

喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿 矿区生态修复方案

喀左丛元号水泥有限责任公司

2026年7月



喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿 矿区生态修复方案

编制单位：沈阳天成规划设计有限公司

法定代表人：范 浩

总工程师：黄 鑫

方案编制负责人：范 浩

主要编制人员：刘海鑫 孟祥飞 辛建宇

制图人员：马宏毅

联系电话：18604040495



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	喀左丛元号水泥有限责任公司				
	统一社会信用代码	91211324686620545J		联系人	王 晶	
	联系地址	辽宁省朝阳市喀左县中三家镇丛元号村		联系电话	13325290440	
	采矿权证证号			开采方式	露天开采	
	采矿权面积	0.4533km ²		矿区拐点坐标		
采矿权有效期限	伍年零陆月，自 2020 年 10 月 6 日至 2026 年 4 月 26 日					
开采主矿种	水泥用石灰岩		其他矿种	无		
方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☒ 延续 ☐ 其他					
方 案 编 制 单 位	单位名称	沈阳天成规划设计有限公司				
	统一社会信用代码	91210112594139826P		联系人	范 浩	
	联系地址	沈阳市浑南区新隆街 2 甲号第 5 幢 1202 号 10107		联系电话	13889202577	
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	范浩		土地管理	高级工程师	13889202577	范浩
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	黄鑫		水文环境地质	高级工程师	13504217605	黄鑫
	辛建宇		地质	高级工程师	15904214040	辛建宇
	孟祥飞		环境	工程师	13940152483	孟祥飞
	马宏毅		土地	助理工程师	17261700978	马宏毅
	刘海鑫		规划	工程师	18041388351	刘海鑫

目录

前言	1
一、 编制目的	1
二、 服务年限	16
第一章 矿山基本情况	18
一、 矿业权人基本情况	18
二、 地理位置与区域概况	18
三、 矿山开采历史及现状	20
第二章 矿区基础信息	29
一、 矿区自然条件	29
二、 社会经济概况	30
四、 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	43
五、 矿区生态状况	46
六、 矿区及周边人类重大工程活动	51
七、 矿区生态修复工作情况	51
八、 矿区基本情况调查监测指标	55
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析估	56
一、 问题识别与受损预测	56
二、 生态修复可行性分析	68
三、 生态修复分区及修复时序安排	83
四、 采矿用地与复垦修复安排	85
第四章 生态修复措施与工程内容	86

一、保护与预防控制措施析	86
二、修复措施	88
三、工程内容	91
第五章 监测与管护	97
一、监测目标与措施	97
二、管护目标与措施	104
三、工程量	105
第六章 工程部署与经费估算	109
一、总体部署	109
二、总体经费估算	112
三、阶段工作任务与经费安排	128
第七章 保障措施与公众参与	135
一、保障措施	135
二、公众参与	146
三、效益分析	150
第八章 结论	154
一、方案服务年限	154
二、矿山基本情况	154
三、预测损毁范围、类型及程度	154
四、矿山生态修复目标	155
五、主要修复工程措施及范围	155
六、监测管护措施及期限	157

七、投资总额 158

附 图 目 录

图号	图名	比例尺
1	土地利用现状分幅图（）	1:5000
2	喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区地质环境问题现状图	1:2000
3	喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区土地损毁现状图	1:2000
4	喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区地质环境问题预测图	1:2000
5	喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区土地损毁预测图	1:2000
6	喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区生态修复工程部署图	1:2000
7	喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区正摄影像图	1:2000

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、矿区开采中生态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(含临时使用土地)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。

附件：

- 1、矿山地质环境现状调查表；
- 2、采矿许可证；
- 3、开采方案审查意见书；
- 4、喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明；
- 5、喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明审查意见；
- 6、委托书；
- 7、编制单位真实性承诺书；
- 8、采矿权人对生态修复承诺书；
- 9、土地所有权人对生态修复方案的意见；
- 10、供土协议；
- 11、公众参与相关材料；
- 12、水、土检测报告；
- 13、保证金缴纳凭证；
- 14、验收合格证；
- 15、关于喀左丛元号水泥有限责任公司矿区范围是否涉及自然保护区等区域的复函；
- 16、废石回填协议。

前言

一、编制目的

（一）任务由来

喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿为已建矿山，矿山企业于 2021 年 4 月 27 日取得现有采矿许可证（证号：），开采矿种为水泥用石灰岩，开采方式为露天开采，矿区面积 0.4533km²，生产规模 160 万 t/a，开采深度由 740m 至 500m 标高，有效期限伍年零陆月，自 2020 年 10 月 6 日至 2026 年 4 月 26 日，现已到期。

根据《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明》的审查意见，受近年市场需求及实际生产现状等因素影响，确定本项目生产规模由原来 160 万 t/a 变更为 100 万 t/a，其中开采水泥用灰岩 50 万 t，同时开采 50 万 t 建筑石料用灰岩作为水泥生产的配料，矿山企业现申请办理降低生产规模（由 160 万 t/a 降至 100 万 t/a）、采矿权延续手续，根据《中华人民共和国矿产资源法》、《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）》和《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》等文件要求，需重新编制矿区生态修复方案。喀左丛元号水泥有限责任公司于 2026 年 6 月委托沈阳天成规划设计有限公司开展《喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区生态修复方案》的编制工作。

沈阳天成规划设计有限公司对本方案做出如下承诺：保证送审资料真实、客观，无伪造、编造、篡改等虚假内容，并对方案质量和结论负责。

（二）编制目的

1、主要目的

通过对矿区自然环境、生态环境、社会经济环境等调查，制定矿山企业在建设、开发、闭矿各阶段的矿区生态修复方案，实现矿山企业“边开采、边修复”，落实矿山企业对矿区生态环境保护修复义务，为采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动提供总体部署和基本依据，并为行政主管部门对矿区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，确定矿区生态修复调查范围，开展矿区生态环境调查，查明矿区生态环境背景（地质环境、土壤环境、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）开展矿区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环境破坏的发展趋势进行定性、定量分析。

（3）根据矿区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、环境污染提出矿区生态保护修复思路与措施。

（4）针对矿区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）对矿区生态保护修复工程经费进行合理估算。

（6）对矿区生态保护修复进行的技术、经济、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。

（三）编制情形

1、编制依据

（1）法律法规

- 1) 《中华人民共和国矿山安全法》，2009.8.27 修订；
- 2) 《中华人民共和国水土保持法》，2010.12.25 修订；
- 3) 《中华人民共和国环境保护法》，2014.4.24 修订；
- 4) 《中华人民共和国水法》，2016.7.2 修正；
- 5) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018.12.29 修正；
- 6) 《中华人民共和国土地管理法》，2019.8.26 修正；
- 7) 《中华人民共和国森林法》，2019.12.28 修订；
- 8) 《中华人民共和国矿产资源法》，2025.7.1 修订；
- 9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020.4.29 修订；
- 10) 《地质灾害防治条例》，2003.11.24；
- 11) 《基本农田保护条例》，2011.1.8 修订；
- 12) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》，2011.1.8 修订；
- 13) 《土地复垦条例》，2019.7.16 修订；
- 14) 《土地复垦条例实施办法》，2019.7.16 修订；
- 15) 《建设项目环境保护管理条例》，2017.7.16 修订；
- 16) 《矿山地质环境保护规定》，2019.7.16 修正；
- 17) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021.7.2 修订；

18) 《辽宁省地质灾害防治管理办法》，2017.11.29 修正；

19) 《永久基本农田保护红线管理办法》2025.10.1。

(2) 规范性文件

1) 《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）；

2) 《关于加强土地复垦工作的通知》（辽自然资发[2021]3 号）；

3) 《辽宁省自然资源厅关于印发<矿山地质环境保护与土地复垦方案省级审查管理办法（试行）>的通知》（辽自然资发〔2022〕129 号）；

4) 《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) 规程、规范

1) 《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；

2) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

3) 《工程勘察设计收费标准》（2002 年修订本）；

4) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；

5) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

6) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）；

7) 《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）；

8) 《水土保持综合治理规划通则》（GB/T15772-2008）；

9) 《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011）；

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

- 11) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复技术》(DB21/T2019-2012);
- 12) 《主要造林树种苗木质量分级》(DB21/T2052-2012);
- 13) 《土地开发整理项目预算定额标准》(2012 年);
- 14) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013);
- 15) 《森林经营技术规程》(DB21/T706-2013);
- 16) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复验收规范》
(DB21/T2230-2014);
- 17) 《土地整治项目规划设计规范》(TD/T1012-2016);
- 18) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- 19) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017);
- 20) 《辽宁省建设工程计价依据》(辽住建〔2017〕68 号);
- 21) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》
(GB15618-2018);
- 22) 《第三次全国国土调查技术规程》(TD/T1055-2019);
- 23) 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021);
- 24) 《造林技术规程》(GB/T15776-2023);
- 25) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》
(GB/T43935-2024);
- 26) 《露天矿地质灾害治理植被生态修复技术规范》(DB21/T
3974-2024);
- 27) 《矿区生态修复编制指南(临时)》(2025 年 9 月)。

(4) 相关基础资料

- 1) 《辽宁省喀左县丛元号水泥用石灰岩矿资源储量核实报告》，中国建筑材料工业地质勘查中心辽宁总队，2020 年 3 月；
- 2) 《〈辽宁省喀左县丛元号水泥用石灰岩矿资源储量核实报告〉评审意见书》（辽溪评（储）字〔2020〕010 号），辽宁溪源土地矿产资源评估有限公司，2020 年 4 月 28 日；
- 3) 《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案》，朝阳国地土地咨询服务有限责任公司，2020 年 6 月；
- 4) 《〈喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案〉审查意见书》，辽地会审字〔2020〕C108 号，2020 年 8 月 25 日；
- 5) 《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明》，朝阳国地土地咨询服务有限责任公司，2026 年 6 月 17 日；
- 6) 《〈喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明〉审查意见书》，朝阳市自然资源局，2026 年 6 月 22 日；
- 7) 《喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，朝阳国地土地咨询服务有限责任公司，2020 年 12 月；
- 8) 采矿许可证：；
- 9) 2024 年喀左县国土变更数据；
- 10) 土地利用现状分幅图（）。

2、编制过程

(1) 工作程序

沈阳天成规划设计有限公司在接受委托后，立即组织相关工作人员从自然条件、社会经济与人文环境、矿山生产建设情况、矿山地质环境现状、矿山土地利用现状和矿山生态状况等六方面对本项目进行基础调查，并在此基础上进行现状问题分析、受损预测分析和诊断评价分析，接下来参照生态系统进行地质环境稳定性评价、复垦修复适宜性评价和生态系统恢复力分析，最后制定矿区生态修复方案。

(2) 资料收集

开展野外现场调查之前，收集了矿区的自然地理与社会经济、矿区地质、水文地质、工程地质、矿山地质环境、土地现状类型、开采现状、所在区域生态系统现状等相关资料，全面了解矿区的地质环境条件、地质环境问题、土地资源破坏、生态受损与退化问题，明确本次工作重点，为部署下阶段的野外调查奠定了基础。开展工作之前，项目组人员详细研读了开发利用方案、水土保持方案、环境影响评价等报告，通过研究相关资料，对矿区地质环境条件、地质环境问题、建设项目规模、水土流失及环境影响等情况有了初步了解，从而确定本次工作重点。收集地形地质图及土地利用现状图等图件作为评估工作底图及野外工作用图，分析已有资料，确定要补充的资料内容，确定现场调查方法、调查路线和主要调查内容。

(3) 外业调查

我单位派出 5 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，对评估区水文地质、工程地质、矿山地质环境问

题、土地破坏类型、生态受损和退化情况等进行调查，基本查清了矿区生态问题现状及存在的问题，为编制矿区生态修复方案提供了可靠依据。

（4）室内资料整理、方案编制

根据野外调查和勘测成果，结合最新开发利用方案，以辽宁省自然资源厅发布的《矿区生态修复方案编制指南（临时）》为依据，在室内数据统计和综合分析研究基础上，编制矿区地质环境问题现状图和土地损毁现状图；根据开发利用方案等资料，进行矿山地质环境影响预测和土地损毁预测，编制矿区地质环境问题预测图、矿区土地损毁预测图，以图件形式反映矿山地质环境问题分布、危害和土地资源损毁的分布、损毁程度、生态系统受损和退化程度等；在进行矿区生态修复可行性分析后，确定生态修复的方向及目标，进行复垦修复工程设计和部署，编制矿区生态修复工程部署图，以图件的形式反映矿区生态修复部署情况，完成了方案编制工作，具体工作量见表 0-1。

表 0-1 完成工作量统计表

工作性质	工作项目	单位	工作量	备注
资料收集	文字报告	份	5	包括资源储量核实报告、开发利用方案、矿山地质环境保护与土地复垦方案、国土空间规划及自查自验报告等
遥感解译	遥感地质解译与验证	km ²	0.50	无人机正射影像，人机交互式解译
野外调查	调查面积	km ²	0.50	包括矿区及周边影响范围
	地形地貌调查	km ²	0.50	调查地形地貌变化情况
	地质灾害调查	km ²	0.50	调查地质灾害现状情况
	开采现状调查	km ²	0.50	调查矿山周边，兼顾其他地段
	自然及人文景观调查	km ²	0.50	调查矿山周边自然及人文景观
	地面附着物及工程设施调查	km ²	0.50	包括公路、房屋及其他工程设施
	地下水调查	点	1	矿区附近水井
	照片	张	35	采用 13 张
室内综合	矿区生态修复方案	份	1	矿区生态修复方案，含工程布置、监测措施、预算、附图等内容

3、前期矿山地质环境保护和土地复垦方案编制情况

(1) 上一阶段矿山地质环境保护和土地复垦工作

2020年12月，朝阳国地土地咨询服务有限责任公司编制了《喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（方案服务年限14年，即2020年9月～2034年8月），其中：

现状评估：矿山开采现状损毁单元包括有露天采坑、破碎站及运输道路。矿山企业现状损毁土地资源 11.6100hm²，其中其他草地 6.2234hm²，采矿用地 4.5707hm²，农村宅基地 0.8159hm²。现状评估矿山开采对地质灾害危害性和危险性较轻；对含水层影响较轻；对地形地貌景观影响严重；对土地资源影响较严重。

预测评估：根据《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案》和矿山生产实际情况，采矿活动新增土地资源的破坏，主要为露天采坑和运输道路，预测新增损毁土地面积 35.0228hm²，其中采坑面积 34.9804hm² 与现状采坑重合 10.4979hm²，与现状道路重合 0.0260hm²，矿山将产生新的运输道路 2 条，用于采坑和主干道路相连，压占损毁土地面积为 0.0424hm²，其他草地 29.8373hm²，采矿用地 4.7715hm²，农村宅基地 0.4140hm²。预测评估矿山开采对地质灾害危害性和危险性中等；对含水层影响较轻；对地形地貌景观影响严重；对土地资源影响较严重。

矿山共计损毁土地 36.1089hm²，其中损毁其他草地 30.4497hm²，采矿用地 4.7715hm²，农村宅基地 0.8877hm²。复垦责任范围面积为 25.6997hm²，复垦率 71.17%，其中有林地 10.6495hm²，灌木林地 15.0502hm²，采坑边坡

投影面积 10.4092hm²，由于边坡斜坡比较陡，土壤保存和植物立地生长条件差，经过适宜性评价后，仅在坡顶和坡脚处栽植了地锦，利用其强大的攀爬能力，对边坡实行绿色覆盖。

经投资估（概）算，矿山地质环境保护与土地复垦工程总投资 726.20 万元，土地复垦工程总投资为 576.51 万元，恢复治理工程总投资为 149.69 万元。

（2）本期方案与前期方案环境治理内容对比

前期方案与本方案内容对比详见表 0-2，两期方案中的主要工程设计及工程量对比详见表 0-3。

表 0-2 前期方案与本方案内容对比表

项目	前期方案	本方案	备注
矿山概况	矿区面积 0.4533km ² ，开采标高 740m～500m，开采方式：露天开采，生产规模 160 万 t/a，生产服务年限为 10.14a。	矿区面积 0.4533km ² ，开采标高 740m～500m，开采方式：露天开采，生产规模 100 万 t/a，生产服务年限为 14.33a。	矿山企业本次办理降低生产规模。
评估区范围	45.5256hm ²	46.1623hm ²	本方案新增拟损毁范围。
损毁土地面积	36.1089hm ²	33.9714hm ²	上期方案已恢复治理一部分。
恢复方向	乔木林地、灌木林地	乔木林地、灌木林地	与上期方案一致。
复垦率	71.17%	72.08%	本期方案较上期方案提高 0.91%
投资	726.20 万元	2244.23 万元	本期方案计算了废石回填的费用。

表 0-3 本方案与前期方案工程对比表

项目	前期方案				本期方案				差异分析
工程名称	单位	工程量	单价 (元)	工程投资 (万元)	单位	工程量	单价 (元)	工程投资 (万元)	
表土剥离	—	—	—	—	100m ³	82.21	计入矿山生 产成本	0	上期方案无拟损毁土地,无 需剥离表土及养护。
警示牌	—	—	—	—	个	5	200.00	0.10	上期方案未设计该工程。
废石回填	100m ³	6696.63	512.36	343.1085	m ³	1351772	3	405.53	利用周边矿山的废石进行 回填。
拆除建筑物	100m ³	2.88	21722.71	6.26	100m ³	2.88	30362.59	8.74	本期方案单价大于上期方 案, 费用投资大于上期方 案。
场地清理	—	—	—	—	100m ³	20.91	1253.65	2.62	上期方案场地内无硬化路 面需要清理。
土地平整	100m ²	2549.17	167.22	42.63	100m ²	2448.65	191.76	46.96	本期方案修复面积小于上 期方案, 单价小于上期方 案, 费用投资小于上期方 案。
表土回覆	—	—	—	—	100m ³	82.21	759.38	6.24	本期方案将客土与表土覆 土单价分别计算,上期方案 无表土覆土,本期方案费用 投资小于上期方案。
客土覆土	100m ³	1403.21	2000.00	280.64	m ³	120332	20	240.66	
栽植刺槐	100 株	270.29	445.81	12.05	100 株	323.89	509.56	16.50	本期方案单价大于上期方 案, 费用投资大于上期方 案。
栽植紫穗槐	100 株	1003.40	259.69	26.06	100 株	512.44	366.82	18.80	本期方案单价大于上期方 案, 但工程小于上期方案, 费用投资小于上期方案。

喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区生态修复方案

项目	前期方案				本期方案				差异分析
工程名称	单位	工程量	单价 (元)	工程投资 (万元)	单位	工程量	单价 (元)	工程投资 (万元)	
种植地锦	100 株	1169.49	100.00	11.69	—	—	—	—	栽植效果不好，无法成活， 本方案未设计。
播撒草籽	—	—	—	—	hm ²	24.4865	1916.9	4.69	上期方案未设计该工程。
施肥	100kg	164.28	240.00	3.94	t	18.37	700	1.29	本期方案工程量小于上期 方案,费用投资小于上期方 案。
灌溉	m ³	12658.86	5	6.3294	100m ³	50.18	1200	6.02	本期方案工程量小于上期 方案,费用投资小于上期方 案。
土地损毁监测	点次	80	75.00	0.60					两期方案监测方式不同。
复垦效果监测	样方 次	9	200.00	0.18					
崩塌滑坡地质灾 害监测	点次	240	100.00	2.40					
含水层监测	点次	40	75.00	0.30					
地下水监测	地形 地貌 景观 监测	点次	160	100.00					
水样水质分析	个	10	125.00	0.13					
土样重金属含量 分析	个	10	100.00	0.10					
露天采坑崩塌灾 害监测	—	—	—	—	次	156	200	3.1200	

喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区生态修复方案

项目	前期方案				本期方案				差异分析
工程名称	单位	工程量	单价 (元)	工程投资 (万元)	单位	工程量	单价 (元)	工程投资 (万元)	
排岩场滑坡灾害 监测	—	—	—	—	次	168	200	3.3600	
地表水水量监测	—	—	—	—	次	312	300	9.3600	
地表水水质监测	—	—	—	—	次	39	500	1.9500	
地下水水位监测	—	—	—	—	次	312	300	9.3600	
地下水水质监测	—	—	—	—	次	39	500	1.9500	
土壤环境监测	—	—	—	—	次	84	600	5.0400	
损毁土地监测	—	—	—	—	次	39	1000	3.9000	
复垦修复土壤质量 监测	—	—	—	—	次	3	800	0.2400	
植被管护监测	—	—	—	—	次	6	800	0.4800	
生态系统功能维护 监测	—	—	—	—	次	6	1200	0.7200	
地质灾害监测	次	380	50	1.9000	—	—	—	—	
土地资源监测	次	440	50	2.2000	—	—	—	—	
地下水监测	次	150	50	0.7500	—	—	—	—	
土地复垦监测	年	3	10000	3.0000	—	—	—	—	
管护	hm ² × 年	25.6997×3	1600.00	12.33	hm ² ×a	24.4865×3	3000	22.04	两期方案管护方式不同。

(3) 上一阶段方案落实情况

1) 上一阶段任务

喀左丛元号水泥有限责任公司治理复垦工作的起始时间为2020年9月，终止时间为2034年8月，治理复垦工作年限14年，根据各采坑服务年限，将治理复垦工作分为3个阶段。2020年9月—2026年8月为第一阶段；2026年9月-2031年8月为第二阶段；2031年9月—2034年8月为第三阶段。每一阶段的治理复垦区段、治理复垦目标、具体任务如下。

第一阶段（2020年9月—2026年8月）：

治理复垦区段：西采坑、运输道路。

治理复垦面积：13.6836hm²。

治理复垦目标任务：西采坑回填尾矿，采坑边坡清理危岩，平整场地。运输道路0.2080hm²栽植行道树；采坑边坡平台复垦为灌木林地8.5951hm²；西采坑底平台复垦为有林地4.8805hm²；采坑边坡地锦复绿4.0260hm²，全区土地损毁监测及地质环境监测。

第二阶段（2026年9月—2031年8月）：

复垦区段：东采坑、破碎站。

治理复垦面积：12.0161hm²。

治理复垦目标任务：东采坑回填尾矿，采坑边坡清理危岩，破碎站拆除清理建筑物，平整场地。破碎站复垦为有林地0.2445hm²；东采坑边坡平台复垦为灌木林地6.4551hm²；东采坑底平台复垦为有林地5.3165hm²；东采坑边坡地锦复绿6.3832hm²。全区土地损毁监测及地质环境监测。

第三阶段（2031年9月—2034年8月）：

全区土地复垦质量监测及管护工程。

上期方案矿山地质环境保护与土地复垦工作安排见下表。

表 0-4 第一阶段部署的矿山地质环境保护与土地复垦工程统计表

时间	治理单元	主要工程	单位	设计工程量
2020.9-2021.8	全区	地质环境监测	-	-
	运输道路	覆客土	m ³	116
		施用复合肥	kg	139
		栽植刺槐	株	925
	全区	土地损毁监测	点次	8
2021.9-2022.8	全区	地质环境监测	-	-
	全区	土地损毁监测	点次	8
2022.9-2023.8	600m 标高及以上西采坑	危岩清理	m ³	810
		平整土地	hm ²	1.9821
	全区	地质环境监测	-	-
	600m 标高及以上西采坑	覆客土	m ³	10902
		施用复合肥	kg	1475
		栽植紫穗槐	株	13215
		栽植地锦	株	7659
	全区	土地损毁监测	点次	8
2023.9-2024.8	550m-600m 标高西采坑	危岩清理	m ³	1400
		平整土地	hm ²	3.4907
	全区	地质环境监测	-	-
	550m-600m 标高西采坑	覆客土	m ³	19199
		施用复合肥	kg	2594
		栽植紫穗槐	株	23272
		栽植地锦	株	13341
	全区	土地损毁监测	点次	8
2024.9-2025.8	530m-550m 标高西采坑	危岩清理	m ³	1300
		平整土地	hm ²	3.1223
	全区	地质环境监测	-	-
	530m-550m 标高西采坑	覆客土	m ³	17172
		施用复合肥	kg	2527
		栽植紫穗槐	株	20816
		栽植地锦	株	22257
	全区	土地损毁监测	点次	8

2) 义务履行情况

喀左丛元号水泥有限责任公司根据上期方案部署，于2020年至2026年间对矿区全区进行地质环境监测，对600m标高及以上西采坑、550m-600m标高西采坑、530m-550m标高西采坑、650m标高及以上东采坑、运输道路

Y1、运输道路Y2、运输道路Y3进行了地质环境恢复治理工作，对矿区全区进行土地损毁监测。矿山企业现已完成上期方案部署的矿山地质环境保护与土地复垦任务，并已通过自然资源主管部门验收。

表 0-5 矿山地质环境保护与土地复垦工程计划工作量与完成工作量对比表

序号	主要工程措施	单位	设计工程量	完成工程量
1	危岩清理	m ³	3510	10421
2	土地平整	hm ²	10.6357	2.3755
3	覆客土	m ³	58496.35	13411.75
4	施用复合肥	t	6.73	1.99
5	栽植侧柏	株	-	542
6	栽植紫穗槐	株	57303	16257
7	栽植刺槐	株	925	-
8	栽植油松	株	-	1175
9	栽植地锦	株	43257	11433
10	地质环境监测	点次	240	240
11	土地损毁监测	点次	40	40
12	复垦效果监测	样方次	4	4

二、服务年限

（一）生产服务年限

根据《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明》（朝阳国地土地咨询服务有限责任公司，2026.6），矿山总生产服务年限为 14.81 年，剩余服务年限 14.33 年，即 2026 年 8 月至 2040 年 12 月。

（二）方案服务年限

本方案服务年限包括矿山生产服务年限、生态修复年限及后续植被抚育期。考虑到开采闭坑后生态修复期需要 1 年，后期植被抚育期需要 3 年，因此确定生态修复方案服务年限为 18.33 年，即 2026 年 8 月至 2044 年 12 月。

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。

（三）方案适用年限

本方案适用年限为 18.33 年，即 2026 年 8 月至 2044 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

矿山名称：喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿

采矿权人：喀左丛元号水泥有限责任公司

经济类型：有限责任公司

住 所：辽宁省朝阳市喀左县中三家镇丛元号村

法定代表人：张 宏

隶属关系：喀左丛元号水泥有限责任公司属于县属民营企业，企业性质为有限责任公司，隶属于其投资主体，接受自然资源主管部门的分级审批、登记与日常监管，同时接受生态环境、应急管理、林业草原等部门的行业监管。

经营范围：包括非煤矿山开采、水泥生产。

二、地理位置与区域概况

（一）矿山位置与交通状况

矿区位于喀左县中三家镇丛元号村，行政区划属于喀左县中三家镇管辖。矿山位于喀左县城东北方向，距离 50km，自喀左县城有二级公路通往矿山南部的中三家镇，中三家镇与矿山之间为乡村便道。南距离锦州—承德铁路和北京—四平高速公路公营子车站 11km，交通条件方便，详见交通位置图。

矿区中心地理坐标为：，；

图 1-1 交通位置图

（二）区域概况

1、村庄

矿区西南分布丛元号村居民点，最近点距离矿区范围 876m，矿山开采对其无影响。

2、周边矿权

矿区南部有喀左北顺石灰石开采有限公司第五采区和喀左北顺石灰石开采有限公司第三采区，以及配套的工业场地及破碎生产线设备。第五采区与本矿最近距离仅 2m，均采用露天开采方式，开采矿种为建筑石料用灰岩。矿区西北侧 244m 处为鑫晟矿业的铁选厂。

除此之外，矿区周边 200m 内无其他矿权；矿区周边 500m 范围内无高压输电线路；矿区周边 1km 范围内无高速公路、铁路等重要交通线路；矿区范围内无河流分布，不涉及永久基本农田、生态保护红线、自然保护地、I级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国家重要湿地等以及《中华人民共和国矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的区域，见附件《关于喀左丛元号水泥有限责任公司矿区范围是否涉及自然保护地等区域的复函》。详见矿区周边环境示意图。

图 1-2 矿区周边位置关系示意图

三、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

该矿始建于 20 世纪 70 年代，为县属国有企业。

2002 年该矿改制，转为民营企业，企业名称为喀左县丛元号水泥石灰岩矿。2002 年 12 月 5 日取得朝阳市自然资源局颁发的采矿许可证，证号：，开采方式为露天开采，生产规模为 160 万 t/a，矿区面积：0.4533km²，开采标高 740m~500m，有效期限自 2002 年 12 月 5 日至 2008 年 12 月 5 日。

2008 年 11 月 16 日，喀左丛元号水泥有限责任公司申请扩界，延续该矿采矿权。证号：，开采方式为露天开采，生产规模为 160 万 t/a，矿区面积：0.4533km²，开采标高 740m~500m，有效期限自 2008 年 11 月 16 日至 2012 年 11 月 16 日

2012 年 10 月 11 日，再次办理采矿权延续，证号：，开采方式为露天开采，生产规模为 160 万 t/a，矿区面积：0.4533km²，开采标高 740m~500m，有效期限自 2012 年 10 月 11 日至 2020 年 10 月 11 日。

2020 年 10 月 6，申请增加建筑石料用灰岩矿种，采矿证延续。矿山企业于 2021 年 4 月 27 日取得朝阳市国土资源局颁发的采矿许可证，证号：，开采方式为露天开采，生产规模为 160 万 t/a，矿区面积：0.4533km²，开采标高 740m~500m，有效期限自 2020 年 10 月 6 日至 2026 年 4 月 26 日。矿山自 2020 年开始基建工程，而后处于断续生产状态。

喀左丛元号水泥有限责任公司现申请办理降低生产规模（由 160 万 t/a 降至 100 万 t/a）、采矿权延续手续，开采方式为露天开采，矿区面积：0.4533km²，开采标高由 740m 至 500m。矿山总生产服务年限为 14.81 年，剩余服务年限 14.33 年。

（二）矿山开采现状

矿山已开采多年，矿区范围内形成了两个露天采坑。根据地形地质条件划分为露天采坑 1 和露天采坑 2。

露天采坑 1 现已形成南北长 425m，东西宽 545m 的采坑，采坑最高 +670.2m，最低 +533m，高差 137.2m。已形成 +665m、+650m、+640m、+625m、+610m、+600m、+585m、+570m、+560m、+545m、+530 共 11 个终了边坡。其中 +530m 以上边坡已进行环境恢复治理。台阶高度约 10-15m，边坡角约 37-65°。

露天采坑 2 现已形成南北长 142m，东西宽 303m 的采坑，采坑最高 +693m，最低 +602.5m，高差 90.5m。已形成 +680m、+665m、+650m、+635m 平台，其中 +635m 以上边坡为终了边坡，+635m 以上边坡已进行环境恢复治理，边坡高度约 10-15m，边坡角约 23-62°。

矿区主要运输道路布置在采坑内部，连接开采工作面和破碎加工车间破碎机卸料口。

（三）矿权简介

矿山企业现申请办理降低生产规模（由 160 万 t/a 降至 100 万 t/a）、采矿权延续手续。

采矿许可证：

采矿权人：喀左丛元号水泥有限责任公司

地址：辽宁省朝阳市喀左县中三家镇丛元号村

矿山名称：喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：水泥用石灰岩

开采方式：露天开采

生产规模：160 万 t/a（本次降低至 100 万 t/a）

矿区面积：0.4533km²

开采深度：由 740m 至 500m 标高

有效期限：伍年零陆月自 2020 年 10 月 6 日至 2026 年 4 月 26 日

表 1-1 矿区范围拐点坐标表

点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
矿区面积：0.4533km ² ，开采标高：从 740m 至 500m		

（四）可供开采矿产资源的范围

根据工作圈定的地质界线，将矿区范围内分别赋存于奥陶系中统马家沟组（O₂m）和下统亮甲山组的I矿层和II矿层石灰岩（O₁l）作为本次水泥用灰岩储量估算对象；I矿层和II矿层石灰岩矿层夹石，顶板、影响采矿范围内边坡及底盘的白云质灰岩等作为建筑石料用灰岩资源量估算对象。

1、水泥用灰岩

表 1-2 资源储量估算范围表（水泥用灰岩）

矿体编号	点号	X	Y	估算面积 (m ²)	矿体埋深 (m)	估算标高 (m)
I	L1			156429	0 至 40	500 至 678
	L2					
	L3					
	L4					
	L5					
	L6					
	L7					
	L8					
	L9					
	L10					
	L11					
	L12					
	L13					
	L14					
	L15					
	L16					
	L17					
	L18					
	L19					

矿体编号	点号	X	Y	估算面积 (m ²)	矿体埋深 (m)	估算标高 (m)
	L20					
	L21					
	L22					
	L23					
	L24					
	L25					
	L26					
	L27					
	L28					
	L29					
	L30					
	L31					
	L32					
	L33					
	L34					
	L35					
	L36					
	L37					
	L38					
	L39					
	L40					
	L41					
	L42					
II-1	L43			21953	0 至 61	512 至 578
	L44					
	L45					
	L46					
	L47					
II-2	L48			87351	0 至 80	500 至 677
	L49					
	L50					
	L51					
	L52					
	L53					
	L54					
	L55					
	L56					
	L57					
	L58					
	L59					
	L60					
	L61					
	L62					
	L63					
	L64					
	L65					

矿体编号	点号	X	Y	估算面积 (m ²)	矿体埋深 (m)	估算标高 (m)
II-3	L66			70909	0 至 83	500 至 629
	L67					
	L68					
	L69					
	L70					
	L71					
	L72					
	L73					
	L74					
	L75					
	L76					
	L77					
	L78					
	L79					

2、建筑石料用灰岩

表 1-3 资源储量估算范围表（建筑石料用灰岩）

矿体编号	点号	X	Y	估算面积 (km ²)	矿体埋深 (m)	估算标高 (m)
建筑 石料用灰岩	L80			0.2336	0 至 86	500 至 687
	L81					
	L82					
	L83					
	L84					
	L85					
	L86					
	L87					
	L88					
	L89					
	L90					
	L91					
	L92					
	L93					
	L94					
	L95					
	L96					
	L97					
	L98					
	L99					

（五）露天剥离范围

本矿山开采方式为露天开采，未来开采露天剥离范围均位于采矿权范围内，《开发利用方案》设计露天剥离范围由露天采坑1和露天采坑2圈定，

面积20.7069hm²，开采深度为740m至500m标高之间。

表 1-4 未来开采露天采坑 1 剥离范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
面积：10.2506hm ² ，开采标高：+690m~+500m。		

表 1-5 未来开采露天采坑 2 剥离范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
面积：10.4563hm ² ，开采标高：+740m~+500m。		

图 1-3 矿区范围、剥离空间设计范围（开采终了）、资源量估算范围叠合图

（六）矿山开发利用方案概述

喀左丛元号水泥有限责任公司于 2020 年 6 月编制了《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案》，根据《喀左丛元号水泥有限责任公司（水泥用灰岩、建筑石料用灰岩）矿产资源开发利用方案补充说明》，主要开采设计方案如下：

1、设计利用矿产资源量

矿区设计利用水泥用灰岩资源储量为（122b+333）811.08 万 t，建筑石料用灰岩 300.14 万立方米。其中，I号水泥用灰岩矿体设计利用 462.449 万

t, II号水泥用灰岩矿体设计利用 348.631 万 t。矿产资源储量设计利用率 91.89%。

2、生产规模及服务年限

根据降产说明,截止 2025 年 12 月 31 日,矿山保有水泥用石灰岩矿资源量 5911.311 千吨。保有建筑石料石灰岩控制资源量 3246.886 千立方米(合 8896.468 千吨),矿区范围内保有资源储量合计:14807.779 千吨。调整矿山生产规模至 100 万 t/a 后,剩余服务年限为:

$$\begin{aligned} T &= Q \times \eta / [A \times (1 - \rho)] \\ &= 1480.7779 \times 95\% / [100 \times (1 - 5\%)] \\ &= 14.81 \text{ 年 (14 年 10 个月)。} \end{aligned}$$

截至 2026 年 6 月,矿山总剩余服务年限为 14 年 4 个月。

3、露天境界构成要素及采坑终了境界圈定结果

根据矿山规模和选用的装备水平以及矿岩物理和机械性质确定露天开采境界参数如下:

- ①工作阶段高度 10m;
- ②最终台阶坡面角 60°,工作台阶坡面角 65°;
- ③安全平台宽 4m;
- ④清扫平台宽 8m, 每间隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台;
- ⑤运输道路宽 12m, 缓坡段长 40m, 最小转弯半径为 15m;
- ⑥线路坡度为 8%;
- ⑦露天采坑最小底宽 40m。

露天采坑终了境界参数详见下表。

表 1-6 露天采坑境界圈定结果表

序号	项目名称	单位	参数	
			西采坑	东采坑
1	采坑上部尺寸	m	578×486	606×380
2	采坑底部尺寸	m	165×101	312×60
3	采坑顶部标高	m	690	740
4	采坑底部标高	m	500	500
5	露天开采深度	m	190	240
6	阶段高度	m	10	10
7	最终台阶坡面角	°	60	60
8	安全平台	m	4	4
9	清扫平台	m	8	8
10	境界内矿石量	万 t	462.45	348.63
11	境界内岩石量	万 t	126.571	683.797
12	境界内矿岩合计	万 t	589.021	1032.427
13	上盘帮坡角	°	46	43
14	下盘帮坡角	°	27	37
15	端帮坡角	°	44	42

4、采矿方案

圈定的露天采坑为山坡露天开采，西采坑的总出入沟口位于采坑的东南部，高程 520m；东采坑的总出入沟口位于采坑的西南部，高程 530m。矿山采用自上而下水平分台开采法，台阶高度确定为 10m。工作面台阶坡面角 65°；最小工作平盘宽度 40m；采用 KQ-100 液压潜孔钻机（配套空压型号为 XAHS836）穿孔；微差爆破；设计利用 2m³ 液压挖掘采装作业；20t 自卸汽车运输矿石、岩石。矿石及碎石经汽车运输至采坑南侧破碎站。

5、采矿工艺

露天采坑采用自上而下水平分台阶开采法，台阶高 10m，按照从上至下逐水平分台爆破，直至境界露天底。

6、采坑防排水

矿区范围内最低侵蚀基准面标高为 480 米，采坑最低标高为 500 米，生产区不会受地下水的威胁。

露天采坑四周外部设截水沟，将境界外的大气降水自流排出（截洪沟上口宽 1.0m，下口宽 0.5m，高 0.5m，截面面积为 0.38m²）。西露天采坑

520m 水平以上为山坡型露天矿和东露天采坑 530m 水平以上为山坡型露天矿，设计采用自流排水。

西露天采坑 510m 水平以下为凹陷型露天矿，东露天采坑 520m 水平以下为凹陷型露天矿，设计采用水泵排水。

7、排岩场

该矿石灰石矿体围岩为建筑石料用灰岩，为综合利用建筑石料用灰岩，设计建筑石料用灰岩作为水泥生产的配料。水泥用灰岩与建筑石料用灰岩的配比为 1:1，配矿后能够达到入窑水泥用灰岩的平均品位要求。地表基岩裸露无覆盖物，剥离物忽略不计。因此，不设置排岩场。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

（一）气象

评估区属于中纬度北温带大陆季风气候，四季分明，日光充足，昼夜温差较大，春秋多风，降雨偏少。全年平均气温 12.86℃，冬季干寒，夏季干热。冰冻期在当年的 10 月末至次年的 3 月末，冬季冻土层在 1.08m 左右。年降水量在 460~500mm，年最大降水量为 719.2mm，多集中在 7~8 月份。

（二）水文

评估区范围内无常年性河流，中三家河谷从矿区西部流过，发源于矿区北部肖家营子，于公营子汇入牐牛河，在水泉注入大凌河。该河属于季节性河流，全年仅在夏季有明水流，遇暴雨、大暴雨具有暴涨急消的特点。除此之外未发现地表水体，见图 2-1。

图 2-1 地表水系图

（三）地形地貌

评估区属于冀东辽西侵蚀中低山区的辽西低山丘陵区，具有低山和沟谷两种地貌单元，低山与沟谷相间分布。海拔 517.14~741.75m，高差约 225m，地表基岩裸露。

低山形态以长梁状为主，其次为圆顶状，长轴方向平行于沟谷走向。两侧斜坡坡度大部分 20°~30°，局部陡峭地段达 30°以上。

区内沟谷主要是中三家河谷，呈近南北向分布在矿区西侧，支谷比较发育。上游较窄、下游相对宽阔，宽度 50m~150m。西侧谷坡较陡 20°~30°，东侧谷坡较缓 10°~25°。

根据矿区具有低山和沟谷两种地貌类型，地形坡度较大，相对高差变化大，地形地貌条件复杂程度复杂。

图 2-2 评估区地形地貌照片

（四）植被

评估区林草稀疏，植被覆盖率大约百分之三十，植物区系属于华北植物区系内蒙古植物区系交汇处。原生及人工树种有油松、杨柳树和山杏、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；农作物主要有玉米、高粱、谷子，豆类等；经济作物主要为果树。

图 2-3 评估区植被照片

（五）土壤

评估区土壤类型属于褐土，颜色以褐色为主，成土母质为黄土和灰岩的风化残积物及坡积物。

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；底层为黄土母质层或者风化的灰岩母岩层。特点是分布地势高、排水好、肥力低、不耐旱、生产性能差。土壤肥力 $N \geq 0.06\%$ 、 $P_2O_5 \geq 5mg / kg$ 、 $K_2O \geq 0.02\%$ ，pH 值 7.0~8.0，含盐量 $< 0.4\%$ 。

图 2-4 土壤剖面照片

二、社会经济概况

该矿位于喀左县中三家镇丛元号村，该村户数 314 户，人口 1251 人，其中农业人口 1052 人。全村共有耕地面积 1654 亩，人平均耕地 1.57 亩。

当地工业基础薄弱，当地居民以农业生产为主，以旱田种植业为主，农作物主要为玉米，高粱、谷类和小杂粮等。当地村民总体生活水平一般，农闲时以进城打工和到周边矿山打工为主，农村剩余劳动力充足。该村经济产业以农业为主，其次为矿产开采加工业和其他产业。全县 GDP 基准：2023 年全县 GDP 约 122 亿元左右，2024 年喀左全县 GDP：130.4 亿元，同比 + 6.1%，2025 年喀左全县 GDP：130.0 亿元，同比 + 4.5%。

喀左县中三家镇 2023—2025 年经济发展情况：2023 年全年固定资产投资 1.36 亿元；财政一般公共预算收入 3800 万元；规上工业企业稳定 10 家，签约落地项目 3 个、续建 12 个，2 家企业实施数字化技改。2024 年持续推进矿山、水泥环保升级，重点推进水泥窑危废处置、碳基能源项目落地；持续完善招商机制，全年储备工业、农业项目一批，村集体产业项目全覆盖。2025 年全年完成固定资产投资 1.8 亿元；全年新开工、签约、续建项目合计 6 个，矿山技改项目 3 个，年度项目总计划投资 16.6 亿元；成功引进总投资 15 亿元 200MW 独立储能电站，填补县域新能源储能空白。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区出露地层主要为奥陶系下统亮甲山组和中统马家沟组、侏罗系中统髫髻山组（J_{2t}）及少量第四系（Q₄），地层倾角 20~30°，连续性较好，地层呈整合接触。由老至新分述如下：

（1）地层

1）奥陶系下统亮甲山组（O_{1l}）

本组以灰岩、白云岩为主，与马家沟组为整合接触。产状走向北西，

倾向南西，倾角 $20\sim 30^{\circ}$ ，局部 40° 。

自下而上可分为三个岩性层：

①薄层黄褐色白云岩（ O_{1l-1} ）

位于矿区的东北部，是矿床底板，风化面土黄色，新鲜面黄褐色，单层厚约 1-2cm，风化破碎呈块状，局部细小方解石脉发育。

②厚层-中厚层黄褐色斑花灰岩夹薄层白云岩（ O_{1l-2} ）

位于矿区东北部山脊及其下部，为Ⅱ矿体赋存层位，风化面灰白色，新鲜面灰色，单层厚约 10-30cm，局部可达 50cm，斑花多为黄色泥质斑花，大小约 $1\times 2-3\times 5\text{cm}$ 左右，约占 25-30%，本层底部局部可见少量生物碎屑（化石）和燧石结核；白云岩厚约 2-5cm，局部与斑花灰岩互层，是Ⅱ矿体的夹层。本层厚度约 100m。

③中厚层灰褐色白云质灰岩（ O_{1l-3} ）

本层位于矿区的中部，风化面黄褐色、灰褐色，新鲜面灰褐色，局部有少量薄层白云岩，风化破碎，细小方解石脉偶有发育，本层厚 75-90m。

2) 奥陶系中统马家沟组（ Q_2m ）

本组以黄色斑花灰岩、白云岩为主，与亮甲山组为整合接触。产状走向北西，倾向南西，倾角 $20\sim 30^{\circ}$ 。

自下而上可分为二个岩性层：

①薄层白云岩（ Q_{2m-1} ）

风化面土黄色，新鲜面黄褐色，单层厚 1-3cm，风化破碎，局部有少量细小方解石脉发育，本层厚度约 28-30m。

②中厚—厚层黄色斑花灰岩（ Q_{2m-2} ）

位于矿区西部，为I矿体赋存层位，风化面灰白色，新鲜面灰色，单层厚约 10-70cm，局部可达 100cm，斑花多为黄色泥质斑花，大小约 1×2-3×5cm 左右，约占 25-30%，本层底部局部可见少量生物碎屑（化石）和燧石结核；白云岩夹层主要有 4 条，单层厚约 50cm，稳定存在于I矿体之中。本层厚度约 85m。

在中厚—厚层黄色斑花灰岩（Q_{2m-2}）岩层底部约 5-10m 的地方，有一层厚 2 米左右的燧石条带灰岩岩层，燧石结核在层面上呈黄色条带状，单条条带高约 1-2cm，明显易认，断续排列，此层分布较稳定，尤其是在矿区 2、3 勘探线I矿体后的沟中清晰可见。是本矿区I矿体地表填图的标志层。

3）侏罗系中统髫髻山组（J_{2t}）

该组呈带状分布于矿区西部。

①紫红色、黄绿色凝灰岩夹蒙脱石粘土矿（J_{2t-1}）

本层颜色较杂，主要为紫红色、黄绿色、灰白色，由一套含杂质的凝灰岩组成，杂质成分为火山岩砾石及长石、石英砂粒，含量不等。本层质量较好的凝灰岩已经蚀变为蒙脱石粘土矿。本层与奥陶系灰岩呈不整合接触，局部为断层接触，层厚约 50-60m。

②紫灰色安山岩（J_{2t-2}）

呈紫灰色、灰黑色，隐晶质结构及隐晶斑状结构。主要矿物成分为角闪石、黑云母、斜长石等，在 J_{2t-2} 与 J_{2t-1} 分层处见有一层 5m 左右的火山集块岩。

（2）第四系（Q₄）

主要为残破积物，棕黄色粘土及灰岩、页岩的风化碎石等组成。厚度

0.1~3 米左右。分布在周边沟谷及相对的低洼地带。不整合覆盖于各层之上。

（二）地质构造

（1）地质构造

矿区内未见明显断裂构造，岩层以单斜构造为主。岩层以单斜构造产出，走向北西，倾向南西，倾角 $20\sim 30^\circ$ ，控制着矿区内地层的展布及矿体的空间分布。

（2）岩浆岩

在矿区未见侵入岩分布。

（3）变质作用及围岩蚀变

矿区内未发生明显的变质作用，石灰岩矿体及围岩均未有发生明显的蚀变。

（4）成矿规律

矿床成因为古生代奥陶世时期，由于海浸作用，区内形成了潮下环境，水体深度大，远离海岸，陆源组份贫乏，海水清洁。在化学、生物化学作用下，大量的 CaCO_3 灰泥颗粒和钙质生物碎屑沉淀下来，逐渐形成了以方解石为主要成份石灰岩地层，因此矿床成因类型为海相沉积矿床。

古生界奥陶系亮甲山组灰色中厚层、厚层斑花灰岩，马家沟组灰色中厚层、厚层斑花灰岩地层是寻找石灰岩矿的标志。

（5）地震等级

根据《中国地震动参数区划图（GB18306-2015）》，本地区地震反应谱特征周期为 0.35s，基本地震加速度值为 0.10g，为地震烈度Ⅶ度区。区

内无活动断裂构造，历年来发生地震的次数很少。地壳基本稳定区，区域稳定性良好。矿区所在位置为丘陵山区，附近无旅游区、文物保护单位、自然保护区，无热、气、放射性等原生环境地质问题。

综上所述，评估区内地质构造复杂程度为简单。

图 2-5 大地构造位置图

（三）水文地质

（1）含水层划分

全矿区内的主要含水层为奥陶系中统马家沟组（ O_2m ）和奥陶系下统亮甲山组（ O_1l ）碳酸盐岩岩溶裂隙水含水层，第四系（ Q_4 ）由于土层较薄，水量不大，因此本次不作考虑。隔水层为奥陶系下统亮甲山组（ O_1l ）黄色薄层白云岩及侏罗系凝灰岩夹蒙脱石粘土（ J_1l ）隔水层。矿区内主要含水层、隔水层特征如下：

1）碳酸盐岩岩溶裂隙水含水岩组

①奥陶系中统马家沟组（ O_2m ）

该层为I矿体所在层位，厚度 $>100m$ ，主要岩性为中厚层、厚层黄褐色斑花灰岩。岩层产状：倾向 $220^{\circ}\sim 250^{\circ}$ ，倾角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。岩层层理微发育，节理裂隙主要以倾向 $280^{\circ}\sim 310^{\circ}$ ， $\angle 70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 为主。层理、节理裂隙呈现上宽下窄的发育规律，地表裂隙一般在 $2\sim 5cm$ 左右。裂隙面上有溶蚀现象，该岩层在大气降水的补给下含有灰岩裂隙岩溶水，局部有溶洞发育，多为紫红色粘土充填。

②奥陶系下统亮甲山组（ O_1l ）

该层为I矿体所在层位，厚度 $>160m$ 。主要岩性为中厚层—厚层白云质灰岩、中厚层黄褐色斑化灰岩夹薄层白云岩和薄层黄色白云岩。岩层产状：

倾向 $200^{\circ}\sim 260^{\circ}$ ，倾角 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，节理裂隙发育，节理裂隙以 $270^{\circ}\sim 310^{\circ}\angle 60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 为主，层理节理裂隙呈现上宽下窄的发育规律，有溶洞发育，多为紫红色、黄色粘土充填。该层在大气降水的补给下含有灰岩裂隙水。

以上含水岩组为灰岩，岩溶弱发育，富水性总体较弱，透水性较好。主要为大气降水补给，单井涌水量 $100\sim 300\text{t/d}$ ，地下水类型为 $\text{HCO}_3^- + \text{Cl}^- - \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ 型水，为弱碳酸盐岩岩溶含水岩组。

2) 隔水岩组

① 侏罗系凝灰岩夹蒙脱石粘土 (J₁)

该层位与 I 矿体顶部不整合接触，在矿区西部低处出露。主要岩性为紫色凝灰岩及淡蓝色蒙脱石粘土，该层透水性差，为隔水层。

3) 矿区开采前后涌水量预测

① 边界确定及条件概化

矿区资源量估算底界的标高为 500 米，在此标高，未见有地下水，矿区内无地表水，矿区最低侵蚀基准面标高为 480 米，矿山采用露天开采，最低侵蚀基准面低于最低开采标高，可以自然排水，因此计算矿坑涌水量只计算降水渗入采坑量。

② 公式选择

计算方法

降雨渗入采坑水量：日平均降雨量，最大日降水量

$$Q_3 = F \cdot X$$

式中： Q_3 降水渗入采坑水量单位为立方米 (m^3)；

F —露天采坑的面积，单位为平方米 (m^2)；

X —年平均降雨量 (或雨季日均降雨量) 单位为 (m)

③参数确定

结合矿区所在地气象水文资料，矿区累年年平均降水量为 0.452m，雨季日最大降雨量为 0.08m， S_1 采坑面积 $S=170703m^2$ ， S_2 采坑面积 $S=114100m^2$ 。

④计算结果

表 2-1 矿坑涌水量预测计算结果表

采坑编号	面积 (m^2)	累年年平均降水量 (m)	日最大降雨量 (m)	日平均降雨入渗量 (m^3/d)	日最大降雨入渗量 (m^3/d)
S1	170703	0.452	0.08	211.4	13656.2
S2	114100	0.452	0.08	141.3	9128.0

充水因素主要为大气降水，可以通过地表自然排出矿区，暂不需利用排水设施进行排水，随着开采活动的继续进行或雨季时，也可以通过沟渠引导排入沟谷等地势低洼处，排出矿区的积水不会对周围带来影响。

综上所述，评估区水文地质条件复杂程度为简单。

（四）工程地质

（1）工程地质岩组

矿区矿体总体走向东南西北向，呈单斜构造产出，构造简单。地层产状平缓，倾角多在 20° - 30° 之间。矿体裸露地表，地表及地下岩溶弱发育。

根据岩层的成因类型、岩体结构、物质成分，将矿区岩层划分为两个工程地质岩组。现分述如下：

1) 侏罗系凝灰岩夹蒙脱石粘土松散岩工程地质岩组

该岩组为散体结构，与I矿体顶部不整合接触，在矿区西部低处出露，主要岩性为紫色凝灰岩及淡蓝色蒙脱石粘土。该岩组岩性软弱结构松散，工程稳定性差。

2) 碳酸盐岩工程地质岩组

奥陶系中统马家沟组 (O_2m)、奥陶系下统亮甲山组 (O_1l) 和冶里组

(O_{1y})灰岩较坚硬厚层块状弱风化碳酸盐岩岩组。该岩组分布于整个矿区，岩组厚度大于 250m，开采标高以上岩溶化较弱，具体如下：

①马家沟组(O_{2m})

上部主要岩性为中厚层、厚层斑花状泥粉晶灰岩，分布在I矿体中，平均厚度约 130m，岩石抗压强度：平行层面方向 82.5~87.02MPa，垂直层面方向 91.28~95.18MPa。据钻孔岩心统计，该岩组 RQD (%) 为 90~98，岩石质量极好，等级为I级，岩体是完整的，岩体结构呈层状结构，层理产状 220°~250°∠20°~30°，节理裂隙主要以 280°~310°∠70°~80°为主。节理裂隙在地表一般宽度 0.5~1.5cm，在地下节理裂隙面有溶蚀现象。

下部位于I矿体的底部，平均厚约 30m，主要岩性为薄层白云岩，单层厚 2~8cm，层理较发育，层理产状 230°~250°∠22°~30°，节理裂隙以 280°~310°∠70°~80°为主。该岩组岩石易风化破碎，岩石等级为IV级，岩体完整性差。

②亮甲山组 (O_{1l})

上部主要岩性为黄褐色、灰褐色中厚层白云质灰岩，在矿区中部出露，平均厚度约 80m，单层厚 10~25cm，局部可达 50cm，岩层产状 220°~255°∠24°~30°，节理裂隙主要以 230°∠80°为主，该岩组抗风化，岩石质量较好，工程地质条件好。

中部主要岩性为中厚层、厚层斑花状泥粉晶灰岩夹薄层白云岩，在矿区东部界外出露，平均厚度约 90m，岩层产状 220°~250°∠24°~30°，据钻孔岩心统计，该岩组 RQD (%) 为 90~95，岩石质量极好，等级为I级，岩体完整、工程地质条件好。

下部主要岩性为薄层白云岩，大部分在矿区东部出露，位于I矿体的底部，为矿体底板，控制厚度约 20m，主要岩性为薄层白云岩，单层厚 2~8cm，层理较发育，层理产状 $230^{\circ}\sim 250^{\circ}\angle 22^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，节理裂隙以 $280^{\circ}\sim 310^{\circ}\angle 70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 为主。该岩组岩石易风化破碎，岩石等级为IV级，岩体完整性差。

（2）矿区结构面

矿区内无断层出现，节理不发育，矿区内层理倾向南西，倾角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

矿区内节理裂隙弱发育，仅浅部有较小的溶蚀裂隙，节理裂隙以 $280^{\circ}\sim 310^{\circ}\angle 70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 为主，宽 0.5~1.5cm，棕红色泥钙质充填，总体对岩石的稳定性影响不大，对矿区工程地质条件影响较小。

综上所述，矿区岩体属较坚硬—坚硬工程地质岩组，岩石完整性和岩体稳定性较好，工程地质条件简单。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

以奥陶系马家沟组和亮甲山组内划分的岩性层为基础，结合工业技术指标要求水泥用灰岩矿划分为 2 个矿层编号为I、II，其中II矿层又分为II-1、II-2、II-3 号矿体。建筑石料用灰岩矿划分为 1 个矿层编号I号矿体，特征如下：

（1）水泥用灰岩

I矿层：位于奥陶系中统马家沟组岩层内，主要由中厚层黄褐色斑花灰岩夹少量黄色薄层白云岩组成。出露于矿区西南部。呈层状产出，岩层产状：倾向 $220^{\circ}\sim 250^{\circ}$ 、倾角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，走向方向延伸约 550m、倾向方向延深最大 315m，本层最大厚度 77.40m，最小厚度 29.70m，平均厚度约 51.34m，

变化系数 37%。本层岩性变化较小，矿层厚度及化学成分较稳定，矿层各组分含量平均值 $\text{CaO}50.00\%$ ， $\text{MgO}1.46\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}0.21\%$ ，变化系数 $\text{CaO}3\%$ ， $\text{MgO}20\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}12\%$ 。

II矿层：位于奥陶系下统亮甲山组岩层内，主要由中厚层黄褐色斑花灰岩夹黄色薄层白云岩组成。出露于矿区东部。II矿层内部被夹石层分割，分为II-1、II-2、II-3 号矿体。

II-1 呈层状产出，岩层产状：倾向 $220^\circ\sim250^\circ$ 、倾角 $20^\circ\sim30^\circ$ ，走向方向延伸约 200m、倾向方向延深最大 123m，本层最大厚度 7.80m，最小厚度 5.50m，平均厚度约 6.65m，变化系数 24%。本层岩性变化较小，矿层厚度及化学成分较稳定，矿层各组分含量平均值 $\text{CaO}49.87\%$ ， $\text{MgO}2.63\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}0.27\%$ ，变化系数 $\text{CaO}1\%$ ， $\text{MgO}1\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}46\%$ 。

II-2 呈层状产出，岩层产状：倾向 $220^\circ\sim250^\circ$ 、倾角 $20^\circ\sim30^\circ$ ，走向方向延伸约 547m、倾向方向延深最大 324m，本层最大厚度 11.69m，最小厚度 4.19m，平均厚度约 8.09m，变化系数 30%。本层岩性变化较小，矿层厚度及化学成分较稳定，矿层各组分含量平均值 $\text{CaO}49.46\%$ ， $\text{MgO}2.12\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}0.30\%$ ，变化系数 $\text{CaO}2\%$ ， $\text{MgO}34\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}36\%$ 。

II-3 呈层状产出，岩层产状：倾向 $220^\circ\sim250^\circ$ 、倾角 $20^\circ\sim30^\circ$ ，走向方向延伸约 558m、倾向方向延深最大 300m，本层最大厚度 34.20m，最小厚度 4.16m，平均厚度约 15.23m，变化系数 66%。本层岩性变化较小，矿层厚度及化学成分较稳定，矿层各组分含量平均值 $\text{CaO}48.51\%$ ， $\text{MgO}2.63\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}0.31\%$ ，变化系数 $\text{CaO}4\%$ ， $\text{MgO}23\%$ ， $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}68\%$ 。

表 2-2 矿体特征一览表

矿体 编号	形 态	产状		规模 (m)		厚度 (m)			埋深 (m)	
		倾向	倾角	倾向	走向	最大	最小	平均	最深	最浅
I	层 状	220° -250°	20° -30°	315	550	77.40	29.70	51.34	40	0
II-1	层 状	220° -250°	20° -30°	123	200	7.80	5.50	6.65	61	0
II-2	层 状	220° -250°	20° -30°	324	547	11.69	4.19	8.09	80	0
II-3	层 状	220° -250°	20° -30°	300	558	34.20	4.16	15.23	83	0

(2) 建筑用碎石矿

赋存于奥陶系马家沟组和亮甲山组的中-厚层白云质灰岩中。呈层状产出，产状：倾向 220°~250°、倾角 20°~30°，延深最大 306m，最大厚度约 120m。本层岩性变化较小，矿层厚度及物理性质稳定。与水泥用灰岩矿是共生异体矿床。

2、矿石特征

(1) 矿石物质组成

1) 水泥用灰岩

矿石主要由斑花状泥粉晶灰岩、斑花状泥粉晶白云质灰岩组成，其矿物成分特征如下：

斑花状泥粉晶灰岩：方解石 84.90%，白云石 6.35%，岩石中含形状大小不一、分布无规律的黄色“斑花”和少量红色“斑花”由于含少量的氧化铁、泥质等组成。

方解石不规则状，粒径一般 0.02~0.10mm，也有部分小于 0.016mm，不规则分布。白云石为菱形，四边形，粒径是 0.016~0.032mm，集堆分布。

泥粉晶结构，块状构造。

斑花状泥粉晶白云质灰岩：方解石 77.95%，白云石 9.06%，岩石中含形状大小不一、分布无规律的黄色“斑花”和少量红色“斑花”由于含少量的氧化铁、泥质等组成。

方解石不规则状，粒径一般 0.03~0.12mm，也有部分小于 0.016mm，不规则分布。白云石为菱形，四边形，粒径是 0.016~0.032mm，集堆分布。

泥粉晶结构，块状构造。

2) 建筑石料用灰岩

白云质灰岩灰-灰白色细粉晶结构，层状构造，主要由方解石、白云石、少量生物碎屑及泥质组成。

方解石，含量约 63%，表面浑浊模糊，颗粒界线不明显；

白云石，含量约 27%，无色，自形（菱形）、半自形晶粒状，粒度 0.03-0.2mm；

生物碎屑，含量约 3%；泥质，分布于方解石表面及颗粒之间，局部集中呈团块状分布，含量约 7%。

(2) 矿石化学成分

1) 水泥用灰岩：

矿石中主要有益组分为 CaO，有害组分为：MgO，K₂O+Na₂O，各矿层的平均含量如下：

表 2-3 各矿体平均品位及其变化系数表

矿体编号	矿体平均品位			品位变化系数		
	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O
I	50.00	1.46	0.21	3%	20%	12%
II-1	49.87	2.63	0.27	1%	1%	46%
II-2	49.46	2.12	0.30	2%	34%	36%
II-3	48.51	2.63	0.31	4%	23%	68%

2、建筑石料用灰岩

矿石平均化学成分 CaO42.02%，MgO5.41%，K₂O+Na₂O0.58%，平均抗压强度 60.80Mpa。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）评估区土地利用现状

经套合喀左县土地利用现状数据（2024 年国土变更数据）可知，评估区面积 46.1623hm²，其中矿区内土地面积 45.3273hm²，矿区外土地（破碎站界外、运输道路损毁）面积 0.8350hm²。其中乔木林地 0.1551hm²，灌木林地 0.9471hm²，其他林地 0.1829hm²，天然牧草地 14.4556hm²，其他草地 0.0946hm²，工业用地 0.4967hm²，采矿用地 29.2505hm²，农村道路 0.5798hm²。均为从元号村集体土地。经与喀左县国土空间规划对比，评估区不涉及生态红线，评估区土地利用现状表、矿区土地利用权属表详见下表。

表 2-4 评估区土地利用现状表				单位:hm ²	
一级地类		二级地类		面积	占总面积比例（%）
编码	名称	编码	名称		
3	林地	301	乔木林地	0.1551	0.34
		305	灌木林地	0.9471	2.05
		307	其他林地	0.1829	0.40
		小计	—	1.2851	2.78
4	草地	401	天然牧草地	14.4556	31.31
		404	其他草地	0.0946	0.20
		小计	—	14.5502	31.52
6	工矿仓储用地	601	工业用地	0.4967	1.08
		602	采矿用地	29.2505	63.36
		小计	—	29.7472	64.44
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.5798	1.26
		小计	—	0.5798	1.26
合计				46.1623	100.00

表 2-5 矿区土地利用权属表

 单位:hm²

权属		地类								
		03 林地			04 草地		06 工矿仓 储用地		10 交通运输用地	合计
		0301 乔木 林地	0305 灌木林地	0307 其他 林地	0401 天然牧草地	0404 其他草地	0601 工业用地	0602 采矿 用地	1006 农村 道路	
矿区内	丛元号村	0.1257	0.9471	0.1829	14.423	0.0781	0.4214	28.9728	0.1763	45.3273
小计		0.1257	0.9471	0.1829	14.423	0.0781	0.4214	28.9728	0.1763	45.3273
矿区外	丛元号村	0.0294	—	—	0.0326	0.0165	0.0753	0.2777	0.4035	0.8350
小计		0.0294	—	—	0.0326	0.0165	0.0753	0.2777	0.4035	0.8350
合计		0.1551	0.9471	0.1829	14.4556	0.0946	0.4967	29.2505	0.5798	46.1623

评估区土地利用现状类型为林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地。

林地：评估区内林地面积 1.2851hm^2 ，占该评估区面积的 2.78%，其中乔木林地 0.1551hm^2 ，灌木林地 0.9471hm^2 ，其他林地 0.1829hm^2 ，土壤为褐土，表土层厚度 30~50cm，土壤 pH 值为 7.0~8.0。

草地：评估区内草地面积 14.5502hm^2 ，占该评估区面积的 31.52%，天然牧草地 14.4556hm^2 ，其他草地 0.0946hm^2 ，表土层厚度 30~50cm，土壤 pH 值为 7.0~8.0。

评估区土壤类型属于褐土，颜色以褐色为主，成土母质为黄土和灰岩的风化残积物及坡积物，土壤厚度 0.3~1.0m。土壤 pH 值 7.0~8.0。

植被：评估区林草稀疏，植被覆盖率大约百分之三十，植物区系属于华北植物区系内蒙古植物区系交汇处。原生及人工树种有油松、杨柳树和山杏、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；农作物主要有玉米、高粱、谷子，豆类等；经济作物主要为果树。

限制因素：多年开采在评估区内产生了 29.2505hm^2 的采矿用地，矿山开采对土地资源的挖损与压占，造成了土壤板结，岩土体裸露，改变了原有自然土壤的存在状态和土壤的理化性质，降低了土壤肥力，同时破坏了原有土地的地表原生植被，对矿区的生态修复工作造成了一定难度，结合周边矿山生态修复案例、周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，修复区经地貌重塑、土壤重构、植被重建等工程后，可以满足生态修复要求。

优势条件：评估区生态本底基础资源良好，先天条件有利于生态修复

工作的进行。评估区属中纬度北温带大陆季风气候，四季分明，日照充足，有利于植物生长。矿区周边原有生态系统，具有较强的生态辐射力和恢复力。修复区可与周边生态系统快速连接，形成协同效应，有利于生物多样性的恢复和生态系统的稳定。

（二）永久基本农田

喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区范围内不存在永久基本农田。

（三）采矿用地申请批准情况

矿山采矿用地范围包括露天采坑、运输道路、破碎站等区域，用地方式继续沿用租用方式，用地面积为 46.1623hm²，土地类别为乔木林地、灌木林地、其他林地、天然牧草地、其他草地、工业用地、采矿用地、农村道路。

五、矿区生态状况

（一）生态本底状况

1、自然地理特征

喀左县位于辽宁省西部，地处冀蒙辽交界处，是辽宁进入内蒙古的门户区域。全县总土地面积 3758 平方千米，地势自西北向东南倾斜，属中低山—低山丘陵区，最高峰海拔 1153.7m，最低点标高 74m，全县山脉纵贯、河流冲积形成既有连绵起伏的中低山，又有沟壑纵横的丘陵和沿河缓平的冲积平原。气候属北温带大陆性季风气候区，由于受蒙古高原干冷气流影响，形成了半干燥半湿润气候，四季分明，雨热同季，日照充足，昼夜温差大，降水偏少。年降水量 460~500mm，降水分布极不均匀，6~9 月雨

量约占全年的 75%~80%，无霜期 120~155d。境内主要河流有大凌河和小凌河两大水系，土壤以褐土为主，主要分布在低山丘陵地区；土壤有机质平均含量为 1.12%，总体土壤养分状况表现为“缺磷少氮钾一般，土壤有机质含量低”。

2、生态系统类型与结构

喀左县生态系统类型丰富多样，呈现明显的空间分异特征，西北部以森林生态系统为主，东南部以农田和草原生态系统为主。大凌河、小凌河两大水系连接了不同类型的生态系统，形成了以森林生态系统为核心，草原、农田、湿地等多种生态系统并存的复合结构。

喀左县森林生态系统是区域生态系统的核心，全县林业用地总面积达到 346.2 万亩，森林覆盖率以每年 1%的速度递增。主要森林类型包括：以油松林、侧柏林为主的温性常绿针叶林、包括蒙古栎阔叶混交林、山杨林、桦树林等的落叶阔叶林、人工林栽植的刺槐林、杨树林等，其中蒙古栎阔叶混交林是努鲁儿虎山国家级自然保护区的主要保护对象。

草原生态系统、农田生态系统和湿地生态系统也在喀左县生态系统中占据着重要地位：喀左县草原生态系统分布广泛，草地面积 158366.71hm²，是全县面积最大的生态系统类型。主要分布在低山丘陵区，以半干旱草原为主。喀左县耕地面积占土地总面积的 24.90%。主要农作物包括玉米、谷子、高粱等粮食作物，以及棉花、大枣等经济作物。湿地生态系统包括河流湿地和人工湿地，主要依靠大凌河、小凌河两大水系，沿河形成了重要的湿地生态廊道。

喀左县生物多样性丰富，植物资源属于华北植物系向东北过渡为干旱

草原类型的半干旱针阔混交林带。全县有维管植物 1500 多种，其中木本植物 45 科 219 种，草本植物 84 科 393 多种；动物资源包括兽类约 37 种、鸟类 266 种、昆虫类 14 种、两栖类及爬行类 15 种。生态系统类型与结构的多样性为区域生态安全提供了坚实基础，也为实现人与自然和谐共生提供了重要保障。

（二）生态功能定位

根据《生态功能区划暂行规程》和我省的生态环境特点，全省划分为 6 个生态区、13 个生态亚区。

评估区所在为辽西丘陵生态区。

辽西丘陵生态区包括朝阳、锦州、阜新、葫芦岛的全部或部分地区，面积约 3.17 万 km²。主导生态功能主导生态功能是水土保持。

主要生态问题：一是辽西内陆森林质量差，草场退化严重，矿产过度开发和超载放牧，水土流失与土地风蚀严重；二是大凌河流域城市污水直接排入河流和水库，造成水质污染，影响大凌河和白石水库两大供水基地的使用功能；三是水资源短缺，多数河流呈现季节性，降水严重不足且变率大，蒸发剧烈，区域内普遍干旱，地下水超采，个别地区出现地下水漏斗，部分地区地下水高氟问题突出，直接威胁城乡居民饮用水安全；四是城市环境污染加剧，环境基础设施薄弱。

发展方向定位：本区要坚持在治理中发展。辽西沿海地带是联系东北和华北的咽喉地带，重点建设造船基地、石化基地、汽车零部件和农产品加工基地，形成一批具有辽西特色和优势的新兴产业。低山丘陵地带建设特色经济林基地，推广旱作节水农业，大力发展设施蔬菜、名优水果、球

根花卉、特色杂粮，建设人工饲草料基地，突出发展畜禽养殖，建设绿色肉、禽、水产品和乳制品生产和深加工基地。结合海岸资源、地质遗迹与交通优势发展旅游与物流产业，打造辽西走廊黄金旅游线。

环境保护与治理对策：一是实施山水林田路综合治理，加强“三北”防护林建设，实施退耕还林还草，加大封山育林育草力度，降低退化草场载畜量，退化严重的草场要禁牧封育，恢复植被；二是加强城市生活和工业污染治理，控制农业面源污染。通过水源涵养与加强节水，增加地下水补给。禁止乱开滥挖无序采矿行为，严格限制乌金塘水库等饮用水源地上游的矿产资源开发，加强废弃矿场植被恢复；三是制定相应政策，鼓励环境脆弱地带的人口向基础设施比较完备的城镇集聚；四是重点加强锦州、葫芦岛等地区冶炼、造纸、石油化工等行业的污染治理，避免发展旅游业带来的生态问题，防范环境风险。

依据《辽宁省生态环境管控单元分布示意图》，评估区所处区域不在自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等生态环境管控单元范围之内。

（三）矿区生态系统类型

根据遥感影像解译和实地调查，矿区内主要有 3 种生态系统类型：森林生态系统、草原生态系统、城镇村及工矿生态系统。

表 2-6 评估区生态系统类型及面积

生态系统	项目区范围	
	面积 (hm ²)	所占比例 (%)
森林生态系统	1.2851	2.76
草原生态系统	14.5502	31.91
城镇村及工矿生态系统	30.3270	65.33
合计	46.1623	100.00

1、森林生态系统

评估区内的森林生态系统分布在项目区四周，主要植物为油松、刺槐，

树下为荆条灌丛和杂草。该生态系统受采矿活动的影响，面积大量减少，主要功能主要为水源涵养和水土保持。该生态系统的面积为 1.2851hm^2 ，占项目区面积的 2.76%。

2、草原生态系统

评估区内的草原生态系统主要为天然牧草地，分布于项目区东部，该生态系统的面积为 14.5502hm^2 ，占该评估区面积的 31.91%。

2、城镇村及工矿生态系统

评估区内的工矿生态系统主要为工业用地及采矿用地，分布于评估区中部，该生态系统的面积为 30.3270hm^2 ，占评估区面积的 65.33%。

（四）生态功能定位生物多样性状况

1、物种名录

动物多样性：喀左县共有野生动物 1600 余种，其中兽类约 37 种、鸟类 266 种、昆虫类 14 余种、两栖类及爬行类 15 种。近年来，野生孢子等珍稀动物种群数量明显增加。全县共有鸟类 266 种，其中国家重点保护鸟类 34 种。在国家级重点保护动物中，有国家一级保护野生动物 2 种，分别是金雕、大鸨；国家二级保护野生动物有大天鹅、凤头蜂鹰、黑鸢、苍鹰等 32 种。

本矿区范围内不涉及保护动物。

植物多样性：喀左县共有维管系植物 1500 多种，其中木本植物 45 科 219 种，草本植物 84 科 393 种，草本植物资源尤为丰富，其中药用草本植物达 300 多种，包括马兜铃、黄芪、益母草、党参等药材分布广泛。喀左县拥有国家二级重点保护野生植物 4 种，分别是野大豆、紫椴、水曲柳、

黄檗。

3、受威胁状况

人类活动后，动植物适宜生境面积有所缩减。

六、矿区及周边人类重大工程活动

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，矿区内无当地居民，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。

矿山开采现状地表工程设施主要为矿山开采形成的露天采坑及破碎站，对地形地貌景观造成破坏和影响，损毁土地资源。

矿区南部有喀左北顺石灰石开采有限公司第五采区和喀左北顺石灰石开采有限公司第三采区，以及配套的工业场地及破碎生产线设备。第五采区与本矿最近距离仅 2m，均采用露天开采方式，开采矿种为建筑石料用灰岩。矿区西北侧 244m 处为鑫晟矿业的铁选厂。

七、矿区生态修复工作情况

（一）矿山企业生态修复工作案例分析

矿山于 2026 年前已对已开采完毕的 600m 标高及以上西采坑、545m-600m 标高西采坑实际开采形成的平台进行环境治理和土地复垦。对矿区已形成的运输道路 Y1、运输道路 Y2、运输道路 Y3 进行环境治理和土地复垦，治理总面积 2.3755hm²。具体的工程为：危岩清理 10421m³，土地平整 2.3755hm²，客土 13411.75m³，栽植侧柏 542 株，栽植紫穗槐 16257 株，栽植油松 1175 株，施有机肥 1.99t。

矿山已完成治理工程效果见图 2-6。

图 2-6 治理照片

（二）周边矿山生态修复工作案例分析

喀左华电石料开采有限公司饰面石材用石灰石矿于 2019 年对矿区外周边历史遗留 6 处排岩场进行恢复治理，采取的工程措施为削坡整形、场地平整、覆土，施肥，穴状整地、栽植山楂树。恢复治理面积 6.8530hm^2 ，复垦方向为乔木林地。

2020 年 4 月 25 日，朝阳市自然资源局、朝阳市林业和草原局的相关专家，进行了现场验收，取得验收合格证。

图 2-7 2019 年治理效果

2024 年矿山对四个采区区外的露天采坑、排岩场、工业场地进行了矿山地质环境恢复治理工作，综合治理面积为 14.9997hm^2 ，复垦方向为乔木林地。工程治理方法主要有废石回填、削坡、平整土地、覆土、栽植树木、浇水等。治理工程量：废石回填 35595m^3 ，削坡 3500m^3 ，土地平整 12.7225hm^2 ，覆土 63614m^3 ，栽植柏树 28435 株，栽植山楂 3370 株，浇水 1908.85m^3 。

2025 年 7，朝阳市自然资源局、朝阳市林业和草原局的相关专家，进行了现场验收，取得验收合格证。

图 2-8 2025 年效果

（三）取得的经验与存在的不足

通过总结矿山企业自身及周边矿山前期治理复垦案例可知，矿山企业及周边矿山以往治理单元包括露天采坑、运输道路，复垦方向为乔木林地、灌木林地，涉及的主要工程技术措施有危岩清理、废石回填、土地平整、覆土、恢复植被、施肥、灌溉、监测等。

通过整理归纳总结上述治理复垦案例，可以得出以下结论：

1、取得的经验

矿山于 2026 年前已对已开采完毕的 600m 标高及以上西采坑、545m~600m 标高西采坑实际开采形成的平台进行环境治理和土地复垦。对矿区已形成的运输道路 Y1、运输道路 Y2、运输道路 Y3 进行环境治理和土地复垦，治理总面积 2.3755hm²。修复方向为乔木林地、灌木林地。

（1）对于凹陷露天采坑，为满足恢复植被要求，需在覆土前将采坑回填至能够达到自然排水。周边矿山前期工程完成了废石回填 35595m³ 回填工作，废石来源为排岩场堆放废石，回填过程中底部回填大块废石，上部回填小块废石，边回填边碾压夯实，分层回填、分层碾压，最终使凹陷采坑达到自然排水。

（2）排岩场由于废石堆放产生边坡，破坏了原有地形地貌，在对其进行植被恢复前需先进行削坡，周边矿山前期工程完成了削坡 3500m³，利用排岩场堆放废石回填露天采坑，回填的同时对排岩场进行降坡处理，使排岩场边坡角小于 30°，然后再进行修复工作。

（3）土地平整、覆土属于所有矿山生态修复工程中必不可少的步骤，矿山企业于 2026 年完成了土地平整 2.3755hm²，覆土 13411.75m³ 的工程，周边矿山于 2024 年共完成了土地平整 12.7225hm²，覆土 63614m³ 的工程。土地平整采用 118kw 自行式平地机施工；恢复土壤用土均为矿区附近土壤，土壤的物理性质，营养条件和种子库基本保持原样，旱地的有效土层厚度为自然沉实土壤 0.8m 以上，乔木林地的有效土层厚度为自然沉实土壤 0.5m 以上，灌木林地的有效土层厚度为自然沉实土壤 0.35m 以上，土壤回覆区域底层土

壤选择粘土，提高土壤保土、保水、保肥的作用，减少土壤养分的流失，表层土壤选择砂质壤土，保证土层通气性。

(4) 植被恢复是生态修复工程的最后一个步骤，也是能最直接体现修复效果的工程，主要包括植树、种草、施肥、灌溉，矿山企业于 2026 年完成了种植油松 1175 株，栽植侧柏 542 株，栽植紫穗槐 16257 株，施有机肥 1.99t。周边矿山完成了栽植柏树 28435 株，栽植山楂 3370 株，浇水 1908.85m³。植树选择适宜本地生长的树种（刺槐、油松等）采用穴栽工艺植树。乔木林地坑穴规格 0.5m×0.5m×0.5m，株距为 2m×2m，每穴栽植 1 株，密度为 2500 株/hm²，灌木林地坑穴规格 0.35m×0.35m×0.35m，株距为 1.5m×1.5m，每穴栽植 1 株，密度为 4444 株/hm²；林间播撒草籽，技术指标为 50kg/hm²；为提高土壤肥力，旱地施肥按 30t/hm² 标准计算，乔木林地、灌木林地施肥按 0.75t/hm² 标准计算，培肥土壤；为了保证树木成活率，栽种后 1 年内对苗木浇灌 3 次，每株每次用水 0.02m³。

矿山前期生态修复工作已通过自然资源主管部门验收。修复区域目前植被长势良好，成活率较高，可以为今后生态修复工程提供参考经验。

2、存在的不足

矿山企业前期生态修复方向为乔木林地、灌木林地。林地种植模式尚存在不足之处。

(1) 植被恢复可增加乔草混交模式

矿山前期修复林地区域植被恢复工程仅为栽植树木并浇水、施肥，本方案参考周边矿山工程措施，设计修复林地区域采用乔草混交的方式进行修复，林间播撒草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 50kg/hm²。

（2）协同修复措施不足

矿山企业及周边矿山前期治理单元均包含露天采坑，但都未布置警示牌及刺线围栏，对露天采坑安全围挡警示工程布置不足，工程措施较单一，本方案为对过往行人进行提示，在露天采坑境界外，设置警示标志，警示标志采用简易铁制牌，间隔 100m。

八、矿区基本情况调查监测指标

矿区开采前基本情况调查监测包括矿山地质环境、土地资源和生态系统监测。矿山地质环境监测主要为监测地下水水位、水量、水温的监测，矿山地质环境现状中地下水赋存条件良好、水量稳定、埋深适中；土地资源监测主要为监测矿区内土地利用现状及永久基本农田情况；生态系统监测主要为对植被覆盖度及水质监测，该区域生态系统质量整体处于一般水平，生态敏感性中等，生态环境承载力有限。具体监测内容与监测指标见附表 5。

矿区开采中基本情况调查监测包括矿山保护预防控制监测、损毁现状与拟损毁监测、生态修复效果监测。保护预防控制监测主要为对矿山保护措施与预防控制措施进行监测，损毁现状与拟损毁监测主要为对地质环境损毁、土地资源损毁、生态系统破坏进行监测，生态修复效果监测主要为对地质环境治理和生态系统恢复进行监测，具体监测内容与监测指标见附表 6。

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析估

一、问题识别与受损预测

（一）现状问题

沈阳天成规划设计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，现场调查范围以喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石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 46.1623hm²（其中矿区面积 45.3273hm²，矿区外面积 0.8350hm²）。

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，基本查明了喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿开采影响范围内的矿山地质环境问题。

1、矿山地质环境现状问题

评估区内矿山现状损毁单元包括露天采坑、破碎站、运输道路。根据收集资料及现场调查，喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿开采方式为露天开采，现状开采形成2处露天采坑、1处破碎站、1处运输道路，露天采坑台阶高5~58m，边坡角在60~65°之间。

根据收集资料及现场调查，没有发生过崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，没有因为地质灾害造成人员伤亡和财产损失，确定评估区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

评估区内无各类自然保护区、人文景观、风景旅游区。矿山现状对地形地貌景观的影响主要表现为露天采坑挖损损毁和破碎站的压占损毁。露天采坑建设过程中，挖掘了山体及地表土壤，损毁了原来完整的山体，破碎站生产形成人工平台，矿山生产活动对地形地貌景观影响程度为严重。

3、含水层破坏现状分析

评估区水文地质条件简单，露天采坑底平台最低开采标高均高于当地侵蚀基准面，未揭露地下含水层，现状采坑损毁了上部含水层，但该含水层水量不丰富，矿山开采过程中对含水层影响较轻，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。

4、土地资源破坏现状分析

在矿山建设及开采过程中，将对土地资源形成不同程度的损毁，表现为露天采坑对土地的挖损损毁，破碎站对土地的压占损毁。

(1) 挖损

矿山对土地的挖损主要体现在露天开采形成的露天采坑对土地挖损，改变了原有自然土壤的存在状态，挖损土地时不但改变了原有地形地貌，改变了原有自然土壤的存在状态，改变了土壤的物理和化学的性质，同时对地表的植被造成彻底的损毁，对土地损毁程度严重。

矿山露天开采多年，地表形成两处露天采坑，损毁土地面积20.9808hm²，露天采坑对土地的挖损已造成原有地表植被丧失，对原始地形地貌景观造成了较大的影响，影响程度为严重。

表3-1 露天采坑损毁土地统计表

单位：hm²

编号	土地类型及面积					合计	备注
	采矿用地	灌木林地	农村道路	天然牧草地	其他草地		
露天采坑1	10.4469	—	—	0.0111	0.0064	10.4644	矿区内
露天采坑2	7.7881	0.9471	0.0459	1.7353		10.5164	矿区内
合计	18.2350	0.9471	0.0459	1.7464	0.0064	20.9808	—

表3-2 露天采坑现状参数统计表

采坑编号	露天采坑现状参数 (m)					备注
	上口长	上口宽	最高	最低	总深度	
露天采坑1	425	545	670.2	533	137.2	凹陷露天采坑
露天采坑2	142	303	693	602.5	90.5	凹陷露天采坑

图 3-1 露天采坑现场照片

图 3-2 露天采坑航拍图片

(2) 压占

矿山生产生活形成的破碎站、堆料场、运输道路对土地长期压占损毁造成土地土壤肥力下降，透水、透气性变差；损毁了原有地表植被，使土

壤的保水保肥性能降低，易造成水土流失；改变了矿区原有的地形地貌，对土地损毁程度严重。

表3-3 破碎站、堆料场、运输道路已损毁土地现状统计表 单位：hm²

损毁单元编号	土地类型及面积						合计	备注
	乔木林地	天然牧草地	其他草地	采矿用地	工业用地	农村道路		
破碎站	—	—	—	0.4964	0.4519	0.0318	0.9801	矿区内
破碎站	—	—	—	0.2213	0.0753	0.0069	0.3035	矿区外
堆料场	0.1257	0.0090	—	1.5542	—	—	1.6889	矿区内
运输道路	0.0294	0.0326	0.0165	0.0564	—	0.3966	0.5315	矿区外
合计	0.0294	0.0326	0.0165	2.3283	0.5272	0.4353	3.5040	—

图 3-3 破碎站现场照片

图 3-4 破碎站航拍图片

综上所述，评估区内现状共计损毁土地面积 24.4848hm²，其中损毁乔木林地 0.1551hm²，灌木林地 0.9471hm²，天然牧草地 1.7880hm²，其他草地 0.0229hm²，农村道路 0.4812hm²，采矿用地 20.5433hm²，工业用地 0.5272hm²。确定采矿活动对土地资源影响和损毁程度“严重”。

表3-4 评估区已损毁土地统计表 单位：hm²

编号	损毁地类及面积							合计
	乔木林地	灌木林地	天然牧草地	其他草地	农村道路	采矿用地	工业用地	
露天采坑 1	—	—	0.0111	0.0064	—	10.4469	—	10.4644
露天采坑 2	—	0.9471	1.7353	—	0.0459	7.7881	—	10.5164
破碎站	—	—	—	—	0.0387	0.7177	0.5272	1.2836
堆料场	0.1257	—	0.0090	—	—	1.5542	—	1.6889
运输道路	0.0294	—	0.0326	0.0165	0.3966	0.0564	—	0.5315
合计	0.1551	0.9471	1.7880	0.0229	0.4812	20.5633	0.5272	24.4848

5、生态系统退化问题

(1) 植被损毁

根据现场调查，矿山在以往开采过程中形成的露天采坑和破碎站，对土地造成挖损和压占损毁，一定程度上造成了地表植被的破坏和缺失，使矿区原有的自然生态系统功能有所削弱，蓄水保土功能有所减低，矿山闭

坑后可通过植被恢复等工程措施进行生态修复。

（2）生物多样性丧失

根据现场调查，矿山在以往开采过程中形成的露天采坑和破碎站对土地造成挖损和压占损毁，造成了地表植被的缺失；矿山开采过程中，由于爆破产生噪声和震动，生活在矿区附近的鸟类和小动物受到影响逃离矿区，造成部分动物流失，矿山开采现状破坏面积小，未造成生物多样性丧失。

（3）水土流失

根据现场调查，矿山在以往开采过程中破坏了矿区原有地形地貌、植被及土壤结构，造成地表裸露，土地抗蚀能力降低，在一定程度上对矿区原有水土保持功能造成破坏，使土地丧失了原有的固土抗蚀能力，导致矿区土壤侵蚀加剧，造成局部水土流失。矿山闭坑后可通过覆土、施肥等工程措施进行生态修复。

（4）水土环境污染

1) 土壤环境污染现状分析

喀左丛元号水泥有限责任公司委托中国建筑材料工业地质勘查中心辽宁测试研究所于 2026 年 7 月 2 日-7 月 9 日对评估区土壤、地下水进行现场采样检测，报告编号：2026 化 B062，周边民井检测指标均符合《地下水质量标准》（GH/T14848-2017）III 类标准；损毁单元内取样土壤检测指标均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600—2018）中建设用地土壤污染风险筛选值用地筛选值标准；矿区外农用地土壤检测指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值用地筛选值标准。

表3-5 地下水检测数据

序号	项目	单位	检出值	III类水体标准值	是否符合标准
1	pH	无量纲	7.28	6.5~8.5	符合
2	氨氮	mg/L	0.24	0.50	符合
3	砷	mg/L	0	0.01	符合
4	汞	mg/L	0	0.001	符合
5	铬（六价）	mg/L	0.001	0.05	符合
6	铅	mg/L	0	0.01	符合
7	氟化物	mg/L	0.036	1.0	符合
8	镉	mg/L	0	0.005	符合
10	硫酸根	mg/L	82.61	250	符合

表3-6 土壤检测数据

序号	样品编号	室编号	PH	土壤自然含水量%	成份分析/10 ⁻²			
					全氮	全磷	全钾	有机质
1	丛元号村	26B0512	7.62	14.82	0.075	0.21	2.09	4.58

具体检测结果详见附件。矿山开采现状未对矿区及周边地表水、地下水及土壤造成污染。

根据检测数据可知，地下水环境质量满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类的筛选值和管制值。

综上，评估区内水土环境污染影响现状为较轻。

（二）受损预测

矿山未来开采生态系统受损预测是以采矿权范围和未来开采可能影响的范围为基础，以《开发利用方案》为根本依据，参照开采顺序、生产规模与服务年限，结合矿山实际情况划分未来开采活动将新增或扩大的损毁单元。矿山企业现申请办理降低生产规模（由160万t/a降至100万t/a）、采矿权延续手续，开发利用方案设计沿用露天开采方式进行开采。在本方案中，新增损毁主要为扩建露天采坑，将预测与开采时序相结合，参考矿

山开采实际情况明确各类损毁在何时发生、面积多大。利用 CAD、ArcGIS 等软件，将《开发利用方案》设计的开采范围与土地利用现状分幅图进行空间叠加分析，计算未来拟损毁的各类土地的位置与面积。基于上述空间与时间预测结果，对矿山未来活动可能引发的各类生态环境问题进行定性定量评估。

土地损毁环节与时序如下：

1、矿区土地损毁环节与时序

(1) 损毁环节

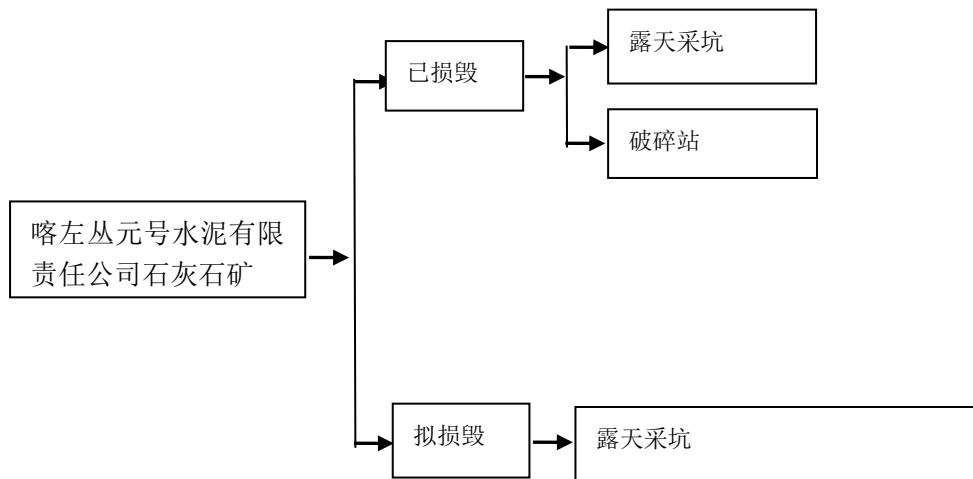


图 3-5 损毁环节

(2) 损毁时序

根据现场调查及开发利用方案设计，对矿山开采损毁单元损毁时序进行预测，详见下表。

表3-7 土地损毁时序一览表

损毁单元	损毁方式	面积 (hm ²)	损毁面积及时间		备注
			已损毁 (hm ²)2026.08 之前	拟损毁 (hm ²)2026.08~ 2040.12	
露天采坑 1	挖损	10.6991	10.5344	0.1647	将扩大的露天采坑范围全部计入露

损毁单元	损毁方式	面积 (hm ²)	损毁面积及时间		备注
			已损毁 (hm ²)2026.08 之前	拟损毁 (hm ²)2026.08～ 2040.12	
					天采坑 1 中
露天采坑 2	挖损	19.8383	10.5164	9.3219	将扩大的露天采坑范围全部计入露天采坑 2 中
破碎站	压占	1.2136	1.2136	—	部分面积计入露天采坑 1 中
堆料场		1.6889	1.6889	—	—
运输道路		0.5315	0.5315	—	
合计		33.9714	24.4848	9.4866	—

开发利用方案设计矿山未来开采沿用露天开采方式，在现有露天采坑的基础上继续扩大范围进行开采，矿山露天开采终了时，形成一处露天采坑，由于露天采坑和破碎站对地形地貌造成的损毁会改变土地现有损毁状况，本方案设计后续修复单元划定及修复措施设计均参照矿山开采终了单元进行。

2、矿山地质灾害预测分析

矿山地质环境影响预测评估是根据矿山类型和开发利用方案确定的开采范围、深度、规模、采矿方法、废弃物处置方式，结合评估区地质环境条件，预测矿业活动可能产生、加剧的环境地质问题和矿山生产引发加剧及遭受的地质灾害的危险性，并对其发展趋势、危害对象、影响程度和防治难度进行分析论证和评估，经综合分析，预测矿山开采可能引发地质灾害类型为崩塌、滑坡。

(1) 崩塌

矿山今后仍然采用露天自上而下水平开采方法采矿，设计的最大开采

深度西采坑 190m，东采坑 240m，台阶高度 10m，台阶坡面角 60°，台阶与台阶之间设有安全平台和清扫平台。采矿过程中若严格按照采矿设计进行开采，并及时处理危岩，矿山在降水、地震、爆破等外力作用下，发生崩塌地质灾害的可能性很小，露天采坑边坡全部是岩质边坡，开采地段岩石类型为灰岩，节理裂隙不发育，岩体稳定性好，崩塌发育程度弱；崩塌发生于露天采坑，受威胁的人员为采矿工人，受威胁人数<100 人，可能直接经济损失<500 万元，地质灾害危害程度中等；根据露天采坑崩塌地质灾害发育程度弱，危害程度中等，判定露天采坑崩塌地质灾害危险性中等，对矿山地质环境的影响程度为较严重。

（2）滑坡

露天开采地段地层岩性为灰岩，岩层倾向南西，倾角 20°~30°。采坑东侧边坡坡向与岩层倾向一致，采坑最终边坡角 42°~46°，最大临空高差 150m，不存在软弱结构面和软弱夹层；采坑南西侧边坡与岩层倾向相反，采坑最终边坡角 42°~46°，临空高差 50~120m，采坑无地表径流流经，岩土体干燥，滑坡发育程度为弱发育；在降水、地震、爆破等外力作用下，引发采坑边坡滑坡地质灾害的可能性小。滑坡发生于露天采坑，受威胁的人员为采矿工人，受威胁人数<100 人，可能直接经济损失<500 万元，地质灾害危害程度中等。根据露天采坑滑坡地质灾害发育程度为弱发育，危害程度中等，判定露天采坑滑坡地质灾害危险性中等，对矿山地质环境的影响程度为较严重。

矿山企业严格按照开发利用方案设计进行开采，预测引发崩塌和滑坡地质灾害的危害程度中等，危险性中等，预测矿山开采引发的地质灾害对

矿山地质环境的影响程度较严重。

3、地形地貌景观破坏预测分析

根据《开发利用方案》设计，矿山未来继续沿用露天开采，需扩大露天采坑，共计新增损毁土地面积 9.4866hm^2 ，（具体损毁地类详见后文土地资源破坏预测分析）。新建单元对土地造成挖损损毁，造成了原始地表植被丧失，对地形地貌景观影响较大，影响程度为严重。

4、矿山含水层破坏预测

《开发利用方案》设计矿山露天开采最低开采标高为 500m ，矿体部分赋存在当地最低侵蚀基准面（ 480m ）以下，随着矿山开采深度加大，继续破坏含水层，破坏原有含水层的结构，对含水层进行疏干，增强了含水层的导水能力和渗透能力，充水因素主要为大气降水，可以通过地表自然排出矿区，暂不需利用排水设施进行排水，随着开采活动的继续进行或雨季时，也可以通过沟渠引导排入沟谷等地势低洼处，排出矿区的积水不会对周围带来影响，预测矿山未来开采对含水层影响程度为较轻。

5、土地资源破坏预测分析

根据矿产资源开发利用方案设计，预测矿山未来开采对土地资源的破坏主要为露天采坑对土地挖损损毁。拟损毁土地情况如下：

（1）挖损损毁

矿山未来开采将会在现有露天采坑的基础上继续扩大范围进行开采，最终形成 2 处露天采坑，新增损毁土地面积 9.4866hm^2 ，全部为丛元号村集体土地。露天采坑损毁了原有植被，改变了原有的地形地貌，对地形地貌景观影响程度为严重。

表3-8 露天采坑拟损毁土地统计表

单位: hm²

编号	土地类型及面积			合计
	天然牧草地	采矿用地	农村道路	
露天采坑	8.2210	1.2643	0.0013	9.4866
合计	8.2210	1.2643	0.0013	9.4866

6、生态系统退化问题

(1) 植被损毁

根据开发利用方案，矿山未来开采沿用露天开采方式，形成的损毁单元包括露天采坑、破碎站、堆料场、运输道路，对土地造成挖损和压占损毁，一定程度上造成了地表植被的破坏和缺失，使矿区原有的自然生态系统功能有所削弱，蓄水保土功能有所减低，矿山闭坑后可通过植被恢复等工程措施进行生态修复。

(2) 生物多样性丧失

矿山今后开采破坏评估区内天然牧草地、采矿用地、农村道路，该矿山所处区域不在各项生态环境管控单元范围之内，无重点保护物种，矿山开采清除的地表植被、土壤和岩石与周边自然环境一致，矿山开采活动未将连续的生态系统分割成不连续的“孤岛”，不会阻碍物种交流与基因流动，当地生态系统抵抗力稳定性较强，矿山开采没有导致动植物栖息地丧失，不会造成生物多样性丧失。

(3) 水土流失

根据《开发利用方案》，矿山今后新建损毁单元将破坏矿区原有地形地貌、植被及土壤结构，造成地表裸露，土地抗蚀能力降低，在一定程度上对矿区原有水土保持功能造成破坏，使土地丧失了原有的固土抗蚀能力，导致矿区土壤侵蚀加剧，造成局部水土流失。矿山闭坑后可通过覆土、施

肥等工程措施进行生态修复。

（4）水土环境污染

矿山开采现状条件下对水土环境污染较轻，在矿山未来开采过程中，主要产物为石灰石矿，石灰石的化学成份：碳酸钙（ CaCO_3 ），重金属元素含量低，不含有毒有害成分。露天开采降雨汇至采坑底集水池沉淀后通过机械排出采坑，生活污水排入防渗旱厕，定期清掏，不外排。综上，预测矿山未来开采对水土环境污染程度为较轻。

（5）修复措施

综上所述，矿山企业采矿活动对评估区植被造成了一定的破坏，并产生了一定的水土流失问题，但不会造成水土污染，仅影响了评估区内的森林生态系统，使其有部分退化问题发生。矿山露天开采影响的地表植被、土壤和岩石与周边自然环境一致，矿区范围四周森林生态系统活跃，矿山开采活动未将连续的生态系统分割成不连续的“孤岛”，通过实施地貌重塑、土壤重构、植被重建及后期管护等修复工程，恢复植被覆盖，重建生产者群落，依靠周边活跃森林生态系统的恢复力稳定性，能够恢复矿山生态系统的完整结构和功能。

（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）、表土剥离、土壤理化性质恶化（压实、贫瘠化）等。

2）受损程度：露天采坑损毁形式为挖损，破碎站损毁形式为压占，上

述损毁单元利用时间均大于 3 年，土地损毁程度为重度。

（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：露天采坑破坏地类涉及林地、草地，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，评估区共划分 2 个受损区块，各受损区块损毁程度综合评价情况详见附表 7。

图 3-6 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、地质环境治理可行性分析

（1）地质灾害防治技术可行性分析

经实地调查，矿山已有多年开采历史，从未发生过崩塌、滑坡等地质灾害。矿山企业今后开采过程中，严格按开采设计方案进行开采并定期进行巡查工作。定期监测，发现问题及时处理。矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，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

矿产资源开发利用方案设计未来露天开采最低开采标高为 500m，矿山

未来开采最低标高高于当地侵蚀基准面（480m），未揭露地下含水层，预计未来开采不会造成含水层水位下降。含水层修复技术措施主要已预防为主，含水层预防保护与修复措施完全按照开发利用方案进行开采，从源头控制和预防，防止工业排水对地下水造成严重影响。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，统一处理。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，评估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。

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）植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类涉及林地、草地及工矿用地等，结合矿山及周边矿山复垦案例、周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，复垦区经地貌重塑、土壤重构工程后，可以达到恢复林地、草地要求，植被恢复技术可行。

（5）水土环境污染防治技术可行性分析

由前文所述可知，矿山开采对水土环境污染较轻，矿山开采方式为露天开采，评估区产生的大气污染物主要为扬尘及汽车尾气，通过洒水降尘、运输车辆加盖篷和矿区周围绿化等措施后，能够满足《大气污染物综合排

放标准》（GB16297-1996）表 2 中颗粒物无组织排放浓度限值要求，环境空气质量标准基本维持在现状水平。矿区产生的废水主要为员工生活废水，经旱厕处理后定期由当地居民清掏肥田，不外排；正常大气降水经集水池沉淀后利用机械排出，矿山排水不会对评价范围为地表水及地下水水质造成影响。矿山产生的废石用于回填采坑，车辆维修保养产生的含机油抹布与生活垃圾一同由当地环保部门集中处理，各项固体废弃物都得到妥善处理。

以上技术较成熟、可操作性强，对矿区水土环境污染进行监测也是矿山日常生产工作不可分割部分。因此，矿山水土环境污染防治措施和修复工程，技术上可行。

水土环境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。

（6）监测技术可行性分析

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

矿山企业现状及预测开采将对土地资源造成一定程度的损毁，通过一系列地貌重塑、土壤重构、植被重建、监测管护等工程技术措施，可以恢复土地的生态功能，减少水土流失，提高生态系统的稳定性和恢复力。生态修复的技术路线和工作方法是目前朝阳地区普遍应用常规手段，已有成熟技术。

2、复垦修复可行性分析

(1) 复垦修复区土地利用现状

根据土地损毁分析与预测结果，本矿山开采复垦修复区为露天采坑、破碎站、堆料场、运输道路，复垦修复区面积为 33.9714hm²。

表3-9 复垦修复区土地利用现状

单位：hm²

地类名称				面积	占总面积比例 (%)
一级地类		二级地类		(hm ²)	
03	林地	0301	乔木林地	0.1551	0.46
		0305	灌木林地	0.9471	2.79
04	草地	0401	天然牧草地	10.0090	29.46
		0404	其他草地	0.0229	0.07
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.5272	1.55
		0602	采矿用地	21.8276	64.25
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4825	1.42
合计				33.9714	100.00

(2) 复垦修复区适宜性评价原则

1) 符合国土空间规划，并与其他规划相协调

复垦修复应符合《喀左县国土空间规划（2021-2035 年）》，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源，符合规划分区管控。

2) 因地制宜、农用地优先的原则

土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，特别是损毁现状，因地制宜，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。

3) 综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，首先考虑可垦性和综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的复垦投入取得最佳的经济效益、社会效益和生态效益。考虑到生产建设项目对评估区及周围环境造成的影响，重点考虑生态效益，以恢复生态环境功

能为主。

4) 主导限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如积水、土源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据评估区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

5) 复垦后土地可持续利用原则

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

6) 社会因素和经济因素相结合原则

在进行复垦责任范围内被损毁土地复垦修复适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平和生产布局等）。

（3）复垦修复单元的划分

复垦修复单元是适宜性评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征、复垦修复利用方向、复垦修复措施应基本一致。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。

根据矿山实际情况，本项目复垦修复单元共有露天采坑坑底、露天采坑平台、露天采坑边坡、破碎站、堆料场、运输道路，共 6 个评价单元，具体见下表。

表3-10 待复垦修复土地适宜性评价单元划分 单位：hm²

复垦修复单元	损毁地类	损毁方式	损毁面积	损毁程度
露天采坑坑底	0305、0401、0404、0601、0602、1006	挖损	9.5214	重度
露天采坑平台		挖损	11.5311	重度
露天采坑边坡		挖损	9.4849	重度
破碎站	0601、0602、1006	压占	1.2136	重度
堆料场	0602	压占	1.6889	重度
运输道路	0301、0401、0404、0602、1006	压占	0.5315	重度
合计	—	—	33.9714	—

（4）评价指标体系和标准的建立

根据初步确定的修复方向，结合修复单元的特点，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。

根据评估区自然环境特征，结合矿山土地破坏特点、地类等有关指标，本方案修复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、土地破坏前的土地利用状况、破坏土地修复的客观条件。

表3-11 复垦修复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	$<2^{\circ}$	1	1	1
		$2^{\circ}\leq\text{坡度}<6^{\circ}$	2	1	1
		$6^{\circ}\leq\text{坡度}<15^{\circ}$	3	1	1
		$15^{\circ}\leq\text{坡度}<25^{\circ}$	N	3	2
		$>25^{\circ}$	N	N	3
2	土壤质地	壤土	1	1	1
		粘土、砂土	2	2	2
		砂质、砾质	N	3	3
3	有效土壤层厚度 (cm)	≥ 50	1	1	1
		$30\leq\text{厚度}<50$	2	1	1
		$10\leq\text{厚度}<30$	3	2	1
N	排水条件	好	1	1	1
		中等	2	2	2
		一般	N	3	3
5	灌溉条件	不完善	N	3	1
		一般	3	2	1
		完善	1	1	1
6	土壤有机质 (%)	>1	1	1	1
		$0.6\sim 1$	2	2	1、2
		<0.6	3	2、3	2、3
7	pH	$6.0\sim 8.5$	1	1	1
		>8.5	N	N	N
		<6.0	N	N	N

说明：1 代表适宜，2 代表基本适宜，3 代表临界适宜，N 代表不适宜

表3-12 复垦修复单元的土地质量状况结果

序号	复垦修复单元	破坏面积 (hm ²)	坡度(°)	地表物质组成	排水条件	灌溉条件
1	露天采坑坑底	9.5214	5~10	石质	好	一般
2	露天采坑平台	11.5311	8~10	石质	好	一般
3	露天采坑边坡	9.4849	60-65	石质	好	一般
4	破碎站	1.2136	10~15	压实的岩土混合物	好	一般
5	堆料场	1.6889	10~15	压实的岩土混合物	好	一般
6	运输道路	0.5315	10~15	压实的岩土混合物	好	一般
合计		33.9714	—	—	—	—

(5) 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评估区各类评价单元土地质量状况与修复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修复适宜

性等级评价结果，评价结果见下表。

表3-13 露天采坑坑底修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类、地形坡度	周边地类均多为林地，地形坡度不满足修复耕地要求，不适合修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，经过平整，覆土后适合修复为草地。

表3-14 露天采坑平台修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类、地形坡度	周边地类均多为林地，地形坡度不满足修复耕地要求，不适合修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，经过平整，覆土后适合修复为草地。

表3-15 露天采坑边坡修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	地表物质组成、地形坡度	土地地表物质为石质，其地形坡度、灌溉条件均无法达到要求，不适合复垦修复为耕地。
林地	N	地表物质组成、地形坡度	土地地表物质为石质，其坡度无法满足恢复林地的要求，不适合复垦修复为林地。
草地	N	地表物质组成、地形坡度	土地地表物质为石质，其坡度无法满足恢复草地的要求，不适合复垦修复为草地。

表3-16 破碎站修复适宜性等级评定结果表

地类评价	适宜性	主要限制因子	备注
耕地	N	周边地类、地形坡度	周边地类均多为林地，地形坡度不满足修复耕地要求，不适合修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为压实的岩土混合物，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，经过平整，覆土后适合修复为草地。

表3-17 堆料场修复适宜性等级评定结果表

地类评价	适宜性	主要限制因子	备注
耕地	N	周边地类、地形坡度	周边地类均多为林地，地形坡度不满足修复耕地要求，不适合修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为压实的岩土混合物，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，经过平整，覆土后适合修复为草地。

表3-18 运输道路修复适宜性等级评定结果表

地类评价	适宜性	主要限制因子	备注
耕地	N	分布形态	单元呈线型分布，不适合修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质组成为岩土混合物，周边地类均为林地、草地，经过平整，覆土后适合修复为林地。
草地	1	地表物质组成、土层厚度	地表物质为石质，经过平整，覆土后适合修复为草地。

(6) 确定最终修复方向和划分修复单元

依据修复适宜性等级评定结果，确定评估区的修复方向以及修复土地面积。根据适宜性评价结果，露天采坑边坡坡度过大，不适宜恢复植被，露天采坑坑底、破碎站、堆料场、运输道路适宜修复为乔木林地，露天采坑平台适宜修复为灌木林地，复垦率为 72.08%。修复方向和修复单元划分详见下表。修复前后土地利用结构调整详见下表。

表3-19 复垦修复单元和复垦修复方向表

单位：(hm²)

复垦修复单元	破坏面积	周边主要地类	修复方向	修复面积
露天采坑坑底	9.5214	林地	乔木林地	9.5214
露天采坑平台	11.5311	林地	灌木林地	11.5311
露天采坑边坡	9.4849	采矿用地	—	0
破碎站	1.2136	林地	乔木林地	1.2136
堆料场	1.6889	林地	乔木林地	1.6889
运输道路	0.5315	林地	乔木林地	0.5315
合计	33.9714	—	—	24.4865

表3-20 复垦修复前后土地利用结构调整表

地类名称				修复前面积	修复后面积	增减面积
一级地类		二级地类		(hm ²)	(hm ²)	(hm ²)
03	林地	0301	乔木林地	0.1551	12.9554	12.8003
		0305	灌木林地	0.9471	11.5311	10.5840
04	草地	0401	天然牧草地	10.0090	0	-10.0090
		0404	其他草地	0.0229	0	-0.0229
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.5272	0	-0.5272
		0602	采矿用地	21.8276	9.4849	-12.3427
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4825	0	-0.4825
合计				33.9714	33.9714	0

(7) 水土资源平衡分析

1) 水资源平衡分析

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、灌木每株每次用水 0.02m^3 ，初期需浇 3 次。栽植乔木、灌木 83633 株，总用水量为 5018m^3 。苗木成活后，后期依靠自然降水灌溉。

②供水资源分析：矿区的民用水与工业用水可由泉水及河水补给，其中厂区办公楼一带，是灰岩裂隙溶洞水的排泄区，是理想的供水源地。据以往观测资料显示，最小涌水量为 11.86 升/秒，约 1004t/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。

2) 土方平衡分析

本方案设计覆土方式采用全面覆土，露天采坑边坡坡度过大，不适宜恢复植被，露天采坑坑底、破碎站适宜修复为乔木林地，露天采坑平台修复为灌木林地，乔木林地、灌木林地覆土自然沉实后 0.5m ，沉实系数取 1.05，经计算土壤重构工程需自然土方量 128553m^3 。

表3-21 表土覆盖量计算表

序号	修复单元	修复方向	修复面积 (hm^2)	覆土方式	沉实系数	需用方量 (m^3)
1	露天采坑坑底	乔木林地	9.5214	全面覆土 0.5m	1.05	49987
2	露天采坑平台	灌木林地	11.5311	全面覆土 0.5m	1.05	60538
3	露天采坑边坡	采矿用地	9.4849	—	—	0
4	破碎站	乔木林地	1.2136	全面覆土 0.5m	1.05	6371
5	堆料场	乔木林地	1.6889	全面覆土 0.5m	1.05	8867
6	运输道路	乔木林地	0.5315	全面覆土 0.5m	1.05	2790
合计			31.7516	—	—	128553

综上所述，矿区生态修复工程需要土方 128553m^3 ，根据开发利用方案设计，矿山未来开采将会对拟损毁土地进行表土剥离，剥离表土量为 8221m^3 （详见后文表土剥离与植被移植利用部分内容），仍需 120332m^3 土方。矿

山与喀左县中三家镇丛元号村达成协议，利用新农村建设用土支持矿山土壤重构工程，土源类型和理化性质与评估区土壤相近，土壤 pH 值 7.0~8.0，无污染，运距 0.5~1km，可满足植被重建工程需要（详见附件供土协议）。

3）石方平衡分析

结合矿山实际情况，为便于采坑自然排水，对露天采坑 1 和露天采坑 2 进行废石回填，露天采坑 1 回填至 520m 标高，露天采坑 2 回填至 530m 标高，利用公式 $V = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) * L$ 求得需废石回填 1351772 万 m³（详见表 3-21）能够满足复垦率要求。根据废石回填协议喀左鑫兴矿业有限公司矿区范围内现有 386.29 万 m³ 废石，废石均为铁矿开采产生的废石，属于一类固体废弃物，不会产生环境污染问题。能够满足本矿山废石回填量，具体详见废石回填协议。

表3-22 废石回填量计算

编号	最低排水标高	坑底标高	回填深度	回填废石量	回填后台阶边坡高度
	(m)	(m)	(m)	(m ³)	(m)
露天采坑 1	520	500	20	467502	3~16
露天采坑 2	530	500	30	884270	3~16
合计				1351772	—

3、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，该矿产品为石灰石矿，结合现行市场价格，设计确定矿石平均售价按 40 元/t 计算，建筑石料用灰岩平均售价按 15 元/t 计算，矿山每年销售收入为 2750 万元。每年总成

本费用 1450 万元，年获利税 1300 万元。矿山生产年限约 14.33 年，利润共计约 18629 万元，矿区生态修复总投资 2244.23 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、矿区周边运行良好的生态系统

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要有森林生态系统和草地生态系统。

（1）森林生态系统

评估区周边分布人工培育的森林生态系统。树种多为刺槐、油松、沙棘、荆条等适应当地气候的树种为主，同时栖息着鸟类、林下昆虫等动物，既发挥着保持水土、净化空气的生态作用，部分经济林还能为当地带来一定经济效益。评估区内林地主要为乔木林地、灌木林地，占评估区总面积的 2.76%。

复垦修复为乔木林地后，乔木发达的根系能固定土壤、减少水土流失。同时，刺槐等乔木可净化周边空气，修复矿区自身生态，形成生态屏障。

（2）草地生态系统

评估区草地生态系统属半人工半自然的生态系统类型。草地一方面为当地生猪、牛、羊等畜禽养殖提供天然放牧场地和饲料来源，另一方面，当地将秸秆加工为饲料用于牲畜喂养，部分未被养殖消化的秸秆还会对外出售，草地与养殖业、秸秆综合利用产业形成联动，构成了资源循环利用的草地~养殖配套生态模式。评估区内草地主要为天然牧草地，占评估区总面积的 31.78%。

2、参照生态系统

矿区周边未受损生态系统主要以森林生态系统和草地生态系统为主，结合矿山及周边矿山以往生态修复的成功案例（复垦修复方向为乔木林地和灌木林地），以及《喀左县国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《喀左县生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，确立本次参照生态系统为森林生态系统和草地生态系统。

3、复垦修复方向与目标

根据选定的参照生态系统为目标，结合喀左县国土空间规划、公众参与意见及当地社会经济因素等确定最终复垦修复方向。

（1）国土空间规划

根据《喀左县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，喀左县处于辽西低山丘陵区，构建森林生态系统、草地生态系统，以自然修复和人工种植相结合的方式增加植物多样性，合理增加林地面积。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以林地为主。

（2）公众参与意见

根据对矿区所在地村民进行问卷调查，村民中多数人认为复垦修复方向应以生态利用、保持良好的生态环境为主，宜耕则耕，宜林则林，并与周边土地利用类型相一致，考虑公众参与意见，复垦修复方向以林地为主。

（3）社会经济因素

喀左县境内矿产资源丰富，当地以铁矿开采及加工为主导产业，矿山开采结束后复垦修复林地，其增加的经济效益显著。综合考虑以上因素，最终确定方向为乔木林地和灌木林地。

4、复垦修复标准

本次设计评估区复垦修复方向为乔木林地和灌木林地。结合评估区实际情况，按照适地、适种、适树相结合的原则，制定复垦修复后的土地标准如下：

表3-23 评估区复垦修复质量控制标准

土地类型	指标类型	基本指标	东北山丘平原区土地复垦质量控制标准	本项目土地复垦质量要求
乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/(cm)	≥30	50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤20	≤20
		pH 值	6.0~8.5	7.0~8.0
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	满足评估区复垦工程的实施
	生产力水平	栽植密度/(株/hm ²)	2500 株/hm ²	2500 株/hm ²
		郁闭度	≥0.30	≥0.30
		三年保存率	≥60%	≥65%
灌木林地	土壤质量	有效土层厚度/(cm)	≥30	≥35
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	1.45
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤20	≤20
		pH 值	6.0~8.5	7.0~8.0
	生产力水平	栽植密度/(株/hm ²)	3000—5000 株/hm ²	4444 株/hm ²
		郁闭度	≥0.30	≥0.30
		覆盖率	≥80%	≥80%

(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坑作业面的精准控制，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，该模式可通过优化剥离物堆存与再利用方案、减少后期修复的土方转运成本、提前实现复垦修复收益等方式，

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。

根据开发利用方案设计，矿山未来开采沿用露天开采方式，在现有露天采坑基础上继续扩大范围进行开采，矿山露天开采终了时，露天采坑 1 开采最高标高为 540m，最低标高为 500m，最大采深 40m，4 级台阶，台阶高度 10m，最终阶段坡面角 65°，露天采坑 2 开采最高标高为 740m，最低标高为 500m，最大采深 240m，24 级台阶，台阶高度 10m，最终阶段坡面角 65°。根据开发利用方案设计露天采坑 1 与露天采坑 2 顺序生产，即露天采坑 1 先开采，然后开采露天采坑 2。本方案布置对露天采坑 1 的 520m 标高以上开采完毕的平台逐年进行生态修复工作，520m 标高以下平台统一待开采结束后对凹陷采坑进行回填，对露天采坑 2 的 530m 标高以上开采完毕的平台逐年进行生态修复工作，530m 标高以下平台统一待开采结束后对凹陷采坑进行回填，回填后进行修复，故露天采坑修复时间为 2028~2041 年。

表3-24 露天采坑1开采时序部署表

台阶	开采时间（年）	修复时间（年）
540m 以上	2026-2027	2028.8-2029.7
530m	2027-2028	2029.8-2030.7
520m 坑底	2028-2029	2031.8-2032.7
510m	2029-2030	2031.8-2032.7
500m	2030-2031	2031.8-2032.7

表3-25 露天采坑2开采时序部署表

台阶	开采时间（年）	修复时间（年）
690 以上	2031-2032	2032.8-2033.7
680	2032-2033	2033.8-2034.7
670	2032-2033	2033.8-2034.7
660	2032-2033	2033.8-2034.7
650	2033-2034	2034.8-2035.7
640	2033-2034	2034.8-2035.7
630	2033-2034	2034.8-2035.7

620	2034-2035	2035.8-2036.7
610	2034-2035	2035.8-2036.7
600	2034-2035	2035.8-2036.7
590	2035-2036	2036.8-2037.7
580m	2035-2036	2036.8-2037.7
570m	2035-2036	2036.8-2037.7
560m	2036-2037	2037.8-2038.7
550m	2036-2037	2037.8-2038.7
540m	2036-2037	2037.8-2038.7
530m 坑底	2037-2038	2041.1-2041.12
520m	2038-2039	2041.1-2041.12
510m	2039-2040	2041.1-2041.12
500m	2039-2040	2041.1-2041.12

三、生态修复分区及修复时序安排

根据前文土地资源损毁现状及分析预测结果，本项目生态修复分区划分为露天采坑 1、露天采坑 2、破碎站、堆料场、运输道路，5 个生态分区。矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表详见下表。

表3-26 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点		破坏面积(hm ²)	生态修复实施时间
受损区块 1	露天采坑 1		10.2506	2028.8-2032.7
	X	Y		
受损区块 2	露天采坑 2		10.4563	2032.8-2041.12
受损区块 3	破碎站		1.2135	2041.1-2041.12

受损区块 4	堆料场		1.6889	2041.1-2041.12
受损区块 5	运输道路		0.5315	2041.1-2041.12

四、采矿用地与复垦修复安排

本项目采矿用地包括露天采坑、破碎站等区域，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。

矿区生态修复目标及土地利用变化表见附表 8、矿区用地与复垦修复计划表见附表 9。

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施析

（一）敏感目标保护

矿区附近没有自然保护区、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。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、复垦修复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

1、表土剥离工程：矿山企业在露天采坑 2 施工前对露天采坑 2 拟损毁的天然牧草地、其他草地、乔木林地进行表土剥离，剥离面积为 8.2210hm²，平均剥离厚度为 0.10m，剥离量为 8221m³，剥离后的表土，即剥即用，用于 2031 年露天采坑 1 的土壤重构工程。表土剥离工程计入生产成本。

（三）相关协同措施

1、地质灾害防治与地形重塑

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，避免积水侵蚀。

2、环境污染系统治理

提高矿山废水综合利用率，防止水土环境污染；加强对地表水、废水、地下水及土壤环境进行动态监测；推进矿区水土环境污染防治工作开展，防止水土环境污染程度加剧。具体工程量详见表 5-1。

3、已修复区域长效管护机制

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。具体工程量详见表 5-1。

4、安全示警措施

闭矿回填后露天采坑边坡台阶高度 4~13m，为对过往行人进行提示，在露天采坑境界外、采坑出入口处，设置警示标志，警示标志采用高 1.5m 的简易铁质牌，警示牌规格 40×60cm，间隔 100m。露天采坑布置警示牌 5 个。

5、修建截排水沟

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。设计截（排）水沟上底宽 60cm，下底宽 50cm，深度为 50cm，厚度为 25cm，流水坡度均大于 1:1，采用自然排水方式，截排水沟断面面积为 $[(1.1+1) \div 2 \times 0.75] - [(0.6+0.5) \div 2 \times 0.5] = 0.513\text{m}^2$ ，截排水沟总长 1175m，共修筑截排水沟 603m³ 截排水沟断面示意图见下图。

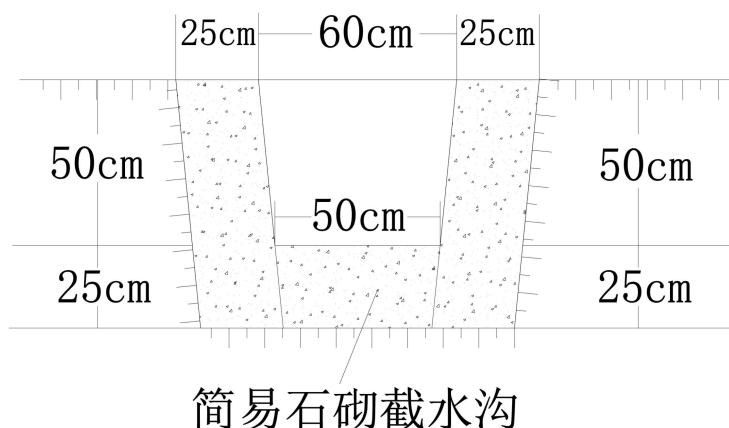


图 4-1 截排水沟断面示意图

二、修复措施

（一）地貌重塑

1、采坑回填工程

矿山开采终了后会形成两处凹陷露天采坑，矿山需对凹陷露天采坑进行废石回填，利用周边铁矿矿山尾矿库清理库存的尾矿砂回填采坑，露天采坑 1 回填高度为 20m，露天采坑 2 回填高度为 30m。

2、场地清理工程

矿山生产期间会对部分单元地表进行硬化，为保证后续土壤重构、植被重建工程的实施效果，需在覆土前利用推土机对地表硬化物、碎石土进行清理，将地表恢复为原生状态。

3、拆除建筑垃圾

为保证后续土壤重构、植被重建工程的实施效果，对破碎站的建筑进行拆除。

4、土地平整工程

在土壤重构、植被重建前利用自行式平地机对修复单元进行平整，采用以机械化平整为主，人工找平为辅的综合施工法进行合理组织施工，修复乔木林地、灌木林地地形坡度需小于 35°。

（二）土壤重构

1、覆盖表土

本方案覆土方式为全面覆土，具体覆土工程详见上文“土方平衡分析”用土来源于矿区表土剥离壤土，土壤理化性质与矿区自然土层一致，无重金属污染，乔木林地、灌木林地修复后的土壤要求砾石含量小于 10%，有

机质含量在管护期结束后不低于原地块或相邻地块水平。

2、培肥工程

由于覆土土源的肥力一般，为满足植被生长需要，需对土壤进行培肥，以提高土壤中有机质的含量，改善土壤的理化性质。土壤培肥采用商品有机肥，富含腐殖质，可黏结松散矿质颗粒，增加团粒结构，大幅提高土壤含水量，同时吸附、留存养分，持续供给植被生长，逐步将生土转化为熟化土壤，夯实植被生长基础，缓冲土壤 pH 值，中和酸碱。

有机肥可为土壤细菌、真菌、放线菌提供碳源与能量，恢复微生物种群数量与活性。商品有机肥质地均匀、性状稳定，可结合整地、覆土环节撒施、条施，适配矿山大面积、机械化施工，施工难度低、效率高，适配紫花苜蓿、乔灌木等植物生长。

（三）植被重建

评估区林草稀疏，植物区系属于华北植物区系内蒙古植物区系交汇处。原生及人工树种有油松、杨柳树和山杏、刺槐等；灌木有胡枝子、紫穗槐、酸枣、荆条、沙棘等。

1、树种选择

本方案参考矿区周边原生植被及周边矿山前期修复工作经验并考虑矿山企业的意见，修复乔木林地树种选择刺槐（2 年生的截干苗，地径 $\geq 3\text{cm}$ 、苗高 $\geq 250\text{cm}$ I 级苗木），修复灌木林地树种选择紫穗槐。

2、栽植密度

修复乔木林地造林密度株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，2500 株/ hm^2 。修复灌木林地造林密度株行距 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，4444 株/ hm^2

3、种植工艺

(1) 栽植深度：根据立地条件、土壤墒情和树种确定栽植深度，一般应略深于苗木根颈。

(2) 苗木处理：造林前，根据树种、苗木特点和土壤墒情，对苗木进行剪梢、截干、修根、修枝、苗根浸水、蘸泥浆、蘸生根剂等处理。

(3) 造林方法：采用“三埋两踩一提苗”的操作方法，即一手拿苗木根颈部位，一手整理根系，将苗直立于栽植穴中，使根系舒展不窝根。然后把细碎的表土填入穴中，填至一半时把苗木向上略提一下，达到适宜栽植深度，使根系舒展后踩实。把余土填上，再踩实。栽植后立即浇透水，水下渗完后及时检查，如苗木倾斜要扶正。最后在上面撒一层细土或枯枝落叶，以防止水分蒸发。在坑穴周围修筑穴盘，以防养护浇水时溢水，节约水资源。在此过程中必须有专业人员在现场进行监督和验收工作，对不合格苗木的种植进行返工。

4、播撒草籽

本方案设计修复林地采用林草混交的方式进行修复，林间播撒草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒草籽 1 年。

5、灌溉工程

矿区属于辽西低山丘陵区，迄今为止，还是雨养农业，因此复垦工程设计中也没有设计灌溉工程，仅在极度干旱的情况下采取拉水灌溉。由于苗木在栽植过程中，苗木的起栽都有可能造成苗木生理缺水，为保证树木成活率，方案设计进行拉水灌溉，以保证复垦修复效果，栽种后 1 年内浇灌 3 次，每株每次用水 0.02m^3 ，取水水源地为周边民用水井和河水，水质

和水量都能满足复垦修复区灌溉需要。矿山采用汽车拉水灌溉方式，喀左丛元号水泥有限责任公司有拉水设备，可以满足灌溉工程需要。苗木种植后需人工浇灌，以保证苗成活，后期可依靠自然降水灌溉。

（四）景观营造

矿山景观营造的核心定性是：以生态修复为基底、空间重塑为载体、功能复合为目标的综合性生态治理与价值转化工程。

1、重建矿区植被群落：矿山开采清除地表植被，对矿区内的植被群落造成一定影响，矿山闭矿后将损毁土地修复为乔木林地、灌木林地，并进行乔草混交，恢复植被覆盖，重建生产者群落，依靠周边活跃森林生态系统的恢复力稳定性，能够恢复矿山生态系统的完整结构和功能。

3、优化矿区景观格局：

将废弃采矿用地（矿坑）转化为具备美学价值和使用功能的景观空间，实现土地资源再利用

4、连通本地生态系统：

露天开采清除的地表植被、土壤和岩石与周边自然环境一致，实施生态修复工程后，将使被矿山开采活动分隔的生态系统重新联通，恢复生态系统的物种交流与基因流动功能。

三、工程内容

（一）地貌重塑

本方案地貌重塑工程废石回填、场地清理工程、土地平整，各损毁单元地貌重塑工程如下：

1、废石回填工程

结合矿山实际情况，为便于采坑自然排水，对矿区内露天采坑 1 和露天采坑 2 进行废石回填，露天采坑 1 回填至 520m 标高，露天采坑 2 回填至 530m 标高，利用公式 $V = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) * L$ 求得需废石回填 1351772 万 m^3 （详见表 3-21）能够满足复垦率要求，根据废石回填协议喀左鑫兴矿业有限公司矿区范围内现有 386.29 万 m^3 废石，能够满足本矿山废石回填量。

表4-1 废石回填量计算

编号	最低排水标高	坑底标高	回填深度	回填废石量	回填后台阶边坡高度
	(m)	(m)	(m)	(m^3)	(m)
露天采坑 1	520	500	20	467502	3~16
露天采坑 2	530	500	30	884270	3~16
合计				1351772	—

图 4-2 凹陷采坑回填断面图

2、场地清理

利用推土机对破碎站地面进行清理，清理地表硬化物、碎石土，破碎站占地面积 0.6971hm^2 ，清理厚度 0.3m，清理工程共计 2091m^3 。

3、拆除建筑垃圾

在矿山闭坑后，对破碎站内的建筑物进行拆除（拆除量为建筑物的四面墙体与屋顶的面积之和与墙体厚度（0.3m）的乘积），共拆除建筑垃圾 288m^3 。

4、土地平整工程

矿区位于辽宁西部构造剥蚀低山丘陵区，地形较平坦，地形坡度 $10\sim 20^\circ$ ，各修复单元内地形坡度均优于周边原始地形，本方案设计利用自行式平地机 118kw 对各单元维持现有坡度进行土地平整，土地平整工程共计 22.2661hm^2 。

露天采坑坑底、平台、破碎站、堆料场、运输道路全部进行土地平整，采坑边坡坡度较大，不进行修复，其余单元平整面积均为全部损毁面积。

表4-2 地貌重塑工程量统计表

损毁单元	废石回填 (m ³)	场地清理 (m ³)	拆除建筑垃圾 (m ³)	土地平整 (hm ²)
露天采坑坑底	1351772			9.5214
露天采坑平台				11.5311
破碎站		2091	288	1.2136
堆料场				1.6889
运输道路				0.5315
合计	1351772	2091	288	24.4865

(二) 土壤重构

本方案依照复垦修复质量控制标准要求，露天采坑边坡坡度过大，不适宜恢复植被，露天采坑坑底、破碎站、堆料场、运输道路适宜修复为乔木林地，露天采坑平台适宜修复为灌木林地。

土壤重构工程包括覆盖表土、培肥工程

1、覆盖表土

对待修复土地进行全面覆土，乔木林地、灌木林地覆土沉实厚度为0.50m，沉实系数取1.05，共计覆土128553m³。根据开发利用方案设计，矿山未来开采将会对拟损毁土地进行表土剥离，剥离表土量为8221m³，仍需120332m³土方。矿山与喀左县中三家镇丛元号村达成协议，利用新农村建设用土支持矿山土壤重构工程。

2、培肥工程

露天采坑坑底修复面积9.5214hm²，修复方向为乔木林地，覆土沉实厚度为0.50m，沉实系数取1.05，需覆土49987m³，每公顷施肥0.75t，需施肥7.14t。

露天采坑平台修复面积 11.5311hm²，修复方向为灌木林地，覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数取 1.05，需覆土 60538m³，每公顷施肥 0.75t，需施肥 8.65t。

破碎站修复面积 1.2136hm²，修复方向为乔木林地，覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数取 1.05，需覆土 6371m³，每公顷施肥 0.75t，需施肥 0.91t。

堆料场修复面积 1.6889hm²，修复方向为乔木林地，覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数取 1.05，需覆土 8867m³，每公顷施肥 0.75t，需施肥 1.27t。

运输道路修复面积 0.5315hm²，修复方向为乔木林地，覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数取 1.05，需覆土 2790m³，每公顷施肥 0.75t，需施肥 0.40t。

土壤重构具体工程量测算见表 4-3。

表4-3 土壤重构工程量汇总表

工程措施 修复单元	覆土 (m ³)	施肥 (t)
露天采坑坑底	49987	7.14
露天采坑平台	60538	8.65
破碎站	6371	0.91
堆料场	8867	1.27
运输道路	2790	0.40
合计	128553	18.37

(三) 植被重建

1、植被恢复工程

修复乔木林地树种选择刺槐，株行距 2m×2m，每穴 1 株，栽植密度为 2500 株/hm²。修复灌木林地造林密度株行距 1.5m×1.5m，4444 株/hm²

图 4-3 乔木栽植示意图

2、播撒草籽工程

植被重建初期，植被郁闭度低，本方案采用林间种草方式来增加植被覆盖度，草种选择紫花苜蓿，技术指标为 50kg/hm²，播撒草籽 1 年。

3、灌溉工程

为保证树木成活率，本方案设计进行拉水灌溉，以保证复垦修复效果，栽种后 1 年内浇灌 3 次，每株每次用水 0.02m^3 。

露天采坑坑底修复为乔木林地，修复面积 9.5214hm^2 ，需种植刺槐 23804 株，播撒草籽 9.5214hm^2 ，灌溉 1428m^3 。

露天采坑平台修复为灌木林地，修复面积 11.5311hm^2 ，需种植紫穗槐 511244 株，播撒草籽 11.5311hm^2 ，灌溉 30675m^3 。

破碎站修复为乔木林地，修复面积 1.2136hm^2 ，需种植刺槐 3034 株，播撒草籽 1.2136hm^2 ，灌溉 182m^3 。

堆料场修复为乔木林地，修复面积 1.6889hm^2 ，需种植刺槐 4222 株，播撒草籽 1.6889hm^2 ，灌溉 253m^3 。

运输道路修复为乔木林地，修复面积 0.5315hm^2 ，需种植刺槐 1329 株，播撒草籽 0.5315hm^2 ，灌溉 80m^3 。

植被重建工程量测算见表 4-4。

表4-4 植被重建工程量汇总表

工程措施 修复单元	栽植刺槐（株）	栽植紫穗槐（株）	播撒草籽（ hm^2 ）	灌溉（ m^3 ）
露天采坑坑底	23804	——	9.5214	1428
露天采坑平台	——	51244	11.5311	3075
破碎站	3034	——	1.2136	182
堆料场	4222	——	1.6889	253
运输道路	1329	——	0.5315	80
合计	32389	51244	24.4865	5018

（四）景观营造

本方案不涉及具体景观营造工程。

（五）工程内容

各修复单元采取的表土剥离及养护工程、安全示警协同工程、地貌重塑、土壤重构、植被重建的主要工程详见下表。

表4-5 主要工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	表土剥离及养护工程	—	
1	表土剥离	m ³	8221
(二)	安全示警协同工程		
1	警示牌	个	5
2	截排水沟	m ³	603
(三)	地貌重塑工程	—	
1	废石回填	m ³	1351772
2	场地清理	m ³	2091
3	拆除建筑垃圾	m ³	288
4	土地平整	hm ²	24.4865
(四)	土壤重构工程		
1	表土覆土	m ³	8221
2	客土覆土	m ³	120332
3	培肥工程	t	18.37
(五)	植被重建工程		
1	栽植刺槐	株	32389
2	栽植紫穗槐	株	51244
3	播撒草籽	hm ²	24.4865
4	灌溉	m ³	5018

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）目标任务

矿山企业在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦修复、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测评价，为矿区生态修复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了预定的修复目标（如：土壤污染物达标、植被保存率、生产力水平等），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。

6、防灾减灾：通过对矿山开采形成的高陡边坡、斜坡布设灾害监测点，可以实时掌握岩土体的变形趋势，在灾害发生前发出预警，避免人员伤亡和机械设备损毁。变“被动救灾”为“主动防灾”，为人员撤离和应急抢险赢得宝贵时间。通过对水、土及损毁土地的监测，确定矿山开采对当地生态环境的影响，以便及时发现及时采取相应措施进行生态修复工作。通过对复垦后的土壤、植被及生态功能的监测，可以明确矿山生态修复工程的完成质量，评估修复区生态系统的恢复状况和抵御自然灾害的能力，持续保障修复成果和下游居民区的安全。

（二）监测措施

1、监测对象与内容

（1）开采前监测

1）主要获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值；

2）监测矿产资源开采前矿山及周边区域地下水环境和土壤环境背景；

3）查清监测范围内土地利用现状、各生态系统类型质量及生产水平；

4）查清监测范围内地表水环境面积和陆地植被生态状况；

5）依据主体功能区定位，结合矿区自然环境特点，基于土地利用图斑，按照典型性和代表性，设置林地生态系统样地样方，建设参照生态系统，获取参照值。

（2）开采中监测

1）主要开展保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效监测；

2）监测矿山开采保护预防控制措施落实情况，包括保护等措施及效果、

预防控制措施及效果；

- 3) 监测矿山开采引发的采地下水环境破坏和土壤环境破坏状况。
- 4) 监测矿山开采挖损、压占、污染等损毁土地类型、面积及程度；
- 5) 监测开采过程中挖损形成的高陡边坡等隐患体产生的地质灾害，如崩塌、滑坡的诱发因素（降雨、振动）、形态变化、稳定性情况；
- 6) 监测矿山开采生态用地损毁、地表水环境；
- 7) 监测已破坏地质环境恢复治理、已损毁土地修复利用、已破坏（退化）生态系统恢复状况；
- 8) 监测拟破坏地质环境、拟损毁土地资源、拟破坏生态系统变化情况。

（3）开采后监测

- 1) 主要监测已复垦修复区的管理维护情况；
- 2) 监测已复垦修复的基础设施维护、土地质量与植被管护情况、生态系统功能维持情况；
- 3) 对已复垦修复的办公场地等涉及的地质环境稳定性、潜在污染控制效果、生态系统恢复效果及潜在风险进行重点监测；
- 4) 本次开采后复垦修复监测周期为 3 年。

2、地质灾害监测

（1）露天采坑崩塌、滑坡监测

1) 监测内容

监测与崩塌地质灾害形成有关的人类工程活动，重点监测露天采坑边坡变形部位，如裂缝、崩滑面（带）等两侧点与点之间的相对位移量，计算变形量及变形速率。

2) 监测方法

采用人工监测，通过对露天采坑边坡现场实地调查和勘测，采用 RTK、水准仪、数码相机、摄像机等工具，填表记录工程实施情况对露天采坑边坡稳定性的影响，主要记录露天采坑边坡稳定性、崩塌掉落碎石情况等，现场照相，并保存记录，进行结果对比，并做好巡查记录，及时发现问题及时处理。

3) 技术要求

①、监测宜采用相同的图形和监测方法、统一仪器和监测方法、固定监测人员；

②、监测方法和精度要求满足《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）、《工程测量规范》（GB50026-2020）的要求。

4) 监测点的布设

露天采坑布置 4 个监测点，监测点布置在露天采坑边坡处。

5) 监测时限与频率

本方案监测时限为矿山服务年限 18.33 年，监测频率为每季度监测一次。

3、矿山地质环境监测

(1) 地下水环境监测

1) 监测内容

监测内容主要为开采期间、开展复垦修复工程后的地下水位、地下水水质（pH 值、铁、铅、锰、铜等）。

2) 监测方法

固定水位点人工监测记录、水质采样交予相关资质实验室化验检测。

3) 技术要求

地下水监测的方法和精度满足《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133—1994）的要求。

4) 监测点布设

监测点宜布设在采矿活动预计影响的地下水补给、径流、排泄区域，沿地下水流向或垂直地下水流向布设地下水位、地下水水质监测点。结合项目实际情况，本项目地下水环境监测点布置在周边民井处，布置 1 个地下水监测点位。

5) 监测时限与频率

地下水水量监测采用人工现场监测的方式，每年平水期、枯水期各监测 2 次，丰水期监测 4 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 8 次；水质监测每年监测一次，由矿山企业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。

（3）土壤环境监测

① 监测内容

监测内容主要为开采期间、开展复垦修复工程后的土壤理化性质（pH、有机质含量、N、P、K 等）、污染情况（铁、铅、锰、铜等）等。

② 监测方法

取样采用梅花形布点法采样，交与相关资质实验室化验检测。

③ 技术要求

土壤环境监测采用人工巡查、取样化验方式，精度执行《土壤环境监测技术规范》。

④ 监测点布设

监测点宜布设在采矿活动预计影响到的区域及周边区域，沿着地形由高到低布设土壤环境背景监测点。结合矿山实际情况，本项目土壤环境监测在露天采坑内布置一个监测点位。

⑤ 监测时限与频率

生产期及管护期内均每年监测一次。

4、土地资源监测

（1）已损毁土地和拟损毁土地调查监测

① 监测内容

根据现状及预测损毁单元开展损毁土地类型、程度、面积、范围监测。

② 监测点布设

采用无人机航拍结合人工巡视形式，通过现场实地调查和勘测，采用GPS定位并结合航拍影像、地形图等工具，进行全矿巡视监测。

③ 监测时限与频率

生产期内每年监测一次。

（2）复垦修复土壤质量监测

① 监测内容

结合复垦修复后的生态系统类型、复垦修复时间、复垦修复微地貌、复垦修复措施等划分监测单元。按照监测单元布设监测点，每个复垦修复单元即为一个取样点，对复垦修复土壤质量进行动态监测。

② 监测要求

采样深度需根据监测目标确定（如 0~20cm 表土），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。

③ 监测方法

已损毁土地和拟损毁土地调查监测采用无人机航拍结合人工巡视形式进行监测。

复垦修复土壤质量监测要求采集混合样，采用梅花形布点法，送实验室分析。

④ 监测点布设

结合矿山实际情况，本项目复垦修复土壤质量监测对所有复垦修复单元进行巡视监测，混合取样，不固定监测点位。

⑤ 监测时限与频率

复垦修复土壤质量监测管护期内每年监测 1 次，监测时间选在生物量高峰时期，在每年 7 月~8 月。

5、生态系统监测

（1）植被管护监测

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、防火及病虫鼠害防治等，并对复垦后植被的成活率、覆盖度进行调查。

②监测方法

植被调查：样方法，在复垦修复后的地块内各自随机选取 4m×4m 的样方，记录样方内每株树测量树高、胸径/地径、冠幅，记录存活状况。

③ 监测时限与频率

管护期内每半年监测一次。

(2) 生态系统功能维护监测

① 监测内容

基础立地与环境：土壤厚度、腐殖质厚度、温湿度。

植被群落状况：乔木层郁闭度、胸径、树高，灌草层覆盖度、物种数，乔灌木分层情况。

健康与干扰：病虫害及火灾等灾害发生情况及人为干扰（放牧、开垦等）。

② 监测方法

样方法，在每个矿区复垦修复后的地块内各自随机选取 4m×4m 的固定样方，配合 GPS 定位、仪器实测、现场踏查，同步记录相关数据进行动态监测。

③ 监测时限与频率

管护期内每半年监测一次。

二、管护目标与措施

1、管护措施

管护措施：主要内容是对林地的补种，病虫害防治、灌溉与施肥。植被管护时间为 3 年，管护期间结合监测及时发现及时补植。管护期结束后林木保存率大于 65%且郁闭度大于 0.3。

2、管护内容

林地管护内容主要包括补种，病虫害防治、排灌与施肥。

- (1) 明确项目单位是复垦修复单位和管护责任单位，划分管护责任区。
- (2) 根据损毁特点及时修复损毁复垦修复工程和土地。
- (3) 加强森林资源保护工作。禁止在复垦修复的林地内放牧、开垦、采石、挖沙取土，避免造成二次损毁。
- (4) 根据实际情况对幼林进行除草、灌溉、施肥，修剪、补植及病虫害防治，促进林木生长。
- (5) 对于树木发现的病虫害，应及时进行救治，对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

三、工程量

(一) 监测工程量

1、地质灾害监测工程量

露天采坑崩塌、滑坡监测：本方案设计在露天采坑布置 4 个监测点，监测时限为服务年限 14.33 年，其中露天采坑 1 监测 5 年，露天采坑 2 监测 9.33 年，监测频率为每季度监测一次，共计监测 115 次。

2、矿山地质环境监测工程量

地下水环境监测：本方案设计在周边民井布置 1 个点位，地下水水量监测，每年平水期、枯水期各监测 2 次，丰水期监测 4 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 8 次；水质监测每年监测一次，监测时限为服务年限 14.33 年，共计监测水为 115 次；水质 14 次。

土壤环境监测：本方案设计露天采坑内布置一个监测点位，生产期及管护期内每年监测一次，生产期监测时限为服务年限 15.33 年，管护期 3 年，共计监测 18 次。

3、土地资源监测工程量

已损毁土地和拟损毁土地调查监测：根据《矿区生态修复与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）的相关规定，本方案设计已损毁土地和拟损毁土地调查监测涉及采用无人机航拍结合人工巡视形式，进行全矿巡视监测，不固定监测点位置，生产期内每年监测一次，监测时限为服务年限 14.33 年，共计监测 14 次。

复垦修复土壤质量监测：本方案设计对所有复垦修复单元进行巡视监测，混合取样，不固定监测点位，管护期内 1 年监测 1 次，共计监测 3 次。

4、生态系统监测工程量

植被管护监测：在复垦修复后的地块内随机选取乔木样方，管护期内每半年监测一次，管护期 3 年，共计监测 6 次。

生态系统功能维护监测：在每个矿区复垦修复后的地块内各自随机选取 4m×4m 的固定样方，固定监测位置，管护期内每半年监测一次，管护期 3 年，共计监测 6 次。

（二）管护工程量

本方案复垦修复面积 24.4865hm²，乔木林地 12.9554hm²，灌木林地 11.5311hm²，管护期为 3a，管护期间结合复垦监测效果及时进行苗木补植。管护期结束后林木保存率大于 65%且郁闭度>0.3。矿区生态修复监测和管护工程量统计详见表 5-1。

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	监测点位	监测频次	计算单位	工程量
(一)	监测工程				
1	露天采坑崩塌灾害监测	4	生产期内, 4 次/a	点次	115
3	地下水水位监测	1	生产期内, 8 次/a	点次	115
4	地下水水质监测	1	生产期内, 1 次/a	点次	14
5	土壤环境监测	1	生产期内 1 次/a	次	18
6	损毁土地监测	巡视	生产期内, 1 次/a	次	14
7	复垦修复土壤质量监测	巡视	管护期内, 1 次/a	次	3
8	植被管护监测	1	管护期内, 2 次/a	次	6
9	生态系统功能维护监测	1		次	6
(二)	管护工程				
1	管护	—		hm ² ×a	24.4865×3

按照“谁开发, 谁保护、谁破坏, 谁修复”原则, 本方案明确监测与管护的责任主体应为矿山企业——喀左丛元号水泥有限责任公司。由该公司负责组织相关人员实施监测与管护工程, 涉及检测等专业项目的由建平县天成矿业有限公司负责委托相关资质实验室进行采样并化验检测, 确保监测与管护工程的实施, 以达到矿区生态修复的最终效果。

建立企业主要负责人负总责、分管领导具体负责, 设立专职岗位, 统筹监测点位布设、样品采集、数据分析、等工作; 制定专项管理制度, 明确监测范围、指标、点位、采样频次、操作流程、上报时限, 严格落实方案刚性执行要求。

按规范配齐监测设备、采样器具、检测仪器、视频监控等硬件设施, 专人专管、台账登记, 制定设备日常巡检、定期校准、维修保养计划。

实行原始数据留痕、逐级审核、闭环存档机制。现场采样记录、影像资料、原始检测单据、分析报告等资料实时整理, 经监测员、部门负责人、分管领导三级签字确认, 做到每一组数据可溯源、可复核。

建立电子+纸质双重档案库, 监测台账、报告、原始记录、设备运维记

录、整改资料统一分类归档，档案保存期限严格按照行业要求执行，做到资料完整、查阅便捷，严禁销毁、隐匿监测档案。

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

根据矿产资源开发利用方案设计的开采方式、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 3 期：

1、开采治理期（2026 年 8 月至 2040 年 12）

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）总体生态修复工作计划

1）监测工程

按照监测工程设计，在生产期内对矿山进行地质灾害监测、地质环境监测、土地资源监测，对修复植被进行管护。

2）生态修复工程

于 2026 年对露天采坑境界外布置警示牌，于 2031 年对露天采坑 1 进行回填废石、土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程；于 2031 年对露天采坑 2 拟损毁范围进行表土剥离，剥离的表土用于露天采坑 1 的土壤重构使用；于 2032 年按照开发利用方案部署的开采时序逐年对露天采坑 2 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程（修复工程具体时序及工程量见表 6-28 及方案工程部署图）。

表 6-1 开采治理期生态修复工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	表土剥离及养护工程	—	
1	表土剥离	m ³	8221
(二)	安全示警协同工程		
1	警示牌	个	5
(三)	地貌重塑工程	—	
1	废石回填	m ³	467502
2	土地平整	hm ²	15.7343
(四)	土壤重构工程		
1	表土覆土	m ³	8221
2	客土覆土		74384
3	培肥工程	t	11.80
(五)	植被重建工程		
1	栽植刺槐	株	10508
2	栽植紫穗槐	株	51244
3	播撒草籽	hm ²	15.7343
4	灌溉	m ³	3705
(六)	监测与管护工程		
1	地质灾害监测	次	57
2	地下水水位监测	次	115
3	地下水水质监测	次	14
4	土壤环境监测	次	14
5	损毁土地监测	次	14
6	管护工程	hm ² ×a	15.7343×3

(2) 近五年生态修复工作计划

1) 监测工程

按照监测工程设计，2026 年 7 月~2031 年 6 月对矿山进行地质灾害监测每年 4 次、地下水水位监测每年 8 次、地下水水质监测每年 1 次、土壤环境监测每年 1 次、损毁土地监测每年 1 次，对修复植被进行管护。

2) 生态修复工程

近五年具体生态修复工程包括：于 2026 年对露天采坑境界外布置警示牌，于 2031 年对露天采坑 1 进行回填废石、土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程；于

2031 年对露天采坑 2 拟损毁范围进行表土剥离，表土剥离即剥即用，剥离的表土用于露天采坑 1 的土壤重构使用。（修复工程具体时序及工程量见附表 18 及工程部署图）

2、闭坑修复期（2041 年 1 月～2041 年 12 月）

按照“谁破坏、谁治理、谁修复”的原则，矿山做好以下矿山生态保护修复工程：

（1）生态修复工程

于 2041 年对露天采坑 2 坑底进行回填废石、土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程，对破碎站、堆料场、运输道路进行场地清理、土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程。

表 6-2 闭坑修复期生态修复工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
（一）	安全示警协同工程		
1	警示牌	个	—
（二）	排水措施工程	m ³	603
（三）	地貌重塑工程	—	
1	废石回填	m ³	884270
2	场地清理	m ³	2091
3	拆除建筑垃圾	m ³	288
4	土地平整	hm ²	8.7522
（四）	土壤重构工程		
1	客土覆土	m ³	45948
2	培肥工程	t	6.57
（五）	植被重建工程		
1	栽植刺槐	株	21881
2	播撒草籽	hm ²	8.7522
3	灌溉	m ³	1313

3、监测管护期（2042 年 1 月～2044 年 12 月）

对矿山所有生态修复单元进行监测管护工作及生态系统监测，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顺延三年，防止修复土地的退化，保证管护期结束后耕地管护期结束后达到周边地区同等地类水平，林地林木保存率大于 65%且郁闭度大于 0.3。

表 6-3 监测管护期生态修复工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	监测与管护工程		
1	土壤环境监测	次	3
2	复垦修复土壤质量监测	次	3
3	植被管护监测	次	6
4	生态系统功能维护监测	次	6
5	管护	hm ² ×a	24.4865×3

根据“边生产、边治理、边修复”的原则及本矿山工程建设特点和开采时序进度安排。本方案服务年限为 18.33 年，即 2026 年 8 月至 2044 年 12 月。

二、总体经费估算

(一) 经费估算依据

1、经费估算依据

- (1) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128 号）；
- (2) 《辽宁工程造价信息》（2025 年 12 月）；
- (3) 《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）；
- (4) 《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）；
- (5) 《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；
- (6) 《土地复垦方案编制实务》（2011 年 6 月）；

(7) 《矿山工程造价信息》(2026 年 6 月)。

(8) 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,本方案市场价依据为矿山前期已完成工程的取得的单价以及方案编制过程中的市场询价;

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,并结合当地的实际及劳动部门意见,确定本方案人工单价预算以实际情况为依据,人工费:甲类工 160.10 元/工日,乙类工 127.48 元/工日。

表 6-4 人工预算单价计算表（甲类工）

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）	94.27
2	辅助工资	以下四项之和	8.69
(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%）	0.00
(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	（中班+夜班）÷2×辅助工资系数（100%）	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资（元/日）*（3-1）*11/年工作 天数*辅助工资系数（100%）	2.83
3	工资附加费	以下七项之和	57.14
(1)	职工福利基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（14%）	14.41
(2)	工会经费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（2%）	2.06
(3)	养老保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（20%）	20.59
(4)	医疗保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（8%）	8.24
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（1.5%）	1.54
(6)	职工失业保险基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（2%）	2.06
(7)	住房公积金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（8%）	8.24
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	160.10

表 6-5 人工预算单价计算表（乙类工）

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	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）	78.11
2	辅助工资	以下四项之和	3.87
(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%）	0.00
(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%）	2.89
(3)	夜餐津贴	（中班+夜班）÷2×辅助工资系数（100%）	0.20
(4)	节日加班津贴	基本工资（元/日）*（3-1）*11/年工作 天数*辅助工资系数（100%）	0.78
3	工资附加费	以下七项之和	45.50
(1)	职工福利基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（14%）	11.48
(2)	工会经费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（2%）	1.63
(3)	养老保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（20%）	16.40
(4)	医疗保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（8%）	6.56
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（1.5%）	123
(6)	职工失业保险基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（2%）	1.64
(7)	住房公积金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]× 费率（8%）	6.56
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	127.48

（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 2025 年 12 月信息价期刊进行编制。

表 6-6 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	价格（元）
1	水	m ³	4.50
2	刺槐 2 年生I级苗	株	2.0
3	紫穗槐 2 年生I级苗	株	1.5
4	草籽（紫花苜蓿）	Kg	25
5	砂浆	m ³	430.00
6	块石	m ³	50
7	0 号柴油	Kg	6.84
8	92 汽油	Kg	8.46

3、费用构成：包括工程施工费、设备购置费、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（复垦效果监测费、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 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%，间接费按工程种类分别计取见下表。

表 6-7 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	5.00
2	石方工程	直接费	6.00
3	砌体工程	直接费	5.00
4	其他工程	直接费	5.00

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) 设备购置费

设备购置费是指在生态修复过程中，因需要购置各种永久性设备所发生的费用。本方案所需推土机、装载机、自卸车等均为矿山自有设备。

(3) 其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、和业主管护费四部分组成。

1) 前期工作费

前期工作费包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费以及项目招标代理费等费用，以工程施工费作为计费基数，采用分档定额计费方式计算。结合本项目特点工程施工费大于 1000 万元，小于 3000 万元。土地清查费按不超过工程施工费的 0.5% 计算。项目可

行性研究费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。项目勘测费按不超过工程施工费的1.5%计算。项目设计与预算编制费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算各区间按内插法确定。项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

2) 工程监理费

项目承担单位委托具有工程资质的单位，按照国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，本项目工程施工费与设备购置费之和大于1000万元，小于3000万元。

3) 竣工验收费

竣工验收费指土地复垦工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括工程复核费、竣工验收与决算费、项目决算审计费、土地重估与登记费、基本农田重划与标记设定费等费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，本项目工程施工费与设备购置费之和大于1000万元，小于3000万元。

4) 业主管护费

业主管护费是指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出，以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，本项目工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和大于1000万元，

小于 3000 万元。

（4）监测与管护费

1) 监测费

监测费用是指在矿山开采过程中，为及时掌握矿山开采过程中所可能引发的地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观影响、土地资源破坏和生态受损情况等问题的影响范围、程度、危害，以及生态修复实施的效果，确保矿山生态修复工作顺利进行所产生的费用。

监测费是根据监测具体工程内容参考当地市场价并结合矿山前期已完成监测工程确定取费单价。

地质灾害监测费：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/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/次。

土壤环境监测费：监测单价依据其实际情况确定为 600 元/次。

损毁土地监测费：监测单价依据其实际情况确定为 1000 元/次。

复垦修复土壤质量监测：监测单价依据其实际情况确定为 800 元/次。

植被管护监测：监测单价依据其实际情况确定为 800 元/次。

生态系统功能维护监测：监测单价依据其实际情况确定为 1200 元/次。

2) 管护费

管护费是对修复后的一些重要的工程措施、植被和复垦区域地等进行有针对性的巡查、补植、施肥、浇水所等管护工作所发生的费用，参照以往管护经验和当地市场价格计取。本次管护费按 3000 元/hm² 年计取。

（5）基本预备费

是在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。按工程施工费与其他费用之和的 6%计取。

(6) 涨价预备费：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，价差预备费费率按 5%计取。假设生态修复工程的年限为 n 年，且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 a_n （万元），则第 n 年的价差预备费 W_n ：

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

(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，安全示警协同工程经费 0.10 万元、排水措施工程 33.61 万元、地貌重塑经费 734.21 万元、土壤重构经费 248.19 万元、植被重建经费 45.02 万元、监测经费 10.37 万元、管护工程经费 22.04 万元。单项工程量及其经费估算汇总表，详见下表。

表 6-8 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	合计（万元）
(一)	表土剥离及养护工程	—	—	
1	表土剥离	100m ³	82.21	0.00
(二)	安全示警协同工程	—	—	0.10
1	警示牌	个	5	0.10
(三)	排水措施工程	—	—	33.61
1	截排水沟	100m ³	6.03	33.61
(四)	地貌重塑工程	—	—	734.21
1	废石回填	m ³	1351772	675.89
2	场地清理	100m ³	20.91	2.62
3	拆除建筑垃圾	100m ³	2.88	8.74
4	土地平整	100m ²	2448.65	46.96
(五)	土壤重构工程	—	—	248.19
1	表土覆土	100m ³	82.21	6.24
2	客土覆土	m ³	120332	240.66
3	培肥工程	t	18.37	1.29
(六)	植被重建工程	—	—	46.02
1	栽植刺槐	100 株	323.89	16.50
2	栽植紫穗槐	100 株	512.44	18.80
3	播撒草籽	hm ²	24.4865	4.69
4	灌溉	100m ³	50.18	6.02
(七)	监测工程	合计		10.37
1	地质灾害监测	次	115	2.30
2	地下水水位监测	次	115	3.45
3	地下水水质监测	次	14	0.70
4	土壤环境监测	次	18	1.08
5	损毁土地监测	次	14	1.40
6	复垦修复土壤质量监测	次	3	0.24
7	植被管护监测	次	6	0.48
8	生态系统功能维护监测	次	6	0.72
(八)	管护工程	合计		22.04
1	管护	hm ² ×a	24.4865×3	22.04
总计				1094.53

（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 2244.23 万元，静态总投资 1295.03 万元。生态修复总工程量汇总见下表，经费估算见表 6-9 至表 6-24。

表 6-9 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）	比例（%）
一	工程施工费	1062.12	47.33
二	其他费用	129.03	5.75
三	监测与管护费	32.41	1.44
（一）	监测费	10.37	0.46
（二）	管护费	22.04	0.98
四	预备费	1020.67	45.48
（一）	基本预备费	71.47	3.18
（二）	价差预备费	949.20	42.30
五	静态总投资	1295.03	57.70
六	动态总投资	2244.23	100.00

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	动态投资
2026	34.60	0	0.00	34.60
2027	34.60	0.05	1.73	36.33
2028	18.74	0.1025	1.92	20.66
2029	18.74	0.1576	2.95	21.69
2030	27.04	0.2155	5.83	32.87
2031	299.39	0.2763	82.72	382.11
2032	18.74	0.3401	6.37	25.11
2033	18.74	0.4071	7.63	26.37
2034	18.74	0.4775	8.95	27.69
2035	18.74	0.5513	10.33	29.07
2036	18.74	0.6289	11.79	30.53
2037	18.74	0.7103	13.31	32.05
2038	34.60	0.7959	27.54	62.14
2039	34.60	0.8856	30.64	65.24
2040	34.60	0.9799	33.90	68.50
2041	613.28	1.0789	661.67	1274.95
2042	10.80	1.1829	12.78	23.58
2043	10.80	1.292	13.95	24.75
2044	10.80	1.4066	15.19	25.99
合计	1295.03	—	949.20	2244.23

表 6-11 机械台班费预算单价表

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)	汽油油		柴油		电		风		水	
								(元/kg)		(元/kg)		(元/kwh)		m³		m³	
					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	696.62	75.46	621.16	2	160.1	300.96			44	6.84						
1014	推土机功率 74kw	903.89	207.49	696.4	2	160.1	376.2			55	6.84						
4013	自卸汽车 10t	917.18	234.46	682.72	2	160.1	362.52			53	6.84						
4031	自行式平地机功率 118kw	1239.33	317.21	922.12	2	160.1	601.92			88	6.84						
4036	洒水车 2500L	411.24	56.56	354.68	1	160.1	194.58	23	8.46								

表 6-12 场地清理直接费工程单价分析表

定额编号: [20275]		推土机推运石渣 50m			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	—	—	—	181.73
1	甲类工	工日	0.1	160.10	16.01
2	乙类工	工日	1.3	127.48	165.72
二	机械费	—	—	—	804.46
1	推土机功率 74kw	台班	0.89	903.89	804.46
三	其他费用	%	2.7	986.19	26.63
合计					1012.82

表 6-13 拆除建筑垃圾直接工程单价分析表

定额编号: [30073]		水泥浆砌砖			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	—	—	—	24001.90
1	甲类工	工日	9.3	160.10	1488.93
2	乙类工	工日	176.6	127.48	22512.97
二	其他费用	%	2.2	24001.90	528.04
合计					24529.94

表 6-14 截排水沟直接工程单价分析表

定额编号: [30022]					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				24285.62
1	甲类工	工日	9.4	160.10	1504.94
2	乙类工	工日	178.7	127.48	22780.68
二	材料费				20514.50
1	块石	m ³	108	50.00	5400.00
2	砂浆	m ³	35.15	430.00	15114.50
三	其他费用	%	0.5	44800.12	224.00
合计					45024.12

表 6-15 土地平整直接工程单价分析表

定额编号: (10330)		一般平土			定额单位: 100m ²
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	25.50
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	0.2	127.48	25.50
二	机械费	—	—	—	123.93
1	自行式平地机功率 118kw	台班	0.1	1239.33	123.93
三	其他费用	%	5	149.43	7.47
合计					154.92

表 6-16 表土回覆直接工程单价分析表

定额编号: [10315]		推土机推土三类土 (70~80m)			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	—	—	—	50.99
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	0.4	127.48	50.99
二	机械费	—	—	—	533.30
1	推土机 74kW	台班	0.59	903.89	533.30
三	其他费用	%	5	584.29	29.21
合计					613.50

表 6-17 栽植乔木直接工程单价分析表 (含苗木及运输费、整地费、栽植费等)

定额编号: (90007)		栽植乔木 (刺槐)			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	—	—	—	191.22
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	1.5	127.48	191.22
二	材料费	—	—	—	218.40
1	刺槐 (2 年生 I 级苗)	株	102	2.00	204.00
2	水	m ³	3.2	4.50	14.40
三	其他费用	%	0.5	409.62	2.05
合计					411.67

表 6-18 栽植灌木直接工程单价分析表 (含苗木及运输费、整地费、栽植费等)

定额编号: (90018)		栽植灌木 (紫穗槐)			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	—	—	—	127.48
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	1	127.48	127.48
二	材料费	—	—	—	167.40
1	紫穗槐 (2 年生 I 级苗)	株	102	1.50	153.00
2	水	m ³	3.2	4.50	14.40
三	其他费用	%	0.5	294.88	1.47
合计					296.35

表 6-19 撒播草籽工程综合单价分析表

定额编号: [90030]		直播草籽 (撒播)			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	—	—	—	267.71
1	甲类工	工日	0	160.1	0
2	乙类工	工日	2.1	127.48	267.708
二	材料费	—	—	—	1250
1	草籽 (紫花苜蓿)	kg	50	25	1250
三	其他费用	%	2	1547.68	30.95
合计					1548.66

表 6-20 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	直接费单价 (元)	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	场地清理	100m ³	1063.46	1012.82	50.64	53.17	33.5	103.51	1253.65
2	拆除建筑垃圾	100m ³	25756.44	24529.94	1226.5	1287.82	811.33	2507	30362.59
3	土地平整	100m ²	162.67	154.92	7.75	8.13	5.12	15.83	191.76
4	截排水沟	100m ³	47275.33	45024.12	2251.21	2363.77	1489.17	4601.54	55729.81
5	表土回覆	100m ³	644.18	613.5	30.68	32.21	20.29	62.7	759.38
6	栽植乔木	100 株	432.25	411.67	20.58	21.61	13.62	42.07	509.56
7	栽植灌木	100 株	311.17	296.35	14.82	15.56	9.8	30.29	366.82
8	播撒草籽	hm ²	1626.09	1548.66	77.43	81.3	51.22	158.28	1916.9
9	废石回填	m ³	市场价						5
10	客土覆土	m ³	市场价						20
11	灌溉	100m ³	市场价						1200
12	警示牌	个	市场价						200
13	施肥	t	市场价						700

表 6-21 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)	表土剥离及养护工程	—	—	—	
1	表土剥离	100m ³	82.21	0	0.00
(二)	安全示警协同工程	—	—	—	0.10
1	警示牌	个	5	200	0.10
(三)	排水措施工程	—	—	—	33.61
1	截排水沟	100m ³	6.03	55729.81	33.61
(四)	地貌重塑工程	—	—	—	734.21
1	废石回填	m ³	1351772	5	675.89
2	场地清理	100m ³	20.91	1253.65	2.62
3	拆除建筑垃圾	100m ³	2.88	30362.59	8.74
4	土地平整	100m ²	2448.65	191.76	46.96
(五)	土壤重构工程	—	—	—	248.19
1	表土覆土	100m ³	82.21	759.38	6.24
2	客土覆土	m ³	120332	20	240.66
3	培肥工程	t	18.37	700	1.29
(六)	植被重建工程	—	—	—	46.02
1	栽植刺槐	100 株	323.89	509.56	16.50
2	栽植紫穗槐	100 株	512.44	366.82	18.80
3	播撒草籽	hm ²	24.4865	1916.9	4.69
4	灌溉	100m ³	50.18	1200	6.02
总计					1062.12

表 6-22 其他费用估算表

序号	费用名称	费基（万元）	公式/费率（%）	金额（万元）
1	前期工作费	工程施工费	5.31+6.7+15.93+27.75+5.19	60.88
(1)	土地清查费	工程施工费	0.5	5.31
(2)	项目可行性研究费	工程施工费	$6.5 + (1062.12 - 1000) * (13 - 6.5) / (3000 - 1000)$	6.70
(3)	项目勘测费	工程施工费	1.5	15.93
(4)	项目设计与预算编制费	工程施工费	$27 + (1062.12 - 1000) * (51 - 27) / (3000 - 1000)$	27.75
(5)	项目招标代理费	工程施工费	$5 + (1062.12 - 1000) * 0.3\%$	5.19
2	工程监理费	工程施工费	$22 + (1062.12 - 1000) * (56 - 22) / (3000 - 1000)$	23.06
3	竣工验收费	工程施工费	$13.5 + (1062.12 - 1000) * 1.2\%$	14.25
(1)	工程验收费	工程施工费	$13.5 + (1062.12 - 1000) * 1.2\%$	14.25
4	业主管理费	工程施工费+前期工	$27 + (1160.30 - 1000) * 2.4\%$	30.85

序号	费用名称	费基（万元）	公式/费率（%）	金额（万元）
		作费+工程监理费+竣工验收费		
合计				129.03

表 6-23 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				10.37
1	地质灾害监测	次	115	200	2.30
2	地下水水位监测	次	115	300	3.45
3	地下水水质监测	次	14	500	0.70
4	土壤环境监测	次	18	600	1.08
5	损毁土地监测	次	14	1000	1.40
6	复垦修复土壤质量监测	次	3	800	0.24
7	植被管护监测	次	6	800	0.48
8	生态系统功能维护监测	次	6	1200	0.72
二	管护工程				22.04
1	管护	hm ² ×a	24.4865×3	3000	22.04
合计					32.41

表 6-24 预备费估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率（%）	合计（万元）
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	6	71.47
2	价差预备费	费率取 5%		949.20
合计				1020.67

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

矿山设计开采剩余服务年限为 14.33 年，矿区生态修复年限为 18.33 年（2026 年 8 月至 2040 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修复的参考。

1、近期（5 年内）实施计划

（1）监测工程

按照监测工程设计，对矿山进行地质灾害监测、地质环境监测、土地资源监测，对修复植被进行管护。

（2）生态修复工程

本项目设计开采剩余服务年限为 14.33 年，近期年度工作主要安排在 2026 年、2028 年、2029 年、2031 年，于 2026 年对露天采坑境界外布置警示牌；于 2028 年对露天采坑 1 的 540 标高以上部分进行土地平整、覆土、施肥、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程，于 2029 年对露天采坑 1 的 530 标高进行土地平整、覆土、施肥、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程，于 2031 年对露天采坑 1 进行回填废石、土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程等生态修复工程；对露天采坑 2 拟损毁范围进行表土剥离，剥离的表土用于露天采坑 1 的土壤重构使用土地翻耕、土地平整、覆土、等生态修复工程。

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 8 月~2036 年 7 月，于 2032 年按照开发利用方案部署的开采时序逐年对露天采坑 2 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程，工程安排如下表，具体时序及工程量见方案工程部署图。

表 6-25 中期（第 6~10 年）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
中期	2031 年 7 月~2036 年 6 月	进行地质灾害监测、地下水水位监测、地下水水质监测、土壤环境监测、损毁土地监测；于 2032 年按照开发利用方案部署的开采时序逐年对露天采坑 2 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、栽植紫穗槐、播撒草籽、灌溉。

3、远期（第 11 年~管护期结束）实施计划

远期年度工作主要安排在 2036 年 8 月~2044 年 12 月，远期工程主要为闭矿后对所有剩余单元进行生态修复，对已修复地块和植被的监测与管护工程。工程安排如下表，具体时序及工程量见方案工程部署图。

表 6-26 远期（管护期）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 年 8 月 ~2044 年 12 月	对所有剩余单元进行生态修复，复垦修复土壤质量监测、植被管护监测、生态系统功能维护监测和管护工程。

(二) 近年工作任务与经费进度安排

表 6-27 前五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	是否为	主要工程措施	工程量	目标	面积	费用
			修复区块	临时用地			地类	(hm ²)	(万元)
1	第一年度	详见附表 18	露天采坑	否	布置警示牌（个）	5	—	—	0.10
			矿区	否	地质灾害监测（次）	8		—	0.16
					地下水水位监测（次）	8		—	0.24
					地下水水质监测（次）	1		—	0.05
					土壤环境监测（次）	1		—	0.06
					损毁土地监测（次）	1		—	0.10
2	第二年度	详见附表 18	矿区	否	地质灾害监测（次）	8	—	—	0.16
					地下水水位监测（次）	8		—	0.24
					地下水水质监测（次）	1		—	0.05
					土壤环境监测（次）	1		—	0.06
					损毁土地监测（次）	1		—	0.10
3	第三年度	详见附表 18	露天采坑 1	否	土地平整（hm ² ）	3.1100	—	3.11	5.90
					客土覆土（m ³ ）	16327			32.65
					培肥工程（t）	2.33			0.16
					栽植紫穗槐（株）	13820			5.01
					播撒草籽（hm ² ）	3.11			0.59
					灌溉（m ³ ）	829			0.99
			矿区	否	地质灾害监测（次）	8	—	—	0.16
					地下水水位监测（次）	8		—	0.24
					地下水水质监测（次）	1		—	0.05
					土壤环境监测（次）	1		—	0.06
					损毁土地监测（次）	1		—	0.10

序号	修复阶段	范围（拐点坐标）	所属生态	是否为	主要工程措施	工程量	目标	面积	费用
			修复区块	临时用地			地类	(hm ²)	(万元)
4	第四年度	详见附表 18	露天采坑 1	否	土地平整 (hm ²)	1.6600	—	1.66	3.15
					客土覆土 (m ³)	8715			17.43
					培肥工程 (t)	1.25			0.09
					栽植紫穗槐 (株)	7377			2.68
					播撒草籽 (hm ²)	1.66			0.31
					灌溉 (m ³)	443			0.53
			矿区	否	地质灾害监测 (次)	8	—	—	0.16
					地下水水位监测 (次)	8		—	0.24
					地下水水质监测 (次)	1		—	0.05
					土壤环境监测 (次)	1		—	0.06
					损毁土地监测 (次)	1		—	0.10
5	第五年度	详见附表 18	露天采坑 2	否	表土剥离 (m ³)	8221	—	—	—
			露天采坑 1	否	废石回填 (m ³)	467502	乔木林地	4.2031	223.75
					土地平整 (hm ²)	4.2031			7.97
					表土覆土 (m ³)	8221			6.17
					客土覆土 (m ³)	13245			26.49
					培肥工程 (t)	3.15			0.22
					栽植刺槐 (株)	10507			5.29
					播撒草籽 (hm ²)	4.2031			0.80
					灌溉 (m ³)	630			75.60
			矿区	否	地质灾害监测 (次)	8	—	—	0.16
					地下水水位监测 (次)	8			0.24
					地下水水质监测 (次)	1			0.05
					土壤环境监测 (次)	1			0.06
					损毁土地监测 (次)	1			0.10

表 6-28 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	工程量	费用	实施时间	保护措施	工程量	费用（万元）	实施时间	保护措施	工程量	费用（万元）	实施时间
1	露天采坑 1			10.6991	预防地质灾害和土地复垦	回填废石（m³）	467502	233.75	2031~2032	表土覆土	8221	6.17	2031~2032	管护	10.2506	3.08	2032~2034
						土地平整（m²）	102506	19.43	2028~2032	供土覆土	455	58.31	2028~2032				
										施肥	7.69	0.54	2028~2032				
										刺槐	10508	52.93	2031~2032				
										紫穗槐	26875	97.45	2028~2032				
										播撒草籽	10.2506	1.94	2028~2032				
										灌溉	2242	2.69	2028~2032				
2	露天采坑 2			19.8383	预防地质灾害和土地复垦	回填废石（m³）	884270	442.13	2031~2041	供土覆土	54896	109.79	2031~2041	管护	10.4563	3.14	2032~2044
						土地平整（m²）	104563	19.82	2031~2041	施肥	7.84	0.55	2031~2041				
										刺槐	13296	6.70	2031~2041				
										紫穗槐	24369	8.84	2031~2041				
										播撒草籽	10.4563	1.98	2031~2041				
										灌溉	2259	2.71	2031~2041				
3	破碎站			1.2135	预防地质灾害和土地复垦	场地清理（m³）	2091	2.59	2031~2041	供土覆土	6371	12.74	2031~2041	管护	1.2135	0.36	2042~2044
						拆除建筑垃圾（m³）	288	8.64	2031~2041	施肥	0.91	0.06	2031~2041				
						土地平整（m²）	12135	2.30	2031~2041	刺槐	3034	1.53	2031~2041				
										播撒草籽	1.2135	0.23	2031~2041				
										灌溉	182	0.22	2031~2041				

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	工程量	费用	实施时间	保护措施	工程量	费用 （万元）	实施时间	保护措施	工程量	费用 （万元）	实施时间
4	堆料场			1.6889	预防地质灾 害和土地复 垦	土地平整（m²）	16889	3.20	2031~2041	供土覆土	8867	0.18	2031~2041	管护	1.6889	0.51	2042~2044
										施肥	1.27	0.09	2031~2041				
										刺槐	4222	2.13	2031~2041				
										播撒草籽	1.6889	0.32	2031~2041				
						灌溉	253	0.30	2031~2041								
5	运输道路			0.5315	预防地质灾 害和土地复 垦	土地平整（m²）	5315	1.01	2031~2041	供土覆土	2790	0.06	2031~2041	管护	0.5315	0.16	2042~2044
										施肥	0.4	0.03	2031~2041				
										刺槐	1329	0.67	2031~2041				
										播撒草籽	0.5315	0.10	2031~2041				
						灌溉	80	0.10	2031~2041								
15	评估区	—	—	—	预防地质灾 害									地质灾害 监测	115	2.3	2042~2044
		—	—											地下水水 位监测	115	3.45	2042~2044
		—	—											地下水水 质监测	14	0.7	2042~2044
		—	—											土壤环境 监测	18	1.08	2042~2044
		—	—											损毁土地 监测	14	1.4	2042~2044
		—	—											复垦修复 土壤质量 监测	3	0.24	2042~2044
		—	—											植被管护 监测	6	0.48	2042~2044
		—	—											生态系统 功能维护 监测	6	0.72	2042~2044

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，应建立一个喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿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）安全生产保障

1、施工前安全警示教育与技术交底保障措施

工程开工前必须完成全员安全警示教育、专项技术交底及岗前考核，杜绝无证上岗、违规施工，从源头规避安全风险。

（1）全员安全教育培训：针对矿山修复高危施工特性，组织甲乙双方全体施工、管理、操作人员开展专项安全警示教育，重点讲解边坡治理、土方开挖、植被种植、废渣清运等工序的安全风险，普及坍塌、坠落、机械伤害、雷电暴雨灾害的防范知识，结合矿区过往安全案例开展警示教育，强化全员安全红线意识。

(2) 分级技术安全交底：实行“项目负责人—技术员—班组长—施工人员”四级交底制度，明确各工序施工规范、安全禁忌、风险点位及防控措施，重点明确边坡修整、机械作业、临时支护的技术标准，交底留存书面记录，全员签字确认。

(3) 岗前考核与准入管理：所有作业人员必须参加安全知识、操作规范考核，考核合格后方可上岗；特种作业人员（挖掘机、装载机司机等）必须持有效特种作业证件上岗，严禁无证操作、证件过期上岗。同时对施工人员劳保用品佩戴、安全防护意识进行岗前检查，不合格人员严禁进场作业。

(4) 施工前现场风险排查：开工前对矿区边坡、危石、松散土体、老旧矿坑、临时道路、排水设施进行全方位排查，建立风险隐患台账，对松动危岩、悬空土体提前清理加固，疏通排水渠，消除前期遗留安全隐患后方可开工。

2、施工边坡角度专项安全管控措施

边坡治理是矿山生态修复核心高危工序，严格遵循“分级放坡、逐级修整、稳坡优先”原则，严控边坡坡度、坡体结构，杜绝坍塌滑坡事故。

(1) 严格执行设计边坡角度标准：严格按照矿山生态修复专项设计方案控制边坡坡度，根据岩质、土质、风化程度差异化管控：采坑边坡严格按照开采方案设计坡度开采、废石、表土堆放边坡坡度要小于 35° ，严禁随意陡化边坡、超挖边坡。

(3) 边坡动态监测预警：施工期间全程开展边坡位移、沉降监测，重点监测雨后、大风天气坡体变化；在边坡设置位移观测点，发现坡面开裂、土体滑落、位移异常等隐患，立即停工、疏散人员、设置警戒区，整改验收合格后方可复工。

(4) 边坡防护同步施工：边坡修整完成后，及时开展绿化、植草、灌木种植等生态防护工程，同步完善坡顶截水沟、坡面排水沟，避免雨水冲刷坡面造成水土流失、边坡坍塌，实现边坡修整、排水、防护一体化施工。

3、施工机械设备安全管理及应急处置方案

针对挖掘机、装载机、运输车、洒水车、推土机等机械设备，建立常态化管控+突发故障应急机制，杜绝设备安全事故。

(1) 设备进场前置管控：所有施工机械设备进场前必须完成检修、维保，查验设备合格证、年检报告、保险手续，老旧、带病、报废设备严禁进场；进场后统一编号、登记台账，安排专人负责设备日常管理。

(2) 日常安全作业规范：设备操作人员严格遵守操作规程，严禁超载作业、超速行驶、边坡边缘近距离作业；机械作业区域设置警戒区，禁止无关人员进入，交叉作业时保持安全间距；每日作业前开展班前设备检查，作业后停机断电、停放至安全平整区域。

(3) 机械设备专项应急方案

1) 设备故障应急：作业中出现机械熄火、液压故障、制动失灵、车身倾斜等问题，操作人员立即平稳停机，撤离至安全区域，严禁违规检修、

强行作业；现场安全员第一时间封锁作业区域，安排专业维修人员排查故障，维修完成、试运行正常后方可复工。

2) 设备倾覆应急：若发生边坡作业机械侧翻、倾覆，立即停止现场所有作业，快速疏散人员，排查有无人员被困、受伤，第一时间开展伤员救治，同时设置警戒、保护现场，上报甲乙双方安全管理部门，严禁盲目施救。

3) 机械伤害应急：发生碰撞、挤压等机械伤害事故，立即停机断电，对伤员进行止血、包扎等紧急处置，及时送医救治，同步排查事故原因，整改隐患。

(4) 设备定期维保：建立设备日查、周检、月维保制度，重点检查制动系统、液压系统、行走系统、灯光警示系统，及时更换老化配件，杜绝设备带病运行，保障机械设备作业稳定性。

4、甲乙双方安全责任划分（明确权责、终身追责）

依据《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》，明确矿山企业（甲方）主体责任、施工单位（乙方）现场安全责任，权责清晰、各司其职、协同管控。

(1) 甲方（矿山企业）安全责任

1) 主体管控责任：作为矿区生态修复法定责任主体，对整个修复工程安全生产负总责，承担工程整体安全监管、风险管控、统筹协调责任，实行生态修复终身追责制度。

2) 资质审核与监管责任：严格审核乙方施工资质、安全生产许可证、人员资质、设备资质，严禁无资质、超资质施工；对乙方施工全过程开展常态化安全检查、监督考核，及时排查、督促整改安全隐患。

3) 现场保障与交底责任：向乙方提供真实完整的矿区地质资料、边坡现状、老旧矿坑、地下管线、危险源分布等基础数据，开展整体安全技术交底；提供符合安全标准的施工场地、临时用电、安全防护基础设施。

4) 应急统筹与督导责任：建立工程总体应急管理制度，统筹协调突发安全事故处置，监督乙方落实安全教育、隐患整改、应急演练等工作，定期组织安全专项检查与考核。

5) 合规管理责任：严格落实矿山边开采、边修复、边治理要求，闭矿后全程监督生态修复施工，杜绝违规施工、敷衍修复等问题，对接自然资源、应急管理部门完成工程验收备案。

(2) 乙方（施工方）安全责任

1) 施工现场直接安全责任：对施工现场人员、设备、工序、环境安全负直接全责，严格执行甲方安全管理制度、设计方案及施工规范，杜绝违规操作、违章施工。

2) 人员与设备管理责任：负责全员安全教育、技术交底、岗前培训及考核，确保特种作业人员持证上岗；负责所有施工机械设备的进场检修、日常维保、安全操作管理，杜绝设备安全隐患。

3) 隐患自查自纠责任：建立现场每日安全巡查制度，对边坡稳定、设备运行、防护设施、作业环境开展常态化排查，发现隐患立即停工整改，

隐患未消除严禁继续施工。

4) 应急处置与上报责任：制定现场专项应急处置预案，定期开展应急演练；发生安全隐患、突发事故时，第一时间启动应急、疏散人员、开展抢险，并立即上报甲方及监管部门，不得瞒报、漏报、迟报。

5) 劳保与现场防护责任：为施工人员配齐合格的安全帽、安全带、防滑鞋、防护服等劳保用品，监督全员规范佩戴；完善现场围挡、警示标识、夜间照明、边坡防护等安全设施。

5、补充专项安全保障措施

(1) 临时用电安全管控

严格执行“三级配电、两级保护”用电规范，施工现场电线架空敷设、严禁乱拉乱接，配电箱上锁防雨、接地接零保护到位；机电设备专人操作，每日检查电路、开关、漏电保护器，杜绝触电事故。

(2) 汛期与极端天气安全防护

雨季、汛期提前疏通矿区各级排水系统，加固边坡、临时支护结构；暴雨、大风、雷电、高温、霜冻等极端天气立即停止室外、边坡、高空作业，人员设备全部撤离至安全区域，雨后复工前必须全面排查边坡、场地安全隐患。

(3) 施工现场封闭与警示管理

施工区域全封闭围挡，边坡危险区、机械作业区、矿坑边缘设置醒目警示标识、警戒带及防护栏杆，严禁无关人员、车辆进入施工现场；夜间施工配备充足照明与警示灯，杜绝夜间施工安全盲区。

（4）安全隐患排查与闭环管理

建立“日巡查、周排查、月复盘”隐患排查机制，对排查出的安全隐患分类登记、明确整改责任人、整改时限，实行“排查—整改—复核—销号”闭环管理，重大隐患立即停工停产整改。

（5）应急演练与物资保障

配备齐全安全帽、救生绳、急救箱、灭火器、沙袋、抽水设备等应急物资；定期开展边坡坍塌、设备倾覆、人员坠落等专项应急演练，提升全员应急处置能力，确保突发事故快速响应、高效处置。

（6）闭矿后长期安全管护措施

生态修复工程完工后，建立长期管护机制，定期巡查修复边坡、植被、排水设施，监测坡体稳定性；对修复区域设置永久警示标识，严禁违规开挖、取土、放牧，持续防范后期滑坡、坍塌、水土流失等次生安全问题，保障矿山生态修复长效稳定。

（四）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

喀左丛元号水泥有限责任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 14.33 年。按照矿山服务年限内每年工程动态投资摊销，按年度存入基金账户，首次预存资金应不低于静态费用的 20%，每年 11 月 30 日前完成本年度的基金提取工作。本项目矿区生态修复方案总投资为 2244.23 万元，费用全部由喀左丛元号水泥有限责任公司承担。截至 2026 年 7 月，矿山企业基金账户余额 341.47 万元。

表 7-1 预存费用安排表

年度	预存时间	预存总费用（万元）
2026 年	方案备案后一个月	259.06
2027 年	2027.11.30 前	36.33
2028 年	2028.11.30 前	20.66
2029 年	2029.11.30 前	21.69
2030 年	2030.11.30 前	32.87
2031 年	2031.11.30 前	382.11
2032 年	2032.11.30 前	25.11
2033 年	2033.11.30 前	26.37
2034 年	2034.11.30 前	27.69
2035 年	2035.11.30 前	29.07
2036 年	2036.11.30 前	30.53
2037 年	2037.11.30 前	32.05
2038 年	2038.11.30 前	62.14
2039 年	2039.11.30 前	65.24
2040 年	2040.11.30 前	1193.31
合计	—	2244.23

2、资金预存

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。

（1）建立基金账户：喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿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，待质量保期满后三年后支付。

4、审计

保证建设资金及时足额到位，保障矿区生态修复工作顺利进行。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。

（五）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。

（一）公众参与技术路线

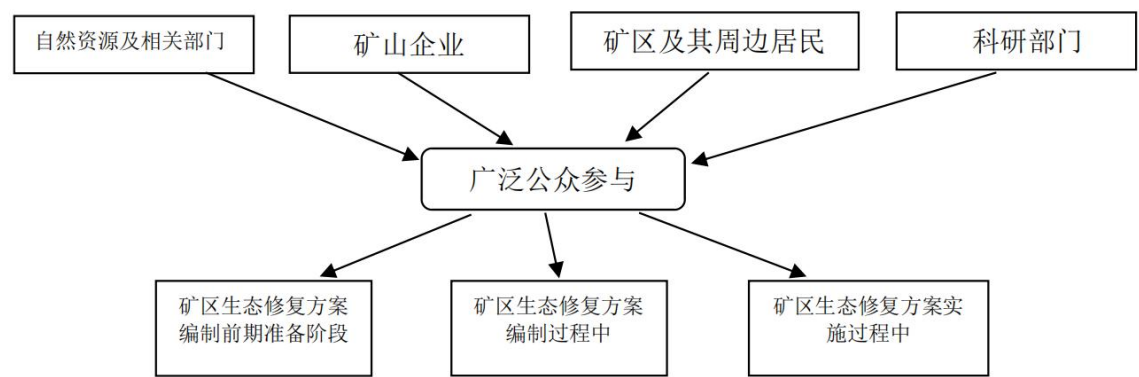


图 7-1 矿区生态修复公众参与技术路线

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：

本次调查共发放调查表 10 份，收回有效调查表 10 份，收回率 100%。调查结果统计见表 7-2。

表 7-2 调查结果统计表

调查内容		人数（人）	比例（%）
1.您是否了解本生产项目？	基本了解	10	100
	不了解	0	0
2.对矿区生态修复的了解程度？	基本了解	7	70
	不了解	3	30
3.是否认为本项目有利于地方经济发展？	有利	9	90
	不利	—	—
	说不清楚	1	10
4.是否担心本矿的开采影响生态环境？	担心	—	—
	不担心	8	80
	无所谓	2	20
5.本项目生态修复最适宜方向？	耕地	0	0
	林地	9	90
	草地	1	10
6.您对建设结束后生态修复项目的实施是否支持？	支持	10	100
	不支持	—	—
7.是否愿意监督或参与项目生态修复？	参加	6	60
	不参加	4	40

通过对收回的调查问卷整理、分析，获得公众参与结果分析结果如下：

对矿山生产的了解程度：100%的受调查者基本了解此项目，说明当地群众对该矿山生产有一定的了解。

对矿区生态修复的了解程度：70%的受调查者对矿区生态修复了解，从此数据我们可以看出部分群众对生态修复表示理解和支持。

是否认为该矿山开采有利于地方经济发展：90%的受调查者认为该矿开采有利于经济的发展，说明多数当地群众对于此项目持支持态度。

是否担心矿山开采影响生态环境：80%的受调查者表示不担心，说明当地群众认为矿山开采不会影响生态环境。

对于矿区生态修复是否支持：100%的受调查者支持矿区生态修复，根据调查，受调查者都意识到矿区生态修复的必要性，这对于矿区生态修

复工作的开展打下了良好的群众基础。

是否愿意监督或参与生态修复：60%的受调查者表示愿意，由此可见，受调查群众参与生态修复的监督的积极性很高。

图 7-2 公众参与照片

（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评估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。

（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，对评估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，对评估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，广大群众可参与对评估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；二是组织好评估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；还通过实施生态修复工程为当地居民提供了就业机会。经与矿山沟通，结合本矿山及周边矿山前期生态修复工程的实施经验得知，矿山实施生态修复工程除专业人士特殊雇佣外，其余使用人员均为当地百姓，对具体单元进行修复时，可提供每月约 30 人次的短期、密集工作岗位，除此之外的日常监测、管护及基础设施维护工程还可以提供每月约 5 人次的长期、稳定工作岗位，为当地村民提供了从临时工到长期工、从体力活到技术活的多种就业选择。

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。对社会稳定发展也起到了至关重要的作用，它将是保证矿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。

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，本方案设计修复乔木林地 12.9554hm²，灌木林地 11.5311hm²。林地比无林地 1 公顷多蓄水 208kg。树木在土壤中根系达到 1m 深时，每公顷森林可贮水 500~2000m³，

每平方公里森林每小时可吸纳雨水 20~40t，大约为无林地的 20 多倍。本方案设计恢复林地 24.4865hm²，待复垦树木成林后，按最低量预算将多蓄水约 8.91t。通过生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。栽植的林木不仅可以防止水土流失，还可以净化空气保持本区域的良好的大气环境质量。据科学研究，1hm²林地一年可吸收 15t 二氧化碳，释放 11.95t 氧气，方案实施后，每年可吸收二氧化碳 333.99 t 二氧化碳，释放 266.07t 氧气。通过对矿区生态环境的恢复与建设，使占有和破坏的土地得到恢复，最终恢复了土地的生产力，建成人工与自然复合的生态系统，形成新的人工和自然景观。将工程对生态环境影响减小到最低，改善了生物群落的生活环境，恢复生物多样化。因此，环境效益显著。

（三）经济效益

本项目通过矿区生态修复后，在本方案服务年限内复垦修复林地 24.4865hm²，按照每年 0.3 万元/hm² 的纯收入计算，复垦修复的土地每年可产生经济效益 7.35 万元。

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。

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

一、方案服务年限

《喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿矿区生态修复方案》编制年限 2026 年 7 月，矿山设计服务年限为 14.81a，剩余服务年限为 14.33a，本方案服务年限为 18.43a，即从 2026 年 8 月至 2044 年 12 月，包括生产期 14.33a，生态修复期 1a，管护期 3a。

二、矿山基本情况

采矿权人：喀左丛元号水泥有限责任公司；矿区面积：0.4533km²；开采矿种：水泥用石灰岩；开采方式：露天开采；本次沿用露天开采方式进行开采，采用公路开拓、汽车运输。

三、预测损毁范围、类型及程度

（一）预测损毁范围、类型与面积

本方案共计损毁土地面积 33.9714hm²，复垦修复土地面积同为 33.9714hm²，其中乔木林地 0.1551hm²，灌木林地 0.9471hm²，天然牧草地 10.0090hm²，其他草地 0.0229hm²，工业用地 0.5272hm²，采矿用地 21.8276hm²，农村道路 0.4825hm²。

（二）损毁程度

地质环境：现状破坏程度重度。矿山现状条件下地质灾害不发育，危险性小；矿业活动对原生地形地貌的损毁程度为重度；对矿区含水层损毁

程度为轻度。

矿山未来沿用露天地下开采，预测矿山今后开采引发崩塌、滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，预测采矿活动对矿区的地质灾害的发生影响程度较严重。

土地资源：现状损毁土地面积 24.4848hm²，新增土地损毁 9.4866hm²，总损毁土地面积 33.9714hm²。现状损毁单元受损程度为重度，土壤结构破坏、肥力显著下降。预测部分为扩建露天采坑，受损程度为重度，未来工程扰动将持续加剧水土流失与土地退化。

植被与生物多样性：矿山今后开采破坏部分灌木林地、天然牧草地、其他草地，该矿山矿区所处区域不在各项生态环境管控单元范围之内，无重点保护物种，矿山开采清除的地表植被、土壤和岩石与周边自然环境一致，矿山开采所损毁的植物均为广布种和常见种，分布均匀，矿山开采过程中，由于爆破产生噪声和震动，生活在矿区附近的鸟类和小动物受到影响逃离矿区，造成部分动物躲避流失现象，矿山闭坑后可通过生态修复工程重新构建动物的生存环境，达到恢复生物多样性的效果。

四、矿山生态修复目标

生态修复工程实施后，复垦修复乔木林地 12.9554hm²，灌木林地 11.5311hm²，复垦修复率 72.08%。

五、主要修复工程措施及范围

（一）主要修复工程措施

（1）表土剥离与植被移植利用

对拟损毁土地进行表土剥离并养护，具体工程量如下：表土剥离 8221m³。

（2）安全示警协同措施

在露天采坑境界外设置警示牌，具体工程量如下：布置警示牌 5 个。

（3）地貌重塑

结合复垦修复方向及要求，对地表进行恢复，地貌重塑具体工程如下：废石回填 1351772m³、场地清理 2091m³、拆除建筑垃圾 288m³、土地平整 24.4865hm²。

（4）土壤重构

本方案依照复垦修复质量控制标准要求，设计露天采坑边坡坡度过大，不适宜恢复植被，露天采坑坑底、破碎站修复方向为乔木林地，露天采坑平台适宜修复为灌木林地。乔木林地覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数取 1.05，再对复垦修复土壤施加商品有机肥，乔木林地、灌木林地每公顷施肥 0.75t。土壤重构工程如下：表土覆土 8221m³，客土覆土 120332m³，培肥工程 18.37t。

（5）植被重建

土壤恢复后，应及时进行植被恢复，浇水灌溉，恢复生态。参考周边树种分析，修复乔木林地树种选择刺槐（2 年生的截干苗，地径≥3cm、苗高≥250cm I 级苗木），造林密度株行距 2m×2m，2500 株/hm²，并采用乔草混交的方式进行植被恢复，林间播撒草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 50kg/hm²，植被重建具体工程量如下：种植刺槐 32389 株，种植紫穗槐 51244 株，播撒草籽 24.4865hm²，灌溉 5018m³。

（二）范围

矿山修复范围主要为露天采坑、破碎站、堆料场、运输道路损毁范围。

六、监测管护措施及期限

（一）监测管护措施

1、监测措施

地质灾害监测主要对边坡的稳定性监测；地表水监测主要是对地下水监测主要是对地下水的水位、水质等进行监测；土壤环境监测主要为开采期间、开展复垦修复工程后的土壤理化性质污染情况进行监测；损毁土地监测主要为现状及预测损毁单元开展损毁土地类型、程度、面积、范围进行监测；复垦修复土壤质量监测主要对复垦修复土壤质量进行动态监测；生态系统监测主要是对植被恢复后成活率、保存度、株高、地径、冠幅、郁闭度/盖度（乔木郁闭度、灌木盖度）进行监测。

对矿山地质环境、土地资源及生态系统进行监测，地质灾害监测 115 次，地下水水量监测 115 次，地下水水质监测 14 次，土壤环境监测 18 次，损毁土地监测 14 次，复垦修复土壤质量监测 3 次，植被管护监测 6 次，生态系统功能维护监测 6 次。

2、管护措施

对林地管护的主要内容是主要内容是对植被的补种，病虫害防治、灌溉与施肥，植被管护时间均为 3 年，管护期间结合复垦监测及时发现及时补植。管护期结束后林地林木保存率大于 65%且郁闭度大于 0.3。

本方案复垦修复面积 24.4865hm²，乔木林地 12.9554hm²，灌木林地 11.5311hm²，管护期为 3a。

（二）监测管护期限

1、监测期限

地质灾害监测、地下水监测、土壤环境监测、损毁土地监测期限为 14.33a，复垦修复土壤质量监测及生态系统监测期限为 3a。

2、管护期限

管护期限为 3 年。

七、投资总额

方案剩余服务年限（14.33a）内矿山生态修复工程静态总投资 1295.03 万元，动态总投资 2244.23 万元，生态修复面积 24.4865hm²，静态投资平均 3.52 万元/亩，动态投资平均 6.11 万元/亩。喀左丛元号水泥有限责任公司石灰石矿共需缴纳矿区生态修复基金 2244.23 万元，方案备案后一个月内预存费用 259.06 万元。