

凌源市利恒兴矿业有限公司
凌源市东城街道瓦庙子村建筑用
白云岩矿
矿区生态修复方案

凌源市利恒兴矿业有限公司
2026年3月



凌源市利恒兴矿业有限公司
凌源市东城街道瓦庙子村建筑用
白云岩矿

矿区生态修复方案

编写单位：辽宁禄兮矿山工程技术有限公司

总工程师：张玉洲

项目负责：罗冰锋

编写人员：王海斌 赵志梅 罗冰锋 王双雨

制图人员：王海斌 赵志梅 罗冰锋 王双雨



主要编制人员					
姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
罗冰锋	*****	水工环地 质	高工	15102600498	罗冰锋
赵志梅	*****	地质工程	工程师	18291197542	赵志梅
王双雨	*****	环境工程	高工	13011571943	王双雨
王海斌	*****	水文地质	工程师	18932933181	王海斌

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	7
第一章 矿山基本情况	9
一、矿业权人基本情况	9
二、地理位置与区域概况	9
三、矿山开采历史与现状	12
第二章 矿区基础信息	22
一、矿区自然条件	22
二、社会经济概况	26
三、矿区地质环境背景	27
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	33
五、矿区生态状况	34
六、矿区及周边其他人类重大工程活动	36
七、矿区生态修复工作情况	37
八、矿区基本情况调查监测指标	39
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	42
一、问题识别与受损预测	42
二、生态修复可行性分析	60
三、生态修复分区及修复时序安排	70
四、采矿用地与复垦修复安排	71
第四章 生态修复措施与工程内容	74
一、保护与预防控制措施	74
二、修复措施	75
三、工程内容	86
第五章 监测与管护	88
一、监测目标与措施	88
二、管护目标与措施	92

三、工程量.....	94
第六章 工程部署与经费安排.....	96
一、总体部署.....	96
二、总体费用估算.....	96
三、阶段工作任务与经费安排.....	113
第七章 保障措施与公众参与.....	118
一、保障措施.....	118
二、公众参与.....	123
三、效益分析.....	126
第八章 结论.....	129

附表

- 1、矿区生态修复报告表
- 2、矿区生态修复方案编制信息表
- 3、矿区土地利用现状表
- 4、矿区土地利用权属表
- 5、矿山采矿前复垦修复监测内容与监测指标表
- 6、矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表
- 7、矿区损毁程度综合评价表
- 8、矿区生态修复目标及土地利用变化表
- 9、矿区用地与复垦修复计划表
- 10、存量采矿用地腾退指标使用计划表
- 11、表土处置工程汇总表
- 12、矿区生态修复投资估算总表
- 13、工程施工费单价估算表
- 14、工程施工费估算表
- 15、设备费估算表
- 16、其他费用估算表
- 17、前三年度矿区生态修复工作计划表
- 18、矿区生态修复工程量与经费安排表
- 19、生态修复分区坐标表

附图

- 1、矿区土地利用现状图
- 2、矿区地质环境问题现状图
- 3、矿区土地损毁现状图
- 4、矿区地质环境问题预测图
- 5、矿区土地损毁预测图
- 6、矿区生态修复工程部署图
- 7、矿区正射影像图

附件

- 1、委托书；
- 2、承诺书；
- 3、编制单位承诺书；
- 4、开发利用方案评审意见书；
- 5、公众参与调查表；
- 6、水土检测报告；
- 7、矿山地质环境现状调查表
- 8、凌源市自然资源局对矿区生态修复方案初审意见
- 9、凌源市东城街道瓦庙子建筑用白云岩矿采矿权挂牌出让公告
- 10、矿区范围核实情况（瓦庙子建筑用白云岩）
- 11、供土协议

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿为新设采矿权，采矿权人为凌源市利恒兴矿业有限公司；经济类型：有限责任公司；开采方式：露天开采；开采矿种：建筑用白云岩矿；生产规模：120万 m³/年；拟设矿区面积：0.5168平方公里；开采深度：从810米至560米。

2024年9月，辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司提交了《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩集中开采区详查报告》，并组织专家对报告进行评审，最终形成本评审意见书。凌源市自然资源局于2024年9月18日出具评审本案证明（凌自然资储备字[2024]003号）。

2024年9月，辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司提交了《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿矿产资源开发利用方案》，经专家评审后，于2024年9月30日出具了评审意见。

根据修正颁布的《中华人民共和国矿产资源法》规定及矿区生态修复方案编制指南（临时）的要求，在取得采矿许可证之前，矿山企业编制矿区生态修复方案。

凌源市利恒兴矿业有限公司委托辽宁禄兮矿山工程技术服务有限公司承担《凌源市利恒兴矿业有限公司凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿矿区生态修复方案》的编制工作。

（二）编制依据

1、法律法规

- （1）《地质灾害防治条例》国务院令（2004.3.1）第394号；
- （2）《中华人民共和国水土保持法》（2011.3.1）；
- （3）《土地复垦条例》国务院令（2011.3.5）第592号；

- (4) 《中华人民共和国环境保护法》主席令 9 号 (2015.1.1) ；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》 (2017.6.27) ；
- (6) 《中华人民共和国建设项目环境保护管理条例》 (2017.7.16)
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》 (2018.8.31)
- (8) 《中华人民共和国大气污染防治法》 (2018.10.26) ；
- (9) 《中华人民共和国环境影响评价法》 (2018.12.29) ；
- (10) 《辽宁省地质灾害防治管理办法》，2000 年 12 月 7 日；
- (11) 《中华人民共和国森林法》 (2020年7月1日) ；
- (12) 《辽宁省地质环境保护条例》 (辽宁省人民代表大会常务委员会公告〔第 14 届〕第 13 号，2023 年 11 月 14 日修订) ；
- (13) 《中华人民共和国矿产资源法》 (2024 年 11 月 8 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订)，2025 年 7 月 1 日实施。

2、政策文件

- (1) 《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》 (国土资发〔1999〕36 号) ；
- (2) 《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》 (国土资发〔2006〕225 号) ；
- (3) 《辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》 (辽自然资规〔2018〕1 号) ；
- (4) 《关于加强土地复垦工作的通知》 (辽自然资发〔2021〕3 号) ；
- (5) 关于《中华人民共和国矿产资源法》实施衔接过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告 (辽宁省自然资源厅，2025 年 9 月 17 日)。

3、标准规范

- (1) 《土地复垦技术标准》 (UDC-TD-1995) ；

- (2) 《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- (3) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- (4) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）；
- (5) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
- (6) 《土地复垦方案编制规程第一部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；
- (8) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2012年1月）；
- (9) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复技术》（DB21/T2019-2012）；
- (10) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复治理验收规范》（DB21/T2230-2014）；
- (11) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (12) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- (13) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- (14) 《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；
- (15) 《主要造林树种苗木质量分级》（GB 6000-1999）
- (16) 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）；
- (17) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (18) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- (19) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (20) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；
- (21) 《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；
- (22) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (23) 《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》

(GB36600-2018)；

(24) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016)；

(25) 《矿山生态修复技术规范》(GB/T 43935-2024)；

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

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

(28) 《矿区生态修复方案编制指南(临时)》(2025.9)。

4、其他资料

(1) 《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩集中开采区详查报告》，辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司，2024年9月；

(2)《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩集中开采区详查报告》评审意见书；

(3)《(凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩集中开采区详查报告)评审备案证明》(凌自然资储备字[2024]003号)，凌源市自然资源局，2024年9月18日；

(4)《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿矿产资源开发利用方案》，辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司，2024年9月；

(5)《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿矿产资源开发利用方案》审查意见书；

(6) 土地利用现状分幅图(K50H133176)；

(7) 委托方提供的其他资料。

(三) 目的任务

1、主要目的

通过对矿山自然环境、生态环境、社会经济环境等调查，制定矿

山企业在建设、开发、闭坑各阶段的矿山生态保护修复方案，实现矿山“边开采、边修复”，落实矿山企业对矿山生态环境保护修复义务，为矿山企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，并为政府行政主管部门对矿山生态保护修复的有效监督管理提供依据。

2、主要任务

(1) 收集资料整理，确定矿山生态修复调查范围，开展矿山生态环境调查，查明矿区生态环境背景（地质环境、土环境、水环境、生物环境、人居环境），收集已有生态修复工程实施情况，并评价其效果。

(2) 开展矿山生态问题现状识别与诊断，根据矿山开采计划，矿山开采期间采矿活动对生态破坏的发展趋势进行定性-定量分析。

(3) 根据矿山生态问题识别与诊断结果，针对矿山开采期间采矿活动对生态破坏、环境污染提出矿山生态保护修复思路与措施。

(4) 针对目前已存在和今后可预测产生的生态环境问题，确定生态保护修复实施内容和进度安排。

(5) 对矿山生态保护修复工程经费进行估算。

(6) 对矿山生态保护修复进行的经济、技术、环境可行性分析，明确矿山开采是否影响矿区局部生态系统的生态功能，制定矿山生态保护修复保障措施，并提出合理建议。

(四) 调查工作概况

(1) 委托阶段（2026年3月1日~3月2日）：接受委托，签订合同，即开始进行项目策划。

(2) 资料收集阶段（2026年3月3日~3月7日）：接受委托，签订合同，即开始进行项目策划，开展基础资料收集并进行遥感地质解译。收集资料包括有地质、矿产开采、工程地质、水文地质、环境地质及

自然地理、土地利用、社会经济和人居环境、土地规划等资料，主要为文字报告、图件及表格资料。遥感解译采用现场天地图分辨率达0.2m~0.5m的卫星遥感影像，人机交互式解译现状矿山活动及矿业开采情况。

（3）外业调查阶段（2026年3月8日~3月15日）：我单位派出3名技术人员开展野外现场调查和访问调查相结合，并使用无人机进行航拍测量，调查内容包括地形地貌、地层、构造、植被生态、人居环境、水资源及水环境、地质灾害、矿山交通、重要工程设施情况，测量矿山开采、土地资源占用及土石环境。重点调查矿区地质环境问题，可能产生的影响与破坏、矿区土地权属及类型、矿山地质灾害分布与危害程度及矿山开采现状对土地的破坏程度，污染及治理恢复情况等。

（4）资料整理、方案编制阶段（2026年3月16日~3月31日）：通过资料收集与野外调查测量后，即开展室内资料综合整理和分析研究，基本查明了矿山生态环境特征及条件，识别并诊断矿区生态环境问题和地质灾害的形成条件、分布规律、影响因素、发育程度、发展趋势及其对矿业活动的影响，为本次保护修复方案编制工作奠定了良好的基础，具体工作量见表 0-1。

表 0-1 完成主要工作量统计表

项目		单位	工作量
资料收集		份	6
现场调查	调查面积	hm ²	56.4758
	调查路线	km	2.5
	地形地貌与地质调查点	个	10
	水文地质调查点	个	1
	环境地质调查点	个	3
	采矿造成土地损毁调查	hm ²	45.8320
	地面附着物及工程设施调查	处	7
	调查走访群众	人	10
	拍照	张	30
	土壤样品分析	处	1
水质样品分析	处	1	
成果	报告文本	份	1
	图件	张	6

野外实际调查识别内容包括地形地貌、地层、构造、矿床及矿床开发、地表水、井泉、人居环境、水资源及水环境、土地资源及土石环境、地质灾害、重要工程建设设施、矿山开采情况、矿区水文及工程地质情况、矿山生态环境破坏及保护修复情况，矿山交通情况等。通过资料收集与野外调查，基本查明了矿山地质环境特征，基本查明了矿山环境地质问题及成因条件，为本次工作奠定了良好的基础。

二、服务年限

（一）生产服务年限

根据《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿矿产资源开发利用方案》，该矿设计生产规模为 120.0 万 m³/年，矿山服务年限为 9.72 年。

（二）方案服务年限

矿山服务年限为 9.72 年，根据《矿产资源开采登记管理办法》（国务院令 241 号），本矿建设规模为中型，考虑矿山闭矿后需进行

1 年环境治理与土地复垦、3 年监测与管护，据此确定矿区生态修复方案服务年限为 13.72 年，即 2026 年 4 月至 2039 年 12 月。

（三）方案适用年限

本方案适用年限为 13.72 年，即 2026 年 4 月至 2039 年 12 月，基准期以取得采矿许可证之日起算。

矿山今后在办理采矿权变更时，涉及扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置，改变开采方式的，应当重新编制或修订矿区生态修复方案。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

采矿权人：凌源市利恒兴矿业有限公司

地 址：凌源市东城街道瓦庙子村

矿山名称：凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿

经济类型：有限责任公司

法定代表人：马立辉

开采矿种：建筑用白云岩矿

开采方式：露天开采

生产规模：120 万 m³/年

矿区面积：0.5168 平方公里

二、地理位置与区域概况

（一）矿山位置

矿区位于凌源市东城街道瓦庙子村，行政区划隶属于凌源市东城街道管辖，中心地理坐标：经度：***°**'***"，纬度：***°**'***"。

矿区位于凌源市东部，西距凌源市区约 8km，西距京绥线 5.5km，西南距凌兴线 2.2 km，有便道通至该范围，详见（交通位置图）图 1-1。

拟设矿区范围由 13 个界址点构成，拟设面积为 0.5168km²，拟拟设矿区范围拐点坐标见表 1-1。

图 1-1 矿区交通位置图

表 1-1 拟设矿区范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		开采深度	面 积
	X	Y		
1	*****	*****	由810m至 560m标高	0.5168 平方公里
2	*****	*****		
3	*****	*****		
4	*****	*****		
5	*****	*****		
6	*****	*****		
7	*****	*****		
8	*****	*****		
9	*****	*****		
10	*****	*****		
11	*****	*****		
12	*****	*****		
13	*****	*****		

(二) 区域概况

1、矿区与各类自然保护地的关系

矿区范围内地表不涉及永久基本农田、II级保护林地、生态保护红线、饮用水源地及重大水利设施、重要河流和堤坝；不涉及自然保护地、I级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然（自然与文化）遗产地、沙化土地封禁保护区。

2、周边矿权

该矿山矿区范围 5km 内无其他探矿权及采矿权。

3、周边环境

矿区内无居民点，于杖子村位于矿区西南侧 0.8km，位于矿山开采影响范围外，矿山开采对周边居民无影响。除此以外，矿区周边 300m 范围内再无其他采矿权、学校、旅游、文物保护及自然保护区等其他需要保护的构（建）筑物，1km 范围内无其他公路、输油气管道和水利水电等重要工程设施。

三、矿山开采历史与现状

（一）矿山开采历史

1、矿业权设置情况

（1）拟出让采矿权范围内原有矿业权介绍

该拟出让采矿权范围原先设置过采矿权，原有设置的采矿权人为凌源市永佳矿业有限公司的新宇采区，原有新宇采区于 2022 年 11 月 26 日到期。依据《关于加强砂石矿产资源开发利用的指导意见》（辽自然资发[2022]73 号）第“三”条第“（一）”款“已设砂石采矿权到期后应重新出让”。依据《凌源市矿产资源总体规划》（2021-2025），该区位于凌源市东城街道办事处瓦庙子村集中开采区块内，符合规划要求。

集中开采区内规划了首采区范围，本次拟出让的采矿权范围即为集中开采区内的首采区范围。拟出让采矿权与原采矿权人凌源市永佳矿业有限公司的新宇采区大部分范围重合，拟出让采矿权范围、集中开采区范围及原凌源市永佳矿业有限公司新宇采区位置关系见图 1-2。

图 1-2 集中开采区、拟出让采矿权范围、原新宇采区位置关系图

区内无基本农田、无生态红线及基础设施等禁止和限制开采条件区，依法依规可以出让。

根据凌源市永佳矿业有限公司新宇采区《采矿许可证》，该矿开采矿种为建筑用安山岩。

根据 2024 年 8 月，辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司提交了《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩集中开采区详查报告》，该矿矿种为建筑用白云岩矿。

(2) 拟出让采矿权范围内历史采矿权变更情况

由于该区建矿时间在 2010 年之前，历史资料无法收集，本次仅

对 2010 年后的矿权设置变化情况进行叙述。

2010 年，矿业权人为凌源市远通冶金炉料有限公司圣达采石场。

2013 年，采矿权人变更为凌源市新宇矿业有限公司。

2020 年，凌源市永佳矿业有限公司、凌源市华铁矿业有限公司、凌源市新宇矿业有限公司和凌源市旺源建材有限责任公司进行整合，整合后的采矿权人为凌源市永佳矿业有限公司。拟出让采矿权范围所在的采区为凌源市永佳矿业有限公司新宇采区。

原有采矿证情况：

采矿许可证号：C2113822009117120045763

采矿权人：凌源市永佳矿业有限公司

地 址：凌源市城关镇八间房村

矿山名称：凌源市永佳矿业有限公司

经济类型：有限责任公司

开采矿种：安山岩

开采方式：露天开采

生产规模：27.50 万 m³/年

矿区面积：0.4997 平方公里

有效期限：壹年 自 2021 年 11 月 26 日至 2022 年 11 月 26 日

发证机关：凌源市自然资源局

发证时间：2022 年 3 月 2 日

表 1-2

原有采矿证矿区范围拐点坐标表

矿区名称	拐点编号	2000 国家大地坐标系		标高	面积
		X	Y		
永佳采区	1	*****	*****	由540m至 480m标高	0.0592 平方公里
	2	*****	*****		
	3	*****	*****		
	4	*****	*****		
旺源采区	1	*****	*****	由 517.7m 至 472.2m 标高	0.0224 平方公里
	2	*****	*****		
	3	*****	*****		
	4	*****	*****		
	5	*****	*****		
	6	*****	*****		
	7	*****	*****		
	8	*****	*****		
华铁采区	1	*****	*****	由 683m 至 640m 标高	0.0261 平方公里
	2	*****	*****		
	3	*****	*****		
	4	*****	*****		
新宇采区	1	*****	*****	由 750m 至 535m 标高	0.3919 平方公里
	2	*****	*****		
	3	*****	*****		
	4	*****	*****		
	5	*****	*****		
	6	*****	*****		
	7	*****	*****		
	8	*****	*****		
	9	*****	*****		
	10	*****	*****		
	11	*****	*****		
	12	*****	*****		
	13	*****	*****		
	14	*****	*****		

矿区名称	拐点编号	2000 国家大地坐标系		标高	面积
		X	Y		
	15	*****	*****		
	16	*****	*****		
	17	*****	*****		
	18	*****	*****		
	19	*****	*****		
	20	*****	*****		
	21	*****	*****		
<p>开采深度：由750米至480米标高 共有37个拐点圈定</p>					

四个采区相对距离较远,两两采区之间绝对直线距离 10-17 公里。

原有采矿权人 4 个采区相对位置关系见图 1-3。

图 1-3 原有采矿证 4 个采区相对位置示意图

2024 年 8 月,辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司提交了《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩集中开采区详查报告》(凌自然

资储备字[2024]003号评审备案证明)，截止2024年8月31日，凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩首采区范围内共获得建筑用白云岩总资源量1718.00万m³。其中控制资源量1313.77万m³，占总资源量76.47%；推断资源量404.23万m³，占总资源量23.53%。

（二）矿山开采现状

拟出让采矿权范围内形成了一个较大规模的采场，长约1060m，宽约780m。采坑形状不规则，形成了多个不规则的台阶及陡坡。采坑内最低标高552m，采坑最高标高为751m，采坑陡坡高度10-44m。采场内生产的碎石主要用于道路和建筑。

（三）矿山资源开发利用方案概况

2024年9月，辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司编制提交了《凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿矿产资源开发利用方案》以下简称《方案》，方案通过专家审查，并于2024年9月18日经过凌源市自然资源局审查备案，备案文号：凌自然资储备字[2024]003号。经过审查备案的开发利用方案，主要内容如下：

1、矿山生产规模

根据开发利用方案，该矿设计生产规模为120万m³/a。

2、开采对象选择及开采方式确定

矿区内有1条建筑用白云岩矿体，即为方案的设计开采对象。

设计根据开采矿体的赋存条件，并结合拟出让范围概况确定采用露天开采方式，公路开拓。

3、设计利用资源量

拟出让范围内建筑用白云岩矿资源量（控制+推断）1718.00万m³。其中控制资源量1313.77万m³，占总资源量76.47%；推断资源量404.23万m³，占总资源量23.53%。由于受拟出让范围的限制，造

成台阶压覆，设计利用资源量（控制+推断）为 1215.32 万 m³，暂不利用资源量 502.68 万 m³，设计利用率 70.74%。

4、矿山服务年限

矿山采用间断工作制，年工作 300 天，每天工作 1 班，每班工作 8 小时。

根据该矿设计利用储量，该矿服务年限为 9.72 年。

计算公式 $T=9.72$

式中：T：—服务年限 (年)

Q：—设计利用资源量 1215.32 (万 m³)

A：—生产规模 120 (万 m³/a)

α ：—设计回采率 96%

β ：—废石混入率 0%

5、矿床开拓

根据开采矿体的赋存情况结合各采区现状，“本着经济，适用、安全”的原则，确定各采区采用公路开拓，汽车运输，此种开拓方式具有基建时间短，投资少，见效快，机动灵活，适应性强的特点，很适合大型露天采开使用。

6、露天采场境界参数

根据开采矿体的赋存情况及工程地质条件确定露天采场结构参数：

- 1)台阶高度：10 米。
- 2)台阶坡面角：65°。
- 3)最终边坡角为：47~48°。
- 4)安全平台宽：3.5m。
- 5)清扫平台：7.0m。

6)采场内道路宽 7.0m，坡度小于等于 10%。

7)露天采场最小底宽 30m

表 1-3 露天采场终了境界结果表

序号	项目名称	单位	矿区	备注
1	露天采场上部尺寸：长×宽	m×m	750×480	
2	露天采场底部尺寸：长×宽	m×m	580×160	
3	露天采场顶部标高	m	810	
4	露天采场底部标高	m	560	
5	露天开采深度	m	250	
6	阶段高度	m	10	
7	境界内圈定矿石量	万 m ³	1718.00	
8	采场最终边坡角	°	47-48	
9	设计利用资源量	万 m ³	1215.32	
10	利用率	%	70.74	

7、采矿方法的选择

设计选用移动坑线，水平分层开采，台阶高度为 10m。即采剥工作线沿山坡布置，垂直山体走向移动。首先清理地表覆盖物，然后沿地形等高线掘单壁沟，形成初始工作线，垂直于山体走向推进采矿。

8、矿山工程布局

根据矿山现状调查及开发利用方案设计，矿山工程布局主要包括露天采场、工业场地、堆料区、办公区 4 处功能单元。

①露天采场

经调查，矿山现有 1 处露天采场，长约 1060m，宽约 780m，采坑内最低标高 552m，采坑最高标高为 751m，采坑陡坡高度 10-44m，边坡角在 38~65° 之间。采坑形状不规则，形成了多个不规则的台阶及陡坡。露天采场开采破坏了山体的连续性与完整性，造成山体破损，岩土体裸露，植被损毁，对原生的地形地貌景观破坏程度较大，挖损损毁土地面积 34.0239hm²，土地损毁程度为重度。土地权属为瓦庙子村集体。

根据矿山开发利用方案，设计对矿山进行露天开采，设计采场最高标高 810m，最低标高 560m，开采深度 250m，台阶高度为 10m，终了台阶坡面角 65° ，终了露天采场挖损损毁土地面积 48.6395hm^2 。

②工业场地

经调查，矿山共有 4 处工业场地，损毁土地面积共计 7.4600hm^2 ，工业场地地表植被丧失，土地损毁程度为中度。土地权属为瓦庙子村集体。

根据开发利用方案可知，矿山未来利用原有工业场地，不再新建工业场地。由于设计露天采场与部分工业场地重合，重合面积 2.4147hm^2 ，最终工业场地面积 5.0453hm^2 。

③堆料区

经调查，矿山共有 4 处堆料区，损毁土地面积共计 1.9748hm^2 ，堆料区地表植被丧失，土地损毁程度为中度。土地权属为瓦庙子村集体。

根据开发利用方案可知，矿山未来利用原有堆料区。由于设计露天采场与部分堆料区重合，重合面积 1.4696hm^2 ，最终堆料区面积 0.5052hm^2 。

④办公区

经调查，矿山共有 3 处办公区，损毁土地面积共计 0.6912hm^2 ，办公区地表植被丧失，土地损毁程度为中度。土地权属为瓦庙子村集体。

根据开发利用方案可知，矿山未来利用原有办公区，不再新建办公区。办公区面积 0.6912hm^2 。

⑤矿区道路

经调查，矿山有 1 条矿区道路，损毁土地面积 1.6821hm^2 ，矿区

道路地表植被丧失，土地损毁程度为中度。土地权属为瓦庙子村集体。

根据开发利用方案可知，矿山未来利用原有矿区道路。由于设计露天采场与部分矿区道路重合，重合面积 0.0875hm^2 ，最终矿区道路面积 1.5946hm^2 。

9、矿山固体废弃物和废水处置情况

矿区剥采比为零，为此矿区不设专用排土场。

因矿区处于低山丘陵区，区内无常年性河流，地表未发现大的含导水构造，主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，含水层含水性差，富水程度弱，补给条件差，仅在雨季时有地表水径流。矿床附近无地表水体，不具备地表水充水条件。采场最低开采标高位于该区最低侵蚀基准面之上，采场内不会积水。为防止雨季时大气降水渗漏进入坑内，应在地表采坑周边分别设置截排水沟，使雨季地表水不直接流入采坑。

生活废水主要源自洗手和食堂等用水，经集中收集后进入沉淀池，避免排入地表水体。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 气象

本区属于北温带大陆季风气候区，总的特点是：一年四季雨热同期，日照充足，温度日差较大，降水偏少。年平均气温 8.6℃，变化比较稳定，极端最高气温 40.6℃，极端最低气温-31.1℃。年平均降水量 450~500mm，全年夏季降水量最多，占年降水量的 72%，是全年的汛期；春季降水量占全年降水量的 12%，秋季降水量占全年降水量的 13%，为年中次少季，冬季降水量最少，仅占全年的 3%。全年无霜期 180 天，适宜一年一熟作物生长，冻土深度 1.2m，封冻期 11 月至次年 4 月初，常年主导风向为南风，次主导风向为西北风，平均风速 4m/d。

(二) 水文

区内地表水系不发育，无常年行河流，沟谷除雨季有水外，其余季节为干涸状态，仅在第四系冲坡积覆盖区内，在雨季时形成暴涨急消的季节性汇水区，多以地表径流方式排泄出区外，少量补给地下水。

图 2-1 矿区地表水系图

（三）地形地貌

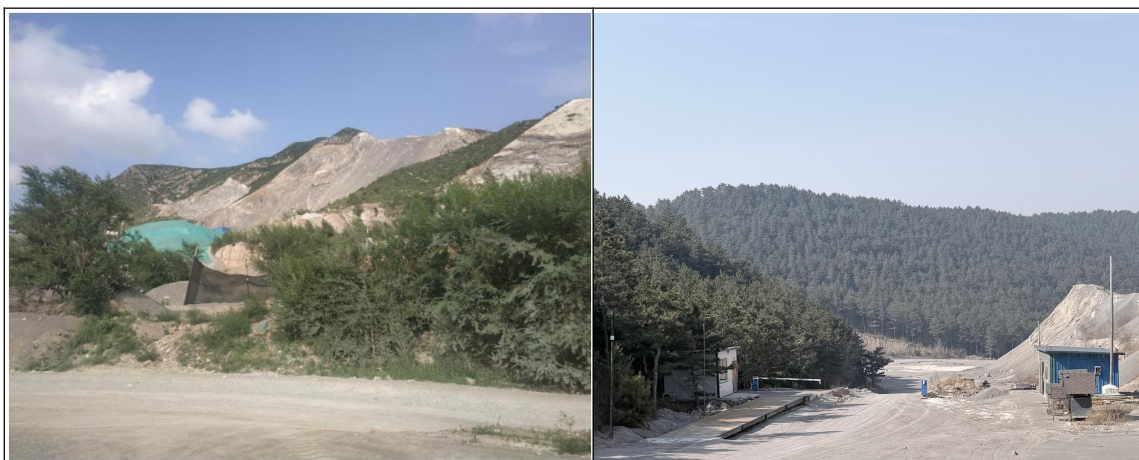
矿区位于辽宁西部低山丘陵区，以低山和沟谷为主，山势较缓，地形切割强烈，沟谷发育，海拔高度为 809~534m，矿区相对高差最大不超过 275m，地形坡度大多为 10° ~ 25° ，局部陡峭地段达 30° 以上，矿区内最低侵蚀基准面标高 534m。根据矿区地形坡度局部大于 30° ，地形地貌条件复杂程度为复杂。



照片 2-1 矿区地形地貌

（四）生物

矿区林草稀疏，植被覆盖程度较低，整体呈现出植被不茂盛的景象，其平均覆盖率远低于朝阳市平均水平。植物区系属于华北—内蒙植物区系的交汇地带。原生及人工树种有油松、杨柳树、刺槐等；灌木有胡枝子、紫穗槐、酸枣、荆条、沙棘等；草本植物有黄陂草、野谷草、羊草、萎陵菜、多叶隐紫草、猪毛菜等。区内主要动物有鸟类、田鼠、山兔、野鸡以及各种昆虫等。区内没有珍稀濒危物种和具有重要经济、景观和科学研究价值的动植物种属。



照片 2-2 矿区周边植被情况

（五）土壤

矿区土壤类型为褐土，颜色以褐色为主，成土母质为黄土或红土层及各类母岩的风化物，包括褐土、淋溶褐土、碳酸盐褐土和草甸土。

矿区内土壤普遍较薄，主要分布于石质低山丘陵的上部，土体中砾石含量小于 30%，土层厚度 5~25cm，由腐殖土与母质层组成，其特点是分布地势高、排水性好、肥力低、不耐旱，生产性差。

土壤剖面特征是：表层（腐殖质层）为浅棕灰色~浅棕褐色，粒状结构；亚表层（黏化层）呈棕褐色~褐色，质地黏重，块状结构不明显；钙积层钙积作用明显，呈核块状结构，具有钙质结核；地层为黄土母质层。由于水土流失较严重，负值层大部分已经流失，造成土壤的有机质和营养元素不高。

矿区外有少量耕地，耕地以 5~15° 坡耕地为主，耕作层厚度 0.5m，底层土壤厚度 0.5~1.5m 不等，其下为黄土母质层，土层厚度具有坡脚厚度大，坡顶厚度小的特点。采区内多数为其他草地，土壤质地多为砂土~粉砂土，土质疏松，土壤呈中性~微碱性，pH 值为 7.8，有机质含量为 11.5~13.0g/kg，全氮 0.95~1.03g/kg，有效磷 9.21~9.87mg/kg，速效钾为 115.3~128.6mg/kg。

矿区典型土壤剖面见照片 2-3。



照片 2-3 土壤剖面

二、社会经济概况

凌源市总面积 3278 平方公里，凌源市总户数 196720 户，户籍人口 645836 人，其中非农业人口 134054 人，农业人口 511782 人，耕地面积 48.23 千公顷，林业造林面积 17267 公顷，凌源市矿产资源比较丰富，矿产品种较多。已发现各类矿产 30 多种，其中有省内著名的热水汤温泉；储量丰富的黄金矿；数百亿吨藏量的石灰岩、白云岩；亿吨以上储量的珍珠岩、菱铁矿、油母页岩、沸石、玄武岩、辉岩、石英砂岩；储量在数千万吨以上的煤矿。另外，碳灰石、萤石、高岭土、矿泉水等矿产资源都具有广阔的开发前景。凌源市现已开发矿床矿点 350 多处，矿山企业 149 家。全市规模以上工业企业 44 家。全年规模以上工业总产值实现 42.8 亿元，工业销售产值实现 41.5 亿元，营业收入 47.9 亿元，主营业务收入 46.8 亿元。农林牧渔业总产值 91.2 亿元，地区生产总值（GDP）199.1 亿元。

凌源市东城街道地处辽冀蒙交界，是“北方花都”核心区，近三年经济运行稳中有进，以花卉产业为特色，依托全市发展大势稳步提升。2024年，依托全市发展态势，重点推进花卉产业升级，同步发展食品加工、物流等产业，带动周边群众就业。2025年，受益于全市经济稳步恢复及花卉产业扶持政策，产业活力持续释放，年宵花热销，金融机构加大产业贷款支持，经济呈现提质增效态势。

项目区所在的近三年主要经济指标情况见表见表 2-1。

表 2-1 东城街道近三年主要经济指标表

年份	街道总人口	农业人口	人均耕地	财政收入	人均纯收入	产业发展状况
2023	75900	18500	0.82 亩	0.75 亿元	23800 元	稳步发展
2024	76200	18300	0.82 亩	0.81 亿元	25200 元	稳步发展
2025	76500	18100	0.82 亩	0.87 亿元	24950 元	稳步发展

注：资料来源于凌源市统计年鉴

项目所在地瓦庙子村，经济发展以传统农业为主，村民主要收入来源为农作物种植和外出务工，村内基础设施逐步完善，道路、通信等条件基本满足生产生活需求。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、地层

矿区内出露地层单一，为中元古界蓟县系雾迷山组（Pt₂^{2c}w），岩性为灰白、暗灰色燧石条带、燧石结核白云岩，地层总体走向 40°，倾向北西~南东，倾角 28°~40°。

2、岩浆岩

区内未见岩浆岩产出。

（二）地质构造

该区处于 III 柴达木-华北板块——III-5 华北陆块——III-5-4 燕山

中新元古代裂陷带——III-5-4-3 辽西中生代上叠盆地带
——III-5-4-3-2 朝阳中生代叠加盆岭系。

矿区内构造较简单，以褶皱为主，地层总体呈背斜产出，轴向北东 40°，矿区中西部地层位于背斜西翼，西翼与地层产状一致，倾向 310°，倾角 40°，矿区东部地层位于背斜东翼，东翼与地层产状一致，倾向 130°，倾角 40°。

（三）水文地质

1、地下水类型、特征及富水性

评估区属于干旱~半干旱气候，大气降水主要集中在 7~8 月份，地下水主要靠大气降雨渗透补给，蒸发量远大于降水量，而矿体位于山坡地带，地形地势不利于大气降水的渗透补给，开采矿体位于侵蚀基准面以上，矿区最低点位于西部 534m，即矿区自然排泄标高为 534m。地下水含水层主要为第四系孔隙水含水层；碳酸盐岩类溶蚀裂隙水含水层，分述如下：

（1）第四系孔隙水含水层

①冲洪积物含水层

主要分布季节性溪流两侧，岩性主要为冲洪积砂、砂砾石、卵石组成，厚度 2~8m，岩性成份复杂，粒径不一，最大可达 10~30cm，分选性差，多呈椭圆半圆、棱角状，结构稍密~疏松状。该含水岩组厚 2.00~8.00m，水位埋深 5~8m，水温 9°C~10°C，单井涌水量小于 100m³/d。水质类型多为重碳酸钙镁型。

②坡洪积物含水层

由坡洪积及残坡积的原岩碎块，粉质粘土及风化砂、砾石组成，主要分布低山前缘及冲沟中。该含水岩组厚 2.00~8.00m，水位埋深 5~8m，水温 9°C~10°C，单井涌水量小于 100m³/d。水质类型多为

重碳酸钙镁型。

第四系孔隙水含水岩组，因厚度分布不同及颗粒级配、地形地貌的差异，地下水的赋存条件、排泄条件也各不相同，但主要补给源为大气降水补给，同时接受基岩裂隙水的侧向补给，含水层不连续、不稳定。

(2) 碳酸盐岩类溶蚀裂隙水含水层

含水岩组主要出露于矿区大部，岩性主要为白云岩，岩石呈层状产出，厚度变化较大。该含水层水位埋深一般 30m 左右，基岩裸露区段风化裂隙较发育，风化带厚度 30m 左右，构成地下水的赋存空间，主要补给源为大气降水补给，局部上覆第四系孔隙水为垂直渗透补给。大气降水后，沿风化裂隙下渗形成风化裂隙水，由于裂隙发育随深度而减弱，加之地表坡度较大，大部分沿地表径流流失，即富水性受地形地貌及孔隙、裂隙发育程度的控制，随着深度增加，富水性相应减弱。

地下水赋存特征为：地形起伏变化大，基岩裸露，风化带的发育深度不大，地下水相互连通较差。

抽水试验资料，钻孔涌水量 0.048L/s，单位涌水量 0.0027L/s·m，渗透系数 0.0034m/d，影响半径 17.14m，水质类型为重碳酸钙镁型，PH7.72。

2、地下水补给、径流、排泄条件

区内地下水主要接受大气降水入渗补给。以地貌上的分水岭为汇水边界，基岩区坡麓地段为补给迳流区，沟谷地段为迳流排泄区，由于地形坡差较大，迳流条件良好。区内地下水由高向低迳流排泄，除部分为人工开采利用外，多以地下迳流方式流出区外。

3、充水因素分析

附近无地表水体，矿床充水主要与大气降水、碳酸盐岩类溶蚀裂隙水相关。矿山露天开采的矿坑充水主要因素是大气降水。基岩裂隙水含水层水位埋藏较深，富水性弱，不会对矿床开采形成较大威胁。

4、矿坑涌水量预测计算

矿山计划开采方式为露天开采。大气降水对矿山生产影响较大，矿区内最低侵蚀基准面标高 534m，矿山露天采场开采终了底板标高 560m，终了露天采场内的大气降水能自然排出。这时主要影响因素为碳酸盐岩类溶蚀裂隙水，岩石渗透性较小，同时矿山台阶式开采，大气降水及矿坑涌水能自然排泄，无需人工疏干。

区内无常年性河流，地表未发现大的含导水构造，主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，含水层含水性差，富水程度弱，补给条件差。地质条件较简单，矿体位置范围清楚，现阶段矿体内无积水。

综上所述，根据主要充水含水层的容水空间特征，水文地质勘查类型为第三大类第一型，即以溶蚀裂隙含水层充水为主的岩溶充水矿床水文地质条件简单型。

（四）工程地质

1、工程地质岩组

据采区岩性成因、结构特征和物理力学性质分为：第四系松散软弱类工程地质岩组；特殊岩类工程地质岩组。

（1）第四系松散软弱类工程地质岩组

该组分为冲洪积粉质粘土、砾石、卵石岩组；坡洪积（残积层）的粉质粘土、粉土、砂砾、砾石组成。

①冲洪积粉质粘土、砾石、卵石岩组

该组分布于区内外的季节性河流及两侧沿岸，为冲洪积层。该层厚 2.00~8.00m。上部为粉质粘土，不连续，结构松散~稍密状态；

下部为砾砂、卵石、砾石层，成分复杂，粒度差异性大，磨圆度及分选性差，呈干~湿，局部饱和状态。

②坡（残）洪积粉质粘土

该岩组分布于低山山前冲沟，为坡积堆积物，岩性为粉质粘土含砾及碎石（薄层），局部保持原地层结构。该层厚 2.00~8.00m。

（2）特殊岩类工程地质岩组。

该组岩层广泛分布于矿区内，主要岩性为白云岩。基岩风化带厚度 30m 左右，岩体质量等级较高，完整度较好。地表调查，结构面以IV、V级结构为主，结构面一般发育为 2~3 组，以两组高角度剪切节理发育，结构面多闭合、粗糙，裂隙统计 3 条/m。

0~11 m 为强风化带，岩体破碎，风化裂隙很发育，RQD 值 60~70%；11~20 m 为中风化带，岩体结构部分破碎，风化裂隙发育，RQD 值 70~80%；20~30 m 为微风化带，岩体结构部分基本未变，少量风化裂隙发育，RQD 值 80~90%。

（3）顶底板围岩特征

勘查区矿体顶底板均为白云岩，近地表，基岩风化带厚度 30m 左右，岩石风化强度一般，岩体质量良。

2、边坡稳定性评价

矿区内现有采坑 1 处，长 1060m，宽 452m，深 60m。露天边坡岩性主要为白云岩，边坡类型为特殊岩类边坡。边坡角 50°左右，废弃露天采坑边坡稳定性较好，现状未发生过工程地质问题。

基岩风化带厚度 30m 左右，现开采矿体大部分存在于基岩风化带中，岩体质量等级较高，完整度较好。

3、工程地质勘查类型

矿体及围岩为坚硬岩组，边坡稳定性较好。根据矿体、围岩工程地质特征，主要工程地质问题出现层位，工程地质勘查类型划分为第五类简单型，即以特殊岩类为主的工程地质条件简单型。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

矿区范围内有 1 层矿体，赋存于中元古界蓟县系雾迷山组（Pt22cw）。矿体由地表采场揭露，深部由 ZK3-1、ZK3-2、ZK0-1、ZK0-2、ZK0-3、ZK4-1、ZK4-2 工程控制，矿体长约 620m，出露地表宽度 390m。

2、矿石质量

（1）矿石物质组成

由岩矿鉴定结果可知：矿石矿物成分为白云石、石英、方解石，少量粘土质、铁质等。

白云石，无色，自形-半自形粉微晶粒状；

石英，多呈隐晶质粒状集合体，少数呈微晶-细粒状，局部沿裂隙充填呈细脉状；

方解石，无色，他形微晶粒状。

（2）矿石化学成分

由组合分析结果可知：矿石中 SiO_2 ：4.12%~35.39%； Al_2O_3 :0.13%~0.65%； Fe_2O_3 :0.15%~0.83%； CaO ：19.89%~29.75%； MgO ：14.90%~27.71%； K_2O ：0.1%； Na_2O ：0.1%~0.3%； Mn_3O_4 ：0.015%~0.043%； P :0.001%~0.023%； S :0.008%~0.034%。

（3）矿石结构构造

矿石结构主要为自形-半自形粉微晶粒状结构，块状构造。

（六）矿体围岩及夹石

矿体赋存于中元古界蓟县系雾迷山组（Pt₂^{cw}），围岩以白云岩为主，分布在矿层的顶底板。经地表采坑及深部钻探工程揭露，未发现矿层内有夹石存在。

（七）矿床共（伴）生矿产

矿区无共生伴生矿产。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）土地利用类型

经套合凌源市土地利用现状数据（2024 年国土变更数据）可知，评估区面积 56.4758hm²，其中矿区内土地面积 51.6785hm²，矿区外土地面积 4.7973hm²。评估区土地类型为乔木林地 0.3014hm²，灌木林地 11.1936hm²，其他林地 0.2555hm²，采矿用地 44.2241hm²，农村宅基地 0.1592hm²，农村道路 0.3420hm²。均属瓦庙子村集体土地。经与凌源市国土空间规划对比，评估区不涉及生态红线，评估区土地利用现状详见表 2-1。

表 2-1 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		
03	林地	0301	乔木林地	0.3014	0.53%
		0305	灌木林地	11.1936	19.82%
		0307	其他林地	0.2555	0.45%
		小计		11.7505	20.81%
06	工矿用地	0602	采矿用地	44.2241	78.31%
		小计		44.2241	78.31%
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.1592	0.28%
		小计		0.1592	0.28%
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.3420	0.61%
		小计		0.3420	0.61%
合计				56.4758	100%

(二) 耕地和永久基本农田分布情况

矿区范围内不涉及耕地和永久基本农田。

(三) 采矿用地申请批准情况

矿山采矿用地范围包括露天采场、工业场地、办公区、堆料区、矿区道路等区域，用地方式继续沿用租用方式，用地面积为56.4758hm²，其中矿区内土地面积51.6785hm²，矿区外土地面积4.7973hm²。其中乔木林地0.3014hm²，灌木林地11.1936hm²，其他林地0.2555hm²，采矿用地44.2241hm²，农村宅基地0.1592hm²，农村道路0.3420hm²。

(四) 土地权属状况

根据企业提供的相关资料及实际走访调查，项目区土地权属清楚，位于凌源市东城街道瓦庙子村，行政区划隶属于凌源市东城街道管辖。属于瓦庙子村集体土地所有权，无土地权属纠纷。见表2-2。

表 2-2 项目区土地利用权属表

权属		地类及面积 (hm ²)						合计 (hm ²)
		03 林地			06 工矿用地	07 住宅用地	10 交通运输用地	
		0301	0305	0307	0602	0702	1006	
		乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地	农村宅基地	农村道路	
辽宁省凌源市	东城街道瓦庙子村	0.3014	11.1936	0.2555	44.2241	0.1592	0.3420	56.4758
合计		0.3014	11.1936	0.2555	44.2241	0.1592	0.3420	56.4758

五、矿区生态状况

(一) 生态本底状况

1、自然地理特征

凌源市地处辽、冀、蒙三省(区)交汇处,属温带大陆性季风气候,年均气温8.3℃,年均降水量479.4mm。地形以低山丘陵为主,地势由

西向东倾斜，西部为努鲁儿虎山余脉，东部为松岭山脉延伸部分，海拔范围290-1256m，土壤类型主要有棕壤、褐土和草甸土，土层厚度因地形而异，河谷平原地区土层较厚可达0.8m 以上，山地丘陵地带相对较薄，pH 值6.5-8.0，土壤有机质含量中等偏低。

2、生态系统类型与结构

植被覆盖：凌源市矿区及缓冲带的植被系统呈现出以天然次生林为主导，人工林和灌草丛协同存在的格局。其中，天然次生林占据了绝对优势，其面积占比高达65%，这表明该区域的植被在经历自然演替或干扰后，形成了较为稳定的次生植被群落。人工林作为重要的组成部分，占比达到20%，体现了人类活动对该区域植被覆盖的积极干预和生态修复的努力。灌草丛则占15%，它在生态系统中起到了连接森林与开阔地带、保持水土等重要作用。主要的建群乔木物种包括蒙古栎、白桦和山杨等，这些树种均为该区域常见的乡土树种，具有较强的适应性和生态功能，共同构建了森林生态系统的上层结构。此外，胡枝子、榛子等灌木作为林下植被的重要组成部分，丰富了植被的垂直结构，也为野生动物提供了食物和栖息地。总体而言，该区域的植被覆盖率达到了82%，这一较高的覆盖率表明凌源市矿区及缓冲带的植被状况良好，生态系统的初级生产力和稳定性具有较好的基础。

水系网络：矿区周边无大的地表水体。

（二）生态功能定位

依据辽宁省生态环境管控单元分布示意图以及辽宁省生态环境厅的“辽宁省三线一单数据应用系统”的分析结果，矿区所处区域的管控单元为朝阳市凌源市一般管控区，管控类型为一般管控区。

（三）生态功能定位生物多样性状况

1、物种名录

（1）动物多样性

依据《国家重点保护野生动物名录》及凌源市区域生态调查数据，凌源市境内记录有国家重点保护野生动物90种，涵盖鸟类、兽类、两栖爬行类等类群，其中代表性物种如下：鸟类包括丹顶鹤、东方白鹳、金雕、大天鹅、白枕鹤等，兽类包括豹猫、赤狐等，两栖爬行类包括、中国林蛙、黑眉锦蛇等。

（2）植物多样性

依据《国家重点保护野生植物名录》及凌源市植物资源调查，境内记录有国家重点保护野生植物7种，其中代表性物种如下：东北红豆杉、黄檗、水曲柳、蒙古栎、白桦、山杨、油松、胡枝子、榛子、紫穗槐、酸枣、荆条、沙棘、黄陂草、野谷草、羊草、萎陵菜、多叶隐紫草、猪毛菜等。

2、敏感生态目标

矿区周边无关键栖息地。

3、受威胁状况

历史采矿活动已导致矿区范围内原生植物（如刺槐）种群减少40%~60%；露天采坑形成后，两栖动物适宜生境面积缩减。

六、矿区及周边其他人类重大工程活动

经调查，在矿区内及周边无自然保护区、水源地及生态红线。矿区内有多条村级道路通往周边村庄，矿区内无居民点，于杖子村位于矿区西南侧0.8km，位于矿山开采影响范围外，矿山开采对周边居民无影响。矿区内及周边人类活动主要为农作物耕种，无水利水电等重要工程设施。

矿山现状地表工程设施主要为矿山早期开采形成的露天采坑及工业场地、办公区、堆料区和矿区道路，对地形地貌景观造成破坏和

影响，损毁土地资源。

该矿山矿区范围 5km 内无其他探矿权及采矿权。

七、矿区生态修复工作情况

（一）矿区生态修复工作

本矿山为新设采矿权，不涉及生态修复工作。

（二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

凌源市自然资源局近几年深入贯彻落实绿水青山就是金山银山的发展理念，加强矿山地质环境保护与土地复垦工作，并取得了明显实效。距本矿西南 51km 有凌源市翅冀矿业有限公司(五道河石灰石矿)，开采矿种为石灰石矿，开采方式露天开采，开采方式均相同。该矿山于 2019 年 4 月委托辽宁省有色地质局一〇九队编制了《凌源市翅冀矿业有限公司(五道河石灰石矿)矿山地质环境保护与土地复垦方案》，设计部署了恢复治理与土地复垦工程。

根据实际生产状况，凌源翅冀矿业有限公司在 2019 年~2020 年对西区露天采场 CZ1、CZ2 及部分排岩场 PZ1、PZ2 进行了工程治理与复垦绿化工作，主要采取危岩清理及土地平整等工程措施治理面积 31.2378hm²，采取客土、绿化、复耕等复垦措施复垦面积 20.8927hm²，该治理工程已于 2020 年 8 月完成了验收。

2021 年~2024 年对西区露天采场 CZ3、CZ4、CZ5 及排岩场 PZ3 进行了工程治理与复垦绿化工作，主要采取危岩清理、回填采场坑底、废石土反压采场坡脚、修建截排水沟及土地平整等工程措施治理面积 36.6111hm²，采取客土、绿化、复耕等复垦措施复垦面积 24.3683hm²，恢复为旱地、乔木林地和灌木林地。该治理工程已于 2024 年 12 月完成了验收。



图 2-4 采场边坡种植紫穗槐后效果



图 2-5 道路两侧种植行道树后效果



图 2-6 排岩场平台复垦成旱地后效果



图 2-7 采场平台复垦成果园后效果

矿山采取的治理复垦技术方法具有技术可行性、经济可行性，恢复治理后，采矿造成的破损山体地形地貌景观得到了修复，恢复了土地资源使用功能和植被，较好的改善了当地生态环境，提高了当地居民的居住环境质量。

根据本矿山及周边矿山已完成的恢复治理与复垦工程及效果，总结经验如下：

1. 可在地质灾害隐患点处设置警示牌。
2. 乔木林地林地覆土要达到沉实后 0.5m 以上。
3. 复垦植被选择与当地相适应的品种，乔木林地种植刺槐，株行距可选择 2.0m×2.0m，刺槐植被成活率高，复绿效果好。
4. 复垦施工结束后，对乔木林地进行 3 年管护，即可达到未破

坏前生产力。

八、矿区基本情况调查监测指标

根据《矿区生态修复方案编制指南》和《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024），结合矿区地质环境、生态环境特征以及矿山开采可能产生的生态环境问题，确定矿山开采前和矿山开采中调查监测指。详见表 2-3、表 2-4。

表 2-3 矿山采矿前复垦修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	不稳定边坡	地表形变	DZ/T 0388利用全站仪对规模较大的采坑边坡的形态、面积、深度、相关要素的变化情况进行定期监测	/
		地下形变		/
		地下水位		/
		降水量		/
	地下水	含水层类型	DZ/T 0287-2015矿山地质环境监测技术规程采用人工采样，送化验室化验	/
		地下水位		/
土地资源	土地利用现状	乔木林地	TD/T 1055 -2019 第三次全国国土调查技术规程、TD/T 1010-2015土地利用动态遥感监测规程，采用最新航测图圈定各用地范围，到县局查询	0.3014hm ²
		灌木林地		11.1936hm ²
		其他林地		0.2555hm ²
		采矿用地		44.2241hm ²
		农村宅基地		0.1592hm ²
		农村道路		0.3420hm ²
生态系统	生态系统格局	生态系统类型比例	确定评估范围为矿区范围及矿山开采影响范围，通过遥感获取生态系统空间分布数据提取和计算。	森林生态系统：城镇生态系统（21:79）
	生态状况调查	森林生态系统	NY/T 2998 -2016 草地资源调查技术规程、HJ 1168-2021 全国生态状况调查评估技术规范—草地生态系统野外观测 设置样地样方、明确观测内容，确定森林生态系统类型	11.7505hm ²
		草地生态系统		/
		农田生态系统		/
		城镇生态系统		/

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
	生态系统服务	水源涵养量	以遥感和地面调查数据为基础,结合生态系统长期监测数据,计算水源涵养量、防风固沙量、土壤保持量、生物多样性维护,按LY/T 2988-2018森林生态系统碳储量计量指南分别计算森林生态系统中的地上活体植物生物质、地下活体植物生物质,枯落物、枯死物、枯死木、土壤等碳库的碳储量	/
		土壤保持量		/
		生物多样性维护		/
	生态系统质量	生物量	确定评估范围为矿区范围及矿山开采影响范围,通过遥感解译、历史分布图集数字化等手段	/
		生产力		/
		植被覆盖度		20%~70%
		水质		III类

表 2-4 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值	
保护预防控制监测	保护措施	避让措施	监测方法:实地调查公众访谈	警示牌、刺网	
		减缓措施		/	
		文化保护		/	
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	地表形变通过全站仪监测,降水量通过收集当地气象资料,其他指标通过化验获得。	无明显变化
		地下水	地下水位		/
	土地资源损毁	挖损土地面积	乔木林地	采用最新航测图圈定各用地范围,到县局查询	0.0336hm ²
			灌木林地		11.1827hm ²
			其他林地		0.2472hm ²
			采矿用地		37.1760hm ²
		压占土地面积	乔木林地		0.2678hm ²
			灌木林地		0.0109hm ²
			其他林地		0.0083hm ²
			采矿用地		7.0481hm ²
	生态系统破坏	生态用地损毁	农村宅基地	0.1592hm ²	
			农村道路	0.3420hm ²	
			耕地损毁面积	11.7505hm ²	
			林地损毁面积		/
			草地损毁面积		/

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
生态修复 效果监测	地质环境 治理	地下水	地下水位	恢复治理率、复垦修复率根据验收报告确定，地下水位、地下水流速采用人工监测，其他项目根据化验结果确定	/
		复垦修复土地	地形		一般
			配套设施		/
			生产力水平		满足要求
			土地复垦率		/
	生态系统 恢复	生态系统格局	生态系统类型比例	建立生态系统分类体系，通过遥感解译、收集生态系统空间分布，地面调查进行提取计算	/
		生态状况调查	森林生态系统		11.7505hm ²
			草地生态系统		/
			农田生态系统		/
			城镇生态系统		/
		生态系统服务	水源涵养量	通过遥感解译、历史分布图集数字化等手段计算	/
			土壤保持量		/
			生物多样性维护		良好
		生态系统质量	生物量		/
			生产力		/
			植被覆盖度		20%~70%
水质	III类				

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

辽宁禄兮矿山工程技术服务有限公司在接受矿山企业委托后立即开展资料收集工作。对涉及评估区及周边地区的有关水文气象、地层岩性、地质构造、水文工程地质、地质灾害、土地类型、土地利用总体规划及人类工程活动等与评估要素相关的资料进行搜集整理，并对搜集的资料进行初步分析研读，确定现场调查的方法、线路及重点区域。之后组织相关技术人员到项目实地开展地质环境影响调查和土地损毁评估。

现场调查采用路线穿插、地质环境点重点追索的调查方法进行。做到了逢人必问、遇沟必看，访问调查与实际调查相结合。现场采用全矿区 1:2000 地形地质图作为现场调查手图，调查点采用 GPS 和地形地物校核定位，结合无人机，对可能因采矿活动而受影响的范围进行重点调查，并对灾害点和重要地质现象进行详细记录和拍照，保证了调查的质量。

矿山地质环境调查范围为采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围，因此，现场调查范围以凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿采矿权范围为基础，结合周边环境特征、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 56.4758hm²。

现场调查内容主要包括采矿权范围及采矿活动可能影响范围内的矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境问题；土地挖损、压占、塌陷等损毁问题；植被损毁和支撑生态服务功能的生物多样性丧失，水土流失，环境污染情况等，基本查明了

凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿开采影响范围内的矿山地质环境问题。



图 3-1 矿区地质环境现状无人机影像图

1、矿山不稳定地质体现状

评估区地貌类型主要为丘陵区，地形坡度 $10^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，土地类型主要为乔木林地、灌木林地、其他林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路，地表植被不发育。根据收集资料及现场调查，凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿为新设采矿权，矿山现状有 1 处露天采场，长约 1060m，宽约 780m，采坑边坡角在 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间，采坑形状不规则，形成了多个不规则的台阶及陡坡。采坑内最低标高 552m，采坑最高标高为 751m，采坑陡坡高度 10-44m。

矿山以往开采过程中，受冻融雨水等风化作用和重力作用，造成岩土体失稳快速下落现象，形成沿裂隙面和软弱层面的崩塌地质灾害，在现状调查中发现露天采场坡脚有崩塌体呈小规模乱石堆，体积大约在 15m^3 。

综上所述，现状条件下，评估区有小规模崩塌地质灾害，除此之外无滑坡、泥石流等其他地质灾害发生，地质灾害危险性小，现状地

质灾害影响程度分级为较轻。

2、地形地貌景观破坏现状分析

矿区内无各类自然保护区、人文景观、风景旅游区。矿区采用露天开采生产方式，地表现形成 1 处露天采场、4 处工业场地、3 处办公区、4 处堆料区和 1 条矿区道路，对矿区原始地形地貌景观和植被造成损毁，主要表现为挖损和压占损毁。

露天采场边坡高陡，未形成规范台阶，露天采场开采破坏了山体的连续性与完整性，造成山体破损，岩土体裸露，植被损毁，对原生的地形地貌景观破坏程度较大，主要表现为挖损损毁，影响程度为严重。

综上所述，露天采场对地形地貌景观影响和破坏严重，工业场地、办公区、堆料区和矿区道路对地形地貌景观影响和破坏较严重，评估区内其他区域对地形地貌景观影响和破坏较轻。

3、含水层破坏

矿山为露天开采，矿区水文地质条件简单，露天采场底平台最低开采标高均高于当地侵蚀基准面，未揭遇地下含水层，矿山开采过程中对含水层无影响，也不会造成地下水水质恶化和影响矿区及周边地区生产生活用水。

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

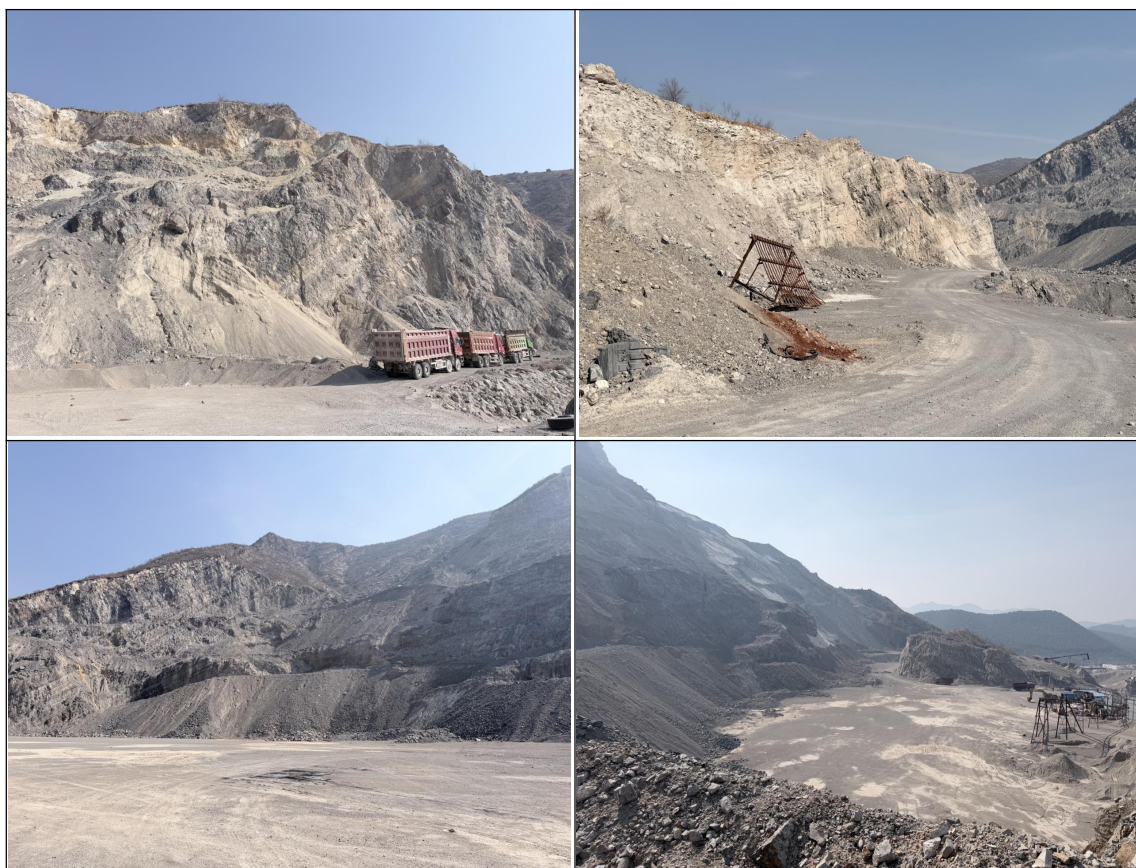
4、土地资源损毁问题

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和工业场地、办公区、堆料区和矿区道路组成，土地损毁方式为露天采场的土地挖损和工业场地、办公区、堆料区和矿区道路的土地压占，矿区已损毁土地 45.8320hm²，其中挖损面积为

34.0239hm²，压占面积为 11.8081hm²。

(1) 露天采场

经调查，矿山现有采场 1 处露天采场，长约 1060m，宽约 780m，采坑边坡角在 40~60°之间，采坑形状不规则，形成了多个不规则的台阶及陡坡。采坑内最低标高 552m，采坑最高标高为 751m，采坑陡坡高度 10-44m，可自然排水。露天采场现状未形成规范台阶，露天采场开采破坏了山体的连续性与完整性，造成山体破损，岩土体裸露，植被损毁，对原生的地形地貌景观破坏程度较大，挖损损毁土地面积 34.0239hm²。土地损毁程度为重度。土地权属为瓦子庙村集体。



照片 3-1 露天采场照片

表 3-1 露天采场已损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)				合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地		
露天采场	0.0336	1.143	0.2472	32.6001	34.0239	瓦子庙村
小计	0.0336	1.143	0.2472	32.6001	34.0239	

(2) 工业场地

矿山工业场地利用现有，不新建工业场地。经调查，矿山共有 4 处工业场地，位于采场西侧和南侧，长约 75-359m，宽约 63-119m，损毁土地面积共计 7.4600hm²，土地权属为瓦子庙村集体。工业场地地表植被丧失，土地损毁程度为中度。



照片 3-2 工业场地照片

表 3-2 工业场地已损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)				合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	灌木林地	采矿用地	农村道路		
工业场地 1		0.0075	2.6651		2.6726	瓦子庙村
工业场地 2			0.4468		0.4468	
工业场地 3			3.2386	0.0500	3.2886	
工业场地 4	0.0359		1.0161		1.0520	
小计	0.0359	0.0075	7.3666	0.0500	7.4600	

(3) 办公区

矿山办公区利用现有，不新建办公区。经调查，矿山共有 3 处办公生活区，位于采场北侧和南侧，长约 74-97m，宽约 24-39m，损毁土地面积共计 0.6912hm²，土地权属为瓦子庙村集体。工业场地地表植被丧失，土地损毁程度为中度。



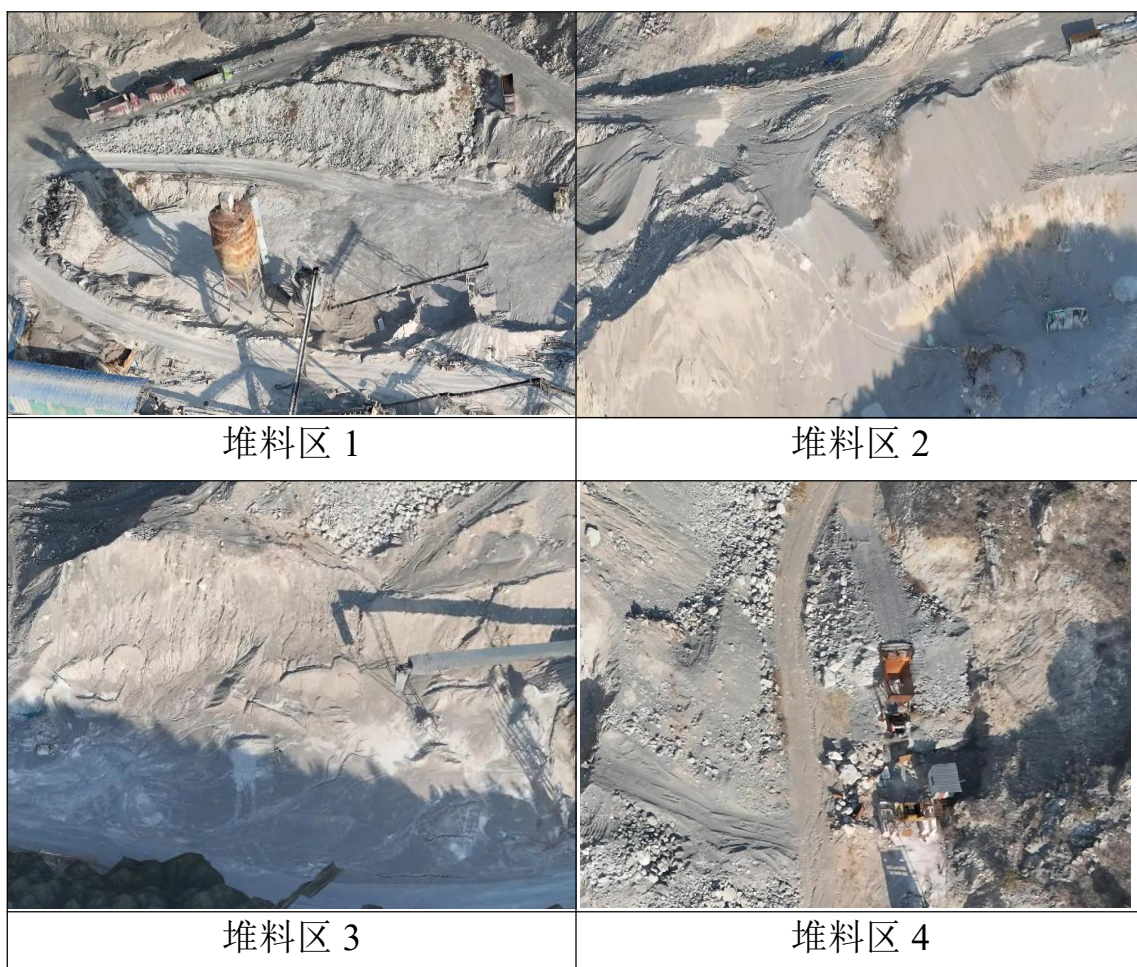
照片 3-3 办公区照片

表 3-3 办公区已损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)				合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	采矿用地	农村宅基地	农村道路		
办公区 1		0.2192			0.2192	瓦子庙村
办公区 2		0.0861		0.0152	0.1013	
办公区 3	0.0173	0.1942	0.1592		0.3707	
小计	0.0173	0.4995	0.1592	0.0152	0.6912	

(4) 堆料区

经调查，矿山共有 4 处堆料区。堆料区位于采场南侧和东侧，长约 81-155m，宽约 47-101m，平均堆厚 3~8m，约有矿石量共计 1.5 万 m³，损毁土地面积共计 1.9748hm²，土地损毁程度为中度。土地权属为瓦子庙村集体。



照片 3-4 堆料区照片

表 3-4 堆料区已损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	合计 (hm ²)			合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	灌木林地	采矿用地		
堆料区 1			0.4534	0.4534	瓦子庙村
堆料区 2			0.5092	0.5092	
堆料区 3			0.3878	0.3878	
堆料区 4	0.0119	0.0061	0.6064	0.6244	
小计	0.0119	0.0061	1.9568	1.9748	

(5) 矿区道路

矿山运输道路利用现有道路。矿山共有 1 条道路，位于采场西侧和南侧，将矿区与周边道路连接，长约 2514m，宽约 7m，损毁土地面积共计 1.7603hm²，土地损毁程度为中度。土地权属为瓦子庙村集体。矿山后期开采为运输矿石等在露天采场内修建临时道路与之相连。



照片 3-5 矿区道路照片

表 3-5 矿区道路已损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)				合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	其他林地	采矿用地	农村道路		
矿区道路	0.2027	0.0083	1.1943	0.2768	1.6821	瓦子庙村
小计	0.2027	0.0083	1.1943	0.2768	1.6821	

表 3-6 矿山已损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)						合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地	农村宅基地	农村道路		
露天采场	0.0336	1.1430	0.2472	32.6001			34.0239	瓦子庙村
工业场地	0.0359	0.0075		7.3666		0.0500	7.4600	
办公区	0.0173			0.4995	0.1592	0.0152	0.6912	
堆料区	0.0119	0.0061		1.9568			1.9748	
矿区道路	0.2027		0.0083	1.1943		0.2768	1.6821	
小计	0.3014	1.1566	0.2555	43.6173	0.1592	0.3420	45.8320	

5、生态系统退化问题

1) 植被损毁

现状：露天采场开挖、堆料区的堆积、工业场地、办公区建设、道路修建等活动直接占压和破坏了原生植被。损毁土地类型主要为乔木林地 0.3014hm²，灌木林地 1.1566hm²，其他林地 0.2555hm²，采矿用地 43.6173hm²，农村宅基地 0.1592hm²，农村道路 0.3420hm²。现存植被覆盖度显著降低，结构单一化，多为先锋草本或稀疏灌丛，生态系统初级生产力低下，水土保持功能严重削弱。局部区域因表土剥离或压实形成大面积裸露地表。

成因：直接物理破坏（开挖、堆占）、表土资源损失、土壤理化性质恶化（压实、贫瘠化、毒性）、微生境改变等。

影响：加剧水土流失，破坏景观，丧失碳汇能力，导致区域小气候恶化，并为外来物种入侵创造条件。

2) 生物多样性丧失：

现状：因为面积小，对生物多样性有一定影响。成因：直接生境破坏（对应植被损毁）、生境破碎化（道路、设施分割）、环境污染（土壤、水、大气）、食物链中断、人为干扰加剧等。

影响：生态系统稳定性、抵抗力和恢复力降低，生态服务功能（如授粉、害虫控制、养分循环）退化，区域生物基因库损失。

3) 地表水系破坏

调查区内无大的地表水体，矿山开采不会对地表水系造成破坏，由于评估区原始地表水系不发育，尚未形成明显的地表水系破坏迹象，对区域地表水系程度较低。

4) 水土环境污染

凌源市利恒兴矿业有限公司委托辽宁鹏宇环境监测有限公司于2026年3月23日-3月26日对评估区土壤进行现场采样检测，报告编号：PY2603451-001。

根据监测结果分析，监测点中污染物含量均低于《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB-15618-2018）表1中规定的风险筛选值，农用土壤污染风险低。

表 3-7 土壤现状监测结果

序号	检测项目	单位	厂区外耕地	风险筛选值
1	汞	mg/kg	0.271	2.4
2	砷	mg/kg	5.51	30
3	镉	mg/kg	0.24	0.3
4	铜	mg/kg	18	100
5	铅	mg/kg	48	120
6	镍	mg/kg	13	100
7	锌	mg/kg	14	250
8	铬	mg/kg	24	200
9	pH 值	无量纲	7.43	6.5<pH≤7.5

凌源市利恒兴矿业有限公司委托辽宁鹏宇环境监测有限公司于2026年3月23日-3月26日对评估区地下水进行现场采样检测，报告编号：PY2603451-001。根据监测结果分析，地下水质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准。

表3-8 地下水现状水质监测结果

序号	检测项目	单位	厂区内水井	III类限值	检出限
1	pH	无量纲	7.1	6.5~8.5	-
2	铜	mg/L	0.05L	1.00	0.05mg/L
3	锌	mg/L	0.05L	1.00	0.05mg/L
4	溶解性总固体	mg/L	326	1000	-
5	汞	μg/L	0.04L	1	0.04μg/L
6	氨氮	mg/L	0.199	0.5	0.025mg/L

序号	检测项目	单位	厂区内水井	Ⅲ类限值	检出限
7	砷	μg/L	0.3L	1	0.3μg/L
8	耗氧量	mg/L	1.24	3	0.05mg/L
9	总硬度	mg/L	209	450	0.05mmol/L
10	硫酸盐	mg/L	69.2	250	8mg/L
11	氰化物	mg/L	0.002L	0.05	0.002mg/L
12	氯化物	mg/L	77.5	250	1.0mg/L
13	硝酸盐	mg/L	5.66	20	0.02mg/L
14	挥发酚	mg/L	0.0003L	0.002	0.0003mg/L
15	锰	mg/L	0.01L	0.10	0.01mg/L
16	镉	μg/L	0.05L	1.00	0.05μg/L
17	铅	μg/L	0.09L	0.01	0.09μg/L
18	铬（六价）	mg/L	0.004L	0.05	0.004mg/L

“数值+L”代表小于检出限

经现场调查，矿山生产对土地的损毁造成了一定的水土流失，但经现场调查了解，矿山废弃物主要为废石和废水，废石属一般工业固体废物，废石淋滤后不会浸出毒性；矿山废水主要为生活污水，本矿山生活污水水量很小不外排。矿区内及周边未发现土壤变质，周边植物生长良好，未发现水土环境污染现象。

现状条件下矿山开采对水土环境污染较轻。

（二）受损预测

1、矿山不稳定地质体预测评估

根据开发利用方案，该矿开采方式为露天开采。随着地表工程的掘进，将形成台阶状采空区，随着采空区的逐步增大，将改变评估区内地质环境条件，露天采坑边坡可能引发崩塌、滑坡地质灾害。

崩塌：矿山开采后必然形成一定规模的采坑，边坡上部岩石风化，节理裂隙发育，在原边界条件改变后，其稳定性发生变化，原始结构

受到破坏，在重力作用下边坡失稳易产生崩塌，威胁采场内人员和财产安全。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）中表6“崩塌发育程度分级表”，发育程度等级为中等发育。受威胁人数10~100人，可能直接经济损失100~500万元。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）表15“地质灾害危害程度分级表”，崩塌地质灾害危害程度中等。

综上所述，矿山建设中、建设后引发崩塌地质灾害的可能性为中等，发育程度属中等发育，危害程度为中等，危险性等级评定为危险性中等。

滑坡：矿体及围岩产状一致，总体走向40°，倾向北西~南东，倾角28°~40°。矿区内露天开采形成的露天采坑采掘坡面角47-48°，矿体围岩与采场坡向相反，节理裂隙不发育，滑坡地质灾害发生的可能性小。发育程度等级为弱发育，受威胁人数小于10人，可能直接经济损失小于100~500万元。根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）表15“地质灾害危害程度分级表”，滑坡地质灾害危害程度中等。

综上所述，矿山建设中、建设后引发滑坡地质灾害的可能性为小，发育程度属弱发育，危害程度为中等，危险性等级评定为危险性中等。

2、地形地貌景观破坏预测分析

根据《开发利用方案》设计和矿山实际情况，本矿山属于新设采矿权，矿山在今后的开采过程中采用露天开采方式，利用原有工业场地、办公区、堆料区和矿区道路，新形成的损毁单元为：拟建露天采场，新增影响面积为10.6438hm²。

综上所述，露天采场对地形地貌景观影响和破坏严重，工业场地、办公区、堆料区和矿区道路对地形地貌景观影响和破坏较严重，评估

区内其他区域对地形地貌景观影响和破坏较轻。

3、含水层破坏预测分析

根据《开发利用方案》设计，矿山设计沿用露天开采方式，设计露天开采最低标高为+560m，位于侵蚀基准面之上，未揭露地下含水层，矿坑水主要来源于大气降水。

综上所述，预测评估矿山开采活动对含水层影响较轻，对附近居民供水影响较小，危害性较小。

4、土地资源破坏预测分析

根据开发利用方案和矿山生产实际情况，矿山采用露天开采方式，利用原有矿区道路。矿山进一步开采对矿区土地的损毁主要为拟建露天采场对土地的挖损损毁。

根据开发利用方案设计露天采场，开采终了平面图的露天采场范围与现状采场、工业场地、堆料区范围部分重合，扣除与现状采场、工业场地、堆料区重合范围，预测新增损毁土地面积 10.6438hm²，土地损毁程度为重度。预测新增损毁土地类型及面积见表 3-9。

表 3-9 露天采场预测新增损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)		合计 (hm ²)	土地权属
	灌木林地	采矿用地		
露天采场	10.0370	0.6068	10.6438	瓦子庙村
小计	10.0370	0.6068	10.6438	

综上所述，评估区内预测新增损毁土地面积 10.6438hm²，损毁土地类型为灌木林地 10.0370hm²，采矿用地 0.6068hm²。均为瓦子庙村集体所有。

详见下表。

表 3-10 矿山拟损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)		合计 (hm ²)	土地权属
	灌木林地	采矿用地		
露天采场	10.0370	0.6068	10.6438	瓦子庙村
小计	10.0370	0.6068	10.6438	

评估区内共计损毁土地面积 56.4758hm²，其中矿区内土地面积 51.6785hm²，矿区外土地面积 4.7973hm²。其中乔木林地 0.3014hm²，灌木林地 11.1936hm²，其他林地 0.2555hm²，采矿用地 44.2241hm²，农村宅基地 0.1592hm²，农村道路 0.3420hm²。均属瓦子庙村集体土地。

表 3-11 矿山损毁土地地类面积汇总表 单位：hm²

单元	土地类型 (hm ²)						合计 (hm ²)	土地权属
	乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地	农村宅基地	农村道路		
露天采场	0.0336	11.1827	0.2472	37.176			48.6395	瓦子庙村
工业场地 1		0.0075		2.2976			2.3051	
工业场地 2				0.4468			0.4468	
工业场地 3				1.6604		0.05	1.7104	
工业场地 4	0.0359			0.5471			0.5830	
办公区 1				0.2192			0.2192	
办公区 2				0.0861		0.0152	0.1013	
办公区 3	0.0173			0.1942	0.1592		0.3707	
堆料区 2				0.0884			0.0884	
堆料区 3				0.2191			0.2191	
堆料区 4	0.0119	0.0034		0.1824			0.1977	
矿区道路	0.2027		0.0083	1.1068		0.2768	1.5946	
小计	0.3014	11.1936	0.2555	44.2241	0.1592	0.3420	56.4758	

5、生态问题预测分析

该矿山开采矿种无毒，无污染，所以预测条件下，矿山开采对水土环境污染较轻。

(1) 植被损毁

预测：露天采场开挖、堆料区的堆积、工业场地、办公区建设、

道路修建等活动直接占压和破坏了原生植被。损毁土地类型主要为乔木林地 0.3014hm²，灌木林地 11.1936hm²，其他林地 0.2555hm²，采矿用地 44.2241hm²，农村宅基地 0.1592hm²，农村道路 0.3420hm²。现存植被覆盖度显著降低，结构单一化，多为先锋草本或稀疏灌丛，生态系统初级生产力低下，水土保持功能严重削弱。局部区域因表土剥离或压实形成大面积裸露地表。

成因：直接物理破坏（开挖、堆占）、表土资源损失、土壤理化性质恶化（压实、贫瘠化、毒性）、微生境改变等。

影响：加剧水土流失，破坏景观，丧失碳汇能力，导致区域小气候恶化，并为外来物种入侵创造条件。

（2）生物多样性丧失：

预测：因为面积小，对生物多样性有一定影响。

（3）地表水系破坏

现状条件下季节性溪流对矿山开采无影响，地表采坑无积水。未来 535m 标高以上开采过程中汇入矿坑内的大气降水及地下水渗入部分能自然排泄无需要人工疏干。

（4）水土环境污染

预测：矿山设计采用露天开采，对土壤的影响主要是运输过程中产生的粉尘，在装运矿岩前往爆堆洒水降尘，主要运输道路要保持经常洒水除尘，通过除尘措施可有效减少粉尘的污染。矿山开采的矿种为白云岩，无重金属和其它污染物溶解水中，不会对水土环境造成污染。

（三）问题诊断评价结论

1、问题诊断评价

（1）土地损毁问题

1) 诱发原因：直接物理破坏（挖损、压占）、土壤理化性质恶化（压实、贫瘠化）等。

2) 受损程度：露天采场损毁形式为挖损，土地损毁程度为重度；工业场地、办公区、堆料区、矿区道路损毁形式为压占，土地损毁程度为中度。

(2) 生态受损与退化问题

1) 诱发原因：植被砍伐、地表裸露、直接生境破坏、生境破碎化（场地、道路分割）、食物链中断、人为干扰加剧、生态服务功能（如授粉、害虫控制、养分循环）减弱等。

2) 受损程度：露天采场、工业场地、办公区、堆料区、矿区道路破坏地类涉及乔木林地、灌木林地、其他林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路等，生态受损程度为重度。

2、矿区生态破坏程度分区

根据评估区地质环境复杂程度、矿山地质环境现状问题和受损预测，针对评估区生态破坏程度进行分区，各受损区块损毁程度综合评价情况如下：

表 3-12 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状态			综合评价结果
		范围（拐点坐标）	面积（hm ² ）	损毁程度	
露天采场	地质环境影响	见附表	48.6395	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	
工业场地 1	地质环境影响	见附表	2.3051	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
工业场地 2	地质环境影响	见附表	0.4468	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
工业场地	地质环境影响	见附表	1.7104	中度	中度

序号	问题类型	现状及预测受损状态			综合评价结果
		范围（拐点坐标）	面积（hm ² ）	损毁程度	
3	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
工业场地 4	地质环境影响	见附表	0.5830	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
办公区 1	地质环境影响	见附表	0.2192	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
办公区 2	地质环境影响	见附表	0.1013	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
办公区 3	地质环境影响	见附表	0.3708	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
堆料区 2	地质环境影响	见附表	0.0884	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
堆料区 3	地质环境影响	见附表	0.2191	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
堆料区 4	地质环境影响	见附表	0.1977	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	
矿区道路	地质环境影响	见附表	1.5946	中度	中度
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中度	

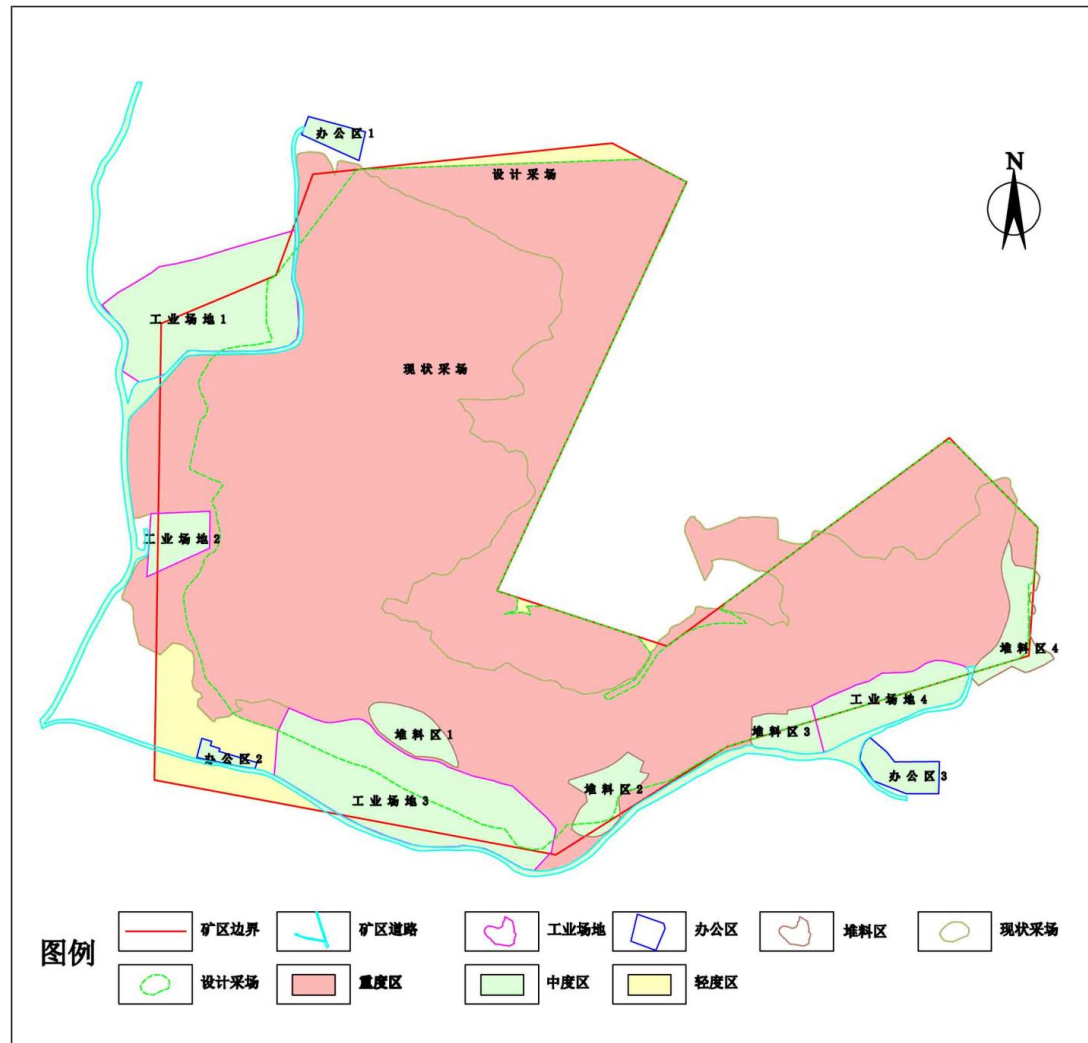


图 3-2 损毁程度综合评价图

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

矿山地质环境问题主要包括矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏和水土环境污染等问题，针对以上问题，从技术方面进行可行性分析。

1、地质灾害防治技术可行性分析

根据《开发利用方案》及实地调查，采矿活动可能产生崩塌、地面塌陷，通过监测以及对危岩体进行清理等方式可降低崩塌、地面塌陷等隐患。定期监测，监测数据出现异常时及时处理。

矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，并可达到实施的目标，在国内矿山均有应用。塌陷监测方面可委托具有相关资质的第三方机构，以进一步做好矿山地质灾害预防和治理工作，在技术上是有保障的、可行的。

2、含水层防治技术可行性分析

矿山属于露天开采，开采矿体位于当地侵蚀基准面以上，采矿活动对区域含水层地下水和附近居民生活涌水产生影响较小。

含水层修复技术措施主要采取预防保护措施，含水层预防保护与修复措施完全按照开发利用方案严格执行，从源头控制和预防，防止任何项目工业排水对地下含水层造成严重影响。生产期间加强对矿区涌水量的监测，以便矿山了解含水层间的水力联系，及时掌握含水层水位动态和矿山开采可能对含水层造成的影响和破坏。含水层结构防治主要强调含水层的自我修复能力，使其在开采过程中达到一个新的平衡，矿山生产废水和生活污水集中存放，不外排。

含水层破坏预防和治理措施切实可行，并可达到实施的目标。

3、地形地貌景观防治技术可行性分析

根据前文叙述，项目区不涉及各类自然保护区、人文景观和风景旅游区。矿山生产活动对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，开采区对现有地表地形地貌景观影响严重。

露天采场、办公区、工业场地、堆料区、矿区道路等工程建设可采取植树绿化工程措施进行预防和治理；采空区塌陷以预防监测为主，发生塌陷后采取回填、植被恢复等工程措施。

地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）损毁预防和治理措施切实可行，同类矿山已有很多比较成熟的矿山地质环境治理技术与方法，因此，矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）治理技术可行。

4、水土污染防治技术可行性分析

水土污染防治主要强调预防及监测。所采取的废石综合利用和废水处理等保护措施属于矿山主体工程，技术可行。

5、监测技术可行性分析

地质灾害预防监测通过 GPS 进行监测；含水层监测为水质、水位、水量监测；地形地貌景观采取人工监测；水土环境污染监测为常规性监测，均可实现。

6、经济可行性分析

矿山环境治理资金筹措方式为矿山企业自筹。为保证这些恢复治理工作能落实处，矿山企业应认真落实矿山地质环境保护与恢复治理基金制度，按有关规定按时缴存治理基金，认真实施矿山地质环境保护与恢复治理，根据开发方案经济成本估算，结合现行市场价格，确定矿石综合售价按 35 元/t 计算，矿山每年销售收入为 4200 万元，每年总成本费用 2400 万元，年获利税 1800 万元。矿山生产年限约 9.72 年，利润共计约 17496 万元，矿区生态修复总投资 1007.8296 万元，

矿山企业完全有经济能力承担环境治理与复垦义务，故该方案在经济上是可行的。

（二）目标方向可行性分析

1、参照生态系统状况

矿区周边运行良好的生态系统可参照矿区北侧 200m 处的山坡植被区，该区域生态系统结构完整，生物多样性丰富，植被覆盖度高，以灌木和草本植物形成的复合群落为主，具有较强的水土保持、水源涵养和生态调节功能，其生态过程稳定，物质循环和能量流动顺畅，可为矿区生态修复提供理想的参照模板和目标导向。



图 3-3 周边生态系统位置图

2、复垦修复方向的确定

根据初步确定的复垦方向，结合复垦区的特点，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。

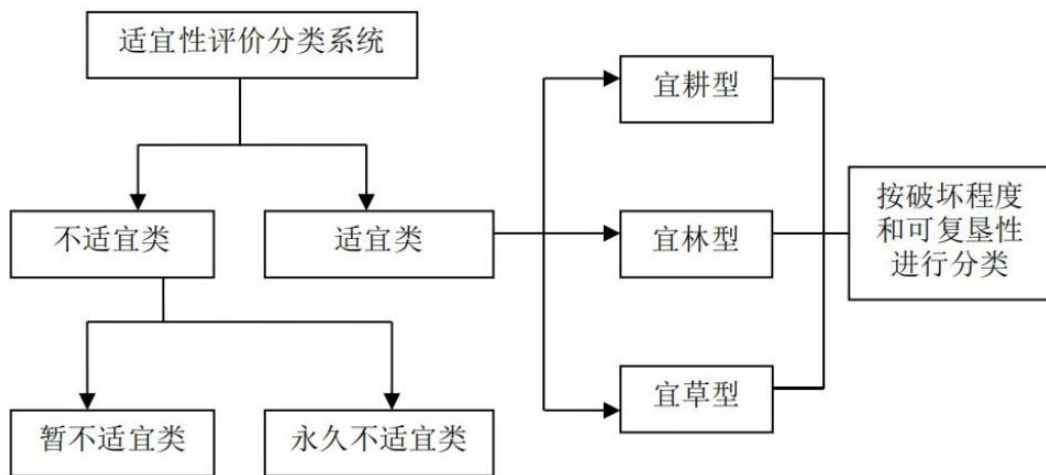


图 3-4 土地适宜性评价系统图

表 3-13 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

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
		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 3-14。

表 3-14 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	覆土后有效土层厚度(cm)	排水条件	灌溉条件	土壤有机质 g·kg ⁻¹	PH
露天采场边坡平台	11.3054	5	岩土混合物	50	一般	一般	>10	6.5
露天采场坑底平台	26.0732	5	岩土混合物	50	一般	一般	>10	6.5
露天采场边坡	11.2609	65	岩土混合物	0	好	不完善	-	-
工业场地 1	2.3051	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
工业场地 2	0.4468	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
工业场地 3	1.7104	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
工业场地 4	0.5830	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
办公区 1	0.2192	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
办公区 2	0.1013	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
办公区 3	0.3707	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
堆料区 2	0.0884	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5

项目名称	破坏面积 hm ²	坡度 (°)	土壤质地	覆土后有效土层厚度(cm)	排水条件	灌溉条件	土壤有机质 g·kg ⁻¹	PH
堆料区 3	0.2191	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
堆料区 4	0.1977	7~10	岩土混合物	50	好	一般	>10	6.5
矿区道路	1.5946	7~10	岩土混合物	50	好	一般	-	-
合计	56.4758							

表 3-15 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
		宜耕	宜林	宜草	
露天采场边坡平台	11.3054	不	宜	宜	有效土层厚度
露天采场坑底平台	26.0732	不	宜	宜	坡度、有效土层厚度
露天采场边坡	11.2609	不	不	不	坡度、岩质斜坡无法覆土
工业场地 1	2.3051	不	宜	宜	有效土层厚度
工业场地 2	0.4468	不	宜	宜	有效土层厚度
工业场地 3	1.7104	不	宜	宜	有效土层厚度
工业场地 4	0.583	不	宜	宜	有效土层厚度
办公区 1	0.2192	不	宜	宜	有效土层厚度
办公区 2	0.1013	不	宜	宜	有效土层厚度
办公区 3	0.3707	不	宜	宜	有效土层厚度
堆料区 2	0.0884	不	宜	宜	有效土层厚度
堆料区 3	0.2191	不	宜	宜	有效土层厚度
堆料区 4	0.1977	不	宜	宜	有效土层厚度
矿区道路	1.5946	不	宜	宜	有效土层厚度
合计	56.4758				

9、确定最终复垦方向和划分复垦单元

依据适宜性等级评定结果，经过现场调查综合考虑复垦区土地损毁程度、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，确定该区的土地复垦方向以及复垦土地面积。由于边坡坡度较大，无法覆土，考虑到边坡的稳定性以及尽可能提高土地利用的原则，同时符合当地土地利用规划，采用在

坡脚及坡顶种植藤本植物，进行遮挡式覆绿。

根据适宜性评价结果，土地复垦方向和复垦单元划分见表 3-16。

表 3-16 复垦单元和复垦方向表

项目名称	破坏面积 (hm ²)	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	复垦单元
露天采场边坡平台	11.3054	乔木林地	11.3054	露天采场
露天采场坑底平台	26.0732	乔木林地	26.0732	
露天采场边坡	11.2609	-	-	
工业场地 1	2.3051	乔木林地	2.3051	工业场地 1
工业场地 2	0.4468	乔木林地	0.4468	工业场地 2
工业场地 3	1.7104	乔木林地	1.7104	工业场地 3
工业场地 4	0.583	乔木林地	0.583	工业场地 4
办公区 1	0.2192	乔木林地	0.2192	办公区 1
办公区 2	0.0861	乔木林地	0.0861	办公区 2
	0.0152	农村道路	0.0152	
办公区 3	0.2115	乔木林地	0.2115	办公区 3
	0.1592	农村宅基地	0.1592	
堆料区 2	0.0884	乔木林地	0.0884	堆料区 2
堆料区 3	0.2191	乔木林地	0.2191	堆料区 3
堆料区 4	0.1977	乔木林地	0.1977	堆料区 4
矿区道路	1.5380	农村道路	1.5380	矿区道路
	0.0566	乔木林地	0.0566	
总计	56.4758		45.2149	

矿山复垦修复责任范围由露天采场、工业场地、办公区、堆料区及矿区道路组成，面积为 56.4758hm²，完成复垦复垦面积 45.2149hm²，其中复垦乔木林地 43.5025hm²，农村道路面积 1.5532hm²，农村宅基地 0.1592hm²；露天采场边坡面积 11.2609hm²，采用藤类遮盖，最终复垦率 80.06%。

3、水土资源平衡分析

(1) 土方量平衡分析

1) 土源供应量可行性分析及计算

根据本次调查结果，本矿区并未设有表土堆放场。计划通过外购瓦庙子村的土源，从而确保土源供应充足。

(2) 覆土量计算

复垦区各复垦单元覆土情况见表 3-17。

表 3-17 各复垦单元覆土情况

序号	单元名称	覆土面积 hm ²	覆土厚 度m	覆土方式	表土需求 量 m ²	沉实系 数	复垦方向
1	露天采场边坡平台	11.3054	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	30664	1.05	乔木林地
2	露天采场坑底平台	26.0732	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	65069	1.05	乔木林地
3	露天采场边坡	11.2609	-	-	-	-	采矿用地 (栽植爬山 虎)
4	工业场地 1	2.3051	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	5753	1.05	乔木林地
5	工业场地 2	0.4468	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	1115	1.05	乔木林地
6	工业场地 3	1.7104	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	4269	1.05	乔木林地
7	工业场地 4	0.583	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	1455	1.05	乔木林地
8	办公区 1	0.2192	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	509	1.05	乔木林地
9	办公区 2	0.0861	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	200	1.05	乔木林地
		0.0152	-	-	-	-	农村道路
10	办公区 3	0.2115	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	491	1.05	乔木林地
		0.1592	-	-	-	-	农村宅基地
11	堆料区 2	0.0884	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	221	1.05	乔木林地
12	堆料区 3	0.2191	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	547	1.05	乔木林地
13	堆料区 4	0.1977	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	493	1.05	乔木林地
14	矿区道路	1.5380	-	-	-	-	农村道路
		0.0566	0.5	穴状覆土 0.5m, 穴间 0.2m	141	1.05	乔木林地
合计		56.4758			110927		

根据计算，复垦共需客土量为 110927m³，本矿区并未设有表土堆放场，因此设计利用外购瓦庙子村土源进行补充 110927m³。瓦庙子村土源的表土质量已达到相关技术规范的要求。

2、水量平衡分析

①需水量分析

复垦后的土地大部分位于山坡地带，矿区地表水系不发育，本方案选取的植被种类为耐旱品种，需水量较少。栽植树苗时，需在树坑浇水。乔木每株每次用水 0.03m^3 ，爬山虎每株每次用水 0.01m^3 ，初期需浇 3 次。栽植乔木 121140 株，用水量为 10903m^3 ，栽植爬山虎 123840 株，用水量为 3715m^3 。栽植树木总计 244980 株，用水总量为 14618m^3 。苗木成活后，后期依靠自然降水灌溉。

②供水资源分析

取水水源地为本矿水井，井深 80m，单井出水量 $120\text{m}^3/\text{d}$ ，其供水量远超项目复垦区的需水量，且距离各复垦区较近，因此采用水车取水和浇水的方式。灌溉采用汽车拉水，本矿自有拉水设备，可以满足灌溉工程需要。

4、生态修复质量要求

(1)生态修复质量要求

根据本矿生态修复可行性分析结果，依据确定的生态修复方向及《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1010-2000）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）和《造林技术规程》（GB/T 15776-2023），明确修复土地单元应达到的生态修复质量要求。

(2)矿区修复工程质量要求通则

- ①修复工程符合《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）。
- ②修复后的土地利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调。
- ③修复场地的稳定性和安全性应有可靠保证。
- ④修复应充分利用原有的土壤作为修复土地的覆盖层。
- ⑤充分利用修复场地已有的或主体工程设计的道路、截排洪措

施。

(3)修复单元的生态修复质量要求

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），明确修复土地单元应达到的生态修复质量要求，结合修复区实际情况，本项目生态修复方向为乔木林地。针对不同修复方向给出以下修复质量要求。详见表 3-18。

表 3-18 项目区生态修复质量控制标准一览表

修复方向	指标类型	基本指标	东北山丘平原区 控制标准	本项目生态修复质量 要求	
林地	乔木 林地	土壤质量	有效土层厚度 (cm)	≥30	50
			土壤容重 (g/m ³)	≤1.45	1.20
			土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土
			沙石含量 (%)	≤20	10
			PH 值	6.0—8.5	7.4
			有机质 (%)	≥2	2
	配套设施	道路	达到当地本行业工程	满足修复区工程实施	
	生产力水平	定植密度 (株/公顷)	满足《造林技术规 程》 (GB/T15776-2023	2500 株/公顷	
		郁闭度	≥0.30	0.30	
		当年成活率	-	70%	
三年后保存率		-	65%		

(三) 边开采、边修复可行性分析

边开采、边修复模式通过将矿山开采与生态修复在时空上同步规划与实施，具备显著的技术可行性与经济合理性。在技术层面，现代矿山开采技术可实现采矿工程的精准控制，结合遥感监测、土壤重构、植被重建等生态修复技术，能够在开采过程中同步开展初期植被恢复，有效降低后期大规模修复的技术难度；经济层面，该模式可通过优化提前实现生态修复收益等方式，降低整体工程成本，同时避免生态环境破坏后的高额生态修复费用；生态层面，同步修复能最大限度减少地表裸露时间，降低水土流失、扬尘污染等生态风险，维护区域生态系统的连续性与稳定性。

根据矿山开采方案与矿山实际开采情况，矿山未来沿用露天开采方式，矿山生产期间进行地质环境损毁监测、土地资源损毁监测和生态系统破坏监测。根据矿山开采时序，2026 年对露天采场区外进行生态修复；2027 年对露天采场 800m、790m、780m 平台进行生态修复；2028 年对露天采场 770m、760m、750m 平台进行生态修复；2029 年对露天采场 740m、730m、720m 平台进行生态修复；2030 年对露天采场 710m、700m、690m、680m 平台进行生态修复；2031 年对露天采场 670m、660m、650m 平台进行生态修复；2032 年对露天采场 640m、630m 平台进行生态修复；2033 年对露天采场 620m、610m 平台进行生态修复；2034 年对露天采场 600m、590m 平台进行生态修复；2035 年对露天采场 580m、570m 平台进行生态修复。矿山可做到边生产、边修复。

三、生态修复分区及修复时序安排

根据生态修复可行性分析及矿山开采方案确定的开采时序，按照地形地貌、地表物质组成、水土资源等划分为露天采场、工业场地、办公区、堆料区、矿区道路共五个修复分区。其中露天采场、工业场地、堆料区修复为乔木林地；办公区修复为乔木林地、农村道路、农村宅基地；矿区道路修复为乔木林地、农村道路。结合矿山开采计划，各单元修复时间如下表所示。

表 3-19 生态修复时序安排表

序号	修复单元		修复时间	修复方向
1	露天采场	露天采场边坡平台	2027 年 4 月-2036 年 12 月	乔木林地
		露天采场坑底平台	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
		露天采场边坡	2027 年 4 月-2036 年 12 月	-
2	工业场地	工业场地 1	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
		工业场地 2	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地

序号	修复单元		修复时间	修复方向
		工业场地 3	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
		工业场地 4	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
3	办公区	办公区 1	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
		办公区 2	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地、农村道路
		办公区 3	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地、农村宅基地
4	堆料区	堆料区 2	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
		堆料区 3	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
		堆料区 4	2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地
5	矿区道路		2036 年 1 月-2036 年 12 月	乔木林地、农村道路

四、采矿用地与复垦修复安排

本项目采矿用地包括露天采场、工业场地、办公区、堆料区、矿区道路等区域，不涉及采矿新增用地与复垦修复存量采矿用地相挂钩，不涉及临时占用农用地。

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		复垦修复目标		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	
03	林地	0301	乔木林地	0.3014	一般	43.5025	良好	43.2011
		0305	灌木林地	11.1936	一般	—	—	-11.1936
		0307	其他林地	0.2555	一般	—	—	-0.2555
		小计		11.7505	—	43.5025	—	31.7520
06	工矿用地	0602	采矿用地	44.2241	一般	—	—	-44.2241
		小计		44.2241	—	—	—	-44.2241
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.1592	一般	0.1592	良好	0
		小计		0.1592	—	0.1592	—	0
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.3420	一般	1.5532	良好	1.2112
		小计		0.3420	—	1.5532	—	1.2112
合计				56.4758	—	45.2149	—	-11.2609

表 3-21 矿区用地与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划				
序号	原地类	范围	面积	质量	是否为临时用地	批准(计划使用期限 (年月日-年月日))	目标地类	范围	面积	质量	批准(计划)复垦修复期限
0301	乔木林地	—	0.3014	一般	否	2026.4~2035.12	乔木林地	—	43.5025	良好	2036年1月-2036年12月
0305	灌木林地	—	11.1936	一般	—	2026.4~2035.12	灌木林地	—	—	—	—
0307	其他林地	—	0.2555	一般	否	2026.4~2035.12	—	—	—	—	—
0602	采矿用地	—	44.2241	一般	否	2026.4~2035.12	—	—	—	—	—
0702	农村宅基地	—	0.1592	一般	否	2026.4~2035.12	农村宅基地	—	0.1592	良好	2036年1月-2036年12月
1006	农村道路	—	0.3420	一般	否	2026.4~2035.12	农村道路	—	1.5532	良好	2036年1月-2036年12月

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感保护目标

矿区附近没有需要保护的耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标。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、土地复垦事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。

（二）表土剥离与植被移植利用

本矿山的工业场地、办公区、堆料区、矿区道路均为已损毁单元，生产期间新增拟损毁区主要为露天采场。

新增露天采场内岩石裸露，不具备表土剥离条件，矿山无需进行表土剥离和植被移植工作。

（三）相关协同措施

1、不稳定地质体预防措施

边坡稳定化工程：对露天采坑边坡等不稳定斜坡，采取分级削坡、设置马道、格构梁锚固、柔性防护网等措施，消除滑坡、崩塌风险。对高陡岩质边坡实施生态型客土喷播。

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，并设计地表径流导排系统（如排水沟、截水渠），避免积水侵蚀。

2、水土流失综合控制

源头控制：对裸露地表即时覆盖防尘网或铺设生态毯，实施临时植草；对松散堆体进行压实、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砂池、透水坝、石笼谷坊。

末端治理：在沟道出口设置植被缓冲带或人工湿地，净化径流泥沙。

3、环境污染系统治理

土壤污染修复：风险管控：对重度污染区实施阻隔封闭，设立警示标识。
治理技术：对中轻度污染土壤，采用淋洗（针对重金属）、化学氧化/还原（针对有机物）、稳定化/固化（添加钝化剂如磷酸盐、生物炭）、植物修复（超富集植物）等技术，使污染物浓度达到 GB36600 或 GB15618 规定的安全利用标准。

水污染控制：废水处理：建设/升级矿坑水、洗矿废水处理设施（如中和沉淀池、人工湿地、膜过滤），确保达标排放或回用。
地下水阻隔：在污染源下游布设垂直防渗帷幕（如水泥-膨润土墙），阻断污染羽扩散。
河道生态清淤：清除底泥污染物，恢复河道自然形态与透水性。

4、固体废物资源化利用与安全处置

减量化与资源化：将废石用于采坑回填、路基材料、建材生产（制砖、骨料）。对尾矿进行再选回收有价值组分，或用于制备陶粒、充填材料。

规范化封场：对无法利用的废渣堆，按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599）进行终场覆盖（压实黏土层+HDPE 膜+营养土层）、植被恢复及渗滤液收集处理。

5、已修复区域长效管护机制

监测预警：建立覆盖植被生长、土壤质量、水体水质、边坡稳定性的监测网络，运用遥感与 GIS 技术进行动态评估。

适应性管理：根据监测数据及时调整管护策略，如补植补种、灌溉抗旱、病虫害防治、设施维护（排水沟清淤、防护网检修）。

封育管护：设立围栏、警示牌，禁止放牧、垦殖等干扰活动，促进生态系统自然演替（符合 GB/T43936 对修复成效可持续性的验收要求）。

二、修复措施

（一）地貌重塑

地貌重塑主要针对治理范围内采场边坡、坑底及平台，进行边坡修整及

清理平整，防止边坡处产生崩塌灾害，使达到稳定效果并符合栽植条件，以利于边坡植物的正常生长及坡面的整体美观，保证治理效果。施工时尽量利用原有平台进行规整、减少坡度角，并对坡面松散堆积体进行清理，增强坡体稳定性；对表层坑洼不平的区域进行场地平整，同时采用人工和机械相结合的方式对平整后的表面进行必要的碾压，平整坡度基本控制在2~10%之间，使平整后的地形坡度与当地地形坡度相协调。

1、露天采场治理工程

(1) 边坡修整

在矿山生态修复前，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，边坡的水平投影面积 11.2609hm^2 ，最终边坡角 $47^\circ-48^\circ$ ，斜面积约为 16.6682hm^2 ，严格按照开发利用方案生产，边坡修整量较少，按照斜面积及厚度进行估算，平均厚度约为 0.1m ，清理面积约为坡面的10%，清理危石量约为 1667m^3 ，清除的危石量就近在附近的坑底或平台处进行平整，运距 $<80\text{m}$ 。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，采用推土机对坑底及平台地面进行清理平整，削高垫低，使采坑中部略高于四周，以达到汇水目的，清理平整总面积 37.3786hm^2 。

2、工业场地治理工程

(1) 建筑物拆除

在矿山闭坑后，对工业场地内的建筑物进行拆除，建筑物占地面积约为 0.6151hm^2 ，建筑高度 $3-5\text{m}$ ，全部为彩钢结构，将拆除后的彩钢板全部回收利用，因此，本方案不对建筑物拆除进行投资估算。

(2) 地面清理平整

待建筑物拆除之后，采用推土机对工业场地区域地面进行清理平整，削高垫低，使地面平坦，清理平整面积 5.0453hm^2 。

3、办公区治理工程

(1) 建筑物拆除

在矿山闭坑后，对办公区内的建筑物进行拆除，建筑物占地面积约为0.1963hm²，建筑平均高度3m，全部为彩钢结构，将拆除后的彩钢板全部回收利用，因此，本方案不对建筑物拆除进行投资估算；对水泥地面进行拆除，硬化地面面积943m²，拆除平均厚度0.20m，共拆除建筑物垃圾189m³。并将所产生的建筑垃圾运至露天采场底部，运距300m。工作内容：挖装、运输、卸除、空回，运距 0~0.5km。人工采用机械的方法，使用1m²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

待建筑物拆除之后，采用推土机对办公区地面进行清理平整，削高垫低，使地面平坦，清理平整面积0.6912hm²。

3、堆料区治理工程

(1) 地面清理平整

根据场区地形特征及工程特点，堆料区在矿石运走后直接复垦，不进行大的削坡和填埋，只对局部坑洼不平和有孔洞处整平，清理平整总面积0.5052hm²。

4、矿区道路

经过现场实地调查，矿山道路西部和南部路段为当地村民和凌源瀚维环保能源有限公司（垃圾填埋场）正常使用道路，连通村村通公路，面积1.5380hm²，此路段后续留作道路继续使用。

矿区道路北部路段面积 0.0566hm²，在矿山闭坑后，对路面清理平整。

(1) 地面清理平整

根据场区地形特征及工程特点，对矿区道路北部路段局部坑洼不平和有孔洞处整平，清理平整总面积 0.0566hm²。

5、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4-1。

表4-1 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
1	露天采场治理工程		
(1)	边坡修整	m ³	1667
(2)	危岩体清运	m ³	1667
(3)	地面清理平整	hm ²	37.3786
2	工业场地治理工程		
(1)	地面清理平整	hm ²	5.0453
3	办公区治理工程		
(1)	拆除建筑垃圾	m ³	189
(2)	运输建筑垃圾	m ³	189
(3)	地面清理平整	hm ²	0.6912
4	堆料区治理工程		
(1)	地面清理平整	hm ²	0.5052
5	矿区道路治理工程		
(1)	地面清理平整	hm ²	0.0566

(二) 土壤重构

恢复为乔木林地的区域，按照标准要求，客土厚度为 0.5m；恢复为灌木林地的区域，按照标准要求，客土厚度为 0.5m。

1、露天采场土壤重构工程设计

复垦单元：露天采场边坡平台、露天采场坑底平台复垦面积：37.3786hm²

复垦方向：乔木林地复垦工艺：

(1) 覆土：矿山生产期，对露天采场边坡平台进行复垦，覆土沉实厚度为穴状坑覆土0.5m、穴间0.2m，覆土面积11.3054hm²，覆土量为28095m³，表土来源于外购表土28095m³。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。

矿山闭坑后，对露天采场坑底平台进行复垦，覆土沉实厚度为穴状坑覆土0.5m、穴间0.2m，覆土面积26.0732hm²，覆土量为60556m³，表土来源于外购表土60556m³。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）培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，将露天采场边坡平台恢复为乔木林地，本方案设计在植树穴坑内增施有机肥，乔木每穴施肥0.45kg，施肥量18291kg。

为了改良土壤，增加土壤肥力，将露天采场坑底平台恢复为乔木林地，本方案设计在植树穴坑内增施有机肥，乔木每穴施肥0.45kg，施肥量29332kg。

2、工业场地土壤重构工程设计

复垦单元：工业场地

复垦面积：5.0453hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

（1）覆表土：矿山闭坑后，对工业场地进行复垦，覆土沉实厚度为穴状坑覆土0.5m、穴间0.2m，覆土面积5.0453hm²，覆土量为11718m³，外购表土11718m³。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）培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，恢复为乔木林地，本方案设计在植树穴坑内增施有机肥，乔木每穴施肥0.45kg，施肥量5676kg。

3、办公区土壤重构工程设计

复垦单元：办公区

复垦面积：0.5168hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

（1）覆表土：矿山闭坑后，对办公区进行复垦，对复垦为乔木林地面积0.5168hm²，覆土沉实厚度为穴状坑覆土0.5m、穴间0.2m，覆土面积0.5168hm²，覆土量为1200m³，外购表土1200m³。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）培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，将办公区恢复为乔木林地，本方案设计在植树穴坑内增施有机肥，乔木每穴施肥0.45kg，施肥量581kg。

4、堆料区土壤重构工程设计

复垦单元：堆料区

复垦面积：0.5052hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

（1）覆表土：矿山闭坑后，对堆料区进行复垦，覆土沉实厚度为穴状坑覆土0.5m、穴间0.2m，覆土面积0.5052hm²，覆土量为1173m³，外购表土1173m³。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）培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，恢复为乔木林地，本方案设计在植树穴坑内增施有机肥，乔木每穴施肥0.45kg，施肥量568kg。

5、矿区道路土壤重构工程设计

复垦单元：矿区道路

复垦面积：0.0566hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

（1）覆表土：矿山闭坑后，对矿区道路进行复垦，覆土沉实厚度为穴状坑覆土0.5m、穴间0.2m，覆土面积0.0566hm²，覆土量为131m³，外购表土131m³。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）培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，恢复为乔木林地，本方案设计在植树穴坑内增施有机肥，乔木每穴施肥0.45kg，施肥量64kg。

6、主要工程量

土壤重构工程设计工程量测算见表4-2和表4-3。

表4-2 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
(一)	露天采场土壤重构工程	—	—
1	露天采场边坡平台		
(1)	购土覆土	m ³	28095
(2)	培肥工程	kg	18291
2	露天采场坑底平台		
(1)	购土覆土	m ³	60556
(2)	培肥工程	kg	29332
(二)	工业场地土壤重构工程	—	—
1	购土覆土	m ³	11718
2	培肥工程	kg	5676
(三)	办公区土壤重构工程	—	—
1	购土覆土	m ³	1200
2	培肥工程	kg	581
(四)	堆料区土壤重构工程	—	—
1	购土覆土	m ³	1173
2	培肥工程	kg	568
(五)	矿区道路土壤重构工程	—	—
1	购土覆土	m ³	131
2	培肥工程	kg	64

表4-3 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	购土覆土	m ³	102874
2	培肥工程	kg	54513

(三) 植被重建

按照宜林则林，宜草则草，林草结合的原则，进行乔、灌、草的穴植、播种作业，以使植被得到最大限度的恢复。边坡平台和坑底平台平坦区域主要适用绿化植物为刺槐（1~2年生），地径大于1.2cm，苗高1.5m，达到一级苗木标准，穴间撒播草籽；岩质边坡沿坡底种植藤蔓植物进行遮挡覆盖绿化，适用藤蔓植物为爬山虎，规格为地径0.5cm，长度30cm，种植间距为0.2m。草籽主要选用紫花苜。

1、露天采场植被重建工程设计

复垦单元：露天采场边坡平台

复垦面积：11.3054hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 植被恢复：为提高成活率，本方案设计撒播混合草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 25kg/hm²，撒播种草1年，撒播总面积 11.3054hm²；树种选择刺槐，造林密度为行距2.0m，株距2.0m，栽植面积 11.3054hm²，共栽植28264株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，每次 0.03m³，共计浇水灌溉2544m³。

复垦单元：采场坑底平台

复垦面积：26.0732hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 植被恢复：为提高成活率，本方案设计撒播混合草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 25kg/hm²，撒播种草1年，撒播总面积 26.0732hm²；树种选择刺槐，造林密度为行距2.0m，株距2.0m，栽植面积 26.0732hm²，共栽植65183株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，每次 0.03m³，共计浇水灌溉5866m³。

复垦单元：露天采场边坡

栽植爬山虎：在每级台阶平台及坑底的边坡底部，按照20厘米的间距种植适应当地生长环境的爬山虎等蔓藤植物，使其沿立面向上攀爬，以实现边坡生态恢复的目标，确保边坡全面复绿。栽植爬山虎后，需及时进行洒水，并重视后期管护工作。同时，在每级台阶平台及坑底的边坡底部，按照2.0米的间距种植适应当地生长环境的刺槐等灌木，进一步确保边坡全面复绿。边坡底边总长度为24768m，需栽植长度为24768m，共种植爬山虎123840株，共种植刺槐12384株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，灌木每次0.03m³，

爬山虎每次 0.01m^3 ，共计浇水灌溉 4830m^3 。

2、工业场地复垦工程设计

复垦单元：工业场地

复垦面积： 5.0453hm^2

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 植被恢复：为提高成活率，本方案设计撒播混合草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 $25\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播种草1年，撒播总面积 5.0453hm^2 ；树种选择刺槐，造林密度为行距 2.0m ，株距 2.0m ，栽植面积 5.0453hm^2 ，共栽植12613株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，每次 0.03m^3 ，共计浇水灌溉 1135m^3 。

3、办公区复垦工程设计

复垦单元：办公区

复垦面积： 0.5168hm^2

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 植被恢复：为提高成活率，本方案设计撒播混合草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 $25\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播种草1年，撒播总面积 0.5168hm^2 ；树种选择刺槐，造林密度为行距 2m ，株距 2m ，栽植面积 0.5168hm^2 ，共栽植1292株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，每次 0.03m^3 ，共计浇水灌溉 116m^3 。

4、堆料区复垦工程设计

复垦单元：堆料区

复垦面积： 0.5052hm^2

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 植被恢复：为提高成活率，本方案设计撒播混合草籽，草种推荐为

紫花苜蓿，技术指标为25kg/hm²，撒播种草1年，撒播总面积0.5052hm²；树种选择刺槐，造林密度为行距2.0m，株距2.0m，栽植面积 0.5052hm²，共栽植1263株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，每次0.03m³，共计浇水灌溉114m³。

5、矿区道路复垦工程设计

复垦单元：矿区道路

复垦面积：0.0566hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 植被恢复：为提高成活率，本方案设计撒播混合草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为25kg/hm²，撒播种草1年，撒播总面积0.0566hm²；树种选择刺槐，造林密度为行距2.0m，株距2.0m，栽植面积 0.0566hm²，共栽植142株。为保证造林成活率，栽植后初期分3次对苗木进行灌溉，每次0.03m³，共计浇水灌溉13m³。

6、主要工程量

植被重建工程设计工程量测算见表4-4和表4-5。

表4-4 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
(一)	露天采场复垦工程	—	—
1	露天采场边坡平台		
(1)	撒播草籽	hm ²	11.3054
(2)	栽植刺槐	株	28264
(3)	浇水灌溉	m ³	2544
2	露天采场坑底平台		
(1)	撒播草籽	hm ²	26.0732
(2)	栽植刺槐	株	65183
(3)	浇水灌溉	m ³	5866
3	边坡		
(1)	栽植刺槐	株	12384
(2)	栽植爬山虎	株	123840
(3)	浇水灌溉	m ³	4830
(二)	工业场地复垦工程	—	—
(1)	撒播草籽	hm ²	5.0453

序号	工程名称	计算单位	工程量
(2)	栽植刺槐	株	12613
(3)	浇水灌溉	m ³	1135
(三)	办公区复垦工程	—	
(1)	撒播草籽	hm ²	0.5168
(2)	栽植刺槐	株	1292
(3)	浇水灌溉	m ³	116
(四)	堆料区复垦工程	—	
(1)	撒播草籽	hm ²	0.5052
(2)	栽植刺槐	株	1263
(3)	浇水灌溉	m ³	114
(五)	矿区道路复垦工程	—	
(1)	撒播草籽	hm ²	0.0566
(2)	栽植刺槐	株	142
(3)	浇水灌溉	m ³	13

表4-5 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	撒播草籽	hm ²	43.5025
2	栽植刺槐	株	121140
3	栽植爬山虎	株	123840
4	浇水灌溉	m ³	14618

(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,设计在露天采场北东侧高陡边坡处设立警示牌,周长808m,每隔约100m 设一个警示牌,需设8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240m,为防止矿区附近的居民、牲畜进入露天采场从而引起危险,在露天采场部分陡坎处设置围栏。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808m,共需269套护栏网片(含安装),269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269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5.38m³,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 33.63m³，混凝土砌体体积为5.38m³，土方回填量28.25m³。

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808m，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323m³。

4、主要工程量

景观营建工程设计工程量测算见表4-6。

表4-6 景观营建工程工程量汇总表

序号	工程分类	单位	工程量
1	警示牌	个	8
2	围栏网片	片	269
3	立柱	根	269
4	土方开挖（围栏立柱）	m ³	33.63
5	土方回填	m ³	28.25
6	混凝土基础桩	m ³	5.38
7	土方开挖（截排水沟）	m ³	323

三、工程内容

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表。

表4-7 主要工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	地貌重塑工程	—	—
1	边坡修整	m ³	1667
2	危岩体清运	m ³	1667
3	拆除建筑垃圾	m ³	189
4	运输建筑垃圾	m ³	189
5	地面清理平整	hm ²	43.6769
(二)	土壤重构工程		
1	购土覆土	m ³	102874
2	培肥工程	kg	54513
(三)	植被重建工程		
1	撒播草籽	hm ²	43.5025
2	栽植刺槐	株	121140
3	栽植爬山虎	株	123840
4	浇水灌溉	m ³	14618

序号	工程名称	计算单位	工程量
(四)	景观营建工程		
1	警示牌	个	8
2	围栏网片	片	269
3	立柱	根	269
4	土方开挖（围栏立柱）	m ³	33.63
5	土方回填	m ³	28.25
6	混凝土基础桩	m ³	5.38
7	土方开挖（截排水沟）	m ³	323

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

(一) 目标与任务

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

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

3、验证修复目标达成度：通过系统监测数据，验证修复工程是否达到了预定的修复目标（如：边坡稳定、土壤污染物达标、植被覆盖度/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

1) 不稳定边坡监测点布设

依据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014 布设监测点，每个边坡布设一条监测断面，每个断面布设监测点不少于 3 个，监测点距约 50m，垂距约为 40m。考虑到本矿山的实际情况，露天采场布置 8 个监测点，2 个基站。

2) 地形地貌景观监测点布设

不专门设点，即对整个评估区进行监测。采用卫星遥感或无人机影像对地形地貌进行监测，在采矿过程中安全员随时监测。将历次照片进行对比分析地形地貌是否有变化，水土流失情况，并采取必要的处理措施。

3) 含水层监测点布设

根据项目实际情况，本项目地下水环境监测在矿区内水井布置 1 个地下水监测点位。主要监测地下水位动态变化、水质情况。

(2) 监测内容

1) 不稳定边坡监测内容：针对露天采场高陡边坡可能出现的崩塌和滑坡等隐患，需进行变形监测及其诱发因素（如降雨、振动）的监测。

2) 地形地貌景观监测内容：开采过程中对矿区内地形地貌景观及土地资源进行监测。主要为露天采场、办公区、工业场地、堆料区、矿区道路对矿山地形地貌景观破坏范围和破坏程度，随时掌握影响状况，制定相应对策。

3) 含水层监测内容

根据矿山生产可能对地质环境的影响程度，结合防治目标、措施、监测点布设原则，确定地下水动态监测的内容包括地下水水位、水质变化情况。

地下水动态监测：按《矿区地下水监测规范》（DZ/T0388-2021）规定的地下水水质监测项目对水样进行监测分析。主要监测因子包括但不限于 pH、可溶固体、六价铬、砷、铜、铅、锌、镉、锰、铁、镍、锡、铁、汞、钼等。

(3) 监测方法

1) 不稳定边坡监测方法

采用全站仪测量法结合自动化监测设备进行变形监测。全站仪测量法通过定期对布设的监测点进行三维坐标测量，计算出各点的位移量和位移方向。

2) 地形地貌景观监测方法

通过采用遥感影像数据解译对比监测与人工巡检相结合的监测方式，比较土地资源和地形地貌景观的动态变化。

3) 含水层监测方法

地下水监测的频次、方法、精度要求执行《矿区地下水监测规范》（DZ/T0388-2021）。

地下水动态监测：定期采用人工现场调查、取样分析方法监测地下水水质变化情况。

（4）监测时限

生产期：贯穿整个生产过程，对正在治理的边坡、场地等关键部位进行高频次监测（如每月或每季度）。

1) 不稳定边坡监测频率：平时每 2 个月 1 次，共 8 个月，4 次；雨季 1 个月一次（6-9 月共 4 个月，共 4 次），共计每年监测 8 次。

2) 地形地貌景观监测频率：每年监测 1 次。

3) 含水层监测频率：水位监测每年平水期、枯水期、丰水期各监测 1 次，每年监测 3 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。

2、土地资源监测

（1）监测点布设

1) 土地损毁监测点布设

不专门设点，即对整个评估区进行监测。采用卫星遥感或无人机影像对地形地貌进行监测，在采矿过程中安全员随时监测。

2) 土地资源监测点布设

矿山在办公区和工业场地各布设 1 个监测点，共布设 2 个监测点。

（2）监测内容

1) 土地损毁监测内容

采用卫星遥感技术对土地损毁情况进行监测，包括采矿设施对土壤的压占、行人对土壤的踩踏以及机械的碾压，以及土地开挖的程度和面积等方面的全面监测。

2) 土地资源监测内容

地面坡度、有效土层厚度、pH 值、有机质、全氮、有效磷、速效钾、土壤表层盐分含量、pH、铜、锌、铅、镉、铬、镍、砷、汞镭等指标。

(3) 监测方法

1) 土地损毁监测方法

通过采用遥感影像数据解译土地利用和植被变化、地表裸露状况。

2) 土地资源监测方法

由矿方出资委托有资质的专业土壤化验机构进行，采样监督人员为建设单位工作人员。

(4) 监测时限

1) 土地损毁监测频率：每年监测 1 次。

2) 土地资源监测频率：每年监测 1 次。

3、生态系统监测

(1) 植被管护监测

1) 监测点布设

不专门设点，在乔木林植被恢复区取 2 处监测样地。

1) 监测内容

植被管护监测包括复垦修复林地封禁、补植、抚育、更新、修枝、防火及病虫害防治等，并对复垦后植被的成活率、覆盖率进行调查。

2) 监测方法

采取样方法，在复垦后的地块内随机选取乔木（20m×20m）的样方。在样方内采用五点取样记录所选植株的树高、胸径/地径、冠幅，记录存活状况。

3) 技术要求

固定样方需建立永久性标志，调查人员需具备一定专业知识，保持方法一致性。

4) 监测时限与频率

监测时限为管护期 3 年，监测频率为每年监测 1 次，

(2) 生态系统功能维护监测

1) 监测点布设

不专门设点，在乔木林植被恢复区取 2 处监测样地。并在矿区北侧和东南侧植被区取 1 处对照点。

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、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 优势度指数、Pielou 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。

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：采用样线法，沿固定路线记录植物种类、多度等级。

动物调查：采用样线法，记录看到的动物实体、听到的鸣叫、新鲜粪便、足迹等。

4) 监测时限

每季度监测 1 次，即每年监测 4 次。

二、管护目标与措施

1、目标任务

矿山生态修复后期管护直接影响到生态修复的效果。本方案设计生态修复后管护期为 3 年，确保植被成活率和覆盖度，生态系统能具有自我维持、自我更新的能力。通过管护措施，确保栽植林木当年成活率 70%以上，三年后植树保有率达到 65%以上。

2、管护措施

采用专人看护的管理模式，定期对治理区回访、巡视，对植物生长出现的问题及时处理，确保植被成活率和覆盖度，生态系统能具有自我维持、自我更新的能力。

树木栽植后要及时浇水，水量要充足，尤其是第一次浇水。浇水后培土应踩实，避免根系与土壤接触不实。培土方法：从树坑边缘挖土回填，并修树盘，便于日后浇水。为了防止水分过多蒸发，需进行适当的剪枝，剪枝高度根据实际情况，做到统一整齐，旁枝侧叉要剪除。剪口处涂抹油漆，避免茬口直接暴露，引起水分散失和剪口腐烂。定期对栽植树木进行检查，喷洒农药，预防树木病虫害，在植被死亡或者遭到毁坏时，要即时补种。

幼林在郁闭之前，每年应适时对影响幼林成活的高大草本植物进行刈除，并适时进行松土、合理施肥，加强抚育管理。前三年一年灌溉两次，后期可视降雨情况而定，该区雨季一般无需浇水。

对于一些苗木初期种植密度较大，待苗木生根成活时进行间伐，时间一般在晚秋或冬季进行。间伐时要保证苗木分布均匀，根据实际情况及时清除枯死树枝，剪除老枝、病枝和倒伏枝。

病虫害则以预防为主，综合防治。经常检查，研究虫灾发生规律，及时防治；定期进行林间除草也是必须的；另外，还需注意因干旱、水湿、冷冻、日光灼伤等引起的生理性病害。

3、生态系统功能维持

矿山生态修复的目标是恢复矿区的生态系统功能，使其能够长期稳定地发挥作用。矿山生产过程中应遵循“边开采、边修复”的理念，将矿山生态系统的功能维持贯穿于矿山的整个生命周期，并进行有效的管理和维护，避免二次退化。

生物多样性的恢复是维持矿山生态系统功能的重要内容。采矿活动破坏了栖息地，导致生物多样性下降，影响物种生存和繁衍。要对矿区关键物种和生物多样性进行持续观测，及时评价生态系统功能，对矿区生态系统的生

物群落、群落组成和结构进行优化，恢复矿区生态系统中多层次、多物种的植物群落，提高植物多样性，提升生态系统稳定性。同时，优化动物群落结构，恢复关键物种种群，消除动物生长的限制因子，营造良好的动物栖息地，恢复生境连通，进而引导动物回归。

建立长期的监测体系，定期评估矿山生态系统的健康状况和功能状态，及时发现问题并采取措施加以解决，降低重建生态系统水灾、旱灾、虫灾、火灾等风险，维持生态系统的相对稳定性，保障土地资源、水资源、生物资源、景观资源的可持续利用。

三、工程量

（一）监测工程量

1、矿山地质环境监测工程量

不稳定边坡布置 8 个监测点，监测频率为每年监测 8 次，监测时段为 9.72 年，共 622 次。地形地貌景观监测频率为每年监测 1 次，监测时段为 9.72 年，共 10 次，本工程与土地损毁监测方法一致，工程量不重复计算。

水位监测布设 1 个监测点，每年平水期、枯水期、丰水期各监测 1 次，每年监测 3 次，监测时段为 9.72 年，共 29 点次。

水质监测为每年监测 1 次，监测时段为 9.72 年，共 10 次。

2、土地资源监测工程量

土地损毁监测频率为每年监测 1 次，监测时段为 9.72 年，共 10 次。土地资源监测布设 2 个监测点，频率为每年监测 1 次，监测时段为 9.72 年，共 19 次。

3、生态系统监测工程量

植被管护监测：布设 2 处监测样地，监测频率为每年监测 1 次，即每年监测 2 次，监测时段为 9.72 年，共 19 次。

生态系统监测：布设 4 处监测样地，监测频率为每季度监测 1 次，即每年监测 4 次，监测时段为 9.72 年，共 156 次。

（二）管护工程量

本方案管护区域面积为乔木林地面积 43.5025hm²，每年管护 1 次，管护时间为 3 年。每年春季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	边坡变形监测	次	64	9.72	622
2	地下水水位监测	点次	3	9.72	29
3	地下水水质监测	点次	1	9.72	10
4	土地损毁监测	点次	1	9.72	10
5	土地资源监测	点次	2	9.72	19
6	植被管护监测	点次	2	9.72	19
7	生态系统监测	点次	16	9.72	156
(二)	管护工程				
1	管护面积	hm ²	43.5025	3	130.5075

第六章 工程部署与经费安排

一、总体部署

根据《开发利用方案》确定的开采方式、服务年限等，矿山生态保护修复工程必须严格按照国家有关法律法规和技术规程、规范要求，循序渐进，精心施工，本方案的工程总体部署分为 2 期：

1、近期（2026 年 4 月至 2031 年 3 月）

根据“边开采、边修复”的原则，矿山开采治理期主要开展以下矿山生态保护修复工程：

（1）监测工程

本期在矿区内水井等开展水质、水位监测；在露天采场边坡周边设置地质灾害监测点进行定期监测；对项目范围内开展地质环境监测。

（2）土地复垦及生物多样性恢复工程

本期在不影响生产的前提下对露天采场平台（800m、790m、780m、770m、760m、750m、740m、730m、720m、710m、700m、690m、680m）进行生态修复工作。

2、中远期（2031 年 4 月~2039 年 12 月）

对露天采场平台（670m、660m、650m、640m、630m、620m、610m、600m、590m、580m、570m、560m）、工业场地、办公区、堆料区和矿区道路进行生态修复工作。对矿山生态修复单元进行监测管护工作及植被恢复监测，管护工作与生态修复工程实施的时期基本一致，全部修复工程完工后，再顺延三年，防止修复土地的退化，保证植树三年后成活率 65%以上、郁闭度 30%以上。

二、总体费用估算

（一）经费估算依据

1、估算依据

（1）《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128 号）；

- (2) 《土地复垦方案编制实务》（2011 年）；
- (3) 《辽宁省建设工程计价依据》（2017 年）；
- (4) 《辽宁工程造价信息》（2026 年 1 月）；
- (5) 《辽宁省地质环境项目资金管理暂行办法》（辽国土资发〔2012〕184 号）；
- (6) 《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》（财税〔2019〕39 号）；
- (7) 《关于印发<辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法>的通知》辽自然资规〔2018〕1 号；
- (8) 《朝阳市人力资源和社会保障局关于调整全市最低工资标准的通知》（朝人社发〔2025〕20 号）；
- (9) 在预算编制过程中，相关原材料在定额和造价信息中没有的部分，以市场价为参考依据。

2、取费标准及计算方法

(1) 人工估算单价

财政部、国土资源部 2012 年下发的《土地开发整理项目预算编制暂行规定》中所规定的甲类工、乙类工日单价与当地当前实际水平相比明显偏低。本方案在实际调查情况下，并结合《朝阳市人力资源和社会保障局关于调整全市最低工资标准的通知》（朝人社发〔2025〕20 号）、当地的实际及劳动部门意见，确定参考朝阳市区最低工资标准 1930 元/月。经计算得出甲类工、乙类工人工预算单价分别为 157.23 元/工日和 126.00 元/工日。

表6-1 甲类工人工预算单价

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	基本工资标准（元/月）×地区工资系数×12 月÷（年应工作天数-年非工作天数）	95.00
2	辅助工资	以下四项之和	8.78
(1)	地区津贴	津贴标准（元/月）×12月÷（年应工作天数-年非工作天数）(100%)	0
(2)	施工津贴	津贴标准（元/天）×365天×辅助工资系数÷（年应工作天数-年非工作天数）(100%)	5.06

(3)	夜餐津贴	$(\text{中班}+\text{夜班})\div 2\times\text{辅助工资系数}(100\%)$	0.8
(4)	节日加班津贴	$\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})\times(3-1)\times\text{法定假天数}\div\text{年应工作天数}\times\text{辅助工资系数}(100\%)$	2.93
3	工资附加费	以下七项之和	53.45
(1)	职工福利基金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(14\%)$	14.53
(2)	工会经费	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(2\%)$	2.08
(3)	养老保险金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(20\%)$	20.76
(4)	医疗保险金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(8\%)$	4.15
(5)	工伤、生育保险费	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(1.5\%)$	1.56
(6)	职工失业保险基金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(2\%)$	2.08
(7)	住房公积金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(8\%)$	8.30
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	157.23

表 6-2 乙类工人工预算单价

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	$\text{基本工资标准}(\text{元}/\text{月})\times\text{地区工资系数}\times 12\text{月}\div(\text{年应工作天数}-\text{年非工作天数})$	75.00
2	辅助工资	以下四项之和	8.17
(1)	地区津贴	$\text{津贴标准}(\text{元}/\text{月})\times 12\text{月}\div(\text{年应工作天数}-\text{年非工作天数})(100\%)$	0.00
(2)	施工津贴	$\text{津贴标准}(\text{元}/\text{天})\times 365\text{天}\times\text{辅助工资系数}\div(\text{年应工作天数}-\text{年非工作天数})(100\%)$	5.06
(3)	夜餐津贴	$(\text{中班}+\text{夜班})\div 2\times\text{辅助工资系数}(100\%)$	0.80
(4)	节日加班津贴	$\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})\times(3-1)\times\text{法定假天数}\div\text{年应工作天数}\times\text{辅助工资系数}(100\%)$	2.31
3	工资附加费	以下七项之和	42.83
(1)	职工福利基金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(14\%)$	11.64
(2)	工会经费	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(2\%)$	1.66
(3)	养老保险金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(20\%)$	16.63
(4)	医疗保险金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(8\%)$	3.33
(5)	工伤、生育保险费	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(1.5\%)$	1.25
(6)	职工失业保险基金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(2\%)$	1.66
(7)	住房公积金	$[\text{基本工资}(\text{元}/\text{日})+\text{辅助工资}(\text{元}/\text{日})]\times\text{费率}(8\%)$	6.66
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	126.00

(2) 材料估算价格

主要材料预算价格根据辽宁省工程造价信息网 2026 年 1 月信息价期刊以及当地市场价格进行编制。

表 6-3 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	价格
1	0 号柴油	kg	9.57
2	92 号汽油	kg	11.77
3	电	kwh	0.87
4	风	m ³	0.3
5	水	m ³	15
6	块石	m ³	25
7	碎石	m ³	25
8	板枋材	m ³	1200
9	组合钢模板	kg	6.3
10	型钢	kg	4.91
11	卡扣件	kg	4.2
12	铁件	kg	3.8
13	预埋铁件	kg	3.8
14	电焊条	kg	6.5
15	混凝土	m ³	380
16	砂浆	m ³	220
17	刺槐	株	1.5
18	草籽	kg	50

(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、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（复垦监测费、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：按直接工程费的 5%提取。

2) 间接费

土方、砌体及其他工程费率为 5.00%，石方工程费率为 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。

(2) 其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工资收费、业主管理费构成。

1) 前期工作费

本项目的前期工作费包含勘测费、设计费、项目招标代理费。勘测费按工程施工费 1.65%计取；设计费以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算；项目招标代理费按工程施工费 0.5%计取。

2) 工程监理费

工程监理费以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

3) 竣工资收费

竣工资收费包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费、标识设定费等。工程复核费按工程施工费 0.70%计取；工程验收费按工程施工费 0.70%计取；项目决算编制与审计费按工程施工费 1.00%计取；整理后土地重估与登记费按工程施工费 0.65%计取；标识设定费按工程施工费 0.11%计取。

4) 业主管理费

业主管理费按工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工资收费之和的 2.80%进行计取。

(3) 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

边坡变形监测费：监测单价依据其实际情况确定为100 元/次。

地下水水位监测费：监测单价依据其实际情况确定为 100 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 1000 元/点次。土地损毁监测费：监测单价依据其实际情况确定为 300 元/点次。土地资源监测费：监测单价依据其实际情况确定为 1000 元/点次。生态系统监测费：监测单价依据其实际情况确定为 600 元/点次。植被管护监测：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/点次。

2) 管护费

植被管护费按照当地实际情况 3000.00 元/（hm²*a）进行计提。

（4）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6.00%进行计取。

2) 价差预备费：考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素，需要计算动态投资费，根据目前我国经济发展情况，考虑到本项目开采许可年限内物价上涨的不确定因素，价差预备费率按 5%计取。假设复垦工程的复垦年限为 n 年，且每年的静态投资费为a1、a2、a3... ..an（万元），则第 n 年的价差预备费 Wn：

$$W_n = a_n [(1+5\%)^{n-1} - 1]$$

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，地貌重塑经费 112.3100 万元、土壤重构经费 260.1832 万元、植被重建经费 109.7156 万元、景观营建经费 2.8922 万元、监测经费 19.4500 万元、管护工程经费 39.1523 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	工程名称	计算单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (万元)
(一)	地貌重塑工程	—	—		112.3100
1	边坡修整	100m ³	16.67	4615.02	7.6932
2	危岩体清运	100m ³	16.67	1471.56	2.4531
3	拆除建筑垃圾	100m ³	1.89	29998.19	5.6697
4	运输建筑垃圾	100m ³	1.89	1471.56	0.2781
5	地面清理平整	100m ²	4367.69	220.29	96.2158
(二)	土壤重构工程				260.1832
1	购土覆土	100m ³	1028.74	2500	257.1850
2	培肥工程	t	54.513	550	2.9982
(三)	植被重建工程				109.7156
1	撒播草籽	hm ²	43.5025	1912.23	8.3187
2	栽植乔木	100 株	1211.40	481.42	58.3192
3	栽植爬山虎	100 株	1238.40	250.54	31.0269
4	浇水灌溉	100m ³	146.18	824.38	12.0508
(四)	景观营建工程				2.8922
1	警示牌	个	8	100	0.0800
2	围栏网片	片	269	40	1.0760
3	立柱	根	269	10	0.2690
4	土方开挖 (围栏立柱)	100m ³	0.3363	8211.79	0.2762
5	土方回填	100m ³	0.2825	8211.79	0.2320
6	混凝土基础桩	100m ³	0.0538	88929.42	0.4784
7	土方开挖 (截排水沟)	100m ³	3.23	1488.06	0.4806
(五)	监测工程				19.4500
1	边坡变形监测	次	622	100	6.2200
2	地下水水位监测	点次	29	100	0.2900
3	地下水水质监测	点次	10	1000	1.0000
4	土地损毁监测	点次	10	300	0.3000
5	土地资源监测	点次	19	1000	1.9000
6	植被管护监测	点次	19	200	0.3800
7	生态系统监测	点次	156	600	9.3600
(六)	管护工程				39.1523
1	管护面积	hm ²	130.5075	3000	39.1523

(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 1007.8296 万元，静态总投资 675.0771 万元，亩均动态投资 1.1897 万元。生态修复经费估算见表6-5 至表6-13。

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	485.1010	
二	其他费用	70.2817	
三	监测与管护费	58.6023	
（一）	监测费	19.4500	
（二）	管护费	39.1523	
四	预备费	393.8446	
（一）	基本预备费	33.3230	6
（二）	价差预备费	332.7525	
（三）	风险金	27.7691	5
五	静态总投资	675.0771	
六	动态总投资	1007.8296	

表6-6 工程施工费估算表

序号	工程名称	计算单位	工程量	综合单价（元）	合计（万元）
（一）	地貌重塑工程	—	—		112.3100
1	边坡修整	100m ³	16.67	4615.02	7.6932
2	危岩体清运	100m ³	16.67	1471.56	2.4531
3	拆除建筑垃圾	100m ³	1.89	29998.19	5.6697
4	运输建筑垃圾	100m ³	1.89	1471.56	0.2781
5	地面清理平整	100m ²	4367.69	220.29	96.2158
（二）	土壤重构工程				260.1832
1	购土覆土	100m ³	1028.74	2500	257.1850
2	培肥工程	t	54.513	550	2.9982
（三）	植被重建工程				109.7156
1	撒播草籽	hm ²	43.5025	1912.23	8.3187
2	栽植乔木	100 株	1211.40	481.42	58.3192
3	栽植爬山虎	100 株	1238.40	250.54	31.0269
4	浇水灌溉	100m ³	146.18	824.38	12.0508
（四）	景观营建工程				2.8922
1	警示牌	个	8	100	0.0800
2	围栏网片	片	269	40	1.0760
3	立柱	根	269	10	0.2690
4	土方开挖（围栏立柱）	100m ³	0.3363	8211.79	0.2762
5	土方回填	100m ³	0.2825	8211.79	0.2320
6	混凝土基础桩	100m ³	0.0538	88929.42	0.4784
7	土方开挖（截排水沟）	100m ³	3.23	1488.06	0.4806
合计					485.1010

表6-7 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		24.4297	34.76%
-1	勘测费	工程施工费×1.65%	8.0042	11.39%
-2	设计费	采用分档定额计费	14.0000	19.92%
-3	项目招标代理费	工程施工费×0.5%	2.4255	3.45%
2	工程监理费	采用分档定额计费	12.0000	17.07%
3	竣工验收费		18.7249	26.64%
-1	工程复核费	工程施工费×0.70%	3.3957	4.83%
-2	工程验收费	工程施工费×1.40%	6.7914	9.66%
-3	项目决算编制与审计费	工程施工费×1.00%	4.8510	6.90%
-4	整理后土地重估与登记费	工程施工费×0.65%	3.1532	4.49%
-5	标识设定费	工程施工费×0.11%	0.5336	0.76%
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%	15.1272	21.52%
合计			70.2817	100.00%

表6-8 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 (万元)
一	监测工程				19.4500
1	边坡变形监测	次	622	100	6.2200
2	地下水水位监测	点次	29	100	0.2900
3	地下水水质监测	点次	10	1000	1.0000
4	土地损毁监测	点次	10	300	0.3000
5	土地资源监测	点次	19	1000	1.9000
6	植被管护监测	点次	19	200	0.3800
7	生态系统监测	点次	156	600	9.3600
二	管护工程				39.1523
1	管护面积	hm ²	130.5075	3000	39.1523
合计					58.6023

表6-9 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	6	33.3230
2	价差预备费			332.7525
3	风险金	工程施工费+其他费用	5	27.7691
		合 计		393.8446

表6-10 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
2026年4月-2027年3月	5.8991	0	0.0000
2027年4月-2028年3月	4.4089	0.05	0.2204
2028年4月-2029年3月	7.5052	0.1025	0.7693
2029年4月-2030年3月	11.0919	0.1576	1.7481
2030年4月-2031年3月	17.0692	0.2155	3.6784
2031年4月-2032年3月	32.1856	0.2763	8.8929
2032年4月-2033年3月	32.1856	0.3401	10.9463
2033年4月-2034年3月	32.1856	0.4071	13.1028
2034年4月-2035年12月	32.1856	0.4775	15.3686
2036年1月-2036年12月	486.7881	0.5513	268.3663
2037年1月-2037年12月	4.5241	0.6289	2.8452
2038年1月-2038年12月	4.5241	0.7103	3.2135
2039年1月-2039年12月	4.5241	0.7959	3.6007
合计	675.0771		332.7525

表6-11 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 (元)	一类费 用小计 (元)	二类费用													
				二类费 用合计 (元)	人工费 (元/工日)		动力燃料费 小计 (元)	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)		电 (元/kwh)		风 m ³		水 m ³	
					工 日	金 额		数 量	金 额	数 量	金 额	数 量	金 额	数 量	金 额	数 量	金 额
1013	推土机功率59kw	525.46	75.46	450	2	126	198			44	4.5		0.87		0.3		15
1015	挖掘机1m ³	844.6	295.6	549	2	126	297			66	4.5		0.87		0.3		15
4039	机动翻斗车1t	168.71	11.21	157.5	1	126	31.5			7	4.5		0.87		0.3		15
4011	自卸汽车5t	442.33	99.25	343.08	1.33	126	175.5			39	4.5		0.87		0.3		15
7004	电焊机直流 30KWA	280.46	8.3	272.16	1	126	146.16				4.5	168	0.87		0.3		15
3005	混凝土振捣器 2.2kw	24.84	14.4	10.44		126	10.44				4.5	12	0.87		0.3		15
3008	风水(砂)枪	543.22	3.22	540		126	540				4.5		0.87	900	0.3	18	15
3002	搅拌机0.4m ³	357.61	62.11	295.5	2	126	43.5				4.5	50	0.87		0.3		15
6001	电动空气压缩机 3m ³ /min	244.53	28.92	215.61	1	126	89.61				4.5	103	0.87		0.3		15
1052	风镐	100.24	4.24	96		126	96				4.5		0.87	320	0.3		15
1053	小型挖掘机0.25m ³	472.25	128	344.25	2	126	92.25			20.5	4.5		0.87		0.3		15
1031	自行式平地机 功率 118kw	965.21	317.21	648	2	126	396.00			88.00	4.5						
1041	风钻(手持式)	262.99	7.99	255										795	0.3	1.1	15
4036	洒水车 2500L	286.06	56.56	229.5	1	126	103.5	23	4.5								

表6-12 直接工程费单价分析表

定额编号: [90030]		撒播草籽 不覆土		定额单位: hm ²	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				264.6
1	甲类工	工日			
2	乙类工	工日	2.1	126	264.6
二	材料费				1250
1	草籽	kg	50	50	1250
三	其他费用	%	2	1514.6	30.29
合计					1544.89
定额编号: [20013]		风钻钻孔一般石方开挖		定额单位: 100m ³	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				1593.74
1	甲类工	工日	0.6	157.23	94.34
2	乙类工	工日	11.9	126	1499.40
二	材料费				1449.28
1	合金转头	个	1.02	7.2	7.34
2	空心钢	kg	0.43	4.5	1.94
3	炸药	kg	26.4	20	528
4	电雷管	个	39	8	312
5	导电线	m	120	5	600
三	机械费				311.65
1	风钻 (手持式)	台班	0.77	262.99	202.50
2	修钎设备	台班	0.04	517.11	20.68
3	载重汽车5t	台班	0.2	442.33	88.47
四	其他费用	%	4.2	3354.67	140.90
五	材料差价				197.73
1	柴油	kg	39	5.07	197.73
合计					3693.30
定额编号: [10218]		1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土		定额单位: 100m ³	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				129.12
1	甲类工	工日	0.1	157.23	15.72
2	乙类工	工日	0.9	126	113.40
二	机械费				747.60
1	挖掘机油动1m3	台班	0.22	844.6	185.81
2	推土机59kw	台班	0.16	525.46	84.07
3	自卸汽车5t	台班	1.08	442.33	477.72
三	其他费用	%	5	876.73	43.84
四	材料差价				268.30
1	柴油	kg	52.92	5.07	268.30
合计					1188.87

定额编号: [30073]		砌体拆		定额单位: 100m ³	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				23713.84
1	甲类工	工日	9.3	157.23	1462.24
2	乙类工	工日	176.6	126	22251.60
三	其他费用	%	2.2	23713.84	521.70
合计					24235.54
定额编号: [90007]		栽植乔木		定额单位: 100 株	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				189
1	甲类工	工日			
2	乙类工	工日	1.5	126	189
二	材料费				198
1	树苗	株	102	1.5	153
2	水	m ³	3.0	15	45
三	其他费用	%	0.5	387	1.94
合计					388.94
定额编号: [90018]		栽植灌木 (裸根)		定额单位: 100 株	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				126
1	甲类工	工日			
2	乙类工	工日	1.0	126	126
二	材料费				96
1	树苗	株	102	0.5	51
2	水	m ³	3.0	15	45
三	其他费用	%	0.4	222	0.89
合计					222.89
定额编号: [90018]		栽植灌木 (爬山虎)		定额单位: 100 株	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				126
1	甲类工	工日			
2	乙类工	工日	1.0	126	126
二	材料费				75.6
1	树苗	株	102	0.3	30.6
2	水	m ³	3.0	15	45
三	其他费用	%	0.4	201.6	0.81
合计					202.41
定额编号: [10333]		建筑物土方回填		定额单位: 100m ³	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				6441.08
1	甲类工	工日	2.5	157.23	393.08
2	乙类工	工日	48	126	6048.00

二	其他费用	%	3	6441.075	193.23
合计					6634.31
定额编号: [40063] 混凝土 定额单位: 100m³					
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				11979.56
1	甲类工	工日	34.6	157.23	5440.16
2	乙类工	工日	51.9	126	6539.40
二	材料费				42035.46
1	板枋材	m ³	0.05	1200	60
2	组合钢模板	kg	81.75	6.3	515.03
3	型钢	kg	49.65	4.91	243.78
4	卡扣件	kg	64.01	4.2	268.84
5	铁件	kg	0.9	3.8	3.42
6	预埋铁件	kg	0.9	3.8	3.42
7	电焊条	kg	0.15	6.5	0.98
8	混凝土	m ³	103	380	39140
9	水	m ³	120	15	1800
三	机械费				3866.31
1	混凝土振捣器2.2kw	台班	4	24.84	99.36
2	电焊地直流30KWA	台班	1.81	280.46	507.63
3	风水(砂)枪	台班	6	543.22	3259.32
四	其他费用	%	5.9	57881.33	3415.00
五	混凝土拌制	m ³	103	83.59	8609.37
六	混凝土运输	m ³	103	18.84	1940.39
合计					71846.09
定额编号: [10364] 小型挖掘机挖沟渠 定额单位: 100m³					
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				755.78
1	甲类工	工日	0.8	157.23	125.78
2	乙类工	工日	5	126	630.00
二	机械费				303.97
1	挖掘机油动0.25m ³	台班	0.41	472.25	193.62
2	推土机59kw	台班	0.21	525.46	110.35
三	其他费用	%	0.5	1059.75	52.99
四	材料差价				89.46
1	柴油	kg	17.645	5.07	89.46
合计					1202.20
定额编号:	[10330]平地机平 一般平土 金额单位:100m²				
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	人工费				25.20
1	乙类工	工日	0.2	126	25.20
二	机械费				96.52
	自行式平地机 功率 118kw	台班	0.1	965.21	96.52

三	其他费用	%	5	121.72	6.09
四	材料价差				50.16
	柴油	kg	8.8	5.7	50.16
合计					177.97
定额编号: 补充		拉水灌溉		定额单位: 100m ³	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				189.00
1	乙类工	工日	1.50	126	189.00
二	材料费				
三	机械费				286.06
1	洒水车 2500L	台班	1.00	286.06	286.06
四	其他费用	%	5	475.06	23.75
五	材料差价				167.21
1	汽油	kg	23	7.27	167.21
合计					666.02

表6-13 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接工程费 单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
一	地貌重塑工程								
1	边坡修整	m ³	100	3693.30	184.67	232.68	123.32	381.06	4615.02
2	危岩体清运	m ³	100	1188.87	59.44	62.42	39.32	121.50	1471.56
3	拆除建筑垃圾	m ³	100	24235.54	1211.78	1272.37	801.59	2476.91	29998.19
4	运输建筑垃圾	m ³	100	1188.87	59.44	62.42	39.32	121.50	1471.56
5	地面清理平整	m ²	100	177.97	8.90	9.34	5.89	18.19	220.29
二	土壤重构工程								
1	购土覆土	m ³	100						2500
2	培肥工程	t	1						550
三	植被重建工程								
1	撒播草籽	hm ²	1	1544.89	77.24	81.11	51.10	157.89	1912.23
2	栽植乔木	株	100	388.94	19.45	20.42	12.86	39.75	481.42
3	栽植灌木	株	100	222.89	11.14	11.70	7.37	22.78	275.89
4	栽植爬山虎	株	100	202.41	10.12	10.63	6.69	20.69	250.54
5	浇水灌溉	m ³	100	666.02	33.30	34.97	22.03	68.07	824.38
四	景观营建工程								
1	警示牌	个	1						100
2	围栏网片	片	1						40
3	立柱	根	1						10
4	土方开挖 (围栏立柱)	100m ³	100	6634.31	331.72	348.30	219.43	678.04	8211.79
5	土方回填	100m ³	100	6634.31	331.72	348.30	219.43	678.04	8211.79
6	混凝土基础桩	100m ³	100	71846.09	3592.30	3771.92	2376.31	7342.80	88929.42
7	土方开挖 (截排水沟)	100m ³	100	1202.20	60.11	63.12	39.76	122.87	1488.06
五	监测工程								

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接工程费 单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
1	边坡变形监测	次	1						100
2	地下水水位监测	点次	1						100
3	地下水水质监测	点次	1						1000
4	土地损毁监测	点次	1						300
5	土地资源监测	点次	1						1000
6	植被管护监测	点次	1						200
7	生态系统监测	点次	1						600
六	管护工程								
1	管护面积	hm ²	1						3000

三、阶段工作任务与经费安排

(一) 阶段工作任务

矿山设计开采服务年限为9.72年，矿区生态修复时间为13.72年，即2026年4月至2039年12月。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，可分为两个阶段。本项目进度安排仅作为矿山企业边生产边治理的参考。

1、第一阶段（5年内）实施计划

第一阶段工作主要安排在2026年4月~2031年3月，主要包括露天采场边坡修整以及监测工程，安排如下表（具体以矿山实际运营为准）6-14：

表6-14 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
1	2026年4月~2031年3月	前期工作准备，露天采场边坡修整、危岩体清运、坡面变形监测、地下水水位监测、地下水水质监测、土地损毁监测土地资源监测、生态系统监测。

2、第二阶段实施计划

第二阶段工作主要安排在2031年4月~2039年12月，第二阶段内工程主要包括对露天采场、堆料区、办公区、工业场地和矿区道路的生态修复工作以及监测工程。具体安排如下表 6-15：

表 6-15 中远期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
3	2031年4月~2039年12月	露天采场、堆料区、办公区工业场地和矿区道路的生态修复工作，包括地面清理平整、危岩体清运、购土覆土、培肥工程、撒播草籽、栽植灌木、浇水灌溉、按照防护网和警示牌，以及复垦后的管护工作。

(二) 近年工作任务与经费进度安排

表6-16 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围 (拐点坐标)	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	计算单位	工程量	目标地类	面积	费用 (万元)
1	第一年度	-	露天采场	否	边坡修整	100m ³	1.72	-	-	5.8991
					危岩体清运	100m ³	1.72			
					警示牌	个	8			
					围栏网片	片	269			
					立柱	根	269			
					土方开挖(围栏立柱)	100m ³	0.3363			
					土方回填	100m ³	0.2825			
					混凝土基础桩	100m ³	0.0538			
					土方开挖(截排水沟)	100m ³	3.23			
			项目区	边坡变形监测	点次	64	-	-		
				地下水水位监测	点次	3				
				地下水水质监测	点次	1				
				土地损毁监测	点次	1				
				土地资源监测	点次	2				
生态系统监测	点次	16								
2	第二年度	见附表 19	露天采场边坡平台 (800m、790m、780m)	否	边坡修整	100m ³	1.72	灌木林地	0.1263	4.4089
					危岩体清运	100m ³	1.72			
					地面清理平整	100m ²	12.63			
					购土覆土	100m ³	3.17			
					培肥工程	t	0.213			
					撒播草籽	hm ²	0.1263			
					栽植乔木	100 株	4.74			

序号	修复阶段	范围 (拐点坐标)	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	计算单位	工程量	目标地类	面积	费用 (万元)			
					栽植爬山虎	100 株	15.8	-	-				
					浇水灌溉	100m ³	0.90						
			项目区								边坡变形监测	点次	64
											地下水水位监测	点次	3
											地下水水质监测	点次	1
											土地损毁监测	点次	1
											土地资源监测	点次	2
											植被管护监测	点次	1
											生态系统监测	点次	16
											3	第三年度	见附表 19
危岩体清运	100m ³	1.72											
地面清理平整	100m ²	43.97											
购土覆土	100m ³	10.89											
培肥工程	t	0.701											
撒播草籽	hm ²	0.4397											
栽植乔木	100 株	15.58											
栽植爬山虎	100 株	45.9											
浇水灌溉	100m ³	2.78											
项目区					边坡变形监测	点次	64						
					地下水水位监测	点次	3						
					地下水水质监测	点次	1						
					土地损毁监测	点次	1						
					土地资源监测	点次	2						
					植被管护监测	点次	1						
					生态系统监测	点次	16						

表6-17 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	范围 (拐点坐标)	生态修复面积	主要治理修复问题	保护与预防控制工程					修复工程					监测与管护工程				
					保护措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施时间	保护措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施时间	保护措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施时间
1	露天采场	见附表19	37.3786	预防地质灾害和土地复垦	边坡修整	100m ³	16.67	7.6932	2026.4-2036.12	购土覆土	100m ³	886.51	177.3020	2027.4-2036.12					
					危岩体清运	100m ³	16.67	2.4531		培肥工程	t	47.624	2.6193						
					地面清理平整	100m ²	3737.86	82.3413	2026.4-2027.3	撒播草籽	hm ²	37.3786	7.1476						
					警示牌	个	8	0.0800		栽植乔木	100株	1058.31	50.9492						
					围栏网片	片	269	1.0760		栽植爬山虎	100株	1238.40	31.0269						
					立柱	根	269	0.2690		浇水灌溉	100m ³	132.40	10.9148						
					土方开挖(围栏立柱)	100m ³	0.3363	0.2762											
					土方回填	100m ³	0.2825	0.2320											
					混凝土基础桩	100m ³	0.0538	0.4784											
土方开挖(截排水沟)	100m ³	3.23	0.4806																
2	办公区	见附表19	0.6912	预防地质灾害和土地复垦	拆除建筑垃圾	100m ³	1.89	5.6697	2036.1-2036.12	购土覆土	100m ³	12.00	2.4000	2036.1-2036.12					
					运输建筑垃圾	100m ³	1.89	0.2781		培肥工程	t	0.581	0.0320						
					地面清理平整	100m ²	69.12	1.5226		撒播草籽	hm ²	0.5168	0.0988						
									栽植乔木	100株	12.92	0.6220							
									浇水灌溉	100m ³	1.16	0.0956							
3	工业场地	见附表19	5.0453	预防地质灾害和土地复垦	地面清理平整	100m ²	504.53	11.1143	2036.1-2036.12	购土覆土	100m ³	117.18	23.4360	2036.1-2036.12					
									培肥工程	t	5.676	0.3122							
									撒播草籽	hm ²	5.0453	0.9648							
									栽植乔木	100株	126.13	6.0722							
				浇水灌溉	100m ³	11.35	0.9357												
4	堆料区	见附表19	0.5052	预防地质灾害和土地复垦	地面清理平整	100m ²	50.52	1.1129	2036.1-2036.12	购土覆土	100m ³	11.73	2.3460	2036.1-2036.12					
									培肥工程	t	0.568	0.0312							
									撒播草籽	hm ²	0.5052	0.0966							
									栽植乔木	100株	12.63	0.6080							
				浇水灌溉	100m ³	1.14	0.0940												
5	矿区道路	见附表19	1.5946	预防地质灾害和土地复垦	地面清理平整	100m ²	5.66	0.1247	2036.1-2036.12	购土覆土	100m ³	1.31	0.2620	2036.1-2036.12					
									培肥工程	t	0.064	0.0035							
									撒播草籽	hm ²	0.0566	0.0108							
									栽植乔木	100株	1.42	0.0684							
				浇水灌溉	100m ³	0.13	0.0107												
6	项目区			预防地质灾害										边坡变形监测	点次	622	6.2200	2025~2030	
															地下水水位监测	点次	29	0.2900	2025~2030

序号	生态修复区块	范围 (拐点坐标)	生态修复面积	主要治理修复问题	保护与预防控制工程					修复工程					监测与管护工程							
					保护措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施时间	保护措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施时间	保护措施	单位	工程量	费用 (万元)	实施时间			
																		地下水水质监测	点次	10	1.0000	2025~2030
																		土地损毁监测	点次	10	0.3000	2025~2030
																		土地资源监测	点次	19	1.9000	2025~2030
																		植被管护监测	点次	19	0.3800	2025~2030
																		生态系统监测	点次	156	9.3600	2025~2030
																		管护面积	hm ²	130.3377	39.1013	2031~2034

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，应建立一个由法人任组长的矿区生态修复工作领导小组，下设立各专门机构，选调责任心强，政策水平较高，懂专业的得力人员，具体负责矿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，并且提供技术支持，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，并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。

（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，必须制定出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

凌源市利恒兴矿业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。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。

依据《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建[2017]638号）以及《辽宁省自然资源厅、辽宁省财政厅、辽宁省生态环境厅、辽宁省林业和草原局文件：关于印发辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（辽自然资规[2018]1号），矿

山企业应建立矿山地质环境治理恢复基金，以采矿权为单位计提基金，在其银行账户中设立基金账户，单独反应基金的提取和使用情况。

矿山基金总提取年限为 8 年。按年度存入基金账户，每年 11 月 30 日前完成本年度的基金提取工作。生态修复费用预存计划表中首次计提资金按静态投资的 20% 计提，剩余年限按动态投资总费用均摊，且应在矿山服务年限到期一年前完成计提，本项目矿区生态修复方案总投资为 1007.8296 万元，费用全部凌源市利恒兴矿业有限公司承担。

生态费用预存计划见表 7-1。

表 7-1 生态修复费用预存计划表

年度	总投资 (万元)	计提时间	年度费用预存额 (万元)
2026 年 4 月-2027 年 3 月	5.8991	方案审查通过公告后一个月内	135.0154
2027 年 4 月-2028 年 3 月	4.6293	2027 年 11 月 30 日前	124.6880
2028 年 4 月-2029 年 3 月	8.2745	2028 年 11 月 30 日前	124.6877
2029 年 4 月-2030 年 3 月	12.8400	2029 年 11 月 30 日前	124.6877
2030 年 4 月-2031 年 3 月	20.7476	2030 年 11 月 30 日前	124.6877
2031 年 4 月-2032 年 3 月	41.0785	2031 年 11 月 30 日前	124.6877
2032 年 4 月-2033 年 3 月	43.1319	2032 年 11 月 30 日前	124.6877
2033 年 4 月-2034 年 3 月	45.2884	2033 年 11 月 30 日前	124.6877
2034 年 4 月-2035 年 12 月	47.5542		
2036 年 1 月-2036 年 12 月	755.1544		—
2037 年 1 月-2037 年 12 月	7.3693		—
2038 年 1 月-2038 年 12 月	7.7376		—
2039 年 1 月-2039 年 12 月	8.1248		—
合计	1007.8296		1007.8296

2、资金存放

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。

建立基金账户：凌源市利恒兴矿业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。

3、资金使用

（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《工程招投标办法》的规定，依据公开、公平、公正的原则实施招投标制度。

（2）遏制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，每一分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的挪作他用。

（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。

4、资金审计

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。定期或不定期的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，资金的流程。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。

(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，分阶段有步骤的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。

1、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。

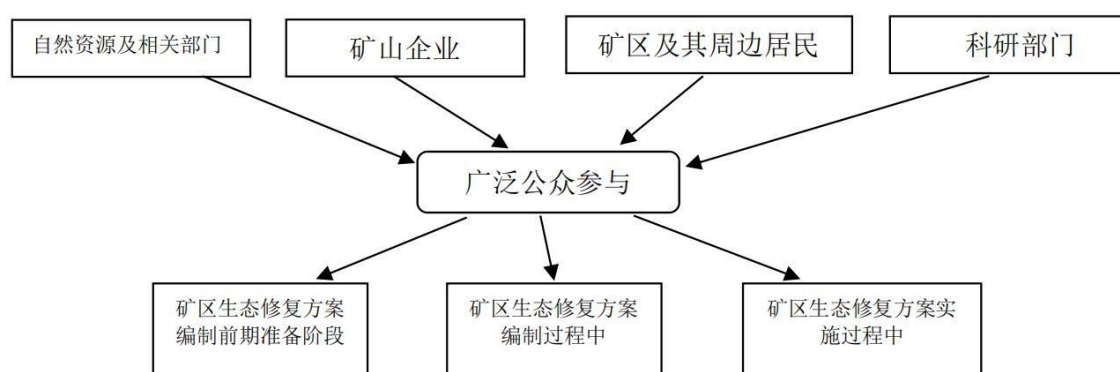


图 7-1 矿区生态修复公众参与技术路线

1、公众参与部门涉及到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到矿区生态修复方案编制的前期准备、编制过程中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复垦目标、复垦面积、复垦措施、和复垦标准等内容可行；
- (4) 被调查人认为该矿区生态修复方案兼顾大多数人和利益；
- (5) 被调查人对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复垦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矿区生态修复内容分析，确定矿区生态修复工作的安排和土地复垦用途。

（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到公众意见，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

矿区生态修复后各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，建议将纳入到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到社会经济发展的大事，不仅对生态环境和国民生产有重要意义，而且是保证区域经济可持续发展的重要组成部分。由于土地的大量损失，一、违背国家关于十分珍惜和合理利用土地的政策；二、将会直接影响到矿区周边居民的生活；三、复垦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，它将是保证项目区区域可持续发展的重要组成部分，因而具有重要的社会效益。

（二）生态效益

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

矿区生态修复工程实施后，可消除矿山地质灾害隐患和污染源，提高植被覆盖率，有效地防止水土流失，改善当地生态环境，恢复林地 43.5025hm²。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乔木林地和灌木林地 43.5025hm²，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，考虑现实中存在着一定的成活率、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709.9608 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的。

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。

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

1、采矿权人

该矿为新设矿山，采矿权人：凌源市利恒兴矿业有限公司，矿山名称：凌源市东城街道瓦庙子村建筑用白云岩矿，开采矿种：建筑用白云岩矿，开采方式：露天开采，生产规模：120万 m³/年，矿区面积：0.5168 平方公里。

2、拟破坏范围

矿区生态破坏总面积 56.4758hm²，其中现状损毁面积 45.8320hm²，预测损毁面积 10.6438hm²。主要分布于露天采场、工业场地、办公区、堆料区和矿区道路。其中矿区内土地面积 51.6785hm²，矿区外土地面积 4.7973hm²。其中乔木林地 0.3014hm²，灌木林地 11.1936hm²，其他林地 0.2555hm²，采矿用地 44.2241hm²，农村宅基地 0.1592hm²，农村道路 0.3420hm²。均属瓦庙子村集体土地。

3、生态修复范围

矿山复垦修复责任范围由露天采场、工业场地、办公区、堆料区及矿区道路组成，面积为 56.4758hm²，完成复垦复垦面积 45.2149hm²，其中复垦乔木林地 43.5025hm²，农村道路面积 1.5532hm²，农村宅基地 0.1592hm²；露天采场边坡面积 11.2609hm²，采用藤类遮盖，最终复垦率 80.06%。

4、矿山生态修复措施

矿山生态修复措施：地貌重塑工程包括边坡修整、建筑物拆除工程、清理工程；土壤重构工程包括客土工程、施肥工程；植被重建工程包括种植工程和灌溉工程；景观营建工程包括防护工程。

5、监测措施

监测措施：包括地质灾害监测（崩塌、滑坡）、含水层破坏监测、地形地貌景观监测、土地损坏情况监测、生态受损监测、复垦修复效果监测。

6、管护措施

管护措施及期限：对复垦的林地进行管护，管护期3年。管护期结束后，复垦耕地单位面积产量达到周边地区同土地利用类型中等产量水平以上；林木当年成活率70%以上，三年后植树保有率达到65%以上，三年后郁闭度达到0.3以上。

7、工程时序

（1）近期（2026年4月至2031年3月）

本期在不影响生产的前提下对露天采场平台（800m、790m、780m、770m、760m、750m、740m、730m、720m、710m、700m、690m、680m）进行生态修复工作。本期在矿区内水井等开展水质、水位监测；在露天采场边坡周边设置地质灾害监测点进行定期监测；对项目范围内开展地质环境监测。

（2）中远期（2031年4月~2039年12月）

对露天采场平台（670m、660m、650m、640m、630m、620m、610m、600m、590m、580m、570m、560m）、工业场地、办公区、堆料区进行生态修复工作。对矿山生态修复单元进行监测管护工作及植被恢复监测，管护工作与生态修复工程实施的时期基本一致，全部修复工程完工后，再顺延三年，防止修复土地的退化。

8、方案投资总额

方案投资总额：矿山生态修复工程静态总投资675.0771万元，动态总投资1007.8296万元。