

吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿
矿区生态修复方案

吉林吉辉钼业股份有限公司
2026年02月

吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿 矿区生态修复方案

编制单位：吉林省翊沅科技有限责任公司

法定代表人：赵 波

方案编制负责人：赵 波

主要编制人员：王 聪 王玉江 董冬明

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	吉林吉辉铝业股份有限公司（加盖矿业权人公章）				
	统一社会信用代码	***	联系人	张耀光		
	联系地址	舒兰市开原乡存粮堡村		联系电话	***	
	采矿权证证号	***	开采方式	露天开采		
	采矿权面积	***km ²	采矿权拐点坐标	***		
	采矿权有效期限	贰拾肆年零捌月，自***年***月***日至***年***月***日				
	开采主矿种	钼矿	其他矿种	——		
	方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更开采方式 <input type="checkbox"/> 变更开采主矿种 <input type="checkbox"/> 延续 <input checked="" type="checkbox"/> 其他				
方案编制单位	单位名称	吉林省翊沅科技有限责任公司（签章）				
	统一社会信用代码	***	联系人	赵波		
	联系地址	长春市绿园区皓月大路2519号东方嘉园20号楼104号房		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
	赵波	***	建筑工程	项目负责人	***	
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	王聪	***	建筑工程	工程师	***	
	王玉江	***	岩土工程	工程师	***	
董冬明	***	水工环	高级工程师	***		

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	18
第一章 矿山基本情况	19
一、矿业权人基本情况	19
二、地理位置与区域概况	20
三、矿山开采历史及现状	23
第二章 矿区基础信息	44
一、矿区自然条件	44
二、社会经济概况	49
三、矿区地质环境背景	51
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	59
五、矿区生态状况	66
六、矿区及周边人类重大工程活动	69
七、矿区生态修复工作情况	70
八、矿区基本情况调查监测指标	71
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	73
一、问题识别与受损预测	71
二、生态修复可行性分析	109
三、生态修复分区及修复时序安排	123
四、采矿用地与复垦修复安排	123
第四章 生态修复措施与工程内容	129
一、保护与预防控制措施	129
二、修复措施	138
三、工程内容	150

第五章 监测与管护	153
一、监测目标与措施	153
二、管护目标与措施	156
三、工程量	157
第六章 工程部署与经费估算	160
一、总体部署	160
二、总体经费估算	162
三、阶段工作任务与经费安排	189
第七章 保障措施与公众参与	198
一、保障措施	198
二、公众参与	202
(一) 公众参与技术路线	203
(二) 方案编制期间公众参与	203
(三) 后续公众全程和全面的参与	204
(四) 土地权属保障措施	204
三、效益分析	205
(一) 社会效益	205
(二) 生态效益	205
(三) 经济效益	206
第八章 结论与建议	207
一、结论	207
二、建议	208

一、附图

1. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区土地利用现状图
比例尺 1:10000 及矿区土地利用现状图（自然资源局盖章）
2. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区地质环境问题现状图
比例尺 1:10000
3. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区土地损毁现状图
比例尺 1:10000
4. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区地质环境问题预测图
比例尺 1:10000
5. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区土地损毁预测图
比例尺 1:10000
6. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修复工程部署图
比例尺 1:10000
7. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿尾矿设施平面布置图
8. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿尾矿库区纵断面图
9. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿 A-A' 开采终了剖面图
10. 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿 A-A' 修复工程部署剖面图

二、附件

1. 水质分析报告、土壤检测报告
2. 公众参与调查表
3. 编制方案的委托书
4. 采矿许可证副本复印件
5. 预存矿区生态修复费用的承诺书
6. 编制单位和建设单位原始资料真实性承诺
7. 采矿权人履行《吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修复方案》的承诺书
8. 采矿权人对《吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修复方案》的意见
9. 舒兰市自然资源局对《吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修

复方案》的意见

10.土地权属人对《吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿矿区生态修复方案》的意见

11.吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿土地权属证明

12.内审意见

13.《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡铝矿（扩建为***万吨/年）矿产资源开发利用方案》评审意见（吉国土院矿审字〔2012〕第55号）

14.《吉林省舒兰市福安堡铝矿勘探报告》矿产资源储量评审备案证明（吉国土资储备字〔2012〕34号）及评审意见书（吉储审字〔2012〕18号）

15.吉林省林业和草原局准予行政许可决定书林批许准(2024)253号使用林地审核同意书

16.基金缴纳凭证

17.矿山企业营业执照副本复印件

18.永久性用地手续

19.矿区生态修复分区拐点坐标

20.关于吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿3号、4号排土场未启用不纳入生态修复范围的说明及承诺

前 言

一、编制目的

（一）编制任务的由来

吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡钼矿为在生产矿山，2012年10月，委托中国钢研科技集团吉林工程技术有限公司，编制了《吉林省舒兰市福安堡钼矿矿产资源开发利用方案》，取得了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿（扩建为***万吨/年）矿产资源开发利用方案》评审意见（吉国土院矿审字〔2012〕第55号）。2013年4月取得采矿许可证号为***，并于2019年11月20日，因企业变更及坐标系调整进行重新换证，开采方式为露天开采，采矿许可证号为***，生产规模为***万吨/年，开采矿种为钼矿，有效期限贰拾肆年零捌月，自***年***月***日至***年***月***日，发证机关为吉林省自然资源厅。该矿于2012年12月委托吉林省第二地质调查所编制了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，2013年1月委托中国建筑材料工业地质勘查中心吉林总队编制了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿（***万吨/年）项目土地复垦方案报告书》，2025年5月，吉林东北亚国际工程技术集团有限公司编制了《吉林吉辉铝业股份有限公司日处理2.5万吨钼矿石扩产扩能项目1#尾矿库初步设计说明书》，本次变更设计重新报批后，尾矿库前移坝址建设，大幅缩减排土场占地，相较原设计避让了基本农田和生态红线，减少了林地占用。根据《中华人民共和国矿产资源法》《土地复垦条例》《矿山地质环境保护规定》《自然资源部关于进一步加强生产矿区生态修复监管工作的通知（征求意见稿）》《自然资源部关于进一步加强生产矿区生态修复监管工作的通知（二次征求意见稿）》《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）《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》等文件要求，“方案不在适用期内，或年度任务安排不符合实际生产等情况，应及时修编。”为此，吉林吉辉铝业股份有限公司委托吉林省翊沅科技有限责任公司开展《吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修复方案》的编制工作。

（二）编制目的

开展《吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修复方案》编制工作

的目的是为矿业开发、地质环境保护与矿区生态修复提供重要科学依据，有效治理矿山开采引发和加剧的地质灾害、水污染、水资源破坏、土地资源占用和破坏等环境问题，保证矿区生态修复义务落实，合理用地、保护耕地，防止水土流失、恢复生态环境、保护生物多样性，以期实现矿产资源的合理开发利用及矿区生态修复的有效保护，为矿业经济和社会经济的可持续发展服务，落实“边开采、边修复”要求，为矿山申办相关手续提供依据，作为政府监督管理的依据。

（三）编制情形

本次方案编制工作由吉林吉辉铝业股份有限公司和吉林省翊沅科技有限责任公司相关技术人员组成联合调查组，共同进行现场踏勘和资料收集。调查了矿山地质及土地资源等情况、矿区建设及生产情况、当地的土地利用状况、土壤情况、已实施的恢复治理与土地复垦工程、土壤及水质污染情况、农业生产及农民收入状况、材料价格及人工费用情况等，开展了公众参与调查，收集了矿山相关资料、土地利用现状图等技术资料。确定了矿山地质环境评估范围以及土地生态修复区域，研究提出矿区生态修复措施、方向，形成该方案。

1、编制程序

本方案的编制按《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T103.1-2011）规定的程序进行，矿区生态修复方案编制流程图见图 0-1。

2、工作方法

在接受委托后，吉林吉辉铝业股份有限公司和吉林省翊沅科技有限责任公司立即组建了项目组，方案编制工作的人员由王聪、王玉江、董冬明和赵波组成，其中，王聪负责文本和图件编制设计，王玉江负责文本和图件校核，董冬明方案初步成果审查，最终由赵波负责方案核定。本方案编制、审核人员情况及分工见表 0-1。项目组在充分收集、分析与评估区有关的自然、地质、工程等资料的基础上，于 2025 年 11 月 25 日开展野外调查工作，野外工作采用矿区 1:10000 地形地质图为底图，采用高精度 GPS 进行定点，结合无人机，对矿山及周边区域进行详细调查。调查内容主要有：矿区开采历史及现状、矿区自然条件、社会经济概况、矿山生产建设情况、矿山地质环境现状、土地损毁与生态修复现状、生态状况等。随后进行室内资料综合整理、图件编制及方案的编制工作。具体工作量见表 0-2。

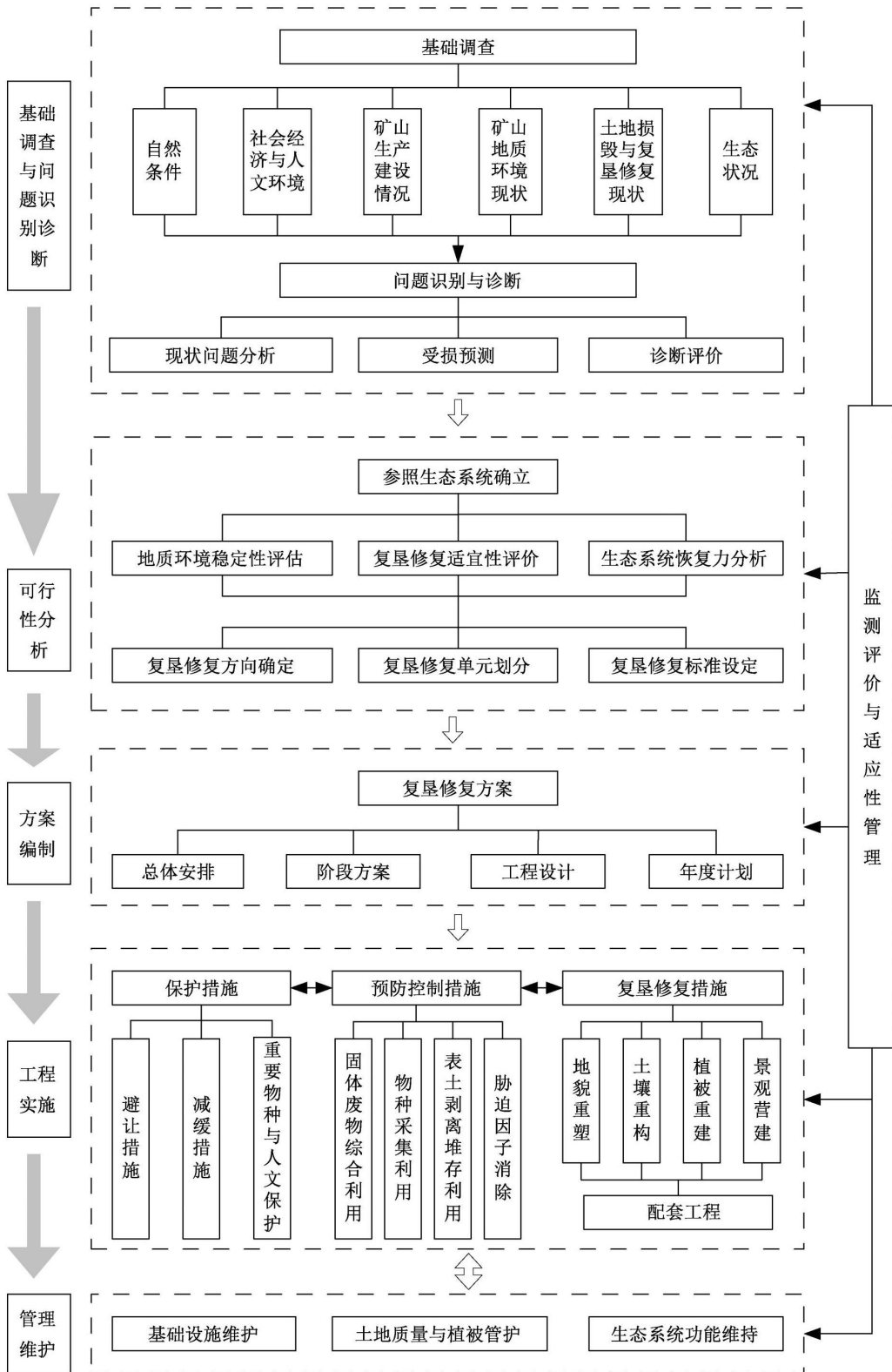


图 0-1 矿区生态修复方案编制流程图

表 0-1 方案编制、审核人员及分工情况表

姓 名	职务/职称	专业	分工
王 聪	工 程 师	建筑工程	负责文本和图件编制设计
王玉江	工 程 师	岩土工程	负责文本和图件校核
董冬明	高级工程师	水 工 环	方案初步成果审查
赵 波	项目负责人	建筑工程	方案核定

表 0-2 完成工作量一览表

项 目	工作量		
	单位	数量	
综合地 质灾害 调 查	调查面积	hm ²	1630.2918
	调查路线	km	15.50
	水文地质调查点	点	4
	环境地质（土壤）调查点	点	27
	地质调查点	点	25
	数码照片	张	120
	影像资料	分钟	10
收集 资料	区域地质报告	份	1
	开发利用方案、储量核实报告等	份	8
成 果	评估报告	份	1
	评估图件	张	8

3、工作内容

(1) 通过收集资料并结合野外调查，了解矿山企业概况，包括企业名称、位置、范围、相邻矿山的分布与概况；矿山企业的性质、矿山建设规模及工程布局；矿山设计生产能力、设计生产服务年限；矿产资源储量、矿层赋存特征；矿山开采历史及现状；矿山开拓、采区或开采阶段布置、开采方式、开采顺序、固体与液体废物的排放与处置情况；矿区社会经济概况等。

(2) 查明矿区地质环境条件和土地利用现状，包括：地形地貌、气象水文、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质现象、土地利用现状及规划等。

(3) 查明矿区地质环境问题、地质灾害发育现状及造成的危害，产生地质环境问题的背景，分析研究主要地质环境问题的分布规律、形成机理及影响因素；对评估区地质环境影响进行现状、预测评估，并进行矿区生态修复分区。

(4) 查明矿区土地损毁现状，并对矿山建设可能造成的土地损毁进行预测评估，确定生态修复单元，参照相邻生态系统对生态修复方向进行适宜性评价。

(5) 针对矿区生态修复分区，提出生态修复治理措施、监测方案及部署。

(6) 根据生态修复工程量和工作部署，做出经费估算与进度安排，提出矿

山生态环境保障措施。

(7) 通过项目组成员收集的资料编制完成了《吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿矿区生态修复方案》。

3、工作质量评述

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。为此次项目能够按时、保质、保量地完成，公司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、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多年的相关的工作经验，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，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，并组织有关专家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。所使用的各种规范、规定和图式是指导方案编写、图件制作的标准，只有严格执行，才能保证成果质量标准的唯一性。

（四）编制依据

1、法律法规依据

(1) 《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订）；

(2) 《中华人民共和国矿山安全法》（2009年8月27日修订）；

(3) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修订）；

(4) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议第三次修正）；

- (5) 《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日）；
- (6) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订，自2015年1月1日起施行）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2015年8月29日修订，2016年1月1日起实施）；
- (8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修订，2020年9月1日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018年8月31日第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过）；
- (10) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正）；
- (11) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年4月21日修订，自2021年9月1日起施行）；
- (12) 《中华人民共和国黑土地保护法》（2022年6月24日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十五次会议通过，2022年8月1日起施行）；
- (13) 《基本农田保护条例》（2011年1月8日修订）；
- (14) 《土地复垦条例》（2011年3月5日）；
- (15) 《土地复垦条例实施办法》（2019年7月16日修改）；
- (16) 《地质灾害防治条例》（国务院令第394号），2003年11月29日国务院常务会议通过，自2004年3月1日起施行；
- (17) 《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第44号），2019年7月16日修订版；
- (18) 《吉林省地质灾害防治条例》（2009年3月27日省十一届人大常委会第十次会议修订通过）；
- (19) 《吉林省水土保持条例》（2014年3月1日起施行）；
- (20) 《吉林省大气污染防治条例》（2016年5月27日）；
- (21) 《吉林省土地管理条例》（2022年11月30日吉林省第十三届人民代表大会常务委员会第三十七次会议修订，2023年2月1日起施行）；
- (22) 《吉林省黑土地保护条例》（2022年11月30日吉林省第十三届人民代表大会常务委员会第三十七次会议修订，2023年4月1日施行）。

2、规划依据

- (1) 《舒兰市国土空间总体规划（2021-2035年）》；
- (2) 《舒兰市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》；
- (3) 《舒兰市矿产资源总体规划（2021-2025年）》。

3、政策文件依据

- (1) 国土资源部办公厅《关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》国土资厅〔2017〕19号；
- (2) 《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）；
- (3) 《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）》；
- (4) 《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）；
- (5) 《自然资源部关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南〉的通知》（自然资发〔2023〕234号）；
- (6) 《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资发〔2023〕57号）；
- (7) 《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）；
- (8) 吉林省自然资源厅 吉林省财政厅 吉林省生态环境厅文件关于印发《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）。

4、标准规范依据

- (1) 《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；
- (2) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- (3) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (4) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (5) 《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）；
- (6) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；

- (7) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- (8) 《地质灾害防治工程监理规范》（DZ/T0222-2006）；
- (9) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (10) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；
- (11) 《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；
- (12) 《土地复垦方案编制规程 第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）；
- (13) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- (14) 《土地开发整理项目估算定额标准》（财政部、国土资源部编）2012年 3 月；
- (15)《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》(GB/T 14158-2010)；
- (16) 《量和单位》（GB3100-3102）；
- (17) 《中国地震烈度动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- (18) 《地质灾害危险性评估规范》（GB / T 40112-2021）；
- (19) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
- (20) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；
- (21) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；
- (22) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933）；
- (23) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935）；
- (24) 《地下水质量标准》（GB/T 14848）；
- (25) 《耕地质量等级》（GB/T 33469）；
- (26) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036）；
- (27) 《土地利用动态遥感监测规程》（TD/T 1010）；
- (28) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (29) 《耕作层土壤剥离利用技术规范》（TD/T 1048）；
- (30) 《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068）；
- (31) 《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093）；
- (32) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287）；
- (33) 《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388）；
- (34) 《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2）；
- (35) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166 ）；

(36) 《全国生态状况调查评估技术规范 — 森林生态系统野外观测》(HJ 1167)；

(37) 《全国生态状况调查评估技术规范 — 草地生态系统野外观测》(HJ 1168)。

5、技术文件以及当地自然与社会经济资料依据

(1) 《吉林省舒兰市福安堡钼矿勘探报告》吉林省第二地质调查所，2012年6月；

(2) 《吉林省舒兰市福安堡钼矿矿产资源开发利用方案》中国钢研科技集团吉林工程技术有限公司，2012年10月；

(3) 《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿日处理2.5万吨钼矿石扩产扩能项目(露天采矿工程)初步设计说明书》中国钢研科技集团吉林工程技术有限公司，2012年12月；

(4) 《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》吉林省第二地质调查所，2012年12月；

(5) 《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿(***万吨/年)项目土地复垦方案报告书》中国建筑材料工业地质勘查中心吉林总队，2013年1月；

(6) 《吉林省舒兰市吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿2024年矿山储量年报》，吉林省第二地质调查所，2024年12月25日；

(7) 《吉林吉辉钼业股份有限公司日处理2.5万吨钼矿石扩产扩能项目1#尾矿库初步设计说明书》，吉林东北亚国际工程技术集团有限公司，2025年5月；

(8) 《吉林吉辉钼业股份有限公司日处理2.5万吨钼矿石扩产扩能项目(变更重新报批)环境影响报告书》，长春市盛德环保服务有限公司，2025年7月；

(9) 《舒兰市2024年最新的国土变更调查成果》；

(10) 其他相关资料。

(五) 前期方案编制情况

1、前期矿山地质环境保护与土地复垦方案

2012年12月委托吉林省第二地质调查所编制了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》。该方案的主要结论如下：

(1)《方案》涉及年限为 36 年(2013~2048 年),适用年限为 5 年(2013~2017 年),每 5 年需要对方案进行一次修编。

(2)评估区重要程度为重要区;矿山建设规模为大型;矿区地质环境条件复杂;矿山地质环境影响评估级别为一级,评估区面积 31.83km²。

(3)评估区内现状地质灾害类型为小型岩体边坡崩塌,危险性小。开采现状对含水层的破坏小,对原生地形地貌景观和土地资源的破坏程度大。开采现状对矿山地质环境影响严重。露天采场、排土场、表土堆放场、尾矿库及工业场地为地质环境影响严重区,面积 73.53hm²;其余为地质环境影响较轻区。

(4)预测采矿活动可能引发泥石流灾害的危险性大;采矿活动对矿区含水层破坏较小;对地形地貌景观及土地资源的破坏大,预测采矿活动对矿山地质环境影响严重。露天采场、排土场、表土堆场、尾矿库及工业场地为地质环境影响严重区,面积 1133.79hm²;其余为地质环境影响较轻区,面积 2588.35hm²。

(5)根据现状和预测评估结果,地质环境影响严重区划为重点恢复治理区,面积 1133.79hm²。存在的矿山地质环境问题为岩体边坡崩塌;排土场、表土堆场引发泥石流灾害等地质灾害,以及采矿活动对含水层、地形地貌景观和土地资源的破坏。地质灾害防治措施主要采取在表土堆场上方挖截洪沟,在排土场、表土堆场下方砌筑挡土墙。恢复土地使用功能主要采取对排土场、表土堆场及露天采坑 315m 标高以上的台阶平台进行覆土植树,对露天采坑 315m 标高以下的台阶平台及尾矿库进行覆土、栽植灌木等措施。地质环境影响较轻区为一般恢复治理区,受采矿影响很小,基本没有矿山地质环境问题。

(6)恢复治理头 5 年(2013~2017 年)主要完成对地质灾害的防治工作,以及服务到期的原排土场覆土植树和原尾矿库的覆土种草工作。主要治理恢复工程及工作量:小型挖掘机土方(截洪挡土墙地基沟)3300m³;砌筑挡土墙 7000m³;截洪沟内衬砌石 800m³;运送表土 171600m³;平土 171600m³;栽植落叶松 49100 株;栽植紫穗槐 99550 株。

2018~2048 年治理恢复工程主要为覆土植树,运送表土 3216560m³;平土 3216560m³;栽植落叶松 1905900 株;栽植紫穗槐 1403250 株。

(7)矿山地质环境保护和恢复治理总费用为 7935.85 万元。

治理恢复头 5 年(2013~2017 年)主要支出对地质灾害的防治以及服务到期的原排土场覆土植树和原尾矿库的覆土种草费用,共计 611.54 万元。2018~2048

年主要支出覆土植树费用，共计 7324.31 万元。

2013 年 1 月委托中国建筑材料工业地质勘查中心吉林总队编制了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿（***万吨/年）项目土地复垦方案报告书》。该方案的主要结论如下：

（1）设计该矿露天开采建设规模为年产钼矿石***万 t，露天开采的计算服务年限为 32.58 年；露天开采结束后转为地下开采，地下开采建设规模为年产钼矿石***万 t，地下开采的计算服务年限为 38.72 年；总服务年限为 71.3 年。露天开采的计算服务年限为 32.58 年，土地复垦方案服务年限为矿山剩余服务年限增加 1 年建设期和 3 年植被管护期，确定土地复垦方案服务年限为 36 年零 6 月，起止时间为 2012 年 12 月~2049 年 5 月，每 5 年对本方案进行修编。

（2）损毁土地及地类：该矿最终损毁土地面积共计为 1134.58hm²。破坏土地类型为：水田 2.83hm²、旱地 71.86hm²、有林地 961.46hm²、其他林地 15.92hm²、裸地 0.29hm² 和采矿用地 82.22hm²。

（3）土地复垦目标：舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿设计露天开采服务年限为 32.58 年，露天开采结束后转为地下开采，本方案仅对露天开采阶段进行设计，露天开采结束后转为地下开采时需重新编制本方案。露天开采结束后工业及行政生活区、2 号尾矿库、表土堆放场、储矿场及运矿道路等转为地下开采时继续使用，本次不纳入复垦目标。

该项目最终复垦方向为林地、草地和水域及水利设施用地，复垦单元为露天采场、排土场、尾矿库。该矿矿区批复范围为 367.12hm²，工业及行政生活区面积 7.12hm²，为永久性建设用地，则土地复垦项目区面积为 374.24hm²；复垦区面积为 1134.58hm²，复垦区内工业及行政生活区转为地下开采后继续使用，则土地复垦责任区面积为 1127.46hm²，参照开采方案设计该矿露天开采结束后露天采场内存在投影面积为 59.96hm² 的边坡，坡度 55° 左右，复垦困难，只对边坡采取绿化措施，复垦责任区内 2 号尾矿库、储矿场及运矿道路等转为地下开采后继续使用，本次不予复垦，因此复垦面积为 947.28hm²，土地复垦率为 84.02%。复垦方向为露天采坑平台恢复人工牧草地，露天采坑积水区恢复景观水域，排土场边坡恢复灌木林，排土场平台恢复有林地，尾矿库坝体及滩面恢复为人工牧草地。

（4）土地复垦投资概况：舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿本项目土地复垦动态投资 34322.71 万元，静态投资为 10273.9 万元，公顷均动态投资 36.23 万

元，公顷均静态投资 10.85 万元。

(5) 土地复垦工程及工作量：铁丝网 1962m，人工平土 760700m²，平地机平土 4174200 m²，运送表土 25960.82m³，覆土 2564970m³，穴栽运土 31112 m³，栽植地锦 134888 株，栽植乔木 1147905 株；栽植灌木 302757 株，撒播种草 437.57hm²。

2、上一阶段方案落实情况

矿山在生产期间同步开展监测工程，实施了表土剥离、表土堆场种草、原排土场局部治理等工作，履行了边生产、边治理的基本要求，相关治理工序按企业发展计划推进。经调查，截至目前，自该矿生产以来，并对原排土场北西侧进行边生产边治理，治理面积约为 2.8813hm²，其中，治理面积 0.6840hm²，已完成了地面清理平整，覆土，栽树，种草，植被长势良好，成活率较高，详见照片 0-1；治理面积约为 2.1973hm²，已完成了地面清理平整，覆土，并未进行植树种草，详见照片 0-2，计划 2026 年完成植树种草工程；该区域虽已进行治理；但治理工程未进行验收，本次对已治理区域进行工程补充。该矿山除边生产边进行监测外，对矿山开采已损坏进行了表土剥离、表土堆场撒播种草。现状堆存表土来源于矿山开采已损坏土地前期剥离的表土约 90000m³，并进行了撒播种草，长势较好，详见照片 0-3、0-4、0-5。

照片 0-1 原排土场北西侧已治理区（拍摄方位角：225°）

照片 0-2 原排土场北西侧已治理区（已覆土、未植树种草）（拍摄方位角：20°）

照片 0-3 选矿厂北西侧表土堆放（拍摄方位角：70°）

照片 0-4 选矿厂北西侧表土堆放（拍摄方位角：190°）

照片 0-5 选矿厂北西侧表土堆放全景照片（拍摄方位角：290°）

3、本设计方案内容与原方案内容的主要区别

表 0-3 本设计方案内容与原恢复治理方案的主要区别

分项	本设计方案中内容	原恢复治理方案中内容	备注
服务年限	21.25 年	36 年	原方案依据开发利用方案设计，本方案根据采矿许可证的有效期限确定剩余服务年限，服务年限较原先减少。
开采方式	露天开采	露天开采	未改变
矿区面积	***km ²	***km ²	未改变
损毁土地面积	582.2582hm ²	1133.79hm ²	原方案依据开发利用方案设计，本方案依据 2012 年开采利用方案、尾矿库初步设计及企业发展规划，尾矿库前移坝址建设，缩减 3 号排土场、4 号排土场排土场。导致损毁土地面积大幅度减少。
工程量	表土剥离 1447038.40m ³ ，撒播种草 19.5000hm ² 、修建石笼挡墙 1600m（土方开挖 1200.00m ³ 、石笼 5200.00m ³ ）；边坡修整 28250m ³ 、危岩体清运 28250m ³ 、拆除石笼挡墙 5200.00m ³ 、运输拆除石笼 5200.00m ³ 、地面清理平整 500633.20m ³ ；覆土 1536180.40m ³ （全部为矿山剥离的表土）、土地翻耕打垄（含施生物肥）17.1404hm ² ；栽植乔木 1214310 株、撒播种草 502.8305hm ² 、栽植爬山虎 69000 株；设立警示牌 57 个、设置围栏 5700m（围栏网片 1900 片、立柱 1901 根、土方开挖 237.63m ³ 、土方回填 199.61m ³ 、混凝土基础桩 38.02m ³ ）、修建截排水沟 2280.00m ³ ；地面变形监测 340 次、地下水水位监测 340 次、地下水水质监测 85 点次、土地损毁监测 43 点次、土地资源监测 43 点次、生态系统监测 85 点次、植被管护 503.5145hm ² ，管护期 3 年。	恢复治理头 5 年(2013~2017 年)主要完成对地质灾害的防治工作，以及服务到期的原排土场覆土植树和原尾矿库的覆土种草工作。主要治理恢复工程及工作量：小型挖掘机土方(截洪挡土墙地基沟)3300m ³ ；砌筑挡土墙 7000m ³ ；截洪沟内衬砌石 800m ³ ；运送表土 171600m ³ ；平土 171600m ³ ；栽植落叶松 49100 株；栽植紫穗槐 99550 株。2018~2048 年治理恢复工程主要为覆土植树，运送表土 3216560m ³ ；平土 3216560m ³ ；栽植落叶松 1905900 株；栽植紫穗槐 1403250 株。	工程量的改变主要因为损毁面积的减少，同时，原方案缺少治理工程，本方案根据将来损毁情况进行了补充。原方案设计不能满足本项目的生态修复需求，根据本项目的实际情况进行调整。
静态投资估算	7820.5733 万元	7935.85 万元	综合上述工程量，通过现有的预算标准，进行了新的投资估算，较之前费用稍有减少。

表 0-4 本设计方案内容与原土地复垦方案的主要区别

分项	本设计方案中内容	原方案中内容	备注
服务年限	21.25 年	36.5 年	原方案依据开发利用方案设计，本方案根据采矿许可证的有效期限确定剩余服务年限，服务年限较原先减少。
开采方式	露天开采	露天开采	未改变
矿区面积	***km ²	***km ²	未改变
损毁土地面积	582.2582hm ²	1134.58hm ²	原方案依据开发利用方案设计，本方案依据 2012 年开采利用方案、尾矿库初步设计及企业发展规划，尾矿库前移坝址建设，缩减 3 号排土场、4 号排土场排土场。损毁土地面积大幅度减少。复垦区、复垦责任范围、复垦土地面积相应减少，并依据损毁土地情况，调整复垦方向及面积和三调地类名称更改
复垦区面积	582.2582hm ²	1134.58hm ²	
复垦责任范围	567.9476hm ²	1127.46hm ²	
复垦土地面积	511.4474hm ²	947.28hm ²	
复垦方向及面积	复垦为旱地 17.1404hm ² 、复垦为乔木林地 486.3741hm ² 、复垦为坑塘水面 7.9329hm ²	林地、草地和水域及水利设施用地	
工程量	表土剥离 1447038.40m ³ ，撒播种草 19.5000hm ² 、修建石笼挡墙 1600m（土方开挖 1200.00m ³ 、石笼 5200.00m ³ ）；边坡修整 28250m ³ 、危岩体清运 28250m ³ 、拆除石笼挡墙 5200.00m ³ 、运输拆除石笼 5200.00m ³ 、地面清理平整 500633.20m ³ ；覆土 1536180.40m ³ （全部为矿山剥离的表土）、土地翻耕打垄（含施生物肥）17.1404hm ² ；栽植乔木 1214310 株、撒播种草 502.8305hm ² 、栽植爬山虎 69000 株；设立警示牌 57 个、设置围栏 5700m（围栏网片 1900 片、立柱 1901 根、土方开挖 237.63m ³ 、土方回填 199.61m ³ 、混凝土基础桩 38.02m ³ ）、修建截排水沟 2280.00m ³ ；地面变形监测 340 次、地下水水位监测 340 次、地下水水质监测 85 点次、土地损毁监测 43 点次、土地资源监测 43 点次、生态系统监测 85 点次、植被管护 503.5145hm ² ，管护期 3 年。	铁丝网 1962m，人工平土 760700m ² ，平地机平土 4174200 m ² ，运送表土 25960.82m ³ ，覆土 2564970m ³ ，穴栽运土 31112 m ³ ，栽植地锦 134888 株，栽植乔木 1147905 株；栽植灌木 302757 株，撒播种草 437.57hm ² 。	工程量的改变主要因为损毁面积的减少，同时，原方案缺少复垦工程，本方案根据将来损毁情况进行了补充。原方案设计不能满足本项目的生态修复需求，根据本项目的实际情况进行调整。
静态投资估算	7820.5733 万元	10273.9 万元	综合上述工程量，通过现有的预算标准，进行了新的投资估算，较之前费用稍有减少。

4、上一阶段方案存在的问题

(1) 尾矿库坝址设计不合理，是尾矿库前移坝址建设，大幅缩减排土场占地，土地损毁及生态修复责任范围大幅减少。

(2) 是复垦方向规划不符合实际需求，未结合场地条件、土壤质量及矿区生态修复目标，制定科学合理的复垦方案，导致复垦工作缺乏针对性，难以达到预期生态修复效果。

(3) 原方案编制时间久，复垦工程内容缺失，设计标准偏低，无法满足当前生态修复需求。

(4) 是相关工程措施、技术参数与当前生态修复的实际需求脱节，无法为生态修复工作提供有效支撑，难以保障修复工程的质量和成效。

5、上一阶段方案取得经验

矿山坚持边生产、边监测、边治理模式成效明显；表土剥离集中堆存、覆土绿化等技术成熟可靠；分区域分步治理符合矿山生产实际；生态修复方案必须与采矿许可、开采现状动态衔接，才能保证可实施性。

6、本期方案修订的主要内容以及修订理由

主要修订内容：

(1) 原方案依据开发利用方案设计，本方案根据采矿许可证的有效期确定剩余服务年限，服务年限较原先减少。

(2) 本矿山原开发利用方案设计共 5 个排土场，其中拟新建 4 个排土场，贯彻绿色矿山建设要求，落实节约集约用地、边生产边治理、废石减量化资源化原则，矿山结合实际开采、废石综合利用及内部回填布局，对排土场设置进行优化。本次规划的 3 号排土场、4 号排土场仅为前期预留规划场址，实际情况如下：①工程建设情况：本单位自始至终未开展场地平整、拦挡、截排水等任何工程建设，未堆存任何废石、剥离物及固体废物，场地保持原始地形地貌，未发生人为扰动。②用地手续情况：未办理建设用地、临时用地、林地占用、草地占用等任何用地用林用草审批手续，土地权属、地类、用途均未因本单位原因发生改变。③使用前景：综合服务年限、开采布局、废石产出与消纳平衡分析，采矿许可证有效期内及闭坑前，3 号、4 号排土场均不再启用、不再占地、不再实施堆

存作业。④该 2 个场址未造成矿山地质环境破坏与土地损毁，不属于本次矿区生态修复责任范围，不纳入本修复方案治理内容，按原地类与现状管理。

详见附件关于吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿 3 号、4 号排土场未启用不纳入生态修复范围的说明及承诺。

(2) 本方案依据 2012 年开采利用方案、尾矿库初步设计及企业发展规划，尾矿库前移坝址建设，缩减 3 号排土场、4 号排土场排土场。损毁土地面积大幅度减少。重新核定损毁土地、复垦区、复垦责任范围及面积。

(3) 依据土地损毁现状调整复垦方向、面积，规范三调地类名称。

(4) 补充完善原方案缺失的复垦工程内容。

(5) 按现行预算标准重新测算投资，相应提高治理费用。

(6) 对已治理未验收区域补充完善工程内容。

修订理由：原方案依据过时、工程缺失、生态修复责任范围改变、同样区域内的投资不足，已不能指导项目实施；结合开采方式变化、土地损毁增加及前期治理遗留问题，必须对服务年限、复垦范围、工程设计、投资估算进行全面调整，确保方案合规、科学、可落地。

二、服务年限

吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿为在生产矿山，开采方式为露天开采，采矿许可证号为***，生产规模为***万吨/年，开采矿种为钼，有效期限贰拾肆年零捌月，自***年***月***日至***年***月***日，截至 2026 年 2 月，该矿山采矿证剩余的有效期限约为 17.25 年（17 年零 3 个月），即 2026 年 2 月—2043 年 4 月。

预计本矿山闭坑后矿区生态修复时间为 4 年，在矿山剩余服务年限的基础上增加 1 年复垦修复期，3 年管护期，确定矿区生态修复方案的服务年限为 21.25 年，即 2026 年 2 月至 2047 年 4 月。

本方案编制基准期为 2026 年 2 月，建议每 5 年对方案修编一次。若方案满 5 年或采矿权人扩大开采规模、变更矿区范围、变更开采方式应重新编制方案，以便更好地适应矿区生态修复工作。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

吉林吉辉钼业股份有限公司系原舒兰吉辉矿业有限公司，企业注册地址为吉林省舒兰市开原镇存粮堡村，注册资金 19600 万元，公司成立于 2005 年 11 月 28 日。2013 年 4 月取得最新采矿许可证，具体情况如下：

采矿权人：舒兰吉辉矿业有限公司

采矿许可证号：***

地址：吉林省舒兰市开原乡存粮堡村

矿山名称：舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：钼矿

开采方式：露天开采

生产规模：***万吨/年

矿区面积：***km²

有效期限：叁拾年，自****年***月***日至****年***月***日。

发证机关：吉林省自然资源厅

矿区范围拐点坐标详见表 1-1。

表 1-1 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区范围拐点坐标表

拐点编号	1980 西安坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
矿区面积：***km ² ；开采深度：+***m 至-***m		

于 2019 年 11 月 20 日，因变更企业及坐标系调整进行重新换证，最近一次采矿证情况如下：

采矿权人：吉林吉辉钼业股份有限公司

采矿许可证号：***

地址：吉林省舒兰市开原乡存粮堡村

矿山名称：吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿

经济类型：股份有限公司

开采矿种：钼矿

开采方式：露天开采

生产规模：***万吨/年

矿区面积：***km²

有效期限：贰拾肆年零捌月，自***年***月***日至***年***月***日。

发证机关：吉林省自然资源厅

矿区范围拐点坐标详见表 1-2。

表 1-2 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
矿区面积：***km ² ；开采深度：+***m 至-***m		

二、地理位置与区域概况

（一）地理位置

矿区位于舒兰市 91° 方向直距 26km 的开原镇薛家村福安堡屯西火石顶子附近，行政区划隶属舒兰市开原镇，矿区西距开原镇 4km，有水泥乡道和矿山道路相通，开原镇与舒兰市间有舒兰—开原县道，每日有班车通行。矿区距舒兰市运距 32km，舒兰市有吉林—哈尔滨铁路、吉林—五常省级公路过境，交通条件较为方便，详见图 1-1 交通位置图。矿区地理极值坐标（CGCS2000 坐标系）：

东经：***°***'***"~***°***'***"

北纬：**°***'***"~**°***'***"

图 1-1 交通位置图

(二) 区域概况

该项目位于舒兰市开原镇福安堡与存粮堡境内。其中露天采场东侧和西侧均为林地和耕地；南侧为林地，与东北侧福安堡最近距离约 827m。选矿厂东侧为耕地；西侧为林地；北侧为耕地和林地，与北侧存粮堡最近距离约 1010m。1 号排土场东侧、南侧、西侧均为林地，北侧为原尾矿库，与西南侧霍伦河最近距离约 107m，与西侧龙王村最近距离约 578m。2 号排土场四周均为林地和耕地，与西南侧霍伦河最近距离约 142m，与西南侧李家屯最近距离约 477m。1 号尾矿库，其东南西北侧均为林地，西北侧为耕地，与西侧鹿场屯最近距离约 1758m。矿区境界外周边 300m 范围内无其他居民区、学校等需被保护的设施。本矿周边 500m 范围内无其他相邻矿山，因此不存在相邻矿山的影响，距离矿山最近的矿山位于矿山南东侧 7.4km，矿山名称为舒兰市鑫源石材有限责任公司秀水矿，该矿山为在生产矿山，采矿权人为舒兰市鑫源石材有限责任公司，采矿许可证号为***，有效期限贰拾柒年，自***年***月***日至***年***月***日，开采矿种为建筑用花岗岩，开采方式为露天开采，矿区范围由 9 个坐标拐点圈定，矿区面积***km²，开采标高***~***m，矿区范围拐点坐标表见表 1-3。详见相邻矿山分布图 1-2。

图 1-2 相邻矿山分布图

表 1-3 舒兰市鑫源石材有限责任公司秀水矿矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
7	***	***
8	***	***
9	***	***
矿区面积: ***km ² ; 开采深度: ***m 至***m		

三、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

2004年~2005年,吉林省第二地质调查所对福安堡钼矿VIII号矿体进行勘查,2005年9月提交《吉林省舒兰市福安堡钼矿床VIII号矿体详查报告》提交钼矿石量***kt,钼金属量***t,伴生钨矿石量***kt,钨金属量***t。2006年1月11日吉林省国土资源厅以吉国土资储备字(2006)3号予以备案。

吉辉矿业有限公司成立于2005年11月,2006年7月吉林吉辉钼业股份有限公司取得福安堡钼矿采矿权,采矿许可证号***。2007年10月矿山正式投产,开采方式为露天开采,开采标高***m~***m。矿山设计由长春黄金设计院编制,设计生产能力***t/d。

2006年~2008年吉林吉辉钼业股份有限公司,对VIII矿体进行补充详查,2010年1月提交《吉林省舒兰市福安堡钼矿床VIII号矿体补充详查报告》,提交VIII号矿体矿石量***kt,钼金属量***t,估算矿体标高***m~***m,截至2008年底矿山资源储量详见表1-4。2010年5月28日吉林省国土资源厅以吉国土资储备字(2010)18号予以备案,备案资源储量截止日期2008年12月31日。

2009年10月矿山扩建,日处理矿石由原***t/d增至***t/d,2010年10月矿山变更许可证,证号***,开采标高变更为:***m~***m,矿区面积增大至***km²,矿山生产规模***×10⁴t/a。

2010年9月~2012年吉林吉辉钼业股份有限公司对勘查区VIII号矿体以外矿体进行勘查,2012年5月提交《吉林省舒兰市福安堡钼矿勘探报告》,备案机关文号吉国土资储备字(2012)34号。截至2012年4月30日求获福安堡钼矿全区(包括VIII号矿体)资源储量:矿石量***kt,钼金属量***t,估算标高***m~***m。详见表1-5。

2012年10月,委托中国钢研科技集团吉林工程技术有限公司,编制了《吉林省舒兰市福安堡钼矿矿产资源开发利用方案》,取得了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿(扩建为***万吨/年)矿产资源开发利用方案》评审意见(吉国土院矿审字(2012)第55号)。

2012年12月,委托吉林省第二地质调查所编制了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》。

表 1-4

2010年提交的福安堡钨矿床Ⅷ号矿体钨资源储量一览表

单位： $\frac{\text{金属量 t}}{\text{矿石量 kt}}$

资源储量分布位置	资源储量类型	编码	保有量	累计查明量	平均品位 (%)
露采地段	基础储量	122b	***	***	0.138
			***	***	
	资源量	333	***	***	0.117
			***	***	
	资源储量	122b+333	***	***	0.129
			***	***	
坑采地段	资源量	332	***	***	0.197
			***	***	
		333	***	***	0.133
			***	***	
	资源储量	332+333	***	***	0.147
			***	***	
全区总计	基础储量	122b	***	***	0.138
			***	***	
	资源量	332	***	***	0.197
			***	***	
		333	***	***	0.125
			***	***	
	资源储量	总计	***	***	0.135
			***	***	

表 1-5

2012年提交的福安堡钨资源储量

单位： $\frac{\text{金属量 t}}{\text{矿石量 kt}}$

分布地段	资源储量编码	2011年储量表中 剩余资源储量		本次勘查 新增资源 储量	本次勘查后全区 资源储量	
		保有量	累计查明量		保有量	累计查明量
资源储量 总量	111b	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
	122b	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
	331	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
	332	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
	333	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
	合计	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
其中 露采	111b	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***
	122b	***	***	***	***	***

分布地段	资源储量编码	2011年储量表中 剩余资源储量		本次勘查 新增资源 储量	本次勘查后全矿区 资源储量		
		保有量	累计查明量		保有量	累计查明量	
坑采	333	***	***	***	***	***	
		***	***	***	***	***	
		***	***	***	***	***	
	合计	***	***	***	***	***	
		***	***	***	***	***	
	331	331	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***
		332	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***
		333	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***
		合计	***	***	***	***	***
			***	***	***	***	***

2013年1月，委托中国建筑材料工业地质勘查中心吉林总队编制了《舒兰吉辉矿业有限公司福安堡钼矿（***万吨/年）项目土地复垦方案报告书》。

2013年4月取得变更采矿许可证号为***，矿山生产规模增加至***×10⁴t/a。矿区面积增大至***km²，设计选厂规模日处理矿石量***×10⁴t/d。有效期限：贰拾肆年零捌月，自***年***月***日至***年***月***日。

矿山2010年~2024年生产情况：2010年~2011年钼矿市场价格好时，矿山完成生产计划相对较好；2011年以后，钼市场价格低迷，完成生产情况较差。2015年矿山办理扩大生产规模手续，但扩能生产设备、设施没有及时建设和更换，生产量很少，远没有达到设计规模要求。其中，2014年、2020年全年没有生产。详见表1-6。

根据矿山统计台账，2010年~2024年矿山共采出矿石量***kt，钼金属量***t，钼平均品位0.096%。

吉林吉辉钼业股份有限公司始建于2005年，其初始采选能力为66×10⁴t/a，2012年企业实施了日处理2.5万吨钼矿石扩产扩能项目，2013年项目露天采矿设计通过吉林省安全生产监督管理局审查并取得许可意见书，2017年露天采矿取得安全生产许可证，矿山采矿生产能力提升至***t/d、***×10⁴t/a。

根据2024年12月25日，吉林省第二地质调查所提交的《吉林省舒兰市吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿2024年矿山储量年报》经估算2024年矿山共动用资源储量矿石量***kt，钼金属量***t。截至2024年末矿山保有矿石量***kt，

钼金属量***t；累计查明量***kt，钼金属量***t。详见表 1-7。

表 1-6 2010 年~2024 年年度生产计划和完成情况表

年度	计划开采量 (10 ⁴ t)	历年实际动用量 (10 ⁴ t)	完成计划百分比 (%)
2010 年	***	***	55
2011 年	***	***	98
2012 年	***	***	35
2013 年	***	***	16
2015 年	***	***	9
2016 年	***	***	7
2017 年	***	***	11
2018 年	***	***	42
2019 年	***	***	80
2021 年	***	***	64
2022 年	***	***	21
2023 年	***	***	118
2024 年	***	***	114

表 1-7 截至 2024 年末资源储量变动台账

金属量 (t)
矿石量 (kt)

储量类型	类型编码	年初保有量	年初累计查明量	动用量	采出量	损失量	勘查增量	重算增减量	年末保有量	年末累计查明量
证实储量	ZS	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
可信储量	KX	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
储量	ZS+KX	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
探明资源量	TM	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
控制资源量	KZ	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
推断资源量	TD	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***
资源量	TM+KZ+TD	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		***	***	***	***	***	***	***	***	***

（二）矿山开采现状

1、资源储量、服务年限及建设规模

（1）矿产资源储量

1) 资源储量

根据 2012 年 6 月，吉林省第二地质调查所编制的《吉林省舒兰市福安堡钼矿勘探报告》评审意见书及备案证明，全区（包括Ⅷ号矿体）保有资源储量：矿石量***kt，钼金属量***t。

2) 设计利用资源量

依据 2012 年 10 月，国钢研科技集团吉林工程技术有限公司编制的《吉林省舒兰市福安堡钼矿矿产资源开发利用方案》及审查意见，露天设计利用资源储量为***kt，金属量为***t，平均品位 0.073%。其中 111b：***kt，金属量***t，平均品位 0.073%；122b：***kt，金属量：***t，平均品位 0.075%；333:***kt，金属量***t，平均品位 0.106%。

（2）服务年限及生产规模及产品方案

吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿为在生产矿山，根据采矿许可证号为***，有效期限贰拾肆年零捌月，自***年***月***日至***年***月***日，截至 2026 年 01 月，该矿山采矿证剩余的有效期限约为 17.25 年（17 年零 3 个月）。

生产规模为***万吨/年，开采矿种为钼，为大型矿山。选厂前 11.39 年，原矿入选品位 0.079%，年产含钼 45.0%的精矿***吨，折合纯金属***吨；后 21.19 年，原矿入选品位 0.066%，产含钼 45.0%的精矿***吨，折合纯金属***吨。

2、可供开采矿产资源的范围

根据吉林省自然资源厅颁发的采矿许可证及开发利用方案，鉴于该项目总资源储量大，总开采年限长，则设计分两期开采：一期开采为露天开采，二期为地下开采。本次设计仅为露天开采，地下开采另行设计。矿区范围由 6 个拐点圈定，矿区面积为***km²，开采标高为+***m~ -***m。露天开采标高***~***m，剥离标高***~***m。预计地下开采标高***~ -***m，井巷工程标高***~ -***m。本项目可供开采矿产资源在矿区范围内详见表 1-8。

表 1-8 可供开采矿产资源的范围

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	***	***
2	***	***
3	***	***
4	***	***
5	***	***
6	***	***
1	***	***
矿区面积：***km ² ；开采深度：+***m 至-***m		

3、开采矿种、开采方式、开采顺序、采矿方法

开采矿种为钼矿，开采方式为露天开采。

开采顺序为各采坑设计采用由上至下的水平分层开采的顺序。

采矿方法：结合矿体赋存条件，采用水平分层采剥法，缓帮开采。即工作面大致顺西北～东南方向布置，原采坑工作面由东北向西南方向推进，1、2、3号采坑由西南向东北方向推进，一般保持3～4个阶段同步推进，上下阶段之间应保证不低于50m宽的工作平盘，电铲工作线长度一般为200m。

4、露天开采方案

(1) 各采坑之间开采顺序的安排

露天采场共分4个采区，分别为原采坑、1号采坑、2号采坑、3号采坑，露天开采中按各采坑的采矿能力，分为前期露采和后期露采。

前期露采：原采坑和1号采坑同时开采，采矿规模分别为***t/d和***t/d，总开采规模***t/d，开采服务年限11.39年。

后期露采：1号采坑和2、3号采坑同时开采，采矿规模分别为***t/d、***t/d和***t/d，总开采规模***t/d，开采服务年限21.19年。

(2) 露天采场境界

1) 边坡参数的确定

根据矿体的赋存条件，矿岩物理力学性质，矿岩节理裂隙与构造情况，矿区水文与工程地质条件均为简单类型，参照该矿山目前露天采场情况和同类矿山实际指标，并结合有关安全规定，设计确定边坡参数如下：

最终台阶高度 30m（2个15m台阶并段）

最终台阶坡面角	65°
安全平台宽	10m
清扫平台宽	18m（每隔 2 个安全平台设 1 个清扫平台）
最终边坡角	
原采坑	44° ~46°
1 号采坑	45° ~46°
2 号采坑	44° ~47°
3 号采坑	43° ~44°

2) 露天境界的确定

根据境界圈定原则和边坡参数，确定 315m 为封闭圈标高，315m 以上为山坡露天开采，315m 以下为凹陷露天开采，总出入沟标高 315m。通过该露天境界圈定，设计露天开采境界尺寸数据如下表 1-9。

表 1-9 露天境界尺寸一览表

采坑	境界尺寸					
	上部			底部		
	长 (m)	宽 (m)	标高(m)	长 (m)	宽 (m)	标高 (m)
原采坑	696	690	465	160	154	60
1 号采坑	1167	894	375	338	254	35
2 号采坑	717	466	465	207	58	180
3 号采坑	695	444	465	91	86	210

(3) 开拓运输

露天采场为四个圆坑形境界，分别为 1 号采坑、2 号采坑、3 号采坑及原采坑，新的三个采坑和原采坑连成一个公路运输系统，封闭圈标高为 315m，凹陷最大开采深度达 280m，采用公路开拓，单一汽车运输。

总出入沟：设在采区北部 315m 标高。

山坡开拓公路：布置在露天境界内，采用直进与折返相结合的方式布置，线路每上升 15m 高程形成一次回返，分别连接各阶段高标，并连接到排土场各排土阶段标高，形成“之”形运输线路。

凹陷露天运输坑线：设计采用螺旋形坑线，布置在各采坑边帮上，形成环形固定坑线。原采坑：按顺时针方向下降展线，至坑底 60m 标高平台。1 号采坑：按逆时针方向下降展线，至坑底 35m 标高平台。2 号采坑：按顺时针方向下降展线，至坑底 180m 标高平台。3 号采坑：按顺时针方向下降展线，至坑底 210m

标高平台。

凹陷露天运输坑线的连接：1号采坑总出入沟形成在其东边帮315m水平，并与原采坑之间形成315m标高通道沟。2号采坑总出入沟形成在其西侧边帮225m水平，并与1号采坑之间形成225m标高通道沟。3号采坑总出入沟形成在其北侧边帮315m水平，并与1号采坑之间形成315m标高通道沟。2、3号采坑通过1号采坑与原采坑之间形成的315m标高通道沟，形成三个采坑之间的运输联系，2、3号采坑运输车辆均通过该通道沟进入原采坑，最后经总出入沟到达选矿厂。

山下主运干线：利用现有上山公路作为外部运输公路。

5、排土作业

(1) 排土场

露天开采期内排岩（土）总量 $23216.06 \times 10^4 \text{m}^3$ ($61058.25 \times 10^4 \text{t}$)，由于废石量大，节约用地，矿山企业边生产边处理，同步减量化、资源化、无害化处置固废，避免堆存过大引发滑坡、占地、生态欠账。根据历史开采废石运输台账可知，其中80%废石综合利用做建筑石料。依据《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资发〔2023〕57号），该部分废石由舒兰市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。需进入排土场量为 $4643.21 \times 10^4 \text{m}^3$ ($12211.65 \times 10^4 \text{t}$)；按废石松散系数1.5，沉降率20%，经计算需要排土场容积 $5571.85 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

依据调整后设计，废石80%资源化做建筑石料原材料，本次新建1号排土场、2号排土场，同时利用原采坑。1号排土场占地 76.9001hm^2 ，堆高120m，容积 $4101 \times 10^4 \text{m}^3$ ，等级二等，使用年限为12年；2号排土场占地 67.3134hm^2 ，堆高120m，容积 $3519 \times 10^4 \text{m}^3$ ，等级二等，使用年限为12年；原采坑开采结束后，剥离的废石可回填原采坑，减少排土征地，原采坑可排土容积 $3109 \times 10^4 \text{m}^3$ ，使用年限为11年，排土场总容积为 $10529 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可满足矿山露天开采期内排土 $5571.85 \times 10^4 \text{m}^3$ 需要。

11.39年后原采坑开采结束，剥离的废石可回填原采坑，减少排土征地，原采坑可排土容积 $3109 \times 10^4 \text{m}^3$ ，新选排土场总容积 $29667 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可排土总容积 $32776 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可满足矿山露天开采期内排土需要。

矿山剥离表土应单独堆放，可用于闭矿后回填复垦。

在排土前应将排土场基底清理成出露岩体，并且在基底岩体形成 1.5m 高，100~150m 长的多个基岩台阶，以利增加基底抗滑移能力。在低洼处铺垫大块岩石层，以利排土场底部透水。

(2) 排土场参数

参考国内同类矿山的实际指标，确定排土参数如下：

排土阶段高度	40m
排土总堆高	120~200m
安全平台宽度	30m
最终排土边坡面角	按自然安息角堆放（约 30°）

(3) 排土方法与排土顺序

采用多阶段覆盖式排土场，排土作业采用汽车运输——推土机转排法。

排放顺序，遵循由下至上的顺序，即先进行最下部阶段排土，其次进行中部阶段排土，最后进行上部阶段排土，均按废石自然安息角排放，每个阶段间留下 30m 宽安全平台。

6、选矿方案

(1) 工艺流程

工艺流程结构为：三段一闭路破碎+一段闭路磨矿+浮选粗精矿再磨再选+精矿脱水。

(2) 工艺指标及工艺条件

露采前 11.39 年，原矿入选品位 0.079%，后 21.19 年，原矿入选品位 0.066%。

(3) 产品方案

露天开采前 11.39 年，原矿入选品位 0.079%，新老选厂年产含钼 45.0% 的精矿 12457.5 吨，折合纯金属 5605.875 吨。

露天开采后 21.19 年，原矿入选品位 0.066%，新老选厂年产含钼 45.0% 的精矿 10395 吨，折合纯金属 4677.75 吨。

(4) 生产工艺过程

矿石通过运矿汽车运到原矿仓，进入矿仓的矿石给入 1417 液压旋回破碎机，粗碎产品通过 1# 胶带输送机给入 1# 中间矿仓（10 个×10m×10m），每仓下设 4 台圆盘给料机，通过皮带给入中碎破碎机前缓冲仓，仓下设振

动给料机，给入 CH870EC 圆锥破碎机，中碎排矿经 3# 胶带输送机给入振动筛，筛下产品经 9#、10# 胶带输送机给入粉矿仓，筛上产品经 7#、8# 胶带输送机，进入 CH870EF 细碎破碎机，CH870EF 细碎破碎机排矿通过 5# 胶带输送机，给入振动筛，完成三段一闭路破碎。

粉矿仓内的物料经圆盘给矿机、胶带输送机给入球磨机，球磨机排矿进入旋流器组进行分级，粗粒级返回球磨机，合格粒级进入搅拌槽，加入药剂进行搅拌，经充分搅拌后，进入浮选，经一粗、一精、三扫后，获得浮选粗精矿，粗精矿经再磨分级后，合格物料再经过七次精选后，获得含钼 $\geq 45\%$ 精矿。精矿经浓缩、过滤后包装外销。扫选的尾矿作为最终尾矿外排到尾矿库堆存。

7、尾矿设施

根据《吉林吉辉钼业股份有限公司日处理 2.5 万吨钼矿石扩产扩能项目 1#尾矿库初步设计说明书》，由于企业现用尾矿库规模较小，不能满足扩建后选厂生产需要，故需新建一座尾矿库（即 1 号尾矿库）。吉林吉辉钼业股份有限公司为民营企业，抗风险能力较差，为降低运营风险，经企业研究决定，其“日处理 2.5 万吨钼矿石扩产扩能项目”选矿厂扩产分两期实施，一期首先将选矿规模提升至 12000t/d， 396×10^4 t/a，一期规划生产年限 10 年，二期达到最终生产规模***t/d， 825×10^4 t/a，选矿生产年限 27.8 年，由于本次新建尾矿库不能满足选厂服务年限要求，因此待该库运行至中后期时企业应另建新库，以满足选厂生产需要。本项目尾矿库采用坝前湿式排放、上游式筑坝的设计方案，即沟谷适宜位置建设初期坝，后期尾砂堆积坝采用上游式筑坝。

（1）库址及周边环境

本项目尾矿库库址位于选厂东南侧直距约 3km 的夹皮沟内，库区位于沟谷上游尾部，矿山采区、选矿厂、办公区、现用尾矿库均位于夹皮沟左岸山体另外一侧，尾矿库输送及回水管路设于夹皮沟左岸山坡，尾矿库初期坝外坡脚下游 2km 内无民居、等级公路、铁路、工矿企业、名胜古迹及其他重要设施，尾矿库库址符合相关要求且周边环境较好。但尾矿库截渗坝下游不足 200m 开始分布一定范围的基本农田，企业日常应加强管理，以减少尾矿库生产运行对周边环境的影响。

(2) 库址和堆存方式

本项目尾矿库非新建独立选矿厂尾矿库，设计最大坝高 153.5m，总库容 $9069.75 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属于二等库，总坝高未超过 200m，初期坝外坝脚起至下游尾矿流经路径 2.0km 范围内无居民区、工矿企业、集贸市场、休闲健身娱乐场所等人员密集场所、无二级及以上等级公路、铁路等重要生产生活设施，该尾矿库不属于头顶库，该尾矿库不处于长江和黄河干流岸线 3km、重要支流岸线 1km 范围内，采用湿式排放、上游式筑坝的方案。

(3) 尾矿坝

本项目尾矿坝由初期坝及后期堆积组成，其中初期坝为透水堆石坝，设计坝顶标高 380.0m、最大坝高为 53.5m，初期库容使用完毕后，采用尾砂上游式筑坝，设计最终堆积标高 480.0m，堆积坝高 100m，由此尾矿库总坝高为 153.5m。

(4) 库容及服务年限

当尾矿堆积标高达 480m 时，尾矿库总坝高 153.5m，形成的总库容为 $9069.75 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

本项目前 10 年年排尾矿 $273.1 \times 10^4 \text{m}^3$ ($396 \times 10^4 \text{t}$)、第 11 年开始年排尾矿 $568.97 \times 10^4 \text{m}^3$ ($825 \times 10^4 \text{t}$)，尾矿库库容利用系数以 0.8 计形成的有效库容为 $7255.8 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可供矿山按设计规模使用 18 年。

8、矿山防洪与排水

(1) 采场防洪

露天采场均位于山顶上，境界外无汇水面积，无须设界外截洪沟。

(2) 采场排水

山坡露天开采期间，将各阶段平台设置成 3~4‰ 正坡，场内汇水可自流排出。在进入凹陷露天开采前，在 315m 封闭圈标高终了平台开挖截水沟，在低凹处设排水出口，将场内 315m 标高以上边坡汇水截断排出。其净断面尺寸为：顶宽 1.2m，底宽 0.6m，深 1.0m。315m 标高以下为凹陷开采，采用机械方式排水。

1) 采场涌水量

前期 1 号采坑与原采坑同时开采，后期 1 号采坑与 2、3 号采坑同时开采。汇水面积取 315m 标高封闭圈面积，总涌水量按日最大降雨径流量和预

测的地下涌水量考虑。原采坑最大涌水量 25697.81m³/d, 1 号采坑最大涌水量 59753.72m³/d, 2 号采坑最大涌水量 11942.30m³/d, 3 号采坑最大涌水量 9805.51m³/d。

2) 采场排水设计

原采坑排水：各水平开采初期在最低处设 15m×15m×5.5m 临时集水坑，采用二段固定式泵站排水系统，排水标高为 315m。在丰雨季节，两组水泵全部开启工作，可在 19~20 个小时内排完场内日最大涌水量汇水。

1 号采坑排水：各水平开采初期在最低处设 15m×15m×5.5m 临时集水坑，采用三段固定式泵站排水系统，排水标高为 315m。在丰雨季节，两组水泵全部开启工作，可在 44~45 个小时内排完场内日最大涌水量汇水。

2 号采坑排水：各水平开采初期在最低处设 15m×15m×5.5m 临时集水坑，采用一段固定式泵站排水系统，排水标高为 315m。在丰雨季节，2 台水泵全部开启工作，可在 8~9 个小时内排完场内日最大涌水量汇水。

3 号采坑排水：各水平开采初期在最低处设 15m×15m×5.5m 临时集水坑，采用一段固定式泵站排水系统，排水标高为 315m。在丰雨季节，2 台水泵全部开启工作，可在 7~8 个小时内排完场内日最大涌水量汇水。

(3) 废水回流工艺

现有工程废水主要为采场积水、排土场淋溶水、选矿废水、选矿地面冲洗废水、尾矿库选矿澄清水、尾矿渗滤液、锅炉定期排污水和生活污水。

1) 采场积水

采场积水经机械排水打入高位水池，用于喷洒降尘。

排土场淋溶水

排土场淋溶水经排土场下方挡石墙排水口，排入沉淀池沉淀后用于喷洒降尘。

3) 选矿废水

根据工程实际，结合初步设计，选矿用水量为 3t/t 原矿，选矿用水经自然蒸发、产品带走等方式损耗，损失量约占用水量的 20%，用水量 6000m³/d，损失量 1200m³/d，废水量 4800m³/d。选矿废水随尾矿经管线排入尾矿库，澄清后进入选矿厂高位水池回用于选矿。选矿废水与尾渣均全部排入尾矿库，经尾矿库沉淀后，通过管线输送至选矿厂高位水池，供选

矿厂生产用水循环使用，不外排。

4) 选矿厂地面清洗废水

选矿厂地面清洗废水经管线排入尾矿库，经沉淀澄清后进入选矿厂高位水池回用于选矿，不外排。

5) 尾矿库选矿澄清水

尾矿库选矿澄清水直接打到高位水池回用于选矿，闭库后尾矿库是没有废水。

6) 尾矿渗滤液

尾矿渗滤液收集至截渗坝前库泵入高位水池回用于选矿。

7) 锅炉排水

锅炉定期排污水，收集后用于浇渣和降尘。

8) 生活污水

生活污水耕作季排入防渗储池，定期清掏，用作农肥；非耕作季暂存至防渗储池，待耕作季暂存的生活污水一次性用作农肥。

9、工程布局

根据现场调查和矿产资源开发利用方案，该矿山由露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路组成，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。本项目现状损毁区均在本次生态修复范围内。详见图 1-3 总工程平面布置图、图 1-4、1-5 现状工程布置遥感影像平面布置图及图 1-6、1-11 现状无人机照片。

(1) 露天采场

露天采场占地面积为 176.7194hm²，位于选矿厂南侧，距离选矿厂 305m，包括 1、2、3 号采坑及原采坑，三个采坑与原采坑连成一个运输公路系统。采用公路开拓、单一汽车运输。315m 标高以上为山坡露天，315m 标高以下为凹陷开采。总出入沟位于采场东北侧（原采坑北边帮中部位置），沟口标高为 315m。损毁方式为挖损，损毁程度为重度。

目前露天采场已损毁面积为 38.9935hm²，分为原采坑和历史旧采迹，原采坑占地面积为 33.5479hm²，长约 720m，宽约 540m，采场由 10 级台阶组成，台阶高约 15m，采场最低标高 296m。矿山开采主矿体为Ⅷ号矿体，矿体总体走向北西 310°，倾向北东，倾角 30°—45°，产状稳定。开采主要集中在 450m~435m、

435m~420m、420m~405m、405m~390m、390m~375m、375m~360m、360m~345m、345m~330m、330m~315m、315m~300m 台段，平台宽度 6m~120m，由东北向西南方向开采，其采深+465m~296m，最大开采高差约为 169m，边坡角小于 55°。历史旧采迹占地面积为 5.4456hm²，位于原采矿南侧、矿区西南侧，为历史遗留开采形成，非本矿山开采，历史旧采迹长约 465m，宽约 230m，该矿山经多年开采现已形成多个不规则的采矿平台，由南西向北东开采，其采深+395m~435m，最大开采高差约为 40m，边坡角小于 55°。露天采场已损毁不含与原排土场重叠 7.6655hm²，与原尾矿库重叠 0.0181hm²，与矿山道路重叠 0.0887hm²。

拟损毁面积为 129.9536hm²，在现有开采台阶的基础上，进行继续开采。随着生产的进行，露天采场的开采范围和深度会不断增大。闭坑后，原采坑占地面积 41.3745hm²，坑底面积 2.3767hm²，平台面积 20.2970hm²，边坡水平投影占地面积 18.7008hm²，边坡长度 12000m，形成 13 个平台，平台标高分别为+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+165m、+135m、+105m、+75m、+60m，最终边坡角 44°~46°；1 号采坑占地面积 84.5700 hm²，坑底面积 6.4090hm²，平台面积 43.2570hm²，边坡水平投影占地面积 34.9040hm²，边坡长度 18000m，形成 13 个平台，平台标高分别为+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+165m、+135m、+105m、+75m、+45m、+35m，最终边坡角 45°~46°；2 号采坑占地面积 29.0542 hm²，坑底面积 0.8749hm²，平台面积 14.9658hm²，边坡水平投影占地面积 13.2135hm²，边坡长度 9000m，形成 10 个平台，平台标高分别为+435m、+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+180m，最终边坡角 44°~47°；3 号采坑占地面积 21.7207 hm²，坑底面积 0.6490hm²，平台面积 12.6890hm²，边坡水平投影占地面积 8.3827hm²，边坡长度 7500m，形成 9 个平台，平台标高分别为+435m、+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+210m，最终边坡角 43°~44°。最终台阶高度 30m（2 个 15m 台阶并段），最终台阶坡面角 65°，安全平台宽 10m，清扫平台宽 18m（每隔 2 个安全平台设 1 个清扫平台）。

（2）工业广场

工业广场占地面积为 13.8132hm²，已损毁面积为 11.9534hm²，拟损毁面积为 1.8598hm²，包括选矿厂 12.7283hm²和炸药库 1.0849hm²。其中，选矿厂位于

采场东北侧，含粗碎间、粗碎产物缓冲仓、中细碎间、筛分间、粉矿仓、球磨跨、配药跨、浮选跨、脱水精矿跨等主体车间以及 10KV 变电所、回水池、水源泵站、高位水池、锅炉房、地中衡等相关公辅设施。现有选矿厂，浮选能力为 2000t/d。本次在现有选厂西北侧扩建，选矿工艺流程结构为：三段一闭路破碎+一段闭路磨矿+浮选+精矿脱水，浮选能力为***t/d。最大建构筑高度 12m。

炸药库位于矿区外北侧，西侧紧邻乡村道路，由建构筑物及相应的工业场地组成，占地面积 1.0849hm²。建筑物主要为炸药库、值班室、雷管库以及相应的场地，高度为 3m，为钢混合水泥砌砖结构。

表 1-10 拟建选矿车间建设内容一览表

序号	项目名称	建筑面积 (m ²)	结构形式	备注
1	主厂房	8640	砼框架结构	包括脱水精矿跨、浮选跨、配药跨、球磨跨、粉矿仓
2	粗碎间	432	钢筋砼剪力墙	
3	粗碎产物缓冲仓	3000	钢结构	
4	中细碎间	432	砼框架结构	
5	筛分间	720	砼框架结构	
6	1 号中转站	36	砼框架结构	
7	2 号中转站	36	砼框架结构	
8	1 号通廊	412.5	钢桁架结构	
9	2 号通廊	135		
10	3 号通廊	270		
11	4 号通廊	270		
12	5 号通廊	30		
13	6 号通廊	105		
14	配电所	280.8	砼结构	
15	磨选变电所	172.8	砖混结构	2 座
16	破碎变电所	36	砖混结构	
17	水源泵站	111	砖混结构	
18	循环泵站	72	砖混结构	
19	辅助间	342	砼框架结构	

(3) 储矿场

储矿场占地面积为 2.2394hm²，位于选矿厂南西侧，临时堆料场，最大堆高小于 15m。

(4) 排土场

排土场占地面积为 161.8876hm²，由原排土场（16.3299hm²）、1 号排土场（77.1477hm²）和 2 号排土场（68.4100hm²）组成，将拟剥离的表土全部堆放在 1 号排土场内表土堆场，最大堆高小于 10m，随着边生产边治理对达到了终了状态

的区域进行覆土。

(5) 尾矿库

尾矿库占地面积为 212.6876hm²，由原尾矿库（36.4048hm²）、1 号尾矿库（176.2828hm²）组成，原尾矿库即将闭库，后拟建 1 号尾矿库。1 号尾矿库拟建于选矿厂东南侧的夹皮沟内，尾矿库距选矿厂 2.5km。

(6) 输送管线

输送管线占地面积为 14.1697hm²，用于连接选矿厂和 1 号尾矿库使用。

(7) 矿山道路

矿山道路主要是用于工业广场与乡村道路之间的道路，为土道，局部为了加固铺垫有碎石。路面宽度 5m，占用土地面积为 0.7413hm²。矿山的外部运输道路主要利用附近的乡村道路，不需另外修建。

表 1-11 工程布局汇总表

项目名称		占地面积 hm ²	损毁方式	损毁程度
露天采场	原采坑	41.3745	挖损	重度
	1 号采坑	84.5700	挖损	重度
	2 号采坑	29.0542	挖损	重度
	3 号采坑	21.7207	挖损	重度
	小计	176.7194		
工业广场	选矿厂	12.7283	压占	中度
	炸药库	1.0849	压占	中度
	小计	13.8132		
储矿场		2.2394		
排土场	原排土场	16.3299	压占	中度
	1 号排土场	77.1477	压占	中度
	2 号排土场	68.4100	压占	中度
	小计	161.8876		
尾矿库	原尾矿库	36.4048	压占	中度
	1 号尾矿库	176.2828	压占	中度
	小计	212.6876		
输送管线		14.1697	压占	中度
矿山道路		0.7413	压占	中度
合计		582.2582		

图 1-3 工程平面布置图（含露天开采境界）

图 1-4 现状工程布置遥感影像平面布置图

图 1-5 现状工程布置遥感影像平面布置图

图 1-6 原尾矿库、原排土场和储矿场现状损毁（拍摄方位角：75°）

图 1-7 原尾矿库、原排土场现状损毁（拍摄方位角：270°）

图 1-8 原采矿、原尾矿库、原排土场、储矿场、矿山道路和工业广场现状损毁（拍摄方位角：250°）

图 1-9 原采矿、原尾矿库、原排土场、储矿场、矿山道路和工业广场现状损毁（拍摄方位角：190°）

图 1-10 历史旧采迹现状损毁（拍摄方位角：30°）

图 1-11 工业广场现状损毁（拍摄方位角：190°）

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 地形地貌

矿区地处低山区，地貌按成因可划分为构造剥蚀地貌和侵蚀堆积地貌，其地貌形态为低山和阶地。项目区周边地形地貌见照片 2-1。

低山：构造剥蚀地貌的形态单元为坡度较缓的低山，由华力西晚期、印支期花岗岩构成。在区内大面积分布，地面南东高北西低，最高点位于南东部，丘顶呈浑圆形，海拔标高 240~519m，相对高差 279m。山脊呈北西~南东向展布，地形上陡下缓，山坡坡角 15° ~ 25° ，树枝状沟谷及冲沟发育，植被发育。矿体当地侵蚀基准面标高 280m，矿体分布标高+***m~-***m，部分矿体位于侵蚀基准面以下。

阶地：侵蚀堆积地貌的形态单元为河流阶地，由第四系全新统冲洪积物构成。要在区内北东、南西两侧为霍伦河及珠琦河山间沟谷，呈狭长带状分布，北北西向展布。地形较平坦，北北西向微倾，海拔标高在 240~260m。相对高差 20m。沟谷宽度 100~500m，沟谷两侧为斜坡，向沟谷倾斜。岩性为亚砂土、粉质粘土及砂砾石层。

照片 2-1 项目区周边地形地貌（拍摄方位角： 60° ）

（二）水文气象条件

1、水文

矿区地表水系不甚发育。矿区地表水属拉林河水系，霍伦河在南西侧 1.0km 处由南东向北西流经，霍伦河为拉林河支流，枯水期（1 月份）径流量 11.217m³/d，丰水期（8 月份）径流量 969220m³/d。霍伦河流经评估区的常年水位标高为海拔 232m~236m。水化学类型为重碳酸硫酸钙型水，矿化度 94.05mg/L，pH 值 6.7，总硬度 39.0mg/L。其他均为季节性小溪，雨季流水，旱季干涸。

2、气象

矿区所在区域属北温带大陆性季风气候，四季分明。据舒兰市气象站 1961~2006 年气象资料，多年平均气温 4.2℃，1 月份气温最低，极端最低气温 -42.6℃，平均 -18.5℃；7 月份气温最高，极端最高气温 36.6℃，平均 22.0℃。多年平均降水量 687.5mm，日最大降雨量 123.9mm，年最大降水量 1057.1 mm，降水多集中在 6~9 月份，占全年降水量的 70%以上。多年平均蒸发量 1397.8mm。冰冻期为每年 11 月至翌年 3 月，最大冻土深度 1.80m。

（三）土壤

项目区表层土中的腐殖质含量高，形成黑土层，土壤类型以暗棕壤为主，土层厚度为 0.20~0.60m，耕地腐殖土平均厚度约 0.50m；林地及草地腐殖土平均厚度约 0.30m，均为不含树根和碎石后的平均剥离厚度。pH 值为 5.7~6.6 之间，呈酸性，土壤有机质含量变化幅度在 2.22%~3.58%之间。土壤通透性、排水性好，有效养分平均值为：碱解氮 189.2mg/kg，有效磷 53.0mg/kg，速效钾 73.2mg/kg。土壤自然断面图见照片 2-2 至 2-3。

（四）植被

舒兰市植被类型属于长白山植物区系，以阔叶林为主，树种组成以杨树、栎、色树、柞树、椴树、榆树为主，伴生有少量人工落叶松等针叶树种；林木物种有毛榛、紫穗槐、胡枝子、刺五加、毛山荆子等，沟谷多以水曲柳、胡桃楸林居多，草本植物和地被植物多为莎草、苔草、山茄子、山尖子、车前、黑麦草、菵草等。项目区林草覆盖率约为 89.7%。本项目所在区域植被覆盖：以天然次生林为主，存在少量人工林，常见树种包括云杉、樟子松、落叶松、蒙古栎、杨树、柞树、桦树和灌木丛等；山区植被覆盖率较高，平原区多开垦为农田，农作物以玉米为主。见照片 2-4 项目区周边植被。

照片 2-2 耕地土壤剖面图（拍摄方位角：50°）

照片 2-3 林草地土壤自然断面图（拍摄方位角：80°）

照片 2-4 项目区周边植被（拍摄方位角：180°）

（五）地下水基本状况

1、地下水类型

根据地下水类型及水理性质，矿区地下水可分为松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水两种类型：

松散岩类孔隙潜水：主要分布于矿区南西及北东侧的霍伦河和珠琦河山间沟谷中。地下水赋存于第四系全新统冲洪积砂砾石孔隙中。砂砾石磨圆分选差，局部含粘性土或夹粘性土薄层。含水层厚度一般在 3.00~6.00m，局部大于 6.00m。地下水位埋深一般在 2.00~5.00m，局部大于 5.00m，福安堡屯枯水期民井观测地下水位埋深 6.60m，水位随季节变化明显。水化学类型为氯化物重碳酸钙型水，矿化度 259.9mg/L，pH 值 6.7，总硬度 85.5mg/L。据水质分析资料，氯离子占 47.0mg/L，说明有生活污染存在。单位涌水量小于 0.1L/s·m，富水性弱。该类型地下水对矿床开采无影响。

基岩裂隙水：分布于矿区的低山区，低山地形切割较强，地势高差大，坡度较陡，残坡积层薄，风化带厚度较大。地下水赋存于印支期花岗岩风化裂隙中，岩性以似斑状二长花岗岩为主，少量花岗斑岩、黑云母花岗岩、隐爆角砾岩及石英脉。构造裂隙水赋存于构造裂隙及构造破碎带中。裂隙发育深度、发育的强弱

与岩石风化程度及受构造作用强弱关系密切。风化裂隙发育深度一般小于 50m，构造裂隙发育深度可达 100m，个别大于 100m。据 137 个钻孔观测，地下水稳定水位埋深一般在 1.40~40.60m，最深为 62.50m（ZK1606 孔），最浅为 1.00m（ZK2803、4401 二孔），ZK3220 孔自流。水位标高 300.22~483.19m。实测泉流量 0.014~0.039L/s，属弱富水性。据 SWK1 水文地质钻孔抽水试验资料，涌水量 $Q=0.325L/s$ ，单位涌水量 $q=0.00895L/s \cdot m$ ，渗透系数 $K=0.016m/d$ ，影响半径 $R=69.19m$ 。钻孔抽水试验结果说明该含水层富水性弱。矿方在选矿及附属设施区凿供水井一眼，井深 71m，静止水位埋深 11.00m。经简易水文地质抽水试验，降深 67.00m 涌水量 $7.00m^3/d$ ，单位涌水量 $0.002L/s \cdot m$ ，5 分钟后即抽干，亦说明了基岩裂隙水富水性弱。水化学类型以硫酸钙型水为主，次为硫酸重碳酸钙型水，矿化度 91.74~228.91mg/L，pH 值 6.5~6.6，总硬度 45.0~138.5mg/L。该类型地下水是矿床充水的直接来源，但富水性弱，对矿床开采影响不大。

2、地下水补给、径流、排泄条件

地下水补、迳、排条件严格受地形地貌、气象水文等条件的制约。矿区两种类型地下水均以大气降水渗入补给为主，孔隙潜水兼有基岩裂隙水侧向径流补给和丰水季节河水补给，平水和枯水期间河流迳流排泄，部分被开采或蒸发消耗。地下水动态类型为补给~迳流型。浅层基岩裂隙水（裂隙发育深度小于 50m）直接接受大气降水补给，其动态随季节变化明显，雨季河谷或沟谷中有泉和溪流，枯水季节有的泉断流。地下水向山前洼地和山间河谷（沟谷）中径流聚集；深层基岩裂隙水（裂隙发育深度大于 50m）地下水位、水量稳定，以泉的形式排泄或径流补给其他类型地下水。

露采场充水来源主要为大气降水，少量基岩裂隙水。基岩裂隙水富水性弱。矿体部分位于当地侵蚀基准面以上，部分位于当地侵蚀基准面以下。据露采场涌水量预测结果，1 号采坑正常涌水量 $6487.23m^3/d$ ，最大涌水量 $129318.18m^3/d$ ；2 号采坑正常涌水量 $2101.98m^3/d$ ，最大涌水量 $41439.28m^3/d$ ；3 号坑正常涌水量 $1942.54m^3/d$ ，最大涌水量 $38272.69m^3/d$ ，原采坑正常涌水量 $3001.72m^3/d$ ，最大涌水量 $59541.98m^3/d$ 。开采 315m 标高以上矿体时，利用有利的地形条件自然排水；开采 315m 标高以下矿体可采用潜水泵或离心泵进行阶梯式排水。矿床附近无地表水体，矿区水文地质条件属中等类型。

（六）景观

矿区所在区域景观以原有景观基质，连绵的森林覆盖丘陵，农田与林地交错为主，景观自然度高，连通性较好。

1、自然生境连通性

矿产开发导致耕地、林地等自然景观被工矿场地割裂，原有连续生境被露天采场、工业广场等人工设施阻断。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：矿区裸露地表植被覆盖率趋近于零。矿山开采期间原生树林被破坏后无法自行恢复，土壤保水能力丧失。

3、景观破坏度

矿区开采形成裸露边坡，导致水土流失，高陡边坡使地形改变，本矿最大开采高差为 405m，景观破坏度严重。

4、景观稳定性

高陡边坡在暴雨下易引发石块崩落，稳定性较差。

5、景观丰富度

多样性增加：工矿景观侵入使斑块类型增多（耕地、林地→工矿用地+裸地）；矿区景观丰富度提升但以牺牲原生植被为代价，实际生态功能退化。

矿区遥感影像图见 2-1。

二、社会经济概况

1、社会经济概况

矿区位于舒兰市开原镇，影响范围覆盖开原镇矿区所在村及周边 6 个行政村。近 3 年区域总人口稳定在 1.8 万人左右，其中农业人口 1.53 万人，农业人口占比 85%；人均耕地面积 0.32hm²，以旱地、水田为主，主要种植玉米、水稻、大豆，为区域传统粮食主产区。生产结构以农业种植、林下种养、矿山务工、劳务输出为主，农村居民人均可支配收入近 3 年分别为 14260 元、15180 元、16050 元，年均稳步增长。镇域内道路、供水、供电等基础设施完善，基本满足生产生活需求，矿山相关产业为当地农民增收与就业提供重要支撑。

图 2-1-1 总平面布置矿区遥感影像图

图 2-1-2 原尾矿平面布置矿区遥感影像图

2、人文环境状况

区域历史以关东农耕、满族民俗为特色，经调查，项目影响范围内无全国/省级文物保护单位、无文物古迹、无古村落、无历史文化保护地、无地质遗迹保护区、无国家级/省级风景名胜区。镇域内有九顶莲花山、青云寺、霍伦河漂流等乡村生态与民俗旅游节点，仅为一般休闲观光点，未列入法定保护名录。区域人文环境整体稳定，无重要人文敏感目标，矿山开采对人文环境无直接影响。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性及岩浆岩

区域上岩浆岩广泛发育，从华力西期到印支期直到燕山期均有大量侵入，反映了多期多旋回的特点。以大面积的花岗岩岩基为主，有少量的岩株及岩脉。地层只有零星出露的二叠系杨家沟组砂板岩。区内侵入体主要为华力西晚期、印支期。华力西晚期侵入体主要为斜长花岗岩和石英闪长岩；印支期侵入体主要为似斑状二长花岗岩、黑云母花岗岩；印支期后主要呈岩株及岩脉状的花岗细晶岩、花岗斑岩产出。总体反映了从中酸性向酸性演化的规律。区域地质图见图 2-2。

1、地层

该区除第四系外，仅见二叠系杨家沟组呈残留体零星分布于侵入体中。

（1）二叠系杨家沟组

主要分布于福安堡村东部及益兴屯西南部。呈残留体分布于花岗岩侵入体内。面积比较小。岩性：黑色、灰黑色斑点板岩与变质砂岩、粉砂岩互层，局部夹变质凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩。在钻孔中可见，地层厚度>500m。

（2）第四系

主要分布于福安堡村、龙王村一带的冲积河谷，面积较小。岩性为冲、洪积砂砾石、亚粘土。揭露厚度 2~10m。

2、岩浆岩

矿区出露侵入岩均为印支期侵入体，同位素年龄 212.5Ma。广泛分布于全区，呈岩基及岩脉状产出。岩性主要似斑状二长花岗岩，少量花岗斑岩及石英脉。

（1）似斑状二长花岗岩

区内主要岩石，遍布全区，构成矿石及近矿围岩。岩石地表风化较强烈。风化面黄褐色，新鲜面肉红色~灰白色，似斑状结构，块状构造。岩石由似斑晶和基质组成。似斑晶为碱长石，基质为碱长石、斜长石、石英、黑云母及少量金属矿物。

图 2-2 矿区区域地质图

（2）花岗斑岩

在区内零星分布，呈脉状北东向及北西向展布，长一般 20~40m，宽几 m。风化面呈淡肉红色，新鲜面灰白色，斑状结构，基质为花岗结构，块状构造。斑晶由斜长石、碱长石及石英组成，基质由细晶的斜长石、碱长石及石英组成。

（3）石英脉

区内石英脉见于火石顶子及Ⅷ号矿体中，产出位置明显受构造控制，与矿化关系密切。产于火石顶子的石英脉（核）受北东向火石顶子~长安堡断裂控制，地表呈透镜状，向下逐渐变为脉状。长轴方向 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，长度 235m，短轴北西向，长度 170m，呈 $68^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 倾角，与围岩一似斑状二长花岗岩边界凹凸不平，接触部位由石英脉（核）“辐射”出的细脉呈章鱼触角状侵入围岩中。

产于Ⅷ号矿体中石英脉呈北西向展布，受北西向构造控制，长 > 120m，宽 1~5m，局部膨大到 10m，走向北西 315° 倾向北东，倾角 $55^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。在已剥岩的第 7 勘查线两侧清晰可见。

（二）地质构造

矿区所处的大地构造位置为吉黑褶皱系（Ⅰ级），吉林优地槽褶皱带（Ⅱ级），吉林复向斜（Ⅲ级），蛟河~桦甸断褶束（Ⅳ级）的北西边缘。矿区位于伊通~依兰岩石圈断裂水曲柳段的东南侧，距离该断裂约 15km，新安~额穆壳断裂在矿区西侧通过。

北西向新安~额穆壳断裂在矿区西南角通过，北东向火石顶子~长安堡断裂在矿区中部通过。上述两断裂控制了区内钼矿的形成，成为该区钼矿的导矿和容矿构造，该钼矿即产于上述两断裂的上盘、交汇处，矿体受次级断裂带控制。

1、新安~额穆断裂

该断裂由新安向南东经榆树沟至敦化额穆一带，由数条相互平行的压剪性断裂组成。区内为该断裂的北西段，称泉子沿~大王砬子断裂，走向 $320^{\circ} \sim 330^{\circ}$ ，倾向北东，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。断裂面产状变化较大，其上发育有斜冲擦痕，并有大面积镜面，绿泥石化、硅化强烈，沿走向宽度变化大，其中发育有构造透镜体。

2、火石顶子~长安堡断裂

矿区内为该断裂的南西段，斜贯全区，走向 $28^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，倾向北西，倾角 75° ，表现为 5~10m 宽的破碎带，火石顶子石英脉即沿该断裂贯入。在火石顶

子石英脉处，走向北东 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 、倾向北西、倾角 $75^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 的挤压破碎带非常发育，沿破碎带走向凹凸不平的断层面连续发育，波状弯曲的压性断层面见斜冲擦痕，擦痕角 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。该断裂具有多期活动的特征。

3、火石顶子断层破碎带

火石顶子断层破碎带是火石顶子~长安堡断裂的次级断裂，是导矿和容矿构造，矿体即沿该断层破碎带分布。该断层大部分地段已被矿化期热液物质“胶结”成坚硬的角砾状蚀变岩，地表已见不到构造破碎现象，局部地段见有断层泥及角砾岩，第 0 勘查线平巷及钻孔中可见断层泥及角砾岩。

该断层破碎带长大于 500m，宽 10~25m，走向 $300^{\circ} \sim 320^{\circ}$ ，倾向北东，倾角 $65^{\circ} \sim 68^{\circ}$ 。带内岩石多为胶结紧密的蚀变岩，局部地段见有断层泥及角砾岩，显示为压扭性特征。

受历次构造运动的影响，特别是印支期侵入体影响，区内褶皱构造不甚发育，断裂构造较发育，尤以北东向火石顶子~长安堡断裂更为发育。但这些断裂规模不大，全新世以来未见活动迹象，断裂带被后期石英脉充填，破碎带内形成胶结紧密的角砾状蚀变岩，对矿体、围岩及顶底板破坏不大，因此本区地壳是稳定的。根据《中国地震动态参数区划图》（GB18306-2015）本矿区地壳活动属于稳定区，地震动峰值加速度为 0.15g，该地位于地震烈度 VII 度区。

（三）工程地质

依据岩土体的物理力学性质、岩石的风化程度及工程地质特征，将矿区岩土体分为松散软弱岩组和块状坚硬岩组两种类型。

1、松散软弱岩组工程地质特征

分布于山间沟谷及低山的表层，由第四系全新统冲洪积层、残坡积层及印支期花岗岩风化壳构成。其中山间沟谷松散岩组对矿床开采无意义，此不赘述。

低山表层为腐殖土及粘性土夹碎石，山脊及斜坡处厚 0.80~4.00m，坡脚下 4.00~6.00m，露采时需全部剥离。剥离后应选择适宜位置封存，以便闭坑后进行环境地质保护与矿山恢复治理时利用。

印支期花岗岩风化壳覆于残坡积层之下。据 137 个钻孔资料及地表工程揭露，全风化和强风化带厚 3.40~33.02m，岩石风化呈砂粒状、碎块状、块状，岩石质量指标 RQD 值多为 0%，少量 11%~29%，岩石质量等级为极劣的，岩体破碎，岩体结构类型为散体状结构、碎裂状结构。该风化壳亦是地表氧化型矿石的

聚集部位。氧化带深度一般在 1.23~17.60m，平均深度 9.30m。露采时剥离单独堆存。

2、块状坚硬岩组工程地质特征

该岩组为矿体、顶底板及围岩（夹石），岩性为印支期似斑状二长花岗岩、黑云母花岗岩，岩石蚀变较强。

似斑状二长花岗岩：风化面黄褐色，新鲜面肉红色，灰白色，似斑状结构，块状构造，岩石由似斑晶和基质组成。蚀变较强，主要蚀变有云英岩化、硅化、钾长石化、绢云母化、绿帘石化、其次为黄铁矿化、萤石化、高岭土化、碳酸盐化。为矿体的主要顶板及近矿围岩。岩石呈弱风化~微风化。岩芯以柱状、长柱状为主，少量短柱状或块状，岩石质量指标 RQD 值为 56%~98%。岩石质量等级以好的和极好的为主，少量中等的，岩体完整~较完整，以块状结构为主。顶板岩石单轴饱和抗压强度为 85.79~127.76Mpa，属坚硬岩石。

底板为似斑状二长花岗岩及黑云母花岗岩，见有少量蚀变岩，花岗结构，块状构造。多为微风化，局部为中风化，岩石质量指标 RQD 值多在 72%~98%，局部 32%~64%，个别为 0（绿帘石、钾长石蚀变岩），岩石质量等级以好的一极好的为主，少量为中等的或劣的。岩体完整~较完整，以块状结构为主。底板岩石单轴饱和抗压强度为 135.82~166.75Mpa，属坚硬岩石。

顶板、底板及围岩局部夹微风化石英脉，岩石质量指标 RQD 值大于 90%，岩石质量等级为极好的，岩体完整。

矿体：按矿石类型可分为蚀变似斑状二长花岗岩型、构造角砾岩型、石英脉型和地表氧化型四种类型，该矿区以蚀变似斑状二长花岗岩型为主。

蚀变似斑状二长花岗岩：肉红~浅肉红色、灰白色，变余似斑状结构，斑杂构造、块状构造。与成矿有关的蚀变有云英岩化、硅化、钾长石化、绢云母化、绿帘石化。矿石风化程度由上至下由强风化渐变为弱风化和微风化，3.27~34.19m 全风化~强风化，岩石质量指标 RQD 值为 0~15%，岩石质量等级为极劣的；11.00~126.14m 弱风化~微风化 RQD 值多在 57%~95%，岩石质量等级为好的和极好的，ZK701 孔下部有两层矿体破碎，RQD 值为 0~41%。构造角砾岩型和石英脉型矿石较硬，以微风化为主，岩体完整，地表氧化型矿石多在上部，为全风化和强风化，矿石破碎，风化裂隙发育。石英脉型矿石岩石单轴饱和抗压强度为 59.63~69.21Mpa，属坚硬岩石。

综合上述，矿体、顶底板、围岩及露采场边坡岩性较为单一，以似斑状二长花岗岩为主，岩石多呈微风化和中等风化，仅上部呈强风化和全风化，岩石力学强度、块度均较高，岩体完整，稳定性好，但构造破碎带发育，破碎带大部分地段已被矿化期热液物质“胶结”成坚硬的角砾状蚀变岩，局部岩石破碎，见有断层泥及构造角砾岩，属软弱结构面，对矿床开采有一定影响。工程地质条件属复杂类型。

（四）矿体地质特征

1、矿体特征

矿区内地表共发现 9 条矿（化）体，编号分别为 I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII、IX 号矿（化）体。地表各矿体在地下相连接，深部基本为一个大矿体，区内共划分为五组矿体，分别编号为 1、2、3、4、5 号矿体。其中 1 号矿体占总资源储量的 95.39%；2 号矿体占 2.60%；3 号矿体占 0.78%；4 号矿体占 0.59%；5 号矿体占 0.64%。1 号矿体为单一矿体，分布于勘查区的绝大部分地区（占整个勘查区面积的 72.5%），地表分布零星，向深部矿化逐渐变好，矿体品位变高，总体呈圆环状，剖面上总体呈透镜状，近水平的似层状。矿体北西向控制长 1680m，北东向宽 1657m。矿体控制深 0~611.9m，平均深约 260m，控制标高 -224m~489.3m。矿体厚度 2~437.2m，平均厚度 88.28m。厚度变化系数 93.20%，属于矿体厚度较稳定矿体。

2、矿石质量

（1）矿物及化学成分

该矿体的主要金属矿物为辉钼矿，次为黑钨矿及黄铁矿，另有少量钛铁矿、黄铜矿、闪锌矿、磁铁矿等。其中见有黄铁矿、磁黄铁矿、交代云英岩；早期黄铁矿被黄铜矿和辉钼矿交代的现象。金属矿物特征见下表 2-1。

矿石矿物主要为辉钼矿，次为黑钨矿。

辉钼矿呈四种状态存在：a. 铅灰色，半自形~他形、片状，微细粒浸染状分布。粒度 0.1~0.2mm，少量 1~2mm。b. 铅灰色，半自形~他形、片状、板状、柱状集合体，细脉状、网脉状分布，脉宽 1~3mm。c. 灰色，半自形~他形、片状集合体，呈几毫米的团块状（斑点状）分布。d. 灰色，半自形~他形、片状集合体，呈几~二十几 cm 的大脉状分布。

黑钨矿呈两种状态存在：a. 黑色，半自形~他形、板状，微细粒浸染状分

布。粒度 0.1~0.5mm。b. 黑色，半自形~他形、板状，呈细脉状分布。脉宽 0.5~2mm。

非金属矿物主要为碱长石、斜长石、石英、黑云母及少量的金属矿物等。其特征见下表 2-2。

表 2-1 金属矿物特征一览表

矿物名称	形状、结晶程度	粒度(mm)	分布特征	含量(%)
辉钼矿	半自形~他形片状、板状、柱状	0.01~2.00	浸染状、斑点状、细脉状、网脉状	1~3
黑钨矿	半自形~他形板状	0.10~0.50	团块状、细脉状，与富钼矿伴生	1
钼华	粉末状	<0.05	分布于氧化带中	1~3
黄铁矿	半自形~他形、粒状	0.05~1.00	浸染状、脉状及斑点状分布，被辉钼矿和脉石交代	1~5
黄铜矿	他形粒状	0.02~0.30	浸染状分布，被辉钼矿交代溶蚀	<1
钛铁矿	半自形板状	0.10~0.50	浸染状分布	<1
磁铁矿	半自形~他形、板状	0.10~0.30	浸染状分布	<1
闪锌矿	他形、粒状	0.05~0.20	常与黄铜矿成细小的固熔体	<1

表 2-2 脉石矿物特征一览表

矿物名称	形状、结晶程度	粒度(mm)	分布特征	含量(%)
碱长石	半自形~他形、板状	一般 0.50~2.00，大者 5~20，小者 0.05~0.20	成主要造岩矿物分布于矿石中，与其他矿物呈镶嵌状。	一般 30~40
斜长石	半自形、板状	一般 0.50~1.50，小者 0.05~0.20	成主要造岩矿物分布于矿石中，与其他矿物呈镶嵌状。	一般 40~50
石英	他形、粒状	一般 0.50~1.50，小者 0.05~0.20	成主要造岩矿物分布于矿石中，与其他矿物呈镶嵌状。	一般 20~30，局部 90 以上。
黑云母	他形、片状	0.50~1.50	成次要造岩矿物分布于矿石中，与其他矿物呈镶嵌状。	一般 3~5，少量 >5。
金属矿物	半自形~他形	0.10~0.50	零星分布于矿石中，部分呈细脉状。	一般 <1

(2) 矿石的结构、构造

矿区内矿石的结构主要为：似斑状结构、斑状结构、半自形晶粒结构、压碎结构、以及溶蚀交代结构。似斑状结构、斑状结构、半自形晶粒结构矿石中辉钼矿呈片状、板状或集合体嵌存于黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿等金属矿物或脉石矿物间，溶蚀交代结构中辉钼矿溶蚀交代黄铜矿、黄铁矿。

矿区内矿石的构造主要有：稀疏浸染状构造、稠密浸染状构造、细脉浸染状构造、斑点状构造、网脉状构造、角砾状构造、块状构造。细脉状、网脉状构造：矿石中硅化形成的石英呈细脉、网脉状分布，辉钼矿沿脉体及其边缘分布。稀疏浸染状、稠密浸染状构造：矿石中辉钼矿呈星散状分布，以辉钼矿含量 0.1% 为划分界限，辉钼矿含量 $\leq 0.1\%$ 界定为稀疏浸染状，辉钼矿含量 $> 0.1\%$ 界定为稠密浸染状。斑点状、团块状构造：矿石中辉钼矿呈集合体出现，以辉钼矿集合体粒径 3mm 为划分界限，辉钼矿集合体粒径 $\leq 3\text{mm}$ 界定为斑点状，辉钼矿集合体粒径 $> 3\text{mm}$ 界定为团块状。

(3) 自然类型

矿体中以原生矿石为主，氧化矿石次之。根据矿石的矿物组成、结构、构造，可进一步划分以下 4 种矿石类型：

蚀变似斑状二长花岗岩型矿石：为主要的矿石类型。变余似斑状结构，基质为变余花岗结构，斑杂状构造，块状构造。矿石矿物主要为鳞片状辉钼矿、其次为板状黑钨矿，脉石矿物主要为长石、石英、黑云母等。辉钼矿呈浸染状、细脉浸染状、细脉状、网脉状分布于该蚀变岩中。

角砾岩型矿石：是该矿体分布较广的矿石类型之一。胶结结构，角砾状构造。角砾成分为似斑状二长花岗岩，棱角状~次棱角状，被成矿期的硅质等物质胶结，矿石较坚硬。矿石矿物辉钼矿呈浸染状、细脉浸染状、细脉状、网脉状分布；黑钨矿主要以细脉状分布。该类型的钼矿石品位较高。

石英脉型矿石：在该矿体中分布较少。显微晶质~晶质结构，局部见伟晶结构，块状构造。矿石矿物辉钼矿呈浸染状、细脉浸染状、细脉状、网脉状分布；黑钨矿主要以细脉状分布。该类型的钼矿石品位较高。

地表氧化型矿石：分布于地表氧化带内，垂直深度为 4.0~17.6m。由于地表风化淋滤作用，造成矿石氧化，绝大部分辉钼矿变成钼华。

(4) 工业类型

工业类型是根据矿石加工技术性能的工艺要求的不同，在自然类型的基础上划分的。

按钼矿石的不同有用组分可划分为单钼、钼铜、钼钨、钼铁等类型。本区以单钼矿石为主，次为钼钨矿石。

按矿石的有用矿物类型可分为硫化矿石和氧化矿石。

(5) 矿体围岩及夹石

该矿床属较典型的斑岩钼矿床，矿体产于岩体中，矿体与围岩无明显界线，呈渐变过渡关系。

矿体围岩及夹石主要为蚀变似斑状二长花岗岩、似斑状黑云母二长花岗岩，少量花岗斑岩、石英脉等，钼含量 Mo 0.001%~0.030%，即为矿化岩石。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

(一) 土地利用现状

根据现场调查和舒兰市自然资源局提供的《土地利用现状图》和 2024 年土地利用变更数据库，吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区用地面积为 367.1175hm^2 ，矿区内未损毁面积为 130.8928hm^2 ，矿区内损毁面积为 236.2247hm^2 ，损毁方式为挖损和压占，挖损面积为 176.7194hm^2 ，压占面积为 59.5053hm^2 ；矿区外损毁面积为 346.0335hm^2 ，损毁方式全部为压占。

项目区面积为 713.1510hm^2 ，其土地类型为水田 (1.3913hm^2)、旱地 (32.9950hm^2)、乔木林地 (550.9426hm^2)、其他林地 (16.8778hm^2)、其他草地 (1.5927hm^2)、采矿用地 (106.6894hm^2)、城镇住宅用地 (0.0670hm^2)、交通服务场站用地 (0.0350hm^2)、农村道路 (0.9106hm^2)、坑塘水面 (0.8753hm^2)、沟渠 (0.0449hm^2) 和设施农用地 (0.7294hm^2)。项目区土地利用现状表见表 2-3。

生态修复区面积为 582.2582hm^2 ，其土地类型为水田 (1.3913hm^2)、旱地 (18.3990hm^2)、乔木林地 (440.6436hm^2)、其他林地 (11.6329hm^2)、其他草地 (1.0319hm^2)、采矿用地 (106.6894hm^2)、城镇住宅用地 (0.0670hm^2)、交通服务场站用地 (0.0350hm^2)、农村道路 (0.8290hm^2)、坑塘水面 (0.7648hm^2)、沟渠 (0.0449hm^2) 和设施农用地 (0.7294hm^2)。生态修复区土地利用现状表见表 2-4。

本次申请矿区范围不占用永久基本农田，不涉及生态红线，不在国家和省级划定的自然保护区、风景名胜区、湿地公园、森林公园、基本农田等范围内，采矿权的设置不发生矿业权争议等问题。吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿三区三线位置关系图见图 2-3。

表 2-3 项目区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)			占总面积比例 (%)
编码	名称	编码	名称	矿区内	矿区外	合计	
01	耕地	0101	水田	0.0000	1.3913	1.3913	0.20
		0103	旱地	16.4952	16.4998	32.9950	4.63
		小计		16.4952	17.8911	34.3863	4.82
03	林地	0301	乔木林地	275.6005	275.3421	550.9426	77.25
		0307	其他林地	11.1506	5.7272	16.8778	2.37
		小计		286.7511	281.0693	567.8204	79.62
04	草地	0404	其他草地	1.4272	0.1655	1.5927	0.22
		小计		1.4272	0.1655	1.5927	0.22
06	工矿用地	0602	采矿用地	61.2713	45.4181	106.6894	14.96
		小计		61.2713	45.4181	106.6894	14.96
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.0310	0.0360	0.0670	0.01
		小计		0.0310	0.0360	0.0670	0.01
10	交通运输用地	1005	交通服务场站用地	0.0000	0.0350	0.0350	0.00
		1006	农村道路	0.5704	0.3402	0.9106	0.13
		小计		0.5704	0.3752	0.9456	0.13
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.5214	0.3539	0.8753	0.12
		1107	沟渠	0.0000	0.0449	0.0449	0.01
		小计		0.5214	0.3988	0.9202	0.13
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0499	0.6795	0.7294	0.10
		小计		0.0499	0.6795	0.7294	0.10
合计				367.1175	346.0335	713.1510	100.00

表 2-4 生态修复区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)			占总面积比例 (%)
编码	名称	编码	名称	矿区内	矿区外	合计	
01	耕地	0101	水田	0.0000	1.3913	1.3913	0.20
		0103	旱地	1.8992	16.4998	18.3990	4.63
		小计		1.8992	17.8911	19.7903	4.82
03	林地	0301	乔木林地	165.3015	275.3421	440.6436	77.25
		0307	其他林地	5.9057	5.7272	11.6329	2.37
		小计		171.2072	281.0693	452.2765	79.62
04	草地	0404	其他草地	0.8664	0.1655	1.0319	0.22
		小计		0.8664	0.1655	1.0319	0.22
06	工矿用地	0602	采矿用地	61.2713	45.4181	106.6894	14.96
		小计		61.2713	45.4181	106.6894	14.96
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.0310	0.0360	0.0670	0.01
		小计		0.0310	0.0360	0.0670	0.01
10	交通运输用地	1005	交通服务场站用地	0.0000	0.0350	0.0350	0.00
		1006	农村道路	0.4888	0.3402	0.8290	0.13
		小计		0.4888	0.3752	0.8640	0.13
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.4109	0.3539	0.7648	0.12
		1107	沟渠	0.0000	0.0449	0.0449	0.01
		小计		0.4109	0.3988	0.8097	0.13
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0499	0.6795	0.7294	0.10
		小计		0.0499	0.6795	0.7294	0.10
合计				236.2247	346.0335	582.2582	100.00

图 2-3 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿三区三线位置关系图

（二）土地权属状况

吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿位于舒兰市境内，隶属于舒兰市开原镇管辖，整个生产生态修复区土地权属为舒兰市开原镇龙王村、开原村集体所有和开原镇人民政府、舒兰市人民政府国有。吉林吉辉铝业股份有限公司通过租赁和征收方式获得使用权，权属明晰，无土地权属纠纷。生态修复区占用土地，开采前应征求权属部门意见。生态修复区周边主要为林地和耕地。生态修复区土地利用权属表见表 2-5。

表 2-5 生态修复区土地利用权属表

权属		地类及面积 (hm ²)											合计 (hm ²)	
		01 耕地		03 林地		04 草地	06 工矿 用地	07 住宅 用地	10 交通运输用地		11 水域及水利设 施用地			12 其他 土地
		0101	0103	0301	0307	0404	0602	0701	1005	1006	1104	1107		1202
		水田	旱地	乔木林地	其他林 地	其他草 地	采矿用地	城镇住 宅用地	交通服 务场 站用地	农村道 路	坑塘水 面	沟渠		设施农 用地
吉林省舒 兰市	开原镇龙王 村集体所有	1.3700	12.0775	0.7777	0.1883	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1361	0.1573	0.0000	0.5892	15.2961
	开原镇开原 村集体所有	0.0000	0.3904	0.0000	0.0000	0.1655	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0449	0.0000	0.6008
	开原镇人民 政府国有	0.0000	3.4949	1.3008	0.0000	0.0000	90.2284	0.0670	0.0000	0.6341	0.1943	0.0000	0.1402	96.0597
	舒兰市人民 政府国有	0.0213	2.4362	438.5651	11.4446	0.8664	16.4610	0.0000	0.0350	0.0588	0.4132	0.0000	0.0000	470.3016
合计		1.3913	18.3990	440.6436	11.6329	1.0319	106.6894	0.0670	0.0350	0.8290	0.7648	0.0449	0.7294	582.2582

（三）损毁土地情况

矿区已损毁土地 110.3292hm²，其中挖损面积为 38.9935hm²，压占面积为 71.3357hm²。损毁土地类型为旱地（1.3386hm²）、乔木林地（1.7151hm²）、采矿用地（106.6894hm²）、农村道路（0.5861hm²）。

表 2-6 吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿已损毁土地现状统计表

项目名称		破坏面积 hm ²	损毁土地类型及面积（hm ² ）											损毁 方式	损毁 程度	
			0101 水田	0103 旱 地	0301 乔 木林地	0307 其他 林地	0404 其 他草地	0602 采 矿 用地	0701 城镇住 宅用地	1005 交 通服务 场站用 地	1006 农 村道路	1104 坑 塘水面	1107 沟渠			1202 设施 农用地
露天 采场	原采坑	33.5479	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	33.5479	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度
	历史旧采迹	5.4456	0.0000	0.0000	1.2541	0.0000	0.0000	4.1915	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度
	小计	38.9935	0.0000	0.0000	1.2541	0.0000	0.0000	37.7394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
工业 广场	选矿厂	10.8685	0.0000	1.3386	0.1712	0.0000	0.0000	9.3587	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
	炸药库	1.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
	小计	11.9534	0.0000	1.3386	0.1712	0.0000	0.0000	10.4436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
储矿场		2.2394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.2394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
排土场	原排土场	23.9954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	23.9954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
尾矿库	原尾矿库	32.3175	0.0000	0.0000	0.2898	0.0000	0.0000	32.0277	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
矿山道路		0.8300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2439	0.0000	0.0000	0.5861	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
合计		110.3292	0.0000	1.3386	1.7151	0.0000	0.0000	106.6894	0.0000	0.0000	0.5861	0.0000	0.0000	0.0000		

矿区拟损毁土地 471.9290hm²，损毁方式为挖损和压占，其中挖损面积为 129.9536hm²（不含与现状压占重叠挖损的 7.7723hm²），压占面积为 341.9754hm²。损毁土地类型为水田（1.3913 hm²）、旱地（17.0604 hm²）、乔木林地（438.9285hm²）、其他林地（11.6329hm²）、其他草地（1.0319hm²）、城镇住宅用地（0.0670hm²）、交通服务场站用地（0.0350 hm²）、农村道路（0.2429 hm²）、坑塘水面（0.7648hm²）、沟渠（0.0449 hm²）和设施农用地（0.7294 hm²）。

表 2-7 吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿拟损毁土地预测统计表

项目名称	破坏面积 hm ²	损毁土地类型及面积 (hm ²)											损毁方式	损毁程度		
		0101 水田	0103 旱地	0301 乔木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	0701 城镇住宅用地	1005 交通服务场站用地	1006 农村道路	1104 坑塘水面	1107 沟渠			1202 设施农用地	
露天采场	129.9536	0.0000	1.3031	123.8628	3.5104	0.8664	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4109	0.0000	0.0000	挖损	重度	
工业广场	选矿厂	1.8598	0.0000	1.1327	0.4327	0.0000	0.1655	0.0000	0.0000	0.0350	0.0490	0.0000	0.0449	0.0000	压占	中度
排土场	1号排土场	77.1477	1.3913	6.0903	68.8087	0.6098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1573	0.0000	0.0903	压占	中度
	2号排土场	68.4100	0.0000	6.7639	54.6262	5.9233	0.0000	0.0000	0.0670	0.0000	0.1939	0.1966	0.0000	0.6391	压占	中度
	小计	145.5577	1.3913	12.8542	123.4349	6.5331	0.0000	0.0000	0.0670	0.0000	0.1939	0.3539	0.0000	0.7294		
尾矿库	原尾矿库	4.1054	0.0000	0.0000	3.7338	0.3716	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
	1号尾矿库	176.2828	0.0000	0.2521	176.0307	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
	小计	180.3882	0.0000	0.2521	179.7645	0.3716	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
输送管线	14.1697	0.0000	1.5183	11.4336	1.2178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
合计	471.9290	1.3913	17.0604	438.9285	11.6329	1.0319	0.0000	0.0670	0.0350	0.2429	0.7648	0.0449	0.7294			

(四) 采矿用地审批情况

本项目露天开采，该矿山由露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路组成，已经取得采矿证，现状的露天采场（原采坑）、工业广场（选矿厂和炸药库）、储矿场、排土场（原排土场）、尾矿库（原尾矿库）和矿山道路已损毁土地已通过租赁和征收方式获得使用权，将来拟损毁的露天采场、尾矿库（1号尾矿库）和排土场用地分期分批征地，其余的用地前一次性征地。拟损毁的原采坑、工业广场选矿厂、1号排土场、原尾矿库、输送管线计划2026年4月前完成用地审批手续，1号尾矿库一期计划2026年5月前完成用地审批手续，1号采坑计划2026年10月前完成用地审批手续，2号采坑、3号采坑和2号排土场计划2036年4月前完成用地审批手续，1号尾矿库二期一批次计划2028年4月前、二期二批次计划2032年4月前、二期三批次计划2037年4月前，1号尾矿分期征地示意图见图2-4。部分用地已经通过舒兰自然资源局的土地预审，用地方式沿租赁和征收方式，用地总面积为582.2582hm²，土地类别主要为耕地、林地、草地、工矿用地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地。

图 2-4 1 号尾矿分期征地示意图

五、矿区生态状况

（一）生态本底状况

1、自然地理特征

舒兰市位于长白山系张广才岭—老爷岭余脉向松嫩平原过渡带，属温带大陆性季风气候，年均气温 4.2℃，年均降水量 687.5mm。地形以低山丘陵与河谷平原为主，地势东南高西北低，海拔 162—1256m。矿区及周边土壤类型以暗棕壤、黑土为主，土层厚度 0.5~1.3m，pH 值 5.7~6.6，土壤有机质含量中等偏上。

2、生态系统类型与结构

（1）森林生态系统

舒兰市及缓冲带现存植被以天然次生林（占比 62%）、人工林（23%）和灌草丛（15%）为主，主要建群种为蒙古栎、白桦、山杨、红松、水曲柳、紫椴等，植被覆盖率约 79%。项目区植被类型以阔叶林为主，耕地及人工针叶林局部分布。阔叶林以典型落叶阔叶林为主，主要群系为蒙古栎林群系、山杨林群系，集中分布于海拔 300m 至 600m 低山丘陵区域，在项目区内占主导地位。整体植被覆盖度较高。

（2）农田生态系统

开源镇及矿区周边属舒兰市核心农耕区，农田生态系统完整，以旱田为主、水田集中连片，是区域粮食生产与生态安全的重要组成。全市耕地结构中旱地约占 65.93%、水田约占 34.06%；开源镇片区受霍伦河灌溉条件影响，水田比例略高于全市平均，呈现河谷平原水田、岗地丘陵旱田的空间格局。

旱田：主要分布于矿区周边低山丘陵、缓坡台地，以玉米、大豆为主，局部轮作杂粮，土壤以黑土、暗棕壤为主，土层较厚、保肥供肥能力较强，是区域旱作农业主体。

水田：集中分布于霍伦河沿岸河谷平原，依托河流水源与自流灌溉条件形成连片优质稻作区，以稻花香、长粒香等优质水稻为主，土壤以水稻土、草甸土、冲积土为主，有机质含量高，契合舒兰优质水稻产业带布局。农田生态系统与矿区扰动区相邻，易受扬尘、径流泥沙、边坡失稳等影响，是生态修复中需重点保护与协同修复的对象。

（3）水域与湿地生态系统

舒兰市水系发达、河网密布，分属松花江水系，主要河流包括饮马河、细鳞河、卡岔河、拉林河四大骨干水系，支流纵横、湿地发育，构成区域重要水源涵养与生态屏障。

河流水系：矿区周边主要受控于拉林河水系，紧邻霍伦河，该河距矿区南西边界约 1.0km，由南东向北西流经，枯水期径流量 $11.217\text{m}^3/\text{d}$ ，水质稳定达《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类。细鳞河为拉林河重要支流，境内流长 112km，平均流量 $7.68\text{m}^3/\text{s}$ ，流域水库与灌溉体系完善；卡岔河、饮马河分别承担区域防洪、灌溉与生态补水功能，国考断面水质可达 II—IV 类。

湿地生态系统：全市湿地以河流水面为主，湿地斑块数量多、分布广，以河流湿地、河谷滩涂湿地、沟渠湿地为主要类型。开源镇及霍伦河沿岸滩涂、河湾、低洼地带形成自然湿地斑块，具有滞洪调蓄、水质净化、生物栖息、水源涵养功能，是矿区周边重要生态节点。湿地植被以芦苇、香蒲、莎草及湿生草本为主，为水鸟、两栖类、鱼类提供关键生境，生态敏感性较高。

（4）生态系统整体性特征

项目区形成森林—农田—河流—湿地复合生态系统：低山丘陵以森林生态系统为主体，河谷平原以农田生态系统为基质，河流水系与湿地生态系统贯通全域，生态连通性较好、自净能力与抗干扰能力较强。矿区工程扰动主要集中于局部地块，对周边农田灌溉、河流水质、湿地生境存在潜在影响，生态修复需以山水林田湖草沙一体化保护为导向，统筹森林修复、农田防护、水系连通与湿地保育。

（二）生态功能定位

根据《吉林省生态功能区划（2022年修订）》《舒兰市国土空间生态修复规划》，矿区所在区域属长白山森林生态屏障区—松花江流域生态涵养区，核心生态功能为：水源涵养：作为松花江上游重要集水区，年涵养水源量约 $1.1 \times 10^7 \text{m}^3$ ；生物多样性维持：为东北虎豹、中华秋沙鸭、紫貂等珍稀物种潜在扩散廊道与栖息辐射区；水土保持：区域土壤侵蚀模数约 $1150\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，属轻度侵蚀区，属水土保持重点功能单元，项目区紧邻水土保持生态保护红线，露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路存在局部加剧侵蚀风险。

（三）生态功能定位生物多样性状况

1、物种名录

植物多样性：调查记录维管植物 392 种，其中国家 II 级保护野生植物 4 种（红松、黄檗、紫椴、水曲柳），中国特有种 9 种；项目区内分布国家 II 级保护野生植物水曲柳、黄檗、紫椴、野大豆共 4 种；无古树名木，无外来入侵植物。

动物多样性：哺乳动物 25 种（含东北豹、野猪、黑熊），鸟类 91 种（含国家 I 级金雕、中华秋沙鸭，国家 II 级苍鹭、花尾榛鸡），周边分布吉林省重点保护两栖动物东北小鲵。区域分布东北豹、野猪、鸟类及两栖类等野生动物，为区域野生动物重要活动与迁徙区域。

2、采矿活动对生物多样性的影响

本矿区采矿占地范围大、扰动强度高、生态影响范围更广，对区域动植物生存、繁衍及生态系统结构造成显著胁迫，主要影响体现在以下方面：

（1）栖息地大面积丧失与破碎化

矿区、场地、排土及道路建设

露天采场开挖，工业广场、输送管线、矿山道路建设，储矿场、排土场、尾矿库堆放等直接占用、破坏森林、灌草、农田边缘及河岸带等原生栖息地，导致野生动物适宜生存空间大幅缩减。生境被切割、隔离后呈现破碎化，东北豹、野猪、黑熊等大中型兽类活动范围受限，鸟类栖息、觅食生境减少，整体栖息地功能显著下降。

（2）对动物繁殖、迁徙与扩散的严重干扰

矿区施工机械、运输车辆、生产噪声及人类活动频繁，直接干扰野生动物繁殖行为，易造成鸟类弃巢、兽类应激迁移、两栖类繁殖场所被破坏，繁殖成功率明显降低。同时，采矿区及附属工程阻断野生动物迁徙、扩散廊道，对区域物种交流、种群维持和基因交流形成长期阻隔，影响区域动物种群稳定性。

（3）表土剥离破坏食物链，动物失去食物来源

大规模表土剥离、植被清除，直接导致土壤动物、昆虫、蠕虫、植物根系与种子大量消失。作为鸟类、小型兽类、两栖爬行类的主要食物来源，基础饵料锐减将造成食物链断裂，使区域动物觅食困难、生存压力增大，进而导致物种数量下降、群落结构简化。

(4) 大气与噪声污染对动植物的双重影响

采矿扬尘、粉尘覆盖植物叶片，降低植物光合作用效率，影响植物正常生长发育，进一步削弱栖息地生产力。同时，持续高强度噪声干扰动物警戒、通讯、求偶、育幼等关键行为，迫使敏感物种远离核心区。粉尘与噪声叠加胁迫，对昆虫、土壤生物、两栖类等造成直接伤害，降低生态系统整体稳定性。

(5) 综合影响导致生物多样性下降

在栖息地破坏、食物短缺、污染胁迫、廊道阻断等多重影响下，区域动植物种类、数量及群落结构均受到明显影响，敏感物种逐步退出，生物多样性维持功能减弱，生态系统自我修复能力下降。因此，在生态修复中必须系统性开展栖息地恢复、食物链重建、生态廊道连通及污染防控等措施。

3、敏感生态目标

生态保护红线：项目占地范围内不涉及生态保护红线，但 1 号尾矿库东侧部分区域与舒兰市水土保持功能生态保护红线相邻，涉及 ZH22028310011 舒兰市水土保持功能生态保护优先保护单元，保护要素为生态保护红线与水环境优先保护区。

关键栖息地与廊道：项目区以蒙古栎、山杨为主的落叶阔叶林为区域核心栖息地，同时为兽类季节性迁徙通道，生态区位重要。

4、受威胁状况

本项目占用蒙古栎群系面积 24.8%，占用山杨林群系面积 36.4%；工程砍伐林地面积 452.2765hm²，砍伐树木 307683 株，涉及黄檗 2571 株、水曲柳 2589 株、紫椴 7229 株、野大豆 120 - 150 万株。历史采矿与工程扰动造成局部原生物种群缩减、适宜生境碎片化，森林生态系统结构与生物多样性受到一定影响。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿区周边有村屯分布，生态环境主要为林地、耕地及草地，附近人类工程活动有农业生产、矿山开采等。故人类活动对矿山地质环境及周边影响较强烈。

矿区外无重要交通要道或建筑设施，矿区范围无国家林地、各类自然保护区、水源保护区、军事管理区、医院、学校、文物古迹及旅游风景点等小区域内的环境敏感目标。与其他矿业权无重叠，不压占生态保护红线和永久基本农田等。

七、矿区生态修复工作情况

（一）工作成效

1、矿山自投产以来坚持边生产边开展地面破坏监测，实现土地损毁动态管控，有效防范损毁范围无序扩大。

2、完成约 90000m³表土堆存并实施撒播种草，表土保护与堆场植被恢复效果良好，为复垦提供了优质土源。

3、完成原排土场北西侧 2.8813hm²区域治理，其中 0.6840hm²区域完成地面清理平整、覆土、栽树种草，植被长势良好、成活率较高，生态修复初见成效。

4、2.1973hm²治理区域完成地面清理与覆土作业，为 2026 年实施植被种植奠定了工程基础。

（二）存在问题

已治理区域未完成全部植被恢复工作；所有治理工程均未组织竣工验收；修复工作较为零散，缺乏系统性设计；治理标准、实施范围与矿山实际发展不匹配。

（三）积累经验

1、边生产边监测、边治理的模式，是矿山生态修复的有效路径，可从源头减轻土地损毁与生态破坏。

2、表土剥离、集中堆存并进行植被覆盖，是保护土壤资源、保障复垦质量的关键技术措施。

3、分区域分步实施土地平整、覆土、植被种植的工序，契合矿山生产节奏，具备较强的实操性。

4、生态修复需与矿山开采方案、采矿许可同步衔接，方案需动态调整、工程需闭环验收，才能确保修复工作合规、高效推进。

八、矿区基本情况调查监测指标

该矿山为在生产矿山，根据基础调查结果，矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表，见表 2-8，矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表，见表 2-9。

表 2-8 矿区开采前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
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287
		地下水位	
		地下水水温	
		地下水水量	
		井泉个数与排泄量	
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T 1055 TD/T 1010
		土地利用面积	
		永久基本农田面积	
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T 1119
		配套设施	
		生产力水平	
生态系统	地表水	地表水面积	HJ 91.2
		地表水排泄	
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340
		平均斑块面积	
		边界密度	
		聚集度指数	
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167
		草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1168
		湿地生态系统	HJ 1169
		荒漠生态系统	HJ 1170
	生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988
		防风固沙量	
		土壤保持量	
		生物多样性维护	
		碳储量	
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340
		植被覆盖度	
水质			
生态系统质量综合指数			

表 2-9 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
保护预防控制监测		预防控制措施	表土剥离与保存	查阅资料及现场调查
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	不稳定边坡	地表形变	DZ/T 0287
		地下水环境破坏（含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层）	含水层破坏类型、地下水位、地下水水质检测	DZ/T 0388 现场调查及检测
	土地资源损毁	挖损土地面积	旱地、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、坑塘水面	TD/T 1049 TD/T 1055 TD/T 1031
		压占土地面积	水田、旱地、乔木林地、其他林地、采矿用地、城镇住宅用地、农村道路、坑塘水面、设施农用地	
	生态系统破坏	生态用地损毁	林地损毁面积	TD/T 1055
			草地损毁面积	
动植物监测			现场调查	
生态修复效果监测	地质环境治理	不稳定边坡	恢复治理率	DZ/T0287 DZ/T0388
		地下水	地下水位	
			疏干排水面积恢复率	
		复垦修复土地(旱地、乔木林地和坑塘水面)	地形	GB/T 32740 GB/T 36393 GB/T 42489 NY/T 1119 TD/T 1010 TD/T 1049
			配套设施	
			生产力水平	
	土地复垦率			
	地表水	地表水面积变化	现场调查	
		地表水排泄情况	现场调查	
	生态系统格局	生态系统类型比例	HJ 1171	
		平均斑块面积		
		边界密度		
		聚集度指数		
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	
		草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1168	
		湿地生态系统	HJ 1169	
	生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	
		防风固沙量		
土壤保持量				
生物多样性维护				
碳储量				
生态系统质量	生物量	GB/T 42340		
	植被覆盖度			
	水质			
	生态系统质量综合指数			

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

(一) 现状问题

1、采矿活动影响范围

(1) 评估范围

根据相关要求并结合矿山现状，考虑地质灾害危险性评估要求、矿区地形地貌、地质构造条件、开采条件、环境地质问题以及今后生产可能引发或加剧的环境地质问题，综合考虑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、分水岭分布及矿山开采对地下水资源影响情况圈定评估区范围，项目区外扩 100~300m 作为项目影响区范围，评估区面积为 1630.2918hm²。

(2) 评估级别

矿区生态破坏评估级别根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

1) 评估区重要程度的确定

评估区内居民主要为矿区生产和管理人员，居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；区内无重要交通要道或建筑设施，远离各级自然保护区及旅游景区，无重要水源地，破坏土地类型主要为林地和耕地，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 B，评估区的重要程度划分为**重要区**（见表 3-1）。

表 3-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人的居民集中居住区	<i>居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下</i>
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	<i>无重要交通要道或建筑设施</i>
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区分等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	<i>远离各级自然保护区及旅游景区（点）</i>
有重要水源地	有较重要水源地	<i>无较重要水源地</i>
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地

注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。

2) 矿山生产建设规模

矿山的生产规模为***万吨/年，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 D，生产建设规模为大型。

3) 矿山地质环境复杂程度

①矿区面积为***km²，露天开采标高 489.3~35m，剥离标高 515~35m。当地最低侵蚀基准面+280m，露采场充水来源主要为大气降水，少量基岩裂隙水。基岩裂隙水富水性弱。矿体部分位于当地侵蚀基准面以上，部分位于当地侵蚀基准面以下。采场正常涌水量 1942.54~ 6487.23m³/d 上，采矿和疏干排水导致矿区周围主要含水层的影响和破坏较轻，水文地质条件属中等类型。

②矿体上覆盖层为少量第四系腐殖土，耕地平均厚度约 0.50m，林地及草地平均厚度约 0.30m，基岩风强风化带厚 3.40~33.02m。矿体、顶底板、围岩及露采场边坡岩性较为单一，以似斑状二长花岗岩为主，岩石多呈微风化和中等风化，仅上部呈强风化和全风化，岩石力学强度、块度均较高，岩体完整，稳定性好，但构造破碎带发育，破碎带大部分地段已被矿化期热液物质“胶结”成坚硬的角砾状蚀变岩，局部岩石破碎，见有断层泥及构造角砾岩，属软弱结构面，对矿床开采有一定影响，工程地质条件为中等类型。

③地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响较小。

④该矿山属于在生产矿山，目前露天采场占地面积为 38.9935hm²，分为原采坑和历史旧采迹，原采坑占地面积为 33.5479hm²，长约 720m，宽约 540m，采场由 10 级台阶组成，台阶高约 15m，采场最低标高 296m。采深+465m~296m，最大开采高差约为 169m，边坡角小于 55°。历史旧采迹占地面积为 5.4456hm²，位于原采矿南侧、矿区西南侧，为历史遗留开采形成，非本矿山开采，历史旧采迹长约 465m，宽约 230m，该矿山经多年开采现已形成多个不规则的采矿平台，由南西向北东开采，其采深+395m~435m，最大开采高差约为 40m，边坡角小于 55°。工业广场、储矿场、排土场、尾矿库和矿山道路，占地面积为 71.3357hm²，最大堆高小于 15m，建筑物平均高度 3m。

⑤现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。通过现场调查，评估区内未发现崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

⑥矿山地貌类型单一，微地貌形态简单，地形坡度为 15°~25°，相对高差较大。

综上所述根据矿山地质环境条件将其复杂程度划分为**复杂类型**（见表 3-2）。

表 3-2 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000~10000 m³/d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响破坏	采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响和破坏
矿床围岩岩体结构以破裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广， 残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m 、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚 5~10m、稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能边坡失稳	矿床围岩岩体结构以巨厚层状一块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残积坡层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定
地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）、围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大	地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大	地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大	现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大	现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小
采场面积及采坑深度大，边坡不稳定易产生地质灾害	采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，易产生地质灾害	采场面积及采坑深度小， 边坡较稳定，不易产生地质灾害
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般， 地形坡度一般 20°~35°，相对高差较大 ，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20° ，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡
注：采取就上原则，只要有一条满足某一级别，应定为该级别		

该矿评估区属于重要区，矿山生产规模为大型，地质条件复杂程度为中等，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）相关规定（表 3-3），将矿山地质环境影响评估级别综合评定为一级。

表 3-3 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

2、现状地质环境问题

(1) 崩塌

评估区地貌类型主要为低山区，地形坡度 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，土地类型主要为林地和耕地，地表植被较发育。根据现场调查发现，该矿山属于在生产矿山，目前露天采场占地面积为 38.9935hm^2 ，分为原采坑和历史旧采迹，原采坑占地面积为 33.5479hm^2 ，长约 720m ，宽约 540m ，采场由 10 级台阶组成，台阶高约 15m ，采场最低标高 296m 。矿山开采主矿体为 VIII 号矿体，矿体总体走向北西 310° ，倾向北东，倾角 $30^{\circ} - 45^{\circ}$ ，产状稳定。开采主要集中在 $450\text{m} \sim 435\text{m}$ 、 $435\text{m} \sim 420\text{m}$ 、 $420\text{m} \sim 405\text{m}$ 、 $405\text{m} \sim 390\text{m}$ 、 $390\text{m} \sim 375\text{m}$ 、 $375\text{m} \sim 360\text{m}$ 、 $360\text{m} \sim 345\text{m}$ 、 $345\text{m} \sim 330\text{m}$ 、 $330\text{m} \sim 315\text{m}$ 、 $315\text{m} \sim 300\text{m}$ 台段，平台宽度 $6\text{m} \sim 120\text{m}$ ，由东北向西南方向开采，其采深 $+465\text{m} \sim 296\text{m}$ ，最大开采高差约为 169m ，边坡角小于 55° 。历史旧采迹占地面积为 5.4456hm^2 ，位于原采矿南侧、矿区西南侧，为历史遗留开采形成，非本矿山开采，历史旧采迹长约 465m ，宽约 230m ，该矿山经多年开采现已形成多个不规则的采矿平台，由南西向北东开采，其采深 $+395\text{m} \sim 435\text{m}$ ，最大开采高差约为 40m ，边坡角小于 55° 。工业广场、储矿场、排土场、尾矿库和矿山道路，占地面积为 71.3357hm^2 ，最大堆高小于 30m ，建筑物平均高度 3m 。

经过野外调查访问，矿山主要由于矿体上部覆盖的腐殖土、残坡积层稳固性较差以及开采过程中坡角过陡，从而造成围岩松动而引发小型崩塌，崩塌堆积物小于 50m^3 ，随着开采崩塌物已被运走。见照片 3-1 露天采场不稳定地质体现状。

经过野外调查访问，除发现小型崩塌外，未发生滑坡、泥石流等地质灾害，现状条件下地质灾害不发育，对矿山地质环境影响轻微。

照片 3-1 露天采场原采坑现状（拍摄方位角：185°）

（2）地形地貌景观破坏

根据现场调查，评估区周围无著名的地质遗迹和人文景观。

矿山已经有过生产活动，对地形地貌已经产生一定的影响。目前露天采场占地面积为 38.9935hm²，分为原采坑和历史旧采迹，原采坑占地面积为 33.5479hm²，长约 720m，宽约 540m，采场由 10 级台阶组成，台阶高约 15m，采场最低标高 296m，采深+465m~296m，最大开采高差约为 169m，边坡角小于 55°。历史旧采迹占地面积为 5.4456hm²，位于原采矿南侧、矿区西南侧，为历史遗留开采形成，非本矿山开采，历史旧采迹长约 465m，宽约 230m，该矿山经多年开采现已形成多个不规则的采矿平台，由南西向北东开采，其采深+395m~435m，最大开采高差约为 40m，边坡角小于 55°。工业广场、储矿场、排土场、尾矿库和矿山道路，占地面积为 71.3357hm²，最大堆高小于 15m，建筑物平均高度 3m。见照片 3-2 至 3-8。

综上所述，露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路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。

照片 3-2 露天采场原采坑对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：190°）

照片 3-3 露天采场历史遗留旧采迹对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：50°）

照片 3-4 工业广场（选矿厂）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：290°）

照片 3-5 工业广场（选矿厂）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：200°）

照片 3-6 工业广场（选矿厂）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：190°）

照片 3-7 工业广场（选矿厂）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：170°）

照片 3-8 工业广场（炸药库）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：5°）

照片 3-9 储矿场对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：190°）

照片 3-10 排土场（原排土场）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：270°）

照片 3-11 尾矿库（原尾矿库）对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：90°）

照片 3-12 矿山道路对地形地貌景观破坏现状（拍摄方位角：70°）

（3）含水层破坏

评估区地下水主要为基岩风化裂隙水，含水层受节理裂隙控制，其发育程度随深度增加而减弱，深部岩体渐趋完整，整体富水性微弱。现状条件下露天采场已损毁面积为 38.9935hm²，最大高差为 169m，最低开采标高 296m，高于当地侵蚀基准面（280m），采矿活动对浅部风化裂隙含水层结构造成破坏，改变了局部地下水赋存与运移空间。由于开采最低标高仍高于侵蚀基准面，且深部裂隙不发育，地下水向采场的侧向径流补给微弱，未形成持续集中的排水需求。所开采矿种不含毒性成分，采矿活动未引入显著污染源，对区域地下水水质影响轻微。根据现场调查与走访，矿区及周边含水层水位未见明显下降。最近居民点（福安屯，距采场约 1 km）生活用水主要取自松散岩类孔隙水，其水井水位稳定，表明现有含水层破坏未对周边生产、生活供水造成影响。根据现场调查及访问，矿区及周围含水层水位没有明显下降，矿山自然排水量小，露天采场内有部分积水，主要为大气降水而形成的汇水，开采期间可以通过水泵抽水方式排出采坑，该积水无毒，未影响到矿区及周围生产生活供水。矿区开采破坏不是主要含水层，没有供水目的层，山脊补给区水量小富水性弱，对区域地下水补径排基本没有影响，所以影响轻微。矿山开采对区域地下水位、水量、周边供水基本没有影响。

综上所述，现状条件下采矿活动对含水层破坏较轻，对附近居民供水影响较小，危害性较小。

3、土地资源损毁问题

根据现场调查和矿产资源开发利用方案,该矿山生产生活区主要集中在露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库和矿山道路组成,土地损毁方式为露天采场的土地挖损和工业广场、储矿场、排土场、尾矿库和矿山道路的土地压占,矿区已损毁土地 110.3292hm²,旱地(1.3386hm²)、乔木林地(1.7151 hm²)、采矿用地(106.6894hm²)和农村道路(0.5861 hm²),其中,挖损面积为 38.9935hm²,压占面积为 71.3357hm²。已损毁土地现状统计表见 3-4。

(1) 露天采场

目前露天采场已损毁总面积为 38.9935hm²,分为原采坑和历史旧采迹,损毁土地类型为乔木林地(1.2541hm²)、采矿用地(37.7394hm²),损毁方式均为挖损,损毁程度为重度。其中,原采坑已损毁面积为 33.5479hm²,损毁土地类型为全部为采矿用地(33.5479hm²);历史旧采迹已损毁面积为 5.4456hm²,损毁土地类型为乔木林地(1.2541hm²)、采矿用地(4.1915 hm²)。露天采场已损毁不含与原排土场重叠 7.6655hm²,与原尾矿库重叠 0.0181hm²,与矿山道路重叠 0.0887hm²。

(2) 工业广场

工业广场已损毁面积为 11.9534hm²,分为选矿厂和炸药库,损毁土地类型为旱地(1.3386hm²)、乔木林地(0.1712hm²)、采矿用地(10.4436 hm²),损毁方式压占,损毁程度为中度。其中选矿厂已损毁面积为 10.8685hm²,损毁土地类型为旱地(1.3386hm²)、乔木林地(0.1712hm²)、采矿用地(9.3587hm²);炸药库已损毁面积为 1.0849hm²,损毁土地类型为全部为采矿用地(1.0849hm²)。

(3) 储矿场

储矿场已损毁面积为 2.2394hm²,损毁土地类型为全部为采矿用地(2.2394 hm²),损毁方式压占,损毁程度为中度。

(4) 排土场

排土场已损毁面积为 23.9954hm²,损毁土地类型全部为采矿用地(23.9954 hm²),损毁方式压占,损毁程度为中度。

(5) 尾矿库

尾矿库已损毁面积为 32.3175hm²,损毁土地类型为乔木林地(0.2898 hm²)、采矿用地(32.0277 hm²),损毁方式压占,损毁程度为中度。

(6) 矿山道路

矿山道路已损毁面积为 0.8300 hm²，损毁土地类型为采矿用地（0.2439 hm²）、农村道路（0.5861 hm²），损毁方式压占，损毁程度为中度。

综上所述，露天采场（38.9935hm²）对土地资源损毁重度，工业广场（11.9534hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（23.9954hm²）、尾矿库（32.3175hm²）和矿山道路（0.8300hm²）对土地资源损毁中度，评估区内其他区域对土地资源无损毁，面积为 1519.9626hm²。

表 3-4 吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿已损毁土地现状统计表

项目名称		破坏面积 hm ²	损毁土地类型及面积 (hm ²)											损毁 方式	损毁 程度	
			0101 水田	0103 旱 地	0301 乔 木林地	0307 其他 林地	0404 其 他草地	0602 采 矿 用地	0701 城镇住 宅用地	1005 交 通服务 场站用 地	1006 农 村道路	1104 坑 塘水面	1107 沟渠			1202 设施 农用地
露天 采场	原采坑	33.5479	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	33.5479	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度
	历史旧采迹	5.4456	0.0000	0.0000	1.2541	0.0000	0.0000	4.1915	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度
	小计	38.9935	0.0000	0.0000	1.2541	0.0000	0.0000	37.7394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
工业 广场	选矿厂	10.8685	0.0000	1.3386	0.1712	0.0000	0.0000	9.3587	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
	炸药库	1.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
	小计	11.9534	0.0000	1.3386	0.1712	0.0000	0.0000	10.4436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
储矿场		2.2394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.2394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
排土场	原排土场	23.9954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	23.9954	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
尾矿库	原尾矿库	32.3175	0.0000	0.0000	0.2898	0.0000	0.0000	32.0277	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
矿山道路		0.8300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2439	0.0000	0.0000	0.5861	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度
合计		110.3292	0.0000	1.3386	1.7151	0.0000	0.0000	106.6894	0.0000	0.0000	0.5861	0.0000	0.0000	0.0000		

4、生态系统退化问题

(1) 植被损毁

植被具有防风固沙、防水土流失功能。矿山开采和加工导致植被完全丧失。物料堆积、践踏等均会改变土壤结构、质地和理化性质，由于人为因素的影响，会新增一定量水土流失。施工中机械碾压、人员踩踏等，会造成土壤板结。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，使土壤的有机质和黏粒含量减少，影响植物正常生长。尤其是露天采场，在开采矿石过程中，需完全清除地面表土后才能进行正常开采，土壤和植被完全破坏，动物活动场所被阻断，植物生境影响极大，生物多样性破坏严重。植被直接损毁范围包括露天采场（38.9935hm²）、工业广场（11.9534hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（23.9954hm²）、尾矿库（32.3175hm²）和矿山道路（0.8300hm²），损毁程度严重。

评估区内其他区域：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 μm 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。矿山开采过程中会采取措施洒水降尘，该区域植被损毁程度较轻。

(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。矿山开采和加工使土壤退化，抑制了植物生长和土壤生物多样性，损毁程度严重。生境的大面积破坏、破碎化和质量下降，导致区域内野生动植物物种数量显著减少，种群规模急剧萎缩。关键物种野兔、野猪、蛇栖息地丧失或受到严重干扰，迁徙廊道中断。土壤动物、微生物群落结构发生剧变，多样性指数显著低于周边未干扰区域。水生生物多样性因水体污染和生境改变同样遭受重创。矿山开采导致生物多样性严重丧失主要集中在露天采场（38.9935hm²）、工业广场（11.9534hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（23.9954hm²）、尾矿库（32.3175hm²）和矿山道路（0.8300hm²）。

评估区内其他区域：矿山在生产期间，不可避免地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倍-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，该区域损毁程度为较轻。

（3）水土环境污染

1) 矿山生产废水主要包括生活污水、选矿废水、尾矿库溢流水。

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《污水综合排放标准》一级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影响较轻。

选矿废水：含有重金属、选矿药剂、悬浮物，属于重点管控废水，存在污染土壤、地下水、地表水体的潜在风险。选矿废水全部闭路循环使用，经浓密机、沉淀池、回用池处理后100%回用至选矿工序，零排放，风险可控。

尾矿库尾水（溢流水）：尾矿库汇水、渗滤水、澄清溢流水含有钼、悬浮物及残留药剂，对下游地表水、地下水具有潜在污染风险。尾矿库设置完善的回水系统，尾水经澄清后全部抽回选矿厂回用，不外排；同时尾矿库设置防渗层、截洪沟、渗滤液收集系统，防止渗漏污染地下水及土壤。

矿石、废石在降雨淋滤作用下，会产生淋滤废水，其中含有钼等重金属离子，若漫流或下渗，存在污染周边土壤、包气带及地下水的潜在风险。为控制淋滤污染风险，采取以下措施：矿石、废石堆场设置防雨、防渗、截排水、导流系统，避免雨水直接冲刷、淋滤下渗；堆场周边设置截洪沟、排水沟、沉淀池，收集淋滤废水并全部回用，不漫流、不外排；堆场底部采取防渗措施，防止淋滤水渗入地下含水层；加强堆场覆盖、压实、洒水抑尘，减少雨水入渗与淋滤产生。

2) 粉尘及废气：产生粉尘的主要部位有：采掘、破碎、运输等生产过程，废气主要为尾气。为减少粉尘飞扬和废气污染，由洒水车对运输道路洒水，使粉尘和废气污染降到最低。废土石：矿山开采期间内产生的废土石主要为矿层顶部的残坡积物，废石用于铺垫作业平台、开拓运矿道路或者外卖，堆存量较少。

综上所述，矿山开采对矿区水土环境污染较轻。

(二) 受损预测

1、矿山生产建设工艺流程与环节时序

采用露天开采的采矿方式，采用公路开拓，单一汽车运输，采矿工序主要由穿孔、装药、爆破、采装、运输等组成。露天开采工艺流程图 3-1。

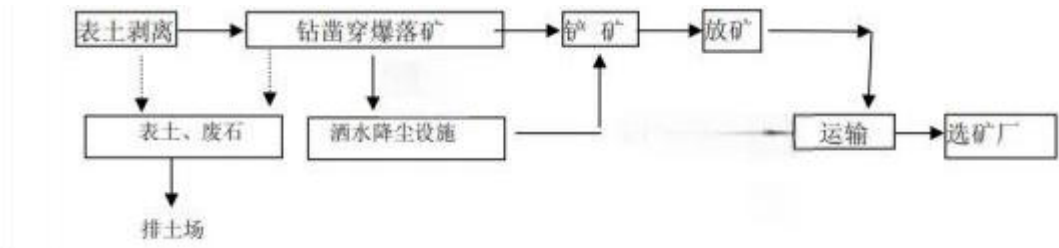


图 3-1 露天开采工艺流程图

根据该项目的生产建设特点，矿山建设初期，工业广场内相关设施建设，对场地进行整平，建设建构筑物等。矿山进入生产期：露天开采进行，同时剥离的表土、产生的矿石、尾矿堆积在项目区内。矿山外运的道路全部利用现有的乡村道路即可。土地损毁环节与时序流程图 3-2。

土地损毁方式主要表现为：挖损和压占。其中，露天采场损毁方式为挖损；工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路损毁方式为压占。

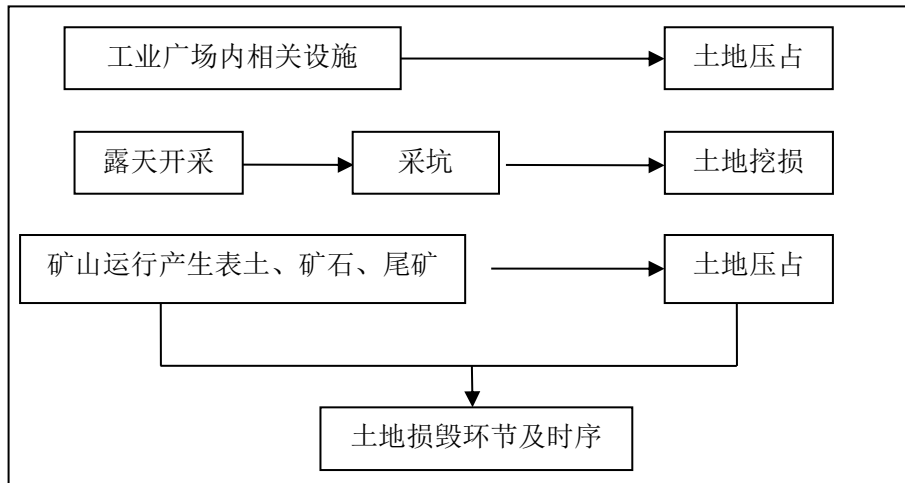


图 3-2 土地损毁环节与时序流程图

2、地质环境问题

(1) 地质灾害预测分析

1) 露天采场崩塌灾害预测

矿区岩体浅部强风化带节理裂隙发育，节理裂隙切割岩石形成复杂的软弱结构面，破坏了岩石完整性，降低了强度，稳定性差，矿区小破碎带较发育，岩体中较发育的节理有二组，产状： $140^{\circ} \angle 65^{\circ}$ ； $30^{\circ} \angle 55^{\circ}$ ，节理面紧闭平直，

延长 10~30m。其中倾角 65° 的节理面与设计的最终台阶坡面角 65° 一致，即使顺向对台阶的稳定也影响不大。但是产状 30° ∠55° 的节理面对采场南西侧台阶的稳定有一定影响，当台阶坡面与节理面顺向以及遇有破碎带时，台阶便处于欠稳定~不稳定状态。矿山采矿活动局部边坡在震动和雨水的作用下，受雨水浸蚀和冰冻影响，节理面会软化，摩擦系数减小，润滑作用及张力增大，节理面的张开度逐渐增大。边坡临空面宽阔，岩体的自重大，抗剪切强度相对要降低，局部岩体边坡易引发崩塌地质灾害，发生崩塌地质灾害的可能性大。由于强风化带厚度小，风化带以下花岗岩节理局部较发育，只要矿山严格按照开发利用方案的设计，且地层倾向与坡面关系为斜交关系，边生产边修复，及时清理边坡处的浮石和危石，发生崩塌地质灾害规模小，因此，引发和遭受崩塌地质灾害危害性、危险性小。

矿山开采时，将形成最终台阶高度 30m（2 个 15m 台阶并段），最终台阶坡面角 65°，最终边坡角 ≤50°。由于矿体上部覆盖层为腐殖土、残坡积层，稳固性较差，有可能引发局部崩塌地质灾害，直接威胁采场作业人员和机械设备。安全平台宽 10m，清扫平台宽 18m，足以拦截崩落的碎石，影响范围小，受崩塌威胁的人员较少，危害程度较小。

综上所述，可能引发的崩塌规模小，采场内生产人员和机械设备较少，威胁人数小于 10 人，故危害程度小，危险性小。

2) 排土场泥石流灾害预测

表土场设置在 1 号排土场内，占地面积 15.00hm²，仅堆放矿山开采拟剥离的表土，总剥离量为 1447038.40m³，最大堆放高度为 10m，表土场所在地坡度一般在 5-10°左右。堆场场地的地形坡度及场内堆放物为泥石流的发生提供了物源。在表土堆存前，在表土场堆存表土的坡脚处修建石笼挡墙措施，增加了表土场的稳定性，使上游汇水可及时排放周边，减少了汇水面积小，降低了泥石流发生的可能性，因而表土场发生泥石流的可能性小。表土场下游没有固定居民及重要建筑物或公路等分布，泥石流威胁对象主要为坡下沟谷的河流植被，故发生泥石流地质灾害危害程度小，危险性小。

矿山设有 3 个排土场（原排土场，设计 1、2 号排土场），原排土场位于采场西侧 700m 处山沟，设计 1、2 号排土场均位于采区南侧境界外的山沟，汇水面积 33.84~108.60hm²。按多年日最大降雨量估算，最大汇水量 4.19 ×

10⁴m³~13.46×10⁴m³，短时间内汇集较大水量的可能性较小。详见表 3-5。

表 3-5 排土场汇水一览表

编号	容积 (×10 ⁴ m ³)	汇水面积 (hm ²)	最大日降雨 量 (mm)	汇水最 (×10 ⁴ m ³)	距村庄 (m)	距霍伦河 (km)
原排土场	1270	33.84	123.9	4.19	1200	
1号排土场	4101	95.30	123.9	11.81	700	150
2号排土场	3519	108.60	123.9	13.46		180

拟建排土场两侧山坡坡度 10°~20°，沟底纵坡 5°左右，下方即为开阔的河谷，不具备“V”型沟特点。排放物以碎石为主，随排放进程而处于自然沉实~压实状态，排土场应为稳定状态，发生泥石流灾害的可能性小，危险性小。排土场下游方向距居民区 700~1200m 较远，造成人员伤亡及财产损失，危害小。

(2) 地形地貌景观破坏预测分析

根据该矿的开发利用方案，随着生产的进行，露天采场的开采范围和开采深度会有所增加，并扩建选矿厂和原尾矿库，拟建 1 号排土场、2 号排土场、1 号尾矿库和输送管线。将矿山开采的表土堆放在 1 号排土场内表土场里。服务年限结束时，矿山损毁总面积为 582.2582hm²。

露天采场总面积为 176.7194hm²，露天采场已损毁面积为 38.9935m²（不含与原排土场重叠 7.6655hm²，与原尾矿库重叠 0.0181hm²，与矿山道路重叠 0.0887hm²），拟损毁面积为 129.9536hm²。闭坑后，315m 标高以上为山坡露天，315m 标高以下为山凹露天。总出入沟位于采场东北侧（原采坑北边帮中部位置），沟口标高为 315m。原采坑占地面积 41.3745hm²，坑底面积 2.3767hm²，平台面积 20.2970hm²，边坡水平投影占地面积 18.7008hm²，边坡长度 12000m，形成 13 个平台，平台标高分别为+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+165m、+135m、+105m、+75m、+60m，最终边坡角 44°~46°；1 号采坑占地面积 84.5700 hm²，坑底面积 6.4090hm²，平台面积 43.2570hm²，边坡水平投影占地面积 34.9040hm²，边坡长度 18000m，形成 13 个平台，平台标高分别为+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+165m、+135m、+105m、+75m、+45m、+35m，最终边坡角 45°~46°；2 号采坑占地面积 29.0542 hm²，坑底面积 0.8749hm²，平台面积 14.9658hm²，边坡水平投影占地面积 13.2135hm²，边坡长度 9000m，形成 10 个平台，平台标高分别为+435m、+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+180m，最终边坡

角 $44^{\circ} \sim 47^{\circ}$ ；3号采坑占地面积 21.7207 hm^2 ，坑底面积 0.6490 hm^2 ，平台面积 12.6890 hm^2 ，边坡水平投影占地面积 8.3827 hm^2 ，边坡长度 7500 m ，形成 9 个平台，平台标高分别为 $+435 \text{ m}$ 、 $+405 \text{ m}$ 、 $+375 \text{ m}$ 、 $+345 \text{ m}$ 、 $+315 \text{ m}$ 、 $+285 \text{ m}$ 、 $+255 \text{ m}$ 、 $+225 \text{ m}$ 、 $+210 \text{ m}$ ，最终边坡角 $43^{\circ} \sim 44^{\circ}$ 。最终台阶高度 30 m （2 个 15 m 台阶并段），最终台阶坡面角 65° ，安全平台宽 10 m ，清扫平台宽 18 m （每隔 2 个安全平台设 1 个清扫平台）。

预测工业广场面积为 13.8132 hm^2 、储矿场不变为 2.2394 hm^2 、排土场面积为 161.8876 hm^2 、尾矿库面积为 212.6876 hm^2 、输送管线面积为 14.1697 hm^2 和矿山道路面积为 0.7413 hm^2 ，将拟剥离的表土堆放在 1 号排土场内，最大堆高小于 10 m ，面积为 15.0000 hm^2 ，随着边生产边治理对达到终了状态的平台及坑底及不利用的区域进行覆土。损毁方式全部为压占，最大堆高小于 30 m 。

综上所述，露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路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。

（3）含水层破坏预测分析

评估区内所采矿体位于当地侵蚀基准面之上，地下水主要为花岗岩基岩风化裂隙水，随着生产的进行，露天采场的开采范围和开采深度会有所增加，服务年限结束时，露天采场开采范围面积将会增加 129.9536 hm^2 ，则最终露天采场开采面积 176.7194 hm^2 ，矿山开采最低开采标高为 60 m ，最终开采高差 405 m 。对地下水含水层结构造成破坏，但节理裂隙随深度的增加由发育渐变不发育，富水性微弱，采矿活动对矿区周围主要含水层影响较小，不会导致周围地下水水位的大幅下降或水质恶化，不会影响到矿区周围生产、生活用水；也不会造成地表水体漏失。矿山自然排水量小，且无毒，未影响到周围居民生活供水。矿区开采破坏不是主要含水层，没有供水目的层，山脊补给区水量小富水性弱，对区域地下水补径排基本没有影响，所以影响轻微。矿山开采对区域地下水位、水量、周边供水基本没有影响。

综上所述，现状条件下采矿活动对含水层破坏较轻，对附近居民供水影响较小，危害性较小。

3、土地损毁预测分析

根据开发利用方案，在矿山终采时，损毁总面积为 582.2582 hm^2 ，损毁土地

类型为水田（1.3913 hm²）、旱地（18.3990 hm²）、乔木林地（440.6436hm²）、其他林地（11.6329hm²）、其他草地（1.0319hm²）、采矿用地（106.6894hm²）、城镇住宅用地（0.0670hm²）、交通服务场站用地（0.0350 hm²）、农村道路（0.8290 hm²）、坑塘水面（0.7648hm²）、沟渠（0.0449 hm²）和设施农用地（0.7294 hm²），其中，挖损面积为 176.7194hm²，压占面积为 405.5388hm²。其中，拟损毁区域为露天采场开挖深度的增加和范围的增大，工业广场、排土场、尾矿库和输送管线的扩建，土地损毁方式为露天采场的土地挖损和工业广场、排土场、尾矿库和输送管线的土地压占，拟损毁土地 471.9290hm²，水田（1.3913 hm²）、旱地（17.0604 hm²）、乔木林地（438.9285hm²）、其他林地（11.6329hm²）、其他草地（1.0319hm²）、城镇住宅用地（0.0670hm²）、交通服务场站用地（0.0350 hm²）、农村道路（0.2429 hm²）、坑塘水面（0.7648hm²）、沟渠（0.0449 hm²）和设施农用地（0.7294 hm²），其中，挖损面积为 129.9536hm²，压占面积为 341.9754hm²。

（1）露天采场

露天采场已损毁面积为 38.9935m²，露天采场已损毁不含与原排土场重叠 7.6655hm²，与原尾矿库重叠 0.0181hm²，与矿山道路重叠 0.0887hm² 已损毁土地，重叠的土地将来损毁方式为挖损，在现有开采台阶的基础上，进行继续开采。随着生产的进行，露天采场的开采范围和深度会不断增大，拟损毁面积为 129.9536hm²，全部位于矿区内，损毁土地类型为旱地（1.3031hm²）、乔木林地（123.8628hm²）、其他林地（3.5104hm²）、其他草地（0.8664hm²）和坑塘水面（0.4109hm²）。闭坑后，原采坑占地面积 41.3745hm²，坑底面积 2.3767hm²，平台面积 20.2970hm²，边坡水平投影占地面积 18.7008hm²，边坡长度 12000m，形成 13 个平台，平台标高分别为+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+165m、+135m、+105m、+75m、+60m，最终边坡角 44° ~ 46°；1 号采坑占地面积 84.5700 hm²，坑底面积 6.4090hm²，平台面积 43.2570hm²，边坡水平投影占地面积 34.9040hm²，边坡长度 18000m，形成 13 个平台，平台标高分别为+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+165m、+135m、+105m、+75m、+45m、+35m，最终边坡角 45° ~ 46°；2 号采坑占地面积 29.0542 hm²，坑底面积 0.8749hm²，平台面积 14.9658hm²，边坡水平投影占地面积 13.2135hm²，边坡长度 9000m，形成 10 个平台，平台标高分别为+435m、+405m、+375m、+345m、+315m、+285m、+255m、+225m、+195m、+180m，

最终边坡角 $44^{\circ} \sim 47^{\circ}$ ；3号采坑占地面积 21.7207 hm^2 ，坑底面积 0.6490 hm^2 ，平台面积 12.6890 hm^2 ，边坡水平投影占地面积 8.3827 hm^2 ，边坡长度 7500 m ，形成9个平台，平台标高分别为 $+435 \text{ m}$ 、 $+405 \text{ m}$ 、 $+375 \text{ m}$ 、 $+345 \text{ m}$ 、 $+315 \text{ m}$ 、 $+285 \text{ m}$ 、 $+255 \text{ m}$ 、 $+225 \text{ m}$ 、 $+210 \text{ m}$ ，最终边坡角 $43^{\circ} \sim 44^{\circ}$ 。最终台阶高度 30 m （2个 15 m 台阶并段），最终台阶坡面角 65° ，安全平台宽 10 m ，清扫平台宽 18 m （每隔2个安全平台设1个清扫平台），损毁方式全部为挖损，损毁程度为重度。

（2）工业广场

工业广场已损毁面积为 11.9534 hm^2 ，拟损毁面积为 1.8598 hm^2 ，损毁土地类型为旱地（ 1.1327 hm^2 ）、乔木林地（ 0.4327 hm^2 ）、其他草地（ 0.1655 hm^2 ）、交通服务场站用地（ 0.0350 hm^2 ）、农村道路（ 0.0490 hm^2 ）、沟渠（ 0.0449 hm^2 ）和设施农用地（ 0.7294 hm^2 ）。损毁方式压占，损毁程度为中度。

（3）储矿场

储矿场已损毁面积为 2.2394 hm^2 ，无拟损毁土地，损毁方式压占，损毁程度为中度。

（4）排土场

排土场已损毁面积为 23.9954 hm^2 ，原排土场与露天采场重叠 7.6655 hm^2 ，与原尾矿库重叠 0.0181 hm^2 ，重叠的土地将来损毁方式为挖损，纳入露天采场内。排土场拟损毁面积为 145.5577 hm^2 ，损毁土地类型水田（ 1.3913 hm^2 ）、旱地（ 12.8542 hm^2 ）、乔木林地（ 123.4349 hm^2 ）、其他林地（ 6.5331 hm^2 ）、城镇住宅用地（ 0.0670 hm^2 ）、农村道路（ 0.1939 hm^2 ）、坑塘水面（ 0.3539 hm^2 ）和设施农用地（ 0.7294 hm^2 ）。其中，1号排土场拟损毁面积为 77.1477 hm^2 ，损毁土地类型水田（ 1.3913 hm^2 ）、旱地（ 6.0903 hm^2 ）、乔木林地（ 68.8087 hm^2 ）、其他林地（ 0.6098 hm^2 ）、坑塘水面（ 0.1573 hm^2 ）和设施农用地（ 0.0903 hm^2 ）；2号排土场拟损毁面积为 68.4100 hm^2 ，损毁土地类型旱地（ 6.7639 hm^2 ）、乔木林地（ 54.6262 hm^2 ）、其他林地（ 5.9233 hm^2 ）、城镇住宅用地（ 0.0670 hm^2 ）、农村道路（ 0.1939 hm^2 ）、坑塘水面（ 0.1966 hm^2 ）和设施农用地（ 0.6391 hm^2 ）。损毁方式压占，损毁程度为中度。

（5）尾矿库

尾矿库已损毁面积为 32.3175 hm^2 ，原尾矿库与露天采场重叠 0.0181 hm^2 ，重叠的土地将来损毁方式为挖损，纳入露天采场内。尾矿库拟损毁面积为

180.3882hm²，损毁土地类型为旱地（0.2521hm²）、乔木林地（179.7645hm²）、其他林地（0.3716hm²）。其中，原尾矿库拟损毁面积为4.1054hm²，损毁土地类型为乔木林地（3.7338hm²）、其他林地（0.3716hm²）；1号尾矿库拟损毁面积为176.2828hm²，损毁土地类型为旱地（0.2521hm²）、乔木林地（176.0307hm²）。损毁方式压占，损毁程度为中度。

（6）输送管线

输送管线无已损毁面积，全部为拟损毁，输送管线拟损毁面积为14.1697hm²，损毁土地类型为旱地（1.5183hm²）、乔木林地（11.4336hm²）、其他林地（1.2178hm²）。损毁方式压占，损毁程度为中度。

（7）矿山道路

矿山道路已损毁面积为0.8300hm²，无拟损毁土地，与露天采场重叠0.0887hm²的土地，重叠的土地将来损毁方式为挖损，纳入露天采场内。

综上所述，露天采场（176.7194hm²）对土地资源损毁重度，工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²）对土地资源损毁中度，评估区内其他区域对土地资源无损毁，面积为1048.0336hm²。

拟损毁土地统计表详见表3-6，损毁土地汇总表见表3-7，土地损毁情况统计表见表3-8。

表 3-6 吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿拟损毁土地统计表

项目名称		破坏面积 hm ²	损毁土地类型及面积 (hm ²)											损毁 方式	损毁 程度	是否 为临 时用地		
			0101 水田	0103 旱 地	0301 乔 木林地	0307 其 他林地	0404 其 他草地	0602 采矿 用地	0701 城镇住 宅用地	1005 交 通服务 场站用 地	1006 农 村道路	1104 坑 塘水面	1107 沟渠				1202 设施 农用地	
露天采场	原采坑	8.7602	0.0000	1.3031	4.2304	2.8135	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4109	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	1号采坑	75.8228	0.0000	0.0000	74.9440	0.0147	0.8641	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	2号采坑	24.5168	0.0000	0.0000	24.5168	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	3号采坑	20.8538	0.0000	0.0000	20.1716	0.6822	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
		129.9536	0.0000	1.3031	123.8628	3.5104	0.8664	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4109	0.0000	0.0000			
工业广场	选矿厂	1.8598	0.0000	1.1327	0.4327	0.0000	0.1655	0.0000	0.0000	0.0350	0.0490	0.0000	0.0449	0.0000	压占	中度	否	
排土场	1号排土场	77.1477	1.3913	6.0903	68.8087	0.6098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1573	0.0000	0.0903	压占	中度	是	
	2号排土场	68.4100	0.0000	6.7639	54.6262	5.9233	0.0000	0.0000	0.0670	0.0000	0.1939	0.1966	0.0000	0.6391	压占	中度	是	
	小计	145.5577	1.3913	12.8542	123.4349	6.5331	0.0000	0.0000	0.0670	0.0000	0.1939	0.3539	0.0000	0.7294				
尾矿库	原尾矿库	4.1054	0.0000	0.0000	3.7338	0.3716	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是	
	1号尾矿库	176.2828	0.0000	0.2521	176.0307	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是	
	小计	180.3882	0.0000	0.2521	179.7645	0.3716	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000				
输送管线		14.1697	0.0000	1.5183	11.4336	1.2178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是	
合计		471.9290	1.3913	17.0604	438.9285	11.6329	1.0319	0.0000	0.0670	0.0350	0.2429	0.7648	0.0449	0.7294				

表 3-7 吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿损毁土地汇总表

项目名称		破坏面积 hm ²	损毁土地类型及面积 (hm ²)											损毁方式	损毁程度	是否为临时用地	
			0101 水田	0103 旱地	0301 乔木林地	0307 其他林地	0404 其他草地	0602 采矿用地	0701 城镇住宅用地	1005 交通服务场站用地	1006 农村道路	1104 坑塘水面	1107 沟渠				1202 设施农用地
露天采场	原采坑	41.3745	0.0000	1.3031	4.2304	2.8135	0.0023	32.5256	0.0000	0.0000	0.0887	0.4109	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	1号采坑	84.5700	0.0000	0.0000	74.9460	0.0147	0.8641	8.7452	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	2号采坑	29.0542	0.0000	0.0000	25.4794	0.0000	0.0000	3.5748	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	3号采坑	21.7207	0.0000	0.0000	20.4611	0.6822	0.0000	0.5774	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	挖损	重度	是
	小计	176.7194	0.0000	1.3031	125.1169	3.5104	0.8664	45.4230	0.0000	0.0000	0.0887	0.4109	0.0000	0.0000			
工业广场	选矿厂	12.7283	0.0000	2.4713	0.6039	0.0000	0.1655	9.3587	0.0000	0.0350	0.0490	0.0000	0.0449	0.0000	压占	中度	否
	炸药库	1.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0849	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	否
	小计	13.8132	0.0000	2.4713	0.6039	0.0000	0.1655	10.4436	0.0000	0.0350	0.0490	0.0000	0.0449	0.0000			
储矿场		2.2394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.2394	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是
排土场	原排土场	16.3299	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	16.3299	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是
	1号排土场	77.1477	1.3913	6.0903	68.8087	0.6098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1573	0.0000	0.0903	压占	中度	是
	2号排土场	68.4100	0.0000	6.7639	54.6262	5.9233	0.0000	0.0000	0.0670	0.0000	0.1939	0.1966	0.0000	0.6391	压占	中度	是
	小计	161.8876	1.3913	12.8542	123.4349	6.5331	0.0000	16.3299	0.0670	0.0000	0.1939	0.3539	0.0000	0.7294			
尾矿库	原尾矿库	36.4048	0.0000	0.0000	4.0236	0.3716	0.0000	32.0096	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是
	1号尾矿库	176.2828	0.0000	0.2521	176.0307	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是
	小计	212.6876	0.0000	0.2521	180.0543	0.3716	0.0000	32.0096	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
输送管线		14.1697	0.0000	1.5183	11.4336	1.2178	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是
矿山道路		0.7413	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2439	0.0000	0.0000	0.4974	0.0000	0.0000	0.0000	压占	中度	是
合计		582.2582	1.3913	18.3990	440.6436	11.6329	1.0319	106.6894	0.0670	0.0350	0.8290	0.7648	0.0449	0.7294			

表 3-8 土地损毁情况统计表

土地类型		面积 (hm ²)		合计 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
一级地类	二级地类	已损毁	拟损毁			
耕地	水田	0.0000	1.3913	1.3913	压占	中度
	旱地	1.3386	17.0604	18.3990	挖损和压占	重度、中度
	小计	1.3386	18.4517	19.7903		
林地	乔木林地	1.7151	438.9285	440.6436	挖损和压占	重度、中度
	其他林地	0.0000	11.6329	11.6329	挖损和压占	重度、中度
	小计	1.7151	450.5614	452.2765		
草地	其他草地	0.0000	1.0319	1.0319	挖损和压占	重度、中度
	小计	0.0000	1.0319	1.0319		
工矿用地	采矿用地	106.6894	0.0000	106.6894	挖损和压占	重度、中度
	小计	106.6894	0.0000	106.6894		
住宅用地	城镇住宅用地	0.0000	0.0670	0.0670	压占	中度
	小计	0.0000	0.0670	0.0670		
交通运输用地	交通服务场站用地	0.0000	0.0350	0.0350	压占	中度
	农村道路	0.5861	0.2429	0.8290	挖损和压占	重度、中度
	小计	0.5861	0.2779	0.8640		
水域及水利设施用地	坑塘水面	0.0000	0.7648	0.7648	挖损和压占	重度、中度
	沟渠	0.0000	0.0449	0.0449	压占	中度
	小计	0.0000	0.8097	0.8097		
其他土地	设施农用地	0.0000	0.7294	0.7294	压占	中度
	小计	0.0000	0.7294	0.7294		
合计		110.3292	471.9290	582.2582		

4、生态问题预测分析

(1) 植被损毁预测

露天采场开挖、矿石临时堆存、工业广场建设、运输道路修筑、排土场与尾矿库占地等活动，将直接占压、破坏原生地表植被，导致区域植被覆盖度显著下降、群落结构简化、生态系统功能弱化。预测损毁植被总面积 36.7732hm²，其中乔木林地 18.4723hm²、其他林地 18.1065hm²、其他草地 0.1944hm²。由于开挖、压占、机械压实造成表土损失与土壤理化性质恶化，粉尘覆盖影响植物生长，生境格局发生改变，预测可能导致植被覆盖度降低、群落单一化，以先锋草本与稀疏灌丛为主，初级生产力与水土保持功能大幅削弱，裸露地表加剧水土流失，景观完整性下降，为外来物种入侵创造条件。工程建设对生态环境的影响是典型的和显著的，对土地性质的改变是彻底的和不可逆的。工程建设将大面积征地伐林，改变原有生态系统，破坏地表植被，造成水土流失。破坏动植物生境，使得植被覆盖率降低，林木蓄积量降低，生产能力下降，生物多样性降低，从而导致环境功能的下降。但是项目占用林地性质为一般商品林，本项目所征用的林地面积和需砍伐的林木蓄积量相占评价区林木蓄积总量比例较小，同时保护树种严格落实移植补植措施，对服务期满后的尾矿库及排土场、采场实施生态修复措施。在基建、恢复及运行期落实水土保持措施，水土流失可逐渐得到控制。项目不占用基本农田及生态敏感区。因此，采取系列生态补偿和修复措施后，项目建设对区域生态环境的影响可以接受。预测损毁范围包括露天采场（176.7194hm²）、工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²），损毁程度严重。

评估区内其他区域：该区域植被损毁程度较轻。

(2) 生物多样性丧失

预测将来开采和现状情况一致，只是范围有所增加。矿山和加工破坏了自然栖息地，导致物种流离失所和种群下降。矿山开采和加工使土壤退化，抑制了植物生长和土壤生物多样性，损毁程度严重。生境的大面积破坏、破碎化和质量下降，导致区域内野生动植物物种数量显著减少，种群规模急剧萎缩。关键物种野兔、野猪、蛇栖息地丧失或受到严重干扰，迁徙廊道中断。土壤动物、微生物群落结构发生剧变，多样性指数显著低于周边未干扰区域。水生生物多样性因水体

污染和生境改变同样遭受重创。矿山开采导致生物多样性严重丧失主要集中在露天采场（176.7194hm²）、工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²）。

评估区内其他区域：该区域损毁程度为较轻。

（3）水土环境污染

根据《吉林吉辉铝业股份有限公司日处理 2.5 万吨铝矿石扩产扩能项目（变更重新报批）环境影响报告书》中主要结论如下：

1) 大气环境

本项目有组织排放来自选矿工艺废气及锅炉烟气，无组织排放主要来自采场、尾矿库干滩、排土场、运输道路扬尘及食堂油烟，特征污染物为颗粒物、CO、NOX、SO₂、油烟。有组织选矿废气采取集中收集+湿式除尘后+排气筒；锅炉烟气采用布袋除尘器+排气筒。采场优化爆破方式，多频次高密度洒水降尘；尾矿库采用多管分散排放尾矿浆的办法，使排放点经常变动，遇到有干滩露出，要及时排放矿浆，始终保持滩面潮湿；此外，为更有效避免扬尘和水土流失，在尾矿库外坝面及时覆土种草和植物，库内干滩架设水管用水喷洒冲击滩面降尘，减少扬尘污染。排土场采用多频次高密度洒水方式降尘。食堂油烟采用油烟净化器处理。在采取报告提出的大气污染治理措施后，可有效减少选矿废气有组织排放浓度和排放量，降低采场、尾矿库、排土场以及运输道路无组织扬尘和食堂油烟，根据预测估算分析可知项目有组织和无组织颗粒物排放浓度均能够达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中排放浓度限值，食堂油烟排放浓度满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001），项目运行对周边环境空气质量影响不大。

2) 地表水

项目产生的采场涌水、积水、排土场淋溶水、选矿废水及地面冲洗废水、尾矿库选矿澄清水、尾矿渗滤液、锅炉排污水经处理后均可用于降尘或生产，不外排。生活污水耕作季排入防渗储池，定期清掏，用作农肥；非耕作季暂存至防渗储池，待耕作季暂存的生活污水一次性用作农肥。本项目各项污、废水采取各项环保措施后均可得到有效处理或综合利用，不直接外排至地表水环境，不会对区域地表水体产生不利影响。

3) 固体废物

本项目项目生产过程中产生的固体废物主要为露天采矿剥离废石、尾矿渣、选矿除尘灰、废磨球、废布袋、锅炉除尘灰和炉渣、生活垃圾、废变压器油和废机油等。采矿废石和尾砂经性质判定属于 I 类一般固体废物；废石资源化，未利用部分存于排土场废石存放区部分用于修筑道路、尾矿库、挡墙等，剩余部分用于闭矿后生态修复。尾矿存放于尾矿库。建议在条件允许的情况下，尾矿进行综合利用。根据地质勘查，排土场和尾矿库所在位置及地质条件符合《一般固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）I 类固体废物的处置场选址要求和防渗要求，尾矿库和排土场按照设计和环评要求建设运行不会产生二次污染。选矿除尘灰回用于选矿工序做原料。废磨球、废布袋由厂家回收处置。锅炉除尘灰和炉渣外卖综合利用。生活垃圾集中收集后定期委托环卫部门清运并统一处理。废变压器油和废机油集中收集后暂存至危险废物暂存间，定期委托有资质的单位清运处置。项目产生的各项固体废物均可得到妥善处置和合理利用，不会产生二次污染，对项目周围环境不会产生明显不良影响。

4) 地下水环境

项目露天开采不会对地下水流场产生明显影响，地下水整体流向将保持原有流向。选矿厂正常工况下各生产环节按照设计参数运行，选矿废水通过尾矿库澄清后回用于选矿工艺，选矿车间防渗措施完备，并且采取了严格的防溢流、防泄漏等措施，项目选矿厂废水不会渗漏和进入地下水，对地下水不会造成污染。非正常工况下，浮选设备、选矿废水输送管线发生泄漏，其中选矿废水输送管线一用一备，且压力明管沿着检修道路输送，一旦发生爆管泄露可及时发现，不会导致大量泄露严重污染地下水的风险；选矿车间防渗措施、防溢流、防泄漏措施完善并设有专人管理，一旦浮选设备泄露可及时发现，不会导致大量泄露严重污染地下水的风险。

本项目新建尾矿库运行对地下水的影响表现在尾矿坝地基清基后建筑防渗效果变差事故状态，采用解析法，根据标准指数最大的因子结合项目特征因子后，以砷、六价铬、石油类和无机氟化物为预测因子，预测整个服务周期持续泄露对地下水环境的影响，根据预测结果可知砷、六价铬和无机氟化物扩散范围最远 2100m，但预测值均远低于标准值，基本无影响。石油类最远扩散范围至坝下 2100m，但 100m 后石油类浓度可达 0.047mg/L，低于标准值 0.05mg/L 达标。因

此 0-100m 范围存在超标。尾矿库坝下 100m 内不存在集中和分散供水水源，距离最近为尾矿库北 2.1km 福安堡民井和西南 2.4km 于家崴子民井，因此事故状态持续泄露对区域地下水影响可接受。

排土场淋溶水正常情况下全部收集回用，不会对地下水造成污染。当雨季废石淋溶水收集和处理不当，下渗进入地下水对地下水产生不利影响。项目淋溶水收集池发生泄漏时，淋溶水中无机氟化物会下渗进入地下水。采用解析法以标准指数最大的因子无机氟化物为预测因子，预测地下水污染发生后 100d、1000d、5000d 对地下水环境的影响，根据预测结果可知无机氟化物初始浓度满足 GB/T14848-2017《地下水质量标准》III 类标准值；持续泄露 100 天扩散至的最大范围出现在下游 300m；持续泄露 1000 天扩散至的最大范围出现在坝下游 950m；持续泄露 5000 天扩散的最大范围下游 2200m，该范围已经越过霍伦河。因此无论排土场淋溶水渗漏持续多久，其初始浓度均满足 GB/T14848-2017《地下水质量标准》III 类标准值，且最远至霍伦河，不会越过霍伦河。排土场淋溶水无机氟化物指标对区域地下水质量基本无影响。

5) 土壤环境

项目建设对土壤环境的影响主要表现为采矿、选矿、排土场及尾矿库粉尘大气沉降对土壤环境影响，排土场淋溶水和尾矿库渗滤液非正常工况的垂直入渗对土壤环境影响，经过预测后可知，垂直入渗和大气沉降对区域土壤环境的贡献不大，项目运行正常和事故工况下，对区域土壤环境质量及敏感目标农田的影响可接受。

①大气沉降对区域土壤环境的影响

采用《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E 中方法一预测方法以特征污染物铅、砷、铬为预测因子，预测整个服务期采场、排土场、选厂及尾矿库 W2（1 号尾矿库）粉尘经大气沉降作用对周边土壤环境的影响。根据预测结果可知，至服务期满，运行过程中采场扬尘经大气沉降后，在下游农田和周边土壤的颗粒物最大贡献值为 4.85mg/kg（放大影响将其全部视为砷和铬），叠加土壤背景后，东北面农田和四周林地中砷的含量 16.45mg/kg，铬含量 37.85mg/kg，低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》标准限值（砷 40mg/kg，铬 150mg/kg）；排土场扬尘经大气沉降后，在下游农田和周边土壤的颗粒物最大贡献值为 18.90mg/kg（放大影响将其全部视为砷和铬），

叠加土壤背景后，东北面农田和四周林地中砷的含量 30.50mg/kg，铬含量 51.90mg/kg，低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》标准限值（砷 40mg/kg，铬 150mg/kg）；选矿厂有组织粉尘经大气沉降后，在下游农田和周边土壤的颗粒物最大贡献值为 12.50mg/kg（放大影响将其全部视为砷和铬），叠加土壤背景后，东北面农田和四周林地中砷的含量 24.10mg/kg，铬含量 45.50mg/kg，低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》标准限值（砷 40mg/kg，铬 150mg/kg）；尾矿库扬尘经大气沉降后，在下游农田和周边土壤的颗粒物最大贡献值为 1.44mg/kg（放大影响将其全部视为砷和铬），叠加土壤背景后，西北面农田和四周林地中砷的含量 13.04mg/kg，铬含量 34.44mg/kg；均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》砷 40mg/kg，铬 150mg/kg。我国现行土壤质量标准中无关于钼的定义，根据土壤环境质量调查，尾矿库西北面农田和四周林地中钼均表现出来“未检出”，项目运行后至服务期满，钼的贡献值量微小，对土壤环境影响不大。

②垂直入渗对区域土壤环境的影响

对于本项目而言垂直入渗发生在尾矿输送管线和回水管线爆管造成的地面漫流以及尾矿库溃坝造成的地面漫流对土壤环境垂直入渗部分的影响，发生在排土场收集池、高位水池和尾矿库事故状态防渗层损坏造成的垂直入渗对下游土壤环境的影响。采用《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 E 中预测方法以标准指数相对大的砷、铬、石油烃（C10-C40）、无机氟化物为预测因子，预测整个服务期排土场及尾矿库 W2（1 号尾矿库）垂直入渗对区域土壤环境的影响，根据预测可知，尾矿库事故状态下选矿废水垂直入渗进入土壤环境，土壤中 0-20cm 的砷、铬、石油烃（C10-C40）最大贡献值远低于《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地标准中筛选值的要求（砷：60mg/kg，铬 5.7mg/kg、石油烃：4500mg/kg）和《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值。因此事故状态下尾矿库运行垂直入渗对土壤环境的影响可接受。我国现行土壤质量标准中无关于氟化物的定义，氟化物的贡献值量微小，对土壤环境影响不大。

综上所述，预测条件下矿山开采对矿区水土环境污染较轻。

（三）问题诊断评价结论

1、生态修复分区

（1）矿山地质环境影响程度分级

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）规定，其中：现状评估结果为露天采场（38.9935hm²）、工业广场（11.9534hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（23.9954hm²）、尾矿库（32.3175hm²）和矿山道路（0.8300hm²）为矿山地质环境影响严重区，面积为 110.3292hm²；评估区内其他地区为矿山地质环境影响较轻区，面积为 1519.9626hm²。预测评估结果为露天采场（176.7194hm²）、工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²）为矿山地质环境影响严重区，面积为 582.2582hm²；评估区内其他区域为矿山地质环境影响较轻区，面积为 1048.0336hm²，详见表 3-9 矿山地质环境影响程度分级表。

（2）分区原则

1) 区内相似，区间相异的原则

根据评估区内矿山地质环境问题的分布特征及矿山地质环境影响程度的评估结果划分不同级别的防治区。同级防治区内的矿山地质环境问题的严重程度应相似。同时可根据同级区内矿山地质环境问题类型的差异，进一步细分。

2) 重点突出的原则

在进行矿山地质环境保护与恢复治理分区时，应突出防治的重点区域和重点矿山地质环境问题，重点区域优先治理。

3) 因地制宜的原则

应针对不同的矿山地质环境问题类型、特征及其危害程度和该区域具体的自然条件，提出相对应的防治措施，做到因地制宜，用最小的投入获得最大的治理效果。

4) 就高不就低的原则

当现状评估与预测评估结果不一致时采取就上的分区原则。

（3）分区方法

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），分析矿山地质环境影响程度，根据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，可分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区。对于现状评估和预测评估结果不一

致的采取就上原则分区的方法，详见表 3-10。

表 3-9 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	1、地质灾害规模大，发生的可能性大； 2、影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全； 3、造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元； 4、受威胁人数大于 100 人。	1、矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 2、矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d； 3、区域地下水水位下降； 4、矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 5、不同含水层（组）串通水质恶化； 6、影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大； 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	1、占用破坏基本农田； 2、占用破坏耕地大于 2hm²； 3、占用破坏林地或草地大于 4hm²； 4、占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ² 。
较严重	1、地质灾害规模中等，发生的可能性较大； 2、影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全； 3、造成或可能造成直接损失 100 万—500 万元。 4、受威胁人数 10-100 人。	1、矿井正常涌水量 3000-10000m ³ /d； 2、矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态； 3、矿区及周围地表水体漏失较严重； 4、影响矿区及周围部分生产生活供水。	1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大； 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	1、占用破坏耕地小于等于 2hm ² ； 2、占用破坏林地或草地 2-4hm ² ； 3、占用破坏荒山或未开发利用土地 10-20hm ² 。
较轻	1、 地质灾害规模小，发生的可能性小； 2、 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3、 造成或可能造成直接损失小于 100 万元。 4、受威胁人数小于 10 人。	1、矿井正常涌水量小于 3000m³/d； 2、矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 3、矿区及周围地表水体未漏失； 4、未影响到矿区及周围生产生活供水。	1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小； 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	1、占用破坏林地或草地小于等于 2hm ² ； 2、占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm ² 。

表 3-10 矿山地质环境保护与恢复治理分区

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

(4) 分区评述

根据上述分区原则及方法，可将评估区划分为重点防治区和一般防治区。

1) 矿山地质环境重点防治区：本次重点防治区为该矿的露天采场（176.7194 hm²）、工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、

尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²），总面积为 582.2582hm²。

主要矿山地质环境问题：矿山开采对地形地貌景观的影响和土地资源的影响和破坏等。

防治措施：表土堆场修建石笼挡墙，边坡修整、危岩体清运、边坡防护、拆除石笼挡墙、运输拆除石笼、地面清理平整、设警示牌、围栏、修建土质截排水沟、边坡稳定监测等。矿山生产期加强对项目区损毁土地进行绿化、美化及净化的生态环境工程治理等。

2) 评估区内除上述区域以外的其他区域划分为地质环境一般防治区，面积为 1048.0336hm²。

预防措施：矿山在以后的生产建设过程中，要多加重视，并加以保护，避免产生新的地质灾害和损毁现有土壤和植被，并对地表进行定期的人工巡视；并注意合理利用土地，避免造成新的土地、地貌景观及植被的破坏。

2、土地损毁程度分区

依据该矿山的实际用地情况，露天采场（176.7194 hm²）对土地资源损毁重度，工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²）对土地资源损毁中度，确定项目生态修复区为露天采场 176.7194hm²、工业广场 13.8132hm²、储矿场 2.2394hm²、排土场 161.8876hm²、尾矿库 212.6876hm²、输送管线 14.1697hm² 和矿山道路 0.7413hm²，其面积为 582.2582hm²，见表 3-11；该项目结束后，由于工业广场（13.8132hm²）为永久性建设用地，且部分矿山道路（0.4974hm²）为工业广场和附近农民耕种运输留用道路，从而将工业广场和部分矿山道路作为永久性保留用地，闭坑后保留不进行复垦，因此本次复垦责任范围为 567.9476hm²，见表 3-12。

3、生态受损分区

根据矿山生态问题，确定生态受损严重区为露天采场（176.7194 hm²）、工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²），其面积为 582.2582hm²；评估区内其他区域划分为生态受损较轻区，面积为 1048.0336hm²。

表 3-11 生态修复区土地面积统计表

项目名称		破坏面积 hm ²	损毁方式	损毁程度
露天采场	原采坑	41.3745	挖损	重度
	1 号采坑	84.5700	挖损	重度
	2 号采坑	29.0542	挖损	重度
	3 号采坑	21.7207	挖损	重度
	小计	176.7194		
工业广场	选矿厂	12.7283	压占	中度
	炸药库	1.0849	压占	中度
	小计	13.8132		
储矿场		2.2394	压占	中度
排土场	原排土场	16.3299	压占	中度
	1 号排土场	77.1477	压占	中度
	2 号排土场	68.4100	压占	中度
	小计	161.8876		
尾矿库	原尾矿库	36.4048	压占	中度
	1 号尾矿库	176.2828	压占	中度
	小计	212.6876		
输送管线		14.1697	压占	中度
矿山道路		0.7413	压占	中度
合计		582.2582		

表 3-12 复垦责任范围土地面积统计表

项目名称		破坏面积 hm ²	损毁方式	损毁程度
露天采场	原采坑	41.3745	挖损	重度
	1 号采坑	84.5700	挖损	重度
	2 号采坑	29.0542	挖损	重度
	3 号采坑	21.7207	挖损	重度
	小计	176.7194		
储矿场		2.2394	压占	中度
排土场	原排土场	16.3299	压占	中度
	1 号排土场	77.1477	压占	中度
	2 号排土场	68.4100	压占	中度
	小计	161.8876		
尾矿库	原尾矿库	36.4048	压占	中度
	1 号尾矿库	176.2828	压占	中度
	小计	212.6876		
输送管线		14.1697	压占	中度
矿山道路		0.2439	压占	中度
合计		567.9476		

4、综合损毁程度评价

综上所述，根据矿区生态问题识别与受损预测结果，将评估区的露天采场（176.7194 hm²）、工业广场（13.8132hm²）、储矿场（2.2394hm²）、排土场（161.8876hm²）、尾矿库（212.6876hm²）、输送管线（14.1697hm²）和矿山道路（0.7413hm²）为生态破坏重度区，总面积为 582.2582hm²；评估区内其他区域划分为生态破坏轻度区，面积为 1048.0336hm²。损毁程度综合评价表见表 3-13。矿区生态破坏程度综合评价图 3-3。

表 3-13 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况		综合评价结果
		面积	损毁程度	
露天采场	地质环境问题	176.7194	重度受损	重度
	土地损毁	176.7194	重度受损	
	生态受损与退化	176.7194	重度受损	
工业广场	地质环境问题	13.8132	重度受损	重度
	土地损毁	13.8132	中度受损	
	生态受损与退化	13.8132	重度受损	
储矿场	地质环境问题	2.2394	重度受损	重度
	土地损毁	2.2394	中度受损	
	生态受损与退化	2.2394	重度受损	
排土场	地质环境问题	161.8876	重度受损	重度
	土地损毁	161.8876	中度受损	
	生态受损与退化	161.8876	重度受损	
尾矿库	地质环境问题	212.6876	重度受损	重度
	土地损毁	212.6876	中度受损	
	生态受损与退化	212.6876	重度受损	
输送管线	地质环境问题	14.1697	重度受损	重度
	土地损毁	14.1697	中度受损	
	生态受损与退化	14.1697	重度受损	
矿山道路	地质环境问题	0.7413	重度受损	重度
	土地损毁	0.7413	中度受损	
	生态受损与退化	0.7413	重度受损	
评估区内其他区域	地质环境问题	1048.0336	未受损	轻度
	土地损毁	1048.0336	未受损	
	生态受损与退化	1048.0336	轻度受损	

图 3-3 矿区生态破坏程度综合评价图

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1、地质环境修复治理措施技术可行性分析

矿山开采过程中可能产生崩塌等地质灾害，严格按照开发利用方案进行施工，设置平台、保证边坡坡度，采矿结束后通过对露天采场较陡边坡实施修整、危岩体清运、边坡防护（栽植爬山虎）等措施可减少崩塌发生的可能性，所用机械矿山开采已具备，施工人员熟悉操作，所用材料购置方便，工程施工技术较简单；为减少安全事故发生，露天采场在高陡边坡周围设置警示牌和围栏，设置施工技术条件简单，材料购置方便；为防止降水流进采坑内，在露天采场外侧边缘内修建土质截排水沟，该治理工程若要破坏林地时，应与当地林业部门沟通协调好之后，方可进行此工程，涉及机械矿山开采已具备，施工人员熟悉操作；为了防止表土流失，在表土堆场坡脚处修建石笼挡墙，原料使用矿山产生废石，取材方便，施工难度低；露天采场平台、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路地面坡度较小，便于机械施工，因此，地面清理平整简单可行；矿山可通过治理工程较容易达到生态修复或改善的目的，治理工程切实可行。

2、土地复垦措施技术可行性分析

根据项目区及周边土地利用现状图，初步确定生态修复区待复垦土地的复垦修复方向为旱地、乔木林地和坑塘水面。主要采取的工程措施为表土覆土，土地翻耕，撒播种草，栽植乔木，坑塘蓄水。表土覆土、土地翻耕有利于快速恢复土壤结构和肥力，为植被提供生长基质，短期效果显著，土壤来源于矿山剥离的表土，原材料比较易于获得，经地面清理平整的场地便于覆土工程的实施。撒播种草、栽植乔木长期效益突出，草种、树种选用该区域乡土植物，购置方便，草籽采用撒播、树木采用裸根坑植方式，施工方式操作简单。

2、经济可行性分析

方案设计的生态修复工程由于施工技术条件简单，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，具体表现如下：

（1）资金保障

治理费用由造成矿山地质环境问题的矿山企业承担。矿山企业要列支专项经费进行矿山环境的保护与治理。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，确保实现矿区生态修复的防治目标。采矿权人及时缴存矿区生态修复费用，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，在舒兰市供应数量充足，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

舒兰市开原镇当地剩余劳动力充足，本项目劳动技术类别属于简单类型，参加施工人员经过简单安全、技能培训后即可参加工作。上述工程措施，在吉林省内已有多地实施，所涉及机械常见，操作简单易行。

矿山地质环境、土地损毁及生态问题可通过这些措施较容易达到矿区生态修复或改善的目的，效果较好，矿区生态修复措施工程切实可行。

（4）采坑自然蓄水可行性

矿山闭矿后，露天采场凹陷开采，露天采场 1 号采坑、2 号采坑和 3 号采坑坑底将存在一定量积水，将 1 号采坑、2 号采坑和 3 号采坑坑底复垦为坑塘水面区域，露天采场积水主要来自两方面汇水和降水，其中：

汇水量：根据本地区 20 年一遇 1h 最大降雨量为 123.9mm，1 号采坑汇水面积约为 104.3298hm²，日最大汇水量约为 129264.62 m³，径流系数为 0.8（综合考虑岩石渗透性和蒸发量），日最大汇水量约为 103411.70 m³；2 号采坑汇水面积约为 33.4122hm²，日最大汇水量约为 41397.72 m³，径流系数为 0.8（综合考虑岩石渗透性和蒸发量），日最大汇水量约为 33118.17 m³；3 号采坑汇水面积约为 30.8580hm²，日最大汇水量约为 38233.06m³，径流系数为 0.8（综合考虑岩石渗透性和蒸发量），日最大汇水量约为 30586.45m³。

降水量：根据本地区 20 年一遇 1h 最大降雨量为 123.9mm，1 号采坑面积为 84.5700hm²，日最大降水集水量约为 104782.23 m³，根据相关标准，综合考虑蒸发、降水损失率及渗透将系数定为 0.7，日最大降水集水量约为 73347.56 m³；2 号采坑面积为 29.0542 hm²，日最大降水集水量约为 35998.15m³，根据相关标准，综合考虑蒸发、降水损失率及渗透系数定为 0.7，日最大降水集水量约为 25198.71

m³; 3号采坑面积为21.7207hm², 日最大降水集水量约为26911.95m³, 根据相关标准, 综合考虑蒸发、降水损失率及渗透系数定为0.7, 日最大降水集水量约为18838.36m³。

综上所述, 1号采坑在坑底内积水量约为176759.26 m³, 由于1号采坑坑底面积为6.4090 hm², 最终积水深度为2.76m, 坑底与上一平台高差为10m, 坑塘水面容量至少为640900m³, 可以满足最大降雨量积水; 2号采坑在坑底内积水量约为58316.88 m³, 由于2号采坑坑底面积为0.8749hm², 最终积水深度为6.67m, 坑底与上一平台高差为15m, 坑塘水面容量至少为131235m³, 可以满足最大降雨量积水; 3号采坑在坑底内积水量约为49424.81m³, 由于3号采坑坑底面积为0.6490 hm², 最终积水深度为7.62m, 坑底与上一平台高差为15m, 坑塘水面容量至少为97350m³, 可以满足最大降雨量积水。该矿隔水层岩性为花岗岩, 与矿体无明显界线, 中风化带岩石较完整, 风化节理裂隙数量减少, 缝隙基本闭合, 不含水或微含水, 可视为隔水层, 微风化及未风化花岗岩节理裂隙不发育, 为巨厚的隔水层, 因此, 坑底及其相邻边坡节理裂隙不发育, 为隔水层, 复垦为坑塘水面的蓄水能力强。

(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相关规划, 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。

2、生态修复目标方向适宜性评价

土地适宜性评价是针对生态修复区的拟损毁土地进行的潜在的适宜性评价, 根据破坏土地的自然属性和破坏状况, 适当对社会经济因素作为背景条件, 来评定未来土地复垦后对农、林、牧、副、渔及其他利用方向的适宜性及适宜程度、限制性及限制程度, 是一种预测性的土地适宜性评价。

(1) 评价原则

1) 符合国土空间总体规划, 并与其他规划相协调

土地复垦适宜性评价须考虑国家和地方的国土空间总体规划、经济发展规划、农业和林业规划等, 兼顾社会各方利益, 促进社会、经济 and 环境的和谐发展。

照片 3-9 森林生态系统典型照片（拍摄方位角：60°）

照片 3-10 农田生态系统典型照片（拍摄方位角：15°）

2) 因地制宜原则

在确定被破坏土地复垦利用方向时，首先考虑其可垦性和综合效益，选择最佳的利用方向。土地复垦修复方向的确定应以最小的投入获得最大的社会、生态、经济效益。符合区域国土空间总体规划要求，发挥土地复垦综合效益。

3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

在确定被破坏土地复垦利用方向时，首先考虑是否能复垦为农业用地，其次再宜林则林，宜渔则渔，综合治理，选择最佳的利用方向。

4) 主导性限制因素与综合平衡原则

矿区土地破坏是一个由多种要素组成的复杂的开放系统，土地要素的不同组合及其作用的消长构成了复杂多样的土地类型，遭破坏的土地质量不但取决于构成土地的自然要素（如坡度、土壤质地等），同时还受到社会、经济及技术条件的制约。评价过程中，在综合分析考虑多种因素的基础上，识别主导因素，客观地反映破坏土地的适应性，并按照主导因素确定其适宜的利用方向。

5) 复垦后土地可持续利用原则

矿山是生产型项目，其破坏土地的过程是一个动态过程，复垦土地的适宜性也应随破坏过程及阶段的不同而变化。土地复垦工作应遵循可持续发展的原则，应保证确定的土地利用方向具有持续生产能力。

6) 经济可行、技术合理性原则

复垦方案估概算成果合理、矿区生态修复资金落实，复垦技术措施合理，使复垦方案切实可行。

7) 社会因素和经济因素相结合原则。

(2) 评价依据

1) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议第三次修正）；

2) 《土地复垦条例》（2011年3月）；

3) 《土地复垦质量控制标准》；

4) 《土地开发整理规划编制规程》（2000年施行）；

5) 《耕地地力调查与质量评价技术规程》（YN/T1634-2008）。

(3) 评价体系

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。土地质量等一般分为一等地、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。

(4) 评价方法

评价方法分为定性和定量法分析两类。定性方法是对评价单元的原土地利用状况、土地破坏、公众参与、当地社会经济等情况进行综合性分析，确定土地复垦修复方向和适宜性等级。定量分析包括极限条件法、综合指数法等。

极限条件法模型为： $Y_i = \min(Y_{ij})$ 。

式中： Y_i 为第 i 个评价单元的最终分值； Y_{ij} 为第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值。

(5) 评价单元划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据本项目损毁土地预测结果可知，本项目复垦适宜性评价单元划分为露天采场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路共 6 个评价单元（工业广场和保留矿山道路作为永久性保留用地，不纳入评价单元），具体见表 3-14。

(6) 评价体系和评价方法的选择

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，本项目土地复垦适宜性评价选择评价体系为二级；本复垦方案土地适宜性评价采用极限条件法进行，这种评价方法的优势在于重点突出了由于破坏造成的对土地利用的限制影响，体现了复垦适宜性评价是在破坏预测基础上进行的特点。

表 3-14 土地复垦评价单元划分表

项目名称		破坏面积 hm ²	破坏土地类型	损毁方式	损毁程度
露天采场	原采坑	41.3745	旱地、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、坑塘水面	挖损	重度
	1号采坑	84.5700	乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地	挖损	重度
	2号采坑	29.0542	乔木林地、采矿用地	挖损	重度
	3号采坑	21.7207	乔木林地、其他林地、采矿用地	挖损	重度
	小计	176.7194			
储矿场		2.2394	采矿用地	压占	中度
排土场	原排土场	16.3299	采矿用地	压占	中度
	1号排土场	77.1477	水田、旱地、乔木林地、其他林地、坑塘水面、设施农用地	压占	中度
	2号排土场	68.4100	旱地、乔木林地、其他林地、城镇住宅用地、农村道路、坑塘水面、设施农用地	压占	中度
	小计	161.8876			
尾矿库	原尾矿库	36.4048	乔木林地、其他林地、采矿用地	压占	中度
	1号尾矿库	176.2828	旱地、乔木林地	压占	中度
	小计	212.6876			
输送管线		14.1697	旱地、乔木林地、其他林地	压占	中度
矿山道路		0.2439	采矿用地	压占	中度
合计		567.9476			

(7) 评价指标体系和标准的建立

根据初步确定的复垦修复方向，结合生态修复区的特点，选取破坏后影响土地利用的主导因素，构建评价指标体系及标准。

根据矿区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，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：矿区土地破坏类型和破坏程度、土地破坏前的利用状况、破坏土地复垦的客观条件。土地适宜性评价系统图见图 3-4。适宜性评价限制因素分级标准见表 3-15，参评单元的土地质量状况结果见表 3-16。

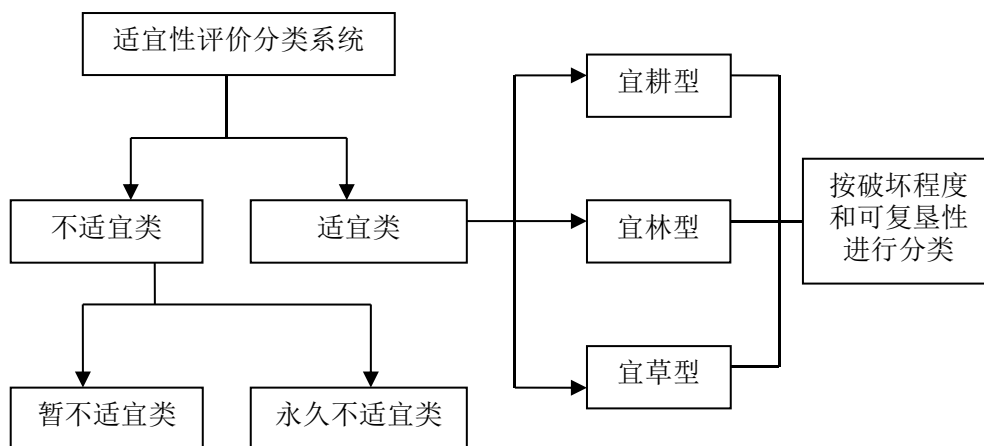


图 3-4 土地适宜性评价系统图

表 3-15 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	4	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	排水条件	好	1	1	1
		中等	2	2	2
		一般	4	3	3
5	灌溉条件	不完善	4	3	1
		一般	3	2	1
		完善	1	1	1
6	土壤有机质 (g·kg ⁻¹)	>10	1	1	1
		10~6	2	2	1、2
		<6	3	2、3	2、3
7	pH	6.0~8.5	1	1	1
		>8.5	4	4	4
		<6.0	4	4	4
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) 适宜性等级的评定

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（表 3-12）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，可以得到参评单元的土地复垦适宜性等级评价结果，评价结果见表 3-17。

(9) 复垦修复方向

依据适宜性等级评定结果，经过现场调查综合考虑复垦责任范围土地损毁程度、地表、地下水环境等，并分析当地自然条件、土地复垦类比分析和工程施工难易程度等情况，确定该区的复垦修复方向以及复垦土地面积。由于采场边坡的坡度较大，不适宜进行复垦措施，因此不对其进行复垦安排，只是进行管护。根据适宜性评价结果和土地利用总体规划、国土空间规划、矿山企业、土地权属人、当地村民及当地政府意见，将原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台、储矿场、原排土场、原尾矿库、1 号尾矿库、矿山道路复垦为乔木林地，

1号采坑坑底、2号采坑坑底和3号采坑坑底复垦为坑塘水面，1号排土场、2号排土场、输送管线复垦为旱地和乔木林地。土地复垦修复方向见表3-18。

表3-16 参评单元的土地质量状况结果

项目名称		破坏面积 hm ²	坡度 (°)	土壤质地	有效土层厚度 (cm)	排水条件	灌溉条件	土壤有机质 g·kg ⁻¹	PH	
露天采场	原采坑	41.3745	25	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
	1号采坑	坑底	6.4090	5	砂质	---	差	不完善	---	---
		平台	43.2570	6	砂土	30	好	一般	>10	6.5
		边坡投影	34.9040	65	砂质	---	一般	不完善	---	---
		小计	84.5700							
	2号采坑	坑底	0.8749	5	砂质	---	差	---	---	---
		平台	14.9658	6	砂土	30	好	一般	>10	6.5
		边坡投影	13.2135	65	砂质	---	一般	不完善	---	---
		小计	29.0542							
	3号采坑	坑底	0.6490	5	砂质	---	差	不完善	---	---
		平台	12.6890	8	砂土	30	好	一般	>10	6.5
		边坡投影	8.3827	65	砂质	---	一般	不完善	---	---
		小计	21.7207							
共计		176.7194								
储矿场		2.2394	8	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
排土场	原排土场	16.3299	9	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
	1号排土场	复垦旱地区域	8.0391	6	壤土	50	好	一般	>10	6.5
		复垦乔木区域	69.1086	14	砂土	30	好	一般	>10	6.5
		小计	77.1477							
	2号排土场	复垦旱地区域	7.5830	7	壤土	50	好	一般	>10	6.5
		复垦乔木区域	60.8270	15	砂土	30	好	一般	>10	6.5
		小计	68.4100							
小计		161.8876								
尾矿库	原尾矿库	36.4048	12	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
	1号尾矿库	176.2828	15	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
	小计	212.6876								
输送管线	复垦旱地区域	1.5183	7	壤土	50	好	一般	>10	6.5	
	复垦乔木区域	12.6514	8	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
	小计	14.1697								
矿山道路		0.2439	6	砂土	30	好	一般	>10	6.5	
合计		567.9476								

表 3-17 土地适宜性评价结果表

项目名称		破坏面积 hm ²	适宜性			限制因子 (关键属性指标)	
			宜耕	宜林	宜草		
露天采场	原采坑		41.3745	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
	1号采坑	坑底	6.4090	不	不	不	长期淹没、积水深度、排水条件较差、光照差
		平台	43.2570	不	宜	宜	土壤质地、灌溉条件
		边坡投影	34.9040	不	不	不	坡度过大、岩质斜坡无法覆土
		小计	84.5700				
	2号采坑	坑底	0.8749	不	不	不	长期淹没、积水深度、排水条件较差、光照差
		平台	14.9658	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
		边坡投影	13.2135	不	不	不	坡度过大、岩质斜坡无法覆土
		小计	29.0542				
	3号采坑	坑底	0.6490	不	不	不	长期淹没、积水深度、排水条件较差、光照差
		平台	12.6890	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
		边坡投影	8.3827	不	不	不	坡度过大、岩质斜坡无法覆土
		小计	21.7207				
	共计		176.7194				
储矿场		2.2394	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件	
排土场	原排土场		16.3299	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
	1号排土场	复垦旱地区域	8.0391	宜	宜	宜	周边环境一致性
		复垦乔木区域	69.1086	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
		小计	77.1477				
	2号排土场	复垦旱地区域	7.5830	宜	宜	宜	周边环境一致性
		复垦乔木区域	60.8270	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
		小计	68.4100				
小计		161.8876					
尾矿库	原尾矿库		36.4048	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
	1号尾矿库		176.2828	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
	小计		212.6876				
输送管线	复垦旱地区域		1.5183	宜	宜	宜	周边环境一致性
	复垦乔木区域		12.6514	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件
	小计		14.1697				
矿山道路		0.2439	不	宜	宜	有效土层厚度、土壤质地、灌溉条件	
合计		567.9476					

表 3-18 复垦修复方向表

项目名称		破坏面积 hm ²	复垦修复方向	复垦面积 (hm ²)	
露天采场	原采坑		41.3745	乔木林地	41.3745
	1号采坑	坑底	6.4090	坑塘水面	6.4090
		平台	43.2570	乔木林地	43.2570
		边坡投影	34.9040		0.0000
		小计	84.5700		49.6660
	2号采坑	坑底	0.8749	坑塘水面	0.8749
		平台	14.9658	乔木林地	14.9658
		边坡投影	13.2135		0.0000
		小计	29.0542		15.8407
	3号采坑	坑底	0.6490	坑塘水面	0.6490
		平台	12.6890	乔木林地	12.6890
		边坡投影	8.3827		0.0000
		小计	21.7207		13.3380
共计		176.7194		120.2192	
储矿场		2.2394	乔木林地	2.2394	
排土场	原排土场		16.3299	乔木林地	16.3299
	1号排土场	复垦旱地区域	8.0391	旱地	8.0391
		复垦乔木区域	69.1086	乔木林地	69.1086
		小计	77.1477		77.1477
	2号排土场	复垦旱地区域	7.5830	旱地	7.5830
		复垦乔木区域	60.8270	乔木林地	60.8270
		小计	68.4100		68.4100
小计		161.8876		161.8876	
尾矿库	原尾矿库		36.4048	乔木林地	36.4048
	1号尾矿库		176.2828	乔木林地	176.2828
	小计		212.6876		212.6876
输送管线	复垦旱地区域		1.5183	旱地	1.5183
	复垦乔木区域		12.6514	乔木林地	12.6514
	小计		14.1697		14.1697
矿山道路		0.2439	乔木林地	0.2439	
合计		567.9476		511.4474	

(10) 生态修复目标标准

依据《土地复垦质量控制标准》，结合复垦责任范围实际情况，针对各复垦单元复垦方向为旱地、乔木林地和坑塘水面，对应生态系统为农田生态系统、森林生态系统和湿地生态系统，制定以下生态系统和地类的复垦标准：

农田生态系统复垦为旱地的工程标准和生态恢复标准：

- 1) 覆土厚度为自然沉实土壤 0.50m 以上；
- 2) 覆土后场地平整，地面坡度一般不超过 5° ；
- 3) 覆土土壤 pH 值范围，一般为 5.5~8.5，含盐量不大于 0.3%；
- 4) 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；

- 5) 选择适应性、抗逆性强的作物；
- 6) 有培肥措施，并有试种植记录；
- 7) 灌溉水源水质符合农作物生长要求，灌溉保证率不低于 50%；
- 8) 农作物无不良生长反应，具有持续生产能力；
- 9) 粮食及作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB2715-81）；
- 10) 三年后复垦责任范围单位经济学产量不低于当地中等产量水平。

森林生态系统复垦为乔木林地的工程标准和生态恢复标准：

- 1) 复垦的场地及边坡稳定性可靠；
- 2) 复垦为乔木林地平整地面坡度不大于 30° ；
- 3) 复垦后的复垦场地规范；
- 4) 复垦场地可满足当地排水要求；
- 5) 复垦场地后有预防水土流失措施；
- 6) 复垦乔木林地场地的有效土层厚度不小于 0.30m；
- 7) 选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种；
- 8) 实行草、灌套种混播；
- 9) 三年后林木郁闭度达 30%以上；
- 10) 三年后成活率达到 90%以上。

湿地生态系统复垦为坑塘水面工程标准：

- 1) 复垦后应与周围景观相协调，宜居；
- 2) 复垦的场地地形平整度应基本平整，地面坡度不大于 10°；
- 3) 复垦的场地稳定性要求地基承载力满足《建筑地基基础设计规范》（GB50007）要求，边坡稳定性可靠；
- 4) 复垦的场地配套设施地基设计标高应满足防洪要求。

(三) 边开采、边修复可行性分析

根据项目复垦修复单元确定分区，分为露天采场（原采坑、1号采坑、2号采坑、3号采坑），储矿场，排土场（原排土场、1号排土场、2号排土场），尾矿库（原尾矿库、1号尾矿库），输送管线和矿山道路，其中露天采场（原采坑、1号采坑、2号采坑、3号采坑）、储矿场、输送管线和矿山道路需要一致为矿山生产进行服务，因此不具备边开采、边修复的条件。排土场（原排土场、1号排土场、2号排土场），尾矿库（原尾矿库、1号尾矿库）具备边开采、边修复的条件，详细分析如下：

1、开采进度

(1) 采场服务年限及开采顺序

①服务年限

根据《吉林省舒兰市福安堡钼矿勘探报告》可知，矿山总的设计利用储量为***kt，其中露天开采设计利用总储量为***kt，地下开采设计利用总储量为***kt。

根据《矿产资源初步开发方案》可知，矿山总服务年限为72.15年，其中露天开采服务年限为32.58年；地下开采服务年限约为39.57年。

企业只设计了露天开采部分，且露天开采部分只开采了其中一部分。对于露天开采部分，吉林省自然资源厅于2019年11月20日批复其采矿证(证号:***), 采矿证有效期2018年8月27日至2043年4月27日，露天开采部分服务年限只批复了其中24.67年，因此本次只针对采矿证露天开采剩余服务年限17.25年。

②开采顺序

露天采场共分4个采区，分别为原采坑、1号采坑、2号采坑、3号采坑，按各采坑的采矿能力，分为前期露采和后期露采。前期露采：原采坑和1号采坑同时开采，开采服务年限11.39年。后期露采：1号采坑和2号采坑、3号采坑同时开采，开采服务年限13.28年。

本矿山采用中部向两侧分期开采、自上而下分层采掘方式，原采坑作为本次露天开采的内部回填区，服务年限贯穿整个开采期。受开采顺序、采掘进度、废石产生时序、回填平衡制约，原采坑需在矿山闭坑前才能完成全部回填、最终整平成型，闭坑前始终处于动态回填、分层碾压、逐步升高状态，不具备提前实施永久覆土、植树等生态恢复工程的条件。若在回填未完成前实施覆土绿化，将被后续回填作业完全压占、破坏、清除，造成重复投资、二次扰动、严重浪费，不

符合生态修复合理性与经济性原则。但随着生产对露天采场达到终了状态的区域进行边生产边修复，形成一个边坡或台阶就应及时治理，该部分设计费用纳入到闭坑后进行设计。

（2）排土场使用年限及顺序

①排土场使用年限

排土场是为采场服务的。依据调整后设计，废石 80%资源化做建筑石料原材料，排土场共分 3 个，分别为原排土场，新建 1 号排土场、2 号排土场，同时利用原采坑进行废石回填。1 号排土场可使用年限约为 12 年；2 号排土场可使用年限约为 12 年；原采坑可使用年限约为 11 年。

②排土场使用顺序

排土场使用顺序与开采相关为 1 号排土场—原采坑—2 号排土场，首先使用 1 号排土场，1 号排土场使用约 12 年，而原采坑可开采年限为 11.39 年，当 1 号排土场满库容时，原采坑已开采完毕，因此 1 号排土场满库容时，可使用原采坑，原采坑满库容时，使用 2 号排土场。

（3）尾矿库服务年限及顺序

尾矿库共分 2 个，分别为原尾矿库和拟建新的 1 号尾矿库，1 号尾矿库为避让永久基本农田和生态红线，导致 1 号尾矿库坝址上移，占地面积及库容均降低，因此服务年限降低为 12.6 年。

2、边开采、边修复可行性条件

（1）政策可行性

本方案严格落实国家及地方关于矿山生态修复“边生产、边治理”的强制性要求，符合绿色矿山建设、水土保持、土地复垦相关政策规定，修复时序、工程布局均满足合规性要求。

（2）时空匹配可行性

前期开采 11.39 年与原采坑内排 11 年、1 号排土场服务 12 年高度衔接，一期开采结束即可开展一期修复。

后期开采 13.28 年与 2 号排土场服务 12 年匹配，分区段、分台阶推进修复，不影响整体开采。

尾矿库、排土场随服务期满依次闭库、闭场并启动修复，实现堆存—饱和—闭库—修复无缝衔接。

(3) 空间布局可行性

排土场、尾矿库呈分区布置，修复工程集中在闭库区域，不占用核心生产区，不干扰采矿、运输、选矿等主体工序。表土堆场、石笼挡墙设施沿边界布置，实现防护在前、修复在后、生产居中。

(4) 生产兼容可行性

修复工程采用分段、分区、分时实施，优先在闲置场地、闭库单元施工，线状工程（管线、道路）分段施工分段恢复，不影响矿山连续生产。

综合政策、时序、空间、技术、生产等多方面条件，本矿区边开采、边修复模式完全可行，可实现开采与修复同步推进、协同运行。

三、生态修复分区及修复时序安排

根据项目复垦修复单元确定分区，分为露天采场（原采坑、1号采坑、2号采坑、3号采坑），储矿场，排土场（原排土场、1号排土场、2号排土场），尾矿库（原尾矿库、1号尾矿库），输送管线和矿山道路，其拐点坐标见附表1。

矿山应在开采的过程中对地质环境进行保护，做到边开采边治理，发现问题及时解决。依据该矿山开发利用方案，根据矿床整体赋存形态及开采规模要求，露天采场共分4个采区，分别为原采坑、1号采坑、2号采坑、3号采坑，露天开采中按各采坑的采矿能力，分为前期露采和后期露采。前期露采：原采坑和1号采坑同时开采。后期露采：1号采坑和2、3号采坑同时开采。开采顺序由上至下水平分台阶进行开采，工作面大致顺西北~东南方向布置，原采坑工作面由东北向西南方向推进，1、2、3号采坑由西南向东北方向推进。拟损毁的原采坑、工业广场选矿厂、1号排土场、原尾矿库、输送管线计划2026年4月前完成用地审批手续，1号尾矿库一期计划2026年5月前完成用地审批手续，1号采坑计划2026年10月前完成用地审批手续，2号采坑、3号采坑和2号排土场计划2036年4月前完成用地审批手续，1号尾矿库二期一批次计划2028年4月前、二期二批次计划2032年4月前、二期三批次计划2037年4月前。近期主要是对原排土场北侧和原尾矿库进行治理和拟损毁区域的表土剥离及养护。本方案初步设计如表3-19（具体以矿山实际开采为准，本设计仅供参考），矿区生态修复分区图见图3-5。

表 3-19 矿区生态修复分区实施时间表

阶段/年度		目标任务安排
近期	2026年-2030年	对原采坑、1号采坑、工业广场选矿厂、1号排土场、原尾矿库、1号尾矿库（一期、二期一批次）、输送管线拟损毁区域进行表土剥离；对堆存的表土进行养护，在拟设 表土场 的周边设置挡土墙进行拦挡，并对堆存的表土播撒紫花苜蓿，防止表土的流失；对原排土场北侧和原尾矿库进行地面清理平整、覆土、栽植乔木、树下撒播种草的措施，对全区进行监测工程，对原排土场北侧和原尾矿库生态修复后的管护工程。在采场边坡较陡位置设置警示牌。随着生产对露天采场达到终了状态的区域进行边生产边修复，形成一个边坡或台阶就应及时治理。
中期	2031年-2035年	对1号尾矿库（二期二批次）进行表土剥离，表土堆场撒播种草，原排土场剩余区域进行地面清理平整、覆土及植被绿化，对全区进行监测工程，原排土场剩余区域生态修复后的管护工程。随着生产对露天采场达到终了状态的区域进行边生产边修复，形成一个边坡或台阶就应及时治理。
远期	2036年-2047年	对2号采坑、3号采坑、2号排土场和1号尾矿二期三批次进行表土剥离，表土堆场撒播种草，对未治理的露天采场进行边坡修整、危岩体清运、边坡防护（栽植爬山虎）、地面清理平整、围栏、修建土质截排水沟等；对1号排土场内的表土场拆除石笼挡墙、运输拆除石笼；对露天采场（原采坑、1号采坑平台、2号采坑平台和3号采坑平台）、排土场（1号排土场和2号排土场）、尾矿库（1号尾矿库）、输送管线和矿山道路地面清理平整、覆土及植被绿化等，对复垦为旱地区域进行土地翻耕打垄（含施生物肥）、地面清理平整、覆土，对复垦修复为旱地区域进行土地翻耕打垄（含施生物肥）及撒播种草，对复垦修复为乔木林地区域进行栽植乔木和撒播种草。对全区进行监测工程，对该期生态修复后区域的管护工程。

图 3-5 矿区生态修复分区图

四、采矿用地与复垦修复安排

吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿项目区面积为 713.1510hm²（矿区面积+矿区外损毁面积），矿区面积为 367.1175hm²，矿区内未损毁面积为 130.8928hm²，矿区内损毁面积为 236.2247hm²，矿区外损毁面积为 346.0335hm²，生态修复区面积 582.2582hm²（矿区面积内损毁+矿区外损毁面积）。使用期限为采矿许可证剩余准采年限 17.25 年（2026 年 2 月~2043 年 4 月）。拟申请及已批准用地的地类为水田（1.3913 hm²）、旱地（18.3990 hm²）、乔木林地（440.6436hm²）、其他林地（11.6329hm²）、其他草地（1.0319hm²）、采矿用地（106.6894hm²）、城镇住宅用地（0.0670hm²）、交通服务场站用地（0.0350 hm²）、农村道路（0.8290 hm²）、坑塘水面（0.7648hm²）、沟渠（0.0449 hm²）和设施农用地（0.7294 hm²），通过租赁和征收方式获得土地使用权。本项目露天开采，该矿山由露天采场、工业广场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路组成，已经取得采矿证，现状的露天采场（原采坑）、工业广场（选矿厂和炸药库）、储矿场、排土场（原排土场）、尾矿库（原尾矿库）和矿山道路已损毁土地已通过租赁和征收方式获得使用权，将来拟损毁的露天采场、尾矿库（1 号尾矿库）和排土场用地分期分批征地，其余的用地前一次性征地。拟损毁的原采坑、工业广场选矿厂、1 号排土场、原尾矿库、输送管线计划 2026 年 4 月前完成用地审批手续，1 号尾矿库一期计划 2026 年 5 月前完成用地审批手续，1 号采坑计划 2026 年 10 月前完成用地审批手续，2 号采坑、3 号采坑和 2 号排土场计划 2036 年 4 月前完成用地审批手续，1 号尾矿库二期一批次计划 2028 年 4 月前、二期二批次计划 2032 年 4 月前、二期三批次计划 2037 年 4 月前。

吉林吉辉铝业股份有限公司福安堡铝矿生态修复区面积 582.2582hm²，复垦责任范围面积 567.9476hm²，复垦修复土地面积 511.4474hm²，复垦为旱地 17.1404hm²、复垦为乔木林地 486.3741hm²、复垦为坑塘水面 7.9329hm²。复垦为乔木林地时，林草结合，林下种草。土地复垦率为 90.05%。恢复矿山地表植被，改善、恢复矿山生态环境。该项目涉及临时占用农用地的，按照国家有关规定及时恢复种植条件、耕地质量或者恢复植被、生产条件，确保原地类数量不减少、质量不下降、农民利益有保障。生态修复时间为 2026 年、2028 年、2031 年、2042 年、2044 年。

本项目不涉及采矿项目新增用地与复垦修复存量采矿用地相挂钩，本项目不涉及存量采矿用地腾退指标使用计划。

矿区生态修复目标及土地利用变化表详见表 3-20。矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表详见表 3-21。

表 3-20 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	
01	耕地	0101	水田	1.3913	9	0.0000	9	-1.3913
		0103	旱地	18.3990	9	17.1404	9	-1.2586
		小计		19.7903		17.1404		-2.6499
03	林地	0301	乔木林地	440.6436	9	486.3741	9	45.7305
		0307	其他林地	11.6329	9	0.0000	9	-11.6329
		小计		452.2765		486.3741		34.0976
04	草地	0404	其他草地	1.0319	5	0.0000	5	-1.0319
		小计		1.0319		0.0000		-1.0319
06	工矿用地	0602	采矿用地	106.6894	—	13.8132	—	-92.8762
		小计		106.6894		13.8132		-92.8762
07	住宅用地	0701	城镇住宅用地	0.0670	—	0.0000	—	-0.0670
		小计		0.0670		0.0000		-0.0670
10	交通运输用地	1005	交通服务场站用地	0.0350	—	0.0000	—	-0.0350
		1006	农村道路	0.8290	—	0.4974	—	-0.3316
		小计		0.8640		0.4974		-0.3666
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.7648	—	7.9329	—	7.1681
		1107	沟渠	0.0449	—	0.0000	—	-0.0449
		小计		0.8097		7.9329		7.1232
12	其他土地	1202	设施农用地	0.7294	—	0.0000	—	-0.7294
		1207	裸岩石砾地	0.0000	—	56.5002	—	56.5002
		小计		0.7294		56.5002		55.7708
合计				582.2582		582.2582		0.0000

表 3-21 矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表

用地信息					复垦修复计划			
项目名称	原地类	面积	是否为临时用地	批准（计划）使用期限	目标地类	面积	计划复垦修复期限	
露天采场	原采坑	旱地、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路、坑塘水面	41.3745	是	2018年8月27日至2043年4月27日	乔木林地	41.3745	2026年4月-2044年4月
	1号采坑	乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地	84.5700	是	2018年8月27日至2043年4月27日	坑塘水面、乔木林地	49.6660	2026年4月-2044年4月
	2号采坑	乔木林地、采矿用地	29.0542	是	2018年8月27日至2043年4月27日	坑塘水面、乔木林地	15.8407	2026年4月-2044年4月
	3号采坑	乔木林地、其他林地、采矿用地	21.7207	是	2018年8月27日至2043年4月27日	坑塘水面、乔木林地	13.3380	2026年4月-2044年4月
	小计		176.7194				120.2192	
储矿场	采矿用地	2.2394	是	2026年1月至2043年4月	乔木林地	2.2394	2043年4月-2044年4月	
排土场	原排土场	采矿用地	16.3299	是	2026年1月至2030年12月	乔木林地	16.3299	2026年至2031年
	1号排土场	水田、旱地、乔木林地、其他林地、坑塘水面、设施农用地	77.1477	是	2026年4月至2043年4月	旱地、乔木林地	77.1477	2043年4月-2044年4月
	2号排土场	旱地、乔木林地、其他林地、城镇住宅用地、农村道路、坑塘水面、设施农用地	68.4100	是	2036年4月至2043年4月	旱地、乔木林地	68.4100	2043年4月-2044年4月
	小计		161.8876				161.8876	
尾矿库	原尾矿库	乔木林地、其他林地、采矿用地	36.4048	是	2026年1月至2027年12月	乔木林地	36.4048	2028年
	1号尾矿库	旱地、乔木林地	176.2828	是	2026年4月至2043年4月	乔木林地	176.2828	2043年4月-2044年4月
	小计		212.6876				212.6876	
输送管线	旱地、乔木林地、其他林地	14.1697	是	2026年4月至2043年4月	旱地、乔木林地	14.1697	2043年4月-2044年4月	
矿山道路	采矿用地	0.2439	是	2018年8月至2043年4月	乔木林地	0.2439	2043年4月-2044年4月	
合计		567.9476				511.4474		

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。结合项目区的特点、生产方式和工艺，对本矿采取下列预防控制措施。

（一）敏感目标保护

项目区不涉及需要保护的耕地、永久基本农田、水源地、天然草原、公益林、自然保护地、地质遗迹、生态保护红线、水系（含地表、地下水）、珍贵物种、古树名木、矿业遗迹、重要基础设施等敏感目标。矿山生态修复应坚持人与自然和谐共生，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主。通过治理可行性研究、土地复垦适宜性评价及恢复力分析，在消除胁迫因子后，该矿满足自然恢复条件。

本项目占地范围内无生态敏感区（不涉及生态红线），但是1号尾矿库东侧边界部分区域与“舒兰市水土保持功能生态保护红线”相邻。根据生态红线管控要求提出如下保护措施：

1、建设前的预防措施

本项目尾矿库相对于2013年批复的尾矿库，在选址方面回避了永久基本农田保护区，同时回避了“舒兰市水土保持功能生态保护优先保护单元红线”，做到了在勘察设计阶段的科学规划和合理布局。

2、运行过程中的控制措施

（1）生态系统保护

①植被保护与恢复

“舒兰市水土保持功能生态保护优先保护单元红线”的保护要素为生态保护红线、水环境优先保护区。本项目尾矿库库尾与生态红线相邻，尾部不涉及土建工程；且尾矿库安全生产要求排尾达设计库容的80%即要实施闭库。那么最大库容的20%即为尾矿库与生态红线之间的缓冲带。环评建议该部分库容林木不砍伐，严格落实20%库容生态缓冲带林木不砍伐，减少尾矿生产活动对生态红线的直接影响。

②野生动物保护

规范尾矿库运维人员和车辆的活动范围和路线，避免进入生态红线区域，禁止捕猎野生动物。

(2) 土壤环境保护

加强尾矿库干滩的洒水抑尘工作，减少大气沉降对生态红线区域土壤环境的影响，定期对项目区域和四至生态红线区域的土壤进行跟踪监测，分析土壤中重金属含量和变化趋势。根据监测结果，及时调整和完善土壤污染防治措施，防止污染范围扩大。

(3) 水环境保护

根据尾矿库和“舒兰市水土保持功能生态保护优先保护单元红线”相对位置关系，尾矿库处于生态红线地表水和地下水流向的下游，且尾矿库运行过程自身不产生废水，尾矿澄清水通过回水管线和高位水池回用于选矿，回水管线路由与生态红线区域不关联不重叠且相距甚远，因此尾矿运行在水环境保护方面与生态红线无关联。

(4) 大气环境保护

加强尾矿库干滩的抑尘措施，减轻扬尘对红线区域的影响。

3、闭库后的生态修复措施

(1) 生态系统重建

植被重建与生态系统恢复：在项目开采结束后，按照生态恢复规划，对库区进行植被重建和生态系统恢复。选择本地建群种优势种大规模种植，构建乔-灌-草相结合的植被群落。通过植被的自然演替和人工辅助措施，逐步恢复生态系统的结构和功能，使其与生态红线区域生态系统相协调。生物多样性恢复：采取措施促进库区生物多样性的恢复，尽可能快地实现区域生态平衡。

(2) 土壤修复

土壤改良与修复：针对尾砂无肥力，植被不易成活等问题，采取土壤改良和修复措施。可以通过施加有机肥料、土壤改良剂等方式提高土壤肥力，改善土壤结构，促进库区植被的恢复。

通过以上施工期和运营期全面、系统的生态保护措施及严格执行生态补偿方案，可有效控制工程实施对“舒兰市水土保持功能生态保护优先保护单元红线”的影响。

（二）表土剥离与植被移植利用

为减少挖损、压占等活动造成表土损毁，保护土地资源，遵循应剥尽剥、即剥即用的原则，需进行表土剥离、养护等一系列措施。

1、表土剥离

矿山开采期内将对拟损毁可剥离表土的水田、旱地、乔木林地、其他林地及其他草地表层土采用条带表土外移剥离法进行表土剥离，剥离面积为470.0450hm²，全部为露天采场、工业广场、1号排土场、2号排土场、原尾矿库、1号尾矿库和输送管线拟损毁区域。根据矿山历史开采经验，开采前需将表层土全部剥离，本次剥离率为100%，其中，水田和旱地平均剥离厚度为0.50m，剥离面积18.4517hm²（水田1.3913hm²、旱地17.0604hm²），剥离量为92258.50m³；乔木林地、其他林地及其他草地考虑到植被根系及碎石，平均剥离厚度为0.30m，剥离面积451.5933hm²（乔木林地438.9285hm²、其他林地11.6329hm²、其他草地1.0319hm²），剥离量为1354779.90m³。总剥离量为1447038.40m³，其中露天采场剥离量为391234.30m³、工业广场剥离量为7458.10m³、1号排土场剥离量为245663.50m³、2号排土场剥离量为215468.00m³、原尾矿库剥离量为12316.20m³、1号尾矿库剥离量为529352.60m³和输送管线剥离量为45545.70m³，拟剥离的表土统一堆放到1号排土场内的表土场进行统一管护，拟损毁区域共剥离表土1447038.40m³。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用74kW推土机进行剥离，并采用挖掘机1m³进行装土，自卸汽车10t运送，59kW推土机进行拖平，平均运距1.0km。矿山实行边开采边复垦原则，剥离表土尽量及时利用，最大堆土高度小于10m。1号排土场内用于堆放表土的位置面积为15.0000hm²。堆土坡度45°，堆土高度小于10m，随着边生产边覆土，拟建表土场完全可以满足表土堆存需求。

2、表土储存

由于本次表土最长堆积时间约17.25年，堆存时间较长，容易造成水土流失，为防止本项目剥离表土的流失，本方案设计开采过程中在堆存表土的坡脚处修建石笼挡墙措施，本次的拦挡以防为主。修建石笼挡墙的结构采取钢筋骨架结构，采用直径8-12mm钢筋焊接而成，每块石笼网片尺寸为3m×0.6m×1m（长×宽×高），石笼内所填石块来源于矿山废石。在组装石笼过程中，对石笼用14#铁丝绑扎，控制石笼绑扎间距，绑扎间距宽度不能超过35cm。挡墙为台阶式，地面以上为两级台阶，

上面台阶高、宽都是 1m，下面台阶高、宽都是 1.5m。地面以下基础埋深 0.5m、宽 1.5m，底部为砂砾石。根据设计每延长米石笼挡墙需基础平整土方开挖 0.75m³、石笼 3.25m³。需设置石笼挡墙总长度为 1600m，需要土方开挖 1200.00m³、石笼 5200.00m³。待表土清运即将结束时，石笼挡墙不保留予以拆除。石笼挡墙设计断面图见图 4-1。

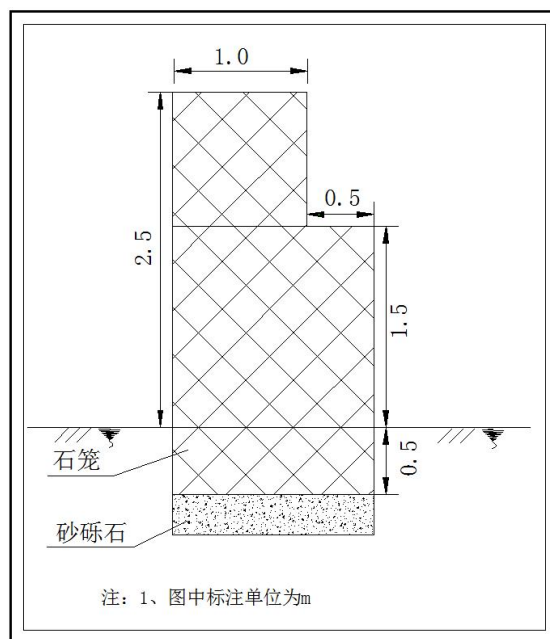


图 4-1 石笼挡土墙断面典型设计图

为防止水土流失及剥离表土肥力的损失，需对堆积的表土进行培肥措施，本方案设计在表土堆表面进行撒播草籽，草种为（羊草和紫花苜蓿），技术指标为 30kg/hm²。1 号排土场内用于堆放表土的位置占地面积 15.0000hm²，按照表土堆场 1.3 系数估算表土堆表面积，并根据表土堆表面积估算撒播面积，撒播面积为 19.5000hm²，需草籽 585.00kg。

3、表土利用

堆存表土用于本项目土地复垦，随着边开采边修复进行覆土利用。根据生态修复可行性、土地复垦适宜性分析，复垦责任范围最终的复垦修复方向为旱地、乔木林地和坑塘水面。结合现状调查，露天采场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和矿山道路复垦为旱地、乔木林地区域无法满足农作物和林木生长要求，因此，需要对其进行覆土。覆土来源于矿山生产所剥离的表土，复垦单元复垦为旱地和乔木林地过程中共需覆表土 1536180.40m³。依据现场调查，目前已有前期剥离的表土约 90000m³，矿山开采期内将对拟损毁可剥离表土的水田、旱地、乔

木林地、其他林地及其他草地表层土进行表土剥离，总剥离量为 1447038.40m³，拟剥离的表土全部堆放在 1 号排土场内的表土场，土资源趋于均衡状态。

表土资源平衡分析统计表见表 4-1，表土处置工程汇总表见表 4-2，表土剥离工程工程量见表 4-3。表土处置工程部署图见图 4-2。

表 4-1 表土资源平衡分析统计表

项目名称		破坏面积 hm ²	覆土厚度 (m)	需土量 (m ³)	覆土来源	
露天采场	原采坑		41.3745	0.30	124123.50	矿山剥离表土
	1 号采坑	坑底	6.4090	---	---	
		平台	43.2570	0.30	129771.00	
		边坡投影	34.9040	---	---	
		小计	84.5700		129771.00	
	2 号采坑	坑底	0.8749	---	---	
		平台	14.9658	0.30	44897.40	
		边坡投影	13.2135	---	---	
	3 号采坑	坑底	0.6490	---	---	
		平台	12.6890	0.30	38067.00	
		边坡投影	8.3827	---	---	
		小计	21.7207		38067.00	
	共计		176.7194		336858.90	
储矿场		2.2394	0.30	6718.20	矿山剥离表土	
排土场	原排土场		16.3299	0.30	40345.80	矿山剥离表土
	1 号排土场	复垦旱地区域	8.0391	0.50	40195.50	矿山剥离表土
		复垦乔木区域	69.1086	0.30	207325.80	
		小计	77.1477		247521.30	
	2 号排土场	复垦旱地区域	7.5830	0.50	37915.00	矿山剥离表土
		复垦乔木区域	60.8270	0.30	182481.00	
		小计	68.4100		220396.00	
小计		161.8876		508263.10		
尾矿库	原尾矿库		36.4048	0.30	109214.40	矿山剥离表土
	1 号尾矿库		176.2828	0.30	528848.40	矿山剥离表土
	小计		212.6876		638062.80	
输送管线	复垦旱地区域		1.5183	0.50	7591.50	矿山剥离表土
	复垦乔木区域		12.6514	0.30	37954.20	
	小计		14.1697		45545.70	
矿山道路		0.2439	0.30	731.70	矿山剥离表土	
合计		567.9476		1536180.40		

图 4-2 表土处置工程部署图

表 4-2.表土处置工程汇总表

序号	原地类	面积 hm ²	表土剥离			表土储存		表土利用		
			时间段	厚度	土方量 m ³	位置	养护措施	利用方式	利用时间	
露天采场	原采坑	旱地	1.3031	2026年4月	0.50	6515.50	1号排土场内的表土场	修建石笼挡墙1600, 撒播种草19.5000hm ²	表土覆土	2043年
		乔木林地	4.2304	2026年4月	0.30	12691.20				
		其他林地	2.8135	2026年4月	0.30	8440.50				
		其他草地	0.0023	2026年4月	0.30	6.90				
		小计	8.3493			27654.10				
	1号采坑	乔木林地	74.9440	2026年10月	0.30	224832.00				
		其他林地	0.0147	2026年10月	0.30	44.10				
		其他草地	0.8641	2026年10月	0.30	2592.30				
		小计	75.8228			227468.40				
	2号采坑	乔木林地	24.5168	2036年4月	0.30	73550.40				
		小计	24.5168			73550.40				
	3号采坑	乔木林地	20.1716	2036年4月	0.30	60514.80				
		其他林地	0.6822	2036年4月	0.30	2046.60				
小计		20.8538			62561.40					
共计		129.5427			391234.30					
工业广场选矿厂		旱地	1.1327	2026年4月	0.50	5663.50	1号排土场内的表土场	修建石笼挡墙1600, 撒播种草19.5000hm ²	表土覆土	2043年
		乔木林地	0.4327	2026年4月	0.30	1298.10				
		其他草地	0.1655	2026年4月	0.30	496.50				
		小计	1.7309			7458.10				
排土场	1号排土场	水田	1.3913	2026年4月	0.50	6956.50	1号排土场内的表土场	修建石笼挡墙1600, 撒播种草19.5000hm ²	表土覆土	2043年
		旱地	6.0903	2026年4月	0.50	30451.50				
		乔木林地	68.8087	2026年4月	0.30	206426.10				
		其他林地	0.6098	2026年4月	0.30	1829.40				
		小计	76.9001			245663.50				
	2号排土场	旱地	6.7639	2036年4月	0.50	33819.50	1号排土场内	修建石笼挡墙	表土覆土	2043年

序号	原地类	面积 hm ²	表土剥离			表土储存		表土利用		
			时间段	厚度	土方量 m ³	位置	养护措施	利用方式	利用时间	
	乔木林地	54.6262	2036年4月	0.30	163878.60	的表土场	1600, 撒播种草 19.5000hm ²			
		其他林地	5.9233	2036年4月	0.30					17769.90
		小计	67.3134							215468.00
	共计	144.2135			461131.50					
尾矿库	原尾矿库	乔木林地	3.7338	2026年4月	0.30	11201.40	1号排土场内的表土场	修建石笼挡墙 1600, 撒播种草 19.5000hm ²	表土覆土	2043年
		其他林地	0.3716	2026年4月	0.30	1114.80				
		小计	4.1054			12316.20				
	1号尾矿库	旱地	0.2521	2026年5月	0.50	1260.50				
		乔木林地	43.5741	2026年5月	0.30	130722.30				
		乔木林地	28.5787	2028年4月	0.30	85736.10				
		乔木林地	38.3553	2032年4月	0.30	115065.90				
		乔木林地	65.5226	2037年4月	0.30	196567.80				
		小计	176.2828			529352.60				
		共计	180.3882			541668.80				
输送管线	旱地	1.5183	2026年4月	0.50	7591.50	1号排土场内的表土场	修建石笼挡墙 1600, 撒播种草 19.5000hm ²	表土覆土	2043年	
	乔木林地	11.4336	2026年4月	0.30	34300.80					
	其他林地	1.2178	2026年4月	0.30	3653.40					
	小计	14.1697			45545.70					
合计		470.0450			1447038.40					

表 4-3 表土剥离工程工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
	表土剥离与植被移植利用工程		
(一)	表土剥离工程	—	—
1	表土剥离	m ³	1447038.40
(二)	表土管护工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	19.5000
(三)	表土堆场拦挡工程	—	—
	修建石笼挡墙	m	1600
1	土方开挖	m ³	1200.00
2	石笼体积	m ³	5200.00

(三) 相关协同措施

1. 地质灾害防治与地形重塑

边坡稳定化工程：对露天采坑边坡、排土场、废石堆等不稳定斜坡，采取分级削坡、设置马道、修建挡土墙。

地形重塑与排水疏导：重塑受损地形，形成利于植被恢复的自然坡度，设截排水沟，避免积水侵蚀。

2. 水土流失综合控制

源头控制：对裸露地表及时覆盖密目网，实施临时植草；对松散堆体（排土场、尾矿库坝坡）进行压实、平整。

过程拦截：在坡面布设草袋挡墙、植生带、灌木篱；在汇水区下游修建沉沙池、透水坝、石笼谷坊。

末端治理：在沟道出口设置植被缓冲带，净化径流泥沙。

3. 固体废物资源化利用与安全处置

坚持“能利用尽利用”，废石优先用于原采坑回填、场地平整、道路铺垫及建材原料，提高资源化利用率；尾矿开展有价值组分再选回收，或用于制备建筑陶粒、井下充填、路基材料等，实现大宗固废减量。

4. 已修复区域长效管护机制

常态化监测预警：按照 GB/T 43933 等规范要求，建立覆盖植被长势、土壤质量、地表径流、地下水水质、边坡稳定性的一体化监测网络，采用现场巡查、定期监测、遥感与 GIS 动态评估相结合方式，实现全过程监控。

适应性管护：根据监测结果及时开展补植补种、灌溉保墒、病虫害防治、边坡维护、排水沟清淤、防护设施检修等工作，确保修复效果持续稳定。

封育保护管理：设置围栏、警示标识、巡查制度，实行封禁管护，禁止放牧、乱挖、垦殖等人为干扰，促进生态系统自然恢复与正向演替，确保修复成果长期稳固。

二、修复措施

在生态修复调查诊断分析的基础上，以消除或降低地质灾害隐患和地形地貌景观、提高土地资源利用率为重点，治理破坏区，恢复土地使用功能。开展矿山生态修复综合治理。最大限度地保护当地自然环境，在生产期边开采边修复，发现问题及时解决。闭矿后，对开采破坏全部区域进行治理。根据前面生态修复可行性分析原采坑、1号采坑平台、2号采坑平台和3号采坑平台、储矿场、原排土场、原尾矿库、1号尾矿库、矿山道路复垦为乔木林地，1号采坑坑底、2号采坑坑底和3号采坑坑底复垦为坑塘水面，1号排土场、2号排土场、输送管线复垦为旱地和乔木林地。闭库后尾矿库是没有废水。具体修复措施如下：

（一）地貌重塑

1、露天采场地貌重塑工程

（1）边坡修整

在矿山闭坑后，对露天采场1号采坑（34.9040 hm²）边坡、2号采坑（13.2135hm²）边坡和3号采坑（8.3827hm²）边坡及时清理最终边坡处的浮石和危石，防止边坡处产生崩塌灾害，边坡总面积56.5002hm²，严格按照开发利用方案生产，边坡修整量较少，按照边坡面积及厚度进行估算，平均厚度为0.05m，1号采坑清理危石量为17452m³、2号采坑清理危石量为6607m³和3号采坑清理危石量为4191m³，清理危石量为28250m³，清除的危石量就近在附近的坑底或平台处进行平整，运距<80m。施工方法主要为人工进行撬移、解小、翻渣、清面等，修整的浮石量采用74kW推土机运输的方式就近平整。

（2）地面清理平整

矿山闭坑之后，采用推土机对原采坑（41.3745hm²）、1号采坑平台（43.2570hm²）、2号采坑平台（14.9658hm²）和3号采坑平台（12.6890hm²）地面进行清理平整，削高垫低，清理平整总面积112.2863hm²，清理平整平均厚度为0.10m，原采坑清理平整量为41374.50m³、1号采坑清理平整量为43257.00m³、2号采坑清理平整量为14965.80m³和3号采坑清理平整量为12689.00m³，

总清理平整量为 112286.30m³。采用 74kW 推土机运输的方式就近平整，运距 < 80m。

2、储矿场地貌重塑工程

地面清理平整：采用推土机对储矿场地面进行清理平整，削高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度 0.10m，清理平整面积 2.2394hm²，清理平整量为 2239.40m³。采用机械的方法，使用 74kW 推土机的方式就近平整，运距 < 80m。

3、排土场地貌重塑工程

(1) 拆除石笼挡墙

闭坑前，将 1 号排土场内的表土堆场表土回填生态修复区，表土堆场内无表土堆放，将修建的石笼挡墙全部拆除。拆除总量为 5200.00m³。拆除后的废石随地面清理平整到附近区域内，运距 0.45km。工作内容：挖装、运输、卸除、空回，运距 0.45km。采用机械的方法，使用 1m³ 挖掘机进行挖装，自卸汽车 10t 进行运输，推土机 59kW 进行平整。

(2) 地面清理平整

生产期间，采用推土机对原排土场未生态修复区（13.4486hm²）进行地面清理；矿山闭坑之后，采用推土机对 1 号排土场（77.1477hm²）和 2 号排土场（68.4100hm²）地面进行清理平整，削高垫低，清理平整总面积 159.0063hm²，清理平整平均厚度为 0.10m，原排土场清理平整量为 15645.90m³、1 号排土场清理平整量为 77147.70m³ 和 2 号排土场清理平整量为 68410.00m³，总清理平整量为 159006.30 m³。采用 74kW 推土机运输的方式就近平整，运距 < 80m。

4、尾矿库地貌重塑工程

矿山闭坑之后，采用推土机对原尾矿库（36.4048 hm²）和 1 号尾矿库（176.2828hm²）地面进行清理平整，削高垫低，清理平整总面积 212.6876hm²，清理平整平均厚度为 0.10m，原尾矿库清理平整量为 36404.80 m³、1 号尾矿库清理平整量为 176282.80 m³，总清理平整量为 212687.60 m³。采用 74kW 推土机运输的方式就近平整，运距 < 80m。

5、输送管线地貌重塑工程

矿山闭坑之后，采用推土机对输送管线地面进行清理平整，削高垫低，清理平整总面积 14.1697 hm²，清理平整平均厚度为 0.10m，清理平整量为 14169.70m³。采用 74kW 推土机运输的方式就近平整，运距 < 80m。

6、矿山道路地貌重塑工程

矿山闭坑之后，采用推土机对矿山道路地面进行清理平整，削高垫低，清理平整总面积 0.2439hm²，清理平整平均厚度为 0.10m，清理平整量为 243.90m³。采用 74kW 推土机运输的方式就近平整，运距<80m。

7、主要工程量

根据治理措施工程设计，本项目中地貌重塑工程量测算见表 4-4 和表 4-5。

表 4-4 地貌重塑工程各分区工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
	地貌重塑工程	—	—
1	露天采场地貌重塑工程	—	—
(1)	边坡修整	m ³	28250
(2)	危岩体清运	m ³	28250
(3)	地面清理平整	m ³	112286.30
2	储矿场地貌重塑工程	—	—
(1)	地面清理平整	m ³	2239.40
3	排土场地貌重塑工程	—	—
(1)	拆除石笼挡墙	m ³	5200.00
(2)	运输拆除石笼	m ³	5200.00
(3)	地面清理平整	m ³	159006.30
4	尾矿库地貌重塑工程	—	—
(1)	地面清理平整	m ³	212687.60
5	输送管线地貌重塑工程	—	—
(1)	地面清理平整	m ³	14169.70
6	矿山道路地貌重塑工程	—	—
(1)	地面清理平整	m ³	243.90

表 4-5 地貌重塑工程工程量汇总表

序号	工程分类	单位	工程量
1	边坡修整	m ³	28250
2	危岩体清运	m ³	28250
3	拆除石笼挡墙	m ³	5200.00
4	运输拆除石笼	m ³	5200.00
5	地面清理平整	m ³	500633.20

(二) 土壤重构

1、露天采场土壤重构工程设计

根据前面生态修复可行性分析 1 号采坑坑底、2 号采坑坑底和 3 号采坑坑底存在积水，复垦为坑塘水面。原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台无积水，全部复垦为乔木林地。

复垦修复单元：原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台

复垦修复面积：原采坑（41.3745hm²）、1 号采坑平台（43.2570hm²）、2

号采坑平台（14.9658hm²）和3号采坑平台（12.6890hm²）

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

（1）覆表土：边生产边治理，对原采坑、1号采坑平台、2号采坑平台和3号采坑平台复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为0.30m，原采坑覆土面积41.3745hm²，覆土量为124123.50m³；1号采坑平台覆土面积43.2570hm²，覆土量为129771.00m³；2号采坑平台覆土面积14.9658hm²，覆土量为44897.40m³；3号采坑平台覆土面积12.6890hm²，覆土量为38067.00m³；覆土总面积112.2863hm²，总覆土量为336858.90m³；表土全部来源于剥离表土，表土平均运距1.0km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用59kw推土机进行拖平，挖掘机1m³进行装土，自卸汽车10t运送，采用74kW推土机进行覆土平整。

2、储矿场土壤重构工程设计

复垦修复单元：储矿场

复垦修复面积：2.2394hm²

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

（1）覆表土：矿山闭坑后，对储矿场复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为0.30m，覆土面积2.2394hm²，覆土量为6718.20m³，表土来源于剥离表土6718.20m³，表土平均运距1.0km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用59kw推土机进行拖平，挖掘机1m³进行装土，自卸汽车10t运送，采用74kW推土机进行覆土平整。

3、排土场土壤重构工程设计

复垦修复单元：原排土场、1号排土场和2号排土场

复垦修复面积：原排土场（16.3299hm²）、1号排土场（77.1477hm²）和2号排土场（68.4100hm²）

复垦修复方向：旱地（15.6221hm²）及乔木林地（146.2655hm²）

复垦修复工艺：

（1）覆表土：矿山闭坑后，对原排土场复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为0.30m，覆土面积13.4486hm²，覆土量为40345.80m³。1号排土场

复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为 0.30m，覆土面积 69.1086 hm²，覆土量为 207325.80 m³，1 号排土场复垦为旱地区域进行覆土，覆土沉实厚度为 0.50m，覆土面积 8.0391 hm²，覆土量为 40195.50 m³；2 号排土场复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为 0.30m，覆土面积 60.8270 hm²，覆土量为 182481.00m³，2 号排土场复垦为旱地区域进行覆土，覆土沉实厚度为 0.50m，覆土面积 7.5830hm²，覆土量为 37915.00m³。覆土总面积 161.8876 hm²，总覆土量为 508263.10m³；表土全部来源于剥离表土，表土平均运距 1.0km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平，挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，采用 74kW 推土机进行覆土平整。

(2) 土地翻耕打垄（含施生物肥）：采用 59kW 拖拉机和三铧犁对复垦为旱地区域的场地进行土壤培肥、打垄：肥料用量按土地面积计算，每公顷土地施有机肥 200kg、复合肥 1100kg，肥料与土壤充分混匀，打垄深度 0.30m，1 号排土场土地翻耕打垄面积 8.0391hm²，2 号排土场土地翻耕打垄面积 7.5830hm²，总土地翻耕打垄面积 15.6221hm²。

4、尾矿库土壤重构工程设计

复垦修复单元：原尾矿库、1 号尾矿库

复垦修复面积：原尾矿库（36.4048 hm²）和 1 号尾矿库（176.2828hm²）

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

(1) 覆表土：矿山闭坑后，对原尾矿库复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为 0.30m，覆土面积 36.4048hm²，覆土量为 109214.40m³。1 号尾矿库复垦为乔木林地区域进行覆土，覆土沉实厚度为 0.30m，覆土面积 176.2828 hm²，覆土量为 528848.40 m³。覆土总面积 212.6876 hm²，总覆土量为 638062.80 m³；表土全部来源于剥离表土，表土平均运距 1.0km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平，挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，采用 74kW 推土机进行覆土平整。

5、输送管线土壤重构工程设计

复垦修复单元：输送管线

复垦修复面积：14.1697hm²

复垦修复方向：旱地（1.5183hm²）及乔木林地（12.6514hm²）

复垦修复工艺:

(1) 覆表土: 矿山闭坑后, 对输送管线复垦为乔木林区域进行覆土, 覆土沉实厚度为 0.30m, 覆土面积 12.6514hm², 覆土量为 37954.20 m³, 输送管线复垦为旱区域进行覆土, 覆土沉实厚度为 0.50m, 覆土面积 1.5183 hm², 覆土量为 7591.50 m³。覆土总面积 14.1697 hm², 总覆土量为 45545.70 m³; 表土全部来源于剥离表土, 表土平均运距 1.0km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平, 挖掘机 1m³ 进行装土, 自卸汽车 10t 运送, 采用 74kW 推土机进行覆土平整。

(2) 土地翻耕打垄(含施生物肥): 采用 59kW 拖拉机和三铧犁对复垦为旱区域的场地进行土壤培肥、打垄: 肥料用量按土地面积计算, 每公顷土地施有机肥 200kg、复合肥 1100kg, 肥料与土壤充分混匀, 打垄深度 0.30m, 土地翻耕打垄面积 1.5183hm²。

6、矿山道路土壤重构工程设计

复垦修复单元: 矿山道路

复垦修复面积: 0.2439hm²

复垦修复方向: 乔木林地

复垦修复工艺:

(1) 覆表土: 矿山闭坑后, 对矿山道路复垦为乔木林区域进行覆土, 覆土沉实厚度为 0.30m, 覆土面积 0.2439hm², 覆土量为 731.70 m³, 表土全部来源于剥离表土, 表土平均运距 1.0km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平, 挖掘机 1m³ 进行装土, 自卸汽车 10t 运送, 采用 74kW 推土机进行覆土平整。

7、主要工程量

土壤重构工程设计工程量测算见表 4-6 和表 4-7。

表 4-6 土壤重构工程设计工程量测算各分区统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
	土壤重构工程设计		
(一)	露天采场土壤重构工程	—	—
1	表土覆土	m ³	336858.90
(二)	储矿场土壤重构工程	—	—
1	表土覆土	m ³	6718.20

(三)	排土场土壤重构工程	—	—
1	表土覆土	m ³	508263.10
2	土地翻耕打垄(含施生物肥)	hm ²	15.6221
(四)	尾矿库土壤重构工程	—	—
1	表土覆土	m ³	638062.80
(五)	输送管线土壤重构工程	—	—
1	表土覆土	m ³	45545.70
2	土地翻耕打垄(含施生物肥)	hm ²	1.5183
(六)	矿山道路土壤重构工程	—	—
1	表土覆土	m ³	731.70

表 4-7 土壤重构工程设计工程量测算汇总统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
1	表土覆土	m ³	1536180.40
2	土地翻耕打垄(含施生物肥)	hm ²	17.1404

(三) 植被重建

植物的筛选与种植方式：根据气候、土壤条件污染等因素、结合主体工程各部位，充分调查该区域乡土草种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，草种选择原则如下：根据矿山已有的种植经验和植被情况，本方案确定草种：草种选择羊草和紫花苜蓿，采用撒播方式；树种：乔木在种植时，树种选择建议可以多元化，推荐云杉、樟子松、落叶松、柳树、三角枫、蒙古栎等，本方案设计推荐选择云杉，采用带土球坑植方式，云杉选择五年生一级苗，地径 20cm，土球直径 20cm 以内，树高 80cm。落叶藤本植物，本方案推荐为爬山虎。

羊草其特点有：羊草抗寒、抗旱、耐盐碱、耐土壤瘠薄，适应范围很广。多生于开阔平原、起伏的低山丘陵、河滩及盐碱低地。在冬季-40.5℃可安全越冬、年降水量 250 毫米的地区生长良好。羊草喜湿润的沙壤质栗钙土和黑钙土，在 pH5.5--9.4 时皆可生长，最适于 pH6--8。在排水不良的草甸土或盐化土、碱化土中亦生长良好，但不耐水淹，长期积水会大量死亡。羊草在湿润年份，茎叶茂盛常不抽穗；干旱年份，草高叶茂，能抽穗结实。羊草根茎发达，根茎上具有潜伏芽，有很强的无性更新能力。早春返青早，生长速度快，秋季休眠晚，青草利用时间长。生育期可达 150 天左右。

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、少雨天的气候和干燥、疏松、排

水良好，富含钙质的土壤。最适气温 25~30℃；年降雨为 400~800mm 的地方生长良好，超过 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。

云杉特点有：云杉是耐寒、喜光、耐干旱瘠薄的浅根性树种，喜冷凉的气候，对土壤的适应性较强，有一定的耐水湿能力，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，云杉生长不好，甚至死亡，过酸过碱的土壤均不适于生长。

爬山虎特点：适应性强，性喜阴湿环境，但不怕强光，耐寒，耐旱，耐贫瘠，气候适应性广泛，在暖温带以暖冬季也可以保持半常绿或常绿状态。

1、露天采场植被重建工程设计

复垦修复单元：原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台

复垦修复面积：原采坑（41.3745 hm^2 ）、1 号采坑平台（43.2570 hm^2 ）、2 号采坑平台（14.9658 hm^2 ）和 3 号采坑平台（12.6890 hm^2 ）

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

（1）种植绿肥和栽植乔木：对原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台复垦为乔木林地区域，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 30 kg/hm^2 ，撒播种草 1 年，原采坑撒播面积 41.3745 hm^2 ，1 号采坑平台撒播面积 43.2570 hm^2 ，2 号采坑平台撒播面积 14.9658 hm^2 ，3 号采坑平台撒播面积 12.6890 hm^2 ；撒播总面积 112.2863 hm^2 ；对复垦为乔木林地区区域树种推荐选择云杉，造林密度为行距 2m，株距 2m，原采坑栽植面积 41.3745 hm^2 ，栽植 103436 株；1 号采坑平台栽植面积 43.2570 hm^2 ，栽植 108142 株；2 号采坑平台栽植面积 14.9658 hm^2 ，栽植 37414 株；3 号采坑平台栽植面积 12.6890 hm^2 ，栽植 31722 株。总共栽植面积 112.2863 hm^2 ，总共栽植 280714 株。

复垦修复单元：边坡

栽植爬山虎：在 1 号采坑、2 号采坑和 3 号采坑每一级台阶平台台阶的边坡

底部处按 50cm 的间距种植当地适宜生长的爬山虎等蔓藤植物，使其沿立面向上生长，从而达到恢复边坡生态的目的，保证边坡得到全部复绿。栽植爬山虎后，应及时进行洒水并注意后期管护。1 号采坑边坡底边总长度为 18000m，需栽植爬山虎长度为 18000m，栽植爬山虎 36000 株；2 号采坑边坡底边总长度为 9000m，需栽植爬山虎长度为 9000m，栽植爬山虎 18000 株；3 号采坑边坡底边总长度为 7500m，需栽植爬山虎长度为 7500m，栽植爬山虎 15000 株；共栽植爬山虎 69000 株。

2、储矿场植被重建工程设计

复垦修复单元：储矿场

复垦修复面积：2.2394hm²

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

(1) 种植绿肥和栽植乔木：对储矿场复垦为乔木林地区域，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 30kg/hm²，撒播种草 1 年，撒播面积 2.2394hm²；对复垦为乔木林地区区域树种推荐选择云杉，造林密度为行距 2m，株距 2m，栽植面积 2.2394hm²，栽植 5598 株。

3、排土场植被重建工程设计

复垦修复单元：原排土场、1 号排土场和 2 号排土场

复垦修复面积：原排土场（16.3299hm²）、1 号排土场（77.1477hm²）和 2 号排土场（68.4100hm²）

复垦修复方向：旱地（15.6221hm²）及乔木林地（146.2655hm²）

复垦修复工艺：

(1) 种植绿肥和栽植乔木：对原排土场已生态修复区面积为 0.6840hm²，按 5%进行补栽，补栽面积为 0.0342hm²。对原排土场、1 号排土场和 2 号排土场复垦为旱地和乔木林地区域，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 30kg/hm²，撒播种草 1 年，原排土场撒播面积 15.6459hm²（不含已生态修复区面积 0.6840hm²），1 号排土场撒播面积 77.1477hm²，2 号排土场撒播面积 68.4100hm²，共撒播面积 161.2036 hm²；对原排土场、1 号排土场和 2 号排土场复垦为乔木林地区区域树种推荐选择云杉，造林密度为行距 2m，株距 2m，原排土场栽植面积 15.6801hm²（不含已生态修复

区面积 0.6840hm²，含补栽面积为 0.0342hm²），栽植 39200 株；1 号排土场栽植面积 69.1086hm²，栽植 172772 株；2 号排土场栽植面积 60.8270hm²，栽植 152068 株；共栽植面积 145.6157hm²，栽植 364040 株。

4、尾矿库植被重建工程设计

复垦修复单元：原尾矿库、1 号尾矿库

复垦修复面积：原尾矿库（36.4048 hm²）和 1 号尾矿库（176.2828hm²）

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

（1）种植绿肥和栽植乔木：对原尾矿库、1 号尾矿库复垦为乔木林地区域，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 30kg/hm²，撒播种草 1 年，原尾矿库撒播面积 36.4048hm²，1 号尾矿库撒播面积 176.2828hm²；对原尾矿库、1 号尾矿库复垦为乔木林地区区域树种推荐选择云杉，造林密度为行距 2m，株距 2m，原尾矿库栽植面积 36.4048 hm²，栽植 91012 株；1 号尾矿库栽植面积 176.2828hm²，栽植 440707 株。共栽植面积 212.6876hm²，栽植 531719 株。

5、输送管线植被重建工程设计

复垦修复单元：输送管线

复垦修复面积：14.1697hm²

复垦修复方向：旱地（1.5183hm²）及乔木林地（12.6514hm²）

复垦修复工艺：

（1）种植绿肥和栽植乔木：对输送管线复垦为旱地和乔木林地区域，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 30kg/hm²，撒播种草 1 年，输送管线撒播面积 14.1697hm²；对输送管线复垦为乔木林地区区域树种推荐选择云杉，造林密度为行距 2m，株距 2m，栽植面积 12.6514hm²，栽植 31629 株。

6、矿山道路植被重建工程设计

复垦修复单元：矿山道路

复垦修复面积：0.2439hm²

复垦修复方向：乔木林地

复垦修复工艺：

(1) 种植绿肥和栽植乔木：对矿山道路复垦为乔木林地区域，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为30kg/hm²，撒播种草1年，撒播面积0.2439hm²；对复垦为乔木林地区区域树种推荐选择云杉，造林密度为行距2m，株距2m，栽植面积0.2439hm²，栽植610株。

7、主要工程量

植被重建工程设计工程量测算见表4-8和表4-9。

表4-8 植被重建工程量测算各分区统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
植被重建工程			
(一)	露天采场植被重建工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	112.2863
2	栽植乔木	株	280714
3	栽植爬山虎	株	69000
(二)	储矿场植被重建工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	2.2394
2	栽植乔木	株	5598
(三)	排土场植被重建工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	161.2036
2	栽植乔木	株	364040
(四)	尾矿库植被重建工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	212.6876
2	栽植乔木	株	531719
(五)	输送管线植被重建工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	14.1697
2	栽植乔木	株	31629
(六)	矿山道路植被重建工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	0.2439
2	栽植乔木	株	610

表4-9 植被重建工程量测算汇总统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
1	栽植乔木	株	1214310
2	生态修复区撒播种草	hm ²	502.8305
3	栽植爬山虎	株	69000

（四）景观营建

1、警示牌

为防止矿山附近农业生产人员误入采场从而引发危险，随开采推进动态调整，开采推进、随边坡形成、随作业面拓展同步布设，执行“开采到哪里、警示设到哪里”，设计在露天采场高陡边坡处设立警示牌，周长 5700m，每隔约 100m 设一个警示牌，需设 57 个警示牌。施工方法主要为人工安装。

2、围栏

当矿山闭坑后，露天采场最大开采高差 405m，为防止矿区附近的居民、牲畜进入露天采场而引起危险，在露天采场部分陡坡处设置围栏。围栏材质为包塑铁丝，规格为 1.8m×3m，每套围栏长度为 3m，混凝土强度等级为 C25，水泥强度等级为 42.5，水灰比为 0.55，级配 2 级，最大粒径为 40mm。设置围栏长 5700m，共需 1900 套护栏网片（含安装），1901 根立柱，需在立柱底部浇灌混凝土基础桩，经统计需混凝土基础桩 1901 个，基础桩尺寸长×宽×高为 0.20×0.20m×0.50m，需混凝土砌体体积为 38.02m³，基础开挖尺寸为长 0.5m、宽 0.5m、深 0.5m，因此，总的土方开挖量为 237.63m³，混凝土砌体体积为 38.02m³，土方回填量 199.61m³。

3、修建土质截排水沟：为了防止山坡汇水进入采坑内，本方案设计在露天采场外侧边缘根据地形修建截排水沟，将水排至附近的沟渠，土质截排水沟总长度为 5700m，边坡比为 1:1，断面尺寸顶宽×高×底宽为 1.3m×0.5m×0.3m，单位开挖量为 0.40m³/m，总开挖土方量为 2280.00m³。

4、主要工程量

景观营建工程设计工程量测算见表 4-10。

表 4-10 景观营建工程工程量汇总表

序号	工程分类	单位	工程量
(一)	景观营建工程		
1	警示牌	个	57
2	围栏网片	片	1900
3	立柱	根	1901
4	土方开挖（围栏立柱）	m ³	237.63
5	土方回填	m ³	199.61
6	混凝土基础桩	m ³	38.02
7	土方开挖（截排水沟）	m ³	2280.00

三、工程内容

(一) 工程技术措施

1、表土剥离：采用条带表土外移剥离法，水田和旱地平均剥离厚度为 0.50m，乔木林地、其他林地及其他草地平均剥离厚度为 0.30m，采用推土机对本项目区表层土壤进行表土剥离工作。采用 74kW 推土机进行剥离，并采用挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，59kw 推土机进行拖平，运输距离 1km。

2、修建石笼挡墙：修建石笼挡墙的结构采取钢筋骨架结构，采用直径 8-12mm 钢筋焊接而成，每块石笼网片尺寸为 3m×0.6m×1m（长×宽×高），石笼内所填石块来源于矿山废石。在组装石笼过程中，对石笼用 14#铁丝绑扎，控制石笼绑扎间距，绑扎间距宽度不能超过 35cm。挡墙为台阶式，地面以上为两级台阶，上面台阶高、宽都是 1m，下面台阶高、宽都是 1.5m。地面以下基础埋深 0.5m、宽 1.5m，底部为砂砾石。根据设计每延长米石笼挡墙需基础平整土方开挖 0.75m³、石笼 3.25m³。

3、边坡修整：露天采场开采结束后，及时清理最终边坡处的浮石和危石，防止边坡处产生崩塌灾害，清除的危石量就近在附近的坑底或平台处进行平整，运距<80m。施工方法主要为人工进行撬移、解小、翻渣、清面等，修整的浮石量采用 74kW 推土机运输的方式就近平整。

4、地面清理平整：采用推土机对场地进行地面清理平整，削高垫低，使地面平坦，清理平整平均厚度为 0.10m，采用机械的方法，使用 74kW 推土机的方式就近平整，运距<80m。方便生态修复工程的实施。

5、覆土：地面清理平整后，对平整后的土地进行覆土，覆土来源于剥离表土。表土要保证土壤内不含有害金属和有毒化学物质，尤其是不应当用被化学污染的土壤，不能用含有高残留化学除草剂的土壤，以防止二次污染区域环境或影响植被生长。表土达到复垦旱地和林地质量标准，确保土壤质量各项指标可恢复原有生态功能，土壤 pH、土壤容重、有机质含量、土壤环境状况、土壤速效养分含量等，恢复原林地生长水平和耕作水平，原耕地质量不降低。根据复垦标准，复垦旱地的有效土层厚度不低于 0.50m，复垦乔木林地的有效土层厚度不低于 0.30m。

6、土地翻耕打垄（含施生物肥）：可以将一定深度的紧实土层变为疏松细

碎的土层，从而增加土壤孔隙度，以利于接纳和贮存雨水，促进土壤中潜在养分转化为有效养分和促使作物根系的伸展，翻耕深度为 0.30m，增加场地内的有效土层厚度。培肥基本原则是通过生物改良措施，改善土壤环境，培肥地力。利用生物措施恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，包括利用微生物活化剂或微生物与有机物的混合剂，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性，以便用于农业生产。

7、撒播种草：本方案设计进行撒播草籽，为了提高成活率，可以考虑撒播混合草籽，草种推荐为羊草和紫花苜蓿，技术指标为 30kg/hm²。通过撒播绿肥，增加土壤有机质含量，改良土壤，提高地力。对贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性，满足植被的生长需求。

8、栽植乔木：树种推荐选择云杉（五年生一级苗，地径 20cm，土球直径 20cm 以内，树高 80cm），造林密度为行距 2m，株距 2m。

9、栽植爬山虎：在台阶及边坡底部处按 50cm 的间距种植当地适宜生长的爬山虎等蔓藤植物，使其沿立面向上生长，从而达到恢复边坡生态的目的，保证边坡得到全部复绿。栽植爬山虎后，应及时进行洒水并注意后期管护。

10、设立警示牌及围栏：施工方法主要为人工安装。警示牌材质为白钢，长 60cm × 高 45cm × 厚 0.2cm，红色喷漆字。围栏材质为包塑铁丝，规格为 1.8m × 3m，每套围栏长度为 3m，混凝土强度等级为 C25，水泥强度等级为 42.5，水灰比为 0.55，级配 2 级，最大粒径为 40mm。需在立柱底部浇灌混凝土基础桩，基础桩尺寸长 × 宽 × 高为 0.20 × 0.20m × 0.50m，基础开挖尺寸为长 0.5m、宽 0.5m、深 0.5m。

11、修建土质截排水沟：为了防止山坡汇水进入采坑内，本方案设计在露天采场外侧边缘根据地形修建截排水沟，将水排至附近的沟渠，土质截排水沟总长度为 5700m，边坡比为 1:1，断面尺寸顶宽 × 高 × 底宽为 1.3m × 0.5m × 0.3m，单位开挖量为 0.40m³/m。

（二）主要工程量

各修复单元采取的表土剥离与植被移植利用、地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建的主要工程详见下表。

表 4-11 生态修复工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	表土剥离与植被移植利用工程		
1	表土剥离工程	—	—
(1)	表土剥离	m ³	1447038.40
2	表土管护工程	—	—
(1)	撒播种草	hm ²	19.5000
3	表土堆场拦挡工程	—	—
	修建石笼挡墙	m	1600
(1)	土方开挖	m ³	1200.00
(2)	石笼体积	m ³	5200.00
(二)	地貌重塑工程	—	—
1	边坡修整	m ³	28250
2	危岩体清运	m ³	28250
3	拆除石笼挡墙	m ³	5200.00
4	运输拆除石笼	m ³	5200.00
5	地面清理平整	m ³	500633.20
(三)	土壤重构工程		
1	表土覆土	m ³	1536180.40
2	土地翻耕打垄（含施生物肥）	hm ²	17.1404
(四)	植被重建工程		
1	栽植乔木	株	1214310
2	生态修复区撒播种草	hm ²	502.8305
3	栽植爬山虎	株	69000
(五)	景观营建工程		
1	警示牌	个	57
2	围栏网片	片	1900
3	立柱	根	1901
4	土方开挖（围栏立柱）	m ³	237.63
5	土方回填	m ³	199.61
6	混凝土基础桩	m ³	38.02
7	土方开挖（截排水沟）	m ³	2280.00

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

(一) 监测目标

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

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

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

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

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

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

(二) 监测措施

1、矿山地质环境监测

(1) 监测点布设

露天采场采区高陡边坡（尤其是已治理边坡）的坡顶、坡腰、坡脚，表土场及下游影响区，地下水主要补给区、径流区、排泄区及可能受污染的区域。

(2) 监测内容

地质灾害：露天采场采区高陡边坡可能产生崩塌，表土场可能产生的滑坡等隐患体的变形、诱发因素（降雨、振动）。

地形地貌景观破坏：高陡边坡、露天采坑、渣堆等的形态变化、稳定性。

地下水资源破坏：地下水位动态、水质（pH、主要离子、重金属、特征污染物等）、水量（泉水流量等）。

土地损毁：因采矿活动导致的开采范围及深度变化。

（3）监测方法

变形监测：定位测量、全站仪测量、裂缝计、位移计、沉降仪、遥感监测。

地下水监测：水位计、水质采样与实验室分析、流量计。

地表变形：水准测量、三维激光扫描。

目视巡查：定期人工巡查，记录地表裂缝、渗水、植被异常等现象。

（4）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。建立基准网和观测墩，确保监测基准统一。使用经检定合格的仪器设备。固定人员、固定路线、固定方法进行观测。恶劣天气（暴雨、强震）加密监测。监测数据及时记录、校核、整理。

2、土地资源监测

（1）监测点布设

不同复垦修复方向区域。不同土壤重构方式/覆土厚度的区域。不同修复措施的生态修复区。可能存在污染残留或二次污染风险的重点区域（如原污染场地边缘、尾矿库周边）。对照点（未扰动区域或复垦前背景点）。布点方式：网格法、随机法、分区布点法结合。

（2）监测内容

土壤理化性质：土壤质地、结构、容重、pH值、有机质含量、阳离子交换量、氮磷钾等养分含量、盐分含量。

土壤污染状况：目标污染物（重金属、有机物等）含量。

土地损毁与恢复：土地平整度、有效土层厚度、砾石含量、侵蚀状况。

土地生产力（针对农用地）：基础肥力、保水保肥能力、障碍因素。

（3）监测方法

土壤采样：按 HJ/T166 等标准进行剖面采样或混合采样。

实验室分析：土壤理化指标（按 LY/T1225 等林业/农业标准）、污染物指标（按 GB15618 等土壤环境质量标准配套分析方法）。

现场测试：pH计、盐分计（EC计）等便携设备。

实地调查：土层厚度测量（土钻/剖面法）、侵蚀沟测量、植被覆盖度估算（目视或样方）。

遥感监测：高分辨率影像解译土地利用/覆被变化、地表裸露状况。

（4）监测要求

采样点需准确定位（GPS）。采样深度需根据监测目标确定（如 0-20cm 表土、20-60cm 心土、污染扩散深度等）。样品采集、保存、运输、制备、分析需严格遵循相关标准，保证质量控制和数据可比性。记录详细的环境背景信息（天气、植被、人为活动等）。

3、生态系统监测

（1）监测点布设

不同类型植被恢复区（乔木林、灌木林、草地、湿地等）。不同配置模式（树种/草种组合、密度）的样地。关键生境（如水体、湿地、动物迁徙通道）及周边。人工辅助措施区（如播种区、种植区、保育区）。自然恢复区（作为参照）。对照点（周边相似自然生态系统）。布点方式：固定样地/样方（永久标记）、样线法（动物）、网格法结合。

（2）监测内容

植被恢复：植物群落的物种组成、数量（密度、多度）、盖度、高度、频度、生物量（可选）、重要值。植被结构的乔灌草层次结构、郁闭度/覆盖度。关键物种的目标树种/草种的成活率、保存率、生长量（树高、胸径/地径、冠幅）。

生物多样性：植物多样性的物种丰富度、多样性指数、湿度指数、均匀度指数等。动物多样性的（根据实际和重要性选择）指示性昆虫、鸟类、小型兽类、两栖爬行类等的种类、数量（相对多度）、活动痕迹。重点监测关键保护物种或指示物种。微生物多样性的（可选）土壤微生物群落结构、功能多样性（如涉及土壤健康评估）。

生态系统结构与功能：水土保持功能结合土地资源监测（侵蚀状况）。生境连通性（定性/半定量评估）。景观格局（通过遥感）斑块类型、面积、数量、连接度等指数变化。

（3）监测方法

植被调查：样方法：草本（1m×1m），灌木（5m×5m 或 10m×10m），乔木（20m×20m 或更大）。记录样方内所有植物。样线法：沿固定路线记录植物种

类、多度等级。每木调查：在乔木样地内对每株树测量树高、胸径/地径、冠幅，记录存活状况。

动物调查：样线法：记录看到的动物实体、听到的鸣叫、新鲜粪便、足迹等。样点法：在固定点进行定时观察计数（如鸟类）。陷阱法：用于小型兽类、昆虫等（需符合伦理规范）。红外相机陷阱法：监测兽类、鸟类活动。遥感监测：植被指数反演植被覆盖度、长势；高分辨率影像解译植被类型、景观格局。

（4）监测要求

固定样地/样方需建立永久性标志。植物物种鉴定需准确，疑难物种采集标本或拍照留存。动物调查需选择合适的时间（如鸟类在清晨/黄昏）。调查人员需要具备一定的专业知识，保持方法一致性。

二、管护目标与措施

（一）管护目标

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）管护措施

1、管护措施

管护措施：造林后及时浇水，一般为一周浇灌一次，成活后半月浇灌一次，水源来自矿山，撒播草籽后，及时浇水施肥，并做好防虫杀虫工作，保证植被健康生长。在复垦修复期及管护期，要安排懂得植被管护知识的专业技术人员负责管护工作。并制定生态修复区植被管护技术方案；在抚育过程中，要及时除草，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；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；树苗栽植后，半年进行第一次松土，在第二年进行第二次松土，间隔半年进行第三次松土，同时有条件的地方要施肥；一年后树苗成活率达不到 90% 的，要进行补栽，保证三年后树木的保存率 90% 以上，郁闭度 30% 以上；防火和防冻，有效保证树苗茁壮成长。

2、管护内容

管护内容主要包括水分管理、营养管理、林木修枝、林木密度调控以及林木病虫害防治。

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，防止有树成长期干旱灾害，以促使幼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。

营养管理：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。

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助树枝修枝，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。关于修枝技术，群众有丰富的经验，如“宁低勿高，次多量少，先下后上，茬短口尖”以及修枝高度不超过林木全高的 1/3-1/2 等（即林冠枝下高，不超过全高的 1/3 或 1/2）。

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，但是仍应隔一定时间（5 年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

林木病虫害防治：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，对于虫害要及时的施用药品等控制灾害的发生。

三、工程量

（一）监测工程量

1、矿山地质环境监测工程量

地质灾害及地形地貌景观破坏监测工程量：重点要监测露天采场、选矿厂、尾矿库、储矿场、排土场等，监测频率平时每 1 个月 1 次，共 8 个月，8 次；雨季半个月一次（6-9 月共 4 个月，共 8 次），巡视监测，矿山对地表破坏每年监测 16 次，监测时段为 21.25 年，共 340 次。

地下水资源破坏监测工程量：在原尾矿库设置了 1 口监测井位于现有回水池下方，在选矿厂附近设 1 个监测点，在 1 号尾矿库设 2 个监测点，采用人工现场

监测的方式，仪器选用测钟，每年平水期、枯水期各监测 1 次，丰水期监测 2 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 4 次；水质监测每年监测一次，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。根据地下水动态监测的技术措施计算出工程量：监测时段为 21.25 年，地下水水位每年 $4 \times 4 = 16$ 点次，共 340 点次；水质监测每年 $1 \times 4 = 4$ 点次，共 84 点次。

土地损毁：方案设计的复垦监测次数为每 6 个月 1 次，监测期限为生产期及复垦修复期，共监测 21.25 年，43 次。主要是土地损毁和复垦工程进度与复垦质量，按照土地复垦质量要求进行监测。依据土壤环境监测要求，增加客源土壤肥力和环境背景值的测定指标，监测内容，包括有机质、土壤养分指标和土壤物理性指标以及重金属含量指标等。复垦为林地区域，有机质含量 $\geq 2\%$ ，土壤质地砂土至砂质粘土，pH 值为 6.0—8.5，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，重金属含量不超标等。

2、土地资源监测

根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）的相关规定，设置土壤监测点 1 个，监测频率 2 次/年。根据土壤污染监测相关的技术措施计算出工程量：土壤监测时间段为 21.25 年，土壤监测点 1 个，监测频率 2 次/年，土壤监测每年 $1 \times 2 = 2$ 点次，共 43 次。

3、生态系统监测

生态系统监测：监测频率平时每 3 个月 1 次，共 12 个月，4 次，监测时段为 21.25 年，共 85 次。

（二）管护工程量

植被恢复后按四年六次除草抚育，前 2 年，每年除草 2 次，后 2 年每年除草 1 次，每年雨后进行一次穴内松土，松土深度 5~10cm。树苗栽植第二年对缺苗、死苗及时补栽。管护时间 3 年，管护面积 503.5145hm^2 （复垦为旱地 17.1404hm^2 、复垦为乔木林地 486.3741hm^2 区域）。项目复垦工程实施 3 年后，每年春季都应该安排专人对复垦的林地进行巡查，是否有缺苗、死苗的现象出现，如果出现以上现象，应及时补植，补植的费用纳入矿山生产成本。

详见表 5-1 矿区生态修复监测和管护工程量统计表。

表 5-1 矿区生态修复监测和管护工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	监测频率	监测时间	工程量
(一)	监测工程				
1	地面变形监测	次	16	21.25	340
2	地下水水位监测	点次	16	21.25	340
3	地下水水质监测	点次	4	21.25	84
4	土地损毁监测	点次	2	21.25	43
5	土地资源监测	点次	2	21.25	43
6	生态系统监测	点次	4	21.25	85
(二)	管护工程				
1	管护面积	hm ²	503.5145	3	1510.5435

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

(一) 总体目标任务

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、地形改造、植被恢复、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) 生态修复总工程量

生态修复总工程量统计表 6-1。

表 6-1 生态修复总工程量统计表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
(一)	表土剥离与植被移植利用工程		
1	表土剥离工程	—	—
(1)	表土剥离	m ³	1447038.40
2	表土管护工程	—	—
(1)	撒播种草	hm ²	19.5000
3	表土堆场拦挡工程	—	—
	修建石笼挡墙	m	1600
(1)	土方开挖	m ³	1200.00
(2)	石笼体积	m ³	5200.00
(二)	地貌重塑工程	—	—
1	边坡修整	m ³	28250
2	危岩体清运	m ³	28250
3	拆除石笼挡墙	m ³	5200.00
4	运输拆除石笼	m ³	5200.00
5	地面清理平整	m ³	500633.20
(三)	土壤重构工程		
1	表土覆土	m ³	1536180.40
2	土地翻耕打垄（含施生物肥）	hm ²	17.1404
(四)	植被重建工程		
1	栽植乔木	株	1214310
2	生态修复区撒播种草	hm ²	502.8305
3	栽植爬山虎	株	69000
(五)	景观营建工程		
1	警示牌	个	57

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量
2	围栏网片	片	1900
3	立柱	根	1901
4	土方开挖（围栏立柱）	m ³	237.63
5	土方回填	m ³	199.61
6	混凝土基础桩	m ³	38.02
7	土方开挖（截排水沟）	m ³	2280.00
(六)	监测工程		
1	地面变形监测	次	340
2	地下水水位监测	点次	340
3	地下水水质监测	点次	84
4	土地损毁监测	点次	43
5	土地资源监测	点次	43
6	生态系统监测	点次	85
(七)	管护工程		
1	管护面积	hm ²	1510.5435

(三) 实施计划

1、生产期（剩余服务年限 17.25 年）

开采过程中，对露天采场形成的边坡进行稳定性监测，对拟损毁的土地进行表土剥离，同时对剥离的表土进行拦挡和管护。原采坑终采后，其他采坑边生产边回填废石到废采坑内，至回填高度为 405m（该工程纳入生产成本，本项目不对其进行费用投资估算），并对排土场内的废石进行资源化利用。在采场边坡较陡位置设置警示牌。随着生产对露天采场达到终了状态的区域进行边生产边修复，形成一个边坡或台阶就应及时治理。对排土场（原排土场）、尾矿库（原尾矿库）进行地面清理平整、覆土及植被绿化等。矿山生产期加强对项目区损毁土地进行绿化、美化及净化的生态环境工程治理等。

2、闭矿期（矿山闭矿后的 4 年）

闭矿后，对未治理的露天采场进行边坡修整、危岩体清运、边坡防护（栽植爬山虎）、地面清理平整、在采场边坡较陡位置设置围栏、修建土质截排水沟等；对 1 号排土场内的表土场拆除石笼挡墙、运输拆除石笼等；对露天采场（原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台）、排土场（1 号排土场和 2 号排土场）、尾矿库（1 号尾矿库）、输送管线和矿山道路地面清理平整、覆土，对复垦修复为旱地区域进行土地翻耕打垄（含施生物肥）及撒播种草，对复垦修复为乔木林地区域进行栽植乔木和撒播种草。按照相关规划，本着宜农则农，宜林

则林的原则，改善生态环境条件。

二、总体经费估算

（一）工程经费估算

1、经费估算依据

- （1）国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- （2）《土地复垦条例实施办法》（2019年7月16日修改）；
- （3）《土地复垦条例》（2011年3月5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）《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；
- （7）吉林省建筑工程造价信息网（2025年第四季度）；
- （8）《土地开发整理项目估算定额标准》；
- （9）国土资源部办公厅《关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》国土资厅〔2017〕19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）土地复垦方案编制规程一通则（TD/T1031.1-2011）中的附件E；
- （12）当地材料价格；
- （13）地方有关建设工程的管理办法及当地定额资料；
- （14）《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》（吉林省自然资源厅，2025年9月17日）；
- （15）《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（吉林省自然资源厅，2025年9月）。

2、取费标准及计算方法

（1）人工估算单价

根据全国各地区工资区类别表，吉林省舒兰市属六类工资区，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

主要材料预算价格根据吉林省建筑工程造价信息网 2025 年第四季度价格水平年进行编制。

(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）。

3、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（监测费、管护费）和预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）组成等。

(1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金以及监测费组成。

1) 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。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。

措施费：措施费费率为 3.80%。其费率表如表 6-2 所示。

表 6-2 措施费费率表

序号	费用类别	计算基础	措施费费率 (%)
1	临时设施费	直接工程费	2.00
2	冬雨季施工增加费	直接工程费	0.90
3	施工辅助费	直接工程费	0.70
4	安全施工措施费	直接工程费	0.20
	合计		3.80

2) 间接费

土方、砌体及其他工程费率为 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 6-3。

表 6-3 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	其他工程	直接费	6.00

3) 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。

4) 税金

税金依据财政部、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），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。

（1）设备费

设备费，本项目所涉及机械均为常见设备，矿山企业已有，不需另购，因此本项目设备费为零。

（3）其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费构成。

1) 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）和《自然资源部关于进一步加强生产矿山土地复垦与生态修复监管工作的通知（征求意见稿）》（国土资规〔2016〕21号）中规定，本项目的前期工作费包含勘察费、设计费。

2) 工程监理费

按国家有关规定进行全过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）中规定按工程施工费2.40%计取。

3) 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等。

4) 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）中规定按工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费之和的3.00%进行计取。

（4）监测与管护费

监测与管护费由监测费、植被工程管护费构成。

1) 监测费

地面变形监测费：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/次。

地下水水位监测费：监测单价依据其实际情况确定为 300 元/点次。

地下水水质监测费：监测单价依据其实际情况确定为 500 元/点次。

土地损毁监测费：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/点次。

土地资源监测费：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/点次。

生态系统监测费：监测单价依据其实际情况确定为 300 元/点次。

2) 管护费

植被管护费按照当地实际情况 4000.00 元/ (hm²*a) 进行计提。

(5) 预备费

预备费由基本预备费、价差预备费和风险金构成。

1) 基本预备费按工程施工费和其他费用之和的 3.00%进行计取。

2) 价差预备费：由于本方案的预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。按现行价格水平预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。根据舒兰市近 10 年的物价上涨指数和银行贷款利率，本方案采用 5.00%的增长率，对复垦总投资进行动态计算。

3) 风险金按工程施工费和其他费用之和的 5.00%进行计取。

(二) 单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算，表土剥离与植被移植利用经费 1895.2868 万元、地貌重塑经费 878.4323 万元、土壤重构经费 1951.9394 万元、植被重建经费 1095.7565 万元、景观营建经费 14.1334 万元、监测经费 25.4700 万元、管护工程经费 604.2174 万元。

单项工程量及其经费估算汇总表，详见表 6-4。

表 6-4 单项工程量及其经费估算汇总表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	合计(万元)
(一)	表土剥离与植被移植利用工程			1895.2868
1	表土剥离工程	—	—	1829.0566

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	合计（万元）
(1)	表土剥离	m ³	1447038.40	1829.0566
2	表土管护工程	—	—	3.5134
(2)	撒播种草	hm ²	19.5000	3.5134
3	表土堆场拦挡工程	—	—	62.7168
	修建石笼挡墙	m	1600	62.7168
(1)	土方开挖	m ³	1200.00	1.8456
(2)	石笼体积	m ³	5200.00	60.8712
(二)	地貌重塑工程	—	—	878.4323
1	边坡修整	m ³	28250	205.1515
2	危岩体清运	m ³	28250	34.6627
3	拆除石笼挡墙	m ³	5200.00	12.2928
4	运输拆除石笼	m ³	5200.00	12.0484
5	地面清理平整	m ³	500633.20	614.2769
(三)	土壤重构工程			1951.9394
1	表土覆土	m ³	1536180.40	1941.7320
2	土地翻耕打垄（含施生物肥）	hm ²	17.1404	10.2074
(四)	植被重建工程			1095.7565
1	栽植乔木	株	1214310	996.9485
2	生态修复区撒播种草	hm ²	502.8305	90.5970
3	栽植爬山虎	株	69000	8.2110
(五)	景观营建工程			14.1334
1	警示牌	个	57	0.6840
2	围栏网片	片	1900	7.6000
3	立柱	根	1901	1.9010
4	土方开挖（围栏立柱）	m ³	237.63	0.1400
5	土方回填	m ³	199.61	0.5058
6	混凝土基础桩	m ³	38.02	1.9597
7	土方开挖（截排水沟）	m ³	2280.00	1.3429
(六)	监测工程			25.4700
1	地面变形监测	次	340	6.8000
2	地下水水位监测	点次	340	10.2000
3	地下水水质监测	点次	84	4.2000
4	土地损毁监测	点次	43	0.8600
5	土地资源监测	点次	43	0.8600
6	生态系统监测	点次	85	2.5500
(七)	管护工程			604.2174
1	管护面积	hm ²	1510.5435	604.2174

（三）总工程量及其经费估算

通过矿区生态修复投资预算，本项目生态修复动态投资 15839.3795 万元，静态总投资 7820.5733 万元，其中，工程施工费 5835.5484 万元，其他费用 822.6793 万元，监测与管护费 629.6874 万元，预备费 8551.4644 万元。生态修复总工程量汇总见表 6-5，经费估算见表 6-6 至表 6-11。人工、相关工程施工单价及材料见表 6-12 至表 6-16。

表 6-5 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	费率（%）
一	工程施工费	5835.5484	36.84
二	其他费用	822.6793	5.19
三	监测与管护费	629.6874	3.98
（一）	监测费	25.4700	0.16
（二）	管护费	604.2174	3.81
四	预备费	8551.4644	5.40
（一）	基本预备费	199.7468	1.26
（二）	价差预备费	8018.8062	50.63
（三）	风险金	332.9114	2.10
五	静态总投资	7820.5733	49.37
六	动态总投资	15839.3795	100.00

表 6-6 工程施工费单价估算表

序号	定额编号	工程名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	税金	综合单价(元)
				人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计					
1	10219+10302	表土剥离及覆表土	m ³	0.41	0.00	7.86	8.27	0.31	8.58	0.52	0.27	2.23	1.04	12.64
2	90030	撒播种草	hm ²	81.56	1377.00	0.00	1458.56	55.43	1513.99	90.84	48.14	0.00	148.77	1801.74
3	10018	土方开挖	m ³	12.45	0.00	0.00	12.45	0.47	12.93	0.78	0.41	0.00	1.27	15.38
4	30074	石笼体积	m ³	32.55	59.50	0.00	92.05	3.50	95.55	6.88	3.07	1.90	9.67	117.06
5	20001	边坡修整	m ³	58.13	0.00	0.00	58.13	2.21	60.34	4.34	1.94	0.00	6.00	72.62
6	20278	危岩体清运、地面清理平整	m ³	0.59	0.00	7.36	7.95	0.30	8.25	0.59	0.27	2.15	1.01	12.27
7	30073*0.2+10205*0.4+10320*0.4	拆除石笼挡墙	m ³	17.03	0.00	1.54	18.57	0.71	19.27	1.39	0.62	0.41	1.95	23.64
8	20282	运输拆除石笼	m ³	1.05	0.00	13.96	15.00	0.57	15.57	1.12	0.50	4.06	1.91	23.17
9	参 10043	土地翻耕打垄(含施生物肥)	hm ²	475.77	3610.50	541.50	4627.77	194.37	4822.14	289.33	153.34	198.66	491.71	5955.18
10	90001	栽植乔木	株	1.48	5.17	0.00	6.65	0.25	6.90	0.41	0.22	0.00	0.68	8.21
11	参 90018	栽植爬山虎	m ³	0.39	0.57	0.00	0.96	0.04	1.00	0.06	0.03	0.00	0.10	1.19
12	10002	土方开挖围栏立柱、截排水沟	m ³	4.77	0.00	0.00	4.77	0.18	4.95	0.30	0.16	0.00	0.49	5.89
13	10333	土方回填	m ³	20.52	0.00	0.00	20.52	0.78	21.30	1.28	0.68	0.00	2.09	25.34
14	40063	混凝土基础桩	m ³	40.05	287.75	17.83	345.63	13.13	358.77	25.83	11.54	76.74	42.56	515.43

表 6-7 工程措施费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
(一)	表土剥离与植被移植利用工程				18952868
1	表土剥离工程	—	—		18290566
(1)	表土剥离	m ³	1447038.40	12.64	18290566
2	表土管护工程	—	—		35134
(2)	撒播种草	hm ²	19.5000	1801.74	35134
3	表土堆场拦挡工程	—	—		627168
	修建石笼挡墙	m	1600		627168
(1)	土方开挖	m ³	1200.00	15.38	18456
(2)	石笼体积	m ³	5200.00	117.06	608712
(二)	地貌重塑工程	—	—		8784323
1	边坡修整	m ³	28250	72.62	2051515
2	危岩体清运	m ³	28250	12.27	346627
3	拆除石笼挡墙	m ³	5200.00	23.64	122928
4	运输拆除石笼	m ³	5200.00	23.17	120484
5	地面清理平整	m ³	500633.20	12.27	6142769
(三)	土壤重构工程				19519394
1	表土覆土	m ³	1536180.40	12.64	19417320
2	土地翻耕打垄(含施生物肥)	hm ²	17.1404	5955.18	102074
(四)	植被重建工程				10957565
1	栽植乔木	株	1214310	8.21	9969485
2	生态修复区撒播种草	hm ²	502.8305	1801.74	905970
3	栽植爬山虎	株	69000	1.19	82110
(五)	景观营建工程				141334
1	警示牌	个	57	120.00	6840
2	围栏网片	片	1900	40.00	76000
3	立柱	根	1901	10.00	19010
4	土方开挖(围栏立柱)	m ³	237.63	5.89	1400
5	土方回填	m ³	199.61	25.34	5058
6	混凝土基础桩	m ³	38.02	515.43	19597
7	土方开挖(截排水沟)	m ³	2280.00	5.89	13429
合计					58355484

表 6-8 其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	估算金额 (元)	比例 (%)
1	前期工作费		2760214	33.55
(1)	勘测费	工程施工费×1.65%	962865	11.70
(2)	设计费	工程施工费×3.08%	1797349	21.85
2	工程监理费	工程施工费×2.40%	1400532	17.02
3	竣工验收费		2252522	27.38
(1)	工程复核费	工程施工费×0.70%	408488	10.00
(2)	工程验收费	工程施工费×1.40%	816977	9.93
(3)	项目决算编制与审计费	工程施工费×1.00%	583555	7.09
(4)	整理后土地重估与登记费	工程施工费×0.65%	379311	4.61
(5)	标识设定费	工程施工费×0.11%	64191	0.78
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)×2.80%	1813525	22.04
合计			8226793	100.00

表 6-9 监测与管护费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
一	监测工程				254700
1	地面变形监测	次	340	200	68000
2	地下水水位监测	点次	340	300	102000
3	地下水水质监测	点次	84	500	42000
4	土地损毁监测	点次	43	200	8600
5	土地资源监测	点次	43	200	8600
6	生态系统监测	点次	85	300	25500
二	管护工程				6042174
1	管护面积	hm ²	1510.5435	4000	6042174
合计					6296874

表 6-10 预备费估算表

序号	费用名称	费基(元)	费率(%)	合计(元)
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	3.00	1997468
2	价差预备费			80188062
3	风险金	工程施工费+其他费用	5.00	3329114
合 计				85514644

表 6-11 价差预备费估算表

年 度	静态投资	系数 $(1+5\%)^{n-1}-1$	价差预备费	动态投资
2026	12307334	0.00	0	12307334
2027	23525	0.05	1176	24701
2028	3894914	0.10	389492	4284406
2029	157619	0.16	25219	182838
2030	157619	0.22	34676	192295
2031	1041039	0.28	291491	1332530
2032	1523038	0.34	517833	2040871
2033	65795	0.41	26976	92771
2034	12000	0.48	5760	17760
2035	12000	0.55	6600	18600
2036	4464518	0.63	2812646	7277164
2037	2501302	0.71	1775924	4277226
2038	12000	0.80	9600	21600
2039	12000	0.89	10680	22680
2040	12000	0.98	11760	23760
2041	12000	1.08	12960	24960
2042	12000	1.18	14160	26160
2043	27348601	1.29	35279696	62628297
2044	11609862	1.41	16369905	27979767
2045	1815119	1.53	2777132	4592251
2046	1815119	1.65	2994947	4810066
2047	9396329	1.79	16819429	26215758
合计	78205733		80188062	158393795

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	0.000	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	$27.000 + 6.689 + 17.351 = 51.04$	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)	限价(元)	价差(元)
1	柴油	kg	7.51	4.50	3.01
2	爬山虎	株	0.50		
3	石笼	个	1.00		
4	电	kwh	1.00		
5	风	m ³	0.25		
6	水	m ³	2.0		
7	42.5 水泥	kg	0.45	0.30	0.15
8	粗砂	m ³	100.00	60.00	40.00
9	卵石	m ³	60	40	20
10	外加剂	m ³	1.60		
11	警示牌	个	120		
12	板枋材	m ³	5.00		
13	组合钢模板	kg	7.00		
14	型钢	kg	0.45		
15	卡扣件	kg	3.50		
16	铁件	kg	3.87		
17	预埋铁件	kg	4.26		
18	铁钉	kg	4.45		
19	立柱	根	10		
20	围栏网片	片	40		
21	草籽	kg	45.00		
22	熟土	m ³	10.00		
23	树苗(云杉、五年生一级苗,地径 20cm,土球直径 20cm 以内,树高 80cm)	株	5.0	5.0	0
24	粘土	m ³	3.00		
25	有机肥	kg	1.50		
26	复合肥	kg	3.00		

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 用合计	折旧费	修理及替换 设备费	安装拆 卸费	二类费用 合计	人工（元/日）		柴油（元/kg）	
								工日	金额	数量	金额
1004	1m³ 挖掘机	730.65	304.57	140.82	150.36	13.39	426.08	2	102.08	72	324.00
1013	推土机 59kW	368.35	68.27	29.66	37.08	1.52	300.08	2	102.08	44	198.00
1014	推土机 74kW	537.28	187.70	81.76	101.76	4.18	349.58	2	102.08	55	247.50
1021	拖拉机 59kW	438.68	89.10	38.45	47.83	2.82	349.58	2	102.08	55	247.5
1049	三铧犁	10.33	10.33	2.74	7.59						
4013	自卸汽车 10t	550.92	210.34	129.66	80.68		340.58	2	102.08	53	238.50
								人工（元/日）		风（元/m³）	
1052	风镐	83.86	3.86	0.83	3.03		80.00		0.00	320.00	80.00
								人工（元/日）		电（元/kwh）	
3005	混凝土振捣器（插入式）2.2kW	25.11	13.11	2.87	10.24		12.00	0	0	12	12
6001	空压机	180.49	26.45	7.65	16.35	2.45	154.04	1.00	51.04	103.00	103.00
								风（元/m³）		水（元/kwh）	
3008	风水（砂）枪 耗风量（m³/min） 2~6	263.92	2.92	1.04	1.88		261.00	900	225	18	36

表 6-15-1 混凝土 C25 限价预算单价计算表

编号	混凝土 强度等 级	水泥强度等 级	42.5 水泥		粗砂		水		卵石		外加剂		单价（元/m³）
			kg	单价	m³	单价	m³	单价	m³	单价	m³	单价	
1	混凝土 c25	42.5	254.0	0.30	0.5	60	0.15	2.00	0.82	40.00	0.52	1.60	140.13

表 6-15-2 混凝土 C25 价差预算单价计算表

编号	混凝土强度 等级	水泥强度等级	42.5 水泥		粗砂		卵石		单价（元/m³）
			kg	单价	m³	单价	m³	单价	
1	混凝土 c25	42.5	254.0	0.15	0.5	40	0.82	20.00	74.50

表 6-16 工程施工费单价分析表

表 6-16-1

定额编号:	10219+10302					
单价名称:	覆表土运输及平整					
工作内容:	推松、运送、卸除、拖平、空回。推土距离 0~10m, 运 0.5~1.0km。					
单 价:	12.64	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序 号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	备注
一	直接费				858.45	
(一)	直接工程费				827.02	
1	人工				41.09	
1.1	甲类工	工日	0.09	51.04	4.49	
1.2	乙类工	工日	0.89	38.84	34.65	
1.3	其他费用	%	5.00	39.14	1.96	
2	机械				785.93	
2.1	推土机 74kW	台班	0.14	537.28	75.22	
2.2	挖掘机 1m ³	台班	0.19	730.65	141.45	
2.3	推土机 59 kW	台班	0.14	368.35	51.86	
2.4	自卸汽车 10t	台班	0.87	550.92	479.96	
2.5	其他费用	%	5.00	748.50	37.43	
(二)	措施费	%	3.80	827.02	31.43	
二	间接费	%	6.00	858.45	51.51	
三	利润	%	3.00	909.95	27.30	
四	材料价差				222.76	
	柴油	kg	74.01	3.01	222.76	
五	税金	%	9.00	1160.02	104.40	
六	综合单价				1264.42	

备注：挖掘机，自卸汽车运输一、二类土按定额人工和机械乘 0.88 系数；运土后摊平采用 10302，由于是运输而来的土料，为自然方，推土机推运松土，定额不变，人工甲类工 $0.1*0.88=0.09$ ，乙类工 $0.9*0.88+0.1=0.89$ ，机械推土机 74kW 为 0.14、挖掘机 1m³ 为 $0.22*0.88=0.19$ 、推土机 59 kW 为 $0.16*0.88=0.14$ 、自卸汽车 10t 为 $0.99*0.88=0.87$

表 6-16-2

定额编号:	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:	1801.74	元 /	hm ²	分析单位		hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	备注
一	直接费				1513.99	
(一)	直接工程费				1458.56	
1	人工				81.56	
1.1	乙类工	工日	2.10	38.84	81.56	
2	材料				1377.00	
2.1	草籽	kg	30.00	45.00	1350.00	
2.2	其他材料费	%	2.00	1350.00	27.00	
(二)	措施费	%	3.80	1458.56	55.43	
二	间接费	%	6.00	1513.99	90.84	
三	计划利润	%	3.00	1604.83	48.14	
四	税金	%	9.00	1652.97	148.77	
五	综合单价				1801.74	

表 6-16-3

土方开挖（挡墙）					
定额编号：10018			定额单位：100m ³		
施工方法：挖土、修边底。					
单 价：	15.38	元 /	m ³	分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1292.75
(一)	直接工程费				1245.42
1	人工费				1245.42
1.1	甲类工	工日	1.50	51.04	76.56
1.2	乙类工	工日	29.10	38.84	1130.24
1.3	其他费用	%	3.20	1206.80	38.62
(二)	措施费	%	3.80	1245.42	47.33
二	间接费	%	6.00	1292.75	77.56
三	利润	%	3.00	1370.31	41.11
四	税金	%	9.00	1411.42	127.03
五	综合单价				1538.45

表 6-16-4

石笼						
定额编号：30074						
工作内容：石料运输、抛石、整平。						
单 价：	117.06	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）	备注
一	直接费				9554.56	
(一)	直接工程费				9204.78	
1	人工费				3254.78	
1.1	甲类工	工日	4.00	51.04	204.16	
1.2	乙类工	工日	76.90	38.84	2986.80	
1.3	其他费用	%	2.00	3190.96	63.82	
2	材料费				5950.00	
2.1	钢筋	t	1.70	3500.00	5950.00	
2.2	块石	m ³	113.00	0.00	0.00	来源于矿山已有废石
2.3	其他费用	%	2.00	5950.00	119.00	
(二)	措施费	%	3.80	9204.78	349.78	
二	间接费	%	7.20	9554.56	687.93	
三	利润	%	3.00	10242.48	307.27	
四	材料价差				190.06	
	钢筋	t	1.70	111.80	190.06	
	块石	m ³	113.00	0.00	0.00	
五	税金	%	9.00	10739.82	966.58	
六	综合单价				11706.40	

表 6-16-5

定额编号:	20001					
单价名称:	坡面修饰					
工作内容:	撬移、解小、翻渣、清面					
单 价:	72.62	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	备注
一	直接费				6034.23	
(一)	直接工程费				5813.32	
1	人工费				5813.32	
1.1	甲类工	工日	7.2	51.04	367.49	
1.2	乙类工	工日	138	38.84	5359.92	
1.3	其他费用	%	1.5	5727.41	85.91	
(二)	措施费	%	3.80	5813.32	220.91	
二	间接费	%	7.20	6034.23	434.46	
三	计划利润	%	3.00	6468.69	194.06	
四	税金	%	9.00	6662.75	599.65	
五	综合单价				7262.40	

表 6-16-6

定额编号:	20278					
单价名称:	推土机推运石渣(推运边坡修整的石方、地面清理平整)					
工作内容:	装、运、卸、空回, 运距 80m					
单 价:	12.27	元 /	m ²	分析单位		100m ²
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	备注
一	直接费				824.98	
(一)	直接工程费				794.78	
1	人工				58.60	
1.1	甲类工	工日	0.10	51.04	5.10	
1.2	乙类工	工日	1.30	38.84	50.49	
1.3	其他费用	%	5.40	55.60	3.00	
2	机械				736.18	
2.1	推土机 74kW	台班	1.30	537.28	698.47	
2.2	其他费用	%	5.40	698.47	37.72	
(二)	措施费	%	3.80	794.78	30.20	
二	间接费	%	7.20	824.98	59.40	
三	计划利润	%	3.00	884.38	26.53	
四	材料价差				215.22	
	柴油	kg	71.50	3.01	215.22	
五	税金	%	9.00	1126.13	101.35	
六	综合单价				1227.48	

表 6-16-7

拆除石笼挡墙					
定额编号：30073*0.2+10205*0.4+10320*0.4				单位：100m ³	
工作内容：拆除、清理、堆放、挖土、就地堆放、推松、运送、卸除、拖平、空回					
单 价：	23.64	元 /	m ³	分析单位	100m ³
序号	项目	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				1927.13
(一)	直接工程费				1856.58
1	人工费				1702.86
1.1	甲类工	工日	1.86	51.04	94.93
1.2	乙类工	工日	35.68	38.84	1385.81
1.3	其他费用	%	15	1480.75	222.11
2	机械使用费				153.72
2.1	1m ³ 挖掘机	台时	0.08	730.65	58.45
2.2	推土机 74kW	台时	0.14	537.28	75.22
2.3	其他费用	%	15.00	133.67	20.05
(二)	措施费	%	3.80	1856.58	70.55
二	间接费	%	7.20	1927.13	138.75
三	计划利润	%	3.00	2065.88	61.98
四	材料价差				40.51
	柴油	kg	13.46	3.01	40.51
五	税金	%	9.00	2168.37	195.15
六	综合单价				2363.53

表 6-16-8

运输建筑垃圾、拆除石笼						
定额编号：20282						
工作内容：挖装、运输、卸除、空回，运距 0-0.5km。						
单 价：	23.17	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	备注
一	直接费				1557.20	
(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	%	3.80	1500.19	57.01	
二	间接费	%	7.20	1557.20	112.12	
三	计划利润	%	3.00	1669.32	50.08	
四	材料价差				405.87	
	柴油	kg	134.84	3.01	405.87	
五	税金	%	9.00	2125.27	191.27	
六	综合单价				2316.54	

表 6-16-9

项目编号:	参 10043					
单价名称:	土地翻耕打垄 (含施生物肥)					
工作内容:	松土、施肥					
单 价:	5955.18	元 /	公顷	分析单位		1hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	备注
一	直接费				4822.14	
(一)	直接工程费				4627.77	
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	材料				3610.50	
2.1	有机肥	kg	200.00	1.50	300.00	
2.2	复合肥	kg	1100.00	3.00	3300.00	
2.3	其他费用	%	0.5	2100	10.50	
3	机械				541.50	
3.1	拖拉机 59kW	台班	1.20	438.68	526.41	
3.2	三铧犁	台班	1.20	10.33	12.40	
3.3	其他费用	%	0.50	538.81	2.69	
(二)	措施费	%	4.20	4627.77	194.37	
二	间接费	%	6.00	4822.14	289.33	
三	计划利润	%	3.00	5111.46	153.34	
四	材料价差				198.66	
	柴油	kg	66.00	3.01	198.66	
五	税金	%	9.00	5463.47	491.71	
六	综合单价				5955.18	

表 6-16-10

定额编号:	90001					
单价名称:	栽植带土球乔木					
工作内容:	挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理					
单 价:	8.21	元 /	株	分析单位		100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	备注
一	直接费				690.17	
(一)	直接工程费				664.90	
1	人工				148.33	
1.1	乙类工	工日	3.80	38.84	147.59	
1.2	其他费用	%	0.50	147.59	0.74	
2	材料				516.57	
2.1	树苗	株	102.00	5.00	510.00	
2.2	水	m ³	2.00	2.00	4.00	
2.3	其他费用	%	0.50	514.00	2.57	
(二)	措施费	%	3.80	664.90	25.27	
二	间接费	%	6.00	690.17	41.41	
三	计划利润	%	3.00	731.58	21.95	
四	材料价差				0.00	
	树苗	株	102.00	0.00	0.00	
五	税金	%	9.00	753.52	67.82	
六	综合单价				821.34	

表 6-16-11

定额编号:	参 90018					
单价名称:	栽植爬山虎					
工作内容:	挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理					
单 价:	1.19	元 /	株	分析单位		100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	备注
一	直接费				99.88	
(一)	直接工程费				96.22	
1	人工				39.00	
1.1	乙类工	工日	1.00	38.84	38.84	
1.2	其他费用	%	0.40	38.84	0.16	
2	材料				57.23	
2.1	树苗	株	102.00	0.50	51.00	
2.2	水	m ³	3.00	2.00	6.00	
2.3	其他费用	%	0.40	57.00	0.23	
(二)	措施费	%	3.80	96.22	3.66	
二	间接费	%	6.00	99.88	5.99	
三	计划利润	%	3.00	105.87	3.18	
五	税金	%	9.00	109.05	9.81	
六	综合单价				118.86	

表 6-16-12

定额编号:	10002					
单价名称:	人工挖土方(三类土)					
工作内容:	挖土、就近堆放					
单 价:	5.89	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	备注
一	直接费				494.79	
(一)	直接工程费				476.68	
1	人工				476.68	
1.1	甲类工	工日	0.60	51.04	30.62	
1.2	乙类工	工日	10.90	38.84	423.36	
1.3	其他费用	%	5.00	453.98	22.70	
(二)	措施费	%	3.80	476.68	18.11	
二	间接费	%	6.00	494.79	29.69	
三	计划利润	%	3.00	524.48	15.73	
四	税金	%	9.00	540.21	48.62	
五	综合单价				588.83	

表 6-16-13

定额编号:	10333				
单价名称:	土方回填（建筑物土方回填，人工夯实。）				
工作内容:	夯填土：包括 5m 内取土、倒土、平土、洒土、夯实				
单 价:	25.34	元 /	m ³	分析单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				2129.64
(一)	直接工程费				2051.68
1	人工费				2051.68
1.1	甲类工	工日	2.50	51.04	127.60
1.2	乙类工	工日	48.00	38.84	1864.32
1.3	其他费用	%	3.00	1991.92	59.76
(二)	措施费	%	3.80	2051.68	77.96
二	间接费	%	6.00	2129.64	127.78
三	计划利润	%	3.00	2257.42	67.72
四	税金	%	9.00	2325.14	209.26
五	综合单价				2534.41

表 6-16-14

定额编号:	40063					
单价名称:	混凝土					
工作内容:	模板制作、安装、拆除, 混凝土浇筑、养护					
单 价:	515.43	元 /	m ³	分析单位		100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	备注
一	直接费				35876.56	
(一)	直接工程费				34563.16	
1	人工				4004.91	
1.1	甲类工	工日	34.60	51.04	1765.98	
1.2	乙类工	工日	51.90	38.84	2015.80	
1.3	其他费用	%	5.90	3781.78	223.13	
2	材料				16414.99	
2.1	板枋材	m ³	0.05	5.00	0.25	
2.2	组合钢模板	kg	81.75	7.00	572.25	
2.3	型钢	kg	49.65	0.45	22.34	
2.4	卡扣件	kg	64.01	3.50	224.04	
2.5	铁件	kg	0.90	3.87	3.48	
2.6	预埋铁件	kg	0.90	4.26	3.83	
2.7	铁钉	kg	0.15	4.45	0.67	
2.8	混凝土	m ³	103.00	140.13	14433.60	
2.9	水	m ³	120.00	2.00	240.00	
3.0	其他费用	%	5.90	15500.46	914.53	
3	机械				1783.27	
3.1	混凝土振捣器 (插入式) 2.2kW	台班	4.00	25.11	100.42	
3.2	风水 (砂) 枪 耗风量 (m ³ /min) 2~6	台班	6.00	263.92	1583.50	
3.3	其他费用	%	5.90	1683.92	99.35	
4	混凝土拌制	m ³	103.00	110.00	11330.00	
5	混凝土运输	m ³	103.00	10.00	1030.00	
(二)	措施费	%	3.80	34563.16	1313.40	
二	间接费	%	7.20	35876.56	2583.11	
三	计划利润	%	3.00	38459.67	1153.79	
四	材料价差				7673.50	
	混凝土	m ³	103.00	74.50	7673.50	
五	税金	%	9.00	47286.96	4255.83	
六	综合单价				51542.79	

三、阶段工作任务与经费安排

(一) 阶段工作任务

矿山剩余服务年限为 17.25 年，矿区生态修复时间为 4 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进行分期部署，可分为三期：近期、中期和远期。本项目进度安排仅作为矿山企业边生产边治理的参考，具体以露天采场实际开采情况为准。随着生产对露天采场达到终了状态的区域进行边生产边修复，形成一个边坡或台阶就应及时治理，该部分设计费用纳入到闭坑后进行设计。

1、近期（5 年内）实施计划

本项目剩余服务年限为 17.25 年，近期年度安排工作主要体现在 2026 年-2030 年，近期内工程主要对原采坑、1 号采坑、工业广场选矿厂、1 号排土场、原尾矿库、1 号尾矿库（一期、二期一批次）、输送管线拟损毁区域进行表土剥离；对堆存的表土进行养护，在拟设**表土场**的周边设置挡土墙进行拦挡，并对堆存的表土播撒紫花苜蓿，防止表土的流失；原排土场北西侧已治理区栽植乔木、树下撒播种草的措施；对原尾矿库进行地面清理平整、覆土、栽植乔木、树下撒播种草的措施，对全区进行监测工程，对原排土场北侧和原尾矿库生态修复后的管护工程。在采场边坡较陡位置设置警示牌。具体安排如下表 6-17、6-18：

表 6-17 近期（5 年内）实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	近期修复工作安排工程措施
近期	2026	前期工作准备，对原采坑、1 号采坑、工业广场选矿厂、1 号排土场、原尾矿库、1 号尾矿库（一期）、输送管线拟损毁区域进行表土剥离，对堆存的表土进行养护，在拟设 表土场 的周边设置挡土墙进行拦挡，并对堆存的表土播撒紫花苜蓿，表土剥离 698088.80m ³ 、表土堆场撒播种草 9.4250hm ² ，修建石笼挡墙 1600m（土方开挖 1200.00m ³ 、石笼 5200.00m ³ ）；对原排土场北西侧（未生态修复 2.1973hm ² +已生态修复区面积为 0.6840hm ² ，按 5%进行补栽，补栽面积为 0.0342hm ² ）进行栽植乔木 5579 株、撒播种草 2.1973hm ² ；设立警示牌 57 个；地面变形监测 14 次、地下水水位监测 14 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 2.8813hm ² 。
	2027	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 2.8813hm ² 。
	2028	对 1 号尾矿库（二期一批次）拟损毁区域进行表土剥离，对堆存的表土进行养护，对堆存的表土播撒紫花苜蓿，表土剥离 85736.10m ³ 、表土堆场撒播种草 1.1700hm ² ；对原尾矿库进行地面清理平整 36404.8m ³ 、覆土 109214.4m ³ 、栽植乔木 91012 株、撒播种草 36.4048hm ² ；地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 39.2861hm ² 。

阶段	年度(年)	近期修复工作安排工程措施
	2029	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 36.4048hm ² 。
	2030	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 36.4048hm ² 。

表 6-18 近期（5 年内）生态修复工程各阶段工程部署信息表

阶段	年度(年)	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
近期	2026	表土剥离	m ³	698088.80	原采坑、1 号采坑、工业广场选矿厂、1 号排土场、原尾矿库、1 号尾矿库（一期）、输送管线拟损毁区域
		撒播种草	hm ²	9.4250	
		土方开挖	m ³	1200	
		石笼体积	m ³	5200	
		栽植乔木	株	5579	原排土场北西侧
		撒播种草	hm ²	2.1973	露天采场高陡边坡
		警示牌	个	57	
		地面变形监测	次	14	
		地下水水位监测	点次	14	
		地下水水质监测	点次	4	全区
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
		管护	hm ²	2.8813	原排土场北西侧
	2027	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	管护	hm ²	2.8813	原排土场北西侧	
	2028	表土剥离	m ³	85736.10	尾矿库（二期一批次）
		撒播种草	hm ²	1.1700	
		地面清理平整	m ³	36404.8	原尾矿
		覆土	m ³	109214.4	
		栽植乔木	株	91012	
		撒播种草	hm ²	36.4048	
		地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
管护	hm ²	39.2861	原排土场北西侧、原尾矿		
2029	地面变形监测	次	16	全区	
	地下水水位监测	点次	16		
	地下水水质监测	点次	4		
	土地损毁监测	点次	2		
	土地资源监测	点次	2		
	生态系统监测	点次	4		

阶段	年度(年)	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
	2030	管护	hm ²	36.4048	原尾矿
		地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
		管护	hm ²	36.4048	原尾矿

2、中期(第6-10年)实施计划

中期年度安排工作主要体现在2031年-2035年,中期工程主要包括1号尾矿库(二期二批次)进行表土剥离,表土堆场撒播种草,原排土场剩余区域进行地面清理平整、覆土及植被绿化,对全区进行监测工程,原排土场剩余区域生态修复后的管护工程,具体安排如下表6-19、6-20:

表 6-19 中期(6-10年)实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度(年)	中期修复工作安排工程措施
中期	2031	原排土场剩余区域进行地面清理平整 13448.6m ³ 、覆土 40345.8m ³ 、栽植乔木 33621 株、撒播种草 13.4486hm ² ,地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 13.4486hm ² 。
	2032	1号尾矿库(二期二批次)进行表土剥离,表土堆场撒播种草,表土剥离 115065.90m ³ 、表土堆场撒播种草 1.5600hm ² ;地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 13.4486hm ² 。
	2033	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 13.4486hm ² 。
	2034	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2035	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。

表 6-20 中期(6-10年)生态修复工程各阶段工程部署信息表

阶段	年度(年)	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
	2031	地面清理平整	m ³	13448.6	原排土场剩余区域
		覆土	hm ²	40345.8	
		栽植乔木	株	33621	
		撒播种草	hm ²	13.4486	
		地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
		管护	hm ²	13.4486	原排土场剩余区域
	2032	表土剥离	m ³	115065.90	1号尾矿库(二期二批次)

阶段	年度（年）	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
		撒播种草	hm ²	1.5600	全区
		地面变形监测	次	16	
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
		管护	hm ²	13.4486	
	2033	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
		管护	hm ²	13.4486	
	2034	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	2035	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	

3、远期（10年后至采矿权到期及管护期结束）实施计划

远期年度安排工作主要体现在 2036 年-2047 年，远期内工程主要包括对 2 号采坑、3 号采坑、2 号排土场和 1 号尾矿二期三批次进行表土剥离，表土堆场撒播种草；对未治理的露天采场进行边坡修整、危岩体清运、边坡防护（栽植爬山虎）、地面清理平整、在采场边坡较陡位置设置围栏、修建土质截排水沟等；对 1 号排土场内的表土场拆除石笼挡墙、运输拆除石笼；对露天采场（原采坑、1 号采坑平台、2 号采坑平台和 3 号采坑平台）、排土场（1 号排土场和 2 号排土场）、尾矿库（1 号尾矿库）、输送管线和矿山道路地面清理平整、覆土及植被绿化等，对复垦为旱地区域进行土地翻耕打垄（含施生物肥）、地面清理平整、覆土，对复垦修复为旱地区域进行土地翻耕打垄（含施生物肥）及撒播种草，对复垦修复为乔木林地区域进行栽植乔木和撒播种草。具体安排如下表 6-21、6-22：

表 6-21 远期（10 年后至采矿权到期及管护期结束）实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	远期修复工作安排工程措施
远期	2036	对 2 号采坑、3 号采坑、2 号排土场和 1 号尾矿二期三批次进行表土剥离，表土堆场撒播种草，表土剥离 351579.80m ³ 、表土堆场撒播种草 4.7450hm ² ；地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2037	对 1 号尾矿库（二期三批次）进行表土剥离，表土堆场撒播种草，表土剥离 196567.80m ³ 、表土堆场撒播种草 2.6000hm ² ；地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2038	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2039	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2040	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2041	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2042	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2043	边坡修整 28250m ³ 、危岩体清运 28250m ³ 、拆除石笼挡墙 5200.00m ³ 、运输拆除石笼 5200.00m ³ 、地面清理平整 450779.80m ³ ；表土覆土 1386620.20m ³ 、土地翻耕打垄（含施生物肥）17.1404hm ² ；设置围栏 5700m（围栏网片 1900 片、立柱 1901 根、土方开挖 237.63m ³ 、土方回填 199.61m ³ 、混凝土基础桩 38.02m ³ ）、修建截排水沟 2280.00m ³ ；工程监理，地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。
	2044	栽植乔木 1084098 株、撒播种草 450.7798hm ² 、栽植爬山虎 69000 株；地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 450.7798hm ² 。
	2045	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 450.7798hm ² 。
	2046	地面变形监测 16 次、地下水水位监测 16 次、地下水水质监测 4 点次、土地损毁监测 2 点次、土地资源监测 2 点次、生态系统监测 4 点次。植被管护 450.7798hm ² 。
	2047	竣工验收，业主管理。地面变形监测 6 次、地下水水位监测 6 次、土地损毁监测 1 点次、土地资源监测 1 点次、生态系统监测 1 点次。

表 6-22 远期（10 年后至采矿权到期及管护期结束）生态修复工程各阶段工程部署信息表

阶段	年度（年）	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
远期	2036	表土剥离	m ³	351579.80	2 号采坑、3 号采坑、2 号排土场和 1 号尾矿二期三批次
		撒播种草	hm ²	4.7450	
		地面变形监测	次	16	
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	2037	表土剥离	m ³	196567.80	1 号尾矿库（二期三批次）
		撒播种草	hm ²	2.6000	

阶段	年度(年)	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
		地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	2038	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	2039	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	2040	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
2041	地面变形监测	次	16	全区	
	地下水水位监测	点次	16		
	地下水水质监测	点次	4		
	土地损毁监测	点次	2		
	土地资源监测	点次	2		
	生态系统监测	点次	4		
2042	地面变形监测	次	16	全区	
	地下水水位监测	点次	16		
	地下水水质监测	点次	4		
	土地损毁监测	点次	2		
	土地资源监测	点次	2		
	生态系统监测	点次	4		
2043	边坡修整	m ³	28250	原采坑、1号采坑、2号采坑和3号采坑）、1号排土场、2号排土场、1号尾矿库、输送管线和矿山道路	
	危岩体清运	m ³	28250		
	拆除石笼挡墙	m ³	5200		
	运输拆除石笼	m ³	5200		
	地面清理平整	m ³	450779.80		
	覆土	m ³	1386620.20		
	土地翻耕打垄（含施生物肥）	hm ²	17.1404		
	围栏网片	片	1900		
	立柱	根	1901		
	土方开挖（围栏立柱）	m ³	237.63		
	土方回填	m ³	199.61		
	混凝土基础桩	m ³	38.02		

阶段	年度(年)	工程名称	计算单位	工程量	所属生态修复区块
		土方开挖 (截排水沟)	m ³	2280	全区
		地面变形监测	次	16	
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	2044	栽植乔木	株	1084098	原采坑、1号采坑、2号采坑和3号采坑)、1号排土场、2号排土场、1号尾矿库、输送管线和矿山道路
		撒播种草	hm ²	450.7798	
		栽植爬山虎	株	69000	
		地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
	管护	hm ²	450.7798	原采坑、1号采坑、2号采坑和3号采坑)、1号排土场、2号排土场、1号尾矿库、输送管线和矿山道路	
	2045	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
		土地损毁监测	点次	2	
		土地资源监测	点次	2	
		生态系统监测	点次	4	
		管护	hm ²	450.7798	原采坑、1号采坑、2号采坑和3号采坑)、1号排土场、2号排土场、1号尾矿库、输送管线和矿山道路
	2046	地面变形监测	次	16	全区
		地下水水位监测	点次	16	
		地下水水质监测	点次	4	
土地损毁监测		点次	2		
土地资源监测		点次	2		
生态系统监测		点次	4		
管护		hm ²	450.7798	原采坑、1号采坑、2号采坑和3号采坑)、1号排土场、2号排土场、1号尾矿库、输送管线和矿山道路	
2047	地面变形监测	次	6	全区	
	地下水水位监测	点次	6		
	地下水水质监测	点次	0		
	土地损毁监测	点次	1		
	土地资源监测	点次	1		
	生态系统监测	点次	1		

(二) 近年工作任务与经费进度安排

近年工作任务与经费进度安排详见表 6-20。

表6-20 前三年度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	工程量	目标地类	面积 (hm ²)	费用 (万元)
1	第一年度 2026年	原采坑、1号采坑、工业广场选矿厂、1号排土场、原尾矿库、1号尾矿库（一期）、输送管线拟损毁区域	是	表土剥离	698088.80	乔木林地	2.8813	882.3842
				撒播种草	9.4250			1.6981
				土方开挖	1200			1.8456
				石笼体积	5200			60.8712
		原排土场北西侧	是	栽植乔木	5579			4.5804
				撒播种草	2.1973			0.3959
		露天采场高陡边坡	是	警示牌	57			0.6840
		全区	-	地面变形监测	14			0.2800
				地下水水位监测	14			0.4200
				地下水水质监测	4			0.2000
				土地损毁监测	2			0.0400
				土地资源监测	2			0.0400
				生态系统监测	4			0.1200
		原排土场北西侧	是	管护	2.8813			1.1525
小计							954.7119	
	第二年度	全区	-	地面变形监测	16	-	-	0.3200
				地下水水位监测	16			0.4800
				地下水水质监测	4			0.2000
		原排土场北西侧	是	土地损毁监测	2			0.0400

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	工程量	目标地类	面积 (hm ²)	费用 (万元)
2	2027 年			土地资源监测	2			0.0400
				生态系统监测	4			0.1200
				管护	2.8813			1.1525
	小计							2.3525
3	第三年度 2028 年	尾矿库（二期一批次）	-	表土剥离	85736.10	-	-	106.2270
				撒播种草	1.1700			0.2108
		原尾矿		地面清理平整	36404.8	乔木林地	36.4048	44.6687
				覆土	109214.4			138.0470
				栽植乔木	91012			74.7209
				撒播种草	36.4048			6.5592
		全区		地面变形监测	16	-	-	0.3200
				地下水水位监测	16			0.4800
				地下水水质监测	4			0.2000
				土地损毁监测	2			0.0400
				土地资源监测	2			0.0400
				生态系统监测	4			0.1200
		原排土场北西侧、原尾矿		管护	39.2861	-	-	15.7144
		小计						
合计								1344.4124

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，应建立一个由吉林吉辉铝业股份有限公司法人任组长的矿区生态修复工作领导小组，下设各专门机构，选调责任心强，政策水平较高，懂专业的得力人员，具体负责矿区生态修复的各项工作。确保矿区生态修复工程的实施，以达到矿区生态修复的最终效果。

(二) 技术保障

根据矿区生态修复各项工程的技术要求，具体可以采取以下技术保障措施：

1、为加强技术指导和咨询服务工作，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对本矿区生态修复进行专门研究、咨询。根据各项工程的技术要求，技术指导小组对项目进行全面的指导，并提供技术支持，以保证项目的顺利实施。

2、矿区生态修复实施中，根据矿区生态修复方案内容，可与相关实力雄厚的技术单位合作，编制阶段矿区生态修复实施计划和年度矿区生态修复实施计划，分阶段进行矿区生态修复。并及时总结阶段性矿区生态修复实施经验，修订矿区生态修复方案。

3、加强与相关技术单位的合作，加强对省内外具有先进矿区生态修复技术单位的学习研究，及时吸取教训，完善矿区生态修复措施。

4、根据实际生产情况结合矿山地质环境变化和土地损毁情况，进一步完善矿区生态修复方案，扩展矿区生态修复方案编制的深度、广度和适宜度，让方案更贴合矿山实际情况，更利于实施工作。

5、严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有等级资质和技术实力。

6、定期培训技术人员，咨询相关专家，并对矿山地质环境和土地损毁情况进行动态观测和评价。提升工作人员生态修复意识，建立专门的生态治理机构，对施工人员进行生态治理培训教育，禁止施工人员进入非施工区域，并尽可能采

取环境影响最小的活动方式；监督施工单位实施生态治理管理规划，执行有关治理管理的法规、标准，协调各部门之间做好生态保护工作，负责项目生态保护设施的施工、验收和运行情况的检查、监督管理。

（三）资金保障

资金落实是矿区生态修复工作成败的关键。做好矿区生态修复工作，必须制定切实可行的资金保障措施，本方案将从资金的来源、存放、管理、使用、审计等环节落实资金保障措施。

1、资金来源

吉林吉辉钼业股份有限公司为本项目矿区生态修复义务人，应将矿区生态修复资金足额纳入生产建设成本，专项用于矿区生态修复工作的实施。矿产资源正常年份项目可实现含税营业收入 37950 万元，利润总额 4371 万元，年净利润 3278 万元。投入矿区生态修复资金足额提取，存入专门账户。确保矿区生态修复资金足额到位、安全有效。本项目矿区生态修复方案总投资为 15839.3795 万元，费用全部由吉林吉辉钼业股份有限公司承担。

根据吉林省自然资源厅 吉林省财政厅 吉林省生态环境厅文件关于印发《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）采矿权人应按照满足实际需求的原则，根据其矿区生态修复方案，将矿山生态修复治理费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本。

同时，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，单独反映费用的提取和使用情况。截至 2026 年 2 月，矿山企业基金账户已缴纳矿山地质环境治理恢复基金（生态修复费用）370.02 万元，还需缴纳矿区生态修复总投资 15469.3595 万元。费用安排遵循提前预存、分阶段足额预存原则，第一次提取费用应按生态修复方案所列费用足额提取生态修复费用，矿山生态修复费用提取不低于费用的 20%。费用需在项目生产建设服务年限结束前 1 年预存完毕所有费用。本矿费用安排为：在矿山闭矿前 1 年，即 2041 年底预存完毕，费用安排遵循提前预存、分阶段足额预存原则，首次提存不低于总投资的 20%，3093.8720 万元，2026 年需缴纳生态修复资金 3093.8720 万元；2027 年-2041 年逐年平均预存，共预存 1 年，每年预存 825.0325 万元。详见表 7-1 预存费用安排表。具体费用预存安排应根据实际情况，咨询当地自然资源主管部门获得认可。

表 7-1 预存费用安排表

年份	产量（万吨）	单位产量复垦费用预存额（元/吨）	预存总费用（万元）
2026 年之前			370.0200
2026	825	3.75	3093.8720
2027	825	1.00	825.0325
2028	825	1.00	825.0325
2029	825	1.00	825.0325
2030	825	1.00	825.0325
2031	825	1.00	825.0325
2032	825	1.00	825.0325
2033	825	1.00	825.0325
2034	825	1.00	825.0325
2035	825	1.00	825.0325
2036	825	1.00	825.0325
2037	825	1.00	825.0325
2038	825	1.00	825.0325
2039	825	1.00	825.0325
2040	825	1.00	825.0325
2041	825	1.00	825.0325
2042	825	——	——
2043	825	——	——
合计			15839.3795

2、存放

矿山企业每年列入生产成本中的矿区生态修复资金采用集中管理，不得随便改变使用用途。为确保矿区生态修复资金的专款专用，矿区生态修复基金由当地自然资源部门与矿山企业共同管理。

（1）建立基金账户：吉林吉辉钼业股份有限公司建立矿山地质环境治理恢复基金账户，费用账户按照“企业所有，政府监管，专户存储，专款专用”的原则进行管理。

（2）共管账户工作人员具体工作职责：每年年底督促矿山按照矿区生态修复动态总投资总额确定的年度计提标准将资金转划至共管账户内；负责统计矿山历年矿区生态修复资金缴纳总额及未缴纳余额；负责统计矿山完成矿区生态修复工作投资、支出金额；在 10 日内将矿山缴纳、支出矿区生态修复资金的财务凭证送至自然资源监管部门实施备案；配合自然资源、财政等相关部门对专项账户内的资金进行监督检查，如实提供相关的数据、凭证。

3、管理

(1) 采用第三方监管：共管账户管理是保证资金安全、矿区生态修复工作顺利实施的切实保障，资金管理采取矿山和自然资源部门双方共管、第三方（银行或财政部门）监管的制度。

(2) 资金的支出管理：共管账户内的资金专门用于本项目矿区生态修复工作实施，不得挪作他用。共管账户内的资金由银行根据监管协议，只有获取相关付款指令后方可实施资金的划转。该付款指令应由矿山和自然资源部门协商确定。

4、使用

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

(2) 遏制项目资金的粗放利用行为。矿区生态修复工作切实关系着人民生命财产安全，每一笔矿区生态修复资金都应落实在矿区生态修复项目中，杜绝项目资金的粗放利用现象。在矿区生态修复资金的使用中，将事中监督与事后检查制度同步实施，使矿区生态修复资金充分发挥效益。

(3) 杜绝改变项目资金用途现象。矿区生态修复费用金额较大，在项目的实施过程中，任何个人和单位不得以配套工程、综合开发等名义将矿区生态修复资金变相地挪作他用。

(4) 严格资金拨付制度。在工程完成后，资金拨付由施工单位根据工程进度提出申请，经主管部门审查签字后，报财务部门审批。在拨付资金之前，必须对上期资金使用情况进行检查验收，合格后资金才予以拨付。工程款可按照单项工程实施进度分阶段支付，每次支付的金额不得超过单项工程完成总额的 70%。

(5) 实施工程质量保障制度。工程完工后，经甲方、监理验收合格后，甲方向乙方支付至合同总价的 75%；工程结算后，支付至工程结算总价的 95%，其余 5%的质量保证金，待质量保期满三年后支付。

5、审计

保证建设资金及时足额到位，保障矿区生态修复工作进行。实施竣工验收时，建设单位应就投资估算调整情况、分年度安排投资、资金到位情况和经费支出情况写出总结报主管部门和监督部门审计审查备案。若投资规模不够，不能按设计方案进行矿区生态修复工作，主管部门和监督机构应当督促业主单位按原

计划追加投资。主要审查内容：

(1) 审查资金的计提、转划、管理情况。定期或不定期地检查共管账户内矿区生态修复资金运行情况，谨防矿山不按时转划矿区生态修复资金或非法挪用矿区生态修复资金现象。

(2) 审核招投标的真实性：公开、公平、公正确定施工单位是确保工程质量的关键所在，在项目招标中，重点审查招标程序是否规范到位、招标方式和组织形式是否合法，杜绝招标工作出现走过场、暗箱操作的行为。

(3) 审核项目资金流向、使用效益，审核预算、决算编制，资金流程。检查业主或施工单位是否存在虚假决算，或虚列支出，搞虚假工程骗取资金行为，或有关部门滞留项目资金行为。

(4) 实施责任追究制度。在项目的审计中，如出现滥用、挪用资金的行为，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

舒兰市自然资源局将加强对吉林吉辉铝业股份有限公司专项资金的审计，确保以下几点：

——确定资金的内部控制制度存在、有效并一贯被执行；

——确定会计报表所列金额真实；

——确定资金的会计记录正确无误，金额正确，计量无误，明细账和总账一致，是否有被贪污或挪用现象；

——确定资金的收支真实，货币计价正确；

——确定资金在会计报表上的揭露恰当。

(四) 监管保障

必须编制并实施矿区生态修复方案、阶段矿区生态修复计划和年度实施计划，分阶段有步骤地安排矿区生态修复资金的预算支出，定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年工程情况，接受县级以上自然资源主管部门对工程实施情况监督检查，接受社会对工程实施情况监督等。当不履行其义务时，自觉接受自然资源主管部门及有关部门的处罚。

二、公众参与

矿区生态修复的公众参与包括全程参与和全面参与。它是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矿区生态修复项目占地及开展后期

矿区生态修复工作的意见和建议，以明确矿区生态修复的可行性，同时监督矿区生态修复工作的顺利实施，实现矿区生态修复的民主化、公众化，从而有利于最大限度地发挥矿区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。

（一）公众参与技术路线

矿区生态修复公众参与技术路线图见图 7-1。

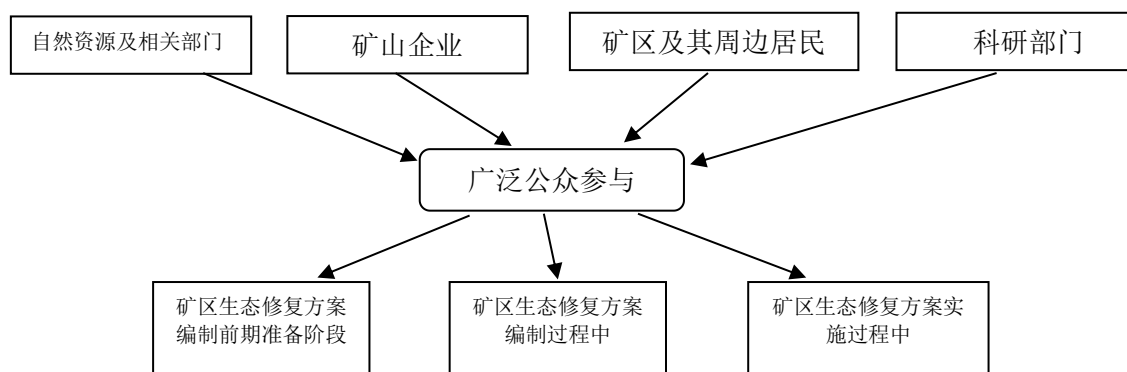


图 7-1 矿区生态修复公众参与技术路线

1、公众参与部门涉及当地土地及相关管理部门、矿山企业、矿区及其周边居民和科研部门。本项目多次征求土地管理部门等相关部门的意见，同时听取借鉴矿区周边地区居民、矿山工作人员以及管理部门对矿区生态修复的意见。

2、公众参与贯穿矿区生态修复方案编制的始终。本项目公众参与涉及矿区生态修复方案编制的前期准备、编制过程以及矿区生态修复方案实施过程中的全过程。通过调查问卷方式汇总调查结果如下：

- （1）被调查人对本项目建设持赞成态度；
- （2）被调查人认为该矿山建设对土地的影响小；
- （3）被调查人认为该矿区生态修复方案的修复目标、面积、措施和标准等内容可行；
- （4）被调查人认为该矿区生态修复方案的面积符合当地的实际情况；
- （5）被调查人认为该矿区生态修复方案兼顾大多数人利益；
- （6）被调查人对该项目的建设及该矿区生态修复方案的顾虑小。

（二）方案编制期间公众参与

1、查阅矿山提供基础资料，了解矿区自然条件，重点是地形、地貌、土壤

和植被以及当地的种植习惯；

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乡镇级土地利用规划，确定其对矿区生态修复方案待修复区域规划用途的影响；

4、参考矿山环评和水土保持方案确定对矿区生态修复内容分析，确定矿区生态修复工作的安排和生态修复用途。

（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

每年组织当地群众、相关职能部门和专家代表，对项目区矿区生态修复实施情况进行一次实地考察验收。

通过网络、报纸或公示等手段，每月公布本项目矿区生态修复方案资金使用情况，每年年底公布本项目矿区生态修复审计部门审计结果，矿区生态修复实施计划、进展和效果。

设立矿区生态修复意见征集网上信箱和论坛，确保公众意见有通畅表达渠道。

每年年底组织召开一次座谈会，邀请当地群众、相关职能部门和专家代表参加，根据考察验收的实际情况，以及通过各种渠道征集公众意见，对项目区矿区生态修复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

矿区生态修复工程竣工以前，通过网络、报纸等媒体发布工程竣工验收消息，广大群众可参与对项目区矿区生态修复项目数量和质量的的评价。向自然资源主管部门提出竣工验收申请，并邀请相关职能部门和专家参与竣工验收。

（四）土地权属保障措施

矿区生态修复后地类权属调整是一项政策性很强的工作，竣工验收合格后，企业应组织群众、相关职能部门和专家代表召开座谈会，成立权属调整领导小组，负责权属的协调领导工作。主要加强对几个关键环节的组织领导：一是组织好权属调整前权属现状的调查核实与登记；二是组织好项目区权属调整方案的制定工作；三是项目竣工后组织好权属调整的调整与登记。矿区生态修复验收成果后，

建议将纳入当年土地利用调查中。

三、效益分析

(一) 社会效益

矿区生态修复实施后，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。而矿区生态修复则是关系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、生态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，矿区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) 生态效益

矿区生态修复的环境效益是显而易见的，在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，生态修复工程恢复旱地 17.1404hm²、乔木林地 486.3741hm²、坑塘水面 7.9329hm²，项目区生态结构进一步丰富。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，恢复生物多样性。因此，环境效益显著。

（三）经济效益

1、直接经济效益预期成果

本项目通过矿区生态修复后，在本方案服务年限内恢复旱地 17.1404hm²，按每年每公顷产玉米 10000kg 计算，每公顷可实现经济效益 2.00 万元，则复垦为旱地每年可产生直接经济效益约 34.28 万元。

本项目通过矿区生态修复后，在本方案服务年限内恢复乔木林地 486.3741hm²，经查询有关资料，林木一般 15 年时间可成林，按照林地种植面积、成树树径等标准，一公顷可产木材 280-360m³，平均按照 320m³ 作为其产量计算依据，考虑现实中存在一定的成活率、天灾等不确定因素，林地的年产量中考虑 15% 的损失率。根据目前市场行情，林木的销售价格在 600 元/m³ 左右，成材之后其经济效益将达到 7937.63 万元左右。

由此可见，矿区生态修复工程实施后的直接经济效益较显著。

2、间接经济效益预期成果

矿区生态修复应结合矿山建设过程中的总量控制与循环经济，通过对矿区生态修复，一方面减少了矿山地质灾害的发生，一方面降低了生态环境破坏程度。同时矿区生态修复起到了显著的水土保持效果，减少了项目影响区域的水土流失量，改善了矿山生态环境。

本项目治理期间采取的治理技术措施实施后的效果与矿山周围的生态环境的协调性一般不产生直接的经济效益，而是以减灾效益为主，增值效益为辅。矿山开采造成经济损失的主要原因就是矿山开采与环境保护没有同步配套实施，忽略了环境治理，通过本方案的实施，可以最大限度地降低矿山地质环境问题和地质灾害发生概率，其减灾增值效益将十分明显。同时，方案实施后将对地面损毁的土地进行覆土工程，为以后的矿山造林还耕提供了良好的条件。

由此可见，对矿区进行生态修复不仅减少了企业开支，同时给当地周边居民和政府带来利益和财富，具有十分可观的经济效益。

第八章 结论与建议

一、结论

1、吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿采矿权人为吉林吉辉钼业股份有限公司，矿区面积 $***\text{km}^2$ ，开采标高为 $+***\text{m}\sim-***\text{m}$ ，开采矿种为钼矿。吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿山生产规模为 $***$ 万吨/年，剩余服务年限为17.25年。在矿山剩余服务年限的基础上增加1年复垦修复期，3年管护期，预计矿山闭矿后矿区生态修复时间为4年，确定矿区生态修复方案的服务年限为21.25年。

2、矿山开采方式为露天开采，采用由上至下水平分台阶开采顺序，水平分台阶的分层开采方法。本矿合计损毁土地面积 582.2582hm^2 ，主要损毁形式为挖损和压占，其中，挖损面积为 176.7194hm^2 ，压占面积为 405.5388hm^2 。损毁土地类型为水田 (1.3913hm^2)、旱地 (18.3990hm^2)、乔木林地 (440.6436hm^2)、其他林地 (11.6329hm^2)、其他草地 (1.0319hm^2)、采矿用地 (106.6894hm^2)、城镇住宅用地 (0.0670hm^2)、交通服务场站用地 (0.0350hm^2)、农村道路 (0.8290hm^2)、坑塘水面 (0.7648hm^2)、沟渠 (0.0449hm^2)和设施农用地 (0.7294hm^2)，土地权属为舒兰市开原镇龙王村、开原村集体所有和开原镇人民政府、舒兰市人民政府国有。

4、根据矿区生态问题识别与受损预测结果，将评估区的露天采场 (176.7194hm^2)、工业广场 (13.8132hm^2)、储矿场 (2.2394hm^2)、排土场 (161.8876hm^2)、尾矿库 (212.6876hm^2)、输送管线 (14.1697hm^2)和矿山道路 (0.7413hm^2)为生态破坏重度区，总面积为 582.2582hm^2 ；评估区内其他区域划分为生态破坏轻度区，面积为 1048.0336hm^2 。

5、吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿项目区面积 713.1510hm^2 ，生态修复区面积 582.2582hm^2 ，复垦责任范围 567.9476hm^2 ，复垦修复土地面积 511.4474hm^2 ，复垦为旱地 17.1404hm^2 、复垦为乔木林地 486.3741hm^2 、复垦为坑塘水面 7.9329hm^2 ，土地复垦率为 90.05% 。

6、矿区生态修复工程主要治理对象为露天采场、储矿场、排土场、尾矿库、输送管线和部分矿山道路，主要措施为表土剥离、修建石笼挡墙、拆除石笼挡墙、运输拆除石笼、边坡修整、危岩体清运、地面清理平整、设立警示牌、设置围栏、

修建截排水沟、覆土、土地翻耕打垄（含施生物肥）、栽植爬山虎、撒播种草、栽植乔木，监测与管护工程。

（1）表土剥离与植被移植利用工程：表土剥离 1447038.40m³，撒播种草 19.5000hm²、修建石笼挡墙 1600m（土方开挖 1200.00m³、石笼 5200.00m³）；

（2）地貌重塑工程：边坡修整 28250m³、危岩体清运 28250m³、拆除石笼挡墙 5200.00m³、运输拆除石笼 5200.00m³、地面清理平整 500633.20m³；

（3）土壤重构工程：覆土 1536180.40m³（全部为矿山剥离的表土）、土地翻耕打垄（含施生物肥） 17.1404hm²；

（4）植被重建工程：栽植乔木 1214310 株、撒播种草 502.8305hm²、栽植爬山虎 69000 株；

（5）景观营建工程：设立警示牌 57 个、设置围栏 5700m（围栏网片 1900 片、立柱 1901 根、土方开挖 237.63m³、土方回填 199.61m³、混凝土基础桩 38.02m³）、修建截排水沟 2280.00m³；

（6）监测与管护工程：地面变形监测 340 次、地下水水位监测 340 次、地下水水质监测 85 点次、土地损毁监测 43 点次、土地资源监测 43 点次、生态系统监测 85 点次、植被管护 503.5145hm²，管护期 3 年。

8、根据矿区生态修复工作部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准吉林吉辉钼业股份有限公司福安堡钼矿矿区生态修复方案总投资为 15839.3795 万元，矿区生态修复动态总投资 15839.3795 万元，静态总投资 7820.5733 万元。

二、建议

1、在生态修复工程的实施过程中，应注意周边生态环境保护，避免人为的扰动造成新的破坏。

2、开采和治理期间应加强巡视，发现异常，及时处理。

3、矿山应积极响应“边开采、边修复”的原则，对于矿山建设场地已达到最终状态的区域及时治理、恢复植被。矿山生产期加强对项目区损毁土地进行绿化、美化及净化的生态环境工程治理。

4、根据具体开采情况，应适时地对本方案进行修改，调整矿区生态修复的实施工作。

5、生态修复工程完成后应加强维护管理，尤其是矿山闭坑后露天采场排水

问题，应派专人负责，同时对采坑尽可能地使用废土石进行回填，确保复垦工程发挥长期效益。

6、矿区生态修复方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测及生态修复的技术依据之一，但本方案不代替相关工程勘查、治理设计。如需治理设计，建议矿山企业委托具有资质的单位进行详细施工图设计。

7、该矿山占地类有工矿仓储用地，矿山闭矿前，建议矿山企业与当地政府规划进行沟通，将现有建筑配套设施进行转型再利用，盘活办公场地和工业场地，将已有建筑物尽量进行综合利用，避免浪费现有资源。

8、矿山的开采使原始地形地貌景观遭到严重的破坏，由此引发项目区周边大气、水、土壤环境的污染和生态环境的破坏，不仅对矿区居民生活环境质量、当地的可持续发展构成威胁，为了有效地消除项目区存在的生态环境问题，在矿山开采过程中根据矿山的实际开采情况，尽量做到边开采边修复，同时规划好场地的堆放，确保场地堆放规整。在此基础上逐步恢复和重建项目区内的生态环境系统，美化自然景观，达到与周边环境相协调，将该矿山对当地生态环境影响降低到最低程度，改善当地的生态环境质量，切实做到还青山绿水于人民，把生态文明建设融入经济建设、社会建设等各个方面。

9、本次设计复垦为坑塘水面，闭矿施工过程中要保证警示和安全防护设施质量。未来工业布局发生重大变化或者开采设计有重大调整时需及时修编本方案。

10、本矿山边生产边处理废石、减量堆存，应按照审批、用途、程序、安全、修复的合理原则进行，本项目排土场根据目前企业发展规划和废石利用，本着节约用地，减少企业负担的情况进行设计，若将来矿山废石难以利用，根据用地情况，对本方案进行修编。