

集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿
矿区生态修复方案

集安市得利硼业有限责任公司

2026年9月



集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿 矿区生态修复方案

提交单位：集安市得利硼业有限责任公司

编制单位：吉林省邦州地质环境工程有限公司

项目负责人：姜宝华

编写人员：吴浩 姜建军 闻春红

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	集安市得利硼业有限责任公司					
	统一社会信用代码	*****			联系人	张明利	
	联系地址	集安市花甸镇			联系电话	*****	
	采矿权证证号	C*****			开采方式	地下开采	
	采矿权面积	*.**km ²			开采标高	+***m至+***m	
	采矿权拐点坐标	拐点 编号	2000 国家大地坐标系，3°		拐点 编号	2000 国家大地坐标系，3°	
			X 坐标	Y 坐标		X 坐标	Y 坐标
		1	*****.****	*****.* ***	3	*****.****	*****.****
		2	*****.****	*****.* ***	4	*****.****	*****.****
	采矿权有效期限	****年**月~****年**月					
开采主矿种	硼矿		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	吉林省邦州地质环境工程有限公司					
	统一社会信用代码	*****			联系人	姜建军	
	联系地址	长春市洋浦一号二期			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	签 名	
	姜宝华	*****	地质	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	签 名	
	吴 浩	*****	工程地质	高级工程师	*****		
	姜建军	*****	采矿	高级工程师	*****		
	闻春红	*****	水工环地质	高级工程师	*****		

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、方案服务年限	11
第一章 矿山基本情况	13
一、矿业权人基本情况	13
二、地理位置与区域概况	13
三、矿山开采历史及现状	13
四、开采利用方案概述	17
第二章 矿区基础信息	21
一、矿区自然地理	21
二、社会经济概况	24
三、矿区地质环境背景	24
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	33
五、矿区生态状况	34
六、矿区及周边人类重大工程活动	36
七、矿区生态修复工作情况	37
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	38
一、问题识别与受损预测	38
二、生态修复可行性分析	51
三、生态修复分区及修复时序安排	67
四、采矿用地与复垦修复安排	68
第四章 生态修复措施与工程内容	70
一、保护与预防控制措施	70
二、修复措施	70
三、工程内容	73
第五章 监测与管护	78
一、监测目标与措施	78
二、管护目标与措施	84
三、监测与管护工程量	87
第六章 工程部署与经费估算	88
一、总体部署	88
二、总体经费估算	90

三、阶段工作任务与经费安排	99
第七章 保障措施与公共参与	105
一、保障措施	105
二、公众参与	108
三、效益分析	110
第八章 结论	113

附表

- 1、人工费预算单价计算表
- 2、主要材料价格表
- 3、机械台班预算单价计算表
- 4、工程施工费单价分析表
- 5、生态修复分区拐点坐标表

附图

顺序号	图件名称	比例尺
1	集安市得利硼业有限公司横路东岔硼矿土地利用现状图	1: 2000
2	集安市得利硼业有限公司横路东岔硼矿矿区地质环境问题现状图	1: 2000
3	集安市得利硼业有限公司横路东岔硼矿矿区土地损毁现状图	1: 2000
4	集安市得利硼业有限公司横路东岔硼矿矿区地质环境问题预测图	1: 2000
5	集安市得利硼业有限公司横路东岔硼矿矿区土地损毁预测图	1: 2000
6	集安市得利硼业有限公司横路东岔硼矿矿区生态修复工程部署图	1: 2000
7	东岔硼矿*号矿体储量计算水平投影图	1:1000
8	东岔硼矿 II 勘探线剖面图	1:1000
9	东岔硼矿 V 勘探线剖面图	1:1000
10	东岔硼矿 IV 勘探线剖面图	1:1000

附件

- 1、地表水检测报告
- 2、土壤检测报告
- 3、采矿许可证（副本）复印件
- 4、方案编制委托书

- 5、项目单位对提供资料的承诺书
- 6、项目单位对《方案》的承诺书
- 7、土地权属证明
- 8、土地权属人对《方案》的意见
- 9、自然资源局对《方案》的意见
- 10、公众参与问卷调查表
- 11、存储矿区生态修复基金承诺书
- 12、原环境恢复治理与土地复垦基金缴存凭证
- 13、矿产资源开发利用方案评审意见
- 14、矿山剩余服务年限说明
- 15、客土土源证明
- 16、原方案专家评审意见
- 17、内审意见

前 言

一、编制目的

（一）任务来源

集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿为已建矿山，采矿许可证号为C*****，开采矿种为硼矿，开采方式为地下开采，生产规模为*万吨/年，有效期限为****年**月至****年**月，发证机关为集安市自然资源局。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）》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，集安市得利硼业有限责任公司委托吉林省邦州地质环境工程有限公司，依据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》编制《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼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) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日修订）；
- (3) 《中华人民共和国矿山安全法》（2021 年修正）；
- (4) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日施行）；
- (5) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日施行）；
- (6) 《中华人民共和国黑土地保护法》（2022 年 8 月 1 日施行）；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（****年*月 1 日施行）；
- (8) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日施行）；
- (9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日施行）；
- (10) 《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）；
- (11) 《地质灾害防治条例》（2003 年 11 月 29 日施行）；
- (12) 《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日执行）；
- (13) 《土地复垦条例实施办法》（2019 年修正）；
- (14) 《地质环境监测管理办法》（2019 年修正）（2019 年 7 月 24 日执行）；
- (15) 《吉林省地质灾害防治条例》（2009 年 3 月 27 日执行）；
- (16) 《吉林省黑土地保护条例》（2023 年 4 月 1 日施行）。

2、政策文件

- (1) 《自然资源部办公厅关于<矿产资源法>实施衔接过渡有关事项的通知》（自然资办函〔2025〕1704 号）；
- (2) 《自然资源部办公厅关于做好<矿产资源法>实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函〔2025〕2043 号）；
- (3) 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4 号）；

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

（5）《自然资源部生态环境部财政部国家市场监督管理总局国家金融监督管理总局中国证券监督管理委员会国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）；

（6）《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）；

（7）《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（二次征求意见稿）》（2025年6月30日）；

（8）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

（9）《自然资源部，财政部，生态环境部山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）（自然资办发〔2020〕38号）》；

（10）《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）；

（11）《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）；

（12）《吉林省人民政府办公厅关于印发吉林省建设占用耕地耕作层土壤剥离利用管理办法的通知》（吉政办发〔2022〕17号）；

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

- (2)《土地复垦方案编制规程第1部分—通则》(TD/T 1031.1-2011);
- (3)《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013);
- (4)《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2009);
- (5)《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021);
- (6)《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002);
- (7)《生态环境状况评价技术规范》(HJ/T 192-2015);
- (8)《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);
- (9)《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015);
- (10)《土壤环境质量标准》(GB 36600-2018);
- (11)《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T 45107-2024);
- (12)《耕作层土壤剥离利用技术规范》(TD/T 1048-2016);
- (13)《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T 1049-2016)
- (14)《矿山地质环境监测技术规范》(DZ/T 0287-2015);
- (15)《水土保持综合治理技术规范》(GB/T 16453-2008);
- (16)《造林技术规程》(GB/T 15776—2023);
- (17)《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013);
- (18)《生产项目土地复垦验收规程》(TD 1044-2014);
- (19)《耕地质量等级》(GB/T 33469-2016);
- (20)《矿山生态修复工程验收规范》(TD/T 1092-2024);
- (21)《矿山生态修复工程实施方案编制导则》(TD/T 1093-2024);
- (22)《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》(TD/T 1070.1-2022);
- (23)《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南(试行)》(HJ 1209-2021);
- (24)《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004);
- (25)《矿山废弃地植被恢复技术规程》(LY/T 2356-2014);

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

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

4、其他资料

(1)《吉林省集安市横路东岔硼矿储量核实报告》，通化市德源矿产勘查开发中心，2006年4月；

(2)《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿开发利用方案》，长春黄金设计院，2009年11月；

(3)《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》吉林省宏信地质环境工程有限公司，****年*月；

(4)《集安市国土空间总体规划(2021—2035年)》吉政函〔2024〕31号，2024年4月；

(5)《集安市得利硼业有限责任公司东岔硼矿矿产资源储量服务年限情况说明》，2023年8月，吉林有色金属地质勘查局六〇六队；

(6)集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿土地利用现状图，集安市自然资源局；

(7)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。

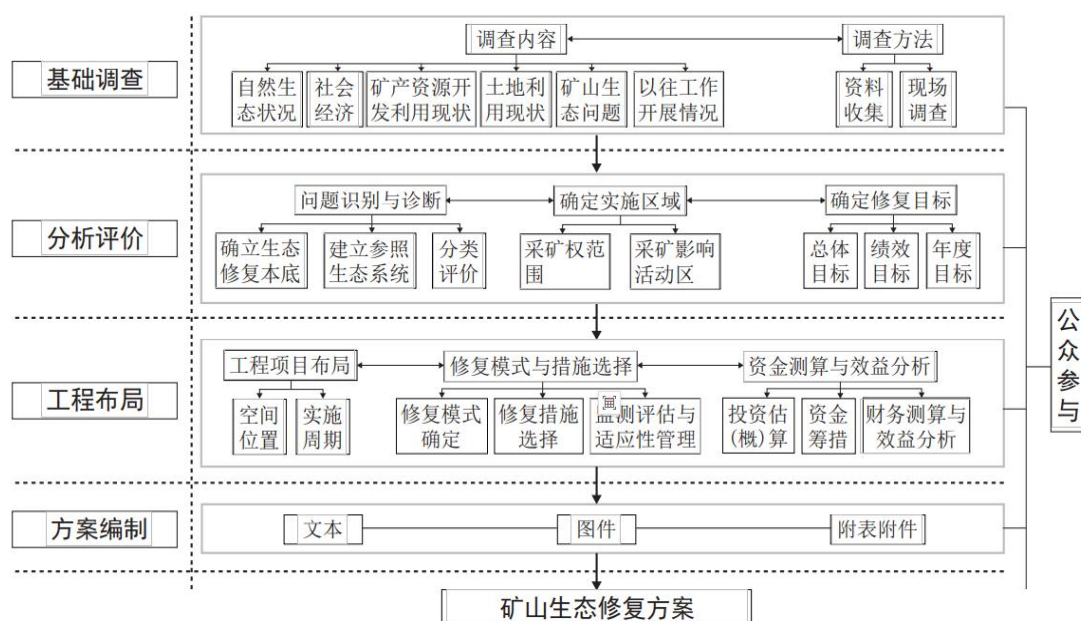


图 0-1 矿区生态修复方案编制工作流程图

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
娄建军	工程师	水工环	项目负责人	项目全面实施及报告审核
吴浩	高级工程师	工程地质	主编	资料收集、野外调查及报告编制
姜宝华	高级工程师	岩土	报告编制	制图设计
闻春红	工程师	水工环	报告编制	预算

(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。

（2）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。2026年8月1日进行现场调查勘查、采取水样、土样。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。

（3）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。

（4）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）原方案编制情况

****年*月，吉林省宏信地质环境工程有限公司编制了《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼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****年（****年*月至****年*月）。每5年修编一次。

2、集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿为年生产规模*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：办公区（ 0.68hm^2 ）、工业广场区（ 2.42hm^2 ）、废石堆场区（ 2.42hm^2 ），评估区内其他区域为矿山地质环境影响较轻区，面积为 55.76hm^2 。

4、预测评估结论：办公区（ 0.68hm^2 ）、工业广场区（ 2.42hm^2 ）、废石堆场区（ 2.42hm^2 ），评估区内其他区域为矿山地质环境影响较轻区，面积为 55.76hm^2 。

5、损毁土地面积：矿山合计损毁土地面积 2.42hm^2 损毁土地类型为采矿用地（ 2.42hm^2 ）。

6、矿山地质环境重点防治区：办公区（ 0.68hm^2 ）、工业广场区（ 0.46hm^2 ）、废石堆场区（ 1.28hm^2 ），总面积为 2.42hm^2 ；评估区范围内的其他区域划分为一般防治区：面积 55.76hm^2 。

6、矿山项目区面积 57.76hm^2 ，复垦区面积 2.42hm^2 ，复垦责任范围面积 2.42hm^2 ，复垦土地面积 2.42hm^2 ，复垦为有林地面积 2.42hm^2 、土地复垦率为 100%。

7、矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程主要治理对象为办公区、工业广场、废石堆场主要措施为封堵斜井回填废石、封堵斜井浆砌石砌筑、拆除建筑物、清除硬盖层、建筑物硬盖层回填井下运输、地面清理平整、客土坑穴填土、栽植杨树、撒播紫花苜蓿。矿山地质环境监测主要为沉降监测、崩塌监测；土地复垦监测主要为复垦工程进度等。

（1）地质灾害防治工程：封堵斜井回填废石 275m^3 、封堵斜井浆砌石砌筑 27.5m^3 。

(2) 地形地貌景观恢复工程：拆除建筑物 300m³，清除硬盖层 3840m³，建筑物硬盖层回填井下运输 1380m³，地面清理平整 2420m³。

(3) 矿区土地复垦：覆表土 363m³，栽植杨树 6050 株，撒播紫花苜蓿 2.42hm²。

(4) 矿山地质环境监测：对地质灾害监测 105 次，土地复垦监测 16 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 2.42hm²。

8、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，集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿山地质环境保护与土地复垦方案总投资为 33.45 万元，每公顷投资为 13.82 万元。其中矿山地质环境治理总投资为 21.45 万元；土地复垦总投资为 9.65 万元。

(六) 原方案执行情况

由于该矿山 2012 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、对废石堆场进行整形。
- 2、矿山企业每年定期开展了地下水监测、水质监测。

表 0-2 本方案和原方案矿区生态修复工程量对比表

原方案情况（损毁面积 2.42hm ² ）					本方案情况（损毁面积 4.4534hm ² ）				
环境治理措施	序号	单项名称	单位	工程量	环境治理措施	序号	单项名称	单位	工程量
	一	恢复治理工程				一	地质灾害防治工程		
	1	封堵斜井回填废石	m ³	275		1	警示牌	个	20
	2	封堵斜井浆砌石砌筑	m ³	27.5		二	地貌重塑		
	3	拆除建筑物	m ³	300		1	三处平硐回填		596.6

	4	清除硬盖层	m ³	3840		1.1	平硐封堵浆砌石		142.4
	5	建筑物等回填井下	m ³	1380		2	拆除建筑物		186
	6	地面清理平整	m ³	2420		3	清除硬盖层		8906.8
	二	土地复垦工程				4	地裂缝回填		1985
	1	客土坑穴填土	m ³	363		5	工业广场废石清运及建筑物清运		4803.6
	2	翻耕	hm ²	2.42		6	平整场地		4453.4
	3	栽植杨树	株	6050		三	土壤重构		
	4	撒播紫花苜蓿	hm ²	2.42		1	协调土方		13360.2
	三	监测管护				2	覆土		13360.2
	1	地质灾害监测	次	105		四	植被重建		
	2	土地复垦监测	次	16		1	植树		11134
	3	土地管护	年	3		2	植草		4.4534
环境 治理工程	21.45 万元	合计	33.45			四	监测与管护		
土地复 垦工程	12.00 万元					1	土地资源与地形地貌景观监测	次	14
						2	地质灾害监测	次	140
						3	地表水水质监测	次	7
						4	地下水水位监测	次	126
						5	地下水水质监测	次	14
						6	土壤污染监测	次	7
						7	3 年林地管护	hm ²	4.4534
							静态投资	万元	225.3297
							动态投资	万元	259.4185

二、方案服务年限

根据《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿开采方案》及评审意见和《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿山剩余服务年

限说明》(吉林有色金属地质勘查局六〇六队，2023年8月15日)，矿山设计服务年限3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7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

集安市得利硼业有限责任公司始建于 2007 年,矿山于 2012 年停产至今, 矿山建设规模为 10^4t/a , 矿山开采为地下开采, 现有场地面积能满足未来 矿山生产需要, 随着矿山后期开采, 采空区预测塌陷, 生产地上面积后期不 再扩大。

二、地理位置与区域概况

矿区位于吉林省集安市直距**km, 行政规划区隶属于集安市花甸镇管 辖。地理坐标范围见表 1-1。

表 1-1 地理坐标范围表

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

矿区距集安市 90km, 有二级水泥公路相通, 通往全国各地, 交通方便。 (见图 1-1 交通位置图)。

图 1-1 集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿交通位置图

矿区周边无相邻矿山及大型基础设施。

三、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史及现状

该矿山 2012 年底至今一直处于停产状态。集安市得利硼业有限责任公司 横路东岔硼矿, 原地质报告中提交的 11 条矿体, 除*号矿体外, 目前其他矿 体已全部采完。*号矿体也仅保有 350m 标高以下部分。

经过现场调查发现, 在露天开采时期, 留下一个废石堆, 分布于矿区内, 废石场长度约为 323m, 宽度约为 61.33m, 高度约为 3m, 堆存量约为

59428.77m³，坡角约为 45° -50° ；矿区外办公区占地面积 3801m²，工业广场占地面积 17067.23m²。

照片 1-1 航拍影像图

照片 1-2 办公区

照片 1-3 工业广场区

照片 1-4 号废石场区

照片 1-5 工业广场及办公区

照片 1-6 工业广场、办公区、废石堆场远景图

照片 1-7 废石堆场区建筑物 1

照片 1-8 废石堆场区建筑物 2.3.4

照片 1-9 办公区内建筑物

照片 1-10 预测塌陷区

照片 1-11 预测塌陷区

（二）矿业权设置情况

东岔硼矿于 2006 年由通化德源矿业勘查开发中心对该矿进行了储量复核工作，编写了《集安市东岔硼矿资源储量复核报告》提交备案得资源储量

为（122b）*千吨、（333）**.*吨、（222）***千吨。

2009 年办理该区的采矿权，并于 2009 年 3 月 1 日获得集安市自然资源局颁发的采矿许可证，开采年限 2 年 9 个月，采矿许可证编号：C*****，有效期****年*月至****年*月，发证机关为集安市自然资源局。开采深度： +***m 至+***m。矿区面积：*.*km²。开采的矿种为硼矿，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采矿权人：集安市得利硼业有限责任公司。矿山名称：集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿。经济类型：有限责任公司。

****年*月，办理第一次延续。并于****年*月获得集安市自然资源局颁发的采矿许可证，开采年限 3 年，采矿许可证编号：C*****，有效期****年*月至****年*月，发证机关为集安市自然资源局。开采深度： +***m 至+***m。矿区面积：*.*km²。开采的矿种为硼矿，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采矿权人：集安市得利硼业有限责任公司。矿山名称：集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿。经济类型：有限责任公司。

****年*月，办理第二次延续。并于****年*月获得集安市自然资源局颁发的采矿许可证，开采年限 3 年，采矿许可证编号：C*****，有效期****年*月至****年*月，发证机关为集安市自然资源局。开采深度： +***m 至+***m。矿区面积：*.*km²。开采的矿种为硼矿，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采矿权人：集安市得利硼业有限责任公司。矿山名称：集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿。经济类型：有限责任公司。

****年*月，办理第三次延续。并于****年*月获得集安市自然资源局颁发的采矿许可证，开采年限 2 年 9 个月，采矿许可证编号：C*****，有效期****年*月至****年*月，发证机关为集

安市自然资源局。开采深度： +***m 至+***m。矿区面积： *.**km²。开采的矿种为硼矿，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采矿权人： 集安市得利硼业有限责任公司。矿山名称： 集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿。经济类型： 有限责任公司。

****年*月，办理第四次延续。并于****年*月获得集安市自然资源局颁发的采矿许可证，开采年限 3 年，采矿许可证编号： C*****，有效期****年*月至****年**月，发证机关为集安市自然资源局。开采深度： +***m 至+***m。矿区面积： *.**km²。开采的矿种为硼矿，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采矿权人： 集安市得利硼业有限责任公司。矿山名称： 集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿。经济类型： 有限责任公司。

****年**月，办理第五次延续。并于****年**月获得集安市自然资源局颁发的采矿许可证，开采年限 3 年，采矿许可证编号： C*****，有效期****年**月至****年**月，发证机关为集安市自然资源局。开采深度： +***m 至+***m。矿区面积： *.**km²。开采的矿种为硼矿，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采矿权人： 集安市得利硼业有限责任公司。矿山名称： 集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿。经济类型： 有限责任公司。

采矿权矿区范围由 4 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	*****.****	*****.****

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，该矿山由办公区、工业广场区、废石堆场区组成。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) 办公区位于矿区外西侧，占地面积 0.3801hm^2 ，包括办公室及附属设施，办公室长 55.955m *宽 10m *高 3m ，占地面积 559.55m^3 。

b) 工业广场区位于矿区外西南侧，占地面积 1.7067hm^2 。堆放废渣，废渣量约 4617.6m^3 。

c) 废石堆场区位于矿区内，占地面积 2.3667hm^2 。包含四处建筑物，值班室、炸药库、火药库等，其中 3 处建筑物长 3m *宽 2.5m *高 2m ，占地面积 7.5m^2 。值班室建筑物长 15m *宽 7m *高 3m ，占地面积 105m^3 。三处平硐，三处占地面约 300m^2 ，平硐标高+***m，+***m，+***m，斜井断面 7.46m^2 ，深度***m、**m、300m。

（二）资源储量、建设规模及服务年限

根据 2006 年通化德源矿业勘查开发中心对该矿进行了储量复核工作，编写了《集安市东岔硼矿资源储量复核报告》，提交了备案得资源储量（122b）*千吨、（333）*千吨、（222）*千吨。矿山从 2012 年至今未开采。

2023 年 8 月 15 日吉林省有色金属地质调查局六 0 六队编制的《集安是得利硼业有限责任公司东岔硼矿矿产资源储量服务年限情况说明》通过本次核实，设计利用储量资源储量***kt，矿山开采规模*万吨/年。

经计算矿山可服务年限约 3 年。

图 1-2 矿山平面布置示意图

矿山建设规模为 $\ast \times 10^4$ t/a，企业最终产品为含硼矿。矿山设计总服务年限 3 年。根据颁发的采矿许可证，矿山即将到期。该矿山 2012 年底至今处于停产状态，根据《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿山剩余服务年限说明》(吉林有色金属地质勘查局六 0 六队 2023 年 8 月 15 日)，矿山设计服务年限 $\ast$ 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

根据矿体的赋存条条件，采用平硐-盲斜井开拓方式，斜井倾角 $\ast^\circ$ ，斜井长 $\ast\ast\ast$ m，井底标高 $\ast\ast\ast$ m，现有 $\ast\ast\ast$ m， $\ast\ast\ast$ m， $\ast\ast\ast$ m， $\ast\ast\ast$ m，四个中段，考虑到矿山现有盲斜井已下掘至 $\ast\ast\ast$ m 标高，为节省投资，便于管理，350m~ $\ast\ast\ast$ m 标高 $\ast$ 号矿体开拓仍采用矿山现有的开拓系统。

矿山采用斜井一盲斜井开拓方案，其中+ $\ast\ast\ast$ m 平硐倾角 $\ast^\circ$ ，井筒下掘斜长 $\ast\ast\ast$ m，井筒采用三心拱断面，断面 7.46m^2 。喷射混凝土支护，支护度 100mm，提升容器采用 0.5m'串车提升，提升设备仍采用现有的中 1.2m 矿用提升机，该斜井担负井下矿石和废石的提升，以及人员材料、设备的下放和提升。井下 $\ast\ast\ast$ m 中段矿行、废石由人推矿车至斜井车场，由盲斜井提升至地表甩车场，矿石用人推矿车卸载到地表矿石堆场，由汽车装载外运，废石采用人推广车经甩车道溜到废石场。+ $\ast\ast\ast$ m 平硐和 + $\ast\ast\ast$ m 设计采用对角抽出式通风系统，采用机械通风。新鲜风流由斜井及盲斜井进入井下各工作面，污风经端部回+ $\ast\ast\ast$ m 排到地表大气中。估算矿并总风量为 $11\text{m}^3/\text{s}$ 通风总阻力为 120Pa。设计选用 K40-4-No9 型矿

用通风机一台，风几通过反转实现反风。设计在***m 中段井井底车场设水仓、水泵房，各中段涌水通区变压，变压器型号 97-10/0.4200KV1 台。地面动力及照明采用 380/220 三相四线制系统。井下运输照明采用 36V。

（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

采用浅孔留矿法开采。

（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，东岔硼矿现有废石堆场内的废石约 59428.77m³，工业广场内的废渣 4617.6m³，合计 64046.37m³，矿山企业通过综合利用方式进行深加工处理废石，主要用于铺路及建筑使用，剩余废石继续堆在废石场内。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，剩余废石纳入公共资源交易平台处置。

矿山生产每年生产期间产生废石 0.*万 m³，矿山剩余服务年限内（3 年）共产生废石 0.*万 m³，用于地下充填石料。生产期间每年充填废石需要 0.*万 m³，优先来源于生产期间产生的废石，剩余来自废石场。

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。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

本区地处内陆山区，具大陆性季风气候。春季干旱，夏季温热多雨，秋季天高气爽，冬季漫长寒冷。年平均气温 4.7°C 。最高温度 35.5°C 最低温度 -35.9°C 。无霜期 133~150 天。10 月份开始结冻，翌年 4 月上旬解冻，最大冻土厚 145cm。年均日照时间 2373h。大气降水多集中于 7、8 月份，占全年降水量的 60%~70%。降雪集中于 12 月份和翌年 1 月份。年均降水量 883.4mm，蒸发量 742.4mm。

(二) 水文

矿区内河流属鸭绿江水系。主要干流为浑江，支流有头道沟河、二道沟河、三道沟河等，均汇集浑江，流入鸭绿江，于丹东附近入黄海。矿区东南有小溪通过，该河流为季节性河流。

矿区东南清河镇有东岔砬矿河通过，该河流为季节性河流。已对季节性地表水质量进行了监测，根据中化地质矿山总局吉林地质勘查院出具的检测报告，地表水 pH 值 7.25， Ca^{2+} 浓度 27.3mg/L， SO_4^{2-} 浓度 37.20mg/L，总硬度 28mg/l，游离二氧化碳 8.8mg/l，溶解氧 7.64mg/l。

(三) 地形地貌

矿区所在为吉林省通化市南部，长白山系老岭山脉北部。区内山峦起伏，风景秀丽。矿区地势北高南低，海拔最高标高***m，最低标高***m，当地最低侵蚀基准面标高***m。评估区地貌属山区，按成因形态单元可划分侵蚀构造低山，地表多为乔灌木覆盖，无住宅及其他构筑物。高差

180m。当地侵蚀基准面标高***m。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 矿区附近地形地貌

（四）土壤

集安市的土壤类型主要为灰棕壤土，包括灰棕壤、准灰棕壤、暗棕壤 3 个亚类，土壤肥力多为 2 级 2 等和 3 级 3 等。

项目区土壤为砂壤土，土壤类型为暗棕壤，土层厚度约 30cm，有机质含量高，适合植物生长。但土层较薄，耕层浅，其下为砂砾或灰化层，养分含量低。因此，土壤中有机质养分储量不高，作物生长后期供肥不足。土壤采样布设为废石堆场附近 50-100m,工业广场附近 50-100m,根据中化地质矿山总局吉林地质勘查院土壤检测结果：PH 值 7.43、有机质 180.3g/kg、全氮 8.53g/kg、全速钾 728mg/kg、有效磷 24.5mg/kg、总汞 6.4mg/kg、总铅 27.5mg/kg、总镉 0.28mg/kg、总铬 44.9mg/kg、总镍 15.2mg/kg、全铜 26.5mg/kg、全锌 116.0mg/kg，土壤环境质量良好，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

该区植物属于长白山植物区系，植物类型以针阔叶混交林为主。受温带季风影响，水热条件较为优越，也有利于植物的生长。矿区地处长白山山脉的南麓，地势呈东北高，西南低，矿区及周边地区植被主要为林地，多为针阔叶混交林和阔叶林，森林覆盖率 85%。主要树种有黄花松、杨树、桦树、黄菠萝、水曲柳、椴树等。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）动物

区内大型哺乳动物较为稀少，主要为飞禽、啮齿类动物、爬行动物、昆虫，如各种鸟类、野兔、鼠类、蛇等。

二、社会经济概况

集安市位于吉林省东南部，辖区面积 3348.54 平方公里，辖 1 个省级经济开发区、11 个乡镇、4 个街道，127 个行政村，户籍总人口 197528 人，有汉、朝鲜、满、回等 25 个民族，是世界文化遗产地、中国历史文化名城、国家级生态示范区、中国优秀旅游城市、全国休闲农业与乡村旅游示范县、中国书法之乡、国家园林城市、中国十大边疆重镇。2025 年 GDP 同比增长 5.0%。集安地处长白山南麓、鸭绿江中游右岸，是国家历史文化名城、世界文化遗产地，兼具东北边疆厚重的古代少数民族历史文化、边境红色文化，搭配长白山地与鸭绿江峡谷地质地貌，人文与自然景观交融，素有“塞外小江南”之称。

集安属于长白山构造带，老岭山脉斜穿市域，以花岗岩、变质岩为主，鸭绿江深切峡谷地貌是核心地质景观：鸭绿江国境地质景观带：发育断层三角面、花岗陡崖、峰林、河漫滩、江心岛；国东大穴洞穴群（通天洞、观音洞等），为岩石风化、流水溶蚀形成的大型蚀洞群，峭壁峡谷地貌典型。

五女峰地质遗迹：五女峰国家森林公园内，花岗岩奇峰、峡谷、瀑布、溶洞、节理裂隙地貌集中，有幽谷银瀑、洞天皓月等地质看点，岩层记录长白山南缘抬升、流水切割过程。

区域地层保留古生代、中生代沉积与岩浆活动痕迹，是研究长白山南麓构造演化的野外场所

高句丽文物古迹景区（国家 5A，国家考古遗址公园），包含丸都山城、国内城、长寿王陵（将军坟，东方金字塔）、好太王碑、洞沟古墓群、集安博物馆，为世界文化遗产核心区集安市高句...。 2. 五女峰国家森林公园：长白山南麓原始山林，奇峰、峡谷、瀑布、森林景观，保留抗联遗址，自然 + 红色人文结合。 3. 鸭绿江国门景区：“东北第一国门”、鸭绿江国境铁路大桥，抗美援朝第一渡，红色边境景区，可眺望对岸朝鲜，鸭绿江游船、云峰湖、老虎哨水库构成界江风光带。

历史文化保护区（文物保护 / 世界遗产）：高句丽王城、王陵及贵族墓葬（世界文化遗产，2004 列入），42 处遗迹分布在集安，是集安最核心的历史文化保护区域悠游吉林。洞沟古墓群（全国重点文保单位）：上万座高句丽古墓，含王陵、贵族墓，有大量古墓壁画，是巨型露天墓葬遗址保护区，包含太王陵、千秋墓、五盔坟等。丸都山城 + 国内城：一对“平原城 + 山城”复合都城，高句丽早中期都城，国内城在今集安市区，丸都山城为山上军事王城，是古代东北山城建筑典范，全国重点文保单位。好太王碑保护区域：整块天然角砾凝灰岩石碑，四面汉字碑文，记录高句丽历史，为国家级文保，建有专门保护亭与遗址保护区，被称为海东第一古碑。长寿王陵（将军坟）保护区：保存最完整的高句丽方坛阶梯石砌王陵，花岗岩巨石砌筑，严格划定遗址保护范围与建设控制地带。

东沟村隶属于集安市花甸镇，位于镇区东侧 5km，辖 6 个居民组，耕地总面积 836.67 亩（旱田 650 亩，水田 186.67 亩）。2022—2024 年全村户籍人口小幅下降，农业人口 572~581 人，人均耕地约 1.44~1.46 亩。本村属于山区村，基础农作物为玉米、水稻，主导特色产业为人参、林下参、山葡萄、大叶芹等林下经济；村集体经济含白酒加工、光伏项目；林地资源丰富，历史存在硼矿开发，区域水土保持、生态管控要求高，少量劳动力常年外出务工。

2025 年预计全市地区生产总值增长 5.5%，地方级财政收入增长 31.3%，规模以上工业总产值增长 12%，规模以上工业增加值增长 10%，社会消费品零售总额增长 5.5%。全地区城镇常住居民人均可支配收入 35527 元，比上年增长 3.8%；全地区农村常住居民人均可支配收入 20614 元，比上年增长 5.8%。

——资料来源于集安市人民政府官网

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

a) 地层

矿区内地层以元古界集安群为主，侏罗系小岭组仅局部出露，集安群自下而上划分为清河组、新开河组、大东岔组。

(1) 清河组：

分布于文字沟，清河及金家村以北地段，以变粒岩为主，夹斜长角闪岩及石墨大理岩。

(2) 新开河组

分布在矿区中部，为一套变粒岩夹斜长角闪岩，橄榄大理岩组合，是区内主要含硼层。

共分三个段，自上而下可分为：

久财源段：以变粒岩为主，夹斜长角闪岩及大理岩，自上而下第二层蛇纹岩含硼，第三层蛇纹大理岩含磷及金云母。

哈塘沟段：以斜长角闪岩为主，夹黑云变粒岩、电气石变粒岩、白云质大理岩及蛇纹岩大理岩，为区域主要含硼层。

荒岔沟段：石墨变粒岩夹石墨大理岩。

大东岔组：分部在本区南部及矿山村南部地段，以片麻岩为主，夹黑云变粒岩及石英岩。矿区内集安群仅初露新开合组，由石墨黑云变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩、橄榄大理岩组成，以含硼的白云质大理岩、蛇纹大理岩、蛇纹岩发育为特征，含矿层厚度 8-50m 不等，在含矿层中有混合伟晶岩及安山玢岩、粗面岩脉切穿。

区内岩浆活动不发育，主要为燕山后期的中性岩脉，呈黑灰色、灰绿色斑状及隐晶结构，言行为安山斑岩及粗面岩。

地质构造

区域内褶皱构造十分发育，集安群自沉积成岩后，经历多次构造运动影响。从不同尺度调查结果表明，集安群各地层单元，一起卷入三幕变形。集安群三幕变形：第一变形幕，是以水平层系地层为变形面，受近东西向侧向挤压递进产生，形成一组轴向近南北，轴面向东缓倾斜的同斜复式顶厚褶皱、平卧褶皱及歪斜褶皱。第二变形幕，是以第一幕产生的轴面为变形面，受近南北向侧应力挤压，形成一组轴向近东西，轴

面向南陡倾斜的同斜褶皱和中常褶皱。第三变形幕，是以前第一、第二变形面基础上，受北西和南东向挤压，形成一组开阔园顶对称褶皱。

本区是在两个倒转背斜一个倒转向斜组成的同斜基础上，在叠上近东西和北东两组褶皱，形成两个开阔向形一个背形，受北西向推覆和北东向逆冲断层改造，导致地层重复再现的复杂构造格局。向背形叠加褶皱构造分别为，泉眼沟～虾蟆沟叠加褶皱、横路西岔～四道阳岔背斜、东江～腰营子～荒沟复式褶皱构造、驮道～正岔向形褶皱构造。

泉眼沟～虾蟆沟叠加褶皱：构成新月形构造形态，延续长 7km，总体方向 45° 轴线呈 S 型分布，轴面向东、南、西不同方向倾斜。横路西岔～四道阳岔背斜：该背斜长 5km，轴向南东，核部为荒岔沟组，两翼为大东岔组。东江～腰营子～荒沟复式褶皱构造：由西向东褶皱轴由近南北向转向北东后变近东西向，延长 9km，属于较开阔的对称褶皱。驮道～正岔向形褶皱构造：两翼夹角**° ～40° 轴面倾角近水平，属近同斜褶皱，延长 4km、方向 120° ～1**° 。

（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裂隙溶洞水、基岩裂隙潜水。

a) 碳酸盐岩类裂隙溶洞水：主要分布在蛇纹大理岩、白云大理岩裂隙溶洞中，沿矿体底板以下发育，呈层状分布，受微型褶曲影响呈波状变化，厚度 1m-4m.岩溶作用形态有溶隙、溶洞二种、溶隙：普遍分布、隙面上表现为薄膜状、钟乳状构造，隙宽 0.1~1mm，溶蚀强度在蛇纹大理岩中为中等，白云大理岩中弱到微弱。

b) 基岩裂隙潜水：基岩风化裂隙水在地表风化裂隙带内广泛分布，岩性为斜长角闪岩、石墨变粒岩、石英浅粒岩等，潜水位埋深 0~20m，含水层厚度 20~35m，含水层主要靠大气降水补给，沟谷受河流补给，以泉和蒸发的方式排泄。隔水层：位于基岩风化裂隙水与碳酸盐岩类裂隙溶洞水之间，厚度 15~140m 不等，岩性为斜长角闪岩、石墨变粒岩、蛇纹岩及矿体。根据 2003 年 4 月 8 日~10 月 10 日坑道涌水量测定结果：***m 中段***~***m³/d，***m 中段***~***m³/d.显然随着开采深度的增加，其坑道涌水量也随之降低，这是上部坑道疏干的结果。综上所述，本矿区水文地质条件属简单~中等类型。

隔水层分布于基岩风化带以下新鲜岩石，裂隙不发育，富水层微弱，透水性差，可视为隔水层。

矿体与围岩均属裂隙潜水含水层，主要补给来源为大气降水。部分矿体均位于侵蚀基准面以下。

该矿区山属构造剥蚀低山，侵蚀基准面标高***m，矿体分布标高为***m~+***m，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 F₁ 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，水文地质边界简单。

综上所述，本矿床水文地质条件属于为简单类型。

（四）工程地质

1、工程地质岩组特征

根据矿床矿石岩性、结构及岩石风化程度，物理性质和构造发育程度等，将矿床工程地质特征分述如下

(1)块状较坚硬岩组

岩性主要为白云岩、蛇纹石化大理岩、蛇纹岩及少量伟晶岩、斜长角闪岩，均呈块状构造，结构间距 30-50cm，结构面多闭合，有一定结合力，岩石较坚硬，饱和抗压强度 80-170Mpa。岩体较完整，稳固性较好。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。

工作区位于山区，附近无居民，工作区植被覆盖率较高，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。

矿区周边有一条河流，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。2026 年 8 月对该矿进行了地下水水质分析检测，根据《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。

矿山开采前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、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

矿床内共发现矿体**个，以*、*号矿床规模最大，两者占总储量的***%，矿体一般 5 扁豆状或透镜状赋存在含矿层中，在剖面上矿体之间往往呈斜列或行重迭，并随含矿层的褶皱而挠曲。经过多年的采矿生，矿区内除*号矿体外，其它矿体已全部采完。本次开发利用方案仅对*号矿体进行论述。*号矿体分布在矿南部Ⅳ~Ⅴ 勘探线地段，赋存标高***m~***m，为盲矿体，矿体长度***m，斜深**~***m，矿体垂直厚度最厚***m(ZK**孔)，最薄 4.40m(ZK**)。矿体品位除边部较低外一般比较富，单个样品 B203，最高***%，平均***%。

矿体呈扁豆状或似层状赋存于蛇纹大理岩中，据钻孔及开采坑道资料，矿体在Ⅳ线地段随含矿层的褶皱而挠曲，使其形态复杂化。矿体向南南东或南南西倾，倾角为**° ~**°，矿体向南东东方向倾伏，倾伏角**° ~**°。目前*号矿体仅保有**m 标高以下部分，矿体呈透镜状，倾向南东，倾角**°。其品位**~**%，厚度**~**m。

矿石矿物为单一的镁石，脉石矿物主要是蛇纹石，次为碳酸盐、金云母及磁铁矿，

（七）矿石特征

1、矿石物质组成

硼镁石按形态分板状、鳞片状、纤维状三种，以鳞片状为主，板状次之，其生成顺序为：板状硼镁石交代蛇纹石，而纤维状硼镁石又交代前两者，鳞片状硼镁石则交代板状、纤维状硼镁石及蛇纹石。鳞片状硼镁石是硼镁石中最主要内变种，白色腊状，由鳞片状集合体形成，在条带状、条痕状矿石中出，板状硼镁石白色板状及致密状风化面呈黄白色粉末状。呈粗大晶体，交代蛇纹石而生成，并保持蛇纹石的网脉状构造，多产在条带状矿石中纤维状硼镁石白色或黄白色、纤维状，风化后呈粉末状在矿床内少见。

2、矿石结构、构造

包含变晶结构：由于选择性交代，在硼镁矿中残留的蛇纹石颗粒儿形成。

斑状结构、纤维状及鳞片状结构：分别由板状、纤维状及鳞片状硼镁石组成。

条带状构造：为主要构造类型，由硼镁石和蛇纹石相间排列组成的条带，两者界限清楚，条带宽*~*mm。

条痕状构造：条带连续性交叉，硼镁石的条带宽*~*mm，最宽的可达*cm，多形成品味富矿石。

3、矿石化学成分

主要有两种类别，一种是早期碳酸盐，被蛇纹石、硼镁石交代残留，另一种是晚期碳酸盐，交代蛇纹石。金云母被硼镁石、蛇纹石交代，残留数量少，但晶体较大。磁铁矿分布在蛇纹石颗粒围，为橄榄石、蛇纹石化的析出物。

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

根据集安市自然资源局出具的《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿土地利用现状图（2026）》及现场实际调查情况，项目区土地利用类型为采矿用地、乔木林地项目区总面积为 20.0868hm²，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 18.00hm²，矿界外占地面积为 2.0868hm²。项目区土地利用现状表见表 2-4。

横路东岔硼矿矿区范围面积 18.00hm²，土地类型主要为：采矿用地 2.3667hm²，乔木林地 15.6333hm²，其中已损毁土地面积 2.3667hm²，损毁方式为压占，损毁程度为严重，未来开采生产地表不增加拟损毁土地面积。矿区范围外主要为办公区及工业广场区，矿区外损毁土地 2.0868hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为严重。其中办公区损毁面积 0.3801hm²，损毁土地类型为：农村宅基地 559.55m²，设施农用地 3241.88m²。工业广场区损毁面积 1.7067hm²，全部为已损毁土地，损毁土地类型为：采矿用地 1.7067hm²土地利用情况表见表 2-1。

表 2-1 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		
03	林地	0301	乔木林地	0	15.6333	15.6333	0	15.6333	77.83%
06	工矿仓储 用地	0602	采矿用地	2.3667	0	2.3667	1.7067	4.0734	20.28%
07	住宅用地	0702	农村宅基 地	0	0	0	0.055955	0.0560	0.28%
12	其他土地	1202	设施农用	0	0	0	0.324188	0.3242	1.61%

			地						
合计				2.3667	15.6333	18.0000	2.0868	20.0868	

（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 4.4534hm²，其土地类型为：采矿用地 2.3667hm²，农村宅基地 0.0559hm²，设施农用地 0.3241hm²，损毁方式为挖损 0.03hm²，压占 4.4243hm²。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 4.4534hm²。土地权属为集安市花甸镇东沟村村民委员会，矿山租赁东沟村集体土地，土地权属无争议，详见表 2-2。

表 2-2 复垦责任区土地利用权属表 面积单位：hm²

权属		地类			
		06 工矿仓储用地	07 住宅用地	12 其他土地	合计
		0602 采矿用地	0702 农村宅基地	1202 设施农用地	
吉林省集安市	花甸镇东沟村	4.0734	0.0559	0.3241	4.4534

五、矿区生态状况

（一）主体功能区划情况

矿区位于吉林省集安市花甸镇，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。

（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

该项目不占用林地（包含乔木林地、其他林地），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、杨树、楸子、杨树、色木等，人工林树种为落叶松。

2、农田生态系统

该项目不占用耕地，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，少量杨树、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，地表植被主要为林地，覆盖较好。矿区周边 500m 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，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，对于办公区、工业广场和废石堆场区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。

表 2-3 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标

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		保护措施	避让措施	实地调查 公众访谈	-
			减缓措施		-
			文化保护		-
		预防控制措施	物种收集与保护		-
			表土剥离与保存		-
			地表沉陷减损		+
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	DZ/T0287 DZ/T0388	+
			地下形变		+
			孔隙水压力		+
			土压力		+
			岩土体含水率		+
			初始塌陷值		+
			累计塌陷值		+
			裂缝发育		+
			地下水位		+
			降水量		+
		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		+
			地下水温		+
			地下水位		+
			地下水水量		+
			抽排地下水量		+
			综合利用量		+
			疏干排水面积		+

注：+代表本矿区监测项目；-代表本矿区不涉及监测项目。

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 50~150m 为边界圈定评估区范围，确定本次评估区面积为 0.5288km²。

（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低山，破坏土地类型为采矿用地及乔木林地，项目区周边主要为林地，地形坡度 20° -65° 左右，地表植被较发育。

根据资料收集及现场调查，该矿山始建于 1981 年左右，主要堆存着历史遗留的废石，现状 1 个废石堆场(长约 323m，宽约 61.33m，平均高度 3.0m)，堆存废石约 59428.77m³，坡角约为 45° -50°，该废石场主要为矿山前期开采废渣，自 2012 年开采结束至今，经过多年的风化，局部有大块石分布，块度一般为 20cm 以下占 70%，块度 20cm~30cm 占 20%，30cm 以上占 10%。后续开采继续堆存废石，将来开采产生的废石全部用于地下充填石料。经过多年废弃，废石场已达到稳定状态，但在 2025 年集安遭受强降雨，使废石堆场部分废石冲刷至工业广场，工业广场内现在堆积废石，下游无居民区、无农田等，故地质灾害发生的可能性中等、危险性中等。现状矿上已对废石堆场进行整形，工业广场内的废石进行

清运整理。（清运的废石属于国有资产，应在县级公共资源交易平台上进行公开拍卖。）

照片 3-1 废石场照片

+***m 平硐、+***m 平硐、+***m 平硐、因停采多年，现在三处平硐已经坍塌。三处平硐位置示意图如下图。

照片 3-4 三处平硐相对位置示意图

照片 3-5 原+***m 平硐位置照片

照片 3-5 原+***m 平硐位置照片

照片 3-5 原+495 平硐位置照片

评估区内未发现崩塌、滑坡、崩塌、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为基岩裂隙潜水和裂隙溶洞水。该矿区山属构造剥蚀低山地形，侵蚀基准面标高***m，矿体分布标高为+***m~+***m，绝大部分矿体位于当地最低侵蚀基准面以下。主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，水文地质条件简单。经过现场调查，矿区周边东沟村的居民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

该矿坑内涌水量***m³/d, 含水层渗透系数小, 涌水量大, 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。

矿山废水(主要为生活污水)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, 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 2026 年 8 月对土壤及地下水进行了取样化验, 本次调查对地表水进行了取样化验, 从检测结果可知, 样品环境指标未超出限值。

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, 矿山目前停产中, 对地形地貌景观的影响和破坏集中在矿区办公区、工业广场区、废石堆场区。其中:

(1) 办公区占地面积为 0.3801hm², 主要包含一处建筑物占地 0.056hm², 建构筑物长 55.955m*宽 10m, 高 3m。其他区域 0.3241hm², 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) 工业广场区总占地面积为 1.7067hm², 主要前期生产操作场地, 现已荒废, 有一处渣堆场面积 3552m², 平均堆高 1.3m, 废渣量 4617.6m³。其他区域 1.3515hm²。现状条件下, 废石场对地形地貌景观的影响和破坏严重。

(3) 废石堆场区占地面积为 2.3667hm², 主要包含四处建筑物占地 337.5m², 三处平硐占地面积 300m²。其中建筑物 1 长 3m, 宽 2.7m, 高 2m;

建筑物 2 长 3m, 宽 2.7m,高 2m;建筑物 3 长 3m, 宽 2.7m,高 2m;建筑物 4 长 15m, 宽 7m,高 3m。

三处平硐, 其中+***m 平硐占地 100m², 硐口井筒采.三心拱断面, 断面 7.46m², 井筒下掘斜长***m。+***m 平硐占地 100m², 硐口井筒采, 三心拱断面, 断面 7.46m², 井筒下掘斜长***m。+***m 平硐占地 100m², 硐口井筒采.三心拱断面, 断面 7.46m², 井筒下掘斜长 300m。废石堆场长 323m 宽 61.33m, 平均堆高 3m,废石平均堆高 1.5m,废石量 59428.77m³。

现状条件下, 废石堆场区对地形地貌景观的影响和破坏严重。

综上所述, 现状条件下办公区、工业广场区、废石堆场区对地形地貌景观影响和破坏严重面积 4.4535hm², 评估区内其他区域对地形地貌景观影响和破坏较轻面积 53.7665hm²。

5、土地资源破坏现状分析

该矿山现状破坏土地面积 4.4534hm², 其中, 挖损面积 0.03hm² (三处井口挖损面积为 0.03hm²), 损毁程度重度; 压占面积 4.4234hm², 办公区、工业广场区、废石堆场区对土地损毁程度为重度。现状损毁土地类型主要为: 采矿用地 4.0734hm², 农村宅基地 0.0559hm², 设施农用地 0.3241hm², 详见表 3-1。

综上所述, 现状条件下办公区、工业广场区、废石堆场区对土地资源破坏严重, 为矿山地质环境影响严重区, 面积 4.4534hm², 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 53.7665hm²。

表 3-1 已损毁土地现状一览表 面积单位: hm²

损毁	损毁单元	二级地类	小计
----	------	------	----

类型			0602	0702	1202	
			采矿用地	农村宅基地	设施农用地	
压占	办公室区	办公室	0	0.0559		0.0559
		其他	0	0	0.3241	0.3241
	工业广场区	渣堆	0.3552	0	0	0.3552
		其他	1.3515	0	0	1.3515
压占	废石堆场	建筑物 1	0.00075	0	0	0.00075
		建筑物 2	0.00075	0	0	0.00075
		建筑物 3	0.00075	0	0	0.00075
		建筑物 4	0.0315	0	0	0.0315
挖损		+***m 平硐	0.01	0	0	0.01
		+***m 平硐	0.01	0	0	0.01
		+490 平硐	0.01	0	0	0.01
压占		废石堆	2.30295	0	0	2.30295
合计			4.0734	0.0559	0.3241	4.4534

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。其中办公室区、工业广场区和废石堆场区内大部分区破坏方式为压占；只有废石堆场区内的三处平硐破坏方式为挖损。根据采矿工艺确定土地损毁环节与时序图见图 3-1。

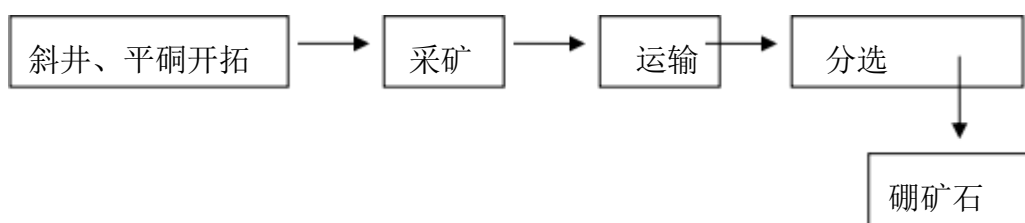


图 3-1 土地损毁环节与时序图

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

矿山废石场后续继续堆存废石，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边开采边回填，因此，范围不会继续扩大。因为矿山目前为地下开采，废石堆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。

矿山采空区一直严格按照设计方案，采用下向便开采边回填充填法开采，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，根据开发利用方案，根据《采矿设计手册》，根据矿床开采技术条件，结合设计所推荐的采矿方法，并参照类似矿山的实测资料，选取矿

体上盘岩石移动角为 α ，下盘岩石移动角为 β ，侧翼岩石移动角为 γ ，以此圈定矿体的地表岩石移动界线。

矿山开采可能引发地面塌陷地质灾害，矿体倾角大，上覆岩层只能沿矿体向下滑落，在矿体地表出露处形成塌陷坑，根据吉林省类似矿山经验，预测地面塌陷影响范围为各矿体底部按上山角 75° 到地面的位置圈定的范围，并以此圈定岩体移动界线，即采空塌陷影响范围。北侧预测塌陷区面积为 5.0591hm^2 、南侧预测塌陷区面积为 5.7662hm^2 、圈定的岩石移动总范围面积为 10.8494hm^2 。

地面塌陷深度预测：根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定与地表最大移动和变形值计算公式，求得最大下沉值塌陷深度按公式最大下沉值： $W_{\max}=q \times M \times \cos \alpha$

式中： $W_{\max}$ ：充分采动时地表最大下沉值，m；

q ：下沉系数取 0.8 ；

α ：矿体倾角（倾角一般为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ）；

由上式计算得出各矿体最大塌陷深度为 1.7m ， 1.5m ，开采矿体的围岩坚硬、矿区设有保安矿柱，故引发地面整体塌陷的可能性较小。矿山开采后出现地面塌陷及地裂缝地质灾害的可能性大。两处采空区，因矿山位于山区，塌陷深度较轻，至今未产生塌陷及地裂缝。

因此，预测将来产生塌陷及地裂缝可能性中等，危险性小。

4、矿区含水层破坏预测分析

1) 对含水层结构的影响

横路东岔硼矿地下开采期间矿区地表水、地下水主要受降雨量影响明显，矿层分布区出露标高较高，地形坡度较陡，径流条件好，排泄较快，大部分地表水快速径流排泄，少部分在坡底沟谷等处以泉水形式排泄。矿区内在构造带上未发现地下水露头，构造带富水性较差。

2) 对地下水水位的影响

本矿矿区侵蚀基准面标高***m，矿体均位于当地侵蚀基准面以下，且构造不发育，充水方式为直接进水，水量较少，不影响采矿活动。综上所述，预测条件下本矿开采对地下水含水层结构的影响较严重，对地下水水位影响较严重，对地下水水质影响较轻。

5、矿区水土环境污染预测分析

根据硼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，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，废水经沉淀池经沉淀后全部回用。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，办公区、工业广场区、废石堆场区占地面积不会改变，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，预测条件下办公区、工业广场区、废石堆场区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
办公区	0.3801	重度	压占	生产期
工业广场	1.7067	重度	压占	生产期
废石堆场	2.3666	重度	压占、挖损	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，矿山现有的办公区、工业广场区、废石堆场区能够满足将来的生产需求，无需外扩地表占地，后期矿山开采后采空区，预测产生两处塌陷区。后期矿山开采结束后采空区预测产生两处塌陷区，北塌陷区预测塌陷面积 5.0591hm²，南塌陷区预测塌陷面积 5.7662hm²。

表 3-7 拟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
			03 林地		
			0301 乔木林地	0307 其他林地	
塌陷	预测塌陷区	南预测塌陷区	4.6303	0.4289	5.0592
		北预测塌陷区	5.7662	0	5.7662
合计			10.3965	0.4289	10.8254

该矿山终采时预测破坏土地面积 15.2788hm²，其中，挖损面积 0.03hm²（三处平硐），损毁程度重度；压占面积 4.4234hm²，办公区、工业广场区、废石堆场区对土地的压占，损毁程度重度。塌陷面积 10.8254hm²，损毁程度重度。终采时土地资源损毁情况详见表 3-7。

综上所述，预测条件下办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区对土地资源破坏严重，为矿山地质环境影响严重区，面积 15.2788hm²，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 53.7665hm²。

表 3-8 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	
			0301	0307	0602	0702	1202		
			乔木林地	其他林地	采矿用地	农村宅基地	设施农用地		
压占	办公区	办公室	0.00	0.00	0.00	0.0559	0.00	0.0559	
		其他	0.00	0.00	0.00	0.00	0.3241	0.3241	
压占	工业广场	渣堆	0.00	0.00	0.3552	0.00	0.00	0.3552	
		其他	0.00	0.00	1.3515	0.00	0.00	1.3515	
压占	废石堆场区	建筑物 1	0.00	0.00	0.00075	0.00	0.00	0.00075	
		建筑物 2	0.00	0.00	0.00075	0.00	0.00	0.00075	
		建筑物 3	0.00	0.00	0.00075	0.00	0.00	0.00075	
		建筑物 4	0.00	0.00	0.0315	0.00	0.00	0.0315	
挖损		+***m 平硐	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	
		+***m 平硐	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	
		+490 平硐	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	
压占		废石堆	0.00	0.00	2.30295	0.00	0.00	2.30295	
		预测塌陷区	北预测塌陷区	4.6303	0.4289	0.00	0.00	0.00	5.0592
			南预测塌陷区	5.7662	0	0.00	0.00	0.00	5.7662
合计			10.3965	0.4289	4.0734	0.0559	0.3241	15.2788	

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办公区、工业广场区、废石堆场区，预测塌陷区损毁程度均为重度。详见表 3-9。

表 3-9 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	办公区	地质环境问题	0.3801	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	工业广场	地质环境问题	1.7067	重度	重度损毁

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	
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
		土地损毁挖损		重度	
		生态受损与退化		重度	
受损区块 3	废石堆场	地质环境问题	2.3666	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	预测塌陷区	地质环境问题	10.8254	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，矿山开采可能引发采空区产生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，在开采结束后，预测塌陷区周围设置警示牌，防止周边村民及牲畜误入坠落；对废石堆进行边坡修整；并定期进行采空区性监测，及时对可能发生地面塌陷的区域进行治理；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办公区、工业广场区、废石堆场区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；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，均可在花甸镇、集安市供应数量充足，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

矿区所在地花甸镇。镇内居民人口一万多，八个行政村和一个社区绝大部分为汉族，以种植玉米、五味子、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：矿山内已有电线经过，能矿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。矿山西南侧 500m 处有一条常年流水的河水，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

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 矿区周边森林生态系统

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

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《集安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、露天采坑尾矿库、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

矿业经济在集安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、城镇住宅用地是可行的。

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、城镇住宅用地。

（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，这就需要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 4 个评价单元：办公区、工业广场、废石堆、预测塌陷区。详见表 3-9。

表 3-10 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	
办公区	0.3801	压占	乔木林地

工业广场区	1.7067	压占	乔木林地
废石堆场区	2.3666	挖损、压占	乔木林地
预测塌陷区	10.8254	塌陷	-
合计	15.2788		

(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。

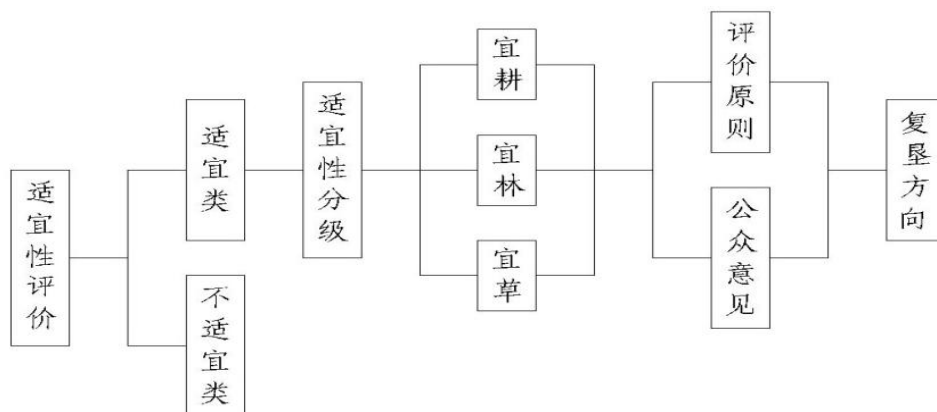


图 3-2 土地适宜性评价系统图

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 3-11。

表3-11 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 3-12、3-13。

表 3-12 参评单元的土地质量状况结果

评价单元	面积 (hm ²)	坡度 (°)	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
办公区	0.3801	6°	壤土	30	1.92	好	一般
工业广场区	1.7067	6°	壤土	30	1.92	好	一般
废石堆场区	2.3666	13°	壤土	30	1.92	好	一般
预测塌陷区	10.8254	16	-	-	-	-	-
合计	15.2788						

表 3-13 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	
办公区	0.3801	4	1	1	土壤质地、有效土层厚度
工业广场区	1.7067	3	1	1	有效土层厚度、灌溉条件
废石堆场区	2.3666	3	1	1	有效土层厚度、灌溉条件
预测塌陷区	10.8254	-	-	-	-
合计	15.2788				
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，最终生态修复方向为乔木林地。（因预测塌陷区整体塌陷，且塌陷深度不深，故不计入生态修复面积）生态修复方向和单元划分见表 3-14。

表 3-14 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
办公区	0.3801	乔木林地	0.3801
工业广场区	1.7067	乔木林地	1.7067
废石堆场区	2.3666	乔木林地	2.3666

合计	4.4534		4.4534
----	--------	--	--------

(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，林地树种选择耐寒、喜光、耐干旱瘠薄的树种杨树。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，将办公区、工业广场区、废石堆场区最终的生态修复方向确定为乔木林地。

A.复垦需土量

a) 办公区复垦为乔木林地，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 0.3801hm^2 ，覆土厚度 0.3m，覆土量 1140.3m^3 。

b) 工业广场复垦为乔木林地，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 1.7067hm^2 ，覆土厚度 0.3m，覆土量 5120.1m^3 。

c) 废石堆场复垦为乔木林地，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 2.3666hm²，覆土厚度 0.3m，覆土量 7099.8m³。

综上，生态修复为乔木林地过程中共需覆表土 13360.2m³。

B.覆土来源

由于修复为乔木林地过程中共需覆表土 13360.2m³，矿山前期未进行表土剥离，需外购表土 13360.2m³。购置表土后，土资源趋于均衡状态，满足用土需要。详见表 3-15。

表 3-15 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
办公区	0.3801	0.30	1140.3	1140.3	外购表土
工业广场区	1.7067	0.30	5120.1	5120.1	外购表土
废石堆场区	2.3666	0.30	7099.8	7099.8	外购表土
合计	4.4534		13360.2	13360.2	

(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乔木林地的标准要求:

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 6.5-7.5;

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 $\geq 30\%$ 。

(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办公区、工业广场区、废石堆场区和预测塌陷区 4 个区域,针对上述 4 个区域“边开采、边修复”可行性分析如下:

1、办公区边开采、边修复

该矿山办公区包括矿区办公室房等。位于矿区外西侧,是该矿的主要办公场所,呈平坡式布置横路东岔硼矿办公楼、浴池、材料库、等组成。后续办公区在使用,无法采取“边开采、边修复”措施开展生态修复工作。

2、工业广场区边开采、边修复

该矿山工业广场内现在有一处渣石场，渣石场（0.3552hm²），主要堆存着去年雨水冲刷下来得废石，今年进行清理工作。工业广场内得废渣可以进行边开采边修复工作，可以对废渣开展渣石清运工作。可采取措施开展生态修复工作。

3、废石堆场区边开采、边修复

废石堆场内有四处建筑物，分别是工具间、火药库、引线库工具间，后续留作使用，三处平硐后续也要使用，目前无法进行修复，废石堆场后续也存续使用，但是废石后场后期堆高增加，在生产期间进行修整边坡工作。矿山开采中可以对废渣综合利用或政府平台拍卖，避免堆高增加发生泥石流等地质灾害。

4、预测塌陷区

预测塌陷区有两处，预测塌陷区分矿区南北两处，北侧塌陷区预测塌陷面积 5.0591m²，预测塌陷深度 1.5m。南侧塌陷区预测塌陷面积 5.7662m²，预测塌陷深度 1.7m。目前尚未塌陷。后期严格监控，设置警示牌，采取“边开采、边修复”措施开展生态修复工作。

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 4 个：办公区、工业广场、废石堆、预测塌陷区，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《集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿山剩余服务年限说明》（吉林有色金属地质勘查局六〇六队 2023 年 8 月 15 日），该矿山设计服务年限 3 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 7 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 9 月~2029 年 6 月，工业广场内得废石清运工作、在预测塌陷区外围区设置警示牌，每年定期开展预测塌陷区稳定性、地下水及土壤监测工作；对废石场开展边坡修整等生态修复工作；主要每年定期开展地下水及土壤监测工作。

2029 年 9 月~2030 年 9 月，全面开展矿区生态修复工作。

2030 年 9 月~2033 年 9 月，主要开展生态修复监测及复垦修复管护工作。

表 3-16 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
办公区	0.3801	乔木林地	0.3801	2029.9~2030.9
工业广场区	1.7067	乔木林地	0.3801	2026.9~2030.9
废石堆场区	2.3666	乔木林地	2.3666	2026.9~2030.9
预测塌陷区	10.8254（不计入）	-	10.8254（不计入）	
合计	4.4534		4.4534	

四、采矿用地与复垦修复安排

（一）采矿使用土地

集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿采矿权矿区范围面积 18.00hm²，采矿权范围内土地类型主要为：采矿用地 2.3667hm²，乔木林地 15.6333hm²。矿区范围外使用土地面积 2.0868hm²，全部为采矿用地。

该矿山生产活动影响范围主要为办公区、工业广场区、废石堆场区，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为严重，损毁面积 4.4534hm²，其土地类型为：采矿用地 4.0734hm²，农村宅基地 0.0559hm²，设施农用地 0.3241hm²。

（二）复垦修复目标

本项目土地损毁总面积为 4.4534hm²，拟复垦修复土地面积 4.4534hm²，复垦修复方向为乔木林地，复垦率 100%。详见表 3-17。

表 3-17 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前面积 (hm ²)	生态修复目标面积 (hm ²)	面积增减
编码	名称	编码	名称			(hm ²)
03	林地	0301	乔木林地	0.00	4.4534	+4.4534
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	4.0734	0.00	-4.0734
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0559	0.00	-0.0559
12	其他土地	1202	设施农用地	0.3241	0.00	-0.3241
合计				4.4534	4.4534	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，（预测塌陷区为整体塌陷，不进行表土剥离）不涉及表土剥离。

（三）相关协同措施

该矿山现有一处废石堆场，位于矿区内，占地面积 2.3666m²，用于堆放生产中产生的废渣，目前渣堆高度 2—5m。矿山开采中对废石进行综合利用或政府平台拍卖，避免堆高增加发生泥石流等地质灾害。

二、修复措施

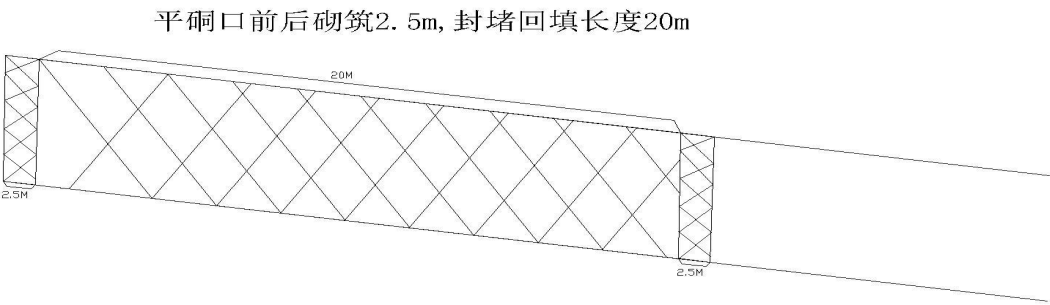
本方案以消除或降低地质灾害隐患、重塑地形地貌景观、提高土地资源利用率为重点，治理修复破坏区，恢复土地使用功能，开展矿山生

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、平硐回填及封堵

矿山终采后，对三处平硐用建筑垃圾进行充填。+***m 平硐倾角**°，斜长***m，井筒净断面为 10.37m²；+***m 平硐倾角 **° ，斜长***m，井筒净断面为 10.37m²；+***m 平硐倾角**° ，斜长**m，井筒净断面 7.74m²，封堵长度各为 20m，封堵得前后采用浆砌石挡墙砌筑，厚度 2.5m。详见图 4-1。



图片 4-1 平硐封堵示意图

2、拆除建筑物

矿山终采后，对办公区、废石堆场的废弃的建构筑物及井口进行拆除。

3、清除地表硬覆盖

待办公区、工业广场、废石堆场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地下采空区。

4、平整场地

矿山终采后，对办公区、工业广场区、废石堆场区采用推土机进行地面清理平整，起高垫低，使地面平坦。

5、回填地裂缝

对后期形成得塌陷区得地裂缝进行回填，回填宽度 0.2m,深度约 1.0m。

（二）土壤重构

1、覆土：对办公区、工业广场区、废石堆场区域进行覆土，覆土来源为外购土。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。

（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；乔木树种选择杨树，采用裸根坑植方式。

杨树特点有：杨树为耐寒、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，杨树生长不好，甚至死亡，过酸过碱的土壤均不适于生长。

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 $^{\circ}\text{C}$ 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。

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）地灾防治工程

1、警示牌

设计在预测塌陷区边界外围上设置警示牌，每隔约 100m 设一个警示牌，需设 20 个警示牌。

（二）地貌重塑

1、平硐回填及封堵

矿山终采后，对三处平硐用建筑垃圾进行充填。+***m 平硐倾角 $^{**^{\circ}}$ ，斜长***m，井筒净断面为 10.37m^2 ；+***m 平硐倾角 $^{**^{\circ}}$ ，斜长 695m，井筒净断面为 10.73m^2 ；+***m 倾角 $^{**^{\circ}}$ ，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。砌筑挡墙前后各为 2.5m。每个挡墙砌筑小计 5m,共需建筑垃圾体积 569.6m^3 ；需浆砌块石体积 146m^3 。工程量见表 4-1。

表 4-1 井口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	+***m	10.37	20	5	207.4	52
2	+***m	10.37	20	5	124.8	31
3	+***m	7.74	20	5	154.8	39
合计			60	15	569.6	142.4

2、拆除建筑物

矿山终采后，对办公区的建构筑物及废石堆场得四处建筑物进行拆除，办公室建构筑物面积为 0.056hm^2 ，总周长约为 118m，建筑平均高度 4m，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 118m^3 。将所产生的建筑垃圾运至井下回填，运距 0.10km。

矿山终采后，对废石堆场区内的四处建构筑物进行拆除，建构筑物面积分别为 0.00075hm^2 、 0.00075hm^2 、 0.00075hm^2 、 0.0315hm^2 、为水泥浆砌砖结构，总周长约为 68m，拆除建筑物厚度为 0.25m，建筑平均高度

4m，经计算共拆除建筑垃圾约 168m³，将所产生的建筑垃圾运至井下回填，运距 0.10km。共计拆除建筑物 186m³。

3、清除地表硬覆盖

待开采结束之后，采用推土机对办公区、工业广场、废石堆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 0.10m，清理平整面积 4.4534hm²，办公室区清理清理硬覆盖量为 760.2m³、工业广场区清理清理硬覆盖量为 3413.4m³、废石堆场区清理清理硬覆盖量为 4733.2m³、共计清理硬盖层 8906.8m³。将所产生的地表硬覆盖运至井下回填，运距 0.40km。

4、地裂缝回填

预测塌陷区后期塌陷产生地裂缝，地裂缝平均宽度 0.2m，回填深度平均 1m，地裂缝长度总计 1985m，废石回填量为 1985m³。

5、废石、建筑物清运

废石堆场内得废石量 59428.77m³（废石为国有资产，后期挂在县级以上公共资源交易平台，由竞拍人负责运输，不计入此次费用），现状工业广场内得内得废石量 4617.6m³，建筑物 186m³，清运量为 4803.6m³。

6、平整场地

待矿山开采结束后，采用推土机对办公区、工业广场区和废石堆场区地面进行清理平整，起高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.10m，办公区清理清理平整面积 380.1hm²，工业广场清理清理平整面积 1706.6hm²，废石堆场区清理清理平整面积 2366.6hm²，共计清理平整面积 4.4534hm²，清理平整量为 4453.4m³。

拆除建筑物及硬盖层、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，废石利用后仍有剩余的，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。

（三）土壤重构

1、覆土：对办公区、工业广场区、废石堆场区进行覆土，覆土来源为矿山外购土，共计需土方 13360.2m³。

a.办公区恢复乔木林地 0.3801hm²，覆土厚度 0.3m，覆土量 5120.1m³；

b.工业广场区恢复乔木林地 1.7067hm²，覆土厚度均为 0.3m，覆土量 5120.1m³；

c.废石堆场区恢复乔木林地 2.3666hm²，覆土厚度 0.3m，覆土量 7099.8m³；

（四）植被重建

1、栽植杨树和撒播紫花苜蓿

在办公区、工业广场区、废石堆场区覆土完成后，栽植杨树和撒播紫花苜蓿。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。办公区栽植面积 0.3801hm²，栽植杨树 951 株，工业广场栽植面积 1.7067hm²，栽植杨树 4267 株，废石堆场栽植面积 2.3666hm²，栽植杨树 5916 株，栽植总面积 4.4534hm²，共栽植 11134 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、撒播植草

为肥沃土壤，防止水土流失，本方案采用林间撒播草籽，设计推荐草种选择紫花苜蓿，技术指标 40kg/hm²，撒播紫花苜蓿 1 年，撒播面积 4.4534hm²。

（五）工程量

该矿山矿区生态修复工程量见表 4-2。

表 4-2 生态修复工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
（一）	地灾防治工程		
1	警示牌	个	20
（二）	地貌重塑		
1	井口封堵	m ³	142.4
1.1	平硐回填	m ³	596.6
2	拆除建筑物	m ²	186
3	清除硬覆盖	m ³	8906.8
4	地裂缝回填	m ³	1985
5	运输回填废石及拆除建	m ³	4803.6
6	平整场地	m ³	4453.4
（三）	土壤重构		
1	购土		13360.2
1	覆土	m ³	13360.2
（四）	植被重建		
1	栽植乔木	株	11134
2	播种草籽	hm ²	4.4534

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（废石场稳定及安全运行监测、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办公区、工业广场区、废石堆场区，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、照相机等对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。主要是对对废石场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。对可能发生塌陷得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/T91-2002）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

监测的主要对象为办公区、工业广场区、废石堆场区及预测塌陷区等损毁土地，监测面积15.2788hm²。

（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9月至2033年9月），监测7年。监测频率每年2次，共监测14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采空区地表破坏，监测对象为对废石堆场区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，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

主要监测废石堆场边坡的稳定性，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，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20天一次，共8个月，12次；雨季（6-9月）15天一次，共4个月，8次，巡视监测，总计每年20次。监测期限为矿山生产期至恢复期结束，监测总时间为7年。共监测140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。

（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。在矿区范围内设平硐地下水监测点，地下水水

位监测，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1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 166-2004）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1次，监测时间为7年。共监测7次。地下水监测时限为7年，地下水水位每年 $3 \times 6 = 18$ 点次，共126点次；水质监测每年2点次，共14点次。土壤每年监测1次，共监测7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，管护乔木林地面积 4.4534hm²。

三、监测与管护工程量

根据相关的技术措施计算：土地资源与地形地貌景观监测 7 年，总计监测 14 次；地质灾害监测 7 年，总计监测 140 次；水土环境污染监测共监测 7 年，地表水水质监测 7 次，地下水水位监测 126 次，地下水水质监测 14 次，土壤污染监测 7 次；管护乔木林地面积 4.4534hm²，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	7	14	生产期、闭矿治理期、管护期
2	地质灾害监测	次	7	140	
3	地表水水质监测	次	7	7	
4	地下水水位监测	次	7	126	
5	地下水水质监测	次	7	14	
6	土壤污染监测	次	7	7	管护期
7	林地管护	hm ²	3	4.4534	

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)	地灾防治工程		
1	警示牌	个	20
(二)	地貌重塑		
1	井口封堵	m ³	142.4
1.1	平硐回填	m ³	596.6
2	拆除建筑物	m ³	186
3	清除硬覆盖	m ³	8906.8
4	地裂缝回填	m ³	1985
5	运输回填废石及拆除建	m ³	4803.6
6	平整场地	m ³	4453.4
(三)	土壤重构		
1	购土	m ³	13360.2
2	覆土	m ³	13360.2
(四)	植被重建		
1	栽植乔木	株	11134
2	播种草籽	hm ²	4.4534
(五)	监测与管护		

序号	工程名称	计算单位	工程量
1	土地资源与地形地貌景观监测	次	14
2	地质灾害监测	次	140
3	地表水水质监测	次	7
4	地下水水位监测	次	126
5	地下水水质监测	次	14
6	土壤污染监测	次	7
7	林地管护	hm ²	4.4534

（三）实施计划

该矿山生产服务年限 3 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（2026.9～2029.9）

- 1）对土地资源与地形地貌景观监测；
- 2）对废石堆场区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，同时对预测塌陷区进行监测，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）在预测塌陷区设置警示牌及铁丝网；
- 5）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（2029.9～2030.9 年）

- 1）矿山存料处理后，全面开展矿区生态修复工作，主要工程为平硐回填及封堵，建筑物拆除、运输回填拆除建筑物及硬盖层、场地平整，地裂缝回填、平整场地，覆土、栽植乔木、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	工业广场内得废石清运 4617.6m ³ 、设置警示牌 20 个，土地资源与地形地貌景观监测 2 次、地质灾害地面变形监测 20 次，地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2027 年—2028 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次、地质灾害地面变形监测 20 次，地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2028 年—2029 年	土地资源与地形地貌景观监测 2 次、地质灾害地面变形监测 20 次，地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2029 年—2030 年	三处平硐充填 596.6m ³ 、封堵 142.4m ³ 、拆除水泥浆砌砖 186m ³ ，清除地表硬盖层 8906.8m ³ 、清运废石及运输建筑垃圾及硬盖层 68403.57m ³ ，地裂缝回填 1985m ³ 、平整场地 8906.8m ³ ，覆土 13360.2m ³ ，栽植杨树 11134 株，播种草籽（紫花苜蓿）4.4534hm ² ，土地资源与地形地貌景观监测 2 次、地质灾害地面变形监测 20 次，地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次
2030 年—2031 年	地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次植被管护 4.4534hm ²
2031 年—2032 年	地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次，植被管护 4.4534hm ²
2032 年—2033 年	地表水水质监测 1 次，地下水水位监测 18 点次、地下水水质监测 2 点次，土壤污染监测 1 次植被管护 4.4534hm 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》（20**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)吉林工程造价信息网（2026 年第二季度）；

(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)当地材料价格；

(11)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，吉林省通化市属六类工资区，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工程造价信息网 2026 年第二季度价格水平进行编制。

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=工程量×人工费单价。

材料费=工程量×材料费单价。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=工程量×施工机械使用费单价。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5.00%，石方工程费率为6.00%，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。取费的费用率为工程施工费的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，地质灾害监测预测塌陷区监测 200 元/次，地表水水质监测 500 元/次，地下水水质监测 500 元/次，土壤污染监测 500 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。

根据通化市近 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，集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿区生态修复工程中，地灾防治工程投资约 0.1859 万元，地貌重塑工程投资约 27.5621 万元，土壤重构投资约 115.1116 万元，植被重建投资约 9.0268 万元，监测与管护费用 11.2 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		地灾防治工程				1859.69
1	40139(改)	警示牌	100 个	0.20	9298.45	1859.69
二		地貌重塑				275621.46
1	30020	井口封堵	100m ³	1.424	21481.10	30589.09
1.1	20282	平硐回填	100m ³	5.696	2611.83	14876.98
2	30073	拆除建筑物	100m ³	1.86	9294.33	17287.45
3	20280	清除硬覆盖	100m ³	89.068	349.27	31108.78
4	20335	地裂缝回填	100m ³	19.85	2246.29	44588.86
5	20282	运输回填废石及 拆除建筑物	100m ³	48.036	2611.83	125461.87
6	10207	平整场地	100m ³	44.534	262.91	11708.43
三		土壤重构				1151116.17
1	市场价	协调表土	100m ³	133.602	50	601209.00
2	10305+10218	覆土	100m ³	133.602	4116.01	549907.17
四		植被重建				90267.86
1	90007	栽植杨树	100 株	111.34	718.16	79959.93
2	90030	播种草籽	hm ²	4.4534	2314.62	10307.93
五		监测与管护工程				129813.92
(一)		监测工程				112000.00

1	市场价	土地资源与地形地貌景观监测	次	14	500	7000.00
2	市场价	地质灾害监测	次	140	200	28000.00
3	市场价	地表水水质监测	次	7	500	3500.00
4	市场价	地下水水位监测	次	126	500	63000.00
5	市场价	地下水水质监测	次	14	500	7000.00
6	市场价	土壤污染监测	次	7	500	3500.00
(二)		管护工程				17813.92
1	市场价	3 年林地管护	hm ²	4.4534	4000	17813.92

(三) 总工程量及其经费估算

集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿区生态修复静态总投资约 225.3297 万元，动态总投资约 259.4185 万元，其中工程施工约 163.0865 万元，其他费用约 26.3445 万元，监测与管护费约 20.7441 万元，预备费约 49.2433 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	163.0865	62.64%
二	设备费		
三	其他费用	26.3445	10.12%
四	监测与管护费	20.7442	7.97%
(一)	监测费	15.4000	5.91%
(二)	管护费	5.3442	2.05%
五	预备费	50.1805	19.27%
(一)	基本预备费	5.6829	2.18%
(二)	价差预备费	34.0888	13.45%
(二)	风险金	9.4716	3.64%
合计	静态总投资	225.3297	86.55%
	动态总投资	259.4185	

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）	合计（元）
一		地灾防治工程				1859.69
1	40139(改)	警示牌	100 个	0.20	9298.45	1859.69
二		地貌重塑				275621.46
1	30020	井口封堵	100m ³	1.424	21481.10	30589.09
1.1	20282	平硐回填	100m ³	5.696	2611.83	14876.98
2	30073	拆除建筑物	100m ³	1.86	9294.33	17287.45

3	20280	清除硬覆盖	100m ³	1139.80	349.27	31108.78
4	20335	地裂缝回填	100m ³	19.85	2246.29	44588.86
5	20282	运输回填废石及拆除建筑物	100m ³	730.2117	2611.83	125461.87
6	10207	平整场地	100m ³	44.534	262.91	11708.43
三		土壤重构				1151116.17
1	市场价	协调表土	100m ³	133.602	50	601209.00
2	10305+10218	覆土	100m ³	133.602	4116.01	549907.17
四		植被重建				90267.86
1	90007	栽植杨树	100 株	111.34	718.16	79959.93
2	90030	播种草籽	hm ²	4.4534	2314.62	10307.93
五		监测与管护工程				129813.92
(一)		监测工程				112000.00
1	市场价	土地资源与地形地貌景观监测	次	14	500	7000.00
2	市场价	地质灾害监测	次	140	200	28000.00
3	市场价	地表水水质监测	次	7	500	3500.00
4	市场价	地下水水位监测	次	126	500	63000.00
5	市场价	地下水水质监测	次	14	500	7000.00
6	市场价	土壤污染监测	次	7	500	3500.00
(二)		管护工程				17813.92
1	市场价	3 年林地管护	hm ²	4.4534	4000	17813.92
合计						

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%	109757.23	41.66%
(1)	土地清查费	工程施工费×0.5%	8154.33	3.10%
(2)	项目可行性研究费	工程施工费×1.0%	16308.65	6.19%
(3)	项目勘测费	工程施工费×1.65%	26909.28	10.21%
(4)	项目设计与预算编制费	工程施工费×3.08%	50230.65	19.07%
(5)	项目招标代理费	工程施工费×0.5%	8154.33	3.10%
2	工程监理费	工程施工费×2.4%	39140.76	14.86%
3	竣工验收费	工程施工费×3.86%	62951.40	23.90%
(1)	工程复核费	工程施工费×0.7%	11416.06	4.33%
(2)	工程验收费	工程施工费×1.4%	22832.11	8.67%
(3)	项目决算编制与审计费	工程施工费×1.0%	16308.65	6.19%
(4)	整理后土地重估与登记费	工程施工费×0.65%	10600.62	4.02%
(5)	标识设定费	工程施工费×0.11%	1793.95	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%	51596.01	19.59%
合计			263445.40	

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				154000
(1)	土地资源与地形地貌景观监测	次	14	500	7000
(2)	地质灾害监测	次	140	200	70000
(3)	地表水水质监测	次	7	500	3500
(4)	地下水水位监测	次	126	500	63000
(5)	地下水水质监测	次	14	500	7000
(6)	土壤污染监测	次	7	500	3500
(二)	管护工程				53441.76
(1)	3 年林地管护	公顷	4.4534	4000.00	53441.76
合计					207441.76

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)	(2)	(3)	(4)
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	3	56829.3173
2	风险金	工程施工费+其他费用	5	94715.5288
3	价差预备费	工程施工费		340887.8654
合 计				492432.7115

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 -1	价差预备费(元)	动态工程投资(元)	备注
2026 年—2027 年	138500	0	0	138500	地质灾害防治、监测、清运废石
2027 年—2028 年	16000	0.05	800	16800	监测
2028 年—2029 年	523481.8	0.1	52348.18	575829.98	协调表土、监测
2029 年—2030 年	1307600.15	0.16	209216.024	1516816.174	各项工程、监测
2030 年—2031 年	69441.76	0.22	15277.1872	84718.9472	监测、植被管护

年度	静态工程投资（元）	系数 (1+5%) ⁿ⁻¹ -1	价差预备费 (元)	动态工程投资（元）	备注
2031 年—2032 年	69441.76	0.28	19443.6928	88885.4528	监测、植被管护
2032 年—2033 年	128831.71	0.34	43802.7814	172634.4914	监测、植被管护、竣工验收
合计	2253297.18		340887.8654	2594185.045	

其中 2026 年—2027 年 n=1

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（2026.9～2029.9）

对土地资源与地形地貌景观监测；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。在预测塌陷区设置警示牌及围栏。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 6-12。

表 6-12 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	2026~2029 年	警示牌	个	20	预测塌陷区
		工业广场废石清运	m ³	4617.6	工业广场
		土地资源与地形地貌景观监测	次	6	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区
		地质灾害监测	次	60	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区
		地表水水质监测	次	3	办公区、工业广场区、废石堆场区
		地下水水质监测	次	54	办公区、工业广场区、废石堆场区
		土壤污染监测	次	3	办公区、工业广场区、废石堆场区

2、第二阶段：闭矿期（2029.9～2030.9 年）

1) 矿山存料处理后, 全面开展矿区生态修复工作, 主要工程为平硐回填及封堵, 建筑物拆除、清除地表硬盖层、运输硬盖层及拆除建筑物、地裂缝回填、场地平整, 覆土、栽植杨树、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 6-13。

表 6-13 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	2039~2033 年	井口封堵	m ³	142.4	废石堆场区
		平硐回填	m ³	569.6	废石堆场区
		拆除水泥浆砌砖	m ³	186	办公区、废石堆场区
		清除硬盖层	m ³	8906.8	办公区、工业广场区、废石堆场区
		运输建筑垃圾	m ³	186	办公区、废石堆场区
		地裂缝回填	m ³	1985	预测塌陷区
		平整场地	m ³	4453.4	办公区、工业广场区、废石堆场区
		覆土	m ³	13360.2	办公区、工业广场区、废石堆场区
		栽植杨树	株	11134	办公区、工业广场区、废石堆场区
		播种草籽	hm ²	4.4534	工办公区、工业广场区、废石堆场区
		土地资源与地形地貌景观监测	次	8	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区
		地质灾害监测	次	80	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区
		地表水水质监测	次	4	办公区、工业广场区、废石堆场区
		地下水水质监测	次	72	办公区、工业广场区、废石堆场区
		地下水水质监测	次	8	办公区、工业广场区、废石堆场区
		土壤污染监测	次	4	办公区、工业广场区、废石堆场区
		林地管护	hm ²	4.4534	办公区、工业广场区、废石堆场区

(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; 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。在预测塌陷区设置警示牌, 清运工业广场内的废石。

生态修复工程总费用 17.15 万元，其中第一年 13.85 万元、第二年 1.6 万元、第三年 1.6 万元，详见下表 6-14。

表 6-14 近三年矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	单位	工程量	目标地类	面积 (hm ²)	费用 (万元)
1	2026-2027	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区	是	警示牌	100 个	0.2	—	—	0.1859
				清运工业广场内废石	100m	46.176			12.06
				土地资源与地形地貌景观监测	次	2			0.1
				地质灾害监测	次	20			0.4
				地表水水质监测	次	1			0.05
				地下水水位监测	次	18			0.9
				地下水水质监测	次	2			0.1
				土壤污染监测	次	1			0.05
2	2027-2028	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区	是	土地资源与地形地貌景观监测	次	2	—	—	0.1
				地质灾害监测	次	20			0.4
				地表水水质监测	次	1			0.05
				地下水水位监测	次	18			0.9
				地下水水质监测	次	2			0.1
				土壤污染监测	次	1			0.05
3	2028-2029	办公区、工业广场区、废石堆场区、预测塌陷区	是	土地资源与地形地貌景观监测	次	2	—	—	0.1
				地质灾害监测	次	20			0.4
				地表水水质监测	次	1			0.05
				地下水水位监测	次	18			0.9
				地下水水质监测	次	2			0.1
				土壤污染监测	次	1			0.05
				土壤污染监测	次	1			0.1

表 6-15 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	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	单位	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	办公区	0.3801	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化					拆除水泥浆砌砖	100m ³	0.0118	0.0110	2029~2030	土地资源与地形地貌景观监测	14 次	0.7	2026~2033
								清除硬盖层	100m ³	7.602	0.26551		地质灾害监测	140 次	2.8	
								运输建筑垃圾及硬盖层	100m ³	0.04981	0.0130		地表水水质监测	7 次	0.35	
								平整场地	100m ²	0.03801	0.0012		林地管护(3 年)	0.3801hm ²	0.15204	
								购土	100m ³	133.602	60.1220					
								覆土	100m ³	133.602	2.6379					
								栽植杨树	100 株	0.951	0.0683					
								紫花苜蓿	hm ²	0.3801	0.0880					
2	工业广场区	1.7067	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化					清除硬盖层	100m ³	17.067	0.5961	2029~2030	林地管护(3 年)	1.7067hm ²	0.68268	
								运输硬盖层	100m ³	17.067	4.4576					
								平整场地	100m ²	17.067	0.5280					

序号	生态修复区块	生态修复面积(hm²)	主要治理修复问题	保护与预防控制工程				修复工程					监测与管护工程			
				保护措施	工程量	费用(万元)	实施时间(年)	修复措施	单位	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)
								购土	100m³	51.20169	23.0408					
								覆土	100m³	51.20169	1.0109					
								栽植杨树	100 株	42.67	3.0644					
								紫花苜蓿	hm²	1.7067	0.3950					
3	废石堆场区							平硐封堵	100m³	1.424	3.0589	2029~2030	地下水水位监测	126 次	6.3	
								平硐充填	100m³	5.696	1.4877		地下水水质监测	14 次	0.7	
								拆除水泥浆砌砖	100m³	0.68	0.6320		土壤污染监测	7 次	0.35	
								清除硬盖层	100m³	2366.6	82.6582		林地管护(3 年)	2.3666hm²	0.94664	
								运输建筑垃圾及硬盖层	100m³	24.346	6.3588					

序号	生态修复区块	生态修复面积(hm²)	主要治理修复问题	保护与预防控制工程				修复工程					监测与管护工程			
				保护措施	工程量	费用(万元)	实施时间(年)	修复措施	单位	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)
								平整场地	100m²	23.666	0.7322					
								购土	100m³	70.99971	31.9499					
								覆土	100m³	70.99971	1.4018					
								栽植杨树	100 株	59.16	4.2486					
								紫花苜蓿	hm²	2.3666	0.5478					
4	预测塌陷区	10.8254	地质环境问题、土地损毁、生态受损与退化	警示牌	20 个	0.1860	2026									
				回填地裂缝	1985m³	4.4589	2029~2030									

第七章 保障措施与公共参与

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集安市得利硼业有限责任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 15.29 万元，此次生态修复动态投资 259.4185 万元，还需缴存 244.1285 万元，需闭矿前一年缴存完毕。集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿区生态修复计提基金如下。

表 7-1 计提基金计划

年度	缴存金额（万元）	备注
2026 年	81.376166	
2027 年	81.376166	
2028 年	81.376166	
合计	244.1285	

（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。

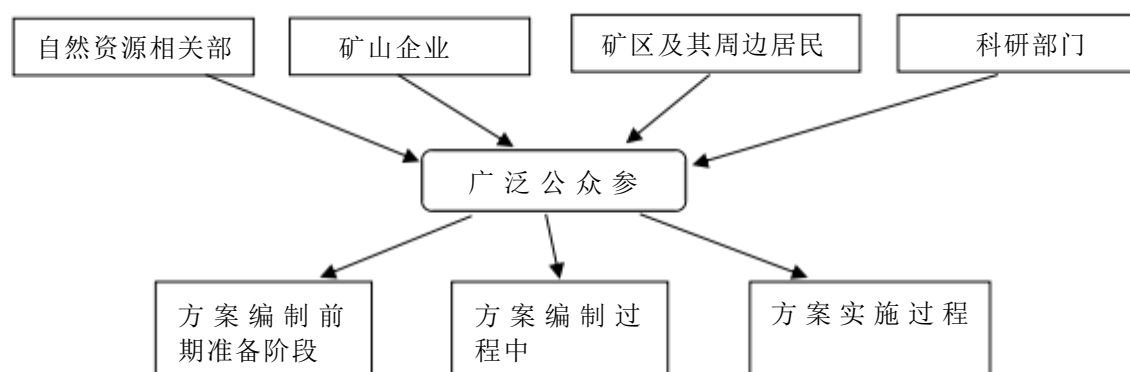


图 7-1 土地复垦公众参与技术路线

（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》送审稿在报送集安市自然资源局之前，向附近村屯发放《方案》的公众意见征求表，广泛征求村民意见。通过回收的《方案》公众意见征求表，认为《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集安市自然资源局备案。

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为杨树，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

植杨树面积 4.4534hm²，每年产值约 3.21 万元。

由此可见，矿山生态修复复垦乔木林地经营管理具备一定的经济效益。

第八章 结论

1、集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿剩余服务年限 3 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 7 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、集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿终采时预测总损毁土地面积 15.2788hm^2 （其中已损毁 4.4534hm^2 ，拟损毁为南北预测塌陷区两处面积 10.8254hm^2 ）其中挖损面积 0.03hm^2 ，主要为三处平硐，损毁程度重度；压占面积 4.4234hm^2 ，主要为办公区、工业广场区、废石堆场区，损毁程度重度。南北预测塌陷区两处面积 10.8254hm^2 损毁土地类型主要为：乔木林地 10.3965hm^2 ，其他林地 0.4289hm^2 ，采矿用地 4.0734hm^2 ，农村宅基地 0.0559hm^2 ，设施农用地 0.3241hm^2 。

3、本项目土地损毁总面积为 15.2788hm^2 ，（预测塌陷区为整体塌陷面积为 10.8254hm^2 ）拟复垦修复土地面积 4.4534hm^2 ，复垦修复方向为乔木林地（ 4.4534hm^2 ）、复垦率 100%。

4、生态修复工程主要治理对象为办公区、工业广场区、废石堆场区，主要措施及实物工作量为：设置警示牌 20 个，井口封堵 142.4m^3 ，平硐回填 569.6m^3 ，拆除水泥浆砌砖建筑物 186m^3 ，清除地表硬覆盖层 8906.8m^3 ，运输建筑垃圾及工业广场内废石 4803.6m^3 ，地裂缝回填 1985m^3 ，平整场地 4453.4m^3 ，购买土方 13360.2m^3 ，覆土 13360.2m^3 ，栽植杨树 11134 株，播种草籽 4.4534hm^2 ，。同时开展矿山环境监测与土地复垦管护工作。

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，集安市得利硼业有限责任公司横路东岔硼矿矿区生态修复静态总投资约 225.3297 万元，动态总投资约 259.4185 万元，其中工程施工约 163.0865 万元，其他费用约 26.3445 万元，监测与管护费约 20.7442 万元，预备费约 49.2433 万元。

附表 1 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	$445 \times 1 \times 1 \div (250-10)=22.250$	乙类
		$540 \times 1 \times 1 \div (250-10)=27.000$	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

附表 2 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	9.47
2	草籽	kg	35.00
3	警示牌	个	60.00
4	混凝土柱	个	16.00
5	块石	m ³	2.00
6	砂浆	m ³	331.69
7	树苗	株	5.00
8	水	m ³	2.5

附表3 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

附表 4 工程施工费单价分析表

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、石磙碾等方法覆土。					
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	

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	

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:	214.81	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				13822.14	
(一)	直接工程费				13265.01	
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				7128.10	
2.1	块石	m ³	108.00	2.00	216.00	
2.2	砂浆	m ³	34.65	198.46	6876.64	
2.3	其他费用	%	0.50	7092.64	35.46	
(二)	措施费	%	4.20	13265.01	557.13	
二	间接费	%	6.00	13822.14	829.33	
三	利润	%	3.00	14651.46	439.54	
四	材料价差				4616.42	
	块石	m ³	108.00	0.00	0.00	
	砂浆	m ³	34.65	133.23	4616.42	
五	税金	%	9.00	19707.43	1773.67	
六	综合单价				21481.10	

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	

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:	26.12	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				670.15	
	柴油	kg	134.84	4.97	670.15	
五	税金	%	9.00	2396.18	215.66	
六	综合单价				2611.83	

项目编号:	20335					
单价名称:	地裂缝回填废石					
工作内容:	1. 5m ³ 装载机装石渣自卸汽车运输					
单价:	22.46	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		元			1701.45
(一)	直接工程费		元			1639.16
1	人工费		元			68.59
	甲类工		工日	0.10	51.04	5.10
	乙类工		工日	1.60	38.84	62.14
	其他人工费用		%	2.00	67.25	1.34
2	材料费		元			
3	施工机械使用费		元			1570.57
	装载机	1. 5m ³	台班	0.58	467.06	270.89
	推土机	59kW	台班	0.26	375.54	97.64
	自卸汽车	8t	台班	2.25	520.55	1171.24
	其他机械费用		%	2.00	1539.77	30.80
(二)	措施费		%	3.80	1639.16	62.29
二	间接费		%	7.20	1701.45	122.50
三	利润		%	3.00	1823.95	54.72
	价差		元			415.36
	柴油		kg	146.77	2.83	415.36
四	税金		%	9.00	2231.74	200.86
五	合计		元			2246.29

项目编号:	20280					
单价名称:	清除地表硬覆盖层					
工作内容:	推松、运送、卸除、拖平、空回					
单价:	11.39	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				953.94	
(一)	直接工程费				918.14	
1	人工费				55.60	
1.1	甲类工	工日	0.1	51.04	5.10	
1.2	乙类工	工日	1.3	38.84	50.49	
2	机械使用费				862.54	
2.1	推土机功率 74kw	台班	1.53	557.07	852.32	
3	其他机械费	%	1.2	8.52	10.22	
(二)	措施费	%	3.9	918.14	35.81	
二	间接费	%	6	953.94	57.24	
三	利润	%	3	1011.18	30.34	
四	材料价差				4.17	
	柴油	kg	0.84	4.97	4.17	
五	税金	%	9	1045.69	94.11	
六	综合单价				1139.80	

项目编号:	10207					
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 500—1000m。					
单价:	3.09	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				222.66	
(一)	直接工程费				214.30	
1	人工费				71.13	
	甲类工		0.1	51.04	5.10	
	乙类工	工日	1.7	38.84	66.03	
2	材料费					
3	机械使用费				143.17	
	推土机功率 74kw	台班	0.25	557.07	139.27	
	其他机械费	%	5	0.78	3.90	
(二)	措施费	%	3.9	214.2995	8.36	
二	间接费	%	5	222.6571805	11.13	
三	利润	%	3	233.79	7.01	
四	材料价差				0.40	
	柴油	kg	0.08	4.97	0.40	
五	税金		9	241.20	21.71	
六	综合单价	%			262.91	

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	

5、生态修复分区拐点坐标表

办公区(0.3801hm ²)			
编号	X	Y	备注
1	*****.*****	*****.*****	
2	*****.*****	*****.*****	
3	*****.*****	*****.*****	
4	*****.*****	*****.*****	
5	*****.*****	*****.*****	
6	*****.*****	*****.*****	
7	*****.*****	*****.*****	
8	*****.*****	*****.*****	
9	*****.*****	*****.*****	
10	*****.*****	*****.*****	
11	*****.*****	*****.*****	
12	*****.*****	*****.*****	
13	*****.*****	*****.*****	
14	*****.*****	*****.*****	
15	*****.*****	*****.*****	
16	*****.*****	*****.*****	
17	*****.*****	*****.*****	
18	*****.*****	*****.*****	
19	*****.*****	*****.*****	
20	*****.*****	*****.*****	
21	*****.*****	*****.*****	
22	*****.*****	*****.*****	
23	*****.*****	*****.*****	
24	*****.*****	*****.*****	
25	*****.*****	*****.*****	
26	*****.*****	*****.*****	
27	*****.*****	*****.*****	
28	*****.*****	*****.*****	
29	*****.*****	*****.*****	
30	*****.*****	*****.*****	
31	*****.*****	*****.*****	
32	*****.*****	*****.*****	
33	*****.*****	*****.*****	
工业广场(1.7067hm ²)			

1	*****.*****	*****.*****	
2	*****.*****	*****.*****	
3	*****.*****	*****.*****	
4	*****.*****	*****.*****	
5	*****.*****	*****.*****	
6	*****.*****	*****.*****	
7	*****.*****	*****.*****	
8	*****.*****	*****.*****	
9	*****.*****	*****.*****	
10	*****.*****	*****.*****	
11	*****.*****	*****.*****	
12	*****.*****	*****.*****	
13	*****.*****	*****.*****	
14	*****.*****	*****.*****	
15	*****.*****	*****.*****	
16	*****.*****	*****.*****	
17	*****.*****	*****.*****	
18	*****.*****	*****.*****	
19	*****.*****	*****.*****	
20	*****.*****	*****.*****	
21	*****.*****	*****.*****	
22	*****.*****	*****.*****	
23	*****.*****	*****.*****	
24	*****.*****	*****.*****	
25	*****.*****	*****.*****	
26	*****.*****	*****.*****	
27	*****.*****	*****.*****	
28	*****.*****	*****.*****	
29	*****.*****	*****.*****	
30	*****.*****	*****.*****	
31	*****.*****	*****.*****	
32	*****.*****	*****.*****	
33	*****.*****	*****.*****	
34	*****.*****	*****.*****	
35	*****.*****	*****.*****	
36	*****.*****	*****.*****	
37	*****.*****	*****.*****	

38	*****.*****	*****.*****	
39	*****.*****	*****.*****	
40	*****.*****	*****.*****	
41	*****.*****	*****.*****	
42	*****.*****	*****.*****	
43	*****.*****	*****.*****	
44	*****.*****	*****.*****	
45	*****.*****	*****.*****	
46	*****.*****	*****.*****	
47	*****.*****	*****.*****	
48	*****.*****	*****.*****	
49	*****.*****	*****.*****	
50	*****.*****	*****.*****	
51	*****.*****	*****.*****	
52	*****.*****	*****.*****	
53	*****.*****	*****.*****	
54	*****.*****	*****.*****	
55	*****.*****	*****.*****	
56	*****.*****	*****.*****	
57	*****.*****	*****.*****	
58	*****.*****	*****.*****	
59	*****.*****	*****.*****	
60	*****.*****	*****.*****	
61	*****.*****	*****.*****	
62	*****.*****	*****.*****	
63	*****.*****	*****.*****	
64	*****.*****	*****.*****	
65	*****.*****	*****.*****	
66	*****.*****	*****.*****	
67	*****.*****	*****.*****	
68	*****.*****	*****.*****	
69	*****.*****	*****.*****	
70	*****.*****	*****.*****	
71	*****.*****	*****.*****	
72	*****.*****	*****.*****	
73	*****.*****	*****.*****	
74	*****.*****	*****.*****	

75	*****.*****	*****.*****	
76	*****.*****	*****.*****	
77	*****.*****	*****.*****	
78	*****.*****	*****.*****	
79	*****.*****	*****.*****	
80	*****.*****	*****.*****	
81	*****.*****	*****.*****	
82	*****.*****	*****.*****	
83	*****.*****	*****.*****	
84	*****.*****	*****.*****	
85	*****.*****	*****.*****	
86	*****.*****	*****.*****	
87	*****.*****	*****.*****	
88	*****.*****	*****.*****	
89	*****.*****	*****.*****	
90	*****.*****	*****.*****	
废石堆场区(2.3666hm ²)			
1	*****.*****	*****.*****	
2	*****.*****	*****.*****	
3	*****.*****	*****.*****	
4	*****.*****	*****.*****	
5	*****.*****	*****.*****	
6	*****.*****	*****.*****	
7	*****.*****	*****.*****	
8	*****.*****	*****.*****	
9	*****.*****	*****.*****	
10	*****.*****	*****.*****	
11	*****.*****	*****.*****	
12	*****.*****	*****.*****	
13	*****.*****	*****.*****	
14	*****.*****	*****.*****	
15	*****.*****	*****.*****	
16	*****.*****	*****.*****	
17	*****.*****	*****.*****	
18	*****.*****	*****.*****	
19	*****.*****	*****.*****	
20	*****.*****	*****.*****	

21	*****.*****	*****.*****	
22	*****.*****	*****.*****	
23	*****.*****	*****.*****	
24	*****.*****	*****.*****	
25	*****.*****	*****.*****	
26	*****.*****	*****.*****	
27	*****.*****	*****.*****	
28	*****.*****	*****.*****	
29	*****.*****	*****.*****	
30	*****.*****	*****.*****	
31	*****.*****	*****.*****	
32	*****.*****	*****.*****	
33	*****.*****	*****.*****	
34	*****.*****	*****.*****	
35	*****.*****	*****.*****	
36	*****.*****	*****.*****	
37	*****.*****	*****.*****	
38	*****.*****	*****.*****	
39	*****.*****	*****.*****	
40	*****.*****	*****.*****	
41	*****.*****	*****.*****	
42	*****.*****	*****.*****	
43	*****.*****	*****.*****	
44	*****.*****	*****.*****	
45	*****.*****	*****.*****	
46	*****.*****	*****.*****	
47	*****.*****	*****.*****	
48	*****.*****	*****.*****	
49	*****.*****	*****.*****	
50	*****.*****	*****.*****	
51	*****.*****	*****.*****	
52	*****.*****	*****.*****	
53	*****.*****	*****.*****	
54	*****.*****	*****.*****	
55	*****.*****	*****.*****	
56	*****.*****	*****.*****	
57	*****.*****	*****.*****	

58	*****.*****	*****.*****	
59	*****.*****	*****.*****	
60	*****.*****	*****.*****	
61	*****.*****	*****.*****	
62	*****.*****	*****.*****	
63	*****.*****	*****.*****	
64	*****.*****	*****.*****	
65	*****.*****	*****.*****	
66	*****.*****	*****.*****	
67	*****.*****	*****.*****	
68	*****.*****	*****.*****	
69	*****.*****	*****.*****	
70	*****.*****	*****.*****	
71	*****.*****	*****.*****	
72	*****.*****	*****.*****	
73	*****.*****	*****.*****	
74	*****.*****	*****.*****	
75	*****.*****	*****.*****	
76	*****.*****	*****.*****	
77	*****.*****	*****.*****	
78	*****.*****	*****.*****	
79	*****.*****	*****.*****	
80	*****.*****	*****.*****	
81	*****.*****	*****.*****	
82	*****.*****	*****.*****	
83	*****.*****	*****.*****	
84	*****.*****	*****.*****	
85	*****.*****	*****.*****	
86	*****.*****	*****.*****	
87	*****.*****	*****.*****	
88	*****.*****	*****.*****	
89	*****.*****	*****.*****	
90	*****.*****	*****.*****	
91	*****.*****	*****.*****	
92	*****.*****	*****.*****	
93	*****.*****	*****.*****	
94	*****.*****	*****.*****	

95	*****.*****	*****.*****	
96	*****.*****	*****.*****	
97	*****.*****	*****.*****	
98	*****.*****	*****.*****	
99	*****.*****	*****.*****	
100	*****.*****	*****.*****	
101	*****.*****	*****.*****	
102	*****.*****	*****.*****	
103	*****.*****	*****.*****	
104	*****.*****	*****.*****	
105	*****.*****	*****.*****	
预测塌陷区(10.8254hm ²)			
北预测塌陷区 (5.0591hm ²)			
1	*****.*****	*****.*****	
2	*****.*****	*****.*****	
3	*****.*****	*****.*****	
4	*****.*****	*****.*****	
5	*****.*****	*****.*****	
6	*****.*****	*****.*****	
7	*****.*****	*****.*****	
8	*****.*****	*****.*****	
9	*****.*****	*****.*****	
10	*****.*****	*****.*****	
11	*****.*****	*****.*****	
12	*****.*****	*****.*****	
13	*****.*****	*****.*****	
14	*****.*****	*****.*****	
15	*****.*****	*****.*****	
16	*****.*****	*****.*****	
17	*****.*****	*****.*****	
18	*****.*****	*****.*****	
19	*****.*****	*****.*****	
20	*****.*****	*****.*****	
21	*****.*****	*****.*****	
22	*****.*****	*****.*****	
23	*****.*****	*****.*****	
24	*****.*****	*****.*****	

25	*****.*****	*****.*****	
26	*****.*****	*****.*****	
27	*****.*****	*****.*****	
28	*****.*****	*****.*****	
29	*****.*****	*****.*****	
30	*****.*****	*****.*****	
31	*****.*****	*****.*****	
32	*****.*****	*****.*****	
33	*****.*****	*****.*****	
34	*****.*****	*****.*****	
35	*****.*****	*****.*****	
36	*****.*****	*****.*****	
37	*****.*****	*****.*****	
38	*****.*****	*****.*****	
39	*****.*****	*****.*****	
40	*****.*****	*****.*****	
41	*****.*****	*****.*****	
42	*****.*****	*****.*****	
43	*****.*****	*****.*****	
44	*****.*****	*****.*****	
45	*****.*****	*****.*****	
46	*****.*****	*****.*****	
47	*****.*****	*****.*****	
48	*****.*****	*****.*****	
49	*****.*****	*****.*****	
50	*****.*****	*****.*****	
51	*****.*****	*****.*****	
52	*****.*****	*****.*****	
53	*****.*****	*****.*****	
54	*****.*****	*****.*****	
55	*****.*****	*****.*****	
56	*****.*****	*****.*****	
57	*****.*****	*****.*****	
58	*****.*****	*****.*****	
59	*****.*****	*****.*****	
60	*****.*****	*****.*****	
61	*****.*****	*****.*****	

62	*****.*****	*****.*****	
63	*****.*****	*****.*****	
64	*****.*****	*****.*****	
65	*****.*****	*****.*****	
66	*****.*****	*****.*****	
67	*****.*****	*****.*****	
68	*****.*****	*****.*****	
69	*****.*****	*****.*****	
70	*****.*****	*****.*****	
71	*****.*****	*****.*****	
72	*****.*****	*****.*****	
73	*****.*****	*****.*****	
74	*****.*****	*****.*****	
75	*****.*****	*****.*****	
76	*****.*****	*****.*****	
77	*****.*****	*****.*****	
78	*****.*****	*****.*****	
79	*****.*****	*****.*****	
80	*****.*****	*****.*****	
81	*****.*****	*****.*****	
82	*****.*****	*****.*****	
83	*****.*****	*****.*****	
84	*****.*****	*****.*****	
85	*****.*****	*****.*****	
86	*****.*****	*****.*****	
87	*****.*****	*****.*****	
88	*****.*****	*****.*****	
89	*****.*****	*****.*****	
90	*****.*****	*****.*****	
91	*****.*****	*****.*****	
92	*****.*****	*****.*****	
93	*****.*****	*****.*****	
94	*****.*****	*****.*****	
95	*****.*****	*****.*****	
96	*****.*****	*****.*****	
97	*****.*****	*****.*****	
98	*****.*****	*****.*****	

99	*****.*****	*****.*****	
100	*****.*****	*****.*****	
101	*****.*****	*****.*****	
102	*****.*****	*****.*****	
103	*****.*****	*****.*****	
104	*****.*****	*****.*****	
105	*****.*****	*****.*****	
106	*****.*****	*****.*****	
107	*****.*****	*****.*****	
108	*****.*****	*****.*****	
南预测塌陷区 (5.7662hm ²)			
1	*****.*****	*****.*****	
2	*****.*****	*****.*****	
3	*****.*****	*****.*****	
4	*****.*****	*****.*****	
5	*****.*****	*****.*****	
6	*****.*****	*****.*****	
7	*****.*****	*****.*****	
8	*****.*****	*****.*****	
9	*****.*****	*****.*****	
10	*****.*****	*****.*****	
11	*****.*****	*****.*****	
12	*****.*****	*****.*****	
13	*****.*****	*****.*****	
14	*****.*****	*****.*****	
15	*****.*****	*****.*****	
16	*****.*****	*****.*****	
17	*****.*****	*****.*****	
18	*****.*****	*****.*****	
19	*****.*****	*****.*****	
20	*****.*****	*****.*****	
21	*****.*****	*****.*****	
22	*****.*****	*****.*****	
23	*****.*****	*****.*****	
24	*****.*****	*****.*****	
25	*****.*****	*****.*****	
26	*****.*****	*****.*****	

27	*****.*****	*****.*****	
28	*****.*****	*****.*****	
29	*****.*****	*****.*****	
30	*****.*****	*****.*****	
31	*****.*****	*****.*****	
32	*****.*****	*****.*****	
33	*****.*****	*****.*****	
34	*****.*****	*****.*****	
35	*****.*****	*****.*****	
36	*****.*****	*****.*****	
37	*****.*****	*****.*****	
38	*****.*****	*****.*****	
39	*****.*****	*****.*****	
40	*****.*****	*****.*****	
41	*****.*****	*****.*****	
42	*****.*****	*****.*****	
43	*****.*****	*****.*****	
44	*****.*****	*****.*****	
45	*****.*****	*****.*****	
46	*****.*****	*****.*****	
47	*****.*****	*****.*****	
48	*****.*****	*****.*****	
49	*****.*****	*****.*****	
50	*****.*****	*****.*****	
51	*****.*****	*****.*****	
52	*****.*****	*****.*****	
53	*****.*****	*****.*****	
54	*****.*****	*****.*****	
55	*****.*****	*****.*****	
56	*****.*****	*****.*****	
57	*****.*****	*****.*****	
58	*****.*****	*****.*****	
59	*****.*****	*****.*****	
60	*****.*****	*****.*****	
61	*****.*****	*****.*****	