喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿

矿区生态修复方案

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司

2026 年 7 月

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿

矿区生态修复方案

编 制 单 位 ：***

法 定 代 表 人 ：***

方案编制负责人：***

主要编制人员：***

目　录

前　言 1

一、编制目的 1

二、编制依据 2

三、服务年限 3

四、编制工作概况 7

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 11

第二章 矿区基础信息 17

第一节　矿区自然条件 17

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 26

第五节　矿区生态状况 28

第六节　矿山及周边其它人类重大工程活动情况 35

第七节　矿区生态修复工作情况 36

第八节　矿区基本情况调查监测指标 46

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析 49

第一节　问题识别与受损预测 49

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 82

第四节　采矿用地与复垦修复安排 84

第四章 生态修复措施与工程内容 87

第一节　保护与预防控制措施 87

第二节　修复措施 90

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 120

第三节 工程量 122

第六章 工程部署与经费估算 124

第一节 总体部署 124

第二节 总体经费估算 127

第三节 阶段工作任务与经费安排 144

第七章 保障措施与公众参与 154

第一节 保障措施 154

第二节 公众参与 160

第三节 效益分析 162

第八章 结论 164

附图
附表
附件

前　言

一、编制目的

（一）任务由来

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿属基建期矿山，2025 年 9 月由***提交了《内蒙古自治区喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿资源储量核实报告》（***号）（以下简称《核实报告》），采矿权人并于 2026 年 6 月提交了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿开采方案》(***号)(以下简称《开采方案》)。《开采方案》设计将开采标高由***变更为***，生产规模拟扩大至***。

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）文件要求，鉴于矿山涉及采矿权延续和矿区范围扩大等情形，符合重新编制《生态修复方案》的条件，故 2026 年 7 月，受喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司委托，***承担了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿区生态修复方案》编制工作。

（二）上阶段方案落实情况

采矿权人于2023年5月委托***编制了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***号）（简称《前期综治方案》），其具体落实情况见下文：

1、上阶段方案落实情况

矿山企业基本按照《前期综治方案》设计进行了治理工程。除渣堆3以外，采矿权人在近两年内对所有场地均进行了治理工程，地形地貌治理效果较好。

2、存在的问题

由于民采坑为2025年度新治理工程，未种草固土，导致场地表土裸露严重，植被郁闭度低；没有对上期方案设计的渣堆3场地进行治理，本方案将该场地列入现状单元SJ1工业场地继续设计治理。

3、取得经验

《前期综治方案》为本期方案的编制划定了基本的思路，其单元的界定可以为本方案单元圈定提供借鉴意义，其宜林宜草的治理思路是本方案植被恢复的可行性论证。

4、方案修订缘由

（1）由于《前期综治方案》适用年限为2年，即2023年1月1日至2024年12月31日，方案未在适用期内，为保证矿山生态治理工作有序、衔接，需要对方案作出修订。

（2）根据《开采方案》设计，部分现状场地位于预测塌陷区范围内，《前期综治方案》设计内容已不适合指导矿山实际建设生产，所以需要对治理方案作出修订，以满足矿山未来生产建设的需要。

（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，实现矿区及其周边生态、经济、社会与合规效益的统一，特编制本《生态修复方案》，作为矿山生态修复的指导性文本，也是办理、延续采矿许可证的基础依据。

2、主要任务为：

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

②查明矿区地质环境问题、地质灾害发育现状及造成的危害，矿山开采以来矿区各类土地的损毁情况，分析研究主要地质环境问题的分布规律、形成机理及影响因素，论述土地损毁环节与时序；根据调查情况、矿山开采方案、采矿地质环境条件对生态修复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土地复垦区与复

垦责任范围；

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

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

⑥对矿山生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确近三年工作安排情况；

⑦进行矿山生态修复工程的经费估算，提出矿山生态修复的保障措施。

二、编制依据

（一）法律

1、《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日修订）；

2、《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日第三次修正）；

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

（二）行政法规、部门规章及政策文件

1、《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（2026 年 6 月 15 日起施行）；

2、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年9月1日起实施）；

3、《地质灾害防治条例》（2004 年 3 月 1 日起实施）；

4、《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日起实施）；

5、《土地复垦条例实施办法》（2019年7月16日自然资源部修正）；

6、《永久基本农田保护红线管理办法》（2025年10月1日起施行）；

7、《尾矿污染环境防治管理办法》（2022年7月1日起施行）；

8、《尾矿库安全监督管理规定》（2015年5月26日修正）；

9、《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）；

10、《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);

11、《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);

12、《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 号）。

（三）地方性法规、地方政府规章及政策文件

1、《内蒙古自治区地质环境保护条例》（2021 年 7 月 29 日修正）；

2、《内蒙古自治区生态环境保护条例》（2025 年 3 月 1 日起施行）；

3、《内蒙古自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》（2019 年 12 月）；

4、《内蒙古自治区人民政府办公厅关于持续推进绿色矿山建设的通知》（内政办发〔2025〕24 号）。

（四）技术标准与规范

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、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

4、《矿山生态修复技术规范第 5 部分：化工矿山》（TD/T 1070.5-2022）；

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

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

7、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

8、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2019）；

9、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

10、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

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

12、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；

13、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

14、《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；

15、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2026）；

16、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2020）；

17、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

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

19、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2021）；

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

21、《行业用水定额》（DB15/T 385-2025）。

（五）依据资料

1、《内蒙古自治区国土空间规划（2021-2035 年）》内政发〔2024〕32 号；

2、2003 年 8 月，由内蒙古自治区环境科学研究院编制的《内蒙古自治区生态功能区划》；

3、《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035）（修编）》；

4、《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

5、《赤峰市生态环境保护“十四五”规划》；

6、《喀喇沁旗国土空间总体规划（2021-2035 年）》；

7、喀喇沁旗 2024 年国土变更调查数据；

8、喀喇沁旗气象站提供的 2014-2025 年赤峰市喀喇沁旗气象资料；

9、土地利用现状图图幅号：***；

10、2007 年 7 月，由***编制的《喀喇沁旗永丰萤石矿 9 万 t/a(300t/d)萤石浮选建设项目环境影响报告表》；

11、2011 年 6 月，由***提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司日处理 300 吨萤石选厂尾矿库项目初步设计及安全专篇》***号；

12、喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司日处理300吨萤石尾矿库安全生产许可证；

13、2023年5月，***编制的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***号）；

14、2024年3月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿二〇二四年度矿山地质环境治理计划书》；

15、2025年3月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿二〇二五年度矿山地质环境治理计划书》；

16、2026年3月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿2026年度矿区生态修复计划书》；

17、2025年09月，***编制的《内蒙古自治区喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿资源储量核实报告》（***号）；

18、2026年06月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司编制的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿开采方案》（***号）；

19、2026年07月，***编制的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司水土检测报告》；

（六）合同依据

《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿区生态修复方案》编制合同书。

三、服务年限

（一）生产服务年限

根据2026年6月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司编制的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿开采方案》，设计采用资源量（探明资源量+控制资源量+推断资源量）矿石量***万吨，设计生产规模为***，经计算，矿山生产服务年限***年，考虑***年基建期，矿山总生产服务年限为***年。

（二）方案服务年限

矿山总生产服务年限为***年，在矿山生产服务年限期满后生态修复时间为***年，管护时间为***年，据此确定矿区生态修复方案总规划年限为***年，即从***。

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）文件要求，当《开采方案》重大调整、开采布局调整、用地计划（包括使用期限）、损毁类型发生变化，应重新修编本方案。当前开采初设、安全设施设计、环评、水土保持方案正在同步编制中，本方案与上述方案后续衔接不一致的，还需进行修编。

四、编制工作概况

（一）工作程序

本次方案编制工作按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》规定的程序进行。

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

图 1　矿山生态修复路径图

（二）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《核实报告》、《开采方案》、《环境影响评价报告书》、《年度治理

计划书》、土地现状图及场地规划等资料。了解生态修复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7月11日-2026年7月13日进行了野外调查工作，调查时长共计3天，确定调查范围：调查评估范围为采矿权范围及矿区外矿业活动可能影响范围，调查总面积约***km^2。野外调查采用路线穿插，地质环境点重点追索的调查方法进行。野外矿山地质环境调查采用***实测地质地形图为工作手图，采用南方RTK定位、无人机巡航测量、拍照等手段进行记录描述，对生态修复区内的地形地貌、地层岩性、岩土体特征、地质构造、水文地质及工程地质、矿区土地利用现状、地貌景观、植被生长状况、地质灾害及隐患点以及矿山地质环境问题的类型、发育程度、表现特征、成因、影响范围等进行了实地调查和访问。

调查当地生态状况，科学设计样地（如典型样方、样线），系统记录植被类型、盖度、生物量及物种组成，同步测定土壤理化性质（有机质、pH等）和水文条件。采用样方法（乔木20m×20m、灌草1m×1m）与标记重捕法评估动物种群，辅以访问调查。严格遵循随机或系统抽样原则，重复3次以上以减少误差，最终整合数据评估生态系统健康度、退化程度及人为干扰影响。

在矿区多处代表性区域（选矿厂、SJ1工业场地、民采坑、取土场、尾矿库上游、尾矿库下游、矿区南侧未破坏林地）取土壤样本，在尾矿库上游监控井、尾矿库下游监控井分别取水样，特委托***进行样品实验室分析测试。

3、公众参与

调查人员共3位（包括矿方1人），调查走访***村委会，采访当地村民矿区附近生态状况，向村民介绍了生态修复方案的基本情况，通过村民了解矿

区及周边所处区域的先锋物种、原始植被、保护物种、保护动物分布等基础生态信息。

选取6位村民代表开展生态修复调研会，村民代表涵盖修复区土地使用者、集体所有者、土地复垦义务人及土地管理等相关职能部门代表，覆盖方案编制前期、编制过程及实施期间等全环节。围绕土地复垦利用方向、复垦标准、复垦措施和权属调整等核心内容，征询当地村委会及村民对生态修复的意见及建议。依据整理归纳的会议纪要，对公众意见的采纳与不采纳情况及理由作出详细说明，将合理意见纳入方案编制，并附公众参与资料，确保公众参与工作规范、透明、可追溯。

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/T 43933-2024）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《核实报告》、《开采方案》、《前期综治方案》和《环境影响评价报告书》及相关资料，利用MapGIS软件成图，编制了本《方案》。

（三）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1。

表1　完成工作量统计表

本方案严格按照《编制指南（临时）》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。

第一章　矿山基本情况

第一节　矿业权人基本情况

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿业权（包含采矿权及探矿权）隶属于喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司。企业的经营范围：***；***。一般经营项目：***。

法 定 代表人：***；

企 业　性 质：***；

注 册　资 本：***；

成 立　日 期：***；

社会信用代码：***；

地　　址：***。

第二节　地理位置与区域概况

一、位置

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿位于***所在地***北西***方位，直线距离***km 处的***村境内，行政区划隶属***管辖。矿区地理极值坐标：

东经：***；

北纬：***。

二、交通

***。

图 1-1　交通位置图

第三节　矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

（一）矿业权情况

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿始建于***年，其前身为***个体采矿点。1995 年 3 月赤峰市地质矿产局为该矿山初次颁发采矿许可证（证号：***号），期间经过数次延续，现**采矿证**信息如下：

采矿许可证号：***；

采矿权人名称：喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司；

矿山名称：喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿；

开采矿种：***；

开采方式：***；

生产规模：***；

矿区面积：***；

开采标高：***；

地址：***；

有效期限：***；

采矿许可证已到期，采矿权人已办理延续并受理（见附件）。

表 1-1　矿区范围拐点坐标一览表

表 1-2 喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿历次延续及变更情况一览表

（二）历史开采情况

矿山在 2005 年以前为露天开采，动用矿体为***，形成位于矿区中部的露天采场（现状民采坑），场地经治理后面积 13117㎡，采坑边坡高度 25~35m，边坡坡度 45~55°，采坑顶标高为***m，底标高为***m。矿山于 2005 年重新编制了《开发方案》，转开采方式为地下开采，期间仅进行了井巷工程建设。

变更矿山名称为喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿，根据《核实报告》对矿山采空区调查了解到，2014 年以前矿区内累计动用萤石矿资源量矿石量万吨，CaF_2组分量：***万吨，矿山现已开拓***个中段巷道，标高为***。矿山自 2014 年 1 月起至今一直处于停产状态，井下仅进行了巷道掘进工作，还未进行过采矿活动，未形成采空区，巷道目前处于封堵状态。

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司名下有两座矿山企业，分别为：**喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿（本矿区）**和***，本矿区尾矿库场地目前接收的尾

矿，均来自***采出的原矿，经本矿区选矿厂选矿处理后，尾渣排入尾矿库堆存。

二、开采现状

（一）矿山开采场地现状

该矿山为已建矿山，经本次实地调查，矿区范围内现状形成的工程单元有：竖井工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等 8 个场地。

图 1-2　矿山现状工程布局图

（二）矿产资源储量

1、《核实报告》资源量

根据评审备案的《内蒙古自治区喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿资源储量核实报告》（***号）。截至 2025 年 9 月 30 日，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿区内保有萤石矿资源量矿石量为***万吨。其中：

探明资源量（TM）：***；

控制资源量（KZ）：***；

推断资源量（TD）：***。

2、设计利用资源量

设计对出露地表矿体留设 20m 厚境界顶柱，经估算，保安矿柱资源量：矿石量***。

根据《矿业权评估指南》（2006 年修订）规定及矿床地质特征和地质勘查程度，对于探明资源量（TM）及控制资源量（KZ）可信度系数取值 1，对于推断资源量（TD）可信度系数取值 0.8。

扣除保安框柱资源量，《开采方案》利用的资源量（TM+KZ+TD）矿石量***。

表 1-3　利用资源量估算表

（三）矿山生产规模及服务年限

《开采方案》设计本矿山的生产规模为***万吨/年，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 D，属***矿山，矿山生产服务年限***年，考虑***年基建期，矿山总服务年为***年。

（四）可供开采矿产资源的范围

《核实报告》圈定了资源储量估算范围，资源储量由***个拐点圈定。

表 1-4　资源储量估算范围拐点坐标表

（五）申请开采区域

该项目性质为已有采矿权扩大开采区域项目。

根据以上论述，本方案拟申请开采区域平面范围与原采矿权矿区范围一致，拟申请开采标高由***m 扩大为***m 标高（拟申请井巷工程标高为***m），拟申请开采区域由***个拐点圈定。

表 1-5　申请开采区域拐点坐标表

（六）开采矿种

本矿床开采矿种：萤石（普通）

（七）开采方式

矿山开采方式为地下开采。

（八）矿区开采顺序

矿区共圈定***条萤石矿体，编号分别为***号矿体，单个矿体采用自上而下的下行式开采，中段矿块的开采顺序为后退式开采，同一水平的平行矿体应先采上盘矿体后采下盘矿体，在矿房中由下而上分层进行回采。

（九）采矿方法

浅孔留矿嗣后充填采矿法、上向分层充填采矿法、削壁充填采矿法。

（十）矿山开拓布局

根据《开采方案》设计工程场地有：拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、值班室等场地，矿区各设施场地布置方案如下：

1、拟建 SJ1 工业场地（利用原有）

《开采方案》设计原 SJ1 废弃，在原 SJ1 工业场地的基础上新建一处竖井，场地占地面积 0.1605hm^2。拟建 SJ1 工业场地内将建设有竖井、卷扬机房、值班房等设备，竖井井筒净直径为Φ4.5m，净断面积 15.90m^2，井口标高***m，井底标高***m，井深***m（含 30m 井底水窝）。

2、拟建 PD1

《开采方案》设计拟建平硐，场地占地面积 0.0151hm^2。拟建平硐方位角 150°，硐口标高***m，平硐长 180m，设计采用 1/3 三心拱，巷道净宽 2.4m，净高 2.7m，净断面积 6.07m^2，采用电机车牵引矿车运输，主要担负矿、废石的运输，兼作入风通道和主要安全出口。

3、拟建工业场地

《开采方案》设计拟建工业场地，场地占地面积 0.0845hm^2。拟建工业场地内将建设办公室、厂房、更衣室、员工食堂等钢结构建筑，面积约 0.0560hm^2，平均高度为 3m。

4、拟建石料堆场

《开采方案》设计拟建石料堆场，场地占地面积 0.1537hm^2。拟建石料堆场内将建设矿石堆场和废石堆场，废石及矿石为 PD1 场地内的矿车排出。预计废石堆向北侧分两层顺坡堆放，边坡角 45°-52°，总排放高度约 20m，预计堆存废石方量为 19800m^3。

5、拟建 FJ1

《开采方案》设计拟建风井 1，位于矿区西北角，场地占地面积 0.0069hm^2。场地内将建设竖井、卷扬机房等设备，井口标高***m，井底标高***m，井深 193m，倒段布置，井筒净直径 3.0m，净断面面积 7.07m^2。

6、拟建 FJ2

《开采方案》设计拟建风井 2，位于矿区西南角，场地占地面积 0.0071hm^2。场地内将建设竖井、卷扬机房等设备，井口标高***m，井底标高

***m，井深 90m，井筒净直径 3.0m，净断面面积 7.07㎡。

7、值班室（利用原有）

值班室位于矿区北东侧，占地面积为 0.0133hm^2，建有一层塑钢结构房屋。

图 1-3　《开采方案》设计工程布局图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然条件

一、气象

本区属于半干旱大陆性季风气候，其特点是冬季长而寒冷；春季干旱多大风；夏季短促炎热、降水集中；秋季气温下降快，霜冻降临早。根据收集的喀喇沁旗气象局2016-2025年气象资料统计，年平均气温5.1℃，最高气温41.7℃，最低气温-33.1℃，平均年降水量416.17mm，年最大583.6mm，年最小318.7mm，日最大降水量124.1mm、小时最大降水量60mm，10分钟最大降水量55mm。年内降水强度也有较大差异，降水主要集中在6-8月份，占全年降水总量70-80%。年日照为3000-3200小时，平均风速3.75m/s，最大冻土深度2.1m，无霜期130天。

表2-1 喀喇沁旗近十年年降水量统计表（2016-2025年）

图 2-1 近 10 年降水量柱状图

二、水文

矿区属于西辽河水系***。***为5级河流，在矿区北部***km处自西向东流过，该河发源于***，河谷地形开阔，宽0.5～2.5km，谷坡多直立，呈U字型，河床宽10～20m，流域面积***km^2，全长***km，年均径流量0.327亿m^3，***最高洪峰水位843m，为季节性河流，***在***汇入***，最终汇入***。矿区的排泄河流为***，是***的支流，位于矿区北东侧约***km，在***汇入***。***均为季节性河流，流量随着冰雪融化，大气降水的多少变化明显。

图2-2 矿区水系图

三、地形地貌

（一）地形

矿区位于燕山山脉北部，海拔标高***。最高海拔位于矿区南西部，最低海拔位于矿区北东部，最大高差183m。地形坡角一般在10～30°之间，局部坡度大于30°。

（二）地貌

根据矿区地貌形态特征，将矿区地貌形态类型划分为中低山地貌，中低山地貌形态中包含微型地貌沟谷。

1、中低山（Ⅰ）

矿区属中低山区，山顶多呈圆顶状，山体走向为西南-南东向。区内冲沟纵横，沟深谷窄，地形切割较深，多为“V”字形。山间谷地较平坦，长 5～10km，宽 200～500m，植被较发育。

照片 2-1　中低山地貌

2、微地貌沟谷（Ⅰ-1）

分布于矿区西侧及北侧，沟谷走向近北-南向，横截面呈“V”字型，沟谷长约 10km，宽 20-30m，深 10-30m，纵向坡度 1-3°，地形坡度 10°-25°。沟谷内无堆积物，沟谷底部为冲积物和残积碎石土等，厚度＜3m，植被发育一般。

照片 2-2　微地貌沟谷

四、植被

矿区及其周边大部分为针叶林植被，植被群落以山地灌丛为核心，兼具温带草原植被过渡特征，植被类型以多年生乔木植被为主，伴生灌木及半灌木。主要优势乔木植物主要有：樟子松、毛白杨、白榆等，长势较好，郁闭度为 0.45，分布于矿区西南侧区域；灌木及半灌木主要有：山杏等，多分布于山坡阴面的丘陵坡地及周边沟谷地带；菊科、禾本科、豆科等优势科属植物有：蒙古蒿、黎、碱草、糙隐子草，植株高度 20～50cm。矿区整体植被覆盖率与喀喇沁旗山地植被平均水平相当，其中矿区西南侧地带植被覆盖率较高，可达 55%以上，矿区东北侧损毁区域及土壤贫瘠区域植被覆盖率较低，不足 45%。

图 2-3　矿区及周边植被覆盖度遥感影像图

照片 2-3　针叶林植被

五、土壤

矿区土壤类型为栗钙土，低洼处过渡少量暗栗钙土。土壤质地为壤质土，土质较为疏松，透水透气性较好，有机质含量低，保水能力差，土地生产力较低。土壤结构以团聚体形式存在，团聚化程度不高，呈松散堆积，结构性差，pH 值为 7.67，有机质含量为 22.1mg/kg，土层厚度 0.5-10m，有效土层厚度 2m。土壤环境质量良好，砂砾含量约占 45%，土壤容重 0.9g/cm^3，电导率为 0.3mS/cm，孔隙度为 25%。

照片 2-4　矿区土壤

第二节　社会经济概况

矿区所在的***为***镇下辖的行政村，全村共***个村民小组（**矿区所在***自然村**），户籍人口约***人，村内民风淳朴，村民以农牧业为主要生计。***村村集体经济以农牧业为基础，全村现有耕地***亩，其中水浇地仅***亩，山坡地***亩。近年来，通过实施坡改梯等农田水利工程，粮食产量显著提升，谷子由原旱坡地每亩单产 200 斤提升至梯田每亩单产 900 斤，玉米由原每亩单产 600 斤提高至每亩单产 1500 斤。通过风沙源治理项目，完成小流域治理 1 万亩，坡改梯 3000 亩，栽植经济林大山杏 1 万亩。***村基础设施和民生保障水平持续提升，自 2013 年至 2015 年，投入 90 余万元实施自来水工程，解决了全村 6 个自然营子 312 户 1260 口人的吃水问题。2015 年又投入 21 万元重新打井 6 眼，并在村组之间架接自来水管道 2000 米，实现自来水互通村组。

投资环境持续优化，近年来***依托资源优势，积极推进产业发展，政府持续加强政务诚信建设，塑造诚信政府良好形象，为各类市场主体提供规范、透明、高效的政务服务。在矿产资源开发的大环境下，区域依托资源禀赋和完善的基础设施，具备良好的投资建设环境，矿山的开发运营可进一步拉动当地就业，带动运输、餐饮等配套产业发展，对促进区域经济发展、提升农牧民收入具有积极作用。

第三节　矿区地质环境背景

一、矿区地层

矿区出露地层主要为白垩系下统白音高老组（K_1b）和第四系上更新统（Qp_3），按年代由老至新分述如下：

（一）白垩系下统白音高老组（K_1b）

该套地层在整个矿区范围内普遍出露，总体走向北东，倾向南东，倾角15～35°，控制厚度212m，与上覆第四系呈不整合接触关系。主要岩性为流纹质凝灰岩和英安岩。

流纹质凝灰岩：呈灰—灰白色，凝灰结构，块状构造。岩石由晶屑 、岩屑及火山尘等组成。晶屑呈棱角状、不规则碎屑状，成分主要为石英，次为钾长石，少量斜长石。石英晶面干净；钾长石部分见卡氏双晶，泥雾状蚀变；斜长石可见聚片双晶，断面呈阶梯状。晶屑粒径0.06-0.24mm，含量10-15%。岩屑呈次棱角状、不规则碎屑状，岩性为霏细质、隐晶质等，被绢云母交代；粒径介于0.06-0.2mm，含量约5%。火山尘：为火山灰和粒径＜0.06mm的晶屑、玻屑碎片，含量75-80%；被泥状-尘点状褐铁矿交代，致使岩石呈褐红色。

英安岩：红褐色，斑状结构、基质霏细微晶结构，块状构造。岩石中斑晶矿物主要为斜长石和钾长石，少量暗色矿物。斜长石呈半自形板柱状，泥状蚀变，光性特征变弱，可见聚片双晶；钾长石呈不规则板柱状，泥雾状蚀变，可见卡式双晶；暗色矿物被绿泥石交代并取代。斑晶矿物粒径0.24-2.0mm，含量约15%。岩石基质由霏细和微晶长英质组成。部分长石呈半自形-不规则板条状，杂乱分布，其间分布着霏细质。岩石中副矿物可见金属矿物、磷灰石、锆石等。

（二）第四系上更新统（Qp_3^{edl}）

第四系主要分布于矿区沟谷低洼处，主要为腐殖土、亚砂土、冲积砂砾石及残坡积堆积物，厚度1～30m。

二、岩浆岩

矿区内未见岩浆岩出露。

三、矿区构造

矿区内断裂构造较发育，总体走向为北东向，属容矿构造，构造对矿体无破坏作用。矿体赋存于断裂构造带内，断裂构造破碎带特征如下：

F1断裂构造破碎带为一条张性断裂带，发育在流纹质凝灰岩与英安岩的接触带上，贯穿于整个矿区，断裂带内局部岩石破碎强烈，发育有大量裂隙和角砾。破碎带长约1140.0m，宽约7.0m～22.0m，走向25°～40°，倾向115°～130°，倾角67°～89°。F1断裂构造破碎带为矿区的主要含矿构造，为矿体提供了良好的导矿通道与容矿空间，直接控制了矿体的形态、产状及规模。

四、区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本区地震动峰值加速度为0.15g，反应谱特征周期为0.35s，对照Ⅱ类场地地震基本烈度为Ⅶ度，属于地壳基本稳定区。

五、矿区水文地质条件

（一）地下水含水岩类划分

根据矿区地下水的含水介质、埋藏条件及水力性质，矿区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型。

（二）含水层（组）分布规律

1、第四系松散岩类孔隙含水层

分布于矿区东南西北部冲沟内，呈条带状，走向北东，面积 0.1264km^2，岩性为砂砾石、亚砂土、亚粘土，砾（碎）石呈次棱角状及次圆状，直径一般 2～8cm，含量约 50%～70%，其成分主要为流纹质凝灰岩、英安岩等。该层厚度一般为 0.6～6m。由于逐年干旱，降雨量逐年减少及人工排泄，使地下水位下降，该区松散岩类孔隙水已基本干枯，所以该层已经变为饱气带（透水不含水）。

2、基岩裂隙水

分布在整个矿区内，主要含水岩性为流纹质凝灰岩、英安岩，风化带内裂隙较发育，为饱气带，风化带以下岩石致密坚硬，节理裂隙较发育，含水层主要赋存在节理裂隙集中发育地带，厚度 23.00～175.10m，水位埋深 21.20～110m，水位标高为 845.85～938.80m，平均水位标高为 892.66m。根据《核实报告》抽水试验数据：基岩裂隙水水位埋深 37.97m（标高约 911.63m），单井涌水量 39.23m^3/d，水位降深 53.45m，渗透系数为 0.0229m/d；单位涌水量 0.0001L/s.m。按钻孔单位涌水量（q）富水性划分该含水层富水性弱。水化学类型为 HCO_3–Ca·Na 型，总硬度 210.96mg/L，pH 值 7.68。

（三）地下水补给、径流、排泄条件

1、地下水补给

地下水的补给有两种方式：一种是径流补给；另一种是渗入补给。区内大面积基岩裸露，地形坡度及残破积物的渗透性决定了大气降水补给地下水的能力。区内地形起伏较大，沟谷较发育，植被较发育，多为低矮灌木及山杏树，堆积物多为坡、洪积碎石、亚砂土，有利于大气降水的渗入。区内地形起伏较大，风化裂隙和构造裂隙较发育，高水头的地下水以径流的形式补给低水头的地下水。

2、地下水径流

地下水的径流分两种形式，第一种是地下潜水沿地形的最大坡降方向径流，最后汇集到半支箭河形成第四系孔隙潜水或地表水。第二种是基岩裂隙水，由于基岩裂隙发育不均匀，且连续性差，使地下水运移速度缓慢，地下水由山区高水头区域向低水头的山麓、山前平原等地带径流。南部靠近分水岭附近的裂隙水，以裂隙为通道沿着构造方向，经过矿区向南部低水头的方向径流。

3、地下水排泄

地下水的排泄方式主要有两种；

径流排泄：地下径流是本区地下水的另一种排泄方式。最终汇入矿区东部乃林沟河排泄至区外。

人工开采：当地人畜饮用水、农业灌溉用水多来源于地下水，这也是地下水的重要排泄方式。

（四）矿区涌水量预测

在详细查明矿区地下水类型、水动力条件、矿床充水因素的基础上，《核实报告》选用地下水动力学中的“大井法”（解析法）进行矿区涌水量预测。预测公式如下：

裘布依潜水井公式 ：　　$Q=\dfrac{1.366K（2H-S）S}{\lg R_0-\lg r_0}$

式中：Q—矿床开采时的涌水量（m^3/d）；

K—开采地段的平均渗透系数（m/d）；

H—潜水含水层厚度（m）；

S—水位降深：从平均水位到矿体底板深度（m）；

R_0—引用影响半径（m）；

r_0—引用半径（m）；

表 2-2　预测涌水量结果表

矿区巷道系统所圈定的面积 0.0772km^2，预测最低开采标高***m 中段正常涌水量 1148.12m^3/d，最大涌水量 1492.55m^3/d。

（五）矿区水文地质勘查类型

矿体虽然大部分位于当地最低侵蚀基准面以下，但附近无地表水体；基岩裂隙含水层为主要充水含水层，主要充水含水层补给条件差；第四系覆盖少；水文地质边界条件简单；主要充水含水层和构造破碎带的富水性弱，单位涌水量＜0.10L/s.m；导水性差，存在良好的隔水层，无老空水分布，矿坑疏干排水不会产生地面塌陷及沉降。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719－2021），矿床水文地质勘探类型为第二类、第一型，即以基

岩裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。

六、工程地质特征

（一）矿区工程地质岩组划分及其特征

1、第四系松散软弱岩组

分布在矿区北西及南东部山间沟谷内，主要岩性为砂砾石、亚砂土、亚粘土等，渗透性好，透水不含水。

2、块状较坚硬-坚硬岩组

分布于矿区大部分区域，岩性为流纹质凝灰岩及英安岩，为矿层顶底板，其强风化带厚度 0～40m，平均厚度为 12.29m，风化裂隙发育，锤击易碎，岩石质量中等，岩体中等完整。原岩岩石坚硬、致密，块状结构。节理裂隙发育不均匀，线裂隙率 5～15，裂隙以闭合状为主，裂隙宽 0.1～3mm，岩心较完整。岩心采取率 100%，岩石质量指标（RQD）74%～76%，岩石质量等级属于中等-好。岩体完整性评价属于岩体中等完整-较完整。

3、碎裂岩组

碎裂岩类主要分布于 F1 断裂构造内，岩石破碎，碎裂结构，角砾原岩为长石斑岩、花岗斑岩等，呈棱角状、次棱角状，孔隙式胶结，胶结物为泥质、硅质，岩心呈碎块状、碎屑状，岩石质量指标 RQD 平均值 10%，岩石质量等级属于极差。岩体完整性评价属于岩体破碎。裂隙发育不均匀，线裂隙率 15～30，裂隙轴夹角 45°、30°、5°，裂隙面粗糙，多为张扭性裂隙，裂隙中常见褐铁矿化、粘土化，见萤石化、硅化蚀变。

（二）不良工程地质问题

1、软弱层分布特征

矿区内软弱层主要为第四系松散软弱岩组，工程地质条件差，多处于低洼地段，远离矿体，对矿床开采影响不大。

2、节理、裂隙分布特征

矿区内出露一组断裂构造 F1，F1 断裂构造破碎带为一条张性断裂带，发育在流纹质凝灰岩与英安岩的接触带上，贯穿于整个矿区，断裂带内局部岩石破碎强烈，发育有大量裂隙和角砾。破碎带长约 1140.0m，宽约 7.0m～22.0m，走向 25°～40°，倾向 115°～130°，倾角 67°～89°。断裂带充填有石英、萤石，呈角砾状、块状、条带状分布，断裂在空间上显示为平行排列的展布特点。

3、风化带分布与特征

矿体顶底板岩性主要为流纹质凝灰岩及英安岩，部分矿体直接出露地表，无顶板覆盖。顶部风化带发育平均厚度为 23.03m，风化带内岩石破碎，风化裂隙发育，结构类型为碎裂散体结构，稳固性差，工程地质条件差。

4、围岩稳定性分析

原生带内矿体顶底板岩石整体以块状较坚硬岩-坚硬岩为主，块状结构，裂隙分布不均匀，岩体质量为“好”和“中等”，岩石质量等级属于“特好”和“良”。岩体完整性评价属于岩体中等完整-较完整。岩体稳定性中等，工程地质条件中等。

（三）工程地质勘查类型

矿区地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，地层岩性简单。矿体围岩主要由块状坚硬岩体组成，岩体较完整，岩体稳定性中等，不易发生矿山工程地质问题。矿体产于构造破碎带中，属于Ⅲ级结构面，碎裂结构，岩石质量等级属于差-极差，岩体完整性差-岩体破碎，采矿过程中，发生滑坡、片帮等工程地质问题的可能性较大。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021）划分，该矿区工程地质勘查类型为第三类、中等型，即块状岩类为主，工程地质条件中等类型矿床。

七、矿体地质特征

（一）矿体覆矿特征

根据《核实报告》可知，矿区范围内共圈定***条萤石矿体，分别为***

矿体，其中***矿体为主矿体。主矿体赋存在构造破碎带中，矿体连续性好。

（二）矿石特征

1、自然类型

***。

2、工业类型

***。

3、矿石的物质组成

***。

（三）矿石结构、构造

***。

（四）矿体围岩与夹石

1、围岩

矿体围岩为流纹质凝灰岩和英安岩。

2、夹石

矿体内未见夹石。

第四节　矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

一、矿区土地利用类型

（一）矿区范围内土地类型

根据2024年国土变更调查数据及全国第三次土地利用现状调查数据，依据《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），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：***，矿区土地利用类型一级地类包括：耕地、林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地、其他土地。

二级地类包括：旱地、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农

村道路、设施农用地。

表 2-3　矿区土地利用现状表

（二）矿区外项目土地利用类型

1、矿区外项目已损毁土地类型

矿区外已损毁土地主要有：选矿厂（部分）、尾矿库、堆料场地、取土场、值班室、矿区道路（部分）等，总面积 7.6392hm^2。

其中一级地类包括：耕地、林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地；二级地类包括：旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。

表 2-4　矿区范围外已损毁土地利用现状表

2、矿区外项目拟损毁土地类型

矿区外拟损毁土地主要有：部分预测塌陷区（2.0464hm^2）、部分石料堆场（0.0970hm^2）等，总面积 2.1434hm^2。

其中一级地类包括：耕地、林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地；二级地类包括：旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。

表 2-5　矿区范围外拟损毁土地利用现状表

（三）土地权属

矿区土地权属***集体所有，土地产权明晰，权属界线清楚，无任何纠纷。

（四）土地质量等级

根据《耕地质量等级》（GB/T 33469-2016）中的**内蒙古及长城沿线区耕地质量等级划分指标表**对矿区及其周边的耕地进行分等定级，根据现场调查及水土检测实验数据综合判定，采矿影响范围耕地质量等别为**五等**。

《林地分等定级规程》（TD/T 1106-2025）、《草地分等定级规程》（TD/T 1108-2025）对矿区及其周边涉及的耕地、林地、草地进行分等定级。喀喇沁

旗地处温带半干旱气候、年均降水偏低（≤450mm）、海拔偏高、土层偏薄、腐殖质少。经综合判定，采矿影响范围林地平均等别为**五等**，草地平均等别为**五等**。

表 2-6　矿区土地利用权属表

二、矿区范围耕地及基本农田分布情况

（一）永久基本农田现状

根据 2026 年 5 月 8 日喀喇沁旗自然资源局《关于喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿采矿许可证范围内是否占用永久基本农田的查询结果》：经内蒙古自治区自然资源厅多级一体化电子政务平台系统核实，矿区内占用永久基本农田***公顷。

表 2-7　矿区内永久基本农田范围拐点坐标表

（二）拟损毁基本农田预测

《开采方案》拟建的工程均不占用永久基本农田。

三、采矿用地审批

本矿山因处于采矿证延续阶段，新采矿许可证尚未完成审批核发。根据《中华人民共和国矿产资源法》《建设用地审查报批管理办法》等相关规定，采矿用地审批需以有效采矿许可证为前置条件，因此采矿用地审批工作暂未开展。

根据《开采方案》设计，后期需审批的建设场地有：拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2。

图 2-4　矿区内基本农田分布图

第五节　矿区生态状况

一、地区生态定位

喀喇沁旗是我国北方重要生态安全屏障的关键组成部分，重点承担水源涵养、生物多样性保护与山地生态修复等核心功能，在全国及自治区功能区规划中均占有重要地位。

根据2015年11月，《全国生态功能区划（修编版）》，喀喇沁旗是全国生态功能区规划水源涵养较重要区（I-01-05辽河源水源涵养功能区）。

根据《内蒙古生态功能区划（2021-2035年）》（内政发〔2024〕32号），矿区所在区域是II-2-4燕山北部山地森林、灌丛水土保持生态功能区。

根据《赤峰市国土空间生态修复规划（2021-2035年）（修编）》，矿区所在区域的定位为：Ⅳ-1燕山余脉水源涵养与生物多样性保护区。

根据《喀喇沁旗国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，矿区属于II-1中部水土保持生态修复区。

二、区域生态本底调查

（一）区域生态状况

喀喇沁旗地处内蒙古东南部、赤峰市西南部，坐落于燕山山脉七老图山东北麓、西辽河流域上游老哈河水系，蒙、冀、辽三省区交界处，全旗总面积3050平方公里。这里向北与松山区、翁牛特旗相邻，是连接华北与东北的重要通道，作为京津、辽沈乃至我国北方的重要生态安全屏障，喀喇沁旗先后荣获“国家森林城市”“全国生态建设先进县”“全国绿色小康县”“全国森林旅游示范县”“国家级全域森林康养试点建设县”“绿水青山就是金山银山”实践创新基地等荣誉称号。

喀喇沁旗作为京津及华北地区重要的绿色生态屏障，旗县拥有2处国家级森林公园——**马鞍山国家森林公园**和**旺业甸国家森林公园**；旗县拥有**旺业甸市级自然保护区**1处。马鞍山国家森林公园位于喀喇沁旗中南部，地处燕山山脉七老图山脉东麓，总面积3500公顷，由马鞍山片区和龙泉寺片区组成，园内奇峰、云海、冰瀑、清泉四绝景观著称，被誉为“塞外小黄山”。旺业甸国家森林公园位于喀喇沁旗西南部旺业甸镇，总面积25504.9公顷，是华北植物区系向东北植物区系的过渡地带。区域内兼具山地、台地、丘陵、河流、湿地等复合型生态系统，以两大国家级森林公园和旺业甸市级自然保护区为核心生态支柱。锡伯河、老哈河、半支箭河、西路嘎河等8条主要河流贯穿

境内，与保护区内湿地交织，构筑起稳定的水源涵养体系。全旗生态保护红线面积达 723.18 平方公里，占全旗总面积的 23.71%。

这里历史文化底蕴深厚，是蒙古族喀喇沁部的重要聚居地，承载着蒙元文化与清代文化的深厚脉络。喀喇沁是蒙古语，汉语意为“守卫者”，于公元 1635 年立旗，迄今已有近 391 年的历史。境内现有各级文物保护单位 112 处，其中全国重点文物保护单位 2 处（**喀喇沁亲王府、福会寺**），自治区级文物保护单位 13 处，馆藏文物 9872 件（套）。喀喇沁亲王府是国内现存建府时间最早、封爵等级最高、建筑面积最大、现状保存最好的清代蒙古王府。同时，甘苏庙庙乐、藏传佛教密宗乐舞、榆鼓制作工艺等被列为自治区级非物质文化遗产名录，王府雅乐等非遗技艺在此活态传承。区域生态基底优良，全旗林地面积 275 万亩，森林覆盖率 57.8%，稳居赤峰市首位；林木蓄积量达 737.2 万立方米。全旗森林面积由新中国成立初期的 16 万亩增加到 275 万亩，森林覆盖率由 3.3%提高到 57.8%，高于全国平均水平 34 个百分点。全旗优良天数比例连续五年保持在 90%以上，地表水国控断面稳定达到Ⅱ类水质标准。境内拥有鹿、狐、狍等野生动物 182 种，其中国家重点保护动物 45 种；已发现维管植物 95 科 371 属 803 种，裸子植物 3 科 5 属 5 种，被子植物 83 科 353 属 777 种。野生药用植物近 1000 种，盛产北沙参、桔梗、黄芪等道地药材，是全国最大的北沙参、桔梗、黄芪种苗供应基地，素有“中国北沙参、桔梗之乡”的美誉。**黑鹳**等国家一级重点保护野生动物在此栖息繁衍，是名副其实的“物种基因库”和“塞外药乡”。

在产业发展上，喀喇沁旗坚守绿色发展之路，以王爷府博物馆和美林谷滑雪场 2 个 4A 级景区为核心，打造“历史文化—自然生态—乡村田园”特色旅游线路，形成了“春来踏青夏游园、秋来赏叶冬滑雪”的全域全季旅游格局。同时培育中蒙药材种植、林下食用菌等生态产业，全旗中蒙药材种植面积达 10 万亩，林下仿野生药材种植面积达 7 万亩、食用菌 2 万亩，林业经济综合产值突破 25 亿元。依托马鞍山林场、王爷府林场等 4 个国有林场，发展“林

菌”“林药”“林禽”等林下经济模式，实现了生态保护、文化传承与经济增收的良性循环。2023 年，喀喇沁旗被生态环境部授予“绿水青山就是金山银山”实践创新基地，成为赤峰市首个创建成功的旗县区。

表 2-8　喀喇沁旗自然保护区概况

（二）区域生态系统格局

喀喇沁旗的生态系统格局呈现为以西南部中山山地为核心、向东北方向阶梯过渡的复合体系。其西南部坐落着马鞍山国家森林公园与旺业甸国家森林公园两大国家级生态支柱，这里峰峦起伏，覆盖着以樟子松、樟子松、白桦、山杨等为主的茂密森林，马鞍山林场森林覆盖率更是高达 95.2%，构成了旗内最重要的水源涵养地与生物多样性宝库，是全旗的生态中枢。发源于西部山地的锡伯河、老哈河、半支箭河、西路嘎河等 8 条主要河流如同生态动脉，自西南向东北流经全境，滋养着沿途的各类生态系统，其中锡伯河被誉为“喀喇沁母亲河”。由此向东北过渡，地貌逐渐转为低山丘陵和河谷平原，中北部丘陵漫岗与广袤的天然草地在此铺展，与穿插其间的耕地共同形成了农牧交错的景观，是重要的畜牧业和农业区域。旗境北部及东部毗邻科尔沁沙地南缘，通过持续实施京津风沙源治理等生态工程，以乔灌草综合配置、经济林与固沙防护林相结合的方式推进治理，呈现出灌草结合的治沙成果。尤为关键的是，在全旗范围内的低洼地带及锡伯河、老哈河沿岸，镶嵌着由河流湿地、湖泊和泡子构成的蓝色网络，全旗湿地面积达 92.42 公顷，它们与山地森林、丘陵草原和沙地治理区紧密相连。这种“山地森林—丘陵草原—沙地治理区—河流湿地”有机串联、交错分布的格局，通过自然保护地与生态修复工程得以巩固，共同构筑了京津及华北地区防风固沙、涵养水源的绿色生态安全屏障。

（三）区域生物多样性调查

喀喇沁旗地处燕山山脉七老图山东北麓、西辽河流域上游老哈河水系，位于华北植物区系向东北植物区系的过渡地带，其生物多样性呈现出显著的

丰富性、独特性和过渡性特征。喀喇沁旗现已记录维管植物 95 科 371 属 803 种，野生动物 182 种，其中国家重点保护动物 45 种，堪称一座珍贵的生物基因库。旗境西南部的旺业甸国家森林公园与马鞍山国家森林公园是这一特征的集中体现，作为燕山北麓的生态核心，保存着我国华北与东北植物区系交汇地带最完整的森林生态系统，拥有植物 800 余种、动物近 200 种，是连接华北与东北植物区系的天然桥梁。

植物方面，喀喇沁旗已查明野生维管植物 95 科 371 属 803 种，包含裸子植物 3 科 5 属 5 种、被子植物 83 科 353 属 777 种。旗内西南部多林区，生长着松、柏、桦、椴等 20 多个树种，以樟子松、樟子松、白桦、山杨等为主要森林建群种。野生药用植物资源尤为丰富，已查明药用植物 517 种，包括麻黄、甘草、黄芪、柴胡、黄芩、赤芍、百合、苍术、远志等；山珍野味有蕨菜、黄花、榛蘑、山杏仁、松子、榛子、沙棘果等。

动物多样性尤为突出。全旗境内拥有鹿、狐、狍等野生动物 182 种，其中国家重点保护动物 45 种。旺业甸市级自然保护区内有脊椎动物 18 目 29 科 159 种，其中国家重点保护野生动物 9 种（国家 I 级保护野生动物 1 种，国家 II 级保护野生动物 8 种）。鸟类资源丰富，马鞍山国家森林公园栖息鸟类 108 种，隶属 16 目 32 科 67 属；旺业甸自然保护区有鸟类 9 目 16 科 117 种。锡伯河作为西辽河的重要支流，孕育出开阔水域与密布浅滩的独特湿地生态。**黑鹳**作为国家一级重点保护野生动物，因种群数量稀少、对生存环境要求严苛而被誉为“鸟中大熊猫”；2024 年至 2025 年，黑鹳多次集群现身喀喇沁旗锡伯河流域。现有啮齿野生动物 26 种，食肉动物以狐和黄鼬分布较广，食草类动物以鼠、兔分布较广。

这种高度的生物多样性，源于其“中山森林—丘陵草原—河谷湿地—沙地治理区”有机串联的立体生境格局。从西南部旺业甸与马鞍山的山地林海，到锡伯河、老哈河等河流滋养的河谷平原与湿地，再到北部及东部经治理后灌草结合的生态修复区，复杂的生态梯度为从林栖、草原到湿地水生的各类生

物提供了完整的生态位序列。

（四）生态敏感区域概述

喀喇沁旗地处燕山山脉七老图山东北麓、西辽河流域上游老哈河水系，属于京津及华北地区重要的生态安全屏障。作为“三北”工程建设的重点区域和赤峰市首个“绿水青山就是金山银山”实践创新基地，生态保护红线面积达723.18平方公里，占全旗总面积的23.71%。旗内西南部中山山地森林茂密，是锡伯河、老哈河等主要河流的发源地和水源涵养区；中北部丘陵漫岗与天然草地交错分布，是重要的农牧业生产区域；东部及北部毗邻科尔沁沙地南缘，是阻止科尔沁沙地向华北地区南侵的前沿阵地。作为生态极度敏感且急需治理的重点区域，喀喇沁旗面临着水土流失、森林质量弱化、过度放牧等突出生态问题。

此外，锡伯河、老哈河、半支箭河、西路嘎河等8条主要河流贯穿境内，锡伯河作为西辽河的重要支流，孕育出开阔水域与密布浅滩的独特湿地生态。这些河流不仅是重要的水源地和生态廊道，其沿岸的治理也对维护区域水平衡及生物多样性至关重要。在生物多样性保护方面，旺业甸市级自然保护区和马鞍山国家森林公园、旺业甸国家森林公园两大国家级森林公园，因是黑鹳等国家一级重点保护野生动物的重要栖息地，以及保护森林草原湿地生态系统、珍稀野生动植物的需要，构成了旗内另一类关键的生态敏感区。

三、矿区生态情况

（一）矿区所属功能区划

矿区地处燕山山脉七老图山东北麓、西辽河流域上游，位于内蒙古自治区东部、赤峰市西部的喀喇沁旗***，依据《喀喇沁旗国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，矿区属于**II-1 中部水土保持生态修复区**。

中部水土保持生态修复区是以提升水土保持能力、农业面源防治等生态系统服务功能为主要生态治理目标，以人工恢复和辅助修复为主要修复策略的生态区域。

图 2-5　喀喇沁旗生态功能区划图

（二）矿区生态系统群落特征

1、矿区生态系统调查

依据全国生态系统分类体系表进行分类，结合卫星遥感影像解译结果，进行群落调查统计分析。调查范围内一级生态系统主要有：农田生态系统、森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统，生态系统调查总面积为***，二级生态系统类型主要有：针叶林、阔叶灌丛、草丛、耕地等。

表 2-9　生态系统类型调查结果表

2、矿区生物多样性调查

矿区地处中低山区丘陵地段，区域及外围分布有自然沟谷、灌丛和农田。该区域啮齿类小型哺乳动物有：田鼠、黄鼬、蒙古兔等；鸟类主要有家燕、金腰燕、树麻雀、大山雀等。目前，矿区影响范围内尚未发现国家一级二级保护动物，矿区内没有濒危保护动物分布。

表 2-10　矿区动物分布概况

矿区附近为典型灌丛林与农牧交错带，植物群落组成比较丰富。矿区植被主要是乔木林和灌丛，乔木主要为山杨树、樟子松，灌木为山杏，草本植物主要是藜、碱草、糙隐子草、百里香、蒿类及杂草类等，林草植被覆盖度55％左右。矿区影响范围内尚未发现国家一级二级保护野生植物，无国家或地方级保护的珍稀植物分布。

表 2-11　矿区植物分布概况

3、优势物种

矿区优势物种以樟子松、山杏为主，矿区丰富度高达 65%，其山坡阳面为山杏、蒙古蒿、糙隐子草的主要生境，其山坡阴面为樟子松和山杏的主要生境。

照片 2-7　蒙古蒿、藜

4、关键物种

矿区内的植被类型以山区杂草草甸类和灌丛类为主，关键物种主要为：樟子松、山杏。

照片 2-8　山杏

照片 2-9　樟子松

5、区域鸟类迁移现状

根据《候鸟迁飞通道保护修复中国行动计划（2024-2030 年）》，本区域所处**东亚—澳大利西亚**迁飞通道，有 280 余种迁徙水鸟和 510 余种迁徙陆鸟经过此通道，矿区内不涉及候鸟关键栖息地。

6、入侵物种

根据现场调查，矿区及其附近区域无入侵物种分布。

第六节　矿山及周边其它人类重大工程活动情况

一、基础设施建设（交通、水利、能源）

矿区及周边无铁路、公路分布，在矿区东侧存在***村道；矿区周边无水利、能源、***等重要***建筑物。

二、村镇分布情况

矿区内无村镇分布，矿区西***，全村总人口约***人，民居分布较集中，居民从事农牧业为主。

图 2-6　矿区与附近村分布关系图

三、矿产资源开发

根据现场调查及收集资料，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿周边***范围内无相邻矿业权设置。

本方案以《开采方案》为基础进行编制，未来生产建设中的矿石开采、矿石堆砌、废渣排放、废水处理等方面需按照《开采方案》中的场地规划严格执行，且未来将按照场地规划设计生态修复治理工程，《开采方案》治理

与建设统筹规划，故本矿区的矿产资源的开发对本方案生态修复不会产生影响。

四、自然保护地

矿区及其周边无自然保护地分布。

第七节　矿区生态修复工作情况

为了更加科学合理地进行地质环境治理与矿区生态修复，进行地质灾害防治分析、土地损毁治理分析及矿区生态恢复分析，需根据前期地质环境治理案例的分析、学习、借鉴等，从而指导本次矿区生态修复相关工作。

一、矿山以往生态方案编制概况

1、2023 年 5 月，辽宁省化工地质勘查院有限责任公司编制了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（赤矿治字〔2023〕060 号）（简称《前期综治方案》）；

2、2024 年 3 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司编制了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿 2024 年度矿山地质环境治理计划书》；

3、2025 年 3 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司编制了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿 2025 年度矿山地质环境治理计划书》；

4、2026 年 3 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司编制了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿 2026 年度矿山地质环境治理计划书》。

二、上期方案概述

（一）上期方案编制情况

根据 2023 年 5 月，***编制了《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（***号），适用年限为 2 年，即 2023 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日。

原方案矿山地质环境评估面积 146568m^2，复垦责任范围 30934m^2。设计治理措施包括：清运、回填、垫坡、整平、覆土、恢复植被、地质灾害监测

等。矿山地质环境治理与土地复垦动态总投资 175.88 万元。

（二）上期方案主要内容概述

矿权人承诺上期方案适用期内不进行采矿活动，上期方案仅用于矿山地质环境治理及延续矿权，故上期方案没有对：SJ1 工业场地、矿石堆放场、炸药库、门卫室、尾矿库、选矿厂、矿区道路等后期仍需利用场地设计最终治理工程。

1、第一年工作安排（2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日）

1）预测地面塌陷区：矿生产要严格按《开采方案》和有关设计施工，采用设置监测标桩，加强现状采空区地表变形的监测，在预测地面塌陷区外适当间距设置警示牌和网围栏。

2）SJ2 废石场：对 SJ2 废石场进行清运、覆土整平、植被恢复、管护。

3）1#废石场：对 1#废石场作为垫坡物源进行清运，覆土整平、植被恢复、管护。

4）民采坑 1：对民采坑 1 边坡顶部进行削坡整形（降低边坡高度），利用削坡产生的废石及清运废石对民采坑 1 进行垫坡整形、覆土整平、植被恢复、管护。

5）民采坑 2：利用清运废石对平硐进行回填，对民采坑 2 进行削坡整形、垫坡整形、覆土整平、植被恢复、管护。

6）渣堆（ZD1~ZD4）：对渣堆（ZD1）进行修坡整形，对渣堆（ZD2~ZD4）进行清运，对修坡、清运后的渣堆场地进行覆土整平、植被恢复、管护。

7）完善前期治理工程

对民采坑 1 及尾矿库设置的网围栏及警示牌进行查缺补漏，及时修缮、替换。

8）矿山应自主对存在乱堆乱放现象进行统一处理，集中堆放，对已形成的场地周边进行绿化，以达到国家或自治区级绿色矿山建设标准；

9）对评估区内地质灾害、地形地貌景观及土地资源进行监测，对复垦责

任范围进行管护，对地表进行地质灾害监测。

2、第二年工作安排（2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日）

1）预测地面塌陷区：对达到稳沉状态后的部分塌陷坑进行回填、覆土整平、复垦为草地、管护。

2）SJ2工业场地：对场地内的建筑物进行拆除、清运，对场地堆坡进行清运，用于场地切坡的垫坡整形，对场地进行全面的覆土整平、植被恢复、管护。

3）SJ1 废石场：对 SJ1 废石场进行清运、覆土整平、植被恢复、管护。

4）矿石堆放场：对场地内的表土作为覆土物源进行清运，对场地边坡进行修坡整形、覆土整平、植被恢复、管护。

5）尾矿库：对尾矿库坝体边坡进行修坡整形、覆土整平、植被恢复、管护。

6）钻机平台（PT1、PT2）：对场地堆坡进行清运，利用清运堆坡产生的废石对场地切坡进行垫坡整形，对场地进行全面的覆土整平、植被恢复、管护。

7）矿区道路：对后期不再利用的路段堆坡进行清运，利用清运堆坡产生的废石对道路切坡进行垫坡整形，对后期不再利用路段的矿区道路、堆坡、切坡进行覆土整平、植被恢复、管护。

8）对本方案设计的各治理单元进行查缺补漏、完善治理。以达到国家或自治区级绿色矿山建设标准；

9）对评估区内地质灾害、地形地貌景观及土地资源进行监测，对复垦责任范围进行管护，对地表进行地质灾害监测。

表 2-12　上期方案近 2 年地质环境治理年度实施计划安排表

治理期限（年）		治理单元	治理工程内容	治理工程量
第一年	2023.1.1 - 2023.12.31	预测地面塌陷区	警示牌（块）	6
			网围栏（m）	620
		SJ2 废石场	清运（m^3）	1560
			覆土整平（m^3）	1190
		1#废石场	清运（m^3）	47200

治理期限（年）		治理单元		治理工程内容	治理工程量
				修坡整形（m^3）	505
				覆土整平（m^3）	2465
				栽植松树（株）	1233
		民采坑 1		削坡整形（m^3）	1257
				垫坡整形（m^3）	42940
				覆土整平（m^3）	5735
				灌草混播（m^2）	11474
		民采坑 2		回填（m^3）	23
				削坡整形（m^3）	1050
				垫坡整形（m^3）	12020
				覆土整平（m^3）	1144
				灌草混播（m^2）	2288
		渣堆（ZD1~ZD4）		清运（m^3）	3986
				修坡整形（m^3）	75
				石方整平（m^3）	597
				覆土整平（m^3）	900
				灌草混播（m^2）	2999
		完善前期治理工程	民采坑 1	网围栏（m）	338
				警示牌（块）	1
			尾矿库	网围栏（m）	582
				警示牌（块）	1
		复垦责任区		管护（年）	2
		评估区		地质灾害、地下水水质、地形地貌景观监测。	
第二年	2024.1.1 - 2024.12.31	预测地面塌陷区		回填（m^3）	2370
				覆土整平（m^3）	1470
				灌草混播（m^2）	2940
		SJ1废石场		清运（m^3）	2230
				覆土整平（m^3）	206
				撒播种草（m^2）	685
		SJ2 工业场地		垫坡整形（m^3）	36
				拆除（m^3）	66
				清运（m^3）	102
				覆土整平（m^3）	172
		矿石堆放场（边坡）		清运（m^3）	860
				修坡整形（m^3）	450
				覆土整平（m^3）	282
				撒播种草（m^2）	940
		尾矿库（坝体边坡）		修坡整形（m^3）	650
				覆土整平（m^3）	1272
				灌草混播（m^2）	2544
		钻机平台 （PT1、PT2）		清运（m^3）	50
				垫坡整形（m^3）	50
				覆土整平（m^3）	88
				栽植松树（株）	44
		矿区道路 （不在利用路段）		清运（m^3）	312
				垫坡整形（m^3）	312
				覆土整平（m^3）	127
				撒播种草（m^2）	424
		复垦责任区		管护（年）	2

治理期限（年）		治理单元	治理工程内容	治理工程量
		评估区	地质灾害、地下水水质、地形地貌景观监测。	

三、矿山实际完成的修复治理工程

（一）上期方案规划的近期治理工程完成情况

根据本次现状调查及收集资料，本矿山 2023 年编制的《土地复垦方案》对：预测地面塌陷区、SJ2 工业场地、SJ1 废石场、SJ2 废石场、1#废石场、矿石堆放场（边坡）、尾矿库（坝体边坡）、民采坑 1、民采坑 2、渣堆（ZD1~ZD4）、钻机平台（PT1~PT2）及矿区道路（不再利用路段）等单元在方案适用阶段设计了治理工程。具体治理情况如下：

1、矿山未发生地面塌陷，故没有预测塌陷区的治理工程。

2、SJ2 工业场地、SJ2 废石场、民采坑 2、1#废石场、渣堆 1、渣堆 2、渣堆 4、钻机平台 1-2、矿区道路（不再利用）等场地完成了治理工程，治理效果较好。

3、由于渣堆 3 处于 SJ1 工业场地西侧临空面一侧，如果对渣堆 3 进行清运将影响 SJ1 工业场地稳定，所以没有对渣堆 3 场地进行治理。

4、SJ1 废石场完成了废石清运，但是植被恢复效果较差。

5、民采坑 1 完成了治理工程，但是植被恢复效果较差。

6、SJ2 废石场治理效果较好，场地植被覆盖度高，故未将该场地列为现状单元。

（二）其他治理工程完成情况

1、《2024 年度治理计划书》设计的治理工程执行情况

根据 2024 年 3 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿 2024 年度矿山地质环境治理计划书》，方案确定治理单位为：SJ2 工业场地、SJ1 废石场、SJ2 废石场、1#废石场、矿石堆放场（边坡）、尾矿库（坝体边坡）、民采坑 1、民采坑 2、渣堆（ZD1~ZD4）、钻机平台（PT1、PT2）、矿区道路（不再利用路段）。

工程设计：

（1）SJ2 工业场地：拆除、清运、垫坡整形、覆土及整平、恢复旱地；

（2）SJ1 废石场：清运、覆土整平、撒播种草；

（3）SJ2 废石场：清运、覆土整平、恢复旱地；

（4）1#废石场：清运、修坡整形、覆土及整平、栽植松树；

（5）矿石堆放场（边坡）：清运、修坡整形、覆土及整平、撒播种草；

（6）尾矿库（坝体边坡）：修坡整形、覆土及整平、灌草混播；

（7）民采坑 1：削坡整形（规整取直）、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

（8）民采坑 2：回填、削坡整形、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

（9）渣堆（ZD1~ZD4）：修坡整形、石方整平、清运、覆土及整平、撒播种草；

（10）钻机平台（PT1、PT2）：清运、垫坡整形、覆土及整平、栽植松树；

（11）矿区道路（不再利用路段）：清运、垫坡整形、覆土及整平、撒播种草。

执行情况：

矿山企业已按照方案设计内容进行土地复垦治理，未进行现场核查。

2、《2025 年度治理计划书》设计的治理工程执行情况

由于《前期综治方案》未在适用期内，本年度治理计划主要针对在 2024 年度治理效果有待完善区域进行的补充治理。

根据 2025 年 3 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿 2025 年度矿山地质环境治理计划书》，方案确定治理单位为：SJ1 废石场、1#废石场、矿石堆放场（边坡）、民采坑 1、民采坑 2、渣堆（ZD1~ZD4）、钻机平台（PT1~PT2）及矿区道路（不再利用路段）。

工程设计：

（1）SJ1 废石场：清运、覆土整平、撒播种草；

（2）1#废石场：清运、修坡整形、覆土及整平、栽植松树；

（3）矿石堆放场（边坡）：清运、修坡整形、覆土及整平、撒播种草；

（4）民采坑 1：削坡整形（规整取直）、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

（5）民采坑 2：回填、削坡整形、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

（6）渣堆（ZD1~ZD4）：修坡整形、石方整平、清运、覆土及整平、撒播种草；

（7）钻机平台（PT1、PT2）：清运、垫坡整形、覆土及整平、栽植松树；

（8）矿区道路（不再利用路段）：清运、垫坡整形、覆土及整平、撒播种草。

执行情况：

矿山企业已按照方案设计内容进行土地复垦治理，已进行现场核查。

3、《2026 年度矿区生态修复计划书》设计的治理工程执行情况

由于《前期方案》未在适用期内，本年度治理计划主要针对在 2024、2025 年度治理效果有待完善区域进行的补充治理。

根据 2026 年 3 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司提交的《喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿 2026 年度矿区生态修复计划书》，方案确定治理单位为：SJ1 废石场、民采坑 1、民采坑 2、渣堆（ZD2~ZD4）、钻机平台（PT1~PT2）及矿区道路（不再利用路段）。

工程设计：

（1）SJ1 废石场：修坡整形、覆土整平、撒播种草；

（2）民采坑 1：削坡整形（规整取直）、垫坡整形、覆土及整平、灌草混播；

（3）民采坑 2：灌草混播；

（4）渣堆（ZD2~ZD4）：清运、修坡整形、覆土及整平、撒播种草；

（5）钻机平台（PT1~PT2）：清运、垫坡整形、覆土及整平、栽植松树；

（6）矿区道路（不再利用路段）：清运、垫坡整形、覆土及整平、栽种松树。

执行情况：

矿山企业已按照方案设计内容进行土地复垦治理，已进行现场核查。

照片 2-10　民采坑 1、渣堆 3 和 SJ1 废石场治理效果

照片 2-11　SJ2 废石场治理效果

照片 2-12　1#废石场治理效果

表 2-13　2024 年度治理工程量统计表

场地名称	面积	治理措施及工程量										
		修坡整形	垫坡整形	回填	石方整平	削坡整形	拆除	清运	覆土整平	栽植松树	灌草混播	撒播种草
	m^2	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	株	m^2	m^2
SJ2 工业场地	344		36				66	102	172			
SJ1 废石场	974							2230	206			685
SJ2 废石场	1190							1560	1190			
1#废石场	4930	505						47200	2465	1233		
矿石堆放场（边坡）	940	450						860	282			940
尾矿库（坝体边坡）	2544	650							1272		2544	
民采坑 1	13699		42940			1257			5735		11474	
民采坑 2	2288		12020	23		1050			1144		2288	
渣堆（ZD1~ZD4）	2999	75			597			3986	900		2999	
钻机平台（PT1、PT2）	176		50					50	88	44		
矿区道路（不利用路段）	424		312					312	127			424
合计	**30508**	**1680**	**55358**	**23**	**597**	**2307**	**66**	**56300**	**13581**	**1277**	**19305**	**2049**

表 2-14　2025 年度治理工程量统计表

场地名称	面积	治理措施及工程量									
		修坡整形	垫坡整形	回填	石方整平	削坡整形	清运	覆土整平	栽植松树	灌草混播	撒播种草
	m^2	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	株	m^2	m^2
SJ1 废石场	974						2230	206			685
1#废石场	4930	505					47200	2465	1233		
矿石堆放场（边坡）	940	450					860	282			940
民采坑 1	13799		25990			5220		4140		13799	
民采坑 2	2288		12020	23		1050		1144		2288	
渣堆（ZD1~ZD4）	2999	75			597		3986	900			2999
钻机平台（PT1、PT2）	176		50				50	88	44		
矿区道路（不利用路段）	424		312				312	127			424
合计	**26530**	**1030**	**38372**	**23**	**597**	**6270**	**54638**	**9352**	**1277**	**16087**	**5048**

表 2-15　2026 年度治理工程量统计表

场地名称	面积	治理措施及工程量							
		修坡整形	垫坡整形	削坡整形	清运	覆土整平	栽植松树	灌草混播	撒播种草
	m^2	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	株	m^2	m^2
SJ1 废石场	974	120				206			685
民采坑 1	13799		2300	1220		4140		13799	
民采坑 2	2288							2288	
渣堆（ZD1~ZD4）	2999	350			20	900			2999
钻机平台（PT1、PT2）	176		50		50	88	44		
矿区道路（不利用路段）	424		312		312	127	106		
合计	**20660**	**470**	**2662**	**1220**	**382**	**5461**	**150**	**16087**	**3684**

四、生态修复治理工程效果评估

（一）取得成效

民采坑 1 边坡治理效果较好，基岩裸露面已经被表土层覆盖，场地与周边地形地貌协调。矿山及其勘探单位前期严格遵循绿色勘探要求进行储量勘探，勘探结束后对钻机平台及通往钻机平台的道路进行了治理，场地浇水养护及时，植被恢复茂盛，未发生水土流失情况。矿山环境治理对矿区及其周边林草影响较小，植被得以休养生息，原始生物群落得以恢复，动物回归，生境连通性得以恢复。

（二）存在问题

民采坑 1 为 2025 年度新治理工程，还未种草固土，导致场地表土裸露严重，植被郁闭度低；SJ1 废石场植被恢复效果较差；所以将 SJ1 废石场和民采坑 1 两处场地列入现状单元**民采坑**场地继续设计治理。

对上期方案设计的渣堆 3 场地没有进行治理，本方案将该场地列入 **SJ1 工业场地**继续设计治理。

已将炸药库列入现状**堆料场地**设计治理。

（三）获得经验

1、夏季炎热期及时进行养护区浇灌，确保植被先锋物种扎根，防止水土流失；

2、购买农家肥对土壤进行培肥，增加土壤肥力；

3、收集本土植被种子，栽种撒播优势物种，严格把控草种木苗质量，尽量恢复原始植被，防止物种入侵。

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

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、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 2-16　矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

表 2-17　矿区开采中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

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

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿区面积***。

矿区外已损毁土地主要有：部分选矿厂（0.0469hm^2）、尾矿库（6.1424hm^2）、堆料场地（0.5568hm^2）、取土场（0.8732hm^2）、值班室（0.0133hm^2）、部分矿区道路（0.3445hm^2）等，总面积***。

矿区外拟损毁土地主要有：部分预测塌陷区（2.0464hm^2）、部分石料堆场（0.0970hm^2）等，总面积***。

矿区外现状场地与预测塌陷区重叠面积***。

本矿山生态修复区面积为***。

第一节 问题识别与受损预测

一、现状问题

（一）现状地质环境问题

1、现状不稳定地质体

生态修复区位于低山区，人类活动对地质环境影响较强烈。根据现场调查，现状条件下生态修复区内未发生过崩塌、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝、风蚀沙埋、冻胀融陷等灾害。经过实地调查与访问，对生态修复区不稳定地质体详细分析如下：

（1）地面塌陷

根据《核实报告》可知，矿山现已开拓***中段巷道，标高为***，由于矿山自 2014 年 1 月起至今一直处于停产状态，井下仅进行了巷道掘进工作，还未进行过采矿活动，未形成采空区，巷道目前处于封堵状态。根据现场调查未发现地面塌陷、地面沉陷和地裂缝等地质灾害。

（2）崩塌

根据现场调查，评估区内山体稳定，地形起伏变化较小，山体较为稳定，

自然地形地貌条件下不存在不稳定边坡和高陡斜坡，未曾发生过崩塌灾害。矿山 2005 年之前开采方式为露天开采，现状形成 1 处民采坑场地，民采坑呈不规则椭圆形呈现，采坑边坡高度 25~35m，边坡坡度 45~55°，长约 230m，宽 37~81m，分为***个水平台阶，分别为***。经过分期治理后，边坡不存在外倾结构危岩。现状条件下民采坑场地未发生崩塌灾害。

（3）滑坡

经调查，生态修复区未曾发生滑坡地质灾害。现状条件下矿山堆存的废石较少，废石堆积区域坡度较缓，堆积体量小，堆体稳定，未见滑坡迹象。

综上所述，矿区影响范围内不稳定地质体对矿区影响较轻。

2、地形地貌景观破坏

（1）自然条件下地形地貌景观状况

生态修复区属中低山地貌，区域总体地势西南高北东低，区内地形南高北低。最高海拔位于矿区南西部，最低海拔位于矿区北东部，最大高差 183m。地形坡角一般在 10～30°之间，局部坡度大于 30°。

（2）地形地貌景观影响程度评价因素选取及等级划分

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

较轻：地形地貌景观破坏程度轻微，轻微影响视觉效果；

较严重：地形地貌景观破坏程度较严重，中等影响视觉效果；

严重：地形地貌景观破坏程度严重，严重影响视觉效果。

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

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，矿山建设对地形地貌景观影响的现状工程场地包括：SJ1工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等 8 个场地对原生地形地貌景观造成局部破坏。现状各单元对原生地形地貌景观影响评估如下：

照片3-1　矿区全景图

1）SJ1 工业场地

SJ1 工业场地位于矿区中部，占地面积 0.1605hm^2。场地内主要包括：竖井井口、绞车房、空压机房、仓储间等建筑设施。SJ1 井口标高***，规格 2.5m×2m，竖井深度 90m，现已形成***标高中段；场地内建筑物高度约 3m，合计建筑面积 204m^2；场地西侧存在一处废石堆，堆积高度约 3-7m，堆积坡度 23~59°，根据土石方计算可知，堆积总方量约 3100m^3。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-3　SJ1 工业场地地形地貌景观影响评分表

照片3-2　SJ1工业场地

2）选矿厂

选矿厂位于矿区北东侧，占地面积 0.8989hm^2。选矿厂依山而建，场地内主要建筑物包括：选矿厂、办公室、休息室、仓储间等。场地内建筑分为钢结构厂房和砖混结构房屋，建筑面积 2470m^2，平均高度 5m。场地西侧靠近山坡一侧形成切坡长度 202m，高度 1~3m，坡度约 50°。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严重。

表 3-4　选矿厂地形地貌景观影响评分表

照片3-3　选矿厂（东西向拍摄）

照片3-4　选矿厂（南北向拍摄）

3）尾矿库

尾矿库紧邻选矿厂，位于选矿厂东侧的沟谷地段，总面积 6.1424hm^2。该尾矿库为山谷型上游式尾矿库，坝体高度约 17m，坝顶宽 6m，坝长 150m，

坝体坡度为35°，坝体稳定，设计总库容量26.54×10^4m^3。为防止雨季冲沟流水对坝体造成冲刷，尾矿库西设置排水沟，排水沟长度110m，截水沟断面尺寸为0.6×0.6m；尾矿库下游设置集水池、泵房及水质监测点，集水池建筑面积10m^2，深度2m；监测室建筑面积80m^2，高度3m。现状尾矿砂存放量为4×10^4m^3；尾矿库建设在东西两侧形成切坡长度390m，高度1~2m，坡度50~60°。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严重。

表3-5　尾矿库地形地貌景观影响评分表

照片3-5　尾矿库

4）堆料场地

堆料场地位于选矿厂南侧，占地面积0.5568hm^2。该场地较为平坦，南侧为杂物堆放区，建设有两处混凝土结构房屋，占地面积100m^2，高度为2.5m；中间场地为原料堆放场，现状场堆存碎石料一处，堆积面积约350m^2，堆积高度为2-3m，堆积方量为870m^3。石料的堆砌破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表3-6　堆料场地地形地貌景观影响评分表

照片3-6　堆料场地（南向拍摄）

照片3-7　堆料场地（料堆）

5）民采坑

民采坑位于矿区中部，占地面积1.6839hm^2。场地大部分位于矿区范围内，为前期乡办企业开采造成，民采坑呈不规则椭圆形呈现，长约230m，宽37~81m。采坑边坡高度25~35m，边坡坡度45~55°，经过分期治理后，边坡不存在外倾结构危岩。前期方案已经对民采坑进行了治理，治理后分为***个水平台阶，分别为***，由于场地治理后植被覆盖度较低，且场地北侧存在一处基岩裸露，本方案将该场地列入现状单元继续设计治理。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表3-7　民采坑地形地貌景观影响评分表

照片3-8　民采坑（北向拍摄）

照片3-9　民采坑（西向拍摄）

6）取土场

取土场位于尾矿库上游西侧，占地面积0.8732hm^2。矿区环境治理取土损毁了本场地植被结构产生了土壤裸露面，经过前期治理后在场地形成了***层不规则形状平台（***），切坡总长约329m、高约2～5m、坡度约55°，场地大部分存在表土裸露面。场地的挖损对地形地貌整体协调性和美观构成影响，破坏地表植被，对矿区地形地貌景观破坏程度为较严重。

表 3-8　取土场地形地貌景观影响评分表

照片3-10　取土场（南向拍摄）

照片3-11　取土场（西向拍摄）

7）值班室

值班室位于矿区北侧路旁，占地约 0.0133hm^2，场地内含值班室和磅床等，建筑物为钢结构房屋，建筑面积 60m^2，高度 3m，场地建设平坦无切坡。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 3-9　值班室地形地貌景观影响评分表

照片3-12　值班室

8）矿区道路

矿区道路连接矿区内各工程单元，工程场地外道路长约 1880m，宽约 4m，占地面积为 0.7520hm^2。部分矿区道路为平整场地形成，存在切坡及堆坡，切坡总长度 455m，切坡高度 0.5~1m，坡度 40~55°，堆坡长约 600m，高约 0.5-1.5m；场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-10　矿区道路地形地貌景观影响评分表

照片 3-13　矿区道路

9）生态修复区内其它区域

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

综上所述，尾矿库对地形地貌影响严重，SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿

库、堆料场地、民采坑、取土场、矿区道路对地形地貌影响较严重，生态修复区内其他场地对地形地貌影响较轻。

3、矿区含水层破坏

利用《核实报告》中水文观测孔中相关水文数据，再对矿区植被退化、土壤沙化、地表水系断流、地下水富水性降低、地下水资源枯竭、地下水污染风险增加、井下渗水漏砂、井下突水的现状和变化趋势进行系统性调查。根据《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）对矿区植被退化、土壤沙化、富水性下降、含水层防护减弱等评价指标进行系统性评价，通过**井工开采地下水含水层破坏危害影响分级表**和**井工开采地下水含水层破坏危害程度划分表**进行加权求和，最后求得井工开采矿区地下水含水层破坏危害程度级别。

表 3-11　井工开采地下水含水层破坏危害影响分级表

表 3-12　井工开采地下水含水层破坏危害程度划分表

参照**华北、东北平原丘陵山地矿区地下水含水层破坏危害程度评价指标权重系数表**进行计算，矿山现状条件下井巷建设对含水层影响程度评分为 4.4 分，按照井工开采地下水含水层破坏危害程度划分表对应级别为**轻微以下**。

综上所述，由于矿山进行井巷建设后未实际进行生产且进行危害程度评价为**轻微以下**，综合评价井巷建设对含水层影响**较轻**。

（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：SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等 8 个场地。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见下表。土地权属赤峰市喀喇沁旗***管辖，矿区范围内存在基本农田，但是现状单元场地并不占用基本农田。

表 3-13　已损毁土地利用类型及权属表

表 3-14　土地现状损毁利用类型评价表

依据地质矿产行业《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》（DZ/T0223-2011）得出结论：现状所有场地均不占用基本农田；尾矿库及其矿区道路损毁旱地面积小于 2hm^2，其他场地不占用耕地；现状所有场地占用林地或者草地面积均小于 2hm^2。

综上所述，尾矿库及其矿区道路对土地损毁为中度，现状其他场地对土地损毁均为**轻度**。

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。

表 3-15　土地损毁分级参考标准表

表 3-16　土地损毁程度评分界线表

（2）土地损毁程度分析

现状损毁单元：SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路。各单元损毁土地程度评价如下：

表 3-17　压占损毁土地损毁程度评价表

表 3-18　挖损损毁土地损毁程度评价表

（三）生态受损与退化

矿山开发是一个典型的对自然生态系统进行高强度改造和干扰的过程。其核心生产单元包括：**竖井、尾矿库、民采坑**等，场地会对区域的生态结构造成系统性的、通常是长期且难以逆转的破坏。

依据《内蒙古自治区生态功能区划》《喀喇沁旗国土空间总体规划》等上位规划，矿区土地损毁、生态破坏及地形地貌破坏可能会对矿区生态环境、地质环境等造成不可逆转的负面影响。矿区生态系统发生退化主要包括：植被功能损毁、生物多样性丧失、水土流失以及周围场地环境污染等问题。

1、植被损毁

矿区内损毁植被主要以樟子松、山杏树、榆树、蒙古蒿等为主，这些是典型的山地生态系统物种，常分布于干旱或半干旱地区，这些植被多为多年生禾本科或菊科植物，适应贫瘠土壤和低降水环境。

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

表 3-19　植被损毁因素标准表

表 3-20　植被损毁程度评分界线表

现状条件下对矿区植被功能造成损毁的单元包括：SJ1 工业场地、选矿

厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等。

表 3-21　植被损毁程度现状评分表

综上所述，现状场地尾矿库场地对植被损毁为中度，SJ1 工业场地、选矿厂、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路及矿区内其他未破坏场地等对植被损毁轻度。

2、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 11.0810hm^2，矿山前期选矿厂房建设和尾矿库建设一定程度上会导致矿区内动植物生存空间减小。

但是由于前期仅进行井巷建设，对矿区含水层破坏较小，未伤及矿区种子库根基，现状矿区物种较为丰富，生态群落较为完整，所以矿区前期生产建设对矿区生物多样性影响较小。

综上所述，现状判定矿山前期建设对生物多样性影响较轻。

3、水土流失

结合矿区实际调查显示，未防护的采坑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废渣坡，局部已形成浅冲沟，泥沙流失量较大；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。

（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，长期的地表扰动的表土流失、机械压实等行为，破坏了土壤原有结构，土壤孔隙度降低、团聚体稳定性变差，抗冲刷能力与

抗风蚀能力显著弱化，易被水流或风力侵蚀搬运；

③地形扰动加剧，生产作业形成大量陡峭边坡，废石、废渣随意堆存形成松散堆积体，区域地形坡度显著增加，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，针对破坏区域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

本矿区处于沟谷径流排泄区域，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。

照片3-14　民采坑水土流失现状

综上所述，根据现状判定**民采坑**水土流失影响较严重，其他场地对水土流失影响较轻。

4、环境质量现状评价

2026 年 6 月，喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司委托水土检测机构对送检的矿区水土进行了检测，2026 年 7 月，***出具了矿区水土质量检测报告。

图 3-1　水土检测点布设图

表 3-22　水土检测位置坐标表

（1）矿区水环境现状

***对矿区尾矿库上下游监控井水样进行了检测，检测结果如下：

表 3-23　水质环境检测表

检测结果显示，本次喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿尾矿库监控井的各项检测指标均符合《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅲ类标准限值的要求。

根据检测结果，现状条件下采矿活动未对地下水产生污染。

（2）矿区土壤环境现状

***对尾矿库上游、尾矿库下游、选矿厂、民采坑、取土场、SJ1 工业场地、矿区西南侧未破坏区域等 7 处土样进行了检测，各项检测指标均符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值的要求；检测结果如下表：

根据检测结果，现状条件下采矿活动对土壤环境不存在污染情况。

综上所述，现状条件下矿山建设对环境污染为**较轻**。

表 3-24　土壤环境检测表

二、受损预测

（一）生产工艺流程分析、环节时序

1、生产工艺流程

根据矿山资源条件、开采技术条件，遵循建设规模与资源储量以及经济合理服务年限相匹配等原则，同时兼顾矿山开发的外部条件、产品市场容量等，《开采方案》推荐矿山建设规模为***万吨/年（地下开采），开采矿种为萤石（普通）。

工艺流程为通过竖井或平硐等开拓方式建立地表与矿体之间的通道，随后进行采准与切割工程，形成采矿所需的作业空间与巷道，接着采用凿岩爆破等方法将矿石崩落，并借助通风系统排出有毒有害气体与粉尘，再通过铲运机、矿车等设备将矿石运至主运输巷道，经提升系统转运至地表；与此同时，需持续进行巷道支护、排水、充填（视方法而定）等辅助作业，从而构成“开拓—采准—切割—回采（凿岩、爆破、出矿）—运输提升—地表处理”的完整循环。

2、土地损毁环节及时序

未来矿山建设生产过程中场地损毁环节主要包括：民采期、前期配套基础设施建设和未来采矿过程。

（1）矿山民采时期形成有：民采坑；

（2）矿山前期建设及配套设施建设有：SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、取土场、值班室、矿区道路等。

（3）未来矿山开采建设有：拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2。

（4）预测未来可能会出现塌陷地质灾害。

表 3-26　土地损毁时序表

损毁场地名称	面积（hm^2）	损毁环节及时序	损毁方式	损毁状态
预测塌陷区	6.4938	2026年一闭坑	塌陷	拟损毁
拟建SJ1工业场地	0.1605	2026年一闭坑	挖损	
拟建PD1	0.0151	2026年一闭坑	挖损	
拟建工业场地	0.0845	2026年一闭坑	压占	
拟建石料堆场	0.1537	2026年一闭坑	压占	
拟建FJ1	0.0069	2026年一闭坑	挖损	
拟建FJ2	0.0071	2026年一闭坑	挖损	
选矿厂	0.8989（0.5581）	前期建设	压占	已损毁
尾矿库	6.1424（0.5846）	前期建设	压占	
堆料场地	0.5568（0.4939）	前期建设	压占	
民采坑	1.6839（1.3067）	民采时期	挖损	
取土场	0.8732	前期建设	挖损	
值班室	0.0133	前期建设	压占	
矿区道路	0.7520（0.2946）	前期建设	挖损	

3、已损毁土地重复损毁可能性

矿山前期建设过程中已产生的现状单元有：SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等。

未来矿山建设生产过程中存在拟建场地占用现状已损毁场地的情况，对现状单元重复损毁可能性较大，主要单元包括：SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、矿区道路。

图 3-2　重复损毁区域示意图

（二）地质环境预测问题

1、不稳定地质体分布及特征预测

在现状评估的基础上，根据《开采方案》及采矿地质环境条件特征，预测评估采矿活动可能引发的地质灾害。

（1）地面塌陷

《核实报告》圈定矿区内共***条矿体，其中***主矿体，依据矿业权人提供的《井上井下对照图》中巷道分布情况进行地面塌陷预测。

①预测地面塌陷地表最大下沉值

地面塌陷最大下沉值、平均下沉值 W 计算公式：

$W=q\times M/\cos\alpha$;

式中：q 为下沉系数；M 为矿层开采厚度；α为矿体倾角。

矿体顶部为板岩、大理岩，底板为变质玄武岩，为坚硬－较硬岩，q 值一般为 0.27～0.54，本次取 0.54。

表 3-27　地面塌陷特征值计算结果表

②预测地面塌陷区范围

矿体赋存在张性构造破碎带内，上盘为流纹质凝灰岩，下盘为英安岩，近矿围岩均具有硅化、黄铁矿化、硅酸盐化、高岭土化、褐铁矿化及绿泥石化等。矿体顶、底板围岩为流纹质凝灰岩及英安岩，岩石质量指标（RQD）74%～76%，岩石质量等级属于中等-好。岩体完整性评价属于岩体中等完整-较完整。凝灰岩单轴饱和抗压强度 32.83Mpa，属于第二类较硬岩。英安岩单轴饱和抗压强度 68.93Mpa，属于第一类坚硬岩。

据此《开采方案》确定岩体移动范围的移动角如下：下盘为 70°，上盘为 65°，侧翼为 75°。结合《开采方案》工程分布图圈定的岩移范围，预测未来开采可能会形成 1 个地面塌陷区。预测塌陷区面积为 6.4938hm^2，预测地表最大地面下沉值 23.12m，平均地面下沉值 11.06m。

在地面塌陷边缘会伴生裂缝，地面塌陷沿矿体走向分布，采空区上方有可能产生塌陷坑。预测塌陷区范围内地表存在工程场有：SJ1 工业场地、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、矿区道路；并且预测塌陷区内分布着旱地（1.1018hm^2）、乔木林地（2.6037hm^2）、灌木林地（0.0221hm^2）、其他林地（0.8097hm^2）、其他草地（0.2731hm^2）、采矿用地（2.6190hm^2）、农

村道路（0.0459hm²）、裸土地（0.0185hm²）等，危害对象主要为地表人员、施工设施、矿山工作人员。

综上所述，矿山未来采矿活动若发生地面塌陷地质灾害，预测其对矿山地质环境影响程度为严重。

2、地形地貌景观破坏预测

根据《开采方案》设计，随着矿山采矿活动的进行，矿区范围内将形成的破坏单元有：预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等 14 个场地单元。

（1）预测塌陷区

考虑到该矿区未来需进行地下采矿活动，随着采空区面积的增大，原岩应力平衡遭到损毁，使围岩发生变形、位移、开裂和塌陷，甚至产生大面积移动，当岩石移动达到极限时，围岩应力平衡遭到损毁即会发生塌陷，地表将产生变形和移动，形成塌陷盆地和塌陷坑。《开采方案》测算岩体移动角为：矿脉上盘 65°，下盘 70°，侧翼为 75°。根据测算数据圈定岩移范围，进而预测塌陷范围为 6.4938hm²，预测地表最大地面下沉值 23.12m，平均地面下沉值 11.06m。

部分场地将位于预测塌陷区内，包括：选矿厂（部分面积：0.5430hm²）、尾矿库（部分面积：0.5846hm²）、堆料场地（部分面积：0.4939hm²）、民采坑（部分面积：1.3067hm²）、矿区道路（部分面积：0.2946hm²）等，合计重叠 3.2228hm²。预测塌陷区形成将损毁地表形态及植被，在矿区原始地表形成的塌陷坑，对地形地貌景观的影响严重。

表 3-28　预测塌陷区地形地貌景观影响评分表

（2）拟建 SJ1 工业场地

《开采方案》设计原 SJ1 废弃，在原 SJ1 工业场地的基础上新建一处竖井，场地占地面积 0.1605hm²。拟建 SJ1 工业场地内将建设有竖井、卷扬机房、

值班房等设备，竖井井筒净直径为Φ4.5m，净断面积15.90㎡，井口标高***，井底标高***，井深***（含30m井底水窝）。场地建设后需对地面进行硬化，硬化面积1000hm²，场地建设东侧产生切坡，切坡高度约1-3m，切坡长约25m，坡度约45-60°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表3-29　拟建SJ1工业场地地形地貌景观影响评分表

图3-3　拟建SJ1工业场地示意图

照片3-15　拟建SJ1工业场地

（3）拟建PD1

《开采方案》设计拟建PD1，场地占地面积0.0151hm²。拟建PD1与选矿厂存在部分重叠，重叠面积为0.0151hm²。拟建PD1方位角150°，硐口标高***m，平硐长***m，设计采用1/3三心拱，巷道净宽2.4m，净高2.7m，净断面积6.07m²，采用电机车牵引矿车运输，主要担负矿、废石的运输，兼作入风通道和主要安全出口。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表3-30　拟建PD1地形地貌景观影响评分表

图3-4　拟建PD1、拟建石料堆场示意图

照片3-16　拟建PD1

（4）拟建工业场地

《开采方案》设计拟建工业场地，场地占地面积0.0845hm²。拟建工业场地内将建设办公室、厂房、更衣室、员工食堂等钢结构建筑，面积约0.0560hm²，平均高度为3m。场地建设后需对地面进行硬化，硬化面积200hm²，场地的建设在东侧产生切坡，切坡高度约0.5-3m，切坡长约40m，坡度约35-40°。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表3-31　拟建工业场地地形地貌景观影响评分表

图3-5　拟建工业场地示意图

照片3-17　拟建工业场地

（5）拟建石料堆场

《开采方案》设计拟建石料堆场，场地占地面积 0.1537hm^2。拟建石料堆场内将建设矿石堆场和废石堆场，废石及矿石为 PD1 场地内的矿车排出。预计废石堆向北侧分两层顺坡堆放，边坡角 45°-52°，总排放高度约 20m，预计堆存废石方量为 19800m^3。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-32　拟建石料堆场地形地貌景观影响评分表

（6）拟建 FJ1

《开采方案》设计拟建风井 1，位于矿区西北角，场地占地面积 0.0069hm^2。场地内将建设竖井、卷扬机房等设备，井口标高***，井底标高***，井深***，倒段布置，井筒净直径 3.0m，净断面面积 7.07m^2。拟建风井 1 建在缓坡处，可能形成切坡，切坡长约 15m，边坡坡度约 50°，切挖碎石土铺垫于地势低洼处将形成长约 10m、高约 3m 的堆坡，控制坡度在 35°以内。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-33　拟建 FJ1 地形地貌景观影响评分表

图 3-6　拟建 FJ1 示意图

照片 3-18　拟建 FJ1

（7）拟建 FJ2

《开采方案》设计拟建风井 2，位于矿区西南角，场地占地面积 0.0071hm^2。场地内将建设竖井、卷扬机房等设备，井口标高***，井底标高***，井深***，井筒净直径 3.0m，净断面面积 7.07m^2。拟建 FJ1 建在缓坡处，可能形成切坡，切坡长约 15m，边坡坡度约 50°，切挖碎石土铺垫于地势低洼处将形成长约 10m、高约 3m 的堆坡，控制坡度在 35°以内。场地的建设破坏了原始地形地貌景观及植被，预测对地形地貌景观的影响较严重。

表 3-34　拟建 FJ2 地形地貌景观影响评分表

照片 3-19　拟建 FJ2

（8）现状需保留的场地

根据《开采方案》设计，值班室、矿区道路 2 处场地后期需继续利用。

（9）现状后期不再利用场地

根据《开采方案》设计及前往矿山实际调查与矿业权人沟通后确定：选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场后期不再利用。

由于选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑和部分矿区道路位于预测塌陷区范围内，故预测塌陷区内的现状场地地形地貌景观影响严重；其余场地对地形地貌景观影响与现状一致。

综上分析可知，预测塌陷区（包含范围内的现状单元）和尾矿库对地形地貌景观破坏影响程度严重；拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等场地对地形地貌景观破坏影响程度较严重，生态修复区内其他场地对地形地貌影响较轻。

3、矿区含水层破坏预测

未来矿山建设后，依据《开采方案》中场地规划及井巷建设，对矿区含水层破坏进行了预测。利用矿区中水文观测孔相关数据，对矿区植被退化、土壤沙化、地表水系断流、地下水富水性降低、地下水资源枯竭、地下水污染风险增加、井下渗水漏砂、井下突水的变化趋势进行预测判断。根据《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T 42362-2023）对矿区植被退化、土壤沙化、富水性下降、含水层防护减弱等评价指标进行系统性预测评价，通过**井工开采地下水含水层破坏危害影响预测分级表**和**井工开采地下水含水层破坏危害程度划分表**进行加权求和，最后求得井工开采矿区地下水含水层破坏危害程度级别。

表 3-35　井工开采地下水含水层破坏危害影响预测分级表

表 3-36　井工开采地下水含水层破坏危害程度划分表

参照**华北、东北平原丘陵山地矿区地下水含水层破坏危害程度评价指标权重系数表**进行计算，含水层影响程度评分为 10.3 分，级别为**轻微**。

综上所述，预测未来矿山生产对地下水含水层破坏危害程度**较轻**。

（三）土地资源损毁预测问题

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，预测拟损毁破坏的土地资源利用类型见下表。土地权属赤峰市喀喇沁旗***管辖，矿区范围内存在基本农田，但是现状及预测单元场地并不占用基本农田。

表 3-37　拟损毁土地利用类型及权属表

表 3-38　土地预测损毁利用类型评价表

①预测所有场地均不占用基本农田；②预测塌陷区、尾矿库、矿区道路占用耕地面积小于 2hm^2，其他场地不占用耕地；③预测塌陷区占用林地为 3.4355hm^2，其他场地占用林地或草地面积均小于 2hm^2。综上所述，依据地质矿产行业《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》（DZ/T0223-2011）对矿区土地损毁程度得出结论：预测塌陷区、尾矿库、矿区道路对土地损毁为**中度**，其他场地对土地利用类型损毁均为**轻度**。

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、挖损和塌陷，依据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》（DZ/T0223-2011）对该矿山土地损毁情况进行现状评价。

表 3-39　土地损毁分级参考标准表

表 3-40　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：预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路。各单元损毁土地程度预测评价如下：

表 3-41　塌陷损毁土地损毁程度评价表

表 3-42　压占损毁土地损毁程度评价表

表 3-43　挖损损毁土地损毁程度评价表

（四）生态系统退化预测问题

1、预测植被损毁问题

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

表 3-44　植被损毁因素标准表

表 3-45　植被损毁程度评分界线表

预测对矿区植被功能造成损毁的单元包括：预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等 14 个单元。

表 3-46　植被损毁程度预测评分表

经比对植被损毁因素分析表计算后得出：预测塌陷区、尾矿库对植被损毁为中度，拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路内其他未破坏场地等对植被损毁轻度。

2、生物多样性丧失

矿区预测工程活动造成的场地损毁面积共计 14.6042hm^2，矿山后期开采会导致矿区内动植物生存空间减小。

根据《开采方案》设计，该矿山为地下矿山，不存在大范围露天剥离开

采情况，故不会造成大范围初级生产力剥离，并且矿区种子库较为丰富，以山杏、蒙古蒿、糙隐子草和樟子松为主的优势物种仍然能够发挥先锋作用，所以预测矿区生产建设对于食物链下游动物影响较小。

矿区位于京津及华北地区重要的生态安全屏障外围，是锡伯河、老哈河等主要河流的发源地和水源涵养区非重要区域；在生态敏感区角度来讲，矿区属于生态敏感性一般区，故预测矿山未来生产对矿区生态环境影响较小。

综上所述，预测判定矿山后期生产建设对生物多样性影响较轻。

3、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和风力侵蚀为主，且不同季节呈现差异化特征。

从侵蚀分布及表现来看，植被覆盖率较低的**民采坑、取土场和拟建石料堆场**为水土流失重点区域，此类区域地表缺乏有效防护，侵蚀敏感性极强。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，导致局部区域已形成浅冲沟，泥沙流失量显著增加，水力侵蚀强度呈中度至强烈等级；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，形成扬尘污染，不仅加剧区域土地沙化进程，扬起的泥沙颗粒还会覆盖周边植被，干扰植物光合作用与生长发育，破坏周边生态平衡，风力侵蚀强度呈轻度至中度等级。同时，植被覆盖度大幅降低，导致土壤蓄水保墒能力显著下降，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，地表扰动范围将进一步扩大，植被覆盖度难以快速恢复，土壤抗侵蚀能力持续弱化，水力侵蚀与风力侵蚀的强度将逐步提升，水土流失范围将向周边区域蔓延，故**民采坑、取土场和拟建**

石料堆场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。

4、环境质量预测评价

基于矿区环境现状，结合工程建设及运营特点，预测矿区环境情况。具体预测如下：

（1）土壤环境质量预测

1）废石场对周边土壤污染预测分析

表 3-47 矿石主要化学成分分析结果表

***。

因此，该矿石在常规采选及堆存过程中的直接化学污染风险很低，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

矿山日产生活垃圾 0.15m^3，矿山委托有相应资质的部门进行集中处理，定期外运至指定地点处置。因此生活垃圾对周围环境土壤影响相对较小。

预测矿山正常开采活动对土壤环境污染较轻。

（2）水环境质量预测

1）井下矿坑排水：未来矿山生产期间产生的井下矿坑涌水经水仓收集，沉淀过滤后用于矿山凿岩开拓、矿区除尘等，由于矿区污水循环利用不外排，预测井下矿坑排水不会对周围水环境造成污染。

2）生活用水：生活污水主要污染物为 SS、COD 及氨氮，产生量小且水质简单，清掏后用作农肥，预测生活污水不会对水环境造成污染。

预测采矿活动对地下水环境污染较轻。

（3）大气环境质量预测

根据《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）标准，预测未来矿石采动活动可能造成局部区域颗粒物（PM 10、Pm 2.5）浓度短时波动升高；矿石及废石转运过程中的机械扰动、道路行驶扬尘，以及道路切坡堆坡产生的松

散物料起尘，也会导致周边局部区域颗粒物浓度出现短时升高。但通过采取洒水降尘、车辆密闭运输、废石堆覆盖等常规防控措施，可有效控制扬尘扩散，污染物浓度仍能维持在《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）二级标准限值范围内，预测不会造成区域性大气污染。

综上所述，预测未来矿山企业生产对矿区水环境、土壤环境、空气环境污染为**轻度**。

三、问题诊断评价结论

（一）评价方法

1、给予现状和预测问题进行系统性分析，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；

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

3、参照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》附表 7，对喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿各个场地单元进行合理评价。

（二）评价结果

通过对矿山现状及预测问题识别诊断，对预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等 14 个场地单元进行问题识别诊断评价。叙述如下：

表 3-49　矿区损毁程度综合评价表

表 3-50　矿区损毁单元坐标表

图 3-7　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

根据喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿前期建设已产生和可能产生的矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态损毁问题等，依据复垦质量要求，从资源调配平衡性分析出发，进而分析土地复垦技术经济性和植被恢复技术经济性。

（一）土地复垦质量要求

1、复垦单元划分及复垦标准制定依据

①国家及行业的技术标准

《土地复垦条例》（2011 年）；

《土地复垦条例实施办法》（2019 年 7 月 16 日修正）；

《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。

②项目区自然、社会经济条件

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

2、土地复垦技术质量控制原则

①符合矿区土地利用总体规划及土地复垦相关规划。

②依据技术经济合理的原则，根据本地自然条件，按照“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。

3、土地复垦质量要求

①复垦利用类型应与地形、地貌及周围自然环境和景观相协调。

②用作复垦场地覆盖材料不应含有害成分，如复垦场地含有害成分，应

先处置去除。视其废弃物性质、场地条件，必要时设置隔离层后再行覆盖。

4、复垦标准

覆盖土层厚度应参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中“表D.1 东北山丘平原土地复垦质量控制标准”执行。各土地复垦质量控制标准如下：

表 3-51　东北山丘平原土地复垦质量控制标准

（二）矿区及其周边生态系统分析

矿区及其周边生态系统中涵盖林地和草地等土地类型，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、矿山自然地理条件

方案选取土壤条件作为矿山自然地理条件关键属性指标。

2、生态系统结构

生态系统结构反映生态系统的组织形式和空间布局，方案选取植被结构作为生态系统结构关键属性指标，同时结合区域地形地貌、气候特征及人为干预影响，综合解析***生态系统的组织特征与空间分异规律。

***，地处中温带半干旱大陆性季风气候，受干旱气流交替影响，其生态系统不仅具有显著的过渡性特征，还呈现出“自然植被与人工修复植被交织、原生群落与次生群落共存”的复合性特征。区域参照生态系统主要为融合丘陵、平原、河流等多种自然要素的复合型生态系统。

从植被类型构成来看，该地区植被以低矮乔木植被与旱生草本植被为核心主体，广泛分布于坡地、沟谷边缘；退化草甸植被则零星分布于河道两岸及低洼汇水区域，受季节性降水影响明显。

在群落组成方面，自然植被群落的主要建群种为樟子松、山杏、蒙古蒿，该物种具有较强的耐旱、耐贫瘠能力，是维持区域山地生态系统稳定性的核心物种；人工修复区域的建群种则以**樟子松、山杏**为主，搭配**碱草、紫花苜**

蒿等兼具生态防护与经济价值的草本植物。群落优势种丰富度较高，这类物种根系发达、生长周期短，能适应区域贫瘠的土地条件。

3、生态系统功能

物质循环功能方面，以植被－土壤－微生物构成的核心循环体系为支撑，实现碳、氮、水等关键物质的高效周转。自然草本与灌丛植被通过光合作用固定大气中的碳元素，积累有机物质并输送至土壤；土壤中的细菌、真菌及蚯蚓等分解者，将动植物残体分解为无机养分，反哺植被生长，形成完整的碳循环闭环。

人工修复植被如碱草、紫花苜蓿等，因其根系发达、生长迅速的特性，进一步提升了区域物质循环的效率，加速了受损区域的养分积累与土壤改良进程。生物多样性维持功能体现在为多种动植物提供生存栖息地与食物资源。区域内的丘陵、平原、河流等多种复合型人工生态系统，形成了多样化的微生境，既为樟子松、蒙古蒿等原生植物提供了生长空间，也支撑了沙棘、山杏等经济植物的繁衍；同时，为野兔、鼠类等小型哺乳动物，麻雀、喜鹊等鸟类及各类干旱适应性昆虫提供了觅食、栖息与繁殖的场所，构建了相对稳定的食物链与食物网。人工修复工程通过引入适宜的乡土物种，进一步丰富了区域物种组成，提升了群落结构的稳定性，增强了生态系统对干扰的抵抗能力与恢复能力。

（三）生态修复适宜性分析

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

1、分析原则

①符合土地利用总体规划，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、旗等土地利用总体规划，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可持续生产能力、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、分析依据

土地生态适宜性评价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、分析体系和标准

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：Rj 表示第 j 个评价单元最后所得到的评价分数；ai 表示该单元在第 i 个评价因素中所得到的分值；bi 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表 3-52。

表 3-52　拟复垦土地适宜性评价的参评因子、权重及等级表

表 3-53　加权值与复垦方向对照表

表 3-54　复垦土地各评价单元土地质量

备注：区位条件其构成因素主要包括：自然资源、地理位置，以及社会、经济、科技、管理、政治、文化、教育、旅游等方面，区位优势是一个综合性概念，单项优势往往难以形成区位优势。一个地区的区位优势主要是由自然资源、劳动力、工业聚集、地理位置、交通等决定。

②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 3-55　评价单元适宜性评价加权指数和及复垦方向

评价单元	加权指数和	适宜的复垦方向
预测塌陷区	2.6	林地、草地
拟建 SJ1 工业场地	2.6	林地、草地
拟建 PD1	2.6	林地、草地
拟建工业场地	2.6	林地、草地
拟建石料堆场	2.6	林地、草地
拟建 FJ1	2.6	林地、草地
拟建 FJ2	2.6	林地、草地
选矿厂	3.05	耕地、林地、草地
尾矿库	2.6	林地、草地
堆料场地	3.05	耕地、林地、草地
民采坑	3.05	耕地、林地、草地
取土场	2.6	林地、草地
值班室	2.6	林地、草地
矿区道路	2.6	林地、草地

（四）资源调配平衡性分析

1、水资源平衡分析

本矿区生态修复主要方向为耕地、林地、草地，根据《行业用水定额》（DB15/T385-2025）生态用水定额。矿区总灌溉保证率 75%，赤峰市定额值为 2200 立方米/公顷。矿区总修复面积为 9.0464hm^2，总灌溉需水量为 14926m^3。

表 3-56　灌溉用水量年度统计

灌溉用水选择矿井涌水，预测未来采坑正常涌水量1148.12m³/d，年正常涌水量419064m³/a，经预测矿井涌水完全能满足灌溉需求。

为不影响当地村民正常生活用水，可在五至七天内完成一次灌溉。复垦季节选择春季，此时植物需水量少，有利于成活。植物生长初期需定期进行灌溉，以保证成活率，待植被稳定生长后可转为依靠自然降水。

2、土源平衡分析

（1）供土量分析

①表土堆存量：现状无表土堆存。

②剥离表土：拟建场地剥离表土总方量为2522m³。

（2）需土量分析

根据复垦单元划分情况，生态修复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》，林地覆土厚度0.5m。综上所述，矿山共需覆土方量为23277m³。

（3）土源平衡分析

经计算,矿山后期剥离可供土方量255m³,矿山共需覆土方量为23277m³。可利用的表土远小于复垦工程所需土方量，矿山未来生态修复治理工程土方需外购。

3、废石平衡分析

按照近三年开采计划，废石首先利用在塌陷区回填和竖井回填。

矿山现状及预测堆存废石方量分别为：堆料场地（870m³）拟建SJ1工业场地（3100m³）、拟建石料堆场（19800m³），合计废石方量为23770m³。

方案设计矿山地质环境治理需回填（14496m³）、垫坡整形（3960m³）、修坡整形（520m³），需求废石总方量为18976m³，矿山现堆存废石和拟建废石场堆积废土石可以满足未来矿山生态修复治理需求。

二、目标方向可行性分析

（一）确立参照生态系统

参照生态系统的确立应基于矿山所在区域的原生生态特征和历史数

据分析。综合考虑矿山环境变化、生态系统自然演替规律等，选取矿区周边未受损的本地原生生态系统和矿区内成功修复后的生态系统，作为矿山生态修复的参照生态系统。此确立依据源于生态学原理，确保修复方案不脱离本地生态现实，避免盲目追求异域生态模式。

1、参照系统的建立

经过实地走访调查及政府查证，本矿区附近无相同的地质特征、开采矿种、开采方式等条件的矿山实例可供参照。在矿区南侧 200m 丘陵区域生物多样性未受到破坏，具有可供参考的生态系统样本。

照片3-20　参照生态系统照片

2、矿区附近生态系统参照指标

矿山生态系统修复主要是从地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营造等几大方面着手治理工程，在选取生态系统关键属性指标参照因子时，要以恢复原始生态为根本目标，要以据实可行的修复措施作为依据，以修复成果的长期稳定性为准则。

经过分析将参照区的**现状土壤结构、生物多样性、生产功能指标、地形坡度**四大因素确定为关键属性指标。

a.土壤结构

确定参照区域后，保存足够多的参照区土壤结构剖面，尤其是包含第四系为主的土壤剖面数据，以及土壤结构中的巨粒（漂石粒、卵石砾）、粗粒（砾粒、砂砾）、细粒（粉砾、粘砾）等在表层土壤中的极粒占比，这在未来的覆土整平时可以提供参考。在土壤肥力方面，选取植被丰茂的土壤进行化验分析，确定适宜本地区植被的土壤肥力结构。

参照区主要土壤类型属于棕壤土，表土厚度 0.9～1.4m。土壤有机质含量为 6.8%～18%，矿物质养分含量也较低，全氮含量 0.16%～0.2%，全磷含量 0.05%～0.06%，全钾含量 1.6%～1.7%，pH 值 7.0～7.7，属于低产土壤。

b.生物多样性的建立

因为矿区距离参照区比较近，在矿山开采前，对于参照区的生态多样性要及时调查，防止矿山开采辐射周边环境，迫使水位下降，植物根系得不到水分涵养而枯萎，动物因为噪音、机械振动、人员出没挤压生存空间等情况而进行迁移，影响参照区的准确性。调查参照区的生境连通性、优势物种、先锋物种、指示物种、入侵物种等，确保后期矿山环境治理中保留足够多的生物多样性样本。

植被类型以多年生乔植物为主，主要有樟子松、白榆等；伴生少量灌木、半灌木，主要有山杏、沙棘等；主要优势草本植物包括蒙古蒿、糙隐子草、碱草等。

c.生产功能指标

生产功能指标结合矿区复垦区种植实际及植被生产能力实测数据划定：山杏结实率≥65%，参考本地成年山杏正常结实水平（65-75%），兼顾生态修复与经济产出；核心草本物种（碱草、苜蓿）种子发芽率≥70%，较受损土壤环境下发芽率（38%）提升84.2%，保障群落自然繁衍能力。

d.地形坡度指标

基于区域地形地貌勘测结果，结合喀喇沁旗中山山地为核心、向东北方向阶梯过渡的地貌特征，及不同土地利用类型的生态承载能力划定。其中耕地地形坡度控制在小于15°，该阈值可有效降低坡面径流侵蚀风险（较15°以上坡度水土流失量减少62%），适配本地冲洪积平原及缓坡丘陵的耕地开发条件，符合《土地复垦质量控制标准》对北方土石山区的要求；林地与草地地形坡度均小于30°，参考原生融合丘陵、平原、河流等多种自然要素的复合型生态系统自然分布区域的坡度范围（实测原生区坡度多为8°~28°），既适配西北部中山区域植被根系固土空间需求，又避免30°以上陡坡导致的植被立地条件不足、生长受限等问题，降低滑坡、泥石流等地质灾害发生概率。

（二）复垦修复的方向目标

1、确定修复的目标依据

（1）自然地理和交通

属于半干旱大陆性季风气候，其特点是冬季长而寒冷；春季干旱多大风；夏季短促炎热、降水集中；秋季气温下降快，霜冻降临早。根据收集的喀喇沁旗气象局2016-2025年气象资料统计，年平均气温5.1℃，最高气温41.7℃，最低气温-33.1℃，平均年降水量416.17mm，年最大583.6mm，年最小318.7mm，日最大降水量124.1mm、小时最大降水量60mm，10分钟最大降水量55mm。年内降水强度也有较大差异，降水主要集中在6-8月份，占全年降水总量70-80%。年日照为3000-3200小时，平均风速3.75m/s，最大冻土深度2.1m，无霜期130天。该区土壤层厚0.5～10m，质地以砂质土为主，土层较厚，水分较充足，肥力较高。项目区外有完备的运输道路，交通便利。因此从自然和交通条件考虑，复垦为林地及草地较适宜。

（2）公众参与

为使评价工作更加民主化、公众化，在方案编制前、编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，特向***村委会、当地村民和广大公众征求意见。村委会提出建议，希望企业因地制宜做好生态修复工作，在保证耕地面积不减少的情况下，恢复用地类型尽量提高土地类型等级。

（3）从原土地利用类型考虑

生态修复范围为大面积的旱地、采矿用地、林地和草地，从原土地利用类型考虑，复垦为**耕地、林地、草地**较适宜。

（4）当地土地利用总体规划

按照《赤峰市国土空间总体规划（2021-2035年）》和《喀喇沁旗国土空间总体规划（2021-2035年）》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）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**耕地、林地、草地**。该复垦方向与当地自然生态环境相适应，与复垦区相关政策一致，具有经济、社会和群众基础，有利于最大限度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。

2、确定土地类型的具体方向

依据适宜性等级评定结果，结合参照的生态系统目标，综合分析复垦区自然条件和社会条件、公众意见和政策因素，结合采区的生态环境特点、植被类型，根据因地制宜的原则，确定生态破坏单元的修复方向。

表 3-57　复垦后土地地类及面积统计表

评价单元	复垦方向	面积（hm^2）	生物措施
预测塌陷区	林地、草地	6.4938	乔木林地、灌木林地
拟建 SJ1 工业场地	林地、草地	0.1605	乔木林地
拟建 PD1	林地、草地	0.0151	灌木林地
拟建工业场地	林地、草地	0.0845	灌木林地
拟建石料堆场	林地、草地	0.1537	灌木林地
拟建 FJ1	林地、草地	0.0069	灌木林地
拟建 FJ2	林地、草地	0.0071	乔木林地
选矿厂	耕地、林地、草地	0.8989（0.5581）	旱地、灌木林地
尾矿库	林地、草地	6.1424（0.5846）	灌木林地
堆料场地	耕地、林地、草地	0.5568（0.4939）	旱地
民采坑	耕地、林地、草地	1.6839（1.3067）	旱地、灌木林地
取土场	林地、草地	0.8732	乔木林地
值班室	林地、草地	0.0133	灌木林地
矿区道路	林地、草地	0.7520（0.2946）	灌木林地
注：括号内为重叠区域，合计重叠面积 3.2379hm^2。 **尾矿库植被类型需依据应急主管部门要求进行种植，本方案复垦方向仅做初步参考。**			

三、边开采、边修复可行性分析

（一）开采范围与修复区域的空间适配

根据《开采方案》中明确的井巷设置、废石场位置等核心参数，初步划定“开采区－待修复区－已修复区”的分区边界。由于本矿山生产规模为***的地下矿山，对地面生态修复的影响较小。后期生产对矿区破坏以小范围的预测塌陷区和废石的堆积为主，发生塌陷后，待场地达到稳定后，在确保安全的前提下对塌陷坑进行治理；在废石场达到设计排放高度后，需从排放完全一侧开始先行治理。

（二）开采进度与修复节奏的时间同步

根据《开采方案》中明确的设计开采年限、设计生产规模，为矿区生态修复制定阶段目标。

根据与矿业权人沟通，前期两年为矿山基建期，第三年为矿山生产期。根据矿山生产计划，对于《开采方案》未设计利用场地，矿业权人计划不再办理建设用地手续，不再办理建设用地手续的工程单元包括：选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场。上述场地矿山未来开采不再使用，本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，将上述场地近三年治理。

（三）经济层面

该模式可通过优化废石堆存与再利用方案、减少后期修复的土方转运成本、提前实现生态修复收益等方式，降低整体工程成本，同时避免生态环境破坏后的高额治理费用。

（四）生态层面

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

综上所述，矿山在开采过程中对损毁单元进行修复切实可行。

第三节　生态修复分区及修复时序安排

一、生态修复分区

本方案以矿区地形地貌破坏单元来划分生态修复分区，场地共计 14 个修复单元：预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等，其分区拐点坐标如下：

表 3-58　生态修复分区范围一览表

二、修复时序安排

根据生态修复可行性分析结果及方案适用年限划分，本项目生态修复工程拟分为：近、中、远三个阶段实施。近期为前三年（2026 年 7 月 1 日—2029 年

6 月 30 日），中期五年（2029 年 7 月 1 日—2034 年 6 月 30 日），远期为 5 年（2034 年 7 月 1 日—2039 年 6 月 30 日）。

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 3-59　矿区生态修复分区实施时间表

用地单元	损毁面积（hm^2）	损毁时期	修复时期	修复时限	管护时限
预测塌陷区	6.4938	生产期	近期、中期、远期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
拟建 SJ1 工业场地	0.1605	基建期	近期、远期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
拟建 PD1	0.0151	基建期	近期、远期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
拟建工业场地	0.0845	基建期	近期、远期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
拟建石料堆场	0.1537	基建期	近期、近期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
拟建 FJ1	0.0069	基建期	近期、远期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
拟建 FJ2	0.0071	基建期	近期、远期	2026 年、2034 年	2036 年至 2039 年
选矿厂	0.8989（0.5581）	前期	近期	2027 年	2036 年至 2039 年
尾矿库	6.1424（0.5846）	前期	-	-	治理后至 2039 年
堆料场地	0.5568（0.4939）	前期	近期	2027 年	2036 年至 2039 年
民采坑	1.6839（1.3067）	民采期	近期	2027 年	2036 年至 2039 年
取土场	0.8732	前期	近期	2027 年	2036 年至 2039 年
值班室	0.0133	前期	远期	2034 年	2036 年至 2039 年
矿区道路	0.7520（0.2946）	前期	近期、远期	2027 年、2034 年	2036 年至 2039 年

第四节　采矿用地与复垦修复安排

一、采矿使用土地

根据《开采方案》，矿山后续生产计划申请的采矿用地有：拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2，合计面积 6.9216hm^2。《开采方案》将继续利用现状值班室和大部分的矿区道路。

《开采方案》不再利用且无建设用地手续的场地，矿业权人计划不再为其办理建设用地手续，近年度设计治理，归还给土地所有人。

依据土地生态适宜性评价结果，根据参照生态系统所确立的修复目标，确定最终的复垦修复计划。矿区共损毁土地面积 14.6042hm^2，扣除尾矿库面积 6.1424hm^2，尾矿库与预测塌陷区重叠面积 0.5846hm^2，故本方案生态修复面积 9.0464hm^2。将民采坑坑底平坦区域、石料堆场全部场地、选矿厂部分场地恢复为旱地，其他场地通过采取措施将损毁区域复垦为：乔木林地、灌木林地。

表 3-60　矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		生态修复目标		面积增减（hm^2）
				面积（hm^2）	质量	面积（hm^2）	质量	
01	耕地	0103	旱地	0.1165	五等	1.3318	五等	1.2153
		小计		**0.1165**	**五等**	**1.3318**	**五等**	**1.2153**
03	林地	0301	乔木林地	3.1772	五等	3.2427	五等	0.0655
		0305	灌木林地	0.2540	五等	4.4719	五等	4.2179
		0307	其他林地	1.6450	五等	0	-	-1.645
		小计		**5.0762**	**五等**	**7.7146**	**-**	**2.6384**
04	草地	0404	其他草地	0.3096	五等	0	-	-0.3096
		小计		**0.3096**	**五等**	**0**	**-**	**-0.3096**
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	3.3047	-	0	-	-3.3047
		小计		**3.3047**	**-**	**0**	**-**	**-3.3047**
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2156	-	0	-	-0.2156
		小计		**0.2156**	**-**	**0**	**-**	**-0.2156**
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0238	-	0	-	-0.0238
		小计		**0.0238**	**-**	**0**	**-**	**-0.0238**
合计				**9.0464**	**/**	**9.0464**	**/**	**0**

表 3-61　矿区用地与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划				
场地名称	原地类	范围	面积 hm^2	质量	是否临时用地	批准（计划）使用期限	目标地类	范围	面积 hm^2	质量	计划复垦修复期限
预测塌陷区	旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、设施农用地	表 3-58	6.4938	五等	/	/	乔木林地、灌木林地	表 3-58	6.4938	五等	2026 年、2034 年
拟建 SJ1 工业场地	乔木林地、采矿用地	表 3-58	0.1605	五等	否	2026 年-2036 年	乔木林地	表 3-58	0.1605	五等	2026 年、2034 年
拟建 PD1	采矿用地	表 3-58	0.0151	五等	否	2026 年-2036 年	灌木林地	表 3-58	0.0151	五等	2026 年、2034 年
拟建工业场地	乔木林地、其他林地、采矿用地	表 3-58	0.0845	五等	否	2026 年-2036 年	灌木林地	表 3-58	0.0845	五等	2026 年、2034 年
拟建石料堆场	乔木林地、其他林地	表 3-58	0.1537	五等	否	2026 年-2036 年	灌木林地	表 3-58	0.1537	五等	2026 年、2034 年
拟建 FJ1	乔木林地、农村道路	表 3-58	0.0069	五等	否	2026 年-2036 年	灌木林地	表 3-58	0.0069	五等	2026 年、2034 年
拟建 FJ2	乔木林地	表 3-58	0.0071	五等	否	2026 年-2036 年	乔木林地	表 3-58	0.0071	五等	2026 年、2034 年
选矿厂	乔木林地、其他林地、采矿用地、农村道路	表 3-58	0.8989（0.5581）	五等	否	-	旱地、灌木林地	表 3-58	0.8989（0.5581）	五等	2027 年
尾矿库	旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地	表 3-58	6.1424（0.5846）	五等	否	-	-	表 3-58	6.1424（0.5846）	-	-
堆料场地	采矿用地	表 3-58	0.5568（0.4939）	-	否	-	旱地	表 3-58	0.5568（0.4939）	五等	2027 年
民采坑	乔木林地、其他林地、采矿用地	表 3-58	1.6839（1.3067）	五等	否	-	旱地、灌木林地	表 3-58	1.6839（1.3067）	五等	2027 年
取土场	乔木林地、灌木林地、其他林地	表 3-58	0.8732	五等	否	-	乔木林地	表 3-58	0.8732	五等	2027 年
值班室	其他草地、农村道路	表 3-58	0.0133	五等	否	-	灌木林地	表 3-58	0.0133	五等	2034 年
矿区道路	旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、设施农用地。	表 3-58	0.7520（0.2946）	五等	否	-	灌木林地	表 3-58	0.7520（0.2946）	五等	2027 年、2034 年

注：由于同一用地单元涉及多种用地类型，故用地质量等级按照耕地、农用地、林地、草地中的最低用地等级来进行质量等级评定，拟修复的用地质量等级参照矿区原始的平均用地等级进行恢复。

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

本矿区不涉及临时用地，无临时用地占用农用地的情况。

第四章 生态修复措施与工程内容

第一节　保护与预防控制措施

一、敏感目标保护

（一）敏感目标识别

经全面调查核实，矿区范围内不涉及集中式饮用水水源地、天然草原、公益林、自然保护地、地质遗迹、生态保护红线、地表水系、珍稀濒危物种、古树名木、重要基础设施等敏感目标。

采矿区范围内涉及一处永久基本农田，现状部分场地占用耕地。

1、矿区内占用基本农田情况

现状矿区北侧存在一处基本农田，面积为***，但是现状单元及预测未来开采均不占用基本农田。

2、现状单元占用耕地情况

根据全国第三次土地利用现状资料，现状尾矿库占用旱地面积为***，预测塌陷区占用旱地面积为***。

（二）保护措施

1、源头避让，优化布局：对矿区内的耕地和永久基本农田，优先采取避让保护措施，优化矿山空间布局，从源头避免占用和破坏。

2、固体废弃物管控：严禁在基本农田保护区内堆放固体废弃物、填埋垃圾，对固体废弃物优先进行资源化综合利用，减缓土地占用和生态扰动。

3、及时复垦，恢复耕地功能：开采结束后，按照“谁破坏、谁治理”原则，及时开展土地复垦和生态修复。将开采活动与生态修复紧密结合，推动复垦修复与矿产资源开采统一规划、统筹实施。

4、土壤重构与地力提升：通过地形重塑、土壤重构、植被重建等关键技术，对损毁土地进行系统性复垦。修复形成的耕地须确保质量达到土壤环境质量要求，并通过工程、生物、农艺等综合措施改善土壤结构、提升地力。

5、确保“数量不减、质量不降”：涉及永久基本农田的，须按照“数量不

减、质量不降、布局优化、生态改善”的原则进行补划。补划的永久基本农田应当是可以长期稳定利用的优质耕地。

二、表土剥离与植被移植利用

（一）植被移植利用

在系统查阅国家和地方动物志等资料，走访当地村民的基础上，结合现场调查，修复区内未发现国家林业和草原局农业农村部公告（2021 年第 15 号）《国家重点保护野生植物名录》中列入的国家重点保护野生植物种，根据《内蒙古自治区重点保护陆生野生动物名录》（内政办发〔2021〕78 号），矿区范围内无内蒙古自治区保护物种分布。

由于矿区植被长势较好，无入侵物种分布，在表土剥离前，需对拟建场地表层乔灌丛进行植被移植利用。

1、移植时间应遵循植物生长规律，最佳时间是春季（3-5 月）和秋季（9-11 月）。

2、在“供体区”选择生长健壮、无病虫害的草皮或灌木。优先选择根系发达、耐旱、耐贫瘠的乡土植物，如羊草、针茅、虎榛子等。

3、对选定的移植区域进行清理，清除地表杂草、碎石、废弃杂物及有害污染物，平整地形，避免低洼积水；针对矿区废石场土壤贫瘠、板结的问题，提前改良土壤。

4、采用“平铲法”对植被进行挖掘，挖掘深度不应小于优势物种的最低成活根系长度。

5、随用随挖，减少植被根部在空气中的裸露时间。

6、要立即浇透“定根水”，并根据天气情况补充浇水，同时做好清除杂草、防治病虫害和适当追肥等工作。

（二）表土剥离

根据现场调查，未来需进行表土剥离的场地有：拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2，在开采前用挖掘机剥离表土，剥离的表土用于

矿山生态修复的覆土整平。

依据勘探阶段钻探揭露情况，矿区范围内第四系土层厚为 0.5-10m，平均厚度约 1m，本方案设计剥离厚度为 1m；需剥离表土的拟建场地总面积为 0.2522hm^2，剥离表土总方量为 2522m^3。

（三）表土储存与利用

由于拟建场地剥离的表土方量为 2522m^3，结合近年度需实际治理工程的需要，剥离的表土不进行储存，直接用于场地单元的覆土整平。

表 4-1　表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积 hm^2	表土剥离			表土储存		表土利用	
				时间段	厚度 m	土方量 m^3	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	乔木林地、其他林地、采矿用地	见表 4-2 中拟建工业场地拐点坐标	0.0845	2026 年-2028 年	1	845	不进行储存，近期直接用于现状单元治理的覆土整平。	/	土地复垦	2026 年-2028 年
2	乔木林地、其他林地	见表 4-2 中拟建石料堆场拐点坐标	0.1537	2026 年-2028 年	1	1537	不进行储存，近期直接用于现状单元治理的覆土整平。	/	土地复垦	2026 年-2028 年
3	乔木林地、农村道路	见表 4-2 中拟建 FJ1 拐点坐标	0.0069	2026 年-2028 年	1	69	不进行储存，近期直接用于现状单元治理的覆土整平。	/	土地复垦	2026 年-2028 年
4	乔木林地	见表 4-2 中拟建 FJ2 拐点坐标	0.0071	2026 年-2028 年	1	71	不进行储存，近期直接用于现状单元治理的覆土整平。	/	土地复垦	2026 年-2028 年

表 4-2　矿区表土剥离单元坐标表

三、相关协同措施

1、在生态修复施工过程中，矿山企业应按照应急部门要求，严格把控竖井、平硐等井巷封堵、回填工程的施工情况，还需重点检查边坡防护、排土场废（弃）渣清理和堆放等措施的安全落实情况，及时消除安全隐患风险。

2、矿山企业应按照应急部门要求，做好尾矿库闭库工作。尾矿库运行到设计最终标高或者不再进行排尾作业的，应当在一年内完成闭库，闭库前应当进行安全现状评价和闭库设计。

3、矿山企业应严格按照生态环境部门要求，强化矿区大气扬尘污染防治，采取密闭运输、路面硬化、洒水降尘、绿化覆盖等措施，有效管控采矿、运输、堆放等环节产生的扬尘，改善矿区大气环境质量。建设规与模匹配、工

艺适用的生产废水和生活污水处理设施，做好污水分类收集、分质处理，确保外排污水达到《污水综合排放标准》标准。

4、矿山企业应严格按照生态环境部门要求，开展尾矿库污染防治相关工作，做好尾矿库突发环境事件风险评估和尾矿库污染防治监测。

在尾矿库闭库期间及闭库后，采取措施保证渗滤液收集设施继续正常运行。在尾矿库闭库后，采取措施保证地下水水质监测井继续正常运行，并按照国家有关规定持续进行地下水水质监测，直到下游地下水水质连续两年不超出上游地下水水质或者所在区域地下水水质本底水平。

第二节　修复措施

通过调查修复区及周边生态环境现状，通过生态问题识别、诊断和归纳，以及生态修复分区的确定，确定矿山生态修复区为：预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等。

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

一、地貌重塑

1、回填

回填工程主要用于消除因探矿工程、基础施工等造成的空洞或凹陷。利用废石及建筑废料进行回填，采用机械或人工分层回填夯实，按照不同的石方条件和压实要求，进行石方平衡与密实处理，使回填石方的压实度保持在规定的标准内。

2、平整场地

平整土地工程主要用于消除因建设造成的地表附加坡度。采用机械或人工挖方取土，按照不同的条件，进行填挖平衡，使各地块的地形坡度保持在规定的标准内。

3、建筑物拆除

场地内的各类设施需要拆除清理。各类设施拆除采用机械拆除，拆除后废弃物不允许随意丢弃，应清运至附近的混凝土拌和站作为回收骨料，再利用。其中废弃物主要为混凝土、砖等建筑垃圾，不存在污染源。

4、清理废石

采用挖掘机和推土机协调作业，将废石场内废石进行清运，使清理后的场地坡度与原始地形地貌相协调，

二、土壤重构

1、表土剥离工程设计

矿区表土是后期矿山复垦的优质土源，必剥离厚度须完全剥离并妥善保存。开采前应清除地表植被，采用推土机分层分区进行表土剥离。平均剥离厚度 1m，剥离的表土采用装载机或挖掘机装车后运至表土堆放场临时堆放、妥善保护。

2、表土存储与养护

将剥离的表土运输至表土存放区内进行统一保存，在矿区周边购买农家肥，春季定期施肥，施肥后及时翻耕进行肥力保持，待矿山生产结束后将表土运输至各复垦单元用于植被恢复，采用装载机配合自卸汽车将表土运输至表土堆放区。周边用编织袋装土围挡，避免雨水径流冲刷表土，顶部压平。

3、表土回覆

对矿区内平整后的场地进行覆满腐殖土。施工方法为人工配合推土机进行施工，回覆后的表土要求厚度均匀。

4、土壤翻耕

利用农用翻耕机械对板结化场地进行翻耕，翻耕深度为 0.3m，翻耕后

使土壤恢复疏松度，有利于后期植物扎根存活。

三、植被重建

（一）乔木林地植被重建

1、苗木选择

树种：樟子松（备选榆树），选用 2-3 年生实生容器苗或裸根苗，苗高控制在 50-80cm，地径≥0.8cm，要求主干通直、顶芽饱满、须根发达，无机械损伤、无松材线虫病等病虫害侵染痕迹。樟子松为常绿针叶乔木，耐寒耐旱、耐贫瘠，根系深扎能力强，能有效稳固土壤、减少水土流失，且四季常绿，可提升林地生态景观持续性。**草本种子：**碱草（多年生乡土禾本科草种，耐干旱、耐贫瘠，适应性强）、紫花苜蓿（多年生豆科牧草，可固氮改良土壤，提升植被群落稳定性）。

2、苗木预处理

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

3、栽植前场地准备

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

4、栽植方式

将预处理后的苗木放入栽植穴中心，保持树干直立端正，扶正苗木，舒展根系，避免根系窝团、弯折，确保根系与土壤充分接触；容器苗栽植时需去除容器，保留完整土球，放入穴内后调整位置，保证栽植端正。先回填表

层熟土至穴深 1/2 处，轻轻向上提苗 1-2cm，使根系充分舒展，随后分层回填剩余土壤，每回填 10-15cm 厚土壤，采用人工踩实或轻型设备压实，确保土壤与根系紧密贴合，不留空隙；覆土高度与苗木原土痕平齐，严禁深栽埋苗或浅栽露根，深栽易导致根系闷烂，浅栽易造成苗木倒伏、失水。覆土完成后，在栽植穴周边围筑 10cm 高土堰，随即浇灌足量定根水，采用慢浇、透浇方式，确保水分完全渗透至根系深层土壤，浇完后待水分下渗，及时补充覆土，填补土壤裂缝，减少水分蒸发，助力苗木快速缓苗。

5、栽植密度

栽植密度为 1111 株/hm²，株行距统一为 3m×3m；备选榆树栽植密度与松树保持一致，便于后期林地管护与植被更替，保障乔木群落规整均匀，快速形成郁闭林地，发挥固土保水、生态修复作用。

6、栽植时间

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

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

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

7、苗期管护

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

（二）灌木林地（灌草混播）植被重建

1、种子选择

木本种子：山杏核、榆树籽（乡土灌木/乔木，兼具防风固沙、水土保持及生物多样性维护功能）；**草本种子：**碱草（多年生乡土禾本科草种，耐干旱、耐贫瘠，适应性强）、紫花苜蓿（多年生豆科牧草，可固氮改良土壤，提升植被群落稳定性）。

2、种子预处理

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

3、播种前场地准备

项目区需完成基底覆土作业，**覆土厚度控制为 0.3-0.5m**，覆土后对场地进行深耕整平，清除石块、建筑垃圾等杂物，使土壤疏松、地表平整，为种子萌发和根系生长创造良好条件。

4、播种方式

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

5、播种量

结合项目区立地条件及混播植被群落构建目标，确定**总播种量为80kg/hm²**，其中木本种子与草本种子按 1:4 比例分配，具体配比可根据实际立地条件微调：木本种子（山杏核+榆树籽）：16kg/hm²（山杏核 10kg/hm²、榆树籽 6kg/hm²）；草本种子（针茅+披碱草+苜蓿）：64kg/hm²（针茅 22kg/hm²、披碱草 22kg/hm²、苜蓿 20kg/hm²）。

6、播种时间

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

7、苗期管理

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

四、景观营造

景观营造不仅能修复生态、改善环境，更能提升矿区形象与安全效益。矿区生态修复方案的景观营造通过植被恢复、地形重塑与景观融合，因地制宜开展植被恢复、边坡治理、场地绿化，打造“矿在绿中、景在园中”的可持续生态格局。

（一）优化矿区景观格局

1、顺应地形梯度，重塑空间结构。

尊重原有地形地貌，顺应地势梯度进行空间布局，通过“依山就势重塑地形”的方式，既避免了过度开挖造成的资源浪费，又构建了结构稳定的矿山景观生态系统。

2、与周边生态系统连通

将构建矿区层级性生态网络作为区域生态网络的重要节点，通过整合碎片化、分散化的废弃矿山空间，构建具有矿区特色的景观生态网络，织补旷野受损肌理，形成完整连贯的山水格局。

3、功能分区与斑块镶嵌

根据矿区不同区域的立地条件进行，划分为生态修复区、景观游憩区、文化展示区等功能斑块。通过合理的空间配置，使各斑块之间形成有机联系，既保持景观与环境的协调性，又满足多样化的功能需求。

（二）重建矿区植被群落

1、立体分层植被修复

采用“乔灌草”结合的立体生态系统设计。在生态修复前期，先铺垫生长较快的草本植物（如碱草、苜蓿草、狗尾草）形成快速护坡效果；后期栽植根系发达、固坡效果好的乔灌木（如樟子松、白杨、白桦树、榆树等），形成稳定增长的植物群落。这种垂直结构分层设计不仅增强边坡稳固性，还为动物提供栖息生境，形成丰富立体的生态特征。

2、适地适树，乡土优先

依据植被恢复区的乡土植被和土壤特征，确定目标种植群落。选择适应当地环境条件的乡土植物进行合理搭配，防止外来物种入侵。

3、群落式种植与生态演替

采用群落式种植，构建稳定性强的人工植物群落。在各类挡土墙基部种植适应性强的藤本植物（如爬山虎、牵牛），上部栽种花灌木（如丁香），实现墙体全方位立体绿化。同时，坡面采用植生袋和方格护坡等方式，预留自然演替空间，让植被在人工干预下逐步向近自然群落发展，缩短自然演替过程。

（三）文化功能重构与提升

1、矿业遗迹保护与活化

合理避让与保护矿区原址的历史遗迹，保留废弃矿井、采石坑、石崖峭

壁等工业遗址。通过最小干预的方式，尽量保持遗址环境的原初性，对周边进行绿化衬托，形成工业遗址公园。

2、矿山文化主题展示

可建设科普宣传区、矿山文化展示区等，通过景观雕塑、展示牌、博物馆等形式，展示矿业历史、地质构造和采矿工艺。例如：利用井巷设计地下展厅，建成国家级人防教育展馆或矿业博物馆。

3、文旅融合与产业转型

将矿山环境恢复治理与文化旅游产业结合，探索“生态+文旅”转型路径。可打造矿山主题公园、地质遗迹公园，开发高空索道、悬崖栈道、露营基地等游憩项目。

第三节　工程内容

各修复单元采取的地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建的主要叙述如下：

一、预测塌陷区

如若发生塌陷，待塌陷稳定后设计对塌陷场地进行回填、土壤培肥、覆土整平、种植乔木。

地貌重塑：

1、回填

因地面塌陷是否发生、形成塌陷规模、特征具有不确定性，本方案对地面塌陷的预测是按照在充分发育的条件下计算的塌陷区面积和下沉深度，按照同类矿山经验，本方案治理率按 2%计，若实际发生地面塌陷、回填工程量以实测为准。

预测塌陷区面积 6.4938hm^2，塌陷平均下沉值 11.06m，回填塌陷坑和裂缝面积按塌陷区面积 2%计，回填面积 0.1299hm^2，回填物源选择拟建石料堆场的废石，运距约 1-1.5km，塌陷回填工程量为 14366m^3。

土壤重构：

2、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 190kg。

3、覆土整平

对地面塌陷区进行覆土及整平，恢复林地面积 0.1299hm^2，覆土及整平厚度 0.5m，覆土及整平工程量为 650m^3。

植被重建：

4、种植乔木

对塌陷稳定后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对取土场南侧覆土整平后的场地进行栽植乔木（首选樟子松，备选白榆树），预测塌陷区面积 2.2090hm^2，塌陷区种植面积按照 2%计，栽植间距 3m×3m，共计乔木栽植 50 株。

5、灌草混播

对塌陷稳定后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对取土场北侧覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），预测塌陷面积 4.2848hm^2，塌陷区种植面积按照 2%计，恢复灌木总面积 0.0856hm^2。

图 4-1　预测塌陷区治理效果图

二、拟建 SJ1 工业场地

近期按照主管部门要求对原 SJ1 进行回填封堵、对场地堆存的废石进行清运；

矿山终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、修坡整形、土壤培肥、覆土整平、种植乔木。

地貌重塑：

1、回填、封堵

近期矿山企业需按照应急管理部门相关技术规范的要求对原 SJ1 进行回填封堵治理。

待矿山终采后，矿山企业需按照应急管理部门相关技术规范的要求对拟建SJ1进行回填封堵治理。

2、拆除

终采后对井口上方的竖井井架及其场地建筑进行拆除，拆除工程量为50m^3。

3、清运

近期对场地内的废石进行清运，清运至原 SJ1 内用于竖井的回填治理，运距 1-1.5km，清运工程量为 3100m^3。

矿山终采后，对场地内堆存的建筑废料及其进行清运，清运至竖井内用于竖井的回填治理，运距 1-1.5km，清运工程量为 50m^3。

合计清运工程量为3150m^3。

4、修坡整形

终采后，对建设场地形成的前缘堆坡进行修坡整形，设计修坡后坡角小于35°，工作量如下：$Qx=n\times L_l\times v$，式中：n为修坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，修坡系数取100%，Qx为修坡方量（m^3）；L_l为边坡长度（需要修坡的边坡长度为30m）；v为单位坡长修坡方量（根据计算，取值4m^3/m）。考虑治理后的景观协调性，在修坡的过程中，对场地的边界进行规整取直，可得出修坡工程量为120m^3。

土壤重构：

5、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 235kg。

6、覆土整平

需复垦面积为 0.1605hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土

厚度为 0.5m，覆土量为 803m^3。

植被重建：

7、种植乔木

对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行栽植乔木（首选樟子松，备选白榆树），栽植间距 3m×3m，共计栽植 178 株。

图 4-2　拟建 SJ1 工业场地治理效果剖面图

三、拟建 PD1

矿山终采后，按照主管部门要求对平硐进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、对平硐进行垫坡整形，土壤培肥、覆土整平、灌草混播。

地貌重塑：

1、回填

矿山终采后，利用拟建石料堆场的废石对 PD1 巷道回填 20m，运距约 1-1.5km，回填至距硐口 2m 处，巷道断面为 2.4m×2.7m，回填量 2.4m×2.7m×20m=130m^3。

2、封堵

矿山终采后，PD1 硐口规格 2.4m×2.7m，硐口以内采用钢筋混凝土封堵厚度 3m，则混凝土量 2.4m×2.7m×3m=20m^3。

3、拆除

终采后对建设的硐口进行拆除，拆除工程量为 15m^3；

4、清运

拆除后对场地内堆存的建筑废料进行清运，清运至井下用于竖井的回填，运距约 1-1.5km，清运工程量为 15m^3；

5、垫坡整形

终采后，对回填封堵的硐口切坡进行垫坡整形，设计垫坡后恢复原始地

貌，工作量如下：$Qx = n \times L_1 \times v$，式中：n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，垫坡系数取 100%，Qx 为垫坡方量（m^3）；L_1 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 50m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据计算，取值 $60m^3/m$）。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取直，可得出垫坡工程量为 $3000m^3$。

土壤重构：

6、土壤培肥工程

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，单位施肥量 $1465kg/hm^2$，共计施肥量 85kg。

7、覆土整平

需复垦面积为 $0.0151hm^2$，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 $46m^3$。

植被重建：

8、灌草混播

对治理后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复灌木面积 $0.0151hm^2$。

图 4-3　拟建 PD1 治理效果剖面图

四、拟建工业场地

近期对拟建区域表土进行剥离；矿山终采后，拆除、清运场地建筑物，土壤培肥、覆土整平、灌草混播。

地貌重塑：

1、拆除

终采后对建设的建筑物及厂房进行拆除，拆除工程量为 $40m^3$；

2、清运

拆除后对场地内堆存的建筑废料进行清运，清运至废品回收站，清运工

程量为 40m^3。

土壤重构：

3、表土剥离

近期对场地进行表土剥离，场地剥离的表土直接用于近期治理工程，表土剥离厚度为 1m，表土剥离工程量为剥离厚度乘以剥离面积，工程量为 845m^3。

4、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 124kg。

5、覆土整平

终采后，需复垦面积为 0.0845hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 423m^3。

植被重建：

6、灌草混播

对治理后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复灌木面积 0.0845hm^2。

图 4-4　拟建工业场地治理效果剖面图

五、拟建石料堆场

近期在拟建场地进行表土剥离，并在场地下方设置挡渣墙；

矿山终采后，拆除挡渣墙、清运废石、土壤培肥、覆土整平、灌草混播。

地貌重塑：

1、挡渣墙

近期在拟建废石场下游进行建设挡渣墙以防矿石扩散占地。挡渣墙采用浆砌块石，其形式为重力式挡渣墙，基础埋深按照 0.3～0.5m 计算，断面面

积为 2.04m^2。顶宽：0.5m、墙背坡比采用 1:0.4、墙高 1～1.5m。拟建废石场设置挡渣墙长度为 100m，浆砌块石方量 204m^3；

2、拆除

终采后对建设的挡渣墙进行拆除，拆除工程量为 204m^3；

3、清运

终采后对场地内堆存的废石（19800m^3）及其拆除的挡渣墙（204m^3）进行清运，清运至竖井井下用于竖井回填治理，运距约 1-1.5km，清运工程量为 20004m^3。

土壤重构：

4、表土剥离

近期对场地进行表土剥离，场地剥离的表土直接用于近期治理工程，表土剥离厚度为 1m，表土剥离工程量为剥离厚度乘以剥离面积，工程量为 1537m^3。

5、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 225kg。

6、覆土整平

需复垦面积为 0.1537hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 769m^3。

植被重建：

7、灌草混播

对治理后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复灌木面积 0.1537hm^2。

图 4-5　拟建石料堆场治理效果剖面图

六、拟建 FJ1

近期对拟建场地进行表土剥离。

矿上终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、土壤培肥、覆土整平、灌草混播。

地貌重塑：

1、回填、封堵

终采后，矿山企业需按照应急管理部门相关技术规范的要求对风井井巷进行回填封堵治理。

2、拆除

终采后对建设的风井 1 井口砖混结构建筑进行拆除，拆除工程量为 8m^3；

3、清运

对场地内堆存的建筑废料进行清运，清运至竖井井下用于竖井回填治理，运距约 1-1.5km，清运工程量为 8m^3。

土壤重构：

4、表土剥离

近期对场地进行表土剥离，场地剥离的表土直接用于近期治理工程，表土剥离厚度为 1m，表土剥离工程量为剥离厚度乘以剥离面积，工程量为 69m^3。

5、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 10kg。

6、覆土整平

终采后，需复垦面积为 0.0069hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 35m^3。

植被重建：

7、灌草混播

对治理后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，

对整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复灌木面积 0.0069hm^2。

图 4-6　拟建 FJ1 治理效果剖面图

七、拟建 FJ2

近期对拟建场地进行表土剥离。

矿上终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、土壤培肥、覆土整平、种植乔木。

地貌重塑：

1、回填、封堵

终采后，矿山企业需按照应急管理部门相关技术规范的要求对风井井巷进行回填封堵治理。

2、拆除

终采后对建设的风井 2 井口砖混结构建筑进行拆除，拆除工程量为 8m^3；

3、清运

对场地内堆存的建筑废料进行清运，清运至竖井井下用于竖井回填治理，运距约 1-1.5km，清运工程量为 8m^3。

土壤重构：

4、表土剥离

近期对场地进行表土剥离，场地剥离的表土直接用于近期治理工程，表土剥离厚度为 1m，表土剥离工程量为剥离厚度乘以剥离面积，工程量为 71m^3。

5、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 10kg。

6、覆土整平

终采后，需复垦面积为 0.0071hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆

土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 35m^3。

植被重建：

7、种植乔木

终采后，对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行栽植乔木（首选樟子松，备选白榆树），栽植间距 3m×3m，共计栽植 8 株。

八、选矿厂

近期对场地内厂房、硬化地面进行拆除，拆除后清运场地建筑垃圾和场地后侧的切坡，土壤培肥、覆土整平，场地西侧灌草混播，场地东侧恢复旱地。

地貌重塑：

1、拆除

近期对场地内的建筑厂房、硬化地面进行拆除。场地内建筑物面积约 2470m^2，建筑平均高约 5m，拆除工程量按照总工程量的 50%计，拆除建筑物工程量为 6175m^3；硬化地面面积 2073m^2，拆除厚度约 0.3m，硬化地面拆除工程量约 622m^3；则合计拆除工程量为 6797m^3。

2、清运

近期对场地内堆存的建筑废料进行清运，钢铁废料清运至废品回收站，混凝土及砖混废料清运至原 SJ1 井下，运距约 1-1.5km，用于竖井的回填治理，清运工程量为 6797m^3。

近期对拟建工业场地与选矿厂中间位置的北侧切坡进行清运，清运至堆料场地用于场地的覆土工程，运距约 1-1.5km，清运工程量约为 240m^3。

合计清运工程量为 7037m^3。

3、垫坡整形

近期对场地内南侧切坡进行垫坡整形，设计垫坡后恢复原始地貌，工作量如下：$Qx=n\times L_1\times v$，式中：n 为垫坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿

山治理经验，垫坡系数取 100%，Qx 为垫坡方量（m^3）；L_l 为边坡长度（需要垫坡的边坡长度为 120m）；v 为单位坡长垫坡方量（根据计算，取值 $8m^3/m$）。考虑治理后的景观协调性，在垫坡的过程中，对场地的边界进行规整取直，可得出垫坡工程量为 $960m^3$。

土壤重构：

4、土壤培肥工程

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，单位施肥量 $1465kg/hm^2$，共计施肥量 1317kg。

5、覆土整平

复垦为灌木林地面积为 $0.4043hm^2$，复垦为旱地面积为 $0.4946hm^2$，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，恢复旱地的土壤质量需达到农用地土壤环境质量标准。

恢复林地区域覆土厚度为 0.5m，覆土量为 $2022m^3$；恢复旱地区域覆土厚度为 1m，覆土量为 $4946m^3$；合计覆土整平量为 $6968m^3$。

植被重建：

6、灌草混播

对治理后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复灌木面积 $0.4043hm^2$。

图 4-7　选矿厂治理效果剖面图

九、尾矿库

近期需按照应急主管部门和生态主管部门的要求对尾矿库进行闭库处理，本方案不设计具体工程。

十、堆料场地

近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、恢复为旱地。

土壤重构：

1、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 816kg。

2、覆土整平

需复垦面积为 0.5568hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 1m，覆土量为 5568m^3，恢复旱地的土壤质量需达到农用地土壤环境质量标准。

图 4-8　堆料场地治理效果剖面图

十一、民采坑

近期对整个场地土壤培肥，斜坡区域灌草混播，场地底部平整区域覆土整平、恢复旱地。

土壤重构：

1、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 2467kg。

2、覆土整平

需复垦旱地面积为 0.2795hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 1m，覆土量为 2795m^3，恢复旱地的土壤质量需达到农用地土壤环境质量标准。

植被重建：

3、灌草混播

近期对场地斜坡区域恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复总面积 1.4044hm^2。

十二、取土场

近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、种植乔木。

土壤重构：

1、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 1279kg。

2、覆土整平

需复垦面积为 0.8732hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 4366m^3。

植被重建：

3、种植乔木

近期对覆土整平后的场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行栽植乔木（首选樟子松，备选白榆树），栽植间距 4m×4m，共计栽植 545 株。

图 4-9　取土场治理效果剖面图

十三、值班室

终采后对场地建筑进行拆除、清运，然后对场地进行土壤培肥、覆土整平、灌草混播。

地貌重塑：

1、拆除

终采后对建设的建筑物及厂房进行拆除，拆除工程量为 20m^3；

2、清运

拆除后对场地内堆存的建筑废料进行清运，塑钢结构厂房清运至废品回收站，运距约 1-1.5km，清运工程量为 20m^3。

土壤重构：

3、土壤培肥工程

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，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 20kg。

4、覆土整平

终采后，需复垦面积为 0.0133hm^2，利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，覆土厚度为 0.5m，覆土量为 67m^3。

植被重建：

5、灌草混播

终采后对场地斜坡区域恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复总面积 0.0133hm^2。

图 4-10　值班室治理效果剖面图

十四、矿区道路

近期对民采坑西南侧不再利用的矿区道路进行治理，对路面进行翻耕、土壤培肥、灌草混播；

矿山终采后，对所有的矿区道路进行治理，对场地切坡区域进行修坡整形、路面进行翻耕、土壤培肥、覆土整平、灌草混播。

地貌重塑：

1、修坡整形

终采后，对场地存在切坡区域进行修坡整形，设计修坡后坡角小于 35°，工作量如下：$Qx = n \times L_l \times v$，式中：n 为修坡系数，边坡稳定性较好，根据周围矿山治理经验，修坡系数取 100%，Qx 为修坡方量（m^3）；L_l 为边坡长度（需要修坡的边坡长度为 200m）；v 为单位坡长修坡方量（根据计算，取值 2m^3/m）。考虑治理后的景观协调性，在修坡的过程中，对场地的边界进行规整取直，可得出修坡工程量为 400m^3。

土壤重构：

2、翻耕

近期对不再利用区域的道路进行翻耕，翻耕面积 0.0560hm^2。

矿山终采后，对车辆压实的场地道路进行翻耕，翻耕面积 0.6960hm^2。

翻耕总工程量为 0.7520hm^2。

3、土壤培肥

近期对不再利用的矿区道路进行土壤培肥，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 82kg。

矿山终采后，对所有道路进行土壤培肥，单位施肥量 1465kg/hm^2，共计施肥量 1020kg。

培肥总工程量为 1102m^3。

4、覆土整平

矿山终采后，对矿区道路进行覆土整平，道路总面积为 0.7520hm^2。利用挖掘机、推土机对场地进行覆土，由于前期进行了翻耕工程，故覆土厚度为 0.1m，覆土量为 752m^3。

植被重建：

5、灌草混播

近期对不再利用区域恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复总面积 0.0560hm^2。

终采后对所有场地恢复植被，考虑周围植被、周围场地复垦方向等因素，对覆土整平后的场地进行灌草混播（混播：草籽、山杏核、紫花苜蓿），恢复总面积 0.6960hm^2。

灌草混播总工程量为 0.7520hm^2。

表4-3　工程量统计表

治理单元	面积	地貌重塑							土壤重构				植被重建	
		挡渣墙	回填	封堵	拆除	清运	修坡整形	垫坡整形	表土剥离	翻耕	培肥	覆土整平	灌草混播	种植乔木
	hm^2	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	hm^2	kg	m^3	hm^2	株
预测塌陷区	6.4938		14366								190	650	0.0856	50
拟建 SJ1 工业场地	0.1605				50	3150	120				235	803		178
拟建 PD1	0.0151		130	20	15	15		3000			85	46	0.0151	
拟建工业场地	0.0845				40	40			845		124	423	0.0845	
拟建石料堆场	0.1537	204			204	20004			1537		225	769	0.1537	
拟建 FJ1	0.0069				8	8			69		10	35	0.0069	
拟建 FJ2	0.0071				8	8			71		10	35		8
选矿厂	0.8989（0.5581）				6797	7037		960			1317	6968	0.4043	
堆料场地	0.5568（0.4939）										816	5568		
民采坑	1.6839（1.3067）										2467	2795	1.4044	
取土场	0.8732										1279	4366		545
值班室	0.0133				20	20					20	67	0.0133	
矿区道路	0.7520（0.2946）						400			0.7520	1102	752	0.7520	
合计	**9.0464**	**204**	**14496**	**20**	**7142**	**30282**	**520**	**3960**	**2522**	**0.7520**	**7880**	**23277**	**2.9198**	**781**

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。

（一）监测目标

1、保障工程安全与质量：针对**预测塌陷区、尾矿库、拟建石料堆场**等存在不稳定地质体单元，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，及时发现和消除各单元工程安全隐患，保障施工人员及周边环境安全。

2、验证修复目标达成度：针对各监测单元，通过系统监测数据，验证各单元修复工程是否达到预定修复目标（如：废石场边坡稳定、生产场地土壤污染物达标、矿区整体植被覆盖度/生物量目标、生物多样性恢复水平、地下水水位水质达标等），为最终工程验收提供量化依据。

3、识别风险与预警防控：针对预测塌陷区、拟建废石场、矿区含水层、植被覆盖区等重点单元，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、土壤污染物迁移扩散、植被退化、地下水污染等），建立预警机制，为采取有效防控和调整措施提供决策支持。

4、优化管理与指导决策：结合各监测单元的监测数据，为各单元修复工程的动态管理、后期养护措施的调整优化以及后续类似项目的规划设计提供科学依据和数据支撑。

（二）监测任务

1、针对预测塌陷区不稳定地质体：确定裂缝宽度、塌陷变形速度等监测因子，布设预测区岩移观测点，按规定频率采集监测数据，及时掌握边坡稳定性在时间和空间上的变化情况。

2、针对地形地貌景观（整个矿区范围）：确定土地损毁面积、利用类型、损毁程度等监测因子，结合人工调查与遥感/无人机航拍，记录矿区土地破坏前、破坏后及恢复后的状态，完成地形地貌及土地复垦监测记录，掌握土地及景观动态变化。

3、针对含水层（井巷）：确定地下水水位、水质为核心监测因子，布设水井监测点，采用人工测量方式采集数据，整理存档并与历史数据对比，掌握开采对含水层的影响程度。

4、针对土地资源（整个矿区范围）：以矿区土地利用现状图为底图，标注各土地损毁监测区，统计损毁地类、面积，结合摄像、人工巡视，确定土地损毁程度，完成监测数据填表存档。

5、生态系统：确定植物种类、覆盖度、生物量，动物种类、数量，栖息地质量及小气候等监测因子，采用样方法、NPP 累计法等，结合路线巡回监测，定量定位监测生态状况，掌握生态系统动态变化。

6、针对所有监测对象及单元：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；评价矿山生态环境现状，预测发展趋势；建立和完善矿山生态环境监测数据库及监测信息系统，实现监测数据的规范化管理和高效应用。

7、为防止耕种区域塌陷对人身和财产造成损失，需对于耕种区域预测塌陷区进行加密监测。

8、对于尾矿库和预测塌陷区重叠区域上方应进行加密监测，重点关注监视尾矿库坝体稳定性，防止地面塌陷对尾矿库坝体造成破坏，进而产生溃坝导致影响下游生态。

二、监测措施

（一）矿山地质环境监测

1、不稳定地质体监测

（1）监测内容

按照“以人为本”和准确控制预测地质灾害范围的原则为出发点，矿山应对地面采动影响对象开展重点监测，建立完善的塌陷变形监测体系，主要监测内容为地表下沉量、水平移动量等。

（2）监测方法

采用人工肉眼巡视监测和设备（RTK 全站仪、RTK）监测相结合的方法，由矿方确定 2 名专业监测人员，定时对采空区上方地表变形情况进行测量、记录、分析、总结、汇报。为准确监测地面塌陷与地裂缝发育规律，在岩石移动范围内布设监测点，监测点间距 50～100m，形成监测网。

（3）监测点布设

本方案布设地表位移监测点 22 个，基准点设置在值班室场地内，布设监测点需满足监测要求。可依据开采区的范围变动，及时布置监测点，并进行监测。

表 5-1　地面塌陷监测点坐标

（4）监测频率

不稳定地质监测原则上为每季度进行 1 次，进入雨季（7、8、9 三个月）要增加监测次数为每月 1 次，故每年每个点监测 6 次。

（5）监测年限

监测自 2026 年 7 月 1 日至 2039 年 6 月 30 日，共 13 年。

2、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，对生态修复区内土地资源、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。

表 5-2　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		

（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 2039 年 6 月 30 日，共 13 年。

3、含水层监测

（1）监测内容

主要监测地下水水位以及水质的变化。地下水水位及水质监测点布设在矿区水文监测井和 SJ1 井下，共计两个监测点。

（2）监测方法

以人工测量为主，对地下水水位及水质进行监测，观测其水文变化情况。

（3）监测频率

①地下水水位监测要求

一般情况下应每年监测2次地下水。

②地下水水质监测要求

一般每年采取 2 次水质分析水样，分析项目包括：色度（铂钴色度单位）、

嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、钠、总大肠杆菌、菌落总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、总α放射性、总β放射性等 39 项。

（4）监测技术要求

对监测数据实时进行整理，建立监测点详细资料。每次监测所取得的数据都要由专业技术人员进行存档，并建立矿区内含水层监测技术档案，同时对每次所取得的数据和以往数据进行对比。及时掌握矿山开采对含水层影响程度，掌握矿山地质环境变化动态，为矿山地质环境恢复治理提供技术支撑，发现问题及时采取相应措施进行处理；通过检测水位、流量变化情况，防范矿山突水事故等。

表 5-3　含水层监测点坐标一览表

（二）土地资源监测

1、土壤污染监测

（1）监测内容

土壤污染监测每年监测一次，项目包括：pH、铜、锌、铅、镉、砷、铬、汞等45项指标。

（2）监测点的布设

重点布设在未来开采使用的场地中，例如：拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、尾矿库上游、尾矿库下游等，共设计 8 个监测点。

表 5-4　土壤污染监测点坐标一览表

（3）监测方法

按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2026）中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。土壤污染监测主要采用人工现场取土样进行分析，监测方法按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2026）中土壤环境质量调查

采样方法导则进行采样。采用《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618—2018）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）进行评价。

（4）监测频率

每年 1 次。

（5）监测时限

矿山生产期间和综合治理期内，即 2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

（三）生态系统监测

生态系统监测包括植物要素指标监测与土壤要素指标监测两部分，具体内容如下：

1、植物要素指标监测

（1）监测内容

植物要素监测内容主要为：草地植被优势种、植被覆盖度、群落平均高度、物种频度、叶面积指数（LAI）、地上/地下生物量。

（2）监测点布设

与土壤监测点协同布设，位置对应。在每个监测样地内，设置固定监测样方（草地：1m×1m；灌丛：5m×5m；林地：20m×20m），并设立永久标志。

（3）监测方法

群落调查：采用样方法，记录样方内所有植物的种类、数量、高度、盖度（目测或照相法）、频度（在多个小样方中出现次数）。

（4）监测要求

以遥感反演参数为基础，结合地面调查数据，通过收集生态系统生物量、植被覆盖度和水质等数据，评价森林、灌丛、草地和水质生态系统质量等级和空间特征，综合各类生态系统质量评价结果，分析评价区内生态系统质量状况以及不同时期动态变化特征。

（5）监测期限、频率

监测频率 2 次/年，监测时间为方案服务期，即 2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

2、土壤理化性要素指标监测

（1）监测内容

土壤理化性质监测涵盖以下核心指标：有机碳密度、土壤容重、土壤机械组成、土壤 PH、土壤含水量、土壤有机质含量、土壤全氮等核心指标等，全面覆盖土壤物理性状与化学养分关键参数，为土壤质量评价提供基础数据支撑。

（2）监测点布设

与植物要素监测点协同布设，位置一一对应，确保监测数据可匹配对比。在各监测样地内按土壤类型和地形特征设置固定监测样点，埋设永久标志，保障长期监测点位的一致性。

（3）监测方法

采用现场测定与实验室分析相结合的方式开展土壤理化性质监测，具体方法如下：

pH 值：采用电位法现场测定，确保测定数据实时、准确，符合土壤 pH 值监测规范要求；

覆土厚度、有效土层厚度：采用钢尺量测，多次量测取平均值，减少量测误差；

土壤容重：采用环刀法测定，严格按照环刀法操作流程执行，保障样品采集的规范性；

有机质、全氮等化学指标：采用常规土壤农化分析方法在实验室完成测定，严格遵循相关检测标准，确保分析结果可靠。

（4）监测要求

以土壤质量监测数据为基础，结合区域土地利用类型和生态修复目标，评价区内土壤理化健康状况与污染风险等级，分析不同时期土壤质量的动态变化趋势，为生态系统稳定性评估和修复措施优化提供依据。

（5）监测期限、频率

监测频率：土壤理化性质指标监测频次为 1 次/年，监测期限：2026 年 7 月 1 日～2039 年 6 月 30 日。

第二节　管护目标与措施

一、管护目标与任务

（一）管护目标

巩固生态修复工程成果，维持复垦土地土壤肥力与结构稳定，保障重构土壤、重建植被的健康生长，提升矿区生态系统的稳定性和自我修复能力；保护矿区关键物种，维护生物多样性，有效降低水灾、旱灾、虫灾、火灾等生态风险，实现复垦土地生态系统的可持续发展，确保修复区域生态环境持续改善、不发生退化。

（二）管护任务

1、土壤管护：对重构土壤进行常态化监测与养护，维持土壤肥力，防止土壤板结、侵蚀、沙化等退化现象发生，保障土壤能够持续满足植被生长需求。

2、植被管护：对修复区域内的乔灌草植被进行全面管护，包括及时补种、培土、浇水、施肥、修枝、间伐等抚育工作，做好病虫害防治，确保幼林、草地正常生长，提高植被成活率和覆盖度。

3、生态监测与风险防控：持续观测矿区关键物种和生物多样性变化，建立常态化巡查机制，及时排查并处置水灾、旱灾、虫灾、火灾等生态风险，防范病虫害扩散蔓延。

4、工程维护：对复垦工程设施进行定期巡查与维护，及时修复破损部位，保障工程设施完好，发挥其生态防护功能。

二、管护措施

复垦完毕的土地其土壤条件、生态环境较为脆弱，因此需设定 3 年管护期，防止复垦土地生态退化。管护工作由矿业权人负责，管护内容涵盖土壤管护、植被管护（林地、草地）、工程维护等，3 年管护期结束后，与监管部门签订后续管护合同，确保管护工作持续推进。

（一）生态修复后土壤的管护

1、土壤监测：定期对重构土壤的肥力、湿度、酸碱度、结构等指标进行监测，掌握土壤变化情况，根据监测结果调整管护措施，确保土壤质量符合植被生长要求。

2、土壤养护：定期对土壤进行松土、培土，防止土壤板结，改善土壤透气性；根据土壤肥力情况，科学施用有机肥，补充土壤养分，避免过度施肥造成土壤污染；做好水土保持，防止土壤被冲刷侵蚀，可结合工程维护措施，减少土壤流失。

3、退化防控：巡查过程中及时发现土壤沙化、盐碱化、侵蚀等退化迹象，采取针对性防控措施，如覆盖保墒、补种固土植被等，遏制土壤退化趋势。

（二）植被的管护（林地、草地）

统一开展浇灌、除草、松土、定株、修枝、虫害防治等抚育工作，结合林地、草地的生长特性，细化管护措施，确保植被健康生长。

1、林地管护

（1）初期抚育：植被栽植后初期，加强灌溉管理，根据天气情况合理浇水，保障幼树生长所需水分；定期松土，改善土壤透气性，促进幼树新根生发，防止干旱灾害影响幼林生长。

（2）修枝管理：植被生长旺盛阶段，加强日常巡查，根据苗木生长情况进行简单修剪，去除病枝、弱枝、徒长枝，改善林木通风透光条件，促进林木健壮生长。

（3）病虫害防治：建立病虫害常态化巡查机制，及时发现病株、虫株，

对病株及时砍伐清理，防止病虫害扩散；针对不同病虫害类型，科学喷洒农药，做到精准防治，保障林木成活率和生长质量。

（4）补植补种：对巡查中发现的缺株、死株，及时进行补植，选用与原植被品种一致、长势良好的苗木，确保林地植被覆盖均匀。

2、灌草地管护

（1）水分管理：根据草地生长需求和天气情况，合理浇灌，避免草地干旱枯萎，同时防止积水导致根系腐烂，保障草地正常生长。

（2）杂草清除：定期清除草地内的杂草，避免杂草与草地植被争夺水分、养分，确保草地植被长势良好，提高草地覆盖度。

（3）松土与培土：定期对草地土壤进行松土、培土，改善土壤透气性，防止土壤板结，促进草地根系生长；对坡度较大区域，适当培土，防止水土流失。

（4）病虫害防治：加强草地病虫害巡查，及时发现病虫害迹象，采取物理防治、化学防治相结合的方式，喷洒合适的农药，清理病株、虫株，防止病虫害蔓延，保护草地生态。

（三）工程维护

复垦工程结束后的 3 年管护期内，对复垦后的单元，定期巡查冲刷情况，根据冲刷程度采取挖高填低、铺垫防护等简单维护措施，减少土壤流失；对规划内的各类复垦工程设施（如灌溉设施等）进行定期巡查，发现破损、老化等问题，及时进行维修、更换，确保工程设施完好，充分发挥其生态防护和辅助管护作用。

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 5-5 所示。

表 5-5　矿山地质环境监测工程量汇总

序号	监测项目	监测频率	数量	监测时限（年）	工程量
一	矿山地质环境监测				
1	不稳定地质体	6 次/年	22 点	13	1716
2	地形地貌景观监测	12 次/年	1 点	13	156
3	含水层水位监测	2 次/年	2 点	13	52
4	含水层水质监测	2 次/年	2 点	13	52
二	土地资源监测				
1	土壤污染监测	1 次/年	8 点	13	104
三	生态系统监测				
1	植物要素指标	2 次/年	1 点	13	26
2	土壤理化性要素指标	1 次/年	1 点	13	13

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，每两个月管护 1 次，每年管护 6 次，管护年限为 3 年，管护总次数为 18 次。见下表 5-6。

表 5-6　管护工程量表

管护范围	管护面积（hm^2）	管护年限（年）
生态修复范围	16.7154	3

第六章 工程部署与经费估算

第一节 总体部署

一、总体目标

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

二、矿山生态修复工程总工作量

矿区生态修复总体部署划分为三个阶段：近期3年（2026年7月-2029年6月）、中远期7年（2029年7月-2036年6月）、管护期3年（2036年7月-2039年6月），生态修复工作预计在2039年7月前结束。

矿山生态修复单元主要有：预测塌陷区、拟建 SJ1 工业场地、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、拟建 FJ2、选矿厂、尾矿库、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路，总工作量如下：

1、预测塌陷区：对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

2、拟建 SJ1 工业场地：近期按照主管部门要求对原 SJ1 进行回填封堵、对场地堆存的废石进行清运；

矿山终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、修坡整形、土壤培肥、覆土整平、种植乔木。

3、拟建 PD1：矿山终采后，对平硐进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、对平硐进行垫坡整形，土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

4、拟建工业场地：近期对拟建区域表土进行剥离；矿山终采后，拆除、清运场地建筑物，土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

5、拟建石料堆场：近期在拟建场地进行表土剥离，并在场地下方设置挡渣墙；

矿山终采后，拆除挡渣墙、清运废石、土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

6、拟建 FJ1：近期对拟建场地进行表土剥离。

矿上终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

7、拟建 FJ2：近期对拟建场地进行表土剥离。

矿上终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、土壤培肥、覆土整平、种植乔木；

8、选矿厂：近期对场地内厂房、硬化地面进行拆除，拆除后清运场地建筑垃圾和场地后侧的切坡，垫坡整形、土壤培肥、覆土整平，场地西侧灌草混播，场地东侧恢复旱地；

9、尾矿库：近期需按照应急主管部门和生态主管部门的要求对尾矿库进行闭库处理，本方案不设计具体工程；

10、堆料场地：近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、恢复为旱地；

11、民采坑：近期对整个场地土壤培肥，斜坡区域灌草混播，场地底部平整区域覆土整平、恢复旱地；

12、取土场：近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、种植乔木；

13、值班室：终采后对场地建筑进行拆除、清运，然后对场地进行土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

14、矿区道路：近期对民采坑西南侧不再利用的矿区道路进行治理，对路面进行翻耕、土壤培肥、灌草混播；

矿山终采后，对所有的矿区道路进行治理，对场地切坡区域进行修坡整形、路面进行翻耕、土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

15、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

16、对复垦区进行管护。

表 6-1　生态修复工程量汇总表

序号	工程名称	单位	工程量
（一）	**地貌重塑工程**		
1	挡渣墙	m^3	204
2	回填	m^3	14496
3	封堵	m^3	20
4	拆除	m^3	7142
5	清运	m^3	30282
6	修坡整形	m^3	520
7	垫坡整形	m^3	3960
（二）	**土壤重构工程**		
1	表土剥离	m^3	2522
2	翻耕	m^3	752
3	培肥	kg	7880
4	覆土整平	m^3	23277
（三）	**植被重建工程**		
1	灌草混播	hm^2	2.9188
2	种植乔木	株	781
（四）	**监测工程**		
1	不稳定地质体	点次	1716
2	地形地貌景观监测	点次	156
3	含水层水位监测	点次	52
4	含水层水质监测	点次	52
5	土壤污染监测	点次	104
6	植物要素指标	点次	26
7	土壤理化性要素指标	点次	13
（六）	**管护工程**		
1	管护	年次	3
合计	--		--

第二节　总体经费估算

一、经费估算依据

（一）计价依据

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

2、喀喇沁旗材料价格信息（2026 年 2 季度）材料价格市场询价。

（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、材料价差和税金。

（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、施工机械使用费和其他费用组成。

①人工费=定额劳动量（工日）×人工概算单价（元／工日）；人工单价根据《内蒙古自治区矿山生态修复工程预算定额标准（试行）》的规定计取，甲类工 175.36 元／工日，乙类工 131.02 元／工日。

②材料费=定额材料用量×材料单价；定额材料费一般包括：材料原价、包装费、运杂费、运输保险费和采购及保管费五项。

③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）；施工机械台班费包括：折旧费、检修费、维护费、安装拆卸费、动力燃料费、机上人工费组成。

④其他费用=（人工费+材料费+施工机械使用费）×费率；其他费用是指完成规定任务所需耗用的零星用工、用料及辅助机械所发生的摊销费。

2）措施费

措施费=（人工费+机械费）×措施费率；措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，按工程类别进行计取。

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（%）	夜间施工增加费（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	0.85	0.5	0.2	0.7	2.5	4.75
2	石方工程	0.85	0.5	0.2	0.7	2.5	4.75
3	砌筑工程	0.85	0.5	0.2	0.7	2.5	4.75
4	混凝土工程	1.00	0.5	0.2	0.7	2.5	4.90
5	植被工程	0.85	0.5	0.2	0.7	2.5	4.75
6	辅助工程	0.85	0.5	0.2	0.7	2.5	4.75

（2）间接费

间接费=直接费×间接费费率；间接费主要包括：企业管理费和规费，按工程类别进行计取。

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	砌筑工程	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

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，利润按直接费与间接费之和的 3%计取。

（4）材料价差

材料价差=材料消耗量×（材料预算价格－材料限价），材料价差是指材料预算价格超出主材限定价格部分单独计列为材料价差，仅计取税金。

（5）税金

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%。

2、其他费用

其他费用包括：前期工作费、工程监理费、竣工验收费、项目管理费等。

（1）前期工作费

前期工作费是指矿山生态修复项目在工程施工前所发生的各项支出，主要包括：项目可研编制费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

1）项目可研编制费

项目单位委托具有相关资质的单位对矿山生态修复项目进行可行性研究所发生的费用。费用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　项目可研编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目可研编制费（万元）
1	≤50	1
2	100	2
3	200	2.5
4	500	4
5	1000	6
6	3000	12
7	5000	15
8	10000	25

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.25%计取。

2）项目勘测费

项目单位委托具有相关资质的单位对矿山生态修复项目区进行地形测量、工程勘察、地质勘察、项目前期无人机影像等所发生的费用。费用以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-5　项目勘测计费标准

序号	计费基数（万元）	项目勘测费计费（万元）
1	≤50	0.75
2	100	1.4
3	200	2.6
4	500	6
5	1000	11
6	3000	30
7	5000	45
8	10000	80

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.75 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.80%计取。

3）项目设计与预算编制费

项目单位委托具有相关资质的单位对矿山生态修复项目进行规划设计与预算编制所发生的费用。费用以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-6　项目设计与预算编制费计费标准

序号	计费基数（万元）	设计费（万元）
1	≤50	2.25
2	100	4.5
3	200	9
4	500	20.9
5	1000	38.8
6	3000	103.8
7	5000	163.9
8	10000	304.8

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.25 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 3.04%计取。

4）项目招投标代理费

项目单位委托具有相关资质的单位对矿山生态修复项目进行招标所发生的费用。费用以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。。

表 6-7　项目招标代理费计费标准

序号	计费基础（万元）	费率（%）	算例	
			计费基数（万元）	招标代理费（万元）
1	≤50	1	50	50×1%=0.50
2	50-100	0.5	100	0.50+（100-50）×0.5%=0.75
3	100-200	0.46	200	0.75+（200-100）×0.46%=1.21
4	200-500	0.43	500	1.21+（500-200）×0.43%=2.50
5	500-1000	0.4	1000	2.50+(1000-500)×0.4%=4.50
6	1000-3000	0.3	3000	4.50+(3000-1000)×0.3%=10.50
7	3000-5000	0.2	5000	10.50+(5000-3000)×0.2%=14.50
8	5000-10000	0. 1	10000	14.50+(10000-5000)×0.1%=19.50

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.50 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

（2）工程监理费

工程监理费是指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程监督与管理所发生的费用。费用以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-8　工程监理费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程监理费（万元）
1	≤50	2.3
2	100	4.2
3	200	7.5
4	500	16.5

5	1000	30.1
6	3000	78.1
7	5000	120.8
8	10000	218.6

注：计费基数不足 50 万元时，按 2.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 2.18%计取。

（3）竣工验收费

竣工验收费是指矿山生态修复项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目结（决）算审计费。

1）工程复核费

工程复核费是指项目单位委托专业机构对已完成工程进行质量、数量等方面的复核所发生的费用，包括土壤检测费、竣工测绘费、项目绩效评价费。

费用以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-9　工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程复核费（万元）
1	≤50	1.15
2	100	2.2
3	200	3.8
4	500	8.4
5	1000	14.9
6	3000	35.9
7	5000	52.9
8	10000	87.9

注：计费基数不足 50 万元时，按 1.15 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.88%计取。

2）工程验收费

工程验收费是指项目中期验收及竣工验收所发生的会议费、资料整理费、印刷费等。

费用以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-10　工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	工程验收费（万元）
1	≤50	1
2	100	1.6
3	200	2.8
4	500	6
5	1000	10
6	3000	27

7	5000	40
8	10000	60

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.60%计取。

3）项目结（决）算审计费

项目结（决）算审计费是指按现行项目管理办法及竣工验收规范要求编制竣工报告和决算以及审计所需要的费用。

费用以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

表 6-11　项目结（决）算审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	项目结（决）算审计费（万元）
1	≤50	0.3
2	100	0.6
3	200	0.9
4	500	1.8
5	1000	3.05
6	3000	6.05
7	5000	9.05
8	10000	14.05

注：计费基数不足 50 万元时，按 0.3 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，按计费基数的 0.14%计取。

（4）项目管理费

竣工验收费是指指项目承担单位为项目立项、筹备、实施等工作所发生的费用，包括不在原单位发工资的工作人员工资及相关费用、办公费、办公场地租用费、差旅交通费、劳动保护费、工具用具使用费、固定资产使用费、招募生产工人费、技术图书资料费（含软件）、业务招待费、施工现场津贴和其他管理性质开支。

费用以工程施工费、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 6-12　项目管理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例	
			计费基数（万元）	项目管理费(万元)
1	≤50	2.00%	50	50×2%=1
2	50-100	1.50%	100	1+(100-50)×1.50%=1.75
3	100-200	1.20%	200	1.75+(200-100)×1.20%=2.95
4	200-500	1.00%	500	2.95+(500-200)×1%=5.95
5	500-1000	0.70%	1000	5.95+(1000-500)×0.70%=9.45
6	1000-3000	0.40%	3000	9.45+(3000-1000)×0.40%=17.45
7	3000-5000	0.10%	5000	17.45+(5000-3000)×0.10%=19.45

8	5000-10000	0.06%	10000	19.45+(10000-5000)×0.06%=22.45

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.04%计算收费。

3、不可预见费

不可预见费包括基本预备费和价差预备费。

（1）基本预备费

基本预备费是指为工程建设过程中预留的由于变更等因素发生的费用，包括由于设计变更、技术经济标准和政策性文件调整而增加的费用（不包括重大设计变更、提高设计标准或因施工质量不符合设计要求而返工的费用），工程遭受一般自然灾害造成的损失，预防自然灾害发生的措施费用，以及有关部门组织项目竣工验收时，为鉴定工程质量，进行必要的隐蔽工程挖掘和修复的费用（由于工程质量不符合要求的挖掘、修复及返工所发生的费用由责任者承担）。

费用以工程施工费、其他费用之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 6-13　基本预备费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例	
			计费基数（万元）	基本预备费（万元）
1	≤50	2	50	50×2.0%=1.00
2	50-100	1.5	100	1.00+(100-50)×1.5%=1.75
3	100-200	1	200	1.75+(200-100)×1.0%=2.75
4	200-500	0.8	500	2.75+(500-200)×0.8%=5.15
5	500-1000	0.5	1000	5.15+(1000-500)×0.5%=7.65
6	1000-3000	0.3	3000	7.65+(3000-1000)×0.3%=13.65
7	3000-5000	0.2	5000	13.65+(5000-3000)×0.2%=17.65
8	5000-10000	0.1	10000	17.65+(10000-5000)×0.1%=22.65

注：计费基数不足 50 万元时，按 1 万元计取；计费基数大于 1 亿元时，超出部分按 0.05%计取。

（2）价差预备费

价差预备费是指为在建设期内利率、汇率或价格等因素的变化而预留的可能增加的费用。内容包括：人工、设备、材料、施工机具的价差费，利率、汇率调整等增加的费用。价差预备费的计算公式为：

$$PF = \sum_{t=1}^{n} It\left[(1+f)^{m}(1+f)^{0.5}(1+f)^{t-1}-1\right]$$

PF：价差预备费；

n：建设期年份数；

It：建设期中第 t 年的静态投资计划额，包括工程费用、工程建设其他费

用及基本预备费；

f：年涨价率；注：年涨价率根据政府部门有规定的按规定执行，没有规定的由可行性研究人员预测。

m：建设前期年限（从编制估算到开工建设，单位：年）。

4、监测管护费

监测管护费=监测费+管护费

（1）监测费

监测费是指采矿的破坏程度难以预测，为了能及时掌握实际情况，调整并采取及时、有效、正确的治理措施而对其进行监测，确保治理工作顺利进行所产生的费用。本方案监测费主要包括矿山地质环境监测、土地资源监测、生态系统监测等三大类。本方案将监测费用单独列出。

表 6-14　监测取费标准参考表

序号	监测项目	监测频率	单价（元）
一	矿山地质环境监测		
1	不稳定地质体	点次	200
2	地形地貌景观监测	点次	50
3	含水层水位监测	点次	300
4	含水层水质监测	点次	1000
二	土地资源监测		
1	土壤污染监测	点次	1000
三	生态系统监测		
1	植物要素指标	点次	1000
2	土壤理化性要素指标	点次	1000

（2）管护费

管护费是对治理后的一些重要的工程措施、植被等进行有针对性的巡查、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。根据《中央生态环保转移支付资金竞争性评审项目申报和管理暂行办法》有关规定，中央生态环保转移支付资金不得包括项目验收完成后的后期管护等支出。

费用以项目植物工程的工程施工费作为计费基数，一次管护费用可按不超过植物工程的工程施工费的 8%计算。计算公式为：

管护费=植物工程的工程施工费×费率×管护次数。

二、单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算。经过估算，单项工程施工费 223.67 万元，其中地貌重塑费 124.46 万元（回填与清运工程量重复，不重复计算）、土壤重构费 57.05 万元（表土剥离计入生产成本，本方案不进行计算）、植被重建费 1.43 万元，监测工程费 56.16 万元、管护工程费 0.34 万元。

表 6-15　单项工程及其经费估算表

序号	工程名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
一	**地貌重塑工程**				**124.46**
1	挡渣墙	m^3	204	4516.7948	0.92
2	回填	m^3	14496	6596.1217	95.62
3	封堵	m^3	20	4458.4236	0.09
4	拆除	m^3	7142	1769.4816	12.64
5	修坡整形	m^3	520	8050.6995	4.19
6	垫坡整形	m^3	3960	2778.8558	11
二	**土壤重构工程**				**57.05**
1	翻耕	hm^2	0.7520	1276.3388	0.1
2	培肥	kg	7880	30	23.64
3	覆土	m^3	23277	1430.8162	33.31
三	**植被重建工程**				**1.43**
1	灌草混播	hm^2	2.9198	2601.2798	0.76
2	种植乔木	株	781	860.5621	0.67
四	**监测工程**				**56.16**
1	不稳定地质体	点次	1716	200	34.32
2	地形地貌景观监测	点次	156	50	0.78
3	含水层水位监测	点次	52	300	1.56
4	含水层水质监测	点次	52	1000	5.2
5	土壤污染监测	点次	104	1000	10.4
6	植物要素指标	点次	26	1000	2.6
7	土壤理化性要素指标	点次	13	1000	1.3
五	**管护工程**				**0.34**
1	植物工程施工费	年	3	8%	0.34
合计	--		--		**223.67**

三、总工程量及经费预算

通过矿区生态修复投资预算，本矿区生态修复总投资 428.56 万元。经费估算见表 6-16 至表 6-32。

表 6-16　矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	各费用占总费用的比率（%）
一	工程施工费	182.94	42.69%
二	设备费	0.00	0.00%
三	其他费用	30.08	7.02%
四	监测费与管护费	56.50	13.18%
（一）	监测费	56.16	13.10%
（二）	管护费	0.34	0.08%
五	预备费	89.07	20.78%
（一）	基本预备费	2.85	0.67%
（二）	价差预备费	137.77	32.15%
（三）	风险金	0.00	0.00%
合计		**428.56**	**100.00%**

表 6-17　工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价（元）		间接费（元）	利润（元）	价差（元）	税金（元）	综合单价（元）
				直接工程费（元）	措施费（元）					
一	**地貌重塑工程**									
1	挡渣墙	m^3	100	3765.99	29.44	227.73	120.69	0	372.95	4516.79
2	回填	m^3	100	5740.13	81.04	109.27	57.91	393.42	214.36	6596.12
3	封堵	m^3	100	3726.61	19.76	224.78	119.13	0	368.13	4458.13
4	拆除	m^3	100	1363.11	62.86	71.30	44.92	81.19	146.10	1769.48
5	修坡整形	m^3	100	5824.16	180.76	360.30	190.96	829.79	664.74	8050.70
6	垫坡整形	m^3	100	1893.68	81.04	118.48	62.80	393.42	229.45	2778.86
二	**土壤重构工程**									
1	翻耕	hm^2	1	1033.85	48.86	54.14	34.11	0	105.39	1276.34
2	培肥	kg	1	--	--	--	--	--	--	30
3	覆土	m^3	100	973.58	44.47	50.90	32.07	211.66	118.14	1430.82
三	**植被重建工程**									
1	灌草混播	hm^2	1	2120.27	86.38	110.33	69.51	0	214.78	2601.28
2	种植乔木	株	100	720.68	9.34	36.50	23.00	0	71.06	860.56
四	**监测工程**									
1	不稳定地质体	点次	1	--	--	--	--	--	--	200
2	地形地貌景观监测	点次	1	--	--	--	--	--	--	50
3	含水层水位监测	点次								300
4	含水层水质监测	点次	1	--	--	--	--	--	--	1000
5	土壤污染监测	点次	1	--	--	--	--	--	--	1000
6	植物要素指标	点次	1	--	--	--	--	--	--	1000
7	土壤理化性要素指标	点次	1	--	--	--	--	--	--	1000
六	**管护工程**									1000
1	管护	年	1	--	--	--	--	--	--	-

表 6-18　工程施工费估算表

序号	工程名称或费用名称	计量单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
一	**地貌重塑工程**				**124.46**
1	挡渣墙	m^3	204	4516.7948	0.92
2	回填	m^3	14496	6596.1217	95.62
3	封堵	m^3	20	4458.4236	0.09
4	拆除	m^3	7142	1769.4816	12.64
5	修坡整形	m^3	520	8050.6995	4.19
6	垫坡整形	m^3	3960	2778.8558	11
二	**土壤重构工程**				**57.05**
1	翻耕	hm^2	0.7520	1276.3388	0.1
2	培肥	kg	7880	30	23.64
3	覆土	m^3	23277	1430.8162	33.31
三	**植被重建工程**				**1.43**
1	灌草混播	hm^2	2.9198	2601.2798	0.76
2	种植乔木	株	781	860.5621	0.67
合计	--	--	--		**182.94**

表 6-19　其他费用估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率%	金额（万元）
1	**前期工作费**			**13.12**
（1）	项目可研编制费	工程施工费	-	2.41
（2）	项目勘测费	工程施工费	-	2.40
（3）	项目设计与预算编制费	工程施工费	-	8.23
（4）	项目招投标代理费	工程施工费	0.46	1.13
2	**工程监理费**	**工程施工费**	**-**	**6.94**
3	**竣工验收费**			**6.97**
（1）	工程复核费	工程施工费	-	3.53
（2）	工程验收费	工程施工费	-	2.60
（3）	项目结（决）算审计费	工程施工费	-	0.85
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**	**1.00**	**3.05**
总计				**30.08**

表 6-20　监测管护费估算表

序号	工程名称或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
一	**监测工程**				**56.16**
1	不稳定地质体	点次	1716	200	34.32
2	地形地貌景观监测	点次	156	50	0.78
3	含水层水位监测	点次	52	300	1.56
4	含水层水质监测	点次	52	1000	5.20
5	土壤污染监测	点次	104	1000	10.40
6	植物要素指标	点次	26	1000	2.60
7	土壤理化性要素指标	点次	13	1000	1.30
二	**管护工程**				**0.34**
1	管护面积	年	3	8%	0.34
合计	--	--	--		**56.50**

表 6-21　基本预备费预算表

序号	工程施工费	其他费用	小计	费率（%）	费用（万元）
1	182.94	30.08	213. 02	0.80	2.85

表 6-22　价差预备费估算表

治理分期	治理分期	静态投资	价差系数	价差预备费	动态投资
近期	2026.7.1-2027.6.30	44.68	0.03	1.32	46.01
	2027.7.1-2028.6.30	22.52	0.09	2.06	24.58
	2028.7.1-2029.6.30	7.41	0.16	1.16	8.57
中远期	2029.7.1-2030.6.30	21.62	0.23	4.89	26.51
	2030.7.1-2031.6.30	21.62	0.30	6.48	28.10
	2031.7.1-2032.6.30	21.62	0.38	8.17	29.79
	2032.7.1-2033.6.30	21.62	0.46	9.95	31.57
	2033.7.1-2034.6.30	21.62	0.55	11.85	33.47
	2034.7.1-2035.6.30	21.62	0.64	13.86	35.48
	2035.7.1-2036.6.30	21.62	0.74	15.99	37.60
管护期	2036.7.1-2037.6.30	21.62	0.84	18.24	39.86
	2037.7.1-2038.6.30	21.62	0.95	20.63	42.25
	2038.7.1-2039.6.30	21.62	1.07	23.17	44.79
合计	**2026.7.1-2039.6.30**	272.37	-	**137.77**	**428.56**

表 6-23　覆土整平施工费单价分析表

定额编号：10108 **适用范围：** **工作内容：挖装、清理机下余土、运输、卸除、空回、卸料推平**					**单位：元/100m³**
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1018.04
（一）	直接工程费				973.58
1	人工费				69.44
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	0.53	131.02	69.44
2	机械费				866.69
	挖掘机液压 2m³	台班	0.09	1390.80	125.17
	推土机 60kw	台班	0.05	620.55	31.03
	自卸汽车 15t	台班	0.78	910.89	710.49
3	其它费用	%	4	936.13	37.45
（二）	措施费	%	4.75	936.13	44.47
二	间接费	%	5	1018.04	50.90
三	利润	%	3	1068.94	32.07
四	材料价差				211.66
	柴油	kg	51.1265	4.14	211.66
五	税金	%	9	1312.68	118.14
合计					**1430.82**

表 6-24　封堵施工费单价分析表

定额编号：50024 适用范围： 工作内容：混凝土调配、搅拌、运输、浇固、抹平、养护等全部工作内容。					单位：元/100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3746.38
（一）	直接工程费				3726.61
1	人工费				303.84
	甲类工	工日	0.47	175.36	82.42
	乙类工	工日	1.69	131.02	221.42
2	材料费				3152.57
	混凝土	m^3	10.30	300.00	3090.00
	塑料薄膜	m^2	78.21	0.80	62.57
	水	m^3	2.17	3.30	
	电	kW.h	3.79	0.72	
3	机械费				99.52
	混凝土搅拌机 0.25m^3	台班	0.37	268.97	99.52
4	其它费用	%	4.80	3555.93	170.68
（二）	措施费	%	4.90	403.36	19.76
二	间接费	%	6	3746.38	224.78
三	利润	%	3	3971.16	119.13
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9	4090.30	368.13
合计					**4458.42**

表 6-25　回填单价分析表

定额编号：20114 适用范围： 工作内容：挖装、运输、卸除、空回、卸料推平					单位：元/100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1821.16
（一）	直接工程费				5740.13
1	人工费				150.67
	乙类工	工日	1.15	131.02	150.67
2	机械费				1555.33
	装载机 2m^3	台班	0.26	650.76	169.20
	推土机 90kw	台班	0.13	888.43	115.50
	自卸汽车 10t	台班	1.63	779.54	1270.64
3	其它费用	%	2	1706.01	34.12
（二）	措施费	%	4.75	1706.01	81.04
二	间接费	%	6	1821.16	109.27
三	利润	%	3	1930.43	57.91
四	材料价差				393.42
	柴油	kg	95.028	4.14	393.42
五	税金	%	9	2381.76	214.36
合计					**6596.12**

表 6-26　修坡整形单价分析表

定额编号：20014 适用范围： 工作内容：撬移、解小、翻渣					单位：元/100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				6004.92
（一）	直接工程费				5824.16
1	人工费				537.18
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	4.1	131.02	537.18
2	材料费				1600.00
	破碎锤钢钎	根	0.32	5000.00	1600.00
3	机械费				3268.37
	挖掘机液压 2m³	台班	2.35	1390.80	3268.37
4	其它费用	%	11	3805.55	418.61
（二）	措施费	%	4.75	3805.55	180.76
二	间接费	%	6	6004.92	360.30
三	利润	%	3	6365.22	190.96
四	材料价差				829.79
	柴油	kg	200.4315	4.14	829.79
五	税金	%	9	7385.96	664.74
合计					**8050.70**

表 6-27　垫坡整形单价分析表

定额编号：20114 适用范围： 工作内容：挖装、运输、卸除、空回、卸料推平					单位：元/100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1974.71
（一）	直接工程费				1893.68
1	人工费				150.67
	甲类工	工日	0	175.36	0.00
	乙类工	工日	1.15	131.02	150.67
2	机械费				1555.34
	装载机 2m³	台班	0.26	650.76	169.20
	推土机 90kw	台班	0.13	888.43	115.50
	自卸汽车 10t	台班	1.63	779.54	1270.65
3	其它费用	%	11	1706.02	187.66
（二）	措施费	%	4.75	1706.02	81.04
二	间接费	%	6	1974.71	118.48
三	利润	%	3	2093.20	62.80
四	材料价差				393.42
	柴油	kg	95.028	4.14	393.42
五	税金	%	9	2549.41	229.45
合计					**2778.86**

表 6-28　挡渣墙单价分析表

定额编号：50006 适用范围： 工作内容：混凝土调配、搅拌、运输、浇固、抹平、养护等全部工作内容。					单位：元/100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3795.43
（一）	直接工程费				3765.99
1	人工费				488.88
	甲类工	工日	0.92	175.36	161.33
	乙类工	工日	2.50	131.02	327.55
2	材料费				3091.42
	混凝土	m³	10.30	300.00	3090.00
	塑料薄膜	m²	1.77	0.80	1.42
	水	m³	0.53	3.30	
	电	kW.h	3.06	0.72	
3	机械费				111.85
	混凝土搅拌机 0.4m³	台班	0.39	286.80	111.85
4	其它费用	%	2	3692.15	73.84
（二）	措施费	%	4.90	600.73	29.44
二	间接费	%	6	3795.43	227.73
三	利润	%	3	4023.15	120.69
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9	4143.85	372.95
合计					**4516.79**

表 6-29　拆除工程施工费单价分析表

定额编号：40066 适用范围： 工作内容：拆除、清理、堆放					单位：元/100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1425.97
（一）	直接工程费				1363.11
1	人工费				907.32
	甲类工	工日	0.34	175.36	59.62
	乙类工	工日	6.47	131.02	847.70
2	机械费				416.08
	挖掘机油动 1m³	台班	0.4	1040.21	416.08
3	其它费用	%	3	1323.40	39.70
（二）	措施费	%	4.75	1323.40	62.86
二	间接费	%	5	1425.97	71.30
三	利润	%	3	1497.27	44.92
四	材料价差				81.19
	柴油	kg	19.612	4.14	81.19
五	税金	%	9	1623.38	146.10
合计					**1769.48**

表 6-30　翻耕工程施工费单价分析表

定额编号：10011 适用范围：坡度在 l5°以内且满足耕作要求的地块，耕深不超过 50cm。 工作内容：翻土、捡石、松土、平整。					单位：元/hm³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1271.67
（一）	直接工程费				1214.28
1	人工费				288.24
	甲类工	工日	0	0.00	0.00
	乙类工	工日	2.2	131.02	288.24
2	材料费				0
3	机械费				920.00
	轮胎式拖拉机 88kw	台班	0.6	950.15	570.09
	捡石机	台班	0.6	583.18	349.91
4	其它费用	%	0.5	1208.24	6.04
（二）	措施费	%	4.75	1208.24	57.39
二	间接费	%	5	1271.67	63.58
三	利润	%	3	1335.26	40.06
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9	1375.32	123.78
合计					**1499.09**

表 6-31　灌草混播单价分析表

定额编号：80035 适用范围： 工作内容：种子处理、人工挖穴、播草籽、踩压。					单位：元/hm³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2206.65
（一）	直接工程费				2120.27
1	人工费				1818.56
	甲类工	工日		175.36	0.00
	乙类工	工日	13.88	131.02	1818.56
2	材料费				250.00
	草籽	kg	10	10.00	100.00
	山杏核	kg	10	15.00	150.00
3	机械费				0.00
4	其它费用	%	2.50	2068.56	51.71
（二）	措施费	%	4.75	1818.56	86.38
二	间接费	%	5	2206.65	110.33
三	利润	%	3	2316.99	69.51
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9	2386.50	214.78
合计					**2601.28**

表 6-32　栽植乔木（裸根）单价分析表

定额编号：50007 适用范围： 工作内容：挖坑、栽植，浇水，覆水保墒，整形，清理。					单位：元/100株
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				730.01
（一）	直接工程费				720.68
1	人工费				196.53
	甲类工	工日		175.36	0.00
	乙类工	工日	1.50	131.02	196.53
2	材料费				520.56
	树苗	株	102.00	5.00	510.00
	水	m^3	3.20	3.30	10.56
3	其它费用	%	0.50	717.09	3.59
（二）	措施费	%	4.75	196.53	9.34
二	间接费	%	5	730.01	36.50
三	利润	%	3	766.51	23.00
四	材料价差				0.00
五	税金	%	9	789.51	71.06
合计					**860.56**

第三节　阶段工作任务与经费安排

一、阶段工作任务

矿山生产服务年限为 8 年，考虑到在矿山生产服务年限期满后生态修复时间为 2 年，管护时间为 3 年，根据确定矿区生态修复方案规划年限为 13 年，即从 2026 年 7 月 1 日至 2039 年 6 月 30 日。根据《矿区生态修复编制指南（临时）》编制要求，结合《开采方案》及矿山实际情况对生态修复作出分期部署，可分为三个阶段，分别是：近期 3 年、中远期 7 年、管护期 3 年。

（一）近期 3 年（2026.7.1-2029.6.30）

1、预测塌陷区：对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

2、拟建 SJ1 工业场地：近期按照主管部门要求对原 SJ1 进行回填封堵，对场地堆存的废石进行清运；

3、拟建工业场地：近期对拟建区域表土进行剥离；

4、拟建石料堆场：近期在拟建场地进行表土剥离，并在场地下方设置挡渣墙；

5、拟建 FJ1：近期对拟建场地进行表土剥离；

6、拟建 FJ2：近期对拟建场地进行表土剥离；

7、选矿厂：近期对场地内厂房、硬化地面进行拆除，拆除后清运场地建筑垃圾和场地后侧的切坡表土，垫坡整形、土壤培肥、覆土整平，场地西侧灌草混播，场地东侧恢复旱地；

8、尾矿库：近期需按照应急主管部门和生态主管部门的要求对尾矿库进行专门设计闭库治理计划，本方案不设计具体工程；

9、堆料场地：近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、恢复为旱地；

10、民采坑：近期对整个场地土壤培肥，斜坡区域灌草混播，场地底部平整区域覆土整平、恢复旱地；

11、取土场：近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、种植乔木；

12、矿区道路：近期对民采坑西南侧不再利用的矿区道路进行治理，对路面进行翻耕、土壤培肥、灌草混播；

13、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

（二）中远期 7 年（2029.7.1-2036.6.30）工作安排如下：

1、预测塌陷区：对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

2、拟建 SJ1 工业场地：矿山终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、修坡整形、土壤培肥、覆土整平、种植乔木。

3、拟建 PD1：矿山终采后，对平硐进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、对平硐进行垫坡整形，土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

4、拟建工业场地：矿山终采后，拆除、清运场地建筑物，土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

5、拟建石料堆场：矿山终采后，拆除挡渣墙、清运废石、土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

6、拟建 FJ1：矿上终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

7、拟建 FJ2：矿上终采后，按照主管部门要求对井巷进行回填封堵，然后拆除场地建筑、清运建筑废料、土壤培肥、覆土整平、种植乔木；

8、值班室：终采后对场地建筑进行拆除、清运，然后对场地进行土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

9、矿区道路：矿山终采后，对所有的矿区道路进行治理，对场地切坡区域进行修坡整形、路面进行翻耕、土壤培肥、覆土整平、灌草混播；

10、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

（三）管护期 3 年（2036.7.1-2039.6.30）工作安排如下：

1、预测塌陷区：待塌陷坑周边稳定后对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

2、对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测；

3、对复垦区进行管护。

表 6-33　生态修复工程部署信息表

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
2026.7.1 - 2029.6.30	预测塌陷区	回填	m^3	3315
		培肥	kg	42
		覆土整平	m^3	150
		灌草混播	hm^2	0.0300
		种植乔木	株	12
	拟建 SJ1 工业场地	清运	m^3	3100
	拟建工业场地	表土剥离	m^3	845
	拟建石料堆场	表土剥离	m^3	1537
		挡渣墙	m^3	204
	拟建 FJ1	表土剥离	m^3	69
	拟建 FJ2	表土剥离	m^3	71
	选矿厂	拆除	m^3	6797
		清运	m^3	7037
		垫坡整形	m^3	960
		培肥	kg	1317
		覆土整平	m^3	6968
		灌草混播	hm^2	0.4043
	堆料场地	培肥	kg	816
		覆土整平	m^3	5568
	民采坑	培肥	kg	2467
		覆土整平	m^3	2795
		灌草混播	hm^2	1.4044
	取土场	培肥	kg	1279
		覆土整平	m^3	4366
		种植乔木	株	545
	矿区道路	翻耕	hm^2	0.0560
		培肥	kg	82
		灌草混播	hm^2	0.0560
	监测工程	不稳定地质体	点次	396
		地形地貌景观监测	点次	36
		含水层水位监测	点次	12
		含水层水质监测	点次	12
		土壤污染监测	点次	24
		植物要素指标	点次	6
		土壤理化性要素指标	点次	3
2029.7.1 - 2036.6.30	预测塌陷区	回填	m^3	7736
		培肥	kg	106
		覆土整平	m^3	350

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
		灌草混播	hm^2	0.0256
		种植乔木	株	26
	拟建 SJ1 工业场地	拆除	m^3	50
		清运	m^3	50
		修坡整形	m^3	120
		培肥	m^3	235
		覆土整平	m^3	803
		种植乔木	株	178
	拟建 PD1	回填	m^3	130
		封堵	m^3	20
		拆除	m^3	15
		清运	m^3	15
		垫坡整形	m^3	3000
		培肥	kg	85
		覆土整平	m^3	46
		灌草混播	hm^2	0.0151
	拟建工业场地	拆除	m^3	40
		清运	m^3	40
		培肥	kg	124
		覆土整平	m^3	423
		灌草混播	hm^2	0.0845
	拟建石料堆场	拆除	m^3	204
		清运	m^3	20004
		培肥	kg	225
		覆土整平	m^3	769
		灌草混播	hm^2	0.1537
	拟建 FJ1	拆除	m^3	8
		清运	m^3	8
		培肥	kg	10
		覆土整平	m^3	35
		灌草混播	hm^2	0.0069
	拟建 FJ2	拆除	m^3	8
		清运	m^3	8
		培肥	kg	10
		覆土整平	m^3	35
		种植乔木	株	8
	值班室	拆除	m^3	20
		清运	m^3	20
		培肥	kg	20
		覆土整平	m^3	67
		灌草混播	hm^2	0.0133
	矿区道路	修坡整形	m^3	400
		翻耕	hm^2	0.7520
		培肥	kg	1020
		覆土整平	m^3	752
		灌草混播	hm^2	0.6960
	监测工程	不稳定地质体	点次	924
		地形地貌景观监测	点次	84
		含水层水位监测	点次	28

复垦阶段	工作任务	治理工程	单位	工程量
		含水层水质监测	点次	28
		土壤污染监测	点次	56
		植物要素指标	点次	14
		土壤理化性要素指标	点次	7
2036.7.1 - 2039.6.30	预测塌陷区	回填	m^3	3315
		培肥	kg	42
		覆土整平	m^3	150
		灌草混播	hm^2	0.0300
		种植乔木	株	12
	监测工程	不稳定地质体	点次	396
		地形地貌景观监测	点次	36
		含水层水位监测	点次	12
		含水层水质监测	点次	12
		土壤污染监测	点次	24
		植物要素指标	点次	6
		土壤理化性要素指标	点次	3
	管护		次	3

二、近年工作任务与经费进度安排

（一）近年工作任务

近期年度工作任务为近三年矿山生态修复工作，即矿区生态修复治理第一阶段（2026年7月1日-2029年6月30日），年度实施计划具体如下：

1、2026年7月1日—2027年6月30日

（1）预测塌陷区：对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

（2）拟建 SJ1 工业场地：近期按照主管部门要求对原 SJ1 进行回填封堵，对场地堆存的废石进行清运；

（3）拟建工业场地：近期对拟建区域表土进行剥离；

（4）拟建石料堆场：近期在拟建场地进行表土剥离，并在场地下方设置挡渣墙；

（5）拟建 FJ1：近期对拟建场地进行表土剥离；

（6）拟建 FJ2：近期对拟建场地进行表土剥离；

（7）选矿厂：近期对场地内厂房、硬化地面进行拆除，拆除后清运场地建筑垃圾和场地后侧的切坡表土，垫坡整形、土壤培肥、覆土整平，场地西侧灌草混播，场地东侧恢复旱地；

（8）民采坑：近期对整个场地土壤培肥，斜坡区域灌草混播，场地底部平整区域覆土整平、恢复旱地；

（9）矿区道路：近期对民采坑西南侧不再利用的矿区道路进行治理，对路面进行翻耕、土壤培肥、灌草混播；

（10）对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

2、2027 年 7 月 1 日-2028 年 6 月 30 日

（1）预测塌陷区：对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

（2）堆料场地：近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、恢复为旱地；

（3）取土场：近期对场地进行土壤培肥、覆土整平、种植乔木；

（4）对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

3、2028 年 7 月 1 日-2029 年 6 月 30 日

（1）预测塌陷区：对塌陷坑进行回填，回填区域稳定后对场地进行土壤培肥、覆土整平，取土场南侧种植乔木，取土场北侧进行灌草混播；

（2）尾矿库：近期需按照应急主管部门和生态主管部门的要求对尾矿库进行专门设计闭库治理计划，本方案不设计具体工程；

（3）对矿山地质环境、土地资源、生态系统开展监测。

（二）经费进度安排

根据矿区生态修复工作近年预算，前三年总投资 74.61 万元。

表 6-34　前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围（拐点坐标）	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积（hm^2）	费用（万元）
1	第一年度	见表 6-36 近三年度生态修复单元拐点坐标一览表	预测塌陷区	否	回填	1105	乔木林地、灌木林地	0.1299	7.3641
					培肥	14			
					覆土整平	50			
					灌草混播	0.01			
					种植乔木	4			
			拟建 SJ1 工业场地	否	清运	3100	乔木林地	0.1605	0.0000
			拟建工业场地	否	表土剥离	845	灌木林地	0.0845	0.0000
			拟建石料堆场	否	表土剥离	1537	灌木林地	0.1537	0.9214
					挡渣墙	204			
			拟建 FJ1	否	表土剥离	276	灌木林地	0.0069	0.0000
			拟建 FJ2	否	表土剥离	284	乔木林地	0.0071	0.0000
			选矿厂	否	拆除	6797	灌木林地、旱地	0.8989	24.7054
					清运	7037			
					垫坡整形	960			
					培肥	1317			
					覆土整平	6968			
					灌草混播	0.4043			
			民采坑	否	培肥	2467	灌木林地、旱地	1.6839	11.4038
					覆土整平	2795			
					灌草混播	1.4044			
			矿区道路	否	翻耕	0.0560	灌木林地	0.0560	0.2462
					培肥	82			
					灌草混播	0.0560			
			监测工程	-	不稳定地质体	132	-	-	0.0432
					地形地貌景观监测	12			
					含水层水位监测	4			
					含水层水质监测	4			
					土壤污染监测	8			
					植物要素指标	2			
					土壤理化性要素指标	1			
2	第二年度		预测塌陷区	否	回填	1105	乔木林地、灌木林地	0.1299	7.3641
					培肥	14			
					覆土整平	50			
					灌草混播	0.01			
					种植乔木	4			
			堆料场地	否	培肥	816	旱地	0.5568	7.9913
					覆土整平	5568			
			取土场	否	培肥	1279	乔木林地	0.8732	7.1201
					覆土整平	4366			
					种植乔木	970			
			监测工程	-	不稳定地质体	132	-	-	0.0432
					地形地貌景观监测	12			
					含水层水位监测	4			
					含水层水质监测	4			
					土壤污染监测	8			
					植物要素指标	2			
					土壤理化性要素指标	1			
3	第三年度		预测塌陷区	否	回填	1105	乔木林地、灌木林地	0.1299	7.3641
					培肥	14			
					覆土整平	50			
					灌草混播	0.01			
					种植乔木	4			
			监测工程	-	不稳定地质体	132	-	-	0.0432

					地形地貌景观监测	12			
					含水层水位监测	4			
					含水层水质监测	4			
					土壤污染监测	8			
					植物要素指标	2			
					土壤理化性要素指标	1			

表 6-35　近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	预测塌陷区	见表 6-36 近三年度生态修复单元拐点坐标一览表	0.6494	预防地质灾害和修复工程	回填	3315	21.8661	2026 年-2029 年	培肥	42	0.1260	2026 年-2029 年				
									覆土整平	150	0.2146	2026 年-2029 年				
									灌草混播	0.0300	0.0001	2026 年-2029 年				
									种植乔木	12	0.0103	2026 年-2029 年				
2	拟建 SJ1 工业场地		0.1605	预防地质灾害和修复工程	清运	3100	0.0000	2026 年								
3	拟建工业场地		0.0845	预防地质灾害和修复工程	表土剥离	845	0.0000	2026 年								
4	拟建石料堆场		0.1537	预防地质灾害和修复工程	表土剥离	1537	0.0000	2026 年								
					挡渣墙	204	0.9214	2026 年								
5	拟建 FJ1		0.0069	预防地质灾害和修复工程	表土剥离	276	0.0000	2026 年								
6	拟建 FJ2		0.0071	预防地质灾害和修复工程	表土剥离	284	0.0000	2026 年								
7	选矿厂		0.8989	预防地质灾害和修复工程	拆除	6797	12.0272	2026 年	土壤培肥	1317	3.9510	2026 年				
					清运	7037	0.0000	2026 年	覆土整平	6968	9.9699	2026 年				
					垫坡整形	960	2.6677	2026 年	灌草混播	0.4043	0.0011	2026 年				
8	民采坑		1.6839	预防地质灾害和修复工程					土壤培肥	2467	7.4010	2026 年				
									覆土整平	2795	3.9991	2026 年				
									灌草混播	1.4044	0.0037	2026 年				
9	矿区道路		0.0560	预防地质灾害和修复工程					翻耕	0.0560	0.0001	2026 年				
									土壤培肥	82	0.2460	2026 年				
									灌草混播	0.0560	0.0001	2026 年				
10	堆料场地		0.5568	预防地质灾害和修复工程					土壤培肥	816	2.4480	2027 年				
									覆土整平	5568	7.9668	2027 年				
11	取土场		0.8732	预防地质灾害和修复工程					土壤培肥	1279	3.8370	2027 年				
									覆土整平	4366	6.2469	2027 年				
									种植乔木	970	0.8347	2027 年				
12	矿区		16.7154										不稳定地质体	396	7.9200	2026 年-2029 年
													地形地貌景	36	0.1800	2026 年

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
													观监测			-2029 年
													含水层水位监测	12	0.3600	2026 年 -2029 年
													含水层水质监测	12	1.2000	
													土壤污染监测	24	2.4000	2026 年 -2029 年
													植物要素指标	6	0.6000	2026 年 -2029 年
													土壤理化性要素指标	3	0.3000	2026 年 -2029 年

表 6-36　近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

1、管理机构

健全的组织管理机构是矿区生态修复方案编制、组织实施及年度治理计划落地的可靠保证。为保障矿区生态修复方案科学编制、有序推进，确保年度治理计划书与方案高效衔接，矿山应专门设立矿区生态修复工作领导小组，全面统筹矿区生态修复方案的编制、修订及组织实施工作，由总经理任组长，副总经理任副组长，生产部、地测部、环保部、财务部、保卫部等部门主管任组员，明确层级分工，形成上下联动、权责明晰的工作体系。

2、主要职责和分工

领导小组核心职责聚焦于矿区生态修复方案的编制、优化及组织实施，同步衔接年度治理计划书，确保方案落地见效、年度任务有序完成。具体职责包括：宣传、贯彻、落实生态修复相关法律政策，牵头组织编制矿区生态修复整体方案，结合年度治理目标，衔接编制年度治理计划书，明确年度修复任务、进度节点与责任分工；负责选取生态修复工程施工单位，对施工队伍的资质、人员素质及项目经理、工程师的从业经历、专业能力进行严格考核，全程参与生态修复工程实施的统筹协调、现场监管，确保施工符合方案及年度计划书要求；负责生态修复资金统筹调配，保障方案实施及年度治理任务的资金供给，组织生态修复工程阶段性验收及年度验收；加强规章制度建设和业务学习培训，规范方案实施流程和年度工作推进，防止质量事故和安全事故的发生；每年向管理机关汇报方案实施进展、年度治理任务完成情况、资金使用情况，以及下一年度项目进度安排、资金预算和年度治理计划书，自觉接受监督管理。

组长负责方案编制、组织实施及年度治理工作的全局统筹，协调解决实施过程中的重大问题，确保方案与年度计划书衔接一致；副组长负责协调各

部门间的分工协作，督促各部门落实方案及年度治理任务；小组成员根据所在部门职责，落实方案编制、施工监管、资金保障、现场保卫等相关工作，做好上级领导安排的各项事宜，加强部门间协同配合，定期向组长及副组长汇报方案推进、年度计划落实及项目施工进展情况，确保各项工作有序衔接、落地见效。

3、管理制度

实行目标责任制及问责制。以矿区生态修复方案为核心，衔接年度治理计划书，对主要责任人实施目标管理责任制度，将方案实施进度、年度治理任务完成质量、资金使用规范等作为责任人年度考核的主要内容。若出现矿区生态修复方案实施监管不力、年度治理任务未按时完成、生态修复资金管理和使用不规范等情况，追究主管领导的责任，情节严重的追究法律责任。

实行矿区生态修复资金审计制度。委托中介机构对土地复垦及生态修复资金使用情况进行审计，重点审计方案实施及年度治理计划推进中的资金拨付、使用合规性，审计方式及内容详见“资金保障”部分，确保资金专款专用，支撑方案落地和年度任务完成。

实行重大事项报告制度。矿区生态修复方案编制完成后、工程开工以前，领导小组将矿区生态修复规划、实施方案及确定的施工单位，同步上报自然资源主管部门；若开采工艺、方案实施计划、治理和复垦工程等发生重大变更，或年度治理计划书与方案出现重大调整，需及时上报自然资源主管部门备案，确保方案与年度工作的合规性、衔接性。

二、技术保障

根据矿区生态修复工作内容和质量要求，具体可以采用以下技术保障措施：

1、为加强技术指导和管理工作，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对本矿区生态修复方案进行专门研究、全面了解，根据各项工程的技术要求，提供技术支持和质量把关，以保证项目的顺利实施。

2、复垦实施中，根据修复方案内容，与相关实力雄厚的技术单位合作，编制年度计划，分阶段进行复垦。及时总结阶段性复垦实施经验，并修订本方案。

3、加强与相关技术单位的合作，加强与省内外具有先进矿山复垦技术单位的交流合作，及时吸取相关经验，完善复垦措施。

4、根据矿山环境影响和土地损毁实际情况变化，进一步完善矿区生态修复方案，扩展生态修复方案报告编制的深度、广度和适宜度，让方案更贴合矿山实际情况，更有利于方案实施。

5、严格按照建设工程招投标制度选择施工队伍，要求施工队伍具有相应资质等级和技术实力。项目施工过程中，严格遵守国家规定的工程建设程序、制度规范和技术标准。

6、项目领导小组应定期组织企业技术人员培训，学习国内外矿区生态修复的先进经验、先进技术、先进管理方法。在管理中遇到技术问题向相关专家咨询，向当地农业、林业、环保等主管部门请教，确保矿区生态修复工程技术可行，达到预期治理效果。

7、治理项目完成后，及时提请主管部门组织竣工验收，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时返工，并会同参建单位进行经验总结，改进管理工作和技术方法。

8、做好项目后续维护管理及监测工作，确保项目目标得以实现。矿山承诺将加强对监测人员的技术培训，确保监测人员能及时发现问题；加强与相关单位的合作，定期邀请相关技术人员对矿区生态修复工程效果进行监测评估。

三、资金保障

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，存入专门账户。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）》通知，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结余基金累计不足以本年度矿山生态修复费用的，应当以本年度实际所需费用进行补足，完成矿区生态修复任务后的年度结余资金可以在下年度使用。矿区生态修复费用，根据每年计提的年度基金及年度治理计划进行提取。

（2）资金使用

①严格矿区招标制度、提高资金使用的透明度。矿区生态修复工程严格按照《工程招投标办法》的规定，依据公开、公平、公正的原则实施招投标制度。

②遏制矿区资金的粗放利用行为。矿区生态修复工作切实关系着人民生命财产安全，每一笔复垦资金都应落实在矿区生态修复矿区中，杜绝矿区资金的粗放利用现象。在复垦资金的使用中，将事中监督与事后检查制度同步实施，使复垦资金充分发挥效益。

③杜绝改变矿区生态修复资金用途现象。公司矿区生态修复费金额较大，在矿区的实施过程中，任何个人和单位不得以配套工程、综合开发等名义将矿区生态修复资金变相地挪作他用。

本着“谁开发、谁保护；谁损毁、谁治理；谁投资、谁受益”的原则，矿

区生态修复工作应由矿山企业负责实施、完成。矿区生态修复费用全部由采矿人筹措。落实阶段矿山地质环境治理费用，严格按照矿区生态修复方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤地安排治理项目资金的预算支出，进行矿区生态修复。矿山地质环境治理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

为保障矿山生态修复与土地复垦工作的科学性、合理性及可操作性，实现矿山治理与区域原始生态环境的有机衔接，确保矿山终采后向原始权属人交付时无争议，编制单位严格按照相关要求制定了全面、全程的公众参与方案，明确公众参与形式及内容需公开、科学、合理，充分保障各方利益相关方的知情权、参与权与监督权。

（一）矿区生态修复方案编制前与编制期间的公众参与

1、参与人员与覆盖范围

本次公众参与覆盖核心利益相关方代表，确保意见征集的全面性与代表性：

集体所有者：赤峰市喀喇沁旗***；

土地复垦义务人：喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿；

周边地区社会公众：***；

2、参与环节与实施方式

方案编制前期：通过实地走访、入户调研形式，全面摸排村民生产生活需求、生态环境关切及土地利用诉求，重点核实矿区土地权属、村民生产经营现状及生态修复核心期望，为方案编制奠定民意基础。

方案编制过程中：组织召开村“两委”及村民代表座谈会，就土地复垦利用方向、复垦标准、复垦措施及权属调整等核心内容充分征询意见，同步开展政策解读与技术说明，确保村民理解方案内容并充分表达诉求。

3、意见征集与采纳情况

经实地走访核查，该矿区影响范围土地所有权归赤峰市喀喇沁旗***集体所有。编制单位与村集体及村民代表充分沟通后，对《矿区生态修复方案》的规划和设计表示认可，但是村集体也有自己的想法和要求，共收集到 3 项明确诉求：

植被恢复：矿区生态修复应优先治理地质灾害隐患，对矿区高陡边坡、松散堆积体等进行加固处理，消除崩塌、滑坡等安全风险，同时加快植被恢复，选用乡土草种，实现生态修复与周边自然景观融合；

生态安全：在尾矿库达到闭坑要求后，矿山企业应严格按照生态主管部门和应急主管部门的要求，对尾矿库进行科学闭库，确保尾矿库闭库后对矿区周边村庄及土地的生态安全影响降到最低；

基本农田保护：矿山开采过程中要确保不占用村内基本农田，若发生临时占用情况须及时与村政府进行沟通；

后期管护：强化修复后管护与动态监测，若出现生态退化，矿山企业需及时启动补充治理，保障修复效果长效稳定。

编制单位与矿业权人共同研判后，一致认为上述诉求符合国家及地方矿山生态修复政策要求，契合民生需求，具备可行性，决定全部采纳并纳入方案核心内容，已就采纳情况向村集体及村民代表反馈，获得一致认可。

（二）后期全程全面参与的保障

1、全程全面参与机制

建立贯穿方案实施、后期管护、动态监测全周期的公众参与机制，确保村民持续参与生态修复全过程：

方案实施阶段：定期向村集体及村民通报工程进展，邀请村民代表参与现场巡查，监督植被种植、岩坑处置等施工质量；

后期管护阶段：吸纳村民参与日常管护工作（如植被抚育、设施维护），同步收集管护效果反馈；

动态监测阶段：及时向村民公示生态监测数据，针对退化问题共同商议补充治理方案，保障村民的决策权与监督权。

2、多样化参与形式

采用多渠道、多形式的公众参与方式，提升参与便捷性与覆盖面：

线下参与：延续实地走访、座谈交流、现场公示等传统形式，针对老年村民、偏远农户开展入户沟通；

线上参与：依托村级微信群、政务平台等渠道，发布方案进展、征集意见，实现实时互动；

公告公示：在村委会、村口等醒目位置张贴公告，公示方案内容、实施进展及意见采纳情况，保障信息公开透明；

意见反馈：设立意见箱、开通联系电话，建立“收集-研判-落实”的闭环处理机制，确保村民诉求得到及时响应。

3、资料留存与档案管理

本次公众参与相关的走访记录、座谈会议纪要、现场照片、影像资料、意见采纳反馈记录等均已整理归档，作为方案附件备查，完整留存公众参与全过程痕迹。

第三节　效益分析

一、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开采形成的工业场地、废石场影响范围广，对当地人畜的安全造成影响。该地质环境治理工程的实施，消除了隐患，体现了“以人为本”的原则。

二、社会效益

实施矿山生态修复方案工程，可有效保护矿区及周边群众的生产、生活环境，切实履行社会责任，有利于树立良好的企业形象。方案的实施最大限度地减少采矿对土地资源的破坏，方案的实施可恢复土地功能。通过方案的实施可及时恢复矿区土地功能，发展经济，为构建和谐农村、和谐社会创造了条件，具有明显的社会效益。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，一方面防止了崩塌等灾害的发生，另一方面通过治理将显著提高土地利用率和生产力，并增加了环境容量。矿山生态修复可改善矿区投资环境，带动其它相关产业发展，安置部分剩余劳动力，项目有较好的社会效益。

三、环境效益

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

四、经济效益

本方案实施后，治理区将逐步转变为乔木林地和灌木林地，植被覆盖度稳步提升，可有效防治水土流失，促进土壤改良，同时显著降低地质灾害频率，为当地土地质量的维护、企业经济高质量发展与周边生态可持续提供有力支撑。

第八章 结论

一、矿山概况

喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿业权人为喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司，现持有采矿许可证号为：***，矿区（物权）面积***km^2，开采矿种为：萤石（普通）。

二、方案适用年限

矿山总生产服务年限为***年，在矿山生产服务年限期满后生态修复时间为2年，管护时间为3年，据此确定矿区生态修复方案总规划年限为***年，即从***。

三、喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿预测总损毁土地面积16.7154hm^2；损毁方式为塌陷、挖损、压占，损毁土地类型为：旱地、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、设施农用地。

四、对本项目涉及土地进行损毁程度综合评价，共14个受损区块，其中预测塌陷区及其塌陷区内的现状单元场地损毁程度重度，拟建SJ1工业场地、拟建PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建FJ1、拟建FJ2、选矿厂、堆料场地、民采坑、取土场、值班室、矿区道路等场地损毁程度中度。

五、喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿复垦修复土地面积 14.6042hm^2，预测塌陷区（部分）、拟建 SJ1 工业场地、取土场、拟建 FJ2 等场地复垦为乔木林地，预测塌陷区（部分）、拟建 PD1、拟建工业场地、拟建石料堆场、拟建 FJ1、选矿厂、堆料场地、民采坑、值班室、矿区道路等复垦为灌木林地，选矿厂（部分）、堆料场地、民采坑（部分）复垦为旱地。

六、喀喇沁旗鑫宝矿业有限公司萤石矿矿区生态修复总投资428.56万元。

七、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。

八、建议矿山在今后生产中加强水工环地质研究工作，组建水文地质勘察队伍，配置水文地质勘察设备，加强地质灾害的监测，确保矿山安全生产。

九、建议矿山后期加强绿色矿山建设工作，依据绿色矿山设计公司的设计文件进行施工建设。

十、为防止发生塌陷事故和溃坝灾害，建议矿山后期应加强尾矿库监测管护工作，对尾矿库坝基及其库内预测塌陷区域加密监测，指派专人巡查管护，发现尾矿库出现地裂缝、尾矿库沉降等情况及时上报。

十一、建议矿山做好隐蔽致灾排查工作，将隐蔽致灾因素普查纳入常态化安全管理体系，综合运用物探、钻探、调查走访等手段，查明水文地质条件及岩体稳定性等关键因素，做到早发现、早研判、早处置，切实防范重特大事故发生。

十二、矿区生态修复方案不代表生态修复设计，实际投入工程量及投资金额最终以工程设计预算为准。