

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿
矿区生态修复方案

敖汉旗金路矿业有限责任公司
2026 年 7 月

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 矿区生态修复方案

编 制 单 位：***

法定 代 表 人：***

项 目 负 责 人：***

编 写 人 员：***

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	9
第一章 矿山基本情况	11
第一节 矿业权人基本情况	11
第二节 地理位置与区域概况	11
第三节 矿山开采历史及现状	13
第二章 矿区基础信息	18
第一节 矿区自然条件	18
第二节 社会经济概况	19
第三节 矿山地质环境背景	20
第四节 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	30
第五节 矿区生态状况	32
第六节 矿山及周边其它人类重大工程活动情况	37
第七节 矿区生态修复工作情况	38
第八节 矿区基本情况调查监测指标	44
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	46
第一节 问题识别与受损预测	46
第二节 生态修复可行性分析	71
第三节 生态修复分区及修复时序安排	88

第四节 采矿用地与复垦修复安排.....	89
第四章 生态修复措施与工程内容	90
第一节 保护与预防控制措施.....	90
第二节 修复措施.....	92
第三节 工程内容.....	97
第五章 监测与管护	113
第一节 监测目标与措施.....	113
第二节 管护目标与措施.....	121
第三节 工程量.....	124
第六章 工程部署与经费估算	126
第一节 总体部署.....	126
第二节 总体经费估算.....	129
第三节 阶段工作任务与经费安排.....	141
第七章 保障措施与公众参与	155
第一节 保障措施.....	155
第二节 公众参与.....	158
第三节 效益分析.....	159
第八章 结论	162

附图
附件
附表

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿属生产矿山（停产状态），2021年7月，采矿权人委托***编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“上期方案”）。适用年限为5年，即2021年7月1日至2026年6月30日，现已过适用期。

根据自然资源部办公厅关于做好《矿产资源法》实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知(自然资办函〔2025〕2043号)的相关要求“经评审通过的方案，涉及用地(含用林用草)范围、使用期限、损毁类型等发生变化的，采矿权人应当于取得相关用地(用林用草)批准文件之日起半年内，将修编后的方案报有相应矿业权登记权限的自然资源主管部门备案；涉及采矿许可证延续以及开采方案重大调整的，采矿权人应当重新编制方案并报有相应矿业权登记权限的自然资源主管部门评审。”。上期方案已过期，为了接续上期方案，本次进行修编方案。

2026年4月，受敖汉旗金路矿业有限责任公司委托，***承担了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿区生态修复方案》的编制工作。

（二）上阶段方案落实情况

1、方案编制及落实情况

上期方案规划年限为8年，适用年限为5年，即2021年7月1日至2026年6月30日。

因矿区未进行生产，上期方案适用年限内仅完成民采PD1、民采PD2、民采PD3及部分民采坑的治理工程，其他场地未完成治理。

2、存在的问题

经现场核查及相关资料梳理，上期方案按照矿山正常生产建设开展规划设计。但受企业自身经营等因素影响，矿山自方案编制后一直未按期投产，处于停产状态，致使原方案规划的部分治理修复工作未能同步落地实施。此外，对于 PD 工业场地内平硐的封堵不符合相关规范，未能完全达到封堵的效果。

3、取得的经验

民采坑多分布于陡坡区域，前期治理主要采用机械作业，施工过程中因需修筑临时施工便道，对周边植被造成了一定程度的二次破坏。后续治理中，矿山应优先采用人工回填方式，以减少对周边生态环境的扰动。

4、本次修订的主要内容

上期方案已过适用期，故本次进行修编。本次修编内容主要为：上期方案编制完成后，矿山又委托***编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿采矿工程安全设施设计（补充完善文本）》，以下简称《安全设施设计》。本次修编即以《安全设施设计》为基准。

（三）编制目的及任务

1、编制目的

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

2、主要任务

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

② 查明矿区地质环境问题、地质灾害发育现状及造成的危害，矿山开采以来矿区各类土地的损毁情况，分析研究主要地质环境问题的分布规律、形成机理及影响因素，论述土地损毁环节与时序；根据调查情况、矿山开发利用方案、《安全设施设计》、采矿地质环境条件对矿区矿山地质环境影响、土地损毁和生态状况进行现状和预测评估；

③ 在评估的基础上，进行矿山生态修复治理分区和确定矿山生态修复范围；

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

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

⑥ 对矿山生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确前三年工作安排情况；

⑦ 进行矿山生态修复工程的经费估算，提出矿山生态修复的保障措施。

（四）编制依据

1、法律

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订）；

（2）《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订）；

2、法规

（1）《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令第394号，自2004年3月1日起施行）；

（2）《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第592号，自2011年3月1日起施行）；

(3) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（中华人民共和国国务院令 第743号，自2021年9月1日起施行）。

3、部门规章及政策性文件

(1) 《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令 第56号，2019年7月16日自然资源部修正）；

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

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

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

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

(6) 内蒙古自治区自然资源厅、内蒙古自治区财政厅、内蒙古自治区生态环境厅关于印发《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》的通知（2019年12月）；

(7) 《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》的通知（内财建〔2013〕600号）；

(8) 《关于调整内蒙古自治区建设工程计价依据增值税税率的通知》（内建标〔2019〕113号）。

4、技术规范、规程

(1) 《矿区生态修复方案编制指南》（临时）；

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

(3) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T

43935-2024)；

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

(5) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)；

(6) 《土地复垦方案编制规程》(TD/T 1031-2019)；

(7) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)；

(8) 《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T 1044-2014)；

(9) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)；

(10) 《土壤环境质量标准》(GB 15618-2018)；

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

(12) 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021)；

(13) 《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50000)》(DZ/T 0261-2014)；

(14) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 0221-2021)；

(16) 《土壤环境监测技术规范》(HJ 166-2026)；

(16) 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)；

(17) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36000-2018)。

5、相关资料

(1) 土地利用现状图***；

(2) 敖汉旗气象站提供的 2014-2025 年赤峰市敖汉旗气象资料；

(3) 2003 年 8 月，由***编制的《内蒙古生态功能区划》；

(4) 1977 年，由***完成的《***》；

(5) 2003 年 6 月，由***编制的《赤峰市生态环境功能区划报告》；

（6）2014 年 9 月，由***编制的《内蒙古自治区敖汉旗长皋沟矿区岩金矿生产详查报告》（***），以下简称“《详查报告》”；

（7）2015 年 10 月，由***编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿产资源开发利用方案》（***），以下简称“《开发利用方案》”；

（8）2019 年 6 月，由***编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿采矿工程安全设施设计（补充完善文本）》，以下简称“《安全设施设计》”；

（9）2021 年 8 月，由***编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（赤矿治字[2021]189 号），以下简称“《上期方案》”；

（10）2023 年 2 月，由矿业权人自行编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2023 年度矿山地质环境治理计划书》。（以下简称“2023 年度治理计划书”）；

（11）2024 年 2 月，由矿业权人自行编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2024 年度矿山地质环境治理计划书》。（以下简称“2024 年度治理计划书”）；

（12）2025 年 2 月，由矿业权人自行编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2025 年度矿山地质环境治理计划书》。（以下简称“2025 年度治理计划书”）；

（13）2026 年 2 月，由矿业权人自行编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2026 年度矿山地质环境治理计划书》。（以下简称“2026 年度治理计划书”）；

（14）2005 年 8 月，由***编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司水土保持方案报告书》；

(15) 2006 年 6 月，由***编制的《敖汉旗金路矿业有限责任公司***金矿石采选项目环境影响报告书》；

(16) 矿山提供的井上井下对照图；

(17) 矿方提供的其它相关地质资料。

6、合同依据

《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿区生态修复方案》编制委托书。

(五) 编制工作概况

1、工作程序

本次方案编制工作按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定的程序进行。

我公司接受委托后，组建了项目组，项目组设项目负责人，按照分工的不同着手收集方案涉及区域的地质环境背景条件、土地利用现状、国土空间规划、矿山开采规划及矿山开采技术条件等相关资料，分析研究区域资料，进行现场踏勘，编写方案大纲，开展野外现场调查工作，之后对所收集调查的资料进行室内综合分析整理和信息数据处理，确定了矿山生态环境评估范围和复垦区，并进行了矿区生态修复适宜性评价，最终编写了本次《矿区生态修复方案》。具体工作程序详见图 0-1。

图 0-1 矿山生态修复路径图

2、工作方法及过程

(1) 资料收集与分析

在开展野外调查工作前，充分收集、分析、整理相关资料，搜集区内已有的《开发利用方案》、《安全设施设计》、《年度治理计划书》、土地现状图及场地规划等资料。了解矿区地质环境条件和土地资源状况，分析已有资料情况，确定补充资料内容，初步确定野外调查方法、

调查路线和调查内容。

（2）野外调查

我公司于2026年4月2日和2026年6月6日进行了野外调查工作。主要调查内容包括矿山地质环境、土地资源。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***。野外调查以矿山提供的***地形地质图为底图，野外实测比例尺为***，采用***坐标系，高斯***分带，投影中央子午线***度，高程系统采用***高程基准。室内最终成图比例尺为***，采用南方CASS7.0成图系统进行成图。在RTK坐标测量模式下，采用极值坐标法，定测单元位置和高程，相对于邻近图根点位误差最小为 $\pm 0.05\text{m}$ ；最大为 $\pm 0.08\text{m}$ 。高程中误差最小为 $\pm 0.03\text{m}$ ；最大为 $\pm 0.09\text{m}$ ，工程点收测的点位精度完全满足测量要求。在调查过程中对各个单元进行了记录和拍照、录像。矿山实地调查完毕后，至附近村庄调查并走访了自然资源主管部门、土地权属者。了解了矿区周边矿山分布情况及当地自然地理概况、矿区生态修复的意见等。矿山现状调查完毕后，与矿方沟通了有关该矿具体治理工程问题。

2026年4月，***于对38号工业场地下风向、39号工业场地下风向、尾矿库（选矿厂）下风向和废石场下风向土壤及***井口及尾矿库监测井地下水取样进行了检测。

（3）公众参与

采用会谈、采访等方式，对初步拟订的方案广泛征询矿山企业、政府相关部门和社会公众的意愿，征求对矿区生态修复工作的意见。

2026年6月6日，由***村委会组织会召开会议，商议敖汉旗金路矿业有限责任公长皋沟金矿生态修复工作，村“两委”、村民代表、监督委员、矿山代表及编制单位参会。会议针对矿山开采引发的生态与安全问

题及生态修复工作征集意见，各方就隐患治理、植被恢复、安全防护、监督公示、长效管护等提出建议。矿山代表全部采纳意见，承诺兼顾生产与环保，并反哺当地。经表决，会议确定修复举措：整治地质隐患、恢复植被、复垦土地、防控水土污染，设立管护期。明确企业为责任主体，承担所有费用，依规施工并落实动态监测。

（4）室内资料整理及综合分析

在综合分析研究已有资料、政策文件和实际调查资料的基础上，按照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）的工作程序，进行矿山地质环境影响和土地损毁评估，编制相关图件，进行防治分区和确定生态修复范围，确定恢复治理目标与治理工程，进行治理经费和复垦投资估算。

（5）方案编制

在上述工作的基础上，结合矿山《开发利用方案》、《安全设施设计》及相关资料，编制了本《方案》。

3、完成的工作量

接受委托后，对矿山调查严格按规程、规范进行，主要包括资料收集和现场调查，完成的主要工作量见表0-1。

表0-1 完成工作量统计表

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

二、服务年限

（一）采矿权有效年限及修复工程实施及后期管护期限

采矿权有效期限自***，采矿权(剩余)有效年限 3.5 年。

考虑到在矿山生产服务年限期满后生态修复工程实施时间为 1.5

年，管护时间为3年。

（二）方案服务年限

方案服务年限按编制指南“方案服务年限为采矿权(剩余)有效年限(或拟申请的采矿权有效期限)+采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期限”。确定矿区生态修复方案规划年限为8年，即从2026年7月1日至2034年6月30日。

矿山涉及采矿许可证延续（原方案服务到期）以及开采方案重大调整的（矿区扩大或缩小开采区域、变更开采方式、变更开采主矿种与开采规模、开采布局（采区、场址、开采方向、开采工艺等发生重大变化）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、损毁类型等发生变化的，原方案不能与《安全设施设计》、《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。

第一章 矿山基本情况

第一节 矿业权人基本情况

一、矿业权人概况

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿业权隶属于敖汉旗金路矿业有限责任公司，法定代表人为***，地址：内蒙古自治区赤峰市敖汉旗***，企业性质为有限责任公司，社会信用代码***，企业的经营范围为：***。一般项目：***。

***。

二、矿业权基本信息

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿位于赤峰市敖汉旗***，矿山采矿权首次设立时间为 2003 年 7 月，发证机关为原赤峰市国土资源局，该矿权进行了多次延续，现采矿许可证发证机关为赤峰市自然资源局，内容叙述如下：

采矿许可证号：***；

采矿权人名称：敖汉旗金路矿业有限责任公司；

矿山名称：敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿；

开采矿种：***；

开采方式：***；

生产规模：***；

矿区面积：***；

开采标高：***；

有效期限：***。

第二节 地理位置与区域概况

一、地理位置及交通

（一）位置

矿区位于内蒙古自治区赤峰市敖汉旗***境内，行政区划隶属敖汉旗***管辖。矿区极值地理坐标：

东经：***；

北纬：***。

（二）交通

矿区位于内蒙古自治区敖汉旗政府所在地新惠镇南东***km，位于***南***km；东距 S305 省道***km；东距北（北票）——金（金厂沟梁）线***km；矿区砂石路与北金线相通，交通便利（见图 1-1）。

二、区域概况

（一）周边村镇

矿区内无居民区，矿区距最近的***自然村约***。***自然村有村民约***。

（二）河流

矿区内无常年性地表水体，只有自然冲沟。雨季地表水以垂直入渗补给为主，地下水总体由矿区北部向南部径流，最终以侧向径流形式汇入顾洞河。

（三）相邻矿山

根据现场调查及敖汉旗自然资源局矿业权管理信息系统查询，敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿周边有***个采矿权和***个探矿权，各矿权与本矿山界限明显，无地质环境问题纠纷（见图 1-2）。

（四）大型基础设施

矿区附近无铁路、高等级公路和其他较重要交通设施；无风景名胜区、水源保护区、地质遗迹；无大型电力、水利等重要国民经济基础设施。不存在影响矿区生态修复目标及标准的基础设施。

图 1-1 交通位置图

表 1-1 相邻矿权基本信息表

图 1-2 相邻矿山关系图

第三节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

矿区及周边自 1983 年开始有民采活动，以地表浅层开挖、平硐和斜井为主，采矿深度在几米到十几米。采矿权证首次设立在 2003 年 7 月 18 日，由原内蒙古国土资源厅颁发了***长皋沟矿采矿许可证（证号***），采矿权人：***。

2005 年 4 月，矿权人变更为：敖汉旗金路矿业有限责任公司。在接管矿山后，敖汉旗金路矿业有限责任公司加大了矿区内的找矿勘查投入，在矿区***矿体东侧发现了一条隐伏矿体即***矿体，扩大了矿山保有资源储量。2019 年 11 月，采矿证批复生产规模由***变更为***。

2014 年 9 月，矿权人委托***对长皋沟金矿进行生产详查工作，详查圈定岩***，***。

***。

矿山历史累计消耗资源量约***万 t。自 2014 年至今，矿山一直未进行开采。矿权主要延续变更情形如下表 1-2。

表 1-2 矿权主要延续变更情形表

图 1-3 采空区分布范围示意图

二、矿山开采现状

（一）矿区范围及拐点坐标

1、矿区范围及拐点坐标

矿山采矿许可证范围由***个拐点圈定，拐点坐标见表 1-3。

表 1-3 矿区范围拐点坐标一览表

2、储量估算范围

资源储量估算范围与矿区范围一致，资源储量估算面积：***；资源储量估算标高与采矿证开采标高一致，资源储量估算标高***。

3、可供开采矿产资源范围

本次修编即以《安全设施设计》为基准，拟开采范围与资源储量估算范围一致，拟开采范围面积：***；《安全设施设计》拟开采（首采）范围标高***。

（二）矿产资源储量及可采储量

1、已查明的保有资源储量

根据详查报告，截止 2014 年 8 月 31 日，矿山保有资源量(122b+333)矿石量***，其中控制的经济基础储量(122b)***，推断的内蕴经济资源量（333）***。

2、《安全设施设计》设计利用资源量

根据矿床地质特征和地质勘查程度，《安全设施设计》首采区采用的资源储量为***。首采中段为***中段（通风中段）、***中段、***中段。

（三）矿山建设规模、服务年限及产品方案

《安全设施设计》推荐矿山建设规模***，矿山首采区设计服务年限***。产品方案为***。

（四）矿区开发总体规划

1、《开发利用方案》规划

《开发利用方案》设计开采三条矿体：***，采用一套侧翼竖井开拓，单翼对角式通风系统。开采方式为地下开采，采矿方法为***。

2、《安全设施设计》规划

矿区内共圈定***，编号为***，其中***两条矿体已采空。《安全设施设计》设计首采 2 条矿体：***。

（五）采矿方法及开拓方案

1、《开发利用方案》设计

（1）开采方式

根据矿体赋存情况、开采技术条件及矿山探矿工程布置情况等因素，经开发利用方案分析比较推荐采用地下开采方式。

（2）开采顺序

矿床开采总顺序为自上而下的下行式开采，阶段中矿块的开采顺序为后退式。

（3）采矿方法

开发利用方案推荐使用***回采。在矿柱回采的同时，要有计划地采取自然或强制崩落围岩的方法处理采空区。

（4）选矿工艺

推荐采用浮选工艺，选矿工艺流程为一次粗选、两次精选、三次扫选。选矿回收率为***，最终产品为***。

2、《安全设施设计》设计

（1）开采方式

根据矿区地形条件、矿床赋存状态和开采技术条件以及原有采矿方式等，本着安全、高效、技术可行、经济合理及充分利用现有工程开发矿产资源的原则，故《安全设施设计》推荐采用地下开采方式开采。

（2）开采顺序

根据《安全设施设计》，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。

（3）采矿方法

根据《安全设施设计》，矿石开采技术条件、拟定的生产规模和采矿方法本身的适用条件等综合考虑，推荐主体采矿方法为***，少部分矿段采用***进行开采。

图 1-4 ***矿体开拓系统垂直纵投影图

图 1-5 ***矿体开拓系统垂直纵投影图

(4) 选矿工艺

《安全设施设计》未对选矿工艺进行确定。本方案参考开发利用方案推荐采用浮选工艺：选矿工艺流程为一次粗选、两次精选、三次扫选。选矿回收率为***，最终产品为***。

(六) 矿山固体废弃物和废水类型及处置情况

1、固体废弃物

现状矿山产生废石堆放在废石场内，总废石堆放量***。

《安全设施设计》未明确废石运输量，由于主体采矿方法为***，开采产生大部分废石直接充填井下采空区，开采期废石运输量按矿石量的5%估算，矿山未来开采产生废石量为***。废石从井下提升至地表运到废石场单层排放，集中堆存，废石块度大，堆置范围小，未来废石优先用于地表治理工程，剩余废石用于充填井下采空区，部分用于附近建筑、修路工程，不构成沙尘源。

矿山产生生活垃圾量较小，进行集中收集，委托当地环卫部门处理。

2、废水

预测坑内排出的疏干水最大涌水量为： $Q=***$ 。经处理达标后用于厂区绿化等，不会对周围环境造成危害。选矿废水量***，全部循环利用，不外排。生活污水量***，经防渗旱厕收集，由当地村民集中清掏后，用于沤制农家肥，不外排。

(七) 矿山工程布局

1、《安全设施设计》工程布局

《安全设施设计》仍然利用现有竖井（38 号竖井、39 号竖井），采用竖井-盲竖井开拓系统。其余场地均沿用现有场地。

《安全设施设计》平面布置见图 1-6。

2、矿山开采现状及建设单元

该矿山为已建矿山，经本次实地调查，矿区现状形成的工程单元有废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等场地。

矿山现状工程场地布局见图 1-5。

（八）开采计划初步考虑

矿山此前受企业资金链紧张等多重不利因素叠加影响，长期处于停产状态。企业近期成功获得新一轮融资，为后续生产运营提供了资金保障。企业已着手部署生产准备工作。矿山计划本年度办理安全生产许可证等相关开采手续，计划进行开采。

经与矿权人沟通确认，因地形及征地等因素制约，开发利用方案设计的新建竖井（主竖井）、新建风井及新建废石场不具备建设条件，矿山后续不再进行上述设施的建设。本方案的编制也以安全设施设计为基础。后续开采将采用《安全设施设计》利用的现有开拓系统（38 号竖井、39 号竖井），废石仍排放至现有废石场。

图 1-6 《安全设施设计》平面布置图

图 1-7 矿山现状工程布局

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

矿区地形起伏不大，地形整体较平坦，地形坡度由***，总体地势北高南低，最高海拔高度***，位于矿区北部山坡处，最低海拔标高***，位于矿区南部沟谷处，相对高差***。

（二）地貌

根据矿区地貌形态及特征将本区划分为低山地貌与沟谷微地貌类型。

1、低山

低山分布矿区大部，山体总体走向为北西-南东，山体顶部基岩裸露，坡角 $8^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，坡麓植被较为发育。

2、沟谷

矿区南部发育有 2 条小型冲沟，分别呈近南北向和近东西向分布，于矿区南部汇聚成近南北向沟谷，***。（见照片 2-1）。

低山地貌

沟谷地貌

照片 2-1 地貌照片

二、气象

本区气候属温带半干旱大陆性季风气候区，冬季寒冷，春季多风干燥。年平均气温***，一月份气温最低，极端最低气温可达***，七月份气温最高，极端最高气温为***；冰冻期自***月中旬至翌年***月下旬，长达***个月，最大冻土深度***；年均降水量***，最大降水量***。湿润度***；年均风速***。见图 2-1，表 2-1。

表 2-1 近十年年降水量统计表

图 2-1 近 10 年降水量柱状图

三、水文

经收集资料及实地调查，矿区位于大凌河水系顾洞河流域。在矿区东侧***有季节性河流，为顾洞河支流。顾洞河发源于平顶山南侧，流长 60 公里，于北票市桃花吐乡坤都营子注入大凌河。

矿区地形开阔，地表水体不发育，仅在雨季于低洼形成暂时性坡面径流，雨后迅速干涸，主要以垂直入渗补给为主，雨季降水最终以径流形式汇入顾洞河。

图 2-2 矿区所在位置水系图

四、植被

植被以森林草原植被类型为主。树种主要有蒙古栎、油松、山杨；灌木有虎榛子、绣线菊、胡枝子、山杏、酸枣等；草本植物有羊草、苔草、艾菊、苍术、铁杆蒿等，植被盖度***左右。

照片 2-2 矿区植被

五、土壤

矿区土壤类型为栗钙土，成土母质为各种岩石的残积物、冲洪积物等。区内土壤有机质及养分含量低、生物作用微弱、渗透能力差、腐殖质层薄，土壤干旱贫瘠。土层厚度***。

照片 2-3 矿区土壤

第二节 社会经济概况

一、区域社会经济概况

敖汉旗属于蒙古高原向辽河平原的过渡地带，区位优势条件优越，社会环境和谐稳定，民生基础保障扎实，为区域产业持续发展提供了良好的社会基础。

近年来，敖汉旗县域经济发展势头强劲，综合经济实力持续跃升。***年全旗地区生产总值完成***亿元，增速***。其中，第一产业增加值***亿元、增长***；第二产业增加值***亿元、增长***；第三产业增加值***亿元、增长***。三次产业结构比例为***。按不变价计算，全年地区生产总值***亿元。“十四五”时期，地区生产总值从“十三五”期末的***亿元增至***亿元，年均增速保持在***以上。产业结构持续优化，形成了特色农牧业、冶金化工、新能源、

新型建材协同发展的多元产业体系。工业经济势头正盛，规上工业总产值达***亿元，赤峰敖汉工业园区成功入选自治区首批碳达峰试点园区。矿业经济成果丰硕，矿产冶金行业年产值达***亿元。产业配套完善、营商环境优良，为工矿类企业生产经营、复工复产提供了优质的产业载体。

二、矿区社会经济概况

矿区附近劳动力较充足。经济以农业为主，畜牧业为辅，农作物有小麦、玉米、高粱、豆类、土豆等，牲畜以绵羊、山羊为多。

矿区生产及生活用水取自矿山自建水井，单井出水量平均约***，水质符合居民饮用水标准，可满足矿区生产及生活用水需要。矿区及周边村庄农业和工业用电均由东北电网提供，且工业用的***高压线路已通达矿区；中国移动通讯网络已覆盖矿区，投资及建设环境良好。

第三节 矿山地质环境背景

一、地层岩性

(一) 区域地层

区域古生代地层区划为华北地层大区、内蒙古草原地层区（赤峰—哈尔滨地层区）、赤峰地层分区；中生代地层区划属滨太平洋地层区、大兴安岭～燕山地层分区、宁城～敖汉地层小区。区域上出露的地层主要为太古界建平群小塔子沟组变质表壳岩(*Arjns*)、元古界长城系高于庄组(*Chg*)、中生界侏罗系张家口组(*J₃z*)和第四系松散沉积物。

1、太古界建平群小塔子沟组变质表壳岩(*Arjns*)

零星出露于金厂沟梁镇、平房乡、龙潭乡等地，呈透镜状、带状、似层状及不规则状包体形态赋存于新太古代变质深成岩—叶柏寿片麻岩中。岩性主要为斜长角闪岩、角闪辉石岩、磁铁石英岩及角闪二辉片麻岩、斜长角闪片麻岩等，其原岩为基性火山岩，是本区最古老的岩性组合。

表 2-2 区域岩石地层单位划分列表

2、长城系高于庄组(Chg)

出露零星，仅见于温泉山南部。岩性为含燧石条带白云岩、叠层石白云岩夹细粒石英砂岩，含锰砂屑白云岩、含锰砂质白云岩及含锰粉砂岩，被侏罗系张家口组(J_3z^1)不整合覆盖。

3、侏罗系张家口组(J_3z^1)

广泛出露于金厂沟梁镇、温泉山等地，呈北东向带状展布，面积约为***。岩性为石英粗面安山岩、安山质角砾集块熔岩、石英安山玢岩、流纹质火山角砾岩、角砾熔岩、复成份砾岩等。宏观上以其标志性深色调岩性、平缓的地层产状以及高地貌分布为特征。

4、第四系(Q)

分布金厂沟梁镇、平房乡、龙潭乡等地的沟谷及缓坡地带，构成一级阶地、坡洪积裙等地貌。较早的为上更新统马兰组(Qp_3m)，岩性为黄褐色亚粘土夹砾石，具柱状节理，分布于沟谷两侧的缓坡地带。晚期为全新统冲洪积砂砾石及亚砂土(Qh^{1pal})，主要沿不同级别水系的沟谷分布。

(二) 矿区地层

矿区内地表出露地层仅为第四系全新统(Qh^{1pal})冲洪积及残坡积物，分布在冲沟中及山间坡地上。成分主要为大小不一的花岗岩砾石、各种砂级岩屑和风成粉砂质粘土，构成砂砾石层，厚度一般小于5m。

二、岩浆岩

矿区以三叠纪中粗粒似斑状二长花岗岩($T_3\eta\gamma$)为主，另有少量北东向展布的花岗斑岩及北西向展布的石英斑岩脉。

(一) 三叠纪中粗粒似斑状二长花岗岩($T_3\eta\gamma$)

为矿体主要围岩，属区域上西台子花岗岩的一部分。岩体呈岩基状产出，长轴走向近东西。岩石为灰白色至粉红色，似斑状结构，块状构造，基质为中粗粒花岗结构；斑晶含量约为20%-30%，成分为微斜长石，粒度7mm-15mm，半自形板状，格子状双晶发育，具高岭土化。基质中斜长石40%、钾长石25%、

石英 25%、黑云母 5%，斜长石为更长石，钾长石为微斜长石，半自形板状-它形粒状；副矿物以磁铁矿、榍石、磷灰石和锆石为主。

(二)脉岩

此外矿区东北部有一条北西向石英斑岩脉通过，矿区南东侧有一条北东向花岗斑岩脉通过，此两条脉岩与成矿关系不大，属受区域构造控制的区域性脉岩。

三、地质构造

(一) 区域构造

区域构造以北东向线型褶皱构造为主，与其伴生的断裂呈北东向、北北东向及北西向展布，地质构造相对简单。控制区域性构造格架的为近东西向深断裂，主要表现为三叠纪时期沿近东西向深断裂的岩浆侵入，以及发育在矿区南北两侧的区域性断裂构造，即赤峰—开原断裂和承德—北票断裂。其次为北东向断裂构造，是侏罗纪时期比较明显的断裂，较大的为中三家子断裂，在矿区的西侧通过，形成北东向火山—岩浆侵入岩带。在矿区北东的鸡冠山出现有大量的环状爆发角砾岩和熔结凝灰岩，中心存在安山玢岩次火山岩体，显示为火山通道。较晚的为北北东和北西向断裂构造，相伴有中酸性脉岩侵入，与成矿作用关系密切。

(二) 矿区构造

矿区为侵入岩出露区，地质构造相对简单，主要表现为断裂构造，可分为控矿断裂和成矿后断裂。

1、控矿断裂

主要控矿构造为北北东向张扭性断裂，区内有多条沿此方向平行排列的张扭性断裂带，断裂带走向北北东***，切割三叠纪岩体，断裂破碎带中发育棱角状断层角砾，粒度一般为***，断裂具多期活动特征，断层面上发育多组不同方向的擦痕及阶步，并伴有后期石英脉及闪长玢岩脉侵入，充填的岩脉沿走向具膨缩和折线弯曲现象，出现金、银矿化及黄铁矿化、硅化等蚀变现象。岩脉

边部有含金破碎带，岩脉本身也可见到黄铁矿等矿化现象。

北北东向断裂控制了矿区内矿体的分布。

2、成矿后断裂

矿区成矿后断裂主要为北西向小型压性断裂，北西向延长一般小于***，错切矿体使其破碎或发生位移，断面倾角一般小于 50° ，断距多小于***，对矿体的连续性影响不大。

四、区域地壳稳定性

（一）新构造运动

区域新构造运动以缓慢整体抬升为主，区内赤峰—开原、承德—北票断裂为古断裂，全新世无明显活动迹象。矿区内北北东控矿断裂、北西成矿后断裂均形成于中生代，晚新生代未活化。现场踏勘未见断层错切第四系、地裂缝、水系错位等新构造形变，无构造诱发滑坡、崩塌等地质灾害，区域地壳整体稳定。

（二）地震

依据中华人民共和国国家标准《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本地区地震动峰值加速度 $0.1g$ ，反应谱特征周期 $0.35s$ ，比照地震动峰值加速度与地震烈度对照表，地震烈度为VII度，该矿区属基本稳定区。

五、水文地质条件

（一）矿区含水层

矿区主要发育第四系松散层潜水、基岩风化裂隙潜水和构造裂隙承压水，地下水水位标高***左右，现将各地层（带）含水性叙述如下：

矿区主要发育第四系松散层潜水、基岩风化裂隙潜水和构造裂隙承压水，地下水水位标高***左右，现将各地层（带）含水性叙述如下：

（1）第四系松散层潜水含水层

主要分布于山坡及冲沟地带，组成了山前坡洪积裙及沿冲沟堆积的冲洪积物。岩性为含亚砂土碎石，砂砾石大小不等，磨圆度不好，呈棱角状和次棱角

状，结构较松散，厚度一般小于***，为孔隙潜水弱富水层，未见泉点。春天积雪融化及雨季孔隙水流出、流量很小，旱季完全枯竭。其地下水变化受气象因素控制，水位最低是每年的 3、4 月，最高在 7、8 月份。据民井调查单井涌水量***。

（2）基岩风化裂隙潜水含水层

含水情况决定于风化带厚度和风化带下限所处的地貌位置。地下水主要储存在地形低洼、风化带具有一定厚度的地区，反之可形成非含水岛。区内岩性为中粗粒似斑状二长花岗岩及脉岩等，均呈块状构造。含水层厚度一般为***左右，风化裂隙发育，延长及延深较大，张开宽度不大，部分被亚粘土、碳酸盐、硅质细脉充填，连通性一般。地下水水质良好，属 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型水，据采矿竖井和采矿坑道观测，单位涌水量为***，风化带地下水水位季节性变化幅度***，属弱富水层，矿区水源井出水量平均在***。

（3）构造裂隙承压含水带

矿区主要控矿构造为北北东向张扭性断裂，断裂具多期活动特征，构造破碎带中的裂隙空间虽然多被脉岩充填，但成矿后又有活动迹象。成矿后北西向断裂及与其有成因联系的次级断裂，多规模较小，张开宽度不大，被亚粘土和硅质细脉充填，连通性不好，水动力条件及导水性能差。如***矿体的***，单位涌水量为***，***矿体的***，单位涌水量为***，均为弱富水性，坑道内裂隙较发育，见有漏水、滴水，坑道内少量积水等现象。

（二）补给径流排泄

矿区内地下水的补给、径流、排泄条件受地形、地貌、地质构造、含水岩性及表层覆盖程度等多种因素的影响，补给来源主要为大气降水，基岩出露区和丘陵地带是地下水的主要补给区或径流区，第四系孔隙潜水在有利地段以泉的形式排泄到低洼地带，在径流过程中，蒸发作用、人工开采及植物吸收也是该区地下水排泄的重要途径之一。

通过矿区水文地质工作及动态长期观测，掌握了地下水水位随时间及空间

的变化规律，地下水动态变化受气象因素影响，每年出二次高峰，一次出现在3月下旬，由于气温升高，冰雪融化，使地下水水位升高，4月末达到高峰，而后缓慢下降，6月份雨季来临，地下水水位又有回升至10月底达到顶点，此后水位又逐渐下降至翌年的3月份。证实了地下水的补给来源为大气降水，地下水径流方向与地形坡度基本一致，由北、北东流向西南。水位年变化幅度在***。

（三）矿床充水因素

矿坑充水主要因素为大气降水，特别是雨季的集中降水是矿坑充水的主要因素，基岩裂隙水和构造破碎带水为矿坑充水的次要因素。雨季矿坑涌水量可增加200%。

由于矿区内断裂构造较发育，多属压性或压扭性，加之破碎带、蚀变带较宽，可能存在次一级断裂，裂隙局部发育，且互有切割，可能有较强的导水性，尤其在裂隙含矿地段与蚀变破碎带、构造破碎带交汇处，富水性较强，应注意其在雨季突水的可能性。

（四）矿坑汇水量预测

根据详查报告，矿区开拓方案为竖井开拓，现最低开采标高为***，梯段高度为***，首采中段为***中段（通风中段）、***中段、***中段，本次涌水量计算***和***二个中段。

根据详查报告，矿体处于地下水位以下，根据矿体形态，进水方式，按已有资料，经计算，预测矿坑最大涌水量为： $Q=***$ 。

（五）矿区水文地质勘查类型

大气降水是矿区地下水主要补给来源，矿区第四系孔隙含水层沉积物较薄，含水层为基岩裂隙水。矿床属于基岩裂隙顶板充水矿床，矿床处于半干旱气候区，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，无地表水体。矿区水文地质条件简单，按充水因素划分矿床水文地质勘探类型属第二类一型，即以基岩裂隙充水为主的水文地质条件简单的矿床。

六、工程地质特征

（一）工程地质类型

工程地质岩组：根据岩石形成时代、成因类型、岩性及工程地质特征，以及岩石的物理力学性质等，主要分为四个岩组，其特征分述如下：

1、二长花岗岩岩组：浅肉红色，花岗结构，块状构造，主要由石英、钾长石、斜长石组成，抗压强度最大***MPa，最小***Mpa，平均为***Mpa，抗拉强度最大***Mpa，最小***MPa，软化系数平均为***。

2、闪长玢岩岩组：浅灰绿色，斑状结构，块状构造，主要由角闪石、斜长石成分组成。岩石抗压强度最大***MPa，最小***MPa，平均为***MPa，抗拉强度最大***MPa，最小***MPa，平均为***MPa；软化系数平均为***。

3、含金黄铁矿化石英脉岩组：灰-青灰色，粒状结构，块状构造，金属矿物主要以黄铁矿、黄铜矿、方铅矿组成，由于胶结致密，矿体坚硬，最大抗压强度***MPa，最小***MPa，平均为***MPa，抗拉强度最大***MPa，最小***MPa，平均为***MPa，软化系数平均为***。

4、近矿蚀变岩岩组：黄褐色，结构、构造不清，金属矿物以黄铜矿、方铅矿、黄铁矿为主，该岩组在矿体顶底板，岩石较破碎，该岩组未取岩石物理力学试验样。

（二）不良工程地质问题

1、软弱岩层分布与特征

矿区地质构造简单，矿体与围岩质地致密、坚硬，稳固性能好，无明显软弱岩层。

2、断裂带分布与特征

矿区内控矿断裂构造对矿体及顶底板围岩稳固性影响较大，其主要特征：断裂沿走向及倾向均呈较明显的舒缓波状，断层面平滑，有脉状***充填。

3、风化层分布与特征

风化带厚度***m，中等风化，岩石较破碎，***m 以下岩石坚硬较完整，对矿体的稳固性影响不大。

4、矿体及围岩的稳定性

所开采的矿体为***，矿体受断裂构造控制，围岩为二长花岗岩，岩石成块状，节理不发育，相对稳固。

（三）工程地质勘查类型

矿体围岩为坚硬的二长花岗岩，断裂构造不发育，节理较发育，岩性单一，岩石抗压、抗拉强度较高，岩石稳固性较高。据此认为，矿区工程地质勘探类型属块状岩类，工程地质条件为简单型矿床。

七、矿体地质特征

（一）矿体特征

矿区内依据工程控制并经化学分析结果圈定保有工业开采价值的***条，编号为***矿体。其中***和***两条矿体已采空。

1、***矿体

现状已采空，位于矿区中部，为矿区内主矿体，地表均为第四系覆盖。矿体倾向***。矿体呈脉状赋存于似斑状二长花岗岩构造破碎带中，赋矿围岩为二长花岗岩，赋矿岩石为含金石英脉，矿体与围岩界线清楚。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化及绢云母化。赋矿标高***。矿体真厚度变化在***之间，平均厚度***，厚度变化系数为***，厚度变化为稳定。

2、***矿体

现状已采空，位于矿区中部偏南，为矿区内主矿体，地表均为第四系覆盖。矿体倾向***。矿体呈脉状赋存于似斑状二长花岗岩构造破碎带中，赋矿围岩为二长花岗岩，赋矿岩石为含金石英脉，矿体与围岩界线清楚。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化及绢云母化。赋矿标高***。矿体真厚度变化在***之间，平均厚度***，厚度变化系数为***，厚度变化为稳定。

3、***矿体

位于矿区中部偏东，为矿区内主矿体，地表均为第四系覆盖。矿体走向为北东***，倾向***。矿体呈脉状赋存于似斑状二长花岗岩构造破碎带中，局部有膨大现象，赋矿围岩为二长花岗岩，赋矿岩石为含金石英脉，矿体与围岩界线

清楚。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化及绢云母化。资源储量估算标高***。矿体真厚度变化在***之间，平均厚度***，厚度变化系数为***，厚度变化为稳定。

4、***矿体

为矿区内主矿体，位于矿区的西部，地表均为第四系覆盖。矿体走向为北东***。矿体呈脉状赋存于似斑状二长花岗岩构造破碎带中，局部有膨大现象，赋矿围岩为二长花岗岩，赋矿岩石为含金石英脉，矿体与围岩界线清楚。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化及绢云母化。资源储量估算标高***。矿体真厚度变化在***之间，平均厚度***，厚度变化系数为***，厚度变化为稳定。

5、***矿体

位于矿区东部偏中，为矿区内主矿体，地表均为第四系覆盖，未见明显***化。矿体走向为北东***。矿体呈脉状赋存于二长花岗岩构造破碎带中，围岩为似斑状二长花岗岩，赋矿岩石为含金石英脉，矿体与围岩界线清楚。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化及绢云母化。资源储量估算标高***。矿体真厚度一般为***，平均***，厚度变化系数***，厚度变化为稳定。

（二）矿石特征

1、矿石结构

主要为他形晶粒状结构、半自形粒状结构、镶嵌结构、压碎结构、包裹交代结构等。

① 他形晶粒状结构：矿石中黄铁矿、方铅矿、黄铜矿等金属矿物呈他形晶颗粒体，互相镶嵌，界线不清，晶体形态不完整，未见完整晶形。

② 半自形晶粒状结构：黄铁矿呈棱角状和半自形颗粒，方铅矿呈不规则的小长方体颗粒。

③ 镶嵌结构：方铅矿与黄铜矿、黄铜矿与黄铁矿互相连体镶嵌，有似连晶现象。

④ 压碎结构：由于成矿作用是在构造长期活动下的产物，通常表现为早期形成黄铁矿受构造应力作用而被压碎呈不规则状，自然金充填在压碎的黄铁矿裂隙中。

⑤ 溶蚀结构：黄铜矿、闪锌矿、方铅矿沿黄铁矿的裂隙和颗粒边缘溶蚀。

⑥ 包裹交代结构：粗粒黄铁矿被黄铜矿、方铅矿、闪锌矿包裹交代。

⑦ 包含结构：粒状自然金被包含在黄铁矿、闪锌矿、石英中。黄铁矿包含自然银及石英中包含自然银，而自然银又包围了自然金。

2、矿石构造

矿石构造复杂多样，主要为块状构造，浸染状构造，次为条带状、网脉状、角砾状。

① 块状构造：矿石中的黄铁矿、方铅矿、黄铜矿等多金属硫化物呈粒状集合体紧密镶嵌而成，他形晶、颗粒较细，无规律分布。

② 浸染状构造：矿石中黄铁矿等金属硫化物呈稠密浸染状散布于石英脉中，金属硫化物呈稠密状、不规则团块状和网脉状、他形粒状，颗粒较细。

③ 条带状构造：金属硫化物呈条带状分布于石英脉中，与石英脉呈现同期生成特点。

④ 网脉状构造：后期黄铁矿等金属硫化物呈网脉状，沿石英脉内的节理裂隙充填而成。

⑤ 角砾状构造：局部矿体或矿物形成后构造再度活动时被压碎或早期形成矿石被压碎，被后期热液胶结而成，早期形成的矿石或金属硫化物呈角砾状被重新胶结，此种构造少见。

3、矿物组分及有用矿物

该矿床的矿石为贫硫化物型。自然元素：自然金、自然银；主要金属矿物：黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿；次要金属矿物：磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿、辉银矿；脉石矿物：石英、绢云母、绿泥石、方解石、钾长石、斜长石及高岭土等。

金属矿物在矿石中含量***，含量最多者当属硫化物中的黄铁矿，占金属矿物的***，黄铜矿、方铅矿、闪锌矿占金属矿物***。其它矿物以石英、长石、绿泥石、绢云母为主，占矿石中的***。

4、矿石的自然类型

(1)、按矿物组分划分的矿石类型有二种：黄铁矿～石英脉矿石、多金属硫化物～石英脉矿石。

(2)、按矿石结构、构造划分，可分为二种类型：条带状矿石及浸染状矿石。

(3)、按氧化程度为原生矿石。

5、矿石工业类型

矿石的工业类型为含金石英脉型矿石。

(三) 矿体围岩与夹石

矿体围岩为二长花岗岩，近矿围岩蚀变现象可见黄铁矿化、硅化、绢云母化、绿泥石化，矿体与围岩界线清楚。

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

根据第三次国土调查成果和《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 mapgis 软件对项目区涉及地类面积及权属状况进行统计。矿区面积：***（***），矿区土地利用类型二级地类包括灌木林地、其他林地、采矿用地和河流水面。

表 2-3 矿区土地利用现状表

2、采矿影响范围土地利用现状

根据第三次国土调查成果和《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 mapgis 软件对项目区涉及地类面积及权属状况进行统计。矿区外采矿影响范围面积***，矿区外采矿影响范围土地利用类型二级地类包括灌木林地、其他林地和采矿用地。

表 2-4 矿区外采矿影响范围土地利用现状表

(二) 矿区土地利用权属情况

矿区土地权属赤峰市敖汉旗***集体所有，土地产权明晰，权属界址线清楚，无任何纠纷。

表 2-5 矿区土地利用权属表

（三）已损毁土地利用情况

根据第三次国土调查成果和《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 mapgis 软件对项目区涉及地类面积及权属状况进行统计。矿区现状已损毁土地主要有：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。矿区已损毁面积***，土地利用类型二级地类包括灌木林地、其他林地、采矿用地和河流水面。

表 2-6 已损毁土地利用现状表

（四）已修复土地利用情况

根据第三次国土调查成果和《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 mapgis 软件对项目区涉及地类面积及权属状况进行统计。矿区已修复土地主要有：民采 PD1、民采 PD2、民采 PD3、民采坑、废弃炸药库、道路边坡场地、探槽。已修复土地面积***，复垦土地利用类型为灌木林地。

表 2-7 已修复土地利用现状表

（五）耕地与永久基本农田分布情况

结合现场东侧及土地利用现状，确定矿区范围内及矿业活动影响范围内无耕地及永久基本农田分布。

二、采矿用地审批

（一）采矿用地审批情况

本矿山已完成用地前期踏勘、权属核查、土地利用现状摸排等筹备工作。本次拟申请用地总面积为***公顷，用地范围内土地类别清晰，主要涉及灌木林地、其他林地、采矿用地和河流水面。截至目前采矿用地报批相关材料尚未完成组卷报送，后续将尽快完善用地申请、权属确认等全套报批资料，按程序上报至自然资源主管部门审批，待依法取得用地批复、完善用地手续后，再依规开展采矿相关建设及生产活动。

（二）前期已征地范围补偿情况

本矿山截至目前采矿用地报批相关材料尚未完成组卷报送，暂未进行用地补偿。

图 2-3 矿区土地利用现状图

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

在《全国生态功能区划》方案中，敖汉旗属于西辽河上游丘陵平原农产品提供功能区。该区域主要生态问题为农田侵占、土壤肥力下降、农业面源污染严重，在草地畜牧业区过度放牧、草地退化沙化、抵御灾害能力低。生态保护方向为严格保护基本农田、培养土壤肥力，加强农田基本建设，加强水利建设、大力发展节水农业，发展无公害农产品、绿色食品和有机食品，在草地畜牧业区科学确定草场载畜量、实行季节畜牧业、实现草畜平衡。

根据《内蒙古生态功能区划》，敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿所在区域在生态功能分区中属于 XXX 东北平原农业生态区（一级生态区）XXX-2 西辽河上游温性草原—农业生态亚区（二级生态亚区）XXX-2-6 西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区（三级生态功能区）。

该区域由于草原的破坏、滥砍树木和土地开垦，目前草场退化严重，草原的成分发生了较大的改变，以退化草场出现的植物成分如冷蒿、隐子草等增多，农田垦殖率达到了极限，以杨树为主的人工林面积增多，原生植物引退，出现了草原退化、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生态问题。本地区生态环境敏感性表现在生物多样性极为敏感，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方面具有重要生态服务功能；在水土保持方面具有重要的生态功能。该区域生态服务功能主要为生物多样性维持与保护功能极重要区、水土保持能力重要区。

（二）国土空间生态修复规划对矿区所在地区的定位与要求

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）（修编）》，敖汉旗全境被划入燕山东部山地水土流失保护修复区（VII）。该分区以提升水源涵养、土壤保持、生物多样性等生态系统服务功能为主要生态保育修复目标，以自然恢复为主、辅助修复为辅的修复策略。

在生态修复重点区域划分中，矿区所在区域涉及燕山东部环境综合整治水土保持修复区（VII-1）和大黑山水源涵养与生物多样性保护区（VII-2）两个重点区。燕山东部环境综合整治水土保持修复区（VII-1）位于燕山东部山地水土流失保护修复区（VII）北部。

区内大黑山国家级自然保护区坐落于南部，植被以落叶阔叶林为主，呈片状形式分布，是重要的草原、森林多样生态系统与珍稀野生动物栖息地。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。

矿区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。

综上，矿区所在区域属于西辽河上游温性草原—农业生态过渡带，生态功能定位以生物多样性维持与保护、水土保持为核心，是赤峰市南部重要的生态功能区。

二、矿区生态本地状况

（一）生态系统结构

矿区整体生态空间以森林生态系统为主导，灌丛生态系统次之，城镇生态系统和湿地生态系统少量分布。

1、森林生态系统主要对应矿区及周边的乔木林地，分布于矿区外围山体坡

面，是矿区面积最大的生态系统类型，面积***。

2、灌丛生态系统面积***。

3、城镇生态系统主要对应采矿用地，集中于工业场地、办公生活区、废石场、矿区道路等区域，地表以建筑压占、碎石硬化或废石堆积为主，原生植被基本消失，是矿业活动扰动的结果，面积***。

4、湿地生态系统主要为河流水面地类，常年无水，面积***。

整体来看，矿区生态空间呈现“森林主导、灌丛镶嵌、城镇与湿地零星分布”的结构特征。

表 2-8 生态系统类型构成表

(二) 物种组成

矿区地处努鲁儿虎山北麓，属低山丘陵区，行政区划隶属敖汉旗***。敖汉旗地处燕山山脉东段努鲁儿虎山北麓、科尔沁沙地南缘，属于燕山山地向西辽河平原过渡地带，地貌特征为南部石质低山丘陵区、中部黄土丘陵区、北部沙质坳甸区。该区域处于华北植物区系与蒙古草原区系的交汇地带，物种资源较为丰富。结合区域生态系统分布特征及矿区实际情况，各生态系统物种组成如下：

1、森林生态系统物种组成

森林生态系统主要分布于矿区周边山体坡面。区域地带性植被以天然蒙古栎阔叶混交林为主，主要树种包括蒙古栎、油松、山杨、白桦、黑桦等。林下灌木主要有虎榛子、绣线菊、胡枝子、山杏等。草本层常见有羊草、苔草、艾菊、苍术、铁杆蒿等。矿区地处人工经营活动较为频繁区域，原生森林植被多呈片状分布，局部为次生林或人工林。

2、灌丛生态系统物种组成

灌丛生态系统主要分布于矿区及周边的石质山地阳坡及林缘地带。主要灌丛类型包括山杏灌丛、三裂绣线菊灌丛、荆条灌丛、酸枣灌丛等，伴生有虎榛子、胡枝子等灌木。草本层常见有羊草、苔草、艾菊、苍术、铁杆蒿等。灌丛群落结构较为简单，多呈斑块状分布。

3、湿地生态系统物种组成

矿区湿地生态系统主要为河流水面地类，常年无水，不具备稳定的湿地动植物群落。

4、城镇生态系统物种组成

城镇生态系统是矿区的组成部分之一，分布于工业场地、办公生活区、废石场、矿区道路等区域，原生植被基本退化。区域内偶见适应性较强的小型啮齿类动物和伴人鸟类，无常驻重点保护野生动物。

表 2-9 矿区常见植物名录表

表 2-10 矿区常见动物名录表

（三）生态系统功能

矿区各生态系统类型在区域生态格局中承担差异化的生态功能，具体如下：

1、水源涵养功能

森林生态系统是矿区水源涵养的主要载体，分布于矿区周边山体坡面，植被以蒙古栎、油松、山杨、白桦等天然次生林为主，林下枯落物层较厚，具有较强的截留降水、调节径流功能。灌丛生态系统分布于石质山地阳坡及林缘地带，灌草群落可有效减缓地表径流、增加降水入渗。湿地生态系统（河流水面地类）常年无水，水源涵养功能较弱，但雨季临时积水可发挥局部滞洪功能。受矿业活动（井巷工程、地面工业场地建设）扰动影响，矿区范围内部分林草植被退化，整体水源涵养功能呈下降趋势。

2、土壤保持功能

矿区所在区域属于西辽河南北黄土丘陵农田、草原水土保持功能区，土壤保持是本区域核心生态功能之一。森林生态系统通过乔木冠层截留降雨、枯落物覆盖地表及根系固持土壤，可有效减轻坡面水土流失；灌丛生态系统通过灌草植被覆盖，在石质山地阳坡及林缘地带发挥水土保持功能；城镇生态系统（工业场地、办公生活区、废石场、矿区道路等）因地表硬化或压实、植被覆盖度低，土壤保持功能基本丧失，是水土流失的重点防控区域。矿区所在区域土壤侵蚀为中度敏感，受矿业活动扰动及土地开垦影响，局部水土流失问题较为突

出。

3、生物多样性维护功能

矿区所在区域处于华北植物区系与蒙古草原区系的交汇地带，区域生物多样性维护功能较为重要。森林生态系统作为区域生物多样性的主要载体，为鸟类、小型兽类及林下植物提供了栖息生境；灌丛生态系统为灌丛鸟类及小型野生动物提供栖息、觅食场所；湿地生态系统（河流水面）常年无水，生物多样性维护功能较弱；城镇生态系统因原生植被基本退化，生物多样性维护功能最低。矿区所在区域属于生物多样性敏感区，整体生物多样性维护功能较为重要。

4、防风固沙功能

矿区所在区域属于西辽河上游温性草原—农业生态过渡带，生态功能定位以水土保持为核心，防风固沙功能相对次要。森林生态系统通过林带降低风速、减少风蚀，在一定程度上发挥防风固沙功能；城镇生态系统因地表裸露、植被覆盖度低，防风固沙功能较弱。

5、碳汇功能

森林生态系统是区域碳汇的主要贡献者，通过植被光合作用固定大气中的二氧化碳；灌丛生态系统碳汇能力较低；城镇生态系统（工业场地、办公生活区、废石场等）因植被覆盖度低、地表以压实地基和废石堆积为主，碳汇功能基本丧失。

整体来看，矿区生态系统功能以水土保持和生物多样性维护为主，水源涵养和碳汇功能为辅，防风固沙功能相对次要。受矿业活动长期扰动影响，矿区范围内各生态系统功能均受到不同程度的影响。

（四）生态系统质量

矿区生态系统质量呈现“森林区域中等、灌丛区域一般、城镇及湿地边缘区域较差”的分异特征：

1、空间分异特征

森林生态系统分布于矿区外围山体坡面，植被覆盖度较高，但受人为活动

干扰，部分区域存在林分退化、结构单一等问题，生态系统质量中等。灌丛生态系统分布于石质山地阳坡及林缘地带，斑块面积小、分布零散，生态系统质量一般。城镇生态系统（工业场地、办公生活区、废石场、矿区道路等）是矿区生态系统质量较差的区域，地表以建筑压占、碎石硬化或废石堆积为主，原生植被基本消失，土壤结构严重破坏，生态系统质量较差。湿地生态系统（河流水面地类）常年无水，植被覆盖度低，生态系统质量较差。

2、植被覆盖度

矿区范围内森林生态系统植被覆盖度较高，但因矿区地面工程建设和井口场地占用导致部分林缘地带植被破坏，整体植被覆盖度呈下降趋势；灌丛生态系统植被覆盖度中等，但受放牧、樵采等人为活动影响，部分区域灌丛退化、盖度降低；城镇生态系统原生植被基本消失，植被覆盖度极低；湿地生态系统因地类为河流水面、常年无水，植被覆盖度极低。

3、土壤质量

矿区范围内森林生态系统土壤有机质含量较高，但林缘地带受人为扰动影响，土壤质量呈下降趋势；灌丛生态系统土壤层较薄，土壤肥力较低；城镇生态系统因地面工程建设、机械压实及废石堆存，土壤质量严重退化；湿地生态系统（河流水面）土壤以河床砂砾为主，土壤质量较差。

4、生态连通性

矿区城镇生态系统与周边森林、灌丛生态系统之间缺乏有效的生态过渡带，生态系统破碎化程度较高，生态连通性较差。

矿区地处努鲁儿虎山北坡低山丘陵区，属西辽河上游温性草原—农业生态过渡带，叠加长期矿业开发扰动，整体生态系统质量处于较差至中等水平。生态系统功能恢复、受损植被修复、水土流失治理是后续生态修复的核心任务。

第六节 矿山及周边其它人类重大工程活动情况

一、地表工程设施

矿区附近无各类自然保护区、人文景观、风景旅游区，无铁路、高等级公路等重要基础设施。

二、矿区周边采矿活动

本矿区历史存在小规模民采活动，民采活动集中在矿区中部及南部，***和***矿体地表露头处，主要沿矿体走向分布。开采形成多处民采坑，其中部分民采坑前期已由矿权人回填治理，由于施工条件限制，部分民采坑暂未治理。

三、自然保护区、风景名胜区、文物古迹等分布

矿区附近无风景名胜区、水源保护区、地质遗迹、地质公园，迄今为止未发现文物古迹和重要人文景观。

图 2-4 矿区周边影像图

第七节 矿区生态修复工作情况

为了更加科学合理地进行矿区生态修复，进行地质灾害预测分析与土地损毁预测分析，根据前期矿区生态修复案例的分析、学习、借鉴等，从而指导本次矿区生态修复相关工作，并重新规划本方案的矿山生态修复工作。

一、上期方案概述

（一）上期方案及年度治理计划书编制情况

1、2021 年 7 月，采矿权人委托***编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》；

2、2023 年 2 月，矿业权人自行编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2023 年度矿山地质环境治理计划书》；

3、2024 年 2 月，矿业权人自行编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2024 年度矿山地质环境治理计划书》；

4、2025 年 2 月，矿业权人自行编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2025 年度矿山地质环境治理计划书》；

5、2026 年 2 月，矿业权人自行编制了《敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿 2026 年度矿山地质环境治理计划书》；

（二）上期方案主要内容概述

1、总体工程部署

上期方案规划年限为 8 年（2021 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日），根据矿山开采进度及开采过程中产生的矿山地质环境问题，制定的治理规划分近期（2021 年 7 月 1 日-2026 年 6 月 30 日）和远期（2026 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日）。

2、近期治理工程设计

（1）对预测地面塌陷区周边设置网围栏、警示牌。

（2）对首期预测地面塌陷区沉稳的塌陷坑进行回填、整平、覆土、恢复植被；对采空区利用开采产生废石及地表各废石场内废石进行充填。

（3）对 SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地建筑物拆除清理，对井口回填、封堵；对场地进行垫坡、整平、覆土、恢复植被。

（4）对民采 PD1、PD2、PD3、PD4 硐口回填、封堵；对场地进行垫坡、整平、覆土、恢复植被。

（5）对拟建主竖井工业场地、拟建风井工业场地进行表土剥离。

（6）对民采坑（MC1-MC45）进行回填、整平、覆土、恢复植被。

（7）首期对办公生活区和选矿厂周边结合绿色矿山建设种植景观树，以改善景观。

（8）首期对炸药库边坡过渡治理，进行整形、覆土、恢复植被。

（9）首期完善前期治理工程。

（10）矿山生产期间，对各工程场地地质灾害、地形地貌景观及土地资源、尾矿库、地下水水质进行监测，对复垦植被进行管护。

（三）年度治理计划书主要内容概述

（1）2023 年度治理计划书主要治理工程：

对民采 PD1、民采 PD2 进行回填、封堵、整平、覆土、种树，对矿山地质环境进行监测，对复垦植被进行管护。

(2) 2024 年度治理计划书主要治理工程:

对民采 PD3、民采 PD4 进行回填、封堵、整平、覆土、种树,对矿山地质环境进行监测,对复垦植被进行管护。

(3) 2025 年度治理计划书主要治理工程:

对 SJ38 工业场地进行拆除清理,井口回填封堵,对矿山地质环境进行监测,对复垦植被进行管护。

(4) 2026 年度治理计划书主要治理工程:

对废石场、SJ38 工业场地浆砌石挡渣墙进行完善;对办公生活区、选矿厂周边种植景观树;对炸药库边坡进行修坡整形、恢复植被;对民采坑

(MC1-MC45) 进行回填、整平、覆土、恢复植被;对民采 PD1、民采 PD4 进行回填、封堵、垫坡、整平、覆土、恢复植被;对民采 PD2、民采 PD3 进行恢复植被;对 SJ39 工业场地西南部边坡进行修坡整形、恢复植被;对 PD 工业场地进行硐口回填、封堵、垫坡、整平、覆土、恢复植被。对尾矿库南侧矿区道路切坡进行修坡整形、恢复植被,对矿山地质环境进行监测,对复垦植被进行管护。

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

上期方案编制完成后,矿山逐步对设计治理工程进行治理,各单元主要治理工程实施情况如下:

(1) 由于矿山停产,对预测地面塌陷区周边设置网围栏、警示牌未实施。

(2) 首期预测地面塌陷区未出现塌陷坑,针对塌陷坑进行回填、整平、覆土、恢复植被工程未实施;对采空区充填工程未实施。

(3) 由于《安全设施设计》继续利用 SJ38 工业场地、SJ39 工业场地,故对 SJ38 工业场地、SJ39 工业场地的治理工程未实施。PD 工业场地已完成井口回填、封堵;场地建筑物拆除清理、垫坡、整平、覆土、恢复植被暂未实施。

(4) 对民采 PD1、PD2、PD3 硐口回填、封堵；对场地进行垫坡、整平、覆土、恢复植被；由于民采 PD4 由于不具备施工条件，治理工程未实施。

(5) 拟建主竖井工业场地、拟建风井工业场地未进行建设，表土剥离未实施。

(6) 对部分民采坑(MC1-MC14、MC19-MC20、MC24-MC31、MC44-MC45)的回填、整平、覆土、恢复植被工程已实施。其余民采坑的治理工程未实施。

(7) 由于矿山停产，对办公生活区和选矿厂周边结合绿色矿山建设种植景观树未实施。

(8) 由于矿山停产，对炸药库边坡过渡治理，进行整形、覆土、恢复植被未实施。

(二) 年度治理计划书完成情况

(1) 2023 年度治理计划书完成情况：

矿山完成民采 PD1、民采 PD2 的回填、封堵、整平、覆土、种树治理工程，治理工程未进行现场核查。

(2) 2024 年度治理计划书主要治理工程：

矿山完成民采 PD3 的回填、封堵、整平、覆土、种树治理工程，未完成民采 PD4 的治理工程。治理工程未进行现场核查。

(3) 2025 年度治理计划书主要治理工程：

由于 SJ38 后期仍需利用，矿山未完成对 SJ38 工业场地进行拆除清理，井口回填封堵的治理工程。治理工程未进行现场核查。

(4) 2026 年度治理计划书主要治理工程：

对废石场、SJ38 工业场地浆砌石挡渣墙的完善工程暂未实施；对办公生活区、选矿厂周边种植景观树工程暂未实施；对炸药库边坡进行修坡整形、恢复植被工程暂未实施；矿山已完成 MC1-MC14、MC19-MC20、MC24-MC31、MC44-MC45) 的治理，其余民采坑的治理工程未实施；已完成民采 PD1、民采 PD2、民采 PD3 的治理工程，民采 PD4 的治理工程暂未实施；对 SJ39 工业场

地西南部边坡进行修坡整形、恢复植被的治理工程未实施；对 PD 工业场地进行硐口回填、封堵工程已实施（封堵效果较差），其余工程暂未完成。对尾矿库南侧矿区道路切坡进行修坡整形、恢复植被已完成。治理工程未进行现场核查。

照片 2-4 PD 工业场地井口回填、封堵治理效果照片（封堵效果较差）

照片 2-5 民采 PD1 治理效果照片

照片 2-6 民采 PD2 治理效果照片

照片 2-7 民采 PD3 治理效果照片

照片 2-8 民采坑 MC1-MC5 治理效果照片

照片 2-9 民采坑 MC6-MC9 治理效果照片

照片 2-10 民采坑 MC10 治理效果照片

照片 2-11 民采坑 MC11 治理效果照片

照片 2-12 民采坑 MC12 治理效果照片

照片 2-13 民采坑 MC13-MC14 治理效果照片

照片 2-14 民采坑 MC19 治理效果照片

照片 2-15 民采坑 MC20 治理效果照片

照片 2-16 民采坑 MC24 治理效果照片

照片 2-17 民采坑 MC26 治理效果照片

照片 2-18 民采坑 MC27 治理效果照片

照片 2-19 民采坑 MC28 治理效果照片

照片 2-20 民采坑 MC29 治理效果照片

照片 2-21 民采坑 MC30 治理效果照片

照片 2-22 民采坑 MC31 治理效果照片

照片 2-23 民采坑 MC44 治理效果照片

照片 2-24 民采坑 MC45 治理效果照片

（三）其他治理工程完成情况

此外，矿权人自行完成了矿区道路边坡的修坡整形工程，废弃炸药库、废弃雷管库的拆除清理、覆土工程。

此外，矿山前期探矿形成 2 条探槽，因形成时间较早，且挖损深度较小，现状已自然恢复。

照片 2-25 道路边坡治理效果照片

照片 2-26 废弃雷管库、炸药库治理效果照片

照片 2-27 探槽自然恢复效果照片

照片 2-28 探槽自然恢复效果照片

表 2-11 上期方案执行情况对照表

图2-5 前期治理单元分布图

三、生态修复治理工程效果评估

（一）取得成效

矿山在上期方案近期治理工程的实施治理过程中，结合矿区生产经营、场地利用及现场施工实际情况，部分推进年度地质环境生态修复治理工作。

已治理的区域，开展了矿区损毁地块修复、地质灾害隐患防控等工作。治理期间，矿区完成部分生态治理工程，主要包括：完成部分具备施工条件的民采坑的回填、场地整平、覆土及植被恢复工作；完成民采 PD1、PD2、PD3 硐口回填与封堵施工；完成 PD 工业场地井口回填、封堵核心治理工序。通过废渣清理、场地整平、覆土覆绿、硐口封堵等一系列治理措施，有效消除了矿区局部地质灾害隐患，大幅改善区域损毁地貌，减轻矿区水土流失问题，实现局部受损土地生态环境初步修复，阶段性治理成效符合方案设计及行业相关规范要求。

在民采坑治理过程中，矿山结合现场实际优化施工工艺。考虑到大型机械作业及便道修筑易扰动原有地形地貌、损毁原生植被，造成二次生态破坏；因此民采坑治理均采用人工回填方式开展坑体回填、场地规整等作业，有效缩小施工扰动范围，最大限度保护现有地貌与植被，避免了二次生态破坏。

治理周期内，矿山开展了矿区地质灾害、土地损毁现状动态监测与现场管护工作，留存完整治理基础资料。目前矿区局部生态修复成效稳固，为后续全面统筹推进剩余未实施治理工程、实现矿区全域生态修复治理奠定了坚实基础。

（二）存在问题

受矿山停产、工业场地利用情况、现场施工条件受限等客观因素影响，矿区多项治理工程暂未实施。其中，因矿山长期停产，预测地面塌陷区周边网围栏及警示牌布设、办公生活区和选矿厂周边景观绿植种植、炸药库边坡整形覆土及植被恢复等工程未开展；首期预测地面塌陷区无塌陷坑发育，对应塌陷坑回填整平、采空区充填、塌陷区覆绿工程未实施；因 SJ38、SJ39 工业场地纳入《安全设施设计》继续保留利用，该两处场地配套治理工程暂缓实施，PD 工业场地硐口封堵效果较差，建筑物拆除清理、垫坡整平、覆土复绿等后续工序暂未推进；部分民

采坑和民采 PD4 受现场施工条件制约，未开展相关治理作业；拟建主竖井、风井工业场地未启动建设，对应表土剥离工程未实施。

矿山整体生态修复工作滞后，矿区未治理区域仍存在边坡失稳、水土流失、地貌损毁等遗留问题，因此本方案将上述未完成治理场地全部纳入本方案生态修复范围，进行生态修复工作；将治理效果较差区域设计完善治理工程。

第八节 矿区基本情况调查监测指标

一、矿山生态修复调查及监测目标

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

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

二、调查及监测总体要求

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

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

2、收集矿山生产建设情况、矿山范围拐点坐标、开发利用方案、《安全设

施设计》、环境影响评价报告、矿山地质环境保护与恢复治理方案、水土保持方案、征地文件以及遥感影像等资料；

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

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

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

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

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

表2-12 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表
表2-13 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

方案编制的生态修复区域范围包括采矿权范围及采矿活动的影响范围。

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿区面积***（***）。

矿区外采矿活动的影响范围总面积***，矿区外已损毁土地主要有废弃 SJ37 工业场地（面积***）、SJ38 工业场地（局部）（面积***）、办公生活区（面积***）、民采 PD4（面积***）、尾矿库（局部）（面积***）、炸药库（局部）（面积***）及矿区道路（局部）（面积***）。

因此矿山生态修复区域范围总面积为***。

二、现状问题

根据现场调查及资料收集，现状条件下生态受损单元包括废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。

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

（一）现状地质环境问题

1、矿山不稳定地质体

根据现场调查，矿山前期开采主要形成***处采空区，其中***矿体形成的采空区面积为***；***矿体形成的采空区面积为***。矿体围岩为二长花岗岩，饱和单轴抗压强度最大***，属坚硬岩。根据现场调查，采空区地表未见塌陷迹象，采空区上部地表地面塌陷灾害不发育。

矿区地形坡度***；区内地表植被较发育，现状废石场顺冲沟堆放，尾矿库也位于沟谷中。废石场沿边缘修筑有排水沟，尾矿库沿沟谷北侧修筑有排水沟，雨季降水顺山坡汇入沟谷后排出矿区，现状泥石流灾害不发育。

选矿厂北侧边坡存在大块岩体，底部直接坐落于基岩之上，接触面硬性连续，无软弱夹层或泥化层，抗滑条件良好。危岩体整体稳定性较好。其余场地山坡处不存在危岩体。矿山前期生产废石主要堆放于现状废石场内，废石分 2 个台阶堆放，台阶高度***。废石场沿边缘修筑有排水沟，上游汇水面积小。现状没有发生过崩塌、滑坡等地质灾害。

综上所述，现状条件下，矿区生态修复影响范围内地质灾害不发育。现状评估地质灾害影响程度分级为较轻。

2、地形地貌景观破坏现状

（1）自然条件下地形地貌景观状况

矿区地形起伏不大，地形整体较平坦，地形坡度由***，总体地势北高南低，最高海拔高度***，位于矿区北部山坡处，最低海拔标高***，位于矿区南部沟谷处，相对高差***。矿区地貌形态及特征为低山地貌与沟谷微地貌类型。

（2）地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分

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

较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

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

表3-1 地形地貌景观破坏程度评价因素及等级标准表

表3-2 地形地貌景观破坏程度评分界线表

（3）对地形地貌景观破坏现状分析

经本次调查，矿山开采对地形地貌景观影响现状工程单元本矿山建设场地包括：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等场地对原生地形地貌景观造成破坏。现状各单元对原生地形地貌景观影响评估如下：

1) 废弃 SJ37 工业场地

该场地位于矿区外西侧，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内建筑物已拆除，竖井已回填封堵。场地仅存少量废渣顺坡堆存。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观影响程度为较严重。

表3-3 废弃SJ37工业场地地形地貌景观影响评分表

照片3-1 废弃SJ37工业场地

2) SJ38 工业场地

位于矿区西南部，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内设有：SJ38、卷扬机房、休息室，建筑物面积为***，建筑物高度***，场地内 SJ38 井深为***，井口呈方形，净断面规格为***。场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表3-4 SJ38工业场地地形地貌景观影响评分表

照片3-2 SJ38工业场地

3) SJ39 工业场地

位于矿区中部，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内设有：SJ39、卷扬机房等，建筑物面积为***，建筑物高度***，场地内 SJ39 井深为***，井口呈方形，净断面规格为***。场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观影响程度为较严重。

照片3-3 SJ39工业场地

表3-5 SJ39工业场地地形地貌景观影响评分表

4) PD 工业场地

位于矿区中部，为前期探矿形成，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内设有：PD、休息室等，建筑物面积为***，场地内 PD 已回填。场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地建设未形成切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观影响程度为较严重。

表3-6 PD工业场地地形地貌景观影响评分表

照片3-4 PD工业场地

5) 民采 PD4

位于矿区北部，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内无建筑物，场地内 PD 深度为***。场地建设未形成切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-7 民采PD4地形地貌景观影响评分表

照片3-5 民采PD4

6) 办公生活区

位于矿区东部，位于矿区外，占地面积为***。场地内建设有：办公室、食堂等，建筑物面积为***，场地建设未形成切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

照片3-6 办公生活区

表3-8 办公生活区地形地貌景观影响评分表

7) 废石场

位于矿区中部偏东，与 SJ39 紧邻，废石沿冲沟堆放，未造成沟谷堵塞。分 2 个台阶堆放，台阶高度***，占地面积为***，堆积方量为***。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响严重。

表3-9 废石场地形地貌景观影响评分表

照片3-7 废石场

图 3-1 废石场废石量计算图

8) 选矿厂

位于矿区东部，占地面积为***。场地内建设有：厂房、化验室、仓库、休息室、矿石场、检斤房等。选矿用水取自矿区水源井，选矿废水量***，全部循

循环利用，不外排。建筑物面积为***，场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

照片3-8 选矿厂
表3-10 选矿厂地形地貌景观影响评分表

9) 尾矿库

位于矿区东部，属沟谷型尾矿库，由初期坝（堆石坝）、排水槽、集水池等组成，总库容***。尾矿排放为湿式排放，选矿废水全部循环利用。占地面积***。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-11 尾矿库地形地貌景观影响评分表
照片3-9 尾矿库

10) 炸药库

位于矿区南部，占地面积为***。场地内建设有：炸药库、雷管库、值班室等，建筑物面积为***，场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-12 炸药库地形地貌景观影响评分表
照片3-10 炸药库

11) 民采坑

矿权及周边前期民采形成民采坑 45 个（MC1-MC45），分布较分散，其中部分根据现场调查，民采坑矿山已进行治理。部分民采坑未治理（20 个）（编号：***），未治理民采坑总占地面积为***。碎土石就近堆放在民采坑附近。民采坑总挖方量为***。各民采坑特征见下表。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-13 民采坑地形地貌景观影响评分表
表3-14 民采坑特征表
照片3-11 民采坑

12) 矿区道路

连接各个场地之间的道路，供矿石、材料等运输。矿区道路为砂石路，道路宽度***，占地面积***。道路的开拓破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-15 矿区道路地形地貌景观破坏程度评价表

照片3-12 矿区道路

3、矿区含水层破坏现状

(1) 含水层结构破坏

现状已形成井巷工程均位于基岩区，地下水类型为基岩裂隙水，赋水标高***，现开拓最低为***，井巷工程对场地的开挖深度部分低于矿区水位标高，揭露基岩裂隙含水层，已破坏地下含水层结构。

(2) 矿坑疏干水对含水层的影响

矿体现开拓最低为***，降落漏斗半径***。疏干水导致矿区及周围主要含水层水位略有变化，现状评估矿坑疏干水对含水层影响较严重。

(3) 对矿区及附近水源的影响

井巷工程疏干水为基岩裂隙水，由井下水仓排至地面，经沉淀后循环使用；矿区选矿用水及生活用水均取自矿山自建水井，用水量较小，且矿山距离村庄较远，因此矿坑疏干水对矿区及附近水源影响较轻。

综上所述，矿山现状条件下对含水层影响程度较轻。

4、地质环境问题现状评价

依据上述不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境影响程度的评价结果，对所有生态受损单元逐一进行地质环境问题现状综合评价，将各损毁单元矿山地质环境影响程度等级划分为“严重”、“较严重”“较轻”。评价结果见下表。

表3-16 地质环境问题现状综合评价表

综上：现状废石场对地形地貌景观影响严重，废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、

选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路矿山地质环境影响程度均为较严重。

(二) 现状土地资源损毁问题

对土地资源损毁产生的场地包括：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等场地。现状各工程场地对土地资源损毁分析如下：

1、土地损毁类型及权属

根据全国第三次土地利用现状资料，现状已损毁破坏的土地资源利用类型有：灌木林地***、其他林地***、采矿用地***、河流水面***，总面积***。土地权属赤峰市敖汉旗***管辖，界限清晰无争议。

表3-17 已损毁土地利用类型表

2、土地损毁形式及程度

(1) 土地损毁评价标准

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

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

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

表3-18 土地损毁分级参考标准表

表3-19 土地损毁程度评分界线表

(2) 土地损毁程度分析

现状损毁单元：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。各单元损毁土地程度评价如下：

表3-20 挖损损毁土地损毁程度评价表

表3-21 压占损毁土地损毁程度评价表

综上：现状废石场对土地损毁程度为重度，废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路对土地损毁程度为中度。

（三）生态受损与退化

1、生态损毁现状问题及评价

矿山因长期露天开采形成的地表工程建设及资源开发，会导致矿区生态系统发生退化，生态系统退化主要包括：植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失及水环境污染等问题。

（1）植被损毁

① 植被损毁程度评价因素选取及等级划分

根据国家和地方相关部门规定的划分标准，结合矿业活动工程特征，将植被损毁程度等级数确定为严重、较严重、较轻等 3 级标准。

评估标准如下：

严重：原生植被基本消失，地表出现沙化、砾石化或大面积裸地，生态系统严重受损，修复难度大。

较严重：植被明显退化，生态功能显著下降，地表与土壤受到扰动，修复难度中等。

较轻：植被局部受损，生态结构与功能基本保持完整，修复难度较容易。

表3-22 植被损毁程度因素及等级标准表

表3-23 植被损毁程度评分级表

依据上述评价标准，对损毁的单元进行评价，将分区单元植被损毁程度等级进行评价。

损毁的单元包括：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、

PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等。

表3-24 植被损毁程度评分表

综上所述，现状选矿厂、尾矿库对植被损毁为严重；废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、炸药库、民采坑、矿区道路对植被损毁为较严重。

(2) 土壤污染

2026 年 4 月，***于对 38 号工业场地下风向（***）、39 号工业场地下风向（***）、尾矿库（选矿厂）（***）下风向和废石场（***）下风向土壤取样进行了检测，检测结果如下：

表3-25 土壤环境现状检测值-表层样（38号工业场地下风向）

表3-26 土壤环境现状检测值-表层样（39号工业场地下风向）

表3-27 土壤环境现状检测值-表层样（尾矿库（选矿厂）下风向）

表3-28 土壤环境现状检测值-表层样（废石场下风向）

检测结果均符合《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36000-2018)表1标准限值要求。可得出现状条件下本矿山矿业活动对本区土壤环境影响较轻。

(3) 生物多样性丧失

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

(4) 水土流失

1) 因素分析

结合矿区实际情况，水土流失的核心成因可归纳为四大类，各因素相互作

用、叠加放大，加剧了侵蚀程度。

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

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

③ 地形扰动加剧，工业场地平整、废石场堆存、矿区道路修筑等工程活动形成大量裸露边坡和松散堆积体，局部地形坡度显著增加，导致坡面径流流速加快，水流侵蚀力增强，同时废石、废渣等松散堆积体自身稳定性差，易发生重力侵蚀与水力冲刷叠加现象；

④ 水土保持防护措施缺失，针对裸露地表、废石堆、边坡等重点侵蚀区域，未采取挡渣、护坡、植被恢复等有效的水土保持防护措施，无法从源头遏制水土流失，进一步放大了自然侵蚀与人为扰动的叠加影响。

2) 现状情况分析

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

结合矿区实际调查显示，裸露斜坡及未防护的边坡等区域为水土流失重点区域。其中，雨季时坡面径流冲刷裸露地表及边坡，局部已形成浅冲沟，造成泥沙流失；旱季时，裸露表土及松散弃渣易被大风扬起，形成扬尘，不仅加剧土地沙化风险，还对周边植被生长产生覆盖性干扰。同时，植被覆盖度降低导致土壤蓄水能力下降，进一步提升了水土流失的风险等级。综上所述，根据现状判定废石场边坡、工业场地切坡等区域对水土流失影响较严重，其他场地对水土流失影响较轻。

(5) 水环境污染

2026 年 4 月，***于对 38 号井口（***）及尾矿库监测井（***）地下水取样进行了检测，检测结果如下：

表3-29 水质检测报告（38号井）

检测结果显示，本次检测的***井疏干水各项检测指标不高于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）第一类污染物最高允许排放浓度。

表3-30 水质检测报告（尾矿库监测井）

检测结果显示，本次检测的尾矿库监测井的各项检测指标均符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值的要求。

综上所述，现状条件下，采矿活动对地下水环境影响程度较轻。

图 3-2 水土检测点位置图

2、生态损毁现状综合评价

依据上述植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失、水环境污染五大单项生态影响指标的评价结果，对所有生态受损单元逐一进行生态系统受损现状综合评价，将生态系统受损程度等级划分为重度受损、中度受损、轻度受损。评价结果见下表。

表3-31 生态受损程度现状综合评价表

综上：现状选矿厂、尾矿库生态受损程度为重度受损，废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、炸药库、民采坑、矿区道路生态受损程度为中度受损。

三、受损预测

（一）地质环境受损预测

1、采矿活动引发的不稳定地质体预测

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

（1）地表变形范围

矿区影响范围内无天然不稳定地质体存在，矿山开采方式为地下开采，地

下采空区的存在，在外力干扰、机械震动的条件下上部可能引发地面塌陷灾害，从而产生不稳定地质体。

根据矿体及围岩的物理学性质、矿体的赋存产状、规模以及采用的采矿工艺，并参考国内同类矿山有关数据资料，确定岩体移动范围的移动角如下：***。按开采最低标高圈定岩移范围。圈定的预测塌陷区范围与《安全设施设计》的岩移范围基本吻合，因此本方案预测塌陷区范围利用《安全设施设计》的岩石移动范围。预测开采可能引发地面塌陷灾害，形成 2 个预测塌陷区，即一号预测塌陷区（面积***）和二号预测塌陷区（面积***），总面积为***。

（2）地表最大变形值

矿体地表移动带部分重叠，矿体地表移动带部分重叠，按从重原则计算最大下沉值。在充分采动时，最大下沉值计算如下：

地表最大下沉值： $W_{cm}=mq/\cos\alpha$ ；

式中：m—为采矿厚度（m）；

q—为下沉系数取0.5；

a—为矿体倾角（°）。

最大变形值计算见下表。

表 3-32 最大下沉值计算表

预测因地下采矿活动可能引发地面塌陷地质灾害，一号预测塌陷区面积为***，地表最大下沉值为***；二号预测塌陷区面积为***，地表最大下沉值为***。预测塌陷区范围与部分地表场地重合，主要为 SJ38 工业场地、PD 工业场地、废石场、民采坑及矿区道路，主要影响其中的自然生态、采矿作业场地、机械和其中的矿区工作人员。

2、地形地貌景观破坏预测

矿山的建设、生产，可能对地形地貌景观产生不同程度的影响的主要因素有两个方面，一是预测塌陷区产生，二是地面工程建设。根据《安全设施设计》，矿山现状工程场地已经全部建设完成，后续生产不再新增其他地表工程场地。随着矿山采矿活动的进行，矿区范围内将形成的破坏单元有：一号预测塌陷区、

二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等场地单元。

根据上述地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分标准，对个单元地形地貌景观破坏程度进行预测：

(1) 一号预测塌陷区

预测一号预测塌陷区影响区面积***，地表最大下沉值***，地表将形成不连续的凹坑，塌陷边缘伴生地裂缝，造成地形起伏破碎，破坏原有地形地貌，预测对地形地貌景观影响严重。

表3-33 一号预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

(2) 二号预测塌陷区

预测二号预测塌陷区影响区面积***，地表最大下沉值***，地表将形成不连续的凹坑，塌陷边缘伴生地裂缝，造成地形起伏破碎，破坏原有地形地貌，预测对地形地貌景观影响严重。

表3-34 二号预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

(3) 废弃 SJ37 工业场地

该场地未来变化不大。该场地位于矿区外西侧，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内建筑物已拆除，竖井已回填封堵。场地仅存少量废渣顺坡堆存。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观影响程度为较严重。

表3-35 废弃SJ37工业场地地形地貌景观影响评分表

(4) SJ38 工业场地

该场地未来变化不大，位于矿区西南部，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内设有：SJ38、卷扬机房、休息室，建筑物面积为***，井口呈方形，净断面规格为***。场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表3-36 SJ38工业场地地形地貌景观影响评分表

(5) SJ39 工业场地

该场地未来变化不大，位于矿区中部，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内设有：SJ39、卷扬机房等，建筑物面积为***，场地内 SJ39 井深为***m，井口呈方形，净断面规格为***m。场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观影响程度为较严重。

表3-43 SJ37工业场地地形地貌景观影响评分表

(6) PD 工业场地

该场地未来变化不大，位于矿区中部，为前期探矿形成，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内设有：PD、休息室等，建筑物面积为***，场地内 PD 已回填。场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地建设未形成切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观影响程度为较严重。

表3-38 PD工业场地地形地貌景观影响评分表

(7) 民采 PD4

该场地未来变化不大，位于矿区北部，场地呈不规则状，占地面积为***。场地内无建筑物，场地内 PD 深度为***。场地建设未形成切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-39 民采PD4地形地貌景观影响评分表

(8) 办公生活区

该场地未来变化不大，位于矿区东部，位于矿区外，占地面积为***。场地内建设有：办公室、食堂等，建筑物面积为***，场地建设未形成切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-40 办公生活区地形地貌景观影响评分表

(9) 废石场

位于矿区中部偏东，与 SJ39 紧邻，废石沿冲沟堆放，未造成沟谷堵塞。后续加高堆放，台阶高度***，占地面积为***，预测堆积方量为***。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响严重。

表3-41 废石场地形地貌景观影响评分表

(10) 选矿厂

该场地未来变化不大，位于矿区东部，占地面积为***。场地内建设有：厂房、化验室、仓库、休息室、矿石场、检斤房等，建筑物面积为***，场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-42 选矿厂地形地貌景观影响评分表

(11) 尾矿库

位于矿区东部，属沟谷型尾矿库，由初期坝（堆石坝）、排水槽、集水池等组成，总库容***。尾矿排放为湿式排放，选矿废水全部循环利用。占地面积***。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-43 尾矿库地形地貌景观影响评分表

(12) 炸药库

该场地未来变化不大，位于矿区南部，占地面积为***。场地内建设有：炸药库、雷管库、值班室等，建筑物面积为***，场地建设形成一处切坡，切坡长度***，切坡为岩质切坡。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-44 炸药库地形地貌景观影响评分表

(13) 民采坑

该场地未来变化不大，矿权及周边前期民采形成民采坑 45 个（MC1-MC45），分布较分散，其中部分根据现场调查，民采坑矿山已进行治理。部分民采坑未治理（20 个）（编号：***），未治理民采坑总占地面积为***。碎土石就近堆放在民采坑附近。民采坑总挖方量为***。各民采坑特征见

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

表3-45 民采坑地形地貌景观影响评分表

(14) 矿区道路

该场地未来变化不大，连接各个场地之间的道路，供矿石、材料等运输。矿区道路为砂石路，道路宽度***，占地面积***。道路的开拓破坏了原始地形地貌景观及植被，其对地形地貌景观的影响较严重。

表3-46 矿区道路地形地貌景观破坏程度评价表

3、矿区含水层破坏预测

(1) 含水层结构破坏

根据《安全设施设计》，矿山首采矿段地下开采最低标高为***，开采矿段地下水为基岩裂隙水，地下水水位标高***，地下开采将揭露基岩裂隙含水层，破坏基岩裂隙含水层结构。

(2) 矿坑疏干水对含水层的影响

根据详查报告，矿床充水直接来源于基岩裂隙水，多以排泄形式汇集于井底水仓中，涌水量大小与采矿面积关系较为密切；随着开采深度、开采水平巷道的延伸，矿坑涌水量逐渐加大。降落漏斗半径***。预测最大矿坑涌水量***。

预测矿山开采使评估区内基岩裂隙含水层水位有所下降，矿体直接产于断裂构造中，构造裂隙水又是矿床的主要冲水水源，所以在开采过程中要详细观测断裂构造的变化情况，随时监测其涌水量，预测矿坑排水对含水层影响程度较轻。

(3) 对矿区及附近水源的影响

矿坑疏干水为基岩裂隙水，矿区及附近用水水源多为第四系松散岩类孔隙水，矿坑疏干水对矿区及附近水源影响较轻。

综上所述，预测矿山开采对含水层结构的破坏程度较轻；矿坑排水对含水层影响程度较轻；矿山开采对矿区及附近居民生产生活用水影响较轻。预测矿山开采对含水层破坏程度为较轻。

4、地质环境问题预测评价

依据上述不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境影响程度的评价结果，对所有生态受损单元逐一进行地质环境问题现状综合评价，将各损毁单元矿山地质环境影响程度等级划分为“严重”、“较严重”“较轻”。评价结果见下表。

表3-47 地质环境问题预测综合评价表

综上：预测一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废石场矿山地质环境影响程度为严重，废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路矿山地质环境影响程度均为较严重。

（二）土地资源受损预测

1、土地损毁环节及时序

（1）生产工艺流程分析

该矿属小型金属矿山，采用地下开采方式，矿山生产工艺流程为巷道开拓→开拓采准→回采→出矿→采空区回填→矿石运输→选出精矿。

（2）土地损毁时序

矿山前期开采过程已对土地造成损毁。未来矿山建设生产过程中土地损毁环节主要包括采矿过程。

1) 矿山前期开采过程中形成有：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路对土地造成损毁；

2) 矿山在生产过程中，开采形成的采空区可能形成塌陷区，主要表现在不连续的塌陷坑。对土地资源造成塌陷损毁。

3) 矿山未来无其他拟建场地。

表3-48 土地损毁时序表

2、拟损毁土地预测与评估

（1）土地损毁类型

根据全国第三次土地利用现状资料，拟损毁破坏的土地资源利用类型有：灌木林地***、其他林地***、采矿用地***、河流水面***，总面积***。土地权属赤峰市敖汉旗***管辖，界限清晰无争议。

表3-49 拟损毁土地利用类型及面积表
预测塌陷区与部分工程场地有重合，重合面积不重复计算。

(2) 土地损毁形式及程度

1) 土地损毁评价标准

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

轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地利用功能；

中度损毁：土地破坏较严重，影响土地利用功能；

重度损毁：土地严重破坏，丧失原有土地利用功能。

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

表3-50 土地损毁分级参考标准表

表3-51 土地损毁程度评分界线表

2) 预测土地损毁程度分析

预测损毁单元：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。各单元损毁土地程度预测评价如下：

表3-52 塌陷损毁土地损毁程度评价表

表3-53 挖损损毁土地损毁程度评价表

表3-54 压占损毁土地损毁程度评价表

综上：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废石场对土地损毁程度为重度，

废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路对土地损毁程度为中度。

3、已损毁土地被重复损毁的可能性

预测塌陷区主要分布于矿体开采范围对应的地表投影区域，涉及一号和二号预测塌陷区，总面积***。预测塌陷区与部分已损毁工程场地存在空间重叠可能，主要涉及 SJ38 工业场地、PD 工业场地、废石场及矿区道路等已压占损毁单元。上述场地现状均为已压占损毁土地，若未来发生地面塌陷，将在原有压占损毁基础上叠加塌陷损毁，形成重复损毁。

需要指出的是，重复损毁对原有治理工程影响有限。一方面，上述场地现状均处于生产或利用状态，尚未实施最终复垦工程，尚未发生治理工程被二次破坏的情形；另一方面，即使未来发生地面塌陷，其治理方式与现有治理方案在技术路线上具有一致性——塌陷坑回填、整平、覆土、恢复植被等治理措施，与既有治理工程内容不冲突，二者可按“就重不就轻”原则统筹实施。若已损毁场地内出现塌陷坑，则按塌陷损毁标准进行回填治理，场地内原有建筑物拆除、废石清运、场地平整等治理工程内容不受影响，可在塌陷坑治理完成后按原计划推进实施。因此，预测塌陷区可能造成的重复损毁，在技术层面和经济层面均不会对已损毁场地的生态修复产生实质性制约。

（三）生态系统退化预测

1、生态系统类型构成比例变化

矿山未来开采会直接破坏地表植被、土壤和水文条件，造成原生自然生态系统进一步退化、消失，土地原有生态、农业功能被工矿功能替代。

矿区现状生态以森林生态系统为主导，林草生态系统（森林+灌丛）合计占比约***，是区域生态服务功能的主要载体，承担水源涵养、水土保持及维系生物多样性的核心生态功能。城镇生态系统以采矿用地为主，分布于工业场地、办公生活区、废石场、矿区道路等区域。

未来开采将新增拟损毁土地，主要为预测地面塌陷区。采矿活动导致原有林草用地逐步被工矿用地替代，生态系统结构发生明显变化：灌丛生态系统面积减少***；森林生态系统面积减少***；湿地生态系统面积减少***；城镇生态系统面积增加***。至开采全面影响期末，城镇生态系统占比显著上升，林草生态系统虽合计仍占主体，但破碎化程度加剧，生态连通性下降，生态系统结构趋于单一化。

土地利用类型的转换直接破坏地表林草植被与土壤结构，原生林草生态系统被压缩，动植物栖息地面积缩减，生物链断裂，造成生物多样性下降、生态系统破碎化。土地功能由生态涵养、自然供给逐步向工矿生产功能倾斜，地表硬化、岩土堆积阻断水土物质循环，加剧水土流失与土壤侵蚀。原生林草生态系统的自我调节能力衰退，生态功能受到一定程度的影响。

表3-55 生态系统类型构成比例变化表

2、植被功能损毁预测

结合上述植被损毁程度评价因素选取及等级划分标准，对拟损毁的单元进行评价，将分区单元植被损毁程度等级划分为严重（重度损毁）、较严重（中度损毁）、较轻（轻度损毁）。

损毁的单元包括：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等。

表3-56 植被损毁程度评分表

综上所述，预测选矿厂、尾矿库对植被损毁为严重；废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、炸药库、民采坑、矿区道路对植被损毁为较严重，一号预测塌陷区、二号预测塌陷区对植被损毁为较轻。

3、土壤污染预测分析

（1）废石对周边土壤污染预测分析

根据详查报告成分分析，矿石及废石中未发现有害物质，其临时堆放产生的浸出液对周边土壤污染较小，故预测矿山开采产生的矿石、废石及表土对环境污染较轻。

（2）生活垃圾对土壤污染预测分析

矿山日产生生活垃圾***，矿山产生生活垃圾量较小，进行集中收集，委托当地环卫部门处理。因此生活垃圾对周围环土壤影响相对较小。

综上所述，预测矿山正常开采活动对水土环境污染为较轻。

4、生物多样性变化

（1）植被群落

矿区及周边生境以森林生态系统为主体，灌丛生态系统次之，林草植被是区域生物多样性的主要载体。地下开采虽不直接剥挖地表，但工业场地、废石场、矿区道路等地面工程建设，以及预测地面塌陷区的地表变形，将导致局部林草植被损毁。植被群落方面，地面工程占地与土石压覆会直接损毁蒙古栎、山杨、白桦等乔木及山杏、绣线菊、胡枝子等灌丛植被，破坏林草过渡带原生群落结构，导致植被覆盖度下降、群落单一化，自然植被更新能力减弱，工矿扰动区原生植被基本退化。矿区无常驻重点保护野生植物。

（2）动物与昆虫

地表扰动、噪音及人为干扰会驱赶麻雀等鸟类与蒙古兔、啮齿类兽类，破坏其栖息、觅食场所。两栖爬行类因生境破碎化、栖息地缩减数量减少，区域小型动物、昆虫种群密度可能降低，生物群落稳定性有所下降。

矿区以乡土耐旱物种为主，无常驻重点保护野生动物。地下开采、地面工程建设及废石堆积仅局部扰动原生生态，对区域生物多样性影响有限。工程占地与土石压覆会局部损毁本土林灌及草本植被，小幅简化植被群落结构，但不会造成系统性植被退化。施工扰动和噪音仅短时干扰野生动物栖息活动，可能小幅降低局部种群密度。采矿扰动范围局限、影响轻微，预计不会造成物种消亡及大面积生境破坏问题，预测矿山未来生产建设对生物多样性影响较轻。

5、水土流失

本次预测基于矿区现状调查结果，结合区域气候特征、地形条件及人为扰动情况，针对水土流失的类型、强度及风险展开分析。受植被损毁、裸露地表面积扩大及土壤理化性质恶化等多重因素叠加影响，矿区水土流失问题凸显，侵蚀类型以水力侵蚀为主，风力侵蚀次之，且不同季节呈现差异化特征，整体水土流失风险处于中等偏高水平。

从侵蚀分布及表现来看，裸露地表、未采取防护措施的废石场边坡、工业场地切坡及矿区道路边坡为水土流失重点区域，此类区域地表缺乏有效防护，侵蚀敏感性较强。雨季期间，区域降水形成的坡面径流直接冲刷裸露地表及废渣堆积边坡，水流对地表的剪切力与搬运能力较强，可能导致局部区域形成浅冲沟，泥沙流失量增加，水力侵蚀强度呈中度等级；旱季时，气候干旱少雨，地表干燥松散，裸露表土及废石堆中的松散弃渣易被大风扬起，形成扬尘，不仅加剧区域土地沙化风险，扬起的泥沙颗粒还可能覆盖周边植被，干扰植物光合作用与生长发育，对周边生态产生一定影响，风力侵蚀强度呈轻度至中度等级。同时，植被覆盖度降低导致土壤蓄水保墒能力下降，地表径流调节能力弱化，进一步提升了水土流失的发生概率与危害程度，形成“植被破坏-水土流失-生态恶化”的恶性循环。

综合预测，随着矿区开发进程推进，地表扰动范围将有所扩大，植被覆盖度恢复需要一定时间，土壤抗侵蚀能力持续弱化，水力侵蚀与风力侵蚀的强度可能逐步提升，水土流失范围可能向周边区域蔓延，故预测废石场、工业场地切坡及矿区道路边坡对矿区及其周边水土流失影响较严重，其他场地对水土流失影响较轻。

6、水环境污染

(1) 矿坑排水：矿山开采过程中，矿坑内涌水利用巷道 3‰的坡度自流汇入位于井底车场附近的水仓，井下施工机械产生的油污会直接进入含水层，因其排放油污量较小，对地下水水质产生影响较轻。

(2) 尾矿库、选矿厂：尾矿库已严格按照相关规定对尾矿库底部做防渗处理，选矿废水全部循环利用。预测对水环境影响较轻。未来矿山闭坑后，有害元素将不再产生，对地下水无影响。

(3) 生活污水：生活污水主要污染物为 pH、SS、COD 及氨氮，产生量小且水质简单，经防渗旱厕收集，由当地村民集中清掏后，用于沤制农家肥，不外排。生活污水不会对水环境造成污染。

综上所述，预测采矿活动对地下水环境影响较轻。

7、生态系统受损预测综合评价

依据上述植被损毁、土壤污染、生物多样性丧失、水土流失、水环境污染五大单项生态影响指标的评价结果，对所有生态受损单元逐一进行生态系统受损现状综合评价，将生态系统受损程度等级划分为严重受损、中度受损、轻度受损。评价结果见下表。

表3-57 生态受损程度预测综合评价表

四、问题诊断评价结论

(一) 矿区生态破坏程度评价原则

- (1) “整体不分割”的原则。
- (2) “就重不就轻”的原则。
- (3) “同一性”的原则。
- (4) “定性与定量相结合”的原则。

(二) 矿区生态破坏程度综合评价

根据上述评价原则，参照《矿区生态修复方案编制指南》(临时)附表 7，充分考虑矿山开采对矿区生态修复影响程度、危害对象、危害程度及能够达到的治理程度等，对矿区生态受损程度进行评价。

1、一号预测塌陷区

预测地质环境问题严重，预测土地损毁程度为重度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为重度。

2、二号预测塌陷区

预测地质环境问题严重，预测土地损毁程度为重度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为重度。

3、废弃 37 号井工业场地

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

4、SJ38 工业场地

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

5、SJ39 工业场地

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

6、PD 工业场地

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

7、民采 PD4

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

8、办公生活区

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

9、废石场

现状地质环境问题严重，现状土地损毁程度为重度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题严重，预测土地损毁程度为重度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为重度。

10、选矿厂

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题重度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题重度受损。综合评价其生态破坏程度为重度。

11、尾矿库

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题重度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题重度受损。综合评价其生态破坏程度为重度。

12、炸药库

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

13、民采坑

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

14、矿区道路

现状地质环境问题较严重，现状土地损毁程度为中度损毁，现状生态受损与退化问题中度受损。预测地质环境问题较严重，预测土地损毁程度为中度损毁，预测生态受损与退化问题中度受损。综合评价其生态破坏程度为中度。

表3-58 矿区损毁程度综合评价表

表 3-59 矿区损毁单元坐标表

图3-3 矿区生态破坏综合评价图

第二节 生态修复可行性分析

一、技术经济可行性分析

(一) 矿山环境防治技术可行性分析

1、地质灾害防治技术可行性分析

据前期综合分析，本矿区不稳定地质体主要为预测地面塌陷区及其伴生地裂缝。矿山开采采用地下开采方式，严格按照《安全设施设计》留设安全矿柱，预留保安矿柱，控制采空区暴露面积，确保采空区顶板稳定；同时矿山生产过程中，应利用开采产生的废石及时充填采空区，可有效控制地面塌陷发生。对预测塌陷区进行长期动态监测，发现异常及时预警并采取应急措施。对达到稳沉状态的地面塌陷坑，采用废石回填、整平、覆土、恢复植被等措施进行综合治理，消除地质灾害隐患。本方案采用的地貌重塑措施，通过塌陷坑回填、场地整平及植被恢复等手段，可有效消除地质灾害隐患，恢复土地的基本利用条件。各项防治措施技术成熟、工艺简单、可操作性强，技术可行。

2、含水层破坏防治技术可行性分析

考虑到含水层自身的特性，本方案不设计具体含水层破坏修复工程，辅助工程为在矿山开采全期加强废水资源化利用，以减缓含水层受到的开采影响，并大力开展植树恢复植被活动，扩大矿区及周边植被覆盖面积，加快地下水位的回升。

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

矿区地形地貌景观破坏主要体现为各复垦分区地表塌陷变形、建构物压占、废石堆存及地面工程挖填等形式。针对不同防治分区因地制宜采取差异化工程治理措施，可实现受损地形地貌景观修复重塑。主要治理措施包括建构物拆除、废渣清运、塌陷坑回填、场地平整、地形整形及挡护工程等。本次选用的地貌重塑及生态修复措施针对性强、工

艺成熟、施工简便、易于实施，技术可行性良好。

4、监测技术可行性分析

本次矿山监测工程包含不稳定地质体（地表移动和泥石流）监测、地形地貌景观监测、含水层监测、土地资源监测、生态系统监测五大监测内容。矿山不稳定地质体（地表移动）监测采用经纬仪布设监测点的方法，在预测地面塌陷区及外围布设固定监测点，通过定期观测获取地表位移、沉降等变形数据，方法成熟可靠，可有效掌握地表变形规律与趋势，实现毫米级精度监测。地形地貌景观与土地资源采用人工巡视方式，作业流程标准化、操作简单、成本可控，可直观核查矿山地表损毁、地貌破坏及土地扰动情况，适配矿山现场常态化巡查需求。含水层水质检测依托常规水质理化检测技术，检测方法规范、设备简易精准，可准确掌握地下水水质变化状况。生态系统监测采用遥感反演技术，可大范围、周期性获取矿山植被覆盖、生态恢复等数据，无需现场作业，监测效率高。整套监测方案技术成熟、实操性强，与矿山开采方式及环境条件相适应，可全面满足矿山安全与生态环境监测需求。

5、地质环境防治经济可行性分析

结合本矿区地质灾害防治、含水层保护、地形地貌修复及生态环境监测的技术方案，从投资成本、运维开支、综合效益等方面开展经济可行性分析，本项目整体投入合理、经济性良好，具备落地实施的经济条件。

本项目各项治理工程投入成本可控，无高额专项建设费用。地质灾害防治主要依托矿山合理留设保安矿柱及地表变形监测等手段，采空区由矿山自行组织充填工作，充填物源主要来自矿山开采产生的废石，相关费用纳入矿山正常生产成本，无需单独列支专项防治工程投入。配套的地貌重塑工程以塌陷坑回填、场地平整为主，充分利用井巷工程产生

的废石进行回填，实现土石方内部循环利用，大幅减少外购建材、废渣外运等额外支出，有效降低治理成本。

地形地貌修复采用的建构筑物拆除、废渣清运、塌陷坑回填、场地平整等措施均为成熟简易的常规工艺，施工难度低、耗材易得、造价贴合市场均价，无超额成本消耗。

监测体系经济优势显著，整体运维成本低廉。地表移动监测采用经纬仪布设监测点的方式，设备购置及运行成本低，监测点可长期使用，人工巡视可依托矿山现有安全人员兼职开展；含水层监测仅需按年开展常规水质化验，费用较低；遥感生态监测无需现场作业、效率极高；整套监测方案无需大量新增设备和人力投入。同时，项目资金依托企业专项治理经费，来源稳定充足。工程实施后可有效消除地质灾害隐患、修复受损生态地貌，规避环保处罚及灾害损失，兼具生态效益与长期经济效益，经济可行性突出。

（二）矿区土地复垦可行性分析

1、土地复垦适宜性评价

（1）土地复垦适宜性评价指标与方法

1) 评价原则

① 符合国土空间规划，并与其他规划相协调

土地复垦的方向确定必须严格依据盟市、旗等国土空间规划，并与当地的牧业区划保持一致。

② 因地制宜原则

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

③ 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

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

④ 主导性限制因素与综合平衡原则

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

⑤ 复垦后土地可持续利用原则

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

⑥ 经济可行、技术合理性原则

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

⑦ 社会因素和经济因素相结合原则

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

2) 评价依据

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

3) 评价方法

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

(2) 土地复垦适宜性评价结果

1) 评价单元的划分

评价单元是在确定土地复垦初步方向的基础上进行划分的，划分的评价单元应体现单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异。依据上述原则，结合土地损毁类型分析，本方案评价单元共分为单元，分别为：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃SJ37工业场地、SJ38工业场地、SJ39工业场地、PD工业场地、民采PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。

表3-60 评价单元划分情况表

2) 初步生态修复方向的确定

① 自然地理和交通

矿区属温带半干旱大陆性季风气候区，冬季寒冷漫长，春季干旱多风，夏季短促炎热、降水集中，秋季气温下降快，霜冻降临早，年均降水量***。矿区土壤类型为栗钙土，土层厚度***，土壤有机质及养分含量低、干旱贫瘠。项目区外有完备的农村道路，交通较为便利。

② 公众参与

方案编制前、编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，为使评价工作更具民主化、公众化，特向广大公众征求意见。当地自然资源部门核

实当地的土地利用现状及权属性质后，提出复垦区确定的复垦方向须符合国土空间规划，同时本着因地制宜、合理利用的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的持续利用，并与社会、经济、环境协调发展。在委托方技术人员的陪同下，编制人员又走访了所属镇政府工作人员、复垦区内土地权利人并积极听取了他们的意见，得到了大力支持，并且提出建议，希望企业做好复垦工作，建议因地制宜，尽量提高用地等级。

③ 从原土地利用类型考虑

复垦责任范围为大面积的灌木林地，占比例较大；同时分布有少量其他土地。从原土地利用类型考虑，复垦为林地较适宜。

④ 当地国土空间规划

按照土地规划要求，坚持矿产资源保护与可持续利用，矿山建设与生态环境恢复齐抓共管，做好土壤改良与培肥措施，加大林草种植力度，因地制宜地恢复与重塑植被。

⑤ 其他要求

矿山终采后，所有破坏单元全部进行复垦，无其他规划。

⑥ 修复方向初步确定

通过上述分析，可以确定土地复垦初步方向为林地。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度地发挥该复垦项目的综合和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益相统一。

表3-61 初步复垦方向结果表

参考同类金属矿山地面塌陷情况，本修复方案选取塌陷区的治理面积为预测面积的5%。

3) 评价体系和标准

① 评价方法

本次修复适宜性评价选择综合指数法进行适宜性评价。

② 评价指标

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

设每一评价单元有 n 个单因子加权评价指数，则加权指数和可表示为：

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

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

4) 适宜性等级的评定

① 各评价单元的土地质量状况

拟复垦土地质量是通过多个土地性状值来表达的，各个参评单元土地质量列于下表。

表3-62 拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

表3-63 加权值与复垦方向对照表

② 评价结果分析

根据评价单元土地质量，对照拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表，计算出各评价单元的适宜性评价加权指数和，对照加权

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

表3-64 复垦土地各评价单元土地质量

5) 复垦方向确定

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

表3-65 复垦后土地地类及面积统计表

表3-66 矿区生态修复目标及土地利用变化表

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》依据现有编制规范与土地利用“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。

6) 耕地占补平衡分析

根据矿区受损预测，矿区不损毁耕地。

2、矿区土地复垦可行性分析

(1) 土地复垦质量控制要求

1) 土地复垦技术质量控制原则

- ① 符合矿区国土空间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“耕地优先、

适地适草”的原则，选择适宜当地生态环境的树苗作为主要复垦植被。

③ 保护土壤、水源和环境质量，防止水土流失，防止次生污染。

④ 坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

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。

4、复垦标准

灌木林地标准：

① 有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ （依据本地实际情况，本方案选取 50cm ）；

② 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ；

③ 土壤质地为砂质壤土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 20\%$ ，pH 值范围一般为 6.5-8.5，有机质 $\geq 2\%$ ；

④ 配套设施排水、道路、林网达到当地标准；

⑤ 郁闭度 ≥ 0.30 。

3) 后期管护标准

管护对象：复垦后的林地。

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

(2) 水土资源条件可行性分析

1) 水资源平衡分析

考虑土地恢复能力，设计对复垦后的植被每年春季返青期及秋季进行灌溉，按每公顷每次灌溉用水量***计，管护面积***，每次灌溉用水量***。

矿区水井单井涌水量约***，因此，本项目水源充足，完全能满足植被恢复用水要求。

2) 土资源平衡分析

供土量分析：本矿山为已建矿山，前期剥离表土均用于土地复垦工程。未来矿山无拟建场地，无表土剥离。

需土量分析：根据复垦单元划分情况，复垦责任范围内各个复垦单元复垦方向和复垦标准要求不同，其覆土要求和厚度也不同。根据《土地复垦质量控制标准》，复垦林地覆厚度 0.5m。综上所述，矿山共需覆土方量为***。

土源平衡分析：经计算，矿山现状无表土堆存，后期无表土剥离工程。矿山未来生态修复治理工程土方不足部分需外购，外购土方由矿区西北侧马架子自然村村民提供，运距***。

3) 废石平衡分析

矿山现状堆存废石量约***。未来生产产生废石量为***，全部堆放在废石场内。

矿山生态修复过程中，原场地垫坡和回填需利用废石量为***；其余废石在矿山生产过程中，用于充填采空区。

废石满足生态修复工程使用。

3、土地复垦经济可行性分析

方案采用复垦技术成熟常规，依托现有场地、道路设施开展修复工作，无需大规模新增配套工程，有效控制复垦建设成本。同时项目区域水源充足，可保障林草植被灌溉管护需求，后期运维成本低廉。复垦后损毁土地转化为灌木林地，可产生稳定的生态及经济价值，实现土地资

源再利用。此外，项目贴合区域国土空间规划，可有效降低土地闲置损耗，兼顾经济、生态与社会效益，投入产出配比合理，整体经济收益可控、长效稳定。

（三）矿区生态恢复可行性分析

1、植被恢复技术可行性分析

本矿区结合半干旱大陆性季风气候、土壤贫瘠、立地条件差的特点，选用羊草、冰草、紫花苜蓿、山杏、虎榛子等本土耐旱、耐贫瘠乡土物种，适配区域自然环境，物种成活率有保障。针对不同修复分区差异化配置植被模式：灌木林地分区实施灌草混播，构建灌草复合群落。同时配套种子浸种催播、适期播种、苗期补植等标准化管护工艺，播种、管护技术成熟简单，施工难度低，现有农机与人工班组均可完成。结合周边同类矿山修复案例验证，该植被配置与施工方案出苗率、群落稳定性良好，植被恢复技术完全可行。

2、土壤重构工程技术可行性

矿区土壤重构采用分区回覆、土壤培肥一体化工艺。修复区根据复垦用途差异化控制覆土厚度，林地覆土 0.5m，工艺符合《土地复垦质量控制标准》。针对原有土壤肥力偏低问题，配套有机肥改良措施，改善土壤结构、提升养分。表土回覆、培肥均为矿山修复常规工程，机械设备与施工工艺成熟，技术落地无障碍。

3、生物多样性恢复技术可行性

项目以本土植物为核心重建植被群落，不引入外来物种，规避生物入侵风险。通过营造多样生境，打造草、灌交错的复合生态空间，为区域小型兽类、鸟类、昆虫提供栖息、觅食场所。同时保留原有自然沟谷与生态廊道，连通各修复单元与周边原生生态区，保障动物迁徙交流。矿区无珍稀动植物核心栖息地，修复方案以近自然恢复为主，依托植被

群落逐步恢复生物链，技术路线贴合区域生态本底，可稳步提升生物多样性。

4、水土流失恢复技术可行性

矿区水土流失以水力、风力侵蚀为主，修复采取工程+生态双重防控模式。工程上对高陡边坡实施修坡、垫坡，将坡度控制在安全范围，配套挡墙等设施，阻挡径流冲刷；生态上以植被覆盖为主，快速形成地表防护层，固土减沙。同时在施工期对裸露土体临时覆盖，开采与修复同步推进，缩短地表裸露时长。各项水土保持工程均为行业通用技术，结合乡土植被固土能力，可有效降低侵蚀强度，实现水土流失长效治理。

5、水土环境污染防治可行性

经检测，矿区土壤、地下水本底指标均达标，开采产生的废石、矿石无有毒有害物质。生产废水、矿坑涌水收集后循环用于降尘、凿岩，不外排；经防渗旱厕收集，由当地村民集中清掏。固废统一堆放、资源化回用，配套防渗、围挡措施，杜绝渗漏污染。日常布设常态化监测点位，实时监控水土质量。污染防治措施简单实用、运维成本低，可长期保障水土环境安全，防治方案切实可行。

6、生态系统恢复经济可行性

整体修复依托废石实现土方内部循环，大幅减少外购石方、建材成本，工程造价可控。修复工程与采矿作业穿插开展，边开采边修复，同步施工、共享机械与人员，降低综合运营成本。修复后土地转为灌木林地，可产生生态与附加经济价值，长期管护成本低廉。同时矿山专项修复资金来源稳定，结合地方矿山治理补贴政策，投入产出配比合理。综合来看，项目短期工程投入可控，长期生态、社会效益显著，经济层面具备可持续性。

二、目标方向可行性分析

（一）确立参照生态系统

矿区地貌为低山地貌，整体地势北高南低，原始自然地形坡度多为 $8^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。受地下开采、场地平整、废石堆存等人为活动影响，场地地形被改造分化：预测地面塌陷区、民采坑等区域形成下沉凹坑及不稳定边坡；废石场、工业场地等区域形成人工堆积平台或压占场地，局部形成高陡边坡，坡面坡度普遍较大；工业场地、办公生活区、矿区道路等区域经过平整处理，地形相对平缓。结合地形坡度差异与立地条件，塌陷挖损区域参照山地灌木林地，平缓压占区域参照山地灌木林地。严格遵守国土空间用途管制要求，结合矿区土地损毁类型、损毁程度，并参考区域同类矿山成功修复案例，直接分区确定一套参照生态系统：

山地灌木林地：该系统以山杏、虎榛子等乡土灌木搭配羊草、冰草、紫花苜蓿等本土草本植物构成复合群落，水土保持、边坡固土能力突出，适配矿区塌陷坑、民采坑及各类工业场地等多样地形条件。

（二）复垦修复方向及目标

参照生态系统中涵盖林地等土地类型，调查参照生态系统的生态本底条件。并从矿山自然地理条件、生态系统结构、生态系统功能等方面设定参照生态系统关键属性指标，分述如下：

1、各生态损毁单元复垦修复方向

结合场地损毁类型、地形坡度等、参照生态系统及国土空间用途管制要求，明确各单元修复二级地类，具体如下：

表3-67 各生态损毁单元复垦修复目标表

2、修复前后生态系统结构

本矿区生态修复总面积***，采矿活动彻底破坏了原有自然生态系统，修复后全域重建人工林生态系统，生态结构、功能实现全面恢复，具体对比情况如下：

修复前矿区以工矿裸地生态系统为绝对主体，原生林草植被已基本

消失，生态系统结构单一、破碎化严重，水土保持、生物栖息等服务功能几近丧失。修复后彻底取缔采矿用地等扰动型用地，全部改造为人工灌木林生态系统，整体转变为林草复合生态格局，生态连通性、抗侵蚀能力及综合生态功能得到系统性恢复与提升，与周边自然生态系统有效衔接。

表3-68 修复前后生态系统结构表

3、可行性分析

(1) 规划与用地可行性

本次修复方向严格遵循区域国土空间规划及用途管制要求。矿区原地类以工矿用地为主。修复后原有采矿用地将全部转化为灌木林地，评价区土地利用结构由“工矿主导”转变为“林草主导”，林草覆盖率大幅提升，土地用途由工矿生产功能向生态涵养功能全面转型。修复方案将各损毁单元统一规划为灌木林地，分区布局与国土空间生态修复定位、地方管控要求高度契合，用地合规性强，生态正效益显著。

(2) 自然本底适配可行性

气候与地形适配：矿区为半干旱低山地貌，不同区域坡度差异明显。塌陷坑及高陡边坡区域选用山地灌木林地作为参照，山杏、虎榛子等灌木根系发达、固坡能力强；平缓场地同样采用灌木林地，以灌草搭配方式恢复植被，适配地形条件，可有效防控水土流失。

土壤条件适配：矿区土壤为栗钙土，土层厚度***，土壤肥力较低，无重金属及有机物污染。修复方案配套表土回覆、有机肥改良等措施，覆土厚度、土壤理化指标均参照周边原生生态系统设定，能够满足灌木、乡土草本正常生长需求。

植被物种适配：修复全部选用山杏、虎榛子、羊草、冰草、紫花苜蓿等本地乡土物种，耐旱、耐贫瘠，完全适应区域气候与土壤环境，植被成活率高，群落易自然演替稳定。

（3）生态系统参照可行性

修复目标参照矿区外围运行稳定的山地灌木林原生生态系统，参照样本距离近、生境相似度高。分区打造灌草复合群落，可模拟原生生态结构，逐步恢复水源涵养、水土保持、生物栖息等核心生态功能，同时保留生态廊道，保障动植物正常迁徙，生物多样性恢复路径科学合理。

（4）工程技术可行性

矿区采用的塌陷坑回填、废石清运、场地平整、井口封堵、覆土、灌草混播等均为矿山生态修复成熟通用工艺，施工设备、本地苗木草种易获取，施工难度低。针对不同损毁程度差异化设计修复工艺，塌陷坑及高陡区域强化回填与固坡工程，平缓场地侧重植被建植，技术路线成熟，现场可落地性强。

（5）经济与运维可行性

项目依托矿区现有废石实现土石方内部循环，大幅降低外购建材与运输成本；修复工程可与矿山生产同步开展，共享人员、机械设备，综合造价可控。修复完成后管护模式简单，管护周期及费用低，且修复后的灌木林地可发挥一定附加价值。同时矿山生态修复资金来源稳定，结合地方相关扶持政策，短期投入可控、长期效益显著，经济可持续性良好。

三、边开采、边修复可行性分析

（一）矿山开采设计、工艺流程与开采进度

1、开采范围与修复区域空间适配

本矿为地下开采***，采用竖井开拓、***。结合矿体分布、开采中段及地表工业场地布局，合理划分开采区、待修复区与已修复区。针对预测地面塌陷区等潜在损毁区域，以及废石场、工业场地等压占区域，分区配套对应的修复工程。开采作业区（地下）与生态修复区（地表）

空间上互不重叠，可同步开展采矿与修复施工，不会产生工序冲突，空间上满足同步作业要求。

2、开采工艺流程与修复工序嵌入

矿山常规开采流程为凿岩、爆破、铲装、运输、提升、选矿。在开采各环节同步嵌入修复作业：井巷掘进废石提升至地表后，一部分用于充填采空区，一部分集中堆存于废石场；随开采中段推进，对结束服务的中段运输巷道进行封闭；采空区形成后及时充填，从源头控制地表变形；地表废石场停止使用后，随即开展场地平整、覆土、植被恢复等工程，实现开采工序与修复工序无缝衔接。

3、开采进度与修复节奏时间同步

结合矿山整体服务年限，划分生产期、修复期和管护期。生产阶段完成废弃场地的治理等场地修复，坚持“边开采、边治理”，每完成一个中段或采区开采，及时对采空区进行充填，让修复进度紧跟开采节奏，避免治理工作滞后。

（二）生态修复治理的技术方法分析

1、地形重塑技术

针对预测地面塌陷坑、民采坑等塌陷挖损地块，利用开采产生的废石进行回填整平；对废石场边坡进行整形、垫坡，降低边坡角度，提高场地稳定性。该技术依托开采废石就地实施，可随开采进度同步开展，适配边开采边修复的作业模式。

2、土壤重构技术

修复区域覆土主要采取外购土方方式，覆土后施加有机肥改良土壤。土壤重构工艺简单，可与采矿作业穿插进行，施工便捷。

3、植被重建技术

修复植被全部选用山杏、虎榛子、羊草、冰草、紫花苜蓿等本地乡土物种，采用灌草混播、苗木栽植相结合的方式，适配矿区气候与土壤条件，成活率高、群落稳定性强。植被种植、苗期管护等作业灵活，可与采矿作业交叉进行，满足同步复绿要求。

4、配套防控技术

施工期间对裸露土体采取临时覆盖措施，废石场布设截排水及拦挡设施；矿坑涌水经沉淀后循环利用，生活污水简单处理后用于场地降尘；废石规范堆存于废石场，部分用于充填采空区。水土、污染防控措施可随工作面同步布设，全程管控开采引发的各类生态问题。

（三）边开采边修复条件可行性（综合）分析

1、空间与时序可行性

地下开采区与地表修复区划分清晰，场地布局合理，两类作业互不干扰。同时按照开采阶段匹配对应的修复任务，以开采中段、废石场台阶为基本单元逐片推进，开采与修复在时间、空间上高度适配，同步作业具备基础条件。

2、工艺流程可行性

修复工序全面融入地下开采全流程，开采产生的废石直接用于采空区充填与塌陷坑回填，实现废弃物资源化利用。各工序衔接顺畅，作业流程成熟，能够稳定支撑边开采边修复模式落地。

3、经济可行性

依托矿山自产废石开展修复，大幅减少外购石方及物料转运费用。同步治理可缩短后期集中修复工期，也能避免长期裸露引发生态问题而产生额外治理成本，整体降低矿山全周期投入，经济效益良好。

第三节 生态修复分区及修复时序安排

一、生态修复分区

土地生态修复适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据国土空间规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意志的前提下，依据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定土地生态修复的最佳利用方向，划分土地生态修复分区；针对不同的评价分区，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；评价各评价分区的土地适应性等级，明确其限制因素；最终通过方案比选，确定各评价分区的最终土地生态修复方向，划定生态修复分区。根生态修复单元包括一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等，分区结果与各区特征见下表：

表3-69 生态修复分区结果与各区特征表
各分区拐点坐标如下：

表3-70 生态修复单元坐标一览表

二、修复时序安排

根据生态修复可行性分析结果及开采进度，结合矿区生态修复工程总体部署，本项目将方案服务年限（2026 年 7 月 1 日～2034 年 6 月 30 日）划分为三个实施阶段：生产期 3.5 年（2026 年 7 月～2029 年 12 月）、修复期 1.5 年（2030 年 1 月～2031 年 6 月）、管护期 3 年（2031 年 7 月～2034 年 6 月）。

综合生态修复工程三个实施阶段和生产阶段划分，将各个场地单元治理情况细化为矿区生态修复分区实施时间表。见下表。

表3-71 矿区生态修复分区实施时间表

第四节 采矿用地与复垦修复安排

一、采矿用地情况

矿山申请的采矿用地为永久性建设用地，矿区总用地面积为***，对于现状已损毁工程单元场地，因《安全设施设计》部分未设计利用，矿业权人计划不再为其办理用地手续。不再办理用地手续的工程单元包括：废弃 SJ37 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、民采坑等；以上场地用地手续归属***集体所有，场地近 3 年全部修复治理，治理后移交使用权人。

二、采矿项目用地挂钩相关说明

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

三、临时用地复垦

本项目暂不涉及临时用地。

四、复垦修复安排

依据土地生态适宜性评价结果，确定项目土地复垦目标。项目区损毁土地单元为：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路，生态修复面积***。通过采取各种措施进行复垦。

矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表见下。

表3-72 矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表

第四章 生态修复措施与工程内容

第一节 保护与预防控制措施

一、敏感目标保护

经现场调查及与敖汉旗自然资源局核实，该矿区不在三区三线范围内，周边无需要保护的耕地、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标，无需要保护的敏感目标，本方案不单独设置针对性的避让、减缓及保护措施。

二、表土剥离与植被移植利用

1、表土剥离、储存及利用

根据采矿权人总体规划及采矿相关设计，本方案后续开采无拟建场地，不涉及表土剥离工程。

2、植被移植利用

矿区所有地表工程已建设完成，后期无拟建损毁工程，无需进行植被移植利用。

三、相关协同措施

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

1、预测地面塌陷区的安全预防措施

矿山应按照应急管理部门及地方政府的要求，在预测地面塌陷区外围规范设置网围栏及安全警示牌，明确警示范围、危险提示及防护要求，防范人员、牲畜误入危险区域；建立地面塌陷群测群防体系，对塌陷区地表变形开展定期巡查监测，发现裂缝、沉降异常及时预警并上报；完善地面塌陷应急预案并开展演练，发生险情时及时组织受威胁人员撤

离，做好抢险救援与灾后处置工作。配合应急管理部门定期开展的安全隐患排查，确保安全预防措施落地见效。

2、废石场与工业场地边坡的稳定性

矿山应按照应急管理部门、自然资源部门的要求，对废石场及存在切坡的工业场地边坡开展常态化稳定性排查，及时清理边坡危岩体及松动浮石，对不稳定边坡实施削坡减载、修坡整形等工程措施，降低崩塌、滑坡风险。配合相关部门协同开展边坡稳定性监督检查，确保措施执行到位。

3、水土流失防治

矿山应按照水利部门、林草部门的要求，落实水土流失防治协同措施，在废石场、各工业场地切坡、矿区道路等水土流失易发区域布设截排水沟等工程设施，减少地表径流冲刷；对裸露区域及时采取临时覆盖措施，配合林草部门做好植被防护的辅助工作，遏制水土流失扩散。配合水利部门开展水土流失防治工程的技术指导和监督工作。

4、环境污染的预防措施

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

5、矿山固废综合利用

矿山应按照自然资源部门、生态环境部门的要求，推进矿山固废（废石等）综合利用，优先将开采产生的废石用于井下采空区充填，减少废石地表堆存；结合矿山生产需求及周边产业特点，拓宽废石资源化利用

途径，提高固废资源化利用率。

6、生产废水与生活污水的处理

矿山应按照生态环境部门、水利部门的要求，规范生产与生活污水处理设施，对矿坑水、生活污水进行分类处理，矿坑涌水经沉淀后循环用于生产降尘、凿岩、选矿、绿化等工序，生活污水经防渗旱厕收集，由当地村民集中清掏后，用于沤制农家肥，不外排；规范污水处理设施运行管理，定期开展检修维护，确保设施稳定运行。落实生态环境部门开展的污水处理环保监督工作，配合水利部门开展水资源回用统筹协调工作。

第二节 修复措施

通过调查修复区及周边生态环境现状，通过生态问题识别、诊断和归纳，以及生态修复分区的确定，确定矿山生态修复区为：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。

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

一、地貌重塑

地貌重塑主要针对各修复单元存在的不稳定边坡、塌陷坑、废弃井口及压占场地，通过修坡整形、回填、井口封堵、垫坡、拆除清理、危岩体清理、清运、整平等工程措施，消除地质安全隐患，恢复地形地貌与周边景观的协调性。

1、修坡整形

针对各工业场地存在的不规整切坡及废石堆边坡，采用削高垫低的方式进行修坡整形。修坡后边坡角度不大于 25°，确保治理后的边坡与周围地形地貌景观相协调，无凹凸、切坡和陡坎存在。块度大的废石回填至底部，块度小的回填至顶部。施工采用机械与人工相结合的方式，对坡面松散堆积体进行清理，增强坡体稳定性。

2、回填

回填工程主要用于塌陷坑（预测地面塌陷区沉稳后的塌陷坑）、民采坑及废弃井筒的回填。回填料优先采用矿山开采产生的废石。回填应分层进行，每层厚度不超过 0.5m，采用推土机或振动碾进行压实。回填至设计标高后，表面应平整，与周边地形相协调。

3、井口封堵

井口封堵工程应按照应急管理部门的相关规定及技术要求执行，封堵后上部覆土至与周边地形平齐，确保封堵后的井口不发生塌陷等次生问题。

4、垫坡

针对各工业场地修建形成的切坡，利用废石进行垫坡处理，垫坡后坡角不大于 25°，使垫坡后的地形与周边自然地形相协调。

5、建筑物拆除

各场地内的建筑物及附属设施，在矿山终采后需进行拆除清理。拆除采用机械作业，拆除后的混凝土、砖等建筑垃圾应清运至指定地点进行资源化利用，不得随意丢弃或就地掩埋。

6、清运

采用挖掘机和推土机协调作业，将各场地内废石、废渣清运至回填区域或指定堆存场所，使清理后的场地与原始地形地貌相协调。

7、整平

对完成回填、垫坡、覆土后的各修复单元，采用推土机和人工相结合的方式对表层坑洼不平的区域进行场地平整，表面碎石最大粒径不大于 30mm，使平整后的地形坡度与当地地形坡度相协调。

三、土壤重构

1、覆土

对平整后的场地进行覆土，覆土来源为前期剥离储存的表土及后期剥离表土。复垦为灌木林地区域覆土厚度不低于 0.5m。覆土后地表应平整，坡度控制在 25°以内。

2、培肥改良

矿区土壤有机质含量较低，植被种植初期需增施有机肥提高土壤肥力。采用有机肥，施肥标准为 2000kg/hm²。施肥方式为人工撒施。

四、植被重建

（一）植被种类选择

遵循“适地适树、乡土优先、抗逆性强、生态功能优”的原则，结合矿区半干旱大陆性季风气候、土壤贫瘠、立地条件差的特点，选择耐旱、耐寒、耐贫瘠、根系发达的乡土植物种类。

1、灌木树种

山杏：落叶灌木或小乔木，耐寒、耐旱、耐瘠薄，根系发达，固土能力强，是矿区灌木林地恢复的优选树种。

虎榛子：乡土灌木，耐寒、耐旱、耐瘠薄，适应性广，与山杏搭配可形成稳定的灌丛群落。

2、草本植物

冰草：多年生禾本科牧草，耐干旱、耐寒，适口性好，用于人工牧草地建植。

羊草：多年生根茎型禾草，耐旱、耐寒、耐盐碱，根茎发达，固土能力强，是草原恢复的优势种。

紫花苜蓿：多年生豆科牧草，可固氮改良土壤，提升土壤肥力，营养价值高，与禾草混播效果好。

3、景观乔木

油松：常绿乔木，耐寒、耐旱，适应性广，根系发达，能固土保水，对贫瘠土壤有较强耐受性，适用于矿区景观绿化。

（二）植被配置方案

根据各修复单元的复垦方向（全部为灌木林地），统一配置灌木与草本植物。具体配置见下表。

表4-1 各单元植被配置方案表

（三）植被重建方案

1、灌草混播

种子预处理：羊草、紫花苜蓿用清水浸泡 12~24 小时后通风阴干备用；山杏核需经机械轻度破壳或 40~50℃温水浸种 24~48 小时催芽；虎榛子播种前需进行催芽处理。

播种前场地准备：完成基底覆土，深耕整平，清除石块与建筑垃圾。

播种方式：采用撒播结合浅覆土条播。将预处理后的灌木与草本种子混匀后均匀撒播，播后浅覆土 2~3cm，及时镇压保墒。

播种量：灌木种子与草本种子按适当比例混播。

播种时间：优先春季（4 月中下旬至 5 月上旬），亦可选择雨季前（6 月下旬至 7 月中旬），最迟不得晚于 8 月 10 日。

苗期管理：播种后 30 天核查出苗率，缺苗率>15%时及时补播。

2、撒播牧草

种子预处理：冰草、羊草、紫花苜蓿用清水浸泡 12~24 小时后通风阴干备用。

播种前场地准备：完成基底覆土，深耕整平，清除杂物。

播种方式：撒播结合浅覆土镇压。将三种草种混匀后均匀撒播，播后浅覆土 2~3cm，镇压保墒。

播种量：总播种量 30kg/hm²，冰草:羊草:苜蓿=1:1:1（重量比）。

播种时间：同灌草混播。

苗期管理：播种后 30 天核查出苗率，缺苗率>15%时及时补播。

3、乔木栽植（景观树）

景观绿化树种选用油松。苗木选用 2~3 年生健壮容器苗或带土球裸根苗，顶芽饱满，根系完整，无病虫害。起苗前浇透水，起苗后及时包装保湿，运输过程中防止根系风干。

栽植前完成基底覆土，清除石块、建筑垃圾，按株距 3m 进行定点放线。采用坑栽方式，挖穴规格为 50cm×50cm×50cm。将苗木置于穴中央，扶正，填土踏实，筑浇水堰，栽植后及时浇透定根水。

栽植时间选择春季土壤解冻后至萌芽前（3 月下旬至 4 月中旬），或雨季（6 月下旬至 7 月中旬）进行带土坨补墒栽植。

栽植后 15 天内浇水 2~3 次，之后视墒情适时补水。成活率低于 85% 时及时补植。栽植后连续抚育 3 年，包括松土、除草、围穴、有害生物防治等。

五、景观营造

矿区景观营造以生态功能恢复为主，兼顾视觉协调性，在完成植被重建的基础上，通过景观绿化、生态过渡带建设等措施，实现修复单元与周边自然景观的有效衔接。

1、景观绿化工程

在办公生活区周边栽植油松等景观绿化树种，提升矿区生活区域的景观品质与生态功能。油松为常绿乔木，树形优美，四季常青，可有效

改善矿区冬季景观效果，增强区域视觉协调性。景观树栽植纳入后续管护体系，确保成活率和景观效果。

2、生态过渡带建设

在修复单元与周边保留自然生态系统之间，通过灌草配置构建生态过渡带，减弱人工修复痕迹，实现修复区与原生生态系统的自然衔接。过渡带宽度一般不小于 5m，植物配置与周边原生植被相协调，以乡土灌草种类为主，促进物种自然扩散与生态连通性提升。

3、生态廊道保留

保留矿区原有自然沟谷等生态通道，避免修复工程阻断动物迁徙路径和植物种子扩散通道，使各修复单元与周边原生生态区保持连通，保障动植物正常迁徙与交流。生态廊道两侧植被配置以乡土乔灌草为主，增加生境异质性，为小型兽类、鸟类及昆虫提供栖息和迁移通道，逐步提升矿区生物多样性。

4、长期监测与动态优化

景观绿化及生态廊道建设完成后，依托矿区生态监测体系开展成效评估，重点关注景观树成活率、生态廊道连通性及物种迁移情况。根据监测结果动态调整管护措施，确保景观营造目标的实现。

第三节 工程内容

根据方案前述内容，修复单元包括：一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路。各修复单元采取的地貌重塑、土壤重构、植被重建工程措施叙述如下：

一、预测塌陷区

1、设置警示牌

在各预测塌陷区外围 5m 左右布设一定数量的警示牌，布设位置应根据矿山开采进度调整，布设时应兼顾区内已有的乡间道路、其他行人小路，尽量使警示牌的警示效果更加明显。设置一个警示牌总计 26 块。

表4-2 警示牌数量表

预测塌陷区	警示牌数量（块）
一号预测塌陷区	9
二号预测塌陷区	9

表4-3 警示牌坐标表（2000国家大地坐标系）

2、回填

利用废石对塌陷坑进行回填，回填后地形地貌与周边相协调，各塌陷区塌陷坑回填工程量见下表。

表4-4 塌陷坑回填工程量表

预测塌陷区	回填工程量（m³）
一号预测塌陷区	6336
二号预测塌陷区	4693

4、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm。整平厚度按 0.3m 计取，各塌陷区塌陷坑整平工程量见下表。

表4-4 塌陷坑整平工程量表

预测塌陷区	整平工程量（m³）
一号预测塌陷区	379
二号预测塌陷区	283

！ 5、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，各塌陷区塌陷坑覆土工程量见下表。

表4-5 塌陷坑覆土工程量表

预测塌陷区	覆土工程量（m³）
一号预测塌陷区	632
二号预测塌陷区	471

6、土壤培肥

对回填后的表土进行土壤培肥，植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 2000kg/hm²。各塌陷区塌陷坑培肥工程量见下表。

表4-6 塌陷坑培肥土工程量表

预测塌陷区	培肥工程量 (hm ²)
一号预测塌陷区	0.1265
二号预测塌陷区	0.0942

7、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），各塌陷区塌陷坑灌草混播工程量见下表。

表4-7 塌陷坑灌草混播土工程量表

预测塌陷区	灌草混播工程量 (hm ²)
一号预测塌陷区	0.1265
二号预测塌陷区	0.0942

图4-1 预测塌陷区（塌陷坑）治理效果图

二、废弃 SJ37 工业场地

1、修坡整形

对场地边坡边进行整形，整形后边坡坡度不大于 25°，边坡面积 120m²，单位面积整形厚度按 1.5m 计算，则边坡整形工程量为 180m³。

2、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 324m³。

3、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 540m³。

4、土壤培肥

对回填后的表土进行土壤培肥，植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.1080hm^2 。

5、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.1080hm^2 。

图4-2 废弃SJ37工业场地治理效果图

三、SJ38 工业场地

1、框格护坡

生产期对切坡施工框格护坡。框格外缘边长 300mm ，框格壁厚 50mm ，框格高度 100mm （见图 4-3）。边坡面积 48m^2 ，单位面积框格工程量 0.346m^3 ，经计算，混凝土框格工程量为 17m^3 。

2、浆砌石挡墙

对工业场地底部浆砌石挡墙进行补修，经计算修补浆砌石挡墙工程量为 20m^3 。

3、回填

对竖井进行回填，井筒净直径为 $2.4\times 2.4\text{m}$ ，回填深度 74m ，回填工程量约 380m^3 。

4、封堵

按照应急管理部门与相关技术规范的要求进行封堵治理，封堵井口 1 处。

5、拆除清理

采用挖掘机作业，拆除物包括地面建筑物及附属设施的拆除，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣可用于垫坡、回填。建筑面积约 85m^2 ，高度 3m ，建筑物单位拆除率按 20% 计算，拆除工程量 85m^3 。

6、垫坡

利用废石对场地切坡进行垫坡，垫坡后坡角不大于 35° ，垫坡应使地形地貌与周边相协调，边坡长度 82m，单位长度垫坡工程量为 $7.0\text{m}^3/\text{m}$ ，垫坡工程量为 574m^3 。

7、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 2187m^3 。

8、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 3645m^3 。

9、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.7289hm^2 。

10、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.7289hm^2 。

11、栽植松树（景观树）

对场地周边栽植松树（备选小白杨）。坑栽，株距 3m，则栽植松树量为 71 株。矿山可依据场地建设情况可以适当调整景观树的位置。

图4-3 框格护坡示意图

图4-4 SJ38工业场地治理效果图

四、SJ39 工业场地

1、修坡整形

对场地西南部边坡边进行整形，整形后边坡坡度不大于 25° ，边坡面积 743m^2 ，单位面积整形厚度按 0.5m 计算，则边坡整形工程量为

372m³。

2、回填

对竖井进行回填，井筒净直径为 2.4×2.4m，回填深度 88m，回填工程量约 454m³。

3、封堵

按照应急管理部门与相关技术规范的要求进行封堵治理，封堵井口 1 处。

4、拆除清理

采用挖掘机作业，拆除物包括地面建筑物及附属设施的拆除，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣可用于垫坡、回填。建筑面积约 36m²，高度 3m，建筑物单位拆除率按 20%计算，拆除工程量 36m³。

5、垫坡

利用废石对场地切坡进行垫坡，垫坡后坡角不大于 35°，垫坡应使地形地貌与周边相协调，边坡长度 12m，单位长度垫坡工程量 20.6m³/m，垫坡工程量为 247m³。

6、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 720m³。

7、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 1200m³。

8、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 2000kg/hm²。共计施肥量 0.2400hm²。

9、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.2400hm^2 。

10、栽植松树（景观树）

对场地周边栽植松树（备选小白杨）。坑栽，株距 3m ，则栽植松树量为 37 株。矿山可依据场地建设情况可以适当调整景观树的位置。

图4-5 SJ39工业场地治理效果图

五、PD 工业场地

1、封堵

按照应急管理部门与相关技术规范的要求进行封堵治理，封堵硐口 1 处。

2、拆除清理

采用挖掘机作业，拆除物包括地面建筑物及附属设施的拆除，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣可用于垫坡、回填。建筑面积约 12m^2 ，高度 3m ，建筑物单位拆除率按 20% 计算，拆除工程量 12m^3 。

3、垫坡

利用废石对场地切坡进行垫坡，垫坡后坡角不大于 35° ，垫坡应使地形地貌与周边相协调，边坡长度 9m ，单位长度垫坡工程量 $26.4\text{m}^3/\text{m}$ ，垫坡工程量为 237m^3 。

4、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 142m^3 。

5、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工

程量为 236m^3 。

6、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.0472hm^2 。

7、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.0472hm^2 。

图4-6 PD工业场地治理效果图

六、民采 PD4

1、回填

对平硐进行回填，井筒净直径为 $1.7\times 1.5\text{m}$ ，回填深度 10m ，回填工程量约 20m^3 。

2、封堵

按照应急管理部门与相关技术规范的要求进行封堵治理，封堵井口 1 处。

3、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 8m^3 。

4、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 13m^3 。

5、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.0026hm^2 。

6、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.0026hm^2 。

七、办公生活区

1、拆除清理

采用挖掘机作业，拆除物包括地面建筑物及附属设施的拆除，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣可用于垫坡、回填。建筑面积约 82m^2 ，高度 3m ，建筑物单位拆除率按 20% 计算，拆除工程量 82m^3 。

2、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 983m^3 。

3、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 1639m^3 。

4、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.3278hm^2 。

5、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.3278hm^2 。

6、栽植松树（景观树）

对办公生活区周边栽植松树（备选小白杨）。坑栽，株距 3m ，则栽植松树量为 58 株。矿区后期依据场地建设情况可以适当调整景观树的位置。

图4-7 办公生活区治理效果图

八、废石场

1、浆砌石挡墙

对废石场底部施工浆砌石挡墙，浆砌石挡墙长度 40m，厚度为 0.5m，高度 2m（地下 0.5m），浆砌石挡墙工程量为 $40 \times 0.5 \times 2.0 = 92\text{m}^3$ 。

2、清运

生产期间，对场地废石清运用于矿山井下充填和治理工程，清运工程量为 14832m^3 。

3、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 2924m^3 。

4、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 4873m^3 。

5、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.9746hm^2 。

6、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），恢复总面积 0.9746hm^2 。

7、排水沟

闭坑后，对废石场清运治理过程中，沿沟谷砌筑浆砌石排水沟。排水沟长度 138m，排水沟为矩形，断面尺寸为宽 0.5m×深 0.5m，衬砌厚度 0.2m。浆砌石排水沟工程量为 $138 \times 0.38 = 52\text{m}^3$ 。

图4-8 排水沟剖面图

图4-9 废石场治理效果图

九、选矿厂

1、框格护坡

生产期对切坡施工框格护坡。框格外缘边长 300mm，框格壁厚 50mm，框格高度 100mm（见图 4-3）。边坡面积 84m^2 ，单位面积框格工程量 0.346m^3 ，经计算，混凝土框格工程量为 29m^3 。

2、拆除清理

采用挖掘机作业，拆除物包括地面建筑物及附属设施的拆除，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣可用于垫坡、回填。建筑面积约 170m^2 ，高度 3m，建筑物单位拆除率按 20%计算，拆除工程量 170m^3 。

3、垫坡

利用废石对场地切坡进行垫坡，垫坡后坡角不大于 35° ，垫坡应使地形地貌与周边相协调，边坡长度 26m，单位长度垫坡工程量 $12.4\text{m}^3/\text{m}$ ，垫坡工程量为 324m^3 。

4、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 3808m^3 。

5、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 6346m^3 。

6、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 1.2692hm^2 。

7、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对

场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 1.2692hm^2 。

8、栽植松树（景观树）

对选矿厂周边栽植松树（备选小白杨）。坑栽，株距 3m ，则栽植松树量为 161 株。矿区后期依据场地建设情况可以适当调整景观树的位置。

图4-10 选矿厂治理效果图

十、尾矿库

1、回填

尾矿库闭库后，利用废石对尾矿库库区进行回填，回填面积 0.7528hm^2 ，回填厚度 1.0m ，回填工程量为 7528m^3 。

2、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 3010m^3 。

3、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 5016m^3 。

4、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 1.0032hm^2 。

5、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 1.0032hm^2 。

6、混播固土灌草

对尾矿坝灌草混播（混播：灌木种子和草籽）以稳固坝体，尾矿坝面积 0.1474hm^2 ，撒播面积 0.1474hm^2 。矿山可依据应急管理部门要

求调整该项工程。

图4-11 尾矿库治理效果图

十一、炸药库

1、修坡整形

对场地边坡边进行整形，整形后边坡坡度不大于 25° ，边坡面积 1847m^2 ，单位面积整形厚度按 0.5m 计算，则边坡整形工程量为 924m^3 。

2、拆除清理

采用挖掘机作业，拆除物包括地面建筑物及附属设施的拆除，拆除后利用自卸汽车装运清理出来的砌体、混凝土及废渣可用于垫坡、回填。建筑面积约 61m^2 ，高度 5m ，建筑物单位拆除率按 20% 计算，拆除工程量 61m^3 。

3、垫坡

利用废石对场地切坡进行垫坡，垫坡后坡角不大于 35° ，垫坡应使地形地貌与周边相协调，边坡长度 151m ，单位长度垫坡工程量 $7.0\text{m}^3/\text{m}$ ，垫坡工程量为 1057m^3 。

4、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 1351m^3 。

5、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 2251m^3 。

6、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.4502hm^2 。

7、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.4502hm^2 。

图4-12 炸药库治理效果图

十二、民采坑

1、回填

利用场地周边废土石及废石场废石对民采坑进行回填，回填后需与原地形协调，回填工程量即为各民采坑的挖方量，回填工程量为 1802m^3 。

2、整平

利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 192m^3 。

3、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m 。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 319m^3 。

4、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。共计施肥量 0.4502hm^2 。

5、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.0639hm^2 。

图4-13 民采坑治理效果图

十三、矿区道路

1、整平

场地利用结束后，利用推土机和人工相结合，平整凹凸不平地形，表面碎石最大粒径不大于 30mm 。整平厚度按 0.3m 计取，则整平工程量为 864m^3 。

2、覆土

利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，设计对场地覆土厚度 0.5m。通过表土覆盖，保证植被生长需要，有利于恢复地表植被，则覆土工程量为 1440m³。

3、土壤培肥

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，施肥 2000kg/hm²。共计施肥量 0.2880hm²。

4、灌草混播

对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.2880hm²。

图4-14 矿区道路治理效果图

十四、前期治理区的完善

前期治理区（补种补植）

灌草混种

对前期治理的民采 PD1、民采 PD2、民采 PD3、民采坑、废弃炸药库、道路边坡场地、探槽补种补植。对场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对场地进行灌草混播（混播：灌木种子和草籽），撒播面积 0.2858hm²。

表4-8 工程量统计表

治理区	面积	修复措施及工程量														
		修坡整形	浆砌石挡墙	框格护坡	排水沟	井口封堵	回填	垫坡	拆除清理	清运	整平	覆土	培肥	灌草混播	栽植景观树	警示牌
	hm ²	m ³	m ³	m ³	m ³	处	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	hm ²	hm ²	株	块
一号预测塌陷区	0.1265						6336				379	632	0.1265	0.1265		9
二号预测塌陷区	0.0942						4693				283	471	0.0942	0.0942		9
废弃 SJ37 工业场地	0.1080	180									324	540	0.1080	0.1080		
SJ38 工业场地	0.7289		20	17		1	380	574	85		2187	3645	0.7289	0.7289	71	
SJ39 工业场地	0.2400	372				1	454	247	36		720	1200	0.2400	0.2400	37	
PD 工业场地	0.0472					1		237	12		142	236	0.0472	0.0472		
民采 PD4	0.0026					1	20				8	13	0.0026	0.0026		
办公生活区	0.3278								82		983	1639	0.3278	0.3278	58	
废石场	0.9746		40		52					24569	2924	4873	0.9746	0.9746		
选矿厂	1.2692			29				324	170		3808	6346	1.2692	1.2692	161	
尾矿库	1.0032						7528				3010	5016	1.0032	1.1506		
炸药库	0.4502	393						1057	61		1351	2251	0.4502	0.4502		
民采坑	0.0639						1802				192	319	0.0639	0.0639		
矿区道路	0.2880										864	1440	0.2880	0.2880		
合计	5.7243	945	60	46	52	4	21214	2439	446	24569	17173	28621	5.7243	5.8717	327	18

第五章 监测与管护

第一节 监测目标与措施

一、监测目标及任务

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

1、监测目标

（1）保障工程安全与质量：确保修复工程实施过程符合设计要求、技术规范和安全标准，及时发现和消除工程安全隐患，保障施工人员及周边环境安全。

（2）掌握动态变化与评估效果：实时、动态掌握修复区及周边关键环境要素（地质环境、土地资源、生态系统）的变化趋势，科学、客观地评估各项生态修复措施的实施效果、稳定性及可持续性。

（3）验证修复目标达成度：通过系统监测数据，验证修复工程是否达到了预定的修复目标（如：边坡稳定、土壤污染物达标、植被覆盖度目标、生物多样性恢复水平等），为最终工程验收提供量化依据。

（4）识别风险与预警防控：及时识别修复过程中及修复后可能出现的环境风险（如：地面塌陷、边坡失稳、土壤污染物迁移扩散、植被退化、水环境污染等），建立预警机制，为采取有效防控和调整措施提供决策支持。

（5）优化管理与指导决策：为修复工程的动态管理、后期养护措施的调整优化以及后续类似项目的规划设计提供科学依据和数据支撑。

2、监测任务

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

- (2) 查明周边地下水环境和土壤环境背景；
- (3) 查清矿区范围内土地利用现状、永久基本农田基本情况，各土地利用类型质量及生产力水平；
- (4) 查清监测范围内植被生态状况；
- (5) 获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值，建设参照生态系统；
- (6) 评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；
- (7) 建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统。

二、监测措施

(一) 矿山地质环境监测

1、地表变形监测

(1) 监测内容

对预测地面塌陷区进行地表变形监测，主要监测地表下沉量、水平位移、地裂缝发育情况（裂缝宽度、长度、深度、延伸方向等），掌握地表变形规律，为地面塌陷地质灾害预警和治理提供依据。

表5-1 地表变形监测巡查记录表

监测时间	监测点编号	监测点坐标			监测内容				备注	记录人
		X	Y	H	下沉值 W(m)	下沉 速度 mm/d	$\Delta Y=Y_0-Y_n$ (m)	$\Delta X=X_0-X_n$ (m)		

(2) 监测方法

采用水准测量对地表下沉进行监测，通过定期观测获取地表沉降数据；采用人工现场调查和钢尺、测距仪等工具对地裂缝进行量测，记录裂缝的位置、宽度、长度、深度及延伸方向。

（3）监测点布设

在预测采矿可能引发的地面塌陷区内及外围适当距离设立监测点。

1 号预测塌陷区布设 10 个监测点，2 号预测塌陷区布设 11 个监测点，共计 21 个监测点；在矿区稳定性较好的基岩上布设 1 个监测基准点。

监测点优先布设在地表变形敏感及不稳定的待测区域。监测点与点之间距离不超过 100m，根据塌陷范围，设定预测塌陷监测网度为 100m×100m。监测标志采用混凝土桩。

表5-2 地表变形监测点坐标一览表

（4）监测频率

正常情况下每月监测 1 次；雨季（6-8 月）加密至每半月 1 次；发现异常变形时加密至每周 1 次，必要时进行连续监测；每次强降雨后 24 小时内加测 1 次。

（5）技术要求

测量精度应满足变形测量的精度要求。每次监测应由同一测量人员、使用同一仪器、沿同一路线进行，以减小系统误差。监测数据应及时整理，建立监测点变形台账，分析变形趋势。当监测数据显示变形速率明显增大或累计变形量接近预警值时，应及时发出预警并报告相关部门。

（6）监测时限

监测自方案服务年限开始至终采后管护期结束，即 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

2、泥石流监测

（1）监测内容

对沟谷内废石场及周边区域进行泥石流隐患监测，主要监测废石场堆体稳定性、坡面变形情况（裂缝、沉陷、滑移等）、拦挡及排水设施完好程度、沟道堵塞程度、汇水区径流变化及泥砂物源堆积情况，系统

掌握泥石流隐患的动态变化特征，评估其发展趋势，为地质灾害预警和防治提供科学依据。

（2）监测方法

采用固定监测点定期观测与人工辅助巡查相结合的方法。在各监测点布设沉降桩和位移桩，使用水准仪、钢尺、测距仪等工具，定期量测各点沉陷量、水平位移量及裂缝宽度、深度等参数；同时辅以目视巡查，对监测点周边及沟谷关键区段进行宏观变形识别。每次观测需详细记录数据，拍摄现场照片，建立监测台账，并与历史数据对比分析。发现异常变化或变形加速时，立即加密监测频次，并及时上报处置。

（3）监测点布设

根据废石场及沟谷地形条件和泥石流隐患分布特征，共布设 3 个固定监测点。各监测点具体布设及观测重点如下：

表5-3 泥石流监测点坐标一览表

（4）监测频率

正常情况下每月巡查 1 次；每年汛期前（5 月）对废石场排水设施进行专项巡查 1 次；雨季（6～8 月）及冻融期（3～4 月）加密至每半月 1 次；强降雨期间及降雨后 24 小时内加巡 1 次。发现废石堆体变形、裂缝扩展或排水设施损坏等异常情况时，加密至每周 1 次或随时巡查，并向上级报告。

（5）技术要求

应固定监测人员，经培训后掌握泥石流地质灾害的前兆识别方法和监测仪器操作技能。每次监测应按照固定周期和规定线路到达各监测点，携带记录本、相机、钢尺、测距仪、地质罗盘等工具。监测结束后及时填写《泥石流隐患监测记录表》，记录监测时间、监测点编号、气象条件、堆体变形情况、排水设施状况及发现的异常问题，建立监测台账。发现重大险情应立即报告并采取警戒措施。

表5-4 泥石流隐患巡查记录表

监测时间	监测点编号	天气	堆体沉降及变形情况	坡面裂缝位移变化	拦挡排水设施完好状况	异常情况描述及处置意见	监测人

(6) 监测时限

监测自方案服务年限开始至终采后管护期结束，即 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

3、含水层监测

(1) 监测内容

主要监测地下水水质变化情况。监测因子按照《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)执行，共 39 项。

(2) 监测方法

以取样化验为主，采集矿区水井水样，委托检测机构按《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）要求的方法进行检测。水质监测点布设尾矿库监测井和矿区水源井。

表5-5 地下水监测点坐标一览表

(3) 监测频率

水质监测每年 2 次（丰水期、枯水期各 1 次）。

(4) 监测技术要求

每次监测所取得的数据由专业技术人员进行存档，建立矿区内含水层监测技术档案，及时掌握矿山开采对含水层影响程度，发现问题及时采取相应措施处理。

(5) 监测时间

监测自 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

4、地形地貌景观监测

(1) 监测内容

为保护采矿必要破坏土地以外土地免受破坏，对矿区内土地资源、地形地貌景观进行监测。

(2) 监测方法

采用人工现场调查、巡视监测和卫星遥感或无人机航拍监测相结合的方法。对土地破坏前、土地破坏后及根据方案恢复治理后的情况均应进行现场照相，并保存记录，进行结果对比，根据矿山实际破坏地形地貌景观及土地资源情况进行加密或减少监测频率，并做好巡查记录，及时发现问题及时治理。

(3) 监测频率

每月监测 1 次，每年对场地占用情况进行一次仪器测量并拍照摄像。

(4) 监测时间：2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

表5-6 地形地貌及土地复垦监测记录表

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	
	损毁程度	
	治理难度	
监测人员		
存在问题		
处理意见		
处理结果		

(二) 土地资源监测

土地资源监测主要包括土壤环境监测和土地复垦成效监测两项内容。

1、土壤环境监测

(1) 监测内容

主要监测矿山活动对土壤环境的扰动影响，包括：土壤侵蚀面积及程度变化；地表扰动范围及类型变化；土壤盐渍化、沙化趋势；矿山运输及风扬粉尘对周边土壤的覆盖影响；废石场周边土壤流失情况等。

(2) 监测方法

采用人工现场调查与土壤简易检测相结合的方法。在各监测点设置固定监测断面，定期观察记录土壤地表形态变化、侵蚀沟发育情况、地表结皮状况、粉尘覆盖厚度等；测定土壤表层容重变化及土壤酸碱度变化；拍照记录土壤地表状况。

(3) 监测频率

每年 2 次（春季解冻后和秋季各 1 次）。遇强降雨后 48 小时内加测 1 次，重点巡查水土流失和地表扰动情况。

(4) 监测点布设

巡视监测，不设置固定监测点。

(5) 监测时限

自 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

2、土地复垦成效监测

(1) 监测内容

主要监测土地复垦工程实施效果，包括：各修复单元覆土厚度是否达到设计要求（灌木林地 $\geq 0.5\text{m}$ ）；修复后土地面积及地类变化；土地平整度及地表坡度情况；地表径流及水土保持措施有效性；复垦土地与周边地形地貌景观的协调性等。

(2) 监测方法

采用现场测量与样方调查相结合的方法。在已复垦区域设置固定监

测样方（样方大小 10m×10m），利用钢尺、剖面尺等工具实测覆土厚度，每样方随机布设不少于 5 个测点；采用水准仪或 RTK 测量场地平整度及坡度；记录地表碎石含量及粒径变化情况；拍照留存各时期复垦效果影像资料。

（3）监测频率

每年 1 次，安排在植被生长旺盛期（7～8 月）与植被恢复监测同步进行。

（4）监测点布设

在修复分区内布设监测样方，样方布设应涵盖不同修复方向和立地条件类型，不设置固定监测点。

（5）监测时限

自修复工程实施完成后开始，持续至管护期结束。

（三）生态系统监测

生态系统监测重点关注采矿活动对矿区植被和土壤的破坏与恢复情况，设置植被恢复监测、土壤质量监测两项内容。

1、植被恢复监测

（1）监测内容：植被覆盖度、植物种类组成、群落结构、植物生长势及修复区植被恢复面积等。

（2）监测方法：采用样方调查与遥感解译相结合的方法；结合无人机航拍或卫星遥感影像，解译矿区植被覆盖度及分布变化。

（3）监测频率：每年 1 次，安排在植被生长旺盛期（7～8 月）。

（4）监测点布设：在典型修复分区内布设监测样方，样方布设应涵盖不同修复方向和立地条件类型；不设置固定监测点。

（5）监测时限：自 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

2、土壤质量监测

(1) 监测内容：按照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36000-2018)标准表 1 项目执行。

(2) 监测方法：在各监测点采集表层土壤（0~20cm）样品，委托检测机构化验。

(3) 监测频率：每年 1 次。

(4) 监测点布设：在 SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、废石场、选矿厂（尾矿库）下风向等可能受影响的区域各布设 1 个监测点，共 4 个监测点。

表5-7 地下水监测点坐标一览表

(5) 监测时限：自 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日，共 8 年。

第二节 管护目标与措施

一、管护目标

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

具体目标如下：

(1) 确保复垦植被成活率：灌木（山杏、虎榛子）成活率不低于 85%，草本植物（羊草、冰草、紫花苜蓿）出苗率不低于 85%。

(2) 确保植被覆盖度：管护期满后，灌木林地植被覆盖度不低于 30%，郁闭度不低于 0.30。

(3) 确保植物群落稳定：维持层次丰富、稳定的植物群落结构，无超过 200m²以上的集中裸露地；病虫害控制在 10%以下，不致成灾；全年杜绝发生大的火灾事故，未发生过火面积超过 1000m²的火灾。

(4) 确保安全防护设施完好：预测塌陷区外围警示牌等安全防护设

施结构完整、标识清晰，持续发挥安全警示和隔离防护功能。

二、管护对象及范围

管护对象为矿区全部生态修复区域，包括：废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路、预测塌陷区及前期治理区，管护总面积 5.7243hm²。管护责任主体为矿业权人，管护期为 3 年，管护期满后移交土地权属人管护。

三、管护措施

（一）灌溉

灌溉是保证植被成活与生长的关键措施，须贯穿整个管护期。

灌溉方式：采用水罐车运水，移动灌溉。根据复垦区地形及植被分布，由水罐车将水运至田间地头或可到达的位置，通过出水管连接喷枪、软管或人工移动浇灌，对灌草区进行灵活补水。移动灌溉可有效覆盖无固定水源或管道未铺设的区域，节省投资，提高水资源利用效率。

灌溉制度：植被栽植后应立即浇透定根水（水罐车逐穴浇灌）。之后根据天气和土壤墒情确定灌溉频率：春旱季节每 7~10 天灌溉 1 次，夏季高温期视情况增加至每 5~7 天 1 次，雨季可减少或暂停。每年灌溉总次数不少于 8~10 次。

灌溉水量：对灌草混播区及撒播牧草区，采用移动洒水或人工喷淋，以湿透表土层 20~30cm 为宜，按每平方米 10~20L 控制。

重点灌溉时期：抓好春灌（促返青）、夏灌（抗旱保苗）、秋灌（防冬旱）及封冻前灌一次越冬水。

水罐车及设备维护：定期检查水罐车储罐、水泵、出水管、喷头等，保持车辆及设备清洁，防止漏水堵塞，确保随时可调用。

（二）林草植被管护

在保证移动灌溉的前提下，同步开展以下抚育工作：

松土与除草：灌溉后或雨后及时松土，防止土壤板结；每年除草 2～3 次，减少杂草竞争。

病虫害防治：加强巡查，发现病株及时砍伐并喷洒农药，防止扩散。

补植与补播：栽植或播种后 30 天核查成活率（出苗率），成活率低于 85%或缺苗率>15%时，在下一个适宜季节及时补植或补播。补植树种、草种与原设计一致（灌木选用山杏、虎榛子，草本选用羊草、冰草、紫花苜蓿）。

禁牧与防火：管护期内严禁放牧，防止牲畜啃食、践踏复垦植被；加强防火巡查，防范火灾发生。

（三）生态修复后土壤管护

土壤管护是保障复垦土地持续生产力的重要环节，管护期内应对修复后的土壤进行持续养护，确保土壤质量不退化。

管护内容：

（1）土壤侵蚀防治：定期巡查修复区地表，发现冲沟、切沟等侵蚀迹象及时回填整治，防止侵蚀扩大；雨季前对边坡、陡坡区域进行重点巡查，必要时采取临时拦挡、覆盖等措施减少水土流失。

（2）土壤板结防治：对覆土后出现板结的区域，适时进行松土，破除表层板结，增加土壤通气透水能力，促进植被根系发育。

（3）土壤养分维持：管护期内每年春季对植被生长不良的区域追施有机肥，施肥标准不低于 2000kg/hm²；对出现缺素症状的植被区域，针对性补充微量元素肥料。

（4）土壤盐渍化防治：定期检查修复区地表是否有盐霜或盐斑出现，发现盐渍化迹象应及时采取灌溉淋洗、增施有机肥等措施进行治理，确保土壤质量满足植被生长要求。

管护方法：

采用人工巡查与现场简易测试相结合的方法。管护人员每月对修复区进行 1 次巡查，重点观察地表侵蚀、板结、盐渍化等情况；观察植被生长状况，判断土壤是否满足植被生长需求；如发现异常应及时分析原因并采取补救措施。

管护标准：

（1）修复区无明显侵蚀沟、冲沟发育，土壤流失量不高于当地同类土壤自然侵蚀背景值；

（2）土壤表层无明显板结，孔隙状况良好，植被根系可正常下扎；

（3）土壤 pH 值维持在 6.5~8.5 之间，无盐渍化现象；

（4）已复垦植被生长正常，无大面积因土壤原因导致的枯黄、死亡现象。

第三节 工程量

（一）矿山地质环境监测工程量

矿山地质环境监测工程量如下表所示。

表5-7 矿山地质环境监测工程量汇总

序号	监测项目	监测频率（次/年）	数量（点）	监测时限（年）	工程量（点次）
一	地质灾害监测				
1	地表变形	12	20	12	2880
2	泥石流	12	1	8	96
3	含水层	2	2	8	32
4	地形地貌景观	12	1	8	96
二	土地资源监测				
1	土壤环境	2	1	12	24
2	土地复垦成效	1	1	12	12
三	生态系统监测				
1	植被恢复	1	1	12	12
2	土壤质量	1	1	12	12

（二）管护工程量

植被管护主要包括有针对性地巡查、补种等，管护时间为春秋两季，每季管护 3 次，每年管护 6 次，管护年限为 3 年。

表5-8 管护工程量表

管护范围	管护面积 (hm ²)	管护年限 (年)
生态修复区	5.7243	3

第六章 工程部署与经费估算

第一节 总体部署

一、总体目标任务

（一）总体目标

根据生态适宜性、生态恢复力，坚持"宜林则林、宜草则草"原则，通过工程、生物、化学等人工支持手段，使受损土地达到可供利用状态，恢复生态系统功能；坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，充分发挥自然恢复力，逐步恢复本地生态系统的生物群落组成和结构，使修复生态系统达到自我维持、自我调节，最终实现良性循环。

（二）具体任务

1、对已损毁的不再利用场地进行全面治理及前期治理区进行补充完善治理，消除地质环境隐患，恢复土地功能。

2、在矿山生产期间，坚持"边开采、边治理"，对预测地面塌陷区开展长期地表变形监测，对出现的塌陷坑及时治理。

3、矿山闭坑后，对各场地进行集中治理，包括建筑物拆除清理、井口封堵、修坡整形、垫坡、整平、覆土、植被重建等工程。

4、对全部修复区域实施管护，包括浇水、施肥、补种补植、病虫害防治等，确保植被成活率和覆盖度达到设计要求。

5、在方案服务年限内，持续开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，为生态修复效果评估和动态管理提供科学依据。

二、总体部署与安排

根据矿山生产期、修复期、管护期的时序安排，将矿区生态修复方案规划年限（2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日）划分为生产期、修复期、管护期三个阶段。各阶段部署如下：

（一）生产期 3.5 年（2026 年 7 月～2030 年 12 月）

本阶段主要针对预测地面塌陷区出现的塌陷坑进行治理，并设置警示牌，治理工作持续至修复管护期结束；完成废弃 SJ37 工业场地全面治理；SJ38 工业场地切坡砌筑框格护坡、坡脚砌筑浆砌石挡墙、周边栽植景观树，SJ39 工业场地周边栽植景观树、边坡修坡整形，废石场底部砌筑浆砌石挡墙，办公生活区及选矿厂周边栽植景观树，炸药库边坡修坡整形，尾矿坝固土灌草混播，民采坑回填、整平、覆土、植被恢复，PD 工业场地及民采 PD4 场地治理，前期治理区的完善。同时开展监测和管护工作。

（二）修复期 1.5 年（2031 年 1 月～2032 年 6 月）

本阶段主要针对预测地面塌陷区出现的塌陷坑进行治理，治理工作持续至修复管护期结束；完成 SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、矿区道路等剩余各场地的全面治理工程。同时开展监测和管护工作。

（三）管护期 3.0 年（2032 年 7 月～2034 年 6 月）

治理工程完成后，对全部已修复区域进行为期三年的管护，包括灌溉、松土除草、病虫害防治、补植补播、土壤管护等，并持续开展监测工作，直至方案服务期结束。

表6-1 各单元生态修复和管护时序表

修复单元	生产期 3.5 年（2026 年 7 月～2030 年 12 月）	修复期 1.5 年（2031 年 1 月～2032 年 6 月）	管护期 3.0 年（2032 年 7 月～2034 年 6 月）
预测塌陷区	布设监测点，开展地表变形监测对出现的塌陷坑进行治理；设置警示牌；管护	继续对出现塌陷坑进行治理；管护	继续对出现塌陷坑进行治理；管护；持续监测
废弃 SJ37 工业场地	全面治理；管护	管护	管护
SJ38 工业场地	浆砌石挡墙施工、修筑护坡、栽植景观树	全面治理	管护
SJ39 工业场地	修坡整形、栽植景观树	全面治理	管护
PD 工业场地	全面治理；管护	管护	管护
民采 PD4	全面治理；管护	管护	管护
办公生活区	栽植景观树	全面治理	管护
废石场	浆砌石挡墙施工	全面治理	管护
选矿厂	修筑护坡、栽植景观树	全面治理	管护
尾矿库	尾矿坝灌草混播	全面治理	管护
炸药库	修坡整形	全面治理	管护
民采坑	全面治理；管护	管护	管护
矿区道路	—	全面治理	管护
前期治理区	撒播种草（补种补植）	—	—
矿区	监测	监测	监测

第二节 总体经费估算

一、经费估算依据

（一）计价依据

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

（二）费用构成及计算方法

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润和税金。

（1）直接费

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

① 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元 / 工日），人工单价根据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》的规定及当地市场价格计取，甲类工 78.28 元 / 工日，乙类工 57.20 元 / 工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，定额材料费是定额中各种材料估算价格与定额消耗量的乘积之和，本次概算编制材料价格全部以材料到工地实际价格计算，部分材料价格参照市建设工程价格信息网的预算价格，材料价格中已包括了材料的运杂费。本次估算编制材料价格全部以实际市场材料价格为准。对于低于《土地开发整理项目预算定额标准》中主材规定价格的材料，直接按照实际价格计入工程施工费单价；对于高于《土地开发整理项目预算定额标准》中主材规定价格的材料，对于超出限价部分单独计算材料价差。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元 / 台班）。施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）编制。

② 措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工

辅助费和安全施工措施费，本项目不计夜间施工增加费。措施费按项目直接工程费×措施费费率进行计算。其费率依据财政厅、国土资源厅《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》计取，取费标准见表 6-2。

表6-2 措施费费率表

序号	工程类别	临时设施费率（%）	冬雨季施工增加费率（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
2	石方工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
3	砌体工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
4	混凝土工程	3	0.7	0.7	0.2	4.6
5	植被工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6
6	辅助工程	2	0.7	0.7	0.2	3.6

（2）间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据《内蒙古自治区矿山地质环境治理工程预算定额标准（试行）》规定，间接费率按工程类别进行计取，间接费按项目直接费×间接费费率进行计算，取费标准见表 6-3。

表6-3 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	植被工程	直接费	5
6	辅助工程	直接费	5

（3）利润

依据《土地开发整理项目预算编制暂行规定》，利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

（4）税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财税〔2019〕39号）等文件，税金按直接费、间接费、利润之和的9%计取。

（5）设备购置费

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

2、其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

（1）前期工作费

包括项目可研论证费、项目勘测与设计费、项目招标代理费。

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

表6-4 项目可研论证费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目可研论证费（万元）
1	≤180	2
2	500	4
3	1000	6
4	3000	12
5	5000	15
6	10000	25

注：计费基数大于1亿元时，按计费基数的0.25%计取。

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

表6-5 项目勘测与设计计费标准

序号	计费基数（万元）	项目勘测与设计计费（万元）
----	----------	---------------

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

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.70% 计取。

项目招标代理费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

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

注：计费基数小于 100 万元时，按计费基数的 1.0% 计取。

（2）工程监理费

以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计算方式计算，各区间按内插法确定。

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	≤180	4
2	500	10
3	1000	18
4	3000	45
5	5000	70
6	10000	120

注：计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 1.20% 计取。

（3）竣工验收费

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

表6-8 工程验收费计费标准

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

项目决算编制与审计费以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表6-9 项目决算编制与审计费标准

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

（4）项目管理费

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

表6-10 项目管理费计费标准

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

3、预备费

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

（1）基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本项目按工程施工费和其他费用之和的 6.0%计取。

（2）价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。假设矿山生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的当年物价指数 r 计算，若每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 a_n （万元），则第 i 年的价差预备费

$$W_i = a_i [(1+r)^i - 1]$$

式中： W_i =价差预备费；

a_i =复垦期间第 n 年的静态投资；

r =物价指数，本《方案》根据近 30 年物价上涨指数平均值选取 6%。

因此本《方案》价差预备费为复垦期间 W_i 之和。

（3）风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的生态修复过程中可能发生风险的备用金。本方案确定风险金按工程施工费和其他费用之和的 10%计取。

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

(1) 监测费

包括矿山地质环境监测、土地资源监测、生态系统监测等监测费等。

本方案将监测费用单独列出。

表6-11 监测取费标准表

序号	监测项目	频率	单价（元）
一	地质灾害监测		
1	地表变形	点次	20
2	泥石流	次	100
3	含水层	点次	500
4	地形地貌景观	点次	200
二	土地资源监测		
1	土壤环境	次	500
2	土地复垦成效	次	500
三	生态系统监测		
1	植被恢复	次	500
2	土壤质量	次	500

(2) 管护费

管护费是对复垦区域土地植被进行有针对性巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药、刷白等管护工作所发生的费用，主要包括管理和养护两大类。每年管护2次。管护价格，本方案管护单价为2000元/hm²。

二、单项工程量及经费预算

本次矿山生态修复工程包括：地貌重塑、土壤重构、植被重建、监测工程和管护工程等工程措施。单项工程施工费及监测管护费估算见下表。

表6-12 单项工程施工费及监测管护费估算表

序号	工程项目	计量单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
一	地貌重塑工程				139.29
1	回填	100m ³	212.14	2532.82	53.73
2	井口封堵	处	4	800.00	0.32
3	修坡整形	100m ³	9.45	2532.82	2.39
4	垫坡	100m ³	24.39	2532.82	6.18
5	拆除清理	100m ³	4.46	5923.62	2.64
6	清运	100m ³	245.69	2532.82	62.23
7	整平	100m ³	171.73	634.72	10.90
8	警示牌	块	18	500.00	0.90
二	土壤重构工程				47.15
1	覆土	100m ³	286.21	1460.41	41.80
2	培肥	100m ²	572.43	93.54	5.35
三	植被重建工程				3.41
1	灌草混播	hm ²	5.87	4479.13	2.63
2	栽植景观树	100 株	3.27	2382.02	0.78
四	砌体工程				3.19
1	浆砌石挡墙	100m ³	0.60	28403.74	1.70
2	浆砌石排水沟	100m ³	0.52	28403.74	1.49
五	监测工程				10.32
1	地表变形	点次	1920	20.00	3.84
2	泥石流	次	96	100.00	0.96
3	含水层	点次	32	500.00	1.60
4	地形地貌景观	点次	96	200.00	1.92
5	土壤环境	次	16	500.00	0.80
6	土地复垦成效	次	8	500.00	0.40
7	植被恢复	次	8	500.00	0.40
8	土壤质量	次	8	500.00	0.40
六	管护工程				1.14
1	管护费	hm ²	5.7243	2000.00	1.14
合计					204.51

三、总工程量及经费预算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等,参照相关标准,进行经费估算。本项目生态修复动态投资 321.99 万元,静态总投资 264.50 万元。

表6-13 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额(万元)	各费用占静态费用的比例	各费用占动态费用
	1	2	3	4
1	工程施工费	194.34	73.48%	
2	其他费用	23.79	8.99%	
3	监测费	10.32	3.90%	
4	管护费	1.14	0.43%	
5	预备费	34.90	13.20%	
7	静态总投资	264.50	100.00%	82.15%
6	价差预备费	57.49	/	17.85%
8	动态总投资	321.99	/	100.00%

表6-14 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		11.12	46.75
(1)	项目可研论证费	工程施工费<180, 直接取费 2 万	2.09	8.78
(2)	项目勘测与设计费	工程施工费<180, 直接取费 7.5 万	8.06	33.88
(3)	项目招标代理费	工程施工费×费率(0.5%)	0.97	4.08
2	工程监理费	0.50%	4.27	17.94
3	竣工验收费	工程施工费<180, 直接取费 4 万	5.18	21.76
(1)	工程验收费	工程施工费×费率(1.7%)	3.23	13.59
(2)	项目决算编制与审计费	工程施工费×费率(1.0%)	1.94	8.17
4	项目管理费	(工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费)×费率	3.22	13.55
总计			23.79	100.00

表6-15 预备费预算表

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	费率(%)	费用(万元)
1	基本预备费	194.34	23.79	6%	13.09
2	风险金	194.34	23.79	10%	21.81
合计					34.90

表6-16 工程施工费单价分析表

序号	工程项目	计量单位	直接费（元）	直接工程费（元）	措施费（元）	间接费（元）	利润（元）	价差（元）	税金（元）	单价（元）
一	地貌重塑工程									
1	回填	100m³	1649.74	1589.34	60.39	98.98	52.46	522.51	209.13	2532.82
2	井口封堵	处								800.00
3	修坡整形	100m³	1649.74	1589.34	60.39	98.98	52.46	522.51	209.13	2532.82
4	垫坡	100m³	1649.74	1589.34	60.39	98.98	52.46	522.51	209.13	2532.82
5	拆除清理	100m³	4049.53	3901.28	148.25	202.48	127.56	1054.94	489.11	5923.62
6	清运	100m³	1649.74	1589.34	60.39	98.98	52.46	522.51	209.13	2532.82
7	整平	100m³	436.99	420.99	16.00	26.22	13.90	105.21	52.41	634.72
8	警示牌	块								500.00
二	土壤重构工程									
1	覆土	100m³	974.75	939.06	35.68	48.74	30.70	285.63	120.58	1460.41
2	培肥	100m²	77.12	74.30	2.82	3.86	2.63	2.43	7.51	93.54
三	植被重建工程									
1	灌草混播	hm²	3799.62	3660.52	139.10	189.98	119.69	0.00	369.84	4479.13
2	栽植景观树	100 株	2020.66	1946.69	73.97	101.03	63.65075945	0.00	196.68	2382.02
四	砌体工程									
1	浆砌石挡墙	100m³	16508.15	15903.80	604.34	825.41	520.01	8204.91	2345.26	28403.74
2	浆砌石排水沟	100m³	16508.15	15903.80	604.34	825.41	520.01	8204.91	2345.26	28403.74
3	框格护坡	100m³	16508.15	15903.80	604.34	825.41	520.01	8204.91	2345.26	28403.74
五	监测工程									
1	地表变形	点次	-	-	-	-	-	-	-	20.00
2	泥石流	次	-	-	-	-	-	-	-	100.00
3	含水层	点次	-	-	-	-	-	-	-	500.00
4	地形地貌景观	点次	-	-	-	-	-	-	-	200.00

序号	工程项目	计量单位	直接费（元）	直接工程费（元）	措施费（元）	间接费（元）	利润（元）	价差（元）	税金（元）	单价（元）
5	土壤环境	次								500.00
6	土地复垦成效	次								500.00
7	植被恢复	次								500.00
8	土壤质量	次								500.00
六	管护工程									
1	管护费	hm ²	-	-	-	-	-	-	-	2000.00
合计										

表6-17 价差预备费估算表

年度	静态投资	系数	价差预备费	动态投资
2026年7月 - 2027年6月	26.62	1.00	0.00	26.62
2027年7月 - 2028年6月	70.75	1.06	4.24	74.99
2028年7月 - 2029年6月	70.70	1.12	8.74	79.44
2029年7月 - 2030年6月	19.29	1.19	3.68	22.97
2030年7月 - 2031年6月	19.29	1.26	5.06	24.35
2031年7月 - 2032年6月	19.29	1.34	6.52	25.81
2032年7月 - 2033年6月	19.29	1.42	8.07	27.36
2033年7月 - 2034年6月	19.29	1.50	9.71	29.00
2034年7月 - 2035年6月	19.29	1.59	11.45	30.74
合计	283.79	—	57.49	341.28

第三节 阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

（一）生产期3.5年（2026年7月～2029年12月）

- 1、废弃SJ37工业场地：修坡整形、整平、覆土、培肥、灌草混播。
- 2、SJ38工业场地：周边景观树栽植、切坡修筑框格护坡、边坡坡脚浆砌石挡墙施工。
- 3、SJ39工业场地：周边景观树栽植、边坡修坡整形。
- 4、办公生活区：周边景观树栽植。
- 5、选矿厂：切坡修筑框格护坡、周边景观树栽植。
- 6、废石场：底部浆砌石挡墙施工。
- 7、炸药库：边坡修坡整形。
- 8、尾矿库：尾矿坝灌草混播。
- 9、民采坑：回填、整平、覆土、培肥、灌草混播。
- 10、PD工业场地：封堵、拆除清理、垫坡、整平、覆土、培肥、灌

草混播。

11、民采PD4：回填、封堵、整平、覆土、培肥、灌草混播。

12、前期治理区：撒播种草补种补植。

13、开展监测和管护工作。

（二）终采后修复期1.5年（2030年1月～2031年6月）

1、SJ38工业场地：拆除清理、垫坡、回填、封堵、整平、覆土、培肥、灌草混播。

2、SJ39工业场地：拆除清理、垫坡、回填、封堵、整平、覆土、培肥、灌草混播。

3、办公生活区：拆除清理、整平、覆土、培肥、灌草混播。

4、废石场：清运剩余废石、修筑排水沟、整平、覆土、培肥、灌草混播。

5、选矿厂：拆除清理、垫坡、整平、覆土、培肥、灌草混播。

6、尾矿库：回填、整平、覆土、培肥、灌草混播。

7、炸药库：拆除清理、垫坡、整平、覆土、培肥、灌草混播。

8、矿区道路：整平、覆土、培肥、灌草混播。

9、预测塌陷区：继续对出现的塌陷坑进行回填、整平、覆土、培肥、灌草混播。

10、持续开展各类监测及已修复区域的管护。

（三）管护期（2031年7月～2034年6月）

持续开展各类监测及已修复区域的管护。

表6-18 方案服务期内生态修复安排表

治理阶段	治理单元	工程措施	单位	工程量
生产期	完善前期	灌草混播	hm ²	0.2858
	一号预测塌陷区	警示牌	m ³	9
		回填	m ³	6336
		整平	m ³	379
		覆土	m ³	632
		土壤培肥	hm ²	0.1265
		灌草混播	hm ²	0.1265
	二号预测塌陷区	警示牌	m ³	9
		回填	m ³	4693
		整平	m ³	283
		覆土	m ³	471
		土壤培肥	hm ²	0.0471
		灌草混播	hm ²	0.0942
	废弃 SJ37 工业场地	修坡整形	m ³	180
		整平	m ³	324
		覆土	m ³	540
		土壤培肥	hm ²	0.1080
		灌草混播	hm ²	0.1080
	SJ38 工业场地	浆砌石挡墙	m ³	20
		框格护坡	m ³	17
		栽植景观树	株	71
	SJ39 工业场地	修坡整形	m ³	372
		栽植景观树	株	37
	PD 工业场地	封堵	处	1
		拆除清理	m ³	12
		垫坡	m ³	237
		整平	m ³	142
		覆土	m ³	236
		土壤培肥	hm ²	0.0472
		灌草混播	hm ²	0.0472
	民采 PD4	回填	m ³	20
		封堵	处	1
		整平	m ³	8
		覆土	m ³	13
		土壤培肥	hm ²	0.0026
		灌草混播	hm ²	0.0026
	办公生活区	栽植景观树	株	58
	选矿厂	栽植景观树	株	161
		框格护坡	m ³	29
	炸药库	修坡整形	m ³	393
	尾矿库	灌草混播（尾矿坝）	hm ²	0.1474

治理阶段	治理单元	工程措施	单位	工程量
	民采坑	回填	m ³	1802
		整平	m ³	192
		覆土	m ³	319
		土壤培肥	hm ²	0.0639
		灌草混播	hm ²	0.0639
	矿区	监测和管护	年	3.5
修复期	一号预测塌陷区	回填	m ³	6336
		整平	m ³	379
		覆土	m ³	632
		土壤培肥	hm ²	0.1265
		灌草混播	hm ²	0.1265
	二号预测塌陷区	回填	m ³	4693
		整平	m ³	283
		覆土	m ³	471
		土壤培肥	hm ²	0.0471
		灌草混播	hm ²	0.0942
	SJ38 工业场地	回填	m ³	380
		封堵	处	1
		拆除清理	m ³	85
		垫坡	m ³	574
		整平	m ³	2187
		覆土	m ³	3645
		土壤培肥	hm ²	0.1265
		灌草混播	hm ²	0.1265
	SJ39 工业场地	回填	m ³	454
		封堵	处	1
		拆除清理	m ³	36
		垫坡	m ³	247
		整平	m ³	720
		覆土	m ³	1200
		土壤培肥	hm ²	0.0942
		灌草混播	hm ²	0.0942
	办公生活区	拆除清理	m ³	82
		整平	m ³	983
		覆土	m ³	1639
		土壤培肥	hm ²	0.3278
		灌草混播	hm ²	0.3278
	废石场	浆砌石排水沟	m ³	52
		整平	m ³	2924
		覆土	m ³	4873
		土壤培肥	hm ²	0.9746
		灌草混播	hm ²	0.9746

治理阶段	治理单元	工程措施	单位	工程量
	选矿厂	拆除清理	m ³	170
		垫坡	m ³	324
		整平	m ³	3808
		覆土	m ³	6346
		土壤培肥	hm ²	1.2692
		灌草混播	hm ²	1.2692
	尾矿库	回填	m ³	7528
		整平	m ³	3010
		覆土	m ³	5016
		土壤培肥	hm ²	1.0032
		灌草混播	hm ²	1.1506
	炸药库	拆除清理	m ³	61.0000
		垫坡	m ³	1057
		整平	m ³	1351
		覆土	m ³	2251
		土壤培肥	hm ²	0.4502
		灌草混播	hm ²	0.4502
	矿区道路	整平	m ³	864
		覆土	m ³	1440
		土壤培肥	hm ²	0.2880
		灌草混播	hm ²	0.2880
	矿区	监测和管护	年	1.5
管护期	矿区	监测和管护	年	3.0

二、前三年工作任务与经费进度安排

（一）前三年工作任务

近期年度工作任务为前三年矿山生态修复工作，即矿区生态修复治理第一阶段（2026年7月～2029年6月），年度实施计划具体如下：

1、2026年7月-2027年6月（第一年）

- （1）完善前期治理工程：灌草混播。
- （2）SJ38工业场地：浆砌石挡墙施工。
- （3）SJ39工业场地：修坡整形。
- （4）PD工业场地：封堵、拆除清理、垫坡、整平、覆土、土壤培肥、灌草混播。

- (5) 民采PD4：回填、封堵、整平、覆土、土壤培肥、灌草混播。
- (6) 办公生活区：栽植景观树。
- (7) 选矿厂：栽植景观树。
- (8) 炸药库：修坡整形。
- (9) 民采坑：回填、整平、覆土、土壤培肥、灌草混播。
- (10) 开展地质环境、土地资源、生态系统监测。

2、2027年7月-2028年6月（第二年）

- (1) 预测塌陷区：设置警示牌，回填、整平、覆土、土壤培肥、灌草混播。
- (2) 废弃SJ37工业场地：修坡整形、整平、覆土、土壤培肥、灌草混播。
- (3) SJ38工业场地：切坡修筑框格护坡、栽植景观树。
- (4) SJ39工业场地：栽植景观树。
- (5) 选矿厂：切坡修筑框格护坡。
- (6) 尾矿库：尾矿坝灌草混播。
- (7) 开展地质环境、土地资源、生态系统监测，复垦区进行管护。

3、2028年7月-2029年6月（第三年）

- (1) 预测塌陷区：回填、整平、覆土、土壤培肥、灌草混播。
- (2) 开展地质环境、土地资源、生态系统监测，复垦区进行管护。

(二) 经费进度安排

根据矿区生态修复工作预算，前三年修复工程投资 181.05 万元。

图6-1 前三年修复工程单元分布图

表6-19 前三年矿区生态修复工作计划表

年度	治理单元	范围	是否为临时用地	工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm²)	费用(万元)
2026.7-2027.6	完善前期	-	否	灌草混播	hm²	0.2858	-	0.2858	-
	SJ38 工业场地	见前三年度生态修复单元拐点坐标一览表	否	浆砌石挡墙	m³	20	-	-	0.5681
	SJ39 工业场地		否	修坡整形	m³	372	-	-	0.9422
	PD 工业场地		否	封堵	处	1	灌木林地	0.0472	8.2889
				拆除清理	m³	12			
				垫坡	m³	237			
				整平	m³	142			
				覆土	m³	236			
				土壤培肥	hm²	0.0472			
				灌草混播	hm²	0.0472			
	民采 PD4		否	回填	m³	20	灌木林地	0.0026	0.1592
				封堵	处	1			
				整平	m³	8			
				覆土	m³	13			
土壤培肥		hm²		0.0026					
灌草混播		hm²		0.0026					
办公生活区	否	栽植景观树	株	58	-	-	0.1382		
选矿厂	否	栽植景观树	株	161	-	-	0.3835		

年度	治理单元	范围	是否为临时用地	工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm²)	费用(万元)
	炸药库		否	修坡整形	m³	393	-	-	0.9954
	民采坑		否	回填	m³	1802	灌木林地	0.0639	5.2393
				整平	m³	192			
				覆土	m³	319			
				土壤培肥	hm²	0.0639			
				灌草混播	hm²	0.0639			
矿区	-		监测和管护	年	1	-	-	1.2739	
2027.7-2028.6	一号预测塌陷区		否	警示牌	m³	9	灌木林地	0.0316	33.6122
				回填	m³	1584			
				整平	m³	95			
				覆土	m³	158			
		土壤培肥		hm²	0.0316				
		灌草混播		hm²	0.0316				
	二号预测塌陷区	否	警示牌	m³	9	灌木林地	0.0236	25.1454	
			回填	m³	1173				
			整平	m³	71				
			覆土	m³	118				
			土壤培肥	hm²	0.0236				
			灌草混播	hm²	0.0236				

年度	治理单元	范围	是否为临时用地	工程措施	单位	工程量	目标地类	面积(hm²)	费用(万元)
	废弃 SJ37 工业场地		否	修坡整形	m³	180	灌木林地	0.1080	1.5996
				整平	m³	324			
				覆土	m³	540			
				土壤培肥	hm²	0.1080			
				灌草混播	hm²	0.1080			
	SJ38 工业场地		否	栽植景观树	株	71	-	-	0.6401
				框格护坡	m³	17			
	SJ39 工业场地		否	栽植景观树	株	37	-	-	0.0889
	选矿厂		否	框格护坡	m³	29	-	-	0.8255
	尾矿库		否	灌草混播（尾矿坝）	hm²	0.1474	-	-	0.0660
矿区	-	监测和管护	年	1	-	-	1.2739		
2028.7-2029.6	一号预测塌陷区	否	回填	m³	3168	灌木林地	0.0316	37.2343	
			整平	m³	95				
			整平	m³	95				
			覆土	m³	158				
			土壤培肥	hm²	0.0316				
			灌草混播	hm²	0.0316				
	二号预测塌陷区	否	回填	m³	1173	灌木林地	0.0236	24.6954	
			整平	m³	71				

年度	治理单元	范围	是否为 临时用地	工程措施	单位	工程量	目标地类	面积 (hm²)	费用 (万元)
				覆土	m³	118			
				土壤培肥	hm²	0.0236			
				灌草混播	hm²	0.0236			
	矿区		-	监测和管护	年	1	-	-	1.2739

表 6-20 前三年度矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积 hm²	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	费用万元	实施时间
1	一号预测塌陷区	见前三年度生态修复单元拐点坐标一览表	0.6320	预防和修复工程	警示牌	9	0.4500	2027.7-2028.6	回填	3168	8.0238	2027.7-2029.6				
									整平	190	12.0406	2027.7-2029.6				
									覆土	316	46.1726	2027.7-2029.6				
									土壤培肥	0.0632	0.0591	2027.7-2029.6				
									灌草混播	0.0632	0.0283	2027.7-2029.6				
2	二号预测塌陷区		0.0471	预防和修复工程	警示牌	9	0.4500	2027.7-2028.6	回填	2347	5.9438	2027.7-2029.6				
									整平	141	8.9729	2027.7-2029.6				
									覆土	236	34.4090	2027.7-2029.6				
									土壤培肥	0.0471	0.0441	2027.7-2029.6				
									灌草混播	0.0471	0.0211	2027.7-2029.6				
3	废弃 SJ37 工业场地		0.1080	修复工程					修坡整形	180	0.4559	2027.7-2028.6				
									整平	324	0.2057	2027.7-2028.6				
									覆土	540	0.7886	2027.7-2028.6				
									土壤培肥	0.1080	0.1010	2027.7-2028.6				
									灌草混播	0.1080	0.0484	2027.7-2028.6				

序号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积 hm²	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	费用万元	实施时间
4	SJ38 工业场地		-	预防和修复工程					浆砌石挡墙	20	0.5681	2026.7-2027.6				
									框格护坡	17	0.4717	2027.7-2028.6				
									栽植景观树	71	0.1683	2027.7-2028.6				
5	SJ39 工业场地		-	修复工程					修坡整形	372	0.9422	2026.7-2027.6				
									栽植景观树	37	0.0889	2027.7-2028.6				
6	PD 工业场地		0.0472	修复工程					封堵	1	0.0800	2026.7-2027.6				
									拆除清理	12	7.1083	2026.7-2027.6				
									垫坡	237	0.6007	2026.7-2027.6				
									整平	142	0.0899	2026.7-2027.6				
									覆土	236	0.3447	2026.7-2027.6				
									土壤培肥	0.0472	0.0442	2026.7-2027.6				
									灌草混播	0.0472	0.0211	2026.7-2027.6				
7	民采 PD4		0.0026	修复工程					回填	20	0.0517	2026.7-2027.6				
									封堵	1	0.0800	2026.7-2027.6				
									整平	8	0.0050	2026.7-2027.6				
									覆土	13	0.0190	2026.7-2027.6				
									土壤培肥	0.0026	0.0024	2026.7-2027.6				
									灌草混播	0.0026	0.0012	2026.7-2027.6				

序号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	生态修复面积 hm²	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	费用万元	实施时间
8	办公生活区		-	修复工程					栽植景观树	58	0.1382	2026.7-2027.6				
9	选矿厂		-	修复工程					栽植景观树	161	0.3835	2026.7-2027.6				
									框格护坡	29	0.8255	2027.7-2028.6				
10	尾矿库		-	修复工程					灌草混播	0.1474	0.0660	2027.7-2028.6				
11	炸药库		-	修复工程					修坡整形	393	0.9954	2026.7-2027.6				
12	民采坑		0.0639	修复工程					回填	1802	4.5631	2026.7-2027.6				
									整平	192	0.1216	2026.7-2027.6				
									覆土	319	0.4663	2026.7-2027.6				
								土壤培肥	0.0639	0.0597	2026.7-2027.6					
								灌草混播	0.0639	0.0286	2026.7-2027.6					
13	完善前期			完善前期					灌草混播	0.2858	0.0000	2026.7-2027.6				
14	矿区		-	监测工程									地表变形	720	1.4400	2026.7-2029.6
													泥石流	36	0.3600	2026.7-2029.6
													含水层	12	0.6000	2026.7-2029.6
													地形地貌 景观	36	0.7200	2026.7-2029.6
													土壤环境	6	0.3000	2026.7-2029.6
													土地复垦	3	0.1500	2026.7-2029.6

序号	生态修复区块	范围（拐点坐标）	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	费用 万元	实施 时间
													成效			
													植被恢复	3	0.1500	2026.7-2029.6
													土壤质量	3	0.1500	2026.7-2029.6

表6-21 前三年度生态修复单元拐点坐标一览表

第七章 保障措施与公众参与

第一节 保障措施

一、组织保障

该矿区生态修复方案报自然资源行政主管部门批准后，由矿权人负责组织实施。为保证矿区生态修复方案的顺利实施，建立强有力的组织机构是十分必要的，组织机构负责土地复垦的委托、报批和方案实施工作。机构的工作职责如下：

（1）认真贯彻、执行“谁损毁、谁复垦”的复垦方针，确保矿区生态修复工程安全，充分发挥矿区生态修复工程效益。

（2）建立防治目标责任制，把矿区生态修复列为工程进度、质量考核的内容之一，制定矿区生态修复详细实施计划。

（3）生产期间，协调好矿区生态修复与主体工程的关系，确保矿区生态修复工作的正常施工，并按时竣工，最大限度恢复土地使用功能。

（4）深入现场进行检查和观察，掌握矿区生态修复工程的运行状况及防治措施落实情况。

（5）建立、健全各项档案，分析整编资料，为矿区生态修复工程竣工验收提供相关资料。

二、技术保障

（1）方案的实施应有充分的技术保障措施，因此，矿山必须配备相应的专业技术队伍，并有针对性地加强专业技术培训，应强化施工人员的矿山地质和土地复垦环境保护意识，提高施工人员的矿区生态修复技术水平，承诺将严格按照建设、施工等各项工作的有关规定，按年度有序进行。

（2）要依据本矿山批复的方案，因地制宜，因害设防，要优化防治结构，合理配置恢复治理工程与生物防治措施，使工程措施与生物防治措施有机结合。

（3）各施工单位应尽量采用先进的施工手段和合理的施工工艺，同时矿山建设开发单位应严格控制施工进度以确保矿区生态修复按时完成并取得成效。

三、资金保障

（1）资金来源、存放

公司为本矿区生态修复义务人，严格按照财政部、国土资源部、环保部《关于取消矿山地质环境恢复治理保证金，建立矿山地质环境恢复治理基金的指导意见》及《内蒙古自治区矿山地质环境恢复基金管理办法（试行）》设立专门账户，按照计算方法计提基金，存入专门帐户。确保复垦资金足额到位、安全有效。

（2）资金计提、使用、管理

① 资金计提

根据内蒙古自治区自然资源厅、内蒙古自治区财政厅、内蒙古自治区生态环境厅关于印发《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》。基金按照“采矿权人所有、属地监管、规范使用”的原则进行管理，基金由采矿权人自主使用。基金按年度提取，年度基金提取额按照矿类计提基数、地下开采影响系数、土地复垦难度影响系数、地区影响系数、上一年度实际生产矿石量综合确定。规定采矿权人年度提取的基金以及往年节余基金累计不足于本年度矿山地质环境保护和土地复垦费用的，应当以本年实际所需费用进行补足，完成矿区生态修复任务后的年度结余资金可以在下年度使用。矿区生态修复费用，根据每年计提的年度基金及年度治理计划进行提取。

② 资金使用

严格矿区招标制度、提高资金使用的透明度。矿区生态修复工程严格按照《工程招标投标办法》的规定，依据公开、公平、公正的原则实施招标投标制度。

遏制矿区资金的粗放利用行为。矿区生态修复工作切实关系着人民生命财产安全，每一分复垦资金都应落实在矿区生态修复矿区中，杜绝矿区资金的粗放利用现象。在复垦资金的使用中，将事中监督与事后检查制度同步实施，使复垦资金充分发挥效益。

杜绝改变矿区生态修复资金用途现象。公司矿区生态修复费金额较大，在矿区的实施过程中，任何个人和单位不得以配套工程、综合开发等名义将矿区生态修复资金变相地挪作他用。

本着“谁开发、谁保护；谁损毁、谁治理；谁投资、谁受益”的原则，矿区生态修复工作应由矿山企业负责实施、完成，《矿山地质环境保护规定》为矿区生态修复工作提供了资金保障。矿区生态修复费用全部由采矿权人筹措。落实阶段矿区生态修复费用，严格按照矿区生态修复方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤地安排治理项目资金的预算支出，进行矿区生态修复。矿区生态修复资金估算是矿山开采期间预计发生的治理成本。该成本是根据目前矿山开采能力估算的，在今后实施的过程中，应根据矿山开采状况和国家新的法规及规划治理期间市场价格进行调整。

四、监管保障

（1）矿山企业将严格按照评审修改后的方案实施矿区生态修复工程。自然资源主管部门有权依法对矿区生态修复方案实施情况进行监督管理。矿山企业作为义务人应强化矿区生态修复施工管理，严格按照方

案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门的合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

（2）为保障自然资源主管部门矿区生态修复实施监管工作，矿权人应当根据矿区生态修复方案，实施阶段计划和年度计划，定期向当地自然资源局报告当年实施情况，接受自然资源局对矿区生态修复实施情况的监督检查，接受社会对实施情况进行监督。

（3）自然资源主管部门在监管中发现义务人不履行矿区生态修复义务的，按照有关法律法规和政策文件的规定，应自觉接受自然资源主管部门及有关部门的处罚。

本项目的实施，是由矿方组织实施，建立专职机构，由专职人员具体管理负责制，制定详细的勘查、设计施工方案，建立质量监测及验收等工作程序。自觉地接受财政、监察、自然资源管理等部门的监督和检查，配备专职人员和有管理经验的技术人员组成项目区土地复垦办公室，专门负责项目区土地复垦工程的实施。

参与项目勘察、设计、施工及管理的单位，必须具备国家规定的资质条件，取得相应的资质证书、项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，做到责任明确，奖罚分明，施工所需的材料须经质检部门验收合格方可使用；工程竣工后，应及时报请财政及自然资源行政主管部门组织专家验收。

第二节 公众参与

生态修复是一项复杂的系统工程，不仅关乎矿区自然生态环境的修复成效，更与周边村民的基本民生保障紧密相连。为实现矿山治理与区域原始生态生境的有机衔接，确保矿山终采后向原始权属人交付时无争议，在生态修复工作推进过程中，需充分尊重权属村民的意愿，主动征

询村集体及村民代表意见，保障修复成果符合权属人后续使用需求。

经实地走访核查，方案编制组会同矿山企业代表，在就矿山生态修复事宜与村政府及村民代表充分沟通后，收集到以下明确要求：

1、要求优先种植紫花苜蓿等畜牧饲料类草本植物，兼顾生态恢复与村民畜牧养殖需求；灌木恢复选用山杏、虎榛子等当地优势乡土灌木，草本选用羊草、冰草、紫花苜蓿等本土草种，最大限度还原原生植被群落结构。

2、矿山终采后，需对受矿业活动影响形成的塌陷坑等危险区域进行妥善处置，采取防护、警示等措施，防范村民误入导致摔伤等安全事故。

3、扎实做好生态修复后的管护与动态监测工作，若后期出现生态退化问题，矿山企业需及时启动补充治理程序，确保修复效果长效稳定。

针对村集体及村民代表提出的上述要求，我方编制单位与矿业权人充分沟通协商后，一致认为各项要求合理可行、指向明确。方案设计中已优先选用紫花苜蓿、羊草、冰草等本土草种进行灌草混播，灌木选用山杏、虎榛子等当地优势种，与村民诉求一致。此举不仅符合国家及地方关于矿山生态修复的相关政策规定，更能切实保障村民后续生产生活权益，契合民生需求。矿山企业将严格按照上述要求推进生态修复各项工作，确保落地见效。

第三节 效益分析

1、防灾减灾效益

矿山生态环境治理项目地质环境问题主要是地下开采可能引发的地面塌陷地质灾害，对当地村民及牲畜的安全造成威胁。该矿区生态修复工程的实施，消除了隐患，体现了“以人为本”的原则。

2、社会效益

实施矿山生态修复方案工程，可有效保护矿区及周边群众的生产、生活环境，切实履行社会责任，有利于树立良好的企业形象。方案的实施最大限度地减少采矿对土地资源的破坏，方案的实施可恢复土地功能。通过方案的实施可及时恢复矿区土地功能，发展经济，为构建和谐农村、和谐社会创造了条件，具明显的社会效益。矿山生态修复方案因地制宜、因害设防，采取排、护、整、填、植等方面的综合治理措施对矿山地质环境、土地、生态进行治理。方案实施后，工程措施与生物措施相结合，在矿区栽植了适生的植被，一方面防治了地面塌陷等灾害的发生，另一方面通过治理将显著提高土地利用率和生产力，并增加了环境容量。矿山地质环境保护与恢复治理工程可改善矿区投资环境，带动其它相关产业发展，安置部分剩余劳动力，项目有较好的社会效益。

3、环境效益

方案的制定符合“绿水青山就是金山银山”的理念。矿区生态修复工程实施后，改善了区内生态环境质量，减轻了对地质地貌景观的破坏，使得区内部分土地使用功能得到良好利用。符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。对矿山土地进行复垦后，土地得到平整，土壤得到改善，使破损山体得于恢复，地面林草植被增加，水土得于保持促进和保持。茂盛的草木能净化空气，调节气候，美化环境，并能促进野生动物的繁殖，改善生物圈的生态环境。进行土地复垦，可防止水土流失，荒坡荒沟可长草；种树绿化后，可营造优美的工作环境。总之，实施矿山生态修复方案后，会取得好的环境效益，符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

4、经济效益

本方案实施后，治理区将恢复为灌木林地，提高治理区内植被覆盖

率，有效防止水土流失，改良土壤，减少各种地质灾害发生，保护当地土地的质量和可持续发展。

第八章 结论

1、矿山概况

敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿业权人为敖汉旗金路矿业有限责任公司，现持有采矿许可证号为***，有效期限***，矿区面积***，开采矿种为***，开采方式为地下开采。矿山服务年限为***。

2、方案服务年限

采矿权(剩余)有效年限 3.5 年。考虑到矿山生产服务年限期满后生态修复工程实施时间为 1.5 年，管护时间为 3 年。据此确定矿区生态修复方案规划年限为 8 年，即从 2026 年 7 月 1 日至 2034 年 6 月 30 日。

3、敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿生态修复面积***，修复单元包括一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、废石场、选矿厂、尾矿库、炸药库、民采坑、矿区道路等。损毁方式为塌陷、压占、挖损，损毁土地类型为灌木林地、其他林地、采矿用地、河流水面。

4、对本项目涉及土地进行损毁程度综合评价，各损毁单元综合评价结果为中度、重度，其中一号预测塌陷区、二号预测塌陷区、废石场、选矿厂、尾矿库综合评价结果为重度；废弃 SJ37 工业场地、SJ38 工业场地、SJ39 工业场地、PD 工业场地、民采 PD4、办公生活区、炸药库、民采坑、矿区道路综合评价结果为中度。

5、敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿生态修复面积***，全部复垦为灌木林地。植被恢复选用山杏、虎榛子+羊草、冰草、紫花苜蓿等乡土植物种进行灌草混播。此外，对前期治理区进行补种补植完善，面积***。

6、根据矿区生态修复工作部署、工程量及工程技术手段，敖汉旗金路矿业有限责任公司长皋沟金矿矿区生态修复方案动态投资 321.99 万元，静态总投资 264.50 万元。

7、本方案不代替相关工程勘察、治理设计，实际投入工程量及投资金额最终以工程设计及预算为准。建议矿山企业在进行生态修复工程时，委托相关单位对矿区生态修复工程进行专项工程勘察、设计。