内蒙古黄岗矿业有限责任公司

黄岗铁矿III、IV采区

矿区生态修复方案

内蒙古黄岗矿业有限责任公司

2026 年 8 月

内蒙古黄岗矿业有限责任公司

黄岗铁矿III、IV采区

矿区生态修复方案

编　制　单　位：***

法 定 代 表 人：***

方案编制负责人：***

主 要 编制人员：***

目录

前言 1

一、编制目的 1

二、方案服务年限 12

第一章　矿山基本情况 15

第一节　矿业权人基本情况 15

第二节　地理位置与交通 17

第三节　矿山开采历史及现状 17

第二章　矿区基础信息 30

第一节　矿区自然条件 30

第二节　社会经济概况 34

第三节　矿区地质环境背景 36

第四节　矿区土地利用现状及采矿用地申批情况 58

第五节　矿区生态状况 60

第六节　矿区及周边人类重大工程活动 68

第七节　矿区生态修复工作情况 71

第八节　矿区基本情况调查监测指标 77

第三章　问题识别诊断及修复可行性分析 80

第一节　问题识别与受损预测 80

第二节　生态修复可行性分析 115

第三节　生态修复分区及修复时序安排 142

第四节　采矿用地与复垦修复安排 145

第四章　生态修复措施与工程内容 148

第一节　保护与预防控制措施 148

第二节　修复措施 151

第三节　工程内容 160

第五章　监测与管护 182

第一节　监测目标与措施 182

第二节　管护目标与措施 194

第三节　工程量 197

第六章　工作部署与经费估算 198
第一节　总体部署 198
第二节　总体经费估算 201
第三节　阶段工作任务与经费安排 225
第七章　保障措施与公众参与 240
第一节　保障措施 240
第二节　公众参与 244
第三节　效益分析 245
第八章　结论 248
第一节　结论 248
第二节　建议 251

前言

一、编制目的

（一）任务的由来

1、任务由来

内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区属生产矿山，现有采矿权由内蒙古自治区自然资源厅于2021年10月14日颁发,开采规模***，开采方式：露天/地下开采，开采标高：***；采矿许可证圈定的矿区范围为***。

由于矿山历史原因，III区西风井位于现采矿权外，企业目前已经分别取得了深部探矿权和调整矿区范围矿产地探矿权，探矿权范围内已查明了矿产资源，为了更加合理开发矿产资源，矿山拟对现采矿权、深部探矿权、调整矿区范围矿产地探矿权进行整合。

2025 年 1 月内蒙古黄岗矿业有限责任公司委托内蒙古物华天宝矿物资源有限公司在其范围内开展资源储量核实工作，并于 2025 年 3 月编制完成了《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区III、IV区（整合区）铁多金属矿资源储量核实报告》（以下简称“储量核实报告”）。该报告于 2025 年 5 月 7 日经内蒙古自治区地质调查研究院评审通过（***），并于 2025 年 5 月 16 日在内蒙古自治区自然资源厅备案（***）。

2025 年 8 月，内蒙古黄岗矿业有限责任公司委托内蒙古溥能矿业技术开发有限责任公司，编制完成了《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区开采方案》（以下简称“开采方案”）。该报告于 2025 年 10 月 30 日经内蒙古自治区地质调查研究院评审通过（***）。

根据《开采方案》，矿山现有采矿许可证证载开采方式为露天/地下开采，目前矿山露天开采阶段早已结束，已转入地下开采多年，故需将开采方式变更为地下开采。矿山现有采矿许可证证载生产规模为***（原开发方

案推荐III区生产规模***，IV 区生产规模***），在项目生产建设过程中相关部门下发的文件对其产生了重大影响。根据“矿安〔2022〕4 号”文件要求，一个采矿许可证范围内的矿产资源开发原则上只设置一个独立生产系统，矿区拟将矿石全部从III区混合井统一提升，目前III区配套生产设施的生产能力为***，故拟将生产规模调整为***。同时由于矿山拟对现采矿权、深部探矿权、调整矿区范围矿产地探矿权进行整合，因此矿区面积由***变更为整合后的***，开采深度由***变更为整合后的***。

根据新修订的《中华人民共和国矿产资源法》及其实施条例等相关法律法规和政策要求，涉及开采方案调整的，应当重新编制矿区生态修复方案并随开采方案报矿业权出让部门批准。

2026 年 5 月，内蒙古黄岗矿业有限责任公司委托***承担《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区矿区生态修复方案》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。

2、上阶段方案落实情况

2023 年 1 月，内蒙古赤峰地质矿产勘查开发有限责任公司编制了《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***），矿山上一阶段编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》近期设计的主要内容为：对III采区的地下采空区进行井下充填，对预测塌陷区进行地面变形、土地资源及地形地貌景观进行监测；完善前期已完成验收场地的植被补栽与管护工作；配合林草行政主管部门与国家森林公园管理机关对已完成的治理工程效果进行监测、评估、优化、调整与提高；对整个评估区进行矿山地质环境监测和管护。

上期方案适用年限内（近期）设计工作量已分解至年度治理计划任务中，各项治理任务均已完成并通过专家现场验收与核查。

（二）编制目的任务

1、编制目的

为贯彻落实习近平生态文明思想、树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，树立尊重自然、顺应自然、保护自然的新发展理念，加强矿山地质环境保护，加快矿区生态修复和综合治理，建设资源节约型、环境友好型的和谐社会，实现社会经济的可持续发展，落实我国国民经济和社会发展“十四五”规划和党中央、国务院有关文件中提出的“加快推进生态文明建设”的要求，必须切实加强生产、建设矿区生态修复监督管理工作，进行矿区生态修复。

为有效贯彻科学发展观并在矿产开发中实现生态平衡，矿区生态修复工作显得尤为重要。根据“谁开发，谁治理”和“谁破坏，谁复垦”的原则，明确矿山企业责任和义务，有助于政府行政主管部门在矿区生态修复监督方面提供科学技术依据，同时也为该矿的矿区生态修复、治理和监测工作提供了支持。此外，该举措为建立矿山生态修复基金等提供法律依据。

通过编制《矿区生态修复方案》，明确矿区生态修复工作的总体目标与主要任务，重点解决地质环境问题、土地损毁问题及生态损毁与退化问题。梳理矿山开采过程中产生的各类生态环境损害，针对性开展综合治理与生态修复工作，减少矿产资源开发活动造成的地质环境破坏、土地损毁及生态破坏，从源头遏制矿山生态环境持续退化，促进矿产资源的合理开发利用，推动经济、资源环境的协调发展，最终实现绿色矿山建设目标。

2、编制任务

（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、矿山开采方案、采矿地质环境条件对采矿权范围及采矿活动问题识别诊断；

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

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

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

（6）对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确阶段工作安排情况；

（7）估算矿区生态修复费用，提出生态修复的保障措施。

（三）编制依据

1、法律

（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》（2020 年 1 月 1 日实施）；

（3）《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日起施行）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订）；

（5）《中华人民共和国草原法》（2021 年 4 月 29 日第三次修正）；

2、行政法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（中华人民共和国国务院令第 839 号，2026 年 6 月 15 日起施行）；

（2）《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第 592 号，2011 年）；

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

3、部门规章与政策性文件

（1）《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）；

（2）《土地复垦条例实施办法》（原国土资源部第 56 号令，2019 年 7 月 16 日自然资源部修正）；

（3）《内蒙古自治区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）；

（4）内蒙古自治区自然资源厅、财政厅、生态环境厅及林业和草原局制定的《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然资字〔2026〕69 号）；

（5）《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》（国土资发〔2004〕69 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）《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19 号）。

4、规范规程及技术标准

（1）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

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

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

（4）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

（5）《滑坡崩塌泥石流灾害精细调查规范》（DZ/T 0448-2023）；

（6）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

（7）《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

（8）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

（9）《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》（TD/T 1031.4-2011）；

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

（11）《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；

（12）《矿区地下水监测规范》（DZ/T0388-2021）；

（13）《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2024）；

（14）《矿区土地质量评价技术要求》（DZ/T 0435-2023）；

（15）《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

（16）《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号）；

（17）《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）；

（18）《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；

（19）《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部）；

（20）《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》（HJ1166-2021）；

（21）《地下水环境监测技术规范》HJ164-2020；

（22）《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

（23）《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198号）；

5、相关资料

（1）2005年6月赤峰市环境科学研究所编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司 III 矿区铁锡多金属矿 80 万 t/a 矿石采选项目环境影响报告书》（***）；

（2）2011 年 12 月赤峰绿洲水土保持技术有限责任公司编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿 IV 区 10 万 t/a 采选项目水土保持方案报

告书》（***）；

（3）2019年3月赤峰鑫淼水利水保工程咨询有限公司编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司III矿区铁锡多金属矿80万t/a采选工程水土保持方案报告书》（***）；

（4）2022 年 5 月赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《克什克腾旗黄岗梁铁矿矿区矿山地质环境治理工程整改实施方案》；

（5）2023 年 1 月，由内蒙古地质矿产集团赤峰地质勘查有限公司编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***）；

（6）2023 年 3 月由内蒙古地质矿产集团赤峰地质勘查有限公司编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区 2023 年度绿色矿山建设计划书》；

（7）2024 年 2 月由赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区 2024 年度矿山地质环境治理计划书》；

（8）2025 年 2 月由赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制的《2025 年度内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿 III、IV 采区矿山地质环境治理与土地复垦计划》；

（9）2025 年 3 月由内蒙古物华天宝矿物资源有限公司编制的《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区III、IV区（整合区）铁多金属矿资源储量核实报告》（***）；

（10）2025 年 5 月 16 日，内蒙古自治区自然资源厅关于《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区III、IV区（整合区）铁多金属矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（***）；

（11）2025 年 8 月由内蒙古溥能矿业技术开发有限责任公司编制的《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区开采方案》（***）；

（12）2026 年 2 月由内蒙古地质矿产集团赤峰地质勘查有限公司编制的《2026 年度内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区矿区生态修复年度计划》；

（13）《内蒙古自治区采矿权出让合同（出让收益缴纳）》（***）；

（14）《探矿权出让合同》（***）；

（15）《勘查许可证号》（***）；

（16）全国第三次土地利用现状调查资料（***）；

（17）近三年地下水和土壤等监测报告；

（18）《内蒙古自治区国土空间规划（2021-2035 年）》（***）；

（19）《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》；

（20）《克什克腾旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

（21）克什克腾旗气象站提供的 2016-2025 年近十年气象资料；

（22）《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿 II、IV 采区矿区生态修复方案》公众参与意见；

（23）矿山提供的其他图纸及生产技术等其他资料。

6、合同依据

《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区矿区生态修复方案》编制合同书。

（四）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》规定的程序进行，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。（见图 0-1）。

图0-1　工作程序框图

2、工作方法及内容

（1）资料收集

收集矿区社会经济、自然地理、地质条件、土壤植被分布、土地利用现状及规划、矿山开采方案等相关资料，对矿区内地质环境条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动相关的地质环境问题、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）野外实地调查与样品采集

以***实测地形图为工作底图，在调查范围内开展野外基础调查工作。重点调查生态修复区地形地貌、土壤、水文、土地利用、土地损毁、地质环境破坏、生态系统及生物多样性现状，同时摸排矿区交通条件、居民饮用水井、村庄分布等情况，对区内重要地质现象进行详细文字记录与影像留存，查明评估区地质环境现状、土地损毁现状、生态本底状况等基础信息。

开展野外样品采集工作，严格遵循现行国家规范、检测技术标准，科学布设检测点位、确定检测项目。本次共布设 7 个水样采集点位，28 个土壤采集点位，所有采集完成的水体、土壤样品均统一送至专业分析测试单位开展室内试验检测，为后续室内综合分析评价工作提供基础数据支撑。

（3）室内资料整理及综合分析

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，完成矿区生态修复方案的编制及图件绘制工作。

（4）公众参与

为充分保障村民合法权益，遵循民主公开、广泛参与的原则，本次矿区生态修复方案前期调查及编制过程中，矿业权人及方案编制单位深入村内开展实地走访、入户调研及座谈交流工作，广泛倾听村民诉求、收集群众意见建议，同时向村民宣讲矿区生态修复相关政策、修复工程整体布局及后期管护标准与要求。本次公众参与工作由村委会牵头组织专题研讨会议，围绕土地复垦利用方向、生态修复技术措施、区域适宜种植物种、修复后场地后期管护等群众重点关切问题开展集中研讨，充分征询民意。为严格保护村民个人隐私，仅选取 2 名具有代表性的村民代表填写正式调查问卷并完整留存归档。调研结束后，编制单位对收集到的意见建议逐条梳理、分类汇总，吸纳各类合理诉求，优化完善方案内容，形成完整的公众意见汇总成果及正式生态修复方案文本。

（5）完成的工作量

矿山实地调查完毕后，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、对于矿区生态修复工作的意见等。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《矿区生态修复方案》。完成的主要实物工作量见表 0-1。

表 0-1　工作量统计一览表

3、工作质量评述

本次矿区生态修复方案编制全过程严格遵循国家现行规范、技术标准及行业管理要求，从野外调查、样品检测、室内分析、公众参与到成果编制、质量管控各环节流程规范、标准统一，整体工作成果真实可靠、数据精准、结论合规，具体质量情况评述如下：

（1）野外调查工作

本次野外调查采用***比例尺实测地形图作为工作底图，平面坐标采用***坐标系、***分带（中央子午线***，坐标带号***），高程系统采用***基准。野外测绘采用 CORS 连续运行卫星定位服务系统开展坐标复核，作业前至少复核 2 个控制点，控制点精度满足要求后方开展现场调查测量。测绘仪器使用中海达 GPS　V90 接收机，仪器完成年度检定，设备工况正常。采用GPS-RTK模式对矿内各工程点进行测量，数据记录在电子手簿上，导入计算机备用。GPS-RTK 实际测量平面坐标误差≤3cm，高程坐标误差≤5cm。绘图软件采用南方测绘公司 CASS7.0 成图软件，并进行整图修饰。成图后对测量的数据成果实行两级检查、一级验收。先由作业人员完成自检、互检，再由项目技术负责人进行过程检查，最后由公司生产技术部完成最终成果验收，全过程质量管控闭环，测量成果真实、准确、合规。

（2）样品采集与检测工作

本次水土样品采集工作严格依照《土壤环境监测技术规范》《水环境监测技术规范》等国家标准执行，结合矿区生态本底、土地损毁现状及评价范围，布设 7 个水样监测点位、28 个土壤监测点位，点位布设均匀、覆盖全面、代表性强，样品采集、封存、标识、运输全过程规范操作，无样品污染、缺失、信息偏差等问题。所有送检样品全部委托内蒙古绿康检测有限公司开展室内试验检测，该单位具备合法有效的 CMA 计量认证资质，检测设备先进、试验方法标准、质控体系完善，检测数据精密度、准确度、权威性满足规范及方案编制要求，可为矿区生态环境问题诊断、受损现状评价及生态修复方案编制提供可靠数据支撑。

（3）公众参与过程

本次方案编制全程落实民主公开、民意适配的工作原则，公众参与流程完整、程序合规。前期通过入户走访、现场座谈、政策宣讲等方式广泛收集村民诉求，由村委会牵头组织专题研讨会议，聚焦群众核心关切问题

集中征询民意。结合隐私保护及代表性调研原则，选取村民代表完成问卷调查并完整归档，后期对所有意见建议逐条梳理、分类汇总、择优吸纳，针对性优化方案内容，完整留存公众参与台账、调研记录、意见汇总报告等全套资料，全过程公开透明、真实可溯，有效保障了方案的合理性、实用性和民生适配性。

（4）成果编制方法

本次方案编制采用“现状调查—问题诊断—适宜性评价—分区治理—工程设计”的编制方法，逻辑严谨、技术路线清晰。成果编制过程主要使用软件包括 Word、Excel、AutoCAD、MapGIS、ArcGIS、易投造价软件等，各类专业软件分工明确、协同配套，全面保障本次方案图件精准、数据严谨、文本规范、造价合规，整体编制技术路线科学、成果逻辑严密，文本、图件、数据、表格相互对应、统一一致，满足矿山生态修复方案编制、评审及备案的质量要求。

（5）成果质量管理体系

本次矿区生态修复方案编制工作严格执行编制单位规范化内部质量管理及内审制度，实行三级分级审核、闭环管控的质量体系。方案编制完成后，依次经过编制项目组组员自检互检、项目经理复检、总工程师技术终审三级审核流程。对审核发现的问题逐项整改完善，终审通过后出具正式内审意见，归档留存并作为方案配套附件。整套质控流程规范可溯，有效保障方案编制合规、数据准确、成果质量符合评审及实施要求。

二、方案服务年限

（一）矿山剩余服务年限

根据《开采方案》，截止 2025 年 1 月 31 日，矿区保有资源量矿石量***万吨。根据矿体赋存条件、开采技术条件及拟定的采矿方法，《开采方案》推荐采矿回采率为 90%，损失率为 10%，则可采资源量矿石量***万吨。

根据2026年1月由内蒙古地质矿产集团赤峰地质勘查有限公司编制的《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区铁多金属矿III、IV采区2025年储量年度报告》，矿山2025年度动用资源储量矿石量共***万吨，则截止2025年12月31日，矿山剩余可采资源量***万吨，《开采方案》设计矿山剩余服务年限为27年，矿山2025年度正常生产，则矿山剩余服务年限为26年。

（二）方案服务年限

1、方案服务年限

在矿山采矿权有效期满（有效期截止至2030年11月13日）后生态修复时间为 1 年，依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）10.2.1 金属矿山后续管护期一般宜为3年～5年，本方案确定管护期为3年，则方案服务年限为2026年1月1日～2034年11月13日。

2、方案基准期

本方案编制基准期为2026年1月。

3、方案重编与修编说明

矿山涉及采矿许可证延续申请以及开采方案重大调整的（开采方式、采矿方法、开采区域与开采矿种变更的）应该重新编制矿区生态修复方案。

经评审通过的方案，涉及用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型及范围等发生变化的；涉及开采布局（采区、场址、开采方向）与开采工艺等发生重大变化；原方案不能与初步设计、安全设施设计、环评、水保以及用地安排等充分衔接的；矿山闭坑阶段（剩余开采年限≤3 年）原方案不能完全指导闭坑阶段生态修复的应该修编矿区生态修复方案。

后续如国家、地方出台新的法律法规、政策文件或相关技术规范，按最新要求开展《矿区生态修复方案》的重编或修编工作。

4、方案适用范围

本方案适用于矿山在开采周期内，因矿产资源开采引发的矿区生态保护、损毁土地治理、地质灾害防治、植被恢复等生态修复工程实施、监测、

验收及生态修复基金计提管理工作。

第一章　矿山基本情况

第一节　矿业权人基本情况

内蒙古黄岗矿业有限责任公司为国有控股矿业企业，公司成立于 2000 年 6 月 5 日，于 2003 年完成资产重组，与内蒙古包头钢铁公司整合重组，现阶段由内蒙古包头钢铁公司控股。企业注册住所位于内蒙古自治区赤峰市克什克腾旗同兴镇，注册资本金为***万元，现有在职职工***人。

公司经营业务分为主业与辅业两大板块，主业为黑色金属、有色金属、非金属矿的采选、冶炼及销售；辅业主要包含紧急救援服务、生态恢复与生态保护服务、商务代理代办服务，铁路及道路普通货物运输服务，矿山机械设备修理、制造与销售，建筑材料、煤炭、普通机械销售，行政审批除外的农副产品种养殖经营、日用百货销售，同时经营由分公司负责的住宿、餐饮、预包装食品兼散装食品（不含乳制品）、会议、旅游服务以及房屋、车辆租赁等业务。目前企业整体生产经营秩序稳定，矿区开采作业及各类配套辅业业务均正常有序开展，整体处于持续良好的生产运营状态。

根据矿山发展规划，现矿业权人正在申请整合上部采矿权、深部探矿权及调整矿区范围矿产地探矿权范围，优化开发布局，实现资源的整体规划、合理开发，推动矿山向规模化、集约化、绿色化方向发展，现采矿权、探矿权基本情况如下：

1、现有采矿权

采矿权人现有采矿证为 2021 年 10 月 14 日取得，矿区范围由***个拐点坐标圈定。详细信息如下：

采 矿 许可证号：***；

采矿证有效期限：***；

矿　山　名　称：***；

地　　址：***；

采矿权人：***；

经济类型：***；

开采矿种：***；

开采方式：***；

生产规模：***；

矿区面积：***；

开采标高：***。

2、上部采矿权

2021 年 9 月，内蒙古自治区自然资源厅出具了《内蒙古自治区采矿权出让合同（出让收益缴纳）》（合同编号***），将黄岗矿区III、IV 区铁多金属矿***m 采矿权（其中***m 区域以下简称上部采矿权）出让给内蒙古黄岗矿业有限责任公司。

3、深部探矿权

2024 年 3 月 15 日，内蒙古黄岗矿业有限责任公司与赤峰市自然资源局签订了《探矿权出让合同》（合同编号***），出让方式为协议出让，探矿权人为内蒙古黄岗矿业有限责任公司，勘查项目名称为内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿 III、IV 采区采矿权深部普查，勘查程度：普查，地理位置（所在行政区域）：克什克腾旗，矿区面积为***km^2，勘查标高：***米以下（以下简称深部探矿权）。

4、调整矿区范围矿产地探矿权

2022 年 1 月 28 日，内蒙古自然资源厅为内蒙古黄岗矿业有限责任公司颁发探矿证，探矿权人为内蒙古黄岗矿业有限责任公司，项目名称为内蒙古黄岗矿业有限责任公司，勘查许可证号：***，矿区面积为***km^2，有效期限：2022 年 1 月 28 日--2027 年 1 月 27。

第二节　地理位置与交通

一、地理位置

矿区位于克什克腾旗北部四义号村，东南方向直距克什克腾旗人民政府所在地经棚镇约***km，行政区划隶属***管辖。

其地理极值坐标为：

东经：***；

北纬：***。

二、交通

矿区与旗政府所在地经棚镇之间有县级柏油公路相通，运距约***km；矿区距赤峰市运距***km，有国道（G303）与高速公路（G16）相通，集通铁路通过经棚镇并设车站，矿区距离经棚镇铁路站点公路运距约***km，可通过县级公路接驳集通铁路，交通较为方便。

矿区东***km 外为***镇所属各村，矿区西北部属***乡；矿区西北方向约***km 处的查木罕河由北东向南西流入贡格尔河；周边***公里范围内的采矿权有***个，分布在矿区西南方向，分别为***；矿区范围内及周边无其他大型基础设施。

详见交通位置图 1-1。

图 1-1　交通位置图

第三节　矿山开采历史及现状

一、矿区开采历史

黄岗铁矿III、IV采区始建于2002年5月，主要对IV采区进行开发，于2004年投产。2003年黄岗矿业公司进行资产重组，与内蒙古包头钢铁公司进行了整合，成立了内蒙古黄岗矿业有限责任公司，目前由内蒙古包头钢铁公司控股。企业重组后对III采区也进行了开发，由中国有色工程设计研究总院设计，经内蒙古自治区安全生产监督管理局审查批准，III、IV两个采区

共由三个坑口进行开拓。

（一）采矿权延续变更情况

内蒙古自治区原国土资源厅于2006年12月30日首次为内蒙古黄岗矿业有限责任公司颁发采矿许可证，证号***，有效期至2009年12月，开采标高***m，矿区面积***km^2，开采方式为***，生产规模为***万吨/年，开采矿种为***。2010年12月30日变更延续，证号***，有效期至2015年12月30日，开采标高***m，矿区面积***km^2，开采方式为露天-地下开采，生产规模为***万吨/年，开采矿种为***。矿山在2012年进行了生产规模的变更，生产规模由***万吨/年增加至***万吨/年。

2015～2021年采矿许可证经过多次延续后，现采矿权登记情况如下：采矿许可证号：***；采矿权人：***；矿山名称：内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、Ⅳ采区；经济类型：***；开采矿种：***；开采方式：***；生产规模：***万吨/年；开采深度：由***m至***m标高；矿区面积：***km^2；有效期限：自2021年11月13日至2030年11月13日。

（二）矿山开采历史

1、露天开采历史

III采区从2004年开采地表出露IIISnFe4、DSn4矿体，露采至***m标高以上,***m标高以下设计为地下开采的首采地段,地表工程间距100×100m，地下由钻孔和坑道穿脉控制，穿脉间距50m。IV采区矿体出露地表，从2002年进行露天开采，到2006年底以前露采矿体为：FeSn1，开采长度***m，深度***m，标高在***m之间，勘查线分布在***线；FeSn14号矿体开采长度***m，深度***m，标高在***m之间，勘查线分布在***线；Sn14号矿体开采长度***m，深度***m，标高在***m之间，勘查线分布在***线。截至目前，矿区露天开采已经结束。

2、III采区开采历史

III采区2006年以前为露天开采，2006年以后转为地下开采，历史开采

已形成1套完整生产系统，采用地下开采方式，上盘中央竖井开拓系统。开拓系统形成的井巷工程分别为混合井、III区西风井、III区东风井、中段巷道及中段间的倒段回风天井，历史开采已建成***个开拓运输中段，中段高度***m，井下已形成的中段标高分别为***m，目前***m水平以上的矿体已回采完毕。截至2024年12月底，III区历史采空区体积总和为***m³，其中，已治理体积***m³，分别采用封闭处理和废石充填进行治理，未治理体积***m³。III采区采空区最高标高***m，最低标高***m，其中FeSnW11-1号矿体已全部采空，地下采空区面积为***m²。

3、Ⅳ采区开采历史

矿区Ⅳ采区已形成开拓系统形成的井巷工程分别为主井、副井、Ⅳ区西风井、Ⅳ区东风井及部分中段巷道。主井、副井井筒已施工完毕，尚未进行装备。已建成中段标高分别为***m（回风中段）、***m。IV 区原采空区已随着露天采坑的治理进行了回填，目前 IV 区属于基建期，仅进行了部分巷道开拓，尚未形成采空区。

二、矿区开采现状

（一）矿区范围及拐点坐标

1、现有采矿权信息

依据现有采矿许可证，矿山现有采矿权范围拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 现有采矿许可证矿区范围拐点坐标一览表

2、拟申请变更采矿权

依据《开采方案》，矿山拟申请变更采矿权范围拐点坐标见表 1-2，本次拟整合采矿权范围示意图见图 1-3。

表 1-2　申请开采区域范围拐点坐标表

图 1-3　拟整合采矿权范围示意图

（二）矿产资源储量及可采储量

1、矿产资源储量

依据《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区III、IV区（整合区）铁多金属矿资源储量核实报告》，截止 2025 年 1 月 31 日，矿区保有资源量矿石量***万吨。

表 1-3　保有资源量统计表

2、采用资源量

根据《开采方案》，可采资源量=（利用资源量-设计损失量）×采矿回采率，《开采方案》对于探明资源量、控制资源量全部利用，对于推断资源量利用 80%，则设计利用资源量矿石量***万吨，设计损失资源量矿石量***万吨，推荐采矿回采率为 90%，则截止 2025 年 1 月 31 日，矿山可采资源量矿石量***万吨。

根据 2026 年 1 月由内蒙古地质矿产集团赤峰地质勘查有限公司编制的《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区铁多金属矿III、Ⅳ采区 2025 年储量年度报告》，矿山 2025 年度动用资源储量矿石量共***万吨，则截止 2025 年 12 月 31 日，矿山剩余可采资源量***万吨，

（三）建设规模、服务年限

1、拟建生产规模

根据《开采方案》，现采矿许可证证载生产规模为***万吨/年（原开发方案推荐III区生产规模***万吨/年，IV 区生产规模***万吨/年），在项目生产建设过程中相关部门下发的文件对其产生了重大影响。根据“矿安〔2022〕4 号”文件要求，一个采矿许可证范围内的矿产资源开发原则上只设置一个独立生产系统。矿区拟将矿石全部从III区混合井统一提升，目前III区配套生产设施的生产能力为***万吨，故拟将生产规模调整为***万吨/年。

2、矿山服务年限

根据《开采方案》及《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区铁多金属矿III、IV采区 2025 年储量年度报告》，矿山服务年限约 26 年。

（四）矿区开发总体规划

黄岗矿区Ⅲ、Ⅳ区铁多金属矿共圈定大小矿体***条，***。

《开采方案》设计将原IV区技改项目与III区采矿系统合并，采用一套开拓系统进行开拓，符合矿安〔2022〕4 号文件的一个采矿证范围内的矿产资源开发只设置一个独立生产系统；原IV区技改项目与III区采矿系统合并，矿区矿石量全部从III区混合井统一提升。

从资源量角度划分，Ⅲ区***m 标高以下保有资源量和Ⅳ区***m 标高以下资源量仅占全区保有资源量的 10%，故《开采方案》推荐采用分期开发，推荐将III区***m 标高以上矿段和Ⅳ区***m 标高以上矿段先行开发利用，III区***m 标高以下和Ⅳ区***m 标高以下保有资源量较少，且勘查程度较低，待补充勘探后再进行论证研究规划开发。

（五）采矿方法与开拓方案

1、采矿方法

根据本矿山矿床地质条件和开采技术经济条件等特点，本着技术可行、经济合理、安全可靠的原则，开采方案推荐主体采矿方法采用分段空场嗣后充填法（矿体厚度大于 6m，所占比例约 45%）；对于矿体倾角大于 50°，矿体厚度小于 6m 的采用浅孔留矿嗣后充填法（比例约 40%）；对于矿体倾角小于 50°，矿体厚度小于 6m，矿体倾角小于 50°的采用留矿全面嗣后充填法辅助（比例约 15%）。

2、开采方式

目前采矿许可证证载开采方式为露天/地下开采，矿山从 2002 年到 2006 年采用露天开采方式对地表出露矿体进行开采，截至目前，矿区露天开采已经结束，目前露天采坑已经全部治理并且验收。

矿区范围内圈定矿体***条，矿体倾角***，以急倾斜为主，缓倾斜极少，矿体赋存标高***m，最大矿体深度***m，厚度较稳定。

由于矿体埋藏较深，覆盖层较厚，若采用露天开采方式，境界平均剥

采比较大，经济合理的开采深度较浅，无法开采深部矿体，且剥离的废石会占用大量的土地，对环境破坏较大；同时考虑到矿山已采用地下开采方式开采多年，已形成的开拓工程、井巷工程可以直接利用，从而减少投资、降低成本，地下开采具有一定的优势性。《开采方案》推荐继续采用地下开采方式

3、开采矿种

根据《内蒙古自治区克什克腾旗黄岗矿区III、IV区（整合区）铁多金属矿资源储量核实报告》（评审文号：内自然资储评字〔2025〕64 号；备案文号：内自然资储备字〔2025〕67 号），矿石自然类型主要为块状及致密块状、浸染状及稠密浸染状矿石；工业类型主要为需选磁铁矿石、磁铁锡矿石、磁铁钨矿石、磁铁锌矿石、磁铁锡钨矿石、磁铁锡锌矿石、锡矿石、锡钨矿石、锡锌矿石、锌钨矿石、钨矿石、锌矿石、铜矿石等 13 种。

矿床共伴生元素较多，共生矿产有铁、锡、钨、锌、铜，多数为同体共生，少数为异体共生；伴生有益组分有锡、钨、锌、铜、砷等达到综合利用指标，伴生组分镓、铟达伴生矿产综合利用指标要求。

因此，矿山开采矿种为铁矿、锡矿、锌矿、钨矿、砷矿。

4、开采顺序

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

5、开拓运输方案

（1）开拓方案

《开采方案》推荐整合现有III区和IV区开拓系统工程，将IV区主井设施拆除，仅保留梯子间作为安全出口，矿石集中由III区混合井提升，黄岗矿区铁矿开拓运输系统采用上盘中央竖井开拓方案，由混合井、III区西风井、III区东风井、IV区副井、IV区西风井、IV区东风井及井下中段运输巷

道、联络巷道等组成。设计将两个采区***m 中段贯通，IV区矿石及废石均运输至III区提升至地表，IV区不再单独出矿。

（2）运输系统

井下坑内矿岩总运输量为***t/d（其中：矿石运输量***t/d，废石运输量***t/d）。

III区井下采用有轨运输方式，在***m、***m、***m 中段设有轨运输水平。采场矿石、废石由铲运机运至采区溜井，下放至有轨运输水平，经振动放矿机装入侧卸式矿车，经电机车牵引运至主溜井卸载站自动卸载，经破碎后由混合井箕斗提升至地表。

Ⅳ区井下采用无轨+有轨运输方式。设计采用 WJ-1 型柴油铲运机进行矿（岩）的装车，采用 UQ-3 型地下自卸车运输运至主溜井卸载站自动卸载，在***m 中段设有轨运输水平。采场矿石、废石由铲运机运至采区溜井，下放至有轨运输水平，经振动放矿机装入侧卸式矿车，经无人驾驶电机车牵引运至III区主溜井卸载站自动卸载，经破碎后由混合井箕斗提升至地表。

（3）选矿工艺

内蒙古黄岗矿业有限责任公司已建成III区选矿厂、Ⅳ区选矿厂共两座选矿厂，并已生产多年，两座选矿厂目前均正常使用、持续生产，年处理矿石量分别为***万吨、***万吨，矿石全部运往该选矿厂处理加工。主矿种 mFe 选矿回收率 90.00%，选矿工艺为磁选-浮选-重选-浮选工艺流程，销售产品为铁精矿、锡精矿、钨精矿、锌精矿。根据现场实际近五年生产情况，推荐选矿指标为原矿入选品位：TFe20.24%，共伴生：Sn0.32%、$WO_3$0.06%、Zn0.05%；精矿产率：TFe26.25%、Sn0.35%、$WO_3$0.04%、Zn0.07%；精矿品位：TFe64%、Sn29%、$WO_3$62%、Zn40%；选矿回收率：TFe83%（根据现场生产数据，推荐 mFe 回收率为 90%）、Sn32%、$WO_3$42%、Zn53%。

尾矿采用湿式排放方法，尾矿由尾渣泵经管道排入尾矿库。选厂每年排尾矿***万 t（合***万 m^3）。尾矿库已建成两处，分别为III区尾矿库、Ⅳ

区尾矿库。III区尾矿库位于III区选矿厂南侧，库容为***万 m^3。为三等库。Ⅳ区尾矿库位于Ⅳ区选矿厂南侧，库容为***万 m^3。两库设计总库容量为***万 m^3，有效库容***万 m^3。目前已使用有效库容***万 m^3，剩余库容***万 m^3。两库同时投入使用，计划待矿山整体闭矿后统一实施闭库。原 3-2#尾矿库属于老旧停用尾矿库，早已停止排尾，2022 年度绿色矿山计划中已将 3-2#尾矿库列入治理工程，后在整改方案中仍提到该库存在积水、治理效果不足，对该库进行了完善治理。

（六）矿山固废和废水类型及处置情况

1、固体废弃物处置情况

（1）废石、表土

根据《开采方案》及现场调查，矿区内无废石及表土堆放，矿山开采产生的废石用于采空区井下充填。

（2）尾矿

根据《开采方案》及现场调查，尾矿采用湿式排放方法，尾矿由尾渣泵经管道排入尾矿库。尾矿库已建成两处，分别位于III区、Ⅳ区。III区尾矿库位于III区选矿厂南侧，总库容为***万立方米。为三等库。Ⅳ区尾矿库位于Ⅳ区选矿厂南侧，总库容为***万立方米。

两库设计总库容为***万立方米，有效库容***万立方米。目前已使用有效库容***万立方米，剩余有效库容***万立方米。

尾矿库采用混凝土防渗墙土工膜和深层砂基防渗处理。

2、废水的排放量及处置情况

矿井疏干水经过适当处理，用于选厂生产、防火、降尘、绿化等。

选矿尾水含有少量选矿药剂成分，通过在尾矿库中的澄清、沉积和氧化自净作用，经回收返回选矿厂循环使用，以节约水资源，尾矿废水不渗漏。

生活污水成分简单，经地埋式生活污水处理设备处理后，用于厂区绿

化。

（七）工程布局

1、矿山规划的工程布局

（1）开采方案规划的工程场地

根据矿山《开采方案》，方案推荐整合现有III区和IV区开拓系统工程，将IV区主井设施拆除，仅保留梯子间作为安全出口，矿石集中由III区混合井提升，开拓运输系统采用上盘中央竖井开拓方案，由混合井、III区西风井、III区东风井、IV区副井、IV区西风井、IV区东风井及井下中段运输巷道、联络巷道等组成。

（2）配套工程布局

食堂、门卫、生活区及矿区道路属于矿区生产生活配套设施。

（3）选矿厂及尾矿库

尾矿库、选矿厂矿山予以利旧使用，已取得国有土地使用权证书。

（4）3-6#工业场地（充填站）

矿山正在新建充填站，新建充填站位于III区现状 3-6#工业场地措施井（已废弃）井口东侧。场地已取得国有土地使用权证书。

（5）其他场地

三区箕斗井、原四区 3 号井场地不在本次开采方案规划范围内，设计在近年完成两处场地的治理工作。

矿山总平面布置见图 1-4。

图 1-4 矿区总平面布置图

2、矿山开采现状及建设单元

内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区属生产矿山，目前矿区内部运输、外部运输、供水、供电等生产条件均已具备。矿山经过多年的开发，井下开采系统完备，且在地表矿区建设了完备的办公及生产、生活及办公设施。矿山现场地情况分别叙述如下：

（1）III采区现状

根据现场调查，III区场地主要为3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂及门卫。

① 3-3#工业场地

3-3#工业场地位于III区西北侧，紧邻3-2#选矿厂，场地面积105482m^2，工业场地内包括III区混合井、平硐、厂房、办公区、生活区等。生活区门前进行了硬化和绿化。场地后缘在建设期产生了切坡，矿山已经对边坡进行了治理，场地前缘堆坡矿山也进行了治理。

② 3-6#工业场地

3-6#工业场地位于3-3#工业场地东北约500m处，场地面积3404m^2，场地内措施井已废弃，目前矿山正在利用场地新建充填站。

③ 三区东风井

三区东风井位于III区东北侧，占地面积440m^2。作为回风井承担井下东翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。

④ 三区西风井

三区西风井位于III区西南侧，占地面积890m^2，作为回风井承担井下西翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。场地前缘存在堆坡，矿山已进行了治理。

⑤ 三区箕斗井

三区箕斗井位于3-6#工业场地东南侧150m处，为了提运采出矿石，设置了箕斗井，场地面积421m^2。

⑥ 3-1#选矿厂

3-1#选矿厂位于矿区外东南侧640m处，场地面积65089m^2，由粗细碎间、中碎筛分间、磨矿仓、办公用房和休息室等组成。

⑦ 3-2#选矿厂

3-2#选矿厂位于III采区西北部，面积为16923m^2，由粗细碎间、中碎筛分间、磨矿仓、办公用房、休息室、水处理站等组成。

⑧ 3-1#尾矿库

3-1#尾矿库位于矿区外东南侧640m处，面积为119339m^2，设计有效库容***万m^3，设计最终堆积标高***m，坝体呈阶梯状，初期坝坝顶标高***m，宽***m，坝高***m，尾矿坝标高***m，坝高***m，尾矿库在基建期已经进行了防渗措施，铺设了防渗墙。

⑨ 生活区

生活区位于 3-1#尾矿库西侧，该场地建在山坡上，场地面积 4062m^2，场地内设仓库、值班室、休息室等砖瓦建筑结构。

⑩ 食堂

食堂位于 3-3#工业场地东侧，主要供给外埠队人员使用，为单层砖瓦结构，面积为1104m^2。

⑪ 门卫

门卫位于III采区进场道路西侧，占地面积为1745m^2，为单层砖瓦结构。

（2）IV采区现状

① 主井工业场地

主井工业场地位于IV采区南部，场地面积1411m^2。现状主井设施已拆除，仅保留梯子间作为安全出口。

② 副井工业场地

副井工业场地位于主井工业场地东北侧，场地面积6253m^2，主要建设为副井、仓库、值班室，副井担负井下各中段废石、人员、材料及设备等的提升、下放任务，并作为进风井，井内设梯子间，兼做安全出口，现状副井井筒已施工完毕，尚未进行装备。

③ 四区东风井

IV区东风井位于IV区东南侧，场地面积 1065m^2，作为回风井承担井下东翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。

④ 新建四区西风井

四区西风井位于主井工业场地西南侧，作为回风井承担井下西翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。场地正在建设，地表进行了清基，建设完成后场地面积 2367m^2。

⑤ 原四区 3 号井

原四区 3 号井位于四区西风井东北侧 260m，现状IV区西风井正在建设，3 号井目前作为通风井使用，场地面积为 936m^2。

⑥ 4-1#选矿厂

4-1#选矿厂位于矿区外西北侧 820m 处，面积为 112946m^2，由粗细碎间、中碎筛分间、磨矿仓、办公用房和休息室等组成。

⑦ 4-1#尾矿库

4-1#尾矿库位于矿区外西北侧 580m 处，面积为 421135m^2，设计有效库容***万 m^3，该尾矿库共分 3 级尾矿坝，一级尾矿坝坝长 300m，坝宽 10m，二级尾矿坝坝长 336m，坝宽 3.5m，三级尾矿坝坝长 240m，坝宽 3.5m，尾矿库在基建期已经进行了防渗措施，铺设了防渗墙，场地周围设置了截洪沟。

⑨矿区道路

矿区道路主要为连接矿区内各单元与外界的道路，为砂石路和水泥路，部分道路矿山已经铺设了路灯，景观较好，道路总长度 204003m，宽约 4.0-6.0m，面积 122226m^2。

图 1-5　矿区现状工程布局图

（八）开采计划初步规划

根据《开采方案》，矿山开采计划近三年（2026 年 1 月 1 日-2028 年 12 月 31 日）开采进度安排为：Ⅲ区开采回采的中段主要为***m 中段、***m 中段、***m 中段、***m 中段、***m 中段、***中段；Ⅳ区开拓及回采的中段主要为***m 中段。

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

矿区位于大兴安岭山脉南段西坡，地处中山区，总体地势东北高西南低，最高点位于矿区东北部山顶，标高***m，最低点位于西南部小柳条沟沟谷低洼地带，标高***m，最大相对高差***m。区内侵蚀切割程度浅，地形较平缓，坡度一般 10～30°。

2、地貌

矿区为低中山地貌类型，依据地貌形态特征可进一步划分为低中山（构造剥蚀地形）、山间沟谷（流水侵蚀地形）、山间谷地（剥蚀堆积地形）三种地貌类型，现分述如下：

（1）低中山（构造剥蚀地形）：主要分布在矿区所处区域西北部及东北部，山脉走向近北东-南西向。山顶多呈圆顶状，浑圆状，山脊线不甚清楚，山坡为直线或凹型，坡角 20°-30°，植被发育。出露岩性为花岗岩、砂岩、凝灰岩、安山岩。岩石表层风化较严重，植被较发育。

（2）山间沟谷（流水侵蚀地形）：分布在矿区两侧，冲沟较发育，长约 900m，宽约 130-150m。谷底基岩裸露，沟内及坡脚岩性主要为上更新统坡洪积含砂砾石粉土，植被发育。

（3）山间谷地（剥蚀堆积地形）：为区内由河流侵蚀、堆积共同作用形成，沿沟谷下游河谷地段零星分布。河谷断面为“U”字型，断面宽 1~2km，地势平坦开阔，植被覆盖程度高，岩性主要由第四系上更新统的粉土、粗砂、中砂、砂砾石等组成。

照片 2-1　低中山地貌

照片 2-2　山间沟谷地貌

照片 2-3　山间谷地地貌

二、气象

本区属半干旱大陆性季风气候区，具有春旱温差大，夏季温热雨集中，秋高雨少霜期早，冬季漫长而寒冷的气候特征。据克什克腾旗气象局近十年气象资料，年平均气温 2.5℃，年内一月份气温最低，月平均气温为-25℃，极端最低可达-41℃。七月份气温最高，平均 20℃，极端最高 38℃。年日照***h，无霜期 60-150d，平均 120d。最大冻土深度 2.40m。近十年平均降水量***mm，最大量***mm，最小为***mm，多集中于 7-8 两月。春秋两季多西北风，最大 9 级，最大风速 23.8m/s，冰冻期为每年 10 月至翌年 4 月，见表 2-1。

表2-1　近十年降水量统计表

图2-1　降水量柱状图

三、水文

矿区位于内陆河水系，贡格尔河流域。矿区周边水系较发育，矿区西北方向约***km处的查木罕河由北东向南西流入贡格尔河，最终流入达里诺尔湖，全长***km，流域面积***km^2。流量最大***L/s，最小***L/s，平均***L/s，多年平均径流量***m^3。矿区东南方向约***km处的黄岗河由西北向东南流入西拉木伦河。矿区位于查木罕古河道上游近于东部分水岭附近，沟谷发育，矿区内有小柳条沟为季节性小溪。矿区西部有大小面积不等的湖泊十余处，其中以昭来毛得湖面积最大，约***km^2，水深***m。

矿区周边水资源丰富，地下水充足，生产、生活用水满足需求。区内最低侵蚀基准面位于骆驼场梁西部，小连毛山东部贡格尔河河谷地带，最低侵蚀标高***m。

图2-2　矿区及附近地表水系图

四、土壤

（一）矿区土壤类型与分布

按照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中全国土壤侵蚀类型区划，矿区土壤侵蚀类型属以水力侵蚀为主的北方土石山区，土壤类型为中度侵蚀黄土母质淡栗褐土，属淡栗褐土亚类，黄土母质淡栗褐土土属，淡栗褐土发育在黄土及黄土状物母质上，土体深厚，表土被蚀一部分，沟蚀面积 10-20％，坡度 10-20°。大面积分布于矿区山坡及沟谷边缘处，剖面发育较完整，主要由腐殖质层(A)，淀积层(B)，母质层(C)构成。

A 层由于受到较严重的剥蚀，平均厚度仅 40cm，淡褐色，壤质粘土或砂质粘壤土，＜0.002mm 粘粒含量 41．72％，粒状或团块状结构，有机质含量 0.994％，pH 值 8.0-8.5；B 层平均厚度 30cm，淡棕色，粘壤土或砂质粘壤土，＜0.002mm 粘粒含量 40.03％，在土壤结构表面上有粘粒胶膜石灰淀积。具体分层如下：

0-40cm 淡棕褐色，壤质粘土，团块状结构，较松，根多，石灰反应强，过渡逐渐。

40-70cm 淡棕色，壤质粘土，块状结构，有粘粒胶膜淀积，根系较少，石灰反应强，过渡逐渐。

70-160cm 淡黄色，壤质粘土，块状结构，有菌丝状石灰淀积，石灰反应强。

（二）有效土层厚度与土壤质地

矿区山坡区域有效土层厚度一般为 20～50cm，沟谷区域有效土层厚度可达 120cm 以上。土壤质地以壤质、砂壤质为主。受地形和母岩影响，山坡土壤普遍含有砾石，含量一般 5～30%，沟谷区土壤砾石含量较低。

照片 2-4　矿区土壤剖面

五、植被

（一）矿区的植被类型及基本特征

1、干旱草原草本植被：为矿区主体植被类型，分布范围最广，是矿区植被群落的核心组成部分。该类植被为典型旱生草本群落，建群种以针茅、隐子草、羊草等乡土草本为主，具备极强的耐寒、耐旱、耐贫瘠特性。群落伴生杂草种类丰富，主要包含蒿类、狗尾草、虎尾草、猪毛菜、冠芒草等，群落结构简单，由一年生与多年生旱生草本混合组成，生长节律随季节变化明显，春夏植被繁茂，秋冬自然枯黄，整体种群稳定性强，。

2、天然林地植被：为矿区次要植被类型，整体占比较低，零散分布于矿区。林地以乡土耐旱阔叶、针叶树种为主，核心树种为山杏、松树，同时零星分布樟子松、落叶松、云杉等本地常见原生乔木。天然林地树木生长年限较长，自然生长状态良好，具备优良的防风固沙、水土保持功能，是矿区原生生态防护的重要植被群落，对维持矿区局部生态平衡起到关键作用。

（二）植被覆盖度与郁闭度

1、植被覆盖度：矿区整体植被覆盖度在60%-80%。其中原生草本牧草地覆盖度最高，可达70%-80%，草本群落密集、裸地占比极低，植被长势稳定；矿区平缓空地、坡地植被覆盖度为60%-70%，草本植被自然长势均匀。区域水土保持、防风固沙能力良好。

2、天然零散林地郁闭度为0.3-0.5，属于中低郁闭度林地，林木分布零散、林冠衔接连续性较差，整体遮蔽效果一般；局部林木相对集中的林地区域，林冠覆盖连续性更好，郁闭度可达0.4-0.6，生态遮蔽、涵养水源及防风固沙效益相对突出。

（三）珍稀保护物种

根据现场调查和查阅历史资料，矿区内未发现《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》中列为极危、濒危和易危物种，以及国家和内蒙古自治区列入拯救保护的极小种群物种、特有种、古树名木。

照片 2-5 樟子松

照片 2-6 云杉

照片 2-7 山杏

照片 2-8 羊草、冰草及针茅

第二节　社会经济概况

一、区域社会经济概况

克什克腾旗位于内蒙古东部、赤峰市西北部，地处内蒙古高原与大兴安岭南端山地和燕山余脉七老图山的交汇地带，总面积20673平方公里,辖13个苏木乡镇、3个街道管理办公室，户籍人口24.4万人，常住人口17.92万人。

克什克腾旗境内发现金属、非金属矿种38个，已探明铁矿石储量1.17亿吨、铅锌金属498万吨、锡金属44.3万吨、银金属9470吨。当地政府对矿业开发的积极性较高，意在通过矿业开发来带动地方经济发展。

2024年，地区生产总值累计完成169.7亿元，同比增长4.4%。其中第一产业增加值30.7亿元，同比增长5.3%，第二产业增加值64.5亿元，同比增长4.8%，第三产业增加值74.5亿元，同比增长3.4%。三次产业结构比为18.1：38：43.9。全体居民人均可支配收入28509元，同比增长5.7%。城镇居民人均可支配收入38604元，同比增长4.8%；农村牧区居民人均可支配收入18595元，同比增长6.2%。

克什克腾旗素以自然风光秀丽、山石奇特和人文历史悠久而著称，旅游资源丰富，距矿区西30km为我国独特的沙地云杉国家级自然

保护区；矿区北70km为世界罕见的阿斯哈图花岗岩石林区；西有草原明珠达里诺尔湖。克旗的旅游、矿产、风电、农牧是地方产业的主要支柱。黄岗矿区属草原林区，无人居住，是周围农牧民夏季的良好牧场。矿区遍布天然次生白桦林及人工落叶松林，均属国营黄岗林场。矿区东10km外为同兴镇所属各村，从事农业，种植作物有莜麦、小麦、玉米、土豆及其它杂粮。矿区西北部属白音查干乡，以牧业为主。

二、矿区社会经济概况

矿区位于内蒙古赤峰市克什克腾旗同兴镇四义号村境内，地处黄岗梁东麓，属于大兴安岭南段山地林区，是长江以北规模最大的铁锡多金属共生矿区的重要组成部分。矿区行政归属克什克腾旗同兴镇，周边毗邻巴彦查干苏木、宇宙地镇，区域为农牧交错地带，矿业为本区域支柱工业产业。

矿区范围内为山林、草场，无常住居民；同兴镇户籍人口约14424人，常住人口6592人，下辖7个行政村；巴彦查干苏木传统以草原畜牧业为主；矿区用工优先吸纳同兴镇及周边经棚镇、宇宙地镇、热水塘镇农牧民就业，企业累计吸纳周边本地劳动力，带动本地家庭稳定增收。

区域属于半农半牧区，传统产业以种植业、畜牧业为主，工业基础薄弱，矿产开发是当地核心工业支柱。

农牧业：同兴镇耕地以坡旱地为主，主要种植荞麦、马铃薯、玉米、杂粮等冷凉作物；草原草场面积较大，肉牛、肉羊养殖是农牧民传统收入来源。巴彦查干苏木以草原放牧为主，畜牧业为基础产业；近年来同兴镇依托黄岗梁国家森林公园资源发展乡村旅游、民宿产业，农旅融合成为乡村经济新增长点。

工矿产业：黄岗矿业是克什克腾旗重点税源企业，为地方贡献税收，带动运输、维修、商贸、劳务等上下游配套产业发展，是同兴镇最重要的工业经济体。

文旅产业：矿区地处黄岗梁国家森林公园范围内，区域旅游资源丰富，阿斯哈图石林、黄岗梁森林景观等景区带动周边餐饮、住宿服务业发展，形成矿业、农牧业、生态旅游并存的产业格局。

矿区开发对克什克腾旗同兴镇地方经济贡献突出，是地方财政重要来源。企业积极履行社会责任，开展村企共建：资助村庄农网改造、修缮乡镇学校，对周边社区进行公益投入，促进地矿和谐。矿山开采同时也存在生态保护压力，项目严格落实矿山地质环境治理、土地复垦，推进绿色矿山建设，协调矿产开发与黄岗梁林区生态保护之间的关系。

第三节　矿区地质环境背景

一、区域地质背景

核实区所处区域的大地构造位置位于古生代对接带（II），索伦山－西拉沐伦古生代结合带（II-1），林西-大石寨晚古生代洋内弧、弧间盆地（II-1-6）。具体位置见图 2-3 所示。

图 2-3　核实区所处大地构造位置图

（一）区域地层

在地层区划上，古生代地层属华北地层大区，内蒙古草原地层区，锡林浩特-磐石地层分区。中生代及新生代地层属滨海太平洋地层区，大兴安岭-燕山地层分区，乌兰浩特-赤峰地层小区。

区内地层以二叠系基底和侏罗系盖层为主，主要为海相碎屑岩-碳酸盐岩、中基性-中酸性火山岩建造。白垩系出露较少，第四系堆积物覆盖广泛。区内地层情况见区域地层简表 2-2，将地层由老至新

简述如下：

表2-2　区域地层简表

1、二叠系（P）

二叠系上统、中统及下统在本区发育，是组成贯穿全区北东向黄岗梁复式背斜的主体。中、下统由连续三部分组成，即下部寿山沟组（P_1ss）、中部大石寨（P_2ds）、上部哲斯组（P_2zs）。上统林西组（P_3l）与下部地层为整合接触。

（1）寿山沟组（P_1ss）

是本区出露最老地层。主要分布于黄岗复式背斜北西翼的同兴-下窝铺一带，东部二八地也有出露，为一套由硬砂质砂砾岩向砂泥质岩过渡的沉积建造。上、下二段均属连续沉积。下段主要为粗粒硬砂岩、长石砂岩、含砾硬砂岩、砾岩，局部多安山质凝灰砂岩夹板岩、粉砂岩和灰岩透镜体；上段以粉砂质板岩和板岩为主，夹粉砂岩、泥质粉砂岩及粘土岩、水云母粘土岩等。该组地层上部与大石寨组整合接触，厚度约***m。

（2）大石寨组（P_2ds）

是本区二叠系分布面积最大的地层单位，对称出露于复式背斜两翼近轴部地带，北西翼西南部和东南翼东北部分布比较连续，主要由一套相变复杂的中酸性、中基性火山岩和沉积岩组成。下部以中酸性熔岩及其凝灰角砾岩为主，包括安山岩、英安岩、中性凝灰岩和凝灰角砾岩、流纹质凝灰熔岩、角斑岩、石英角斑岩等，夹中性层凝灰岩、凝灰砂岩、砾岩、板岩和灰岩透镜体；中部为中性层凝灰岩、凝灰砂岩、砾岩、板岩和灰岩，局部夹中酸性火山岩或被火山岩代替，相变较大；上部以中-基性火山岩为主，包括玄武岩、辉绿岩、细碧岩、安山岩、安山质凝灰角砾岩、凝灰岩和流纹质凝灰岩等，顶部有时夹

灰岩和凝灰质砂砾岩等。在该组上部安山岩及所夹火山碎屑岩中，局部含铁较高，是赤峰北部含矿有利层位之一。该组地层上部与哲斯组不整合接触，厚度约***m。

（3）哲斯组（P_2zs）

对称分布于复式背斜的两翼，呈北东向带状延伸，该组地层上部与林西组整合接触，厚度约***m。可分为上下两段：

下段，主要分布于小柳条子沟-苏木沟一带，其次零星出露于大木头石沟、红眼沟、小鹿圈沟等地。底部常以不厚的砂岩、钙质砂岩和角砾状灰岩等开始，向上过渡为灰岩、生物碎屑灰岩、条带状灰岩、大理岩、矽卡岩夹中酸性火山岩。该段也是本区及赤峰北部成矿的有利层位。

上段，在复背斜北西翼分布比较稳定，下部为长石砂岩，含砾岩屑杂砂岩、泥砂质砾岩、砾岩，夹粉砂质板岩和云母板岩、堇青石板岩、钙质砂岩等；上部为暗紫灰色凝灰质粉砂岩、泥质粉砂岩夹细粒长石砂岩和粉砂质板岩，顶部有含砾砂岩和角砾岩。

（4）林西组（P_3l）

本组主要分布于二道石门-查木罕-大柳条子沟等地。地层大体呈北东向展布于复式背斜北西翼，主要岩性为粉砂岩、细粒长石砂岩及粉砂质板岩等，与下伏哲斯组为整合或断层接触。该组地层上部与侏罗系中统新民组呈断层接触，厚度约***m。

2、侏罗系（J）

区内仅出露中、上统，沿北东向展布于区内广大地区。共划分两个组：新民组（J_2x）、玛尼吐组（J_3mn）。与下伏地层不整合或断层接触。

（1）新民组（J_2x）

主要沿黄岗河-两间房一线广泛分布，明显受北东向断陷盆地控制。为内陆河湖相之沉积碎屑岩建造。该组地层上部与玛尼吐组呈不整合接触，厚度约 801m。

一段，仅在大麻沟一带零星出露，主要岩性为巨砾岩、复成分砾岩、含砾砂岩夹砂岩、复矿砂岩和板岩。

二段，分布于大麻沟及黄岗河一带，下部为砾岩-砂岩-粉砂质板岩韵律层，上部为灰-灰黑色砂岩、板岩夹砾岩、酸性凝灰熔岩和泥灰岩。

三段，分布于黄岗梁林场-杨爱社沟-大麻沟一带，下部为紫色泥质板岩、凝灰质板岩、斑点板岩和粉砂岩，夹泥灰岩，上部为紫色粉砂岩、铁质粉砂岩、夹砂岩和岩屑砂岩薄层。

（2）玛尼吐组（J_3mn）

主要呈北东向分布于敖包吐南-边营子-白音稿及四道沟门子-查木罕一线。为一套以中性为主的火山岩地层。下部为砾岩、砂岩或凝灰砾岩、含砾酸性晶屑岩屑凝灰岩，上部为安山岩、英安岩及其凝灰角砾岩、集块岩等，顶部有时见有安山质凝灰砂砾岩。该组地层上部与白垩系下统白音高老组呈断层接触，厚度约 370m。

3、白垩系（K）

区内仅出露下统白音高老组（K_1b），沿北东向分布于区内南东部。

（1）白音高老组（K_1b）

在区内广泛分布于复式背斜的两翼，地层展布受北东向构造控制。为一套沉积-火山岩建造，下段主要岩性为砾岩、角砾岩、凝灰砂岩及酸性凝灰岩等；上段主要岩性为主要为酸性熔岩、溶结凝灰岩等。整合于侏罗系上统玛尼吐组之上。该组地层下部与侏罗系上统玛尼吐

组整合接触，厚度约***m。

4、第四系（Q）

第四系分布较广，东部主要分布于沟谷两侧，组成阶地及平原，而西部则大片分布，构成蒙古高原之一隅。主要有上更新统（Qp^3）之冰水-坡积砂、亚砂土、碎石等，全新统（Qh）之冲积砂砾石、风积砂土等。

（二）区域构造

区域构造线主要受大兴安岭主脊-多伦北东向断裂及西拉木伦超岩石圈深大断裂影响，断裂构造十分发育，与各期褶皱构造紧密伴生，对控岩、控矿具有重要意义，见图 2-4。

1、褶皱构造

二叠纪构造层，以黄岗梁复式背斜为主体，伴随有两翼次级的紧闭线形褶皱。

区内轴线大体位于哈达敖包-石砬子山-苏木沟一带，总体轴向 40～50º，区内出露长约***km。受北西向断裂分段顺时向错开极为明显。

复式背斜由轴部向翼部，地层由老到新，依次为寿山沟组、大石寨组、哲斯组及林西组。东南翼总体倾向南东，倾角一般 50～70º；西北翼总体倾向北西，倾角一般大于 50°。

中、晚侏罗世构造层，褶皱构造发育，轴向均为北东，形态比较宽缓，与下伏构造层的褶皱轴向和断陷盆地方向基本一致，仅边部略有交角。

图 2-4　区域构造纲要图

2、断裂构造

该区断裂构造十分发育，与各期褶皱构造紧密伴生，对控岩、控

矿具有重要意义。根据断裂走向、性质及与褶皱构造的配置关系，大体可划分五组：北东向断裂、北西向断裂、近东西向断裂、近南北向断裂及北北东向断裂，前四种之间具有明显的生成联系，其中以北东向断裂最发育。下面仅对主要的北东向及北西向断裂做主要分析：

（1）北东向断裂

遍布全区，构造形迹突出，规模大者长达数十公里，占有显著的主导地位。具一定规模的北东向断裂、断裂带有 F3、F7、F1、F14、F15、F17。它们往往平面上呈舒缓波状，且常常分支复合，切割成一些透镜状岩块。它们均伴随晚二叠世以后的褶皱运动形成，进入晚侏罗世以后又存在多次构造活动。北东向断裂的长期多次活动，为本区的成岩、成矿提供了有利条件，故它们是控岩、导矿、容矿的主要构造。

（2）北西向断裂

为区内较为突出的另一组断裂构造形迹。具一定规模的北东向断裂、断裂带有 F8、F9、F11。与北东向断裂纵横交错，构成格子状。区内控矿构造与控岩构造具有一致性，只是前者级别低于后者。控矿构造主要以北东向、近东西向断裂、裂隙或层间破碎带为主，与晚侏罗世的岩浆活动关系密切。目前未发现破坏矿体的构造。

（三）区域岩浆岩

区内侵入岩主要属侏罗纪，以花岗岩类为主，主要分布在黄岗梁复式背斜的两翼，呈北东向展布；另有二叠纪中基性岩类零星出露。

此外，本区还发育有与上述侵入岩和火山活动有关的各类脉岩，包括辉绿岩、闪长玢岩、酸性斑岩类以及伟晶岩、细粒花岗岩和脉石英等。

1、二叠纪侵入岩

中基性侵入岩（Pδ）：出露零星，仅在三道石门子、哈达敖包出露，岩体较小。岩性主要为闪长岩。它们均分布于大石寨组火山岩出露区，两者相互紧密焊接而无蚀变，界线不清，岩石矿物成分近似，化学成分基本相同。属大石寨组火山岩的浅成或次侵入相。

2、侏罗纪侵入岩

本区侏罗纪侵入岩均属酸性岩类，按侵入次序大体又可分为早期酸性斑岩和晚期黑云母钾长花岗岩，与成矿关系密切。在晚侏罗世晚期频繁剧烈的火山-侵入机构中占有重要地位。

早期侵入的流纹斑岩类（J$\lambda\pi$）：仅在张刘沟门附近有零星出露。主要为超浅层侵入的流纹斑岩类岩石。

晚期侵入的花岗岩类岩体（J$\xi\gamma$），主要分布在黄岗梁复式背斜的两翼亨格热格图、平顶林子、骆驼场梁、二零四和石匠山等地。在黄岗山岩体西南端也有出露。岩体多呈北东向的岩株及岩瘤产出，主要由斑状及细粒斑状黑云母钾长花岗岩、钠化中细粒黑云母钾长花岗岩等组成。

3、脉岩

本区脉岩并不十分发育，主要有石英脉、花岗斑岩、伟晶岩脉、流纹斑岩、闪长岩、细晶闪长岩及闪长玢岩和辉长岩脉等，它们主要沿北东、北西向呈脉状分布于区内，与成矿关系不大。

二、矿区地质

（一）矿区地层

矿区地层较简单，主要构造方向为北东向较为发育，中生代岩浆活动频繁，内生金属矿化发育。

矿区出露地层主要有中二叠统大石寨组（P_2ds）、哲斯组（P_2zs）、中侏罗统新民组（J_2x）、下白垩统白音高老统（K_1b）及第四系（Qh）。

中二叠统大石寨组、哲斯组为矿区的主要含矿层位。矿区地层由老至新简述如下：

1、二叠系（P）

（1）大石寨组（P_2ds）

呈北东-南西向条带状分布在矿区中部小柳条沟的东南侧。该组地层上部与哲斯组不整合接触，全层厚度约***m。该组地层不论是沿走向或倾向，岩相、岩性变化都十分剧烈。按岩性组合分为上、下两部。

下部：东段为火山碎屑岩，向西由帐房砬子开始逐渐相变成海底火山喷发熔岩，与寿山沟组地层为整合接触。火山碎屑岩主要岩性为厚层状灰色、灰褐色、灰黑色凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩，中夹安山质岩屑晶屑凝灰岩，凝灰质中细粒砂岩和安山岩透镜体。火山喷发熔岩出露在帐房砬子以西至王盖山一带，呈北东-南西向分布，长***km。西南段宽***km，向北东变窄似楔形。主要岩性有细碧岩、角斑岩，夹凝灰岩、凝灰熔岩、角砾状熔岩薄层。

凝灰质砂岩：灰黑色，凝灰质砂状结构，层状构造。火山碎屑占25～35%，其中岩屑呈棱角状，大小 2～3mm、成分主要为砂岩，含量 10～15%；晶屑呈棱角状、粒状，大小 1～3mm，含量 5～10%；火山灰占 10～15% 。沉积碎屑呈粒状，大小 0.25～2mm，占 65～75%，其成分主要为长石、石英；胶结物为粘土、粉砂、火山灰等。

凝灰质粉砂岩：灰色，凝灰质粉砂状结构，层状构造。火山碎屑占 10～20%，晶屑呈棱角状、粒状，主要成分为长石、石英，大小 1～2mm，含量 5～10%；火山灰占 10～15% 。沉积碎屑主要为长石、石英，占 65～75%，其成分主要为长石、石英，磨圆度较好，分选性较好；胶结物为粘土、火山灰等。

安山质凝灰岩：风化面灰色，新鲜面灰褐色或灰绿色，凝灰结构，块状构造。火山碎屑物由＜2mm 的凝灰物质组成，碎屑成分中岩屑约占 10%，晶屑约占 15%；填隙物为火山灰，还可见少量火山角砾，含量约 3%，火山碎屑物分选性差，层理不明显。

安山岩：风化面灰色，新鲜面灰褐色，斑状结构，块状构造。斑晶主要为斜长石，宽板状，大小多在 1-5mm，含量 15%，角闪石，长柱状，大小多在 1-4mm，含量 5%。基质主要为斜长石微晶，呈隐晶质结构，含量约占 80%。

上部：又可分底部灰黑色凝灰质砾岩、凝灰质粉砂岩、凝灰角砾岩、安山质晶屑凝灰岩互层，中部夹粉砂岩、泥板岩薄层及大理岩透镜体，顶部以灰绿色厚层状安山岩及辉石安山岩为主，中间夹有安山质晶屑凝灰岩、含铁晶屑凝灰岩、安山质角砾熔岩，在安山岩中局部见细粒星散状磁铁矿。它与钾长花岗岩的接触带形成了厚大矽卡岩体，区内大部分磁铁矿体即赋存其中。

凝灰质砾岩：灰黑色，凝灰质砾状结构，层状构造。火山碎屑占 10～35%，其中岩屑呈棱角状，大小 2～3mm，成分主要为砂岩，含量 5～10%；晶屑呈棱角状、粒状，大小 1～3mm，含量 5～10%；火山灰占 10%；沉积碎屑呈次圆状，大小约 3～40mm，含量 65～75%，其成分主要为砂岩、流纹质岩石，磨圆度一般、分选性差，胶结物为粘土、粉砂、火山灰等。

（2）哲斯组（P_2zs）：

主要分布在矿区中部偏北侧，该组地层下部与大石寨组不整合接触，厚度约 400m，走向北东，岩石主要由一套碳酸盐岩-火山碎屑沉积岩中夹薄层火山熔岩所组成。依据沉积环境、岩相组合又进一步划分为两个岩性段。

下段：为厚层状白色大理岩、灰岩、含砾结晶灰岩、硅质大理岩夹薄层凝灰岩和复成分砾岩。

大理岩：风化面灰色，新鲜面灰白色，粒状变晶结构，块状构造。主要矿物为方解石，粒度细小，结晶较差。

上段：主要分布在大柳条沟-头道石门一线矿区的北侧，全层厚720m，为一套火山碎屑岩。主要为深灰色、灰紫色厚层状凝灰质粉砂岩和凝灰质砂砾岩，中夹安山质凝灰岩、凝灰角砾岩和泥板岩。向南西岩石粒度变细，普遍具角岩化、硅化、次闪石化、黑云母化。由于受钾长花岗岩体的热变质和接触交代，普遍具角岩化及矽卡岩化而形成二云母角岩、堇青石角岩等蚀变岩。在该层中含毒砂及黄铁矿。哲斯组下段及上段下部不但是本区而且也是赤峰北部的控矿有利层位。

凝灰质粉砂岩：灰黑色，凝灰质粉砂结构，层状构造。火山碎屑占 25～35%，其中岩屑呈棱角状，大小 2～3mm、成分主要为砂岩，含量 10～15%；晶屑呈棱角状、粒状，大小 1～3mm，含量 5～10%；火山灰占 10～15% 。沉积碎屑呈粒状，大小 0.25～2mm，占 65～75%，其成分主要为长石、石英；胶结物为粘土、粉砂、火山灰等。普遍具角岩化、硅化、次闪石化、黑云母化。

2、侏罗系（J）

矿区南东部仅出露中统新民组。下部与中二叠统大石寨组、哲斯组呈不整合接触，厚度约***m。

新民组（J_2x^2）：为灰-灰黑色砾岩、砂岩、粉砂岩、板岩等。

3、白垩系（K）

矿区北部与南部出露小面积下统白音高老组（K_1b）。下部与中二叠统大石寨组、哲斯组呈断层接触，厚度约***m。

白音高老组（K_1b^1）：为一套沉积-火山岩建造，下段主要岩性为砾岩、角砾岩、砂岩及酸性凝灰岩等。

4、第四系（Q）

现代松散堆积层，区内分布广泛，约占全区的 2/3，多分布在山前地带，厚度变化较大，最厚地段达***m。主要有全新统（Qh）亚砂土、冰水-坡积砂、风积砂、冲积砂砾石等。

（二）矿区构造

矿区位于黄岗梁复式背斜北西翼，属单斜构造。由南而北，地层由老至新依次为中二叠统大石寨组、哲斯组及零星出露的上二叠统林西组。与区域构造线方向基本一致，总体倾向北西，倾角一般 50～82°。大石寨组及哲斯组，是矿区的主体含矿层位。中侏罗统新民组分布于复式背斜轴部的断陷盆地内。下白垩统白音高老组主要分布于矿区南中侏罗纪断陷盆地内部及两侧。至晚二叠世抬升成陆以后，又经历了多次的构造运动，使区内褶皱紧密，造成了形迹突出的北东向断裂带，构造十分复杂。二叠系构造层以黄岗梁复式背斜为主体，伴随有两翼次级的紧闭线形褶皱；断裂构造主要为北东向压扭性及北西向张扭性断裂，其次为近南北及北北东向扭性断裂。

在部分探采矿工程中见有少量裂隙、构造角砾岩及擦痕，属成矿后期构造，一般延深及延长均较小，均为单孔或单个坑道所见，剖面间无法连接对比，对矿体无明显破坏作用。

1、褶皱构造

（1）大孤山背斜处于黄岗梁复式背斜北西翼。该背斜位于矿区中部大孤山，由哲斯组下段（P_2zs^1）组成，轴向 35°左右，向北东倾没。两翼岩层倾角 50-70°。幅宽 0.15km，长度 0.3km。

（2）铜山倒转背向斜处于黄岗梁复式背斜北西翼。该向斜位于

矿区中部铜山脊南侧。发育在哲斯组下段（P_2zs^1）及上段（P_2zs^2）中，呈紧闭线形。东北地研所通过对一些小构造的详细研究认为，在该地段不但存在一个倒转背斜，同时还有一个倒转向斜与其紧密相连。轴向 50°，倾向北西，倾角 70-80°，延长不远。

2、断裂构造

该区断裂构造十分发育，与各期褶皱构造紧密伴生，对控岩、控矿具有重要意义。矿区内断裂以北东向为主，规模较大的断裂为矿区东部的麻沟断裂（F_9），走向北西，倾向北东，倾角 80°左右。断裂带内矽卡岩化发育。

区内控矿构造与控岩构造具有一致性，只是前者级别低于后者。控矿构造主要以北东向逆断层、近东西向平移断层、裂隙或层间破碎带为主，与侏罗纪的岩浆活动关系密切，为本区的成岩、成矿提供了有利条件，故它们是控岩、导矿、容矿的主要构造。

（三）矿区岩浆岩

在矿区范围内出露的岩浆岩主要为侏罗纪侵入的钾长花岗岩（Jγ），也可见少量黑云母钾长花岗岩。III区岩体出露在 1714m 高地及以东地段，地表产状北缓南陡，根据钻探资料显示，深部花岗岩顶面凹凸部位是矿体赋存的有利地段。IV区岩体沿北东向条带状分布，地表多被第四系覆盖。

钾长花岗岩体多为中细粒似斑状结构，岩体相变不十分明显。在岩体边缘或接触带附近，普遍具钠化及轻度的混染现象。钾长花岗岩呈肉红及浅肉红色，似斑状结构，局部细晶、伟晶及文象结构，矿物成分简单，主要矿物有条纹长石，含量 52～64%，石英含量 33～42%，少量黑云母及钠长石（各占约 3～5%），次要矿物有白云母，副矿物有萤石、绿柱石、电气石、锆英石、独居石、锡石、磷灰石和及少量

的磁铁矿。本区花岗岩具有高酸（SiO_2 含量＞75%），偏碱（Na_2O+K_2O ＞8.04～9.16）、贫铁镁（b 值＜3）、富含挥发份（F、B、Be）等特点。与钾长花岗岩体有关的矿化主要为铁、锡、钨、铍、砷等，同时也具有铜、铅、锌等矿化。本区钾长花岗岩与铁矿的关系不仅是单纯提供铁质，更特殊的意义是由岩体带来的含矿气水溶液富含挥发组分，使围岩所含铁质活化，进而搬运富集得以成矿。

矿区内脉岩不发育，主要有花岗斑岩、闪长岩等，数目较少，呈脉状分布于中生代地层中，与成矿关系不大。

（四）区域地壳稳定性

1、新构造运动

区域新构造运动表现微弱，以区域性间歇性缓慢抬升为主，地壳升降速率较低。区内断裂多形成于早、中新生代，断裂构造晚更新世以来无明显活动迹象，未见断裂错动晚第四纪地层、地表形变等新构造活动证据。区域地貌形态相对平缓，未见显著的现代构造变形、滑坡、崩塌等由构造活动诱发的地质现象。总体来看，区域新构造活动不明显，构造稳定性条件较好。

2、地震

根据中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》（GB/18306—2015），矿区及其附近地区地震动峰值加速度小于 0.05g，比照《中国地震烈度区划图》（1990），本地区地震烈度小于VI度。区域地壳属于稳定地区。反应谱特征周期为 0.35S。

三、水文地质

（一）矿区含（隔）水层

根据含水介质及埋藏条件，将矿区地下水类型分为三个类型，即第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙潜水和岩溶水。

1、第四系松散岩类孔隙水

主要分布在III区，含水层岩性为第四系冲洪积中砂、粗砂、粗砂夹砂砾（碎）石、砾砂、含土碎石等，第四系地层厚度一般 1-150m。岩性上部为风积粉砂，一般厚 4－5m。中部为冰水堆积中、粗砂夹砂砾（碎）石、砾砂、细砂透镜体，厚 53－60m。底部为冰水堆积泥砾，泥砾为棕红色，局部为灰绿色、灰白色及黄褐色，为粘土混碎石。以粘土为主，占 70－90％。粘土结构紧密，湿时具粘塑性，干后坚硬。含黑色碳块，直径 0.5－3.0cm。碎石含量占 10－30%，碎石直径以 5－8cm 为主，＞10cm 者少数。碎石棱角状、次棱角状，风化剧烈，锤击粉碎，不透水。该层厚度一般 5－19m。

2、基岩裂隙水

分布在整个矿区，含水岩性为大理岩、花岗岩等，一般呈灰-灰白色、灰黑色，呈致密块状，风化裂隙不发育，根据矿山提供的钻孔抽水实验数据，矿区基岩裂隙水水位标高***m，距地表埋深***m，含水层厚度***m，地下水主要分布在基岩裂隙中，富水性不均一。

3、大理岩岩溶水

矿区的岩溶水主要分布在III区大柳条沟古河道底部及山麓地带（485 线以西），岩性为二叠系下统哲斯组大理岩，根据矿山提供的钻孔抽水实验数据，矿区大理岩岩溶水水位标高***m，水位埋深***m，含水层厚度***m，呈北东-南西分布，向北西陡倾斜，白色中粗粒结构，厚层状。

***m 中段以上：上覆第四系松散堆积物 0-30m，局部地段＞30m。下伏磁铁矿，为矿层直接顶板。岩溶主要发育在该中段以上，溶洞直径以＜1.0m 为主，＞1.0m 的次之，直径大于 1m 者多被充填，充填物为红色粘土、粘土含碎石、砂及砂砾，含水层以溶洞裂隙为主。

***m 中段以下：主要以溶蚀裂隙为主，溶洞不发育，裂隙发育深度 30-50m。局部受构造断裂影响发育较深，最深在 340m 处仍见溶蚀裂隙。

黄岗矿业IV采区未见岩溶发育。

4、隔水层

III、IV区矿产围岩广泛发育花岗岩、角岩、安山岩等，风化带以下，不受构造破坏时，节理、裂隙呈闭合状，普遍不含水，可视为隔水层。

基岩裂隙含水层上覆基岩不发育，宽 0.2-2mm，裂隙多闭合，透水性极差，厚约 160m，在不受构造破坏时，可视为隔水层。下伏完整原岩裂隙不发育，宽 0.1-1mm，裂隙闭合，透水性极差。

（二）地下水动态特征及补给、径流、排泄

矿区东、南、北方向皆环山，部分矿区处于分水岭，山顶基岩裸露，岩石节理、裂隙发育，易接受大气降水的补给，但由于地形起伏较大，不利于大气降水的渗入，地下水接受山区大气降水的补给后，通过岩石节理、裂隙等导水通道，向谷地第四系孔隙潜水和基岩裂隙等含水层形成径流补给，大部分以地下径流的方式流出区外。

（三）充水因素分析

1、充水水源

开采矿床的充水水源主要为基岩裂隙水及大气降水、积雪融化。

根据《开采方案》，矿山开采多年，目前无采空区积水情况，巷道绝大部分为干燥情况，巷道两侧排水系统基本无水，无废弃老窿存在。

2、充水通道

风化裂隙带、构造破碎带、岩溶裂隙是大气降水或基岩裂隙水进

入矿坑的主要通道，此外，还可能存在封闭不良钻孔、与地表塌陷坑相连通的采空区、风钻炮眼、爆破震动裂隙等人为导致的矿床充水通道。

3、充水强度

矿床充水含水层的透水性差，富水性弱，补给条件差，矿床的充水强度弱，且随季节变化。

（四）矿坑涌水量预测

1、历史抽排水情况

本方案收集了矿山2013年～2024年矿坑涌水量观测数据：2013年日平均排水量为***m^3/d，2014 年为***m^3/d，2015 年为***m^3/d，2016年为***m^3/d，2017年为***m^3/d，2018年为***m^3/d，2019年为***m^3/d，2020 年为***m^3/d，2021 年为***m^3/d，2022 年为***m^3/d，2023年为***m^3/d，2024年为***m^3/d。2015年至2024年涌水量趋于稳定，平均涌水量为***m^3/d。

2、涌水量预测

矿山为生产矿山，开拓方式为竖井开拓，利用多年矿坑疏干涌水量监测记录等资料，预测矿山未来开采***m、***m 标高的矿坑涌水量。依据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020），选用比拟法对含水岩组进行矿坑涌水量计算，本次比拟计算基于矿区现状疏干水位***m标高条件下的涌水量监测资料开展。

采用公式：$Q=\frac{Q_0}{L_0}L$ 进行***m、***m中段涌水量预测。

式中：Q—矿坑预测涌水量（m^3/d）；

L—设计矿井开采巷道长度，单位为米（m），取***m;

L_0—已知矿井实际开采巷道长度，单位为米(m)，取***m;

Q_0—已知矿山单位开采（或开拓）涌水量（m^3/d），日最

小涌水量取***m^3/d，日最大涌水量取***m^3/d（2013 年～2024 年平均数据）。

计算结果，预测开拓至***m 中段时矿坑正常涌水量 Q=***m^3/d，最大涌水量 Q_{max}=***m^3/d；开拓至***m 中段时矿坑正常涌水量 Q=***m^3/d，最大涌水量 Q_{max}=***m^3/d。采用“比拟法”由于是同一矿床，水文地质条件相同，故可比性强，参数代表性好，预测的矿坑涌水量准确性较高，通过与 2013 年～2024 年排水数据比较，预测的矿坑涌水量可信度较高，可做为矿山开采设计的依据。

（五）水文地质勘查类型

矿区大部分矿体在侵蚀基准面以下，但矿床附近无常年地表水体，无主要含水岩层和含水构造；地下水的主要来源是靠大气降水补给，地形有利于自然排水，补给条件差，水文地质边界条件简单；III采区内第四系覆盖厚度较大，IV采区属于基岩地区，第四系覆盖面积小且薄，第四系不含水；地下水的主要赋存形式为基岩裂隙水，含水层富水性弱；无老空水分布；矿山已开采多年，随着矿山不断开采，地下水不断的疏干，矿区疏干水水位现已降至***m 标高，疏疏干影响半径逐渐扩大，第四系松散岩类孔隙水以及大理岩岩溶水已完全被疏干。矿区历史曾发生塌陷，矿山开展地表沉降、塌陷专项监测以来，地表监测点位沉降量、塌陷变形指标均在允许范围内，未发现新增塌陷及持续性沉降现象，结合现状疏干条件分析，继续疏干排水引发塌陷、沉降的风险较低。根据《储量核实报告》给出的结论，按照《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）分类依据，划分矿区水文地质勘查类型为第二类第二型，即以裂隙含水层充水为主，水文地质条件中等型的矿床。

四、工程地质条件

（一）矿区工程地质特征

根据矿区工程地质条件受构造、矿体形态、岩性及岩石风化程度等多种因素，将本矿区划分为四个工程地质岩组即：块状坚硬岩组、块状坚硬-半坚硬岩组、层状坚硬-半坚硬岩组、松散岩组。

1、块状坚硬岩组

分布在矿区两侧山顶，及矿区西侧大部分地区，岩性以钾长花岗岩为主，岩石节理、裂隙发育，每米一般可见 3-5 条，密集段可见 5-10 条。裂隙以张性为主，裂隙宽 0.5-5cm。地表风化强烈，强风化带深度 4～38m，自然块度 10～20cm，裂隙率 2.1～8.68%。花岗岩力学试验结果：饱和状态下单轴抗压强 90.62-159.02MPa，为坚硬岩。

2、块状坚硬-半坚硬岩组

分布矿区南东部，构造裂隙带及接触蚀变部位，岩性为矽卡岩、大理岩及铁矿体，小规模断裂、裂隙十分发育，构造裂隙发育，岩体完整性较差，石榴石矽卡岩岩块饱和单轴抗压强度 111.95MPa，为坚硬岩；大理岩饱和单轴抗压强度 35.63-91.50Mpa，为半坚硬岩。该岩组岩体受构造、蚀变改造，完整性差，属于块状坚硬-半坚硬岩组。

3、层状坚硬-半坚硬岩组

分布在矿区中部及南东部基岩山区，岩性为二迭系的凝灰质粉砂岩、粉砂岩、砾岩、安山岩、细碧岩、矽卡岩、角岩、磁铁矿等。风化带厚 10-20m，基岩裸露，岩石裂隙、节理发育，以张性为主，裂隙宽 0.1-0.5cm，其抗压强度值在 50.27～219.23MPa 之间，饱和抗拉强度 7.06～34.99MPa，按照岩石坚硬程度分类，属于坚硬～半坚硬岩。

4、松散岩组

分布在矿区中部及南西部，主要由砂砾石、碎石、中细砂、细砂

等组成。杂色，结构较紧密，中密～密实，底部为杂色碎石层或砂（碎）石透镜体，分选性差。承载力特征值 350～450kpa，工程地质条件较好。

（二）不良工程地质问题

1、断裂带分布及特征

北东向断裂遍布全区，构造形迹突出，规模大者长达数十公里，占有显著的主导地位。平面上呈舒缓波状，且常常分支复合，切割成一些透镜状岩块。它们均伴随晚二叠世以后的褶皱运动形成，进入晚侏罗世以后又存在多次构造活动。北东向断裂的长期多次活动，为本区的成岩、成矿提供了有利条件，它们是控岩、导矿、容矿的主要构造。结构面级别属III级结构面，断层处岩石破碎，蚀变较强，局部可见构造角砾、断层泥等，影响岩体稳定，岩石饱和单轴抗压强度＜30.0MPa，结构面主要影响岩体的稳定性，对矿体顶底板处岩石产生破坏、错动，降低了围岩的稳定性，措施井东 79.36m 处出现断层，断距 0.70m 为粘土及岩块充填，不含水，但其充填物遇水后易软化，对围岩的稳定性有一定的影响，应做支护或加固处理。

2、构造破碎带分布及特征

根据钻孔工程地质编录，各钻孔在不同位置深度分别见有构造破碎带，构造破碎带揭露厚度 0.45～131.09m 不等，分布分散，连续性差，厚度变化大，带内岩石多为碎裂结构，岩石破碎，裂隙发育，蚀变较强，多具碳酸盐化及绿泥石化，局部可见岩石角砾，建议对已发现的构造破碎带及裂隙带、蚀变带部位进行钢筋混凝土灌浆支护，避免发生坍塌、片帮等不良工程地质问题。

3、岩溶的发育及特征

矿区岩溶主要发育于III采区大柳条沟古河道底部及山麓地带 485

线以西二叠系下统哲斯组大理岩地层中，Ⅳ采区未见岩溶发育。***m中段以上大理岩岩溶发育较强，上覆第四系松散堆积物 0-30m，溶洞直径以＜1.0m 为主，＞1.0m 溶洞次之，大于 1m 溶洞多被红色粘土、粘土含碎石、砂及砂砾充填；***m 中段以下以溶蚀裂隙为主，溶洞不发育，溶蚀裂隙主要发育深度 30-50m，受构造断裂影响局部地段溶蚀裂隙最深可达 340m。矿区位于北东向主体构造带中，并有次一级构造与其斜交。***m 以上大理岩溶较发育，风化带与岩溶互相交错，影响深度较大。经钻探工程深部查证、控制，揭露破碎带在0.00-704.80m区间内分布不均，厚度0.45-141.09m，平均厚度16.51m，构造破碎带多为碎裂结构，具碳酸盐化，岩芯破碎，裂隙发育，裂隙多被方解石细脉充填，蚀变较强，多具碳酸盐化及绿泥石化，局部可见岩石角砾，建议对已发现的构造破碎带及裂隙带、蚀变带部位进行钢筋混凝土灌浆支护，避免发生坍塌、片帮等不良工程地质问题。

（三）工程地质勘查类型

矿区地形地貌条件简单，无深大断裂构造，仅发育小规模断层、破碎带，岩石以块状岩类为主，总体属坚硬-半坚硬岩石，矿体顶底板较稳固，井采仅在风化带、构造破碎带产生局部变形破坏，构成巷道或矿体顶底板围岩的稳固性差，易发生不良工程地质问题。根据《储量核实报告》给出的结论，依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GBT12719-2021）划分标准，该矿床的工程地质勘查类型为第三类中等型，即以块状岩类为主，工程地质勘查复杂程度中等型矿床。

五、矿体地质特征

（一）矿体特征

黄岗铁矿Ⅲ、Ⅳ区共圈定矿体***条（工业矿体***条、低品位矿体***条）。Ⅲ、Ⅳ两个区由南西至北东大致呈一线排列，相距约***m。

1、Ⅲ区矿体特征

***。现选取其中的规模较大的几条代表性矿体介绍如下：

（1）III_1 区 Sn1 号矿体

***。

（2）III_1 区 FeSn2 号矿体

***。

（3）III_2 区 FeSn3 号矿体

***。

（4）III_2 区 FeSnW3 号矿体

***。

（5）III_2 区 FeSn15 号矿体

***。

2、IV区矿体特征

***。现选取其中的规模较大的几条代表性矿体介绍如下：

（1）IV_1 区 Fe6 号矿体

***。

（2）IV_1 区 FeSn3-1 号矿体

***。

（3）IV_2 区 FeSn13 号矿体

***。

（4）IV_2 区 Sn14 号矿体

***。

（二）矿石特征

1、矿石的矿物成分

***。

2、矿石结构、构造

根据磁铁矿的结晶程度和粒级可分为：自形粒状结构、半自形粒状结构、他形-半自形粒状结构；依据磁铁矿形成方式可分为：交代残余结构、假像结构。锡矿石的矿石结构以自形、半自形、他形粒状为主。

矿石的构造主要为块状构造、浸染状构造、条带状构造、角砾状构造、斑杂状构造。

3、化学成分

***。

4、矿石类型

矿石的自然类型按脉石及金属矿物组合类型划分为锡石-磁铁矿矿石、锡矿-矽卡岩矿石；按结构构造类型划分为块状及致密块状矿石、浸染状及稠密浸染状矿石；按氧化程度划分统归原生矿石。锡石-磁铁矿矿石是该矿的主要类型。

矿石工业类型为需选磁铁矿矿石、铁锡矿矿石、锡矿石。

5、矿床成因类型

矿床成因类型为矽卡岩型铁多金属矿床。

6、围岩与夹石

（1）围岩

***。

（2）夹石

***。

第四节　矿区土地利用现状及采矿用地申批情况

一、矿区土地利用现状

（一）矿区范围及采矿影响范围土地利用现状

采矿许可证确定矿区范围面积为***m^2，采矿活动影响范围为矿权范围以外的三区预测塌陷区（***m^2）、3-1#尾矿库（***m^2）、3-3#工业场地（***m^2）、3-1#选矿厂（***m^2）、3-2#选矿厂（***m^2）、生活区（***m^2）、四区预测塌陷区（***m^2）、4-1#尾矿库（***m^2）、新建四区西风井（***m^2）、4-1#选矿厂（***m^2）、矿区道路（***m^2）和截洪沟（***m^2），矿权范围以外采矿活动影响总面积为***m^2，采矿权范围及采矿活动影响范围总面积为***m^2。

根据第三次土地利用调查成果图，按照《土地利用现状分类》（GB/T2010-2017）标准对采矿权范围及采矿活动影响范围内土地利用类型进行统计。

损毁土地利用类型包括***。采矿权土地利用类型及面积见表 2-3。

表 2-3　采矿权范围及采矿活动影响范围土地利用现状表

（二）矿区土地利用权属情况

根据全国第三次土地利用现状调查资料及调查走访，土地权属为***所有。权属明确，界线明显，不存在争议。矿区土地利用权属见表 2-4。

表 2-4　矿区土地利用权属表　　单位：hm^2

（三）已损毁土地利用情况

根据现场调查，矿区现状已损毁土地工程单元包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂、门卫、4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、原四区3号井、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路，现状总计已损毁土地面积***m^2。

各场地损毁土地利用类型包括：***。已损毁土地利用现状统计见表2-5。

表2-5　已损毁土地利用现状统计表

（四）已修复土地现状情况

矿山已分年度开展了地质环境治理和土地复垦工作。截至 2025 年年底，已完成土地修复的工程单元包括：2#塌陷坑、3#塌陷坑、3-1#露天采场、3-2#露天采场、3-3#露天采场、3-4#露天采场、3-5#露天采场、3-1#废石场、3-2#废石场、3-3#废石场、3-4#废石场、3-5#废石场、3-6#废石场、3-7#废石场、3-8#废石场、3-9#废石场、3-10#废石场、3-11#废石场、3-12#废石场、3-13#废石场、3-14#废石场、3-15#废石场、3-16#废石场、3-2#尾矿库、部分 3-3#工业场地、3-5#工业场地、云峰井、3-1#休息室、炸药库（2 处）、3-1#挖损区、3-2#挖损区、3-3#挖损区、4-1#露天采场、4-2#露天采场、4-3#露天采场、4-4#露天采场、4-1#废石场、4-2#废石场、4-3#废石场、4-4#废石场、4-5#废石场、4-6#废石场、4-7#废石场、4-8#废石场、4-9#废石场、4-10#废石场、1 号井、2 号井、4 号井、5 号井、6 号井、主井、临时取土场、4-1#挖损区、4-2#挖损区、高位水池及四区部分道路等。

修复前损毁土地类型包括：***。土地复垦方向为草地，部分区域兼顾绿化效果栽植了松树，修复土地面积为***m^2，均通过专家现场核查验收。已修复土地利用现状统计见表2-6。

表2-6　已修复土地利用现状统计表

（五）耕地与永久基本农田分布情况

根据全国第三次土地利用现状调查资料及克什克腾旗自然资源局 2024 年 11 月 12 日出具的《关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司 II、IV 采区范围内“三区三线”的情况说明》，内蒙古黄岗矿业有限责任公司 III、IV 采区范围不占用永久基本农田，矿区范围内无耕地分布。

图 2-5　采矿权范围及采矿活动影响范围土地利用现状图

二、采矿用地审批情况

根据矿山提交的相关资料，矿山严格按照自然资源管理相关规定，依法依规申请办理国有土地使用权证及不动产权证书，现已取得多宗国有土地权属证书，取得证书权利类型为国有建设用地，权利性质为出让，权利人为内蒙古黄岗矿业有限责任公司单独所有，坐落位置为***，矿山现在无新增用地审批的土地，已取得证书具体信息如下：

表 2-7　已取得土地权属证书信息表

根据《开采方案》设计，现状地表工程建设单元已满足矿山生产建设需求，未来不再扩大场地单元及拟建地表工程。根据收集资料，矿山已取得的用地手续范围主要为 3-3#工业场地、3-6#工业场地、3-1#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、4-1#选矿厂及 4-1#尾矿库。结合《开采方案》，需继续办理申请建设用地的工程单元包括三区东风井、三区西风井、3-2#选矿厂、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、4-1#选矿厂及矿区道路等，现状三区箕斗井及原四区 3 号井不再继续利用，纳入近期（三年内）进行生态修复，不再为其办理建设用地手续。已取得建设用地与矿区各场地叠合见图 2-6。

图 2-6　建设用地与矿区各场地叠合图

第五节　矿区生态状况

一、矿区生态功能区划

（一）区域生态功能定位

根据《内蒙古生态功能区划》，项目所在区域在生态规划中属于 II 大兴安岭中南部落阔叶林—森林草原生态区（一级生态功能区）II-2 大兴安岭南部落森林草原生态亚区（二级生态功能区）II-2-3 大兴安

岭南段森林草原水土保持生态功能区。

该区位于大兴安岭岭西靠近呼伦贝尔草原区一侧，是夹杂在落叶阔叶林向呼伦贝尔草原的森林草原过渡地带，这一区域靠近兴安油松林一侧，为大兴安岭西侧中低山地区，海拔高度 990～1100 米左右。阴坡连片分布的白桦、山杨林为其主要特征。在丘顶及阳坡中上部和缓坡漫岗分布着草原和五花草塘，河滩地分布着沼泽化草甸和草甸化沼泽。该区域由于受人为砍伐树木、放牧等扰动程度较大，森林受到多次破坏，成破碎状态，降低了该功能区森林的水源涵养和土壤保持生态功能。该功能区生态环境敏感性评价为土壤侵蚀和生物多样性敏感，应加强保护，实施天然林保护工程，维持其重要的水源涵养和水土保持功能。并通过划定天然林、林缘草甸草原保护区，实施退耕还林还草工作维护森林草原水源涵养生态功能。

项目所在区域为矿产资源富集地区，同时，根据《赤峰市克什克腾旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》，属于克什克腾旗旗域重点建设项目，故本项目符合国家重点生态功能区的发展方向，符合《内蒙古自治区主体功能区划》。内蒙古主体功能区划分总图及本项目位置关系见图 2-7。

图 2-7　内蒙古主体功能区划分布图

图 2-8　克什克腾旗生态修复和综合整治规划图

（二）国土空间生态修复规划对矿区区域的定位与要求

依据《赤峰市克什克腾旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》旗域生态修复和综合整治规划、生态保护重要性评价结果，矿区处于大兴安岭南段森林草原水土保持功能重要区域，是克什克腾旗生态修复综合整治重点涉及区域，同时处在黄岗梁自然保护区、达来诺尔国家级自然保护区外围生态屏障带上，属于草原-沙地过渡带生态维护单元，面临森林退化、局部水土流失、矿山扰动造成景观破碎化等突

出生态问题，是区域山水林田湖草沙一体化保护修复的重要组成部分。

国土空间生态修复规划对本区域主要定位与管控要求如下：以恢复大兴安岭南段森林草原水土保持、水源涵养功能为主，兼顾防风固沙与生物多样性保护，重点治理矿山损毁地块；采用近自然修复模式，选用本地乡土物种重建草原-灌丛生态系统，按敏感分区管控扰动范围，保护生态廊道；衔接区域林草保护治理工作，落实矿业权人“谁破坏、谁修复”主体责任，强化全过程监管考核，修复后做好长期生态监测管护，推进绿色矿山建设，实现矿产开发与森林草原生态保护协同发展。

二、矿区生态本底状况

（一）生态系统结构

1、生态系统类型及构成比例

根据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》及《全国生态状况调查评估技术规范—项目尺度生态影响评估》（HJ 1175—2021）的要求，矿区生态评估范围应综合矿山范围及其所处的流域、山脉等地貌单元、水文单元、生态单元，涵盖金属矿山开采活动的影响区域（含矿区外已建工程、直接干扰区）及周边 500m 缓冲区确定。本次以无人机航飞影像为基础，结合采矿活动影响范围边界，圈定生态评估范围总面积 18.16km^2。

根据《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统格局评估》（HJ 1171—2021），将矿区生态系统类型按照森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、城镇生态系统等分类。结合生态评估范围内的土地利用现状数据，各类生态系统类型面积及占比见表 2-8。

表 2-8　矿区生态评估范围生态系统类型构成表

2、生态系统类型面积变化率

根据收集的矿区所在区域的近 5 年的遥感影像数据对比分析，按

照矿区地表覆盖实际变化统计，矿区生态系统类型面积变化主要集中于开采扰动区。涉及面积变化的生态系统类型包括城镇生态系统（采矿用地）和草地生态系统（草地）。

其中，草地生态系统面积增加***m²，变化率约***%，草地面积的增加主要是前期治理工程的植被恢复成效，由城镇生态系统转化而来。森林生态系统、灌丛生态系统及其他面积基本无变化。整体生态系统“以局部扰动、整体稳定为特征”，恢复区面积逐年上升。

3、斑块数

斑块数指评价单元内各类生态系统斑块的总数量。在ArcGIS软件中统计各类生态系统斑块数量，详见表2-9。

表 2-9 矿区生态评估范围生态系统斑块数量统计表

4、平均斑块面积

平均斑块面积指某类生态系统斑块的平均面积，反映斑块规模大小，平均斑块面积值越大，斑块平均规模越大，破碎化程度越低。根据矿区生态评估范围生态系统类型面积及斑块数量，计算各类生态系统平均斑块面积，详见表 2-10。

表 2-10 矿区生态评估范围平均斑块面积统计表

从各生态系统类型平均斑块面积统计结果来看，区内草地生态系统平均斑块面积最大，为***㎡，斑块连片性最好，景观破碎化程度最低，是区域内的主体景观类型；灌丛生态系统平均斑块面积***㎡，城镇生态系统平均斑块面积***㎡，二者斑块完整程度相近，破碎化水平中等；森林生态系统斑块数量较多，平均斑块面积***㎡，景观受分割影响较为明显，破碎化程度较高；其他类型平均斑块面积仅***㎡，斑块面积最小，景观最为零散，破碎化程度最高。

5、边界密度

边界密度指评价单元内所有斑块边界总长度与评价单元总面积

的比值，该指标反映景观的破碎化程度，边界密度越大，表明景观被切割得越破碎，边缘效应越显著。根据矿区生态评估范围内各类生态系统斑块边界总长度与评估范围总面积的比值，计算各类生态系统边界密度，详见表 2-11。

表 2-11 矿区生态评估范围边界密度统计表

草地生态系统在评估区内分布面积最大，边界密度***m/hm²，是几类主要生态系统中边界密度最低的类型，斑块完整性相对更好，空间结构完整、抗干扰能力较强。其他（裸土地）类型分布面积最小，边界密度***m/hm²，斑块面积极小，破碎化程度最为突出。

6、聚集度指数

根据《全国生态状况调查评估技术规范－生态系统格局评估》（HJ 1171-2021），聚集度指数为一定空间范围内相同类型生态系统斑块在空间上呈现的紧密程度，取值范围 0～100。聚集度指数越高，表明景观中优势斑块类型的连接性越好，斑块越聚集；聚集度指数越低，表明景观破碎化程度越高，斑块分布越分散。

聚集度指数采用 Fragstats 4.2 软件进行计算，计算结果详见表 2-12。

表 2-12 矿区生态评估范围聚集度指数统计表

由矿区生态评估范围聚集度指数统计结果可知，各生态系统聚集度指数介于***之间。其中草地生态系统聚集度指数最高，说明草地斑块空间分布最为聚集，斑块连通性最好；其次为森林生态系统、灌丛生态系和城镇生态系统，其他（裸土地）聚集度指数最低，表明裸土地斑块空间破碎化程度最高，斑块分布较为分散。整体来看，生态评估区内自然类生态系统（草地、森林、灌丛）聚集度指数普遍高于城镇生态系统与裸土地，自然生态斑块空间聚集程度和连通性更好，裸土地斑块破碎化特征最为突出。

（二）物种组成

矿区及周边生态系统中的物种组成按植物和动物进行叙述，其特征如下：

1、植物

根据《内蒙古自治区植物区系分区》，本项目位于欧亚草原植物区－科尔沁植物省－兴安南部州。根据《内蒙古植被地带图》，矿区所在地区为中温带森林草原地带。区域植被兼具大兴安岭山地森林植被与内蒙古高原典型草原植被的过渡特征。区域原生植被以丛生禾草草原为基底植被类型，山地坡地、沟谷地带植被分异明显，沟谷沿岸条带状分布春榆、白桦等乔木树种；低山丘陵及坡地广泛发育山杏、胡枝子、小叶锦鸡儿等阔叶灌丛群落，灌丛间伴生糙隐子草、贝加尔针茅、冷蒿、羊草等典型草原优势草本。评价区草本植被以中旱生、广幅旱生多年生草本为建群主体，同时混生大量旱中生杂类草、根茎禾草，羊草、披碱草、针茅、糙隐子草为区域优势建群物种，植被群落结构稳定，地带性特征显著。

结合区域生物多样性资料及现场实地调查，本项目评价范围内自然植被类型较为丰富，主要涵盖山地阔叶林、山地阔叶灌丛、典型草原、人工植被等类型，整体以阔叶灌丛和典型草原植被为主体。其中阔叶灌丛以山杏、胡枝子群落为主，草原植被以羊草、披碱草、针茅、糙隐子草占绝对优势。其余植物物种均为区域广布常见物种。评价区内植物名录见下表。

2、动物

经调查，本矿区及周边野生动物属于大兴安岭南段山地草原动物区系，动物资源以广布型常见物种为主。受长期人为采矿活动、道路交通扰动影响，评价区核心范围大型野生兽类活动频次较低，野生动

物主要以小型啮齿类、中小型鸟类、两栖爬行类为主，常见物种包括大林姬鼠、达乌尔黄鼠、草兔、喜鹊、灰喜鹊、环颈雉、丽斑麻蜥、中华蟾蜍等广布物种。

经调查核实，评价区外围未受扰动的山林区域分布有金雕、猞猁、马鹿、黑琴鸡等国家重点保护野生动物，但上述保护物种仅在矿区外围远距离原生林区栖息活动，项目评价占地范围内无保护动物固定栖息地、繁殖地及迁徙停歇核心区域，评价区内未发现濒危珍稀野生动物集中分布，无重点保护动物重要生境分布。

表 2-13　评价区内植物名录一览表

表 2-14　评价区内动物名录一览表

（三）生态系统功能

本次矿区景观状况调查通过遥感影像解译与土地利用现状图校核，结合区域生态系统类型、面积构成、植被覆盖度及景观破碎化特征，依据《生态系统服务功能评估规范》（GB/T 42340-2023）相关方法，对项目区水源涵养、防风固沙、土壤保持、生物多样性维护四项关键生态服务功能开展定量与定性综合分析，结果如下。

1、水源涵养

项目区水源涵养功能主要由森林、灌丛及草地生态系统提供，根据区域典型生态系统单位面积水源涵养能力参数测算，结果如下：

项目区森林生态系统面积***hm²，水源涵养量为***m³/a；

项目区灌丛生态系统面积面积***hm²，水源涵养量为***m³/a；

项目区草地生态系统面积面积***hm²，水源涵养量为***m³/a；

经核算，项目区森林、灌丛及草地生态系统年水源涵养总量约***m³，其中草地生态系统贡献***%，是水源涵养主体；森林占***%；灌丛占***%。区域整体水源涵养功能处于中等偏上水平，现状未出现显著退化。矿区采矿扰动形成的硬化场地、裸露地块基本丧失水源涵

养能力，后续矿山开发与生态治理过程中，需重点保护连片林草原生植被，持续开展裸露地块复绿修复，减少地表裸露与径流损耗，稳固区域水源涵养服务功能。

2、防风固沙

基于修正风蚀方程（RWEQ）结合植被覆盖度与景观格局估算，项目区年防风固沙量约***t/a。整体处于中等水平，是区域防风固沙、防治土地沙化的重要生态屏障。其中，草地生态系统贡献占比达***%，凭借区域分布面积最广、地表连续覆被的优势，有效降低近地表风速、固结表层土壤、拦截风沙输移，是项目区防风固沙功能的核心支撑；森林、灌丛生态系统分别贡献***%、***%，通过林冠遮挡、枝干阻沙及根系固土作用，辅助削弱风蚀强度、完善区域防风固沙体系。项目区气候干燥、大风日数多，区域风蚀潜在风险较高。矿区采矿扰动形成的裸露地块、硬化场地植被覆盖缺失，地表抗风蚀能力差，成为局部风蚀沙化的主要源地。后续矿山开发需严格管控地表扰动范围，及时对裸露边坡、废弃地块开展植被恢复治理，减少地表裸露，有效规避风蚀加剧风险，保障区域防风固沙生态功能持续稳定。

3、土壤保持

依据通用土壤流失方程（RUSLE）结合地形条件、植被覆盖度与生态用地格局估算，项目区年土壤保持总量约***t/a，区域土壤保持能力整体良好，可有效防控坡面水土流失、减轻土壤侵蚀危害。其中，草地生态系统贡献占比***%，作为区域主导生态基底，在固持表层土壤、抵御水力侵蚀方面起到主导作用；森林、灌丛生态系统分别贡献***%、***%，通过冠层截留、根系固土大幅降低坡面土壤侵蚀强度。项目区属于半干旱低山丘陵地貌，地形起伏加之降雨集中，潜在水土流失风险较高，现状连片林草植被有效抑制了土壤侵蚀发育，维持

了区域土壤生态稳定性。矿区城镇及采矿扰动用地植被覆盖极低，土壤固持能力薄弱，是区域水土流失的主要隐患区域。后续矿山开发需严控扰动范围，对排土场、采坑边坡等重点区域实施水土保持治理工程，持续修复受损植被，杜绝区域土壤侵蚀加剧、生态功能退化。

4、生物多样性维护

评价区地处中温带森林草原地带，原生植被以丛生禾草草原为基底，沟谷地带分布白桦、春榆等乔木，低山丘陵广泛发育山杏、胡枝子、小叶锦鸡儿等灌丛群落，伴生羊草、针茅、糙隐子草、冷蒿等优势草本物种，形成了山地阔叶林、阔叶灌丛、典型草原多元植被类型，动物区系隶属于大兴安岭南段山地草原动物区系，区内分布小型啮齿类、鸟类、两栖爬行类等广布物种，种群结构以区域常见物种为主。群落结构稳定、地带性特征显著，为不同类型动植物提供了多样的栖息生存环境，有效丰富了区域景观异质性与物种多样性。其中，森林生态系统生境质量最优，为区域动植物、林地物种提供优质栖息繁衍环境，是生物多样性维护的核心载体；大面积草地与灌丛生态系统构成区域生态基底，丰富了景观异质性，保障了草原、灌丛物种的生存空间，维持了区域物种多样性与生态系统稳定性。

图 2-9　克什克腾旗生态保护重要性结果图

第六节　矿区及周边人类重大工程活动

一、矿区地表工程设施

根据现场调查，矿区地表现状存在的工程场地有选矿厂、尾矿库、工业场地、食堂、门卫、生活区及矿区道路等，矿区范围内无其他重要建筑设施；

根据赤峰市生态环境局克什克腾旗分局 2024 年 11 月 8 日出具的《关于<内蒙古黄岗矿业有限责任公司III、IV 采区>占地范围内集中

式饮用水水源保护区查询回执》，经查询，内蒙古黄岗矿业有限责任公司III、IV 采区，用地范围位于赤峰市克什克腾旗同兴镇，所申请查询的地点不在克旗辖区内现有的集中式饮用水水源保护区内。

根据克什克腾旗发展和改革委员会2024年12月10日出具的《关于<关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司矿权范围的查询申请>的复函》，经查询，坐标范围内不涉及在建风电、光伏项目。

根据克什克腾旗交通运输局2024年12月10日出具的《关于核实内蒙古黄岗矿业有限责任公司矿权范围是否压覆公路、铁路的意见》，该矿坐标范围未压覆公路、铁路、机场。

根据克什克腾旗林业和草原局2024年11月12日出具的《关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司矿权范围的查询回执》，经核查，提供的界址坐标范围不涉及I级保护林地,涉及II级保护林地；不涉及天然林保护重点区域；涉及草原，不涉及基本草原；不涉及国际重要湿地、国家重要湿地；

根据克什克腾旗水利局2024年12月9日出具的《关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司矿权范围是否涉及河湖管理范围的说明》，我局依据河湖岸线管理范围划定矢量数据对该项目范围进行了核查，现将核查结果函告如下：该区域不在河流、湖泊管理范围内。

根据克什克腾旗自然资源局2024年11月12日出具的《关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司 II、IV 采区范围内“三区三线”的情况说明》，内蒙古黄岗矿业有限责任公司III、IV采区范围符合矿产资源总体规划，不在克什克腾旗划定生态保护红线范围内，不占用永久基本农田，不涉及城镇开发边界。

二、矿区及周边采矿活动

通过现场调查和资料收集，本矿山周边的采矿权有***个，***。

矿权之间界线明确，无重叠、压覆情况，无地质环境问题纠纷。相邻关系示意图见图 1-2。

矿区周边人类工程活动较少，未见有工程建设活动。

图 1-2　相邻矿权位置关系图

三、自然保护区、文物古迹等分布情况

根据克什克腾旗林业和草原局 2024 年 11 月 12 日出具的《关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司矿权范围的查询回执》，经核查，提供的界址坐标范围内不涉及自然保护区、地质公园，不涉及世界自然(自然与文化)遗产地；

根据克什克腾旗文化旅游体育局 2024 年 12 月 16 日出具的《关于内蒙古黄岗矿业有限责任公司矿权范围是否涉及文物保护区的查询意见》，经查阅以往文物普查资料及实地踏查，该项目用地范围内未见不可移动文物分布，

矿山涉及内蒙古黄岗梁国家森林公园***公顷；矿区紧邻黄岗梁自治区级自然保护区缓冲区。

1、黄岗梁国家森林公园

2024 年 10 月 15 日，国家林草局、自然资源部会同生态环境部、农业农村部等有关部门，组织开展了自然保护地整合优化工作，在各省级人民政府报送方案的基础上，形成《全国自然保护地整合优化方案》，并已通过部门联合审查，内蒙古黄岗梁国家森林公园整合优化结果为被并，调出面积***公顷。矿区范围内涉及的内蒙古黄岗梁国家森林公园全部调出。

2、黄岗梁自治区级自然保护区

矿区紧邻黄岗梁自治区级自然保护区缓冲区，矿区与黄岗梁自治区级自然保护区缓冲区相对位置图见图 2-10。

图 2-10　矿区与保护区相对位置图

第七节　矿区生态修复工作情况

一、上期方案概述

（一）上期方案编制情况

2023年1月，内蒙古赤峰地质矿产勘查开发有限责任公司编制了《内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***），以下简称“**矿山地质环境保护与土地复垦方案**”。

（二）上期方案主要内容概述

《矿山地质环境保护与土地复垦方案》确定的矿山治理规划年限为10年，矿山地质环境治理工作部署可划分为近期和远期，工作部署分述如下：

（1）近期（2023年1月1日～2027年12月31日）

① 对三区地下采空区进行井下充填，并对预测塌陷区进行地面变形、土地资源及地形地貌景观进行监测；

② 完善前期已完成验收场地的植被补栽与管护工作；

③ 配合林草行政主管部门与国家森林公园管理机关对已完成的治理工程效果进行监测、评估、优化、调整与提高；

④ 对整个评估区进行矿山地质环境监测和植被的管护。

（2）远期（2028年1月1日～2032年12月31日）

① 继续对预测塌陷区进行地面变形、土地资源及地形地貌景观进行监测。

② 矿山终采后对出现的塌陷坑进行回填、石方平整、覆土、土方平整、恢复植被。

③ 矿山终采后对尾矿库进行整平、覆土、土方平整、恢复植被。

④ 矿山终采后对工业场地的竖井进行回填、封堵，临时建筑物进

行拆除，建筑垃圾清理至竖井或露天采场，对场地覆土、土方整平、恢复植被。

⑤ 矿山终采后对选矿厂、生活区、食堂、门卫的临时建筑物进行拆除，对场地覆土、整平、恢复植被。

⑥ 矿山终采后对矿区道路覆土、土方整平、恢复植被。

⑦ 对复垦植被进行管护。

表 2-15　矿山地质环境保护与土地复垦方案治理工程量汇总表

二、矿山完成的修复治理工作

（一）上期方案规划的近期治理工程完成情况

根据矿山提供的资料，矿山已将《矿山地质环境保护与土地复垦方案》设计的近期治理任务细化分解至各年度，并编制了 2023-2026 年度治理计划书。截至目前，矿山已有序完成 2023-2026 设计的治理工程，且均已通过克什克腾旗自然资源局组织有关专家组成的核查验收。具体实施验收情况如下：

1、《2023 年度绿色矿山建设计划书》实施、验收情况

矿山于 2025 年 3 月 15 日通过了克什克腾旗自然资源局组织有关专家组成的核查验收。根据《现场核查意见书》，矿山企业已完成：

（1）对前期治理场地植被的补植补种（现状植被生长良好）；

（2）III区采空区按全年废石产量设计年充填量 50000m^3,根据生产记录统计，矿山实际完成废石充填量 47179m^3（本年度产生的废石已全部用于充填，现状地面无积存）；

（3）矿山实施了矿山地质环境监测工程，包括完成III、IV 区地质灾害监测点 40 处、2 处尾矿库地下水水质监测点 4 处、井下涌水量监测点 1 处、地形地貌景观及土地资源监测全年 12 次（提交了监测资料），矿山治理工程效果见照片 2-9 至 2-12。

照片 2-9　原 IV 区 4-2#露天采场治理区植被恢复管护效果

照片 2-10　原III区治理区植被恢复管护效果

照片 2-11　矿山用于废石充填采空区的废石溜放井照片

照片 2-12　矿区地面变形监测点照片

2、《2024 年度矿山地质环境治理计划书》实施、验收情况

矿山于 2025 年 3 月 15 日通过了克什克腾旗自然资源局组织有关专家组成的核查验收。根据《现场核查意见书》，矿山企业已完成：

（1）对治理场地进行植被的补种，现状围封状态下的治理区植被生长良好，应视作完成了设计的播撒面积（矿山提交了购置种子的发票）。

（2）矿山实施了矿山地质环境监测工程，包括完成III、IV 区监测点 40 处，2 处尾矿库地下水水质监测点 4 处，井下涌水量监测点 1 处，地形地貌景观及土地资源监测全年 12 次（提交了监测资料）。

需要指出的是，矿山采用废石对III区采空区进行了充填（本年度 IV 区继续基建，不采矿），根据生产记录统计，2024 年度实际完成废石充填量 48931.8m³，矿山治理工程效果见照片 2-13 至 2-15。

照片 2-13　原 IV 区 4-2#露天采场治理区植被恢复管护效果

照片 2-14　原III区治理区植被恢复管护效果

照片 2-15　已围封的治理区管护效果

3、《2025 年度矿山地质环境治理与土地复垦计划》实施、验收情况

矿山于 2026 年 7 月 29 日通过了克什克腾旗自然资源局组织有关专家组成的核查验收。

根据《现场核查意见书》，矿山已按照年度治理计划对采空区进行了充填，查看充填台账，2025 年全年共计充填量为 56996.04 吨；对前期治理区进行了补种补植；对地质灾害，地下水水位、水质，土地资源及地形地貌景观进行了监测。矿山验收情况见照片 2-16、2-17。

照片 2-16　矿区地下水监测井位置

照片 2-17　监测记录、检测报告及充填台账

4、《2026 年度矿区生态修复年度计划》实施、验收情况

矿山于 2026 年 7 月 29 日通过了克什克腾旗自然资源局组织有关专家组成的核查验收。

根据《现场核查意见书》，矿山已按照年度治理计划对采空区进行了充填，查看充填台账，2026 年截止 6 月末充填量为 39196.41 吨；对前期复垦区进行了补种补植管护；对地质灾害，地下水水位、水质，土地资源及地形地貌景观进行了监测。矿山验收情况见照片 2-18、2-19。

照片 2-18　矿区地下水监测井位置

照片 2-19　监测记录、检测报告及充填台账

（二）其它治理工程完成情况

2022 年 5 月 1 日，克什克腾旗人民政府委托赤峰冠诚地质勘查有限责任公司编制《克什克腾旗黄岗梁铁矿矿区矿山地质环境治理工程整改实施方案》，整改实施方案中针对III、IV采区设计的治理场地有：3-3#工业场地、3-5#工业场地、云峰井、3-1#休息室、炸药库（2处）、3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区、3-3#挖损区、4-2#露天采场、4-5#废石场、4-6#废石场、4-7#废石场、4-2#挖损区、高位水池、4-1#挖损区、3-4#露天采场、主井、四区道路两侧等 19 处场地。

采矿权人按照《整改实施方案》设计的治理内容进行了治理，并且于 2022 年 6 月 30 日通过了克什克腾旗自然资源局组织的专家组进行的核查验收。矿山治理工程效果见照片 2-20 至照片 2-38。

照片 2-20　3-3#工业场地治理前后

照片 2-21　3-5#工业场地治理前后

照片 2-22　云峰井治理前后

照片 2-23　3-1#休息室治理前后

照片 2-24　炸药库（1+2）治理前后（1）

照片 2-25　炸药库（1+2）治理前后（2）

照片 2-26　3-2#尾矿库治理前后

照片 2-27　3-1#挖损区治理前后

照片 2-28　3-2#挖损区治理前后

照片 2-29　3-3#挖损区治理前后

照片 2-30　3-4#露天采场治理前后

照片 2-31　4-2#露天采场治理前后

照片 2-32　4-5#废石场治理前后

照片 2-33　4-7#废石场治理前后

照片 2-34　4-2#挖损区治理前后

照片 2-35　高位水池治理前后

照片 2-36　4-1#挖损区治理前后

照片 2-37 主井治理前后

照片 2-38　部分四区道路治理前后

三、生态修复治理工程效果评估

（一）取得成效

前期生态修复效果较好，地形地貌景观较为协调，植被恢复茂盛，大部分已经完全看不出来前期破坏痕迹。通过前期生态修复工作的开展，使矿山前期生产破坏场地及时得到了修复。

通过前期治理，可体现出植被恢复后管护的重要性，因此后续矿山进行生态修复工作时，注意后期植被的成活率监测，并及时进行灌溉和保证。植被种类选择成活率高适应当地的植被致关重要。

（二）存在问题

根据现场调查，矿山 4-2#露天采场等治理单元植被恢复效果与周边原生环境仍存在一定差距，主要原因是前期植被恢复选用冰草、碱草、油麦等物种，虽选用物种与周边天然植被种类基本一致，但人工培育的植株和自然野生的同种植株本身存在细微差异，造成治理区植

被长势、色调和自然群落不协调，视觉上植被颜色存在差异，但植被覆盖度良好，无需进一步开展整改完善，后续矿山将持续加强复垦区常态化管护。

矿山部分已复垦区域植被恢复效果较差，经现场调查核实，该矿山前期已完成 3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区等治理单元生态修复工程，主要采取垫坡整形、覆土、植被重建等治理措施。经过 2～4 年自然恢复后，部分复垦单元植被恢复成效未达到设计预期。现场可见复垦区植被覆盖度低于周边未扰动原生区域，复垦区局部出现斑块状裸地（见照片 2-39）。经综合分析，该问题主要由后期管护措施落实不到位所致。

针对上述植被恢复效果不佳的问题，本方案在近期安排专项补充完善治理。主要对治理效果较差区域进行土壤改良和植被重建，具体治理措施包括：对植被覆盖度不达标区域进行松土、追施有机肥培肥改良后补播草籽；治理后按本方案管护标准继续进行管护措施，确保恢复效果。

照片 2-39　3-2#尾矿库复垦区现状

照片 2-40　3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区复垦区现状

图 2-11　前期生态修复场地分布图

四、相关经验总结

原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》为本期方案的编制划定了基本的思路，其单元的界定可以为本方案单元圈定提供借鉴意义，原方案通过风险分级管控，针对不同隐患类型（如采空区、地表设施、尾矿库等）精准匹配治理措施，并依托具体工程量确保方案可实施；同时建立了以全年监测为核心的动态长效机制，通过分阶段滚动实施，兼顾了治理的连续性与可持续性，并通过规范记录实现过程可追溯，整体形成的“预防为主、防治结合、重点治理、长期监测”的科学治理模式，为本方案监测提供了借鉴思路。

第八节　矿区基本情况调查监测指标

一、矿区调查监测现状

1、地质环境监测现状

矿山现状地质环境监测主要监测地面变形、含水层破坏、地形地貌损毁等问题。监测重点为治理后的塌陷区，记录地表水平位移、垂直沉降的变化幅度、速率及影响范围，实时跟踪塌陷区的发育和稳定情况，提前预判地质灾害风险，为塌陷区隐患管控和治理提供数据支撑；同步开展地下水环境专项监测，覆盖开采影响范围内的地下含水层，主要监测记录地下水水位埋深、水位标高、水量及水质变化情况，及时掌握开采疏排水、地层扰动引发的水位下降、水质异常、含水层破损等问题，评估开采活动对地下水系统的破坏程度，并定期委托具备资质的第三方检测机构对地下水水质开展检测；同时开展地形地貌景观动态监测，重点核查开采作业等活动造成的地表植被剥离、地形起伏改变、地貌破损等情况，记录地貌损毁范围和程度，分析开采活动对区域原有地貌格局的影响，为后续地形整治、地貌修复制定针对性治理对策。

2、土地资源损毁状况监测现状

现状矿区土地资源损毁监测主要针对开采造成的土地占用、压占、损毁及土壤退化问题，从土壤质量、土地损毁现状、土地复垦效果三个方面开展监测，为土壤改良、土地复垦和土地资源高效利用提供依据。在尾矿库、选矿厂等场地布设监测点位，定期委托具备资质的第三方检测机构对矿区土壤开展检测，掌握矿区土壤环境质量变化趋势；矿山定期统计矿区因开采塌陷、工程建设等造成的土地损毁类型、面积及损毁程度，分类梳理不同地类的受损情况，建立土地损毁动态台账，实时更新土地资源损毁基础数据；对已完成治理的区域开展

复垦效果跟踪监测，重点记录复垦土地平整度、土地利用恢复情况，评估复垦工程成效，及时整改复垦后土壤退化、土地利用率低等问题，持续优化土地修复与管护措施。

3、生态损毁与退化状况监测现状

现状矿区生态损毁与退化监测聚焦区域生态系统完整性保护与修复，监测开采活动造成的生态结构破坏与功能退化情况，掌握生态损毁现状及退化趋势，为矿区生态修复和系统治理提供科学依据。植被生态监测覆盖开采扰动区及周边原生植被区，主要监测植被覆盖度、物种类型、生长长势、群落结构等指标，掌握开采活动导致的原生植被损毁、植被退化、生物多样性下降等问题，持续跟踪自然恢复与人工修复后的植被生长状态，科学评估植被修复成效。水环境生态监测涵盖矿区地表水与地下水，重点监测地表积水、径流、沟渠及周边水体的水量、水质、水体状态变化，排查水体污染、水量缩减、水环境失衡等问题，梳理区域水环境退化规律，预判生态环境风险。通过常态化生态监测，可精准掌握可精准掌握矿区植被、水环境等生态要素的损毁范围与退化程度识别，识别生态系统薄弱环节，为后续植被恢复、水环境治理、生态系统重构重构及长效管护提供支撑，推动矿区生态环境逐步恢复、实现良性循环。

二、监测内容与监测指标

依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》及《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）要求，矿山开采前应对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查并监测，开采中应对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、生态修复效果进行调查与监测，开采后应对基础设施维护、土地质量与植被管护及生态系统功能维持进行调查与监测。监测方法主要以人工巡查、取样检

测为主，无人机影像监测为辅，利用矿区现有监测井及已布设的监测孔布设监测点位。

基于上述调查成果，结合矿区生态评估范围内生态系统类型以草地生态系统和灌丛生态系统为主体，兼有城镇生态系统、森林生态系统和其他生态系统的结构特征，以及矿山采用地下开采方式可能引发的地面塌陷、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源损毁和生态系统退化等问题，按开采前和开采中两个阶段确定矿区监测指标体系。

1、矿区开采前监测指标确定：开采前监测属于矿区生态环境本底调查，旨在获取矿业活动开始前的地质环境、土地资源和生态系统基准数据。监测对象以矿山地质环境（地下水环境、土壤环境）、土地资源（土地利用现状、耕地及永久基本农田）和生态系统（地表水、生态系统格局、生态状况、生态系统服务、生态系统质量）三个方面为主，涵盖含水层类型、地下水位、土壤污染项目、土地利用类型及面积、植被覆盖度、水源涵养量等核心指标。矿区开采前生态修复监测内容与监测指标详见表 2-16。

2、矿区开采中监测指标确定：开采中监测旨在动态跟踪矿业活动的实际影响，评价保护预防控制措施的有效性，监测复垦修复工程的实施效果。监测对象包括保护预防控制措施（避让措施、减缓措施、固废资源利用、地表沉陷减损、污染预控、水土保持等）、损毁现状与拟损毁（采空区塌陷、不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、土地资源损毁、生态系统破坏等）及生态修复效果（地质环境治理效果、土地复垦利用效果、生态系统恢复效果）三个板块。矿区开采中生态修复监测内容与监测指标详见表 2-17。

表 2-16　矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-17　矿区开采中复垦修复监测内容与监测指标表

第三章　问题识别诊断及修复可行性分析

第一节　问题识别与受损预测

一、矿山生态修复区范围

依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》矿山生态修复区范围包括：采矿权范围及采矿活动的影响范围。根据矿区地质环境条件、开采方案、矿山各建设场地布置的实际情况和矿山开采引发地质灾害的影响范围等因素，确定本次矿山地质环境影响的评估范围为矿权范围（3228000m^2）及矿权范围以外的三区预测塌陷区（183778m^2）、3-1#尾矿库（1119339m^2）、3-3#工业场地（42317m^2）、3-1#选矿厂（65089m^2）、3-2#选矿厂（7924m^2）、生活区（4062m^2）、四区预测塌陷区（3195m^2）、4-1#尾矿库（421135m^2）、新建四区西风井（1124m^2）、4-1#选矿厂（112946m^2）、矿区道路（89762m^2）和截洪沟（3062m^2）等场地范围，矿权范围以外采矿活动影响总面积为2050556m^2，则矿区生态修复区域范围总面积为5278556m^2。

二、现状问题

（一）地质环境现状问题

依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》及《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）要求，以下将从矿山场地的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等问题进行矿山地质环境的现状分析，详述如下：

1、矿山不稳定地质体

截止目前矿山III区采空区上方于2012年7月出现过一处塌陷坑，塌陷坑面积***㎡，塌陷深度***m，塌陷坑地下采空区为***中段，塌陷坑周围并未出现地裂缝，塌陷坑外围已设置封闭网围栏 400m，并设置警示牌，且矿山已经对其进行了回填治理。截止现状调查时为止，

矿区现状只在III区发生过一处塌陷坑，其他采空区上方并未发现塌陷或沉陷场地。根据资料收集，原IV采区的采空区随着对 4-2#露天采场的治理一并进行了回填治理。

照片 3-1　已治理塌陷坑现状

根据矿方 2025 年 1 月 27 日-2026 年 6 月 29 日（共 518 天）地面移动监测资料对比，可知在最近两年时间里地面下沉值为***mm，沉降速率为***mm/d，所有点位均在预警值内，曲线平缓，沉降较为缓慢，基本趋于稳定。

表 3-1　矿区地面沉降监测数据对比表（2025 年 1 月 27 日-2026 年 6 月 29 日）

图 3-1 沉降监测动态曲线图

根据现状调查，矿山生产建设引发的地质灾害和隐患主要为因地下采矿形成的地面塌陷地质灾害及由其引发的次生地质灾害，现状条件下矿区内形成采空区面积***m^2。

现状矿山并不存在高陡边坡等场地，地质灾害危害程度小，崩塌、滑坡地质灾害发育程度弱-中等，危险性小。

矿区地貌为低山、沟谷，地形坡度 5-20°，沟谷平缓开阔，地表水系发育不强，地表植被发育较好，矿区内共建有 2 个尾矿库，处于沟谷源头区，区域汇水面积小，并设计有截洪措施，尾矿坝经过验收符合技术要求，现状下泥石流地质灾害不发育。

矿区内没有废石及表土的堆放，不存在崩塌、滑坡隐患。

综上所述，现状条件下，矿区已经对出现的塌陷坑进行了回填治理，现状不存在塌陷坑，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻；崩塌、滑坡、泥石流等，危害程度小，发育程度弱—中等，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻；区内工业场地、尾矿库、选矿厂、矿区道路及其他区域地质灾害不发育，对矿山地质环境影响程度较轻。

2、矿区地形地貌景观破坏现状

根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》及《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），参考国家和地方相关部门规定的划分标准，将地形地貌景观破坏程度等级数确定为3级标准，分别定为：较轻、较严重、严重。可以定义如下：

a）较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

b）较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

c）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。

压占破坏地形地貌景观程度评价因素等级标准见下表。

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

经本次调查，矿山III区开采对地形地貌景观影响现状地表形成的工程单元包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂及门卫，矿山IV区开采对地形地貌景观影响现状地表形成的工程单元包括：4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、原四区3号井、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路。现状各单元对原生地形地貌景观影响评估如下：

（1）III区

① 3-3#工业场地

3-3#工业场地位于III区西北侧，紧邻 3-2#选矿厂，场地面积105482㎡，工业场地内包括III区混合井、平硐、厂房、办公区、生活

区等，混合井井口坐标为***，井口标高***m，井底标高***m，井深***m，井筒净直径***m，生活区为两栋 4 层混凝土建构楼房，生活区门前进行了硬化和绿化。场地后缘在建设期产生了切坡，但是矿山已经对边坡进行了治理，场地前缘堆坡矿山也进行了治理。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-2。

表 3-4　地形地貌景观影响评分表

.照片 3-2　3-3#工业场地

② 3-6#工业场地

3-6#工业场地位于 3-3#工业场地东北约 500m 处，场地面积 3404m^2，场地内措施井已废弃，目前矿山正在利用场地新建充填站。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-3。

表 3-5　地形地貌景观影响评分表

照片 3-3　3-6#工业场地

③ 三区东风井

三区东风井位于III区东北侧，井口坐标为***，井口标高为***m，井底标高为***m，井深***m，井筒净直径***m，井下与***m 中段连接，作为回风井承担井下东翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。井口周围建筑面积为 440m^2。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-4。

表 3-6　地形地貌景观影响评分表

照片 3-4 三区东风井

④ 三区西风井

三区西风井位于III区西南侧，占地面积 890m^2，井口坐标为***，井口标高***m，井底标高为***m，井深***m，井筒直径***m，井下与

***m 中段相连，作为回风井承担井下西翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。场地前缘存在堆坡，矿山已进行了治理。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-5。

表 3-7　地形地貌景观影响评分表

照片 3-5　III区西风井

⑤ 三区箕斗井

三区箕斗井位于 3-6#工业场地东南侧 150m 处，为了提运采出矿石，设置了箕斗井，箕斗井位于 3-6#工业场地南约 300m 处，井底标高***m，井深***m，井筒净直径***m，设梯子间，场地面积 421m^2。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较轻，见照片 3-6。

表 3-8　地形地貌景观影响评分表

照片 3-6　III区箕斗井

⑥ 3-1#选矿厂

3-1#选矿厂位于矿区外东南侧 640m 处，场地面积 65089m^2，由粗细碎间、中碎筛分间、磨矿仓、办公用房和休息室等组成。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-7。

表 3-9　地形地貌景观影响评分表

照片 3-7　3-1#选矿厂

⑦ 3-2#选矿厂

3-2#选矿厂位于III采区西北部，面积为 16923m^2，由粗细碎间、中碎筛分间、磨矿仓、办公用房、休息室、水处理站等组成，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-8。

表 3-10　地形地貌景观影响评分表

照片 3-8　3-2#选矿厂

⑧ 3-1#尾矿库

3-1#尾矿库位于矿区外东南侧 640m 处，面积为 119339m^2，根据现场调查及实测，尾矿库有部分位于黄岗梁自然保护区的缓冲区范围内，设计总库容***万 m^3，设计最终堆积标高***m，坝体呈阶梯状，初期坝坝顶标高***m，宽***m，坝高***m，尾矿坝标高***m，坝高***m，尾矿库在基建期已经进行了防渗措施，铺设了防渗墙。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为严重，见照片 3-9。

表 3-11　地形地貌景观影响评分表

照片 3-9　3-1#尾矿库

⑨ 生活区

生活区位于 3-1#尾矿库西侧，该场地建在山坡上，场地面积 4062m^2，场地内设仓库、值班室、休息室等砖瓦建筑结构，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-10。

表 3-12　地形地貌景观影响评分表

照片 3-10　生活区

⑩ 食堂

食堂位于 3-3#工业场地东侧，主要供给外埠队人员使用，为单层砖瓦结构，面积为 1104m^2。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-11。

表 3-13　地形地貌景观影响评分表

照片 3-11　食堂

⑪门卫

门卫位于III采区进场道路西侧，占地面积为 1745m^2，为单层砖

瓦结构，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-12。

表 3-14　地形地貌景观影响评分表

照片 3-12　门卫

（2）IV区

① 主井工业场地

主井工业场地位于Ⅳ采区南部，场地面积 1411㎡。主要为主井、仓库、值班室、办公室等砖瓦建筑结构。主井井口坐标为***，井口标高***m，井底标高为***m，井深***m，井筒净直径***m。主井担负井下各中段矿石的提升任务，现状主井井筒已施工完毕，尚未进行装备，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-13。

表 3-15　地形地貌景观影响评分表

照片 3-13　主井工业场地

② 副井工业场地

副井工业场地位于主井工业场地东北侧，场地面积 6253㎡，主要建设为副井、仓库、值班室，副井井口坐标为***，井口标高***m，井底标高为***m，井深***m，井筒净直径***m，副井担负井下各中段废石、人员、材料及设备等的提升、下放任务，并作为进风井，井内设梯子间，兼做安全出口，现状副井井筒已施工完毕，尚未进行装备，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-14。

表 3-16　地形地貌景观影响评分表

照片 3-14　副井工业场地

③ 四区东风井

Ⅳ区东风井位于Ⅳ区东南侧，场地面积 1065㎡，井口坐标为***，

井口标高为***m，井底标高为***m，井深***m，井筒净直径***m，井下与***m 回风水平、***m 中段连通，作为回风井承担井下东翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-15。

表 3-17　地形地貌景观影响评分表

照片 3-15　四区东风井

④ 新建四区西风井

四区西风井位于主井工业场地西南侧，井口坐标为***，井口标高***m，井底标高为***m，井深***m，井筒直径***m，井下与***m 回风水平、***m 中段连通，作为回风井承担井下西翼回风任务，井内设梯子间，兼做安全出口。场地正在建设，地表进行了清基，建设完成后场地面积 2367m^2。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-16。

表 3-18　地形地貌景观影响评分表

照片 3-16　新建四区西风井

⑤ 原四区 3 号井

原四区 3 号井位于四区西风井东北侧 260m，现状Ⅳ区西风井正在建设，3 号井目前作为通风井使用，井口坐标***，井口标高***m，井底标高为***m，井深***m，井筒净直径***m，配备单车罐笼，绞车采用 JT1100 型，卷筒直径***m，电机功率 45KW，并设梯子间。场地面积为 936m^2。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-17。

表 3-19　地形地貌景观影响评分表

照片 3-17　原四区 3 号井

⑥ 4-1#选矿厂

4-1#选矿厂位于矿区外西北侧 820m 处，面积为 112946m^2，由粗

细碎间、中碎筛分间、磨矿仓、办公用房和休息室等组成，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-18。

表 3-20　地形地貌景观影响评分表

照片 3-18　4-1#选矿厂

⑦ 4-1#尾矿库

4-1#尾矿库位于矿区外西北侧 580m 处，面积为 421135m^2，设计有效库容***万 m^3，该尾矿库共分 3 级尾矿坝，一级尾矿坝坝长***m，坝宽***m，二级尾矿坝坝长***m，坝宽***m，三级尾矿坝坝长***m，坝宽***m，尾矿库在基建期已经进行了防渗措施，铺设了防渗墙，场地周围设置了截洪沟，场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为严重，见照片 3-19。

表 3-21　地形地貌景观影响评分表

照片 3-19　4-1#尾矿库

⑨ 矿区道路

矿区道路主要为连接矿区内各单元与外界的道路，为砂石路和水泥路，部分道路矿山已经铺设了路灯，景观较好，道路总长度 204003m，宽约 4.0-6.0m，面积 122226m^2。场地的建设破坏了地形地貌景观和地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重，见照片 3-20。

表 3-22　地形地貌景观影响评分表

照片 3-20　矿区道路

（3）修复区内其他区域

修复区内其他区域面积 3104345m^2，该范围内除前期治理单元外，其余区域目前尚未受采矿活动影响，整体保持了原生的地形地貌状态。矿业活动对地形地貌影响较轻。

依据各项评估因子对评估区内各场地综合评分，对各场地的地形地貌景观影响现状评估如下，详见表 3-23。

表 3-23　现状地形地貌景观破坏程度评分结果表

3、矿山含水层破坏现状

根据现状调查并结合矿区水文地质资料，矿业活动可能影响的含水层为基岩裂隙水含水层，其影响程度论述如下：

（1）含水层结构破坏

根据现场调查及矿区水文地质资料，矿区第四系含水层厚度***m，原地下水水位标高***m，目前呈疏干状态。矿山地下开拓工程主要揭露大理岩岩溶水（承压水）、基岩裂隙水等，矿区承压水含水层顶板标高***m，矿山开采破坏了含水层结构，现状评估矿山建设及采矿活动对含水层结构破坏影响较严重。地下水水位动态监测曲线见图 3-2、3-3。

图 3-2 地下水动态监测曲线图（III区）

图 3-3 地下水动态监测曲线图（IV区）

（2）矿井疏干对含水层的影响

根据《开采方案》，矿坑平均涌水量为***m^3/d，第四系松散岩类孔隙水以及大理岩岩溶水已完全被疏干。影响范围约***m，矿区基岩裂隙水含水层水位大幅度下降，对矿区水资源影响较严重。

表 3-24　矿区近十年矿井疏干水统计表

（3）矿山开采对矿区及附近水源的影响

矿区周围无地表水体，根据现场调查，评估区附近无生活供水水源地，矿山活动对周围居民生产生活用水无影响。

（4）对地下水水质影响

矿坑疏干水水质较差，主要用于矿山选矿生产用水，处于一个相对封闭环境，对矿区地表水、地下水不会造成直接污染；

选矿尾水含有少量选矿药剂成分，通过在尾矿库中的澄清、沉积和氧化自净作用，经回收返回选矿厂循环使用，以节约水资源，尾矿

废水不渗漏，对区内及周边地下水不会造成直接污染；

生活污水成分简单，经地埋式生活污水处理设备处理后，可用于厂区绿化，矿山活动对地下水水质影响程度较轻。

根据 2025 年 11 月，由内蒙古绿康检测有限公司出具的《检测报告》，对矿山III区尾矿库 1#、2#监测井及IV区尾矿库 1#、2#监测井分别进行了取样检测，检测结果见下表，水质取样点分布见图 3-4。

表 3-25　地下水检测结果表

综上所述，现状条件下矿山开采对含水层造成破坏，影响程度较严重；矿坑平均涌水量为***m^3/d，第四系松散岩类孔隙水以及大理岩岩溶水已完全被疏干，矿区基岩裂隙水含水层水位大幅度下降，对矿区水资源影响较严重；对附近水源无影响；对地下水水质影响较轻。综上所述，根据中华人民共和国地质矿产标准《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，现状评估采矿活动对地下水含水层的影响和破坏程度较严重。

图 3-4　水质取样点分布图

4、地质环境现状问题评价

综上所述，地质环境问题现状综合评价程度见表 3-26。

表 3-26　地质环境问题现状评价表

（二）土地损毁问题现状

1、土地损毁方式与评价指标的选择

根据现场调查，损毁方式主要为挖损、压占。

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塌陷、压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见下表。

表 3-27　土地损毁分级参考标准表
表 3-28　土地损毁程度评分界线表

2、土地损毁程度评价

（1）土地损毁程度分级

III区现状损毁单元包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂及门卫，IV区现状损毁单元包括：4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、原四区 3 号井、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路。根据矿山各工程单元现状及土地损毁评价分级标准，对各单元土地损毁程度逐一进行分级，矿区土地损毁程度现状评价汇总详见表 3-31。

表 3-29　挖损土地损毁程度评价表
表 3-30　压占损毁土地损毁程度评价表
表 3-31　损毁土地损毁程度综合评价表

（2）土地损毁类型

根据全国第三次土地利用现状资料，现状已损毁的土地资源利用类型有：***。土地权属赤峰市克什克腾旗同兴镇四义号村管辖，界限清晰无争议，不占用基本农田。

表 3-32　已损毁土地资源统计表

（三）生态损毁现状问题

矿山因长期开采形成的地表工程建设，会导致矿区生态系统发生退化，生态系统退化主要包括：植被损毁、土壤污染、生物多样性丧

失、水土流失以及水环境污染等问题。

1、生态损毁现状问题及评价

（1）植被损毁

依据《生态系统质量评估技术规范》（HJ 1172-2021）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）及《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）等行业标准，结合地区经验，本方案植被损毁程度采用多因素综合评价法，损毁程度等级数确定为 3 级标准，分别定为：较轻、较严重、严重。评价定义如下：

a）较轻：植被群落结构基本完整，可采取自然恢复；

c）较严重：植被群落结构部分破坏，需要采取人工辅助措施；

c）严重：植被群落结构完全破坏，完全采取人工干预措施。

根据植被生长的必要条件，方案选取植被覆盖度、有效土层厚度、砾石含量、坡度、恢复难度等五项因子作为评价指标，并按需分配权重，评价因子及分级标准见表 3-33，评分界线见表 3-34。

表 3-33　植被损毁程度分级标准表

表 3-34　植被损毁程度评分界线表

根据矿山各工程单元现状及植被损毁评价分级标准，对区内各单元植被损毁程度逐一进行分级，其中指标特征按损毁情况取下限值，评价结果详见表 3-35。

表 3-35　植被损毁程度现状评分表

综上所述，3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂和 4-1#尾矿库植被损毁程度均为严重；矿区道路植被损毁程度为较严重。

（2）土壤污染

根据 2025 年 8 月，由内蒙古绿康检测有限公司出具的《检测报告》，对矿山尾矿库、选矿厂分别取样进行土壤检测，检测项目主要为重金属：砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍。结果显示，各项检测指标均符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB36600-2018 表 1 标准限值要求。

表 3-36　土壤检测结果

综上所述，现状矿区生产对土壤污染程度影响较轻。

（3）生物多样性丧失

矿区现状工程活动造成的场地损毁面积共计 1987238m^2，场地损毁直接导致蛇、鼠、昆虫等依赖表层土壤生存的洞穴生物丧失生存空间，被迫进行迁移。原生植被群落的破坏与生境碎片化，导致依赖林地、草地生态系统的小型哺乳动物、鸟类及昆虫种群数量减少，优势物种由原生冷温性乔灌木、乡土草本植物，逐渐被单一化草本植物替代。因矿区生物较少，动植物原始生物多样性并不丰富，矿区建设对原始生物多样性影响较小，故根据现状判定矿山前期生产建设对生物多样性影响较轻。

（4）水土流失问题

① 区域水土流失状况背景调查

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

依据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ 1174-2021）附录 A：表 A.1 水土流失程度分级标准表（见表 3-37），本矿区位于北方土石山区，轻度侵蚀平均侵蚀模数 200-2500t/(km^2.a)之间。

表 3-37　水土流失程度分级标准表

② 现状矿业活动水土流失程度评估

矿山生产采矿对场地进行开挖、压占等活动，彻底破坏原地表植被与土壤结构，使土壤失去原有保护层，抗蚀能力大幅降低，在降雨及径流作用下水土流失远大于原始地貌。现状矿业活动水土流失程度评估如下：

A.评价方法

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

式中：A—土壤侵蚀量，t/(hm^2.a)

R—降雨侵蚀力因子

K—土壤可蚀性因子

LS—坡长坡度因子

C—植被覆盖因子

B.评价结果

现状工程场地包括3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区3号井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库和矿区道路，各场地现状土壤侵蚀模数估算结果见表3-38。

表 3-38　现状工程场地土壤侵蚀模数估算及水土流失程度评价结果

根据各扰动单元水土流失定量计算结果可知，矿区现状单元等临时扰动区域土壤侵蚀模数介于2138.4～3207.6t/(km²·a)之间，水土流失强度轻度-中度。

（5）水环境污染

① 矿山地下水环境质量评价

根据 2026 年 4 月，由内蒙古绿康检测有限公司出具的《检测报告》，对矿山III区尾矿库 1#监测井、III区尾矿库 2#监测井分别进行了取样进行检测，检测结果见下表。

表 3-39 地下水检测结果

地下水检测共 2 个检测点位，19 个检测项目。水温标准中没有限值要求，不做评价，其余项目检测结果均符合《地下水质量标准》GB/T14848-2017 中的III类标准限值要求。

综上所述，现状矿区生产对地下水环境污染程度影响较轻。

② 疏干水环境质量评价

根据 2026 年 4 月，由内蒙古绿康检测有限公司出具的《检测报告》，对矿山III区疏干水处理前、处理后分别进行了取样检测，检测结果见下表。

表 3-40 疏干水检测结果

疏干水检测共 2 个检测点位，27 个检测项目，疏干水处理前所有项目及处理后水温不做评价，疏干水处理后的 pH、六价铬、汞、砷、铅、铜、锌检测结果均符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 I 类标准限值要求，悬浮物、总氮检测结果均符合《铁矿采选工业污染物排放标准》GB 28661-2012 表 2 重选和磁选废水标准限值要求，铁、锰检测结果均符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 2 标准限值要求；其余项目检测结果均符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中III类标准限值要求。

综上所述，现状矿区疏干水处理后污染程度较轻。

③ 生产废水环境质量评价

根据 2026 年 4 月，由内蒙古绿康检测有限公司出具的《检测报告》，对矿山III区和 IV 区尾矿库尾矿水分别进行了取样检测，检测结果见下表。

表 3-41　废水检测结果

废水检测共 2 个检测点位，23 个检测项目。其中 CODcr、氨氮、铁标准中没有限值要求，不做评价。其余项目检测结果均符合《铁矿采选工业污染物排放标准》GB 28661-2012 表 2 重选和磁选废水标准限值要求。

综上所述，现状矿区生产废水污染程度较轻。

④ 再生水环境质量评价

根据 2026 年 4 月，由内蒙古绿康检测有限公司出具的《检测报告》，对处理后的III区污水进行了取样检测，检测结果见下表。

表 3-42　再生水检测结果

再生水检测 1 个检测点位，5 个检测项目。5 个项目检测结果均符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920-2020 表 1 城市绿化标准限值要求。

综上所述，现状矿区再生水污染程度较轻。

⑤ 水环境污染综合评价

综上所述，矿区水环境污染程度较轻，水环境检测结果评价见表 3-43，水环检测取样位置见图 3-5。

表 3-43　水环境检测结果评价表

图 3-5　水环境检测取样点分布图

2、生态系统受损现状综合评价

（1）评价指标与分级标准

根据生态损毁现状问题及评价结果，选取植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失问题和水环境污染五个评价指标，对矿区各生态受损单元进行生态系统受损现状综合评价。

根据前文对各单项指标的分析结论，将各单项指标受损程度划分为重度受损、中度受损、轻度受损三个等级。

（2）生态系统受损现状综合评价

依据上述分级标准，对矿山生态修复区内各工程单元生态系统受损现状进行逐一综合评价。评价结果详见表 3-44。

表 3-44　现状生态受损与退化问题评价表

根据以上结果分析，植被损毁是矿区生态系统受损的主导因素，20 个评价单元中有 18 个达到严重等级，是造成生态系统重度受损的最直接原因；土壤污染和水环境污染整体较轻，各单元均评价为较轻等级；水土流失程度整体为中度；生物多样性丧失整体为较轻等级。矿区生态系统受损程度分区评价如下：

① 重度受损区

包括 3-3#工业场地、3-6#工业场地三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂 3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂和 4-1#尾矿库，共计 18 个工程单元。该区域生态系统受损的主要原因为工程建设导致植被完全破坏，植被损毁单项指标均达到严重等级，是矿山生态修复的重点区域。

② 中度受损区

仅矿区道路 1 个工程单元。矿区道路为砂石或水泥路，部分道路已有植被自然生长，综合生态受损程度为中度。

③ 轻度受损区

为矿区其他区域，总面积约 3104345m^2，占生态修复区面积的 60.97%。区域原生自然植被保存完整，群落结构稳定，土壤剖面、地表径流、地下水循环未遭到人为改造，生态系统结构完整性与服务功能保持良好；前期治理区基本恢复了地形地貌景观，植被恢复茂盛，大部分已经完全看不出来前期破坏痕迹。仅受矿区开发整体环境扰动产生微弱间接影响，扰动程度低、生态自愈能力强。

从全域生态系统受损综合评价，矿区整体生态系统受矿业活动综

合影响较严重；开采作业、配套工业场地等工程单元为重度受损区块，是区内生态退化集中发生区域。植被损毁为局部重度单元生态功能退化的主导因素，各评价指标存在连锁影响关系：植被剥离消亡直接造成区域生物多样性衰减、水土流失加剧；与之相比，矿区土壤、水体环境污染范围有限、污染负荷偏低，受损程度整体轻严重。

三、受损预测

（一）地质环境受损预测

地质环境受损预测基于矿山《开采方案》中确定的开拓系统、采矿方法及固废处置方式，结合现状已建场地、规划拟建场地采矿扰动单元，对矿业活动可能引发或加剧的不稳定地质体、含水层破坏及地形地貌景观破坏等问题进行预测分析。

1、采矿活动引发的不稳定地质体预测

（1）地面塌陷

矿区影响范围内无天然不稳定地质体存在，矿山开采方式为地下开采，地下采空区的存在，在外力干扰、机械震动的条件下上部可能引发地面塌陷灾害，从而产生不稳定地质体。

根据收集资料，矿体及围岩的物理学性质、矿体的赋存产状、规模以及采用的采矿工艺，并参考国内同类矿山有关数据资料，确定岩体移动范围的移动角如下：上盘 75°，下盘 75°（或沿矿体底板），侧翼 75°，第四系移动角为 45°，地表岩石移动监测范围按照矿体设计最低开采标高进行圈定，本方案预测塌陷区范围即为《开采方案》的岩石移动范围，面积为 1592873m^2。

地面塌陷平均下沉值 W 计算公式：

计算公式：$W=qM/\cos\alpha$

式中：

M-矿体厚度（m）；A-矿体倾角；

Q-下沉系数，预测模式中下沉系数的大小由岩层产状、力学强度、岩体完整程度、岩体的结构及矿山开采方式、顶底板处理程度等因素综合确定，本次设计取下沉系数为0.70。

最大下沉值计算如下，见表3-45。

表3-45　开采期间各矿体最大下沉值计算结果表

位于预测塌陷区范围内的生产建设单元主要有 3-3#工业场地（1727m^2）、3-6#工业场地（3404m^2）、三区箕斗井（421m^2）、食堂（1104m^2）、四区东风井（110m^2）、新建四区西风井（680m^2）、原四区 3 号井（936m^2）、矿区道路（17702m^2），位于预测塌陷区范围内场地总面积26084m^2，其中3-6#工业场地、三区箕斗井、食堂及原四区3号井全部位于预测塌陷区范围内，3-3#工业场地、四区东风井、新建四区西风井及矿区道路部分位于预测塌陷区范围内。

经评估，预测未来采矿活动可能引发采空塌陷及其伴生的地表裂缝，主要影响其中的自然生态、采矿作业场地、机械和附近部分活动其中的居民和工作人员，地质体稳定性较差。

综上所述，预测矿山生产期间，随着采空区的扩大，采空塌陷及其伴生的地表裂缝为矿区主要不稳定地质体，地质体稳定性较差。

（2）切坡

现状工程场地中，3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区西风井存在切坡，但是矿山前期对切坡进行了治理，部分进行了垫坡、恢复植被，暂未治理的边坡坡角稳定，地质体稳定性相对较好。

2、矿区地形地貌景观受损预测

根据《开采方案》设计，现状地表工程建设单元以满足矿山生产建设需求，故不再扩大和拟建地表工程，全部采用利旧工程，矿山后期开采将形成两处预测地面塌陷区。

（1）III区

① 三区预测塌陷区

预测塌陷区面积为1204390m^2，最大塌陷深度为70.83m，平均下沉值 51.13m，破坏原有地形地貌，与自然景观不协调，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大，因此预测地面塌陷区对矿山地形地貌景观破坏影响严重。

表3-46　地形地貌景观破坏程度评价表

② 其他现有工程单元地形地貌景观受损预测

III区现有工程单元包括3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫等11个单元。

其中3-6#工业场地、三区箕斗井及食堂全部位于预测塌陷区范围内，3-3#工业场地部分位于预测塌陷区范围内。

位于预测塌陷区范围内的区域，其地形地貌景观评价结果与预测塌陷区评价结果保持一致；其余各单元区域，场地规模及形态不会发生变化，预测对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致，不再赘述。矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果不一致时，采取就重不就轻的原则。

（2）IV区

① 四区预测塌陷区

预测塌陷区面积为362399m^2，最大塌陷深度为63.94m，平均下沉值 24.58m，破坏原有地形地貌，与自然景观不协调，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大，因此预测地面塌陷区对矿山地形地貌景观破坏影响严重。

表3-47　地形地貌景观破坏程度评价表

② 其他现有工程单元地形地貌景观受损预测

IV区现有工程单元包括主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库和矿区道路等 8 个单元。

其中原四区 3 号井全部位于预测塌陷区范围内，四区东风井、新建四区西风井及矿区道路部分位于预测塌陷区范围内。

位于预测塌陷区范围内的区域，其地形地貌景观评价结果与预测塌陷区评价结果保持一致；其余各单元区域，场地规模及形态不会发生变化，预测对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致，不再赘述。矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果不一致时，采取就重不就轻的原则。

（3）修复区内其他区域

修复区内其他区域面积 1724529m^2，该范围内除前期治理单元外，其余区域目前尚未受采矿活动影响，整体保持了原生的地形地貌状态。矿业活动对地形地貌影响较轻。

依据各项评估因子对评估区内各场地综合评分，对各场地的地形地貌景观影响现状评估如下，详见表 3-48。

表 3-48　地形地貌景观破坏程度评分结果表

3、矿山含水层受损预测

（1）含水层结构破坏预测

矿山地下开拓工程主要揭露大理岩岩溶水（承压水）、基岩裂隙水等，地下水水位标高***m，《开采方案》设计最低开采标高为***m。同时根据《储量核实报告》，预测矿区未来破坏含水层厚度为***m。破坏含水层面积为***hm^2。井巷工程的开拓将进一步揭露含水层，完全破坏含水层结构，改变基岩裂隙水的赋存层位，预测矿山开采对含水层破坏程度为严重。

（2）矿井疏干对含水层的影响预测

根据《开采方案》，矿山为生产矿山，开拓方式为竖井开拓，利用水文地质孔抽水试验资料，预测矿山未来开采***m、***m 标高的矿坑涌水量。依据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020），选用比拟法对含水岩组进行矿坑涌水量计算。

采用公式：$Q=\frac{Q_0}{L_0}L$ 进行***m、***m 中段涌水量预测。

式中：Q—矿坑预测涌水量（m^3/d）；

L—设计矿井开采巷道长度，单位为米（m），取***m；

L_0—已知矿井实际开采巷道长度，单位为米（m），取***m；

Q_0—已知矿山单位开采（或开拓）涌水量（m^3/d），日最小涌水量取***m^3/d，日最大涌水量取***m^3/d（2013 年～2024 年平均数据）。

计算结果，预测开拓至***m 中段时矿坑正常涌水量 Q=***m^3/d，最大涌水量 Q_{max}=***m^3/d；开拓至***m 中段时矿坑正常涌水量 Q=***m^3/d，最大涌水量 Q_{max}=***m^3/d。开采水平以上含水层呈半疏干-疏干状态，矿坑疏干对含水层影响较严重。矿体围岩为大理岩，属于碳酸盐，容易产生溶洞，可能形成地下水存储场地，矿山未来开采有揭露溶洞的可能，发生发生矿坑突水。

（3）矿山开采对矿区及附近水源的影响预测

矿坑涌水用于采矿生产，不外排，矿山排水主要为生活污水。矿山生活用水量约为***m^3/a，排放量约为***m^3/a。评估区周围无生活供水水源地，不会对矿区及周边区域的水源地造成明显影响。预测矿业开发对附近水源的影响程度为较轻。

（4）对地下水水质的影响程度的预测

地下水污染因素主要为矿山废弃物、选矿用水及生活污水。

矿山主要废弃物为废石，定点堆放，所含矿物难溶解，不会对地

下水水质产生污染物。矿山选矿用水为循环利用，不外排；尾矿库废水经处理后回送选矿，库区设有防渗墙等防渗措施，尾矿废水不渗漏。地下矿坑涌水不外排，用于矿山生产。

生活污水排放量小，主要污染因子为有机物、氮、磷等，经简单处理后，用于绿化用水及喷洒道路。对地下水水质影响较轻。矿山未来开采将长期对矿坑水水质进行监测，预测矿山开采对地下水水质影响程度为较轻。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构影响较严重，对矿区及附近水源的影响较轻，对含水层水质影响较轻。根据《编制规范》，预测矿山开采对含水层破坏影响程度较严重。

4、地质环境问题预测评价

综上所述，地质环境问题预测综合评价程度见表 3-49。

表 3-49　预测地质环境问题说明表

（二）土地损毁问题预测

1、土地损毁环节及时序

（1）损毁环节

矿山现状工程场地基本已经建设完成，四区西风井场地正在建设，地表进行了清基，后续矿山生产可能产生地面塌陷地质灾害，因此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。

（2）损毁时序

前期基建期形成了的工程场地中，3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库及矿区道路对土地造成了挖损及压占损毁。

矿山在生产过程中，通过机械震动，外力破坏作用下可能形成塌陷区，对土地资源造成塌陷损毁。

表 3-50　土地损毁时序表

序号	损毁区域	损毁时间	损毁环节	损毁方式
1	三区预测塌陷区	2026.1-2055.12	生产期	塌陷
2	3-3#工业场地	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
3	3-6#工业场地	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
4	三区东风井	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
5	三区西风井	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
6	三区箕斗井	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
7	3-1#选矿厂	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
8	3-2#选矿厂	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
9	3-1#尾矿库	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
10	生活区	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
11	食堂	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
12	门卫	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
13	四区预测塌陷区	2026.1-2055.12	生产期	塌陷
14	主井工业场地	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
15	副井工业场地	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
16	四区东风井	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
17	新建四区西风井	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
18	原四区 3 号井	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
19	4-1#选矿厂	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
20	4-1#尾矿库	2026 年前形成	基建期	挖损、压占
21	矿区道路	2026 年前形成	基建期	挖损、压占

2、拟损毁土地预测与评估

（1）土地损毁评价标准

根据现场调查，损毁方式主要有挖损、压占和塌陷三种。

根据国家和地方相关部门规定的划分标准，将土地损毁程度等级数确定为一级（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。矿业活动损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的挖损、压占、塌陷，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行预测评价，影响因素的等级标准划分见表 3-51。

表 3-51　土地损毁分级参考标准表
表 3-52　土地损毁程度评分界线表

（2）土地损毁程度分析

III区预测损毁单元包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂及门卫，IV区预测损毁单元包括：4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、原四区 3 号井、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路。综合场地现状条件，矿山后续不再开展开挖、堆填、碾压等扰动地表的生产建设活动，预测已损毁土地维持现状继续利用，不存在已损毁土地发生重复损毁的可能。

各单元损毁土地程度评价如下：

表 3-53　塌陷损毁土地损毁程度评价表
表 3-54　挖损土地损毁程度评价表
表 3-55　压占损毁土地损毁程度评价表
表 3-56　损毁土地损毁程度综合评价表

（3）土地损毁类型

根据全国第三次土地利用现状资料，预测损毁破坏的土地资源利用类型有：***，总面积 3554027m^2。土地权属赤峰市克什克腾旗同兴镇四义号村管辖，界限清晰无争议，不占用基本农田。

表 3-57　预测损毁土地资源统计表

（三）生态受损预测

矿山因长期开采形成的地表工程建设，会导致矿区生态系统发生

退化，生态系统退化主要包括：植被功能损毁、生物多样性丧失、水土流失以及周围场地环境污染等问题。预测主要生态受损与退化情况的变化为预测塌陷坑的出现。

1、生态系统类型构成比例变化

本次预测采用土地利用变化分析法。将拟损毁土地的范围、面积及原地类信息，与矿区生态评估范围内（总面积 18.16km^2）的现状生态系统类型图进行空间叠合分析。通过计算各类生态系统在损毁前后的面积变化和占比变化，定量评估矿业活动对矿区生态格局的影响。

根据土地受损预测结果，矿山未来新增损毁土地包括三区预测塌陷区及四区预测塌陷区（以主要地类草地进行统计分析）造成的土地塌陷，面积 1566789m^2（15668m^2），加上现有工程单元面积 1987238m^2，矿区损毁土地总面积为 3554027m^2，占生态评估范围总面积的 19.57%。

矿区拟损毁地类主要为***等，对应的生态系统类型为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系和城镇生态系统。其中面积 15668m^2 原有生态系统类型转变为城镇生态系统。经与现状生态系统类型图叠合分析，各类生态系统面积变化详见表 3-58。

表 3-58　生态系统类型构成比例变化预测表

由上表可知，草地生态系统占比降幅 0.1%，为影响最大的生态系统类型；城镇生态系统增幅 0.1%；森林生态系统、灌丛生态系统面积基本保持不变。

2、植被损毁预测

依据《生态系统质量评估技术规范》（HJ 1172-2021）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）及《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）等行业标准，结合地区经验，本方案植被损毁程度采用多因素综合评价法，损毁程度等级数确定为 3 级标准，分别定为：较轻、较严重、严重。评价定义如下：

a）较轻：植被群落结构基本完整，可采取自然恢复；

c）较严重：植被群落结构部分破坏，需要采取人工辅助措施；

c）严重：植被群落结构完全破坏，完全采取人工干预措施。

根据植被生长的必要条件，方案选取植被覆盖度、有效土层厚度、砾石含量、坡度、恢复难度等五项因子作为评价指标，并按需分配权重，评价因子及分级标准见表 3-59，评分界线见表 3-60。

表 3-59　植被损毁程度分级标准表

表 3-60　植被损毁程度评分界线表

根据矿山预测工程单元及植被损毁评价分级标准，对区内各单元植被损毁程度逐一进行分级，其中指标特征按损毁情况取下限值，评价结果详见表 3-61。

表 3-61　植被损毁程度预测评分表

综上所述，三区预测塌陷区、3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、四区预测塌陷区、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂和 4-1#尾矿库预测植被损毁程度均为严重；矿区道路预测植被损毁程度为较严重。

3、土壤污染预测

矿山开采产生的废石可直接用于采空区回填。矿区产生的废弃物主要为矿山职工生产生活垃圾，针对此类废弃物，建立定期清运机制，由专人负责收集、分类整理，定期转运至当地市政垃圾处理厂进行集中无害化处理，确保生产生活垃圾不随意堆放、不造成周边土壤环境污染。根据现状对尾矿库、选矿厂土壤采样检测分析，土壤各项指标均符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB36600-2018 表 1 标准限值要求，预测评估对周边土壤环境影响较

轻。

4、生物多样性变化

矿山未来对矿区生物多样性的影响，主要源于预测塌陷区可能引发的地表塌陷对植被和野生动物栖息地的破坏。本次预测以矿区生态状况中确立的物种组成为本底数据及“植被损毁预测”结论，从植被群落和动物两个方面进行分析。

（1）植被群落变化预测

本矿区属于中温带森林草原地带，植被兼具山地森林与典型草原过渡特征，区域植被以阔叶灌丛和典型草原为主体，是矿区核心原生植被类型。其中典型草原以羊草、披碱草、贝加尔针茅、糙隐子草为优势建群物种，伴生冷蒿、黄花蒿、猪毛菜等草本植物，草本群落以中旱生、广幅旱生多年生草本为主体，混生各类旱中生杂类草，群落结构稳定、地带性特征显著；阔叶灌丛主要为山杏、胡枝子、小叶锦鸡儿群落，广泛分布于低山丘陵及坡地；春榆、白桦、兴安落叶松、樟子松等乔木树种，多呈条带状、零星状分布于沟谷沿岸区域，整体乔木植被分布规模有限。

项目塌陷扰动范围内，原有原生植被将被彻底清除，塌陷区域内的羊草、针茅、披碱草等草原建群种，山杏、胡枝子等灌丛优势种及各类伴生草本、零星乔木植被将完全消失，局部原生植被群落结构遭到破坏，扰动区域短期内基本无原生植被覆盖。由于损毁区面积有限（约占矿区生态评估范围的 0.068%），且矿区及周边区域同类植被广泛分布，植物物种多样性在区域上不会受到明显影响。

（2）动物变化预测

本矿区及周边野生动物隶属于大兴安岭南段山地草原动物区系，动物资源以区域广布型常见物种为主，现状群落以小型啮齿类、中小

型鸟类、两栖爬行类为主体，常见物种包含大林姬鼠、达乌尔黄鼠、草兔、喜鹊、灰喜鹊、环颈雉、丽斑麻蜥、中华蟾蜍等，整体动物群落为温带草原广布物种组合。受现状人为活动长期扰动，矿区评价核心区域已无大型野生兽类稳定活动种群。

项目施工占地、矿区开采及塌陷扰动会破坏局部草地、灌丛生境，压缩小型啮齿类、草兔等植食性动物的栖息与觅食空间，促使该类动物向矿区外围未扰动的原生林区、草原区域迁移；局部猎物资源减少，会对区域小型食肉动物产生轻微短期影响。但野生动物具备较强的环境适应与迁移避让能力，可通过向外围优质生境迁徙规避扰动影响。因损毁区面积有限且周边同类栖息地连续分布，不会对矿区动物种群数量和群落结构造成根本性改变。

综上，矿区分布的野生动植物均为区域常见物种，未发现珍稀濒危保护物种的集中分布区，损毁区面积有限，不会导致任何区域物种的灭绝或种群数量的显著下降。野生动物具有迁移避让能力，可通过向周边迁移来适应局部生境的改变，预测矿区生物多样性变化程度为较轻。

5、水土流失预测

依据《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》（HJ 1174-2021）附录 A：表 A.1 水土流失程度分级标准表（见表 3-62），本矿区位于北方土石山区，轻度侵蚀平均侵蚀模数 200-2500t/(km^2.a)之间。

表 3-62　水土流失程度分级标准表

① 评价方法

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

式中：A—土壤侵蚀量，t/(hm^2.a)

R—降雨侵蚀力因子

K—土壤可蚀性因子

LS—坡长坡度因子

C—植被覆盖因子

② 评价结果

III区预测损毁单元包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂及门卫，IV区预测损毁单元包括：4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、原四区3号井、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路。各场地预测土壤侵蚀模数估算结果见表3-63。

表 3-63　预测工程场地土壤侵蚀模数估算及水土流失程度评价结果

根据各扰动单元水土流失定量计算结果可知，矿区预测单元等临时扰动区域土壤侵蚀模数介于2138.4～3207.6t/(km²·a)之间，水土流失强度轻度-中度。

6、水环境污染预测

（1）水环境污染源分析

① 矿坑疏干水水质特征

根据矿山对疏干水处理前、后进行的取样检测结果，疏干水处理后的 pH、六价铬、汞、砷、铅、铜、锌检测结果均符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中 I 类标准限值要求，悬浮物、总氮检测结果均符合《铁矿采选工业污染物排放标准》GB 28661-2012 表 2 重选和磁选废水标准限值要求，铁、锰检测结果均符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 2 标准限值要求；其余项目检测结果均符合《地表水环境质量标准》GB 3838-2002 表 1 中III类标准限值要求。矿山矿坑涌水用于采矿生产，不外排，不会对矿区地表水和地下

水造成污染。

② 选矿废水环境风险分析

根据矿山对III区和 IV 区尾矿库尾矿水进行的取样检测结果，其中 CODcr、氨氮、铁标准中没有限值要求，不做评价。其余项目检测结果均符合《铁矿采选工业污染物排放标准》GB 28661-2012 表 2 重选和磁选废水标准限值要求。尾矿库废水经处理后回送选矿厂循环使用，库区设有防渗墙等防渗措施，尾矿废水不渗漏，不会对矿区地表水和地下水造成污染。

③ 尾矿库渗滤液环境风险分析

矿山尾矿库严格按照现行安全、环保标准进行防渗设计，并布设下游污染监控井。在防渗设施完好、监测到位的情况下，尾矿库渗滤液对地下水的影响风险可控。

④ 矿区生活污水环境风险分析

根据矿山对III区污水处理后进行的取样检测结果，生活污水处理后检测结果均符合《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920-2020 表 1 城市绿化标准限值要求。生活污水成分简单，经地埋式生活污水处理设备处理后，可用于厂区绿化，不会对矿区地表水和地下水造成污染。

（2）地表水环境影响预测

矿区内地表水体不发育，无常年性地表径流。矿区沟谷仅在雨季有短暂水流，最终流入达里诺尔湖。在正常情况下，矿坑涌水、选矿废水及生活污水均实现闭路循环或处理后回用，不外排，不会对达里诺尔湖及下游地表水体产生明显影响。

（3）地下水环境影响预测

矿区地下水以基岩裂隙水为主，含水层富水性弱，地下水接受大

气降水补给后沿矿区西北方向约 4.0km 处的查木罕河由北东向南西流入贡格尔河，最终流入达里诺尔湖。

矿山未来采矿活动对含水层结构有一定程度的破坏，但因矿区水文地质条件简单、含水层富水性弱的特征，预测矿业活动对地下水环境的影响程度较轻。矿坑涌水经处理后全部循环利用，不外排；尾矿库按规范进行防渗设计，对地下水的影响风险可控。正常情况下矿业活动不会引发地下水水质的明显恶化。

（4）水环境污染预测评价

综合上述分析，矿坑涌水、选矿废水和生活污水均实现闭路循环或处理后回用，不外排。尾矿库按规范防渗设计，矿区对地表水和地下水环境的影响程度为较轻。矿区地表水体不发育，矿业活动产生的各类废水不会到流入达里诺尔湖，对区域地表水环境无明显影响。

7、生态系统受损预测综合评价

综合前文对生态系统类型构成比例、植被损毁、土壤污染、生物多样性变化、水土流失及水环境污染六个方面的预测分析，对矿区未来生态系统受损程度进行综合评价。

（1）评价指标与分级标准

根据生态系统受损预测问题及评价结果，选取植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失问题和水环境污染五个评价指标，对矿区各生态受损单元进行生态系统受损现状综合评价。

根据前文对各单项指标的分析结论，将各单项指标受损程度划分为重度受损、中度受损、轻度受损三个等级。

（2）生态系统受损预测综合评价

依据上述分级标准，对矿山生态修复区内各工程单元生态系统受损预测进行逐一综合评价。评价结果详见表 3-64。

表 3-64　矿区生态受损程度预测综合评价表

根据以上分级统计结果，将矿区生态系统受损预测综合分区叙述如下：

① 重度受损区

包括三区预测塌陷区、3-3#工业场地、3-6#工业场地三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂 3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、四区预测塌陷区、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂和 4-1#尾矿库，共计 18 个工程单元。该区域生态系统受损的主要原因为工程建设导致植被完全破坏，植被损毁单项指标均达到严重等级，是矿山未来生态修复的重点区域。

与现状评价相比，重度受损单元新增 2 个（三区预测塌陷区、四区预测塌陷区），现有重度受损单元保持不变。新建单元的植被损毁主要集中在生产期，损毁规模较小，随闭坑后的集中修复可逐步恢复为草地，对矿区整体生态系统格局影响有限。

② 中度受损区

仅矿区道路 1 个工程单元。矿区道路为砂石或水泥路，部分道路已有植被自然生长，综合生态受损程度为中度。

③ 轻度受损区

为矿区其他区域，总面积约 1724519m^2，占生态修复区面积的32.67%。其它区域原生自然植被保存完整，群落结构稳定，土壤剖面、地表径流、地下水循环未遭到人为改造，生态系统结构完整性与服务功能保持良好；仅受矿区开发整体环境扰动产生微弱间接影响，扰动程度低、生态自愈能力强。

四、问题诊断评价结论

（一）矿区生态破坏程度评价原则

矿区生态破坏程度评价是在系统识别矿区现状生态环境问题及预测未来矿业活动可能造成的生态受损基础上，对各生态受损单元进行综合判定的过程。本次评价遵循以下原则：

1、评价范围

评价范围为“矿山生态修复区范围”，包括采矿权范围及采矿活动影响范围，总面积5278556m^2。

2、评价因素及内容

矿区生态破坏程度评价因素主要从地质环境、土地资源和生态系统三个方面的受损情况进行评价，评价内容为：

（1）地质环境受损：包括不稳定地质体发育程度、地形地貌景观破坏程度及含水层破坏程度；

（2）土地资源受损：包括土地损毁方式、损毁面积及损毁程度；

（3）生态系统受损：包括植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失问题及水环境污染程度。

3、评价依据

本次评价综合依据以下成果：

（1）现状评价：基于野外实地调查、样品检测分析、土地利用及遥感解译等成果，对矿区现存生态环境问题的类型、分布、规模和程度进行评价。

（2）预测评价：基于《开采方案》及矿山规划确定的工程布局、开采计划及固废处置方式等，对矿区未来可能发生的生态受损进行预测。

4、评价原则

本次评价综合依据以下评价原则：

（1）“就高不就低”原则：当同一评价单元涉及多个受损因素时，

取各单项评价中最严重的等级作为综合评价结果；

（2）定性与定量相结合原则：对可量化的指标（如损毁面积、塌陷深度、植被覆盖度等）进行定量评价，对难以量化的指标（如生物多样性影响、水环境污染风险等）进行定性分析，两者结合得出综合评价结论；

（3）现状与预测相结合原则：现有工程单元以现状评价结论为主，新建及拟形成单元以预测评价结论为主，综合反映矿区全生命周期的生态受损状况；

（4）分区分级原则：按工程单元逐一进行评价，将受损程度划分为“重度、重度、轻度”三个等级，明确各等级的划分标准：轻度受损为生态功能基本保持，可通过自然恢复修复；中度受损为生态功能部分受损，需采取人工辅助措施修复；重度受损为生态功能严重受损或丧失，必须采取系统性工程措施进行修复。

（二）矿区生态破坏程度综合评价

综合上述现状调查与受损预测结论，对矿区22个评价单元逐一进行生态破坏程度综合判定。各单元的综合评价等级取地质环境、土地损毁和生态受损三项因素中的最高等级。评价结果详见表3-65。矿区生态损毁程度综合评价图见图3-6。

表3-65　损毁程度综合评价表

图 3-6　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、不稳定地质体防治可行性分析

矿山《开采方案》设计开采方式为地下开采，现状矿山已形成采

空区，随着未来矿山开采，采空区将继续扩大，可能出现地面塌陷及沉陷灾害。

矿山开采期间应严格按开采方案设计进行开采并定期进行巡查监测工作。发现问题及时处理。

对于今后可能形成的预测地面塌陷区，应进行定期进行巡查工作，采用监测预警设备，出现地表沉降情况及地裂缝时应处理，矿山企业应及时对采空区进行充填。

基于矿山《开采方案》及现状采空区条件，不稳定地质体防治在技术层面具备充分可行性。当前已形成的采空区及未来可能扩大的地面塌陷、沉陷、边坡失稳等灾害，均有成熟的防治与监测技术应对。开采过程中需严格按设计施工，采用监测预警设备等对采空区、边坡和地表进行实时监测，及时开展采空区充填等治理工程。从经济性看，防治投入可有效避免灾害导致的生产中断与安全风险，长期效益显著，符合技术可靠、经济合理、管理可行的综合要求。矿山不稳定地质体预防、治理、监测、预警技术成熟可行，在技术上是有保障的、可行的。

2、含水层防治技术可行性分析

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

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

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

本方案对地形地貌景观的修复措施为：

① 对其工业场地采取硐口封堵、井筒回填、建筑物拆除、清运等工程措施；

② 对宿舍、办公区、门卫、选矿厂、尾矿库采取建筑物拆除、清理建筑垃圾、场地整平等工程措施；

上述地形地貌景观损毁防治措施切实可行，工程措施技术成熟、操作性强，在同类矿山生态修复中已有广泛应用。通过系统实施上述工程，可有效恢复地表形态、改善与周边地貌的协调性，控制水土流失，实现景观与生态功能的逐步恢复。

4、地质环境监测技术可行性分析

矿区地质环境监测是贯穿矿山全生命周期的重要基础工作，旨在通过系统、连续的观测，动态掌握矿区地质环境、土地资源和生态系统的变化趋势，评估生态修复工程效果，为修复措施的动态调整提供依据。根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）的相关要求，矿山应建立涵盖地质灾害、含水层、地形地貌景观与土地复垦及水土环境污染等要素的矿山地质环境监测体系。以下对监测技术方法可行性进行分析。

（1）地质灾害监测技术可行性分析

矿区未来可能引发的地质灾害主要为采空区地表移动变形问题，在充填失效的极端工况下存在地面塌陷风险。

地表移动变形监测是地下开采矿山地质灾害监测的核心内容。常用技术手段包括：GNSS 静态观测，通过在岩石移动监测范围内及预测塌陷区外围布设固定监测桩，利用 GNSS 接收机进行定期三维坐标

观测，精度可达毫米级，可精确获取地表沉降和水平位移数据；全站仪导线测量，利用矿山现有测量设备进行常规地表变形观测，技术普及率高、成本低；无人机航拍与三维建模，定期获取矿区高分辨率正射影像和三维地形模型，通过多期影像对比发现地表变形迹象。上述监测技术均为成熟的地质灾害监测手段，矿山现有测量人员和设备可满足上述监测需求。

（2）含水层监测技术可行性分析

含水层监测是评估采矿活动对地下水环境影响的基础手段，主要包括地下水位动态观测和水质定期检测两项内容。

矿山持续记录日常涌水量变化；在尾矿库下游按规范要求增设污染监测井，定期采集地下水样品送具有 CMA 资质的实验室进行分析。同时设置地下水监测井，同步测量地下水位和采集水质样品，评价矿山疏干排水对周边地下水水位的影响及水质变化情况。

上述监测设备（水位计、流量计）和检测方法均为行业通用的成熟技术，矿山可通过委托检测的方式完成水质分析，专业技术服务市场供应充足。

（3）地形地貌景观与土地复垦监测技术可行性分析

地形地貌景观及土地复垦监测旨在动态跟踪矿区工程建设对地形地貌的改变程度以及生态修复工程的实施效果。主要监测方法采用无人机航拍或人工实测方法。

① 无人机航拍监测

定期对矿区进行无人机航拍，获取矿区正射影像和三维地形模型，通过对比不同时相的影像数据，定量评估各工程单元的面积变化、地形改变及植被恢复效果。本方案编制期间已采用无人机航拍完成矿区现状调查，技术路线成熟。

② 地面实测监测

在复垦修复区选择代表性样地，通过实地布设调查样方和采集土壤样品，定期监测复垦土地的土壤质量、植被覆盖度、群落高度等指标。上述方法已在矿区现状调查中得到应用，技术路线明确，矿山现有技术人员可独立完成。

（4）水土环境污染监测技术可行性分析

水土环境污染监测是评估矿山生产生活对周边环境影响的必要手段。主要采用定期定点取样与实验室分析相结合的方法。

① 土壤环境监测

在矿区工程单元如尾矿库、工业场地及主要沟谷布设土壤取样点，定期采集土壤样品，检测 pH 值、重金属含量等指标，与矿区土壤环境本底值进行对比分析。

② 水环境监测

在含水层监测的基础上，同步在矿区附近饮用水源井设置地下水取样点，定期采集水样，检测水质指标。

上述取样和分析方法均有成熟的国家标准和行业技术规范，检测工作可委托具有 CMA 资质的专业机构承担，监测数据的准确性和公正性有保障。

（5）监测基础条件可行性分析

矿山自取得采矿权以来，已断续开展多年地质环境监测工作，建立了包括地面变形监测点、地下水监测点、地形地貌及土地资源监测点在内的初步监测网络，积累了连续多年的监测数据，为本方案编制的现状评价和问题诊断提供了基础资料。矿山设有专门的地测部门和专职测量人员，配备了全站仪、水准仪等必要的监测设备，具备独立开展常规地形测量的能力。对于专业性较强的地下水水质分析、土壤

检测等工作，可委托具有相应资质的专业机构承担。

综上所述，本矿山监测技术体系技术成熟，监测指标明确，设备与人员基础扎实，监测网络可在现有基础上进一步完善和优化，监测技术完全可行。

5、地质环境治理经济可行性分析

矿山地质环境防治各项措施均为矿山土地复垦与生态修复领域的常规工程，施工工艺成熟，经济投入相对较小。矿山企业作为生态修复责任主体，已将生态修复费用纳入企业生产规划和年度预算，并按照《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然资字〔2026〕69 号）的规定设立了矿山生态修复治理恢复基金专户，保障了修复资金来源的稳定性和可靠性。

矿区生态修复治理工程的实施，将有效改善矿区生态环境质量，减轻对地形地貌景观的破坏，恢复土地的生产生态功能，具有显著的生态效益和社会效益。良好的生态环境有利于和谐矿区建设，符合可持续发展政策要求，其综合效益是可观的。

（二）矿区土地复垦技术经济可行性分析

1、矿区土地复垦技术可行性分析

（1）工程技术措施分析

根据前文土地损毁问题诊断评价结果，三区预测塌陷区、3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、四区预测塌陷区、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区3号井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库及矿区道路等等对土地资源造成了损毁，表层土壤结构被破坏，对损毁区域进行修复的主要工程为土壤重构、植被重建。

其中土壤重构工程针对表层土壤破坏的区域主要措施为覆土工程，满足植被生长条件的土壤重新覆于地表，并对土层进行施肥，有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境，创造植被恢复的条件。

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

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

（2）生物化学措施分析

矿区复垦区土体结构松散、有机质含量偏低、保水保肥能力较弱，需配套生物与改良化学措施改善土壤理化性质、提升土壤肥力，保障植被稳定恢复。复垦过程中采用机械翻耕、土壤疏松等物理措施，破除土壤板结结构，改善土壤孔隙度、透气性与透水能力，促进土壤微生物活动；通过施加有机肥、腐殖土配施等培肥措施，补充土壤有机质，提升土壤养分含量，改善贫瘠土体结构。同时结合区域气候及土壤条件，优选耐旱乡土植物进行种植，整体生物、土壤改良措施适配性高、操作简单、生态效果稳定，符合矿区植被恢复与土壤修复技术要求，技术可行、经济合理、适用性强。

（3）水土资源条件分析

① 水资源条件分析

A.复垦需水量

本复垦责任区总复垦面积200.2906hm²，复垦单元以林地、草地为主，根据《内蒙古自治区行业用水定额》（DB15/T 385-2025）6.4生态用水定额，赤峰市75%水文保证率下矿山复垦生态灌溉定额为147m³/亩，折合为2200m³/hm²，则矿山灌溉总需水量为440639.32m³/a。

B.水源供应分析

矿山近十年平均降水量为***mm，则矿区年降水总量为***m³/a；矿区地下水储量充足，同时矿区周围第四系孔隙水、基岩裂隙地下水、岩溶水等地下水水质良好，可作为复垦植被浇灌、生态养护的备用水源。水源供给能力远满足灌溉用水需求，水源保障程度高。各项节水与地下水保护措施成熟可靠，用水条件可行。

② 土资源条件分析

A.复垦需土量

评估区复垦责任区面积 3554027m²，其中预测地面塌陷区治理面积按 1%计，面积为 15668m²，恢复林地覆土厚度本方案按 0.5m 计，复垦草地覆土厚度按 0.3m 计，合计共需覆土 618796m³（需求量见表3-66）。

表 3-66　复垦需土量计算表

B.土源供应分析

因矿山需要土方量较大，加之矿山所处位置生态环境较为脆弱，评估区范围内土地贫瘠，部分地区水土流失严重。矿区范围区域整体土层厚度较小，且土壤层以砂壤质、粘质为主，小部分区域为壤质，不能满足取土需求，因此本次设计外购土源对矿山各场地进行覆土，则购买土方总量 618796m³。经实地调查，外购场地选择评估区权属村克什克腾旗同兴镇四义号村集中取土处，取土前聘请具有相关检测资质单位对土壤取样化验，证明该场地土壤无污染后，方可满足土方需求量。

2、矿区土地复垦经济可行性分析

本矿区生态修复土地复总投资费用为 6162.8 万元，矿区土地复垦各项费用主要包括土壤重构、植被重建和地貌重塑三部分，施工技术成熟、工程造价可控。矿山生产期内同步实施生态修复工程，修复费用的年度分摊合理。矿山企业已设立生态修复基金专户，按规定足额计提矿区生态修复费用，资金来源有可靠保障。

综上，矿区土地复垦经济可行性良好，矿山具备充足的经济承受能力。

（三）矿山生态修复技术经济可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

矿区植被恢复的目标是将各损毁单元的植被覆盖度恢复至接近周边未扰动区域水平（约 70～80%），重建与区域典型草原生态系统相协调的植物群落。根据矿区植被调查结果，周边自然植被以羊草、冰草、披碱草、针茅等旱生草本植物为主，灌木以山杏、榛、小叶锦鸡儿为主，乔木以油松、落叶松为主。植被恢复须选择乡土物种进行群落重建。

（1）物种选择

植被恢复推荐物种包括：

① 草本植物：羊草、冰草、披碱草、针茅、狗尾草等当地优势草种；

② 灌木植物：山杏、榛、小叶锦鸡儿等耐旱灌木。

③ 乔木植物：油松、落叶松等本土乔木

上述植物物种均为矿区所在区域实地调查的乡土植物，在周边未扰动区域广泛分布，种源获取方便，可通过采集当地野生草种或从正规草种供应商采购获得，种源保障不存在障碍。

（2）植被恢复技术措施

草地恢复采用人工播种方式，播种前清除地表碎石和杂物，翻耕松土后撒播草籽，播种量约50kg/hm^2，播种后轻度覆土镇压。乔木、灌木恢复采用植苗穴播造林方式，造林前清理有碍于苗木生长的地被物，结合蓄水保墒需要，耕翻土壤和准备栽植穴，栽植前对根系进行消毒，灌木株行距2m×2m，乔木行距3m×3m，栽植后浇定根水。上述技术均为矿山土地复垦和生态修复领域的常规措施，施工工艺成熟，矿山前期已在部分治理单元积累了草地播种和乔木及灌木栽植的实践经验。

（3）植被恢复条件适宜性

矿区多年平均降水量392.31mm，属于旱作农业和草原植被的适宜降水区间，能够满足旱生草本、耐旱灌木和乔木的正常生长需求。矿区土壤质地以粉壤质为主，有机质含量中等，复垦覆土后经适当培肥改良即可为植被生长提供良好的土壤基质。

综上，植被恢复技术成熟、种源充足、自然条件适宜，技术可行性良好。

2、土壤修复技术可行性分析

（1）客土覆盖与土壤改良

矿区周边广泛分布第四系松散堆积物，土源充足。客土质地以壤质为主，与矿区土壤类型一致，覆土后能够与周边土壤环境自然融合。覆土后可适量施用有机肥或复合肥加速土壤熟化。上述土壤重构技术在国内外矿山复垦中广泛应用，技术成熟度较高。

（2）土壤污染风险控制

根据本次调查土壤取样结果检测分析结果，各取土点位均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB

36600-2018）筛选值要求。矿山未来开采期废石全部用于井下充填，选矿废水闭路循环不外排，尾矿库按规范防渗设计，对土壤的污染风险较低。复垦后的土壤环境质量能够满足林地、草地的使用功能要求。

综上，矿区土壤恢复技术成熟，土源充足，土壤污染风险可控，技术可行性良好。

3、生物多样性恢复技术可行性分析

（1）植物多样性恢复

植被恢复采用乔灌草多物种混合配置模式，草地实施混播草籽，灌木选用山杏，乔木选用油松，构建多层次复合植物群落。初期草本混播物种不少于3～5种，灌木配置山杏，搭配乔木油松，形成乔灌草立体群落结构。随着时间推移与自然演替，周边原生植物种子通过风力、动物等途径自然迁入复垦区域，植物物种多样性将逐步提升，群落结构持续趋于复杂化、稳定化。

（2）动物栖息地重建

复垦区植被恢复后，草地、灌丛和乔木为田鼠、草兔等小型哺乳动物提供栖息和觅食环境，吸引喜鹊、麻雀等鸟类回归。矿区开采期间的生产噪声和人员活动对野生动物有一定驱离效应，闭坑后随着人类活动干扰的减弱，野生动物将逐步恢复在复垦区的正常活动。矿区周边广阔的自然草原为野生动物提供了充足的替代栖息地，不会因局部的复垦滞后而造成种群数量的显著下降。

（3）土壤微生物群落恢复

矿区植被恢复工程实施后，随着乔木、灌草、草本植被的逐步定植与持续生长，植被枯落物、根系分泌物不断归还土壤，持续补充土壤有机质与营养物质，为土壤细菌、真菌、放线菌等各类微生物生长繁育提供充足养分与稳定生存环境。同时，植被根系的固土、疏松作

用逐步改良土壤理化性质，改善土壤通气、透水及保肥能力，弱化采矿扰动带来的土壤贫瘠、板结等问题，为微生物群落的修复与重构创造良好条件。随着复垦年限增加，复垦区土壤生境持续稳定、植被群落日趋完善，土壤微生物群落结构将逐步趋于复杂化、稳定化，菌群丰度、多样性及活性稳步提升，土壤物质循环、养分转化及固碳保肥能力逐步恢复，实现土壤生态系统的良性演替。依托周边原生草原土壤的自然修复基底，结合人工植被复垦的辅助作用，复垦区土壤微生物群落可逐步趋近周边自然未扰动区域水平，不会出现土壤生态功能退化问题，为矿区整体生态系统稳定恢复提供重要的土壤生物支撑。

综上，矿区生物多样性恢复的技术措施以植被重建为基础，结合自然演替和人工辅助措施，技术可行性良好。

4、水土流失恢复技术可行性分析

（1）工程措施

植被恢复是控制水土流失最根本、最持久的措施。复垦区植被恢复后，地表植被覆盖度逐步提升，植物根系固持土壤，地表枯落物增加土壤入渗、减少地表径流冲刷，可有效降低土壤侵蚀强度至接近周边自然植被覆盖区的水平。

（2）临时措施

复垦施工期间的裸露坡面可采用草帘覆盖或临时播撒草籽等临时防护措施，减少施工期的水土流失量。

综上，通过工程措施和临时措施的综合运用，复垦区水土流失可得到有效控制，技术可行性良好。

5、水环境污染防治技术可行性分析

（1）生产废水循环利用

生产废水主要为选矿用水，选矿废水经尾矿库澄清后循环利用，

形成闭路循环，不新增废水排放源。

（2）生活污水处理

矿山配套建设地埋式一体化生活污水处理设施，处理能力不小于40m3/d，处理后的出水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）标准，全部回用于矿区绿化和复垦区灌溉，不外排。

（3）尾矿库渗滤液控制

尾矿库废水经处理后回送选矿厂循环使用，库区设有防渗墙等防渗措施，尾矿废水不渗漏，不会对地下水水质产生污染物，

综上，矿区在复垦期和闭坑后各类废水均不外排，尾矿库防渗措施到位，水环境污染防治技术可行。

6、矿区生态系统恢复经济可行性

矿区生态恢复费用主要包括植被重建费用、土壤改良费用和监测管护费用。其中植被重建和土壤改良费用已在土地复垦经济可行性分析中一并考虑，监测管护费用主要包括地表移动变形监测、地下水监测、土壤环境监测和植被恢复监测，以及复垦区植被补植补种、病虫害防治和灌溉养护等管护费用。

矿山设有专门的地测部门和专职测量人员，可独立完成地表位移测量、地下水位观测等常规监测工作，相关人力和设备费用已纳入矿山生产成本。地下水水质检测和土壤环境质量检测委托具有CMA资质的专业检测机构承担，费用可控。

矿山经济效益良好，矿区生态恢复年均费用占矿山年利润比例极小，企业具备充足的经济承受能力。加之矿区生态修复治理恢复基金的提取使用，矿区生态恢复经济可行性良好。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

本次矿区生态修复治理参照生态系统选取，综合考虑矿区环境现状、区域生态系统自然演替规律、立地条件及气候特征，遵循因地制宜、贴近原生的选取原则，选取矿区周边未受采矿扰动、人为干扰程度极低、结构完整、功能稳定的原生生态系统作为修复参照体系。结合矿区及周边实际生态分布情况，项目区原生生态系统主要包含森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统三大类型。以上三类生态系统为区域自然演替形成的稳定原生植被群落，可真实反映项目区最优生态本底条件，能够作为矿区受损生态系统植被重建、土壤改良、生态结构修复及生态功能恢复的基准参照，为矿山生态修复目标制定、方案实施及治理效果评估提供科学依据。

1、参照生态系统概况

（1）森林生态系统

原生森林生态系统主要分布于矿区周边山地中上部，整体地形坡度 5°～25°，地形完整性与稳定性较好，地质灾害与水土流失风险较低。区域森林土壤有效土层厚度可达 60～100cm，土体结构完整、腐殖质层发育优良，无侵蚀、污染及退化问题，土壤整体呈中性偏弱碱性（pH7.0～7.5），水肥储备能力突出，其中有机质含量***g/kg、全氮***g/kg、有效磷***mg/kg、速效钾***mg/kg，为本区域土壤养分最优水平。森林群落层次结构完整，包含乔木、灌木、草本及枯枝落叶多层结构，生物多样性丰富，以白桦、落叶松为优势乔木，山杏、榛子为主要林下灌木，羊草、针茅、苔草为草本优势种，适配当地寒温带气候条件。原生森林群落自然稳定植被覆盖度可达 75%～85%，林下植被茂密，枯枝落叶层厚度均匀（3～5cm），地表覆盖完整。

该生态系统作为矿区周边核心生态屏障，综合具备极强的水源涵养、水土保持、坡面固土能力，同时具备良好的固碳释氧、空气净化、局地小气候调节及生物多样性保育功能，生态稳定性与自我修复能力极强，植被自然恢复率可达 85%～90%。

（2）灌丛生态系统

灌丛生态系统为矿区周边山地森林与草地之间的过渡型生态群落，主要分布于山地坡地、林缘过渡带及沟谷两侧，分布地形坡度区间集中在 15°～35°，地形起伏相对偏大、坡面破碎度略高，抗风蚀与水蚀能力中等。灌丛土壤有效土层厚度 30～60cm，质地多为砂壤土，结构偏松散，腐殖质发育弱于森林土壤，整体呈弱碱性（pH7.5～8.0），土壤养分处于区域中等水平，其中有机质含量***g/kg、全氮***g/kg、有效磷***mg/kg、速效钾***mg/kg，土壤通透性能良好，无采矿污染与重度侵蚀退化现象。群落结构以灌木层为主体，搭配多年生本土草本植物，物种丰富度适中，优势物种为山杏、榛子、锦鸡儿、绣线菊、荆条等耐旱耐瘠灌木，伴生针茅、冰草、蒿类草本，整体抗逆性强，适配山地坡地立地条件。自然状态下灌丛生态系统植被覆盖度稳定在 55%～65%，灌木连片生长、草本填充林下空地，仅局部陡坡存在少量裸土斑块。该类生态系统是矿区山地重要的生态缓冲体系，主要发挥坡面固土、水土保持、防风固沙作用，可有效缓解坡地水土流失，同时承担衔接生态格局、维持区域生物多样性、调节局部小气候的生态功能，自然演替能力中等，植被自然恢复率可达 70%～75%。

（3）草地生态系统

草地生态系统是矿区周边分布最为广泛的原生生态类型，主要发育于平缓山地台地、缓坡滩地及沟谷平缓区域，整体地势开阔平整、起伏均匀，地形坡度为 0°～15°，地表完整性较好。区域草地土壤以

典型有效土层厚度仅 15～30cm，土质偏砂、结构简单，有机质积累速度慢，整体呈弱碱性（pH8.0～8.5），有机质含量***g/kg、全氮***g/kg、有效磷***mg/kg、速效钾***mg/kg，保水保肥与抗冲刷能力偏弱，自然条件下易发生轻度风蚀、水蚀，具备典型山地草原贫瘠化土壤特征。草地群落结构简单规整，以多年生耐寒、耐旱本土草本植物为绝对主体，极少分布乔灌植物，优势物种为羊草、针茅、冷蒿、冰草及碱草，适配区域高寒、干旱、多风的气候特征。自然原生状态下草地植被覆盖度稳定在 45%～55%，草本连片均匀覆盖，地表裸露范围小，群落整体结构稳定。该生态系统是矿区平缓地貌的基础生态覆盖体系，核心功能为地表覆被、防风固沙、抑制土壤侵蚀，同时可涵养浅层土壤水分、维持草原生物群落多样性、调节局地小气候，对防控区域土地沙化具有重要作用，其自然修复能力一般、演替周期较长，植被自然恢复率为 55%～65%。

2、参照生态系统关键属性指标

结合矿区三类原生参照生态系统本底特征、矿山环境现状及自然演替规律，从地形坡度、土壤成分、植物物种、生态系统结构汇总区域未受损原生生态系统关键属性指标，为矿区受损生态系统修复治理、植被重建、土壤改良及修复效果量化评估提供标准化参照依据，具体参照指标见表3-67。

表 3-67　参考生态系统关键属性指标表

（二）矿区周边生态修复治理情况

1、周边矿山生态修复治理情况

本项目以“内蒙古维拉斯托矿业有限公司铜锌多金属矿”作为周边案例进行分析，与本矿山同位于克什克腾旗，生态环境相近；开采方式为地下开采，建设场地设置类似。矿山以往对矿区内部分场地根据实际情况开展了相应的治理复垦工作，取得了较好的效果。综上内

蒙古维拉斯托矿业有限公司铜锌多金属矿作为本矿山周边案例矿山参照及可比性较强，其部分场地已采取的措施及效果如下：

（1）副斜井工业场地

矿山对副斜井工业场地内西部废石堆 FS1 边坡进行修坡整形，见照片 3-21。

照片 3-21　副斜井工业场地内废石堆 FS1 边坡

（2）尾矿库路边废石堆存场

矿山对尾矿库路边废石堆存场进行了整形、覆土及整平、种草，见照片 3-22。

照片 3-22　尾矿库路边废石堆存场

（3）通风竖井工业场地

矿山对通风竖井工业场地内北东部值班室进行拆除、清运，场地内建筑仅剩余通风机房，并对场地北东部进行整平、覆土、种草，见照片 3-23。

照片 3-23　通风竖井工业场地北东部治理效果

经调查，案例矿山已完成修复区域地貌重塑效果较好，恢复植被选择草本种子撒播，根据现场植被恢复状况，可见羊草、大针茅及少量冰草，植被覆盖度约 25-35%左右，已达到周边原始地形地貌相协调。

2、生态修复措施有效性分析及可借鉴经验

矿山针对不同场地分区实施修复，对副斜井工业场地废石堆边坡开展修坡整形，对尾矿库路边废石堆存场进行整形、覆土与整平作业，有效规整了杂乱地形、消除了边坡坍塌及水土流失隐患，实现了扰动地貌的合理重塑；对通风竖井工业场地拆除清运废弃值班室、保留必要生产设施，并对裸露场地整平覆土，有效优化了场地土壤立地条件、厘清了生产与生态恢复分区。植被恢复方面，项目选用羊草、大针茅、

冰草等本地乡土草本植物进行撒播复绿，植被覆盖度达 25%-35%，有效抑制了区域风蚀、水蚀问题，恢复后的植被群落及场地地貌与周边原生自然环境协调统一，生态修复成效达标。

综合案例矿山治理经验，本项目可充分借鉴其分区施策、精准修复的治理思路，严格遵循“边破坏、边治理、边恢复”的矿山生态修复核心原则，对开采扰动、临时占用及暂时闲置的场地及时开展整治复绿工作，杜绝场地长期裸露荒废，优先清理废弃建筑物、规整扰动边坡与堆体地形，通过植被重建工作，兼顾生产运营与生态修复需求，全面提升矿山生态修复的科学性、适配性和实效性，保障修复成果稳定持久。

（三）矿区生态修复方向与目标

1、矿区生态修复目标

根据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）关于矿区生态修复目标的要求。结合本矿区的地质环境特征、土地损毁状况和生态本底条件，从地质环境防治、土地资源恢复和生态系统重建三个方面确定以下修复目标。

（1）地质环境防治目标

① 采空区稳定性目标：通过废石充填和近地表保安矿柱的双重保障，确保正常工况下地表不发生地面塌陷及地裂缝，地表变形以缓慢连续沉降为主，沉降量控制在安全允许范围内。

② 边坡稳定性目标：工业场地边坡通过削垫坡整形、植被防护等措施，边坡保持长期稳定，消除崩塌、滑坡等地质灾害隐患。

③ 含水层保护目标：通过充填采矿法措施，控制矿坑涌水量在预测范围内，矿区及周边居民饮用水源不受采矿活动影响。

（2）土地资源恢复目标

① 土地复垦率目标：对矿区损毁土地全面实施复垦，复垦面积与损毁面积相匹配，实现应复尽复。

② 土壤质量恢复目标：复垦场地有效土层厚度满足林地≥50cm、草地≥30cm 的要求，土壤有机质含量逐步恢复至矿区周边未扰动区域水平。

③ 土地利用功能恢复目标：复垦后土地恢复为林地或草地，重建土地的生产生态功能，修复后的土地利用结构与周边区域协调一致。

（3）生态系统重建目标

① 植被覆盖度目标：复垦完成后 3～5 年，植被覆盖度不低于 50%；最终植被覆盖度接近周边未扰动区域水平（约 70～80%）。

② 植物群落恢复目标：复垦区植物群落以当地乡土物种为建群种，物种组成逐步多样化，群落结构趋于稳定，具备自我维持和自然演替能力。

③ 生态系统功能恢复目标：复垦区生态系统逐步恢复水源涵养、土壤保持和生物多样性维护功能，生态服务功能接近周边未扰动区域水平，实现矿区与周边生态系统的融合。

2、矿区生态损毁单元复垦修复方向

（1）土地复垦适宜性评价

① 评价原则

A.符合国土空间规划，并与其他规划相协调

复垦修复应符合《赤峰市国土空间规划（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。

B.因地制宜、农用地优先的原则

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

宜渔则渔。

C.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。

D.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。

E.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。

F.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。

G.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 评价单元划分

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包括：三区预测塌陷区、3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、三区箕斗井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、四区预测塌陷区、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、原四区 3 号井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库及矿区道路等 21 个评价单元，在此，需要说明以下几项内容：

A.参考矿山附近同类金属矿山地面塌陷情况，同时结合开采方案的采矿方法，本方案选取塌陷区的破坏面积为预测面积的 1%，因此地面塌陷坑实际复垦面积按 15668m^2。

B. 根据尾矿库安全规程《中华人民共和国国家标准（GB39496-2020）》，对于尾矿库的选址、设计、建设以及后期的环境治理，采矿权人应按照相关部门要求单独进行相关方案的编制，采矿权人应在应急、生态环境主管部门验收合格的基础上进行土地复垦工程。

通过上述定性分析，可以确定土地复垦初步方向为林地、草地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度的发挥该复垦项目的综合

和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。评价单元的划分见表 3-56。

③ 评价指标

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

本方案选出 7 项参评因子，包括地形坡度、有效土层厚度、土壤有机质、土壤质地、损毁程度、降雨量、区位条件（道路设施）。各参评因素的分级指标见表 3-68。

表 3-68　拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

④ 评价方法

本次适宜性评价采用加权指数和法。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 3-69。

表 3-69　加权值与复垦方向对照表

⑤ 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 3-70。

表 3-70　各评价单元土地质量表

（2）土地复垦适宜性评价结果

根据评价单元土地质量，对照表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。各评价单见评价加权值及复垦方向见下表。

表 3-71　评价单元适宜性评价加权值及复垦方向

评价单位	加权值	复垦方向
三区预测塌陷区	2.15	草地
3-3#工业场地	2.5	草地
3-6#工业场地	2.3	草地
三区东风井	2.3	草地
三区西风井	2.3	草地
三区箕斗井	2.3	草地
3-1#选矿厂	2.5	草地
3-2#选矿厂	2.5	草地
3-1#尾矿库	2.15	林地、草地
生活区	2.5	草地
食堂	2.5	草地
门卫	2.3	草地
四区预测塌陷区	2.15	草地
主井工业场地	2.3	草地
副井工业场地	2.3	草地

评价单位	加权值	复垦方向
四区东风井	2.3	草地
新建四区西风井	2.3	草地
原四区 3 号井	2.3	草地
4-1#选矿厂	2.5	草地
4-1#尾矿库	2.15	草地
矿区道路	2.3	草地

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

表 3-72　土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	最终复垦方向	生物措施	面积（m^2）
三区预测塌陷区	草地	撒播草籽	12044
3-3#工业场地	林地	撒播草籽	105482
3-6#工业场地	草地	撒播草籽	3404
三区东风井	草地	撒播草籽	440
三区西风井	草地	撒播草籽	890
三区箕斗井	草地	撒播草籽	421
3-1#选矿厂	草地	撒播草籽	65089
3-2#选矿厂	草地	撒播草籽	16923
3-1#尾矿库	林地	种植乔木	26899
		种植灌木	61212
	草地	撒播草籽	1031228
生活区	草地	撒播草籽	4062
食堂	草地	撒播草籽	1104
门卫	草地	撒播草籽	1745
四区预测塌陷区	草地	撒播草籽	3624
主井工业场地	草地	撒播草籽	1411
副井工业场地	草地	撒播草籽	6253
四区东风井	草地	撒播草籽	1065
新建四区西风井	草地	撒播草籽	2367
原四区 3 号井	草地	撒播草籽	936
4-1#选矿厂	草地	撒播草籽	112946

评价单元	最终复垦方向	生物措施	面积（m^2）
4-1#尾矿库	草地	撒播草籽	421135
矿区道路	草地	撒播草籽	122226

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

依据土地复垦适宜性评价结果，确定复垦责任范围面积200.2906hm^2，拟恢复乔木林地2.6899hm^2、灌木林地6.1212hm^2、人工牧草地191.4795hm^2。复垦前后土地利用结构调整见表3-73。

表3-73　评价单元复垦修复前后土地利用结构变化统计表

（3）土地复垦质量控制技术要求

为确保复垦后土地达到可利用状态的技术保障。参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合本矿区各评价单元的复垦方向（林地、草地），提出以下质量控制技术要求。

① 地形地貌控制要求

复垦后的场地地形应与周边自然地形地貌相协调。各场地整平后的平台区域地面坡度宜控制在6°以下，排水通畅。对于工业场地边坡等场地，治理后坡度宜控制在30°以下，与周边自然山坡坡度协调过渡；场地边缘与周边自然坡面平滑衔接，不应形成陡坎或不自然的地形突变。

② 土壤质量控制要求

复垦场地覆土厚度应满足植被正常生长的最低需求，根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）对复垦为林地和草地的土地质量要求，结合本矿区的气候条件、土壤本底特征及地区复垦经验，

提出以下控制标准：

A.覆土厚度：复垦为林地的区域，有效土层厚度不小于 50cm；复垦为草地的区域，有效土层厚度不小于 30cm。

B.土壤质地：覆土土源宜优先选用矿区基建期剥离保存的表土，表土不足时从矿区周边合法取土场获取客土。覆土质地以壤质为宜，不应含有粒径大于 5cm 的碎石块，碎石含量不应超过 10%。

C.土壤改良：覆土后可根据土壤肥力状况适量施用有机肥或复合肥，加速土壤熟化过程。复垦初期可种植豆科植物进行生物固氮，提升土壤氮素含量。

D.植被恢复控制要求

植被重建应优先选择矿区所在区域的乡土植物物种，形成“灌－草”结合的稳定植物群落。根据矿区植被调查结果，植被恢复推荐物种如下：

a.草本植物：羊草、披碱草、针茅、糙隐子草、冰草、达乌里胡枝子、委陵菜、蒲公英、冷蒿、沙蒿、青蒿等当地优势草种。

b.灌木植物：榛、山杏、小叶锦鸡儿等耐旱灌木。

植被恢复的初期目标为:结合矿区生态修复实际,复垦完成后 3～5 年，植被覆盖度不低于 50%。最终目标为：植被覆盖度接近周边未扰动区域水平（约 70～80%），群落物种组成以当地原生草原植物为主。

三、边开采、边修复可行性分析

（一）矿山开采方案及开采进度与生态修复时序的衔接分析

1、开采范围与修复区域的空间适配

根据《开采方案》中明确的场地位置等核心参数，初步划定“开采区－待修复区－已修复区”的分区边界。本矿山开采方式为地下开

采，矿山前期可按矿山采掘计划同步规划地形地貌景观监测等工作，从而避免后期施工冲突。

2、开采进度与修复节奏的时间同步

根据《开采方案》中明确的设计开采年限、设计生产规模，为项目区生态修复制定阶段目标。根据与矿业权人沟通，矿山分为生产期及管护期，在生产期要对生产完成的采空区及时进行充填，并对后期不在利用的场地及时进行地貌重塑、土壤重构、植被重建等，将避免修复滞后于开采过多。

（二）生态修复治理的技术方法分析

1、开采流程的修复嵌入

地下开采“建井（现状已完成）→废石排放→井下巷道开拓（现状已完成）→矿石运输→废石及夹石集中堆存→尾矿集中排放至尾矿库”流程中，可在开采环节同步开展矿山采空区井下充填工程，实现“边开采、边修复”。

2、开采后续流程的废弃物资源化支撑

① 地形重塑技术方面

针对已开采形成的场地，开采结束后对场地进行回填、封堵、拆除、清运修复，实现边开采边修复。

② 土壤重构技术方面

对地貌重塑完成的场地进行覆土后实施培肥工程，可对修复后的单元实现土壤重构。

③ 植被重建技术方面

植被选择遵循“适地适树”原则，实行“栽植乔木、栽植灌木、混播种草”并选择适宜的草本苗木规格，可显著增加生态修复效果。

（三）边开采、边修复可行性综合分析

1、技术可行性分析

矿山在开采过程中及时对采空区进行充填，实现对采空区的随采随填与地表变形的动态控制；依托开采废石、尾砂等就地资源化利用，可同步开展土壤重构、边坡加固与植被恢复等地表修复工程。通过“开采-监测-修复”一体化设计与分阶段实施，既能从源头控制地质灾害与生态破坏，又可通过固废资源化利用降低修复成本，符合绿色矿山建设与全周期生态管控的技术路径，在具备配套工艺设计、监测预警体系与管理机制的条件下，技术上完全可行。

2、经济可行性分析

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

3、生态可行性分析

同步修复能最大限度减少地表裸露时间，降低水土流失、扬尘污染等生态风险，维护区域生态系统的连续性与稳定性。

第三节　生态修复分区及修复时序安排

一、矿区生态修复分区

（一）分区依据与原则

矿区生态环境具有自然、社会和资源三重属性，因此，矿区生态修复分区原则首先要坚持“以人为本”，根据矿山开发生态环境影响程度级别，充分考虑地质环境影响、土地损毁、生态受损与退化等现状和预测评估情况，结合矿山生产影响对象的重要程度及造成的损失大小，按照危害程度、轻重缓急，对矿区生态修复的问题分期、分阶段治理，进行分区、规划。

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、土地只有损毁程度、生态系统受损程度等，根据矿山开采设计、规划、矿区地质环境及生态环境问题的类型、规模和危害程度，矿区生态修复分区遵循以下原则：

① 矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；

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

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

④ 坚持“就大不就小、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。

（二）分区结果

根据上述原则，将矿区21个评价单元各自划分为独立的生态修复分区。考虑场地损毁地类、周边植被类型及治理后地形地貌，各分区总复垦方向为林地和草地。各修复分区的单元组成、存在问题、损毁面积、复垦方向及综合评价结果详见表3-74。

表 3-74　矿区生态修复分区特征表

（三）生态修复区拐点坐标

依据矿区总平面布置图和各工程单元的用地边界，圈定各生态修复分区的拐点坐标见表 3-75。

表 3-75　矿区生态修复分区主要拐点坐标表

二、修复时序安排

经现场调查了解，矿山前期已生产数年，现状已形成完善生产系统，根据《开采方案》平面布置情况，现状工程已满足生产需求，无需拟建任何工业场地。

内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿土地损毁环境和时序主要为生产期一个阶段，根据“边开采、边修复”原则，将整个矿区生态修复工程划分为两个阶段，生产期和终采后的修复与管护期，生产期（2026 年 1 月-2051 年 12 月），终采后的修复与管护期（2052 年 1 月-2055 年 12 月），矿区生态修复时序表见表 3-76。

表 3-76　矿区生态修复分区实施时间表

序号	生态修复单元	损毁面积（m^2）	损毁时期	稳定时限	修复时期	修复时限	管护时限
1	三区预测塌陷区	1204390	生产期	地表变形监测稳定	生产期、终采后的修复与管护期	2026 年-2055 年	治理后至 2055 年
2	3-3#工业场地	105482	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年
3	3-6#工业场地	3404	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年
4	三区东风井	440	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年
5	三区西风井	890	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年
6	三区箕斗井	421	前期已损毁	已稳定	生产期	2026 年-2028 年	治理后至 2055 年
7	3-1#选矿厂	65089	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年
8	3-2#选矿厂	16923	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年
9	3-1#尾矿库	1119339	前期已损毁	闭库验收合格后	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至 2055 年

序号	生态修复单元	损毁面积（m^2）	损毁时期	稳定时限	修复时期	修复时限	管护时限
10	生活区	4062	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
11	食堂	1104	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
12	门卫	1745	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
13	四区预测塌陷区	362399	生产期	地表变形监测稳定	生产期、终采后的修复与管护期	2026 年-2055 年	治理后至2055 年
14	主井工业场地	1411	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
15	副井工业场地	6253	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
16	四区东风井	1065	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
17	新建四区西风井	2367	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
18	原四区 3 号井	936	前期已损毁	已稳定	生产期	2026 年-2028 年	治理后至2055 年
19	4-1#选矿厂	112946	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
20	4-1#尾矿库	421135	前期已损毁	闭库验收合格后	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年
21	矿区道路	122226	前期已损毁	已稳定	终采后的修复与管护期	2052 年-2055 年	治理后至2055 年

第四节　采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地与复垦修复安排

（一）采矿用地情况

（1）已批准用地情况

根据矿山提交的相关资料，矿山严格按照自然资源管理相关规定，依法依规申请办理国有土地使用权证及不动产权证书，现已取得多宗国有土地权属证书，取得证书权利类型为国有建设用地，权利性质为出让，取得证书土地总面积为***㎡，权利人为内蒙古黄岗矿业有限责任公司单独所有，坐落位置为***，矿山现在无新增用地审批的土

地，已批准用地情况见表 3-77，已批准用地地块拐点坐标见表 3-78。

表 3-77　已批准用地情况说明表

表 3-78　已批准用地拐点坐标表

（2）拟申请用地情况

根据《开采方案》设计，现状地表工程建设单元已满足矿山生产建设需求，未来不再扩大场地单元及拟建地表工程。根据收集资料，矿山已取得的用地手续范围主要为3-3#工业场地、3-6#工业场地、3-1#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、4-1#选矿厂及 4-1#尾矿库。结合《开采方案》，需继续办理申请建设用地的工程单元包括三区东风井、三区西风井、3-2#选矿厂、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井及矿区道路等，现状三区箕斗井及原四区 3 号井不再继续利用，纳入近期（三年内）进行生态修复，不再为其办理建设用地手续。

表 3-79　拟申请用地情况说明表

表 3-80　拟申请用地拐点坐标表

（二）复垦修复安排

根据土地利用现状图，生态修复区损毁原土地利用类型为***。根据土地复垦适宜性评价结果，各生态修复分区复垦目标地类方向为乔木林地、灌木林地、人工牧草地。矿区生态修复目标及土地利用变化见表 3-81。

表 3-81　矿区生态修复目标及土地利用变化表

根据矿山实际开采情况和损毁土地类型及方式，考虑矿山生产利用场地情况，矿区用地与复垦修复计划见表3-82。

表 3-82　矿区用地与复垦修复计划表

二、复垦修复存量采矿用地

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、临时用地复垦

本方案不涉及到临时用地。

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）矿区及周边需要保护的敏感目标

经现场调查及与克什克腾旗自然资源局核实，该矿区周边无需要保护的耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标。

矿区涉及内蒙古黄岗梁国家森林公园***公顷，2024 年 10 月 15 日，国家林草局、自然资源部会同生态环境部、农业农村部等有关部门，组织开展了自然保护地整合优化工作，在各省级人民政府报送方案的基础上，形成《全国自然保护地整合优化方案》，并已通过部门联合审查，内蒙古黄岗梁国家森林公园整合优化结果为被并，调出面积***公顷。矿区范围内涉及的内蒙古黄岗梁国家森林公园全部调出。

本矿区紧邻黄岗梁国家级自然保护区缓冲区，缓冲区为核心生态敏感目标。

（二）敏感目标的保护措施

本次生态修复严格遵循“避让优先、多措减缓、兼顾生态与文化保护”原则落实分级防护措施。矿区与保护区边界设置 50m 原生隔离缓冲带，带内禁止土方开挖、渣土堆存等扰动工程；避让保护区汇水廊道与原生植被斑块；土方、爆破等高干扰施工避开野生动物迁徙繁殖期；严控施工扬尘、噪声、夜间光污染，建立野生动物应急救护机制。植被重建全部选用黄岗梁乡土物种，恢复森林草原原生群落；同步保护本地草原种质资源，保留传统生态通道。交界区域布设生态长期监测点位，定期与保护区管理部门共享监测成果；修复全过程接受保护区主管单位监督，同步实施边界生态提质修复，构建连通性生态

缓冲廊道，最大限度降低矿区修复对缓冲区生态系统的负面影响。

二、表土剥离与植被移植利用

依据《开采方案》，矿区现状工程场地已满足生产需求，无拟建场地，无需进行表土剥离及植被移植。

三、相关协同措施

为全面防范与协同治理矿产资源开发活动可能引发的各类风险，矿山企业应依据应急管理、生态环境、水利、林业和草原、农业农村等相关部门及地方人民政府的监管要求与技术标准，同步开展以下必要的预防控制、修复治理与综合利用工作：

1、采空区冒落的处置（含采空区充填）

矿山企业应按照应急管理部门的要求对形成的采空区进行及时处理，实施采空区充填，严格按照批准的矿山开采设计与安全设施设计进行开采。按照自然资源主管部门的要求实施监测工程，预防地质灾害发生。

2、矿山突水淹井与采场防洪

矿山企业应按照应急管理部门的要求建立并执行井下探放水制度，坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”原则。矿山应配备充足的排水设备与备用电源，确保排水能力满足最大涌水量要求。制定并演练矿井水害应急预案。

同时矿山企业应按照水利部门的要求编制并落实矿山防洪规划。要求工业场地设置完备的外围截洪沟和内部排水系统，确保设计防洪标准，防止山洪灌入工业场地。对影响行洪通道的矿山工程，责令整改。

3、尾矿库尾砂处置与尾矿坝安全

对运行期的尾矿库，矿山企业应按照应急管理部门要求设计进行

尾砂排放、筑坝和监测，定期进行安全评价。对停用和闭库的尾矿库，矿山应按《尾矿库安全规程》完成闭库设计与施工，确保坝体稳定、排洪系统完好，并落实闭库后的安全管理责任。强制推行尾砂综合利用，从源头减少贮存量。

同时为防止尾矿库渗滤液污染地下水和周边土壤。矿山应按照生态环境部门要求对尾矿库下游及周边进行地下水监测。闭库时，需按规范进行封场覆盖与生态修复，防止扬尘和污染扩散。

4、水土流失防治

矿山企业严格按照批复的水土保持方案，落实各项水土保持措施。在基建期和生产期，同步实施拦渣工程（如拦渣坝）、边坡防护工程、土地整治工程、排水工程（如截排水沟、沉沙池）和植被恢复工程。对造成水土流失的违法行为进行查处，并责令限期治理。

3、平硐封堵

矿山在闭坑时，应按照应急管理部门的要求及相关技术规程，依据矿山安全设施设计和闭坑设计，对所有井口、硐口进行永久性安全封堵。封堵工程通常采用混凝土浇筑。封堵完成后，需经安全主管部门现场核查验收。

4、环境污染的预防措施

（1）水土环境污染的预防控制任务：提高矿山废水综合利用率，扬尘通过定期洒水，有效抑制粉尘扩散。

（2）固体废弃物处理：矿山开采产生的废石可直接用于采空区回填。矿区产生的废弃物主要为矿山职工生产生活垃圾，针对此类废弃物，建立定期清运机制，由专人负责收集、分类整理，定期转运至当地市政垃圾处理厂进行集中无害化处理，确保生产生活垃圾不随意堆放、不造成周边环境污染。严格遵循“减量化、资源化、无害化”三

大核心原则，贯穿固体废弃物产生、收集、储存、处置及利用的全过程。无害化方面，针对不同类型废弃物分类妥善处置，对于无法资源化利用的废弃物，严格按照环保标准采取合规处置方式，生活垃圾依托市政垃圾处理体系实现无害化处理，避免各类固体废弃物对土壤、水体、大气造成二次污染，确保固废处置符合矿区生态修复及环保监管要求。

综上所述，矿山在按照自然资源主管部门做好相应生态修复工作的同时，还应按照应急管理等部门的要求，完成采空区稳定性评估与充填治理工程，做好尾矿库坝体安全监测与闭库治理工作；按照生态环境部门的要求，实施废气、废水、噪声与固体废物污染防治工程，完成受污染土壤风险评估与修复工作；按照水利部门的要求，实施水土保持综合治理工程，做好截排水、拦挡与植被恢复工作。按照水利、生态环境部门的要求，推进固体废物资源化利用工程，做好废石、尾砂综合利用工作；按照林业和草原、农业农村等部门的要求，完成土地整治与植被恢复工程，做好生态系统重建工作。

第二节　修复措施

一、地貌重塑

1、回填

对达到稳定状态的塌陷坑、井（硐）井筒、巷道进行回填，回填过程中大块废石置于下部，小块或碎石土等覆盖于上部。回填物源主要为废石、建筑固废，选取细颗粒排弃物，采取机械拉运，人工填充的方法。回填过程中分层应用木杠或夯石分层捣实，从周边向中心逐步回填，尽量减少机械作业产生新的环境问题。

2、封堵

矿山在闭坑时，应按照应急管理部门的要求及相关技术规程，依据矿山安全设施设计和闭坑设计，对所有竖井井口、平硐硐口进行永久性安全封堵。封堵工程通常采用混凝土浇筑。封堵完成后，需经安全主管部门现场核查验收。

3、拆除

对矿山建筑物进行拆除，以及地表硬化层等废渣进行剥离，拆除后利用自卸汽车装运，清理出来的砌体、混凝土及废渣到指定的弃渣场统一处理。

4、清运

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

5、修坡整形

对场地高陡边坡进行修坡整形，使边坡降缓坡度，使整形后边坡角度≤25°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。

6、石方整平

对回填后的塌陷坑进行石方整平，采用机械配合人工进行地表找平、压实修整，清理场地松散浮石与堆积杂物，对高低错落区域进行削高填低、平整处理，保证回填场地地表平整密实、坡面规整，与周边地形顺畅衔接，杜绝凹凸、陡坎及松散堆积现象。

二、土壤重构

（一）翻耕

针对土壤板结的复垦区域，采用翻耕方式处理板结土壤基底，破除板结层，提升土壤孔隙度与渗透性能，为后续覆土融合或直接播种营造疏松的土壤环境；翻耕深度 15-20cm，清除地表大块土块、石块，

保持地表基本平整、无明显沟垄起伏，实现“上虚下实”、土粒细碎均匀的效果。

（二）覆土

土源选择外购，用自卸汽车运至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地上，拟复垦林地的场地覆土厚度≥0.5cm，拟复垦草地的场地覆土厚度≥0.3cm。经过治理措施后，表土层能够满足植被生长。

（三）培肥改良

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15t，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。

三、植被重建

（一）植被种类选择

根据矿区植被调查结果，优先选择耐干旱、耐贫瘠、根系发达、易成活的本地乡土植物。

1、草本植物选择

（1）建群种及优势种：羊草、披碱草、糙隐子草、冰草、针茅。上述物种为矿区所在典型草原亚带的地带性植被建群种，具有抗旱、耐寒、耐牧等特性，是植被重建的核心草种。

（2）伴生种：冷蒿、黄花蒿、狗尾草、蒲公英等。用于增加群落物种多样性，提高群落的稳定性和抗逆性。

2、灌木植物选择

主选山杏，备选榛、小叶锦鸡儿。上述灌木为矿区周边分布的耐旱灌木，根系发达，固土能力强，适合在边坡和平台边缘营造水土保持林带。

3、乔木植物选择

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

根据以上特点，确定本次植被恢复品种乔木选择松树，灌木选择山杏，草种选择羊草、披碱草、糙隐子草、冰草和针茅混合撒播。

（二）植被配置方案

1、“多草种混播”模式

适用于复垦为草地的单元。全部采用草本植物撒播，播种量50kg/hm^2。种子配比（重量比）为：羊草 15%、披碱草 15%、冰草15%、糙隐子草 15%、针茅 15%，其他伴生种 25%。

2、“灌木栽植”模式

适用于复垦为灌木林地的单元，植树全部采用穴状整地栽植，苗木要求二年生，裸根，苗高≥50cm；株行距 2m×2m，栽植采用坑栽，种植穴方形，树坑大小为 10cm×10cm×10cm，每穴 2 株，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

3、“乔木栽植”模式

适用于复垦为乔木林地的单元，植树全部采用穴状整地栽植，苗木要求二年生，裸根；株间距 3m×3m，栽植采用坑栽，种植穴方形，树坑大小为 50cm×50cm×50cm，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

表 4-1　各复垦单元拟选择植被配置表

复垦单元	面积（m^2）	拟选择植被配置模式
三区预测塌陷区	1204390	“多草种混播”模式
3-3#工业场地	105482	“多草种混播”模式
3-6#工业场地	3404	“多草种混播”模式
三区东风井	440	“多草种混播”模式
三区西风井	890	“多草种混播”模式
三区箕斗井	421	“多草种混播”模式

复垦单元	面积（m^2）	拟选择植被配置模式
3-1#选矿厂	65089	“多草种混播”模式
3-2#选矿厂	16923	“多草种混播”模式
3-1#尾矿库	1031228	“多草种混播”模式
	61212	“灌木栽植”模式
	26899	“乔木栽植”模式
生活区	4062	“多草种混播”模式
食堂	1104	“多草种混播”模式
门卫	1745	“多草种混播”模式
四区预测塌陷区	362399	“多草种混播”模式
主井工业场地	1411	“多草种混播”模式
副井工业场地	6253	“多草种混播”模式
四区东风井	1065	“多草种混播”模式
新建四区西风井	2367	“多草种混播”模式
原四区 3 号井	936	“多草种混播”模式
4-1#选矿厂	112946	“多草种混播”模式
4-1#尾矿库	421135	“多草种混播”模式
矿区道路	122226	“多草种混播”模式
合计	3554027	/

（三）植被重建方案

矿区气候属中温带半干旱大陆性季风气候，年均降水***mm，集中于 6～9 月，根据植物生长节律，合理安排播种与栽植时间，采取科学的整地、播种、栽植和初期养护措施，确保植被重建成效。

1、草地重建方案

（1）施工时间

播种时间应安排在5月中下旬至6月下旬的雨季来临前或降雨集中期进行，抢墒播种。也可在 4 月上旬土壤解冻后进行顶凌播种，利用返浆水分提高出苗率。

（2）播前整地

覆土陪肥完成后，采用旋耕机或圆盘耙对播种区进行浅层精细整地，深度 10～15cm，清除地表石块和杂物，达到地表平整、土块细碎、上虚下实的播种条件。整地完成后应随即播种，防止土壤跑墒。

（3）播种方法

草地恢复方案设计采用人工撒播方式。撒播时根据地块面积称量种子，分两次交叉撒播（第一次纵向，第二次横向），确保播种均匀，无漏播、重播。

（4）初期养护

播种后如遇持续干旱，利用矿山处理达标后的生活废水进行 1 次喷灌，灌水量约 120m^3/hm^2，以促进种子萌发和幼苗扎根。出苗后，对明显缺苗断垄的区域，应在当年秋季或次年雨季及时进行补播。相关植被养护工作列入管护期进行实施。

2、林地重建方案

（1）施工时间

栽植应在春季土壤解冻后至树木萌芽前（4 月上中旬）或秋季树木落叶后至土壤封冻前（10 月中下旬）进行。此时苗木处于休眠期，蒸腾量小，栽植成活率高。

（2）整地方式

采用穴状整地。灌木栽植穴规格为 10cm×10cm×10cm、乔木栽植穴规格为 50cm×50cm×50cm。挖穴时将表土和底土分开放置，捡除穴内石块和杂物。整地在栽植前一个月完成，以利于坑穴蓄水熟化。

（3）栽植方法

选用 1～2 年生、无病虫害、根系完好的I、II级壮苗。栽植前对过长、受损的根系进行修剪，并用生根粉溶液或清水浸泡根系 2～4 小时，蘸泥浆保湿。栽植时先将表土回填至栽植穴底部约三分之一处，放入苗木，使根系舒展，做到“三埋两踩一提苗”；

一埋：回填表土至穴深一半，轻提苗木使根系舒展，用脚踩实；

二埋：继续回填表土至穴口，再踩实；

三埋：表面覆盖一层虚土保墒，形成直径约 50cm 的集水盘。

栽植深度以苗木原土痕略低于地面 2～3cm 为宜。栽后立即浇足定根水，灌木每穴不少于 30L，乔木每穴不少于 40L。

（4）造林后管护

造林当年和次年，每年雨季前和雨季后各进行 1 次穴状松土除草，清除栽植穴周围 50cm 范围内的杂草，松土深度 5～10cm，避免伤及苗木根系。对死亡或生长不良的苗木，应在造林当年的秋季或次年春季用同龄壮苗进行补植，确保造林成活率达到 85%以上。相关植被养护工作列入管护期进行实施。

四、景观营造

（一）优化矿区景观格局

矿山工业场地前缘设有花坛，可选择低维护、抗逆性强的植物，比如以常绿、耐寒、抗污染的乔灌木作为骨架，如造型油松、榆树等，确保冬季也有绿意和形态。减少每年更换的频率和成本。

将矿区道路、工业场地、办公生活区、周边自然山体有机连接起来，形成连续的生态与视觉通廊，缓解工业场地的生硬感。

将矿区划分为“生态修复区、工业记忆区、综合服务区、自然缓冲区”等不同功能的景观板块，通过廊道网络实现功能互补与人流物流的有机组织。

（二）重建矿区植被群落

针对地下矿山以点状、线状扰动为主的特点，植被重建强调“精准修复、快速成景、与遗迹结合”。

1、差异化立地条件精准配植

通过“乔-灌-草”结合的植被重建方式，最大限度恢复周边天然草原群落的物种组成、垂直结构和季相变化，使人工重建群落在生态功能和视觉外貌上与区域景观基质协调一致。

1、应用范围

所有实施植被重建的修复单元。

2、技术路径与方法

参照周边草原的群落外貌，通过不同植被配置方案的组合运用，在修复区内形成“草地+灌丛+乔木”的复合景观，增强群落层次感。

（三）疏通矿区水系网络

1、排水系统生态化改造

将矿区原有的硬化排水明沟、暗渠改造为生态草沟或卵石渗渠，减缓流速，促进下渗和净化。在关键汇水节点设置沉淀池和渗滤池，去除悬浮物和部分重金属。

2、矿坑涌水与地下水景观化利用

对符合水质标准（尤其是中性矿坑水）的涌水，进行收集和导引，用于：营造景观水面、溪流或作为绿化灌溉水源。

若水量稳定、水质优良，可打造为水景核心，甚至开发冷水鱼类养殖等生态产业。

3、水安全与水文化结合

对存在酸性排水风险的区域，建设被动处理系统（如人工湿地），并将其设计为可见的、具有科普意义的生态净化展示景观。所有水景设计均与防洪排涝系统无缝衔接。

（四）文化功能重构与提升

1、绿色矿山建设的景观设置

将绿色技术可视化：对硐口的封闭工程设置标识标牌。

2、生态保护与修复

边生产边修复：对现状场地边坡进行修坡整形。

地貌景观协调：工业建筑、设施布局与周边自然环境相协调，通过绿化、美化措施，使矿区整体与周边景观融为一体。

3、企业管理规范化

标准化体系建设：建立涵盖安全、环保、质量、资源管理的一体化管理体系（如质量、环境、职业健康安全管理体系认证）。

数字化矿山建设：建立矿山资源储量、生产计划、安全监测、设备状态、环境数据的三维可视化综合管控信息系统，实现智能化管理。

规范经营与社区关系：依法经营，诚实纳税。建立矿地矛盾协调机制，定期发布企业社会责任报告，支持社区公益。

4、科技创新与智能化

研发投入：设立研发机构，持续投入，开展绿色开采、资源综合利用、节能减排等技术攻关。

智能矿山：推进采掘工作面智能化、生产系统自动化、固定岗位无人化、管理信息集成化建设，提升本质安全与运行效率。

5、节能减排高效化

能源管理：建立能耗核算体系，采用高效节能设备（如变频电机、高效风机），优化通风、排水、提升等系统运行，降低万吨原矿综合能耗。

水资源循环：建设矿区水循环系统，提高矿坑水、生产废水的复用率，减少新水取用量。

绿色矿山建设是一项系统工程，其终极目标是将传统的“资源攫取型”矿山，转变为在全生命周期内最小化环境足迹、最大化资源效益、最优化管理运营、最和谐社区关系的现代化企业。上述要求不仅

是国家与行业的强制性规范，更是矿山企业实现长远发展的内在要求和核心竞争力所在。

第三节　工程内容

本工程主要对矿区生态修复涉及的地貌重塑、土壤重构、植被重建和景观营建四大工程措施进行详细的单元工程设计。其中景观营建工程主要包括办公生活区庭院绿化、宣传栏建设。优化矿区格局、地貌景观衔接、植被群落调整等融入地貌重塑、土壤重构和植被重建工程中统筹实施，不再单独列项。

矿山上一阶段方案已完成了 3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区等单元的治理复垦。部分区域植被覆盖度低于预期，局部仍存在裸露，本方案在近期安排专项补充完善治理。

一、拟修复的生态单元

根据生态修复分区及修复时序安排，矿区共划分 21 个生态修复单元，按修复时序分为生产期和终采后的修复与管护期二个阶段。

（一）生产期

生产期若发生预测塌陷区发生塌陷，对沉稳后的塌陷区进行修复工程；生产期近期对三区箕斗井、原四区 3 号井进行修复治理；对上一阶段治理区进行补充完善治理，主要包括 3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区，治理后纳入本方案监测、管护体系。生产期修复单元主要为三区预测地面塌陷区、四区预测地面塌陷区、三区箕斗井、原四区 3 号井、3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区。

（二）终采后的修复与管护期

矿山正在新建充填站，新建充填站位于III区现状 3-6#工业场地措

施井（已废弃）井口东侧，场地已取得国有土地使用权证书，故 3-6#工业场地设计于闭坑后集中修复。闭坑后集中修复的场地包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库、矿区道路，共 17 个工程单元。

二、生态修复工程设计

（一）三区预测地面塌陷区

1、警示牌

为保证安全，对于进入预测塌陷区的各类道路及预测塌陷区内的工程场地设置警示牌，尽量使警示牌的警示效果更加明显，同时在预测地面塌（沉）陷区范围外 5m 处适当区域处设置警示牌，根据实际情况设置警示牌 23 块（警示牌位置坐标见表 4-2）。

表 4-2　警示牌位置坐标表

图 4-1　预测塌陷区设置警示牌示意图

2、回填

对达到稳定状态的塌陷坑实施回填措施，塌陷区总面积为 1204390m^2，最大下沉值为 51.13m，结合《开采方案》采矿方法，本方案选取塌陷区的破坏面积为预测面积的 1%，塌陷坑面积为 12044m^2，塌陷深度按照最大塌陷深度计算，回填废石至距地面 0.3m，回填总工程量为 12044m^2×（51.13m-0.3m）=612197m^3。

3、石方整平

回填完成后，为了使后期覆土厚度均匀，对场地进行石方整平，根据石方运输方案和废石粒径综合考虑，整平厚度按 0.3m 计算，整平量为 3613m^3。

4、覆土

对回填后的场地直接进行覆土，覆土面积 12044m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 3613m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 1.2044hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 12044m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-2　三区预测塌陷坑效果剖面图

（二）3-3#工业场地

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物及硬化地面进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 14905m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，建筑物拆除工作量为 14905m^3；硬化地面面积 8000m^2，厚度 0.3m，硬化地面拆除工程量为 2400m^3；则总拆除、清理工程量为 17305m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 673m，井筒净直径 5.5m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 2.75m^2×3.14×（673m-1m）=15957m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 105482m^2，复垦方向为林地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 31945m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 10.5482hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 105482m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-3　3-3#工业场地治理效果剖面图

（三）3-6#工业场地

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 323m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 323m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 194m，井口断面面积 9m^2，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 9m^2×（194m-1m）=1737m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 3404m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 1021m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.3404hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，

复垦面积为 3404m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-4　3-6#工业场地治理效果剖面图

（四）三区东风井

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 136m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 136m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 300m，井筒净直径 3.5m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 1.75m^2×3.14×（300m-1m）=2875m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 440m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 132m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.044hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 440m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-5　三区东风井治理效果剖面图

（五）三区西风井

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 406m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 406m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 185m，井筒净直径 3.5m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 1.75m^2×3.14×（185m-1m）=1769m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 890m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 267m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.089hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 890m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-6　三区西风井治理效果剖面图

（六）三区箕斗井

1、拆除、清理

对场地内的井架进行拆除、清理，设计拆除厚度按照 0.5m 进行计算，拆除、清理工程量为 211m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 176m，井筒净直径 3.5m，回填

废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 1.75m^2×3.14×（176m-1m）=1683m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 421m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 126m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.0421hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 421m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-7　三区箕斗井治理效果剖面图

（七）3-1#选矿厂

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物及硬化地面进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 27021m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，建筑物拆除工作量为 27021m^3；硬化地面面积 12000m^2，厚度 0.3m，硬化地面拆除工程量为 3600m^3；则总拆除、清理工程量为 30621m^3。

2、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 65089m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 19527m^3。

3、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积

为 6.5089hm^2。

4、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 65089m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-8　3-1#选矿厂治理效果剖面图

（八）3-2#选矿厂

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物及硬化地面进行拆除、清理，场地内建筑物面积为3630m^2，建筑高约5m，拆除量按容积的20%计算，建筑物拆除工作量为 3630m^3；硬化地面面积 4000m^2，厚度 0.3m，硬化地面拆除工程量为 1200m^3；则总拆除、清理工程量为 4830m^3。

2、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 16923m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 5077m^3。

3、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 1.6923hm^2。

4、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 16923m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-9　3-2#选矿厂治理效果剖面图

（九）3-1#尾矿库

根据尾矿库安全规程《中华人民共和国国家标准（GB39496-2020）》，对于尾矿库的选址、设计、建设以及后期的环境治理，采矿权人应按照相关部门要求单独进行相关方案的编制，采矿权人应在应急、生态环境主管部门验收合格的基础上进行土地复

垦工程。

1、覆土

对场地进行覆土，覆土总面积 1119339m^2，其中复垦林地面积 88111m^2，覆土厚度 0.5m，覆土工程量 44056m^3；复垦草地面积 1031228m^2，覆土厚度 0.3m，覆土工程量 309368m^3，覆土总工程量 353424m^3。

2、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 111.9339hm^2。

3、植被恢复

该单元复垦方向为林地和草地，其中复垦乔木林地面积 26899m^2，乔木选择与周围树种相一致的油松，株距×行距为 3m×3m。共种植乔木 2989 株；复垦灌木林地面积 61212m^2，树种选择与周围树种相一致的山杏，株距×行距为 2m×2m。共种植灌木 15303 株；复垦草地面积为 1031228m^2，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-10　3-1#尾矿库治理效果剖面图

图 4-11　3-1#尾矿库植被配置平面图

（十）生活区

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 1347m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 808m^3。

2、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 4062m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 1219m^3。

3、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.4062hm^2。

4、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 4062m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-12　生活区治理效果剖面图

（十一）食堂

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 254m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 152m^3。

2、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 1104m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 331m^3。

3、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.1104hm^2。

4、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 1104m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-13　食堂治理效果剖面图

（十二）门卫

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 240m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清

理工程量为 144m^3。

2、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 1745m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 524m^3。

3、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.1745hm^2。

4、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 1745m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-14　门卫治理效果剖面图

（十三）四区预测地面塌陷区

1、警示牌

为保证安全，对于进入预测塌陷区的各类道路及预测塌陷区内的工程场地设置警示牌，尽量使警示牌的警示效果更加明显，同时在预测地面塌（沉）陷区范围外 5m 处适当区域处设置警示牌，根据实际情况设置警示牌 22 块（警示牌位置坐标见表 4-3）。

表 4-3　警示牌位置坐标表

图 4-15　预测塌陷区设置警示牌示意图

2、回填

对达到稳定状态的塌陷坑实施回填措施，塌陷区总面积为 362399m^2，最大下沉值为 24.58m，结合《开采方案》采矿方法，本方案选取塌陷区的破坏面积为预测面积的 1%，塌陷坑面积为 3624m^2，塌陷深度按照最大塌陷深度计算，回填废石至距地面 0.3m，回填总工程量为 3624m^2×（24.58m-0.3m）=87991m^3。

3、石方整平

回填完成后，为了使后期覆土厚度均匀，对场地进行石方整平，根据石方运输方案和废石粒径综合考虑，整平厚度按 0.3m 计算，整平量为 1087m^3。

4、覆土

对回填后的场地直接进行覆土，覆土面积 3624m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 1087m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.3624hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 3624m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-16　四区预测塌陷坑治理效果剖面图

（十四）主井工业场地

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 151m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 151m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 271m，井筒净直径 4.0m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 2m^2×3.14×（271m-1m）=3391m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 1411m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 423m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.1411hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 1411m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-17　主井工业场地治理效果剖面图

（十五）副井工业场地

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 1055m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 1055m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 278m，井筒净直径 4.0m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 2m^2×3.14×（278m-1m）=3479m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 6253m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 1876m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积

为 0.6253hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 6253m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-18　副井工业场地治理效果剖面图

（十六）四区东风井

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 136m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 82m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 78m，井筒净直径 3.0m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 1.5m^2×3.14×（78m-1m）=544m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 1065m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 320m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.1065hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 1065m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-19　四区东风井治理效果剖面图

（十七）新建四区西风井

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 200m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的 20%计算，拆除、清理工程量为 120m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 141m，井筒直径 3.0m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 1.5m^2×3.14×（141m-1m）=989m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 2367m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 710m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.2367hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 2367m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-20　新建四区西风井治理效果剖面图

（十八）原四区 3 号井

1、拆除、清理

对场地内的建筑物进行拆除、清理，对场地内的建筑物进行拆除、

清理，场地内建筑物面积为 120m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的20%计算，拆除、清理工程量为 72m^3。

2、回填

对场地内的井口进行回填，井深 124m，井筒净直径 2.5m，回填废石至距地面 1m（预留回填完成后井口封堵），回填工程量为 1.25m^2×3.14×（124m-1m）=603m^3。

3、封堵

回填完成后，对井口予以封闭。封堵标准按照应急部分管理要求，封堵井口个数为 1 个。

4、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 936m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 281m^3。

5、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.0936hm^2。

6、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 936m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-21　原四区 3 号井治理效果剖面图

（十九）4-1#选矿厂

1、拆除、清理

矿山终采后，对场地内的建筑物及硬化地面进行拆除、清理，场地内建筑物面积为 12319m^2，建筑高约 5m，拆除量按容积的 20%计算，建筑物拆除工作量为 12319m^3；硬化地面面积 3000m^2，厚度 0.3m，硬化地面拆除工程量为 900m^3；则总拆除、清理工程量为 13219m^3。

2、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 112946m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 33884m^3。

3、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 11.2946hm^2。

4、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 112946m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-22　4-1#选矿厂治理效果剖面图

（二十）4-1#尾矿库

根据尾矿库安全规程《中华人民共和国国家标准（GB39496-2020）》，对于尾矿库的选址、设计、建设以及后期的环境治理，采矿权人应按照相关部门要求单独进行相关方案的编制，采矿权人应在应急、生态环境主管部门验收合格的基础上进行土地复垦工程。

1、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 421135m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 126341m^3。

2、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 42.1135hm^2。

3、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 421135m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

图 4-23　4-1#尾矿库治理效果剖面图

（二十一）矿区道路

1、覆土

对场地进行覆土，覆土面积 122226m^2，复垦方向为草地，覆土厚度 0.3m，则覆土工程量 36668m^3。

2、土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 12.2226hm^2。

3、植被恢复

该单元复垦方向为草地，草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，复垦面积为 122226m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

（二十二）前期治理工程完善设计

矿山上一阶段方案已完成了 3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区等单元的治理复垦。3-2#尾矿库局部仍存在地表裸露，植被覆盖度低于预期，重点针对裸露斑块开展治理，并对场地整体进行草种补种；3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区植被覆盖度低于预期，对场地实施整体补种，本方案在近期安排补充完善治理。

1、3-2#尾矿库

（1）翻耕

3-2#尾矿库场地前期治理面积为 137540m^2，对 3-2#尾矿库局部裸露区域进行浅翻耕，翻耕深度 15-20cm，预计翻耕面积为 3-2#尾矿库面积的 20%，则翻耕面积为 27508m^2。

（2）覆土

对翻耕后的局部场地进行覆土，覆土面积 27508m^2，覆土厚度 0.1m，则覆土工程量 2751m^3。

（3）土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积

为 2.7508hm^2。

（4）植被恢复

该单元复垦方向为草地，补种草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，补种范围为地表裸露区及前期治理植被恢复效果欠佳区域。补种面积为场地面积的 30%，则补种面积为 4126m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

2、3-1#挖损区

（1）覆土

对场地进行覆土，覆土面积 9300m^2，覆土厚度 0.1m，则覆土工程量 930m^3。

（2）土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.93hm^2。

（3）植被恢复

该单元复垦方向为草地，补种草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，补种面积为场地面积的 30%，则补种面积为 2790m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

3、3-2#挖损区

（1）覆土

对场地进行覆土，覆土面积 3825m^2，覆土厚度 0.1m，则覆土工程量 383m^3。

（2）土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.3825hm^2。

（3）植被恢复

该单元复垦方向为草地，补种草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，补种面积为场地面积的 30%，则补种面积为 1148m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

4、3-3#挖损区

（1）覆土

对场地进行覆土，覆土面积 882m^2，覆土厚度 0.1m，则覆土工程量 88m^3。

（2）土壤培肥

在植被播种前施用有机肥，施用标准为 15t/hm^2，土壤培肥面积为 0.0882hm^2。

（3）植被恢复

该单元复垦方向为草地，补种草种选择羊草、冰草、针茅等混合撒播，补种面积为场地面积的 30%，则补种面积为 265m^2。草籽撒播量约为 50kg/hm^2。

测算治理工程量并列表汇总。汇总结果如表 4-4、表 4-5。

表 4-4　各生态修复单元工程量统计一览表

场地名称	场地面积（m^2）	地貌重塑						土壤重构		植被重建		
		警示牌	回填	拆除	清理	封堵	石方整平	覆土	土壤培肥	种植乔木	种植灌木	种草
		块	m^3	m^3	m^3	眼	m^3	m^3	hm^2	株	株	m^2
三区预测塌陷区	1204390	23	612197				3613	3613	1.2044			12044
3-3#工业场地	105482		15957	17305	17305	1		31945	10.5482			105482
3-6#工业场地	3404		1737	323	323	1		1021	0.3404			3404
三区东风井	440		2875	136	136	1		132	0.044			440
三区西风井	890		1769	406	406	1		267	0.089			890
三区箕斗井	421		1683	211	211	1		126	0.0421			421
3-1#选矿厂	65089			30621	30621			19527	6.5089			65089
3-2#选矿厂	16923			4830	4830			5077	1.6923			16923
3-1#尾矿库	1119339							353424	111.9339	2989	15303	1031228
生活区	4062			808	808			1219	0.4062			4062
食堂	1104			152	152			331	0.1104			1104
门卫	1745			144	144			524	0.1745			1745
四区预测塌陷区	362399	22	87991				1087	1087	0.3624			3624
主井工业场地	1411		3391	151	151	1		423	0.1411			1411
副井工业场地	6253		3479	1055	1055	1		1876	0.6253			6253
四区东风井	1065		544	82	82	1		320	0.1065			1065
新建四区西风井	2367		989	120	120	1		710	0.2367			2367
原四区 3 号井	936		603	72	72	1		281	0.0936			936
4-1#选矿厂	112946			13219	13219			33884	11.2946			112946
4-1#尾矿库	421135							126341	42.1135			421135
矿区道路	122226							36668	12.2226			122226
合计	3554027	45	733215	69635	69635	10	4700	618796	200.2906	2989	15303	1914795

表 4-5　前期治理工程完善设计工程量汇总表

场地名称	场地面积（m^2）	土壤重构			植被重建
		翻耕	覆土	土壤培肥	种草
		m^2	m^3	hm^2	m^2
3-2#尾矿库	137540	27508	2751	2.7508	4126
3-1#挖损区	9300		930	0.93	2790
3-2#挖损区	3825		383	0.3825	1148
3-3#挖损区	882		88	0.0882	265
合计	151547	27508	4152	4.1515	8329

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

（一）监测目标

通过对矿区地质环境、土地资源和生态系统进行全周期动态监测，及时掌握采矿活动对生态环境的影响程度和范围，跟踪评价生态修复工程实施效果，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。确保矿区生态修复目标最终实现。

针对本矿山情况，制定具体监测目标包括：

1、地质环境安全目标：动态监控采空区地表变形及含水层变化，确保矿区地质环境安全可控。

2、土地质量恢复目标：跟踪监测修复区土壤质量变化趋势，评价土壤重构效果，确保复垦土地达到《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）要求。

3、植被恢复目标：监测植被重建的覆盖度、物种组成和群落结构变化，评价植被重建效果，确保植被覆盖度最终达到周边未扰动区域水平。

4、生态系统功能恢复目标：评价矿区生态系统水源涵养、土壤保持和生物多样性维护功能的恢复程度，验证矿区生态系统是否实现自我维持和良性循环。

（二）监测任务

根据矿山开采活动的不同阶段，监测任务分为开采前本底监测、开采中扰动与修复效果监测、开采后管护成效监测三个阶段。

1、开采前监测

（1）获取矿区地质环境、土地资源和生态系统的本底数据，为后续监测提供对比基准；

（2）查清矿区及周边区域地下水环境、土壤环境背景值；

（3）查清矿区土地利用现状、基本农田及各地类质量等级；

（4）查清矿区地表水和陆地植被生态本底状况；

（5）建立参照生态系统，获取植被、土壤、水文等关键指标的参照值。

2、开采中监测

（1）动态跟踪采矿活动对生态环境的实际影响，评价保护预防控制措施的落实情况和效果，监测生态修复工程的实施效果；

（2）监测采空区地表变形地质灾害隐患点变化情况；

（3）监测矿坑涌水量、地下水位及水质变化情况；

（4）监测地形地貌景观破坏范围及程度变化；

（5）监测土地损毁类型、面积、程度、基本农田保护情况及土壤质量变化情况；

（6）监测生态修复工程实施进度和修复效果；

（7）监测拟破坏地质环境、土地资源、生态系统的变化情况。

3、开采后监测

（1）在矿山闭坑后，持续监测已修复区域的管理维护情况和生态系统功能恢复进程；

（2）监测已复垦修复的基础设施维护、土地质量与植被管护情况、生态系统功能维持情况；

（3）对已复垦修复的尾矿库、塌陷区等涉及的地质环境稳定性、潜在污染控制效果、生态系统恢复效果及潜在风险进行重点监测；

（4）对受开采影响的水域、水源地、永久基本农田、自然保护地、基本草原进行重点监测。

二、地质环境监测

（一）不稳定地质体监测

在矿山严格按照《开采方案》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、开裂和塌陷，随着采空区不断扩大，预测塌陷区范围也相应扩大，当预测塌陷区达到极限时，围岩应力平衡遭到损毁即会发生塌（沉）陷，地表将产生变形和移动，形成塌陷。

1、监测内容

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

2、监测点的布设

基准站：布设在工业场地内稳定区域，用于提供差分基准，保障数据绝对精度。

田字格监测站：针对预测塌陷范围按“田字格”均匀布点，核心为“基

准站+田字格监测站”，全覆盖、高精度捕捉区域整体与局部形变。监测点坐标见表 5-1。

表 5-1　地面塌陷地质灾害监测点坐标表（2000 国家大地坐标系）

3、监测方法

采用人工定点监测（巡查）的方法：定期（如每周 1 次）对塌陷隐患点进行现场核验。

4、监测频率

12 次/年。

5、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日。记录表样表见表 5-2。

表 5-2　地面塌陷地质灾害监测记录表

监测时间	监测点编号	监测点坐标			监测内容				备注	记录人
		X	Y	H	下沉值 W（m）	下沉速度 mm/d	ΔY=Yo-Yn（m）	ΔX=Xo-Xn（m）		

（二）含水层监测

1、监测内容

矿区地下水位、矿坑涌水量、地下水水质。

2、监测方法

（1）地下水位：利用建设的监测井，采用电测水位进行人工定期测量。

（2）矿坑涌水量：在井下主排水泵房安装电磁流量计进行连续自动监测，按日统计涌水量数据。

（3）地下水水质：地下水水质检测应委托具有 CMA 资质的专业检测机构进行取样和实验室分析。

3、监测点布设

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），结合矿区水文地质条件和矿业活动影响范围，利用矿山现有监测井进行监测，共 4 个监测井，分别为 III 区尾矿库 1#、2#监测井和IV区尾矿库 1#、2#监测井。

4、监测频次及工作量

监测时间自 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日。

地下水位正常每月监测 1 次，汛期（6～9 月）为每半月 1 次。水位监测井共计 4 口，共计 1920 次；矿坑涌水量连续每日自动监测，按月统计，共计统计 360 次；地下水水质每季度监测 1 次，共计 120 次。

各项监测数据半年以上变化不明显时，可适当降低监测频率；监测数据出现异常变化时，应提高监测频率或增加监测指标。

矿山设有专门的地测部门和专职测量人员，配备有水位计等设备，矿坑涌水量由主竖井自动化监测设备实时采集，数据人工按月统计。水质检测由具有 CMA 资质的专业检测机构承担。

5、执行标准

地下水水质检测、评价执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）常规项目III类标准。

地下水位测量记录数据见表 5-3，地下水样采集记录见表 5-4。

表 5-3　地下水位测量记录数据表

编号		位置		地理坐标	E： N：	
井深		井口高程		地下水类型		
监测次数	1	2	3	4	5	6
监测日期						
天气						
温度						
监测人员						
地下水温度						
水位高程/m						
水位埋深/m						
水位变幅/m						
监测次数	7	8	9	10	11	12
监测日期						
天气						
温度						
监测人员						
地下水温度						
水位高程/m						
水位埋深/m						
水位变幅/m						
监测点 交通图				监测井 剖面图		
填表单位				填表人		年月日

表 5-4　地下水样采集记录表

监测井编号	经纬度	采样日期			时间	方法	深度(m)	气温(℃)	天气状况	现场测定记录									
		年	月	日						水位(m)	水温(℃)	氧化还原电位(mV)	溶解氧(mg/L)	pH	电导率(μs/cm)	浑浊度	嗅和味	肉眼可见物	色
固定剂加入情况										备注									

注：1. 水位为地下水埋深（地面至水面距离），单位 m；2. 氧化还原电位、溶解氧、pH、电导率须洗井完成后现场测定；3. 嗅和味、肉眼可见物、色用文字描述；4. 固定剂栏注明各检测项目添加的保护剂种类。

（三）地形地貌景观监测

1、监测内容

开采过程中对矿区内地形地貌景观及土地资源进行监测。主要为塌陷、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

沿矿区道路设置监测路线，三区监测路线长 7200m，四区监测路线长 3200m，路线总长为 10.4km。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。可根据样表 5-5 记录监测情况。

表 5-5　地形地貌景观及土地资源监测记录表

时间:　　年　月　日　　星期　　天气:

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

3、监测频率

每年 12 次。

4、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日。

三、土地资源监测

（一）土地损毁监测

1、监测内容

根据项目土地损毁情况，采用遥感监测、人工地面调查等方法，并结合 GPS、全站仪等测量技术，结合复垦区具体情况选取土地损毁监测指标，在矿山建设生产过程中应对挖损和压占的土地进行监测，监测过程中，对损毁面积、损毁地类、土壤等变化情况进行监测。

2、监测方法

土地资源损毁监测主要以遥感监测法为主，人工地面调查为辅。损毁土地调查监测按照《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T 1049-2016)执行。

3、监测点的布设

不设专门监测点，即对整个采矿活动影响范围进行监测。采用高分遥感影像为主，也可通过人工巡查结合无人机航测来确定土质损毁程度等的动态变化。

4、监测频率

每年 2 次。

5、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日。

（二）土地复垦成效监测

1、监测内容

修复区土地复垦工程质量、土壤质量及植被恢复效果。具体包括：有效土层厚度、地形坡度、砾石含量、植被覆盖度、群落高度、物种组成等指标。

2、监测方法

采用样地实测法进行监测。

（1）有效土层厚度：采用土钻法或剖面开挖法测量，每个监测样地随机选取 3 个测点，取平均值。

（2）地形坡度：采用坡度仪或全站仪测量。

（3）砾石含量：在监测样地内随机选取 3 个 0.5m×0.5m 的小样方，挖掘 0～20cm 表层土壤，采用筛分称重法测定粒径＞2mm 的砾石含量，取平均值。

（4）植被覆盖度：采用样方目测法或数码相机垂直拍照后图像处理法测定。

（5）群落高度、物种组成：在监测样地内设置固定植被样方，草地样方 1m×1m，灌丛样方 5m×5m，每年 8 月（植被生长旺盛期）进行群落调查，记录植物种类、优势种、群落高度、盖度等指标。

3、监测点布设

在每个已完成修复的单元内，选择有代表性的区域随机布设监测样地。按每个修复单元布设 1 个监测样地，共计 18 个修复单元。

4、监测频次

管护期 3 年，每年 8 月监测 1 次，共计 3 次。

5、评价标准

（1）复垦为林地的区域：有效土层厚度≥50cm、砾石含量≤30%、植被覆盖度≥50%（管护期结束不低于 70%）。

（2）复垦为草地的区域：有效土层厚度≥30cm、砾石含量≤20%、植被覆盖度≥50%（管护期结束不低于 70%）。

四、生态系统监测

（一）植物要素指标监测

1、监测内容

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

2、监测点布设

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

3、监测方法

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

4、监测要求

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

5、监测期限、频率

监测频率 1 次/年，监测时间为方案服务期，即 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日，共 30 年。

（二）土壤要素指标监测

1、监测内容

（1）土壤要素监测

土壤要素监测内容包括土壤容重、土壤组成、土壤PH、土壤有机质含量、土壤全氮等。土壤要素监测指标见表5-6。

表 5-6　土壤要素监测表

监测内容	监测频次（次•年）	样点持续监测时间
地面坡度	1	3
覆土厚度	1	3
pH	1	3
有效土层厚度	1	3
土壤质地	1	3
土壤砾石含量	1	3
土壤容重	1	3
有机质	1	3
全氮	1	3
有机磷	1	3
有机钾	1	3
土壤盐分含量	1	3
土壤侵蚀	1	3

（2）土壤环境质量监测

土壤环境质量监测按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）执行，监测项目包含标准规定的基本项目。主要有砷、镉、铅、汞、镍、六价铬、苯、苯并[a]芘等。

2、监测点的布设

重点布设在未来开采使用的场地中，如尾矿库、选矿厂周围。

表 5-7　土壤环境质量监测点坐标一览表

3、监测方法

矿山应按《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（B36600-2018）要求进行监测。

4、监测频率

每年 1 次。

5、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日。

（三）水环境要素指标监测

1、监测内容

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

2、监测点的布设

重点布设在未来开采使用的场地中，疏干水、尾矿澄清水、尾矿下游截浅水作为监测因子设计监测点，共计9个监测点，监测点坐标见表5-8。

表5-8　地下水环境监测点坐标一览表

3、监测方法

与“含水层监测”部分的监测井布设和测量方法一致，地下水水质检测应委托具有CMA资质的专业检测机构进行取样和实验室分析。

4、监测频率

同“含水层监测”部分。

5、监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即2026年1月1日～2055年12月31日。

第二节　管护目标与措施

一、管护目标

（一）管护目标

巩固生态修复工程成果，维持复垦土地土壤肥力与结构稳定，保

障重构土壤、重建植被的健康生长，提升矿区生态系统的稳定性和自我修复能力；保护矿区关键物种，维护生物多样性，有效降低水灾、旱灾、虫灾、火灾等生态风险，实现复垦土地生态系统的可持续发展，确保修复区域生态环境持续改善、不发生退化。

（二）管护任务

1、土壤管护：对重构土壤进行常态化监测与养护，维持土壤肥力，防止土壤板结、侵蚀、沙化等退化现象发生，保障土壤能够持续满足植被生长需求。

2、植被管护：对修复区域内的乔灌草植被进行全面管护，包括及时补种、培土、浇水、施肥、修枝、间伐等抚育工作，做好病虫害防治，确保幼林、草地正常生长，提高植被成活率和覆盖度。

3、生态监测与风险防控：持续观测矿区关键物种和生物多样性变化，建立常态化巡查机制，及时排查并处置水灾、旱灾、虫灾、火灾等生态风险，防范病虫害扩散蔓延。

4、工程维护：对复垦工程设施进行定期巡查与维护，及时修复破损部位，保障工程设施完好，发挥其生态防护功能。

二、管护措施

复垦完毕的土地其土壤条件、生态环境较为脆弱，因此需设定 3 年管护期，防止复垦土地生态退化。管护工作由矿业权人负责，管护内容涵盖土壤管护、植被管护（林地、草地）等，3 年管护期结束后，与监管部门签订后续管护合同，确保管护工作持续推进。

（一）生态修复后土壤的管护

1、土壤监测：定期对重构土壤的肥力、湿度、酸碱度、结构等指标进行监测，掌握土壤变化情况，根据监测结果调整管护措施，确保土壤质量符合植被生长要求。

2、土壤养护：定期对土壤进行松土、培土，防止土壤板结，改善土壤透气性；根据土壤肥力情况，科学施用有机肥，补充土壤养分，避免过度施肥造成土壤污染；做好水土保持，防止土壤被冲刷侵蚀，可结合工程维护措施，减少土壤流失。

3、退化防控：巡查过程中及时发现土壤沙化、盐碱化、侵蚀等退化迹象，采取针对性防控措施，如覆盖保墒、补种固土植被等，遏制土壤退化趋势。

（二）生态修复后植被的管护

统一开展浇灌、除草、松土、定株、修枝、虫害防治等抚育工作，结合林地、草地的生长特性，细化管护措施，确保植被健康生长。

1、林地管护

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

（2）修枝管理：植被生长旺盛阶段，加强日常巡查，根据苗木生长情况进行简单修剪，去除病枝、弱枝、徒长枝，改善林木通风透光条件，促进林木健壮生长。

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

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

2、草地管护

（1）水分管理：根据草地生长需求和天气情况，合理浇灌，避免草地干旱枯萎，同时防止积水导致根系腐烂，保障草地正常生长。

（2）杂草清除：定期清除草地内的杂草，避免杂草与草地植被争夺水分、养分，确保草地植被长势良好，提高草地覆盖度。

（3）松土与培土：定期对草地土壤进行松土、培土，改善土壤透气性，防止土壤板结，促进草地根系生长；对坡度较大区域，适当培土，防止水土流失。

（4）病虫害防治：加强草地病虫害巡查，及时发现病虫害迹象，采取物理防治、化学防治相结合的方式，喷洒合适的农药，清理病株、虫株，防止病虫害蔓延，保护草地生态。

第三节　工程量

根据不同治理单元列出监测和管护的设计工程内容，分别测算出工程量并列表汇总。汇总结果如表 5-9 所示。

表 5-9　矿区生态修复监测工程量统计表

序号	监测类别	频率（次/年）	监测年限（年）	总工程量（次）
一	**地质环境监测**			
（一）	不稳定地质体监测	12	30	360
（二）	含水层监测			0
1	地下水位	16	30	480
2	矿坑涌水量	12		360
3	地下水水质	4	30	120
（三）	地形地貌景观监测	12	30	360
二	**土地资源监测**			0
（一）	土地损毁监测	2	30	60
（二）	土地复垦成效监测	1	3	3
三	**生态系统监测**			0
（一）	植物要素指标监测	1	30	30
（二）	土壤要素指标监测	1	30	30
（三）	水环境要素指标监测	同“含水层监测”		

表 5-10　矿区生态修复管护工程量统计表

管护位置	管护面积（hm^2）	管护年限（a）
复垦区	200.2906	3

第六章　工作部署与经费估算

第一节　总体部署

一、总体目标任务

（一）总体目标

建立起相对完善的防治体系和监督管理体系，在基本掌握地质环境问题的分布状况与影响程度的基础上，对地质环境问题进行恢复治理，最大限度消除地质环境问题；避免和减少矿区生态环境破坏和污染，实现矿业开发与矿山地质环境保护的协调发展，使矿区损毁土地得到全面修复，重建与周边典型草原生态系统相协调的植被群落，最终实现矿区地质环境安全稳定、损毁土地复垦利用、生态系统功能恢复和提升的总体目标。

（二）具体任务

1、修复工程任务

完成全部 21 个修复单元的生态修复工程，修复总面积 200.2906hm^2。

2、监测工程任务

建立采空区地表变形、地下水、土壤环境、土地复垦成效及生态系统监测网，全周期开展监测。

3、管护工程任务

管护期统为 3 年，自各修复单元植被重建工程竣工验收合格之日起计算。完成修复区土壤侵蚀防护、板结防治和土壤培肥等土壤管护工作，完成林地管护和草地管护工作。

二、总体部署与安排

矿区生态修复总体部署划分为两个阶段：生产期（2026 年 1 月-2052 年 12 月），终采后的修复与管护期（2053 年 1 月-2055 年 12

月），生态修复工作预计在 2055 年 12 月前结束。

矿山生态修复单元主要有：三区预测塌陷区、3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区箕斗井、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂、门卫、四区预测塌陷区、4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、原四区 3 号井、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路。总工作量如下：

（一）生产期（2026 年 1 月-2052 年 12 月）

1、修复单元

生产期主要修复单元有三区预测地面塌陷区、三区箕斗井、四区预测地面塌陷区、原四区 3 号井。

补充完善治理单元包括：3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区、3-3#挖损区。

2、主要工作任务

（1）对三区预测地面塌陷区设置警示牌；若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填；

（2）对三区箕斗井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（3）对四区预测地面塌陷区设置警示牌；若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填；

（4）对原四区 3 号井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（5）对前期治理恢复效果不佳区域（3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区、3-3#挖损区）进行补充完善治理；

（6）全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

（二）终采后的修复与管护期（2053 年 1 月-2055 年 12 月）

1、修复单元

三区预测塌陷区、3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、生活区、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、食堂、门卫、四区预测塌陷区、4-1#尾矿库、4-1#选矿厂、主井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、副井工业场地及矿区道路。

2、主要工作任务

（1）三区预测地面塌陷区若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填、石方整平、覆土、土壤培肥、种草；

（2）对 3-3#工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（3）对 3-6#工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（4）对三区东风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（5）对三区西风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（6）对 3-1#选矿厂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

（7）对 3-2#选矿厂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

（8）对 3-1#尾矿库进行覆土、土壤培肥、种植乔木、灌木、种草；

（9）对生活区进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

（10）对食堂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

（11）对门卫进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

（12）四区预测地面塌陷区若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填、石方整平、覆土、土壤培肥、种草；

（13）对主井工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（14）对副井工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（15）对四区东风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（16）对新建四区西风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（17）对 4-1#选矿厂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

（18）对 4-1#尾矿库进行覆土、土壤培肥、种草；

（19）对矿区道路进行覆土、土壤培肥、种草。

（20）全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

第二节　总体经费估算

一、经费估算依据

（一）估算依据

1、《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198 号）；

2、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；

3、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）；

4、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128 号）；

5、《工程勘察设计收费标准》（计价格［2002］10 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。

（二）经费估算编制说明

矿山生态修复项目费用由工程施工费、其他费用、不可预见费和监测管护费组成。具体内容如下：

1、工程施工费

包括直接费、间接费、利润、价差、未计价材料费及税金。各部分预算内容构成如下：

工程施工费=工程量×工程施工费单价；

工程施工费单价=直接费+间接费+利润+材料价差+税金；

（1）直接费

直接费=直接工程费+措施费；

① 直接工程费

直接工程费=人工费+材料费+机械使用费；

其中：人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元／工日），人工单价根据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》及克什克腾旗市场价格计取，甲类工 175.36 元／工日，乙类工 131.02 元／工日。甲类工、乙类工人工费单价见表 6-1。

表 6-1　人工预算单价计价表（三类地区）

地区类别	三类	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	基本工资×12 月÷（250-10）工日	139.1
2	辅助工资		10.141
（1）	地区津贴	津贴标准（元/月）×12÷（250-10）	0.000
（2）	施工津贴	津贴标准（3.5 元/天）×365×95%/（250-10）	5.057
（3）	夜餐津贴	（4.5+3.5）/2×20%	0.800
（4）	节日加班津贴	基本工资×（3-1）×11÷250×35%	4.284
3	工资附加费		26.118
（1）	职工福利基金	（基本工资+辅助工资）*14%	20.894
（2）	工会经费	（基本工资+辅助工资）*2%	2.985
（3）	工伤保险费	（基本工资+辅助工资）*1.5%	2.239
4	人工工日预算单价	（基本工资＋辅助工资＋工资附加费）	175.36
地区类别	三类	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	基本工资×12 月÷（250-10）工日	107
2	辅助工资		4.502
（1）	地区津贴	津贴标准（元/月）×12÷（250-10）	0.000
（2）	施工津贴	津贴标准（3.5 元/天）×365×95%/（250-10）	2.890
（3）	夜餐津贴	（4.5+3.5）/2×20%	0.200
（4）	节日加班津贴	基本工资×（3-1）×11÷250×35%	1.412
3	工资附加费		19.513
（1）	职工福利基金	（基本工资+辅助工资）*14%	15.61
（2）	工会经费	（基本工资+辅助工资）*2%	2.23
（3）	工伤保险费	（基本工资+辅助工资）*1.5%	1.673
（4）	人工工日预算单价	（基本工资＋辅助工资＋工资附加费）	131.02

材料费=定额材料用量×材料单价，主要材料单价按照《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（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克什克腾旗2026年第2季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算，材料价格见表6-2。

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《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》编制（具体见定额单价取费表）。

表6-2　主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	单价（元）	市场价（元）	价差（元）
1	水	m^3	9.08		
2	草籽	kg	30		
3	柴油 0#	kg	4.5	8.48	3.98
5	灌木树苗	株	0.5		
6	乔木树苗	株	5		

② 措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费。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《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》计取，取费标准如下表6-3所示：

表6-3　措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费率（%）	冬雨季施工增加费率（%）	夜间施工增加费率（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8
2	石方工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8
3	抗滑桩及边坡支护工程	1.00	0.75	0	0.7	2.5	4.95
4	砌筑工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8
5	混凝土工程	1.00	0.75	0	0.7	2.5	4.95
6	安装工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8
7	道路工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8
8	植物工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8
9	辅助工程	0.85	0.75	0	0.7	2.5	4.8

（2）间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》规定，间接费费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费费率进行计算，取费标准如下表 6-4 所示：

表 6-4　间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	抗滑桩及边坡支护工程	直接费	6
4	砌筑工程	直接费	5
5	混凝土工程	直接费	6
6	安装工程	人工费	65
7	道路工程	直接费	5
8	植物工程	直接费	5
9	辅助工程	直接费	5

（3）利润

依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》规定，利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

（4）材料价差

材料价差=材料消耗量×（材料预算价格-材料限价）

（5）税金

依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》、税金按直接费、间接费、利润及材料价差之和的 9%计取。

2、其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和项目管理费。

（1）前期工作费

指矿山生态修复项目在工程施工前所发生的各项支出。包括项目可研编制费、勘测费、项目设计费与预算编制费、项目招投标代理费。

① 项目可研编制费

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　项目可研编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目可研编制费（万元）
1	≤50	1
2	100	2
3	200	2.5
4	500	4
5	1000	6
6	3000	12
7	5000	15
8	10000	25

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25%计取。

② 项目勘测费

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 6-6。

表 6-6　项目勘测费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目勘测费计费（万元）
1	≤50	0.75
2	100	1.4
3	200	2.6
4	500	6
5	1000	11
6	3000	30
7	5000	45
8	10000	80

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.80%计取。

③ 项目设计与预算编制费

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 6-7。

表 6-7　项目设计与预算编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	设计费（万元）

序号	计费基数（万元）	设计费（万元）
1	≤50	2.25
2	100	4.5
3	200	9
4	500	20.9
5	1000	38.8
6	3000	103.8
7	5000	163.9
8	10000	304.8

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。

④ 项目招投标代理费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-8　项目招标代理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基数（万元）	招标代理费（万元）
1	≤50	1	50	50×1%=0.50
2	50-100	0.5	100	0.50+（100-50）×0.5%=0.75
3	100-200	0.46	200	0.75+（200-100）×0.46%=1.21
4	200-500	0.43	500	1.21+（500-200）×0.43%=2.50
5	500-1000	0.4	1000	2.50+(1000-500)×0.4%=4.50
6	1000-3000	0.3	3000	4.50+(3000-1000)×0.3%= 10.50
7	3000-5000	0.2	5000	10.50+(5000-3000)×0.2%= 14.50
8	5000-10000	0. 1	10000	14.50+(10000-5000)×0. 1%= 19.50

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

（2）工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-9　工程监理费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	2.3
2	100	4.2

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
3	200	7.5
4	500	16.5
5	1000	30.1
6	3000	78.1
7	5000	120.8
8	10000	218.6

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.18%计取。

（3）竣工验收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目结（决）算审计费

① 工程复核费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-10　工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程复核费（万元）
1	≤50	1.15
2	100	2.2
3	200	3.8
4	500	8.4
5	1000	14.9
6	3000	35.9
7	5000	52.9
8	10000	87.9

注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。

② 工程验收费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-11　工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程验收费（万元）
1	≤50	1
2	100	1.6
3	200	2.8

序号	计费基数（万元）	工程验收费（万元）
4	500	6
5	1000	10
6	3000	27
7	5000	40
8	10000	60

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。

③ 项目结（决）算审计费

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。

表 6-12　项目结（决）算审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目结（决）算审计费（万元）
1	≤50	0.3
2	100	0.6
3	200	0.9
4	500	1.8
5	1000	3.05
6	3000	6.05
7	5000	9.05
8	10000	14.05

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.14%计取。

（4）项目管理费

以工程施工费、前期工程费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-13　项目管理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基础(万元)	项目管理费（万元）
1	≤50	2.00%	50	50×2%= 1
2	50- 100	1.50%	100	1+(100-50)×1.50%= 1.75
3	100-200	1.20%	200	1.75+(200- 100)×1.20%=2.95
4	200-500	1.00%	500	2.95+(500-200)×1%=5.95
5	500- 1000	0.70%	1000	5.95+(1000-500)×0.70%=9.45
6	1000-3000	0.40%	3000	9.45+(3000- 1000)×0.40%= 17.45
7	3000-5000	0. 10%	5000	17.45+(5000-3000)×0. 10%= 19.45

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）
8	5000- 10000	0.06%	10000	19.45+(10000-5000)×0.06%=22.45

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04%计算收费。

3、不可预见费

不可预见费包括基本预备费和价差预备费。

（1）基本预备费

指为工程建设过程中预留的由于变更等因素发生的费用，包括由于设计变更、技术经济标准和政策性文件调整而增加的费用（不包括重大设计变更、提高设计标准或因施工质量不符合设计要求而返工的费用），工程遭受一般自然灾害造成的损失，预防自然灾害发生的措施费用，以及有关部门组织项目竣工验收时，为鉴定工程质量，进行必要的隐蔽工程挖掘和修复的费用（由于工程质量不符合要求的挖掘、修复及返工所发生的费用由责任者承担）。

以工程施工费、其他费用之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-14　基本预备费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率(%)	算例	
			计费基数（万元）	基本预备费（万元）
1	≤50	2	50	50×2.0%= 1.00
2	50-100	1.5	100	1.00+(100-50)×1.5%= 1.75
3	100-200	1	200	1.75+(200- 100)×1.0%=2.75
4	200-500	0.8	500	2.75+(500-200)×0.8%=5. 15
5	500-1000	0.5	1000	5. 15+(1000-500)×0.5%=7.65
6	1000-3000	0.3	3000	7.65+(3000- 1000)×0.3%= 13.65
7	3000-5000	0.2	5000	13.65+(5000-3000)×0.2%= 17.65
8	5000-10000	0. 1	10000	17.65+(10000-5000)×0. 1%=22.65

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

（2）价差预备费

生产矿山进行生态修复时，在建设期内可能发生的材料、人工、

设备、施工机械等价格上涨，以及费率、利率、汇率等变化，而引起项目投资的增加，需要事先预留的费用。费用内容包括：人工、材料的价差费。

指为在建设期内利率、汇率或价格等因素的变化而预留的可能增加的费用。内容包括：人工、设备、材料、施工机具的价差费，利率、汇率调整等增加的费用。价差预备费的计算公式为：

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

备注：

PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

It：建设期中第 t 年的静态投资计划额，包括工程费用、工程建设其他费用及基本预备费；

f：年涨价率；注：年涨价率根据政府部门有规定的按规定执行，没有规定的由可行性研究人员预测。本项目取 2.1%。

m：建设前期年限（从编制估算到开工建设，单位：年）。

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

（1）监测费

以工程施工费作为计费基数，一次监测费用可按不超过工程施工费的 0.3%计算，本次取 0.002%，计算公式为：

监测费=工程施工费×费率×监测次数

（2）管护费

以项目植物工程的工程施工费作为计费基数，一次管护费用可按不超过植物工程的工程施工费 8%计算。计算公式为：

管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数

二、单项工程量及其经费估算

根据相关规定，已编制地貌重塑、土壤重构、植被重建、监测工程和管护工程等经费预算表（表 6-15）。

表 6-15　矿区生态修复治理分项工程施工费及监测管护费估算表

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**				**1919.80**
1	20113	清理	69635	m3	23.95	166.78
2	20112	回填	733215	m3	21.28	1560.28
3	40064	拆除	69635	m3	24.46	170.33
4	/	封堵	10	眼	12500.00	12.50
5	20046	石方整平	4700	m3	16.31	7.67
6	/	警示牌	45	个	500.00	2.25
二		**土壤重构工程**				**1163.73**
1	10162	覆土	618796	m3	16.72	1034.63
2	80074	土壤培肥	200.2906	m3	6445.72	129.10
三		**植被重建工程**				**69.36**
1	80002	种植乔木	2989	株	11.52	3.44
2	80018	种植灌木	15303	株	2.55	3.90
3	80036	撒播草籽	191.4795	hm2	3238.71	62.01
四		**监测工程**				**113.69**
1		地质环境监测				0.00
（1）		不稳定地质体监测	360	次	630.58	22.70
（2）		含水层监测		次	630.58	0.00
①		地下水位	480	次	630.58	30.27
②		矿坑涌水量	360	次	630.58	22.70
③		地下水水质	120	次	630.58	7.57
（3）		地形地貌景观监测	360	次	630.58	22.70
2		土地资源监测		次	630.58	0.00

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)
（1）		土地损毁监测	60	次	630.58	3.78
（2）		土地复垦成效监测	3	次	630.58	0.19
3		生态系统监测		次	630.58	0.00
（1）		植物要素指标监测	30	次	630.58	1.89
（2）		土壤要素指标监测	30	次	630.58	1.89
五		管护工程				47.63
1		土地复垦管护	3	次	158769.57	47.63
合计						3314.21

三、总工程量及其经费估算

矿区生态修复工程总投资经费 6162.80 万元，其中工程施工费 3152.89 万元，其他费用 333.27 万元，监测与管护费 161.32 万元，不可预见费 2515.32 万元。矿山地质环境治理工程经费估算见表 6-16 至 6-23。

表 6-16　矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	费率（%）
	1	2	3
一	**工程施工费**	**3152.89**	**51.16**
二	**其他费用**	**333.27**	**5.41**
三	**不可预见费**	**2515.32**	**40.81**
（一）	基本预备费	14.62	0.24
（二）	价差预备费	2500.70	40.58
四	**监测管护费**	**161.32**	**2.62**
（一）	监测费	113.69	1.84
（二）	管护费	47.63	0.77
总计		**6162.80**	**100.00**

表 6-17　工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价（元）	措施费（元）	间接费（元）	利润（元）	材料价差（元）	税金（元）	综合单价（元）
一	**地貌重塑工程**									
（一）	清运	m^3	100	1689.61	75.94	1689.61	1790.98	352.15	197.72	2394.58
（二）	回填	m^3	100	1501.2	67.47	90.07	47.74	313.05	175.69	2127.75
（三）	拆除	m^3	100	1975.33	87.96	98.77	62.22	107.33	201.93	2445.58
（四）	石方整平	m^3	100	1141.96	49.47	68.52	36.31	249.61	134.68	1631.08
（五）	警示牌	块	100							500
（六）	封堵	眼	1							12500
二	**土壤重构工程**									
（一）	覆土	m^3	100	1188.69	52.93	59.43	37.44	248.2	138.04	1671.81
（二）	土壤培肥	hm^2	1	5371.43	28.26	268.57	169.2	104.3	532.22	6445.72
三	**植被重建工程**									
（一）	种植乔木	株	100	976.85	20.12	48.84	30.77		95.08	1151.54
（二）	种植灌木	株	100	216.39	6.29	10.82	6.82		21.06	255.08
（三）	撒播草籽	hm^2	1	2692.67	54.71	137.37	86.54		267.42	3238.71
四	**监测工程**	次								630.58
五	**管护工程**	次								158769.57

表 6-18　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**				**1919.80**
1	20113	清理	69635	m^3	23.95	166.78
2	20112	回填	733215	m^3	21.28	1560.28
3	40064	拆除	69635	m^3	24.46	170.33
4	/	封堵	10	眼	12500.00	12.50
5	20046	石方整平	4700	m^3	16.31	7.67
6	/	警示牌	45	个	500.00	2.25
二		**土壤重构工程**				**1163.73**
1	10162	覆土	618796	m^3	16.72	1034.63
2	80074	土壤培肥	200.2906	hm^2	6445.72	129.10
三		**植被重建工程**				**69.36**
1	50002	种植乔木	2989	株	11.52	3.44
2	50018	种植灌木	15303	株	2.55	3.90
3	50030	撒播草籽	191.4795	hm^2	3238.71	62.01
合计						**3152.89**

表 6-19　其他费用计算表

序号	费用名称	计算式	预算金额（万元）	占比（%）
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费	12.23+31.14+108.37+10.8	162.54	48.77
1.1	项目可研编制费	12+(3152.09-3000)/2000*3	12.23	3.67
1.2	项目勘测费	30+(3152.09-3000)/2000*15	31.14	9.34
1.3	项目设计与预算编制费	103.8+(3152.09-3000)/2000*60.1	108.37	32.52
1.4	项目招标代理费	10.5+(3152.09-3000)*0.2%	10.8	3.24
2	工程监理费	78.1+(3152.09-3000)/2000*42.7	81.35	24.41
3	竣工验收费	37.19+27.99+6.28	71.46	21.44
3.1	工程复核费	35.9+(3152.09-3000)/(5000-3000)*17	37.19	11.16
3.2	工程验收费	27+(3152.09-3000)/(5000-3000)*13	27.99	8.40
3.3	项目结（决）算审计费	6.05+(3152.09-3000)/(5000-3000)*3	6.28	1.88
4	项目管理费	17.45+(3152.09+162.54+81.35+71.46-3000)*0.1%	17.92	5.38
总计			**333.27**	**100**

表 6-20　不可预见费

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	3152.89	333.27	0.2	14.62
2	价差预备费				2500.70
合计					2515.32

表 6-21　监测管护费计算表

序号	费用名称	计费基数（万元）	费率(%)	每次费用（元）	次数	小计（万元）
	(1)	(2)		(4)	(3)	(5)
1	监测费	3152.89	0.002	630.58	1803	113.69
2	管护费	198.46	8	158769.57	3	47.63
共计						161.32

表 6-22　单价分析表

定额编号：10162　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1188.69
(一)	直接工程费	元			1135.76
1	人工费	元			73.37
	乙类工	工日	0.56	131.02	73.37
2	材料费	元			
3	机械费	元			1029.31
	装载机 轮胎式 2m³	台班	0.15	650.76	97.61
	自卸汽车 柴油型载重量 8t	台班	1.2	735.04	882.05
	推土机 履带式 60kw	台班	0.08	620.55	49.64
4	其他费	元			33.08
	其他费用	%	3	1102.68	33.08
(二)	措施费	%	4.8	1102.68	52.93
二	间接费	%	5	1188.69	59.43
三	利润	%	3	1248.12	37.44
四	材料价差	元			248.2
	柴油	kg	62.36	3.98	248.2
五	税金	%	9	1533.77	138.04
	合计	元			1671.81

定额编号：10200　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			614.77
(一)	直接工程费	元			587.9
1	人工费	元			65.51
	乙类工	工日	0.5	131.02	65.51
2	材料费	元			
3	机械费	元			494.39
	推土机 履带式 75kw	台班	0.61	810.48	494.39
4	其他费	元			28
	其他费用	%	5	559.9	28
(二)	措施费	%	4.8	559.9	26.88
二	间接费	%	5	614.77	30.74
三	利润	%	3	645.51	19.37
四	材料价差	元			137.17
	柴油	kg	34.47	3.98	137.17
五	税金	%	9	802.05	72.18
	合计	元			874.23

定额编号：20046　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1141.96
(一)	直接工程费	元			1092.49
1	人工费	元			131.02
	乙类工	工日	1	131.02	131.02
2	材料费	元			
3	机械费	元			899.63
	推土机 履带式 75kw	台班	1.11	810.48	899.63
4	其他费	元			61.84
	其他费用	%	6	1030.65	61.84
(二)	措施费	%	4.8	1030.65	49.47
二	间接费	%	6	1141.96	68.52
三	利润	%	3	1210.48	36.31
四	材料价差	元			249.61
	柴油	kg	62.72	3.98	249.61
五	税金	%	9	1496.4	134.68
	合计	元			1631.08

定额编号：20112　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1501.2
(一)	直接工程费	元			1433.73
1	人工费	元			150.67
	乙类工	工日	1.15	131.02	150.67
2	材料费	元			
3	机械费	元			1254.95
	装载机 轮胎式 2m³	台班	0.26	650.76	169.2
	自卸汽车 柴油型载重量 8t	台班	1.32	735.04	970.25
	推土机 履带式 90kw	台班	0.13	888.43	115.5
4	其他费	元			28.11
	其他费用	%	2	1405.62	28.11
(二)	措施费	%	4.8	1405.62	67.47
二	间接费	%	6	1501.2	90.07
三	利润	%	3	1591.27	47.74
四	材料价差	元			313.05
	柴油	kg	78.66	3.98	313.05
五	税金	%	9	1952.06	175.69
	合计	元			2127.75

定额编号：20113　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1689.61
(一)	直接工程费	元			1613.67
1	人工费	元			150.67
	乙类工	工日	1.15	131.02	150.67
2	材料费	元			
3	机械费	元			1431.36
	装载机 轮胎式 2m³	台班	0.26	650.76	169.2
	自卸汽车 柴油型载重量 8t	台班	1.56	735.04	1146.66
	推土机 履带式 90kw	台班	0.13	888.43	115.5
4	其他费	元			31.64
	其他费用	%	2	1582.03	31.64
(二)	措施费	%	4.8	1582.03	75.94
二	间接费	%	6	1689.61	101.38

定额编号：20113　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
三	利润	%	3	1790.98	53.73
四	材料价差	元			352.15
	柴油	kg	88.48	3.98	352.15
五	税金	%	9	2196.86	197.72
	合计	元			2394.58

定额编号：40064　　金额单位：100m³

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1975.33
(一)	直接工程费	元			1887.38
1	人工费	元			1260.29
	甲类工	工日	0.47	175.36	82.42
	乙类工	工日	8.99	131.02	1177.87
2	材料费	元			
3	机械费	元			572.12
	单斗挖掘机 油动 1m³	台班	0.55	1040.21	572.12
4	其他费	元			54.97
	其他费用	%	3	1832.4	54.97
(二)	措施费	%	4.8	1832.4	87.96
二	间接费	%	5	1975.33	98.77
三	利润	%	3	2074.1	62.22
四	材料价差	元			107.33
	柴油	kg	26.97	3.98	107.33
五	税金	%	9	2243.65	201.93
	合计	元			2445.58

定额编号：80002　　金额单位：100 株

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			976.85
(一)	直接工程费	元			956.72
1	人工费	元			419.26
	甲类工	工日		175.36	
	乙类工	工日	3.2	131.02	419.26
2	材料费	元			532.7

定额编号：80002　　金额单位：100 株

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
	水	m^3	2.5	9.08	22.7
	树苗	株	102	5	510
3	机械费	元			
	汽车起重机 汽油型起重量 5t	台班		690.7	
4	其他费	元			4.76
	其他费用	%	0.5	951.96	4.76
(二)	措施费	%	4.8	419.26	20.12
二	间接费	%	5	976.85	48.84
三	利润	%	3	1025.69	30.77
	汽油	kg		5.25	
四	税金	%	9	1056.46	95.08
	合计	元			1151.54

定额编号：80018　　金额单位：100 株

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			216.39
(一)	直接工程费	元			210.1
1	人工费	元			131.02
	甲类工	工日		175.36	
	乙类工	工日	1	131.02	131.02
2	材料费	元			78.24
	水	m^3	3	9.08	27.24
	灌木	株	102	0.5	51
3	机械费	元			
4	其他费	元			0.84
	其他费用	%	0.4	209.26	0.84
(二)	措施费	%	4.8	131.02	6.29
二	间接费	%	5	216.39	10.82
三	利润	%	3	227.21	6.82
四	税金	%	9	234.02	21.06
	合计	元			255.08

定额编号：80036　　金额单位：hm²

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			2747.39
(一)	直接工程费	元			2692.67
1	人工费	元			1139.87
	甲类工	工日		175.36	
	乙类工	工日	8.7	131.02	1139.87
2	材料费	元			1500
	草籽	kg	50	30	1500
3	机械费	元			
4	其他费	元			52.8
	其他费用	%	2	2639.87	52.8
(二)	措施费	%	4.8	1139.87	54.71
二	间接费	%	5	2747.39	137.37
三	利润	%	3	2884.76	86.54
四	税金	%	9	2971.3	267.42
	合计	元			3238.71

定额编号：80074					金额单位：hm²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			5371.43
(一)	直接工程费	元			5343.17
1	人工费	元			311.83
	甲类工	工日		175.36	
	乙类工	工日	2.38	131.02	311.83
2	材料费	元			4500
	有机肥	t	15	300	4500
3	机械费	元			276.91
	拖拉机 轮胎式 60kw	台班	0.5	553.82	276.91
4	其他费	元			254.44
	其他费用	%	5	5088.74	254.44
(二)	措施费	%	4.8	588.74	28.26
二	间接费	%	5	5371.43	268.57
三	利润	%	3	5640.01	169.2
四	材料价差	元			104.3
	柴油	kg	26.21	3.98	104.3
五	税金	%	9	5913.5	532.22
	合计	元			6445.72

表 6-23　机械台班单价汇总表金额　　单位：元

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用小计	人工费（元/日）		动力燃料	汽油（元/Kg）		柴油（元/Kg）		电（元/KWh）	
				工日	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	额 金
1002	单斗挖掘机 油动1m³	1040.21	468.85	2	350.72	220.64			49.03	220.64		
1017	装载机 轮胎式2m³	650.76	181.91	1	175.36	293.49			65.22	293.49		
4010	自卸汽车 柴油型载重量8t	735.04	200.13	2	350.72	184.19			40.93	184.19		
1020	推土机 履带式60kw	620.55	74.98	2	350.72	194.85			43.3	194.85		
1021	推土机 履带式75kw	810.48	205.51	2	350.72	254.25			56.5	254.25		
1022	推土机 履带式90kw	888.43	272.16	2	350.72	265.55			59.01	265.55		
1031	拖拉机轮胎式60kw	553.82	98.77	1.25	219.2	235.85			52.41	235.85		

第三节　阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据矿山开采进度及开采过程中产生的生态修复问题，划分为生产期（2026 年 1 月-2052 年 12 月）和终采后的修复与管护期（2053 年 1 月-2055 年 12 月）两个阶段实施，计划作出部署如下：

（一）生产期（2026 年 1 月-2052 年 12 月）阶段任务

1、对三区预测地面塌陷区设置警示牌；若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填；

2、对三区箕斗井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

3、对四区预测地面塌陷区设置警示牌；若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填；

4、对原四区 3 号井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

5、对前期治理恢复效果不佳区域（3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区、3-3#挖损区）进行补充完善治理；

6、全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

（二）终采后的修复与管护期（2053 年 1 月-2055 年 12 月）阶段任务

1、三区预测地面塌陷区若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填、石方整平、覆土、土壤培肥、种草；

2、对 3-3#工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

3、对 3-6#工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

4、对三区东风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

5、对三区西风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

6、对 3-1#选矿厂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

7、对 3-2#选矿厂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

8、对 3-1#尾矿库进行覆土、土壤培肥、种植乔木、灌木、种草；

9、对生活区进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

10、对食堂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

11、对门卫进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

12、四区预测地面塌陷区若发生塌陷，经稳沉确认后对塌陷区进行回填、石方整平、覆土、土壤培肥、种草；

13、对主井工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

14、对副井工业场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

15、对四区东风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

16、对新建四区西风井进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

17、对 4-1#选矿厂进行拆除、清理、覆土、土壤培肥、种草；

18、对 4-1#尾矿库进行覆土、土壤培肥、种草；

19、对矿区道路进行覆土、土壤培肥、种草。

20、全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

具体阶段任务工作安排表 6-24 所示。

表 6-24　矿山生态修复总体工作安排表

复垦阶段	治理单元	治理工程	单位	工程量
生产期：2026年1月1日-2052年12月31日	三区预测地面塌陷区	警示牌	块	23
	三区箕斗井	拆除	m^2	211
		清理	m^3	211
		回填	m^3	1683
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	126
		土壤培肥	hm^2	0.0421
		种草	m^2	421
	四区预测地面塌陷区	警示牌	块	22
	原四区3号井	拆除	m^2	72
		清理	m^3	72
		回填	m^3	603
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	281
		土壤培肥	hm^2	0.0936
		种草	m^2	936
	3-2#尾矿库	翻耕	m^2	27508
		覆土	m^3	2751
		土壤培肥	hm^2	2.7508
		种草	m^2	4126
	3-1#挖损区	覆土	m^3	930
		土壤培肥	hm^2	0.93
		种草	m^2	2790
	3-2#挖损区	覆土	m^3	383
		土壤培肥	hm^2	0.3825
		种草	m^2	1148
	3-3#挖损区	覆土	m^3	88
		土壤培肥	hm^2	0.0882
		种草	m^2	265
	全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。			

复垦阶段	治理单元	治理工程	单位	工程量
终采后的修复与管护期：2053年1月1日-2055年12月31日	三区预测地面塌陷区	回填	m^3	612197
		石方整平	m^3	3613
		覆土	m^3	3613
		土壤培肥	hm^2	1.2044
		种草	m^2	12044
	3-3#工业场地	拆除	m^3	17305
		清理	m^3	17305
		回填	m^3	15957
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	31945
		土壤培肥	hm^2	10.5482
		种草	m^2	105482
	3-6#工业场地	拆除	m^3	323
		清理	m^3	323
		回填	m^3	1737
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	1021
		土壤培肥	hm^2	0.3404
		种草	m^2	3404
	三区东风井	拆除	m^3	136
		清理	m^3	136
		回填	m^3	2875
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	132
		土壤培肥	hm^2	0.044
		种草	m^2	440
	三区西风井	拆除	m^3	406
		清理	m^3	406
		回填	m^3	1769
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	267
		土壤培肥	hm^2	0.089
		种草	m^2	890
	3-1#选矿厂	拆除	m^3	30621
		清理	m^3	30621
		覆土	m^3	19527

复垦阶段	治理单元	治理工程	单位	工程量
		土壤培肥	hm^2	6.5089
		种草	m^2	65089
	3-2#选矿厂	拆除	m^3	4830
		清理	m^3	4830
		覆土	m^3	5077
		土壤培肥	hm^2	1.6923
		种草	m^2	16923
	3-1#尾矿库	覆土	m^3	353424
		土壤培肥	hm^2	111.9339
		种草	m^2	1031228
		种植乔木	株	2989
		种植灌木	株	15303
	生活区	拆除	m^3	808
		清理	m^3	808
		覆土	m^3	1219
		土壤培肥	hm^2	0.4062
		种草	m^2	4062
	食堂	拆除	m^3	152
		清理	m^3	152
		覆土	m^3	331
		土壤培肥	hm^2	0.1104
		种草	m^2	1104
	门卫	拆除	m^3	144
		清理	m^3	144
		覆土	m^3	524
		土壤培肥	hm^2	0.1745
		种草	m^2	1745
	四区预测地面塌陷区	回填	m^3	87991
		石方整平	m^3	1087
		覆土	m^3	1087
		土壤培肥	hm^2	0.3624
		种草	m^2	3624
	主井工业场地	拆除	m^3	151
		清理	m^3	151
		回填	m^3	3391
		封堵	眼	1

复垦阶段	治理单元	治理工程	单位	工程量
		覆土	m^3	423
		土壤培肥	hm^2	0.1411
		种草	m2	1411
	副井工业场地	拆除	m^3	1055
		清理	m^3	1055
		回填	m^3	3479
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	1876
		土壤培肥	hm^2	0.6253
		种草	m^2	6253
	四区东风井	拆除	m^3	82
		清理	m^3	82
		回填	m^3	544
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	320
		土壤培肥	hm^2	0.1065
		种草	m^2	1065
	新建四区西风井	拆除	m^3	120
		清理	m^3	120
		回填	m^3	989
		封堵	眼	1
		覆土	m^3	710
		土壤培肥	hm^2	0.2367
		种草	m^2	2367
	4-1#选矿厂	拆除	m^3	13219
		清理	m^3	13219
		覆土	m^3	33884
		土壤培肥	hm^2	11.2946
		种草	m^2	112946
	4-1#尾矿库	覆土	m^3	126341
		土壤培肥	hm^2	42.1135
		种草	m^2	421135
	矿区道路	覆土	m^3	36668
		土壤培肥	hm^2	12.2226
		种草	m^2	122226
	全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，			

复垦阶段	治理单元	治理工程	单位	工程量
	对已修复区实施管护。			

二、近年工作任务与经费进度安排

1、第一年（2026 年 1 月 1 日-2026 年 12 月 31 日）

（1）预测地面塌陷区：设置警示牌；

（2）全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

2、第二年（2027 年 1 月 1 日-2027 年 12 月 31 日）

全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

3、第三年（2028 年 1 月 1 日-2028 年 12 月 31 日）

（1）三区箕斗井：对场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（2）原四区 3 号井：对场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

（3）对前期治理恢复效果不佳区域进行补充完善治理；

① 对 3-2#尾矿库局部裸露区域进行翻耕、覆土、土壤培肥、种草；

② 对 3-1#挖损区进行覆土、土壤培肥、种草；

③ 对 3-2#挖损区进行覆土、土壤培肥、种草；

④ 对 3-3#挖损区进行覆土、土壤培肥、种草；

（4）全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

前三年矿区生态修复工作具体计划见表 6-25。

表 6-25　前三年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	工程量	目标地类	面积（m^2）	费用（万元）
1	第一年度	***	三区预测地面塌陷区	否	警示牌（块）	23	/	/	1.15
		***	四区预测地面塌陷区	否	警示牌（块）	22	/	/	1.10
		全矿区	全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护			60	/	/	3.78
2	第二年度	全矿区	全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护			60	/	/	3.78
3	第三年度	***	三区箕斗井	否	拆除（m^3）	211	人工牧草地	421	0.52
					清理（m^3）	211			0.51
					回填（m^2）	1683			3.58
					封堵（m^3）	1			1.25
					覆土（m^3）	126			0.21
					土壤培肥（hm^2）	0.0421			0.03
					种草（m^2）	421			0.01
			原四区 3 号井	否	拆除（m^3）	72	人工牧草地	936	0.18
					清理（m^3）	72			0.17
					回填（m^2）	603			1.28
					封堵（m^3）	1			1.25
					覆土（m^3）	281			0.47
					土壤培肥（hm^2）	0.0936			0.06
					种草（m^2）	936			0.03
		全矿区	全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护			60	/	/	3.78
			对前期治理单元补充完善治理						
合　计									**23.15**

表 6-26　矿区生态修复工程量与经费安排表

序　号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^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）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
1	三区预测塌陷区	***	1204390（12044）	地质灾害隐患、地形地貌景观破坏、土地资源损毁	警示牌	块	23	1.15	2026 年				
					回填	m^3	612197	1302.76	2053 年-2055 年				
					石方整平	m^3	3613	5.89					
					覆土	m^3	3613	6.04					
					土壤培肥	hm^2	1.2044	0.78					
					撒播种草	m^2	12044	0.39					
2	3-3#工业场地	***	105482	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	14905	42.33	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	14905	41.45					
					回填	m^3	15957	33.96					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	31945	53.41					
					土壤培肥	hm^2	10.5482	6.80					
					种草	m^2	105482	3.42					
3	3-6#工业场地	***	3404	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	修坡整形	m^3	90	0.79	2053 年-2055 年				
					拆除	m^3	323	0.77					
					清理	m^3	323	3.70					
					回填	m^3	1737	1.25					
					封堵	眼	1	1.71					
					覆土	m^3	1021	0.22					

序 号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^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）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
					土壤培肥	hm^2	0.3404	0.11					
					种草	m^2	3404	0.79					
4	三区东风井	***	440	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	136	0.33	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	136	0.33					
					回填	m^3	2875	6.12					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	132	0.22					
					土壤培肥	hm^2	0.044	0.03					
					种草	m^2	440	0.01					
5	三区西风井	***	890	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	406	0.99	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	406	0.97					
					回填	m^3	1769	3.76					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	267	0.45					
					土壤培肥	hm^2	0.089	0.06					
					种草	m^2	890	0.03					
6	三区箕斗井	***	421	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	211	0.52	2028 年				
					清理	m^3	211	0.51					
					回填	m^3	1683	3.58					
					封堵	眼	1	1.25					

序 号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^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）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
					覆土	m^3	126	0.21					
					土壤培肥	hm^2	0.0421	0.03					
					种草	m^2	421	0.01					
7	3-1#选矿厂	***	65089	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	27021	74.90	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	27021	73.34					
					覆土	m^3	19527	32.65					
					土壤培肥	hm^2	6.5089	4.20					
					种草	m^2	65089	2.11					
8	3-2#选矿厂	***	16923	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	3630	11.81	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	3630	11.57					
					覆土	m^3	5077	8.49					
					土壤培肥	hm^2	1.6923	1.09					
					种草	m^2	16923	0.55					
9	3-1#尾矿库	***	1119339	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	m^3	353424	590.92	2053 年-2055 年				
					土壤培肥	hm^2	111.9339	72.15					
					种草	m^2	1031228	33.40					
					种植乔木	株	2989	3.44					
					种植灌木	株	15303	3.90					
10	生活区	***	4062	地形地貌景观	拆除	m^3	1347	1.98	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	1347	1.94					

序 号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^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）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
				破坏、土地资源损毁	覆土	m^3	1219	2.04					
					土壤培肥	hm^2	0.4062	0.26					
					种草	m^2	4062	0.13					
11	食堂	***	1104	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	254	0.37	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	254	0.36					
					覆土	m^3	331	0.55					
					土壤培肥	hm^2	0.1104	0.07					
					种草	m^2	1104	0.04					
12	门卫	***	1745	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	240	0.35	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	240	0.34					
					覆土	m^3	524	0.88					
					土壤培肥	hm^2	0.1745	0.11					
					种草	m2	1745	0.06					
13	四区预测地面塌陷区	***	362399	地质灾害隐患、地形地貌景观破坏、土地资源损毁	警示牌	块	22	1.10	2026 年				
					回填	m^3	87991	187.24	2053 年-2055 年				
					石方整平	m^3	1087	1.77					
					覆土	m^3	1087	1.82					
					土壤培肥	hm^2	0.3624	0.23					
					种草	m^2	3624	0.12					
14	主井工业场	***	1411	地形地	拆除	m^3	151	0.37	2053 年-2055 年				

序 号	生态修复区块 地	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^2）	主要治理修复问题 貌景观破坏、土地资源损毁	修复工程					监测与管护工程			
					修复措施	单位	工程量	费用（万元）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
					清理	m^3	151	0.36					
					回填	m^3	3391	7.22					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	423	0.71					
					土壤培肥	hm^2	0.1411	0.09					
					种草	m^2	1411	0.05					
15	副井工业场地	***	6253	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	1055	2.58	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	1055	2.53					
					回填	m^3	3479	7.40					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	1876	3.14					
					土壤培肥	hm^2	0.6253	0.40					
					种草	m^2	6253	0.20					
16	四区东风井	***	1065	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	136	0.20	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	136	0.20					
					回填	m^3	544	1.16					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	320	0.54					
					土壤培肥	hm^2	0.1065	0.07					
					种草	m^2	1065	0.03					

序 号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^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）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
17	新建四区西风井	***	2367	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	200	0.29	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	200	0.29					
					回填	m^3	989	2.10					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	710	1.19					
					土壤培肥	hm^2	0.2367	0.15					
					种草	m^2	2367	0.08					
18	原四区 3 号井	***	936	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	72	0.29	2028 年				
					清理	m^3	72	0.29					
					回填	m^3	603	1.28					
					封堵	眼	1	1.25					
					覆土	m^3	281	0.47					
					土壤培肥	hm^2	0.0936	0.25					
					种草	m^2	936	0.03					
19	4-1#选矿厂	***	112946	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	拆除	m^3	12319	32.33	2053 年-2055 年				
					清理	m^3	12319	31.66					
					覆土	m^3	33884	56.65					
					土壤培肥	hm^2	11.2946	7.28					
					种草	m^2	112946	3.66					
20	4-1#尾矿库	***	421135	地形地	覆土	m^3	126341	211.24	2053 年-2055 年				

序 号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积（m^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）	实施时间	监测措施	工程量	费用（万元）	实施时间
				貌景观破坏、土地资源损毁	土壤培肥	hm^2	42.1135	27.15					
					种草	m^2	421135	13.64					
21	矿区道路	***	122226	地形地貌景观破坏、土地资源损毁	覆土	m^3	36668	61.31	2053 年-2055 年				
					土壤培肥	hm^2	12.2226	7.88					
					种草	m^2	122226	3.96					
22	评估区									不稳定地质体监测	360	22.70	2026 年-2055 年
										地下水位	480	30.27	
										矿坑涌水量	360	22.70	
										地下水水质	120	7.57	
										地形地貌景观监测	360	22.70	
										土地损毁监测	60	3.78	
										土地复垦成效监测	3	0.19	
										植物要素指标监测	30	1.89	
										土壤要素指标监测	30	1.89	
										土地复垦管护	3	47.63	

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，内蒙古黄岗矿业有限责任公司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、资金使用情况和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、

生态修复资金管理和使用不合格，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。内蒙古黄岗矿业有限责任公司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

本矿山严格执行《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法（试行）》（内自然资字〔2026〕69 号）相关规定，不再单独预存土地复垦费，企业此前已计提的矿山地质环境治理恢复基金转为矿区生态修复费用。矿区生态修复费用按照“采矿权人所有、专款专用、属地监管、规范使用”原则开展管理，采矿权人全面承担矿区生态修复资金主体责任。

企业按照企业会计准则要求，将矿区生态修复费用作为预计弃置费用计入相关资产入账成本，列入企业生产成本。设立矿区生态修复费用专门账户，单独设置会计科目，专项核算费用提取与使用情况，实现修复资金与企业生产经营账户相分离，严格做到专款专用。

矿区生态修复费用采取因素法按年度计提，年度费用提取额=矿类提取基数×露天开采（或地下开采）影响系数×土地复垦难度影响系数×地区影响系数×上一年度实际生产矿石量；矿类提取基数与各项影响系数实行动态调整机制，计提的修复费用不得低于矿山实际生态修复所需

费用。企业严格落实边开采边修复要求，依据审查通过的矿区生态修复方案，将生态修复、土地复垦治理工程资金纳入企业年度预算，保障各项治理工作有序实施。矿山完成阶段性或全部生态修复任务后，及时向自然资源主管部门申请验收，按验收结果依规支取修复费用。严格落实信息公示报备制度，按要求报送、公开矿区生态修复费用提取及使用情况，主动接受主管部门监督检查。

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，由本矿区矿区生态修复义务人：内蒙古黄岗矿业有限责任公司负责组织实施。监管控制应坚持“预防为主”的方针，从事后检验变为事先管理，在项目管理的全过程中，注重事前、事中控制，采取处罚监管措施，消除不合质量要求的因素，以有效地控制工程质量。建立动态监管调控体系，确保项目建设的社会效益、环境态效益和经济效益的充分发挥，确保土地资源的可持续发展。

矿区生态修复义务人应当于每年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，包括下列内容：

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。

县级自然资源主管部门应当加强对土地复垦义务人报告事项履行情况的监督核实，并可以根据情况将土地复垦义务履行情况年度报告在门户网站上公开。

采矿权人在完成阶段或全部修复任务后，应当及时向克什克腾旗自然资源主管部门提出验收申请。接受县级以上地方自然资源主管部门组织的相关验收，验收结果向社会公布。验收合格的，出具验收合格确认书；验收不合格的，出具书面整改意见，由采矿权人整改完成后重新申请验收。验收合格的土地，应当加强管护利用，防止抛荒和违法占用；涉及其他土地权利人的，应当及时移交相关土地权利人使用。

第二节　公众参与

一、已完成的公众参与情况

（一）方案编制前的公众参与

方案编制工作期间，矿山企业会同编制单位走访了矿区所在地同兴镇四义号村，与村委会负责人、村民代表进行了座谈沟通。座谈内容主要包括矿山变更生产规模以及矿山场地复垦治理初步设想等情况。座谈过程中，矿山企业认真听取了村委会和村民代表对矿区生态修复工作的意见和建议，了解了当地农牧民对损毁土地复垦方向和质量的期望。

（二）方案编制期间的公众参与

方案编制期间，矿山企业组织召开了公众参与座谈会。参会人员包括村负责人、村民代表、矿山企业负责人等。会议重点讨论了复垦土地的方向选择、复垦后土地权属和管护责任等问题，矿山企业和编制单位对代表们提出的意见和建议进行了现场回应。座谈会形成了会议纪要，村委会在会议纪要上加盖公章确认。

二、后期全程全面参与的保障

（一）全程全面参与

矿山应在方案实施期间建立常态化公众参与机制，保障利益相关方在修复工程实施全过程中的知情权、参与权和监督权。具体措施包括：

1、方案信息公开：修复方案经评审通过后，矿山应将方案简本在矿区所在地政府网站进行公示，方便公众查阅和监督。

2、年度计划公示：每年初将年度生态修复工作计划在克什克腾旗人民政府网站进行公示，公示内容包括年度修复区域、修复措施、工程量、投资预算和完成时限等。

3、施工期间参与：修复工程施工期间，邀请村委会代表和农牧民代表现场参观和监督工程质量，听取他们的反馈意见。

4、竣工验收公示：各阶段修复工程竣工后，将验收结果在村委会公示，接受公众评议。对公众提出的合理意见，矿山应认真整改并及时反馈整改情况。

（二）多样化参与形式

矿山将根据不同的参与内容和对象，灵活选择多样化的公众参与形式。定期走访村委会和农牧民代表，当面听取意见；定期召开座谈会通报修复工程进展，讨论解决存在的问题；重要事项如修复方向调整、权属变更等通过公示栏张贴公告，必要时召开听证会；在矿山内部设立公众意见箱和投诉电话，受理矿区周边农牧民和社会公众的意见和投诉。

第三节　效益分析

一、社会效益分析

矿区生态修复方案的实施将产生积极的社会效益。通过建立系统化的地表变形监测、地下水水质动态监测体系，可及时掌握采空区地表移动变化规律和地下水环境动态，提前预判塌陷、沉降、地下水污染等风险，有效规避突发性地质灾害对矿区生产设施及周边居民生产生活造成的危害，大幅提升区域防灾减灾能力。

通过对各场地实施的地貌重塑、土壤重构和植被重建等工程措施，

可使损毁的土地恢复为林地、草地，逐步恢复土地的生态功能，为当地农牧民提供辅助放牧空间。修复工程的实施还可以为当地提供一定的临时就业机会，增加农牧民劳务收入。矿区生态环境的改善将有助于缓解矿农矛盾，促进矿区社会和谐稳定。

二、生态效益分析

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，人与自然的关系更加和谐。

三、经济效益

矿山地质环境综合治理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。

矿区内破坏的主要土地类型为林地和草地，修复后林地面积88111m^2，草地面积 1914795m^2，为当地村集体增加了可利用的土地资源，改善了区域生态环境，为当地农牧民提供了辅助放牧空间，间接带动了当地畜牧业的可持续发展，具有积极的间接经济效益。同时通过林地、草地的直接经营、资源产出或使用权流转获得的经济收益以及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塌陷坑、井筒等工程，节省了矿山治理费用，可产生一定的经济效益。

第八章　结论

第一节　结论

一、方案编制概要

内蒙古黄岗矿业有限责任公司黄岗铁矿III、IV采区属生产矿山，为了更加合理开发矿产资源，矿山拟对现采矿权、深部探矿权、调整矿区范围矿产地探矿权进行整合。根据《开采方案》，整合后的矿山拟对开采方式、生产规模、矿区面积等信息进行变更，故矿山需重新编制矿区生态修复方案。

根据《开采方案》，矿山剩余服务年限为 26 年。考虑闭坑修复时间 1 年及管护期 3 年，确定矿山生态修复方案规划年限为 30 年，即 2026 年 1 月 1 日～2055 年 12 月 31 日。

方案服务年限基准期起始时间暂定为 2026 年 1 月 1 日，方案自通过评审并公告之日起正式生效。

二、矿区生态破坏程度综合评价

根据采矿权范围及采矿活动影响范围，方案确定矿区生态修复范围总面积 5278556m^2。

矿区共划分 22 个生态评价单元，根据矿区生态破坏程度综合评价结果，重度破坏单元 21 个，轻度破坏单元 1 个，生态受损（尤其是植被损毁）是导致综合等级偏高的核心因素，地质环境破坏以地形地貌景观破坏为主要表现形式，土地损毁以轻度-中度损毁为主。

三、矿区生态修复目标与主要生态修复工程措施

以矿区周边未受扰动的典型草原生态系统为参照，将损毁土地恢复为林地和草地，重建与区域生态功能定位相适应的植被群落。修复完成后植被覆盖度达到 70%以上，植物群落以乡土物种为建群种，具

备自我维持和自然演替能力。复垦前后土地利用结构调整为：修复前损毁面积 2002906m^2，修复后恢复林地 88111m^2、草地 1914795m^2，工矿用地、交通运输用地等全部恢复为生态用地。

修复工程采取“地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建”五大工程措施，景观营建部分工程融入地貌重塑和植被重建工程中统筹实施。

四、生态修复时序安排

根据“边开采、边修复”原则，将整个矿区生态修复工程划分为两个阶段，生产期和终采后的修复与管护期，生产期（2026 年 1 月-2051 年 12 月），终采后的修复与管护期（2052 年 1 月-2055 年 12 月）。

（一）生产期

生产期若发生预测塌陷区发生塌陷，对沉稳后的塌陷区进行修复工程；生产期近期对三区箕斗井、原四区 3 号井进行修复治理；对上一阶段治理区进行补充完善治理，主要包括 3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区，治理后纳入本方案监测、管护体系。生产期修复单元主要为三区预测地面塌陷区、四区预测地面塌陷区、三区箕斗井、原四区 3 号井、3-2#尾矿库、3-1#挖损区、3-2#挖损区和 3-3#挖损区。

（二）终采后的修复与管护期

主要为闭坑后集中修复，包括：3-3#工业场地、3-6#工业场地、三区东风井、三区西风井、3-1#选矿厂、3-2#选矿厂、3-1#尾矿库、生活区、食堂、门卫、主井工业场地、副井工业场地、四区东风井、新建四区西风井、4-1#选矿厂、4-1#尾矿库、矿区道路，共 17 个工程单元。

五、监测与管护措施

监测工作覆盖全周期30年，建立采空区地表变形监测网、地下水监测网、土壤环境监测网及土地复垦成效与生态系统监测网。管护期统一为修复治理后3年，主要进行土壤管护、林地管护和草地管护。

六、近年生态修复工作任务

（一）第一年（2026年1月1日-2026年12月31日）

1、预测地面塌陷区：设置警示牌；

2、全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

（二）第二年（2027年1月1日-2027年12月31日）

全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

（三）第三年（2028年1月1日-2028年12月31日）

1、三区箕斗井：对场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

2、原四区3号井：对场地进行拆除、清理、回填、封堵、覆土、土壤培肥、种草；

3、对前期治理恢复效果不佳区域进行补充完善治理；

（1）对3-2#尾矿库局部裸露区域进行翻耕、覆土、土壤培肥、种草；

（2）对3-1#挖损区进行覆土、土壤培肥、种草；

（3）对3-2#挖损区进行覆土、土壤培肥、种草；

（4）对3-3#挖损区进行覆土、土壤培肥、种草；

4、全面开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤环境、土地复垦成效等监测，对已修复区实施管护。

七、经费估算

矿区生态修复工程总投资经费6162.80万元，其中工程施工费3152.89万元（占51.16%），其他费用333.27万元（占5.41%），监测管护费161.32万元（占2.62%），不可预见费2515.32万元（占40.81%）。近年治理费用为23.15万元。

第二节　建议

一、矿山开采过程中，应按照《开采方案》设计的采矿方法，严格采取预留矿柱、充填采空区等措施，尽量避免采矿造成的塌陷对地表植被等产生影响，并加强地表变形监测和地质灾害隐患巡查。

二、矿山开采过程中，应加强水文地质、工程地质工作的研究，定期开展地下水位、水质监测，重点预防突水与工程地质等各类隐患问题，以确保人员及采矿设备的安全。

三、矿山应按照“边开采、边修复”原则，严格按年度计划落实各项修复工程，加强对种植的树木、草地的管护，管护期不少于3年，以达到预期的生态修复目标。