赤峰市九星矿业有限公司

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿

矿区生态修复方案

赤峰市九星矿业有限公司

2026 年 8 月

赤峰市九星矿业有限公司

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿

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

第一章　矿山基本情况 10

第一节　矿业权人基本情况 10
第二节　地理位置与区域概况 11
第三节　矿山开采历史及现状 12

第二章　矿区基础信息 19

第一节　矿区自然条件 19
第二节　社会经济概况 23
第三节　矿区地质环境背景 24
第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 39
第五节　矿区生态状况 42
第六节　矿区及周边人类重大工程活动 51
第七节　矿区生态修复工作情况 53
第八节　矿区基本情况调查监测指标 58

第三章　问题识别诊断及修复可行性分析 59

第一节　问题识别与受损预测 59
第二节　生态修复可行性分析 92
第三节　生态修复分区及修复时序安排 110
第四节　采矿用地与复垦修复安排 112

第四章　生态修复措施与工程内容 114

第一节　保护与预防控制措施 114
第二节　修复措施 122
第三节　工程内容 129

第五章　监测与管护 145

第一节　监测目标与措施 145
第二节　管护目标与措施 152
第三节　工程量 154

第六章　工程部署与经费估算 156

第一节　总体部署 156
第二节　总体经费估算 158
第三节　阶段工作任务与经费安排 177

第七章　保障措施与公众参与 183

第一节　保障措施 187
第二节　公众参与 190
第三节　效益分析 194

第八章　结论 196

附表目录

附图目录

附件目录

前　言

一、编制目的

（一）任务由来

赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿，现持有采矿许可证为***年*月取得，采矿证号***，生产规模为***万吨/年；矿区面积:***，有效期***年*月*日至***年*月*日。

2026 年 6 月，赤峰市九星矿业有限公司提交了《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿开采方案》（内矿审字〔2026〕042 号），该方案确定了白音勿拉铜矿属于扩大开采区域、变更主要开采矿种，同时提高生产规模项目。①开采范围由现有的“***m”标高变更为“***m”标高（平面范围不变）；②核实工作中发现本矿床为锌多金属矿床，以锌为主，共伴生铅、银、铜，现登记的主矿种为“铜矿”，开采主要矿种由铜矿变更为“锌矿”；③生产规模由***万吨/年提高到***万吨/年。

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿情况符合《中华人民共和国矿产资源法》中**“涉及扩大开采范围、变更开采主矿种情形，需重新编制《矿区生态修复方案》。”**

为保护矿山地质环境和生态环境，促进矿产资源合理开发，提高矿产资源利用效率，避免和减少矿产资源开采活动中对矿区地质环境、土地及生态环境的破坏，实现矿产资源开发与地质环境保护、生态环境协调发展，依据《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订）、《土地复垦条例》（国务院令第 592 号）等相关法律法规。2026 年 7 月，赤峰市九星矿业有限公司委托***承担《赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿矿区生态修复方案》的编制工作，以下简称《矿区生态修复方案》。

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

（二）上阶段方案落实情况

1、上期方案的编制情况

2022 年 4 月，赤峰市九星矿业有限公司曾委托***编制并提交《赤峰市九星矿业有限公司巴林左旗白音勿拉铜矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（赤矿治字〔2022〕080 号）（以下简称《原治理方案》），该方案适用年限为 2022 年 1 月 1 日—2026 年 12 月 31 日，现即将到期。

2、上期方案的落实情况

对于《原治理方案》设计治理内容，方案适用年限（近期）设计工作量已分解至 2022-2025 年度治理计划任务，但由于矿山 2013 年 1 月至今，未投入采矿生产，《原治理方案》设计的拟建场地并未实施，通过现场调查情况，矿山完成了对民采坑（15 处）、斜井场地、斜井工业场地、选矿厂东侧矿石堆放场地及建筑垃圾堆、尾矿库、部分矿区道路的治理，基本完成了《原治理方案》首期设计的治理内容。

3、存在的问题

依据本次实地调查结果，尽管尾矿库完成了治理验收，但整体植被恢复效果不佳，本次继续对尾矿库完善植被恢复。少量完成治理的场地，存在碎石裸露问题，植被恢复成效欠佳。

4、取得的经验

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

（三）编制目的

为保护与合理利用土地资源、系统修复矿区生态环境、全面防范地质灾害风险、保障矿区生产建设安全，统筹推进地貌重塑、土壤重构、植被重建及景观营造，实现矿区及其周边生态、经济、社会与合规效益协同统一，特编制本《生态修复方案》，作为矿山生态修复工作的指导性文本，也是办理、

延续采矿许可证的基础依据。

主要任务为：

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

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

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

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

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

6、对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确阶段工作安排情况；

7、进行矿区生态修复的经费估算，提出生态修复的保障措施。

（四）编制工作概况

1、工作程序

本次矿区生态修复方案的编写工作严格按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定的程序进行（见图 0-1）。工作流程为：接受委托→成立项目组→收集资料→开展野外调查→资料汇总、综合研究→编制方案。

图 0-1　工作程序框图

2、工作方法

（1）收集矿区社会经济、自然地理、地质条件、土壤植被分布、土地利用现状及规划、矿山开发利用方案、上一期矿山地质环境治理方案、环境影响评价报告书等相关资料，对矿区内地质环境条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动相关的矿山地质环境问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，确定矿区生态修复影响范围。

（2）基础调查：采用***地形图（实测）作为底图，开展矿山基础调查，实地调查生态修复区土壤、水文、土地利用、土地损毁、矿山地质环境破坏、生态系统，生物多样性等情况，调查范围面积 1.2327km^2，对灾害点和重要地质现象进行详细记录和拍照，基础调查内容主要是对区内交通、居民饮用水井、村庄、植被覆盖率、地形地貌、现状地质环境条件、生物多样性状况、水土污染情况等进行了调查，基本查明了评估区内的地质环境现状问题、土地损毁现状，生态本底状况等，保证了调查的质量。

（3）水土污染分析

对矿区生态修复影响范围进行地下水、土壤、固体废弃物采样与分析测试，开展问题识别诊断，潜在污染风险分析。

（4）公众调查

开展村民委员会、农村集体经济组织、村民代表及当地农牧民公众调查，发放问卷调查表 5 份，回收 5 份，公众调查范围涵盖矿山隶属的白音勿拉镇乃力珠嘎查；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。

（3）资料整理，选定矿区生态修复治理的标准和措施，明确矿区生态修复的目标，确定矿区生态修复影响范围以及土地生态修复区和生态修复责任范围；进行问题识别诊断和复垦修复适宜性评价；根据矿山地质环境影响、土地损毁、生态问题现状和预测问题分析综合诊断评价结果，进行矿区生态修复分区；根据矿山基础调查和诊断评价结果，选择参照生态系统，同

时结合国土空间规划及相关规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果，确定拟复垦修复的最佳利用方向；结合不同修复单元的参照生态系统和复垦修复目标，提出相应生态系统和地类的复垦修复标准；根据矿区生态修复单元，提出矿区生态修复措施，进行相关生态修复工程设计及经费估算，同时对矿区生态修复计划进行年度工作安排，给出相应的保障措施，完成了矿区生态修复方案的编制及图件绘制工作。

3、完成的工作量

矿山实地调查完毕后，至附近的巴林左旗白音勿拉镇乃力珠嘎查走访了当地村民，了解了矿区周边矿山分布情况及当地自然地理概况、对于矿区生态修复的建议等。矿山现状调查完毕后，与矿方沟通了有关该矿具体治理工程问题。在此基础上编制了《赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿矿区生态修复方案》。完成工作量见表 1。

表 1　工作量统计一览表

（四）编制依据

1、法律、法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 08 日）。

（2）《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日施行）

（3）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（2026 年 6 月 15 日施行）

2、政策性文件

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

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

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

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

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

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

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

3、规范及规程

（1）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

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

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

（4）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021)；

（5）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

（6）《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

（7）《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；

（8）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

（9）《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

（10）《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

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

（12）《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；

（13）《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内蒙古自治区地质调查研究院 2026.03）；

（14）《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》GB/T 43934-2024；

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

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

（17）《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

（18）《矿山生态修复技术规范 第 1 部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；

（19）《矿山生态修复技术规范 第 3 部分：金属矿山》（《TD/T 1070.3-2024）；

（20）《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011-2010）；

（21）《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）；

（22）《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

（23）《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）。

（24）《生态系统评估生态系统格局与质量评价方法》(GBT 42340-2023)；

（25）《全国生态状况调查评估技术规范—生态系统遥感解译与野外核查》(HJ 1166-2021)；

（26）《全国生态状况调查评估技术规范—生态问题评估》(HJ 1174-2021)；

（27）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）。

（28）《内蒙古自治区行业用水定额》（DB15/T 385-2025）。

4、技术资料

（1）2022 年 4 月，***编制并提交《赤峰市九星矿业有限公司巴林左旗白音勿拉铜矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（赤矿治字〔2022〕080 号）；

（2）2023 年 3 月由***编制了《赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿 2023 年度矿山地质环境治理计划书》；

（3）2024 年 3 月由***编制了《赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿 2024 年度矿山地质环境治理计划书》；

（4）2025 年 3 月由***编制了《赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿 2025 年度矿山地质环境治理计划书》；

（5）2026 年 3 月，由***编制的《内蒙古自治区巴林左旗白音勿拉矿区铅多金属矿资源储量核实报告》(备案文号：内自然资储备字〔2026〕55 号)，

（6）2026 年 6 月，由***编制的《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿开采方案》（内矿审字〔2026〕042 号）

（7）2010 年 1 月，由赤峰市环境科学研究院编制的《赤峰九星矿业有限公司白音勿拉矿区（***t/a）铜矿石采矿项目环境影响评价报告书》

（8）2023 年 1 月，巴林左旗人民政府提交的《巴林左旗矿产资源总体规划（2021-2025 年）》；

（9）第三次土地利用现状***调查资料，图幅号***;

（10）巴林左旗 2024 年国土变更调查数据;

（11）《内蒙古自治区生态功能区划报告》；

（12）《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》；

（13）《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

（14）《巴林左旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

（15）赤峰市巴林左旗气象资料（2016-2025）；

（16）矿山提供的其他资料;

二、服务年限

（一）生产服务年限

根据 2026 年 4 月由***编制的《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿开采方案》，矿山开采规模为***万 t/a，矿山生产服务年限 8 年（不含基建期）。

（二）方案服务年限

矿山生产服务年限 8 年（不含基建期），因矿山井巷工程暂未实施，仅建设了部分地表工程，矿山基建期按 2 年计，依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）10.2.1 金属矿山后续管护期一般宜为 3 年～5 年，本方案计划后续修复管护期为 5 年，据此确定本方案服务年限为 15 年，即 2027 年 1 月至 2041 年 12 月。方案执行起始时间为 2026 年 9 月。

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

第一章　矿山基本情况

第一节　矿业权人基本情况

一、矿业权人基本情况

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿行政区划隶属内蒙古自治区赤峰市巴林左旗白音勿拉镇管辖，企业归属于赤峰市九星矿业有限公司。

公司名称：赤峰市九星矿业有限公司；

成立日期：2007 年 07 月 04 日；

法人代表：***；

注册资本：***万（元）；

公司地址：***；

企业类型：有限责任公司(自然人投资或控股)；

经营范围：许可经营项目：铜矿采选（凭采矿许可证在有效期内经营）。一般经营项目：矿产品销售。

统一社会信用代码：***。

该企业资金实力雄厚，地质、采矿和选矿等技术人员已配备，企业综合能力与拟建项目相匹配。

二、采矿权基本情况

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿于 1999 年 12 月 29 日开始建设，内蒙古自治区原国土资源厅于 1999 年 12 月 29 日首次为赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿颁发采矿许可证，采矿许可证号：***，有效期至***年*月*日。

2009 年 10 月 17 日,内蒙古自治区原国土资源厅颁发采矿许可证，证号***，矿山名称：赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿；采矿权人：赤峰市九星矿业有限公司；开采方式：***；生产规模：***t/a；矿区面积：***km^2，开采深度：***m。赤峰市九星矿业有限公司分别于 2011 年 10 月 27 日、2012 年 10 月 27 日、2014 年 10 月 17 日、2022 年 10 月 17 日进行了采矿证延续。

2022 年 10 月完成的采矿证延续工作，为现持采矿许可证，发证机关为内蒙古自治区自然资源厅，证号为***；矿山名称：赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿；采矿权人：赤峰市九星矿业有限公司；开采方式：***；生产规模为***万吨/年；矿区面积：***km^2，有效期***年*月*日至***年*月*日，开采标高：***m，拐点坐标见表 1-1。矿权延续、变更情况详见表 1-2。

表 1-1　矿区范围拐点坐标

表 1-2　采矿权沿革情况一览表

三、申请采矿权情况

根据采矿权范围、矿体分布情况、采矿工程分布范围，申请采矿权范围共由***个拐点圈定，面积***km²，开采标高由***m 至***m，井巷工程标高由***m 至***m，详见下表。

表 1-3　申请开采区域拐点坐标表

第二节　地理位置与区域概况

一、地理位置

1、位置

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿位于巴林左旗白音勿拉镇乃力珠嘎查（2006 年，白音诺尔镇与白音勿拉苏木合并为白音勿拉镇，乃力珠嘎查又名海力苏嘎查），行政区划隶属巴林左旗白音勿拉镇管辖，矿区不在“三区三线”可视范围内，矿区位于白音勿拉镇可视范围。矿区极值地理坐标：

东经：***；

北纬：***。

2、交通

矿区南东距巴林左旗旗政府所在地林东镇直线距离约 46.5km；南邻白音勿拉镇，有砂石路与乡村水泥路及公路相连；南东距林东火车站直线距离约 57km；东距 S307 省道直线距离 26.5km；南距县道碧白线 300m，有柏油

及砂石路相通，交通较为方便。详见图 1-1 交通位置图。

图 1-1　矿区交通位置图

二、矿区周边概况

1、周边村庄

矿区内分布有村镇，南侧为白音勿拉镇、东侧为乃力珠嘎查，总人口约 7000 人，居民主要从事农牧业生产。

2、周边矿权关系

经查询，周边分布的矿业权主要有：

①采矿权：

***。

②探矿权：

***。

矿业权之间权属清晰，界限明显，不存在权属争议。

表 1-4　白音勿拉矿区铅多金属矿周边矿权统计表

周边矿权分布情况详见图 1-2。

图 1-2　周边矿权分布图

第三节　矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

白音勿拉铜矿为历史较悠久的老矿山，曾设采矿证（***），后因资金短缺等多方面原因，矿山被多次转让。

赤峰市九星矿业有限公司在 2007 年 10 月通过原赤峰市国土资源局挂牌出让的方式获得采矿权，于 2009 年 10 月 27 日首次取得了采矿许可证（***）。因首次发证时发生了坐标漂移，原地质工作范围不在现在采矿区内，2012 年之前，矿区没有做过较系统的地质工作。2012 年 3 月 23 日，原赤峰市国土资源局出具了矿区坐标漂移证明，发文《关于赤峰市九星矿业

有限公司巴林左旗白音勿拉铜矿进行生产勘探的批复》（赤国土资发〔2012〕439 号），同意九星矿业公司在采矿权范围内进行生产详查。2012 年 4 月矿山首次开展详查地质工作。

矿权人接手后，在原有采区（斜井 XJ1）的基础上新建二采区（竖井 SJ1），选厂和尾矿库等设施，形成***t/d（***万 t/a）采选能力。建设有竖井及斜井各一处，已开拓 758m、736m 两个中段，只在 2012 年 3 月 31 日至 2013 年 6 月 30 日期间对 758m 中段开采了少量的矿石，采出矿石量为***万 t，Pb 金属量为 2301t，Zn 金属量 1834t，Cu 金属量 562t。目前形成采空区长 23m，宽 7.5m，垂深 8m，采空区地表投影面积约 173m^2，采空区体积约 1384m^3。

2013 年 6 月至今。矿山停产，资源储量未发生变化。

根据《储量核实报告》，截至 2025 年 12 月 31 日，采矿权范围内累计查明共生资源量：矿石量 904.5 万 t，Zn 金属量 153791t，平均品位 Zn2.23%；Pb 金属量 174162t，平均品位 Pb2.50%；Cu 金属量 62149t，平均品位 Cu0.69%；Ag 金属量 66t，平均品位 Ag94.15g/t。

累计动用资源量矿石量 0.5 万 t，Pb 金属量 174t、平均品位 Pb3.48%；Zn 金属量 142t、平均品位 Zn2.84%；Cu 金属量 45t、平均品位 Cu0.90%。

保有共生资源量矿石量 904.0 万 t，Zn 金属量 153649t，平均品位 Zn2.23%；Pb 金属量 173988t，平均品位 Pb2.50%；Cu 金属量 62104t，平均品位 Cu0.69%；Ag 金属量 66t，平均品位 Ag94.15g/t。

二、矿山开采现状

（一）《开采方案》设计情况

本方案编制依据为***2026 年 6 月提交的《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿开采方案》。

1、拟建生产规模

《开采方案》设计推荐矿山建设规模为***万吨/年。

2、矿山服务年限

矿山基建期 2 年，《开采方案》计算生产服务年限为 8 年，矿山总生产服务年限为 10 年（含基建期 2 年）。

3、可供开采矿产资源的范围

根据经评审备案的《内蒙古自治区巴林左旗白音勿拉矿区锌多金属矿资源储量核实报告》，备案文号：内自然资储备字〔2026〕55 号，评审意见书文号：内自然资储评字〔2026〕57 号，《核实报告》圈定了资源量估算范围，资源储量估算范围与现采矿许可证平面一致，标高范围不一致，由***个拐点界定，面积***km^2，各拐点坐标见表 1-5。

表 1-5　资源储量估算范围拐点坐标一览表

4、申请开采区域

根据采矿权范围、矿体分布情况、采矿工程分布范围，申请开采区域共由***个拐点圈定，面积***km²，开采标高由***m 至***m，井巷工程标高由***m 至***m，各拐点坐标见表 1-6。

表 1-6　申请采矿权开采区域拐点坐标表

申请开采区域、原采矿许可证范围、资源储量估算范围空间关系见图 1-3、图 1-4。

图 1-3　申请开采区域、原采矿许可证范围、资源储量估算范围平面

图 1-4　申请开采区域、原采矿许可证范围、资源储量估算范围纵向位置关系图

5、开采矿种

本矿开采主矿种为锌，共伴生矿产为锡、锌、银、铜。矿山开采主要矿种的同时，对共伴生矿产进行综合开采，合理利用。

6、开采方式

矿区水文地质条件简单，工程地质勘查复杂程度中等，地质环境质量中等。矿区内矿体厚度 0.55～50.71m 属于极薄至极厚矿体，倾角 50～90°，属于急倾斜矿体，且埋藏较深，《开发方案》推荐采用地下开采。

7、开采顺序

设计开采的对象为拟设采矿权范围内的19条矿体。根据矿区矿体赋存条件和开采技术条件，本次设计矿山总体开采顺序为自上而下的下行式开采，同一水平的平行矿体应先采上盘矿体后采下盘矿体，中段矿块的开采顺序为后退式开采，在矿房中由下而上分层进行回采。

8、采矿方法

《开采方案》根据矿体的赋存特征和开采技术条件，采矿方法采用沿走向布置的分段空场嗣后充填采矿法、垂直走向布置的分段空场嗣后充填采矿法、浅孔留矿嗣后充填采矿法、上向水平分层充填采矿法。

通过回采工艺、技术经济指标分析，所选用的采矿方法适应于本矿山矿体特征，具有采掘工程量小、回采效率高、出矿品位高、资源回采率高，安全可靠的特点，可实现资源的充分利用；推荐的充填采矿法可最大限度回收矿柱，提高开采回采率；采空区充填后可避免地下矿山开采沉陷，采空区得到有效治理，实现资源的有效开发，减少对环境生态的扰动，属金属非金属矿地下矿山先进性高效开采技术。

9、开拓运输方案

《开采方案》推荐采用地下开采方式，斜坡道开拓方式辅以副井提升人员物料，无轨运输方案进行开发，配套工业场地、办公生活区、矿区道路，各井巷工程设施平面位置全部位于现采矿权平面范围之内；拟设主斜坡道、副井、回风井等井巷工程均设置在采矿许可证(亦为深部探矿证)平面范围内，为了最大程度的回收矿区内资源，同时考虑到拟设开拓至最低中段（***m标高）竖井提升的井筒底部结构安全需求、水仓等工程的布设，在资源储量估算最低标高以下预留***m。

根据矿山提供资料：

新建斜坡道硐口位于现有采矿工业场地2号和4号勘探线之间，规格4.1m×3.8m，硐口标高***m，最底标高***m，直线段坡度15%，曲线段坡度

5%。设计中段高度 20~52m，井下设+753m、+727m、+707m、+667m、+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387、+337m 和+285m 共 13 个中段。基建期斜坡道施工至+667m 水平，基建总长 1576m。

新建副井，井口位于现有采矿工业场地 0 号和 1 号勘探线之间，规格Φ5.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m。在井下+753m、+727m、+707m、+667m、+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387、+337m 和+285m 水平设置单向马头门。

新建南回风井，井口位于地表岩石移动范围外 20m、11 号勘探线附近，规格Φ3.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m，井下设+753m、+727m、+707m、+667m、+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387、+337m 和+285m 共 13 个中段。

新建北回风井，井口位于地表岩石移动范围外 20m、14 号勘探线附近，规格Φ3.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m，井下设+753m、+727m、+707m 和+667m 共 4 个中段。

新建盲回风井，井口位于+667m 中段、8 号勘探线附近，规格Φ3.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m，井下设+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387 和+337m 共 8 个中段。

各中段开拓系统纵投影图见下图：

图 1-5　各中段开拓系统纵投影

10、固体废物的治理措施

根据矿山提供资料：

（1）采矿废石

基建期产生废石量为 126577m^3，全部用于场平场地和场外运输道路整平，生产期废石不出硐口，用于井下充填。

（2）光选废石

光选产生废石量为 27 万 t/a，全部用于井下充填。

（3）尾矿

选厂排出的干尾矿优先满足井下采空区充填需求，剩余的尾矿临时储存在尾矿堆场内，再利用汽车运输至尾矿库堆存。

11、《开采方案》拟建单元

《开采方案》地表拟建单元为斜坡道口、副井、南风井、北风井。

《开采方案》未设计新建选矿车间与尾矿库，但根据矿山提供的生产设计规划，未来矿山将拟建选矿车间与尾矿库，届时矿山应对《矿区生态修复方案》进行修编。

12、《开采方案》利旧与废弃的现状单元

本次现状调查时，矿山新建了办公生活区，矿山拟于生产期继续利用，前期地表形成的竖井工业场地、废石场、办公生活区、炸药库、雷管库、值班室、蓄水池均在岩移范围内，《开采方案》不再利用，予以废弃；原选矿厂距离矿区较远，后续矿山设计新建选矿厂，《开采方案》不再利用原选矿厂，予以废弃。

《开采方案》工程布局图见图 1-6。

图 1-6　《开采方案》工程布局图

（二）现状工程单元布局

根据现场调查，矿山已形成的地表工程单元大部分通过前期治理，但矿山基建与核实工作新增部分现状单元，现状已形成的地表工程单元包括：新建办公生活区、新建工业场地、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路等。（其中“新建工业场地”包含《开采方案》拟建的“斜坡道口、副井”；前期形成的“废石场、办公生活区”本次重新规划至“竖井工业场地”）。

现状工程场地分布见下图（图 1-7、图 1-8、图 1-9）。

现状场地与拟建工程单元叠合图见图 1-10。

图 1-7　矿山现状工程布局图（矿区范围）

图 1-8　矿山现状工程布局图（选矿厂范围）

图 1-9　选矿厂与矿区位置相对位置图

图 1-10　现状场地与拟建场地叠

第二章　矿区基础信息

第一节　矿区自然条件

一、气象

本区地处中温带，属中温带半干旱大陆性气候，具有冬季漫长而寒冷，春旱多风温差大，夏季短而酷热，秋季气温骤降，冬季严寒漫长；该区夏季降水集中，雨热同期。根据赤峰市巴林左旗气象站 2016-2025 年气象观测资料，年平均气温 5.54℃，最高气温 40℃，最低气温－32℃；多年平均降水量 371.58mm，降水多集中在 6～8 月份，降水量占全年降水总量的 68～74%，日最大降水量 72.5mm；多年平均蒸发量 2091.50mm；多年平均湿度为 49%；年日照时数 2926.7 小时；无霜期 151 天，最大冻土层深度 1.96m；冬季多西北风，夏季以东南风为主，风速 4.0～6.2m/s。近 10 年的降水量与年均气温统计情况见见图 2-1，表 2-1。

表 2-1　巴林左旗近十年年降水量统计表（2016 年～2025 年）

图 2-1　巴林左旗降水量和蒸发量统计图（2016 年～2025 年）

二、水文

矿区属于西辽河水系新开河流域。

矿区地处乌尔吉木伦河地下水系统的补给径流区，区内地表水的排泄河流为乌尔吉木伦河上游支流查干白其河，查干白其河谷位于矿区南偏东方向约 3.0km 处，呈近东西向展布，该河谷地段为当地最低侵蚀基准面，标高***m，区内矿井最低排泄面标高为***m。

查干白其河发源于巴林左旗白音勿拉石棚沟里，高程***m，流域面积 537.7km^2，流经自音勿拉镇、碧流台镇，在巴林左旗碧流台镇下伙房村汇入乌尔吉木伦河，该河总长度 36.0km，总落差 470.0m，平均比降 13.0‰，流域地貌以山地为主，为季节性流水河。

矿区及周边山间沟谷洼地枯水期干涸无水，雨季为排洪通道，一般 7～8 月份大暴雨后局部出现洪流，据调查最大水深 0.2～0.5m，历史最高洪水

位标高 750m，洪水流量约 20～30m^3/s，淹没范围顺沟谷底部呈条带状分布，面积不大，雨后便很快消失。

三、地形地貌

1、地形

矿区地处大兴安岭山脉南段东坡的低山区，区内总体地势西高东低，最高点位于矿区中部偏西山体顶部，海拔标高***m，最低点位于东南部坡麓低洼地带，海拔标高***m，最大相对高差***m。区内侵蚀切割程度浅，山间波状起伏，顶部基岩裸露，主体走向北西～南东向，顶部多侵蚀-剥蚀为圆顶或长梁状，山坡多为直坡，坡角 5°～10°。

2、地貌

根据矿区地貌形态特征，矿区地貌形态类型为低山地貌。

低山（Ⅰ）

矿区整体地貌为低山地貌，山顶多呈圆顶状，山势较缓，山坡坡角在 5-25°，山脊处基岩裸露（见照片 2-1）。

照片 2-1　低山地貌

四、植被

1、植被类型

调查区植被类型属于半干旱草原灌草植被。根据《内蒙古植被》，矿区在植物地理区系上，主要包括大兴安岭南段东麓的低山区，植被类型多样，涵盖了从华北植物区系到东北植物区系的过渡地带，有森林、草原、湿地等多样的生态系统。所调查的 123.2680hm^2 范围内，植物种类丰富，常见乔木主要为杨树、松树、蒙古栎等，灌木主要有山杏、虎榛子，成片分布于矿区内部及周边，草本植物以羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、胡枝子、冷蒿等为主，大多夹杂分布于林地之间。

矿区及周边主要的植被类型为羊草，所占面积为 65.9678hm^2，占调查范围的 53.52%，林地所占面积为 22.6043hm^2，占调查范围的 18.34%。最后

为农作物，所占面积为 7.0255hm^2，占调查面积的 5.70%。灌木在调查区分布较少，仅分布在选矿厂范围内，所占面积仅为 2.4096hm^2，占调查面积的 1.95%。无植被区域主要为原有的工业场地、道路以及居住用地。

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

矿区植被类型面积见表 2-2。

表 2-2　植被类型调查结果表

2、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：

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

式中：*NIR* 表示红外波段的反射率；

RED 表示可见光波段的反射率。

通过计算这两个波段的反射率的差值和比值，可以得到 *NDVI* 的数值。*NDVI* 的数值范围通常在-1 到 1 之间，数值越大代表植被覆盖度越高，生长状况越好。

统计 *NDVI* 直方图，提取：

NDVIs 与 *NDVIv* 数值计算 *FVC* 植被覆盖率：

$$FVC = \frac{(NDVI - NDVI_S)}{(NDVI_V - NDVI_S)}$$

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；

NDVIv 为纯植物像元的 *NDVI* 值；

NDVIs 为完全无植被覆盖像元的 *NDVI* 值。

根据遥感估算植被覆盖度，将矿区植被覆盖度划分为高覆盖度（70%-90%）中高覆盖度（40%-70%）、中覆盖度（20%-40%）、低覆盖度（10%-20%）、极低覆盖度（<10%）五个级别，通过估算得出各功能区的植被覆盖度组成；各功能区植被覆盖度统计详见表 2-3，调查区植被覆盖见图 2-2、图 2-3。

从图中可以看出，调查区已损毁区植被覆盖度较低，损毁类型主要为压占，该区域主要由极低覆盖度、低覆盖度组成，集中在矿区内的建筑物、道路等；选矿厂范围整体植被覆盖度较低，与尾矿库植被恢复效果不佳有关；损毁植物种类为羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、蒙古栎等；未损毁区植被覆盖度最高，该区域主要由中覆盖度、中高覆盖度、高覆盖度组成，植物种类多为农作物、人工林，选矿厂范围损毁植被类型为虎榛子、山杏灌丛。

照片 2-4　矿区植被

图 2-2　矿区植被覆盖度图（矿区范围）

图 2-3　矿区植被覆盖度图（选矿厂范围）

表 2-3　调查区植被覆盖度统计表

五、土壤

大面积分布于矿区山坡及沟谷边缘处，矿区土壤类型主要为栗钙土，主要分布于山前坡麓地带，山坡及山顶土壤较薄，土壤厚度 0.3-5m，矿区土壤质地疏松、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，土壤容重在 1.25g/m^3 左右，＜0.002mm 粘粒含量 41.72％，粒状或团块状结构，有机质含量 6.28-12.0g/kg，pH 值 7.68-8.39。（见照片 2-5）。

照片 2-5　土壤剖面

第二节　社会经济概况

巴林左旗位于内蒙古自治区东部，赤峰市北部，是蒙东有色金属产业集聚发展的重要区域，生态区位与资源区位优势显著。白音勿拉镇隶属巴林左旗，乃力珠嘎查地处白音勿拉镇辖区内，（2006 年白音诺尔镇与白音勿拉苏木合并为白音勿拉镇，乃力珠嘎查又名海力苏嘎查）赤峰市九星矿业有限公司巴林左旗白音勿拉铜矿坐落于该村境内，区位上南东距林东镇 46.5 公里，西南距赤峰城区 306 公里；辖区东与碧流台镇接壤，北和乌兰白其嘎查接壤，南与查干白旗相连。

白音勿拉镇共辖 6 个行政嘎查（14 个自然村）、1 个社区（3 个居民区），户籍人口 2869 户 6010 人，常住人口 2431 户 6472 人。

全镇总面积 868 平方公里（含石棚沟林场总面积 83.5 平方公里），耕地面积 9.16 万亩（其中水浇地 2.46 万亩、旱地 6.7 万亩；含石棚沟林场耕地总面积4144.2 亩）、草地面积61.6 万亩（含石棚沟林场草地总面积85297.73 亩）、林地面积 53.8 万亩（含石棚沟林场林地总面积 28438.6 亩）。

农牧业产业方面。种植业以种植青贮、玉米、大豆、饲草料、笤帚苗等农作物为主。养殖业以牛、羊等牲畜养殖为主。目前，全镇牛存栏约 2.6 万头，羊存栏约 13.6 万只。现有养殖专业村 5 个、家庭牧场 58 处、合作社 17 个，建有牛冷配流动改良点 2 处，培育奶食品加工小作坊 3 家。

已探明金属、非金属矿藏种类繁多，以铅、锌、银、铜、铁、钼为主。现有金属矿探矿权 11 宗、采矿权 20 宗；有色金属矿石已探明储量***万吨，潜在经济价值巨大。非金属矿采矿权 7 宗，资源主要以石灰石为主。已探明储量***万吨，远景储量近***亿吨。现有正在生产的***等多家工矿企业。

矿区用电引自东北电网白音勿拉镇 33kv 变电所(容量 30000KVA)，高压供电线路“T”接入矿区并投入使用，绞线型号为 LGJ70mm^2,架空线路长 3km，可满足矿山生产生活需要。

水源为机电井，位于矿区南侧约 2.0km 的白音勿拉镇，单井涌水量 40m^3/d，能够满足生活用水需求；生产及消防用水为坑内涌水，由水泵集中排至高位回水池，沉淀后供井下凿岩、除尘、消防等。通讯网络已经覆盖矿区，通讯方便。投资开发及建设环境良好。

矿区及其附近无重要水源地，无各类自然保护区、地质遗迹、文物古迹、古村落、历史文化保护区、风景名胜区。

第三节　矿区地质环境背景

一、区域地质概况

根据《内蒙古大地构造单元划分及其地质特征》划分，白音勿拉矿区锌多金属矿大地构造位置处于华北板块（Ⅳ），华北北部陆缘增生带（Ⅳ$_1$），宝音图-锡林浩特火山型被动陆缘（Ⅳ$_1^1$）东部（图 2-4）。本区位于古亚洲洋成矿带与环太平洋成矿带叠加转换部位，地质构造及成矿作用十分复杂。区内褶皱、断裂构造发育，岩浆活动强烈频繁，为区内内生矿产成矿提供了良好的地质条件。

图 2-4　区域大地构造分区图

1、区域地层

该区古生代区域地层区划属华北地层大区，内蒙古草原（赤峰－哈尔滨）地层区，锡林浩特－磐石地层分区。中新生代地层隶属于滨太平洋地层区，大兴安岭-燕山地层分区，乌兰浩特-赤峰地层小区。区域地层划分情况，见表 2-4。

表 2-4　白音勿拉矿区区域地层简表

2、区域构造

区内褶皱构造和断裂构造发育。

褶皱构造主要分为三个构造亚层，分别为二叠世构造亚层、中侏罗世构造亚层、晚侏罗世构造亚层，白音勿拉锌多金属矿位于二叠世构造亚层内。

断裂构造主要有北东向压性断裂、北西向张扭性断裂、近东西向压扭性断裂及近南北向张扭性断裂，以北东和北西向最为发育。白音勿拉锌多金属矿位于北西向 F18 断裂与近东西向的 F15 断裂交汇部位。

（1）区域褶皱

区域内褶皱构造发育，分为三个构造亚层。分别为二叠世构造亚层、中侏罗世构造亚层、晚侏罗世构造亚层。

（2）断裂构造

区内断裂构造十分发育，与各期褶皱构造紧密伴生，对成岩成矿具有重要的控制作用。根据断裂的走向、力学性质等，大体可分为四组，即北东向压性断裂、北西向张性、张扭性断裂、近东西向压扭性断裂及近南北向张扭性断裂，以北东和北西向最为发育。

1、北东向压性断裂：该组断裂遍布全区，为区内构造格架的重要组成部分，形迹突出，规模较大，但分布不均。断裂呈舒缓波状，50～60°方向展布，为压性，具长期多次活动性质，常成带出现。

2、北西向断裂(F11、F12、F17、F18、F20、F22)：为区内构造形迹较为突出的一组断裂构造，多兼顺时向扭动特点，规模相对北东向小，具等间距、平行分布的特点。

3、近东西向断裂(F13、F15、F16)：该方向断裂在区内不甚发育，但规模较大，主要沿近东西向的几条沟谷延展。切割了北东向断裂，局部对北西向断裂有限制作用。

4、南北向断裂（F19、F21）：该方向断裂多显示张性特征，部分具扭性特点，有多期活动的性质。

图 2-5　区域构造纲要图

二、矿区地层

矿区出露的地层单元较少，仅有上二叠统林西组的第二岩性段和第四系。特征如下：

1、二叠系上统林西组二岩段（P_3l^2）：

出露于矿区的大部分地区。地层走向北东 30～65°，倾向南东，倾角 53～60°。岩性为变质粉砂岩，出露厚度大于 320m。

变质粉砂岩（P_3l^2ssl）：岩石呈灰绿色，具粉砂状结构，层状构造。主要矿物成分为石英，含量约 80%；其次为长石，含量约 15%，两者均呈棱角状，粒度为 0.01～0.1mm，砂屑成分占 80%，胶结物占 20%。含有少量黄铁矿结核。

2、第四系(Q)：

分布于矿区南部低洼处，主要为黄色及灰色粉砂、黄土状亚砂土夹泥质亚粘土、灰褐及黄褐色亚粘土、亚粘土及砂砾石等，厚度 0.3～5.0m。

三、矿区构造

1、褶皱构造：矿区上二叠统林西组地层总体呈单斜展布，走向北东，倾向南东，倾角 53～60°。

2、北东向断裂构造：

位于 11～16 勘查线之间,断裂形态呈厚脉状，此断裂带是在二叠系上统林西组变质粉砂岩内发育的一条北东向断裂构造。断裂带给隐爆(次相的)提供了空间位置，断裂构造内发育晚侏罗世隐爆角砾岩岩体。走向北东 30°，倾角近于直立，矿区控制长度约 520m,控制斜深 620m，控制宽 15～70m。沿其走向及倾向具有弯曲、膨缩等特征。角砾呈棱角状、次棱角状、次圆状和板状，角砾分布无序，成分主要为变质粉砂岩，砾径 1～15cm 不等，角砾边缘具有热液蚀变边(退色边)，角砾具有可拼合特征。隐爆角砾岩岩体控制着 1、1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11、1-12、1-13、1-14、1-15、1-16 及 1-17 号矿体的分布。

区内尚发育有次一级的断裂构造，规模较小。通过 0 线钻孔揭露，在主体隐爆角砾岩岩体北西侧，发育有四条规模较小的次一级的断裂构造，构造

内隐爆角砾岩发育，总体走向北东，倾向北西，控制着 2 号矿体及蚀变带的产出。

矿区构造纲要见图 2-6。

图 2-6　矿区构造纲要图

四、岩浆岩

1、侵入岩

白垩世中细粒花岗岩(Kγ)：矿区地表出露的侵入岩为白垩世中细粒花岗岩(Kγ)，位于矿区南西部，呈小岩珠状产出，出露面积约 0.01km^2，岩性主要为中细粒花岗岩。

2、次火山岩

晚侏罗世隐爆角砾岩（J_3IB）：主要分布于矿区东部，地表出露面积约 0.02km^2，呈厚脉状，走向北东 30°，倾角近于直立，深部向南西方向侧伏，侧伏倾角 50～60°。沿其走向及倾向具有弯曲、膨缩等特征，总体中间较厚，向两侧逐渐变薄直至尖灭。长度约 520m，宽度约 15～70m。

3、脉岩

矿区面积较小，地表未见脉岩侵入。在深部通过钻孔揭露二条英安岩脉，厚度 5～7m。

五、区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2015)，本区地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s，比照Ⅱ类场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表，地震烈度为“<Ⅵ度”，该区域地壳属稳定区。

矿区所处区域未见明显的新构造活动及岩浆活动，地壳活动一直处于较稳定状态，矿区处于区域相对稳定地带。根据赤峰地区地震资料，2003 年 8 月 16 日，矿区东南约 80km 的巴林左旗与阿鲁科尔沁旗交界处发生 5.9 级地震，极震区在巴林左旗白音沟乡水泉沟村、孤山子村一带，震源深度约 23- 26km，矿区内有震感，由于距离较远，对矿区及附近居民生产生活未

造成影响。

六、水文地质

矿区地处大兴安岭山脉南段东坡，所处区域总体地势西高东低，自然形成低山和河谷平原两种地貌类型。低山在区域内分布广泛，海拔标高 1010～700m，切割程度较浅，多为低缓起伏的山地，坡度一般 5～20°，山顶多侵蚀剥蚀为长梁或圆顶状，基岩裸露；河谷平原主要分布于区域南部及东北部乌尔吉木伦河上游支流查干白其河和乌兰白其河河谷及两侧，海拔高度 700～670m。当地最低侵蚀基准面标高为 730m，历史最高洪水位标高 750m。

1、岩（矿）层的富水性

根据含水层介质及补径排条件，将矿区地下水划分为第四系松散岩类孔隙透水不含水层和基岩裂隙含水层二种类型。

(1)第四系松散岩类孔隙透水不含水层

主要分布于矿区东南部坡麓低洼地带，岩性由第四系全新统坡洪积砂砾碎石、含砾粗砂、含砾粉土组成，砂砾石粒度大小不等，粒径一般 1～10mm，最大 50mm，分选磨圆差，多为棱角状、次棱角状，主要成分为变质粉砂岩，该层厚度 0.3～5.0m，由于所处地势高坡度陡，分布面积小，结构松散，渗透性好，该层透水不含水，为下部含水层渗透补给区。

(2)基岩裂隙含水层

在矿区内分布广泛，含水层岩性主要为变质粉砂岩和隐爆角砾岩，地下水主要赋存于区内风化裂隙、断裂构造及其次生的节理裂隙中，是矿床的主要充水含水层，其富水性的强弱、埋藏深度均受大气降水、风化、构造裂隙的发育程度、规模等控制。

①风化裂隙含水层，基岩表层风化强烈，裂隙发育，风化壳发育厚度 7.40～58.80m，在分水岭附近及高位山坡，风化裂隙带透水不含水，而在地形相对平缓或低洼的山坡坡麓地带，风化裂隙含水，水位埋深相对较浅，风化裂隙含水层为一近似层状分布的裂隙潜水含水体，厚度 1.00～9.30m 不

等，枯水期含水层厚度变小或透水不含水，受季节变化影响明显，据前期井巷开拓资料显示，揭露风化裂隙带后坑壁出现渗流、滴水现象，滴水区水量一般为 0.05～0.1L/s，矿坑最大涌水量 10m^3/d，风化裂隙含水层的富水性弱。

②构造裂隙含水层，区内断裂构造发育，为地下水的赋存和运移提供了有利的空间和通道，北东向断裂是区内主要控矿、容矿构造，既是富矿带又是赋水带，带内及两侧岩石局部破碎，裂隙发育，受大气降水或风化裂隙水的补给形成构造裂隙含水带，上部风化裂隙含水层和下部构造裂隙含水带无明显界线，构成具有相同水位的统一含水体，是矿床充水的主要来源。

根据坑道调查资料，地下水主要赋存在控矿构造破碎带及其两侧围岩裂隙密集带之中，围岩裂隙发育不均，含水层岩性主要为变质粉砂岩和隐爆角砾岩，含水层呈不连续的狭长带状和透镜状，含水裂隙宽度一般 1～5mm，含水岩层富水性随构造裂隙发育而变化，各中段坑道地下水主要沿矿脉顶底板裂隙发育处外流，出水形式多为滴水，富水性在平面上差异很大，裂隙不发育地段为多为潮湿或干燥区，经统计矿坑涌水量最大为 16.70m^3/d，平均 11.80m^3/d。

为详细查明矿床充水含水层（带）的富水性及导水性等特征，2026 年 3 月内蒙古物华天宝矿物资源有限公司对矿区开展了水文地质钻探工作，将 SZK1 部署于构造裂隙带（矿体）内，终孔孔深 570.00m，根据水文地质编录及物探测井资料，查明含水层岩性为晚侏罗世隐爆角砾岩，揭露了基岩风化裂隙带及构造裂隙带，其中风化裂隙带厚度 58.80m，构造裂隙上部以张型为主，深部 120.40～461.20m 段构造裂隙呈闭合状，裂面平直、新鲜，局部破碎呈泥状、粉末状，判定为阻水构造，上部风化裂隙带与其下部构造裂隙连通性较好，因此上部风化裂隙含水层和下部构造裂隙含水带无明显界线，构成的基岩裂隙含水层总厚度为 100.54m，静止水位埋深 16.31m，经钻孔抽水试验，水位降深 19.60～57.85m 的涌水量为 0.26～0.454L/s，换算单位涌水量（91mm 口径，10m 降深）0.016L/s•m，含水层的富水性弱，渗透

系数 0.011～0.012m/d，地下水类型为潜水，水化学类型为 HCO_3～Ca 型水，矿化度 0.618g/L。

综上所述，风化裂隙带、构造裂隙破碎带及其影响范围内有利于地下水的富集，但导水性不强，富水性弱。基岩裂隙水受大气降水制约，补给来源不充足，基岩裂隙含水层(带)的富水性弱，导水性差，对未来矿床开采的影响不大。

2、地下水补给、径流及排泄

矿区地下水位动态与大气降水具有相关性。地下水主要接受大气降水入渗补给，区内降雨多集中在 6～8 月份，水位最高值一般出现在集中降水过后 1 个月左右，滞后时间主要与地层岩性、厚度、所处地貌部位及构造裂隙发育程度有关。由于大气降水的逐渐减弱，9 月中旬以后水位逐渐下降，这种趋势一直延续到次年 4 月，综上所述，地下水动态受大气降水的季节性、周期性变化规律控制，每年 6～8 三个月集中接受补给，水位上升，枯水期消耗水位，缓慢下降，具有集中补给长年消耗，周而复始的特点。本区地下水成因类型为降水入渗型。

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

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

3、充水因素

(1)充水水源及方式

①大气降水

矿床分布于区内山顶或山坡地带，所处地形有利于大气降水形成地表径流排泄，而部分降水在地表径流过程中渗入地下，成为矿床充水水源，由于矿体存在露头，因此矿床充水直接或间接地受到大气降水的影响。

②基岩裂隙水

基岩裂隙水在区内分布广泛，主要赋存于基岩风化裂隙、断裂构造及其次生的节理、裂隙中，与矿体直接接触，地下水直接进入矿坑，为矿床的主要充水水源，风化带裂隙含水层与构造裂隙含水层为矿床的直接充水含水层。

③老窑水

矿山以往开采后形成的采空区，现状采空区无积水情况。但随着开采深度的增加，采空区的不断扩大及对采空区的回填封闭处理，不排除未来局部地段可能积存老窑积水，一但与其下部或旁侧导通会直接涌入未来掘进开采地段，给矿山安全生产造成巨大隐患，所以老窑积水也为矿坑不可忽视的直接充水水源之一。

④地表水

矿床附近无常年性地表径流和水体，区内及周边山间沟谷洼地枯水期干涸无水，只在雨季大暴雨过后局部出现洪流，据调查最大水深 0.2～0.5m，历史最高洪水位标高 750m，洪水流量约 20～30m^3/s，淹没范围顺沟谷底部呈条带状分布，面积不大，雨后便很快消失。矿区海拔标高***m，矿体分布于区内地势较高地带，地表汇水面积小，径流排泄通畅，周边雨季地表洪水不构成矿床的充水水源，但仍需重视强降雨对矿坑充水的影响，未来开采时要切实有效地完善矿床附近相关排洪引水设施，避免洪水给开发矿床造成水患。

(2)充水通道

矿床上部充水通道主要为风化裂隙，下部充水通道主要以构造裂隙通道为主，因此大气降水通过上部基岩风化裂隙带，以及下部构造裂隙或断裂

破碎带渗入，是大气降水进入矿坑的主要通道，此外，还存在风钻炮眼、爆破震动裂隙等人为导致的矿床充水通道。

(3)充水强度

矿床位于当地侵蚀基准面以下，开采矿床的充水强度受大气降水、构造、断层破碎带的影响明显，矿坑涌水量最大 16.70m³/d，平均 11.80m³/d，基岩裂隙含水层渗透系数 0.012m/d，单位涌水量 0.016L/s•m。

4、涌水量预测

根据矿床水文地质条件，矿坑涌水量预测依据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020），并根据区内矿体资源储量规模、分布、赋存情况，采用潜水完整井“大井法”和“比拟法”预测区内各矿体开采至最低标高（285m）的平均水位降深为最大含水层厚度为 107.50m。

根据《开采方案》计算得出矿坑正常水量，详见表 2-5。

表 2-5 “大井法”矿坑涌水量估算参数及计算结果表

经估算采用“大井法”计算开采至最低可采标高（+291m）的矿坑正常涌水量为 430.40m³/d，最大涌水量为 688.63m³/d。

采用“比拟法”计算开采至最低可采标高（+291m）的矿坑正常涌水量为 2204.97m³/d，最大涌水量为 3527.94m³/d。

5、水文地质勘查类型

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

七、工程地质特征

1、工程地质岩组划分

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

(1)第四系松散岩土组

广泛分布于矿区弱风化带以及原生带内，岩性为主要为变质粉砂岩，构成区内矿体的顶底板围岩，结构类型以厚层状结构为主，局部受弱风化及构造应力影响，呈裂隙块状结构。该组岩石结构总体致密，饱和抗压强度为58.0～95.0MPa，属坚硬～较坚硬岩，锤击声清脆，不易开裂。据钻孔工程地质编录，岩石节理裂隙发育程度弱，裂隙密度一般2～5条/m，裂隙微张-闭合，硅质或钙质充填，钻孔岩芯主要呈长柱状、短柱状，采取率100%，岩石质量指标(RQD)53-100%，平均90.6%，岩体中等完整～完整，坑道揭露后大部分地段不需要支护，构成矿体或巷道的顶底板围岩的稳定性较好，工程地质条件较好。

(2)软～较软散体变质粉砂岩组

主要分布于区内东部，呈厚脉状北东向展布，地表出露面积约0.02km²，倾角近于直立，厚度约15～70m，岩性为隐爆角砾岩，构成区内矿体的赋矿岩石及顶底板围岩，角砾由大量热液蚀变矿物胶结，岩石总体胶结较好，结构类型以块状结构为主，局部受构造应力及蚀变影响，呈裂隙块状或碎裂结构。岩石结构致密，饱和抗压强度为60.4～109.7MPa，属坚硬岩类，锤击声清脆，不易开裂。据钻孔工程地质编录，该段岩石节理裂隙发育程度不均，裂隙密度一般2～5条/m，裂隙微张-闭合，硅质或钙质充填，裂隙发育地段大于8条/m，裂隙呈张开，无充填或钙质充填，岩石质量指标(RQD)33～100%，平均80.6%，该岩组岩体总体较完整，未来坑道揭露后大部分地段不需要支护，构成矿体或巷道顶底板围岩的稳定性较好，工程地质条件较好。

(3)坚硬～较坚硬厚层状变质粉砂岩组

主要分布于区内岩体顶部的强风化带内，强风化带内岩石风化强烈，多

数成残坡积砂砾碎石，发育厚度1.60～10.70mm，平均4.73m，风化裂隙极发育，多为张性裂隙，裂隙宽0.5～5mm，岩石结构完全遭受破坏，褐铁矿化、粘土矿化等风化蚀变强烈，岩芯主要呈碎块、碎屑状，RQD值0～25%，平均3.70%，该层属软弱岩层，稳固性差，工程地质条件差，井巷揭露后需支护或加固。

(4)坚硬块状隐爆角砾岩组

主要分布在隐爆角砾岩岩体的蚀变破碎带及裂隙密集带影响范围内，节理裂隙发育，破坏岩体的完整性，岩石质软破碎，稳定性差，是影响矿床工程地质条件的主要不利因素，钻孔揭露厚度1.60～5.10m不等，分布分散不连续，构造破碎带中见断层角砾、断层泥，岩石大多数胶结较差，结构疏松，遇水易软化，强度降低，手掰即碎，属软-较软岩。钻孔岩芯主要呈块状、碎块、碎屑状，岩石质量指标(RQD)值33～43%。该段岩石完整性差，力学强度低，见水易形成软化层，形成临空后易坍塌滑动，作为坑壁难于直立，工程地质条件差，矿坑揭露上述地段均需进行支护与加固。

(5)软-较软碎裂-散体隐爆角砾岩组

主要分布于矿区东南部坡麓低洼地带，厚度0.3～5.0m，岩性为坡洪积砂砾碎石、含砾粗砂、含砾粉土等，砂砾碎石呈散体结构，无分选性，粒度大小不等，粒径一般1～10mm，最大50mm，多为棱角状、次棱角状，渗透性较好，结构较密实，承载力特征值180～220KPa，粉土呈松散-半固结状态，质地疏松，具大孔隙，渗透性较好，承载力特征值120-140KPa，该岩组工程地质条件差。

2、矿体围岩力学性质

根据《核实报告》物理力学性质试验：

变质粉砂岩饱和抗压强度为58.0～95.0MPa，软化系数0.80～0.90，内摩擦角40.6～41.6°,内聚力为15.6～19.4MPa，岩石为坚硬～较坚硬岩，力学性质良好。

隐爆角砾岩饱和抗压强度为60.4～109.7MPa，软化系数0.81～0.97MPa，内摩擦角40.7～42.7°,内聚力为15.9～24.4MPa，岩石属坚硬岩类，力学性质良好。

3、工程地质评价

(1)第四系松散岩土组

主要分布于矿区东南部坡麓低洼地带，分布面积小，该岩组工程地质条件差，由于未来井巷开拓范围不影响该松散层，因此该岩组对矿山开拓生产影响微弱。

(2)软～较软散体变质粉砂岩组

主要分布于区内岩体顶部的强风化带内，强风化带内岩石风化强烈，多数成残坡积砂砾碎石，风化裂隙极发育，褐铁矿化、粘土矿化等风化蚀变强烈，该岩组稳固性差，影响浅部矿体顶底板围岩的稳定性，工程地质条件差，井巷揭露后需支护或加固。

(3)坚硬～较坚硬厚层状变质粉砂岩组

广泛分布于矿区弱风化带以及原生带内，岩性为主要为变质粉砂岩，构成区内矿体的顶底板围岩，结构类型以厚层状结构为主，局部受弱风化及构造应力影响，呈裂隙块状结构。该组岩石结构总体致密，坑道揭露后大部分地段不需要支护，构成矿体或巷道的顶底板围岩的稳定性较好，工程地质条件较好。

(4)坚硬块状隐爆角砾岩组

该岩组呈厚脉状北东向展布，构成区内矿体的赋矿岩石及顶底板围岩，岩石总体胶结较好，结构类型以块状结构为主，局部受构造应力及蚀变影响，呈裂隙块状或碎裂结构。岩石结构致密，该岩组岩体总体较完整，未来坑道揭露后大部分地段不需要支护，构成矿体或巷道顶底板围岩的稳定性较好，工程地质条件较好。

(5)软-较软碎裂-散体隐爆角砾岩组

主要分布在隐爆角砾岩岩体的蚀变破碎带及裂隙密集带影响范围内，节理裂隙发育，破坏岩体的完整性，岩石质软破碎，稳定性差，是影响矿床工程地质条件的主要不利因素，该段岩石完整性差，力学强度低，见水易形成软化层，形成临空后易坍塌滑动，作为坑壁难于直立，工程地质条件差，矿坑揭露上述地段均需进行支护与加固，以防掉块、坍塌、冒顶、片帮等不良工程地质现象的发生。

4、主要工程地质问题

(1)风化岩体不良工程地质问题

由于岩石结构构造和矿物成分的差异，造成各类岩石抗风化能力的不同，本区岩性主要为变质粉砂岩和隐爆角砾岩，局部分布中细粒花岗岩，其中花岗岩结构致密、坚硬，抗风化破坏能力较强，变质粉砂岩和隐爆角砾岩次之，风化带垂直分为强风化带和弱风化带，强风化带发育厚度 1.60～10.70mm，平均 4.73m，弱风化带发育厚度 4.70～48.10m 不等，风化裂隙随风化深度而减少，最后以构造裂隙和原生裂隙为主，同时风化带的厚度还与地势的高低、基岩的裸露程度有关，风化带覆盖较厚处均位于区内地势较高地带。

岩体顶部强风化带属软弱层，在矿区内分布广泛，带内岩石一般呈散体结构，岩体质量等级坏，井巷工程揭露后均采取钢筋混凝土或喷浆支护。区内浅部矿体顶底板围岩稳定性受其风化程度的影响较大，开拓开采过程中需做好支护与加固措施，以防掉块、坍塌、冒顶、片帮等不良工程地质现象的发生。

(2)块状结构岩体不良工程地质问题

矿体赋存于晚侏罗世隐爆角砾岩岩体中，未来井巷开拓范围能影响到的岩体主要为隐爆角砾岩。隐爆角砾岩岩体走向北东 30°，倾角近于直立，控制长度约 520m,控制斜深 620m，控制宽 15～70m。沿其走向及倾向具有弯曲、膨缩等特征，断裂内隐爆角砾岩发育，角砾呈棱角状、次棱角状、次

圆状和板状，分布无序，由大量热液蚀变矿物胶结，岩石总体胶结较好，但局部地段蚀变强烈，裂隙发育，对围岩切割强烈，导致岩体破碎，影响岩体局部稳定性，钻孔揭露厚度 1.60～5.10m 不等，分布分散不连续，延展有限，带中见断层角砾、断层泥，岩石大多数胶结较差，结构疏松，遇水易软化，未见对矿体有明显的破坏，但影响矿体及巷道顶底板围岩的稳定性，揭露后需及时进行支护与加固。裂隙密集带内细小裂隙发育，呈网状分布，对岩体切割强烈，降低岩石的强度，影响岩体的完整性，裂隙充填物遇水后易软化，从而形成软弱结构面，对岩体的破坏作用很大，易发生坍塌、片帮、掉块工程地质问题，在矿山开拓生产中要特别注意。

综合上述，矿床赋存地段顶部岩石风化裂隙发育，岩石呈散体结构，其稳定性较差，浅部矿体顶底板围岩稳定性受其风化程度的影响较大，开拓开采过程中需做好支护与加固措施，随着深度增加岩石趋于完整，渐趋稳定，以往井巷工程揭露表明矿体围岩稳定性总体较好，但由于局部构造裂隙破碎带发育，矿体及井巷顶底板岩石力学性质降低，在一定程度上破坏了矿体及井巷顶底板围岩的稳定性，安全性降低，易冒顶片帮落石，给采矿工程带来一定影响，矿山实际开拓过程中揭露裂隙块状结构的顶板不需支护，喷浆即可，而碎裂或散体结构的顶板需及时支护并喷浆。未来开采建议对破碎软弱区、裂隙发育地段及时进行支护，一般采用木支护或钢梁支护并喷浆，边采边支护，加强围岩稳定监测及防护，避免各类不良事故的发生，确保安全生产。

5、工程地质勘查类型

综上所述，矿区地形地貌条件简单，地质构造发育，矿体及顶底板围岩以块状岩类为主，属坚硬岩，力学性质良好。风化带内岩石破碎，岩体质量等级坏，稳固性差，原生带局部地段构造裂隙发育，岩石破碎蚀变强烈，结构疏松，岩石质量差，遇水力学性质降低，构成巷道或矿体顶底板围岩的稳固性差，易发生不良工程地质问题。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》

（GB/T12719-2021）划分标准，确定该矿床的工程地质勘查类型为第三类中等型，即以块状岩类为主，工程地质勘查复杂程度中等型矿床。

八、矿体地质特征

（一）矿体特征

通过勘查，矿体赋存在晚侏罗世隐爆角砾岩岩体中，矿区范围内赋存 19 个矿体，编号分别为 1、1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11、1-12、1-13、1-14、1-15、1-16、1-17 及 2 号矿体，主矿体为 1 号、1-3 号矿体，其余矿体规模较小。1 号矿体为铅矿体，共、伴生锌、银、铜；1-3 号矿体为铜矿体，伴生铅、锌、银。

矿体呈近似平行的脉状产出，赋矿岩石为含铅、锌、银、铜蚀变隐爆角砾岩，赋矿围岩为隐爆角砾岩、变质粉砂岩，围岩蚀变为硅化、绿泥石化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化，其次冰长石化。围岩与矿体界线不清楚，需要通过样品分析确定。

1 号矿体：为主要矿体，位于矿区中部，控制延长 520m（矿体南西侧延伸到探矿权范围之外），最大斜深 489m。矿体最小埋深为 0m，最大埋深为 489m，赋存标高***m。体走向 30～50°，倾向 120～320°，倾角 70～90°。厚度 1.88m～50.71m，平均 22.89m，厚度变化系数 73.89%，矿体厚度属较稳定型；品位：Pb0.30%～3.49%，平均 2.85%；Zn0.53%～2.98%，平均 2.46%；Ag22.13g/t～344.07g/t，平均 83.98g/t；Cu0.32～1.28%，平均 0.75%。品位变化系数：Pb49.44%，有用组分分布均匀程度属均匀型；Zn42.54%，有用组分分布均匀程度属均匀型；Ag224.73%，有用组分分布均匀程度属不均匀型；Cu35.39%，有用组分分布均匀程度属均匀型。

1-3 号矿体：位于矿区中部，控制延长 390m，斜深 338m。矿体最小埋深为 92m，最大埋深为 430m；赋矿标高***m。总体走向 30～50°，倾向 120～320°，倾角 75～88°。矿体厚度 1.01m～6.35m，平均 3.66m，厚度变化系数 52.12%，矿体厚度属较稳定型；品位：Pb0.17%～1.47%，平均 0.40%；

Zn0.48%～1.75%，平均 0.73%；Ag22.81g/t～231.97g/t，平均 44.99g/t；Cu0.35～0.62%，平均 0.44%。品位变化系数：Pb153.88%，有用组分分布均匀程度属较均匀型；Zn111.39%，有用组分分布均匀程度属较均匀型；Ag278.85%，有用组分分布均匀程度属不均匀型；Cu53.41%，有用组分分布均匀程度属均匀型。

图 2-7　矿区矿体地表投影图

（二）矿石质量

1、矿物成分

金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿，极少量辉银矿、深红银矿、自然银、黝铜矿、磁铁矿、褐铁矿、孔雀石、铜蓝、铅钒、毒砂等。含量约占 3%～15%。

非金属矿物主要为石英、围岩角砾、绿泥石、绿帘石、云母、碳酸盐矿物等。含量约占 70%～85%。

2、化学成分

根据《核实报告》，确定矿床主矿产为锌，共、伴生矿产铅银、铜，其它元素含量低，均达不到伴生指标要求。

有害元素 As0.00～0.12%，平均 0.0471%，低于有害元素指标。

3、矿石类型

矿石自然类型按矿石的氧化程度，划分为原生矿石；按矿石有用组分分为铅锌铜矿石、铅锌银铜矿石、铜矿石，极少量锌铜矿石、铅锌矿石；按矿石结构构造分为角砾状矿石、细(网)脉状矿石、浸染状矿石。

矿石工业类型为硫化铅锌铜矿石、硫化铅锌银铜矿石、硫化铜矿石，极少量硫化锌铜矿石、硫化铅锌矿石。

4、围岩与夹石

赋矿岩石为含铅、锌、银、铜蚀变隐爆角砾岩，赋矿围岩为隐爆角砾岩、变质粉砂岩。近矿围岩蚀变为硅化、绿泥石化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸

盐化，其次冰长石化。其中硅化与成矿关系最为密切。

矿体中未见可剔除夹石。

5、矿床成因类型

成因类型为次火山热液矿床，矿体赋存在晚侏罗世隐爆角砾岩岩体中。

第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、矿区土地利用现状

根据全国第三次土地利用现状调查资料、巴林左旗自然资源局提供的巴林左旗 2024 年国土变更调查数据及土地利用现状图[***]，按照《土地利用现状分类》（GB/T 2010-2017）标准进行统计。

1、矿区土地利用情况

矿区面积为***km^2，矿区现状土地利用类型包括耕地***hm^2、林地***hm^2、草地***hm^2、工矿仓储用地 2.4995hm^2、住宅用地 0.515hm^2、特殊用地 0.0635hm^2、交通运输用地 0.457hm^2、其他土地 0.1814hm^2。质量中等。矿区土地利用类型及面积见表 2-8。

表 2-8　矿区土地利用现状表

2、矿区外影响范围土地利用情况

根据现场实际调查确定，矿区外（部分新建办公生活区、选矿厂），矿区外矿业活动的影响面积 2.6216hm²。矿区外影响范围现状土地利用类型包括草地 1.0730hm^2、工矿仓储用地 1.5474hm^2、交通运输用地 0.0012hm^2。质量中等。矿区外影响范围土地利用类型及面积见表 2-9。

表 2-9　矿区外影响范围土地利用现状表

3、已损毁土地情况

根据现场实际调查确定，现状损毁单元包括：新建办公生活区、新建工业场地、竖井工业场地、炸药库、雷管库、蓄水池、值班室、选矿厂、钻机平台（13 处）、矿区道路，总面积为 58006m^2。

现状工程单元破坏土地利用类型包括：乔木林地 408m²、其他林地 433m²、天然牧草地 32108m²、工业用地 8978m²、采矿用地 15474m²、特殊用地 221m²、农村道路 384m²。总破坏面积 58006m²。已损毁土地利用类型及面积见表 2-10。

表 2-10　已损毁土地利用现状表

4、已修复土地现状情况

根据现场调查以及搜集资料，矿山前期已治理场地单元为尾矿库、探槽、探坑、废弃房屋、斜井工业场地、民采坑（15 处），总面积 52233m²。修复后土地利用类型为乔木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、工业用地、采矿用地、坑塘水面以及裸土地。具体地类面积见表 2-11。

表 2-11　已修复土地现状统计表

5、矿区永久基本农田分布情况

根据巴林左旗自然资源局出具的《情况说明》，矿区范围不涉及巴林左旗现行生态保护红线、城镇开发边界，不涉及永久基本农田保护红线。

6、矿区土地利用权属情况

根据巴林左旗自然资源局提供的巴林左旗 2024 年国土变更调查数据及全国第三次土地利用现状调查资料及调查走访，矿区土地权属为内蒙古自治区赤峰市巴林左旗白音勿拉镇乃力珠嘎查村民集体共同所有。权属明确，界线明显，不存在争议。矿区土地利用权属见表 2-12、矿区外影响范围土地利用权属见表 2-13。

表 2-12　矿区土地利用权属表

表 2-13　矿区外影响范围土地利用权

二、矿区采矿用地申请批准情况

矿山目前已取得用地手续的建设用地面积为 2.6777hm²，分别为矿区范围工业场地建设用地与选矿厂建设用地；矿区范围工业场地不动产权证号为：***，选矿厂不动产权证号为：***，矿区已批准的建设用地信息见下表：

表 2-14　矿区已批准的建设用地信息表

图 2-8　矿区范围用地手续范围

图 2-9　选矿厂用地手续范围

矿山其他区域场地暂无采矿用地审批手续，目前处于申请扩大生产规模阶段，新采矿许可证尚未完成审批核发。根据《中华人民共和国矿产资源法》、《建设用地审查报批管理办法》等相关规定，采矿用地审批需以有效采矿许可证为前置条件，因此待新采矿许可证核发后，按本方案采矿用地安排进行申请用地手续。

第五节　矿区生态状况

一、生态功能定位

1、矿区在全国生态功能区划中的定位

根据 2015 年 11 月环境保护部和中国科学院共同编制完成的《全国生态功能区划》，矿区位于全国生态功能区划中的“I-02-05 大兴安岭南部生物多样性保护与水源涵养功能区”。

主要生态问题：原始天然林已受到较严重的破坏，出现不同程度的生态退化，现有次生林保水保土功能降低。

生态保护主要措施：加大森林生态系统保护力度，严禁开发利用天然林与湿地；加强林缘草甸草原的管护和退化生态系统的恢复重建；发展生态旅游业和非木材林产品及特色林产品加工业，走生态经济型发展道路。

2、矿区在内蒙古自治区生态功能区划中的定位

根据《内蒙古自治区生态功能区划报告》，矿区所在区域为：

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

主要生态问题：部分区域森林过度采伐，林分质量下降，水源涵养能力

减弱；山地坡度较大，降水集中，部分区域植被破坏导致水土流失加剧，土壤肥力下降；过度放牧和不合理开垦导致草原退化、沙化，生态系统稳定性降低；气候变化和人类活动影响，区域水资源总量减少，河流径流量不稳定。

核心生态功能：作为西辽河上游主要支流（西拉沐沦河、老哈河、乌力吉木伦河等）的发源地，年均涵养水源量达数十亿立方米，保障下游科尔沁草原、科尔沁沙地及辽西地区的水资源安全；森林草原植被有效拦截降水，减少地表径流，防止水土流失，保护山地土壤和下游河谷平原耕地，是北方重要的水土保持屏障；拥有赛罕乌拉、高格斯台罕乌拉等国家级自然保护区，是蒙古郁金香等珍稀植物和马鹿、狍子等野生动物的重要栖息地，生物区系复杂多样；作为我国北疆重要生态屏障的核心区域，在防风固沙、调节气候、维持区域生态平衡方面发挥关键作用。

3、矿区在赤峰市国土空间生态修复规划中的要求

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》（修编），全市划分 9 个生态修复整治区，矿区所在区域的定位为：大兴安岭南麓水源涵养水土流失综合治理区（Ⅰ）。

本区位于《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）》中大兴安岭南麓水源涵养水土流失综合治理区，总面积约 273 万公顷。行政区划涉及阿鲁科尔沁旗、巴林左旗、巴林右旗、林西县、克什克腾旗、巴林左旗及松山区。该区以提升水源涵养、土壤保持、生物多样性等生态系统服务功能为主要生态保育修复目标，以自然恢复为主、辅助修复为辅的修复策略。

主要生态问题：该区域原生森林生态系统退化，森林覆盖率高，林木质量不高，水源涵养能力整体偏低导致，局部水土流失，进而造成生物多样性下降。

生态修复主攻方向：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。

4、矿区在巴林左旗国土空间生态修复规划中的要求

根据《巴林左旗国土空间生态修复规划（2021-2035）》，全旗划分 5 个生态修复整治区，矿区所在区域的定位为：北部森林水源涵养生态保育区（Ⅰ）。

本区位于《巴林左旗国土空间生态修复规划（2021-2035）》北部森林水源涵养生态保育区，总面积约 239518 公顷。行政区划涉及哈拉哈达镇、碧流台镇、白音勿拉镇、富河镇、乌兰达坝苏木。该区以以水源涵养、水土保持、生物多样性维护为核心，保障流域上游水源调蓄，遏制山地水土流失，保护大兴安岭南部山地森林- 草原复合生态系统与珍稀野生动植物栖息地，阻隔科尔沁沙地北侵，筑牢北疆生态屏障。

图 2-10　巴林左旗国土空间生态修复分区图

主要生态问题：部分区域存在退化林分、林分质量不高；局部历史矿山开采造成山体破损、植被损毁；部分沟道水土流失；林草交错带存在人为扰动，生态系统稳定性有待进一步提升。

保护修复主攻方向：坚持保护优先、自然恢复为主，严格落实生态保护红线与自然保护地管控要求，严控不合理开发建设活动。重点实施天然林保护、森林抚育、退化林修复，提升森林质量与水源涵养能力；开展矿山地质环境治理，修复破损山体与采坑；推进小流域综合治理，治理沟道水土流失；保护修复山地湿地，维护水系连通性；强化野生动植物栖息地保护，完善生态管护体系；适度开展封山育林、围栏封育，减少人为干扰，提升生态系统完整性、稳定性与持续性。

管控要求：自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；一般控制区严格管控矿业、无序放牧等开发行为，仅允许开展对生态功能不造成破坏的有限人为活动；统筹生态保护与适度林下产业、生态旅游发展，探索生态产品价值实现路径，实现生态保护与民生协调发展。

规划目标：森林质量显著提升，水源涵养、水土保持功能持续增强，历史遗留矿山生态问题基本治理，水土流失得到有效遏制，珍稀动植物栖息地得到有效保护，构建稳定健康的北部山地森林生态屏障。

二、生态本底状况

1、生态系统类型

本次采用遥感解译和现场调查相结合的方法，对调查区的生态系统类型进行调查和分析。生态系统分类采用《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）中的二级分类系统。结果表明，矿区生态系统主要有森林生态系统-针阔叶林、灌丛生态系统-阔叶灌丛、草地生态系统-草原、农田生态系统-耕地、城镇生态系统-居住地及工矿交通。矿区四周 5km 范围内无自然保护区、风景名胜区、生态红线等生态敏感区域。具体分布见下表 2-15。

表 2-15　矿区及周边生态系统类型

2、景观生态环境现状

矿区地处山地草原和低山地带，主要有山地草原景观、山地灌丛景观、坡耕地景观等几类景观，其中以草原景观为主。草原景观广泛分布于山坡阴坡、阳坡和山脊地带；灌丛主要分布于阴坡或沟谷一带，分布面积不大，以山杏、虎榛子灌丛为主；坡耕地分布于矿区周围坡度较小的区域，连篇面积不大，农作物主要以玉米、土豆为主。人工建筑景观主要是矿山工矿用地和交通道路景观。

3、植被现状

（1）植物资源现状

矿区及周边植被类型属于半干旱草原灌草植被。灌木主要有山杏、虎榛子，成片分布于矿区内部及周边；草本植物以羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、阿尔泰狗娃花、胡枝子、冷蒿等为主，成片集中，大多夹杂分布与灌木林之间；乔木主要为杨树、蒙古栎，分布较少。

经核实，矿区及周边生态组成中，无国家Ⅰ级与Ⅱ级以上保护野生植物。矿区植物名录见表 2-16。

表 2-16　矿区及周边植物名录

4、野生动物现状

（1）鸟类

矿区绝大部分为乔木、草地，根据现场调查和走访可知，鸟类资源不丰富，以雀形目鸟类居多，此外还包括少数鸽形目鸟类。主要鸟类包括岩鸽、家燕、麻雀等。

（2）哺乳类

根据现场调查及走访可知，矿区及周边有野生哺乳动物为小家鼠、达乌尔黄鼠、蒙古兔、东北刺猬、普通蝙蝠、达乌尔鼠兔，其中主要以小型啮齿类动物数量较多。

（3）两栖、爬行类动物

根据现场调查及走访可知，矿区及周边两栖动物为花背蟾蜍、中华蟾蜍、中国林蛙、黑斑侧褶蛙。爬行类动物为丽斑麻蜥和赤峰锦蛇。

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。矿区及周边常见动物名录如表 2-17。

表 2-17　矿区及周边区域常见动物名录

三、生物多样性

矿区地处华北与东北植物区系交汇地带，属半干旱气候区，受区位及气候条件影响，区域生物多样性整体水平中等。区内植被类型以半干旱草原、人工乔木林为主，搭配少量山地灌丛；动物群落以雀形目鸟类、啮齿类哺乳动物为主体，伴生少量两栖、爬行类物种，群落结构与本地生境及矿区干扰现状适配。

1、植物多样性

调查显示，矿区及周边共记录维管植物 10 种、隶属 5 科，含草本、灌木、乔木三类。其中草本 5 种（羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、胡枝子、冷蒿），灌木 2 种（山杏、虎榛子），乔木 2 种（杨树、蒙古栎）。区域植被呈草本广布、灌木集中、乔木零散的半干旱区典型特征，物种抗逆性强、群落整体稳定。

乔木植被以杨树、蒙古栎为优势种，集中分布于矿区低山区，群落结构简单，水土保持与固土抑沙功能良好，是区域重要生态防护植被。

草原植被为区域基底植被类型，以大羊草、糙隐子草等禾本科植物为建群种，形成区域典型的半干旱丛生禾草群落。群落内伴生各类蒿类、紫花苜蓿、沙生杂类草，多数草本物种耐旱、耐贫瘠、抗逆性强，可适应矿区干旱、贫瘠的立地条件，有效维系区域草原生态系统结构与功能稳定。

2、动物多样性

矿区野生动物涵盖鸟类、哺乳类、两栖类、爬行类四大类群，物种组成符合北方半干旱区动物区系特征。

区域共记录鸟类 3 种，以耐干扰的雀形目伴人物种为主，包括岩鸽、家燕、麻雀，广泛分布于矿区及周边农田、灌丛生境。

区域共记录哺乳类 7 种，以小家鼠、达乌尔黄鼠、达乌尔鼠兔等小型啮齿类为优势类群，兼有蒙古兔、东北刺猬、普通蝙蝠，多栖息于草地、农田及矿区闲置场地，种群分布稳定。

两栖类共 4 种，包括花背蟾蜍、中华蟾蜍、中国林蛙、黑斑侧褶蛙，主要栖息于矿区低洼近水湿润区域；爬行类共 2 种，包括丽斑麻蜥、赤峰锦蛇，多活动于灌丛、石质边坡等隐蔽生境。

3、物种丰富度与优势种群

区域植物物种丰富度中等，草本层以禾本科植物为优势，羊草、糙隐子草为草原建群种，伴生物种丰富群落结构；乔木灌木层以杨树、蒙古栎为主，生态防护功能突出；灌木层物种单一、分布稀疏，仅零散分布山杏、虎榛子。

动物群落结构简单稳定，受人为干扰影响较明显。鸟类以家燕、麻雀等伴人物种为优势种群；哺乳类以啮齿类为主体，各类兽类、两栖爬行类无爆发优势种群，依托本地生境稳定存续。

综上，矿区生物群落以广适性、伴人物种为主，原生草原与乔木物种保存完整，群落结构稳定。评价范围内无珍稀濒危动植物，无重点保护野生动植物栖息地及繁殖地，整体生物多样性特征符合北方半干旱矿区生态现状。

四、土壤生态现状

巴林左旗白音勿拉镇土壤类型以栗钙土为主，广泛分布于山地区（占镇域面积约 78%），有机质含量中等，但土层较薄，结构性较差，土壤中富含硼、锌、铜、硒等微量元素，为农牧作物提供了优质生长基础。受半干旱气候影响，土壤孔隙度大，蒸发量远超降水量，旱季易失墒。低山地形叠加集中降水（7–8 月占全年 70%）和春季大风（年均 6 级以上大风 47 天），导致表层土壤流失风险高。土地侵蚀面积占比高达 74.8%，与赤峰市整体侵蚀趋势一致，低山坡地耕作加剧了泥沙流失。暴雨冲刷导致养分流失，长期可能引发土壤贫瘠化。

经实地调查，矿区土壤类型主要为栗钙土，矿区土壤质地疏松、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，土壤容重在 1.25g/m^3 左右，＜0.002mm 粘粒含量 41.72％，粒状或团块状结构，有机质含量 6.28-12.0g/kg，pH 值 7.68-8.39。

2026 年 3 月 16 日矿山委托***对矿区土壤监测点进行取样检测，土壤取样位置见图 2-11、图 2-12，取样信息见表 2-18，土壤检测结果见表 2-19、2-20。

土壤背景值引用尾矿库上风向于 2026 年 3 月的检测数据。土壤取样位置分别为：矿区林地、矿区草地、矿区耕地、废石场上风向（西北）、废石场下风向（东）、废石场下风向（南）、选矿厂上风向（西北）、选矿厂下风向（东）、选矿厂下风向（南）、尾矿库上风向（北）、尾矿库下风向（东）、

尾矿库下风向（南）、工业场地周边，检测项目为：pH、有机质、汞、砷、铅、镉、铜、镍、锌、铬、阳离子交换量，其中工业场地周边执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中筛选值第二类用地标准。其余点位执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中的农用地土壤污染风险筛选值标准。

土壤检测结果均符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表 1 中的农用地土壤污染风险筛选值标准；与《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中筛选值第二类用地标准限值的要求。

图 2-11　矿区范围土壤取样位置图

图 2-12　选矿厂周边土壤取样位置图

表 2-18　土壤检测取样信息统计表

表 2-19　土壤质量检测结果表

表 2-20　土壤质量检测结果表

五、水环境现状

矿区地处乌尔吉木伦河地下水系统的补给径流区，区内地表水的排泄河流为乌尔吉木伦河上游支流查干白其河，查干白其河谷位于矿区南偏东方向约 3.0km 处，呈近东西向展布，该河谷地段为当地最低侵蚀基准面，标高***m，区内矿井最低排泄面标高为***m。

查干白其河发源于巴林左旗白音勿拉石棚沟里，高程 1080.0m，流域面积 537.7km^2，流经自音勿拉镇、碧流台镇，在巴林左旗碧流台镇下伙房村汇入乌尔吉木伦河，该河总长度 36.0km，总落差 470.0m，平均比降 13.0‰，流域地貌以山地为主，为季节性流水河。

根据巴林左旗水利局《关于对“赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查”范围征求各部门意见的复函》：哈尔沟河管理范围与矿区范围重叠面积

为 477㎡，位于矿区西南角（4 号拐点附近），哈尔沟河属于西辽河流域乌尔吉木伦河水系，为白音勿拉镇主干河流乌兰白其河左岸一级小型支沟，非独立大型干流；下游在乌兰白其嘎查附近汇入乌兰白其河干流，最终归入乌尔吉木伦河，全镇境内干流总长约 7.2km，流域集水面积约 21.6km²；河床平均比降较大，上游山区段比降 22‰左右，中游河谷平缓段 8‰～12‰；河床基底以砂砾石、坡积碎石为主，沟谷宽窄起伏明显。全年无稳定地下基流，绝大多数时段河床干涸，仅汛期短时过水，属于山洪型季节性沟道。

矿区及周边山间沟谷洼地枯水期干涸无水，雨季为排洪通道，一般 7～8 月份大暴雨后局部出现洪流，据调查最大水深 0.2～0.5m，历史最高洪水位标高 750m，洪水流量约 20～30m³/s，淹没范围顺沟谷底部呈条带状分布，面积不大，雨后便很快消失。

矿区内地下水主要为基岩裂隙水，其中风化裂隙含水层，在地形相对平缓或低洼的山坡坡麓地带，风化裂隙含水，水位埋深相对较浅，风化裂隙含水层为一近似层状分布的裂隙潜水含水体，厚度 1.00～9.30m 不等，枯水期含水层厚度变小或透水不含水，受季节变化影响明显，水量一般为 0.05～0.1L/s，根据矿山提供的资料，753m 中段开拓巷道长约 600m，727m 中段开拓巷道长约 860m，在 SJ1 分别对两个中段进行涌水量观测，经统计最大涌水量 430m³/d，平均涌水量 410m³/d。

构造裂隙含水层，受大气降水或风化裂隙水的补给形成构造裂隙含水带，上部风化裂隙含水层和下部构造裂隙含水带无明显界线，构成具有相同水位的统一含水体，是矿床充水的主要来源。水位降深 19.60～57.85m 的涌水量为 0.26～0.454L/s，换算单位涌水量（91mm 口径，10m 降深）0.016L/s•m，含水层的富水性弱，渗透系数 0.011～0.012m/d，地下水类型为潜水，水化学类型为 HCO_3～Ca 型水，矿化度 0.618g/L。

为评价矿区及周边水环境状况，矿山于 2026 年 3 月 16 日矿山委托***对矿区及周边地下水进行了水质检测。取样位置见图 2-12，水环境检测取

样信息表见表 2-21。

表 2-21　水质检测取样信息表

检测指标的选择：地下水按照《地下水质量标准》（GB/T 14848 -2017）表 1 中“Ⅲ类”限值有关要求，确定矿区及周边 3 个水井地下水监测项目为：色度、浊度、pH、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、亚硝酸盐氮、氰化物、砷、汞铬（六价）、铅、氟化物、镉铁、锰、氯化物、硫酸盐、铜锌、硒、硫化物、镍、钴钠、总大肠菌群、细菌总数、臭和味、肉眼可见物、铝、阴离子表面活性剂、挥发酚、氨氮、硝酸盐（以 N 计）、碘化物，三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、钼

地下水检测结果见下表 2-22。检测结果表明，现状矿区范围内矿区周边地下水水质各项指标符合《地下水质量标准》（GB/T 14848 -2017）表 1 中“III 类”限值有关要求，综合评价矿区周边水环境质量较好。

图 2-13　矿区水质检测取样位置图

表 2-22　矿区水源井地下水检测结果表

第六节　矿区及周边人类重大工程活动

经查阅资料及各有关管理部门出具的文件（见附件），矿区不涉及《矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的地区，申请采矿权矿区范围内无港口、机场、国防工程设施；无重要工业区、大型水利工程设施、城镇市政工程设施；两侧一定距离以内无铁路、重要公路；没有重要河流、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。

1、根据巴林左旗林业和草原局《关于赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查范围内是否涉及自然保护地、Ⅰ级和Ⅰ级保护林地、基本草原的情况说明》，该矿区范围内，不涉及自然保护地；不涉及Ⅰ级和Ⅰ级林地；涉及基本草原 0.0035 公顷。矿区范围涉及基本草原 0.0035 公顷，位于矿区西

南侧矿业权边界附近，该范围与资源量范围不重叠，不存在资源量压覆，未来矿山开发中与采矿工业场地、地下井巷工程不重叠、不占用，相互不影响。

2、***。

3、根据赤峰市生态环境局巴林左旗分局《关于赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查范围不位于水源地保护区范围的证明》，经套核巴林左旗水源地相关数据，该探矿权位于巴林左旗白音勿拉镇乃力珠嘎查，与相关水源地保护区无重叠。

4、根据巴林左旗交通运输局《关于确认“赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查”范围内是否存在公路或规划拟建公路情况的函》：该坐标所涉范围不在交通设施控制范围内，目前不存在公路或规划拟建公路。

5、根据巴林左旗发展和改革委员会《关于赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查范围征求意见函》：经函询赤峰巴林左工业园区管理办公室，区块范围不在赤峰巴林左工业园区范围内。符合负面清单管控要求。

6、根据巴林左旗自然资源局《关于赤峰市九星矿业有限公司巴林左旗白音勿拉铜矿探转采项目是否占压覆重要矿产资源查询说明》：经查询，截止 2026 年 6 月 18 日，该申请用地范围内与 2 宗在期有效矿业权范围重叠，即赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿(矿业权人:赤峰市九星矿业有限公司，证号:***);赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查（矿业权人:赤峰市九星矿业有限公司，证号:***）。该申请用地范围压覆已查明的重要矿产资源。用地全部位于以上 2 宗矿业权内，矿业权人为项目建设单位，属矿山企业在本矿区范围内的建设项目，不压覆非自有矿业权和已查明的重要矿产资源。外边界延伸符合(附录 A)中 A1.6，外推 300 米范围不压覆在期有效矿业权和已查明的重要矿产资源。

7、根据巴林左旗自然资源局《关于“赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查”探矿权是否涉及生态红线、基本农田、诉讼案件、自然资源违法违规行为等结果的说明》：一、经查询该矿业权与我旗境内永久基本农田无重叠

面积。二、不占我旗生态保护红线及城镇开发边界。

8、根据巴林左旗文化旅游体育局关于《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查范围征求意见的函》的回函：此项目范围内不涉及文物保护单位和未核定公布的不可移动文物，且在实地调查中未发现遗迹遗物。

9、根据巴林左旗水利局《关于对“赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查”范围征求各部门意见的复函》：1、赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿深部普查探转采范围部分区域位于哈尔沟河管理范围线内。2、按照《中华人民共和国河道管理条例》第二十五条第二款规定，不得在河道管理范围线内爆破、钻探等作业，建议调整采矿权扩大矿区范围。3、涉及河道管理范围内活动的需经水行政主管部门批准后方可实施。

哈尔沟河管理范围与矿区范围重叠面积为477m^2，位于矿区西南角（4号拐点附近），该范围与资源量范围不重叠，不存在资源量压覆，未来矿山开发中与采矿工业场地、地下井巷工程均不重叠、不占用，相互不影响。

图 2-14　矿区周边人类活动影像

第七节　矿区生态修复工作情况

一、矿山地质环境治理设计情况

1、原方案概述

2022 年 4 月，赤峰市九星矿业有限公司曾委托***编制并提交《赤峰市九星矿业有限公司巴林左旗白音勿拉铜矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（赤矿治字〔2022〕080 号）（下称《原治理方案》），该方案适用年限为 2022 年 1 月 1 日—2026 年 12 月 31 日，现即将到期。

原方案首期治理工程面积 59720m^2，复垦面积 53312m^2，复垦林地面积 8147m^2，草地面积 45165m^2。矿山地质环境治理年度实施计划安排见表 2-23：

表 2-23　首期矿山地质环境治理年度实施计划安排表

主要监测内容如下：

（1）地质灾害监测监测

采用人工肉眼巡视监测和设备（水准仪）监测相结合的方法，由矿方确定 2 名专业监测人员，定时对采空区上方地表变形情况进行测量、记录、分析、总结、汇报。在预测地面塌陷区范围布设监测点，共计 5 个监测点观测控制点的平面坐标。基准点布设在预测地面塌陷区外地表。

在预测地面塌陷区外围取一固定监测点，对地下采空区地表可能发生地面塌陷地质灾害的地表情况进行监测，包括垂直变形和水平变形等地表移动。

（2）地下含水层破坏监测

建立地下水环境监测系统，监测地下水水位、水量及水质的变化情况，对地下采场设置监测点，以监测采场水位、水量，防范突水事故，监测周期为每月 2 次。

水质监测按照每个水文年丰水期（7 月份）、枯水期（3 月份）各 1 次，需监测 2 年。

（3）地形地貌景观及土地资源监测

采用目测及拍照摄像相结合的方式，采用路线法，设计监测路线，长度 3.4km；对工程场地的外观表现特征参数进行监测，对各区破坏的土地类型进行实地调查。

每年对场地占用及损毁情况进行 36 次仪器测量并拍照摄像。

（4）土地复垦监测

土地复垦监测工程指植被恢复质量监测。为尽快恢复土地的生产力，保证植被恢复质量，拟采用随机调查样方的方法对植被恢复效果进行监测，在进行样方调查时，应对复垦果园、林地、草地的生长情况作出评价，包括长势、形态、成活率、有无病虫害等。

2、《2022 年度治理计划书》设计情况

矿山 2022 年度主要计划对斜井工业场地、尾矿库、民采坑（15 处）、零散废石、建筑垃圾堆及前期治理遗留的探槽进行治理。

①对斜井工业场地进行回填、浆砌石封堵，将废石清运用于回填，对场地进行覆土、整平、恢复植被。

②对尾矿库进行覆土、整平、恢复植被。

③对民采坑（15 处）进行回填、覆土整平、恢复植被。

④对矿区道路北侧存在零散废石，进行清运。

3、《2023 年度治理计划书》设计情况

矿山 2023 年度主要计划划对部分矿区道路、矿石堆放场地及前期治理区进行治理。

①对办公生活区西侧部分矿区道路进行覆土、整平、恢复植被。

②对选矿厂东侧矿石堆放场地进行覆土、整平、恢复植被。

4、《2024 年度治理计划书》设计情况

矿山 2024 年度主要计划对矿区道路边零散废石、炸药库南侧堆坡、选矿厂内沉淀池及前期治理区进行治理。

①对矿区道路边零散废石进行清运。

②对炸药库南侧堆坡进行覆土、整平、种草。

③对选矿厂沉淀池进行修坡整形，覆土、整平、种草。

5、《2025 年度治理计划书》设计情况

矿山 2025 年度主要计划对矿区正门处道路西侧废石进行清运，对前期治理的城镇可视范围的山坡、遗留的探槽、斜井工业场地进行恢复植被的完善治理。

二、矿山地质环境执行验收情况

1、《原治理方案》执行情况

对于《原治理方案》设计治理内容，方案适用年限（近期）设计工作量已分解至 2022-2025 年度治理计划任务，但由于矿山 2013 年 1 月至今，未

投入采矿生产，《原治理方案》设计的拟建场地并未实施，通过现场调查情况，矿山完成了对民采坑（15 处）、斜井场地、斜井工业场地、选矿厂东侧矿石堆放场地及建筑垃圾堆、尾矿库、部分矿区道路的治理，基本完成了《原治理方案》首期设计的治理内容。

2、《2022 年度治理计划》执行情况

2022 年 11 月 22 日，巴林左旗自然资源局组织有关专家组成核查组对“赤峰市九星矿业有限公司《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿 2022 年度矿山地质环境治理计划书》”矿山地质环境治理工程执行情况进行现场核查。

经专家现场核查，矿山完成对斜井工业场地进行回填、浆砌石封堵，对场地进行覆土、整平、恢复植被：完成对尾矿库场地进行覆土、整平、恢复植被，部分地段覆土效果较差。

专家组认为，赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿完成的主体治理工程量与治理工程效果基本将合年度治理计划书的要求，但因季节原因，尾矿库场地植被成活率较低。矿山应尽快完成民采坑的治理工作，尾矿库增补覆土工作。

照片 2-6　斜井工业场地治理效果

照片 2-7　尾矿库治理效果

3、《2023 年度治理计划》执行情况

2023 年 11 月 18 日，巴林左旗自然资源局组织有关专家组成核查组对“赤峰市九星矿业有限公司《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿 2023 年度矿山地质环境治理计划书》”矿山地质环境治理工程执行情况进行现场核查。

经专家现场核查，矿山企业完成部分矿区道路的整平覆土，植被未恢复；矿石堆放场地已清理，未恢复植被；对 2022 年延期治理的民采坑（15 处）已完成回填覆土工程，效果较好，未恢复植被：对前期治理工程进行了维护。

专家组认为，赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿完成的主体治理工程量与治理工程效果基本符合年度治理计划书的要求，但植被恢复效果较差，部分地段有待进一步完善。

照片 2-8　民采坑治理效果

4、《2024 年度治理计划》执行情况

2024 年 8 月 26 日，巴林左旗自然资源局组织有关专家对赤峰市九星矿业有限公司提交的《赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿 2024 年度治理计划书》中矿山地质环境治理工程执行情况进行现场核查。

2024 年度矿山地质环境治理计划书主要为内容为：本年度对矿区道路边零散废石、炸药库南侧堆坡、选矿厂内沉淀池及前期治理区进行治理。

现场核查，矿业权人对设计单元的治理工程，同时对前期治理单元进行了管护。

核查组认为，赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿基本完成了《2024 年度矿山治理计划书》中矿山地质环境治理工程内容。

5、《2025 年度治理计划》执行情况

矿山 2025 年度主要对矿区正门处道路西侧废石进行清运，对前期治理的进行恢复植被的完善治理。

2025 年度矿山暂未申请验收。已完成治理验收的场地位置见图 2-15、图 2-16。

图 2-15　矿区范围前期治理场地位置

图 2-16　选矿厂片区前期治理场地位置

三、前期治理存在问题

依据本次实地调查结果，部分民采坑植被恢复效果不佳，本次设计将其补种；前期治理的斜井工业场地通过治理，依旧存在切坡，以及植被恢复效果不佳，本次将该场地切坡纳入值班室治理单元中进行最终的生态修复工程。部分通过分期治理的场地，植被恢复效果较差，本次设计对前期治理场地进行植被补种。

尾矿库整体植被恢复效果不佳，2010 年 5 月该尾矿库已被***征占，现场因铁路建设路基，植被遭到二次破坏，但因铁路项目停滞，现场已遭到破

坏的植被迟迟未得到恢复。本方案计划近期将尾矿库所破坏的植被及周边范围纳入生态修复治理工作。

四、取得的经验

矿区地处生态环境脆弱区，对暂不利用场地应及时进行修复，加强管护养护工作，针对偏碱性土壤采取土壤改良，确保复垦效果、植被成活率，本方案针对以上问题，对土壤改良、恢复植被类型、管护措施重新进行设计。

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

第八节　矿区基本情况调查监测指标

《原治理方案》对矿区进行了地质灾害、地下含水层破坏、土地复垦、地形地貌景观及土地资源监测设计，矿山期间执行其中部分监测措施，主要对水质按照每个水文年丰水期（7 月份）、枯水期（3 月份）各 1 次。对工程场地的外观表现特征参数进行监测，对各区破坏的土地类型进行实地调查，每年对场地占用及损毁情况进行 36 次仪器测量并拍照摄像。

结合矿区实际，根据矿区生态修复监测内容与监测指标表（见表 2-24、表 2-25）。

表 2-24　矿山开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-25　矿山开采中生态修复监测内容与监测指标表

第三章　问题识别诊断及修复可行性分析

第一节　问题识别与受损预测

一、矿山生态修复范围

矿区生态修复评价对象为赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿，矿区生态修复评价范围为矿区范围、矿业活动影响范围的不良地质因素存在的范围。

1、矿区范围

赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿矿区面积***hm^2。

2、矿业活动影响范围

根据现场实际调查确定，矿区外（部分新建办公生活区、选矿厂），矿区外矿业活动的影响面积 2.6216hm^2。

3、矿区生态修复范围

综上所述矿区生态修复范围为矿区范围及影响区范围，则矿区生态修复范围总面积 34.2316hm^2。

图 3-1　矿区生态修复范围示意图

二、现状问题

（一）地质环境破坏现状

1、不稳定地质体现状

评估区属低山区，最大高差 53m，地形坡度一般小于 25°，总体地形中间高四周低，地质构造简单。根据现场调查，该矿山自 2013 年 6 月至今一直处于停产状态，矿山前期已进行采矿生产，地下形成采空区，采空区地表投影面积约 173m^2，采空区位于 753m 中段、727m 中段，采空区体积约 1384m^3，围岩岩性为隐爆角砾岩、变质粉砂岩。

图 3-2　现状采空区与巷道相对位置图

采空区面积与体积较小，矿区内未发现地面塌陷灾地质害。

矿区内未发现悬崖陡壁，无高差明显的陡坡陡坎，岩体坚硬、稳固，不具备产生崩塌、滑坡灾害的地形条件，矿区内未发现滑坡、崩塌灾害，现状条件下矿区崩塌、滑坡灾害不发育。

区内植被发育，植被覆盖率 30%-50%，现状条件下未发现矿区范围存在泥石流的堆积物，矿区内泥石流灾害不发育。

矿区地下最大冻土深度 1.96m。地下水水位标高 785m，地下水埋深超过最大冻土深度，现状条件下评估区内冻胀融陷灾害不发育。

矿区内含水层的富水性弱，矿区内无其他地下开采矿山，也没有大型抽水设施，现状条件下地面沉降与地裂缝灾害不发育。

矿区周围未见流动、半流动、固定沙垅或沙地。矿区地表植被覆盖良好，现状条件下矿区内风蚀沙埋灾害不发育。

综上所述，现状条件下，生态修复范围区域内未发生过地面塌陷、崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝、风蚀沙埋、冻胀融陷等地质灾害。

2、矿区含水层破坏现状分析

（1）含水层结构破坏

本矿山以往进行了采矿活动，矿区主要含水层为基岩裂隙水，基岩裂隙水水位标高 785m。现状形成的 758m、736m 水平已切穿含水层，现状评估采矿活动对含水层结构影响程度为较严重。

（2）矿坑疏干排水对含水层影响

根据《开发利用方案》及实地调查，矿坑历史疏干排水量平均 205m^3/d，矿床充水含水层的富水性弱，透水性差，矿床的充水强度较弱。现状矿山处于停产状态，现阶段矿山暂无疏干排水，现状评估矿坑疏干排水对含水层影响较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

①生活用水：矿山生活用水由附近村庄民井运输至矿山，现状条

件下对矿区及附近水源影响较轻。

②生产用水：井下废水汇集后排至地面贮水池，通过沉降作用除去淤泥和悬浮物，清水可返回井下采矿作业、除尘及选矿用水，也可用作绿化、道路降尘，多余部分排出矿区之外。废水经处理后符合《污水综合排放标准》（GB 8978- 1996）、《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 25466- 2010）。

（4）采矿活动对地下水水质的影响分析

本次矿区地下水环境质量现状评价数据引用于：2026 年 3 月 16 日赤峰市九星矿业有限公司委托***对矿区水源井、矿井水、矿区周边水源井进行水质检测。检测结果表明，现状矿区水源井、矿井水、矿区周边水源井地下水水质各项指标符合《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）表 1 中“III 类”限值要求，水环境质量较好。检测结果见第二章第五节水环境现状章节。因此，采矿活动对地下水水质影响程度较轻。

综上所述，矿山现状条件下对含水层影响程度较轻。

3、矿区地形地貌景观破坏

矿山远离各人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线（不可视），现状矿山开采对地形地貌景观的影响主要表现在已形成的工程场地，主要为新建办公生活区、新建工业场地、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路等。

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

①较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

②较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

③严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

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

工程场地地形地貌景观程度评价因素及等级标准见表 3-1。

表 3-1　地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表 3-2　地形地貌景观破坏程度评分界线表

根据表 3-1、表 3-2 通过各项评估因子对评估区内各场地打分，并进行场地的地形地貌景观现状评估。分述如下：

（1）新建办公生活区

新建办公生活区位于矿区北西侧，为 2024 年新建设场地，目前尚未建设完成，现状面积为 8943m^2，内设有门卫室、办公楼、宿舍楼等。办公生活区东南侧存在建筑切坡，切坡长度 40m，切坡高约 3m，坡度约 40°。（见照片 3-1）该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

照片 3-1　新建办公生活区现状

照片 3-2　新建办公生活区现状

（2）新建工业场地

新建工业场地位于新建办公生活区南东侧，为 2024 年新建设场地，目前尚未建设完成，现状面积为 15910m^2，内设有风井、班组生活区、配电室、绞车房等，场地内竖井直径 4m，现状下掘深度只有 1m。新建工业场地东侧存在建筑切坡，切坡长度 160m，切坡高约 3m，坡度约 40-70°。（见照片 3-3）该场地的建设破坏了原始地形地貌景

观及植被，现状评估场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-4　新建工业场地地形地貌景观影响评分表

照片 3-3　新建工业场地现状

照片 3-4　新建工业场地现状

（3）竖井工业场地

竖井工业场地位于矿区中部，面积为 7910m^2，内设有卷扬机房、机修间、竖井 SJ 等，竖井井口标高***m，房屋高度约为 3m，场地已进行硬化治理。现场地属于原工业场地、原废石场、原办公生活区重新规划而成，原场地内堆放的废石大部分已被清运，剩余约 1030m^3 废石；原生活区的房屋现为矿山岩心库；（竖井 SJ 深 59m 包括 10m 井底水窝），断面 2.4×2.6m，已开拓至 736m 水平，施工 758m、736m 标高两个中断。场地与山体形成切坡，切坡高约 4m，坡度约 35°。矿山前期已对边坡进行浆砌石护坡，效果较好。（见照片 3-5）该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估竖井工业场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-5　竖井工业场地地形地貌景观影响评分表

照片 3-5　竖井工业场地现状

照片 3-6　竖井工业场地现状

（4）炸药库和雷管库

位于矿区中部，占地面积 350m^2，包括雷管库、炸药库、围墙，房屋及围墙高度约 3m，围墙长 104m，砖混结构，建筑物面积 96m^2。（见照片 3-7 至 3-8）该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-6　炸药库、雷管库地形地貌景观影响评分表

照片 3-7　炸药库现状

照片 3-8　雷管库现状

（5）值班室

位于矿区中部，占地面积 156m^2，砖混结构，建筑物面积 120m^2。建筑物后缘与山体形成切坡，坡高 1-4m，坡角 50-70°，切坡长度 72m。（见照片 3-9）该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-7　值班室地形地貌景观影响评分表

照片 3-9　值班室现状

（6）蓄水池

蓄水池位于炸药库北东侧山顶平缓处，北侧有排水管与之相连，排水管上部用土覆盖，形成一条坝体，高约 0.3-1m，底部宽约 4m，坡脚约 35°。蓄水池为混凝土结构，内部深约 2m，高约 3m，直径约 6m，坝体长约 27m，总占地面积 28m^2。（见照片 3-10），该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-8　蓄水池地形地貌景观影响评分表

照片 3-10　蓄水池现状

（7）钻机平台（13 处）

钻机平台分布于整个矿区，属于 2024-2025 年间矿山储量核实工作形成的平台，场地多存在泥浆坑与水池，部分平台存在切坡，各钻机平台参数统计见表 3-9，钻机平台（13 处）总占地面积 1912m^2，切坡与泥浆坑总挖方量为 1528m^3，（见照片 3-11）挖出废石土直接排放于平台周边。场地的建设直接破坏了原生的地貌景观和植被，现状评估对地貌景观的影响较严重。

表 3-9　钻机平台（13 处）详情一览表

表 3-10　钻机平台（13 处）地形地貌景观影响评分表

照片 3-11　13 处钻机平台现状

（7）选矿厂

选矿厂位于矿区东北侧约 2.5km 处的缓坡处，建于鞍部，包括两

处高位水池、宿舍、化验室、值班室、食堂、厕所等，为砖瓦平房结构，房屋高度为 3-5m，西侧房屋与山体形成的切坡已进行浆砌石护坡，效果较好。根据向矿业权人调查，选矿厂在前期仅生产了 6 个月，现状已废弃。矿石已清运至选矿厂内矿石堆集中堆放，现有矿石堆放量约 3050m^3；选矿厂总面积为 17768m^2，选矿厂南侧存在切坡，坡高约 6m，矿山前期已进行分台阶治理，坡角约 50°，效果较好。（见照片 3-12）该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估选矿厂对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-11　选矿厂地形地貌景观影响评分表

照片 3-12　选矿厂远景现状

照片 3-13　选矿厂内高位水池

照片 3-14　选矿厂内值班室

照片 3-15　选矿厂内堆放的矿石

照片 3-16　选矿厂厂房近景

照片 3-17　选矿厂内人工宿舍

（8）矿区道路

矿区道路主要为连接矿区内各单元与外界使用，大部分为农村道路，矿区道路主要为连接矿区内各单元与外界使用，大部分为农村道路，多为废石铺垫、碾压路段，局部切割土质边坡深度较小 0.20-0.50m，道路长度约长 1436m，宽度 3-5m，占地面积 5029m^2。部分道路存在切坡，坡高约 1-2m，坡角约 30-50°，切坡长度约 280m。该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，现状评估矿区道路对地形地貌景观影响程度为较严重（见表 3-12）。

表 3-12　矿区道路地形地貌景观影响评分表

照片 3-18　矿区道路

（9）评估区其他区域

评估区的其他区域保持着原生地形地貌景观状态。现状矿山地质

环境影响较轻。

地形地貌景观影响现状评估情况见表 3-13。

表 3-13　地形地貌景观影响现状评估表

表 3-14　现状矿山地质环境问题说明表

（二）土地资源损毁现状

1、土地损毁程度评价指标

根据现场调查，现状矿区土地损毁方式主要有压占和挖损两种。根据国家和地方相关部门规定的划分标准，将土地损毁程度等级数确定为一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）等 3 级标准。评估标准如下：

①轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；

②中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；

③重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动已损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占、挖损，依据《土地复垦编制规程》对该矿山土地损毁情况进行现状评价，影响因素的等级标准划分见表 3-15。

表 3-15　土地损毁分级参考标准表

表 3-16　土地损毁程度评分界线表

2、土地损毁程度评价

现状损毁单元：新建办公生活区、新建工业场地、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路等分述如下：

（1）新建办公生活区

新建办公生活区占地面积为8943m^2，建筑物高度约10m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地8943m^2。初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表3-17　土地损毁程度评价表

（2）新建工业场地

新建工业场地占地面积为15910m^2，建筑物高度约6m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地15910m^2。初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表3-18　土地损毁程度评价表

（3）竖井工业场地

竖井工业场地占地面积为7910m^2，建筑物高度约3m，切坡坡度约35°，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为乔木林地85m^2，工业用地7825m^2，初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表3-19　土地损毁程度评价表

（4）炸药库和雷管库

炸药库和雷管库占地面积为350m^2，建筑物高度约3m，切坡坡度约50-70°，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地7m^2，工业用地122m^2，特殊用地221m^2，初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土

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

表 3-20　土地损毁程度评价表

（5）值班室

值班室占地面积为 156m^2，建筑物高度约 3m，切坡坡度约 50-70°，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为工业用地 156m^2，初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-21　土地损毁程度评价表

（6）蓄水池

蓄水池占地面积为 28m^2，建筑物高度约 2m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地 28m^2，初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-22　土地损毁程度评价表

（7）钻机平台（13 处）

钻机平台（13 处）占地面积为 1912m^2，最大挖损深度 0.8m，挖损土层厚度 20-50cm，无积水，边坡角度 60-80°，边坡欠规整。破坏土地利用类型为乔木林地 323m^2，其他林地 397m^2，天然牧草地 1192m^2。损毁形式以挖损为主。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-23　土地损毁程度评价表

（8）选矿厂

选矿厂占地面积为 17768m^2，建筑物高度约 20m，切坡坡角约 50°

砾石含量 10%-30%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地 2283m^2，采矿用地 15474m^2，农村道路 11m^2，初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为重度。

表 3-24　土地损毁程度评价表

（9）矿区道路

矿区道路占地面积为 5029m^2，切坡高度 0.5m，砾石含量＞30%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为其他林地 36m^2，天然牧草地 3745m^2，工业用地 875m^2，农村道路 373m^2。初期损毁时以挖损为主，现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-25　土地损毁程度评价表

（10）其他区域

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

综上所述，根据巴林左旗 2024 年国土变更调查数据，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、其他林地、天然牧草地、工业用地、采矿用地、特殊用地、农村道路等，损毁土地总面积 58006m^2。对各单元损毁土地情况统计见表 3-26。

表 3-26　矿区现状损毁单元损毁面积、损毁形式及损毁程度一览表

（三）生态系统受损现状

1、生态受损程度评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，生态受损方式主要有植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失以及水环境污染五个方面。

根据相关部门规定的划分标准，将生态系统受损程度等级划分为一级（严重）、二级（较严重）、三级（较轻）等 3 级标准。评估标准如下：

①较轻：植被覆盖度＞40%，原生植被轻度破坏、生物栖息地基本完整，物种影响较小、土壤侵蚀模数＜2500t/km²·a、水土未检测到污染；

②较严重：植被覆盖度 10%-40%，原生植被破坏严重、生物栖息地破碎化，物种数量下降、土壤侵蚀模数 2500-5000t/km²·a、水土环境局部轻微污染，无显著危害；

③严重：植被覆盖度＜10%，原生植被消失、生物栖息地完全破坏，物种大幅减少、土壤侵蚀模数＞5000t/km²·a、水土环境污染物超标，影响生态安全。

生态受损程度评价指标划分表见表 3-27。

表 3-27　生态受损分级参考标准表

受损程度分级采取上一级别优先原则，只要有一条符合即受损程度定为该级别。

2、生态受损程度评价

（1）植被损毁情况

调查区植被类型属于半干旱草原灌草植被。根据遥感估算植被覆盖度，将调查区植被覆盖度划分为高覆盖度（70%-90%）、中高覆盖度（40%-70%）、中覆盖度（20%-40%）、低覆盖度（10%-20%）、极低覆盖度（<10%）五个级别，通过估算得出各功能区的植被覆盖度组成；各功能区植被覆盖度统计详见表 2-3，调查区植被覆盖见图 2-2、图 2-3。

调查区已损毁区植被覆盖度较低，损毁类型主要为压占，该区域

主要由极低覆盖度、低覆盖度组成，集中在矿区内的建筑物、道路等；选矿厂范围整体植被覆盖度较低，与尾矿库植被恢复效果不佳有关；损毁植物种类为羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、蒙古栎等；其他区域植被覆盖度最高，该区域主要由中覆盖度、中高覆盖度、高覆盖度组成，植物种类多为农作物、人工林，选矿厂范围损毁植被类型为虎榛子、山杏灌丛。

根据遥感影像的植被覆盖度计算结果可知，现状各场地单元中，整体植被覆盖度低于 10%的场地为：新建办公生活区、竖井工业场地、选矿厂、矿区道路，根据生态受损分级参考标准表（表 3-27），植被覆盖度＜10%，原生植被消失，故认为上述场地植被损毁程度为“严重”。

整体植被覆盖度介于 10%-40%的场地为：新建工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）根据生态受损分级参考标准表（表 3-27），“植被覆盖度 10%-40%，原生植被破坏较严重”，故认为上述场地植被损毁程度为“较严重”。

（2）土壤污染情况

矿区土壤类型主要为栗钙土，土壤质地为轻壤，母岩与土壤的特征为沙质黄土、亚粘土或亚粘土含砾，结构较紧密，干时坚硬，粘塑性较强，手捻有滑感。

矿山于 2026 年 3 月 16 日矿山委托***对矿区土壤监测点进行取样检测，土壤取样位置见图 2-9、图 2-10，取样信息见表 2-18，土壤检测结果见表 2-19。

根据矿区废石场上风向、废石场下风向、选矿厂上风向、选矿厂下风向、尾矿库上风向、尾矿库下风向、工业场地周边各项检测结果符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控污染风险标准》（GB

36600-2018）中第二类用地筛选值，综合判断矿山现状土壤环境污染影响程度“较轻”。

（3）生物多样性丧失

矿区生态修复范围地处低山地段，野生动物涵盖鸟类、哺乳类、两栖类、爬行类四大类群，物种组成符合北方半干旱区动物区系特征。

区域共记录鸟类 3 种，以耐干扰的雀形目伴人物种为主，包括岩鸽、家燕、麻雀，广泛分布于矿区及周边农田、灌丛生境。

区域共记录哺乳类 7 种，以小家鼠、达乌尔黄鼠、达乌尔鼠兔等小型啮齿类为优势类群，兼有蒙古兔、东北刺猬、普通蝙蝠，多栖息于草地、农田及矿区闲置场地，种群分布稳定。

两栖类共 4 种，包括花背蟾蜍、中华蟾蜍、中国林蛙、黑斑侧褶蛙，主要栖息于矿区低洼近水湿润区域；爬行类共 2 种，包括丽斑麻蜥、赤峰锦蛇，多活动于灌丛、石质边坡等隐蔽生境。

现状场地中新建办公生活区、竖井工业场地、选矿厂、矿区道路植被损毁严重，整体覆盖度低于 10%，导致大部分生物无栖息地，根据生态受损分级参考标准表（表 3-27）“栖息地完全破坏，物种大幅减少”，故认为上述场地对生物丧失程度为“严重”。

新建工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）植被损毁较严重，整体覆盖度介于 10%-40%，植被类型多为天然牧草地，可供哺乳类动物栖息，根据生态受损分级参考标准表（表 3-27）“栖息地破碎化，物种数量下降”，故认为上述场地对生物丧失程度为“较严重”。

（4）水土流失问题

1）侵蚀模数背景值

根据 2010 年 1 月，由***编制的《赤峰九星矿业有限公司白音勿拉矿区（***万 t/a）铜矿石采矿项目环境影响评价报告书》，矿区所

在区域水土流失模数是在对地形地貌、土壤植被、土地利用现状调查分析的基础上，结合工程占地自然情况及土壤侵蚀和影响因子之间的关系最后确定的。项目区为低山区，地表坡度一般在 5°~10°，植被盖度 30%，确定项目区原生地貌土壤侵蚀主要是水力侵蚀，土壤水力侵蚀模数为 1000t/km^2·a，土壤允许流失量为 500t/km^2·a

2）影响因素分析

结合矿区实际情况，水土流失的核心成因可归纳为三类，各因素相互作用、叠加放大，加剧了侵蚀程度。

①植被防护体系受损，人为开发活动导致区域原生植被大量损毁，水土保持植被覆盖不足，地表失去天然防护屏障，无法有效截留降水、减缓径流流速，对土壤的固持作用大幅弱化；

②土壤抗侵蚀能力下降，长期的地表扰动的表土流失、机械压实等行为，破坏了土壤原有结构，土壤孔隙度降低、团聚体稳定性变差，抗冲刷能力与抗风蚀能力显著弱化，易被水流或风力侵蚀搬运；

③水土保持防护措施缺失，针对裸露地表、场地切坡等重点侵蚀区域，未采取植被恢复等有效的水土保持防护措施，无法从源头遏制水土流失，进一步放大了自然侵蚀与人为扰动的叠加影响。

3）矿区水土流失现状分析

矿区表土在雨季易受降雨冲刷的影响，从而加剧水土流失，受植被损毁、裸露地表增加及土壤理化性质恶化等问题叠加影响，矿区水土流失以水力侵蚀为主。

结合矿区实际调查显示，裸露斜坡及未防护的新建办公生活区、新建工业场地、值班室开挖边坡等区域为水土流失重点区域。其中，雨季时坡面径流冲刷裸露地表，泥沙流失量较大；旱季时，裸露表土易被大风扬起，形成扬尘，不仅加剧土地沙化风险，还对周边植被生

长产生覆盖性干扰。同时，植被覆盖度降低导致土壤蓄水能力下降，进一步提升了水土流失的风险等级。

综上所述，根据现状判定结果如下：

新建办公生活区、竖井工业场地、选矿厂、矿区道路上述场地水土流失程度为“严重”。

新建工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13处）上述场地水土流失程度为“较严重”。

（5）水环境污染

根据2026年3月16日矿山委托***对矿区及周边地下水进行了水环境污染检测。通过对矿区矿井涌水、矿区水源井、矿区周边存在水井取水化验，化验结果显示（见第二章、第五节水环境现状），矿山地下水监测指标均符合《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)Ⅲ类标准的要求。

综上所述，现状条件下，矿山地下水环境影响程度“较轻”。

3、生态系统受损程度评价结果

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

表3-28　矿区生态受损程度现状综合评价表

三、受损预测

（一）地质环境问题预测

1、不稳定地质体预测

矿体采空后其上方覆盖的岩层失去支撑，平衡条件被破坏，岩层产生移动变形，这种变形随着采空区的不断扩大而向上发展，并往往波及到地表，使地表产生移动变形及塌陷。

矿山由于前期开采存在采空区，采空区地表投影面积约173m^2，采空区体积约1384m^3。经调查，历史形成的采空区未进行过充填治

理，因此本方案预测上述采空区上方将继续出现地表塌陷情况。

根据矿山《开采方案》，矿山拟采用地下开采，矿山生产建设引发的地质灾害隐患为地下采空区引发地面塌陷灾害。

根据《开采方案》设计主采矿体为 1 号、1-3 号矿体，根据《开采方案》规划的拟开采矿体特征、上下盘围岩的性质和稳定性，采用的采矿方法，并参照同类矿山的资料，确定矿体岩体移动角为矿脉上盘 75°，下盘 75°(矿体倾角＜75°按矿体倾角)，两翼 80°，按开采最低标高进行圈定。地面塌陷范围计算如下：

计算公式：

$AF=AB\times\sin\beta\times(\mathrm{ctg}\beta+\mathrm{ctg}\gamma)/(1-\tan\alpha\times\mathrm{ctg}\gamma)$

$AP=AB\times\sin\beta\times(\mathrm{ctg}\gamma-\mathrm{ctg}\beta)/(1+\tan\alpha\times\mathrm{ctg}\gamma)$

$O'M'=AB\times\sin\beta/\tan\Phi$

式中：α-地形坡度角；β-矿体倾角；γ-岩石移动角；Φ-侧翼移动角。

AB-矿体斜深（m）；AD-矿体垂深（m)；M-矿体平均厚度

AC-矿体倾斜方向上，深厚比等于 30 处地表位置至矿体露头处的水平距离（m）

AF-矿体上盘地表岩石移动范围的水平距离（m）

AP-矿体下盘地表岩石移动范围的水平距离(m)

A'M'-矿体埋深

O'M'-矿体侧翼岩石移动范围

备注：矿体倾向和地形下坡方向相反时α取正值，反之α取负值。计算结果见表 3-29。

表 3-29　预测地面塌陷区范围计算表

根据采深采厚比圈定地面塌陷影响范围，结合开采方案圈定的岩移范围综合确定预测地面塌陷区的面积为 145407m^2。预测塌陷区圈

定范围见图 3-3。

图 3-3　预测塌陷区圈定范围

预测地面塌陷地表最大下沉值，计算公式：S=q×m/cosα，式中：m 为矿体厚度（本次计算采用平均厚度计算）；α为矿体倾角；q 为下沉系数；矿区矿体围岩以大理岩、绿泥石英片岩、绿帘透辉石岩、矽卡岩、绿泥绿帘石岩等，（围岩岩性为坚硬岩～较坚硬岩类，q 取值范围为 0.27—0.54），本方案 q 取 0.50；

经计算，预测塌陷区最大下沉值为 10.88m，平均下沉值为 9.07m；在地面塌陷边缘会伴生裂缝，地面塌陷沿矿体走向分布，采空区上方有可能产生塌陷坑。预测塌陷区范围内地表存在居民地表建（构）筑物、地表工程场地，危害对象主要为以上场地及地表人员、施工设施、矿山工作人员。预测受威胁人数为 10-100 人，可能造成财产损失预测大于 1000 万元。对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）编制技术要求附录 E，预测地面塌陷灾害危害程度严重，地表建筑物、设施、人员受地面塌陷地质灾害影响严重。

由于前期开采形成采空区未经过充填治理，预测随着采矿活动的进行，地下将形成采空区并随之扩大，矿体矿石采出后，原岩应力平衡遭到损毁，围岩应力平衡遭到损毁即会发生塌陷，可能引发并加剧地面塌陷灾害。根据采矿方法，浅孔留矿嗣后充填采矿法，对于厚度 0.8m 以下矿体辅以削壁充填采矿法，将有效防止地面塌陷灾害的发生，故评估发生地面塌陷灾害的可能性小。一但发生塌陷，危害对象主要为周边居民和地面工作人员、地表建构物、矿山工程场地，地表林地、草地等，危害程度较大，危险性中等，预测地面塌陷灾害为严重。

2、矿区含水层破坏预测

根据矿体规模、区域含水层特征、采矿方式，对含水层影响预测

评估如下：

（1）含水层结构破坏

矿山拟定开采最低标高为***m，开采矿段地下水为基岩裂隙水，水位标高***m，根据《开采方案》估算采用“大井法”计算开采至最低可采标高***的矿坑正常涌水量为 430.40㎥/d，最大涌水量为 688.63㎥/d。采用“比拟法”计算开采至最低可采标高***的矿坑正常涌水量为 2204.97㎥/d，最大涌水量为 3527.94㎥/d。矿山疏干水影响半径最终取值 R_0=349.27m 左右，通过向白音勿拉镇政府工作人员咨询白音勿拉镇集中式饮用水水源地位于乃力珠嘎查，距离矿区直线距离约 1.3 km，水源地位于疏干影响半径以外，开采不会对水源地水量产生扰动。

图 3-4　集中水源地与矿山位置关系

根据《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）地下水含水层破坏类型主要包括：含水层层位缺失、包气带厚度增加、含水层疏干压密、含水层位置移动、储水构造改变、导水裂隙产生等。矿区地下水含水层破坏类型、开采方式、产生原因、破坏形式，对储水功能、给水能力的影响以及地下水污染风险。

本矿山为地下（井工）开采，开采揭露基岩裂隙含水层，采空区垮塌造成矿床上下基岩裂隙含水层顶底板隔水带破坏，产生导水裂隙。镇集中水源地不在疏干影响半径范围内；地下水水质预测无变化。预测无地表拉张裂隙、预测无植被退化、预测无土壤沙化；不涉及河流断流；无供水井干枯；不涉及泉水衰减；仅产生矿坑涌水。对照《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》GB/T 42362- 2023 评价指标体系，矿区植被退化、土壤沙化、地表水系断流、地下水富水性降低、地下水资源枯竭、地下水污染风险增加、井下渗水漏砂各项指标均为Ⅰ级；井下突水指标中充水水源类型为裂隙水（Ⅰ级），裂隙发

育情况为裂隙连通（III级）。矿山地下开采产生导水裂隙，含水层本体结构遭到破坏，但疏干影响范围有限，镇集中水源地不在疏干影响半径之内，未产生显著外部环境损害。综合评价，矿区地下水含水层破坏危害程度为III级（**较严重**）。

（2）矿坑排水对含水层影响

矿区主要含水层为基岩裂隙水，含水层主要由大理岩、矽卡岩、花岗岩等组成，开采方式为井下开采，矿山未来开采会使矿区及周围含水层水位有小幅下降，根据《开采方案》估算采用“大井法”计算开采至最低可采标高***的矿坑正常涌水量为 430.40㎥/d，最大涌水量为 688.63㎥/d。采用“比拟法”计算开采至最低可采标高***的矿坑正常涌水量为 2204.97㎥/d，最大涌水量为 3527.94㎥/d

参考同类金属矿山影响半径最终取值 R_0=349.27m 左右，矿坑疏干水影响面积为 383241m^2，影响范围较大。基岩裂隙含水层不是区域主要含水层，预测矿坑疏干排水不会导致矿区及周围主要含水层造成较大影响，预测评估未来继续开采对含水层水位和水量影响较严重。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿区及周围无地表水体，矿区生活用水来自于矿部内已有机电井，据实地调查，矿坑疏干水为基岩裂隙水，矿区及附近村庄用水水源为第四系松散岩类孔隙水，由于第四系松散岩类孔隙水通过基岩裂隙补给地下水，矿坑疏干未直接影响孔隙水。

通过向白音勿拉镇政府工作人员咨询白音勿拉镇集中式饮用水水源地位于乃力珠嘎查，距离矿区直线距离约 1.3km，水源地位于疏干影响半径以外，开采不会对水源地水量产生扰动。

因此预测矿坑疏干水对矿区及附近水源影响较轻。

（4）对地下水水质影响

采矿活动对含水层水质的影响主要是井下排水和生活污水、选矿

废水。

①井下排水

矿区隔水层整体稳定完整，无贯通性导水构造，井下排水与区域地下水含水层水力联系较弱。根据水质检测分析成果，井下排水组分简单，无高危污染因子。通过水质监测、规范排水排放、完善场区防渗措施，可进一步降低地下水水质扰动风险，保障矿区地下水水环境安全。综合判定井下排水对含水层水质影响较轻。

②生活污水

矿山后续将建立完善的污水收集系统，无污水直排、漫排及大规模渗漏问题。生活污水污染物经收集处理、包气带截留降解、地下水稀释扩散后，对区域地下水水质总体影响轻微、可控，不会造成地下水有机污染、氮磷超标及水质恶化。综合判定生活污水对含水层水质影响较轻。

③选矿废水

矿山后续建立选矿厂与尾矿库，项目选矿废水全部依托尾矿库实现闭路循环回用，生产工况下无外排废水，从源头杜绝了选矿废水地表污染及大面积入渗问题。尾矿库防渗、排渗及回水系统实时监测，现状地下水水质稳定，未出现选矿废水污染特征指标异常。在持续落实库区运维、防渗检修、水质监测等管控措施的前提下，不会对区域地下水系统产生不良影响。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构的破坏程度为较严重；矿坑疏干水对含水层水位（水量）的影响程度较严重；矿山开采对矿区及附近水源影响较轻，对地下水水质的影响较轻。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，预测矿山开采对含水层破坏程度为较严重。

3、地形地貌景观破坏的预测

矿山为停产矿山基建阶段，《开采方案》设计矿山拟采用地下开采方式，《开采方案》设计的拟建斜坡道、拟建副井、拟建北风井、拟建南风井建设尚未完成，拟建场地均在采矿证范围内，矿山后期开采形成的采空区可能引起地面塌陷区，因此矿山建设期新增场地为拟建斜坡道、拟建副井、拟建北风井、拟建南风井、预测地面塌陷区。

本次现状调查时，矿山新建了办公生活区，矿山拟于生产期继续利用，前期地表形成的竖井工业场地、废石场、办公生活区、炸药库、雷管库、值班室、蓄水池均在岩移范围内，《开采方案》不再利用，予以废弃；原选矿厂距离矿区较远，《开采方案》不再利用，予以废弃。

综上所述，生态修复预测受损问题的单元为：拟建斜坡道、拟建副井、拟建北风井、拟建南风井、新建办公生活区、预测塌陷区、矿区道路。

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

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

（1）拟建斜坡道

新建斜坡道硐口位于现有采矿工业场地 2 号和 4 号勘探线之间，规格 4.1m×3.8m，硐口标高***m，最底标高***m，直线段坡度 15%，曲线段坡度 5%。设计中段高度 20~52m，井下设+753m、+727m、+707m、+667m、+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387、+337m 和+285m 共 13 个中段。基建期斜坡道施工至+667m 水平，基

建总长 1576m。预测其影响面积为 1140m^2。该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测评估拟建斜坡道地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-30　拟建斜坡道地地形地貌景观影响评分表

照片 3-19　拟建斜坡道建设位置

（2）拟建副井

新建副井，井口位于现有采矿工业场地 0 号和 1 号勘探线之间，规格 Φ5.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m。在井下+753m、+727m、+707m、+667m、+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387、+337m 和+285m 水平设置单向马头门。预测拟建副井影响范围 700m^2，该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测评估拟建副井对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-31　拟建副井地形地貌景观影响评分表

（3）拟建南风井

新建南回风井，井口位于地表岩石移动范围外 20m、11 号勘探线附近，规格 Φ3.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m，井下设+753m、+727m、+707m、+667m、+627m、+587m、+547m、+507m、+467m、+427m、+387、+337m 和+285m 共 13 个中段。预测拟建南风井影响范围 600m^2，该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测评估拟建南风井对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-32　拟建南风井地形地貌景观影响评分表

照片 3-20　拟建南风井建设位置

（4）拟建北风井

新建北回风井，井口位于地表岩石移动范围外 20m、14 号勘探线附近，规格 Φ3.5m，井口标高***m，井底标高***m，井筒深度***m，井下设+753m、+727m、+707m 和+667m 共 4 个中段。预测拟建北风井影响范围 600m^2，该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，

预测评估拟建北风井对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-33　拟建北风井地形地貌景观影响评分表

（5）预测塌陷区

由于矿山历史开采形成了采空区，根据调查，历史形成的采空区并未进行过充填治理，《开采方案》拟采用地下开采方式，后期生产如不及时充填可能引发地面塌陷，预测塌陷区面积为 145407m^2，预测塌陷区最大下沉值为 10.88m，平均下沉值为 9.07m。

预测塌陷区与部分现状单元重合（重叠单元：竖井工业场地、部分钻机平台、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、部分矿区道路，总面积 9380m^2），地表将形成不连续的凹坑，塌陷边缘伴生地裂缝，导致植被破坏，破坏含水层连通性，导致土壤质量下降，预测地面塌陷区对地形地貌景观影响严重。

表 3-34　预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

（6）新建办公生活区

新建办公生活区位于矿区北西侧，为 2024 年新建设场地，目前尚未建设完成，现状面积为 8943m^2，内设有门卫室、办公楼、宿舍楼等。办公生活区东南侧存在建筑切坡，切坡长度 40m，切坡高约 3m，坡度约 40°。该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测评估场地对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-35　新建办公生活区地形地貌景观影响评分表

（7）矿区道路

矿区道路主要为连接矿区内各单元与外界使用，大部分为农村道路，多为废石铺垫、碾压路段，局部切割土质边坡深度较小 0.20-0.50m，道路长度约长 1436m，宽度 3-5m，占地面积 5029m^2。部分道路存在切坡，坡高约 1-2m，坡角约 30-50°°，切坡长度约 280m。该场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测评估矿区道路对地形地貌

景观影响程度为较严重。

表 3-36　矿区道路地形地貌景观影响评分表

其余已形成的工程场地中竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）位于预测塌陷区内部，按照就高评价原则，预测各个单元对矿区地形地貌景观破坏程度与预测塌陷区一致，为严重，剩余选矿厂预测对矿区地形地貌景观破坏程度与现状一致，不再赘述。

地形地貌景观影响预测评估见表 3-37。

表 3-37　地形地貌景观影响预测评估表

表 3-38　预测矿山地质环境问题说明表

（二）土地资源损毁预测

1、土地损毁环节与时序

根据该项目的生产建设特点，该矿山为矿山为停产矿山基建阶段，根据《开采方案》后期矿山开采新建功能单元场地必定损毁土地资源，但在各个开采阶段和各个开采环节中，其损毁方式、损毁面积和破坏程度不尽相同。

（1）损毁环节

根据《开采方案》，结合矿山现状确定的建设方案和生产工艺流程，赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿将矿山对土地造成损毁的环节分为基建期损毁、生产期损毁两个损毁环节。

①建设期对土地的损毁形式主要包括以下几个方面：

《开采方案》设计矿山拟采用地下开采方式，《开采方案》设计的拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井尚未进行建设，新建办公生活区建设尚未完成，因此矿山建设期损毁土地的场地单元为拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建办公生活区；损毁形式主要为占用。

②生产期对土地的损毁形式主要包括以下几个方面：

矿山拟采用地下开采，拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区对土地造成的挖损及占用损毁；

开采过程中形成的地下采空区，可能形成地面塌陷灾害，对土地造成塌陷损毁。

（2）损毁时序

按照矿山生产服务年限以及已损毁的现状场地单元，划分矿山损毁时序，矿山拟计划基建期 2 年，《开采方案》设计矿山生产服务年限为 8 年，因此矿山总服务年限为 10 年，矿山生产期将继续利用现状新建办公生活区、新建工业场地。

现状单元中其它《开采方案》不再继续利用的场地，本方案计划将其近期治理，不再利用的场地为竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂。

因此矿区土地损毁时序分为近三年（2027.01-2029-12）与生产期（2028.01-2036.12）。各损毁单元损毁土地时序见表 3-39。

表 3-39　土地损毁时序表

2、土地损毁程度评价

方案在矿区土地损毁程度评价中按矿山损毁土地类型来选择参评因素，并结合前人经验和各学科的具体指标，选择损毁类型土地的主要参评因素。矿业活动拟损毁土地资源影响主要表现为矿山地面建设区对土地的压占、挖损、塌陷，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 3-15，地损毁程度评分界线见表 3-16。依据损毁土地程度评价等级标准，对矿山土地破坏程度进行分析评价。

（1）拟建斜坡道

拟建斜坡道占地面积为1140m^2，建筑物高度6-10m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地1140m^2。初期损毁时以挖损为主，场地建成后损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表3-40　土地损毁程度评价表

（2）拟建副井

拟建副井占地面积为700m^2，建筑物高度3-6m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地700m^2。初期损毁时以挖损为主，场地建成后损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表3-41　土地损毁程度评价表

（3）拟建南风井

拟建南风井占地面积为600m^2，建筑物高度3-6m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地600m^2。初期损毁时以挖损为主，场地建成后损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表3-42　土地损毁程度评价表

（4）拟建北风井

拟建北风井占地面积为600m^2，建筑物高度3-6m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为乔木林地557m^2。天然牧草地43m^2。初期损毁时以挖损为主，场地建成后损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-43　土地损毁程度评价表

（5）预测塌陷区

预测塌陷区占地面积 145407m²，破坏土地性质属于塌陷，最大下沉值为 10.88m，平均下沉值为 9.07m；损毁土地类型为旱地 10827m²，乔木林地 41697m²，其他林地 26735m²，天然牧草地 37978m²，其他草地 457m²，工业用地 24995m²，特殊用地 636m²，农村道路 1835m²，内陆滩涂 247m²，对土地损毁程度为“重度”。

表 3-44　塌陷损毁土地程度评价表

（6）新建办公生活区

新建办公生活区占地面积为 8943m²，建筑物高度约 10m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地 8943m²。初期损毁时以挖损为主，场地建成后损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-45　土地损毁程度评价表

（7）新建工业场地

新建工业场地占地面积为 15910m²，建筑物高度约 6m，场地无切坡，砾石含量＜10%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为天然牧草地 15910m²。初期损毁时以挖损为主，场地建成后损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-46　土地损毁程度评价表

（8）矿区道路

矿区道路占地面积为 5029m²，切坡高度 0.5m，砾石含量＞30%，复垦难度中等，破坏土地利用类型为其他林地 36m²，天然牧草地 3745m²，工业用地 875m²，农村道路 373m²。初期损毁时以挖损为主，

现状损毁土地方式主要为占用。场地的建设导致原有土地改变，地表植被直接被破坏，地表原有功能丧失，对土地资源影响和破坏程度为中度。

表 3-47　土地损毁程度评价表

其余已形成的工程场地中竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13处），预测各个单元对矿区土地资源损毁程度评价结果与预测塌陷区一致。

选矿厂预测对矿区土地资源损毁程度评价结果与现状一致，不再重复赘述。

综上所述，根据巴林左旗2024年国土变更调查数据，预测拟损毁的土地资源利用类型二级地类主要包括乔木林地、其他林地、天然牧草地、工业用地、采矿用地、特殊用地、农村道路等，损毁土地总面积195233m^2。对各单元损毁土地情况统计见表3-48。

表3-48　拟损毁土地资源统计表

（三）生态系统退化预测

1、生态受损程度预测评价指标

根据现场调查，结合矿方提供资料，预测生态受损方式主要有植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失以及水环境污染五个方面。根据相关部门规定的划分标准，将生态系统受损程度等级划分为一级（较轻）、二级（较严重）、三级（严重）等 3 级标准。评估标准如下：

①较轻：植被覆盖度＞40%，原生植被轻度破坏、生物栖息地基本完整，物种影响较小、土壤侵蚀模数＜2500t/km²·a、水土未检测到污染；

②较严重：植被覆盖度 10%-40%，原生植被破坏严重、生物栖息地破碎化，物种数量下降、土壤侵蚀模数 2500-5000t/km²·a、水土环境局部轻微污染，无显著危害；

③严重：植被覆盖度＜10%，原生植被消失、生物栖息地完全破坏，物种大幅减少、土壤侵蚀模数＞5000t/km²·a、水土环境污染物超标，影响生态安全。

生态受损程度评价指标划分表见表 3-49。

表 3-49　生态受损分级参考标准表

受损程度分级采取上一级别优先原则，只要有一条符合即受损程度定为该级别。

2、生态受损程度评价

（1）植被损毁预测

拟建场地中拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区，均首先对植被挖损，建成后场地周边将进行硬化，周建设场地周边植被严重损毁。

根据生态受损分级参考标准表（表 3-49），植被覆盖度＜10%，原生植被消失，故认为上述场地植被损毁程度为“严重”。

矿山后期生产形成的采空区，可能会产生地面塌陷，预测地面塌陷区对地面部分植被产生影响，但根据矿山开采方式，矿山采用充填法开采，出现地面塌陷的可能性较小。矿区内现有植被覆盖度约 40-50%，预测塌陷区对地面植被扰动较轻，根据生态受损分级参考标准表（表 3-49），植被覆盖度＞40%，原生植被轻度破坏，因此预测地面塌陷区对植被损毁程度为“较轻”。

（2）土壤污染预测

矿山定期对尾矿库、选矿厂、工业场地等矿区周边土壤进行检测，通过历史的检测结果，矿区土壤无污染。

矿山后续将建设尾矿库与选矿厂，尾矿介质含微量伴生重金属及残余选矿药剂，为矿区主要潜在污染源；选矿厂潜在污染源于矿浆、选矿药剂、生产废水及破碎粉尘；工业场地主要涵盖机修、仓储、办公等设施，潜在污染物为矿物油、少量化学品及扬尘。

正常生产条件下，尾矿淋滤液全部收集回用、粉尘无组织排放可控，库区周边土壤无污染物累积条件，可长期维持现状无污染水平；厂区地面防渗硬化完整，生产废水闭路循环、跑冒滴漏废水及矿浆及时收集处置，除尘设施正常运行，厂区及厂界周边土壤污染物增量极低，土壤环境质量可保持稳定；无污染物外泄风险，土壤可维持无污染状态。

因此预测矿区土壤污染程度较轻。

（3）生物多样性预测

拟建场地中拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区对植被损毁程度较严重，导致栖息地破碎化，物种数量下降，根据生态受损分级参考标准表（表 3-49），拟建场地中拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区对生物多样性丧失程度为“较严重”；

预测地面塌陷区对植被损毁程度为“较轻”，栖息地基本完整，物种影响较小，但矿山生产对地面存在扰动，导致部分生物栖息地破碎化，物种数量下降，根据生态受损分级参考标准表（表 3-49），预测地面塌陷区对生物多样性丧失程度为“较严重”。

（4）水土流失程度预测

拟建场地中拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区，均首先对植被挖损，周建设场地周

边植被严重损毁。但建成后场地周边将进行硬化，硬化地面可大幅减小水土流失问题，因此判定上述场地对水土流失程度为“较轻”

预测地面塌陷区对植被损毁程度为“较轻”，植被覆盖度较高的区域可有效减小水土流失问题，因此判定预测地面塌陷区对水土流失程度为“较轻”

（5）水环境污染程度预测

矿山定期对矿山水源井、周边存在水源井等矿区周边水源进行检测，通过历史的检测结果，矿区水质无污染。

矿山后续建设尾矿库与选矿厂，尾矿库水体含微量矿石伴生重金属及选矿药剂残留，是矿区水环境主要潜在污染源；选矿厂水环境潜在污染因子主要为悬浮物、重金属及残余选矿药剂，污染来源为生产废水、设备及场地冲洗废水、跑冒滴漏矿浆。

正常生产条件下，尾矿库防渗体系、排洪系统、渗滤液收集及回水设施完好稳定，库内废水全部闭路回用于选矿生产，实现零外排；选矿厂区地面防渗硬化完整，废水收集、沉淀、回用系统运行，生产废水全部闭环处置、无外排；生产区与水源区域隔离防护、防渗导排设施完善，各生产单元废水、固废规范管控，污染物无迁移扩散通道，水源井地下水水质可长期维持达标状态；矿区地表水、地下水及水源井水体可持续保持现状无污染的水环境质量。

因此预测矿区水环境污染程度属于“较轻”

已形成的工程场地中竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂等单元，预测各个单元对矿区生态系统受损程度评价结果与现状一致，不再重复赘述。

3、生态系统受损预测综合评价

参照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）中 6.2.3 条款等相关规范，评估认为矿区生态环境影响程度见表 3-50。

表 3-50　矿区生态受损程度预测综合评价表

四、问题诊断评价结论

（一）生态修复受损程度评价原则

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

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

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

③分析已损毁土地被重复损毁的可能性，坚持“就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

④坚持定性和定量相结合的原则；

⑤依据《生态修复方案编制指南》，样表7的要求，评估区划分为矿区损毁程度重度、中度、轻度。

（二）评价结果

矿区生态修复分区应根据矿区地质环境影响与生态环境影响现状评估和预测评估结果，参照《矿区生态修复方案编制指南》（样表7），划分重度、中度、轻度。综合评价结果见表3-51。矿区生态破坏程度综合评价图见图3-5。

表 3-51　损毁程度综合评价表

图 3-5.1　受损程度综合评价图（一）

图 3-5.2　受损程度综合评价图（二）

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

矿山未来矿业活动引发的不稳定地质体主要为预测地面塌陷区和不稳定边坡。针对预测地面塌陷区采取实时监测预警系统，出现地表变形，达到稳定状态随即开展回填等措施；不稳定边坡可能发生滑塌现象，矿山通过清运整治、修建挡墙、截排水渠、边坡稳定性监测、植被恢复等措施可最大程度上避免地质灾害的发生，具有较强技术可行性。

2、含水层破坏防治技术可行性分析

针对矿区开采引发的含水层裂隙发育、隔水层破损、地下水串层渗漏及储水结构受损等典型破坏问题，本次采用的含水层破坏防治技术体系具备良好的落地可行性。采用裂隙注浆封堵渗漏通道、采空区充填防渗等工艺，实施含水层修复工程，有效修复受损含水层结构、理顺地下水水力联系，遏制矿区地下水疏干、水质恶化等生态问题。相关技术工艺经过大量矿区生态修复工程实践验证，施工便捷、环境扰动小、成本可控，可有效恢复含水层储水、导水与生态涵养功能，为矿区地下水生态修复、地质环境提质提供可靠的技术支撑。

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

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。

地形地貌景观的主要修复措施为：

针对工业场地、办公生活区和矿区道路等破坏原生的植被景观区域进行生态恢复，主要采用的治理工程主要为警示牌、网围栏、回填、

封堵、拆除、废渣清运、垫坡整形、硬化层清理、整平压实、土壤改良培肥、覆盖层构建、翻耕、种植乔木和撒播草籽等。

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。

4、地质环境治理经济可行性分析

经估算，矿山地质环境治理总费用为 728.77 万元，其中地灾防治工程 2.13 万元，地貌重塑工程 726.64 万元，经费全部由矿山企业自筹。根据矿山提供的《可行性研究》资料，矿山达产年营业收入 51291.50 万元/a，实现利润总额 28066.33 万元/a，税后利润 21049.75 万元/a。矿山地质环境治理工程在项目总投资中占比不大，建设投资回收期较短，矿山企业有能力实施该工程。

（二）土地复垦可行性分析

结合前文土地损毁问题诊断评价结果，本次矿山土地损毁涉及区域包括拟建选矿工业场地、拟建南风井、新建工业场地、新建办公生活区、预测塌陷区、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路等单元。

上述区域表层土壤结构均遭受不同程度损毁，部分区域土壤结构被彻底破坏，部分区域仅表层土壤被长期压占但未彻底损毁。基于此，具体如下：

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

2、水土资源条件可行性分析：结合矿区当地水资源分布、土壤类型特点，复垦工程实施过程中合理调配水资源，配套必要的水土保

持措施，避免复垦过程中产生新的水土流失；土壤重构过程中优化土壤配比，适配当地水资源条件，保障植被生长所需水土资源，确保复垦方案与水土资源条件相匹配。

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

4、土地复垦经济可行性分析：通过上述土地复垦治理工程，经估算，矿山土地复垦总费用为 85.79 万元，其中土壤重构工程 76.34 万元，植被重建工程 9.44 万元，经费全部由矿山企业自筹。根据矿山提供的《可行性研究》资料，矿山达产年营业收入 51291.50 万元/a，实现利润总额 28066.33 万元/a，税后利润 21049.75 万元/a。矿山土地复垦治理工程在项目总投资中占比不大，建设投资回收期较短，矿山企业有能力实施该工程。从长期效益来看，土地复垦完成后，可恢复区域土地利用功能，提升土地价值，同时减少水土流失、改善生态环境，降低矿山生态治理后续投入；结合矿山企业自身资金实力及项目投资回报情况，本次复垦工程的投入与产出效益匹配，经济上具备可行性。

（三）生态系统修复可行性分析

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

1、植被恢复技术可行性分析

生态修复范围损毁地类主要包括林地、草地及采矿用地，结合矿山及周边矿山生态修复成功案例，综合考量区域地形地貌特征，矿山

开采结束后，通过地貌重塑、土壤重构工程对损毁区域进行预处理，可有效改善区域土壤条件和地貌环境，完全能够满足恢复耕地、林地的基础要求，植被恢复技术成熟、可操作性强，技术层面具备可行性。

2、土壤重构工程可行性分析

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

3、生物多样性恢复可行性

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

土壤改良作为植被恢复和生物多样性提升的基础，通过施加有机肥改善土壤肥力、使用石灰中和酸性土壤，并种植特定超富集植物，为各类植物定植创造有利条件。此外，定期评估物种丰富度、群落结构等生态指标，可根据实际情况动态调整修复策略，保障生态系统恢复的稳定性和可持续性。

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

4、水土流失恢复可行性

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

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

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

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

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

5、水环境污染防治可行性

矿区废水主要有选矿生产废水、选厂地坪冲洗废水以及员工生活废水，同时存在大气降水。选矿磨矿、浮选等工序产生的生产废水，经浓密、絮凝沉淀处理后回用于选矿生产；选厂冲洗及设备跑冒滴漏废水统一收集泵送，实现选矿系统废水闭路循环，不外排外环境。员工生活废水处理后由当地居民清掏肥田，资源化利用不外排；正常大气降水经截排水沟截留沉淀，用于矿区洒水降尘、林地绿化；暴雨期初期降水收集处理，后期雨水排入山沟，不对区域地表水系产生不利影响。矿山废石运至废石场集中堆放，选矿尾矿送入尾矿库规范堆存，各类固废妥善处置。

选矿废水沉淀回用、尾矿库回水收集、雨污分流截排洪均为矿山成熟工艺设施。水土环境纳入日常监测，增设选矿回用水、尾矿

库上下游地表水监测点位，可及时掌握污染变化并优化防治措施。水土污染防治以预防和监测为核心，废石尾矿处置、废水处理均属于矿山主体工程内容，技术成熟可靠，因此水环境污染防治在技术上具备可行性。

6、土壤环境污染防治可行性

结合矿山开采与选矿生产，矿区土壤污染主要来自扬尘沉降、废石堆渗滤、选矿厂区及尾矿库淋滤渗滤、选矿物料遗撒等，总体污染范围有限、程度较轻。选矿车间、尾矿库、精矿堆场存在尾矿扬散、渗滤液下渗、物料遗撒带来的重金属污染风险。

按照“预防为主、治理为辅、全程监测”思路，强化矿山及选矿厂区抑尘，破碎、尾矿输送采取密闭遮盖措施；规范废石、尾矿堆存，废石场设置挡土墙，尾矿库做好防渗抑尘与边坡防护，选矿车间、精矿堆场、废水池等重点区域防渗硬化，阻断渗滤污染途径；将监测范围拓展至选矿厂区、尾矿库周边土壤，重点监测重金属、pH 值指标。如出现局部轻度土壤污染，可采取施加改良剂、种植超富集植物等原位修复技术改善土壤质量。

上述均为行业成熟技术，材料设备易获取，选矿防渗抑尘工程可同步纳入矿山基建，依托矿山日常环境管理可保障措施落地，因此土壤环境污染防治具备可行性。

7、矿区生态系统恢复经济可行性

经调研咨询，参考同类矿山生态修复成本标准，初步估算矿区生态修复成本约 15-20 万元/公顷，本次按 15 万元/公顷计，本次矿区生态系统恢复总面积为 24.5618 公顷，据此测算，矿区生态系统恢复总费用为 368.43 万元，该笔经费全部由矿山企业自筹解决。

从经济层面分析，矿区生态系统恢复工程在项目总投资中占比合理，且项目建设投资回收期较短，矿山企业具备充足的资金实力，能

够全面保障生态修复工程的规划、施工、维护等全流程资金需求，因此矿区生态系统恢复工程在经济上具备可行性。

二、目标方向可行性分析

（一）参照生态系统确定

1、矿区自然条件分析

（1）气候与地形

本区属中温带干旱～半干旱大陆性季风气候，冬季严寒，夏季炎热，春秋季多风，气候以少雨雪多风沙为特点，年平均降水量371.58mm。区内总体地势西高东低，最高点位于矿区中部偏西山体顶部，海拔标高806.25m，最低点位于东南部坡麓低洼地带，海拔标高752m，最大相对高差54.25m。区内侵蚀切割程度浅，山间波状起伏，顶部基岩裸露，主体走向北西～南东向。

（2）矿区植被

调查区植被类型属于半干旱草原灌草植被。矿区植被类型多样，涵盖了从华北植物区系到东北植物区系的过渡地带，有森林、草原、湿地等多样的生态系统。所调查的123.2680hm^{2}范围内，植物种类丰富，常见乔木主要为杨树、松树、蒙古栎等，灌木主要有山杏、虎榛子，成片分布于矿区内部及周边，草本植物以羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、胡枝子、冷蒿等为主，大多夹杂分布于林地之间。

矿区整体植被发育较好，根据遥感估算植被覆盖度，矿区整体覆盖度40-50%。

（3）土壤环境

大面积分布于矿区山坡及沟谷边缘处，矿区土壤类型主要为栗钙土，主要分布于山前坡麓地带，山坡及山顶土壤较薄，土壤厚度0.3-5m，矿区土壤质地疏松、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，土壤容重在1.25g/m^{3}左右，＜0.002mm粘粒

含量41.72%，粒状或团块状结构，有机质含量6.28-12.0g/kg，pH值7.68-8.39。

2、矿区周边的生态系统特征

矿区周边未受损生态系统主要为森林生态系统、草地生态系统，根据《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035年）》、《巴林左旗国土空间总体规划（2021-2035年）》等相关规划，矿山及周边为矿业生产活动区，土地类型以林地、草地为主（生态系统典型照片见照片3-21至3-22），根据季节变化主要植物群落相应变化，生态结构较为单一。区内无珍贵动物栖息地，无动物迁徙路线途经本区。

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要为森林生态系统、草地生态系统。

（1）森林生态系统

森林生态系统在矿区广泛分布，占据大部分面积，为主要生态系统，植被具有森林植被向半干旱草原植被过渡的特征，植被系构成复杂，包括了达乌里区系、蒙古区系、西伯利亚区系及东亚区系的典型代表植物。森林乔木树种主要有杨树、松树、蒙古栎等；草本植物有羊草、糙隐子草、紫花苜蓿、胡枝子、冷蒿等。

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

（2）草地生态系统

草地生态系统属于典型的温性山地草甸草原与干旱草原复合生态系统，是赤峰市北方生态安全屏障的重要组成部分。草地主要分布于低山与沟谷地带，与森林、灌丛及农田形成镶嵌式景观格局，草原植被盖度稳定在35%以上，平均可食产草量干重2781.40kg/hm²。作为坡耕地改良的重要生态缓冲带，草地根系固持土壤，有效减少水土流失，支撑旱作高标准农田建设。

照片 3-21　矿区森林山体生态系统典型照片

照片 3-22　矿区草地生态系统典型照片

3、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，选取赤峰中色白音诺尔矿业有限公司白音诺尔铅锌矿为例，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

赤峰中色白音诺尔矿业有限公司白音诺尔铅锌矿隶属巴林左旗白音勿拉镇管辖，矿区面积***km^2，开采矿种：铅矿、锌、银、镉，开采方式：地下开采，生产规模：***万吨/年

（2）已实施的治理工程

2021-2023 年，白音诺尔铅锌矿完成了斜井工业场地、一号、二号、六号、七号废石场、二号尾矿库及其他前期治理区植被恢复工作；利用周边废石对一号露天采坑进行回填、石方平整；对四号废石场、五号废石场进行覆土、平整及植被恢复的过渡性治理工作；

对三号废石场覆土、平整治理及植被恢复工作；

对石料堆堆 1、石料堆堆 2 进行清运、覆土、整平、恢复植被；

对混合井废石场与二选厂相连的供矿长廊边坡进行边坡整形，而后框格护坡，并覆土绿化；

对回填完毕的一号露天采坑进行覆土、土方平整及植被恢复工作。

（3）工程治理效果

各工程治理效果见照片 3-23 至 3-29：

照片 3-23　一号露天采坑、一号废石场治理效果

照片 3-24　北风井废石场治理效果

照片 3-25　三号废石场治理效果

照片 3-26　三号竖井工业场地部分场地治理效果

照片 3-27　六号废石场治理效果

照片 3-28　1 号尾矿库治理效果

照片 3-29　2 号尾矿库治理效果

（4）工程亮点与参考经验

赤峰中色白音诺尔矿业有限公司白音诺尔铅锌矿矿区自然气候、地理位置、地形地貌、土壤植被等相差不多，场地设置和施工条件类似。该矿区实施的对废石场场的清运、整平治理、植被恢复工程，以及对尾矿库平整工程的治理工程恢复效果良好，可作为亮点工程，有较强的参考价值。

（二）复垦修复方向

1、土地复垦适宜性评价

（1）评价原则

①符合国土空间规划，并与其他规划相协调

恢复遭破坏土地资源的生态环境，需要符合国土空间规划及“三区三线”范围，同时与所在地的环境保护规划、生态建设规划相协调同时与所在地的环境保护规划、生态建设规划相协调。

通过套合巴林左旗国土空间规划“三区三线”范围，以及参阅巴林左旗国土空间生态修复规划（2021 年-2035 年）等相关资料可知，生态修复区内规划用地以林地、草地为主，为了实现土地资源的可持续使用，落实耕地保护政策，综合考虑项目所在地的实际情况，初步确定生态修复区主要的复垦方向为林地、草地。

②因地制宜、农用地优先的原则

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

③综合效益最佳原则

在确定生态修复方向时，首先考虑可行性和综合效益，选择最佳的生态修复方向，根据生态状况是否适宜修复为某种用途的土地，或

以最小的投入取得最佳的经济效益、社会效益和生态效益。考虑到生产建设项目对评估区及周围环境造成的影响，重点考虑生态效益，以恢复生态环境功能为主。

④主导限制因素与综合平衡原则

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

⑤生态修复后土地可持续利用原则

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

⑥经济可行与技术合理性原则

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

⑦社会因素和经济因素相结合原则

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

（2）复垦修复单元的划分

复垦修复单元是适宜性评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征、复垦修复利用方向、复垦修复措施应基本一致。对农林牧业利

用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据矿山实际情况，本项目复垦修复单元共有拟建选斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区、预测塌陷区、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路，14 个评价单元

通过上述定性分析，可以确定土地复垦初步方向为林地、草地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度的发挥该复垦项目的综合和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。评价单元的划分见表 3-52。

表 3-52　评价单元划分表

（3）评价因素等级标准的确定

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

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

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）和相关政策法规，同时借鉴同类矿山土地复垦适宜性评价中参评因素属性及权重的确定方法，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，分别定为：一级（比较适宜）、二级（勉强适宜）、三级（不适宜）、四级（难利用）。参评因素应选择对土地利用影响明显且相对稳定的因素。通过将参评因素状态值对农、林、牧的影响状况及改良程度的难易与

各地区的自然条件进行比照，进一步对复垦区的土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出各因子权重。

本方案选出 7 项参评因子，包括地形坡度、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（交通条件）。各参评因素的分级指标见表 3-53。

表 3-53　拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

设每一评价单元有 n 个单因子加权评价指数，则加权指数和可表示为：$R(j)=\sum_{i=1}^{n}F_i\times W_i$

其中：式中：

$R(j)$—第 j 单元的综合得分；

F_i—第 i 个参评因子的等级指数；

W_i—第 i 个参评因子的权重值；

n—参评因子的个数。

根据加权值与复垦方向对照表，确定拟复垦土地的复垦方向，加权值与复垦方向见表 3-54。

表 3-54　加权值与复垦方向对照表

（4）评价单元土地质量状况

根据评价单元土地质量，对照拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权值，根据加权值对照表加权值与复垦方向对照表，确定各个评价单元的复垦方向。各评价单元土地质量见表 3-55。

表 3-55　各评价单元土地质量表

（5）评价等级及土地复垦适宜性评价结果

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、权重等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权值，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分因素明细表，见表3-56。

表 3-56　评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

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

（6）最终复垦方向确定

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

①国土空间规划

经查阅《巴林左旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》，叠加国土空间用地布局图，矿区周边用地布局规划多为林地和草地；叠加用地用海规划分区图，矿区周边规划分区多为林业发展区和矿产能源发展区。叠加生态系统保护规划图，矿区周边生态系统保护规划为水土保持。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以林地、草地为主。

②公众参与意见

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

综合考虑以上因素，对于多宜性的评价单元，综合分析复垦区自然条件和社会条件，结合公众意见和政策因素，并考虑工程施工难易

程度以及技术可行性等方面的因素，结合采区的生态环境特点、植被类型，根据因地制宜的原则，复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，各评估单元最终复垦方向见表 3-57。

表 3-57　评价单元适宜性评价加权值及土地复垦结构调整表

2、水土资源平衡分析

（1）矿山土地复垦水资源平衡分析

核实工作开展了水文地质钻探工作，于矿区内施工了一眼 SZK1 水井，孔深 570.00m，含水层总厚度为 100.54m，水位埋深 16.31m，据钻孔抽水试验资料，单井涌水量 39.50m^3/d。

本复垦区年均降水量为 371.58mm 左右，降水多集中在 6-8 月份。

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为林地、草地，因矿山采用充填法开采，暂不考虑预测塌陷区复垦工作的情况下，复垦林地面积 0.851hm^2，草地 5.2536hm^2，根据《内蒙古自治区行业用水定额》（DB15/T 385-2025）,生态用水定额。矿区总灌溉保证率 75%，赤峰市定额值为 2200 立方米/公顷。矿区总复垦面积为 6.1046hm^2，总用水方量为 13430m^3，总灌溉年数为 15 年，则每年灌溉需水量为 895m^3，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 447m^3，矿区水源井单井涌水量 39.5m^3/d，需持续 12 天灌溉能满足灌溉需求。

（2）矿山土地复垦土资源平衡分析

为了保证复垦的顺利进行，对复垦需要的土地资源进行论证分析：

①需土量分析

采矿活动对矿山地质环境造成影响破坏的单元中，复垦方向为乔木林地、人工牧草地，拟复垦林地的场地有效土层厚度不低于 0.3m，拟复垦草地的场地有效土层厚度不低于 0.5m，总需覆土量 38513m^3。

②供给土量分析

根据《开采方案》设计拟建场地中，需开挖地表，故建设前期需对场地进行表土剥离，根据实地调查，当地土层厚度为0.3-1m，根据场地建设需求，拟建场地剥离厚度为0.3～1m，剥离面积为17110m^2，本次按照剥离厚度0.5m，总剥离表土量约9250m^3。

③土地资源平衡分析

治理过程中，总需土量为38513m^3，总剥离表土量约9250m^3。按照修复时序安排，近三年治理需土量为12480m^3，剥离土不能满足矿山修复治理用土需求，还需29263m^{3}外购土源进行覆土。

矿区的西北方向3km，存在可覆土的土源，经其他矿山的检测报告，土壤的质量砾石含量≤5%，pH值范围一般为6.5-8.0，有机质≥2%。土壤检测结果符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)表1中的农用地土壤污染风险筛选值标准。可作为外购土源使用。

（3）石方平衡分析

治理期内废石平衡分析，因矿山拟采用充填法开采，采动对地表影响较小，因此暂不考虑预测塌陷区回填方量。

近三年治理中总需回填工程量为1451m^3，总需垫坡废石量为824m^3，则近三年治理总需废石量为2275m^3；现状竖井工业场地内堆存废石工程量为1030m^3，选矿厂内堆存废弃矿石约3050m^3，近期拆除建筑物的建筑垃圾可用于回填的工程量为12864m^3，因此近三年治理废石量满足近三年回填、垫坡需求。

生态修复期所需废石由矿山生产产生的废石补充。

（三）土地复垦质量要求

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

表 3-58　东北山丘平原土地复垦质量控制标准

三、边开采、边修复可行性分析

边开采、边修复模式通过将矿山开采与生态修复在时空上同步规划与实施，具备显著的技术可行性、经济合理性，同时结合本矿山开采方案、开采工艺流程、各场地用地周期、建设用地手续、采空区充填工艺开展综合研判，系统论证本矿山实施边开采、边修复的现实条件。

在技术层面，本矿山采用地下开采+采空区充填开采工艺流程，现代矿山开采技术可实现采场作业面的精准控制，结合遥感动态监测、土壤重构、植被重建等成熟生态修复技术，可根据各场地用地周期、开采时序，分区分时段安排生态修复工程，能够在开采作业持续开展的同时，对不再使用、用地周期到期的场地同步开展初期植被恢复，规避全部待矿山闭坑后再集中开展修复的技术压力，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，同时避免生态环境持续破坏后产生的高额生态修复费用；生态层面，同步修复能够最大限度缩短地表裸露地块裸露时长，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。

结合矿山《开采方案》、开采工艺流程、各单元用地周期、永久性建设用地土地使用证确权范围、拟征用土地范围，分单元开展边开采、边修复可行性分析。

1、现状单元边开采、边修复可行性分析

矿区现状已建工程包含新建办公生活区、新建工业场地、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台、选矿厂和矿区道路相关附属设施。

依据矿山《开采方案》及生产工艺流程，矿山生产服务期内继续保留利用新建办公生活区、新建工业场地，该两处场地用地周期贯穿矿山整个开采服务年限，生产期间需持续开展生产办公使用，不具备边开采边修复条件，待矿山闭坑后进入修复管护阶段实施治理。

竖井工业场地在矿山建设用地手续确权范围内，但其位于预测地面塌陷区岩移范围内，《开采方案》规划不再继续利用该场地（包括其配套的井建工程），为保障矿山安全生产，需对竖井工业场地及其周边附属设施近期进行治理（2027.01-2029.12）。

选矿厂虽持有合法土地使用证，但其现状已废弃，已无再利用价值，《开采方案》规划不再继续利用该场地，且选矿厂场地内堆存有大量待加工矿石，矿石堆放会造成地表压占、扬尘污染，对区域生态环境产生持续扰动。具备边开采、边修复实施条件，将选矿厂纳入近三年治理（2027.01-2029.12）。

炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台无建设用地手续，且矿山后续开采工艺流程不再利用上述场地，用地周期已经结束，矿山主体开采作业与该部分场地修复工程在空间、作业时序上互不冲突，开采与修复可同步实施，具备边开采、边修复实施条件，纳入近三年治理（2027.01-2029.12）。

2、采空区边开采、边修复可行性分析

赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿采用充填开采工艺流程，在边开采边充填技术条件下，可有效调控开采引发的岩层移动与地表损毁，即使重复开采也不会产生剧烈沉陷叠加与突发塌陷。矿体开采、采空区充填、地表生态管控可协同开展，采空区损毁演化规律、稳定时序与空间分布特征，为边采边复的修复时机选择、分区布局、工程设计、生态重构及采复协同提供核心技术依据，为本矿山资源开采与生态保护协同推进、高质量实施边采边复提供重要技术基础。

同时亦积累了丰富的生产经验和安全管理经验，矿山服务周期长，按照开采工艺流程，随井下矿体分步回采，对形成的采空区实时开展充填处置，能够从源头减少土地压占、挖损与塌陷生态扰动。

结合开采时序，可根据采空区充填完成、岩层趋于稳定的时间节点，分区域开展地表生态修复，实现井下开采充填与地表生态修复时序匹配，具备采空区边开采、边修复实施基础。

第三节　生态修复分区及修复时序安排

一、矿区生态修复分区

（一）分区原则及方法

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

①矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；

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

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

④坚持“就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

⑤坚持定性和定量相结合的原则。

（二）分区结果

根据现状与预测的矿区地质环境影响程度、土地只有损毁程度、生态系统受损程度评价结果，对各修复单元的综合评价依据、核心特

征及所属分区逐一明确，具体如下：

表 3-59　矿区生态修复综合评价结果表

（三）生态修复范围

矿山生态修复范围为生产建设项目损毁土地和永久性建设用地。根据问题识别诊断及受损预测综合评价结果，本矿生态修复范围为已损毁和拟损毁土地之和。据此确定矿山生态修复面积 19.5233hm^2。

主要生态修复分区主要拐点坐标见表3-60。

表 3-60　生态修复分区范围主要拐点坐标

二、修复时序安排

根据《开采方案》规划，矿山基建期将建设拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井。《开采方案》将继续利用现状新建办公生活区、新建工业场地。上述场地修复时序为待矿山闭坑后进入修复管护阶段。

通过前述边开采、边修复可行性分析，具备近期治理条件的单元为竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13处）、选矿厂，上述场地《开采方案》未规划利用，本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，将其近三年治理（2027.01-2029.12）。

因此，修复时序划分为近三年（2027.01-2029.12）、生产期（2029.01-2036.12）、修复管护期（2037.01-2041.12）。

根据生态修复可行性分析结果及矿山开采进度安排，确定生态修复分区的修复时序，矿区生态修复时序表见表 3-61。

表 3-61　矿区生态修复时序表

表 3-62　矿区近三年生态修复验收时序表

第四节　采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地安排

矿山目前已取得用地手续的建设用地面积为2.6777hm^2，分别为矿区范围工业场地建设用地与选矿厂建设用地；矿区范围工业场地不动产权证号为：***，选矿厂不动产权证号为：***，矿区已批准的建设用地信息见下表：

表3-63　矿区已批准的建设用地信息表

根据《开采方案》，矿山后续生产计划申请的采矿用地拟建南风井、拟建北风井、新建办公生活区、新建工业场地合计面积26053m^2。

其它《开采方案》不再继续利用的场地，且无建设用地手续的场地，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：炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13处）。合计面积2446m^2。本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，将其近三年治理，治理后移交使用权人。本方案不涉及临时用地。

二、采矿项目用地挂钩相关说明

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

三、用地拟复垦情况

生态修复范围属于低山区，地形起伏较小，局部地势陡峭，根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，复垦方向为乔木林地、人工牧草地；复垦林地6.9032hm^2，复垦草地11.5127hm^2，复垦单元复垦大地类结构调整见表3-64。

表 3-64　评价单元适宜性评价土地复垦结构调整表
表 3-65　矿区生态修复目标及土地利用变化表
表 3-66　矿区用地与复垦修复计划表

第四章　生态修复措施与工程内容

第一节　保护与预防控制措施

一、敏感目标保护

经核查，矿区不涉及《矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的地区，包括：港口、机场、国防工程设施圈定地区以内；重要工业区、大型水利工程设施、城镇市政工程设施附近一定距离以内；铁路、重要公路两侧一定距离以内；重要河流、堤坝两侧一定距离以内；国家划定的自然保护区、重要风景区，国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地以及国家规定不得开采矿产资源的其他地区。

根据对矿区及采矿活动影响范围内耕地、永久基本农田、水源地、天然草原、公益林、生态保护红线、地质遗迹等各类生态环境敏感目标开展调查梳理：矿区周边分布有耕地、天然草原；矿区东侧 1.3km 处存在集中式水源地；矿区西侧 3km 分布自然保护区；矿区西南侧分布***公顷基本草原，西南侧存在 0.0477 公顷哈尔沟河管理范围。矿区评价范围内未识别出永久基本农田、公益林、生态保护红线及地质遗迹，上述耕地、天然草原、集中式水源地、自然保护区、哈尔沟河管理范围为本项目主要敏感保护对象。

1、已有工程损毁情形

矿区内现有工程选址均避让耕地、天然草原、哈尔沟河管理范围等各类敏感目标，不占用上述保护区域；现有工程距离东侧集中水源地、西侧自然保护区较远，现状条件下矿区已建设施未对周边耕地、草原、水源地、自然保护区造成损毁与不利影响。

2、拟建工程损毁情形

《开采方案》规划的开拓工程、工业场地、矿区道路及各配套设施等地表工程均避让耕地、天然草原、哈尔沟河管理范围，不占用各

类敏感保护区域。对照井下拟设工程布置，耕地、天然草原、河道、水源地、自然保护区等敏感目标地下均不布设井巷工程；耕地均处于地表岩石移动范围以内，本项目推荐采用充填采矿法，可有效防范地表塌陷变形，采矿活动不会对上述地表敏感目标产生直接破坏。

项目地表、井下工程布局与东侧 1km 集中水源地、西侧 3km 自然保护区保持足够空间距离，开采扰动影响不会波及上述敏感区域。

3、开采过程中保护措施

（1）地质灾害监测防控：矿山开采期间建立健全地面沉降、塌陷、地裂缝、环境污染监测机制，组建应急管理和技术保障队伍，强化采空区充填全过程监管，科学布设监测点位；正常情况下每月开展 2 次监测。如若发现地裂缝、地面沉降等变形现象，及时对裂缝开展回填、夯实处置，改良地裂区土体性质；通过提高采空区充填强度，降低地表沉降风险，提升地表稳定性；对出现沉降、地裂缝区域实施加密监测，跟踪地裂缝发展态势，防范地质灾害向外蔓延，避免对周边耕地、天然草原造成损毁。

（2）基本草原专项保护措施：矿区西南侧分布 0.0035 公顷基本草原，严格落实草原保护相关法规要求，坚持避让优先、禁止占用、减少扰动的原则开展矿山生产活动。

①空间管控：所有地表工程、施工便道等设施严禁侵入基本草原范围，施工边界设置清晰界桩、警示围栏，严禁施工车辆、机械随意碾压、穿行基本草原，杜绝人为碾压破坏草原植被。严禁在基本草原范围内设置取土点、弃渣点，不改变基本草原原有地形地貌与土地利用类型。

②生产扰动防控：矿区道路全部硬化，运输车辆密闭防尘，采取洒水降尘措施，抑制粉尘沉降覆盖草原植被，避免粉尘掩埋牧草、影响草原正常生长；优化运输路线，运输车辆不得途经基本草原区域。

矿山截排水系统完善优化，矿山地表汇水、生产径流全部通过排洪水沟导排，防止矿山汇水夹带泥沙直接冲刷基本草原，造成土壤侵蚀、草场退化。

③植被保护与应急修复：对基本草原周边受生产间接影响的区域定期开展植被巡查，监测牧草长势、土壤侵蚀情况。若因矿山间接扰动出现草原植被退化、土壤裸露，立即开展人工补播草种、覆土固土等生态修复措施，恢复草原植被。建立草原扰动应急处置预案，一旦发生渣土散落、机械误入碾压草原等突发情况，第一时间停止扰动，开展清理、覆土、补播修复，并及时上报草原主管部门。

④运维管理：将基本草原保护纳入矿山日常管理制度，明确专人负责草原巡查工作，定期对围栏、界桩完整性进行检查维护；矿山生态环境管理台账中增加基本草原专项记录，记录巡查、监测、扰动及修复情况，接受主管部门监督检查。

（3）哈尔沟河河道管理范围专项保护措施

矿区西南侧涉及 0.0477 公顷哈尔沟河河道管理范围，按照河道管理相关规定，落实防洪、水质、水生态保护要求，防止矿山开采活动对河道行洪、水体及岸带生态造成不利影响。

①工程避让管控：各类地表工程、临时设施全部布置于哈尔沟河河道管理范围以外，不在河道管理范围内开展开挖、建设构筑物等活动，不侵占行洪通道，保障河道原有行洪断面不受压缩。

②截排洪与水土流失防控：矿区完善排洪水沟、截洪沟体系，形成闭环截排水网络，将矿区内地表径流有序导排，避免矿区雨水挟带泥沙、矿渣直接进入哈尔沟河；排洪沟出水口设置沉砂池，沉淀径流中泥沙颗粒物后再外排，减少入河泥沙。加强边坡防护，对矿区裸露边坡采取护坡、植被固坡措施，降低水土流失，防止泥沙进入河道造成淤积。

③水环境风险防控：矿山生产废水全部收集处理后回用，做到生产废水不外排；严禁废石、尾矿、生产废液排入或者淋滤进入哈尔沟河道管理范围。固体废物堆场设置防渗、截洪、淋溶水收集设施，杜绝淋溶废水入河。严禁在河道岸边堆放矿山物料，防范汛期洪水冲刷造成物料入河污染水体。

④河道岸线巡查：定期开展哈尔沟河矿区段岸线巡查，重点检查是否存在泥沙淤积、岸坡坍塌、物料入河等问题；汛期加密巡查频次，落实汛期防洪应急措施，如发现河道淤积、岸带受损，及时协同相关主管部门开展清淤、岸坡修护工作，保障河道行洪安全与岸带生态完整。

（4）其他敏感目标防护：因地制宜开展种草植树植被恢复工作，抑制粉尘污染、降低生产噪声，推进绿色矿山建设。严格施工占地管控，严禁越界侵占周边耕地、天然草原。针对东侧 1km 集中式水源地，强化矿山废水、固体废物管控，完善防渗、截排水系统，杜绝生产废水渗漏污染地下水，保障水源地水质安全；针对西侧 3km 自然保护区，优化生产作业时序，控制噪声、粉尘外溢影响，严禁矿山建设及开采活动向保护区方向扩张，生产运输路线避开保护区方向，减少对保护区生态环境的间接扰动。

落实以上各项保护措施后，矿山开采与周边耕地、天然草原、基本草原、哈尔沟河、集中式水源地、自然保护区之间不会产生显著不利相互影响。

4、与周边村庄民房保护措施

矿区东侧和南侧为白音勿拉镇，约有 16407m²的民房建筑与矿区范围重叠。

根据地质资料、矿体上下盘岩石物理力学性质和所选用的嗣后充填采矿方法等因素，同时参考国内外类似矿山实际资料，矿体上下盘

及侧翼岩石移动角确定为：矿体下盘岩石移动角：70°；矿体上盘岩石移动角：70°；矿体侧翼岩石移动角：75°；第四系松散岩体岩石移动角：45°。

依据以上确定的移动角参数，圈定矿区的地表岩石移动范围。地表岩石移动范围内不允许布置永久设施，岩石移动范围外可设置永久设施。

经落图比对，矿区范围内的白音勿拉镇民房建筑均位于岩石移动范围之外。根据《有色金属采矿设计规范》（GB 50771- 2012）设置的建筑物保护距离，矿区南侧有一处民房距离岩石移动范围边界线为10m，与一级地表建筑物保护带重叠，通过留设保安矿柱确保民房安全。

综上，申请开采区域符合《矿产资源法》禁止限制开采矿产资源区域管控要求；矿区周边耕地、天然草原、集中水源地、自然保护区等各类生态敏感目标以及周边居民建构筑物均具备可靠保护措施，矿山开采对敏感目标的环境影响总体可控。

二、表土剥离与植被移植利用

（一）表土剥离

矿山拟建场地总面积 17110m^2，拟建场地总剥离量为 9250m^3，由于剥离土较少，根据按照修复时序安排，近期治理的工程单元为竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂，总需土量为 12480m^3，总剥离量不能满足近期需土量。为减少工程对土地资源的破坏，不再单独设置表土堆场，不再新增损毁土地。拟建场地表土剥离用于和现状场地的覆土，不再设置存放地，不再单独计费。

（二）植被移植利用

在系统查阅国家和地方动物志等资料，走访当地村民的基础上，

结合现场调查，修复区内未发现国家林业和草原局农业农村部公告（2021 年第 15 号）《国家重点保护野生植物名录》中列入的国家重点保护野生植物种。矿区内植被恢复均进行原址恢复，不进行植被移植利用。

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、矿山地质灾害预防措施

①矿山应按照应急管理部门及地方政府的要求，地表岩移范围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；协助应急管理部门定期开展安全隐患排查，确保安全预防措施落地见效。

②废弃的竖井要及时封堵，并设置好围栏和警示牌。竖井井巷回填首先对井下运输巷道进行封堵，采用 M7.5 水泥浆砌石砌筑封堵墙，封堵厚度约 2m，然后回填井口，最后封堵采用 1m 厚的钢筋混凝土井盖封死。

③严格按矿山开采设计和采矿安全规程要求开展井下作业，矿房回采完毕后采用尾矿砂胶结充填法处理采空区，防止地表出现塌陷及伴生地裂缝。

④将采空区的管理工作纳入矿山档案管理和规范化管理。

⑤采矿工作中要绘制采空区观测图和观测记录，派专业人员负责采空区观测工作。

⑥地质灾害具有突发性，汛期是地质灾害的多发期，因此，在做好地质灾害监测的基础上，编制地质灾害应急预案是减少地质灾害损失的有效措施。

2、矿山突水与场地防洪

加强对大气降水、地下水以及矿坑水的动态监测，确保极端天气条件下井下巷道的安全。

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；针对采场防洪需求，建设完善的截排水设施，规范布设排水沟、挡水围堰，及时清理排水通道杂物，防范暴雨引发边坡滑坡等灾害。配合水利部门开展防洪设施设计、施工的技术指导，配合应急管理部门开展的突发水害的应急处置指导，协同地方政府做好汛期防汛调度工作。

3、水土流失防治

矿山应按照水利部门、林草部门的要求，落实水土流失防治协同措施，在竖井、风井、选矿厂、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。配合落实水利部门开展的水土流失防治工程的技术指导和监督工作。

4、环境污染的预防措施

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

5、矿山固废综合利用

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。

6、生产废水与生活污水的处理

矿山应按照生态环境部门、水利部门的要求，建设、升级生产与生活污水处理设施，对矿坑水、员工生活污水进行分类处理，确保污水综合利用；规范污水处理设施运行管理，定期开展检修维护，确保设施稳定运行。落实生态环境部门开展的污水处理环保监督工作，水利部门开展的水资源回用统筹协调工作。

7、选矿污水的处理

矿山应按照生态环境、水利、应急部门要求，完善选矿水土污染协同防控体系，配套选矿废水收集回用、尾矿回水、雨污分流设施，对选矿生产废水、尾矿渗滤水、选厂冲洗水分质收集、闭环循环利用；规范选矿及防渗抑尘设施运维检修，保障污染防控环节稳定运行。落实生态环境部门选矿区废水、土壤监管及水利部门水资源回用统筹要求，强化选矿工序、尾矿堆存、水土监测协同联动，发现环境风险及时管控，防范选矿造成水土污染。

8、已修复区域管护机制

监测预警：建立覆盖植被生长、土壤质量、水体水质、边坡稳定性的监测网络（参照 GB/T 43933 要求），运用遥感与 GIS 技术进行动态评估。

适应性管理：根据监测数据及时调整管护策略，如补植补种、灌溉抗旱、病虫害防治、设施维护等。

封育管护：设立围栏、警示牌，禁止放牧、垦殖等干扰活动，促进生态系统自然演替。

第二节　修复措施

一、地貌重塑

本方案计划对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、预测塌陷区、新建工业场地、新建办公生活区、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路进行治理工作。

在推进地貌修复工程时，主要实施的工程修复措施有回填井筒、井口封堵、建筑物拆除、建筑垃圾及堆放废石清运、切坡位置垫坡、硬化地基清除、场地整平。

在推进地貌修复工程时，地貌重塑作业，避免分阶段施工导致的生态断档实现“地貌平整-土壤改良-保水固土”的区域化连续作业。

清理垫坡施工时尽量利用原有平台进行规整、减少坡度角，并对坡面松散堆积体进行清理，然后采取机械和人工相结合的办法，对不规则且坡度较大的土质斜坡进行降坡，增强坡体稳定性；对表层坑洼不平的区域进行场地平整，同时采用人工和机械相结合的方式对平整后的表面进行必要的碾压，平整坡度基本控制在 2~10%之间，使平整后的地形坡度与当地地形坡度相协调。

1、回填井筒修复工程措施

施工前勘查井筒深度、井壁状况及周边土体稳定性，彻底清理井内淤泥、杂物与积水，对井壁松动、裂隙部位采用水泥砂浆封堵加固。采用合格素土、碎石土分层回填夯实，禁止使用淤泥、腐殖土及建筑垃圾，分层厚度 20-30cm，边角人工夯实，回填压实度≥95%。施工全程监测井壁及地面沉降、位移，发现开裂、沉降立即停工处置。回填至设计标高后顶面找平，表层做封层或预留耕作土，静置养护 7 天，无沉降塌陷方可进入下道工序。

2、井口封堵修复工程措施

井筒回填验收合格后开展井口封堵，清理井口周边浮土、碎石并修整井口轮廓。采用“碎石垫层+混凝土封堵+防水防护”工艺，底部铺设 10cm 级配碎石垫层并夯实，上部浇筑 20-30cm 厚 C25 混凝土并振捣密实。大口径、高风险井口增设双层钢筋网加固。混凝土收光后覆膜养护不少于 7 天，确保强度达标。井口外围设置 30cm 高、50cm 宽环形挡水土埂，修整周边边坡，防止雨水冲刷、积水浸泡造成封堵层开裂、悬空，消除井口透水、塌陷隐患。

3、建筑物拆除修复工程措施

施工前排查建筑结构、基础及地下管线，编制专项拆除与安全防护方案，围挡封闭作业区域并设置警示标识。严格遵循“先附属后主体、先上部后下部、逐层拆解”原则施工，禁止暴力推倒、野蛮破碎，减少对周边原状地貌及土体的扰动。拆除中规整堆放废料，及时处理外露尖锐构件。主体拆除完成后，彻底破除原有地坪、垫层及浅层基础，清理基底杂物与硬化残渣。全程洒水降尘，完工后对作业面初步平整，为后续清运及修复施工创造条件。

4、建筑垃圾及堆放废石清运修复工程措施

对场内建筑垃圾、堆存废石分类分拣、分区堆放。清运前洒水抑尘、加固松散堆体，采用密闭车辆外运，出场前冲洗车身车轮，杜绝遗撒、带泥上路。按“先大块硬块、后细碎渣土”顺序清运，人工清扫场地边角、低洼处零星废料，全部运送至合规消纳场，严禁就地掩埋、随意丢弃。清运完成后排查原堆载区域，翻松板结土层、清理腐烂杂物，消除土壤板结及浅层污染隐患，保障后续场地土体质量。

5、切坡位置垫坡修复工程措施

全面排查原有切坡坡面，清除松动危石、浮土及裂隙杂物，对细小裂隙砂浆封堵，防止雨水冲刷扩缝。结合原始地形及水土保持要求优化坡面坡度，消除陡坡、陡坎隐患。选用原状素土、碎石土分层摊

铺垫坡，单层厚度≤25cm，分层压实、坡面平顺修整，保证坡体密实稳定，表层预留疏松土层适配后续复绿。坡面与周边地形自然顺接、无明显高差，同步设置坡顶、坡脚简易排水沟槽，疏导雨水、防止冲刷冲沟。完工后检查坡体稳定性，无溜塌、开裂、沉降后方可收尾。

6、硬化地基清除修复工程措施

对场内原有水泥地坪、硬化垫层、碎石硬化层全面破除清理，大面积采用机械破碎，边角、基础根部人工精细凿除，确保硬质结构彻底清除、无残留。施工中尽量保护原状土体，减少原生土层扰动。破碎后的混凝土、碎石及硬化残渣集中收集，统一外运处置，严禁混入回填土或就地掩埋。硬化层清理完成后，平整基底、剔除硬点、清扫杂质，对扰动松散土层翻松、找平、夯实，恢复基底原状，确保基底无板结、无空洞，满足后续整平及生态修复施工要求。

7、场地整平修复工程措施

在前序工程全部验收合格后开展场地整平，全面清理全场零星垃圾、碎石及杂物，填补施工遗留坑洼、沟槽。依据原始地形及排水、复绿要求确定整平标高，遵循顺势平整、减少大填大挖的原则施工。采用机械粗平、人工精平方式，削高填低，顺势梳理场地微坡度，保障排水通畅、无积水死角。整平土体适度夯实，表层精细化找平，保证场地平整、坡度均匀、地形自然顺接，土体稳定无松散沉降隐患，满足最终场地复原及生态复绿条件。

8、混凝土框格护坡工程

本次边坡防护采用方格混凝土框格结构，为矿区生态修复常规成熟工艺，框格布置形式为 2.0m×2.0m 方格网，框格梁截面尺寸 0.3m×0.3m，采用 C20 现浇混凝土浇筑，整体结构整体性强、抗冲刷效果好，兼顾边坡稳定性与生态通透性。

框格梁沿坡面横向、纵向通长布置，横竖梁交叉形成整体网格结

构，紧贴坡面浇筑，底部开槽嵌固于土体内部，保证框格梁与坡面土体紧密结合，有效约束边坡土体，防止浅层溜塌、雨水溯源冲刷。施工过程严格控制线型顺直、截面尺寸统一，设置必要伸缩缝，防止混凝土热胀冷缩开裂，保障护坡结构长期稳定。

二、土壤重构

1、覆土

将表土用自卸汽车运至需覆土区域，后由机械与人工将土层平铺在场地上。

覆盖土层厚度应参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中“表 D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行，且覆土后场地坡度应与原地面坡度一致。拟复垦林地的场地有效土层厚度不低于 0.3m，拟复垦草地的场地有效土层厚度不低于 0.5m。经过治理措施后，表土层能够满足植被生长。

2、土地平整

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

3、翻耕

土地平整造成一定的土壤压实，使土壤对降雨入渗能力降低。为了恢复土地的使用功能，翻松地表土地，翻耕采用拖拉机和三铧犁，打破紧实层，疏松土壤，增加透水透气性能，提高抗旱耐涝能力。

4、土壤培肥

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

三、植被重建

1、植被品种筛选

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

复垦林地树种优先选择本地物种，乔木首选松树（备选榆树），耐重度盐碱，泌盐能力强，改善土壤盐分结构，耐旱耐涝，适合碱性土，避免初期碱性胁迫导致成活率低；

复垦草地草种优先选择本地物种，羊草+披碱草，固氮能力强，根系发达，提升土壤有机质。

根据以上特点，确定本次土地复垦方案植被品种乔木选择油松（备选榆树），草种选择羊草+披碱草。

2、恢复植被措施

对破坏区进行造林种草，根据“因地制宜，因害设防，适地适树”的原则选择优良乡土品种。本次方案植被品种乔木选择松树（备选榆树），草种选择羊草+披碱草。

（1）种植乔木

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

（2）撒播草籽

人工牧草地采用羊草+披碱草混播模式，兼顾生态修复、水土保持与草地覆盖效果，适配林下及林间空地生长环境。

草本种子重量配比为羊草60%、披碱草40%，混合均匀后统一撒播，实现草本层互补生长，羊草固氮培肥，披碱草耐贫瘠、抗倒伏，

提升草地整体稳定性。

选用当年新种，种子纯净度≥95%，发芽率≥85%，无霉变、无虫蛀、无杂质，符合林业生态播种标准。

草本采用种子混播方式，无苗木移栽环节，无需带土球。整体播种量为每亩2.5kg，其中羊草1.5kg/亩、披碱草1.0kg/亩。播种前对表层土壤进行浅翻整地、耙平细碎，清除石块、杂草，播种后覆细土0.5-1.0cm，适度镇压保墒，保障种子出苗率。

苗期除阔叶杂草或喷专用除草剂，成株期刈割结合中耕；根腐病、霜霉病喷多菌灵等，蚜虫等用吡虫啉类药剂。

3、提高地力措施

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

四、景观营造

1、重建矿区植被群落：

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

2、优化矿区景观格局：

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

3、文化功能重构与提升：

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

4、绿色矿山建设：

根据《内蒙古自治区人民政府办公厅关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24 号）文件精神，以及《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0320-2018）等，结合矿山实际情况，制定技改扩建部分绿色矿山建设方案，推动矿山绿色低碳转型。

本次矿山建设严格按照绿色矿山建设标准。

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

矿山生产、运输、储存过程中做好防尘保洁措施，确保矿区环境卫生整洁。

生产过程中产生的废气和粉尘、废水、噪声、固废等污染物得到有效处置，达标排放。

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

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

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

第三节　工程内容

复垦责任范围内土地复垦后的主要利用方向为林地、草地。针对复垦单元设计复垦工程，主要包括地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程等。本方案计划对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建工业场地、新建办公生活区、预测塌陷区、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路进行工程设计，针对不同复垦单元的复垦措施，分述如下：

一、拟建斜坡道

1、回填

终采后对斜坡道进行回填至距地表 2m 处，斜坡道规格 4.1m×3.8m，斜坡道总长 1576m，回填长度为 1574m，则回填工程量为 24523m^3。

2、拆除

对斜坡道口拟建的建筑物进行拆除，斜坡道口建筑物建筑体积约 300m^3，则拆除工程量为 300m^3。

3、硬化地基清除

预计拟建斜坡道硬化面积约 1140m^2，清除深度按 0.3m 计，则清除硬化地基层总工程量为 342m^3。

4、清运

对拆除后的建筑垃圾进行清运，拆除建筑物工程量为 300m^3，清除硬化地基层总工程量为 342m^3，则清运工程量为 642m^3。清运的建筑垃圾用于井筒回填。

5、封堵

按照应急部门的要求，对斜坡道口进行封堵。

6、垫坡

对切坡位置进行垫，根据 mapgis 计算，预计垫坡总需废石量为 180m^3，则垫坡工程量为 180m^3。

7、场地整平

对清理、垫坡后的场地进行整平，整平厚度为 0.3m，整平面积为 1140m^2，则场地整平的工程量为 342m^3。

8、覆土整平

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地 1140m^2，区域覆土厚度为 0.5m。覆土总量为 570m^3。

8、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地 1140m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 1140m^2。

图 4-1　拟建斜坡道治理效果剖面示意图

二、拟建副井

终采后对副井进行回填至距地表 2m 处，副井规格 φ5.5m，副井井筒深度 548m，回填深度为 546m，则回填工程量为 12972m^3。

2、拆除

对副井拟建的建筑物进行拆除，副井建筑物建筑体积约 100m^3，则拆除工程量为 100m^3。

3、硬化地基清除

预计拟建副井硬化面积约 700m^2，清除深度按 0.3m 计，则清除硬化地基层总工程量为 210m^3。

4、清运

对拆除后的建筑垃圾进行清运，拆除建筑物工程量为 100m^3，清除硬化地基层总工程量为 210m^3，则清运工程量为 310m^3。清运的建筑垃圾用于井筒回填。

5、封堵

按照应急部门的要求，对副井进行封堵。

6、场地整平

对清理后的场地进行整平，整平厚度为 0.3m，整平面积为 700m^2，则场地整平的工程量为 210m^3。

7、覆土整平

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地 700m^2，区域覆土厚度为 0.5m。覆土总量为 350m^3。

8、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地 700m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 700m^2。

图 4-2　拟建副井治理效果剖面示意图

三、拟建南风井

1、回填

终采后对南风井进行回填至距地表 2m 处，南风井规格 Φ3.5m，南风井筒深度 502m，回填深度为 500m，则回填工程量为 4811m^3。

2、拆除

对南风井拟建的建筑物进行拆除，南风井建筑物建筑体积约 100m^3，则拆除工程量为 100m^3。

3、硬化地基清除

预计拟建南风井硬化面积约 600m^2，清除深度按 0.3m 计，则清除硬化地基层总工程量为 180m^3。

4、清运

对拆除后的建筑垃圾进行清运，拆除建筑物工程量为 100m^3，清除硬化地基层总工程量为 180m^3，则清运工程量为 280m^3。清运的建筑垃圾用于井筒回填。

5、封堵

按照应急部门的要求，对南风井进行封堵。

6、垫坡

对建设场地时开挖的边坡进行垫坡回填，根据 mapgis 计算，预计垫坡总需废石量为 1600m^3，则垫坡工程量为 1600m^3。

7、场地整平

对清理后的场地进行整平，整平厚度为 0.3m，整平面积为 600m^2，则场地整平的工程量为 180m^3。

8 覆土整平

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地 600m^2，区域覆土厚度为 0.5m。覆土总量为 300m^3。

9、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地 600m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 600m^2。

图 4-3　拟建南风井治理效果剖面图

四、拟建北风井

1、回填

终采后对北风井进行回填至距地表 2m 处，北风井规格 Φ3.5m，北风井筒深度 102.3m，回填深度为 100.3m，则回填工程量为 965m^3。

2、拆除

对北风井拟建的建筑物进行拆除，北风井建筑物建筑体积约 100m^3，则拆除工程量为 100m^3。

3、硬化地基清除

预计拟建北风井硬化面积约 600m^2，清除深度按 0.3m 计，则清除硬化地基层总工程量为 180m^3。

4、清运

对拆除后的建筑垃圾进行清运，拆除建筑物工程量为 100m^3，清除硬化地基层总工程量为 180m^3，则清运工程量为 280m^3。清运的建筑垃圾用于井筒回填。

5、封堵

按照应急部门的要求，对北风井进行封堵。

6、垫坡

对建设场地时开挖的边坡进行垫坡回填，根据 mapgis 计算，预计垫坡总需废石量为 710m^3，则垫坡工程量为 710m^3。

7、场地整平

对清理后的场地进行整平，整平厚度为 0.3m，整平面积为 600m^2，则场地整平的工程量为 180m^3。

8、覆土整平

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地 600m^2，区域覆土厚度为 0.3m。覆土总量为 180m^3。

9、恢复植被

设计恢复为乔木林地，恢复乔木林地 600m^2，乔木苗木要求 1-2 年生，裸根，穴播，穴行距 3m×3m，穴规格为 50cm×50cm×50cm，栽植乔木 67 株；

图 4-4　拟建北风井治理效果剖面图

五、预测塌陷区

1、设置警示牌

在预测地面塌陷区外围设置 20 块警示牌（警示牌位置见表 4-1），尽量使警示牌的警示效果更加明显。平均每隔约 100-200m 设置一个警示牌，在遇障碍物遮挡处可适当加密，在地面平直且没有明显遮挡区域间距可放大至 100m。警示牌应明示“禁止闲人入内，禁止放牧，前方有危险”等字样。警示牌规格不小于 60cm×30m，由防晒防雨材料

制造，竖桩规格 1.5m×2cm 铁桩，并用油漆涂刷，埋桩深度不低于 30cm（图 4-5）。

图 4-5　警示牌示意图

表 4-1　地面塌陷灾害监测点坐标表

2、回填

因地面塌陷是否发生、形成塌陷规模、特征具有不确定性，本方案对地面塌陷的预测是按照在充分发育的条件下计算的塌陷区面积和下沉深度，按照同类矿山经验，本方案治理率按 20%计，若实际中发生地面塌陷、回填工程量以实测为准。回填物料为废石、废渣和拆除建（构）筑物产出的建筑固废。

预测塌陷区面积为 145407m^2，治理面积 29082m^2，回填深度按平均最大下沉深度 9.07m 计，回填工程量为 263768m^3。

3、场地平整

使用推土机机械对目标场地进行平整，使场地避免凹凸不平，满足植被立地要求，整平深度为 0.2m，预测塌陷区平整土地工作量为 5916m^3。

4、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。由于矿山拟采用充填法开采，地表塌陷的可能性较小，按照同类矿山经验，本方案治理率按 20%计，恢复地类面积同取 20%计，因此，恢复旱地面积 2165m^2，恢复乔木林地面积 13686m^2，恢复人工牧草地面积 13180m^2；拟复垦的旱地覆土厚度 0.8m，复垦林地覆土厚度 0.3m，复垦草地覆土厚度 0.5m；经计算，总覆土工程量为 12428m^3。

5、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地 13180m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 13180m^2。

设计恢复为乔木林地，恢复乔木林地 13686m^2，乔木苗木要求 1-2 年生，裸根，穴播，穴行距 3m×3m，穴规格为 50cm×50cm×50cm，栽植乔木 1521 株；

恢复耕地面积 2165m^2，计划首先播撒草籽 2-3 年熟化土地，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 2165m^2。

六、新建办公生活区

1、垫坡整形

近期将新建办公生活区东南侧存在的建筑切坡，进行边坡整形，切坡长度 40m，切坡高约 3m，坡度约 40-50°。为方便框格护坡，计划将边坡统一垫坡至 40°。根据 mapgis 计算，预计垫坡总需废石量为 80m^3，则近期垫坡工程量为 80m^3。

2、框格护坡

近期采用方格混凝土框格结构，框格布置形式为 2.0m×2.0m 方格网，框格梁截面尺寸 0.3m×0.3m，采用 C20 现浇混凝土浇筑，经计算，近期边坡框格护坡工程量为 24m^3。

3、格内覆土

近期坡面总面积约 187m^2，框格内总面积约 112m^2，边坡拟复垦为草地，覆土厚度为 0.5m，则格内覆土工程量为 56m^3。

4、框格内种草

近期边坡拟复垦为草地面积约 112m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 112m^2。

5、拆除

闭坑后计划将场地内办公楼保留，拆除生活区内仓库与门卫，仓库与门卫总建筑面积 450m^2，建筑高约 3m，拆除量按容积的 20%计，则拆除工程量为 270m^3。

6、清运

清运建筑固废做为回填和垫坡的物源，清运工程量为 270m^3。

7、垫坡

闭坑后对建设场地时开挖的边坡进行垫坡回填，根据 mapgis 计算，预计垫坡总需废石量为 3660m^3，则垫坡工程量为 3660m^3。

8、场地平整

闭坑后使用推土机机械对目标场地进行平整，使场地避免凹凸不平，满足植被立地要求，整平深度为 0.2m，新建办公生活区扣除办公楼剩余面积为 7380m^2，平整土地工作量为 1476m^3。

9、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地 7380m^2，区域覆土厚度为 0.5m。覆土总量为 3690m^3。

10、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地 7380m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 7380m^2。

图 4-6　新建办公生活区治理效果剖面示意图

七、新建工业场地

1、垫坡整形

近期将新建工业场地东侧存在的建筑切坡，进行边坡整形，切坡长度 160m，切坡高约 3m，坡度约 40-70°。为方便框格护坡，计划将边坡统一垫坡至 40°。根据 mapgis 计算，预计垫坡总需废石量为 720m^3，则近期垫坡工程量为 720m^3。

2、框格护坡

近期采用方格混凝土框格结构，框格布置形式为 2.0m×2.0m 方格网，框格梁截面尺寸 0.3m×0.3m，采用 C20 现浇混凝土浇筑，经计算，近期边坡框格护坡工程量为 68m^3。

3、格内覆土

近期坡面总面积约 256m^2，框格内总面积约 208m^2，边坡拟复垦为草地，覆土厚度为 0.5m，则格内覆土工程量为 104m^3。

4、框格内种草

近期边坡拟复垦为草地面积约 208m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 208m^2。

图 4-7　新建工业场地治理效果剖面示意图

八、竖井工业场地

1、拆除

拆除场地内的彩钢结构，建筑物高度 3-4m，建筑物面积为 843m^2，拆除量按容积的 20%计，则拆除建筑物工程量为 674m^3。

清理场地硬化地面，硬化地面面积为 1030m^2，硬化层厚度按 0.2m 计算，则清理硬化地面工程量为 206m^3。

综上，竖井工业场地总拆除工程量为 880m^3。

2、清运

首先对场地内原废石场堆存的废石进行清运，经估算，原废石场堆放的废石量约 1030m^3，拆除建筑物工程量为 880m^3，则清运工程量为 1910m^3。

3、回填

对废弃竖井进行回填至距地表 2m 处，竖井断面 2.4×2.6m，井筒深度 59m，回填深度为 57m，竖井回填工程量为 356m^3。

4、封堵

封堵竖井一口（按照应急部门的要求进行封堵）。

5、垫坡整形

对场地切坡进行回填垫坡，切割深度 4m、切割长度 150m，切割坡度 35°，设计将场地垫坡至原地貌，坡度 25-30°，经计算，场地垫坡量约为 156m^3。回填物源取自矿山生产过程中产生的废石。

6、场地平整

使用推土机机械对目标场地进行平整，使场地避免凹凸不平，满足植被立地要求，整平深度为0.2m，竖井工业场地平整土地工作量为1582m^3。

7、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复乔木林地7910m^2，区域覆土厚度为0.3m。覆土总量为2373m^3。

8、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为乔木林地，恢复乔木林地7910m^2，乔木苗木要求1-2年生，裸根，穴播，穴行距3m×3m，穴规格为50cm×50cm×50cm，栽植乔木879株。

图4-8　竖井工业场地治理效果剖面图

九、炸药库和雷管库

1、拆除

拆除场地内建筑物，建筑面积约96m^2，建筑高约3m，拆除量按容积的20%计，则拆除工程量为58m^3。

2、清运

清运建筑固废做为回填竖井井筒物源，清运工程量为58m^3。

3、场地平整

使用推土机机械对目标场地进行平整，使场地避免凹凸不平，满足植被立地要求，整平深度为0.2m，炸药库和雷管库面积为350m^2，平整土地工作量为70m^3。

4、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地350m^2，区域覆土厚度为0.5m。覆土总量为175m^3。

5、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地350m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为350m^2。

图 4-9　炸药库雷管库治理效果剖面图

十、值班室

1、拆除

拆除场地内建筑物，建筑面积约120m^2，建筑高约3m，拆除量按容积的20%计，则拆除工程量为72m^3。

2、清运

清运建筑固废做为回填竖井井筒物源，清运工程量为72m^3。

3、垫坡整形

对场地切坡进行回填垫坡，切割深度1-4m、切割长度72m，切割坡度50-70°，设计将场地垫坡至原地貌，坡度25-30°，经计算，场地垫坡量约为178m^3。回填物源取自矿山生产过程中产生的废石。

4、场地平整

使用推土机机械对目标场地进行平整，使场地避免凹凸不平，满足植被立地要求，整平深度为0.2m，值班室面积为156m^2，平整土地工作量为32m^3。

5、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地156m^2，区域覆土厚度为0.5m。覆土总量为78m^3。

6、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地156m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为156m^2。

图 4-10　值班室治理效果剖面图

十一、蓄水池

1、拆除

拆除场地内建筑物，建筑面积约 28m^2，建筑高约 4m，拆除量按容积的 30%计，则拆除工程量为 34m^3。

2、清运

清运建筑固废做为回填竖井井筒物源，清运工程量为 34m^3。

3、回填

对蓄水池进行回填，内部深约 2m，直径约 6m，则回填工程量约为 57m^3。

4、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地 28m^2，区域覆土厚度为 0.5m。覆土总量为 14m^3。

5、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地 28m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 28m^2。

十二、钻机平台（13 处）

1、回填

对各钻机平台内的泥浆坑与水池进行回填，泥浆坑总挖方量为 1038m^3，则各钻机平台回填工程量为 1038m^3。

2、垫坡整形

对场地切坡进行回填垫坡，切割深度 1-2m、总切割长度 110m，切割坡度 75°，设计将场地垫坡至原地貌，坡度 30-40°，经计算，场地垫坡量约为 490m^3。回填物源取自矿山生产过程中产生的废石。

3、场地平整

使用推土机机械对目标场地进行平整，使场地避免凹凸不平，满足植被立地要求，整平深度为 0.2m，钻机平台（13 处）面积为 1912m^2，平整土地工作量为 383m^3。

4、覆土

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复草地1912m^2，区域覆土厚度为0.5m。覆土总量为956m^3。

5、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地1912m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为1912m^2。

图4-11　钻机平台治理效果剖面图

十三、选矿厂

1、拆除

拆除场地内建筑物，建筑面积约3940m^2，建筑高约15m，拆除量按容积的20%计，则拆除工程量为11820m^3。

2、清运

首先对场地内原选矿厂内堆存的矿石进行清运，经估算，堆放的矿总量约3050m^3，另建筑物拆除工程量为11820m^3。则清运总工程量为14870m^3。

3、覆土整平

对治理后场地全面覆土，尽量恢复原始地类。设计恢复人工牧草地17768m^2，区域覆土厚度为0.5m。覆土总量为8884m^3。

4、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地17768m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为17768m^2。

图4-12　选矿厂治理效果剖面图

图4-13　选矿厂治理效果剖面图

十四、矿区道路

道路大多属于上部切坡、下部垫坡，切坡废石原地堆放建设而成，坡高约1-2m，坡角约30-50°，切坡长度约280m，经计算总挖方量为840m^3，则总堆方量为840m^3。

1、清运

将原地切坡所产生的废石进行清运，用于垫坡。清理工程量为840m^3。

2、垫坡

利用清理的废石对切坡位置进行垫坡，垫坡工程量为840m^3。

3、覆土整平

对垫坡的道路全面覆土，垫坡路段长280m，宽约4m，因此垫坡路段面积约1120m^2，设计道路恢复人工牧草地1120m^2，覆土厚度为0.5m。覆土总量为560m^3。

4、翻耕

对剩余压实后的道路进行翻耕松土，剩余道路面积为3909m^2，翻耕深度为0.3m，翻耕工程量为3909m^2。

5、恢复植被

根据周边植被情况，设计恢复为人工牧草地，恢复人工牧草地5029m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为5029m^2。

图4-14　部分道路治理效果剖面图

十五、尾矿库

尾矿库整体植被恢复效果不佳，2010年5月该尾矿库已被***征占，现场因铁路建设路基，植被遭到二次破坏，但因铁路项目停滞，现场已遭到破坏的植被迟迟未得到恢复。本方案计划近期将尾矿库所破坏的植被及周边范围纳入生态修复治理工作。

1、垫坡

对尾矿库西侧路基开挖两侧的不规整边坡进行垫坡整形，经现场调查，现场边坡角约60°，为不影响后续铁路建设，本方案计划将边坡两侧分别垫坡至30°，并将边坡上缘规整取直。经测量，两侧边坡总长度390m，边坡高度4-6m，垫坡至30°总需石方量约7500m^3。

2、场地平整

对三道坝与二道坝之间经车辆及其他机械碾压所破坏的场地进行挖高填低场地平整，需整平面积 20115m^2，平均需整平深度 0.5m，则场地平整工程量为 10058m^3。

3、覆土整平

对场地平整及两侧垫坡的区域进行覆土，尾矿库周边为草地，本次拟复垦为人工牧草地，边坡垫坡区域面积约 4200m^2，场地整平面积 20115m^2，需覆土区域总面积为 24315m^2，拟复垦草地覆土厚度 0.5m，则覆土总工程量为 12158m^3。

4、恢复植被

拟对整个尾矿库进行植被补种（包括场地平整区域），以及尾矿库西侧垫坡区域进行恢复植被，尾矿库需补种面积为 46185m^2，尾矿库西侧垫坡区域面积约 4200m^2，则需种草总面积为 50385m^2，撒播羊草+披碱草混播，撒播草籽面积为 50385m^2。

十六、工程量汇总

各生态修复单元总工程量见表 4-2。

表 4-2　各生态修复单元工程量汇总表

场地名称	治理面积	地貌重塑							土壤重构		植被重建		景观营造			
		警示牌	回填	封堵	拆除	清运	场地平整	垫坡	覆土整平	翻耕	乔木	草地	修坡整形	框格护坡	格内覆土	种草
	m^2	块	m^3	口	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^2	株	m^2				
拟建斜坡道	1140		24523	1	642	642	342	180	570			1140				
拟建副井	700		12972	1	310	310	210		350			700				
拟建南风井	600		4811	1	280	280	180	1600	300			600				
拟建北风井	600		965	1	280	280	180	710	180		67					
预测塌陷区	145407	20	263768				5916		12428		1521	15345				
新建办公生活区	8943				270	270	1476	3660	3690			7380	80	24	56	112
新建工业场地	15910				6080	6080	3182	4450	7955			15910	720	68	104	208
竖井工业场地	7910		356	1	880	1910	1582	156	2373		879					
炸药库和雷管库	350				58	58	70		175			350				
值班室	156				72	72	32	178	78			156				
蓄水池	28		57		34	34			14			28				
钻机平台（13 处）	1912		1038				383	490	956			1912				
选矿厂	17768				11820	14870			8884			17768				
矿区道路	5029					840		840	560	3909		5029				
尾矿库	50385						10058	7500	12158			50385				
合计	**245618**	**20**	**308490**	**5**	**20726**	**25646**	**23611**	**19764**	**50671**	**3909**	**2467**	**116703**	**800**	**92**	**160**	**320**

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、及时掌握地表变形情况、崩塌滑坡发生情况、地下水水位及水质变化情况以等矿山地质环境问题。

2、根据地质环境监测结果收集分析数据，总结矿山地质环境问题在时间上和空间上的变化情况以及分布和发生的规律，为实施矿山地质环境有效监管提供基础资料和依据，根据具体问题制定矿山地质环境保护措施。

3、对复垦责任范围内损毁的所有单元进行监测，及时反映土地损毁情况，为复垦工程的实施进度提供依据。

4、对复垦后的植被进行监测，发现复垦质量不达标区域，采取补救措施，保证复垦地类达到复垦质量要求。

5、评价地质环境、生态环境现状，预测地质环境、生态环境问题的发展趋势。

6、建立和完善矿山监测数据库及监测信息系统，实现矿山监测信息共享。

（二）监测任务

1、监测地表变形、滑坡发生的位置地点，坡体的变形情况；

2、监测地下水水位变化情况、废水水质、地下水水质、矿井涌水水质；

3、监测工业场地及其他建筑设施对地形地貌的破坏；

4、监测水土污染情况；

5、监测土壤质量；

6、监测植被恢复情况。

二、监测设计

（一）地质灾害监测

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

1、监测点的布设

采用人工肉眼巡视监测和设备（水准仪）监测相结合的方法，由矿方确定 2 名专业监测人员，定时对采空区上方地表变形情况进行测量、记录、分析、总结、汇报。在预测塌陷区范围内布设 11 个监测点。基准点布设在预测地面塌陷区内部地表。

设立 1 处基准点，坐标：***，监测点坐标见表 5-1。

表 5-1　地质灾害监测点坐标表

2、监测内容

在预测地面塌陷区内部布设固定监测点，对地下采空区地表可能发生地面塌陷地质灾害的地表情况进行监测，包括垂直变形和水平变形等地表移动。

3、监测方法

在地表埋设标桩，使用全站仪测量地表位移变化情况。

4、监测频率

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

5、技术要求

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

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

每次的观测应按表 5-2 做好记录，分析预测地表移动规律，及时进行地面塌陷地质灾害预警。

6、监测时限

生态修复方案服务期内，2027 年 1 月 1 日至 2041 年 12 月 31 日。

地表变形情况调查表见表 5-2。

表 5-2　地面塌陷、地表变形情况监测表

（二）地下水及水污染监测

1、监测内容

建立地下水环境监测系统，监测地下水水位、水量及水质的变化情况，以掌握采矿活动对地下水的影响；建立水质监测点，监测矿区水源井、矿井涌水水质。

2、监测点的布设

(1)地下水水位、水量监测

由于矿体多产于构造裂隙带内，而构造裂隙带又是矿体的主要导水通道，开采时承压水会沿裂隙带涌入工作面，引发顶底板突水事故。因此矿山开采时必须进行探水工作，对采场内的断层涌水进行观测并记录，防治突水事故的发生。

对地下采场设置监测点，以监测采场水位、水量，防范突水事故，监测周期为每月 2 次。

(2)水质监测

利用矿区周边水源井监控井，对含水层水质及矿区周边水源井水质进行监测，水质监测按照每个水文年丰水期（7 月份）、枯水期（3 月份）各 1 次，需监测 15 年。

地下水及水污染监测，共设置 2 个长期监测点。

表 5-3　水监测点坐标一览表

3、监测项目

监测地下水水位，包括地下含水层的水位埋深、水位标高变化。水质参照《地下水质量标准》（GB/T 14848 -2017）及《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）附录 F，监测项目为：pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫化物、氟化物、氰化物、石油类、铁、锰、铜、锌、铝、汞、砷、硒、镉、总铬、六价铬、铅、铍、硼、锑、钡、镍、钴、钼、银、铊、总α放射性、总β放射性。

4、监测频率

一般情况下每月观测 1 次地下水水位，水质监测按照每个水文年丰水期（7 月份）、枯水期（3 月份）各 1 次。当矿井排水量急剧变化时，应增加地下水位监测次数，地下水位的监测应尽可能与地下水量的监测同步进行。委托有资质的检验检测机构进行水质采样分析测试。共监测 15 年。

5、技术要求

每次监测都要做好观测笔记，记录观测时间、地点、水位标高、涌水量以及水质的化验结果，并对引发的变化与矿山开采活动进行分析。

6、监测时限

生态修复方案服务期内，2027 年 1 月 1 日至 2041 年 12 月 31 日。

（三）地形地貌景观及土地资源监测

1、监测内容

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

2、监测方法

采用目测及拍照摄像相结合的方式，采用路线法，设计监测路线，长度 2.0km；对工程场地的外观表现特征参数进行监测，对各区破坏的土地类型进行实地调查。

3、监测频率

每年对场地占用及损毁情况进行 36 次仪器测量并拍照摄像。

4、监测时限

生态修复方案服务期内，2027 年 1 月 1 日至 2041 年 12 月 31 日。

监测记录表见表 5-4。

表 5-4　地形地貌景观及土地资源监测记录表

时间：　　年　月　日　　星期　　天气：

<table>
<tr><td colspan="2">监测单元</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">监测内容</td><td>损毁土地面积（m^2）</td><td></td></tr>
<tr><td>破坏土地利用类型</td><td></td></tr>
<tr><td>损毁方式</td><td></td></tr>
<tr><td>损毁程度</td><td></td></tr>
<tr><td>治理难度</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">监测人员</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>存在问题</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>处理意见</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>处理结果</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

（四）土地损毁监测

1、监测内容

利用矿区土地利用现状图为底图，标注地形要素、地类线、地类编码，标注每个土地损毁监测区。统计损毁地类、面积，并辅以拍照

录像等手段记录土地损毁情况，并将监测数据填表存档。

2、监测方法

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

3、施测时间及频率

土地损毁监测频率为每年 2 次，土地损毁监测时间 15 年。

（五）土壤环境质量监测

1、监测内容

根据矿山问题识别结果，参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）要求，确定矿山土壤环境质量监测内容为基本项目共 45 项，分为三大类：重金属和无机物(7 项)、挥发性有机物(VOCs,27 项)、半挥发性有机物(SVOCs,11 项)。

2、监测点的布设

共布设 2 个监测点，分布于矿区已修复单元及矿区新建工业场地上风向、新建工业场地下风向周边，监测点坐标见表 5-5。

表 5-5　土壤环境质量监测点坐标一览表

3、监测方法

委托有资质的检验检测结构按照相关规范要求进行监测。

4、监测时间及频率

土壤环境质量监测时间贯穿整个服务期 15 年，监测频率为每年 1 次。

（六）植被恢复情况监测

1、监测内容

土地复垦效果监测，主要依据复垦质量要求对复垦工程实施后的各复垦单元植被生长状况监测。复垦为草地的草种、覆盖度等进行监

测，以便为下一步采取管护措施提供依据，从而保证复垦工程的质量。

2、监测方法

复垦单元植被生长状况采取摄像结合人工巡视整体观测法，每期定量记录植被长势，测量郁闭度、覆盖率数据，并与已有记录数据对比，及时掌握植被的生长状况。参照地形地貌监测方式，不单独设置监测点，采取路线方法，对各处场地复垦效果进行监测。按近、远期分区、结合各单元分布情况，共设 1 条监测路线。

3、监测时间及频率

植被生长监测时间同复垦方案管护期，因各工程单元复垦时间不同，监测时限贯穿整个服务期 15 年，监测频率为每年 2 次。

三、技术措施

矿山生产期间，应安排专业的矿山地质环境监测人员（也可由矿山负责安全管理的人员兼任），定期或不定期对矿山地质环境进行监测，对已存在的隐患进行动态观测，对新出现的地质环境问题及时上报和记录，并做好预警和安全处置方案，对矿山地质环境影响进行长期动态监测。

（一）地质灾害监测

1、在矿山生产过程中进行地面变形监测，定期对监测点进行观测，监测地面变形情况并对监测数据进行整理分析。

2、监测采用大地测量法，对预测地面塌陷范围布设放射形观测网，采用全站仪与目测结合的方法对点位移变化进行监测。

3、监测按《矿山地质环境监测技术规程》DZ/T0287-2015 的要求执行。

（二）含水层监测

1、做好监测点的建设和保护工作，水位观测点应做标记，使观测位置在同一个点上；

2、水井水位应测量静水位、稳定动水位、埋藏深度及高程等；

3、取水样时，水样瓶应冲洗 3～4 次后再取样，每个水样体积保证超过 2L，并及时送检；

4、地下水监测应由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测，地下水监测的频次、方法、精度要求执行《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）的要求。

（三）地形地貌景观监测

1、摄影、摄像时要求天气晴朗、通视条件好，并记录时间、地点、天气、拍摄对象、摄影人；

2、监测时要清晰记录被摄物体的形状、位置、特性及其与周边物体的位置关系，存档照片不允许后期进行成像处理；

3、摄像时应固定机位，注意调整水平，落幅画面要准，运动镜头的速度应平稳，画面聚焦应清晰；

4、摄影、摄像资料应配有文字说明，采用光盘或硬盘存储，并做好备份；

5、监测按《矿山地质环境监测技术规程》DZ/T 0287-2015 的要求执行。

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

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

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

4、新造幼林需封育，管护期为 5 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，对受损乔灌草及时补种、培土、浇水、施肥，喷洒农药防治病虫害发生以及幼林管护和成林管理；对矿区关键物种和生物多样性进行持续观测，降低生态重建的矿区生态系统的水灾、旱灾、虫灾、火灾等风险。

二、管护措施

1、林地

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

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

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

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，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、监测工程

根据生态修复监测工程的设计，针对需要监测、检测的场地设置针对性的检测点，检测点具有代表性，能对矿区是否存在隐患、污染源提供依据主要监测工程量计算表见表5-6，监测工程布置见附图6。

表 5-6　监测工程量一览表

类别	监测项目	点位数量	监测路线	频率（点次/年）	监测年限	工程量（点次）
矿山地质环境监测工程	地质灾害监测	11		15	15	2475
	地形地貌景观		1	2	15	30
	水位监测	2		12	15	360
	水质、水污染监测	2		24	15	720
土地损毁监测	损毁面积及程度		1	2	15	30
土地复垦监测	土壤质量监测	2		2	15	60
	植被恢复状况监测		1	2	15	30

二、管护工程

根据土地复垦管护措施及内容，本方案植被管护面积为复垦的林地、草地，总面积24.5618hm^2。

管护时间为矿区生态修复后的近5年时间，具体工程量见表5-7。

表 5-7　管护工程量表

位置	面积（hm^2）	年限（a）	工程量（$a \cdot hm^2$）	实施时间（a）
复垦区	24.5618	5	24.5618	5

第六章　工程部署与经费估算

第一节　总体部署

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

矿山总服务年限 10 年（含基建期 2 年），依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）10.2.1 金属矿山后续管护期一般宜为 3 年～5 年，本方案计划后续修复管护期为 5 年，据此确定本方案服务年限为 15 年，即 2027 年 1 月至 2041 年 12 月。

主要工作部署如下：

一、近三年（2027.01-2029.12）

1、完善前期治理内容，对前期植被恢复不佳的场地进行植被补种；

2、对新建办公生活区和新建工业场地切坡位置进行边坡整形、垫坡至 40-45°，之后对边坡进行框格护坡，喷播草籽。

3、对竖井工业场地进行拆除、井筒回填、场地切坡位置垫坡，对场地覆土、恢复植被；

4、对蓄水池、值班室进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

5、炸药库和雷管库进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

6、对钻机平台（13 处）进行回填、切坡位置垫坡、场地整平、覆土、恢复植被；

7、对选矿厂进行拆除、建筑垃圾清运、堆放的矿石进行清理，覆土、恢复植被；

8、对现状尾矿库进行场地整平、周边范围路基挖损区进行垫坡。对整平区域进行覆土、对全尾矿库及垫坡区域进行植被补种。

9、对拟建的斜坡道、副井、南风井、北风井表土剥离；

10、对预测塌陷区岩移范围周边设置警示牌；

11、建立预测地面塌陷区岩移范围监测点，定期对地面塌陷不稳定地质体进行监测；

12、建立地下水自动化监测井，结合人工监测定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

13、建立土壤污染监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

14、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

二、生产期（2030.01-2036.12）

1、根据“边开采、边修复”原则，本方案设计对形成的地下采空区及时进行充填；

2、对可能形成的预测地面塌陷区，待塌陷沉稳后及时进行治理；

3、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

6、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

三、修复管护期（2037.01-2041.12）

1、对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建办

公生活区、新建工业场地建筑物拆除、井筒回填，场地进行整平、覆土、恢复植被；

2、对矿区道路全面治理，道路进行翻耕、恢复植被；

3、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

6、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

7、对已恢复的植被进行补种及管护。

第二节　总体经费估算

一、经费估算依据

1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；

2、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）；

3、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综[2011]128 号）；

4、《工程勘察设计收费标准》（计价格［2002］10 号）；

5、《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内蒙古自治区地质调查研究院 2026.3）；

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、当地材料价格信息（2026 年 2 季度）材料价格市场询价；

9、其它有关规定和标准。

本方案投资估算水平年为 2026 年，并以国家和地方政策文件规定的单价为标准。如与工程开工时间不在同一年份或物价有变动，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整。

二、费用构成及计费标准

（一）工程施工费

工程施工费单价=直接费+间接费+利润+材料价差+税金。

1、直接费

直接费=直接工程费+措施费

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元 / 工日），人工单价根据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》的规定计取，赤峰市巴林左旗属于三类地区，人工费定额为甲类工 175.36 元/工日、乙类工 131.02 元/工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，主要材料单价按照《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》编制，超出限价部分单独计算材料价差，主要材料以外的材料价格以巴林左旗 2026 年 2 季度市场价格计取并以材料到工地实际价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元 / 台班）。台班费定额依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》编制，具体见定额单价取费表。

（2）措施费

措施费=（人工费+机械费）×措施费率

①临时设施费

不同工程类别的临时设施费费率见下表：

表 6-1　措施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费费率 (%)
1	土方工程	人工费+机械费	0.85
2	石方工程	人工费+机械费	0.85
3	抗滑桩及边坡支护工程	人工费+机械费	1.00
4	砌筑工程	人工费+机械费	0.85
5	混凝土工程	人工费+机械费	1.00
6	安装工程	人工费+机械费	0.85
7	道路工程	人工费+机械费	0.85
8	植物工程	人工费+机械费	0.85
9	辅助工程	人工费+机械费	0.85

②冬雨季施工增加费

按人工费+机械费的百分率计算，费率为 0.5%～1.0%。其中，不在冬雨季施工的项目取小值，部分工程在冬雨季施工的项目取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取大值。

③夜间施工增加费

按人工费+机械费的百分率计算，费率取 0.2%。

④施工辅助费

按人工费+机械费的百分率计算，费率取 0.7%。

⑤安全施工措施费

按人工费+机械费的百分率计算，费率取 2.5%。

2、间接费

间接费=直接费×间接费费率

不同工程类别的间接费费率见下表：

表 6-2　间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率(%)
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	抗滑桩及边坡支护工程	直接费	6
4	砌筑工程	直接费	5

5	混凝土工程	直接费	6
6	安装工程	人工费	65
7	道路工程	直接费	5
8	植物工程	直接费	5
9	辅助工程	直接费	5

3、利润

依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》规定，利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

利润=（直接费+间接费）×利润率

4、材料价差

材料价差=材料消耗量×（材料预算价格－材料限价）

5、税金

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%

（二）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

包括项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

（1）项目可研编制费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式，各区间按内插法确定。

表 6-3　项目可研论证费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目可研论证费(万元)
1	≤50	1
2	100	2
3	200	2.5
4	500	4

序号	计费基数(万元)	项目可研论证费(万元)
5	1000	6
6	3000	12
7	5000	15
8	10000	25

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25%计取。

（2）项目勘测费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式，各区间按内插法确定。

表 6-4　项目勘测计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目勘测与设计费(万元)
1	≤50	0.75
2	100	1.5
3	200	2.6
4	500	6
5	1000	11
6	3000	30
7	5000	45
8	10000	80

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.80%计取。

（3）项目设计与预算编制费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-5　项目设计与预算编制费计费标准表

序号	计费基数(万元)	项目勘测与设计费(万元)
1	≤50	2.25
2	100	4.5
3	200	9
4	500	20.9
5	1000	38.8
6	3000	103.8
7	5000	163.9
8	10000	304.8

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。

（4）项目招投标代理费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-6　项目招标代理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	项目招标代理费(万元)
1	≤50	1	50	50×1.0%=0.5
2	100	0.5	100	0.5+(100-50)×0.5%=0.75
3	200	0.46	200	0.75+(200-100)×0.46%=1.21
4	500	0.43	500	1.21+(500-200)×0.43%=2.50
5	1000	0.4	1000	2.50+(1000-500)×0.4%=4.50
6	3000	0.3	3000	4.50+(3000-1000)×0.3%=10.50
7	5000	0.2	5000	10.50+(5000-3000)×0.2%=14.50
8	10000	0.1	10000	14.50+(10000-5000)×0.1%=19.50

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

2、工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-7　工程监理费计费标准表

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤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。

（1）工程复核费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-8　工程复核费计费标准表

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤50	1.15
2	100	2.2
3	200	3.8
4	500	8.4
5	1000	14.9
6	3000	35.9
7	5000	52.9
8	10000	87.9

注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。

（2）工程验收费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-9　工程验收费计费标准表

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 1.0 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。

（3）项目结（决）算审计费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-10　项目结（决）算审计费计费标准表

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤50	0.3

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
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 6-11　项目管理费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤50	2.00	50	50×2.0%=1.0
2	50～100	1.50	100	1+(100-50)×1.50%=1.75
3	100～200	1.20	200	1.75+(200-100)×1.20%=2.95
4	200～500	1.00	500	2.95+(500-200)×1.00%=5.95
5	500～1000	0.70	1000	5.95+(1000-500)×0.70%=9.45
6	1000～3000	0.40	3000	9.45+(3000-1000)×0.40%=17.45
7	3000～5000	0.10	5000	17.45+(5000-3000)×0.10%=19.45
8	5000～10000	0.06	10000	19.50+(10000-5000)×0.06%=22.45

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04%计算收费。

（三）不可预见费

不可预见费包括基本预备费、价差预备费。

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 6-12　基本预备费计费标准表

序号	计费基础(万元)	费率(%)	算例	
			计费基础(万元)	工程验收费(万元)
1	≤50	2.00	50	50×2.0%=1.0
2	50～100	1.50	100	1.00+(100-50)×1.50%=1.75
3	100～200	1.00	200	1.75+(200-100)×1.00%=2.75
4	200～500	0.8	500	2.75+(500-200)×0.8%=5.15
5	500～1000	0.5	1000	5.15+(1000-500)×0.50%=7.65
6	1000～3000	0.3	3000	7.65+(3000-1000)×0.30%=13.65
7	3000～5000	0.2	5000	13.65+(5000-3000)×0.20%=17.65
8	5000～10000	0.1	10000	17.65+(10000-5000)×0.10%=22.65

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计算收费。

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：

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

。

PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

a_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；注：年涨价率根据政府部门有规定的按规定执行，没有规定的由可行性研究人员预测。

m：建设前期年限（从编制估算到开工建设，单位：年）。

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

（1）监测费

以工程施工费作为计费基数，一次监测费用可按不超过工程施工费的 0.3%计算。（本方案取 0.01%）

计算公式为：监测费=工程施工费×费率×监测次数

（2）管护费

以项目植物工程的工程施工费作为计费基数，一次管护费用可按不超过植物工程的工程施工费的 8%计算。

计算公式为：管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数

三、经费估算

矿区生态修复静态投资 1196.76 万元。其中工程施工费 814.55 万元，其他费用 76.64 万元，监测费 301.79 万元，管护费 3.78 万元。基本预备费 6.72 万元，价差预备费 431.31 万元，动态投资经费为 1634.79 万元。

前三年矿区生态修复费用 162.9670 万元，其中第一年度（2027.01-2027.12）生态修复费用 32.3963 万元，第二年度（2028.1-2028.12）生态修复费用 29.3387 万元，第三年度（2029.1-2029.12）生态修复费用 101.2320 万元。

详见生态修复总费用组成分析表，表 6-13～6-23。

表 6-13　生态修复费用总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各费用占静态总投资的比例（%）	各费用占动态总投资的比例（%）
	1	2	3	
1	工程施工费	814.55	68.06	
2	其他费用	76.64	6.40	
3	监测费	301.79	25.22	
4	管护费	3.78	0.32	
5	预备费	6.72	/	0.41
6	价差预备费	431.31	/	26.38
7	静态总投资	1196.76	100.00	73.21
8	动态总投资	1634.79	/	100.00

表 6-14　工程施工费预算总表

序号	**单项名称**	**预算金额（万元）**	**各费用占工程施工费的比例（%）**
	1	**2**	**3**
1	土方工程	76.34	9.37

2	石方工程	689.78	84.68
3	砌体工程	36.85	4.52
4	混凝土工程	0.00	0.00
5	植被恢复工程	9.44	1.16
6	辅助工程	2.13	0.26
总　计		**814.55**	100.00

表 6-15　工程施工费估算表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价（元）	工程费用（万元）
一		**地灾防治工程**				**2.13**
1	90003	警示牌	块	20	1065.37	2.13
二		**地貌重塑工程**				**726.64**
1	20112	回填	m^3	308490	20.33	627.07
2	20041	平整场地	m^3	23611	9.55	22.54
3	40066	拆除	m^3	20726	17.78	36.85
4	20112	垫坡	m^3	19764	20.33	40.17
三		**土壤重构工程**				**76.34**
1	10162	覆土	m^3	50671	15.05	76.27
2	10011	翻耕	hm^2	0.3909	1848.58	0.07
四		**植被重建工程**				**9.44**
1	80002	栽植乔木	株	2467	20.50	5.06
2	80037	撒播草籽	hm^2	11.6703	3759.72	4.39
五		**景观营造工程**				**7.96**
1	20112	边坡整形	m^3	800	20.33	1.63
2	50010	框格护坡	m^3	92	661.31	6.08
3	10162	格内覆土	m^3	160	15.05	0.24
4	80037	撒播草籽	hm^2	0.0320	3759.72	0.01
总计						**814.55**

注：回填、清运工作量存在重叠，不重复计算费用，取大值计算。

表 6-16　工程施工费单价估算表

工程或费用名称	定额编号	单位	数量	直接费单价(元)	直接工程费单价(元)	措施费(元)	间接费(元)	利润(元)	价差(元)	税金(元)	综合单价(元)
地貌重塑工程											
石方回填	20112	100m^3	308490m^3	1396.29	1332.98	63.32	83.78	44.40	340.39	167.84	2032.70
场地整平	20041	100m^3	23611m^3	688.09	656.89	31.20	41.29	21.88	124.54	78.82	954.62
垫坡整形	20112	100m^3	19764m^3	1396.29	1332.98	63.32	83.78	44.40	340.39	167.84	2032.70
砌体拆除	40066	100m^3	20726m^3	1427.85	1363.11	64.75	71.39	44.98	87.08	146.82	1778.12
框格护坡	50010	10m^3	92m^3	5556.93	5297.36	259.57	333.42	176.71	0	546.04	6613.10
土壤重构工程											
覆土及整平	10162	100m^3	50671m^3	1043.97	996.63	47.34	52.20	32.89	251.90	124.29	1505.24
翻耕	10011	hm^2	0.3909hm^2	1271.96	1214.28	57.68	63.60	40.07	320.32	152.64	1848.58
植被重建工程											
种植乔木	80002	100 株	2467 株	1738.61	1659.77	78.84	86.93	54.77	0	169.23	2049.54
种草	80037	hm^2	11.6703hm^2	2264.71	2162.01	102.70	113.24	71.34	1000.00	310.44	3759.72
辅助工程											
标识标牌	90003	10 块	20 块	8899.37	8495.82	403.55	444.97	280.33	149.40	879.67	10653.74
监测工程											
地质灾害监测		点次	2475								
地形地貌景观		点次	30								
水位监测		点次	360								
水质、水污染监测		点次	720								
土地损毁监测		点次	30								
土壤质量、土壤污染监测		点次	60								
植被恢复状况监测		点次	30								
管护工程											
管护面积		hm^2	24.5618								

表 6-17　其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	费用占比（%）
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		19.36	25.26
(1)	项目可研论证费	4+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（6-4）	5.26	6.86
(2)	项目勘测与设计费	6+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（11-6）	9.15	11.93
(3)	项目设计与预算编制	20.9+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（38.8-20.9）	32.16	41.96
(4)	项目招标代理费	2.50+（工程施工费-500）×0.4%	4.96	6.47
2	工程监理费	16.5+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（30.1-16.5）	25.06	32.69
3	竣工验收费		23.59	30.78
(1)	工程复核费	8.4+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（14.9-8.4）	12.49	16.30
(2)	工程验收费	6+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（10-6）	8.52	11.11
(3)	项目决算编制与审计费	1.8+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（3.05-1.8）	2.59	3.37
4	项目管理费	5.95+（工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费-500）×0.7%	8.63	11.26
总计			76.64	100.00

表 6-18 监测费用估算表

监测项目	**点次**	**工程施工费（万元）**	**费率**	**小计（万元）**
地质灾害监测	2475	814.55	0.01%	201.60
地形地貌景观	30	814.55	0.01%	2.44
水位监测	360	814.55	0.01%	29.32
水质、水污染	720	814.55	0.01%	58.65
损毁面积及程度	30	814.55	0.01%	2.44
土壤质量监测	60	814.55	0.01%	4.89
植被恢复状况	30	814.55	0.01%	2.44
合计				**301.79**

表 6-19 管护费用估算表

管护面积	**次数**	**植被工程费（万元）**	**费率**	**小计（万元）**
24.5618hm^2	5	9.44	8%	3.78
合计				**3.78**

表 6-20　基本预备费估算表

序号	费用名称	工程施工费（万元）	计算式	费用（万元）
1	基本预备费	814.55	5.15+(814.55-500)×0.50%	6.72
合计				**6.72**

表 6-21　价差预备费估算表

生态修复分期	年数	年度经费(万元)	$(1+f)^m$	$(1+f)^{0.5}$	$(1+f)^{t-1}$	$(1+f)^m(1+f)^{0.5}(1+f)^{t-1}-1$	价差预备费（万元）
近期	2027	13.39	1	1.03	1.00	0.02956	0.40
	2028	10.33	1	1.03	1.06	0.09134	0.94
	2029	72.12	1	1.03	1.12	0.15682	11.31
生产期	2030	80.82	1	1.03	1.19	0.22623	18.28
	2031	80.92	1	1.03	1.26	0.29980	24.26
	2032	80.92	1	1.03	1.34	0.37779	30.57
	2033	80.92	1	1.03	1.42	0.46045	37.26
	2034	80.92	1	1.03	1.50	0.54808	44.35
	2035	80.92	1	1.03	1.59	0.64097	51.87
	2036	80.92	1	1.03	1.69	0.73943	59.83
修复管护期	2037	18.66	1	1.03	1.79	0.84379	15.75
	2038	80.27	1	1.03	1.90	0.95442	76.61
	2039	35.47	1	1.03	2.01	1.07168	38.01
	2040	15.16	1	1.03	2.13	1.19598	18.13
	2041	2.81	1	1.03	2.26	1.32774	3.73
合计		814.55					431.31

表 6-22　施工费单价分析表

警示牌					
定额编号:90003					**单位：10 块**
一	直接费				8899.37
（一）	直接工程费				8495.82
1	人工费				101.65
	甲类工	工日	0.49	175.36	85.93
	乙类工	工日	0.12	131.02	15.72
2	材料费				7472.84
	钢管立柱	t	0.39	5900.00	2301.00
	镀锌铁件	kg	286.96	7.00	2008.72
	钢板标志	t	0.39	8082.87	3152.32
	反光膜	㎡	0.06	180.00	10.80
3	机械使用费				673.88
	6t 载货汽车	台班	0.6	423.11	253.87
	5t 汽车式起重机	台班	0.6	690.70	414.42
	30kvA 交流电焊机	台班	0.02	279.66	5.59
4	其它费用	%	3	8248.37	247.45
(二)	措施费	%	4.75	8495.82	403.55
二	间接成本费	%	5	8899.37	444.97
三	利润	%	3	9344.34	280.33
四	材料价差				149.40
	汽油	kg	19.944	4.44	88.55
	柴油	kg	15.444	3.94	60.85
五	税　金	%	9	9774.07	879.67
合　　计					**10653.74**

挖掘机砌体拆除					
定额编号：40066					**单位：元 /100m³**
工作内容：拆除、清理、堆放					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1427.85
（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 1m³	台班	0.4	1040.21	416.08
4	其它费用	%	3	1323.40	39.70
（二）	措施费	%	4.75	1363.11	64.75
二	间接费	%	5	1427.85	71.39
三	利润	%	3	1499.25	44.98
四	材料价差				87.08
	柴油	kg	19.612	4.44	87.08
五	税金	%	9	1631.30	146.82
合计					**1778.12**

2m³ 装载机装石碴自卸汽车运输(运距 0～0.5km)					
定额编号：20112					**单位：元 /100m³**
适用范围：石方清运、石方回填					
工作内容：挖装、运输、卸除、空回、卸料推平					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1396.29
（一）	直接工程费				1332.98
1	人工费				150.67
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	1.15	131.02	150.67
2	材料费				
3	机械费				1156.17
	装载机 2m³	台班	0.26	650.76	169.20
	推土机 90kw	台班	0.13	888.43	115.50
	自卸汽车 18t	台班	0.92	947.26	871.47
4	其它费用	%	2	1306.84	26.14
（二）	措施费	%	4.75	1332.98	63.32
二	间接费	%	6	1396.29	83.78
三	利润	%	3	1480.07	44.40
四	材料价差				340.39
	柴油	kg	76.6647	4.44	340.39
五	税金	%	9	1864.86	167.84
合计					**2032.70**

推土机推运石碴(运距 50m)					
定额编号：20041					**单位：元 /100m³**
工作内容：推松、运送、卸除、拖平、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				688.09
（一）	直接工程费				656.89
1	人工费				131.02
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	1	131.02	131.02
2	材料费				
3	机械费				477.21
	推土机 105kw	台班	0.51	935.70	477.21
4	其它费用	%	8	608.23	48.66
（二）	措施费	%	4.75	656.89	31.20
二	间接费	%	6	688.09	41.29
三	利润	%	3	729.37	21.88
四	材料价差				124.54
	柴油	kg	28.05	4.44	124.54
五	税金	%	9	875.80	78.82
合计					**954.62**

土地翻耕					
定额编号：10011					**单位：元/hm²**
工作内容：翻土、捡石、松土、平整					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1271.96
（一）	直接工程费				1214.28
1	人工费				288.24
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	2.2	131.02	288.24
2	材料费				
3	机械费				920.00
	轮胎式拖拉机 88kW	台班	0.6	950.15	570.09
	捡石机	台班	0.6	583.18	349.91
4	其它费用	%	0.5	1208.24	6.04
（二）	措施费	%	4.75	1214.28	57.68
二	间接费	%	5	1271.96	63.60
三	利润	%	3	1335.56	40.07
四	材料价差				320.32
	柴油	kg	72.144	4.44	320.32
五	税金	%	9	1695.95	152.64
合计					**1848.58**

2m³ 装载机挖装自卸汽车运土(运距 1.5～2km)					
定额编号：10162					单位：元 /100m³
适用范围：土方回填、土方削坡、表土剥离、一般覆土					
工作内容：挖装、清理机下余土、运输、卸除、空回					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1043.97
（一）	直接工程费				996.63
1	人工费				73.37
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	0.56	131.02	73.37
2	材料费				
3	机械费				894.23
	装载机 2m³	台班	0.15	650.76	97.61
	推土机 60kw	台班	0.08	620.55	49.64
	自卸汽车 20t	台班	0.72	1037.46	746.97
4	其它费用	%	3	967.60	29.03
（二）	措施费	%	4.75	996.63	47.34
二	间接费	%	5	1043.97	52.20
三	利润	%	3	1096.17	32.89
四	材料价差				251.90
	柴油	kg	56.735	4.44	251.90
五	税金	%	9	1380.96	124.29
合计					**1505.24**

散播种草					
定额编号：80037					单位：元/hm²
工作内容：种子处理、人工撒播草籽、用耙、耧、石磙子碾覆土					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2264.71
（一）	直接工程费				2162.01
1	人工费				909.28
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	6.94	131.02	909.28
2	材料费				1200.00
	草籽	kg	40	30.00	1200.00
3	机械费				
4	其它费用	%	2.5	2109.28	52.73
（二）	措施费	%	4.75	2162.01	102.70
二	间接费	%	5	2264.71	113.24
三	利润	%	3	2377.94	71.34
四	材料价差				1000.00
	草籽	kg	40	25.00	1000.00
五	税金	%	9	3449.28	310.44
合计					**3759.72**

栽植乔木（带土球　土球直径不低于 30cm）					
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				1738.61
（一）	直接工程费				1659.77
1	人工费				419.26
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	3.2	131.02	419.26
2	材料费				1232.25
	树苗	株	102	12.00	1224.00
	水	m^3	2.5	3.30	8.25
3	机械使用费				
4	其他材料费	%	0.5	1651.51	8.26
（二）	措施费	%	4.75	1659.77	78.84
二	间接费	%	5	1738.61	86.93
三	利润	%	3	1825.54	54.77
四	税　金	%	9	1880.31	169.23
合　　计					**2049.54**

护坡框格					
定额编号：50010					**单位：元 /10m^3**
工作内容：混凝土调配、搅拌、运输、浇固、抹平、养护等					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				5556.93
（一）	直接工程费				5297.36
1	人工费				867.06
	甲类工	工日	1.53	175.36	268.30
	乙类工	工日	4.57	131.02	598.76
2	材料费				4214.58
	混凝土	m^3	10.30	389.00	4006.70
	塑料薄膜	m^2	146.23	1.20	175.48
	水	m^3	9.49	3.30	31.32
	电	kW·h	1.50	0.72	1.09
3	机械费				111.85
	混凝土搅拌机 0.4m^3	台班	0.39	286.80	111.85
4	其它费用	%	2.00	5193.49	103.87
（二）	措施费	%	4.90	5297.36	259.57
二	间接费	%	6.00	5556.93	333.42
三	利润	%	3.00	5890.35	176.71
四	材料价差				
五	税金	%	9	6067.06	546.04
合计					**6613.10**

表 6-23　台班费计算表

机械名称	规格	台班费	一类费用合计	二类费用								
			一类费用合计	人工费（元/日）		动力燃料费小计	汽油（元/kg）		柴油（元/kg）		电（元/kw·h）	
				工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额
单斗挖掘机	油动 1m³	1040.21	468.85	2	350.72	220.64			49.03	220.64		
单斗挖掘机	液压 1m³	1095.36	461.14	2	350.72	283.50			63	283.50		
单斗挖掘机	液压 2m³	1390.80	656.27	2	350.72	383.81			85.29	383.81		
装载机	2.0m³	650.76	181.91	1	175.36	293.49			65.22	293.49		
推土机	60kW	620.55	74.98	2	350.72	194.85			43.3	194.85		
推土机	90kW	888.43	272.16	2	350.72	265.55			59.01	265.55		
推土机	105kW	935.70	311.38	2	350.72	273.60			60.8	273.60		
拖拉机	轮式 88kW	950.15	189.87	1.25	219.2	541.08			120.24	541.08		
载重汽车	柴油型 6t	423.11	91.16	1.04	182.37	149.58			33.24	149.58		
自卸汽车	柴油型 18t	947.26	338.82	2	350.72	257.72			57.27	257.72		
自卸汽车	柴油型 20t	1037.46	414.94	2	350.72	271.80			60.4	271.80		
汽车起重机	汽油型 5t	690.70	211.28	2	350.72	128.70	25.74	128.7				
电焊机	交流（KVA)30	279.66	17.74	1	175.36	86.56					1	86.56
混凝土搅拌机	0.4m3	286.80	49.95	1..25	219.20	17.65					24.38	17.65

第三节　阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

根据开采设计，按照矿区生态修复与采矿工程相结合的原则，同时根据现状问题识别和受损预测分析，综合诊断评价，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿区生态修复划分为基建期、生产期和终采后的治理与管护期三个规划阶段。各阶段实施时间计划见表 6-24。

表 6-24　矿山地质环境治理阶段时间

（一）基建期第一年实施工程（2027.1-2027.12）

严格按照《开采方案》执行，并保留开采记录、照片、录像，防治工作的重点是：逐步建立地质环境监测网点，开展监测工作。具体工作内容如下：

1、完善前期治理内容，对前期植被恢复不佳的场地进行植被补种；

2、对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井表土剥离；

3、对新建办公生活区和新建工业场地切坡位置进行边坡整形、垫坡至 40°，之后对边坡进行框格护坡，喷播草籽。

4、对钻机平台（13 处）进行回填、切坡位置垫坡、场地整平、覆土、恢复植被；

5、炸药库和雷管库进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

6、建立预测地面塌陷区岩移范围监测点，定期对地面塌陷不稳定地质体进行监测；

7、建立地下水自动化监测井，结合人工监测定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

8、建立土壤污染监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

9、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（二）基建期第二年实施工程（2028.1-2028.12）

具体工作内容如下：

1、对竖井工业场地井筒回填、井口封堵、地表建筑物拆除、建筑垃圾及废石清运、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

2、对蓄水池、值班室进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

3、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

6、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（三）生产期第一年实施工程（2029.1-2029.12）

具体工作内容如下：

1、对现状尾矿库进行场地整平、周边范围路基挖损区进行垫坡。对整平区域进行覆土、对全尾矿库及垫坡区域进行植被补种。

2、对预测塌陷区岩移范围周边设置警示牌；

3、对选矿厂建筑物拆除、废弃矿石清运、场地整平、覆土、恢复植被；

4、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

5、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，

监测水质污染状况；

6、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

7、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（四）生产期实施阶段（2030.1-2036.12）

1、根据“边开采、边修复”原则，本方案设计对形成的地下采空区及时进行充填；

2、对可能形成的预测地面塌陷区，待塌陷沉稳后及时进行治理；

3、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

6、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（五）终采后的治理与管护期（2037.1-2041.12）

继续实施生态修复工程，并保留开采记录、照片、录像，重点有以下内容：

1、对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建办公生活区、新建工业场地建筑物拆除、井筒回填，场地进行整平、覆土、恢复植被；

2、对矿区道路全面治理，道路进行切坡位置垫坡、翻耕、覆土、恢复植被；

3、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质

灾害监测预警提供技术依据；

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

6、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

7、对已恢复的植被进行补种及管护。

表 6-25　生态修复复垦工作部署安排表

二、近 3 年工作任务与经费进度安排

（一）2026 年 7 月～2027 年 6 月，第一年

1、完善前期治理内容，对前期植被恢复不佳的场地进行植被补种；

2、对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井表土剥离；

3、对新建办公生活区和新建工业场地切坡位置进行边坡整形、垫坡至 40°，之后对边坡进行框格护坡，喷播草籽。

4、对钻机平台（13 处）进行回填、切坡位置垫坡、场地整平、覆土、恢复植被；

5、炸药库和雷管库进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

6、建立预测地面塌陷区岩移范围监测点，定期对地面塌陷不稳定地质体进行监测；

7、建立地下水自动化监测井，结合人工监测定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

8、建立土壤污染监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

9、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（二）2027 年 7 月～2028 年 6 月，第二年

1、对竖井工业场地井筒回填、井口封堵、地表建筑物拆除、建筑垃圾及废石清运、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

2、对蓄水池、值班室进行拆除、清运、覆土、恢复植被；

3、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

4、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

5、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

6、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（三）2028 年 7 月～2029 年 6 月，第三年

1、对现状尾矿库进行场地整平、周边范围路基挖损区进行垫坡。对整平区域进行覆土、对全尾矿库及垫坡区域进行植被补种。

2、对预测塌陷区岩移范围周边设置警示牌；

3、对选矿厂建筑物拆除、废弃矿石清运、场地整平、覆土、恢复植被；

4、定期对预测地面塌陷区监测点进行观测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

5、定期对地下水水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

6、定期对土壤污染监测点进行观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

7、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

近三年矿区生态修复工作计划安排情况见表 6-26。

矿区生态修复工程量与经费安排见表 6-27。

表 6-26　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）	所属生态区块	是否为临时用地	工程措施	单位	工程量	目标地类	面积（hm^2）	费用（万元）
1	2027.01-2027.12	完善前期治理，植被补种								32.3963
		见附表 15	拟建斜坡道	否	表土剥离	m^3	1140	/	/	
		见附表 15	拟建副井	否	表土剥离	m^3	700	/	/	
		见附表 15	拟建南风井	否	表土剥离	m^3	600	/	/	
		见附表 15	拟建北风井	否	表土剥离	m^3	600	/	/	
		见附表 15	新建办公生活区	否	垫坡整形	m^3	80	人工牧草地	0.0112	
					框格护坡	m^3	24			
					格内覆土	m^3	56			
					播撒草籽	m^2	112			
		见附表 15	新建工业场地	否	垫坡整形	m^3	720	人工牧草地	0.0208	
					框格护坡	m^3	68			
					格内覆土	m^3	104			
					播撒草籽	m^2	208			
		见附表 15	钻机平台（13 处）	否	回填	m^3	1038	人工牧草地	0.1912	
					场地平整	m^3	383			
					垫坡整形	m^3	490			
					覆土整平	m^3	956			
					种草	m^2	1912			
		见附表 15	炸药库和雷管库	否	拆除	m^3	58	人工牧草地	0.035	
					清运	m^3	58			
					场地整平	m^3	70			
					覆土整平	m^3	175			
					种草	m^2	350			
		/	监测工程	/	地质灾害监测	点/次	165	/	/	
					地形地貌景观监测	点/次	2	/	/	
					水位监测	点/次	24	/	/	
					水质监测	点/次	48	/	/	
					损毁程度	点/次	2	/	/	
					土壤质量监测	点/次	4	/	/	
					植被恢复状况监测	点/次	2	/	/	
2	2028.01-2028.12	见附表 15	蓄水池	否	拆除	m^3	34	人工牧草地	0.0028	29.3387
					清运	m^3	34			
					回填	m^3	57			
					覆土整平	m^3	14			
					种草	m^2	28			
		见附表 15	竖井工业场地	否	回填	m^3	356	乔木林地	0.791	
					封堵	口	1			
					拆除	m^3	880			
					清运	m^3	1910			
					场地整平	m^3	1582			
					垫坡整形	m^3	156			
					覆土整平	m^3	2373			
					栽植乔木	株	879			
		见附表 15	值班室	否	拆除	m^3	72	人工牧草地	0.0156	
					清运	m^3	72			
					场地整平	m^3	32			
					垫坡整形	m^3	178			
					覆土整平	m^3	78			
					种草	m^2	156			
		/	监测工程	/	地质灾害监测	点/次	165	/	/	
					地形地貌景观监测	点/次	2	/	/	
					水位监测	点/次	24	/	/	
					水质监测	点/次	48	/	/	
					损毁程度	点/次	2	/	/	
					土壤质量监测	点/次	4	/	/	
					植被恢复状况监测	点/次	2	/	/	
3	2029.01-2029.12	见附表 15	预测塌陷区	否	警示牌	块	20	/	/	101.2320
		见附表 15	尾矿库	否	场地整平	m^3	10058	人工牧草地	5.0385	
					垫坡整形	m^3	7500			
					覆土整平	m^3	12158			
					种草	m^2	50385			
		见附表 15	选矿厂	否	拆除	m^3	11820	人工牧草地	1.7768	
					清运	m^3	11820			
					覆土整平	m^3	8884			
					种草	m^2	17768			
		/	监测工程	/	地质灾害监测	点/次	165	/	/	
					地形地貌景观监测	点/次	2	/	/	
					水位监测	点/次	24	/	/	
					水质监测	点/次	48	/	/	
					损毁程度	点/次	2	/	/	
					土壤质量监测	点/次	4	/	/	
					植被恢复状况监测	点/次	2	/	/	

表 6-27　矿区生态修复工程量与经费安排表

工作任务	范围	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				工程措施	工程量	费用（万元）	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段
拟建选矿工业场地	见附表 15	1140	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	642	52.59	2037.01-2041.12	地质灾害监测	2475	190.45	2027.1-2041.12
				清运	642			地形地貌景观监测	30	2.31	
				回填	24523			水位监测	360	27.7	
				封堵	1			水质监测	720	55.4	
				垫坡整形	180			损毁程度	30	2.31	
				场地平整	342			土壤质量监测	60	4.62	
				覆土整平	570			植被恢复状况监测	30	2.31	
				种草	1140			管护工程	24.5618	2.02	
拟建副井	见附表 15	700	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	310	27.68	2037.01-2041.12				
				清运	310						
				回填	12972						
				封堵	1						
				场地平整	210						
				覆土整平	350						
				种草	700						
拟建南风井	见附表 15	600	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	280	14.18	2037.01-2041.12				
				清运	280						
				回填	4811						
				封堵	1						
				垫坡整形	1600						
				场地平整	180						
				覆土整平	300						
				种草	600						
拟建北风井	见附表 15	600	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	280	4.48	2037.01-2041.12				
				清运	280						
				回填	965						
				封堵	1						
				垫坡整形	710						
				场地平整	180						
				覆土整平	180						
				栽植乔木	67						
预测塌陷区	见附表 15	145407	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	警示牌	20	566.42	2030.01-2036.12				
				回填	263768						
				场地整平	5916						
				覆土整平	12428						
				栽植乔木	1521						
				种草	15345						

工作任务	范围	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				工程措施	工程量	费用（万元）	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段
新建办公生活区	见附表 15	8943	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	80	1.84	2027.01-2027.12				
				框格护坡	24						
				格内覆土	56						
				播撒草籽	112						
				拆除	270	15.16	2037.01-2041.12				
				清运	270						
				场地整平	1476						
				垫坡整形	3660						
				覆土整平	3690						
				种草	7380						
新建工业场地	见附表 15	15910	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	720	6.12	2027.01-2027.12				
				框格护坡	68						
				格内覆土	104						
				播撒草籽	208						
				拆除	6080	35.47	2037.01-2041.12				
				清运	6080						
				场地整平	3182						
				垫坡整形	4450						
				覆土整平	7955						
				种草	15910						
竖井工业场地	见附表 15	7910	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	回填	356	9.49	2027.01-2029.12				
				封堵	1						
				拆除	880						
				清运	1910						
				场地整平	1582						
				垫坡整形	156						
				覆土整平	2373						
				栽植乔木	879						
炸药库和雷管库	见附表 15	350	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	58	0.45	2027.01-2029.12				
				清运	58						
				场地整平	70						
				覆土整平	175						
				种草	350						
值班室	见附表 15	156	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	72	0.64	2027.01-2029.12				
				清运	72						
				场地整平	32						
				垫坡整形	178						
				覆土整平	78						
				种草	156						

工作任务	范围	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				工程措施	工程量	费用（万元）	实施阶段	监测措施	工程量	费用（万元）	实施阶段
蓄水池	见附表 15	28	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	34	0.2	2027.01-2029.12				
				清运	34						
				回填	57						
				覆土整平	14						
				种草	28						
钻机平台（13 处）	见附表 15	1912	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	回填	1038	4.98	2027.01-2029.12				
				场地平整	383						
				垫坡整形	490						
				覆土整平	956						
				种草	1912						
选矿厂	见附表 15	17768	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	拆除	11820	35.05	2027.01-2029.12				
				清运	11820						
				覆土整平	8884						
				种草	17768						
矿区道路	见附表 15	5029	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	垫坡整形	840	2.81	2037.01-2041.12				
				清运	840						
				覆土整平	560						
				翻耕	3909						
				种草	5029						
尾矿库	见附表 15	50385	地形地貌景观破坏、土地资源损毁、生态系统受损	场地平整	10058	45.04	2029.01-2029.12				
				垫坡整形	7500						
				覆土整平	12158						
				种草	50385						

第七章　保障措施与公众参与

第一节　保障措施

一、组织保障

1、管理机构

健全的组织管理机构是矿区生态修复工作顺利实施的可靠保证。为保障矿区生态修复方案的实施，赤峰市九星矿业有限公司将设立矿区生态修复工作领导小组，全面负责矿区生态修复工作，由总经理任组长，副总经理任副组长，由生产部、地测部、环保部、财务部、保卫部等部门主管任组员。

2、主要职责和分工

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

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

3、管理制度

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

重的追究法律责任。

实行矿区生态修复资金审计制度。委托中介机构对土地复垦资金使用情况进行审计，审计方式及内容详见“资金保障”部分。

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

二、技术保障

根据矿区生态修复工作内容和质量要求，具体可以采用以下技术保障措施：

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

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

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

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

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

6、项目领导小组应定期组织企业技术人员培训，学习国内外矿

区生态修复的先进经验、先进技术、先进管理方法。在管理中遇到技术问题向相关专家咨询，向当地农业、林业、环保等主管部门请教，确保矿区生态修复工程技术可行，达到预期治理效果。

7、治理项目完成后，及时提请主管部门组织竣工验收，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时返工，并会同参建单位进行经验总结，改进管理工作和技术方法。

8、做好项目后续维护管理及监测工作，确保项目目标得以实现。赤峰市九星矿业有限公司承诺将加强对监测人员的技术培训，确保监测人员能及时发现问题；加强与相关单位的合作，定期邀请相关技术人员对矿区生态修复工程效果进行监测评估。

三、资金保障

根据内蒙古自治区财政厅、自然资源厅和生态环境厅制定《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》（内国土资规[2019]3 号），该文件指明“取消传统保证金，建立“企业计提、专项使用、属地监管”的基金制度”，按年度提取，额度=矿类基数×开采影响系数（地下）×土地复垦难度系数×地区影响系数×年度实际矿石产量，实行动态调整机制；矿山已建立了“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金（以下简称基金）”账户，专门核算基金的提取与使用，实现“资金与生产经营账户物理分离”，专款专用，不得用于非治理类支出。将矿区生态修复费用列入企业生产会计科目之中，保证资金的落实。遵循企业所有、政府监管、专户存储、专款专用的原则，绝不准许挪用矿区生态修复经费。高度重视矿区生态修复工作，按相关方案制定的治理规划，分期分批把治理复垦资金纳入每个年度预算之中，确保各项治理工作能落实到位。

将土地复垦费用存入该矿山生态修复基金专用账户，首次预存额占本次土地复垦费用静态总金额的 20.00%以上，并在采矿证到期前 1

年计提完毕，在确保满足土地复垦工程各年度费用的基础上，根据土地复垦工程动态投资总额度制定年度复垦费用计提计划。

四、监管保障

《矿区生态修复方案》报请赤峰市自然资源局批准后，由本矿区土地复垦义务人：赤峰市九星矿业有限公司负责组织实施。监管控制应坚持“预防为主”的方针，从事后检验变为事先管理，在项目管理的全过程中，注重事前、事中控制，采取处罚监管措施，消除不合质量要求的因素，以有效地控制工程质量。建立动态监管调控体系，确保项目建设的社会效益、环境态效益和经济效益的充分发挥，确保土地资源的可持续发展。

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

1、年度土地损毁情况，包括土地损毁方式、地类、位置、权属、面积、程度等；

2、年度恢复治理与土地复垦基金费用预存、使用和管理等情况；

3、年度土地复垦实施情况，包括复垦地类、位置、面积、权属、主要复垦措施、工程量等；

4、自然资源主管部门规定的其他年度报告内容。

赤峰市九星矿业有限公司应定期向巴林左旗自然资源局报告当年复垦情况，接受区县级以上自然资源主管部门对土地复垦实施情况的监督检查，接受社会对土地复垦实施情况的监督等保障措施。

赤峰市九星矿业有限公司如不履行复垦义务，按照《土地管理法》、《土地复垦条例》等法律法规和政策文件的规定依法处罚。

第二节　公众参与

公众参与的目的是让本项目更加民主化和公众化，让公众特别是

受本矿生产直接影响的人群充分了解矿区生态修复工作的内容，让公众充分发表自己的意见并表明对方案和实施效果的态度，使矿区生态修复工作更为完善，将公众的具体要求反馈到工程设计和项目管理中，为矿区生态修复工作和主管部门决策提供参考意见。

因此，本项目公众参与工作应坚持“方案编制前—方案编制中—方案实施”的全过程，以及土地权属人与地方管理部门等政府机构全方位参与的公众参与。

本方案以问卷调查为主，辅助以走访、座谈会的方式进行公众参与。问卷调查方式是通过随机选择矿区及周边的村民以及村集体干部，通过填写简单的纸质问卷，了解公众意见。走访的方式是随机调查了矿区及周边数位村民，通过口头交谈询问，了解其对矿区生态修复的关注点。

总体调查内容涵盖了生态修复方向，措施，建议和要求等，在资料收集、报告编制、评审过程中广泛征集各相关权益方意见。

一、方案编制前的公众参与

1、参与方式与时间

方案编制前的公众参与结合第一次现场调研进行，主要为现场调查过程中的走访调查。2026 年 7 月 27 日-28 日，项目编制人员在矿方代表的陪同下，对矿区的各工业场地、已治理区等各场地进行了实地调查及航拍。

2、参与对象、范围及调查内容

调查范围调查对象以受矿区开发影响的周边村民和相关人员为主，包括业主、项目区村民、村集体和村委会等相关部门，在收集相关资料的同时初步了解公众对复垦项目的要求、意见。

3、调查方式

公众通过实地调查对项目有一定了解后，在矿业权人有关领导和

相关技术人员的支持与配合下，对矿区内的土地所有权权属人进行了走访及向当地村民群众发放《公众参与调查表》，进行公众参与问卷调查。工作人员介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关政策，如实向公众阐明矿山开采可能产生的地表错动；本次工作的主要目的和任务；介绍了生态修复实施后能给当地村民带来的经济效益以及对促进地方经济发展、保护当地生态环境的情况。根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对该项目有一定的了解，矿业权人组织部分村民就方案的具体思想进行了沟通，召开了座谈会，并进行了现场调查。村民群众主要关注修复方向（是否复垦为草地、林地或转为其他用途）。对于收集到的所有反馈意见，矿业权人及编制单位会同相关技术团队进行了认真梳理、研究和论证。公众参与调查表见附件。

问卷调查表共发放 5 份，收回问卷 5 份，涉及行政村包括白音勿拉镇乃力珠嘎查，回收率 100%。

表 7-1　被调查群众自然状况统计

通过对回收的有效调查表进行统计分析，获得公众意见，见下表：

表 7-2　调查结果统计表

4、问卷调查公众意见采纳情况

本次针对公众参与调查问卷表的当地群众重点关注的问题进行了采纳，具体采纳的意见为：

（1）闭坑后的地面工业场地尽可能复垦为草地并与周边草原衔接

意见内容：被调查群众希望闭坑后工业场地尽量复垦为草地，并配套道路，与周边草原衔接。

采纳情况：予以采纳。该意见对于保障修复成果的长期稳定和区域土地利用协调具有重要意义。已在修复措施中“土壤重构”、“景观营造”等内容中，对于复垦为草地的区域，采取场地翻耕、客土回覆、土

地平整、土壤施肥等措施，保障复垦草地质量及与周边草原相协调。

（2）林草地修复植被选型

意见内容：植被恢复类型应选择当地物种，增加植被成活率。

采纳情况：予以采纳。该意见符合生态修复原则，方案的“植被重建”章节中，明确了以乡土植物为主体的物种选择。

（3）治理资金的保障

意见内容：被调查群众普遍认为治理资金的保障落实才是复垦治理的关键因素，应该由矿山企业拿出专项资金保障落实。

采纳情况：予以采纳。该意见符合生态修复方案的责任主体落实，矿业权人作为本矿区生态修复的主体责任人，承诺将按照批复后的治理资金按期缴纳到治理专项基金账户中，保障落实治理资金。

二、方案编制后的公众参与

方案初稿形成后，矿业权人广泛听取了村民组、政府相关职能部门及土地权属人的意见。相关领导指出，方案的编制要因地制宜，合理规划，切实保障群众利益，对本次生态修复方案无原则性意见。在保证方案切实可行，实施方便，效果理想的前提下，兼顾企业生产成本，尽可能减轻企业负担。为此，方案编制人员在编制过程中不断地与矿方交换意见，并在对方案再一步进行修订完善后交予业主单位审阅，业主单位对本复垦方案无原则性意见。

三、公众参与结论

本次公众参与调查程序合规，反馈渠道畅通。被调查人员均表示已了解该项目的来由和实施意义，对项目实施均表示支持；绝大部分受调查者认为矿山开采对土地利用的影响是可以通过修复工程措施恢复的，对于复垦方向大部分都倾向于复垦为林地、草地，对于复垦实施的关键因素主要都认为是矿山企业对治理资金的保障。在今后的生产过程中，矿山企业需保证修复措施的实施，确保方案落到实处，

接受群众监督，从参与机制上保证该地区的可持续发展。

第三节　效益分析

一、社会效益

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

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

二、环境效益

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

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

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

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

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

三、经济效益

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

经设计复垦林地 69032m^2，占复垦总面积的 31.06%，复垦草地 115127m^2，占复垦总面积的 68.94%，通过林地、草地的直接经营、资源产出或使用权流转获得的经济收益，并且通过改善区域生态环境、优化资源配置、降低社会成本，为区域经济发展提供长期支撑，其综合价值往往高于直接经济效益。

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

第八章　结论

一、赤峰市九星矿业有限公司赤峰市巴林左旗白音勿拉铜矿矿区面积为***km^2，开采标高为***m，开采矿种：铜矿、铅锌。开采方式为***。

矿山拟申请采矿证将开采范围由现有的“***m”标高变更为“***m”标高（平面范围不变）；现登记的主矿种为“铜矿”，开采主要矿种由铜矿变更为“锌矿”；生产规模由***万吨/年提高到***万吨/年。

二、矿山生产服务年限 8 年，矿山计划基建期 2 年，依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）10.2.1 金属矿山后续管护期一般宜为 3 年～5 年，本方案计划后续修复管护期为 5 年，据此确定本方案服务年限为 15 年，即 2027 年 1 月至 2041 年 12 月。方案执行起始时间为 2026 年 9 月。

三、根据现有矿区范围、矿业活动影响范围，综合确定矿区生态修复范围面积 34.2316hm²。

四、生态修复范围内根据地质环境破坏问题、土地资源损毁问题、生态系统受损问题，综合评价拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、预测塌陷区、新建办公生活区、新建工业场地、竖井工业场地、炸药库和雷管库、值班室、蓄水池、钻机平台（13 处）、选矿厂、矿区道路对矿区生态修复影响程度为重度，总面积 195233m^2。

其他区域对矿区生态修复影响程度为轻度，总面积 147083m^2。

五、矿区建设损毁旱地 10827m^2、乔木林地 42577m^2、其他林地 26771m^2、天然牧草地 70155m^2、其他草地 457m^2、工业用地 25870m^2、采矿用地 15474m^2、特殊用地 636m^2、农村道路 2219m^2、内陆滩涂 247m^2，合计损毁土地面积 195233m^2。

根据因地制宜、复垦后土地可持续利用原则以及综合效益等原则，本次复垦方向为耕地、乔木林地、人工牧草地；复垦旱地 10827m^2，占复垦总面

积的5.55%，复垦林地69032m^2，占复垦总面积的35.36%，复垦草地115127m^2，占复垦总面积的58.97%。

六、矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：分别为基建期（2027年1月至2028年12月）、生产期8年（2029年1月至2036年12月）、终采后的治理与管护期5年（2037年1月至2041年12月），生态修复工作预计在2041年12月底结束。

（一）基建期第一年实施工程（2027.1-2027.12）

严格按照《开采方案》执行，并保留开采记录、照片、录像，防治工作的重点是：逐步建立地质环境监测网点，开展监测工作。具体工作内容如下：

1、完善前期治理内容，对前期植被恢复不佳的场地进行植被补种；

2、对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井表土剥离；

3、对新建办公生活区和新建工业场地切坡位置进行边坡整形、垫坡至40°，之后对边坡进行框格护坡，喷播草籽。

4、对钻机平台（13处）进行回填、切坡位置垫坡、场地整平、覆土、恢复植被；

5、炸药库和雷管库进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

6、建立预测地面塌陷区岩移范围监测点，定期对地面塌陷不稳定地质体进行监测；

7、建立地下水自动化监测井，结合人工监测定期对地下水位进行动态观测，采集水质样品进行分析，监测水质污染状况；

8、建立土壤污染监测点并定期观测，并定期采样分析，监测土壤污染状况。

9、沿地形地貌景观监测路线，定期对监测矿区地形地貌景观变化状况。

（二）基建期第二年实施工程（2028.1-2028.12）

具体工作内容如下：

1、对竖井工业场地井筒回填、井口封堵、地表建筑物拆除、建筑垃圾

及废石清运、切坡位置垫坡、覆土、恢复植被；

2、对蓄水池、值班室进行拆除、建筑垃圾清运、覆土、恢复植被；

（三）生产期第一年实施工程（2029.1-2029.12）

具体工作内容如下：

1、对现状尾矿库进行场地整平、周边范围路基挖损区进行垫坡。对整平区域进行覆土、对全尾矿库及垫坡区域进行植被补种。

2、对预测塌陷区岩移范围周边设置警示牌；

3、对选矿厂建筑物拆除、废弃矿石清运、场地整平、覆土、恢复植被；

（四）生产期实施阶段（2030.1-2036.12）

1、根据“边开采、边修复”原则，本方案设计对形成的地下采空区及时进行充填；

2、对可能形成的预测地面塌陷区，待塌陷沉稳后及时进行治理；

（五）终采后的治理与管护期（2037.1-2041.12）

继续实施生态修复工程，并保留开采记录、照片、录像，重点有以下内容：

1、对拟建斜坡道、拟建副井、拟建南风井、拟建北风井、新建办公生活区、新建工业场地建筑物拆除、井筒回填，场地进行整平、覆土、恢复植被；

2、对矿区道路全面治理，道路进行切坡位置垫坡、翻耕、覆土、恢复植被；

七、对生态修复影响范围内地质灾害、含水层、水质、地形地貌景观、土壤、复垦效果进行全面监测，监测时限为 2027 年 1 月至 2041 年 12 月，同时对修复的植被进行补种及管护。

八、矿区生态修复静态投资 1196.76 万元。其中工程施工费 814.55 万元，其他费用 76.64 万元，监测费 301.79 万元，管护费 3.78 万元。基本预备费 6.72 万元，价差预备费 431.31 万元，动态投资经费为 1634.79 万元。

前三年矿区生态修复费用 162.9670 万元，其中第一年度（2027.01-2027.12）生态修复费用 32.3963 万元，第二年度（2028.1-2028.12）生态修复费用 29.3387 万元，第三年度（2029.1-2029.12）生态修复费用 101.2320 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。