

克什克腾旗文武矿业有限公司
克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿
矿区生态修复方案

克什克腾旗文武矿业有限公司
2026 年 8 月

克什克腾旗文武矿业有限公司
克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿
矿区生态修复方案

编 制 单 位: ***

法 定 代 表 人: ***

方案编制负责人: ***

主要编制人员: ***

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	11
第一章 矿山基本情况	12
第一节 矿业权人基本情况	12
第二节 地理位置与区域概况	13
第三节 矿山开采历史及现状	14
第二章 矿区基础信息	25
第一节 矿区自然条件	26
第二节 社会经济概况	28
第三节 矿山地质环境背景	29
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	54
第五节 矿区生态状况	57
第六节 矿山及周边其它人类重大工程活动情况	63
第七节 矿区生态修复工作情况	63
第八节 矿区基本情况调查监测指标	70
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	73
第一节 问题识别与受损预测	73
第二节 生态修复可行性分析	122
第三节 生态修复分区及修复时序安排	140
第四节 采矿用地与复垦修复安排	146
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	153
第五章 监测与管护	189
第一节 监测目标与措施	189

第二节 管护目标与措施.....	197
第三节 工程量.....	199
第六章 工程部署与经费估算	200
第一节 总体部署.....	200
第二节 总体经费估算.....	203
第三节 阶段工作任务与经费安排.....	229
第七章 保障措施与公众参与	250
第一节 保障措施.....	250
第二节 公众参与.....	253
第三节 效益分析.....	255
第八章 结论	257
一、结论.....	257
二、建议.....	262

附图
附表
附件

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿为基建期矿山。2025年8月29日，克什克腾旗文武矿业有限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：***）。

2026年3月由采矿权人提交了《内蒙古自治区克什克腾旗刘家营矿区铅多金属矿资源储量核实报告》（***），采矿权人于2026年7月提交了《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿开采方案》（***）（以下简称《开采方案》）。

《开采方案》设计将开采标高由***m至***m变更为***m至***m，井巷工程标高***m至***m；将生产规模由***t/a变更为***t/a。

矿山现持有采矿许可证有效期限为2019年9月10日至2026年9月10日，采矿许可证即将到期，矿山已向赤峰市自然资源局申请延续且赤峰市自然资源局已出具《赤峰市自然资源局采矿权（物权）业务接件通知书》。

根据《中华人民共和国矿产资源法》、《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043号）要求，涉及采矿权延续、扩大开采范围、缩小开采区域、变更开采方式或开采主矿种等情形的，应当重新编制方案。本矿山符合采矿权延续、扩大开采范围两种情形，本次为重编。

2026年7月，受克什克腾旗文武矿业有限公司委托，***承担了《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿区生态修复方案》编制工作。

（二）上阶段方案落实情况

1、上阶段方案落实情况

根据 2024 年 1 月编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》设计的治理内容及矿山实际情况，结合本次现场调查和实测，矿山前期治理的场地主要为探坑、探槽、钻机平台、废石堆、露天采坑 2、露天采坑 3、废石场 2 及部分场地堆坡，上述场地已经根据 2024 年的《方案》制定的修复计划与恢复标准进行分解至年度治理计划中逐年治理，完成了主体治理量。部分治理任务已完成并通过专家现场核查，在实施过程中取得经验为未来开展生态修复工作提供便捷。

2、存在问题

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

根据现场调查，露天采坑2、露天采坑3（本方案中更名为民采坑2、民采坑3）回填不到位，废石场2清运不彻底，治理效果与周围地形地貌不协调。本方案将上述治理不到位的场地纳入现状单元进行设计治理。露天采坑4、露天采坑5矿山已进行回填，但由于覆土不到位，植被恢复效果较差；民采坑1北侧及PD8-5场地西侧前期治理的钻机平台场地植被恢复效果较差，图斑明显，方案设计对其进行完善治理。

3、取得经验

上阶段《方案》为本期方案的编制划定了基本的思路，其单元的界定可以为本方案单元圈定提供借鉴意义，原方案通过风险分级管控，针对不同隐患类型（如地下采空区、地表设施等）精准匹配治理措施，并依托具体工程量（如充填量、削坡量）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。

（三）本期方案修订的主要内容及修订理由

采矿权人于2026年7月提交了新编的《开采方案》，该方案变更了开采标高与生产规模，设计了新的开拓运输方案，与上期方案编制所依据的《开发利用方案》及《安全设施设计》存在明显差异，因此上期方案已不能为未来开展生态修复工作提供依据，同时矿山现持有的采矿许可证即将到期且矿山已申请延续，因此重新编制本期方案。

与上期方案对比，本期方案增加了对《开采方案》设计拟建场地的治理内容，同时进一步细化生态环境问题诊断，优化完善生态修复措施，补充生物多样性保护、长期生态监测及后期管护等相关内容。

（四）编制目的及任务

1、编制目的

为保护与合理利用土地资源、修复矿区生态环境、预防不稳定地质体对矿区生产建设造成危害，实现矿区及其周边生态、经济、社会与合规效益的统一，特编制本《生态修复方案》，作为矿山生态修复的指导性文本，也是办理、延续采矿许可证的基础依据。

2、主要任务为：

① 收集资料与野外调查，实地开展矿山地质环境、土地资源及生态状况等信息调查，查明矿山自然信息概况、矿区地质环境条件、土地资源利用现状和矿区生态现状；

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，矿山开采以来矿区各类土地的损毁情况，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；根据调查情况、矿山开采方案、采矿地质环境条件对评估区矿山地质环境影响、土地损毁和生态状况进行现状和预测分析；

③ 在现状和预测分析的基础上，进行矿山生态修复治理分区和确定土地复垦区与复垦责任范围；

④ 从技术、经济、土地适宜性和水土资源平衡等方面进行矿山生态修复可行性进行分析；

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

⑥ 对矿山生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确近三年工作安排情况；

⑦ 进行矿山生态修复工程的经费估算，提出矿山生态修复的保障

（五）编制工作概况

1、工作程序

本次方案编制工作按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定的程序进行。

我公司接受委托后，组建了项目组，项目组设项目负责人，按照分工的不同着手收集方案涉及区域的地质环境背景条件、土地利用现状、土地利用总体规划、矿山开采规划及矿山开采技术条件等相关资料，分析研究区域资料，进行现场踏勘，编写方案大纲，开展野外现场调查工作，之后对所收集调查的资料进行室内综合分析整理和信息数据处理，确定了矿山地质环境评估范围和复垦区，并进行了矿区生态修复适宜性评价，最终提交了本次矿区生态修复方案。具体工作程序详见图 1。

图 1 工作程序图

2、工作方法及过程

（1）资料收集与分析

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

（2）野外调查

我公司于2026年7月25日及2026年8月14日先后两次赴矿山进行野外调查工作，调查时长共计2天，确定调查范围：调查评估范围为采矿权范围及矿区外矿业活动可能影响范围，调查总面积约2.8km²。野外调查采用路线穿插，地质环境点重点追索的调查方法进行。野外矿山地质环境调查采用***实测地形图作为底图，开展矿山基础调查，实地调查生态修复区土壤、水文、土地利用、土地损毁、矿山地质环境破坏、生态系统，生物多样性等情况，对灾害点和重要地质现象进行详细记录和拍照，基础调查内容主要是对区内交通、居民饮用水井、村庄、植被覆盖率、地形地貌、现状地质环境条件、生物多样性状况、水土污染情况等进行了调查，基本查明了评估区内的地质环境现状问题、土地损毁现状，生态本底状况等，保证了调查的质量。

（3）水土污染分析

针对矿区生态修复影响范围，布设地下水、土壤采样点位并开展专项分析测试，其中完成2处地下水水样检测、3处土壤样品检测，同步开展生态环境问题识别诊断与潜在污染风险分析。

（4）公众调查

矿区位于***境内。根据《开采方案》及现场调查，矿山现状工程单元及拟建场地均位于***境内，因此矿山不会占用***权属土地，故本次仅对***进行公众调查。本次在***开展村民委员会及村民公众调查，其中***发放问卷调查表5份，回收5份，***发放问卷调查表4份，回收4份；依据调查表，汇总公众调查统计分析表，对分析结果进行整理归纳，方案编制予以采纳。

（5）生态损毁调查

全面查清矿区范围内各类生态损毁类型、损毁程度、分布范围、成因及演变趋势，精准识别生态破坏核心问题，量化损毁区域面积、损毁强度、生态功能受损等级，为后续矿区生态修复方案编制、修复工程布局、修复措施选型、修复资金测算及修复成效管控提供真实、准确、完整的基础数据支撑，保障生态修复工作靶向发力、科学落地，助力矿区生态系统逐步恢复稳定性与服务功能，实现矿区开发与生态保护协同发展。

（6）资料整理及方案编制

选定矿区生态修复治理的标准和措施，明确矿区生态修复的目标，确定矿区生态修复影响范围以及土地生态修复区和生态修复责任范围；进行问题识别诊断（包括地质环境影响、土地资源和生态问题的现状问题和受损预测情况）和复垦修复适宜性评价（包括土地利用现状分析、土地损毁分析与预测）；根据矿山地质环境影响、土地损毁、生态问题现状和预测问题分析综合诊断评价结果，进行矿区生态修复分区；根据矿山基础调查和诊断评价结果，选择参照生态系统，同时结合国土空间规划及相关规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果，确定拟复垦修复的最佳利用方向；结合不同修复单元的参照生态系统和复垦修复目标，提出相应生态系统和地类的复垦修复标

准；根据矿区生态修复单元，提出矿区生态修复措施，进行相关生态修复工程设计及经费估算，同时对矿区生态修复计划进行年度工作安排，给出相应的保障措施，完成了矿区生态修复方案的编制及图件绘制工作。

（7）前期生态修复成效调查

本矿山前期已实施一系列针对性生态治理工程，重点针对矿区原有探坑、探槽、钻机平台、民采坑开展了生态修复工作，有效解决了矿区前期探矿、民采遗留的零散生态破坏与地质隐患问题，矿区生态环境得到初步改善，治理成效总体显著。

对矿区内分散的探坑、探槽、钻机平台、部分民采坑进行了全面治理。对探矿、探槽、部分民采坑进行回填、对钻机平台进行垫坡，对回填、垫坡后对场地进行覆土整平并且恢复植被，解决了前期探矿、民采造成的场地凹凸不平、地貌破碎、地表杂乱等问题。原有大面积零散裸露破损地表得到有效修复，地表裸露面积大幅减少，遏制了水土流失。矿区地表扰动形态得到有效修复，区域地貌完整性和协调性显著提升。为本次矿区系统性生态修复、全域植被重建及长效管护奠定了坚实基础。

3、完成的工作量

接受委托后，对矿山调查严格按规定、规范进行，主要包括资料收集和现场调查，完成的主要工作量见表1。

表1 完成工作量统计表

本方案严格按照《编制指南》及国家现行有关法律法规、政策文件、技术标准与规范及有关技术资料进行编制，该《方案》资料真实可信，数据准确，质量满足要求，完成了预期的工作任务，达到了工作目的。

（六）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》(2019 年 8 月 26 日修正);
- (3)《中华人民共和国水土保持法》(2010 年 12 月 25 日修订);
- (4)《中华人民共和国草原法》(2021 年 4 月 29 日修正);
- (5)《中华人民共和国生态环境法典》(2026 年 3 月 12 日公布, 2026 年 8 月 15 日施行);

2、行政法规与地方性法规

- (1)《土地复垦条例》(中华人民共和国国务院令第 592 号, 2011 年);
- (2)《中华人民共和国土地管理法实施条例》(中华人民共和国国务院令第 743 号, 2021 年 7 月 2 日第三次修正)。
- (3)《内蒙古自治区地质环境保护条例》(2021 年 7 月 29 日修正);
- (4)《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 日施行);

3、部门规章与政策性文件

- (1)《土地复垦条例实施办法》(2019 年 7 月 16 日修正);
- (2)内蒙古自治区财政厅、自然资源厅和生态环境厅制定《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法(试行)》(内国土资规〔2019〕3 号);
- (3)《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);
- (4)《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);

(5) 《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）；

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

(7) 《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）。

4、规范及规程

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

(2) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

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

(4) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

(5) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

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

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

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

(9) 《矿区地下水监测规范》（DZ/T0388-2021）；

(10) 《土壤环境监测技术规范》（HJ 166-2026）；

(11) 《矿区土地质量评价技术要求》（DZ/T 0435-2023）；

(12) 《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

(13) 《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）；

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

（15）《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；

5、有关资料

（1）2019年3月，宁夏智诚安环技术咨询有限公司编制的《赤峰市克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿年采12万吨铅锌银共伴生矿石项目环境影响报告书》（***）；

（2）2024年1月，赤峰吉晟矿业咨询有限公司编制的《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***）；

（3）2024年1月，克什克腾旗文武矿业有限公司编制的《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿2024年度矿山地质环境治理计划书》；

（4）2025年3月，克什克腾旗文武矿业有限公司编制的《2025年度克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿山地质环境治理与土地复垦计划》；

（5）2026年2月，克什克腾旗文武矿业有限公司编制的《2026年度克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿山地质环境治理与土地复垦计划》；

（6）2026年3月，内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司编制的《内蒙古自治区克什克腾旗刘家营矿区铅多金属矿资源储量核实报告》（***）；

(7) 2026 年 6 月，赤峰正航设计有限责任公司编制的《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿开采方案》(***)。

(8) 全国第三次土地利用现状调查资料[***];

(9) 赤峰市克什克腾旗 2016-2025 年气象资料;

6、合同依据

《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿区生态修复方案》编制合同书。

二、服务年限

(一) 矿山生产服务年限

根据 2026 年 6 月赤峰正航设计有限责任公司编制的《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿开采方案》，采用共伴生矿产资源量矿石量***t; 开采回采率为***%，采矿综合贫化率为***%，设计生产规模为***t，经计算矿山生产服务年限为 10 年（含 2 年基建期）。

(二) 方案服务年限

矿山生产服务年限为10年（含2年基建期），在矿山生产服务年限期满后生态修复时间为2年，管护时间为3年，确定矿区生态修复方案规划年限为15年，即从2026年7月1日至2041年6月30日。

经评审通过的方案涉及方案服务到期，开采规模、开采布局、开采工艺等发生重大变化，方案不能与初步设计、安全设施设计、环评、水土保持方案以及用地安排等充分衔接的，应对《矿区生态修复方案》进行修编。当矿山采矿权延续、扩大开采范围或缩小开采区域、变更开采方式、变更开采主矿种时，需重新编制《矿区生态修复方案》。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

克什克腾旗文武矿业有限公司于 2019 年 9 月 10 日取得了内蒙古自治区自然资源厅颁发的采矿许可证，此次为矿山首次取得采矿许可证，现持有采矿许可证在期，采矿许可证信息如下：

采矿许可证号：***

采矿权人：克什克腾旗文武矿业有限公司

矿山名称：克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区
铅锌银矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：铅矿、锌、银

开采方式：地下开采

生产规模：***万吨/年

矿区面积：***平方公里

开采标高：由***m 至***m 标高

有效期限：自 2019 年 9 月 10 日至 2026 年 9 月 10 日。

矿区由***个拐点坐标圈定，矿区范围拐点坐标见表 1-1。

矿山现持有采矿许可证即将到期，矿山已向赤峰市自然资源局申请延续且赤峰市自然资源局已出具《赤峰市自然资源局采矿权（物权）业务接件通知书》。同时申请将开采标高由***m 至***m 变更为***m 至***m；将生产规模由***t/a 变更为***t/a。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

第二节 地理位置与区域概况

一、位置及交通

克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿区位于赤峰市克什克腾旗旗政府驻地经棚镇北东方向***km 的***村境内，行政区划隶属于克什克腾旗***镇管辖。矿区地理极值坐标：

东经：***；

北纬：***。

矿区南东距宇宙地镇政府所在地***km，南东距林西县***km，南东距集通铁路宇宙地站***km，G303 国道从矿区南东***km 处经过，矿山不在“三区两线”可视范围内，矿山与主干道有简易硬化道路相通，交通便利。详见交通位置图 1-1。

图 1-1 交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边村庄

矿区内无村镇分布，矿区东距最近的***村约***km，该村为自然村，属***村管辖，人口约 200 人，居民分布较集中，居民主要从事农牧生产。

2、周边公路

经调查，集通铁路在矿区南东侧***km 处经过，在***镇设有***站，G303 国道从矿区南东***km 处经过，除上述铁路及道路外，矿区周边无其他高等级公路及铁路分布。

3、矿区周边河流

矿区的排泄河流为木石匣河，该河流属西辽河流域西拉木伦河水系。

木石匣河发源于克什克腾旗黄岗梁阎清奎沟，全长 77km，流域面积 875.2km²，总落差 1142m，平均比降 8.9%，多年平均径流量 0.333×10⁸m³。为常年性河流，其中 6~8 月份流量较大，于克什克腾旗陆家店汇入嘎斯汰河。

4、大型基础设施

矿区附近无大型电力、水利等重要国民经济建筑物、构筑物及***。

5、相邻矿山

根据现场调查及向克什克腾旗自然资源局收集资料，矿区周边共设置矿业权有***宗，其中采矿权***宗，探矿权***宗，矿区与周边已设矿业权之间界线明晰，对采矿生产无影响，无地质环境问题纠纷。相邻矿权基本信息见表 1-2，相邻关系示意图见图 1-2。

图 1-2 相邻矿业权设置情况图

表 1-2 相邻矿业权情况一览表

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿 2007 年 12 月至 2018 年 9 月一直处于探矿阶段，于 2019 年 9 月 10 日取得采矿许可证，矿山自 2019 年建矿以来一直进行矿山用地手续报批及立项核准等工作，2022 年 3 月—2023 年 12 月矿山进行基础建

设及井巷掘进。矿山前期共形成平硐 8 处，具体如下：

1、I 号矿带

I号矿带形成 2 条探矿平硐（PD2、PD6），分别位于***m 水平，目前硐口均保存完好。

PD2 位于位于 P5 号勘探线附近，规格 2.2×2.3m，已开拓的坑道为***m 水平。

PD6 位于I号矿带南翼，巷道规格 2.2×2.4m，已开拓的坑道为***m 水平。

2、II 号矿带

2022年1月赤峰正航设计有限责任公司编制完成了《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿12万吨/年地下开采项目（二采区6万吨/年）安全设施设计》，矿山依据安全设施设计进行建设，采用平硐开拓系统，开拓系统由平硐（PD8）、平硐（PD8-1、PD8-2、PD8-3、PD8-4）和回风平硐(PD8-5)及各中段运输巷道、通风联络巷道组成。

平硐（PD8）硐口位于II号矿带西侧约 46m 处，规格 2.2×2.4m，主要用于***m 中段的材料、设备运输任务和人员出入及废石运输，兼做进风井。

平硐(PD8-1)硐口位于II号矿带西侧约 129m 处，规格 2.2×2.4m，主要用于承担***m 中段材料、设备运输任务和人员出入及废石运输，兼做进风井。

平硐(PD8-2)硐口位于II号矿带西侧约 262m 处，规格 2.2×2.4m，主要用于承担***m 中段材料、设备运输任务和人员出入及废石运输，兼做进风井。

平硐(PD8-3)硐口位于II号矿带西侧约 378m 处，规格 2.2×2.4m，主要用于承担***m 中段材料、设备运输任务和人员出入及废石运输，兼做进风井。

平硐(PD8-4)硐口位于II号矿带西侧约 491m 处，规格 2.2×2.4m，主要用于承担II号矿带***m 水平以上全部矿石运输，***m 中段材料、设备运输任务和人员出入及废石运输，兼做进风井。

平硐（PD8-5）硐口位于II号矿带北东侧，规格 2.2×2.4m，井下各中段通过倒段风井与平硐(PD8-5)贯通，平硐(PD8-5)作为井下各中段、采场的回风平硐和安全出口。

井下共设置六个中段，分别为：平硐（PD8-5）***m 水平，平硐（PD8）***m 水平、平硐（PD8-1）***m 水平、平硐（PD8-2）***m 水平、平硐（PD8-3）***m 水平、平硐（PD8-4）***m 水平，段高为 30~40m。

矿山自取得采矿许可证至今只进行了基础设施建设，未进行采矿生产。

二、开采现状

经本次实地调查，矿区范围内现状形成的工程单元有 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等 21 个场地。矿山现状工程场地布局见图 1-3。

图 1-3 矿山现状工程布局图

三、开采方案概述

（一）矿产资源储量

1、核实报告资源量

根据评审备案的内蒙古第十地质矿产勘查开发有限责任公司编

制的《内蒙古自治区克什克腾旗刘家营矿区铅多金属矿资源储量核实报告》（***）。

截至2025年12月31日，克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿累计查明共生矿石量（TM+KZ+TD）***t，共生金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t)，平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

其中探明资源量（TM）矿石量***t，金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t)，平均品位:P***%、Zn***%、Ag***g/t。

控制资源量（KZ）矿石量***t，金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn3885t(相应矿石量***t)、Ag6t(相应矿石量***t)，平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

推断资源量（TD）矿石量***t，金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t)，平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

截止2025年12月31日，克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿累计查明伴生矿石量（TM+KZ+TD）***t，伴生金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t)，平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

其中探明资源量（TM）矿石量***t，金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t)，平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

控制资源量（KZ）矿石量***t，金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t)，平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

推断资源量(TD)矿石量***t, 金属量:Pb***t(相应矿石量***t)、Zn***t(相应矿石量***t)、Ag***t(相应矿石量***t), 平均品位:Pb***%、Zn***%、Ag***g/t。

矿山自 2019 年建矿以来一直未进行采矿生产, 一直进行用地手续报批及立项核准等工作, 2022 年 3 月—2023 年 12 月矿山进行基础建设及井巷掘进, 至今未进行采矿生产, 未消耗资源储量。

2、设计利用资源量

根据《矿业权评估指南》(2006 年修订)并结合矿床地质特征和地质勘查程度,《开采方案》对于探明资源量及控制资源量全部采用,对于推断资源量采用 80%。按照混采计算,《开采方案》采用共生伴生矿产资源量矿石量***t。

表 1-3 采用资源量计算结果表

3、设计可采储量

根据推荐的开采回采***%, 克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿可采的矿产资源量矿石量***t, 金属量 Pb***t, Zn***t, Ag***t; 平均品位: Pb***%, Zn***%, Ag***g/t。

(二) 矿山服务年限

《开采方案》推荐矿山建设规模***t, 矿山设计服务年限 10 年(含 2 年基建期)。

(三) 矿山生产规模

根据《开采方案》, 本矿山的设计生产规模为***t/a, 依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 D, 属中型矿山。

（四）可供开采矿产资源的范围

根据经评审备案的《内蒙古自治区克什克腾旗刘家营矿区铅多金属矿资源储量核实报告》，确定资源量估算范围由***个拐点圈定，面积为***km²，位于采矿权平面范围之内；资源量估算标高***m~***m，资源量估算最高标高高于原采矿权最高开采标高***m 以上***m，估算最低标高与采矿权最低开采标高一致，资源储量估算范围拐点坐标见表 1-4。

表 1-4 资源储量估算范围拐点坐标表

（五）申请开采区域

根据《开采方案》，确定采矿权申请开采区域平面范围即原有采矿权平面范围，与井巷工程设施分布平面范围一致，申请开采标高与资源储量估算范围标高一致，井巷工程设施分布范围标高为矿区内地表最高点标高至井底水仓最低点标高。

因此，矿业权人确定采矿权申请开采区域由***个拐点圈定，矿区面积***km²，开采标高***m-***m，井巷工程设施分布范围标高为***m 至***m，申请开采区域拐点坐标见表 1-5。

表 1-5 申请开采区域拐点坐标表

（六）开采矿种

根据经评审备案的矿产资源储量报告确定的开采主矿种为铅矿，共生矿种锌、银，伴生矿种铅、锌、银。主矿种铅保有资源量矿石量***t，Pb 金属量***t，矿床规模为小型。在开采主矿种的同时对具有工业价值的共生和伴生矿产进行综合开采、合理利用。

（七）开采方式

矿区内矿体倾角为***°，属缓倾斜至急倾斜矿体，矿体厚度***m，平均***m，属薄-厚矿体，埋藏较深，且矿山已形成部分井巷工程，故《开采方案》推荐采用地下开采方式。

（八）矿区开采顺序

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。

（九）开拓运输方案

1、矿山已有工程及可利用性

I号矿带形成 2 条探矿平硐，分别为平硐（PD2）、平硐（PD6）；II号矿带形成 6 条平硐，分别为平硐（PD8）、平硐（PD8-1）、平硐（PD8-2）、平硐（PD8-3）、平硐（PD8-4）、平硐（PD8-5）。

平硐(PD2)、平硐(PD6)、平硐(PD8)、平硐(PD8-1)、平硐(PD8-2)、平硐(PD8-3)、平硐(PD8-4)均保存完好，且均位于地表岩石移动监测范围 20m 以外，方案予以利用，井下各中段巷道均利用。平硐(PD8-5)虽位于地表岩石移动监测范围以内，但其保存完好，方案予以利用，待下一中段开采结束后废弃。

2、推荐开拓运输方案

推荐采用平硐+斜坡道开拓系统，由斜坡道(XPD1)、平硐(PD2)、平硐(PD6)、平硐（PD8）、平硐(PD8-1)、平硐(PD8-2)、平硐(PD8-3)、平硐(PD8-4)、平硐(PD8-5)、风井(FJ1)、各中段运输巷道及通风联络巷道组成。

新建斜坡道(XPD1)，布置在 P1 号勘探线附近，地表岩石移动监

测范围 20m 以外。斜坡道口标高***m，开拓至***m 水平，入口方位***°，采用地下运矿车运输，主要承担***m 水平以下各中段的人员、材料、矿、废石运输任务及大型设备运输，兼作进风井及安全出口。

原有平硐(PD6)，硐口位于I号矿带南翼，地表岩石移动监测范围 20m 以外，平硐口标高***m，平硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输，主要承担I号矿带***m 中段矿石、废石、材料、设备运输任务和人员出入等，兼做进风井。

原有平硐(PD2)，硐口位于 P5 号勘探线附近，地表岩石移动监测范围 20m 以外，平硐口标高***m,平硐口直线段方位***°，深部与倒段风井联接，主要承担I号矿带井下回风任务，兼做应急安全出口。

原有平硐（PD8），硐口位于II号矿带西侧约 46m 处，地表岩石移动监测范围 20m 以外，平硐口标高***m，硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输，主要承担井下***m 中段的废石、材料、设备运输任务和人员出入等，兼做进风井。

原有平硐（PD8-1），硐口位于II号矿带西侧约 129m 处，地表岩石移动监测范围 20m 以外，平硐口标高***m,硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输,主要用于承担***m 中段的废石、材料、设备运输任务和人员出入等，兼做进风井。

原有平硐（PD8-2），硐口位于II号矿带西侧约 262m 处，地表岩石移动监测范围 20m 以外，平硐口标高***m,硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输,主要用于承担***m 中段的废石、材料、设备运输任务和人员出入等，兼做进风井。

原有平硐（PD8-3），硐口位于Ⅱ号矿带西侧约 378m 处，地表岩石移动监测范围 20m 以外，平硐口标高***m,硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输,主要用于承担***m 中段的废石、材料、设备运输任务和人员出入等，兼做进风井。

原有平硐（PD8-4），硐口位于Ⅱ号矿带西侧约 491m 处，地表岩石移动监测范围 20m 以外,平硐口标高***m,硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输,主要承担Ⅱ号矿带***m 水平以上全部矿石运输，***m 中段材料、设备运输任务和人员出入及废石运输，兼做进风井。

原有平硐（PD8-5），位于Ⅱ号矿带北东侧，地表岩石移动监测范围 20m 以内，平硐口标高***m,硐口直线段方位***°，采用电机车牵引矿车运输,主要用于承担***m 中段的废石、材料、设备运输任务和人员出入等，兼做进风井，待下一中段开采结束后废弃。

风井(FJ1)，为新建风井，布置在矿体北翼Ⅱ号矿带各矿体下盘，P30 号勘探线与 P32 号勘探线之间,地表岩石移动监测范围 20m 以外，井口地表标高***m，井深***m（至***m 水平，深部中段利用倒段天井与之联络），用于井下Ⅱ号矿带总回风任务，内设梯子间兼作安全出口。

井下共设置十八个中段，其中***m 水平以上为平硐开拓，分别为***水平；***m 水平以下为斜坡道开拓，设置***；上部平硐与下部斜坡道各中段以倒段风井连接，属于一个生产系统，段高 13-40m。

（十）采矿方法

《开采方案》拟推荐主体采矿方法为全面房柱嗣后胶结充填采矿法, 辅以浅孔留矿嗣后胶结充填采矿法及分段空场嗣后胶结充填采矿法。能够达到对资源的充分利用。采空区采用水泥+尾砂充填, 生产期废石就近充填采空区, 尾砂取自本矿山选矿厂产生的尾矿, 符合国家相关规范要求。

表 1-6 采矿方法参数表

(十一) 矿山开拓布局

根据《开采方案》设计的工程场地有拟建斜坡道、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、拟建充填站、拟建造矿厂、拟建尾矿库等场地。各工程场地布置方案如下:

(1) 拟建斜坡道

《开采方案》设计在 PD6 南东侧拟建斜坡道, 《开采方案》未明确井口规格, 开拓至***m 水平, 入口方位***°。

(2) 拟建风井场地

《开采方案》设计在 PD8-5 场地北侧 80m 处拟建风井场地, 占地面积 50m²。《开采方案》未明确井口规格, 设计井深***m。

(3) 拟建矿石场 1

《开采方案》设计在 PD6 场地南东侧拟建矿石场 1, 占地面积 887m²。

(4) 拟建矿石场 2

《开采方案》设计在 PD8-4 场地北西侧拟建矿石场 2, 占地面积 609m²。

(5) 拟建废石场 1

《开采方案》设计在拟建矿石场 1 南东侧拟建废石场 1，面积为 651m²，主要堆放竖井及巷道开拓产生的废石，堆高约 10m，废石按自然安息角顺坡堆放，坡角约 30°。

（6）拟建废石场 2

《开采方案》设计在拟建矿石场 2 北侧拟建废石场 2，面积为 578m²，主要堆放竖井及巷道开拓产生的废石，堆高约 10m，废石按自然安息角顺坡堆放，坡角约 30°。

（7）拟建充填站

《开采方案》设计 PD8 场地内拟建充填站，面积 945m²。

（8）拟建造矿厂

《开采方案》设计拟建造矿厂布置在矿区南***km 处，选矿规模为***t/a。

（9）拟建尾矿库

《开采方案》设计拟建尾矿库布置在选矿厂北侧的山谷中，为沟谷型尾矿库，设计总库容约为***m³，总坝高 29m，为四等尾矿库。

需要说明的是：矿山尚未取得拟建造矿厂及尾矿库的相关批复文件，同时《开采方案》仅对拟建的选矿厂及尾矿库进行文字叙述，未进行具体位置、面积等相关内容上的确定，故本方案不对拟建的选矿厂及尾矿库进行相关修复及监测工作的设计。经与矿权人沟通，后续若矿山需要进行选矿厂及尾矿库的建设，应根据相关批复文件进行选址，依据相关施工设计进行建设，此时本方案将不能与矿山用地安排充分衔接，应对本方案进行修编。

根据《开采方案》，矿区范围内继续利用的现状场地包括 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、矿区道路，不再继续利用的现状场地包括炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑。但根据《开采方案》设计，PD8 场地继续利用，截水沟位于 PD8 场

地上游且《开采方案》中未明确规划截水沟场地，因此可继续利用现状已形成的截水沟。

图 1-4 开采方案总平面布局图

（十二）固体废弃物及废水

1、固体废弃物排放量及处置情况

矿山前期开采已形成多处废石场，且部分场地为垫坡形成，矿山现状废石堆存方量为 31700m^3 （包含形成场地的废石）。

矿山基建期产生废石约 6000m^3 ，废石排放至拟建废石场集中堆放。

矿山生产期间产生的废石量约占矿石量的 10%，即 $203.0 \times 10^4\text{t} \times 10\% = 20.3 \times 10^4\text{t}$ ，体重按 $2.86\text{t}/\text{m}^3$ 计，考虑废石的松散系数 1.30，未来开采产生废石量为 92273m^3 ，《开采方案》设计矿山生产期废石就近充填采空区。部分废石用于地表治理工程的回填、垫坡，其余废石全部充填采空区。

2、废水的排放量及处置情况

矿山未来生产废水主要为采矿废水及生活废水。

采矿废水通过沉降作用除去淤泥和悬浮物，清水可返回采场进行采掘、除尘作业，部分污水经处理达标后回用于选矿用水等，对环境基本无影响。

该矿山主要生活污水为洗漱废水及排泄物所组成。正式生产后企业全员估定为 30 人，每人日用水量为 80L，矿山日排生活污水量 2.4m^3 ，企业将建设防渗化粪池，生活污水经防渗化粪池处理后企业委托环卫部门定期清掏，不外排。

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、气象

本区属中温带大陆性半干旱季风气候区，冬季严寒，夏季酷热。

据克什克腾旗气象局资料，降雨量多集中于 7-9 月份，年平均降水量为 387.6mm 左右，年均气温为 2.8℃，极端最高气温达 40℃，极端最低气温-32℃；春秋两季多西北风，风力 3-8 级；结冰期为每年的 10 月至来年的 4 月，无霜期 114 天左右，冻土深度 2-3m。见图 2-1，表 2-1。

表2-1 克什克腾旗近十年年降水量统计表（2016-2025年）

图 2-1 近 10 年降水量柱状图

二、水文

矿区属于西辽河流域西拉木伦河水系。

矿区南西侧约 9km 的木石匣河为矿区地表水的排泄河流，全长 77km，流域面积 875.2km²，总落差 1142m，平均比降 8.9‰，多年平均径流量 0.333×10⁸m³。为常年性河流，其中 6~8 月份流量较大，于克什克腾旗陆家店汇入嘎斯汰河。矿区最低侵蚀基准面位于东南部的沟谷中，海拔标高为 1407.61m。

矿区内水系不发育，无永久性河流，仅在降雨季节时形成暂时性河流，雨后多自然干涸。

图 2-2 克什克腾旗水系分布图

三、地形地貌

1、地形

矿区位于大兴安岭南西段东坡山麓，总体地势北高南低，东高西低，最高点位于矿区东北部山顶处，海拔 1728.27m，最低点位于矿区南西部沟谷内，海拔 1407.61m，相对高差 320.66m。地形坡度一般

在 15~40°之间。

2、地貌

根据矿区地貌形态特征，将区内地貌形态类型划为中山地貌，主要由中山（I）及沟谷（I-1）微地貌组成。

（1）中山（I）

分布于矿区大部分，山顶浑圆，地表主要为风化破碎的残坡积松散堆积物，在矿区范围内大面积分布，厚度 0.3-2m。矿区植被较发育（见照片 2-1）。

照片2-1 中山地貌

（2）沟谷（I-1）

分布于矿区中部，沟谷走向近北-南向，沟谷宽缓，横截面呈“V”字型，沟谷长约 1.8km，宽 50-300m，深 80-200m，纵向坡度 1-3°，沟谷底部为冲积物和残积碎石土等，厚度<2m（见照片 2-2）。

照片 2-2 微地形沟谷地貌

四、植被

矿区及周边植被类型属于温性森林草原植被，植物种类较丰富，矿区内植被类型为乔木、灌木及草本植物。乔木有落叶松、桦树、山杨、蒙古栎；灌木有榛柴、山杏等；草本植物有披碱草、针茅、羊草等，植被覆盖率 15-70%。

照片 2-3 矿区植被

照片 2-4 矿区植被

照片 2-5 矿区植被

五、动物

矿区受人类活动影响很大，野生动物资源匮乏，大型野生动物已不见，区内仅见的蛇类、田鼠、狍子、野兔、喜鹊及麻雀等常见物种。迄今为止，评价区内尚未发现濒危保护动物栖息环境，未发现受国家重点保护野生动物和鸟类。

六、土壤

矿区主要土壤类型为沙质土，母岩为花岗岩，土壤质地为轻壤，土壤容重在 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 左右，有机质含量 1-5%，PH 在 7.3 左右，土壤质地疏松、多孔，胶结物质、粘粒成分含量较低，土壤的抗蚀性和抗冲性较弱，肥力一般。山坡区域土层较薄，土层厚度 0.2~0.6m；沟谷两侧土层厚度较大，土层厚度 5~10m。

照片 2-6 矿区土壤
图 2-3 矿区遥感影像图

第二节 社会经济概况

矿区位于赤峰市克什克腾旗，2025 年，全区地区生产总值完成 344.6 亿元，按不变价格计算，比上年增长 5.1%。（按照***）。

矿区隶属于***镇、***镇管辖。***镇位于克什克腾旗东北部，全镇总面积103万亩，耕地14.7万亩（其中：水浇地6万亩），林地12万亩，草牧场54.8万亩。辖7个行政村、1个直属社区，107个村民组，户籍人口7940户18358人，常住人口3055户7040人。

全镇农作物播种面积稳定在 12.5 万亩左右，粮豆总产量稳定在 4800 万斤以上，粮经饲种植比例达到 4:4:2。2021 年末，全镇存栏牛 11620 头、羊 73411 只，生猪饲养量 3593 头。辖区内矿产资源丰富，主要有铁、铅等多种有色金属。

***镇位于克什克腾旗东北部，全镇总面积 131.31 万亩，其中耕地 11.7 万亩、草地 46.71 万亩、林地 68.74 万亩，其它用地 4.16 万亩。辖 7 个行政村、1 个直属社区，93 个村民组，户籍人口 6248 户 14424 人，常住人口 2925 户 6592 人。

全镇粮食播种面积稳定在 6 万亩以上。畜牧业是传统优势产业，以肉牛、肉羊养殖为主，现存栏肉牛约 2.1 万头、羊约 4.5 万只。特色种植业与加工业同步发展，冷凉型蔬菜、中草药等种植规模逐步扩

大。辖区内矿产资源较为丰富，已探明拥有锡、铜、萤石等多种金属及非金属矿藏。

矿区所在位置***村、***村、***村位于***镇北部，***村位于***镇南东部，周边村民常年从事农牧业生产，劳动力相对充足，经济以农业为主，兼有少量牧业。当地矿业较发达，剩余劳动力资源充足。当地农用物资和矿山物资供应主要在克什克腾旗、林西县或赤峰市城区购买。

当地用电均由东北电网提供，矿区地面设有 10kV 变电站 1 座，电源引自宇宙地 66kV 变电所，供电距离为 13km。当地村民饮用水源为机电井，矿山生活用水通过汽车从附近村庄民井运至矿区。矿区移动及电信信号覆盖，可满足矿产开发项目的日常办公、远程通讯、数据传输等需求，通讯便捷。

矿区周边 1km 内无地质遗迹、文物古迹、古村落、历史文化保护区、风景名胜区等。

第三节 矿山地质环境背景

一、地层岩性

1、区域地层

本区中晚元古代及古生代地层区划属华北地层大区（v）、内蒙古草原地层分区（v₃）、赤峰地层小区（v₃²）；中新生代地层区划属滨太平洋地层区（5）、大兴安岭地层分区（5₁）、乌兰浩特—赤峰地层小区（5₁³）。区域内出露主要地层：石炭系上统酒局子组（C_{3jj}）、二叠系中统哲斯组（P_{2zs}）、侏罗系中统新民组（J_{2x}）、白垩系下统白音高老组（K_{1b}）及第四系全新统（Qh）。

表 2-2 区域地层简表

（1）石炭系上统酒局子组（C_{3jj}）

主要出露于区域东南部，出露面积约占 5%。岩性主要为浅变质细砂岩、粉砂岩、粉砂质板岩夹石灰岩透镜体。厚度约 230m，倾向南东，倾角 25-35°。与上覆二叠系中统哲斯组地层呈不整合接触关系。

(2) 二叠系中统哲斯组 (P_{2zs})

主要出露于区域北部，出露面积约占 15%。岩性主要为凝灰质粉砂岩、灰岩透镜体及少量的中酸性岩屑晶屑凝灰岩、硬砂岩。厚度约 1081m，倾向南，倾角 20-40°。与上覆地层侏罗系中统新民组 (J_{2x})、白垩系下统白音高老组 (K_1b) 地层呈不整合接触关系。该地层在矿区范围内大面积出露。

(3) 侏罗系中统新民组 (J_{2x})

主要出露于区域东北部及中部，出露面积约占 10%。岩性主要为砂岩、凝灰质粉砂岩、砂砾岩、页岩。厚度约 377m，倾向南东，倾角 20-30°。与其上覆地层侏罗系上统白音高老组 (J_3b) 呈不整合接触关系。

(4) 白垩系下统白音高老组 (K_1b)

主要出露于区域中西部，出露面积约占 30%。岩性主要为凝灰熔岩、流纹岩。厚度约 630m，南北向展布，倾向南东，倾角 25-40°。

(5) 第四系全新统 (Qh)

区内第四系发育较少，仅在沟谷中可见，出露有全新统坡洪积物 (Qh^{dpl+pl})，成分主要为洪积砂砾岩、亚砂土。

2、矿区地层

矿区内出露的地层较简单，主要为二叠系中统哲斯组 (P_{2zs}) 地层及第四系全新统 (Qh^{al+pl}) 冲洪积砂砾石层。

(1) 二叠系中统哲斯组 (P_{2zs})

呈单斜产出，倾向 180°左右，倾角 34°。出露岩性为灰岩、含砾

凝灰质砂岩、凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩、硅质粉砂岩。

灰岩：出露于矿区的西北部，面积约占 3%，地层厚度约 210m。灰色、灰白色，微晶结构、细粒结构，块状构造，主要矿物组成为方解石及少量的泥质。

含砾凝灰质粉砂岩：主要分布于矿区的中东部，出露面积较小，地层厚度约 116m。灰色，砾状结构，块状构造，岩石主要由陆源碎屑物和火山碎屑两部分组成。砾石含量约占 30%，砾径 2-50mm 之间，分选性较差，磨圆度中等，矿物组成为隐晶质，主要为石英、斜长石及火山尘等；粉砂含量约占 40%，其次为粘土及碳酸盐基质。

凝灰质砂岩：凝灰质砂岩占全矿区 30%左右，地层厚度约 608m。深灰色，凝灰质砂状结构，块状构造。岩石组成为陆源碎屑物和火山碎屑，碎屑粒径 0.05-0.2mm 之间，矿物组成与凝灰质粉砂岩基本一致。

凝灰质粉砂岩：凝灰质粉砂岩占全矿区 20%左右。灰色、深灰色，凝灰质粉砂状结构，块状构造，岩石组成为陆源碎屑物和火山碎屑物。陆源碎屑物以次棱角状、略有磨蚀的石英，岩屑矿物以隐晶质为主，分布粒径 0.01-0.05mm,含量大于 30%。火山碎屑物为棱角状、小刀片状、尖棱角状的石英和粒径小于 0.01-0.04mm 的酸性熔岩屑,并且有凹而棱角状玻屑碎片散布。镜下显示火山碎屑物含量小于陆源碎屑物。岩石结构为凝灰质和泥质集合体，但黑云母含量约 30%左右。

硅质粉砂岩：矿区的中部出露，面积较小，地层厚度约 110m。白色，灰白色，霏细结构，致密块状构造，矿物组成主要为石英，斜长石、方解石、绿帘石等，石英含量约占 80%。

(2) 第四系全新统(Qh^{al+pl})

冲洪积层主要为洪积、冲积物，岩性为砂、未分选的砾石等，主

要分布于本区的沟谷中，厚度一般5-10m。

3、岩浆岩

核实区内侵入岩仅见侏罗纪花岗斑岩（Jγπ），分布在矿区中西部，出露面积约占 12%，根据其分布形态、规模，确定其产状为岩株。花岗斑岩呈肉红色、灰白色，花岗结构，块状构造，主要由斑晶（占 55%±）和基质（占 45%±）组成。斑晶主要由斜长石（占 40%±）钾长石（占 59%±）和少量石英（占 1%±）及少量暗色矿物（占±1%）组成。斜长石多为半自形长板状，表面具轻微绢云母化，聚片双晶较发育，粒度多在 1-2mm，钾长石多呈不规则状，表面具较强的高岭土化，并全部为多为条纹长石，条纹不甚发育，粒度多在 1-2 mm，石英呈它形粒状，大小多在 1 mm±，暗色矿物全部为黑云母组成，呈片状，大小多在 1 mm±，部分被绿泥石交代。基质呈显微花岗结构，主要由石英（占 55%±）钾长石（占 30%±）和少量斜长石（占 8%±）及少量暗色矿物（7%±）组成。石英多呈它形粒状，粒度多在 0.2mm±.钾长石呈不规则状，粒度多在 0.3mm±.斜长石多呈半自形长板状，粒度多在 0.3 mm±。暗色矿物全部为黑云母，呈片状，大小多在 0.2-0.3mm。

I、III号含矿带分别位于该出露岩体东西两侧，II号含矿带基底亦为花岗斑岩，分析认为矿区铅锌银成矿与花岗斑岩侵入体关系密切，是成矿的主要热动力及物质来源。

综上所述，花岗斑质岩浆活动为矿区铅锌矿成矿热动力及物质来源，含矿气水溶液沿地层层理裂隙及次生裂隙运移，选择二叠系中统哲斯组（Pzs）凝灰质砂岩（蚀变粉砂岩）、灰岩、硅质粉砂岩发生接触交代形成矽卡岩型铅多金属矿石。

二、地质构造

1、区域构造

区域处于华北板块北部陆缘增生带上,经历了从古生代至新生代漫长的发展历程,古生代属古亚洲洋构造域,中生代以来属滨太平洋构造域,地质构造格局复杂。其中,新生代以前形成的区域断裂构造、褶皱构造及火山构造较为发育,新生代以来的构造运动强度较弱,主要为差异升降。

(1) 褶皱构造

区域褶皱轴方向为北东和北北东向,主要褶皱特征叙述如下:

1) 边墙梁南东背斜

该向斜位于区域北东部,轴向北北东向,长约3.2km,褶皱核部为寿山沟组二段薄层含粉砂中细粒长石砂岩,薄层粉砂岩等,北西翼为寿山沟组三段粉砂岩,板岩,凝灰质板岩等,南东翼为大石寨组一段变质流纹岩,复成分砾岩夹粉砂岩等。中常褶皱,北西翼产状 $325-340^{\circ}\angle 60-70^{\circ}$,南东翼产状 $140-155^{\circ}\angle 50-60^{\circ}$ 。

2) 老君沟村向斜

该向斜位于区域中部,斜贯勺道沟-黄家店-老君沟一带,轴迹总体走向 $45-55^{\circ}$,长约15km,出露宽度大于1.5km。褶皱核部为大石寨组三段蚀变安山岩、流纹质凝灰岩夹黄绿色粉砂岩等,两翼主要为大石寨组二段粉砂岩夹长石砂岩、板岩。但北翼受断层、岩体影响而复杂,还有寿山沟组二段粉砂岩、大石寨组一段流纹质凝灰岩等。岩层走向与褶皱轴大体一致,但倾向多变(与小型褶皱发育有关)。对褶皱两侧的层理作极点等密图,测得褶皱枢纽产状: $232^{\circ}\angle 26^{\circ}$,两翼优选产状分别为: $158^{\circ}\angle 61^{\circ}$ $312^{\circ}\angle 70^{\circ}$,轴面产状: $144^{\circ}\angle 85^{\circ}$,翼间角 55° ,表明该褶皱为轴向北东的中常直立倾伏褶皱。

3) 三楞山-下伙房向斜

该向斜位于区域南东部,轴向北东向,长约3.7km,核部和两翼

均为林西组微薄层—薄层变质细粒长石砂岩、粉砂岩夹板岩。中常褶皱，北西翼产状 $140-150^{\circ}\angle 55-75^{\circ}$ ，南东翼产状 $320-330^{\circ}\angle 60-70^{\circ}$ 。

（2）断裂构造

本区内断裂构造发育，以北东向为主，其次为近南北向，而北西向、近东西向不太发育。

1) 北东向断裂

A、上地-前吉林坝北东向断裂

该断裂带位于区域东北部上地-庙子沟-卢家营子-前吉林坝一带，向南东被白垩纪花岗斑岩体所截断，向北东延至幅外。该断裂长约10.5km，总体走向 $30-60^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 70° 以上。断裂带除岩石破碎特点外，还有同方向的大量岩脉侵入，宽度局部达数十米。

在前吉林坝-卢家营子一带，该新裂北西盘为大石寨组三段，南东盘为大石寨组二段，两侧分布有同方向闪长岩、花岗斑岩脉，断裂倾向南东，倾角 $70^{\circ}-75^{\circ}$ 断裂带宽5-8m，局部表现为压性特征。在庙子沟一带，断层两盘均为大石寨组变质粉砂岩，走向 $40^{\circ}-50^{\circ}$ ，断层两侧发育有与其走向大致平行的岩脉，断裂带宽3-10m，带内岩石普遍发生破碎，有较为密集的构造片理，断裂带附近岩石劈理发育，蚀变较强烈。断层性质显示压性特征。

B、老君沟-帐房沟北东向断裂带

该断裂位于区域二八地幅东南部帐房沟-月亮沟二八地村-老君沟一带，长达12km以上。其东北部及中段被北西向大型沟谷截断。总体走向 $35-55^{\circ}$ ，断层总体倾向北西，断裂切割地质体为大石寨组、哲期组地层，白垩纪正长花岗岩和斑状正长花岗岩体等。总体上为一正断层，据地层错动情况，推测其具正平移的特点。

在老君沟一带，断裂发育于二叠纪哲斯组地层中，断裂带宽2-3m，

带内岩石较为破碎，构造角砾及构造透镜体较为发育。断裂两侧发育有与多条其近平行的花岗斑岩、辉绿玢岩脉。在乌拉苏台-夜马沟南西一带，该段断裂北西盘为大石寨组火山、沉积地层，南东盘为哲斯组、林西组地层，该段多为第四系覆盖，仅在月亮沟、夜马沟南西侧两处出露较好。该段走向45-50°，断裂带可见宽1-3m，断裂带内部岩石较为破碎。在帐房沟北东一带，断层主要切割了早白垩世花岗岩体。断裂带可见宽5-6m，倾向南东，倾角70-75°，带内可见构造角砾岩，角砾多不规则，大小不一，粒径一般大于2mm，表现为上盘沿断面相对下移，为正断层。

C、小莫古吐沟-阎王鼻子山断裂

该断裂位于测区二八地幅西南部阎王鼻子-勾道沟-小莫古吐沟一带，切割了大石寨组、万宝组地层及白垩纪正长花岗岩体。测区内长约9.5km，向北东方向被白垩纪花岗斑岩侵入体截断，中部被近南北向沟谷切割，向南西方向延至幅外。总体走向35-55°。沿断裂带及附近出现多个铅锌矿点，主要具逆断层特点。

在阎王鼻子山西侧至杨树沟南西一带，该断裂发育于二叠纪大石寨组地层中，北西盘为含角砾粗砂岩，南东盘为粉砂质板岩。断裂带宽3-5m，走向北东，倾向南东，倾角70-75°，带内见挤压片理，构造角砾岩等，具逆断层性质。在阎王鼻子山北侧一带，断层北西盘为满克头鄂博组二、三、四段，南东盘为大石寨组、满克头鄂博组一段地层，断面南东倾，倾角70°左右，断裂带内见断层泥及挤压片理发育，也表明该断裂为一逆断层。勾道沟南东一带，该断裂主要切割了早白垩世正长花岗岩，走向50-55°断裂带宽3-5m，带附近岩石较为破碎，裂隙发育，带内见有构造角砾，且擦痕、阶步指示断层上盘沿断面相对上移，为逆断层。

2) 北西向断裂

该方向断裂较不发育，规模也普遍较小，可能与露头不佳有一定关系。如有的断裂现主要表现为大型沟谷，局部见有露头。测区北西向断裂共有5条。仅以西沟-小营子北西向断裂为例。

西沟-小营子北西向断裂：该断裂位于二八地幅中北部西沟北西侧-小营子一带，露头较差。总体走向 310° - 350° ，长约2.1km。在西沟北西一带，该断裂发育于寿山沟组中。截切了北东向断裂，使其左行错断约360m，具左行走滑性质。在西沟南东，断裂发育于大石寨组火山岩中。走向近 350° ，破裂带宽5-10m，沿断裂带岩石普遍发生较强的破碎，多处可见褐铁矿化带和硅化带，构造角砾发育，其多呈不规则状，大小不一。断层向南东延入一条长约20km、走向 310° - 330° 、地貌上宽阔的线性沟谷，沟谷沿岸偶见少量破碎带露头。推测该沟谷属一条大型北西向断裂。本断裂应属其北西段的一个分支。另一支表现为沿沟谷北西端断续分布的中基性小岩脉群。

3) 近南北向断裂

老贵房-白音镐近南北向断裂：该断裂位于二八地幅西北部老贵房-陆家窝铺-白音镐一带，断裂两侧出露地层主要为万宝组，走向近南北，长约5.3km，向东倾，倾角 60° - 65° 。该断裂南段约1.7km被同方向沟谷掩盖，向南沿沟谷可能继续延长，该断裂截切北东向断层，北部被满克头鄂博组流纹质凝灰岩掩盖。在老贵房南东一带，断裂两侧为万宝组复成分砾岩，断面向东倾，倾角 60° - 65° ，断裂带宽2-5m，在该段沿南北向延伸超过1km，表现为一条硅化构造蚀变带，发育断层角砾岩，褐铁矿化，硅化较强，并见有褐铁矿化扁豆体，偶见有萤石化及孔雀石化，断裂性质以压性为主。在陆家窝铺一带，该断裂发育于万宝组泥质粉砂岩中，断裂近南北走向，倾向东，倾角 60° ，带

宽3-5m，沿断裂带发育密集劈理带,沿裂隙有石英脉充填，岩石较破碎，性质以压性为主，局部显张性特征。该断裂具有重要的找矿意义。

图2-4 区域地质构造纲要图

2、矿区构造

矿区内由于第四系大面积覆盖，基岩出露较少，构造形迹不清楚，未见大的断层。矿区地层总体走向为近东-西，倾向南，倾角 40-65° 的单斜构造。受多次区域构造运动影响，岩层层理裂隙及次生裂隙发育，一般为 EW 向以破碎带的形式出现，NW 方向次之。矿区层间裂隙及次生裂隙为含矿热液运移提供了通道和容矿空间。

3、区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本区地震动峰值加速度为0.05g，地震动加速度反应谱特征周期0.35s，对照II类场地地震基本烈度为VI度，区域地壳稳定性分区属地壳稳定区。

三、水文地质条件

1、地下水含水岩类划分

根据矿区地下水的含水介质、埋藏条件及水力性质，矿区地下水类型主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型。

2、含水层（组）分布规律

（1）松散岩类孔隙水

主要分布在地势低洼山间的沟谷中，含水层岩性为冲洪积砂砾石，厚度一般在 5-10m，水位埋深 1.0-2.2m。根据区域水文地质资料：民井井深 13.56m，涌水量为 38.50m³/d。

（2）基岩裂隙水

矿区内广泛分布，含水层岩性主要为二叠系中统哲斯组凝灰质粉砂岩、砂岩等，局部分布为灰岩及侏罗系花岗斑岩。其中灰岩仅见有溶蚀微裂隙。花岗斑岩风化及构造裂隙较为发育，裂隙发育深度一般

在 10-20m 左右，富水性不均匀，泉水流量一般小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。二叠系中统哲斯组灰岩、凝灰质粉砂岩、砂岩含水层是矿床的主要充水含水层，岩层层理及次生裂隙发育。根据矿区内钻孔抽水试验资料，水位降深 26.61-120m 时，涌水量 0.102-0.371L/s，单位涌水量 0.0027-0.00383L/s·m，渗透系数 0.00334-0.00683m/d，属弱富水性含水层，基岩裂隙水水位标高为 1490.62m。矿化度均小于 1g/L，水质较好，水化学类型为 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 型。

3、地下水补给、径流、排泄条件

第四系松散岩类孔隙潜水主要分布在地势低洼的沟谷中，因山区沟谷普遍较窄、第四系厚度较薄，一般孔隙水富水性较差。主要接受地下水径流的侧向补给和大气降水垂直入渗补给，此外还接受基岩裂隙水的侧向补给，排泄方式一是以地下径流形式向低洼处排泄；二是在埋藏浅的条件下直接蒸发排泄。由于岩石长期裸露地表在风化作用下风化裂隙发育，风化裂隙水直接接受大气降水的补给，成为基岩裂隙水的主要补给来源，裂隙水多以径流形式向沟谷洼地排泄，其次向下伏地层渗透。

4、充水因素

(1) 第四系孔隙潜水，主要分布在地势低洼的沟谷中，由洪积砂砾层、砂层组成，含水层厚度一般小于 15m，且地形坡降较大，富水性较差且不均匀，当开采含水层附近及以下矿体时，潜水将沿基岩裂隙和其它导水通道渗入矿坑，造成矿床充水，是矿床充水的间接因素。

(2) 基岩裂隙水，全矿区分布。基岩长期裸露地表在风化作用下近地表发育不同程度的风化裂隙，所处地势普遍较高，降水时可接

受降水的入渗补给，过后很快便顺坡径流向沟谷排泄，基岩风化裂隙水富水性弱。当矿体与孔隙裂隙含水层直接接触，裂隙水沿风化裂隙和构造断裂带直接进入矿坑，造成矿床充水，是矿床充水的直接因素。基岩风化裂隙水对露天矿床开采影响较小。风化带深度一般为10-20m左右，在地形较高处，地下水位一般在风化带之下，在地形较低处两者接触。

(3) 大气降水，大气降水的充水强度随季节变化较大，雨季涌水量增加，而旱季相对减少。由于本区发育有不同程度的风化裂隙，大气降水通过风化裂隙补给地下水，因此，大气降水是本区地下水的主要补给来源，会对矿床开采构成一定的威胁。

5、矿坑涌水量预测

根据该矿床矿体赋存及地形特点，拟采用地下开采。矿井内涌水量预测方案采用“大井法”和“比拟法”两种方法进行涌水量预测，水文地质参数采用 ZK703 号钻孔抽水资料求得。

(1) 计算原则

① 本次工作矿坑涌水量预算范围为第一开拓水平（1400m）以上的范围，平面上以最大资源储量计算范围为边界线的矩形。

② 由于气象、地形地貌、地层岩性及构造的因素，矿区内的大气降水对地下水补给甚微，因此，预算时降水补给量可忽略不计。

(2) 两种预算方法

① 大井法

A、计算方法

利用坑道系统的长度(a)与宽度(b)的比值，确定引用半径(r_0)之后，再利用大井法预测矿井涌水量。本次预算范围为主要矿体I-1、I-2矿体开采时间形成的坑道似矩形平均长400m，平均宽为300m， b/a

=0.75，故可用大井法预算矿井涌水量。

B、计算公式的选择

选用潜水的计算公式：

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

式中：

Q ——拟建新井的涌水量（ m^3/d ）；

K ——渗透系数（ m/d ）；

H ——含水层厚度（ m ）；

S ——潜水降深至某一开采水平的值（ m ）；

r_0 ——引用半径（ m ）；

R_0 ——引用影响半径（ m ）。

C、计算参数的选用

计算参数的取值见表2-3。

表 2-3 钻孔计算参数统计表

孔号	水位标高 (m)	含水层厚度 H (m)	渗透系数 K (m/d)	降深 S (m)	影响半径 R (m)
ZK703	1490.62	82.02	0.00683	82.02	122.78

a.含水层厚度 H （ m ）；计算正常矿坑涌水量时采用 82.02m；

b.潜水降深至某一开采水平的值 S (m):第一开采水平标高 1400m 的水位降深就是含水层厚度，取值 82.02m。

c.引用半径（ r_0 ）

$$r_0 = \eta (a+b) / 4 \quad a=400, b=300 \quad b/a=0=0.75$$

取 $\eta=1.18$

$$\therefore r_0 = \eta (a+b) / 4 = 206.50\text{m}$$

d. 引用影响半径 (R_0)

$$R_0 = r_0 + R$$

$\therefore$ 疏干后 $S=H$

$$\therefore R = 2 \times S \times \sqrt{H \times K}$$

D、计算结果

将各个参数带入下式，计算结果见表2-4、2-5。

表 2-4 正常矿坑涌水量计算结果表

含水层	开采水平 (m)	渗透系数 $K(m^3/d)$	含水层厚度 $H(m)$	水位降深 $S(m)$	引用半径 $r_0(m)$	影响半径 $R (m)$	引用影响半径 $R_0(m)$	正常矿坑涌水量 $Q(m^3/d)$
碎屑岩孔隙裂隙水	1400	0.00683	82.02	82.02	206.50	122.78	329.28	309.72

根据《核实报告》，收集到的《内蒙古自治区克什克腾旗沙龙沟矿区铅锌矿资源储量核实报告》的资料，实测矿坑最大涌水量为 $109.2m^3/d$ ，正常涌水量为 $59.7m^3/d$ ，可知最大涌水量约为正常涌水量的 1.8 倍，可据此来计算本次矿区的最大涌水量。

表 2-5 最大矿坑涌水量计算结果表

含水层	开采水平 (m)	渗透系数 $K(m^3/d)$	含水层厚度 $H(m)$	水位降深 $S(m)$	引用半径 $r_0(m)$	影响半径 $R (m)$	引用影响半径 $R_0(m)$	最大矿坑涌水量 $Q(m^3/d)$
碎屑岩孔隙裂隙水	1400	0.00683	82.52	82.52	206.50	123.90	330.40	557.50

② 比拟法

A、计算方法

通过收集邻区现有生产矿排水资料、矿坑面积或体积、水位降低值，即可换算出新的矿坑涌水量。故可用比拟法预算矿井涌水量，并与第一种方法“大井法”得出涌水量进行对比。

B、计算公式的选择

$$\frac{Q_0}{F_0 S_0} = q_0 = \frac{Q}{F_s} \rightarrow Q = Q_0 \frac{F_s}{F_0 S_0}$$

式中：

Q_0 ——生产矿井排水量 (m^3/a)

F_0 ——生产矿井疏干面积 (m^2)

s_0 ——生产矿井水位降深 (m)

Q ——设计矿井排水量 (m^3/a)

F ——设计矿井疏干面积 (m^2)

s ——设计矿井水位降深 (m)

C、计算参数的选择

根据《核实报告》，收集到的《内蒙古自治区克什克腾旗沙龙沟矿区铅锌矿资源储量核实报告》可知其矿区面积为 1.2245km^2 ，矿坑最大涌水量为 $109.2\text{m}^3/\text{d}$ ，矿坑最小涌水量为 $10.2\text{m}^3/\text{d}$ ，矿坑平均涌水量为 $59.7\text{m}^3/\text{d}$ ，矿床开拓最低标高 1200m 。根据水文孔ZK003号孔抽水试验综合成果，基岩裂隙潜水静止水位埋深为 152.40m ，标高为 1235.85m ，开采至 1200m 深时的水位降深值为水位降深 35.85m 。另根据实际情况，为避免最小值产生的误差，选用生产矿山最小涌水量为最大涌水量与最小涌水量之和的平均值计算，正常涌水量为 $59.7\text{m}^3/\text{d}$ 。计算最大涌水量时取 $109.2\text{m}^3/\text{d}$ 。

D、计算结果

计算参数的取值及计算结果见表2-6、2-7。

表 2-6 “水文地质比拟法” 生产矿山计算数据及计算结果表

生产矿井开采系统面积 F_0 (m^2)	生产矿井最低开采 标高 (m)	生产矿井水位降深值 S_0 (m)	生产矿井疏干水水量 Q_0 (m^3/d)	
			最大	正常
1224500	1200	35.85	109.20	59.7

表 2-7 “水文地质比拟法” 计算数据及计算结果表

1400m 标高开采系统面积 F (m^2)	最低开采标高 (m)	1400m 标高水位降深值 S (m)	1400m 标高疏干水水量 Q (m^3/d)	
			最大	正常
1081500	1400	82.02	220.66	120.63

（3）计算结果评价

通过两种计算方法可知，“大井法”本次涌水量计算I-1、I-2矿体开采至第一开采水平（1400m），预测矿坑正常涌水量为309.72m³/d，最大矿坑涌水量为557.50m³/d。

“比拟法”平均涌水量 120.63m³/d，最大涌水量 220.66m³/d。

根据赤峰地区同类矿山相比较，“比拟法”所得涌水量数值偏小，不符合矿山实际情况，故通过两种方法比较，最终采用“大井法”。计算参数全部为实测，公式选型合理，矿坑涌水量计算结果的基本可靠，可作为矿山建设设计的参考依据。

5、矿区水文地质勘查类型

主要矿体位于当地最低侵蚀准面之下，矿区内无地表水体发育，矿区主要充水含水层为基岩裂隙水，主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，地下水补给条件差，很少第四系覆盖。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021），确定矿区水文地质勘查类型为第二类第一型，即以基岩裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。

四、工程地质特征

1、矿区工程地质特征

矿床产于二叠系哲斯组地层中，地层总体走向为近东-西，倾向南，倾角 40-65°的单斜构造。受多次区域构造运动影响，岩层层理裂隙及次生裂隙发育，一般为 EW 向以破碎带的形式出现，NW 方向次之。层间裂隙及次生裂隙为含矿热液运移提供了通道和容矿空间。含矿岩石为砂卡岩，矿化主要为铅锌银矿化，蚀变主要为硅化、碳酸盐化、绿帘（泥）石化。矿体围岩为蚀变粉砂岩、硅质粉砂岩及灰岩等。

依据矿区内地层岩性的分布情况，将矿区划分三个工程地质岩

组，既松散岩类、层状岩类和块状岩类。

（1）松散岩类

主要分布在矿区地势较低的沟谷中，由残坡积层(Qh^{es})和冲洪积层(Qh^{al+pl})两部分组成。残坡积层主要为第四系黄土、转石等组成；冲洪积层主要为洪积、冲积物，岩性为砂、未分选的砾石等，厚度一般 5-10m，岩芯松散，工程地质条件差，对矿床开采影响不大。

（2）层状岩类

为矿区内大面积分布的基岩区，岩性主要为蚀变粉砂岩、硅质粉砂岩及灰岩。由于岩石长期裸露地表，遭受了强裂风化作用，风化裂隙带深度一般为 10—20m 左右，使岩石的整体性和连续性遭受到破坏，完整性差，降低了岩石整体力学强度。

（3）块状岩类

占矿区内基岩区的小部分，岩性主要为花岗斑岩。岩石坚硬，岩体完整，工程地质条件较好。

2、不良工程地质问题

（1）软弱层分布特征

矿区内软弱层主要为地表岩石风化层，风化层岩石由于受风化作用的影响，节理裂隙发育，岩石较破碎，岩石质量差，工程力学性质较差，基岩风化带发育厚度 10-30m，风化带以下矿体及围岩较完整、稳固，无其它明显软弱岩层。

（2）节理裂隙与断裂带分布与特征

在强风化带，风化裂隙较为发育，风化裂隙使岩体的完整性连续性遭到破坏，岩体的力学强度降低，岩石整体稳固性变差，地下开采时顶板稳定性降低，对矿床开采带来一定的影响，因此，风化层开采时要做好顶板防护，做好顶板变形监测。

受多次区域构造运动影响，岩层层理裂隙及次生裂隙发育，一般为 EW 向以破碎带的形式出现，NW 方向次之。矿区层间裂隙及次生裂隙为含矿热液运移提供了通道和容矿空间。

（3）风化带分布与特征

由于裸露岩体遭受了长期的风化作用，矿区岩体的风化裂隙发育。风化带深度在 10-30m，强风化带深度一般在 10—20m，20-30m 为中风化、微风化带，30m 之下为原岩。同时风化带的厚度还与地势的高低、基岩的裸露程度有关，风化带覆盖较厚处多位于山脊或山脊附近基岩裸露区。

（4）矿体及围岩的岩石质量和稳定性

矿体顶底板岩性为蚀变粉砂岩、硅质粉砂岩及灰岩，岩石均较破碎，呈块状和短柱状，岩石的力学性质较差。地表风化带厚度一般在 10-30m，并向边坡地带风化程度由弱变强，风化带中的岩石裂隙较发育，岩石整体稳固性较差。大面积开采时，由于岩层中节理发育，使岩体的力学强度降低，加之风化裂隙作用使浅部岩层的完整性遭受破坏，整体的稳固性减弱，采用井巷开采时，作为直接顶底板是不稳定的，开采时需加强支护，预留足够的岩柱和矿柱，支撑顶部岩石的压力，以免发生顶板塌陷和崩塌的可能性。开采沟谷附近及以下矿层时应考虑潜水下渗能力，以免造成矿坑突水的可能性。

矿区内未见较大的软弱夹层和活动性断裂的存在，但矿区内构造、变质作用对岩体质量及岩体的稳定性造成了一定程度的破坏，所以在矿体开采时，应随时注意各种地质现象的变化，做到防患于未然，以免造成不良后果。

3、工程地质勘查类型

矿区地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，地质构造简单，

矿体顶底板围岩属坚硬-半坚硬岩石，总体呈厚层状，岩体质量为良，岩体质量等级一般。在构造发育或蚀变程度较高地段，岩石破碎，围岩稳固性差，易发生矿山工程地质问题。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021），确定矿区的工程地质勘查类型为第四类中等型，即以层状岩类为主的工程地质条件中等的矿床。

五、矿体地质特征

1、矿体特征

根据《核实报告》可知：矿区范围内共圈定工业铅多金属矿体 54 条，编号为I-1、I-2、I-3、II-1、II-2、II-3、II-4、II-5、II-6、III-1、1 至 42 号、1-1、II-4-1，矿体均赋存于含矿矽卡岩带内，呈隐伏似层状及透镜状，走向近东西、倾向南，倾角 10-66°。其中II-1、II-2、II-5 号矿体（TM+KZ+TD）Pb 金属量占矿区总量的 67.40%，为主要矿体，I-1、I-2、I-3、II-3、II-4、II-6、III-1 号矿体为次要矿体，现将其矿体特征分述如下：

（1）主要矿体

① II-1 号矿体

位于核实区中东部II_上含矿带内，分布于 P22、P24、P26、P28、P30、P32、P36 勘查线，由 42 个探矿工程控制（见矿工程 29 个），呈隐伏似层状产于矽卡岩，顶底板岩性均为凝灰质粉砂岩。矿体走向方向边界已基本圈定，倾向方向除 32 号、36 号勘查线深部尚未实施探矿工程控制外，其余地段矿体边界均已基本圈定。矿体产状 ***°∠***°，长度约***m，斜深***m，在平面上形态呈舒缓波状，矿体厚度***m，平均***m，厚度变化系数(Vc)为***%，属较稳定型，赋矿标高***m，埋深***m，平均***m，斜深***m。矿体 Pb 品位***%，平均***%，Pb 品位变化系数为***%，属均匀类型。Zn 品位***%，

平均***%, Pb 品位变化系数为***%, 属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

② II-2 号矿体

位于II-1 号矿体北部, 分布在自西向东 P24~P36 勘查线之间, 由 38 个探矿工程控制(见矿工程 22 个), 呈隐伏似层状产于矽卡岩, 顶底板岩性均为硅质粉砂岩。矿体走向方向边界已基本圈定, 倾向方向除 32 号勘查线深部尚未实施探矿工程控制外, 其余地段矿体边界均已基本圈定。矿体产状***°∠***°, 长度***m, 斜深***m, 在平面上形态呈舒缓波状, 矿体厚度***m, 平均***m, 厚度变化系数(Vc)为***%, 属较稳定型, 赋矿标高***m, 埋深***m, 平均***m。Pb 品位***%, 平均***%, Pb 品位变化系数为***%, 属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

③ II-5 号矿体

位于II-1 号矿体和II-4 号矿体之间, 分布在自西向东 P24-P30 勘查线之间, 由 25 个探矿工程控制(见矿工程 16 个), 呈隐伏似层状产于矽卡岩, 顶底板岩性均为凝灰质粉砂岩。矿体走向方向边界已基本圈定, 倾向方向除 32 号勘查线深部尚未实施探矿工程控制外, 其余地段矿体边界均已基本圈定。矿体产状***°∠***°, 长度***m, 斜深***m, 在平面上形态呈舒缓波状。矿体厚度***m, 平均***m, 厚度变化系数(Vc)为***%, 属较稳定型, 赋矿标高***m, 埋深***m, 平均***m。Pb 品位***%, 平均***%, Pb 品位变化系数为***%, 属均匀类型。Ag 品位***, 平均品位***, 品位变化系数为***%。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

(2) 次要矿体

④ I-1 号矿体

位于核实区北东部I号含矿带内，分布在自西向东 P11~P0 勘查线之间，由 46 个钻孔、2 个坑道工程控制（见矿工程 44 个），呈隐伏似层状产于矽卡岩，顶底板岩性均为蚀变粉砂岩。矿体产状***°∠***°，长度***m，斜深***m，在平面上形态呈舒缓波状，剖面上矿体角度呈现缓-陡-缓，矿体厚度***m，平均***m，厚度变化系数(Vc)为***%，属较稳定型，赋矿标高***m，埋深***m。Zn 品位***%，平均***%，Zn 品位变化系数为***%，属均匀类型。Pb 品位***%，平均***%，Pb 品位变化系数为***%，属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

⑤ I-2 号矿体

位于 1 号矿体北部，分布在自西向东 P11~P0 勘查线之间，由 40 个钻孔工程和 1 个坑道工程控制（见矿工程 36 个），呈隐伏似层状产于矽卡岩，顶底板岩性均为蚀变粉砂岩。矿体产状***°∠***°，长度***m，斜深***m，在平面上形态呈舒缓波状，矿体厚度***m，平均***m，厚度变化系数(Vc)为***%，属稳定型，赋矿标高***m，埋深***m。Zn 品位***%，平均***%，Zn 品位变化系数为***%，属均匀类型。Ag 品位***，平均***，Ag 品位变化系数为***%，属均匀类型。Pb 品位***%，平均***%，Pb 品位变化系数为***%，属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

⑥ I-3 号矿体

I-3 号矿体紧邻I-1 号矿体上部，矿体规模较小，分布于 P5、P7 勘查线上，由 18 个钻孔工程、1 个坑道工程控制（见矿工程 7 个），呈隐伏似层状产于矽卡岩，顶底板岩性均为蚀变粉砂岩。矿体产状***°∠***°，长度***m，斜深***m，在平面上形态呈舒缓波状，矿体厚度***m，平均***m，厚度变化系数(Vc)为***%，属稳定型，赋

矿标高***m, 埋深***m, 平均***m。Zn 品位***%, 平均***%, Zn 品位变化系数为***%, 属均匀类型。Pb 品位***%, 平均***%, Pb 品位变化系数为***%, 属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

⑦ II-3 号矿体

位于核实区中东部II_下含矿带内, 矿体分布于自西向东 P24-P32 勘查线之间, 由 20 个钻孔工程控制(见矿孔 13 个), 呈隐伏似层状产于砂卡岩, 顶底板岩性均为灰岩。矿体产状***°∠***°, 长度***m, 斜深***m, 在平面上形态呈舒缓波状, 矿体厚度***m, 平均***m, 厚度变化系数(Vc)为***%, 属较稳定型, 赋矿标高***m, 埋深***m, 平均***m。Pb 品位***%, 平均***%, Pb 品位变化系数为***%, 属均匀类型。Zn 品位***%, 平均***%, Zn 品位变化系数为***%, 属均匀类型。Ag 品位***, 平均***, 品位变化系数为***%, 属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

⑧ II-4 号矿体

于II-1 号矿体南部, 分布在自西向东 P22-P30 勘查线之间, 由 20 个探矿工程控制(见矿工程 14 个), 呈隐伏似层状产于砂卡岩, 顶底板岩性均为凝灰质粉砂岩。矿体走向和倾向上已基本圈定矿体边界。矿体产状***°∠***°, 长度***m, 斜深***m, 在平面上形态呈舒缓波状。矿体厚度***m, 平均***m, 厚度变化系数(Vc)为***%, 属较稳定型, 赋矿标高***m, 埋深***m, 平均***m, Pb 品位***%, 平均***%, Pb 品位变化系数为***%, 属均匀类型。Ag 品位***, 平均***, 品位变化系数为***%, 属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

⑨ II-6 号矿体

位于核实区中东部Ⅱ_下含矿带内，矿体分布于自西向东 P24-P28 勘查线之间，由 10 个钻孔工程控制（见矿孔 6 个），呈隐伏似层状产于砂卡岩，顶底板岩性均为灰岩。矿体产状***°∠***°，长度***m，斜深***m。矿体厚度***m，平均***m，厚度变化系数(Vc)为***%，属较稳定型，赋矿标高***m，埋深***m，平均***m。Pb 品位***%，平均***%，Pb 品位变化系数为***%，属较均匀类型。Zn 品位***%，平均***%，Zn 品位变化系数为***%，属不均匀类型。Ag 品位***，平均***，品位变化系数为***%，属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

⑩ III-1 号矿体

位于核实区中东部Ⅲ号含矿带内，由 6 个钻孔工程控制，仅 P14 勘查线 2 个钻孔见矿，厚度大，品位较高。呈透镜状产于砂卡岩，顶底板岩性为蚀变粉砂岩。矿体产状***°∠***°，长度***m，斜深***m。矿体厚度***m，平均***m，厚度变化系数(Vc)为***%，属较稳定型，赋矿标高***m，埋深***m，平均***m，斜深***m。Zn 品位***%，平均***%，品位变化系数为***%，属均匀类型。矿体不含夹石或局部含小于可剔除厚度夹石。

（3）其它矿体

I、II、III号含矿带共圈定 52 条规模极小矿体，均为隐伏矿体，多为单工程控制。I号含矿带共圈定 25 条极小矿体，编号为 1、1-1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、23、24、25、26、27、28、29、30、31、32、33；II号含矿带共圈定 13 条极小矿体，编号为II-4-1、16、17、18、19、20、21、22、34、39、40、41、42；III号含矿带共圈定 6 条极小矿体，编号为 14、15、35、36、37、38。

矿体特征见表 2-8。

表2-8 刘家营矿区铅多金属矿矿体特征一览表

2、矿石特征

（1）自然类型

① 按矿石的氧化程度划分为原生硫化矿石。

② 按矿石的结构构造可分为浸染状矿石、块状及脉状矿石，以浸染状构造矿石为主。

③ 按脉石矿物划分为石英-方解石-透闪石-石榴石-绿帘（泥）石型矿石。

（2）工业类型

根据方铅矿、闪锌矿的含量及脉石成分特征，将本矿床的矿石划分为矽卡岩型铅锌银硫化物矿石。

（3）矿物组成

① 矿石矿物：矿石矿物主要为黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、毒砂，为半自形晶-它形粒状结构，块状、星点状或稀疏浸染状构造。

方铅矿：铅灰色，强金属光泽，块状、粒状、浸染状。

闪锌矿：棕黄色，透明，玻璃光泽、半金属光泽，片状、不规则状。

黄铁矿：淡黄白色，自形-半自形粒状，非均质，粒度大小0.025-1.2mm，极少数可达2mm，部分呈碎裂状或残余状，呈聚集体及分散状分布。

黄铜矿：铜黄色，中硬度，弱非均质性。他形微粒结构，以他形粒状单晶星点状嵌布脉石粒间，与其他矿物不接触。粒径0.08-0.2mm，含量甚微。

磁黄铁矿：乳黄色微带玫瑰棕色，中硬度，强非均质性。他形微粒结构，以他形微粒单晶星点状嵌布脉石粒间，与其他矿物不接触。

粒径 0.04-0.2mm，含量甚微。

毒砂：白色微带玫瑰黄色，高硬度，强非均质性。半自形粒状结构，以半自形菱形、楔形、长柱状晶形单晶体星点状分布脉石中，被脉石矿物熔蚀交代成残余状分布。粒径 0.08-1.56mm，含量<1%。

② 脉石矿物：矿石中脉石矿物主要为石英、方解石、透闪石、绿帘石、石榴石。

石英：呈隐晶质分布，油脂光泽，具熔蚀特征。含量约占 40%。

方解石：呈中、粗粒自形-半自形立方状、粒状分布，玻璃光泽，常呈块状、粒状、细脉状分布于岩石中。含量约占 30%。

透闪石：白色，纤维状、针状，硬度约为 6.5，为铅锌矿层的主要蚀变特征。含量约占 5%。

石榴石：为钙铝榴石，呈变晶粒状不均匀分布，含量变化大，裂纹发育，粒度 0.02-1.1mm，粒度较大者形成变斑晶。含量变化大，在 2-10%之间，是矽卡岩化矿石主要蚀变特征。

绿帘（泥）石：灰绿色，绿帘石及绿泥石常共同发育，结构较松散。

3、矿石结构、构造

（1）矿石结构

矿石结构以它形-半自形粒状结构为主，自形晶结构次之，尚可见残余结构。

自形晶结构：方铅矿呈立方体状、闪锌矿呈四面体或菱形十二面体状、黄铁矿多以立方体状，形成自形晶结构。

半自形晶结构：方铅矿、闪锌矿呈半自形粒状，仅保存部分晶面完好，形成半自形晶结构。

它形粒状结构：黄铁矿、方铅矿、闪锌矿均以它形粒状分布在脉

石矿物中，形成它形粒状结构。

残余结构：黄铁矿被方铅矿、闪锌矿及辉银矿交代溶蚀，使黄铁矿呈残余结构。

（2）矿石构造

矿石构造以浸染状为主，块状、脉状次之。

浸染状构造：方铅矿、闪锌矿、黄铁矿以它形粒状、自形晶颗粒分布在脉石矿物中，颗粒稀疏无规则分布，构成浸染状构造。

块状构造：由方铅矿、闪锌矿集中产出，无孔洞，脉石矿物很少，金属矿物分布量达 55%以上，构成块状矿石构造。

脉状构造：方铅矿、闪锌矿和脉石矿物压碎裂隙及地层层理裂隙充填胶结，形成脉状构造。

4、矿体围岩与夹石

（1）围岩

矿体围岩为蚀变粉砂岩、硅质粉砂岩及灰岩，各围岩特征叙述如下：

蚀变粉砂岩：浅灰色，粉砂状结构，块状构造。矿物组成为石英、方解石、透闪石、石榴石等。石英为隐晶质均匀分布，使岩石结构致密、性脆；方解石多为隐晶质条带状或网脉状分布；透闪石结晶明显，放射状，条带纤维状；石榴石为钙铝榴石，呈近等轴粒状，粒度 0.02-0.15mm。I-1、I-2、I-3、II-1、II-4、II-6、III-1 号矿体围岩均为蚀变粉砂岩，矿体与围岩间界线难以区分，其矿物成分、结构构造极相似，只是含矿品位不同。顶底板围岩经取样分析 Ag 品位 10.68 g/t、Pb 品位 0.13%、Zn 0.23%。近矿围岩中有益组分为 Ag、Pb、Zn。有害组分为 Hg、P、As、S 等，含量均较低。

硅质粉砂岩：白色，扉细结构，块状构造，矿物组成为石英、方

解石、透闪石、石榴石等。石英呈隐晶质均匀分布，含量占 50%以上；方解石多为隐晶质条带状或网脉状分布；透闪石结晶明显，放射状，条带纤维状；石榴石多呈半自形粒状。II-2 号矿体围岩为硅质粉砂岩，矿体与围岩间界线较清晰，近矿围岩具不同程度的矿化蚀变。

灰岩：浅灰色，微晶变余结构，块状构造。矿物组成主要为方解石及少量的泥质。II-3、II-6 号矿体围岩为灰岩，矿体与围岩间界线较清晰。

（2）夹石

矿区共圈定夹石多条，主要分布于I-1、II-2、II-5、III-1 等矿体中，呈“沿矿体走向、倾向断续分布”的特征，多发育于矿体膨胀收缩、产状变化的部位，多呈透镜，未出现大规模连片分布的情况，矿体夹石形态、规模、厚度及分布特征见表 4-7。夹石走向延长一般为 50m，倾向延伸 6-72m，无穿切矿体的现象，属于矿体内部的同生蚀变成因夹石。夹石岩性以蚀变粉砂岩为主，普遍发育硅化、绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化等蚀变。夹石段 Pb 品位普遍<0.15%、Zn 品位<0.30%、Ag 品位<10g/t，远低于矿体边界品位，不具备工业利用价值。

第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、矿区土地利用类型

（一）矿区范围内土地类型

根据全国第三次土地利用现状 2024 年国土调查变更数据，利用 mapgis 软件对项目区涉及地类面积及权属状况进行统计。矿区面积：***km²（***hm²），矿区土地利用类型一级地类包括林地、草地、工矿用地、交通运输用地、其他土地。二级地类包括乔木林地、灌木

林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地。

表 2-9 矿区范围外内土地利用现状表

(二) 矿区外项目土地利用类型

1、矿区外项目已损毁土地类型

矿区外已损毁土地主要为部分矿区道路，面积 0.0296hm²。已损毁土地利用类型一级地类为林地、其他土地；二级地类为灌木林地、裸土地。

表 2-10 矿区范围外已损毁土地利用现状表

2、矿区外项目拟损毁土地类型

根据《开采方案》设计，部分预测塌陷区 2 位于矿区范围外，面积为 0.0278hm²，其他拟建场地均位于矿区范围内。矿区外拟损毁土地利用类型一级地类为林地、其他土地，二级地类为灌木林地、裸岩石砾地。

表 2-11 矿区范围外拟损毁土地利用现状表

3、矿区及矿区外项目土地利用类型

矿区及矿区外所占用土地共计 108.2074hm²，土地利用类型一级地类包括林地、草地、工矿用地、交通运输用地、其他土地。二级地类包括乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地。

表 2-12 矿区土地利用现状表

4、土地权属

矿区及矿区外所占用土地共计 108.2074hm²，其中乔木林地(30.5695hm²)、灌木林地(42.6825hm²)、天然牧草地(21.0986hm²)、其他草地(0.0741hm²)、采矿用地(3.2251hm²)、公路用地(1.2935hm²)、农村道路(0.2204hm²)、裸土地(6.1858hm²)、裸岩石砾地(2.8579hm²)，土地权属为赤峰市克什克腾旗宇宙地镇东升村、大营子村、永隆村及

克什克腾旗同兴镇努其宫村集体所有，土地权属明确，界线明显，不存在权属争议（见表 2-13）。

需要说明的是，矿山现状工程单元及《开采方案》设计拟建场地均位于宇宙地镇东升村及大营村境内，因此未来开采过程中不会占用宇宙地镇永隆村、同兴镇努其宫村权属土地。

5、矿区范围基本农田分布情况

根据克什克腾旗自然资源局《关于克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿开采方案矿区范围核查意见的情况说明》，确定矿区范围内不涉及基本农田。

表 2-13 矿区土地利用权属表 单位：hm²

二、采矿用地审批情况

矿山于 2023 年 4 月 8 日取得《内蒙古自治区人民政府关于克什克腾旗刘家营子矿区铅锌银矿 12 万吨/年地下开采项目建设用地的批复》（***），批复面积为 1.4273hm²，其中包括农用地 1.1274hm²（林地 1.0301hm²、牧草地 0.0813hm²、农村道路 0.0160hm²）、未利用地 0.2999hm²。

矿山于 2024 年 1 月 25 日取得克什克腾旗自然资源局颁发的《建设用地规划许可证》（***），用地面积为 14273m²，土地用途为采矿用地，土地取得方式为出让。

矿山现状工程设施场地均已完成征地手续。根据《开采方案》设计，拟建斜坡道、拟建充填站场地、部分拟建矿石场 1 位于已完成征地的范围内，不需重新办理用地手续。拟建风井场地、其余部分拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2 后期需办理建设用地手续，各场地需征占一级地类包括：林地、工矿用地、交通运输用地、其他土地，二级地类包括：乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村道路、裸土地。

表 2-14 采矿用地申请表
图 2-5 矿区土地利用现状图

第五节 矿区生态状况

一、生态功能定位

（一）矿区在全国生态功能区划中的定位

根据 2015 年 11 月环境保护部和中国科学院共同编制完成的《全国生态功能区划》，矿区位于全国生态功能区划中的“Ⅰ-01-05 辽河源水源涵养功能区”。

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

图 2-6 全国生态功能区划分布图

（二）矿区在内蒙古自治区生态功能区划中的定位

根据《内蒙古自治区生态功能区划》，矿区位于“Ⅱ大兴安岭中南部落叶阔叶林—森林草原生态区，Ⅱ-2 大兴安岭南部落森林草原生态亚区，Ⅱ-2-1 大兴安岭南段水源涵养土壤保持生态功能区”。

图 2-7 内蒙古自治区生态功能区划分布图

（三）矿区在赤峰市国土空间生态修复规划中的定位

根据《内蒙古赤峰市生态环境功能区划报告》（赤政字[2003]112 号），赤峰市克什克腾旗宇宙地镇、同兴镇所在区域的定位为：黄土丘陵水土保持与生态农业功能区—大兴安岭山地森林与森林草原亚区。

该分区的核心功能是水土保持和水源涵养。发展方向要求：重点问题是水土流失、植被退化以及历史遗留的矿山地质环境破坏。主要修复方向包括：实施退耕还林还草、小流域综合治理、矿山生态修复、土地综合整治等。

图 2-8 赤峰市生态功能区划分布图

（四）矿区在克什克腾旗国土空间总体规划中的定位

依据《克什克腾旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》，矿区所在的宇宙地镇、同兴镇定位为：大兴安岭南麓水源涵养水土流失综合治理区（III）。

该分区的核心功能是以提升水源涵养、土壤保持、生物多样性等生态系统服务功能为主要生态保育修复目标，修复策略为自然恢复为主、辅助修复为辅。主要治理方向是：以林草退化生态系统修复和水土保持综合治理为重点，根据区域自然状况及生产建设活动实际，通过封山育林、土壤整治等措施，维持生态系统自然演替过程，加强退化生态系统恢复重建，合理发展土地生产力，促进水土资源科学分配。

二、生态本底状况

（一）生态系统类型

矿区位于克什克腾旗宇宙地镇东升村、永隆村、大营子村及同兴镇努其宫村，地处大兴安岭南西段东坡山麓，总体地势北高南低，东高西低，属中山区，山势较陡。该区域生态系统主要包括以下类型：森林生态系统主要分布于矿区中部及西南部山体阴坡，主要为阔叶林，以落叶松、桦树、山杨、蒙古栎为主，面积为 30.5695hm²，起到水源涵养、保持水土、维护生物多样性的作用。灌丛生态系统主要分布在矿区中部及西北部，主要为阔叶灌丛，植被以榛柴、山杏为主，面积为 42.6681hm²，主要起到保持水土、防风固沙、维护生物多样性的作用。草地生态系统分布在矿区西北部的缓坡及丘陵间开阔地带，

主要为草丛，以披碱草、针茅、羊草等为主，面积为 21.1727hm²，具有保持水土、防风固沙、维护生物多样性及支撑区域农牧业发展的作用。人工生态系统主要集中在矿区核心区，包括工业场地、废石场、道路等，面积为 4.7390hm²，矿山基建工作造成植被破坏、土地损毁，形成裸露边坡，存在水土流失、地质灾害等隐患，是生态修复重点区域。其他生态系统主要分布在矿区北东侧及南东侧，主要为裸地，面积为 9.0007hm²，此类地区无植被或植被极稀疏，土壤贫瘠、稳定性差，水土保持能力差，割裂草地、灌丛等生态斑块，破坏生态连通性。

表 2-15 生态系统调查结果表

（二）景观生态环境现状

矿区地处大兴安岭南西段东坡山麓，主要有山地草原景观、山地灌丛景观、山地森林景观、工矿建设景观等几类景观，其中山地草原景观广泛分布于山坡阴坡、阳坡和山脊地带；山地灌丛景观主要分布于中部缓坡、岗地，植被以榛柴、山杏为主；山地森林景观分布于山体阴坡，斑块状不连续分布，植被以落叶松、桦树、山杨、蒙古栎为主；工矿建设景观主要是矿山工矿用地和交通道路为主。

（三）植物现状

1、植物资源现状

矿区其自然环境具有典型的中温带大陆性半干旱季风气候。植物区域为内蒙古植物区系划分图中欧亚草原区-科尔沁植物省-大兴安岭南南部山地植物州。在内蒙古植被地带划分图中属于温性森林草原地带。

根据实地调查，矿区位于华北植物区系、东北（兴安）植物区系、蒙古草原植物区系三大植物区系交汇过渡区域，植物种类较丰富，植被类型为乔木、灌木和草本植物为主。其中乔木主要为落叶松、桦树、山杨、蒙古栎等；灌木多为榛柴、山杏等；草本植物有披碱草、针茅、

羊草等。以上植被以自然植被为主。

表 2-16 矿区植物名录

2、植被类型现状

矿区植被类型主要参照《中国植被》的分类系统，采用植被型组、植被类型、群系等基本单位，在对现存陆生植被进行考察的基础上，结合卫星遥感影像解译结果，进行群落调查统计分析。结果表明，调查结果显示，矿区以森林植被、灌丛植被、草本植被为主，其次为无植被区域。

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

3、植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。

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

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

$$FVC = \frac{(NDVI - NDVI_s)}{(NDVI_v - NDVI_s)}$$

式中：FVC 为所计算像元的植被覆盖度；

NDVI 为所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v 为纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s 为完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

根据遥感估算植被覆盖度，将矿区所在的区域植被覆盖度划分为极高覆盖度（80%-100%）、高覆盖度（60%-80%）、中覆盖度

(30%-60%)、低覆盖度(10%-30%)、极低覆盖度(1%-10%)、无植被/裸地(0%)六个级别。根据植被覆盖度图并结合矿区实际情况,矿区内极高覆盖度及高覆盖度植被区域为森林植被、灌丛植被,森林植被主要为落叶松、桦树、山杨、蒙古栎等乔木群落;灌丛植被主要为榛柴、山杏等灌丛群落;中覆盖度及低覆盖度区域主要为草本植被,草本植被主要为披碱草、针茅、羊草等;极低覆盖度及无植被/裸地区域主要为稀疏草地、矿山各工业场地及废石场、办公生活区、炸药库、民采坑、道路、钻机平台等以及裸土。植被覆盖度区间设置及对应地物类型见表 2-17,植被覆盖度见图 2-8。

表 2-17 植被覆盖度区间设置及对应地物类型说明表

图 2-9 植被覆盖度图

(四) 野生动物现状

1、野生动物组成

矿区位于内蒙古赤峰市克什克腾旗宇宙地镇、同兴镇,在动物地理区划上属于古北界-中亚亚界-蒙新区,本区野生动物区系以草原动物为主。本区野生动物由典型的温带草原动物群组成,代表有蛇类、田鼠、狍子、野兔、喜鹊及麻雀等。

本次动物调查采用现场调查、资料查询等方法相结合,利用步行与汽车等交通工具对矿区内动物分布状况进行调查。

矿区由于生态系统较为简单,栖息的动物资源较为稀少,特别是近些年来,随着人为干扰的不断加剧,很多物种的生境被破坏,野生动物的生存环境不容乐观,区内仅见的蛇类、田鼠、狍子、野兔、喜鹊及麻雀等均为常见物种。根据现场调查及资料记载,矿区及周边野生动物的留居种类没有珍稀、濒危物种,无珍稀濒危动物栖息地与繁殖地分布。矿区主要动物名录如表 2-18。

表 2-18 矿区动物名录

图 2-10 中国动物地理区划图

2、区域鸟类迁徙现状

根据我国动物地理区划，全国可分为东北区、华北区、蒙新区、青藏区、西南区、华中区、华南区等 7 个动物地理区，综合考虑受威胁候鸟物种数量、候鸟种群数量占全球（迁飞路线）比例和候鸟数量等指标，筛选了 821 处候鸟迁飞通道关键栖息地。通过全面强化保护管理和生态修复，实现对我国 4 条候鸟迁飞通道的整体协同保护。

矿区位于《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划(2024-2030 年)》（发改农经〔2024〕798 号）中的蒙新区（见图 2-10），分为东部草原、西部荒漠和天山山地 3 个亚区。矿区处于蒙新区东部草原亚区，主体位于东亚-澳大利西亚和中亚迁飞通道上，不涉及候鸟关键栖息地。矿山在施工及运行期间妥善采取监测、防护、保护等措施，对迁徙候鸟影响较小。

图 2-11 中国候鸟关键栖息地分布图

三、生物多样性状况

（一）植物多样性

通过本次调查，矿区及周边植物主要为：落叶松、桦树、山杨、蒙古栎、榛柴、山杏、披碱草、针茅、羊草等。

通过数据统计发现，共记录 7 科、9 种植物。调查到的植物物种组成较为简单，分布植物种较多的科为禾本科，共计为 3 种，其他科植物种类较少。

（二）动物多样性

经调查，矿区野生动物主要以适应丘陵、灌丛、林地的中小型动物为主，主要有兽类：田鼠、野兔、狍子等；鸟类：喜鹊、麻雀等；蛇类在沙地数量较多。该地区野生动物属于中国北方温带草原-丘陵地区的常见种类，无特有珍稀濒危物种的集中分布。

第六节 矿山及周边其它人类重大工程活动情况

一、地表工程设施

根据现场调查，矿区范围内没有港口、机场、国防工程设施；没有重要工业区、大型水利设施、城镇市政设施；不在铁路、重要公路两侧限制距离以内；没有国家划定的自然保护区、重要风景区，没有国家重点保护的名胜古迹所在地以及国家规定不得开采矿产资源的其他地区，不占生态保护红线及城镇开发边界，不占用永久基本农田。

二、周边矿山分布

根据现场调查及向克什克腾旗自然资源局收集资料，矿区周边共设置矿业权有 6 宗，其中采矿权 4 宗，探矿权 2 宗，矿区与周边已设矿业权之间界线明晰，对采矿生产无影响，无地质环境问题纠纷。相邻矿权基本信息见表 2-19。

表 2-19 相邻矿业权情况一览表

第七节 矿区生态修复工作情况

一、矿山地质环境治理与土地复垦情况及效果

（一）原综治方案设计及完成情况：

2024 年 1 月，赤峰吉晟矿业咨询有限公司编制了《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***），工程设计如下：

近期（2024 年 1 月 1 日—2028 年 12 月 31 日）实施计划

1、2024 年 1 月 1 日—2024 年 12 月 31 日实施计划

- （1）对前期已治理的区域进行覆土、恢复植被完善治理；
- （2）对地面塌陷区新增警示牌 14 块；
- （3）对矿区现有探坑进行回填、覆土、整平、恢复植被；

- (4) 对矿区现有探槽进行回填、覆土、整平、恢复植被；
- (5) 对矿区现有钻机平台进行回填、覆土、整平、恢复植被；
- (6) 对地质灾害、含水层、土地资源、地形地貌景观和土壤环境监测点监测，对整个复垦责任范围进行管护。

2、2025 年 1 月 1 日—2025 年 12 月 31 日实施计划

- (1) 对办公生活区堆坡进行覆土、整平、种草过渡治理；
- (2) 对 PD2 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理；
- (3) 对 PD8 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理，对 PD8 场地切坡进行框格护坡；
- (4) 对 PD8-1 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理；
- (5) 对 PD8-2 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理；
- (6) 对 PD8-3 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理；
- (7) 对废弃建筑物进行拆除、清运，对场地覆土、整平、恢复植被
- (8) 对地质灾害、含水层、土地资源、地形地貌景观和土壤环境监测点监测，对整个复垦责任范围进行管护。

3、2026 年 1 月 1 日—2026 年 12 月 31 日实施计划

- (1) 对民采坑 3 进行回填、覆土、整平、恢复植被；
- (2) 对废石场 2 废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植被；
- (3) 对废石堆废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植

被；

(4) 对地质灾害、含水层、土地资源、地形地貌景观和土壤环境监测点监测，对整个复垦责任范围进行管护。

4、2027 年 1 月 1 日—2027 年 12 月 31 日实施计划

(1) 对民采坑 2 进行回填、覆土、整平、恢复植被；

(2) 对地质灾害、含水层、土地资源、地形地貌景观和土壤环境监测点监测，对整个复垦责任范围进行管护。

5、2028 年 1 月 1 日—2028 年 12 月 31 日实施计划

(1) 对民采坑 1 进行回填、覆土、整平、恢复植被；

(2) 对废石场 1 废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植被；

(3) 对不再使用矿区道路进行垫坡、覆土、整平、恢复植被；

(4) 对地质灾害、含水层、土地资源、地形地貌景观和土壤环境监测点监测，对整个复垦责任范围进行管护。

中远期（2029 年 1 月 1 日—2035 年 12 月 31 日）实施计划

(1) 对一采区预测塌陷区进行回填、覆土、恢复植被；

(2) 对二采区预测塌陷区进行回填、覆土、恢复植被；

(3) 对办公生活区场地内建筑物进行拆除、清运，对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

(4) 对 PD2 场地内建筑物进行拆除、清运，对 PD2 进行回填、封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

(5) 对 PD6 场地内建筑物进行拆除、清运，对 PD6 进行回填、封堵，对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

(6) 对 PD8 场地内建筑物进行拆除、清运，对 PD8 进行回填、

封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

（7）对 PD8-1 场地内建筑物进行拆除、清运，对场地内废石清运，部分用于回填垫坡，其余废石全部充填采空区，对 PD8-1 进行回填、封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

（8）对 PD8-2 场地内建筑物进行拆除、清运，对场地内废石清运，部分用于回填垫坡，其余废石全部充填采空区，对 PD8-2 进行回填、封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被。；

（9）对 PD8-3 场地内建筑物进行拆除、清运，对场地内废石清运，部分用于回填垫坡，其余废石全部充填采空区，对 PD8-3 进行回填、封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

（10）对 PD8-4 场地内 PD8-4 进行回填、封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

（11）对 PD8-5 场地内 PD8-5 进行回填、封堵，利用场地堆坡废土石对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

（12）对雷管库和炸药库场地内建筑物进行拆除、清运，对场地进行垫坡，对场地覆土、整平、恢复植被；

（13）对 PD6 废石场内废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植被；

（14）对 PD8-4 废石场内废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植被；

（15）利用截水沟边土石对截水沟进行回填，对场地进行覆土、

整平、恢复植被；

(16) 对矿区道路进行垫坡，对场地进行覆土、整平、恢复植被。

(17) 对地质灾害、含水层、土地资源、地形地貌景观和土壤环境监测点监测，对整个复垦责任范围进行管护。

矿山自 2019 年建矿以来一直进行矿山用地手续报批及立项核准等工作，2022 年 3 月—2023 年 12 月矿山进行基础建设及井巷掘进，未进行采矿生产；2024 年编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》首期设计的治理工程已逐年在《2025 年度治理计划书》、《2026 年度治理计划书》中设计治理。矿山前期已对探矿及民采形成的场地进行了治理。

照片 2-7 前期探矿 ZK3 治理效果照片

照片 2-8 ZK 治理效果照片 1

照片 2-9 ZK 治理效果照片 2

照片 2-10 ZK 及探槽治理效果照片

照片 2-11 露天采坑 4 治理效果照片

照片 2-12 露天采坑 5 治理效果照片

照片 2-13 ZK 治理效果照片 3

照片 2-14 ZK 治理效果照片 4

(二) 年度治理计划书执行及核查情况

1、矿山于 2024 年 1 月编制了《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿 2024 年度矿山地质环境治理计划书》。

工程设计：

(1) 对露天采坑 2、露天采坑 3 进行回填、覆土、整平、恢复植被。

(2) 对废石场 2 进行清运、覆土、整平、恢复植被。

(3) 对矿山现状存在的探坑、探槽、钻机平台进行回填、覆土、整平、恢复植被。

(4) 对废石堆进行清运、覆土、整平、恢复植被。

执行及核查情况：

矿山已按《2024 年度治理计划书》设计治理工程内容进行施工，并通过了现场核查。

照片 2-7 露天采坑 3 及废石堆治理效果照片

2、矿山于 2025 年 3 月编制了《2025 年度克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿山地质环境治理与土地复垦计划》。

工程设计：

(1) 对预测塌陷区设置警示牌。

(2) 对矿区现有探坑进行回填、覆土、整平、恢复植被；对矿区现有探槽进行回填、覆土、整平、恢复植被；对矿区现有钻机平台进行回填、覆土、整平、恢复植被。

(3) 对办公生活区堆坡进行覆土、整平、种草过渡治理。

(4) 对 PD2 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理。

(5) 对 PD8 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理，对 PD8 场地切坡进行框格护坡。

(6) 对 PD8-1 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理。

(7) 对 PD8-2 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理。

(8) 对 PD8-3 场地堆坡进行修坡整形、覆土、整平、种草过渡治理。

(9) 对前期已治理的区域进行恢复植被完善治理。

执行及核查情况：

矿山已按《2025 年度治理计划书》设计治理工程内容进行施工，未进行现场核查。

照片 2-8 PD8 场地堆坡治理效果照片

照片 2-9 PD8-1 场地堆坡治理效果照片

3、矿山于 2026 年 6 月编制了《2026 年度克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿山地质环境治理与土地复垦计划》。

工程设计：

- (1) 对民采坑 3 进行回填，对场地进行覆土、整平、恢复植被；
- (2) 对废石场 2 场地内废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植被；
- (3) 对废石堆场地内废石进行清运，对场地进行覆土、整平、恢复植被；
- (4) 对前期治理的探坑、探槽、钻机平台进行恢复植被完善治理。。

执行及核查情况：

矿山尚未实施《2026 年度治理计划书》设计治理工程，未进行现场核查。

（三）存在问题

根据现场调查，露天采坑2、露天采坑3（本方案中更名为民采坑2、民采坑3）回填不到位，废石场2清运不彻底，治理效果与周围地形地貌不协调。本方案将上述治理不到位的场地纳入现状单元进行设计治理。

露天采坑4、露天采坑5矿山已进行回填，但由于覆土不到位，植被恢复效果较差；民采坑1北侧及PD8-5场地西侧前期治理的钻机平台场地植被恢复效果较差，图斑明显，本方案设计对其进行完善治理。

二、本方案与原方案的接续的衔接

前期方案编制后矿山至今一直处于停产状态。根据《开采方案》，矿区范围内继续利用的现状场地包括 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、矿区道路，不再继续利用的现状场地包括炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探槽、探坑。但根据《开采方案》设计，PD8 场地继续利用，截水沟位于 PD8 场地上游且《开采方案》中未明确规划截水沟场地，因此可继续利用现状已形成的截水沟。其余未设计再利用的现状单元在本方案中纳入近期修复治理。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

一、矿山生态调查及监测目标

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

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

二、调查及监测总体要求

重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等，结合开采矿种、建设规模、开采方式、开采工艺、时序安排等，在开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查并监测，开采中对保护预防控、损

毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行调查与监测，开采后对管理维护进行调查与监测。

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

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

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

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

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

（六）动态监测指标：地形稳定性、土壤质量改善幅度、植被覆盖年际变化、地下水水位/水质动态；基金使用与治理工程的对应关

系（如土壤改良支出与土壤质量提升成效）、工程进度与计划符合度。

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

根据基础调查结果，矿山开采前复垦修复监测内容与监测指标表，见表2-20、表2-21。

表 2-20 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-21 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

第一节 问题识别与受损预测

一、矿山生态修复区范围

矿山生态修复区范围应根据矿山地质环境调查范围确定，包括矿区范围及采矿活动的影响范围。

1、矿区范围

克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿区面积***km²（***m²）。

2、采矿活动的影响范围

矿区外已损毁土地为部分矿区道路，面积 296m²。

矿区外拟损毁土地为部分预测塌陷区 2，面积 278m²。

采矿活动影响范围总面积为574m²。

因此，矿山生态修复区面积为 1082074m²。

二、现状问题

根据现场调查及资料收集，现状条件下生态受损单元包括 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路。

现从矿山地质环境问题，土地资源损毁以及生态系统破坏三个方面对其进行现状问题识别诊断：

（一）现状地质环境问题

1、矿山不稳定地质体

根据现状调查，矿山处于基建期，尚未进行开采活动，现状未形成采空区，无地面塌陷现象。矿山现状不稳定地质体包括 PD8 场地（硐口上方）后缘不稳定边坡；废石场 1 堆积形成的不稳定边坡；三处民采坑形成的高陡边坡坑。

（1）PD8 场地（硐口上方）后缘不稳定边坡

PD8 场地硐口建设时和平硐口后缘形成高陡切坡，矿山前期已对切坡进行过分台阶治理。现状平硐口切坡长度约 100m，分三层台阶，台阶高度 3-10m，坡角约 35-70°，现状硐口已进行了浆砌石护坡，高度约 1.5m，并在硐口上部建设了挡渣墙，长约 10m，高约 1m。现状条件下坡面较稳定，坡脚设置有浆砌石护坡。目前稳定程度为基本稳定。现状条件下崩塌、滑坡灾害不发育，危害程度较轻，危险性小（见照片 3-1）。

片3-1 PD8场地（硐口上方）边坡

（2）废石场 1 不稳定边坡

废石场 1 内废石场顺坡堆放，废石场边坡角 30°-35°，最大堆放高度 32m。现状条件下废石场堆体处于基本稳定状态，且未发现明显变形迹象。无持续加载扰动，在正常工况下（无极端降雨、强震动等外部因素）可维持稳定。现状条件下滑坡灾害不发育，危害程度较轻，危险性小。

照片3-2 废石场1边坡

（3）三处民采坑形成的高陡边坡坑

矿区范围存在三处民采坑，民采坑 1 位于 PD2 场地北东侧，占地面积 3637m²，采坑最大高度 42m，边坡坡度 40-90°；民采坑 2 位于 PD2 场地北西侧，占地面积 2130m²，采坑最大高度 21m，边坡坡度 60-90°；民采坑 3 位于 PD2 场地北西侧，占地面积 584m²，采坑最大高度 17m，边坡坡度 60-90°。三处民采坑均为当地村民采石

灰石形成，矿山前期对民采坑 1、民采坑 3 进行了部分回填工作，三处民采坑仍存在高陡边坡，存在开采临空面，但坡顶、坡面无新鲜裂缝、掉块、块石滚落等，在一定程度上处于较为稳定状态。现状条件下崩塌灾害不发育，危害程度较轻，危险性小。

照片3-3 民采坑1

照片3-4 民采坑2

照片3-5 民采坑3

2、地形地貌景观破坏

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

较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，本方案通过选取合适的因素因子采用多因素评价法划分地形地貌景观的破坏程度等级。根据类似项目的地形地貌景观破坏因素调查情况，结合项目区实际情况，同时参考各相关学科的实际经验数据，选取因素因子，进而根据从重原则确定地形地貌景观破坏程度等级。挖损、压占破坏地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-1，3-2。

表 3-1 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表 3-2 地形地貌景观破坏程度评分界线表

经本次调查，矿山开采对地形地貌景观影响主要为：PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6

废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等对原生地形地貌景观造成局部破坏，现状各单元对原生地形地貌景观影响评估如下：

(1) PD2 场地

PD2 场地位于矿区中西部，占地面积 5550m²。场地内包含 PD2、宿舍、办公室等，建筑物为砖混结构建筑物，建筑物高度 3m，建筑物面积 614m²，PD2 硐口为混凝土结构，硐口规格 2.2m×2.3m，场地与山体形成切坡，切坡长约 107m，切坡高度 1-4m，坡度 40-90°，场地存在两处堆坡，最大堆坡高度 9m，坡度 25-35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-3 PD2 场地地形地貌景观影响评分表

照片3-6 PD2场地

照片3-7 PD2硐口

照片3-8 PD2场地边坡

(2) PD6 场地

PD6 场地位于 PD2 场地南东侧，占地面积 1606m²。场地内包含 PD6、空压机房、炸药库值班室等，场地内建筑物为砖混结构建筑物，高度 3m，建筑物面积 265m²，PD6 硐口为混凝土结构，硐口规格 2.2m×2.4m。场地与山体形成切坡，切坡长约 80m，高约 1-3m，坡度 60°-90°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-4 PD6 场地地形地貌景观影响评分表

照片 3-9 PD6 场地

照片 3-10 PD6 硐口

照片 3-11 PD6 场地边坡

(3) PD8 场地

PD8 场地位于矿区南东部，占地面积 7498m²，场地由废石铺垫形成，场地包含 PD8、空压机房等，场地内建筑物为砖混结构建筑物，

高度 3m，建筑物面积 130m²，PD8 硐口为混凝土结构，硐口规格 2.2m×2.4m，硐口后缘存在切坡，硐口上部建设了挡渣墙，长约 10m，高约 1m。矿山前期已对切坡进行过分台阶治理，切坡长度约 100m，分三层台阶，台阶高度 3-10m，坡角约 35-70°，切坡最大高度约 24m，坡度 35-70°，场地堆坡最大高度 26m，坡度 35°，根据三角网法计算废石方量为 13800m³。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-5 PD8 场地地形地貌景观影响评分表

照片 3-12 PD8 场地

照片 3-13 PD8 硐口及边坡

照片 3-14 PD8 场地边坡

图 3-1 PD8 场地废石三角网法计算成果图

(4) PD8-1 场地

PD8-1 场地位于 PD8 场地南西侧，占地面积 1923m²，场地由废石铺垫形成，场地包含 PD8-1、空压机房等，场地内建筑物为砖混及彩钢建筑物，高度 3m，建筑物面积 66m²，PD8-1 硐口为混凝土结构，规格 2.2m×2.4m，场地与山体存在切坡，切坡长度约 15m，切坡高度 1-3m，坡度 40-70°，场地堆坡呈两级台阶式，台阶高度约 6m，最大高度 12m，坡度 35°，根据三角网法计算废石方量为 1356m³，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-6 PD8-1 场地地形地貌景观影响评分表

照片 3-15 PD8-1 场地

图 3-2 PD8-1 场地废石三角网法计算成果图

(5) PD8-2 场地

PD8-2 场地位于 PD8-1 场地南西侧，占地面积 558m²，场地由废石铺垫形成，场地包含 PD8-2、空压机房等，场地内建筑物为彩钢建筑物，高度 2m，建筑物面积 9m²，PD8-2 硐口为砖混结构，规格

2.2m×2.4m，场地存在切坡，切坡长度约 12m，切坡高度 1-3m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 6m，坡度 35°，根据三角网法计算废石方量为 407m³，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-7 PD8-2 场地地形地貌景观影响评分表
照片 3-16 PD8-2 场地
照片 3-17 PD8-2 场地边坡
图 3-3 PD8-2 场地废石三角网法计算成果图

(6) PD8-3 场地

PD8-3 场地位于 PD8-2 场地南西侧，占地面积 714m²，场地由废石铺垫形成，场地包含 PD8-3 等，PD8-3 硐口为混凝土结构，规格 2.2m×2.4m，硐口两侧已建设挡渣墙，长约 10m，高约 1m，场地存在切坡，切坡长度约 17m，切坡高度 1-2m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 12m，坡度 35°，根据三角网法计算废石方量为 320m³。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-8 PD8-3 场地地形地貌景观影响评分表
照片3-18 PD8-3场地
照片3-19 PD8-3场地边坡
图 3-4 PD8-3 场地废石三角网法计算成果图

(7) PD8-4 场地

PD8-4 场地位于 PD8-3 场地南西侧，占地面积 314m²，场地包含 PD8-4、值班室等，PD8-4 硐口为砖混结构，规格 2.2m×2.4m，场地存在切坡，切坡长度约 13m，切坡高度 1-2m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 7m，坡度 35°，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-9 PD8-4 场地地形地貌景观影响评分表
照片 3-20 PD8-4 场地

(8) PD8-5 场地

PD8-5 场地位于 PD8 场地北东侧，占地面积 2025m²，场地包含 PD8-5 等，PD8-5 硐口为砖混结构，规格 2.2m×2.4m，场地存在切坡，切坡长度约 10m，切坡高度 1-3m，坡度 30-90°，场地堆坡最大高度 12m，坡度 35°。矿山已对部分场地进行平整，尚未恢复植被。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-10 宿舍生活区地形地貌景观影响评分表

照片 3-21 PD8-5 场地

照片 3-22 PD8-5 场地

照片 3-23 PD8-5 场地硐口

(9) 办公生活区

办公生活区位于矿区南部，占地面积为 2229m²，场地包含办公楼、菜园、临时停车场等，办公楼为三层混凝土建筑，高约 9m，建筑物面积 476m²，场地与山体形成切坡，切坡长度约 80m，切坡高度 1-3m，坡度 30-90°，场地南东侧存在堆坡，堆坡最大高度 3m，坡度 35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-11 办公生活区地形地貌景观影响评分表

照片 3-24 办公生活区

照片 3-25 办公生活区切坡

(10) 炸药库

炸药库位于 PD2 场地北侧，占地面积 2579m²，场地内包含炸药库、岩芯临时存放处，建筑物为砖混结构建筑物，建筑物面积 69m²，围墙长度 142m，高度 2.5m，宽度 0.3m，场地存在切坡，切坡长度约 70m，切坡高度 1-4m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 3m，坡度 25—35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-12 炸药库地形地貌景观影响评分表

照片3-26 炸药库东侧

照片3-27 炸药库北侧

(11) 废石场1

废石场1位于PD2场地北侧，占地面积为4456m²，废石场顺坡堆放，废石场边坡角30°-35°，最大堆放高度32m，根据三角网法计算废石方量为9592m³。废石的堆放破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-13 废石场 1 地形地貌景观影响评分表

照片3-28 废石场1

图 3-5 废石场 1 三角网法计算成果图

(12) 废石场2

废石场2位于废石场1东侧，面积702m²。废石顺坡堆放，边坡角30°-35°，废石最大堆放高度12m，根据三角网法计算废石方量为1220m³。废石的堆放破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-14 废石场 2 地形地貌景观影响评分表

照片3-29 废石场2

图 3-6 废石场 2 三角网法计算成果图

(13) PD6 废石场

PD6废石场位于PD6场地南侧，占地面积3153m²，废石顺坡堆放，最大堆放高度13m，堆放坡度小于40°，根据三角网法计算废石方量为4336m³。场地与山体形成切坡，切坡长约80m，高1-6m，坡度50-90°。废石的堆放破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-15 PD6 废石场地形地貌景观影响评分表

照片3-30 PD6废石场

图 3-7 PD6 废石场三角网法计算成果图

(14) PD8-4 废石场

PD8-4废石场位于PD8-4场地北西侧，占地面积1587m²，废石顺

坡堆放，最大堆放高度13m，堆放坡度小于40°，根据三角网法计算废石方量为669m³。场地与山体形成切坡，切坡长约80m，高1-6m，坡度50-90°。废石的堆放破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-16 PD8-4 废石场地形地貌景观影响评分表

照片3-31 PD8-4废石场

图 3-8 PD8-4 废石场三角网法计算成果图

(15) 民采坑 1

民采坑1位于PD2场地北东侧，占地面积3637m²，采坑最大高度42m，边坡坡度40-90°，为当地村民民采石灰石形成。矿山前期进行了部分回填工作，根据三角网法计算挖方量为8992m³。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-17 民采坑 1 地形地貌景观影响评分表

照片3-32 民采坑1

图 3-9 民采坑 1 三角网法计算成果图

(16) 民采坑 2

民采坑2位于PD2场地北西侧，占地面积2130m²，采坑最大高度21m，边坡坡度60-90°，为当地村民民采石灰石形成，根据三角网法计算挖方量为7264m³。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-18 民采坑 2 地形地貌景观影响评分表

照片3-33 民采坑2

图 3-10 民采坑 2 三角网法计算成果图

(17) 民采坑 3

民采坑3位于PD2场地北西侧，占地面积584m²，采坑最大高度17m，边坡坡度60-90°，为当地村民民采石灰石形成，根据三角网法计算挖方量为3648m³。矿山前期进行了部分回填工作。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-19 民采坑 3 地形地貌景观影响评分表

照片3-34 民采坑3

图 3-11 民采坑 3 三角网法计算成果图

(18) 截水沟

截水沟位于PD8场地北东侧，占地面积为318m²，长约105m，宽约3m，平均深度0.5m。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-20 截水沟地形地貌景观影响评分表

照片3-35 截水沟

(19) 钻机平台

根据最近一次《核实报告》，勘查期间共施工28个钻孔，其中施工坑道钻孔7个，地表钻孔21个。在I号矿带施工坑道钻孔4个，地表钻孔8个，II号矿带施工坑道钻孔3个，地表钻孔13个。在地表钻孔施工结束后，对现场油污、岩粉、水池、泥浆坑进行了平整、掩埋，生活垃圾进行清理运至最近的村垃圾场。并由矿山出资，对运输用的临时道路、钻孔场地进行了治理，已恢复原地类，为荒山的种植了当地适宜的植物，地表已经恢复原地貌，对环境的影响不大，达到规范要求。

根据现场调查，I号矿带施工钻孔共形成钻机平台8处，其中4处钻机平台位于现状场地内，剩余4处钻机平台已治理并恢复植被；II号矿带施工钻孔形成钻机平台共7处，钻机平台（包括部分道路）虽进行了场地平整，但由于覆土不到位导致植被恢复效果较差，该部分场地分布于矿区南东部，呈分散状，总面积为17011m²。场地的建设挖损地表，破坏了原始地形地貌景观及植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重。

图 3-12 I号矿带施工地表钻孔（8个）位置示意图

图3-13 II号矿带施工地表钻孔（13个）位置示意图

表3-21 钻机平台地形地貌景观影响评分表

照片3-36 钻机平台道路

照片3-37 钻机平台及道路

照片3-38 钻机平台道路

（20）探坑

现状存在4处探坑，位于雷管库和炸药库西侧，为前期治理所遗留，总占地面积810m²。场地的形成挖损地表，破坏了原始地形地貌景观及植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重。

表3-22 探坑特征表

表 3-23 探坑地形地貌景观影响评分表

照片3-39 探坑1

照片3-40 探坑2

照片3-41 探坑3

照片3-42 探坑4

（21）矿区道路

矿区道路连接各个场地，总占地面积10002m²，道路长约3300m，平均宽约3m，部分道路存在切坡，切坡高度1-3m，坡度40-80°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重。

表3-24 矿区道路地形地貌景观破坏程度评价表

照片3-43 矿区道路

（23）评估区内其它区域

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

综上所述，PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路对地形地貌影响较严重，评估区内其他区域对地形地貌影响较轻。

3、矿区含水层破坏

（1）含水层结构破坏

矿区主要含水层为基岩裂隙水，基岩裂隙水水位标高 1490.62m。现状形成的***m 水平、***m 水平、***m 水平、***m 水平已切穿含水层，对地下含水层结构产生破坏，因地下含水层富水性弱，与区域主要含水层的水力联系不密切，现状条件下，对矿区含水层破坏程度为“较轻”。

（2）矿坑疏干排水对含水层影响

现状矿山处于停产状态，未进行疏干排水，对区域性重要含水层影响较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区及附近无重要、较重要水源地。矿区周围 1km 范围内没有村镇分布，附近没有集中居民区，无工业生产。因矿山地下含水层富水性弱，透水性差，矿床的充水强度较弱，与区域主要含水层的水力联系不密切。因此，矿业活动对矿区及附近水源的影响较轻。

综上所述，矿山开采对含水层结构破坏较轻，对含水层水位影响较轻，对矿区及附近水源的影响较轻，对含水层水质影响较轻。

表3-25 现状地质环境问题说明表

（二）现状土地资源损毁问题

1、已损毁土地的利用类型及权属

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二级地类主要包括乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地，损毁土地总面积 69866m²。土地权属归赤峰市克什克腾旗宇宙地镇东升村、大营子村及同兴镇努其宫村集体所有，权属明确，无争议。

2、损毁土地程度评价等级标准

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轻度损毁、中度损毁、重度损毁等 3 级标准。评估标准如下：

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

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动已损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-26。

表 3-26 土地损毁分级参考标准表

表 3-27 土地损毁程度评分界线表

3、土地损毁程度评价

现状损毁单元：PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、探槽、矿区道路。各单元损毁土地程度评价如下：

表 3-28 压占损毁土地损毁程度评价表

表 3-29 挖损损毁土地损毁程度评价表

4、已损毁土地评价结果

现状损毁单元：PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路。现分述如下：

(1) PD2场地

占地面积 5550m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(2) PD6场地

占地面积 1606m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(3) PD8场地

占地面积 7498m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(4) PD8-1场地

占地面积 1923m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(5) PD8-2场地

占地面积 558m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(6) PD8-3场地

占地面积 714m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(7) PD8-4场地

占地面积 314m²，损毁土地类型为乔木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(8) PD8-5场地

占地面积 2025m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(9) 办公生活区

占地面积 2229m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、采

矿用地、农村道路，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（10）炸药库

占地面积 2579m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（11）废石场1

占地面积 4456m²，损毁土地类型为天然牧草地、采矿用地、公路用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（12）废石场2

占地面积 702m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（13）PD6废石场

占地面积 3153m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（14）PD8-4废石场

占地面积1587m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、公路用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（15）民采坑1

占地面积3637m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、采矿用地、公路用地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（16）民采坑2

占地面积2130m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（17）民采坑3

占地面积584m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（18）截水沟

占地面积318m²，损毁土地类型为灌木林地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（19）钻机平台

占地面积17011m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、裸土地、裸岩石砾地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（20）探坑

占地面积810m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（21）矿区道路

占地面积 10002m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

表 3-30 土地损毁现状统计表

（三）现状生态系统退化问题

本矿山为已建矿山，前期形成的 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路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、生物多样性丧失、水土流失以及环境污染等问题。

1、植被损毁

矿区周边原生植被乔木有落叶松、山杨、桦树、蒙古栎等；灌木有榛柴、山杏等；草本植物有披碱草、针茅、羊草等，这些是典型的森林草原生态系统物种，常分布于半干旱地区，这些植被多为多年生禾本科或其他科植物，适应贫瘠土壤和低降水环境。羊草和针茅是优良牧草，有抗旱抗风蚀作用。

矿山建设对矿区植被损毁方式包括：根系挖掘破坏、表土机械碾压和废弃物覆盖掩埋、化学污染、水文干扰五大类。① 根系挖掘破坏是在矿区基建或开采准备阶段，机械设备剥离表土以暴露矿层，导致浅根系植被（如碱草和针茅）的根部暴露、断裂或移除，形成植被真空区；② 表土机械碾压是矿区施工和运输过程中，重型机械反复碾压表土，导致土壤板结，植被茎叶折断、根系压缩，进而水分渗透减少、氧气交换受阻；③ 堆积物覆盖是指矿区开采产生的废石、尾矿或剥离表土堆积于原生植被上，形成覆盖层，阻挡阳光和空气，导致底层植物光合受阻、根系窒息，最终枯萎死亡，新植被因覆盖物缺乏养分和排水不良导致生长迟缓；④ 化学污染是指矿区排放的酸雨或重金属（如铅、汞）渗入土壤，抑制植物酶活性，导致叶黄化或死亡，影响这些草本植物的生殖力；⑤ 水文干扰是指抽排水改变地下水位，造成植被干旱或淹没，易导致群落退化。

表 3-31 植被损毁因素标准表

表 3-32 植被损毁程度评分界线表

现状条件下对矿区植被功能造成损毁的单元包括：PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等。

表 3-33 植被损毁程度现状评分表

综上所述，现状场地 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等对植被损毁中度。矿区内其他未破坏场地对植被损毁为轻度。

2、生物多样性丧失

矿区现状工程活动造成植被损毁面积共计 69386m²，损毁土地涵盖乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地等，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为“轻度”。

3、水土流失

现状矿山大部分场地边坡进行了整形、过渡治理，对前期施工的钻机平台、探槽、探坑、废弃采坑等进行了治理并恢复了植被，随着构筑物的压占和植被恢复，水土流失情况将会减缓，现状条件下水土流失情况为轻度。

4、环境污染

(1) 矿区水环境污染现状

本次对矿山 PD6 内水平钻孔自流水及矿区下游 7km 村庄民井进行取样分析。内蒙古科谱检测技术有限公司于 2026 年 9 月 7 日出具了水质检测报告，该报告检测标准为《地下水质量标准》（GB 14848-2017），检测结果如下：

表 3-34 水质检测结果表

根据检测结果，PD6 水样砷超标，对比《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017），属 V 类标准，可作为工业用水使用。民井水样砷轻微超标，对比《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017），属 IV 类标准，适当处理后可作为生活饮用水。

本矿山为铅锌银多金属矿，尚未进行开采，无采矿、选矿等人为污染来源。据《核实报告》，矿山矿石中 As: 0.04-0.19%，矿石砷具有一定本底含量。

PD6 水样检测显示砷超标，其余指标均满足Ⅲ类地下水要求，属Ⅴ类标准。矿区地层及矿石中赋存毒砂、黄铁矿等含砷矿物，经地下水水-岩相互作用，砷被溶滤释放进入含水层。矿区下游民井水样砷轻微超标，其余指标均满足Ⅲ类地下水要求，属Ⅳ类标准。故地下水砷超标属于原生地质背景所致。因此，现状条件下，矿山对地下水环境的影响程度为轻度。

(2) 矿区土环境污染现状

本次在 PD8 场地、拟建斜坡道及办公生活区附近取土样进行检测，检测项目包括：pH、水分、有机质、氨氮、硝酸盐氮、全氮、总磷、全钾、铅、镉、镉、汞、砷、铜、镍、锌，检测结果执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中表 1 “农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）”，其他检测项目不作判定。内蒙古科谱检测技术有限公司于 2026 年 8 月 7 日出具了土壤检测报告，检测结果见下表。

表 3-35 土壤环境现状检测结果

检测结果显示，各项检测值均符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中表1 “农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）”的要求，采矿活动对土壤环境污染影响程度为“轻度”。

综上所述，现状条件下矿山前期建设对环境污染为轻度。

表 3-36 现状生态系统退化问题说明表

表 3-37 现状问题损毁程度评价表

三、受损预测

（一）生产工艺流程分析、环节时序

1、生产工艺流程

根据矿山资源条件、开采技术条件，遵循建设规模与资源储量以及经济合理服务年限相匹配等原则，同时兼顾矿山开发的外部条件、产品市场容量等，《开采方案》推荐矿山建设规模为矿山生产规模为***t/a（地下开采），开采主矿种为铅矿，共生矿种锌、银，伴生矿种铅、锌、银。矿山年工作日 330 天，每天 3 班，每班 8 小时。

根据《开采方案》，矿山采用平硐+斜坡道开拓系统，由斜坡道(XPD1)、平硐(PD2)、平硐(PD6)、平硐（PD8）、平硐(PD8-1)、平硐(PD8-2)、平硐(PD8-3)、平硐(PD8-4)、平硐(PD8-5)、风井(FJ1)、各中段运输巷道及通风联络巷道组成。

矿山生产工艺流程为：确定开采范围→地下开采→废石→充填采空区或废石场→矿石→矿石场→运往选矿厂→精矿出售→尾砂排入尾矿库→充填站充填采空区。

开采矿体将形成地下采空区，在局部区域可能会产生地面塌陷灾害，表现在地表可能会产生地面塌陷坑，对人员财产造成威胁，对含水层造成破坏，对地形地貌景观产生影响，并损毁土地资源，采矿的井巷工程切穿含水层，对含水层造成影响。形成的废石场、矿石场、工业场地等将对土地资源造成压占，破坏原有地形地貌景观。

2、土地损毁环节及时序

矿山前期开采过程中形成的 PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等对土地造成损毁。未来矿山建设生产过程中土地损毁环节主要包括配套基础设施建设和采矿过程。

(1) 矿山前期开采过程中形成的场地有：PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、矿区道路对土地造成压占损毁；民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑对土地造成挖损损毁。

(2) 未来矿山开采建设有：拟建斜坡道、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、拟建充填站等场地。其中拟建斜坡道位于现状 PD6 场地内，拟建充填站位于现状 PD8 场地内，不会再对土地造成额外损毁；拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2 将对土地造成压占损毁。

(3) 未来矿山采矿过程中将会形成采空区，采空区上部地表形成的地面塌陷区可能会出现塌陷坑，对土地造成塌陷损毁。

表3-38 土地损毁时序表

(二) 地质环境预测问题

1、不稳定地质体特征预测

(1) 地面塌陷

根据《开采方案》，矿山开采方式为地下开采，矿山地下开采矿体矿石采出后，原岩应力平衡遭到损毁，使围岩发生变形、位移、开裂和塌陷，甚至产生大面积移动，当岩石移动达到极限时，围岩应力平衡遭到损毁即会发生塌陷，地表将产生变形和移动，形成塌陷坑。

预测塌陷区范围采用赤峰正航设计有限责任公司编制的《开采方案》中岩移范围，因此本方案预测塌陷区范围即为《开采方案》的岩石移动范围。《开采方案》共圈定 4 处岩石移动范围，故本矿山共存在 4 处预测塌陷区，其中预测塌陷区 1 面积为 81676m²、预测塌陷区 2 面积为 111852m²、预测塌陷区 3 面积为 15782m²、预测塌陷区 4 面

积为 3546m²。

地表最大下沉值预测如下：

预测地表最大下沉值经验式计算如下：

地表最大下沉值： $W = Mq/\cos\alpha$ （单位：m）；

M：矿体厚度；

q：下沉系数（q 取 0.6）；

α ：矿体倾角；

表 3-39 下沉值计算表

经计算，预测塌陷区 1 平均下沉值 2.69m，最大下沉值 11.18m，预测塌陷区 2 平均下沉值 3.35m，最大下沉值 26.22m，预测塌陷区 3 平均下沉值 8.50m，最大下沉值 13.35m，预测塌陷区 4 平均下沉值 3.56m，最大下沉值 3.56m。

预测后期在开采过程中可能会发生地面塌陷灾害，根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2021）中地质灾害危害程度分级表，预计可能造成直接经济损失 100 万-500 万元，受威胁人数 10~40 人，预测评估其地质灾害危害程度中等。

（2）拟建废石场不稳定边坡

根据《开采方案》，规划废石场 2 处，矿山生产过程中产生废石，大部分不出井，直接充填于采空区，小部分提升至拟建废石场临时存放，废石按自然安息角顺坡堆放。该场地均存在不稳定边坡隐患，废石堆存时结构松散，密实度低，易受降雨入渗、冻融循环、风化剥蚀等自然因素影响，导致边坡滑移，随着堆存量逐步增加，边坡荷载持续增加，失稳风险进一步加剧，极易引发局部垮塌、滑坡等地质灾害。主要影响工作人员和下方的生态环境，其受威胁人数在小于 10 人，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性小。

（3）PD8 场地（硐口上方）后缘不稳定边坡

PD8 场地硐口建设时和平硐口后缘形成高陡切坡，矿山前期已对切坡进行过分台阶治理。现状平硐口切坡长度约 100m，分三层台阶，台阶高度 3-10m，坡角约 35-70°，现状硐口已进行了浆砌石护坡，高度约 1.5m，并在硐口上部建设了挡渣墙，长约 10m，高约 1m。预测在长期风化、冻融、极端降雨或震动影响下，仍存在表层岩体掉块的风险，预测可能引发场地（硐口上方）后缘崩塌、滑坡等地质灾害，主要影响工作人员和下方的生态环境，其受威胁人数在 10-100 人之间，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，危害程度中等，危险性中等。

2、地形地貌景观破坏预测

根据《开采方案》，随着矿山采矿活动的进行，矿区范围内将形成的破坏单元有：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等 30 个场地单元。

（1）预测塌陷区 1

随着矿山地下采矿活动的进行，地下采空区面积和空间将逐渐增大，可能引发地面塌陷灾害，预测塌陷区 1 位于矿区北西部，可能发生地面塌陷的面积为 81676m²（含塌陷区内的部分 PD2 地（493m²）、部分炸药库（2111m²）、部分废石场 1（4452m²）、废石场 2（702m²）、民采坑 1（3637m²）、部分民采坑 2（1005m²）、部分探坑（2 条）（22m²）、部分矿区道路（1302m²）），平均塌陷深度 2.69m，最大塌陷深度 11.18m，地面塌陷损毁原地表形态及植被，在矿区原始地

表形成连续分布的塌陷坑，损毁原完整地貌，预测预测塌陷区对地形地貌景观影响严重。

表 3-40 预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

(2) 预测塌陷区 2

随着矿山地下采矿活动的进行，地下采空区面积和空间将逐渐增大，可能引发地面塌陷灾害，预测塌陷区 2 位于矿区南东部，可能发生地面塌陷的面积为 111852m²(含塌陷区内的部分 PD8 地(1187m²)、部分 PD8-5 场地 (1831m²)、部分截水沟 (256m²)、部分钻机平台 (14473m²)、部分矿区道路 (1054m²))，预测塌陷区 2 平均塌陷深度 3.35m，最大塌陷深度 26.22m，地面塌陷损毁原地表形态及植被，在矿区原始地表形成连续分布的塌陷坑，损毁原完整地貌，预测预测塌陷区对地形地貌景观影响严重。

表 3-41 预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

(3) 预测塌陷区 3

随着矿山地下采矿活动的进行，地下采空区面积和空间将逐渐增大，可能引发地面塌陷灾害，预测塌陷区 3 位于矿区北东部，可能发生地面塌陷的面积为 15782m²，预测塌陷区 3 平均塌陷深度 8.50m，最大塌陷深度 13.35m，地面塌陷损毁原地表形态及植被，在矿区原始地表形成连续分布的塌陷坑，损毁原完整地貌，预测预测塌陷区对地形地貌景观影响严重。

表 3-42 预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

(4) 预测塌陷区 4

随着矿山地下采矿活动的进行，地下采空区面积和空间将逐渐增大，可能引发地面塌陷灾害，预测塌陷区 4 位于矿区中部，可能发生地面塌陷的面积为 3546m²，预测塌陷区 4 平均塌陷深度 3.56m，最大塌陷深度 3.56m，地面塌陷损毁原地表形态及植被，在矿区原始地表形成连续分布的塌陷坑，损毁原完整地貌，预测预测塌陷区对地形地

貌景观影响较严重。

表 3-43 预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

图 3-14 预测塌陷区 1-4 相对位置图

(5) 拟建风井场地

根据《开采方案》设计，拟建风井场地位于 PD8-5 场地北侧 80m 处，占地面积 50m²。《开采方案》未明确井口规格，设计井深 18m。拟建 FJ1 场地可能形成切坡，切坡长约 10m，切坡高 1-2m，坡度约 60°，场地前缘存在堆坡，堆坡长约 15m，堆坡高约 2m，坡度约 35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-44 拟建风井场地地形地貌景观影响评分表

照片3-44 拟建风井场地

图 3-15 拟建风井场地边坡及堆坡说明图

(6) 拟建矿石场 1

根据《开采方案》设计，拟建矿石场 1 位于 PD6 场地南东侧，面积为 887m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-45 拟建矿石场 1 地形地貌景观影响评分表

照片3-45 拟建矿石场1

(7) 拟建矿石场 2

根据《开采方案》设计，拟建矿石场 2 位于 PD8-4 场地北西侧，面积为 609m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-46 拟建矿石场 2 地形地貌景观影响评分表

照片3-46 拟建矿石场2

(8) 拟建废石场 1

根据《开采方案》设计，拟建废石场 1 位于拟建矿石场 1 南东侧，面积为 651m²，主要堆放竖井及巷道开拓产生的废石，堆高约 10m，废石按自然安息角顺坡堆放，坡角约 35°，预测堆放废石方量

3200m³，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-47 拟建废石场 1 地形地貌景观影响评分表
照片3-47 拟建废石场1、拟建废石场2

(9) 拟建废石场 2

根据《开采方案》设计，拟建废石场 2 位于拟建矿石场 2 北侧，面积为 578m²，主要堆放竖井及巷道开拓产生的废石，堆高约 10m，废石按自然安息角顺坡堆放，坡角约 35°，预测堆放废石方量 2800m³，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-48 拟建废石场 2 地形地貌景观影响评分表
(10) PD2 场地

PD2 场地位于矿区中西部，占地面积 5550m²。场地内包含 PD2、宿舍、办公室等，建筑物为砖混结构建筑物，建筑物高度 3m，建筑物面积 614m²，PD2 硐口为混凝土结构，硐口规格 2.2m×2.3m，场地与山体形成切坡，切坡长约 107m，切坡高度 1-4m，坡度 40-90°，场地存在两处堆坡，最大堆坡高度 9m，坡度 25-35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(11) PD6 场地

PD6 场地位于 PD2 场地南东侧，占地面积 1606m²。场地内包含 PD6、空压机房、炸药库值班室等，场地内建筑物为砖混结构建筑物，高度 3m，建筑物面积 265m²，PD6 硐口为混凝土结构，硐口规格 2.2m×2.4m。场地与山体形成切坡，切坡长约 80m，高约 1-3m，坡度 60°-90°。

根据《开采方案》设计，拟建斜坡道位于 PD6 场地内，《开采方案》未明确井口规格，设计井口标高 1455m，开拓至 1105m 水平，入口方位 45°。PD6 场地与拟建矿石场 1 存在重叠，重叠面积 139m²，

最终 PD6 场地剩余面积为 1467m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观影响较严重。

(12) PD8 场地

PD8 场地位于矿区南东部，占地面积 7498m²，场地由废石铺垫形成，场地包含 PD8、空压机房等，场地内建筑物为砖混结构建筑物，高度 3m，建筑物面积 130m²，PD8 硐口为混凝土结构，硐口规格 2.2m×2.4m，硐口后缘存在切坡，硐口上部建设了挡渣墙，长约 10m，高约 1m。矿山前期已对切坡进行过分台阶治理，切坡长度约 100m，分三层台阶，台阶高度 3-10m，坡角约 35-70°，切坡最大高度约 24m，坡度 35-70°，场地堆坡最大高度 26m，坡度 35°，根据三角网法计算废石方量为 13800m³。

根据《开采方案》设计，拟建充填站位于 PD8 场地内，面积 945m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观影响较严重。

(13) PD8-1 场地

PD8-1场地位于PD8场地南西侧，占地面积1923m²，场地由废石铺垫形成，场地包含PD8-1、空压机房等，场地内建筑物为砖混及彩钢建筑物，高度3m，建筑物面积66m²，PD8-1硐口为混凝土结构，规格2.2m×2.4m，场地与山体存在切坡，切坡长度约15m，切坡高度1-3m，坡度40-70°，场地堆坡呈两级台阶式，台阶高度约6m，最大高度12m，坡度35°，根据三角网法计算废石方量为1356m³，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(14) PD8-2 场地

PD8-2场地位于PD8-1场地南西侧，占地面积558m²，场地由废石铺垫形成，场地包含PD8-2、空压机房等，场地内建筑物为彩钢建筑物，高度2m，建筑物面积9m²，PD8-2硐口为砖混结构，规格2.2m×2.4m，

场地存在切坡，切坡长度约12m，切坡高度1-3m，坡度50-90°，场地堆坡最大高度6m，坡度35°，根据三角网法计算废石方量为407m³，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(15) PD8-3 场地

PD8-3 场地位于 PD8-2 场地南西侧，占地面积 714m²，场地由废石铺垫形成，场地包含 PD8-3 等，PD8-3 硐口为混凝土结构，规格 2.2m×2.4m，硐口两侧已建设挡渣墙，长约 10m，高约 1m，场地存在切坡，切坡长度约 17m，切坡高度 1-2m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 12m，坡度 35°，根据三角网法计算废石方量为 320m³。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(16) PD8-4 场地

PD8-4 场地位于 PD8-3 场地南西侧，占地面积 314m²，场地包含 PD8-4、值班室等，PD8-4 硐口为砖混结构，规格 2.2m×2.4m，场地存在切坡，切坡长度约 13m，切坡高度 1-2m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 7m，坡度 35°，场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(17) PD8-5 场地

PD8-5 场地位于 PD8 场地北东侧，占地面积 2025m²，场地包含 PD8-5 等，PD8-5 硐口为砖混结构，规格 2.2m×2.4m，场地存在切坡，切坡长度约 10m，切坡高度 1-3m，坡度 30-90°，场地堆坡最大高度 12m，坡度 35°。矿山已对部分场地进行平整，尚未恢复植被。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(18) 办公生活区

办公生活区位于矿区南部，占地面积为 2229m²，场地包含办公楼、菜园、临时停车场等，办公楼为三层混凝土建筑，高约 9m，建筑物面积 476m²，场地与山体形成切坡，切坡长度约 80m，切坡高度 1-3m，坡度 30-90°，场地南东侧存在堆坡，堆坡最大高度 3m，坡度 35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(19) 炸药库

炸药库位于 PD2 场地北侧，占地面积 2579m²，场地内包含炸药库、岩芯临时存放处，建筑物为砖混结构建筑物，建筑物面积 69m²，围墙长度 142m，高度 2.5m，宽度 0.3m，场地存在切坡，切坡长度约 70m，切坡高度 1-4m，坡度 50-90°，场地堆坡最大高度 3m，坡度 25—35°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(20) 废石场1

废石场 1 位于 PD2 场地北侧，占地面积为 4456m²，废石场顺坡堆放，废石场边坡角 30°-35°，最大堆放高度 32m，根据三角网法计算废石方量为 9592m³。废石的堆放破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(21) 废石场2

废石场 2 位于废石场 1 东侧，面积 702m²。废石顺坡堆放，边坡角 30°-35°，废石最大堆放高度 12m，根据三角网法计算废石方量为 1220m³。废石的堆放破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(22) PD6 废石场

PD6 废石场位于 PD6 场地南侧，占地面积 3153m²，废石顺坡堆放，最大堆放高度 13m，堆放坡度小于 40°，根据三角网法计算废石方量为 4336m³。场地与山体形成切坡，切坡长约 80m，高 1-6m，坡度 50-90°。

根据《开采方案》设计，PD6 废石场与拟建矿石场 1 存在重叠，重叠面积 389m²，最终 PD6 废石场剩余面积为 2764m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观影响较严重。

(23) PD8-4 废石场

PD8-4 废石场位于 PD8-4 场地北西侧，占地面积 1587m²，废石顺坡堆放，最大堆放高度 13m，堆放坡度小于 40°，根据三角网法计算废石方量为 669m³。场地与山体形成切坡，切坡长约 80m，高 1-6m，坡度 50-90°。

根据《开采方案》设计，PD8-4 废石场与拟建矿石场 2 存在重叠，重叠面积 192m²，最终 PD8-4 废石场剩余面积为 1395m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观影响较严重。

(24) 民采坑 1

民采坑 1 位于 PD2 场地北东侧，占地面积 3637m²，采坑最大高度 42m，边坡坡度 40-90°，为当地村民采石灰石形成。矿山前期进行了部分回填工作。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(25) 民采坑 2

民采坑 2 位于 PD2 场地北西侧，占地面积 2130m²，采坑最大高度 21m，边坡坡度 60-90°，为当地村民采石灰石形成。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

(26) 民采坑 3

民采坑3位于PD2场地北西侧，占地面积584m²，采坑最大高度17m，边坡坡度60-90°，为当地村民采石灰石形成。矿山前期进行了部分回填工作。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

（27）截水沟

截水沟位于PD8场地北东侧，占地面积为318m²，长约105m，宽约3m，平均深度0.5m。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

（28）钻机平台

根据最近一次《核实报告》，勘查期间共施工28个钻孔，其中施工坑道钻孔7个，地表钻孔21个。在I号矿带施工坑道钻孔4个，地表钻孔8个，II号矿带施工坑道钻孔3个，地表钻孔13个。在地表钻孔施工结束后，对现场油污、岩粉、水池、泥浆坑进行了平整、掩埋，生活垃圾进行清理运至最近的村垃圾场。并由矿山出资，对运输用的临时道路、钻孔场地进行了治理，已恢复原地类，为荒山的种植了当地适宜的植物，地表已经恢复原地貌，对环境影响不大，达到规范要求。

根据现场调查，I号矿带施工钻孔共形成钻机平台8处，其中4处钻机平台位于现状场地内，剩余4处钻机平台已治理并恢复植被；II号矿带施工钻孔形成钻机平台共7处，钻机平台（包括部分道路）虽进行了场地平整，但由于覆土不到位导致植被恢复效果较差，该部分场地分布于矿区南东部，呈分散状，总面积为17011m²。场地的建设挖损地表，破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

（29）探坑

现状存在4处探坑，位于雷管库和炸药库西侧，为前期治理所遗

留，总占地面积810m²。场地的形成挖损地表，破坏了原始地形地貌景观及植被，预测未来场地与现状保持一致。

表 3-49 探坑特征表

(30) 矿区道路

矿区道路连接各个场地，总占地面积 10002m²，道路长约 3300m，平均宽约 3m，部分道路存在切坡，切坡高度 1-3m，坡度 40-80°。

根据《开采方案》设计，矿区道路与拟建矿石场2存在重叠，重叠面积103m²，最终矿区道路剩余面积为9899m²。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观影响较严重。

综上所述可知，矿山建设完成后，预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3 对地形地貌景观破坏影响程度严重；预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等地形地貌景观破坏影响程度较严重，评估区内其他区域对地形地貌影响较轻。

3、矿区含水层破坏预测

(1) 矿区含水层破坏预测

矿区含水层主要为基岩裂隙水，富水性弱，基岩裂隙水水位标高 1490.62m，矿山未来最低开采标高为***m，矿区开采矿体位于水位以下，矿业开发切穿基岩，对地下含水层结构产生破坏，因地下含水层富水性弱，与区域主要含水层的水力联系不密切，预测评估未来矿山开采对含水层结构损毁较轻。

(2) 矿坑疏干水对含水层的影响预测

未开矿山地下开采矿体位于水位以下，根据《开采方案》，预测未来矿区地下开采最大涌水量 557.50m³/d，矿山未来开采会使矿区及

周围含水层水位下降（采矿层位则处于疏干状态），虽局部地下水位略有下降，但对区域性重要含水层影响较小，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小，预测矿井排水对含水层影响程度较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响预测

矿区地下开采的矿体位于地下水位之下，矿山未来开采会使矿区及周围含水层水位下降（采矿层位则处于疏干状态），但开采区域影响的含水层非区域重要含水层，矿业开发对附近水源地影响较小，预测矿业开发对附近水源影响较轻。

（4）对地下水水质的影响

根据内蒙古科谱检测技术有限公司于2026年9月7日出具的水质检测报告及《核实报告》，经分析得知，矿区地下水砷含量超标属于原生地质背景所致。

采矿废水汇集至井底水仓后抽至设置处理设施，处理后清水可返回井下进行采掘、除尘作业，剩余部分经处理达标后回用于选矿用水等，对环境基本无影响；矿山生活污水经防渗化粪池处理后企业委托环卫部门定期清掏，不外排。预测矿山开采对地下水水质影响较轻。

综上所述，矿山开采对含水层结构、含水层水位影响“较轻”，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“较轻”。

表 3-50 预测地质环境问题说明表

（三）土地资源损毁预测问题

1、拟损毁土地的利用类型及权属

根据全国第三次土地利用现状调查资料，拟损毁的土地资源利用类型二级地类主要包括乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地，损毁土地总面积 251669m²。土地权属归赤峰市克什克腾旗宇宙地镇东升村、大营子村及同兴镇努其宫村集体所有，权属明确，无争议。预测各单元

对土地损毁情况见表。

2、损毁土地程度评价等级标准

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轻度损毁、中度损毁、重度损毁等 3 级标准。评估标准如下：

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

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动已损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-51。

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

3、土地损毁程度评价

预测损毁单元：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路。各单元损毁土地程度预测评价如下：

表 3-53 压占损毁土地损毁程度评价表

表 3-54 挖损损毁土地损毁程度评价表

表 3-55 塌陷损毁土地损毁程度评价表

4、拟损毁土地评价结果

拟损毁单元：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预

测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路。现分述如下：

（1）预测塌陷区 1

占地面积 81676m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、裸土地，损毁类型为塌陷，损毁程度为重度。

（2）预测塌陷区 2

占地面积 111852m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、裸土地、裸岩石砾地，损毁类型为塌陷，损毁程度为重度。

（3）预测塌陷区 3

占地面积 15782m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、裸土地，损毁类型为塌陷，损毁程度为重度。

（4）预测塌陷区 4

占地面积 3546m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、裸土地，损毁类型为塌陷，损毁程度为中度。

（5）拟建风井场地

占地面积 50m²，损毁土地类型为灌木林地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

（6）拟建矿石场 1

占地面积 887m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(7) 拟建矿石场 2

占地面积 609m²，损毁土地类型为乔木林地、公路用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(8) 拟建废石场 1

占地面积 651m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(9) 拟建废石场 2

占地面积 578m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(10) PD2场地

占地面积 5550m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(11) PD6场地

占地面积 11467m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(12) PD8场地

占地面积 7498m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(13) PD8-1场地

占地面积 1923m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(14) PD8-2场地

占地面积 558m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(15) PD8-3场地

占地面积 714m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类

型为压占，损毁程度为中度。

(16) PD8-4场地

占地面积 314m²，损毁土地类型为乔木林地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(17) PD8-5场地

占地面积 2025m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(18) 办公生活区

占地面积 2229m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、采矿用地、农村道路，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(19) 炸药库

占地面积 2579m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(20) 废石场1

占地面积 4456m²，损毁土地类型为天然牧草地、采矿用地、公路用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(21) 废石场2

占地面积 702m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(22) PD6废石场

占地面积 2764m²，损毁土地类型为灌木林地、采矿用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(23) PD8-4废石场

占地面积1395m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、公路用地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

(24) 民采坑1

占地面积3637m²，损毁土地类型为灌木林地、天然牧草地、采矿用地、公路用地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（25）民采坑2

占地面积2130m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（26）民采坑3

占地面积584m²，损毁土地类型为乔木林地、天然牧草地、采矿用地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（27）截水沟

占地面积318m²，损毁土地类型为灌木林地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（28）钻机平台

占地面积17011m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、裸土地、裸岩石砾地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（29）探坑

占地面积810m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地，损毁类型为挖损，损毁程度为中度。

（30）矿区道路

占地面积 9899m²，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

综上所述，预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3 对土地资源损毁程度为重度，预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5

场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路对土地资源损毁程度为中度，修复区其他区域对土地资源损毁程度为轻度。

表 3-56 土地损毁预测统计表

(四) 生态系统退化预测问题

1、植被损毁与生态服务功能退化

矿山建设对矿区植被损毁方式包括：根系挖掘破坏、表土机械碾压和废弃物覆盖掩埋、化学污染、水文干扰五大类。

表 3-57 植被损毁因素标准表

表 3-58 植被损毁程度评分界线表

预测对矿区植被功能造成损毁的单元包括：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等 31 个单元。

表 3-59 植被损毁程度预测评分表

经比对植被损毁因素分析表计算后得出：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等对植被损毁中度。矿区内其他未破坏场地及前期验收场地对植被损毁为轻度。

2、生物多样性丧失

预测矿区工程活动造成的场地损毁面积共计 252149m²，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。但因影响范围有限，预测评估矿山后期生产建设使生物多样性的损毁程度为轻度受损。

3、水土流失

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

4、环境污染

基于矿区环境现状，结合工程建设及运营特点，预测矿区环境污染仍以工程扰动引发的局部土壤、水环境、大气轻微污染为主要类型，具体预测如下：

（1）土壤污染预测

① 废石场对周边土壤污染预测分析

采矿采出的废石集中堆放至废石堆内，根据本次内蒙古科谱检测技术有限公司对土壤环境质量的检测结果（见表 3-34），各项检测值均符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中表 1 “农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）”的要求。同时根据 2019 年 3 月，宁夏智诚安环技术咨询有限公司编制的《赤峰市克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌

银矿年采 12 万吨铅锌银共伴生矿石项目环境影响报告书》（赤环审字〔2019〕6 号），本矿山废石为 I 类一般工业固体废物，废石浸出组分满足 I 类固废控制限值，不含高浓度有毒有害污染组分；废石场按照 I 类贮存场规范建设，废石堆存过程向土壤迁移释放污染物的潜力有限，因此预测开采产生的废石对土壤环境污染较轻。

② 生活垃圾对土壤污染预测分析

矿山日产生活垃圾较少，矿山委托有相应资质的部门进行集中处理，定期外运至指定地点处置。因此生活垃圾对周围环土壤影响相对较小。

综上所述，预测矿山正常开采活动对土壤环境污染程度为轻度。

（2）水污染预测

① 矿坑排水：未来矿山生产期间井底设有水仓，产生的矿坑涌水经水仓收集，沉淀过滤后清水供坑内凿岩降尘循环及井上下消防使用，部分污水经处理达标后回用于选矿用水等，对环境基本无影响，预测矿坑排水不会对周边地表水环境、地下水环境造成污染，不会改变周边水体原有水环境质量现状，对区域水环境影响较小。

② 生活污水：生活污水为洗漱废水及排泄物所组成，企业将建设防渗化粪池，生活污水经防渗化粪池处理后企业委托环卫部门定期清掏，不外排，生活污水不会对水环境造成污染。

综上所述，预测采矿活动对地下水环境影响程度为轻度。

（3）大气污染预测

① 扬尘来源及污染特征

工业场地、废石场等建设产生的扬尘主要集中在土建施工阶段，土地平整、表土剥离、开挖、回填、建材运输、露天堆放、装卸等过程，如遇干旱无雨季节，在大风时，施工扬尘将更严重。按起尘的原

因可分为风力起尘和动力起尘。其中风力起尘主要是由于露天堆放的建材(如黄沙、水泥等)及裸露的施工区表层浮尘由于天气干燥及大风,产生风力扬尘;动力起尘主要是在建材装卸、搅拌的过程中,由于外力而产生的尘粒再悬浮而造成。

② 影响范围及影响分析

表土剥离、土石方开挖扬尘污染严重,根据类比调查资料可知,空气中扬尘浓度可达 $1.75\text{mg}/\text{m}^3$,随着距离的增加,TSP 浓度迅速下降,影响范围主要集中扬尘点下风向近距离内,随着距离的增加,浓度迅速减小,具有明显的局地污染特征。扬尘影响范围主要在施工场地外 150m 内,在扬尘点下风向 0~50m 为重污染带,50~100m 为较重污染带,100~150m 为轻污染带,项目区域下风向外 150m 环境空气质量可符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准。根据现场调查,项目各施工场地周边 150m 内无居民居住,故施工扬尘对周边环境的影响在可接受范围内,且随施工期的结束而结束。对周边大气环境影响较小。

综上所述,预测未来矿山企业生产对空气污染程度为轻度。

表 3-60 预测生态系统退化问题说明表

表 3-61 预测问题损毁程度评价表

四、问题诊断评价结论

(一) 分区原则

- (1) “区内相似,区际相异”的原则。
- (2) “整体不分割”的原则。
- (3) “就重不就轻”的原则。
- (4) “同一性”的原则。
- (5) “防治集中”的原则。

(二) 分区方法

根据上述分区原则，参照《矿区生态修复方案编制指南》(临时)附表 7，充分考虑矿山开采对矿区生态修复影响程度、危害对象、危害程度及能够达到的治理程度等，对矿区生态修复进行合理分区。

1、根据矿区生态修复影响现状评估及预测评估结果，依据就重原则，进行矿区生态修复治理分区。

2、根据《矿区生态修复方案编制指南》(临时)附表 7，将克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿（影响区）划分为重度损毁区（I）、中度损毁区（II）和轻度损毁区（III）。

（三）分区结果

通过对矿山现状及预测问题识别诊断，对预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等 30 个场地单元进行问题识别诊断分区。叙述如下：

重度损毁区（I）：

1、预测塌陷区 1

采空区可能引发地面塌陷灾害产生，地质灾害较严重，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为严重；对土地资源的损毁程度为重度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为重度，对环境污染的影响程度为轻度。

2、预测塌陷区 2

采空区可能引发地面塌陷灾害产生，地质灾害较严重，对含水层

影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为严重；对土地资源的损毁程度为重度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为重度，对环境污染的影响程度为轻度。

3、预测塌陷区 3

采空区可能引发地面塌陷灾害产生，地质灾害较严重，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为严重；对土地资源的损毁程度为重度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为重度，对环境污染的影响程度为轻度。

4、预测塌陷区 4

采空区可能引发地面塌陷灾害产生，地质灾害较严重，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为重度，对环境污染的影响程度为轻度。

中度损毁区（II）：

1、拟建风井场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

2、拟建矿石场 1

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程

度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

3、拟建矿石场 2

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

4、拟建废石场 1

拟建废石场 1 不稳定斜坡可能引发滑坡灾害产生，地质灾害较严重，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

5、拟建废石场 2

拟建废石场 2 不稳定斜坡可能引发滑坡灾害产生，地质灾害较严重，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

6、PD2 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

7、PD6 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

8、PD8 场地

PD8 场地不稳定斜坡可能引发滑坡灾害产生，地质灾害较严重，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

9、PD8-1 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

10、PD8-2 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

11、PD8-3 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

12、PD8-4 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

13、PD8-5 场地

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

14、办公生活区

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

15、炸药库

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

16、废石场 1

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

17、废石场 1

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较轻；对土地资源的损毁程度为轻度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

18、PD6 废石场

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

19、PD8-4 废石场

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

20、民采坑 1

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

21、民采坑 2

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

22、民采坑 3

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

23、截水沟

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

24、钻机平台

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

25、探坑

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

26、矿区道路

地质灾害不发育，对含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观的损毁程度为较严重；对土地资源的损毁程度为中度；对植被的损毁程度为中度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

轻度损毁区（III）：

1、评估区其他区域

矿区其他区域暂时未进行采矿活动，地质灾害不发育，对含水层影响程度为轻度，对地形地貌景观的损毁程度为轻度；对土地资源的损毁类型为轻度；对土地资源的损毁形式为轻度；对植被的损毁程度为轻度，对生物多样性的影响程度为轻度，对水土流失的影响程度为轻度，对环境污染的影响程度为轻度。

表 3-62 矿区损毁程度综合评价表

图 3-16 矿区生态破坏程度综合评价图

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

（一）地质环境治理可行性分析

1、地质灾害防治可行性分析

该矿为地下开采，预测塌陷区 1 面积 81676m^2 、预测塌陷区 2 面积 111852m^2 、预测塌陷区 3 面积 15782m^2 、预测塌陷区 4 面积 3546m^2 ，总面积为 212856m^2 。地面塌陷地质灾害规模较小，受威胁人数 <100 人，针对未来采矿活动可能引发塌陷地质灾害，结合区域已有矿山治理经验，地质灾害常用的防治措施以监测预防为主，预测塌陷区周围设置警示牌。

对于今后可能形成的预测塌陷区，应进行定期进行巡查工作，采用监测预警设备进行实时监测，出现地表沉降情况及时处理，矿山企业应及时对采空区进行充填。

针对拟建废石场后期堆存运营期间可能引发的边坡失稳、滑坡等地质灾害，严格遵循矿山工程设计规范落实堆存与防护管控：场地按照专项设计确定的合规边坡角堆放，严禁超陡、超高违规堆存，保障

堆体自身应力结构稳定，避免因堆存参数不达标引发堆体滑移、崩塌；待废石堆存到界后，及时对坡面及坡顶开展过渡性防护治理，通过简易坡面压实等基础防护手段，防止坡面岩土体流失引发局部失稳，进一步筑牢堆体安全防线。

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

2、含水层防治可行性分析

矿山设计最低开采标高为***m，基岩裂隙水水位标高 1492m，随着矿山开采，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。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、地形地貌景观防治可行性分析

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

（1）对预测塌陷区采取回填、场地整平等工程措施；

（2）对未来 8 处平硐、1 处斜坡道及 1 处风井采取井口封堵、井筒回填、建筑物拆除，切坡位置垫坡等工程措施；

（3）对拟建风井场地、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库等采取建筑物拆除、清理建筑垃圾、堆坡清运、切坡位

置垫坡、场地整平等工程措施；

（4）对拟建废石场 1、拟建废石场 2、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场采取废石清运等工程措施；

（5）对拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路采取回填、切坡位置垫坡、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，同类矿山已有很多比较成熟的矿区生态修复技术与方法，因此，矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）治理技术可行。

（二）矿山土地复垦可行性分析

根据前文土地损毁问题诊断评价结果，预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等对土地损毁造成了损毁，表层土壤结构被彻底破坏，对损毁区域进行修复的主要工程为土壤重构、植被重建。

其中土壤重构工程针对表层土壤彻底破坏的区域，例如拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路等，主要土壤重构措施为覆土工程，满足植被生长条件的土壤重新覆于地表，并对土层进行施

肥，有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境，创造植被恢复的条件。

针对表层土壤未被破坏但长期被压占的区域，将压占物清理后表层土壤进行翻耕，以创造植被恢复的条件。

植被重建工程对土壤表面设计恢复植被，植被类型参照损毁区域原生的植被种类及周边区域的植被种类设计，并结合当地自然气候条件，土地利用现状及国土空间规划等相关规划实施，选择成活率高、易于管理、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。

（三）生态系统修复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类主要为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地，结合矿山及周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，修复区经地貌重塑、土壤重构工程后，可以满足恢复林地、草地要求，植被恢复技术可行。

2、生物多样性恢复可行性

通过矿区植被重建，优先选择本地耐贫瘠的乡土乔木、灌木和草本植物，预计可在3年内形成稳定的植被覆盖层，逐步提升物种多样性。构建生态廊道，通过设置野生动物通道如涵洞，连接被道路或矿坑隔断的栖息地，促进物种迁移和交流，降低栖息地隔离的负面效应。土壤改良是植被恢复的基础，可通过施加有机肥改善土壤肥力，使用石灰中和酸性土壤，并种植特定的超富集植物，为后续植物定植创造

有利条件。建立完善的监测体系是保障恢复效果的关键，利用红外相机监测野生动物活动，布设水质传感器跟踪污染变化，并定期评估物种丰富度、群落结构等生态指标，以便根据实际情况动态调整修复策略，确保生态系统恢复的稳定性和可持续性。

以上技术较成熟、可操作性强，因此，矿区生物多样性的恢复是可行的。

3、水土流失恢复可行性

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

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

4、水土环境污染防治可行性

由前文所述可知，矿山未来生产废水主要为采矿废水及生活废水。采矿废水通过沉降作用除去淤泥和悬浮物，清水可返回采场进行采掘、除尘作业，部分污水经处理达标后回用于选矿用水等，对环境基本无影响。该矿山主要生活污水为洗漱废水及排泄物所组成，企业将建设防渗化粪池，生活污水经防渗化粪池处理后企业委托环卫部门定期清掏，不外排。

矿山前期产生的废石运往废石场集中堆放，生产期废石就近充填

采空区。根据本次方案的土壤检测报告。矿区土壤各项检测指标均符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中表 1 “农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）”的要求。同时根据 2019 年 3 月，宁夏智诚安环技术咨询有限公司编制的《赤峰市克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿年采 12 万吨铅锌银共伴生矿石项目环境影响报告书》（赤环审字〔2019〕6 号），本矿山废石为 I 类一般工业固体废物，废石浸出组分满足 I 类固废控制限值，不含高浓度有毒有害污染组分，拟建废石场按照 I 类贮存场规范建设，能够有效阻断废石堆存过程中污染物向土壤迁移释放的途径，削弱污染物释放潜力，有效降低废石堆对周边及下游土壤的污染风险。因此各项固体废弃物都能得到妥善处理。

矿区产生的大气污染物主要为扬尘及汽车尾气，通过洒水降尘、运输车辆加盖篷、加强运输道路两侧及矿区周围绿化等措施后，能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中颗粒物无组织排放浓度限值要求，环境空气质量标准基本维持在现状水平。以上技术较成熟、可操作性强，对矿区水土环境污染进行监测也是矿山日常工作不可分割部分。因此，矿山水土污染防治措施和修复工程，技术上可行。

水土污染防治主要强调预防及监测。所采取的废石综合利用和废水处理等保护措施属于矿山主体工程，技术可行。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

1、国土空间规划及用途管制要求

通过套核克什克腾旗国土空间用地布局图、用地用海规划分区图、生态系统保护规划图，本矿山位于《克什克腾旗国土空间生态修

复规划报告（2021-2035 年）》中大兴安岭南麓水源涵养水土流失综合治理区，因此规划恢复地类应以林地、草地为主。

2、矿区自然条件分析

（1）气候与地形

本区属中温带大陆性半干旱季风气候区，冬季严寒，夏季酷热，降雨集中。总体地势北高南低，东高西低，最高点位于矿区北东部山顶处，海拔 1728.27m，最低点位于矿区南西部沟谷内，海拔 1407.61m，相对高差 320.66m。地形坡度一般在 15~40°之间，地貌类型以主要由中山及沟谷微地貌为主。

（2）矿区植被

矿区位于华北植物区系、东北（兴安）植物区系、蒙古草原植物区系三大植物区系交汇过渡区域，植物种类较丰富，植被类型为乔木、灌木和草本植物为主。其中乔木主要为落叶松、桦树、山杨、蒙古栎等；灌木多为榛柴、山杏等；草本植物有披碱草、针茅、羊草等。以上植被以自然植被为主。矿区植被覆盖率 15-70%。

（3）土壤环境

矿区主要土壤类型为沙质土，母岩为花岗岩，土壤质地为轻壤，土壤容重在 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 左右，有机质含量 1-5%，PH 在 7.9 左右，土壤质地疏松、多孔，胶结物质、粘粒成分含量较低，土壤的抗蚀性和抗冲性较弱，肥力一般。山坡区域土层较薄，土层厚度 0.2~0.6m；沟谷两侧土层厚度较大，土层厚度 5~10m。

3、矿区周边的生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为林草生态系统，土地类型以林地、草地为主（生态系统典型照片见照片 3-48），根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构较为单一。

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要为林草生态系统。

（1）林草生态系统

矿区内及周边分布自然生长的林草生态系统。乔木主要为落叶松、桦树、山杨、蒙古栎等；灌木多为榛柴、山杏等；草本植物有披碱草、针茅、羊草等适应当地气候的种类为主，同时栖息着小型哺乳动物、鸟类、昆虫等，发挥着保持水土、净化空气的生态作用。

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

照片3-48 参照生态系统照片

（二）复垦修复方向

1、土地生态适宜性评价

土地生态适宜性评价是依据土地利用总体规划及其他相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据原地类、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向的预测性评价。

（1）评价原则

① 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

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

② 因地制宜原则

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

③ 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

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

④ 主导性限制因素与综合平衡原则

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

⑤ 复垦后土地可持续利用原则

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

⑥ 经济可行、技术合理性原则

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

⑦ 社会因素和经济因素相结合原则

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

（2）评价依据

土地生态适宜性评价在根据复垦区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件，参考土地损毁现状和预测程度分析的结果，依据《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、地方性的复垦标准和实施办法等国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的办法，改善损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。

（3）评价方法

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

（4）评价单元的划分

评价单元是在确定土地复垦初步方向的基础上进行划分的，划分的评价单元应体现单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异。依据上述原则，结合土地损毁类型分析，本方案评价单元共分为31个单元，分别为：预测塌陷区1、预测塌陷区2、预测塌陷区3、预测塌陷区4、拟建风井场地、拟建矿石场1、拟建矿石场2、拟建废石场1、拟建废石场2、PD2场地、PD6场地、PD8场地、PD8-1场地、PD8-2场地、PD8-3场地、PD8-4场地、PD8-5场地、办公生活区、炸药库、废石场1、废石场2、PD6废石场、PD8-4废石场、民采坑1、民采坑2、民采坑3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路。

（5）初步复垦方向的确定

① 自然地理和交通

本区属中温带大陆性半干旱季风气候区，冬季严寒，夏季酷热，降雨多集中于7-9月份，年平均降水量为387.6mm左右，年均气温为2.8℃，极端最高气温达40℃，极端最低气温-32℃；春秋两季多西北风，风力3-8级；结冰期为每年的10月至来年的4月，无霜期114天左右，冻土深度2-3m。该区土壤层厚5~10m，土壤类型主要为沙质土，母岩为花岗岩，土壤质地为轻壤，土壤质地疏松、多孔，胶结

物质、粘粒成分含量较低，土壤的抗蚀性和抗冲性较弱，肥力一般。项目区外有完备的运输道路，交通便利。

② 公众参与

方案编制前、编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，为使评价工作更具民主化、公众化，特向广大公众征求意见。克什克腾旗自然资源局核实当地的土地利用现状及权属性质后，提出复垦区确定的复垦方向须符合土地利用总体规划，同时本着因地制宜、合理利用的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的持续利用，并与社会、经济、环境协调发展。在委托方技术人员的陪同下，编制人员又走访了所属镇政府工作人员、复垦区内土地权利人并积极听取了他们的意见，得到了大力支持，并且提出建议，希望企业做好复垦工作，建议因地制宜，尽量提高用地等级。

③ 从原土地利用类型考虑

复垦责任范围为大面积的林地和草地，占比例较大，从原土地利用类型考虑，复垦为林地、草地较适宜。

④ 当地土地利用总体规划

通过套核克什克腾旗国土空间用地布局图、用地用海规划分区图、生态系统保护规划图，本矿山位于《克什克腾旗国土空间生态修复规划报告（2021-2035 年）》中大兴安岭南麓水源涵养水土流失综合治理区，因此规划恢复地类应以林地、草地为主。

⑤ 其他要求

矿山终采后，所有破坏单元全部进行复垦，无其他规划。

⑥ 复垦方向初步确定

通过上述分析，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，有利于最大限度地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。

表 3-63 初步复垦方向结果表

(6) 评价体系和标准

①评价方法

本次修复适宜性评价选择综合指数法进行适宜性评价。

②评价指标

根据我国土地复垦行业标准中的各种土地复垦的技术指标要求，通过将参评因素状态值对农、林、牧的影响状况及改良程度的难易与各地区自然概况作为参照，进一步对矿山建设区和生产区的土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出其土地适宜性评价，参评因素应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值来确定土地的适宜性。矿区建于低山地带，其土地利用受到低山地带土地利用共性因素的影响。因此，本方案选出 7 项参评因子，分别为：地形坡度、排灌条件、有效土层厚度、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 3-58。

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：

$$R_j = \sum_{i=1}^n a_i b_i$$

其中：R_j 表示第 j 个评价单元最后所得到的评价分数；a_i 表示该单元在第 i 个评价因素中所得到的分值；b_i 表示第 i 个评价因素所占的权重。最后根据加权值与复垦方向对照表，确定拟复垦土地的复垦方向。

(7) 适宜性等级的评定

① 各评价单元的土地质量状况

拟复垦土地质量是通过多个土地性状值来表达的，各个参评单元土地质量列于表 3-64。

表 3-64 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

表 3-65 加权值与复垦方向对照表

表 3-66 复垦土地各评价单元土地质量

②评价结果分析

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指数和，对照加权值与复垦方向对照表，确定各个评价单元的复垦方向。再将各复垦土地评价单元的土地质量状况分别与复垦土地主要限制因素的农林牧等级标准对比，得到待复垦土地的农林草适宜性评价因素明细表。

表 3-67 评价单元适宜性评价加权指数和及复垦方向

(8) 生态修复可行性分析

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，各评估单元最终复垦方向见表 3-68。

表 3-68 复垦后土地地类及面积统计表

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为林地、草地，矿区总复垦面积为 9.2624hm²，根据《行业用水定额》（DB15/T 385-2025）生态用水定额，矿区总灌溉保证率 75%，赤峰市定额值为 2200m³/hm²。矿区总复垦面积为 9.2624hm²，则每年灌溉需水量为 20377m³，总灌溉年数为 15

年，每年春季返青期及秋季各进行灌溉 1 次，每次灌溉需水量为 10189m^3 ，可分批次进行灌溉，矿区生产水满足灌溉需水量。

2、土源平衡分析

（1）供土量分析

矿山现状无表土堆存。矿山基建期间剥离表土 977m^3 。

（2）需土量分析

根据复垦单元划分情况，复垦责任范围内各个复垦单元复垦方向和复垦标准要求不同，其覆土要求和厚度也不同。根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）中“表D.1东北山丘平原土地复垦质量控制标准”，要求乔木林地有效表土厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ，灌木林地有效表土厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ，人工牧草地有效表土厚度 $\geq 0.5\text{m}$ ，本次考虑土方压实沉降及基地孔隙充填损耗，设计乔木林地实际覆土厚度为 0.4m ，灌木林地实际覆土厚度为 0.4m ，人工牧草地实际覆土厚度为 0.6m ，如后期因其他原因导致有效表土厚度低于要求，应及时进行补充覆土。综上所述，矿山共需覆土方量为 44524m^3 。

（3）土源平衡分析

经计算，矿山现状无表土堆存，后期剥离可供土方量 977m^3 ，矿山共需覆土方量为 44524m^3 。剥离的表土小于复垦工程所需土方量，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 43547m^3 。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，方可取土。

4、土地复垦质量要求

（1）复垦单元划分及复垦标准制定依据

① 国家及行业的技术标准

《土地复垦条例》（2011 年）；

《土地复垦条例实施办法》（2019 年 7 月 16 日修正）；

《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。

② 项目区自然、社会经济条件

土地复垦工作应依据项目区自然特点，遵循“因地制宜”的原则，复垦利用方向尽量与周边环境保持一致，采取合适的预防控制和工程措施，使损毁的土地恢复到原生产水平和利用方向，制定的复垦标准应等于或高于周边相同利用方向的生产水平。

③ 土地复垦适宜性分析的结果

综上所述，根据国家及行业标准、项目区自然和社会经济条件以及土地复垦适宜性分析结果，项目区复垦方向主要为旱地、灌木林地及人工牧草地。

（2）土地复垦技术质量控制原则

① 符合矿区土地利用总体规划及土地复垦相关规划。

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

③ 保护土壤、水源和环境质量，防止水土流失，防止次生污染。

④ 坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

（3）土地复垦质量要求

① 复垦利用类型应与地形、地貌及周围自然环境和景观相协调。

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

（4）复垦标准

1) 乔木林地土地复垦质量要求：

地面坡度要 $\leq 25^{\circ}$ ，有效表土厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，土壤 pH 值为 6.0-8.5，有机质含量 $\geq 2\%$ 。道路等配套设施达到当地本行业工程建设标准要求。3-5 年后，林地郁闭度应高于 0.3，定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求。

2) 灌木林地土地复垦质量要求:

地面坡度要 $\leq 30^{\circ}$ ，有效表土厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，土壤 pH 值为 6.0-8.5，有机质含量 $\geq 2\%$ 。道路等配套设施达到当地本行业工程建设标准要求。3-5 年后，林地郁闭度应高于 0.3，定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求。

3) 人工牧草地土地复垦质量要求:

地面坡度 $\leq 15^{\circ}$ ，有效表土厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.4\text{g}/\text{cm}^3$ ，土壤质地为砂质壤土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 5\%$ ，pH 值为 6.5-8.0，有机质 $\geq 2\%$ ，配套设施灌溉、道路达到当地本行业工程建设标准要。三年后覆盖度 30%以上，三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

(5) 后期管护标准

1) 管护对象

复垦后的林地及草地。

2) 管护质量标准

植物长势良好，无枯黄现象；病虫害控制在10%以下，不致成灾；及时清除枯死树木，补栽林木，无超过 200m^2 以上的集中裸露地；防火措施得当，全年杜绝发生大的火灾事故，未发生过火面积超过 1000m^2 的火灾；维持层次丰富、稳定的植物群落结构，维护良好的自然生态景观。

5、周边矿山生态修复工作案例分析

本方案根据开采矿种、开采方式、地理位置，选取***矿为例，对地质环境治理与土地复垦方法、效果及资金投入情况进行对比分析，下面对案例进行分析。

（1）矿山概况

矿行政区划隶属于赤峰市克什克腾旗宇宙地镇。该矿山开采方式为地下开采，现状为停产矿山，矿山设计生产能力万吨/年。

（2）复垦措施及效果

1）探坑；

① 对探坑进行回填、恢复植被等措施，对本方案具有较好的参照意义。

② 主要复垦为草地，矿山前期治理对探坑恢复为草地，地形地貌恢复效果较好较好，可作为本方案复垦方向参照。

照片 3-49 探坑治理效果

2）钻机平台：地形地貌景观及植被恢复效果较好；

照片 3-50 钻机平台

照片 3-51 钻机平台

3）废弃炸药库和雷管库：种树效果较好；

照片 3-52 废弃炸药库和雷管库种树效果

（3）***矿与本矿区类比参照

***矿与克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿区自然气候、地理位置、地形地貌、土壤植被等相差不大，场地设置和施工条件类似。该矿区土地复垦方案中的措施效果良好，经济可行，相应场地的恢复治理和复垦提供参考，尤其地形地貌景观及植被的恢复效果可供本矿区参考，有较强的参考价值。

三、边开采、边修复可行性分析

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

山现状工程设施场地均已完成征地手续。根据《开采方案》设计，拟建斜坡道、拟建充填站场地位于已完成征地的范围内，不需重新办理用地手续。根据矿山征用建设用地计划，拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2 后期需办理征地手续。

对于《开采方案》未设计利用的现状场地，矿业权人计划不再办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑。但根据《开采方案》设计，PD8 场地继续利用，截水沟位于 PD8 场地上游且《开采方案》中未明确规划截水沟场地，因此可继续利用现状已形成的截水沟。其余场地矿山未来开采无需使用，方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，将上述场地近三年治理。

1、近三年修复工程

（1）废石场 1：清运、覆土整平、恢复植被。

- (2) 废石场 2: 清运、覆土整平、恢复植被。
- (3) PD6 废石场: 清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。
- (4) PD8-4 废石场: 清运、覆土整平、恢复植被。
- (5) 民采坑 1: 回填、覆土整平、恢复植被。
- (6) 民采坑 2: 回填、覆土整平、恢复植被。
- (7) 民采坑 3: 回填、覆土整平、恢复植被。
- (8) 钻机平台: 覆土整平、恢复植被。
- (9) 探坑: 回填、覆土整平、恢复植被。
- (10) 矿区道路: 清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。
- (11) 对拟建场地进行表土剥离, 设置宣传牌、景观树等。

2、开采期修复工程

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

(1) 预测塌陷区: 在预测塌陷区外围设置网围栏及警示牌, 对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被; 按照采矿生产的进展及时充填采空区, 如果地表出现塌陷坑, 及时对塌陷坑进行回填治理。

(2) PD8-5 场地: 回填、封堵、垫坡、覆土整平、恢复植被。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、生态修复分区

(一) 分区原则与方法

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

1、重度损毁区（I）

根据现状与预测的矿区地质环境影响程度、土地损毁程度、生态系统受损程度评价结果，重度损毁区包括：预测塌陷区 1（包含塌陷区内的部分 PD2 场地（493m²）、部分炸药库（2111m²）、部分废石场 1（4452m²）、废石场 2（702m²）、民采坑 1（3637m²）、部分民采坑 2（1005m²）、部分探坑（22m²）、部分矿区道路（1303m²））、预测塌陷区 2（包含塌陷区内的部分 PD8 场地（1187m²）、部分 PD8-5 场地（2831m²）、部分截水沟（256m²）、部分钻机平台（14473m²）、

部分矿区道路（1053m²））、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4。

（1）预测塌陷区 1（包含塌陷区内其他场地）

地质环境问题损坏程度为重度受损；土地损毁程度为重度受损；生态受损与退化为重度受损；分区结果为重度损毁区。

（2）预测塌陷区 2（包含塌陷区内其他场地）

地质环境问题损坏程度为重度受损；土地损毁程度为重度受损；生态受损与退化为重度受损；分区结果为重度损毁区。

（3）预测塌陷区 3

地质环境问题损坏程度为重度受损；土地损毁程度为重度受损；生态受损与退化为重度受损；分区结果为重度损毁区。

（4）预测塌陷区 4

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为重度受损；分区结果为重度损毁区。

2、中度损毁区（II）

根据现状与预测的矿区地质环境影响程度、土地损毁程度、生态系统受损程度评价结果，中度损毁区包括：拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、塌陷区外 PD2 场地、PD6 场地、塌陷区外 PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、塌陷区外 PD8-5 场地、办公生活区、塌陷区外炸药库、塌陷区外废石场 1、PD6 废石场、PD8-4 废石场、塌陷区外民采坑 2、民采坑 3、塌陷区外截水沟、塌陷区外钻机平台、塌陷区外探坑、塌陷区外矿区道路。

（1）拟建风井场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(2) 拟建矿石场 1

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(3) 拟建矿石场 2

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(4) 拟建废石场 1

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(5) 拟建废石场 2

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(6) 塌陷区外 PD2 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(7) PD6 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(8) 塌陷区外 PD8 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(9) PD8-1 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(10) PD8-2 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；

生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(11) PD8-3 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(12) PD8-4 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(13) 塌陷区外 PD8-5 场地

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(14) 办公生活区

地质环境问题损坏程度为轻度受损；土地损毁程度为轻度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(15) 塌陷区外炸药库

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(16) 塌陷区外废石场 1

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(17) PD6 废石场

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(18) PD8-4 废石场

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(19) 塌陷区外民采坑 2

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；

生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(20) 民采坑 3

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(21) 塌陷区外截水沟

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(22) 塌陷区外钻机平台

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(23) 塌陷区外探坑

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

(24) 塌陷区外矿区道路

地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；分区结果为中度损毁区。

3、轻度损毁区（III）

(1) 其他区域

矿区其他区域暂时未进行采矿活动，地质环境问题损坏程度为轻度受损；土地损毁程度为轻度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为轻度损毁区。

表 3-69 矿区生态修复分区表

(三) 生态修复范围

1、生态修复区

生态修复区为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地。根据土地损毁分析及预测结果，本矿生态修复区为已损毁和拟损毁土地之和。

需要说明的是：参考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，本修复方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的 10%，因此预测塌陷区 1 的实际治理面积为 8168m²、预测塌陷区 2 的实际治理面积为 11185m²、预测塌陷区 3 的实际治理面积为 1578m²、预测塌陷区 4 的实际治理面积为 355m²。

因此实际生态修复区总面积为 92624m²。

2、生态修复区范围

各生态修复区范围见表 3-70（部分具体坐标需根据实际测量确定，如具体塌陷范围等）。

表 3-70 各生态修复区范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

根据生态修复可行性分析及开采进度，本项目生态修复工程拟分为：基建期、生产期、修复管护期。根据“边开采、边修复”原则，基建期即（2026 年 7 月-2028 年 6 月），生产期即（2028 年 7 月-2036 年 6 月），修复管护期即（2036 年 7 月-2041 年 6 月），矿区生态修复时序表见表 3-71。

表 3-71 矿区生态修复分区实施时间表

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿使用土地

根据《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿开采方案》（内矿审字〔2026〕021 号）并结合矿山实际情况，矿山计划申请的采矿用地全部为建设用地，申请采矿用地范围为拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2，合计面积 0.2775hm²。

对于现状已损毁场地且《开采方案》未设计利用部分，矿业权人计划不再为其办理建设用地手续。不再办理建设用地手续的工程单元包括：废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、

民采坑 2、民采坑 3、钻机平台、探坑，合计面积 3.3489hm²。本方案不涉及临时用地。

表 3-72 矿区用地与复垦修复计划表 单位 hm²

二、采矿项目用地挂钩相关说明

本矿山无存量采矿用地，不涉及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、复垦修复目标

根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为乔木林地、灌木林地、人工牧草地。复垦面积为 9.2624hm²，其中复垦乔木林地 2.3138hm²、灌木林地 3.7455hm²、人工牧草地 3.2031hm²。

复垦单元复垦大地类结构调整见表 3-73。

表 3-73 矿区生态修复目标及土地利用变化表 单位：hm²

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

矿区范围内无港口、机场、国防工程设施；无重要工业区、大型水利设施、城镇市政设施；两侧一定距离以内无铁路、重要公路；没有重要堤坝；没有国家划定的自然保护区、重要风景区，没有国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地以及国家规定不得开采矿产资源的其他地区。

矿区范围不涉及生态保护红线、城镇开发边界，不涉及永久基本农田，不涉及基本草原；区内无 I 级重点公益林。

根据《开采方案》，函询克什克腾旗水利局，河湖保护名录内河流杨树沟部分河道管理范围位于克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿项目范围内，克什克腾旗水利局核查意见为原则同意项目范围设置，矿区范围内现状地表工程均位于杨树沟河道管理范围以外，新建工程均位于杨树沟河道管理范围以外，且杨树沟河道管理范围位于地表岩移监测范围 20m 以外，故本矿山开采避让了河湖管理范围，不妨碍河道行洪。

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离

1、表土存储

本矿山为地下开采，现状土地损毁方式为压占及挖损。由于本方案近期修复工程较多，故不设计存土场，拟建场地需要剥离表土暂时堆放在拟建矿石场 2 中，采用机械运输的方式，供近期生态修复使用。

拟建矿石场 1 与现状 PD6 场地、PD6 废石场存在重叠区域，重叠区域面积为 528m²，拟建矿石场 2 与现状 PD8-4 废石场、矿区道路

存在重叠区域，重叠区域面积为 295m²，重叠区域不需剥离表土，则拟建矿石场 1 表土剥离面积为 359m²，拟建矿石场 2 表土剥离面积为 314m²。

2、表土管护

由于本次剥离的表土直接用于近期生态修复使用，故不设计表土管护工程。

3、表土利用

矿山近期利用表土进行回覆工作需按照表土利用计划进行，采用机械运输的方式，对表土定量使用，并做好表土利用台账。

表 4-1 表土处置工程汇总表

(二) 植被移植利用

拟建场地在表土剥离开展前，对原地表植物进行移植利用，并做好保护措施。

1、施工过程中洒水降尘，避免粉尘覆盖植被叶片影响光合作用。

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

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

三、相关协同措施

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

1、采空区充填与预测塌陷区网围栏、警示牌等安全预防措施

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。

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

2、废石场边坡的稳定性

矿山对废石场边坡开展开展稳定性监测，对存在滑坡、崩塌隐患的地段采取工程防护与生态固坡相结合的综合治理措施。

3、矿山井下突水与防洪

矿山应按照水利部门、应急管理部门的要求，完善矿山突水防控体系，配备充足的排水设备，定期开展排水系统检修维护；矿山生产开采期间做好超前探矿、探水工作。水利部门负责防洪设施设计、施工的技术指导，应急管理部门负责突发水害的应急处置指导，地方政府协同做好汛期防汛调度工作。

4、水土流失防治

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

5、环境污染的预防措施

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

6、矿山固废与疏干水的综合利用

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

7、生产与生活污水的处理

矿山应按照生态环境部门、水利部门的要求，建设、升级生产与生活污水处理设施。生活污水经防渗化粪池处理后企业委托环卫部门定期清掏，不外排。采矿废水设置处理设施，处理后的清水可返回采场进行采掘、除尘作业，部分污水经处理达标后回用于选矿用水等。规范污水处理设施运行管理，定期开展检修维护，确保设施稳定运行。生态环境主管部门负责污水处理的环境监督管理；水利部门负责水资源调配、再生水回用统筹协调。

第二节 修复措施

通过调查修复区及周边生态环境现状，通过生态问题识别、诊断

和归纳，以及生态修复分区的确定，确定矿山生态修复区为：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路。

根据修复单元存在的地质环境安全隐患、土地资源损毁以及生态系统受损等问题，采取地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建以及辅助工程等修复措施。

一、地貌重塑

1、回填

预测塌陷区、井（硐）井筒回填物源主要为废石，选取细颗粒废弃物，采取机械拉运，人工填充的方法。回填过程中每 0.5m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，从周边向中心逐步回填，尽量减少机械作业产生新的环境问题。

2、封堵

竖井或平硐井口，封堵按应急管理部门要求执行，并达到安全验收标准。

3、拆除

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

4、清运

清运废石利用自卸汽车装运，清理过程中，要求地表清理平整干

净，避免出现杂乱、高低不平的地段。

5、垫坡

利用废石对场地高陡边坡进行修坡/垫坡整形，使边坡降缓坡度，使整形后边坡角度 $\leq 25^\circ$ 确保治理后的场地最大限度的与周围地形地貌景观相协调，无凹凸、切坡和陡坎存在。块度大的回填至底部，块度小的回填至顶部。

6、整形

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

7、挡渣墙

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

8、网围栏布设

结合预测塌陷区边界及场地周边通行情况，沿外围边界等关键位置，布设网围栏，防止人员、牲畜进入预测塌陷区发生危险。

9、警示牌设置

在场地周边交通路口、人员易靠近区域等醒目位置，规范设置安全警示牌，明确警示场地风险、禁止进入等提示信息，做到警示全覆盖、无死角。

二、土壤重构

1、覆土整平

将表土用自卸汽车运至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地上，防止地面起伏、水土流失，改善土壤结构，为进一步的植被恢复工程创造良好的条件。覆盖土层厚度应参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行，且覆土后场地坡度应与原地面坡度一致。拟复垦乔木林地的有效土层厚度不小于 30cm，拟复垦灌木林地有效土层厚度不小于 30cm，拟复垦人工牧草地有效土层厚度不小于 50cm。经过治理措施后，表土层能够满足植被生长。

2、土壤培肥

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

三、植被重建

对修复区进行造林种草，根据“因地制宜，因害设防，适地适树”的原则选择优良乡土品种。根据矿山实地调查和征询当地民众意见，确定本次土地复垦方案植被品种乔木选松树（备选桦树），灌木选择山杏（备选榛柴），草种选择披碱草、针茅、羊草等混播。

（1）种植乔木

购来的苗木经运输至矿区必须进行种植，随栽植随挖取，栽植时幼苗根部要蘸上泥浆以减少根部在干燥空气中的暴露时间，增加根部土壤含水量。植树全部采用穴状整地栽植，带土球；株间距 3m×3m，栽植采用坑栽，种植穴方形，树穴长、宽、深分别为 0.3m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。

（2）灌草混播

选择灌木种子+草籽混合播种（灌木籽占 70%，草籽占 30%），

用于复垦的种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种方法，在雨季来临后到入秋前补种，根据实际生长情况，混播量可适当调整。播种方法采用混播，撒播密度为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ 。及时进行浇水，每年 2 次。

（3）撒播草籽

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

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

四、景观营造

1、重建矿区植被群落：

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

2、优化矿区景观格局：

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

3、文化功能重构与提升：

首先，将矿区修复区域视为区域生态系统的有机组成部分，通过

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

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

第三节 工程内容

本方案对预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路进行工程设计。生态修复范围内土地复垦后的主要利用方向为乔木林地、灌木林地和人工牧草地。

一、预测塌陷区 1

1、地质灾害防治工程

（1）采空区充填

矿山企业应该实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行，本方案不在设计相关充填工程内容。

（2）网围栏

为防止人员、牲畜进入预测塌陷区发生危险，在预测塌陷区外围须设置网围栏。具体距离应根据现场边界实际情况而定，设置围栏网 1566m。网围栏示意图见图 4-1。

图 4-1 网围栏示意图

(3) 设置警示牌

在预测塌陷区 1 外围 5m 左右布设一定数量的警示牌，布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。

警示牌为单柱式，牌面为镀锌钢板，钢板尺寸为 800mm×600mm，厚度为 2mm，钢管立柱直径为 114mm，壁厚 4mm，安装时地面以上高度为 2m。钢材密度按 7.85t/m³ 计算，安装配件按 8kg/套计算，经计算每块警示牌重量为 0.0372t。平均每隔约 500m 设置一个警示牌，总计 12 块，则警示牌总重量为 0.4464t。警示牌设计示意图见图 4-2。

图 4-2 警示牌设计示意图

2、地貌重塑

(1) 回填

预测塌陷区 1 面积 81676m²，地面最大下沉深度为 11.18m，平均下沉值为 2.69m，参考同类金属矿山地面塌陷情况，本恢复治理方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的 10%，即治理面积为 8168m²，所需恢复地类面积同样按 10%计算，即恢复林地 4359m²、草地 3809m²。对于出现地面塌陷坑的区域采用废石进行回填，回填体积采用柱体体积计算公式，塌陷深度按预测平均下沉值计算，回填深度按恢复地类预留覆土厚度，回填工程量计算见表 4-2。

表 4-2 回填估算表

3、土壤重构

(1) 覆土整平工程

塌陷区回填后，对该区域进行覆土整平，复垦为林地（4359m²）的位置覆土整平厚度为 0.4m；复垦为草地（3809m²）的位置覆土整平厚度为 0.6m，则覆土整平工程量为 4029m³。

4、植被重建

对覆土整平后的区域采取植被恢复措施，具体如下：

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 3m×3m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m，则种树 105 株。

（2）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），灌草混播面积 3417m²。

（3）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 3809m²。（治理效果见图 4-3）。

图 4-3 预测塌陷区 1、民采坑 1、废石场 1 治理效果图

二、预测塌陷区 2

1、地质灾害防治工程

（1）采空区充填

矿山企业应该实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行，本方案不在设计相关充填工程内容。

（2）网围栏

为防止人员、牲畜进入预测塌陷区发生危险，在预测塌陷区外围须设置网围栏。具体距离应根据现场边界实际情况而定，设置围栏网

1456m。

(3) 设置警示牌

在预测塌陷区 1 外围 5m 左右布设一定数量的警示牌，布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。平均每隔约 500m 设置一个警示牌，总计 11 块，则警示牌总重量为 0.4092t。

2、地貌重塑

(1) 回填

预测塌陷区 2 面积 111852m²，地面最大下沉深度为 26.22m，平均下沉值为 3.35m，参考同类金属矿山地面塌陷情况，本恢复治理方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的 10%，即治理面积为 11185m²，所需恢复地类面积同样按 10% 计算，即恢复林地 6802m²、草地 4383m²。对于出现地面塌陷坑的区域采用废石进行回填，回填体积采用柱体体积计算公式，塌陷深度按预测平均下沉值计算，回填深度按恢复地类预留覆土厚度，回填工程量计算见表 4-3。

表 4-3 回填估算表

3、土壤重构

(1) 覆土整平工程

塌陷区回填后，对该区域进行覆土整平，复垦为林地（6802m²）的位置覆土整平厚度为 0.4m；复垦为草地（4383m²）的位置覆土整平厚度为 0.6m，则覆土整平工程量为 5351m³。

4、植被重建

对覆土整平后的区域采取植被恢复措施，具体如下：

(1) 乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行

距 3m×3m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m，则种树 260 株。

（2）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），灌草混播面积 4461m²。

（3）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 4383m²。（治理效果见图 4-4）。

图 4-4 预测塌陷区 2、PD8 场地、截水沟、钻机平台治理效果图

三、预测塌陷区 3

1、地质灾害防治工程

（1）采空区充填

矿山企业应该实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行，本方案不在设计相关充填工程内容。

（2）网围栏

为防止人员、牲畜进入预测塌陷区发生危险，在预测塌陷区外围须设置网围栏。具体距离应根据现场边界实际情况而定，设置围栏网 556m。

（3）设置警示牌

在预测塌陷区 1 外围 5m 左右布设一定数量的警示牌，布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。平均每隔约 500m 设置一个警示牌，总计 5 块，则警示牌总重量为 0.1860t。

2、地貌重塑

(1) 回填

预测塌陷区 3 面积 15782m^2 ，地面最大下沉深度为 13.35m ，平均下沉值为 8.50m ，参考同类金属矿山地面塌陷情况，本恢复治理方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的 10%，即治理面积为 1578m^2 ，所需恢复地类面积同样按 10% 计算，即恢复林地 1578m^2 。对于出现地面塌陷坑的区域采用废石进行回填，回填体积采用柱体体积计算公式，塌陷深度按预测平均下沉值计算，回填深度按恢复地类预留覆土厚度 0.4m ，则回填深度为 8.1m ，则回填工程量为 12782m^3 。

3、土壤重构

(1) 覆土整平工程

塌陷区回填后，对该区域进行覆土整平，复垦为林地的覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 631m^3 。

4、植被重建

(1) 灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），灌草混播面积 1578m^2 。（治理效果见图 4-5）。

图 4-5 预测塌陷区 3 治理效果图

四、预测塌陷区 4

1、地质灾害防治工程

(1) 采空区充填

矿山企业应该实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行，本方案不在设计相关充填工程内容。

(2) 网围栏

为防止人员、牲畜进入预测塌陷区发生危险，在预测塌陷区外围须设置网围栏。具体距离应根据现场边界实际情况而定，设置围栏网266m。

（3）设置警示牌

在预测塌陷区1外围5m左右布设一定数量的警示牌，布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。平均每隔约500m设置一个警示牌，总计2块，则警示牌总重量为0.0744t。

2、地貌重塑

（1）回填

预测塌陷区4面积3546m²，地面最大下沉深度为3.56m，平均下沉值为3.56m，参考同类金属矿山地面塌陷情况，本恢复治理方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的10%，即治理面积为355m²，所需恢复地类面积同样按10%计算，即恢复林地355m²。对于出现地面塌陷坑的区域采用废石进行回填，回填体积采用柱体体积计算公式，塌陷深度按预测平均下沉值计算，回填深度按恢复地类预留覆土厚度0.4m，则回填深度为3.16m，则回填工程量为1122m³。

3、土壤重构

（1）覆土整平工程

塌陷区回填后，对该区域进行覆土整平，复垦为林地的覆土整平厚度为0.4m，则覆土整平工程量为142m³。

4、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），

灌草混播面积 355m^2 。（治理效果见图 4-6）。

图 4-6 预测塌陷区 4 治理效果图

五、拟建风井场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对风井进行井筒回填、井口封堵。《开采方案》未明确井口规格，设计井深 18m ，因此回填工程量以实际为准，本方案不进行计算。井口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 30m^3 。

（3）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $2\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡长度 15m ，坡度角约 60° ，垫坡工程量 30m^3 。

2、土壤重构

（1）表土剥离工程

对拟建风井场地进行表土剥离，剥离的表土堆暂存在拟建矿石场中，供近期生态修复使用，剥离工程量为 25m^3 。

（2）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 20m^3 。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦

方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 50m²。（治理效果见图 4-7）。

图 4-7 拟建风井场地治理效果图

六、拟建矿石场 1

1、土壤重构

（1）表土剥离工程

对拟建矿石场 1 进行表土剥离，剥离的表土堆暂存在场地中，供近期生态修复使用，剥离工程量为 180m³。

（2）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m，则覆土整平工程量为 355m³。

2、植被重建

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 3m×3m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m，则种树 99 株。（治理效果见图 4-8）。

图 4-8 拟建矿石场 1、PD6 废石场、矿区道路治理效果图

七、拟建矿石场 2

1、土壤重构

（1）表土剥离工程

对拟建矿石场 2 进行表土剥离，剥离的表土堆暂存在场地中，供近期生态修复使用，剥离工程量为 157m³。

（2）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m，则覆土整平工程量为 244m³。

2、植被重建

(1) 乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 68 株。（治理效果见图 4-9）。

图 4-9 拟建矿石场 2、PD8-4 废石场、矿区道路治理效果图

八、拟建废石场 1

1、地貌重塑

(1) 挡渣墙

在拟建矿石场 1 下游设置挡渣墙，设置挡渣墙长度 60m ，挡渣墙高度 1m ，宽 0.5m ，混凝土方量 30m^3 。

(2) 拆除

对场地内挡渣墙进行拆除，拆除工程量 30m^3 。

(3) 清运

对场地废石清运用于回填垫坡，则清运工程量为 3200m^3 。

2、土壤重构

(1) 表土剥离工程

对拟建废石场进行表土剥离，剥离的表土堆暂存在拟建矿石场中，供近期生态修复使用，剥离工程量为 326m^3 。

(2) 覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 260m^3 。

3、植被重建

(1) 乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方

向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 72 株。（治理效果见图 4-10）。

图 4-10 拟建废石场 1 治理效果图

九、拟建废石场 2

1、地貌重塑

（1）挡渣墙

在拟建矿石场 2 下游设置挡渣墙，设置挡渣墙长度 50m ，挡渣墙高度 1m ，宽 0.5m ，混凝土方量 25m^3 。

（2）拆除

对场地内挡渣墙进行拆除，拆除工程量 25m^3 。

（3）清运

对场地废石清运用于回填垫坡，则清运工程量为 2800m^3 。

2、土壤重构

（1）表土剥离工程

对拟建废石场进行表土剥离，剥离的表土堆暂存在拟建矿石场中，供近期生态修复使用，剥离工程量为 289m^3 。

（2）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 231m^3 。

3、植被重建

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 64 株。（治理效果见图 4-11）。

图 4-11 拟建废石场 2 治理效果图

十、PD2 场地

1、地貌重塑

(1) 回填、封堵

对 PD2 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2\text{m} \times 2.3\text{m}$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 101m^3 。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

(2) 拆除

对场地内建筑物（含硐口）进行拆除。建筑面积约 614m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除工程量 166m^3 。

(3) 清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 535m^3 。

(4) 垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x = L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $5\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡长度 107m ，坡度角 $40-90^\circ$ ，垫坡工程量 535m^3 。

2、土壤重构

(1) 覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 2220m^3 。

3、植被重建

(1) 乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦

方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 617 株。（治理效果见图 4-12）。

图 4-12 PD2 场地治理效果图

十一、PD6 场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对 PD6 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2\text{m}\times 2.4\text{m}$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 106m^3 ；对斜坡道进行回填、封堵，《开采方案》未明确井口规格，因此回填工程量以实际为准，本方案不计算。井口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）拆除

对场地内建筑物（含硐口）进行拆除。建筑面积约 265m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除工程量 72m^3 。

（3）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $6\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡长度 80m ，坡度角 $60^\circ\text{-}90^\circ$ ，垫坡工程量 480m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 587m^3 。

3、植被重建

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 163 株。（治理效果见图 4-13、图 4-14）。

图 4-13 PD6 场地、PD6 废石场、矿区道路治理效果图

图 4-14 PD6 场地（拟建斜坡道）、PD6 废石场、矿区道路治理效果图

十二、PD8 场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对 PD8 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2\text{m}\times 2.4\text{m}$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 106m^3 。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）拆除

对场地内建筑物（含充填站、硐口等）进行拆除，充填站设备矿山自行拆解撤离。建筑总面积约 1075m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除量 290m^3 ；对硐口上部挡墙进行拆除，挡墙高 1m ，宽 0.5m ，长 10m ，拆除 5m^3 ，总拆除工程量为 295m^3 。

（3）清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 13800m^3 。

（4）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $138\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡长度约 100m ，坡度角 $35^\circ\text{--}70^\circ$ ，

垫坡工程量 13800m³。

2、土壤重构

（1）覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m，则覆土及整平工程量为 2999m³。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 7498m²。（治理效果见图 4-4）。

十三、PD8-1 场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对 PD8-1 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 2.2m×2.4m，回填深度按 20m 计算，则回填 106m³。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）拆除

对场地内建筑物（含硐口）进行拆除。建筑面积约 66m²，高度 3m，墙体厚度约 0.3m，墙体占建筑面积系数按 30%计算，拆除工程量 18m³。

（3）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x = L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（m³）； L 为治理边坡长度（m）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 6m³/m）。切坡长度 15m，坡度角 40-70°，垫坡

工程量 90m^3 。

(4) 清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 1356m^3 。

2、土壤重构

(1) 覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m ，则覆土及整平工程量为 769m^3 。

3、植被重建

(1) 灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 1923m^2 。（治理效果见图 4-15）。

图 4-15 PD8-1 场地治理效果剖面图

十四、PD8-2 场地

1、地貌重塑

(1) 回填、封堵

对 PD8-2 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2\text{m}\times 2.4\text{m}$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 106m^3 。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

(2) 拆除

对场地内建筑物（含硐口）进行拆除。建筑面积约 9m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除工程量 2m^3 。

(3) 垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis

软件计算，取平均值 $5\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡长度 12m ，坡度角约 $50-90^\circ$ ，垫坡工程量 60m^3 。

（4）清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 407m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m ，则覆土及整平工程量为 223m^3 。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 558m^2 。（治理效果见图 4-16）。

图 4-16 PD8-2 场地治理效果剖面图

十五、PD8-3 场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对 PD8-3 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2\text{m}\times 2.4\text{m}$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 106m^3 。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）拆除

对场地内建筑物（含硐口）进行拆除。建筑面积约 5m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除工程量 1m^3 ；对硐口两侧挡墙进行拆除，挡墙高 1m ，宽 0.5m ，长 10m ，拆除 5m^3 ，总拆除工程量为 6m^3 。

（3）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $5m^3/m$ ）。切坡长度 17m，坡度角 50-90°，垫坡工程量 $85m^3$ 。

（4）清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 $320m^3$ 。

2、土壤重构

（1）覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m，则覆土及整平工程量为 $286m^3$ 。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 $714m^2$ 。（治理效果见图 4-17）。

图 4-17 PD8-2 场地治理效果剖面图

十六、PD8-4 场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对 PD8-4 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2m \times 2.4m$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 $106m^3$ 。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）拆除

对场地内建筑物（含硐口）进行拆除。建筑面积约 $5m^2$ ，高度 3m，墙体厚度约 0.3m，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除工程量 $1m^3$ 。

（3）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $5m^3/m$ ）。切坡长度 13m，坡度角 50-90°，垫坡工程量 $45m^3$ 。

（4）清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 $80m^3$ 。

2、土壤重构

（1）覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m，则覆土及整平工程量为 $126m^3$ 。

3、植被重建

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3m \times 3m$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m，则种树 35 株。（治理效果见图 4-18）。

图 4-18 PD8-4 场地、办公生活区治理效果剖面图

十七、PD8-5 场地

1、地貌重塑

（1）回填、封堵

对 PD8-5 进行回填、封堵，井筒净断面规格为 $2.2m \times 2.4m$ ，回填深度按 20m 计算，则回填 $106m^3$ 。硐口封堵按照应急管理部门相关要求执行。

（2）拆除

对场地内建筑物(含硐口)进行拆除。建筑面积约 5m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除工程量 1m^3 。

(3) 垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量 (m^3)； L 为治理边坡长度 (m)； v 为单位坡长垫坡方量(根据 mapgis 软件计算，取平均值 $6\text{m}^3/\text{m}$)。切坡长度 10m ，坡度角 $30-90^\circ$ ，垫坡工程量 60m^3 。

(4) 清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 210m^3 。

2、土壤重构

(1) 覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为草地，覆土及整平厚度为 0.6m ，则覆土及整平工程量为 1215m^3 。

3、植被重建

(1) 撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草(披碱草、针茅、羊草)，撒播面积 2025m^2 。(治理效果见图 4-19)。

图 4-19 PD8-5 场地治理效果剖面图

十八、办公生活区

1、地貌重塑

(1) 拆除

对场地内建筑物进行拆除。建筑面积约 476m^2 ，高度 6m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除量 386m^3 。

(2) 清运

对场地堆坡进行清运，则清运工程量为 150m^3 。

（3）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $6\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡总长度 80m ，坡度角 $30-90^\circ$ ，垫坡工程量 480m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 892m^3 。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 2229m^2 。（治理效果见图 4-18）。

4、景观营造

（1）设置宣传牌

在办公生活区设置宣传牌，采用 304 不锈钢，材料屈服强度 $\geq 205\text{MPa}$ ，维氏硬度保持 200HV 以上，确保结构稳定性。设置高度为 2m ，长度约为 4m 。共需设置 2 块。

（2）景观树

在办公生活区楼梯前侧设置景观树，栽植樟子松，在春季进行栽种，栽种间距宜为 5m ，呈直线单排栽种，经计算需栽植 8 株。

十九、炸药库

1、地貌重塑

(1) 拆除

对场地内建筑物进行拆除。建筑面积约 69m^2 ，高度 3m ，墙体厚度约 0.3m ，墙体占建筑面积系数按 30% 计算，拆除量 18m^3 ；对围墙拆除，围墙长约 142m ，宽 0.3m ，高 2.5m ，拆除 107m^3 ，总拆除工程量为 125m^3 。

(2) 清运

对场地前缘堆坡进行清运，则清运工程量为 490m^3 。

(3) 垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L\times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量 (m^3)； L 为治理边坡长度 (m)； v 为单位坡长垫坡方量 (根据 mapgis 软件计算，取平均值 $7\text{m}^3/\text{m}$)。切坡总长度 70m ，坡度角 $50-90^\circ$ ，垫坡工程量 490m^3 。

2、土壤重构

(1) 覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为草地，覆土整平厚度为 0.6m ，则覆土整平工程量为 1547m^3 。

3、植被重建

(1) 撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草 (披碱草、针茅、羊草)，撒播面积 2579m^2 。(治理效果见图 4-20)。

图 4-20 炸药库、民采坑 2 治理效果剖面图

二十、废石场 1

1、地貌重塑

（1）清运

对场地废石清运用于回填垫坡，则清运工程量为 9592m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为草地，覆土整平厚度为 0.6m ，则覆土整平工程量为 2674m^3 。

3、植被重建

（1）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 4456m^2 。（治理效果见图 4-3）。

二十一、废石场 2

1、地貌重塑

（1）清运

对场地废石清运用于回填垫坡，则清运工程量为 1220m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为草地，覆土整平厚度为 0.6m ，则覆土整平工程量为 421m^3 。

3、植被重建

（1）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 702m^2 。（治理效果见图 4-21）。

图 4-21 废石场 2、矿区道路地治理效果剖面图

二十二、PD6 废石场

1、地貌重塑

(1) 垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x=L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量 (m^3)； L 为治理边坡长度 (m)； v 为单位坡长垫坡方量 (根据 mapgis 软件计算，取平均值 $15m^3/m$)。切坡总长度 80m，坡度角 50-90°，垫坡工量 $1200m^3$ 。

(2) 清运

对场地废石清运用于回填垫坡，则清运工程量为 $4336m^3$ 。

2、土壤重构

(1) 覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m，则覆土及整平工程量为 $1106m^3$ 。

3、植被重建

(1) 乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3m \times 3m$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m，则种树 310 株。（治理效果见图 4-8、图 4-13、图 4-14）。

二十三、PD8-4 废石场

1、地貌重塑

(1) 清运

对场地废石清运用于回填垫坡，则清运工程量为 $669m^3$ 。

2、土壤重构

（1）覆土及整平工程

对场地进行覆土及整平，设计恢复为林地，覆土及整平厚度为 0.4m，则覆土及整平工程量为 558m³。

3、植被重建

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 3m×3m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m，则种树 155 株。（治理效果见图 4-9）。

二十四、民采坑 1

1、地貌重塑

（1）回填

利用部分废石场 1 废石（3643m³）及基建期产生的废石（5349m³）对民采坑 1 进行回填，回填至原地形，根据三角网法计算，回填工程量为 8992m³。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m，则覆土整平工程量为 1455m³。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 3637m²。（治理效果见图 4-3）。

二十五、民采坑 2

1、地貌重塑

(1) 回填

利用部分废石场 1 (1039m^3)、废石场 2 (1220m^3)、PD8-4 废石场 (669m^3)、PD6 废石场 (4336m^3) 废石对民采坑 2 进行回填，回填至原地形，根据三角网法计算，回填工程量为 7264m^3 。

2、土壤重构

(1) 覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为草地，覆土整平厚度为 0.6m ，则覆土整平工程量为 1278m^3 。

3、植被重建

(1) 撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 2130m^2 。（治理效果见图 4-20）。

二十六、民采坑 3

1、地貌重塑

(1) 回填

利用部分废石场 1 (3648m^3) 废石对民采坑 3 进行回填，回填至原地形，根据三角网法计算，回填工程量为 3648m^3 。

2、土壤重构

(1) 覆土及整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土及整平工程量为 234m^3 。

3、植被重建

(1) 乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m}\times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 65 株。（治理效果见图 4-22）。

图 4-22 民采坑 3 地治理效果剖面图

二十七、截水沟

1、地貌重塑

（1）回填

对截水沟进行回填，回填工程量为 158m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土整平工程量为 127m^3 。

3、植被重建

（1）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），恢复总面积 318m^2 。（治理效果见图 4-4）。

二十八、钻机平台

1、土壤重构

（1）覆土整平工程

对该区域进行覆土整平，复垦为林地（ 8154m^2 ）的位置覆土整平厚度为 0.4m ；复垦为草地（ 8857m^2 ）的位置覆土整平厚度为 0.6m ，则覆土整平工程量为 8576m^3 。

2、植被重建

对覆土整平后的区域采取植被恢复措施，具体如下：

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 397 株。

（2）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），灌草混播面积 4585m^2 。

（3）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 8857m^2 。（治理效果见图 4-4）。

二十九、探坑

1、地貌重塑

（1）回填

对利用部分废石场 1（ 1262m^3 ）废石对探坑进行回填，回填至原地形，回填工程量为 1262m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土及整平工程

对场地进行覆土整平，设计恢复为林地，覆土整平厚度为 0.4m ，则覆土及整平工程量为 324m^3 。

3、植被重建

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 90 株。（治理效果见图 4-23）。

图 4-23 探坑、探槽地治理效果剖面图

三十、矿区道路

1、地貌重塑

（1）垫坡

利用清运废石对切坡进行进行垫坡，使垫坡整形后边坡坡度与原始地形地貌相协调，计算公式为 $Q_x = L \times v$ ，式中： Q_x 为垫坡整形方量（ m^3 ）； L 为治理边坡长度（ m ）； v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 $1\text{m}^3/\text{m}$ ）。切坡总长度约 1200m ，坡度角约 $40^\circ - 80^\circ$ ，垫坡工程量 1200m^3 。

2、土壤重构

（1）覆土整平工程

对该区域进行覆土整平，复垦为林地（ 6809m^2 ）的位置覆土整平厚度为 0.4m ；复垦为草地（ 3090m^2 ）的位置覆土整平厚度为 0.6m ，则覆土整平工程量为 4578m^3 。

3、植被重建

对覆土整平后的区域采取植被恢复措施，具体如下：

（1）乔木林地

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行种植松树（备选桦树），带土球，穴播，穴行距 $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，坑口反向倾斜，以便蓄水保土，树穴长、宽、深分别为 0.3m ，则种树 75 株。

（2）灌草混播

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：山杏核、榛柴籽、草籽），灌草混播面积 6132m²。

（3）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 3090m²。

（治理效果见图 4-8、图 4-9、图 4-13、图 4-14、图 4-17、图 4-18、图 4-21）。

三十一、完善前期治理区

前期治理的露天采坑 4、露天采坑 5 由于覆土不到位，植被恢复效果较差，民采坑 1 北侧及 PD8-5 场地西侧前期治理的钻机平台场地植被恢复效果较差，图斑明显，本方案设计进行完善治理。

（一）露天采坑 4、露天采坑 5

1、土壤重构

（1）覆土整平工程

对前期治理的露天采坑 4（619m²）、露天采坑 5（1158m²）场地进行覆土整平，设计恢复为草地，覆土整平厚度为 0.6m，则覆土整平工程量为 1066m³。

2、植被重建

（1）撒播种草

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 1777m²。

（二）民采坑 1 北侧已治理钻机平台场地

1、植被重建

（1）撒播种草

对民采坑 1 北侧已治理钻机平台场地进行补植，设计撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 5340m²。

（三）PD8-5 场地西侧已治理钻机平台场地

1、植被重建

（1）撒播种草

对 PD8-5 场地西侧已治理钻机平台场地进行补植，设计撒播种草（披碱草、针茅、羊草），撒播面积 3053m²。

表4-4 工程量统计表

治理单元	面积	地貌重塑								土壤重构		植被重建			景观营造	
		警示牌	网围栏	封堵	清运	回填	垫坡	拆除	挡渣墙	表土剥离	覆土整平	种树	灌草混播	种草	宣传牌	樟子松
		m ²	t	m	个	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	株	m ²	m ²	块	株
预测塌陷区 1	8168	0.4464	1566			17934					4029	105	3417	3809		
预测塌陷区 2	11185	0.4092	1456			32199					5351	260	4461	4383		
预测塌陷区 3	1578	0.1860	556			12782					631		1578			
预测塌陷区 4	355	0.0744	266			1122					142		355			
拟建风井场地	50			1	30		30			25	20		50			
拟建矿石场 1	887									180	355	99				
拟建矿石场 2	609									157	244	68				
拟建废石场 1	51				3200			30	30	326	260	72				
拟建废石场 2	578				2800			25	25	289	231	64				
PD2 场地	5550			1	535	101	535	166			2220	617				
PD6 场地	1467			1		106	480	72			587	163				
PD8 场地	7498			1	13800	106	13800	295			2999		7498			
PD8-1 场地	1923			1	1356	106	90	18			769		1923			
PD8-2 场地	558			1	407	106	60	2			223		558			
PD8-3 场地	714			1	320	106	85	6			286		714			
PD8-4 场地	314			1	80	106	45	1			126	35				
PD8-5 场地	2025			1	210	106	60	1			1215			2025		
办公生活区	2229				150		480	386			892		2229		2	8
炸药库	2579				490		490	125			1547			2579		
废石场 1	4456				9592						2674			4456		
废石场 2	0702				1220						421			702		
PD6 废石场	2764				4336		1200				1106	310				
PD8-4 废石场	1395				669						558	155				
民采坑 1	3637					8992					1455		3637			
民采坑 2	2130					7264					1278			2130		
民采坑 3	584					3648					234	65				

治理单元	面积	地貌重塑								土壤重构		植被重建			景观营造	
		警示牌	网围栏	封堵	清运	回填	垫坡	拆除	挡渣墙	表土剥离	覆土整平	种树	灌草混播	种草	宣传牌	樟子松
	m ²	t	m	个	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	株	m ²	m ²	块	株
截水沟	318					158					127		318			
钻机平台	17011										8576	397	4585	8857		
探坑	810					1262					324	90				
矿区道路	9899						1200				4578	75	6132	3090		
完善治理区	—										1066			10170		
合计	92624	1.1160	3844	9	39195	86204	18555	1127	55	977	44524	2575	37455	42201	2	8

第五章 监测与管护

第一节 监测目标与措施

一、监测目标任务

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

（一）监测目标

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

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

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

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

5、优化管理与指导决策：为修复工程的动态管理、后期养护措施的调整优化以及后续类似项目的规划设计提供科学依据和数据支撑。

（二）监测任务

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

2、查明周边地下水环境和土壤环境背景，开展水环境监测、土壤环境监测；

3、查清矿区范围内土地利用现状基本情况，各土地利用类型质量及生产力水平；

4、查清监测范围内植被生态状况；

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

6、评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；

7、建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统。

二、监测措施

（一）矿山地质环境监测

1、地面塌陷灾害监测

（1）监测内容

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

（2）监测点的布设

矿山存在 4 处预测塌陷区，分别设置基准站 1 台，共设置 4 台：均布设在监测区外稳定基岩或无变形区域，用于提供差分基准，保障数据绝对精度。

矿山存在 4 处预测塌陷区，共设置田字格监测站 45 台（预测塌陷区 1 设置 18 台、预测塌陷区 2 设置 22 台、预测塌陷区 3 设置 3 台、

预测塌陷区 4 设置 2 台）：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一览表

(3) 监测方法

采用 GNSS 自动化监测与人工定点监测（巡查）相结合的方法应对地面塌陷的突发性，可实现“实时动态预警+现场精准核验”的双重保障，既发挥技术手段的连续监测优势，又弥补自动化系统在局部细节捕捉上的不足。

GNSS 自动化监测：通过固定点位（“田字形”布点）实现 24 小时连续采集，以毫米级精度捕捉地表三维位移趋势（水平+垂直），一旦位移速率超阈值（如单日沉降超 5mm），可立即触发预警，解决“人工无法实时盯守”的问题。

人工定点监测（巡查）：在自动化预警后，或定期（如每周 1 次）对重点区域（如塌陷隐患点、管线密集区）进行现场核验，补充自动化监测未覆盖的“局部细节”（如地面裂缝宽度、建筑物墙角变形、地下管线渗漏痕迹等），避免自动化系统因点位有限而遗漏局部风险。

(4) 监测频率

GNSS 自动监测点采样频率为 1 次/1-2 小时，每日汇总数据，重点捕捉地表沉降、位移等动态变化，及时预警塌陷风险。

人工监测在自动化预警后，定期每周 1 次，根据实际情况，对于存在隐患的不稳定地段则应每数小时监测 1 次，或者进行连续跟踪监测。记录表样表见表 5-2。

表 5-2 地面塌（沉）陷监测记录表

(5) 监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 7 月 1 日至 2041 年 6 月 30 日，共 15 年。

2、不稳定边坡监测

（1）监测内容

对拟建废石场 1、2 形成的不稳定边坡进行监测，对边坡的稳定性进行监测，是否有裂缝、松动、崩落、垮塌的迹象。

（2）监测方法

人工巡视监测和视频监控相结合的方法，矿山安排相关人员对废石堆边坡例行检查，并通过视频监控影视资料发现不稳定斜坡发育特征。

（3）监测频率

不稳定斜坡监测为每月进行 1 次，故每年监测 12 次。

（4）监测年限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 7 月 1 日至 2041 年 6 月 30 日，共 15 年。

3、地形地貌景观及土地资源监测

（1）监测内容

为保护采矿必要破坏土地以外土地免受破坏，对评估区内土地资源、地形地貌景观进行监测。

（2）监测方法

采用人工现场调查、巡视监测和卫星遥感或无人机航拍监测相结合的方法。对土地破坏前、土地破坏后及根据方案恢复治理后的情况均应进行现场照相，并保存记录，进行结果对比，根据矿山实际破坏地形地貌景观及土地资源情况进行加密或减少监测频率，并做好巡查记录，及时发现问题及时治理。监测记录表见表 5-3。

表 5-3 地形地貌景观及土地资源监测记录表

(3) 监测频率

每月监测 1 次，每年对场地占用情况进行一次仪器测量并拍照摄像。

(4) 监测时间：矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 7 月 1 日至 2041 年 6 月 30 日，共 15 年。

4、含水层监测

(1) 监测内容

监测内容包括地下水水位、水质、水量（涌水量）变化，特别是与矿床充水有关的直接或间接含水层。重点监测地下水位（水压）的动态变化、水温、各含水层的水化学特征（如 pH、浊度、总硬度、硫酸根、氯离子、重金属离子等），以及矿区总排水口的涌水量、悬浮物、pH 等关键指标。

(2) 监测点的布设

根据矿区水文地质条件、开采计划（采区、开采深度）及可能形成的导水通道（如断层、裂隙带），构建立体监测网。

①井下观测点选择在未来主要开采水平（中段）的巷道、水仓入口、可能的突水危险点（如断层揭露点、顶底板富水区、探放水钻孔）设置地下水位（水压）、水量观测点，实时监测矿井涌水情况。

②排水口监测点：在矿井主、副水仓排水口及总排水口设置固定监测点，监测排水量、水质。

(3) 监测方法

采取“自动化实时监测为主，人工定期观测为辅”相结合的方法。

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

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

③专项探测：在接近富水区、断层等高风险区域，采用物探（瞬变电磁、直流电法等）、钻探（超前探放水钻孔）等手段进行补充探查和水文观测。

（4）监测频率

① 地下水水位/水压监测要求

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

② 地下水水质、涌水量监测要求

矿井总涌水量应每日观测记录。水质监测：正常情况下，每季度在主要出水点（如矿井总排水口、含水层代表性出水点）采集水样 1 次，进行检测分析。在雨季、开采揭露新含水层、或涌水量/水质发生突变时，应立即取样分析，并提高监测频率至每周或每日。

根据《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）附录 F 确定监测因子包括色（铂钴色度单位）、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH 值、总硬度（以 CaCO_3 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、钠、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、氟化物、碘化物、氰化物、总大肠菌群、菌落总数、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、三氯甲烷、四氯

化碳、苯、甲苯、总 α 放射性、总 β 放射性、铍、硼、铊、钡、镍、钴、钼、银、铀、石油类。

（5）技术要求

①数据记录与分析：每次监测必须做好详细记录，包括观测时间、地点（坐标/标高）、水位/水压值、涌水量、水温、水质初步感官描述等。监测数据应及时录入数据库，定期（每月/每季）进行趋势分析，编制水文地质动态分析报告，评估突水风险。

②采样与送检：采集水样必须使用洁净的专用容器，按规定添加保护剂，并清晰标注样品信息。样品应在 24 小时内送有资质的实验室检测，确保分析结果准确可靠。

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

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

（6）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 7 月 1 日至 2041 年 6 月 30 日，共 15 年。

（二）土地资源监测

1、土壤污染监测

（1）监测内容

根据矿山问题识别结果，参照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》的基本项目要求，确定矿山土壤污染监测因子包括重金属与无机物：砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍；挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、

1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯、氯苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯、对二甲苯、邻二甲苯；半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、蔡。

(2) 监测点的布设

重点布设在拟建废石场 1、拟建废石场 2 内，共设计 2 个监测点，监测点坐标见表 5-4。

表 5-4 土壤污染监测点坐标一览表

(3) 监测方法

矿山应按《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T43935-2024) 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 7 月 1 日~2041 年 6 月 30 日。

(三) 生态系统监测

1、植被结构监测

采用样方调查与无人机遥感相结合的方法。乔木样方 20m×20m，灌木样方 5m×5m，草本样方 1m×1m，记录植物种类、数量、高度、盖度等指标。同步开展无人机激光雷达与多光谱遥感调查，提取 95%高度分位数、叶高多样性、间隙率等植被结构参数。

2、植被功能监测

于每年生长旺盛期开展，采用高光谱遥感反演与地面实测相结合

的方法。监测指标包括叶绿素含量、植被含水量、净初级生产力等，评估群落光合能力与水分胁迫状况。

3、动物群落监测

鸟类调查采用样线法与样点法，于繁殖季和迁徙季各开展 1 次，使用双筒望远镜观测记录种类、数量及行为状态。昆虫调查采用黄板诱集与陷阱法，于夏季开展 1 次。同步记录栖息地类型、面积及破碎化程度。

4、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 7 月 1 日至 2041 年 6 月 30 日，共 15 年。

第二节 管护目标与措施

一、管护目标任务

（一）管护目标

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

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

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

4、新造幼林需封育，管护期为 3 年。

（二）管护任务

生态修复工程管护任务是加强重构土壤、重建植被的管护与健康
管理，对受损乔灌木及时补种、培土、浇水、施肥，喷洒农药防治病
虫害发生以及幼林管护和成林管理；对矿区关键物种和生物多样性进
行持续观测，降低生态重建的矿区生态系统的水灾、旱灾、虫灾、火
灾等风险。每年管护 1 次。

二、管护措施

1、林地

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

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

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

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

2、草地

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

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

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

第三节 工程量

(一) 矿山地质环境监测工程量

矿山地质环境监测工程量如表 5-5 所示。

表 5-5 矿山地质环境监测工程量汇总

序号	监测项目	监测频率	数量	监测年限	工程量
一	矿山地质环境监测				
1	地面塌陷监测	/		15	自动化实时监测
2	不稳定斜坡监测	12 次/年	/	15	180
3	地形地貌景观监测	12 次/年	1 点	15	180
4	含水层监测	4 次/年	2 点	15	120
二	土地资源监测				
1	土壤污染监测	1 次/年	2 点	15	30
三	生态系统监测	2 次/年	1 点	15	30

(二) 管护工程量

管护时间为土地复垦后的近 3 年时间，具体工程量见表 5-6。

表 5-6 管护工程量表

位置	面积 (m ²)	年限 (a)	工程量 (a·m ²)	实施时间 (a)
复垦区	92624	3	92624	3

第六章 工程部署与经费估算

第一节 总体部署

一、总体目标

根据生态适宜性、生态恢复力，坚持“宜农则农、宜林则林、宜草则草、宜湿则湿”原则，通过工程、生物、化学等人工支持手段，使受损的土地达到可供利用状态，恢复生态系统功能；坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，充分发挥自然恢复力的作用，逐步恢复本地生态系统的生物群落组成和结构，使修复生态系统达到自我维持、自我调节，最终实现良性循环。

二、矿山生态修复工程总工作量

矿山生态修复单元主要有：预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路，总工作量如下：

1、预测塌陷区 1：外围布设网围栏、设置警示牌，对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土整平、恢复植被。

2、预测塌陷区 2：外围布设网围栏、设置警示牌，对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土整平、恢复植被。

3、预测塌陷区 3：外围布设网围栏、设置警示牌，对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土整平、恢复植被。

4、预测塌陷区 4：外围布设网围栏、设置警示牌，对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土整平、恢复植被。

5、拟建风井场地：表土剥离、回填、封堵、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

6、拟建矿石场 1：表土剥离、覆土整平、恢复植被。

7、拟建矿石场 2：表土剥离、覆土整平、恢复植被。

8、拟建废石场 1：表土剥离、挡渣墙、拆除、清运、覆土整平、恢复植被。

9、拟建废石场 2：表土剥离、挡渣墙、拆除、清运、覆土整平、恢复植被。

10、PD2 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

11、PD6 场地：回填、封堵、拆除、垫坡、覆土整平、恢复植被。

12、PD8 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

13、PD8-1 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

14、PD8-2 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

15、PD8-3 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

16、PD8-4 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

17、PD8-5 场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

18、办公生活区：设置宣传牌、景观树，拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

19、炸药库：拆除、清运、垫坡、覆土整平、恢复植被。

20、废石场 1：清运、覆土整平、恢复植被。

21、废石场 2：清运、覆土整平、恢复植被。

22、PD6 废石场：清运、覆土整平、恢复植被。

23、PD8-4 废石场：清运、覆土整平、恢复植被。

24、民采坑 1：回填、覆土整平、恢复植被。

25、民采坑 2：回填、覆土整平、恢复植被。

26、民采坑 3：回填、覆土整平、恢复植被。

27、截水沟：回填、覆土整平、恢复植被。

28、钻机平台：覆土整平、恢复植被。

29、探坑：回填、覆土整平、恢复植被。

30、矿区道路：垫坡、覆土整平、恢复植被。

31、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

32、对复垦区进行管护。

表 6-1 生态修复工程量汇总表

序号	工程名称	单位	工程量
(一)	地貌重塑工程		
1	警示牌	t	1.116
2	网围栏	m	3844
3	清运	m ³	39195
4	回填	m ³	86204
5	垫坡	m ³	18555
6	拆除	m ³	1127
7	挡渣墙	m ³	55
8	封堵	个	9
(二)	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	977
2	覆土整平	m ³	44524
3	外购土源	m ³	43547
(三)	植被重建工程		
1	种树	株	2575
2	灌草混播	m ²	37455
3	种草	m ²	42201
(四)	景观营造		
1	宣传牌	块	2
2	景观树	株	8
(五)	监测工程		
1	地面塌陷监测	点次	自动化实时监测
2	不稳定斜坡监测	点次	180
3	含水层监测	点次	120
4	地形地貌景观监测	点次	180
5	土壤污染监测	点次	30
6	生态系统监测	点次	30
(六)	管护工程		
1	管护面积	m ²	92624

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

(一) 计价依据

(1) 《土地开发整理项目预算定额标准》(财综〔2011〕128号)；

- (2) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- (3) 《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- (4) 《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10号）；
- (5) 《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198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) 《内蒙古自治区建设工程费用定额》（DNM3-200-2017）；
- (10) 克什克腾旗材料价格信息（2026年3季度）材料价格市场询价；
- (11) 其他有关规定和标准。

（二）费用构成及计算方法

1、工程施工费

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。

（1）直接费

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

① 直接工程费

直接工程费包括人工费、材料费和施工机械使用费和其他费用。

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）》的规定及当地市场价格计取，甲类工 175.36 元 / 工日，乙类工 131.02 元 / 工日。

材料费=定额材料用量×材料预算单价，定额材料费是定额中各种材料估算价格与定额消耗量的乘积之和，本次概算编制材料价格全部以材料到工地实际价格计算，部分材料价格参照市建设工程价格信息网的预算价格，材料价格中已包括了材料的运杂费。本次估算编制材料价格全部以实际市场材料价格为准。对于低于《土地开发整理项目预算定额标准》中主材规定价格的材料，直接按照实际价格计入工程施工费单价；对于高于《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》中主材规定价格的材料，对于超出限价部分单独计算材料价差。

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）。施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》编制。

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、施工辅助费和安全施工措施费，本项目不计夜间施工增加费。措施费=（人工费+机械费）×措施费费率进行计算。其费率依据财政厅、自然资源厅《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》计取，取费标准见表 6-2。

表 6-2 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费率（%）	冬雨季施工增加费率（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55
2	石方工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55
3	抗滑桩及边坡支护工程	1.00	0.5	0.7	2.5	4.70
4	砌体工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55
5	混凝土工程	1.00	0.5	0.7	2.5	4.70
6	安装工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55
7	道路工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55
8	植被工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55
9	辅助工程	0.85	0.5	0.7	2.5	4.55

（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，间接费率按工程类别进行计取，间接费=直接费×间接费费率进行计算，取费标准见表 6-3。

表 6-3 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	砌体工程	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	植被工程	直接费	5
9	辅助工程	直接费	5

（3）利润

指施工企业完成所承包工程获得的盈利。依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》，利润按直接费与间接费之和的3%计取。计算公式为：利润=（直接费+间接费）×利润率。

（4）材料价差

材料预算价格超出主材限定价格部分单独计列为材料价差，仅计取税金。材料价差=材料消耗量×（材料预算价格—材料限价）。

（5）未计价材料费

安装工程中仅计取材料费和税金的材料费。

（6）税金

按直接费、间接费、利润及材料价差之和计算，税率取9%，计算公式为：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%，当税率变化时，应当根据国家财政税务主管部门发布的文件适时调整。

（7）设备购置费

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

2、其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、项目管理费。

（1）前期工作费

包括项目可研编制费、勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标投标代理费。

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，各区间按内插法确定，见表 6-4。

表 6-4 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。

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，各区间按内插法确定。

表 6-5 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。

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。

表 6-6 项目设计与预算编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目勘测费计费（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。

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 6-7 项目招投标代理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基础(万元)	招标代理费（万元）
1	≤50	1	50	$50 \times 1\% = 0.50$
2	50-100	0.5	100	$0.50 + (100 - 50) \times 0.5\% = 0.75$
3	100-200	0.46	200	$0.75 + (200 - 100) \times 0.46\% = 1.21$
4	200-500	0.43	500	$1.21 + (500 - 200) \times 0.43\% = 2.50$
5	500-1000	0.4	1000	$2.50 + (1000 - 500) \times 0.4\% = 4.50$
6	1000-3000	0.3	3000	$4.50 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 10.50$
7	3000-5000	0.2	5000	$10.50 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 14.50$
8	5000-10000	0.1	10000	$14.50 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 19.50$

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 6-8 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
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

竣工验收费包括工程复核费、工程验收费、项目结（决）算审计费。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 6-9 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。

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 6-10 工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	1
2	100	1.6
3	200	2.8
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。

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 6-11 项目结（决）算审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（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、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-12 项目管理费计费标准

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	$50 \times 2\% = 1$
2	50-100	1.50	100	$1 + (100 - 50) \times 1.50\% = 1.75$
3	100-200	1.20	200	$1.75 + (200 - 100) \times 1.20\% = 2.95$
4	200-500	1.00	500	$2.95 + (500 - 200) \times 1\% = 5.95$
5	500-1000	0.70	1000	$5.95 + (1000 - 500) \times 0.70\% = 9.45$
6	1000-3000	0.40	3000	$9.45 + (3000 - 1000) \times 0.40\% = 17.45$
7	3000-5000	0.10	5000	$17.45 + (5000 - 3000) \times 0.10\% = 19.45$
8	5000-10000	0.06	10000	$19.45 + (10000 - 5000) \times 0.06\% = 22.45$

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 0.04% 计取。

3、不可预见费

不可预见费是在考虑了矿山生态修复期间可能发生的风险因素，从而导致矿山生态修复费用增加的一项费用。本方案不可预见费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

（1）基本预备费

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 6-13 基本预备费计费标准

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	50	$50 \times 2\% = 1$
2	50-100	1.5	100	$1 + (100 - 50) \times 1.5\% = 1.75$
3	100-200	1	200	$1.75 + (200 - 100) \times 1\% = 2.75$
4	200-500	0.8	500	$2.75 + (500 - 200) \times 0.8\% = 5.15$
5	500-1000	0.5	1000	$5.15 + (1000 - 500) \times 0.5\% = 7.65$
6	1000-3000	0.3	3000	$7.65 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 13.65$
7	3000-5000	0.2	5000	$13.65 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 17.65$
8	5000-10000	0.1	10000	$17.65 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 22.65$

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

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：

$$PF = \sum \left[(I_t) (1 + f)^{0.5} (1 + f)^{m+t-1} - 1 \right]$$

备注：

PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

I_t ：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；结合项目自身特点及物价上涨指数，i 取 2.5%。

m：建设前期年限（从编制估算到开工建设，单位：年）。

（3）风险金

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

4、监测管护费

监测管护费由监测费和管护费组成。

（1）监测费

包括矿山地质环境监测、土地资源监测、生态系统监测等监测费等。本方案将监测费用单独列出。各项监测措施取费标准详见表 6-14。

表 6-14 监测取费标准参考表

序号	监测项目	频率	单价（元）
一	地质灾害监测	点次	-
1	地面塌陷监测	点次	自动化实时监测
2	不稳定斜坡监测	点次	200
3	含水层监测	点次	1000
4	地形地貌景观监测	点次	500
二	土地资源监测	点次	-
1	土壤污染监测	点次	1000
三	生态系统监测	点次	1000

（2）管护费

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

二、单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算，工程施工费总费用 333.24 万元，其中地貌重塑（清运与回填工程量重复，不重复计算）经费 191.23 万元、土壤重构经费 96.75 万元、植被重建经费 9.09 万元，景观营造经费 0.12 万元，监测工程经费 30.60 万元，管护工程经费 4.45 万元。

单项工程量及经费估算详见下表。

表 6-15 单项生态修复工程总费用表

序号	工程名称	单位	工程量		单价（元）	合计（万元）
（一）	地貌重塑工程					191.23
1	警示牌	t	1.1160		12197.16	1.36
2	网围栏	100m	38.44		1266.42	4.87
3	清运（回填）	100m³	862.04		1681.37	144.94
4	垫坡	100m³	185.55		1477.36	27.41
5	拆除	100m³	11.27		1751.81	1.97
6	挡渣墙	100m³	0.55		30597.15	1.68
7	封堵井口	个	9		10000	9
（二）	土壤重构工程					96.75
1	表土剥离	100m³	9.77		131.75	0.13
2	覆土整平	100m³	445.24		1191.85	53.07
3	外购土源	100m³	435.47		1000	43.55
（三）	植被重建工程					9.09
1	种树	100 株	25.75		1161.24	2.99
2	灌草混播	hm²	3.7455		13079.87	4.90
3	种草	hm²	4.2201		2854.11	1.20
（四）	景观营造					0.12
1	宣传牌	块	2		500	0.1
2	景观树	100 株	0.08		2157.18	0.02
（五）	监测工程					30.60
1	地面塌陷监测		实时监测		0	0
2	不稳定斜坡监测	点次	180		200	3.60
3	含水层监测	点次	120		1000	12.00
4	地形地貌景观监测	点次	180		500	9.00
5	土壤污染监测	点次	30		1000	3.00
7	生态系统监测	点次	30		1000	3.00
（六）	管护工程	年限	次/年	面积 hm²		4.45
1	管护面积	3	2	9.2624	800	4.45
合计	--		--			332.24
注：清运与回填工程重复，未重复计算。						

三、总工程量及经费预算

近三年矿区生态修复工程费用为 92.30 万元。矿区生态修复工程总投资经费 488.05 万元，其中工程施工费 297.19 万元，其他费用 46.24 万元，监测与管护费 35.05 万元，预备费 109.57 万元。经费估算见表 6-14 至表 6-37。

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）	各费用占总费用的比例（%）
一	工程施工费	297.19	60.89
二	其他费用	46.24	9.47
三	监测与管护费	35.05	7.18
（一）	监测费	30.60	87.30
（二）	管护费	4.45	12.70
四	预备费	109.57	22.45
（一）	基本预备费	20.61	18.81
（二）	价差预备费	54.62	49.85
（三）	风险金	34.34	31.34
合计		488.05	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（元）	直接工程费（元）	措施费（元）	间接费（元）	利润（元）	价差（元）	税金（元）	综合单价（元）
一	地貌重塑工程										
1	警示牌	t	1.1160	10280.53	9833.12	447.41	514.03	323.84	71.66	1007.10	12197.16
2	网围栏	100m	38.44	1074.30	1027.55	46.75	53.72	33.84	0	104.57	1266.42
3	清运（回填）	100m³	862.04	1223.79	1170.53	53.26	73.43	38.92	206.40	138.83	1681.37
4	垫坡	100m³	185.55	1070.71	1024.11	46.60	64.24	34.05	186.38	121.98	1477.36
5	拆除	100m³	11.27	1425.13	1363.11	62.02	71.26	44.89	65.89	144.65	1751.81
6	挡渣墙	100m³	0.55	21237.38	20313.13	924.25	1061.87	668.98	5102.55	2526.37	30597.15
7	封堵井口	个	9	--	--	--	--	--	--	--	10000
二	土壤重构工程										
1	表土剥离	100m³	9.77	95.95	91.78	4.18	4.80	3.02	17.10	10.88	131.75
2	覆土整平	100m³	445.24	874.87	836.79	38.07	43.74	27.56	147.27	98.41	1191.85
3	外购土源	100m³	435.47								1000
三	植被重建工程										
1	种树	100 株	25.75	985.07	942.20	42.87	49.25	31.03	0	95.88	1161.24
2	灌草混播	hm²	3.7455	11095.59	10612.71	482.88	554.78	349.51	0	1079.99	13079.87
3	种草	hm²	4.2201	2421.13	2315.76	105.37	121.06	76.27	0	235.66	2854.11
四	景观营造										
1	宣传牌	块	2	0	0	0	0	0	0	0	500
2	景观树	100 株	0.08	1460.07	1396.53	63.54	73.00	45.99	400.00	178.12	2157.18
五	监测工程										
1	地面塌陷监测		实时监测	--	--	--	--	--	--	--	0
2	不稳定斜坡监测	点次	180	--	--	--	--	--	--	--	200
3	含水层监测	点次	120	--	--	--	--	--	--	--	1000
4	地形地貌景观监测	点次	180	--	--	--	--	--	--	--	500
5	土壤污染监测	点次	30	--	--	--	--	--	--	--	1000
6	生态系统监测	点次	30	--	--	--	--	--	--	--	1000
六	管护工程										
1	管护面积	hm²	9.2624	--	--	--	--	--	--	--	800

表 6-18 工程施工费估算表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
(一)		地貌重塑工程	-	-		191.23
1	90001	警示牌	t	1.1160	12197.16	1.36
2	90009	网围栏	100m	38.44	1266.42	4.87
3	20217	清运（回填）	100m ³	862.04	1681.37	144.94
4	20046	垫坡	100m ³	185.55	1477.36	27.41
5	40066	拆除	100m ³	11.27	1751.81	1.97
6	40017	挡渣墙	100m ³	0.55	30597.15	1.68
7	市场询价	封堵井口	个	9	10000	9
(二)		土壤重构工程				96.75
1	10212	表土剥离	100m ³	9.77	131.75	0.13
2	10174	覆土整平	100m ³	445.24	1191.85	53.07
3	市场询价	外购土源	100m ³	435.47	1000	43.55
(三)		植被重建工程				9.09
1	80002	种树	100 株	25.75	1161.24	2.99
2	80032	灌草混播	hm ²	3.7455	13079.87	4.90
3	80037	种草	hm ²	4.2201	2854.11	1.20
四		景观营造				0.12
1	市场询价	宣传牌	块	2	500	0.1
2	80004	景观树	100 株	0.08	2157.18	0.02
合计		--	--	--	--	297.19

表 6-19 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额 (万元)	各项费用占其他费 用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		21.18	45.80
(1)	项目可研编制费	$2.5 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (4-2.5)$	2.99	6.47
(2)	项目勘测费	$2.6 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (6-2.6)$	3.70	8.00
(3)	项目设计与预算 编制费	$9 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (20.9-9)$	12.86	27.81
(4)	项目招投标代理费	$1.21 + (\text{工程施工费}-200) \times 0.43\%$	1.63	3.53
2	工程监理费	$7.5 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (16.5-7.5)$	10.42	22.53
3	竣工验收费		10.32	22.32
(1)	工程复核费	$3.8 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (8.4-3.8)$	5.29	11.44
(2)	工程验收费	$2.8 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (6-2.8)$	3.84	8.30
(3)	项目结(决)算审 计费	$0.9 + [(\text{工程施工费}-200) \div (500-200)] \times (1.8-0.9)$	1.19	2.57
4	项目管理费	$2.95 + [(\text{工程施工费} + \text{前期工作费} + \text{工程监理费} + \text{竣工验收费}) - 200] \times 1\%$	4.32	9.34
总计			46.24	100.00

表 6-20 监测费用估算表

监测项目	工程量(点次)	单价(元)	合计(万元)
地面塌陷监测	实时监测	0	0
不稳定斜坡监测	180	200	3.60
含水层监测	120	1000	12.00
地形地貌景观监测	180	500	9.00
土壤质量监测	30	1000	3.00
生态系统监测	30	1000	3.00
合计			30.60

表 6-21 管护工程费用投资估算

序号	费用名称	面积(hm ²)	单价(元/hm ²)	次数/年	年限	费用(万元)
1	管护费	9.2624	800	2	3	4.45
总计	-	-	-	-		4.45

表 6-22 预备费预算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	费率 (%)	费用 (万元)
1	基本预备费	297.19	46.24	6%	20.61
2	风险金	297.19	46.24	10%	34.34
3	价差预备费				54.62
合计					109.57

表 6-23 价差预备费估算表

治理分期	年份	静态投资 (万元)	系数 $(1+f)^{m+t-1}$	价差预备费 (万元)
基建期	2026.7.1-2027.6.30	43.89	0.00	0.00
	2027.7.1-2028.6.30	46.37	0.03	1.16
生产期	2028.7.1-2029.6.30	2.04	0.05	0.10
	2029.7.1-2030.6.30	20.06	0.08	1.54
	2030.7.1-2031.6.30	17.27	0.10	1.79
	2031.7.1-2032.6.30	17.27	0.13	2.27
	2032.7.1-2033.6.30	17.27	0.16	2.76
	2033.7.1-2034.6.30	17.27	0.19	3.26
	2034.7.1-2035.6.30	17.27	0.22	3.77
	2035.7.1-2036.6.30	17.27	0.25	4.30
修复管护期	2036.7.1-2037.6.30	103.66	0.28	29.03
	2037.7.1-2038.6.30	2.04	0.31	0.64
	2038.7.1-2039.6.30	3.52	0.34	1.21
	2039.7.1-2040.6.30	3.52	0.38	1.33
	2040.7.1-2041.6.30	3.52	0.41	1.45
合计	2026.7.1-2041.6.30	332.24		54.62

表 6-24 覆土整平工程施工费单价分析表

定额编号：10174					单位：元/100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				874.87
(一)	直接工程费				836.79
1	人工费				51.10
	乙类工	工日	0.39	131.02	51.10
2	机械费				761.32
	装载机 3m ³	台班	0.08	1020.64	81.65
	推土机 90kw	台班	0.04	888.43	35.54
	自卸汽车 25t	台班	0.51	1263.01	644.14
3	其它费用	%	3	812.42	24.37
(二)	措施费	%	4.55	836.79	38.07
二	间接费	%	5	874.87	43.74
三	利润	%	3	918.61	27.56
四	材料价差				147.27
	柴油	kg	43.83	3.36	147.27
五	税金	%	9	1093.44	98.41
合计					1191.85

表 6-25 表土剥离工程施工费单价分析表

定额编号：10212					单位：元/100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				95.95
(一)	直接工程费				91.78
1	人工费				17.03
	乙类工	工日	0.13	131.02	17.03
2	机械使用费				72.94
	推土机 75kw	台班	0.09	810.48	72.94
	其它机械费用	%	2.00	89.98	1.80
(二)	措施费	%	4.55	91.78	4.18
二	间接费	%	5	95.95	4.80
三	利润	%	3	100.75	3.02
四	材料价差				17.10
	柴油	kg	5.09	3.36	17.10
五	税金	%	9	120.87	10.88
合计					131.75

表 6-26 清运（回填）工程施工费单价分析表

定额编号：20127					单位：元/100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1223.79
(一)	直接工程费				1170.53
1	人工费				121.85
	乙类工	工日	0.93	131.02	121.85
2	材料费				
3	机械费				1025.73
	装载机 3m ³	台班	0.18	1020.64	183.72
	推土机 105kw	台班	0.09	935.70	84.21
	自卸汽车 25t	台班	0.60	1263.01	757.81
4	其它费用	%	2	1147.58	22.95
(二)	措施费	%	4.55	1170.53	53.26
二	间接费	%	6	1223.79	73.43
三	利润	%	3	1297.22	38.92
四	材料价差				206.40
	柴油	kg	61.43	3.36	206.40
五	税金	%	9	1542.54	138.83
合计					1681.37

表 6-27 垫坡工程施工费单价分析表

定额编号：20046					单位：元/100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	直接费				1070.71
(一)	直接工程费				1024.11
1	人工费				131.02
	乙类工	工日	1.0	131.02	131.02
2	材料费				
3	机械使用费				835.12
	推土机 90kw	台班	0.94	888.43	835.12
	其他费用	%	6	966.14	57.97
(二)	措施费	%	4.55	1024.11	46.60
二	间接费	%	6	1070.71	64.24
三	利润	%	3	1134.95	34.05
四	材料价差				186.38
	柴油	kg	55.47	3.36	186.38
五	税金	%	9	1355.38	121.98
合 计		元			1477.36

表 6-28 拆除工程施工费单价分析表

定额编号: 40066					单位: 元/100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1425.13
(一)	直接工程费				1363.11
1	人工费				907.32
	甲类工	工日	0.34	175.36	59.62
	乙类工	工日	6.47	131.02	847.70
2	材料费				
3	机械费				416.08
	挖掘机油动 1m ³	台班	0.4	1040.21	416.08
4	其它费用	%	3	1323.41	39.70
(二)	措施费	%	4.55	1363.11	62.02
二	间接费	%	5	1425.13	71.26
三	利润	%	3	1496.39	44.89
四	材料价差				65.89
1	柴油	kg	19.61	3.36	65.89
五	税金	%	9	1607.17	144.65
合计					1751.81

表 6-29 挡渣墙施工费单价分析表

定额编号: 40017					单位: 元/100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				21237.38
(一)	直接工程费				20313.13
1	人工费				9458.52
	甲类工	工日	3.55	175.36	622.53
	乙类工	工日	67.44	131.02	8835.99
2	材料费				10569.45
	块石	m ³	108	40.00	4320.00
	砂浆	m ³	34.4	181.67	6249.45
3	机械费				184.11
	灰浆搅拌机 400L	台班	0.7	263.01	184.11
4	其它费用	%	0.5	20212.07	101.06
(二)	措施费	%	4.55	20313.13	924.25
二	间接费	%	5	21237.38	1061.87
三	利润	%	3	22299.25	668.98
四	材料价差				5102.55
	砂浆	m ³	34.4	148.33	5102.55
五	税金	%	9	28070.78	2526.37
合计					30597.15

表 6-30 灌草混播施工费单价分析表

定额编号：80032					单位：元/hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				11095.59
(一)	直接工程费				10612.71
1	人工费				4953.87
	乙类工	工日	37.81	131.02	4953.87
2	材料费				5400.00
	山杏核	kg	180	30.00	5400.00
3	机械费				
4	其它费用	%	2.5	10353.87	258.85
(二)	措施费	%	4.55	10612.71	482.88
二	间接费	%	5	11095.59	554.78
三	利润	%	3	11650.37	349.51
四	材料价差				
五	税金	%	9	11999.88	1079.99
合计					13079.87

表 6-31 撒播种草施工单价分析表

定额编号：80037					单位：元/hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2421.13
(一)	直接工程费				2315.76
1	人工费				909.28
	乙类工	工日	6.94	131.02	909.28
2	材料费				1350.00
	草籽	kg	45	30.00	1350.00
3	机械费				
4	其它费用	%	2.5	2259.28	56.48
(二)	措施费	%	4.55	2315.76	105.37
二	间接费	%	5	2421.13	121.06
三	利润	%	3	2542.18	76.27
四	材料价差				
五	税金	%	9	2618.45	235.66
合计					2854.11

表 6-32 栽植乔木施工费单价分析表

定额编号：80002					单位：/100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				985.07
(一)	直接工程费				942.20
1	人工费				419.26
	乙类工	工日	3.2	131.02	419.26
2	材料费				518.25
	树苗	株	102.0	5.00	510.00
	水	m³	2.5	3.30	8.25
3	机械使用费				
4	其他材料费	%	0.5	937.51	4.69
(二)	措施费	%	4.55	942.20	42.87
二	间接费	%	5	985.07	49.25
三	利润	%	3	1034.33	31.03
四	税金	%	9	1065.36	95.88
合 计					1161.24

表 6-33 网围栏施工费单价分析表

定额编号：90009（土石山区）					单位：元/100m
工作内容：定线，材料场内运输，建立防护围栏。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1074.30
（一）	直接工程费				1027.55
1	人工费				321.00
	乙类工	工日	2.45	131.02	321.00
2	材料费				686.40
	混凝土预制桩	根	20	30.00	600.00
	铁丝	kg	18	4.80	86.40
3	机械费				
4	其它费用	%	2	1007.40	20.15
（二）	措施费	%	4.55	1027.55	46.75
二	间接费	%	5	1074.30	53.72
三	利润	%	3	1128.02	33.84
四	材料价差				
五	税金	%	9	1161.86	104.57
合计					1266.42

表 6-34 警示牌施工费单价分析表

定额编号:90001					单位：t
工作内容：安装金属标志牌立柱及标志牌的全部工序。					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				10280.53
(一)	直接工程费				9833.12
1	人工费				378.11
	甲类工	工日	1.82	175.36	319.16
	乙类工	工日	0.45	131.02	58.96
2	材料费				8744.83
	钢管立柱	t	0.37	5900.00	2183.00
	镀锌铁件	kg	349.80	10.65	3725.37
	钢板标志	t	0.35	8082.87	2829.00
	面层（含反光膜）	m²	0.06	124.23	7.45
3	机械使用费				423.78
	载重汽车 6t	台班	0.41	423.11	173.48
	汽车式起重机 5t	台班	0.36	690.70	248.65
	交流电焊机 30kVA	台班	0.02	82.66	1.65
4	其它费用	%	3	9546.72	286.40
(二)	措施费	%	4.55	9833.12	447.41
二	间接费	%	5	10280.53	514.03
三	利润	%	3	10794.56	323.84
四	材料价差				71.66
1	柴油	kg	13.63	3.36	45.80
2	汽油	kg	9.27	2.79	25.86
五	税 金	%	9	11190.06	1007.10
合 计					12197.16

表 6-35 栽植景观树施工费单价分析表

定额编号: 80004					单位: /100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1460.07
(一)	直接工程费				1396.53
1	人工费				864.73
	乙类工	工日	6.60	131.02	864.73
2	材料费				524.85
	树苗	株	102.0	5.00	510.00
	水	m ³	4.5	3.30	14.85
3	机械使用费				
4	其他材料费	%	0.5	1389.58	6.95
(二)	措施费	%	4.55	1396.53	63.54
二	间接费	%	5	1460.07	73.00
三	利润	%	3	1533.08	45.99
四	价差				400.00
	树苗	株	8	50.00	400.00
五	税金	%	9	1979.07	178.12
合 计					2157.18

表 6-36 赤峰市 2026 年 3 季度材料价格表

序号	名称及规格	单位	价格 (元)	限价 (元)	来源
1	砂浆	m ³	436.89		赤峰市 2026 年 3 季度材料价格市场询价
2	块石	m ³	40		
3	钢管立柱	t	5900		
4	镀锌铁件	kg	10.65		
5	钢板标志	t	8082.87		
6	反光膜	m ²	124.23		
7	土方	m ³	10		
8	柴油	kg	7.86	4.5	
9	汽油	kg	7.79	5	
10	草籽	kg	30	30	
11	树苗	株	5.00	5	
12	水	m ³	3.3	3.3	

表 6-37 台班定额取费表

定额编号	机械名称	规格	台班费	一类费用合计	二类费用												
				一类费用合计	人工费（元/日）		动力燃料费小计	汽油（元/kg）		柴油（元/kg）		电（元/kw·h）		水（元/m³）		风（元/m³）	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1018	装载机	3.0m³	1020.64	294.44	2	350.72	375.48			83.44	4.50						
1021	推土机	75kw	810.48	205.51	2	350.72	254.25			56.50	4.50						
1022	推土机	90kw	888.43	272.16	2	350.72	265.55			59.01	4.50						
1023	推土机	105kw	935.70	311.38	2	350.72	273.6			60.80	4.50						
4016	自卸汽车	25t	1263.01	605.25	2	350.72	307.04			68.23	4.50						
1002	单斗挖掘机	油动 1m³	1040.21	468.85	2	350.72	220.64			49.03	4.50						
2007	灰浆搅拌机	400L	263.01	15.38	1.39	243.75	3.88					5.17	0.75				
4005	载重汽车	柴油型 6t	423.11	91.16	1.04	182.37	149.58			33.24	4.50						
5004	汽车起重机	汽油型 5t	690.70	211.28	2	350.72	128.70	25.74	5								
7002	电焊机	交流 30kVA	82.66	17.74			64.92					86.56	0.75				

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

矿山生产服务年限为 10 年（含 2 年基建期），在矿山生产服务年限期满后生态修复时间为 2 年，管护时间为 3 年，据确定矿区生态修复方案规划年限为 15 年，即从 2026 年 7 月 1 日至 2041 年 6 月 30 日。根据开采方案及矿山实际情况对生态修复分期部署，可分为三个阶段，即基建期（2026 年 7 月 1 日—2028 年 6 月 30 日）、生产期（2028 年 7 月 1 日—2036 年 6 月 30 日）和修复管护期（2036 年 7 月 1 日—2041 年 6 月 30 日）。具体工作如下：

1、基建期（2026.7.1-2028.6.30）工作安排如下：

- （1）预测塌陷区 1-4：布设网围栏、设置警示牌；
- （2）拟建风井场地：表土剥离；
- （3）拟建矿石场 1：表土剥离；
- （4）拟建矿石场 2：表土剥离；
- （5）拟建废石场 1：表土剥离、设置挡渣墙；
- （6）拟建废石场 2：表土剥离、设置挡渣墙；
- （7）办公生活区：设置标识牌、栽植景观树；
- （8）废石场 1：对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- （9）废石场 2：对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(10) PD6 废石场：对废石进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(11) PD8-4 废石场：对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(12) 民采坑 1：对民采坑 1 进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(13) 民采坑 2：对民采坑 2 进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(14) 民采坑 3：对民采坑 3 进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(15) 钻机平台：对场地进行覆土整平、恢复植被；

(16) 探坑：对探坑进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(17) 部分矿区道路：对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(18) 完善前期治理区；

(19) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

(20) 对复垦区进行管护。

2、生产期（2028.7.1-2036.6.30）工作安排如下：

(1) 预测塌陷区 1-4：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被。

(2) PD8-5 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(3) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

(4) 对复垦区进行管护。

3、修复管护期（2036.7.1-2041.6.30）工作安排如下：

(1) 预测塌陷区 1-4：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被。

(2) 拟建风井场地：对竖井进行井筒回填、井口封堵，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(3) 拟建矿石场 1：对场地进行覆土整平、恢复植被；

(4) 拟建矿石场 2：对场地进行覆土整平、恢复植被；

(5) 拟建废石场 1：对挡渣墙进行拆除，对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(6) 拟建废石场 2：对挡渣墙进行拆除，对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(7) PD2 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(8) PD6 场地：对平硐及斜坡道进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(9) PD8 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(10) PD8-1 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(11) PD8-2 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(12) PD8-3 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(13) PD8-4 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(14) 办公生活区：对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(15) 炸药库：对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(16) 截水沟：对截水沟进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(17) 剩余矿区道路：对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(18) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

(19) 对复垦区进行管护。

表 6-38 生态修复工程部署及工程量估算表

复垦阶段	工作任务		治理工程	单位	工程量
基建期 2026.7.1 - 2028.6.30	完善前期治理区	露天采坑 4、露天采坑 5	覆土整平	m ³	889
			撒播种草	m ²	1777
		民采坑 1 北侧已治理钻机平台场地	撒播种草	m ²	5340
		PD8-5 场地西侧已治理钻机平台场地	撒播种草	m ²	3053
	预测塌陷区 1		网围栏	m	1566
			警示牌	t	0.4464
	预测塌陷区 2		网围栏	m	1456
			警示牌	t	0.4092
	预测塌陷区 3		网围栏	m	556
			警示牌	t	0.1860
	预测塌陷区 4		网围栏	m	266
			警示牌	t	0.0744
	拟建风井场地		表土剥离	m ³	25
	拟建矿石场 1		表土剥离	m ³	180
	拟建矿石场 2		表土剥离	m ³	157
	拟建废石场 1		表土剥离	m ³	326
			挡渣墙	m ³	30
	拟建废石场 2		表土剥离	m ³	289
			挡渣墙	m ³	25
	办公生活区		标识牌	块	2
			景观树	株	8
	废石场 1		清运	m ³	9592
			覆土整平	m ³	2674
			种草	m ²	4456
	废石场 2		清运	m ³	1220
			覆土整平	m ³	421
			种草	m ²	702
	PD6 废石场		清运	m ³	4336
			垫坡	m ³	1200
			覆土整平	m ³	1106
			种树	株	310
	PD8-4 废石场		清运	m ³	669
			覆土整平	m ³	558
			种树	株	155
	民采坑 1		回填	m ³	8992
			覆土整平	m ³	1455
			灌草混播	m ²	3637
	民采坑 2		回填	m ³	7264

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
		覆土整平	m ³	1278
		种草	m ²	2130
	民采坑 3	回填	m ³	3648
		覆土整平	m ³	234
		种树	株	65
	钻机平台	覆土整平	m ³	8576
		种树	株	397
		灌草混播	m ²	4585
		种草	m ²	8857
	探坑	回填	m ³	1262
		覆土整平	m ³	324
		种树	株	90
	部分矿区道路	垫坡	m ³	50
		覆土整平	m ³	117
		种草	m ²	195
	监测工程	地面塌陷监测		实时监测
		不稳定斜坡监测	点次	24
		含水层监测	点次	16
		地形地貌景观监测	点次	24
		土壤污染监测	点次	4
		生态系统监测	点次	4
	管护		年	2
生产期 2028.7.1 - 2036.6.30	预测塌陷区 1	回填	m ³	17934
		覆土整平	m ³	4029
		种树	株	105
		灌草混播	m ²	3417
		种草	m ²	3809
	预测塌陷区 2	回填	m ³	32199
		覆土整平	m ³	5351
		种树	株	260
		灌草混播	m ²	4461
		种草	m ²	4383
	预测塌陷区 3	回填	m ³	12782
		覆土整平	m ³	631
		灌草混播	m ²	1578
	预测塌陷区 4	回填	m ³	1122
		覆土整平	m ³	142
		灌草混播	m ²	355
	PD8-5 场地	拆除	m ³	1
		清运	m ³	210
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	1

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
		垫坡	m ³	60
		覆土整平	m ³	1215
		种草	m ²	2025
	监测工程	地面塌陷监测		实时监测
		不稳定斜坡监测	点次	96
		含水层监测	点次	64
		地形地貌景观监测	点次	96
		土壤污染监测	点次	16
		生态系统监测	点次	16
	管护		年	8
修复管护 期 2036.7.1 - 2041.6.30	拟建风井场地	清运	m ³	30
		垫坡	m ³	30
		封堵井口	个	1
		覆土整平	m ³	20
		灌草混播	m ²	50
	拟建矿石场 1	覆土整平	m ³	355
		种树	株	99
	拟建矿石场 2	覆土整平	m ³	244
		种树	株	68
	拟建废石场 1	拆除	m ³	30
		覆土整平	m ³	260
		种树	株	72
	拟建废石场 2	拆除	m ³	25
		覆土整平	m ³	231
		种树	株	64
	PD2 场地	拆除	m ³	166
		清运	m ³	535
		回填	m ³	101
		封堵井口	个	1
		垫坡	m ³	535
		覆土整平	m ³	2220
		种树	株	617
	PD6 场地	拆除	m ³	72
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	2
		垫坡	m ³	480
		覆土整平	m ³	587
		种树	株	163
	PD8 场地	拆除	m ³	295
		清运	m ³	13800
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	1

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
		垫坡	m ³	13800
		覆土整平	m ³	2999
		灌草混播	m ²	7498
	PD8-1 场地	拆除	m ³	18
		清运	m ³	1356
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	1
		垫坡	m ³	90
		覆土整平	m ³	769
		灌草混播	m ²	1923
	PD8-2 场地	拆除	m ³	2
		清运	m ³	407
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	1
		垫坡	m ³	60
		覆土整平	m ³	223
		灌草混播	m ²	558
	PD8-3 场地	拆除	m ³	6
		清运	m ³	320
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	1
		垫坡	m ³	85
		覆土整平	m ³	286
		灌草混播	m ²	714
	PD8-4 场地	拆除	m ³	1
		清运	m ³	210
		回填	m ³	106
		封堵井口	个	1
		垫坡	m ³	60
		覆土整平	m ³	126
		种树	株	35
	办公生活区	拆除	m ³	386
		清运	m ³	150
		垫坡	m ³	480
		覆土整平	m ³	892
		灌草混播	m ²	2229
	炸药库	拆除	m ³	125
		清运	m ³	490
		垫坡	m ³	490
		覆土整平	m ³	1547
		种草	m ²	2579
	截水沟	回填	m ³	158

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
		覆土整平	m ³	95
		灌草混播	m ²	318
	剩余矿区道路	垫坡	m ³	1150
		覆土整平	m ³	4254
		种树	株	75
		灌草混播	m ²	6132
		种草	m ²	2895
	监测工程	地面塌陷监测		实时监测
		不稳定斜坡监测	点次	60
		含水层监测	点次	40
		地形地貌景观监测	点次	60
		土壤污染监测	点次	10
		生态系统监测	点次	10
	管护		年	5

二、近年工作任务与经费进度安排

（一）近年工作任务

近期年度工作任务为近三年（2026年7月1日-2029年6月30日）矿山生态修复工作，年度实施计划具体如下：

1、2026年7月1日~2027年6月30日

1、基建期（2026.7.1-2028.6.30）工作安排如下：

- （1）预测塌陷区 1-4：布设网围栏、设置警示牌；
- （2）拟建风井场地：表土剥离；
- （3）拟建矿石场 1：表土剥离；
- （4）拟建矿石场 2：表土剥离；
- （5）拟建废石场 1：表土剥离、设置挡渣墙；
- （6）拟建废石场 2：表土剥离、设置挡渣墙；
- （7）办公生活区：设置标识牌、栽植景观树；

(8) 废石场 2: 对废石进行清运, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(9) PD8-4 废石场: 对废石进行清运, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(10) 民采坑 3: 对民采坑 3 进行回填, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(11) 钻机平台: 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(12) 探坑: 对探坑进行回填, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(13) 部分矿区道路: 对堆坡进行清运, 对切坡进行垫坡, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(14) 完善前期治理区;

(15) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测;

(16) 对复垦区进行管护。

2、2027 年 7 月 1 日-2028 年 6 月 30 日

(1) 废石场 1: 对废石进行清运, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(2) PD6 废石场: 对废石进行清运, 对切坡进行垫坡, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(3) 民采坑 1: 对民采坑 1 进行回填, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(4) 民采坑 2: 对民采坑 2 进行回填, 对场地进行覆土整平、恢复植被;

(5) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

(6) 对复垦区进行管护。

3、2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日

(1) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

(2) 对复垦区进行管护。

(二) 经费进度安排

根据矿区生态修复工作近年预算，前三年总投资 92.30 万元。

表 6-39 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围（拐点坐标）	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积（hm ² ）	费用（万元）		
1	第一年度 2026.7.1-2027.6.30	见表 3-70	完善 前期 治理 区	露天采坑 4、露天 采坑 5	否	覆土整平（m ³ ）	889	人工牧草地	1.0170	1.35	
						撒播种草（hm ² ）	0.1777				
						民采坑 1 北侧已治 理钻机平台场地	撒播种草（hm ² ）				0.5340
						PD8-5 场地西侧已 治理钻机平台场地	撒播种草（hm ² ）				0.3053
			预测塌陷区 1	否	网围栏（m）	1566	/	/	2.52		
					警示牌（t）	0.4464					
			预测塌陷区 2	否	网围栏（m）	1456	/	/	2.34		
					警示牌（t）	0.4092					
			预测塌陷区 3	否	网围栏（m）	556	/	/	0.93		
					警示牌（t）	0.1860					
			预测塌陷区 4	否	网围栏（m）	266	/	/	0.43		
					警示牌（t）	0.0744					
			拟建风井场地	否	表土剥离（m ³ ）	25	/	/	0.01		
			拟建矿石场 1	否	表土剥离（m ³ ）	180	/	/	0.02		
			拟建矿石场 2	否	表土剥离（m ³ ）	157	/	/	0.02		
			拟建废石场 1	否	表土剥离（m ³ ）	326	/	/	0.96		
					挡渣墙（m ³ ）	30					
			拟建废石场 2	否	表土剥离（m ³ ）	289	/	/	0.80		
					挡渣墙（m ³ ）	25					
			办公生活区	否	标识牌（块）	2	/	/	0.12		
					景观树（株）	8					
			废石场 2	否	清运（m ³ ）	1220	人工牧草地	0.0702	0.52		
					覆土整平（m ³ ）	421					

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（hm ² ）	费用（万元）
			PD8-4 废石场	否	种草（hm ² ）	0.0702	乔木林地	0.1395	0.85
					清运（m ³ ）	669			
					覆土整平（m ³ ）	558			
					种树（株）	155			
			民采坑 3	否	回填（m ³ ）	3648	乔木林地	0.0584	6.49
					覆土整平（m ³ ）	234			
					种树（株）	65			
			钻机平台	否	覆土整平（m ³ ）	8576	乔木林地	0.3569	11.53
					种树（株）	397			
					灌草混播（hm ² ）	0.4585	灌木林地	0.4585	
					种草（hm ² ）	0.8857	人工牧草地	0.8857	
			探坑	否	回填（m ³ ）	1262	乔木林地	0.0810	2.61
					覆土整平（m ³ ）	324			
					种树（株）	90			
			部分矿区道路	否	垫坡（m ³ ）	50	人工牧草地	0.0195	0.21
					覆土整平（m ³ ）	117			
					种草（hm ² ）	0.0195			
			/	/	外购土源（m ³ ）	10142	/	/	10.14
			/	/	监测管护	/	/	/	2.04
2	第二年度 2027.7.1-2028.6.30	见表 3-70	废石场 1	否	清运（m ³ ）	9592	人工牧草地	0.4456	3.33
					覆土整平（m ³ ）	2674			
					种草（hm ² ）	0.4456			
			PD6 废石场	否	清运（m ³ ）	4336	乔木林地	0.2764	3.37
					垫坡（m ³ ）	1200			
					覆土整平（m ³ ）	1106			
					种树（株）	310			
			民采坑 1	否	回填（m ³ ）	8992	灌木林地	0.3637	17.33

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（hm ² ）	费用（万元）
					覆土整平（m ³ ）	1455			
					灌草混播（hm ² ）	0.3637			
			民采坑 2	否	回填（m ³ ）	7264	人工牧草地	0.2130	13.79
					覆土整平（m ³ ）	1278			
					种草（hm ² ）	0.2130			
			/	/	外购土源（m ³ ）	6513	/	/	6.51
			/	/	监测管护	/	/	/	2.04
3	第三年度 2028.7.1-2029.6.30	全矿区	/	/	监测管护	/	/	/	2.04
合计									92.30
注：清运与回填工程重复，未重复计算。									

表 6-40 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（m²）	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	预测塌陷 区 1	见表 3-70	81676 （8168）	地质灾害 隐患、地 形地貌景 观破坏、 土地资源 损毁	网围栏	m³	1566	1.98	2026.7- 2041.6	地质灾害监 测、地形地貌 景观监测、含 水层监测、土 壤质量监测、 生态系统监 测、管护工 程。	地面塌陷监 测实时监测； 不稳定斜坡 监测 180 次； 地形地貌景 观监测 180 次；含水层监 测 120 次；土 壤污染监测 30 次；生态系 统监测 30 次。	35.05	2026.7- 2041.6
					警示牌	t	0.4464	0.54					
					回填	m³	17934	30.15					
					覆土整平	m³	4029	4.80					
					种树	株	105	0.12					
					灌草混播	hm²	0.3417	0.45					
					种草	hm²	0.3809	0.11					
2	预测塌陷 区 2	见表 3-70	111852 （11185）	地质灾害 隐患、地 形地貌景 观破坏、 土地资源 损毁	网围栏	m³	1456	1.84	2026.7- 2041.6				
					警示牌	t	0.4092	0.50					
					回填	m³	32199	54.14					
					覆土整平	m³	5351	6.47					
					种树	株	260	0.30					
					灌草混播	hm²	0.4461	0.58					
					种草	hm²	0.4383	0.13					
3	预测塌陷 区 3	见表 3-70	15782 （1578）	地质灾害 隐患、地 形地貌景 观破坏、 土地资源 损毁	网围栏	m³	556	0.70	2026.7- 2041.6				
					警示牌	t	0.1860	0.23					
					回填	m³	12782	21.49					
					覆土整平	m³	631	0.75					
					灌草混播	hm²	0.1578	0.21					
4	预测塌陷 区 4	见表 3-70	3546 （355）	地质灾害 隐患、地 形地貌景	网围栏	m³	266	0.34	2026.7- 2041.6				
					警示牌	t	0.0744	0.09					
					回填	m³	1122	1.89					

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 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
					覆土整平	m ³	142	0.17					
					灌草混播	hm ²	0.0355	0.05					
5	拟建风井 场地	见表 3-70	50	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	表土剥离	m ³	25	0.01	2026.7- 2041.6				
					清运	m ³	30	/					
					垫坡	m ³	30	0.04					
					封堵井口	个	1	1.00					
					覆土整平	m ³	20	0.02					
					灌草混播	hm ²	0.0050	0.01					
6	拟建矿石 场 1	见表 3-70	887	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	表土剥离	m ³	180	0.02	2026.7- 2041.6				
					覆土整平	m ³	355	0.43					
					种树	株	99	0.11					
7	拟建矿石 场 2	见表 3-70	609	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	表土剥离	m ³	157	0.02	2026.7- 2041.6				
					覆土整平	m ³	244	0.29					
					种树	株	68	0.08					
8	拟建废石 场 1	见表 3-70	51	地质灾害 隐患、地 形地貌景 观破坏、 土地资源 损毁	表土剥离	m ³	326	0.04	2026.7- 2041.6				
					挡渣墙	m ³	30	0.92					
					拆除	m ³	30	0.05					
					覆土整平	m ³	260	0.31					
					种树	株	72	0.08					
9	拟建废石 场 2	见表 3-70	578	地质灾害 隐患、地 形地貌景	表土剥离	m ³	289	0.04	2026.7- 2041.6				
					挡渣墙	m ³	25	0.76					
					拆除	m ³	25	0.04					

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 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
					覆土整平	m ³	231	0.28					
10	PD2 场地	见表 3-70	5550	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	种树	株	64	0.07					
					拆除	m ³	166	0.29					
					清运	m ³	535	/					
					垫坡	m ³	535	0.79					
					回填	m ³	101	0.17					
					封堵井口	个	1	1.00					
					覆土整平	m ³	2220	2.64					
11	PD6 场地	见表 3-70	1467	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	种树	株	617	0.72					
					拆除	m ³	72	0.13					
					垫坡	m ³	480	0.71					
					回填	m ³	106	0.18					
					封堵井口	个	2	2.00					
					覆土整平	m ³	587	0.70					
12	PD8 场地	见表 3-70	7498	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	种树	株	163	0.19					
					拆除	m ³	295	0.52					
					清运	m ³	13800	/					
					垫坡	m ³	13800	20.39					
					回填	m ³	106	0.18					
					封堵井口	个	1	1.00					
					覆土整平	m ³	2999	3.57					
13	PD8-1 场 地	见表 3-70	1923	地形地貌 景观破 坏、土地	灌草混播	hm ²	0.7498	0.98					
					拆除	m ³	18	0.03					
					清运	m ³	1356	/					
					垫坡	m ³	90	0.13					

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 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	
14	PD8-2 场 地	见表 3-70	558	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	回填	m ³	106	0.18	2026.7- 2041.6					
					封堵井口	个	1	1.00						
					覆土整平	m ³	769	0.92						
					灌草混播	hm ²	0.1923	0.25						
					拆除	m ³	2	0.01						
					清运	m ³	407	/						
					垫坡	m ³	60	0.09						
	回填	m ³	106	0.18										
	封堵井口	个	1	1.00										
	覆土整平	m ³	223	0.27										
	灌草混播	hm ²	0.0558	0.07										
	15	PD8-3 场 地	见表 3-70	714	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	拆除	m ³	6	0.01					2026.7- 2041.6
						清运	m ³	320	/					
垫坡						m ³	85	0.13						
回填						m ³	106	0.18						
封堵井口						个	1	1.00						
覆土整平						m ³	286	0.35						
灌草混播						hm ²	0.0714	0.09						
16	PD8-4 场 地	见表 3-70	314	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	拆除	m ³	1	0.01	2026.7- 2041.6					
					清运	m ³	210	/						
					垫坡	m ³	60	0.09						
					回填	m ³	106	0.18						
					封堵井口	个	1	1.00						
					覆土整平	m ³	126	0.15						
					种树	株	35	0.04						
17	PD8-5 场	见表 3-70	2025	地形地貌	拆除	m ³	1	0.01	2026.7-					

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 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
					清运	m ³	210	/	2033.6				
					垫坡	m ³	60	0.09					
					回填	m ³	106	0.18					
					封堵井口	个	1	1.00					
					覆土整平	m ³	1215	1.45					
					种草	hm ²	0.2025	0.06					
					18	办公生活 区	见表 3-70	2229					
景观树	株	8	0.02										
拆除	m ³	386	0.68										
清运	m ³	150	/										
垫坡	m ³	480	0.71										
覆土整平	m ³	892	1.06										
灌草混播	hm ²	0.2229	0.29										
19	炸药库	见表 3-70	2579	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	拆除	m ³	125	0.22	2026.7- 2041.6				
					清运	m ³	490	/					
					垫坡	m ³	490	0.72					
					覆土整平	m ³	1547	1.84					
					种草	hm ²	0.2579	0.07					
20	废石场 1	见表 3-70	4456	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	清运	m ³	9592	/	2027.7- 2028.6				
					覆土整平	m ³	2674	3.19					
					种草	hm ²	0.4456	0.14					
21	废石场 2	见表 3-70	0702	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	清运	m ³	1220	/	2026.7- 2027.6				
					覆土整平	m ³	421	0.50					
					种草	hm ²	0.0702	0.02					

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
22	PD6 废石 场	见表 3-70	2764	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	清运	m ³	4336	/	2027.7- 2028.6				
					垫坡	m ³	1200	1.77					
					覆土整平	m ³	1106	1.32					
					种树	株	310	0.36					
23	PD8-4 废 石场	见表 3-70	1395	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	清运	m ³	669	/	2026.7- 2027.6				
					覆土整平	m ³	558	0.67					
					种树	株	155	0.18					
24	民采坑 1	见表 3-70	3637	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	回填	m ³	8992	15.12	2027.7- 2028.6				
					覆土整平	m ³	1455	1.73					
					灌草混播	hm ²	0.3637	0.48					
25	民采坑 2	见表 3-70	2130	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	回填	m ³	7264	12.21	2027.7- 2028.6				
					覆土整平	m ³	1278	1.52					
					种草	hm ²	0.2130	0.06					
26	民采坑 3	见表 3-70	584	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	回填	m ³	3648	6.13	2026.7- 2027.6				
					覆土整平	m ³	234	0.28					
					种树	株	65	0.08					
27	截水沟	见表 3-70	318	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	回填	m ³	158	0.27	2026.7- 2041.6				
					覆土整平	m ³	127	0.15					
					灌草混播	hm ²	0.0318	0.04					
28	钻机平台	见表 3-70	17011	地形地貌 景观破	覆土整平	m ³	8576	10.22	2026.7- 2027.6				
					种树	株	397	0.46					

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 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	
					灌草混播	hm ²	0.4585	0.60						
29	探坑	见表 3-70	810	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	种草	hm ²	0.8857	0.25						2026.7- 2027.6
					回填	m ³	1262	2.12						
					覆土整平	m ³	324	0.39						
30	矿区道路	见表 3-70	9899	地形地貌 景观破 坏、土地 资源损毁	种树	株	90	0.10	2026.7- 2041.6					
					垫坡	m ³	1200	1.77						
					覆土整平	m ³	4578	5.46						
					种草	hm ²	0.3090	0.09						
					种树	株	75	0.09						
31	完善前期 治理区	/	1777	/	覆土整平	m ³	1066	1.27	2026.7- 2027.6					
					种草	hm ²	1.0170	0.29						
32	/	/	/	/	外购土源	m ³	43547	43.55	/					/
注：清运与回填工程重复，未重复计算。														

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

该矿山生态修复方案报自然资源行政主管部门批准后，由矿权人负责组织实施。为保证矿山生态修复方案的顺利实施，建立强有力的组织机构是十分必要的，组织机构负责土地复垦的委托、报批和方案实施工作。机构的工作职责如下：

（1）认真贯彻、执行“谁损毁、谁复垦”的复垦方针，确保矿山生态修复工程安全，充分发挥矿山生态修复工程效益。

（2）建立防治目标责任制，把矿山生态修复列为工程进度、质量考核的内容之一，制定矿山生态修复详细实施计划。

（3）生产期间，协调好矿山生态修复与主体工程的关系，确保矿山生态修复工作的正常施工，并按时竣工，最大限度恢复土地使用功能。

（4）深入现场进行检查和观察，掌握矿山生态修复工程的运行状况及防治措施落实情况。

（5）建立、健全各项档案，分析整编资料，为矿山生态修复工程竣工验收提供相关资料。

二、技术保障

（1）方案的实施应有充分的技术保障措施，因此，矿山必须配备相应的专业技术队伍，并有针对性地加强专业技术培训，应强化施工人员的矿山生态修复环境保护意识，提高施工人员的矿山生态修复技术水平，承诺将严格按照建设、施工等各项工作的有关规定，按年度有序进行。承诺将选择有技术优势和较强社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

(2) 要依据本矿山批复的方案，因地制宜，因害设防，要优化防治结构，理配置恢复治理工程与生物防治措施，使工程措施与生物防治措施有机结合。

(3) 各施工单位应尽量采用先进的施工手段和合理的施工工艺，同时矿山建设开发单位应严格控制施工进度以确保矿山生态修复按时完成并取得成效。

三、资金保障

1、资金来源、存放

公司为本矿区生态修复义务人，严格按照财政部、国土资源部、环保部《关于取消矿山地质环境恢复治理保证金，建立矿山地质环境恢复治理基金的指导意见》及《内蒙古自治区矿山地质环境恢复基金管理办法（试行）》设立专门账户，按照计算方法计提基金，存入专门帐户。确保复垦资金足额到位、安全有效。

2、资金计提、使用、管理

(1) 资金计提

根据内蒙古自治区自然资源厅、内蒙古自治区财政厅、内蒙古自治区生态环境厅关于印发《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》。基金按照“采矿权人所有、属地监管、规范使用”的原则进行管理，基金由采矿权人自主使用。基金按年度提取，年度基金提取额按照矿类计提基数、地下开采影响系数、土地复垦难度影响系数、地区影响系数、上一年度实际生产矿石量综合确定。规定采矿权人年度提取的基金以及往年节余基金累计不足于本年度矿山生态修复费用的，应当以本年实际所需费用进行补足，完成矿区生态修复任务后的年度结余资金可以在下年度使用。矿区生态修复费用，根据每年计提的年度基金及年度治理计划进行提取。

（2）资金使用

① 严格矿区招标制度、提高资金使用的透明度。矿区生态修复工程严格按照《工程招标投标办法》的规定，依据公开、公平、公正的原则实施招标投标制度。

② 遏制矿区资金的粗放利用行为。矿区生态修复工作切实关系着人民生命财产安全，每一分复垦资金都应落实在矿区生态修复矿区中，杜绝矿区资金的粗放利用现象。在复垦资金的使用中，将事中监督与事后检查制度同步实施，使复垦资金充分发挥效益。

③ 杜绝改变矿区生态修复资金用途现象。公司矿区生态修复费金额较大，在矿区的实施过程中，任何个人和单位不得以配套工程、综合开发等名义将矿区生态修复资金变相地挪作他用。

本着“谁开发、谁保护；谁损毁、谁治理；谁投资、谁受益”的原则，矿区生态修复工作应由矿山企业负责实施、完成。矿区生态修复费用全部由采矿人筹措。落实阶段矿山生态修复费用，严格按照矿区生态修复方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤地安排治理项目资金的预算支出，进行矿区生态修复。矿山生态修复资金估算是矿山开采期间预计发生的治理成本。该成本是根据目前矿山开采能力估算的，在今后实施的过程中，应根据矿山开采状况和国家新的法规及规划治理期间市场价格进行调整。

四、监管保障

1、矿山企业将严格按照评审修改后的方案实施矿区生态修复工程。自然资源主管部门有权依法对矿区生态修复方案实施情况进行监督管理。矿山企业作为义务人应强化矿区生态修复施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门的合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

2、为保障自然资源主管部门矿区生态修复实施监管工作，矿权人应当根据矿区生态修复方案，实施阶段计划和年度计划，定期向克什克腾旗自然资源局报告当年实施情况，接受自然资源局对矿区生态修复实施情况的监督检查，接受社会对实施情况进行监督。

3、自然资源主管部门在监管中发现义务人不履行矿区生态修复义务的，按照有关法律法规和政策文件的规定，应自觉接受自然资源主管部门及有关部门的处罚。

本项目的实施，是由矿方组织实施，建立专职机构，由专职人员具体管理负责制，制定详细的勘查、设计施工方案，建立质量监测及验收等工作程序。自觉地接受财政、监察、自然资源管理等部门的监督和检查，配备专职人员和有管理经验的技术人员组成项目区土地复垦办公室，专门负责项目区土地复垦工程的实施。

参与项目勘察、设计、施工及管理的单位，必须具备国家规定的资质条件，取得相应的资质证书、项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，做到责任明确，奖罚分明，施工所需的材料须经质检部门验收合格方可使用；工程竣工后，应及时报请财政及自然资源行政主管部门组织专家验收。

第二节 公众参与

生态修复是一项复杂的系统工程，不仅关乎矿区自然生态环境的修复成效，更与周边村民的基本民生保障紧密相连。为实现矿山治理与区域原始生态生境的有机衔接，确保矿山终采后向原始权属人交付时无争议，在生态修复工作推进过程中，需充分尊重权属村民的意愿，主动征询村集体及村民代表意见，保障修复成果符合权属人后续使用需求。

我方编制单位与矿山代表于 2026 年 7 月 26 日在克什克腾旗***镇***村及 2026 年 9 月 3 日在克什克腾旗***镇***村开展了关于克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿矿区生态修复工作调查意见座谈会，其中***村参会村民代表共计 9 人，***村参会村民代表共计 4 人，就矿山生态修复事宜与村政府及村民代表充分沟通，并提供了书面公众参与调查表，会后经整理，收集到以下明确要求：

1、对土地肥沃区域，优先种植羊草、碱草等畜牧饲料类草本植物；适合种植灌木的区域，规划种植山杏、榛柴等；适合种植乔木的区域，规划种植松树、桦树等；其余区域严格参照原始地类开展植被恢复工作，最大限度还原原生生态。

2、矿山终采后，需对受矿业活动影响形成的陡峭岩坑进行妥善处置，采取防护、警示等措施，防范村民误入导致摔伤等安全事故。

3、扎实做好生态修复后的管护与动态监测工作，若后期出现生态退化问题，矿山企业需及时启动补充治理程序，确保修复效果长效稳定。

以上意见本方案均予以采纳，植被恢复建议贴合区域立地条件，生态修复针对性强，能有效提升植被恢复成活率与生态修复质量，符合矿山生态修复因地制宜核心原则。终采后隐患防护建议补齐场地安全管控短板，防范风险成效显著，能够有效消除场地安全隐患，完善矿区安全防护体系，落实安全生产与属地防护责任，保障周边群众生产生活安全，具备极强的现实必要性与实用性。长效管护监测建议保障修复成果稳定，符合生态治理长效要求，能切实保障生态修复效果长效稳定、治理成果可持续固化，契合国土空间生态修复与矿山综合治理的相关规范要求。

针对村集体及村民代表提出的上述要求，我方编制单位与矿业权人充分沟通协商后，一致认为各项要求合理可行、指向明确。此举不仅符合国家及地方关于矿山生态修复的相关政策规定，更能切实保障村民后续生产生活权益，契合民生需求。矿山企业将严格按照上述要求推进生态修复各项工作，确保落地见效。

第三节 效益分析

一、防灾减灾效益

矿山生态修复项目地质环境问题主要是开采形成的预测塌陷区、废石场影响范围广，对当地人畜的安全造成影响。该地质环境治理工程的实施，消除了隐患，体现了“以人为本”的原则。

二、社会效益

实施矿山生态修复方案工程，可有效保护矿区及周边群众的生产、生活环境，切实履行社会责任，有利于树立良好的企业形象。方案的实施最大限度地减少采矿对土地资源的破坏，方案的实施可恢复土地功能。通过方案的实施可及时恢复矿区土地功能，发展经济，为构建和谐农村、和谐社会创造了条件，具明显的社会效益。矿山生态修复方案因地制宜、因害设防，采取排、护、整、填、植等方面的综合治理措施对矿山地质环境、土地、生态进行治理。方案实施后，工程措施与生物措施相结合，在矿区栽植了适生的植被，一方面防治了崩塌等灾害的发生，另一方面通过治理将显著提高土地利用率和生产力，并增加了环境容量。矿山生态修复工程可改善矿区投资环境，带动其它相关产业发展，安置部分剩余劳动力，项目有较好的社会效益。

三、环境效益

方案的制定符合“绿水青山就是金山银山的理念”。地质环境治

理后，改善了区内生态环境质量，减轻了对地质地貌景观的破坏，使得区内部分土地使用功能得到良好利用。符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。对矿山土地进行复垦后，土地得到平整，土壤得到改善，使破损山体得于恢复，地面林草植被增加，水土得于保持促进和保持。茂盛的草木能净化空气，调节气候，美化环境，并能促进野生动物的繁殖，改善生物圈的生态环境。进行土地复垦，可防止水土流失，荒坡荒沟可长草；种树绿化后，可营造优美的工作环境。总之，实施矿山生态修复方案后，会取得好的环境效益，符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

四、经济效益

本方案实施后，治理区将恢复为乔木林地、灌木林地、人工牧草地，提高治理区内植被覆盖率。有效地防止水土流失，改良土壤，减少了各种地质灾害发生，保护了当地土地的质量和可持续发展。

第八章 结论

一、结论

（一）矿山概况

克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿现持有采矿许可证号：***；采矿权人：克什克腾旗文武矿业有限公司；矿山名称：克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿；经济类型：有限责任公司；开采矿种：铅矿、锌、银；开采方式：地下开采；生产规模：***万吨/年；矿区面积：***km²；开采标高：由***m至***m标高；有效期限：自2019年9月10日至2026年9月10日。

采矿权人并于2026年7月提交了《克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿开采方案》。《开采方案》设计将开采标高由***m至***m变更为***m至***m；将生产规模由***t/a变更为***t/a。其他信息未发生变化。《开采方案》设计服务年限为10年（含2年基建期）。

二、方案适用年限

矿山生产服务年限为10年（含2年基建期），在矿山生产服务年限期满后生态修复时间为2年，管护时间为3年，确定矿区生态修复方案规划年限为15年，即从2026年7月1日至2041年6月30日。

三、克什克腾旗文武矿业有限公司克什克腾旗刘家营矿区铅锌银矿预测总损毁土地面积25.1669hm²，其中已损毁土地面积6.9386hm²，拟损毁土地面积18.2283hm²；损毁方式为塌陷、挖损、压占，损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、农村道路、裸土地、裸岩石砾地。

四、对本项目涉及土地进行损毁程度综合评价，共30个受损区块，其中预测塌陷区1、预测塌陷区2、预测塌陷区3、预测塌陷区4总面积为21.2856hm²，损毁程度重度，拟建风井场地、拟建矿石场1、

拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路总面积为 3.8813hm^2 ，损毁程度中度。评估范围内其他区域总面积 83.0405hm^2 ，损毁程度轻度。

五、生态修复工程主要治理对象为预测塌陷区 1、预测塌陷区 2、预测塌陷区 3、预测塌陷区 4、拟建风井场地、拟建矿石场 1、拟建矿石场 2、拟建废石场 1、拟建废石场 2、PD2 场地、PD6 场地、PD8 场地、PD8-1 场地、PD8-2 场地、PD8-3 场地、PD8-4 场地、PD8-5 场地、办公生活区、炸药库、废石场 1、废石场 2、PD6 废石场、PD8-4 废石场、民采坑 1、民采坑 2、民采坑 3、截水沟、钻机平台、探坑、矿区道路，复垦修复土地总面积为 9.2624hm^2 ，其中复垦乔木林地 2.3138hm^2 、灌木林地 3.7455hm^2 、人工牧草地 3.2031hm^2 。

六、对生态修复影响范围内地质灾害、含水层、地形地貌景观、土壤、复垦效果、生态系统进行全面监测，监测时限为 2026 年 7 月至 2041 年 6 月。

七、矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：基建期（2026 年 7 月 1 日—2028 年 6 月 30 日）、生产期（2028 年 7 月 1 日—2036 年 6 月 30 日）和修复管护期（2036 年 7 月 1 日—2041 年 6 月 30 日），生态修复工作预计在 2041 年 6 月前结束。

1、基建期（2026.7.1-2028.6.30）工作安排如下：

- （1）预测塌陷区 1-4：布设网围栏、设置警示牌；
- （2）拟建风井场地：表土剥离；
- （3）拟建矿石场 1：表土剥离；

- (4) 拟建矿石场 2：表土剥离；
- (5) 拟建废石场 1：表土剥离、设置挡渣墙；
- (6) 拟建废石场 2：表土剥离、设置挡渣墙；
- (7) 办公生活区：设置标识牌、栽植景观树；
- (8) 废石场 1：对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (9) 废石场 2：对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (10) PD6 废石场：对废石进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (11) PD8-4 废石场：对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (12) 民采坑 1：对民采坑 1 进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (13) 民采坑 2：对民采坑 2 进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (14) 民采坑 3：对民采坑 3 进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (15) 钻机平台：对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (16) 探坑：对探坑进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (17) 部分矿区道路：对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；
- (18) 完善前期治理区；
- (19) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；
- (20) 对复垦区进行管护。

2、生产期（2028.7.1-2036.6.30）工作安排如下：

（1）预测塌陷区 1-4：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被。

（2）PD8-5 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

（3）对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

（4）对复垦区进行管护。

3、修复管护期（2036.7.1-2041.6.30）工作安排如下：

（1）预测塌陷区 1-4：对可能出现的塌陷坑进行回填、覆土、恢复植被。

（2）拟建风井场地：对竖井进行井筒回填、井口封堵，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

（3）拟建矿石场 1：对场地进行覆土整平、恢复植被；

（4）拟建矿石场 2：对场地进行覆土整平、恢复植被；

（5）拟建废石场 1：对挡渣墙进行拆除，对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；

（6）拟建废石场 2：对挡渣墙进行拆除，对废石进行清运，对场地进行覆土整平、恢复植被；

（7）PD2 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

（8）PD6 场地：对平硐及斜坡道进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

（9）PD8 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(10) PD8-1 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(11) PD8-2 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(12) PD8-3 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(13) PD8-4 场地：对平硐进行回填、封堵，对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(14) 办公生活区：对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(15) 炸药库：对建筑物进行拆除，对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(16) 截水沟：对截水沟进行回填，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(17) 剩余矿区道路：对堆坡进行清运，对切坡进行垫坡，对场地进行覆土整平、恢复植被；

(18) 对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

(19) 对复垦区进行管护。

七、近三年矿区生态修复工程费用为 92.30 万元。矿区生态修复工程总投资经费 488.05 万元，其中工程施工费 297.19 万元，其他费用 46.24 万元，监测与管护费 35.05 万元，预备费 109.57 万元。矿区生态修复方案不代表生态修复设计，实际投入工程量及投资金额最终以工程设计及预算为准。

二、建议

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

（二）当矿山后期需要建设选矿厂及尾矿库时（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），应对《矿区生态修复方案》进行修编。

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

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

（五）为确保矿山地面塌陷、崩塌、滑坡等不稳定边坡治理工程的安全、有效和合规，在治理工程实施前，必须聘请具备相应地质灾害防治工程设计资质或矿山岩土工程设计资质的专业单位，依据现场详实的地质勘查资料，单独编制专项治理工程设计。并按规定组织专家评审和报主管部门备案，作为指导施工、验收和安全管理的重要依据。

（六）建议矿区实施植被重建工程与当地自然景观相协调。

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