修复方案防治措施布设的合理性。

(7)提供生态修复监督管理技术依据和公众监督基础信息，促进工作区生态环境的有效保护和及时恢复，为竣工验收提供专项报告。

(8)管护要针对不同地类实施不同方法,时间依据生态恢复程度而定。

(二) 监测任务

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

2、查明周边地下水环境和土壤环境背景,开展水环境监测、土壤环境监测;

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

4、查清监测范围内植被生态状况;

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

6、评价矿山生态环境现状,预测发展趋势;

7、建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统。

二、监测措施

(一) 地质灾害监测

根据矿山地质环境影响程度的现状和预测评估结果,该矿区各地面工程现状和预测地质灾害分布范围较小,在矿山严格按照设计进行采矿作业的情况下,地质灾害发生的可能性小,可能引发的主要地质灾害为:在矿山开采过程中,矿石在采出后,原岩应力平衡遭到损毁,使围岩发生变形、位移、开裂,当岩石移动达到极限时,围岩应力平衡遭到损毁即会发生崩塌、滑坡;因此本方案设计的地质灾害监测对象为拟建露天采场边坡。

(1) 监测方法

①矿山企业应严格按照应急主管部门要求建设“天空地一体”边坡监测系统,配备边坡监测雷达、GNSS 监测点、深部位移监测系统

和视频监控，辅以无人机巡视、人工测量、边坡日常巡视。

②矿山企业应在按照应急主管部门要求的基础上，对边坡崩塌采用目视巡回法进行监测。

（2）技术要求

根据矿山实际生产情况，在开采过程中的采场边坡进行稳定性监测，实时监测边坡的变化情况，监测记录样表见表 5-1。

表 5-1 崩塌地质灾害监测记录表

（3）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2048 年 12 月。

（二）地下水及水污染监测

（1）监测内容

监测内容包括监测地下水水位、水质变化，包括地下含水层的水位埋深、水位标高变化、地下水水质等。

（2）监测点的布设

根据前文水环境的分析结果，对矿区内的水质进行监测，由于拟建露天采场未有矿坑出水点，监测点暂时定位矿区西南部扣和林村的北沟组和矿区东部扣河林村。后期需要根据采掘范围及计划及时补充地下水监测点。地下水监测点布置见图 5-1。

5- 1 地下水监测点布置图

（3）监测频率

① 地下水水位监测要求

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

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

② 地下水水质、污染物监测要求

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

（4）监测要求

每次监测都要做好观测笔记，记录观测时间、地点、水位标高、涌水量，并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。测量水位埋深要在不大量抽取地下水、水位稳定时进行测量，采取水样时采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

（5）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2048 年 12 月。

（三）地形地貌景观

（1）监测内容

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

（2）监测方法

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

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

意堆放。可根据样表 5-2 记录监测情况。

表 5-2 地形地貌景观及土地资源监测记录表

(3) 监测频率

每年 1 次（选取 8 月份）固定航测。监测次数为***次。

(4) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月至 2048 年 12 月。

(四) 土地资源监测

1、土地损毁监测

①监测内容

对复垦责任范围内全部复垦单元涉及的挖损、压占范围内土体损毁的情况进行监测，监测现状土地复垦单元损毁面积是否增加、损毁程度是否加重、损毁时间是否延长等内容。

②监测方法

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

③样点布设

原露天采场、拟建露天采场，拟建工业场地、拟建临时废石堆放处、拟建表土场、矿山道路，工作区一共布设***个监测点。

④监测频率

监测频率为每季度一次，监测周期为矿山生产期，共监测 23 年。共计监测点***次。

2、土地复垦成效监测

①监测内容

土壤质量监测为复垦工程实施后对复垦后的土壤质量进行监测，包括复垦责任范围内监测内容包括有机质、氮、有效磷、钾、土壤 pH 等。

②监测方法

对复垦责任范围地面坡度、平整度、有效土层厚度等可采用实地测量的方法；对土壤 PH、有机质含量、砾石含量、土壤盐分和土壤重金属等可采用实地取样、实验室分析的方法。

③监测点布置

原露天采场、拟建露天采场，拟建工业场地、拟建临时废石堆放处、拟建表土场、矿山道路，工作区一共布设***个监测点，采用样方随机抽样检测法进行监测，监测期限为 3 年。

④监测频率

监测频率为每年 1 次，按管护期监测 3 年，共计监测***点次。

（五）生态系统监测

1、植物要素指标监测

（1）监测内容

植物要素监测内容主要为：植被优势种、植被覆盖度/郁闭度、群落平均高度、物种频度、叶面积指数（LAI）、地上/地下生物量。

（2）监测点布设

与土壤监测点协同布设，位置对应。在每个监测样地内，设置固定监测样方（草地：1m×1m；灌丛：5m×5m；林地：20m×20m），并设立永久标志。

（3）监测要求

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

（4）监测期限、频率

监测频率 2 次/年，矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1

月 1 日至 2048 年 12 月 31 日。

2、土壤要素指标检测

（1）点位布设

土壤监测点共布置***个，复垦场地***个、拟建工业场地***个，拟建表土场***个，按地块大小选布点方式：小面积用梅花/对角线法，大面积用棋盘/蛇形法，兼顾土壤垂向分层采样（表层 0-20cm，必要时采下层 20-60cm）。

（2）监测项目

按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)进行土壤样检测。

（3）监测频次

常规：每年 2 次；污染风险高或出现异常时加密监测（半年/季度）矿山生产期间和综合治理期内。

（4）采样与质控

土壤污染监测主要采用人工现场取土样进行分析。采样方法与监测方法：按《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。，避免交叉污染。实验室分析采用标准方法，做平行样、空白样质控，设备定期校准，数据归档保存。

3、水环境要素指标监测

本矿区内无长期地表径流，地下水监测按照上述矿山地质环境监测中含水层监测执行，以下不再赘述。

第二节 管护目标与措施

一、管护目标任务

（一）管护目标

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

2、苗木栽植、草籽撒播后要及时浇水，项目区夏秋季降雨较多，能够满足植被正常生长，栽植后第二年对缺苗处进行补植，对草籽发芽率低处进行补撒。

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

4、新造幼林需封育，管护期为3年。

（二）管护任务

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

二、管护措施

1、林地

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

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

对于虫害要及时的施用药品等控制灾害的发生。

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

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

2、草地

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

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

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

第三节 监测与管护工程量

一、监测工程

根据生态修复监测工程的设计，针对需要监测、检测的场地设置针对性的检测点，检测点具有代表性，能对矿区是否存在隐患、污染源提供依据主要监测工程量计算表见表5-3。

表 5-3 监测工程量一览表

序号	监测项目	点位数量	频率	监测年限	工程量
			(点次/年)		(点次)
一	崩塌地质灾害监测	1	24	23	552

二	地形地貌景观	1	1	23	23
三	地下水及水污染监测				
1	水位监测	1	12	23	276
2	水质、水污染监测	2	2	23	92
四	土地资源监测				
1	土地损坏监测	6	4	23	552
2	土地复垦成效监测	6	1	3	18
五	生态系统监测				
1	植被要素指标监测	1	2	23	46
2	土壤要素指标监测	3	2	23	138

二、管护工程

根据土地复垦管护措施及内容，本方案植被管护面积为复垦的林地、草地，总面积107.2173hm²。

管护时间为矿区生态修复后的近3年时间，具体工程量见表5-4。

表 5-4 管护工程量表

位置	面积 (hm ²)	年限 (a)	工程量 (a·hm ²)	实施时间 (a)
复垦区	107.2173	3	107.2173	3

第六章 工程部署与经费估算

第一节 总体部署

一、总体目标

根据“边开采、边修复”的原则，生产中破坏多少修复多少，有利于当地的生态环境恢复。针对矿区内可能产生的矿山生态问题，应坚持“预防为主，防治结合”、“在开发中保护，在保护中开发”和“边开采、边治理”的主导思路，把矿山生态修复工作贯穿于整个矿业活动中，统筹规划，分布实施，全面推进的保护与恢复治理工作。

（一）主要任务

矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：基建期 1 年（2026 年 1 月 1 日至 2026 年 12 月 31 日）、生产期 19 年（2027 年 1 月 1 日至 2045 年 12 月 31 日）、修复管护期 5 年（2046 年 1 月 1 日至 2050 年 12 月 31 日），生态修复工作预计在 2050 年 12 月 31 日前结束。

矿区生态修复坚持自然恢复与人工修复相结合，遵循因地制宜、科学规划、系统治理、合理利用的原则，旨在重新构建矿区的生态系统功能，逐步恢复矿区周围的生态平衡，总体目标任务如下：

（1）地质环境修复

通过治理不稳定地质体，恢复土地承载力，消除地质安全隐患。

（2）复垦修复

通过土壤改良、植被恢复等手段，修复受损土地和水体的物理结构，对因开采损毁的土地进行复垦修复与再利用，提高生态系统的生产力和物质循环效率，修复率达到 100%。

（3）地貌景观重塑

修复因开采破坏的地形地貌和土地利用结构，通过地貌重塑、平整、覆土改良等手段还原土地原本的地形地貌，提升土地利用价值，

有效降低水土流失与土地沙化风险，为后续生态重建筑牢根基。

（4）生态系统恢复

优先选用本地物种，恢复生态平衡，促进生物群落间的相互作用和能量流动，以维持生态系统的稳定性和可持续性。

（5）污染治理

同步开展水土污染防治，采集土壤及水质样本分析污染源，采取污染阻断、生态补水等措施修复环境功能。

（二）生态修复工程总工作量

矿山生态修复单元主要为：拟建露天采场、拟建工业场地、拟建废石临时堆场、拟建表土场、原露天采场、钻机平台、拟建矿区道路、矿区道路。

表 6-1 生态修复工程总体工作量

序号	分项工程	单位	工程量
一	地貌重塑		
1	表土剥离	m ³	830703
2	清理危岩体	m ³	11521
3	回填	m ³	25786854
4	挡土墙	m ³	12677
5	石方整平	m ³	119264
6	清运	m ³	2175752
7	垫坡整形	m ³	20876
8	拆除	m ³	13552
9	硬化清除	m ³	151497
二	土壤重构		
1	覆土及整平	m ³	3460.47
2	翻耕	m ²	2.2576
3	土壤培肥	kg	1931
三	植被重建工程		
1	栽植灌木	株	6933
2	散播种草	hm ²	53.7559
四	景观营造		
1	网围栏	m	3541
2	警示牌	块	10
3	景观树	株	1070
4	美化工程	m ³	125
五	监测工程		
一	崩塌地质灾害监测	点次	552
二	地形地貌景观	点次	23
三	地下水及水污染监测		

序号	分项工程	单位	工程量
1	水位监测	点次	276
2	水质、水污染监测	点次	92
四	土地资源监测		
1	土地损坏监测	点次	552
2	土地复垦成效监测	点次	18
五	生态系统监测		
1	植被要素指标监测	点次	46
2	土壤要素指标监测	点次	138
五	管护工程		460
	管护	hm ²	107.2173

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128号）；
- 2、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128号）；
- 3、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128号）；
- 4、《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10号）；
- 5、《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》（内财建〔2013〕600号）；
- 6、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告2019年第39号）；
- 7、《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》建办标函[2019]193号；
- 8、《内蒙古自治区人民政府办公厅关于调整自治区最低工资标准及非全日制工作小时最低工资标准的通知》内政办发〔2021〕69号；
- 9、当地材料价格信息（2026年2季度）材料价格市场询价；
- 10、其它有关规定和标准。

本方案投资估算水平年为2026年，并以国家和地方政策文件规

定的单价为标准。如与工程开工时间不在同一年份或物价有变动，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整。

表 6-2 主要材料价格表

序号	材料名称	规格、型号	单 位	单价（元）	材料限价（元）	差额（元）	价格来源
1	柴油	0#	kg	9.89	4.5	5.39	价格信息
2	汽油	92#	kg	11.71	5	6.71	价格信息
3	油松	H=2m	株	15			市场询价
4	山杏	H=1.0m	株	5			市场询价
5	羊草		kg	40			市场询价

二、费用构成及计费标准

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润和税金。

（1）直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接工程费、措施费组成。

□直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元/工日），人工单价根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》的规定计取，确定赤峰市敖汉旗工资属于四类工资区。基本工资标准为甲类工1179元/月、乙类工900元/月。确定甲类工78.28元/工日，乙类工57.20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 2026 年 2 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元

/ 台班)。台班费定额依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》编制,具体见定额单价取费表。

□措施费

措施费是指为完成工程项目施工,发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用,包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费,本项目不计夜间施工增加费。措施费按项目直接工程费×措施费费率进行计算。其费率依据财政厅、国土资源厅《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》计取,取费标准见表 6-3。

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	0.7	0.7	0.2	3.6
5	辅助工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6

(2) 间接费

间接费包括企业管理费和规费,依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准(试行)》规定,间接费率按工程类别进行计取,间接费按项目直接费×间接费费率进行计算,取费标准见表 6-4。

表 6-4 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率(%)
L	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。

（5）设备购置费

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

2、其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

（1）前期工作费

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

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

项目可研论证费以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，见表 6-5。

表 6-5 项目可研论证费计费标准表

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

序号	计费基数(万元)	项目可研论证费(万元)
6	10000	25

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25% 计取。

项目勘测与设计费以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。其中勘测费可按不超过工程施工费的 1.5% 单独计算，剩余部分可计为项目设计与预算编制费，见表 6-6。

表 6-6 项目勘测与设计费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目勘测与设计费(万元)
1	≤180	7.5
2	500	20
3	1000	39
4	3000	93
5	5000	145
6	10000	270

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.70% 计取。

项目招标代理费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-7。

表 6-7 项目招标代理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目招标代理费(万元)
1	≤180	0.5	500	$500 \times 0.5\% = 2.5$
2	500~1000	0.4	1000	$2.5 + (1000 - 500) \times 0.4\% = 4.5$
3	1000~3000	0.3	3000	$4.5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 10.5$
4	3000~5000	0.2	5000	$10.5 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 13.5$
5	5000~10000	0.1	10000	$13.5 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 18.5$
6	10000 以上	0.05	15000	$18.5 + (15000 - 10000) \times 0.05\% = 21$

注：计费基数小于 100 万元时，按计费基数的 1.0% 计取。

(2) 工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定，具体费率见表 6-8。

表 6-8 工程监理费计费标准表

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤180	4

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
2	500	10
3	1000	18
4	3000	45
5	5000	70
6	10000	120

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 1.20% 计取。

(3) 竣工验收费

竣工验收费包括工程验收费、项目决算编制与审计费，工程验收费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-9。

表 6-9 工程验收费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤180	1.7	180	$180 \times 1.7\% = 3.06$
2	180~500	1.2	500	$3.06 + (500 - 180) \times 1.2\% = 6.9$
3	500~1000	1.1	1000	$6.9 + (1000 - 500) \times 1.1\% = 12.4$
4	1000~3000	1.0	3000	$12.4 + (3000 - 1000) \times 1.0\% = 32.4$
5	3000~5000	0.9	5000	$32.4 + (5000 - 3000) \times 0.9\% = 50.4$
6	5000~10000	0.8	10000	$50.4 + (10000 - 5000) \times 0.8\% = 90.4$
7	10000 以上	0.7	15000	$90.4 + (15000 - 10000) \times 0.7\% = 125.4$

项目决算编制与审计费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-10。

表 6-10 项目决算编制与审计费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目决算编制与审计费(万元)
1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$
6	10000 以上	0.5	15000	$69.5 + (15000 - 10000) \times 0.5\% = 94.5$

(4) 业主管理费

以工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，见表 6-11。

表 6-11 项目管理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目管理费(万元)
1	≤500	1.5	500	$500 \times 1.5\% = 7.5$
2	500~1000	1.0	1000	$5 + (1000 - 500) \times 1.0\% = 12.5$
3	1000~3000	0.5	3000	$12.5 + (3000 - 1000) \times 0.5\% = 22.5$
4	3000~5000	0.3	5000	$22.5 + (5000 - 3000) \times 0.3\% = 28.5$
5	5000~10000	0.1	10000	$28.5 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 33.5$
6	10000 以上	0.08	15000	$33.5 + (15000 - 10000) \times 0.08\% = 37.5$

3、预备费

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

(1) 基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本项目按工程施工费和其他费用之和的 3.0%计取。

(2) 风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的矿山地质环境治理过程中可能发生风险的备用金。本方案确定风险金按工程施工费、设备费、其他费用三项之和的 10%计取。

(3) 价差预备费

考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素,需要计算价差预备费,根据目前内蒙古自治区的经济发展境况,结合矿山服务年限,年涨价率可按 6%计取。假设治理工程的治理年限为 t 年,且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 ... a_n ,根据目前我国经济发展境况, f : 年涨价率可按 6%计取,则第 n 年的动态投资价差预备费:

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

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

(1) 监测费

包括地质灾害、水质、水位、水量、地貌景观等监测费等。本方案将监测费用单独列出。各项监测措施取费标准详见表 6-12。

表 6-12 监测取费标准参考表

序号	监测项目	频率	单价 (元)
一	崩塌地质灾害监测	点次	200
二	地形地貌景观	点次	2000
三	地下水及水污染监测		
1	水位监测	点次	200
2	水质、水污染监测	点次	2000
四	土地资源监测		
1	土地损坏监测	点次	200
2	土地复垦成效监测	点次	1000
五	生态系统监测		
1	植被要素指标监测	点次	500
2	土壤要素指标监测	点次	2000

(2) 管护费

管护费：管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。每年管护 2 次。本方案管护单价为 800 元/hm²。

三、经费估算

矿区生态修复动态投资经费为 10579.58 万元。其中工程施工费 3204.21 万元，其他费用 253.70 万元，监测费与管护费 83.20 万元，

预备费 7028.33 万元，。前三年矿区生态修复总投资 394.36 万元。详见生态修复总费用组成分析表，表 6-13~6-24。

表 6-13 生态修复费用总表

序号	工程或费用名称	费用(万元)	费率(%)
一	工程施工费	3204.21	30.29
二	设备费	1.5	0.01
三	其他费用	253.7	2.40
四	监测与管护费	91.8	0.87
(一)	监测费	83.2	
(二)	管护费	8.6	
五	预备费	7028.33	66.43
(一)	基本预备费	103.74	
(二)	价差预备费	6578.80	
(三)	风险金	345.79	
合 计		10579.54	100

表 6-14 工程施工费估算表

序号	定额编号	单项名称	工程量	单位	综合单价 (元)	合计(万元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		地貌重塑工程				2662.24
1	20013	清理危岩体	115.21	100m ³	2435.82	28.06
2	20272	石方整平	1192.64	100m ³	602.44	71.85
3	20272	清运	21757.52	100m ³	602.44	1310.76
4	20280	垫坡整形	208.76	100m ³	1501.68	31.35
5	30039	砌体拆除(硬化清理)	1514.97	100m ³	5872.34	889.64
6	30013	挡土墙	126.77	100m ³	26077.24	330.58
二		土壤重构工程				510.26
1	10196	覆土(运距 0.5~1km)	3460.47	100m ³	1462.15	505.97
2	10019	翻耕	2.2576	hm ²	1869.64	0.42
3	市场询价	土壤培肥	19.31	100kg	2000	3.86
三		植被重建工程				20.53
2	50019	种植灌木	69.33	100 株	737.09	5.11
3	50031	散播种草	53.7559	hm ²	2869.04	15.42
四		景观营造				11.18
1	60014	网围栏	35.41	100m	1914.24	6.78
2	市场询价	警示牌	10	块	300	0.30
3	50002	景观树	10.70	100 株	2377.44	2.54
4	市场询价	花池子	1.25	100m ³	12500	1.56
总 计						3204.21

表 6-15 设备费估算表

序号	设备名称	计量单位	数量	综合单价(元)	合计(万元)
1	无人机	台	1	15000	1.50
合 计					1.50

表 6-16 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	定额 编号	单位	数量	直接费单 价(元)	直接工程费 单价(元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	价差 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
一	地貌重塑工程											
(一)	清理危岩体	20013	100m ³	115.21	2010.61	1940.74	69.58	120.15	63.68	40.26	201.12	2435.82
(二)	石方整平	20272	100m ³	1192.64	378.61	365.45	13.16	22.72	12.04	139.99	49.74	602.44
(三)	清运	20272	100m ³	21757.52	378.61	365.45	13.16	22.72	12.04	139.99	49.74	602.44
(四)	垫坡整形	20280	100m ³	208.76	916.30	884.46	31.84	54.98	29.14	453.57	47.69	1501.68
(五)	砌体拆除	30039	100m ³	1514.97	3689.68	3554.6	135.07	184.48	116.22	1397.09	424.22	5872.34
(六)	挡土墙	30013	100m ³	126.77	16476.34	15903.80	572.54	823.82	519.00	6104.91	2153.17	26077.24
二	土壤重构工程											
(一)	覆土及整平	10196	100m ³	3627.54	852.2	822.59	29.61	42.61	26.84	419.77	120.73	1462.15
(二)	翻耕	10019	hm ²	2.4256	1257.08	1213.4	43.68	62.85	39.6	355.74	154.37	1869.64
(三)	土壤培肥		100kg	20.65								2000
三	植被重建工程											
(一)	种植灌木	50019	100株	73.36	625.27	598.75	26.34	31.26	19.7	0	60.86	737.09
(二)	种草	50031	hm ²	61.4905	2433.79	2349.22	84.57	121.69	76.66	0	236.89	2869.04
四	景观营造											
(一)	网围栏	60014	100m	3541	1713.78	1654.23	59.55	85.69	53.98	0	60.79	1914.24
(二)	警示牌		块	10								300.00
(三)	景观树	50002	株	1070	2016.77	1946.69	70.08	100.84	63.53	0	196.30	2377.44
(四)	花池子		100m ³	1.25								12500.00
五	监测工程											
(一)	崩塌地质灾害监测		点次	552								200
(二)	地形地貌景观		点次	23								2000
(三)	地下水及水污染监测											
1	水位监测		点次	276								200

序号	工程或费用名称	定额编号	单位	数量	直接费单价(元)	直接工程费单价(元)	措施费(元)	间接费(元)	利润(元)	价差(元)	税金(元)	综合单价(元)
2	水质、水污染监测		点次	92								2000
(四)	土地资源监测											
1	土地损坏监测		点次	552								200
2	土地复垦成效监测		点次	18								1000
(五)	生态系统监测											
1	植被要素指标监测		点次	46								500
2	土壤要素指标监测		点次	138								2000
五	管护工程											
	管护次数		hm ²	107.2173								800

表 6-17 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额 (万元)	各项费用占其他 费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费	(1) + (2) (3)	121.53	47.9
(1)	项目可研论证费	$12 + [(\text{工程施工费}-3000) \div (5000-3000)] \times (15-12)$	12.31	—
(2)	项目勘测与设计费	$93 + [(\text{工程施工费}-3000) \div (5000-3000)] \times (145-93)$	98.31	—
(3)	项目招标代理费	$10.5 + (\text{工程施工费}-3000) \times 0.2\%$	10.91	—
2	工程监理费	$45 + [(\text{工程施工费}-3000) \div (5000-3000)] \times (70-45)$	47.55	18.72
3	竣工验收费	(1) + (2)	61.17	24.11
(1)	工程验收费	$32.4 + (\text{工程施工费}-3000) \times 0.9\%$	34.24	—
(2)	项目决算编制与审计费	$25.5 + (\text{工程施工费}-3000) \times 0.7\%$	26.93	—
4	项目管理费	$22.5 + (\text{工程施工费} + \text{前期工作费} + \text{工程监理费} + \text{竣工验收费} - 3000) \times 0.3\%$	23.8	9.38
总计			253.7	100

表 6-18 监测费用估算表

监测项目	工程量	综合单价 (元)	费用 (万元)
	(点次)		
崩塌地质灾害监测	552	200	11.04
地形地貌景观	23	2000	4.6
水位监测	276	200	5.52
水质、水污染监测	92	2000	18.4
土地损坏监测	552	200	11.04
土地复垦成效监测	18	1000	1.8
植被要素指标监测	46	500	2.3
土壤要素指标监测	138	2000	27.6
合计			83.20

表 6-19 管护费用估算表

序号	费用名称	工程量	单位	单价 (元)	费用 (万元)
1	管护费	107.2173	hm ²	800	8.60
总计		—	—	—	

表 6-20 预备费估算表

序号	费用名称	工程施工费（万元）	其他费用（万元）	费率（%）	费用（万元）
1	基本预备费	3204.21	253.70	3	103.74
2	风险金	3204.21	253.70	10	345.79
合计					449.53

表 6-21 价差预备费估算表

年数	年度经费(万元)	$(1+f)^m(1+f)^{0.5}(1+f)^{t-1}-1$	价差预备费（万元）
2026	11.54	0.02956	0.34
2027	373.14	0.09134	34.08
2028	9.68	0.15682	1.52
2029	5.58	0.22623	1.26
2030	5.58	0.29980	1.67
2031	5.58	0.37779	2.11
2032	5.58	0.46045	2.57
2033	5.58	0.54808	3.06
2034	5.58	0.64097	3.58
2035	5.58	0.73943	4.13
2036	5.58	0.84379	4.71
2037	5.58	0.95442	5.33
2038	5.58	1.07168	5.98
2039	5.58	1.19598	6.67
2040	5.58	1.32774	7.41
2041	5.58	1.46741	8.19
2042	5.58	1.61545	9.01
2043	5.58	1.77238	9.89
2044	5.58	1.93872	10.82
2045	5.58	2.11505	11.80
2046	2686.94	2.30195	6415.60
2047	5.58	2.50006	13.95
2048	5.58	2.71007	15.12
合计	3287.41		6578.80

表 6-22 施工费单价分析表

一般石方开挖 风钻钻孔					
定额编号：20013					单位：元/100m³
工作内容：风钻钻孔、爆破、撬移、解小、翻碴、清面					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2010.61
(一)	直接工程费				1940.74

1	人工费				728.85
	甲类工	工日	0.6	78.28	46.97
	乙类工	工日	11.9	57.20	680.68
2	材料费			-	630.25
	合金钻头	个	1.02	50.00	51.00
	空心钢	kg	0.43	5.00	2.15
	炸药	kg	26.4	5.00	132.00
	电雷管	个	39	0.90	35.10
	导电线	m	120	2.00	240.00
	火线	m	85	2.00	170.00
3	机械费				584.34
	风钻（手持式）	台班	0.77	647.62	498.67
	修钎设备	台班	0.04	517.11	20.68
	载重汽车 5t	台班	0.2	284. 61	56. 92
4	其它费用	%	4.2	1934. 17	81. 24
(二)	措施费	%	3.6	1932. 67	69. 58
二	间接费	%	6	2002. 54	120. 15
三	利润	%	3	2122. 69	63. 68
四	材料价差				40.26
	汽油	kg	6	6.71	40.26
五	税金	%	9	2234. 70	201. 12
合计					2435. 82

挖掘机砌体拆除					
定额编号：30039					单位：元 /100m³
工作内容：拆除、清理、堆放					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3689.68
(一)	直接工程费				3554.6
1	人工费				846.56
	甲类工	工日			
	乙类工	工日	14.8	57.2	846.56
2	材料费				0
3	机械费				2608.04
	挖掘机 1m³	台班	3.6	388.69	1399.28
4	其它费用	%	3	3454.6	103.64
(二)	措施费	%	3.8	3554.6	135.07
二	间接费	%	5	3689.68	184.48
三	利润	%	3	3874.16	116.22
四	材料价差				1397.09
	柴油	kg	259.2	5.39	1397.09
五	税金	%	9	5387.47	424.22
合计					5872.34

土地翻耕					
定额编号：10019					单位：元/hm²
工作内容：松土					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1257.08
(一)	直接工程费				1213.4
1	人工费				697.85
	甲类工	工日	0.6	78.28	46.97
	乙类工	工日	11.4	57.2	650.88
2	材料费				0
3	机械费				512.9
	拖拉机 59kw	台班	1.2	354.78	425.74
	三铧犁	台班	1.2	11.37	13.64
4	其它费用	%	0.5	1210.75	6.05
(二)	措施费	%	3.6	1213.4	43.68
二	间接费	%	5	1257.08	62.85
三	利润	%	3	1319.93	39.6
四	材料价差				355.74
	柴油	kg	66	5.39	355.74
五	税金	%	9	1,715.27	154.37
合计					1869.64

2m³装载机挖装自卸汽车运土(运距 0.5~1km)					
定额编号：10196					单位：元 /100m³
适用范围：土方回填、土方削坡、表土剥离、一般覆土					
工作内容：挖装、运输、卸除、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				852.2
(一)	直接工程费				822.59
1	人工费				45.76
	甲类工	工日			0
	乙类工	工日	0.8	57.2	45.76
2	材料费				0
3	机械费				771.56
	装载机 2m³	台班	0.24	434.33	104.24
	推土机 59kw	台班	0.1	354.78	35.48
	自卸汽车 20t	台班	0.7	902.63	631.84
4	其它费用	%	3.9	817.32	31.87
(二)	措施费	%	3.6	822.59	29.61
二	间接费	%	5	852.2	42.61
三	利润	%	3	894.81	26.84
四	材料价差				419.77

	柴油	kg	77.88	5.39	419.77
五	税金	%	9	1341.42	120.73
合计					1462.15

垫坡整形单价					
定额编号：20280			单位：元/100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				916.30
(一)	直接工程费				884.46
1	人工费				83.18
(1)	甲类工	工日	0.1	78.28	7.83
(2)	乙类工	工日	1.3	57.20	74.36
(3)	其他人工费	%	1.2	82.19	0.99
2	材料费				0.00
3	机械使用费				801.28
(1)	推土机 74kw	台班	1.53	517.50	791.78
(2)	其他机械使用费	%	1.2	791.78	9.50
(二)	措施费	%	3.6	884.46	31.84
二	间接费	%	6	916.30	54.98
三	利润	%	3	971.28	29.14
四	材料价差				453.57
1	柴油	kg	84.15	5.39	453.57
五	税金	%	3.28	1453.99	47.69
合 计					1501.68

推土机推运石碴(运距 100m)					
定额编号：20272					单位：元/100m³
工作内容：装、运、卸、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				378.61
(一)	直接工程费				365.45
1	人工费				82.19
	甲类工	工日	0.1	78.28	7.83
	乙类工	工日	1.3	57.2	74.36
2	材料费				0
3	机械费				243.23
	推土机 74kw	台班	0.47	517.5	243.23
4	其它费用	%	13.9	325.42	40.03
(二)	措施费	%	3.6	365.45	13.16
二	间接费	%	6	378.61	22.72
三	利润	%	3	401.33	12.04
四	材料价差				139.99

	柴油	kg	25.85	5.39	139.33
五	税金	%	9	552.70	49.74
合计					602.44

栽植灌木					
定额依据：50019				定额单	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			625.27
(一)	直接工程费				598.75
1	人工费				91.52
-1	乙类工	工日	1.6	57.20	91.52
2	材料费				468.59
-1	灌木	株	100	5	500
-3	水	m ³	3.5	3.3	11.55
3	其他费用	%	0.4	610.11	2.24
(二)	措施费	%	4.4	612.55	26.34
二	间接费	%	5	639.5	31.26
三	利润	%	3	671.48	19.7
五	税金	%	9	691.62	60.86
	合计				737.09

栽植乔木（带土球）					
定额编号：50002				单位：/100 株	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费			—	2016.77
(一)	直接工程费			—	1946.69
1	人工费			—	400.40
	甲类工	工日		78.28	0.00
	乙类工	工日	7	57.20	400.40
2	材料费			—	1536.60
	树苗	株	102	15.00	1530.00
	水	m ³	2	3.30	6.60
3	机械使用费			—	0.00
4	其他材料费	%	0.5	1937.00	9.69
(二)	措施费	%	3.6	1946.69	70.08
二	间接费	%	5	2016.77	100.84
三	利润	%	3	2117.61	63.53
四	税金	%	9	2181.14	196.30
合 计				—	2377.44

散播种草					
定额编号：50031					单位：元/hm ²
工作内容：种子处理、人工散播草籽、用耙、耢、石碾子碾等方法覆土。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2433.79
(一)	直接工程费				2349.22
1	人工费				491.92
	甲类工	工日	0	78.28	
	乙类工	工日	8.6	57.20	491.92
2	材料费				1800.00
	草籽	kg	45	40.00	1800.00
3	机械费				0.00
4	其它费用	%	2.5	2291.92	57.30
(二)	措施费	%	3.6	2349.22	84.57
二	间接费	%	5	2433.79	121.69
三	利润	%	3	2555.48	76.66
四	材料价差				
五	税金	%	9	2632.14	236.89
合计					2869.04

网围栏					
定额编号：60014				单位：元/100m	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1713.78
(一)	直接工程费				1654.23
1	人工费				204.20
(1)	甲类工	工日			
(2)	乙类工	工日	3.5	57.20	200.20
(3)	其它费用	%	2	200.20	4.0
2	材料费				1450.03
(1)	预制混凝土桩	根	20	66.58	1331.6
(2)	铁丝	kg	18	5	90
(3)	其它费用	%	2	1421.6	28.43
3	机械使用费				
(1)	其它费用	%			
(二)	措施费	%	3.6	1654.23	59.55
二	间接费	%	5	1713.78	85.69
三	利润	%	3	1799.47	53.98
四	税金	%	3.28	1853.45	60.79
合 计					1914.24

浆砌块石					
定额编号：30013					单位：元 /100m³
适用范围：露天作业					
工作内容：选石、修石、拌和砂浆、砌筑、勾缝					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				16476.34
(一)	直接工程费				15903.80
1	人工费				6719.59
	甲类工	工日	5.74	78.28	449.33
	乙类工	工日	109.62	57.20	6270.26
2	材料费				9105.09
	块石	m³	105	40.00	4200.00
	砂浆	m³	27	181.67	4905.09
3	机械费				0.00
4	其它费用	%	0.5	15824.68	79.12
(二)	措施费	%	3.6	15903.80	572.54
二	间接费	%	5	16476.34	823.82
三	利润	%	3	17300.16	519.00
四	材料价差				6104.91
	块石	m³	105	20.00	2100.00
	砂浆	m³	27	148.33	4004.91
五	税金	%	9	23924.07	2153.17
合计					26077.24

表 6-24 台班费计算表

机械名称	规格	台班费	一类 费用 合计	二类费用												
			一类 费用 合计	人工费（元/ 日）		动力 燃料 费小 计	汽油（元 /kg）		柴油（元 /kg）		电（元 /kw·h）		水（元/m³）		风（元/m³）	
				工 日	金 额		数 量	金 额	数 量	金 额	数 量	金 额	数 量	金 额	数 量	金 额
单斗挖掘机	电动 2m³	1000.72	529.22	2	156.56	314.94					435	314.94				
装载机	1m³	388.69	98.21	2	156.56	216.00			48	216.00						
装载机	1.4~1.5m³	434.33	135.48	2	156.56	229.50			51	229.50						
推土机	59kW	354.78	75.46	2	156.56	198.00			44	198.00						
推土机	74kW	517.50	207.49	2	156.56	247.50			55	247.50						
拖拉机	履带式 74kW	486.45	142.96	2	156.56	301.50			67	301.50						
自行式平地机	118kW	719.29	317.21	2	156.56	396.00			88	396.00						
风钻	手扶式	647.62	7.99			639.63							1.1	3.63	795	636.00
电钻	1.5kW	10.64	6.30			4.34					6	4.34				
修钎设备		517.11	423.03	94.08												
犁	无头三铧	11.37	11.37													
风镐	手扶式	260.24	4.24			256.00									320	256.00
风水（砂）枪	耗风量（m³/min)2-6	782.62	3.22			779.40							18	59.40	900	720.00
载重汽车	汽油型 5t	284.61	88.73	1	78.28	150.00	30	150								
电动空气压缩机	移动式排气量（m³/min)3	181.77	28.92	1	78.28	74.57					103	74.57				
电焊机	交流（KVA)20~25	136.45	3.15	1	78.28	55.02					76	55.02				

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，按照矿区生态修复与采矿工程相结合的原则，同时根据现状问题识别和受损预测分析，综合诊断评价，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿区生态修复划分为基建期、生产期和修复管护期三个阶段。各阶段实施时间计划见表 6-25。

表 6-25 矿山地质环境治理阶段时间

分期	阶段划分	时段	年限
基建期	第 1 阶段	2026.1-2026.12	1
生产期	第 2 阶段	2027.1-2045.12	19
修复管护期	第 3 阶段	2046.1-2048.12	3

（一）第一阶段（基建期：2026 年 1 月 1 日-2026 年 12 月 31 日）

- 1、对钻机平台进行回填、覆土及整平、恢复植被；
- 2、对拟建露天采场表土剥离，设立网围栏和警示牌；
- 3、对拟建工业场地表土剥离；
- 4、对拟建废石临时堆场表土剥离；
- 3、建立露天采场边坡监测点，定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；
- 4、沿地形地貌景观和土地损毁监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；
- 5、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；
- 6、建立土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况。
- 7、建立生态系统监测系统检测，对植被要素指标、土壤要素指

标和水环境要素指标监测。

（二）第二阶段（生产期：2027 年 1 月 1 日-2045 年 12 月 31 日）

1、生产的废石对原露天采场进行垫坡回填，覆土整平，恢复植被。

2、对不再利用的矿区道路进行最终治理；

3、对拟建露天采场清理危岩体，对拟建露天采场每形成一阶台阶，将对台阶平台进行覆土，恢复植被，开采期完成采场 650m 标高以上台阶平台的覆土、恢复植被、管护工作。

4、对拟建废石场设立挡土墙，东侧挡土墙外种植景观树（山杏或松树），生产期间对拟建废石场，进行石方整形；

5、拟建表土场设立挡土墙，对表土进行土方整形，播撒草籽，保护土壤；

6、对进矿道路两侧栽植景观树；

7 对拟建工业场地入口、主干道、办公楼前、边角空地，道路 2 旁进行种植景观树，在办公室前建设 2 个花池。

8、定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；

9、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

10、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

11、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

12、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（三）第三阶段（修复管护期 2046 年 1 月 1 日-2048 年 12 月 31 日）

1、对拟建废石临时堆场堆放拆除挡土墙，对废石进行清运，后

对场地覆土、恢复植被；

2、对拟建露天采场回填、垫坡、平台清理、场地整平、覆土、恢复植被。

3、对拟建工业场地拆除硬化层，对场地整平、覆土、恢复植被；

4、拟建表土场内表土利用后，拆除挡土墙，对场地翻耕、恢复植被。

5、对拟建矿区道路进行最终治理；

8、定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；

9、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

10、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

11、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

12、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测；

13、对已恢复的植被进行补种及管护。

表 6-26 生态修复复垦工作部署安排表

年度	工作任务	工程措施	单位	工程量
2026. 1-2026. 12	钻机平台	垫坡	m ³	118
		覆土及整平	m ³	120
		种草	hm ²	0. 0240
	拟建露天采场	网围栏	m	3541
		警示牌	块	10
		表土剥离	m ³	644223
	拟建工业场地	表土剥离	m ³	151497
	拟建废石临时堆场	表土剥离	m ³	34983
	监测工程	崩塌地质灾害监测	点/次	24
		地形地貌景观监测	点/次	1
		水位监测	点/次	12
		水质、水污染监测	点/次	4
		土地损坏监测	点/次	24
		土地复垦成效监测	点/次	6
		植被要素指标监测	点/次	2
		土壤要素指标监测	点/次	6

年度	工作任务	工程措施	单位	工程量
2027. 1-2027. 12	拟建废石临时堆场	挡土墙	m ³	7245
	拟建表土场	挡土墙	m ³	5432
		土方整形	m ³	661
		种草过渡	hm ²	4. 0456
	原露天采场	垫坡整形	m ³	19968
		覆土及整平	m ³	1940
		种草	hm ²	0. 6467
	矿区道路	垫坡整形	m ³	790
		翻耕	m ²	1283
		培肥	kg	171
		灌木（山杏）	株	230
		种草	hm ²	0. 3355
	监测工程	崩塌地质灾害监测	点/次	24
		地形地貌景观监测	点/次	1
		水位监测	点/次	12
		水质、水污染监测	点/次	4
		土地损坏监测	点/次	24
		土地复垦成效监测	点/次	6
		植被要素指标监测	点/次	2
		土壤要素指标监测	点/次	6
2028. 1-2028. 12	拟建工业场地	景观树	株	416
		花池	m ³	125
		种草	hm ²	0. 0102
	拟建废石临时堆场	景观树	株	341
	拟建矿山道路	景观树	株	313
	拟建露天采场	危岩体清理	m ³	606
	监测工程	崩塌地质灾害监测	点/次	480
		地形地貌景观监测	点/次	1
		水位监测	点/次	12
		水质、水污染监测	点/次	4
		土地损坏监测	点/次	24
		土地复垦成效监测	点/次	6
		植被要素指标监测	点/次	2
		土壤要素指标监测	点/次	6
2029. 1-2045. 12	拟建露天采场	危岩体清理	m ³	10915
		回填	m ³	53842077
		覆土及整平	m ³	52629
		种草	hm ²	17. 5432
	拟建临时废石场	石方整形	m ³	885
	监测工程	崩塌地质灾害监测	点/次	408
		地形地貌景观监测	点/次	19
		水位监测	点/次	204
		水质、水污染监测	点/次	68

年度	工作任务	工程措施	单位	工程量
		土地损坏监测	点/次	408
		土地复垦成效监测	点/次	108
		植被要素指标监测	点/次	34
		土壤要素指标监测	点/次	102
2046.01-2050.12	拟建废石临时堆场	拆除	m ³	7245
		清运	m ³	1187245
		覆土及整平	m ³	69966
		灌木（山杏）	株	4192
		种草	hm ²	5.3198
	拟建露天采场	回填	m ³	1887059
		石方整平	m ³	117718
	拟建工业场地	硬化清除	m ³	151497
		拆除	m ³	750
		清运	m ³	152372
		覆土及整平	m ³	238099
		灌木（山杏）	株	234
		种草	hm ²	30.2059
	拟建表土场	拆除	m ³	5432
		清运	m ³	1017184
		翻耕	m ²	20228
		土壤培肥	kg	1618
		灌木（山杏）	株	2127
		种草	hm ²	3.1947
	拟建矿区道路	翻耕	m ²	1065
		土壤培肥	kg	142
		灌木（山杏）	株	150
		种草	hm ²	0.2949
	监测工程	崩塌地质灾害监测	点/次	72
		地形地貌景观监测	点/次	3
		水位监测	点/次	36
		水质、水污染监测	点/次	12
		土地损坏监测	点/次	72
		土地复垦成效监测	点/次	18
		植被要素指标监测	点/次	6
		土壤要素指标监测	点/次	18
	管护工程		年	23

二、近3年工作任务与经费进度安排

（一）2026年1月~2026年12月，第一年

1、对钻机平台进行回填、覆土及整平、恢复植被；

- 2、对拟建露天采场表土剥离，设立网围栏和警示牌；
- 3、对拟建工业场地表土剥离；
- 4、对拟建废石临时堆场表土剥离；
- 5、建立露天采场边坡监测点，定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；
- 6、沿地形地貌景观和土地损毁监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；
- 7、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；
- 8、建立土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况。
- 9、建立生态系统监测系统检测，对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（二）2027 年 1 月~2027 年 12 月，第二年

- 1、生产的废石对原露天采场进行垫坡回填，覆土整平，恢复植被。
- 2、对不再利用的矿区道路进行最终治理；
- 3、对拟建废石场设立挡土墙，
- 4、拟建表土场设立挡土墙，对表土地进行土方整形，播撒草籽，保护土壤，
- 5、定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；
- 6、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；
- 7、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；
- 8、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

9、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（三）2028 年 1 月～2028 年 12 月，第三年

1、对拟建露天采场进行危岩体清理，

2、对拟建废石场设立挡土墙，东侧挡土墙外种植景观树（山杏或松树），生产期间对拟建废石场，进行石方整形；

3、对进矿道路两侧栽植景观树；

4 对拟建工业场地入口、主干道、办公楼前、边角空地，道路 2 旁进行种植景观树，在办公室前建设 2 个花池。

图 6-1 拟建工业场地平面效果布局图

近三年矿区生态修复工作计划安排情况见表 6-27。

矿区生态修复工程量与经费安排见表 6-28。

表 6-27 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围(拐点坐标)	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm²)	单价(元)	小计(万元)	合计(万元)
1	第一年度 2026.1-2026.12	见表 3-55	钻机平台	否	垫坡	m³	118	旱地、人工牧草地	0.0240	15.0168	0.1772	11.5379
					覆土及整平	m³	120			14.6215	0.1755	
					种草	hm²	0.0240			2869.04	0.0069	
2		见表 3-55	拟建露天采场	否	网围栏	m	3541	\	\	19.1424	6.7783	
					警示牌	块	10			300.00	0.3000	
					表土剥离	m³	644223					
3		见表 3-55	拟建工业场地	否	表土剥离	m³	151497	\	\			
4		见表 3-55	拟建废石临时堆场	否	表土剥离	m³	34983	\	\			
5			监测工程	\	崩塌地质灾害监测	点/次	24	\	\	200	0.4800	
					地形地貌景观监测	点/次	1			2000	0.2000	
					水位监测	点/次	12			200	0.2400	
					水质、水污染监测	点/次	4			2000	0.8000	
					土地损坏监测	点/次	24			200	0.4800	
					土地复垦成效监测	点/次	6			1000	0.6000	
					植被要素指标监测	点/次	2			500	0.1000	
					土壤要素指标监测	点/次	6			2000	1.2000	
6	第二年度 2027.1-2027.12	见表 3-55	拟建废石临时堆场	否	挡土墙	m³	7245	\	\	260.7724	188.9296	373.1387
见表 3-55		拟建表土场	否	挡土墙	m³	5432	\	\	260.7724	141.6516		
				土方整形	m³	661	\	\	6.0244	0.40		

序号	修复阶段	范围(拐点坐标)	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm²)	单价(元)	小计(万元)	合计(万元)
	8				种草过渡	hm²	4.0456	\	\	2869.04	1.2571	
8		见表 3-55	原露天采场	否	垫坡整形	m³	19968	人工牧草地	0.6467	15.0168	29.9855	
					覆土及整平	m³	1940			14.6215	2.8366	
					种草	hm²	0.6467			2869.04	0.1855	
9		见表 3-55	矿区道路	否	垫坡整形	m³	790	灌木林地、人工牧草地、旱地	0.4275	15.0168	1.1863	
					翻耕	hm²	1283			18.6964	2.3987	
					培肥	kg	171			20.00	0.3420	
					灌木(山杏)	株	230			7.3709	0.1695	
					种草	hm²	0.3355			2869.04	0.0963	
10			监测工程	\	崩塌地质灾害监测	点/次	24	\	\	200	0.4800	
					地形地貌景观监测	点/次	1			2000	0.2000	
					水位监测	点/次	12			200	0.2400	
					水质、水污染监测	点/次	4			2000	0.8000	
					土地损坏监测	点/次	24			200	0.4800	
					土地复垦成效监测	点/次	6			1000	0.6000	
					植被要素指标监测	点/次	2			500	0.1000	
					土壤要素指标监测	点/次	6			2000	1.2000	
11		第三年度 2028.1-2028.12	见表 3-55	拟建工业场地	否	景观树	株	416	\	\	23.7744	
	花池					m³	125	125.00			1.5625	
	种草					hm²	0.0102	28.6904			0.0000	
12	见表 3-55		拟建废石临时堆场	否	景观树	株	341	\	\	23.7744	0.8107	
13	见表 3-55		拟建矿山道路	否	景观树	株	313	\	\	23.7744	0.7441	

序号	修复阶段	范围(拐点坐标)	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm²)	单价(元)	小计(万元)	合计(万元)
14		见表 3-55	拟建露天采场	否	危岩体清理	m³	606	\	\	24.3582	1.4761	
15			监测工程	\	崩塌地质灾害监测	点/次	24	\	\	200	0.4800	
					地形地貌景观监测	点/次	1			2000	0.2000	
					水位监测	点/次	12			200	0.2400	
					水质、水污染监测	点/次	4			2000	0.8000	
					土地损坏监测	点/次	24			200	0.4800	
					土地复垦成效监测	点/次	6			1000	0.6000	
					植被要素指标监测	点/次	2			500	0.1000	
					土壤要素指标监测	点/次	6			2000	1.2000	

表 6-28 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	范围	生态修复面积 (hm ²)	主要治理修复问题	修复工程					监测与管护工程						
					修复措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段			
1	钻机平台	见表3-55	0.0240	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡	m ³	118	0.3596	2026.1-2026.12	崩塌地质灾害监测	552（点/次）	11.04	2026.1-2048.12			
					覆土及整平	m ³	120									
					种草	hm ²	0.0240									
2	原露天采场	见表3-55	0.6467	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	m ³	19968	33.0076	2027.1-2027.12					地形地貌景观监测	23（点/次）	4.60
					覆土及整平	m ³	1940									
					种草	hm ²	0.6467									
3	矿区道路	见表3-55	0.4275	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	m ³	790	4.1928	2027.1-2027.12	地形地貌景观监测	23（点/次）	4.60				
					翻耕	m ²	1283									
					培肥	kg	171									
					灌木（山杏）	株	230									
					种草	hm ²	0.3355									
4	拟建露天采场	见表3-55	64.4223	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	表土剥离	m ³	644223	182.0412	2026.1-2050.12					地形地貌景观监测	23（点/次）	4.60
					网围栏	m	3541									
					警示牌	块	10									

序号	生态修复区块	范围	生态修复面积(hm²)	主要治理修复问题	修复工程					监测与管护工程			
					修复措施	单位	工程量	费用(万元)	实施阶段	监测措施	工程量	费用(万元)	实施阶段
5	拟建废石临时堆场	见表3-55	6.9966	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	危岩体清理	m³	11521	1154.23	2026.1-2050.12	水位监测	276（点/次）	5.52	
					回填	m³	55022077						
					石方整平	m³	117718						
					覆土及整平	m³	52629						
					种草	hm²	17.5432						
					表土剥离	m³	34983						
					挡土墙	m³	7245						
					石方整形	m³	885						
					清运	m³	1187245						
					拆除	m³	7245						
					覆土及整平	m³	69966						
					灌木（山杏）	株	4192						
					种草	hm²	5.3198						
					景观树	株	341						
6	拟建工业	见表	30.2995	地形地貌景观	表土剥离	m³	151497	1340.96	2026.1-				

序号	生态修复 区块	范围	生态修 复面积 (hm²)	主要治理修 复问题	修复工程					监测与管护工程			
					修复措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万 元）	实施阶段
7	生态修复 区块 场地	3-55		观破坏、土地 资源损毁、生 态系统受损	清运	m³	152372		2050.12	土地损坏 监测	552（点/ 次）	11.04	
					拆除	m³	875						
					硬化清除	m³	151497						
					覆土及整平	m³	238099						
					灌木（山杏）	株	234						
					种草	hm²	30.2059						
					景观树	株	416						
					花池	m³	125						
					拟建表土 场	见表 3-55	4. 0456						
	拆除	m³	5432										
	种草过渡	hm²	4. 0456										
	清运	m³	836135	植被要素 指标监测				46（点/ 次）	23				
	翻耕	m²	21908										
	土壤培肥	kg	1752										
					灌木（山杏）	株	2530						

序号	生态修复区块	范围	生态修复面积 (hm ²)	主要治理修复问题	修复工程					监测与管护工程			
					修复措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段
					种草	hm ²	3.3693						
8	拟建矿区道路	见表3-55	0.3551	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	景观树	株	313	1.24	2026.1-2050.12	土壤要素指标监测	138（点/次）	27.60	
					翻耕	m ²	1065						
					土壤培肥	kg	142						
					灌木（山杏）	株	150						
					种草	hm ²	0.2949						

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

1、管理机构

健全的组织管理机构是矿区生态修复工作顺利实施的可靠保证。为保障矿区生态修复方案的实施，矿山将设立矿区生态修复工作领导小组，全面负责矿区生态修复工作，由总经理任组长，副总经理任副组长，由生产部、地测部、环保部、财务部、保卫部等部门主管任组员。

2、主要职责和分工

领导小组主要任务是宣传、贯彻、落实生态修复相关法律政策，制定矿区生态修复规划和实施计划。负责选取生态修复工程施工单位，对施工队伍的资质、人员的素质乃至项目经理、工程师的经历、能力进行必要的严格考核，并全程参与生态修复工程实施。负责生态修复资金调配，组织生态修复工程验收。同时，加强规章制度建设和业务学习培训，防止质量事故和安全事故的发生。每年向管理机关汇报当年工作进展、资金使用情况 and 第二年项目进度安排与资金预算，自觉接受监督管理。

组长负责全局统筹工作，副组长负责协调各部门间的分工合作，小组成员根据自己所在部门的职责做好上级领导安排的各项事宜，加强与其他部门的合作，同时定期向组长及副组长汇报计划制定和项目施工进展情况。

3、管理制度

实行目标责任制及问责制。对主要责任人实施目标管理责任制度，将其作为责任人年度考核的主要内容。矿区生态修复工程实施监管不力、生态修复资金管理 and 使用不合格，追究主管领导的责任，情节严重的追究法律责任。

实行矿区生态修复资金审计制度。委托中介机构对土地复垦资金使用

情况进行审计，审计方式及内容详见“资金保障”部分。

实行重大事项报告制度。矿区生态修复工程开工以前，领导小组将矿区生态修复规划和实施计划、确定的矿区生态修复工程施工单位，上报自然资源主管部门。开采工艺、实施计划、治理和复垦工程等发生重大变更，及时上报自然资源主管部门。

二、技术保障

根据矿区生态修复工作内容和质量要求，具体可以采用以下技术保障措施：

1、为加强技术指导和管理工作，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对本矿区生态修复方案进行专门研究、全面了解，根据各项工程的技术要求，提供技术支持和质量把关，以保证项目的顺利实施。

2、复垦实施中，根据修复方案内容，与相关实力雄厚的技术单位合作，编制年度计划，分阶段进行复垦。及时总结阶段性复垦实施经验，并修订本方案。

3、加强与相关技术单位的合作，加强与省内外具有先进矿山复垦技术单位的交流合作，及时吸取相关经验，完善复垦措施。

4、根据矿山环境影响和土地损毁实际情况变化，进一步完善矿区生态修复方案，扩展生态修复方案报告编制的深度、广度和适宜度，让方案更贴合矿山实际情况，更利于方案实施。

5、严格按照建设工程招投标制度选择施工队伍，要求施工队伍具有相应资质等级和技术实力。项目施工过程中，严格遵守国家规定的工程建设程序、制度规范和技术标准。

6、项目领导小组应定期组织企业技术人员培训，学习国内外矿区生态修复的先进经验、先进技术、先进管理方法。在管理中遇到技术问题向相关专家咨询，向当地农业、林业、环保等主管部门请教，确保矿区生态修复工程技术可行，达到预期治理效果。

7、治理项目完成后，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。

8、做好项目后续维护管理及监测工作，确保项目目标得以实现。矿山承诺将加强对监测人员的技术培训，确保监测人员能及时发现问题；加强与相关单位的合作，定期邀请相关技术人员对矿区生态修复工程效果进行监测评估。

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”，按年度提取， $\text{额度} = \text{矿类基数} \times \text{开采影响系数（地下）} \times \text{土地复垦难度系数} \times \text{地区影响系数} \times \text{年度实际矿石产量}$ ，实行动态调整机制；2018年成立了矿山生态修复基金，专门核算基金的提取与使用，实现“资金与生产经营账户物理分离”，专款专用，不得用于非治理类支出。将矿区生态修复费用列入企业生产会计科目之中，保证资金的落实。遵循企业所有、政府监管、专户存储、专款专用的原则，绝不准许挪用矿区生态修复经费。高度重视矿区生态修复工作，按相关方案制定的治理规划，分期分批把治理复垦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。

将土地复垦费用存入该矿山生态修复基金专用账户，首次预存额占本次土地复垦费用静态总金额的 20.00%以上，并在采矿证到期前 1 年计提完毕，即 2030 年 1 月将复垦动态投资计提完毕，在确保满足土地复垦工程各年度费用的基础上，根据土地复垦工程动态投资总额度制定年度复垦费用计提计划。

四、监管保障

《矿区生态修复方案》报请赤峰市自然资源局批准后，由本矿区土地

复垦义务人：赤峰祥源矿业有限公司负责组织实施。监管控制应坚持“预防为主”的方针，从事后检验变为事先管理，在项目管理的全过程中，注重事前、事中控制，采取处罚监管措施，消除不合质量要求的因素，以有效地控制工程质量。建立动态监管调控体系，确保项目的社会效益、环境效益和经济效益的充分发挥，确保土地资源的可持续发展。

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

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

赤峰祥源矿业有限公司应定期向敖汉旗自然资源局报告当年复垦情况，接受区县级以上自然资源主管部门对土地复垦实施情况的监督检查，接受社会对土地复垦实施情况的监督等保障措施。

赤峰祥源矿业有限公司如不履行复垦义务，按照《土地管理法》、《土地复垦条例》等法律法规和政策文件的规定依法处罚。

第二节 公众参与

生态修复是一项复杂的系统工程，不仅关乎矿区自然生态环境的修复成效，更与周边村民的基本民生保障紧密相连。为实现矿山治理与区域原始生态环境有机衔接，确保矿山终采后向原始权属人交付时无争议，在生态修复工作推进过程中，需充分尊重权属村民的意愿，主动征询村集体及村民代表意见，保障修复成果符合权属人后续使用需求。经实地走访核查确认，该矿区影响范围土地所有权归四家镇扣河林村和林家地村集体所有。

其公众参与过程如下：

一、公众参与开展情况

在《生态修复方案》编制过程中，项目组严格遵循 TD/T 1031.1-2011《矿山地质环境恢复和综合治理方案编制规范》6.10.5 条款相关要求，对矿区涉及的利益相关方四家镇扣河林村和四家镇林家地村开展了公众参与工作，具体过程及意见处理情况如下：

（一）调查走访

在方案编制初期，项目组在扣河林村和林家地村进行调查、走访村民代表，详细介绍矿区现场调查的损毁情况、初步拟定的修复方向（如恢复为旱地、林地、草地等），主要技术措施、施工安排及预期效果。重点针对修复后的土地利用方向、权属处理、施工期间对生产生活的影响、长期管护等与村民切身利益相关的问题进行了深入讲解和讨论。并提供了书面公众参与调查表，方便未参会村民补充提出意见，征集期持续 10 天。

（二）专题会议组织与议题

为科学确定矿区土地复垦方向、协调生态修复与民生需求，项目组组织召开“关于《赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿矿区生态修复方案》生态修复工作座谈会”，会议议题明确为：讨论《方案》涉及的生态修复及土地复垦方向事宜。

照片 7-1 扣河子村工作座谈会

照片 7-2 林家地村工作座谈会

（三）会议内容与结论

1、矿山代表介绍方案

与参会人员（包括村民委员会、农村集体经济组织代表、村民代表等）详细汇报了《方案》核心内容，包括：矿区生态修复治理单元划分；拟采取的工程措施如客土覆盖、植被重建、地形整治等）；初步规划的土地复

垦方向（旱地、乔木林地、灌木林地、人工牧草地等）。

2、与会人员讨论与方向确定

与会人员围绕土地复垦方向及生态修复治理措施展开深入研讨，结合矿区立地条件、区域生态功能定位、村民生产生活需求及权属意愿，最终明确矿区土地复垦方向为：旱地、乔木林地、灌木林地、人工牧草地等，以实现土地资源的合理配置与可持续利用。

三、公众参与成效

本次公众参与通过专题会议形式，充分保障了矿区利益相关方（村委会、村集体、村民代表）的知情权、参与权与表达权，使《方案》的生态修复与土地复垦方向更贴合实际需求，为后续修复工程实施、土地移交使用及长效管护奠定了坚实基础，符合国家及地方关于矿山生态修复公众参与的政策规定。

第三节 效益分析

一、社会效益

1、通过矿山地质环境治理，减少工程建设对项目区群众生活和农业生产的影响，缓解人地矛盾，改善了人居环境，改善矿群关系，促进安全生产。

2、基本消除了矿山开采遗留下的地质环境问题，还周边居民一个适宜生存的生活环境，显示了政府对当地人民负责的态度，显示有关部门治理矿山地质环境的决心和对人民的关切，也符合国家经济发展以最小的环境损失为代价的主旨。

二、环境效益

治理工程完成后，能使矿区重新披上绿装，使资源、环境与可持续发展协调一致。通过恢复植被并涵养水土，改善当地水土环境，环境效益十分明显。具体体现在如下几个方面：

1、局部小气候得到改善：矿山地质环境治理工程使大片的因矿山开采占用损毁的土地改造成了耕地、林地、草地，大面积的植被恢复必将大大提高该地区的植被覆盖率，既改善了区域生态环境，又有利于生态良性循环。

2、防风固沙，减少了水土流失：原来的废渣堆放区植被极其稀少，风蚀沙化严重，水土严重流失。经过覆土后恢复植被使得治理区的地表风蚀沙化现象得到根本控制。

3、涵养水源，改良土壤：原有的废石堆堆放区造成地表高低不平，松散的固体废弃物不能保持植物生长所必需的水份，使得土地沙化加剧；有机质与 N、P、K 等元素含量也非常少。经过治理废弃物被清运、覆土，表层土壤结构被改善，提高了抗冲、抗蚀能力。

4、矿区景观格局的变化：矿山地质环境综合治理工程的实施使治理区域变绿；使矿区周围尘土飞扬的状况改变，矿区的天更蓝，矿区的空气更新鲜；从而创造一个较好的人居环境，人与自然的更加和谐。

三、经济效益

矿区生态修复工程经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成。以减灾效益为主，增值效益为辅。实施矿山地质环境治理工程后，有效消除或减轻了地质灾害隐患，保护了人员生命财产及设备安全；其增值效益主要体现在废渣利用和经过治理的土地资源所产生的价值上。

复垦耕地面积***，复垦林地面积***，草地***，水域及水利设施用地***。通过耕地、林地、草地的直接经营、资源产出或使用权流转获得的经济收益，并且通过改善区域生态环境、优化资源配置、降低社会成本，为区域经济发展提供长期支撑，其综合价值往往高于直接经济效益。

实施矿区生态修复过程中，对废弃物的利用和废石废渣进行回收，可产生一定经济效益。主要为废石及拆除物可用于回填露天采场、垫坡等工程，节省了矿山治理费用，可产生一定的经济效益。

第八章 结论

一、赤峰祥源矿业有限公司敖汉旗四十家子硅石矿矿区面积为***，开采标高为***，开采矿种：冶金用石英岩。开采方式为露天开采。矿山拟申请采矿证开采标高由原开采标高***变更为：***；生产规模由***变更为***。

二、矿山总服务年限 20 年（含基建期 1 年），矿山所在的区域不属于生态脆弱区，因此本方案计划后续修复管护期为 3 年，据此确定本方案服务年限为 23 年，即 2026 年 1 月至 2048 年 12 月。方案执行起始时间为 2026 年 1 月。

三、根据矿区范围、矿业活动影响范围，综合确定矿区生态修复范围面积***。

四、生态修复范围内根据地质环境破坏问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，将生态修复影响范围划分为重度区、中度区、轻度区。其中重度区为拟建露天采场、拟建工业场地、拟建表土场、拟建废石临时堆放场、拟建矿区道路总面积***。中度区为原露天采场、钻机平台、矿区道路，总面积***。轻度区为其他区。

五、矿区建设损毁旱地***、乔木林地***、灌木林地***、其他林地***、天然牧草地***、其他草地***、农村道路***、裸岩石砾地***。

根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，本次复垦方向为旱地、灌木林地、人工牧草地、水库水面；复垦方向为旱地、灌木林地、人工牧草地、水库水面；复垦耕地面积***，复垦林地面积***，草地***，水域及水利设施用地***。

六、矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：分别为基建期（2026 年 1 月至 2026 年 12 月）、生产期 19 年（2027 年 1 月至 2045 年 12 月）、修复管护期 5 年（2046 年 1 月至 2048 年 12 月），生态修复工作预计在 2048 年 12 月前结束。

（一）第一阶段（基建期：2026 年 1 月 1 日-2026 年 12 月 31 日）

- 1、对钻机平台进行回填、覆土及整平、恢复植被；
- 2、对拟建露天采场表土剥离，设立网围栏和警示牌；
- 3、对拟建工业场地表土剥离；
- 4、对拟建废石临时堆场表土剥离；
- 3、建立露天采场边坡监测点，定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；
- 4、沿地形地貌景观和土地损毁监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；
- 5、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；
- 6、建立土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况。
- 7、建立生态系统监测系统检测，对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（二）第二阶段（生产期：2027 年 1 月 1 日-2045 年 12 月 31 日）

- 1、生产的废石对原露天采场进行垫坡回填，覆土整平，恢复植被。
- 2、对不再利用的矿区道路进行最终治理；
- 3、对拟建露天采场清理危岩体，对拟建露天采场每形成一阶台阶，将对台阶平台进行覆土，恢复植被，开采期完成采场 650m 标高以上台阶平台的覆土、恢复植被、管护工作。
- 4、对拟建废石场设立挡土墙，东侧挡土墙外种植景观树（山杏或松树），生产期间对拟建废石场，进行石方整形；

5、拟建表土场设立挡土墙，对表土进行土方整形，播撒草籽，保护土壤；

6、对进矿道路两侧栽植景观树；

7 对拟建工业场地入口、主干道、办公楼前、边角空地，道路 2 旁进行种植景观树，在办公室前建设 2 个花池。

8、定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；

9、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

10、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

11、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

12、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测。

（三）第三阶段（修复管护期 2046 年 1 月 1 日-2048 年 12 月 31 日）

1、对拟建废石临时堆场堆放拆除挡土墙，对废石进行清运，后对场地覆土、恢复植被；

2、对拟建露天采场回填、垫坡、平台清理、场地整平、覆土、恢复植被。

3、对拟建工业场地拆除硬化层，对场地整平、覆土、恢复植被；

4、拟建表土场内表土利用后，拆除挡土墙，对场地翻耕、恢复植被。

5、对拟建矿区道路进行最终治理；

8、定期对采场边坡不稳定地质体进行监测；

9、定期对监测矿区地形地貌景观和土地资源变化状况；

10、定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

11、定期对土壤监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况；

12、定期对植被要素指标、土壤要素指标和水环境要素指标监测；

13、对已恢复的植被进行补种及管护。

七、矿区生态修复动态投资经费为 10579.58 万元。其中工程施工费 3204.21 万元，其他费用 253.70 万元，监测费与管护费 83.20 万元，预备费 7028.33 万元，前三年矿区生态修复总投资 394.36 万元。

八、建议

（一）当矿山企业延续申请和变更申请（拟扩大或缩小开采区域内涉及资源储量或采矿工程、变更开采主矿种、变更开采方式）采矿许可证的，应重新编制《矿区生态修复方案》。

（二）矿山与当地村民签订征地补偿协议的临时用地，未办理采矿用地审批手续，建议矿山尽快办理采矿用地审批手续。

（三）在各项工程施工中，要合理安排用地，减少破坏地表植被的面积，禁止随意行驶，乱堆乱放。

（四）方案是采矿权人实施矿山地质环境治理、土地复垦、生态系统功能恢复等生态修复活动的总体部署和基本技术依据。本方案不代替相关工程勘查、工程设计等。

（五）为确保矿山崩塌、滑坡等不稳定边坡治理工程的安全、有效和合规，在治理工程实施前，必须聘请具备相应地质灾害防治工程设计资质

或矿山岩土工程设计资质的专业单位，依据现场详实的地质勘查资料，单独编制专项治理工程设计。并按规定组织专家评审和报主管部门备案，作为指导施工、验收和安全管理的重要依据。

（六）建议矿区实施植被重建工程与当地自然景观相协调。

（七）加大科技投入，优化生产工艺，降低矿山开采对矿区环境的破坏，加强监测预警，开发中出现的新问题应重新评估并妥善处置。