

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司

大阳沟村白云岩、水镁石矿

矿区生态修复方案

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司



凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司
太阳沟村白云岩、水镁石矿
矿区生态修复方案

编制单位：辽宁巨维建设工程有限公司

法定代表人：罗明

方案编制负责人：焦洪军

主要编制人员：焦洪军、金松爱、刘莹



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	凤城市鸡冠山永泰水镁石矿业有限公司				
	统一社会信用代码	91210682120344262P	联系人	李勇		
	联系地址	凤城市鸡冠山镇	联系电话			
	采矿权证证号	C2106002012047120124124	开采方式	露天/地下开采		
	采矿权面积	1.7385 平方公里	采矿权拐点坐标	拐点编号	2000 国家大地坐标系	
					X	Y
				1		
				2		
				3		
				4		
5						
6						
7						
8						
9					4	
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
采矿权有效期限	自 2021 年 4 月 1 日至 2028 年 4 月 5 日					
开采主矿种	白云岩、水镁石	其他矿种				
方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更开采方式 <input type="checkbox"/> 变更开采主矿种 <input type="checkbox"/> 延续 <input checked="" type="checkbox"/> 其他					
方案编制单位	单位名称	辽宁巨维建设工程有限公司				
	统一社会信用代码	91210114313214 222	联系人	吕程		
	联系地址	辽宁省沈阳市	联系电话			
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	焦洪军		环境工程	工程师		
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
焦洪军		环境工程	工程师			
金松爱		水文地质	高级工程师			
刘莹		测绘工程	工程师			

目 录

前言.....	1
一、编制目的.....	1
二、服务年限.....	13
第一章 矿山基本情况.....	14
一、矿业权人基本情况.....	14
二、地理位置与区域概况.....	15
三、矿山开采历史及现状.....	19
第二章 矿区基础信息.....	28
一、矿区自然条件.....	28
二、社会经济概况.....	33
三、矿区地质环境背景.....	35
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况.....	45
五、矿区生态状况.....	48
六、矿区及周边人类重大工程活动.....	55
七、矿区生态修复工作情况.....	56
八、矿区基本情况调查监测指标.....	59
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析.....	63
一、问题识别与受损预测.....	63
二、生态修复可行性分析.....	89
三、生态修复分区及修复时序安排.....	110
四、采矿用地与复垦修复安排.....	118
第四章 生态修复措施与工程内容.....	122
一、保护与预防控制措施.....	122
二、修复措施.....	124
三、工程内容.....	129

第五章 监测与管护	135
一、监测目标与措施.....	135
二、管护目标与措施.....	140
三、工程量.....	141
第六章 工程部署与经费估算	142
一、总体部署.....	142
二、总体经费估算.....	143
三、阶段工作任务与经费安排.....	160
第七章 保障措施与公众参与	168
一、保障措施.....	168
二、公众参与.....	171
三、效益分析.....	176
第八章 结 论	178
一、方案服务年限.....	178
二、现状问题与受损预测.....	178
三、修复目标.....	178
四、修复工程与措施.....	179
五、监测与管护.....	179
六、经费估算.....	179

附图目录

图号	顺序号	图 名	比例尺
1	1	矿区土地利用现状图（）	1:10000
2	2	凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司太阳沟村白云岩、水镁石 矿区地质环境问题现状图	1:2000
3	3	凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司太阳沟村白云岩、水镁石 矿区土地损毁现状图	1:2000
4	4	凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司太阳沟村白云岩、水镁石 矿区地质环境问题预测图	1:2000
5	5	凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司太阳沟村白云岩、水镁石 矿区土地损毁预测图	1:2000
6	6	凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司太阳沟村白云岩、水镁石 矿区生态修复工程部署图	1:2000
7	7	凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司太阳沟村白云岩、水镁石 正射影像图	1:2000

附表目录

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. 矿区开采前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. 矿区用地与复垦修复计划表
10. 存量采矿用地腾退指标使用计划表
11. 表土处置工程汇总表
12. 矿区生态修复投资估算总表
13. 工程施工费单价估算表
14. 工程施工费估算表
15. 设备费估算表
16. 其他费用估算表
17. 前三年度矿区生态修复工作计划表
18. 矿区生态修复工程量与经费安排表
19. 矿山地质环境现状调查表

附件目录

1. 委托书
2. 采矿许可证
3. 矿山企业营业执照
4. 采矿权人对矿区生态修复承诺书
5. 编制单位真实性承诺书
6. 编制单位营业执照
7. 编制人员职称证书
8. 基金账户余额凭证

9. 矿山地质环境治理恢复验收合格证
10. 土方使用协议
11. 开发利用方案审查意见
12. 基本农田审核情况报告及承诺书
13. 土地所有权人意见
14. 不在生态红线证明
15. 公众参与调查表
16. 水质分析、土壤检测报告
17. 凤城市自然资源局初审意见
18. 关于工业场地 5 、历史遗留采场 3 损毁区域治理工程协议书

前言

一、编制目的

（一）任务的由来

矿山生态修复是落实“绿水青山就是金山银山”理念、推动矿业绿色低碳发展的核心举措。凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司白云石、水镁石矿为生产矿山，因原方案 2021 年 1 月编制的《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案》5 年适用期已过。需同步强化生态保护与修复工作。根据《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修订）、《自然资源部办公厅关于〈矿产资源法〉实施衔接过渡有关事项的通知》（自然资办函[2025]1704 号）、《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》（自然资办函[2025]2043 号）、《辽宁省自然资源厅关于〈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》（2025 年 9 月 17 日）等要求，需要编制矿区生态修复方案。因此，凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司委托辽宁巨维建设工程有限公司根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》编制了《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村白云岩、水镁石矿矿区生态修复方案》，旨在统筹解决采矿引发的地质环境问题、土地损毁及生态退化，实现“边开采、边修复”，推动资源开发与生态保护协调发展。

（二）编制目的

1、压实主体责任：明确矿山生态修复的目标、任务及时序，将地质环境治理、土地复垦、生态重建纳入矿山生产全流程，落实采矿权人生态修复主体责任。

2、解决核心问题：针对矿山现有及预测的地面塌陷、土地压占/挖损、植被损毁、土壤质量下降等问题，制定科学可行的修复措施，消除地质灾害隐患，恢复生态功能。

3、提供技术依据：为矿山生态修复工程实施提供技术指导，为自然资源主管部门监管、验收提供依据，确保修复工作合规、高效推进。

4、促进可持续发展：通过修复实现土地资源再利用（复垦为乔木林地、农村

道路)、生态系统稳定(提升植被覆盖率),兼顾社会效益、生态效益与经济效益,助力矿业绿色转型。

辽宁巨维建设工程有限公司承诺:方案所引数据真实、客观,无伪造、编造、篡改,对方案质量及结论负责。

(三) 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 年 4 月 24 日修订;
- (4) 《中华人民共和国水法》, 2016 年 7 月 2 日修订;
- (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 年 8 月 26 日修正;
- (7) 《中华人民共和国森林法》, 2019 年 12 月 28 日修订);
- (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、政策性文件

- (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) 《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》(自然资规

[2023]6号)；

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

(4) 《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)；

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

(6) 《自然资源部办公厅关于〈矿产资源法〉实施衔接过渡有关事项的通知》(自然资办函〔2025〕1704号)；

(7) 《自然资源部办公厅关于做好〈矿产资源法〉实施过渡期内矿区生态修复方案编制评审有关工作的通知》(自然资办函〔2025〕2043号)；

(8) 《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)；

(9) 《关于加强土地复垦工作的通知》(辽自然资发〔2021〕3号)；

(10) 《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)；

(11) 《关于加强矿产资源管理若干事项的通知》(辽自然资规〔2023〕1号)；

(12) 《辽宁省自然资源厅关于〈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》(2025年9月17日)。

3、技术标准与规范

(1) 《矿区生态修复方案编制指南(临时)》(2025年9月)；

(2) 《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011)；

(3) 《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)；

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

(5) 《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43934-2024)；

(6) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T43935-2024)；

(7) 《石油天然气项目土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43936-2024)；

(8) 《露天矿地质灾害治理植被生态修复技术规范》(DB21/T 3974-2024)；

- (9) 《矿山生态修复技术规范》（TD/T 1070-2022）；
- (10) 《裸露坡面植被恢复技术规范》（GB/T 38360-2019）；
- (11) 《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- (13) 《生态系统格局与质量评价方法》（GB/T 42340-2023）；
- (14) 《森林植被状况监测技术规范》（GB/T 30363-2013）；
- (15) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (16) 《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；
- (17) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- (18) 《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453-2008）；
- (19) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (20) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- (21) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (22) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (23) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB 15618-2018）；
- (24) 《裸露坡面植被恢复技术规范》（GB/T 38360-2019）；
- (25) 《辽宁省恢复植被和林业生产条件及树木补种标准》（2021年）；
- (26) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2012年）；
- (27) 《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）；
- (28) 《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- (29) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）。

4、其他相关资料

- 1、《辽宁省凤城市鸡冠山镇付家沟矿区水镁石矿、白云岩矿资源储量核实报告》，辽宁省第七地质大队责任有限公司，2020年10月；
- 2、《〈辽宁省凤城市鸡冠山镇付家沟矿区水镁石矿、白云岩矿资源储量核实报告〉评审备案证明》，丹国土资储备字[2020]025号，2020年10月；
- 3、《〈辽宁省凤城市鸡冠山镇付家沟矿区水镁石矿、白云岩矿资源储量核实报告〉评审意见书》，辽溪评（储）字丹[2020]024号，2020年10月；
- 4、《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开发利用方案》，沈阳一方正和工程技术咨询有限公司，2020年11月；

5、《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（冶金用白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开发利用方案》的审查意见，丹自然开发审字[2021]01号，2021年1月20日；

6、《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》，辽宁地矿辽东勘察院有限责任公司，2021年1月；

7、《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟（白云岩矿、水镁石矿）矿山地质环境恢复治理工程 2025 年度自查报告》，凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司，2025年12月；

8、土地利用现状分幅图（图幅号：）；

9、采矿许可证（证号：C2106002012047120124124）；

以上有关法律、规范、相关资料为开展本次矿区生态修复方案编制工作提供了可靠的基础资料和依据。

（四）编制情形

1、编制情形

因原方案 2021 年 1 月编制的《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案》5 年适用期已过。需同步强化生态保护与修复工作，因此编制矿区生态修复方案。本矿区生态修复方案编制工作以 2020 年 10 月编制的《矿产资源开发利用方案》及同期开展的详细现场调查数据为基础，严格遵循《矿区生态修复方案编制指南（临时）》、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）等现行政策与技术标准。方案系统性地确定了矿山的生态修复目标、工程部署、技术措施和投资估算，确保了内容的科学性与可操作性。

2、工作程序

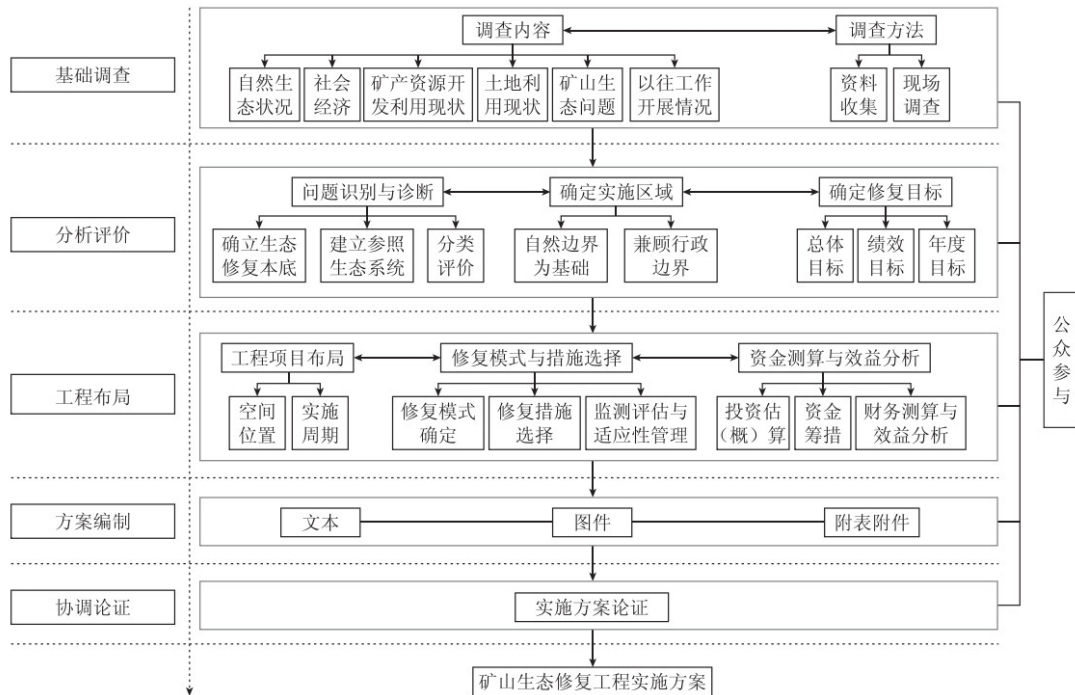


图 0-1：矿区生态修复方案编制流程图

本方案是按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》编制完成的。

工作程序：成立了专门的项目组，技术人员结合该矿山的储量核实地质报告、开发利用方案、土地利用现状图等相关资料，组织人员对现场进行勘查，对项目区现状进行核实，完成自然生态状况、社会经济、矿产资源开发利用现状、土地利用现状、矿山生态问题、以往工作开展情况基础调查工作。此外，走访当地群众，收集其对矿区生态修复工作的意见和建议。结合项目区实际状况，依据相关规定和技术规程，确定了矿区生态修复的影响范围及复垦责任范围，并制定矿区生态修复工作计划。

3、资料收集

收集编制方案有关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、开采现状等相关资料，全面了解矿区的地质环境条件、地质环境问题、建设工程规模，明确了本次工作之重点，为部署下阶段的野外调查奠定了基础。

4、野外调查

首先对项目区进行了无人机航拍正射影像测量，然后根据确定的野外调查路线和工作方法开展野外调查工作，以矿方提供的 1: 2000 地形地质图和航拍正射影像图作为工作底图，结合 GNSS 定位，数码拍照，数码录像视频，采用线路穿越法、

追索法、布点法等方法，针对矿区内地形地貌、地质环境问题、地质灾害发育特征和人类工程活动，重点调查矿区工程活动的地质灾害特征、废弃物排放情况、对土地资源和生态环境的破坏情况、对原始地形地貌景观的破坏情况。详细对评估区水文地质、工程地质、矿山地质环境问题、土地损毁类型、生态问题等进行调查和测量。基本查清了矿山地质环境现状及存在的问题，已查明矿区地质、地形地貌等地质环境条件。查清矿山开发方式、开采现状、生产规模，其次调查了矿区外围的地质灾害发育特征和人类工程活动情况，查明区域地质地貌背景、区域地质灾害发育程度及对矿区的影响等，为编制矿区生态修复方案提供了可靠依据。

5、室内资料整理和综合分析

在综合分析既有资料以及实地调查资料的基础上，以相关标准及技术要求为依据，编制了“凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村（白云岩矿、水镁石矿）矿区地质环境问题现状图”、“凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村（白云岩矿、水镁石矿）矿区土地损毁现状图”、“凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村（白云岩矿、水镁石矿）矿区地质环境问题预测图”、“凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村（白云岩矿、水镁石矿）矿区土地损毁预测图”、“凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村（白云岩矿、水镁石矿）矿区生态修复工程部署图”等，以图件形式反映各类地质灾害的分布以及地质环境状况，矿山开采对地质环境影响及生态修复部署规划，并针对矿山开采引起的生态问题提出防治措施和建议，完成《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村（白云岩矿、水镁石矿）矿区生态修复方案》的编制工作。

本次方案编制工作投入的工作量主要包括：资料收集、遥感解译、野外调查、咨询访问与室内综合研究，具体工作量见下表。

表 0-1：主要投入工作量一览表

工作性质	工作项目	单位	工作量	备注
资料收集	文字报告	份	4	包括矿产资源储量核实报告、矿产资源开发利用方案、矿山地质环境保护与土地复垦方案、矿山自查自验报告等
	图件	张	40	包括上述文字报告所含图纸、土地利用标准分幅图等
	附表及附件	份	8	包括矿山水土检测、矿山地质环境治理验收合格证、自然保护区核查意见
野外调查	地质灾害调查	hm ²	174	调查矿区及其周边地质灾害现状
	地形地貌调查	hm ²	174	调查矿区及其周边地形地貌现状
	土地资源调查	hm ²	174	调查矿区及其周边土地资源现状及地

工作性质	工作项目	单位	工作量	备注
				类
	开采现状调查	hm ²	174	调查矿区及其影响范围现状损毁单元及涉及地类情况
	自然及人文景观调查	hm ²	174	调查矿区及其周边自然及人文景观
	水土环境调查	hm ²	174	调查矿区及其影响范围现状水土环境
	照片	张	46	调查过程中拍照
	录像	分	20	调查过程中录像
咨询访问	询问、走访、公示	hm ²	174	询问走访当地政府部门相关工作人员、矿山负责人、矿山相关工作人员、当地村民等,涉及民众代表填写公众参与调查表,将此项目相关情况在村委会公示栏进行公示
室内综合	研读收集资料、整理遥感解译和野外调查数据	人·天	4人·30天	项目组成员对上述资料进行整体整理、分析和运用
	矿区生态修复方案编制	套	1	包含文本、附表、附图、附件的编制、报审、修改、材料上报及公示公告

6、质量评述

本方案编制前对矿山提供的资料进行了认真综合分析,在此基础上有针对性地开展了野外调查,调查方法和工作程序以及精度符合有关规范要求。方案中生态修复措施、工程内容针对性强、可操作高,工程费用预算依据充分、合理,符合当地标准和矿山实际情况。综上,本次工作收集资料全面,编制工作按国家、辽宁省现行技术规程、规范进行,工作精度符合相关要求,内容翔实,质量可靠,预算符合实际,结论科学合理。

(五) 上一阶段方案落实情况

1、上期方案编制情况

2021年1月,矿山委托辽宁地矿辽东勘察院有限责任公司编制了《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》。前期方案概述如下:

建设规模与服务年限:设计地下、露天联合开采白云岩、水镁石矿体,矿山总生产能力为35万t/a,矿山设计服务年限为42.8年,从2020年10月1日算起,故截止2021年1月1日矿山剩余服务年限为42.63年(2021年1月至2063年5月)。本方案的服务年限在矿山设计服务年限的基础上延长3年,其中矿山恢复治理与土地复垦施工期限为1年,监测管护期限为2年。即本方案服务年限为45.63年,时间自2021年1月至2066年5月。

矿山地质环境影响评估级别:凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿区重要

程度分级为较重要区；评估区矿山建设规模为小型矿山，地质环境条件复杂程度为复杂，评估区矿山地质环境影响评估精度分级属一级。

矿山地质环境影响现状评估：通过对矿山现状调查分析，现状条件下矿区地质灾害影响程度较严重；采矿活动对地下水含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观的影响和破坏程度较严重；矿山开采对现有土地资源的破坏程度较严重。因此，确定现状矿业活动对矿山地质环境的影响程度分级为较严重。将评估区分为地质环境影响较严重区和较轻区。

矿山地质环境影响预测评估：未来矿业活动引发的地质灾害对矿山地质环境的影响程度较严重；未来矿业活动预计对地下含水层的影响程度较轻；未来矿业活动预计对地形地貌景观的影响和破坏程度较严重；未来矿业活动预计对土地资源的破坏程度严重。因此，确定预测评估未来矿业活动对矿山地质环境影响程度分级属严重。将评估区分为地质环境影响严重区和较轻区。

矿山地质环境恢复治理分区及土地复垦责任范围：通过现状评估和预测评估，将凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云岩矿、水镁石矿）矿山地质环境保护与土地复垦分为 2 个区，即重点防治区和一般防治区，重点防治区面积为 33.1045hm²，一般防治区面积为 140.7455hm²。

2. 本期方案与前期方案内容对比

表 0-2 上期方案与本方案恢复治理主要工程量对比表

工程名称	单位	上期方案			本次方案		
		工作量	单价 (元)	施工费 (万元)	工作量	单价 (元)	施工费 (万元)
场地平整 (土方)	100m ³	527.605	253.83	13.3921			
场地平整 (石方)	-	-	-	-	592.82	1156.50	68.5596
危岩清理	100m ³	49.20	17918	88.1619	6.622	14208.55	9.4089
铁丝网	m ³	4788	30.06	17.8586	-	-	-
警示牌	个	113	60.12	0.6794	47	50	0.235
建筑拆除	100m ³	2.065	9012.27	1.8610	27.456	4196.03	11.5206
采坑回填工 程	100m ³	-	-	-	8000	800	640.0000
井口封堵	100m ³	2.2125	4527.33	1.0016	2.2	49786.31	10.9530
井口回填	100m ³	6.81	519.27	0.3536	8.68	3486.66	3.0264
覆土	100m ³	153.225	1042.43	31.9452	1556.13	225.73	30.7823
客土土方量 (含购土)	100m ³	374.38	2044.6	45.2173	1392.68	3447.67	480.1501
刺槐	100 株	1055.21	255.37	26.9468	1317.50	524.67	69.1253
地锦	100 株	79.42	180.36	1.4324	0	0	0
草籽	hm ²	7.4876	826.08	0.6185	29.6408	1879.53	5.5711
培肥改良	100kg	-	-	-	263.50	153.20	4.0368
灌溉	m ³	-	-	-	14939	19.98	29.8481
监测费	年	-	-	12.7890	-	-	165.7800
复垦监测及 管护	年*hm ²	-	-	9.3982	-	-	28.6214
塌陷备用金	a*hm ²	42.63*24.6961	3000	315.8384	39.3*24.6961	3000	291.1670
其他费用	-	-	-	48.0845	-	-	166.8425
基本预备费	-	-	-	16.6657	-	-	92.0642
静态投资总 计	-	-	-	632.2442	-	-	2112.0365
价差预备费	-	-	-	532.3359	-	-	3460.7015
动态投资总 计	-	-	-	1155.5801	-	-	5572.7380

两期方案对比结果及说明：两期方案对比结果及说明：通过上一期编制的《二合一方案》与本次编制的《矿区生态修复方案》对比，两次方案比较工程施工费变化较大，环境治理、土地复垦工程施工费用相差较大，其变化原因如下：

两次方案工程投资变化的几个方面：①首先是工程量的变化，上期方案将拟扩

建露天采坑 340m-300m 标高恢复坑塘水面，本期方案对其进行回填并修复，修复面积较上期方案增加；

②本次方案费用高于上期方案主要原因是损毁面积增加，导致本期方案工程量相对增多，工程预算也相对增加；

③本方案人工、材料、机械费用均大于上期方案，费用投资大于上期方案。本期方案计算损毁面积大于上期方案，工程量大于前期方案，故费用高于前期方案。

3、上期方案落实情况

根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟（白云岩矿、水镁石矿）矿山地质环境恢复治理工程 2025 年度自查报告》（2025 年 12 月），矿山已按《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》（辽宁地矿辽东勘察院有限责任公司，2021 年 1 月）完成了 2021—2025 年度治理任务。

2025 年矿山对不再利用的露天采场 CK4、废石渣台 2 进行恢复治理，恢复治理面积为 21608m²（32.41 亩）。主要工程：护栏网 2779m、设置警示牌 55 个，平整工程 21068 m²、客土工程 10534 m³、种植工程 21068 株、灌溉 1232m³、管护工程 2.1068 hm²。结算金额：79.1503 万元。治理资金全部来源于矿山自筹。经验收后下发“矿山地质环境治理恢复验收合格证”（详见附件）。恢复治理效果见照片 0-2，0-3。

照片 0-2：恢复治理效果 1

照片 0-3: 恢复治理效果 2

3、积累的相关经验

通过上期方案的实施，修复了因矿山开采形成的裸露地貌，有效的改善了矿区的地形地貌景观，恢复了矿区生态环境，为本次工作提供了可靠经验。

工程措施分析：类比分析矿山已治理土地，主要采取工程措施为场地平整、覆土工程、种植工程及养护工程等。目前已治理区植被长势良好，成活率较高，治理效果较好，说明矿山复垦工程措施基本可行。

树种及复垦方向分析：复垦乔木植被选择乡土品种刺槐，成活率高，管护容易。株行距为 1.0m×1.0m，每穴 1 株，对遮挡营造景观有明显效果。

用土量分析：覆土方式采用全面覆土，乔木林地覆土 0.5m 厚。

二、服务年限

（一）矿山生产服务年限

根据沈阳一方正和工程技术咨询有限公司 2020 年 10 月编制的《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（冶金用白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开发利用方案》，本次设计地下、露天联合开采白云岩、水镁石矿体，矿山总生产能力为 35 万 t/a，方案设计服务年限为 42.6 年（从 2020 年 10 月 1 日算起，不含基建期）。根据矿山储量年度报告可知：2020 年 10 月至 2023 年期间处于停产状态，2023 年恢复生产。因此，矿山 2020 年 10 月至 2026 年 4 月期间生产 3.3 年。因此，至本方案编制时间矿山剩余服务年限为 39.3 年。即从 2026 年 4 月至 2065 年 7 月。

（二）方案服务年限和适用年限

矿山总体生产服务年限为 39.3 年（不含基建期）。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年限。考虑到开采闭坑后生态修复期需要 1 年及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 43.3 年，即 2026 年 4 月至 2069 年 7 月。

方案适用期为 5 年，自 2026 年 4 月至 2031 年 3 月。

表 0-2：方案年限设置一览表

类别	年度	备注
方案基准期	2020 年 10 月	以取得采矿许可证之日起算
设计生产服务年限	2020 年 10 月至 2063 年 5 月	42.6 年
矿山已生产年限	2023 年-2026 年 4 月	期间生产 3.3 年
矿山生产服务年限	2026 年 4 月至 2065 年 7 月	剩余服务年限 39.3 年
方案服务年限	2026 年 4 月至 2069 年 7 月	矿山生产服务年限+生态修复期+管护期
方案适用年限	2026 年 4 月至 2031 年 3 月	5 年

在方案有效期内，矿山企业如有办理采矿权变更，涉及变更开采规模、变更矿区范围、变更开采方式等或实际开采与方案涉及内容不符等情况，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

（一）矿业权人基本情况

本矿山矿业权人为凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司，企业性质为有限责任公司，统一社会信用代码：91210682120344262P，注册地址：凤城市鸡冠山镇大阳沟村。经营范围：为白云岩、水镁石开采、白云石、方解石、钾长石、钠长石、硅石销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

（二）矿山基本信息

采矿许可证证号：C2106002012047120124124；

采矿权人：凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司；

矿山名称：凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村白云岩、水镁石矿；

矿山地址：凤城市鸡冠山镇；

经济类型：有限责任公司

开采矿种：白云岩、水镁石；

开采方式：露天/地下开采；

生产规模：35 万 t/a

矿区面积：1.7385 平方公里；

开采标高：由 520 米至 0 米；

许可证有效期限：自 2021 年 1 月 1 日至 2028 年 4 月 5 日；

发证机关：丹东市自然资源局；

（三）隶属关系

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司为民营企业，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。

图 1-1 交通位置图

(三) 区域概况

1. 村庄

矿区东南分布太阳沟村居民点，距离矿区范围 500m，距离设计的地表岩石移动监测范围 800m，矿山开采对其无影响。

2、公路、铁路

矿区西部有 G11 沈丹高速经过，矿山开采区距离 G16 丹锡高速约 23.5km，距乡级公路约 800m，矿山开采对其无影响；另矿区西侧有沈丹铁路途径，矿山开采区距其约 10km，大于 300m 爆破安全警戒范围。矿山开采对其无影响。

3. 周边矿权

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司北部相距 15m 有一相邻矿山，即凤城市大阳沟水镁矿业有限公司，开采主矿种为白云岩；生产规模 10.00 万吨/年；该矿为证照齐全的合法矿山。该矿山开采岩石移动界线未对本矿工程造成影响，凤城市大阳沟水镁矿业有限公司矿山布置工程位于本矿山开采岩石移动界线 20m 以外（见图 1-2）。两矿现有工程及生产设施均不在崩落范围内，两矿山开采互不影响。

在矿区周边分布有零星的居民聚集区及耕地。其中采矿权范围内东侧分布有基本农田 0.1084hm²，根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云石、水镁石）矿产资源开发对矿区内基本农田保护区和永久基本农田影响论证报告》，经充分论证、核实，该矿山地下开采部分、地上设施和其他建设均不涉及基本农田保护区和永久基本农田，地下开采活动不会影响基本农田保护区内土地现状，不会对耕作层造成破坏。（见图 1-3）。

除此以外，矿区周边 500m 范围无其他采矿权，无高压线、旅游景点和名胜古迹等需要保护的建（构）筑物，1000m 范围内无铁路、输油管道等其它作业单位。矿区范围不在自然保护、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、森林公园、地质公园、矿山公园、重要湿地、湿地公园、饮用水水源保护区、水利部门保护范围、水产种质资源保护区、国家重点保护的不能移动的历史文物、名胜古迹所在地及生态红线保护区等各类保护地内。

图 1-2: 矿权设置与周边矿权位置关系图

图 1-3 评价范围内基本农田保护区的分布情况示意图

三、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

1、矿业权设置

该地区自上世纪 80 年代，村集体就进行过露天开采活动，1993 年 6 月成立了凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司，建矿伊始就采用露天/地下联合开采方式开采水镁石矿。

2012 年 4 月 16 日凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司取得采矿许可证。采矿许可证号为：C2106002012047120124124。开采深度由 520 米至 0 米标高，矿区面积为 1.7463 平方公里。生产规模为 1.5 万吨/年。开采矿种为白云岩、水镁石矿。开采方式为露天/地下开采。有效期限为自 2012 年 4 月 16 日至 2016 年 12 月 16 日。

矿山于 2016 年办理了采矿许可证延续，采矿许可证号为：C2106002012047120124124。开采深度由 520 米至 0 米标高，矿区面积为 1.7385 平方公里。生产规模为 1.5 万吨/年。开采矿种为白云岩、水镁石矿。开采方式为露天/地下开采。有效期限为自 2016 年 12 月 17 日至 2020 年 12 月 31 日。

矿山于 2020 年办理采矿权延续，增加生产规模(由原 1.5 万 t/a 变为 35 万 t/a)。由丹东市自然资源局颁发采矿许可证，采矿许可证号为：C2106002012047120124124。开采深度由 520 米至 0 米标高，矿区面积为 1.7385 平方公里。生产规模为 35 万吨/年。开采矿种为白云岩、水镁石矿。开采方式为露天/地下开采。有效期限为自 2021 年 1 月 1 日至 2028 年 4 月 5 日。

2、历史开采情况

2016 年 1 月沈阳一方正和工程技术咨询有限公司为矿山设计了《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司(白云岩矿、水镁石矿)矿产资源开发利用方案》，该方案设计了 3 套开拓系统，其中：系统一采用地下开采，以平硐-斜坡道联合开拓，抽出式通风汽车运输方式，分段采矿法开采水镁石矿体；系统二采用露天开采，以斜坡道开拓，抽出式通风汽车运输方式，分段采矿法开采白云岩(DoC-3)矿体；系统三采用露天开采，以公路开拓汽车运输方式，采用自上而下逐水平分台阶的开采方法开采白云岩矿体(Do-1)矿体。设计生产规模 1.5 万 t/年，产品方案为原矿石销售。

2020 年 10 月，辽宁省第七地质大队提交《辽宁省凤城市鸡冠山镇付家沟矿区白云岩矿、水镁石矿资源储量核实报告》，保有白云岩矿资源量 15732.65kt，其中：

控制资源量 6423.99kt，推断资源量 9308.66kt。保有水镁石矿资源量 366.95kt，其中：控制资源量 238.29kt，推断资源量 128.66kt。

2022 年 10 月至今，矿山保有水镁石矿资源量 280.07 千吨，白云岩矿资源量 15584.55 千吨。

（二）矿山现状情况

截止目前矿山已形成了 3 处平硐，分别对应 358m、322m、288m 水平巷道，其中 358m 中段为回风中段，经多年开采 358m 中段以上至近地表区域内已采空，其他中段仅部分形成采空区。322m 中段左侧形成长 50m 宽 30m 高 17m 的空区，空区面积 1500 m²；322m 中段右侧形成长 35m 宽 20m 高 17m 的空区，空区面积 700m²；288m 中段左侧形成长 60m 宽 20m 高 19m 的空区，空区面积 1200m²；288m 中段右侧形成长 65m 宽 10m 高 19m 的空区，采空区面积 650m²。系统二、系统三并未有任何基建及开采工程。

经调查，矿山 2020 年 10 月至今，2023 年 2025 年期间处于生产状态，共计动用水镁石矿资源量 86.88 千吨，白云岩矿资源量 148.1 千吨。矿山保有水镁石矿资源量 280.07 千吨，白云岩矿资源量 15584.55 千吨。

（三）矿山开发利用方案概述

本节内容依据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（冶金用白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开发利用方案》（沈阳一方正和工程技术咨询有限公司，2020 年 11 月）。

1、主要建设方案

（1）矿山服务年限

矿山总体生产服务年限为 42.6 年（不含基建期）。系统一服务年限为 24.7 年，系统二服务年限为 4.97 年，系统三服务年限为 17.9 年。

（2）采矿权有效期限

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司采矿许可证号为：C2106002012047120124124，采矿许可证有效期为自 2021 年 1 月 1 日至 2028 年 4 月 5 日。

（3）生产规模

矿山生产规模为 35 万 t/a，其中，开采水镁的生产能力为 5 万 t/a，开采白云岩的生产能力为 30 万 t/a。

（4）开采对象及开采方式

系统一：矿山水镁石原为地下开采，白云岩 Do-2 矿体埋藏较深露天开采剥离量太大，利用现有平硐和斜坡道可以开采白云岩 Do-1 西侧矿体。本次设计地下开采水镁石矿体（Bru-1）和白云岩矿体（白云岩 Do-1 西侧矿体和 Do-2），选用平硐-斜坡道联合开拓，抽出式通风，汽车运输。

系统二：白云岩 Do-3 矿体埋藏较深露天开采剥离量太大，本次设计地下开采白云岩矿体（Do-3），斜坡道开拓，抽出式通风，汽车运输。

系统三：白云岩 Do-1 东侧矿体出露地表，在经济合理剥采比范围内适合露天开采，本次设计采用露天开采白云岩矿体（Do-1 东侧矿体），公路开拓，汽车运输。

矿山现有平硐和斜坡道可作为地下开采白云岩的工程继续利用，本次设计地下开采白云岩矿体 Do-1 矿体西侧（为保证现有斜坡道安全，斜坡道必须在岩石移动界线外），地下开采完白云岩矿体 Do-1 西侧矿体后露天开采东侧矿体，东侧矿体按经济合理剥采比圈定露天开采境界。

（5）设计利用储量

根据《辽宁省凤城市鸡冠山镇付家沟矿区水镁石矿、白云岩矿资源储量核实报告》，截止 2020 年 9 月 30 日，矿山保有白云岩矿资源量 15732.65kt，其中：控制资源量 6423.99kt，推断资源量 9308.66kt。保有水镁石矿资源量 366.95kt，其中：控制资源量 238.29kt，推断资源量 128.66kt。

系统一：

设计开采（Bru-1）水镁石矿体，设计利用储量（122b+333）为 36.695 万 t，白云岩矿体（Do-1 西侧矿体和 Do-2）扣除保安矿柱后为 834.24 万 t。利用率为 96%。

系统二：

设计开采（Do-3）白云岩矿体，设计利用资源储量（333）24.847 万 t。利用率为 100%

系统三：

设计开采（Do-1 东侧）白云岩矿体，扣除边帮挂矿后设计利用资源储量（333）603.2 万 t。利用率为 88.7%。

2、矿床开拓

系统一：

根据矿体赋存条件、地表地形及矿山现状，设计确定系统一采用平硐-斜坡道联合开拓方式，抽出式通风，平硐、斜坡道、运输中段采用汽车运输（带空气净化装置），

矿山出界工程予以封闭。

矿山开采水镁石矿体采用平硐 PD1 (358.08m) 回风, 平硐 PD2 (321.025m)、平硐 PD3(288.8392m) 运输; 开采白云岩采用 PD2(321.025m) 回风, 平硐 PD3(288.8392m) 及斜坡道 XPD1 (267.0935m) 运输。

根据开拓方式, 设计新增 288m 至 280m 斜坡道及 XPD1 延伸至 135m 开采矿体, 与 280m 中段、240m 中段、200m 中段、160m 中段和 135m 中段形成通风系统, 保证矿山生产安全。

斜坡道 XPD1: 为新增斜坡道延伸, 位于系统一东部, 斜坡道硐口中心坐标: $X=$, $Y=$, $Z=$, 三心拱断面, 规格 $3.7\text{m}\times 3.0\text{m}$, 担负矿岩、材料设备及人员出入的任务。斜坡道以 8% 的坡度开拓至标高 135m, 斜坡道与 240m、200m、160m 及 135m 中段相连, 作为开采白云岩矿体的入风和第一安全出口。

平硐 PD1: 为原有平硐, 位于矿体下盘, 硐口中心坐标: $X=$, $Y=$, $Z=$, 三心拱断面, 规格 $2.4\text{m}\times 2.2\text{m}$, 作为回风和第二安全出口。

平硐 PD2: 为原有平硐, 位于矿体下盘, 硐口中心坐标: $X=$, $Y=$, $Z=+321.025\text{m}$, 三心拱断面, 规格 $2.4\text{m}\times 2.2\text{m}$, 承担 322m 中段入风。

平硐 PD3: 为原有平硐, 位于矿体下盘, 硐口中心坐标: $X=$, $Y=$, $Z=$, 三心拱断面, 规格 $2.4\text{m}\times 2.2\text{m}$, 承担 288m 中段入风。

280m 中段、288m、322m 中段和 358m 中段回风巷道断面均为 $2.2\text{m}\times 2.4\text{m}$ 三心拱。由于围岩比较稳固, 因此不进行支护, 局部不稳定地区采用喷锚支护。

系统二:

根据矿体赋存条件、地表地形及矿山现状, 设计确定系统二白云岩矿体采用斜坡道开拓方式、抽出式通风、汽车运输。

根据开拓方式, 设计新增斜坡道 XPD2 开采矿体与回风井 FJ1 形成通风系统, 保证矿山安全生产。

斜坡道 XPD2: 为新增工程, 位于系统二东部, 斜坡道硐口中心坐标: $X=$, $Y=$, $Z=$, 三心拱断面, 规格 $3.7\text{m}\times 3.0\text{m}$, 担负矿岩、材料设备及人员出入的任务。作为系统二的入风井和第一安全出口。回风井 FJ1: 为新增工程, 位于入风井 FJ2 西侧, 硐口中心坐标: $X=$, $Y=$, Z 井口 $=+342\text{m}$, Z 底 $=+303\text{m}$, 矩形断面, 规格 $2.4\text{m}\times 2.2\text{m}$, 承担矿山

回风与电缆管路铺设。

阶段运输巷道均为 3.7m×3m 三心拱。由于围岩比较稳固，因此不进行支护，局部不稳定地区采用喷锚支护。

系统三：

根据各种运输方式的适应条件及运营成本和基建投资规模，结合地质、地形条件，开采工艺特点，设计采用公路开拓、汽车运输方式。它建设投资少、建设时间短、具有机动灵活、适应性强的特点。

根据委托方所提供的矿区地形地质图，在采场境界内沿地表地形由下而上采用直进式、回返式布置上山公路直至最高 410m 水平。

矿石运往矿石堆场，岩石运往排土场。

矿山道路为单车道，宽 5m，道路最大纵坡为 8%，道路的最小曲线半径为 15m，最大纵坡长度 300m，根据透视情况设置错车道。

3、采矿方法

系统一、系统二：

根据矿区各矿体的赋存条件（水镁石矿体倾角在 50~67° 之间，平均水平厚度 14.44m）和开采技术条件，结合本矿山生产实践经验，经技术经济分析比较，设计采用分段采矿法。

分段采矿法

(1) 矿块构成要素

阶段高度为 30m，分段高度 10m。矿房沿走向长度为 35-40m。

(2) 采准与切割

在矿体底板沿走向布置下盘脉外堑沟式电耙底部结构，电耙道两端与通风人行天井连通，在倾斜方向上电耙道间距 18 m。电耙道一端设溜井，下口设在中段水平布置的穿脉内，溜井倾角大于 50°。

在堑沟上部掘切割巷道，形成凿岩空间。在矿块一端为开掘补偿空间，进行自由空间爆破。

(3) 回采工艺

以切割空间为自由面进行凿岩、爆破作业，采用 YSP-45 型凿岩机钻扇形中深孔，崩落下的矿石，用电耙耙至分段运输平巷溜井，溜到阶段运输巷装车运出。一个回采

循环包括凿岩、爆破、通风等工序。

(4) 采空区处理

矿房回采结束后立即处理采空区。设计采用密闭法处理采空区。

采空区处理主要措施为：采空区充填结束后，在穿脉巷道中构筑 1~1.5m 厚的混凝土挡墙，将采空区密闭，挡墙底部预留 2~3 个直径为 200~300mm 的泄水孔，防止空区积水，建立空区管理制度，设置相应人员进行定期检查，发现空区积水，及时进行疏干。上部留观察孔，以便掌握空区内状况，悬挂警示标识，保证人员及设备的安全。

系统三：

根据矿体赋存条件，设计采用自上而下逐水平分台阶的开采方法，阶段高为 10m。

设计利用斗容 1.4m³挖掘机产装矿岩，采用 5t 自卸汽车运输，矿石运往矿石堆场，岩石运往排土场。

根据矿山阶段高度、矿山生产规模以及围岩性质，参照类似矿山经验和矿山现有设备矿山，选用 KQY90 型潜孔钻机，进行穿孔作业；穿孔效率 30m/台·班；每 m 爆破量 20~35t。确定采用单排孔或多排孔微差爆破。穿孔采用斜孔，钻孔倾角 65°，超深 1.5m。采用 2#岩石乳化炸药，导爆管微差雷管起爆。矿岩穿孔均采用孔径为 90mm。孔距为 3.0m，排距 2.8m。

根据每班需要爆破量，矿山需 KQY90 型潜孔钻机 1 台。

大块石的二次破碎采用机械破碎方式，使用破碎锤破碎大块。

中深孔爆破采用 2#岩石乳化炸药，单耗按 0.45kg/m³，每炮孔装药量按炮孔担负体积爆破量计算，采用单一装药结构，填塞长度不得小于孔深的 1/3，采用人工装药和填塞，采用非电导爆管系统起爆。

4、运输系统

系统一、系统二：

崩落下的废石、矿石通过溜井装入汽车，经各水平平硐、斜坡道运输至地表。

系统三：

矿山采用汽车运输，根据班运输矿岩量，运矿石需 5 台 20t 自卸汽车。

5、通风系统

系统一：

设计采用抽出式通风方式。

开采水镁石矿体 322m 中段至 358m 中段时新鲜风流经 322m 平硐进入坑内,通过中段主运巷道经通风天井进入采场,冲洗工作面的污风经阶段采场通风天井至 358m 回风中段排出。

开采水镁石矿体 322m 中段以下矿体及白云岩矿体时新鲜风流经 288m 平硐及斜坡道 XPD1 进入坑内,通过中段主运巷道经通风天井进入采场,冲洗工作面的污风经阶段采场通风天井至 322m 回风中段排出。

系统二:

设计采用抽出式通风方式。

设计采用斜坡道开拓,回风井 FJ1 排风的对角抽出式通风系统。

新鲜风流由斜坡道进入坑内,经过水平运输巷道到达掘进工作面,并经穿脉、采准天井到达矿房,清洗工作面之后,经回风天井至 303m 回风中段,最终汇集到回风井 FJ1,排出地表。

6、井下排水

系统一:

矿山原采用平硐开拓,为自流排水,本次设计采用机械排水方式。

设计 135m 中段设置水仓、水泵房。各中段的坑内水通过泄水井下放到 135m 中段水仓,通过排水管沿各中段天井由斜坡道排至地表,存入供水池,沉淀后供给井下生产、除尘、消防用水。

系统二:

设计采用机械排水方式。

设计在 216m 中段设置水仓、水泵房。各中段的坑内水及充填滤水通过泄水井下放到 216m 中段水仓,通过排水管沿进风井 FJ2 排至地表,存入供水池,沉淀后供给井下生产、除尘、消防用水。

系统三:

矿山开采 350m 水平以上矿体时采场汇水可自流排出无需机械排水。矿山开采 350m-300m 水平矿体时形成凹陷,需机械排水。

7、开采崩落影响范围

崩落区的圈定是根据地质剖面图圈定的,根据矿岩的物理力学性质、矿体厚度、

倾角及选用的采矿方法等资料，结合类似矿山确定的错动角为：

下盘： $\alpha = 65^\circ$ ，上盘： $\beta = 65^\circ$ ，端部： $\gamma = 70^\circ$

地表第四系覆盖层的错动角为 $\alpha = \beta = \gamma = 45^\circ$ 。

本次设计系统一水镁石按最低开采标高即矿体赋存 280m，白云岩按最低开采标高即矿体赋存 135m，向上圈定矿体地表岩体崩落范围；系统二按最低开采标高即矿体赋存标高 216m，向上圈定矿体地表岩体崩落范。

图 1-3：矿权范围、资源储量估算范围、井巷工程设施分布范围、露天剥离范围叠合图

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 地形地貌

矿区地处辽宁省东部低山丘陵区，区内最高海拔高度 460.2m，最低海拔高度 270m，相对高差约 190m，地形坡度约在 10~20°，局部地形坡度可达 25° 以上，沟谷发育。

综上，矿区地貌单元类型简单，微地貌形态简单，地形起伏变化中等，相对高差较大，评估区地形复杂程度为中等。

图 2-1：矿区遥感影像图

照片 2-2: 矿区及其周边地形地貌

(二) 水文

经查阅相关资料及现场调查,项目区范围内无大规模地表水体,无常年性地表径流。矿区地表无稳定水体,降水后地表汇水量较小,雨过即干,矿区地形有利于水的排泄。评估区位于鸭绿江水系,南大河上游支流在矿区北部约 5km 处流过,自西流向东,最终汇入爱河。项目区西南部有一条季节性细河,丰水期量大流量 $1.6\text{m}^3/\text{s}$,枯水期断流。降雨后地表汇水量较小,会有短时径流向西南侧沟谷排泄,雨过即干。

离项目最近河流为暖河,位于项目西侧约 2.2km,暖河为山羊峪河支流,山羊峪河发源于凤城市青城子镇坪顶山,由西向东流经青城子镇、四门镇至刘家河镇后折向南,至小岭子村后由右岸汇入草河。山羊峪河全长 85.3km,流域面积 1064.66km^2 ,河道平均比降 3.08%。山羊峪河流域呈扇形,主要支流有金家河、新农河、大荒沟河、暖河。项目区水系图见附图 2。矿区所处区域属于爱河水系上游支流二道河流域,矿区东部约 0.8km 处发育有二道河上源溪流,该河流流向自北向南,宽度最小处约 5m 左右,最大宽度约 15m,该河流雨季时水量较大,秋季水量锐减,冬季断流。

图 2-3：项目区水系图

(三) 气象

项目区属于温带气候区，夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥。该地区多年平均降雨量为 1021.3mm，多年平均降雨量从上游向下游递增，大部分降雨集中在 6~9 月份，约占全年降雨量的 70% 以上，暴雨多发生在 7~8 月份。多年平均蒸发量为 1237mm，年内分配以 4 月至 9 月为最大，约占全年蒸发量的 73%。多年平均气温为 8.1℃，一月份气温最低，月平均气温-10.3℃，极端最底气温为-32.4℃，八月份气温最高，月平均气温 23.3℃，极端最高气温为 37.3℃。该地区平均风速为 2.3m/s，多年平均最大风速为 19.0m/s，主导风向 SSE，无霜期为 158 天，初霜日一般在 10 月 1 日前后，终霜日一般在 4 月末。最大冻土深度为 1.38m，最大积雪深度 33cm。该流域内气象资料较详的是凤城站，资料年限为 1990~2020 年共 30 年。

(四) 土壤

矿区及其周边地区的土壤主要棕壤土，主要分布在低山和石质丘陵中上部，棕壤性土层很薄，肥力低，保水保肥能力差，多为 20-40cm，土层下为岩石风化、半风化的母质层或母岩层，是发育层次不明显的幼年土壤，因其所处的地势高、坡度大，水土流失严重，土壤中含粗砂石砾较多，但砾石含量不超过 70%。

根据辽宁省地质矿产局辽东勘察院取样分析显示，矿区表土土壤的 PH 为 6.8~8.0，碱解氮含量 102.31mg/kg，全氮含量 0.239%，有机质含量 1.87%，有效磷含量 3.63mg/kg，有效钾含量 119.63mg/kg，腐殖层厚度在 20cm 左右。矿区的土壤类型属于棕壤性土，质地为砂质壤土。（数据来源为 2021 年 6 月凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司(白云岩矿、水镁石矿)矿产资源开采项目环境影响报告书中的数据）。土壤剖面见照片 2-4。（坐标：X: Y:）

照片 2-4：矿区土壤剖面

（五）植被

根据现场调查，同时参考《辽宁植被与植被区划》，矿区及周边区域植被处于长白植物区系和华北植物区系的过渡带上，两大植物区系的木本植物交替混生，在辽宁植被区划中属于辽东半岛北部蒙古栎、麻栎、辽东栎人工矮林及暖温带蒙古栎林区。长白植物区系的木本植物代表种有红松、沙松、紫杉、蒙古柞，华北植物区系的木本植物代表种有赤松、油松、麻栎、辽东栎、板栗、臭椿等，这些森林植物群落在自然和人为因素的作用下，逐渐由红松柞木林逆演变为柞木杂木林，形成天然次生林。林木类型多为纯柞林或桦、山杨、色树、榆树、花曲柳等混生阔叶杂木林型。项目区林草覆盖率约 77.90%。

经踏勘走访未见其他野生的国家保护植物种类，矿区动物种类均为野鸡、野兔等小型野生动物种类，区内无珍稀濒危的野生生物保护种类。

照片 2-5：项目区植被

二、社会经济概况

矿山所在地位于凤城市鸡冠山镇。

1、凤城市

凤城市是辽宁省丹东市下辖的县级市，东接宽甸，西靠岫岩，南与振安、东港接壤，北与本溪、辽阳毗邻。根据凤城市政府官网信息显示，全市面积 5515 平方公里（中心城区面积约 75.26 平方公里），户籍人口 51.5 万（市区户籍人口约 16.4 万），常住人口 45.96 万。共有满、汉、蒙、回、朝等 34 个民族，满族人口占 75.9%。辖 3 个街道、17 个镇、1 个蒙古族乡、200 个行政村、32 个社区。

凤城交通路网便捷，距沈阳市 180 公里、大连市 340 公里、丹东机场 60 公里、丹东港 75 公里。境内设有 2 处高铁站、4 处高速路口，贯穿沈丹铁路、凤上铁路、丹通高速、沈丹高速等交通要道，沈丹客运专线 2015 年建成通车，到沈阳 1 小时，到北京 6 小时。便捷的交通条件为办矿建厂提供了便利支持。

境内有爱河、大洋河、草河等大小河流 2000 余条，年水资源总补给量为 60.9 亿立方米，占全省淡水资源总量的 9.3%，年均降水量 800 至 1000 毫米。森林覆盖率高达 74.5%，居全省第二位，是省级森林城市。2020 年，被省委、省政府确定为“一

圈一带两区”中建设辽东绿色经济区 9 个县级市之一。

凤城农业资源丰富，先后被确定为全国商品牛、绒山羊、板栗生产基地、烟草出口基地和省肉鸡产业示范区，全市现有省级农业产业化重点龙头企业 7 家。

凤城工业根基深厚，产业体系完备，先后荣获国家级外贸转型升级基地、中国内燃机工业增压器产业基地等国家级工业产业品牌称号，是全国三大汽车发动机增压器生产基地之一，年产值近 30 亿元。

凤城自然风光秀美，山川、森林、温泉、河流等生态景观丰富多元，是首批“国家全域旅游示范区”创建单位，成功创建首批省级全域旅游示范区，全市拥有凤凰山、蒲石河国家森林公园、爱河湿地公园和天锅古洞等 A 级以上景区 10 处。

凤城矿产资源丰富，已发现矿产资源 59 种，现已开发利用 22 种。红柱石储量 631.4 万吨，为辽宁省内独有、国内罕见的重要的优势矿产资源；硼储量占全国 58%、全省 82%，储量 2.8 亿吨的翁泉沟硼铁矿是亚洲最大的硼铁矿；水镁石保有储量约 400 万吨，远景储量约 1500 万吨，是国内罕有的矿产资源；黄金、银、铅、锌保有储量均列全省首位。

2024 年，全市地区生产总值实现 211.9 亿元，同比增长 5.1%。

2、鸡冠山镇

矿区所在地为凤城市鸡冠山镇。地处凤城市西北部，东与草河街道、凤山街道、大堡蒙古族乡接壤，南邻凤凰城街道、宝山镇，西与鞍山市岫岩满族自治县大营子镇、朝阳镇、汤沟镇相连，北与青城子镇、刘家河镇毗连。辖 2 个社区、13 个行政村，行政区域面积 437.47 平方千米。总人口约 2.35 万人。鸡冠山镇气候适宜，植被茂盛，土壤肥沃，出产的板栗、花生、细辛、天麻、柞蚕、烟草、林蛙、山人参、食用菌、山野菜等农副土特产品品种繁多，品质优良。

鸡冠山镇矿产资源丰富，已开发利用的矿产有硼铁、铜铁、硅石、滑石、水镁石、菱镁石、白云石、钠长石、钾长石、方解石等，其中水镁石是镁矿系列稀有珍贵品种。

2023 年，全年生产总值为 11.2 亿元，同比增长 1.2%，财政总收入 1170 万元。

2024 年，全年生产总值为 11.6 亿元，同比增长 1.4%，公共财政预算收入实现 1265 万元。

2025 年，全年生产总值为 11.4 亿元，同比减少 1.1%，公共财政预算收入实现 1263 万元。

三、矿区地质环境背景

(一) 地层岩性

区内出露地层有古元古界辽河群里尔峪岩组、高家峪岩组及大石桥岩组及新生界第四系，地层由老至新分述如下：

1、古元古界辽河群

(1) 里尔峪岩组 (Pt₁Lr)：矿区内出露有该组的二段地层，位于矿区的西北部，岩层大致呈北东 70° 方向延伸，倾向北，倾角 32° ~58°，岩性以磁铁浅粒岩为主，次为电气浅粒岩等。

磁铁浅粒岩：灰白~黄褐色，细粒变晶结构，块状构造，矿物粒度较均匀，粒径小于 1mm。矿物组分：长石 50~60%，以斜长石为主，微斜长石次之；石英 30~40%；磁铁矿 5%±，有时含有少量的角闪石和黑云母。

电气浅粒岩：灰白~灰黑色，细粒变晶结构，粒度较均匀，具条带状构造。电气石多呈宽窄不一的条带集中分布，矿物组分：长石（以斜长石为主，有时含数量不等的微斜长石）40~60%；石英 20~40%；电气石 5~10%，局部集中处达 20%。

(2) 高家峪岩组 (Pt₁g)：矿区内出露有该组的二段地层，分布在矿区南测，岩层走向北北东~北东，倾向多为北西，倾角变化较大，多在 23° ~73° 之间。岩性以含墨透闪透辉岩为主，其上部地层中夹薄层方解大理岩。含墨透闪透辉岩多呈绿色，细粒变晶结构~不等粒变晶结构，条带状构造，局部块状构造。矿物组分以透闪石为主，透辉石次之，二者含量一般在 60~80%；长石、石英占 10~40%；石墨一般在 2~5%，局部达 10%以上，有时还可见有磷灰石和磁铁矿。

(3) 大石桥岩组 (Pt₁d)：大石桥岩组分布于矿区的中部，在本区可分为两个岩性段：二段为黑云片岩段，三段为白云石矿及白云质大理岩。其中水镁石矿、白云石矿、菱镁矿和石灰石矿都产于三段岩层中。地层呈北东 65° ~75° 方向展布，组成同向向斜的轴部，倾向北西，倾角 23° ~59°，一般在 30° ~45° 之间。

——大石桥岩组二段 (Pt₁d²)：该段岩石类型主要为黑云片岩，呈灰黑色~黑褐色，细鳞片变晶结构，局部斑状结构，片状构造，岩层中柔皱构造较发育。矿物组分：以黑云母为主，含量达 50%以上；长石、石英含量 35~40%；方柱石 5~10%。

——大石桥岩组三段 (Pt₁d³)：该段岩石类型主要为白云石大理岩，呈白色，一般为细粒结构，局部中粒结构，多为厚层~巨厚层，层理较清楚。矿物组分：主要为

白云石，含量一般占 70~95%，局部达 100%；菱镁矿少量，一般含量小于 5%，局部集中含量达 80~100%，形成菱镁矿矿体。岩层中常含有透闪石、蛇纹石、水镁石、橄榄石、滑石等。该层位是白云石矿、水镁石矿主要赋存层位。

2、新生界第四系（Q₄）

为冲积、洪积、坡积层，主要沿沟谷及河流分布。岩性为砂土、粘土、亚粘土，石块及砂等组成，厚度 0.5~2.0m。

图 2-6：地层综合柱状图

综上所述，评估区地层岩性复杂程度中等。

（二）地质构造

1、地质构造

（1）褶皱构造：区内褶皱构造为付家沟向斜，为一同斜的短轴复式向斜，向斜轴呈 NE60° 土方向延伸，延长约 4km 。轴部由大石桥岩组地层组成，南翼为高家峪岩组透闪透辉岩段，北翼被燕山期黑云母花岗岩占据，西端高家峪岩组和里尔峪岩组地层都有出露，里尔峪岩组在北翼与高家峪岩组为断层接触。

（2）断裂构造：矿区内断裂构造发育有 2 组，即北北东向、北北西向。

——北北东向断裂(F3)：呈 NE 15° 方向延伸，延长 0.5~1.5km，是区内岩脉的主要通道。矿区内岩脉大部分沿此组断裂分布，对大石桥岩组地层有一定的破坏。

——北北西向断裂(F5、F6)：断层呈近南北向—NW25° 方向延伸，延长一般 1~2km，使断层两盘的岩层发生明显的位移。

2、岩浆岩

矿区内岩浆岩比较发育，矿区北侧广泛分布着燕山期似斑状黑云母花岗岩 (γ_5^2)，属五龙一大堡花岗岩岩体的一部分。南部为辽河期花岗岩，其岩性主要为条痕状花岗岩 (γ_2^1)、细纹状花岗岩 (γ_2^2)。脉岩主要为花岗斑岩、闪长斑岩、正长斑岩及伟晶岩等。

图 2-7：矿区地质构造位置简图

3、地震等级

根据《中国地震动参数区划图》(GB18036—2015)，矿区处在辽宁省丹东市凤

城市鸡冠山镇峰值加速度 0.05g、反应谱特征周期 0.35s 的分区范围内，三代图则处在地震烈度 VI 区内。据资料记载，辽东、辽南及附近地区 1975 年以前，曾发生过 4 级以上地震 45 次。1975 年以来，4 级以下地震 153 次，4 级以上地震 38 次，其中破坏性地震 20 次。1975 年 2 月 4 日发生在海城岔沟的 7.3 级地震，距鸡冠山镇 100km，矿区震感很强烈，未造成大的破坏。

图 2-8 辽宁省地震烈度区划图

综上所述，评估区地质构造条件中等。

（三）水文地质

1、地下水类型

根据当地地下水的赋存条件及含水岩层特性，矿区地下水类型为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水，分述如下：

（1）第四系松散岩类孔隙水

分布于区内沟谷地区，成条带状展布，厚度 0.5~2.0m。含水层由洪冲积、坡洪

积砂砾卵石组成，民井调查显示水位埋深 2.4m，富水性中等。据 2005 年 10 月提交的《辽宁省凤城市鸡冠山镇付家沟水镁石矿普查地质报告》，当地的地下水化学类型属 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ ，PH 值 6.78，矿化度 101.6mg/L，经对区域下降泉调查，流量 2.72L/s，富水性中等，该含水岩组补给来源为大气降水。

(2) 基岩构造裂隙水

——层状岩类裂隙水含水岩组

分布于矿区及周边地带，成近条带状展布，含水介质为辽河群大石桥岩组、高家峪岩组、里尔峪岩组的含磁铁浅粒岩、黑云变粒岩、大理岩等岩类，浅部节理裂隙发育，水位埋深 0.4~17.2m，以往地质普查过程中，化验水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Ca}$ 、 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl-Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水，PH7.26~7.39，矿化度 0.04~0.20g/l，富水性弱，含水层水补给来源为大气降水。

——块状岩类裂隙水含水岩组

分布于矿区北部，含水介质为各类型花岗岩、伟晶岩等，总体表现岩石节理不发育，为区域主要的隔水层。

(3) 碳酸岩岩溶裂隙水

主要分布在矿区中部，含水层以大石桥岩组白云石大理岩岩溶裂隙为主，经对钻孔及井下调查，该含水岩组岩溶不发育，仅在浅部发育有轻微的岩溶裂隙，井下巷道及钻孔中未揭露到溶洞及暗河，通过 2005 年地质普查时钻孔抽水试验，抽水试验孔中水位降低 15.03m 时求得含水层单位涌水量为 0.012L/s·m，总体显示该含水岩组富水性弱，含水层水补给来源为大气降水。

2、地下水动态特征及其补给、径流、排泄

当地地下水主要接受大气降水补给，大气降水沿浅部基岩岩溶裂隙通道下渗补给地下水。地下水径流方向明显，由西向东方向径流。地下水位及地下水排泄量受降雨控制量控制明显，属地下水动态不稳定型。

矿山未来开采后地下水排泄方式变为自然排泄+开采疏干排泄，区内地下水均直接或间接接受大气降水补给，大气降水后，一部分水呈地面径流迅速流走，另一部分水则通过植被根系或直接沿松散岩类孔隙、基岩岩溶裂隙下渗补给地下水。各含水层之间相互连通、补给，其间的径流条件好坏与补给程度、岩石孔隙、基岩裂隙及深部构造裂隙的发育程度、破碎程度和充填物性质等有关，矿区内地下水径流条件一般，

主要以人工开采、地下径流形式排泄为主，各含水层之间存在一定程度的水力联系。由于矿山采矿多年，地下水位有以开拓系统为中心形成降落漏斗的趋势。

3、矿床充水因素

大气降水是矿区内矿体的间接充水水源，矿区位于凤城市西北部，当地降雨量较为充沛，年降水量在 870~1200mm 之间，多集中于 7、8 月份，因此预防好雨季的矿井排水非常重要。

当地地下水补给均来源于大气降水，特别是每年的雨季水量较大时，山间溪流的短时汇水会垂直渗透到下部的第四系沉积物中，通过基岩岩溶裂隙渗透到下部的围岩中，成为矿床充水的间接充水水源。矿区内地表基岩表面有一定程度的风化，加之区内地表堆积物大量分布，受大气降水的补给，并沿孔隙、裂隙向下渗透补给岩溶裂隙水含水层，并通过基岩岩溶裂隙、构造裂隙及断裂破碎带进入井下，因此，区内岩溶裂隙水是矿床充水的主要因素之一。区内探采工程也是地表及地下水的重要汇集场所，易在井下形成积水，加大地下水渗入补给量。因此，区内地表及地下的新老采矿工程汇水、积水也是矿床充水的因素之一。

综上所述，老隆（老巷道及老采空区）积水是矿床充水的直接因素。大气降水、基岩裂隙水及岩溶裂隙水是矿床充水的间接因素。

4、矿坑涌水量预测

根据矿山历年监测的矿井各中段的涌水量，井下涌水量和开采面积、开采深度有直接关系，基本呈线性变化，据观测，全矿井的日常涌水量为 70m³/d，最大涌水量为 119m³/d。

表 2-1：矿井各中段涌水量观测记录表

序号	工程编号	日常涌水量	最大涌水量
		(m ³ /d)	(m ³ /d)
1	358m 平硐	0	0
2	322m 平硐	15	24
3	288m 平硐	25	40
4	280m 斜井	30	55
合计		70	119

注：各中段涌水量观测数据为矿山提供。

矿山未来开采活动中，针对井下开采仍采用现有的开采开拓方式，依然利用现有的开拓系统，本次采用水文地质比拟法，对矿井涌水量变化进行预测，根据《开发

利用方案》，经计算，预测全矿井日常涌水量约 402m³/d，预测单日最大涌水量约 686m³/d。

需要说明的是，矿坑涌水量是一动态变化的过程，其涌水量一般在开采初期涌水量较小，随着开采面积的增大，上覆地层的采矿导水裂隙带范围扩大，弯曲下沉带将形成，加之上部采空区内积水等因素影响，水文地质条件将发生一定变化，涌水量也随着增大，尤其靠近构造破碎带附近，矿井涌水量将可能骤变（剧增）。因此建议矿山在生产过程中，根据矿井实际涌水量资料，对预测涌水量数据加以修正完善，使其更符合开采区水文地质条件，同时还应准备有足够排水能力的水泵确保矿井在最大涌水量情况下正常排水，保障矿井安全生产。在开采深部或最低侵蚀基准面以下矿体时，加强水文地质工作及边采边探也是本矿必须做好和应高度重视的工作。

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

根据《储量核实报告》和《开发利用方案》确定，该矿区及附近未发生过破坏性地震，地震基本烈度值VI度，属于基本稳定地区。

矿区内白云岩矿体、水镁石矿体主要赋存于辽河群大石桥岩组三段地层中的白云石大理岩中。矿区内 2005 年的地质普查工作中，分别选择了白云岩、水镁石矿、黑云变粒岩、黑云母花岗岩较有代表性的岩石进行采样测试，根据岩石力学性能测试成果，结合区内岩土成因类型、结构状态对岩体进行工程地质岩组划分。

根据矿区岩、土体组合关系，将矿区岩、土体划分为松散土体、层状岩体、块状岩体三大类工程地质岩组。按成因划分为侵入岩类、变质岩类、碳酸盐岩类。根据岩石矿物成分、结构、构造及力学性质，将各岩类划分为不同的工程地质类型。

（1）松散土体类型及特征（I）

松散岩类包括分布于矿区中东部沟谷内的冲洪积、坡洪积相的松散堆积物，沿沟谷及山间冲沟呈条带状分布，岩性为坡洪积碎石土及砂砾卵石，属软弱土多层结构体，结构松散，颗粒相差悬殊，工程地质条件较差。

（2）层状岩体类型及特征（III）

岩性为黑云变粒岩、磁铁浅粒岩、斜长角闪岩、方解石大理岩、白云石质大理岩、水镁石矿等，浅部裂隙较发育，层面轻度发育，结构面结合程度一般，呈厚层状结构，岩石质量等级为中等-好，岩体中等完整-较完整。

根据 2005 年的地质普查取得的岩石试验成果：变粒岩类饱和单压轴抗强度 23.3~44.5 Mpa，平均值为 32.1 Mpa，属较坚硬岩，大理岩等饱和单压轴抗强度 28.2 Mpa，属较软岩。

(3) 块状岩体工程地质特征(IV)

岩性主要为各类花岗岩、伟晶岩等，岩芯多呈柱状-长柱状，岩体多为较完整-完整，饱和单压轴抗强度 33.9~58.3 Mpa，较坚硬岩。

2、工程地质评价

(1) 矿体及围岩的稳固性

据以往工程地质勘查资料及本次井下实地调查，矿体顶、底板岩性为白云石大理岩，矿体及顶底板围岩未发现溶洞或其它溶蚀现象，顶底板岩体完整、较完整，岩石质量以好的、极好的为主，力学强度高，据调查，矿区内现有的探采矿工程内大部分地段不需要进行支护，也未发生过不良工程地质问题。

(2) 露天采坑边坡稳定性

矿区内以往开采过程中，在地表遗留了多处露天剥离坑，因各剥离坑规模均较小，边坡较均下于 60°，现状条件下采坑边坡未发生滑坡、片帮等不良工程地质问题。

综上所述，根据地形、地貌、地层岩性、地质构造及岩石工程力学性质等条件划分，矿区工程地质条件属中等类型。

(五) 矿体地质特征

1、矿体特征

矿区内发现 1 条水镁石矿体，编号：Mg-1。同时发现有 3 条白云岩矿体，编号依次为：DoC-1、DoC-2、DoC-3，各矿体具体特征如下：

(1) 水镁石矿

Mg-1 矿体：位于矿区北部，形态呈透镜状，走向总体呈近东西向，倾向在 5~13° 之间，倾角在 50~65° 之间。该矿体目前由 358m、322m、288m 三个中段控制，最大控制延长 210m，水平厚度 5.88~21.89m，平均水平厚度 13.11m，真厚度 5.19~19.80m，平均真厚度 10.95m，厚度变化系数 $V_m=39.61\%$ 。矿体 MgO 品位 58.85%、SiO₂ 品位 4.23%、Fe₂O₃ 品位 0.46%，赋存标高 366m~280m，埋藏深度 110m~196m。顶、底板围岩为白云石大理岩，局部见蛇纹石化大理岩。

(2) 白云岩矿

DoC-1 矿体：该矿体为矿区内的主矿体，由 0、1、2、4、6 勘探线上的 4 个露天坑及 6 个钻孔控制，位于 DoC-2 矿体上盘。矿体最大控制延长 730m，最大倾斜延深约 280m，形态呈层状产出。矿体倾向 340° ，倾角在 $40\sim 65^{\circ}$ 之间。矿体铅直厚度 24.00~187.80m，厚度变化系数 $V_m=66.95\%$ 。MgO 平均品位 20.74%，SiO₂ 平均品位 2.61%。矿体赋存标高 410~185m，埋藏深度 0~192m。矿体顶围岩为白云石大理岩，偶见黑云片岩，底板围岩为白云石大理岩。

DoC-2 矿体：本次核实新增矿体，为隐伏矿体，由 6 勘探线上的 ZK6-1、ZK6-1 钻孔控制，位于 DoC-1 矿体下盘。最大倾斜延深约 240m，矿体形态呈层状，倾向 340° ，倾角 20° ，铅直厚度 36.00~48.12m。MgO 平均品位 25.26%，SiO₂ 平均品位 1.98%。矿体赋存标高 270~135m，埋藏深度 214~349m。顶、底板围岩为白云石大理岩。

DoC-3 矿体：位于矿区西南部，为隐伏矿体，由 ZK10-1、ZK12-1 钻孔控制，控制延长 100m，形态呈层状，走向呈北东，倾向 335° ，倾角 40° ，铅直厚度 12~14m，厚度变化系数 $V_m=10.88\%$ 。矿体中 MgO 品位 20.45%，赋存标高 303~216m，埋藏深度 59~138m。顶、底板围岩均为白云石大理岩。

2、矿石特征

(1) 矿石类型和品级

水镁石矿：水镁石矿床赋存于富镁碳酸岩的白云石大理岩中，矿石自然类型为白云石大理岩型水镁石矿。矿体 MgO 平均品位 58.85%、SiO₂ 平均品位 4.23%、Fe₂O₃ 平均品位 0.46%，矿石工业类型：耐火材料用水镁石矿。根据行业标准(JC/T983-2005)中对水镁石矿产品的物理化学性能要求，确定该矿床所采水镁石矿工业品级属于III级品。

白云岩矿：白云石矿石自然类型属于隐晶质白云岩矿型。矿体 MgO 平均品位 20.75%、SiO₂ 平均品位 2.56%，Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄ 的平均品位 1.38%，根据《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》(DZ/T0348-2020)的要求，工业类型属于冶金熔剂用白云岩矿，矿石未分级。

(2) 矿物组成与结构构造

水镁石矿：

矿区所开采的水镁石矿石总体呈灰色、灰白色，有时混杂黄色、浅绿色，不透明~半透明，珍珠光泽，断口一般呈玻璃光泽，隐晶质结构，块状构造。

矿石矿物：矿石中矿石矿物主要为水镁石，含量占总矿物的 90%以上。

脉石矿物：矿石中其他矿物有白云石，含量约 5%，另含少量的蛇纹石，含量约 3%左右，矿石中另见微量的方解石、滑石、透闪石等，含量约 2%。

白云岩矿：

矿区内所见的白云岩矿石呈白色~灰白色，隐晶~细晶结构，致密块状构造，矿物成分较为简单，主要矿物为白云岩，其他矿物有方解石、石英、蛇纹石、透闪石等。

白云石：呈灰白色~白色，它形~半自形晶，粒度 0.3~0.5mm，含量 \geq 95%，镜下鉴定，无色，闪突起明显。干涉色为高级白色，一轴晶负光性，菱形格子状双晶常见。

方解石：呈灰白色~白色，它形~半自粒状，粒度在 0.5~2mm 左右。镜下鉴定：无色，闪突起明显，具有高级白干涉色，菱形节理和双晶发育，一轴晶负光性，含量约 3%左右。

石英：灰白色，透明，它形浑圆粒状，粒度 0.1~0.3mm 左右，零星分布于白云石粒间或包裹在白云岩之中，含量约 2%左右。

脉石矿物中另含有蛇纹石、透闪石、绿泥石等，含量微弱，总体含量 $<$ 1%。

(3) 矿石化学成分

水镁石矿：水镁石矿石中主要有用组分为 MgO，其他组分有 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃ 及 H₂O 等，根据《储量核实》所采集的 30 件基本分析样品分析结果显示，矿石中 MgO 的含量在 55.57~64.61%之间，SiO₂的含量在 0.39~6.34%，Fe₂O₃的含量在 0.36~1.47%，总体反映矿石品质较好。

白云岩矿：经对白云岩矿基本分析结果统计，MgO 品位在 14.01%~38.37%之间，平均品位 20.75%；SiO₂品位为 0.40%~15.46%，平均品位 2.56%。

矿石中 Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄品位在 0.68%~1.99%之间，平均为 1.38%。符合矿床工业指标的要求。

(4) 矿体围岩和夹石

水镁石矿：水镁石矿体的直接围岩均为古元古界辽河群里大石桥岩组的白云石大理岩，围岩蚀变较为发育，有蛇纹石化、滑石化、绿泥石化等，矿体与围岩界线清楚，矿石中夹石不发育。

白云岩矿：DoC-1 矿体的顶板围岩在 1、0 勘探线上顶板围岩为黑云变粒岩，2、

4 勘探线上顶板围岩为方解大理岩，6 勘探线上顶板围岩为菱镁大理岩，底板围岩主要为白云石大理岩，局部见方解大理岩、蛇纹石化大理岩。矿石中发育有 2 条夹石，夹石岩性为白云石大理岩、菱镁大理岩；DoC-2、DoC-3 矿体的顶底板均为白云石大理岩，夹石不发育。

(5) 矿床共（伴）生矿产

该矿床内共生有白云岩矿、水镁石矿两种矿产，均达到了工业指标要求，矿床内未见其他矿种共生。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

(一) 矿区土地利用现状

1、矿区土地利用现状

参照全国土地利用现状调查技术规程、全国土地利用现状分类标准（GB/T21010-2017），经套合凤城市自然资源局提供的项目区三调 2024 年度国土变更调查土地利用现状数据库，项目区所在地图幅编号为（K51G084061、K51G084062）。现状项目区占用土地面积 176.2987hm²，其中矿区面积 173.85hm²，矿区外占用土地面积 2.4487hm²。土地利用类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、河流水面。经与凤城市自然资源局基本农田数据库核实，采矿权范围内东侧分布有基本农田 0.1084hm²，根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云石、水镁石）矿产资源开发对矿区内基本农田保护区和永久基本农田影响论证报告》，经充分论证、核实，该矿山地下开采部分、地上设施和其他建设均不涉及基本农田保护区和永久基本农田，地下开采活动不会影响基本农田保护区内土地现状，不会对耕作层造成破坏。项目区不涉及生态保护红线、自然资源保护地等，项目区不占用河湖范围。占用旱地矿区土地利用现状见下表 2-2。

表 2-2：矿区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积	占总面积比例
编码	名称	编码	名称	(hm ²)	(%)
01	耕地	0103	旱地	2.5744	1.46
03	林地	0301	乔木林地	135.5865	76.91
		0305	灌木林地	1.5567	0.88
		0307	其他林地	2.4539	1.39
04	草地	0404	其他草地	0.5086	0.29
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	28.7337	16.31

07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.3123	0.18
10	交通运输用地	1006	农村道路	1.7665	1.00
11	水域及水域设施用地	1101	河流水面	0.3574	0.20
矿区内小计				173.8500	98.62
03	林地	0301	乔木林地	0.1124	0.06
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.1044	1.19
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2319	0.13
矿区外小计				2.4487	1.38
合计				176.2987	100.00

注：矿区范围内占用旱地 2.5744 hm²。其中，包括永久基本农田 0.1084hm²，旱地 2.4660hm²（占用旱地不属于基本农田）。

2、未损毁土地情况

矿区内未损毁土地面积 147.8249hm²，主要土地利用类型有乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。主要为原始地形地貌及植被，部分为采矿活动损毁但已自然恢复区。

3、已损毁土地情况

已损毁土地面积 26.3130hm²，主要土地利用类型有其他林地、采矿用地、农村道路。主要包括工业场地、塌陷区、矿山道路、其他损毁区。

4、已复垦修复土地情况

以往复垦修复土地面积 2.1608hm²，主要土地利用类型有采矿用地和乔木林地。根据现场调查，目前已复垦修复区植被长势良好。

（二）土地权属

根据凤城市自然资源局提供的《土地利用现状图》（凤城市第三次全国国土调查），项目区土地利用权属清晰，为凤城市鸡冠山镇大阳沟村集体所有，权属无争议，详见表 2-3。

表 2-3: 矿区土地利用权属表 单位: hm²

权属		地类									合计
		01 耕地	03 林地			04 草地	06 工矿仓 储用地	07 住宅 用地	10 交通运输 用地	11 水域及水域 设施用地	
		0103	0301	0305	0307	0404	0602	0702	1006	1101	
		旱地	乔木 林地	灌木 林地	其他 林地	其他 草地	采矿 用地	农村 宅基地	农村 道路	河流 水面	
辽宁省 丹东市	凤城市 鸡冠山镇 大阳沟村	2.5744	135.6989	1.5567	2.4539	0.5086	30.8381	0.3123	1.9984	0.3574	176.2987
合计		2.5744	135.6989	1.5567	2.4539	0.5086	30.8381	0.3123	1.9984	0.3574	176.2987

（三）采矿用地审批

矿山采矿用地范围包括露天采场、历史遗留采场、工业场地、堆料场、排岩场、运输道路、拟建井口区、预测塌陷区等区域，用地方式继续沿用租用方式，用地面积为 50.0625hm²，土地类别为采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、农村道路。项目区不涉及临时用地。

五、矿区生态状况

矿区位于辽宁省丹东市凤城市鸡冠山镇。

（一）生态本底状况

凤城市被明确列为辽宁省绿色经济区核心单元，省级重点生态功能区，承担着辽东地区重要的生态屏障和水源涵养功能。辽宁东部绿色屏障与水源涵养地：凤城市森林覆盖率达 74.5%。根据《宽甸满族自治县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，全县生态保护红线面积达 2005.73 平方千米，占市域总面积近 65%。凤城市鸡冠山镇是凤城西部重要山地乡镇，毗邻市级自然保护区，区域地缘生态区为突出。整体呈现“山地-森林-水域”复合生态特征，森林覆盖率高、资源禀赋多样的特点。

1、自然地理特征

凤城市鸡冠山镇位于凤城市西北部，辽东半岛东南部。西接鞍山岫岩县，北连青城子镇、刘家河镇，全镇面积约 437.47 平方千米。属长白山余脉千山山系，以低山丘陵为主。地势西高东低：西部高山险峻，东部丘陵渐缓，最高峰为帽盔山，海拔 1141.5~1143 米。最低点为薛礼村二道桥，海拔 78 米。千米以上高峰有 13 座（牛心峰、骆驼峰等），山势雄险、多奇峰怪石。属温带大陆性季风气候，四季分明。由于受复杂地形的影响，地域间气候差异比较明显。年平均降水量为 1100 毫米，多集中在 7—8 月份。年平均气温为 5.8℃，极端最低气温为-37.3℃，极端最高气温为 36.1℃，相对湿度为 72%，最早结冰期在 11 月下旬，最早化冻期在 4 月上旬，全年平均日照数为 2420 小时，平均无霜期为 154 天。

主要河流有草河、暖河、金家河、二道河，总长 92.1 km。最大河流：草河（境内长 9.9 km）。河流多源自西部山地，向东汇入鸭绿江流域，水流清、落差大、多瀑布（石湖大峡谷瀑布群近 20 处）。

森林覆盖率约 78%~90%（景区更高），以温带针阔混交林、次生林为主。植物约 1000 余种，野生动物 160 余种，珍稀物种：紫貂、中华秋沙鸭等。

土壤类型主要有棕壤、褐土和草甸土，土层厚度因地形而异，平原地区土层较厚可达 5m 以上，山地丘陵地带土层相对较薄，土壤有机质含量中等偏低。

矿产资源有硅石、水镁石、钾长石、白云石 等较丰富。

矿区自然原始植被类型主要为温带针叶阔叶混交林，以辽东栎林为代表，次生灌丛主要是榛子、胡枝子灌丛，具有涵养水源和保持水土的重要功能。矿区内的自然植被遭到破坏，现多为次生植被，山地有林地分布。

2、生态系统组成与结构

（1）生态系统组成

凤城市鸡冠山镇生态系统组成主要为森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统和其他生态系统。

森林生态系统：面积 314.98 平方千米，占比 72%，包含天然针阔混交林、落叶阔叶林、人工针叶林，是区域水源涵养、水土保持核心载体，分布于山地全域。

灌丛生态系统：面积 65.62 平方千米，占比 15%，多为林地退化、山地坡地次生灌丛，常见胡枝子、紫穗槐等，兼具固土与生物栖息功能。

草地生态系统：面积 35.00 平方千米，占比 8%，零散分布于沟谷、林间空地、缓坡地带，以野生草本植被为主。

农田生态系统：面积 17.50 平方千米，占比 7%，集中在河谷平缓地带，沿河道、村落周边分布。

其他生态系统：面积 4.37 平方千米，占比 1%，涵盖村镇建设用地、工矿用地、水域及裸岩荒地等人工与无植被地块。

（2）生态系统结构

① 物种结构：鸡冠山镇属辽东山地生物区系，兼具长白山与华北植物区系交汇特征，境内森林、灌丛、水域、坡地等生境类型多样。全镇物种资源丰富，动植物群落结构完整，物种层级分明，乡土物种占绝对主体，同时分布少量国家重点保护物种。受地形、植被与人类活动影响，物种空间分布呈现差异化特征，深山原生区域物种丰富度最高，人居、工矿区域物种多样性有所降低。

植物：乔木类为区域植被骨架物种，群落优势度最高。其中，阔叶林有柞树、刺

槐、桦树、山杨、榆树等，广泛遍布山地，构成次生林主体；针叶林有油松、落叶松、红松，多为人工造林与天然留存林木；

物种特点：适应性强，耐贫瘠高寒，是水土保持、栖息造境核心树种。

灌木类为林下及坡地优势物种，衔接乔木与草本层。主要包含胡枝子、紫穗槐、榛子、绣线菊、荆条等，多成团簇状分布，固土能力强，可为小型动物提供庇护场所。

草本类为地表覆盖主要物种，分布范围最广。以野古草、羊草、蒿类、蕨类、车前草等乡土草本为主，覆盖林间、荒地、沟谷，维系地表生态，为昆虫、食草动物提供食物来源。

珍稀保护植物为深山完整林区零星分布区域珍稀林木与野生药用植物，受林地管护保护，种群数量保持稳定。

动物：兽类分为常规陆生兽类与保护兽类两个层级。常见物种：野猪、狍子、野兔、狐狸、黄鼠狼、松鼠、狗獾等中小型兽类，活动范围覆盖山林全域；保护物种：西部帽盔山自然保护区周边存有紫貂等国家重点保护野生动物，依赖原始森林生境生存。

鸟类物种数量最多，生态类群划分清晰，林栖鸟类有山雀、啄木鸟、杜鹃、斑鸠、松鸦、环颈雉等，依托林木栖息觅食；水栖鸟类有白鹭、苍鹭、野鸭等，聚集于河道溪流沿线；猛禽鸟类有鹰、隼等，居于食物链顶端，调控区域种群平衡。

两栖爬行类依附湿润、近水生境生存，两栖类以青蛙、蟾蜍为主；爬行类包含各类山地蛇类、蜥蜴，多藏匿于草丛、石缝、林下潮湿区域。

② 空间结构：鸡冠山镇全域地貌为低山丘陵，整体呈现西高东低、山林主体连片、河谷廊道穿插、人居工矿点状散落的空间形态。各类生态系统依据地形地势、水系脉络梯度分布，形成山地森林为核心，灌丛、草地环绕过渡，河谷沿线集聚农田、村镇与工矿用地的圈层式空间结构，生态空间与人类活动空间界限分明又相互交错。

③ 营养结构：鸡冠山镇生态系统以山地森林生态系统为主体，河谷农田、灌丛草地、湿地溪流、工矿扰动次生生态系统为辅，属于典型温带北方低山丘陵陆地生态系统，食物链、食物网结构完整，营养层级划分清晰，物质循环与能量流动遵循逐级递减、单向流动规律，整体生态食物链稳定性强、自我修复能力较好；受局部工矿开采、农业耕作、人居活动轻微扰动，人工干扰区营养结构趋于简化，自然保育区营养层级复杂、生物多样性偏高。

（二）生态功能定位

本项目位于丹东市凤城市鸡冠山镇，地处辽东绿色经济区、凤城市重点生态功能区与生态保护区，属省级生态屏障核心单元，主导功能为水源涵养、水土保持、生物多样性维护，辅助功能为矿产资源绿色开发与生态修复示范。

矿区不在生态保护红线内，西北距丹东帽盔山市级自然保护区实验区 390 米，南侧紧邻南大河（草河水系），属草河生态联系带管控范围，需维护河流水质与廊道连通性。

生态管控属优先保护单元，以“边开采、边恢复”为核心，严控开发强度与水土流失，保护森林植被与区域水源涵养能力，落实绿色矿山建设，推动矿业开发与生态保护协同，支撑辽东生态安全屏障构建。

1. 水源涵养功能

从水源涵养层面，镇域内 78%以上的高森林覆盖率形成了天然的“绿色水库”，茂密的针阔混交林、次生林能够有效截留大气降水、延缓地表径流、补充地下水资源，同时森林生态系统与湿地生态系统协同作用，对河流水质起到天然净化作用，确保出境水质常年保持Ⅱ类及以上标准，实现水源涵养与水质保护双重目标。

2、水土保持功能

从水土保持层面，镇域以低山丘陵为主，西部山势险峻、地形起伏较大，森林植被的固土护坡作用尤为关键，通过保护原生植被、实施退耕还林、封禁管护等措施，有效防止水土流失、山体滑坡等地质灾害，减少河流泥沙淤积，维护流域地形地貌稳定，保障下游河道行洪安全与生态廊道畅通。该功能的实施，直接关系到鸭绿江流域上游生态安全与区域水资源可持续利用，是鸡冠山镇最核心、最基础的生态功能

3、生物多样性保护关键功能

依托帽盔山、老秃顶子山等高山原始次生林生态系统，鸡冠山镇成为辽东山地生物多样性保护的关键节点与珍稀动植物重要栖息地，生态系统完整性与物种丰富度位居凤城市前列。镇域内保存着完好的温带针阔混交林、落叶阔叶林生态系统，植被类型多样，包含红松、柞树、水曲柳、黄菠萝等各类植物 1000 余种，为野生动物提供了适宜的栖息、繁衍环境。

目前，镇域内已发现野生动物 160 余种，其中国家重点保护珍稀物种包括紫貂、中华秋沙鸭、苍鹰、雀鹰等，是辽东地区少数同时拥有陆生、水生珍稀保护动物的乡

镇。为强化生物多样性保护，鸡冠山镇按照国土空间规划要求，构建“核心保护区+生态廊道”的保护网络：以帽盔山自然保护地为核心保护区，实施全封闭管护，严禁人为干扰；沿河流、山林沟谷打造生态连通廊道，打通物种迁徙、基因交流通道，避免生态碎片化；同时加强野生动植物监测、森林防火、病虫害防治、外来物种入侵防控等工作，维护生态系统的食物链平衡与自我修复能力，守住区域生物多样性安全底线，为辽东山地生态系统的物种繁衍与生态稳定提供重要支撑。

4. 生态旅游与森林康养

依托鸡冠山、石湖大峡谷（“中华奇景，北方桂林”），定位森林康养、生态文旅、山地探险基地。打造“生态+文旅+农业”融合发展样板。

5. 矿山生态修复示范区

历史采矿开采区实施生态重塑、覆土复绿，转型为蓝莓种植、生态农业基地。落实“边开采边治理”，建设绿色矿山。

图 2-10 凤城市生态功能区划图

(三) 生物多样性状况

1、植物多样性

（1）物种组成及群落特征

鸡冠山植物区系属长白植物区系向华北植物区系的过渡地带，物种丰富。除柞树、桦树外，还有椴树、榆树、黄檗等。其中，紫椴、黄檗为国家二级保护植物。常见山葡萄、五味子、猕猴桃等，是林下和灌丛的重要组成部分。分布有细辛、天麻、山人参等多种药用植物，以及蕨类、苔藓等。盛产板栗、山野菜，并有人工栽培的蓝莓等，体现了较高的经济价值。

鸡冠山四季分明，植物景观随季节变换，观赏性强。春季杜鹃等山花盛开，形成花海；夏季林海葱郁，瀑布水量丰沛，是避暑佳境；秋季枫叶等树种变色，沟壑呈现“层林尽染”的壮丽秋色；冬季针叶林依然青翠，与雾凇、冰瀑构成冰雪景观。

（2）保护与利用

当地在保护生态多样性的基础上，也进行了合理的利用：

生态保护：景区内设有功能区划，并开展生态保护宣传，为动植物提供良好生境。

生态旅游：通过修建木栈道、设置科普标识等方式，在保护的前提下让人们近距离观察植物。

特色农业：在景区周边发展蓝莓、板栗等特色种植，将生物多样性转化为经济优势。

矿区及周边调查未发现重点保护野生植物、古树名木分布。

2、动物多样性

（1）物种组成及群落特征

鸡冠山镇地处长白山余脉千山山系，属温带季风气候，雨量充沛，为温带森林生态系统。镇域内的鸡冠山风景区（国家4A级）总面积约84平方公里，森林覆盖率超过90%，为众多野生动植物提供了栖息地。根据现有调查统计，鸡冠山区域动物已记录约160余种，重点保护物种记录到16种国家二级保护野生动物，代表性物种包括：灰鹤、雕鸮。另有多种猛禽及小型兽类被列入重点保护名录。

两栖爬行类：林蛙是该区域典型的两栖动物，已被列为国家“三有”保护动物，当地设有专项保护宣传。

鸟类：除重点保护的灰鹤、雕鸮外，还包括多种雀形目、啄木鸟、雉类等森林鸟类。

兽类：记录有狍子、野猪等中大型哺乳动物，以及松鼠、野兔等小型动物。

昆虫：已记录到包括凤城虎甲虫在内的多种昆虫，其中凤城虎甲虫为新记录种，在局部区域种群密度较高（约 35 只/公顷）。

（2）保护与管理

保护区设立：帽盔山于 2001 年被设立为县级自然保护区，主要保护野生动物和珍稀树种，并实行分级保护，核心区禁止商业开发。

日常巡护：当地派出所会定期开展生态保护宣传，例如针对林蛙的禁捕工作，以减少人为干扰。

矿区及周边调查未发现重点保护野生动物分布。

六、矿区及周边人类重大工程活动

1、采矿活动：矿山自身为露天/地下联合开采，历史开采形成工业场地、露天采场、排岩场、矿山道路等。

2、周边矿权：凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司北部相距 15m 有一相邻矿山，为凤城市大阳沟水镁矿业有限公司，开采主矿种为白云岩；生产规模 10.00 万吨/年；该矿为证照齐全的合法矿山。该矿山开采岩石移动界线未对本矿工程造成影响，凤城市大阳沟水镁矿业有限公司矿山布置工程位于本矿山开采岩石移动界线 20m 以外。两矿现有工程及生产设施均不在崩落范围内，两矿山开采互不影响。

3、矿区建设工程

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司为开采多年的矿山，矿区内的主要人类活动主要为采矿活动。目前已经形成了露天采场、井口、工业场地、排岩场和运输道路等单元。

4、村镇建设工程、交通建设工程

在矿区周边分布有零星的居民聚集区及耕地。其中采矿权范围内东侧分布有基本农田 0.1084hm²，根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云石、水镁石）矿产资源开发对矿区内基本农田保护区和永久基本农田影响论证报告》，经充分论证、核实，该矿山地下开采部分、地上设施和其他建设均不涉及基本农田保护区和永久基本农田，地下开采活动不会影响基本农田保护区内土地现状，不会对耕作层造成破坏。

综上，矿山及周边人类工程对地质环境的影响程度为较强烈。

七、矿区生态修复工作情况

（一）矿山企业以往开展生态修复工作情况

本矿山以往生态修复工作主要集中在 2025 年，具体如下：

根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟（白云岩矿、水镁石矿）矿山地质环境恢复治理工程 2025 年度自查报告》（2025 年 12 月），矿山已按《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》（辽宁地矿辽东勘察院有限责任公司，2021 年 1 月）完成了 2021—2025 年度治理任务。

2025 年矿山对不再利用的露天采场 CK4、废石渣台 2 进行恢复治理，恢复治理面积为 21608m²（32.41 亩）。主要工程：护栏网 2779m、设置警示牌 55 个，平整工程 21068 m²、客土工程 10534 m³、种植工程 21068 株、灌溉 1232m³、管护工程 2.1068 hm²。结算金额：79.1503 万元。治理资金全部来源于矿山自筹。经验收后下发“矿山地质环境治理恢复验收合格证”（详见附件）。

取得成效：水土流失量较修复前减少 40%，种植区域植被覆盖度提升至 80%。

存在问题：①由于刺槐为 11 月栽植的，目前成活率尚无法确定；②对 2021-2025 年度治理任务进行治理，现存场地现状已硬化，工业场地正在使用，暂时无法治理；③无系统监测，修复效果无法量化评估；④未开展“边开采边修复”，修复滞后于开采进度。

积累的相关经验：①工程措施分析：类比分析矿山已治理土地，主要采取工程措施为场地平整、覆土工程、种植工程及养护工程等。目前已治理区植被长势良好，成活率较高，治理效果较好。说明矿山复垦工程措施基本可行；②树种及复垦方向分析：复垦乔木植被选择乡土品种刺槐，成活率高，管护容易。株行距为 1.0m×1.0m，每穴 1 株，对遮挡营造景观有明显效果；③用土量分析：覆土方式采用全面覆土，乔木林地覆土 0.5m 厚。治理效果详见下图。

照片 2-10: 恢复治理效果 1

(二) 矿山周边生态修复工作案例分析

本方案选择与矿山同纬度的辽宁翁泉硼镁股份有限公司（硼矿、铁矿）以往生态修复工作作为案例分析。该矿是开采多年的老矿山，原为露天开采，后转为地下开采，多年开采在矿区内形成多处不规则状挖损、堆积地貌，2024 年辽宁翁泉硼镁股份有限公司依照《矿山地质环境保护与土地复垦方案》结合矿山现状及未来生产需要，进行适当的调整，通过自行施工，清运废石堆放场堆积的废石，对矿区范围内遗留的露天采坑进行回填，对高陡的废石堆放场进行阶梯式降坡，并在废石堆放场坡脚修砌浆砌石挡土墙、排水沟，最后经过平整、客土后栽植刺槐等恢复植被，修复面积 74.53 亩，投入资金 196.0054 万元。

经后期管护取得了良好的修复效果（效果照片如下），在一定程度上有效的改善了矿区的生态环境，也大大减轻地质灾害发生的可能性。通过矿山以往生态修复工程的成功实施，修复了因矿山开采形成的裸露地貌，有效的改善了矿区的地形地貌景观，恢复了矿区生态环境，为本次生态修复工作提供了可借鉴经验，总结如下：

①对于露天采坑的复垦修复，如其不能自然排水，应对其进行适当的回填，保证自然排水，其边坡高陡，不满足削坡整形条件的，可在坡脚下栽植藤蔓植物攀爬遮挡或采用栽植生长速度快的高大乔木进行遮挡，可以有效改善采坑造成的地形地貌景观破坏。

②对于废石堆放场的复垦修复，如其边坡超过 35° 应进行削坡整形，可采取削其顶部堆于底部或在底部直接堆积废石构筑缓坡的方式，如边坡超过 10m，应采用阶梯式削坡，每级台阶不超过 8m。

③ 拆除的废弃建筑物可以用于回填采坑或回填井下空区。

④ 客土土源可选择附近村镇的建筑弃土，对生土进行土壤改良后保证有机质含量，可以满足植被生长需要；覆土厚度一般为沉实厚度 0.3m-0.5m，建议采用全面覆土。

⑤植被应选择与当地相适应的品种，且生长速度快，可快速有效改善因矿山开采造成的地表损毁。比如：刺槐、紫穗槐。

⑥ 边坡建议栽植低矮灌木，避免高大乔木后期出现倒伏现象。

⑦ 建议每年春季 4 月中旬到 5 月上旬栽植苗木，具体应根据当地温度考虑，苗木栽植应尽量选择在降雨前，避免因灌溉水水温低影响苗木生长。辽东地区夏季雨量充沛，几乎无长期干旱情况，可根据实际情况适当采取灌溉补水。

⑧种植后应安排专人养护，主要包括冲沟修复、补土、补苗。

⑨治理、复垦工程的实施，亩均不超过 3 万元。

图 2-11 治理前现场照片

图 2-12 治理中现场照片

图 2-13 治理后现场照片

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、生态系统调查监测。矿山地质环境调查监测主要为对矿区地下水进行调查监测，土地资源调查监测主要为对土地利用现状进行调查监测，生态系统调查监测主要为生态状况调查和生态系统质量监测。具体监测内容与监测指标见表 2-4。

表 2-4：矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	实地调查	第四系松散岩类孔隙含水岩组、基岩构造裂隙水碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组
		地下水位		0.4~17.2m

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值	
		地下水温		10℃-15℃	
		地下水水量		0.012L/s·m	
土地资源	土地利用现状	土地利用类型	实地调查	乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、河流水面	
		土地利用面积		176.2987hm ²	
		永久基本农田面积		0.1084hm ²	
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T1119	棕壤土为主，土层厚度0.3~1.0m左右，有机质含量1.87%	
		配套设施		无配套设施	
		生产力水平		玉米平均亩产580kg	
生态系统	地表水	地表水面积	无人机航拍	无	
		地表水排泄		自然排泄	
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T42340	森林生态系统	79.53%
				城镇生态系统	20.47%
		平均斑块面积		森林生态系统	11.9876
				城镇生态系统	32.4894
		边界密度		-	
		聚集度指数		-	
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T30363、HJ1167	优势树种为柞树，平均树高8-15m，胸径10-20cm，郁闭度0.6-0.8	
		湿地生态系统	HJ1169	湿地类型为河流，属季节性河流，平均水流量255.61m ³ /h	
	生态系统服务	水源涵养量	HJ1173 LY/T 2988		
		防风固沙量			
		土壤保持量			
		生物多样性维护			
碳储量					
生态系统质量	生物量	GB/T42340			
	植被覆盖度		78%		
	水质		见水质检测报告		
	生态系统质量综合指数				

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见表2-5。

表 2-5：矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值	
保护预防控制监测	保护措施	避让措施	实地调查	无避让对象	
		减缓措施		边开采边治理	
		文化保护		无保护对象	
	预防控制措施	物种收集与保护		收集	
		表土剥离与保存		保存	
		地表沉陷减损		按开采设计开采	
地质环境损毁	采空区塌陷	地表形变	水准测量法	无形变	
		地下形变	瞬变电磁法	无形变	
		孔隙水压力	DZ/T0287、 DZ/T0388		
		土压力			
		岩土体含水率			
		初始塌陷值			
		累计塌陷值			
		裂缝发育	实地调查	不发育	
		地下水位	手动监测法	80~56mm	
		降水量	收集	1100mm	
	地下水(含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层)	含水层破坏类型	实地调查	第四系松散岩类孔隙含水岩组、基岩构造裂隙水、碳酸盐岩类岩溶裂隙含水岩组	
		地下水温	手动监测法	10℃-15℃	
		地下水位	手动监测法	80~56mm	
		地下水水量	DZ/T0287、 DZ/T0388		
		抽排地下水量			
		综合利用量			
		疏干排水面积			
		土地资源损毁	挖损土地面积	采矿用地	遥感调查
	乔木林地			0.5098hm ²	
	农村道路			0.0096hm ²	
灌木林地	0.0030hm ²				
其他林地	0.1696hm ²				
压占土地面积	采矿用地		遥感调查	18.4639hm ²	
	乔木林地			1.0964hm ²	
	农村道路			1.5733hm ²	
	灌木林地	0.0012hm ²			
其他林地			0.8928hm ²		
	林地损毁面积		遥感调查	2.0080hm ²	
	草地损毁面积				
	地表水		地表水面积变化	遥感调查	无变化
地表水排泄变化		无变化			
生态修复效果	地质环境	地下水位	手动监测法	80~56mm	
		疏干排水面积恢复率			
	复垦修复土地	地形	遥感调查	已修复	

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值		
监测	（林地）	配套设施	实地调查			
		生产力水平	实地调查	郁闭度>0.30		
		土地复垦率	遥感调查	93.36%		
		地表水	实地调查	无变化		
	地表水排泄情况	良好				
	生态状况调查	森林生态系统	遥感调查	森林生态系统	针阔叶混交林	
	生态系统恢复	生态系统质量	生物量	收集调查	22%	
			植被覆盖度	收集调查	78%	
			水质	分析测试	见分析测试报告	
			生态系统质量综合指数	GB/T42340		

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

(一) 现状问题

根据基础调查，矿区当前生态环境问题分为地质环境、土地损毁、生态受损三类：

1、矿山地质环境问题

(1) 滑塌

通过现场调查和了解，评估区现状条件下地质灾害类型主要为与人类工程活动（采矿）相关的小型滑塌地质灾害。

崩塌（滑塌）灾害点：现有的露天采场中曾发生过滑塌现象，滑塌灾害点地理坐标：X= 4486765.49；Y=41 568907.58。形成规模较小，对矿山开采危害较小。其特点分述如下：人工开挖边坡，坡长 80m 左右，高 20m 左右，主坡向近 180°，边坡角 65°，坡角有岩屑堆积，坡下见有岩石滚落，粒径大小不等，最大粒径 20cm 左右，滑塌量约 15m³，在雨季等外力作用下形成的地质灾害。现状条件下尚未形成较大危害，未造成人员或设备损伤，地质灾害危险性较小。2025 年，矿山已将其进行治理并覆土绿化，见照片 3-1。

照片 3-1：滑塌区

(2) 崩塌

评估区内以往形成多处露天采场，高陡边坡较多，露天采场边坡角度局部较陡，

近 70° ，部分岩石节理、裂隙发育的部位时有碎石滑落，发生坡体表部岩体崩塌，矿区现状条件下，曾发生小规模崩塌，大部分崩塌物为碎石、砂土混杂堆积物，崩塌碎块大小不一，块度在 $0.2\sim 0.8\text{m}$ 之间，崩塌量在 $10\sim 20\text{m}^3$ 左右，露天采场崩塌体对硐口及工作人员造成一定威胁，由于崩塌体规模较小，危害程度较小，其地质灾害的危险性属小级别。现状条件下，矿山已对其进行清理，

总体反映评估区现状条件下上述地质灾害较发育，地质灾害危险性较小，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，确定现状条件下矿山地质灾害对矿山地质环境影响程度为“较严重”。

(3) 地形地貌景观破坏

据现场调查，现状条件下矿区地形地貌景观影响主要表现为井口和露天采场的挖损；工业场地、排岩场和运输道路对土地的压占。

① 露天采场

该矿经多年开采，已形成大大小小露天采场 6 处，编号分别为 CK1~CK6，历史遗留露天采场 3 处，编号分别为历史遗留 CK1~CK3，其中，露天采场 CK3 已自然修复，露天采场 CK4 进行恢复治理。本次方案不对其进行统计。因此，共损毁土地面积 4.9502hm^2 ；各露天采场对地形地貌景观破坏情况如下：

露天采场 CK1、CK2、CK5 场地位于矿区中部，露天采场 CK6 场地位于矿区西北部，露天采场边坡角 $45^\circ\sim 70^\circ$ 左右，场地呈不规则形，露天采场 CK5 内有通风井 FJ1，共挖损土地面积为 2.1765hm^2 。

照片 3-3: 露天采场 CK5 及通风井 FJ1

照片 3-4: 露天采场

历史遗留露天采场 CK1~CK3: 该场地位于矿区东部、西部和西北部, 露天采场边坡角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 左右, 场地呈不规则形, 挖损土地面积为 2.7737hm^2 。

②工业场地

经统计该矿形成工业场地有 5 处, 场地呈不规则形, 场地平整。编号分别为工业场地 1~5, 分布有井口场地、配电室、化验室、办公生活用房、仓库、库房及散落堆放的碎石等, 工业场地房屋为砖混结构, 共破坏土地面积 6.9469hm^2 。工业场地对原生地形地貌景观影响和破坏程度较大, 原有地表植被丧失, 影响程度较严重。

照片 3-6: 工业场地照片

③排岩场

经统计该矿形成排岩场有 8 处，场地呈不规则形。编号分别为排岩场 1~8，排岩坡面角 $29^{\circ} \sim 32^{\circ}$ ，共破坏土地面积 10.4126hm^2 。其中，排岩场 1 内有平硐 PD1 和 PD2，排岩场对原生地形地貌景观影响和破坏程度较大，原有地表植被丧失，影响程度较严重。

照片 3-7：排岩场平台照片

④堆料场

经统计该矿堆料场有 3 处，场地呈不规则形，场地平整。编号分别为堆料场 1~3，共破坏土地面积 0.7685hm^2 。

照片 3-8：堆料场照片

⑤ 矿山道路

矿山道路为矿区破坏单元通往农村道路的连接通道，地表为自然压实，路面部分硬化。多分布在矿区内，将矿区内道路编号为运输道路 1、矿界外道路编号为运输道路 2。矿界外道路多为公共道路，本方案只统计矿山专有道路，共破坏土地面积 3.2348hm²。矿山道路的形成对原始地形地貌景观造成了一定的影响，影响程度不大。

照片 3-9：矿山道路

综上，矿山的建设开采在破坏土地的同时也破坏了地表植被。改变了原有的地形条件和地貌特征，破坏了山体的连续性和完整性。破坏的植物为广布种和常见种。

矿区附近没有各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、地质遗迹，没有重要的道路从矿区通过。

依据 DZ/T0223—2011《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表确定，采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度为较严重。

（4）含水层破坏

评估区主要充水因素为基岩裂隙含水层，据调查，矿山开采未导致评估区及周边地下水的破坏，对周边居民用水影响不明显，开采活动未造成地表水体漏失。

矿山开采的水镁石、白云岩，有害物质含量少，矿石在工业广场临时堆放，及时清运，对地下水质的影响较小。

依据 DZ / T0223—2011《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿

山地质环境影响程度分级表确定,经现状评估确定采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度**较轻**。

2、土地损毁问题

经现场调查可知,矿山开采对土地的损毁有露天采场对土地的挖损破坏;排岩场、堆料场、工业场地、矿山道路对土地的压占损毁。损毁土地类型为其他林地、采矿用地、农村道路。

各损毁单元对土地的损毁情况如下:

(1) 露天采场损毁土地现状

露天采场已损毁土地面积 4.9502hm²。原土地利用类型为采矿用地 4.2582hm²,乔木林地 0.5098hm²,农村道路 0.0096hm²,灌木林地 0.0030hm²,其他林地 0.1696hm²,损毁土地方式为挖损。

表 3-1: 露天采场损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)					损毁面积 (hm ²)
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	小计
CK1	挖损	1.1148	0.0575	0.0096	-	-	1.1819
CK 2	挖损	0.2247	0.0771	0	0.0030	-	0.3048
CK 5	挖损	0.1132	-	-	-	0.1696	0.2828
CK 6	挖损	0.3354	0.0716	-	-	-	0.407
历史遗留 CK1	挖损	0.1798	-	-	-	-	0.1798
历史遗留 CK2	挖损	-	0.0583	-	-	-	0.0583
历史遗留 CK3	挖损	2.2903	0.2453	-	-	-	2.5356
合计		4.2582	0.5098	0.0096	0.0030	0.1696	4.9502

(2) 工业场地损毁土地现状

工业场地已损毁土地面积 6.9469hm²。原土地利用类型为采矿用地 6.8880hm²,乔木林地 0.0589hm²,损毁土地方式为压占。

表 3-2: 工业场地损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)		损毁面积 (hm ²)		
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (1006)	矿区内	矿区外	小计
工业场地 1	压占	1.1028	0.0064	0.0184	1.0908	1.1092
工业场地 2	压占	1.1003	-	0.8908	0.2095	1.1003
工业场地 3	压占	0.9687	0.0290	0.9977	-	0.9977
工业场地 4	压占	3.0339	0.0213	3.0552	-	3.0552
工业场地 5	压占	0.6823	0.0022	0.6845	-	0.6845
合计		6.8880	0.0589	5.6466	1.3003	6.9469

(3) 排岩场损毁土地现状

排岩场已损毁土地面积 10.4126hm²。原土地利用类型为采矿用地 9.5573hm²，乔木林地 0.7315hm²，农村道路 0.0187hm²，其他林地 0.1051hm²，损毁土地方式为压占。

表 3-3：排岩场损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)				损毁面积 (hm ²)
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	其他林地 (0307)	小计
排岩场 1	压占	2.9341	0.1742	-	0.0045	3.1128
排岩场 2	压占	0.8252	0.1508	-	-	0.9760
排岩场 3	压占	1.7113	0.1032	0.0187	-	1.8332
排岩场 4	压占	1.1220		-	0.0239	1.1459
排岩场 5	压占	0.0704	0.0245	-	-	0.0949
排岩场 6	压占	0.2028		-	0.0255	0.2283
排岩场 7	压占	1.1931	0.2332	-	-	1.4263
排岩场 8	压占	1.4984	0.0456	-	0.0512	1.5952
合计		9.5573	0.7315	0.0187	0.1051	10.4126

(4) 堆料场损毁土地现状

堆料场已损毁土地面积 0.7685hm²。原土地利用类型为采矿用地 0.6534hm²，乔木林地 0.1010hm²，灌木林地 0.0012hm²，其他林地 0.0129hm²，损毁土地方式为压占。

表 3-4：堆料场损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)				损毁面积 (hm ²)
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	小计
堆料场 1	压占	0.4660	0.0995	0.0012	-	0.5667
堆料场 2	压占	0.1537	0.0015	-	0.0081	0.1633
堆料场 3	压占	0.0337	-	-	0.0048	0.0385
合计		0.6534	0.1010	0.0012	0.0129	0.7685

(5) 矿山道路损毁土地现状

矿山道路已损毁土地面积 3.2348hm²。原土地利用类型为采矿用地 1.3652hm²，乔木林地 0.2050hm²，农村道路 1.5546hm²，其他林地 0.1100hm²，损毁土地方式为压占。

表 3-5：矿山道路损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)				损毁面积 (hm ²)		
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	其他林地 (0307)	矿区内	矿区外	小计
矿山道路 1	压占	1.1929	0.1879	1.3222	0.1100	2.8246	-	2.8130
矿山道路 2	压占	0.1723	0.0171	0.2324	-	-	0.4218	0.4218
合计		1.3652	0.2050	1.5546	0.1100	2.8246	0.4218	3.2348

(6) 已损毁土地面积汇总

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司已损毁土地面积为 26.3130hm²，土地利用类型为采矿用地 22.7221hm²，乔木林地 1.6062hm²，农村道路 1.5829hm²，灌木林地 0.0042hm²，其他林地 0.03976hm²。

已损毁的土地中以挖损形式损毁 4.9502hm²，以压占形式损毁土地 21.3628hm²，土地权属为凤城市鸡冠山镇大阳沟村集体所有。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》中的附录 E 中的矿山地质环境影响程度的分级标准，该矿山损毁林地面积 2.0080hm²（2-4hm²），损毁土地面积 26.3130hm²>20hm²，所以确定现状条件下矿山开采对土地资源的影响程度严重。

表 3-6：现状土地损毁情况汇总表

损毁单元	损毁方式	损毁地类及面积 (hm ²)					小计
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	
CK1	挖损	1.1148	0.0575	0.0096	-	-	1.1819
CK2	挖损	0.2247	0.0771	0	0.0030	-	0.3048
CK5	挖损	0.1132	-	-	-	0.1696	0.2828
CK6	挖损	0.3354	0.0716	-	-	-	0.4070
历史遗留 CK1	挖损	0.1798	-	-	-	-	0.1798
历史遗留 CK2	挖损	-	0.0583	-	-	-	0.0583
历史遗留 CK3	挖损	2.2903	0.2453	-	-	-	2.5356
工业场地 1	压占	1.1028	0.0064	-	-	-	1.1092
工业场地 2	压占	1.1003	-	-	-	-	1.1003
工业场地 3	压占	0.9687	0.0290	-	-	-	0.9977
工业场地 4	压占	3.0339	0.0213	-	-	-	3.0552
工业场地 5	压占	0.6823	0.0022	-	-	-	0.6845
排岩场 1	压占	2.9341	0.1742	-	-	0.0045	3.1128
排岩场 2	压占	0.8252	0.1508	-	-	-	0.9760
排岩场 3	压占	1.7113	0.1032	0.0187	-	-	1.8332
排岩场 4	压占	1.1220	-	-	-	0.0239	1.1459
排岩场 5	压占	0.0704	0.0245	-	-	-	0.0949
排岩场 6	压占	0.2028	-	-	-	0.0255	0.2283
排岩场 7	压占	1.1931	0.2332	-	-	-	1.4263
排岩场 8	压占	1.4984	0.0456	-	-	0.0512	1.5952
堆料场 1	压占	0.4660	0.0995	-	0.0012	-	0.5667
堆料场 2	压占	0.1537	0.0015	-	-	0.0081	0.1633
堆料场 3	压占	0.0337	-	-	-	0.0048	0.0385
矿山道路 1	压占	1.1929	0.1879	1.3222	-	0.1100	2.8130
矿山道路 2	压占	0.1723	0.0171	0.2324	-	-	0.4218
合计		22.7221	1.6062	1.5829	0.0042	0.3976	26.3130

3、生态受损与退化问题

(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场、排岩场、堆料场、工业

场地及井口和矿山道路，由于露天采场开挖等采矿活动直接破坏了原生植被，损毁植被类型主要为林地。现存植被覆盖度显著降低，结构单一化，多为先锋草本或稀疏灌丛，生态系统初级生产力低下，水土保持功能严重削弱。局部区域因表土剥离形成大面积裸露地表，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。

(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场、排岩场、堆料场、工业场地及井口和矿山道路，对土地造成挖损和压占损毁，造成了地表植被的缺失，加之矿山开采过程中的噪声和震动，使得原本生活在矿区附近的刺猬、野兔、田鼠等兽类，蛇等爬行动物，家燕、灰喜鹊、普通杜鹃、麻雀、野鸡等鸟类受到影响逃离矿区，造成部分动物流失。

(3) 水土流失

2023年3月，企业辽宁盛德水利技术咨询有限公司编制了《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（冶金用白云岩矿、水镁石矿）水土保持方案报告书》，该报告经分析确认，项目区位于凤城市鸡冠山镇管辖，属辽东山地丘陵区，水土流失类型以水力侵蚀为主。造成水土流失的自然因素，该区域地形起伏较大，雨季在坡面径流的冲刷下造成水土流失，侵蚀形式表现为层状面蚀、细沟状面蚀及荒山阳坡的鳞片状面蚀及沟蚀。水土流失现状调查采用现场调查的方法，通过综合分析，确定土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，土壤侵蚀强度为轻度，原地貌侵蚀模数 $350\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 左右。项目区属于东北黑土区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》，项目区容许土壤侵蚀模数为 $200\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。确定本工程土壤侵蚀为轻度水力侵蚀。

(4) 水土环境污染

根据2021年10月委托辽宁博创环保技术有限公司编制的《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开采项目环境影响报告书》确认，为了解区域地下水质量状况，根据《环境影响评价技术导则——地下水环境》（HJ610-2016）中的要求，在项目厂区内、项目区地下水上游、地下水下游各设置了1个地下水水质监测点位，共布设了3个地下水水质监测点位，同时设置了6个地下水水位监测点。由监测结果可知，各点位各监测因子的监测值均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准要求，石油类满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中标准限值要求。项目所在区域地表水各项监测指标符合《地表水

环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类水质标准要求。现状条件下，矿区破坏范围内周边水质化验分析河流及地下水水质较好，各项指标详见下表 3-7、3-8。此外，企业还曾于 2026 年 4 月 20 日委托辽宁华盛环境监测有限公司现场采样，对地表水、地下水进行分析，检测结果显示矿山所在区内水质较好，未发现污染。具体分析结果详见附件 16。

表 3-7 地下水环境质量现状监测结果 单位：mg/L（pH 除外）

检测项目	采样点位	检测结果	标准	标准指数	达标情况
钾	1#矿区	7.57	/	/	/
	2#上游	0.73	/	/	/
	3#下游	2.99	/	/	/
钠	1#矿区	1.47	/	/	/
	2#上游	1.94	/	/	/
	3#下游	3.82	/	/	/
钙	1#矿区	57.3	/	/	/
	2#上游	5.37	/	/	/
	3#下游	30.2	/	/	/
镁	1#矿区	17.4	/	/	/
	2#上游	1.43	/	/	/
	3#下游	12.2	/	/	/
碳酸盐	1#矿区	0	/	/	/
	2#上游	0	/	/	/
	3#下游	0	/	/	/
重碳酸盐	1#矿区	255	/	/	/
	2#上游	24	/	/	/
	3#下游	107	/	/	/
氯化物	1#矿区	12.8	250	0.05	达标
	2#上游	1.5	250	0.01	达标
	3#下游	14.8	250	0.06	达标
硫酸盐	1#矿区	17	250	0.07	达标
	2#上游	9	250	0.04	达标
	3#下游	20	250	0.08	达标
pH	1#矿区	7.22	6.5~8.5	0.15	达标
	2#上游	7.46	6.5~8.5	0.31	达标
	3#下游	7.93	6.5~8.5	0.62	达标
铁	1#矿区	0.03L	0.3	/	/
	2#上游	0.03L	0.3	/	/
	3#下游	0.03L	0.3	/	/
锰	1#矿区	0.01L	0.10	/	/

	2#上游	0.01L	0.10	/	/
	3#下游	0.01L	0.10	/	/
铜	1#矿区	0.2L	1.00	/	/
	2#上游	0.2L	1.00	/	/
	3#下游	0.2L	1.00	/	/
锌	1#矿区	0.05L	1.00	/	/
	2#上游	0.05L	1.00	/	/
	3#下游	0.05L	1.00	/	/
挥发性酚类	1#矿区	0.0003L	0.002	/	/
	2#上游	0.0003L	0.002	/	/
	3#下游	0.0003L	0.002	/	/
耗氧量	1#矿区	0.71	3.0	0.24	达标
	2#上游	0.60	3.0	0.20	达标
	3#下游	1.74	3.0	0.58	达标
氨氮	1#矿区	0.147	0.50	0.29	达标
	2#上游	0.036	0.50	0.07	达标
	3#下游	0.254	0.50	0.51	达标
亚硝酸盐氮	1#矿区	0.010	1.0	0.01	达标
	2#上游	0.001L	1.0	/	/
	3#下游	0.004	1.0	/	/
硝酸盐氮	1#矿区	0.2L	20	/	/
	2#上游	0.2L	20	/	/
	3#下游	0.2L	20	/	/
氰化物	1#矿区	0.002L	0.05	/	/
	2#上游	0.002L	0.05	/	/
	3#下游	0.002L	0.05	/	/
氟化物	1#矿区	0.19	1.0	0.19	达标
	2#上游	0.08	1.0	0.08	达标
	3#下游	0.12	1.0	0.12	达标
汞	1#矿区	0.00011	0.001	0.11	达标
	2#上游	0.00045	0.001	0.45	达标
	3#下游	0.00020	0.001	0.20	达标
砷	1#矿区	0.0013	0.01	0.13	达标
	2#上游	0.0003L	0.01	/	/
	3#下游	0.0004	0.01	0.04	达标
镉	1#矿区	0.0005L	0.005	/	/
	2#上游	0.0005L	0.005	/	/
	3#下游	0.0005L	0.005	/	/
铬（六价）	1#矿区	0.004L	0.05	/	/
	2#上游	0.004L	0.05	/	/

	3#下游	0.004L	0.05	/	/
铅	1#矿区	0.0025L	0.01	/	/
	2#上游	0.0025L	0.01	/	/
	3#下游	0.00256	0.01	0.26	达标
总硬度	1#矿区	212	450	0.47	达标
	2#上游	92	450	0.20	达标
	3#下游	130	450	0.29	达标
溶解性总固体	1#矿区	402	1000	0.40	达标
	2#上游	62	1000	0.06	达标
	3#下游	296	1000	0.30	达标
石油类	1#矿区	0.01L	0.05	/	/
	2#上游	0.01L	0.05	/	/
	3#下游	0.01L	0.05	/	/
总大肠菌群	1#矿区	<2	3.0	/	/
	2#上游	<2	3.0	/	/
	3#下游	<2	3.0	/	/

表 3-8 地表水环境质量现状监测结果 单位: mg/L (pH、水温除外)

检测项目	采样点位	检测结果	标准	标准指数	检测结果
pH	1#矿区上游	7.80	6~9	0.40	达标
	2#矿区下游	7.83	6~9	0.42	达标
化学需氧量	1#矿区上游	5	15	0.33	达标
	2#矿区下游	7	15	0.47	达标
五日生化需氧量	1#矿区上游	1.8	3	0.60	达标
	2#矿区下游	2.8	3	0.93	达标
氨氮	1#矿区上游	0.102	0.5	0.20	达标
	2#矿区下游	0.236	0.5	0.47	达标
高锰酸盐指数	1#矿区上游	0.8	4	0.20	达标
	2#矿区下游	1.1	4	0.28	达标
总磷	1#矿区上游	0.036	0.1	0.36	达标
	2#矿区下游	0.042	0.1	0.42	达标
硫化物	1#矿区上游	0.005L	0.1	/	达标
	2#矿区下游	0.005L	0.1	/	达标
石油类	1#矿区上游	0.002	0.05	0.04	达标
	2#矿区下游	0.002	0.05	0.04	达标
流量	1#矿区上游	122	/	/	/
	2#矿区下游	119	/	/	/
水温	1#矿区上游	10.0	/	/	达标
	2#矿区下游	10.2	/	/	达标
溶解氧	1#矿区上游	7.43	6	0.81	达标

	2#矿区下游	7.46	6	0.80	达标
--	--------	------	---	------	----

根据 2021 年 10 月委托辽宁博创环保技术有限公司编制的《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开采项目环境影响报告书》确认，为了解项目区土壤环境质量状况，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中的布点原则，本项目的土壤评价等级为三级，在矿区内布设 3 个表层样点。由监测结果可知，企业所在区域建设用地土壤监测值均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中的标准要求；农用地土壤监测值满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 风险筛选值要求。各项指标详见下表 3-9、表 3-10。此外，企业还曾于 2026 年 4 月 20 日委托辽宁华盛环境监测有限公司现场采样，对土壤样品进行分析，检测结果显示矿山所在区内土壤质量较好，未发现污染。具体分析结果详见附件 16。

表 3-9 土壤环境监测结果统计表（建设用地） 单位：mg/kg

序号	污染物项目	监测点位		标准值	标准指数		达标情况	
		M1	M2		M1	M2	M1	M2
1	砷	8.43	6.80	60	0.141	0.113	达标	达标
2	镉	0.24	0.23	65	0.004	0.004	达标	达标
3	铬（六价）	ND	ND	5.7	/	/	/	/
4	铜	40	48	18000	0.002	0.003	达标	达标
5	铅	23	20	800	0.029	0.025	达标	达标
6	汞	0.099	0.143	38	0.003	0.004	达标	达标
7	镍	32	65	900	0.036	0.072	达标	达标
8	四氯化碳	ND	/	2.8	/	/	/	/
9	氯仿	ND	/	0.9	/	/	/	/
10	氯甲烷	ND	/	37	/	/	/	/
11	1,1-二氯乙烷	ND	/	9	/	/	/	/
12	1,2-二氯乙烷	ND	/	5	/	/	/	/
13	1,1-二氯乙烯	ND	/	66	/	/	/	/
14	顺-1,2-二氯乙烷	ND	/	596	/	/	/	/
15	反-1,2-二氯乙烷	ND	/	54	/	/	/	/
16	二氯甲烷	ND	/	616	/	/	/	/
17	1,2-二氯丙烷	ND	/	5	/	/	/	/
18	1,1,1,2-四氯乙烷	ND	/	10	/	/	/	/
19	1,1,2,2-四氯乙烷	ND	/	6.8	/	/	/	/
20	四氯乙烯	ND	/	53	/	/	/	/

21	1, 1, 1-三氯乙烷	ND	/	840	/	/	/	/
22	1, 1, 2-三氯乙烷	ND	/	2.8	/	/	/	/
23	三氯乙烯	ND	/	2.8	/	/	/	/
24	1, 2, 3-三氯丙烷	ND	/	0.5	/	/	/	/
25	氯乙烯	ND	/	0.43	/	/	/	/
26	苯	ND	/	4	/	/	/	/
27	氯苯	ND	/	270	/	/	/	/
28	1, 2-二氯苯	ND	/	560	/	/	/	/
29	1, 4-二氯苯	ND	/	20	/	/	/	/
30	乙苯	ND	/	28	/	/	/	/
31	苯乙烯	ND	/	1290	/	/	/	/
32	甲苯	ND	/	1200	/	/	/	/
33	间二甲苯+对二甲苯	ND	/	570	/	/	/	/
34	邻二甲苯	ND	/	640	/	/	/	/
35	硝基苯	ND	/	76	/	/	/	/
36	苯胺	ND	/	260	/	/	/	/
37	2-氯酚	ND	/	2256	/	/	/	/
38	苯并[a]蒽	ND	/	15	/	/	/	/
39	苯并[a]芘	ND	/	1.5	/	/	/	/
40	苯并[b]荧蒽	ND	/	15	/	/	/	/
41	苯并[k]荧蒽	ND	/	151	/	/	/	/
42	蒽	ND	/	1293	/	/	/	/
43	二苯并[a, h] 蒽	ND	/	1.5	/	/	/	/
44	茚并[1, 2, 3-cd]芘	ND	/	15	/	/	/	/
45	萘	ND	/	70	/	/	/	/
46	石油烃 (C10~C40)	40	37	4500	0.009	0.009	达标	达标
47	锌	53	72	/	/	/	/	/

表 3-10 土壤环境监测结果统计表（农用地） 单位：mg/kg

序号	污染物项目	监测点位	标准值	标准指数	达标情况
		M3		M3	M3
1	镉	0.30	0.6	0.50	达标
2	汞	1.08	3.4	0.32	达标
3	砷	6.11	25	0.24	达标
4	铅	10	170	0.06	达标
5	铬	35	250	0.14	达标
6	铜	29	100	0.29	达标
7	镍	47	190	0.25	达标
8	锌	37	300	0.12	达标

9	石油烃 (C10~C40)	37	/	/	/
---	------------------	----	---	---	---

综上，现状条件下矿山采矿活动造成矿区局部植被损毁、生物多样性丧失和水土流失，未造成矿区水土环境污染，总体上来说，矿山生态受损与退化问题较严重。

(二) 受损预测

1、矿山生产建设工艺流程与环节时序

在矿山的建设及开采过程中，将对土地资源形成不同程度的损毁。矿山对土地的损毁主要为露天采场、井口土地挖损，排岩场、堆料场、运输道路和工业场地对土地占压。

损毁环节：

地下开采→井口区→挖损损毁

露天开采→拟扩建露天采场→挖损损毁

↓

废石→排岩场→压占损毁

↓

矿石→工业场地、堆料场→压占损毁

↓

采空区→地面塌陷、地裂缝→塌陷损毁

损毁形式：

1) 挖损

露天采场、井口对土地的挖损主要体现在矿山早期乱采乱掘期间，使得开采范围内的土壤发生扰动，诱发流失。矿山在土壤剥离过程中，改变了原有自然土壤的存在状态，土壤与其母岩的上下继承关系也不复存在，同时因为土壤的扰动，使土壤中的养分、有机质含量及保水能力发生了改变，不利于自然植被的生长。而且矿山开采不但改变了原有用地类型，使原有的林地、草地等变为采矿用地或工业用地，亦同时对地表的植被造成彻底的损毁，形成裸岩地貌景观。

2) 压占

矿山对土地资源的压占损毁表现在基建期和运营期。

生产产生的废石堆至排岩场，原表土层上面将被废石和底土覆盖，而碎石和底土的自然肥力极低，因此排岩压占将使排岩场所在区域土壤生产能力下降，而且剥离岩

石和地表土层作为排岩场底部的软弱面，也不利于排岩场的稳定。废石排弃后也使设计排岩场所在地的土地利用类型也发生了改变，由其它地类变为采矿用地，使得该区域原地表植被将不复存在，破坏了当地动、植物赖以生存的环境。

运营期，随着排岩场的台阶逐渐加高，排岩形成的裸岩自然表面将无植被覆盖，岩石裸露，面积加大，容易导致扬尘和水土流失，有恶化当地生态环境的风险；另外，矿山建设过程中的一些辅助工程，如矿山道路亦对所在地的土地资源造成了一定的压占损毁。

3) 塌陷

矿山采用露天/地下开采，开采结束后崩落顶部围岩充填采空区，经预测未来开采有发生地面塌陷的可能性，发生地面塌陷将会对预测地面塌陷范围内的土地造成破坏，考虑到未来情况的多变性和地表塌陷及地裂缝的风险性，本次方案中应预留出塌陷风险治理备用金。一旦出现塌陷，按原有土地利用类型进行治理。

矿山开采损毁土地的时序：

矿山目前处于生产阶段，目前已形成多处露天采场、多处排岩场、工业场地、堆料场。根据《开发利用方案》设计的开采方式为地下、露天开采，随着露天开采境界的扩大及开采深度的增加，预测将会产生地面塌陷，拟建井口、拟扩建露天采场对土地造成损毁，使矿区内山体从地形、地貌到土壤、岩石，从景观系统到生态系统都受到破坏。矿山地质环境问题及土地损毁的时序与开采的接续、工作面推进速度密切相关，矿山地质环境问题及土地损毁的时间与开采采区接续时间一致，并伴随工作面的推进不断往前推进。项目区土地的损毁时序见表 3-11：

表 3-11 土地损毁环节及时序

损毁单元	损毁环节							
	2026.04 之前	2026.4- 2027.3	2027.4- 2028.3	2028.4- 2029.3	2029.4- 2030.3	2030.4- 2031.3	2031.4- 2065.7	2065.8- 2066.7
CK1	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	复垦
CK2	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	复垦
CK5	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	复垦
CK6	挖损	挖损	复垦	-	-	-	-	-
历史遗留 CK1	挖损	复垦	-	-	-	-	-	-
历史遗留 CK2	挖损	复垦	-	-	-	-	-	-
历史遗留 CK3	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	复垦	-	-
工业场地 1	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
工业场地 2	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦

工业场地 3	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
工业场地 4	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
工业场地 5	压占	压占	压占	复垦	-	-	-	-
排岩场 1	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
排岩场 2	压占	压占	-	-	复垦	-	-	-
排岩场 3	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
排岩场 4	压占		-	-	-	复垦	-	复垦
排岩场 5	压占	复垦	-	-	-	-	-	复垦
排岩场 6	压占	压占	压占	复垦	-	-	-	复垦
排岩场 7	压占	压占	-	复垦	-	-	-	-
排岩场 8	压占	压占	复垦	-	-	-	-	-
堆料场 1	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
堆料场 2	压占	压占	压占	压占	压占	复垦	-	-
堆料场 3	压占	压占	压占	-	复垦	-	-	-
矿山道路 1、2	压占	压占	压占	压占	压占	压占	压占	复垦
拟建回风井、 斜坡道	-	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	复垦
拟扩建露天采 场 CK1	-	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	挖损	复垦
预测塌陷区	-	-	-	-	-	-	-	复垦

2、地质环境影响预测分析

(1) 矿山地质灾害预测分析

根据采矿工程活动特点和矿山地质环境条件,预测矿山开采活动内可能引发的地质灾害类型为地面塌陷(地裂缝)、崩塌、滑塌。

(1) 地面塌陷、地裂缝

开发利用方案根据矿岩的物理机械性质、矿体厚度、倾角及选用的采矿方法等资料,结合类似矿山确定的错动角为下盘: $\alpha=65^\circ$,上盘: $\beta=65^\circ$,端部: $\gamma=65^\circ$ 地表第四系覆盖层的错动角为 $\alpha=\beta=\gamma=45^\circ$ 。设计系统一水镁石按最低开采标高即矿体赋存 280m,白云岩按最低开采标高即矿体赋存 135m,向上圈定矿体地表岩体崩落范围。系统二按最低开采标高即矿体赋存标高 216m,向上圈定矿体地表岩体崩落范围。

矿山未来服务期系统一、系统二设计采用地下开采方式,系统一开采水镁石矿体,设计采用分段采矿法。系统二开采白云岩设计采用分段采矿法。矿体的直接顶底板围岩为白云石大理岩,岩石致密坚硬,节理不发育,稳定性较好,区内断裂构造较复杂,局部地段稳定性较差,未来矿山开采活动将形成大量新的巷道和采空区,当矿体采出一定面积之后,继续破坏原岩的完整性,随着井巷工程范围逐步加大,特别是在破碎带或节理裂隙发育地段进行井巷施工时,有引发地面塌陷(地裂缝)地质灾害的可能。

考虑到地下开采的塌陷区范围距离居民区较远，若发生地面塌陷、地裂缝地质灾害，受威胁对象主要为作业人员及设备，地质灾害危害程度中等。因此，矿山采矿活动引发地面塌陷、地裂缝的可能性中等，地质灾害发育程度中等，危害程度中等，其地质灾害危险性中等。

（2）崩塌

矿山设计系统三为露天开采，台阶高度 10m，工作阶段坡面角 $43^{\circ} \sim 44^{\circ}$ ，所遇基岩地表主要呈强~中风化状态，节理、裂隙较发育，向下随着深度的增大风化程度逐渐减弱。在矿石开采过程中，岩体内聚力降低，山体临空面增大，边坡失稳，一些小规模断裂构造及层间破碎带造成矿体及其围岩岩石破碎，强度低，稳定性相对较差，由于不能进行单独的机械开挖，须进行打眼、放炮，以及暴雨、地震等触发因素，沿节理、裂隙较发育处易产生崩（滑）塌灾害。随着采矿范围的扩大及开采深度的增加，露天采坑边坡岩土体的稳定性破坏作用也随之加大，引发新的崩塌灾害的发生，同时雨水沿裂隙渗入土层，随着土体中含水量的不断增加，其自重增加，坡体内水压力增高，下滑力增加，进而形成崩塌。如遇连续降雨、暴雨，发生崩塌的可能性加大，威胁采坑内开采作业人员和设备的安全。但由于基岩上覆盖的松散堆积物薄，且岩石崩塌灾害规模不大，分布范围较小，对周围环境影响一般，故矿山建设本身存在引发、加剧和遭受崩塌地质灾害的可能性较小，地质灾害危险性中等。

（3）滑塌

由开发利用方案可知矿山未来地下开采废石不出坑，露天开采产生的废石堆放于现有废石渣台内，场内废石矿山定期清运，废石量增加不大，矿山现有废石渣台边坡在雨水的冲刷下，抗滑能力将有所削弱，同时在自身重力的影响下，废石间及废石与下伏岩体接触面间摩擦力减小，可能发生滑塌地质灾害，威胁废石渣台附近的工作人员，废石渣台引发和遭受滑塌的可能性较小，地质灾害危险性较轻。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，矿山开采可能引发和遭受的地质灾害可能性中等、危险性中等，对矿山地质环境影响程度为“较严重”。

（2）地形地貌景观破坏预测分析

根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开发利用方案》，矿山未来服务期采用露天/地下开采，现有工业场地、露天采场、

排岩场、堆料场、运输道路工程满足生产需要，拟扩建露天采场、拟建回风井、斜坡道，且矿山未来服务期内地下巷道将进一步加长加深，形成新的采空区，有可能引发地面塌陷（地裂缝）地质灾害的可能，预测塌陷范围一定程度上会造成局部山体的地形地貌发生改变，对地形地貌景观将造成一定程度破坏，预计对地形地貌景观造成较大影响。

矿区内无自然保护区、人文景观、风景旅游景点。在矿山开采过程中产生的剥离物和废弃物等破坏了土地和植被，原有的地形形态和地貌景观发生了比较明显的变化，造成水土流失加重，环境因素不协调，原生地貌景观在空间上不连续、视觉上不美观。

依据 DZ / T0223—2011《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，预测采矿活动对地形地貌景观影响程度为较严重。

（3）含水层破坏预测分析

根据《凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司（白云岩矿、水镁石矿）矿产资源开发利用方案》确定，该矿未来服务期内将采用露天/地下开采方式，地下水以基岩裂隙水为主且赋水性贫乏。矿山开采不会疏干地下含水层，对含水层的影响较小，且区内不存在稳定的地下水含水层补给来源。矿山的开采活动不会导致主要的含水层水位明显下降；不会造成矿区及周围地表水体的漏失，也不会影响到矿区周边的生产生活用水。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表，预测评估采矿活动对含水层影响程度为较轻。

2、土地损毁问题

根据《矿产资源开发利用方案》设计及矿山实际情况等综合分析。矿山开采工艺流程，采矿方法，资源储量及土地复垦要求，对该矿拟损毁土地进行预测。

矿山未来服务期采用露天/地下开采，现有工业场地、废石渣台、运输道路工程满足生产需要，未来开采产生的废石大部分不升井，直接回填空区，露天生产产生的废石运至废弃排岩场堆存，矿山边开采边清运。

拟建回风井及斜坡道作为回风平硐及安全出口，且考虑到矿山未来服务期内地下巷道将进一步加长加深，形成新的采空区，有发生地面塌陷的可能性。露天生产将拟扩建露天采场 CK1，因此预测矿山开采中新增破坏单元为拟建井口区、拟矿建露天采

场 CK1 及预测塌陷区。分别阐述如下：

(1) 拟建井口区损毁土地预测

根据开发利用方案，拟建井口损毁土地面积 0.113hm²，详见下表。

表 3-12 拟建井口区新增损毁土地面积及地类统计表

损毁单元		损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)	
			乔木林地 (0301)	损毁面积 (hm ²)
拟建井区	拟建斜坡道 XPD2	挖损	0.0033	0.0033
	拟建回风井 FJ1		0.0080	0.0080
合计			0.0113	0.0113

(2) 拟扩建露天采场损毁土地预测

根据矿产资源开发利用方案，并结合矿山开采的实际情况可知，矿山未来服务期设计露天开采白云岩，设计拟扩建露天采场 CK1，其中，拟建露天采场 CK1 与运输道路 0.0518hm² 和排岩场 2 (0.0036 hm²) 重叠，重叠面积合计为 0.0554 hm²；在面积不重复计算的前提下，新增损毁土地面积面积为 5.4270hm²，详见下表。

表 3-13 拟扩建露天采场 CK1 新增损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)				损毁面积 (hm ²)
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	灌木林地 (0305)	小计
拟扩建露天采场 CK1	挖损	1.0569	3.3336	0.1360	0.9005	5.4270
合计		1.0569	3.3336	0.1360	0.9005	5.4270

(3) 预测塌陷区损毁土地预测

根据矿产资源开发利用方案，并结合矿山开采的实际情况可知，矿山未来服务期设计地下开采水镁石、白云岩，将开拓新的中段，将产生采空区，有发生地面塌陷的可能性。

经测算预测塌陷区面积与现有露天采场、工业场地破坏土地面积部分重合，不重复计算破坏土地面积，扣除重复面积后，则预测塌陷区新增损毁土地面积 18.3139hm²，损毁方式为塌陷损毁。矿山今后发生地面塌陷地质灾害时间和空间的不确定性，故预测塌陷区虽然列入实际复垦责任范围，但暂时不进行治理和复垦，仅进行地面塌陷监测并预留塌陷治理风险金。详见下表。

表 3-14 预测塌陷区新增损毁土地面积及地类统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)					损毁面积 (hm ²)
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	小计
预测塌陷区新增影响面积 1	塌陷	0.1373	0.4818	-	-	-	0.6191
预测塌陷区新增影响面积 2	塌陷	2.6019	10.2168	0.0150	0.2657	0.6498	13.7492
预测塌陷区新增影响面积 3	塌陷	-	3.9456	-	-	-	3.9456
合计		2.7392	14.6442	0.015	0.2657	0.6498	18.3139

(4) 新增损毁土地面积汇总

综上,预测矿山新增损毁土地面积 23.7522hm²,土地利用类型为采矿用地 3.7961hm²,乔木林地 17.9891hm²,灌木林地 1.1662hm²,其他林地 0.6498hm²,农村道路 0.1510hm²,详见表 3-15。

新增损毁土地中以挖损方式损毁土地面积 5.4383hm²,以塌陷方式损毁土地面积 18.3139hm²。土地权属为凤城市鸡冠山镇大阳沟村集体所有。

表 3-15: 预测新增土地损毁情况统计表

损毁单元	损毁方式	原土地利用类型 (hm ²)					损毁面积 (hm ²)
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	小计
拟建斜坡道 XPD2	挖损	-	0.0033	-	-	-	0.0033
拟建回风井 FJ1	挖损	-	0.0080	-	-	-	0.0080
拟扩建露天采场 CK1	挖损	1.0569	3.3336	0.1360	0.9005	-	5.4270
预测塌陷区 1	塌陷	0.1373	0.4818	-	-	-	0.6191
预测塌陷区 2	塌陷	2.6019	10.2168	0.0150	0.2657	0.6498	13.7492
预测塌陷区 3	塌陷	-	3.9456	-	-	-	3.9456
合计		3.7961	17.9891	0.1510	1.1662	0.6498	23.7522

综上所述,已损毁各类土地现状及拟损毁土地预测与评估可知,矿山现状条件下已损毁土地面积 26.3130hm²,预测新增破坏土地面积 23.7522hm²,其中,拟建露天采场 CK1 与运输道路和排岩场 2 重叠,重叠面积为 0.0554hm²;在面积不重复计算的前提下,运输道路由原来面积 3.2348hm²变为 3.1830hm²;排岩场 3 由原来面积 1.8332hm²变为 1.8297hm²;矿山设计服务期结束后共破坏土地 50.0652hm²>20hm²,根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 矿山地质环境影响程度分级表,确定预测评估矿山开采对土地资源影响程度为严重。详见表 3-16。

表 3-16: 项目区土地损毁情况汇总表

损毁单元	损毁方式	损毁地类及面积 (hm ²)					小计
		采矿用地 (0602)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)	灌木林地 (0305)	其他林地 (0307)	
CK1	挖损	1.1148	0.0575	0.0096	-	-	1.1819
CK2	挖损	0.2247	0.0771	0	0.0030	-	0.3048
CK5	挖损	0.1132	-	-	-	0.1696	0.2828
CK6	挖损	0.3354	0.0716	-	-	-	0.4070
历史遗留 CK1	挖损	0.1798	-	-	-	-	0.1798
历史遗留 CK2	挖损	-	0.0583	-	-	-	0.0583
历史遗留 CK3	挖损	2.2903	0.2453	-	-	-	2.5356
工业场地 1	压占	1.1028	0.0064	-	-	-	1.1092
工业场地 2	压占	1.1003	-	-	-	-	1.1003
工业场地 3	压占	0.9687	0.0290	-	-	-	0.9977
工业场地 4	压占	3.0339	0.0213	-	-	-	3.0552
工业场地 5	压占	0.6823	0.0022	-	-	-	0.6845
排岩场 1	压占	2.9341	0.1742	-	-	0.0045	3.1128
排岩场 2	压占	0.8252	0.1508	-	-	-	0.9760
排岩场 3	压占	1.7113 (-0.0036)	0.1032	0.0187	-	-	1.8332 (-0.0036)
排岩场 4	压占	1.1220	-	-	-	0.0239	1.1459
排岩场 5	压占	0.0704	0.0245	-	-	-	0.0949
排岩场 6	压占	0.2028	-	-	-	0.0255	0.2283
排岩场 7	压占	1.1931	0.2332	-	-	-	1.4263
排岩场 8	压占	1.4984	0.0456	-	-	0.0512	1.5952
堆料场 1	压占	0.4660	0.0995	-	0.0012	-	0.5667
堆料场 2	压占	0.1537	0.0015	-	-	0.0081	0.1633
堆料场 3	压占	0.0337	-	-	-	0.0048	0.0385
矿山道路 1	压占	1.1929 (-0.0240)	0.1879	1.3222 (-0.0278)	-	0.1100	2.8130 (-0.0518)
矿山道路 2	压占	0.1723	0.0171	0.2324	-	-	0.4218
现状小计	-	22.7221 (-0.0276)	1.6062	1.5829 (-0.0278)	0.0042	0.3978	26.3130 (-0.0554)
拟建斜坡道 XPD2	挖损	-	0.0033	-	-	-	0.0033
拟建回风井 FJ1	挖损	-	0.0080	-	-	-	0.0080
拟扩建露天采场 CK1	挖损	1.0569 (+0.0276)	3.3336	0.1360 (+0.0278)	0.9005	-	5.4270 (+0.0554)
预测塌陷区 1	塌陷	0.1373	0.4818	-	-	-	0.6191
预测塌陷区 2	塌陷	2.6019	10.2168	0.0150	0.2657	0.6498	13.7492
预测塌陷区 3	塌陷	-	3.9456	-	-	-	3.9456
预测小计	-	3.7961 (+0.0276)	17.9891	0.1510 (+0.0278)	1.1662	0.6498	23.7522 (+0.0554)
合计	-	26.5182	19.5951	1.7339	1.1704	1.0476	50.0652

3、生态受损与退化预测

(1) 植被损毁

根据《开发利用方案》设计，矿山未来采用露天/地下开采，现有工业场地、废石渣台、运输道路工程满足生产需要，拟建回风井及斜坡道作为回风平硐及安全出口。露天生产将拟扩建露天采场 CK1，已有部分排岩场考虑到未来不再留用，近期优先修复。综合考虑，矿山未来开采过程中将会对地表植被产生新的破坏，未来开采预测形成地表岩移区，可能会形成地表局部小范围塌沉陷，可能造成局部植被损毁，规模不大。同时，矿山开采过程中将会对废弃不再使用的场地优先修复，在矿山闭坑后完成全部修复任务，预测未来矿区地表植被是一个不断被修复的过程。

(2) 生物多样性丧失

根据矿山开发利用方案，矿山未来继续采用露天/地下开采方式，拟建回风井及斜坡道、拟扩建露天采场 CK1，未来地下开采可能会形成地表局部小范围塌沉陷，造成局部地表植被缺失；矿山未来开采时，由于爆破噪声和震动的影响，造成矿区及周边部分动物逃离。总体上而言，矿山未来开采会造成局部动植物丧失。

(3) 水土流失

根据矿山开发利用方案，矿山未来继续采用露天/地下开采方式，现有工程和新建工程造成地表裸露，土地抗蚀能力降低，在一定程度上对矿区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，水土流失量增加。

(4) 水土环境污染

根据矿山开发利用方案，矿山未来继续采用露天/地下开采方式，井下废石不出井，直接用于充填井下采空区，井下涌水收集至地表沉淀池经沉淀处理后，回用于井下凿岩和洒水除尘等，矿山生活垃圾集中收集处理，生活污水进入旱厕处理，矿山全部固体废物和废水不外排，继续利用矿山现有防尘、除尘设施，预测矿山未来开采不会对矿区水土环境造成污染。

矿山采用常规的湿式凿岩，对于铲装作业时的粉尘，采用洒水抑尘措施。粉尘无组织排放浓度可以达到大气污染物综合排放标准。粉尘对周围空气环境影响较小。对于道路扬尘采取的措施是洒水，在生产期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，可将 TSP 污染距离缩小到 10-20m 范围。

爆破作业时，由于爆破时间极短，一般仅为几秒到十几秒，并且每天定时进行，

加上山体的隔声作用，爆破噪声虽对矿区声环境有一定影响，但对农居的环境噪声影响较小，不会出现爆破噪声扰民的现象。但爆破产生的噪声和冲击波将会对矿区内及周围的鸟类和其它小动物的栖息造成影响。

综上，预测矿山未来开采可能会造成矿区局部植被损毁、生物多样性丧失和水土流失，不会造成矿区水土环境污染，总体上来说，矿山生态受损与退化问题较严重。

（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（开挖、压占、塌陷）、表土剥离、土壤理化性质恶化（压实、贫瘠化）等。

②受损程度：露天采场 1、2、5、6、历史遗留采场 1-3、工业场地 1-5、堆料场 1-3、排岩场 1-8、运输道路、拟建井口区、预测塌陷区 1 损毁林地或草地面积小于 2hm^2 ，受损程度为轻度；预测塌陷区 3 损毁林地或草地面积 $2-4\text{hm}^2$ ，受损程度为中度；拟扩建露天采场 CK1、预测塌陷区 2 损毁林地或草地面积大于 4hm^2 ，受损程度为重度。

（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：露天采场、历史遗留采场、工业场地、堆料场、排岩场、矿山道路、拟建井口区、拟扩建露天采场 CK1、预测塌陷区区域影响范围较大，影响程度较严重，受损程度为中度。其它区域为生态环境受损较轻区，受损程度为轻度。

2、生态破坏分区

根据矿山现状问题和受损预测分析，结合综合诊断评价结果，进行矿区生态破坏情况分区，共分为 12 个受损区块，各受损区块损毁程度和分布情况如下：

表 3-17：矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况		综合评价结果
		面积 (hm ²)	损毁程度	
露天采场 1、2、5、6 (平硐 PD3)	地质环境问题	2.1765	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
历史遗留采场 1-3	地质环境问题	2.7737	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
工业场地 1-5 (平硐 PD1、平硐 XJ1)	地质环境问题	6.9469	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
堆料场 1-3	地质环境问题	0.7685	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
排岩场 1-8 (平硐 PD2)	地质环境问题	10.4090	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
运输道路	地质环境问题	3.1830	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
拟建井口区 (回风井及斜坡道)	地质环境问题	0.0113	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
拟扩建露天采场 CK1	地质环境问题	5.4824	中度	重度
	土地损毁		重度	
	生态受损与退化		中度	
预测塌陷区 1	地质环境问题	0.6191	中度	中度
	土地损毁		轻度	
	生态受损与退化		中度	
预测塌陷区 2	地质环境问题	13.7492	中度	重度
	土地损毁		重度	
	生态受损与退化		中度	
预测塌陷区 3	地质环境问题	3.9456	中度	中度
	土地损毁		中度	
	生态受损与退化		中度	
其他区域(矿界内损毁 单元以外区域)	地质环境问题	126.2335	轻度	轻度
	土地损毁			
	生态受损与退化			

矿区损毁综合评价结果详见下图

图 3-10 矿区损毁程度综合评价图

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1、技术可行性分析

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

（1）地质灾害防治技术可行性分析

矿活动可能引发、加剧及遭受的地质灾害为崩塌、地面塌陷和地裂缝。

未来矿山在生产过程中可采取危岩清理的方式有效防止崩塌地质灾害的发生。严格按照开发利用方案的设计，可有效避免采空塌陷和地裂缝的发生，如出现塌陷，可待其稳沉后进行回填，回填材料可采用矿山地下开采产生的废石。除此之外，针对潜在的地质灾害隐患，矿山可在日常生产过程中，通过巡视、测量等监测方式，对发现变化及时采取措施，有效避免地质灾害的发生。预防及治理可行性大，难易程度中等。以上措施均有着较为成熟的经验，因此对地质灾害的治理技术可行。

（2）含水层防治技术可行性分析

经现状调查及预测评估，矿山采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度较轻。矿山主要采取预防保护措施，从源头控制和预防，防止任何项目工业排水对地下含水层造成严重影响。加强对“三废”排放的管理，尤其对生产废水、生活污水的处理，充分提高其治理、回用率，把污染物的排放量和排放浓度控制在排放标准范围内，技术可行。

（3）地形地貌景观防治技术可行性分析

根据方案矿区地形地貌景观影响程度现状与预测评估，矿山露天采场、工业场地、排岩场、堆料场、矿山道路、拟建井口区、预测塌陷区对原生的地形地貌景观破坏程度较大，对破坏单元周边影响程度较大。矿区周边无自然保护区、风景旅游区、城市，无重要交通道路经过。

开采活动造成原生地貌的改变，其中露天采场、工业场地、排岩场、堆料场、矿山道路、拟建井口区在矿山闭矿后经工程措施后亦无法恢复成原地貌，但通过回填、平整、覆土、植被恢复等工程的实施会有效降低损毁区不良地质环境的影响，恢复植被，还原生态景观。矿山严格按照开发利用方案进行矿体开采，尽量减少土地、植被

的破坏，成立专门的施工管理小组，负责项目的施工和后期的养护管理工作。预防及治理可行性大，难易程度简单~中等。

以上工程措施均属常规手段，已有成熟技术，技术可行。

(4) 矿区水土环境污染的预防及治理可行性分析

由前文所述可知，矿山开采对水土环境污染较轻，水土环境污染防治主要强调预防及监测，来达到预防和减小影响范围效果。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，技术较成熟、可操作性强；矿山地质环境治理应按照国家制定的技术规范进行，治理方案要切实可行，依靠科技进步，严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和损毁，最大限度地减少或避免矿产开发引发的矿山地质环境问题。为了提高矿山恢复治理的科学化水平，保证治理工作的顺利进行，应建立矿山治理中心和专业治理队伍，保证矿山治理工程高质量、高效率的完成。矿山排弃物不易分解有毒有害物质，矿山的开采主要为对土层结构的破坏。对于矿山的损毁区采用土壤重构措施，修复破坏的土层结构，恢复植被。预防及治理可行性大，难易程度简单。

以上工程措施均属常规手段，已有成熟技术，技术可行。

(5) 土地资源复垦技术可行性分析

现状及预测开采将对土地资源造成一定程度的损毁，通过覆土、植被恢复、复垦监测、管护等生态措施进行预防和复垦。

以上工程措施均属常规手段，已有成熟技术，技术可行。

(6) 监测技术可行性分析

地质灾害预防监测通过安排专人巡视、GNSS 等进行监测；含水层监测为水质水位、水量监测；地形地貌景观采取遥感监测；土地资源损毁安排专人巡视监测；水土环境污染监测为常规性监测。

以上监测技术均属常规手段，已有成熟技术，技术可行。

2、经济可行性分析

项目建设带动周边交通运输业等相关产业的发展，提高地区人民群众的生活水平，拉动地方经济发展。本矿山每年向国家依法纳税，安排工人就业，提高周边人民的生活水平。建设带来的负面影响主要是占用土地以及施工和运营过程中对环境带来不利影响，本项目已经采取积极有效的措施加以预防。

(1) 地质灾害防治经济可行性分析

对开采区进行稳定性监测，经济可行。

(2) 含水层防治经济可行性分析

本矿山开采标高在最低侵蚀面以下。针对含水层防治，在矿山建设及运行期间主要以预防、监测为主。成本低，经济可行。

(3) 地形地貌景观防治技术可行性分析

地形地貌景观破坏采取场地平整、清理、覆土、恢复植被等生态措施进行预防和治理，均为常规手段，经济可行。

(4) 土地资源复垦技术可行性分析

现状及预测开采将对土地资源造成一定程度的损毁，通过覆土、植被恢复、管护等生态措施进行预防和治理，均为常规手段，经济可行。

(5) 水土污染防治经济可行性分析

水土污染主要以预防、监测为主，与水土环境受到破坏之后进行修复相比具有巨大的经济优越性，成本低，经济可行。

(6) 监测措施经济可行性分析

采空塌陷地质灾害通过安排专人巡视监测、GNSS 监测网进行监测；含水层监测为水质、水位、水量监测，水质、水量监测为现场监测，水位监测采取的是自动监测，成本相对较低；地形地貌景观采取遥感监测；土地资源损毁安排专人巡视监测；水土环境污染监测包括地表水监测和土壤监测等，均为常规性监测，经济可行。

(7) 综合经济可行性分析

矿山地质环境恢复治理要坚持“预防为主，防治结合”、依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山，正确处理矿山开发引起的矿山地质环境问题。在治理工程过程中先首选矿山企业自有的设备和工程材料节约成本。为保证矿山地质环境恢复治理工程资金来源，依据《辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》等文件规定，实行矿山地质环境恢复治理基金制度。根据“谁破坏，谁治理”的原则，矿山应分阶段安排治理资金的预算支出，进行治理。

本项目设计年产矿石 35 万 t，矿山总生产服务年限为 42.6 年（不含基建期），矿种经济效益较好，持续稳定的生产为企业生态修复基金的足额缴存带来稳定基础，因此矿山的生态修复费用是有保障的，本方案在经济上的可承受性上分析是可行的。

3、生态可行性分析

(1) 矿山开采对水环境影响分析

矿山生产所产生的废水不含有毒污染物，不对地下水产生不良影响，自然排出或人工排出坑外。因此本次矿山开采不会对地下水产生不良影响。根据现场调查，矿区周围主要含水层地下水水位下降幅度小，未影响矿区周围生产生活用水。

(2) 矿山开采对土壤质量影响分析

随着矿山的生产，将会对土壤的结构、组成、理化性质及肥力等产生一定的不利影响。土壤被剥离、压占等致使土壤剖面构型发生变化，造成被压占和挖损土壤质地、容重、孔隙度等物理性质的改变，也影响了土壤有机质和土壤有效养分含量。但这种影响一般随着矿山开采的结束、复垦工程的实施和时间的推移会消失，土壤的肥力将逐渐恢复。矿山为地下开采硫铁矿、重晶石矿，通过对矿物成分的分析，开采的矿物中有害物质很少，对土壤影响很小。

(3) 矿山开采对地表植被影响分析

矿山开采对当地植被和植物的影响主要是矿山各项工程建设过程中造成植被破坏而造成的植物量、面积减少。从植物种类来看，各项工程活动所破坏的均是广布种和常见种，且分布均匀，广泛，故本项目所造成的植物资源破坏仅是植物量的减少，而不会造成某一植物种类的消失。

(4) 矿山开采对动物资源影响分析

本项目在施工、开采过程中的作业和机械噪声将对矿区及周围一定范围内的野生动物的活动和栖息产生一定的影响，项目的建设一定程度上改变了野生动物的栖息环境。项目区内野生动物多为鼠类和昆虫等，项目建设对野生动物种群数量影响甚微。

(5) 矿山开采对区域环境影响分析

生态环境类型由自然生态系统变为人工生态系统，区域生物生产能力有所降低。矿山服务期间，水源涵养及水质净化、生物多样性保持、景观功能有所减弱，环境空气污染及噪声功能发生变化。矿山服务期满后，进行生态恢复后，植被覆盖率将恢复至开采前水平，物种多样性有所增加，各项环境功能可恢复至开采前水平。

4、生态修复目标适宜性评价

矿区待生态修复土地的适宜性评价，是在对评价土地总体质量调查和损毁土地情况统计与预测基础上进行的，根据调查和统计资料确定生态修复土地的合理利用方

式，从而为采取相应的生态修复措施提供依据。生态修复适宜性评价的对象是损毁后待生态修复土地，而这种损毁后的土地在评价时点上还未出现。也就是说，是在评价时点上针对未来时空土地状况所进行的一种适宜性评价，其评价单元的类型、评价因子的具体状况还没有出现，必须基于对损毁土地的预测才能进行，其评价具有时间上的未来性和空间上的预测性。

(1) 评价原则及依据

1) 适宜性评价的原则

综合考虑项目区的特点，本方案生态修复适宜性评价主要体现以下几个方面的原则：

(a) 综合分析主导因素相结合，以主导因素为主的原则

影响待生态修复土地利用方向的因素很多，包括自然条件、损毁状况、经济条件、国家政策和社会需求等多方面，进行评价的过程中需要综合考虑各个方面的影响因素。但是，各因素对与不同评价单元的影响程度不同，因此在进行生态修复适宜性评价的过程中应综合分析各区域的差别，选择其中的主导因素作为评价的主要依据。

(b) 因地制宜和农用地优先原则

在评价被损毁土地生态修复适宜性时，应当分别根据所评价土地的区域性和差异性等具体条件确定其利用方向，不能强求一致，在可能的情况下，一般原农业用地仍考虑生态修复为农业用地，尤其是耕地。

(c) 最佳效益原则

生态修复是以一定的经济投入为代价换取社会环境的可持续发展，生态修复设计应充分考虑国家和企业承受能力的基础上，以合理的生态修复投入获取最佳的经济、生态、社会效益。适宜性评价为生态修复奠定基础指明方向，但同时也需要考虑影响生态修复方向确定的技术、资金等其他方面的因素，选择既有利于恢复自然环境，又能够产生一定经济效益的利用方式，以达到社会、经济、生态效益综合最佳。

(d) 动态性和持续发展的原则

矿山土地损毁是一个动态过程，生态修复的适宜性也应随损毁过程而变化，具有动态性。从土地利用的历史过程看，生态修复必须着眼于可持续发展原则，应保证所选土地的利用方向具有持续生产能力。

(e) 与国家政策、地区各规划相协调的原则

在确定待生态修复土地的适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，还应考虑国家政策以及区域的土地利用总体规划和农业规划等因素，统筹考虑本地区的社会经济和矿区的生产建设发展，同时了解公众意愿，以达到生态修复方案体系最优。

2) 适宜性评价的依据

生态修复适宜性评价应在详细调研生态修复区域土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的方法，改善被损毁土地的生态环境，确定生态修复利用方向。

(2) 评价体系和评价方法

1) 评价体系

评价体系采用二级评价体系，二级体系分成两个序列，土地适宜类和土地质量等，土地适宜类分适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再续分若干土地质量等。土地质量等分一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分。

2) 评价方法

评价方法采用定性与定量相结合的方法。定性方法是对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地社会经济等情况进行综合定性分析，确定生态修复方向和适宜性等级。定量方法采用极限条件法。

生态修复适宜性评价主要是为了确定土地的适宜性用途和指导复垦工作更有效地进行，生态修复适宜性的限制因子对复垦方法的选择具有较大影响，而极限条件法是将土地质量最低评定标准作为质量等级的依据，能够通过适宜性评价比较清晰地获得进行复垦工作的各个限制因素，以便为土地的进一步改良利用服务，因此，采用极限条件法评价本项目区生态修复的适宜性较能满足要求。

极限条件法依据最小因子原理，即土地的适宜性及其等级，是由诸选定评价因子中，某单因子适宜性等级最小（限制性等级最大）的因子确定。

极限条件法的计算公式为：

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中： Y_i —第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij} —第 i 个评价单元中第 j 参评因子的分值。

(3) 生态修复适宜性评价单元类型划分

1) 适宜性评价对象

本方案的评价范围为生态修复范围，评价对象包括露天采场、工业场地、排岩场、堆料场、矿山道路、拟建井口区、预测塌陷区。待矿山正式闭坑以后，将全面开展对矿山各个区域的生态修复工作。

2) 适宜性评价单元划分

传统的单元划分方法是以土地利用现状、土壤类型、行政区划作为依据的。矿区生态修复适宜性评价是针对未来土地适宜类型进行的，显然不能以土地利用现状为基础进行评价单元的划分；而且矿山开采进行了土地搬运，不但改变了原有土地类型，也改变了原有自然土壤类型，经过人为的影响，矿区范围内基本上形成了均一的土壤类型，就不能以土壤类型为划分依据。

根据以上分析，在对本项目进行生态修复适宜性评价，划分评价单元时应当以土地损毁类型、限制性因素和人工复垦整治措施等为划分依据，将项目区生态修复适宜性评价单元划分为：露天采场、工业场地、排岩场、堆料场、矿山道路、拟建井口区、预测塌陷区共 7 个评价单元。

表 3-18：待复垦土地适宜性评价单元划分 单位 hm^2

评价单元	破坏类型	损毁面积	评价面积	占用土地类型
露天采场	挖损	10.4439	10.4439	采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、农村道路
工业场地	压占	6.9469	6.9469	采矿用地、乔木林地、其他林地
排岩场	压占	10.4090	10.4090	采矿用地、乔木林地、其他林地、农村道路
堆料场	压占	0.7685	0.7685	采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地
矿山道路	压占	3.1830	3.1830	采矿用地、乔木林地、其他林地、农村道路
拟建井口区	挖损	0.0113	0.0113	乔木林地
预测塌陷区	塌陷	18.3139	18.3139	采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、农村道路
合计		50.0625	50.0625	-

(4) 生态修复适宜性评价参评因子选择

1) 确定评价因子原则

评价因子对于生态修复适宜性评价的准确性具有重要的意义，应该选择一套相互独立而又相互补充的参评因素，评价因子应满足以下要求：

①可操作性

所选评价因子应该充分考虑资料获取的可行性与可利用性，应尽量选取可以以数值或者序号表示的因子，所建立的评价指标体系应尽可能简明实用。

②持续性

所选择的评价因子的性质及其在任何条件下反映的质量都能够在一段时间内保持持续稳定。

③差异性

所选因子能够反映出评价对象适宜性等级之间差异性，和等级内部的相对一致性。选择因子时应选择变化幅度较大且变化对评价对象适宜性影响显著的因素，同时应注意各个评价因子之间界限清楚，不会相互重叠。

2) 评价因子确定

综合考虑矿区的实际情况和损毁土地预测的结果，确定各评价单元的适宜性评价因子，由于凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司大阳沟村白云岩、水镁石矿的开采并未造成污染，所以污染的指示不予考虑。

最终确定评价因子为 6 个：地形坡度（°）、周围土地利用现状、地表浅层物质组成、表土层厚度（cm）、排水条件和生产管理便利性。

①地形坡度

本项目区各评价单元为人工设计开采或修砌形成，表面坡度易获得。各评价单元坡度存在差异性，且符合持续性原则，可以选做本方案适宜性评价的评价因子。

②周围土地利用现状

充分考虑生态修复地类是否与周围土地利用现状相适应。

③地表浅层物质组成

地表物质组成可以显示为沙土、壤土、岩土混合物、石质等。地表物质的不同，对于不同植物种植影响具有较大的差异性。

④表土层厚度

本方案中所指有表土层厚度主要指土层中对于生长作物有利的上层土层。本项目部分评价对象表层无土壤，可以通过工程措施进行全面覆土或局部覆土，表土层厚度取覆土厚度。

⑤排水条件

不淹没或偶然淹没，排水条件好；季节性短期淹没，排水较好；季节性长期淹没，

排水较差；长期淹没，排水很差等几种情况的差异对于适宜性评价结果具有较大影响。

⑥生产管理便利性

生产管理便利性主要指生态修复后的农作物或植被的管理是否便利，如灌溉、施肥、病虫害防治等。按便利性的不同分别为便利、一般、不便利三个等级。

(5) 评价单元适宜性等级评定

本方案采取极限条件法对各评价单元分别进行耕地评价、林地评价、林地评价，以确定生态修复对象对于耕地、林地和草地的适宜性等级，综合其对各种用地类型的适宜性等级，确定最终生态修复方向。

1) 评价因素等级标准的确定

结合矿区的实际情况及周围的生态修复经验等确定生态修复适宜性评价的等级标准，详见下表。

表 3-19：生态修复主要限制因素评价等级标准

限制因子	分级指标	耕地评价	林地评价	草地评价
地形坡度	<3°	1	1	1
	3~8°	2	1	1
	8~16°	3	1	1
	16~25°	N 或 3	2 或 1	1
	25~35°	N	2	2
	>35°	N	2 或 3	2
周围土地利用现状	相同	1	1	1
	相近	2 或 3	1	1
	差别很大	N	3	2
表土层厚度 (cm)	>80	1	1	1
	80-50	2	1	1
	50-30	3	2	1
	30-10	N	N	1
	<10	N	N	2
地表浅层物质组成	壤土、砂土	1	1	1
	岩土混和物	2 或 3	2	2
	松散岩土	N	3	3
	石质	N	N	N
排水条件	不淹没或偶然淹没，排水好	1	1	1
	季节性短期淹没，排水较好	2	2	2
	季节性长期淹没，排水较差	N	3 或 N	3 或 N
	长期淹没，排水很差	N	N	N
生产管理便利性	便利	1	1	1
	一般	2 或 3	2	2
	不便利	N	N	2

注：1-适宜 2-基本适宜 3-勉强适宜 N-不适宜

2) 评价单元土地质量状况

表 3-20: 评价单元土地质量状况

评价单元	地形坡度	周围土地利用现状	表土层厚度 (cm)	地表浅层物质组成	排水条件	生产管理便利性
露天采场平台	≤5°	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
露天采场边坡	50-65	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
工业场地	≤5°	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
排岩场平台	<3	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
排岩场边坡	25-35	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
堆料场	≤5°	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
矿山道路	5~10°	农村道路	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
拟建井口区	≤5°	林地	覆土后 50	覆土后壤土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利
预测塌陷区	0~30°	原有表土	壤土、砂土	壤土、砂土	不淹没、偶尔淹没 排水条件较好	便利

3) 等级评定结果

在矿区土地质量调查的基础上,将参评单元的土地质量分别与土地主要限制因素的耕林草评价等级标准对比,以限制最大,适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级。评价等级结果下表。

表3-21 露天采场区平台土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地形、地表物质组成、有效土层厚度、生产管理便利性	受坡度、周围土地利用现状和表土层厚度影响,不宜复垦为耕地。
林地评价	1	地表物质组成、有效土层厚度	土地地表物质为石质,其坡度满足复垦为林地的要求。覆土后种植树木,适宜复垦为林地。

草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，平整，覆土，适宜复垦为草地。
------	---	----------------	----------------------------

表3-22露天采坑区边坡土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、生产管理便利性	在现有采矿工艺、技术经验和经济条件下，很难调控地形坡度，而耕地对地形坡度有较高要求（小于 15°）不适宜复垦成为耕地。
林地评价	N	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度	采坑坡度陡峭，无法进行降坡，不能复垦为林地。
草地评价	N	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度	采坑坡度陡峭，无法进行降坡，不能复垦为草地。

表3-23 排岩场平台区土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、生产管理便利性	地形坡度、地表物质组成及有效土层厚度无法满足复垦为耕地的要求。
林地评价	1	地表物质组成、有效土层厚度	其坡度满足复垦为林地的要求，经客土后种植树木，适宜复垦为林地。
草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，平整，覆土，适宜复垦为草地。

表3-24 排岩场边坡区土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地形、地表物质组成、有效土层厚度、生产管理便利性	地形坡度、地表物质组成及有效土层厚度无法满足复垦为耕地的要求。
林地评价	1	地表物质组成、有效土层厚度	土地地表物质为石质，其坡度满足复垦为林地的要求。覆土后种植树木，适宜复垦为林地。
草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，平整，覆土，适宜复垦为草地。

表3-25 工业场地区土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度 生产管理便利性	考虑到地类因素及有效土层厚度无法满足复垦为耕地的要求。
林地评价	1	地表物质组成、有效土层厚度	在保证土层厚度和土壤有机质的情况下，拆除场地内设备及建构物，平整，覆土，适宜复垦为林地。

草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，拆除场地内设备及建构物，平整，覆土，适宜复垦为草地。
------	---	----------------	--

表3-26 堆料场土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度 生产管理便利性	受周围土地利用现状和表土层厚度影响，不宜复垦为耕地。
林地评价	1	地表物质组成、有效土层厚度	在保证土层厚度和土壤有机质的情况下，平整，覆土，适宜复垦为林地。
草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，平整，覆土，适宜复垦为草地。

表3-27 运输道路区土地复垦适宜性评价结果

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	地表物质组成、有效土层厚度、 生产管理便利性	考虑到地类因素及有效土层厚度无法满足复垦为耕地的要求。
林地评价	1	地表物质组成、有效土层厚度	在保证土层厚度和土壤有机质的情况下，清理路面碎石后，覆土，复垦为林地。
草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，清理路面碎石后覆土，适宜复垦为草地。

表3-28 拟建井口区适宜性等级评定结果表

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	周围土地利用现状、表土层厚度	受周围土地利用现状影响，不宜复垦为耕地。
林地评价	1	地表物质组成 土层厚度	全面覆土后，适宜复垦为林地
草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	在保证土层厚度的情况下，平整，覆土，适宜复垦为草地。

表3-29 预测塌陷区适宜性等级评定结果表

地类评价	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地评价	N	坡度、周围土地利用现状	受坡度、周围土地利用现状和表土层厚度影响，不宜复垦为耕地。
林地评价	1	地表物质组成 土层厚度	若塌陷，回填后进行平整，覆土，适宜复垦为林地。。
草地评价	1	周围土地利用现状、表土层厚度	若塌陷，回填后进行平整，覆土，适宜复垦为草地。

(6) 复垦修复方向及面积

复垦土地适宜性评价结果显示待复垦土地存在多种适宜性，最终修复方向的确定需要综合考虑多方面的因素。本着符合土地利用总体规划及土地复垦规划，依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型，选择复垦土地的用途，因地制宜，综合治理。修复后地形地貌与当地自然环境和景观协调，保护土壤、水源和环境质量，保护生态，防止水土流失，防止次生污染。坚持经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则，确定矿区各单元土地复垦的最终方向：

各损毁区主要破坏了采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、农村道路，为斑状、条带状割裂损毁，且地表物质组成多为废石、基岩，通过极限条件法进行土地复垦适宜性评价，各单元适宜性评价结果显示，虽存在多种适宜性，但是考虑到实际、周边地类，使同地类集中、规模化等客观要求，其中，预测塌陷区根据分析不会出现大范围地面塌陆，尽可能保持其原土地利用方式，采用塌陷预留金方式进行治理，以上两个评价单元通过定性分析暂时不设计复垦工程量。各评价单元最终复垦方向及面积见表 3-30。

3-30 待修复土地修复利用方向及面积

复垦单元	损毁前地类	损毁面积 (hm ²)	修复方向	修复面积 (hm ²)
露天采场边坡区	采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、农村道路	2.1105	不复垦	-
露天采场平台区		8.3221	乔木林地	8.3221
工业场地	采矿用地、乔木林地、其他林地	6.9469	乔木林地	6.9469
排岩场平台	采矿用地、乔木林地、其他林地、农村道路	7.3061	乔木林地	7.3061
排岩场边坡		3.1029	乔木林地	3.1029
堆料场	采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地	0.7685	乔木林地	0.7685
矿山道路	采矿用地、乔木林地、其他林地、农村道路	3.1830	乔木林地	3.1830
拟建井口区	乔木林地	0.0113	乔木林地	0.0113
合计		31.7513	-	29.6408

(7) 水土资源平衡分析

①水资源平衡分析

本项目所在地雨水充分，地表水和地下水位较高，年平均降水量 1021.3mm，当地林区靠自然降水生长，植被在其生长期不采取灌排措施，经向当地村民了解，该地区降水较充分，农作物均可依靠自然降水生长，基本上未发生过因干旱所导致的减产和绝收，复垦所栽植的苗木基本可依靠自然降水生长。由于苗木在栽植过程中，苗

木的起栽都有可能造成其生理缺水，苗木种植后的第一年需人工浇灌，以保证苗成活，后期可依靠自然降水灌溉。

植物灌水定额： $m=15 \times 666.7 \gamma h \beta (\beta_1 - \beta_2)$

式中：

m —灌水定额， m^3/hm^2 ；

γ —计划湿润层土壤干容重， g/cm^3 ，本地取 1.4；

h —土壤计划湿润层深度，取为乔木取 0.6m；

β —田间持水率，取 20%；

β_1 —适宜含水量（重量百分比）上限，可取土壤田间持水量的 80%；

β_2 —适宜含水量（重量百分比）下限，可取土壤田间持水量的 65%；

$m_{\text{乔木}}=15 \times 666.7 \times 1.4 \times 0.6 \times (0.80 - 0.65) \times 0.20 \approx 252m^3/hm^2$

经计算乔木的灌水定额为 $252m^3/hm^2$ ，年浇水按 2 次计算，本次方案设计复垦乔木林地面积为 $29.6408hm^2$ ，年共需水量约 $14939m^3$ 。矿山灌溉采用汽车拉水，灌溉方式为人工浇水，矿区西南部 2.2km 暖河，河水流量为 99L/S。经平衡分析确定，种植初期对树苗进行拉水灌溉，项目区附近的河流水量可充分保证用水需求。本方案选取的植被种类为耐旱品种，需水量较少，林木生长稳定后大气降水的降水量可满足植物生长所需。

照片 3-11 附近水源照片

②土资源平衡分析

复垦所需覆土量统计：

根据适宜性分析确定，除露天采坑边坡较陡，且无法实施削坡整形外；其中，预测塌陷区采用塌陷预留金方式进行治理，暂时不设计复垦工程量；最终覆土面积 29.6408hm²，复垦方向为乔木林地。

覆土单元包括露天采场平台、排岩场、堆料场、工业场地、拟建井口区、运输道路等 6 个单元，设计覆土方式采用全面覆土自然沉实厚度 0.50m，沉实系数取 1.05。土方量=复垦修复面积×覆土厚度×沉实系数。经计算土壤重构工程需自然土方量 155613 万 m³。

表 3-31 复垦单元覆土量计算结果表

复垦单元	复垦方向	覆土方式	覆土厚度	覆土面积	沉实系数	覆土量
			(m)	(hm ²)		(m ³)
露天采场平台	乔木林地	全面覆土	0.5	8.3221	1.05	43691
排岩场	乔木林地	全面覆土	0.5	10.4090	1.05	54647
堆料场	乔木林地	全面覆土	0.5	0.7685	1.05	4035
工业场地	乔木林地	全面覆土	0.5	6.9469	1.05	36471
拟建井口区	乔木林地	全面覆土	0.5	0.0113	1.05	59
运输道路	乔木林地	全面覆土	0.5	3.1830	1.05	16710
合计				29.6408		155613

表土剥离量统计：

凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司为满足后期植被恢复土方需求，对拟损毁的场地进行表土剥离，剥离场地为拟扩建露天采场 CK1 和拟建井口区。表土剥离总面积为 5.4383hm²，可剥离满足矿山今后植被恢复所需土质要求的土壤土层平均厚度 0.3m，剥离量为 16345m³，剥离的表土直接用于近期复垦，如有剩余就近存放在露天采场 CK2 内，避免单独设置表土场产生新的土地资源破坏。表土剥离费用计入矿山采矿成本，工作量及费用不纳入本方案土地复垦工作中。

土资源平衡分析：

本项目覆土土方量（需土量）共计 155613m³。

$V_{\text{平衡}} = V_{\text{供给量}} - V_{\text{需土量}} = 16345 - 155613 = -139268\text{m}^3 < 0$ ，因此该矿山土量供需情况为供不应求，需外购土源，表土缺口约 139268m³。

土壤来源可行性分析：

为了生态修复工作顺利进行，提高方案的可行性及可操作性，所需的表土通过外运解决。由于矿山需土量较大，经村委会与村民协商（详见客土协议）。该矿客土土

源主要来自矿山西南方向 3km 左右荒地，可作为矿山取土场，该处荒地面积约 10 公顷，堆土高度约 1.5m 左右，土源主要为每年河道清理以及工业建设场地的基坑土方。土壤类型和理化性质与评估区土壤相近，pH 在 6.5~8.5，土壤有机质含量 12.0~13.6g/kg，无污染，运距 3km，可满足植被重建工程需要。土壤质量好，适宜植被生长。

运土前进一步征得相关主管部门同意。本次计划取土量为 122558m³，因复垦而取用的土方以实际取用土方为准，土方运输及装载费用由凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司承担，取土后场地由村委会自行负责管理。取土场位置及现状见下图。

图 3-12 取土位置

图3-13: 取土场土现状

③石方平衡分析

结合矿山实际情况,根据开发利用方案未来拟扩建露天采场 CK1 将形成深凹采坑因此,本次设计闭坑后将拟扩建露天采场 CK1 回填至平台 340m,拟扩建露天采场 CK1 上沿平均标高 340m,面积 35902m²,下沿标高 300m,面积约 7590m²,回填深度 40m;进行废石回填,利用公式 $V=1/3 \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times L$

式中: V—回填量 (m³),

S₁、S₂—顶、底板面积 (m²),

L—回填深度 (m)。

经计算求得需废石回填约 80 万 m³,能够满足复垦率要求,根据开发利用方案设计,矿山剥离岩石可做建筑石料销售,矿山在采场东南侧设计排岩场容积约 120.4 万 m³,排土场堆高为 40m,分 3 级台阶,坡脚为 35°,用作未及时销售的废石使用。在矿山露天开采结束后,对露天采坑进行修复工作。

根据开发利用方案设计,矿山今后露天开采生产时期产生的废石约 424.7 万 m³,本方案设计利用废石 80 万 m³。开采活动结束后,回填至现有露天采场内,完全可以满足露天采场回填需求。

(二) 目标方向可行性分析

1、参照生态系统

(1) 周边未受损生态系统

根据现场实地调查,矿区周边未受损的相似生态系统主要有森林生态系统和农田生态系统。

①森林生态系统

分布于矿区北部和南部的山脊、山坡处,地势较高,地形起伏较大,地形坡度约在 $10\sim 20^\circ$,局部地形坡度可达 25° 。土壤厚度 $0.3\sim 1.0\text{m}$ 左右,土地利用类型主要为乔木林地、灌木林地和其他林地,乔木树种主要有柞树、槐树、榆树、松树等,灌木树种主要有榛子、山枣等,果树树种主要有梨树、苹果树、杏树等。

① 农田生态系统

农田生态系统集中分布于河流两岸平缓地带及山间谷地,坡度约在 $10\sim 20^\circ$ 之间。土层厚度 $80\text{cm}\sim 200\text{cm}$,有机质含量 $1.2\%\sim 2.5\%$ 。以玉米、大豆等粮食作物为主,兼有板栗、山楂等经济林和柞蚕场,包含田埂、沟渠、防护林带。

(2) 矿山以往生态修复案例

矿山企业于2025年对不再利用的露天采场CK4、废石渣台2进行恢复治理和生态修复工作。挖损区和压占区复垦修复为乔木林地,乔木树种选择乡土品种刺槐,刺槐具有耐干旱、成活率高,管护容易等优点,适宜本地生长;覆土采用全面覆土方式,覆土厚度 0.5m ,土源主要为以往矿山建设开挖的表土,栽植株行距为 $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$,每穴1株,穴间撒播草籽;栽植完成后,浇足定根水,让苗木根系与土壤紧密贴合,后续每年灌溉2次,保证苗木成活率。

通过矿山以往生态修复工程的成功实施,修复了因矿山开采形成的裸露地貌,有效的改善了矿区的地形地貌景观,恢复了矿区生态环境,为本次生态修复提供了借鉴。

(3) 矿区自然环境

矿区地处辽宁省东部低山丘陵区,属长白山余脉千山山系,区内最高海拔高度 460.2m ,最低海拔高度 270m ,相对高差约 190m ,地形坡度约在 $10\sim 20^\circ$,局部地形坡度可达 25° 以上,沟谷发育。属于温带气候区,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。该地区多年平均降雨量为 1021.3mm ,多年平均降雨量从上游向下游递增,大部分降雨集中在 $6\sim 9$ 月份,约占全年降雨量的70%以上,暴雨多发生在 $7\sim 8$ 月份。多年平均蒸发量为 1237mm ,年内分配以4月至9月为最大,约占全年蒸发量的73%。多年平均气温为 8.1°C ,一月份气温最低,月平均气温 -10.3°C ,极端最低气温为 -32.4°C ,

八月份气温最高，月平均气温 23.3℃，极端最高气温为 37.3℃。该地区平均风速为 2.3m/s，多年平均最大风速为 19.0m/s，主导风向 SSE，无霜期为 158 天，初霜日一般在 10 月 1 日前后，终霜日一般在 4 月末。最大冻土深度为 1.38m，最大积雪深度 33cm。土壤主要以棕壤土为主，在山脊、山坡处土层厚度 0.3~1.0m 左右；在沟谷、山脚处土层厚度 2.0m 左右。该土壤的主要性质是：有效土层厚度 0.5m；属于 ABC 型土壤结构，其中 A 层为表土层，厚度 0.3m，B 层为心土层，厚度 0.2m，C 层为底土层，厚度 0.2m；根据辽宁省地质矿产局辽东勘察院取样分析显示，矿区表土土壤的 PH 为 6.8~8.0，碱解氮含量 102.31mg/kg，全氮含量 0.239%，有机质含量 1.87%，有效磷含量 3.63mg/kg，有效钾含量 119.63mg/kg，腐殖层厚度在 20cm 左右。植物代表种有红松、沙松、紫杉、蒙古柞、赤松、油松、麻栎、辽东栎、板栗、臭椿等。

以上地形地貌、气候、土壤等自然条件为森林生态系统和城镇生态系统的形成提供了基础环境。

(4) 参照生态系统

矿区周边未受损生态系统主要以农田生态系统和森林生态系统为主，结合矿山及周边矿山以往生态修复的成功案例（生态修复方向为乔木林地），以及《凤城市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《凤城市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，确立本次生态修复工作参照生态系统为农田生态系统和森林生态系统。

参照生态系统典型照片如下：

图3-12：森林生态系统典型照片

图3-13: 农田生态系统典型照片

2、复垦修复方向与目标

(1) 生态修复方向

根据矿区土地复垦修复适宜性评价结果，以选定的参照生态系统为目标，结合凤城市国土空间总体规划、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《凤城市国土空间总体规划（2021-2035年）》，矿区处于凤城市乡村发展区，该区目标有积极推动生产矿山生态修复。根据《凤城市鸡冠山镇国土空间总体规划（2021-2035年）》，鸡冠山镇植被处于长白植物区系和华北植物区系的过渡带上，构建山地森林生态系统，以自然修复和人工种植相结合的方式增加植物多样性，将疏林地、灌木林等逐步转变为有林地，合理增加有林地面积。

综上，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

根据对矿区所在的凤城市鸡冠山镇大阳沟村民进行问卷调查，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

鸡冠山镇位于凤城市西北部，辽东半岛东南部，境内矿产资源丰富，已开发利用的矿产有硼铁、铜铁、硅石、滑石、水镁石、菱镁石、白云石、钠长石、钾长石、方解石等，其中水镁石是镁矿系列稀有珍贵品种。推广生态和经济效益绿化模式，科学发展特色经济林果、林下经济、森林康养等富民产业，实现经济发展和民生效益相

结合。从社会经济因素考虑，复垦修复方向以林地为主。

(2) 生态修复目标

通过本次修复工作，修复区的生态系统功能、土壤的蓄水能力将得到有效恢复及优化，同时使土壤结构得到有效的改善，能使区域植被覆盖率、植物物种多样性有一定的增加，自然景观及地形地貌将得到有效的恢复，将使水土流失等地质灾害将得到控制，生态环境将逐渐恢复或超过破坏前的水平，实现社会效益、经济效益、生态效益三者的共同提高。

本方案确定凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司生态修复区面积为 29.6408hm²，复垦修复方向为乔木林地，复垦修复率为 93.36%，复垦修复前后土地利用结构调整详见表 3-32。

表 3-32：矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		生态修复目标		面积增减 (hm ²)
编码	名称	编码	名称	面积 (hm ²)	质量	面积 (hm ²)	质量	
03	林地	0301	乔木林地	4.9509		29.6408		+77.76
		0305	灌木林地	0.9047		0		-2.85
		0307	其他林地	0.3978		0		-1.25
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	23.7790		0		-74.89
10	交通运输用地	1006	农村道路	1.7189		0		-5.41
合计				31.7513		29.6408		-6.64

注：矿山损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、采矿用地和农村道路，根据矿区土地复垦修复适宜性评价结果，以选定的参照生态系统为目标，结合凤城市国土空间总体规划、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以乔木林地为主。乔木林地损毁面积 4.9509hm²，方案设计修复乔木林地面积为 29.6408hm²，增加原因为损毁的灌木林地、其他林地、采矿用地和农村道路合计面积 24.6899hm²修复为乔木林地。根据适宜性分析确定，由于露天采场边坡较陡，均大于 45°，不能进行修复，因此不能修复面积合计为 2.1105hm²。

3、复垦修复标准

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）等矿区生态修复相关技术标准，结合矿区土地、生态系统实际情况，确定矿区生态修复质量标准如下：

(1) 乔木林地

①整地后地面坡度控制在 15° 以内，地面高差控制在 ±5cm，以利于排水和苗木种植。

②覆土后有效土层厚度大于等于 50cm，土壤质地为壤土或砂壤土，容重小于 1.45g/cm^3 ，砾石含量小于 20%，pH 值在 6.0~8.5 之间，有机质含量大于 2%，满足苗木生长需求。

③苗木选择当地具有耐寒、耐旱、耐瘠薄等优点的树种，如刺槐，采用穴植方式，株行距 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，坑穴规格 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，定植密度 4444株/hm^2 。

④生产力水平：三年后林木成活率达到 70%以上，郁闭度达到 0.3 以上的水平。

⑤排水设施满足场地要求，防洪满足当地标准。

（三）边开采、边修复可行性分析

根据矿山开发利用方案和生产计划，矿山未来继续采用露天、地下开采方式。设计确定系统一采用平硐-斜坡道联合开拓方式，利用现有平硐 PD1 作为回风和第二安全出口、PD2 承担 322m 中段入风、PD3 承担 288m 中段入风。

设计确定系统二白云岩矿体采用斜坡道开拓方式、抽出式通风、汽车运输。设计新增斜坡道 XPD2 担负矿岩、材料设备及人员出入的任务。作为系统二的入风井和第一安全出口。新增回风井 FJ1 承担矿山回风与电缆管路铺设。

设计确定系统三露天开采白云岩矿体（Do-1 东侧矿体），采用公路开拓、汽车运输方式。继续利用现有工业场地 1、工业场地 2、工业场地 3、工业场地 4 作为矿山生产、办公、存放设备和车辆的场地；继续利用现有矿山道路作为矿山和当地村民日常通行使用。以上工程和设施将继续服务于矿山生产，目前不具备边生产、边修复的条件。

矿区现有多处露天采场、多处排岩场、堆料场不再利用地段进行修复，例如：历史遗留露天采场 1、2；排岩场 2、6、7、8；堆料场 2、3；工业场地 5 未来生产不再利用，计划前三个年度对其进行修复。

综上，对于矿山以往开采形成的部分露天采场、排岩场、堆料场等部分区域，根据矿山生产计划不再使用，具备边生产、边修复的条件。因此，矿山边生产、边修复是可行的。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区

矿区生态修复范围包括全部损毁区域，具体包括露天采场、排岩场、工业场地、

堆料场、矿山道路、拟建井口区、运输道路区、预测塌陷区等区域。其中，预测塌陷区由于发生地表塌沉陷具有不确定性，无法准确预测发生塌沉陷的时间和地点，故预留塌陷治理资金，一旦发生塌沉陷及时进行恢复治理，修复为乔木林地。因此，预测塌陷区不进行生态修复分区，剩余损毁区域进行生态修复分区。根据各单元复垦修复适宜性评价结果，结合矿山开采进度计划，进行矿区生态修复分区，划分复垦修复单元，并制定各复垦修复单元实施计划，共划分为 27 个复垦修复单元。各复垦修复单元范围、修复目标及实施计划如下：

表 3-34：生态修复分区表

损毁单元名称	损毁方式	生态修复面积	范围
拟扩建采场 CK1	挖损	5.2682	表 3-35
CK2	挖损	0.1267	表 3-35
CK5	挖损	0.0626	表 3-35
CK6	挖损	0.2381	表 3-35
历史遗留 CK1	挖损	0.0759	表 3-35
历史遗留 CK2	挖损	0.0150	表 3-35
历史遗留 CK3	挖损	2.5356	表 3-35
工业场地 1	压占	1.1092	表 3-35
工业场地 2	压占	1.1003	表 3-35
工业场地 3	压占	0.9977	表 3-35
工业场地 4	压占	3.0552	表 3-35
工业场地 5	压占	0.6845	表 3-35
排岩场 1	压占	3.1128	表 3-35
排岩场 2	压占	0.9760	表 3-35
排岩场 3	压占	1.8296	表 3-35
排岩场 4	压占	1.1459	表 3-35
排岩场 5	压占	0.0949	表 3-35
排岩场 6	压占	0.2283	表 3-35
排岩场 7	压占	1.4263	表 3-35
排岩场 8	压占	1.5952	表 3-35
堆料场 1	压占	0.5667	表 3-35
堆料场 2	压占	0.1633	表 3-35
堆料场 3	压占	0.0385	表 3-35
拟建斜坡道 XPD2	挖损	0.0033	表 3-35
拟建回风井 FJ1	挖损	0.0080	表 3-35
运输道路	压占	3.1830	-

矿区复垦修复单元划分详见下图：

图3-14: 矿区生态修复分区图

矿区复垦修复单元拐点坐标详见下表 3-35:

表 3-35: 矿区生态修复分区拐点坐标表

复垦修复单元	点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
		X	Y		X	Y
拟扩建露天采场 CK1	1			24		
	2			25		
	3			26		
	4			27		
	5			28		
	6			29		
	7			30		
	8			31		

复垦修复单元	点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	9			32		
	10			33		
	11			34		
	12			35		
	13			36		
	14			37		
	15			38		
	16			39		
	17			40		
	18			41		
	19			42		
	20			43		
	21			44		
	22			45		
	23			46		
CK2	1			10		
	2			11		
	3			12		
	4			13		
	5			14		
	6			15		
	7			16		
	8			17		
	9			18		
CK5	1			16		
	2			17		
	3			18		
	4			19		
	5			20		
	6			21		
	7			22		
	8			23		
	9			24		
	10			25		
	11			26		
	12			27		
	13			28		
	14			29		
	15			30		
CK6	1			9		
	2			10		
	3			11		
	4			12		
	5			13		
	6			14		

复垦修复单元	点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	7			15		
	8			16		
	1			9		
历史遗留 CK1	2			10		
	3			11		
	4			12		
	5			13		
	6			14		
	7			15		
	8			16		
	历史遗留 CK2	1			4	
2				5		
3				6		
历史遗留 CK3	1			6		
	2			7		
	3			8		
	4			9		
	5			10		
工业场地 1	1			10		
	2			11		
	3			12		
	4			13		
	5			14		
	6			15		
	7			16		
	8			17		
	9			18		
工业场地 2	1			11		
	2			12		
	3			13		
	4			14		
	5			15		
	6			16		
	7			17		
	8			18		
	9			19		
	10			20		
工业场地 3	1			8		
	2			9		
	3			10		
	4			11		
	5			12		
	6			13		
	7			14		
工业场地 4	1			12		

复垦修复单元	点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	2			13		
	3			14		
	4			15		
	5			16		
	6			17		
	7			18		
	8			19		
	9			20		
	10			21		
	11			22		
	工业场地 5	1			10	
2				11		
3				12		
4				13		
5				14		
6				15		
7				16		
8				17		
9				18		
排岩场 1	1			16		
	2			17		
	3			18		
	4			19		
	5			20		
	6			21		
	7			22		
	8			23		
	9			24		
	10			25		
	11			26		
	12			27		
	13			28		
	14			29		
	15			30		
排岩场 2	1			11		
	2			12		
	3			13		
	4			14		
	5			15		
	6			16		
	7			17		
	8			18		
	9			19		
	10			20		
排岩场 3	1			13		

复垦修复单元	点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	2			14		
	3			15		
	4			16		
	5			17		
	6			18		
	7			19		
	8			20		
	9			21		
	10			22		
	11			23		
	12					
	排岩场 4	1			12	
2				13		
3				14		
4				15		
5				16		
6				17		
7				18		
8				19		
9				20		
10				21		
11				22		
排岩场 5	1			7		
	2			8		
	3			9		
	4			10		
	5			11		
	6					
排岩场 6	1			8		
	2			9		
	3			10		
	4			11		
	5			12		
	6			13		
	7			8		
排岩场 7	1			14		
	2			15		
	3			16		
	4			17		
	5			18		
	6			19		
	7			20		
	8			21		
	9			22		
	10			23		

复垦修复单元	点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
		11			24	
	12			25		
	13			14		
排岩场 8	1			12		
	2			13		
	3			14		
	4			15		
	5			16		
	6			17		
	7			18		
	8			19		
	9			20		
	10			21		
	11			22		
堆料场 1	1			12		
	2			13		
	3			14		
	4			15		
	5			16		
	6			17		
	7			18		
	8			19		
	9			20		
	10			21		
	11			12		
堆料场 2	1			6		
	2			7		
	3			8		
	4			9		
	5					
堆料场 3	1			6		
	2			7		
	3			8		
	4			9		
	5			10		
拟建斜坡道 XPD2	1			3		
	2			4		
拟建回风井 FJ1	1			3		
	2			4		

(二) 生态修复时序安排

根据矿山生产计划、矿山生态修复目标，确定矿山生态修复分区任务与时序安排。
矿区生态修复分区实施时间详见下表：

表 3-36：矿区生态修复分区实施时间表

序号	复垦修复单元	面积(hm ²)	实施时间
1	拟扩建采场 CK1	5.2682	2065.8-2066.7
2	CK2	0.1267	2065.8-2066.7
5	CK5	0.0626	2065.8-2066.7
6	CK6	0.2381	2027.4-2028.3
8	历史遗留 CK1	0.0759	2026.4-2027.3
9	历史遗留 CK2	0.0150	2026.4-2027.3
10	历史遗留 CK3	2.5356	2030.4-2031.3
11	工业场地 1	1.1092	2065.8-2066.7
12	工业场地 2	1.1003	2065.8-2066.7
13	工业场地 3	0.9977	2065.8-2066.7
14	工业场地 4	3.0552	2065.8-2066.7
15	工业场地 5	0.6845	2028.4-2029.3
16	排岩场 1	3.1128	2065.8-2066.7
17	排岩场 2	0.9760	2029.4-2030.3
18	排岩场 3	1.8296	2065.8-2066.7
19	排岩场 4	1.1459	2030.4-2031.3
20	排岩场 5	0.0949	2026.4-2027.3
21	排岩场 6	0.2283	2028.4-2029.3
22	排岩场 7	1.4263	2028.4-2029.3
23	排岩场 8	1.5952	2027.4-2028.3
24	堆料场 1	0.5667	2065.8-2066.7
25	堆料场 2	0.1633	2030.4-2031.3
26	堆料场 3	0.0385	2029.4-2030.3
27	拟建斜坡道 XPD2	0.0033	2065.8-2066.7
28	拟建回风井 FJ1	0.0080	2065.8-2066.7
29	运输道路	3.1830	2065.8-2066.7

四、采矿用地与复垦修复安排

（一）采矿用地情况

矿山采矿用地包括露天采场、排岩场、堆料场、工业场地、矿山道路和拟建井口区等区域，拟建井口区和拟扩建露天采场 CK1 为新增用地，面积 31.7513hm²，土地类别为采矿用地、乔木林地、灌木林地、其他林地、农村道路等。矿山采矿用地土地权属性质为集体所有土地。矿山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。

（二）复垦修复安排

各采矿用地情况及复垦修复计划如下：

露天采场 CK2 损毁土地面积为 0.2528hm²，用地方式为露天采矿，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、灌木林地，根据《开发利用方案》，考虑该区域紧邻拟扩建

露天采场 CK1，剥离的表土直接用于近期复垦，如有剩余就近存放在露天采场 CK2 内，避免单独设置表土场产生新的土地资源破坏。因此该区域将在 2065 年开采结束后和拟扩建露天采场 CK1 实施复垦修复，考虑到采坑边坡较陡，难以复垦修复，利用栽植地锦进行遮挡，实际修复面积为 0.1267hm²。

露天采场 CK5 损毁土地面积为 0.2828hm²，用地方式为露天采矿，损毁土地类型为采矿用地、其他林地，根据《开发利用方案》中开采计划设计，未来矿山为地下开采，将利用现有平硐 PD1，在采坑出入沟口位置和阶段平台，因此该区域将在因此该区域将在 2065 年开采结束后开采结束后和平硐 PD1 实施复垦修复，实际修复面积为 0.0626hm²。

露天采场 CK6 损毁土地面积为 0.4070hm²，用地方式为露天采矿，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地，根据《开发利用方案》，该区域不再利用，坑底平台可在 2028 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.2381hm²。

历史遗留露天采场 CK1 损毁土地面积为 0.1798hm²，用地方式为早年遗留露天采矿，损毁土地类型为采矿用地，根据《开发利用方案》，该区域不再利用，坑底平台可在 2026 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.0759hm²。

历史遗留露天采场 CK2 损毁土地面积为 0.0583hm²，用地方式为早年遗留露天采矿，损毁土地类型为乔木林地，根据《开发利用方案》，该区域不再利用，该区域考虑采坑边坡较陡，难以复垦修复，本次方案设计利用栽植地锦进行遮挡，坑底平台可在 2026 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.0150hm²。

历史遗留露天采场 CK3 损毁土地面积为 2.5356hm²，用地方式为遗留露天采矿，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地，根据《开发利用方案》，该区域不再利用，方案设计 2030 年实施复垦修复，实际修复面积为 2.5356hm²。

拟扩建露天采场 CK1 损毁土地面积为 6.7163hm²，用地方式为露天采矿，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、灌木林地、农村道路，根据《开发利用方案》，该区域将在地下开采结束进行扩建，时间为 2052 年到闭坑结束。因此，该区域将在 2065 年开采结束后实施复垦修复，考虑到采坑边坡较陡，难以复垦修复，利用栽植地锦进行遮挡，实际修复面积为 5.2682hm²。

工业场地 1、工业场地 2、工业场地 3、工业场地 4 损毁土地面积合计 6.9469hm²，用地方式为建筑物压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地。根据《开发利用方案》，

未来仍将保留使用，在闭坑后拆除地表建筑，清除地表硬覆盖后即可在 2065 年实施复垦修复，实际修复面积为 6.9469hm²。

工业场地 5 损毁土地面积为 0.6845hm²，用地方式为压占，损毁土地类型为采矿用地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2028 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.6845hm²。

排岩场 1 损毁土地面积为 3.1128hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、其他林地。根据《开发利用方案》，未来仍将保留使用，可在 2065 年闭坑后实施复垦修复，实际修复面积为 3.1128hm²。

排岩场 2 损毁土地面积为 0.9760hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地。根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2029 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.9760hm²。

排岩场 3 损毁土地面积为 1.8296hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、农村道路，根据《开发利用方案》，未来露天开采将利用排岩场 3，仍将保留使用，可在 2065 年实施复垦修复，实际修复面积为 1.8296hm²。

排岩场 4 损毁土地面积为 1.1459hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、农村道路，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2030 年实施复垦修复，实际修复面积为 1.1459hm²。

排岩场 5 损毁土地面积为 0.0949hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2026 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.0949hm²。

排岩场 6 损毁土地面积为 0.2283hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2028 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.2283hm²。

排岩场 7 损毁土地面积为 0.8247hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2029 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.8247hm²。

排岩场 8 损毁土地面积为 1.5952hm²，用地方式为废石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2027 年实施复垦修复，实际修复面积为 1.5952hm²。

堆料场 1 损毁土地面积为 0.5667hm²，用地方式为矿石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、灌木林地，根据《开发利用方案》，未来仍将保留使用，可在 2065 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.5667hm²。

堆料场 2 损毁土地面积为 0.1633hm²，用地方式为矿石压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、其他林地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2030 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.1633hm²。

堆料场 3 损毁土地面积为 0.0385hm²，用地方式为矿石压占，损毁土地类型为采矿用地、其他林地，根据《开发利用方案》，未来不再利用，可在 2029 年实施复垦修复，实际修复面积为 0.0385hm²。

拟建井口区为拟新增损毁土地面积 0.0113hm²，用地方式为矿石挖损，损毁土地类型为乔木林地，根据《开发利用方案》中开采计划设计，将在 2065 年闭坑后实施复垦修复，实际修复面积为 0.0113hm²。

运输道路区损毁土地面积 3.1830hm²，用地方式为压占，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、其他林地、农村道路，根据《开发利用方案》中开采计划设计，闭坑以前继续利用，将在 2065 年闭坑后实施复垦修复，实际修复面积为 3.1830hm²。

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

(一) 敏感目标保护

1、重要设施

开采区域不涉及港口、机场、国防工程设施；不涉及重要工业区、大型水利工程设施、城镇市政工程设施；不涉及国家划定的自然保护区、重要风景区，国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所。

2、与生态保护红线、生态保护地位置关系

开采区域不涉及生态保护红线、二级水源保护区、国家森林公园等范围。

3、与基本农田、林地位置关系

开采区域不涉及到公益林和永久基本农田，矿区占用的林地，矿山开采结束后可采用覆土后种植绿化措施，恢复其林业用地功能。

4、其他敏感设施位置关系

开采区域内及周边无重要河流水系、无自然保护区、重要风景名胜区、历史文物和名胜古迹；无主干公路和交通要道经过；无重要工业区、大型水利设施、城镇市政工程设施等。

5、联合踏勘

矿区已经相关部门联合踏勘，矿区与其他相关部门规划等约束性因素不冲突。

综上，开采区域符合《丹东市矿产资源“十四五”规划》，开采区域不涉及公益林和永久基本农田，不涉及生态保护红线、二级水源保护区、国家森林公园等范围。开采区域与同级国土空间、环保、林业、交通、水利、地质环境、发展和改革、旅游、军事等相关部门的规划或发展纲要不冲突。

开采区域 300m 范围内无重要的文化遗迹、风景区、学校等其他需保护的建构筑物。矿区周边 1000m 范围内无铁路。开采区域周边 200m 范围内无石油天然气管道及附属设施；1000m 范围内无石油天然气管道专用隧道。

(二) 表土剥离与植被移植利用

结合开采时序及分区分期修复安排，表土处置措施如下：

(1) 表土剥离

范围：扩建露天采场 CK1 和拟建井口区，面积 5.4383hm²；

厚度：剥离表层 0-0.3m 耕作层土壤（有机质含量较高）；

时序：与采矿设计同步，2047 年 4 月-2065 年 7 月；

土方量：总计 16345m³（5.4383hm²×0.3m）。

(2) 表土储存

位置：直接堆存于露天采场 CK2 内；

养护措施：直接用于复垦，无需养护。

(3) 表土利用

用途：可优先用于排岩场 1 生态修复工作，即剥即用，排岩场 1 损毁面积 3.1128hm²，覆土沉实厚度 0.5m，沉实系数 1.05，排岩场 1 表土覆盖工程量=31128×0.5×1.05，覆土工程量共计 16341m³。完全满足排岩场 1 需求。

(三) 相关协同措施

1、地质灾害预防措施

矿山在开采过程中应严格按照开发利用方案设计的采矿方法进行开采和处理采空区，在有可能引发崩塌、滑塌、地面塌陷、地裂缝的位置，进行地质灾害监测，发现险情及时治理，同时为预防崩塌地质灾害的发生，定期清理边坡危岩，必要地段提前进行工程治理。例如：采用人工手动方法及时对坑道井口边坡上不稳定危岩体及浮石进行清理。对于规模小、危险程度高的危岩体，可采用静态爆破或手工方法予以清除消除隐患；对于规模较大的危岩体，可以在危岩体上部清除部分岩土体，降低临空面高度，减小斜坡坡度和上部荷载。在靠近终了边坡岩石，必须采用控制爆破或减震爆破已保护边坡的稳定。

2、水土流失预防措施

通过实施水土保持措施，使项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；水土保持设施应安全有效；水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。

根据矿山生产计划，按照绿色矿山建设要求，对矿山继续利用的场地进行硬化和绿化，对矿山不再利用的场地及时进行恢复治理和生态修复，防止地表水土流失。

3、环境污染预防措施

在各工业场地四周配套建设防尘网，主要产尘点附近配套除尘雾炮，道路两侧栽植路树，配套喷淋降尘装置，路口处配套车辆洗车装置，自上而下顺地形配套排水沟和沉淀池，污水经沉淀后循环使用，有效的防止了粉尘和废水的外溢。

矿山井下开采产生的废石不出井，直接用于充填井下采空区；井下涌水收集至地表沉淀池，经沉淀处理后，回用于井下凿岩和洒水除尘等，不外排；矿区设置生活垃圾集中收集站，统一处理；生活污水进入旱厕，定期清掏，不外排。矿山全部固体废物和废水不外排，防止污染环境。

二、修复措施

（一）地貌重塑

1、危岩清理

经现场勘查，现有露天采坑边坡存在浮石、探头石等，为防止崩塌地质灾害的发生，项目初期对露天采坑边坡危岩进行清理，边坡清理面积按照斜坡面积的 30%计算，清理厚度 0.1m。清理危岩以人工清理为主，辅以机械配合施工，由人工佩戴安全帽、安全绳和撬棍，自上而下进行清理，清理的废石就近回填堆积在露天采坑坡脚。

2、拆除工程

工业场地不再利用后，场地内的建筑物全部拆除，拆除的废弃物可用于井口回填。拆除时认真检查影响拆除工程安全施工的各种管线是否切断、迁移工作是否完毕，确认安全后方可施工，清理被拆除建筑物倒塌范围内的物质、设备、不能搬迁的须妥善加以防护。疏通运输道路，接通施工中临时用水、电源。切断被拆建筑物的水、电、煤气管道等。对于卫浴间、化粪池等施工程序应从上至下，分层拆除，按板、非承重墙、梁、承重墙、柱的顺序进行或依照非承重结构后承重结构原则进行拆除。

3、井口回填封堵

根据《废弃井封井回填技术指南（试行）》（2020.2），竖井一般采用井盖封堵、分段回填和全井回填，斜井和平硐一般采用密闭填充。

本矿山井口为斜井和平硐。矿山现有井斜井 1 处，平硐 3 处，未来将拟建 1 处斜井和 1 处平硐，斜井净断面规格为 3.7m×3.0m；平硐净断面规格为 2.4m×2.0m；本方案设计，斜井和平硐回填封堵深度共计 20m，其中在距离硐口 20m 处用水泥砂浆修砌 5m 厚封堵墙，而后回填废石，在距离硐口 2m 处用水泥砂浆封堵。断面示意图如

4-1 所示。

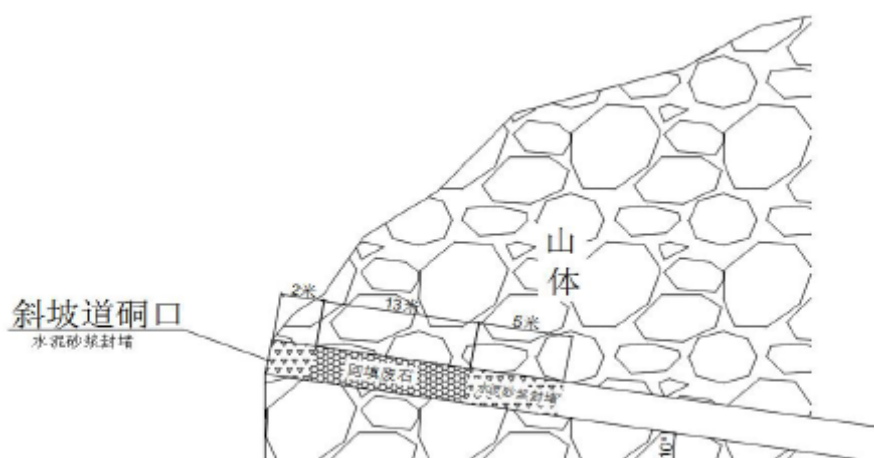


图 4-1 井口回填断面示意图

4、场地平整

由于实际复垦范围内地面凸凹不平，首先对场地进行平整工程，施工过程中主要采用推土机进行平整、压实，推石距离约 30m，局部难以平整地段，建议采用人工整平。平整时要注意将粒径小的碎石尽可能堆于场地表面，防止由于表面废石粒径过大，造成渗漏，浪费客土量，平台应留有不小于 3%坡度，根据该矿以往施工经验，平整高度为 0.2m。

5、回填工程

结合矿山实际情况，根据开发利用方案未来拟扩建露天采场 CK1 将形成深凹采坑因此，本次设计闭坑后将拟扩建露天采场 CK1 回填至平台 340m，根据《开发利用方案》设计，矿山未来基建及生产所产生废石量满足采坑回填需求。（基建及生产所产生废石量纳入到生产建设成本）。（采坑回填断面图见图 4-2）

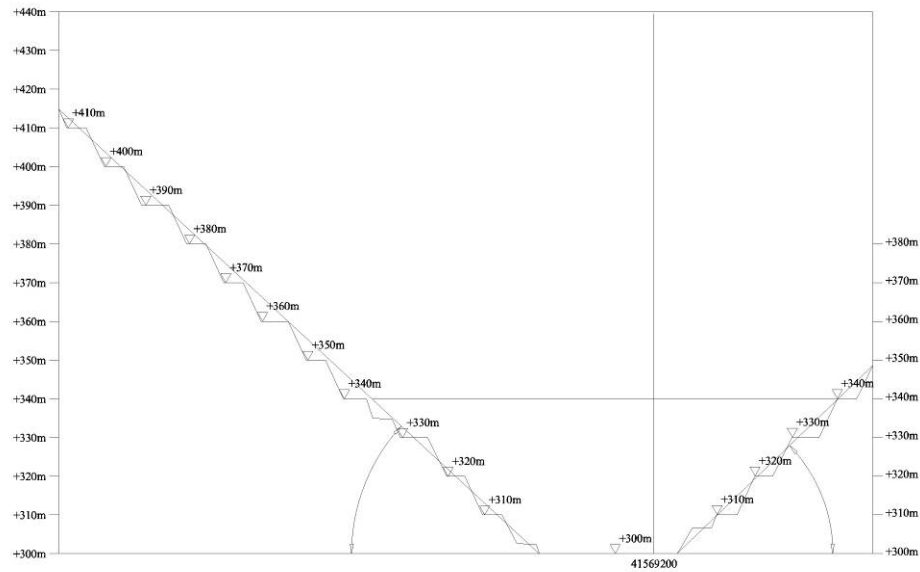


图 4-2 回填工程断面图

6、警示牌工程

在生产井口、露天采场外围、及预测塌陷区范围境界设置警示牌，说明区内危险，禁止外来人员设备进入。

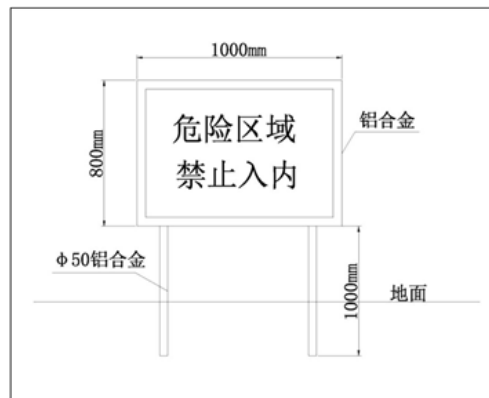


图4-3：警示牌示意图

(二) 土壤重构

1、表土覆盖

覆土是在场地平整后进行，将表土运至场地后，对表土进行平整工作，这既是后期进行生物化学措施的基础，也是废弃地变为可利用土地的前提。土方平整时既要考虑排水，又要防止水土流失。根据国内类似矿山的复垦经验，复垦为林地时覆土自然沉实厚度 0.5m。覆土厚度应均匀。

2、培肥改良

为了提高树林的成活率，栽植过程中每穴复垦后的土壤应施加一定量的有机肥以

提高土壤肥力水平，以满足作物生长的需要，设计每株苗木施用有机肥 200g。施肥不但可满足作物的多种养分需要，而且对改善土壤理化、生物学性质，如调节土壤营养比例、增强土壤保肥供肥性能、促进土壤团粒结构形成、加强土壤通透性、提高土壤抗病防虫性能等方面具有明显的作用，并可为土壤微生物提供碳源，增强微生物活性。

（三）植被重建

1、植物品种选择

对矿区进行复垦过程中，在满足快速覆盖绿化的前提下，根据当地的气候、土壤条件等实际情况，因地制宜的选择植物种类，防止外来物种入侵。

树种选择主要遵循以下原则：

- a、生长快、产量高、适应性强、抗逆性好、耐瘠薄；
- b、优先选择固氮品种；
- c、尽量选择当地品种或先锋品种；
- d、经济可行

植物作为矿山生态恢复优选物种，这些树种均为当地乡土物种，容易成活，且能够保持本地特色，防止外来物种入侵，减少生态风险。根据近年来的恢复实践和当地的气候、土质、降水等情况，本方案乔木树种选择刺槐，刺槐采用 1 年生 1 级苗，地径大于 0.8cm；为加强矿山可视区域绿化效果，设计在露天采坑坑底平台及阶段平台种植攀爬植被地锦，草本选择为紫花苜蓿、白羊草。

2、种植方式

为防止水土流失，提高土壤墒情和提高植被覆盖率，采取林草混植的种植方式。刺槐采用穴植工艺，坑穴规格为 0.5m×0.5m×0.5m，坑穴间距为 1.5m×1.5m，成“品”字形分布，每穴栽植 1 株。林间撒播草籽，每公顷撒播量为 30kg。通过林草混植以达到恢复植被、绿化环境的目的。

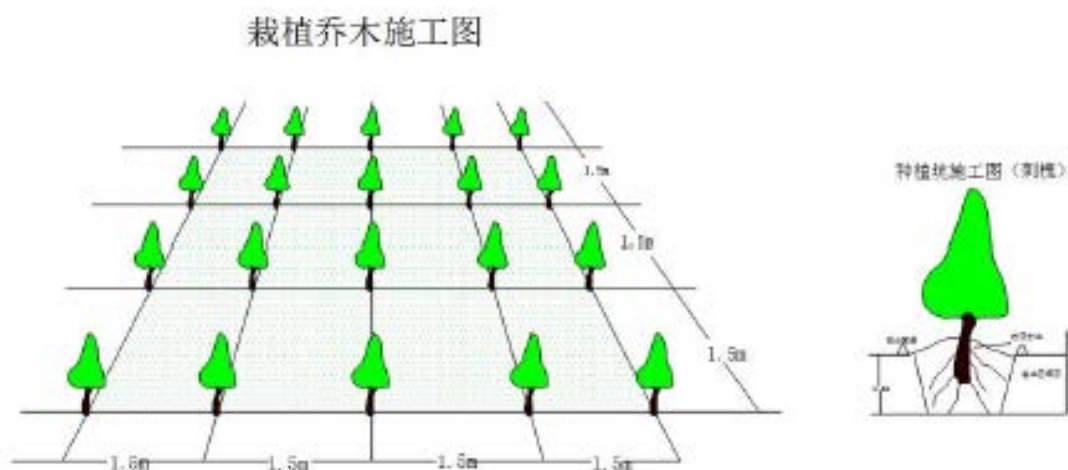


图4-3：刺槐种植示意图

3、种植工艺

根据当地的气候条件，栽种时间最好安排在春季进行。栽植时要保持苗木立直，栽植深度适宜，苗木根系伸展充分，并有利于排水、蓄水保墒。林木种植采用穴植的方式进行种植，穴的大小和深度应略大于苗木根系。苗干要竖直，根系要舒展，深浅要适当，栽种树苗时，填土一半后提苗踩实，最后覆上虚土。

4、灌溉工程

由于苗木在栽植过程中，苗木的起栽都有可能造成其生理缺水，苗木种植后的第一年需人工浇灌，以保证苗成活。采用水车拉水方式灌溉，除去正常降雨能够满足植物所需水量外第一年根据天气情况浇水两次，之后不用进行浇水。

通过人工种植、补植、灌溉的方式对林地进行管护，使其植被当年成活率达 85% 以上，3 年以后保存率 80% 以上。

（四）景观营建

考虑到矿区范围内大多为露天采坑挖损破坏，场地四周为当地百姓林地，通往矿区道路为农村道路，土地权属均为村集体，对于景观的营建重点应在于对矿区内及周边因采矿工程破坏的区域进行地貌重塑和植被重建，与周围生态系统相适应、相连通。

1、重建矿区植被群落：

遵循“适地适树、乡土优先”的原则，通过土壤改良、先锋植物引入、乔灌草立体配置等方式，模拟自然群落结构进行植被恢复。重点构建具有高稳定性、高生物多样性和自我维持能力的近自然植物群落，形成绿色基底。

2、优化矿区景观格局：

在整体规划上，打破单一呆板的格局，通过地形重塑，巧妙布置林地、地，形成空间异质性高、层次丰富的“斑块-廊道-基质”景观结构，构建一个功能完整、自我维持、富有韧性且兼具生产与审美价值的生态景观。

3、连通本地生态系统：

将矿区修复区域视为区域生态系统的有机组成部分，通过建设生态林带，将其与周边山林、农田等自然生态系统有效连接，促进物种交流与基因流动，增强区域生态系统的完整性与韧性。

上述措施将协同推进，旨在将受损矿区建设成为一个与周边环境和谐共生、兼具生态效益与景观价值的生命共同体。

三、工程内容

（一）地貌重塑工程

1、危岩清理

清理位置为露天采坑边坡，尤其是节理、裂隙发育部位和现有的崩塌地质灾害隐患点，清理厚度 0.1m。清理后的碎土石可直接用于采坑坑底的回填，无需清运。危岩清理工程量=采坑边坡面积×斜坡面积的 30%×清理厚度 0.3 进行计算。经计算，需清理采坑边坡面积为 0.6622hm²，危岩清理工程量为 662.2m³。

历史遗留采场 1：危岩清理工程量=1039m²×0.1m=103.9m³。

历史遗留采场 2：危岩清理工程量=432m²×0.1m =43.2m³。

采场 CK2：危岩清理工程量=1261m²×0.1m =126.1m³。

采场 CK5：危岩清理工程量=2202m²×0.1m =220.2m³。

采场 CK6：危岩清理工程量=1688m²×0.1m =168.8m³。

危岩清理工程量统计详见下表：

表4-1：危岩工程量统计表

序号	场地名称	面积(m ²)	厚度(m)	工程量(m ³)
1	历史遗留采场 1	1039	0.1	103.9
2	历史遗留采场 2	432	0.1	43.2
3	采场 CK2	1261	0.1	126.1
4	采场 CK5	2202	0.1	220.2
5	采场 CK6	1688	0.1	168.8
合计				662.2

2、拆除工程

将工业场地区域所有建筑物（含地基）等进行拆除。砌体拆除工程量=建筑面积×折算系数 0.3 进行计算。砌体拆除工程量共计 2745.6m³。

工业场地 1：砌体拆除工程量=1328m²（建筑面积）×0.3m（折算系数）=398.4m³。

工业场地 2：砌体拆除工程量=1547m²（建筑面积）×0.3m（折算系数）=464.1m³。

工业场地 3：砌体拆除工程量=309m²（建筑面积）×0.3m（折算系数）=92.7m³。

工业场地 4：砌体拆除工程量=5777m²（建筑面积）×0.3m（折算系数）=1733.1m³。

工业场地 5：砌体拆除工程量=191m²（建筑面积）×0.3m（折算系数）=57.3m³。

砌体拆除工程量统计详见下表：

表4-2：砌体拆除工程量统计表

序号	场地名称		面积(m ²)	系数/厚度(m)	工程量(m ³)
1	工业场地 1	建筑	1328	0.3	398.4
2	工业场地 2	建筑	1547	0.3	464.1
3	工业场地 3	建筑	309	0.3	92.7
4	工业场地 4	建筑	5777	0.3	1733.1
5	工业场地 4	建筑	191	0.3	57.3
合计					2745.6

3、井口回填封堵

根据开发利用方案，闭矿后，对所有的地采井口进行废石回填封堵，避免发生危险。根据井口断面和深度可计算回填井筒工程量，经计算，共计回填石方量为 868m³，封堵工程量 222m³。详见下表 4-2：

表 4-3：井口回填封堵工程量统计表

井口名称	断面面积(m ²)	回填深度(m)	封堵厚度(m)	回填量(m ³)	封堵量(m ³)
平硐 PD1	5.28	20	5	106	27.00
平硐 PD2	5.28	20	5	106	27.00
平硐 PD3	5.28	20	5	106	27.00
斜井 XJ1	11.1	20	5	222	56.00
拟建斜井 XJ1	11.1	20	5	222	56.00
拟建回风井 FJ1	5.28	20	5	106	27.00
合计	-	-	-	868	220

4、场地平整

根据复垦需求，覆土前需要对场地进行石方平整，需要场地平整的单元有露天采场平台、工业场地、排岩场、堆料场、拟建井口区、运输道路，平整面积 29.6408hm²，平整高度为 0.2m，场地平整工程量=场地面积×平整高度，平整石方量 59282m³。

场地平整工程量统计详见下表：

表 4-4: 场地平整工程量统计表

序号	场地名称	面积(hm ²)	平整高度(m)	工程量(m ³)
1	露天采场平台	8.3221	0.2	16644
2	排岩场	10.4090	0.2	20818
3	堆料场	0.7685	0.2	1537
4	工业场地	6.9469	0.2	13894
5	拟建井口区	0.0113	0.2	23
6	运输道路区	3.1830	0.2	6366
合计				59282

5、回填工程

拟扩建露天采场 CK1 上沿平均标高 340m，面积 35902m²，下沿标高 300m，面积约 7590m²，回填深度 40m；进行废石回填，利用公式 $V=1/3 \times (S_1 + \sqrt{S_1 \times S_2} + S_2) \times L$

式中：V—回填量（m³），

S₁、S₂—顶、底板面积（m²），

L—回填深度（m）。

经计算求得需废石回填约 80 万 m³，能够满足复垦率要求，根据开发利用方案设计，矿山今后生产时期产生的废石排放在排岩场 3。开采活动结束后，回填至现有露天采场内，完全可以满足露天采场回填需求。

表 4-5: 回填工程量统计表

场地名称	最低排水标高(m)	坑底标高(m)	回填标高(m)	回填深度(m)	回填坑底面积(m ²)	回上沿面积(m ²)	回填量(万 m ³)
拟扩建露天采场 CK1	340	300	340	40	35902	7590	80

5、警示牌工程

在生产井口及通往预测塌陷区路口设置警示牌，说明区内危险，禁止外来人员设备进入。警示牌工程量统计详见下表：

表 4-6: 警示牌工程量统计表

场地名称	警示牌(个)
露天采场	10
工业场地	5
排岩场	8
堆料场	3
井口区	6
预测塌陷区 2	15
合计	47

(二) 土壤重构工程

1、表土覆盖

矿山露天采场平台、工业场地、排岩场、堆料场、拟建井口区、运输道路区等区域复垦修复方向为乔木林地，采取全面覆土的方式进行覆土，覆土面积 29.6408hm²，覆土沉实厚度 0.5m，沉实系数 1.05，表土覆盖工程量=覆土面积×覆土厚度×沉实系数，覆土工程量共计 155613m³。

表土覆盖工程量统计详见下表：

表 4-7：表土覆盖工程量统计表

序号	场地名称	面积(hm ²)	厚度(m)	沉实系数	工程量(m ³)
1	露天采场平台	8.3221	0.5	1.05	43691
2	排岩场	10.4090	0.5	1.05	54647
3	堆料场	0.7685	0.5	1.05	4035
4	工业场地	6.9469	0.5	1.05	36471
5	拟建井口区	0.0113	0.5	1.05	59
6	运输道路区	3.1830	0.5	1.05	16710
合计					155613

2、培肥改良

植被种植初期，土壤肥力较低，故需要增施有机肥提高土壤肥力，乔木林地施肥方法为穴施，共 131750 穴，穴施量为 200g/穴，培肥改良工程量=穴数×穴施量，共计施肥量 26350kg。

培肥改良工程量统计详见下表：

表 4-8：培肥改良工程量统计表

序号	场地名称	穴数	穴施量(g)	工程量(kg)
1	露天采场平台	36990	200	7398
2	排岩场	46270	200	9254
3	堆料场	3415	200	683
4	工业场地	30875	200	6175
5	拟建井口区	50	200	10
6	运输道路区	14150	200	2830
合计				26350

(三) 植被重建工程

1、栽植刺槐

矿山露天采场平台、工业场地、排岩场、堆料场、拟建井口区、运输道路区复垦修复为乔木林地区域，采取林草混植的方式栽植刺槐。刺槐采用穴植方式进行栽植，坑穴规格为 0.5m×0.5m×0.5m，坑穴间距为 1.5m×1.5m，成“品”字形分布，每穴栽植 1 株。共栽植刺槐 131750 株。

栽植刺槐工程量统计详见下表：

表 4-9：栽植刺槐工程量统计表

序号	场地名称	面积(m ²)	种植间距(m)	工程量(株)
1	露天采场平台	8.3221	1.5m×1.5m	36990
2	排岩场	104090	1.5m×1.5m	46270
3	堆料场	7685	1.5m×1.5m	3415
4	工业场地	69469	1.5m×1.5m	30875
5	拟建井口区	113	1.5m×1.5m	50
6	运输道路区	31830	1.5m×1.5m	14150
合计				131750

2、撒播草籽

植被复垦初期，植被郁闭度低，采用林间种草方式来增加植被覆盖度，草种选择紫花苜蓿、白羊草。撒播草籽 29.6408hm²。

撒播草籽工程量统计详见下表：

表 4-10：撒播草籽工程量统计表

序号	场地名称	工程量(hm ²)
1	露天采场平台	8.3221
2	排岩场	10.4090
3	堆料场	0.7685
4	工业场地	6.9469
5	拟建井口区	0.0113
6	运输道路	3.1830
合计		29.6408

3、灌溉工程

采用水车拉水方式灌溉，除去正常降雨能够满足植物所需水量外，第一年浇水按 2 次计算，以后依靠自然降水，根据植物灌水标准 252m³/hm²，灌溉工程量=灌溉面积×灌溉标准×灌溉次数，复垦期间总的灌溉量为 14939m³。

灌溉工程量统计详见下表：

表 4-11：灌溉工程量统计表

序号	场地名称	面积(hm ²)	灌溉次数	灌水标准(252m ³ /hm ²)	工程量(m ³)
1	露天采场平台	8.3221	2	252	4194
2	排岩场	10.4090	2	252	5246
3	堆料场	0.7685	2	252	387
4	工业场地	6.9469	2	252	3502
5	拟建井口区	0.0113	2	252	6
6	运输道路	3.1830	2	252	1604
合计					14939

(四) 景观营造工程

经综合分析考虑，对于矿山的景观营建主要由地貌重塑、植被重建，与以上工程设计及工程量一致，本方案不单独计算。

（五）工程量汇总

综上，根据各工程内容，统计工程量如下表 4-13：

表 4-13 各单项工程工程量表

一级项目	二级项目	三级项目	单位	合计
表土剥离与植被移植利用	表土剥离	表土剥离	m ³	16345
地貌重塑工程	地形重塑	危岩清理	m ³	662.2
	警示工程	警示牌	个	47
	井口回填	井口回填	m ³	868
	井口封堵	井口封堵	m ³	220
	建筑物拆除	建筑物拆除	m ³	2745.6
	废石回填	露天采坑回填	m ³	800000
	场地平整	石方平整	m ³	59282
土壤重构工程	培肥改良	土壤培肥	t	26350
	覆土工程	表土覆盖（覆土）	m ³	155613
		表土覆盖（客土运输）	m ³	139268
植被重建工程	林草恢复工程	种植刺槐	株	131750
		灌溉工程	m ³	14939
		播撒草籽	hm ²	29.6408

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）目标任务

在矿山开采过程中，对矿山地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测，在矿山开采结束后，对已复垦修复区的管理维护进行监测，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

（二）监测措施

1、矿山地质环境监测

（1）监测内容与指标

①地质灾害监测

地质灾害监测内容包括：发生地质灾害位置、灾害次数、造成的危害，崩塌隐患点及数量，已治理的数量。

地面塌陷监测内容包括：地表垂直移动、水平移动监测，沉陷区数量、沉陷面积、沉陷最大深度、破坏程度监测、需复垦土质的监测。同时对沉陷前兆现象进行观测，包括地面冒气泡或水泡、植物变态、建筑物作响或倾斜、地下土层垮落声、水点的水量、水位和含沙量的突变以及动物的惊恐异常现象等。

②含水层监测

对矿区及周边地下水的监测包括对地下水的水位、水量、水质、等要素随时间的变化情况。

③土壤环境监测

监测矿山开采引发的土壤环境破坏状况，重点监测土壤有机污染物（石油、有机磷等）和无机污染物（汞、镉、铅、砷、镍、锌、铬、锰、硫酸盐、硝酸盐、卤化物等）。

④地形地貌景观监测

根据现有地形地貌条件，结合开发利用方案设计开采进度，监测地质环境保护与土地复垦的地形地貌损毁程度、面积，植被分布情况、类型与覆盖度变化情况。

(2) 监测方法

①地质灾害监测

崩塌、滑坡：地表高程的变化可采用高精度 GPS、进行定时、定点的人工观测。建筑物的形变可采用水准仪及百分表等进行监测。地面积水等直接进行人工观测。

地面塌陷地质灾害监测采用巡视观测和利用 DJZ2 水准测量仪定期对观测桩进行水准测量，以地表下沉 10mm 作为移动区边界线，以 6 个月内地表各点的下沉值小于 30mm 作为地表移动稳定标准。

②含水层监测

地下水位采用手动监测法（测绳、万用表、水温计）等监测方法；水量监测是对矿井涌水、废水排放量及达标排放量、废水有害物质及排放方向及废水年处理量和综合利用量等进行监测。地下水水质采用现场测试法和采样送检测试法等监测方法，现场测试主要为气温和地下水水温、pH 值、电导率、溶解氧等，室内检测主要为氨氮、氰化物、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、砷、汞、铬、总硬度、铅、氟、镉、铁、锰、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、大肠杆菌及有机污染物等。

③土壤环境监测

土壤环境破坏采用现场测试法（便携式测定仪）、采样送检测试法等监测方法。

④地形地貌景观监测

可采用无人机拍摄结合人工巡视的方式进行，观测记录要准确可靠，及时整理。

(3) 监测点网布设

①地质灾害监测

本方案设计监测点分别在各个露天采场布设监测点 10 个、排岩场 8 个、工业场 5 个，合计共布设监测点 23 个，每季度监测 1 次。

根据采掘工程平面图、井上下对照图及损毁预测等资料确定地表岩移监测范围并布设监测基准点、工作基点，采用十字形布设监测线和监测点，预测地面塌陷范围内，延矿体走向共布置 1 条观测线，延着矿体倾向再布置 1 条观测线，观测线上每隔 50-100m 布置 1 个观测点，共计布设监测点 15 个，每半年监测 1 次。

②含水层监测

矿区内含水层监测点布置 PD2 井口、拟扩建露天采场 CK1 坑底和矿区附近河流内各布置 1 个，合计含水层监测点 3 个。

③土壤环境监测

采取在工业场地范围内办公生活区附近取 4 个土样，共布设 4 个监测点。

④地形地貌景观监测

选用 7、8 月份植被生长较好、较易解译识别时段的影像，进行年度对比；同时安排监测人员定期在矿区内巡视，该项目工作应与地质灾害监测相结合，以节约人力资源和时间成本。

(4) 监测周期与频率

①地质灾害监测

地质灾害监测周期为 39.3 年。崩塌、滑坡等地质灾害每月监测 1 次；预测塌陷区每半年监测 1 次。

②含水层监测

地下水环境破坏监测周期为 39.3 年，人工采取水样，监测频率为每年 5 月上旬和 9 月上旬，即每年的枯水期和平水期、丰水期各监测一次，每年监测 6 次。

③土壤环境监测周期与频率

监测周期为 39.3 年，监测频率为每年监测 1 次。

④地形地貌景观监测

地形地貌景观监测周期为 39.3 年。监测频率为每年监测 1 次。

(5) 监测要求

①采空区塌陷、地裂缝监测及土壤环境监测质量按照 DZ/T 0287-2015《矿山地质环境监测技术规程》执行。

②地下水环境监测质量按照 DZ/T 0388-2021《矿区地下水监测规范》执行。

2、土地资源监测

(1) 监测内容

①土地损毁监测内容

监测矿山开采挖损、塌陷、压占等损毁土地类型及面积情况，监测指标包括挖损、塌陷、压占土地利用类型及面积。

②土壤质量监测内容

监测拟损毁土地资源情况、已损毁土地复垦利用情况，监测指标包括拟损毁土地利用类型及面积、复垦修复土地（林地）质量、生产力水平及土地复垦率等。

(2) 监测方法

①土地损毁监测

土地损毁、已损毁土地复垦利用采用水准测量法（水准仪、全站仪）、遥感影像监测法（无人机）、摄影摄像法（手机、摄像机）等监测方法。

②土壤质量监测

土壤质量采用现场测试法（便携式测定仪）、采样送检测试法等监测方法。

(3) 监测点布设

①土地损毁监测点布设

已损毁土地调查以损毁类型划分损毁单元，开展损毁土地类型、程度、面积、范围监测，不设固定监测点。结合矿山开采时序、损毁方式、损毁预测等划分调查单元，开展拟损毁土地的监测，不设固定监测点。对已复垦修复土地的利用类型、范围、面积以及利用方式、覆盖特征、利用水平的监测，不设固定监测点。

②土壤质量监测点布设

在矿区范围内布设 4 个监测点。监测频率为管护期内每年一次。

(4) 监测周期与频率

①土地损毁监测周期与频率

土地资源损毁监测周期为 39.3 年。监测频率为每年监测 1 次。

②土壤质量监测周期与频率

土地复垦修复监测周期为 3 年。监测频率为管护期内每年一次。

(5) 监测要求

①土地损毁监测

土地利用类型按照 GB/T 21010-2017《土地利用现状分类》和《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》执行，土地利用现状调查按照 TD/T 1055-2019《第三次全国国土调查技术规程》执行，土地利用动态遥感监测按照 TD/T1010-2015《土地利用动态遥感监测规程》执行。已损毁土地和拟损毁土地调查监测按照 TD/T 1049-2016《矿山土地复垦基础信息调查规程》执行，土壤污染监测采样按照 GB/T 42489-2023《土壤质量决策单元-多点增量采样法》执行。

②土壤质量监测

土壤质量监测按照 HJ/T 166-2004《土壤环境监测技术规范》执行，复垦修复林

地土壤质量监测按照 GB/T 32740-2016《自然生态系统土壤长期定位监测指南》执行。

3、生态系统监测

(1) 目标任务

以建立绿色生态矿山为目标,在矿山生态修复工作中,努力实现开采方式科学化、生产工艺环保化、企业管理规范化、闭坑矿区生态化,使生态修复后的矿区既符合既定生态修复目标的要求,又能更和谐的融入周围的自然生态环境。

(2) 监测措施

加强生态系统监测是生态修复工作达到良好效果的重要措施,需定期或不定期进行,重点调查生态修复区域内的土壤属性、地形、水文(水质)、土地的投入产出水平等指标,并与生态修复前相比较,为生态修复项目达标验收提供科学依据。及时发现生态修复工作中存在的不足,补充、完善生态修复措施,为生态修复项目达标验收提供科学依据。

(3) 监测内容

为保证在矿山闭坑之后其生态系统能够长久、可持续的维持下去,其中最主要的措施是对生态修复区植被进行生态修复效果监测。

监测内容主要为:生态修复区复垦后植被的生长状况、地形坡度、土壤密度、植被生长量、植被存活率、地表变形等。监测范围为生态修复为林地范围,主要监测项目包括植物种类、植被类型、林草生长量、林草植被覆盖度、郁闭度、林下枯枝落叶层等。

(4) 监测方法

植物生长情况:包括调查与巡查、地面定位观测、临时监测、样方调查、影像资料等。另外,建设单位应定时定点实地查看,发现有缺苗状况及时进行补种工作。同时,不定期进行整个生态修复区域踏勘调查,特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段的临时查看,若发现较大的土地损毁类型的变化或流失现象,及时填写监测记录,并采取预防控制措施。

(5) 监测点布设及监测频率

植被管护监测包括复垦修复林地封禁、补植、抚育、更新、修枝、防火及病虫害防治等,不设固定监测点。植被管护监测周期为3年,管护期内每年一次。

二、管护目标与措施

（一）目标任务

矿山开采过程中或开采结束后，对生态修复后的土壤、植被进行管护，降低重建生态系统水灾、旱灾、虫灾、火灾等风险，维持生态系统的相对稳定性，保障土地资源、水资源、生物资源、景观资源和人居环境的可持续利用。

管护应达到效果的效果为：复垦当年成活率 $\geq 90\%$ 、复垦三年后植株保存率 $\geq 80\%$ ；郁闭度 ≥ 0.6 。

（二）管护措施

植被管护措施主要包括施肥、灌溉、松土、病虫害防治、补植、补种等。林地管护措施主要为施肥、灌溉、修枝、补植、病虫害防治等，耕地管护措施主要为施肥、灌溉、松土、清除杂草、病虫害防治等。根据场地复垦修复方向，适时采取生物化学改良措施、补植补种措施，实现土地资源可持续性利用。

1、主要管护措施

（1）施肥

通过加施农家肥或有机肥，以培肥土壤，实施测土配方施肥的改良模式以培育地力。以提高土壤中有机质的含量，改良土壤结构，改善土壤的理化性质，使土壤疏松；有机肥中腐殖质能促进土壤团粒结构的形成，同时有利于土壤微生物的活动，促进土壤养分的分解，增强土壤的保水保肥能力。

（2）灌溉

主要是通过植树带内植树行间和行内的松土浇水防止幼树成长期干旱灾害，以使幼林正常生长和及早郁闭。在有条件的地方可以适当进行普遍灌溉，以保护林带苗木的成活率。

（3）修枝

林带刚进入郁闭阶段时，对林木进行修枝，在保证林木树冠有足够营养空间的条件下，可提高林木的干材质量，促进林木生长，修剪原则为次多量少、先下后上、茬短口尖。

（4）补植

对新植树木进行养护，及时对松动、倾斜的树木进行扶正、加固及重新绑扎，及

时清理死株和植被内的枯死枝、病虫枝并迅速进行补植，提高苗木成活率、保存率。采取春季苗木补植，对所需补植苗木的苗源进行精心选择，以适地适树，乡土树种的原则，依据项目区实际情况进行补植工作。

(5) 病虫害防治

新植树木发现病虫害及时防治，防止蔓延。每年定期对新栽树苗进行药物杀虫工作。在夏季和病虫害爆发期，可适当增加喷洒农药，提高树苗抗病能力。

2、管护时间

管护年限为3年，管护时间为每年6月下旬，管护次数为3次，每年一次。土地复垦工作完成后前3年由矿山负责复垦土地和种植树草的管护，保证各复垦土地达到相应的复垦标准。3年后移交给矿山所在地土地所有权人，由其承担管护责任，同时享有复垦土地的收益。

三、工程量

(一) 监测工程

监测工程包括矿山地质环境监测、土地资源监测、生态系统监测，工程量统计详见下表：

表 5-1：监测工程量统计表

序号	工程名称	监测点数	监测时间	监测频率	工程量	
1	矿山地质环境监测					
(1)	地质灾害监测	崩塌、滑坡	23	39.3.年	12次/年	10847点次
		地面塌陷、地裂缝	15	39.3.年	2次/年	1179点次
(2)	含水层监测	3	39.3.年	2次/年	236点次	
(3)	土壤环境监测	4	39.3.年	1次/年	157点次	
(4)	地形地貌景观	1	39.3.年	1次/年	39点次	
2	土地资源监测					
(1)	土地损毁监测	1	39.3.年	1次/年	与地形地貌景观监测共用	
(2)	土壤质量监测	4	3年	1次/年	12点次	
3	生态系统监测					
(1)	植被管护监测	2	3年	1次/年	6点次	

(二) 管护工程

植被管护面积共计 31.8016hm²（包括 2025 年植被恢复区 2.1608 hm²），管护时间为 3 年。

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）总体目标任务

1、总体目标

依据矿山所在的生态系统功能重要性、人居环境与经济社会发展状况，综合考虑自然条件、地形地貌条件、矿山生态环境问题及其危害程度等，坚持“山水林田湖草沙”一体化保护和系统治理的理念，在矿山开采过程中应对矿山场地可修复区域及时进行复垦修复，遵循生态系统演替规律和内在机理，利用科学的复垦修复技术和模式，使可修复区域地质环境达到稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复和提升，恢复矿区生物多样性，协同推进绿色矿山建设，实现人与自然和谐共生。

2、总体任务

遵循开发中保护、保护中开发理念，优化矿山用地选址选线和生产工艺系统设计，采用科学合理的源头防控措施，消除地质环境隐患、控制环境污染和水土流失，达到安全、稳定和无污染状态；采取工程、生物、化学等复垦修复措施，恢复受损生态系统。

复垦修复目标、方向、标准、措施等与国土空间规划、矿产资源规划、国土空间生态修复规划、矿产资源开发利用方案等相衔接，实现与土地利用现状、周边景观相协调；复垦修复规划设计与矿山开采设计相统一，复垦修复技术措施、时序安排与开采工艺充分结合，在矿山全生命周期实现边开采边复垦修复；复垦修复与绿色矿山建设同步推进，同步采取减缓保护、预防控制与复垦修复等多种措施，使地质环境及时得到修复治理、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复，并取得最优修复效果，力争达到最佳的利用状态；按照生物多样性保护要求进行规划设计与实施，通过地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建等阶段，将生物多样性保护贯穿于矿山土地复垦生态修复的全过程，实现生态系统功能提升。

（二）总体工作安排

矿山生态修复工作贯穿于矿山生产全过程，通过将矿山复垦修复规划设计、技术措施、时序安排与矿山开发利用方案和生产计划相结合，实行边开采边复垦修复，通

过统一规划、分步实施，逐步恢复矿区生态环境，达到生态系统平衡。

矿山生态修复工程包括地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、景观营造工程、监测和管护工程，总工作量包括：危岩清理工程 662.2 m³、拆除工程 2745.6 m³、井口回填 868 m³、井口封堵 220 m³、露天采坑回填 800000 m³、场地平整 592.82 m³、警示牌 47 个、表土覆盖 155613 m³、培肥 26350 kg、种植刺槐 131750 株、撒播草籽 29.6408 hm²、灌溉 14939 m³、地质灾害监测 12026 点次、含水层监测 236 点次、土壤环境监测 157 点次、地形地貌 39 点次、土地损毁监测 39 点次、土壤质量监测 12 点次、植被管护监测 3 年次、植被管护面积 28.6186 hm²（包括 2025 年植被恢复区 2.1608 hm²）。

整个工作应以生态环境保护为主，以生态保护和复垦修复相结合的方式开展。争取以最小的投入获得最佳的矿山生态环境恢复效果。本方案的确定服务年限为 39.3 年，即 2026 年 4 月至 2065 年 7 月。

根据生态修复分区及修复时序安排，矿区生态修复工程分近期、中期、远期三个阶段实施。

1、近期阶段（第 1 至 5 年）：2026 年 4 月至 2031 年 3 月

首先对现有露天采场边坡的危岩、浮石进行清理，清理危岩约 1039 m³。在生产井口、露天采场外围及预测塌陷区范围境界设置警示牌；对现有不再利用的采场、现有排岩场、堆料场进行场地平整、表土覆盖、栽植刺槐、撒播草籽、培肥、灌溉；同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

2、中期阶段（第 6 至 39.3 年）：2031 年 4 月至 2065 年 7 月

建立监测系统及预备费、预留风险金。

3、远期阶段（第 39.3 年至管护期结束）：2065 年 8 月至 2069 年 7 月

该阶段矿山进入闭坑治理、复垦及管护期，采取工程手段和生态技术手段进行矿山地质环境治理和土地复垦。对其余未治理和复垦的损毁单元进行矿山地质环境恢复治理和土地复垦。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1、估算依据

（1）《国家计委、建设部关于发布〈工程勘察设计收费管理规定〉的通知》（计

价格〔2002〕10号）；

(2) 《财政部国土资源部关于印发〈土地开发整理项目预算定额标准〉的通知》(财综〔2011〕128号)；

(3) 《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)；

(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》(2019年第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) 《关于调整建设工程造价增值税税率的通知》(辽住建建管〔2019〕9号)；

(7) 《辽宁省住房和城乡建设厅关于颁发2024年〈辽宁省建设工程计价依据〉的通知》(辽住建〔2025〕25号)；

(8) 辽宁省住房和城乡建设厅工程造价信息(2026年3月)；

(9) 《关于调整全市最低工资标准的通知》(丹人社发〔2025〕21号)；

(10) 在经费估算过程中,相关原材料在定额和造价信息中没有的部分,以市场价为参考依据。

2、取费标准及计算方法

(1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金构成。

1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

①直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=∑分项工程量×分项工程定额人工费。

分项工程定额人工费是人工单价与定额消耗标准的乘积。

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,结合项目区当地实际情况,根据2025年《丹东市人力资源和社会保障局关于调整全市最低工资标准的通知》,本方案甲类工月基本工资标准为2080元,乙类工基本工资标准为1930元。确定本方案人工费:甲类工178.56元/工日,乙类工159.31元/工日。人工费单价计算详见下表6-1:

表 6-1: 甲类工人工费单价计算表

地区类别	六类	定额人工等级
序号	项目	计算公式
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)
2	辅助工资	以下四项之和
(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%)
(2)	施工津贴	津贴标准(元/月)×365天×辅助工资系数÷(年应工作天数-年非工作天数)(100%)
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)÷2×辅助工资系数(100%)
(4)	节日加班津贴	[基本工资(元/工日)]×(3-1)×法定假天数÷年应工作天数×辅助工资系数(100%)
3	工资附加费	以下七项之和
(1)	职工福利基金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(14%)
(2)	工会经费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(2%)
(3)	养老保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(20%)
(4)	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(4%)
(5)	工伤保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(1.5%)
(6)	职工失业保险基金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(2%)
(7)	住房公积金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×费率(8%)
4	甲类工人工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费=178.56元/工日
	乙类工人工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费=159.31元/工日

材料费=∑分项工程量×分项工程定额材料费。

材料费定额：材料消耗量依据《土地开发整理项目预算定额标准》计取，材料价格依据辽宁省工程造价信息或当地市场价计取，材料价格中已包括了材料运费。

表 6-2: 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	价格(元)	备注
1	0#柴油	kg	7.87	市价
2	块石	m ³	70	市价
	砂石	m ³	102	粗砂
3	水泥 32.5#	水泥 32.5#	390	袋装
5	有机肥	t	1000	市价
6	刺槐	株	1.5	市价
	地锦	株	0.5	市价
7	草籽	kg	40	市价
8	水	m ³	5.0	1t水=1m ³
	土	m ³	10	市价

表 6-3 水泥砂浆价格表 单位：元

砼强度等级	水泥		粗(中/细)砂		水		单价(元)
	kg	单价(元)	m ³	单价(元)	m ³	单价(元)	
砌筑砂浆 M10 水泥 32.5#	305	0.390	1.11	102	0.183	5.0	233.09

施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2012年）编制。施工机械使用费=∑分项工程量×分项工程定额机械费。

表 6-4：机械台班费预算单价

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/日)		柴油(元/Kg)	
					工日	金额	数量	金额
1004	挖掘机油动 1m ³	1260.17	336.41	923.76	2	178.56	72	7.87
1014	推土机 74kw	997.46	207.49	789.97	2	178.56	55	7.87
1013	推土机 59kw	778.86	75.46	703.40	2	178.56	44	7.87
1012	推土机 55kw	741.77	69.85	671.92	2	178.56	40	7.87
4011	自卸汽车 5t	643.36	99.25	544.11	1.33	178.56	39	7.87

②措施费指完成工程项目施工发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。主要包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、安全文明施工措施费及特殊地区施工措施费。

临时设施费：施工企业为进行工程施工所必须搭设的生活和生产用的临时建筑物、构筑物和其他临时设施费用。临时设施费主要包括：临时设施的搭设、维修、拆除费或摊销费。根据不同工程性质，临时设施费率见表 6-5。

表 6-5 临时设施费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费率%
1	土方工程	直接工程费	2
2	石方工程	直接工程费	2
3	砌体工程	直接工程费	2
4	混凝土工程	直接工程费	3
5	其它工程	直接工程费	2

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。《编制指南》规定，根据不同地区，按直接工程费的百分率计算，费率确定为 0.70%—1.50%。

夜间施工增加费：指混凝土工程、农用井工程中需要连续作业工程部分，按直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 0.50%，建筑工程为 0.20%。

施工辅助费：按直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 1.00%，建筑工程为 0.70%。

特殊地区施工增加费：在高海拔等特殊地区施工而增加的费用，本项目区不属于特殊地区，取值为 0。

安全施工费：按直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 1.00%，建筑工程为 0.20%。

2) 间接费

间接费包括规费和企业管理费组成，依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，间接费按工程类别进行计取，其取费标准见表 6-6。

表 6-6：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	直接工程费	5
2	石方工程	直接工程费	6
3	砌体工程	直接工程费	5
4	混凝土工程	直接工程费	6
5	其它工程	直接工程费	5

3) 利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，依据《土地开发整理项目预算定额标准》，可按直接费和间接费之和的 3% 计算。计算公式为：利润=（直接费+间接费）×费率。

4) 税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号），将增值税率调整为 9%。计费基础为人工费、材料费、施工机械费、措施费、间接费、利润、材料价差之和，各费用项目均以不包含增值税可抵扣进项税额的价格计算。计算公式为：

税金=（直接费+间接费+利润）×费率。

(2) 设备费

设备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。本方案中，机械设备采用矿山生产过程中的机械设备，无需购置新的设备。

(3) 其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费构成。

1) 前期工作费

前期工作费包括土地利用与生态现状调查费、土地勘测费、阶段性实施方案编制费、工程招标代理费等。结合本项目特点，前期工作费按工程施工费的 5% 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，可按工程施工费的 2%~3% 计取。结合本项目特点，工程监理费按工程施工费的 2% 计算。

3) 竣工验收费

竣工验收费指环境治理与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、工程验收费、工程决算编制与审计费等。结合本项目特点，竣工验收费按工程施工费的 3% 计算。

4) 业主管理费

业主管理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。结合本项目特点，业主管理费按工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和的 2% 计算。

(4) 塌陷治理风险金

本方案按每年每公顷 3000 元计提地面塌陷治理风险金。

根据开发利用方案设计地下开采剩余服务年限 39.30 年，预测塌陷区面积为 24.6961 公顷，塌陷风险治理资金按照 3000 元/hm²·年计算。

(5) 监测与管护费

1) 监测费

监测费主要包括矿山地质环境监测、土地资源监测和生态系统监测的费用，参照当地市场价格计取。

表 6-7: 监测费市场价格表

序号	项目名称		单位	市场价(元)
1	地质灾害监测	崩塌、滑坡	点次	100 元/次
		地面塌陷、地裂缝	点次	100 元/次
2	地下水环境监测		点次	1000 元/次
3	土壤环境监测		点次	800 元/次
4	地形地貌景观监测		点次	1000 元/次
5	土地损毁监测		年次	1000 元/次
6	土壤质量监测		点次	800 元/次

序号	项目名称	单位	市场价(元)
7	植被管护监测	年次	1000 元/次

2) 管护费

管护费主要为对生态修复后的植被进行的巡查、补植、施肥、浇水、修枝、喷药、刷白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/公顷·年计取。

(6) 预备费

预备费是考虑了矿区生态修复期间可能发生的风险因素，从而导致生态修复费用增加的费用，一般包括基本预备费、价差预备费和风险金，本项目不计风险金。

1) 基本预备费

基本预备费是针对环境治理和复垦实施过程中因自然灾害、设计变更及不可预计因素的变化而增加的费用。参照《土地开发整理项目预算编制暂行规定》，本次按工程施工费与其他费用之和的 6.0% 核定。

2) 价差预备费

是在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格等）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。

价差预备费按下列公式计算：

$$W = \sum_{i=1}^n a_i [(1+r)^{i-1} - 1]$$

式中，W—价差预备费，万元；

a_i —第 i 年的静态投资，万元；

r—年均价格上涨指数，取 5%；

n—方案服务年限。

(二) 单项工程量及其经费估算

1、工程施工费单价

工程施工费单价分析详见下表 6-7~6-16：

表 6-7：拆除工程综合单价分析表

定额编号：20284				单位：元/100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
—	直接费				3559.48
(一)	直接工程费				3425.87
1	人工费				416.14

-1	甲类工	工日	0.1	178.56	17.86
-2	乙类工	工日	2.5	159.31	398.28
2	机械使用费				2932.71
-1	挖掘机油动 1m ³	台班	0.6	1260.17	756.10
-2	推土机 59kw	台班	0.3	778.86	233.66
-3	自卸汽车 5t	台班	3.02	643.36	1942.95
3	其他费用	%	2.3	3348.85	77.02
(二)	措施费	%	3.9	3425.87	133.61
二	间接费	%	5	3559.48	177.97
三	利润	%	3	3737.45	112.12
四	税金	%	9	3849.57	346.46
综合单价					4196.03

表 6-8: 井口回填综合单价分析表

定额编号: 20282 1m ³ 挖掘机装石渣自卸汽车运输 (1-1.5km)			单位: 元/100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2957.71
(一)	直接工程费				2846.69
1	人工费				416.14
-1	甲类工	工日	0.1	178.56	17.86
-2	乙类工	工日	2.5	159.31	398.28
2	材料费				0.00
3	机械使用费				2366.55
-1	挖掘机油动 1m ³	台班	0.6	1260.17	756.10
-2	推土机 59kw	台班	0.3	778.86	233.66
-3	自卸汽车 5t	台班	2.14	643.36	1376.79
4	其他费用	%	2.3	2782.69	64.00
(二)	措施费	%	3.9	2846.69	111.02
二	间接费	%	6	2957.71	147.89
三	利润	%	3	3105.60	93.17
四	税金	%	9	3198.77	287.89
综合单价					3486.66

表 6-9: 井口封堵综合单价分析表

定额编号: 30020			单位: 元/100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				42233.49
(一)	直接工程费				40648.21
1	人工费				24809.41
-1	甲类工	工日	7.7	178.56	1374.91
-2	乙类工	工日	147.1	159.31	23434.50
2	材料费				15636.57
-1	砂浆	m ³	34.65	233.09	8076.57
-2	块石	m ³	108	70	7560.00
3	其他费用	%	0.5	40445.98	202.23
(二)	措施费	%	3.9	40648.21	1585.28
二	间接费	%	5	42233.49	2111.67
三	利润	%	3	44345.16	1330.35

四	税金	%	9	45675.51	4110.80
综合单价					49786.31

表 6-10: 场地平整综合单价分析表

定额编号: 20273 推土机推运石碴 (0-30m)			单位: 元/100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				971.80
(一)	直接工程费				935.32
1	人工费				224.96
-1	甲类工	工日	0.1	178.56	17.86
-2	乙类工	工日	1.3	159.31	207.10
2	机械使用费				618.43
-1	推土机 74kw	台班	0.62	997.46	618.43
3	其他费用	%	10.9	843.39	91.93
(二)	措施费	%	3.9	935.32	36.48
二	间接费	%	6	971.80	58.31
三	利润	%	3	1030.11	30.90
四	税金	%	9	1061.01	95.49
综合单价					1156.50

表 6-11: 表土覆盖 (客土运输) 综合单价分析表

定额编号: 10221 1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运输 (2-3km)			单位: 元/100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2924.64
(一)	直接工程费				2814.86
1	人工费				161.24
-1	甲类工	工日	0.1	178.56	17.86
-2	乙类工	工日	0.9	159.31	143.38
2	材料费				1000.00
-1	表土	m ³	100	10.00	1000.00
3	机械使用费				1566.34
-1	挖掘机油动 1m ³	台班	0.22	1260.17	277.24
-2	推土机 59kw	台班	0.16	778.86	124.62
-3	自卸汽车 5t	台班	1.81	643.36	1164.48
4	其他费用	%	3.2	2727.58	87.28
(二)	措施费	%	3.9	2814.86	109.78
二	间接费	%	5	2924.64	146.23
三	利润	%	3	3070.87	92.13
五	税金	%	9	3163.00	284.67
综合单价					3447.67

表 6-12: 表土覆盖 (覆土) 综合单价分析表

定额编号: 10310 推土机推土 (0-10m)			单位: 元/100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				191.49
(一)	直接工程费				184.30
1	人工费				15.93
-1	甲类工	工日	0	178.56	0.00
-2	乙类工	工日	0.1	159.31	15.93
2	机械使用费				159.59

-1	推土机 74kw	台班	0.16	997.46	159.59
3	其他费用	%	5	175.52	8.78
(二)	措施费	%	3.9	184.30	7.19
二	间接费	%	5	191.49	9.57
三	利润	%	3	201.06	6.03
四	税金	%	9	207.09	18.64
综合单价					225.73

表 6-13: 培肥改良单价分析表

定额编号: 自编		单位: 元/100kg			
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				129.96
(一)	直接工程费				125.08
1	人工费				19.12
-1	甲类工	工日	0	178.56	0.00
-2	乙类工	工日	0.12	159.31	19.12
2	材料费				100.00
-1	有机肥	吨	0.1	1000	100.00
3	其他费用	%	5	119.12	5.96
(二)	措施费	%	3.9	125.08	4.88
二	间接费	%	5	129.96	6.50
三	利润	%	3	136.46	4.09
四	税金	%	9	140.55	12.65
合计					153.20

表 6-14: 栽植刺槐单价分析表

定额编号: 90007 栽植乔木 (裸根胸径 4cm 以内)		单位: 元/100 株			
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				436.94
(一)	直接工程费				428.37
1	人工费				238.97
-1	甲类工	工日	0	178.56	0.00
-2	乙类工	工日	1.5	159.31	238.97
2	材料费				169.00
-1	水	m ³	3.2	5	16.00
-2	树苗	株	102	1.5	153.00
3	其他费用	%	5	407.97	20.40
(二)	措施费	%	3.9	428.37	16.71
二	间接费	%	5	445.08	22.25
三	利润	%	3	467.33	14.02
四	税金	%	9	481.35	43.32
合计					524.67

表 6-15: 撒播草籽单价分析表

定额编号: 90030 不覆土		单位: 元/hm ²			
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1594.40
(一)	直接工程费				1534.55
1	人工费				334.55
-1	甲类工	工日	0	178.56	0.00

-2	乙类工	工日	2.1	159.31	334.55
2	材料费				1200.00
-1	草籽	kg	30	40	1200.00
3	其他材料费	%	2	1534.55	30.69
(二)	措施费	%	3.9	1534.55	59.85
二	间接费	%	5	1594.40	79.72
三	利润	%	3	1674.12	50.22
四	税金	%	9	1724.34	155.19
合计					1879.53

表 6-16: 清理危岩单价分析表

定额编号: 20063		人工清理危岩		单位: 100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				12053.05
(一)	直接工程费				11600.63
1	人工费				11155.35
-1	甲类工	工日	3.5	178.56	624.96
-2	乙类工	工日	66.1	159.31	10530.39
2	材料费				33.67
-1	钢钎	Kg	1.82	18.5	33.67
2	机械使用费				128.67
-1	载重汽车 5t	台班	0.2	643.36	128.67
3	其他费用	%	2.5	11317.69	282.94
(二)	措施费	%	3.9	11600.63	452.42
二	间接费	%	5	11832.64	602.65
三	利润	%	3	12424.27	379.67
四	税金	%	9	12797.00	1173.18
合 计					14208.55

工程施工费单价估算详见下表 6-17:

表 6-17：工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接工程费 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
一	地貌重塑工程								
(一)	危岩清理	100m ³	6.622	11600.63	452.42	602.65	379.67	1173.18	14208.55
(二)	拆除工程	100m ³	27.456	3425.87	133.61	177.97	112.12	346.46	4196.03
(三)	井口回填	100m ³	8.68	2846.69	111.02	147.89	93.17	287.89	3486.66
(四)	井口封堵	100m ³	2.20	40648.21	1585.28	2111.67	1330.35	4110.80	49786.31
(五)	场地平整	100m ³	592.82	935.32	36.48	58.31	30.90	95.49	1156.50
(六)	露天采坑回填(市价)	m ³							8.00
(七)	警示牌	个	47						50.00
二	土壤重构工程								
(一)	表土覆盖(客土运输)	100m ³	1392.68	2814.86	109.78	146.23	92.13	284.67	3447.67
(二)	表土覆盖(覆土)	100m ³	1556.13	184.30	7.19	9.57	6.03	18.64	225.73
(三)	培肥改良	100kg	263.50	125.08	4.88	6.50	4.09	12.65	153.20
三	植被重建工程								
(一)	种植刺槐	100株	1317.50	428.37	16.71	22.25	14.02	43.32	524.67
(二)	撒播草籽	hm ²	29.6408	1534.55	59.85	79.72	50.22	155.19	1879.53
(三)	灌溉工程	m ³	14939	-	-	-	-	-	19.98

2、单项工程量及经费估算

(1) 地貌重塑工程

地貌重塑工程包括危岩清理、拆除工程、井口回填、井口封堵、场地平整等工程，工程量及经费估算详见下表：

表 6-18：地貌重塑工程量及经费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	费用(万元)
(一)	拆除工程	100m ³	27.456	4196.03	11.5206
(二)	危岩清理	100m ³	6.622	14208.55	9.4089
(三)	井口回填	100m ³	8.68	3486.66	3.0264
(四)	采坑回填	100m ³	8000.00	800	640.0000
(五)	井口封堵	100m ³	2.20	49786.31	10.9530
(六)	场地平整	100m ³	592.82	1156.50	68.5596
(七)	警示牌	个	47	50.00	0.2350
合计					743.7035

(2) 土壤重构工程

土壤重构工程包括表土覆盖、培肥改良等工程，工程量及经费估算详见下表：

表 6-19：土壤重构工程量及经费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	费用(万元)
(一)	表土覆盖 (客土运输)	100m ³	1392.68	3447.67	480.1501
(二)	表土覆盖 (覆土)	100m ³	1556.13	225.73	35.1265
(三)	培肥改良	100kg	263.50	153.20	4.0368
合计					519.3134

(3) 植被重建工程

植被重建工程包括栽植刺槐、撒播草籽、灌溉等工程，工程量及经费估算详见下表：

表 6-20：植被重建工程量及经费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	费用(万元)
(一)	种植刺槐	100株	1317.50	524.67	69.1253
(二)	撒播草籽	hm ²	29.6408	1879.53	5.5711
(三)	灌溉工程	m ³	14939	19.98	29.8481
合计					104.5445

(4) 地灾治理工程

主要是通过预留塌陷治理资金，对矿山开采过程中可能出现的塌沉陷进行恢复治理。

表 6-21: 地灾治理工程量及经费估算表

工程或费用名称	计量单位	工程量	费用标准(元)	费用(万元)
塌陷治理风险金	公顷·年	24.6961·39.3	3000	291.1670

(5) 监测工程

监测工程包括地质灾害监测、地下水环境监测、土壤环境监测、土地损毁监测、地表水质监测、土壤质量监测、植被管护监测等，工程量及经费估算详见下表：

表 6-22: 监测工程量及经费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	市场价(元)	合计(万元)	
(一)	地质灾害监测	崩塌、滑坡	点次	10847	100	108.4700
		地面塌陷、地裂缝	点次	1179	100	11.7900
(二)	含水层监测	点次	236	1000	23.6000	
(三)	土壤环境监测	点次	157	800	12.5600	
(四)	地形地貌景观	点次	39	1000	3.9000	
(五)	土地损毁监测	年次	39	1000	3.9000	
(六)	土壤质量监测	点次	12	800	0.9600	
(七)	植被管护监测	点次	6	1000	0.6000	
合计					165.7800	

(6) 管护工程

管护工程主要为植被管护，工程量及经费估算详见下表：

表 6-23: 管护工程量及经费估算表

工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	合计(万元)
植被管护	公顷·年	28.6186*3	3000	25.7567

(三) 总工程量及其经费估算

1、总工程量

矿区生态修复工程包括地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、景观营造工程、监测工程和管护工程。矿区生态修复工程总工程量汇总详见下表：

表 6-24: 矿区生态修复总工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	地貌重塑工程		
(一)	拆除工程	100m ³	27.456
(二)	危岩清理	100m ³	6.622
(三)	井口回填	100m ³	8.68
(四)	井口封堵	100m ³	2.20
(五)	露天采坑回填	100m ³	8000.00
(六)	场地平整	100m ³	592.82
(七)	警示牌	个	47
二	土壤重构工程		
(一)	表土覆盖(客土运输)	100m ³	1392.68
(二)	表土覆盖(覆土)	100m ³	1556.13

(三)	培肥改良	100kg	263.50	
三	植被重建工程			
(一)	种植刺槐	100株	1317.50	
(二)	撒播草籽	hm ²	29.6408	
(三)	灌溉工程	m ³	14939	
四	地灾治理工程			
(一)	预测塌陷治理	公顷·年	24.696*39.3	
五	监测工程			
(一)	地质灾害监测	崩塌、滑坡	点次	10847
		地面塌陷、地裂缝	点次	1179
(二)	地下水环境监测	点次	236	
(三)	地形地貌景观	点次	39	
(四)	土壤环境监测	点次	157	
(五)	土地损毁监测	年次	39	
(六)	土壤质量监测	点次	12	
(七)	植被管护监测	点次	6	
六	管护工程			
(一)	植被管护	公顷·年	31.8016*3	

2、估算投资总额

矿区生态修复工程估算总投资 5897.3177 万元，其中工程施工费 1445.5873 万元，其他费用 176.3616 万元，监测与管护费 191.5367 万元，预备费 4083.8321 万元。

矿区生态修复总投资估算详见下表：

表 6-25：矿区生态修复投资估算总表

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	工程施工费				1367.5614
(一)	地貌重塑工程				743.7035
1	拆除工程	100m ³	27.456	4196.03	11.5206
2	危岩清理	100m ³	6.622	14208.55	9.4089
3	井口回填	100m ³	8.68	3486.66	3.0264
4	井口封堵	100m ³	2.20	49786.31	10.953
5	露天采坑回填	100m ³	8000.00	800	640
6	场地平整	100m ³	592.82	1156.5	68.5596
7	警示牌	个	47	50.00	0.235
(二)	土壤重构工程				519.3134
1	表土覆盖(客土运输)	100m ³	1392.68	3447.67	480.1501
2	表土覆盖(覆土)	100m ³	1556.13	225.73	35.1265
3	培肥改良	100kg	263.50	153.20	4.0368
(三)	植被重建工程				104.5445
1	种植刺槐	100株	1317.5	524.67	69.1253
2	撒播草籽	hm ²	29.6408	1879.53	5.5711
3	灌溉工程	m ³	14939	19.98	29.8481
二	设备费				0.0000
三	其他费用				166.8425

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)	前期工作费			工程施工费×5%		68.3781
(二)	工程监理费			工程施工费×2%		27.3512
(三)	竣工验收费			工程施工费×3%		41.0268
(四)	业主管理费			(工程施工费+前期工程费+工程监理费+竣工验收费)×2%		30.0864
四	预备费					3843.9327
(一)	基本预备费			(工程施工费+设备费+其他费用)×6%		92.0642
(二)	塌陷治理风险金		公顷·年	24.6961·39.3	3000	291.1670
(三)	价差预备费			动态投资估算-静态投资估算		3460.7015
五	监测与管护费					194.4014
(一)	监测费					165.7800
1	地质灾害监测	崩塌、滑坡	点次	10847	108.47	108.4700
		地面塌陷、地裂缝	点次	1179	11.79	11.7900
2	地下水环境监测		点次	236	1000	23.6
3	地形地貌景观		点次	39	1000	3.9
4	土壤环境监测		点次	157	800	12.56
5	土地损毁监测		点次	39	1000	3.9
6	植被管护监测		点次	6	1000	0.6
7	土壤质量监测		点次	12	800	0.96
(二)	管护费					28.6214
1	植被管护		公顷·年	31.8016*3	3000	28.6214
六	静态总投资			工程施工费+设备费+其他费用+基本预备费+监测与管护费		2112.0365
七	动态总投资			动态投资=静态投资×(1+5%) ⁿ⁻¹ ,其中n代表第n年修复		5572.7380

工程施工费估算详见下表:

表 6-26: 工程施工费估算表

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)	地貌重塑工程				743.7035
1	拆除工程	27.456	4196.03	11.5206	27.456
2	危岩清理	6.622	14208.55	9.4089	6.622
3	井口回填	8.68	3486.66	3.0264	8.68
4	露天采坑回填	2.20	49786.31	10.953	2.20
5	井口封堵	8000.00	800	640	8000.00
6	场地平整	592.82	1156.5	68.5596	592.82
7	警示牌	47	50.00	0.235	47
(二)	土壤重构工程				519.3134
1	表土覆盖(客土运输)	100m ³	1392.68	3447.67	480.1501
2	表土覆盖(覆土)	100m ³	1556.13	225.73	35.1265
3	培肥改良	100kg	263.50	153.20	4.0368
(三)	植被重建工程				104.5445
1	种植刺槐	100株	1317.5	524.67	69.1253
2	撒播草籽	hm ²	29.6408	1879.53	5.5711

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)
3	灌溉工程	m ³	14939	19.98	29.8481
合计					1367.5614

其他费用估算详见下表:

表 6-27: 其他费用估算表

序号	费用名称	费基(万元)	费率(%)	金额(万元)
1	前期工作费	1446.7226	5	68.3781
2	工程监理费	1446.7226	2	27.3512
3	竣工验收费	1446.7226	3	41.0268
4	业主管理费	1446.7226	2	30.0864
合计				166.8425

价差预备费估算详见下表:

表 6-28: 价差预备费估算表

年度	静态投资(万元)	系数	价差预备费(万元)	动态投资(万元)
2026	29.7042	1.0000	0.0000	29.7042
2027	67.3750	1.0500	3.3688	70.7438
2028	83.4099	1.1025	8.5495	91.9594
2029	43.3752	1.1576	6.8359	50.2111
2030	128.6572	1.2155	27.7256	156.3828
2031	13.7483	1.2763	3.7987	17.5470
2032	13.0466	1.3401	4.4371	17.4837
2033	12.7422	1.4071	5.1873	17.9295
2034	11.5888	1.4775	5.5337	17.1225
2035	11.5888	1.5513	6.3889	17.9777
2036	11.5888	1.6289	7.2882	18.8770
2037	11.5888	1.7103	8.2315	19.8203
2038	11.5888	1.4258	4.9345	16.5233
2039	11.5888	1.8856	10.2630	21.8518
2040	11.5888	1.9799	11.3559	22.9447
2041	11.5888	2.0789	12.5032	24.0920
2042	11.5888	2.1829	13.7084	25.2972
2043	11.5888	2.2920	14.9727	26.5615
2044	11.5888	2.4066	16.3008	27.8896
2045	11.5888	2.5270	17.6961	29.2849
2046	11.5888	2.6533	19.1598	30.7486
2047	11.5888	1.8603	9.9698	21.5586
2048	11.5888	1.9161	10.6165	22.2053
2049	11.5888	1.9736	11.2829	22.8717
2050	11.5888	2.0328	11.9689	23.5577
2051	11.5888	2.09	12.6318	24.2206
2052	11.5888	2.16	13.4430	25.0318
2053	11.5888	2.22	14.1383	25.7271
2054	11.5888	2.29	14.9496	26.5384
2055	11.5888	2.36	15.7608	27.3496
2056	11.5888	2.43	16.5720	28.1608

年度	静态投资(万元)	系数	价差预备费(万元)	动态投资(万元)
2057	11.5888	2.50	17.3832	28.9720
2058	11.5888	2.58	18.3103	29.8991
2059	11.5888	2.65	19.1215	30.7103
2060	11.5888	2.73	20.0486	31.6374
2061	11.5888	2.81	20.9757	32.5645
2062	11.5888	2.90	22.0187	33.6075
2063	11.5888	2.99	23.0617	34.6505
2064	15.0127	3.07	31.0763	46.0890
2065	1337.3602	3.17	2902.0716	4239.4318
2066	6.6470	3.26	15.0222	21.6692
2067	6.6470	3.36	15.6869	22.3339
2068	6.6470	3.46	16.3516	22.9986
合计	2112.0365		3460.7015	5572.7380

三、阶段工作任务与经费安排

(一) 阶段工作任务

根据生态修复分区及修复时序安排，矿区生态修复工程分近期、中期、远期三个阶段实施。

近期阶段（第1至5年）：2026年4月至2031年3月

1) 2026年4月-2027年3月：首先对现有露天采场边坡的危岩、浮石进行清理，清理危岩约662.2m³。在生产井口、露天采场外围及预测塌陷区范围境界设置警示牌40个；对现有历史遗留采场CK1、CK2、排岩场5、进行场地平整372m³、表土覆盖976m³，栽植刺槐830株，撒播草籽0.1858hm²，培肥166kg，灌溉94m³。依据《开发利用方案》，第30年对拟扩建露天采场1进行开采，时间较长，排岩场3用于拟扩建露天采场1使用，因此，对排岩场3覆绿，进行撒播草籽工程。撒播草籽1.8296hm²，崩塌和滑坡地质灾害监测276点次、地面塌陷地质灾害监测30点次、地下水环境监测6点次、地形地貌景观监测1点次、土壤环境监测4点次、土地损毁监测1点次。对2025年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积2.1608hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

2) 2027年4月-2028年3月：本年度对现有CK6、排岩场8进行场地平整3667m³、表土覆盖9625m³，栽植刺槐8150株，撒播草籽1.8333hm²，培肥1630kg，灌溉924m³。崩塌和滑坡地质灾害监测276点次、地面塌陷地质灾害监测30点次、地下水环境监测6点次、地形地貌景观监测1点次、土壤环境监测4点次、土地损毁监测1年次。

对 2025 年、2026 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 2.3466hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

3) 2028 年 4 月-2029 年 3 月：本年度对现有排岩场 6、排岩场 7、工业场地 5 进行场地平整 4678m³、表土覆盖 12281m³，栽植刺槐 10400 株，撒播草籽 2.3391hm²，拆除工程量 57.3 m³，培肥 2080kg，灌溉 1179m³；崩塌和滑坡地质灾害监测 276 点次、地面塌陷地质灾害监测 30 点次、地下水环境监测 6 点次、地形地貌景观监测 1 点次、土壤环境监测 4 点次、土地损毁监测 1 年次。对 2025 年、2026 年、2027 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 4.1799hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

4) 2029 年 4 月-2030 年 3 月：本年度对现有排岩场 2、堆料场 3 进行场地平整 2029m³、表土覆盖 5326m³，栽植刺槐 4510 株，撒播草籽 1.0145hm²，培肥 902kg，灌溉 511m³；崩塌和滑坡地质灾害监测 276 点次、地面塌陷地质灾害监测 30 点次、地下水环境监测 6 点次、地形地貌景观监测 1 点次、土壤环境监测 4 点次、土地损毁监测 1 年次。对 2026 年、2027 年、2028 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 4.3582hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

5) 2030 年 4 月-2031 年 3 月：本年度对现有排岩场 4、堆料场 2、历史遗留采场 CK3 进行场地平整 7690m³、表土覆盖 20185m³，栽植刺槐 17090 株，撒播草籽 3.8448hm²，培肥 3418kg，灌溉 1938m³；崩塌和滑坡地质灾害监测 276 点次、地面塌陷地质灾害监测 30 点次、地下水环境监测 6 点次、地形地貌景观监测 1 点次、土壤环境监测 4 点次、土地损毁监测 1 年次。对 2027 年、2028 年、2029 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 5.1869hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

中期阶段（第 6 至 39.3 年）：2031 年 4 月至 2065 年 7 月

6) 2031 年 4 月-2032 年 3 月：本年度对矿山地质环境进行崩塌和滑坡地质灾害监测 276 点次、地面塌陷地质灾害监测 30 点次、地下水环境监测 6 点次、地形地貌景观监测 1 点次、土壤环境监测 4 点次、土地损毁监测 1 年次。对 2028 年、2029 年、2030 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 7.1984hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

7) 2032 年 4 月-2033 年 3 月：本年度对矿山地质环境进行崩塌和滑坡地质灾害监测 276 点次、地面塌陷地质灾害监测 30 点次、地下水环境监测 6 点次、地形地貌

景观监测 1 点次、土壤环境监测 4 点次、土地损毁监测 1 年次。对 2029 年、2030 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 4.8593hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

8) 2033 年 4 月-2034 年 3 月：本年度对矿山地质环境进行崩塌和滑坡地质灾害监测 276 点次、地面塌陷地质灾害监测 30 点次、地下水环境监测 6 点次、地形地貌景观监测 1 点次、土壤环境监测 4 点次、土地损毁监测 1 年次。对 2030 年复垦工程进行植被管护工作，植被管护面积 3.8448hm²。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

9) 2034 年 4 月-2065 年 7 月：本年度对矿山地质环境进行崩塌和滑坡地质灾害监测 8639 点次、地面塌陷地质灾害监测 939 点次、地下水环境监测 188 点次、地形地貌景观监测 31 点次、土壤环境监测 125 点次、土地损毁监测 31 年次。同时，建立监测系统及预备费、预留风险金。

远期阶段（第 39.3 年至管护期结束）：2065 年 8 月至 2069 年 7 月

(1) 2065 年 8 月至 2066 年 7 月：该阶段矿山进入闭坑治理、复垦及管护期，采取工程手段和生态技术手段进行矿山地质环境治理和土地复垦。对其余未治理和复垦的损毁单元进行矿山地质环境恢复治理和土地复垦。对 PD1、PD2、PD3、XJ1、拟建斜坡道 XPD2、拟建回风井 FJ1 进行回填并封堵；对现有采场 CK2、CK5、拟扩建采场 CK1、排岩场 1、排岩场 3、堆料场 1、工业场地 1~4 进行复垦修复，工作量包括：井口回填量为 868m³、封堵量为 220m³、拆除工程 2745.6m³、露天采场回填量 800000 m³、场地平整 40846m³、表土覆盖 107220m³，栽植刺槐 90770 株，撒播草籽 20.4233hm²，培肥 18154kg，灌溉 10293m³。

(2) 2066 年 8 月至 2069 年 7 月：对闭坑复垦修复工程进行管护工作，植被管护面积 20.4233hm²，植被管护监测 6 点次，土壤质量监测 12 点次，直到矿山恢复治理后的生态环境趋于稳定。各阶段工程部署信息详见下表：

表 6-29：各阶段工程部署信息表

修复阶段	修复时间	所属区块	主要工程措施	单位	工程量
近期	2026 年 4 月- 2027 年 3 月	露天采场边坡	清理危岩	100m ³	6.622
		矿区	警示牌	个	47
		历史遗留采场 CK1、CK2 排岩场 5	场地平整	100m ³	3.72
			表土覆盖	100m ³	9.76
			表土覆盖（客土运输）	100m ³	9.76

修复阶段	修复时间	所属区块	主要工程措施	单位	工程量
			培肥改良	100kg	1.66
			种植刺槐	100株	8.30
			撒播草籽	hm ²	0.1858
			灌溉工程	m ³	94
		排岩场 3	撒播草籽	hm ²	1.8296
		矿区	地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
			土地损毁监测	年次	1
		2025年已修复区域	植被管护	hm ²	2.1608
		2027年4月-2028年3月	CK6、排岩场 8	场地平整	100m ³
	表土覆盖			100m ³	96.25
	表土覆盖（客土运输）			100m ³	96.25
	培肥改良			100kg	16.30
	种植刺槐			100株	81.50
	撒播草籽			hm ²	1.8333
			灌溉工程	m ³	924
	矿区		地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
地形地貌景观			点次	1	
土壤环境监测			点次	4	
	土地损毁监测		年次	1	
已修复区域	植被管护	hm ²	2.3466		
2028年4月-2029年3月	排岩场 6、排岩场 7、工业场地 5	场地平整	100m ³	46.78	
		拆除工程	100m ³	0.573	
		表土覆盖	100m ³	122.81	
		表土覆盖（客土运输）	100m ³	122.81	
		培肥改良	100kg	20.80	
		种植刺槐	100株	104.00	
		撒播草籽	hm ²	2.3391	
		灌溉工程	m ³	1179	
	矿区	地质灾害监测	点次	306	
		地下水环境监测	点次	6	
		地形地貌景观	点次	1	
		土壤环境监测	点次	4	
	土地损毁监测	年次	1		
已修复区域	植被管护	hm ²	4.1799		
2029年4月-2030年3月	排岩场 2、堆料场 3	场地平整	100m ³	20.29	
		表土覆盖	100m ³	53.26	
		表土覆盖（客土运输）	100m ³	53.26	
		培肥改良	100kg	9.02	
		种植刺槐	100株	45.10	

修复阶段	修复时间	所属区块	主要工程措施	单位	工程量
中期	2030年4月-2031年3月	矿区	撒播草籽	hm ²	1.0145
			灌溉工程	m ³	511
			地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
			土地损毁监测	年次	1
		已修复区域	植被管护	hm ²	4.3582
		排岩场4、堆料场2、历史遗留采场CK3	场地平整	100m ³	76.89
			表土覆盖	100m ³	201.85
			表土覆盖(客土运输)	100m ³	201.85
			培肥改良	100kg	34.18
			种植刺槐	100株	170.90
			撒播草籽	hm ²	3.8448
	灌溉工程		m ³	1938	
	矿区		地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
		土壤环境监测	点次	4	
	土地损毁监测	年次	1		
	已修复区域	植被管护	hm ²	5.1869	
	2031年4月-2032年3月	矿区	地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
			土地损毁监测	点次	1
		已修复区域	植被管护	hm ²	7.1984
2032年4月-2033年3月		矿区	地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
	土地损毁监测	年次	1		
已修复区域	植被管护	hm ²	4.8593		
2033年4月-2034年3月	矿区	地质灾害监测	点次	306	
		地下水环境监测	点次	6	
		地形地貌景观	点次	1	
		土壤环境监测	点次	4	
		土地损毁监测	年次	1	
	已修复区域	植被管护	hm ²	3.8448	
2034年4月-2065年7月	矿区	地质灾害监测	点次	8639	
		地下水环境监测	点次	188	
		地形地貌景观	点次	31	

修复阶段	修复时间	所属区块	主要工程措施	单位	工程量
远期			土壤环境监测	点次	125
			土地损毁监测	点次	31
	2065年8月-2066年7月	PD1、PD2、PD3、XJ1、 拟建斜坡道 XPD2、拟建回风井 FJ1、采场 CK2、CK5、拟扩建采场 CK1、排岩场 1、排岩场 3、堆料场 1、工业场地 1~4、运输道路	拆除工程	100m ³	26.883
			井口回填	100m ³	8.68
			井口封堵	100m ³	2.20
			露天采坑回填	100 m ³	8000.00
			场地平整	100m ³	408.46
			表土覆盖	100m ³	1072.20
			表土覆盖（客土运输）	100 m ³	908.75
			培肥改良	100kg	181.54
			种植刺槐	100 株	907.70
			撒播草籽	hm ²	20.4233
	灌溉工程	m ³	10293		
	2066年8月-2069年7月	已修复区域	植被管护监测	点次	6
			土壤质量监测	点次	12
植被管护			hm ²	20.4233*3	

各阶段工程部署情况详见下图：

图 6-1：各阶段工程部署图

(二) 近年工作任务与经费进度安排

前三年度矿区生态修复工作计划及经费安排见表 6-31。

表 6-31 前三年度矿区生态修复工作计划及经费表

修复阶段	修复时间	所属区块	主要工程措施	单位	工程量
近期	第一年度 2026年4月- 2027年3月	露天采场边坡	清理危岩	100m ³	6.622
		矿区	警示牌	个	47
		历史遗留采场 CK1、CK2 排岩场 5	场地平整	100m ³	3.72
			表土覆盖	100m ³	9.76
			表土覆盖（客土运输）	100m ³	9.76
			培肥改良	100kg	1.66
			种植刺槐	100株	8.30
			撒播草籽	hm ²	0.1858
			灌溉工程	m ³	94
		排岩场 3	撒播草籽	hm ²	1.8296
		矿区	地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
			土地损毁监测	年次	1
		2025年已修复区域	植被管护	hm ²	2.1608
		第二年度 2027年4月- 2028年3月	CK6、排岩场 8	场地平整	100m ³
	表土覆盖			100m ³	96.25
	表土覆盖（客土运输）			100m ³	96.25
	培肥改良			100kg	16.30
	种植刺槐			100株	81.50
	撒播草籽			hm ²	1.8333
	灌溉工程			m ³	924
	矿区		地质灾害监测	点次	306
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
			土地损毁监测	年次	1
	已修复区域		植被管护	hm ²	2.3466
	第三年度 2028年4月- 2029年3月	排岩场 6、排岩场 7、 工业场地 5	场地平整	100m ³	46.78
			拆除工程	100m ³	0.573
			表土覆盖	100m ³	122.81
表土覆盖（客土运输）			100m ³	122.81	
培肥改良			100kg	20.80	
种植刺槐			100株	10400	
撒播草籽			hm ²	2.3391	
灌溉工程			m ³	1179	
矿区		地质灾害监测	点次	306	

修复阶段	修复时间	所属区块	主要工程措施	单位	工程量
			地下水环境监测	点次	6
			地形地貌景观	点次	1
			土壤环境监测	点次	4
			土地损毁监测	年次	1
		已修复区域	植被管护	hm ²	4.1799

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障措施

本项目矿区生态修复工作由凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司组织实施，为确保方案顺利实施，矿山需成立由主要领导参加的治理与复垦工作领导小组，统一领导和协调本矿治理与复垦工作。同时，设立专门机构，选调责任心强、政策水平较高、懂专业的得力人员，具体负责矿山治理与复垦的各项工作。

管理机构具体职责如下：

一负责在企业内部贯彻执行国家和地方政府、自然资源部门有关治理与复垦的方针政策，制定本项目治理与复垦管理规章制度。

一制定企业内部的治理与复垦规划，按照治理与复垦实施方案制定的措施、进度安排、技术标准等，组织与具有治理与复垦资质且有经验的单位合作，保质保量，完成矿山治理与复垦工作。

一定期向主管领导汇报治理与复垦进展情况，每年 12 月 31 日前向县级以上地方人民政府自然资源主管部门报告土地损毁情况、生态修复费用使用情况以及生态修复复垦工程实施情况。

一建立矿山企业内部生态修复管理体系，制定和推行考核制度和办法。

一监督检查生态修复工程实施情况，依法及时足额缴纳矿山生态修复资金。

一鼓励职工积极参与矿山生态修复工作，开展矿山生态修复知识宣传，提高职工生态修复意识。组织人员参加管理及技术培训，提高人员素质和管理水平。

（二）技术保障措施

本项目在实施过程中，可从土地资源、林业等行业聘请专业技术人员组成矿山生态修复工作指导小组，负责矿山生态修复工作的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保矿山生态修复目标的实现。

此外还需要加强相关专业人员的业务培训工作，对于矿山生态修复工程及生物措施的实施都需要有专业人员亲临现场，同时接受政府主管部门的监督检查。矿山生态修复工程完成后仍需要坚持管护工作，保障生态修复工作的成效。

矿山生态修复工程是一项涉及多学科的综合技术工程，专业性、技术性较强。为达到方案实施的预期效果，根据工程进展情况，建设单位在实施工程过程中应积极与设计单位联系沟通，及时总结阶段性生态修复实践经验，并根据需要修订矿山生态修复方案，以达到最佳的矿山生态恢复效果的目的。

（三）资金保障措施

资金是矿山生态修复工作取得成功的重要保证，凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司为保证生态修复顺利及时实施，将采取以下资金保障措施。

1、遵照“谁损毁、谁复垦”的生态修复工作基本原则，落实矿山生态修复责任。凤城市鸡冠山永余水镁石矿业有限公司将实施矿山生态修复的资金列入矿山生产建设成本并足额预算，确保矿山生态修复资金专款专用。

2、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，在其银行账户中设计基金账户，单独反应基金的提取和使用情况。基金按照“企业提取、确保需要、规范使用”的原则进行管理。

矿山企业已建立矿山地质环境治理恢复基金和土地复垦基金账户，矿山 2025 年 6 月 12 日至 2025 年 12 月 29 日共存入金额 7804705.36 元，支出 7803563.47 元。矿山已足额进行基金提取。2026 年度未进行基金缴存，矿山承诺将按照公示公告后的本方案依法依规足额缴存基金。详见附件 8 基金账户交易明细清单。

本项目生态修复工程估算总投资 5572.7380 万元，本方案通过后矿山企业将建立一个矿山生态修复基金账户，根据国家及地方关于基金管理的要求逐年进行预存。本项目生态修复工程估算静态总投资 2112.0365 万元，按第一次预存的数额不得少于生态修复静态投资的百分之二十计算，企业第一次预存金额为 422.4080 万元。

矿山生态修复费用预存计划详见下表 7-1：

表 7-1：矿山生态修复费用预存计划表

序号	年度	预存时间	预存金额(万元)
1	2026	11月30日前	422.4080
2	2027	11月30日前	135.5350
3	2028	11月30日前	135.5350
4	2029	11月30日前	135.5350
5	2030	11月30日前	135.5350
6	2031	11月30日前	135.5350
7	2032	11月30日前	135.5350
8	2033	11月30日前	135.5350
9	2034	11月30日前	135.5350
10	2035	11月30日前	135.5350
11	2036	11月30日前	135.5350
12	2037	11月30日前	135.5350
13	2038	11月30日前	135.5350
14	2039	11月30日前	135.5350
15	2040	11月30日前	135.5350
16	2041	11月30日前	135.5350
17	2042	11月30日前	135.5350
18	2043	11月30日前	135.5350
19	2044	11月30日前	135.5350
20	2045	11月30日前	135.5350
21	2046	11月30日前	135.5350
22	2047	11月30日前	135.5350
23	2048	11月30日前	135.5350
24	2049	11月30日前	135.5350
25	2050	11月30日前	135.5350
26	2051	11月30日前	135.5350
27	2052	11月30日前	135.5350
28	2053	11月30日前	135.5350
29	2054	11月30日前	135.5350
30	2055	11月30日前	135.5350
31	2056	11月30日前	135.5350
32	2057	11月30日前	135.5350
33	2058	11月30日前	135.5350
34	2059	11月30日前	135.5350
35	2060	11月30日前	135.5350
36	2061	11月30日前	135.5350
37	2062	11月30日前	135.5350
38	2063	11月30日前	135.5350
39	2064	11月30日前	135.5350
合计			5572.7380

（四）监管保障措施

在本方案实施过程中，建设单位应加强与政府主管部门的合作，自觉接受地方主管部门的监督管理。建设单位对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查过程中发现的问题应及时处理。对于不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到生态修复工作通过自然资源部门的验收。落实边采边治，方案执行中按照期间国家地方自然资源部门新的文件执行。植物措施工程施工时，应注重加强植物措施的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

同时，还要加强宣传，深入开展我国土地基本国情教育，加强生态修复法规和政策宣传，提高社会对生态修复在保护生态环境和经济社会可持续发展作用的认识。

二、公众参与

（一）公众参与目的和作用

公众参与的目的和作用主要有 3 个方面：

1、公众参与可以使公众了解本项目建设带来的土地资源、生态环境损毁等问题，增加公众对矿山生态修复工作的认同感。

2、公众参与有助于本项目规划实施，增强规划的合理性。来自公众多方面情况的真实反映，可以避免由于情况不明造成的决策偏差，最终实现科学决策。

3、公众参与可以对矿山生态修复工作的实施起到监督作用，包括本项目生态修复后的质量和效益等。

（二）公众参与环节和内容

本项目公众参与工作坚持“方案编制前期—方案编制期间—方案实施过程中—工程竣工验收”全过程。

为了切实做好本次方案编制工作，确保方案符合当地的实际情况，具有可操作性和实用性，在本次方案的编制过程中，报告主要编制人员对项目所在区相关部门以及项目区的当地居民进行了广泛的调研和咨询。首先，在调研前，根据已经掌握的情况和方案所涉及难点和重点，制定了本项目公众参与计划，编写了项目调研提纲；在作了充分准备的基础上，根据公众参与计划及调研提纲，有计划、分步骤开展了矿山生

态修复的调研工作。本次调研工作得到了当地相关部门的领导、专家以及当地村委会和居民的积极配合，取得了良好的效果，获得了具有参考意义的符合当地实际情况的意见和建议，为本方案的编制完成提供了较大的帮助。

1、方案编制前公众参与

调查方式主要以走访和发放《公众参与调查表》的形式进行，征询矿山周边村民对矿山地质环境保护与土地复垦工作的建议。

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%。调查结果统计情况详见下表：

表 7-2：公众参与调查结果统计表

序号	问题	人数(人)		
		A	B	C
1	您是否了解该矿山? A 了解; B 基本了解; C 不清楚	8	1	1
2	该矿山开采对您的居住环境会有什么影响? A 土地; B 植被; C 其他	0	2	8
3	您对该矿山的态度是? A 支持; B 不关心; C 反对	10	0	0
4	您希望被损毁的土地修复为? A 耕地; B 林地; C 其他	1	7	2
5	您希望修复后的生态环境会? A 跟以前一样; B 比以前更好; C 无所谓	1	9	0
6	您最期望的修复措施为? A 消除地灾隐患; B 恢复生态; C 其他	0	10	0
7	您对修复工作的要求为? A 边生产边修复; B 开采完后修复; C 无所谓	8	2	0
8	您对该矿山生态修复的实施? A 支持; B 不关心; C 反对	10	0	0

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：

对矿山的了解程度：大部分的受调查者均表示了解或基本了解，说明当地群众对该矿山的情况比较熟悉。

对居住环境的影响：大部分的受调查者认为影响的是其他，说明当地群众对于空气及噪音比较关心。

对矿山开采的态度：所有的受调查者均表示支持，说明当地群众对矿山开采持积极态度。

对损毁土地修复方向：大部分受调查者表示希望修复为林地。

对修复后的生态环境：部分受调查者认为会跟以前一样，大部分受调查者认为会比以前更好。

对期望的修复措施：所有的受调查者期望恢复生态。

对修复工作的要求：大部分的受调查者均表示边生产边修复，说明当地群众对于修复时间比较关注，认为具备修复条件的区域尽可能在矿山生产时期修复。

对矿山生态修复的实施：所有的受调查者均表示支持，说明当地群众对于矿山生态修复持积极态度，这为矿山生态修复工作的开展打下了良好的群众基础。

2、方案编制过程中公众参与

方案初稿完成之后的公众参与采取两种方式：

(1) 村内公示

建设单位在当地村委会的帮助下，向广大村民通知了矿区生态修复方案的简要内容，并将方案初稿存放于当地村委会，以供村民查阅。公示期间建设单位通过电话接受土地权利人对方案的意见。

图 7-1：村公示照片 1（村部外公开栏）

图 7-2：村公示照片 2（村部内公开栏）

（2）征求意见

方案编制完成后，建设单位将方案初稿呈交凤城市自然资源局以及本方案涉及的相关村组进行意见征求。凤城市自然资源局组织专家对方案进行了初步审查，提出了初步修改意见；本方案涉及的鸡冠山镇大阳沟村就方案召开了村委会会议，提出了方案意见及建议。本次根据上述意见对方案进行了修改完善。

图 7-3: 公众调查照片

通过意见征求可知,凤城市自然资源局以及本方案涉及的相关村组均认为本方案的修复目标基本体现了因地制宜的原则,修复后的土地基本可以达到相应土地质量的要求,方案确定的修复标准基本符合该地区的实际要求,修复措施基本可行,投资估算及费用构成基本合理,费用预算基本可以满足本项目的实际需要。

3、方案实施与验收中公众参与计划

根据方案实施过程中的不同阶段,设计规划不同的参与内容:

(1) 方案实施前。根据方案确定的修复时序安排,矿山应每次制订修复实施方案时进行一次公众调查,主要是损毁土地面积、损害程度和实施效果进行调查。

(2) 方案实施中和管护期。矿山在方案实施中应每年进行一次参与式公众调查,主要是对修复进度、修复措施落实和资金落实情况、修复实施效果进行调查。管护期应每季度进行一次公众调查,主要是对修复效果、管护措施和管护资金落实情况进行调查。

(3) 修复监测与竣工验收。矿山每年向公众公布一次修复监测结果,对公众提出质疑的地方,将及时核实并予以说明,相关自然资源主管部门进行验收时,除组织相关专家外,也将邀请群众代表参加,确保验收工作公平、公正和公开。

(4) 复垦后的土地权属分配。生态修复结束后应及时归还土地权利人。

（三）公众参与反馈意见处理

1、村民和村集体意见的反馈

本方案涉及的鸡冠山镇大阳沟村村民及村委会主要提出了以下几条意见：一是对于矿山不再利用的土地及时进行生态修复，尽可能恢复生态环境；二是修复方向坚持“宜耕则耕、宜林则林”的原则，尽可能修复为原地类。对于村民及村集体提出的以上意见，本方案都给予了采纳，确保矿区周边村民的生产生活不受影响，以及最大程度地减少矿区开发对当地土地的破坏，并保证损毁土地优先复垦为林地。

2、相关部门参与意见

当地自然资源主管部门要求在方案涉及村委会对本方案认可的基础上，项目实施应严格按照相关规定进行。本方案在编制过程中认真落实了这些意见，严格对照《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》和《矿区生态修复方案编制指南（临时）》编制方案。

3、建设单位意见

在本方案编制过程中，方案编制人员不断与建设单位交换意见，在保证矿山生态修复目标完整、生态修复效果达到标准的前提下，合理制定矿山生态修复标准。

三、效益分析

（一）社会效益分析

通过矿山生态修复工程的实施，能够有效预防和控制矿山地质灾害，增强矿山生产的安全性，在矿区内营造适生的植被，不仅防治了区域水土流失和土地沙化，而且将会提高当地群众的生产、生活质量；改善了土地利用结构，发挥了生态系统的功能，合理利用了土地，提高了环境容量，促进了生态良性循环，维持了区域生态平衡。这不仅利于企业职工及附近居民的身心健康，也为矿区附近居民提供了更多就业机会。本项目的实施可为当地村民提供就业岗位约 40 人，带动当地村民年增收约 6000 元，对当地社会发展会具有促进作用，社会效益明显。

（二）经济效益分析

矿山生态修复工程的实施，减轻了地质灾害发生的可能性，使得矿山地质灾害得到有效预防和控制，因而降低了因地质灾害造成的经济损失，采矿活动损毁的土地生

产力也得到恢复。本项目共复垦乔木林地面积 29.6408 公顷，参考当地林业价值，林地按照每年 0.6 万元/公顷的纯收入计算，复垦的林地每年可产生经济效益约 17.78 万元，具有一定的潜在经济效益。

（三）生态效益分析

矿山生态修复工程的实施，能有效遏制矿区及周边环境的恶化，改善矿区的生态环境。通过复垦复绿，不仅提高了植被覆盖率，还起到很好的涵养水源、保持水土、调节气候和净化大气的作用，增强了抗御自然灾害的能力，提高了矿区及周边生态环境质量和人居环境质量。据测算，每亩林地每年可吸收二氧化碳约 1t，本项目共恢复林地 396.88 亩，每年可减少二氧化碳排放 396.88t，可以看出，本项目的实施具有明显的生态环境效益。

第八章 结 论

一、方案服务年限

矿山总体生产服务年限为 39.3 年（不含基建期）。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年限。考虑到开采闭坑后生态修复期需要 1 年及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 43.3 年，即 2026 年 4 月至 2069 年 7 月。

二、现状问题与受损预测

矿山现状地质灾害危险性中等，现状采矿活动对地形地貌景观破坏较严重，对地下含水层破坏和影响较轻，现状采矿活动对矿山地质环境影响程度为较严重；预测矿山未来开采地质灾害危险性中等，未来采矿活动对地形地貌景观破坏较严重，对地下含水层破坏和影响较轻，对矿山地质环境影响程度为较严重。

矿山现状土地损毁范围包括露天采场、工业场地、排岩场、堆料场和矿山道路，损毁土地方式为压占和挖损，损毁土地面积为 26.3130hm²，对土地资源影响程度为严重；预测矿山未来将形成三处预测塌陷区、拟扩建露天采场 CK1 和 2 处拟建井口区，可能对土地造成塌陷和挖损损毁，拟损毁土地面积为 50.06524hm²，对土地资源影响程度为严重。

矿山现状采矿活动造成矿区局部范围内植被损毁、生物多样性丧失和水土流失，未造成矿区水土环境污染，总体上矿山生态受损与退化问题较严重；预测矿山未来开采可能会造成矿区局部植被损毁、生物多样性丧失和水土流失，不会造成矿区水土环境污染，总体上矿山生态受损与退化问题较严重。

三、修复目标

依据选定的参照生态系统，结合矿区以往生态修复工作经验，考虑国土空间规划、公众参与意见及社会经济等因素，确定最终露天采场、工业场地、排岩场、堆料场、矿山道路、拟建井口区、预测塌陷区复垦修复方向为乔木林地、农村道路。

四、修复工程与措施

矿山生态修复工程与措施包括地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程。

地貌重塑工程主要包括拆除工程、危岩清理、井口回填、井口封堵、露天采坑回填工程、场地平整、警示牌等工程；土壤重构工程主要包括表土覆盖、培肥改良等工程；植被重建工程主要包括栽植刺槐、撒播草籽、灌溉工程等工程。

五、监测与管护

矿山监测工程主要包括矿山地质环境监测、土地资源监测、生态系统监测等工程，管护工程主要为植被管护。

矿山地质环境监测包括地质灾害监测、地形地貌景观监测、地下水环境监测、土壤环境监测等。

土地资源监测包括土地损毁监测、复垦修复林地土壤质量监测等。

生态系统监测包括植被管护监测等。

六、经费估算

矿区生态修复工程估算总投资 5572.7380 万元，其中工程施工费 1367.5614 万元，其他费用 166.8425 万元，监测与管护费 191.5367 万元，预备费 3843.9327 万元。