

# 辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿 矿区生态修复方案

辽阳华拓镁业有限公司

2025 年 12 月



# 辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿 矿区生态修复方案



编制单位：沈阳天成规划设计有限公司

法定代表人：范浩

总工程师：黄鑫

方案编制负责人：范浩

主要编制人员：孟祥飞 辛建宇

制图人员：马宏毅

联系电话：18604040495

矿区生态修复方案编制信息表

采 矿 权 人 信 息	采矿权人名称	辽阳华拓镁业有限公司				
	统一社会信用代码		联系人	刘宝丽		
	联系地址	辽阳县吉洞乡赵家村		联系电话	13614997433	
	采矿权证证号		开采方式	露天开采		
	采矿权面积	华拓采区 采矿权 拐点坐标				
吉祥采区 采矿权 拐点坐标						
采矿权有效期限	叁年，自 2022 年 12 月 9 日至 2025 年 12 月 9 日					
开采主矿种	菱镁矿		其他矿种	滑石矿		
方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许 <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 checked="" type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 其他					
方 案 编 制 单 位	单位名称	沈阳天成规划设计有限公司				
	统一社会信用代码	91210112594139826P		联系人	范 浩	
	联系地址	沈阳市浑南区新隆街 2 甲号 第 5 幢 1202 号 10107		联系电话	13889202577	
	编制负责人					
	姓 名	身份证号	专 业	职务/职称	联系电话	签 名
	范浩		土地管理	高级工程师	13889202577	
	主要编制人员					
	姓 名	身份证号	专 业	职务/职称	联系电话	签 名
	黄鑫		水文环境 地质	高级工程师	13504217605	
	辛建宇		地质	高级工程师	15904214040	
	孟祥飞		环境	工程师	13940152483	
	马宏毅		土地	助理工程师	17261700978	
刘海鑫		规划	工程师	18041388351		

## 目 录

前 言 .....	1
一、编制目的 .....	1
二、服务年限 .....	9
第一章 矿山基本情况 .....	11
一、矿业权人基本情况 .....	11
二、地理位置与区域概况 .....	11
三、矿山开采历史及现状 .....	15
第二章 矿区基础信息 .....	27
一、矿区自然条件 .....	27
二、社会经济概况 .....	31
三、矿区地质环境背景 .....	32
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 .....	49
五、矿区生态状况 .....	51
六、矿区及周边人类重大工程活动 .....	58
七、矿区生态修复工作情况 .....	59
八、矿区基本情况调查监测指标 .....	60
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析估 .....	61
一、问题识别与受损预测 .....	61
二、生态修复可行性分析 .....	80
三、生态修复分区及修复时序安排 .....	98
四、采矿用地与复垦修复安排 .....	109
第四章 生态修复措施与工程内容 .....	113
一、保护与预防控制措施析 .....	113
二、修复措施 .....	116
三、工程内容 .....	122
第五章 监测与管护 .....	124
一、监测目标与措施 .....	124
二、管护目标与措施 .....	132

三、工程量 .....	133
第六章 工程部署与经费估算 .....	136
一、总体部署 .....	136
二、总体经费估算 .....	142
三、阶段工作任务与经费安排 .....	158
第七章 保障措施与公众参与 .....	166
一、保障措施 .....	166
二、公众参与 .....	172
三、效益分析 .....	177
第八章 结论 .....	180

## 附 图 目 录

图号	图 名	比例尺
1	土地利用现状分幅图（）	1:5000
2	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区地质环境问题现状图	1:2000
3	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区土地损毁现状图	1:2000
4	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿吉祥采区土地损毁现状图	1:2000
5	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区地质环境问题预测图	1:2000
6	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区土地损毁预测图	1:2000
7	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区总体生态修复工程部署图	1:2000
8	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿吉祥采区总体生态修复工程部署图	1:2000
9	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区近五年生态修复工程部署图	1:2000
10	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿吉祥采区近五年生态修复工程部署图	1:2000
11	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区影像图	1:2000
12	辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿吉祥采区影像图	1:2000

## 附表:

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

**附件：**

- 1、采矿许可证；
- 2、开发利用方案审查意见书；
- 3、安全实施设计批复；
- 4、矿山地质环境现状调查表；
- 5、委托书；
- 6、编制单位真实性承诺书；
- 7、采矿权人对生态修复承诺书；
- 8、土地所有权人对生态修复方案的意见；
- 9、供土协议；
- 10、公众参与相关材料；
- 11、水土检测报告；
- 12、保证金缴纳凭证；
- 13、县级自然资源主管部门对矿区生态修复方案的初审意见。

## 前 言

### 一、编制目的

#### （一）任务由来

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿为已建矿山，目前持有采矿许可证（证号：），开采矿种为菱镁矿，开采方式为露天开采，生产规模 44.4 万 t/a，开采深度由 731.5 米至 280 米标高，有效期限自 2022 年 12 月 9 日至 2025 年 12 月 9 日。采矿许可证即将到期，辽阳华拓镁业有限公司现为办理采矿权延续手续，根据《中华人民共和国矿产资源法》、《自然资源部关于进一步加强生产矿山土地复垦与生态修复监管工作的通知（征求意见稿）》和《关于<中华人民共和国矿产资源法>实施衔接过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告》等文件要求，于 2025 年 10 月委托沈阳天成规划设计有限公司开展《辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿矿区生态修复方案》的编制工作。

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

#### （二）编制目的

##### 1、主要目的

为采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动提供总体部署和基本依据，实现矿山企业“边开采、边修复”，落实矿山企业对矿区生态环境保护修复义务，为矿山企业实施矿区生态环境保护修复提供技术支撑，并为行政主管部门对矿区生态保护修复的有效监督管理提供依据。

##### 2、主要任务

（1）收集资料整理，确定矿区生态修复调查范围，开展矿区生态环境



调查，查明矿区生态环境背景（地质环境、土壤环境、水环境、生物环境、人居环境），收集已有生态修复工程实施情况，并评价其效果。

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

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

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

（5）对矿区生态保护修复工程经费进行合理估算。

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

### （三）编制情形

#### 1、编制依据

##### （1）法律法规

- 1）《中华人民共和国矿山安全法》，2009.8.27 修订；
- 2）《中华人民共和国环境保护法》，2014.4.24 修订；
- 3）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018.12.29 修正；
- 4）《中华人民共和国土地管理法》，2019.8.26 修正；
- 5）《中华人民共和国矿产资源法》，2025.7.1 修订；
- 6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020.4.29 修订；
- 7）《地质灾害防治条例》，2003.11.24；
- 8）《中华人民共和国水土保持法实施条例》，2011.1.8 修订；
- 9）《土地复垦条例》，2019.7.16 修订；
- 10）《土地复垦条例实施办法》，2019.7.16 修订；

11) 《建设项目环境保护管理条例》，2017.7.16 修订。

(2) 规范性文件

1) 《辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理实施办法》（辽自然资规[2019]1 号）；

2) 《关于加强土地复垦工作的通知》（辽自然资发[2021]3 号）；

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

4) 《关于<中华人民共和国矿产资源法>实施衔接过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告》（辽宁省自然资源厅，2025 年 9 月 17 日）。

(3) 规程、规范

1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

2) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；

3) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

4) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2018）；

5) 《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011）；

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

7) 《主要造林树种苗木质量分级》（DB21/T2052-2012）；

8) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2012 年）；

9) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

10) 《地下水监测规范》（DZ/T0273-2015）

11) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)；

12) 《辽宁省建设工程计价依据》（辽住建〔2017〕68 号）；

13) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；

14) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；

- 15) 《矿山及其他破损山体植被恢复技术》（DB21/T 2019-2012）；
- 16) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- 17) 《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；
- 18) 《矿区生态修复与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）；
- 19) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）；
- 20) 《矿区生态修复编制指南（临时）》（2025 年 9 月）。

#### （4）相关基础资料

1) 《辽宁省辽阳县吉洞峪大砬沟菱镁矿资源储量分割报告》，辽宁省冶金地质勘查局 403 队，2019 年 11 月；

2) 《〈辽宁省辽阳县吉洞峪大砬沟菱镁矿资源储量分割报告〉评审意见书》，辽溪评（储）字补[2019]004 号，辽宁溪源土地矿产资源评估有限公司，2019 年 3 月 7 日；

3) 《〈辽宁省辽阳县吉洞峪大砬沟菱镁矿资源储量分割报告〉评审备案证明》，辽自然资储补备字[2019]010 号，辽宁省自然资源厅，2019 年 4 月 8 日；

4) 《辽阳县国土空间总体规划（2021—2035 年）》

5) 《辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、滑石矿）矿产资源开发利用方案》，辽宁阔达弘业土地科技服务有限公司，2022 年 10 月；

6) 《〈辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、滑石矿）矿产资源开发利用方案〉审查意见书》，辽自然资事矿（开）审字〔2022〕C110 号，2022 年 11 月 17 日；

7) 《辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区（菱镁矿）露天开采建设项目安全设施设计》，沈阳嘉纳工程技术有限公司，2023 年 1 月；

8) 《关于辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区（菱镁矿）露天开采建设项目安全设施设计的批复》，辽县行审发〔2023〕42 号，2023

年 3 月 10 日；

9) 《辽阳华拓镁业有限公司矿山储量年度报告（2024 年度）》，辽阳天成设计院有限公司，2024 年 12 月；

10) 《辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、大理岩、滑石矿）矿山地质环境保护与土地复垦方案》，辽阳华拓镁业有限公司，2022 年 2 月；

11) 《辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿 2022-2025 年度矿山地质环境保护与土地复垦工程竣工自查报告》，辽阳华拓镁业有限公司，2025 年 10 月；

12) 采矿许可证：；

13) 辽阳县自然资源局出具的土地利用现状分幅图（）。

## 2、编制过程

（1）委托阶段（2025 年 10 月 9 日~10 月 10 日）：签订合同，接受委托，即开始进行项目策划。

（2）资料收集阶段（2025 年 10 月 10 日~10 月 14 日）：开展基础资料收集并进行遥感地质解译。收集资料包括有资源储量、矿产开采、水文地质、工程地质、环境地质、自然地理、土地利用、社会经济、人居环境、国土空间规划等资料，主要为报告、图件及表格资料。遥感解译采用现场天地图分辨率达 0.2m~0.5m 的卫星遥感影像，人机交互式解译现状矿山活动及矿业开采情况。

（3）外业调查阶段（2025 年 10 月 15 日~10 月 31 日）：我单位派出 5 名技术人员开展野外现场调查和访问调查相结合，并使用无人机进行航拍测量，调查内容包括地形地貌、地层岩性、地质构造、植被生态、人居环境、水资源及水环境、地质灾害、矿山交通、重要工程设施情况，测量矿山开采、土地资源占用及土石环境情况。重点调查矿区地质环境问题，土地权属及类型、地质灾害分布与危害程度、开采现状对土地的破坏程度、

水土污染及生态修复情况等。

(4) 资料整理、方案编制阶段(2025年11月1日~11月25日)：在完成资料收集与野外调查测量后，通过对资料综合整理和分析研究，基本查明矿区生态环境特征及条件，识别并诊断矿区生态环境问题和地质灾害的形成条件、分布规律、影响因素、发育程度、发展趋势及其对矿山开采活动的影响，为本次保护修复方案编制工作奠定了良好的基础，具体工作量见表0-1。

表0-1 完成工作量统计表

工作性质	工作项目	单位	工作量	备注
资料收集	文字报告	份	6	包括资源储量核实报告、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、自查自验报告、矿山储量年度报告、国土空间规划及土地利用标准分幅图等
	图件	张	62	
	附件及附表	张	18	
遥感解译	遥感地质解译与验证	km <sup>2</sup>	2.17	无人机正射影像和天地图影像，人机交互式解译
野外调查	调查面积	km <sup>2</sup>	2.17	包括矿区及周边影响范围
	地形地貌调查	km <sup>2</sup>	2.17	调查地形地貌变化情况
	地质灾害调查	km <sup>2</sup>	2.17	调查地质灾害现状情况
	开采现状调查	km <sup>2</sup>	2.17	调查矿山周边，兼顾其他地段
	自然及人文景观调查	km <sup>2</sup>	2.17	调查矿山周边自然及人文景观
	地面附着物及工程设施调查	km <sup>2</sup>	2.17	包括公路、房屋及其他工程设施
	地下水调查	点	4	矿区附近居民水井
	照片	张	35	采用12张
室内综合	文字报告	份	1	矿区生态修复方案，含工程布置、监测措施、预算等内容
	附件	份	13	含委托书、承诺函、检测报告等内容
	附图	张	15	包括土地利用现状分幅图，地质环境问题现状图、预测图，土地损毁现状图、预测图，生态修复工程部署图，影像图

#### (四) 前期矿山地质环境保护和土地复垦方案编制情况

##### 1、上一阶段矿山地质环境保护和土地复垦工作

2022年2月，辽阳华拓镁业有限公司编制了《辽阳华拓镁业有限公司(菱镁矿、大理岩、滑石矿)矿山地质环境保护与土地复垦方案》(方案适用

年限为5年，即2022年2月~2027年1月），其中：

现状评估：现状损毁土地资源 15.2384hm<sup>2</sup>，其中乔木林地 13.6600hm<sup>2</sup>，采矿用地 1.5784hm<sup>2</sup>。现状评估矿山对地质灾害危害性和危险性较轻；对含水层影响较轻；对地形地貌景观影响严重；水土污染影响程度为较轻；对土地资源影响严重。

预测评估：预测最终损毁土地 42.7770hm<sup>2</sup>。其中乔木林地 41.1986hm<sup>2</sup>，采矿用地 1.5784hm<sup>2</sup>。预测评估矿山对地质灾害危害性和危险性较严重；对含水层影响较严重；对地形地貌景观影响严重；水土污染影响程度为较轻；对土地资源影响严重。

矿山共计损毁土地 42.7770hm<sup>2</sup>，复垦土地面积 33.2467hm<sup>2</sup>，其中复垦乔木林地 32.1386hm<sup>2</sup>，农村道路 1.1081hm<sup>2</sup>，复垦率为 77.72%。矿山地质环境治理与土地复垦工程动态总投资 2226.8127 万元。

## 2、近期（5 年）矿山地质环境保护和土地复垦工作安排

依据辽阳华拓镁业有限公司于 2022 年 2 月编制的《辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、大理岩、滑石矿）矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案服务年限为 29.8 年（2022 年 2 月—2051 年 12 月）。该方案确定矿山地质环境保护与土地复垦工程近期（5 年）年度工程见如下：

### （1）第一年（2022.2-2023.1）

露天采场出入口和道路转弯处设置警示牌 15 个；对评估区内崩塌、滑坡地质灾害进行监测，共布设 7 个监测点，每月监测一次，共监测 84 次；对评估区内及周边地下水水位、水量进行监测，共布设 2 个监测点，每年监测三次，共监测 6 次；对评估区地形地貌景观和土地资源进行监测，共布设 3 个监测点，每年监测一次，共监测 3 次。

### （2）第二年（2023.2-2024.1）

表土堆放场设置编织袋围堰 357m；对评估区内崩塌、滑坡地质灾害进

行监测，共布设 7 个监测点，每月监测一次，共监测 84 次；对评估区内及周边地下水水位、水量进行监测，共布设 2 个监测点，每年监测三次，共监测 6 次；对评估区地形地貌景观和土地资源进行监测，共布设 3 个监测点，每年监测一次，共监测 3 次。

（3）第三年（2024.2-2025.1）

修缮 11081m<sup>2</sup>，客土 375m<sup>3</sup>，种植刺槐 1500 株，施肥 750kg，灌溉 216m<sup>3</sup>；对评估区内崩塌、滑坡地质灾害进行监测，共布设 7 个监测点，每月监测一次，共监测 84 次；对评估区内及周边地下水水位、水量进行监测，共布设 2 个监测点，每年监测三次，共监测 6 次；对评估区地形地貌景观和土地资源进行监测，共布设 3 个监测点，每年监测一次，共监测 3 次。

（4）第四年（2025.2-2026.1）

道路灌溉 216m<sup>3</sup>；对评估区内崩塌、滑坡地质灾害进行监测，共布设 7 个监测点，每月监测一次，共监测 84 次；对评估区内及周边地下水水位、水量进行监测，共布设 2 个监测点，每年监测三次，共监测 6 次；对评估区地形地貌景观和土地资源进行监测，共布设 3 个监测点，每年监测一次，共监测 3 次。

（5）第五年（2026.2-2027.1）

道路灌溉 216m<sup>3</sup>；对评估区内崩塌、滑坡地质灾害进行监测，共布设 7 个监测点，每月监测一次，共监测 84 次；对评估区内及周边地下水水位、水量进行监测，共布设 2 个监测点，每年监测三次，共监测 6 次；对评估区地形地貌景观和土地资源进行监测，共布设 3 个监测点，每年监测一次，共监测 3 次。

前期矿山地质环境治理近期年度工作安排见下表。

表 0-2 近期（5 年）矿山地质环境保护和土地复垦工作安排表

时间	治理单元	工程内容	单位	工程量
2022.2-2023.1	评估区	警示牌	个	15
		崩塌、滑坡地质灾害监测	次	84
		水位、水量监测	次	6
		地形地貌景观和土地资源监测	次	3
2023.2-2024.1	表土堆放场	编织袋围堰	m	357
	评估区	崩塌、滑坡地质灾害监测	次	84
		水位、水量监测	次	6
		地形地貌景观和土地资源监测	次	3
2024.2-2025.1	道路	修缮	m <sup>2</sup>	11081
		客土	m <sup>3</sup>	2770
		种植刺槐	株	1500
		施肥	kg	750
		灌溉	m <sup>3</sup>	216
	评估区	崩塌、滑坡地质灾害监测	次	84
		水位、水量监测	次	6
		地形地貌景观和土地资源监测	次	3
2025.2-2026.1	道路	灌溉	m <sup>3</sup>	216
	评估区	崩塌、滑坡地质灾害监测	次	84
		水位、水量监测	次	6
		地形地貌景观和土地资源监测	次	3
2026.2-2027.1	道路	灌溉	m <sup>3</sup>	216
	评估区	崩塌、滑坡地质灾害监测	次	84
		水位、水量监测	次	6
		地形地貌景观和土地资源监测	次	3

### 3、矿山地质环境保护和土地复垦义务完成情况

2022 年 2 月至 2025 年 9 月，矿山共完成崩塌、滑坡地质灾害监测 294 次，水位、水量和水质监测监测 21 次，地形地貌景观和土地资源监测 11 次。

## 二、服务年限

### （一）生产服务年限



根据《辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、滑石矿）矿产资源开发利用方案》（辽宁阔达弘业土地科技服务有限公司，2022.10），矿山设计服务年限为25.8年，矿山企业近年一直处于断续生产状态，剩余服务年限为25.13年，即2026年1月至2051年2月。

## （二）方案服务年限

本方案服务年限包括矿山生产服务年限、生态修复年限及后续植被抚育期年限。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29.13年，即2026年1月至2055年2月。

## （三）方案适用年限

由于矿山生产服务年限较长，生态修复工作分阶段实施，矿山企业应根据生产规划和矿山实际矿产情况等因素变化，每5年对本方案进行一次修订。因此，确定本方案适用年限为5年，即从2026年1月至2030年12月。

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

## 第一章 矿山基本情况

### 一、矿业权人基本情况

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿采矿权人为辽阳华拓镁业有限公司，经济类型为有限责任公司，企业性质为私营企业，法定代表人为关洪宇。经营范围：菱镁矿、大理岩露天开采。辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿为已建矿山，目前持有采矿许可证（证号：），采矿权人：辽阳华拓镁业有限公司，开采矿种为菱镁矿，开采方式为露天开采，生产规模 44.4 万 t/a，矿区面积：2.0321km<sup>2</sup>，开采深度由 731.5 米至 280 米标高，有效期限自 2022 年 12 月 9 日至 2025 年 12 月 9 日。

### 二、地理位置与区域概况

#### （一）矿山位置与交通状况

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿行政区划隶属辽宁省辽阳县吉洞乡管辖。由华拓采区和吉祥采区 2 个采区组成，两采区平面距离约 2.6km。

华拓采区中心地理坐标：东经：，北纬：。

吉祥采区中心地理坐标：东经：，北纬：。

矿区至吉洞峪乡有辽—凤县级公路相连，交通较方便（详见交通位置图）。

图 1-1 交通位置图

## （二）区域概况

在华拓采区和吉祥采区的之间，分布有辽阳县鑫岩矿业有限公司大安滑石矿、辽阳县鑫岩矿业有限公司小安滑石矿和辽阳永利矿业有限公司铁矿，其中辽阳县鑫岩矿业有限公司大安滑石矿、辽阳县鑫岩矿业有限公司小安滑石矿矿区范围与吉祥采区矿区范围最小距离分别为 1m 和 10m，开采矿种均为滑石矿，开采方式为地下开采，根据其于 2020 年 8 月编制的《辽

阳县鑫岩矿业有限公司滑石矿矿产资源开发利用方案》，其地表岩石移动范围均位于各自矿区范围以内；吉祥采区的东侧为辽阳万利矿业有限公司铁矿，根据《辽阳万利矿业有限公司（铁矿）矿产资源开发利用方案》（2021.05），该矿山今后开采方式为地下开采，其地表岩石移动范围位于其矿区范围内，且本次矿产资源开发利用方案设计吉祥采区为储备区和修复区，暂不开采，因此上述矿山企业与辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿今后开采互无影响。周边矿权分布详见图 1-2。

除此以外，矿区附近无名胜古迹、自然保护区、地质遗迹等。矿区范围 300m 范围内无村庄、河流；500m 范围内无电力设施、名胜古迹等；1km 范围内无铁路、高压线、学校、医院和水利水电等重要工程设施。

图 1-2 周边矿权分布示意图

### 三、矿山开采历史及现状

#### （一）矿山开采历史

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿是由辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿、辽阳县吉祥矿业有限公司两个采矿权整合而成，采矿权取得情况分述如下：

2017年2月9日，辽阳华拓镁业有限公司取得辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿采矿许可证：，开采矿种为菱镁矿、大理岩，开采方式为露天开采，生产规模为45万t/a，矿区面积1.8594km<sup>2</sup>，开采标高731.5m至400m，有效期自2017年2月9日至2022年12月9日。

2016年5月23日，辽阳县吉祥矿业有限公司取得采矿许可证：C2100002011056220113076，开采矿种为菱镁矿、滑石矿，开采方式为露天/地下开采，生产规模为5万t/a，矿区面积0.2128km<sup>2</sup>，开采标高510m至280m，有效期限自2016年5月23日至2025年2月28日。

2021年，辽阳华拓镁业有限公司根据《省政府办公厅关于推进菱镁产业持续健康发展的意见》（辽政办发〔2020〕33号）、《关于推进辽阳市菱镁产业持续健康发展的实施意见》（辽市政办发〔2020〕26号）、《关于全省菱镁资源矿业权整合工作若干事项的通知》（辽镁办〔2021〕5号）、《辽阳县菱镁矿整合实施方案》（辽县政发〔2021〕41号）等政策要求，办理辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿、辽阳县吉祥矿业有限公司采矿权整合手续，并于2023年2月1日取得采矿证：，矿山名称为辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿，开采矿种为菱镁矿，开采方式为露天开采，生产规模为44.4万t/a，矿区面积2.0321km<sup>2</sup>，开采标高731.5m至280m，有效期限自2022年12月9日至2025年12月9日。

矿山企业采矿许可证即将到期，现申请办理采矿权延续手续。

#### （二）矿山开采现状

矿山企业近年一直处于断续生产状态，华拓采区现有 2 处露天采场，露天采场 1 最高开采标高 741.8m，采场最底部标高 521.2m，采场深 220m，台阶坡面角约 45-60°；露天采场 2 最高开采标高 542.5m，采场最底部标高 381.8m，采场深 140m，台阶坡面角约 50°。露天采场均为山坡露天开采，采场内无积水。

吉祥采区已开采多年，其中滑石矿在 2010 年以前采用地下开采，已将 Te②号滑石矿体采空，地下开采系统已荒废多年，仅能看到有两个斜井硐口在矿区范围内，已被破坏。菱镁矿采用露天开采，露天采场 1 位于矿区北侧，采场最高开采标高 497.6m，最底部标高 418.5m，该采场采用分台阶开采，台阶最大高度 25m，台阶坡面角约 55°；露天采场 2 位于矿区南侧，采场最高开采标高 394.7m，最底部标高 381.7m，采场高度 25m，边坡角约 60°。露天采场均为山坡露天开采，采场内无积水。

矿区范围内有运输道路连接各个损毁单元并与既有道路相通。

2022 年 10 月，辽宁阔达弘业土地科技服务有限公司编制了《辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、滑石矿）矿产资源开发利用方案》，方案设计吉祥采区为储备区和修复区，暂不设计开采；华拓采区为生产区，区内设 1 个菱镁矿露天生产系统，生产规模 44.4 万 t/a，生产服务年限 25.8a。

2023 年 1 月，沈阳嘉纳工程技术有限公司编制了《辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿华拓采区（菱镁矿）露天开采建设项目安全设施设计》，设计区内设 1 个菱镁矿露天生产系统，生产规模 44.4 万 t/a，生产服务年限 25.8a，利用矿山企业早期开采形成的既有道路作为今后生产道路，不设计新建道路。

矿山企业近年一直处于断续生产状态，根据《辽阳华拓镁业有限公司矿山储量年度报告（2024 年度）》，华拓采区保有菱镁矿资源量减少 29.46 万 t，开发利用方案设计资源利用率为 96.78%，经计算，矿山剩余有效服务

年限为 25.13a。

### (三) 矿权简介

采矿许可证：

采矿权人：辽阳华拓镁业有限公司

地 址：辽阳县吉洞乡赵家村

矿山名称：辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：菱镁矿

开采方式：露天开采

生产规模：44.40 万 t/a

矿区面积：2.0321km<sup>2</sup>

开采深度：731.5m 至 280m 标高

矿区范围由 2 各采区组成，即华拓采区，吉祥采区，由 22 个拐点圈定。

矿区范围拐点坐标详见表 1-1。



表 1-1 矿区范围拐点坐标表

采区	拐点编号	2000 国家大地坐标系		备注
		X	Y	
华拓采区	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
吉祥采区	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	14			

#### （四）可供开采矿产资源的范围

根据储量核实报告及其评审备案证明，矿区可供开采矿产资源范围即矿体资源量估算范围共由 15 个拐点圈定，面积 10.8127hm<sup>2</sup>，深度为 280m 至 470m 标高之间，估算对象是矿区内 5 条菱镁矿体。矿体最小埋深 0m，最大埋深 210m，详见表 1-2。

表 1-2 可供开采矿产资源范围参数表

矿体 编号	拐点 编号	平面直角坐标 (2000 国家大地坐标系)		估算面积 (hm <sup>2</sup> )	赋存标高 (m)	矿体埋深 (m)
		X	Y			
MgI	1					
MgII	2					
MgIII	3					
MgIV	4					
MgV	5					
MgVI	6					
MgVII	7					
MgVIII	8					
	9					
III 号 大理石	10					
	11					
	12					
	13					

### (五) 露天剥离范围

本矿山开采方式为露天开采，露天剥离范围均位于采矿权范围内。矿产资源开发利用方案设计露天剥离范围由65个拐点圈定，面积31.9993hm<sup>2</sup>，开采深度为713m至550m标高之间，详见表1-3。

表 1-3 露天剥离范围参数表

拐点 编号	平面直角坐标 (2000 国家大地坐标系)		露天剥离面积 (hm <sup>2</sup> )	开采深度 (m)
	X	Y		
1			31.9993	163
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

续表 1-3 露天剥离范围参数表

拐点 编号	平面直角坐标 (2000 国家大地坐标系)		露天剥离面积 (m <sup>2</sup> )	开采深度 (m)
	X	Y		
20			319993	163
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				

图1-3 采矿权范围、资源储量估算范围、露天剥离范围叠合图

## （六）矿产资源开发利用方案概述

辽宁阔达弘业土地科技服务有限公司于 2022 年 10 月编制了《辽阳华拓镁业有限公司（菱镁矿、滑石矿）矿产资源开发利用方案》，开采设计如下：

### 1、设计开采对象

根据《关于全省菱镁资源矿业权整合工作若干事项的通知》（辽镁办〔2021〕5 号）要求，整合的采矿权不扩大矿区范围，原则上只保留一个生产区，整合后形成的采区，应合理划分生产区、储备区和修复区。因此本次确定华拓采区为生产区，吉祥采区为储备区和修复区暂不回采。

#### （1）华拓采区（生产区）

华拓采区为生产区，设计开采对象为矿区范围内的 I 号菱镁矿化带，I 号菱镁矿化带共含有 5 条菱镁矿体，依次编号为 MgI、MgII、MgIII、MgIV、MgV。根据矿体赋存位置及矿体特征，设计采用露天开采方式开采矿区内的矿体。由于矿区内菱镁矿资源量较大，本次设计为分期开采。

华拓采区保有菱镁矿资源量（KZ+TD）2442.573 万 t，其储量规模为

中型，生产规模为中型，根据辽宁省主要矿山最低开采规模和最低服务年限规划，其合理服务年限为 20~30 年。因此矿产资源开发利用方案设计华拓采区一采场一期最低开采标高+550m。开采对象为+550m 标高以上 MgI、MgII、MgIII、MgIV、MgV号菱镁矿矿体。由于 MgVI、MgVII镁矿体矿石储量较小，且距离设计采场较远，无法与 MgI矿化带构成统一的开采系统，根据相关政策，MgVI、MgVII镁矿体做为辽阳华拓镁业有限公司储备矿体，暂不设计。最终确定露天一采场一期设计利用资源量 1144.79 万 t，服务年限为 25.8 年。

## （2）吉祥采区（储备区和修复区）

根据《辽宁省矿产资源总体规划（2021~2025 年）》，菱镁矿为严格控制开采矿种，因此本次设计吉祥采区菱镁矿资源保留，暂不设计开采。吉祥采区菱镁矿做为辽阳华拓镁业有限公司的储备区和修复区，暂不生产。本方案设计于 2027 年对吉祥采区损毁土地进行覆土播撒草籽复绿留作备用采矿用地，以待未来重新进行规划开采。

## 2、开采方式

矿产资源开发利用方案设计华拓采区为生产区，该区菱镁矿早期为露天开采，本次设计沿用露天开采方式进行开采，区内设1个露天生产系统开采菱镁矿。

## 3、设计利用资源储量

本次设计华拓采区一期开采+550m标高以上MgI、MgII、MgIII、MgIV、MgV菱镁矿体，+550m标高以上地质储量（KZ+TD）为1182.86万t，其中边坡压矿量为38.07万t，设计一期利用储量（KZ+TD）为1144.79万t，一期损失和暂不设计利用量（KZ+TD）为 1297.783万t，设计一期资源利用率 96.78%，一期利用资源量占华拓采区范围内菱镁矿总资源量46.87%。

表 1-4 一期生产区设计利用储量一览表

采区名称	资源储量类型	设计境界内保有资源量(万t)	设计损失储量(万t)	设计利用资源储量(万t)	设计利用各工业品级矿量(万t)			
					一级品	二级品	三级品	四级品
华拓采区 (生产区)	(KZ)	521.85	4.61	517.24	46.14	143.43	285.38	42.29
	(TD)	661.01	33.46	627.55	57.58	166.51	351.09	52.37
	(KZ+TD)	1182.86	38.07	1144.79	103.72	309.94	636.47	94.66

#### 4、露天开采境界的确定

##### (1) 露天开采境界圈定原则

综合考虑矿体赋存条件、产品方案和服务年限等因素，露天开采境界的圈定主要依据以下原则：

1) 华拓采区菱镁矿储量规模均较大，批复的生产能力较小，因此设计菱镁矿采用分期开采；

2) 根据辽阳县人民政府制定的《辽阳县菱镁矿整合实施方案》、《辽宁省推进菱镁矿产业持续健康发展的意见》：两个采区原则上只保留一个生产区，因此设计华拓采区为生产区，吉祥采区为储备区和修复区，暂不设计开采；

3) 以企业经济效益为原则，同时尽可能采用平均剥采比进行校核，同时尽量降低剥采比；

4) 所圈定的露天采场的帮坡应等于露天边坡稳定所允许的角度，以保证露天采场的安全生产；

5) 要充分利用资源，尽可能把较多的矿石圈定在露天开采境界内，发挥露天开采的优越性；

6) 圈定的境界尽量少占地，把矿山采矿活动对周围环境的影响降到最低限度。

##### (2) 露天开采境界圈定结果

矿产资源开发利用方案根据露天开采境界圈定参数圈定了一期露天采场露天境界，露天开采境界圈定结果见表 1-5。

表 1-5 露天开采境界圈定结果表

序号	项目	单位	参数
1	采场最高标高	m	+713
2	采场底部标高	m	+550
3	最大采深	m	163
4	采场上口尺寸:长×宽	m	1200×370
5	采场下口尺寸:长×宽	m	930×210
6	境界内矿石量	万t	1144.79
7	境界内岩石量	万t	529.66
8	矿岩总量	万t	1674.45
9	平均剥采比	t/t	0.46
10	最终帮坡角	°	42-46

### (3) 露天开采分层利用资源储量年度安排

矿产资源开发利用方案结合矿山实际情况确定了华拓采区未来露天开采分层设计利用资源储量年度安排，具体年度安排见表 1-6。

表 1-6 露天采场开采形成台阶年度安排表

台阶	利用资源量（万 t）	利用矿石量（万 t）	开采时间（年）
700m 以上	0.72	0.72	2026-2030
690~700m	1.796	1.796	2031
680~690m	3.044	3.044	2032
670~680m	7.328	7.328	2033-2034
660~670m	14.364	14.364	2035
650~660m	25.399	25.399	2036
640~650m	53.846	53.461	2037-2038
630~640m	60.742	59.073	2039-2040
620~630m	87.633	86.196	2041
610~620m	105.562	104.53	2042
600~610m	111.332	109.752	2043
590~600m	120.791	117.465	2044
580~590m	132.653	127.613	2045
570~580m	142.572	136.753	2046
560~570m	152.139	144.231	2047-2048
550~560m	162.939	153.065	2049-2050
合计	1182.86	1144.79	

## 5、矿床开拓

矿区属低山丘陵区，根据矿山地形特点，设计一期露天采场采用山坡露天开采，采用公路开拓、汽车运输方案。

矿山采用 30t 级自卸汽车进行运输作业，汽车属三类车，计算车宽按 2.5m。运输道路按单车道设计，确定道路路面宽度 4.5m，道路最大限坡 8%，

最大坡长 300m，缓坡段 40~60m，最小圆曲线半径 15m。

## 6、采矿方法

采矿工艺分穿孔、爆破、装载、运输四个环节。根据矿床及地形特点，设计各采场采用横采纵扩的采矿方法。

台阶高度为 10m，台阶坡面角  $65^{\circ}$ ，最小工作平台长度 200m（保证上、下台阶采场临时道路长度）。开沟位置沿地形开堑沟，沟底宽度 18~20m。

推进方向：自上盘向下盘纵向推进。上部台阶完成开采后，方可开采下一台阶矿体。

## 7、矿山排土

矿产资源开发利用方案设计矿山今后开采剥离产生的废石外运，因此本项目不设废石场，开采前剥离表土存放于华拓采区露天采场 2 450m、435m、430m 标高 3 处平台内，以备矿山后期复垦修复使用，因此无需新建表土堆放场。

## 8、矿山排水

露天采场的北部为一条自东北—西南走向的沟谷，采场仅在东北侧有少量外部汇水，因此本次方案设计不在露天开采境界外设置截、排水沟。但由于露天采场开采范围较大，采场内部汇水面积较大，因此设计在+640m 截滚石平台设置截、排水沟，拦截+640m 以上露天采场汇水，+640m 台阶截水沟断面为等腰梯形，上口宽 1.3m，下底宽 0.6m，净高 0.7m，坡度比为 2: 1，总长度 720m，纵坡度 3‰，为了减少开挖量要求+640m 平台施工时沿着截水沟水流方向形成 3‰的坡度。截水沟将上部汇水区域内的雨水拦截后，沿东侧沟谷排出矿区。



图 1-4 截排水沟工程示意图

### （七）矿山生产规模及服务年限

矿产资源开发利用方案结合矿体的赋存条件、设计利用资源储量、原采矿许可批复的生产能力及辽阳县人民政府制定的《辽阳县菱镁矿整合实施方案》，确定矿山生产规模为44.4万t/a，华拓采区菱镁矿露天采场一期服务年限为25.8年。

矿山企业近年一直处于断续生产状态，根据《辽阳华拓镁业有限公司矿山储量年度报告（2024年度）》，华拓采区保有菱镁矿资源量减少29.46万t，开发利用方案设计资源利用率为96.78%，经计算，矿山剩余有效服务年限为25.13a。

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然条件

#### （一）气象

矿区地处北温带大陆季风性气候，四季分明。夏季最高气温 28℃~33℃，冬季最低气温-15℃~-25℃，年平均气温 8.4℃。年平均降水量 650mm，多集中在 7~8 月，年降雨日数 60~70 天，年最大降雨量 700.0mm，年最小降雨量 270.0mm，历年最大日降水量为 145.0mm。初霜期一般在 9 月末，终霜期在来年 5 月初，无霜期 136~142 天。降雪期多在 10 月末至来年 4 月初。结冻期始于 11 月中旬以后，解冻期在 3 月份。平均冻土深度 1.2m。

#### （二）水文

矿区位于辽阳县吉洞乡，矿区范围内无地表水体，旱季水量较小，雨季水量较大。降水期主要集中在 6~9 月，年平均降水量为 720.6mm，月最大降水量为 416.7mm（1985 年 7 月），日最大降水量为 236.8mm（为 1975 年 9 月 1 日）。地表水系图见图 2-1。

图 2-1 地表水系图

### （三）地形地貌

矿区位于低山丘陵区及山间谷地，山顶多呈长岗状，余脉向四周延展较远，山脊线多舒缓波状，地貌类型属丘陵地貌。矿区内地势北高南低，属侵蚀构造低山丘陵地区。最高海拔 781.5m，最低标高 341.5m，相对高差达 440.0m，当地最低侵蚀基准面标高为 269m。矿区地形起伏变化较大，地形坡度多在 15°~30°之间，局部可达 35°，地形坡度有利于自然排水。

综上，矿区地貌单元类型单一，地形起伏变化较大，相对高差较大，评估区地形复杂程度为复杂。

图 2-2 评估区地形地貌照片

### （四）植被

矿区植被属华北植物区系，夹杂长白山区系植物，由于两个植物区系

植物交错，其植物群落也多种多样，主要植被群落为油松林、油松落叶混交林、阔叶林和草本群落。矿区周边植被发育，多为3~5年生的柞树，还有刺槐、落叶松、楸树、赤松、杨树等，林下生长种类繁多的灌木和草本植物，植被覆盖率80%以上。详见图2-3。

图 2-3 评估区植被照片

## （五）土壤

矿区所在地土壤类型主要为棕壤性土和棕壤，其中，棕壤性土分布在山脊、山坡处，土壤厚度0.2~0.5m，棕壤分布在山坡中，土壤厚度1.0~1.5m，局部低洼处土壤厚度可达2.0m。土壤质地为砂质壤土和壤土，土质较好，成土母质主要为变质岩岩石风化物，pH值7.5~8.5，土壤有机质含量为15.0~20.0g/kg，全氮1.38~1.43g/kg，有效磷4.56~5.78mg/kg，速效钾102~135mg/kg，养分含量由上向下逐渐降低。土壤剖面照片详见图2-4。

图 2-4 评估区土壤剖面

---

---

图 2-5 华拓采区无人机影像图（2025 年 11 月摄）

---

图 2-6 吉祥采区无人机影像图（2025 年 11 月摄）

## 二、社会经济概况

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿位于辽阳县吉洞峪满族乡境内。

吉洞峪满族乡位于辽阳市最南端，东与河栏镇，南与岫岩县三家镇、牧牛镇，西与海城市接文镇、马风镇，北与隆昌镇、八会镇接壤，行政区域面积 277 平方公里。吉洞峪满族乡辖 12 个行政村，141 个居民小组，总户数 5644 户，总人口 20336 人。境内居民主要有满族、汉族，另有少量蒙古族、回族等，其中满族人口占大多数。

全乡经济来源多种多样。经过农业产业结构调整，绿色无公害作物面积达到 1.5 万亩，全年黄牛饲养量达到 2 万头，生猪 2.2 万头，绒山羊 6000 只，家禽 25 万只，柞蚕稳定在 1200 把，收入实现 700 万元。绿色果品生

态园 2 万亩，总产量达到 3000 吨，粮食、畜牧、柞蚕、水果四个产业成为农民增收的支柱产业。长寿沟绿色果品生态园经过近十年的建设，已成为国家农业部认定的 AA 级绿色食品生产基地，生产的水果畅销海内外。

吉洞峪满族乡矿产资源丰富，主要有：褐铁、砂金、滑石、硅石、菱镁、长石、大理石、方解石、白云石、稀土、云母、铜、铅、硫等。尤其是菱镁资源极为丰富，是全省重要的镁石产区。矿业是全乡最重要的支柱产业，主要矿产品是滑石、皂石，另有少量硅石、长石、玉石等。

根据辽阳县人民政府网站公布的辽阳县国民经济和社会发展统计公报：

2023 年全县实现地区生产总值 154.3 亿元，比上年增长 5.6%。其中，第一产业增加值 49 亿元，增长 5.4%；第二产业增加值 33.3 亿元，增长 3.5%；第三产业增加值 72 亿元，增长 6.6%。三次产业结构为 32:21:47。

2024 年辽阳县地区生产总值达到 159.4 亿元，比上年下降 0.7%。其中，第一产业增加值 47.3 亿元，增长 4.6%；第二产业增加值 43.3 亿元，下降 11%；第三产业增加值 68.8 亿元，增长 3.4%。三次产业结构调整为 30:27:43。

2025 年上半年，辽阳县实现地区生产总值 76.4 亿元，按不变价格计算，同比增长 6.8%。分产业看，第一产业增加值 17.5 亿元，同比增长 4.9%；第二产业增加值 25.9 亿元，同比增长 12.7%；第三产业增加值 33.1 亿元，同比增长 3.7%。

### 三、矿区地质环境背景

#### （一）地层岩性

##### 1、华拓采区

矿区出露的地层比较简单，为辽河群大石桥组三段及新生界第四系，

现由老至新分述如下：

(1) 大石桥组三段 (Pt<sub>1</sub>hd<sub>3</sub>)

在矿区广泛出露，主要岩石为厚层白云大理岩、菱镁大理岩、菱镁矿和透闪白云大理岩，局部可见二云母片岩。大石桥组三段是本区菱镁矿的控矿层位，菱镁矿主要赋存于该段中、下部。大石桥组三段与下覆岩层呈整合接触。

白云大理岩(DMb)：灰白色，风化面灰色或浅灰色，细粒或不等粒变晶结构，块状或条带状构造。主要由白云石（90%）、石英（2~5%）组成，含少量的方解石、滑石、蛇纹石，局部含透闪石。

菱镁大理岩(MMb)：白色、灰白色风化面灰黄色，粒状变晶结构，块状构造。主要由菱镁矿（85%）、白云石（2%）、石英（1~2%）组成，含少量滑石、透闪石、蛇纹石、白云母和磁铁矿。

菱镁矿 (Mg)：白色~灰白色、部分为浅肉红色，粒状变晶结构，多呈中~细粒，个别中~粗粒，块状构造。主要由菱镁矿（95~98%）组成，含少量白云石、滑石、石英及方解石。

云母石英片岩(Sch)：灰白~浅灰色，鳞片细粒状变晶结构，片状构造。矿物成分石英 60%，绢云母 25%，含少量斜长石、黑云母。石英呈它形粒状，粒径 0.07~0.2mm；绢云母呈细小鳞片状集合体，为斜长石蚀变形成，保持斜长石粒状假象；斜长石呈它形粒状，黑云母呈细小叶片状集合体产出。

(2) 新生界第四系 (Q)

主要分布在山坡、阶地及河漫滩等，为山坡堆积物及河流冲积物，主



要由粘土、砂、砂砾、砾石等组成。一般厚0.5~5.0m，最厚可达8.0m左右，不整合覆盖于老地层之上。

## 2、吉祥采区

区内出露地层为古元古界辽河群大石桥岩组三岩段中部层位及少量第四系，由老至新简述如下：

### (1) 大石桥岩组三岩段中部 (Pt1lhd32)

在矿区内大面积出露，是菱镁矿的主要含矿层位，出露宽度近800m。主要岩性为白色厚层蛇纹石化菱镁大理岩夹菱镁矿，透闪白云石大理岩及白云石大理岩，少量滑石。岩层总体走向近东西，倾向南，倾角40°~57°。岩层之间接触关系除滑石（皂石）与围岩为突变关系外，其余多为渐变接触关系，少量为突变接触。

根据岩石的分布及赋矿特性，由下至上将大石桥岩组三岩段中部(Pt1lhd32)划分二个岩层，分述如下：

#### 1) 大石桥岩组三岩段中部第一岩层 (Pt1lhd32-1)

呈层状及似层状、近东西向主要分布于矿区的中北部，区内出露长度200~400m，并延至区外，宽度340~400m，南侧地层界线不规则，是矿区菱镁矿、皂石、滑石的主要赋矿层位。其岩性主要为白色厚层蛇纹石化菱镁大理岩夹菱镁矿层、滑石（皂石）以及透闪白云石大理岩。地层产状165~180°/48~59°。

① 白色厚层蛇纹石化菱镁大理岩：岩石为灰白色~浅粉色，中粗粒粒状变晶结构，交代残余结构，块状构造，具有轻微的碎裂现象，主要矿物为菱镁矿，少量为蛇纹石、透闪石。菱镁矿呈半自形柱粒状，粒径1.8~5.8mm

，含量80%±;蛇纹石呈尖锐六边形自形晶，交代呈假象，粒径0.8~1.4mm，含量15%±；透闪石长柱状，粒径1.0~2.5mm，含量5%±。

② 透闪白云石大理岩：灰白色，粒状变晶结构，块状构造，主要矿物为白云石，少量为透闪石、方解石、滑石等。白云石呈菱形自形晶，双晶纹平行于短对角线，粒径1.2~1.5mm，含量80%±；透闪石，灰色，多呈柱状，少量粒状，晶体大小不等，局部轻微滑石化，柱长2.8~4.7mm，含量10%±；方解石聚片双晶发育，双晶纹平行于长对角线，他形粒状，粒径1.2~1.4mm，含量5%±。

③ 菱镁矿：灰白色~浅粉色，中粗粒粒状变晶结构，块状构造，具有轻微的碎裂现象，主要矿物为菱镁矿，具拉长变形长条状，边部锯齿状，无双晶，局部滑石化，粒径3.6~4.1mm，含量95%以上；裂纹较发育，碎裂宽度1.2mm，碎基约5%。

④ 皂石：浅灰~灰白色，纤状细粒变晶结构，块状构造，主要矿物成分皂石，粒径在0.05~0.2mm之间，含量90%±；少量石英、绢云母、滑石等。

⑤ 滑石：浅灰~灰白色，纤状细鳞片变晶结构，块状构造，主要矿物成分滑石，少量菱镁矿、石英等。滑石细鳞片状，粒（片）径在0.05~0.2mm之间，含量70%±。菱镁矿多为白色，半自形粒状，多呈残留体分布在滑石集合体中，粒径0.02~0.2mm，最大达2mm左右，含量20%±。石英他形粒状、近等轴状，粒径0.05~1mm，呈散状和银嵌状分布，被滑石沿粒间和裂隙交代，石英含量10%±。

## （2）大石桥岩组三岩段中部第二岩层（Pt1lhd32-2）

在矿区的南部大面积出露，主要岩性为透闪白云石大理岩、白云石大理岩，总体产状 $175^{\circ}/50^{\circ}$ 。

白云石大理岩：灰白色，粒状变晶结构，块状构造，主要矿物为白云石，少量石英。白云石呈菱形自形晶，双晶纹平行于短对角线，双晶不太发育，粒径 $0.6\sim 1.4\text{mm}$ ，含量 $97\%\pm$ ；石英他形、粒状，粒径 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ ，含量 $3\%\pm$ 。

### （3）第四系（Q）

少量分布于矿区南侧沟谷之中，由残坡积含碎石亚粘土、亚砂土组成。

综上，矿区地层岩性复杂程度中等。

## （二）地质构造

### 1、地质构造

#### （1）华拓采区

采区处于盖县—草河口复向斜北翼中段，构造简单，矿区内大石桥组三段地层呈单斜产出，岩层总体走向 $40\sim 65^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 $35^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。

矿区断裂构造不发育，规模较小，多沿地层层理产出。断裂构造一般长 $200\text{m}$ 左右，出露宽 $0.5\sim 3.7\text{m}$ ，走向近东西，倾向南，倾角 $75\sim 87^{\circ}$ ，矿区内的主要断裂构造有F1、F2和F3，其中：

F1：位于矿区的北部，在400剖面线附近，出露长 $203\text{m}$ ，破碎带宽 $0.5\sim 2.2\text{m}$ ，走向北东 $87^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 $85^{\circ}$ ，断层性质为逆断层。

F2：位于矿区的东部，出露长 $233\text{m}$ ，破碎带宽 $0.5\sim 2.6\text{m}$ ，走向北东 $78^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 $82^{\circ}$ ，断层性质为逆断层。

F3：位于矿区的南部，在I剖面线附近，出露长 $257\text{m}$ ，破碎带宽 $0.5\sim$

3.7m，走向北东 75°，倾向南东，倾角 80°，断层性质为逆断层。

断裂构造带破碎带中皂石化强烈，皂石呈小透镜体分布其中，规模较小，不构成矿体。断裂构造均分布于矿化带外围，离矿体较远，对矿区菱镁矿体及白云石大理岩矿不构成影响。

## （2）吉祥采区

采区位于析木—草河口近东西向复向斜北翼，矿区内大石桥岩组三岩段地层为倾向南、倾角 45°~55°的单斜构造。

矿区断裂构造较发育，主要有北东向、北西向两组。

北西向构造：位于矿区西南部（3 线~4 线间），发育 1 条，编号为 F1，长 400~450m 之间，宽 3~10m 之间，产状 230°/82°，局部充填煌斑岩脉、白云石脉，断层性质为逆断层。

北东向构造：位于矿区中东部（4 线~5 线间），发育 1 条，编号为 F2，长 200~300m 左右，产状 138~155°/65~83°，局部充填白云石脉，断层性质为逆断层。

## 2、地震等级

据 2016 年 6 月 1 日实施的《中国地震动参数区划图(GB18306-2015)》，矿区地震反应谱特征周期为 0.35s，地震加速度值为 0.10g，地震烈度Ⅶ度，区域稳定性基本稳定。

## 3、岩浆岩

### （1）华拓采区

区内岩浆岩不发育，仅在矿区的东南角有小面积的黑云母花岗岩出露，规模较小，为元古代侵入的黑云母花岗岩。

黑云母花岗岩( $\gamma_2$ )：浅红色，中~粗粒花岗结构，片麻块状构造。矿物成份钾长石35%，石英35%，斜长石25%，黑云母4%，含少量角闪石。钾长石不规则粒状，粒径1mm左右，表面泥化。斜长石以更长石为主，半自形粒状，粒径1.5mm左右。石英它形粒状，粒径一般等于或小于1mm。石英对钾长石有明显交代作用，石英沿钾长石解理缝和边部同时对钾长石进行交代，使钾长石呈残缺粒状。黑云母细小叶片状集合体，片长0.2mm。

## (2) 吉祥采区

区内的岩浆岩不发育，仅有黑云闪斜煌斑岩脉，展布方向为北东向和北西向，脉岩多沿断层充填。脉岩长80~160m，厚1~2m，倾向南西或北西，倾角80~83°，切穿M③，M④号2条菱镁矿体，并产生一定破坏作用。

黑云闪斜煌斑岩：黑灰色，斑状结构，杏仁构造。斑晶由角闪石、黑云母、辉石、斜长石组成，具煌斑结构。角闪石长柱状，褐色，粒径0.7~0.8mm，含量20%±；黑云母片状、不规则状，褐色，粒径0.5~1mm，含量5%±。基质由角闪石、石英、斜长石组成，具显微晶质结构。角闪石条状，褐色，粒径0.07~0.12mm，含量3%±；石英他形粒状，粒径0.04~0.06mm，含量3%±。杏仁为不规则杏仁体，充填绿泥石，边部细粒状石英包围，部分石英集合充填，粒径0.62~0.92mm。

综上所述，确定矿区内地质构造复杂程度为中等。

## (三) 水文地质

矿床范围内出露的岩性主要为辽河群大石桥组三段厚层白云大理岩、菱镁大理岩和菱镁矿，东南部可见二云片岩，南部主要为第四系残坡积物。

### 1、地下水类型、特征及富水性

根据矿区内出露岩性特征及地下水的赋存条件，区内地下水类型可分为第四系上更新统残坡积孔隙含水岩组、岩溶裂隙含水岩组两种，分述如下：

#### （1）第四系上更新统残坡积孔隙含水岩组

分布于山麓及冲沟地带，矿床南部面积较大些。岩性主要是砂质粘土、砂砾、碎石，含水量不大，与下伏基岩风化裂隙水紧密相连。其它有关具体论述同矿区部分。

#### （2）岩溶裂隙含水岩组

分布于坡麓地带及沟谷第四系地层以下各种基岩的裂隙带中。第四系地层下的构造带中含风化裂隙水、岩溶水和构造裂隙水等构成含水岩组，从区域上看该区为富水性不均匀的构造裂隙水及裂隙岩溶水，其中构造裂隙水相对偏大些，但总体仍属弱富水性，依据 SK02 抽水试验，单位涌水量  $q$  为  $0.05\text{l/s.m}$ ，渗透系数  $K$  为  $0.0216\text{m/d}$ ，基岩风化裂隙水为弱富水性，构造裂隙水为弱富水性，具不均一性。地下水化学类型一般为重碳酸硫酸镁型，PH 值 8.19 左右，矿化度约  $0.511\text{g/l}$ 。地下水补给来源主要为大气降水和区域地下迳流，迳流条件一般，以地下径流形式排泄。

### 2、地下水补给、径流、排泄条件

矿床地下水主要直接接受大气降水下渗补给，大气降水补给主要集中在 7~9 月份降雨期，区域性地下迳流补给取决于地形地貌和岩石本身的裂隙发育程度及其连通程度等，沟谷地段为迳流排泄区，由于地形坡差较大，迳流条件良好，该区裂隙发育中等，矿床自然排泄条件较好，以人工开采和地下迳流形式排泄为主。

### 3、充水因素分析

矿床露天采场的充水因素主要有二种：一是基岩本身的裂隙水，其水量较小，也是比较稳定的水量；二是大气降水直接降落在露天采场上开口面积内的水量，这是矿床主要的充水因素，露天边坡所揭露的第四系上更新统松散堆积物多为粘性土夹少量砂砾石，水量甚小或基本不含水，可不考虑。因此，不论是大气降水还是地下水，均可以设计自然疏干排出，对矿山的开采不会构成较大的威胁。

### 4、涌水量预测评述

矿山未来采用露天开采方式进行开采，涌水量主要由两部分组成，即大气降雨降落在露天采场部分和地下水涌水量。矿产资源开发利用方案预测矿山未来开采涌水量计算结果如下表 2-1：

表 2-1 华拓采区露天采场的总涌水量一览表

基岩裂隙水涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	降雨迳流量 (m <sup>3</sup> /d)		采场总涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	
	正常	最大	正常	最大
313.2	1396.4	21020.9	1709.6	21334.1

综上所述，确定矿区水文地质条件复杂程度为简单。

## （四）工程地质

矿床内分布的主要岩石为菱镁大理岩、白云石大理岩等。菱镁矿赋存于元古界辽河群大石桥组三段白云石大理岩和菱镁大理岩中，其中菱镁大理岩为菱镁矿直接围岩。矿体呈似层状、透镜状分布在两条菱镁大理岩带中。各类岩石软硬程度差异性不大，根据岩石物理力学性质试验，菱镁矿抗压强度为65.04-92.01MPa；菱镁大理岩抗压强度为50.64-108.69Pa；白云大理岩抗压强度为66.5MPa；方解石大理岩抗压强度为100.41MPa；均属坚硬或较坚硬岩石，岩石抗压强度较大。

矿区菱镁矿体及其顶底板菱镁大理岩属中厚～厚层状岩层，岩石致密、坚硬、稳定性较好；但近地表部分风化强烈，稳固性较差。区内断裂构造弱发育，对岩石的稳定性产生一定的影响，设计与开采时应对其考虑，采取有效措施。

综上所述，确定矿区工程地质条件复杂程度为中等。

## （五）矿体地质特征

### 1、矿体特征

矿区内共见 15 条矿体，华拓采区内见有 9 条矿体，其中I号菱镁矿化带共见 5 条菱镁矿体、II号菱镁矿化带共见 5 条菱镁矿体、此外还见有一条建筑用白云石大理岩矿体（已根据相关文件要求退出大理岩矿开采），吉祥采区内见有 6 条矿体，其中见 5 条菱镁矿体、此外还见有一条滑石矿矿体（已根据相关文件要求退出滑石矿开采）。

#### （1）华拓采区

##### 1) I号菱镁矿化带矿体特征

大砬沟I号菱镁矿化带共见 5 条菱镁矿工业矿体，相互平行产出，由北至南分别为：MgI、MgII、MgIII、MgIV、MgV号菱镁矿。

MgI菱镁矿体：产于I号矿化带最北部，出露地表，赋存标高为 590.0～731.5m。矿体呈似层状，矿体走向 46～68°倾向南东，倾角 50～52°，矿体延长 945.0m，沿倾向延深 90.0m，真厚度在 4.66～15.97m 之间，平均厚度为 9.73m。该矿体由二级品和三级品菱镁矿构成。

MgII菱镁矿体：产于I号矿化带北部，MgI号菱镁矿体南侧，出露地表，赋存标高为 592.0～731.5m。矿体呈似层状，矿体走向 46～68°倾向南东，



倾角  $50^{\circ}\sim 66^{\circ}$ ，矿体地表延长 989.0m，沿倾向延深 90.0m，真厚度在 4.55~9.31m 之间，平均为 5.97m。该矿体由三级品和四级品菱镁矿构成。

**MgIII菱镁矿体：**产于I号菱镁矿矿化带中部，MgII号菱镁矿体南侧，出露地表，赋存标高为 350.0~706.0m。矿体呈透镜状，矿体走向  $57^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，倾向南东，倾角  $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。矿体出露长 1073.0m，沿倾向延深 400.0m，真厚度在 4.48~68.78m 之间，平均为 25.98m。该矿体由一级品、二级品、三级品和少量的四级品菱镁矿构成。

**MgIV菱镁矿体：**产于I号菱镁矿矿化带南部，MgIII号菱镁矿体南侧，出露地表，赋存标高为 480.0~634.0m。矿体呈透镜状，矿体走向  $44^{\circ}\sim 63^{\circ}$  倾向南东，倾角  $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。矿体地表延长 834.0m，沿倾向延深 118.0m，真厚度在 4.96~35.0m 之间，平均为 13.59m。该矿体由一级品、二级品、三级品和四级品菱镁矿构成。

**MgV菱镁矿体：**产于I号菱镁矿矿化带最南部，出露地表，赋存在 474.0~634.0m 标高，矿体呈透镜状，矿体走向  $37^{\circ}\sim 63^{\circ}$  倾向南东，倾角  $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。矿体地表延长 510.0m，沿倾向延深 116.0m，真厚度在 20.19~33.70m 之间，平均为 22.05m。该矿体由二级和三级品菱镁矿构成。

## 2) II号菱镁矿化带矿体特征

大砬沟II号菱镁矿化带共见 3 条菱镁矿体，相互平行产出，由南至北分别为：MgVI、MgVII、MgVIII。

**MgVI菱镁矿体：**产于II号菱镁矿化带的南部，矿体出露地表，赋存在 236~424m 标高。矿体呈透镜状，矿体走向  $90^{\circ}\sim 95^{\circ}$ ，倾向南至南西，倾角  $54^{\circ}\sim 57^{\circ}$ 。矿体出露长 640.0m，沿倾向延深 165.0m，真厚度在 12.16~35.19m

之间，平均为 23.63m。该矿体由二级品、三级品菱镁矿及少量的四级品菱镁矿构成。

**MgVII菱镁矿体：**产于II号菱镁矿化带的北部，MgVI菱镁矿体的北侧，矿体出露地表，赋存在 160~452m 标高。矿体呈透镜状，矿体走向 90°，倾向南，倾角 54~56°。矿体出露长 365.0m，沿倾向延深 293.0m，真厚度在 10.58~36.49m 之间，平均为 25.63m。该矿体由三级品菱镁矿及少量的四级品菱镁矿构成。

**MgVIII菱镁矿体：**产于II号菱镁矿化带的北部，MgVII菱镁矿体的北侧，为隐伏矿体，赋存在 150~220m 标高，矿体呈透镜状，矿体走向 90°，倾向南，倾角 54~56°。矿体长 200.0m，沿倾向延深 120.0m，真厚度在 3.53~7.50m 之间，平均为 5.51m。该矿体由三级品菱镁矿及四级品菱镁矿构成。

### 3) III号白云石大理岩矿体特征

建筑白云石大理岩矿体，严格受辽河群大石桥组三段透闪白云石大理岩层的层位控制，矿体在透闪白云石大理岩层中呈层状产出，在矿区西南角见一条厚层状白云石大理岩矿体。岩石呈白色或淡绿色，细粒等粒结构，致密块状构造，节理、裂隙不发育。矿体地表出露长度 605m，在矿区内延长 460m，出露宽 115m，走向 220°~270°，倾向南或南西，倾角 45°~50°。矿层厚度稳定，连续性好。

## (2) 吉祥采区

### 1) 菱镁矿

矿区内共圈定 5 条菱镁矿体，由北向南依次编号分别为 M①、M②、M③、M④、M⑤，其特征如下：

M①号矿体：该矿体位于矿区北侧，划分出 II 级、III 级品矿体各 1 条，地表槽探工程控制长度 200m，控制宽度 20~40m，钻探工程控制长度 100m，控制斜深 300m。矿体呈似层状、透镜状，近东西走向，倾向南，倾角 50°~58°。矿体赋存标高为+170~+470m。II级品矿石平均品位 MgO45.94%、CaO1.37%、SiO21.05%，III 级品矿石平均品位 MgO43.93%、CaO2.66%、SiO22.83%。

M②号矿体：该矿体位于矿区北侧，M①号矿体南侧，划分出 II 级品矿体 1 条，III 级品矿体 2 条，II 级品矿体控制长度 100m，地表槽探工程控制长度 200m，控制宽度 27~35m，钻探工程控制长度 100m，控制斜深 150m。矿体呈似层状、透镜状，近东西走向，倾向南，倾角 50°~55°。矿体赋存标高为+310~+450m。II 级品矿石平均品位 MgO45.91%、CaO1.15%、SiO21.39%，III 级品矿石平均品位 MgO44.20%、CaO2.44%、SiO22.93%。

M③号矿体：该矿体位于矿区北侧，M②号矿体南侧，划分出 II 级、III 级品矿体条 3 条，是矿区内最主要的矿体。地表槽探工程控制长度 100m，控制宽度 85~100m，钻探工程控制长度 100m，控制斜深 350m。矿体呈似层状、透镜状，近东西走向，倾向南，倾角 50°。矿体赋存标高为+170~+430m。II 级品矿石平均品位 MgO45.49%、CaO1.69%、SiO21.39%，III 级品矿石平均品位 MgO44.72%、CaO2.07%、SiO23.15%。

M④号矿体：该矿体位于矿区北侧，M③号矿体南侧，划分出 I 级品矿体 2 条，II 级品矿体 1 条，III 级品矿体条 2 条，地表槽探工程控制长度 100m，控制宽度 20m，钻探工程控制长度 100m，控制斜深 190m。矿体呈似层状、透镜状，近东西走向，倾向南，倾角 43°~50°。矿体赋存标高为+220~+400m。I 级品矿石平均品位 MgO47.35%、CaO0.77%、SiO20.74%，II 级品矿石平

均品位  $\text{MgO}46.05\%$ 、 $\text{CaO}1.52\%$ 、 $\text{SiO}_21.23\%$ ，III 级品矿石平均品位  $\text{MgO}45.09\%$ 、 $\text{CaO}1.63\%$ 、 $\text{SiO}_22.67\%$ 。

M⑤号矿体：该矿体位于矿区北侧，M④号矿体南侧，划分出 II 级品矿体 2 条，III 级矿体条 1 条，地表槽探工程控制长度 110m，控制宽度 37~53m，钻探工程控制长度 200m，控制斜深 180m。矿体呈似层状、透镜状，近东西走向，倾向南，倾角  $45^\circ\sim50^\circ$ 。矿体分枝复合现象严重，矿体赋存标高为+290~+400m。II 级品矿石平均品位  $\text{MgO}45.89\%$ 、 $\text{CaO}1.40\%$ 、 $\text{SiO}_21.60\%$ ，III 级品矿石平均品位  $\text{MgO}45.33\%$ 、 $\text{CaO}1.21\%$ 、 $\text{SiO}_23.30\%$ 。

## 2) 滑石矿

矿区内共圈定 1 条滑石矿体，编号为 Te①，其特征如下：

Te①号矿体：由原来不连续的小矿体连接为一条矿体。矿体呈似层状、透镜状，近东西走向，倾向南，倾角  $65^\circ\sim75^\circ$ 。地表槽探工程控制长度 150m，控制宽度 1.16~1.55m，矿体真厚度 1.31m。矿石为III级品，由探槽 TC3、TC6 控制，矿体赋存标高为+340~+423m。

表 2-2 华拓采区菱镁矿化带矿体地质特征一览表

矿体号	矿体赋存标高	矿体规模 (m)			矿体形态	产 状	
		长度	平均厚度	延深		倾向	倾角
Mg I	+590~+731.5	945	9.73	90	似层状	136~158°	50~52°
MgII	+592~+731.5	989	5.97	90	似层状	136~158°	50~66°
MgIII	+350~+706	1073	25.98	400	似层状	147~150°	50~60°
MgIV	+480~+634	834	13.59	118	透镜状	134~153°	55~60°
MgV	+474~+634	510	22.05	116	透镜状	127~153°	55~60°
MgVI	+236~+424	640	23.63	165	透 镜 状	180~185°	54~57°
MgVII	+ 160~+452	365	25.63	293	透 镜 状	180°	54~56°
MgVIII	+ 150~+220	200	5.51	120	透 镜 状	180°	54~56°

表 2-3 吉祥采区菱镁矿化带矿体地质特征一览表

矿体编号	矿体规模(m)		矿体真厚度(m)	化验项目	矿石品级			产状	矿体形态	矿体赋存标高(m)
					I	II	III			
	长	宽			平均 (%)	平均 (%)	平均 (%)	(倾向/倾角)		
M①	250	20~40	11.62	MgO		45.94	43.93	170~185~215/50~58	似层状	170~470
				CaO		1.37	2.66			
				SiO <sub>2</sub>		1.05	2.83			
M②	280	27~35	33.01	MgO		45.91	44.20	175/50~55	似层状	310~450
				CaO		1.15	2.44			
				SiO <sub>2</sub>		1.39	2.93			
M③	240	85~100	17.53	MgO		45.49	44.72	180/50	似层状透镜状	170~430
				CaO		1.69	2.07			
				SiO <sub>2</sub>		1.39	3.15			
M④	280	20	19.92	MgO	47.35	46.05	45.09	185/43~50	似层状透镜状	220~400
				CaO	0.77	1.52	1.63			
				SiO <sub>2</sub>	0.74	1.23	2.67			
M⑤	350	37~53	33.00	MgO		45.89	45.33	180/45~50	似层状透镜状	290~400
				CaO		1.40	1.21			
				SiO <sub>2</sub>		1.60	3.30			

## 2、矿石特征

### (1) 华拓采区

#### 1) 矿石矿物组成与结构构造

菱镁矿矿石的矿物成分主要为菱镁矿，含量占 80.0~98.0%，其次为白云石，含量占 1.0~18.0%，其余为滑石、石英、蛇纹石等。

菱镁矿矿石均为晶质菱镁矿，矿石结构主要为中粒（2~5mm）和细粒（0.3~2mm）结构，并偶见微细粒、粗粒和巨晶结构。

矿石构造为致密块状和条带状构造，以致密块状构造为主。

致密块状构造由中—细粒结构的菱镁矿组成；条带状构造菱镁矿由黑白相间的白色菱镁矿和浅灰色菱镁矿组成，条带宽一般在 0.2~1.0cm 之间。

#### 2) 矿石化学成分

根据样品全分析结果，菱镁矿矿石的化学成分主要由 MgO、CaO、SiO<sub>2</sub> 及少量 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 组成。其中 MgO 为有益组分，其余为有害组分。一般矿石中 MgO 与 CaO 含量表现为反比关系，即当 MgO 含量增加时 CaO 含量减少，反之亦然。

MgO 含量在 40.00~47.60%，平均值为 45.93%；CaO 含量在 0.30~8.50%，平均值为 1.17%；SiO<sub>2</sub> 含量在 0.29~5.15%，平均值为 1.92%。

#### 3) 矿石类型和品级

按矿床成因属沉积—变质成因的菱镁矿，按矿石的结晶程度属晶质菱镁矿。

按菱镁矿的粒度，本区的菱镁矿可划分为：细微粒晶质菱镁矿、中粒晶质菱镁矿、粗粒晶质菱镁矿三种。

细粒晶质菱镁矿：粒径（0.3~2.0mm），呈透镜状或不规则分布，数量少。中粒晶质菱镁矿：粒径（2.0~5.0mm），为矿区的主要矿石类型，呈厚层状分布。粗粒晶质菱镁矿：粒径（5.0~20.0mm），为矿区的主要矿石类型，多数呈厚层状分布，少数呈薄层状分布。

#### 4）矿体围岩及夹石

矿体围岩为大石桥组三段白云石大理岩和菱镁大理岩，以菱镁大理岩为主。

矿体中的夹石较少，规模较小，不影响矿体的完整性。夹石主要为菱镁大理岩，其次见少量的白云石大理岩，多薄层状、小透镜体产出，一般厚在 1.5m 左右，产状与矿体产状一致。

矿体中的夹石同矿体均呈渐变关系，其中菱镁大理岩与菱镁矿界线极不明显。

### 四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

#### （一）评估区土地利用现状

根据辽阳县自然资源局出具的土地利用现状分幅图（），评估区面积 203.8663hm<sup>2</sup>，其中矿区内土地面积 203.2000hm<sup>2</sup>，矿区外土地面积 0.6663hm<sup>2</sup>。其中乔木林地 163.3321hm<sup>2</sup>，灌木林地 3.0089hm<sup>2</sup>，其他林地 2.3805hm<sup>2</sup>，采矿用地 32.9045hm<sup>2</sup>，农村道路 2.2403hm<sup>2</sup>。其中辽阳县吉洞乡吉洞峪村集体土地 39.9536 hm<sup>2</sup>，赵家沟村集体土地 77.6344hm<sup>2</sup>，大安口村集体土地 86.2783hm<sup>2</sup>，权属界线清晰无争议。经与辽阳县国土空间规划对比，评估区不涉及三区三线生态保护红线。评估区土地利用现状及权属关系详见表 2-4。



表 2-4 项目区土地利用现状权属一览表

 单位:hm<sup>2</sup>

权属		地类					
		03 林地			06 工矿用地	10 交通运输用地	合计
		0301	0305	0307	0602	1006	
		乔木 林地	灌木 林地	其他 林地	采矿 用地	农村 道路	
矿区内	吉洞峪村	39.4344			0.3907	0.1285	39.9536
	赵家沟村	62.3452	0.8095	0.0221	12.5736	1.5490	77.2994
	大安口村	61.3106	2.1994	2.3584	19.6010	0.4776	85.9470
小计		163.0902	3.0089	2.3805	32.5653	2.1551	203.2000
矿区外	赵家沟村	0.2419			0.3392	0.0852	0.6663
小计		0.2419			0.3392	0.0852	0.6663
合计		163.3321	3.0089	2.3805	32.9045	2.2403	203.8663

评估区土地利用现状类型为林地、工矿仓储用地、交通运输用地。

林地：该区内林地面积 168.8307hm<sup>2</sup>，占该评估区面积的 82.56%，其中乔木林地 163.4413hm<sup>2</sup>，灌木林地 3.0089hm<sup>2</sup>，其他林地 2.3805hm<sup>2</sup>。土壤为褐土，表土层厚度 30~50cm，树木茂密，土壤 pH 值为 7.5~8.5。

土壤：矿区所在地土壤类型主要为棕壤性土和棕壤，其中，棕壤性土分布在山脊、山坡处，土壤厚度 0.2~0.5m，棕壤分布在山坡中，土壤厚度 1.0~1.5m，局部低洼处土壤厚度可达 2.0m。土壤质地为砂质壤土和壤土，土质较好，成土母质主要为变质岩岩石风化物，pH 值 7.5~8.5，土壤有机质含量为 15.0~20.0g/kg，全氮 1.38~1.43g/kg，有效磷 4.56~5.78mg/kg，速效钾 102~135mg/kg，养分含量由上向下逐渐降低。

植被：矿区植被属华北植物区系、长白山区系交错区，主要植被群落为油松、柞树，还有刺槐、落叶松、楸树、赤松、杨树等，林下生长种类

繁多的灌木和草本植物，无重点保护植物。

限制因素：多年开采在评估区内产生了 32.9045hm<sup>2</sup> 的采矿用地，矿山开采对土地资源的挖损与压占，造成了土壤板结，岩土体裸露，改变了原有自然土壤的存在状态和土壤的理化性质，降低了土壤肥力，同时破坏了原有土地的地表原生植被，对矿区的生态修复工作造成了一定难度，结合周边矿山生态修复案例、周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，修复区经地貌重塑、土壤重构、植被重建等工程后，可以满足生态修复要求。

优势条件：评估区自然与本底条件优异，资源基础良好，先天条件有利于生态修复工作的进行。评估区属温带季风气候，雨热同期，有利于植物生长。方案设计在开采前对拟损毁区域进行大规模表土剥离，为后期土壤重构提供了最优质、最经济的土源。矿区周边为茂密的森林生态系统，具有强大的生态辐射力和恢复力。修复区可与周边生态系统快速连接，形成协同效应，有利于生物多样性的恢复和生态系统的稳定。

## （二）永久基本农田

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿矿区范围内不存在永久基本农田。

## （三）采矿用地申请批准情况

矿山采矿用地范围包括露天采场、工业场地、堆矿场、排水沟、运输道路等区域，未取得过采矿用地手续，用地方式继续沿用租用方式。

# 五、矿区生态状况

## （一）生态本底状况

### 1、自然地理特征

辽阳县属北温带大陆季风性气候，年均气温 8.4℃，年平均降雨量

572mm。地形东高西低，东部为丘陵山区，西部为沿河平原，地势平坦，土质肥沃。全县总面积 2511 平方公里，属千山山脉，有大小山峰 126 座，最高点位于白云山，海拔 1176.6 米，最低点位于唐马寨和穆家镇。辽阳县境内河流众多，主要属于太子河水系，葭窝水库、汤河水库建于太子河及其支流流域之上。土壤类型主要分为三大类：棕壤土占比 57.5%，主要分布于东部山区，草甸土占比 28.1%，主要分布于西部平原区和中部丘陵区，水稻土占比 8.7%，主要为水田区域土壤。

## 2、生态系统类型与结构

### （1）生态系统类型：

辽阳县地处辽东半岛中部，位于辽东低山丘陵与辽河平原的过渡地带，生态系统类型多样，具有典型的"六山一水三分田"格局，各类生态系统的空间分布特征如下：

**森林生态系统：**辽阳县森林资源丰富，全县林业用地面积 137.0135 平方公里，占土地总面积的 50.74%，其中森林覆盖率达 36.92%，林木绿化率达到 48.5%，是全县最重要的生态系统类型。森林主要分布在东部低山丘陵区，东部山区森林广布，主要树种包括针叶树种：油松、落叶松；阔叶树种：橡树、枫树；经济树种：山楂（辽红一号）、大果榛子等。其中天然林面积 109.9805 平方公里，蓄积量 139.6170 万立方米；人工林面积 27.0330 平方公里，蓄积量 100.2133 万立方米，承担着重要的水源涵养、水土保持与生物多样性维护功能。

**农田生态系统：**辽阳县是传统的农业大县，农业生态系统在西部平原区占主导地位，拥有耕地面积共计 140 余万亩，占全县面积的"三分田"，其

中玉米 75 万亩、水稻 35 万亩、蔬菜 24 万亩。主要产品有粮食作物：玉米 75 万亩、水稻 35 万亩，粮食播种面积稳定在 85 万亩，产量稳定在 8 亿斤；经济作物：蔬菜播种面积 24 万亩（其中设施蔬菜 12 万亩），产量 88 万吨；特色产业：草莓生产基地；食用菌生产基地，2023 年被确定为"国家蚕桑产业技术体系示范县"，通过构建"一区、两带、七基地"的农业产业布局，辽阳县农田生态系统正朝着绿色化、智能化、品牌化方向发展，通过构建现代化农业产业体系，推动农业高质量发展。

湿地生态系统：辽阳县内有太子河等河流，这些河流及其周边湿地构成了湿地生态系统，不仅是当地居民生活用水和农业灌溉的重要来源，还为众多生物提供了栖息地，具有调节气候、净化水质等生态功能。辽阳县湿地总面积 1120 公顷，主要分布在河流沿岸和低洼地区。其中重要湿地分布有：柳壕河湿地公园，国家省级湿地公园，规划总面积 66.66 公顷，湿地率达 74.65%，拥有珍稀动物 233 种，珍稀植物 103 种；太子河湿地，总面积 6900 公顷，湿地面积 600 公顷，是雁鸭类水鸟的重要栖息地，湿地生态系统在提供灌溉水源、防洪减灾、调节水循环和物质循环、维持生态系统平衡方面具有重要作用。

## （2）生态系统结构：

辽阳县生态空间结构呈现出典型的"六山一水三分田"格局，形成了从东部低山丘陵到西部沿河平原的完整生态梯度。这一格局体现了从山地生态系统向平原农业生态系统的自然过渡，构成了完整的生态廊道系统。

上层山地森林生态系统，承担着全县最重要的水源涵养、水土保持与生物多样性维护功能，辽阳县森林覆盖率达 36.92%，林木绿化率达到

48.5%，为区域生态安全提供了重要保障。

中层丘陵过渡带，是山地森林向平原农业的过渡地带，形成了针阔混交林和灌木林的复合生态系统，连接山地生态系统与平原生态系统方面发挥着重要的生态廊道功能，促进了生物多样性的空间连通性。

下层平原农业生态系统，主要承担农产品提供功能，同时通过农田防护林建设和湿地保护，发挥着重要的水土保持和生物栖息地功能。

上中下三层生态空间通过河流廊道和生物迁徙通道相互连接，形成了完整的生态网络。太子河、浑河等主要河流贯穿全境，为不同生态系统的物质循环和能量流动提供了重要通道。

## （二）生态功能定位

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

评估区所在为辽东山地生态区。

辽东山地生态区包括抚顺、本溪、丹东大部，铁岭、沈阳、辽阳、鞍山、营口东部山区，面积约 4.49 万 km<sup>2</sup>。本区是全省地势最高的区域，水资源丰富，森林覆盖率超过 50%，生物多样性丰富。主导生态功能为水源涵养与生物多样性保护。

主要生态问题：一是森林质量不高，天然林较少，人工林树种单一，水源涵养能力下降；二是矿产资源过度开采，使生态环境遭到严重破坏；三是降水集中，区域性、局地性洪涝水患及气象次生灾害易发，泥石流等地质灾害频发、群发；四是超坡耕作、粗放式养蚕栽参等不合理的农业活动破坏植被，加剧了水土流失；五是小城镇环保基础设施建设滞后，污染

物排放对大伙房水库等供水水源水质造成威胁。

发展方向定位：本区是我省最重要的水源涵养区，经济发展需坚持生态优先、保护为主的原则，严格限制建设水污染重的工业项目，适度发展低污染或无污染的工业。实施绿色食品战略，建设绿色药材、水果、山野菜、食用菌、经济动物等基地，发展特色山地生态农业。适度发展生态旅游。

环境保护与治理对策：一是禁止天然林商业性采伐，禁止与限制不合理的农业活动，封山育林，培育针阔叶混交林，保护生物多样性，增强水源涵养能力；二是加强浑太源头、大伙房、观音阁、汤河等饮用水源保护区和生态功能保护区建设；三是严格限制水源涵养区、生物多样性重要区、地质灾害易发区、水土流失严重区的矿产资源开发活动，加大对露天坑、废石场、尾矿库、矸石山的生态恢复力度；四是科学放养柞蚕，采取生物与工程措施积极治理蚕场；对沙化严重的蚕场，实行退蚕还林；五是加大小城镇污水处理厂等环境基础设施建设，提高城镇污水垃圾收集处理水平；六是开展小流域综合治理。

本生态区划分为 3 个生态亚区，9 个生态功能区。

评估区属于 I<sub>3</sub> 南芬—大石桥矿山生态亚区—I<sub>3-1</sub> 南芬—大石桥矿山生态恢复生态功能区。

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

### （三）生物多样性状况

#### 1、物种名录

植物多样性：辽阳县全县共有高等植物 3 门 95 科 507 种，其中蕨类植物 13 科 19 种，裸子植物 3 科 16 种，被子植物 79 科 467 种。其中主要有乔木针叶树种：油松、落叶松、樟子松；乔木阔叶树种：尖柞栎、蒙古栎；灌木植物胡枝子、榛子、紫穗槐；草本植物萎陵菜、箭草、抓根草等。

辽阳县分布有国家二级保护野生植物 4 种：野大豆、黄檗、红松、水曲柳。

动物多样性：辽阳县野生动物物种多样性比较丰富，共有脊椎动物 246 种，其中鱼类 27 种，两栖类 9 种，爬行类 14 种，鸟类 168 种，兽类 28 种。

鸟类共有 168 种，隶属于 15 目 43 科，其中国家一级重点保护野生动物有 1 种（白尾海雕），国家二级重点保护野生动物有 20 种（雀鹰、松雀鹰、苍鹰等）。兽类共有 28 种，隶属于 6 目 12 科，部分野生动物随着生态环境变化已经消失。辽阳县共有国家重点保护野生动物 40 种，其中：国家一级重点保护野生动物 5 种，国家二级重点保护野生动物 24 种，全县共有辽宁省重点保护野生动物 43 种。

## 2、敏感生态目标

（1）辽阳汤河水库市级水源保护区：辽阳汤河水库市级水源保护区于 1986 年 9 月建立，是辽阳市重要的饮用水源保护区，总面积 122800 公顷，最大库容面积 3500 公顷，是辽阳、鞍山两市的重要饮用水源，多年平均供水量为 1.6 亿立方米，为两市 120 多万人口提供生活饮用水。水库总库容量 7.23 亿立方米，是一座以防洪、工业和生活用水为主，兼顾灌溉、发电、养鱼等综合利用的国家Ⅱ型水利枢纽工程。

（2）柳壕国家湿地公园：

柳壕国家湿地公园位于辽阳县柳壕镇，湿地率高达 74.65%，总面积 66.66 公顷。公园内柳壕河作为太子河平原区一级支流，全长 33.9 公里，流域面积 508.8 平方公里，河道平缓稳定。柳壕湿地公园是重要的生物多样性热点区域，拥有丰富的动植物资源，通过其多重生态功能的发挥，不仅维护了区域生态安全，还为当地经济社会发展提供了重要的生态支撑。

（3）辽阳金宝湾市级自然保护区：位于辽阳县境内，地跨弓长岭区的汤河镇和辽阳县的下达河乡、河栏镇，于 2002 年批准建立，总面积 52720 公顷，是长白植物区系与华北植物区系的交汇区，属辽东山地向中部平原过渡的丘陵山地。保护区内植被茂密，森林覆盖率高，树木种类多，结构复杂，形成了较稳定的森林生态环境。起到了保持水土、涵养水源的重要作用。这些植物不仅对保持生态环境和恢复地区生物多样性有重要意义，而且又是野生动物栖息、觅食的对象，是本地整个生物链的重要环节。

（4）辽阳双河市级自然保护区：位于辽阳市东部山区，地处辽阳县、灯塔市、弓长岭区的交界地带，是重要的候鸟迁徙通道。

历史上，双河地区曾是铁矿集中区，最多时达 200 余家，对自然保护区生态环境造成了严重破坏，也对水源地保护和工农业供水产生了重大影响。为了修复生态，辽阳市实施了双河及周边地区矿山生态修复示范工程。这项工程也被纳入辽阳市开展的山水林田湖草生态保护修复工程的重要组成部分，旨在系统性地解决历史遗留的矿山生态破坏、流域水生态环境问题。该保护区内主要为森林生态系统，并且环绕着葭窝水库这一重要水源地，因此在水源涵养、维护生物多样性等方面具有非常重要的生态价值。特别是作为候鸟迁徙通道，对保护鸟类资源具有重要意义。



其中辽阳汤河水库市级水源保护区位于评估区东北侧，距离矿区约 35.47km，柳壕国家湿地公园位于评估区西北侧，距离矿区约 55.56km，辽阳金宝湾市级自然保护区位于评估区东北侧，距离矿区约 35.19km，辽阳双河市级自然保护区位于评估区东北侧，距离矿区约 60.85km，均与矿山相隔较远，矿山开采不会对各敏感生态目标产生影响。

### 3、受威胁状况

经过以往矿产资源过度开采及超坡耕作、粗放式养蚕栽参等不合理的人类活动后，破坏了原有生态系统的稳定性，加剧了水土流失及地质灾害隐患，动植物适宜生境面积有所缩减。

## 六、矿区及周边人类重大工程活动

经调查，在矿区及周边无自然保护区、水源地及生态红线，矿区内有运输道路通往主干道，矿区内无集中居住人口，在矿区外南侧 200~300m 处有居民 10 户，无交通、能源、水利等重要工程设施。

辽阳县鑫岩矿业有限公司大安滑石矿、辽阳县鑫岩矿业有限公司小安滑石矿矿区范围与吉祥采区矿区范围最小距离分别为 1m 和 10m，开采矿种均为滑石矿，开采方式为地下开采，其地表岩石移动范围均位于各自矿区范围以内，且本次方案设计吉祥采区为储备区和修复区，暂不开采，因此与吉祥采区相互无影响；

辽阳永利矿业有限公司在该区内有探矿权，勘查矿种为菱镁矿，目前其尚未办理探矿权转采矿权手续，因此对矿山开采无影响。

辽阳万利矿业有限公司，矿山拟转为地下开采，其地表岩石移动范围位于其矿区范围内，且本次方案设计吉祥采区为储备区和修复区，暂不开

采，因此两矿山相互无影响。

图 2-7 周边矿权示意图

七、矿区生态修复工作情况

周边矿山生态修复工作案例分析

辽阳万利矿业有限公司菱镁铁矿位于辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿东侧 20m 处，该矿山开采方式为露天采场，自然环境、损毁方式均与辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿相近，所以本次选择辽阳万利矿业有限公司菱镁铁矿生态修复工程开展案例分析：

辽阳万利矿业有限公司菱镁铁矿 2011~2018 年度陆续对 1 号露天采场部分区域、2 号露天采场部分区域，1 号排土场、2 号排土场等区域完成矿山地质环境保护与土地复垦。恢复治理土地面积 28.8020hm<sup>2</sup>，该项目治理总费用 481.6989 万元。矿山地质环境治理与土地复垦工程措施如下：

矿山地质环境保护与土地复垦工作量见表 2-5。

表 2-5 矿山地质环境保护与土地复垦工作量表

序号	工程名称	单位	完成工程量
1	清理边坡	hm <sup>2</sup>	16.8377
2	覆土土方	m <sup>3</sup>	144010
3	平整石方	hm <sup>2</sup>	28.8020
4	平整土方	hm <sup>2</sup>	28.8020
5	棉槐	株	183020
6	刺槐	株	105000

辽阳万利矿业有限公司菱镁铁矿生态修复区影像材料

图 2-8 生态修复地块 1

图 2-9 生态修复地块 2

图 2-10 生态修复地块 3

图 2-11 生态修复地块 4

## 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灾害、含水层、地形地貌和土地资源监测。地质灾害监测主要为监测露天采场开采边坡与稳定性有关的各项因素，含水层监测主要为对地下水水位、水量的监测，地形地貌和土地资源监测主要为对地表地形地貌高程及损毁土地面积的监测，具体监测内容与监测指标见附表 5。

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

### 第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

#### 一、问题识别与受损预测

##### （一）现状问题

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

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

矿山地质环境调查范围为采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围，因此，现场调查范围以辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿采矿权范围为基础，结合周边环境特征、未来开采可能对地质环境影响的程度，适当考虑地形起伏变化、分水岭分布及矿山开采对地下水资源影响情况圈定评估区范围 203.8663hm<sup>2</sup>。

现场调查内容主要包括采矿权范围及采矿活动可能影响范围内的矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境问题；土

---

地挖损、压占等损毁问题；植被损毁和支撑生态服务功能的生物多样性丧失，水土流失，环境污染情况等，基本查明了辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿开采影响范围内的矿山地质环境问题。

矿区航拍照片见图 3-1、3-2。

图 3-1 华拓采区航拍照片

图 3-2 吉祥采区航拍照片

## 1、矿山地质环境现状问题

### （1）不稳定地质体分布及特征

评估区内矿山现状损毁单元包括露天采场、工业场地、堆矿场、运输道路。根据收集资料及现场调查，辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿为生产矿山，开采方式为露天开采，华拓采区现状开采形成两处露天采场，采场台阶高 7-90m，边坡角在 40~60°之间，矿山以往开采过程中，受冻融雨水等风化作用和重力作用，造成岩土体失稳快速下落现象，形成沿裂隙面和软弱层面的崩塌地质灾害，在现状调查中发现采场 1 坡脚有一处崩塌灾害，崩塌体呈小规模乱石堆。体积大约在 2m<sup>3</sup>。

综上所述，现状条件下，评估区仅发生过小型崩塌地质灾害，除此之

外未见有滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害发生，地质灾害“危险性小”，评估区现状地质灾害影响程度分级为较轻。

## 2、地形地貌景观破坏现状分析

矿区内无各类自然保护区、人文景观、风景旅游区。矿区采用露天开采生产方式，华拓采区地表现形成两处露天采场，露天采场开采破坏了山体的连续性与完整性，造成山体破损，岩土体裸露，造成了原始地表植被丧失，对地形地貌景观影响较大，影响程度为严重。

## 3、含水层破坏现状分析

矿山为露天开采，矿区水文地质条件简单，矿山本次设计开采矿体赋存标高（350m）高于当地侵蚀基准面（269m），未揭露地下含水层，矿山开采过程中对含水层无影响，也不会造成地下水水质恶化和影响矿区及周边地区生产生活用水，对附近居民供水影响较小，危害性较小。

综上，矿山开采现状对含水层影响程度较轻。

## 4、土地资源破坏现状分析

在矿山以往建设及开采过程中，对土地资源形成不同程度的损毁，主要为露天采场对土地的挖损损毁，工业场地、堆矿场、运输道路对土地的压占损毁。

### （1）挖损损毁

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

对土地损毁程度严重。

### 1) 露天采场

矿山露天开采多年，矿山地表形成 4 处露天采场，损毁土地面积 26.4049hm<sup>2</sup>，其中损毁吉洞峪村集体土地 0.2611hm<sup>2</sup>，损毁大安口村集体土地 15.9891hm<sup>2</sup>，赵家沟村集体土地 10.1547hm<sup>2</sup>，露天采场对土地的挖损已造成原有地表植被丧失，对原始地形地貌景观造成了较大的影响，影响程度为严重。

表3-1 露天采场损毁土地统计表

单位：hm<sup>2</sup>

编号	土地类型及面积					合计	备注
	乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地	农村道路		
华拓采区 露天采场 1	0.0374			0.2237		0.2611	吉洞峪村
	0.0153		0.0057	0.5149		0.5359	赵家沟村
	0.3854			10.1332	0.1204	10.6390	大安口村
华拓采区 露天采场 2	0.8882			8.7306		9.6188	赵家沟村
吉祥采区 露天采场 1	0.0172	0.0146		4.5951		4.6269	大安口村
吉祥采区 露天采场 2		0.0088		0.7144		0.7232	大安口村
合计	1.3435	0.0234	0.0057	24.9119	0.1204	26.4049	—

表 3-2 露天采场现状参数统计表

采场编号	露天采场现状参数					备注
	长 (m)	宽 (m)	台阶个数	台阶高度 (m)	总高度 (m)	
华拓采区 露天采场 1	470	330	13	7-90	220	山坡露天采场
华拓采区 露天采场 2	690	250	12	10—25	160	山坡露天采场
吉祥采区 露天采场 1	280	200	5	4-23	78	山坡露天采场
吉祥采区 露天采场 2	130	45	0	-	11	山坡露天采场

### 2) 排水沟

华拓采区露天采场 1 南侧修建有一条排水沟，将露天采场汇水引到低



处从而排到矿区外，防止因降水形成大面积冲刷，而产生地质灾害，排水沟损毁了原有地表植被，改变了矿区原有的地形地貌，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-3 排水沟已损毁土地现状统计表

单位：hm<sup>2</sup>

损毁单元	地类及面积		合计	权属
	乔木林地	采矿用地		
华拓采区排水沟	0.0850		0.0850	赵家沟村
	0.2372	0.0105	0.2477	大安口村
合计	0.3222	0.0105	0.3327	—

## （2）压占损毁

矿山生产生活形成的工业场地、堆料场、运输道路等对土地造成的压占破坏，矿山对土壤压占的后果，一是原地表植被将不复存在，新形成的自然表面将无植被覆盖，容易导致扬尘和水土流失；二是原表土层将变为深土层，对土地损毁程度较严重。

### 1）工业场地

矿山现有 2 处工业场地，工业场地内建有办公室，对土地造成了压占损毁，损毁土地面积 0.7200hm<sup>2</sup>，全部为采矿用地，其中华拓采区工业场地损毁土地面积 0.2476hm<sup>2</sup>，权属全部为赵家沟村，吉祥采区工业场地损毁土地面积 0.4724hm<sup>2</sup>（包含建筑面积 0.0419hm<sup>2</sup>，硬化水泥路面面积 0.1869hm<sup>2</sup>），权属全部为大安口村，工业场地的建设已造成原有地表植被丧失，对原始地形地貌景观造成了较大的影响，影响程度为较严重。

### 2）堆矿场

矿山现有 2 处堆矿场，为矿山早期堆放矿石所用，现已停止使用，堆矿场损毁土地面积 0.8482hm<sup>2</sup>，全部为采矿用地，其中华拓采区堆矿场损毁土地面积 0.5907hm<sup>2</sup>，权属全部为赵家沟村，吉祥采区堆矿场损毁土地面积

0.2575hm<sup>2</sup>，权属全部为大安口村，堆矿场堆放矿石压占土地，损毁了原有地表植被，改变了矿区原有的地形地貌，对地形地貌景观影响程度为较严重。

### 3) 运输道路

该矿山矿区内原有乡村道路较少，车辆运输主要依靠矿山开拓的运输道路，运输道路连接既有道路及各损毁单元，运输道路压占损毁土地面积2.4036hm<sup>2</sup>，其中损毁赵家沟村集体土地2.2175hm<sup>2</sup>，损毁大安口村集体土地0.1861hm<sup>2</sup>。运输道路对土地压占损毁造成土地土壤肥力下降，透水、透气性变差；损毁了原有地表植被，使土壤的保水保肥性能降低，易造成水土流失；改变了矿区原有的地形地貌，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表 3-4 运输道路已损毁土地现状统计表

单位：hm<sup>2</sup>

编号	土地类型及面积				合计	备注
	乔木林地	灌木林地	采矿用地	农村道路		
华拓采区 运输道路	0.2856		1.8072	0.1247	2.2175	赵家沟村
吉祥采区 运输道路		0.0158	0.1703		0.1861	大安口村
合计	0.2856	0.0158	1.9775	0.1247	2.4036	—

图 3-3 露天采场 1 场地照片

图 3-4 露天采场 1 场地航片

图 3-5 露天采场 2 场地照片

图 3-6 露天采场 2 场地航片

图 3-7 工业场地、堆矿场照片

图 3-8 工业场地、堆矿场航片

图 3-9 运输道路照片

### 3-10 运输道路航片

图 3-11 排水沟照片

图 3-12 排水沟航片

综上所述，评估区现状损毁土地面积  $30.7094\text{hm}^2$ ，其中损毁吉洞峪村集体土地  $0.2611\text{hm}^2$ ，损毁大安口村集体土地  $17.1528\text{hm}^2$ ，赵家沟村集体土

地 13.2955hm<sup>2</sup>，确定采矿活动对土地资源影响和损毁程度“较严重”。

表 3-5 评估区已损毁土地统计表

单位：hm<sup>2</sup>

损毁单元	损毁地类及面积					合计	损毁形式
	乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地	农村道路		
露天采场	1.3435	0.0234	0.0057	24.9119	0.1204	26.4049	挖损
工业场地				0.7200		0.7200	压占
堆矿场				0.8482		0.8482	压占
排水沟	0.3222			0.0105		0.3327	挖损
运输道路	0.2856	0.0158		1.9775	0.1247	2.4036	压占
合计	1.9513	0.0392	0.0057	28.4681	0.2451	30.7094	—

## 5、生态系统退化问题

### （1）植被损毁

根据现场调查，矿山在以往开采过程中形成的露天采场、工业场地、堆矿场、运输道路，对土地造成挖损和压占损毁，一定程度上造成了地表植被的破坏和缺失，使矿区原有的自然生态系统功能有所削弱，蓄水保土功能有所减低，矿山闭坑后可通过植被恢复等工程措施进行生态修复。

### （2）生物多样性丧失

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

### （3）水土流失

根据现场调查，矿山在以往开采过程中破坏了矿区原有地形地貌、植被及土壤结构，造成地表裸露，土地抗蚀能力降低，在一定程度上对矿区原有水土保持功能造成破坏，使土地丧失了原有的固土抗蚀能力，导致矿

区土壤侵蚀加剧，造成局部水土流失。矿山闭坑后可通过覆土、施肥等工程措施进行生态修复。

#### （4）水土环境污染

经现场调查，矿山开采产生的废水进行了综合利用不外排；矿石采出后的堆放不存在长期雨水淋溶后下渗污染问题；生活垃圾定期用垃圾运输车运至当地环卫部门指定的垃圾处置场进行妥善处理。

根据 2017 年 7 月湖北永业行评估咨询有限公司和 2025 年 5 月、2025 年 7 月辽宁北方陆海环境检验监测有限公司分别出具的检测报告中对水质、土壤的检测数据可知，废水检测指标均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准；建设用地土壤检测指标均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600—2018）中建设用地土壤污染风险筛选值用地筛选值标准；农用地土壤检测指标均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值用地筛选值标准。检测结果详见附件。

矿山开采现状未对矿区及周边地表水、地下水及土壤造成污染。

## （二）受损预测

### 1、矿区土地损毁环节与时序

#### （1）损毁环节



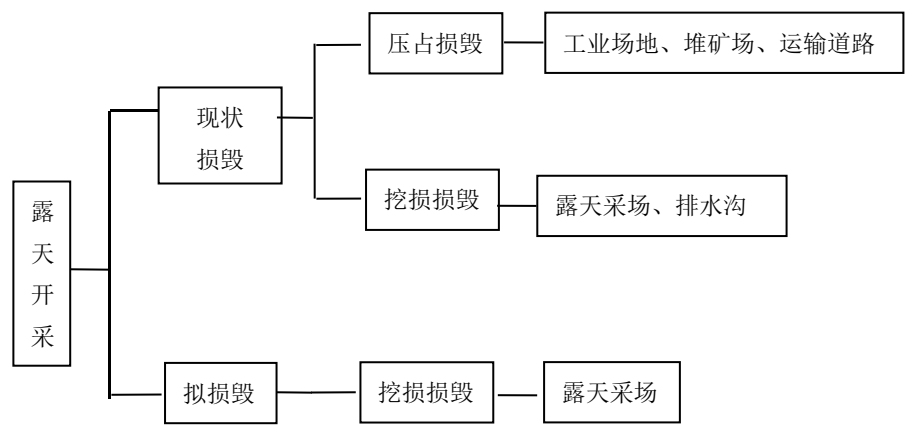


图 3-13 损毁环节

（2）损毁时序

根据现场调查及矿产资源开发利用方案设计，对矿山开采损毁单元损毁时序进行预测，详见表 3-6。

表 3-6 土地损毁时序

损毁单元	损毁方式	面积(hm <sup>2</sup> )	损毁面积及时间	
			已损毁 2026.01 之前	拟损毁 2026.01~2051.02
华拓采区露天采场 1	挖损	31.9993	11.4360	20.5633
华拓采区露天采场 2	挖损	9.6188	9.6188	
吉祥采区露天采场 1	挖损	4.6269	4.6269	
吉祥采区露天采场 2	挖损	0.7232	0.7232	
华拓采区工业场地	压占	0.2476	0.2476	
吉祥采区工业场地	压占	0.4724	0.4724	
华拓采区堆矿场	压占	0.5907	0.5907	
吉祥采区堆矿场	压占	0.2575	0.2575	
华拓采区排水沟	挖损	0.3327	0.3327	
华拓采区运输道路	压占	2.2175	2.2175	
吉祥采区运输道路	压占	0.1861	0.1861	
合计	—	51.2727	30.7094	20.5633

2、矿山地质灾害预测分析

根据开发利用方案，该菱镁矿开采方式为露天开采。随着地表工程的掘进，将继续形成台阶状采场，随着采场的逐步扩大，将改变评估区内地

质环境条件，露天采场可能引发崩塌、滑坡地质灾害。

采场边坡崩塌：是矿山建设生产引发地质灾害之一，主要引发因素是矿山露天开采形成高陡边坡，破坏了原来岩土体的稳定性，产生危岩体，它们在重力、降雨和爆破震动等因素作用下，可能引发小规模崩塌落石地质灾害，同时也使采矿作业遭受到崩塌地质灾害的威胁。

矿山露天开采终了时，将形成最大采深 163m，16 级台阶，台阶高度 10m，最终阶段坡面角上盘  $65^{\circ}$ ，最终帮坡角  $42\sim 46^{\circ}$  的露天采场。菱镁矿赋存于元古界辽河群大石桥组三段白云石大理岩和菱镁大理岩中，其中菱镁大理岩为菱镁矿直接围岩，菱镁矿抗压强度为 65.04-92.01MPa；菱镁大理岩抗压强度为 50.64-108.69Pa；白云大理岩抗压强度为 66.5MPa；方解石大理岩抗压强度为 100.41MPa，均属坚硬或较坚硬岩石，岩石抗压强度较大，开采边坡与岩层倾向为顺层。矿区断裂构造不发育，规模较小，均分布于矿化带外围，离矿体较远，对矿区菱镁矿体及白云石大理岩矿不构成影响。矿山本次设计开采对象为华拓采区矿区范围内的 I 号菱镁矿化带，共 5 条菱镁矿体，依次编号为 MgI、MgII、MgIII、MgIV、MgV。矿体赋存标高为 +350m~+731.5m，倾向  $127\sim 158^{\circ}$ ，倾角  $50\sim 66^{\circ}$ 。矿山设计采用露天自上盘向下盘纵向推进，开采过程中有可能引发局部崩塌地质灾害，直接威胁采场作业人员和机械设备。引发崩塌地质灾害可能性小，采场生产人员和机械设备较少，威胁人数小于 10 人，故危害程度小，危险性小。

采场边坡滑坡：亦是矿山建设开采后引发和遭受的地质灾害之一，发生地为露天采场边坡。矿山设计采用露天自上盘向下盘纵向推进，最终阶段坡面角上盘  $65^{\circ}$ ，最终帮坡角  $42\sim 46^{\circ}$  的露天采场。由于岩土体工程地质

条件中等，矿体在重力、降雨和爆破震动及开采边坡与岩层倾向为顺层等因素作用下，可能引发和遭受滑坡地质灾害，威胁的对象是露天采场内采矿作业人员。引发滑坡地质灾害可能性小，采场内生产人员和机械设备较少，威胁人数小于 10 人，故危害程度小，危险性小。

## 2、地形地貌景观破坏预测分析

根据开发利用方案设计，矿山未来继续沿用露天开采，在已有露天采场 1 的基础上继续扩大开采范围。新建损毁单元对土地造成挖损损毁，造成了原始地表植被丧失，对地形地貌景观影响较大，影响程度为严重。

## 3、矿山含水层破坏预测

矿坑水主要来源于大气降水，依据现状开采条件，考虑年降水汇水面积及年降雨量，矿产资源开发利用方案预测矿山未来开采采场最大涌水量为  $21334.1\text{m}^3/\text{d}$ 。矿山本次设计开采矿体赋存标高（350m）高于当地侵蚀基准面（269m），未揭露地下含水层，预测矿山未来开采对含水层影响程度为较轻。

## 4、土地资源破坏预测分析

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

矿山未来开采将会在露天采场 1 的基础上继续扩大范围进行开采，露天采场对土地的损毁方式为挖损损毁，损毁土地面积  $20.5633\text{hm}^2$ ，其中损毁吉洞峪村集体土地  $3.5806\text{hm}^2$ ，损毁大安口村集体土地  $9.6357\text{hm}^2$ ，赵家沟村集体土地  $7.3470\text{hm}^2$ 。拟建露天采场损毁了原有植被，改变了原有的地形地貌，对地形地貌景观影响程度为严重。

表3-7 露天采场拟损毁土地统计表

单位:  $\text{hm}^2$

编号	土地类型及面积			合计	备注
	乔木林地	其他林地	采矿用地		
拟建露天采场	3.1914		0.3892	3.5806	吉洞峪村
	7.3262	0.0154	0.0054	7.3470	赵家沟村
	9.6357			9.6357	大安口村
合计	20.1533	0.0154	0.3946	20.5633	—

综上所述, 评估区内共计损毁土地面积  $51.2727\text{hm}^2$ , 损毁乔木林地  $22.1046\text{hm}^2$ , 灌木林地  $0.0392\text{hm}^2$ , 其他林地  $0.0211\text{hm}^2$ , 采矿用地  $28.8627\text{hm}^2$ , 农村道路  $0.2451\text{hm}^2$ , 其中损毁吉洞峪村集体土地  $3.8417\text{hm}^2$ , 损毁大安口村集体土地  $26.7885\text{hm}^2$ , 赵家沟村集体土地  $20.6425\text{hm}^2$ 。确定采矿活动对土地资源影响和损毁程度“较严重”。

表 3-8 评估区损毁土地汇总统计表

单位:  $\text{hm}^2$

损毁单元	损毁地类及面积					合计	损毁形式
	乔木林地	灌木林地	其他林地	采矿用地	农村道路		
露天采场	21.4968	0.0234	0.0211	25.3065	0.1204	46.9682	挖损
工业场地				0.7200		0.7200	压占
堆矿场				0.8482		0.8482	压占
排水沟	0.3222			0.0105		0.3327	挖损
运输道路	0.2856	0.0158		1.9775	0.1247	2.4036	压占
合计	22.1046	0.0392	0.0211	28.8627	0.2451	51.2727	—

## 5、生态系统退化问题

### (1) 植被损毁

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

### (2) 生物多样性丧失

矿山今后开采破坏评估区内部分乔木林地、其他林地，该矿山矿区所处区域不在各项生态环境管控单元范围之内，无重点保护物种，矿山位于山区，露天开采清除的地表植被、土壤和岩石与周边自然环境一致，矿区范围四周均为原生林地，矿山开采活动未将连续的生态系统分割成不连续的“孤岛”，不会阻碍物种交流与基因流动，当地生态系统抵抗力稳定性较强，矿山开采没有导致动植物栖息地丧失，不会造成生物多样性丧失。

### （3）水土流失

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

### （4）水土环境污染

该矿山开采方式为露天开采，开采矿种为菱镁矿，矿石主要化学成分为  $MgO$ 、 $CaO$ 、 $SiO_2$  及少量  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ ，不含重金属元素，不含有毒有害成分，矿山今后开采产生的矿石和废石直接外运，无需堆放在矿区地表。生活污水主要为生活区洗浴、洗涤、厕所等排放的污水组成，盥洗用水直接用于场区洒水降尘，区内旱厕定期消毒清淘，由当地农民定期外运做农肥。综上，预测矿山未来开采对水土环境污染程度为较轻。

### （5）修复措施

综上所述，矿山采矿活动对矿区植被造成了一定的破坏，并使土地产生了一定的水土流失问题，但不会造成水土污染，仅影响了矿区内的森林

生态系统，使其有部分退化问题发生。矿山露天开采影响的地表植被、土壤和岩石与周边自然环境一致，矿区范围四周均为原生林地，森林生态系统活跃，矿山开采活动未将连续的生态系统分割成不连续的“孤岛”，通过实施地貌重塑、土壤重构、植被重建及后期管护等修复工程，恢复植被覆盖，重建生产者群落，依靠周边活跃森林生态系统的恢复力稳定性，能够恢复矿山生态系统的完整结构和功能。

### （三）问题诊断评价结论

#### 1、问题诊断评价

##### （1）土地损毁问题

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

2）受损程度：露天采场、排水沟损毁形式为挖损，工业场地、堆矿场、运输道路损毁形式为压占，上述损毁单元利用时间均大于3年，土地损毁程度为重度。

##### （2）生态受损与退化问题

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

2）受损程度：露天采场、工业场地、堆矿场、排水沟、运输道路破坏地类涉及林地，生态受损程度为重度。

#### 2、矿区生态破坏程度分区

根据评估区地质环境复杂程度、矿山地质环境现状问题和受损预测，

针对评估区生态破坏程度进行分区，评估区共划分 7 个受损区块，各受损区块损毁程度综合评价情况详见附表 7：

图 3-14 矿区生态破坏程度综合评价图

## 二、生态修复可行性分析

### （一）技术经济可行性分析

#### 1、地质环境治理可行性分析

##### （1）地质灾害防治可行性分析

根据《开发利用方案》及实地调查，矿山已有多年的开采历史，仅在露

天采场边坡发生过小型崩塌地质灾害。矿山企业今后开采过程中，严格按照开采设计方案进行开采并定期进行巡查工作。定期监测，发现问题及时处理。矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，在技术上是有保障的、可行的。

### （2）含水层防治技术可行性分析

矿山本次设计开采矿体赋存标高（350m）高于当地侵蚀基准面（269m），未揭露地下含水层，预计未来开采不会造成含水层水位下降。含水层修复技术措施主要已预防为主，含水层预防保护与修复措施完全按照开发利用方案进行开采，从源头控制和预防，防止工业排水对地下水造成严重影响。含水层结构防治主要强调含水层的自我修复能力，使其在开采过程中达到一个新的平衡，矿山生产废水和生活污水集中存放，统一处理。含水层破坏预防和治理措施切实可行，并可达到实施的目标。

### （3）地形地貌景观防治技术可行性分析

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

露天采场、工业场地、堆矿场、排水沟、运输道路、表土场等损毁单元通过地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营造、监测管护等工程技术措施进行生态修复。

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



#### (4) 植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类主要为林地及采矿用地，结合矿山及周边矿山生态修复案例、周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，修复区经地貌重塑、土壤重构工程后，可以满足恢复林地要求，植被恢复技术可行。

#### (5) 水土环境污染防治技术可行性分析

由前文所述可知，矿山开采对水土环境污染较轻，矿山开采方式为露天开采，评估区产生的大气污染物主要为扬尘及汽车尾气，通过洒水降尘、运输车辆加盖篷、加强运输道路两侧及矿区周围绿化等措施后，能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中颗粒物无组织排放浓度限值要求，环境空气质量标准基本维持在现状水平。矿区产生的废水主要为员工生活废水，经旱厕处理后定期由当地居民清掏肥田，不外排；正常大气降水由截排水沟截留沉淀后用于矿区及道路降尘洒水及周边林地绿化；暴雨期间初期降水被截排水沟截留，后期清排雨水进入山沟，矿山排水不会对评价范围为地表水系造成影响，不会对汤河水库准源保护地产生影响。矿山周边居民地下水取水井距离矿山距离较远，矿山开采不会对地下水水质造成影响。矿山产生的废石运往辽阳隆昌宏凯矿石加工厂、车辆维修保养产生的含机油抹布与生活垃圾一同由当地环保部门集中处理，各项固体废弃物都得到妥善处理。

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

水土环境污染防治主要强调预防及监测。所采取的废石综合利用和废

水处理等保护措施属于矿山主体工程，技术可行。

#### (6) 监测技术可行性分析

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

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

### 2、复垦修复可行性分析

#### (1) 复垦修复区土地利用现状

根据土地损毁分析与预测结果，本矿山开采复垦修复区为露天采场、工业场地、堆矿场、排水沟、运输道路，不存在永久性建设用地，复垦修复区面积为 51.2727hm<sup>2</sup>。

表 3-9 复垦修复区土地利用现状

单位：hm<sup>2</sup>

地类名称				面积（hm <sup>2</sup> ）	占比（%）
一级地类		二级地类			
03	林地	0301	乔木林地	22.1046	43.11
		0305	灌木林地	0.0392	0.08
		0307	其他林地	0.0211	0.04
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	28.8627	56.29
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2451	0.48
合计				51.2727	100

#### (2) 复垦修复区土地适宜性评价原则

##### 1) 符合国土空间规划，并与其他规划相协调

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

## 2) 因地制宜、农用地优先的原则

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

## 3) 综合效益最佳原则

在确定生态修复方向时，首先考虑可行性和综合效益，选择最佳的生态修复方向，根据生态状况是否适宜修复为某种用途的土地，或以最小的投入取得最佳的经济效益、社会效益和生态效益。考虑到生产建设项目对评估区及周围环境造成的影响，重点考虑生态效益，以恢复生态环境功能为主。

## 4) 主导限制因素与综合平衡原则

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

## 5) 生态修复后土地可持续利用原则

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

社会可持续发展。

#### 6) 经济可行与技术合理性原则

复垦修复所需的费用应在保证修复目标完整、效果达到复垦修复标准的前提下，兼顾复垦修复成本，尽可能减轻企业负担。复垦修复技术应能满足复垦修复工作顺利开展、效果达到复垦修复标准的要求。

#### 7) 社会因素和经济因素相结合原则

在进行生态修复适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平和生产布局等）。

### （3）复垦修复单元的划分

复垦修复单元是适宜性评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征、复垦修复利用方向、复垦修复措施应基本一致。对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据矿山实际情况，本项目复垦修复单元共有华拓采区露天采场 1 坑底、华拓采区露天采场 1 平台、华拓采区露天采场 1 边坡、华拓采区露天采场 2 路堑斜坡、华拓采区露天采场 2 路基斜坡、华拓采区露天采场 2 平台、华拓采区露天采场 2 边坡、华拓采区工业场地、华拓采区堆矿场、华拓采区运输道路、华拓采区排水沟、吉祥采区露天采场 1 坑底、吉祥采区露天采场 1 平台、吉祥采区露天采场 1 边坡、吉祥采区露天采场 2 坑底、吉祥采区露天采场 2 边坡、吉祥采区工业场地、吉祥采区堆矿场、吉祥采

区运输道路、19 个评价单元，具体见表 3-10。

表 3-10 待复垦修复土地适宜性评价单元划分 单位：hm<sup>2</sup>

复垦修复单元	损毁地类	损毁方式	损毁面积	损毁程度
华拓采区露天采场 1 坑底	0301、0307、0602、1006	挖损	14.0140	重度
华拓采区露天采场 1 平台	0301、0307、0602、1006	挖损	12.9093	重度
华拓采区露天采场 1 边坡	0301、0307、0602、1006	挖损	5.0760	重度
华拓采区露天采场 2 路堑斜坡	0301、0602	挖损	1.2748	重度
华拓采区露天采场 2 路基斜坡	0301、0602	挖损	2.1900	重度
华拓采区露天采场 2 平台	0301、0602	挖损	5.2790	重度
华拓采区露天采场 2 边坡	0301、0602	挖损	0.8750	重度
华拓采区工业场地	0602	压占	0.2476	重度
华拓采区堆矿场	0602	压占	0.5907	重度
华拓采区运输道路	0301、0602、1006	压占	2.2175	重度
华拓采区排水沟	0301、0602	挖损	0.3327	重度
吉祥采区露天采场 1 坑底	0301、0305、0602	挖损	2.1740	重度
吉祥采区露天采场 1 平台	0301、0305、0602	挖损	0.8743	重度
吉祥采区露天采场 1 边坡	0301、0305、0602	挖损	1.5786	重度
吉祥采区露天采场 2 坑底	0305、0602	挖损	0.4572	重度
吉祥采区露天采场 2 边坡	0305、0602	挖损	0.2660	重度
吉祥采区工业场地	0602	压占	0.4724	重度
吉祥采区堆矿场	0602	压占	0.2575	重度
吉祥采区运输道路	0305、0602	压占	0.1861	重度
合计	—	—	51.2727	—

#### (4) 评价指标体系和标准的建立

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

根据评估区自然环境特征，结合矿山土地破坏特点、地类等有关指标，本方案复垦修复适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：矿区土地破坏类型和破坏程度、土地破坏前的土地利用状况、破坏土地复垦修复的客观条件。适宜性评价限制因素分级标准见表 3-11，参评单元的土地质量状况结果见表 3-12。

表 3-11 复垦修复适宜性评价限制因素分级标准

适宜性评价限制因素分级			适宜性		
序号	限制因素	分级	宜耕	宜林	宜草
1	坡度	<2°	1	1	1
		2°≤坡度<6°	2	1	1
		6°≤坡度<15°	3	1	1
		15°≤坡度<25°	N	3	2
		>25°	N	N	3
2	土壤质地	壤土	1	1	1
		粘土、砂土	2	2	2
		砂质、砾质	N	3	3
3	有效土壤层厚度（cm）	≥50	1	1	1
		30≤厚度<50	2	1	1
		10≤厚度<30	3	2	1
N	排水条件	好	1	1	1
		中等	2	2	2
		一般	N	3	3
5	灌溉条件	不完善	N	3	1
		一般	3	2	1
		完善	1	1	1
6	土壤有机质（g·kg <sup>-1</sup> ）	>10	1	1	1
		10~6	2	2	1、2
		<6	3	2、3	2、3
7	pH	6.0~8.5	1	1	1
		>8.5	N	N	N
		<6.0	N	N	N

说明：1 代表适宜，2 代表基本适宜，3 代表临界适宜，N 代表不适宜

表 3-12 复垦修复单元的土地质量状况结果

序号	复垦修复单元	破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	坡度 (°)	土壤 质地	有效土层 厚度 (cm)	排水 条件	灌溉 条件	土壤有机 质 g·kg <sup>-1</sup>	pH
1	华拓采区露天采场 1 坑底	14.0140	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
2	华拓采区露天采场 1 平台	12.9093	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
3	华拓采区露天采场 1 边坡	5.0760	42~46	壤土	0	好	一般	>10	7.5~8.5
4	华拓采区露天采场 2 路堑斜坡	1.2748	25~33	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
5	华拓采区露天采场 2 路基斜坡	2.1900	25~33	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
6	华拓采区露天采场 2 平台	5.2790	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
7	华拓采区露天采场 2 边坡	0.8750	50~60	壤土	0	好	一般	>10	7.5~8.5
8	华拓采区工业场地	0.2476	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
9	华拓采区堆矿场	0.5907	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
10	华拓采区运输道路	2.2175	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
11	华拓采区排水沟	0.3327	10~15	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
12	吉祥采区露天采场 1 坑底	2.1740	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
13	吉祥采区露天采场 1 平台	0.8743	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
14	吉祥采区露天采场 1 边坡	1.5786	50~60	壤土	0	好	一般	>10	7.5~8.5
15	吉祥采区露天采场 2 坑底	0.4572	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
16	吉祥采区露天采场 2 边坡	0.2660	50~60	壤土	0	好	一般	>10	7.5~8.5
17	吉祥采区工业场地	0.4724	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
18	吉祥采区堆矿场	0.2575	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
19	吉祥采区运输道路	0.1861	5~10	壤土	50	好	一般	>10	7.5~8.5
合计		51.2727	—	—	—	—	—	—	—

### (5) 适宜性等级的评定

根据上述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主导适宜性等将评估区各类评价单元土地质量状况与复垦修复土地主要限制因素的农林牧等级标准表进行对比分析，可以得到参评单元的复垦修复适宜性等级评价结果，评价结果见表 3-13~表 3-23。

辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿共有两个采区，其中吉祥采区根据《关于全省菱镁资源矿业权整合工作若干事项的通知》（辽镁办〔2021〕5 号）要求：应合理划分生产区、储备区和修复区，未来开采只保留一个生产区，开发利用方案确定华拓采区为生产区，吉祥采区将做为储备区和修复区暂不回采，本方案设计对吉祥采区损毁土地进行覆土并播撒草籽复绿留作备用采矿用地，以待后续重新设计开采。

表 3-13 华拓采区露天采场 1 坑底复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-14 华拓采区露天采场 1 平台复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-15 华拓采区露天采场 1 边坡复垦修复适宜性等级评定结果表

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



表 3-16 华拓采区露天采场路堑斜坡复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-17 华拓采区露天采场 1 路基斜坡复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-18 华拓采区露天采场 2 平台复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为石质，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-19 华拓采区露天采场 2 边坡复垦修复适宜性等级评定结果表

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

表 3-20 华拓采区工业场地复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为岩土混合物，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-21 华拓采区堆矿场复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为岩土混合物，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-22 华拓采区运输道路复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为岩土混合物，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

表 3-23 华拓采区排水沟复垦修复适宜性等级评定结果表

修复方向	适宜性	主要限制因子	评定结果
耕地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为耕地。
林地	1	地表物质组成、 周边地类	地表物质为岩土混合物，结合周边地类，经过平整，覆土后适合复垦修复为林地。
草地	N	周边地类	周边地类均为林地，不适合复垦修复为草地。

#### (6) 确定最终复垦修复方向和划分复垦修复单元

依据复垦修复适宜性等级评定结果，确定该区的复垦修复方向以及修复土地面积。根据适宜性评价结果，华拓采区露天采场 1 边坡、华拓采区露天采场 2 边坡、吉祥采区露天采场 1 边坡、吉祥采区露天采场 2 边坡坡度过大，不适宜恢复植被，华拓采区其余单元复垦修复为乔木林地，吉祥采区留作备用区，可修复单元复垦修复为采矿用地，复垦修复率 84.80%。复垦修复方向和复垦修复单元划分见表 3-24。复垦修复前后土地利用结构调整详见表 3-25。

表 3-24 复垦修复单元和复垦修复方向表 单位：(hm<sup>2</sup>)

复垦修复单元	破坏面积	周边主要地类	复垦修复方向	复垦修复面积
华拓采区露天采场 1 坑底	14.0140	林地	乔木林地	14.0140
华拓采区露天采场 1 平台	12.9093	林地	乔木林地	12.9093
华拓采区露天采场 1 边坡	5.0760	林地	—	—
华拓采区露天采场 2 路堑斜坡	1.2748	林地	乔木林地	1.2748
华拓采区露天采场 2 路基斜坡	2.1900	林地	乔木林地	2.1900
华拓采区露天采场 2 平台	5.2790	林地	乔木林地	5.2790
华拓采区露天采场 2 边坡	0.8750	林地	—	—
华拓采区工业场地	0.2476	林地	乔木林地	0.2476
华拓采区堆矿场	0.5907	林地	乔木林地	0.5907
华拓采区运输道路	2.2175	林地	乔木林地	2.2175
华拓采区排水沟	0.3327	林地	乔木林地	0.3327
吉祥采区露天采场 1 坑底	2.1740	林地	采矿用地	2.1740
吉祥采区露天采场 1 平台	0.8743	林地	采矿用地	0.8743
吉祥采区露天采场 1 边坡	1.5786	林地	—	—
吉祥采区露天采场 2 坑底	0.4572	林地	采矿用地	0.4572
吉祥采区露天采场 2 边坡	0.2660	林地	—	—
吉祥采区工业场地	0.4724	林地	采矿用地	0.4724
吉祥采区堆矿场	0.2575	林地	采矿用地	0.2575
吉祥采区运输道路	0.1861	林地	采矿用地	0.1861
合计	51.2727	—	—	43.4771

表 3-25 复垦修复前后土地利用结构调整表

地类名称				修复前面积 (hm <sup>2</sup> )	修复后面积 (hm <sup>2</sup> )	增减面积 (hm <sup>2</sup> )
一级地类		二级地类				
03	林地	0301	乔木林地	22.1046	39.0556	33.06
		0305	灌木林地	0.0392		-0.08
		0307	其他林地	0.0211		-0.04
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	28.8627	12.2171	-32.46
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2451		-0.48
合计				51.2727	51.2727	0

## (7) 水土资源平衡分析

### 1) 水资源平衡分析

评估区位于辽东半岛，雨水相对充足，复垦修复为林地的区域植被在其生长期不采取灌溉措施。由于苗木在栽植过程中，苗木的起栽都有可能造成苗木生理缺水，为保证树木成活率，方案设计进行拉水灌溉，以保证复垦修复效果，栽种后 1 年内浇灌 3 次，每株每次用水 0.02m<sup>3</sup>，取水水源地为周边水井，水质和水量都能满足复垦修复区灌溉需要。矿山采用汽车拉水灌溉方式，辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿有拉水设备，可以满足灌溉工程需要。苗木种植后需人工浇灌，以保证苗成活，后期可依靠自然降水灌溉。

### 2) 土方平衡分析

本方案设计覆土方式采用全面覆土，华拓采区露天采场 1 边坡、华拓采区露天采场 2 边坡、吉祥采区露天采场 1 边坡、吉祥采区露天采场 2 边坡坡度过大，不进行覆土，华拓采区其余单元复垦修复为乔木林地，全面覆土 0.5m，沉实系数取 1.05，吉祥采区留作备用区，可修复单元复垦修复为采矿用地，修复措施为对所有可修复的非建筑土地覆土种草，全面覆土 0.3m，沉实系数取 1.05，经计算土壤重构工程需自然土方量 218839m<sup>3</sup>。

表 3-26 表土覆盖量计算表

序号	复垦修复单元	复垦修复方向	复垦修复面积 (hm <sup>2</sup> )	覆土方式	沉实系数	需用方量 (m <sup>3</sup> )
1	华拓采区 露天采场 1 坑底	乔木林地	14.0140	全面覆土 0.5m	1.05	73574
2	华拓采区 露天采场 1 平台	乔木林地	12.9093	全面覆土 0.5m	1.05	67774
3	华拓采区 露天采场 1 边坡	—	—	—	—	
4	华拓采区 露天采场 2 路堑斜坡	乔木林地	1.2748	全面覆土 0.5m	1.05	6693
5	华拓采区 露天采场 2 路基斜坡	乔木林地	2.1900	全面覆土 0.5m	1.05	11498
6	华拓采区 露天采场 2 平台	乔木林地	5.2790	全面覆土 0.5m	1.05	27715
7	华拓采区 露天采场 2 边坡	—	—	—	1.05	
8	华拓采区工业场地	乔木林地	0.2476	全面覆土 0.5m	1.05	1300
9	华拓采区堆矿场	乔木林地	0.5907	全面覆土 0.5m	1.05	3101
10	华拓采区运输道路	乔木林地	2.2175	全面覆土 0.5m	1.05	11642
11	华拓采区排水沟	乔木林地	0.3327	全面覆土 0.5m	1.05	1747
12	吉祥采区 露天采场 1 坑底	采矿用地	2.1740	全面覆土 0.3m	1.05	6848
13	吉祥采区 露天采场 1 平台	采矿用地	0.8743	全面覆土 0.3m	1.05	2754
14	吉祥采区 露天采场 1 边坡	—	—	—	—	
15	吉祥采区 露天采场 2 坑底	采矿用地	0.4572	全面覆土 0.3m	1.05	1440
16	吉祥采区 露天采场 2 边坡	—	—	—	—	
17	吉祥采区工业场地	采矿用地	0.4305	全面覆土 0.3m	1.05	1356
18	吉祥采区堆矿场	采矿用地	0.2575	全面覆土 0.3m	1.05	811
19	吉祥采区运输道路	采矿用地	0.1861	全面覆土 0.3m	1.05	586
合计			43.4352	—	—	218839

综上所述，矿区生态修复工程需要土方 218839m<sup>3</sup>，根据矿产资源开发利用方案设计，矿山未来开采将会对拟损毁土地进行表土剥离，剥离表土量为 100812m<sup>3</sup>（详见后文表土剥离与植被移植利用部分内容），仍需 118027m<sup>3</sup> 土方。矿山与辽阳县吉洞乡大安口村达成协议，利用大安口村新

农村建设用土支持矿山土壤重构工程,大安口村现有新农村建设用土约 12.6 万  $\text{m}^3$ , 土壤类型和理化性质与项目区土壤相近, pH 在 7.5~8.5, 有机质含量为 0.71%~0.98%, 无污染, 运距 2~3km, 可满足植被重建工程需要(详见附件供土协议)。

### 3、经济可行性分析

矿区生态修复资金筹措方式为矿山企业自筹。为保证生态修复工作能落实处, 矿山企业应认真落实矿山地质环境保护与恢复治理基金制度, 按有关规定按时缴存治理基金, 根据矿产资源开发利用方案经济成本预算, 矿山菱镁矿生产能力 44.4 万 t/a, 其中: 一级品 4.02 万 t/a, 二级品 12.02 万 t/a, 三级品 24.69 万 t/a, 四级品 3.67 万 t/a, 一级品售价 300 元/t, 二级品售价 180 元/t, 三级品售价 120 元/t, 四级品售价 80 元/t, 年销售收入 6626 万元, 年税后利润为 2164.02 万元, 矿山剩余服务年限为 25.13 年, 利润共计 5.4382 亿元, 矿区生态修复总投资 2632.3889 万元, 矿山企业完全有经济能力且已承诺承担矿区生态修复义务, 矿山企业已建立基金账户, 未来矿山开采时, 将矿区生态修复费用作为生产成本列支, 故该方案在经济上是可行的。

## (二) 目标方向可行性分析

### 1、矿区周边运行良好的生态系统

经现场实地调查, 矿区周边未受损的生态系统主要为森林生态系统。

#### (1) 森林生态系统

评估区周边分布自然生长的森林生态系统。树种多为油松、紫穗槐、柞树等适应当地气候的树种为主, 同时栖息着鸟类、林下昆虫等动物, 既

发挥着保持水土、净化空气的生态作用，森林生态系统占评估区总面积的 82.56%。

损毁土地复垦修复为乔木林地后，乔木发达的根系能固定土壤、减少水土流失，还能可净化周边空气，修复矿区自身生态，形成生态屏障。

## 2、周边矿山生态修复工作案例分析

辽阳万利矿业有限公司菱镁铁矿位于辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿东侧 20m 处，该矿山开采方式为露天采场，自然环境、损毁方式均与辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿相近。

辽阳万利矿业有限公司菱镁铁矿 2011~2018 年度陆续对 1 号露天采场部分区域、2 号露天采场部分区域，1 号排土场、2 号排土场等区域完成矿山地质环境保护与土地复垦。恢复治理土地面积 28.8020hm<sup>2</sup>，该项目治理总费用 481.6989 万元。

通过周边矿山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借鉴。

## 3、参照生态系统

矿区周边未受损生态系统主要为森林生态系统，结合周边矿山以往生态修复的成功案例（复垦修复方向为乔木林地），以及《辽阳县国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《辽阳县生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，确立本次参照生态系统为森林生态系统。参照生态系统典型照片见前文图 2-3，图 2-8 至 2-11。

## 4、复垦修复方向与目标

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

#### （1）国土空间规划

根据《辽阳县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，辽阳县处于辽东半岛低山丘陵区，构建森林生态系统，以自然修复和人工种植相结合的方式增加植物多样性，合理增加乔木林地面积。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以乔木林地为主。

#### （2）公众参与意见

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

#### （3）社会经济因素

吉洞乡境内矿产资源丰富，是全省重要的镁石产区，矿山开采结束后复垦修复乔木林地，其增加的经济效益显著。

综合考虑以上因素，最终确定除华拓采区露天采场 1 边坡、华拓采区露天采场 2 边坡、吉祥采区露天采场 1 边坡、吉祥采区露天采场 2 边坡四处坡度较大不进行恢复植被以外，华拓采区其余所有单元复垦修复方向均为乔木林地，吉祥采区留作备用区，可修复单元复垦修复为采矿用地。

### 5、复垦修复标准

本次设计辽阳华拓镁业有限公司复垦修复方向为乔木林地、采矿用地。结合评估区实际情况，按照适地、适种、适树相结合的原则，制定复垦修

复后的土地标准如下：

表 3-27 评估区复垦修复质量控制标准

土地类型	指标类型	基本指标	东北山丘平原区土地复垦修复质量控制标准	本项目土地复垦修复质量要求
乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/	≥30	50
		土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	≤1.45	1.05~1.30
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤20	≤20
		pH 值	6.0~8.5	7.5~8.5
		有机质/%	≥2	管护期结束后有机质含量不低于原地块或相邻地块水平
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	满足评估区复垦修复工程的实施
	生产力水平	栽植密度/（株/hm <sup>2</sup> ）	2500 株/hm <sup>2</sup>	2500 株/hm <sup>2</sup>
		郁闭度	≥0.30	≥0.30
		三年保存率	≥60%	≥75%

### （三）边开采、边修复可行性分析

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

根据矿产资源开发利用方案设计，华拓采区露天采场 2 平台、工业场



地、运输道路、排水沟仍需继续服务于未来开采，今后仍需继续利用，上述单元目前不具备边生产、边修复的条件。矿山剩余服务年限 25.13a，上述单元生态修复时间为 2051 年。

矿山未来开采沿用露天开采方式，在原有露天采场 1 的基础上继续扩大范围进行开采，开发利用方案设计露天采场 1 未来分台阶开采，开采最高标高为 713m，最低标高为 550m，共分为坑底和 15 级台阶，本方案根据矿山未来开采时序（详见前文表 1-6）对开采完毕的台阶逐年进行生态修复工作，修复时间为 2030-2051 年。

华拓采区现状堆矿场、露天采场 2 路堑斜坡、露天采场 2 路基斜坡未来开采无需使用，本方案本着边开采、边修复的原则，结合矿山实际情况，将露天采场 2 路堑斜坡生态修复时序部署在 2026 年，将堆矿场、露天采场 2 路基斜坡生态修复时序部署在 2027 年。

根据《辽宁省矿产资源总体规划（2021~2025 年）》，菱镁矿为严格控制开采矿种，因此本次设计吉祥采区菱镁矿资源保留，暂不设计开采。吉祥采区菱镁矿做为辽阳华拓镁业有限公司的储备区和修复区，暂不生产。本方案设计于 2027 年对吉祥采区损毁土地进行覆土播撒草籽复绿留作备用采矿用地，以待未来重新进行规划开采。

### 三、生态修复分区及修复时序安排

根据前文土地资源损毁现状及分析预测结果，本项目生态修复分区划分为华拓采区露天采场 1、华拓采区露天采场 2、华拓采区工业场地、华拓采区堆矿场、华拓采区运输道路、华拓采区排水沟、吉祥采区露天采场 1、吉祥采区露天采场 2、吉祥采区工业场地、吉祥采区堆矿场、吉祥采区运输

道路共 11 个生态分区。矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表详见表 3-28。

表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 露天采场 1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 露天采场 1	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
	49				
	50				
	51				
	52				
	53				
	54				
	55				
	56				
	57				
	58				
	59				
	60				
	61				
	62				
	63				
	64				
	65				
华拓采区 露天采场 2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 露天采场 2	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
华拓采区 工业场地	1				
	2				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 工业场地	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
华拓采区 堆矿场	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
华拓采区 运输道路	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 运输道路	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
	49				
	50				
	51				
	52				
	53				
	54				
	55				
	56				
	57				
	58				
	59				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 运输道路	60				
	61				
	62				
	63				
	64				
	65				
	66				
	67				
	68				
	69				
	70				
	71				
	72				
	73				
	74				
	75				
	76				
	77				
	78				
	79				
	80				
	81				
	82				
	83				
	84				
	85				
	86				
	87				
	88				
	89				
	90				
	91				
	92				
	93				
	94				
	95				
	96				
	97				
	98				
	99				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
华拓采区 运输道路	100				
	101				
	102				
	103				
	104				
	105				
	106				
	107				
	108				
	109				
	110				
	111				
	112				
	113				
	114				
	115				
华拓采区 排水沟	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				



续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 露天采场 1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 露天采场 1	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				
	48				
	49				
	50				
	51				
	52				
	53				
	54				
	55				
	56				
	57				
	58				
	59				
	60				
	61				
	62				
	63				
	64				
	65				
	66				
	67				
	68				
	69				
	70				
	71				
	72				
	73				
	74				
	75				
	76				
	77				
	78				
	79				
	80				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 露天采场 1	81				
	82				
	83				
	84				
	85				
	86				
	87				
	88				
	89				
	90				
	91				
	92				
	93				
	94				
	95				
	96				
	97				
	98				
	99				
	99				
	100				
	101				
	102				
	103				
	104				
	105				
	106				
	107				
	108				
	109				
	110				
	111				
	112				
	113				
	114				
	115				
	116				
	117				
	118				
	119				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 露天采场 1	120				
	121				
	122				
	123				
吉祥采区 露天采场 2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
吉祥采区 工业场地	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 工业场地	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
吉祥采区 运输道路	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 运输道路	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
	23				
	24				
	25				
	26				
	27				
	28				
	29				
	30				
	31				
	32				
	33				
	34				
	35				
	36				
	37				
	38				
	39				
	40				
	41				
	42				
	43				
	44				
	45				
	46				
	47				

续表 3-28 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm <sup>2</sup> )	生态修复实施时间
吉祥采区 运输道路	48				
	49				
	50				
	51				
	52				
	53				
吉祥采区 堆矿场	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				

#### 四、采矿用地与复垦修复安排

本项目采矿用地包括露天采场、工业场地、堆矿场、排水沟、运输道路等区域，不涉及采矿新增用地与复垦修复存量采矿用地相挂钩，不涉及临时占用农用地。

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

## 第四章 生态修复措施与工程内容

### 一、保护与预防控制措施

#### （一）敏感目标保护

矿区附近没有永久基本农田、自然保护区、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标。生态修复应坚持人与自然是和谐共生，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主。通过治理可行性研究、复垦修复事宜性评价及恢复力分析，在消除胁迫因子后，该矿满足自然恢复条件。

#### （二）表土剥离与植被移植利用

1、表土剥离工程：矿山企业在施工前将对新建露天采场拟损毁的乔木林地、其他林地进行表土剥离，表层土采用条带表土外移剥离法进行表土剥离，乔木林地剥离面积为  $20.1533\text{hm}^2$ ，平均剥离厚度为  $0.50\text{m}$ ，剥离量为  $100766\text{m}^3$ ；其他林地剥离面积为  $0.0154\text{hm}^2$ ，平均剥离厚度为  $0.30\text{m}$ ，剥离量为  $46\text{m}^3$ ，共计剥离表土  $100812\text{m}^3$ 。拟剥离的表土全部堆放在华拓采区露天采场 2 450m、435m、430m 标高 3 处平台内，堆放面积  $4.4120\text{hm}^2$ ，地形坡度  $5\sim 10^\circ$ ，地势平坦，排水条件好，运输道路贯穿其中，运输方便，与回覆区域距离较近，运输成本低，表土堆放高度约  $4\text{m}$ 。

2、表土养护工程：由于本次表土最长堆积时间约 26 年，堆存时间较长，为防止防止水土流失及剥离表土肥力的损失，需对堆积的表土进行养护措施，本方案设计在表土堆表面进行撒播草籽，草种为紫花苜蓿，技术指标为  $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 。该矿山表土堆放面积为  $4.4120\text{hm}^2$ ，堆放高度约  $4\text{m}$ ，边



坡坡比按 1.2 进行计算，草籽撒播面积约 5.2790hm<sup>2</sup>。

3、表土堆放场拦挡工程：表土长期堆存，极易引发水土流失问题。为防止本项目所剥离表土流失，本方案设计在存储区四周坡脚采用装土编织袋挡土墙（规格 0.8×0.5×0.3）进行围挡，挡土墙场 1105m，共堆放 2 层，需编织袋 2763 个，编织袋采用人工装土，人工装土量为 332m<sup>3</sup>，防止水土流失，禁止将除腐殖土、根植土等之外的其他弃渣、杂土等堆放在集中表土堆放场内。

#### 4、地表植物进行保护利用等措施

（1）施工过程中洒水降尘，避免粉尘覆盖植被叶片影响光合作用。

（2）植被重建优先选用乡土树种、耐贫瘠耐旱植物，搭配草本形成复合植被群落，提升稳定性。

（3）结合表土改良，添加有机肥、微生物菌剂改善土壤肥力，采用喷播、客土种植等技术提高植被成活率。

表土剥离工程工程量见表 4-1。

表 4-1 表土剥离工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
	表土剥离与植被移植利用工程		
（一）	表土剥离工程	—	—
1	表土剥离	m <sup>3</sup>	100812
（二）	表土管护工程	—	—
1	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	5.2790
（三）	表土堆场拦挡工程	—	—
1	编织袋挡土墙	m <sup>3</sup>	332

### （三）相关协同措施

#### 1、地质灾害防治与地形重塑

边坡稳定化工程：对露天采场边坡、表土堆放斜坡等不稳定斜坡，采

取布置编织袋挡土墙等措施，消除滑坡、崩塌风险。

地形重塑与排水疏导：重塑受损地形，形成利于植被恢复的自然坡度，并设计地表径流导排系统（如排水沟、截水渠），避免积水侵蚀。

## 2、水土流失综合控制

源头控制：开采前剥离表土并集中存储，做好编织袋围挡等防护，并且需对堆积的表土进行养护措施，本方案设计在表土堆表面进行撒播草籽，草种为紫花苜蓿，技术指标为  $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，防止水土流失。表土剥离及养护工程详见表 4-1。

## 3、环境污染系统治理

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

## 4、固体废物资源化利用与安全处置

经现场实际调查，矿山开采现状没有废石场，矿产资源开发利用方案设计今后露天开采剥离产生的废石均外运，最大程度的减少矿山开采对土地资源的破坏，达到了固体废物资源化利用目的。

## 5、已修复区域长效管护机制

适应性管理：根据监测数据及时调整管护策略，如补植补种、灌溉抗旱、病虫害防治。具体工程量详见表 5-1。

## 6、高陡边坡安全示警措施

警示牌、刺线围栏

闭矿后的露天采坑边坡台阶高度 4~18m，为对过往行人进行提示，在

华拓采区露天采场 1 境界外，设置警示标志，警示标志采用简易木质牌，间隔 100m。在露天采场境界外设置刺线围栏，防止人畜误入发生危险。铁丝网规格：采用三层铁丝网（热镀锌铁刺绳），每 5m 一个支柱，支柱材料为木质，直径 0.15m，高 2m。露天采场修建刺线围栏 3053m，设警示牌 31 个。

图 4-1 刺线围栏示意图

表 4-2 露天采场地貌重塑工程量统计表

损毁单元	警示牌（个）	刺线围栏（m）
华拓采区露天采场 1	31	3053
合计	31	3053

## 二、修复措施

### （一）地貌重塑

矿区内总体地形北高南低，地形切割中等，地形坡度多在 15°~30°之间，各损毁单元对地形造成了不同程度的损毁，结合复垦修复方向及要求，露天采场、工业场地、排水沟等损毁单元应先对地表进行恢复，如工业场地拆除场地内建筑物、清理地表硬化路面，排水沟清理沟内沉积废石土，以达到与原地形地貌相近，随后对恢复后的土地进行平整工程。各损毁单元地貌重塑工程如下：

#### 1、露天采场地貌重塑工程

矿区位于山区，华拓采区露天采场周边原有土地地形坡度约 35°，吉

祥采区露天采场周边原有土地地形坡度  $20\sim 35^{\circ}$ ，坡度较大，各露天采场坑底、平台坡度均为  $5\sim 10^{\circ}$ ，华拓采区露天采场 2 路堑斜坡、路基斜坡坡度为  $25\sim 33^{\circ}$ ，均优于周边地形，本方案设计露天采场维持现有坡度进行地貌重塑，地貌重塑后各露天采场坑底、平台坡度均为  $5\sim 10^{\circ}$ ，华拓采区露天采场 2 路堑斜坡、路基斜坡坡度为  $25\sim 33^{\circ}$ 。

### （1）土地平整

对露天采场坑底、平台及路堑斜坡、路基斜坡损毁的土地进行平整。

表 4-3 露天采场地貌重塑工程量统计表

损毁单元	土地平整 ( $\text{hm}^2$ )
华拓采区露天采场 1	26.9233
华拓采区露天采场 2	8.7438
吉祥采区露天采场 1	3.0483
吉祥采区露天采场 2	0.4572
合计	39.1726

## 2、工业场地地貌重塑工程

矿区位于山区，工业场地周边原有土地地形坡度约  $25^{\circ}$ ，坡度较大，工业场地坡度为  $5\sim 10^{\circ}$ ，优于周边地形，本方案设计工业场地维持现有坡度进行地貌重塑，地貌重塑后工业场地坡度为  $5\sim 10^{\circ}$ ，华拓采区工业场地拆除地表建筑物并清理硬化路面后对损毁土地进行平整；吉祥采区作为保留区，矿区内工业场地内建筑物及硬化路面保留，仅对非硬化路面进行平整。

### （1）建筑物拆除

在矿山闭坑后，对工业场地内的建筑物进行拆除。

### （2）场地清理

待建筑物拆除之后，采用推土机对华拓采区工业场地区域地面进行清

理,清理地表硬化物、碎石土,工业场地占地面积  $0.2476\text{hm}^2$ ,清理厚度  $0.3\text{m}$ ,清理工程共计  $743\text{m}^3$ 。

### (3) 土地平整

对工业场地损毁的土地进行平整。

表 4-4 工业场地地貌重塑工程量统计表

损毁单元	拆除建筑垃圾 ( $\text{m}^3$ )	场地工程 ( $\text{m}^3$ )	土地平整 ( $\text{hm}^2$ )
华拓采区工业场地	120	743	0.2476
吉祥采区工业场地			0.2436
合计	120	743	0.4912

## 3、堆矿场地貌重塑工程

矿区堆矿场周边原有土地地形坡度约  $20^\circ$  , 坡度较大,堆矿场坡度为  $5\sim 10^\circ$  , 优于周边地形,本方案设计堆矿场维持现有坡度进行地貌重塑,地貌重塑后堆矿场坡度为  $5\sim 10^\circ$  , 直接对堆矿场损毁土地进行平整。

### (1) 土地平整

对堆矿场损毁的土地进行平整。

表 4-5 堆矿场地貌重塑工程量统计表

损毁单元	土地平整 ( $\text{hm}^2$ )
华拓采区堆矿场	0.5907
吉祥采区堆矿场	0.2575
合计	0.8482

## 4、排水沟地貌重塑工程

矿区位于山区,排水沟周边原有土地地形坡度约  $25^\circ$  , 坡度较大,排水沟坡度为  $10\sim 15^\circ$  , 优于周边地形,本方案设计排水沟维持现有坡度进行地貌重塑,地貌重塑后排水沟坡度为  $10\sim 15^\circ$  , 对排水沟内沉积碎石土进行清理后对损毁土地进行平整。

### (1) 废石清理

待开采结束之后,对排水沟内沉积碎石土进行清理,清理厚度  $0.2\text{m}$ 。

## (2) 土地平整

对排水沟损毁的土地进行平整。

表 4-6 排水沟地貌重塑工程量统计表

损毁单元	清理工程 (m <sup>3</sup> )	土地平整 (hm <sup>2</sup> )
排水沟	665	0.3327
合计	665	0.3327

## 5、运输道路地貌重塑工程

矿区运输道路周边原有土地地形坡度约 20~35°，坡度较大，运输道路坡度为 5~10°，优于周边地形，本方案设计运输道路维持现有坡度进行地貌重塑，地貌重塑后运输道路坡度为 5~10°，直接对运输道路损毁土地进行平整。

## (1) 土地平整

对运输道路损毁的土地进行平整。

表 4-7 运输道路地貌重塑工程量统计表

损毁单元	土地平整 (hm <sup>2</sup> )
华拓采区运输道路	2.2175
吉祥采区运输道路	0.1861
合计	2.4036

## 6、工程量汇总

根据治理措施工程设计，本项目中地貌重塑工程量测算见表 4-8 至 4-10。

表 4-8 华拓采区地貌重塑工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	排水沟	运输道路	工作量
拆除建筑垃圾	m <sup>3</sup>		120				
场地清理	m <sup>3</sup>		743				
废石清理	m <sup>3</sup>				665		
土地平整	hm <sup>2</sup>	35.6671	0.2476	0.5907	0.3327	2.2175	39.0556

表 4-9 吉祥采区地貌重塑工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	运输道路	工作量
------	----	------	------	-----	------	-----

土地平整	hm <sup>2</sup>	3.5055	0.2436	0.2575	0.1861	4.1927
------	-----------------	--------	--------	--------	--------	--------

表 4-10 地貌重塑工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	排水沟	运输道路	工作量
拆除建筑垃圾	m <sup>3</sup>		120				120
场地清理	m <sup>3</sup>		743				743
废石清理	m <sup>3</sup>				665		665
土地平整	hm <sup>2</sup>	39.1726	0.4912	0.8482	0.3327	2.4036	43.2483

## (二) 土壤重构

土壤优先选用矿山开采前剥离储存的表土（含原生微生物和养分），待矿山开采结束、地貌重塑完成后进行覆盖表土；覆盖厚度需匹配复垦修复目标。矿区位于山区，周边原有土地均为林地，表土层厚度 30~50cm，土壤有机质含量为 15.0~20.0g/kg，全氮 1.38~1.43g/kg，有效磷 4.56~5.78mg/kg，速效钾 102~135mg/kg，土壤肥力一般。本方案依照复垦修复质量控制标准要求，设计华拓采区所有可复垦修复单元全部修复为乔木林地，覆土方式采用全面覆土 0.5m，沉实系数取 1.05；吉祥采区留作备用区，可修复单元复垦修复为采矿用地，土壤重构措施为对所有可修复的非建筑土地覆土，覆土方式采用全面覆土 0.3m，沉实系数取 1.05，最后对华拓采区复垦修复土壤施加商品有机肥，乔木林地每公顷施肥 0.75t。复垦用土来源于矿区表土剥离及外购壤土，土壤理化性质与矿区自然土层一致，无重金属污染，复垦后的土壤要求砾石含量小于 20%，有机质含量在管护期结束后不低于原地块或相邻地块水平。华拓采区、吉祥采区各自采区内损毁单元土壤重构工程设计均一致，具体工程量测算见表 4-11 至 4-13。

表 4-11 华拓采区土壤重构工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	排水沟	运输道路	工作量
覆土	m <sup>3</sup>	187254	1300	3101	1747	11642	205044
施肥	t	26.75	0.19	0.44	0.25	1.66	29.29

表 4-12 吉祥采区土壤重构工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	运输道路	工作量
------	----	------	------	-----	------	-----

覆土	m <sup>3</sup>	11042	1356	811	586	13795
----	----------------	-------	------	-----	-----	-------

表 4-13 土壤重构工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	排水沟	运输道路	工作量
覆土	m <sup>3</sup>	198296	2656	3912	1747	12228	218839
施肥	t	26.75	0.19	0.44	0.25	1.66	29.29

### （三）植被重建

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要为森林生态系统，结合矿山以往生态修复的成功案例（复垦修复方向为乔木林地），以及《辽阳县国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《辽阳县生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，本方案确定通过种植乔木恢复森林生态系统。

矿区植被类型属华北植物区系，夹杂长白山区系植物，地形坡度一般为 15°~30°，植被发育，植被覆盖率 80%以上，区域内乔木主要树种有刺槐、柞树、落叶松、楸树、赤松、杨树等。参考矿区周边原生植被及周边矿山修复树种分析，修复乔木林地选择当地适宜树种刺槐作为复垦修复树种，并采用乔草混交的方式进行复垦修复，造林密度为株行距 2m×2m，林间播撒草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 50kg/hm<sup>2</sup>。

本方案设计华拓采区所有恢复植被单元复垦修复方向均为乔木林地，树种选择刺槐（1 年生的截干苗，地径≥0.5cm I级苗木），造林密度为株行距 2m×2m，2500 株/hm<sup>2</sup>，考虑运输、栽植时的损耗，增加 5%的苗木准备。为保证造林成活率，栽植后第一年分 3 次对苗木进行灌溉，每次 0.02m<sup>3</sup>，林间撒播混合草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 50kg/hm<sup>2</sup>，播撒草籽 1 年。吉祥采区留作备用区，可修复单元复垦修复为采矿用地，植被重建修复措施为对所有可修复的非建筑土地播撒草籽复绿。华拓采区、吉祥采区各自采区内损毁单元植被重建工程工程设计均一致，具体工程量测算



见表 4-14 至 4-16。

表 4-14 华拓采区植被重建工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	排水沟	运输道路	工作量
栽植刺槐	株	93626	650	1551	873	5821	102521
播撒草籽	hm <sup>2</sup>	35.6671	0.2476	0.5907	0.3327	2.2175	39.0556
灌溉	m <sup>3</sup>	5350	37	89	50	333	5859

表 4-15 吉祥采区植被重建工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	运输道路	工作量
播撒草籽	hm <sup>2</sup>	3.5055	0.4305	0.2575	0.1861	4.3796

表 4-16 植被重建工程量汇总表

工作项目	单位	露天采场	工业场地	堆矿场	排水沟	运输道路	工作量
栽植刺槐	株	93626	650	1551	873	5821	102521
播撒草籽	hm <sup>2</sup>	39.1726	0.6781	0.8482	0.3327	2.4036	43.4352
灌溉	m <sup>3</sup>	5350	37	89	50	333	5859

#### （四）景观营造

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

1、生态修复的实践性：本质是对矿山破损生态系统的修复与重构，优先解决地质安全、水土流失、植被退化等生态问题。

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

3、功能复合的多元性：兼具生态保护、休闲游憩、科普教育、文化展示等多重功能，并非单一的景观美化工程。

4、文化传承的在地性：挖掘矿山工业历史、地域文化内涵，让工业遗迹成为文化载体，保留场地记忆。

本方案不涉及景观营造等工程设计。

### 三、工程内容

各修复单元采取的表土剥离与植被移植利用、安全示警协同工程、地

貌重塑、土壤重构、植被重建的主要工程详见表 4-17。

表 4-17 主要工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	表土剥离工程	—	—
1	表土剥离	m <sup>3</sup>	100812
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	5.2790
3	编织袋挡土墙	m <sup>3</sup>	332
(二)	安全示警协同工程		
1	警示牌	个	31
2	修建刺线围栏	m	3053
(三)	地貌重塑工程	—	—
1	拆除建筑垃圾	m <sup>3</sup>	120
2	场地清理	m <sup>3</sup>	743
3	废石清理	m <sup>3</sup>	665
4	土地平整	hm <sup>2</sup>	43.2483
(四)	土壤重构工程		
1	覆土	m <sup>3</sup>	218839
2	培肥工程	t	29.29
(五)	植被重建工程		
1	种植刺槐	株	102521
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	43.4352
3	灌溉	m <sup>3</sup>	5859

## 第五章 监测与管护

### 一、监测目标与措施

#### （一）目标任务

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

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

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

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

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

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

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

## （二）监测措施

### 1、监测对象与内容

#### （1）开采前监测

1）主要获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值；

2）监测矿产资源开采前矿山及周边区域地下水环境和土壤环境背景；

3）查清监测范围内土地利用现状、各生态系统类型质量及生产水平；

4）查清监测范围内地表水环境面积和陆地植被生态状况；

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

#### （2）开采中监测

1）主要开展保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效监测；

2）监测矿山开采保护预防控制措施落实情况，包括保护等措施及效果、

预防控制措施及效果；

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

### （3）开采后监测

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

## 2、地质灾害监测

### （1）露天采场崩塌监测

#### 1) 监测内容

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

## 2) 监测方法

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

## 3) 技术要求

①、监测宜采用相同的图形和监测方法、统一仪器和监测方法、固定监测人员；

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

## 4) 监测点的布设

华拓采区露天采场 1 布置三个监测点，华拓采区露天采场 2 布置两个监测点，监测点布置在采场边坡处，便于进行监测。

## 5) 监测时限与频率

监测时限为矿山剩余服务年限 25.13a，监测频率为每两个月监测一次。

## 3、矿山地质环境监测

### （1）地表水环境监测

#### ① 监测内容

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

#### ② 监测方法

固定水量点人工监测记录、水质采样交予相关资质实验室化验检测。

### ③ 技术要求

地表水监测的方法和精度满足《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022 部分代替 HJ/T91-2002）的要求。

### ④ 监测点布设

监测点宜布设在采矿活动预计影响的补给、径流、排泄区域，沿水流向或垂直地下水流向布设水量、水质监测点。结合项目实际情况，本项目地表水环境监测在华拓采区排水沟处布置一个点位。

### ⑤ 监测时限与频率

地表水水量监测采用人工现场监测的方式，每年平水期、枯水期各监测 2 次，丰水期监测 4 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 8 次；水质监测每年监测一次，由矿山企业委托具有相关资质和专业人员进行现场取样，除能够现场测定的一些指标外，其余的均在专门实验室进行测定。

## （2）地下水环境监测

### （1）地下水环境监测

#### ① 监测内容

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

#### ② 监测方法

固定水位点人工监测记录、水质采样交予相关资质实验室化验检测。

#### ③ 技术要求

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

#### ④ 监测点布设

监测点宜布设在采矿活动预计影响的地下水补给、径流、排泄区域，沿地下水流向或垂直地下水流向布设地下水位、地下水水质监测点。结合项目实际情况，本项目地下水环境监测在矿区附近赵家沟村内民用水井布置 1 个地下水监测点位。

#### ⑤ 监测时限与频率

地下水水量监测采用人工现场监测的方式，每年平水期、枯水期各监测 2 次，丰水期监测 4 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 8 次；水质监测每年监测一次，由矿山企业委托具有相关资质和专业人员进行现场取样，除能够现场测定的一些指标外，其余的均在专门实验室进行测定。

### （3）土壤环境监测

#### ① 监测内容

监测内容主要为开采期间、开展复垦修复工程后的土壤理化性质、污染情况等。

#### ② 监测方法

取样采用梅花形布点法采样，交与相关资质实验室化验检测。

#### ③ 技术要求

土壤环境监测采用人工巡查、取样化验方式，精度执行《土壤环境监测技术规范》。



#### ④ 监测点布设

监测点宜布设在采矿活动预计影响到的区域及周边区域，沿着地形由高到低布设土壤环境背景监测点。结合矿山实际情况，本项目土壤环境监测在华拓采区未来开采的露天采场 1 内布置一个监测点位、在华拓采区采场 1 南侧地势更低处的林地内布置一个监测点。

#### ⑤ 监测时限与频率

生产期及管护期内均每年监测一次。

### 4、土地资源监测

#### （1）已损毁土地和拟损毁土地调查监测

##### ① 监测内容

根据现状及预测损毁单元开展损毁土地类型、程度、面积、范围监测。

##### ② 监测点布设

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

##### ③ 监测时限与频率

生产期内每年监测一次。

#### （2）复垦修复土壤质量监测

##### ① 监测内容

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

##### ② 监测要求

采样点需准确定位（GPS）。采样深度需根据监测目标确定（如 0~20cm 表土）。样品采集、保存、运输、制备、分析需严格遵循相关标准，保证质量控制和数据可比性。

### ③ 监测方法

已损毁土地和拟损毁土地调查监测采用无人机航拍结合人工巡视形式进行监测。

复垦修复土壤质量监测要求采集混合样，采用对角线布点法和梅花形布点法，送实验室分析。

### ④ 监测点布设

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

### ⑤ 监测时限与频率

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

## 5、生态系统监测

### （1）植被管护监测

#### ①监测内容

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

#### ②监测方法

植被调查：样方法，在复垦修复后的地块内随机选取乔木（20m×20m 或更大）样方，记录样方内每株树测量树高、胸径/地径、冠幅，记录存活

状况。

### ③ 监测时限与频率

管护期内每半年监测一次。

## (2) 生态系统功能维护监测

### ① 监测内容

按监测目的和监测对象的不同，其内容包括森林立地类型、森林植被类型及分布的调查和评价。

生长期：重点监测种植/播种后的出苗率（通常在种植后 1-3 个月）、成活率。

管护期：验收后每年进行 1 次（建议在生长季末期）。竣工验收后第 1 年、第 3 年进行详细调查。可在中间年份进行简化调查或遥感监测。

### ② 监测方法

森林植被状况监测采取线路调查、区划调查、标准地调查或抽样调查等方法进行。

### ③ 监测要求

固定样地/样方需建立永久性标志，调查人员需具备一定专业知识，保持方法一致性。

### ④ 监测时限与频率

管护期内每半年监测一次。

## 二、管护目标与措施

### 1、管护措施

管护措施：主要内容是对林地的补种，病虫害防治、灌溉

与施肥。植被管护时间为 3 年，管护期间结合监测及时发现及时补植。管护期结束后林木保存率大于 75%且郁闭度大于 0.3。

## 2、管护内容

林地管护内容主要包括补种，病虫害防治、排灌与施肥。

(1) 明确项目单位是复垦修复单位和管护责任单位，划分管护责任区。

(2) 根据损毁特点及时修复水毁复垦修复工程和土地。

(3) 加强森林资源保护工作。禁止在复垦修复的林地内放牧、开垦、采石、挖沙取土，避免造成二次损毁。

(4) 根据实际情况对幼林进行除草、灌溉、施肥，修剪、补植及病虫害防治，促进林木生长。

(5) 对于树木发现的病虫害，应及时进行救治，对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

## 三、工程量

### (一) 监测工程量

矿产资源开发利用方案设计本次华拓采区为生产区，吉祥采区为储备区和修复区暂不回采，本方案仅对该采区土地设计种草复绿工程留作备用采矿用地，不设计监测工程。

#### 1、地质灾害监测工程量

本方案设计在华拓采区采场边坡布置共 5 个监测点，监测频率为每两个月监测一次，监测时限为矿山剩余服务年限 25.13a，共计监测 750 次。

#### 2、矿山地质环境监测工程量

地表水环境监测：本方案设计在华拓采区排水沟处布置一个点位，地

表水水量监测，每年平水期、枯水期各监测 2 次，丰水期监测 4 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 8 次；水质监测每年监测一次，监测时限为矿山剩余服务年限 25.13a，共计监测水量 200 次；水质 25 次。

地下水环境监测：本方案设计在矿区附近赵家沟村内民用水井布置一个点位，地下水水量监测，每年平水期、枯水期各监测 2 次，丰水期监测 4 次（6-9 月每月 1 次，共 4 个月，共 4 次），每年监测 8 次；水质监测每年监测一次，监测时限为矿山剩余服务年限 25.13a，共计监测水量 200 次；水质 25 次。

土壤环境监测：本方案设计在华拓采区未来开采的露天采场 1 内布置一个监测点位、在华拓采区采场 1 南侧地势更低处的林地内布置一个监测点，生产期及管护期内每年监测一次，监测时限为矿山剩余服务年限 25.13a 管护期 3a，共计监测 56 次。

### 3、土地资源监测工程量

已损毁土地和拟损毁土地调查监测：根据《矿区生态修复与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）的相关规定，本方案设计已损毁土地和拟损毁土地调查监测涉及采用无人机航拍结合人工巡视形式，进行全矿巡视监测，不固定监测点位置，生产期内每年监测一次，监测时限为矿山剩余服务年限 25.13a，共计监测 25 次。

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

### 4、生态系统监测工程量

植被管护监测：在复垦修复后的地块内随机选取乔木样方，管护期内

每半年监测一次，共计监测 6 次。

生态系统功能维护监测：重点监测种植/播种后的出苗率（通常在种植后 1-3 个月）、成活率，管护期内每半年监测一次，共计监测 6 次。

## （二）管护工程量

本方案复垦修复面积 43.4771hm<sup>2</sup>，其中乔木林地 39.0556hm<sup>2</sup>，备用采矿用地 4.4215hm<sup>2</sup>，本方案确定最终管护面积 39.0556hm<sup>2</sup>，全部为乔木林地，管护期为 3a，管护期间结合复垦监测效果及时进行苗木补植。管护期结束后林木保存率大于 75%且郁闭度>0.3。

矿区生态修复监测和管护工程量统计详见表 5-1。

表 5-1 矿区生态修复监测和管护工程量统计表

序号	工程名称	监测点位	监测频次	计算单位	工程量
(一)	监测工程				
1	地质灾害监测	5	生产期内，6 次/a	次	750
2	地表水水量监测	1	生产期内，8 次/a	次	200
3	地表水水质监测	1	生产期内，1 次/a	次	25
4	地下水水位监测	1	生产期内，8 次/a	次	200
5	地下水水质监测	1	生产期内，1 次/a	次	25
6	土壤环境监测	2	生产期及管护期内 1 次/a	次	56
7	损毁土地监测	巡视	生产期内，1 次/a	次	25
8	复垦修复土壤质量监测	巡视	管护期内，1 次/a	次	3
9	植被管护监测	1	管护期内，2 次/a	次	6
10	生态系统功能维护监测	1		次	6
(二)	管护工程				
1	管护面积	—		hm <sup>2</sup> ×a	39.0556×3

## 第六章 工程部署与经费估算

### 一、总体部署

根据矿产资源开发利用方案设计的开采方式、服务年限等，矿山生态保护修复工程必须严格按照国家有关法律法规和技术规程、规范要求，循序渐进，精心施工，本方案的工程总体部署分为 3 期：

#### 1、开采治理期（2026 年 1 月至 2051 年 2 月）

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

##### （1）总体生态修复工作计划

##### 1）监测工程

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

##### 2）生态修复工程

于 2026 年对华拓采区露天采场 1 布置警示牌及刺线围栏，对华拓采区露天采场 1 拟损毁范围进行表土剥离，对华拓采区露天采场 2 标高 450m、435m、430m 平台进行播撒草籽、布置编织袋挡土墙，对华拓采区露天采场 2 路堑斜坡进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程；于 2027 年对华拓采区堆矿场、露天采场 2 路基斜坡、500m、478m、455m 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播

撒草籽、灌溉等生态修复工程，对吉祥采区所有可修复单元进行覆土种草，留作备用采矿用地；于 2031~2049 年按照开发利用方案部署的开采时序逐年对华拓采区露天采场 1 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程（修复工程具体时序及工程量见表 6-33 及方案工程部署图）。

表 6-1 开采治理期生态修复工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	表土剥离工程	—	—
1	表土剥离	m <sup>3</sup>	100812
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	5.2790
3	编织袋挡土墙	m <sup>3</sup>	332
(二)	安全示警协同工程		
1	警示牌	个	31
2	修建刺线围栏	m	3053
(三)	地貌重塑工程	—	—
1	土地平整	hm <sup>2</sup>	22.2945
(四)	土壤重构工程		
1	覆土	m <sup>3</sup>	108830
2	培肥工程	t	13.57
(五)	植被重建工程		
1	种植刺槐	株	47518
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	22.4814
3	灌溉	m <sup>3</sup>	2716
(六)	监测与管护工程		
1	地质灾害监测	次	750
2	地表水水量监测	次	200
3	地表水水质监测	次	25
4	地下水水位监测	次	200
5	地下水水质监测	次	25
6	土壤环境监测	次	50
7	损毁土地监测	次	25
8	管护工程	hm <sup>2</sup> ×a	16.9648×3

(2) 近五年生态修复工作计划

1) 监测工程



按照监测工程设计，2026~2030 年对矿山进行地质灾害监测每年 30 次、地表水水量监测每年 8 次、地表水水质监测每年 1 次、地下水水位监测每年 8 次、地下水水质监测每年 1 次、土壤环境监测每年 2 次、损毁土地监测每年 1 次，对修复植被进行管护。

## 2) 生态修复工程

于 2026 年对华拓采区露天采场 1 布置警示牌及刺线围栏，对华拓采区露天采场 1 拟损毁范围进行表土剥离，对华拓采区露天采场 2 标高 450m、435m、430m 平台进行播撒草籽、布置编织袋挡土墙，对华拓采区露天采场 2 路堑斜坡进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程；于 2027 年对华拓采区堆矿场、露天采场 2 路基斜坡、500m、478m、455m 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程；于 2027 年对吉祥采区所有可修复单元进行覆土种草，留作备用采矿用地。

综上所述，矿山近三年共计修复面积 9.6140hm<sup>2</sup>，其中华拓采区 2026 年修复面积 1.2748hm<sup>2</sup>，华拓采区 2027 年修复面积 3.9177hm<sup>2</sup>，吉祥采区 2027 年修复面积 4.4215hm<sup>2</sup>，（修复工程具体时序及工程量见下表及方案近五年工程部署图）

表 6-2 前五年度矿区生态修复工作计划表

修复阶段	所属生态修复区块	主要工程措施	工程量	面积 (hm <sup>2</sup> )
第一年度	华拓采区露天采场 1	警示牌 (个)	31	—
		刺线围栏 (m)	3053	
		表土剥离 (m <sup>3</sup> )	100812	
	华拓采区露天采场 2 450m、435m、430m 平台	撒播草籽 (hm <sup>2</sup> )	5.2790	—
		编织袋挡墙 (m <sup>3</sup> )	332	
	华拓采区露天采场 2 路堑斜坡	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	6693	1.2748
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	1.2748	
		种植刺槐 (株)	3346	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	1.2748	
		施肥 (t)	0.96	
		灌溉 (m <sup>3</sup> )	191	
	华拓采区露天采场 1	地质灾害监测 (次)	18	—
	华拓采区露天采场 2	地质灾害监测 (次)	12	
	评估区	地表水水量监测 (次)	8	
		地表水水质监测 (次)	1	
		地下水水位监测 (次)	8	
		地下水水质监测 (次)	1	
		土壤环境监测 (次)	2	
		损毁土地监测 (次)	1	
第二年度	华拓采区露天采场 2 路基斜坡	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	11498	2.1900
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	2.1900	
		种植刺槐 (株)	5749	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	2.1900	
		施肥 (t)	1.64	
		灌溉 (m <sup>3</sup> )	329	
	华拓采区露天采场 2 500m、478m、455m 平台	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	5969	1.1370
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	1.137	
		种植刺槐 (株)	2985	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	1.137	
		施肥 (t)	0.85	
		灌溉 (m <sup>3</sup> )	171	
	华拓采区堆矿场	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	1434	0.5907
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.5907	
		种植刺槐 (株)	1551	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.5907	
		施肥 (t)	0.44	
		灌溉 (m <sup>3</sup> )	89	

续表 6-2 前五年度矿区生态修复工作计划表

修复阶段	所属生态修复区块	主要工程措施	工程量	面积 (hm <sup>2</sup> )
第二年度	吉祥采区露天采场 1 坑底	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	6848	2.1740
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	2.1740	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	2.1740	
	吉祥采区露天采场 1 平台	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	2754	0.8743
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.8743	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.8743	
	吉祥采区露天采场 2 坑底	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	1440	0.4572
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.4572	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.4572	
	吉祥采区工业场地	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	1356	0.4724
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.2436	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.4305	
	吉祥采区堆矿场	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	811	0.2575
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.2575	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.2575	
	吉祥采区运输道路	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	586	0.1861
		土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.1861	
		播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.1861	
	华拓采区露天采场 1	地质灾害监测 (次)	18	—
	华拓采区露天采场 2	地质灾害监测 (次)	12	
	评估区	地表水水量监测 (次)	8	
		地表水水质监测 (次)	1	
		地下水水位监测 (次)	8	
		地下水水质监测 (次)	1	
		土壤环境监测 (次)	2	
		损毁土地监测 (次)	1	
		乔木林地管护 (hm <sup>2</sup> )	1.2748	
第三年度	华拓采区露天采场 1	地质灾害监测 (次)	18	—
	华拓采区露天采场 2	地质灾害监测 (次)	12	
	评估区	地表水水量监测 (次)	8	
		地表水水质监测 (次)	1	
		地下水水位监测 (次)	8	
		地下水水质监测 (次)	1	
		土壤环境监测 (次)	2	
		损毁土地监测 (次)	1	
		乔木林地管护 (hm <sup>2</sup> )	5.1925	

续表 6-2 前五年度矿区生态修复工作计划表

修复阶段	所属生态修复区块	主要工程措施	工程量	面积 (hm <sup>2</sup> )
第四年度	华拓采区露天采场 1	地质灾害监测 (次)	18	—
	华拓采区露天采场 2	地质灾害监测 (次)	12	
	评估区	地表水水量监测 (次)	8	
		地表水水质监测 (次)	1	
		地下水水位监测 (次)	8	
		地下水水质监测 (次)	1	
		土壤环境监测 (次)	2	
		乔木林地管护 (hm <sup>2</sup> )	5.1925	
第五年度	华拓采区露天采场 1	地质灾害监测 (次)	18	—
	华拓采区露天采场 2	地质灾害监测 (次)	12	
	评估区	地表水水量监测 (次)	8	
		地表水水质监测 (次)	1	
		地下水水位监测 (次)	8	
		地下水水质监测 (次)	1	
		土壤环境监测 (次)	2	
		损毁土地监测 (次)	1	
		乔木林地管护 (hm <sup>2</sup> )	2.7807	

## 2、闭坑修复期（2051 年 3 月～2052 年 2 月）

按照“谁破坏、谁治理、谁修复”的原则，矿山做好以下矿山生态保护修复工程：

### （1）生态修复工程

对华拓采区露天采场 1 坑底、露天采场 2 450m、435m、430m 平台、运输道路、工业场地、排水沟进行拆除建筑垃圾、场地清理、废石清理、土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程。

表 6-3 闭坑修复期生态修复工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量	
(一)	地貌重塑工程	—	—	
1	拆除建筑垃圾	m <sup>3</sup>	120	
2	场地清理	m <sup>3</sup>	743	
3	废石清理	m <sup>3</sup>	665	
4	土地平整	hm <sup>2</sup>	20.9538	
(二)	土壤重构工程			
1	覆土	m <sup>3</sup>	110009	
2	培肥工程	t	15.72	
(三)	植被重建工程			
1	种植刺槐	株	55003	
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	20.9538	
3	灌溉	m <sup>3</sup>	3143	

3、监测管护期（2052 年 3 月～2055 年 2 月）

对华拓采区所有生态修复单元进行监测管护工作及生态系统监测，管护工作与生态修复工程实施的时期基本一致，全部修复工程完工后，再顺延三年，防止修复土地的退化，保证植树三年后成活率 75%以上且郁闭度大于 0.3。

表 6-4 监测管护期生态修复工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	监测与管护工程		
1	土壤环境监测	次	6
2	植被管护监测	次	6
3	生态系统功能维护监测	次	6
4	管护	hm <sup>2</sup> ×a	20.9538×3

根据“边生产、边治理、边修复”的原则及本矿山工程建设特点和开采时序进度安排。本方案服务年限为 29.13a，即 2026 年 1 月至 2055 年 2 月。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1、经费估算依据

- (1) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）；
- (2) 《辽宁工程造价信息》（2025年10月）；
- (3) 《辽宁省地质环境项目资金管理暂行办法》（辽国土资发〔2012〕184号）；
- (4) 《财政部税务总局海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（财税〔2019〕39号）；
- (5) 《关于印发<辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法>的通知》辽自然资规〔2018〕1号；
- (6) 在预算编制过程中，相关原材料在定额和造价信息中没有的部分，以市场价为参考依据。

## 2、取费标准及计算方法

### (1) 人工估算单价

财政部、国土资源部 2012 年下发的《土地开发整理项目预算编制暂行规定》中所规定的甲类工、乙类工日单价与当地当前实际水平相比明显偏低。本方案在实际调查情况下，并结合当地的实际及劳动部门意见，确定本方案人工单价预算以实际情况为依据，人工费：甲类工 164.68 元/工日，乙类工 141.75 元/工日。

表 6-5 人工预算单价计算表（甲类工）

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准（元/月）×地区工资系数×12月÷（年应工作天数—年非工作天数）	94.61
2	辅助工资	以下四项之和	11.29
(1)	地区津贴	津贴标准（元/月）×12月÷（年应工作天数—年非工作天数）（100%）	0
(2)	施工津贴	津贴标准（元/天）×365天×辅助工资系数÷（年应工作天数—年非工作天数）（100%）	6.33
(3)	夜餐津贴	（中班+夜班）÷2×辅助工资系数（100%）	1.00
(4)	节日加班津贴	基本工资（元/日）×（3-1）×11/年工作天数×辅助工资系数（100%）	3.96
3	工资附加费	以下七项之和	58.78
(1)	职工福利基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（14%）	14.83
(2)	工会经费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（2%）	2.12
(3)	养老保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（20%）	21.18
(4)	医疗保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（8%）	8.47
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（1.5%）	1.59
(6)	职工失业保险基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（2%）	2.12
(7)	住房公积金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（8%）	8.47
4	人工工日估算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	164.68

表 6-6 人工预算单价计算表（乙类工）

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准（元/月）×地区工资系数×12月÷（年应工作天数—年非工作天数）	84.65
2	辅助工资	以下四项之和	6.52
(1)	地区津贴	津贴标准（元/月）×12月÷（年应工作天数—年非工作天数）（100%）	0
(2)	施工津贴	津贴标准（元/天）×365天×辅助工资系数÷（年应工作天数—年非工作天数）（100%）	4.75
(3)	夜餐津贴	（中班+夜班）÷2×辅助工资系数（100%）	0.25
(4)	节日加班津贴	基本工资（元/日）*（3-1）*11/年工作天数*辅助工资系数（100%）	1.52
3	工资附加费	以下七项之和	50.58
(1)	职工福利基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（14%）	12.76
(2)	工会经费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（2%）	1.82
(3)	养老保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（20%）	18.23
(4)	医疗保险金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（8%）	7.29
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（1.5%）	1.37
(6)	职工失业保险基金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（2%）	1.82
(7)	住房公积金	[基本工资（元/日）+辅助工资（元/日）]×费率（8%）	7.29
4	人工工日估算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	141.75

## （2）材料估算价格

主要材料预算价格根据辽宁省工程造价信息网 2025 年 10 月信息价期刊进行编制。



表 6-7 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	价格
1	0 号柴油	kg	6.9
2	92 号汽油	kg	6.97
3	电	kwh	0.87
4	风	m <sup>3</sup>	0.3
5	水	m <sup>3</sup>	6
6	块石	m <sup>3</sup>	50
7	砂浆	m <sup>3</sup>	430
8	刺槐 2 年生I级苗	株	4.0
9	草籽	Kg	50

### （3）施工机械台班费

在施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综[2011]128 号）。

3、费用构成：包括工程施工费、设备购置费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费（复垦效果监测费、管护费）和预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）组成等。

#### （1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金以及监测费组成。

1）直接费：由直接工程费、措施费组成。

直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×人工费单价。

材料费=工程量×材料费单价。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。

措施费：措施费费率为 3.80%。其费率表如表 6-8 所示。

表 6-8 措施费费率表

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

## 2) 间接费

土方、砌体及其他工程费率为 5.00%，石方工程费率为 6.00%，间接费按工程种类分别计取见下表 6-9。

表 6-9 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率(%)
1	土方工程	直接费	5.00
2	石方工程	直接费	6.00
3	砌体工程	直接费	5.00
4	其他工程	直接费	5.00

## 3) 利润

利润依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综[2011]128 号），利润率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

## 4) 税金

税金依据财政部、税务总局、海关总署《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号），税金按增值税税率 9.00% 计算，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

### (2) 设备购置费

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

### (3) 其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费构成。

#### 1) 前期工作费

前期工作费包括土地清查费、矿区生态修复方案编制费、勘测费、设计费以及为保证项目开展的科学研究试验等费用。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，其费用可按工程施工费用的 2.4% 计取。

#### 3) 竣工验收费

竣工验收费指生态修复工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括竣工验收与决算费、项目决算审计费、土地重估与登记费、基本农田重划与标记设定费等费用。竣工验收费按工程施工费的 3% 计算。

#### 4) 业主管理费

业主管理费依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目估算定额标准》（财综[2011]128 号）中规定按工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费之和的 3% 进行计取。

### （4）监测与管护费

#### 1) 监测费

地质灾害监测费：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/次。

地表水水量监测费：监测单价依据其实际情况确定为 300 元/次。

地表水水质监测费：监测单价依据其实际情况确定为 500 元/次。

地下水水位监测费：监测单价依据其实际情况确定为 300 元/次。

地下水水质监测费：监测单价依据其实际情况确定为 500 元/次。

土壤环境监测费：监测单价依据其实际情况确定为 600 元/次。

损毁土地监测费：监测单价依据其实际情况确定为 1000 元/次。

复垦修复土壤质量监测：监测单价依据其实际情况确定为 800 元/次。

植被管护监测：监测单价依据其实际情况确定为 800 元/次。

生态系统功能维护监测：监测单价依据其实际情况确定为 1200 元/次

## 2) 管护费

管护费是对生态修复区域植被管护工作所发生的费用，主要包括监测和管护。本方案设计管护期为 3 年，管护面积为 39.0556hm<sup>2</sup>，全部为乔木林地管护费单价如表 6-9 所示。

乔木林地管护费：

乔木林地补种树苗材料费：本方案设计种植乔木 1 公顷 2500 株，设计成活率 90%，每年每公顷按 10%补苗。

林地补肥材料费：本方案设计复垦修复乔木林地每年每公顷按 0.75t 补肥。

表 6-10 林地管护费单价表 单位：元/（hm<sup>2</sup>·a）

序号	名称		单位	工程量	单价	小计
1	人工	甲类工	工日			
2		乙类工	工日	17.60	141.75	2495
3	其他费用		%	10	2494.80	249
4	合计					2744
5	补苗材料费（乔木）		棵	250	4.00	1000
6	补肥材料费		t	0.75	1000	750

故本方案乔木林地的后期管护费为每年每公顷 2744+1000+750=0.4494 万元。

（5）基本预备费

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

（6）涨价预备费：考虑到物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素，需要计算动态投资费，根据目前我国经济发展情况，考虑到本项目开采许可年限内物价上涨的不确定因素，价差预备费费率按 5%计取。假设生态修复工程的年限为 n 年，且每年的静态投资费为 a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub>、a<sub>3</sub>……a<sub>n</sub>（万元），则第 n 年的价差预备费 W<sub>n</sub>：

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

（二）单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算，表土剥离与植被移植利用经费 145.9255 万元、安全示警协同工程经费 4.7345 万元、地貌重塑经费 74.7684 万元、土壤重构经费 506.7741 万元、植被重建经费 103.5891 万元、监测

经费 36.8000 万元、管护工程经费 52.6548 万元。

单项工程量及其经费估算汇总表，详见表 6-11。

表 6-11 单项工程量及其经费估算汇总表

序号	工程名称	计算单位	工程量	合计（万元）
(一)	表土剥离与植被移植利用工程	合计		145.9255
1	表土剥离工程	小计		144.5453
(1)	表土剥离	100m <sup>3</sup>	1008.12	144.5453
2	表土管护工程	小计		0.7577
(1)	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	5.2790	0.7577
3	表土堆场拦挡工程	小计		0.6225
(3)	编织袋	100m <sup>3</sup>	3.32	0.6225
(二)	安全示警协同工程	合计		4.7345
1	警示牌	个	31	0.1550
2	修建刺线围栏	m	3053	4.5795
(三)	地貌重塑工程	合计		74.7684
1	拆除建筑垃圾	100m <sup>3</sup>	1.20	3.9864
2	场地清理	100m <sup>3</sup>	7.43	0.7791
3	废石清理	100m <sup>3</sup>	6.65	9.4769
4	土地平整	100m <sup>2</sup>	4324.83	60.5260
(四)	土壤重构工程	合计		506.7741
1	表土回覆	100m <sup>3</sup>	1008.12	136.0458
2	客土覆土	100m <sup>3</sup>	1180.27	367.7993
3	培肥工程	t	29.29	2.9290
(五)	植被重建工程	合计		103.5891
1	种植刺槐	100 株	1025.21	82.1798
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	43.4352	15.1667
3	灌溉	100m <sup>3</sup>	58.59	6.2426
(六)	监测工程	合计		36.8000
1	地质灾害监测	次	750	15.0000
2	地表水水量监测	次	200	6.0000
3	地表水水质监测	次	25	1.2500
4	地下水水位监测	次	200	6.0000
5	地下水水质监测	次	25	1.2500
6	土壤环境监测	次	56	3.3600
7	损毁土地监测	次	25	2.5000
8	复垦修复土壤质量监测	次	3	0.2400
9	植被管护监测	次	6	0.4800
10	生态系统功能维护监测	次	6	0.7200
(七)	管护工程	合计		52.6548
1	乔木林地管护	hm <sup>2</sup> ×a	39.0556×3	52.6548
总计				835.7916

（三）总工程量及其经费估算

通过矿区生态修复投资预算，本项目生态修复动态投资 2632.3889 万元，静态总投资 1100.5238 万元。生态修复总工程量汇总见表 6-12，经费估算见表 6-13 至表 6-30。

表 6-12 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	比例（%）
一	工程施工费	835.7916	31.75
二	其他费用	118.0471	4.48
三	监测与管护费	89.4548	3.40
（一）	监测费	36.8000	1.40
（二）	管护费	52.6548	2.00
四	预备费	1589.0954	60.37
（一）	基本预备费	57.2303	2.17
（二）	价差预备费	1531.8651	58.19
五	静态总投资	1100.5238	41.81
六	动态总投资	2632.3889	100.00

表 6-13 价差预备费估算表

年度	静态投资	系数 (1+5%) <sup>n-1</sup>	价差预备费	动态投资
2026	60.6798	0.0000	0.0000	60.6798
2027	173.0379	0.0500	8.6519	181.6898
2028	2.2100	0.1025	0.2265	2.4365
2029	2.2100	0.1576	0.3483	2.5583
2030	2.2100	0.2155	0.4763	2.6863
2031	23.4048	0.2763	6.4667	29.8715
2032	24.6177	0.3401	8.3725	32.9902
2033	24.9067	0.4071	10.1395	35.0462
2034	2.2100	0.4775	1.0553	3.2653
2035	25.5006	0.5513	14.0585	39.5591
2036	26.2016	0.6289	16.4782	42.6798
2037	27.7123	0.7103	19.6840	47.3963
2038	2.2100	0.7959	1.7589	3.9689
2039	31.4397	0.8856	27.8430	59.2827
2040	2.2100	0.9799	2.1656	4.3756
2041	32.2016	1.0789	34.7423	66.9439
2042	31.4292	1.1829	37.1776	68.6068
2043	27.5003	1.2920	35.5304	63.0307
2044	30.5003	1.4066	42.9017	73.402
2045	26.2118	1.5270	40.0254	66.2372
2046	25.8161	1.6533	42.6818	68.4979
2047	25.4949	1.7860	45.5339	71.0288
2048	2.2100	1.9253	4.2549	6.4649
2049	31.4392	2.0715	65.1263	96.5655
2050	1.3200	2.2251	2.9371	4.2571
2051	376.5330	2.3864	898.5584	1275.0914
2052	17.1300	2.5557	43.7791	60.9091
2053	17.1300	2.7335	46.8249	63.9549
2054	17.1300	2.9201	50.0213	67.1513
2055	7.7163	3.1161	24.0448	31.7611
合计	1100.5238	—	1531.8651	2632.3889



表 6-14 机械台班费预算单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费（元）	信息来源
1013	推土机功率 59kw	550.78	辽宁省住房和城乡建设厅 2025 年 10 月辽宁省辽阳市 建设工程机械租赁参考价格 及当地市场询价
1014	推土机功率 74kw	720.29	
1015	挖掘机油动 1m <sup>3</sup>	1710.00	
1001	挖掘机电动 2m <sup>3</sup>	2050.00	
4011	自卸汽车 5t	470.00	
4013	自卸汽车 10t	684.00	
1031	自行式平地机功率 118kw	815.29	
4036	洒水车 2500L	263.71	

表 6-15 表土剥离直接费单价分析表

定额编号：[10218] 1m <sup>3</sup> 挖掘机挖装自卸汽车运土运距 0.5~1km 定额单位：100m <sup>3</sup>					
序号:	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	人工费	—	—	—	144.05
1	甲类工	工日	0.1	164.68	16.47
2	乙类工	工日	0.9	141.75	127.58
二	机械费	—	—	—	971.92
1	挖掘机油动 1m <sup>3</sup>	台班	0.22	1710.00	376.20
2	推土机 59kw	台班	0.16	550.78	88.12
3	自卸汽车 5t	台班	1.08	470.00	507.60
三	其他费用	%	5	1115.97	55.80
合计					1171.77

表 6-16 拆除建筑垃圾直接费单价分析表

定额编号：[30073] 水泥浆砌砖 定额单位：100m <sup>3</sup>					
序号:	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	人工费	—	—	—	26564.57
1	甲类工	工日	9.3	164.68	1531.52
2	乙类工	工日	176.6	141.75	25033.05
二	其他费用	%	2.2	26564.57	584.42
合计					27148.99

表 6-17 场地清理直接费单价分析表

定额编号：[20275] 推土机推运石渣 50m 定额单位：100m <sup>3</sup>					
序号:	项目名称	单位	数量	单价（元）	小计（元）
一	人工费	—	—	—	200.75
1	甲类工	工日	0.10	164.68	16.47
2	乙类工	工日	1.30	141.75	184.28
二	机械费	—	—	—	641.06
1	推土机功率 74kw	台班	0.89	720.29	641.06
三	其他费用	%	1.8	841.81	15.15
合计					856.96

表 6-18 废石清理直接费单价分析表

定额编号: [20184]		人工挑抬运石渣 70—80m			定额单位: 100m <sup>3</sup>
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	11318.32
1	甲类工	工日	4	164.68	658.72
2	乙类工	工日	75.2	141.75	10659.60
二	其他费用	%	2.9	11318.32	328.23
合计					11646.55

表 6-19 人工编织袋装土直接工程单价分析表

定额编号: 10046 换		人工编织袋装土 (三类土)			定额单位: 100m <sup>3</sup>
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	4301.07
1	甲类工	工日	1.50	164.68	247.02
2	乙类工	工日	28.60	141.75	4054.05
二	材料费				208.50
1	编织袋	个	834	0.25	208.50
三	其他费用	%	3.5	4509.57	157.83
合计					4667.4

表 6-20 土地平整直接工程单价分析

定额编号: (10330)		一般平土			定额单位: 100m <sup>2</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	28.35
1	甲类工	工日	0	164.68	0.00
2	乙类工	工日	0.20	141.75	28.35
二	机械费	—	—	—	81.53
1	自行式平地机功率 118kw	台班	0.10	815.29	81.53
三	其他费用	%	5.00	108.88	5.49
合计					114.37

表 6-21 表土回覆直接工程单价分析

定额编号: [10243] 2m <sup>3</sup> 挖掘机挖装自卸汽车运土运距 0.5~1km		定额单位: 100m <sup>3</sup>			
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	113.40
1	甲类工	工日	0.00	164.68	0.00
2	乙类工	工日	0.80	141.75	113.40
二	机械费	—	—	—	976.85
1	挖掘机电动 2m <sup>3</sup>	台班	0.15	2050.00	307.50
2	推土机 59kw	台班	0.11	550.78	60.59
3	自卸汽车 10t	台班	0.89	684.00	608.76
三	其他费用	%	5	1090.25	54.51
合计					1144.76

表 6-22 客土覆土直接工程单价分析

定额编号: [10246] 2m³挖掘机挖装自卸汽车运土运距 2~3km 定额单位: 100m³					
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	113.40
1	甲类工	工日	0.00	164.68	0.00
2	乙类工	工日	0.80	141.75	113.40
二	机械费	—	—	—	1312.01
1	挖掘机电动 2m³	台班	0.15	2050.00	307.50
2	推土机 59kw	台班	0.11	550.78	60.59
3	自卸汽车 10t	台班	1.38	684.00	943.92
三	材料费	—	—	—	1000.00
1	客土	m³	100	10	1000.00
四	其他费用	%	5	2425.41	121.27
合计					2546.68

表 6-23 栽植乔木直接工程单价分析 (含苗木及运输费、整地费、栽植费等)

定额编号: (90007) 栽植乔木 (刺槐) 定额单位: 100 株					
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	212.63
1	甲类工	工日	0	164.68	0.00
2	乙类工	工日	1.50	141.75	212.63
二	材料费	—	—	—	439.20
1	刺槐 (2 年生I级苗)	株	105.00	4.00	420.00
2	水	m³	3.20	6.00	19.20
三	其他费用	%	0.50	651.83	3.26
合计					655.09

表 6-24 撒播草籽工程综合单价分析

定额编号: [90030] 直播草籽 (撒播) 定额单位: hm²					
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	297.68
1	甲类工	工日	0	164.68	0.00
2	乙类工	工日	2.10	141.75	297.68
二	材料费	—	—	—	2500.00
1	草籽 (紫花苜蓿)	kg	50	50.00	2500.00
三	其他费用	%	2.00	2797.68	55.95
合计					2853.63

表 6-25 浇水灌溉直接工程单价分析

浇水灌溉 定额单位: 100m³					
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费				565.58
1	甲类工	工日	0	164.68	0.00
2	乙类工	工日	3.99	141.75	565.58
二	材料费				
三	机械费				263.71
1	洒水车 2500L	台班	1.0	263.71	263.71
四	其他费用	%	5.00	829.29	41.46
合计					870.75

表 6-26 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	直接费单价 (元)	直接工程费单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
1	表土剥离	100m <sup>3</sup>	1216.30	1171.77	44.53	60.81	38.31	118.39	1433.81
2	拆除建筑垃圾	100m <sup>3</sup>	28180.65	27148.99	1031.66	1409.03	887.69	2742.96	33220.34
3	场地清理	100m <sup>3</sup>	889.52	856.96	32.56	44.48	28.02	86.58	1048.60
4	废石清理	100m <sup>3</sup>	12089.06	11646.55	442.51	604.51	380.81	1176.67	14251.05
5	人工编织袋装土	100m <sup>3</sup>	4844.76	4667.4	177.36	242.24	152.61	471.56	5711.17
6	土地平整	100m <sup>2</sup>	118.72	114.37	4.35	5.94	3.74	11.56	139.95
7	表土回覆	100m <sup>3</sup>	1144.76	1144.76	43.50	57.24	36.07	111.43	1349.50
8	客土覆土	100m <sup>3</sup>	2643.45	2546.68	96.77	132.18	83.29	257.31	3116.23
9	栽植乔木	100 株	679.98	655.09	24.89	34.00	21.42	66.19	801.59
10	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	2962.07	2853.63	108.44	148.10	93.31	288.31	3491.79
11	灌溉	100m <sup>3</sup>	903.84	870.75	33.09	45.19	28.47	87.98	1065.48
12	警示牌	个	市场价						50.00
13	修建刺线围栏	m	市场价						15.00
14	施肥	t	市场价						1000.00

表 6-27 工程施工费估算表

序号	工程名称	计算单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
(一)	表土剥离与植被移植利用工程				
1	表土剥离工程				
(1)	表土剥离	100m <sup>3</sup>	1008.12	1433.81	144.5453
2	表土管护工程				
(1)	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	2.1700	3491.79	0.7577
3	表土堆场拦挡工程				
(3)	编织袋	100m <sup>3</sup>	1.09	5711.17	0.6225
(二)	安全示警协同工程				
1	警示牌	个	31	50.00	0.1550
2	修建刺线围栏	m	3053	15.00	4.5795
(二)	地貌重塑工程				
1	拆除建筑垃圾	100m <sup>3</sup>	1.20	33220.34	3.9864
2	场地清理	100m <sup>3</sup>	7.43	1048.60	0.7791
3	废石清理	100m <sup>3</sup>	6.65	14251.05	9.4769
4	土地平整	100m <sup>2</sup>	4324.83	139.95	60.5260
(三)	土壤重构工程				
1	表土回覆	100m <sup>3</sup>	1008.12	1349.50	136.0458
2	客土覆土	100m <sup>3</sup>	1180.27	3116.23	367.7993
3	培肥工程	t	29.29	1000.00	2.9290
(四)	植被重建工程				
1	种植刺槐	100 株	1025.21	801.59	82.1798
2	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	43.4352	3491.79	15.1667
3	灌溉	100m <sup>3</sup>	58.59	1065.48	6.2426
合计					835.7916

表 6-28 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	工程施工费	5	45.1327
(1)	调查费	工程施工费	1.5	12.5369
(2)	土地勘测费	工程施工费	1.5	12.5369
(3)	方案编制费	工程施工费	无	0
(4)	阶段设计与预算编制费	工程施工费	2	20.0589
(5)	工程招标代理费	工程施工费	无	0
2	工程监理费	工程施工费	2.4	20.0590
3	竣工验收费	工程施工费	3	25.0737
(1)	工程验收费	工程施工费	3	25.0737
4	业主管理费	工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费	3	27.7817
合计				118.0471

表 6-29 监测与管护费估算表

序号	工程或费用名称	计量单	工程量	综合单价（元）	合计（元）
一	监测工程				
1	地质灾害监测	次	750	200.00	15.0000
2	地表水水量监测	次	200	300.00	6.0000
3	地表水水质监测	次	25	500.00	1.2500
4	地下水水位监测	次	200	300.00	6.0000
5	地下水水质监测	次	25	500.00	1.2500
6	土壤环境监测	次	56	600.00	3.3600
7	损毁土地监测	次	25	1000.00	2.5000
8	复垦修复土壤质量监	次	3	800.00	0.2400
9	植被管护监测	次	6	800.00	0.4800
10	生态系统功能维护监	次	6	1200.00	0.7200
二	管护工程				
1	乔木林地管护	hm <sup>2</sup> ×a	39.0556×3	4494	52.6548
合计					89.4548

表 6-30 预备费估算表

序号	费用名称	费基（元）	费率（%）	合计（元）
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	6	57.2303
2	价差预备费	费率取 5%		1531.8651
合计				1589.0954

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

矿山设计开采剩余服务年限为 25.13 年，矿区生态修复时间为 29.13 年（2026 年 1 月至 2055 年 2 月）。根据矿山开发利用方案及矿山实际情况对矿区生态修复进行分期部署，可分为三期：近期、中期和远期。本项目进度安排仅作为矿山企业边生产边修复的参考。

1、近期（5 年内）实施计划

（1）监测工程

按照监测工程设计，在生产期内对矿山进行地质灾害监测、地质环境

监测、土地资源监测，对修复植被进行管护。

(2) 生态修复工程

本项目设计开采剩余服务年限为 25.13 年，近期年度工作主要安排在 2026 年 1 月~2031 年 12 月，近期内工程主要包括 2026 年对华拓采区露天采场 1 布置警示牌及刺线围栏，对华拓采区露天采场 1 拟损毁范围进行表土剥离，对华拓采区露天采场 2 450m、435m、430m 平台进行播撒草籽、布置编织袋挡土墙，对华拓采区露天采场 2 路堑斜坡进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程；2027 年对华拓采区堆矿场、露天采场 2 路基斜坡、500m、478m、455m 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉等生态修复工程，对吉祥采区所有可修复单元进行覆土种草，留作备用采矿用地，近期（5 年内）具体工程安排时序及工程量见表 6-28：

2、中期（第 6~10 年）实施计划

中期年度安排工作主要体现在 2031 年 1 月~2035 年 12 月，中期内工程主要有监测工程、华拓采区露天采场 1 平台生态修复工程，工程安排如下表 6-26，具体时序及工程量见方案工程部署图。

表 6-31 中期（第 6~10 年）实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	近期修复工作安排工程措施
中期	2031 年 1 月~ 2035 年 12 月	进行地质灾害监测、地表水水量监测、地表水水质监测、地下水水位监测、地下水水质监测、土壤环境监测、损毁土地监测；对华拓采区露天采场 1 700m、690m、680m、670m 平台进行土地平整、覆土、施肥、栽植刺槐、播撒草籽、灌溉、。

3、远期（10 年后~管护期结束）实施计划

远期年度工作主要安排在 2036 年 1 月~2055 年 2 月,远期工程主要包括对华拓采区露天采场 1 660m、650m、640m、630m、620m、610m、600m、590m、580m、570m、560m 平台、露天采场 1 坑底、露天采场 2 450m、435m、430m 平台、工业场地、运输道路、排水沟的地貌重塑、土壤重构、植被重建工程以及监测与管护工程。工程安排如下表 6-27，具体时序及工程量见方案工程部署图。

表 6-32 远期（10 年后~管护期结束）实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	远期修复工作安排工程措施
远期	2036 年 1 月~ 2055 年 2 月	华拓采区露天采场 1 平台、坑底、露天采场 2 450m、435m、430m 平台、工业场地、运输道路、排水沟的地貌重塑、土壤重构、植被重建工程以及地质灾害监测、地表水水量监测、地表水水质监测、地下水水位监测、地下水水质监测、土壤环境监测、损毁土地监测、复垦修复土壤质量监测、植被管护监测、生态系统功能维护监测和管护工程。



(二) 近年工作任务与经费进度安排

表 6-33 前五年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围(拐点坐标)	所属生态 修复区块	是否为 临时用地	主要工程措施	工程量	目标 地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	费用 (万元)
1	第一年度	—	华拓采区露天采场 1	否	警示牌 (个)	31	—	—	0.1550
		—			刺线围栏 (m)	3053			4.5795
		详见附表 18		否	表土剥离 (m <sup>3</sup> )	100812	—	—	144.5453
		详见附表 18	华拓采区露天采场 2 450m、435m、430m 平台	否	撒播草籽 (hm <sup>2</sup> )	5.2790			0.7577
					编织袋挡墙 (m <sup>3</sup> )	332			0.6225
		详见附表 18	华拓采区露天采场 2 路堑斜坡	否	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	6693	乔木林地	1.2748	9.0322
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	1.2748			1.7841
					种植刺槐 (株)	3346			2.6821
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	1.2748			0.4451
					施肥 (t)	0.96			0.0960
					灌溉 (m <sup>3</sup> )	191			0.2035
		—	评估区	否	地质灾害监测 (次)	30	—	—	0.6000
		—			地表水水量监测(次)	8			0.2400
		—			地表水水质监测(次)	1			0.0500
		—			地下水水位监测(次)	8			0.2400
		—			地下水水质监测(次)	1			0.0500
		—			土壤环境监测 (次)	2			0.1200
		—			损毁土地监测 (次)	1			0.1000

续表 6-33 前五年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围(拐点坐标)	所属生态 修复区块	是否为 临时用地	主要工程措施	工程量	目标 地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	费用 (万元)
2	第二年度	详见附表 18	华拓采区露天采场 2 平台路基斜坡	否	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	11498	乔木林地	2.1900	15.5166
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	2.1900			3.0649
					种植刺槐 (株)	5749			4.6083
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	2.1900			0.7647
					施肥 (t)	1.64			0.1640
					灌溉 (m <sup>3</sup> )	329			0.3505
		详见附表 18	华拓采区露天采场 2 500m、478m、455m 平台	否	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	5969	乔木林地	1.1370	8.0552
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	1.137			1.5912
					种植刺槐 (株)	2985			2.3927
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	1.137			0.3970
					施肥 (t)	0.85			0.0850
					灌溉 (m <sup>3</sup> )	171			0.1822
		详见附表 18	华拓采区堆矿场	否	表土回覆 (m <sup>3</sup> )	1434	乔木林地	0.5907	1.3940
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.5907			0.8267
					种植刺槐 (株)	1551			1.2433
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.5907			0.2063
					施肥 (t)	0.44			0.0440
					灌溉 (m <sup>3</sup> )	89			0.0948
		详见附表 18	吉祥采区露天采场 1 坑底	否	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	6848	采矿用地	2.1740	21.3399
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	2.1740			3.0425
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	2.1740			0.7591
		详见附表 18	吉祥采区露天采场 1 平台	否	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	2754	采矿用地	0.8743	8.5821
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.8743			1.2236
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.8743			0.3053

续表 6-33 前五年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围(拐点坐标)	所属生态 修复区块	是否为 临时用地	主要工程措施	工程量	目标 地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	费用 (万元)
2	第二年度	详见附表 18	吉祥采区露天采场 2 坑底	否	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	1440	采矿用地	0.4572	4.4874
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.4572			0.6399
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.4572			0.1596
		详见附表 18	吉祥采区工业场地	否	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	1356	采矿用地	0.4724	4.2256
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.2436			0.3409
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.4305			0.1503
		详见附表 18	吉祥采区堆矿场	否	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	811	采矿用地	0.2575	2.5273
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.2575			0.3604
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.2575			0.0899
		详见附表 18	吉祥采区运输道路	否	客土覆土 (m <sup>3</sup> )	586	采矿用地	0.1861	1.8261
					土地平整 (hm <sup>2</sup> )	0.1861			0.2604
					播撒草籽 (hm <sup>2</sup> )	0.1861			0.0650
		—	评估区	否	地质灾害监测 (次)	30	—	—	0.6000
		—			地表水水量监测(次)	8			0.2400
		—			地表水水质监测(次)	1			0.0500
		—			地下水水位监测(次)	8			0.2400
		—			地下水水质监测(次)	1			0.0500
		—			土壤环境监测 (次)	2			0.1200
		—			损毁土地监测 (次)	1			0.1000
		—			乔木林地管护 (hm <sup>2</sup> )	1.2748			0.5729

续表 6-33 前五年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围（拐点坐标）	所属生态 修复区块	是否为 临时用地	主要工程措施	工程量	目标 地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	费用 (万元)
3	第三年度	—	评估区	否	地质灾害监测（次）	30	—	—	0.6000
		—			地表水水量监测（次）	8			0.2400
		—			地表水水质监测（次）	1			0.0500
		—			地下水水位监测（次）	8			0.2400
		—			地下水水质监测（次）	1			0.0500
		—			土壤环境监测（次）	2			0.1200
		—			损毁土地监测（次）	1			0.1000
		—			乔木林地管护（hm <sup>2</sup> ）	5.1925			2.3335
		—			地质灾害监测（次）	30			0.6000
		—			地表水水量监测（次）	8			0.2400
4	第四年度	—	评估区	否	地表水水质监测（次）	1	—	—	0.0500
		—			地下水水位监测（次）	8			0.2400
		—			地下水水质监测（次）	1			0.0500
		—			土壤环境监测（次）	2			0.1200
		—			损毁土地监测（次）	1			0.1000
		—			乔木林地管护（hm <sup>2</sup> ）	5.1925			2.3335
		—			地质灾害监测（次）	30			0.6000
		—			地表水水量监测（次）	8			0.2400
		—			地表水水质监测（次）	1			0.0500
		—			地下水水位监测（次）	8			0.2400
5	第五年度	—	评估区	否	地下水水质监测（次）	1	—	—	0.0500
		—			土壤环境监测（次）	2			0.1200
		—			损毁土地监测（次）	1			0.1000
		—			乔木林地管护（hm <sup>2</sup> ）	2.7807			1.7606

## 第七章 保障措施与公众参与

### 一、保障措施

#### （一）组织保障

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁修复”原则，明确方案实施的组织机构及其职责：矿区生态修复方案报请自然资源行政主管部门批准后，由矿山负责组织实施。为保证方案的顺利实施，负责方案的委托、报批和实施工作，应建立一个辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿法人任组长的矿区生态修复工作领导小组，下设立各专门机构，选调责任心强，政策水平较高，懂专业的得力人员，具体负责矿区生态修复的各项工作。确保矿区生态修复工程的实施，以达到矿区生态修复的最终效果。

#### （二）技术保障

根据矿区生态修复各项工程的技术要求，具体可以采以下技术保障措施：

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

2、矿区生态修复实施中，根据矿区生态修复方案内容，可与相关实力雄厚的技术单位合作，编制阶段矿区生态修复实施计划和年度矿区生态

修复实施计划，分阶段进行矿区生态修复。并及时总结阶段性矿区生态修复实施经验，并修订矿区生态修复方案。

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

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

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

6、定期培训技术人员，咨询相关专家，并对矿山地质环境和土地损毁情况进行动态观测和评价。

### **（三）资金保障**

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

#### **1、资金来源**

辽阳华拓镁业有限公司为本项目矿区生态修复义务人，应将矿区生态修复资金足额纳入生产建设成本，专项用于矿区生态修复工作的实施。投入矿区生态修复资金足额提取，存入专门账户。确保矿区生态修复资金足额到位、安全有效。

依据《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复

保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建[2017]638号）以及《辽宁省自然资源厅、辽宁省财政厅、辽宁省生态环境厅、辽宁省林业和草原局文件：关于印发辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法的通知》（辽自然资规[2018]1号），矿山企业应建立矿区生态修复基金，以采矿权为单位计提基金，在其银行账户中设立基金账户，单独反应基金的提取和使用情况。

矿山基金总提取年限为 25.13 年。按照矿山服务年限内年度平均方法摊销，按年度存入基金账户，每年 11 月 30 日前完成本年度的基金提取工作。本项目矿区生态修复方案总投资为 2632.3889 万元，费用全部由辽阳华拓镁业有限公司承担。截止到 2025 年 10 月，矿山企业基金账户余额 593.7320 万元。

表 7-1 预存费用安排表

年度	预存时间	预存总费用（万元）
2026 年	方案备案后一个月	104.7509
2027 年	2027.11.30 前	104.7509
2028 年	2028.11.30 前	104.7509
2029 年	2029.11.30 前	104.7509
2030 年	2030.11.30 前	104.7509
2031 年	2031.11.30 前	104.7509
2032 年	2032.11.30 前	104.7509
2033 年	2033.11.30 前	104.7509
2034 年	2034.11.30 前	104.7509
2035 年	2035.11.30 前	104.7509
2036 年	2036.11.30 前	104.7509
2037 年	2037.11.30 前	104.7509
2038 年	2038.11.30 前	104.7509
2039 年	2039.11.30 前	104.7509
2040 年	2040.11.30 前	104.7509
2041 年	2041.11.30 前	104.7509
2042 年	2042.11.30 前	104.7509
2043 年	2043.11.30 前	104.7509
2044 年	2044.11.30 前	104.7509
2045 年	2045.11.30 前	104.7509
2046 年	2046.11.30 前	104.7509
2047 年	2047.11.30 前	104.7509
2048 年	2048.11.30 前	104.7509
2049 年	2049.11.30 前	104.7509
2050 年	2050.11.30 前	104.7509
2051 年	2051.11.30 前	13.6164
合计	—	2632.3889

2、资金预存

矿山企业每年列入生产成本中的矿区生态修复资金采用集中管理，不得随便改变使用用途。

（1）建立基金账户：辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿建立矿区生态修复基金账户，费用账户按照“企业所有，政府监管，专户存储，专款专用”的原则进行管理。



### 3、资金使用

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

(2) 遏制项目资金的粗放利用行为。矿区生态修复工作切实关系着人民生命财产安全，每一分矿区生态修复资金都应落实在矿区生态修复项目中，杜绝项目资金的粗放利用现象。在矿区生态修复资金的使用中，将事中监督与事后检查制度同步实施，使矿区生态修复资金充分发挥效益。

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

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

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

### 4、审计

保证建设资金及时足额到位，保障矿区生态修复工作顺利进行。实施

竣工验收时，建设单位应就投资估算调整情况、分年度安排投资、资金到位情况和经费支出情况写出总结报主管部门和监督部门审计审查备案。若投资规模不够，不能按设计方案进行矿区生态修复工作，主管部门和监督机构应当督促业主单位按原计划追加投资。主要审查内容：

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

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

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

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

辽阳县自然资源局将加强对辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿专项资金的审计，确保以下几点：

——确定资金的内部控制制度存在、有效并一贯被执行；

——确定会计报表所列金额真实；

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

——确定资金的收支真实，货币计价正确；

——确定资金在会计报表上的揭露恰当。

#### **（四）监管保障**

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

## **二、公众参与**

矿区生态修复的公众参与包括全程参与和全面参与。它是收集当地土地管理及相关部门、矿山企业和矿区周边区域公众对矿区生态修复项目占地及开展后期矿区生态修复工作的意见和建议，以明确矿区生态修复的可行性，同时监督矿区生态修复工作的顺利实施，实现矿区生态修复的民主化、公众化，从而有利于最大限度地发挥矿区生态修复的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

#### **（一）公众参与技术路线**

矿区生态修复公众参与技术路线图见图 7-1。

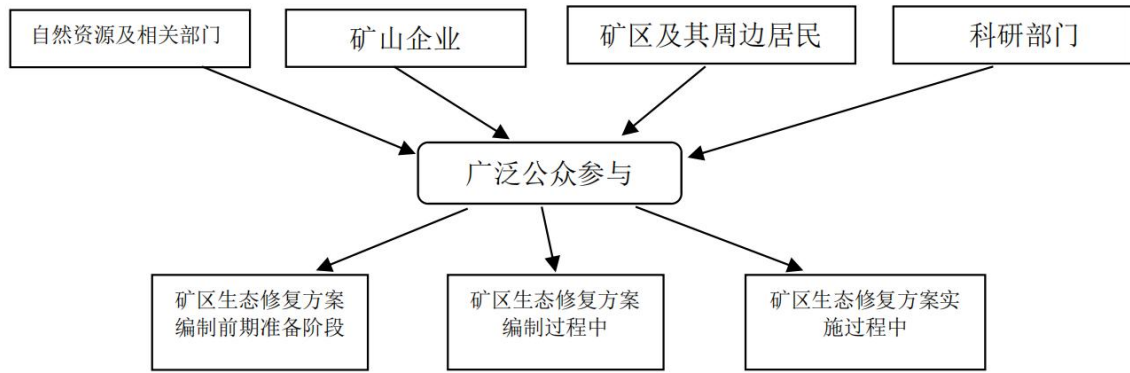


图 7-1 矿区生态修复公众参与技术路线

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

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

本次调查共发放调查表 15 份，收回有效调查表 15 份，收回率 100%。调查结果统计见表 7-2。

表 7-2 调查结果统计表

调查内容		人数（人）	比例（%）
1.您是否了解本生产项目？	基本了解	10	66.67
	不了解	5	33.33
2. 对矿区生态修复的了解程度？	基本了解	15	100
	不了解	—	—
3.是否认为本项目有利于地方经济发展？	有利	11	73.33
	不利	—	—
	说不清楚	4	26.67
4.是否担心本矿的开采影响生态环境？	担心	—	—
	不担心	13	86.67
	无所谓	2	13.33
5.本项目生态修复最适宜方向？	耕地	—	—
	林地	15	100
	草地	—	—
6.您对建设结束后生态修复项目的实施是否支持？	支持	15	100
	不支持	0	0
7.是否愿意监督或参与项目生态修复？	参加	15	100
	不参加	—	—

通过对收回的调查问卷整理、分析，获得公众参与结果分析结果如下：

对矿山生产的了解程度：66.67%的受调查者基本了解此项目，33.33%的受调查者不了解此项目，说明当地群众对该矿山生产有一定的了解。

对矿区生态修复的了解程度：100%的受调查者对矿区生态修复了解，从此数据我们可以看出部分群众对生态修复表示理解和支持。

是否认为该矿山开采有利于地方经济发展：73%的受调查者认为该矿开采有利于经济的发展，说明多数当地群众对于此项目持支持态度，少数群众仍抱有疑虑。

是否担心矿山开采影响生态环境：86.67%的受调查者表示担心，13.33%的受调查者表示无所谓，说明当地群众对矿山开采不会影响生态环境。

本项目矿区生态修复最适宜方向：100%的受调查者认为复垦修复方向应与周边地类相一致，损毁林地则恢复为林地。

对于矿区生态修复是否支持：100%的受调查者支持矿区生态修复，根据调查，受调查者都意识到矿区生态修复的必要性，这对于矿区生态修复工作的开展打下了良好的群众基础。

是否愿意监督或参与生态修复：100%的受调查者表示愿意，由此可见，受调查群众参与生态修复的监督的积极性很高。

图 7-2 公众参与照片

图 7-3 公众参与照片

## （二）方案编制期间公众参与

- 1、查阅矿山提供基础资料，了解矿区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被以及当地的种植习惯；
- 2、利用矿山提供资料以及网络资源初步了解评估区经济社会发展水平；
- 3、查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，确定其对矿区生态修复方案待修复区域规划用途的影响；
- 4、参考矿山环评和水土保持方案确定对矿区生态修复内容分析，确定矿区生态修复工作的安排和生态修复方向。

## （三）后续公众全程和全面的参与

### 1、方案实施过程中公众参与

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

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

设立矿区生态修复意见征集网上信箱和论坛，确保公众意见有通畅表达渠道。

每年年底组织召开一次座谈会，邀请当地群众、相关职能部门和专家代表参加，根据考察验收的实际情况，以及通过各种渠道征集到公众意见，对评估区矿区生态修复方案和计划进行调整修改。修改后的方案和计划上

报自然资源主管部门备案。

## 2、竣工验收阶段中公众参与

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

### （四）土地权属保障措施

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

## 三、效益分析

### （一）社会效益

矿区生态修复实施后，一方面可改善当地的人居环境，避免因矿山地质灾害的发生而危及当地人民生命财产安全；另一方面恢复了土地的利用功能，为当地居民提供了就业机会。而矿区生态修复则是关系到社会经济发展的大事，不仅对生态环境和国民生产有重要意义，而且是保证区域经济社会可持续发展的重要组成部分。由于土地的大量损失，一、违背国家关于



十分珍惜和合理利用土地的政策；二、将会直接影响到矿区周边居民的生活；三、生态修复后的土地调整了土地利用结构、发挥了生态系统的功能、合理利用了土地、提高了环境容量、促进了生态良性循环、维护了生态平衡。所以，矿区生态修复是关系国计民生的大事，不仅对生态环境和矿山生产有着重大意义，而且对社会稳定发展也起到了至关重要的作用，它将是保证评估区区域可持续发展的重要组成部分，因而具有重要的社会效益。

## （二）生态效益

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

矿区生态修复工程实施后，可消除矿山地质灾害隐患和污染源，提高植被覆盖率，有效地防止水土流失，改善当地生态环境，恢复乔木林地  $39.0556\text{hm}^2$ 。对矿山生产破坏的土地应尽量恢复其原有的功能，不改变其原来的使用功能。通过对评估区生态环境的恢复与建设，使占有和破坏的土地得到恢复，最终恢复了土地的生产力，建成人工与自然复合的生态系统，形成新的人工和自然景观。将工程对生态环境影响减小到最低，改善了生物群落的生活环境，恢复生物多样化。因此，环境效益显著。

### （三）经济效益

#### 1、直接经济效益预期成果

本项目通过矿区生态修复后，在本方案服务年限内复垦修复乔木林地 39.0556hm<sup>2</sup>，按照每年 0.6 万元/hm<sup>2</sup> 的纯收入计算，复垦修复的土地每年可产生经济效益 24.11 万元。

由此可见，矿区生态修复工程实施后的直接经济效益较显著。

#### 2、间接经济效益预期成果

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

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

## 第八章 结论

1、《辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿矿区生态修复方案》编制年限 2025 年 12 月，矿山设计服务年限为 25.8a，剩余服务年限为 25.13a，本方案服务年限为 29.13a，即从 2026 年 1 月~2055 年 2 月，包括生产期 25.13a，生态修复期 1a，管护期 3a。本方案适用年限为 5a，即从 2026 年 1 月~2031 年 12 月。

2、矿山拟采取的生态修复措施及监测与管护工程如下

(1) 表土剥离与植被移植利用工程量

对拟损毁土地进行表土剥离、表土养护、围挡工程，具体工程量如下：表土剥离 100812m<sup>3</sup>，播撒草籽 5.2790hm<sup>2</sup>，布置编织袋挡土墙 332m<sup>3</sup>。

(2) 安全示警协同措施工程量

在露天采场境界外设置刺线围栏，具体工程量如下：修建刺线围栏 3053m，设警示牌 31 个。

(3) 地貌重塑工程量

结合复垦修复方向及要求，对地表进行恢复，地貌重塑具体工程如下：拆除建筑垃圾 120m<sup>3</sup>，场地清理工程 743m<sup>3</sup>，废石清理工程 665m<sup>3</sup>，土地平整 43.2483hm<sup>2</sup>。

(3) 土壤重构工程量

对华拓采区所有可复垦修复单元全部修复为乔木林地，覆土方式采用全面覆土 0.5m，沉实系数取 1.05；吉祥采区留作备用区，可修复单元复垦修复为采矿用地，土壤重构措施为对所有可修复的非建筑土地覆土，覆土

方式采用全面覆土 0.3m，沉实系数取 1.05，再对复垦修复乔木林地的土壤施加商品有机肥，每公顷施肥 0.75t。土壤重构工程如下：覆土 218839m<sup>3</sup>，培肥工程 29.29t。

#### （4）植被重建工程量

土壤恢复后，应及时进行植被恢复，浇水灌溉，恢复生态。参考周边树种分析，选择当地适宜树种刺槐（1 年生的截干苗，地径≥0.5cm I级苗木）作为复垦修复树种，并采用乔草混交的方式进行复垦修复，造林密度为行距 2m，株距 2m，林间播撒草籽，草种推荐为紫花苜蓿，技术指标为 50kg/hm<sup>2</sup>，植被重建具体工程量如下：种植刺槐 102521 株，播撒草籽 43.4352hm<sup>2</sup>，灌溉 5859m<sup>3</sup>。

#### （5）景观营造工程量

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

#### （6）监测工程量

按照规范对矿山地质环境、土地资源及生态系统进行监测，地质灾害监测 750 次，地表水水量监测 200 次，地表水水质监测 25 次，地下水水量监测 200 次，地下水水质监测 25 次，土壤环境监测 56 次，损毁土地监测 25 次，复垦修复土壤质量监测 3 次，植被管护监测 6 次，生态系统功能维护监测 6 次。

#### （7）管护工程量

本方案复垦修复面积 43.4771hm<sup>2</sup>，其中乔木林地 39.0556hm<sup>2</sup>，备用采

矿用地  $4.4215\text{hm}^2$ ，本方案确定最终管护面积  $39.0556\text{hm}^2$ ，全部为乔木林地，管护期为 3a。

3、评估区内共计损毁土地面积  $51.2727\text{hm}^2$ ，复垦修复土地面积同为  $51.2727\text{hm}^2$ ，其中乔木林地  $22.1046\text{hm}^2$ ，灌木林地  $0.0392\text{hm}^2$ ，其他林地  $0.0211\text{hm}^2$ ，采矿用地  $28.8627\text{hm}^2$ ，农村道路  $0.2451\text{hm}^2$ 。生态修复工程实施后，复垦修复乔木林地  $39.0556\text{hm}^2$ ，采矿用地  $12.2171\text{hm}^2$ ，复垦修复率 84.80%。

4、方案剩余服务年限（25.13a）内矿山生态修复工程静态总投资 1100.5238 万元，动态总投资 2632.3889 万元，生态修复面积  $43.4771\text{hm}^2$ ，静态投资平均 1.70 万元/亩，动态投资平均 4.05 万元/亩。辽阳华拓镁业有限公司大砬沟菱镁矿共需缴纳矿区生态修复基金 2632.3889 万元，方案备案后一个月内预存费用 104.7509 万元。

5、结合方案诊断的矿山生态问题，经过经济、技术、环境可行性分析，方案设计生态修复措施符合当地国土空间规划，用途管制，生态保护管理要求，矿山采取科学合理的生态保护修复措施后，不会影响矿区局部生态系统的生态功能。