# 中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿

# 矿区生态修复方案

中羽矿业（赤峰）有限公司

2026 年 8 月

# 中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿

# 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**
一、编制目的 ..... 1
二、服务年限 ..... 13
**第一章　矿山基本情况 ..... 15**
第一节　矿业权人基本情况 ..... 15
第二节　地理位置与交通 ..... 16
第三节　矿山开采历史及现状 ..... 18
**第二章　矿区基础信息 ..... 30**
第一节　矿区自然条件 ..... 30
第二节　社会经济概况 ..... 34
第三节　矿区地质环境背景 ..... 36
第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 ..... 56
第五节　矿区生态状况 ..... 60
第六节　矿区及周边人类重大工程活动 ..... 68
第七节　矿区生态修复工作情况 ..... 70
第八节　矿区基本情况调查监测指标 ..... 77
**第三章　问题识别诊断及修复可行性分析 ..... 81**
第一节　问题识别与受损预测 ..... 81
第二节　生态修复可行性分析 ..... 131
第三节　生态修复分区及修复时序安排 ..... 147
第四节　采矿用地与复垦修复安排 ..... 153
**第四章　生态修复措施与工程内容 ..... 159**
第一节　保护与预防控制措施 ..... 159
第二节　修复措施 ..... 163
第三节　工程内容 ..... 173
**第五章　监测与管护 ..... 197**
第一节　监测目标与措施 ..... 197
第二节　管护目标与措施 ..... 209
第三节　工程量 ..... 216
**第六章　工程部署与经费估算 ..... 218**
第一节　总体部署 ..... 218
第二节　总体经费估算 ..... 226

第三节　阶段工作任务与经费安排 ..... 249
**第七章　保障措施与公众参与 ..... 263**
第一节　保障措施 ..... 263
第二节　公众参与 ..... 265
第三节　效益分析 ..... 268
**第八章　结论 ..... 270**
第一节　结论 ..... 270
第二节　建议 ..... 275

附　表

附　图

附　件

# 前　言

## 一、编制目的

### （一）任务由来

中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿属已建矿山。2026 年 7 月，***编制了《中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿开采方案》。于 2026 年 8 月 10 日通过了受内蒙古自治区自然资源厅委托内蒙古自治区地质调查研究院组织的审查，评审意见书文号：***。

开采方案主要编制目的为“扩大开采区域（开采标高）及扩大生产规模”。拟申请开采区域平面范围不变，面积仍为***$km^2$，拟申请开采标高由***m 变更为***m。生产规模由***万吨/年拟变更为***万吨/年。

根据《中华人民共和国矿产资源法》、《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿产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）》、《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等相关要求。矿山涉及采矿权延续以及开采方案重大调整，故需要编制矿区生态修复方案。

2026 年 8 月，中羽矿业(赤峰)有限公司委托***承担《中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山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、上阶段方案落实情况

2021 年 8 月，辽宁省化工地质勘查院有限责任公司编制并提交了《敖汉磊鑫矿业有限公司鸭鸡山铜矿矿山地质环境保护与土地复垦方

案》（文号：***），上期方案为采矿权延续编制，方案适用年限为2021年至2025年。2021年至2025年期间，矿山先后对各场地进行了防护及复垦工作。截至目前，上期规划部署的治理任务大部分已基本完成，且已通过现场核查。

2、存在的问题

上期方案编制侧重于近期治理，但在方案执行期间，矿山因一直处于停产状态及自然气候等原因，致使部分治理任务受客观条件制约，治理工程效果欠佳。

3、取得经验

目前矿山已经完成的生态修复区修复治理措施主要为整平、覆土、种树及播撒草籽，矿山通过近几年的治理，场地周边裸露区域逐步减少，取得了相当丰富的治理经验，如边坡的支护，通过修建重力式挡墙，有效地防范了边坡滑坡的风险；修建截水沟、沉淀池，对雨污进行分流，有效地避免了对周边地表水及地下水的污染；通过实施地貌重塑与客土回填，构建以乡土物种为核心的植被恢复体系：乔木选用耐寒固沙的油松与杨树，灌木配植经济与生态兼备的山杏，草本混播优质饲草羊草、狗尾草及紫花苜蓿。经系统修复，矿区实现了部分场地复绿，生态系统结构与功能显著增强，生态环境质量得到根本性改善。

**（三）编制目的及任务**

鉴于矿山开采范围、生产规模等核心条件已发生根本性变化，本次方案属于重新编制，编制目的及任务如下：

1、编制目的

（1）贯彻落实新修订的《中华人民共和国矿产资源法》关于矿区生态修复的法律要求，压实采矿权人生态修复主体责任，依法履行生

态修复义务；

（2）响应《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知》要求，建立统一的《矿区生态修复方案》，替代《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，实现矿区生态修复工作的全链条、系统性管理；

（3）系统查明矿区因历史矿业活动和未来开采活动可能造成的生态问题，科学规划生态修复的目标任务、工程措施、时序安排和经费预算；

（4）推动“边开采、边修复”的治理原则的实施，合理划分修复单元和时序，促进矿产资源开发与生态环境保护协调发展；

（5）为自然资源主管部门实施生态修复监管，以及采矿权人组织实施生态修复工程、提取生态修复基金提供科学依据。

2、主要任务

（1）充分收集和分析矿区已有的地质勘查、开采设计、安全设施设计、前期治理方案、水土保持方案、生态环境保护方案等资料，全面了解矿区生态环境本底状况；

（2）开展矿区野外实地调查，查明矿区不稳定地质体、地形地貌、土地利用、植被覆盖、土壤类型、水文地质、工程地质、环境地质等基础条件，调查矿业活动引发的生态环境问题类型、分布、规模和程度；

（3）系统诊断识别矿区现状及预测的地质环境破坏、土地损毁及生态损毁与退化问题；

（4）开展生态修复可行性分析，确定修复方向和目标，合理划分修复分区，统筹安排修复时序；

（5）针对不同修复单元，设计科学合理、经济可行的生态修复工

程措施，编制工作量清单和投资估算；

（6）制定监测管护方案，提出保障措施，广泛征求矿区涉及的公众意见，确保方案的科学性和可操作性。

**（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 8 日修订）；

（2）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修订）；

（3）《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 3 月 12 日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过，2026 年 8 月 15 日起正式实施）；

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

（5）《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日修订）；

（6）《中华人民共和国草原法》（2021 年 4 月 29 日修订）；

（7）《中华人民共和国安全生产法》（2021 年 6 月 10 日修订）；

（8）《中华人民共和国城市维护建设税法》（2021 年 9 月 1 日施行）；

（9）《中华人民共和国增值税法》（2026 年 1 月 1 日起施行）。

2、政策性文件

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

（2）内蒙古自治区自然资源厅 财政厅 生态环境厅 林业和草原局关于印发《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法(试行)》的通知》（内自然资字〔2026〕69 号）；

（3）《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）；

（4）《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19 号）；

3、规范及规程

（1）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

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

（3）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

（4）《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

（5）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

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

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

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

（9）《矿区地下水监测规范》（DZ/T0388-2021）；

（10）《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2026）；

（11）《矿区土地质量评价技术要求》（DZ/T 0435-2023）；

（12）《矿区土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

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

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

（15）《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；

（16）《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源

部）；

（17）《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查》（HJ1166-2021）；

（18）《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；

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

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

4、技术资料

（1）2007 年 8 月，赤峰兴源矿业技术咨询服务有限责任公司编制的《内蒙古自治区敖汉旗库里吐矿区铜钼矿资源储量核实报告》（备案文号：***）以下简称《核实报告》；

（2）2026 年 7 月，内蒙古赤矿地质技术服务有限责任公司编制的《中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿开采方案》（文号：***）以下简称《开采方案》；

（3）2021 年 8 月，辽宁省化工地质勘查院有限责任公司编制的《敖汉磊鑫矿业有限公司鸭鸡山铜矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（文号：***）以下简称《矿山地质环境保护与土地复垦方案》；

（4）由矿山提交的《2022 年度矿山地质环境治理计划书》；

（5）由矿山提交的《2023 年度矿山地质环境治理计划书》；

（6）由矿山提交的《2024 年度矿山地质环境治理计划书》；

（7）由矿山提交的《2025 年度矿山地质环境治理计划书》；

（8）《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程现场核查意见书》；

（9）矿山提供的《井上井下工程对照图》；

（10）矿山提供的敖汉旗自然资源局出具的停产证明；

（11）敖汉旗2024年度国土变更调查数据成果；图幅号***；

（12）赤峰市敖汉旗近十年气象资料；

（13）《内蒙古自治区生态功能区划报告》；

（14）《赤峰市生态环境功能区划》（***）；

（15）《敖汉旗国土空间生态修复规划（2021-2035）》。

（16）矿山提供的其他资料。

5、合同依据

《中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案》编制合同书。

**（五）编制工作概况**

1、工作程序

本次方案编制工作按《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定程序进行。我公司接受委托后，组建了项目组，项目组设项目负责人，按照分工的不同着手收集方案涉及区域的地质环境背景条件、土地利用现状、土地利用总体规划、矿山开采规划、矿山开采技术条件、市生态功能区划、旗县国土空间规划等相关资料，分析研究区域资料，进行现场踏勘，编写方案大纲，开展野外调查工作，之后对所收集调查的资料进行室内综合分析整理和信息数据处理，确定了矿区生态修复范围和复垦区，并进行了矿区生态修复适宜性评价，最终编写了《矿区生态修复方案》。具体工作程序详见图1。

**图1　工作程序框图**

2、工作方法及内容

（1）资料收集与分析

在现场调查前收集了《核实报告》、《开采方案》及环评、环保验收等资料，收集了与矿区相关的自然地理、地形地质、环境地质和水文地质等资料，对矿山情况进行了初步了解；收集地形地质图、土

地利用现状图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。资料清单见表 0-1。

**表0-1　主要资料收集清单表**

（2）野外调查

1）野外实地调查

我公司在接受委托后，于 2026 年 8 月 5 日至 8 月 6 日组织技术人员至矿山开展了现状调查，调查时长共计 2 天，主要调查内容包括：矿区内地质环境调查、土地资源调查、生态系统调查。野外调查采取无人机航拍、RTK 测点、GPS 手持机辅助、路线穿越法和地质环境追索法相结合的方法进行，调查范围在评估影响范围基础上再外扩最少为 300m。野外调查以矿山提供的开采方案附图***地形地质图为底图，地质灾害点、重要地质点、采矿单元采用地质测量手段定位，在 RTK 坐标测量模式下，采用极值坐标法，定测单元位置和高程，相对于邻近图根点位误差最小为±0.05m；最大为±0.08m。高程中误差最小为±0.03m；最大为±0.09m，工程点收测的点位精度完全满足测量要求。并在调查过程中对各个单元进行了记录和拍照、录像。

①.地质环境调查内容

矿山概况：矿山企业名称、位置、范围、相邻矿山的分布与概况；矿山企业的性质、总投资、矿山建设规模及工程布局；矿山设计生产能力、实际生产能力、设计生产服务年限；矿产资源储量、矿床类型与赋存特征；矿山开采历史和现状；矿山开拓、采区或开采阶段布置、开采方式（方法）、开采顺序、固体废物与废水的排放与处置情况；矿区社会经济概况、基础设施分布等。矿山自然地理：包括地形地貌、气象、水文、土地类型与植被等；地质环境条件：包括地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿山地质、不良地质现象、人类工程

活动等；采矿活动引发的地质灾害及其隐患，包括地质灾害的种类、分布、规模、发生时间、发育特征、成因、危险性大小、危险程度等；采矿活动对地形地貌景观等的影响和破坏情况；矿区含水层破坏，包括采矿活动引起的含水层破坏范围、规模、程度，及对生产生活用水的影响等；采矿活动对主要交通干线、水利工程、村庄、工矿企业及其他各类建（构）筑物等的影响与破坏；已采取的防治措施和治理效果。

②.土地资源调查内容

土地资源调查内容以矿区为主，区域为辅，区域土地资源调查内容主要包括区域土壤类型、土壤质量等，矿区土地损毁现状主要包括：损毁土地类型、面积、权属是否涉及基本农田；矿区已复垦土地面积、复垦前后地类、复垦措施和效果等；矿区周边矿山复垦措施、复垦土地类型和效果等；矿区生态损毁现状：包括植被损毁、生态服务功能退化。

③.生态系统现状调查

调查矿区植被类型、覆盖度、分布群落特征及前期生态修复工程（塌陷坑、废石场等）的实施效果；调查土壤类型、剖面特征及侵蚀状况；调查矿区及周边地表水系分布、径流特征及水环境质量状况；调查周边人类工程活动与相邻矿权情况。

2）取样

为全面掌握矿区生态环境质量现状，针对土壤、水体及固体废弃物等不同环境要素，系统开展了样品采集工作。所有样品采集完成后及时封装、标识，并在规定保存期限内送样至具有 CMA 资质的实验室进行分析检测。承担本次样品分析测试的单位为***（CMA 资质证书编号：***）。样品采集和分析严格按照相关技术标准执行，具体如下：

①.水质样品采集

本次在矿区及周边采集水质样品4件，包括矿井地下水1个(***)、矿山水源井1个（***）、前白土营子水井1个（***）、后白土营子水井1个（***）。地下水按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）进行检测、评价。

②.土壤样品采集

土壤样品采集兼顾不同损毁类型区和不同土地利用类型。每个取样点按0～20cm分层采集，共采集土壤样品15件。取样和分析方法按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2026）执行。检测指标包括：pH、有机质、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾、砷、镉、铜、铅、汞、镍、总铬、锌、铝、阳离子交换量等，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）和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）评价。

③.固体废弃物样品采集

针对矿区堆存的采矿废石，共采集2件代表性样品。样品采集于新竖井废石场和尾矿库。

为首先排除采矿废石属于危险废物的可能性，将2件样品按照《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJ/T 299-2007）制备浸出液。浸出液中六价铬、汞、镉、总铬、砷、铅、镍、铜、锌等重金属含量按照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）进行评价。在排除危废属性的基础上，进一步判别采矿废石的一般工业固体废物类别，将2件样品按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）进行评价。

（3）公众参与

编制单位会同采矿权人，采取以下方式开展公众参与：

①方案公示：在白土营子村及玛尼罕村村委会所在地公示栏张贴方案简本，公示时间为10个工作日，广泛征求矿区土地权属人和利益相关方意见。

②座谈会：在白土营子村、玛尼罕村村委会组织召开座谈会，参会人员包括村负责人、村民代表、矿山企业负责人等。会议重点就土地复垦方向、复垦后土地权属及后期管护等问题进行充分交流与讨论。

③入户走访：对矿区土地直接涉及的村民进行了入户访问，了解其生产生活受矿业活动影响的情况，听取他们对矿区生态修复的期望和建议。

（4）室内资料整理及综合分析

在综合分析现有资料和实地调查结果的基础上，分析预测矿山开采的影响范围及程度、损毁的土地类型，结合损毁区及周围地质及土地利用条件，有针对性的进行土地复垦适宜性分析，进而确定土地复垦方向、生态恢复目标、生态修复方案，根据现状评估结果和预测评估结果进行了地质环境治理分区和复垦责任范围划分，编制了“方案”，绘制了图件，在此基础上进行了矿区生态修复治理工程设计和治理费用估算，编写《矿区生态修复方案》。

（5）方案编制与审核

在完成野外调查、样品检测和室内综合分析的基础上，按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定的章节框架和内容要求，系统编制方案文本、附表、附图及附件。方案文本编制过程中，重点突出矿区生态环境问题的诊断与预测、修复可行性分析、修复分区与时序安排、工程措施设计及投资估算等内容，确保方案的完整性、科学性和可操作性。附表严格按照指南规定的样表格式填写，附图采用***

坐标系和***高程基准，附图采用***比例尺进行成果表达。

方案初稿完成后，编制单位组织内部技术审核，重点审核以下内容：方案编制依据是否充分、基础数据是否可靠、问题诊断是否准确、修复目标与方向是否合理、工程措施是否可行、投资估算是否合规、图件表格是否规范等。根据内部审核意见进行修改完善后，形成送审稿。

3、工作质量评述

本次方案编制工作严格按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》开展。本方案在全面收集矿区相关资料以及地质环境调查、土地利用状况调查的基础上，严格按照“编制指南”及其它有关规范或技术要求进行编制的，野外调查采取无人机航拍、RTK 测点、GPS 手持机辅助、路线穿越法和地质环境追索法相结合的方法进行，调查范围在评估影响范围基础上再外扩最少为 300m。野外调查以矿山提供的《开采方案》附图***地形地质图为底图，精度满足调查要求。

在编制过程中，采用分工合作的方式开展，项目组通过广泛收集、分析研究与矿山相关的地质环境资料，以及现场踏勘，对地质环境条件、矿山地面工程和土地资源损毁情况、生态损毁情况进行调查分析，初步确定本《方案》修复区范围和复垦责任范围。

在上述工作的基础上，结合矿山《核实报告》、《开采方案》及相关资料，对野外资料进行综合分析之后，利用 mapgis 软件成图，编制了本《方案》。

实物工作量资料真实，数据准确，野外调查资料自检和互检率均为 100%，项目负责人检查率为 100%；室内编写的图件、报告均通过我单位内部审查、矿山企业审核后由矿业权人按程序报送审查。质量满足“编制指南”及有关规范或技术要求，完成了预期的工作任务，达

到了工作目的。

方案编制完成的主要工作量见表 0-2。

**表0-2　方案编制完成主要工作量一览表**

## 二、服务年限

### （一）矿山服务年限

根据《开采方案》（文号：***），截止到 2006 年 12 月 31 日，矿山保有资源量***×$10^4$t，矿山自 2006 年 12 月 31 日至今未生产（见附件停产证明），保有资源量不变。开采方案采用资源量***×$10^4$t，拟生产规模为***万吨/年，矿石综合回采率 93%，矿石贫化率 10%，设计矿山生产服务年限为 7 年。另设基建期 2 年，共计 9 年。

### （二）服务年限

1、方案服务年限

矿山剩余生产服务年限为 7 年，基建期 2 年，考虑到矿山在服务年限期满后矿山生态修复时间为 1 年。管护期为 3 年，据此确定矿区生态修复方案规划年限为 13 年，即从 2026 年 7 月 1 日至 2039 年 6 月 30 日。

2、方案基准期

方案服务年限基准期起始时间暂定为2026年7月1日，具体日期以方案通过评审并完成公示之次日正式生效。

3、方案重编与修编说明

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

经评审通过的方案，涉及用地(含用林用草)范围、使用期限、损毁类型及范围等发生变化的；涉及开采布局（采区、场址、开采方向）与开采工艺等发生重大变化；原方案不能与初步设计、安全设施设计、

环评、水保以及用地安排等充分衔接的；矿山闭坑阶段（剩余开采年限≤3 年）原方案不能完全指导闭坑阶段生态修复的应该修编矿区生态修复方案。

4、方案适用范围

本方案仅为矿区生态修复总体统筹指导性文件，不代替相关工程的详细勘查、工程设计等，涉及地质灾害、水土流失、环境污染、固体废弃物利用等治理工程部署不列入本方案，需另行开展专项勘查、可研及工程设计。

# 第一章　矿山基本情况

## 第一节　矿业权人基本情况

中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿隶属于中羽矿业（赤峰）有限公司，其前身为敖汉磊鑫矿业有限公司，于 2024 年 4 月由“中羽控股有限公司”100%持股，为“中羽控股有限公司”全资子公司，法定代表人：***；注册资本：***；成立日期：2025 年 02 月 01 日。企业主要经营业务为：非煤矿山矿产资源开采、金属与非金属矿产资源地质勘探、矿产资源勘查；一般经营项目为：采矿行业高效节能技术研发、矿业权评估服务、选矿、金属矿石销售。中羽矿业（赤峰）有限公司未来主要推进从原有***万吨/年规模扩建至***万吨/年采选能力的核心项目，在业务布局上，以采选为主业，兼顾矿物洗选、金属销售及矿山机械研发等延伸方向，整体走合规化、绿色集约的矿业发展路线。

中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿始建 1999 年，于 2002 年 2 月 6 日首次取得采矿许可证，采矿许可证号***；矿山名称为***；开采矿种：***。2003 年 9 月 14 日，敖汉磊鑫矿业有限公司通过矿权转让形式获得该矿权采矿许可证，2024 年 5 月 20 日，中羽矿业(赤峰)有限公司通过矿权转让形式获得该矿权采矿许可证，采矿许可证号：***;矿山名称:中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿;开采矿种由***;开采方式：地下开采；生产规模：***×$10^4$t/a；面积：***$km^2$；2025 年 12 月 11 日，中羽矿业(赤峰)有限公司对原采矿证进行延续，内蒙古自然资源厅登记颁发不动产权证书（采矿权）。

**现持有不动产权证书（采矿权）信息如下：**

证　　号：***;

矿山名称：***;

矿山地址：***;

面　　积：***；

不动产单元号：***；

开 采　深 度：***；

开 采 主矿种：***；

共 伴 生矿种：***；

权 利　期 限：***；

采 矿　权 人：***；

采矿权人统一社会信用代码：***；

**现持有采矿许可证信息如下：**

证　　号：***；

采矿权人：***；

地　　址：***；

矿山名称：***；

经济类型：***；

开采矿种：***；

开采方式：***；

生产规模：***；

矿区面积：***；

开采深度：***；

有效期限：***。

## 第二节　地理位置与交通

### 一、地理位置

矿山位于***所在地***方位，直距约 18km 处的***，矿区西距***直距约***km，行政区划隶属***管辖。地理极值坐标为：

东经：***；

北纬：***。

矿区中心点高斯平面直角坐标为：***。

## 二、交通

### （一）交通

G111 国道在矿区南西侧通过，其间有乡村水泥路相通，直距约***km，运距约***km。由矿区经乡村水泥路、G111 国道向南东至敖汉旗政府所在地新惠镇运距约***km，北西至四道湾子镇运距约***km。四道湾子镇与赤峰市之间有 G111 国道、G45 大广高速相连，运距约***km。京通铁路线经过四道湾子镇并设有火车站、矿区至四道湾子镇火车站运距***km、直距***km。矿区周边各村屯之间有简易公路，矿区不在“三区两线”可视范围内。矿区交通运输条件较为便利（见交通位置图 1-1）。

**图 1-1　交通位置图**

### （二）周边城镇村

矿区位于赤峰市敖汉旗萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村境内。敖汉旗为内蒙古自治区赤峰市下辖的一个旗，位于赤峰市东南部，辖***个乡镇苏木、***个街道办，***个嘎查村、***个社区居委会，县政府驻地为新惠镇。敖汉旗总面积***，户籍人口***万人，常住人口***万人。

萨力巴乡为敖汉旗下辖的一个乡，位于敖汉旗西北部，东邻玛尼罕乡，南接新惠镇，西连四道湾子镇，西北与松山区波罗和硕乡隔河相望，北与古鲁板蒿乡相连。全乡总面积***$km^2$，辖***个行政村，总人口约***万人。这里交通区位优势显著，国道 G111 线贯穿南北，京通铁路与赤通高速横亘东西，不仅是连接内蒙古与辽宁、河北的重要通道，也是敖汉旗西部重要的物流与人员集散枢纽。

白土营子村是敖汉旗萨力巴乡下辖的行政村，位于萨力巴乡东南部，距乡政府所在地约***km。全村总土地面积***万亩，其中耕地 1.03 万亩、水浇地 1200 亩，2020 年 4 月被命名为第六届内蒙古自治区文明村镇。

**图 1-2　矿区周边村庄分布图**

### （三）河流

矿区范围内无河流分布，矿区西北距饮马河约 4.2km。饮马河属老哈河水系一级支流，饮马河全长 31.6km。由于多年的半干旱气候，使河水流量逐年减少，现在的饮马河已经成为季节性河流，雨季有少量流水。

### （四）相邻矿山

根据现场调查及向自然资源局查询，矿区周边已设***个采矿权、***个探矿权，矿区与周边已设采矿权之间界线明晰，对采矿生产无影响，无地质环境问题纠纷。相邻关系示意图见图 1-3。

**表 1-1　相邻矿业权信息表**

**图 1-3　周边相邻矿业权位置关系图**

### （五）大型基础设施

矿区范围内及周边无大型基础设施。

## 第三节　矿山开采历史及现状

### 一、矿山开采历史

该矿山于 2002 年 2 月 6 日首次取得采矿许可证，采矿许可证号***；矿山名称为***；开采矿种：***；开采方式：***；生产规模：***；矿区面积***；开采标高***。

2003 年 9 月 14 日，敖汉磊鑫矿业有限公司通过矿权转让形式获得该矿权采矿许可证，采矿许可证号：***；矿山名称为***；开采标

高由***。

2023 年 12 月 15 日，敖汉磊鑫矿业有限公司进行了生产规模变更，生产规模由***；采矿证号：***；矿区面积***；开采标高***。

2024 年 5 月 20 日，中羽矿业(赤峰)有限公司通过矿权转让形式获得该矿权采矿许可证，采矿许可证号：***；矿山名称：***；开采矿种由***；开采方式：***；生产规模：***；面积：***；有效期限：***。

2025 年 12 月 11 日，中羽矿业(赤峰)有限公司对原采矿证进行延续，内蒙古自然资源厅登记颁发不动产权证书（采矿权），证号：***；有效期限：***，采矿权变更情况见表 1-2。

2002 年 10 月建成日处理 200 吨的选厂一座，有配套的选矿供水系统、供电系统和尾矿排放系统。矿山前期开采形成采矿竖井两个(SJ1、SJ2)、斜井一个（XJ1），其中 SJ1 井深 50m，沿脉 50m；SJ2 井深 55m，沿脉 100m；XJ1 井深 140m，坡度 24°，井下沿脉 50m，形成两个采场。由于采矿能力不够，选厂不能满负荷工作。2003～2006 年间，矿山对原生产开拓系统进行了扩建改造。已形成五个竖井（新竖井、FJ1、主竖井、SJ1、SJ2）。新竖井一中段（***m）、二中段（***m）、三中段（***m）、四中段（***m）已开拓沿脉、穿脉工程。

中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿始建 1999 年，于 2004 年开始正式开采，2007 年 1 月至今现状处于停产状态，依据矿山提供的井上下工程对照图，矿山以往在一、二、三、四中段对 1 号矿体进行开采，采空区长约 860m，开采标高由***。形成采空区面积约 48881m$^2$，采空区边界由矿山实测。

通过与矿山核实及矿山提供的井上井下工程对照图资料，矿山前期形成的采空区顶板已经冒落，因此对原有采空区进行了封闭处理。

**表 1-2　采矿权变更情况一览表**

## 二、矿山开采现状

### （一）矿区范围及拐点坐标

根据开采方案，矿区范围共由***个拐点圈定。矿区范围拐点坐标见表 1-3。

**表 1-3　矿区范围拐点坐标表**

### （二）矿产资源储量及可采储量

#### 1、矿产资源储量

2007 年 8 月，赤峰兴源矿业技术咨询服务有限责任公司编制了《内蒙古自治区敖汉旗库里吐矿区铜钼矿资源储量核实报告》（备案文号：***）。

截止 2006 年 12 月 31 日，保有资源量***×$10^4$t，金属量：Cu7414.90t；Mo3863.48t。矿山自 2006 年 12 月 31 日至今未生产（见附件停产证明），保有资源量不变。

#### 2、可采储量

根据矿床地质特征和地质勘查程度和《矿业权评估指南》（2006 年修订）的要求，《开采方案》对于控制资源全部采用，对推断资源量采用 80%。经计算，《开采方案》采用的资源量为***×$10^4$t。

### （三）建设规模、服务年限及产品方案

《开采方案》设计生产规模为***万吨/年，开采回采率 93%，矿石贫化率 10%，设计矿山服务年限为 9 年（含基建期 2 年）。产品方案为铜精矿。

### （四）矿区开发总体规划

根据矿体的赋存条件、矿体分布情况、资源量、矿山生产规模及采用的采矿方法，现有中段不做调整，新设计中段高度为 37m～50m，自上而下划分为***m（现有）、***m（现有）、***m（现有）、***m（现有）、***m、***m、***m、***m、***m 共 9 个中段。

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

**（五）采矿方法与开拓方案**

1、开采方式

矿山采用地下开采。

2、开采顺序

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

3、采矿方法

根据矿区地形质条件、矿体的赋存状态、开采技术条件，综合考虑，《开采方案》推荐主体采矿方法采用分段空场嗣后充填采矿法，辅以上向水平分层充填采矿法。

4、开拓运输方案

《开采方案》设计采用竖井+斜坡道开拓方式，利用原“新竖井”作为西风井，新建一条东风井、一条斜坡道；新建一条箕斗竖井、错位延深西回风井（西盲回风井）、错位延深东进风井（东盲进风井）；矿区内现有 FJ1、主竖井、SJ1、SJ2、XJ1 等井筒不再利用，将在矿山基建完成后进行封堵。

（1）竖井（新建）

井口坐标为：***，井底标高***m，长度 459m，井筒净直径Φ4.5m，井筒内装备 1 套箕斗+平衡锤提升系统，选用 JKMD—3×4 落地式多绳摩擦式提升机，TDBS1200 型交流变频同步电机，功率 1200kW，9m$^3$ 多绳底卸式箕斗，钢丝绳罐道，主要担负矿山深部矿石提升、废石提

升、下放材料的任务。

（2）斜坡道（新建）

井口坐标为：***，井底标高：***m，长度 2190m，断面尺寸 4.5×3.7m（宽×高），选用矿用 UQ25 卡车主要担负矿石提升，采用 RU-6 斜坡道无轨运人车上下人员。兼作为主要安全出口。

（3）东风井（新建）

井口坐标为：***，井底标高：***，长度 278m，井筒净直径Φ4.0m。作为回风井使用，井筒内设置梯子间，兼做安全出口。新建东盲风井在***m 水平与东进风井接力，延深至***m 水平，长度 177m。

（4）西风井（现有新竖井改造）

井口坐标为：***，井底标高***，长度 260.7m，断面规格为：长×宽=2.3m×4.5m。改造后作为回风井使用，井筒内设置梯子间，兼做安全出口。新建西盲回风井在***m 水平与西回风井接力，延深至***m 水平，长度 177m。

5、选矿工艺

根据该矿区的矿石性质和选矿试验结果以及该矿山选矿厂的生产实践，推荐鸭鸡山矿区铜矿的选矿工艺流程为：一段磨矿—铜、钼混合浮选—粗精矿再磨—铜、钼分离工艺流程。

选矿工艺流程如下：

**图 1-4　选矿工艺流程图**

## （六）矿山固废和废水类型及处置情况

1、固废类型及处置情况

矿山固体废弃物来源主要包括采矿废石、选矿尾矿及生活固废。

（1）采矿废石

矿山前期探矿、基建开拓产生的采矿废石集中堆存于新竖井废石场内。经实测方量估算，新竖井废石场现状堆存废石 5892m$^3$，废石顺

坡堆放。现状堆存的废石将在近三年用于其他场地的回填及垫坡工程。

依据《开采方案》，矿山设计年采选矿石 50 万 t，采矿综合贫化率 10%，据此计算，矿山达产后每年回采作业产生的贫化废石量约为 5 万 t。根据矿区围岩天然密度 2.65t/m$^3$（数据来源于《核实报告》）进行折算，矿山达产后，年产废石体积约为 18868m$^3$。矿山服务期内废石总量约为 132076m$^3$。后续采掘产生的废石将优先作为地表损毁场地的回填垫坡物源，剩余废石作为井下充填骨料，搭配选矿尾砂、水泥制备充填料浆，回填井下采空区及废弃巷道，矿山废石直接循环利用，现有废石场能满足生产需求，后期不再另设新的废石场。

矿山基建期井巷掘进产生的废石总量约 41453m$^3$。其中部分废石将就近用于近期场地回填及边坡垫坡工程，剩余部分废石则集中堆存于新竖井废石场，作为后期生态修复治理的备用物源。

（2）选矿尾矿

矿山现有选厂及尾矿库均处于停用状态。改造升级后选厂每年排尾矿 49.56×10$^4$t/a（约 19.06×10$^4$m$^3$/a），充填采空区利用尾矿率为 60%，则选厂入库尾矿 13.21×10$^4$m$^3$，服务年限内共排尾矿 67.4×10$^4$m$^3$。现库内已堆积尾砂量 6.5 万 m$^3$，尾矿库扩建后，尾矿库有效库容增加到 110.84 万 m$^3$，大部分尾矿将作为井下胶结充填料的主要组分，剩余部分经压滤后运至尾矿库进行干式堆存。

现有尾矿库及选厂在长期停用后设施老旧，为匹配 50 万 t/a 的生产能力，矿山拟对其进行原址改造升级，使其满足干式堆存的安全与环保要求。

（3）生活固废

现状矿山办公生活区冬季取暖采用燃煤锅炉，年产生少量锅炉废渣，目前与生活垃圾一同收集后外运至地方环卫部门指定地点处置。

未来开采期将规划统一的生活垃圾收集处理系统，对企业全员的日常生活垃圾进行分类收集，定期清运、无害化处置。

2、废水类型及处置情况

矿区废水按来源分为矿坑涌水、选矿废水和生活污水。

（1）矿坑涌水

矿山目前处于停产状态，井下涌水经排水系统抽至地表沉淀池处理后，全部用于绿化，不对外排放。依据《核实报告》预测矿坑开采至***m 标高正常涌水量为 414$m^3$/d，最大涌水量为 465$m^3$/d。矿坑水抽出地表后，经混凝、沉淀处理达标后，将全部用于凿岩降尘、空区充填搅拌及选矿生产补充水，少量疏干水经沉淀处理后进行绿化使用。

（2）选矿废水

矿山现状无选矿废水。未来选矿产生的废水经过沉淀池沉淀后，通过回水泵站返回选厂高位水池，循环用于选矿生产。未来开采期矿山需在尾矿库下游按规范设置污染监测井，对地下水水质进行长期动态监控。

（3）生活污水

矿山现有职工约 60 人，年产生活污水量少，生活污水经防渗化粪池处理后进行定期清掏，全程无废水外排。矿山拟扩大生产规模至 50 万 t/a，届时全矿定员拟增至 200 人。年工作日 300 天，人均生活用水取 80 L/（人·d），污水排放系数取 0.8，日产生生活污水量估算为 12.8$m^3$。未来矿山须配套新建地埋式一体化生活污水处理设施，处理能力不小于 40$m^3$/d。生活污水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）标准后，全部回用于矿区绿化和道路洒水降尘，不外排。

**（七）工程布局**

1、矿山工程布局规划

《开采方案》设计采用竖井+斜坡道开拓方式，利用原“新竖井”作为西风井，新建一条东风井、一条斜坡道及新建一条箕斗竖井。区内现有 FJ1、主竖井、SJ1、SJ2、XJ1 等井筒不再利用，将在矿山基建完成后进行封堵。未来矿山还需拟建单元如下：

（1）拟建竖井工业场地

布置在选厂东侧，井底标高***m，长度 459m，井筒净直径φ4.5m，井筒内装备 1 套箕斗+平衡锤提升系统，主要担负矿山深部矿石提升、废石提升、下放材料的任务。

（2）拟建斜坡道工业场地

布置在炸药库的北西侧，井底标高***m，长度 2190m，断面尺寸 4.5×3.7m（宽×高），选用矿用 UQ25 卡车主要担负矿石提升，采用 RU-6 斜坡道无轨运人车上下人员。兼作为主要安全出口。

（3）拟建东风井工业场地

布置在矿区东侧，井底标高***m，长度 278m，井筒净直径 Φ4.0m。作为回风井使用，井筒内设置梯子间，兼做安全出口。

（4）西风井工业场地（现有新竖井改造）

该场地为现状西回风井工业场地的新竖井，井底标高***m，长度 260.7m，断面规格为：长×宽=2.3m×4.5m。改造后作为回风井使用，井筒内设置梯子间，兼做安全出口。

矿区原有办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、炸药库、新竖井废石场、磅房、排水设施、门卫、矿区道路等将继续利用，不在新增相应场地，现有尾矿库及选厂在长期停用后设施老旧，为匹配 50 万 t/a 的生产能力，矿山拟对其进行原址改造升级。

矿山平面工程布置图（见下图）。

**图 1-5　开采方案工程布局图**

2、矿山现状建设单元

现状矿山地表工程单元主要为：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑3、塌陷坑4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1工业场地、XJ1工业场地、SJ1场地、SJ2场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区1、办公生活区2、办公生活区3、矿区道路。各单元简述如下：

（1）钻机平台（PT1-PT19）

该场地为地质勘查施工的探矿工程，主要分布于矿区南部，共19个平台，占地面积0.6448hm$^2$。

（2）塌陷坑3

位于SJ1场地南部周边区域，占地面积0.0120hm$^2$，均为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。坑内杨树等植被生长较好，现状基本稳定，多年未发生变化。

（3）塌陷坑4

位于SJ1场地南部周边区域，占地面积0.0077hm$^2$，近似椭圆形，均为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。坑内杨树等植被生长较好，现状基本稳定，多年未发生变化。

（4）主竖井工业场地

场地位于矿区中部，占地面积0.5861hm$^2$，场地内设有：主竖井和一处房屋，现状主竖井井架已拆除，井口周边设置防护栏。场地南侧存在切坡，切坡长度86m，坡高1-3m，坡度约30°。

（5）西回风井工业场地

西回风井工业场地位于矿区西北部，占地面积0.5592hm$^2$，场地内设有新竖井、卷扬机房、宿舍（1层），场地北侧存在切坡，北侧切坡相对较缓，场地东部切坡较陡，形成了不稳定地质体（BW1）。

（6）FJ1 工业场地

场地位于主竖井工业场地西侧，占地面积 0.1398hm$^2$，场地建设过程中形成一处土质切坡，切坡长约 50m，高度 0.5-1.0m，坡角 10°-45°。

（7）XJ1 工业场地

场地位于主竖井西南侧，占地面积 0.1500hm$^2$，主要包括：XJ1、值班室（1 层）、仓库（1 层）。场地东南侧存在一处切坡，切坡长约 30m，坡角 30-40°，边坡高约 1-3m。

（8）SJ1 场地

该场地坐落于主竖井工业场地东侧，占地面积 0.0354hm$^2$，现状井口未采取封堵措施。

（9）SJ2 场地

该场地坐落于 XJ 工业场地东侧，占地面积 0.0126hm$^2$，场地内的 SJ2 已完成封堵。

（10）新竖井废石场

该场地位于矿区外西部，与西回风井工业场地毗邻，占地面积 0.4302hm$^2$，主要为西回风井掘进产生废石的排放场地，现状总堆放量 5892m$^3$，底部无拦挡工程措施，堆料现状基本稳定。

（11）炸药库

场地位于矿区北东部，占地面积 0.1113hm$^2$，场地内设有：炸药库、雷管库、值班室等。

（12）地磅房

场地位于办公生活区 3 北东侧，占地面积 0.0186hm$^2$，场地内建设有：配电房、地磅等设施，场地两侧均已进行浆砌石护坡。

（13）门卫

场地位于矿区南东部，占地面积 0.0081hm$^2$，场地建筑为砖混结构，

建筑高度约 2.5m，建筑面积约为 30m$^2$。

（14）排水场地

该场地位于矿区北部，占地面积 0.0350hm$^2$，主要功能为收集并导排周边区域的雨水及洪水。场地内设有：水管、泵房等。

（15）选厂

场地位于矿区北部，占地面积约为 1.0391hm$^2$。场地内含：厂房、化验室、库房、宿舍等。

（16）尾矿库

场地位于矿区北部，占地面积约为4.0175hm$^2$。属沟谷型尾矿库，尾矿坝总堆高为12.0m，坝体为梯形坝，坝体长约110m，堆坝平均坡度为45°，坝体为混凝土，现状坝体运营正常，结构完整、墙身及墙背地面未发现裂缝、沉降缝错位的变形迹象。尾矿库已按相关部门要求进行了防渗处理，底部铺设高密度聚乙烯膜进行防渗。现状库容8.56×10$^4$m$^3$。

（17）办公生活区 1

办公生活区 1 位于矿区北西角，部分区域延伸至矿区范围外，占地面积为 0.8434hm$^2$。场地包括：办公楼、食堂、宿舍及 PD1 等。平硐 PD1 位于办公楼东则，其净断面规格为 2.8×2.4m，掘进长度为 35m，硐口两侧采用浆砌石简易墙体护坡，当前硐口通过铁皮门帘进行了封堵。

（18）办公生活区 2

办公生活区 2 位于矿区北部，占地面积为 0.4044hm$^2$。场地北西侧存在一处切坡，切坡长约 59m，坡角 30-40°，边坡高约 1-3m。

（19）办公生活区 3

该场地坐落于办公生活区 2 东侧，占地面积为 0.6347hm$^2$。目前，场地西侧原有两处房屋已完成拆除作业，场地东侧现存一处房屋，为矿山员工宿舍，场地东侧存在一处切坡，切坡长约 149m，坡角 30-40°，边坡高约 1-5m。

（20）矿区道路

连接各个场地之间的道路、供矿石、废石、材料等运输。占地面积 3.0493hm$^2$。

**图 1-6　矿山现状工程布置图**

## （八）开采计划初步规划

依据《开采方案》，矿山开采计划与新建开拓系统建设进度深度匹配，近三年（2026年7月1日至2029年6月30日）开采计划初步拟定如下：

1、基建期（2026年7月1日至2028年6月30日）

依据《开采方案》，矿山近三年计划中的前两年为基建期，核心任务包括：完成拟建的竖井、斜坡道及东风井三大工业场地的施工；推进各中段运输巷道与通风联络巷道的开拓；并同时启动选厂及尾矿库的改造升级工程。

2、开采期（2028年7月1日至2029年6月30日）

基建工程完成后，矿山进入开采期。开采期主要开采范围为***m中段以上的矿体。矿山后续年度开采计划将根据资源赋存情况、市场条件、矿山自身因素及开采技术条件，适时调整。

# 第二章　矿区基础信息

## 第一节　矿区自然条件

### 一、地形地貌

（一）地形

矿区以低山丘陵地貌为主，地势北东高、南西低，山顶多呈圆顶状、少量为尖棱状，山脊呈平缓波状，山坡为直坡或凸坡。地形坡度不大。矿区内海拔标高***m，相对高差104m。基岩山坡坡角一般15～25°，覆盖区山坡坡度一般10～15°。

（二）地貌

根据矿区地貌形态特征，将矿区地貌形态类型划分为低山区，包括低山与山间沟谷两种形态类型。山脉走向呈北东-南西向分布，顶部多呈圆顶状。见照片2-1、照片2-2。现分述如下：

1、低山（Ⅰ-1）

主要分布于矿区北西侧，山脉走向呈北东-南西向分布，山坡为直线或凸型，基岩山坡坡角一般15～25°，覆盖区山坡坡度一般10～15°，植被发育一般。出露岩性以二长花岗岩为主，岩石表层风化较严重。见照片2-1。

**照片2-1　低山地貌**

2、山间沟谷（Ⅰ-2）

山间沟谷多分布于山前平原，总体呈东西向展布，靠近山体发育“V”型谷，底深壁陡，切割深度一般1～10m，山前平原发育“U”型谷，两壁陡峭，谷底宽而平缓，切割深度一般2～15m，岩性主要为第四系上更新统乌尔吉组黄土及粉土，植被覆盖率较好。

**照片2-2　沟谷地貌**

### 二、气象

矿区属中温带半干旱大陆性季风气候，其特点是春旱多风，夏季

酷热，降雨集中，秋季雨少霜期早。根据敖汉旗 2016-2025 年近十年气象资料，最低气温-29.3℃，最高气温 38℃，年平均气温 6.9℃，昼夜温差 12℃左右，年日照时数 2913 小时。降水量分布极不均匀，年平均降水天数 35 天，年平均降水量 394.0mm，多集中于 7、8、9 月份，年平均蒸发量为 1965.5mm，蒸发量大于降水量。无霜期 110～150 天，平均年冰冻期 150 天，一般十月末开始结冰，翌年四月解冻，最大冻土层厚 1.8m。春秋季多风，平均风速每秒 4.3m/s。本区常年刮西北风，冬春风力大，湿度较小，多年平均湿度为 49%。矿区近 10 年（2016～2025 年）平均降水量见表 2-1、图 2-1。

**表 2-1　敖汉旗近十年年平均降水量统计表（2016-2025 年）**

**图 2-1　敖汉旗近十年年平均降水量柱形图**

## 三、水文

矿区位于西辽河水系老哈河流域。饮马河为地表水的排泄河流，矿区内无地表水体，矿区西侧 3.7km 处为饮马河，饮马河属老哈河一级支流，起源于敖汉旗萨力巴乡三宝山村，走向北西，主要流经萨力巴乡七个村，最终于萨力巴乡七道湾子村汇入老哈河。饮马河全长 31.6km，流域面积 261km$^2$，总落差***m，平均比降 14.1‰，多年平均径流量 0.044 亿 m$^3$。为季节性河流，雨季有少量流水，暴雨过后河水水位暴涨，短时间地表径流结束，河水水位迅速回落。

**图 2-2　敖汉旗水系分布图**

## 四、植被

### （一）植被类型与基本特征

根据《中国植被区划数据》（1980 年），矿区属于温带草原区域－北部典型草原亚地带。矿区自然植被以典型草原植被为主，兼有少量耐旱灌丛。植被分布受地形和坡向影响显著，阴坡及沟谷区域植被长势更为旺盛，阳坡及山脊区域植被长势稍差。

1、乔木植被

矿区内无大片天然乔木林分布，仅在矿区中部沟谷沿岸分布少量榆树及杨树，生长状况良好。见照片 2-3、2-4。

**照片 2-3　山坡榆树**　　**照片 2-4　沟岸榆树及杨树**

2、灌木植被

主要分布于矿区东部、北东部、北西部基岩山坡区域及中部沟谷沿岸区域，以耐旱灌丛为主，种类组成较简单。主要灌木物种为山杏和沙棘，群落高度一般 0.5～2m，呈斑块状分布。见照片 2-5、2-6。

**照片 2-5　山杏灌木**　　**照片 2-6　沙棘灌木**

3、草本植被

矿区内广泛分布，为最主要的植被类型。草本植物以多年旱生禾本科植物为主，主要建群种和优势种包括羊草、铁杆蒿、狗尾草等。群落高度一般 0.1～0.6m。见照片 2-7。

**照片 2-7　铁杆蒿、狗尾草、羊草**

**（二）植被覆盖度与郁闭度**

矿区整体植被覆盖度约为 30～40%，植被覆盖度具有明显的空间差异性：矿区南部植被覆盖度明显高于矿区北部区域（北部多为采矿活动区），工业场地、废石场等区域植被覆盖度不足 5%，属植被重度破坏区。

**（三）珍稀保护物种**

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

**五、土壤**

**（一）土壤类型与分布**

根据赤峰市土壤普查资料，该区土壤类型为栗钙土，土壤层厚

0.5～3.5m，山坳或低洼处土层厚度可达 8～12m，山坡至山顶局部地区土壤层厚 0.2～0.5m，pH 值在 6.8 左右，有机质含量 1.0%～1.2%，母岩为花岗岩，质地为中壤，土层较薄，水分较充足，肥力较高。

**1、旱地**

矿区内耕地面积为***hm$^2$（均为旱地），占总面积的 19.93%，主要分布在矿区中部、南部。本次实测土壤剖面坐标为***，土壤主要成土母岩为花岗岩，土层深厚，大于 1m 以上，土壤呈偏碱性，pH 值 8.29～8.37，有机质含量 7.51g/kg～8.94g/kg，全氮 1.53×10$^3$mg/kg～1.68×10$^3$mg/kg，碱解氮含量 141mg/kg～170mg/kg，有效磷 21.9mg/kg～24.1mg/kg，速效钾 104.9mg/kg～114.9mg/kg，土地质量中等。土壤剖面划分三层：A 层为耕作层，厚度 20～30cm，P 层为犁底层，厚度 30～40cm，B 层为心土层，厚度 50～90cm；心土层以下为底土层 C，见照片 2-8。

**照片 2-8　矿区耕地土壤剖面图**

**2、林地**

矿区大面积分布林地，面积为***hm$^2$，占总面积的 58.27%，本次实测土壤剖面坐标为***，土壤主要成土母岩为花岗岩，土层深厚，大于 1m 以上，土壤呈偏碱性，pH 值 8.15～8.22，有机质含量 8.53g/kg～10.3g/kg，全氮 1.55×10$^3$mg/kg～1.70×10$^3$mg/kg，碱解氮含量 144mg/kg～163mg/kg，有效磷 22.4mg/kg～24.8mg/kg，速效钾 102.7mg/kg～110.0mg/kg。土地质量中等，本次实测土壤剖面划分三层：A 层为表土层，厚度 15～25cm，B 层为心土层，厚度 50～80cm；心土层以下为底土层 C，见照片 2-9。

**照片 2-9　矿区林地土壤剖面照片**

**（二）有效土层厚度与土壤质地**

矿区山坡局部区域有效土层厚度一般为 0.5～0.8cm，沟谷区域有

效土层厚度可达 1.50m 以上。土壤质地以砂壤质、粘质为主。受地形和母岩影响，山坡土壤普遍含有砾石，含量一般 5～10%，沟谷区土壤砾石含量较低。

## 第二节　社会经济概况

### 一、区域经济概况

矿区位于赤峰市敖汉旗萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村境内。赤峰市位于内蒙古自治区东南部，地处东北、华北地区结合部，是蒙、冀、辽三省区交汇处。辖 3 个区、2 个县、7 个旗。总面积约 9 万平方公里，常住人口约***万，是内蒙古人口最多的地级市。

敖汉旗总面积***$km^2$，辖 16 个乡镇苏木、2 个街道办，222 个嘎查村、26 个社区居委会，户籍人口***万人，常住人口***万人。

2025 年，敖汉旗地区生产总值完成***元，同比增长 5.8%，突破***元大关。“十四五”期间，地区生产总值从“十三五”期末的***元增至***元，年均增速保持在 6%以上。三次产业结构调整为 37:18:45，第三产业增加值***元、增长 6%，主导特征明显；第一产业增加值***元、增长 5.1%；第二产业增加值***元、增长 6.6%。全年城镇新增就业***人，农村劳动力转移就业 10.8 万人次。城镇居民人均可支配收入***元、同比增长 5.2%，农村居民人均可支配收入***元、同比增长 5.9%；五年间城乡常住居民人均可支配收入较“十三五”期末分别增长 20.2%和 43.7%。

农业经济方面：敖汉旗是“中国小米之乡”、全国最大优质谷子生产基地。2025 年全旗农作物总播种面积***公顷，粮食总产量***吨（约 23 亿斤），同比增长 4%，实现“十七连丰”；其中玉米***吨、谷子***吨。“敖汉小米”区域公用品牌价值突破***元，小米产业园获评国家

级农村产业融合发展示范园。同时形成小米、肉牛、肉羊、菊苣四大产业齐头并进格局，肉牛、肉羊产业打通养殖—加工—销售全链条。

工业经济方面：全旗工业总产值达***元。矿业经济成果丰硕：2025年黄金产量***，同比增长5.5%；矿产冶金行业年产值***元；白土营子钨多金属矿、玛尼罕铅锌矿、岱王山金矿实现探转采，吉隆黄金成为全区首家“A+H”上市公司。新能源产业蓄势崛起：蒙东首个电网侧独立新型储能电站建成投运，全旗新能源装机容量接近90万千瓦，在"十三五"基础上实现翻番。赤峰敖汉工业园区成功入选自治区首批碳达峰试点园区。

**二、矿区社会经济概况**

矿区位于萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村，萨力巴乡全乡总面积***万亩，辖8个行政村，总人口***万人。白土营子村为敖汉旗萨力巴乡下辖的行政村，位于萨力巴乡东南部，距乡政府所在地约6.5公里，2020年4月，该村被命名为第六届内蒙古自治区文明村镇。

1、农业生产与坡改梯建设

白土营子村是萨力巴乡“坡改梯”和高标准农田建设的典型代表。2022年，随着白土营子村最后***亩高标准农田建设完成，萨力巴乡成为敖汉旗唯一实现坡耕地治理全覆盖的乡镇，全乡水平梯田面积达***亩，受益群众***人。亩均产量增加***斤，人均收入可增加***多块钱。全乡粮食亩产由***斤提高到***斤以上，亩均增收***元以上，机械化率达85%。

2、设施农业与集体经济

矿区所处的白土营子村是萨力巴乡万亩设施农业产业园的核心区之一。萨力巴乡整合资金***元建设高标准设施农业基地***亩，白土

营子村等 6 个村通过“飞地”模式实现村集体经济年增收***元。设施农业的发展辐射带动全乡***余人“家门口”稳定就业，人均年增收***元。历史上，白土营子村曾借助“整村推进工程”发展小尾寒羊养殖，高峰期养殖户达 146 户、饲养量超 7000 只，养羊户年人均增收***元以上，是村民增收的重要补充。

3、矿业经济

白土营子村正成为敖汉旗矿业发展的新焦点。***采选项目建设地点位于萨力巴乡白土营子村与老牛槽沟村境内，总投资***元，矿区面积***，采用地下开采方式，设计采选规模***，开采矿种为***。项目预计 2026 年 5 月开工建设，2027 年 10 月竣工投产；项目建成达产后，预计年销售收入***元，利润总额***元，上缴税费***元，可提供就业岗位 400 个以上，是敖汉旗首家钨矿，开启了敖汉旗多金属矿新纪元。

## 第三节　矿区地质环境背景

### 一、地层

（一）区域地层

本区古生界地层区划属华北地层大区，内蒙古草原地层区，赤峰地层分区。中、新生界地层区划属滨太平洋地层区，大兴安岭—燕山兴安地层分区，宁城—敖汉地层小区。出露地层从老到新依次为:二叠系中统额里图组（$P_2e$）、于家北沟组（$P_2y$），侏罗系上统满克头鄂博组（$J_3mk$）、玛尼吐组（$J_3mn$）及第四系松散沉积层，地层单元划分及其主要岩性见表 2-2。

**表 2-2　区域地层简表**

（二）矿区地层

矿区内坡麓地段广泛分布有新生界上更新统乌尔吉组（$QP_3^2w$），

沿沟谷内分布有全新统冲洪积砂土及砾石（$Qh^{pal}$）。在矿区东侧零星出露侏罗系上统玛尼吐组（$J_3mn$）安山质火山角砾岩。

（1）侏罗系上统玛尼吐组（$J_3mn$）

零星分布于矿区东侧，总体呈北东向展布，出露面积约 0.007km$^2$，由于第四系覆盖严重，岩层产状 121°∠35°。玛尼吐组为陆相中性火山碎屑岩建造，出露岩性为安山质火山角砾岩，呈喷发不整合覆盖在早三叠世二长花岗岩之上、其上为上更新统乌尔吉组（$QP_3^2w$）不整合覆盖。岩性特征如下:

安山质火山角砾岩:岩石风化面呈灰褐色，新鲜面呈深灰色，火山角砾结构，块状构造。岩石中的火山碎屑物以火山角砾为主，少量岩屑、晶屑分布于角砾间隙中。火山角砾呈棱角状、次棱角状，粒径在 2～34mm 之间大小不等，由安山岩、英安岩、安山质岩屑晶屑凝灰岩等碎屑组成，含量 65-70%；岩屑呈棱角状、次棱角状，粒度在 0.2～2mm 之间，由安山岩、英安岩等碎屑组成，含量 10～15%；晶屑呈棱角状，粒度在 0.1～0.8mm 之间，成分主要为斜长石，含少量石英和黑云母等碎屑，含量小于 5%；胶结物为玻璃质及粒度小于 0.06mm 的火山晶屑、玻屑碎片等火山尘屑物质，含量 15%。

（2）第四系上更新统乌尔吉组（$QP_3^2w$）

矿区及周边坡麓地段广泛分布，面积约 0.778km$^2$。顶部地表发育灰褐色粘土质腐植层，厚约 0.2～0.5m；中部为黄褐色黄土状粉土，由粉砂、粘土组成，结构疏松，柱状节理发育，厚度 2.2～48m 不等；底部发育砂、砾石混杂堆积层，砾石呈次圆状、砾径大多在 3～15cm 之间，个别达 30cm，砂砾石层厚 0.32～1.6m 不等。不整合覆盖在早三叠世二长花岗岩、花岗岩及侏罗系上统玛尼吐组安山质火山角砾岩之上。

（3）第四系全新统冲洪积砂土及砾石（$Qh^{pal}$）

在矿区西部沿沟谷呈近东西向条带状分布，面积约 0.019km$^2$。下部磨圆度低、分选性差，砂、砾大多呈次棱角状，以粒径大于 30mm 的粗砾、巨砾为主，其间充填细砾及粗砂，厚约 0.6m；上部磨圆度、分选性中等，砂、砾大多呈次圆状，主要为粒径介于 0.5～6mm 的细砾、粗砂，与粘土混杂堆积，厚约 0.3m。

**二、岩浆岩**

矿区侵入岩发育，呈岩基产出，整个矿区处于岩体内部，近地表被新生界上更新统及全新统松散沉积物覆盖，仅在沟谷及陡坡地段零星出露，深部由坑探、钻探工程揭露控制。侵入时代为早三叠世，岩石类型单一，为中粗粒二长花岗岩，本区铜钼矿体赋存在中粗粒二长花岗岩中的近东西向断裂构造内，为成矿作用提供了导矿通道及容矿空间。岩石特征如下:

中粗粒二长花岗岩（$T_1\eta\gamma$）:岩石风化面呈黄褐色、新鲜面浅灰色，中粗粒结构，块状构造。矿物组成有斜长石、钾长石、石英、黑云母和副矿物等，矿物粒度在 0.2-15mm 之间大小不等，其中以大于 2mm 的中粗粒为主。斜长石呈边部不整齐的板柱状，具聚片双晶和环带结构，双晶纹细密且平直，表面被碳酸盐矿物和绢云母鳞片混合交代，含量约 32%；钾长石多呈不规则状、少数呈边部不整齐的板状，具不规则条纹，有的具卡式双晶，为条纹长石，有的颗粒中包裹斜长石晶体，表面泥化中等，含量约 33%；石英呈他行粒状，无色正低突起，一级灰白-橙黄干涉色，具波状消光，分布于长石粒间，含量约 30%；黑云母呈片状，平行消光，蚀变为绿泥石，含量 3%。副矿物为不透明金属矿物、磷灰石、锆石，含量 2%。

矿区东侧零星分布火山岩，组成侏罗系上统玛尼吐组（$J_3mn$）火山

岩地层。岩石类型单一，为安山质火山角砾岩，属陆相中性火山碎屑岩建造。形成环境属陆相中性火山爆发相。关于岩石特征的描述见本章第二节“地层”部分。

矿区脉岩较发育，岩石类型有石英脉、斜长斑岩脉、花岗细晶岩脉。其中以花岗细晶岩脉最为发育。

斜长花岗斑岩脉规模小、且距离矿体较远，对矿体无破坏影响。石英脉属成矿期，与成矿关系密切，布局地段见辉钼矿呈团块状、条带状赋存在石英脉中，形成石英脉型钼矿石。

花岗细晶岩脉沿近东西向断裂构造侵入，局部地段经后期构造作用发生碎裂。与围岩（二长花岗岩）对比，花岗细晶岩较为致密且裂隙发育相对较差、矿化蚀变相对较弱，仅在经后期构造作用发生碎裂的地段发育辉钼矿化形成工业矿体。从花岗细晶岩与围岩的接触关系及矿化蚀变特征来看，花岗细晶岩脉侵位时间早于成矿期，虽然在一定程度上占据了部分断裂构造的容矿空间，但对成矿后矿体的连续性无破坏影响。

（1）石英脉（q）

主要出露于矿区北西部，填充于早三叠世中粗粒二长花岗岩（ηγ）节理构造中。走向北东，长 2～3m，宽 0.06～0.1m 不等。颜色呈灰白色，隐晶质结构，块状构造，成分为石英。地表局部见黄铁矿化、绢云母化蚀变，钻孔具辉钼矿化、黄铁矿化。

（2）斜长花岗斑岩脉（γoπ）

零星出露于矿区东部，填充于早三叠世中粗粒二长花岗岩（ηγ）节理构造中。走向北东，长 25m，宽 3m。岩石呈浅灰色，斑状结构，块状构造。斑晶矿物主要为斜长石，含少量黑云母。斜长石呈板柱状，粒度在 0.2～1.3mm 之间，具模糊的聚片双晶，被绢云母鳞片集合体交

代或代替，有的被绢云母和铁质混合交代，有棱角圆化现象，有的呈聚斑晶，含量 15～20%；黑云母呈片状，粒度 0.25～0.9mm，平行消光，褪色为白云母，析出铁质。含量 3%。基质主要为微晶斜长石，在斜长石晶粒间散布微量云母片。

（3）花岗细晶岩（γl）

花岗细晶岩脉分布于矿区南南西部，呈脉状沿发育于中粗粒二长花岗岩中的近东西向断裂侵入。岩石呈浅肉红色，细晶结构，块状构造。矿物主要为石英、钾长石、斜长石，含少量黑云母。矿物粒度在 0.2～0.5mm 之间，具细粒、他形、等粒特征，断口呈“砂糖状”。

## 三、地质构造

（一）区域构造

本区古生代经历了华北板块与西伯利亚板块的碰撞拼合，中新生代太平洋板块向北西俯冲的挤压作用叠加其上，将本区分割成不同结构，不同变形特征的构造块体，构造整体呈多层次、多样式、多机制的变形特点。本区总体构造格架以北东走向的断裂、褶皱为主，近东西向断裂为辅（图 2-3）。

**图 2-3　区域构造纲要图**

（二）矿区构造

矿区内主要构造行迹为近东西向压扭性断裂构造。此外，在二长花岗岩体内发育节理裂隙。其中近东西向压扭性断裂是本区容矿构造。

（1）近东西向压扭性断裂

矿区内发育一系列相互基本平行的压扭性断裂，主断裂构造带在地貌上呈近东西向的沟谷。根据槽探、坑探及钻探工程揭露控制，断裂带长约 1.1km、斜深大于 800m，两端延长及深部倾斜均延伸至矿区外。近东西构造具有多期活动的特征，主要表现在沿该断裂系侵入的

花岗细晶岩脉局部地段发生碎裂，并伴随有矿化蚀变。

断裂系沿走向及倾向均呈舒缓波状。西段走向120°、中段走向89°、东段走向116°，总体走向115°；总体向南西倾斜，上部倾角62°，中部倾角46°、下部倾角63°，总体倾角58°。断裂带岩石发生脆性变形，形成大小不一的构造角砾。碎裂带及其两侧普遍具碳酸盐化、绿泥石化，碎裂带内具硅化、钾长石化，并伴随有黄铁矿化、辉钼矿化、黄铜矿化。单条断层破碎蚀变带宽约10～20m。断裂带上、下盘岩性均为二长花岗岩，局部地段见花岗细岩沿断裂带充填。本区铜钼矿体就赋存在该断裂系内。

（2）节理构造

在二长花岗岩体普遍发育节理构造，同一方向的节理面分布间距较均匀。根据野外实测节理产状统计分析，可分为北东、北西及近东西向三组节理系。其中北东、北西向两组节理构造相互切割，节理面较平直光滑、产状较稳定、沿走向和倾向延伸较远，局部地段见宽度均匀、脉壁平直的石英细脉填充，节理面两侧地质体无明显位移，其力学性质剪节理。近东西向节理构造切割北东、北西向两组节理构造，局部地段见节理面两侧地质体发生较小位移，偶尔发育擦痕，其力学性质亦属剪节理。根据不同方向的节理构造相互切割关系分析，北东、北西向两组节理构造属在同一应力场下形成的“X”型共轭剪节理系，而近东西向节理构造形成时间相对较晚。

节理面无明显矿化蚀变，仅在局部地段见有英细脉填充，属成矿后构造。由于节理面两侧地质体无明显位移或位移较小（小于20cm），对矿体连续性无影响。

## 四、区域地壳稳定性

### （一）新构造运动

根据《内蒙古大地构造分区及其特征》，矿区大地构造位置处于华北板块（Ⅳ）、华北北部陆缘增生带（$Ⅳ_1$），镶黄旗-赤峰火山型被动陆缘（$Ⅳ_2^1$）。古生代时期，受西伯利亚板块与华北板块相互作用，地壳变形相对强烈。中生代时期，受太平洋板块向欧亚板块俯冲作用影响，本区进入了滨太平洋大陆边缘构造发展阶段，区域上发生了强烈的构造岩浆活动，新生代时期，地壳活动相对稳定，以升降作用为主。区内新构造运动不明显，处于相对稳定状态。

**（二）地震**

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，地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。对照《中国地震烈度区划图》及《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010）(2024 年版)中Ⅱ类场地地震动峰值加速度与地震烈度对照表，矿区地震烈度为Ⅵ度。根据《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范（1:50000、1:250000）》（DD2015-2），区域构造稳定性分级为稳定区。

根据中国地震台网 1900 年至今统计数据，矿区周边 300km 范围内未发生过 6 级以上地震。1996 年 7 月 7 日矿区南 40km 敖汉旗贝子府发生 4.8 级地震，2003 年 8 月 10 日在该区西北 240km 的阿鲁科尔沁旗发生 5.9 级地震；2003 年在该区西北部 360km 的东乌旗发生 5.9 级地震一次，2006 年 11 月 3 日在核实区北 230km 巴林右旗境内发生 4.2 级地震，2018 年 2 月、4 月和 12 月在矿区东南约 15km 的新惠镇发生三次地震，震级分别为 3.5 级、3.1 级、3.0 级，地震烈度 3.4 度；2021 年 10 月 15 日该区西北 240km 的阿鲁科尔沁旗发生 4.7 级地震。但震中距矿区较远，矿区仅属有感范围，未造成明显破坏性影响，说明矿区本身无发震断裂构造。

## 五、水文地质条件

### （一）区域水文地质条件

矿区位于燕山山脉东段努鲁儿虎山西北坡，属于西辽河流域老哈河水系饮马河水文地质单元（Ⅲ级）鸭鸡山水文地质分区（Ⅳ级）。当地最低侵蚀基准面为矿区溪沟汇入饮马河河床处，标高***m。区域内存在一条分水岭，走向近南北，由矿区东部鸭鸡山及南北向山脊形成，分水岭东部为孟克河水文地质单元，属于教来河水系，分水岭西部为饮马河水文地质单元，属于老哈河水系。

**（二）矿区水文地质条件**

依据 2007 年 8 月，赤峰兴源矿业技术咨询服务有限责任公司编制的《内蒙古自治区敖汉旗库里吐矿区铜钼矿资源储量核实报告》（备案文号：***）。

（一）地下水含水岩类划分

根据含水层岩性，地下水赋存条件和水力特征，将矿区内地下水含水层划分为第四系松散岩类孔隙水及基岩裂隙水两类。

（二）含水层（组）分布规律

1、第四系松散岩类孔隙水

该类地下水，主要分布于矿区内沟谷、干河床的砂砾岩中，其次是第四系的粉土及山前裙裾坡积层中。上述地层含水性极差。根据《核实报告》，水位在 4～6m 之间，单井涌水量小于 30$m^3$/d，只在大气降水季节水位才略有升高，对矿山生产构不成威胁。

2、基岩裂隙水及特征

分布在矿区北西、北东局部地带及山间沟谷、第四系松散岩类孔隙水下部。原岩主要为燕山早期花岗岩及各类脉岩，基岩表层风化强烈，裂隙发育，为地下水的补给和赋存提供了有利的空间和通道。构造裂隙含水层位于构造破碎带及其两侧围岩裂隙密集带之中，岩石总体较完整，致密坚硬，裂隙发育不均匀，富水性不均一，呈不连续的

狭长带状和透镜状，分布较分散，具有一定承压性。由于矿区所处的气候比较干旱，大气降水量小，蒸发量大，因此地下水的补给也就相对少，主要来源于地下水侧向径流。根据《核实报告》坑道测试数据，基岩裂隙水涌水量为 25$m^3$/d。含水层厚度变化较大，水位埋深 51.03m，地下水平均水位标高***m，单井涌水量 1.20$m^3$/d，单位涌水量 0.005L/s.m，渗透系数为 0.015m/d，富水性弱，水化学类型为 $HCO_3$-Ca•Mg 型水，矿化度 0.77g/L。

（三）地下水补给、径流、排泄条件

该区矿体位于汇水区域的上游，汇水区域内无永久性地表水体，地下水的补给、径流、排泄主要受气象条件、地形地貌条件和地质、构造等因素控制。

1、地下水补给

地下水的补给有两种方式：一种是径流补给，另一种是渗入补给。区内大面积第四系覆盖，植被较发育，地形坡度和第四系的渗透性决定了大气降水补给地下水的能力，黄土丘陵区坡角 10～15°，山前平原区坡角小于 10°，有利于大气降水的渗入。第四系主要为黄土状亚砂土，根据《水文地质手册》（第二版）亚砂土透水性分级为弱透水，不利于大气降水的渗入。

2、地下水径流

第四系松散堆积物孔隙发育，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径流区，在径流地段，大气降水多以表流形式排泄，渗入部分在重力作用下，沿第四系孔隙、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和第四系松散层，该层为细、中砂、砂砾石等松散堆积物，孔隙发育均匀且连续，有利于地下水的富集。地下

水径流方向与地形的坡降方向基本一致。

3、地下水排泄条件

地下水的排泄方式主要有三种：

蒸发排泄：由于气候干旱，年蒸发量远大于年降雨量，且矿区植被大面积覆盖，所以蒸发和植物的蒸腾排泄是本区地下水的重要排泄方式。

径流排泄：地下径流是本区地下水的另一种排泄方式，最终汇入矿区中部沟谷向西汇流饮马河排泄至区外。

人工开采：当地人畜引用水多来源于地下水，也是地下水的排泄方式之一。

（四）矿床充水因素

矿床充水因素主要受地形、矿床充水水源、矿体特征（赋矿标高）、地下水类型、含水层特征、构造特征、开采方式等因素控制。

1、矿床充水水源

（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，部分降水在地表径流过程中渗入地下，成为矿床充水水源，而矿床附近无常年性地表径流和水体，因此矿床充水直接或间接地受到大气降水的影响。

（2）地表水

矿区内无地表水体分布，饮马河位于矿区西北约 3.7km，为距离矿床最近的水体，标高***m，矿区最低地形标高***m，地表水不会溢入矿床内。矿区地形有利于降水排泄，地表水不构成矿床的主要充水因素。

（3）第四系孔隙潜水

第四系孔隙水分布于山前坡麓、山前平原及沟谷，岩性主要为黄土状亚砂土夹少量砂砾石层，其渗透性弱，不利于大气降水的渗入，且受季节影响较大，枯水期含水层厚度变小或透水不含水。由于矿体赋存位置距离第四系孔隙潜水含水层较近，且与其下部基岩裂隙含水层具有水力联系，该含水层为矿床的间接充水含水层，但对矿床充水的影响程度微弱。

（4）基岩裂隙水

基岩裂隙水在矿区范围内分布广泛，主要赋存于区内风化裂隙、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。据长期观测资料显示，最低水位为每年的 5 月，最高水位为 8 月，水位年变幅 0.60m，富水性不均匀，渗透性差，涌水量有限。

（5）老窑水

通过与矿山核实及矿山提供的井上井下工程对照图资料，矿山前期形成的采空区顶板已经冒落，因此对原有采空区进行了封闭处理。现状采空区低洼部位是否残存老窑水尚不能完全排除，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，所以老窑积水是矿坑不可忽视的直接充水水源之一。后续矿山对老空水应坚持“有疑必探、先探后掘”，预防涌水事故发生。

2、充水通道分析

充水通道的存在是矿床充水得以实现的关键条件。区内的充水通道主要包括第四系孔隙、基岩裂隙（风化裂隙、构造裂隙）以及前期采矿形成的通道（地面塌陷坑）。

地面塌陷坑是由于采矿活动引起地表岩土体失稳下沉而形成的，

现状存在的两个小型塌陷坑直接沟通了地表与地下岩体的裂隙系统，为大气降水及地表径流提供了便捷的渗入通道。在降水过程中，雨水可通过塌陷坑的坑壁及底部直接渗入地下，快速补给浅层第四系孔隙水、基岩裂隙水，进而通过已有的裂隙网络向矿坑运移，增加矿床的充水量。尤其在暴雨等强降水天气下，塌陷坑的集水作用会显著增强，可能导致短时间内涌入矿坑的水量增加，对矿床开采的安全生产构成潜在威胁。此外，塌陷坑周边的松散堆积物在水的渗透作用下，可能发生渗透变形，进一步扩大塌陷范围或加剧裂隙的连通性，从而增强其充水能力。因此，地面塌陷坑作为重要的充水通道，对矿床充水具有不可忽视的影响，在矿床开采及防治水工作中需予以高度重视，矿山近期应对其进行回填、压实、恢复植被等治理措施。

3、影响矿床涌水量的因素

（1）地形

该区地形坡度较缓、切割深度较深，不利于大气降水的渗入，有利于地下水的自然排泄。

（2）岩石性质

区内第四系沉积物主要为黄土状亚砂土，其渗透性较差，不利于大气降水的渗入。基岩岩性主要为二长花岗岩，岩石致密坚硬，裂隙发育不均匀，导水性能差异较大，涌水量较小。

（3）裂隙的连通性

基岩裂隙水是矿床充水的主要因素，上部充水通道主要为风化带网状裂隙，下部充水通道主要以构造裂隙通道为主，其与竖井、采矿坑道的连通性将直接影响到矿床涌水量的大小。

（4）地下水补给边界

当地最低侵蚀基准面为饮马河，标高***m。由于岩体渗透性不均匀，造成矿床开采时排水影响半径较小，矿区附近无地表水体，开采矿井地下水的补给边界为引用影响半径的范围，为无限补给边界。

（5）矿体相对位置与开采方式

矿山的开采方式为地下开采。当地侵蚀基准面标高为***m（饮马河），部分矿体位于当地侵蚀基准面以上，矿区附近无地表水体，亦未发现大的储水构造和蓄水断裂带，在简易水文地质观测中也未发现较大的漏失断裂带，所以根据以上矿床充水的诸多因素分析，地下水对矿山开采的影响较小。

（五）矿坑涌水量预测

矿山前期已开拓形成四个水平中段，各中段坑道地下水向最低中段水仓汇集，利用潜水泵排出地表。根据最新收集的 2024 年 1 月至 12 月矿山竖井排水量观测资料，本次采用降深－面积比拟法预测区内各矿体开拓至最低开采标高的矿坑正常和最大涌水量。

计算公式：

$$Q = Q_0 \frac{Fs}{F_0 s_0}$$

式中：

Q0—现状矿坑正常或最大涌水量（$m^3/d$）；

F0—现状矿坑疏干面积（$m^2$）；

S0—现状矿坑水位降深（m）；

Q—预测矿坑的正常或最大涌水量（$m^3/d$）；

F—预测矿坑疏干面积（$m^2$）；

S—预测矿坑水位降深（m）；

1、参数的确定

1）现状矿坑涌水量及水位降深 S0

根据矿山排水量观测记录，现状矿井正常（平均）排水量 65m³/d，最大排水量 73m³/d。矿区平均水位标高为***m，矿山现状已开拓四个中段，最低中段为四中段（***m），水位降深为 165m。

2）现状矿坑系统面积 F0

根据矿山坑道平面图及井上井下对照图测算，矿山现状坑道疏干面积为 120795m²。

3）未来矿坑系统面积 F

根据查明矿体特征及规模，预计矿山开采坑道疏干面积为 323618m²。

4）未来矿坑水位降深 S

设计开采范围标高为***m，平均水位标高为***m，则开采范围最大水位降深为***m。

2、矿坑涌水量计算

将参数分别代入计算公式中，计算得出矿坑正常和最大涌水量，矿坑涌水量计算结果见表 2-3。

**表 2-3　矿坑涌水量计算结果表**

采用“比拟法”计算矿坑开采至***m 标高正常涌水量为 414m³/d，最大涌水量为 465m³/d。

（六）矿区水文地质勘探类型

大气降水是矿区地下水主要补给来源，含水层主要为基岩裂隙水，充水因素简单。矿床处于干旱气候区，矿区地形有利于大气降水排泄，地下水补给条件差，围岩风化裂隙带富水性弱，矿区水文地质条件简单。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021），《核实报告》将矿区水文地质勘查类型划分为第二类，第一型，即以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单型矿床。

## 六、工程地质条件

（一）矿区岩土体类型、分布、特征

根据矿区内构造特点，岩性特征及风化程度等工程地质特征，将矿区内工程地质岩组划分为第四系松散岩类和块状坚硬岩类两种。

1、第四系松散岩类

第四系松散岩组占矿区面积的 79%，沉积厚度一般 15～25m，岩性主要为黄土状亚砂土和少量砂砾石层。其中黄土状亚砂土呈黄褐色，主要成分为粉土、粉质黏土，厚度 2.2～16m 不等，结构疏松，柱状节理发育，呈松散-半固结状态，承载力特征值 100-140KPa。砂、砾石层厚度 0.3～1.6m，以粒径大于 30mm 的粗砾、巨砾为主，砾径大多在 3～15cm 之间，其间充填细砾及粗砂，呈散体结构，粒度大小不等，呈次棱角状、次圆角状、次圆状，承载力特征值 180-220KPa。钻孔岩心采取率 50～100%，RQD 值小于 25%，岩石质量等级属于极差，岩体完整性评价属于破碎岩体，工程地质条件差。

2、块状坚硬岩类

块状坚硬岩组分布在矿区西北、东北局部地带及山间沟谷、第四系松散岩组下部等，约占矿区面积的 21%，呈不规则条带状、扇状展布，岩性主要为早三叠世二长花岗岩。块状坚硬岩组可分为风化壳碎裂岩组和块状坚硬岩组。其中风化壳碎裂岩组主要分布于区内岩体顶部的风化带内，风化带厚度 15.10～95.70m 不等，其中强风化带内岩心破碎，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，结构类型以碎裂状结构为主，岩石属较软～较坚硬岩类，岩体完整性评价属于岩体破碎-中等完整。块状坚硬岩组分布于风化壳碎裂岩组下部，岩性主要为二长花岗岩，岩石坚硬、致密，块状结构，构成区内矿体的顶底板围岩。岩体完整性评价属于岩体较完整-完整。根据岩石物理力学试验检测结果，矿体的顶底板围岩饱和单轴抗压强度

72.88～87.19Mpa。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）饱和单轴抗压强度大于 60MPa 为第一类坚硬岩。

（二）不良工程地质问题

1、软弱层分布与特征

软弱层主要为第四系松散岩组，占矿区面积的 79%，沉积厚度一般 15～25m，岩性主要为黄土状亚砂土和少量砂砾石层。其中黄土状亚砂土厚度 2.2～16m 不等，结构疏松，柱状节理发育，呈松散-半固结状态，承载力特征值 100-140KPa。砂、砾石层厚度 0.3～1.6m，呈散体结构，承载力特征值 180-220KPa。岩石质量等级极差，工程地质条件差。

2、风化带发育情况

依据《核实报告》资料，强风化带内岩心破碎，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，岩心主要呈碎块、碎屑状，发育厚度 0.30～25.60m。弱风化带发育厚度 3.70～59.23m，结构类型以碎裂状结构为主，岩石属较软～较坚硬岩类，锤击易开裂，带内岩石风化蚀变较弱，岩心较新鲜，裂隙密度一般 3～7 条/m，主要呈柱状，局部少量呈棱角状碎块，风化蚀变以弱褐铁矿化为主。故在开采时应对风化带不稳定围岩加以处理，以确保安全生产。

3、节理裂隙断裂分布与特征

矿床赋存地段顶部岩石风化裂隙发育，岩石呈碎裂、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，但由于近矿围岩蚀变较强，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

来影响。矿山开拓过程中顶板需及时支护并喷浆。

未来矿山深部开采建议对揭露的围岩蚀变较软弱区及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。

4、矿体及其围岩稳定性评价

矿体围岩主要为二长花岗岩。矿体顶板岩块饱和单轴抗压强度大于 60Mpa，矿体及顶底板岩石质量指标为良。总体评价围岩稳定性较好。

（三）工程地质勘查类型

矿区地形地貌条件简单，地质构造较发育，矿区围岩为二长花岗岩，地层岩性单一，构造破碎带较发育，岩溶不发育。岩石强度高，岩体稳定性较好，根据矿体及围岩的工程地质特征及《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）要求，《核实报告》将矿区工程地质勘查类型划分为第三类中等型，即以块状岩类为主的工程地质条件中等型矿床。

**七、矿体地质特征**

**（一）矿体特征**

依据《核实报告》（备案文号：***），矿体位于矿区中部，延长、厚度较大，属中型厚板状矿体，矿体总体走向 290°，倾向 SW，倾角 60～65°，成矿后断裂对矿脉破坏较小，矿化带总体形态呈舒缓波状，走向长度 885m，宽度几米～几十米，矿脉沿走向上东部较宽，西部较窄，深部西部变宽。从矿化情况看西部稍强，东部相对较弱。地表和浅部铜矿化较好，深部矿体变成单一钼矿体，而铜达不到工业指标要求。矿脉围岩为二长花岗岩。全区共圈出 14 条矿体，编号分别为 1、1-1、1-2、2、2-1、3、3-1、4、4-1、4-2、5、5-1、5-2 及 6 号矿体，

其中 1 号矿体规模较大，矿体特征如下：

（1）1 号矿体

该矿体为区内主要矿体，位于矿区中部，走向 290°，赋存于二长花岗岩断裂构造带中，倾向 SW，倾角 60～65°。地表用 22 个探槽和 5 个浅井控制矿体长度 860m，厚度 3.65～10.70m，平均 7.63m。品位：Cu0.72～2.10%,平均 1.05%，Mo0.001～0.010%，平均 0.003%。矿体在地表表现为含矿石英脉，主要蚀变有褐铁矿化，在石英脉的两侧表现为绿泥石化、高岭土化及轻微的碳酸盐化。地下深部由 23 个钻孔和 6 个中段控制矿体延深、地下延长、厚度及品位变化情况。

厚度变化系数为 98.06%。品位：Cu0.05～2.10%，平均 1.00%；Mo0.039～0.179%，平均 0.097%。品位变化系数为 Cu131.90%，Mo170.08%。最大控制深度 390m。通过工程控制，矿体深部产状与地表基本一致，矿体的厚度沿倾向延深和沿走向延长均有膨缩现象。从巷道控制情况看，深部钼含量有增加趋势，以***m 标高为界，向下钼品位增加，而含铜则明显减少，变为钼矿体，厚度变大。从剖面上看***m 标高以上有分叉现象，以下合并为一个厚大矿体，从矿物共生组合看，也存在变化，上部以含铜矿物黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿为主，***m 标高以下则以辉钼矿为主，含铜矿物则明显减少，矿体中未发现夹石。矿区内其他矿体特征详见表 2-4。

**表 2-4　矿体特征一览表**

**（二）矿石特征**

矿石的化学成分：矿石中主要有益组分为铜、钼，深部***m 标高以下，渐变为单一有用元素钼。

1、矿石的矿物成分

主要的金属矿物：主要金属矿物为黄铁矿，约占金属矿物总量的 68.20%，其次有黄铜矿占 25.99%，辉钼矿占 3.56%，闪锌矿占金属矿

物的 1.32%。另含极少量方铅矿及少量辉铜矿、斑铜矿、赤铁矿等，地表见孔雀石、钼华及褐铁矿等。

脉石矿物：脉石矿物占矿物总量的 92.42%，主要为石英，占脉石矿物的 61.23%，其次为长石占 11.32%，绢云母占 9.24%，方解石占 7.3%，白云母 2.55%，黑云母 0.69%，还有微量的磷灰石、锆石、高岭土等。

2、主要矿物特征及分布特点

黄铁矿：浅黄色，硬度 3～4，比重 4～5，呈自形晶粒状、团块状、不规则状、细脉状充填于石英角砾间、裂隙中或呈浸染状分布在脉石矿物中，常被黄铜矿包裹并被辉钼矿交代。黄铜矿常沿着黄铁矿裂隙充填，局部见碎裂现象。

辉钼矿：银灰色，硬度 1，比重 4.7～5，自形～半自形晶，呈片状、板条状、粗细不等的粒状充填在脉石矿物的颗粒间，常交代黄铁矿、黄铜矿并包裹黄铜矿细颗粒，呈细脉浸染状分布于脉石矿物粒间及逢隙中。

黄铜矿：铜黄色，常呈粒状或网状不规则状充填在黄铁矿裂隙中，常包裹黄铁矿，并被辉钼矿交代或被辉钼矿包裹。

方铅矿：铅灰色，硬度 2～3，比重 7.5，半自形～他形晶，呈不规则状、集合粒状，浸染状分布脉石矿物中，常包裹黄铁矿或充填黄

3、矿石结构

自形结构：矿石中见到黄铁矿以完好的立方体颗粒和辉钼矿以六边形片状晶产出，二者形成自形结构。

半自形结构：在矿石中见到黄铁矿部分晶形完好，形成半自形晶结构。

他形粒状结构：在矿石见到大部金属矿物以他形晶粒状产出，则

形成他形晶粒状结构。

残余结构：矿石中黄铁矿被黄铜矿交代溶蚀，前者残留在黄铜矿中，形成残余结构。

交代溶蚀结构：矿石中黄铜矿、辉钼矿交代溶蚀黄铁矿，使黄铁矿颗粒变成浑园状，前两种矿物则形成交代溶蚀结构。

包含结构：在辉钼矿的孔隙中有蚀变脉石矿物侵入其中，另在黄铁矿孔隙中有辉钼矿颗粒侵入，二者形成包含状结构。

反映边结构：在矿石中见到辉钼矿在黄铜矿颗粒边缘进行交代，并包围黄铜矿颗粒，形成反应边结构。

4、矿石构造

浸染状构造：矿石中所有金属矿物，如黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿等，绝大数以它形粒状分布在脉矿石物中、构成浸染状构造。

团块状构造：矿石中黄铁矿、黄铜矿和辉钼矿等，集合体呈团粒状分布于脉石矿物中，团粒大于 1cm，构成团块状构造。

网脉状构造：矿石中黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿等呈网脉状分布，形成网状构造。

脉状构造：黄铜矿沿黄铁矿压碎裂隙充填胶结，有时见到辉钼矿沿脉石矿物裂隙充填，二者均形成脉状构造。

5、矿石类型

矿石自然类型主要有：氧化矿石、混合矿石和硫化矿石；铜钼矿石和钼矿石、铜矿石；浸染状、团块状、网脉状和脉状矿石。矿石的工业类型为铜氧化矿石、铜钼硫化矿石、钼硫化矿石。

**（三）矿体围岩与夹石**

矿体围岩为二长花岗岩，其组成矿物成份以斜长石、钾长石、石英、黑云母角闪石为主，围岩与矿体的界线明显；矿体内未发现可剔

除夹石。围岩含 Cu0.01～0.06%、Mo0.001～0.004%。

## 第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

### 一、矿区土地利用现状

#### （一）矿区范围及采矿影响范围土地利用现状

1、矿区土地利用现状

采矿证证载面积为***km$^2$，本方案图件统一采用***坐标系（***），计算矿区平面面积为***hm$^2$，面积存在微小差值，为拐点坐标小数保留精度差异造成。

本方案土地利用现状以敖汉旗自然资源局提供的矿区土地利用现状图数据（敖汉旗 2024 年度国土变更调查数据）为基础，利用 mapgis 软件对矿区涉及地类面积进行统计。

中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿矿区内主要地类为：耕地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地。矿区范围内南东部存在永久基本农田，面积为***hm$^2$。现状矿业活动已占用耕地，但未占用永久基本农田。矿区内土地利用现状见表 2-5。

**表 2-5　矿区范围内土地利用现状表**

2、采矿影响范围土地利用现状

采矿影响范围土地利用现状主要包括矿区内范围、矿区外已建工程及规划新建工程用地。经开采移动角圈定，矿体开采形成的地表岩体移动界线全部位于矿区范围内，矿区外已建工程单元包括：钻机平台部分（0.0681hm$^2$）、西回风井工业场地（0.1252hm$^2$）、新竖井废石场（0.4302hm$^2$）、尾矿库（3.7100hm$^2$）、办公生活区 1（0.2436hm$^2$）、矿区道路部分（1.4177hm$^2$）。矿区外影响占地总面积 5.9948hm$^2$。经核算，采矿影响范围总面积为 85.8896hm$^2$。

采矿影响范围土地利用类型一级地类包括：耕地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地。二级地类包括：旱地16.1566hm$^2$、乔木林地8.0326hm$^2$、灌木林地2.1466hm$^2$、其他林地38.7339hm$^2$、其他草地11.7579hm$^2$、采矿用地7.7759hm$^2$、农村宅基地0.0463hm$^2$、农村道路1.2398hm$^2$。

**表2-6　采矿影响范围土地利用现状表**

**图2-4　采矿影响范围土地利用现状图**

### （二）矿区土地利用权属

根据敖汉旗自然资源局提供的矿区土地利用现状图数据（敖汉旗2024年度国土变更调查数据），矿区内土地权属为内蒙古自治区赤峰市敖汉旗萨力巴乡***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2-7。

**表2-7　矿区土地利用权属表**

### （三）已损毁土地利用情况

根据现场调查，矿区现状已损毁土地工程单元包括：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑3、塌陷坑4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1工业场地、XJ1工业场地、SJ1场地、SJ2场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区1、办公生活区2、办公生活区3及矿区道路。现状总计已损毁土地面积12.7392hm$^2$。其中占用白土营子村土地面积10.7864hm$^2$，占用玛尼罕村土地面积1.9528hm$^2$。

各场地损毁土地利用类型包括：耕地、林地、草地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地。已损毁土地利用现状统计见表2-8。

**表2-8　已损毁土地利用现状统计表**

### （四）已修复土地现状情况

矿山自2021年以来，分年度开展了地质环境治理和土地复垦工作。

截至2025年底，已完成土地修复的工程单元包括：塌陷坑1、塌陷坑2、办公区地基边坡、SJ3工业场地、XJ1废石场、SJ2废石场、原临时取土场等。通过前期治理，整体治理效果较好，土地复垦成效显著，累计完成复垦面积约1.3455hm$^2$，废石场、废弃的工业场地等不再利用场地全部完成复垦，恢复为草地。通过塌陷坑回填、边坡整形、废石清运、场地拆除平整和植被恢复等措施，矿区地形地貌景观得到明显改善，与周边自然景观的协调性逐步增强。

修复前损毁土地类型包括：旱地（0.1188hm$^2$）、其他林地（0.4408hm$^2$）、其他草地（0.1198hm$^2$）、采矿用地（0.6377hm$^2$）、农村道路（0.0284m$^2$），土地权属为白土营子村。土地复垦方向为草地，部分区域兼顾绿化效果栽植了杨树、榆树及山杏灌丛等，修复土地面积为1.3455hm$^2$，均通过专家现场核查。已修复土地利用现状统计见表2-9。

**表2-9　已修复土地利用现状统计表**

**（五）耕地与永久基本农田分布情况**

1、耕地与永久基本农田分布情况

结合矿区范围及土地利用现状，确定矿区范围内涉及耕地***hm$^2$，占矿区面积的21%，土地利用类型全部为旱地，经实地调查，旱地分布于矿区西部、中部及东南部，均为萨力巴乡白土营子村村民耕种旱地。经敖汉旗自然资源局查询，矿区范围内南东部存在永久基本农田，面积为***hm$^2$。其范围详见下图。

**图2-5　矿区范围内耕地及永久基本农田分布图**

2、耕地与永久基本农田损毁情况

本次采用2026年8月无人机航拍影像，结合敖汉旗自然资源局耕地、永久基本农田矢量图层开展叠加分析，核算得出矿区现状已建损毁耕地总面积***hm$^2$，现状矿业活动未占用永久基本农田，损毁单元为钻机平台

PT19、部分矿区道路，土地权属归属***。该损毁地块现状无粮食作物耕种活动，地表为山杏灌木。

根据《开采方案》圈定的地表岩石移动界线，经与耕地、永久基本农田图层叠加分析，地下开采形成的地表岩移影响区（预测地面塌陷区）与耕地存在局部空间重叠。面积为***$hm^2$，土地权属为***。

矿山主体采矿方法为分段空场嗣后充填采矿法，辅以上向水平分层充填采矿法，采空区采用全尾砂胶结充填，并在近地表留设 20m 地表保安矿柱，可有效支撑上覆岩层，控制地表变形幅度，避免地面塌陷和地裂缝的发生。因此，地下开采活动产生的岩移影响正常情况下是可控的，不会对重叠区域的耕地造成实质性损毁，耕地的耕种功能和土地质量可得到有效保护。

**二、采矿用地审批情况**

（一）采矿用地审批情况

根据矿区土地利用现状，目前矿区范围内涉及采矿用地面积为 6.4095$hm^2$，矿区范围外采矿用地面积为 2.6469$hm^2$，合计采矿用地面积为 9.0564$hm^2$。主要为矿山目前使用的地表设施区、废石场、尾矿库、选厂等损毁区。其中，仅矿区北部办公生活区 3 及配电房地块取得了用地批复（***），批准建设用地面积为 0.8369$hm^2$（详见附件），除矿区北部办公生活区 3 及配电房地块外其余采矿用地区域尚未完成相关报批手续。矿山企业正依据相关政策要求抓紧完善用地手续。此外，拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地的用地手续目前正在同步办理中。

（二）前期已征地范围补偿情况

矿山持证建设用地范围内土地均已完成征地经济补偿，权属清晰。与相关村组签订了征地补偿协议，并已足额拨付征地补偿款项，无征

地纠纷、无遗留补偿问题。但上述用地除矿区北部办公生活区 3 及配电房地块外其余采矿用地尚未完成正式的采矿用地审批手续。对此，矿山企业已制定整改计划，承诺将按照国家和自治区关于采矿用地管理的相关规定，在本方案实施后尽快启动并完成相关用地的合法审批手续，确保所有生产设施用地符合法律法规要求。

## 第五节　矿区生态状况

### 一、矿区生态功能定位

#### （一）生态功能定位

矿区位于内蒙古自治区敖汉旗西南部，地处燕山山脉东段努鲁尔虎山北麓、科尔沁沙地南缘，属西辽河上游（老哈河、教来河）源流区，是国家北方防沙带、西辽河上游生态屏障的重要组成部分。

根据《内蒙古自治区生态功能区划》，矿区所在地萨力巴乡、玛尼罕乡位于“XXX-2-6 西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区”，生态环境敏感性表现在生物多样性敏感，土壤侵蚀为中度敏感，本区作为赤峰市的主要农业生产区在有机质生产和提供生态系统产品具有重要生态服务功能；作为老哈河，教来河上游地区，在水土保持方面具有重要的生态功能。该区主要生态问题为草原退化、水土流失、土地沙化和生物多样性减少、水源涵养能力下降等。

详见内蒙古自治区生态功能区划简表 2-10。

**表 2-10　内蒙古自治区生态功能区划简表**

**图 2-6　内蒙古自治区生态功能区划分布图**

#### （二）国土空间生态修复规划对矿区区域的定位与要求

1、《内蒙古自治区国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》

矿区所在区域属于“内蒙古高原防风固沙生态保育修复区（Ⅱ）”中的“西辽河流域水源涵养－防风固沙生态修复区（Ⅱ-3）”，并位于“西

辽河流域生态修复重点区（Ⅱ-3-1）”。该区域生态修复主攻方向为加强西辽河重要源流区生态修复一体化治理，推进科尔沁草原山水林田湖草沙一体化保护和修复，提升水源涵养和防风固沙功能。

2、《赤峰市国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》，矿区位于“燕山东部山地水土流失保护修复区（Ⅶ）—大黑山水源涵养与生物多样性保护区（Ⅶ-2）”。

主要生态问题：该区域为落叶阔叶林与草原过渡带，天然林和草原退化，森林质量不高，森林土壤水源涵养能力不足。区域内矿山分布广泛，矿山开采扰动及矿石提炼导致的污染进一步损坏生态环境。

生态修复主攻方向：以水土保持、矿山地质生态环境治理为重点，通过退化林分改造和重点区域绿化、绿色矿山建设等措施，采用“宜林则林、宜草则草、宜耕则耕、宜水则水”的形式，加强矿山退化生态的改造和修复，提高生态系统水土保持能力。

**图 2-7　赤峰市国土空间生态修复分区图**

3、敖汉旗国土空间生态修复规划

依据《敖汉旗国土空间生态修复规划报告（2021-2035 年）》，矿区所在的萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村定位为：燕山东部山地水土流失保护修复区（Ⅱ）。

存在的生态问题为：1、作为主要农产品提供区，但区域内耕地质量较低，导致农业生产增加对化肥的依赖性，加上农膜、畜禽粪污的污染，土壤压力增大；2、地下水超采严重，灌溉用水有效系数低，农灌用水存在较大浪费；3、受人类活动影响大，河道水环境质量有待提升；4、坡耕地周围植被覆盖率低，降雨集中期水土流失严重；5、人类矿山开采活动，导致地表植被遭到破坏，废弃矿渣堆放，使可利用土地面积缩小，进一步加剧土地退化，生态环境修复迫切。

生态修复主攻方向：以农田质量提升、地下水超采防治、水土保持和矿山生态修复为重点。加强面污染源防治，通过化肥减量、地膜回收、畜禽粪污资源化利用等工程，改善农田土壤污染，提高综合生产力。加强农业用水计量和节水配套设施的建设，进行灌溉水有效利用系数测算，缓解区域地下水超采的压力，恢复区域水生态平衡。坤头河进行水生态治理、清淤、岸线植被恢复；建设清洁小流域和开展坡耕地水土保持工程，提升水土保持能力。开展矿山生态修复，科学恢复林草植被，逐步恢复生态功能。

**图 2-8　敖汉旗生态修复功能分区图**

### （三）生态环境分区管控定位

根据赤峰市生态环境局敖汉旗分局查询，中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿矿区范围符合《赤峰市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》及动态更新成果、《赤峰市生态环境准入清单》的有关要求，与敖汉旗各级饮用水水源保护区无重叠。

**图 2-9　赤峰市生态环境管控单元图**

## 二、矿区生态本底状况

### （一）生态系统结构

1、生态评估范围

根据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》及《全国生态状况调查评估技术规范—项目尺度生态影响评估》（HJ 1175—2021）的要求，矿区生态评估范围应综合矿山范围及其所处的流域、山脉等地貌单元、水文单元、生态单元，涵盖金属矿山开采活动的影响区域（含矿区外已建工程、直接干扰区）及周边 500m 缓冲区确定。本次以 2026 年 8 月无人机航飞遥感影像为基础，结合采矿影响边界，通过 ArcGIS 空间分析圈定最终生态评估范围。

2、生态系统类型及构成比例

矿区位于赤峰市敖汉旗萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村，矿区生态类型包括森林生态系统、农田生态系统和城镇生态系统，现就矿区范围内各个生态系统的特征叙述如下：

（1）森林生态系统

依据敖汉旗自然资源局提供的2024年度国土变更调查数据，森林生态系统涉及的地类主要包括乔木林地、灌木林地及其他林地，面积为55.6151hm$^2$，大面积分布整个矿区，形成了乔木层、灌木层、草本层和地面层的垂直分层结构，系统较完整。主要树种为杨树、油松、柠条、沙棘等。

（2）农田生态系统

依据敖汉旗自然资源局提供的2024年度国土变更调查数据，农田生态系统涉及的地类主要为旱地，面积为***hm$^2$，主要分布于矿区的西部及南部，系统较破碎。

（3）城镇生态系统

依据敖汉旗自然资源局提供的2024年度国土变更调查数据，城镇生态系统涉及的地类主要为采矿用地及农村道路，面积为7.6910hm$^2$，主要分布于矿区的西部、北部，系统较破碎。

**表2-11　矿区生态系统类型构成表**

| 生态系统类型 | 面积（hm$^2$） | 占比（%） |
|---|---|---|
| 森林生态系统 | 55.6151 | 69.61 |
| 农田生态系统 | 16.5887 | 20.76 |
| 城镇生态系统 | 7.6910 | 9.63 |
| **合　计** | **79.8948** | **100.00** |

3、生态系统类型面积变化率

矿区所处萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村全域土地利用仍以耕地、林地、工矿仓储用地、交通运输用地为主导格局，该村近

二十余年生态类型变化呈明确趋势：伴随全乡 9.2 万亩坡耕地全部完成梯田化改造、25.7 万亩造林绿化落地，村内坡耕地基本转为高产稳产的水平梯田，林地面积稳步增长，沙地、裸地等未利用地持续缩减，森林覆盖率随全乡达到 42.5%；叠加白土营子钨钼矿探转采项目推进，工矿用地将成为近期生态类型转化的核心增量，耕地、林地面临一定占用压力。

4、景观生态环境现状

矿区所处的白土营子村目前的景观生态环境现状为治理后的水平梯田+人工林+灌草植被为基底的半干旱山地农田-林草复合景观，整体生态状况较治理前显著改善、植被覆盖度持续提升；但景观的稳定性仍依赖于持续的水土保持与生态修复投入，且即将面临工矿开发带来的景观破碎化与生态扰动—这也是后续矿山修复需要重点应对的课题。

**（二）物种组成**

1、植物

矿区其自然环境具有典型的北温带大陆性季风气候。植被区域为植物地理区划上隶属欧亚草原植物区—亚洲中部亚区—黄土高原草原植物省—辽西黄土丘陵州。在内蒙古植被地带划分图中属于暖温型草原带-典型草原亚带。

**图 2-10　植被地带分布图**

根据实地调查，矿区位于华北植物区系和东北植物区系交汇处，植物种类较丰富，矿区内植被类型多为禾本科，代表物种有狗尾草，蔷薇科多为山杏，榆科多为榆树。以上植被多以自然植被为主。

矿区植物名录见表 2-12。

**表 2-12　矿区植物名录**

| 种类 | | 植物名称 | 拉丁名 | 科名 |
|---|---|---|---|---|
| 木本植物 | 乔木 | 杨树 | *Populus* spp. | 杨柳科 (Salicaceae) |
| | | 榆树 | *Ulmus* spp. | 榆科（Ulmaceae） |
| | 灌木 | 山杏 | *Armeniaca sibirica*(L.)Lam | 蔷薇科(Rosaceae) |
| | | 沙棘 | *Hippophae rhamnoides* L. | 胡颓子科（Elaeagnaceae） |
| 草本植物 | | 狗尾草 | *Setaria viridis* (L.) Beauv. | 禾本科（Poaceae） |
| | | 羊草 | *Leymus chinensis*(Trin. ex Bunge) Tzvelev | 禾本科（Poaceae） |
| | | 铁杆蒿 | *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm. | 菊科（Asteraceae） |

2、动物

矿区位于内蒙古赤峰市敖汉旗萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村，在动物地理区划上属于古北界-中亚亚界-蒙新区（详见图2-8），本区野生动物区系以古北界中亚干旱成分为代表。本区野生动物区由典型的温带草原动物群组成，代表有蒙古兔、大仓鼠、黄鼬、东北刺猬、喜鹊、麻雀、雉鸡、狍子、石鸡、白条锦蛇等。

矿区主要动物名录如表 2-13。

**表 2-13　矿区动物名录**

| 序号 | 中文名 | 学名 |
|---|---|---|
| 1 | 蒙古兔 | *Lepus tolai* |
| 2 | 大仓鼠 | *Tscherskia triton* |
| 3 | 黄鼬 | *Mustela sibirica* |
| 4 | 东北刺猬 | *Erinaceus amurensis* |
| 5 | 喜鹊 | *Pica pica* |
| 6 | 麻雀 | *Passer montanus* |
| 7 | 雉鸡 | *Phasianus colchicus* |
| 8 | 狍子 | *Capreolus pygargus* |
| 9 | 石鸡 | *Alectoris chukar* |
| 10 | 白条锦蛇 | *Elaphe dione* |

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

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

**图 2-11　中国动物地理区划图**

根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024-2030 年）》可知：全球有 9 条主要候鸟迁飞通道，其中 4 条经过中国，分别为东亚-澳大利西亚迁飞通道、中亚迁飞通道、西亚-东非迁飞通道以及西太平洋迁飞通道。矿区位于东亚-澳大利西亚迁飞通道，不涉及候鸟关键栖息地，同时矿区及周边不存在迁徙鸟类的典型适生生境。施工及运行期间妥善采取监测、防护、保护等措施，对迁徙候鸟影响较小。

**图 2-12　中国候鸟关键栖息地分布图**

## （三）生态系统功能

1、水源涵养

矿区所处区域属“西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区”，水源涵养与水土保持功能并重；紧邻“大黑山水源涵养与生物多样性保护区”，是西辽河重要的水源产流与调蓄单元。依托萨力巴乡全域 9.2 万亩“坡改梯”工程体系，项目区年蓄水能力达 232.3 万立方米，实质上构建了“就地水源涵养+水土流失控制”的复合防护体系。鉴于区域水资源极度匮乏（浅层地下水高氟苦咸，人饮依赖外调），且矿山开发涉及地下开采与疏排水，项目必须严格执行“以水定产”原则，将维护区域水源涵养能力、防止地下水水位下降及水质污染作为生态保护的核心底线。

2、防风固沙

矿区所在的位置是科尔沁沙地南缘重要的防风固沙前沿阵地。历

史上该村所在萨力巴乡曾饱受风沙侵袭与水土流失双重困扰，“黄沙卷满天，千里无人烟”是真实的生态写照。

经过持续推进“南部治山”与防沙治沙一体化治理，区域防风固沙现状已实现根本性好转：萨力巴乡累计投入 7300 万元推进高标准水平梯田建设，将 9.45 万亩坡耕地改造为“保水、保土、保肥”的良田，占全乡耕地总面积的 66%；以三十二连山为典型治理单元，完成山水林田湖草沙综合治理 3.2 万亩集中连片工程，其中水保造林 1.7 万亩、高标准水平梯田 8020 亩、农田防护林网 30 条共 2.5 万延长米，森林覆盖率达到 42.5%；“十四五”以来同步实施“三北”工程林草湿荒一体化保护修复项目，完成 4800 亩生态修复任务，构建农田防护林网 30 条、2.5 万延长米，全乡植被覆盖度提升至 51.5%，昔日“鸡爪子”沟变成生态良田，沙荒地蜕变为“绿色银行”。

3、土壤保持

截至 2026 年，矿区所处的敖汉旗萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村土壤保持已走完“坡改梯”治理阶段、进入高标准农田全覆盖后的提质增效期，到 2026 年，全乡 20 万亩耕地实现高标准农田全覆盖，其中 19.5 万亩坡耕地全部改造为高标准梯田，配套机电井 700 台套、节水灌溉管网 1400 公里、膜下滴灌 11 万亩。通过“山顶植树、山腰种田、梯田交错”的“黄花甸子模式”综合治理，昔日跑水、跑土、跑肥的“三跑地”彻底变为保水、保土、保肥的“三保田”，全乡农业用水节约 30%以上，粮食亩均增产 200 公斤，整体亩产提升 35%，白土营子村亩均产量增加 400 斤、人均增收 1000 元以上，土壤保持成效从“保住土”全面转向“种得好、种得优”。

4、碳储量与固碳功能

矿区土壤碳库整体处于中等偏下水平但固碳潜力较大—敖汉旗水

平梯田 1 米深土壤剖面有机碳平均含量为 5.91g/kg，表层（0–20cm）平均 7.54g/kg，具有明显的表聚特征；梯田 60cm 深度土壤有机碳含量均值 6.67g/kg，折算有机质约 11.50g/kg，处于中等水平。敖汉旗农田土壤有机碳密度均值为 1.66kg/m²，白土营子村 2022 年完成坡改梯后，配合全乡“山顶植树、山腰种田”的农林复合体系，形成了“梯田保碳+林草固碳+减蚀减排”三重固碳功能：坡改梯通过平整地表减少径流，显著降低土壤有机碳流失；退耕坡面营造的乔灌木林则接入敖汉旗旗域碳汇大盘—全旗 255 万亩可开发碳汇乔木林年固碳量预估达 76.5 万吨；而秸秆还田、免耕、绿豆等豆科作物种植等保护性耕作措施，被证实可进一步提高梯田土壤有机碳含量。从固碳潜力看，研究显示梯田耕层现实固碳潜力为 $0.1624\times10^6$ 吨，60cm 土壤剖面现实固碳潜力达 $0.2432\times10^6$ 吨，白土营子村坡改梯全部建成后，可挖掘的固碳空间十分可观，未来通过优化作物结构、扩大林草覆盖和推进碳汇项目开发，使该区域有望从“土壤保持型碳汇”进一步升级为“可计量、可交易”的林业碳汇节点。

## 第六节　矿区及周边人类重大工程活动

### 一、矿区及周边公共基础设施情况

#### （一）矿区工程设施

矿区影响范围的地表工程设施主要包括矿山生产系统、辅助生产设施。

1、现有工程场地

钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿

库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路等。

2、拟建工程设施

拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地。

**（二）矿区周边重要基础设施**

矿区位于敖汉旗萨力巴乡白土营子村与玛尼罕乡玛尼罕村交界处，矿区周边 3km 范围内重要基础设施详述如下：

1、交通干线

矿区范围内无重要交通干线通过。距离矿区最近的重要交通干线为国道 G111 线，位于矿区西侧约 13km（直距），矿区有砂石路与乡道 X217 柏油路相通，经北侧县道可到达国道 G305。集（宁）—通（辽）铁路由林东镇（林东站）经过，距矿区约 50km。

2、地表水系

矿区范围内及周边 3km 范围内无地表水系。

3、电力设施

矿区工业用电由国家电网萨力巴乡 66kV 变电站提供，10kV 高压输电线路已达矿区，供电电源稳定。

4、水利设施

矿区范围内无水库、大型水利设施分布，周边无重要水利工程。

5、其他设施

矿区范围内无国防建设工程、无过境通信光缆干线、无输油输气管道等重要基础设施。

**二、矿区及周边采矿活动**

根据现场调查及向敖汉旗自然资源局查询，矿区周边已设***个采矿权、***个探矿权，***个采矿权分别为***。***个探矿权分别为***。矿区与周边已设矿权之间界线明晰，对采矿生产无影响，无地质环境

问题纠纷。

### 三、自然保护地分布及建设情况

据现场调查，矿区范围及周边 3km 范围内，无自然保护区、地质遗迹、矿山公园、风景名胜区、文物古迹、生态保护红线、三线一单、饮用水水源地保护区的分布与建设情况。但矿区范围内存在永久基本农田，面积为***hm²，现状建设单元未占用永久基本农田。

## 第七节　矿区生态修复工作情况

### 一、上期方案概述

#### （一）上期方案编制情况

矿山上期方案《敖汉磊鑫矿业有限公司鸭鸡山铜矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》由辽宁省化工地质勘查院有限责任公司于 2021 年 8 月编制完成并通过评审（***）。

该方案规划年限为 25 年，即 2021 年 7 月 1 日至 2046 年 6 月 30 日，适用年限为 5 年，即 2021 年 7 月 1 日至 2026 年 6 月 30 日。方案编制基准期为 2021 年 7 月 1 日。

#### （二）上期方案主要内容概述

1、总体治理工程部署

上期方案将矿山地质环境治理工作划分为近期（2021 年 7 月 1 日-2026 年 6 月 30 日）、中期（2026 年 7 月 1 日-2031 年 6 月 30 日）和远期（2031 年 7 月 1 日-2046 年 6 月 30 日）三个阶段。近期治理首先对前分期治理工程进行完善治理，对不再利用单元全面治理复垦，对现状单元场地边坡进行整形，撒播草籽；矿山正式生产后，及时充填采空区，在预测地面塌陷影响区外设置网围栏、警示牌，对出现的地面塌陷坑进行治理；矿山闭矿后，对所有破坏单元进行综合治理；全

阶段进行地质灾害（地面塌陷）监测、含水层监测、地形地貌景观及土地资源监测及复垦区植被管护等工作。

2、近期治理工程设计

上期方案近期（2021 年 7 月 1 日-2026 年 6 月 30 日）设计主要治理单元包括：完善前期治理区、FJ1 工业场地、SJ2 工业场地、SJ3 工业场地、XJ1 工业场地、SJ2 废石场、XJ1 废石场等场地进行治理，对拟建风井(FJ2)表土剥离，办公生活区和选矿厂种植景观树，对可能出现地面塌陷进行防治。

近期治理工程设计内容如下：

（1）完善临时取土场：翻耕、整平、种草；

（2）完善预测塌陷区：设置网围栏；

（3）1#预测塌陷区：设置警示牌、对采空区充填，对现状塌陷坑回填、整平、覆土、种草；

（4）对拟建风井(FJ2)表土剥离；

（5）对 PD1 进行封堵；

（6）对办公生活区 2、办公生活区 3、选矿厂种植景观树，进行绿化工作；

（7）对 SJ3 工业场地进行垫坡、整平、覆土、种草；

（8）对 FJ1 工业场地进行拆除清理、回填、封堵、整平、覆土、种草；

（9）对 SJ2 工业场地进行回填、封堵、垫坡、整平、覆土、种草；

（10）对 XJ1 工业场地进行拆除清理、回填、封堵、整平、覆土、种草；

（11）对 SJ2 废石场清运、整平、覆土、种草；

（12）对 XJ1 废石场整平、覆土、种树；

（13）对全矿区开展地质灾害、含水层、地形地貌景观及土地资源监测，对治理区植被进行管护。

上期方案设计的近期治理内容详见下表：

**表 2-14　上期方案近期治理工程部署规划表**

| 治理期限（年） | 治理单元 | 治理工程内容 | 治理工程量 |
|---|---|---|---|
| 2021.07.01-2022.06.30 | 完善临时取土场 | 翻耕 | 264$m^3$ |
| | | 整平 | 264$m^3$ |
| | | 种草 | 264$m^2$ |
| | 完善预测塌陷区 | 网围栏 | 2320m |
| | 1号预测塌陷区 | 警示牌 | 22块 |
| | 拟建风井(FJ2) | 表土剥离 | 30$m^3$ |
| | 封堵PD1 | 封堵 | 13.4$m^3$ |
| | 办公生活区2 | 种景观树 | 20株 |
| | 办公生活区3 | 种景观树 | 50株 |
| | 选矿厂 | 种景观树 | 50株 |
| | SJ3工业场地 | 垫坡 | 450$m^3$ |
| | | 整平 | 813$m^3$ |
| | | 覆土 | 813$m^3$ |
| | | 种草 | 2711$m^2$ |
| | 评估区 | 监测、管护（年） | 1年 |
| 2022.07.01-2023.06.30 | FJ1工业场地 | 拆除清理 | 5.6$m^3$ |
| | | 回填 | 292$m^3$ |
| | | 封堵 | 17$m^3$ |
| | | 整平 | 420$m^3$ |
| | | 覆土 | 420$m^3$ |
| | | 种草 | 1399$m^2$ |
| | 1号预测塌陷区 | 采空区充填 | 1385$m^3$ |
| | | 回填 | 7064$m^3$ |
| | | 整平 | 245$m^3$ |
| | | 覆土 | 245$m^3$ |
| | | 种草 | 817$m^2$ |
| | 评估区 | 监测、管护（年） | 1年 |
| 2023.07.01-2024.06.30 | SJ2工业场地 | 回填 | 695$m^3$ |
| | | 封堵 | 18$m^3$ |
| | | 垫坡 | 6615$m^3$ |
| | | 整平 | 1186$m^3$ |
| | | 覆土 | 1186$m^3$ |

| 治理期限（年） | 治理单元 | 治理工程内容 | 治理工程量 |
| --- | --- | --- | --- |
| | | 种草 | 3952m² |
| | 1号预测塌陷区 | 采空区充填 | 1385m³ |
| | | 回填 | 7064m³ |
| | | 整平 | 245m³ |
| | | 覆土 | 245m³ |
| | | 种草 | 817m² |
| | 评估区 | 监测、管护（年） | 1年 |
| 2024.07.01-2025.06.30 | XJ1工业场地 | 拆除清理 | 19.8m³ |
| | | 回填 | 136m³ |
| | | 封堵 | 9.7m³ |
| | | 垫坡 | 972m³ |
| | | 整平 | 557m³ |
| | | 覆土 | 557m³ |
| | | 种草 | 1855㎡ |
| | 1号预测塌陷区 | 采空区充填 | 1385m³ |
| | | 回填 | 7064m³ |
| | | 整平 | 245m³ |
| | | 覆土 | 245m³ |
| | | 种草 | 817m² |
| | 评估区 | 监测、管护（年） | 1年 |
| 2025.07.01-2026.06.30 | SJ2废石场 | 清运 | 660m³ |
| | | 整平 | 875m³ |
| | | 覆土 | 875m³ |
| | | 种草 | 2918㎡ |
| | XJ1废石场 | 整平 | 194m³ |
| | | 覆土 | 194m³ |
| | | 种树 | 161株 |
| | 1号预测塌陷 | 采空区充填 | 1385m³ |
| | | 回填 | 7064m³ |
| | | 整平 | 245m³ |
| | | 覆土 | 245m³ |
| | | 种草 | 817m² |
| | 评估区 | 监测、管护（年） | 1年 |

## 二、矿山实际完成的修复治理工作

### （一）上期方案规划的近期治理工程完成情况

上期方案适用期内，矿山按照年度治理计划，逐年完成了以下治

理工程（治理工程均通过了敖汉旗自然资源局组织的专家核查）：

1、2021 年矿山地质环境治理计划书设计：对矿区一号、二号、三号、四号废石场(SJ1、SJ2、XJ1、FJ1 废石场)设置警示牌 6 块；对尾矿库设置警示牌 4 块、网围栏 340m；对现状塌陷区、预测塌陷区为主的植被恢复单元按 50%比例进行补植，撒播草籽；同时对尾矿库下游水质、预测地面塌陷区及复垦草地进行监测与管护。

2、2022 年矿山地质环境治理计划书设计：对 1 号预测地面塌陷区设置警示牌、补充设置网围栏；对前期已实施的治理单元进行完善，其中临时取土场进行翻耕、整平、种草；对拟建风井(FJ2)进行表土剥离；对 SJ3 工业场地进行石方整平、垫坡、覆土；对办公生活区 1 的 PD1 井口采用混凝土封堵，并对场地种草恢复植被；对办公生活区 2、办公生活区 3 及选矿厂种植景观树 120 株；同时对预测地面塌陷区、含水层、矿区土地资源和地形地貌景观进行监测，并对复垦植被进行管护。由于矿山未建设风井(FJ2)，所以拟建风井(FJ2)进行表土剥离未发生。

3、2023 年矿山地质环境治理计划书设计：对 1 号预测地面塌陷区设置警示牌；对 SJ3 工业场地进行石方整平、覆土，并撒播草种(羊草、苜蓿)；对办公生活区 2、办公生活区 3 及选矿厂种植景观树；同时对预测地面塌陷区、含水层、矿区土地资源和地形地貌景观进行监测，并对复垦植被进行管护。

4、2024 年矿山地质环境治理计划书设计：对 FJ1 工业场地北部(存在陡坎)设计削坡及清运(削坡物源清运至西侧冲沟内的废石堆)；对西侧冲沟内的废石堆进行以整平为主要内容的治理工程；对 FJ1 工业场地堆坡覆土、恢复植被；对 SJ2 废石场前缘裸露的废渣及平台前堆积的零散废渣进行整平与整形、覆土、恢复植被；对前期治理区(塌陷区、

办公区地基边坡、SJ3 工业场地)进行完善治理；对预测塌陷区进行地面塌陷监测，以及对现状影响区域进行土地资源和地形地貌景观监测。

5、2025 年矿山地质环境治理计划书设计：对 XJ1 废石场进行整平、覆土，并混合撒播山杏核、榆树籽、披碱草、羊草等灌草混播恢复植被；对前期治理区、SJ2 废石场、FJ1 工业场地堆坡分别补种补植；对预测地面塌陷区布设 3 个监测点开展地面塌陷监测，同时对矿区土地资源和地形地貌景观进行监测。

6、2026 年矿山地质环境治理计划书设计：对 XJ1 废石场进行整平、覆土，并混合撒播山杏核、榆树籽、披碱草、羊草等灌草混播恢复植被（因2025年度治理效果不明显，本年度对XJ1废石场继续治理）；对预测地面塌陷区布设 3 个监测点开展地面塌陷监测，同时对矿区土地资源和地形地貌景观进行监测。

敖汉旗自然资源局组织有关专家组成核查组对 2021 年至 2026 年度矿山地质环境治理计划书执行情况进行了现场核查，专家组认为 2021 年至 2026 年度矿山完成了计划书设计的治理工作，其监测记录基本符合年度治理计划书的要求。核查意见书详见附件。

以上治理工程取得的治理效果详见照片 2-10 至 2-19。

**照片 2-10　塌陷坑 1 治理效果**　　**照片 2-11　塌陷坑 2 治理效果**

**照片 2-12　SJ3 工业场地治理效果**　　**照片 2-13　XJ1 废石场治理效果**

**照片 2-14　SJ2 废石场治理效果**　　**照片 2-15　办公区边坡整形种草治理效果**

**照片 2-16　办公生活区 2 种植景观树**　　**照片 2-17　办公生活区 3 种植景观树**

**照片 2-18　选厂绿化**　　**照片 2-19　PD 硐口铁门封堵**

## 三、生态修复治理工程效果评估

### （一）取得成效

通过上期方案的实施，矿山生态修复治理取得了以下成效：

1、监测体系初步建立：建立了地质灾害、含水层、地形地貌景观及土地资源的监测网络，积累了较丰富的监测数据，为后续生态修复工作提供了基础数据支撑。

2、土地复垦成效显著：累计完成复垦面积约 1.3455hm$^2$，废石场、废弃的工业场地等不再利用场地全部完成复垦，恢复为草地。

3、地形地貌景观逐步改善：通过塌陷坑回填、边坡整形、废石清运、场地拆除平整和植被恢复等措施，矿区地形地貌景观得到明显改善，与周边自然景观的协调性逐步增强。

4、治理经验逐步积累：通过多年治理实践，矿山在废石回填利用、边坡整形、植被恢复、监测管护等方面积累了较丰富的实践经验，为本轮方案编制及后续治理工作提供了重要参考。

**（二）存在问题**

根据现场调查，上期方案实施过程中存在以下主要问题：

1、原方案近期规划的部分治理单元未完成治理

经核对原方案近期工作部署，以下近期规划治理单元未按计划完成：

（1）FJ1 工业场地：上期方案设计近期对 FJ1 工业场地进行拆除清理、回填、封堵、整平、覆土、种草，经本次现状调查核实，风井 FJ1 未按设计要求实施回填封堵；场地内现存风机房一座，且建设期形成的土质切坡尚未开展系统性治理，整体修复工程未全面完成。其主要原因是新的开采系统尚未形成，风井 FJ1 作为通风井使用。

（2）SJ2 工业场地：上期方案设计对 SJ2 工业场地进行回填、封堵、垫坡、整平、覆土、种草，现状该场地仅对 SJ2 工业场地进行了回填、封堵、垫坡、整平，未进行覆土种草。

（3）XJ1 工业场地：原方案设计近期对场地进行拆除清理、回填、封堵、整平、覆土、种草。经本次现状调查核实，XJ1 工业场地未进行治理，其主要原因是新的开采系统尚未形成，斜井 XJ1 作为通风井未进行治理。

2、已复垦区域植被恢复效果较差

矿山前期已完成了部分单元的治理工作，主要措施为封堵、回填、整平、垫坡、覆土及恢复植被。经过 1～4 年的恢复，塌陷坑 2、SJ3 工业场地、XJ1 废石场、SJ2 废石场局部区域植被恢复欠佳，植被生长状况整体未达到预期效果，具体表现为：植被覆盖度明显低于周边未扰动区域、部分区域出现近似斑块状裸地，分析为管护措施不到位所致。

3、本方案衔接治理安排

针对上述植被恢复效果不佳的问题，本方案在基建期安排补充完善治理。主要对前期治理的塌陷坑 2、SJ3 工业场地、XJ1 废石场、SJ2 废石场局部区域等治理效果较差区域进行土壤改良和植被重建，具体治理措施包括：对植被覆盖度不达标区域进行松土、追施有机肥培肥改良后补播草籽；治理后按本方案管护标准进行追肥，确保恢复效果。

针对前期遗留的未治理单元，本方案将统一纳入本次生态修复责任范围，并统筹制定系统性修复措施，确保治理全覆盖、无死角。

## 第八节　矿区基本情况调查监测指标

### 一、矿区生态调查与监测指标的确定

#### （一）矿区调查监测情况简述

矿山为已开采矿山，多年来陆续开展了各阶段环境调查与生态监测工作，获取了矿区生态环境的本底数据及动态变化信息。

矿山基建前，2002 年矿山首次系统调查了矿区生态环境本底，包括植被、土壤、野生动物、土地利用等。矿区土壤、地下水、空气和声等各项环境质量监测均符合相关标准要求，为矿山开采前的生态状况提供了基础数据。

2020～2025 年，矿山陆续在采空区对应地表区域布设了地质灾害监测点、地下水监测点、地形地貌景观及土地资源监测点等，积累了连续多年的监测数据。

为编制本方案，2026 年 8 月，我公司再次开展了矿区地质环境调查及取样、土地资源调查及生态环境调查（无人机航拍等），获取了最新的矿区生态本底数据。经与历史资料对比分析，矿区生态系统总体格局保持稳定，未发生明显的生态功能退化。

**（二）矿区监测指标的确定**

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

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

1、矿区开采前监测指标确定：开采前监测属于矿区生态环境本底调查，旨在获取矿业活动开始前的地质环境、土地资源和生态系统基准数据。监测对象以地质环境（地下水环境、土壤环境）、土地资源（土地利用现状、耕地及永久基本农田）和生态系统（地表水、生态系统格局、生态状况、生态系统服务、生态系统质量）三个方面为主，涵盖含水层类型、地下水位、土壤污染项目、土地利用类型及面积、

植被覆盖度、水源涵养量等核心指标。

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

## 二、调查与监测指标

矿山为已开采矿山，根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）要求，本矿山现阶段选择开采前和开采中监测内容及监测指标分列如下。

### （一）开采前调查监测指标

开采前监测属于本底调查，旨在获取矿业活动开始前或复产前的地质环境、土地资源和生态系统基准数据。本矿山为已开采矿山，大部分区域已受到不同程度的采矿活动扰动，但拟建单元在建设前仍处于未扰动状态，需在开工建设前完成本底数据获取。同时，对历史监测中存在的指标缺失或覆盖不全等问题，本次方案编制过程中进行补充完善。

基于上述特点，本矿山开采前监测任务主要包括：

1、已有工程区域本底数据复核：充分利用矿山历年来积累的地质环境监测数据、2021 年《矿山地质环境保护与土地复垦方案》监测成果、《核实报告》水文地质调查数据及本次野外调查成果，对矿区地下水位、水质、土壤环境质量、土地利用现状等已有本底数据进行系统整理和复核。

2、新建单元区域本底数据获取：在拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地等工程开工建设前，完成占地范围内的土壤环境质量、植被覆盖度、植物群落组成及土地利用现状等本底数据采集。

3、历史监测缺失指标补充：针对前期监测中未系统开展的土壤有机质含量、地下水水质背景值、地表水水质背景值、物种多样性等生态监测指标，利用本次野外调查的土壤取样、水样和固体废弃取样成果进行补充完善。

矿区开采前生态修复监测内容与监测指标详见表 2-15。

**表 2-15　矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表**

### （二）开采中调查监测指标

开采中监测旨在动态跟踪矿业活动对地质环境、土地资源和生态系统的实际影响，评价保护预防控制措施的有效性，监测复垦修复工程的实施效果。本矿山开采中阶段包括基建期（2 年）和开采期（7 年），共 9 年。根据各阶段矿业活动特点和生态环境影响方式，开采中监测任务主要包括新建工程扰动监测、采矿活动影响监测、保护预防控制措施效果监测及生态修复工程实施效果监测。

矿区开采中生态修复监测内容与监测指标详见表 2-16。

**表 2-16　矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表**

# 第三章　问题识别诊断及修复可行性分析

## 第一节　问题识别与受损预测

### 一、矿山生态修复区范围

依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》矿山生态修复区范围包括：采矿权范围及采矿活动的影响范围。

1、矿区范围

***矿区面积***km$^2$（***hm$^2$）。

2、矿业活动影响范围

矿业活动影响范围包括现状矿业活动影响范围、《开采方案》设计的拟建设场地范围。

（1）现状矿区外矿业活动影响范围

现状部分矿业活动影响范围位于矿区之外，其中包括：钻机平台部分（0.0681hm$^2$）、西回风井工业场地（0.1252hm$^2$）、新竖井废石场（0.4302hm$^2$）、尾矿库（3.7100hm$^2$）、办公生活区 1（0.2436hm$^2$）、矿区道路大部（1.4177hm$^2$）。矿区外影响占地总面积 5.9948hm$^2$。

（2）《开采方案》设计的拟建设场地

《开采方案》推荐采用竖井加斜坡道联合开拓方式，新建一条竖井、一条斜坡道、一条东进风井；以上三处拟建场地均位于采矿许可证内。

综上所述，本次地质环境影响的修复区面积为矿区范围及现状矿区外矿业活动影响范围，共计 85.8896hm$^2$。

### 二、现状问题

依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求，以下将从矿山场地的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏等问题进行地质环境的现状分析，详述如下：

## （一）地质环境问题现状

1、矿山不稳定地质体

根据现状调查，修复区内无登记在册的地质灾害，且不会对矿山生产建设造成影响。矿区内现状地质灾害主要表现为 4 处地面塌陷（编号为塌陷坑 1、塌陷坑 2、塌陷坑 3、塌陷坑 4）。其中，塌陷坑 1、塌陷坑 2 已完成了回填及生态修复工作，并已通过现场核查；塌陷坑 3、塌陷坑 4 目前尚未进行治理。此外，受原工业场地开挖及废石场堆载等人类工程活动影响，区内形成了 3 处不稳定地质体。上述地质灾害及隐患的发育与人类工程活动密切相关，各不稳定地质体特征详述如下：

（1）地面塌陷

***始建 1999 年，矿山于 2004 年开始正式开采，2007 年 1 月至今现状处于停产状态，矿山历史开采已形成采空区面积约 48881m$^2$，地面发育 4 处（塌陷坑 1、塌陷坑 2、塌陷坑 3、塌陷坑 4），其中，塌陷坑 1、塌陷坑 2 已回填复绿，由于采空区上覆岩土体发生变形、破裂和冒落造成地表变形、塌陷，采空区塌陷呈下窄上宽的漏斗状。危害对象主要为地表岩土体、山坡植被及土地资源；现将两处塌陷坑基本情况详述如下：

①.塌陷坑 3：位于矿区中部 SJ1 场地南部，出露地层为第四系上更新统乌尔吉组（$QP_3^2w$）黄土状亚砂土，不整合覆盖在早三叠世二长花岗岩、花岗岩及侏罗系上统玛尼吐组安山质火山角砾岩之上。塌陷坑平面多呈椭圆形，长轴（直径）9～13m，短轴 6～9m，塌陷深 1.5～5m，为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。现状基本稳定，多年未发生变化，现状塌陷坑尚未对矿山环境造成较大危害，影响较严重。

②.塌陷坑 4：位于塌陷坑 3 东部 9m 处，出露地层为第四系上更新统乌尔吉组（$QP_3^2w$）黄土状亚砂土，不整合覆盖在早三叠世二长花岗岩、花岗岩及侏罗系上统玛尼吐组安山质火山角砾岩之上。塌陷坑平面多呈椭圆形，长轴（直径）7～10m，短轴 6～8m，塌陷深 1～4m，为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。现状基本稳定，多年未发生变化，现状塌陷坑尚未对矿山环境造成较大危害，影响较严重。

**照片 3-1　塌陷坑 3**

**照片 3-2　塌陷坑 4**

**图 3-1　现状矿山采空区地表投影图**

（2）高陡边坡

①边坡 BW1

边坡（BW1）为矿区西部西回风井工业场地东部边坡，场地内设有竖井（SJ1）、卷扬机房、宿舍（1 层）等建筑，边坡特征详见下表：

**表 3-1　BW1 不稳定地质体特征一览表**

**照片 3-3　边坡（BW1）**

②边坡 BW2

边坡 BW2 为矿区西部新竖井废石场边坡，边坡特征详见下表：

**表 3-2　BW2 不稳定地质体特征一览表**

**照片 3-4　潜在不稳定地质体 BW2**

③边坡 BW3

边坡 BW3 为矿区西北部办公生活区 1 北部切坡，场地内含：办公楼、食堂、宿舍及 PD1 等，PD1 现状已封堵，并在平硐上方的边坡区域已进行了混凝土喷浆处理，边坡特征详见下表：

**表 3-3　BW3 不稳定地质体特征一览表**

**照片 3-5　潜在不稳定地质体 BW3**

2、不稳定地质体现状评估小结

综上所述，矿区内现状地质灾害以 4 处地面塌陷为主。其中，塌陷坑 1、2 已完成回填复绿工程并通过核查；塌陷坑 3、4 现状条件下

对地质环境影响较严重。此外，受原工业场地开挖及废石场堆载影响，形成了 3 处高陡边坡，现状对地质环境影响较严重。综上所述，矿区现状不稳定地质体影响较严重。

2、地形地貌景观破坏现状

参考国家和地方相关部门规定的划分标准，将地形地貌景观破坏程度等级数确定为 3 级标准，分别定为：较轻、较严重、严重。可以定义如下：

a）较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

b）较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

c）严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

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

挖损、压占破坏地形地貌景观程度评价因素等级标准见表 3-4。

**表 3-4　地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表**

**表 3-5　地形地貌景观破坏程度评分界线表**

现状矿山对地形地貌景观破坏影响的地表工程单元主要为：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。场地建设破坏了原有的地形地貌景观和地表植被，各单元详述如下：

**（1）钻机平台（PT1-PT19）**

该场地为地质勘查施工的探矿工程，主要分布于矿区南部，共 19

个平台，占地面积 0.6448hm$^2$，平台长约 10.8-53.9m，宽约 7.5-23.1m，深度 0.4-1.3m，总挖方量 4608m$^3$，场地开挖破坏了地形地貌景观和植被（场地地貌详见照片如下）。

**表3-6　钻机平台19处（PT1-PT19）特征表**

| 编号 | 长 | 宽 | 挖损深度 | 面积（hm$^2$） | 挖方量（m$^3$） |
|---|---|---|---|---|---|
| PT1 | 21.9 | 8.0 | 0.6 | 0.0175 | 105 |
| PT2 | 14.2 | 9.8 | 0.4 | 0.0139 | 56 |
| PT3 | 13.2 | 10.8 | 0.8 | 0.0142 | 114 |
| PT4 | 15.8 | 10.8 | 0.5 | 0.0171 | 86 |
| PT5 | 44.2 | 19.8 | 0.8 | 0.0875 | 700 |
| PT6 | 20.8 | 12.8 | 1.0 | 0.0266 | 266 |
| PT7 | 33.7 | 18.0 | 1.2 | 0.0607 | 728 |
| PT8 | 12.5 | 7.5 | 1.0 | 0.0094 | 94 |
| PT9 | 13.4 | 8.1 | 0.8 | 0.0109 | 87 |
| PT10 | 32.1 | 20.1 | 0.5 | 0.0644 | 322 |
| PT11 | 16.2 | 10.4 | 1.3 | 0.0169 | 220 |
| PT12 | 10.8 | 8.0 | 1.1 | 0.0086 | 95 |
| PT13 | 17.7 | 11.6 | 0.4 | 0.0206 | 82 |
| PT14 | 25.8 | 15.6 | 0.5 | 0.0403 | 202 |
| PT15 | 10.9 | 10.4 | 0.6 | 0.0113 | 68 |
| PT16 | 25.4 | 23.1 | 0.4 | 0.0588 | 235 |
| PT17 | 23.6 | 16.5 | 0.5 | 0.0390 | 195 |
| PT18 | 53.9 | 17.6 | 0.7 | 0.0949 | 664 |
| PT19 | 22.5 | 14.3 | 0.9 | 0.0322 | 290 |
| **合计** | | | | **0.6448** | **4608** |

**表 3-7　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**PT1　　PT2**
**PT3、PT5　　PT4**
**PT6　　PT7**
**PT8　　PT9**
**PT10　　PT11**
**PT12、PT13　　PT14**
**PT15　　PT16**
**PT17　　PT18**
**PT19**

**照片 3-6　钻机平台**

**（2）塌陷坑 3**

位于 SJ1 场地南部周边区域，占地面积 0.0120hm$^2$，近似椭圆形，长轴（直径）9～13m，短轴 6～9m，塌陷深 1.5～5m，均为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。坑内杨树等植被生长较好，现状基本

稳定，多年未发生变化，场地建设破坏了地形地貌景观和植被（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-8　地形地貌景观破坏程度评价表（塌陷）**

**照片 3-7　塌陷坑 3**

**（3）塌陷坑 4**

位于 SJ1 场地南部周边区域，占地面积 0.0077hm$^2$，近似椭圆形，长轴（直径）7～10m，短轴 6～8m，塌陷深 1～4m，均为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。坑内杨树等植被生长较好，现状基本稳定，多年未发生变化，场地建设破坏了地形地貌景观和植被（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-9　地形地貌景观破坏程度评价表（塌陷）**

**照片 3-8　塌陷坑 4**

**（4）主竖井工业场地**

场地位于矿区中部，占地面积 0.5861hm$^2$，场地内设有：主竖井和一处房屋，建筑为砖混结构，建筑高度约 2.5m，建筑面积约为 12m$^2$，现状主竖井井架已拆除，井口周边设置防护栏。井深为 160m，井口净断面规格为 2.2×2.0m。场地南侧存在切坡，切坡长度 86m，坡高 1-3m，坡度约 30°，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-10　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-9　主竖井工业场地**

**照片 3-10　主竖井井口**

**照片 3-11　主竖井场地**

**（5）西回风井工业场地**

西回风井工业场地位于矿区西北部，占地面积 0.5592hm$^2$，场地内设有新竖井、卷扬机房、宿舍（1 层），建筑物面积为 583m$^2$，建筑物高度 5m，新竖井井深为 267m，净断面规格为 2.4×2.2m。场地北侧存

在切坡，北侧切坡相对较缓，切坡长度 62m，坡高 1-3m，坡度约 35°。场地东部切坡较陡，形成了不稳定地质体（BW1），边坡坡脚高程***，坡顶高程***。坡高 6-9m，平面呈矩形，总体坡向 283°，坡度约 65°，长约 60m。场地建设破坏了地形地貌景观和植被（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-11　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-12　西回风井工业场地**

**照片 3-13　西回风井工业场地（近景）**

**（6）FJ1 工业场地**

场地位于主竖井工业场地西侧，占地面积 0.1398hm$^2$，FJ1 井深为 75m，净断面规格为 2.0×2.0m，场地内风机房占地面积 16m$^2$，高度 2m，场地建设过程中形成一处土质切坡，切坡长约 50m，高度 0.5-1.0m，坡角 10°-45°。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-12　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-14　FJ1 工业场地**

**照片 3-15　FJ1 工业场地（近景）**

**照片 3-16　FJ1 井口**

**（7）XJ1 工业场地**

场地位于主竖井西南侧，占地面积 0.1500hm$^2$，主要包括：XJ1、值班室（1 层）、仓库（1 层）。井口规格为净断面 2.2m×2.2m，井深 50m，场地内建筑物面积为 150m$^2$，高度 2.5m，场地东南侧存在一处切坡，切坡长约 30m，坡角 30-40°，边坡高约 1-3m。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-13　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-17　XJ1 工业场地**

**照片 3-18　XJ1 工业场地切坡**

**照片 3-19　XJ1 工业场地切坡**

**（8）SJ1 场地**

该场地坐落于主竖井工业场地东侧，占地面积 0.0354hm$^2$，场地内 SJ1 井深 50m，净断面规格为 2.0m×2.0m，现状井口未采取封堵措施。该场地后期不再利用。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-14　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-20　SJ1 场地**

**（9）SJ2 场地**

该场地坐落于 XJ 工业场地东侧，占地面积 0.0126hm$^2$，场地内的 SJ2 已完成封堵，但场地未覆土恢复植被，该场地后期不再利用。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-15　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-21　SJ2 场地**

**（10）新竖井废石场**

该场地位于矿区外西部，与西回风井工业场地毗邻，占地面积 0.4302hm$^2$，主要为西回风井掘进产生废石的排放场地，结构松散，堆积坡面坡度 30-35°，总体坡向 283°，一般高度约为 4-10m。现状总堆方量 5892m$^3$，底部无拦挡工程措施，堆料现状基本稳定，未产生垮塌、滑坡等现象。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-16　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-22　新竖井废石场**

**图 3-2　新竖井废石场三角网方量计算图**

**（11）炸药库**

场地位于矿区北东部，占地面积 0.1113hm$^2$，场地内设有：炸药库、雷管库、值班室等，场内建筑均为砖混结构，建筑高度 2.5m，总建筑

面积为 450m$^2$。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-17　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-23　炸药库**

**（12）地磅房**

场地位于办公生活区 3 北东侧，占地面积 0.0186hm$^2$，场地内建设有：配电房、地磅等设施，场内建筑均为砖混结构，总建筑面积为 200m$^2$。建筑高度约 2.5m，场地两侧均已进行浆砌石护坡，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-18　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-24　地磅房**

**（13）门卫**

场地位于矿区南东部，占地面积 0.0081hm$^2$，场地建筑为砖混结构，建筑高度约 2.5m，建筑面积约为 30m$^2$。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-19　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-25　门卫**

**（14）排水场地**

该场地位于矿区北部，占地面积 0.0350hm$^2$，主要功能为收集并导排周边区域的雨水及洪水。场地内设有：水管、泵房等，场地建筑为砖混结构，建筑高度 2.5m，建筑面积约为 67m$^2$。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-20　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-26　排水场地**

**（15）选厂**

场地位于矿区北部，占地面积约为 1.0391hm$^2$。场地内含：厂房、化验室、库房、宿舍等，建筑物面积 0.8358hm$^2$，平均高度约 8m，地

表平整度<10°，地表较为平缓，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-21　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-27　选厂**

**（16）尾矿库**

场地位于矿区北部，占地面积约为 4.0175hm$^2$。属沟谷型尾矿库，尾矿坝总堆高为 12.0m，坝体为梯形坝，坝体长约 110m，堆坝平均坡度为 45°，坝体为混凝土，现状坝体运营正常，结构完整、墙身及墙背地面未发现裂缝、沉降缝错位的变形迹象。尾矿库已按相关部门要求进行了防渗处理，底部铺设高密度聚乙烯膜进行防渗。现状库容 8.56×10$^4$m$^3$。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-22　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-28　尾矿库**

**（17）办公生活区 1**

办公生活区 1 位于矿区北西角，部分区域延伸至矿区范围外，占地面积为 0.8434hm$^2$。场地包括：办公楼、食堂、宿舍及 PD1 等。目前场地地面已完成硬化处理。场地内建筑为砖混结构，其中主体办公楼建筑物高约为 8.5m，其他房屋 2.5-3.5m，总建筑面积约 1100m$^2$。平硐 PD1 位于办公楼东则，其净断面规格为 2.8×2.4m，掘进长度为 35m，硐口两侧采用浆砌石简易墙体护坡，当前硐口通过铁皮门帘进行了封堵。地表平整度<10°，地表较为平缓，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-23　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-29　办公生活区 1**

**照片 3-30　办公生活区 1 内 PD1**

**照片 3-31　办公生活区 1 内高陡边坡**

**（18）办公生活区 2**

办公生活区 2 位于矿区北部，占地面积为 0.4044hm$^2$。场地内建筑为砖混结构，现用于存放设备等使用，建筑高度 3.5m，总建筑面积约为 800m$^2$，场地北西侧存在一处切坡，切坡长约 59m，坡角 30-40°，边坡高约 1-3m。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-24　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-32　办公生活区 2**

**照片 3-33　办公生活区 2 后缘边坡**

**（19）办公生活区 3**

该场地坐落于办公生活区 2 东侧，占地面积为 0.6347hm$^2$。目前，场地西侧原有两处房屋已完成拆除作业，场地东侧现存一处房屋，为矿山员工宿舍，砖混结构，建筑高度 3.5m，总建筑面积约为 500m$^2$。场地东侧存在一处切坡，切坡长约 149m，坡角 30-40°，边坡高约 1-5m。场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-25　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-34　办公生活区 3**

**（20）矿区道路**

连接各个场地之间的道路、供矿石、废石、材料等运输。占地面积 3.0493hm$^2$。矿区道路为土石路，道路总长 4470m，宽 3-5m。平均宽度约 3m，矿区内的道路在修建时部分路段造成了切坡，主要分布在办公生活区 2 至西回风井工业场地沿线，长度约 300m，切坡高约 1-3m，坡角 5°-70°，则切坡路段的面积为 900m$^2$。大部分道路位于平缓地势处，无较大切挖工程。场地建设破坏了地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-26　地形地貌景观破坏程度评价表（压占）**

**照片 3-35　矿区道路**

（21）其他区域

其他区域面积 73.1504hm$^2$，无破坏的土地，地形植被均保持原有自然状态，未受到矿山建设导致的地形地貌自然景观影响。

依据各项评估因子对矿区内各场地综合评分，对各场地的地形地貌景观影响现状评估如下，详见表 3-27。

**表 3-27　现状地形地貌景观破坏程度评分结果表**

综上所述，现状条件下尾矿库对地形地貌影响严重；钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑3、塌陷坑4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1工业场地、XJ1工业场地、SJ1场地、新竖井废石场、炸药库、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区1、办公生活区2、办公生活区3、矿区道路对地形地貌影响较严重；SJ2场地、地磅房、门卫及其他区域对地形地貌影响较轻。

3、含水层破坏现状

（1）含水层结构破坏

根据《核实报告》，修复区内含水层主要为基岩裂隙水，地下水含水层标高***。矿区采矿许可证开采标高为***，现状矿山已开拓 4 个中段，四中段标高为***，矿体开采已揭穿含水层，开采矿体大部分位于地下水水位以下，但其含水层富水性弱，矿区含水层与区域性主要含水层的水力联系不密切，故现状矿山开采对含水层结构的破坏程度为较严重。

（2）矿坑疏干排水对含水层影响

矿山现状最低开采标高已在地下水位之下，但基岩裂隙水富水性弱，不是区域主要含水层，与周边地区主要供水含水层（第四系孔隙水）水力联系不密切，疏干水量较小，疏干的影响范围有限。现状矿山处于停产状态，未进行疏干排水，对区域性重要含水层影响较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响现状分析

矿区及周围无地表水体，据实地调查，现状矿山处于停产状态，无大量抽取地下水行为，且未进行疏干排水，对矿区及附近村庄居民生产生活用水影响小。

综上所述，现状条件下矿山开采对含水层结构造成破坏，影响程度较严重；现状矿山处于停产状态，未进行疏干排水，对区域性重要含水层影响较轻；对地下水水位及附近水源影响较轻。根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T223-2011）附录 E 之规定，现状评估采矿活动对含水层结构的影响和破坏程度较严重。

4、现状地质环境问题小结

通过上述对矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、矿区含水层破坏三点进行分析，现状对地质环境问题评价如下表：

**表 3-28　现状地质环境问题评价表**

## （二）土地资源损毁问题现状

1、土地损毁程度评价指标

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦条例》，土地损毁程度预测等级确定为三级标准，分别为：轻度，中度，重度。

关于土地损毁程度划分指标，除了煤矿井工开采有确切的评价指标和评价体系外，对于其他损毁土地的评价因子尚没有具体的评价指标体系。参考以往众多单位编写的土地复垦方案，选用如下划分标准。

压占土地按照压占面积、边坡坡度、堆积高度、复垦难度等；挖损损毁按照挖损面积、挖损深度、挖损边坡角、积水情况等进行土地程度分级，见下表 3-29。

**表 3-29　土地损毁程度评价因素及等级标准表**

**表 3-30　土地损毁程度评分界线表**

2、土地损毁现状评估

（1）土地损毁程度评价现状

根据实地调查，现状矿山主要损毁土地单元包括：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。总面积为 12.7392hm$^2$。各单元损毁土地程度评价结果如下表：

**表 3-31　土地损毁程度评价表（压占）**

**表 3-32　土地损毁程度评价表（挖损）**

**表 3-33　土地损毁程度评价表（塌陷）**

（2）土地损毁程度评价结果

1）钻机平台（PT1-PT19）

占地面积 0.6448 hm$^2$，损毁土地类型为旱地 0.0384hm$^2$、乔木林地 0.2022hm$^2$、其他林地 0.2914hm$^2$、其他草地 0.0363hm$^2$、采矿用地 0.0765hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

2）塌陷坑 3

占地面积 0.0120hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0120hm$^2$，损毁类型为塌陷，损毁程度为中度受损。

3）塌陷坑 4

占地面积 0.0077hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0077hm$^2$，损毁类型为塌陷，损毁程度为中度受损。

4）主竖井工业场地

占地面积 0.5861 hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.2609hm$^2$、采矿用地 0.3252hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

5）西回风井工业场地

占地面积 0.5592hm$^2$，损毁土地类型为其他草地 0.0694hm$^2$、采矿用地 0.4898hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为重度受损。

6）FJ1 工业场地

占地面积 0.1398hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.1398hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

7）XJ1 工业场地

占地面积 0.1500hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.1500hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

8）SJ1 场地

占地面积 0.0354hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0354，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

9）SJ2 场地

占地面积 0.0126hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0126hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为轻度受损。

10）新竖井废石场

占地面积 0.4302hm$^2$，损毁土地类型为其他草地 0.0221hm$^2$、采矿用地 0.4081hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为重度受损。

11）炸药库

占地面积 0.1113hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.1113hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

12）地磅房

占地面积 0.0186hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.4682hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为轻度受损。

13）门卫

占地面积 0.0081hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0081hm$^2$，损毁

类型为压占，损毁程度为轻度受损。

14）排水场地

占地面积 0.0350hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.0157hm$^2$、其他草地 0.0193hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

15）选厂

占地面积 1.0391hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.1455hm$^2$、其他林地 0.0398hm$^2$、其他草地 0.1213hm$^2$、采矿用地 0.6874hm$^2$、农村宅基地 0.0451，损毁类型为压占，损毁程度为重度受损。

16）尾矿库

占地面积 4.0175hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.0127hm$^2$、灌木林地 0.0135hm$^2$、其他林地 1.1096hm$^2$、其他草地 1.0969hm$^2$、采矿用地 1.7848hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为重度受损。

17）办公生活区 1

占地面积 0.8434hm$^2$，损毁土地类型为其他草地 0.0005hm$^2$、采矿用地 0.8247hm$^2$、农村道路 0.0182hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

18）办公生活区 2

占地面积 0.4044hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.0002hm$^2$、其他草地 0.0634hm$^2$、采矿用地 0.3408hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

19）办公生活区 3

占地面积 0.6347hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.1330hm$^2$、其他林地 0.1143hm$^2$、其他草地 0.0261hm$^2$、采矿用地 0.3613，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

20）矿区道路

占地面积 3.0493 $hm^2$，损毁土地类型为旱地 0.4139$hm^2$、乔木林地 0.1275$hm^2$、灌木林地 0.3235$hm^2$、其他林地 1.03501$hm^2$、其他草地 0.2462$hm^2$、采矿用地 0.4026$hm^2$、农村道路 0.5006$hm^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

**表 3-34　现状各损毁单元已损毁土地面积及地类统计表**

## （三）生态受损与退化问题现状

生态系统退化主要为：植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失以及水环境污染等问题。

1、生态损毁现状问题及评价

（1）植被损毁

矿区位于敖汉旗萨力巴乡***，经现场调查，现状矿区植被损毁总面积 12.7392$hm^2$，矿区及周边植被类型属于暖温型草原带-典型草原亚带，植物种类较丰富，矿区内植被类型为乔木、灌木及草本植物，乔木主要以杨树、榆树为主；灌木以山杏、沙棘为主，草本植物多为羊草、狗尾草、铁杆蒿等。这些是典型的草原生态系统物种，适应贫瘠土壤和低降水环境。

**照片 3-36　矿区植被损毁情况典型照片**

矿山建设对矿区植被损毁方式包括：根系挖掘破坏、表土机械碾压和废弃物覆盖掩埋、化学污染、水文干扰五大类。①.根系挖掘破坏是在矿区基建或开采准备阶段，机械设备剥离表土以暴露矿层，导致浅根植被（如羊草、狗尾草以及蒿属类）的根部暴露、断裂或移除，形成植被真空区；②.表土机械碾压是矿区施工和运输过程中，重型机械反复碾压表土，导致土壤板结，植被茎叶折断、根系压缩，进而水分渗透减少、氧气交换受阻；③.堆积物覆盖是指矿区开采产生的废石或剥离表土堆积于原生植被上，形成覆盖层，阻挡阳光和空气，导致底层植物光合受阻、根系窒息，最终枯萎死亡，新植被因覆盖物缺乏

养分和排水不良导致生长迟缓；④.化学污染是指矿区排放的重金属（如铅、汞）渗入土壤，抑制植物酶活性，导致叶黄化或死亡，影响这些草本植物的生殖力；⑤.水文干扰是指抽排水改变地下水位，造成植被干旱或淹没，易导致群落退化。

**表 3-35　植被损毁因素标准表**

**表 3-36　植被损毁程度评分界线表**

现状对矿区植被功能造成损毁的单元有：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3 及矿区道路。各单元植被损毁程度现状评分如下：

**表 3-37　植被损毁程度现状评分表**

综上所述，经比对植被损毁因素标准表计算后得出：选厂、尾矿库、新竖井废石场植被损毁程度为重度损毁；钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3 及矿区道路植被损毁程度为中度损毁；FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地植被损毁程度为轻度损毁。

（2）土壤污染

①.土壤环境现状分析

依据 2026 年 1 月，***出具的《检测报告》资料，在矿区林地、矿区耕地、废石场上风（西北）、废石场下风（东）、选矿厂上风向（西北）、选矿厂下风（东）、选矿厂下风（南）、尾矿库上风（北）、尾矿库下风（东）、尾矿库下风（南）采集共 15 个土壤样进行土壤检测，其检测结果均在标准值之内，其他项均未检出。满足

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB 36600-2018）第二类用地筛选值和《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值，采矿活动对土壤环境污染影响程度“较轻”。其检测结果详见下表：

**表 3-38　土壤检测结果（矿区林地）**

表 3-39　土壤检测结果（矿区耕地）

**表 3-40　土壤检测结果（废石场上风向（西北））**

**表 3-41　土壤检测结果（选矿厂上风向（西北））**

**表 3-42　土壤检测结果（尾矿库上风向（北））**

②.废石浸出污染

依据 2026 年 1 月，***出具的《检测报告》资料，在矿区矿区西北部新竖井废石场及尾矿库分别取样对固体废物浸出液进行检测，依据《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）及《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020），从检测结果表可以看出，该矿山废石场和尾矿库固体废物浸出液中铜、铅、锌、镉、砷、六价铬、汞、镍、总铬、氟化物浓度均未超过标准限值，pH 值处于中性范围，不具有浸出毒性和腐蚀性危险特性。判定该固体废物为第 I 类一般工业固体废物，可按第 I 类场进行贮存和填埋管理。但建议关注氟化物的长期累积影响，并加强酸性条件下污染物溶出的跟踪监测。其检测结果详见下表：

**表 3-43　废石场固体废物浸出液检测结果表**

**表 3-44　尾矿库固体废物浸出液检测结果表**

综上所述，现状采矿活动对土壤污染影响程度较轻。

（3）生物多样性变化

矿区现状工程活动造成的植被损毁面积共计 12.7392hm$^2$，损毁土地类型涵盖旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地及农村道路等，矿山开采对区域生物多样性局部产生局部影响。

原生植被群落的破坏与生境碎片化，导致依赖林地、草地生态系统的小型哺乳动物、鸟类及昆虫种群数量减少，生物量的减少、生境破碎、人类活动，向周边的分布区迁移。但因影响范围有限，经评估采矿活动未致使生物多样性造成丧失。其影响程度为较轻。

（4）水土流失

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190－2007），矿区在全国各级土壤侵蚀类型区的范围划分上属于北方土石山区，容许土壤流失量为 200t/(km$^2$•a)，现有场地大部分水土流失远小于 200t/(km$^2$•a)，依据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）中的《水力侵蚀强度分级表》，各地表单元水土流失程度属于轻微。

（5）水环境污染

依据 2025 年 9 月 5 日，***及 2026 年 1 月 13 日***出具的《检测报告》，分别在矿区尾矿库上游(SY1)、尾矿库下游 1 号(SY2)、尾矿库下游 2 号(SY3)、矿井地下水（编号 25559SZ01）、矿山水源井（编号 25559SZ01）、前白土营子水井（编号 25559SZ03）、后白土营子水井（编号 25559SZ04）进行地下水取样检测，根据检测结果，除个别样品总硬度、溶解性总固体、氟化物、硫酸盐超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准以外，其余各项指标全部满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准，检测结果详见表 3-28、表 3-29。

本次地下水监测结果显示，个别样品中总硬度、溶解性总固体、氟化物、硫酸盐四项指标超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准限值。上述指标超标的原因具有多重性：一方面矿区地处内蒙古赤峰市敖汉旗二长花岗岩分布区，该区地处老哈河以东、孟克河流域的低山丘陵区，基岩以燕山期中酸性侵入岩（二长花岗岩、黑云

母花岗岩）为主—此类岩体是全地壳含氟最高的岩类之一，造岩矿物黑云母、角闪石、钾长石及副矿物萤石（$CaF_2$）等提供了充足氟源；在半干旱气候（年均降雨约 300-400mm、蒸发约 2000mm）条件下，硅酸盐风化持续释氟，加之方解石沉淀和黏土阳离子交换消耗 $Ca^{2+}$，解除了 $CaF_2$ 对氟的抑制，使 $F^-$ 在弱碱性（pH7.5-8.8）、径流滞缓的裂隙水中不断累积，这一成因链条已被《敖汉旗区域水文地质调查报告》（1998 年内蒙古第十地勘院）和《孟克河流域高氟环境成因研究》等区域调查明确确认。另外强烈的蒸发浓缩叠加基岩裂隙水长路径滞留，使溶解性总固体（TDS）天然升高。总硬度超标源于二长花岗岩风化释放 $Ca^{2+}$、$Mg^{2+}$，在蒸发浓缩驱动下可超过III类限值。另一方面，矿山开采活动可能通过破坏含水层结构、改变地下水动力场、硫化物矿物氧化产生酸性废水、以及矿井涌水和采场淋滤入渗等途径，进一步加剧或直接导致上述指标浓度升高。鉴于天然背景值与矿山开采扰动因素相互叠加，仅凭单次监测数据难以准确区分两者的贡献程度，建议矿山在后期管护期间加强地下水长期监测，重点在矿区上游布设背景对照井、下游布设污染监控井，每年开展一次水质与水位监测，持续跟踪总硬度、溶解性总固体、氟化物、硫酸盐等指标的变化趋势，结合历史背景数据进行对比分析，以便及时识别污染风险并采取相应的管控措施。

**表 3-45　地下水检测结果表**

**表 3-46　矿井地下水检测结果表**

依据以上检测结果，现状条件下，矿山采矿活动对水环境污染影响较轻。

2、生态系统受损现状综合评价

参照《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）相关规范，矿区现状生态受损与退化问题评价见表 3-47。

**表 3-47　现状生态受损与退化问题评价表**

## 三、受损预测

（一）生产工艺流程

根据矿山资源条件、开采技术条件，遵循建设规模与资源储量以及经济合理服务年限相匹配等原则，同时兼顾矿山开发的外部条件、产品市场容量等，《开采方案》推荐矿山生产规模为 50 万吨/年（地下开采）；产品方案为铜精矿。

根据《开采方案》，矿山生产工艺流程为：建井（破坏土地资源及地形地貌景观）→表土及废石排放（压占土地资源，影响地貌景观协调性）→井下巷道开拓→废石及夹石集中堆存（废石堆积压占土地资源，影响地貌景观协调性）→矿石运输（运往选矿厂）（场地建设压占土地资源，破坏地形地貌景观）→矿石出售。

**图 3-3　采矿生产工艺流程图**

（二）地质环境受损预测

1、采矿活动引发的不稳定地质体预测

（1）地面塌陷

根据《开采方案》，后期矿山生产活动可能引发的地质灾害与安全隐患主要包括两类：一是地下采空区导致的地面塌陷及其可能引发的次生地质灾害；二是现状工业场地开挖及废石场堆载等人类工程活动影响，形成的不稳定边坡。其详述如下：

（1）采空塌陷及由其引起的次生地质灾害

依据《开采方案》设计，该矿区为地下开采，主体采矿方法为分段空场嗣后充填采矿法，辅以上向水平分层充填采矿法，现状矿山已形成采空区，虽然矿山采用嗣后充填，但仍不能完全排除出现采空塌

陷的可能，后期矿体矿石全部采出后采空区面积将进一步增大，原岩应力平衡遭到损毁，使围岩发生变形、位移、开裂和塌陷，甚至产生大面积移动，当岩石移动达到极限时，围岩应力平衡遭到损毁即会发生塌陷，地表将产生变形和移动，形成塌陷盆地和塌陷坑。依据《核实报告》（***），矿区共圈定 14 条矿体，编号分别为 1、1-1、1-2、2、2-1、3、3-1、4、4-1、4-2、5、5-1、5-2 及 6 号矿体，其中 1 号矿体规模最大，为主矿体，以下将对 1 号矿体采深采厚比进行计算。

**表 3-48　1 号矿体采深采厚比计算表**

| 矿体编号 | 矿体倾角(°) | 矿体采深(m) | | 矿体厚度(m) | 采深采厚比 q |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 最大 | | |
| 1 | 63 | 0 | 316 | 10.70 | 0-29.53 |

①地面塌陷区范围确定

依据《岩土工程手册》（中国建筑工业出版社，1995 年），当采深采厚比 q≤30 时，地表将出现大的裂缝或沉陷坑，易出现非连续的地表移动或变形；当 q＞30 时，地表不出现大的裂缝或沉陷坑，即出现连续的有规律的地表移动和变形，可能产生较小范围沉陷。由计算结果可知，1 号矿体在充分采动后可能引发地面塌陷地质灾害。根据矿体的地质特征即厚度、矿体倾角、地形坡度等，采用如下公式进行计算和圈定塌陷范围。

$$AC=\frac{30\cdot M}{\tan\alpha+\tan\beta}-\frac{B}{\tan\alpha+\tan\beta}$$

其中，AC：采深采厚比值 q=30 的界线（由矿顶水平投影处起算）；

M：矿体厚度；

α：矿体倾向方向地形坡度角（矿体倾向和地形下坡方向相反时 tanα取正值，反之取负值）；

β：矿体倾角；

B：矿体顶端埋深。

**表 3-49　地面塌陷范围计算表**

| 矿体号 | 矿体长度（m） | 矿体埋深（m） | | 地形坡度角α(°) | 矿体平均倾角β(°) | 采矿最大厚度（m） | 影响范围AC(m) | 岩移范围（$m^2$） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最小 | 最大 | | | | | |
| 1 | 860 | 0 | 316 | 25 | 63 | 10.70 | 132.16 | 113658 |

②.地表最大下沉值预测

地表最大下沉值：W=Mq/cosα(单位：m)；

M：矿体厚度；

q：下沉系数(q 取 0.3)；

α：矿体倾角；

最大下沉值计算见下表 3-50。

**表 3-50　下沉值计算表**

| 矿体编号 | 矿体厚度(m) | 矿体平均倾角α(°) | 矿体最大倾角β(°) | Cosα(平均) | Cosα(最大) | q | 平均下沉值 W(m) | 最大下沉值 W(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10.70 | 63 | 65 | 0.4540 | 0.4226 | 0.3 | 7.07 | 7.60 |

因该矿山已生产多年，现状已形成采空区，故本次地面塌陷区预测将结合现状采空区及开采方案圈定的地表岩移范围进行预测，预测地面塌陷区最终面积为 33.0117$hm^2$，平均下沉深度 7.07m，最大下沉深度 7.60m。其表现为在地表可能形成不规则塌陷坑及伴生裂缝，塌陷坑主要沿矿体走向附近分布。地面塌陷灾害未影响到村庄、居民聚居区；矿山后期规划新建的竖井工业场地、斜坡道工业场地、东风井工业场地等均选址于预测塌陷范围边界以外，现有主竖井工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、XJ1 工业场地均位于预测塌陷区范围内，待矿山新的开采系统完成将对其废弃治理。因此塌陷区内的危害对象主要为：放牧的村民，矿山工作人员和当地耕种村民，预测受威胁人数 10~100 人。经统计，预测地面塌陷区拟损毁土地面积 33.0117$hm^2$，损毁地类包括：旱地（9.0515$hm^2$）、乔木林地（4.2960$hm^2$）、其他林地（17.0926$hm^2$）、其他草地（0.7671$m^2$）采矿用地（1.3192$hm^2$）及农村道路（0.4853$hm^2$）。

参照《内蒙古自治区征地区片综合地价》（2024 年），敖汉旗萨力巴乡***的征地区片综合地价为：耕地 19621 元/亩，林地 5714 元/亩，草地 2843 元/亩。据此估算预测塌陷区内的潜在经济损失约为 452 万元。预测造成经济损失 100 至 500 万元。

根据中华人民共和国国家标准《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021），预测未来采矿活动可能引发采空塌陷及由其引起的次生地面沉陷地质灾害，主要影响其中的自然生态、采矿作业机械和附近部分活动其中的居民和工作人员，预测危害程度中等，对地质环境影响较严重。

**表 3-51　地质灾害危害程度分级表**

**图 3-4　预测地面塌陷区与采空区相对平面位置图**

（2）高陡边坡

①、地表工业场地建设形成的高陡切坡

现状地表工业场地建设已存在两处高陡边坡，分别为西回风井工业场地东部边坡（BW1）和办公生活区 1 北部边坡（BW3）。依据《开采方案》设计，矿山未来开采还需三处工业场地，分别为：拟建竖井工业场地（BW4）、拟建斜坡道工业场地（BW5）及拟建东风井工业场地（BW6）。鉴于上述拟建场地现状地形较陡，预测工程建设过程中切坡放坡将产生新的高陡边坡。以上各场地危害对象为工业场地、过往车辆、行人、施工场地内的施工人员、机械等，其受威胁人数 10-100 人之间，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，预测危害程度中等。各场地工程地质特征详见下表。

②、废石场不稳定斜坡

现状不稳定地质体（BW2）为矿区西部新竖井废石场边坡，该废石场，后期随着矿山开采形成采空区后，及时清运回填，不会再在该场地排放弃土废石，现状堆积体呈土状和碎屑状，结构松散，力学强

度低。底部无拦挡工程措施，如矿山不及时清理，预测边坡稳定性为欠稳定，易形成滑坡等地质灾害，其可能性中等。各场地工程地质特征详见下表。

## 表 3-52　不稳定地质体特征一览表

| 不稳定地质体边坡类型 | 编号 | 位置、形态、规模 | 形成主要原因 | 边坡结构特征 | 边坡类型及破坏形式 | 边坡稳定性及发展趋势预测 | 危害程度、危险性 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 地表工业场地建设形成的高陡切坡 | 西回风井工业场地东部边坡 BW1 | 位于矿区西部西回风井工业场地，坡高6-9m，平面呈矩形，总体坡向283°，平均坡度约70°，局部近似直立。长约60m。 | 建设西部西回风井工业场地形成的切坡 | 该边坡为土岩混合边坡，边坡上部岩性为第四系上更新统乌尔吉组黄土状亚砂土，下部为早三叠世二长花岗岩。 | 强风化至中等风化岩质边坡，破坏形式为崩塌、掉块型。 | 边坡上段覆黄土状亚砂土，结构疏松，是稳定性最差地段，中、下段强风化花岗岩，岩石较破碎，破碎岩体强度较低，但稳定性较好，在自然状态下，虽产生整体失稳或大部分边坡失稳的可能性小，但边坡高陡，在应力作用下存在潜在滑动面，尤其在边坡上部区段易诱发小规模崩塌、掉块等失稳现象的可能性中等。 | 危害对象为西部西回风井工业场地、过往车辆、行人、施工场地内的施工人员、机械等，其受威胁人数 10-100 人之间，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，预测危害程度中等，影响较严重。 |
| | 办公生活区 1 北部边坡 BW3 | 矿区西北部办公生活区 1 北部切坡，平面呈圆弧形，总体坡向 190°，坡度约 70°，长约 65m，一般高度约为 6-10m。 | 建设办公生活区 1 时形成的切坡 | 该边坡为土岩混合边坡，上部岩性为第四系上更新统乌尔吉组黄土状亚砂土，下部为早三叠世二长花岗岩。 | 强风化至中等风化岩质边坡，破坏形式为崩塌、掉块型。 | 边坡岩土体结构垂向分异明显：上部覆盖层为黄土状亚砂土，结构疏松，构成边坡的薄弱层段；中下部为强风化花岗岩，虽岩体较破碎、力学强度偏低，但整体完整性相对较好。综合判定，边坡在自然工况下发生整体失稳或大范围破坏的概率较低。但是，受高陡地形及应力集中影响，边坡内部仍存在潜在不利结构面，其中上部黄土段在降雨或震动工况下，易发生小规模崩塌、掉块的风险等级为中等。 | 危害对象为该边坡下部的办公生活区 1、过往车辆、行人等，其受威胁人数 10-100 人之间，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，预测危害程度中等，影响较严重。 |
| | 拟建竖井工业场地（BW4） | 位于矿区东部拟建竖井工业场地内，预测坡高 3-5m，平面呈矩形，总体坡向 215°，坡度约 25-40°，长约 60m。 | 建设拟建竖井工业场地时形成的切坡 | 该边坡为土岩混合边坡，上部岩性为第四系上更新统乌尔吉组黄土状亚砂土，下部为早三叠世二长花岗岩。 | 土质-岩质边坡，破坏形式为崩塌、掉块型。 | 边坡上段覆黄土状亚砂土，结构疏松，是稳定性最差地段，中、下段为花岗岩，岩石较破碎，破碎岩体强度较低，但稳定性较好，在自然状态下，虽产生整体失稳或大部分边坡失稳的可能性小，但边坡高陡，在应力作用下存在潜在滑动面，尤其在边坡上部区段易诱发小规模崩塌、掉块等失稳现象的可能性中等。 | 危害对象为该边坡下部的拟建竖井工业场地、过往车辆、行人等，其受威胁人数 10-100 人之间，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，预测危害程度中等，影响较严重。 |
| | 拟建斜坡道工业场地（BW5） | 位于矿区东部拟建斜坡道工业场地内，预测坡高 3-5m，平面呈矩形，总体坡向 215°，预测切坡长度 50m，切坡高度 3-5m，坡度 | 建设拟建斜坡道工业场地时形成的切坡 | 该边坡为土岩混合边坡，上部岩性为第四系上更新统乌尔吉组黄土状亚砂土，下部为早三叠世二长花岗岩。 | 土质-岩质边坡，破坏形式为崩塌、掉块型。 | 边坡上段覆黄土状亚砂土，结构疏松，是稳定性最差地段，中、下段为花岗岩，岩石较破碎，破碎岩体强度较低，但稳定性较好，在自然状态下，虽产生整体失稳或大部分边坡失稳的可能性小，但边坡高陡，在应力作用下存在潜在滑动面，尤其在边坡上部区段易诱发小规模崩塌、掉块等失稳现象的可能性中等。 | 危害对象为该边坡下部的拟建斜坡道工业场地、过往车辆、行人等，其受威胁人数 10-100 人之间，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，预测危害程度中等，影响较严重。 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 25-40°。 | | | | | |
| | 拟建东风井工业场地（BW6） | 位于矿区东部拟建东风井工业场地内，预测切坡长度120m，切坡高度3-5m，坡度25-40°。 | 建设拟建东风井工业场地时形成的切坡 | 该边坡为土岩混合边坡，上部岩性为第四系上更新统乌尔吉组黄土状亚砂土，下部为早三叠世二长花岗岩。 | 土质-岩质边坡，破坏形式为崩塌、掉块型。 | 边坡上段覆黄土状亚砂土，结构疏松，是稳定性最差地段，中、下段为花岗岩，岩石较破碎，破碎岩体强度较低，但稳定性较好，在自然状态下，虽产生整体失稳或大部分边坡失稳的可能性小，但边坡高陡，在应力作用下存在潜在滑动面，尤其在边坡上部区段易诱发小规模崩塌、掉块等失稳现象的可能性中等。 | 危害对象为该边坡下部的拟建东风井工业场地、过往车辆、行人以及下方的炸药库场地等，其受威胁人数10-100人之间，造成或可能造成直接经济损失小于100万元，预测危害程度中等，影响较严重。 |
| 废石场不稳定斜坡 | 新竖井废石场边坡BW2 | 现状边坡坡脚高程***，坡顶高程***。平面呈圆弧形，总体坡向198°，坡度40-45°，长约150m，平均堆高约5-8m。堆积方量为5892m$^3$。 | 前期开采形成的废渣堆积边坡 | 堆积体主要为前期开采产生的废渣，呈土状和碎屑状，结构松散，力学强度低。 | 松散体堆积边坡，破坏形式为滑坡和泥石流型 | 现状边坡从欠稳定趋向不稳定，但后期随着矿山开采形成采空区后，将利用该废石场的废石对采空区进行充填，不会再该场地排放弃土废石，但现状堆积体呈土状和碎屑状，结构松散，力学强度低。底部无拦挡工程措施，边坡现状稳定性为欠稳定，易形成滑坡等地质灾害，其可能性中等。 | 预测对下方过往人员及相邻办公生活区1构成危害，其受威胁人数10-100人之间，造成或可能造成直接经济损失小于100万元，预测危害程度中等，影响较严重。 |

**图 3-5　地质灾害预测分布图**

2、矿区地形地貌景观受损预测

根据《开采方案》设计，《开采方案》推荐采用竖井加斜坡道联合开拓方式，未来矿山开采还需新建一条竖井、一条斜坡道、一条东进风井。预测该矿山最终形成的破坏单元为：预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。

**（1）预测地面塌陷区**

依据《开采方案》设计，预测地面塌陷区范围为 33.0117hm$^2$，预测最大下沉深度 7.60m。预测地面塌陷区损毁原地表形态及植被，在矿区原始地表形成的塌陷坑，破坏原有的地形地貌景观。

**表 3-53　地形地貌景观破坏程度评价表（塌陷）**

**照片 3-37　预测地面塌陷区现状**

**（2）拟建竖井工业场地**

拟建竖井工业场地位于选厂东侧，占地面积 0.2000hm$^2$，场地内含新建竖井、卷扬机房、机修房、值班室等，建筑占地面积为 1000m$^2$，砖混结构，平均高度 3m。竖井井底标高***m，深度 459m，井筒净直径φ4.5m，主要担负矿山深部矿石提升、废石提升、下放材料的任务。未来场地建设将形成切坡，预测切坡长度 60m，切坡高度 3-5m，坡度 25-40°，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-54　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-38　拟建竖井工业场地现状**

**图 3-6　拟建竖井工业场地剖面图**

**（3）拟建斜坡道工业场地**

拟建斜坡道工业场地位于炸药库北西侧，占地面积 0.0800hm$^2$，场地内含新建斜坡道、值班室等，建筑占地面积为 400m$^2$，砖混结构，平均高度 3m。井底标高***m，长度 2190m，断面尺寸 4.5×3.7m（宽×高），兼作为主要安全出口。未来场地建设将形成切坡，预测切坡长度 50m，切坡高度 3-5m，坡度 25-40°，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-55　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-39　拟建斜坡道工业场地现状**

**图 3-7　拟建斜坡道工业场地剖面图**

**（4）拟建东风井工业场地**

拟建东风井工业场地位于矿区东侧，占地面积 0.2000hm$^2$，场地内含新建东风井，卷扬机房、机修房、值班室等，建筑占地面积为 1000m$^2$，砖混结构，平均高度 3m。风井井底标高***m，长度 278m，井筒净直径φ4.0m。作为回风井使用，井筒内设置梯子间，兼做安全出口。未来场地建设将形成切坡，预测切坡长度 120m，切坡高度 3-5m，坡度 25-40°，场地的建设破坏了原有的地形地貌景观（场地地貌详见照片如下）。

**表 3-56　地形地貌景观破坏程度评价表（挖损）**

**照片 3-40　拟建东风井工业场地现状**

**图 3-8　拟建东风井工业场地剖面图**

**（5）钻机平台（PT1-PT19）**

该场地为地质勘查施工的探矿工程，主要分布于矿区南部，共 19 个平台，占地面积 0.6448hm$^2$，平台长约 10.8-53.9m，宽约 7.5-23.1m，深度 0.4-1.3m，总挖方量 4608m$^3$，该场地后期不再利用，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（6）塌陷坑 3**

位于 SJ1 场地南部周边区域，占地面积 0.0120hm$^2$，近似椭圆形，长轴（直径）9～13m，短轴 6～9m，塌陷深 1.5～5m，均为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。坑内杨树等植被生长较好，现状基本稳定，多年未发生变化，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（7）塌陷坑 4**

位于 SJ1 场地南部周边区域，占地面积 0.0077hm$^2$，近似椭圆形，长轴（直径）7～10m，短轴 6～8m，塌陷深 1～4m，均为地下采掘导致采空区垮塌产生地面塌陷。坑内杨树等植被生长较好，现状基本稳定，多年未发生变化，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（8）主竖井工业场地**

场地位于矿区中部，占地面积 0.5861hm$^2$，场地内设有：主竖井和一处房屋，建筑为砖混结构，建筑高度约 2.5m，建筑面积约为 12m$^2$，现状主竖井井架已拆除，井口周边设置防护栏。井深为 160m，井口净断面规格为 2.2×2.0m。场地南侧存在切坡，切坡长度 86m，坡高 1-3m，坡度约 30°，根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（9）西回风井工业场地**

西回风井工业场地位于矿区西北部，占地面积 0.5592hm$^2$，场地内设有竖井（SJ1）、卷扬机房、宿舍（1 层），建筑物面积为 583m$^2$，建筑物高度 5m，竖井（SJ1）井深为 267m，净断面规格为 2.4×2.2m。场地北侧存在切坡，北侧切坡相对较缓，切坡长度 62m，坡高 1-3m，坡度约 35°。场地东部切坡较陡，形成了不稳定地质体（BW1），边

坡坡脚高程***,坡顶高程***。坡高 6-9m,平面呈矩形,总体坡向 283°，坡度约 65°，长约 60m。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（10）FJ1 工业场地**

场地位于主竖井工业场地西侧，占地面积 0.1398hm$^2$，FJ1 井深为 75m，净断面规格为 2.0×2.0m，场地内风机房占地面积 16m$^2$，高度 2m，场地建设过程中形成一处土质切坡，切坡长约 50m，高度 0.5-1.0m，坡角 10°-45°。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（11）XJ1 工业场地**

场地位于主竖井西南侧，占地面积 0.1500hm$^2$，主要包括：XJ1、值班室（1 层）、仓库（1 层）。井口规格为净断面 2.2m×2.2m，井深 50m，场地内建筑物面积为 150m$^2$，高度 2.5m，场地东南侧存在一处切坡，切坡长约 30m，坡角 20-40°，边坡高约 1-3m。预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（12）SJ1 场地**

该场地坐落于主竖井工业场地东侧，占地面积 0.0354hm$^2$，场地内 SJ1 井深 50m，净断面规格为 2.0m×2.0m，现状井口未采取封堵措施。该场地后期不再利用。该场地后期不再利用，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（13）SJ2 场地**

该场地坐落于 XJ 工业场地东侧，占地面积 0.0126hm$^2$，场地内的 SJ2 已完成封堵，但场地未覆土恢复植被，该场地后期不再利用。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（14）新竖井废石场**

该场地位于矿区外西部，与西回风井工业场地毗邻，占地面积0.4302hm$^2$，主要为西回风井掘进产生废石的排放场地，结构松散，堆积坡面坡度30-45°，总体坡向283°，一般高度约为4-10m。现状总堆放量5892m$^3$，底部无拦挡工程措施，堆料现状基本稳定，未产生垮塌、滑坡等现象。预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（15）炸药库**

场地位于矿区北东部，占地面积0.1113hm$^2$，场地内设有：炸药库、雷管库、值班室等，场内建筑均为砖混结构，建筑高度2.5m，总建筑面积为450m$^2$。预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（16）地磅房**

场地位于办公生活区3北东侧，占地面积0.0186hm$^2$，场地内建设有：配电房、地磅等设施，场内建筑均为砖混结构，总建筑面积为200m$^2$。建筑高度约2.5m，场地两侧均已进行浆砌石护坡。预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（17）门卫**

场地位于矿区南东部，占地面积0.0081hm$^2$，场地建筑为砖混结构，建筑高度约2.5m，建筑面积约为30m$^2$。预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（18）排水场地**

该场地位于矿区北部，占地面积0.0350hm$^2$，主要功能为收集并导排周边区域的雨水及洪水。场地内设有：水管、泵房等，场地建筑为砖混结构，建筑高度2.5m，建筑面积约为67m$^2$。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（19）选厂**

场地位于矿区北部，占地面积约为 1.0391hm$^2$。场地内含：厂房、化验室、库房、宿舍等，建筑物面积 0.8358hm$^2$，平均高度约 8m，地表平整度<10°，地表较为平缓，根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（20）尾矿库**

场地位于矿区北部，占地面积约为 4.0175hm$^2$。属沟谷型尾矿库，尾矿坝总堆高为 12.0m，坝体为梯形坝，坝体长约 110m，堆坝平均坡度为 45°，坝体为混凝土，现状坝体运营正常，结构完整、墙身及墙背地面未发现裂缝、沉降缝错位的变形迹象。尾矿库已按相关部门要求进行了防渗处理，底部铺设高密度聚乙烯膜进行防渗。现状库容 8.56×10$^4$m$^3$。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（21）办公生活区 1**

办公生活区 1 位于矿区北西角，部分区域延伸至矿区范围外，占地面积为 0.8434hm$^2$。场地包括：办公楼、食堂、宿舍及 PD1 等。目前场地地面已完成硬化处理。场地内建筑为砖混结构，其中主体办公楼建筑物高约为 8.5m，其他房屋 2.5-3.5m，总建筑面积约 1100m$^2$。平硐 PD1 位于办公楼东则，其净断面规格为 2.8×2.4m，掘进长度为 35m，硐口两侧采用浆砌石简易墙体护坡，当前硐口通过铁皮门帘进行了封堵。场地后缘坡度较陡，地表较为平缓，根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（22）办公生活区 2**

办公生活区 2 位于矿区北部，占地面积为 0.4044hm$^2$。场地内建筑为砖混结构，现用于存放设备等使用，建筑高度 3.5m，总建筑面积约

为 800m$^2$，场地北西侧存在一处切坡，切坡长约 59m，坡角 30-40°，边坡高约 1-3m。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（23）办公生活区 3**

该场地坐落于办公生活区 2 东侧，占地面积为 0.6347hm$^2$。目前，场地西侧原有两处房屋已完成拆除作业，场地东侧现存一处房屋，为矿山员工宿舍，砖混结构，建筑高度 3.5m，总建筑面积约为 500m$^2$。场地东侧存在一处切坡，切坡长约 149m，坡角 30-40°，边坡高约 1-5m。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

**（24）矿区道路**

连接各个场地之间的道路、供矿石、废石、材料等运输。占地面积 3.0493hm$^2$。矿区道路为土石路，道路总长 4470m，宽 3-5m。平均宽度约 3m，矿区内的道路在修建时部分路段造成了切坡，主要分布在办公生活区 2 至西回风井工业场地沿线，长度约 300m，切坡高约 1-3m，坡角 5°-70°，则切坡路段的面积为 900m$^2$。大部分道路位于平缓地势处，无较大切挖工程。根据《开采方案》设计，预测该场地对矿区地形地貌景观的破坏程度与现状一致。

（25）其他区域

其他区域面积为 42.0797hm$^2$，矿业活动对地形地貌影响较轻，目前尚未受采矿活动影响，基本保持了原生的地形地貌状态。

依据各项评估因子对矿区内各场地综合评分，对各场地的地形地貌景观影响预测评估如下，详见下表。

**表 3-57　预测地形地貌景观破坏程度评分结果表**

综上所述，预测地面塌陷区及尾矿库对地形地貌景观破坏影响程

度为严重；拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑3、塌陷坑4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1工业场地、XJ1工业场地、SJ1场地、新竖井废石场、炸药库、排水场地、选厂、办公生活区1、办公生活区2、办公生活区3、矿区道路对地形地貌景观破坏影响程度为较严重；SJ2场地、地磅房、门卫及其他区域对地形地貌影响较轻。

3、含水层破坏预测

（1）含水层结构破坏

依据《开采方案》，矿山现有 4 个中段（一中段（***m）、二中段（***m）、三中段（***m）、四中段（***m）），在现有中段的基础上，将新设计***m水平 5 个中段，共计 9 个中段。新建井筒掘进将破坏基岩裂隙含水层结构。该含水层岩性为二长花岗岩，井筒掘进将揭露并贯穿该含水层厚度，形成人工集水廊道，导致含水层结构遭受破坏，地下水沿井壁渗出或涌入井筒，改变其原始的赋存与径流状态。

根据《核实报告》水文资料，基岩裂隙含水层单位涌水量 0.005L/s.m，富水性弱，渗透系数为 0.015m/d，含水层本身的水量有限，补给条件差，因此井筒开挖虽对其结构造成破坏，但因含水层富水性弱，造成的直接涌水量增加有限，其对区域含水层结构的整体影响程度为较严重。

（2）矿坑疏干排水对含水层影响

根据《核实报告》，选择在 1 号矿体四中段（***m 标高）探矿坑道顶板花岗岩裂隙 3 个出水点进行水文地质观测纪录，构造裂隙水的涌水量分别为 36.50$m^3$/d、35.26$m^3$/d 和 38.64$m^3$/d。据生产坑道及探矿坑道长期水文地质点的观测和统计，预测最大涌水量为 40$m^3$/d。远小于 3000$m^3$/d；矿山未来开采会对该含水层造成一定影响，但基岩裂隙

水富水性弱，不是区域主要含水层，与周边地区的主要供水含水层水力联系不密切，疏干的水量较小，疏干的影响范围有限。预测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

矿区及周围无地表水体；矿山开采会对矿区基岩裂隙含水层造成一定影响，但不会影响到区域重要含水层。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构造成破坏，影响程度较严重；未来采坑排水疏干对矿区重要含水层影响较轻；对地下水水位及附近水源影响较轻。根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T223-2011）附录 E 之规定，预测评估采矿活动对地下水含水层的影响和破坏程度较严重。

4、预测地质环境问题小结

综合上述对采矿活动引发的不稳定地质体、矿区地形地貌景观受损及矿区含水层受损三个方面的预测分析，对矿区未来地质环境问题进行综合评价与分级。预测对地质环境问题评价如下表：

**表 3-58　预测地质环境问题评价表**

**（三）土地资源受损预测**

1、土地损毁环节与时序

（1）土地损毁环节

矿山前期已开采，地面设施基本完善，依据《开采方案》设计，未来矿山开采还需新建一条竖井、一条斜坡道、一条东进风井。矿山未来土地损毁环节主要为以下三个方面，①.基建期各类场地开挖平整等工程活动将形成新的土地挖损和压占；②.矿山历史损毁的现状单元在开采期各工程单元将持续使用，对土地长期压占；③.井下采空区可能引发的地表塌陷对土地造成的损毁。

（2）土地损毁时序

矿山土地损毁主要发生在前期、基建期和开采期三个阶段。

（1）前期土地损毁

本矿区历史开采活动已形成的土地损毁单元包括：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。损毁方式为塌陷、挖损和压占。

（2）基建期土地损毁

矿山基建期 2 年，主要建设工程包括：拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地。同时对选厂及尾矿库进行升级改造。上述工程活动将在短时间内集中形成新的土地挖损和压占。

（3）开采期土地损毁

矿山开采期 7 年，开采期土地损毁主要为各工程单元的持续使用对土地的长期压占，同时，后期随着井下矿石的不断采出，各中段采空区范围逐步扩大，将形成大规模的地下采掘空间。在极端工况下，预测可能出现地面塌陷损毁土地。土地损毁时序详见下表。

**表 3-59　土地损毁时序表**

| 序号 | 损毁区域 | 损毁时间 | 损毁环节 | 损毁方式 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 预测地面塌陷区 | 2026 年-2039 年 | 基建期-开采期 | 塌陷 |
| 2 | 拟建竖井工业场地 | 2026 年至 2028 年 | 基建期 | 挖损 |
| 3 | 拟建斜坡道工业场地 | 2026 年至 2028 年 | 基建期 | 挖损 |
| 4 | 拟建东风井工业场地 | 2026 年至 2028 年 | 基建期 | 挖损 |
| 5 | 钻机平台（PT1-PT19） | 2024 年 | 前期 | 挖损 |
| 6 | 塌陷坑 3 | 2026 年以前 | 前期 | 塌陷 |
| 7 | 塌陷坑 4 | 2026 年以前 | 前期 | 塌陷 |
| 8 | 主竖井工业场地 | 2026 年以前 | 前期 | 挖损 |
| 9 | 西回风井工业场地 | 2026 年以前 | 前期 | 挖损 |
| 10 | FJ1 工业场地 | 2026 年以前 | 前期 | 挖损 |
| 11 | XJ1 工业场地 | 2026 年以前 | 前期 | 挖损 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | SJ1 场地 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 13 | SJ2 场地 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 14 | 新竖井废石场 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 15 | 炸药库 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 16 | 地磅房 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 17 | 门卫 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 18 | 排水场地 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 19 | 选厂 | 2002 年至 2026 年 | 前期-基建期 | 压占 |
| 20 | 尾矿库 | 2004 年至 2026 年 | 前期-基建期 | 压占 |
| 21 | 办公生活区 1 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 22 | 办公生活区 2 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 23 | 办公生活区 3 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |
| 24 | 矿区道路 | 2026 年以前 | 前期 | 压占 |

2、土地损毁预测评估

（1）土地损毁程度评价等级标准

本次预测采用与现状评价一致的方法和标准，挖损、压占及塌陷评价指标及分级标准与现状一致。影响因素的等级标准划分见表 3-60。

**表 3-60　土地损毁分级参考标准表**

**表 3-61　土地损毁程度评分界线表**

（2）土地损毁程度评价预测

预测矿山未来开采拟损毁单元如下：预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。总面积 43.8099hm$^2$。各单元损毁土地程度评价结果如下表：

**表 3-62　土地损毁程度评价表（压占）**

**表 3-63　土地损毁程度评价表（挖损）**

**表 3-64　土地损毁程度评价表（塌陷）**

（3）土地损毁程度评价结果

1）预测地面塌陷区

占地面积33.0117hm$^2$，损毁土地类型为旱地10.6434hm$^2$、乔木林地3.8843hm$^2$、灌木林地0.4191hm$^2$、其他林地15.4894、其他草地0.9072、采矿用地1.1788hm$^2$、农村道路0.4895，损毁类型为塌陷，损毁程度为重度受损。

2）拟建竖井工业场地

占地面积0.2000hm$^2$，损毁土地类型为其他林地0.1913hm$^2$、采矿用地0.0087hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

3）拟建斜坡道工业场地

占地面积0.0800hm$^2$，损毁土地类型为其他林地0.0800hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

4）拟建东风井工业场地

占地面积0.2000hm$^2$，损毁土地类型为其他林地0.2000hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

5）钻机平台（PT1-PT19）

占地面积0.6448 hm$^2$，损毁土地类型为旱地0.0384hm$^2$、乔木林地0.2022hm$^2$、其他林地0.2914hm$^2$、其他草地0.0363hm$^2$、采矿用地0.0765hm$^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

6）塌陷坑3

占地面积0.0120hm$^2$，损毁土地类型为其他林地0.0120hm$^2$，损毁类型为塌陷，损毁程度为中度受损。

7）塌陷坑4

占地面积0.0077hm$^2$，损毁土地类型为其他林地0.0077hm$^2$，损毁类型为塌陷，损毁程度为中度受损。

8）主竖井工业场地

占地面积 0.5861 $hm^2$，损毁土地类型为其他林地 0.2609$hm^2$、采矿用地 0.3252$hm^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

9）西回风井工业场地

占地面积 0.5592$hm^2$，损毁土地类型为其他草地 0.0694$hm^2$、采矿用地 0.4898$hm^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为重度受损。

10）FJ1 工业场地

占地面积 0.1398$hm^2$，损毁土地类型为其他林地 0.1398$hm^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

11）XJ1 工业场地

占地面积 0.1500$hm^2$，损毁土地类型为其他林地 0.1500$hm^2$，损毁类型为挖损，损毁程度为中度受损。

12）SJ1 场地

占地面积 0.0354$hm^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0354，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

13）SJ2 场地

占地面积 0.0126$hm^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0126$hm^2$，损毁类型为压占，损毁程度为轻度受损。

14）新竖井废石场

占地面积 0.4302$hm^2$，损毁土地类型为其他草地 0.0221$hm^2$、采矿用地 0.4081$hm^2$，损毁类型为压占，损毁程度为重度受损。

15）炸药库

占地面积 0.1113$hm^2$，损毁土地类型为其他林地 0.1113$hm^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

16）地磅房

占地面积 0.0186hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.4682hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为轻度受损。

17）门卫

占地面积 0.0081hm$^2$，损毁土地类型为其他林地 0.0081hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为轻度受损。

18）排水场地

占地面积 0.0350hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.0157hm$^2$、其他草地 0.0193hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

19）选厂

占地面积 1.0391hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.1455hm$^2$、其他林地 0.0398hm$^2$、其他草地 0.1213hm$^2$、采矿用地 0.6874hm$^2$、农村宅基地 0.0451，损毁类型为压占，损毁程度为重度受损。

20）尾矿库

占地面积 4.0175hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.0127hm$^2$、灌木林地 0.0135hm$^2$、其他林地 1.1096hm$^2$、其他草地 1.0969hm$^2$、采矿用地 1.7848hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为重度受损。

21）办公生活区 1

占地面积 0.8434hm$^2$，损毁土地类型为其他草地 0.0005hm$^2$、采矿用地 0.8247hm$^2$、农村道路 0.0182hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

22）办公生活区 2

占地面积 0.4044hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.0002hm$^2$、其他草地 0.0634hm$^2$、采矿用地 0.3408hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

23）办公生活区 3

占地面积 0.6347hm$^2$，损毁土地类型为乔木林地 0.1330hm$^2$、其他林地 0.1143hm$^2$、其他草地 0.0261hm$^2$、采矿用地 0.3613，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

24）矿区道路

占地面积 3.0493 hm$^2$，损毁土地类型为旱地 0.4139hm$^2$、乔木林地 0.1275hm$^2$、灌木林地 0.3235hm$^2$、其他林地 1.03501hm$^2$、其他草地 0.2462hm$^2$、采矿用地 0.4026hm$^2$、农村道路 0.5006hm$^2$，损毁类型为压占，损毁程度为中度受损。

**表3-65　拟损毁土地单元面积及地类统计表**

## （四）矿区生态受损与退化预测

1、生态受损与退化预测

（1）植被损毁预测

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

**表 3-66　植被损毁因素标准表**

**表 3-67　植被损毁程度评分界线表**

预测对矿区植被功能造成损毁的单元有：拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3 及矿区道路。各单元植被损毁程度预测评分如下：

**表 3-68　植被损毁程度预测评分表**

综上所述，经比对植被损毁因素标准表计算后得出：预测地面塌陷区、选厂、尾矿库、新竖井废石场植被损毁程度为重度损毁；拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平

台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、炸药库、排水场地、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3 及矿区道路植被损毁程度为中度损毁；地磅房、门卫、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地植被损毁程度为轻度损毁。

（2）土壤污染预测

矿山基建期间工程建设对土壤的影响主要为挖损与压占导致的物理性破坏，直接损害土壤结构与功能，无化学污染风险。辅以表土剥离保存与复垦利用手段，可有效修复受损土壤的生态功能。

通过矿区土壤检测数据证实，废石淋溶及选矿过程对周边土壤构成的污染风险较小。依托选矿废水循环处理系统与尾矿库防渗工程，能够有效阻断污染物向土壤环境的迁移扩散路径。因此，在落实常态化生产监测与管理的条件下，矿业开发活动不会导致矿区土壤环境质量出现显著恶化。

综上所述，预测矿山开采活动对土壤环境污染为轻度。

（3）生物多样性变化预测

矿山未来对矿区生物多样性的影响，主要源于新建工程单元的土地挖损与压占，以及预测塌陷区可能引发的地表塌陷对植被和野生动物栖息地的破坏。矿山开采占地面积较小，拟建主井、拟建斜坡道、拟建东进风井，占地类型为其他林地，不会对区域生态系统多样性造成明显影响；同时，根据前述分析，矿山开采不会造成任何野生动植物栖息地和适宜生境的完全丧失，对区域野生动植物多样性影响有限。因此，矿山开发不会对本区域内生物多样性造成明显影响。预测评估矿山后期生产建设使生物多样性的损毁程度为轻度受损。

（4）水土流失预测

未来矿山将拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风

井工业场地，工程建设破坏原地表植被和结皮，降低土壤抗蚀能力，改变局部地形，形成裸露坡面，翻动表土，使土壤结构变得疏松。在降雨、风力等自然营力作用下，这些新增裸露区域将会产生局部区域的水土流失，但矿山只要严格落实水土保持方案，做到“先拦后弃、及时复绿”，就能将水土流失控制在允许范围内，不会造成严重的生态恶化。

（5）水环境污染预测

依据 2025 年 9 月 5 日，***及 2026 年 1 月 13 日***出具的《检测报告》，矿区地下水除个别样品总硬度、溶解性总固体、氟化物、硫酸盐超出《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准以外，其余各项指标全部满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准，矿坑水抽出地表后，经混凝、沉淀处理达标后，将全部用于凿岩降尘、采空区充填搅拌及选矿生产补充水，少量疏干水经沉淀处理后进行绿化使用。未来选矿产生的废水经过沉淀池沉淀后，通过回水泵站返回选厂高位水池，循环用于选矿生产。未来开采期矿山需在尾矿库下游按规范设置污染监测井，对地下水水质进行长期动态监控。未来矿山生活污水经地埋式一体化生活污水处理设施处理后全部回用于矿区绿化和道路洒水降尘，不外排。预测矿山未来开采对地下水水质影响为“较轻”。

2、生态系统受损预测综合评价

（1）评价原则

①“区内相似，区际相异”的原则。

②“整体不分割”的原则。

③“就重不就轻”的原则。

④“统一性”的原则。

⑤“防治集中”的原则。

参照《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）相关规范，预测矿区生态受损与退化问题评价见表 3-69。

**表 3-69　预测生态受损与退化问题评价表**

## 四、问题诊断评价结论

（一）矿区生态破坏程度评价原则

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、生态问题影响的评价范围；

2、矿区生态修复内容包括：地质环境（不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏）、土地损毁问题、生态损毁与退化问题（植被、土壤、生物多样性、水土流水、水环境污染），依据上述因素的危害或影响程度进行分区评价；

3、坚持以地质环境问题、土地损毁问题、生态损毁与退化问题现状评估结果、预测评估结果作为分区主导因素的原则；

4、坚持“就大不就小、就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

5、坚持“以人为本”搬迁避让与防治工程建设相结合的原则；

6、坚持定性和定量相结合的原则；

（二）已损毁土地被重复损毁的可能性分析

本矿山生态修复工作划分为基建期（2026 年 7 月～2028 年 6 月）、开采期（2028 年 7 月～2035 年 6 月）和闭坑修复与管护期（2035 年 7

月～2039 年 6 月）三个阶段，已损毁土地被重复损毁的可能性总体较低，具体分析如下：

基建期对已废弃的钻机平台、塌陷坑及上一阶段治理效果不佳的废石场、工业场地等实施梯次修复，同时新建场地仅开展表土剥离和切坡防护，不涉及已修复区域的二次开挖，且采空区充填与塌陷区围栏警示同步实施，有效阻断了地面变形对已修复单元的传导破坏。

开采期新旧系统更替同步废弃主竖井、FJ1、XJ1、SJ1 及 SJ2 等场地，本阶段对以上修复单元实施回填、封堵、拆除清运及植被恢复，且开采期第 2～7 年主要工作为塌陷区充填和全矿动态监测，不再安排新建或扩建工程，已修复单元仅接受长期管护，不存在生产接续导致的重复压占或挖损。

闭坑修复与管护期对全部剩余单元一次性完成地貌重塑、土壤重构和植被重建，此后进入为期三年的系统管护，仅开展补植补种和成效监测，无新增扰动。

综上，本方案各阶段修复任务界限清晰、时序衔接紧凑，已修复单元在后续阶段不被重新占用或开挖，重复损毁的可能性极低；主要风险点在于开采期地面塌陷区若充填不彻底可能对周边已修复场地产生次生裂缝及塌陷影响，以及闭坑前集中施工期大型机械对已管护区域的偶然碾压，对此将通过修复区物理隔离及施工机械通行管控等措施予以防范，确保已损毁土地不因后续工程活动发生重复损毁。

（三）矿区生态破坏程度综合评价结果

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（临时）》，划分重度、中度、轻度。

通过对矿山现状及预测问题识别诊断，对拟建竖井工业场地、拟

建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑3、塌陷坑4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1工业场地、XJ1工业场地、SJ1场地、SJ2场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区1、办公生活区2、办公生活区3、矿区道路等24个场地单元进行问题识别诊断分区。如下：

1、预测地面塌陷区

预测地面塌陷区地质环境问题损坏程度为重度受损；土地损毁程度为重度受损；生态受损与退化为重度受损；综合评价结果为重度。

2、拟建竖井工业场地

预测拟建竖井工业场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

3、拟建斜坡道工业场地

预测拟建斜坡道工业场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

4、拟建东风井工业场地

预测拟建东风井工业场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

5、钻机平台（PT1-PT19）

预测钻机平台（PT1-PT19）地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

6、塌陷坑 3

预测塌陷坑 3 地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

7、塌陷坑 4

预测塌陷坑 4 地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

8、主竖井工业场地

预测主竖井工业场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

9、西回风井工业场地

预测西回风井工业场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为重度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为重度。

10、FJ1 工业场地

预测 FJ1 工业场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为中度。

11、XJ1 工业场地

预测 XJ1 工业场地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为中度。

12、SJ1 场地

预测 SJ1 场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为中度。

13、新竖井废石场

预测新竖井废石场地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为重度受损；综合评价结果为重度。

14、炸药库

预测炸药库地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

15、排水场地

预测排水场地地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

16、选厂

预测选厂地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为重度受损；综合评价结果为重度。

17、尾矿库

预测尾矿库地质环境问题损坏程度为重度受损；土地损毁程度为重度受损；生态受损与退化为重度受损；综合评价结果为重度。

18、办公生活区 1

预测办公生活区 1 地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

19、办公生活区 2

预测办公生活区 2 地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

20、办公生活区 3

预测办公生活区 3 地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

21、矿区道路

预测矿区道路地质环境问题损坏程度为中度受损；土地损毁程度为中度受损；生态受损与退化为中度受损；综合评价结果为中度。

22、SJ2 场地

预测 SJ2 场地地质环境问题损坏程度为轻度受损；土地损毁程度为轻度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为轻度。

23、地磅房

预测地磅房地质环境问题损坏程度为轻度受损；土地损毁程度为轻度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为轻度。

24、门卫

预测门卫地质环境问题损坏程度为轻度受损；土地损毁程度为轻度受损；生态受损与退化为轻度受损；综合评价结果为轻度。

25、其他区域

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

矿区生态环境损毁程度依据矿山开采对地质环境破坏、土地损毁及生态受损与退化等问题进行综合评价，根据现状和预测问题分析结论，将矿区损毁程度综合评价为重度、中度、轻度。详见表3-70：

**表 3-70　矿区损毁程度综合评价表**

**图 3-9　矿区损毁程度综合评价图**

## 第二节　生态修复可行性分析

### 一、技术经济可行性分析

#### （一）技术可行性分析

本方案针对矿山存在及预测的生态问题，拟采取预防控制与工程治理相结合的措施。各类问题的修复技术均已在类似矿山成熟应用，具备充分的技术可行性。

1、地质环境问题修复技术可行性

本矿的地质环境问题主要包括：采空塌陷地质灾害风险、不稳定

地质体（崩塌、滑坡）隐患、地形地貌景观破坏以及含水层结构的潜在影响。

（1）不稳定地质体（采空塌陷、崩塌、滑坡）治理技术

问题诊断：采空区是引发地表塌陷的根源；工业场地及道路周边的切坡、自然斜坡在极端天气下存在失稳风险，治理措施如下：

源头控制（采空区治理）：采用废石胶结充填法，将采掘废石和尾砂制备成充填料浆，对采空区进行充填。这是根治采空塌陷最有效、最彻底的方法。该技术在国内外金属矿山应用已非常成熟，工艺稳定，可操作性强。

边坡防护：对现有的人工切坡及存在隐患的自然斜坡，已采取或拟采取喷浆护坡、浆砌块石护坡、浆砌块石挡墙、截排水沟等工程措施。这些均为常规岩土工程技术，施工规范明确，在当地有成熟的施工队伍和经验，技术难度低，成效显著。

动态监测预警：采用“群测群防与自动化专业监测相结合”的模式。自动化监测（地表位移、裂缝计、雨量计等）可实时捕捉变形数据，实现提前预警；人工巡查则可弥补设备盲区。这种立体化监测网络是当前地质灾害防治的标准化配置，技术体系成熟，能有效保障人员和财产安全。

（2）地形地貌景观修复技术

问题诊断：工业场地、道路等地面工程的建（构）筑物和硬化地面破坏了原始地貌的连续性与美感。

治理措施：矿山闭坑后，通过拆除工程、建筑垃圾清运、场地覆土、翻耕平整，消除人为构筑物的视觉冲击。这些均为常规土建施工内容，技术简单，实施后可将场地恢复到利于植被重建的地表状态。

（3）含水层破坏预防与修复技术

问题诊断：井下疏干排水可能影响局部地下水位，但影响范围有限。

治理措施：预防控制：采取“先探后掘、堵截结合”的策略。对井下揭露的导水断层、破碎带等，及时注浆封堵，减少涌水量，保护地下水资源。这是矿井水文地质工作的常规技术；水质保护：矿坑涌水经地面水处理设施沉淀净化后，全部回用于生产，实现废水零排放，杜绝了污染源。生活污水经设备处理达标后用于矿区绿化。污水处理技术成熟可靠。

2、土地损毁修复技术可行性

问题诊断：土地损毁主要表现为工业场地的压占损毁（土壤板结、结构破坏、物理性质恶化）和拟塌陷区的轻度扰动风险。治理措施如下：

（1）物理重构：对压占损毁严重的场地（如办公生活区、工业场地），采用客土覆盖技术。客土覆盖可快速建立植物生长的有效土层厚度。该技术是土地复垦的基本手段，施工简单，见效快。

（2）化学改良与培肥：针对客土或生土肥力低的问题，施用有机肥和复合微生物肥。这能快速提升土壤有机质和养分含量，改善土壤微环境，为植被生长提供基础。肥料施用技术普及，无技术壁垒。

（3）土壤污染防控：经对废石浸出毒性及现状土壤监测结果分析，本矿土壤及固体废物无重金属污染风险。因此，修复重点在于物理性和营养性改良，无需复杂的土壤污染修复技术，降低了技术难度。

未来闭坑后采取的“地面建筑物拆除清理+机械深松翻耕+客土覆盖+土壤培肥+乔草、灌草混交种植”等一系列土地复垦与植被恢复技术，均为我国极度成熟的常规农林业和水土保持技术。当地拥有丰富的乡土苗木繁育基地和熟练的造林技术工人，不存在任何技术壁垒，技术

可行性强。

3、植被损毁与生态服务功能退化修复技术可行性

问题诊断：原有植被被完全破坏，生态系统服务功能（如水源涵养、生物多样性维持、水土保持）丧失或退化。治理措施如下：

（1）植被群落重建：遵循“近自然修复”原则，选取本地优势物种用乔草、灌草复合模式，能快速形成多层次的群落结构，加速生态系统正向演替。这种乡土树种+立体配置的方案，植被适应性强，成活率高，能有效避免因引入外来物种导致的生态风险。

（2）生态连通性优化：通过矿山道路边坡植被恢复，构建连接各修复斑块的生态廊道。这不仅美化了景观，更促进了修复区与周边自然生态系统的融合。

（3）后期管护：方案设定 3 年的管护期，包括水分管理、营养管理、补植、病虫害防治等。这是确保植被重建成果、加速生态系统自维持能力形成的关键环节，技术措施标准且成熟。

**（二）经济可行性分析**

本方案经济可行性分析将从企业支付能力、生态修复投资的经济合理性以及综合效益三个方面进行分析：

1、企业资金支付能力分析

本方案静态总投资为 774.14 万元，静态亩均投资仅约 11783 元/亩元。该亩均投资水平不仅完全囊括了重度受损区（工业场地）的拆除与土壤重构成本，也涵盖了塌陷风险区的长期监测管护费用。动态投资 980.00 万元。

根据《中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿开采方案》，矿山生产能力 50 万吨/年，矿山总服务年限 9 年，最终产品为铜精矿。矿山达产后年均销售收入可达***元，年均利润总额为***元，动态总投

资远低于矿山年盈利水平。

2、修复投资的经济合理性分析

投资结构合理性：从投资构成看，工程施工费（590.56 万元）是主体，直接用于地貌重塑、土壤重构和植被重建，投入直接产生修复效果。监测与管护费（94.73 万元）是保障工程长期效果的“售后”投入，占比合理。预备费（含价差预备费 205.86 万元）充分考虑了未来物价上涨、工程变更及不可预见风险（如地表意外塌陷），体现了方案的严谨性和抗风险能力，投资结构科学、合理。

3、综合效益分析

直接经济效益：按敖汉旗县域林草地指标建议指导价耕地 19621 元/亩，林地 5714 元/亩、草地 2843 元/亩计算，恢复耕地面积 11.2295hm²，收益约为 330.53 万元；恢复林地面积 25.1228hm²，收益约为 215.32 万元；复垦人工牧草地 7.4576hm²，收益约为 31.79 万元；合计收益约 577.64 万元，虽直接经济效益不高，但非本方案主要目标。

## 二、目标方向可行性分析

### （一）参照生态系统确定

为科学指导本矿区的生态修复工作，避免盲目引入外来物种或构建不稳定的景观，本方案结合矿区多维度特征，系统确立了复垦修复的参照生态系统，并据此开展可行性分析。

1、参照生态系统的确立依据

（1）结合自然环境与地形地貌特点

矿区以低山丘陵地貌为主，属中温带半干旱大陆性季风气候，每年的 12 月至翌年的 4 月降水量最少。近十年最大年平均降水量为 492.7mm（2024 年）。矿区内海拔标高***，相对高差 104m。基岩山坡坡角一般 15～25°，覆盖区山坡一般 10～15°。

（2）结合未受损的本地原生生态系统与土地利用现状

矿区位于赤峰市敖汉旗萨力巴乡***，矿区生态类型包括森林生态系统、农田生态系统和城镇生态系统，该区域属温带半干旱大陆性气候区。由于地处生态交错带，植被表现出明显的过渡性特征，人工植被在景观中占重要地位。矿区修复区内的土地利用现状以旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地等为主。

③结合国土空间规划与生态修复规划

依据《敖汉旗国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿属赤峰市敖汉旗萨力巴乡境内，属于燕山东部山地水土流失保护修复区（Ⅱ）重点治理工程。核心定位为“矿山生态修复示范区+生态治理融合发展区”。生态功能主要体现在各工业场地修复、植被重建、水土保持和生态缓冲。国土空间规划明确要求该区域的复垦利用方向应以保护并增加林地数量为主，严控水土流失。

④结合开采前后环境变化与关键生态系统属性

矿区各工业场地在基建开采前大部分为林地，建设后地表被硬化压占，土壤物理结构彻底破坏，原有森林的水土保持和水源涵养等关键属性完全丧失。而扩大的预测塌陷区由于采用废石、尾砂胶结充填后，预测地表仅发生轻微渐进沉降，原有植被的物种组成与群落结构基本未发生毁灭性改变。

2、参照生态系统的最终确立

（1）核心参照系统

将矿区周边未受损的生态系统作为矿山各工业场地（如办公生活区、尾矿库、选厂等等）重塑及受损林地修复的核心参照生态系统。

结构参照：构建“乔-草”、“灌-草”、复合垂直结构。

物种参照：100%选用本地乡土物种，乔木选择杨树、榆树，灌木

选择沙棘、山杏等，草籽选择羊草、狗尾草、铁杆蒿等。

（2）辅助参照系统

将周边未受采矿扰动的“传统农田生态系统”作为塌陷风险区内旱地修复的参照生态系统，确保当地基本农业生产力不降低。

各个生态系统照片详见如下：

**照片 3-41　森林生态系统现状**

**照片 3-42　草地生态系统**

**照片 3-43　农田生态系统现状**

## （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

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

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，宜渔则渔。

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矿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。根据矿区自然环境、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包括：拟建竖井工业场

地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路等 24 个评价单元。

在此，需要说明的是：参考附近同类金属矿山地面塌陷情况，同时结合开采方案的采矿方法，本方案选取塌陷区的破坏面积为预测地面塌陷区面积的 5%，因此本方案地面塌陷坑实际复垦面积按 1.6506hm$^2$ 计算。

通过上述定性分析，可以确定土地复垦初步方向为旱地、林地、草地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度的发挥该复垦项目的综合和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。评价单元的划分见表 3-71。

**表 3-71　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。

根据矿区自然环境特征，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、有效土层厚度、土壤有机质、土壤质地、损毁程度、降雨量、区位条件（道路设施）。各参评因素的分级指标见表 3-72。

**表 3-72　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 3-73。

**表 3-73　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 3-74。

**表 3-74　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、权重及等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权指数和，对照加权值与复垦方向对照表，确定各个评价单元的复垦方向。再将各复垦土地评价单元的土地质量状况分别与复垦土地主要限制因素的农林牧等级标准对比，得到待复垦土地的农林草适宜性评价因素明细表。

**表 3-75　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，复垦方向为旱地、乔木林地、灌木林地和人工牧草地，复垦方向基本保持原地类不变。

需要指出的是，矿区生态修复是一项综合性工程，涉及不同的行业部门。其中土地复垦方面，《方案》依据现有规范规程与土地利用“三调图”结果规划了矿山损毁与占用的土地复垦类型及相应的植被恢复工程。考虑到林业与草原行政主管部门“负责森林、草原、湿地资源的监督管理”的职能定位，矿山的植被恢复工程应该在林草行政主管部门的指导下实施，并在后期的植被管护、监测、成效评估等方面接受林草行政主管部门的监督与管理。

2、水土资源平衡分析

（1）土源平衡分析

①复垦需土量

修复区复垦责任区面积 43.8099hm$^2$，实际复垦面积为 12.4488hm$^2$，参考附近同类金属矿山地面塌陷情况，同时结合开采方案的采矿方法，

其中预测地面塌陷区按 5%进行复垦，面积为 1.6506hm$^2$，本方案设计恢复旱地覆土厚度 1.0m，恢复林地覆土厚度 0.5m，复垦草地覆土厚度 0.5m，合计共需覆土 77242m$^3$（需求量见表 3-76）。

**表 3-76　复垦需土量计算表**

②土源供应量

矿区内可供利用的土源主要为基建期表土剥离，矿山基建期对拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地表层腐殖质层进行剥离，用于近期治理复垦单元使用，剥离面积合计约 4800m$^2$，预计可剥离表土量约 2400m$^3$。

③土资源供需平衡分析

矿区可利用土源量为 2400m$^3$，覆土需求量为 77242m$^3$，客土需求量为 74842m$^3$，剥离表土量远小于覆土总需求量，约 89%的覆土需求需通过矿区周边客土解决。

矿区周边广泛分布第四系松散堆积物，土层厚度一般 8～12m，局部可达 15m，土源相对充足。客土取土场选址位于***，未来矿山企业将与村委会签署取土协议，办理合法的取土手续后进行取土。

复垦工程分阶段、分单元逐步实施，土源供应可在矿山服务年限内分期解决，无需一次性全部到位。预测塌陷区属于极端工况下可能形成的损毁区，在矿山严格按设计进行胶结充填的正常工况下，该区不会形成，其覆土需求量暂不列入近期复垦工程的土源安排。

综上，矿区复垦工程所需土源可通过剥离表土和矿区周边客土相结合的方式解决。剥离表土量虽有限但其质量优越，应优先用于关键复垦区域；客土土源在矿区周边广泛分布，获取条件便利。复垦工程分期实施，土源可在矿山服务年限内逐步供应，土资源供需平衡可行。

（2）石方平衡分析

①石方需求量

经统计，矿山需回填、垫坡的石方总量为174124m³，其中需回填167237m³，垫坡6887m³。

②石方供应量

矿山新竖井废石场现状堆存废石5892m³，矿山基建期井巷掘进产生废石总量约41453m³，矿山未来生产井下产生废石约132076m³。合计废石总量为179421m³。

③石方供需平衡分析

矿区可利用石方量约为179421m³，而矿山回填及垫坡工程所需石方总量约为174124m³，前者较后者富余约5297m³，剩余石方均充填采空区，可满足生态修复治理的石方需求。

（3）水资源平衡分析

①用水量分析

本矿区复垦责任区内主要复垦单元为旱地、林地、草地，预测地面塌陷区的破坏面积参考附近同类金属矿山地面塌陷情况以及结合开采方案的采矿方法，按预测面积的5%计算，因此地面塌陷坑实际复垦面积按1.6506hm²。矿区实际总复垦面积为12.4488hm²，根据《行业用水定额》（DB15/T 385-2025），生态用水定额。矿区总灌溉保证率75%，赤峰市定额值为2200m³/hm²。矿区总复垦面积为12.4488hm²，总灌溉年数为13年，则每年灌溉需水量为27387m³，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13694m³，矿区生产水满足灌溉需水量。

②供水量分析

矿山矿坑排水处理达标后可用于复垦区灌溉，年可供水量约465m³/d×300d=139500m³。

③水资源供需平衡分析

复垦区植被恢复以天然降水为主要水源，复垦初期可辅以矿山处理达标后的再生水进行补水灌溉。年需水量约 27387m$^3$，年可供回收利用水量总计 139500m$^3$。年需水量占年可供回收利用水量的 0.20%，水资源供需平衡充足，可完全满足复垦植被正常生长需求。复垦植被 3～5 年后进入自然演替阶段，人工灌溉可逐步减少至完全依赖自然降水。

3、土地复垦质量要求

根据国家及行业标准、项目区自然和社会经济条件以及土地复垦适宜性分析结果，将项目区复垦土地分为 24 个复垦对象，复垦方向为旱地、乔木林地、灌木林地、人工牧草地。

（1）土地复垦技术质量控制原则

1）符合矿区土地利用总体规划及土地复垦相关规划；

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

3）保护土壤、水源和环境质量，防止水土流失，防止次生污染；

（2）土地复垦质量要求

1）复垦利用类型应与地形、地貌及周围自然环境和景观相协调；

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

（3）复垦标准

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。各土地复垦质量控制标准如下：

**表 3-77　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

根据《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订），“边开采、边修复”是矿区生态修复基本原则，要求采矿权人在矿产资源开发利用过程中同步实施生态修复，最大限度减少矿业活动对生态环境的扰动和破坏。本矿山采用地下开采方式，拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地集中布局于矿区东侧，与现有废弃工程单元空间相对分离，为“边开采、边修复”的实施提供了有利的空间条件。

### （一）矿山开采方案及开采进度与生态修复时序的衔接分析

根据《开采方案》设计及近三年采掘计划，矿山2026年7月1日至2028年6月30日为基建期，主要完成竖井、斜坡道及东风井三大工业场地施工，同步开拓各中段运输巷道与通风联络道，并启动选厂及尾矿库改造升级；基建期结束转入开采期第一年，开采***m中段以上矿体。

据此，钻机平台（PT1～PT19）及配套部分道路、塌陷坑3、塌陷坑4、主竖井工业场地、FJ1工业场地、XJ1工业场地、SJ1场地、SJ2场地等工业场地在后续生产中均不再保留利用。上述单元安排在近三年内同步启动生态修复。

基建地表剥离表土随剥随运、直接覆土于各修复单元；新竖井废石场废石就近用于塌陷坑、钻机平台以及各井筒的回填。项目不另设表土长期中转堆场，基建作业与生态修复在时序上咬合、在空间上错峰衔接，整体扰动周期显著缩短。

### （二）生态修复治理的技术方法分析

矿区生态修复涉及的各项技术方法均在国内外矿山生态修复领域有成熟的应用实践，技术保障充分。

（1）地貌重塑技术

建构筑物拆除、场地整平、废石清运、回填、边坡整形等技术在矿山生态修复治理和土地复垦工程中已普遍应用，施工工艺成熟，矿山前期已在塌陷坑回填、废石场清运、工业场地拆除、边坡整形等治理工程中积累了丰富的施工经验，具备独立组织上述工程施工的技术能力。

（2）土壤重构技术

表土剥离与利用、客土覆盖与土壤改良等技术通过近年来的复垦实践不断优化完善，已形成成熟的操作规程和质控标准，可有效指导矿山复垦工程的施工和核查。

（3）植被重建技术

多物种混合播种、灌草群落配置等植被重建技术在典型草原矿区生态修复中得到成功应用，矿山前期已在塌陷坑、废石场等场地实施了植被恢复并取得了一定成效。

（4）监测管护技术

地表位移监测、地下水水位水质监测、地形地貌景观及土地复垦质量等监测技术成熟度较高，矿山现有监测设备及技术力量可满足方案监测需求。

**（三）边开采边修复条件可行性分析**

“边开采、边修复”模式对矿区生态功能的维持和景观格局的优化将产生积极的生态效益。

（1）基建期生态恢复效应

基建期 2 年内完成钻机平台（PT1～PT19）及配套部分道路、塌陷坑 3、塌陷坑 4、SJ1 场地、SJ2 场地等现有废弃场地的回填、拆除整治和植被重建。上述场地在矿山生产活动全面启动之前即可完成修复，使矿区初步恢复生态功能。

（2）开采期生态维持效应

开采期共计 7 年，正式投产第一年，对不再利用的主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地等场地进行修复治理，如发生塌陷，对达到沉稳的塌陷坑进行修复。矿山开采期已修复区植被已进入恢复阶段；生产区与修复区空间分离，相互不干扰。在正常工况下，矿区整体植被覆盖格局不会发生根本性改变。

（3）闭坑后生态融合效应

闭坑后完成全部场地的拆除和植被重建，最终实现损毁土地的全面生态修复。修复区植被群落与周边自然草原逐步融合，矿区生态系统的水源涵养、土壤保持和生物多样性维护功能得到恢复，形成与区域生态功能定位相适应的草原生态景观。

“边开采、边修复”模式实现了矿区生态修复的时序前移和空间优化。将传统的“先开采、后修复”末端治理模式转变为贯穿矿山全生命周期的全过程修复，最大限度地压缩了土地裸露时间，减缓了生态功能退化速率，有利于矿区生态系统的整体保护和渐进恢复。

## 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）分区原则与方法

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

本次矿区生态修复主要侧重于矿山开采后对矿区地质环境影响程度、土地只有损毁程度、生态系统受损程度等，根据矿山开采设计、规划、矿区地质环境及生态环境问题的类型、规模和危害程度，矿区生态修复分区遵循以下原则：

1、矿区生态修复分区包括整个矿区生态修复影响范围；

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

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

4、坚持“就大不就小、就高不就低、区内相似、区间相异”的原则；

5、坚持“以人为本”搬迁避让与防治工程建设相结合的原则；

6、坚持定性和定量相结合的原则。

**（二）分区结果**

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

**表 3-78　矿区生态修复分区特征表**

| 修复分区 | 主要存在问题 | 损毁面积（$hm^2$） | 地类名称 | 面积（$hm^2$） | 复垦方向 | 面积（$hm^2$） | 评价结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 预测地面塌陷区 | 极端工况下采空区充填失效引发地面塌陷、地裂缝等，预测最大下沉深度7.60m；地表植被、土壤层完全破坏；预测塌陷后水土流失强度极高。 | 33.0117 | 旱地 | 10.6434 | 旱地 | 10.6434 | 重度 |
| | | | 乔木林地 | 3.8843 | 乔木林地 | 4.3034 | |
| | | | 灌木林地 | 0.4191 | | | |
| | | | 其他林地 | 15.4894 | 灌木林地 | 15.4894 | |
| | | | 其他草地 | 0.9072 | 人工牧草地 | 2.5755 | |
| | | | 采矿用地 | 1.1788 | | | |
| | | | 农村道路 | 0.4895 | | | |
| 拟建竖井工业场地 | 场地开挖形成高陡切坡；建构筑物及硬化地面压占损毁土地；原生植被完全清除，土壤结构彻底破坏。 | 0.2000 | 其他林地 | 0.1913 | 灌木林地 | 0.2000 | 中度 |
| | | | 采矿用地 | 0.0087 | | | |
| 拟建斜坡道工业场地 | 场地开挖形成高陡切坡；建构筑物及硬化地面压占损毁土地；原生植被完全清除，土壤结构彻底破坏。 | 0.0800 | 其他林地 | 0.0800 | 灌木林地 | 0.0800 | 中度 |
| 拟建东风井工业场地 | 场地开挖形成高陡切坡；建构筑物及硬化地面压占损毁土地；原生植被完全清除，土壤结构彻底破坏。 | 0.2000 | 其他林地 | 0.2000 | 灌木林地 | 0.2000 | 中度 |
| 钻机平台（PT1-PT19） | 场地开挖地表植被、土壤结构被破坏。 | 0.6448 | 旱地 | 0.0384 | 灌木林地 | 0.6064 | 中度 |
| | | | 乔木林地 | 0.2022 | | | |
| | | | 其他林地 | 0.2914 | | | |
| | | | 其他草地 | 0.0363 | | | |
| | | | 采矿用地 | 0.0765 | | | |
| 塌陷坑 3 | 地表植被、土壤层完全破坏。 | 0.0120 | 其他草地 | 0.0120 | 灌木林地 | 0.0120 | 中度 |
| 塌陷坑 4 | 地表植被、土壤层完全破坏。 | 0.0077 | 其他林地 | 0.0077 | 灌木林地 | 0.0077 | |
| 主竖井工业场地 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.5861 | 其他林地 | 0.2609 | 旱地 | 0.5861 | 中度 |
| | | | 采矿用地 | 0.3252 | | | |

| 修复分区 | 主要存在问题 | 损毁面积（$hm^2$） | 地类名称 | 面积（$hm^2$） | 复垦方向 | 面积（$hm^2$） | 评价结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 西回风井工业场地 | 场地开挖形成高陡切坡；建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.5592 | 其他草地 | 0.0694 | 人工牧草地 | 0.5592 | 重度 |
| | | | 采矿用地 | 0.4898 | | | |
| FJ1 工业场地 | 场地开挖形成切坡；建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.1398 | 其他林地 | 0.1398 | 灌木林地 | 0.1398 | 中度 |
| XJ1 工业场地 | 场地开挖形成切坡；建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.1500 | 其他林地 | 0.1500 | 灌木林地 | 0.1500 | 中度 |
| SJ1 场地 | 地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.0354 | 其他林地 | 0.0354 | 灌木林地 | 0.0354 | 中度 |
| SJ2 场地 | 地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.0126 | 其他林地 | 0.0126 | 灌木林地 | 0.0126 | 轻度 |
| 新竖井废石场 | 废石压占地表损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.4302 | 其他草地 | 0.0221 | 人工牧草地 | 0.4302 | 中度 |
| | | | 采矿用地 | 0.4081 | | | |
| 炸药库 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.1113 | 其他林地 | 0.1113 | 灌木林地 | 0.1113 | 中度 |
| 地磅房 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.0186 | 其他林地 | 0.0186 | 灌木林地 | 0.0186 | 轻度 |
| 门卫 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.0081 | 其他林地 | 0.0081 | 灌木林地 | 0.0081 | 轻度 |
| 排水场地 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.0350 | 乔木林地 | 0.0157 | 乔木林地 | 0.0350 | 中度 |
| | | | 其他草地 | 0.0193 | | | |
| 选厂 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 1.0391 | 乔木林地 | 0.1455 | 乔木林地 | 0.9940 | 中度 |
| | | | 其他林地 | 0.0398 | | | |
| | | | 其他草地 | 0.1213 | | | |
| | | | 采矿用地 | 0.6874 | | | |

| 修复分区 | 主要存在问题 | 损毁面积（$hm^2$） | 地类名称 | 面积（$hm^2$） | 复垦方向 | 面积（$hm^2$） | 评价结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 农村宅基地 | 0.0451 | 农村宅基地 | 0.0451 | |
| 尾矿库 | 场地开挖及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 4.0175 | 乔木林地 | 0.0127 | 灌木林地 | 4.0175 | 重度 |
| | | | 灌木林地 | 0.0135 | | | |
| | | | 其他林地 | 1.1096 | | | |
| | | | 其他草地 | 1.0969 | | | |
| | | | 采矿用地 | 1.7848 | | | |
| 办公生活区 1 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.8434 | 其他草地 | 0.0005 | 人工牧草地 | 0.8434 | 中度 |
| | | | 采矿用地 | 0.8247 | | | |
| | | | 农村道路 | 0.0182 | | | |
| 办公生活区 2 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.4044 | 乔木林地 | 0.0002 | 乔木林地 | 0.4044 | 中度 |
| | | | 其他草地 | 0.0634 | | | |
| | | | 采矿用地 | 0.3408 | | | |
| 办公生活区 3 | 建构筑物及地表建设损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 0.6347 | 乔木林地 | 0.1330 | 乔木林地 | 0.6347 | 中度 |
| | | | 其他林地 | 0.1143 | | | |
| | | | 其他草地 | 0.0261 | | | |
| | | | 采矿用地 | 0.3613 | | | |
| 矿区道路 | 场地开挖形成切坡；压占损毁土地；原生植被、土壤结构遭到破坏。 | 3.0493 | 旱地 | 0.4139 | 人工牧草地 | 3.0493 | 中度 |
| | | | 乔木林地 | 0.1275 | | | |
| | | | 灌木林地 | 0.3235 | | | |
| | | | 其他林地 | 1.0350 | | | |
| | | | 其他草地 | 0.2462 | | | |
| | | | 采矿用地 | 0.4026 | | | |
| | | | 农村道路 | 0.5006 | | | |

### （三）生态修复区拐点坐标

依据实测的矿区总平面布置图和各工程单元的用地边界，圈定各生态修复分区的拐点坐标见表 3-79。

**表 3-79　矿区生态修复区范围主要拐点坐标表**

## 二、修复时序安排

1、时序安排

本方案修复时序遵循“边开采、边修复”原则，依据各损毁单元的废弃阶段及启动条件，将整个矿区生态修复工程划分为基建期、开采期、闭坑修复与管护期三个阶段。基建期（2026 年 7 月 1 日-2028 年 6 月 30 日）、开采期（2028 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日），闭坑修复与管护期(2035 年 7 月 1 日-2039 年 6 月 30 日),矿区生态修复时序表见表 3-80。

**表 3-80　矿区生态修复时序表**

| 生态修复单元 | 损毁面积（$hm^2$） | 损毁时期 | 修复时期 | 修复时限 | 管护时限 |
|---|---|---|---|---|---|
| 预测地面塌陷区 | 33.0117 | 开采期 | 开采期 | 2026 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 拟建竖井工业场地 | 0.2000 | 基建期 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 拟建斜坡道工业场地 | 0.0800 | 基建期 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 拟建东风井工业场地 | 0.2000 | 基建期 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 钻机平台（PT1-PT19） | 0.6448 | 前期已损毁 | 基建期 | 2026 年-2027 年 | 治理后至 2039 年 |
| 塌陷坑 3 | 0.0120 | 前期已损毁 | 基建期 | 2026 年-2027 年 | 治理后至 2039 年 |
| 塌陷坑 4 | 0.0077 | 前期已损毁 | 基建期 | 2026 年-2027 年 | 治理后至 2039 年 |
| 主竖井工业场地 | 0.5861 | 前期已损毁 | 开采期 | 2028 年-2029 年 | 治理后至 2039 年 |
| 西回风井工业场地 | 0.5592 | 前期已损毁 | 基建期-闭坑修复与管护期 | 2026 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| FJ1 工业场地 | 0.1398 | 前期已损毁 | 开采期 | 2028 年-2029 年 | 治理后至 2039 年 |
| XJ1 工业场地 | 0.1500 | 前期已损毁 | 开采期 | 2028 年-2029 年 | 治理后至 2039 年 |
| SJ1 场地 | 0.0354 | 前期已损毁 | 基建期 | 2027 年-2028 年 | 治理后至 2039 年 |
| SJ2 场地 | 0.0126 | 前期已损毁 | 基建期 | 2027 年-2028 年 | 治理后至 2039 年 |
| 新竖井废石场 | 0.4302 | 前期已损毁 | 基建期-闭坑修复与管护期 | 2026 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 炸药库 | 0.1113 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 地磅房 | 0.0186 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 门卫 | 0.0081 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |
| 排水场地 | 0.0350 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至 2039 年 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 选厂 | 1.0391 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至2039年 |
| 尾矿库 | 4.0175 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至2039年 |
| 办公生活区 1 | 0.8434 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至2039年 |
| 办公生活区 2 | 0.4044 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至2039年 |
| 办公生活区 3 | 0.6347 | 前期已损毁 | 闭坑修复与管护期 | 2035 年-2039 年 | 治理后至2039年 |
| 矿区道路 | 3.0493 | 前期已损毁 | 基建期-闭坑修复与管护期 | 2026 年-2039 年 | 治理后至2039年 |

# 第四节　采矿用地与复垦修复安排

## 一、采矿用地与复垦修复安排

### （一）采矿用地情况

矿山现有采矿用地包括已取得土地使用证的国有建设用地、已签订征地补偿协议的集体土地、拟建工程新增用地和其它现有工程用地四类。

1、已取得土地使用证的国有建设用地

矿山已取得由敖汉旗人民政府颁发的国有土地使用证（***），证载土地使用权人为中羽矿业(赤峰)有限公司，面积合计 8369.1m$^2$。土地使用证所载各地块主要分布选厂，用地方式为出让工业用地，矿山在土地使用证有效期内享有合法的土地使用权。

2、已签订征地补偿协议的集体土地

矿山已严格按照约定，足额落实对萨力巴乡***所占土地的补偿工作，征地补偿款项均已拨付到位。针对矿区其他工程用地，待完成法定用地审批手续后，即可依法依规取得土地使用权。

3、拟建工程新增用地

矿山拟建工程包括拟建竖井工业场地（0.2000hm$^2$）、拟建斜坡道工业场地（0.0800hm$^2$）、拟建东风井工业场地（0.2000hm$^2$），总新增用地面积约 0.4800hm$^2$。上述拟建工程用地应在开工建设前依法办理采矿用地审批手续，并按照征地补偿标准完成征地补偿和安置补助，用地期限与矿山总服务年限（13 年）一致。

4、现有工程未批准用地

矿山现有部分工程单元未取得用地审批手续，因位于地表岩石移动范围之内或随新系统投产后废弃，纳入近期（三年内）进行生态修复。

（二）复垦修复安排

修复区范围属于低山丘陵区，整体地形地势较缓，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：旱地、乔木林地、灌木林地、人工牧草地；复垦旱地 11.2295hm$^2$，占复垦总面积的 25.63%；复垦乔木林地 4.0340hm$^2$，占复垦总面积的 9.21%；复垦灌木林地 21.0888hm$^2$，占复垦总面积的 48.14%；复垦人工牧草地 7.4576hm$^2$，占复垦总面积的 17.02%；矿区生态修复目标及土地利用变化见下表。

**表 3-81　矿区生态修复目标及土地利用变化表**

矿区用地与复垦修复计划见表 3-82。

## 表 3-82　矿区用地与复垦修复计划表

| 用地信息 | | | | | | | 复垦修复计划 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单元名称 | 原地类 | 范围 | 面积（$hm^2$） | 质量 | 是否为临时用地 | 批准（计划）使用期限(年 月 日-年 月 日) | 目标地类 | 范围 | 面积（$hm^2$） | 质量 | 复垦修复期限 |
| 预测地面塌陷区 | 旱地 | 表 3-79 | 10.6434 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 旱地 | 表 3-84 | 10.6434 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 乔木林地 | | 3.8843 | | | | 乔木林地 | | 4.3034 | | |
| | 灌木林地 | | 0.4191 | | | | | | | | |
| | 其他林地 | | 15.4894 | | | | 灌木林地 | | 15.4894 | | |
| | 其他草地 | | 0.9072 | | | | 人工牧草地 | | 2.5755 | | |
| | 采矿用地 | | 1.1788 | | | | | | | | |
| | 农村道路 | | 0.4895 | | | | | | | | |
| 拟建竖井工业场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.1913 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.2000 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 采矿用地 | | 0.0087 | | | | | | | | |
| 拟建斜坡道工业场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.0800 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0800 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| 拟建东风井工业场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.2000 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.2000 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| 钻机平台（PT1-PT19） | 旱地 | 表 3-79 | 0.0384 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2027 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.6064 | 5 等 | 2026 年-2027 年 |
| | 乔木林地 | | 0.2022 | | | | | | | | |
| | 其他林地 | | 0.2914 | | | | | | | | |
| | 其他草地 | | 0.0363 | | | | | | | | |
| | 采矿用地 | | 0.0765 | | | | | | | | |
| 塌陷坑 3 | 其他草地 | 表 3-79 | 0.0120 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2027 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0120 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2027 年 6 月 30 日 |
| 塌陷坑 4 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.0077 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2027 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0077 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2027 年 6 月 30 日 |
| 主竖井工业场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.2609 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 | 旱地 | 表 3-84 | 0.5861 | 5 等 | 2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 |
| | 采矿用地 | | 0.3252 | | | | | | | | |
| 西回风井工业场地 | 其他草地 | 表 3-79 | 0.0694 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日- | 人工牧草地 | 表 3-84 | 0.5592 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日- |

| 用地信息 | | | | | | | 复垦修复计划 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单元名称 | 原地类 | 范围 | 面积（$hm^2$） | 质量 | 是否为临时用地 | 批准（计划）使用期限(年 月 日-年 月 日) | 目标地类 | 范围 | 面积（$hm^2$） | 质量 | 复垦修复期限 |
| | 采矿用地 | | 0.4898 | | | 2035 年 6 月 30 日 | | | | | 2036 年 6 月 30 日 |
| FJ1 工业场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.1398 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.1398 | 5 等 | 2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 |
| XJ1 工业场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.1500 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.1500 | 5 等 | 2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 |
| SJ1 场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.0354 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0354 | 5 等 | 2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 |
| SJ2 场地 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.0126 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0126 | 5 等 | 2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日 |
| 新竖井废石场 | 其他草地 | 表 3-79 | 0.0221 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 人工牧草地 | 表 3-84 | 0.4302 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 采矿用地 | | 0.4081 | | | | | | | | |
| 炸药库 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.1113 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.1113 | 5 等 | 2035 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| 地磅房 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.0186 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0186 | 5 等 | 2035 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| 门卫 | 其他林地 | 表 3-79 | 0.0081 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 0.0081 | 5 等 | 2035 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| 排水场地 | 乔木林地 | 表 3-79 | 0.0157 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 乔木林地 | 表 3-84 | 0.0350 | 5 等 | 2035 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 其他草地 | | 0.0193 | | | | | | | | |
| 选厂 | 乔木林地 | 表 3-79 | 0.1455 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 乔木林地 | 表 3-84 | 0.9940 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 其他林地 | | 0.0398 | | | | | | | | |
| | 其他草地 | | 0.1213 | | | | | | | | |
| | 采矿用地 | | 0.6874 | | | | | | | | |
| | 农村宅基地 | | 0.0451 | | | | 农村宅基地 | | 0.0451 | | |
| 尾矿库 | 乔木林地 | 表 3-79 | 0.0127 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 灌木林地 | 表 3-84 | 4.0175 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 灌木林地 | | 0.0135 | | | | | | | | |
| | 其他林地 | | 1.1096 | | | | | | | | |

| 用地信息 | | | | | | | 复垦修复计划 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 单元名称 | 原地类 | 范围 | 面积（$hm^2$） | 质量 | 是否为临时用地 | 批准（计划）使用期限(年 月 日-年 月 日) | 目标地类 | 范围 | 面积（$hm^2$） | 质量 | 复垦修复期限 |
| | 其他草地 | | 1.0969 | | | | | | | | |
| | 采矿用地 | | 1.7848 | | | | | | | | |
| 办公生活区 1 | 其他草地 | 表 3-79 | 0.0005 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 人工牧草地 | 表 3-84 | 0.8434 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 采矿用地 | | 0.8247 | | | | | | | | |
| | 农村道路 | | 0.0182 | | | | | | | | |
| 办公生活区 2 | 乔木林地 | 表 3-79 | 0.0002 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 乔木林地 | 表 3-84 | 0.4044 | 5 等 | 2035 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 其他草地 | | 0.0634 | | | | | | | | |
| | 采矿用地 | | 0.3408 | | | | | | | | |
| 办公生活区 3 | 乔木林地 | 表 3-79 | 0.1330 | 5 等 | 否 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 乔木林地 | 表 3-84 | 0.6347 | 5 等 | 2035 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 其他林地 | | 0.1143 | | | | | | | | |
| | 其他草地 | | 0.0261 | | | | | | | | |
| | 采矿用地 | | 0.3613 | | | | | | | | |
| 矿区道路 | 旱地 | 表 3-79 | 0.4139 | 5 等 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2035 年 6 月 30 日 | 人工牧草地 | 表 3-84 | 3.0493 | 5 等 | 2026 年 7 月 1 日-2036 年 6 月 30 日 |
| | 乔木林地 | | 0.1275 | | | | | | | | |
| | 灌木林地 | | 0.3235 | | | | | | | | |
| | 其他林地 | | 1.0350 | | | | | | | | |
| | 其他草地 | | 0.2462 | | | | | | | | |
| | 采矿用地 | | 0.4026 | | | | | | | | |
| | 农村道路 | | 0.5006 | | | | | | | | |

## 二、复垦修复存量采矿用地

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

## 三、临时用地复垦

本方案不涉及到临时用地。

# 第四章　生态修复措施与工程内容

## 第一节　保护与预防控制措施

### 一、敏感目标保护

经现场调查并经敖汉旗各相关管理部门查询，中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿采矿权范围及周边无水源地、天然草原、公益林、自然保护地、地质遗迹、生态保护红线、水系、珍贵物种、古树名木、矿业遗迹等重要基础设施。矿区南东部与永久基本农田重叠，重叠面积为5.6561hm$^2$，对永久基本农田保护性开发措施如下：

在永久基本农田范围外设置围栏、标志牌等保护措施，避免破坏基本农田，安排专用水车对矿区道路特别是靠近永久基本农田公路要定期洒水降尘，废石场采用喷淋装置进行降尘。

根据《开采方案》，采矿方法主要为分段空场嗣后充填采矿法，及上向水平分层充填采矿法，严格按照设计矿房参数进行开采，在开采基本农田下方矿体时，可减小矿房结构参数、降低爆破强度等。此外，应对开采形成的采空区及时充填，并对充填体的强度、密实度进行定期检测，确保充填效果达到设计标准，从而有效支撑上覆岩层，降低岩层和地表沉降程度，避免因地下开采引发的地表塌陷。严守永久基本农田划定地块，确保面积不减少、位置不擅自调整，与国土空间“一张图”精准对接。

### 二、表土剥离与植被移植利用

#### （一）表土剥离与利用

1、表土剥离

依据《开采方案》，矿山后期生产还需拟建三处工业场地，分别为拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地，以上三处场地应对占地范围内的表层腐殖质层进行剥离，设计剥离厚

度 0.5m，剥离时间为基建期，剥离作业需分区、分层进行。

2、表土堆存

由于拟建场地面积较小，剥离量总体较小，且矿区近期修复单元需要覆土土源，因此剥离的表土不设专用的表土存放场，采用“即剥即用”方式（时间段与剥离时间段一致），最大限度缩短表土裸露堆放周期，降低表土有机质流失、风蚀沙化风险。

3、表土运输

剥离后的表土采用密闭自卸车辆直运至待修复地块开展覆土作业；运输全过程车厢全覆盖篷布封闭绑扎，严控沿途遗撒、扬尘污染；场内规划固定运输路线，避开已修复植被区域。

4、表土管护

矿山表土采取“即剥即用”模式，剥离后同步运抵各修复单元进行覆土，无临时堆存环节，因此不单独设计表土暂存及管护措施。

5、表土利用

矿山剥离的表土全部用于矿区生态修复覆土。剥离的表层腐殖熟土摊铺于复垦地块最上层，保障植被根系生长土层条件。

表土处置工程汇总见表 4-1。

**表 4-1　表土处置工程汇总表**

### （二）植被移植利用

经调查，矿区现状工程场地及周边无古树名木和国家级、自治区级保护植物。未来矿山新建三处工业场地（拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地）所占地类均为其他林地，现状植被为稀疏的灌木山杏及少量草本植物。场地平整范围内以典型草原植被为主，方案不再设计植被移植工程。

## 三、相关协同措施

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

（一）地面塌陷灾害的预防与治理

矿山企业应按照自然资源、应急管理部门规定，按设计要求对采空区实施充填或放顶处理，防止地表塌陷；对预测地面塌陷区范围设置警示牌及网围栏；对废石场边坡及可能受采动影响区域开展稳定性监测，对存在崩塌、滑坡隐患的地段采取工程防护与生态固坡相结合的综合治理措施。

1、采空区冒落的处置（含采空区充填）

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

2、塌陷坑的治理

矿山企业应按照应急管理部门要求对形成的塌陷坑及时实施分层碾压式回填；回填达标后，对场地覆土及场地整平，确保覆土厚度满足植被生长要求；最后，结合周边生态环境特征，优选乡土物种进行植被恢复，确保复垦土地与周边自然地貌协调一致，消除安全隐患。

（二）矿山突水淹井与采场防洪

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

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

（三）井（硐）封堵

对于矿山不再利用的废弃井（硐），近期矿山应及时按照应急管理部门的要求及相关技术规程，依据矿山安全设施设计对所有硐口、井口进行永久性安全封堵。待矿山闭坑后应按照闭坑设计，对所有硐口、井口进行安全封堵。封堵工程通常采用混凝土浇筑、设置防坠隔离墩（栏）等可靠结构，彻底消除人员坠落、有害气体积聚溢出等安全隐患。封堵完成后，需经安全主管部门现场核查验收。

（四）水土流失防治

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

（五）环境污染的预防措施

1、水土环境污染的预防控制任务：矿山要按照生态环境部门要求对工业场地、道路、废石场采取洒水、喷雾、覆盖等抑尘措施；对破碎、筛分等产尘工段安装高效除尘设施。

按照生态环境部门要求建设并正常运行矿坑涌水、废石场淋溶水收集处理设施，回用不外排。规范危险废物（如废机油、化验室废液）的收集、贮存与处置。对可能造成污染的场地（如原辅料堆场、污水处理区）落实防渗要求，并开展定期监测。

2、矿区土地复垦预防任务：制定对矿业活动损毁土地、植被资源进行恢复治理的方案，并采取有针对性的工程措施及临时防护措施，

减小和控制被损毁土。地的面积和程度，改善矿区生态环境，确保矿业开发与区域生态环境和人文环境的协调发展。

3、固体废弃物处理：（1）矿山后续采掘产生的废石将优先作为井下充填骨料，搭配选矿尾砂、水泥制备充填料浆，回填井下采空区及废弃巷道，实现废石不出井，直接井下循环利用；（2）选矿尾矿：矿山大部分尾矿将作为井下胶结充填料的主要组分，剩余部分经压滤后运至尾矿库进行干式堆存。矿山将对现有尾矿库进行原址改造升级，使其满足干式堆存的安全与环保要求；（3）生活固废：主要为年产生少量锅炉废渣，废渣将与生活垃圾一同收集后外运至地方环卫部门指定地点处置。未来开采期将规划统一的生活垃圾收集处理系统，对企业全员的日常生活垃圾进行分类收集，定期清运、无害化处置。确保生活垃圾不随意堆放、不造成周边环境污染。确保固废处置符合矿区生态修复及环保监管要求。

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

## 第二节　修复措施

### 一、地貌重塑

为确保各生态损毁单元修复后的地质体安全稳定、地貌景观与周

边协调一致，拟采取如下各类工程措施：

1、回填

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

2、封堵

矿山对于近期不再利用的废弃竖井、斜井应按照应急管理部门的要求及相关技术规程，依据矿山安全设施设计对井口进行永久性安全封堵。待到矿山闭坑时，矿山应依据矿山安全设施设计和闭坑设计，对所有井（硐）进行永久性安全封堵。封堵工程通常采用混凝土浇筑。封堵完成后，需经安全主管部门现场核查验收。

3、拆除

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

4、清运

对于拆除的废弃物及废石利用自卸汽车装运，清理过程中，要求地表清理平整干净，避免出现杂乱、高低不平的地段。

5、垫坡整形

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

6、挡渣墙

拦渣墙墙高 2.5–4.0m，顶宽 0.8–1.0m，墙背坡率 1:0.25，迎水面直立；基础埋深不小于 1.5m，基底置于强风化基岩或经压实处理的表层，遇软弱夹层时换填片石混凝土。

**二、土壤重构**

土壤重构应在工程场地永久性场地或者边坡平台形成后开始实施，矿区前期剥离表土及拟建设场地剥离表土作为复垦土源使用，本矿山可利用土源不足，矿权人需自行协商对所需土壤进行外购。确定购买前需对土壤进行检测。

1、覆土及整平

表土覆盖厚度根据当地的土质情况、气候条件、种植种类以及土源情况确定。本项目复垦为旱地、林地、草地，覆土选用挖掘机挖装自卸汽车运输方式，其中包含有推土机推平内容，覆土后可直接进行植被恢复。

2、陪肥改良

通过物理改良工艺，增施腐熟有机肥，如羊粪、堆肥，通过有机质分解产生有机酸，缓慢调节 pH 值，消除其不良影响，良土壤的性质，施用量为每公顷 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。

**三、植被重建**

（一）乔木林地植被重建

1、苗木选择

树种：松树（备选杨树），选用 2-3 年生实生容器苗或裸根苗，苗高控制在 50-80cm，地径≥0.8cm，要求主干通直、顶芽饱满、须根发达，无机械损伤、无松材线虫病等病虫害侵染痕迹。松树为常绿针

叶乔木，耐寒耐旱、耐贫瘠，根系深扎能力强，能有效稳固土壤、减少水土流失，且四季常绿，可提升林地生态景观持续性。

2、苗木预处理

松树、杨树裸根苗栽植前，先修剪破损根系、枯根、烂根，修剪切口保持平滑，避免根系腐烂感染；随后将苗木根系放入清水浸泡 3-5h，充分补水，捞出后蘸取生根粉泥浆（按说明书配比生根粉与黏土），包裹根系形成泥浆保护层，减少根系水分蒸发，促进栽植后快速生根。

3、栽植前场地准备

全面清理项目区石块、建筑垃圾、杂草、枯落物等杂物，清理范围覆盖栽植区域及周边 1m 范围，避免杂物影响根系扎根与土壤透气透水性。完成基底覆土作业，覆土厚度控制在 0.5m，优于草本种植覆土标准，适配乔木深根生长需求；覆土后采用机械配合人工方式深耕整地，深耕深度 30-40cm，整平地表，破碎土块，使土壤疏松细碎，提升土壤透气性与保水性。

4、栽植方式

将预处理后的苗木放入栽植穴中心，保持树干直立端正，扶正苗木，舒展根系，避免根系窝团、弯折，确保根系与土壤充分接触；容器苗栽植时需去除容器，保留完整土球，放入穴内后调整位置，保证栽植端正。先回填表层熟土至穴深 1/2 处，轻轻向上提苗 1-2cm，使根系充分舒展，随后分层回填剩余土壤，每回填 10-15cm 厚土壤，采用人工踩实或轻型设备压实，确保土壤与根系紧密贴合，不留空隙；覆土高度与苗木原土痕平齐，严禁深栽埋苗或浅栽露根，深栽易导致根系闷烂，浅栽易造成苗木倒伏、失水。覆土完成后，在栽植穴周边围筑 10cm 高土堰，随即浇灌足量定根水，采用慢浇、透浇方式，确保

水分完全渗透至根系深层土壤，浇完后待水分下渗，及时补充覆土，填补土壤裂缝，减少水分蒸发，助力苗木快速缓苗。

5、栽植密度

栽植株行距统一为 3m×3m；备选杨树栽植密度与松树保持一致，便于后期林地管护与植被更替，保障乔木群落规整均匀，快速形成郁闭林地，发挥固土保水、生态修复作用。

6、栽植时间

优先选择春季（4 月上旬至 5 月上旬）栽植，此时土壤完全解冻，地温回升，土壤墒情适宜，苗木处于萌芽前休眠期，树液流动缓慢，栽植后根系能快速适应土壤环境，萌芽后长势旺盛，成活率最高。

其次可选择秋季（10 月下旬至 11 月上旬）栽植，此时气温下降、水分蒸发量小，苗木落叶后进入休眠期，养分回流至根系，栽植后根系能缓慢愈合生长，次年春季可快速萌芽；秋季栽植需做好冬季防寒措施，避免幼苗冻害。

严禁夏季高温时段、冬季严寒封冻期栽植，防止苗木高温失水、根系冻害，导致栽植失败。

7、苗期管护

栽植后 1 个月内为缓苗关键期，每隔 7-10 天检查土壤墒情，遇干旱天气及时补水，保持土壤湿润但不积水；雨季及时疏通排水，避免栽植穴积水烂根，缓苗成活后，依据自然降水情况适度补水，无需频繁浇灌，锻炼苗木抗旱能力。

（二）灌木林地（灌草混播）植被重建

1、种子选择

木本种子：山杏核、榆树籽（乡土灌木/乔木，兼具防风固沙、水土保持及生物多样性维护功能）；草本种子：狗尾草、羊草（多年生

乡土草种，耐干旱、耐贫瘠，适应性强）、紫花苜蓿（多年生豆科牧草，可固氮改良土壤，提升植被群落稳定性）。

2、种子预处理

草本种子（羊草、狗尾草、苜蓿）：采用清水浸泡处理，浸泡时长控制在 12～24h，浸泡完成后捞出，置于通风阴凉处自然晾干（忌暴晒），待种子表面无游离水分、呈松散状态时即可播种；木本种子（山杏核、榆树籽）：山杏核需提前进行破壳处理（机械轻度破壳或温水浸种催芽，温水温度 40～50℃，浸泡 24～48h），榆树籽无需破壳，同草本种子进行 12～24h 清水浸泡晾干，确保种子萌动性。

3、播种前场地准备

项目区需完成基底覆土作业，覆土厚度控制为 0.5m，覆土后对场地进行深耕整平，清除石块、建筑垃圾等杂物，使土壤疏松、地表平整，为种子萌发和根系生长创造良好条件。

4、播种方式

采用撒播结合浅覆土镇压的方式，兼顾播种效率与出苗效果。撒播：在完成覆土整治的地块上，将预处理后的木本种子与草本种子混合均匀，进行均匀撒播，确保种子分布无遗漏、无堆积；播深控制：撒播后立即进行浅覆土作业，播种深度严格控制在 2～3cm，避免过深导致种子萌发困难，过浅造成种子风干或被鸟兽取食；镇压保墒：覆土完成后，采用轻型镇压设备（或人工石碾）对播种区域进行均匀镇压，使种子与土壤紧密接触，减少土壤孔隙，提升土壤保水能力，助力种子萌发。

5、播种量

结合项目区立地条件及混播植被群落构建目标，确定总播种量为 30kg/hm²，其中木本种子与草本种子按 1：5 比例分配，具体配比可根

据实际立地条件微调：木本种子（山杏核+榆树籽）：5kg/hm²（山杏核 3kg/hm²、榆树籽 2kg/hm²）；草本种子（狗尾草+羊草+苜蓿）：25kg/hm²（羊草 15kg/hm²、苜蓿 10kg/hm²）。

6、播种时间

遵循“适期播种、抢抓墒情”原则，结合项目区气候规律，确定播种时间如下：优先选择春季（4 月中下旬至 5 月上旬）播种，此时土壤解冻、墒情较好，利于种子萌发；亦可选择雨季来临前（6 月下旬至 7 月中旬）播种，借助自然降水提升出苗率；最迟播种时间不得超过 8 月 10 日，避免播种过晚导致幼苗生长周期不足，无法形成健壮植株，难以安全越冬。

7、苗期管理

播种后 30 天进行出苗情况核查，对缺苗率超过 15%的地块，及时采用同批次、同处理的种子进行补播，补播时按原播种方式操作，确保补播区域与原有植被衔接一致。

（三）人工牧草地植被重建

1、种子选择

草本种子：羊草、狗尾草（多年生乡土草种，耐干旱、耐贫瘠，适应性强）、紫花苜蓿（多年生豆科牧草，可固氮改良土壤，提升植被群落稳定性）。

2、种子预处理

草本种子（羊草、狗尾草、苜蓿）：采用清水浸泡处理，浸泡时长控制在 12～24h，浸泡完成后捞出，置于通风阴凉处自然晾干（忌暴晒），待种子表面无游离水分、呈松散状态时即可播种。

3、播种前场地准备

需完成基底覆土作业，覆土厚度为 0.3m，覆土后对场地整平，清除石块、建筑垃圾等杂物，使土壤疏松、地表平整，为种子萌发和根系生长创造良好条件。

4、播种方式

采用撒播结合浅覆土镇压的方式，兼顾播种效率与出苗效果。撒播：在完成覆土整治的地块上，将预处理后的草本种子均匀撒播，确保种子分布无遗漏、无堆积；播深控制：撒播后立即进行浅覆土作业，播种深度严格控制在 2～3cm，避免过深导致种子萌发困难，过浅造成种子风干或被鸟兽取食；镇压保墒：覆土完成后，采用轻型镇压设备（或人工石碾）对播种区域进行均匀镇压，使种子与土壤紧密接触，减少土壤孔隙，提升土壤保水能力，助力种子萌发。

5、播种量

结合项目区立地条件及混播植被群落构建目标，确定总播种量为 40kg/hm²，草本种子（羊草+狗尾草+苜蓿）：40kg/hm²（羊草 20kg/hm²、狗尾草 10kg/hm²、苜蓿 10kg/hm²）。

6、播种时间

遵循“适期播种、抢抓墒情”原则，结合项目区气候规律，确定播种时间如下：优先选择春季（4 月中下旬至 5 月上旬）播种，此时土壤解冻、墒情较好，利于种子萌发；亦可选择雨季来临前（6 月下旬至 7 月中旬）播种，借助自然降水提升出苗率；最迟播种时间不得超过 8 月 10 日，避免播种过晚导致幼苗生长周期不足，无法形成健壮植株，难以安全越冬。

7、苗期管理

播种后 30 天进行出苗情况核查，对缺苗率超过 15%的地块，及时采用同批次、同处理的种子进行补播，补播时按原播种方式操作，确保补播区域与原有植被衔接一致；

**四、景观营造**

（一）优化矿区景观格局

以“景观生态学”理论为指导，打破矿区原有单一、破碎的景观基底，构建“节点治理、廊道连通、功能整合”的复合型生态景观格局。

1、风险斑块转化与锚定

废石场：作为最主要的地表扰动斑块，进行彻底地形整治（清运）和植被重建；地面塌陷坑：进行回填复绿，使其成为新的林地或灌草景观板块，并作为生态修复的核心展示区。

2、廊道连接工业遗迹与自然

将工业广场、办公生活区、废石场修复区、周边自然山体有机连接起来，形成连续的生态与视觉通廊，缓解工业场地的生硬感。

3、构建功能复合的景观网络

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

（二）重建矿区植被群落

植被重建强调“精准修复、快速成景、与遗迹结合”。

1、差异化立地条件精准配植

废石场边坡：以耐贫瘠、速生、根系发达的先锋树种和草灌为主，快速固坡覆绿。

工业场地：在保留核心建筑和设施的前提下，进行景观绿化。选用抗污染、观赏性强的乔灌木，结合花坛、垂直绿化，软化工业环境。

矿区内道路沿线：道路两侧进行植树，建设多层次防护绿带，兼具降尘、降噪、隔离和观赏功能。

2、促进自然群落形成

在条件允许区域，采用“种子库活化+人工播种+容器苗移植”综合方式，引入当地顶级群落的树种，加速其向稳定森林生态系统演替。

（三）疏通矿区水系网络

1、矿坑涌水与地下水景观化利用

对符合水质标准矿坑涌水，进行收集和导引处理后用于营造景观水面、溪流或作为绿化灌溉水源。

2、水安全与水文化结合

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

（四）文化功能重构与提升

1、绿色矿山建设的景观设置

对矿区进行景观化包装和标识解说，使其成为绿色矿山理念的实体展品。

循环经济场景展示：如将废石加工成建材用于铺路、造景，实现资源就地利用，并设立解说牌。

2、生态保护与修复

边生产边修复：对不再使用的废石场、工业场地等，及时进行土地复垦和生态修复，绿化覆盖率应达到100%。

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

# 第三节　工程内容

## 一、拟修复的生态单元

根据生态修复分区及修复时序安排，矿区共划分 18 个生态修复单元，分别为：拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、主竖井工业场地、西回风井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。

## 二、生态修复工程设计

复垦责任范围内土地复垦后的主要利用方向为旱地、林地、草地。针对不同修复单元设计不同的生态修复措施，主要包括：地貌重塑、土壤重构、植被重建等。针对不同修复单元的修复措施，详述如下：

### 1、预测地面塌陷区

（1）充填采空区

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

（2）警示牌

在预测地面塌陷区外围布设警示牌，警示牌材质及规格大小严格执行国家工矿企业现行《矿山安全标志》（GB/T 14161-2008）相关规定要求，进行制作和设置。牌面尺寸为 0.8m×0.5m。板面 3mm 厚。确定安装位置后，支柱采用 0.1m×0.1m×2m 混凝土桩或铁柱，警示牌埋深 0.5m，不得倾斜；文字大小适中清晰，采用蒙汉双语标示，安装完成后应对警示牌标志板进行清扫，保持版面清洁。

具体设置警示牌时，布设位置应根据矿山开采进度而定，及时在外围进行布设，布设时应兼顾区内已有的乡间道路及其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。警示牌示意图见图 4-1。

本方案设置警示牌 10 块（警示牌位置坐标见表 4-2）。

**表 4-2　警示牌位置坐标表**

**图 4-1　警示牌示意图**

（3）围栏网

为防止人畜误入塌陷区范围内，在预测地面塌陷区地表外围 10m 设立钢丝围栏，铁刺防护网通过钢筋混凝土桩及刺绳相结合的方法进行拦挡，设计每隔 4m 设一根水泥桩，规格为 0.1m×0.1m×2.0m（钢筋混凝土桩地下 0.6m，地面外漏 1.25m），然后沿水泥桩拉双股刺绳，距地面 0.25m 拉第一根，往上每隔 0.25m 拉一根（详见图 4-2 铁刺防护网工程示意图）。根据实际情况，设置围栏网 4917m。

**图 4-2　网围栏工程示意图**

（4）回填

对达到稳定状态的塌陷坑实施回填措施，预测塌陷区总面积为 33.0117hm$^2$，最大下沉值为 7.60m，参考附近同类金属矿山地面塌陷情况，同时结合《开采方案》采矿方法，本方案选取塌陷区的破坏面积为预测面积的 5%，预测塌陷坑面积为 1.6506hm$^2$，塌陷深度按照最大塌陷深度计算，回填废石至距地面 0.5m，回填总工程量为 1.6506hm$^2$×（7.60m-0.5m）=117193m$^3$。

（5）覆土及整平

对回填后的塌陷坑进行覆土及整平工作，覆土面积 1.6506hm$^2$，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 8253m$^3$。

（6）恢复旱地

对整平的场地恢复旱地，恢复面积为 10.6434hm$^2$。

（7）栽植松树

对整平后的场地栽植松树（备选树种杨树），栽植面积 4.3034hm$^2$，株距选择 3m×3m，每穴 1 株，树坑大小为 0.5m×0.5m×0.5m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。栽植松树 7172 株。及时进行浇水，每年 2 次。对未成活的树木应在第二年及时补栽。

（8）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 15.4894hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

（9）撒播种草

草种撒播，增加地表植被的覆盖度，选择羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整。播种草籽方法采用撒播，草籽撒播密度为 40kg/hm$^2$。撒播种草的面积 2.5755hm$^2$。及时进行浇水，每年 2 次。

**图 4-3　预测地面塌陷区生态修复效果剖面图**

**2、拟建竖井工业场地**

（1）表土剥离

近期对场地进行表土剥离，剥离面积 0.2000hm$^2$，表土剥离厚度 0.5m，则表土剥离工程量为 1000m$^3$。

（2）回填

矿山终采后利用废石对竖井进行回填，井深 459m，井筒净直径 φ4.5m，回填量 3243m$^3$。

（3）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对竖井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（4）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积1000m$^2$，高度3m；拆除量按容积的20%计，则工程量为1000m$^2$×3m×20%=600m$^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量600m$^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（5）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（60m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 6m$^3$/m），垫坡整形量 60m×6m$^3$=360m$^3$。

（6）浆砌石护坡

近期对场地切坡进行浆砌石护坡，面积 180m$^2$，护坡厚度 0.3m，工程量 54m$^3$。

（7）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.2000hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 1000m$^3$。

（8）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长

情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.2000hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-4　拟建竖井工业场地生态修复效果剖面图**

**3、拟建斜坡道工业场地**

（1）表土剥离

近期对场地进行表土剥离，剥离面积 0.0800hm$^2$，表土剥离厚度 0.5m，则表土剥离工程量为 400m$^3$。

（2）回填

利用废石对斜坡道回填，井深 2190m，巷道断面为 4.5m×3.7m，回填量 4.5m×3.7m×2190m=36464m$^3$。

（3）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对井口进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（4）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积400m$^2$，高度3m；拆除量按容积的20%计，则工程量为400m$^2$×3m×20%=240m$^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量240m$^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（5）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（50m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 5m$^3$/m），垫坡整形量 50m×5m$^3$=250m$^3$。

（6）浆砌石护坡

近期对场地切坡进行浆砌石护坡，面积 160m$^2$，护坡厚度 0.3m，工程量 48m$^3$。

（7）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0800hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 400m$^3$。

（8）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.0800hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-5　拟建斜坡道工业场地生态修复效果剖面图**

**4、拟建东风井工业场地**

（1）表土剥离

近期对场地进行表土剥离，剥离面积 0.2000hm$^2$，表土剥离厚度 0.5m，则表土剥离工程量为 1000m$^3$。

（2）回填

利用废石对竖井进行回填，井深 278m，井筒净直径φ4.0m，回填量 1746m$^3$。

（3）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对竖井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（4）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积1000m$^2$，高度3m；拆除量按容积的20%计，则工程量为1000m$^2$×3m×20%=600m$^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，

清运工程量600m$^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（5）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为Qx=L×v，式中：Qx为垫坡整形方量（m$^3$）；L为治理边坡长度（120m）；v为单位坡长垫坡方量（根据mapgis软件计算，取平均值5m$^3$/m），垫坡整形量120m×5m$^3$=600m$^3$。

（6）浆砌石护坡

近期对场地切坡进行浆砌石护坡，面积280m$^2$，护坡厚度0.3m，工程量84m$^3$。

（7）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积0.2000hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度0.5m，覆土工程量为1000m$^3$。

（8）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为30kg/hm$^2$。灌草混播面积0.2000hm$^2$。及时浇水，每年2次。

**图4-6　拟建东风井工业场地生态修复效果剖面图**

**5、钻机平台（PT1-PT19）**

（1）回填

利用废石对钻机平台（PT1-PT19）进行回填至原始地貌，合计回填工程量4608m$^3$。

（2）覆土及整平

a.对回填后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0384hm$^2$，复垦方向为旱地，覆土厚度 1.0m，覆土工程量为 384m$^3$。

b.对回填后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.6064hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 3032m$^3$。

合计覆土面积 0.6448hm$^2$，合计覆土工程量 3416m$^3$。

（3）恢复耕地

对整平的场地恢复旱地，恢复面积为 0.0384hm$^2$。

（4）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.6064hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-7　钻机平台生态修复效果剖面图**

**6、塌陷坑 3**

（1）回填

利用废石对塌陷坑 3 进行回填至原始地貌，回填工程量 585m$^3$。

（2）覆土及整平

对回填后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0120hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 60m$^3$。

（3）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.0120hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-8　塌陷坑 3 生态修复效果剖面图**

**7、塌陷坑 4**

（1）回填

利用废石对塌陷坑 4 进行回填至原始地貌，回填工程量 320$m^3$。

（2）覆土及整平

对回填后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0077$hm^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 39$m^3$。

（3）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30$kg/hm^2$。灌草混播面积 0.0077$hm^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-9　塌陷坑 4 生态修复效果剖面图**

**8、主竖井工业场地**

（1）回填

利用废石对竖井进行回填，井深 160m，井口净断面规格为 2.2×2.0m，回填量 2.2m×2.0m×160m=704$m^3$。

（2）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对竖井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（3）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积12$m^2$，高度3m；拆除量按容积的20%计，则工程量为12$m^2$×3m×20%=7$m^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量7$m^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（4）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为Qx=L×v，式中：Qx为垫坡整形方量（$m^3$）；L为治理边坡长度（86m）；v为单位坡长垫坡方量（根据mapgis软件计算，取平均值3$m^3$/m），垫坡整形量86m×3$m^3$=258$m^3$。

（5）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积0.5861$hm^2$，复垦方向为旱地，覆土厚度1.0m，覆土工程量为5861$m^3$。

（6）恢复耕地

对整平的场地恢复旱地，恢复面积为0.5861$hm^2$。

**图4-10　主竖井工业场地生态修复效果剖面图**

**9、西回风井工业场地**

（1）回填

利用废石对竖井进行回填，井深267m，井口净断面规格为2.4×2.2m，回填量2.4m×2.2m×267m=1410$m^3$。

（2）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对竖井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（3）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积583$m^2$，高度5m；拆除量按容积的20%计，则工程量为583$m^2$×5m×20%=583$m^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量583$m^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（4）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为Qx=L×v，式中：Qx为垫坡整形方量（$m^3$）；L为治理边坡长度（122m）；v为单位坡长垫坡方量（根据mapgis软件计算，取平均值11$m^3$/m），垫坡整形量122m×11$m^3$=1342$m^3$。

（5）设置挡渣墙

近期在场地东侧设置挡渣墙，预防东侧切坡掉块，设置拦渣墙长度60m，墙高4m，顶宽1m，墙背坡率1:0.25，迎水面直立；基础埋深不小于1.5m，基底置于强风化基岩或经压实处理的表层，遇软弱夹层时换填片石混凝土。设置挡渣墙工程量为240$m^3$。

（6）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积0.5592$hm^2$，复垦方向为人工牧草地，覆土厚度0.5m，覆土工程量为2796$m^3$。

（7）撒播种草

草种撒播，增加地表植被的覆盖度，选择羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整。播种草籽方法采用撒播，草籽撒播密度为40kg/$hm^2$。撒播种草的面积0.5592$hm^2$。及时进行浇水，每年2次。

**图4-11　西回风井工业场地生态修复效果剖面图**

**10、FJ1工业场地**

（1）回填

利用废石对竖井进行回填，井深75m，井口净断面规格为2.0×2.0m，回填量2.0m×2.0m×75m=300$m^3$。

（2）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对竖井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（3）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积16m$^2$，高度2m；拆除量按容积的20%计，则工程量为16m$^2$×2m×20%=6m$^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量6m$^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（4）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（50m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 1m$^3$/m），垫坡整形量 50m×1m$^3$=50m$^3$。

（5）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.1398hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 699m$^3$。

（6）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.1398hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-12　FJ1 工业场地生态修复效果剖面图**

**11、XJ1 工业场地**

（1）回填

利用废石对 XJ1 巷道回填，井深 50m，巷道断面为 2.2m×2.2m，回填量 2.2m×2.2m×50m=242m$^3$。

（2）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对斜井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（3）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积150m$^2$，高度2.5m；拆除量按容积的20%计，则工程量为150m$^2$×2.5m×20%=75m$^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量75m$^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（4）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（30m）；v 为单位坡长垫坡方量（据 mapgis 软件计算，取平均值 3m$^3$/m），垫坡整形量 30m×3m$^3$=90m$^3$。

（5）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.1500hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 750m$^3$。

（6）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.1500hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-13　XJ1 工业场地生态修复效果剖面图**

**12、SJ1 场地**

（1）回填

利用废石对竖井进行回填，井深 50m，井口净断面规格为 2.0×2.0m，回填量 2.0m×2.0m×50m=200m$^3$。

（2）封堵

根据相关应急管理部门要求与相关规范规程对竖井进行封堵；待应急管理部门验收合格后对场地进行覆土整平、恢复植被、管护。故本方案不对封堵设计具体工程量。

（3）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0354hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 177m$^3$。

（4）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.0354hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-14　SJ1 场地生态修复效果剖面图**

**13、SJ2 场地**

（1）覆土及整平

对场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0126hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 63m$^3$。

（2）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.0126hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-15　SJ2 场地生态修复效果剖面图**

## 14、新竖井废石场

（1）设置挡渣墙

在废石场南侧设置挡渣墙，设置拦渣墙长度 50m，墙高 4m，顶宽 1m，墙背坡率 1:0.25，迎水面直立；基础埋深不小于 1.5m，基底置于强风化基岩或经压实处理的表层，遇软弱夹层时换填片石混凝土。设置挡渣墙工程量为 200$m^3$。

（2）拆除

待矿山终采后，拆除挡渣墙，拆除方量200$m^3$。

（3）清运

近期将废石场废石作为物源进行清运，清运工程量 5593$m^3$。

终采后将拆除的挡渣墙及废石场废石作为物源进行清运，清运工程量 5596$m^3$。合计清运工程量为 11189$m^3$。

（4）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.4302$hm^2$，复垦方向为人工牧草地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 2151$m^3$。

（5）撒播种草

草种撒播，增加地表植被的覆盖度，选择羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整。播种草籽方法采用撒播，草籽撒播密度为 40kg/$hm^2$。撒播种草的面积 0.4302$hm^2$。及时进行浇水，每年 2 次。

**图 4-16　新竖井废石场生态修复效果剖面图**

## 15、炸药库

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 450m$^2$，高度 2.5m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 450m$^2$×2.5m×20%=225m$^3$。

（2）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.1113hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 557m$^3$。

（3）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.1113hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图4-17　炸药库生态修复效果剖面图**

**16、地磅房**

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 200m$^2$，高度 2.5m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 200m$^2$×2.5m×20%=100m$^3$。

（2）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0186hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 93m$^3$。

（3）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.0186hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-18　地磅房生态修复效果剖面图**

**17、门卫**

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 30m$^2$，高度 2.5m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 30m$^2$×2.5m×20%=15m$^3$。

（2）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0081hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 41m$^3$。

（3）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 0.0081hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-19　门卫生态修复效果剖面图**

**18、排水场地**

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 67m$^2$，高度 2.5m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 67m$^2$×2.5m×20%=34m$^3$。

（2）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.0350hm$^2$，复垦方向为乔木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 175m$^3$。

（3）栽植松树

对整平后的场地栽植松树（备选树种杨树），栽植面积 0.0350hm$^2$，株距选择 3m×3m，每穴 1 株，树坑大小为 0.5m×0.5m×0.5m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。栽植松树 39 株。及时进行浇水，每年 2 次。对未成活的树木应在第二年及时补栽。

**图 4-20　排水场地生态修复效果剖面图**

**19、选厂**

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 8358m$^2$，高度 8m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 8358m$^2$×8m×20%=13373m$^3$。

（2）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 1.0391hm$^2$，复垦方向为乔木林地与农村宅基地，其中农村宅基地面积 0.0451hm$^2$，场地拆除清运完成后交由权属人。剩余面积 0.9940hm$^2$ 将复垦为乔木林地。覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 4970m$^3$。

（3）栽植松树

对整平后的场地栽植松树（备选树种杨树），栽植面积 0.9940hm$^2$，株距选择 3m×3m，每穴 1 株，树坑大小为 0.5m×0.5m×0.5m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。栽植松树 1104 株。及时进行浇水，每年 2 次。对未成活的树木应在第二年及时补栽。

**图 4-21　选厂生态修复效果剖面图**

**20、尾矿库**

根据尾矿库安全规程《中华人民共和国国家标准（GB39496-2020）》，对于尾矿库的选址、设计、建设以及后期的环境治理采矿权人应按照相关部门要求单独进行相关方案的编制，尾矿库闭库后编制专门的闭库设计方案，对尾矿库进行闭库治理，并根据相关部门（应急）组织的闭库验收，另行对尾矿库设计专项设计及治理方案。故本方案仅对该场地的进行植被恢复措施。

（1）覆土及整平

对场地进行覆土平整工作，覆土面积 4.0175hm$^2$，复垦方向为灌木林地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 20088m$^3$。

（2）灌草混播

选择山杏核+榆树籽+羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种灌木籽及草籽，根据场地实际生长情况，撒播量可适当调整。播种方法采用撒播，撒播密度为 30kg/hm$^2$。灌草混播面积 4.0175hm$^2$。及时浇水，每年 2 次。

**图 4-22　尾矿库生态修复效果剖面图**

**21、办公生活区 1**

（1）回填

利用废石对场地内平硐进行回填，硐口规格为净断面 2.8m×2.4m，回填巷道至距离地硐口 2m 处，回填量 2.8m×2.4m×（35m-2m）=222m$^3$。

（2）封堵

PD硐口规格2.8m×2.4m，硐口以内采用混凝土封堵厚度2m，则封堵量2.8m×2.4m×2m=13m$^3$。

（3）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积1100m$^2$，高度5m；拆除量按容积的20%计，则工程量为1100m$^2$×5m×20%=1100m$^3$；对拆除建筑垃圾进行清运，清运工程量1100m$^3$。对场地堆坡进行清运，清运废石用于垫坡整形，不进行计量。

（4）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（141m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 15m$^3$/m），垫坡整形量 141m×15m$^3$=2115m$^3$。

（5）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.8434hm$^2$，复垦方向为人工牧草地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 4217m$^3$。

（6）撒播种草

草种撒播，增加地表植被的覆盖度，选择羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整。播种草籽方法采用撒播，草籽撒播密度为 40kg/hm$^2$。撒播种草的面积 0.8434hm$^2$。及时进行浇水，每年 2 次。

**图 4-23　办公生活区 1 生态修复效果剖面图**

**22、办公生活区 2**

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 800m$^2$，高度 3.5m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 800m$^2$×3.5m×20%=560m$^3$。

（2）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（59m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 3m$^3$/m），垫坡整形量 59m×3m$^3$=177m$^3$。

（3）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.4044hm$^2$，复垦方向为乔木林地。覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 2022m$^3$。

（4）栽植松树

对整平后的场地栽植松树（备选树种杨树），栽植面积 0.4044hm$^2$，株距选择 3m×3m，每穴 1 株，树坑大小为 0.5m×0.5m×0.5m，坑口反

向倾斜，以便蓄水保土。栽植松树 449 株。及时进行浇水，每年 2 次。对未成活的树木应在第二年及时补栽。

**图 4-24　办公生活区 2 生态修复效果剖面图**

**23、办公生活区 3**

（1）拆除、清运

拆除场地内的建筑物面积 500m$^2$，高度 3.5m；拆除量按容积的 20%计，则工程量为 500m$^2$×3.5m×20%=350m$^3$。

（2）垫坡整形

利用清运废石对场地切坡进行垫坡整形，垫坡后坡角小于 25°，使边坡与原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（m$^3$）；L 为治理边坡长度（149m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据 mapgis 软件计算，取平均值 5m$^3$/m），垫坡整形量 149m×5m$^3$=745m$^3$。

（3）覆土及整平

对清运后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 0.6347hm$^2$，复垦方向为乔木林地。覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 3174m$^3$。

（4）栽植松树

对整平后的场地栽植松树（备选树种杨树），栽植面积 0.6347hm$^2$，株距选择 3m×3m，每穴 1 株，树坑大小为 0.5m×0.5m×0.5m，坑口反向倾斜，以便蓄水保土。栽植松树 705 株。及时进行浇水，每年 2 次。对未成活的树木应在第二年及时补栽。

**图 4-25　办公生活区 3 生态修复效果剖面图**

**24、矿区道路**

（1）垫坡整形

利用废石对道路切坡进行垫坡，垫坡后坡角小于 30°，使边坡与

原始地形地貌相协调，计算公式为 Qx=L×v，式中：Qx 为垫坡整形方量（$m^3$）；L 为治理边坡长度（300m）；v 为单位坡长垫坡方量（据 mapgis 软件计算，取平均值 $1m^3/m$），垫坡整形量 $300m×3m^3=900m^3$。

（2）覆土及整平

对垫坡后的场地进行覆土平整工作，覆土面积 $3.0493hm^2$，复垦方向为人工牧草地，覆土厚度 0.5m，覆土工程量为 $15247m^3$。

（3）撒播种草

草种撒播，增加地表植被的覆盖度，选择羊草+狗尾草+紫花苜蓿混合播种，用于复垦牧草种子必须是一级种，并且要有“一签、三证”；采用人力补种的方法，在雨季来临后到入秋前，补种草籽，根据草场实际生长情况，撒播量可适当调整。播种草籽方法采用撒播，草籽撒播密度为 $40kg/hm^2$。撒播种草的面积 $3.0493hm^2$。及时进行浇水，每年 2 次。

**图 4-26　矿区道路生态修复效果剖面图**

## 三、主要工程量

复垦单元工程量见表 4-3。

## 表 4-3　各复垦单元工程量统计表

| 单元 | 面积 | 治理措施 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 警示牌 | 网围栏 | 表土剥离 | 回填 | 封堵 | 挡渣墙 | 浆砌石护坡 | 垫坡整形 | 拆除 | 清运 | 覆土及整平 | 栽植乔木 | 灌草混播 | 撒播草籽 | 恢复旱地 |
| | ($hm^2$) | （块） | （m） | （$m^3$） | （$m^3$） | ($m^3$) | ($m^3$) | （$m^3$） | （$m^3$） | （$m^3$） | （$m^3$） | （$m^3$） | （株） | （$hm^2$） | （$hm^2$） | （$hm^2$） |
| 预测地面塌陷区 | 33.0117 | 10 | 4917 | | 117193 | | | | | | | 8253 | 7172 | 15.4894 | 2.5755 | 10.6434 |
| 拟建竖井工业场地 | 0.2 | | | 1000 | 3243 | / | | 54 | 360 | 600 | 600 | 1000 | | 0.2 | | |
| 拟建斜坡道工业场地 | 0.08 | | | 400 | 36464 | / | | 48 | 250 | 240 | 240 | 400 | | 0.08 | | |
| 拟建东风井工业场地 | 0.2 | | | 1000 | 1746 | / | | 84 | 600 | 600 | 600 | 1000 | | 0.2 | | |
| 钻机平台(PT1-PT19) | 0.6448 | | | | 4608 | | | | | | | 3416 | | 0.6064 | | 0.0384 |
| 塌陷坑 3 | 0.012 | | | | 585 | | | | | | | 60 | | 0.012 | | |
| 塌陷坑 4 | 0.0077 | | | | 320 | | | | | | | 39 | | 0.0077 | | |
| 主竖井工业场地 | 0.5861 | | | | 704 | / | | | 258 | 7 | 7 | 5861 | | | | 0.5861 |
| 西回风井工业场地 | 0.5592 | | | | 1410 | / | 240 | | 1342 | 583 | 583 | 2796 | | | 0.5592 | |
| FJ1 工业场地 | 0.1398 | | | | 300 | / | | | 50 | 6 | 6 | 699 | | 0.1398 | | |
| XJ1 工业场地 | 0.15 | | | | 242 | / | | | 90 | 75 | 75 | 750 | | 0.15 | | |
| SJ1 场地 | 0.0354 | | | | 200 | / | | | | | | 177 | | 0.0354 | | |
| SJ2 场地 | 0.0126 | | | | | | | | | | | 63 | | 0.0126 | | |
| 新竖井废石场 | 0.4302 | | | | | | 200 | | | | 11189 | 2151 | | | 0.4302 | |
| 炸药库 | 0.1113 | | | | | | | | | 225 | 225 | 557 | | 0.1113 | | |
| 地磅房 | 0.0186 | | | | | | | | | 100 | 100 | 93 | | 0.0186 | | |
| 门卫 | 0.0081 | | | | | | | | | 15 | 15 | 41 | | 0.0081 | | |
| 排水场地 | 0.035 | | | | | | | | | 34 | 34 | 175 | 39 | | | |
| 选厂 | 1.0391 | | | | | | | | | 13373 | 13373 | 4970 | 1104 | | | |

| 单元 | 面积 | 治理措施 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 警示牌 | 网围栏 | 表土剥离 | 回填 | 封堵 | 挡渣墙 | 浆砌石护坡 | 垫坡整形 | 拆除 | 清运 | 覆土及整平 | 栽植乔木 | 灌草混播 | 撒播草籽 | 恢复旱地 |
| | ($hm^2$) | （块） | （m） | （$m^3$） | （$m^3$） | ($m^3$) | ($m^3$) | （$m^3$） | （$m^3$） | （$m^3$） | （$m^3$） | （$m^3$） | （株） | （$hm^2$） | （$hm^2$） | （$hm^2$） |
| 尾矿库 | 4.0175 | | | | | | | | | | | 20088 | | 4.0175 | | |
| 办公生活区 1 | 0.8434 | | | | 222 | 13 | | | 2115 | 1100 | 1100 | 4217 | | | 0.8434 | |
| 办公生活区 2 | 0.4044 | | | | | | | | 177 | 560 | 560 | 2022 | 449 | | | |
| 办公生活区 3 | 0.6347 | | | | | | | | 745 | 350 | 350 | 3174 | 705 | | | |
| 矿区道路 | 3.0493 | | | | | | | | 900 | | | 15247 | | | 3.0493 | |
| 前期治理区 | 1.3455 | | | | | | | | | | | | | | 1.3455 | |
| **合　计** | 43.8099 | **10** | **4917** | **2400** | **167237** | **13** | **440** | **186** | **6887** | **17868** | **29057** | **77249** | **9469** | **21.0888** | **7.4576** | **11.2295** |
| **注：前期治理区为前期已治理核查单元，本方案仅对完善的面积及工程量进行统计，但不参与本方案生态修复面积的合计，也不参与经费估算。部分单元与预测地面塌陷区重叠，重叠面积未重复计算。** | | | | | | | | | | | | | | | | |

**图 4-27　矿区复垦规划平面布置图**

# 第五章　监测与管护

## 第一节　监测目标与措施

### 一、监测目标任务

#### （一）监测目标

通过对矿区地质环境、土地资源和生态系统进行全周期动态监测，及时掌握采矿活动对生态系统的影响程度和范围，跟踪评价生态修复工程实施效果，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和现场核查提供科学依据。确保矿区生态修复目标最终实现。

针对本矿山情况，制定具体监测目标包括：

1、地质环境安全目标：动态监控采空区地表变形及含水层变化，确保矿区地质环境安全可控；

2、土地质量恢复目标：跟踪监测修复区土壤质量变化趋势，评价土壤重构效果，确保复垦土地达到《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）要求。

3、植被恢复目标：监测植被重建的覆盖度、物种组成和群落结构变化，评价植被重建效果，确保植被覆盖度最终达到周边未扰动区域水平。

4、生态系统功能恢复目标：评价矿区生态系统水源涵养、土壤保持和生物多样性维护功能的恢复程度，验证矿区生态系统是否实现自我维持和良性循环。

#### （二）监测任务

根据矿山开采活动的不同阶段，监测任务分为开采前本底监测、开采中扰动与修复效果监测、开采后管护成效监测三个阶段。

1、开采前监测

（1）获取矿区地质环境、土地资源和生态系统的本底数据，为后

续监测提供对比基准；

（2）查清矿区及周边区域地下水环境、土壤环境背景值；

（3）查清矿区土地利用现状、基本农田及各地类质量等级；

（4）查清矿区地表水和陆地植被生态本底状况；

（5）建立参照生态系统，获取植被、土壤、水文等关键指标的参照值。

2、开采中监测

（1）动态跟踪采矿活动对生态环境的实际影响，评价保护预防控制措施的落实情况和效果，监测生态修复工程的实施效果；

（2）监测采空区地表变形地质灾害隐患点变化情况；

（3）监测矿坑涌水量、地下水位及水质变化情况；

（4）监测地形地貌景观破坏范围及程度变化；

（5）监测土地损毁类型、面积、程度、基本农田保护情况及土壤质量变化情况；

（6）监测生态修复工程实施进度和修复效果；

（7）监测拟破坏地质环境、土地资源、生态系统的变化情况。

3、开采后监测

（1）在矿山闭坑后，持续监测已修复区域的管理维护情况和生态系统功能恢复进程；

（2）监测已复垦修复的基础设施维护、土地质量与植被管护情况、生态系统功能维持情况；

（3）对已复垦修复的尾矿库、塌陷区等涉及的地质环境稳定性、潜在污染控制效果、生态系统恢复效果及潜在风险进行重点监测；

（4）对受开采影响的水域、水源地、永久基本农田、自然保护地、基本草原进行重点监测。

## 二、地质环境监测

（一）不稳定地质体监测

1、地面塌陷灾害监测

（1）监测内容

针对矿山存在及需要预防的地质环境问题，地质环境监测内容主要是预测地面塌（沉）陷区地面变形监测和地裂缝监测，包括水平位移、垂直位移的变化。

（2）监测点的布设

基准站：布设在监测区外稳定基岩或无变形区域，用于提供差分基准，保障数据绝对精度。

田字格监测站：针对预测塌陷范围按“田字格”均匀布点，核心为“基准站+田字格监测站”，全覆盖、高精度捕捉区域整体与局部形变。

监测点坐标见表 5-1。

**表 5-1　地面塌陷灾害监测点坐标表**

（3）监测方法

监测工作延续矿山长期采用的水准测量监测体系，利用矿山现有水准仪、全站仪开展监测，相关设备不单独采购。水准仪采用水准测量方式获取监测桩高程沉降数据，全站仪同步测定测点平面坐标与水平位移；矿山多年采用该套设备与监测方法，积累连续多年监测数据，现场作业技术成熟，监测成果连续性、可靠性满足规范要求。

（4）监测频率

正常情况下监测 1 次/月，汛期或者监测要素动态出现异常变化时，可提高监测频率或增加监测点密度。监测要素数值半年以上无变化或变幅特小时，可适当降低监测频率或监测点密度。正常情况下 12 次/年。

记录表样表见表 5-2。

**表 5-2　地面塌（沉）陷监测记录表**

| 项目名称 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 监测位置 | | | | | | | |
| 监测日期 | 年　　月　　日 | | | 天气情况：□晴　　□阴 | | | |
| 监测点编号 | 地面塌陷及地表变形情况 | 塌陷深度、面积 | 高程变化 | 失稳主导因素 | 目前稳定状态 | 已造成的危害 | 潜在危害 |
| | □有<br>□无 | | | □工程活动<br>□地震<br>□其它 | □稳定<br>□基本稳定<br>□不稳定 | | |
| | □有<br>□无 | | | □工程活动<br>□地震<br>□其它 | □稳定<br>□基本稳定<br>□不稳定 | | |
| | □有<br>□无 | | | □工程活动<br>□地震<br>□其它 | □稳定<br>□基本稳定<br>□不稳定 | | |
| 下一步防治措施 | | | | | | | |
| 填表人 | | 审核人 | | | 调查负责人 | 备注 | |
| | | | | | | | |

（5）监测时限

2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

2、崩塌地质灾害监测

（1）监测内容

建立高陡边坡、废石场边坡岩移观测点，按岩层及地表移动观测规程要求，对高陡边坡及废石边坡移动变形情况进行监测。

（2）监测点的布设

重点布设在工业场地的高陡边坡坡顶和废石场边坡坡顶、坡脚前缘及崩塌堆积体斜坡，地质灾害监测点坐标见表 5-3。

**表 5-3　崩塌灾害监测点坐标表**

（3）监测方法

边坡崩塌监测采用目测法，移动变形监测采用仪器测量法，铺设监测点方法进行监测，监测点位置随边坡向前推进。

（4）监测频率

正常情况下每月监测 1 次，雨季时应每周 1 次；根据实际情况，对于存在隐患的地段则应每天监测 1 次，或者进行连续跟踪监测，确

保及时预警崩塌灾害的发生，避免人员财产的损失。正常情况下 12 次/年。

（5）技术要求

根据矿山实际生产情况，对在开采过程中的废石场边坡进行稳定性监测，实时监测边坡的变化情况，监测记录样表见表 5-4。

**表 5-4　崩塌灾害监测记录表**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 监测日期 | | 星期 | 天气 |
| 监测单元 | | | |
| 监测内容 | | | |
| 监测情况： | | | |
| 存在问题 | | | |
| 处理意见 | | | |
| 处理结果 | | | |
| 监测人员 | | | |

（6）监测时限

2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

（二）含水层监测

1、监测内容

矿区地下水位、矿坑涌水量、地下水水质。

2、监测方法

（1）地下水位：利用建设的监测井，采用电测水位进行人工定期测量。

（2）矿坑涌水量：在井下主排水泵房安装电磁流量计进行连续自动监测，按日统计涌水量数据。

（3）地下水水质：本项目为铜金属矿山，开采易产生硫化酸性矿坑水、铜及伴生重金属淋滤污染，浮选工艺存在选矿药剂渗漏风险，井下设备存在油污渗漏隐患。地下水水质检测应委托具有 CMA 资质

的专业检测机构进行取样和实验室分析。

3、监测点布设

矿山现无可用监测井。根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），结合矿区水文地质条件和矿业活动影响范围，共设置地下水监测点 4 个、涌水量监测点 1 个、村庄民井监测点 1 个。

（1）尾矿库监测点（2 个）：本方案参照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020），在尾矿库坝址下游沿地下水流向布设 1 个监测井（距坝址约 50m 处），在坝址上游 50m 外布设 1 个背景监测井。若后期矿山编制了新的《环境影响评价报告》，监测点的具体位置和数量应以后期矿山批复的《环境影响评价报告》为准。

（2）选厂监测点（2 个）：在选厂下游布设 1 个监测井，在选厂上游 50m 外布设 1 个背景监测点。

（3）拟建主井监测点（1 个）：拟建的主竖井设为地下水涌水量监测井，井深至含水层底板以下。该井可同步测量地下水位和采集水质样品，评价矿山疏干排水对周边地下水水位的影响及水质变化情况。

（4）村庄民井监测井（1 个）：利用矿区下游呼热吐村现有民井作为补充水质监测点，监测矿山疏干排水对周边居民饮用水源的影响程度。

监测点坐标见表5-5。

**表 5-5　含水层监测点坐标表**

4、监测频率

（1）地下水水位监测要求

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

当矿坑排水量急剧变化时，应增加地下水位监测次数，地下水位

的监测应尽可能与地下水量的监测同步进行。

（2）地下水水质监测要求

一般每年采取1次水质分析水样，在恢复生产及出现污染事故的情况下需要提高频率。主要分析项目为：水质监测内容（参照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）水污染监测主要项目为：pH、耗氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫化物、氟化物、氰化物、石油类、铁、锰、铜、锌、铝、汞、砷、硒、镉、总铬、六价铬、铅、铍、硼、锑、钡、镍、钴、钼、银、铊、总α放射性、总β放射性）。

5、监测时限

2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

**图 5-1　地下水监测点位置分布图**

（三）地形地貌景观监测

1、监测内容

矿区各工程单元及周边区域的地形地貌变化情况、土地损毁范围及程度、植被恢复效果及景观协调性。

2、监测方法

采用无人机航空摄影与人工实地核查相结合的方法进行监测。

（1）无人机航空摄影：每年定期对矿区进行无人机航拍，获取矿区高分辨率正射影像（分辨率优于 0.1m）和三维实景模型。通过对比不同时相的影像和模型数据，定量评估各工程单元的面积变化、地形改变、土地损毁范围及植被恢复效果。

（2）人工实地核查：对无人机影像判读存在疑问的区域，采用 RTK-GPS 或全站仪进行实地补测校核；对新发现的地表变形迹象、新增损毁区域等进现场确认和记录。可根据样表 5-6 记录监测情况。

**表 5-6　地形地貌景观及土地资源监测记录表**

**时间：　年　月　日　　星期　　天气：**

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

3、监测频率

正常工况：每年航拍 1 次（8～9 月植被生长旺盛期），获取矿区正射影像和三维模型。

异常工况（发生地表塌陷、地裂缝、大规模滑坡等）：立即进行应急航拍，获取灾后地形数据。灾后每季度航拍 1 次，直至变形稳定。

闭坑后管护期：每年航拍 1 次，直至管护期结束。

4、监测时限

2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

**三、土地资源监测**

土地资源监测是矿区生态修复监测的重要组成部分，重点对矿区土壤环境质量和土地复垦成效进行动态监测，评价土壤重构效果和土地复垦质量，为修复工程核查和土地移交提供依据。

**（一）土壤环境**

1、监测内容

矿区及周边区域土壤环境质量，土壤污染监测项目包括：总砷、镉、六价铬、铜、铅、镍、总汞、氯乙烯、1,1 二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺式-1,2-二氯乙烯、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、氯苯、1,1,1,2-四氯乙烷、乙苯、间、对-二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、氯甲烷、2-氯苯酚、硝基苯、萘、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽、2-硝基苯胺等指标。

2、监测方法

委托具有 CMA 资质的专业检测机构进行取样和实验室分析。土壤样品采集和分析按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2026）执行。每个监测点按 0～20cm 表层采集，取样时记录取样点坐标、取样深度、土壤性状及现场环境状况，并留存现场取样照片。检测执行《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）。

3、监测点布设

结合矿区工程布局和潜在污染源分布，共布设 6 个固定土壤环境监测点，编号为 TR1 至 TR6。监控废石场及尾矿库、选厂运行对周边土壤及下游环境的影响。尾矿库为重点监控对象。土壤监测点如下：

**表 5-7　土壤监测点坐标表**

4、监测频次

潜在污染源监测点每 1 年雨季前（5 月）采集 1 次，评价矿业活动对土壤环境的季节性影响。各项监测数据出现异常变化时，应提高监测频率或增加监测指标。

5、监测时限

2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

土壤样品采集记录见表 5-8，土壤监测点分布位置见图 5-2。

**表 5-8　土壤样品采集记录表**

<table>
<tr><td>监测点编号</td><td colspan="2"></td><td>取样时间</td><td></td></tr>
<tr><td>取样地点</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>地理位置</td><td colspan="4">E：　　N：</td></tr>
<tr><td>样品编号</td><td colspan="2"></td><td>取样人员</td><td></td></tr>
<tr><td>取样层次</td><td colspan="2"></td><td>取样深度</td><td></td></tr>
<tr><td>监测目的</td><td colspan="2"></td><td>监测项目</td><td></td></tr>
<tr><td>取样点环境描述</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">样品描述</td><td>土壤颜色</td><td></td><td>植物根系</td><td></td></tr>
<tr><td>土壤质地</td><td></td><td>砂砾含量</td><td></td></tr>
<tr><td>土壤湿度</td><td></td><td>其它异物</td><td></td></tr>
<tr><td>取样<br>点剖<br>面图</td><td colspan="2"></td><td>监测点<br>照片</td><td></td></tr>
<tr><td>取样点<br>交通图</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>填表单位</td><td></td><td>填表人</td><td></td><td>年　月　日</td></tr>
</table>

**图 5-2　土壤监测点分布图**

**（二）土地复垦成效**

1、监测内容

修复区土地复垦工程质量、土壤质量及植被恢复效果。具体包括：有效土层厚度、地形坡度、砾石含量、植被覆盖度、群落高度、物种组成等指标。

2、监测方法

采用样地实测法进行监测。

（1）有效土层厚度：采用土钻法或剖面开挖法测量，每个监测样地随机选取 3 个测点，取平均值。

（2）地形坡度：采用坡度仪或全站仪测量。

（3）砾石含量：在监测样地内随机选取 3 个 0.5m×0.5m 的小样方，挖掘 0～20cm 表层土壤，采用筛分称重法测定粒径＞2mm 的砾石含量，取平均值。

（4）植被覆盖度：采用样方目测法或数码相机垂直拍照后图像处理法测定。

（5）群落高度、物种组成：在监测样地内设置固定植被样方，草地样方 1m×1m，灌丛样方 5m×5m，每年 8 月（植被生长旺盛期）进行群落调查，记录植物种类、优势种、群落高度、盖度等指标。

3、监测点布设

在每个已完成修复的单元内，选择有代表性的区域随机布设监测样地。按每个修复单元布设 1 个监测样地，共计 18 个修复单元。

4、监测频次

管护期 3 年，每年 8 月监测 1 次，共计 3 次。

5、评价标准

（1）复垦为林地的区域：有效土层厚度≥50cm、砾石含量≤30%、植被覆盖度≥50%（管护期结束不低于 70%）。

（2）复垦为草地的区域：有效土层厚度≥30cm、砾石含量≤20%、植被覆盖度≥50%（管护期结束不低于 70%）。

**四、生态系统监测**

（一）气象要素指标监测

1、监测内容

矿区及周边区域降雨量、空气温度、空气湿度、平均风速、最多风向、地面温度及浅层地温、日照时数等气象要素。

2、监测方法

气象要素监测为可选监测内容，本矿山不布设专门的气象观测站。

所需气象数据优先采用敖汉旗气象站的观测数据。矿山可在办公生活区设置简易雨量计和温度计，记录日常降雨量和气温数据，作为植被管护和监测的参考依据。

3、监测频次

气象指标引用敖汉旗气象站年度气象统计资料。降雨量和气温每日记录 1 次，按月统计。

（二）植物要素指标监测

1、监测内容

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

2、监测点布设

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

3、监测要求

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

4、监测时限

监测频率 1 次/年，即 2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日，共 6 年。

（三）土壤要素指标监测

土壤要素监测与“土地资源监测及土地复垦成效”方法一致，不重复建设监测点，以下不再赘述。

（四）水文要素指标监测

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

## 第二节　管护目标与措施

### 一、管护目标任务

#### （一）管护目标

通过对已修复单元实施系统化、规范化的后期管护，确保重建植被成活、生长并逐步形成自我维持的稳定植物群落，最终使修复区生态系统结构与功能达到或接近参照生态系统水平，实现矿区生态修复的最终目标。

针对本矿山生态修复特点，制定具体管护目标如下：

1、植被成活与覆盖目标

修复后第 1 年：植被覆盖度不低于 30%，灌木成活率不低于 70%。

修复完第 2 年：植被覆盖度不低于 50%，灌木成活率不低于 80%。

修复完第 3 年（管护期结束）：植被覆盖度不低于 70%，灌木成活率不低于 85%，物种组成以乡土物种为优势种。

2、土壤质量恢复目标

修复区有效土层厚度保持稳定，不因水土流失而减薄。土壤无板结、无大面积侵蚀现象。

3、群落稳定与演替目标

管护期内，重建群落的物种丰富度逐年增加，由人工建植物种为主逐步过渡到人工建植物种与自然演替物种共存。固氮植物在群落中保持稳定比例（不低于 10%），发挥持续培肥地力功能。管护期结束时，群落具备基本的自我更新能力。

4、参照生态系统恢复目标

管护期结束时，修复区植被覆盖度、群落高度、生物量等核心指标与未扰动对照区的差距逐步缩小。修复区生态系统能够依靠自然恢复力继续向参照生态系统方向演替，无需持续高强度人工干预。

**（二）管护任务**

根据各修复单元的修复时序和植被重建模式，管护期为 3 年，自修复单元植被重建工程竣工核查合格之日起计算。管护期内，主要完成以下任务：

1、土壤管护任务

定期巡查修复区地表状况，发现冲沟、塌陷、裂缝等应及时回填修复。对覆土层出现板结的区域，适时进行松土作业，保持土壤疏松透气。

对风蚀严重区域，采取洒水固土、覆盖草帘或补播草籽等措施防治风蚀。监测土壤有机质和养分变化趋势，必要时追施有机肥。

2、植被管护任务

（1）补植补种：对成活率不达标的区域，在管护期第 1 年和第 2 年春季或雨季进行苗木补植和草籽补播。

（2）灌水养护：管护期前 2 年，每年春季返青期和夏季干旱期各进行 1 次人工补水灌溉。

（3）追肥促长：管护期第 2 年和第 3 年雨季前，对修复区追施复合肥 1 次。

（4）松土除草：对乔木、灌木栽植穴周围每年进行 1～2 次松土除草，消除杂草竞争。

（5）修枝与间伐：对生长过密的灌木丛适当进行修枝和间伐，保持合理密度。

（6）病虫害防治：定期巡查，发现病虫害及时采取生物防治或低毒化学防治措施。

（7）巡查管理：管护期内，在修复区边界设置警示牌，禁止放牧、割草等人为干扰活动，安排专人定期巡护，防止人畜进入修复区。

3、监测与档案管理任务

建立管护工作台账，详细记录每次管护作业的时间、内容、用工量、物料消耗等。建立修复区影像档案，每年拍摄修复区照片，记录植被恢复变化过程，作为修复工程最终核查的依据。

**二、管护措施**

根据矿区生态修复各单元的复垦方向（旱地、林地、草地）及植被重建模式，制定以下管护措施。

**（一）生态修复后土壤的管护**

1、土壤侵蚀防护

（1）巡查与修复：管护期内，每季度对修复区进行全面巡查 1 次，雨季（6～9 月）加密为每月 1 次。发现冲沟、塌陷、裂缝等土壤侵蚀迹象，应及时回填修复，防止侵蚀扩大。

（2）排水维护：定期清理修复区截排水沟内的淤积物和杂物，确保排水通畅，避免汇水集中冲刷覆土层。

2、土壤板结防治

（1）松土作业：对覆土层出现明显板结的区域，在管护期第 2 年春季或雨季前进行 1 次松土作业，深度 10～15cm，改善土壤通气透水性。

（2）避免压实：管护作业车辆和人员应沿固定路线通行，避免在修复区内随意碾压。

3、土壤培肥

（1）追施有机肥：管护期第 2 年和第 3 年雨季前，对修复区追施腐熟有机肥（羊粪或牛粪）1 次，施用量 7.5t/hm$^2$（0.5kg/m$^2$），均匀撒施后浅耙混入表土。

（2）绿肥种植：在草种中保持豆科植物（紫花苜蓿）比例，利用其固氮功能持续培肥地力。

**（二）生态修复后农田的管护**

本矿区涉及农田复垦的单元为预测地面塌陷区（复垦面积 10.6434hm$^2$）、钻机平台（复垦面积 0.0384hm$^2$）、主竖井工业场地（复垦面积 0.5861hm$^2$），该场地管护期内，按以下要求进行管护：

1、管护期与管护主体

管护期自场地植被重建工程竣工核查合格之日起计算，为期 3 年。管护期内，由矿山企业负责组织实施管护工作。场地核查通过至管护期结束后，由矿山企业将场地整体移交***集体，由当地村民根据实际需求适时翻耕、平整后自行选择作物种类开展耕种。

2、土壤管护

（1）土壤侵蚀防护：管护期内，每季度对场地进行全面巡查 1 次，雨季（6～9 月）加密为每月 1 次。重点检查场地周边排水情况，确保排水通畅，不积水、不冲刷。发现冲沟、塌陷、裂缝等土壤侵蚀迹象应及时回填修复。

（2）耕作层保护：管护期内，禁止重型机械在场地内反复碾压，管护作业车辆和人员应沿固定路线通行，避免压实耕作层土壤。

（3）土壤培肥：管护期第 2 年和第 3 年雨季前（6 月），对场地追施腐熟有机肥（羊粪或牛粪）1 次，施用量 7.5t/hm$^2$，均匀撒施后浅耙混入表土，持续提升土壤有机质含量和肥力水平。

3、移交条件及后续耕种

管护期结束后，场地应满足以下条件方可移交：

（1）场地整体平整，无建筑残渣、碎石等影响耕作的杂物残留；

（2）耕作层厚度≥1m，土壤有机质含量逐步恢复至区域中等水平；

（3）场地排水通畅，无积水和冲刷现象。

移交后，由***集体协调村民适时开展耕种活动。村民在耕种前应进行必要的翻耕和平整，根据土壤肥力状况和当地气候条件选择适宜的旱作作物（如玉米、谷子等）。

**（三）生态修复后植被的管护**

1、草地管护

适用于采用“多草种混播”模式的修复单元。

（1）草籽补播

①补播时间：管护期第 1 年和第 2 年的雨季（6～7 月）进行。

②补播对象：对出苗率低于 60%或出现大面积斑秃（面积大于 5$m^2$）的区域进行补播。

③补播方法：补播前对地表进行轻度耙松，采用与原播种相同的草种配比，播种量 40kg/$hm^2$，播后轻耙覆土并镇压。补播草种优先选用羊草、紫花苜蓿、马尾草等），以加速植被覆盖和土壤改良。

（2）灌水

①灌水时间：管护期前 2 年，每年春季返青期（4 月）和夏季干旱期（7 月）各进行 1 次人工补水灌溉。

②灌水方法：采用喷灌或漫灌方式，灌水量约 10～15mm（约 2200$m^3$/$hm^2$）。水源利用矿山处理达标后的生活废水。

③管护期第 3 年起，正常年份依靠天然降水，如遇严重干旱（连续 30 日无有效降雨），应进行 1 次应急补水灌溉。

（3）追肥

①追施时间：管护期第 2 年和第 3 年雨季前（6 月）各追肥 1 次。

②追肥方法：均匀撒施复合肥（N:P:K=15:15:15），施用量 150kg/hm$^2$，撒施后利用降雨溶解或轻度灌水促进肥料下渗。

（4）病虫害防治

①巡查监测：管护期内，每季度对修复区进行 1 次病虫害巡查，重点监测蝗虫、草地螟等草原常见害虫。

②防治原则：同林地管护措施，优先采用生物防治（如绿僵菌防治蝗虫），严重发生时使用低毒化学药剂应急防治。

③鼠害防治：草原修复区易受田鼠、草原鼢鼠等啮齿类动物危害，管护期内应定期巡查鼠害发生情况，必要时采取物理捕杀或生物防治措施。

（5）巡查管理

管护期内，修复草地严禁放牧。安排专人定期巡护，防止人畜进入修复区。

2、林地管护

适用于采用“栽植乔木、灌草混播”模式的修复单元。

（1）苗木补植

①补植时间：管护期第 1 年和第 2 年的春季（4 月上中旬）或秋季（10 月中下旬）进行。

②补植对象：对死亡、生长不良或遭受严重病虫害的乔木、灌木苗木进行补植。

③补植方法：采用与原栽植相同规格的壮苗，在死亡苗木原位挖穴补植，栽前修剪根系并蘸泥浆，栽后浇足定根水。

④补植标准：补植后灌木成活率应达到 85%以上，连续两年补植仍不达标的地块，应分析原因并采取土壤改良或更换树种等措施。

（2）灌水

①灌水时间：管护期前 2 年，每年春季返青期（4 月）和夏季干旱期（7 月）各进行 1 次人工补水灌溉。

②灌水方法：采用穴灌方式，每穴灌水不少于 10 升。水源利用矿山处理达标后的生活废水。

③管护期第 3 年起，灌木根系已深入底层土壤，正常年份可依靠天然降水，不再进行人工灌水。如遇严重干旱（连续 30 日无有效降雨），应进行 1 次应急补水灌溉。

（3）施肥

①施肥时间：管护期第 2 年和第 3 年雨季前（6 月）各追肥 1 次。

②施肥方法：在栽植穴周围环状开沟（距根颈 20～30cm，沟深 10～15cm），施入复合肥（N:P:K=15:15:15），每穴施用量 50g，施后覆土并浇水。

（4）病虫害防治

①巡查监测：管护期内，每季度对修复区进行 1 次病虫害巡查，重点监测当地易发的食叶害虫（如尺蠖、毒蛾等）和蛀干害虫（如天牛等）。

②防治原则：遵循“预防为主、综合防治”原则，优先采用物理防治（人工捕杀）和生物防治（保护天敌昆虫），严重发生时使用低毒、低残留的化学药剂进行应急防治。

（5）巡护管理

①管护期内，在修复区边界警示牌，禁止放牧、割草、采挖等人为干扰活动。

②矿山闭坑进入全面管护期后，应安排专人定期巡护，防止人畜进入修复区。

管护期自场地植被重建工程竣工核查合格之日起计算，管护频次每年 2 次，管护期 3 年，共计 6 次。

## 第三节　工程量

### 一、监测工程工程量

根据生态修复工程的设计，针对需要监测、检测的场地设置针对性的监测点，监测点具有代表性，能对评估矿区是否存在隐患、污染源提供依据，主要监测工程量计算表见下表。

**表 5-9　矿山地质环境监测工程量表**

| 序号 | 类别 | 监测项目 | 频率（次/年） | 监测年限 | 工程量（次） |
|---|---|---|---|---|---|
| **一** | **地质环境监测** | | | | |
| （一） | 地质灾害监测 | 地面塌陷地质灾害监测 | 12 | 13 | 156 |
| | | 崩塌地质灾害监测 | 12 | 13 | 156 |
| （二） | 含水层监测 | 地下水位 | 12 | 13 | 156 |
| | | 矿坑涌水量 | 12 | 13 | 156 |
| | | 地下水水质 | 1 | 13 | 13 |
| （三） | 地形地貌景观 | 地形地貌景观 | 1 | 13 | 13 |
| **二** | **土地资源监测** | | | | |
| | | 土壤环境 | 1 | 13 | 13 |
| | | 土地复垦成效 | 1 | 3 | 3 |
| **三** | **生态系统监测** | | | | |
| | | 气象要素指标监测 | 12 | 13 | 156 |
| | | 植物要素指标监测 | 1 | 13 | 13 |

### 二、管护工程工程量

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旱地、林地、草地，总面积43.8099hm$^2$。

管护时间为土地复垦后的近3年时间，具体工程量见表5-10。

**表 5-10　土地复垦管护工程量表**

| 位置 | 管护措施 | 面积（hm$^2$） | 年限（a） | 工程量（a·hm$^2$） | 实施时间（a） |
|---|---|---|---|---|---|
| 复垦区 | 土壤管护 | 43.8099 | 3 | 43.8099 | 3 |
| | 农田管护 | 11.2295 | 3 | 11.2295 | 3 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 植被管护 | 32.5804 | 3 | 32.5804 | 3 |

# 第六章　工程部署与经费估算

## 第一节　总体部署

### 一、总体目标

以矿区生态修复方案确定的修复方向与目标为导向，按照“边开采、边修复”的原则，在矿山 13 年服务周期内，分阶段、分区完成 24 个生态修复单元的修复工程与监测管护工作。通过系统实施表土剥离、地貌重塑、土壤重构和植被重建四大工程，使矿区损毁土地得到全面修复，重建与周边典型草原生态系统相协调的植被群落，最终实现矿区地质环境安全稳定、损毁土地复垦利用、生态系统功能恢复和提升的总体目标。

### 二、总体部署与安排

矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：基建期 2 年（2026 年 7 月 1 日至 2028 年 6 月 30 日）、开采期 7 年（2028 年 7 月 1 日至 2035 年 6 月 30 日）、闭坑修复与管护期 4 年（2035 年 7 月 1 日至 2039 年 6 月 30 日），生态修复工作预计在 2036 年 6 月 30 日前结束。

**（一）基建期（2026 年 7 月 1 日～2028 年 6 月 30 日，2 年）**

本阶段为新建开拓系统集中建设阶段，遵循新老系统平稳过渡、废弃单元分期治理的修复思路，对已废弃的单元实施梯次生态修复，确保生产建设与矿山生态修复协同实施。

**1、修复单元**

本阶段彻底修复单元为：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、通往钻机平台的部分矿区道路；同步实施拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地 3 个场地的表土剥离工程；对采空区进行充填以防范地面塌陷的发生，并对预测地面塌陷区的外围设置警示牌及网围栏；对新竖井废石场的废石作为回填物源进行部

分清运，在废石场南侧砌筑挡渣墙；在西回风井工业场地东侧砌筑挡渣墙；

补充完善治理单元包括：塌陷坑 1、塌陷坑 2、SJ1 废石场、XJ1 废石场、SJ3 工业场地、办公区地基边坡等。

**2、主要工作任务**

**（1）2026 年 7 月 1 日～2027 年 6 月 30 日（基建期第 1 年）**

①预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行。同时在预测塌陷区范围外布设网围栏、设置警示牌；

②对拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地进行表土剥离，剥离土源用于其他场地的生态修复覆土；

③对钻机平台（PT1-PT19）进行回填、覆土及整平、灌草混播、恢复旱地；并对通往钻机平台的部分矿区道路：覆土及整平、撒播草籽；

④塌陷坑 3、塌陷坑 4 进行回填、覆土及整平、灌草混播；

⑤新竖井废石场：作为回填物源进行部分清运，在废石场南侧砌筑挡渣墙；

⑥对新竖井废石场的废石作为回填物源进行部分清运，在废石场南侧砌筑挡渣墙；在西回风井工业场地东侧砌筑挡渣墙；

⑦对上一阶段方案治理的塌陷坑 1、塌陷坑 2、SJ1 废石场、XJ1 废石场、SJ3 工业场地、办公区地基边坡等植被恢复效果不佳区域进行补充完善治理；

⑧对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

⑨对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环

境质量状况；

⑩建立土壤污染监测点定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（2）2027 年 7 月 1 日～2028 年 6 月 30 日（基建期第 2 年）**

①对预测地面塌陷区企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行。

②对拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地 3 个新建场地的切坡进行浆砌石护坡；

③对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

④对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

⑤对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（二）开采期（2028 年 7 月 1 日～2035 年 6 月 30 日，7 年）**

本阶段为矿山正式开采期。鉴于矿山已完成新开采系统的基建工程，本阶段将同步推进新旧场地更替，废弃原有的主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地及 SJ1、SJ2 场地；同时，持续对已完成修复的单元进行长期管护，并开展全矿区的动态监测工作。

**1、修复单元**

本阶段主要修复单元为：预测地面塌陷区、主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场等。还包括可能产生的地面塌陷。

**2、主要工作任务**

**（1）2028 年 7 月 1 日～2029 年 6 月 30 日（开采期第 1 年）**

①对预测地面塌陷区企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行；

②对主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、恢复植被；

③对 SJ2 场地覆土及整平、灌草混播；

④对新竖井废石场内的废石作为回填物源进行清运；

⑤对监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

⑥对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

⑦对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（2）2029 年 7 月 1 日～2035 年 6 月 30 日（开采期第 2～7 年）**

①对预测地面塌陷区企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行；

②对监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

③对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

④对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（三）闭坑修复与管护期（2035 年 7 月 1 日-2039 年 6 月 30 日，4 年）**

本阶段完成全部剩余单元修复，并进行全面管护。

**（1）2035 年 7 月 1 日～2036 年 6 月 30 日（闭坑后集中修复期）**

1）修复单元

本阶段修复单元包括：预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地、拟

建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、西回风井工业场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。

2）主要工作任务

①完成所有工程单元建构筑物拆除、清运、回填、封堵、切坡垫坡整形、场地整平等全部地貌重塑工程；完成覆土整平、培肥改良等全部土壤重构工程；完成栽植乔木、恢复旱地、灌草混播及撒播草籽植被重建工程；

②继续开展各项监测工作，本年度为稳定监测期。

**（2）2036 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日（管护期）**

本阶段为矿山闭坑后的全面管护期，对全部修复单元进行系统管护和长期监测。

1）管护范围

共计 24 个修复单元，总面积 43.8099hm$^2$。

2）主要工作任务

全面开展土壤管护、林地管护和草地管护，对成活率不达标区域进行补植补种。并对地形地貌景观及土地复垦成效进行监测。

详见矿区生态修复总体工作部署表 6-1 及矿区生态修复总体部署图 6-1。

**表 6-1　矿区生态修复工作总体部署及工程量表**

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| 基建期<br>第 1 年<br>2026.7.1<br>～<br>2027.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | m$^3$ | / |
| | | 警示牌 | 块 | 10 |
| | | 网围栏 | m | 4917 |
| | 拟建竖井工业场地 | 表土剥离 | m$^3$ | 1000 |
| | 拟建斜坡道工业场地 | 表土剥离 | m$^3$ | 400 |
| | 拟建东风井工业场地 | 表土剥离 | m$^3$ | 1000 |
| | 钻机平台（PT1-PT19） | 回填 | m$^3$ | 4608 |

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 3416 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.6064 |
| | | 恢复旱地 | $m^3$ | 0.0384 |
| | 塌陷坑 3 | 回填 | $m^3$ | 585 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 60 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.012 |
| | 塌陷坑 4 | 回填 | $m^3$ | 320 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 39 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0077 |
| | 通往钻机平台的部分矿区道路 | 垫坡整形 | $m^3$ | 80 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 1815 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.3630 |
| | 新竖井废石场 | 清运 | $m^3$ | 5593 |
| | | 砌筑挡渣墙 | $m^3$ | 200 |
| | 西回风井工业场地 | 砌筑挡渣墙 | $m^3$ | 440 |
| | 完善前期治理区 | 撒播草籽 | $hm^2$ | 1.3455 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对已复垦区进行管护。 | | | |
| 基建期<br>第 2 年<br>2027.7.1<br>～<br>2028.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | $m^3$ | / |
| | 拟建竖井工业场地 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 54 |
| | 拟建斜坡道工业场地 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 48 |
| | 拟建东风井工业场地 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 84 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对已复垦区进行管护。 | | | |
| 开采期<br>第 1 年<br>2028.7.1<br>～<br>2029.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | $m^3$ | / |
| | 主竖井工业场地 | 回填 | $m^3$ | 704 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 258 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 7 |
| | | 清运 | $m^3$ | 7 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 0.5861 |
| | | 恢复旱地 | $hm^2$ | 0.5861 |
| | FJ1 工业场地 | 回填 | $m^3$ | 300 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 50 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 6 |
| | | 清运 | $m^3$ | 6 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 699 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.1398 |
| | XJ1 工业场地 | 回填 | $m^3$ | 242 |

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 90 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 75 |
| | | 清运 | $m^3$ | 75 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 750 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.15 |
| | SJ1 场地 | 回填 | $m^3$ | 200 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 177 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0354 |
| | SJ2 场地 | 覆土及整平 | $m^3$ | 63 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0126 |
| | 新竖井废石场 | 清运 | $m^3$ | 1446 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测 | | | |
| 开采期<br>第 2～7 年<br>2029.7.1～<br>2035.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | $m^3$ | / |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对已复垦区进行管护。 | | | |
| 闭坑修复与管护期<br>第 1 年<br>2035.7.1<br>～<br>2036.6.30 | 预测地面塌陷区 | 回填 | $m^3$ | 117193 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 8253 |
| | | 栽植乔木 | 株 | 7172 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 15.4894 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 2.5755 |
| | | 恢复旱地 | $hm^2$ | 10.6434 |
| | 拟建竖井工业场地 | 回填 | $m^3$ | 3243 |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 360 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 600 |
| | | 清运 | $m^3$ | 600 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 1000 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.2 |
| | 拟建斜坡道工业场地 | 回填 | $m^3$ | 36464 |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 250 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 240 |
| | | 清运 | $m^3$ | 240 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 400 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.08 |
| | 拟建东风井工业场地 | 回填 | $m^3$ | 1746 |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 600 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 600 |

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| | | 清运 | $m^3$ | 600 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 1000 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.2 |
| | 西回风井工业场地 | 回填 | $m^3$ | 1410 |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 1342 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 583 |
| | | 清运 | $m^3$ | 583 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 2796 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.5592 |
| | 新竖井废石场 | 清运 | $m^3$ | 4150 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 2151 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.4302 |
| | 炸药库 | 拆除 | $m^3$ | 225 |
| | | 清运 | $m^3$ | 225 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 557 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.1113 |
| | 地磅房 | 拆除 | $m^3$ | 100 |
| | | 清运 | $m^3$ | 100 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 93 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0186 |
| | 门卫 | 拆除 | $m^3$ | 15 |
| | | 清运 | $m^3$ | 15 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 41 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0081 |
| | 排水场地 | 拆除 | $m^3$ | 34 |
| | | 清运 | $m^3$ | 34 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 175 |
| | | 栽植乔木 | 株 | 39 |
| | 选厂 | 拆除 | $m^3$ | 13373 |
| | | 清运 | $m^3$ | 13373 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 4970 |
| | | 栽植乔木 | 株 | 1104 |
| | 尾矿库 | 覆土及整平 | $m^3$ | 20088 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 4.0175 |
| | 办公生活区 1 | 回填 | $m^3$ | 222 |
| | | 封堵 | $m^3$ | 13 |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 2115 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 1100 |

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| | | 清运 | $m^3$ | 1100 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 4217 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.8434 |
| | 办公生活区 2 | 垫坡整形 | $m^3$ | 177 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 560 |
| | | 清运 | $m^3$ | 560 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 2022 |
| | | 栽植乔木 | 株 | 449 |
| | 办公生活区 3 | 垫坡整形 | $m^3$ | 745 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 350 |
| | | 清运 | $m^3$ | 350 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 3174 |
| | | 栽植乔木 | 株 | 705 |
| | 矿区道路 | 垫坡整形 | $m^3$ | 820 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 13432 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 2.6863 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对已复垦区进行管护。 | | | |
| 闭坑修复与管护期<br>第 2～4 年<br>2036.7.1<br>～<br>2039.6.30 | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测。对整个修复区进行管护。 | | | |

**图 6-1　矿区生态修复总体部署图**

## 第二节　总体经费估算

### 一、经费估算依据

#### （一）经费估算依据

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

2、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128 号）；

3、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128 号）；

4、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128 号）；

5、《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号）；

6、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号）；

7、《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》建办标函〔2019〕193 号；

8、《内蒙古自治区人民政府办公厅关于调整自治区最低工资标准及非全日制工作小时最低工资标准通知》内政办发〔2021〕69 号；

9、当地材料价格信息（2026 年 3 季度）材料价格市场询价。

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）工程施工费预算**

工程施工费包括直接费、间接费、利润、价差、未计价材料费及税金。

**1、直接费**

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

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费及其他费用组成。

人工费：直接从事工程施工的生产工人开支的各项费用。包括基本工资、辅助工资和工资附加费。

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）》（内自然资字〔2026〕198 号）的规定计取，赤峰市敖汉旗属于三类区，甲类工 175.36 元 / 工日，乙类工 131.02 元 / 工日。

材料费：指用于工程项目上的消耗性材料费、装置性材料费和周转性材料摊销费。材料预算价格一般包括材料原价、包装费、运杂费、运输保险费和采购及保管费五项。

施工机械使用费：消耗在工程项目上的机械磨损、维修和动力燃料费用等。包括折旧费、检修费、维护费、安装拆卸费、动力燃料费、机上人工费组成。

其他费用：指完成规定任务所需耗用的零星用工、用料及辅助机械所发生的摊销费。

（2）措施费

指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，本项目不计夜间施工增加费。措施费按项目直接工程费×措施费费率进行计算。其费率依据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198 号）取费，标准见表 6-1。

**表 6-1　措施费费率表**

| 序号 | 工程类别 | 临时设施费率（%） | 冬雨季施工增加费率（%） | 施工辅助费率（%） | 安全施工措施费率（%） | 费率合计（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 土方工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |
| 2 | 石方工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |
| 3 | 抗滑桩及边坡支护工程 | 1.00 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.9 |
| 4 | 砌筑工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |
| 5 | 混凝土工程 | 1.00 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.9 |
| 6 | 安装工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |
| 7 | 道路工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |
| 8 | 植被工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |
| 9 | 辅助工程 | 0.85 | 0.7 | 0.7 | 2.5 | 4.75 |

**2、间接费**

间接费包括规费和企业管理费，依据《《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198 号）规定，间接费率按工程类别进行计取，间接费=直接费×间接费费率进行计算，取费标准见表 6-2。

**表 6-2　间接费费率表**

| 序号 | 工程类别 | 计算基础 | 间接费费率（%） |
|---|---|---|---|
| 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 | 植被工程 | 直接费 | 5 |
| 9 | 辅助工程 | 直接费 | 5 |

**3、利润**

利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

**4、价差**

材料预算价格超出主材限定价格部分单独计列为材料价差，仅计取税金。材料价差=材料消耗量×（材料预算价格－材料限价）

**5、税金**

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财税〔2019〕39 号）等文件，按直接费、间接费、利润及材料价差之和计算，税率取 9%，计算公式为：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%

当税率变化时，应当根据国家财政税务主管部门发布的文件适时调整。

**（三）其它费用预算**

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、项目管理费。

1、前期工作费

前期工作费包括：项目可研编制费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。前期工作费，以工程程施工费与设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

（1）项目可研编制费

项目可研编制费以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，见表 6-3。

**表 6-3　项目可研编制费计费标准**

| 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 |
| 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　项目勘测费计费标准**

| 序号 | 计费基数（万元） | 项目勘测费计费（万元） |
|---|---|---|
| 1 | ≤50 | 0.75 |
| 2 | 100 | 1.4 |
| 3 | 200 | 2.6 |
| 4 | 500 | 6 |
| 5 | 1000 | 11 |
| 6 | 3000 | 30 |
| 7 | 5000 | 45 |
| 8 | 10000 | 80 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.80%计取。**

（3）项目设计与预算编制费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

**表 6-5　项目设计与预算编制费计费标准**

| 序号 | 计费基础（万元） | 设计费（万元） |
|---|---|---|
| 1 | ≤50 | 2.25 |
| 2 | 100 | 4.5 |
| 3 | 200 | 9 |
| 4 | 500 | 20.9 |
| 5 | 1000 | 38.8 |
| 6 | 3000 | 103.8 |
| 7 | 5000 | 163.9 |
| 8 | 10000 | 304.8 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。**

（4）项目招投标代理费

项目招投标代理费是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**

| 序号 | 计费基础（万元） | 费率（%） | 算例 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 计费基数（万元） | 招标代理费（万元） |
| 1 | ≤50 | 1 | 50 | 50×1%=0.50 |
| 2 | 50-100 | 0.5 | 100 | 0.50+(100-50）×0.5%=0.75 |
| 3 | 100-200 | 0.46 | 200 | 0.75+(200-100）×0.46%=1.21 |
| 4 | 200-500 | 0.43 | 500 | 1.21+(500-200）×0.43%=2.50 |
| 5 | 500- 1000 | 0.4 | 1000 | 2.50+(1000-500)×0.4%=4.50 |
| 6 | 1000-3000 | 0.3 | 3000 | 4.50+(3000-1000)×0.3%=10.50 |
| 7 | 3000-5000 | 0.2 | 5000 | 10.50+(5000-3000)×0.2%=14.50 |
| 8 | 5000- 10000 | 0. 1 | 10000 | 14.50+(10000-5000)×0.1%=19.50 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。**

2、工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

**表 6-7　工程监理费计费标准**

| 序号 | 计费基数（万元） | 工程监理费（万元） |
|---|---|---|
| 1 | ≤50 | 2.3 |
| 2 | 100 | 4.2 |
| 3 | 200 | 7.5 |
| 4 | 500 | 16.5 |
| 5 | 1000 | 30.1 |
| 6 | 3000 | 78.1 |
| 7 | 5000 | 120.8 |
| 8 | 10000 | 218.6 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 2.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.18%计取。**

3、竣工验收费

（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**

| 序号 | 计费基数（万元） | 工程复核费（万元） |
|---|---|---|
| 1 | ≤50 | 1.15 |
| 2 | 100 | 2.2 |
| 3 | 200 | 3.8 |
| 4 | 500 | 8.4 |
| 5 | 1000 | 14.9 |
| 6 | 3000 | 35.9 |
| 7 | 5000 | 52.9 |
| 8 | 10000 | 87.9 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。**

（2）工程验收费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

**表 6-9　工程验收费计费标准**

| 序号 | 计费基数（万元） | 工程验收费（万元） |
|---|---|---|
| 1 | ≤50 | 1 |
| 2 | 100 | 1.6 |
| 3 | 200 | 2.8 |
| 4 | 500 | 6 |
| 5 | 1000 | 10 |
| 6 | 3000 | 27 |
| 7 | 5000 | 40 |
| 8 | 10000 | 60 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。**

（3）项目结（决）算审计费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

**表 6-10　项目结（决）算审计费计费标准**

| 序号 | 计费基数（万元） | 项目结（决）算审计费（万元） |
|---|---|---|
| 1 | ≤50 | 0.3 |
| 2 | 100 | 0.6 |
| 3 | 200 | 0.9 |
| 4 | 500 | 1.8 |
| 5 | 1000 | 3.05 |
| 6 | 3000 | 6.05 |
| 7 | 5000 | 9.05 |
| 8 | 10000 | 14.05 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 0.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.14%计取。**

4、项目管理费

以工程施工费、前期工作费、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**

| 序号 | 计费基数(万元) | 费率(%) | 算例 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 计费基数（万元） | 项目管理费(万元) |
| 1 | ≤50 | 2.00% | 50 | 50×2%=1 |
| 2 | 50-100 | 1.50% | 100 | 1+(100-50)×1.50%=1.75 |
| 3 | 100-200 | 1.20% | 200 | 1.75+(200- 100)×1.20%=2.95 |
| 4 | 200-500 | 1.00% | 500 | 2.95+(500-200)×1%=5.95 |
| 5 | 500-1000 | 0.70% | 1000 | 5.95+(1000-500)×0.70%=9.45 |
| 6 | 1000-3000 | 0.40% | 3000 | 9.45+(3000- 1000)×0.40%=17.45 |
| 7 | 3000-5000 | 0.10% | 5000 | 17.45+(5000-3000)×0.10%=19.45 |
| 8 | 5000-10000 | 0.06% | 10000 | 19.45+(10000-5000)×0.06%=22.45 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04% 计算收费。**

## （四）不可预见费预算

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**

| 序号 | 计费基数（万元） | 费率（%） | 算例 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 计费基数（万元） | 基本预备费（万元） |
| 1 | ≤50 | 2 | 50 | 50×2.0%=1.00 |
| 2 | 50-100 | 1.5 | 100 | 1.00+(100-50)×1.5%=1.75 |
| 3 | 100-200 | 1 | 200 | 1.75+(200-100)×1.0%=2.75 |
| 4 | 200-500 | 0.8 | 500 | 2.75+(500-200)×0.8%=5.15 |
| 5 | 500-1000 | 0.5 | 1000 | 5.15+(1000-500)×0.5%=7.65 |
| 6 | 1000-3000 | 0.3 | 3000 | 7.65+(3000-1000)×0.3%=13.65 |
| 7 | 3000-5000 | 0.2 | 5000 | 13.65+(5000-3000)×0.2%=17.65 |
| 8 | 5000-10000 | 0.1 | 10000 | 17.65+(10000-5000)×0.1%=22.65 |

**注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05% 计取。**

2、价差预备费：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：

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

备注：PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

It：建设期中第 t 年的静态投资计划额，包括工程费用、工程建设其他费用及基本预备费；

f：年涨价率；注：年涨价率根据政府部门有规定的按规定执行，没有规定的由可行性研究人员预测。

m：建设前期年限（从编制估算到开工建设，单位：年）。

（四）监测管护费预算

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。计算公式为：监测费=工程施工费×费率×监测次数。本方案一次监测费用按工程施工费的 0.01%计算。

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。本方案一次管护费用按工程施工费的 1%计算。

## 二、单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》（内自然资字〔2026〕198 号），进行经费估算，工程施工费总费用 590.56 万元，其中地貌重塑经费 433.86 万元、土壤重构经费 121.69 万元、植被重建经费 35.01 万元，监测工程经费 59.30 万元、管护工程经费 35.43 万元。单项工程量及经费估算详见下表。

## 表 6-13　单项生态修复工程总费用表

| 序号 | 工程或费用名称 | 单位 | 工程量 | 综合单价（元） | 合计（万元） |
|---|---|---|---|---|---|
| **一** | **地貌重塑工程** | | | | **433.86** |
| （一） | 警示牌 | 10 块 | 10 | 600.00 | 0.60 |
| （二） | 网围栏 | 100m | 1777 | 1318.72 | 2.34 |
| （三） | 回填（含清运） | $100m^3$ | 205897 | 1879.79 | 387.04 |
| （四） | 拆除 | $100m^3$ | 9192 | 1771.70 | 16.29 |
| （五） | 封堵 | $100m^3$ | 29 | 8704.52 | 0.25 |
| （六） | 垫坡整形 | $100m^3$ | 10327 | 1709.14 | 17.65 |
| （七） | 挡渣墙 | $100m^3$ | 200 | 25099.86 | 5.02 |
| （八） | 浆砌石护坡 | $100m^3$ | 186 | 25099.86 | 4.67 |
| **二** | **土壤重构工程** | | | | **121.69** |
| （一） | 覆土及整平 | $100m^3$ | 92171 | 1320.22 | 121.69 |
| **三** | **植被重建工程** | | | | **35.01** |
| （一） | 栽植乔木 | 100 株 | 8104 | 3623.05 | 29.36 |
| （二） | 灌草混播 | $hm^2$ | 25.4396 | 2176.43 | 5.54 |
| （三） | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.5376 | 2176.43 | 0.12 |
| **四** | **监测工程** | | | | **59.30** |
| （一） | 地质环境监测 | | | | 48.37 |
| 1 | 地质灾害监测 | | | | 28.41 |
| （1） | 地面塌陷监测 | 次/年 | 156 | / | 9.21 |
| （2） | 崩塌监测 | 次/年 | 156 | / | 19.19 |
| 2 | 含水层监测 | 次/年 | | | 19.19 |
| （1） | 地下水位监测 | 次/年 | 156 | / | 9.21 |
| （2） | 矿坑涌水量 | 次/年 | 156 | / | 9.21 |
| （3） | 地下水水质监测 | 次/年 | 13 | / | 0.77 |
| 3 | 地形地貌景观监测 | 次/年 | 13 | / | 0.77 |
| （二） | 土地资源监测 | | | | 0.94 |
| 1 | 土壤环境 | 次/年 | 13 | / | 0.77 |
| 2 | 土地复垦成效 | 次/年 | 3 | / | 0.18 |
| （三） | 生态系统监测 | 次/年 | 12 | / | 9.98 |
| 1 | 气象要素指标监测 | 次/年 | 156 | / | 9.21 |
| 2 | 植物要素指标监测 | 次/年 | 13 | / | 0.77 |
| **五** | **管护工程** | | | | **35.43** |
| （一） | 管护次数 | 次/年 | 6 | / | 35.43 |
| **合计** | | | | | **685.29** |

## 三、总工程量及其经费预算

矿山生态修复工程量汇总表如下：

**表 6-14　生态修复工程量汇总表**

| 序号 | 工程或费用名称 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|
| **一** | **地貌重塑工程** | | |
| （一） | 警示牌 | 块 | 10 |
| （二） | 网围栏 | m | 1777 |
| （三） | 回填（含清运） | $m^3$ | 205897 |
| （四） | 拆除 | $m^3$ | 9192 |
| （五） | 封堵 | $m^3$ | 29 |
| （六） | 垫坡整形 | $m^3$ | 10327 |
| （七） | 挡渣墙 | $m^3$ | 200 |
| （八） | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 186 |
| **二** | **土壤重构工程** | | |
| （一） | 覆土及整平 | $m^3$ | 92171 |
| **三** | **植被重建工程** | | |
| （一） | 栽植乔木 | 株 | 8104 |
| （二） | 灌草混播 | $hm^2$ | 25.4396 |
| （三） | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.5376 |
| **四** | **监测工程** | | |
| （一） | 地质环境监测 | | |
| 1 | 地质灾害监测 | | |
| （1） | 地面塌陷监测 | 次/年 | 156 |
| （2） | 崩塌监测 | 次/年 | 156 |
| 2 | 含水层监测 | 次/年 | |
| （1） | 地下水位监测 | 次/年 | 156 |
| （2） | 矿坑涌水量 | 次/年 | 156 |
| （3） | 地下水水质监测 | 次/年 | 13 |
| 3 | 地形地貌景观监测 | 次/年 | 13 |
| （二） | 土地资源监测 | | |
| 1 | 土壤环境 | 次/年 | 13 |
| 2 | 土地复垦成效 | 次/年 | 3 |
| （三） | 生态系统监测 | 次/年 | 12 |
| 1 | 气象要素指标监测 | 次/年 | 156 |
| 2 | 植物要素指标监测 | 次/年 | 13 |
| **五** | **管护工程** | | |
| （一） | 管护次数 | 次/年 | 6 |

矿区生态修复工程总投资经费980.00万元，其中工程施工费590.56万元，其他费用82.83万元，不可预见费211.88万元，监测管护费94.73万元，经费估算详见下表。

**表6-15　总预算表**

编制单位：内蒙古赤矿地质技术服务有限责任公司　　金额单位：万元

| 类　别<br>项目名称 | 项目地点 | 项目资金 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 总预算 | | | |
| | | 合计 | 中央资金 | 地方资金 | 其他资金 |
| — | 敖汉旗萨力巴乡白土营子村及玛尼罕乡玛尼罕村 | 980.00 | — | — | 980.00 |
| **总　计** | **—** | **980.00** | **—** | **—** | **980.00** |

**表6-16　预算总表**

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 序号 | 工程或费用名称 | 预算金额（万元） | 各项费用占总费用的比例（%） |
|---|---|---|---|
| | （1） | （2） | （3） |
| 一 | 工程施工费 | 590.56 | 60.26 |
| 二 | 其他费用 | 82.83 | 8.45 |
| 三 | 不可预见费 | 211.88 | 21.62 |
| 四 | 监测管护费 | 94.73 | 9.67 |
| **合　计** | | **980.00** | **100.00** |

**表6-17　工程施工费预算汇总表**

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 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 | 121.69 | 20.61 |
| 2 | 石方工程 | 404.69 | 68.53 |
| 3 | 砌体工程 | 25.97 | 4.40 |
| 4 | 混凝土工程 | 0.25 | 0.04 |
| 5 | 植物工程 | 35.01 | 5.93 |
| 6 | 辅助工程 | 2.94 | 0.50 |
| **总 计** | | **590.56** | **100.00** |

## 表 6-18　工程施工费预算表

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 序号 | 定额编号 | 工程名称 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 合计（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | （1） | （2） | （3） | （4） | （5） | （6） |
| **一** | | **土方工程** | | | | **121.69** |
| 1 | 10108 | 覆土及整平 | 100m$^3$ | 92171 | 13.20 | 121.69 |
| **二** | | **石方工程** | | | | **404.69** |
| 1 | 20061 | 回填（含清运） | 100m$^3$ | 205897 | 18.80 | 387.04 |
| 2 | 20046 | 垫坡整形 | 100m$^3$ | 10327 | 17.09 | 17.65 |
| **三** | | **砌筑工程** | | | | **25.97** |
| 1 | 40066 | 拆除 | 100m$^3$ | 9192 | 17.72 | 16.29 |
| 2 | 40017 | 挡渣墙 | 100m$^3$ | 200 | 251.00 | 5.02 |
| 3 | 40017 | 浆砌石护坡 | 100m$^3$ | 186 | 251.00 | 4.67 |
| **四** | | **混凝土工程** | | | | **0.25** |
| 1 | 50039 | 封堵 | 100m$^3$ | 29 | 87.05 | 0.25 |
| **五** | | **植被工程** | | | | **35.01** |
| 1 | 80006 | 栽植乔木 | 100 株 | 8104 | 36.23 | 29.36 |
| 2 | 80036 | 灌草混播 | hm$^2$ | 25.4396 | 2176.43 | 5.54 |
| 3 | 80036 | 撒播草籽 | hm$^2$ | 0.5376 | 2176.43 | 0.12 |
| **六** | | **辅助工程** | | | | **2.94** |
| 1 | 市场询价 | 警示牌 | 10 块 | 10 | 600 | 0.60 |
| 2 | 90009 | 网围栏 | 100m | 1777 | 13.19 | 2.34 |
| **合计** | | | | | | **590.56** |

## 表 6-19　其他费用预算表

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 序号 | 费用名称 | 计算式 | 预算金额（万元） | 各项费用占其他费用的比例（%） |
|---|---|---|---|---|
| | （1） | （2） | （3） | （4） |
| 1 | 前期工作费 | | 38.27 | 0.46 |
| （1） | 项目可研编制费 | 4+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（6-4） | 4.36 | 5.27 |
| （2） | 项目勘测费 | 6+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（11-6） | 6.91 | 8.34 |
| （3） | 项目设计与预算编制费 | 20.9+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（38.8-20.9） | 24.14 | 29.15 |
| （4） | 项目招投标代理费 | 2.50+(工程施工费-500)×0.4% | 2.86 | 3.46 |
| 2 | 工程监理费 | 16.5+［（工程施工费-500）÷（1000-500）］×（30.1-16.5） | 18.96 | 22.90 |
| 3 | 竣工验收费 | | 19.01 | 22.95 |
| （1） | 工程复合费 | 8.4+（工程施工费-500）×1.1% | 9.40 | 11.34 |
| （2） | 工程验收费 | 6+（工程施工费-500）×1.0% | 7.00 | 8.45 |
| （3） | 项目结（决）算审计费 | 1.8+（工程施工费-500）×0.9% | 2.62 | 3.16 |
| 4 | 项目管理费 | 5.95+(工程施工费-500)×0.70% | 6.58 | 7.95 |
| **总　计** | | | **82.83** | **100.00** |

## 表 6-20　不可预见费预算表

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 序号 | 费用名称 | 工程施工费（万元） | 其他费用（万元） | 小计（万元） | 费率 | 合计（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | （1） | （2） | （3） | （4） | （5） | （6） |
| 1 | 基本预备费 | 590.56 | 82.83 | 673.39 | 0.50% | 6.02 |
| 2 | 价差预备费 | — | — | — | — | 205.86 |
| **合　计** | | | | | | **211.88** |

## 表 6-21　监测管护费预算表

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 序号 | 费用名称 | 计算式 | 预算金额（万元） |
|---|---|---|---|
| | （1） | （2） | （3） |
| 一 | 监测管护费 | | |
| 1 | 监测费 | 工程施工费×0.01%×次数 | 59.30 |
| 2 | 管护费 | 植物工程工程施工费×1%×次数 | 35.43 |
| **合　计** | | | **94.73** |

## 表 6-22　价差预备费预算表

项目名称：中羽矿业（赤峰）有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案　　金额单位：万元

| 治理分期 | 年份 | 静态投资（万元） | 系数$(1+i)^{n-1}$ | 价差预备费（万元） |
|---|---|---|---|---|
| 基建期 | 2026.7.1-2027.6.30 | 62.06 | 0 | 0 |
| | 2027.7.1-2028.6.30 | 61.80 | 1.06 | 3.71 |
| 开采期 | 2028.7.1-2029.6.30 | 102.69 | 1.12 | 5.87 |
| | 2029.7.1-2030.6.30 | 44.80 | 1.19 | 6.27 |
| | 2030.7.1-2031.6.30 | 44.80 | 1.26 | 7.56 |
| | 2031.7.1-2032.6.30 | 44.80 | 1.34 | 8.23 |
| | 2032.7.1-2033.6.30 | 44.80 | 1.42 | 9.15 |
| | 2033.7.1-2034.6.30 | 44.80 | 1.50 | 11.31 |
| | 2034.7.1-2035.6.30 | 44.80 | 1.59 | 13.60 |
| 修复及管护期 | 2035.7.1-2036.6.30 | 144.39 | 1.69 | 40.68 |
| | 2036.7.1-2037.6.30 | 44.80 | 1.79 | 35.43 |
| | 2037.7.1-2038.6.30 | 44.80 | 1.90 | 32.77 |
| | 2038.7.1-2039.6.30 | 44.80 | 2.01 | 31.28 |
| **合　计** | **2026.7.1-2039.6.30** | **774.14** | | **205.86** |

## 表 6-23　工程施工费单价分析表

| 回填（清运） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **2m³ 装载机装石碴自卸汽车运输(运距 0.5～1.0km)** | | | | | |
| **定额编号：20061**<br>**工作内容：装、运、卸、空回** | | | | | **单位：元/100m³** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 1579.57 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 1507.95 |
| 1 | 人工费 | | | | 157.22 |
| | 甲类工 | 工日 | 0 | 175.36 | 0.00 |
| | 乙类工 | 工日 | 1.2 | 131.02 | 157.22 |
| 2 | 材料费 | | | | 0.00 |
| 3 | 机械费 | | | | 1321.15 |
| | 挖掘机液压 2m³ | 台班 | 0.23 | 1390.80 | 319.88 |
| | 推土机 90kw | 台班 | 0.11 | 888.43 | 97.73 |
| | 自卸汽车 5t | 台班 | 1.91 | 473.06 | 903.55 |
| 4 | 其它费用 | % | 2 | 1478.38 | 29.57 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 1507.95 | 71.63 |
| 二 | 间接费 | % | 6 | 1579.57 | 94.77 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 1674.35 | 50.23 |
| 四 | 材料价差 | | | | 0.00 |
| | 柴油 | kg | | | 0.00 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 1724.58 | 155.21 |
| **合　计** | | | | | **1879.79** |
| **垫坡整形** | | | | | |
| **定额编号：20046**<br>**工作内容：推松、运送、卸运、托平、空回** | | | | | **单位：元/100m³** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 1198.37 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 1144.02 |
| 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 | | | | 0.00 |
| 3 | 机械费 | | | | 899.63 |
| | 推土机 75kw | 台班 | 1.11 | 810.48 | 899.63 |
| 4 | 其它费用 | % | 5 | 1030.65 | 113.37 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 1144.02 | 54.34 |
| 二 | 间接费 | % | 6 | 1198.37 | 71.90 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 1270.27 | 38.11 |
| 四 | 材料价差 | | | | 259.64 |
| | 柴油 | kg | 62.715 | 4.14 | 259.64 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 1568.02 | 141.12 |
| **合　计** | | | | | **1709.14** |

| 拆除 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **定额编号：40066**<br>**工作内容：拆除、清理、堆放** | | | | | **单位：元/100m³** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 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 | | | | 0.00 |
| 3 | 机械费 | | | | 416.08 |
| | 挖掘机油动 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 | | | | 81.19 |
| | 柴油 | kg | 19.612 | 4.14 | 81.19 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 1625.42 | 146.29 |
| **合　计** | | | | | **1771.70** |
| **挡渣墙、浆砌石护坡** | | | | | |
| **定额编号：40017**<br>**工作内容：选石、修石、拌合砂浆、砌筑、原浆勾缝** | | | | | **单位：元/100m³** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 21278.24 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 20313.35 |
| 1 | 人工费 | | | | 9458.52 |
| | 甲类工 | 工日 | 3.55 | 175.36 | 622.53 |
| | 乙类工 | 工日 | 67.44 | 131.02 | 8835.99 |
| 2 | 材料费 | | | | 10569.45 |
| | 块石 | m³ | 108 | 40.00 | 4320.00 |
| | 砂浆 | m³ | 34.4 | 181.67 | 6249.45 |
| 3 | 机械费 | | | | 184.33 |
| | 灰浆搅拌机 400L | 台班 | 0.7 | 263.32 | 184.33 |
| 4 | 其它费用 | % | 0.5 | 20212.29 | 101.06 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 20313.35 | 964.88 |
| 二 | 间接费 | % | 5 | 21278.24 | 1063.91 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 22342.15 | 670.26 |
| 四 | 材料价差 | | | | 14.98 |
| | 柴油 | kg | 3.619 | 4.14 | 14.98 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 23027.40 | 2072.47 |
| **合　计** | | | | | **25099.86** |

| 封堵 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **定额编号：50039** | | | | | **单位：元/100m³** |
| **工作内容：模板安装、拆除、凿毛、清洗、浇筑、养护** | | | | | |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 7314.35 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 5898.19 |
| 1 | 人工费 | | | | 2388.67 |
| | 甲类工 | 工日 | 4.20 | 175.36 | 736.51 |
| | 乙类工 | 工日 | 12.61 | 131.02 | 1652.16 |
| 2 | 材料费 | | | | 3281.63 |
| | 硬塑料管Φ20 | m | 52.97 | 15.00 | 794.55 |
| | 复合模板 | $m^2$ | 24.68 | 30.00 | 740.40 |
| | 板枋材 | $m^3$ | 0.21 | 1929.00 | 405.09 |
| | 钢支撑及配件 | kg | 48.53 | 3.50 | 169.86 |
| | 木支撑 | $m^3$ | 0.42 | 1900.00 | 798.00 |
| | 圆钉 | kg | 5.28 | 6.00 | 31.68 |
| | 铁件 | kg | 14.87 | 5.00 | 74.35 |
| | 隔离剂 | kg | 10 | 20.00 | 200.00 |
| | 镀锌铁丝Φ0.7 | kg | 0. 18 | 5.00 | 0.90 |
| | 塑料粘胶带 20mm×10m | 卷 | 25 | 8.00 | 2.00 |
| | 对拉螺栓 | kg | 6.48 | 10.00 | 64.80 |
| 3 | 机械费 | | | | 1.04 |
| | 木工圆锯机 500mm | 台班 | 0.04 | 25.93 | 1.04 |
| 4 | 其它费用 | % | 2.00 | 5671.34 | 226.85 |
| （二） | 措施费 | % | 4.90 | 5898.19 | 1416.16 |
| 二 | 间接费 | % | 6 | 7314.35 | 438.86 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 7753.21 | 232.60 |
| 四 | 材料价差 | | | | |
| 五 | 税金 | % | 9 | 7985.80 | 718.72 |
| **合　计** | | | | | **8704.52** |

| 覆土及整平 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **2m³ 挖掘机挖装自卸汽车运土(运距 1.5～2km)** | | | | | |
| **定额编号：10108**<br>**工作内容：挖装、清理机下余土、运输、卸除、空回、卸料推平** | | | | | **单位：元 /100m³** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 940.43 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 897.79 |
| 1 | 人工费 | | | | 69.44 |
| | 甲类工 | 工日 | 0 | 175.36 | 0.00 |
| | 乙类工 | 工日 | 0.53 | 131.02 | 69.44 |
| 2 | 材料费 | | | | 0.00 |
| 3 | 机械费 | | | | 793.82 |
| | 挖掘机液压 2m³ | 台班 | 0.09 | 1390.80 | 125.17 |
| | 推土机 60kw | 台班 | 0.05 | 620.55 | 31.03 |
| | 自卸汽车 15t | 台班 | 0.7 | 910.89 | 637.62 |
| 4 | 其它费用 | % | 4 | 863.26 | 34.53 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 897.79 | 42.65 |
| 二 | 间接费 | % | 5 | 940.43 | 47.02 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 987.46 | 29.62 |
| 四 | 材料价差 | | | | 194.13 |
| | 柴油 | kg | 46.8921 | 4.14 | 194.13 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 1211.21 | 109.01 |
| **合　计** | | | | | **1320.22** |

| 网围栏 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **定额编号：90009**<br>**工作内容：定线，材料厂内运输，安装防护围栏。** | | | | | **单位：100m** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 1118.67 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 1067.94 |
| 1 | 人工费 | | | | 321.00 |
| | 甲类工 | 工日 | 0 | 175.36 | 0.00 |
| | 乙类工 | 工日 | 2.45 | 131.02 | 321.00 |
| 2 | 材料费 | | | | 726.00 |
| | 混凝土预制桩 | 根 | 20 | 30.00 | 600.00 |
| | 镀锌铁丝 | kg | 18 | 7.00 | 126.00 |
| 3 | 机械费 | | | | 0.00 |
| 4 | 其它费用 | % | 2 | 1047.00 | 20.94 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 1067.94 | 50.73 |
| 二 | 间接费 | % | 5 | 1118.67 | 55.93 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 1174.60 | 35.24 |
| 四 | 材料价差 | | | | 0.00 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 1209.84 | 108.89 |
| **合　计** | | | | | **1318.72** |

| 栽植乔木（带土球） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **定额编号：80006**<br>**工作内容：挖坑、吊装、栽植（扶正、回土、捣实、筑水围），浇水、覆土保墒、整形、清理。** | | | | | **单位：100 株** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 2975.87 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 2840.92 |
| 1 | 人工费 | | | | 1611.55 |
| | 甲类工 | 工日 | 0 | 175.36 | 0.00 |
| | 乙类工 | 工日 | 12.3 | 131.02 | 1611.55 |
| 2 | 材料费 | | | | 531.45 |
| | 树苗 | 株 | 102 | 5.00 | 510.00 |
| | 水 | $m^3$ | 6.5 | 3.30 | 21.45 |
| 3 | 机械费 | | | | 683.79 |
| | 汽车式起重机 5t | 台班 | 0.99 | 690.70 | 683.79 |
| 4 | 其它费用 | % | 0.5 | 2826.79 | 14.13 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 2840.92 | 134.94 |
| 二 | 间接费 | % | 5 | 2975.87 | 148.79 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 3124.66 | 93.74 |
| 四 | 材料价差 | | | | 105.50 |
| | 汽油 | kg | 25.483 | 4.14 | 105.50 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 3323.90 | 299.15 |
| **合　计** | | | | | **3623.05** |
| **撒播草籽、灌草混播** | | | | | |
| **定额编号：80036**<br>**工作内容：种子处理、人工撒播草籽** | | | | | **单位：$hm^2$** |
| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 单价（元） | 小计（元） |
| 一 | 直接费 | | | | 1846.25 |
| （一） | 直接工程费 | | | | 1762.53 |
| 1 | 人工费 | | | | 227.97 |
| | 甲类工 | 工日 | 0 | 175.36 | 0.00 |
| | 乙类工 | 工日 | 1.74 | 131.02 | 227.97 |
| 2 | 材料费 | | | | 1500.00 |
| | 草籽 | kg | 50 | 30.00 | 1500.00 |
| 3 | 机械费 | | | | 0.00 |
| 4 | 其它费用 | % | 2 | 1727.97 | 34.56 |
| （二） | 措施费 | % | 4.75 | 1762.53 | 83.72 |
| 二 | 间接费 | % | 5 | 1846.25 | 92.31 |
| 三 | 利润 | % | 3 | 1938.57 | 58.16 |
| 四 | 材料价差 | | | | 0.00 |
| 五 | 税金 | % | 9 | 1996.72 | 179.71 |
| **合　计** | | | | | **2176.43** |

## 表 6-24　材料价格表

| 序号 | 名称及规格 | 单位 | 价格（元） | 限价（元） | 来源 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 块石 | $m^3$ | 40.00 | 40.00 | 赤峰市 2026 年 3 季度材料价格市场询价 |
| 2 | 砂浆 | $m^3$ | 181.67 | | |
| 3 | 硬塑料管Φ20 | m | 15.00 | | |
| 4 | 复合模板 | $m^2$ | 30.00 | | |
| 5 | 板枋材 | $m^3$ | 1929.00 | 3500 | |
| 6 | 钢支撑及配件 | kg | 3.50 | | |
| 7 | 木支撑 | $m^3$ | 1900.00 | | |
| 8 | 圆钉 | kg | 6.00 | | |
| 9 | 铁件 | kg | 5.00 | | |
| 10 | 隔离剂 | kg | 20.00 | | |
| 11 | 镀锌铁丝Φ0.7 | kg | 5.00 | | |
| 12 | 塑料粘胶带 20mm×10m | 卷 | 8.00 | | |
| 13 | 对拉螺栓 | kg | 10.00 | | |
| 14 | 草籽 | kg | 30 | | |
| 15 | 树苗 | 株 | 5.00 | 5.00 | |
| 16 | 水 | $m^3$ | 3.3 | | |
| 17 | 混凝土预制桩 | 根 | 30 | | |
| 18 | 镀锌铁丝 | kg | 7 | | |

## 表 6-25　机械台班预算单价计算表

| 定额编号 | 机械名称及规格 | 台班费（元） | 一类费用合计 | 二类费用 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 一类费用合计（元） | 二类费用合计（元） | 人工费（元/日） | | 动力燃料费小计 | 汽油（元/kg） | | 柴油（元/kg） | | 电（元/kw·h） | | 水（元/$m^3$） | | 风（元/$m^3$） | |
| | | | | | 工日 | 金额 | | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 |
| 5004 | 汽车式起重机 5t | 690.70 | 211.28 | 479.42 | 2.00 | 350.72 | 128.70 | 25.74 | 128.70 | | 0 | | | | | | |
| 1009 | 挖掘机液压 2$m^3$ | 1390.80 | 656.27 | 734.53 | 2 | 350.72 | 383.81 | | | 85.29 | 383.805 | | | | | | |
| 1020 | 推土机履带式 60kw | 620.55 | 74.98 | 545.57 | 2 | 350.72 | 194.85 | | | 43.30 | 194.85 | | | | | | |
| 4013 | 自卸汽车 15t | 910.89 | 321.98 | 588.905 | 2 | 350.72 | 238.19 | | 0 | 52.93 | 238.185 | | | | | | |
| 2007 | 灰浆搅拌机 400L | 263.32 | 15.83 | 247.49 | 1.39 | 243.7504 | 3.74 | | | | | 5.17 | 3.74 | | | | |
| 1002 | 挖掘机油动 1$m^3$ | 468.85 | 571.36 | 2 | 350.72 | 220.64 | | | 49.03 | 220.635 | 468.85 | | | | | | |
| 1021 | 推土机 75kw | 205.51 | 604.97 | 2 | 350.72 | 254.25 | | | 56.50 | 254.25 | 205.51 | | | | | | |
| 1022 | 推土机 90kw | 888.43 | 272.16 | 616.27 | 2 | 350.72 | 265.55 | | | 59.01 | 265.545 | | | | | | |
| 4009 | 自卸汽车 5t | 473.06 | 116.45 | 356.6104 | 1.14 | 199.9104 | 156.70 | 31.34 | 156.7 | | 0 | | | | | | |
| 7015 | 木工圆锯机 500mm | 25.93 | 8.55 | 17.38 | | 0.00 | 17.38 | | | | | 24.00 | 17.38 | | | | |

## 第三节　阶段工作任务与经费安排

### 一、阶段工作任务

根据《开采方案》设计，按照矿区生态修复与采矿工程相结合的原则，同时根据现状问题识别和受损预测分析，综合诊断评价，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿区生态修复划分为基建期、开采期和闭坑修复与管护期三个阶段。矿区各阶段生态修复工作安排详见表 6-26。

**表 6-26　矿区生态修复阶段工作任务安排表**

| 阶段 | 时间 | 年限 | 主要修复单元/范围 | 主要工作任务 |
|---|---|---|---|---|
| **基建期** | 2026.7.1～2028.6.30 | 2 年 | 第 1 年：<br>预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、通往钻机平台的部分矿区道路、新竖井废石场、西回风井工业场地、完善前期治理区； | 第 1 年：<br>1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行。同时在预测塌陷区范围外布设网围栏、设置警示牌；<br>2、对拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地进行表土剥离；<br>3、对钻机平台(PT1-PT19)回填、覆土及整平、灌草混播、恢复旱地；<br>4、对塌陷坑 3、塌陷坑 4 回填、覆土及整平、灌草混播；并对通往钻机平台的部分矿区道路覆土及整平、撒播草籽；<br>5、对新竖井废石场废石进行部分清运，在废石场南侧及西回风井工业场地东侧砌筑挡渣墙；<br>6、完善前期治理区：补种补植；<br>7、对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；<br>8、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；<br>9、建立土壤污染监测点定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况。 |
| | | | 第 2 年：<br>预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地：浆砌石护坡、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地。 | 第 2 年：<br>1、对预测地面塌陷区企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行。<br>2、对拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地 3 个新建场地的切坡进行浆砌石护坡；<br>3、对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；<br>4、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；<br>5、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。 |
| **开采期** | 2028.7.1～2035.6.30 | 7 年 | 第 1 年：<br>主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场； | 第 1 年：<br>1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生；<br>2、对主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、恢复植被；<br>3、对 SJ2 场地覆土及整平、灌草混播；<br>4、对新竖井废石场内的废石作为回填物源进行清运； |

| 阶段 | 时间 | 年限 | 主要修复单元/范围 | 主要工作任务 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | | | | 5、对监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；<br>6、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；<br>7、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。 |
| | | | 第 2～7 年：<br>预测塌陷区（预备修复）、全矿区监测管护。 | 第 2～7 年：<br>1、对预测地面塌陷区实施采空区充填以防范地面塌陷的发生；<br>2、对监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；<br>3、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；<br>4、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。 |
| **闭坑修复与管护期** | 2035.7.1～2039.6.30 | 4 年 | 第 1 年度（集中修复）：<br>预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、西回风井工业场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。 | 第 1 年度：<br>1、修复管护期第一年度完成所有工程单元的地貌重塑、土壤重构、植被重建工程； |
| | | | 第 2～4 年：<br>监测管护全部修复单元。 | 第 2～4 年：<br>监测管护全部修复单元。 |
| 合计 | 2026.7.1～2039.6.30 | 13 年 | 24 个修复单元 | — |
| **注：修复面积未包含完善前期治理单元。** | | | | |

## 二、近年工作任务与经费进度安排

近年度工作任务为近三年（2026 年 7 月 1 日～2029 年 6 月 30 日）矿山生态修复工作，即矿区基建期 2 年与开采期第 1 年的工作任务，年度实施计划具体如下：

### （一）第一年（2026 年 7 月 1 日～2027 年 6 月 30 日）

1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行。同时在预测塌陷区范围外布设网围栏、设置警示牌；

2、拟建竖井工业场地：表土剥离；

3、拟建斜坡道工业场地：表土剥离；

4、拟建东风井工业场地：表土剥离；

5、钻机平台（PT1-PT19）：回填、覆土及整平、灌草混播、恢复旱地；

6、塌陷坑 3：回填、覆土及整平、灌草混播；

7、塌陷坑 4：回填、覆土及整平、灌草混播；

8、通往钻机平台的部分矿区道路：覆土及整平、撒播草籽；

9、新竖井废石场：作为回填物源进行部分清运，在废石场南侧砌筑挡渣墙；

10、西回风井工业场地：砌筑挡渣墙；

11、完善前期治理区：补种补植；

12、对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

13、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

14、建立土壤污染监测点定期观测，并定期采样分析，监测土壤

环境质量状况。

**（二）第二年（2027 年 7 月 1 日～2028 年 6 月 30 日）**

1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行。

2、拟建竖井工业场地：浆砌石护坡；

3、拟建斜坡道工业场地：浆砌石护坡；

4、拟建东风井工业场地：浆砌石护坡；

5、对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

6、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

7、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（三）第三年（2028 年 7 月 1 日～2029 年 6 月 30 日）**

1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行；

2、主竖井工业场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、恢复旱地；

3、FJ1 工业场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

4、XJ1 工业场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

5、SJ1 场地：回填、封堵、覆土及整平、灌草混播；

6、SJ2 场地：覆土及整平、灌草混播；

7、新竖井废石场：作为回填物源进行清运；

8、对监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术

依据；

9、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

10、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

详见矿区生态修复总体工作部署表 6-27。

**表 6-27　近三年生态修复工作部署及工程量表**

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| 第 1 年<br>2026.7.1<br>～<br>2027.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | $m^3$ | / |
| | | 警示牌 | 块 | 10 |
| | | 网围栏 | m | 4917 |
| | 拟建竖井工业场地 | 表土剥离 | $m^3$ | 1000 |
| | 拟建斜坡道工业场地 | 表土剥离 | $m^3$ | 400 |
| | 拟建东风井工业场地 | 表土剥离 | $m^3$ | 1000 |
| | 钻机平台（PT1-PT19） | 回填 | $m^3$ | 4608 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 3416 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.6064 |
| | | 恢复旱地 | $m^3$ | 0.0384 |
| | 塌陷坑 3 | 回填 | $m^3$ | 585 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 60 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.012 |
| | 塌陷坑 4 | 回填 | $m^3$ | 320 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 39 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0077 |
| | 通往钻机平台的部分矿区道路 | 垫坡整形 | $m^3$ | 80 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 1815 |
| | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.3630 |
| | 新竖井废石场 | 清运 | $m^3$ | 5593 |
| | | 砌筑挡渣墙 | $m^3$ | 200 |
| | 西回风井工业场地 | 砌筑挡渣墙 | $m^3$ | 440 |
| | 完善前期治理区 | 撒播草籽 | $hm^2$ | 1.3455 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对复垦区进行管护。 | | | |
| 第 2 年<br>2027.7.1<br>～<br>2028.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | $m^3$ | / |
| | 拟建竖井工业场地 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 54 |
| | 拟建斜坡道工业场地 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 48 |
| | 拟建东风井工业场地 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 84 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对复垦区进行管护。 | | | |

| 修复时间 | 工作任务 | 治理工程 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| 第 3 年<br>2028.7.1<br>～<br>2029.6.30 | 预测地面塌陷区 | 充填采空区 | $m^3$ | / |
| | 主竖井工业场地 | 回填 | $m^3$ | 704 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 258 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 7 |
| | | 清运 | $m^3$ | 7 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 0.5861 |
| | | 恢复旱地 | $hm^2$ | 0.5861 |
| | FJ1 工业场地 | 回填 | $m^3$ | 300 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 50 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 6 |
| | | 清运 | $m^3$ | 6 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 699 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.1398 |
| | XJ1 工业场地 | 回填 | $m^3$ | 242 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 垫坡整形 | $m^3$ | 90 |
| | | 拆除 | $m^3$ | 75 |
| | | 清运 | $m^3$ | 75 |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 750 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.15 |
| | SJ1 场地 | 回填 | $m^3$ | 200 |
| | | 封堵 | $m^3$ | / |
| | | 覆土及整平 | $m^3$ | 177 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0354 |
| | SJ2 场地 | 覆土及整平 | $m^3$ | 63 |
| | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0126 |
| | 新竖井废石场 | 清运 | $m^3$ | 1446 |
| | 对地质环境、土地资源、生态系统进行监测、对复垦区进行管护。 | | | |

各年度矿区生态修复工作安排情况见表 6-28。

## 表 6-28　前三年度矿区生态修复工作计划表

| 序号 | 修复阶段 | 范围（拐点坐标） | 所属生态修复区块 | 是否为临时用地 | 主要工程措施 | 单位 | 工程量 | 目标地类 | 面积（$hm^2$） | 费用（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 第 1 年度<br>2026.7.1-2027.6.30 | 见表 3-79 | 预测地面塌陷区 | 否 | 充填采空区 | $m^3$ | / | / | / | / |
| 2 | | | | | 警示牌 | 块 | 10 | / | / | 2.94 |
| 3 | | | | | 网围栏 | m | 4917 | / | / | |
| 4 | | 见表 3-79 | 拟建竖井工业场地 | 否 | 表土剥离 | $m^3$ | 1000 | / | / | / |
| 5 | | 见表 3-79 | 拟建斜坡道工业场地 | 否 | 表土剥离 | $m^3$ | 400 | / | / | / |
| 6 | | 见表 3-79 | 拟建东风井工业场地 | 否 | 表土剥离 | $m^3$ | 1000 | / | / | / |
| 7 | | 见表 3-79 | 钻机平台（PT1-PT19） | 否 | 回填 | $m^3$ | 4608 | 灌木林地 | 0.6064 | 13.30 |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 3416 | | | |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.6064 | 恢复旱地 | 0.0384 | |
| | | | | | 恢复旱地 | $m^3$ | 0.0384 | | | |
| 8 | | 见表 3-79 | 塌陷坑 3 | 否 | 回填 | $m^3$ | 585 | 灌木林地 | 0.0120 | 1.19 |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 60 | | | |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.012 | | | |
| 9 | | 见表 3-79 | 塌陷坑 4 | 否 | 回填 | $m^3$ | 320 | 灌木林地 | 0.0077 | 0.66 |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 39 | | | |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0077 | | | |
| 10 | | 见表 3-79 | 通往钻机平台的部分矿区道路 | 否 | 垫坡整形 | $m^3$ | 80 | 人工牧草地 | 0.3630 | 2.61 |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 1815 | | | |
| | | | | | 撒播草籽 | $hm^2$ | 0.3630 | | | |
| 11 | | 见表 3-79 | 新竖井废石场 | 否 | 清运 | $m^3$ | 5593 | / | / | 15.53 |
| | | | | | 砌筑挡渣墙 | $m^3$ | 200 | | | |
| 12 | | 见表 3-79 | 西回风井工业场地 | 否 | 砌筑挡渣墙 | $m^3$ | 440 | / | / | 11.04 |
| 13 | | / | 完善前期治理区 | 否 | 撒播草籽 | $hm^2$ | 1.3455 | / | / | / |
| 14 | | / | 对矿山地质环境、土地资源、生态系统进行监测 | | | | | | | 4.56 |

| 序号 | 修复阶段 | 范围（拐点坐标） | 所属生态修复区块 | 是否为临时用地 | 主要工程措施 | 单位 | 工程量 | 目标地类 | 面积（$hm^2$） | 费用（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 第 2 年度<br>2027.7.1-2028.6.30 | 见表 3-79 | 预测地面塌陷区 | 否 | 充填采空区 | $m^3$ | / | / | / | |
| 16 | | 见表 3-79 | 拟建竖井工业场地 | 否 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 54 | / | / | 1.36 |
| 17 | | 见表 3-79 | 拟建斜坡道工业场地 | 否 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 48 | / | / | 1.20 |
| 18 | | 见表 3-79 | 拟建东风井工业场地 | 否 | 浆砌石护坡 | $m^3$ | 84 | / | / | 2.11 |
| 19 | | / | 对矿山地质环境、土地资源、生态系统进行监测 | | | | | | | 4.56 |
| 20 | 第 3 年度<br>2028.7.1-2029.6.30 | 见表 3-79 | 预测地面塌陷区 | 否 | 充填采空区 | $m^3$ | / | / | / | / |
| 21 | | 见表 3-79 | 主竖井工业场地 | 否 | 回填 | $m^3$ | 704 | 旱地 | 0.5861 | 1.80 |
| | | | | | 封堵 | $m^3$ | / | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | $m^3$ | 258 | | | |
| | | | | | 拆除 | $m^3$ | 7 | | | |
| | | | | | 清运 | $m^3$ | 7 | | | |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 0.5861 | | | |
| | | | | | 恢复旱地 | $hm^2$ | 0.5861 | | | |
| 22 | | 见表 3-79 | FJ1 工业场地 | 否 | 回填 | $m^3$ | 300 | 灌木林地 | 0.1398 | 1.62 |
| | | | | | 封堵 | $m^3$ | / | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | $m^3$ | 50 | | | |
| | | | | | 拆除 | $m^3$ | 6 | | | |
| | | | | | 清运 | $m^3$ | 6 | | | |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 699 | | | |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.1398 | | | |
| 23 | | 见表 3-79 | XJ1 工业场地 | 否 | 回填 | $m^3$ | 242 | 灌木林地 | 0.1500 | 1.91 |
| | | | | | 封堵 | $m^3$ | / | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | $m^3$ | 90 | | | |
| | | | | | 拆除 | $m^3$ | 75 | | | |
| | | | | | 清运 | $m^3$ | 75 | | | |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 750 | | | |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.1500 | | | |

| 序号 | 修复阶段 | 范围（拐点坐标） | 所属生态修复区块 | 是否为临时用地 | 主要工程措施 | 单位 | 工程量 | 目标地类 | 面积（$hm^2$） | 费用（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | | 见表 3-79 | SJ1 场地 | 否 | 回填 | $m^3$ | 200 | 灌木林地 | 0.0354 | 0.62 |
| | | | | | 封堵 | $m^3$ | / | | | |
| | | | | | 覆土及整平 | $m^3$ | 177 | | | |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0354 | | | |
| 25 | | 见表 3-79 | SJ2 场地 | 否 | 覆土及整平 | $m^3$ | 63 | 灌木林地 | 0.0126 | 0.09 |
| | | | | | 灌草混播 | $hm^2$ | 0.0126 | | | |
| 26 | | 见表 3-79 | 新竖井废石场 | 否 | 清运 | $m^3$ | 1446 | / | / | 2.72 |
| 27 | | / | 对矿山地质环境、土地资源、生态系统进行监测 | | | | | | | 4.56 |

## 表 6-29　矿区生态修复工程量与经费安排表

| 序号 | 生态修复区块 | 范围(坐标) | 生态修复面积（$hm^2$） | 主要治理修复问题 | 保护与预防控制工程 | | | | 修复工程 | | | | 监测与管护工程 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 保护措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 修复措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 监测措施 | 工程量(次) | 费用(万元) | 实施时间 |
| 1 | 预测地面塌陷区 | 见表3-79 | 33.0117 | 地质灾害隐患、地形地貌景观破坏、土地资源损毁 | 警示牌 | 10 块 | 0.60 | 2026 年—2039 年 | 覆土及整平 | 8253$m^3$ | 10.90 | 2026 年—2039 年 | | | | |
| | | | | | 网围栏 | 4917m | 6.48 | | 栽植乔木 | 7172 株 | 25.98 | | | | | |
| | | | | | 回填 | 117193$m^3$ | 220.30 | | 灌草混播 | 15.4894$hm^2$ | 3.37 | | | | | |
| | | | | | | | | | 撒播草籽 | 2.5755$hm^2$ | 0.56 | | | | | |
| | | | | | | | | | 恢复旱地 | 10.6434$hm^2$ | | | | | | |
| 2 | 拟建竖井工业场地 | 见表3-79 | 0.2 | | 表土剥离 | 1000$m^3$ | | 2026 年—2039 年 | 覆土及整平 | 1000$m^3$ | 1.32 | 2026 年—2039 年 | | | | |
| | | | | | 回填 | 3243$m^3$ | 6.10 | | 灌草混播 | 0.2$hm^2$ | 0.04 | | | | | |
| | | | | | 浆砌石护坡 | 54$m^3$ | 1.36 | | | | | | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 360$m^3$ | 0.62 | | | | | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 600$m^3$ | 1.06 | | | | | | | | | |
| | | | | | 清运 | 600$m^3$ | 1.13 | | | | | | | | | |
| 3 | 拟建斜坡道工业场地 | 见表3-79 | 0.08 | | 表土剥离 | 400$m^3$ | | 2026 年—2039 年 | 覆土及整平 | 400$m^3$ | 0.53 | 2026 年—2039 年 | | | | |
| | | | | | 回填 | 36464$m^3$ | 68.54 | | 灌草混播 | 0.08$hm^2$ | 0.02 | | | | | |
| | | | | | 浆砌石护坡 | 48$m^3$ | 1.20 | | | | | | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 250$m^3$ | 0.43 | | | | | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 240$m^3$ | 0.43 | | | | | | | | | |
| | | | | | 清运 | 240$m^3$ | 0.45 | | | | | | | | | |
| 4 | 拟建东风井工业场地 | 见表3-79 | 0.2 | 地质灾害、地形地貌景观破坏、土地资源 | 表土剥离 | 1000$m^3$ | | 2026 年—2039 年 | 覆土及整平 | 1000$m^3$ | 1.32 | 2026 年—2039 年 | | | | |
| | | | | | 回填 | 1746$m^3$ | 3.28 | | 灌草混播 | 0.2$hm^2$ | 0.04 | | | | | |
| | | | | | 浆砌石护坡 | 84$m^3$ | 2.11 | | | | | | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 600$m^3$ | 1.03 | | | | | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 600$m^3$ | 1.06 | | | | | | | | | |

| 序号 | 生态修复区块 | 范围(坐标) | 生态修复面积（$hm^2$） | 主要治理修复问题 | 保护与预防控制工程 | | | | 修复工程 | | | | 监测与管护工程 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 保护措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 修复措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 监测措施 | 工程量(次) | 费用(万元) | 实施时间 |
| | | | | 损毁 | 清运 | 600$m^3$ | 1.13 | | | | | | | | | |
| 5 | 钻机平台(PT1-PT19) | 见表3-79 | 0.6448 | 地形地貌景观破坏、土地资源损毁 | 回填 | 4608$m^3$ | 8.66 | 2026年—2027年 | 覆土及整平 | 3416$m^3$ | 4.51 | 2026年—2027年 | | | | |
| | | | | | | | | | 灌草混播 | 0.6064$hm^2$ | 0.13 | | | | | |
| | | | | | | | | | 恢复旱地 | 0.0384$hm^2$ | | | | | | |
| 6 | 塌陷坑3 | 见表3-79 | 0.012 | | 回填 | 585$m^3$ | 1.10 | 2026年—2027年 | 覆土及整平 | 60$m^3$ | 0.08 | 2026年—2027年 | | | | |
| | | | | | | | | | 灌草混播 | 0.012$hm^2$ | 0.00 | | | | | |
| 7 | 塌陷坑4 | 见表3-79 | 0.0077 | | 回填 | 320$m^3$ | 0.60 | 2026年—2027年 | 覆土及整平 | 39$m^3$ | 0.05 | 2026年—2027年 | | | | |
| | | | | | | | | | 灌草混播 | 0.0077$hm^2$ | 0.00 | | | | | |
| 8 | 主竖井工业场地 | 见表3-79 | 0.5861 | | 回填 | 704$m^3$ | 1.32 | 2028年—2029年 | 覆土及整平 | 5861$m^3$ | 7.74 | 2028年—2029年 | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 258$m^3$ | 0.44 | | 恢复旱地 | 0.5861$hm^2$ | | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 7$m^3$ | 0.01 | | | | | | | | | |
| | | | | | 清运 | 7$m^3$ | 0.01 | | | | | | | | | |
| 9 | 西回风井工业场地 | 见表3-79 | 0.5592 | 地质灾害、地形地貌景观破坏、土地资源损毁 | 回填 | 1410$m^3$ | 2.65 | 2026年—2039年 | 覆土及整平 | 2796$m^3$ | 3.69 | 2026年—2039年 | | | | |
| | | | | | 挡渣墙 | 240$m^3$ | 6.02 | | 撒播草籽 | 0.5592$hm^2$ | 0.12 | | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 1342$m^3$ | 2.29 | | | | | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 583$m^3$ | 1.03 | | | | | | | | | |
| | | | | | 清运 | 583$m^3$ | 1.10 | | | | | | | | | |
| 10 | FJ1工业场地 | 见表3-79 | 0.1398 | | 回填 | 300$m^3$ | 0.56 | 2028年—2029年 | 覆土及整平 | 699$m^3$ | 0.92 | 2028年—2029年 | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 50$m^3$ | 0.09 | | 灌草混播 | 0.1398$hm^2$ | 0.03 | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 6$m^3$ | 0.01 | | | | | | | | | |
| | | | | | 清运 | 6$m^3$ | 0.01 | | | | | | | | | |
| 11 | XJ1工业场地 | 见表3-79 | 0.15 | | 回填 | 242$m^3$ | 0.45 | 2028年—2029年 | 覆土及整平 | 750$m^3$ | 0.99 | 2028年—2029年 | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 90$m^3$ | 0.15 | | 灌草混播 | 0.15$hm^2$ | 0.03 | | | | | |
| | | | | | 拆除 | 75$m^3$ | 0.13 | | | | | | | | | |

| 序号 | 生态修复区块 | 范围(坐标) | 生态修复面积（$hm^2$） | 主要治理修复问题 | 保护与预防控制工程 | | | | 修复工程 | | | | 监测与管护工程 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 保护措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 修复措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 监测措施 | 工程量(次) | 费用(万元) | 实施时间 |
| | | | | 地形地貌景观破坏、土地资源损毁 | 清运 | 75$m^3$ | 0.14 | | | | | | | | | |
| 12 | SJ1 场地 | 见表 3-79 | 0.0354 | | 回填 | 200$m^3$ | 0.38 | 2028 年—2029 年 | 覆土及整平 | 177$m^3$ | 0.23 | 2028 年—2029 年 | | | | |
| | | | | | | | | | 灌草混播 | 0.0354$hm^2$ | 0.01 | | | | | |
| 13 | SJ2 场地 | 见表 3-79 | 0.0126 | | | | | 2028 年—2029 年 | 覆土及整平 | 63$m^3$ | 0.08 | 2028 年—2029 年 | | | | |
| | | | | | | | | | 灌草混播 | 0.0126$hm^2$ | 0.00 | | | | | |
| 14 | 新竖井废石场 | 见表 3-79 | 0.4302 | | 挡渣墙 | 200$m^3$ | 5.02 | 2026 年—2039 年 | 覆土及整平 | 2151$m^3$ | 2.84 | 2026 年—2039 年 | | | | |
| | | | | | 清运 | 11189$m^3$ | 21.03 | | 撒播草籽 | 0.4302$hm^2$ | 0.09 | | | | | |
| 15 | 炸药库 | 见表 3-79 | 0.1113 | | 拆除 | 225$m^3$ | 0.40 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 557$m^3$ | 0.74 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 清运 | 225$m^3$ | 0.42 | | 灌草混播 | 0.1113$hm^2$ | 0.02 | | | | | |
| 16 | 地磅房 | 见表 3-79 | 0.0186 | | 拆除 | 100$m^3$ | 0.18 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 93$m^3$ | 0.12 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 清运 | 100$m^3$ | 0.19 | | 灌草混播 | 0.0186$hm^2$ | 0.00 | | | | | |
| 17 | 门卫 | 见表 3-79 | 0.0081 | | 拆除 | 15$m^3$ | 0.03 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 41$m^3$ | 0.05 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 清运 | 15$m^3$ | 0.03 | | 灌草混播 | 0.0081$hm^2$ | 0.00 | | | | | |
| 18 | 排水场地 | 见表 3-79 | 0.035 | | 拆除 | 34$m^3$ | 0.06 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 175$m^3$ | 0.23 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 清运 | 34$m^3$ | 0.06 | | 栽植乔木 | 39 株 | 0.14 | | | | | |
| 19 | 选厂 | 见表 3-79 | 1.0391 | 地形地貌景观破坏、土地资源损毁 | 拆除 | 13373$m^3$ | 23.69 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 4970$m^3$ | 6.56 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 清运 | 13373$m^3$ | 25.14 | | 栽植乔木 | 1104 株 | 4.00 | | | | | |
| 20 | 尾矿库 | 见表 3-79 | 4.0175 | | | | | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 20088$m^3$ | 26.52 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | | | | | 灌草混播 | 4.0175$hm^2$ | 0.87 | | | | | |
| 21 | 办公生活区 1 | 见表 3-79 | 0.8434 | | 回填 | 222$m^3$ | 0.42 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 4217 株 | 5.57 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 封堵 | 13$m^3$ | 0.11 | | 撒播草籽 | 0.8434$hm^2$ | 0.18 | | | | | |
| | | | | | 垫坡整形 | 2115$m^3$ | 3.61 | | | | | | | | | |

| 序号 | 生态修复区块 | 范围(坐标) | 生态修复面积（$hm^2$） | 主要治理修复问题 | 保护与预防控制工程 | | | | 修复工程 | | | | 监测与管护工程 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 保护措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 修复措施 | 工程量 | 费用(万元) | 实施时间 | 监测措施 | 工程量(次) | 费用(万元) | 实施时间 |
| | | | | | 拆除 | 1100$m^3$ | 1.95 | | | | | | | | | |
| | | | | | 清运 | 1100$m^3$ | 2.07 | | | | | | | | | |
| 22 | 办公生活区 2 | 见表 3-79 | 0.4044 | | 垫坡整形 | 177$m^3$ | 0.30 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 2022$m^3$ | 2.67 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 拆除 | 560$m^3$ | 0.99 | | 栽植乔木 | 449 株 | 1.63 | | | | | |
| | | | | | 清运 | 560$m^3$ | 1.05 | | | | | | | | | |
| 23 | 办公生活区 3 | 见表 3-79 | 0.6347 | | 垫坡整形 | 745$m^3$ | 1.27 | 2035 年—2036 年 | 覆土及整平 | 3174$m^3$ | 4.19 | 2035 年—2036 年 | | | | |
| | | | | | 拆除 | 350$m^3$ | 0.62 | | 栽植乔木 | 705 株 | 2.55 | | | | | |
| | | | | | 清运 | 350$m^3$ | 0.66 | | | | | | | | | |
| 24 | 矿区道路 | 见表 3-79 | 3.0493 | | 垫坡整形 | 900$m^3$ | 1.69 | 2026 年-2036 年 | 覆土及整平 | 15247$m^3$ | 20.13 | 2026 年-2036 年 | | | | |
| | | | | | | | | | 撒播草籽 | 3.0493$hm^2$ | 0.66 | | | | | |
| 修复区 | | | | | | | | | | | | | 地面塌陷地质灾害监测 | 156 | 59.30 | 2026 年—2039 年 |
| | | | | | | | | | | | | | 崩塌地质灾害监测 | 156 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 地下水位 | 156 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 矿坑涌水量 | 156 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 地下水水质 | 13 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 地形地貌景观 | 13 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 土壤环境 | 13 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 土地复垦成效 | 3 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 气象要素指标监测 | 156 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 植物要素指标监测 | 13 | | |
| | | | | | | | | | | | | | 管护 | 6 | 35.43 | 2036 年-2039 年 |

# 第七章　保障措施与公众参与

## 第一节　保障措施

### 一、组织保障

中羽矿业(赤峰)有限公司是本方案的实施主体和责任主体，对矿区生态修复工作负总责。矿山应建立健全生态修复组织管理体系，成立由法定代表人任组长、分管副总经理任副组长、相关部门负责人为成员的矿区生态修复工作领导小组，全面负责生态修复工作的组织实施、协调调度和监督检查。

领导小组下设生态修复办公室，挂靠矿山地测科或环保科，配备专职管理人员 2～3 名，具体负责生态修复年度计划编制、工程组织实施、监测管护及资料归档等日常工作。矿山应制定《矿区生态修复管理制度》《监测管护工作制度》等规章制度，将生态修复纳入企业常态化管理，形成长效工作机制。

### 二、技术保障

本方案编制的各项技术措施均矿山生态修复领域的成熟技术：地貌重塑措施（建构筑物拆除、清运、废石清运整形、边坡垫坡整形等）在矿山闭坑治理和土地复垦工程中已广泛应用；土壤重构措施（表土剥离与保护、客土覆盖与土壤改良等）通过近年来的复垦实践不断优化完善，已形成成熟的操作规程和质控标准；植被重建措施（多物种混合播种、灌草群落配置等）在矿区生态修复中已得到成功应用。矿山前期已在塌陷坑回填、工业场地建筑物拆除、清运等工程中实施上述技术并积累了较丰富的实践经验，施工队伍具备独立组织修复工程施工的技术能力。

监测管护技术保障方面，矿山设有专门的地测部门和专职测量人员，配备了全站仪、水准仪等监测设备，具备独立开展常规地形测量

和无人机航拍的能力。对于专业性较强的地下水水质分析、土壤检测等工作，可委托具有相应资质的专业机构承担。

方案评审通过后，矿山应将本方案确定的分阶段修复目标和任务分解落实到各年度计划中，严格按照本方案确定的修复技术标准和质量控制要求组织实施各项修复工程，保障方案按时保质执行。对涉及工程变更或重大调整的事项，应及时对本方案进行修编，按规定程序报批。矿山应加强技术培训，定期组织管理人员和施工人员学习生态修复相关技术规范和标准，提高施工质量和管理水平。

**三、资金保障**

根据《开采方案》及相关经济评价数据，矿山达产年销售收入预计约 2.5 亿元，达产年利润总额预计约 1.5 亿元。

矿区生态修复费用按照内蒙古自治区自然资源厅 财政厅 生态环境厅 林业和草原局关于印发《内蒙古自治区矿区生态修复费用管理办法(试行)》的通知》（内自然资字〔2026〕69 号）的规定提取，方案估算矿区生态修复总费用约 980.00 万元，费用按矿山总服务年限 13 年分期投入，年均修复费用为 75.38 万元，矿山达产年利润总额 1.5 亿元，年均修复费用仅占年利润的 0.00006%，矿山具备充足的经济承受能力。

矿山生产计划或修复方案发生重大调整时，应重新核定修复费用总额，同步调整基金提取和使用计划，确保修复资金来源稳定、使用规范、按期到位。矿山应在年度报告中如实披露生态修复基金的提取、使用和结存情况，自觉接受主管部门和社会监督。

**四、监管保障**

矿山应建立内部监管与外部监管相结合的生态修复监管体系。

内部监管方面，矿山应将生态修复工程纳入企业生产调度和质量

管理体系，领导小组定期召开专题会议，研究解决修复工程实施中的困难和问题。生态修复办公室负责日常巡查和月度检查，发现问题及时整改，确保修复工程质量和进度符合方案要求。矿山应建立生态修复档案管理制度，规范保存修复工程设计、施工、验收及监测管护等全过程档案资料。

外部监管方面，矿山应加强与敖汉旗自然资源局、生态环境局、林业和草原局等主管部门的沟通衔接，自觉接受监督检查。修复工程开工前应书面告知主管部门，工程竣工后应申请核查。矿山应按规定向主管部门报送《年度生态修复计划》执行情况报告，并主动接受社会公众监督。

矿山应加强与萨力巴乡、玛尼罕乡及白土营子村、玛尼罕村等所在地政府和村委会的协调联系，建立定期通报和协商机制，及时化解修复工程实施过程中可能出现的矛盾和问题，保障修复工程顺利实施。

## 第二节　公众参与

本次公众参与调查范围覆盖矿区影响范围内的白土营子村及玛尼罕村等行政村的常住村民，调查对象主要选取矿区占地范围内土地权属人、矿区周边3km范围内常住农户及村组干部，兼顾不同年龄、性别和职业的代表性；调查采用问卷调查与座谈访谈相结合的方式开展，共发放调查问卷8份，回收有效问卷8份，有效回收率100%，同时组织村民代表座谈会。调查对象中年龄以31-65岁为主，性别男女均有，文化程度以初中及以下居多，职业构成以务农为主。居住在矿区1km范围内的4人，曾在矿区务工的2人。综上，本次调查样本覆盖了矿区影响范围内不同年龄、性别、文化程度和利益关联类型的村民群体，能够较为全面地反映当地群众对矿区生态修复工作的真实意愿和诉求，

调查结果具有代表性。

## 一、已完成的公众参与情况

### （一）方案编制前的公众参与

方案编制工作期间，矿山企业会同编制单位走访了矿区所在地白土营子村及玛尼罕村，并与村委会负责人、村民代表进行了座谈沟通。座谈内容主要包括矿山拟扩大生产规模至 50 万 t/a、新建工程场地及扩大开采区域为铜矿等开发建设计划，以及矿山废弃场地复垦治理初步设想等情况。座谈过程中，矿山企业认真听取了村委会和村民代表对矿区生态修复工作的意见和建议，了解了当地农牧民对损毁土地复垦方向和质量的期望。

### （二）方案编制期间的公众参与

方案编制期间，矿山企业在白土营子村及玛尼罕村村委会所在地张贴了方案简本公示，公示时间为 10 个工作日。公示内容主要包括矿山概况、方案服务年限、拟损毁土地预测、生态修复分区及时序安排、复垦方向等核心内容，并公布了意见反馈联系方式。公示期间，编制单位技术人员走访了矿区周边部分农牧户，入户了解其生产生活受矿业活动影响的情况，听取他们对土地复垦利用方向、修复标准和后期管护等方面的具体建议。

公示结束后，矿山企业在会议室组织召开了公众参与座谈会。参会人员包括村负责人、村民代表、矿山企业负责人等。会议重点讨论了复垦土地的方向选择、复垦后土地权属和管护责任等问题，矿山企业和编制单位对代表们提出的意见和建议进行了现场回应。村委会并出具了关于《中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案》的意见。公众参与相关材料见附件。

## 二、主要意见汇总与采纳情况

经整理，公众提出的核心意见及处理情况如下：

（一）关于施工期间环境保护的意见

村民意见：建议矿山企业切实履行生态修复主体责任，加强施工全过程质量管理，严格落实扬尘管控、水土保持等环境保护措施，防止施工造成二次生态破坏。同时，应合理规划施工时序与运输路线，最大限度减少对周边群众正常生产生活的影响。

采纳情况及理由：此意见属于合理的环境保护和民企关系管理要求。方案已明确加强施工全过程质量管理，严格落实扬尘管控、水土保持等环境保护措施，防止施工造成二次生态破坏，该意见已被完全采纳。

（二）关于长期管护的意见

村民代表意见：修复后的林地、草地的后期管护（如浇水、防火、防牧）责任主体和经费来源需明确，避免“只建不管”。

采纳情况及理由：此意见切中生态修复可持续性的关键。方案明确了生态修复期结束以后，再进行 3 年的管护，管护完成以后土地移交至村集体，已被采纳。

**二、后期全面参与保障**

**（一）全面参与**

矿山应在方案实施期间建立常态化公众参与机制，保障利益相关方在修复工程实施全过程中的知情权、参与权和监督权。具体措施包括：

1、方案信息公开：修复方案经评审通过后，矿山应将方案简本在矿区所在地政府网站进行公示，方便公众查阅和监督。

2、年度计划公示：每年年初将年度生态修复工作计划在敖汉旗人民政府网站进行公示，公示内容包括年度修复区域、修复措施、工程

量、投资预算和完成时限等。

3、施工期间参与：修复工程施工期间，邀请村委会代表和农牧民代表现场参观和监督工程质量，听取他们的反馈意见。

4、竣工验收公示：各阶段修复工程竣工后，将验收结果在村委会公示，接受公众评议。对公众提出的合理意见，矿山应认真整改并及时反馈整改情况。

### （二）多样化参与形式

矿山应根据不同的参与内容和对象，灵活选择多样化的公众参与形式。定期走访村委会和农牧民代表，当面听取意见；定期召开座谈会通报修复工程进展，讨论解决存在的问题；重要事项如修复方向调整、权属变更等通过公示栏张贴公告，必要时召开听证会；在矿山内部设立公众意见箱和投诉电话，受理矿区周边农牧民和社会公众的意见和投诉。

## 第三节　效益分析

### 一、社会效益分析

矿区生态修复方案的实施将产生积极的社会效益。通过建立系统化的地表变形监测、地下水水质动态监测体系，可及时掌握采空区地表移动变化规律和地下水环境动态，提前预判塌陷、沉降、地下水污染等风险，有效规避突发性地质灾害对矿区生产设施及周边村居民生产生活造成的危害，大幅提升区域防灾减灾能力。

通过对各场地实施的地貌重塑、土壤重构和植被重建等工程措施，可使损毁的土地恢复为旱地、林地、草地，逐步恢复土地的生态功能，为当地农牧民提供辅助放牧空间。修复工程的实施还可以为当地提供一定的临时就业机会，增加农牧民劳务收入。矿区生态环境的改善将有助于缓解矿农矛盾，促进矿区社会和谐稳定。

## 二、生态效益分析

本方案实施后，矿区损毁土地将全面恢复为旱地、林地和草地，矿区植被覆盖度将由损毁状态逐步恢复至周边未扰动区域水平。植被重建采用羊草、马尾草、紫花苜蓿等乡土草种和山杏等耐旱灌木，形成“灌-草”结合的稳定植物群落，提升矿区植物物种多样性和群落稳定性。

土壤重构工程的实施将使损毁单元的有效土层厚度达到 50cm，土壤有机质含量逐步恢复至区域中等水平。土壤结构和肥力的恢复将为植被长期稳定生长提供基础保障。

随着植被覆盖度的提升和植物群落的恢复，矿区生态系统的水源涵养、土壤保持和生物多样性维护功能将逐步改善。修复区与周边自然草原景观逐步融合，形成连片的草原生态景观，矿区整体景观效果得到显著提升。

## 三、经济效益分析

矿山完成土地复垦并经主管部门核查合格后，将修复后的耕地、林地和草地移交给原土地权属单位白土营子村和玛尼罕村集体。修复后的土地总面积 43.8099$hm^2$，为当地村集体增加了可利用的土地资源，改善了区域生态环境，为当地农牧民提供了辅助放牧空间，间接带动了当地畜牧业的可持续发展，具有积极的间接经济效益。

# 第八章　结论

## 第一节　结论

### 一、方案编制概要

中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿属于生产矿山（现状处于停产状态）。因矿山扩大开采区域（开采标高）及采矿权延续需要重新编制矿区生态修复方案。

根据《开采方案》，矿山总服务年限为9年（含基建期2年）。考虑闭坑修复时间1年及管护期3年，确定方案服务年限为13年，即从2026年7月1日至2039年6月30日。

方案服务年限基准期起始时间暂定为2026年7月1日，方案自通过评审并公告之日起正式生效。

### 二、矿区生态破坏程度综合评价

根据采矿权范围及采矿活动影响范围，方案确定矿区生态修复范围总面积85.8896hm$^2$。

矿区共划分24个生态评价单元，根据矿区生态破坏程度综合评价结果，重度破坏单元5个，面积39.0577hm$^2$，占修复区总面积的84.48%；中度破坏单元16个，面积7.1339m$^2$，占15.43%；轻度破坏单元3个，面积0.0393hm$^2$，占0.09%。

生态受损（尤其是植被损毁）是导致综合等级偏高的核心因素，地质环境破坏以地形地貌景观破坏为主要表现形式，土地损毁以中度损毁为主。

### 三、矿区生态修复目标与主要生态修复工程措施

以矿区周边未受扰动的典型草原生态系统为参照，将损毁土地恢复为耕地、林地和草地，重建与区域生态功能定位相适应的植被群落。修复完成后植被覆盖度达到70%以上，植物群落以乡土物种为建群种，

具备自我维持和自然演替能力。复垦前后土地利用结构调整为：复垦旱地 11.2295hm$^2$，占复垦总面积的 25.63%；复垦乔木林地 4.0340hm$^2$，占复垦总面积的 9.21%；复垦灌木林地 21.0888hm$^2$，占复垦总面积的 48.14%；复垦人工牧草地 7.4576hm$^2$，占复垦总面积的 17.02%；工矿用地、特殊用地、交通运输用地等全部恢复为生态用地。耕地恢复在土壤养护完成后最终移交当地村集体，由当地村民耕种。

修复工程采取“表土剥离、地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建”五大工程措施，景观营建部分工程融入地貌重塑和植被重建工程中统筹实施。

**四、生态修复时序安排**

按照“边开采、边修复”原则，依据各损毁单元的废弃阶段及启动条件，划分为基建期、开采期、闭坑修复与管护期三个阶段。

**（一）基建期（2026 年 7 月 1 日～2028 年 6 月 30 日，共 2 年）**

本阶段彻底修复单元为：钻机平台（PT1-PT19）、塌陷坑 3、塌陷坑 4、通往钻机平台的部分矿区道路；同步实施拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地 3 个场地的表土剥离工程；对采空区进行充填以防范地面塌陷的发生；并对新竖井废石场的废石作为回填物源进行部分清运，在废石场南侧砌筑挡渣墙；在西回风井工业场地东侧砌筑挡渣墙；

补充完善治理单元包括：塌陷坑 1、塌陷坑 2、SJ1 废石场、XJ1 废石场、SJ3 工业场地、办公区地基边坡等。

**（二）开采期（2028 年 7 月 1 日～2035 年 6 月 30 日，共 7 年）**

本阶段为矿山正式开采期。鉴于矿山已完成新开采系统的基建工程，本阶段将同步推进新旧场地更替，废弃原有的主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地及 SJ1、SJ2 场地；同时，持续对已完成修复的单元

进行长期管护，并开展全矿区的动态监测工作。

本阶段主要修复单元为：预测地面塌陷区、主竖井工业场地、FJ1 工业场地、XJ1 工业场地、SJ1 场地、SJ2 场地、新竖井废石场等。还包括可能产生的地面塌陷。

**（三）闭坑修复与管护期（2035 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日，共 4 年）**

本阶段完成全部剩余单元修复，并进行全面管护。

本阶段修复单元包括：预测地面塌陷区、拟建竖井工业场地、拟建斜坡道工业场地、拟建东风井工业场地、西回风井工业场地、新竖井废石场、炸药库、地磅房、门卫、排水场地、选厂、尾矿库、办公生活区 1、办公生活区 2、办公生活区 3、矿区道路。

**五、监测与管护措施**

监测工作覆盖全周期 13 年，建立采空区地表变形监测网、地下水监测网、土壤环境监测网及土地复垦成效与生态系统监测网。管护期统一为修复治理后 3 年，主要进行土壤管护、林地管护和草地管护。

**六、近三年生态修复工作任务**

**（一）第一年（2026 年 7 月 1 日～2027 年 6 月 30 日）**

1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行；同时在预测塌陷区范围外布设网围栏、设置警示牌；

2、拟建竖井工业场地：表土剥离；

3、拟建斜坡道工业场地：表土剥离；

4、拟建东风井工业场地：表土剥离；

5、钻机平台（PT1-PT19）：回填、覆土及整平、灌草混播、恢复旱地；

6、塌陷坑 3：回填、覆土及整平、灌草混播；

7、塌陷坑 4：回填、覆土及整平、灌草混播；

8、通往钻机平台的部分矿区道路：覆土及整平、撒播草籽；

9、新竖井废石场：作为回填物源进行部分清运，在废石场南侧砌筑挡渣墙；

10、西回风井工业场地：砌筑挡渣墙；

11、完善前期治理区：补种补植；

12、对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

13、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

14、建立土壤污染监测点定期观测，并定期采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（二）第二年（2027 年 7 月 1 日～2028 年 6 月 30 日）**

1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行；

2、拟建竖井工业场地：浆砌石护坡；

3、拟建斜坡道工业场地：浆砌石护坡；

4、拟建东风井工业场地：浆砌石护坡；

5、对地面变形监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

6、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

7、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

**（三）第三年（2028 年 7 月 1 日～2029 年 6 月 30 日）**

1、预测地面塌陷区：企业应实施采空区充填以防范地面塌陷的发生，具体充填工程应按照应急主管部门的要求执行；

2、主竖井工业场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、恢复旱地；

3、FJ1 工业场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

4、XJ1 工业场地：回填、封堵、拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

5、SJ1 场地：回填、封堵、覆土及整平、灌草混播；

6、SJ2 场地：覆土及整平、灌草混播；

7、新竖井废石场：作为回填物源进行清运；

8、对监测点进行监测，加强巡视，为地质灾害监测预警提供技术依据；

9、对地下水位进行动态观测，采集水质样品分析，监测地下水环境质量状况；

10、对土壤污染监测点观测并采样分析，监测土壤环境质量状况。

## 七、经费估算

经估算中羽矿业(赤峰)有限公司鸭鸡山铜矿矿区生态修复方案总投资额为 980.00 万元，其中工程施工费 590.56 万元（占 60.26%），其他费用 82.83 万元（占 8.45%），不可预见费 211.88 万元（占 21.62%）监测管护费 94.73 万元（占 9.67%）。

近三年（2026 年 7 月 1 日～2029 年 6 月 30 日）治理总费用为 226.55 万元。

## 第二节　建议

（一）矿山未办理采矿用地审批手续的破坏单元，建议矿山尽快办理采矿用地审批手续。

（二）矿山开采过程中，应严格按照《开采方案》设计的采矿方案进行开采，对采空区进行充填，尽量避免采矿造成的塌陷对地表植被等产生影响，并加强地表变形监测和地质灾害隐患巡查。

（三）矿山开采过程中，应加强水文地质、工程地质工作的研究，定期开展地下水位、水质监测，重点预防突水与工程地质等各类隐患问题，以确保人员及采矿设备的安全。

（四）为确保矿山地面塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害治理工程的安全、有效和合规，建议矿山在治理工程实施前，必须聘请具备相应地质灾害防治工程设计资质或矿山岩土工程设计资质的专业单位，依据现场详实的地质勘查资料，单独编制专项治理工程设计。并按规定组织专家评审和报主管部门备案，作为指导施工、验收和安全管理的重要依据。

（五）矿山应按照“边开采、边修复”原则，严格按年度计划落实各项修复工程，加强对种植的树木、草地的管护，管护期不少于 3 年，以达到预期的生态修复目标。