

吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿
矿区生态修复方案

吉林吉恩镍业股份有限公司

2026 年 7 月

吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿 矿区生态修复方案

编制单位：吉林省有色金属地质勘查局六〇七队

法定代表人：刘立成

方案编制负责人：梁新群

主要编制人员：刘畅 李相慧 刘帅 孙卓

马庆涛 吴贺 刘靖明



矿区生态修复方案编制信息表

采矿权人信息	采矿权人名称	吉林吉恩镍业股份有限公司				
	统一社会信用代码	***	联系人	崔军		
	联系地址	磐石市红旗岭镇	联系电话	***		
	采矿权证证号	***	开采方式	地下开采		
	采矿权面积	***km ²	采矿权拐点坐标	***		
	采矿权有效期限	***年***月***日~***年***月***日				
	开采主矿种	镍矿	其他矿种	/		
	方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☒ 延续 ☐ 其他				
方案编制单位	单位名称	吉林省有色金属地质勘查局六〇七队				
	统一社会信用代码	***	联系人	周阳		
	联系地址	吉林市丰满区吉丰东路226号	联系电话	***		
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	
	梁新群	***	水工环	高级工程师	***	
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	
	刘畅	***	水工环	工程师	***	
	李相慧	***	岩土	工程师	***	
	刘帅	***	水文地质 环境地质	高级工程师	***	

目录

前言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	17
第一章矿山基本情况	18
一、矿业权人基本情况	18
二、地理位置与区域概况	18
三、矿山开采历史及现状	19
四、开采利用方案概述	28
第二章矿区基础信息	42
一、矿区自然条件	42
二、社会经济概况	47
三、矿区地质环境背景	48
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	58
五、矿区生态状况	59
六、矿区及周边人类重大工程活动	62
七、矿区生态修复工作情况	62
八、矿区基本情况调查监测指标	63
第三章问题识别诊断及修复可行性分析	64
一、问题识别与受损预测	64
二、生态修复可行性分析	81
三、生态修复分区及修复时序安排	100
四、采矿用地与复垦修复安排	102
第四章生态修复措施与工程内容	104
一、保护与预防控制措施	104
二、修复措施	105
三、工程内容	108
第五章监测与管护	119
一、监测目标与措施	119
二、管护目标与措施	125
三、工程量	127
第六章工程部署与经费估算	128
一、总体部署	128

二、总体经费估算.....	131
三、阶段工作任务与经费安排.....	156
第七章保障措施与公众参与	164
一、保障措施.....	164
二、公众参与.....	167
三、效益分析.....	169
第八章结论	172

附表

1、生态修复分区拐点坐标表

附图

顺 序 号	图 号	图件名称	比例尺
1	1	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿土地利用现状图（2024）	
2	2-1	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区地质环境问题现状图	1:2000
3	2-2	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿何家尾矿库矿区地质环境问题现状图	1:2000
4	3-1	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区土地损毁现状图	1:2000
5	3-2	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿何家尾矿库矿区土地损毁现状图	1:2000
6	4-1	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区地质环境问题预测图	1:2000
7	4-2	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿何家尾矿库矿区地质环境问题预测图	1:2000
8	5-1	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区土地损毁预测图	1:2000
9	5-2	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿何家尾矿库矿区土地损毁预测图	1:2000
10	6-1	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区生态修复工程部署图	1:2000
11	6-2	吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿何家尾矿库矿区生态修复工程部署图	1:2000

附件

- 1、地表水检测报告
- 2、地下水检测报告
- 3、土壤检测报告
- 4、表土质量检测报告
- 5、采矿许可证（副本）复印件
- 6、方案编制委托书
- 7、项目单位提供资料承诺书
- 8、项目单位对《方案》的承诺书
- 9、土地权属证明
- 10、土地权属人对《方案》的意见
- 11、磐石市自然资源局对《方案》的意见
- 12、公众参与问卷调查表
- 13、存储生态修复基金承诺书
- 14、原环境恢复治理与土地复垦基金缴存凭证
- 15、矿产资源储量评审备案证明
- 16、矿产资源开发利用方案评审意见
- 17、矿山剩余服务年限说明
- 18、客土来源情况说明
- 19、磐石市黑石国有林场关于林木权属的说明
- 20、原矿山地质环境保护与土地复垦方案评审意见
- 21、动能公司不动产权证
- 22、选矿厂不动产权证
- 23、使用土地批准书
- 24、吉林吉恩镍业股份有限公司企业营业执照副本
- 25、内审意见

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿为已建矿山，采矿许可证号为***，开采矿种为镍矿，开采方式为地下开采，生产规模为***万吨/年，有效期限为***年***月***日至***年***月***日，发证机关为吉林省国土资源厅（现吉林省自然资源厅）。根据《中华人民共和国矿产资源法》、《土地复垦条例》等相关法律法规规定，按照《自然资源部办公厅关于做好<矿产资源法>实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043号）要求，“涉及采矿权延续以及扩大矿区范围、变更开采方式或开采主矿种等情形的，应当重新编制方案”。现该采矿权即将到期，属于采矿权延续应当重新编制方案的编制情形，因此，吉林吉恩镍业股份有限公司委托吉林省有色金属地质勘查局六〇七队，依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》编制《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）。

（二）编制目的

编制《方案》的目的是为贯彻落实新修订的《矿产资源法》、《土地管理法》及《土地复垦条例》等法律法规规定，压实矿山企业生态保护修复主体责任，推动落实“边开采、边修复”，促进资源开发与生态保护相协调，助力矿业绿色低碳发展。通过该《方案》的编制，为采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦、生态系统功能恢复等生态修复活动提供基本依据，为该矿山生态修复工作的实施管理、监督检查以及基金计提等工作提供依据。

（三）编制依据

1、法律法规

- （1）《中华人民共和国矿产资源法》（2025 年 7 月 1 日施行）；
- （2）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（2026 年 6 月 15 日施行）；
- （3）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修订）；
- （4）《中华人民共和国矿山安全法》（2009 年 8 月 27 日年修正）；
- （5）《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日施行）；
- （6）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- （7）《中华人民共和国黑土地保护法》（2022 年 8 月 1 日施行）；
- （8）《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日施行）；
- （9）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日施行）；
- （10）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日施行）；
- （11）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日执行）；
- （12）《地质灾害防治条例》（2003 年 11 月 29 日施行）；
- （13）《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日执行）；
- （14）《土地复垦条例实施办法》（2019 年修正）；
- （15）《地质环境监测管理办法》（2019 年修正）（2019 年 7 月 24 日执行）；
- （16）《吉林省地质灾害防治条例》（2009 年 3 月 27 日执行）。

2、政策文件

(1) 《自然资源部办公厅关于做好<矿产资源法>实施过渡期内矿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）；

(2) 《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；

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

(4) 《关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》（国发〔2017〕29号）；

(5) 《财政部税务总局海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告2019年第39号）；

(6) 《吉林省自然资源厅生态修复处关于做好过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》；

(7) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

(8) 《吉林省自然资源厅关于采矿生产项目土地复垦费预存纳入矿山地质环境治理恢复基金管理有关问题的通知》（吉自然资函〔2020〕266号）；

(9) 吉林省自然资源厅吉林省财政厅吉林省生态环境厅关于印发《吉林省矿区生态修复费用管理暂行办法》的通知（吉自然资规〔2025〕5号）。

3、标准规范

(1) 《区域水文地质、工程地质、环境地质调查规范》（GB/T14158-2024）；

(2) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

- (3) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (4) 《造林作业设计规程》（LY/T1607-2024）；
- (5) 《地下水监测规范》（SL/T183-2023）；
- (6) 《耕地质量等级》（GB/T 33469-2016）
- (7) 《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）；
- (8) 《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》
（TD/T1070.1-2022）；
- (9) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T
43933-2024）；
- (10) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源
部，财综〔2011〕128号）；
- (11) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》
（GB/T43935-2024）；
- (12) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (13) 《土地整治项目制图规范》（TD/T1040-2013）；
- (14) 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- (15) 《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范》（DZ/T0261-2014）；
- (16) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- (17) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- (18) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (19) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- (20) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (21) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》
（GB15618-2018）；
- (22) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）。

4、其他资料

(1)《吉林省磐石市红旗岭矿区大岭铜镍矿资源储量核实报告》，2015年5月20日，吉林省有色金属地质勘查局六〇七队；

(2)《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿产资源开发利用方案》，2016年2月，吉林东北亚国际工程技术集团有限公司；

(3)《吉林吉恩镍业股份有限公司磐石矿山分公司大岭矿及其选矿厂环境影响现状评价》，2017年5月，吉林省冶金研究院；

(4)《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿露天坑尾矿库初步设计》，2005年10月，长春黄金设计院；

(5)《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿露天坑尾矿库安全验收评价报告》，2007年10月，吉林宝华安全评价有限公司；

(6)《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，2019年10月，长春恒宇水土保持技术有限公司、吉林昊融技术开发有限公司；

(7)《吉林吉恩镍业股份有限公司污水处理技术改造项目初步设计》，2025年6月，中国瑞林工程技术股份有限公司；

(8)吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿三区三线叠合图；

(9)吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿土地利用现状图；

(10)现场踏查、测量成果、采矿许可证及矿山其他资料。

(四) 编制工作概况

1、工作程序

依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》等规范要求，本次工作主要工作流程分为：基础调查、分析评价、工程布局及方案编制四个阶段。工作流程图见图0-1。

图 0-1 矿区生态修复方案编制工作流程图

2、工作方法

(1) 工作人员的配置

《方案》项目组人员 8 人。其具体负责编写情况如下表：

表 0-1 项目组人员配置情况

姓名	职称	专业	职责	具体分工
梁新群	高级工程师	水工环	项目负责人	项目全面实施及报告审核
刘畅	工程师	水工环	主编	资料收集、野外调查及报告编制
李相慧	注册岩土工程师	岩土	报告编制	制图设计
刘帅	高级工程师	水工环	报告编制	预算
孙卓	助理工程师	水工环	报告编制	辅助制图
马庆涛	高级工程师	测量	测量	野外测量
吴贺	工程师	测量	测量	野外测量
刘靖明	工程师	测量	测量	野外测量

(2) 资料收集与分析

开展工作之前，项目组人员收集并详细分析本矿山《开发利用方案》、《储量核实报告》、《环境影响评价报告》、《矿山地质环境保护与土地复垦方案》及原方案执行情况等资料，调取“矿区土地利

用现状图”及“三区三线叠合图”，了解矿区地质环境条件、自然生态、社会经济、土地利用现状、矿产资源开发利用现状、矿山生态问题等情况，从而确定本次工作重点；收集地形图、地质图等图件作为评估工作底图及野外工作用图；分析已有资料，确定需要补充的资料内容，初步确定现场调查方法、调查路线和主要调查内容。

（3）现场调查

野外调查根据资料收集及分析确定野外调查路线、方法进行。采用矿区 1:2000 地形地质图为底图，采用无人机进行测量，对矿山及周边地形地貌、地层岩性、岩土体特征、地质构造、水文地质、工程地质条件和植被覆盖情况、地质灾害及隐患、土地利用情况、土壤类型等进行调查；对项目区各功能分区范围、土地损毁类型及损毁程度、水环境破坏情况、植被覆盖及土壤分布现状进行调查；结合矿山实际情况对现状情况等进行调查。

通过问卷调查方式让矿山周边居民及矿区土地权属人参与到矿山生产及生态修复工作中，综合分析公众参与意见并结合矿山实际情况，为后期生态修复方向的确定提供良好的前提条件。

（4）室内资料整理和综合分析

在综合分析既有资料以及实地调查资料的基础上，编制《矿区地质环境问题现状图》《矿区土地损毁现状图》《矿区地质环境问题预测图》《矿区土地损毁预测图》《矿区生态修复工程部署图》。以图件形式反映各类地质灾害的分布以及地质环境状况，对矿山开采对地质环境影响分区及生态修复部署规划，并针对矿山开采引起的地质环境问题提出防治措施和建议。根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》中大纲要求，完成《方案》的编制工作。完成的工作量见表 0-2。

表 0-2 完成工作量一览表

项 目		工作量	
		单位	数量
综合调查	调查面积	hm ²	395
	调查路线	km	4
	环境地质调查点	点	10
	数码照片	张	20
	采集样品	个	3
收集资料	区域地质报告	份	1
	其他报告	份	4
	标准分幅土地利用现状图	份	1
成 果	矿区生态修复方案文本	份	1
	图件	张	11

(5) 工作质量控制

本方案是在全面收集矿山有关资料以及现场实地调查的基础上，严格按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》及其他国家现行的有关规范、规程、技术要求进行编制的。为了此次项目能够按时、保质、保量地完成，采取一系列的质量控制措施对项目的管理、进度、质量等方面控制，具体措施如下：

①实施统一规程、统一计划、统一组织、统一验收、分步实施和责任到人的分级目标管理。由项目管理组负责任务总体安排、总体进度控制和总体协调管理工作，保证质量体系的正常运作，做好与矿山企业、项目涉及各级地方政府和村民的协调、沟通和配合工作；

②主要参加编写技术方案的人员具备五年以上相关的工作经验，长期从事矿山地质环境保护与治理恢复方案和土地复垦方案编制经历，并在其中担任技术负责人、项目经理等职务，对其他参加编写人员进行必要的岗位培训，以认真负责的科学态度对待方案工作；

③项目组负责人对方案编制工作进行全过程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查和验收，对矿山地质环境条件、评估级别、矿山地质灾害、矿区

含水层破坏、地形地貌景观、水土环境污染、土地占用与损毁等关键问题进行重点把关；

④保证所使用的各种规范、规定和图式统一，保证使用数据的真实性和科学性。

（五）原方案与本次方案对比情况

1、原矿山地质环境保护与土地复垦方案概况

2019 年 10 月，长春恒宇水土保持技术有限公司、吉林昊融技术开发有限公司编制了《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《原方案》），并通过专家评审予以备案。其主要内容如下：

（1）《原方案》适用年限为 11 年（2019 年 8 月至 2030 年 8 月）。每 5 年修编一次。

（2）吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿为年生产规模***万吨/年的小型矿山，评估区重要程度为较重要区，矿山地质环境条件复杂程度为中等，确定评估级别为二级。

（3）现状评估结论：工业广场区（ 3.55hm^2 ）、废石场区（ 11.48hm^2 ）、露天坑尾矿库（ 9.2261hm^2 ）、何家尾矿库（ 58.7830hm^2 ）及选矿厂（ 3.05hm^2 ）为矿山地质环境影响严重区，面积为 86.09hm^2 ；评估区内其他区域为矿山地质环境影响较轻区，面积为 253.80hm^2 。

（4）预测评估结论：工业广场区（ 3.55hm^2 ）、废石场区（ 11.48hm^2 ）、露天坑尾矿库（ 9.2261hm^2 ）、何家尾矿库（ 58.7830hm^2 ）及选矿厂（ 3.05hm^2 ）为矿山地质环境影响严重区，面积为 86.09hm^2 ；评估区内其他区域为矿山地质环境影响较轻区，面积为 253.80hm^2 。

(5) 损毁土地面积：矿山合计损毁土地面积 86.09hm^2 ，主要损毁形式为挖损和压占，其中挖损面积 9.26hm^2 、压占面积为 76.83hm^2 ，损毁土地类型为建制镇 (7.78hm^2) 和采矿用地 (78.31hm^2)。

(6) 矿山地质环境重点防治区：工业广场区 (3.55hm^2)、废石场区 (11.48hm^2)、露天坑尾矿库 (9.2261hm^2)、何家尾矿库 (58.7830hm^2) 及选矿厂 (3.05hm^2)，总面积为 86.09hm^2 ；评估区范围内的其他区域划分为一般防治区：面积 253.80hm^2 。

(7) 矿山项目区面积 141.98hm^2 ，复垦区面积 86.09hm^2 ，复垦责任范围面积 86.09hm^2 ，复垦土地面积 86.09hm^2 ，复垦为有林地面积 11.48hm^2 、灌木林地面积 68.01hm^2 、建制镇面积 6.60hm^2 ，土地复垦率为 92.33% 。

(8) 矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程主要治理对象为工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库和选矿厂，主要措施为设置警示牌和围栏、建构筑物拆除、运输建筑垃圾、井口封堵及回填、废石场整形、修建浆砌石挡墙、地面清理平整、清除地表硬覆盖、覆表土、栽植榆树、栽植沙棘、撒播紫花苜蓿等。矿山地质环境监测主要为地面变形监测、地下水水位和水质监测；土地复垦监测主要为生产期地面破坏及复垦工程进度等监测。

① 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程：修建浆砌石挡墙 952m (浆砌石 1523m^3 、土方开挖 476m^3 、土方回填 190m^3 、伸缩缝 153m^2 、排水管 476m)，设置警示牌 42 个，设置围栏 1400 套。

② 矿山地质灾害治理工程：拆除水泥浆砌砖 7500m^3 ，拆除的钢筋混凝土 2200m^3 ，运输建筑垃圾 9700m^3 ，废石场整形 20000m^3 ，浆砌石封堵 146m^3 ，地面清理平整 68010m^3 ，清除地表硬覆盖 13200m^3 ，运输地表硬覆盖 13200m^3 。

③矿区土地复垦：覆表土 238470m³，栽植榆树 28700 株，栽植沙棘 27204000 株，撒播紫花苜蓿 79.49hm²。

④矿山地质环境监测：对地面变形监测 220 次，地下水的水位监测 198 点次，水质监测 22 点次。

⑤矿区土地复垦监测和管护：对土地复垦工程进度和质量监测 22 次，植被管护 79.49hm²。

（9）根据矿山地质环境保护与土地复垦工作部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准，吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿山地质环境保护与土地复垦方案总投资为 2778.60 万元，每公顷投资为 32.28 万元。其中矿山地质环境治理总投资为 383.14 万元；土地复垦总投资为 2395.46 万元。

2、原方案落实情况

由于该矿山 2021 年底至今一直处于停产状态，故尚未全面开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，经现场调查，该矿山已开展了以下工作：

（1）尾矿库围栏工程 1400 套已全部完成，但尚未进行验收。

（2）已对 1 号、2 号及 3 号废石场进行整形，其中 1 号及 2 号废石场已整形完成，3 号废石场正在实施整形工作。

（3）矿山企业每年定期开展了地下水监测、土壤监测（详见附件）。

照片 0-1 围栏及警示牌

3、原方案与本次方案对比情况

本方案和上次方案在编制大纲、面积、工程量、费用等方面均有调整。主要原因如下；

（1）本方案是基于新修订的《中华人民共和国矿产资源法》及《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）文件要求的最新的矿区生态修复方案编制大纲进行编制的，较原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》增加了“矿区生态状况”“矿区生态监测指标”“生态破坏监测”“问题诊断评价”“生态修复分区及修复时序安排”“采矿用地与复垦修复安排”“敏感目标保护”等相关生态修复内容。

（2）由于对三个废石场进行了边坡修整，所以面积有所增加，本次方案较原方案损毁区面积有所增加，因此工作量有所增加；本次根据实际情况恢复灌木工程措施由原栽植改为播种；去掉原挡土墙，为了保持废石场稳定，改为修整边坡种植灌木；根据新编制大纲工程

设计有所调整。原方案未考虑动态投资，估算总费用 2778.6039 万元，本次方案增加了动态投资估算，估算总费用 2883.9355 万元，较原方案增加了 105.3316 万元，详见下表。

（3）本次方案依据最新的土地利用现状图，结合现场调查，项目区范围有所变化。土地利用现状与 2019 年编制方案期间土地利用现状发生改变，本次按照最新的土地利用现状调查数据进行复垦方向分析。

（4）两次方案期间材料市场价格变动，尤其是动力能源价格上涨。

表 0-2 原方案与本方案工程措施及费用对比表

序号	原方案工程措施及费用				本次方案工程措施及费用				对比原方案 费用变化 (元)	备注
	工程名称	单位	工程量	费用 (元)	工程名称	单位	工程量	费用 (元)		
一	工程施工费			21676642	工程施工费			14067097	-7609545	
1	浆砌石体积	m ³	1523	329988					-329988	原方案设计了废石场挡土墙，本次设计修整边坡，恢复植被，保证废石场边坡稳定，并及时纳入公共资源交易平台处置。
2	土方开挖	m ³	476	7350					-7350	
3	土方回填	m ³	190	2198					-2198	
4	伸缩缝	m ²	153	21954					-21954	
5	排水管	m	476	63827					-63827	
(一)					表土剥离与管护			2328		
1					撒播草籽	hm ²	1.0056	2328	2328	原方案无表土场
(二)					协同措施			399262		
1	警示牌	个	42	2520	警示牌	个	60	5579	3059	
2	围栏	套	1400	210000	安全围网	m	5967	393683	183683	
(三)					地貌重塑			1246749		
1	浆砌石井口封堵	m ³	146	31634	井口封堵	m ³	146	34089	2455	
2					井口回填	m ³	487	12390	12390	
3	拆除水泥浆砌砖	m ³	7500	705000	拆除水泥浆砌砖	m ³	5700	529777	-175223	
4	拆除钢筋混凝土	m ³	2200	814308					-814308	
5	运输建筑垃圾	m ³	9700	217571	运输建筑垃圾	m ³	5700	145021	-72550	
6	清除地表硬覆盖	m ³	13200	39072	清除地表硬覆盖	m ³	7096	24119	-14953	
7	运输地表硬覆盖	m ³	13200	296076	运输地表硬覆盖	m ³	7096	180538	-115538	

序号	原方案工程措施及费用				本次方案工程措施及费用				对比原方案 费用变化 (元)	备注
	工程名称	单位	工程量	费用(元)	工程名称	单位	工程量	费用(元)		
8	废石场整形	m ³	20000	93600	边坡修整	m ³	20000	105519	11919	去掉原挡土墙， 为了保持废石场 稳定，改为修整 边坡
9	地面清理平整	m ³	68010	179546	平整场地	m ³	71504	215296	35750	
(四)					土壤重构			11636025		
1	客土覆土	m ³	238470	10099594	覆土	m ³	285503	11631507	1531913	
2					土地翻耕	hm ²	0.8967	1422	1422	
3					土壤施肥	hm ²	0.8967	3096	3096	
(五)					植被重建			771129		
1	栽植榆树	株	28700	525199	栽植榆树和杨树	株	55362	397588	-127611	
2	栽植沙棘	株	2720400	7787863	播种紫穗槐	hm ²	67.1124	155340	-7632523	原方案设计的恢 复方式为栽植， 根据实际，本次 调整为播种紫穗 槐
3	撒播紫花苜蓿	hm ²	79.49	249342	播种草籽	hm ²	94.2707	218201	-31141	
(六)					景观营建			11604		
1					废石场边坡播种 紫穗槐	hm ²	5.0134	11604	11604	
二	监测与管护工程			1074880	监测与管护工程			1420248	345368	
(一)					监测工程			289000		
1	地面变形监测	次	220	44000	土地资源与地形 地貌景观监测	次	34	17000	-27000	
2					地质灾害监测	次	272	136000	136000	

序号	原方案工程措施及费用				本次方案工程措施及费用				对比原方案 费用变化 (元)	备注
	工程名称	单位	工程量	费用(元)	工程名称	单位	工程量	费用(元)		
3					地表水水质监测	次	34	34000	34000	
4	地下水水位监测	点次	198	39600	地下水水位监测	次	102	51000	11400	
5	地下水水质监测	点次	22	33000	地下水水质监测	次	34	34000	1000	
6					土壤污染监测	次	17	17000	17000	
(二)					管护工程			1131248		
1	管护费	hm ²	79.49	953880	3 年林地管护	hm ²	94.2707	1131248	177368	
2	复垦监测费	次	22	4400					-4400	
三	其他费用			3055913	其他费用			2272359	-783554	
四	预备费			1978604	预备费			11079651	9101047	
总计	总费用			27786039	总费用			28839355	1053316	

二、服务年限

根据《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿开采方案》及评审意见和《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿山剩余服务年限说明》(吉林东北亚国际工程技术集团有限公司 2026 年 4 月 14 日), 矿山设计服务年限 12.93 年。矿山终采后, 矿区生态修复工作需 4 年(生态修复工程实施 1 年, 监测、管护工作 3 年)。故本《方案》服务年限为自《方案》批准之日起 16.93 年。

根据《土地复垦方案编制规程—通则》(TD/T1031.1-2011)要求, “生产建设服务年限超过 5 年的, 原则上以 5 年为一个阶段编制复垦方案服务年限内的土地复垦工作安排”, 以及根据《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知(征求意见稿)》(2024 年 12 月 3 日), “经审查通过的方案, 应当结合实际情况每 5 年修编一次”。故本《方案》的适用年限为 5 年, 每 5 年进行一次方案修编, 以便更好地适应矿区生态修复工作的进行。当矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式等时, 应当重新编制矿区生态修复方案。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

吉林吉恩镍业股份有限公司始建于 1960 年，经过多年的发展建设，已由单一的矿山发展成为拥有采矿、选矿、冶炼、化工以及相当规模的机械加工、工程建设、交通运输、研发中心等综合能力的大型有色金属企业集团。经营类型为股份有限公司，统一社会信用代码为***。

大岭矿为吉林吉恩镍业股份有限公司下属矿山，吉林吉恩镍业股份有限公司的上级主管部门是吉林昊融有色金属集团有限公司。大岭矿生产的矿石直接用自卸汽车送到选矿厂进行选矿加工，然后精矿送冶炼和精炼厂进行深加工。矿山建设规模为***t/a，集团公司现有选厂及尾矿库能满足未来矿山生产需要。开发利用方案只设计采矿部分，因此，矿山最终产品按含镍、铜等原矿石考虑。

二、地理位置与区域概况

矿区位于吉林省磐石市政府驻地 100° 方向，直线距离 38km，行政规划区隶属于磐石市红旗岭镇管辖。地理坐标范围见表 1-1。

表 1-1 地理坐标范围表

坐标系	1980 西安坐标系	2000 国家大地坐标系
东经	***°***'***"~***°***'***"	***°***'***"~***°***'***"
北纬	***°***'***"~***°***'***"	***°***'***"~***°***'***"

矿区距红旗岭镇 0.5km，有水泥公路相通。红旗岭镇向北行 5km 与磐石至桦甸省级公路 S205 相通，昊融集团早期建有铁路专线，从红旗岭镇至呼兰镇火车站，与国铁烟白线（烟筒山—白山镇）相接，运距 11km，通往全国各地，交通方便。（见图 1-1 交通位置图）。

矿区周边无相邻矿山及大型基础设施。紧邻矿山东侧为红旗岭镇，矿山西侧为大岭子村，南西侧为工人村。都力河从矿区南东侧流过。

图 1-1 吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿交通位置图

三、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史及现状

大岭矿于 1960 年 6 月建矿，1964 年 4 月建成投产，已经开采了 50 余年。露天采矿设计单位是北京有色冶金设计院。设计开采方式：露天开采。开拓方式：螺旋公路开拓。采矿方法：松动爆破、电铲装车、汽车运输。设计开采对象为 1 号岩体I_上矿体。根据《吉林省红旗岭镍矿区 1 号岩体地质勘探补充报告书》，设计岩矿总量***万立方米，其中矿石***万吨，岩石***万立方米，平均剥采比***m³/ m³。设计生产规模：***万吨/年，采矿损失率***%，贫化率***%。

矿山 1991 年转入井下采矿，井下采矿设计单位为北京有色冶金设计院。设计开采方式：地下开采。开拓方式：斜井—平巷开拓，箕斗提升，斜井利用原来施工的二条斜井，一条为入料运输主井，一条为通风井，后期又重新施工一条专门运矿的运（出）矿斜井。初期设计平巷分别为 200m、150m、100m、50m 中段，每段间距为 50m。

设计开采对象：为 1 号岩体 I_上 矿体残留的底轴部和翼部矿体。
设计生产规模：***万吨/年，设计损失率***%，设计贫化率***%。
采矿方法：初期为下向分段崩落法，效果不好后改为下向分段尾砂充填法，试验后期又改进为下向分层尾砂充填法（充填尾砂前先用水泥碎石充填作假底之后再全部用尾砂充填）效果较好，使生产能力逐年提高，一直延用至今。（见图 1-2 大岭矿井上井下对照图）。

图 1-2 吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿井上井下对照图

该矿山 2021 年底至今一直处于停产状态。经过现场调查发现，露天开采时，形成了一个开口 $300\times 440\text{m}$ ，底部 $45\times 70\text{m}$ 、深 100m 呈倒立钢盔状的露天坑。该露天坑于 2005 年 10 月由黄金设计院设计利用做为尾矿库，并经安全生产监督管理部门批准后，一直服务至今，现尾矿堆积标高为 260m 。

在露天开采时期，留下三个废石堆，分布于矿坑周边，其中，①号废石场长度约为 550m ，宽度约为 265m ，高度约为 27m ，堆存量约为***万 m^3 ，坡角约为 $45^\circ - 50^\circ$ ；②号废石场长度约为 280m ，宽度约为 185m ，高度约为 12m ，堆存量约为***万 m^3 ，坡角约为 $40^\circ - 45^\circ$ ；③号废石场长度约为 455m ，宽度约为 170m ，高度约为 30m ，堆存量约为***万 m^3 ，坡角约为 $30^\circ - 45^\circ$ 。

照片 1-1 航拍影像图

照片 1-2 露天坑尾矿库

照片 1-3 副井工业广场区

照片 1-4 ①号废石场

照片 1-5 ②号废石场

照片 1-6 ③号废石场

照片 1-7 副斜井井口

照片 1-8 主斜井井口

照片 1-9 工业渣堆

照片 1-10 表土场

照片 1-11 何家尾矿库

（二）矿业权设置情况

由于矿山开采时间已久，初期企业管理缺失，首次获取采矿许可

证时间、采矿证编号等已无法考证，目前矿山保存证件仅有 2004 年至今。

2004 年办理该区的采矿权延续，并于 2004 年 4 月 27 日获得吉林省国土资源厅颁发的采矿许可证，采矿许可证号：***，有效期***年***月至***年***月，发证机关为吉林省国土资源厅。开采深度：***m 至***m。矿区面积：***km²。开采的矿种为镍矿，采矿的方式为井下开采。生产规模：矿石量***万吨/年，开拓方式采用斜井开拓，箕斗提升；采矿方法采用下向分段充填采矿法。

2010 年 10 月，办理第二次延续。并于 2010 年 12 月 28 日获得吉林省国土资源厅颁发的采矿许可证，采矿许可证号：***，采矿权人：吉林吉恩镍业股份有限公司。矿山名称：吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿。经济类型：股份有限公司。开采矿种：镍矿。开采方式：地下开采。生产规模***万吨/年。矿证有效期***年***月***日至***年***月***日。矿山开采深度：***m~***m，矿区面积：***km²。

2015 年 8 月，办理第三次延续。并于 2015 年 9 月 7 日获得吉林省国土资源厅颁发的矿山采矿许可证，采矿许可证号：***，采矿权人：吉林吉恩镍业股份有限公司。矿山名称：吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿。经济类型：股份有限公司。开采矿种：镍矿。开采方式：地下开采。生产规模***万吨/年。矿证有效期***年***月***日至***年***月***日。开采深度：***m~***m，矿区面积：***km²。

2016 年 8 月，办理第四次延续。并于 2016 年 9 月 8 日获得吉林省国土资源厅颁发的采矿许可证，采矿许可证号：***，采矿权人：吉林吉恩镍业股份有限公司。矿山名称：吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿。经济类型：股份有限公司。开采矿种：镍矿。开采方式：地下开采。生产规模***万吨/年。有效期限：壹拾年，自***年***月***

日至***年***月***日。开采深度：由***m 至***m，矿区面积：***km²。

采矿权矿区范围由 6 个拐点圈定，坐标见表 1-2。

表 1-2 采矿权矿区范围拐点坐标一览表

拐点编号	直角坐标（2000 国家大地坐标系，3°带）	
	X 坐标	Y 坐标
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***

四、开采利用方案概述

（一）工程布局

根据现场调查和矿产资源开发利用方案，该矿山由工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆和表土场组成。矿山外运的道路全部利用现有的乡村道路即可，将来生产期间注意经常维护。

a) 工业广场区

工业广场区包括主斜井工业广场和副斜井及风井工业广场两部分，总占地面积为 3.5481hm²，详见表 1-3 工业广场区占地面积统计表。其中：

（1）主斜井工业广场

主斜井工业广场位于矿区内北东侧，紧邻选矿厂，主斜井工业广场包括主斜井、建构筑物、临时矿石堆场以及相应的硬化场地，占地面积 0.8774hm²。

主斜井：用于提升矿石，占地面积 0.01hm²，井口标高***m，井底标高***m，方位 224° 30′ 00″，倾角 30°，斜长 819m，井筒净

断面为 10.37m^2 ，井口段采用砼支护，其余段一般不支护，局部采用喷砼、喷锚支护；

建构筑物：由供矿工区办公室、排班室、信号房、主斜井卷扬机房等组成，占地面积 0.03hm^2 ，其中高度为 5m ，为钢混和水泥砌砖结构；

临时矿石堆场：在主井南西侧，堆存待运出矿石，堆存量按 5 天计，临时矿石堆场占地面积为 0.46hm^2 ；

相应的硬化场地：面积为 0.38hm^2 ，用于连接主斜井、建构筑物、临时矿石堆场等的活动区域。

（2）副斜井及风井工业广场

副斜井及风井工业广场位于矿区内南东侧，西侧紧邻露天坑尾矿和①号废石场，是该矿的主要工业场地，紧邻乡村道路，呈平坡式布置。副斜井及风井工业广场内包括副斜井及风井、建构筑物以及相应的硬化场地，占地面积 2.6707hm^2 。

副斜井：用于提升废石、设备、人员及材料等，占地面积 0.01hm^2 ，井口标高***m，井底标高***m，方位 $317^\circ 51' 48''$ ，倾角 30° ，斜长 695m ，井筒净断面为 6.24m^2 ，井口段采用砼支护，其余段一般不支护，局部采用喷砼、喷锚支护；

风井：回风斜井采用机械通风方式，对角式通风系统，占地面积 0.01hm^2 ，井口标高***m，井底标高***m，倾角 30° ，斜长 503m ，井筒净断面 7.74m^2 ，井口段砼支护，井筒喷砼、喷锚支护； 100m 以下风井倒段布置，井筒净直径 $\phi 2.4\text{m}$ ，喷砼支护；

建构筑物：由供矿车队、车队办公室、设备工区办公室、加工间、轮胎维修车间、设备工区维修车间、尾砂泵站、风机房、备件库、大岭矿办公楼、浴池、材料库、资源开发公司岩心库、大岭矿新食堂、

变配电室、空压机室、水泥库、派班室、卷扬机室、木材场、采掘钳工、锅炉房、老锅炉房、采掘道管库房等组成，占地面积 0.95hm^2 ，平均高度为 5m ，为钢混和水泥砌砖结构；

相应的硬化场地：面积为 1.70hm^2 ，主要用于连接副斜井及风井和建构筑物等的活动场地。

表 1-3 工业广场区占地面积统计表

名称	井口面积 (hm^2)	建构筑 物面积 (hm^2)	临时矿石 堆场面积 (hm^2)	硬化场地 面积 (hm^2)	合计 (hm^2)	占地类型
主斜井工业广 场	0.01	0.03	0.46	0.38	0.8774	采矿用地
副斜井及风井 工业广场	0.02	0.95	0	1.70	2.6707	工业用地、采矿用 地、乔木林地
合计	0.03	0.98	0.46	2.08	3.5481	

b) 废石场区

在露天开采时期，形成三个废石场，废石场区主要包含①号废石场 (7.2673hm^2)、②号废石场 (4.1664hm^2)、③号废石场 (9.5592hm^2)，总占地面积为 20.9929hm^2 ，主要堆存着历史遗留的废石，现三个废石场已基本废弃，不再继续堆存废石，将来开采产生的废石全部用于地下充填石料。

根据现场调查访问，结合矿山现有材料分析，大岭矿现有废石约 ***万 m^3 ，其中，①号废石场长度约为 550m ，宽度约为 265m ，临坡堆放，平均堆放高度约为 27m ，堆存量约为 ***万 m^3 ，坡角约为 45° - 50° ；②号废石场长度约为 280m ，宽度约为 185m ，临坡堆放，平均堆放高度约为 12m ，堆存量约为 ***万 m^3 ，坡角约为 35° - 40° ；③号废石场长度约为 455m ，宽度约为 170m ，临坡堆放，平均堆放高度约为 30m ，堆存量约为 ***万 m^3 ，坡角约为 30° - 45° 。

c) 露天坑尾矿库

露天坑尾矿库占地面积为 9.2261hm^2 ，位于 1991 年以前露天开采时形成的老凹陷露天坑内，坑顶： $300\times 440\text{m}$ ，坑底： $45\times 70\text{m}$ ，深 100m ，坑底标高 220m ，呈倒立钢盔状，台阶高度约为 12m ，坡角 $50-60^\circ$ 。露天坑四周片麻岩裸露，进行喷射混凝土护坡，坑底部进行了防渗处理，目前该露天坑作为主要尾矿库，选矿厂内的尾矿全部排入该坑内。于 2005 年 10 月由黄金设计院设计利用该露天坑做为尾矿库，并经安全生产监督管理部门批准后，一直服务至今，现尾矿堆积标高为 260m 。

d) 何家尾矿库

何家尾矿库是该镍矿的备用尾矿库，位于距选矿厂 2km 处何家沟内，属山谷型尾矿库，占地面积为 58.7830hm^2 ，主要包含库区、坝体及建构筑物，其中库区面积为 46.16hm^2 ，坝体面积为 12.60hm^2 ，建构筑物面积为 0.02hm^2 。该尾矿库坝顶标高***m，坝底标高***m，坝高 32m ，坝长 550m ，滩顶标高 359.98m ，库区表面规模 $850\times 600\text{m}$ ，库区南侧为水面，现水面面积约 22.26hm^2 ，水深 $1-3\text{m}$ 。

e) 选矿厂

选矿厂位于矿区北东侧，紧邻红旗岭镇，它对大岭矿产出的矿石进行选取。包括建构筑物以及相应的硬化场地，占地面积 3.0501hm^2 。

建构筑物：由选矿厂办公室、破碎车间、磨矿浮选车间、污水处理车间、精矿车间等组成，占地面积 1.20hm^2 ，其中高度为 4m ，为钢混和水泥砌砖结构；

相应的硬化场地：面积为 1.85hm^2 ，用于连接建构物的活动区域。

f) 工业渣堆占地面积 2.7212hm^2 ，用于堆放生产中产生的废渣，目前渣堆高度约 9m 。

g) 表土场占地面积 0.7735hm^2 ，用于堆放矿山购买的表土，目前表土堆高度约 $5\sim 8\text{m}$ ，堆存量约 $***\text{m}^3$ 。

（二）资源储量、建设规模及服务年限

根据 2015 年 5 月 20 日吉林省有色金属地质勘查局六 0 七队编制的《吉林省磐石市红旗岭矿区大岭铜镍矿资源储量核实报告》及吉林省自然资源厅关于《吉林省磐石市红旗岭矿区大岭铜镍矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明（吉国土资储备字[2015]051 号）及评审意见书（吉储核字[2015]16 号），通过本次核实，备案资源总储量 $***\text{kt}$ （其中： $I_{\text{上}}$ 矿体储量 $***\text{kt}$ ， $I_{\text{下}}$ 矿体储量 $***\text{kt}$ ），采矿权范围内的保有资源储量见表 1-4。

图 1-3 矿山平面布置示意图

表 1-4 采矿权范围内的保有资源储量表

矿体号	资源类型	编码	矿石量 (kt)	金属量				平均品位(%)			
				镍 (t)	铜 (t)	钴 (t)	硫 (kt)	镍	铜	钴	硫
I _上	基础储量	122b	***	***	***	***	***	0.72	0.20	0.018	1.56
	资源量	333	***	***	***	***	***	0.47	0.11	0.018	1.56
	资源储量	合计	***	***	***	***	***	0.53	0.13	0.018	1.56
I _下	资源量	333	***	***	***	***	***	0.44	0.09	0.018	1.56
总计	基础储量	122b	***	***	***	***	***	0.72	0.20	0.018	1.56
	资源量	333	***	***	***	***	***	0.44	0.10	0.018	1.56
	资源储量	合计	***	***	***	***	***	0.46	0.10	0.018	1.56

依据《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿 2015 年度矿山储量年度报告》矿产资源储量评审备案证明（吉林市国土资源局，吉市国土资储监备字[2016]55 号，2016 年 01 月 27 日），2015 年大岭矿开采块段矿石量增加了***kt，共动用矿石量***kt，金属量镍***t，铜金属量***t，钴金属量***t，硫矿物量***kt。2015 年末吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿（采矿权证内），备案资源总储量***kt（其中：I_上矿体储量***kt，I_下矿体储量***kt）2015 年末大岭矿（采矿权证内）保有资源储量表见表 1-5。

表 1-5 2015 年末大岭矿（采矿权证内）保有资源储量表

矿体号		资源类型	矿石量(k _t)	镍金属量(t)	铜金属量(t)	钴金属量(t)	硫金属量(k _t)
I _上 矿体	南西翼	333	***	***	***	***	***
	北东翼	333	***	***	***	***	***
	底轴	122b	***	***	***	***	***
		333	***	***	***	***	***
		122b+333	***	***	***	***	***
	合计	122b	***	***	***	***	***
		333	***	***	***	***	***
		122b+333	***	***	***	***	***
I _上 矿体合计		122b+333	***	***	***	***	
I _下 矿体		333	***	***	***	***	
I 号岩体	122b	***	***	***	***	***	
	333	***	***	***	***	***	
	合计	***	***	***	***	***	

根据颁发的采矿许可证，矿山即将到期。该矿山 2021 年底至今处于停产状态，根据《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿山剩余服务年限说明》(吉林东北亚国际工程技术集团有限公司 2026 年 4 月 14 日)，矿山设计服务年限 12.93 年。

(三) 开采方式

矿山现已采用地下开采，设计仍采用地下开采方式。

(四) 开拓运输方案

根据矿体赋存条件及开采现状，本次设计利用矿山现有开拓系统，即采用主、副斜井+盲斜井开拓。

设有 1 条主斜井用于提升矿石，井口标高***m，井底标高***m，方位 $224^{\circ} 30' 00''$ ，倾角 30° ，斜长 819m，井筒净断面为 10.37m^2 ，井口段采用砼支护，其余段一般不支护，局部采用喷砼、喷锚支护。提升机型号 GKT2 $\times$ 2.5 $\times$ 1.2-11.5，配套电机功率为 310kw。采用 3m^3 单箕斗配平衡锤提升。最低服务至 0m 中段。

设有 1 条副斜井用于提升废石、设备、人员及材料等。井口标高***m，井底标高***m，方位 $317^{\circ} 51' 48''$ ，倾角 30° ，斜长 695m，井筒净断面为 6.24m^2 ，井口段采用砼支护，其余段一般不支护，局部采用喷砼、喷锚支护。提升机型号 GKT2 $\times$ 2.5-30 提升机，配套电机功率为 210kw。每次可提升 5 辆 0.75m^3 翻转式矿车。最低服务至 0m 中段。

设有 1 条盲斜井，用于提升-50m 中段矿石、废石、人员、设备及材料等。井口标高***m，井底标高***m，方位 $288^{\circ} 26' 43''$ ，倾角 30° ，斜长 100m，井筒净断面为 7.04m^2 ，卷扬机硐室采用砼支护，井筒一般不支护，局部采用喷砼、喷锚支护。提升机型号 JTP-1.6 $\times$ 1.2，配套电机功率为 160kw。每次可提升 2 辆 1.2m^3 固定式矿车。

设 200m、150m、100m、50m、0m 和-50m 共 6 个中段，段高 50m，其中 200m 中段为回风中段，其余为生产中段，主巷净断面 6.13m^2 ，一般

不支护，局部采用喷砼、喷锚支护。生产中段内采用 CJY7-6/250 型电机车牵引 1.2m^3 固定式矿车运输矿石，采用 CJY3-6/250 型电机车牵引 0.75m^3 翻转式矿车运输废石。150m、100m、50m 和 0m 中段矿石由电机车牵引矿车直接运至本中段溜井卸矿，矿石经计量漏斗装入 3m^3 箕斗中，后由主斜井提升至地表卸入储矿仓中，之后装 15t 自卸式汽车运至选矿厂。150m、100m、50m 和 0m 中段废石由电机车牵引矿车直接运至本中段副斜井车场后，由副斜井提升机提至地表后，由 CJY3-6/250 型电机车牵引运至废石场堆放。-50m 中段矿岩石由盲斜井提升机提至 0m 中段后，分别由主斜井和副斜井提升至地表。

各中段设有 1 条采场斜坡道，采用折返式布置，坡度 $15\%\pm$ ，巷道净断面 7.74m^2 ，一般不支护，局部采用喷砼、喷锚支护。

采用机械通风方式，对角式通风系统。设有 1 条回风斜井，井口标高***m，井底标高***m，倾角 30° ，斜长 503m，井筒净断面 7.74m^2 ，井口段砼支护，井筒喷砼、喷锚支护；100m 以下风井倒段布置，井筒净直径 $\Phi 2.4\text{m}$ ，喷砼支护。新风由副斜井进入井下，冲洗工作面后，污风由回风斜井排出地表。矿井需风量为 $40.15\text{m}^3/\text{s}$ ，通风困难时负压 1715.2Pa，利用现有风机，型号为 2k60-44No18（ $n=1000\text{r}/\text{min}$ ；叶片数 $Z=14$ ；）；风量 Q 范围（ $25\text{m}^3/\text{s}\sim 90\text{m}^3/\text{s}$ ）；全压范围（898Pa $\sim$ 1980Pa）；工况点参数： $Q=43\text{m}^3/\text{s}$ ， $H=1730\text{Pa}$ ，安装角 29° ，效率 $\eta_1=0.79$ ，配套电动机型号 Y315L2-8，功率 110kW，机重 1177kg，风机安在地表井口风机房内。

采用机械接力四段排水，-50m 中段设置 3 台 100D-45 $\times$ 3 型水泵，0m 中段设置 3 台 150D-30 $\times$ 5 型水泵，100m 中段设置 3 台 MD155-67 $\times$ 5 型水泵，200m 中段设置 3 台 125D-25 $\times$ 9 型水泵。坑内涌水由水泵排至地表 1000m^3 高位水池中，供矿山生产及消防用水。

本工程一类负荷为一段排水泵(55kw×2)、二段排水泵(110kw×2)、三段排水泵(220kw×2)、四段排水泵(90kw×2)、主通风机(110kw)，共计1060kw。

(五) 开采顺序

采用自上而下分中段开采，中段内采用自远而近后退式开采。

(六) 采矿方法

采用下向分层进路胶结充填法开采。

(七) 废弃物处理及废水排放

根据开发利用方案，本矿地下开采所产生的废弃物为废石及生活垃圾，矿山废水主要为生活污水。

废石：根据现场调查访问，结合矿山现有材料分析，大岭矿现有废石约***万 m³ 堆放在废石场内。由于经过长年堆放基本达到稳定，地表经过多年风化，植被较为茂盛，进行废石堆整形然后恢复植被。最终，纳入公共资源交易平台处置。

矿山生产期间每年产生废石***万 m³，矿山剩余服务年限内（12.93年）共产生废石***万 m³，用于地下充填石料。

生活垃圾：本项目所产生的生活垃圾集中排放，集中处理，生活垃圾定期外运到垃圾场统一处理。

生活污水：主要是矿山职工所排放的生活清洗水以及含油污水，主要污染物为 COD、BOD₅、SS 和动植物油等，生活污水先经过化粪池沉淀处理后，再采用小型地埋式一体化污水处理设备进行处理，处理达到相关标准后排放至附近地表水体。

(八) 选矿方案

1、选矿厂概况

选矿厂于 1964 年建成投产，当时生产能力为***t/d。1974 年扩建成***t/d 生产规模，1981 年再次扩建，生产规模为***t/d。经多年的发展，

目前选厂生产规模仍保持在***t/d。大岭矿生产的矿石直接用自卸汽车送到选矿厂进行选矿加工，然后精矿送冶炼和精炼厂进行深加工。

2、工艺流程：选矿厂投产后，随着生产规模的不断扩大以及对精矿品位，金属回收率要求的不断提高，选厂的工艺流程进行了多次改进和变更，目前采用流程优化的最终流程，简述如下：

①碎矿流程

为三级连续闭路流程：第一级为大型鄂式破碎机（600*900）粗碎。第二级采用圆锥破碎机中碎。第三级采用 $\Phi 1650$ 其他圆锥破碎机细碎，其间有洗矿筛矿，粗矿返回等辅助循环设施，保证碎矿质量（-14mm）通过皮带送至粉矿仓或磨矿工序。

②磨矿流程

为二级连续闭路流程：第一级由一台 $\Phi 2700 \times 3600$ 和 $\Phi 2700 \times 2100$ 球磨机及一台 $\Phi 1500$ 分级机组成。第二级由一台 $\Phi 2700 \times 3600$ 球磨机及一台 $\Phi 500$ 水力旋流器构成，使磨矿最终矿粉浆细度达到-0.074mm(55-65%)，由管道直接送浮选工序。

③浮选流程

为两个并列系统，每个系统采用 6A 浮选机 40 槽，浮选工艺为两粗两扫一精流程，后期又增加铜镍分离的浮选流程。

④精矿脱水流程

采用浓密与滤过二级脱水流程。第一级为三台（座） $\Phi 12m$ 浓密池与 $\Phi 10.5m$ 浓密机组组合（二台为 Ni 精矿一台为 Cu 精矿），进行自然浓密。第二级采用 2 台圆筒折返式 $40m^2$ 过滤机对浓密的镍精矿进一步脱水，一台圆筒折返式 $20m^2$ 过滤机对铜精矿进行脱水。

3、选矿产品技术指标

矿石由索道运矿至选矿厂入选,分别产出镍精矿，铜精矿和尾矿，总回收率 Ni83%，Cu88%。

（九）尾矿设施

1、大岭矿露天坑尾矿库运行情况简介

2005 年经由长春黄金设计院设计采用大岭矿露天坑作为尾矿库的接续库，总库容可达 $*** \times 10^4 \text{ m}^3$ ，有效库容约为 $*** \times 10^4 \text{ m}^3$ ，可以满足矿山再生产 20 年的排尾要求。设计对露天坑底部标高 $***\text{m}$ 至标高 $***\text{m}$ 之间(高 38m)库底及边帮进行混凝土加固和铺土工膜防渗，并随库容增加对边坡进行加固和防渗处理，解决了露天坑积水下灌坑道的问题。尾矿采用分级脱水，尽可能干堆入库，同时采取排水、截水技术措施保证库容利用率。经计算库区正常日积水为 $***\text{m}^3/\text{d}$ ，排出后作为循环生产用水尚不能满足矿山选矿、井下填充、凿岩等消耗，无外排水量，不会因此对环境资源造成污染。

大岭矿露天坑尾矿库于 2008 年建成并投入使用，是选矿厂尾矿的储存库。选矿厂产出尾矿通过渣浆泵首先排放到露天坑东侧两台浓密机中进行初步脱水，浓密澄清水进入大岭矿砂泵站，浓密底流自流进入露天坑，在露天坑中初步沉降后，库内上层澄清水利用水泵排回到大岭矿砂泵站。这两部分水汇合后，通过砂泵站的渣浆泵将其输送至何家尾矿库进行二次澄清。

2、排水系统

尾矿库排洪及排水设施是尾矿库安全运行的保证，尤其是露天采坑尾矿库及时排除雨洪水及尾矿澄清水，就可减轻井下开采的排水压力和安全隐患。为了排出尾矿库内的尾矿澄清水，保证尾矿库的正常、安全运行，尾矿库设置了可靠的排水设施。汇入尾矿库中的水主要为正常排放尾矿时进入库内的尾矿澄清水，每天 $***$ 立方米。

排水系统主要针对尾矿澄清水的处理，排水泵统一安装在长 16 米，宽 5 米的趸船上。在趸船上安装两台 125D-25 $\times$ 7 多级离心泵（一开一备），流量 72~119 立方米/时，扬程 122.5~179.2 米，电机功率 72KW。

在尾矿库东岸铺设了两条 DN150 排水钢管，管路单线长 450 米，排出的尾矿澄清水进入大岭矿砂泵站，然后由砂泵站将其输送至何家尾矿库。

另外，为了安全和便于操作，还在库内对于泵的控制安装了两地控制，即在坑外和船上均可对泵进行启停操作，以便在特殊情况下及时对排水进行有效的控制。

3、回水利用系统

为充分利用水资源，并且避免其对环境造成影响，选矿厂从 2000 年开始全面启用回水系统。在 2008 年露天坑尾矿库开始运行后，库中澄清水通过泵站输送至何家尾矿库进行再次澄清，澄清水经溢流井、排水涵管流至库下回水泵站，再通过水泵输送至选矿厂北侧 500m³ 蓄水池中，供选矿生产使用。使厂内水的使用形成一个闭路循环，不向环境排放。具体流程如下：

图 1-4 选矿厂回水利用流程图

4、污水处理技术改造

矿山现污水处理站处理对象主要包括生产污水（主要来自冶炼厂、精炼厂、电解厂、等排出的含有重金属离子的污水）、生产废水（主要来自锅炉工段的排污水）。目前上述各类污废水经处理站处理达标后全部回用于企业现有选矿生产系统，不外排。

随着矿产资源枯竭，矿山选矿生产系统近期将关停，现有污水处理站排水将因失去回用点而面临被迫外排的压力。根据国家及行业现有环

保要求，涉重高盐废水原则上禁止外排，而污水处理站现有工艺仅能实现基础处理，无法满足其回用其他生产系统的水质要求，因此为了公司的可持续发展，需要对现有污水处理进行技改升级，使得其水质可以回用其他生产系统，确保涉重污水不外排。

目前进入污水处理站污废水量约***m³/d，近期由于企业生产系统扩建将增至***m³/d。本次技改项目拟对分流后的污水处理站进行技术升级改造，在其末端增加一套废水深度处理工艺，达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）中工艺与产品用水的标准，可全部作为生产新水回用，解决了因选矿系统关停造成的排水无法回用的环保压力。本项目在废水深度处理的同时产生工业副产品约***t/a 的无水硫酸钠、***t/a 的氯化钠及***t/a 的杂盐，其中无水硫酸钠及氯化钠可以作为副产品外卖，在废水处理的同时产生经济效益，杂盐外委有处理资质的单位进行处置。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 气象

矿区属温带季风气候，气候的特点是：四季分明，春季干旱多大风；夏季热而多雨；秋季凉爽多晴朗天气，白天温度较高，夜间温度较低，昼夜温差较大；冬季漫长而寒冷。历年 7 月平均气温为 22.6°C ，最高气温为 36.6°C ；1 月份平均气温 -16.7°C ，最低气温为 -40.2°C 。年平均气温为 5.2°C 。多年平均降水量为 687.7mm ，雨水集中在 5~8 月份，占全年降水量的 75%，日最大降雨量为 117.8mm 。年平均蒸发量 1202.8mm ，年平均相对湿度为 69%。全年无霜期为 125d，初冻时间一般在 10 月中旬，一般冻土深为 $1.0\sim 1.40\text{m}$ ，最大冻土深度为 1.73m ，完全解冻时间一般在翌年 5 月末。每年春季多西南风，冬季多西北风，年平均风速为 2.7m/s ，最大风速 18m/s 。年平均日照 2491.2h 。

(二) 水文

本区为构造剥蚀丘陵和侵蚀堆积河谷地带，水系不发育，北兴隆河为山间冲沟小溪，枯水季节几乎干枯无水，平均流量 $4.32\text{ m}^3/\text{d}\sim 8.64\text{m}^3/\text{d}$ ，雨季水量稍大为 $25.9\text{ m}^3/\text{d}\sim 43.2\text{m}^3/\text{d}$ 。该小溪水流沿 F1 断层下盘平行地由西向东流过，并汇入东侧的都力河中。

(1)都力河经矿区东部由北向南径流，河床宽 $50\text{m}\sim 60\text{m}$ ，水深 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ ，平均流量 $12.96\text{m}^3/\text{d}$ ，最大洪水位水深 10m ，洪水位标高 314m ，流量 $2618\text{m}^3/\text{d}$ 。

(2)北兴隆河河床宽 $0.5\text{-}2.0\text{ m}$ ，水深 $0.13\text{-}0.5\text{m}$ ，汇水面积 10.7km^2 ，平均流量 $4.32\text{ m}^3/\text{d}\sim 8.64\text{m}^3/\text{d}$ ，季节性明显，最大洪水期流量为 $43.2\text{m}^3/\text{d}$ 。北兴隆河经矿区中部由北西向东南流汇入都力河中。

（三）地形地貌

矿区处于吉林省中部丘陵地区，地形起伏相对较大，西南高，东北低，呈阶梯状分布。其中矿区最高点位于矿区的西北部，最低点位于矿区的东部。矿区山形起伏变化不大，属丘陵地形，地形标高一般在320m-350m，高差30m。当地侵蚀基准面标高308m。

矿区内地貌按成因可划分为构造剥蚀地貌和河流侵蚀堆积地貌，区内剥蚀地貌为丘陵，侵蚀堆积地貌为沟谷。

丘陵（I）：地势起伏较大，西部地势相对较高，东部较低，地面高程为320~490m，相对高差为170m，地面坡度为 10° ~ 25° ，表部大多被第四系地层覆盖，地层岩性为黑云母片麻岩、橄榄岩、辉岩及橄辉岩。

沟谷（II）：地势平坦，地面高程为310~320m，地面坡度为 1° ~ 2° ，呈长条状位于都力河及北兴隆河两侧，宽度18~60m，在河谷两岸不对称分部，地表岩性为粘土和砂砾石及卵石。

见现场照片2—1、照片2—2 项目区附近地形地貌。

照片 2-1 矿区附近地形地貌

照片 2-2 何家尾矿库附近地形地貌

（四）土壤

磐石市境内土壤有五个土类，十四个亚类，二十八个土属，五十三个土种。全市内 80% 以上的山地多为灰棕壤、准灰棕壤。山前台地多为白浆土，暗棕壤和棕壤。山前洼地的洪积扇区多发育为沼泽土、草甸土，河流沿岸高河漫滩的低阶地为冲积土、水稻土。

项目区土壤主要为暗棕壤，表土层厚度约为 0.2m~0.4m，土壤质地属于壤土、粘壤土，土壤可蚀性为 $0.1444\sim 0.349t \cdot hm^2 \cdot hr / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$ ，抗蚀性较强。土壤有机质含量变化幅度在 3.72%~4.58% 之间，暗棕壤土质粗糙，表土含少量砂砾，通透性好。土壤自然断面见照片 2-3。

照片 2-3 矿区土壤自然断面

（五）植被

磐石市植被十分丰富，以天然次生林和人工林为主的森林覆盖率为 28.8%。林地植被有针叶林、针阔混交林、阔叶林。主要以针阔混交林为主，阔叶林为辅。针叶树种中油松面积较大，其次为杨树等；混生的阔叶树种有榆树、山杨等，林下伴生胡枝子、榛柴等灌木丛和山葡萄、五味子等藤类植物，蕨菜、薇菜等亦较繁茂；疏林草甸植被分布在山谷河流沿岸，树种有柳树、速生杨、胡桃楸、桦树等；灌木有榛、胡枝子等；草本植物有小叶草、蒿类等。

项目区地表植被发育茂盛，山顶有少量杂树林和灌木丛，其他 80% 农田植被主要为玉米。见现场照片 2-4 项目区附近植被。

照片 2-4 矿区附近植被

（六）景观

1、自然生境连通性

矿产开发导致耕地、林地等自然景观被采矿场地割裂，原有连续生境被露天采场等人工设施阻断。但本矿占地范围较集中，形成景观斑块数量较少，原有连续生境未产生孤岛化问题。

2、生境质量指数

植被土壤退化显著，目前矿区裸露地表植被覆盖率约为 60%，因矿山现在为地下开采，目前的工业广场、选矿厂、尾矿库等功能区已能满足目前开采生产需求，终采时不继续破坏地表植被。矿山开采期间原生树林、农田被破坏后无法自行恢复，土壤保水能力丧失。

3、景观破坏度

矿区前期开采形成裸露边坡，高陡边坡使地形改变，本矿露天坑面积 9.2261hm^2 ，最大垂直深度为 100m；景观破坏度严重。

4、景观稳定性

露天坑边坡现在作为尾矿库，边坡已按设计进行了防护，在暴雨下不易引发崩落，稳定性较好。

5、景观丰富度

景观多样性减少，工矿景观侵入使其他斑块类型减少；矿区景观丰富度降低，生态功能退化。

二、社会经济概况

磐石市位于吉林省中南部、吉林市南部，地处长白山西麓、松辽平原向长白山过渡地带，属温带大陆性季风气候。全市总面积 3867.3 平方千米，南北最长约 87.5 千米，东西最宽约 85 千米。东临桦甸市，南接辉南县，西与梅河口市、东丰县、伊通满族自治县毗邻，东北与永吉县交界，西北与双阳区接壤。截至 2023 年 6 月，磐石市辖 4 个街道、13 个镇、1 个乡。根据第七次全国人口普查数据，截至 2020 年 11 月 1 日零时，磐石市常住人口为 370238 人。截至 2022 年末，户籍人口为 488539 人，较上年减少 2702 人，其中城镇户籍人口 171498 人，减少 1650 人。全年出生人口 1551 人，出生率 3.2‰；死亡人口 1713 人，死亡率 3.5‰；自然增长率为-0.3‰，同比提高 0.63 个千分点。2022 年，磐石市实现地区生产总值 137.7 亿元，三次产业结构为 27.9:28.3:43.8。主要经济作物包括玉米、水稻、大豆，工业以矿产资源开发为主，硅灰石、石墨、镍等资源储量居吉林省前列。

红旗岭镇位于磐石市东南部，东与呼兰镇接壤，东南邻黑石镇，南连牛心镇，西隔富太河与富太镇相望，北接驿马镇，距磐石市区 30.8 千米，镇人民政府驻红旗大街。2025 年数据显示，红旗岭镇区域面积为 167.8 平方千米，户籍人口为 25717 人，工业企业数量为 26 个。截至 2026 年

初，全镇常住人口约 3.4 万人，其中农业人口 1.3 万人，含 2 个社区、7 个行政村、48 个自然屯及吉林镍业公司。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

a) 地层

矿区内出露的地层主要为呼兰群，是一套由片麻岩类、角闪质岩石、云母片岩和大理岩类组成的变质岩系。根据岩石组合进一步划分为红旗岭组和官马组。

矿区出露地层简单，出露地层由老至新为：

①呼兰群红旗岭组（亦称黄莺屯组） $\in -Oh^{1-2}$ ：出露于矿区西部呈北东向展布，主要由黑云母片麻岩、角闪斜长片麻岩与燧石条带大理岩、云母斜长片岩组成。红旗岭组黑云母片麻岩段分布南起黑石头山、薄家东南，经何家、大岭子、北兴隆到抬头一带，为大岭矿的主要围岩。最大厚度 1200m，向北逐渐变薄至尖灭，岩层走向北西 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，倾向北东、倾角 $40^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。黑云母片麻岩特征：灰白色-灰褐色，中粒片麻状构造，黑白矿物呈定向排列。主要矿物组成为石英（30%）斜长石（50%）黑云母（10%~20%），其次为磷灰石、磁铁矿，在岩体接触部位有石榴石，绿泥石、次闪石、绿帘石、黄铁矿等。

②呼兰群官马组（亦称小三个顶子组） $\in -Ox^{1-2}$ ：和红旗岭组整合接触的上覆地层，时代为志留-泥盆纪亦自下而上分为二段。第一岩段，以云母石英片岩、片麻岩为主，夹厚层大理岩，走向 $310^{\circ} \sim 320^{\circ}$ ，倾向 NE，倾角 $50^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，厚度 2240m。第二岩段由厚层大理岩或燧石条带大理岩组成，夹有透镜状云母片岩，走向 $320^{\circ} \sim 330^{\circ}$ ，倾向 NE，倾角 $65^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，厚度 1600m。

③第四系沉积地层 Q_h ：为未成岩的地表植被、砂土、粘土层及河谷冲沟中的洪积、坡积杂岩、砂石混合物。

b) 岩浆岩

矿区已接触到的岩浆岩归纳起来可分为 4 个期次侵入的岩浆岩。其中：

①早期的为吕梁构造岩浆岩旋回期，即加里东期侵入的岩浆岩，分布在矿区北侧，岩石中角闪质成份明显偏高，岩体以角闪橄榄岩为特征，仅见 Cu、Ni 矿化，未见工业矿体。

②中期的为古生代—中生代海西期构造岩浆旋回期，是本区主要岩浆活动期。也是主要成矿期。岩石中以斜方辉岩、橄榄辉岩含矿最好为特征。

大岭矿开采矿床即为红旗岭矿区 1 号岩体，基性—超基性岩体。岩性以辉长岩—辉石岩—杆栏辉石岩—杆栏岩为主，岩体规模长 500～1700m、宽 30～50m，呈扁豆状、草履状、长条状，产状为岩盆或岩墙状，大部分具有岩相分异作用。

该岩体是以 F_1 断层为界分为 $I_{上}$ 、 $I_{下}$ 两个岩体，上盘岩体（ $I_{上}$ ）出露地表，下盘岩体（ $I_{下}$ ）未出露地表为盲岩体。

上盘岩体（ $I_{上}$ ）地表出露为纺锤形，长约 980m，呈 320° 分布，宽度两端小，中间大，一般为 280m～350m，平均 200m，地表出露面积 0.2km^2 ，属小型的基性-超基性岩体。岩体埋藏深度东南浅、西北深，10 号线最深为 -170m 标高，长：深：宽为 5：2.5：1。岩体两侧向中心倾斜，倾角 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，横剖面呈杯状，岩体向北西倾伏，倾伏角 $30^\circ \sim 35^\circ$ 。

下盘岩体（ $I_{下}$ ）为盲岩体，未出露于地表，平面呈狭长带状。剖面上岩体上部狭缩，下部膨胀，形似倒置的楔子。岩体的北东侧因 F_1 断层切过，岩体与地层的接触线比较平直，岩体倾向 NE，倾角上部 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，下部 $75^\circ \sim 85^\circ$ ，岩体控制长度 1200m，埋深 30m～300m，一般

>100m，从垂直纵投影图看，岩体有膨缩现象，岩体中部距地表较浅，向两端逐渐变深。上部 20m~70m，中下部可达 120m，平均宽 70m，岩体向 SE 倾伏，倾伏角 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ （与 I_上岩体倾伏方向正好相反）。

③晚期的为侏罗—白垩系燕山期构造岩浆旋回期，是本区又一个成矿期，岩石中角闪质成份较高，一般含量大于海西期的，又小于加里东期的。主要岩性以角闪辉岩、角闪橄榄岩为主要特征。

④近期的为新生代喜马拉雅期构造岩浆旋回期，主要岩石为玄武岩、安山岩等喷出岩，分布在矿区外围的辉发河地堑中。

本区岩浆岩受区域变质作用较弱，只是早期加里东期岩体略受影响，出现片麻状辉长岩或出现较强的蛇纹石化，其它岩体基本不受区域变质影响。

c) 地质构造

该区大地构造位置处于天山—兴安岭地槽褶皱区吉黑褶皱系（I级）、吉林优地槽褶皱带（II级）、吉林复向斜（III级）、双阳~磐石褶皱束（IV级）内，位于辉发河内陆断陷以北槽台一级构造单元的交汇过渡带中。

（三）水文地质

依据地下水的赋存条件、富水性和埋藏特征，将矿区附近地下水划分为第四系孔隙潜水、基岩裂隙潜水和构造裂隙水。

a) 第四系孔隙潜水：第四系孔含水层上部多为含砂砾石的亚粘土层，下部为含水的砂砾石层，厚度变化较大，一般 1.1m~10.0m，平均 5m，主要分布在北兴隆河和都力河两侧，涌水量 $17.28\text{m}^3/\text{d}$ ，渗透系数 $5\text{ m/d} \sim 20\text{m/d}$ ，水化学类型为重碳酸钙钠或钙镁型水。

b) 基岩裂隙潜水：为矿区地层和基性—超基性岩等各类岩石，在矿区内大面积分布，风化带发育深度在 35m~50m，透水性和含水性随深度加大而减弱，平均透水系数为 $0.35\text{ m/d} \sim 0.036\text{m/d}$ ，单位涌水量 0.02L/s.m 。

c) 构造裂隙水：为矿区发育的各类构造形成的裂隙、断层破裂带中含的地下水，形态以脉状、带状为特征。本区较突出的是 F_1 断层，在本区长度超过 1200m，宽度 5m~10m，局部 >20m，整体属压扭性，透水性不强，但由于破碎带较宽和后期的重复活动形成了透水 and 充水条件，其中两端透水性强于中间部位，其中 36 线~50 线因靠近都力河为含水地段，单位涌水量 0.03 L/s·m~0.2L/s·m；36 线~32 线为弱含水段，单位涌水量 0.002 L/s·m；32 线~28 线因靠近北兴隆河为富含水地段，单位涌水量 0.51L/s·m；28 线~20 线为弱或不含水地段，单位涌水量 0.000012L/s·m；20 线~2 线为弱含水层地段，单位涌水量 0.0039L/s·m。其它小型构造含水量不大，不成规模。

矿体与围岩均属裂隙潜水含水层和裂隙脉状含水带，主要补给来源为大气降水。矿坑开采的结果局部改变了地下水的径流和补给关系，使部分地下水汇流到采场。剩余的矿体均位于侵蚀基准面以下。

该矿山属构造剥蚀丘陵和侵蚀堆积河谷地形，侵蚀基准面标高 308m，矿体分布标高为 340~-50m，绝大部分矿体位于当地最低侵蚀基准面以下。含水层富水性弱，区内最主要的是 F_1 断层，属压扭性断层，透水性不强，矿山主要充水来源为大气降水和接受大气降水补给的基岩风化裂隙水。

综上所述，本矿床水文地质条件属于简单类型。

（四）工程地质

1、工程地质岩组特征

根据岩体结构、岩性特征及物理力学特征，将本区岩土体划分为第四系松散岩组和坚硬岩组两大类。

(1)松散岩组

松散岩组：分布于都力河与北兴隆河河谷第四系冲洪积层中。由坡积、冲洪积的砂土、砾石、卵石和漂石组成，水平层状，厚度 5~27m，

天然状态下，未胶结，散体结构，分选性差，混杂堆积，密实程度为中密，很湿～饱和状态，内摩擦角经验值在 $38^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 之间。山体浅表松散岩组由残积、坡积的砾石、漂石及强风化岩石组成。根据钻孔岩心资料，厚度 10~51m，天然状态下，未胶结，散体结构或块状结构，密实程度为中密。

第四系冲洪积层与矿床开采无关。残坡积层及强风化岩石露采时需全部剥离，对矿床开采影响较小。

(2)坚硬岩组

坚硬岩组：地层为中太古界呼兰群红旗岭组变质岩地层，矿区采矿接触到的围岩及矿体类型分为黑云母片麻岩组、斜长角闪片麻岩和超基性岩体岩组。

①黑云母片麻岩组：分布在岩（矿）体的北侧围岩地层，岩层走向 $310^{\circ} \sim 335^{\circ}$ 、倾向 NE、倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，呈薄层状集合体，节理间距 24.5m，岩石抗压强度 118.7MPa。

②斜长角闪片麻岩：分布在（矿）体的南侧及 F_1 断层带中，岩层走向 $310^{\circ} \sim 335^{\circ}$ ，倾向 NE，倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 呈层状块状，层状节理，间距 24.5m，岩石抗压强度 120.5MPa。

③超基性岩体岩组：为 1 号含矿岩体，具体岩性为辉长岩、辉石岩、橄榄岩岩石坚硬，但露天部份近地表处，节理和裂隙发育，而且由于后期的构造变动，造成了节理和裂隙发生错动和位移，在节理和裂隙缝中充填泥质和蚀变物质，节理间距 41cm~55cm，随深度增加节理系数渐少，强度完整性渐好，岩石抗压强度 121.4MPa。

表 2-1 物理力学性质测试结果表

样品 编号	岩石名称	抗压强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)	内聚力 (Mpa)	内摩擦角 (度)	备注
01	混染闪长岩	118.7	9.92	14.37	54.1	
02	黑云斜长角闪片麻岩	120.5	10.23	15.11	56.4	
03	橄榄辉岩	121.4	10.09	15.33	57.2	
04	含矿橄榄辉岩	122.9	10.31	15.49	57.9	

2、断裂构造的工程地质特征

本区有二条明显的断层破碎带岩组。

(1) F_1 断层破碎带，出露于岩（矿）体西南侧的黑云母片麻岩与超基性岩体接触部位，断层走向 310° ，倾向 NE，倾角 $60^\circ \sim 85^\circ$ ，断层破碎带宽 $5m \sim 10m$ ，断层泥厚 $10cm \sim 40cm$ ，在断层带内及两侧岩石片理化十分发育，岩石极为破碎，该断层属多次活动复合性断裂，露天开采时形成边坡滑动，影响 $I_{上}$ 和 $I_{下}$ 两个矿体的井下正常开采。

(2) F_2 断层：出露于露天采场的 NE 侧，黑云母片麻岩与岩体的接触部位，断层走向 338° ，倾向 SW，倾角 65° ，断层破碎带宽 $3m \sim 5m$ ，断层泥厚 $10cm$ ，该断层为 F_1 断层的次级断裂。

综上大岭矿矿体与围岩皆为坚硬岩石，但由于矿区受多次构造运动和岩浆活动的影响，原始的构造形迹受到严重破坏，断裂活动普遍发育，同时，还具备着多期性和继承性的特点，从而形成了比较复杂的构造类型，岩体与围岩及矿体间存在的软弱结构面。给矿山生产带来了较大的影响。

因此，矿床工程技术条件属中等类型。

(五) 环境地质

工作区及周边近几年没发生过地震，属稳定性较好的区域。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010）工作区抗震设防烈度为 VI 度，地震动峰值加速度为 $0.05g$ ，为地震稳定区。

工作区位于丘陵山区，附近无居民，工作区植被覆盖率较低，无环境污染问题。目前未见崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象。

矿区南侧为都力河，河流周边未见明显污染源，补给方式主要接受大气降水，水体较清澈。根据本次调查地表水送样检测结果，依据《地表水环境质量标准》（GB/3838-2002），地表水环境质量较好。根据矿山 2023 年、2024 年、2025 年进行的地下水水质分析检测，依据《地下水质量标准》（GB/T14848-2022），地下水水质较好，主要接受大气降水补给，补给区无污染源。

矿山露天开采时对区内的树木进行砍伐，对腐殖土层、风化层进行剥离，破坏了生态环境，改变地表水的径流条件，造成部分地段的水土流失，采矿活动产生了废石、尾矿、粉尘等破坏了原有的生态环境。矿山企业应坚持边开采边治理的原则对工作区道路两侧进行绿化，栽树种草；对闲置地段恢复原有的土地功能；利用废石、废渣进行铺路和综合利用。

综上，该矿山地质环境类型为第二类，地质环境质量中等。

（六）矿体地质特征

大岭矿区内镍矿体分别赋存在 $I_{上}$ 岩体和 $I_{下}$ 岩体中，按矿山传统习惯划分方法， $I_{上}$ 岩体中的镍矿体分为底轴部矿体和翼部矿体， $I_{下}$ 岩体中仅有 $I_{下}$ 矿体。各矿体特征如下：

1、 $I_{上}$ 矿体特征

$I_{上}$ 矿体赋存在 $I_{上}$ 岩体的底部和边部内接触带中，以其赋存位置及矿体形态的不同，矿山生产习惯分为底轴部矿体和翼部矿体。

（1）底轴部矿体：主要赋存在岩体底部橄榄辉岩岩相中，形态为开口向上凹形槽状，赋存标高在***m~***m，埋深***m~***m；整个矿体向岩体侧伏方向倾斜，倾角为 35° ，走向长度 $>800m$ ，两侧向中心倾斜呈盆状或杯状，倾角 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，平均宽度 $50m \sim 70m$ 。矿体底板与

岩体底板形态产状完全一致，与围岩呈侵入接触，矿体顶板界线为渐变式的过渡形式，含矿岩性为橄榄辉岩和橄榄岩。走向方向控制长度 100m，矿体厚度 13.3m~26.3m，平均厚度 15.4m，厚度变化系数 0.4；镍品位 0.2%~1.56%，平均镍品位 0.64%，品位变化系数 4.55%。伴生矿产铜品位 0.12%~0.20%，平均品位 0.16%，钴平均品位 0.018%，硫平均品位 1.566%。

残留矿体分 2 段，第一段在***m~***m 标高，矿体厚度为 15.1m，平均镍品位 0.73%，铜平均品位 0.20%；第二段在***m~***m 标高，矿体厚度为 37.4m，平均镍品位 0.56%，伴生铜平均品位 0.12%。

(2) 翼部矿体：I_上翼部矿体因所处位置分为 NE 翼部矿体和 SW 翼部矿体。

①NE 翼部矿体为不规则脉状，呈狭长带状随底轴部矿体侧伏方向延伸，向上变窄至尖灭状，向下分别与底轴部矿体的两侧直接连接，含矿岩性是蚀变辉岩为主，少量橄榄辉岩。矿体赋存标高在***m~***m，埋深***m~***m。矿体走向 140°，倾向 SW，倾角 65°~80°，矿体断续延长 300m；倾斜延深 300m；矿体厚度 1.06m~3.72m，平均厚度 2.26m，厚度变化系数 26.11%。镍品位 0.12%~1.44%，镍平均品位 0.43%，品位变化系数 30.23%，伴生铜平均品位 0.08%。残留部分位于 333~-6m 标高，矿体厚度为 2.26m，镍平均品位 0.42%，铜平均品位 0.08%。

②SW 翼部矿体呈狭长带状随底轴部矿体侧伏方向延伸，向上变窄至尖灭状，总体呈不规则脉状，向下分别与底轴部矿体的两侧直接连接，含矿岩性是蚀变辉岩为主，少量橄榄辉岩。矿体赋存标高在***m~***m，埋深***m~***m。矿体走向 140°，倾向 NE，倾角 75°~85°，矿体断续延长 380m；倾斜延深 260m。SW 矿体厚度 1.21m~3.57m，平均厚度 2.38m，矿体厚度变化系数 34.06%；矿石中镍品位 0.15%~1.56%，镍平均品位 0.39%，品位变化系数 24.91%，伴生铜平均品位 0.07%。残留

部分标高***m~***m，矿体厚度为 2.38m，镍平均品位 0.39%，铜平均品位 0.07%。

目前底轴部矿体已采至***m 和***标高，其中标高***m 以上为露天开采，***m 以下为井下开采，井下矿体形态仍保持原来形态，沿走向向 NW 方向延深，只是矿体厚度略有降低，品位变化不大。

2、I_下矿体特征

I_下矿体赋存在 F₁ 断层下盘，含矿岩性主要为蚀变辉岩和橄榄岩，对标高***m 以上矿体进行了控制，***标高以下未控制。

I_下矿体形态为膨缩脉状，呈狭长条带状、似层状，沿岩体 SW 边部向下延深，含矿岩性是蚀变辉岩为主，少量橄榄辉岩。矿体赋存标高在***m~***m，埋深***m~***m；该矿权采矿区范围准采标高为***m~***m，I_下矿体已延深至区外。矿体走向 140°~150°，倾向 NE，倾角 60°~85°。控制长度 673 m，倾斜延深 556 m，矿体厚度 1.31m~27.2m，平均厚度 5.49m，厚度变化系数 82.17%；矿石中镍品位 0.05%~3.88%，平均镍品位 0.43%，品位变化系数 27.69%，铜平均品位 0.09%。

（七）矿石特征

1、矿石物质组成

含矿岩石主要为橄榄岩、辉岩、蚀变辉岩和橄榄辉岩。

矿石中金属矿物组合：主要金属矿物组合为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿和黄铁矿。其次为磁铁矿、红砷镍矿、墨铜矿、斑铜矿、针镍矿、辉钼矿、钛铁矿及少量闪锌矿、方铅矿。

矿石中非金属矿物组合：主要以斜方辉石（古铜辉石）单斜辉石、贵橄榄石、普通角闪石和基性斜长石为主。

由于岩石普通发育蚀变现象，所以岩石中还分布大量的蚀变矿物，其中以绿泥石、蛇纹石、滑石、透闪石、次闪石为主，部分为棕色角闪石、黑云母、金云母、绢云母、皂石等。

2、矿石结构、构造

海绵状晶铁结构、有半自形-它形粒状结构、固熔体分解结构、环边结构、交代结构。

矿石构造：矿石构造有浸染状，斑点状、块状、团块状、细脉状。

3、矿石化学成分

矿石中金属硫化物在矿体中由上至下逐渐增加，上部含量 2%~5%，多为星点状，下部含量 20%~30%，多为浸染状、团块状。在橄榄辉岩岩相中含金属硫化物含量较橄榄岩和辉岩中更为富集，多为稠密浸染状、海绵晶铁状，而且金属硫化物在粗粒岩石中比中一细粒岩石中含量上更富集一些。详见矿石多元素分析结果表 2-2。

表 2-2 矿石多元素分析结果表

元素	Ni	Cu	Co	Pb	Zn	Mn	Fe
含量%	0.65	0.14	0.017	0.018	0.019	0.12	0.73
元素	S	TiO ₂	Ag	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃
含量%	0.10	0.40	<0.5g/t	44.09	23.75	3.74	5.76

4、矿石类型

本区矿石的自然类型为属于辉岩~橄榄辉岩型，工业类型为产在超基性岩体中，浸染型硫化铜镍矿床。

依据矿石中呈硫化物状态的镍（SNi）与全镍（TNi）之比—硫化率划分，本矿床的矿石属于原生硫化铜、镍矿石（SNi/TNi=87.79%>70%）。

矿石 Ni、Cu 物相分析见表 2-3。

表 2-3 矿石 Ni、Cu 物相分析结果表

项目	镍		铜		样品数
	硫化镍	硅化镍	原生硫化铜	次生硫化铜	
平均含量（%）	0.627	0.087	0.140	0.02	8
平均占有率（%）	87.79	12.21	87.50	12.50	

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）矿区土地利用现状

根据磐石市自然资源局出具的《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿土地利用现状图（2024）》及现场实际调查情况，项目区土地利用类型为采矿用地、工业用地、乔木林地、其他林地、其他草地、旱地、水田、坑塘水面、水工建筑用地、农村宅基地、农村道路，项目区总面积为141.9776hm²，项目区由矿区范围面积和矿界外损毁土地面积组成。其中，矿界内面积为***hm²，矿界外占地面积为 61.4826hm²（何家尾矿库占地面积为 58.7830hm²，部分选矿厂占地面积为 2.6996hm²）。项目区土地利用现状表见表 2-4。

大岭矿矿区范围面积***hm²，土地类型主要为：工业用地 0.3505hm²，采矿用地 48.2295hm²，乔木林地 13.5389hm²，其他林地 3.6978hm²，旱地 10.5673hm²，水田 0.3704hm²，坑塘水面 2.0426hm²，水工建筑用地 0.0589hm²，农村宅基地 0.4750hm²，农村道路 1.1641hm²。其中已损毁土地面积 37.6123hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为严重，未来开采生产不增加拟损毁土地面积。

矿区范围外主要为何家尾矿库及部分选矿厂，损毁方式为压占，损毁程度为严重，损毁面积 61.4826hm²，全部为已损毁土地，其土地类型为：工业用地 2.6996hm²，采矿用地 25.2568hm²，其他林地 7.3803hm²，其他草地 1.4081hm²，坑塘水面 23.8411hm²，旱地 0.8967hm²。

表 2-4 项目区土地利用现状表面积单位：hm²

一级地类		二级地类		矿区内			矿区外	合计	占总面积的比例(%)
编码	名称	编码	名称	已损毁	不损毁	小计	已损毁		
01	耕地	0101	水田		0.3704	0.3704		0.3704	0.26
		0103	旱地		10.5673	10.5673	0.8967	11.464	8.07
03	林地	0301	乔木林地	3.1122	10.4267	13.5389		13.5389	9.54
		0307	其他林地	0.5177	3.1801	3.6978	7.3803	11.0781	7.80
04	草地	0404	其他草地				1.4081	1.4081	0.99

一级地类		二级地类		矿区内			矿区外	合计	占总面积的比例(%)
编码	名称	编码	名称	已损毁	不损毁	小计	已损毁		
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.3505		0.3505	2.6996	3.0501	2.15
		0602	采矿用地	33.6319	14.5976	48.2295	25.2568	73.4863	51.76
07	住宅用地	0701	农村宅基地		0.475	0.475		0.475	0.33
10	交通运输用地	1006	农村道路		1.1641	1.1641		1.1641	0.82
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面		2.0426	2.0426	23.8411	25.8837	18.23
		1109	水工建筑用地		0.0589	0.0589		0.0589	0.04
合计				37.6123	42.8827	***	61.4826	141.9776	100

(二) 采矿用地审批及土地权属情况

该矿山终采时损毁土地总面积***hm²，其土地类型为：工业用地 3.0501hm²，采矿用地 58.8887hm²，乔木林地 3.1122hm²，其他林地 7.8980hm²，其他草地 1.4081hm²，旱地 0.8967hm²，坑塘水面 23.8411hm²。损毁方式为挖损***hm²，压占***hm²。项目区范围及其影响范围内无永久基本农田分布，不涉及生态保护红线，本项目复垦责任区面积***hm²。土地权属为磐石市红旗岭镇人民政府，因该矿山 1960 年建矿，时间较早，当时矿山使用土地方式是经吉林省人民委员会批准征用磐石县红旗岭镇土地（见附件使用土地批准书），详见表 2-5。

表 2-5 复垦责任区土地利用权属表面积单位：hm²

权属		地类							合计
		01 耕地	03 林地		04 草地	06 工矿仓储用地		11 水域及水利设施用地	
		0103	0301	0307	0404	0601	0602	1103	
		旱地	乔木林地	其他林地	其他草地	工业用地	采矿用地	坑塘水面	
吉林省磐石市	红旗岭镇人民政府	0.8967	3.1122	7.8980	1.4081	3.0501	58.8887	23.8411	99.0949

五、矿区生态状况

(一) 主体功能区划情况

矿区位于吉林省磐石市红旗岭镇，根据《吉林省主体功能区规划》，本项目所在位置属于“国家级农产品主产区，属于限制开发区域”，功能定位为：保障农产品供给安全的重要区域，全省重要的商品粮基地。

本项目建设不涉及基本农田，基本不会对保障粮食供给产生影响，且项目所在地不属于吉林省主体功能区规划中规定的禁止开发区域，符合主体功能区划要求。

（二）生态功能区划情况

根据《吉林省生态功能区划研究》，本项目所在区域的生态功能区划如下：

一级区规划：III吉林东部长白山地生态区；二级区规划：III1 吉中低山丘陵林农生态亚区；三级区规划：III1-3 磐石-桦甸低山丘陵污染控制与农林生态功能区。

该项目所在区域不涉及永久基本农田、生态保护红线、自然保护地、I 级和 II 级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然(自然与文化)遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水水源保护区等法律法规规定不得开采矿产资源的地区，无国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种、古树名木等具有较高保护价值或保护要求的物种种类。本项目在建设过程中严格按照《矿区生态修复方案》、《水土保持方案》、《环境影响评价》等相关技术方案执行，不会大规模和永久性破坏生态环境，开采期间产生的其他影响（废气、废水、噪声、固废等）采取相应的生态环境保护措施，不会影响该区域内整体环境质量。

图 2-1 三区三线叠合图

该矿区占用城镇开发边界，矿山开采活动不会扩大城镇开发边界范围，符合规划要求。

（三）生态系统类型

该项目所在区域生态系统类型主要为森林生态系统和农田生态系统。

1、森林生态系统

该项目占用林地（包含乔木林地、其他林地）面积约 12.4183hm^2 ，主要分布在矿区中部及何家尾矿库北部，区内植被类型以天然阔叶次生林为主，还有少量人工林，天然次生树种主要有柞树、榆树、楸子、杨树、色木等，人工林树种为落叶松。

2、农田生态系统

该项目占用耕地（主要为旱地，非基本农田）面积约 0.8967hm^2 ，主要分布在何家尾矿库北西部，区内种植玉米等农作物，人类活动对农田生态系统的影响较大，如施肥、灌溉、病虫害防治等。农田生态系统以

提供农产品为主要功能。

（四）生物多样性状况

1、野生动物调查

经对周边居民调查，该项目距离镇区较近，受人类活动影响较大，项目所在区域及周边范围内分布的野生动物种类和数量相对较少，只有极少数量的蛇、雀、松鼠、家鼠、田鼠、蛙、昆虫、鸟类等，没有濒危物种，没有国家级和省级保护动物。不涉及国家重点保护野生动物资源及栖息地。

2、植被调查

根据《吉林植被》及现场调查，项目区植被区划归属为：一级植被区划归属为Ⅱ温带平原农田区域；二级植被区划分类归属为Ⅱ1 四平、辽源玉米带区。区内适宜玉米、水稻、大豆等农作物生长。区域自然植被类型为温带落叶阔叶林和灌丛，人工植被类型为人工林，植被主要树种和林下植被有杨树，少量榆树、落叶松，林下植被有莎草，苔草，蕨类，蒿类等。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿区范围及附近人类工程活动主要为矿山开采及周边居民区农业生产，地表植被主要为耕地及林地，覆盖较好。矿区周边 300m 范围内无医院，学校，文物古迹及旅游景点等小区域环境敏感目标，生态环境主要为林地及耕地，东侧紧邻大岭矿家属区、西侧为大岭子村、南西侧为工人村，有乡村道路在矿区内通过，附近有人类工程活动，故人类活动对矿山地质环境及周边影响较强烈。

七、矿区生态修复工作情况

该矿山在《原方案》获批后，矿山企业对废石堆进行了边坡修整，使其趋于稳定，但暂未对其进行植树恢复植被，对何家尾矿库周围设置

了围栏。对于工业广场、选矿厂、尾矿库等区域和设施未来生产将继续使用，因此，暂未进行恢复治理与土地复垦相关工作。本《方案》获批后，矿山企业将严格按照《方案》要求，开展生态修复相关工作。

八、矿区基本情况调查监测指标

根据矿山企业提供的检测报告等记录，本矿山在开采过程中，进行了边坡稳定性、地下水指标、土壤指标等监测工作，监测内容与监测指标见表 2-6。

表 2-6 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
保护预防控制监测		预防控制措施	表土剥离与保存	现场调查 公众访谈	0
损毁现状 与拟损毁监测	地质 环境损毁	采空区塌陷	地表形变	现场调查	0
			裂缝发育		0
		不稳定边坡	地表形变	现场调查	0
		地下水 （含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层）	含水层破坏类型	收集资料	基岩风化裂隙含水层、构造裂隙含水层
	地下水位		现场调查	水位未见明显下降	
	土地资源损毁		挖损土地	损毁面积	无人机航测
		压占土地	损毁面积	无人机航测	89.8388hm ²
生态系统		生态系统质量	水质	采样化验	详见附件1
			土壤质量	采样化验	详见附件2

第三章问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

根据矿区地形地貌、地质构造条件、矿床开采条件、环境地质问题及今后矿山建设可能引发或加剧的环境地质问题，综合考虑矿山未来开采可能对地质环境影响的程度，适当考虑地形起伏变化、分水岭分布情况及损毁范围外扩 20~300m 为边界圈定评估区范围，确定本次评估区面积为 395.0708hm²。

（一）现状问题

1、矿山地质灾害现状分析

评估区地貌类型为构造剥蚀丘陵和侵蚀堆积河谷，破坏土地类型为采矿用地及乔木林地等，项目区周边主要为旱地，其次为林地，地形坡度 10°~25° 左右，地表植被较发育。

根据资料收集及现场调查，该矿山露天开采时期，形成三个废石场，主要包含①号废石场（7.2673hm²）、②号废石场（4.1664hm²）、③号废石场（9.5592hm²），总占地面积为 20.9929hm²。主要堆存着历史遗留的废石，现三个废石场已基本废弃，不再继续堆存废石，将来开采产生的废石全部用于地下充填。根据本次实际测量，结合矿山现有材料分析，①号废石场长度约为 550m，宽度约为 265m，临坡堆放，平均堆放高度约为 27m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 45°~50°，经过多年风化，现表面植被较为茂盛，表面覆盖层颗粒较小；②号废石场长度约为 280m，宽度约为 185m，临坡堆放，平均堆放高度约为 12m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 35°~40°，矿山开采过程中，用于临时堆放废石，井下充填不够的废石来源于此处，大块废石经加工后用于井下填充；③号废石场长度约为 455m，宽度约为 170m，临坡堆放，平均堆放高度约为 30m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 30°~45°，经过多年的风化，现地表植

被较为茂盛，地表覆盖层主要颗粒较小，局部有大块石分布。经过多年废弃，废石场已达到稳定状态，地表植被较为发育，形成至今未发生过滑坡及泥石流等地质灾害，故地质灾害发生的可能性小。

照片 3-1 ①号废石场照片

照片 3-2 ②号废石场照片

照片 3-3 ③号废石场照片

露天坑尾矿库占地面积为 9.2261hm^2 ，是露天开采时形成的老凹陷露天坑，坑顶： $300\times 440\text{m}$ ，坑底： $45\times 70\text{m}$ ，深 100m ，坑底标高 220m ，呈倒立钢盔状，台阶高度约为 12m ，坡角 $50\sim 60^\circ$ 。露天坑四周片麻岩裸露，进行喷射混凝土护坡，坑底部进行了防渗处理，目前该露天坑作为主要尾矿库，选矿厂内的尾矿全部排入该坑内，于 2005 年 10 月由黄金设计院设计利于该露天坑做为尾矿库，并经安全生产监督管理部门批准后，一直服务至今，现尾矿堆积标高为 260m 。形成至今未发生过崩塌及滑坡等灾害，故地质灾害发生的可能性小。

照片 3-4 露天坑尾矿库照片

何家尾矿库位于距选矿厂 2km 处何家沟内，属山谷型尾矿库，占地面积为 58.7830hm^2 ，主要包含库区、坝体及建构物，其中库区面积为 46.16hm^2 ，坝体面积为 12.60hm^2 ，建构物面积为 0.02hm^2 。该尾矿库坝顶标高 360m ，坝底标高 325m ，坝高 32m ，坝长 550m ，滩顶标高 359.98m ，库区表面规模 $850\times 600\text{m}$ 。该尾矿库主要为备用尾矿库。该尾矿库位于

沟谷内，尾矿渣受坝体阻挡，至今未发生过滑坡及泥石流等灾害，故地质灾害发生的可能性小。

照片 3-5 何家尾矿库照片

在③号废石场的北东侧为工业渣堆，长度约为 240m，宽度约为 150m，用于堆放工业废渣，平均堆放高度约为 9m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 40° ~50°，工业渣堆已达到稳定状态，形成至今未发生过滑坡及泥石流等灾害，故地质灾害发生的可能性小。

在③号废石场的东侧为表土场，此处堆放的表土为矿山购买的表土，可用于本项目的生态修复，表土堆长度约为 135m，宽度约为 65m，平均堆放高度约为 8m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 40° ~45°，表土堆已达到稳定状态，形成至今未发生过滑坡及泥石流等灾害，故地质灾害发生的可能性小。

评估区内未发现崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害，现状条件下地质灾害不发育，危险性小。

2、矿区含水层破坏现状分析

评估区内地下水分为第四系孔隙潜水、基岩裂隙潜水和构造裂隙水。露天开采已经结束，但露天采坑仍然存在，含水层破坏严重。目前已转入地下开采，并采用充填法，该矿区山属构造剥蚀丘陵和侵蚀堆积河谷地形，侵蚀基准面标高 308m，矿体分布标高为 340~-50m，绝大部分矿体位于当地最低侵蚀基准面以下。含水层富水性弱，区内最主要的是 F_1 断层，属压扭性断层，透水性不强，矿山主要充水来源为大气降水和接受大气降水补给的基岩风化裂隙水，水文地质条件简单。矿山已开采多年，经实测 150m 中段，正常涌水量为 $40\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $85\text{m}^3/\text{d}$ 。经过现场调查，矿区周边大岭子村、工人村的居民及大岭矿家属区主要采用第四系松散岩类孔隙水，未发现周边居民用水井有因采矿活动而使地下水位下降的现象。虽然井下排水量大，但地层结构尚未破坏，浅层水无渗漏现象，故矿区开采活动对地下水资源影响较轻。

3、矿区水土环境污染现状分析

矿山废水（主要为生产废水和生活污水）经过化污水处理站处理后回用，不进行外排，不会对水环境产生污染。矿山周边无污染源，现状条件下，矿山采矿活动对水环境污染及影响较轻。

矿山 2023 年、2024 年、2025 年分别对土壤及地下水进行了取样化验，地下水的取样位置位于精炼厂、电解厂、冶炼厂及硫酸厂、选矿厂监测井、大岭矿、何家尾矿库等监测点，土壤的取样位置位于精炼库房区、精炼生产区、电解厂生产区、电解厂库房区等监测点。根据吉林汇洋检测有限公司出具的检测报告，地下水 pH 值 7.5，总硬度 $358\text{mg}/\text{l}$ ，污染物未检出。从检测结果可知，样品环境指标未超出限值。

本次调查对地表水进行了取样化验，取样位置位于矿山附近南侧的都力河，并送至吉林省有色金属地质勘查局研究所进行化验分析，根据

出具的检测报告，地表水 pH 值 7.18~7.53，总硬度 145~180mg/l，总碱度 102~113mg/l，耗氧量 1.49~1.57mg/l。

综上现状条件下，矿山开采及生产活动对水土环境污染较轻。

4、矿区地形地貌景观破坏现状分析

通过矿山地质环境现状调查，矿山目前处于地下开采阶段，对地形地貌景观的影响和破坏集中在矿区范围内，包含工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿、选矿厂、工业渣堆及表土场。其中：

（1）工业广场区占地面积为 3.5481hm²，主要包含建构筑物、井口、临时矿石堆场及相应的硬化场地等，建构筑物平均高度为 5m。现状条件下工业广场区对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（2）废石场区主要包含①号废石场、②号废石场和③号废石场，总占地面积为 20.9929hm²，根据现场调查访问，结合矿山现有材料分析，大岭矿现有废石约***万 m³，其中，①号废石场长度约为 550m，宽度约为 265m，临坡堆放，平均堆放高度约为 27m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 45°~50°；②号废石场长度约为 280m，宽度约为 185m，临坡堆放，平均堆放高度约为 12m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 35°~40°；③号废石场长度约为 455m，宽度约为 170m，临坡堆放，平均堆放高度约为 30m，堆存量约为***万 m³，坡角约为 30°~45°。

现状条件下，废石场对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（3）露天坑尾矿库占地面积为 9.2261hm²，是以前露天开采时形成的老凹陷露天坑内，坑顶：300×440m，坑底：45×70m，深 100m，坑底标高 220m，呈倒立钢盔状，台阶高度约为 12m，坡角 50°~60°。露天坑四周片麻岩裸露，进行喷射混凝土护坡，坑底部进行了防渗处理，目前该露天坑作为主要尾矿库，选矿厂内的尾矿全部排入该坑内。该露天坑做为尾矿库，一直服务至今，现尾矿堆积标高为 260m。现状条件下，露天坑尾矿库对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（4）何家尾矿库

何家尾矿库是该镍矿的尾矿库，位于选矿厂 2km 处何家沟内，属山谷型尾矿库，占地面积为 58.7830hm^2 ，主要包含库区、坝体及建构筑物，其中库区面积为 46.16hm^2 ，坝体面积为 12.60hm^2 ，建构筑物面积为 0.02hm^2 。该尾矿库坝顶标高 360m，坝底标高 325m，坝高 32m，坝长 550m，滩顶标高 359.98m，库区表面规模 $850\times 600\text{m}$ 。该尾矿库主要为备用尾矿库。现状条件下，何家尾矿库对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（5）选矿厂占地面积为 3.0501hm^2 ，包括建构筑物以及相应的硬化场地。其中，建构筑物占地面积为 1.20hm^2 ，高度为 4m，为钢混和水泥砌砖结构；相应的硬化场地占地面积为 1.85hm^2 ，用于连接建构筑物的活动区域。现状条件下，选矿厂对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（6）工业渣堆占地面积 2.7212hm^2 ，用于堆放生产中产生的废渣，目前渣堆高度约 9m，现状条件下，工业渣堆对地形地貌景观的影响和破坏严重。

（7）表土场占地面积 0.7735hm^2 ，用于堆放矿山购买的表土，目前表土堆高度约 5~8m，堆存量约 3 万 m^3 ，现状条件下，表土场对地形地貌景观的影响和破坏严重。

综上所述，现状条件下工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及表土场对地形地貌景观影响和破坏严重，评估区内其他区域对地形地貌景观影响和破坏较轻。

5、土地资源破坏现状分析

该矿山现状破坏土地面积 $***\text{hm}^2$ ，其中，挖损面积 $***\text{hm}^2$ （露天坑尾矿库挖损面积为 $***\text{hm}^2$ ，井口挖损面积为 $***\text{hm}^2$ ），损毁程度重度；压占面积 $***\text{hm}^2$ ，主要为工业广场区、废石场区、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及表土场对土地的压占，损毁程度重度。现状损毁土地类型主要为：工业用地 3.0501hm^2 ，采矿用地 58.8887hm^2 ，乔木林地 3.1122hm^2 ，

其他林地 7.8980hm²，其他草地 1.4081hm²，旱地 0.8967hm²，坑塘水面 23.8411hm²。详见表 3-1。

综上所述，现状条件下主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及表土场对土地资源破坏严重，为矿山地质环境影响严重区，面积***hm²，评估区内其他区域对土地资源破坏较轻，为矿山地质环境影响一般区，面积 295.9759hm²。

表 3-1 已损毁土地现状一览表面积单位：hm²

损毁类型	损毁单元	二级地类							小计
		0601	0602	0301	0307	0404	0103	1104	
		工业用地	采矿用地	乔木林地	其他林地	其他草地	旱地	坑塘水面	
挖损	露天坑尾矿库		6.9871	2.2390					9.2261
	井口		0.0300						0.0300
压占	工业广场（除井口）		3.4337	0.0844					3.5181
	废石场		20.0652	0.4100	0.5177				20.9929
	何家尾矿库		25.2568		7.3803	1.4081	0.8967	23.8411	58.7830
	选矿厂	3.0501							3.0501
	工业渣堆		2.5726	0.1486					2.7212
	表土场		0.5433	0.2302					0.7735
合计		3.0501	58.8887	3.1122	7.8980	1.4081	0.8967	23.8411	99.0949

照片 3-6 采场现状航拍图

6、生态受损现状分析

（1）植被损毁与水土流失

植被具有防风固沙、防水土流失功能。矿山开采和加工导致所占用土地上植被完全丧失。物料堆积、践踏等均会改变土壤结构、质地和理化性质，受人为因素的影响，造成了一定量水土流失。施工中机械碾压、人员践踏等，造成土壤板结。各种施工活动会对实施区域内的土壤结构造成不同程度的破坏，使土壤的有机质和粘粒含量减少，影响植物正常生长。在露天开采过程中，需完全清除地面后才能进行正常开采，这直接导致植被被破坏、土壤退化。

评估区内其他区域在矿山生产过程中产生的无组织粉尘对周边植物产生影响，主要表现在对作物光合作用的影响上。粒径大于 $1\mu\text{m}$ 的颗粒物在扩散过程中可自然沉降，吸附于植物叶片上，阻塞气孔，影响生长，使叶片褪色、变硬，植物生长不良。粉尘落到田间会影响土壤的透水透

气性能，不利于植物吸收土壤的养分，间接造成植物生长缓慢。矿山开采对植被损毁及水土流失影响较为严重。

（2）生物多样性丧失

矿山开采和加工破坏了自然栖息地，导致物种流离失所和种群下降。矿山开采使土壤退化，抑制了植物生长和土壤生物多样性，损毁程度为较严重。

评估区内其他区域在矿山在生产期间，不可避免的会破坏周边动物的生境，使生态系统的组成和结构发生局部改变，建筑的噪声、振动会使矿区附近动物发生迁徙，其影响范围是矿山面积的 5~10 倍。由于植物生境的破坏，使得植被覆盖率降低，再加上动物的迁徙，使系统的总生物量减少，对局部区域的生物量有较大的影响，但项目区附近野生动物较少，所以影响较小。同时，对整个地区生态系统的功能、稳定性不会产生大的影响，也不会引起物种减少。因此，矿山开采对该区域生物多样性影响较轻。

综上，矿区现状地质环境问题、土地受损问题及生态受损与退化问题严重。

（二）受损预测

1、土地损毁环节与时序

根据该项目的生产建设特点，由于该矿已建成多年，场内的各种基础设施已经十分完善，土地破坏方式主要表现为：挖损和压占。其中露天坑尾矿库、主斜井、副斜井及风井破坏方式为挖损；工业广场区（除井口）、废石场区、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及表土场破坏方式为压占。根据采矿工艺确定土地损毁环节与时序图见图 3-1。

图 3-1 土地损毁环节与时序图

2、土地损毁分级标准

对损毁区分析评估应对照损毁前地形地貌景观、土壤类型、土地利用类型、土地生产力及生物多样性等方面进行，按土地损毁类型的不同，将每种损毁类型的损毁程度分为 3 个级别（轻度、中度、重度）。本项目土地损毁方式包括压占损毁、挖损损毁，不同损毁方式，参考各相关学科的实际经验数据，选取土地损毁程度评价因子。

表 3-2 挖损土地损毁程度定性描述表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度	中度	重度
地表变形	挖损面积 (m ²)	<10000	10000~50000	>50000
	挖损深度 (m)	<5	5-10	>10
	边坡角 (°)	<25	25-35	>35
稳定性	稳定性	稳定	较稳定	不稳定
水文变化	积水状况	无积水	季节性积水	长期积水
生态变化	土地利用类型	裸地、采矿用地	草地	耕地、园地、林地
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定位该级别。				

表 3-3 压占土地损毁程度定性描述表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度	中度	重度
地表变形	压占面积 (m ²)	<10000	10000~50000	>50000
	堆积、建筑高度 (m)	<5	5~10	>10
	边坡角 (°)	<25	25~35	>35
	道路压占动土深度 (cm)	<50	50~100	>100
压占物性状	压占时间 (年)	<1	1~3	>3
	地表附着物处置难度	容易	较容易	较困难
稳定性	稳定性	稳定	较稳定	不稳定
生态变化	土地利用类型	裸地、采矿用地	草地	耕地、园地、林地
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定位该级别。				

3、矿山地质灾害预测分析

矿山三个废石场已废弃使用，不再继续堆存废石，将来开采产生的废石全部用于地下充填石料。废石场已基本达到稳定状态，地表植被较为发育。矿山产生的工业废渣由磐石市自然资源局报红旗岭镇人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，因此，范围不会继续扩大。因为矿山目前为地下开采，表土场范围也不会继续扩大。故引发滑坡及泥石流等地质灾害发生的可能性小。

该矿开采方式由露天开采转为地下开采，露天坑顶标高为***m，坑底标高为***m，高差为 120m，四周边坡坡角为 50° ~60°，局部边坡坡角为 60° ~70°。边坡大部分已进行了喷砼，并进行了防渗处理，现作为尾矿库使用。根据《大岭矿露天坑尾矿库初步设计报告》每年尾砂堆存所需库容量为***万立方米，终采时所排放的尾砂可将该露天坑填满。故引发崩塌、滑坡等地质灾害的可能性小。

何家尾矿库尾砂堆积高度最大为 32m，最小为 2m，受沟谷两侧山体及坝体的制约，无滑坡和泥石流等地质灾害。故地质灾害发生的可能性小。

矿山自转为地下开采以来，矿山采空区一直严格按照设计方案，采用下向分层进路胶结充填法开采，开采过程中产生的采空区及时进行全部充填，使采空区得到有效的控制，矿山开采后出现地面塌陷及地裂缝地质灾害的可能性小。

因此，预测将来产生地质灾害可能性小，危险性小。

4、矿区含水层破坏预测分析

大岭矿地下开采期间地下水主要为基岩裂隙水，矿体位于隔水顶板以下，因此矿体开采对该区的主要含水层结构影响和破坏较轻。

采矿废水中主要物质为 Pb、Zn、Bi、As 等，对废水进行沉淀处理，采矿废水净化后用于采矿场及废石场的防、降尘等，矿山技改项目拟对污水处理站进行技术升级改造，在其末端增加一套废水深度处理工艺，达到《城市污水再生利用工业用水水质》（GB/T19923-2024）中工艺与产品用水的标准，可全部作为生产新水回用，因此采矿废水对地下水水质影响小，对地下水水质影响较轻

综上所述，预测条件下本矿开采对地下水影响较轻。

5、矿区水土环境污染预测分析

根据磐石镍矿区生态环境综合评价报告，该项目可能污染地下水及土壤的因素为：临时废石场内废石受雨水淋滤、渗透溶解废石中可溶成份的废水可能流入地下水体及土壤中造成污染，但废石堆放前对场地进行压实及防渗处理，可有效防止淋滤液入渗地下，因此对水土环境污染较轻。

该矿山地下开采时井下涌水未经污染，为天然地下水，水质较好，其用途为：一部分用于井下凿岩、降尘；其余涌水将排放至附近的地表水体，不会对水土环境产生污染。

目前选矿无废水排放，废水排入尾矿库经沉淀后全部回用。对地下水影响较小。

综上预测条件下，矿山开采及生产活动对水土环境污染较轻。

6、矿区地形地貌景观破坏预测分析

根据矿山的开采设计，在矿山将来的开采过程中，现有的生产设施能够满足将来的生产需求，工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场占地面积不会改变，高度也不会发生变化；只是废石场内的废石堆高可能要发生变化，因此预测条件下各工业场地及附属设施地对地形地貌景观的影响和破坏严重。

综上所述，预测条件下主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场对地形地貌景观的影响和破坏严重；评估区内的其他区域对地形地貌景观破坏较轻。

表 3-6 矿区地形地貌景观破坏预测损毁统计表

分区名称	面积 (hm ²)	损毁程度	损毁方式	损毁时序
露天坑尾矿库	9.2261	重度	挖损	生产期
井口	0.0300	重度	挖损	生产期
工业广场（除井口）	3.5181	重度	压占	生产期
废石场	20.9929	重度	压占	生产期
何家尾矿库	58.7830	重度	压占	生产期
选矿厂	3.0501	重度	压占	生产期
工业渣堆	2.7212	重度	压占	生产期
排土场	0.7735	重度	压占	生产期

7、土地资源破坏预测分析

根据矿山的开采设计，在矿山将来的开采过程中，矿山现有的主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场能够满足将来的生产需求，无需外扩占地，因此无拟损毁土地。

该矿山终采时预测破坏土地面积***hm²，其中，挖损面积***hm²（露天坑尾矿库挖损面积为 9.2261hm²，井口挖损面积为 0.03hm²），损毁程度重度；压占面积***hm²，主要为主井工业广场区、副斜井及风井工业

广场区、废石场区、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及表土场对土地的压占，损毁程度重度。预测损毁土地类型主要为：工业用地 3.0501hm²，采矿用地 58.8887hm²，乔木林地 3.1122hm²，其他林地 7.8980hm²，其他草地 1.4081hm²，旱地 0.8967hm²，坑塘水面 23.8411hm²。终采时土地资源损毁情况详见表 3-7。

综上所述，预测条件下工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及表土场对土地资源破坏严重，为矿山地质环境影响严重区，面积***hm²，评估区内其他区域对土地资源破坏较轻，为矿山地质环境影响一般区，面积 295.9759hm²。

表 3-7 损毁土地汇总表面积单位：hm²

损毁类型	损毁单元	二级地类							小计
		0601	0602	0301	0307	0404	0103	1104	
		工业用地	采矿用地	乔木林地	其他林地	其他草地	旱地	坑塘水面	
挖损	露天坑尾矿库		6.9871	2.2390					9.2261
	井口		0.0300						0.0300
压占	工业广场（除井口）		3.4337	0.0844					3.5181
	废石场		20.0652	0.4100	0.5177				20.9929
	何家尾矿库		25.2568		7.3803	1.4081	0.8967	23.8411	58.7830
	选矿厂	3.0501							3.0501
	工业渣堆		2.5726	0.1486					2.7212
	表土场		0.5433	0.2302					0.7735
合计		3.0501	58.8887	3.1122	7.8980	1.4081	0.8967	23.8411	99.0949

8、生态受损预测分析

（1）植被损毁与水土流失

矿山现在为地下开采，未来将不会进一步扩大土地损毁面积，不会导致矿区内地表植被继续损毁，适宜植被生长的土壤不会被继续挖损，不会造成加剧矿区范围内水土流失情况。但目前矿山尚未终采，因此已造成的植被和土壤暂未得到修复，预测矿山开采对植被损毁及水土流失影响较为严重。

（2）生物多样性丧失

矿山开采和加工将进一步破坏自然栖息地，导致物种流离失所和种群下降。矿山开采使土壤退化，抑制植物生长和土壤生物多样性，损毁程度为严重。因矿区生产活动范围较小，相对于整个地区生态系统的功能、稳定性不会产生大的影响，也不会引起物种减少。预测矿山开采对该区域生物多样性影响轻微。

综上，预测矿区地质环境问题、土地受损问题及生态受损与退化问题严重。

（三）问题诊断评价结论

根据现状和预测分析结果，确定该矿山地质环境、土地损毁、生态受损与退化等问题主要分布在主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场，损毁程度均为重度。详见表 3-8。矿山道路为红旗岭镇附近居民生产生活等公用道路，因此，本次不纳入矿区损毁范围。

表 3-8 矿区损毁程度综合评价表

序号	位置	问题类型	现状及预测受损状况		综合评价结果
			面积 (hm ²)	损毁程度	
受损区块 1	主井工业广场	地质环境问题	0.8774	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 2	副斜井及风井工业广场	地质环境问题	2.6707	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 3	废石场	地质环境问题	20.9929	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 4	露天坑尾矿库	地质环境问题	9.2261	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 5	何家尾矿库	地质环境问题	58.7830	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 6	选矿厂	地质环境问题	3.0501	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	

序号	位置	问题类型	现状及预测受损状况		综合评价结果
			面积 (hm ²)	损毁程度	
受损区块 7	工业渣堆	地质环境问题	2.7212	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 8	表土场	地质环境问题	0.7735	重度	重度损毁
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	

二、生态修复可行性分析

(一) 技术经济可行性分析

1、技术可行性分析

(1) 矿山地质灾害治理技术可行性分析

据现场调查，矿山开采可能引发崩塌、滑坡、地面塌陷等地质灾害。生产期严格按照开发利用方案设计参数开采，在露天坑尾矿库顶部及何家尾矿库周围设置围栏及警示牌，防止周边村民及牲畜误入坠落；对废石堆进行修整边坡；对工业渣堆的废渣及时纳入公共资源交易平台处理；并定期进行边坡稳定性监测，及时对可能发生崩塌、滑坡、地面塌陷的区域进行治理；终采后对坡面进行浮石清理，可降低坡面岩体松动崩落风险；根据我省地质灾害治理的实际经验来看，这一系列手段均属于常规性防治措施，具有较强的操作性，且能达到良好的防治效果，技术可行。

(2) 矿山含水层破坏修复技术可行性分析

该矿山设计采用地下开采，矿区内含水层结构被损坏，形成新的疏干区域，改变了地下水径流，在生产期间对采区局部的水位造成一定影响，但矿山开采区域相对于区域含水层来讲相对较小，对区域含水层破坏程度有限，随着地下水的径流及补给，地下水会在井下采空区内形成一个新的平衡。在结束开采后，地层将不再被扰动，矿区内的水土涵养会自然恢复，地下水在区域内形成一个新的平衡。矿山含水层修复采取自然修复，技术上可行。

（3）矿山地形地貌景观治理、土地复垦技术可行性分析

矿区及周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护地、地质遗迹、人文景观、重要交通干线等。对地形地貌景观的影响主要表现为前期矿山开采挖掘及工业广场区、废石场区、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场压占等对地形地貌及植被土壤的破坏。根据土地复垦质量控制标准，对于符合复垦林地区域，采取覆土、栽植乔木等方式进行复垦，恢复植被景观；对于符合复垦旱地区域，采取松土、覆土、施肥等方式进行复垦，改良土壤环境质量；对于无法复垦区域（露天坑尾矿库边坡等），采取沿坡脚栽植爬山虎等方式，恢复矿区景观。上述治理方案工作较简单，同类矿山有很多较成熟的案例。因此，矿区地形地貌景观治理、土地复垦技术可行。

（4）矿山水土环境污染修复技术可行性分析

目前矿山开采对水土环境污染较轻。矿山生产中产生的废水经过回水系统进行循环利用，矿区生活污水主要是矿山职工所排放的生活清洗水以及含油污水，生活污水先经过化粪池沉淀处理后，再采用小型地埋式一体化污水处理设备进行处理，处理达到相关标准后排放至附近地表水体。通过对废石场土壤及地下水定期监测，确保矿山开采活动不会加剧矿山水环境污染。通过上述土地复垦措施可使土壤重构，以达到矿山土壤环境修复效果。因此，矿山水土环境污染修复技术上可行。

（5）矿区生态环境修复

通过矿山地质灾害治理、含水层修复、地貌景观治理及土地复垦、水土环境修复等措施的实施，可有效防止水土流失，植被得到有效恢复，矿区生物多样性将会逐渐恢复。

2、经济可行性分析

本方案在进行矿山生态修复工程设计时，充分考虑经济性原则，对于工程涉及的施工工艺、设备等优先利用矿山资源，材料选择优先考虑

当地市场大宗物料，综合考虑方案投入与实施后取得的效益。方案设计的生态修复施工技术条件简单，产生的费用以基本的材料费、机械费及人工费等为主，整体投资少，矿山企业具有一定的经济实力且治理成果易于达到设计要求，从经济角度分析，该矿山生态修复项目具有可行性，具体详见以下：

（1）资金保障

修复费用由造成矿山生态问题的矿山企业承担。矿山企业要列支专项经费进行矿山生态修复。经费要结合方案实施进度统筹安排，做到专款专用，保证经费足额及时到位，确保实现矿山环境综合治理的防治目标。采矿权人及时缴存生态修复基金，由政府监管，专款专用，遇到资金不足时，采矿权人及时缴纳不足部分。

（2）材料供应

本项目所需器械、生产材料类别简单，均可在红旗岭镇、磐石市供应数量充足，矿山交通运输条件较方便，项目生产物资容易获取。

（3）劳动力市场

矿区所在地红旗岭镇，镇内有国有大型联合企业吉林昊融有色金属集团有限公司，是吉林昊融有色金属集团有限公司下属生产矿山。镇内居民人口4万多，绝大部分为汉族，以种植玉米、水稻为主，地瓜、大葱及其它蔬菜和杂粮为辅，农闲时常从事对外打工或运输等副业，生活平淡稳定，经济状况一般，完全可以满足矿山生产所需劳动力条件。本项目劳动技术类别属简单类型，参加施工人员经过简单安全、技能培训后即可参加工作。

（4）施工条件

矿山供电条件：矿山向北500m范围内有两条磐石至红旗岭的66kv高压输电线经过，而且吉林昊融有色金属集团有限公司在红旗岭镇内拥有变电所，可以单独设立盘区来满足矿山供电的需要，电力充足，完全

可以解决施工所需电力。

矿山水源供给条件：矿区附近河流发育，流量较大，地表水及第四系孔隙水可满足生产和生活用水。矿山南侧有一条常年流水的都力河，可以蓄水供施工使用，饮用水可在低洼处就近打机井解决。

矿山自建矿以来，矿区的公路、水、电等各项相应配套设施建设比较完备。

因此，矿山企业有能力和实力进行矿山生态修复，综上，该矿山矿区生态修复经济可行。

（二）目标方向可行性分析

本项目设计提出两个生态修复目标方向方案，方案一：最终生态修复方向为乔木林地、灌木林地、工业用地、旱地；方案二：最终生态修复方向为乔木林地、灌木林地、城镇住宅用地、旱地。

1、参照生态系统

依据国土空间规划及用途管制要求，参照矿区周边未受损的本地原生生态系统，本项目选择森林生态系统及农田生态系统作为参照。

照片 3-7 矿区周边森林生态系统

照片 3-8 矿区周边农田生态系

2、生态修复目标方向适宜性评价

（1）评价原则

根据土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从本矿实际出发，通过对矿区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定土地生态修复方向。

①符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

土地利用总体规划是从全局和长远的利用出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地生态修复适宜性评价应符合土地利用总体规划，避免盲目投资和过度超前浪费土地资源。同时也应与其他规划（如农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

②因地制宜和恢复原有生态系统的原则

土地的利用受周围环境条件制约，一种利用方式必须有与之相应的配套设施和环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，扬长避短，发挥优势，确定合理的利用方向。在已恢复原有生态系统的基础上，根据适宜性评价，复垦后的土地宜农则农、宜林则林、宜牧则牧、宜渔则渔。同时，《土地复垦条例》第四条也规定，复垦的土地应当优先用于农业。

③自然因素和社会经济因素相结合原则

在进行复垦责任范围内被损毁土地生态修复适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地生态修复方向需综合考虑项目区自然、社会经济以及公众参与意见等。生态修复方向的确定也应该类比周边同类项目的复垦经验。

④主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地生态修复利用的因素很多，如土源、水源、土壤肥力、

坡度以及灌排条件等。根据项目区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地生态修复利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

⑤动态性和持续发展的原则

土地损毁是一个动态过程，土地生态修复的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行土地生态修复的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定土地生态修复的开发利用方向。复垦后的土地既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，保证生态安全和人类社会可持续发展。

⑥综合效益最佳原则

在确定土地的生态修复方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域土地利用总体规划的要求，合理确定土地生态修复方向。

⑦社会因素和经济因素相结合原则

进行生态修复责任范围被损毁土地生态修复适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地生态修复方向需综合考虑项目区自然、社会经济因素以及公众参与意见等，也应类比周边同类项目的生态修复经验。

⑧公众广泛参与原则

公众参与主要是收集矿区周边区域公众对土地生态修复项目占地及开展后期土地生态修复工作的意见和建议，以明确土地生态修复的可行性，同时监督土地生态修复工作的顺利实施，同时应符合国土部门及环保部

门的相关要求，实现生态修复的民主化、公众化，从而有利于最大限度地发挥土地生态修复的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

（2）评价依据

矿区生态修复适宜性评价在详细调查项目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基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的办法，改善被损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。其主要依据包括：

①相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地生态修复的法律法规，如《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、等相关法律法规和《磐石市土地利用总体规划》等。

②相关规程和标准

包括《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）等。

③其他

包括复垦责任范围内土地资源调查资料、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况，公众参与意见等。

（3）生态修复方向初步确定

根据土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区实际出发，通过对矿区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，结合尽量恢复其原有土地利用类型的主要目的，初步确定项目区生态修复方向。

①自然因素分析

项目区内矿山开采损毁了矿区的土地资源和植被，改变了矿区地貌，造成植被覆盖降低和土壤肥力下降。开采过程中形成工业广场区、废石场区、露天采坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场等，损毁了原有生态系统。所以，本项目要注重防风固土，防止水土流失，植树播草，增肥土壤，有效地改善矿区的生态环境。

②社会经济因素分析

矿业经济在磐石市经济发展中占有重要地位，同时也解决了很多就业问题，增加了人均收入，促进了经济的发展。矿山企业的经济实力是保障复垦方案顺利实施的基础。

③政策因素分析

矿区生态修复工作应本着因地制宜、合理利用的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的持续利用，与社会、经济、环境协调发展。

④参与分析

本方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，为使矿区生态修复工作更具民主化、公众化，特向广大公众征求意见。各级专家和领导的意见以及矿区公众的意见和态度，对矿区生态修复适宜性评价工作的开展具有十分重要的意义。

依据项目区的土地利用现状及权属性质，复垦土地用途须符合土地利用总体规划。编制人员咨询了当地的环保部门，他们根据以往的经验认为只要本矿山采取相应的预防控制措施，坚持“源头控制、预防与复垦相结合”的原则，完全可以减少矿山的生产对生态环境造成的影响。

编制人员通过与企业就矿山的开采、复垦经验等进行深入的交流，结合当地实际情况，最后提出生态修复方向为乔木林地、灌木林地、旱地、工业用地是可行的。

综上，初步确定矿区生态修复主要方向为乔木林地、灌木林地、旱

地、工业用地。

（4）评价单元的划分

评价指标的选择应考虑对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能够通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。评价单元的划分应遵循以下原则：

①差异性原则

选择的评价因素能反映出评价对象不同适宜性等级之间的差异，和同一适宜性等级内部的相对一致性，这就选择一些变化幅度较大，且其变化对评价对象的适宜性影响显著的因素。

②综合性原则

综合考虑土壤、气候、地貌、生物等多种自然因素，经济条件和种植习惯等社会因素，以及土地损毁类型与程度。

③主导性原则

复垦土地在再利用过程中，限制因素很多，其中对土地利用起主导作用的因素称为主导因素，可以通过少量投入加以改善的因素称为部分因素。

④定量和定性相结合原则

定量指标具有明确的量级标准，评价因子应尽可能量化，对于难以量化的因子，则给予定性的描述。

⑤可操作性原则

建立的指标体系应尽可能简明，选取的指标应充分考虑各指标资料获取的可行性与可利用性，既要保证评价成果的质量，又要保证可操作性。

根据上述原则，结合本项目土地损毁情况，将项目区分成如下 8 个评价单元：主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场。详见表 3-9。

表 3-9 生态修复评价单元划分表

评价单元	损毁方式及面积 (hm ²)		初步生态修复方向
	面积	损毁方式	
主井工业广场区	0.8774	挖损、压占	工业用地
副斜井及风井工业广场区	2.6707	挖损、压占	乔木林地
废石场区	20.9929	压占	乔木林地、灌木林地
露天坑尾矿库	9.2261	挖损	灌木林地
何家尾矿库	58.7830	压占	灌木林地、旱地
选矿厂	3.0501	压占	工业用地
工业渣堆	2.7212	压占	乔木林地
表土场	0.7735	压占	乔木林地
合计	99.0949		

(5) 评价体系和评价方法

评价体系分为二级和三级体系两种类型。

二级体系分成两个序列，土地适宜类和土地质量等，土地适宜类一般分成适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再续分若干土地质量等。土地质量等一般分一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不再续分。

三级体系分成三个序列，土地适宜类、土地质量等和土地限制型。土地适宜类和土地质量等续分与二级体系一致。根据不同的限制因素，在土地质量等以下又分成若干土地限制型。

本方案采用二级体系进行评价。见图 3-2。

图 3-2 土地适宜性评价系统图

根据初步确定的复垦方向，采用极限条件法对各评价单元的适宜性进行评价。

计算公式： $Y_i = \min(Y_{ij})$

式中： Y_i ——第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij} ——第 i 个评价单元中第 j 参评因子的分值。

(6) 评价指标体系和标准的建立

根据本项目矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地破坏特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区破坏土地适宜性评价和复垦经验，选择坡度、土壤质地、土层厚度、土壤有机质、排水条件及灌溉条件等 6 项限制性因素作为适宜性等级的评价标准。见表 3-10。

表3-10 适宜性评价限制因素分级标准

适宜性评价限制因素分级			适宜性		
序号	限制因素	分级	宜耕	宜林	宜草
1	坡度	<2°	1	1	1
		2°≤坡度<6°	2	1	1
		6°≤坡度<15°	3	1	1
		15°≤坡度<25°	4	3	2
		>25°	4	3	3
2	土壤质地	壤土	1	1	1
		粘土、砂土	2	2	2
		砂质、砾质	4	3	3
3	有效土壤层厚度（cm）	≥50	1	1	1
		30≥厚度>50	2	1	1
		10≥厚度>30	3	2	1
4	土壤有机质（g·kg ⁻¹ ）	>10	1	1	1
		10-6	1	1	1
		<6	3	3	3
5	排水条件	好	1	1	1
		中等	2	2	2
		一般	4	3	3
6	灌溉条件	不完善	4	3	1
		一般	3	2	1
		完善	1	1	1
说明：1 代表适宜，2 代表基本适宜，3 代表临界适宜，4 代表不适宜					

(7) 适宜性等级评定

根据上述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主导适宜性等将项目区各类评价单元土地质量状况与复垦土地主要限制因素的农林牧等级标准表进行对比分析，得到参评单元的生态修复适宜性等级评价结果，评价结果见表 3-11、3-12。

表 3-11 参评单元的土地质量状况结果

评价单元	面积 (hm^2)	坡度 ($^\circ$)	土壤质地	覆土后有效 土层厚度 (cm)	土壤有机质 含量 (g/kg)	排水 条件	灌溉条件
主井工业广场区	0.8774	6°	砂质	—	—	好	一般
副斜井及风井工业广场区	2.6707	6°	壤土	30	1.92	好	一般
废石场区	20.9929	13°	壤土	30	1.92	好	一般
露天坑尾矿库	9.2261	13°	壤土	30	1.92	好	一般
何家尾矿库	58.7830	10°	壤土	80、30	1.92	好	完善
选矿厂	3.0501	5°	砂质	—	—	好	一般
工业渣堆	2.7212	6°	壤土	30	1.92	好	一般
表土场	0.7735	6°	壤土	30	1.92	好	一般
合计	99.0949						

表 3-12 土地适宜性评价结果表

评价单元	面积 (hm^2)	适宜性			限制因子
		宜耕	宜林	宜草	
主井工业广场区	0.8774	4	4	4	土壤质地、有效土层厚度
副斜井及风井工业广场区	2.6707	3	2	1	有效土层厚度、灌溉条件
废石场区	20.9929	3	2	1	有效土层厚度、灌溉条件
露天坑尾矿库	9.2261	3	2	1	有效土层厚度、灌溉条件
何家尾矿库	58.7830	1	1	1	——
选矿厂	3.0501	4	4	4	土壤质地、有效土层厚度
工业渣堆	2.7212	3	2	1	有效土层厚度、灌溉条件
表土场	0.7735	3	2	1	有效土层厚度、灌溉条件
合计	99.0949				
说明：1 代表适宜，2 代表基本适宜，3 代表临界适宜，4 代表不适宜					

(8) 确定最终生态修复方向和划分生态修复单元

依据适宜性等级评定结果，经过现场调查综合考虑生态修复区土地破坏程度、地表水、地下水环境等，并分析当地自然条件、社会条件、土地生态修复类比分析和工程施工难易程度等情况，确定该区的土地生

态修复方向以及生态修复土地面积。根据适宜性评价结果，本项目选矿厂若修复为城镇住宅用地，则存在镍超标的风险，因此适宜修复为工业用地，生态修复目标方向确定为方案一，即最终生态修复方向为乔木林地、灌木林地、工业用地、旱地。生态修复方向和单元划分见表 3-13。

表 3-13 生态修复单元和修复方向表

生态修复单元	破坏面积	生态修复方向	生态修复面积
主井工业广场区	0.8774	工业用地	0.8774
副斜井及风井工业广场区	2.6707	乔木林地	2.6707
废石场区	20.9929	乔木林地、灌木林地	20.9929
露天坑尾矿库	9.2261	灌木林地	9.2261
何家尾矿库	58.7830	灌木林地、旱地	58.7830
选矿厂	3.0501	工业用地	3.0501
工业渣堆	2.7212	乔木林地	2.7212
表土场	0.7735	乔木林地	0.7735
合计	99.0949		99.0949

(9) 水土资源平衡分析

①水资源平衡分析

该项目生态修复方向为乔木林地、灌木林地、工业用地、旱地，林地树种选择耐寒、喜光、耐干旱瘠薄的树种榆树、杨树和紫穗槐，旱地选择种植玉米。矿山所在地区年平均降水量 687.7mm，降水多集中在 6～8 月份，矿区周边植被长势良好，矿区附近农作物主要为玉米，生长情况良好。该区的自然降水能够满足林木及农作物的生长需求，即项目区的水资源不会处于负均衡状态。

②土资源平衡分析

根据前一节的土生态修复目标方向适宜性评价结果结合现状调查，将主井工业广场区和选矿厂最终的生态修复方向确定为工业用地，副斜井及风井工业广场区、废石场区、工业渣堆、表土场最终的生态修复方向确定为乔木林地和灌木林地，露天坑尾矿库和何家尾矿库最终的生态修复方向确定为灌木林地和旱地。

A.复垦需土量

a) 主井工业广场区和选矿厂地面清理硬覆盖层后,能够满足复垦为工业用地的要求,无需覆土。

b) 副斜井及风井工业广场区其损毁方式为压占,由于土地被硬化和长时间压占,土壤严重固结,且含砂量过大,土壤质量严重下降,故土地需要进行覆土,覆土面积 2.6707hm^2 ,覆土厚度 0.3m ,覆土量 8012m^3 。

c) 废石场区修复为乔木林地及灌木林地面积 20.9929hm^2 ,覆土厚度 0.3m ,覆土量 62979m^3 。

d) 工业渣堆修复为乔木林地面积 2.7212hm^2 ,覆土厚度 0.3m ,覆土量 8164m^3 。

e) 表土场修复为乔木林地面积 0.7735hm^2 ,覆土厚度 0.3m ,覆土量 2321m^3 。

f) 露天坑尾矿库有效土壤层厚度不能满足修复为灌木林地的要求,需要对其进行覆土,覆土面积 9.2261hm^2 ,覆土厚度 0.3m ,覆土量 27678m^3 。

g) 何家尾矿库有效土壤层厚度不能满足修复为灌木林地和旱地的要求,需要对其进行覆土,修复为灌木林地的面积 57.8863hm^2 ,覆土厚度 0.3m ,覆土量 173659m^3 ;修复为旱地的面积 0.8967hm^2 ,先翻耕 0.2m ,翻耕后覆土,覆土厚度 0.3m ,覆土量 2690m^3 。

综上,生态修复为乔木林地、灌木林地和旱地过程中共需覆表土 285503m^3 。

B.覆土来源

矿山表土场位于矿区内北侧,占地面积约 0.7735hm^2 ,堆土高度 $5\sim 8\text{m}$,存土量约 30000m^3 。存土为矿山购买的表土,本次调查对其进行了采样化验,质量较好,但有机质含量较低,不能用于恢复植被覆土。

矿山终采修复时回填到露天坑尾矿库中。由于修复为乔木林地、灌木林地和旱地过程中共需覆表土 285503m³，则还需外购表土 285503m³。购置足量的表土后，土资源趋于均衡状态，满足用土需要。详见表 3-14。

表 3-14 修复区土资源平衡分析统计表

生态修复单元	面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	需土量 (m ³)	外购表土 (m ³)	备注
主井工业广场区	0.8774	——	——	——	无需覆土
副斜井及风井工业广场区	2.6707	0.3	8012	8012	
废石场区	20.9929	0.30	62979	62979	
露天坑尾矿库	9.2261	0.30	27678	27678	表土场现存 30000m ³ 表土回填至露天坑
何家尾矿库（灌木林地）	57.8863	0.30	173659	173659	
何家尾矿库（旱地）	0.8967	0.30	2690	2690	
选矿厂	3.0501	——	——	——	无需覆土
工业渣堆	2.7212	0.3	8164	8164	
表土场	0.7735	0.3	2321	2321	
合计	99.0949		285503	285503	

（10）矿区生态修复质量要求

通过对项目区的野外调查和室内资料整理，根据该矿山项目区土地破坏的类型、程度等特点，依据矿区生态修复适宜性评价分析，采用极限条件法确定破坏土地生态修复方向，对生态修复区范围内的破坏土地提出采用地貌重塑、土壤重构与植被重建等方式进行生态修复。依据《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036—2013)及《造林技术规程》(GB/T15776—2023)等规范要求，结合实际情况，针对各生态修复单元修复方向，制定以下生态修复标准：

1)生态修复土地复垦为旱地的标准要求：

- ①旱地田面坡度一般不超过 15°；
- ②有效土层厚度不小于 50cm；
- ③土壤质地为砂质壤土至砂质粘土，砾石含量小于等于 5%；
- ④有机质含量大于等于 2%；
- ⑤覆土土壤 pH 值范围一般为 6.5～8.5；

⑥选择适应性、抗逆性强的作物，农作物无不良生长反应，具有持续生产能力，3~5年后单位面积产量达到周边地区同等土地利用类型水平；

⑦排水设施满足场地要求，防洪满足当地标准，10年一遇暴雨，1~3天排出；

2)生态修复土地复垦为乔木林地、灌木林地的标准要求：

①有效土层厚度为30cm及以上；

②土壤容重在 $1\sim 1.45\text{g/cm}^3$ ；

③土壤质地为砂土至砂质粘土，砾石含量小于等于20%；

④有机质含量大于等于2%；

⑤覆土土壤pH值范围一般为6.5~8.5；

⑥选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，实行草、林套种混播；

⑦三年后植树存活率80%以上，3~5年后郁闭度 $\geq 30\%$ 。

3)复垦为工业用地工程标准：

①复垦后景观应与周围相协调；

②复垦的场地及边坡稳定性可靠；

③地面坡度不大于 15° ；

④覆垦后的复垦场地规范。

（三）边开采、边修复可行性分析

“边开采、边修复”是指在矿产资源开采过程中，同步开展与开采进度相匹配的生态修复工程，通过“分区、分时、分类”的动态治理策略，将修复贯穿于开采全生命周期，最终实现“开采活动对生态的扰动最小化、受损生态系统的功能逐步恢复”效果。该矿山为生产矿山，矿山生产活动主要集中在主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场8个

区域，针对上述 8 个区域“边开采、边修复”可行性分析如下：

1、主井工业广场区边开采、边修复

该矿山工业广场区包括主斜井工业广场和副斜井及风井工业广场两部分。主斜井工业广场位于矿区内北东侧，紧邻选矿厂，主要用于提升矿石、临时堆存矿石等，场地上附着供矿工区办公室、排班室、信号房、主斜井卷扬机房等。目前主井工业广场区在使用，无法采取“边开采、边修复”措施开展生态修复工作。但是在生产期还可以开展地下水、土壤等监测工作。

2、副斜井及风井工业广场区边开采、边修复

副斜井及风井工业广场位于矿区内南东侧，西侧紧邻露天坑尾矿和①号废石场，是该矿的主要工业场地，紧邻乡村道路，呈平坡式布置，主要用于提升废石、设备、人员及材料等，回风斜井采用机械通风方式，对角式通风系统，场地上附着物由供矿车队、车队办公室、设备工区办公室、加工间、轮胎维修车间、设备工区维修车间、尾砂泵站、风机房、备件库、大岭矿办公楼、浴池、材料库、资源开发公司岩心库、大岭矿新食堂、变配电室、空压机室、水泥库、派班室、卷扬机室、木材场、采掘钳工、锅炉房、老锅炉房、采掘道管库房等组成。目前该工业广场在使用，无法采取“边开采、边修复”措施开展生态修复工作。但是在生产期还可以开展地下水、土壤等监测工作。

3、废石场区边开采、边修复

该矿山在露天开采时期，形成三个废石场，废石场区主要包含①号废石场(7.2673hm²)、②号废石场(4.1664hm²)、③号废石场(9.5592hm²)，总占地面积为 20.9929hm²，主要堆存着历史遗留的废石，现三个废石场已基本废弃，不再继续堆存废石，将来开采产生的废石全部用于地下充填石料。因此，可以对三个废石场开展边坡修整、植被重建等。按照《生产建设项目水土保持技术标准》和《水土保持工程设计规范》等标准，

应当遵循“先拦后弃”的原则，必须设置拦挡措施，但根据编制指南，本方案不代替相关工程勘查、工程设计等，涉及地质灾害、水土流失、环境污染、固体废物利用等治理工程部署不列入本方案，因此，废石场的拦挡措施参照水土保持方案及环境影响评价报告等相关设计执行。

4、露天坑尾矿库边开采、边修复

露天坑尾矿库位于 1991 年以前露天开采时形成的老凹陷露天坑内，坑顶：300×440m，坑底：45×70m，深 100m，坑底标高 220m，呈倒立钢盔状，台阶高度约为 12m，坡角 50~60°，现尾矿堆积标高为 260m。目前该露天坑作为主要尾矿库，选矿厂内的尾矿全部排入该坑内。于 2005 年 10 月由黄金设计院设计利于该露天坑做为尾矿库，并经安全生产监督管理部门批准后，一直服务至今，并且在今后的矿山生产中将继续使用，目前无法进行修复，但在其顶部部分陡坎位置可以设置警示牌和围栏。

5、何家尾矿库边开采、边修复

何家尾矿库是该镍矿的备用尾矿库，位于选矿厂 2km 处何家沟内，属山谷型尾矿库，占地面积为 58.7830hm²，主要包含库区、坝体及建构筑物，该尾矿库坝顶标高 360m，坝底标高 325m，坝高 32m，坝长 550m，滩顶标高 359.98m，库区表面规模 850×600m，库区南侧为水面，现水面面积约 23.8411hm²。目前该尾矿库周围部分位置已设置了围栏。

6、选矿厂边开采、边修复

选矿厂位于矿区北东侧，紧邻红旗岭镇，包括建构筑物以及相应的硬化场地，占地面积 3.0501hm²。矿山开采选矿厂将继续使用，无法采取“边开采、边修复”措施开展生态修复工作。但是在生产期可以开展地下水、土壤等监测工作。

7、工业渣堆边开采、边修复

工业渣堆位于矿区内北侧，3 号废石场东侧，占地面积 2.7212hm²，

用于堆放生产中产生的废渣，目前渣堆高度 7~9m。矿山开采中对废渣及时纳入公共资源交易平台处理，避免堆高增加发生泥石流等地质灾害。

8、表土场边开采、边修复

表土场位于 3 号废石场东侧，占地面积 0.7735hm²，堆放矿山购买的剥离表土，目前堆土高度 5~8m。矿山开采中表土可以用于能恢复植被的废石场的覆土。

综上，该矿山可以按照“边开采、边修复”要求，开展生态修复工作。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区

根据生态修复可行性分析结果及矿山开采进度，综合考虑矿山损毁土地方式及土地类型、土地损毁程度及损毁时序，结合以往矿山生态修复分区经验及案例，确定该矿山生态修复分区划分为 8 个：主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场，各分区范围拐点坐标见附表 5。各分区位置见图 3-3 矿区生态修复分区图。

图 3-3 矿区生态修复分区图

（二）生态修复分期目标任务和时序安排

根据《吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿山剩余服务年限说明》（吉林东北亚国际工程技术集团有限公司 2026 年 4 月 14 日），该矿山设计服务年限 12.93 年。矿山终采后，矿区生态修复工作需 4 年（生态修复工程实施 1 年，监测、管护工作 3 年）。故本《方案》服务年限为自《方案》批准之日起 16.93 年。根据以上“边开采、边修复”可行性分析结果，并结合矿山实际情况，制定矿区生态修复目标任务和时序安排如下：

2026 年 6 月~2029 年 6 月，在露天坑尾矿库顶部周围设置围栏、警

示牌，每年定期开展边坡稳定性、地下水及土壤监测工作；对三个废石场开展边坡修整、土壤重构（覆土）及植被重建等生态修复工作；开展排土场管护工作。

2029年6月~2039年7月，主要每年定期开展边坡稳定性、地下水及土壤监测工作。

2039年7月~2040年7月，全面开展矿区生态修复工作。

2040年7月~2043年7月，主要开展生态修复监测及复垦修复管护工作。

表 3-15 矿区生态修复分区实施时间表

生态修复单元	破坏面积 (hm ²)	生态修复方向	生态修复面积 (hm ²)	生态修复时间
主井工业广场区	0.8774	工业用地	0.8774	2039.7~2040.7
副斜井及风井工业广场区	2.6707	乔木林地	2.6707	2039.7~2043.7
废石场区	20.9929	乔木林地、灌木林地	20.9929	2026.6~2029.6 2039.7~2043.7
露天坑尾矿库	9.2261	灌木林地	9.2261	2026.6~2029.6 2039.7~2043.7
何家尾矿库	58.7830	灌木林地、旱地	58.7830	2026.6~2029.6 2039.7~2043.7
选矿厂	3.0501	工业用地	3.0501	2039.7~2040.7
工业渣堆	2.7212	乔木林地	2.7212	2039.7~2043.7
表土场	0.7735	乔木林地	0.7735	2026.6~2029.6 2039.7~2043.7
合计	99.0949		99.0949	

四、采矿用地与复垦修复安排

（一）采矿使用土地

吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿采矿权矿区范围面积***hm²，矿山现状及未来开采矿区范围内土地不完全破坏，该矿山生产活动影响范围主要为主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场，损毁方式为挖损

和压占，损毁程度为严重，损毁面积 99.0949hm²，其土地类型为：工业用地 3.0501hm²，采矿用地 58.8887hm²，乔木林地 3.1122hm²，其他林地 7.8980hm²，其他草地 1.4081hm²，旱地 0.8967hm²，坑塘水面 23.8411hm²。

（二）复垦修复目标

本项目土地损毁总面积为 99.0949hm²，拟复垦修复土地面积 99.0949hm²，复垦修复方向为乔木林地、灌木林地、旱地、工业用地，复垦率 100%。详见表 3-16。

表 3-16 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)
编码	名称	编码	名称	面积 (hm ²)	质量	面积 (hm ²)	质量	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	3.0501	—	3.9275	—	0.8774
		0602	采矿用地	58.8887	—	0	—	-58.8887
03	林地	0301	乔木林地	3.1122	9	22.1449	9	19.0327
		0307	其他林地	7.898	9	0	—	-7.898
		0305	灌木林地	0	—	72.1258	9	72.1258
04	草地	0404	其他草地	1.4081	5	0	—	-1.4081
01	耕地	0103	旱地	0.8967	9	0.8967	9	0
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	23.8411	—	0	—	-23.8411
合计				99.0949		99.0949		0

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

根据本项目实际情况，可以在矿山企业生产期采取一些预防措施，主要遵循原则“预防为主，保护先行”，为从源头上保护生态环境，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则。结合该矿山开采方式和开采工艺，制定下列预防控制措施：

（一）敏感目标保护

该项目不涉及生态红线，不在国家和省级划定的自然保护区、风景名胜區、湿地公园、森林公园、永久基本农田等范围内，附近没有水源地、天然草原、公益林、珍贵物种、古树名木、矿业遗迹、重要基础设施等需要保护的敏感目标，不设置避让、减缓、保护等措施。

（二）表土剥离与植被移植利用

本矿山现在为地下开采，且现有工业广场等生产设施可以满足未来开采需求，矿山不再扩大损毁土地面积，不涉及表土剥离。但目前矿山有一处表土场，需进行表土养护等一系列措施。

1、表土管护：表土场表土长期堆存，容易造成水土流失，为防止水土流失及表土肥力的损失，对堆积的表土进行撒播草籽。表土管护责任主体为矿山企业。

2、表土回覆：堆存表土用于本项目土地复垦利用，由于表土有机质含量较低，不能用于恢复植被覆土。矿山终采修复时回填到露天坑尾矿库中，覆盖尾矿库废渣。

（三）相关协同措施

该矿山露天开采时形成的凹陷露天坑经设计现用作露天坑尾矿库，为防止矿区附近的居民及牲畜进入露天采场而引起坠落危险，本方案设计在露天坑尾矿顶部设立警示牌及安全围栏。

何家尾矿库位于距选矿厂 2km 处何家沟内，属山谷型尾矿库，主要包含库区、坝体及建构筑物。该尾矿库主要为备用尾矿库。目前已在周围设置了安全围栏。

该矿山现有一处工业废渣堆，位于矿区内北侧，3 号废石场东侧，占地面积 2.7212hm^2 ，用于堆放生产中产生的废渣，目前渣堆高度 7~9m。为防止雨水流入工业废渣堆造成废渣堆不稳定或者发生泥石流等地质灾害，矿山开采中及时对废渣纳入公共资源交易平台处理，避免堆高增加发生泥石流等地质灾害。

二、修复措施

本方案以消除或降低地质灾害隐患、重塑地形地貌景观、提高土地资源利用率为重点，治理修复破坏区，恢复土地使用功能，开展矿山生态环境综合治理，保证开采环境安全和减少对矿山生态环境的破坏。在开采的过程中对生态环境进行保护，边开采边治理，避免新增的破坏土地出现，发现问题及时解决。针对该矿山的实际情况，制定以下生态修复措施。

（一）地貌重塑

1、井口回填及封堵

矿山终采后，对主斜井、副斜井及风井用建筑垃圾进行充填。主斜井倾角 30° ，斜长 819m，井筒净断面为 10.37m^2 ；副斜井倾角 30° ，斜长 695m，井筒净断面为 6.24m^2 ；风井倾角 30° ，斜长 503m，井筒净断面 7.74m^2 ，封堵长度各为 20m。里面采用浆砌石挡墙。

2、拆除建筑物

矿山终采后，对工业广场、选矿厂的废弃的建构筑物及井口进行拆除。

3、清除地表硬覆盖

待工业广场、选矿厂的建构筑物拆除之后，采用推土机对地表硬覆盖层进行清除，起高垫低，使地面平坦，将所产生的地表硬覆盖运至废石场内进行整形堆放。

4、边坡修整

矿山开采中和终采后对形成的三个废石场顶部进行平整，使其坡度不大于 25° ，可以满足复垦为乔木林地的要求，采用推土机和挖掘机结合对废石场堆坡进行清理平整整形，使废石场边坡处安息角为 35° 左右，满足灌木林地的生长要求。

5、平整场地

矿山终采后，对尾矿砂填平的露天坑尾矿库、何家尾矿库、清理后的废渣堆场和表土场采用推土机进行地面清理平整，起高垫低，使地面平坦。

（二）土壤重构

1、覆土：对副斜井及风井工业广场、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、工业渣堆、表土场等区域进行覆土，覆土来源为矿山现有表土场留存的表土和外购土。覆土采用亚表层及耕作层土壤，在需覆土区域底部先覆盖土壤质地相对较差、颗粒相对较大的土壤，将其摊平；然后在其上层覆盖土壤质地好，养分含量高的土壤。根据复垦标准，复垦林地的有效土层厚度不低于 0.3m ，复垦旱地的有效土层厚度不低于 0.5m 。

2、土地翻耕：在何家尾矿库复垦修复为旱地的区域平整场地工作完成后，进行土地翻耕施工，翻耕深度不小于 20cm 。

3、土壤施肥：对翻耕、覆土后的何家尾矿库恢复旱地区域进行土壤施肥，以恢复土壤肥力，达到耕地土壤质量标准。本项目选择施用有机肥和复合肥，以恢复土壤肥力。

（三）植被重建

根据气候、土壤条件污染等因素、结合主体工程各部位，在充分调查该区域乡土植物以及近几年生态环境建设工程项目成功栽植模式，并在分析其生物学特性的基础上，本方案植被种类及植被配置方案如下：草种选择紫花苜蓿，采用撒播方式；灌木树种选择紫穗槐，采用撒播方式；乔木树种选择榆树和杨树，采用裸根坑植方式。

榆树特点有：榆树为耐寒、喜光、耐干旱瘠薄的浅根性树种，具有一定的耐寒能力，对土壤的适应性较强，对水分要求比较严格，但其生长速度与土壤的水肥条件关系密切，在土壤水分不足或土壤水分过多、通气不良的立地条件下，榆树生长不好，甚至死亡，过酸过碱的土壤均不适于生长。

杨树特点有：杨树喜欢凉爽潮湿的气候，在温暖多雨的气候下容易受到病害，对土壤的要求不严格，喜欢深厚、肥沃的沙土，耐碱，PH 值在 8-8.5 时也能生长，耐烟尘、耐污染。杨树早期生长速度快，而且具有适应性强、分布范围广、品种较多、容易无性繁殖等特点。杨树喜欢在土层深、疏松、肥沃、湿润、排水良好的冲积土中生长，是喜湿的树种。

紫穗槐特点有：耐寒、耐旱、耐湿、耐盐碱、抗风沙、抗逆性极强的灌木。对土质要求不高，生长速度快，根部有根疣可改良土壤，可用作水土保持、被覆地面。

紫花苜蓿其特点有：紫花苜蓿抗逆性强，适应范围广，能生长在多种类型的气候、土壤环境下。性喜干燥、温暖、多晴天、少雨天的气候和高燥、疏松、排水良好，富含钙质的土壤。最适气温 25~30℃；年降雨量为 400~800mm 的地方生长良好，越过 1000mm 则生长不良。年降雨量在 400mm 以内，需有灌溉条件才生长旺盛。夏季多雨湿热天气最为不利，紫花苜蓿适应在中性至微碱性土壤上种植，不适应强酸、强碱性土壤，土壤含可溶性盐在 0.3% 以下就能生长。在海拔 2700m 以下，无霜期

100d 以上，全年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 1700 $^{\circ}\text{C}$ 以上，年平均气温 4°C 以上的地区都是紫花苜蓿宜植区。紫花苜蓿属于强光作用植物。

（四）景观营建

为修复矿区受损的区域，重建矿区植被群落，优化矿区景观格局及连通本地生态系统，本方案拟采取以下措施：

播种灌木：该矿山开采时形成的三个废石场边坡裸露，台阶坡面角较大，无法直接通过栽植乔木方式恢复景观。本次设计在修整边坡后(修整为 35°) 的斜坡上播种灌木。灌木选择紫穗槐，紫穗槐耐旱、抗风沙，可以在盐碱化土地上生存，紫穗槐对于土壤的要求不很严格，因此被广泛用于水土保持。

三、工程内容

针对上文所述生态修复措施，制定详细工程设计内容如下：

（一）表土管护工程

1、撒播草籽

为了防止表土场遭受雨水冲刷，防止水土流失及表土肥力的损失，表土堆放到表土场之后，应及时撒播草籽，以稳固坡面，草籽选择紫花苜蓿，表土场占地面积 0.7735hm^2 ，按照表土堆场 1.3 系数估算表土堆表面积，估算撒播草籽面积为 1.0056hm^2 。紫花苜蓿耐寒、耐旱性强，直根系，主根深（可达 3~6 米），具根瘤固氮。

（二）相关协同工程

1、警示牌

设计在露天坑尾矿库顶部部分陡坎和何家尾矿库水域周围设立警示牌，固定在安全围网上。露天坑尾矿库顶部及何家尾矿库周围安全围栏长度 5967m，每隔约 100m 设一个警示牌，需设 60 个警示牌（高陡边坡与农田交界处可加密布设）。

2、安全围栏

在露天坑尾矿库顶部和何家尾矿库周围境界外 1m 处设置安全围栏，围栏结构为在埋设的水泥桩之间设置刺线，露天坑尾矿库和何家尾矿库需设置围栏长约 5967m。

（三）地貌重塑

1、主井工业广场区

（1）井口回填及封堵

矿山终采后，对主斜井用建筑垃圾进行充填。主斜井倾角 30°，斜长 819m，井筒净断面为 10.37m²，封堵长度为 20m。里面采用浆砌石挡墙，砂浆类别为水泥砂浆，砂浆强度等级为 M25，挡墙长度为 5m。需建筑垃圾体积 207m³；需浆砌石体积 52m³。工程量见表 4-1，示意图见图 4-1。

表 4-1 主斜井封堵工程工作量统计表

序号	井口名称	井口断面规格 (m ²)	填充长度、深度 (m)	封堵厚度 (m)	填充量 (m ³)	浆砌石量 (m ³)
1	主斜井	10.37	20	5	207	52
合计			20	5	207	52

图 4-1 井口封堵工程示意图

（2）拆除废弃建筑物

矿山终采后，对主井工业广场内的废弃的建构筑物及井口进行拆除，拆除建筑物主要包括办公室、排班室、信号房、主斜井卷扬机房等，建构筑物面积为 0.03hm^2 ，总周长约为 138m ，建筑平均高度 5m ，拆除建筑物厚度为 0.25m ，为水泥浆砌砖结构，经计算共拆除建筑垃圾约 172m^3 。将所产生的建筑垃圾运至井口内回填，运距 0.10km ；其余部分运至露天采坑回填，运距 0.40km 。

（3）清除地表硬覆盖

待主井工业广场建构筑物拆除之后，采用推土机对工业广场内地面进行清除地表硬覆盖，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.20m ，清理平整面积 0.8774hm^2 ，清理硬覆盖量约为 1755m^3 。将所产生的地表硬覆盖运至露天采坑回填，运距 0.40km 。

2、副斜井及风井工业广场区

（1）井口回填及封堵

矿山终采后，对副斜井及风井用建筑垃圾进行充填。副斜井倾角 30° ，斜长 695m ，井筒净断面为 6.24m^2 ；风井倾角 30° ，斜长 503m ，井筒净断面 7.74m^2 ，封堵长度各为 20m 。里面采用浆砌石挡墙，砂浆类别为水泥砂浆，砂浆强度等级为 M25，挡墙长度各为 5m 。共需建筑垃圾体积 280m^3 ；需浆砌石体积 70m^3 。工程量见表 4-2。

表 4-2 副斜井及风井封堵工程工作量统计表

序号	井口名称	井口断面规格 (m^2)	填充长度、深度 (m)	封堵厚度 (m)	填充量 (m^3)	浆砌石量 (m^3)
1	副斜井	6.24	20	5	125	31
2	风井	7.74	20	5	155	39
合计			40	10	280	70

（2）拆除废弃建筑物

矿山终采后，对工业广场内的废弃的建构筑物及井口进行拆除，拆除建筑物主要包括车队办公室、设备工区办公室、加工间、设备工区维

修车间、尾砂泵站、风机房、备件库、材料库、派班室、卷扬机室、锅炉房、采掘道管库房等，建构筑物面积为 0.95hm^2 ，总周长约为 4362m ，建筑平均高度 5m ，拆除建筑物厚度为 0.25m ，为水泥浆砌砖结构，经计算共拆除建筑垃圾约 5453m^3 。将所产生的建筑垃圾运至井口内回填，运距 0.10km ；其余部分运至露天采坑回填，运距 0.40km 。

供矿山生产的动能公司变电所、办公楼、库房等有不动产权证，本次设计不拆除（详见附件）。

（3）清除地表硬覆盖

待工业广场建构筑物拆除之后，采用推土机对工业广场内地面进行清除地表硬覆盖，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.20m ，清理平整面积 2.6707hm^2 ，清理硬覆盖量约为 5341m^3 。将所产生的地表硬覆盖运至露天采坑回填，运距 0.40km 。

3、选矿厂

本矿山选矿厂为工业用地，且选矿厂建筑均有不动产权证，设计复垦方向为工业用地，所以地上建筑保留不进行拆除。

4、废石场区

（1）边坡修整

大岭矿现有废石 266万 m^3 ，其中①号废石场长度约为 550m ，宽度约为 265m ，临坡堆放，平均堆放高度约为 27m ，堆存量约为 98万 m^3 ，坡角约为 $45^\circ \sim 50^\circ$ 。经过 30 来年的风化，废石场基本稳定，现地表植被较为茂盛，地表覆盖层颗粒较小，矿山闭矿以后对①号废石场顶部进行平整，使其坡度不大于 25° ，可以满足复垦为乔木林地的要求，采用推土机和挖掘机结合对剩余的①号废石场堆坡进行清理平整整形，使①号废石场边坡处安息角为 35° 左右，满足灌木林地的生长要求，清理平整量为 6000m^3 。修整后形成 5 个台阶。

②号废石场长度约为 280m，宽度约为 185m，临坡堆放，平均堆放高度约为 12m，堆存量约为 25 万 m^3 ，坡角约为 $35^\circ \sim 40^\circ$ 。矿山闭矿以后对②号废石场顶部进行平整，使其坡度不大于 25° ，可以满足复垦为乔木林地的要求，采用推土机和挖掘机对剩余的②号废石场堆坡进行清理平整整形，使②号废石场边坡处安息角为 35° 左右，满足灌木林地的生长要求，清理平整量为 4000m^3 。修整后形成 2 个台阶。

③号废石场长度约为 455m，宽度约为 170m，临坡堆放，平均堆放高度约为 30m，堆存量约为 143 万 m^3 ，坡角约为 $30^\circ \sim 45^\circ$ 。经过 30 来年的风化，废石场基本稳定，现地表植被较为茂盛，地表覆盖层主要颗粒较小；局部有大块石分布。经过多年废弃，现处于稳定状态。矿山闭矿以后对③号废石场顶部进行平整，使其坡度不大于 25° ，可以满足复垦为乔木林地的要求，采用推土机对剩余的③号废石场堆坡进行清理平整整形，使③号废石场边坡处安息角为 35° 左右，满足灌木林地的生长要求，清理平整量为 10000m^3 。修整后形成 4 个台阶。

综上，废石场共清理平整量为 20000m^3 。废石优先供该矿山井巷填充、修复治理及工程建设等综合利用，利用后仍有剩余的，由所在地的自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置。

5、露天坑尾矿库

（1）平整场地

根据《大岭矿露天坑尾矿库初步设计报告》，大岭矿露天采坑做选矿尾矿接续库完全可满足矿山 20 年的排尾要求。矿山闭矿后，尾矿砂最终可以将露天采场填平，回填后的状态将与周围地形地貌相协调。

待露天坑尾矿库填平之后，采用推土机对露天坑尾矿库地面进行清理平整，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.10m，清理平整面积 9.2261hm^2 ，清理平整量约为 9226m^3 。

6、何家尾矿库

(1) 拆除废弃建筑物

闭矿后对何家尾矿库内的废弃建筑物进行拆除，建筑物面积为 0.02hm^2 ，水泥浆砌砖结构，总周长约 100m ，建筑高度 3m ，拆除建筑物厚度为 0.25m ，经计算共拆除建筑垃圾约 75m^3 ，拆除的砖全部回收利用，将所产生的建筑垃圾运至尾矿库库区内堆放，运距 0.20km 。

(2) 平整场地

待何家尾矿库建筑物拆除之后，采用推土机对何家尾矿库地面进行清理平整，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.10m ，清理平整面积 58.7830hm^2 ，清理平整量约为 58783m^3 。

7、工业渣堆

(1) 平整场地

待工业渣堆废渣全部处理后，采用推土机对地面进行清理平整，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.10m ，清理平整面积 2.7212hm^2 ，清理平整量约为 2721m^3 。

8、表土场

(1) 平整场地

待表土场表土用于复垦恢复以后，采用推土机对地面进行清理平整，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.10m ，清理平整面积 0.7735hm^2 ，清理平整量约为 774m^3 。

(四) 土壤重构

1、副斜井及风井工业广场

(1) 覆土

副斜井及风井工业广场恢复乔木林地 2.6707hm^2 ，覆土厚度 0.3m ，覆土量 8012m^3 。

2、废石场区

（1）覆土

废石场区恢复乔木林地 15.9795hm^2 ，恢复灌木林地 5.0134hm^2 ，覆土厚度均为 0.3m ，覆土量 62979m^3 。

3、露天坑尾矿库

（1）覆土

露天坑尾矿库恢复灌木林地 9.2261hm^2 ，覆土厚度 0.3m ，覆土量 27678m^3 。

4、何家尾矿库

（1）覆土

何家尾矿库大部分恢复为灌木林地，面积 57.8863hm^2 ，覆土厚度 0.3m ，覆土量 173659m^3 ；

何家尾矿库一部分土地原地类为旱地，面积 0.8967hm^2 ，其损毁方式为压占，由于被长时间压占，土壤严重固结，且含砂量过大，土壤质量严重下降，故土地翻耕后对该区域进行覆土，翻耕深度 0.2m ，覆土厚度 0.3m ，有效土层厚度 0.5m ，进一步提高了土壤质量，更好的满足旱地用地标准。覆土量 2690m^3 。

（2）土地翻耕

在何家尾矿库复垦修复为旱地的区域平整场地工作完成后，进行土地翻耕施工，土地翻耕面积 0.8967hm^2 ，翻耕深度不小于 0.2m 。

（3）土壤施肥

对翻耕、覆土后的何家尾矿库恢复旱地区域进行土壤施肥，恢复土壤肥力，以达到耕地土壤质量标准。本项目选择施用有机肥和复合肥，以恢复土壤肥力。施用量为有机肥 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，复合肥 $300\text{kg}/\text{hm}^2$ ，施肥面积 0.8967hm^2 。

5、工业渣堆

（1）覆土

工业渣堆恢复乔木林地 2.7212hm^2 ，覆土厚度 0.3m ，覆土量 8164m^3 ；

6、表土场

（1）覆土

表土场恢复乔木林地 0.7735hm^2 ，覆土厚度 0.3m ，覆土量 2321m^3 。

（五）植被重建

1、副斜井及风井工业广场

（1）栽植榆树和杨树

在副斜井及风井工业广场覆土完成后，栽植榆树和杨树。为提高造林成活率，选择在春季栽植，选用 2 年生的苗木，苗木规格为胸径 $3\sim 4\text{cm}$ ，高度 2m ，造林密度为行距 2m ，株距 2m ，穴径 $\times$ 穴深= $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ ，每公顷植树 2500 株。栽植面积 2.6707hm^2 ，共栽植 6677 株。栽种之前整理树盘坑穴，将树苗入坑、定位后，分层培植好土，踩实，保证树苗成活率 85%以上。

（2）撒播种草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案设计林草混种，即植树后在林下种草，草种选择紫花苜蓿，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 2.6707hm^2 。

2、废石场区

（1）栽植榆树和杨树

在废石场区修整边坡后形成的平台覆土完成后，栽植榆树和杨树。为提高造林成活率，选择在春季栽植，选用 2 年生的苗木，苗木规格为胸径 $3\sim 4\text{cm}$ ，高度 2m ，造林密度为行距 2m ，株距 2m ，穴径 $\times$ 穴深= $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ ，每公顷植树 2500 株。栽植面积 15.9795hm^2 ，共栽植 39948 株。栽种之前整理树盘坑穴，将树苗入坑、定位后，分层培植好土，踩实，保证树苗成活率 85%以上。

（2）撒播种草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案设计林草混种，即植树后在林下种草，草种选择紫花苜蓿，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 20.9929hm^2 。

3、露天坑尾矿库

（1）种植紫穗槐

在露天坑尾矿库覆土完成后，种植紫穗槐。为提高造林成活率，选择在春季种植，采用播撒的种植方式，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播面积 9.2261hm^2 。

（2）撒播种草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案设计林草混种，即种植紫穗槐后种草，草种选择紫花苜蓿，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 9.2261hm^2 。

4、何家尾矿库

（1）种植紫穗槐

在何家尾矿库复垦修复灌木林地部分覆土完成后，种植紫穗槐。为提高造林成活率，选择在春季种植，采用播撒的种植方式，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播面积 57.8863hm^2 。

（2）撒播种草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案设计林草混种，即种植紫穗槐后种草，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 57.8863hm^2 。

5、工业渣堆

（1）栽植榆树和杨树

在工业渣堆覆土完成后，栽植榆树和杨树。为提高造林成活率，选择在春季栽植，选用 2 年生的苗木，苗木规格为胸径 3~4cm，高度 2m，造林密度为行距 2m，株距 2m，穴径×穴深=50cm×50cm，每公顷植树

2500 株。栽植面积 2.7212hm^2 ，共栽植 6803 株。栽种之前整理树盘坑穴，将树苗入坑、定位后，分层培植好土，踩实，保证树苗成活率 85% 以上。

（2）撒播种草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案设计林草混种，即植树后在林下种草，草种选择紫花苜蓿，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 2.7212hm^2 。

6、表土场

（1）栽植榆树和杨树

在表土场覆土完成后，栽植榆树和杨树。为提高造林成活率，选择在春季栽植，选用 2 年生的苗木，苗木规格为胸径 3~4cm，高度 2m，造林密度为行距 2m，株距 2m，穴径×穴深=50cm×50cm，每公顷植树 2500 株。栽植面积 0.7735hm^2 ，共栽植 1934 株。栽种之前整理树盘坑穴，将树苗入坑、定位后，分层培植好土，踩实，保证树苗成活率 85% 以上。

（2）撒播种草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案设计林草混种，即植树后在林下种草，草种选择紫花苜蓿，技术指标 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 0.7735hm^2 。

（六）景观营建

1、边坡整形恢复植被

该矿山开采时形成的三个废石场边坡裸露，台阶坡面角较大，无法直接通过栽植乔木方式恢复景观。本次设计在修整边坡后(修整为 35°) 的斜坡上播种灌木。撒种面积 5.0134hm^2 。

（七）工程量

该矿山矿区生态修复工程量见表 4-3。

表 4-3 生态修复工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	表土剥离与管护		
1	撒播草籽	hm ²	1.0056
(二)	协同工程		
1	警示牌	个	60
2	安全围网	m	5967
(三)	地貌重塑		
1	井口封堵	m ³	122
2	井口回填	m ³	487
3	拆除水泥浆砌砖	m ³	5700
4	运输建筑垃圾	m ³	5700
5	清除地表硬覆盖	m ³	7096
6	运输地表硬覆盖	m ³	7096
7	边坡修整	m ³	20000
8	平整场地	m ³	71504
(四)	土壤重构		
1	覆土	m ³	285503
2	土地翻耕	hm ²	0.8967
3	土壤施肥	hm ²	0.8967
(五)	植被重建		
1	栽植乔木	株	55362
2	播种灌木	hm ²	67.1124
3	播种草籽	hm ²	94.2707
(六)	景观营建		
1	废石场边坡播种紫穗槐	hm ²	5.0134

第五章监测与管护

为保证生态修复工程实施效果，实现土地功能及生态系统的恢复需要进行监测及管护。矿山应建立矿山地质环境监测网，健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山生产、闭坑治理期间及后续期间。开展矿山生态修复的监测工作，及时掌握矿山地质环境动态变化，预测矿山环境发展趋势，为合理开发矿产资源、保护矿山地质环境、开展矿山生态环境恢复治理提供基础资料和依据。

本方案矿山生态修复的监测包括地质灾害监测（露天坑尾矿库边坡稳定性监测、废石场稳定及安全运行监测、何家尾矿库坝体稳定及安全运行监测、生产期间及闭矿期对采空区地表破坏现象进行监测）、土地资源与地形地貌景观监测、水土环境污染监测等内容。

一、监测目标与措施

（一）目标任务

在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。

矿业活动是动态的，为避免矿山生产过程中影响范围损毁土地范围及地貌景观变化，应对矿山地质环境影响范围损毁土地范围和地貌景观适时进行监测。

矿山开采对地表的破坏集中在主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆及

表土场，为了确保周围居民人身财产安全和矿山生产生活不受影响，避免由于突发原因产生的地质灾害现象造成危害，在矿山正常生产期间及闭矿后期加强对破坏土地范围及规模进行监测，兼顾对可能产生地面塌陷地区进行监测。同时进行地表水监测、地下水水位和水质动态监测、土壤监测。

（二）技术措施

1、土地资源与地形地貌景观监测

为满足矿山项目生产过程土地损毁及“边开采、边修复”变化的特点，采取调查、巡查与遥感搭配的方式进行监测。在矿区生产可能影响范围内采用人工巡视配合遥感监测，及时监测因采矿活动可能产生的地貌景观变化。主要是指定期采取线路调查或全面调查，采用手持 GPS、照相机等项目区范围内土地损毁类型和面积、基本特征进行监测记录，对修复工程措施实施情况：修复土地类型及面积、修复时间、修复质量等进行监测记录，周边生物多样性变化情况进行记录。

2、地质灾害监测

为了确保周围居民人身财产安全和矿山生产生活不受影响，避免由于突发原因产生的地质灾害现象造成危害，在矿山正常生产期至恢复治理结束期间对破坏土地范围进行矿山地质环境监测。主要是对露天坑尾矿库边坡稳定性情况进行监测，同时对废石场稳定及安全运行进行监测，同时对何家尾矿库坝体稳定及安全运行进行监测，本矿山采用地下开采方式进行开采，生产期间及闭矿期对采空区地表破坏现象进行监测。设计采用路线巡视进行观测，矿山企业派专人负责巡视观测。对可能发生崩塌地质灾害区域进行重点监测，并填写记录，便于长期保存和查询。

3、水土环境污染监测

水环境监测参照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2019）执行，人工采集水样测试分析，对地表水质进行监测。对地下水位和水质

进行监测，地下水水位监测利用井，水位主要监测对象为基岩裂隙水含水层。水质监测对象为评估区内的基岩裂隙水和矿山排弃废水。定期到土壤采集点用木铲分别采集两个不同深度土样，送检，土壤监测点布置在存在被污染隐患处。

（三）监测工程内容

1、土地资源与地形地貌景观监测

采用“遥感监测+现场踏勘”相结合的方式，通过土地损毁及修复工程监测及时了解土地损毁及修复工程导致的土地变化以便及时调整复垦工程安排；通过对修复土地质量监测保证修复后土地质量达到周边土地水平；通过生物多样性监测确保修复后生态系统运行良好。

（1）监测对象

监测的主要对象为主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场等损毁土地，监测面积99.0949hm²。

（2）监测内容

监测的主要内容为地形地貌景观损毁监测、对土地资源的损毁情况监测、对复垦的效果进行监测等。包括生产期的土地损毁监测（土地损毁面积监测、程度监测等）、复垦后土壤监测（有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、pH、有机质含量、有效磷含量、全氮含量等）；对复垦土地的植被监测（植被的生长势、高度、覆盖度、种植密度、成活率等），保证开采完毕后，生态系统可以长久、可持续地维持下去，建立监测点，对指标进行监测，对未达标区域进行补种。

（3）监测方法

采取调查、巡查方式结合遥感影像监测，每年开展 2 次遥感数据采集（春季、秋季各 1 次），以满足项目生产过程土地损毁及复垦变化的特点，确保监测工作的顺利进行。调查与巡查是指定期采取线路调查或

全面调查，采用 RTK、照相机、标杆、尺子等对土地复垦区范围内土地破坏类型和面积、基本特征及复垦工程措施实施情况进行监测记录。采用定期监测结合不定期监测方式，定期监测结合复垦进度和措施，定时定点实地查看，发现有缺、死苗状况及时进行补种工作。同时，不定期进行整个复垦区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段的临时查看，若发现有较大的土地损毁变化或流失现象，及时采取措施。

（4）监测时限

监测时限为矿山开采至治理期结束（自2026年6月至2043年7月），监测17年。监测频率每年2次，共监测34次。

（5）监测要求

要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比研究；及时进行整个项目区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段的临时查看，若发现有较大的土地损毁变化或流失现象，及时采取措施；修复工程质量包括修复场地的地形坡度、有效土层厚度、土壤质量等；定期监测生物多样性变化情况，评估修复效果，并根据监测结果调整修复策略。

2、地质灾害监测

（1）监测对象

地质灾害监测主要为边坡稳定性监测、尾矿库坝体稳定监测、采空区地表破坏，监测对象为对露天坑尾矿库边坡稳定性情况进行监测，对废石场稳定及安全运行进行监测，同时对何家尾矿库坝体稳定及安全运行进行监测，本矿山采用地下开采方式进行开采，生产期间及闭矿期对采空区地表破坏现象进行监测。

（2）监测内容

主要监测边坡的稳定性，是否有崩塌地质灾害产生，监测采空区地表破坏现象，是否有地面塌陷和地裂缝产生。

（3）监测方法

采用人工观测，路线巡视进行监测，在尾矿库及高陡边坡处设置自动化监测设备。设专人进行地质灾害巡查，巡查周期视季节变化而定。由于区域边坡在雨季可能发生地质灾害的可能性大，故应在雨季加强监测。

（4）监测时限

监测频率平常每月一次，共8个月，8次；雨季（6-9月）15天一次，共4个月，8次，巡视监测，总计每年16次。监测期限为矿山生产期至恢复期结束，监测总时间为17年。共监测272次。

（5）监测要求

按计划配备观测人员，在可能发生地质灾害区域进行重点监测，并填写记录，便于长期保存和查询。记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，保存影像资料。向地质灾害管理部门提交监测报告，地质灾害管理部门负责监督管理。对其监测内容如变形位置、岩土体变形量、变形速率等进行详细记录，如有异常情况及时上报；对于临近重大人类工程活动应及时记录，一旦发现有威胁坡体变形的人类工程活动，如人工开挖、爆破等工程活动应及时向上级报告；对于变形较大的部位，应及时进行采取应急措施。

3、水土环境污染监测

（1）监测对象

水土环境污染监测对象主要为矿区地表水、地下水、土壤污染监测。监测点布设在主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场。

（2）监测内容

主要监测内容包括地表水情况、地下水的水质状况，监测土壤污染情况。

（3）监测方法

地表水监测可选取矿山周边河流进行监测，监测矿区及周边地表水分布、面积变化，重点检测水质指标（水温、pH值、浊度、电导率、COD、BOD、氨氮、总磷、总氮、悬浮物SS等），追踪地表水污染源、污染物迁移路径及污染程度。

地下水监测包括地下水位、矿坑涌水量、含水层疏干面积；水质污染监测重点检测PH、总硬度、TDS、Fe、Mn、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、SS、Cu、Zn、Cr、Pb等关键指标。在矿区范围内设1个井的监测点，地下水水位监测利用井，采用人工现场监测的方式，仪器选用测钟，每年丰水期、枯水期和平水期各监测2次，每年监测6次；水质监测每年监测2次，由矿山委托具有相关资质和专业人员进行现场取样，除能够现场测定的一些指标外，其余的均在专门实验室进行测定。

土壤监测点重点布设在矿山工业广场及选矿厂等土壤容易被污染的区域，土壤污染监测主要针对表层土壤可能遭受的土壤污染，监测点布设严格按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2022）中的要求进行布设。监测过程中一旦发现地下水、地表水、土壤受到影响，应立即查找原因，采取修复等补救措施，确保周围居民的生活不受影响。监测内容主要为检测土壤类型、厚度、pH值、有机质含量、重金属（铅、镉、砷、汞、铬等）含量、土壤容重、孔隙度等指标，明确土壤污染范围、污染程度及主要污染物，评估土壤肥力状况。

（4）监测时限

地表水每年监测2次，监测时间为17年。共监测34次。地下水监测时限为17年，地下水水位每年6次，共102次；水质监测每年2次，共34次。土壤每年监测1次，共监测17年，共监测17次。

（5）监测要求

矿山企业每年委托相关技术单位开展污染监测工作。

二、管护目标与措施

（一）目标任务

矿区生态修复管护是保证复垦修复工程实施效果，实现土地功能恢复的重要措施手段。矿山需管护的区域主要为复垦后的林地。在复垦工程实施后，需要专门人员进行管护。通过植被管护保证复垦工程实施后植被成活率及种植密度达到设计目标，保证复垦后植被与生态环境一致性。

（二）技术措施

1、林地管护

主要包括水分管理、营养管理、林木修枝、林木密度调控以及病虫害防治。

（1）水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的除草松土，防止成长期干旱灾害，以促使有林正常生长和及早郁闭。在有条件的地方可以适当地做一些灌溉，以保护林带苗木的成活率。

（2）养分管理

在植被损毁、风沙重度的沙滩、荒地，防护林幼林时期的抚育一般不宜除草松土，应以防旱施肥为主。

（3）林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于植被生长茂密产生压迫主要树种的情况，要采用部分平茬或辅佐树枝修枝，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证林木树冠有足够营养空间的条件下，可提高林木的干材质量和促进林木生长。

（4）林木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但仍应隔一定时间（5 年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

（5）病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地使用药品等控制灾害的发生。

（三）管护方法

1、在管护期，要安排懂得植被管护知识的专业技术人员负责管护工作，加强对复垦修复后土地的管理，按照本方案确定的复垦方案逐块落实，对土地复垦实行计划管理。

2、在抚育过程中，要及时除草松土，抗旱排涝，加强病虫害的防治工作，发现病害及时喷洒杀虫剂；

3、一年后树苗成活率达不到 80%的，要进行补栽，保证三年后树木的保存率 80%以上，郁闭度 30%以上；

4、每年要从根部往上 50-60cm 处修剪枯枝、老枝，修剪时要紧贴主干不留茬；

5、注意防火和防冻，有效保证树苗茁壮成长。

（四）工程内容

设计的管护时间为 3 年，管护乔木林地及灌木林地面积面积 94.2707hm²。

三、工程量

根据相关的技术措施计算：土地资源与地形地貌景观监测 17 年，总计监测 34 次；地质灾害监测 17 年，总计监测 272 次；水土环境污染监测共监测 17 年，地表水水质监测 34 次，地下水水位监测 102 次，地下水水质监测 34 次，土壤污染监测 17 次；管护乔木林地及灌木林地面积 94.2707hm²，管护期 3 年。监测与管护工程量见表 5-1。

表 5-1 监测与管护工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	监测/管护年限	工程量	备注
1	土地资源与地形地貌景观监测	次	17	34	生产期、闭矿治理期、管护期
2	地质灾害监测	次	17	272	
3	地表水水质监测	次	17	34	
4	地下水水位监测	次	17	102	
5	地下水水质监测	次	17	34	
6	土壤污染监测	次	17	17	
7	林地管护	hm ²	3	94.2707	管护期

第六章工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）目标任务

生态修复工程旨在通过系统性干预，恢复受损生态系统的结构与功能，实现生态、社会及经济的可持续发展。其总体目标涵盖生态环境修复、可持续发展推进及社会效益提升，具体任务则围绕预防控制、地貌重塑、土壤重构、植被重建及景观营造等多维度展开，逐步实现生态系统的平衡与优化。

（二）总工作量

该矿山生态修复工程总工程量见表 6-1。

表 6-1 生态修复工程总工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
（一）	表土剥离与管护		
1	撒播草籽	hm ²	1.0056
（二）	协同工程		
1	警示牌	个	60
2	安全围网	m	5967
（三）	地貌重塑		
1	井口封堵	m ³	122
2	井口回填	m ³	487
3	拆除水泥浆砌砖	m ³	5700
4	运输建筑垃圾	m ³	5700
5	清除地表硬覆盖	m ³	7096
6	运输地表硬覆盖	m ³	7096
7	边坡修整	m ³	20000
8	平整场地	m ³	71504
（四）	土壤重构		
1	覆土	m ³	285503
2	土地翻耕	hm ²	0.8967
3	土壤施肥	hm ²	0.8967

序号	工程名称	计算单位	工程量
(五)	植被重建		
1	栽植乔木	株	55362
2	播种灌木	hm ²	67.1124
3	播种草籽	hm ²	94.2707
(六)	景观营建		
1	废石场边坡播种紫穗槐	hm ²	5.0134
(七)	监测与管护		
1	土地资源与地形地貌景观监测	次	34
2	地质灾害监测	次	272
3	地表水水质监测	次	34
4	地下水水位监测	次	102
5	地下水水质监测	次	34
6	土壤污染监测	次	17
7	林地管护	hm ²	94.2707

(三) 实施计划

该矿山生产服务年限 12.93 年，矿区生态修复施工期 1 年，管护期 3 年。根据矿山开发利用方案及矿山实际情况对矿区生态修复工作进行分期部署，可分为两期：生产期和闭矿期。

实施计划如下：

1、生产期（2026.8～2039.7）

1) 对土地资源与地形地貌景观监测；

2) 对露天坑尾矿库边坡稳定性情况进行监测，同时对废石场稳定及安全运行进行监测，同时对何家尾矿库坝体稳定及安全运行进行监测，本矿山采用地下开采方式进行开采，生产期间及闭矿期对采空区地表破坏现象进行监测；

3) 对水土污染情况进行监测，发现问题及时解决；

4) 在露天坑尾矿库及何家尾矿库周围设置警示牌及围栏；

5) 对表土场进行防护, 在表土场表面撒播草籽;

6) 对废弃废石场进行修整边坡, 对于具备条件的区域按照“边生产、边治理”的原则开展矿区生态修复工作。

2、闭矿期 (2039.7~2043.7 年)

1) 矿山存料处理后, 全面开展矿区生态修复工作, 主要工程为井口回填及封堵, 建筑物拆除、场地平整, 废石场边坡修整, 翻耕、覆土、栽植乔木、播种灌木、播种草籽等。

2) 对土地资源与地形地貌景观监测; 对地质灾害进行监测, 对水土污染情况进行监测, 对复垦植被进行管护。

表 6-2 生态修复阶段工作计划安排表

阶段	环境恢复治理工程措施
2026 年—2027 年	表土场管护播撒草籽 (紫花苜蓿) 1.0056m^2 , 设置警示牌 60 个, 设置围栏 5967m, 土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2027 年—2028 年	废石场边坡修整 20000m^3 , 土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2028 年—2029 年	废石场覆土 62979m^3 , 栽植榆树和杨树 39948 株, 播种紫穗槐 5.0134hm^2 , 播种草籽 (紫花苜蓿) 20.9929hm^2 , 土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2029 年—2030 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2030 年—2031 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2031 年—2032 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2032 年—2033 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次
2033 年—2034 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次, 边坡稳定性及地面变形监测 16 次, 地表水水质监测 2 次, 地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次, 土壤污染监测 1 次

阶段	环境恢复治理工程措施
2034 年—2035 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2035 年—2036 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2036 年—2037 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2037 年—2038 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2038 年—2039 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2039 年—2040 年	拆除水泥浆砌砖 5700m ³ ，运输建筑垃圾 5700m ³ ，清除地表硬覆盖 7096m ³ ，运输地表硬覆盖 7096m ³ ，浆砌石封堵 122m ³ ，井口回填 487m ³ ，平整场地 71504m ³ ，覆土 222524m ³ ，土地翻耕 0.8967hm ² ，土壤施肥 0.8967hm ² ，栽植榆树和杨树 15414 株，播种紫穗槐 67.12hm ² ，播种草籽（紫花苜蓿）73.2778hm ² ，土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2040 年—2041 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次，植被管护 94.2707hm ²
2041 年—2042 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次，植被管护 94.2707hm ²
2042 年—2043 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次，边坡稳定性及地面变形监测 16 次，地表水水质监测 2 次，地下水水位监测 6 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次，植被管护 94.2707hm ²

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1、经费估算依据

（1）《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

（2）《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日）；

（3）《土地复垦条例实施办法》（2013 年 3 月 1 日）；

（4）《土地开发整理项目资金管理暂行办法》；

(5) 《土地开发整理项目管理与预算编制审查及农地整理规划设计实用手册》；

(6) 吉林省建筑工程造价信息网吉林市（2026 年 6 月）；

(7) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128 号）；

(8) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128 号）；

(9) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号）；

(10) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

(11) 磐石市当地材料价格；

(12) 地方有关建设工程的管理办法及当地定额资料。

2、经费估算方法

(1) 基础单价

①人工估算单价

根据全国各地区工资区类别表，吉林省吉林市属六类工资区，甲类工基本工资标准 540 元/月，乙类工基本工资标准 445 元/月。确定本项目中甲类工和乙类工的单价分别按甲类工 51.04 元/工日和乙类工 38.84 元/工日计取。

②材料估算价格

油料、机械台班等基础价格根据吉林省建筑工程造价信息网吉林市（2026 年 6 月）价格水平进行编制。

③施工机械台班费

在施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128 号）。

（2）费用构成

包括工程施工费、设备费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费和预备费组成等。

1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金组成。

a 直接费：由直接工程费、措施费组成。

直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价。

材料费=定额材料用量×材料预算单价。材料概算价格按当地物价部门提供的市场价。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费。施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128号）。

措施费：其费率参照财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综[2011]128号），包括临时设施费、冬雨季节施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费以及安全施工措施费，措施费费率为4.20%。其费率表如表6-3所示。

表 6-3 措施费费率表

序号	费用类别	计算基础	间接费率（%）
1	临时设施费	直接工程费	2.0
2	冬雨季施工增加费	直接工程费	1.3
3	施工辅助费	直接工程费	0.7
4	安全施工措施费	直接工程费	0.2

b 间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综[2011]128号），土方和砌体工程费率

均为 6.00%，石方工程费率为 7.20%，间接费按工程种类分别计取（见下表 6-4），计算基础为直接费（或人工费）。

表 6-4 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	6.00
2	石方工程	直接费	7.20
3	砌体工程	直接费	6.00
4	混凝土工程	直接费	7.20

c 利润

利润依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综〔2011〕128 号），利润率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

d 税金

税金依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号），税金按增值税税率 9.00% 计算，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2) 设备费

由设备原价、运杂费、运输保险费、采购及保管费组成。本方案中，矿山企业已经完成了机械设备的采购工作。

3) 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管理费构成。

a 前期工作费

前期工作费参考财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综[2011]128 号）中规定，本项目的前期工作费包含土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与估算编制费、项目招标代理费。取费的费率为工程施工费的 6.73%。

b 工程监理费

按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算编制规定》（财综[2011]128号）中规定计算，取费的费率为工程施工费的 2.4%。

c 拆迁补偿费

拆迁补偿费采取适量一次性补偿方式，本方案中不涉及拆迁补偿。

d 竣工验收费

竣工验收费依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算编制规定》（财综〔2011〕128 号）中规定，竣工验收费包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费，取费的费率为工程施工费的 3.86%。

e 业主管理费

业主管理费依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综〔2011〕128 号）中规定计算，取费的费率为工程施工费的 2.8%。

4) 监测与管护费

土地资源及地形地貌监测 500 元/次，边坡稳定性监测 500 元/次，地表水水质监测 1000 元/次，地下水水质监测 1000 元/次，地下水水位监测 500 元/次，土壤污染监测 1000 元/次，管护费按 4000 元/hm²·a 计算。

5) 预备费

预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预计因素的变化而增加的费用。根据《土地开发整理项目估算编制规定》规定，预备费由基本预备费、价差预备费、风险金构成。

a 基本预备费

基本预备费按工程施工费、设备费、其他费用以及监测费之和的 3.00%计取。

b 价差预备费

由于本方案的估算是按照现行的价格水平计算，但主要的复垦工程是在建设完成后进行的。按现行价格水平估算得到的总投资将可能不能完成所有的复垦工程，需要考虑物价上涨指数对复垦工程的影响。

根据吉林市近 10 年的物价上涨指数和银行贷款利率，本方案风险金按照工程施工费的 5.00%进行提取。

c 风险金

按工程施工费和其他费用之和的 5.00%进行提取。

（二）单项工程量及其经费估算

经计算，吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区生态修复工程中，表土剥离与管护工程投资约 0.2328 万元，协同措施投资约 39.9262 万元，地貌重塑工程投资约 124.6749 万元，土壤重构投资约 1163.6025 万元，植被重建投资约 77.1129 万元，景观营造投资约 1.1604 万元，监测与管护费用约 142.0248 万元。

表 6-5 单项工程量及其经费估算汇总表

序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
一		表土剥离与管护				2328
1	90030	撒播草籽	hm ²	1.0056	2314.62	2328
二		协同措施				399262
1	40139(改)	警示牌	100 个	0.60	9298.45	5579
2	40136(改)	安全围网	100m	59.67	6597.68	393683
三		地貌重塑				1246749
1	30020	井口封堵	100m ³	1.22	27941.63	34089
2	20282	井口回填	100m ³	4.87	2544.23	12390
3	30073	拆除水泥浆砌砖	100m ³	57.00	9294.33	529777
4	20282	运输建筑垃圾	100m ³	57.00	2544.23	145021
5	10319	清除地表硬覆盖	100m ³	70.96	339.89	24119

序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
6	20282	运输地表硬覆盖	100m ³	70.96	2544.23	180538
7	10311+10204	边坡修整	100m ³	200.00	527.59	105519
8	10311	平整场地	100m ³	715.04	301.10	215296
四		土壤重构				11636025
1	10305+10218	覆土	100m ³	2855.03	4074.04	11631507
2	10043	土地翻耕	hm ²	0.8967	1585.91	1422
3	90030 (改)	土壤施肥	hm ²	0.8967	3452.98	3096
五		植被重建				771129
1	90007	栽植榆树和杨树	100 株	553.62	718.16	397588
2	90030	播种紫穗槐	hm ²	67.1124	2314.62	155340
3	90030	播种草籽	hm ²	94.2707	2314.62	218201
六		景观营建				11604
1	90030	废石场边坡播种紫穗槐	hm ²	5.0134	2314.62	11604
七		监测与管护工程				1420248
(一)		监测工程				289000
1	市场价	土地资源与地形地貌景观监测	次	34	500	17000
2	市场价	地质灾害监测	次	272	500	136000
3	市场价	地表水水质监测	次	34	1000	34000
4	市场价	地下水水位监测	次	102	500	51000
5	市场价	地下水水质监测	次	34	1000	34000
6	市场价	土壤污染监测	次	17	1000	17000
(二)		管护工程				1131248
1	市场价	3 年林地管护	hm ²	94.2707	4000	1131248

(三) 总工程量及其经费估算

吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区生态修复静态总投资约 1906.6861 万元，动态总投资约 2883.9355 万元，其中工程施工约 1406.7097 万元，其他费用约 227.2359 万元，监测与管护费约 142.0248 万元，预备费约 1107.9651 万元。

表 6-6 生态修复费用总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	所占投资比例（%）
一	工程施工费	1406.7097	48.78
二	设备费	—	—
三	其他费用	227.2359	7.88
四	监测与管护费	142.0248	4.92
（一）	监测费	28.9000	1.00
（二）	管护费	113.1248	3.92
五	预备费	1107.9651	38.42
（一）	基本预备费	49.0184	1.70
（二）	价差预备费	977.2494	33.89
（三）	风险金	81.6973	2.83
合计	静态总投资	1906.6861	66.11
	动态总投资	2883.9355	100.00

表 6-7 工程施工费估算表

序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	小计（元）
一		表土剥离与管护				2328
1	90030	撒播草籽	hm ²	1.0056	2314.62	2328
二		协同措施				399262
1	40139(改)	警示牌	100 个	0.60	9298.45	5579
2	40136(改)	安全围网	100m	59.67	6597.68	393683
三		地貌重塑				1246749
1	30020	井口封堵	100m ³	1.22	27941.63	34089
2	20282	井口回填	100m ³	4.87	2544.23	12390
3	30073	拆除水泥浆砌砖	100m ³	57.00	9294.33	529777
4	20282	运输建筑垃圾	100m ³	57.00	2544.23	145021
5	10319	清除地表硬覆盖	100m ³	70.96	339.89	24119
6	20282	运输地表硬覆盖	100m ³	70.96	2544.23	180538
7	10311+10204	边坡修整	100m ³	200.00	527.59	105519
8	10311	平整场地	100m ³	715.04	301.10	215296
四		土壤重构				11636025
1	10305+10218	覆土	100m ³	2855.03	4074.04	11631507
2	10043	土地翻耕	hm ²	0.8967	1585.91	1422
3	90030（改）	土壤施肥	hm ²	0.8967	3452.98	3096
五		植被重建				771129

序号	定额编号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	小计 (元)
1	90007	栽植榆树和杨树	100 株	553.62	718.16	397588
2	90030	播种紫穗槐	hm ²	67.1124	2314.62	155340
3	90030	播种草籽	hm ²	94.2707	2314.62	218201
六		景观营建				11604
1	90030.00	废石场边坡播种 紫穗槐	hm ²	5.0134	2314.62	11604
合计						14067097

表 6-8 其他费估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额(元)	比例(%)
1	前期工作费	工程施工费×6.73%	946715	41.66
(1)	土地清查费	工程施工费×0.5%	70335	3.10
(2)	项目可行性研究费	工程施工费×1.0%	140671	6.19
(3)	项目勘测费	工程施工费×1.65%	232107	10.21
(4)	项目设计与预算编制费	工程施工费×3.08%	433267	19.07
(5)	项目招标代理费	工程施工费×0.5%	70335	3.10
2	工程监理费	工程施工费×2.4%	337610	14.86
3	竣工验收费	工程施工费×3.86%	542990	23.90
(1)	工程复核费	工程施工费×0.7%	98470	4.33
(2)	工程验收费	工程施工费×1.4%	196939	8.67
(3)	项目决算编制与审计费	工程施工费×1.0%	140671	6.19
(4)	整理后土地重估与登记 费	工程施工费×0.65%	91436	4.02
(5)	标识设定费	工程施工费×0.11%	15474	0.68
4	业主管理费	(工程施工费+前期工 作费+工程监理费+竣工 验收费)×2.8%	445044	19.59
合计			2272359	100.00

表 6-9 监测与管护费用估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	小计 (元)
一	监测工程				289000
(1)	土地资源与地形地貌 景观监测	次	34	500	17000
(2)	地质灾害监测	次	272	500	136000
(3)	地表水水质监测	次	34	1000	34000
(4)	地下水水位监测	次	102	500	51000
(5)	地下水水质监测	次	34	1000	34000
(6)	土壤污染监测	次	17	1000	17000
(二)	管护工程				1131248
(1)	3 年林地管护	公顷	94.2707	4000.00	1131248
合计					1420248

表 6-10 预备费估算表

序号	费用名称	计算基础	费率 (%)	估算金额 (元)
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	3	490184
2	价差预备费			9772494
3	风险金	工程施工费+其他费用	5	816973
合计				11079651

表 6-11 价差预备费估算表

年度	静态工程投 资 (元)	系数 (1+5%) ⁿ⁻¹	价差预备费 (元)	动态工程投 资 (元)	备注
2026 年—2027 年	401590	0.00	0	401590	表土管护、协同工程、 监测
2027 年—2028 年	105519	0.05	5276	110795	废石场修整、监测
2028 年—2029 年	2912876	0.10	291288	3204164	废石场恢复植被、监测
2029 年—2039 年	0				2029 年—2039 年为矿 山生产期，期间无治理 工程，只有监测措施。
2039 年—2040 年	10647112	0.89	9475930	20123042	全面修复、监测
合计	14067097		9772494	23839591	

其中 2026 年—2027 年 n=1

表 6-12 人工费预算单价计算表

序号	项目	公式	工种类别
1	基本工资	$445 \times 12 \times 1 \div (250-10)=22.250$	乙类
		$540 \times 12 \times 1 \div (250-10)=27.000$	甲类
2	辅助工资	3.384	乙类
		6.689	甲类
(1)	地区津贴	0	乙类、甲类
(2)	施工津贴	$2.0 \times 365 \times 0.95 \div (250-10) =2.890$	乙类
		$3.5 \times 365 \times 0.95 \div (250-10) =5.057$	甲类
(3)	夜餐津贴	$(3.5+4.5) \div 2 \times 0.05=0.200$	乙类
		$(3.5+4.5) \div 2 \times 0.20=0.800$	甲类
(4)	节日加班津贴	$22.25 \times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.15=0.294$	乙类
		$27.00 \times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.35=0.832$	甲类
3	工资附加费	13.203	乙类
		17.351	甲类
(1)	职工福利基金	$(22.25+3.384) \times 14\%=3.589$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 14\%=4.716$	甲类
(2)	工会经费	$(22.25+3.384) \times 2\%=0.513$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 2\%=0.674$	甲类
(3)	养老保险	$(22.25+3.384) \times 20\%=5.127$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 20\%=6.738$	甲类
(4)	医疗保险	$(22.25+3.384) \times 4\%=1.025$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 4\%=1.348$	甲类
(5)	工伤保险	$(22.25+3.384) \times 1.5\%=0.385$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 1.5\%=0.505$	甲类
(6)	职工失业保险金	$(22.25+3.384) \times 2\%=0.513$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 2\%=0.674$	甲类
(7)	住房公积金	$(22.25+3.384) \times 8\%=2.051$	乙类
		$(27.00+6.689) \times 8\%=2.695$	甲类
人工费单价			
甲类		$27.000+6.689+17.35=51.04$	甲类
乙类		$22.250+3.384+13.203=38.84$	乙类

表 6-13 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格（元）
1	柴油	kg	9.01
2	草籽	kg	35.00
3	警示牌	个	60.00
4	混凝土柱	个	16.00
5	铁丝刺网	m	0.5
6	块石	m ³	50.00
7	砂浆	m ³	331.69
8	有机肥	kg	0.80
9	复合肥	kg	3.50
10	树苗	株	5.00
11	水	m ³	2.5

表 6-14 机械台班费预算单价计算表

定额 编号	机械名称及 规格	台班费	一类费用小 计	二类费用 合计	人工（元/日）		柴油（元/kg）	
					工日	金额	数量	金额
1004	1m ³ 挖掘机	730.65	304.57	426.08	2	102.08	72	324
1014	推土机 74 kw	537.28	187.70	349.58	2	102.08	55	247.5
1013	推土机 59kw	368.35	68.27	300.08	2	102.08	44	198
1021	拖拉机 59kw	438.68	89.10	349.58	2	102.08	55	247.5
1049	三铧犁	10.33	10.33	0	0	0	0	0
4011	自卸汽车 5t	332.29	88.91	243.38	1.33	67.88	39	175.5
4013	自卸汽车 10t	550.92	210.34	340.58	2	102.08	50	238.50
							电(K w h)	
6001	电动空压机 3m ³ /min	231.99	26.45	205.54	1	51.04	103	154.50
							风（m ³ ）	
1052	手持式风镐	39.06	3.86	35.20			320	35.20

附 6-15 工程施工费单价分析表

表 6-15-1

项目编号:	90030					
单价名称:	撒播草籽					
工作内容:	种子处理、人工撒播草籽、不覆土或用耙、耢、石碾碾等方法覆土。					
单价:	2314.62	元 /	hm ²		分析单位	hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接费				1944.96	
(一)	直接工程费				1866.56	
1	人工				81.56	
1.1	乙类工	工日	2.10	38.84	81.56	
2	材料				1785.00	
2.1	草籽	kg	50.00	35.00	1750.00	
2.2	其他材料费	%	2.00	1750.00	35.00	
(二)	措施费	%	4.20	1866.56	78.40	
二	间接费	%	6.00	1944.96	116.70	
三	利润	%	3.00	2061.66	61.85	
四	税金	%	9.00	2123.51	191.12	
五	综合单价				2314.62	

表 6-15-2

项目编号	40139 (改)					
单价名称	警示牌					
工作内容	警示牌制作安装					
单价	92.98	元 /	个		分析单位	100 个
序号	项目名称	单位	数量	单价	合价(元)	备注
一	直接费				7813.42	
(一)	直接工程费				7498.48	
1	人工费				1047.44	
1.1	甲类工	工日	12.06	51.04	615.54	
1.2	乙类工	工日	11.12	38.84	431.90	
2	材料费				6000.00	
2.1	警示牌	个	100.00	60.00	6000.00	
3	其他费用	%	6.40	7047.44	451.04	
(二)	措施费	%	4.20	7498.48	314.94	
二	间接费	%	6.00	7813.42	468.80	
三	利润	%	3.00	8282.22	248.47	
四	税金	%	9.00	8530.69	767.76	
五	综合单价				9298.45	

表 6-15-3

项目编号	40136（改）					
单价名称	铁丝围网					
工作内容	混凝土柱埋设、铁丝搭接。					
单价	65.98	元 /	m		分析单位	100m
序号	项目名称	单位	数量	单价	合价(元)	备注
一	直接费				5543.98	
(一)	直接工程费				5320.51	
1	人工费				4206.48	
1.1	甲类工	工日	48.40	51.04	2470.34	
1.2	乙类工	工日	44.70	38.84	1736.15	
2	材料费				794.00	
2.1	混凝土柱	个	34.00	16.00	544.00	
2.2	铁丝刺网	m	500.00	0.50	250.00	
3	其他费用	%	6.40	5000.48	320.03	
(二)	措施费	%	4.20	5320.51	223.46	
二	间接费	%	6.00	5543.98	332.64	
三	利润	%	3.00	5876.62	176.30	
四	税金	%	9.00	6052.91	544.76	
五	综合单价				6597.68	

表 6-15-4

项目编号:	30020					
单价名称:	井口封堵、修建浆砌石挡墙					
工作内容:	选石、修石、拌和砂浆、装、运、卸、空回、砌筑、勾缝。					
单价:	279.42	元 /	m ³		分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)	
一	直接费				19250.87	
(一)	直接工程费				18474.93	
1	人工费				6136.90	
1.1	甲类工	工日	7.70	51.04	393.01	
1.2	乙类工	工日	147.10	38.84	5713.36	
1.3	其他费用	%	0.50	6106.37	30.53	
2	材料费				12338.02	
2.1	块石	m ³	108.00	50.00	5400.00	
2.2	砂浆	m ³	34.65	198.46	6876.64	
2.3	其他费用	%	0.50	12276.64	61.38	
(二)	措施费	%	4.20	18474.93	775.95	
二	间接费	%	6.00	19250.87	1155.05	
三	利润	%	3.00	20405.93	612.18	
四	材料价差				4616.42	
	砂浆	m ³	34.65	133.23	4616.42	
五	税金	%	9.00	25634.52	2307.11	
六	综合单价				27941.63	

表 6-15-5

项目编号:	30073					
单价名称:	水泥浆砌砖拆除					
工作内容:	拆除、清理、堆放					
单价:	92.94	元 /	m ³		分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	合价(元)	备注
一	直接费				7809.96	
(一)	直接工程费				7495.16	
1	人工费				7495.16	
1.1	甲类工	工日	9.30	51.04	474.67	
1.2	乙类工	工日	176.60	38.84	6859.14	
1.3	其他费用	%	2.20	7333.82	161.34	
(二)	措施费	%	4.20	7495.16	314.80	
二	间接费	%	6.00	7809.96	468.60	
三	利润	%	3.00	8278.55	248.36	
四	税金	%	9.00	8526.91	767.42	
五	综合单价				9294.33	

表 6-15-6

项目编号:	20282					
单价名称:	运输拆除建筑物					
工作内容:	装、运、卸、空回。运距 0-0.5km。					
单价:	25.44	元 /	m ³		分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接费				1563.20	
(一)	直接工程费				1500.19	
1	人工				104.55	
1.1	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10	
1.2	乙类工	工日	2.50	38.84	97.10	
1.3	其他费用	%	2.30	102.20	2.35	
2	机械				1395.64	
2.1	1m ³ 挖掘机	台班	0.60	730.65	438.39	
2.2	推土机 59kw	台班	0.30	368.35	110.50	
2.3	自卸汽车 10t	台班	1.48	550.92	815.37	
2.4	其他费用	%	2.30	1364.26	31.38	
(二)	措施费	%	4.20	1500.19	63.01	
二	间接费	%	7.20	1563.20	112.55	
三	利润	%	3.00	1675.75	50.27	
四	材料价差				608.13	
	柴油	kg	134.84	4.51	608.13	
五	税金	%	9.00	2334.15	210.07	
六	综合单价				2544.23	

表 6-15-7

项目编号:	10319					
单价名称:	清除地表硬覆盖层 (推土距离 10-20m)					
工作内容:	推松、运送、卸除、拖平、空回					
单价:	3.40	元 / m ³			分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)	备注
一	直接费				208.36	
(一)	直接工程费				199.97	
1	人工				7.77	
1.1	甲类工	工日				
1.2	乙类工	工日	0.2	38.84	7.77	
2	机械				182.68	
2.1	推土机 74kw	台班	0.34	537.28	182.68	
3	其他费用	%	5	190.44	9.52	
(二)	措施费	%	4.2	199.97	8.40	
二	间接费	%	6	208.36	12.50	
三	计划利润	%	3	220.87	6.63	
四	材料价差				84.34	
	柴油	kg	18.70	4.51	84.34	
五	税金	%	9	311.83	28.06	
六	综合单价				339.89	
堆土机定额乘以系数 1.25						

表 6-15-8

项目编号:	10311+10204					
单价名称:	废石场整形					
工作内容:	挖装、运输、推松、卸除、拖平、空回, 推土距离 10—20m。					
单价:	5.28	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接费				330.73	
(一)	直接工程费				317.40	
1	人工				32.63	
1.1	甲类工	工日				
1.2	乙类工	工日	0.80	38.84	31.07	
1.3	其他费用	%	5.00	31.07	1.55	
2	机械				284.77	
2.1	推土机 74kw	台班	0.26	537.28	139.69	
2.2	挖掘机油动 1m ³	台班	0.18	730.65	131.52	
2.3	其他费用	%	5.00	271.21	13.56	
(二)	措施费	%	4.20	317.40	13.33	
二	间接费	%	6.00	330.73	19.84	
三	计划利润	%	3.00	350.57	10.52	
四	材料价差				122.94	
	柴油	kg	27.26	4.51	122.94	
五	税金	%	9.00	484.03	43.56	
六	综合单价				527.59	
堆土机定额乘以系数 1.09						

表 6-15-9

项目编号:	10311					
单价名称:	地面清理平整					
工作内容:	挖装、运输、推松、卸除、拖平、空回, 推土距离 10—20m。					
单价:	3.01	元 /	m ³		分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)	备注
一	直接费				184.85	
(一)	直接工程费				177.40	
1	人工				7.77	
1.1	甲类工	工日				
1.2	乙类工	工日	0.2	38.84	7.77	
2	机械				161.18	
2.1	推土机 74kw	台班	0.3	537.28	161.18	
3	其他费用	%	5	168.95	8.45	
(二)	措施费	%	4.2	177.40	7.45	
二	间接费	%	6	184.85	11.09	
三	计划利润	%	3	195.94	5.88	
四	材料价差				74.42	
	柴油	kg	16.50	4.51	74.42	
五	税金	%	9	276.24	24.86	
六	综合单价				301.10	
堆土机定额乘以系数 1.25						

表 6-15-10

项目编号:	10305+10218					
单价名称:	表土覆土+挖掘机运土					
工作内容:	推松、运送、卸除、拖平、空回。推土距离 30~40m, 运 0~0.5km。					
单价:	40.74	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接费				3077.64	
(一)	直接工程费				2953.59	
1	人工				54.30	
1.1	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10	
1.2	乙类工	工日	1.20	38.84	46.61	
1.3	其他费用	%	5.00	51.71	2.59	
2	材料				2100.00	
2.1	表土	m ³	100	20.00	2000.00	
2.2	其他费用	%	5	2000.00	100.00	
3	机械				799.29	
3.1	推土机 74kw	台班	0.34	537.28	182.68	
3.2	挖掘机 1m ³	台班	0.22	730.65	160.74	
3.3	推土机 59 kw	台班	0.16	368.35	58.94	
3.4	自卸汽车 5t	台班	1.08	332.29	358.87	
3.5	其他费用	%	5.00	761.23	38.06	
(二)	措施费	%	4.20	2953.59	124.05	
二	间接费	%	6.00	3077.64	184.66	
三	利润	%	3.00	3262.30	97.87	
四	材料价差				377.49	
	柴油	kg	83.70	4.51	377.49	
五	税金	%	9.00	3737.65	336.39	
六	综合单价				4074.04	

表 6-15-11

项目编号:	10043					
单价名称:	土地翻耕（一、二类土）					
工作内容:	松土					
单价:	1585.91	元 /	公顷		分析单位	1hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接费				1060.00	
(一)	直接工程费				1017.27	
1	人工				475.77	
1.1	甲类工	工日	0.60	51.04	30.62	
1.2	乙类工	工日	11.40	38.84	442.78	
1.3	其他费用	%	0.50	473.40	2.37	
2	机械				541.50	
2.1	拖拉机 59kw	台班	1.20	438.68	526.41	
2.2	三铧犁	台班	1.20	10.33	12.40	
2.3	其他费用	%	0.50	538.81	2.69	
(二)	措施费	%	4.20	1017.27	42.73	
二	间接费	%	6.00	1060.00	63.60	
三	利润	%	3.00	1123.60	33.71	
四	材料价差				297.66	
	柴油	kg	66.00	4.51	297.66	
五	税金	%	9.00	1454.96	130.95	
六	综合单价				1585.91	

表 6-15-12

项目编号:	90030 (改)					
单价名称:	土壤施肥					
工作内容:	土壤施肥					
单 价:	3452.98	元 /	公顷		分析单位	1hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计 (元)	备注
一	直接费				2901.52	
(一)	直接工程费				2784.56	
1	人工费				81.56	
1.1	甲类工	工日				
1.2	乙类工	工日	2.10	38.84	81.56	
2	材料费				2703.00	
2.1	有机肥	kg	2000.00	0.80	1600.00	
2.2	复合肥	kg	300.00	3.50	1050.00	
2.3	其他费用	%	2.00	2650.00	53.00	
(二)	措施费	%	4.20	2784.56	116.95	
二	间接费	%	6.00	2901.52	174.09	
三	利润	%	3.00	3075.61	92.27	
四	税金	%	9.00	3167.87	285.11	
五	综合单价				3452.98	

表 6-15-13

项目编号:	90007					
单价名称:	栽植乔木（裸根）					
工作内容:	挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理					
单价:	7.18	元 /	株		分析单位	100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接费				603.47	
(一)	直接工程费				579.14	
1	人工				58.55	
1.1	乙类工	工日	1.50	38.84	58.26	
1.2	其他费用	%	0.50	58.26	0.29	
2	材料				520.59	
2.1	树苗	株	102.00	5.00	510.00	
2.2	水	m ³	3.20	2.50	8.00	
2.3	其他费用	%	0.50	518.00	2.59	
(二)	措施费	%	4.20	579.14	24.32	
二	间接费	%	6.00	603.47	36.21	
三	利润	%	3.00	639.67	19.19	
四	税金	%	9.00	658.86	59.30	
五	综合单价				718.16	

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

按照生态修复分区及修复时序安排，该矿山矿区生态修复工程实施阶段划分如下：

1、第一阶段：生产期（2026.8~2039.7）

对土地资源与地形地貌景观监测；对露天坑尾矿库边坡稳定性情况进行监测，对废石场稳定及安全运行进行监测，对何家尾矿库坝体稳定及安全运行进行监测，本矿山采用地下开采方式进行开采，生产期间及闭矿期对采空区地表破坏现象进行监测；对水土污染情况进行监测，发现问题及时解决。在露天坑尾矿库及何家尾矿库周围设置警示牌及围栏。对表土场进行防护，在表土场表面撒播草籽。对废弃废石场进行修整边坡，对于具备条件的区域按照“边生产、边治理”的原则开展矿区生态修复工作。第一阶段工程部署信息表见表 6-16。

表 6-16 第一阶段生态修复工程部署信息表

阶段	年度	工程名称	计算单位	工程量	生态修复分区
第一阶段	2026~2039 年	表土堆撒播草籽	hm ²	1.0056	表土场
		警示牌	个	60	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		设置安全围网	m	5967	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		边坡修整	m ³	20000	废石场区
		覆土	m ³	62979	废石场区
		栽植榆树和杨树	株	39948	废石场区
		播种紫穗槐	hm ²	5.0134	废石场区
		播种草籽	hm ²	20.9929	废石场区
		土地资源与地形地貌景观监测	次	26	工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场
		地质灾害监测	次	208	废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库
		地表水水质监测	次	26	工业广场区、选矿厂
		地下水水质监测	次	78	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		地下水水质监测	次	26	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		土壤污染监测	次	13	工业广场区、选矿厂

2、第二阶段：闭矿期（2039.7~2043.7 年）

1) 矿山存料处理后，全面开展矿区生态修复工作，主要工程为井口回填及封堵，建筑物拆除、场地平整，废石场边坡修整，翻耕、覆土、栽植榆树和杨树、播种紫穗槐、播种草籽等。

2) 对土地资源与地形地貌景观监测；对地质灾害进行监测，对水土污染情况进行监测，对复垦植被进行管护。第二阶段工程部署信息表见表 6-17。

表 6-17 第二阶段生态修复工程部署信息表

阶段	年度	工程名称	计算单位	工程量	生态修复分区
第二阶段	2039~2043 年	井口封堵	m ³	122	工业广场区
		井口回填	m ³	487	工业广场区
		拆除水泥浆砌砖	m ³	5700	工业广场区、选矿厂、何家尾矿库
		运输建筑垃圾	m ³	5700	工业广场区、选矿厂、何家尾矿库
		清除地表硬覆盖	m ³	7096	工业广场区、选矿厂
		运输地表硬覆盖	m ³	7096	工业广场区、选矿厂
		平整场地	m ³	71504	露天坑尾矿库、何家尾矿库、工业渣堆、表土场
		覆土	m ³	222524	工业广场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、工业渣堆、表土场
		土地翻耕	hm ²	0.8967	何家尾矿库
		土壤施肥	hm ²	0.8967	何家尾矿库
		栽植榆树和杨树	株	15414	工业广场区、工业渣堆、表土场
		播种紫穗槐	hm ²	67.1124	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		播种草籽	hm ²	73.2778	工业广场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、工业渣堆、表土场
		土地资源与地形地貌景观监测	次	8	工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场
		地质灾害监测	次	64	废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库
		地表水水质监测	次	8	工业广场区、选矿厂
		地下水水质监测	次	24	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		地下水水质监测	次	8	露天坑尾矿库、何家尾矿库
		土壤污染监测	次	4	工业广场区、选矿厂
		林地管护	hm ²	94.2707	工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、工业渣堆、表土场

（二）近年工作任务与经费进度安排

该矿山近三年生态修复工作主要为：对土地资源与地形地貌景观监测；对露天坑尾矿库边坡稳定性情况进行监测，对废石场稳定及安全运行进行监测，对何家尾矿库坝体稳定及安全运行进行监测，本矿山采用地下开采方式进行开采，生产期间及闭矿期对采空区地表破坏现象进行监测；对水土污染情况进行监测。在露天坑尾矿库及何家尾矿库周围设置警示牌及围栏。对表土场进行防护，在表土场表面撒播草籽。对废弃废石场进行修整边坡、覆土、恢复植被。

生态修复工程总费用 347.0985 万元，其中第一年 41.8590 万元、第二年 12.2519 万元、第三年 292.9876 万元，详见下表 6-18。

表 6-18 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	见附表 5	工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场	是	表土堆撒播草籽	1.0056hm ²	—	—	0.2328
					警示牌	60 个			0.5579
					安全围网	5967m			39.3683
					土地资源与地形地貌景观监测	2 次			0.1000
					地质灾害监测	16 次			0.8000
					地表水水质监测	2 次			0.2000
					地下水水位监测	6 次			0.3000
					地下水水质监测	2 次			0.2000
					土壤污染监测	1 次			0.1000
2	第二年度	见附表 5	工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场	是	废石场边坡修整	20000m ³	—	—	10.5519
					土地资源与地形地貌景观监测	2 次			0.1000
					地质灾害监测	16 次			0.8000
					地表水水质监测	2 次			0.2000
					地下水水位监测	6 次			0.3000
					地下水水质监测	2 次			0.2000
					土壤污染监测	1 次			0.1000
3	第三年度	见附表 5	工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场	是	废石场覆土	62979m ³	乔木 林地、灌木 林地	20.9929 hm ² (其中乔木 林地 15.9795hm ² , 灌木林地 5.0134hm ²)	256.5790
					废石场栽植榆树和杨树	39948 株			28.6891
					废石场边坡播种紫穗槐	5.0134hm ²			1.1604
					废石场播种草籽	20.9929hm ²			4.8591
					土地资源与地形地貌景观监测	2 次			0.1000
					地质灾害监测	16 次			0.8000

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)
					地表水水质监测	2 次			0.2000
					地下水水位监测	6 次			0.3000
					地下水水质监测	2 次			0.2000
					土壤污染监测	1 次			0.1000

表 6-19 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(hm ²)	主要治理 修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
					保护措施	工程量	费用 (万元)	实施 时间 (年)	修复措施	工程量	费用 (万元)	实施 时间 (年)	监测措施	工程量	费用 (万元)	实施 时间 (年)
1	工业广场区	见附表 5	3.5481	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化					井口封堵浆砌石量	122m ³	3.4089	2039~2043	土地资源与地形地貌景观监测	34 次	1.7	2026~2043
									井口回填填充量	487m ³	1.2390		地质灾害监测	272 次	13.6	
									拆除水泥浆砌砖	5625m ³	52.2806		地表水水质监测	34 次	3.4	
									运输建筑垃圾	5625m ³	14.3113		地下水水位监测	102 次	5.1	
									清除地表硬覆盖	7096m ³	2.4119		地下水水质监测	34 次	3.4	
									运输地表硬覆盖	7096m ³	18.0538		土壤污染监测	17 次	1.7	
									覆土	8012m ³	32.6412		林地管护(3 年)	2.6707hm ²	3.2048	
									栽植榆树和杨树	6677 株	4.7952					
									播种草籽	2.6707 hm ²	0.6182					
2	废石场区	见附表 5	20.9929	地质环境问题、土地					边坡修整	20000m ³	10.5519	2027~2028	林地管护(3 年)	20.9929hm ²	25.1915	2039~2043

序号	生态修复区块	范围 (拐点坐标)	生态修复 面积(hm ²)	主要治理 修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
					保护措施	工程量	费用 (万元)	实施 时间(年)	修复措施	工程量	费用(万元)	实施 时间(年)	监测措施	工程量	费用(万元)	实施 时间(年)
				损毁、生态 受损与退化					覆土	62979m ³	256.579	2028~2029				
									栽植榆树和杨树	39948 株	28.6891					
									边坡播种紫穗槐	5.0134 hm ²	1.1604					
									播种草籽	20.9929 hm ²	4.8591					
3	露天坑尾矿库	见附表 5	9.2261	地质环境问题、土地 损毁、生态 受损与退化	围栏	1252m	8.2603	2026~2043	场地平整	9226m ³	2.7779	2039~2043	林地管护 (3 年)	9.2261hm ²	11.0713	2039~2043
					警示牌	13 个	0.1209		覆土	27678m ³	112.7613					
									种植紫穗槐	9.2261 hm ²	2.1355					
									播种草籽	9.2261 hm ²	2.1355					
4	何家尾矿库	见附表 5	58.783	地质环境问题、土地 损毁、生态 受损与退化	围栏	4715m	31.108	2026~2043	拆除水泥浆砌砖	75m ³	0.6971	2039~2043	林地管护 (3 年)	57.8863hm ²	69.4636	2039~2043
					警示牌	47 个	0.437		运输建筑垃圾	75m ³	0.1908					
									场地平整	58783m ³	17.6994					
									覆土	176349m ³	718.4529					
									种植紫穗槐	57.8863 hm ²	13.3985					
									播种草籽	57.8863 hm ²	13.3985					
									土地翻耕	0.8967 hm ²	0.1422					

序号	生态修复区块	范围 (拐点坐标)	生态修复 面积(hm ²)	主要治理 修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
					保护措施	工程量	费用 (万元)	实施 时间(年)	修复措施	工程量	费用(万元)	实施 时间(年)	监测措施	工程量	费用(万元)	实施 时间(年)
									土壤施肥	0.8967 hm ²	0.3096					
5	选矿厂	见附表 5	3.0501	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化					保留建筑物,恢复工业用地			2039				
6	工业渣堆	见附表 5	2.7212	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化					场地平整	2721m ³	0.8193	2039~2043	林地管护(3 年)	2.7212hm ²	3.2654	2039~2043
									覆土	8164m ³	33.2605					
									栽植榆树和杨树	6803 株	4.8856					
									播种草籽	2.7212 hm ²	0.6299					
7	表土场	见附表 5	0.7735	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化	表土场播撒草籽(紫花苜蓿)	1.0056hm ²	0.2328	2026~2039	场地平整	774m ³	0.233	2039~2043	林地管护(3 年)	0.7735hm ²	0.9282	2039~2043
									覆土	2321m ³	9.4558					
									栽植榆树和杨树	1934 株	1.3889					
									播种草籽	0.7735 hm ²	0.179					

第七章保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，明确方案实施的组织机构及其职责：矿区生态修复方案报请自然资源行政主管部门批准后，由矿山负责组织实施。为保证方案的顺利实施，负责方案的委托、报批和实施工作，应建立一个由矿山企业法人任组长的矿区生态修复工作领导小组，下设立各专门机构，选调责任心强，政策水平较高，懂专业的得力人员，具体负责矿山生态修复工程的各项工作。确保矿区生态修复工程的实施，坚持“边开采、边治理”的原则，以达到矿区生态修复的最终效果。

（二）技术保障

矿区生态修复工程涉及多学科、多领域、多部门，是一项复杂的系统工程，严格按照有关技术规范等要求实施。同时矿区生态修复工作专业性、技术性较强，需要定期培训技术人员咨询相关专家，开展科学试验和引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价。具体可采取以下技术保障措施：

（1）方案规划编制、工程施工都应建立在详细调查、科学分析、详细论证的基础上，提出实施方案，工程根据矿山开采情况、环境条件、土地开发利用情况分类分期实施，并兼顾当前的治理与中长期的治理有机结合，使生态修复工程既有阶段性，又有连续性。

（2）引进先进的生产设备、环境监测技术人员和地质灾害治理技术人员等。通过引进专业对口，适应矿山工作环境的技术人员为矿区生态修复工作提供人力资源保证。

（3）加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进矿区

生态修复技术单位的学习研究，及时吸取经验，完善生态修复工程措施。

（4）技术人员、咨询相关专家、开展科学试验、引进先进技术，以及对矿区生态修复工程情况进行动态监测和评价等。

（5）严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有相关等级资质。其次成立专家顾问组，建立专家支持系统。

（6）完善的质量保证体系；一是加强施工监理工作；二是加强质量检查；三是把好原材料关，严禁不合格原材料进入；四是建立“工程质量责任考核办法”，保证实现质量目标。通过质量保证系统，确保工程质量符合有关要求。

（7）完善矿区生态修复工程的安全保证体系，在项目的实施过程中，必须把安全摆在突出位置，项目主管部门、项目实施部门和施工队伍，按照“管生产必须管安全”和“谁主管谁负责”原则，对项目实施单位全过程进行安全管理。

（8）生态修复项目完成后，提请主管部门组织竣工验收。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表一起参加，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。

（三）资金保障

矿区生态修复基金是矿山企业土地复垦工作取得成功的重要保证。只有资金的充分保障，才能使复垦技术和复垦条件落到实处，才能切实保障土地复垦实施的效果，实现预期目标。

1、资金来源

根据《吉林省自然资源厅吉林省财政厅吉林省生态环境厅关于印发〈吉林省矿区生态修复费用管理暂行办法〉的通知吉自然资规〔2025〕5号》（以下简称《办法》）要求，采矿权人按照单个采矿权计提费用，需在其银行账户中设立矿区生态修复费用专用账户，足额提取矿区生态修复费用，专门用于矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦、重金属防治等矿区生态修复活动。故该矿山矿区生态修复投资由吉林吉恩镍业股份有限公司设立矿区生态修复费用专用账户，并按要求定期足额提取。

2、专用资金账户管理与使用

采矿权人应当建立矿区生态修复费用管理制度，明确费用提取和使用程序、职责和权限，按规定提取和使用费用；采矿权人应当加强生态修复费用管理，编制年度费用提取和使用计划，单设矿区生态修复费用会计科目，单独反映费用的提取和使用情况，并在年度预决算时将费用账户的资金单独列示；采矿权人提取的费用应当按照规定用途安排使用，不得挤占、挪用；当年计提费用不能满足矿山生态修复实际支出的，超出部分按矿山企业正常成本费用渠道列支。

3、资金计提

该矿山已建立专用基金账户，已缴存 2778.60 万元，截至目前利息 273.6056 万元，合计账户资金 3052.2056 万元。本次计算吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区生态修复动态投资 2883.9355 万元，矿山企业无需再计提基金。

（四）监管保障

采矿权人应当与矿区所在地县级人民政府财政部门、自然资源主管部门、金融机构共同签订矿区生态修复费用监管协议，明确矿区生态修复费用提取使用的时间、数额。费用提取、使用及矿区生态修复

方案的执行情况需填报在矿业权人勘查开采信息公示系统。自然资源、财政主管部门按照管理权限适时对费用提取使用情况进行监督检查。

二、公众参与

（一）公众参与技术路线

矿区生态修复的公众参与包括全程参与和全面参与。通过走访，调查、座谈收集当地土地管理及相关部门、矿山企业和矿区周边区域公众对生态修复项目占地及开展后期生态修复工作的意见和建议，以明确矿山生态修复工程的可行性，同时监督生态修复工作的实施，实现生态修复的民主化、公众化，从而有利于最大限度地发挥生态修复的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

本《方案》在编制的前期准备、编制过程中听取了矿区周边地区居民及矿山工作人员对矿区生态修复的意见。矿区生态修复公众参与技术路线见图 7-1。

图 7-1 土地复垦公众参与技术路线

（二）《方案》编制期间公众参与

1、前期准备

矿区生态修复公众参与的前期准备包括：

- （1）查阅矿山提供的基础资料，了解矿区的地形、地貌、土壤、

植被以及当地的种植习惯等；

（2）利用矿山提供资料以及网络资源初步了解项目区经济社会发展水平；

（3）查阅当地土地利用现状以及市、乡镇级土地利用规划。

2、走访调查

（1）调查因采矿破坏土地而影响居民生产生活的情况。

（2）调查公众对土地破坏的了解。

（3）调查公众对生态修复的了解与期望。

（4）调查公众对所采取的生态修复措施的意见。

3、方案公示

《方案》送审稿在报送自然资源主管部门之前，向附近村屯发放《方案》的公众意见征求表，广泛征求公众意见，本次征求对象主要包括职员、会计、农民、工人等 11 人，回收《方案》公众意见征求表 11 份。根据调查结果，公众基本了解该矿山，认为通过生态修复能恢复当地的生态环境并支持该矿山的生态修复，认为该矿山生态修复的土地复垦最适宜的方向是林地和耕地，并认为本《方案》可行。同时提出了如下建议：

（1）矿山应加强后期管护工作。

（2）矿山应优先聘用当地居民从事生态修复工作。

（3）希望方案实施过程中注意避免对项目区周边土地的影响和破坏。

（4）属地自然资源主管部门应加强对复垦工程实施过程的检查和监督，定期对矿区生态修复工作进行检查；当地群众也要参与对矿区生态修复工作的监督。

（三）后续公众全程和全面的参与

1、方案实施过程中公众参与

（1）生态修复工程完毕时组织当地群众、相关职能部门和专家代表，对生态修复实施情况进行实地考察。

（2）通过公示等手段，及时公布生态修复工程进展、效果和资金使用情况，年底公布审计部门审计结果。

（3）设立生态修复意见征集网上信箱和论坛，确保公众意见有通畅的表达渠道。

（4）邀请当地群众、相关职能部门和专家，根据考察的实际情况以及公众意见，对方案和计划进行调整修改。修改后的方案和计划上报自然资源主管部门备案。

2、竣工验收阶段中公众参与

生态修复工程竣工以前，邀请当地群众、相关职能部门和专家对生态修复质量进行评价。

三、效益分析

（一）社会效益

矿区生态修复工程实施后，一方面可改善当地的人居环境，避免因矿山地质灾害的发生而危及当地人民生命财产安全；另一方面恢复了土地的利用功能，为当地居民提供了就业机会。同时生态修复工作也关系到社会经济发展的大事，不仅对生态环境和国民生产有重要意义，而且是保证区域经济可持续发展的重要组成部分。由于土地的大量损失，一、违背国家关于十分珍惜和合理利用土地的政策；二、将会直接影响到矿区周边居民的生活；三、复垦修复后的土地调整了土地利用结构、发挥了生态系统的功能、合理利用了土地、提高了环境容量、促进了生态良性循环、维护了生态平衡。所以，生态修复是关

系国计民生的大事，不仅对生态环境和矿山生产有着重大意义，而且对社会稳定发展也起到了至关重要的作用，它将是保证项目区区域可持续发展的重要组成部分，因而具有重要的社会效益。

（二）环境效益

矿区生态修复的环境效益是显而易见的，矿山生产项目实施过程中，必将给矿山及周边生态环境带来一定的影响和危害。例如：在矿山生产中，由于采矿生产活动扰动和破坏了原地表植被，区域植被覆盖率降低，可引起局部地区沙化，水土流失等环境问题。生产机械、人员践踏等活动也会使矿区及周边植被受到严重的影响，各种机械和车辆排放的废气、油污以及运输车辆行驶扬尘等也将对周围植物的正常生长产生一定的影响。此外，矿区周围植被也将受到不同程度的影响。

矿区生态修复工程实施后，可消除矿山地质灾害隐患和污染源，提高植被覆盖率，有效地防止水土流失，改善当地生态环境。对矿山生产破坏的土地应尽量恢复其原有的功能，不改变其原来的使用功能。通过对项目区生态环境的恢复与建设，使占有和破坏的土地得到恢复，最终恢复了土地的生产力，建成人工与自然复合的生态系统，形成新的人工和自然景观。将工程对生态环境影响减小到最低，改善了生物群落的生活环境，恢复生物多样化。因此，环境效益显著。

（三）经济效益

林地经济效益：复垦林地栽植的树种落为榆树和杨树，栽植密度按东北地区商品林的标准。按 15~20 年、25~30 年可进行两次抚育采伐，两次抚育强度按 30% 计算，出材率按 70% 计算，两次抚育每公顷可生产木材 60m³。41 年后皆伐，按 80% 的出材率，每公顷可生产木材 200m³，41 年后共计出材 260m³，按现行市场价格，平均 800 元

/m³ 计算，可创产值 20.8 万元，按 40 年计算，平均每公顷每年可创产值 0.52 万元。栽植榆树和杨树面积 22.1449hm²，每年产值约 11.52 万元。

耕地经济效益：根据当地实际情况调查，项目区耕地年产玉米 10000kg/hm²，玉米按照 2.5 元/kg 计算，公顷产值 25000 元，扣除成本支出 8000 元，公顷增收 1.7 万元，项目复垦旱地 0.8967hm²，每年可实现 1.52 万元的经济效益。

由此可见，矿山生态修复复垦旱地、乔木林地经营管理具备一定的经济效益。

第八章结论

1、吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿剩余服务年限 12.93 年。矿山终采后，矿区生态修复工作需 4 年（生态修复工程实施 1 年，监测、管护工作 3 年）。故本《方案》服务年限为自《方案》批准之日起 16.93 年。《方案》每 5 年进行一次方案修编，以便更好地适应矿区生态修复工作的进行。当矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式时，应当重新编制矿区生态修复方案。

2、吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿终采时预测总损毁土地面积***hm²，其中挖损面积***hm²，主要为露天采场和井口，损毁程度重度；压占面积***hm²，主要为主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场，损毁程度重度。损毁土地类型主要为：工业用地 3.0501hm²，采矿用地 58.8887hm²，乔木林地 3.1122hm²，其他林地 7.8980hm²，其他草地 1.4081hm²，旱地 0.8967hm²，坑塘水面 23.8411hm²。

3、本项目土地损毁总面积为***hm²，拟复垦修复土地面积***hm²，复垦修复方向为乔木林地（22.1449hm²）、灌木林地（72.1258hm²）、旱地（0.8967hm²）、工业用地（3.9275hm²），复垦率 100%。

4、生态修复工程主要治理对象为主井工业广场区、副斜井及风井工业广场区、废石场区、露天坑尾矿库、何家尾矿库、选矿厂、工业渣堆、表土场，主要措施及实物工作量为：表土堆撒播草籽 1.0056hm²，设置警示牌 60 个，设置安全围网 5967m，井口浆砌石封堵 122m³，井口回填 487m³，拆除水泥浆砌砖建筑物 5700m³，运输建筑垃圾 5700m³，清除地表硬覆盖层 7096m³，运输地表硬覆盖层

7096m³，废石场边坡修整 20000m³，平整场地 71504m³，覆土 285503m³，土地翻耕 0.8967hm²，土壤施肥 0.8967hm²，栽植榆树和杨树 55362 株，播种紫穗槐 67.1124hm²，播种草籽 94.2707hm²，废石场边坡播种紫穗槐 5.0134hm²。同时开展矿山环境监测与土地复垦管护工作。开展土地资源与地形地貌景观监测 34 次，地质灾害监测 272 次，地表水水质监测 34 次，地下水水位监测 102 次，地下水水质监测 34 次，土壤污染监测 17 次，林地管护 94.2707hm²，管护期 3 年。

5、根据矿区生态修复方案工作部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准，吉林吉恩镍业股份有限公司大岭矿矿区生态修复静态总投资约 1906.6861 万元，动态总投资约 2883.9355 万元，其中工程施工约 1406.7097 万元，其他费用约 227.2359 万元，监测与管护费约 142.0248 万元，预备费约 1107.9651 万元。