

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿 矿区生态修复方案

朝阳县泰元矿业有限公司

2025年11月



朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿 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：马宏毅 辛建宇

制图人员：孟祥飞

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	朝阳县泰元矿业有限公司			
	统一社会信用代码		联系人	周明辉	
	联系地址		联系电话	13842178248	
	采矿权证证号		开采方式	露天开采	
	采矿权面积				
	采矿权有效期限	伍年零玖月自 2020 年 4 月 30 日至 2026 年 1 月 4 日			
	开采主矿种	膨润土矿	其他矿种	无	
	方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input checked="" 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			
	单位名称	沈阳天成规划设计有限公司			
统一社会信用代码		联系人	范浩		
联系地址	沈阳市浑南区新隆街 2 甲号第 5 档 1202 号 10107	联系电话			
编制负责人					
姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	
范浩		土地管理	高级工程师		
主要编制人员					
姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
黄鑫		水文环境 地质	高级工程师		
辛建宇		地 质	高级工程师		
孟祥飞		环 境	工 程 师		
马宏毅		土 地	助理工程师		
刘海鑫		规 划	工 程 师		

目 录

前言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	10
第一章 矿山基本情况	12
一、矿业权人基本情况	12
二、地理位置与区域概况	12
三、矿山开采历史及现状	14
第二章 矿区基础信息	22
一、矿区自然条件	22
二、社会经济概况	27
三、矿区地质环境背景	28
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	34
五、矿区生态状况	36
六、矿区及周边人类重大工程活动	41
七、矿区生态修复工作情况	42
八、矿区基本情况调查监测指标	45
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析估	47
一、问题识别与受损预测	47
二、生态修复可行性分析	67
三、生态修复分区及修复时序安排	82
四、采矿用地与复垦修复安排	82
第四章 生态修复措施与工程内容	87
一、保护与预防控制措施析	87
二、修复措施	90
三、工程内容	99
第五章 监测与管护	101
一、监测目标与措施	101
二、管护目标与措施	108
三、工程量	110
第六章 工程部署与经费估算	111
一、总体部署	111
二、总体经费估算	112
三、阶段工作任务与经费安排	127
第七章 保障措施与公众参与	133
一、保障措施	133
二、公众参与	138
三、效益分析	142
第八章 结论	145

附 图 目 录

图号	图 名	比例尺
1	土地利用现状分幅图()	1:5000
2	朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区地质环境问题现状图	1:2000
3	朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区土地损毁现状图	1:2000
4	朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区地质环境问题预测图	1:2000
5	朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区土地损毁预测图	1:2000
6	朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区生态修复工程部署图	1:2000
7	朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区正摄影像图	1:2000

附表:

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

附件：

- 1、采矿许可证；
- 2、开发利用方案审查意见书；
- 3、委托书；
- 4、编制单位真实性承诺书；
- 5、采矿权人对生态修复承诺书；
- 6、土地所有权人对生态修复方案的意见；
- 7、公众参与相关材料；
- 8、矿山地质环境现状调查表；
- 9、土壤、地下水检测报告；
- 10、关于采矿权延续涉及铁路建设征询意见函的复函。

前 言

一、编制目的

(一) 任务由来

朝阳县泰元矿业有限公司（膨润土矿）采矿许可证即将到期，矿山企业现申请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，需重新编制矿区生态修复方案，朝阳县泰元矿业有限公司于2025年10月委托沈阳天成规划设计有限公司开展《朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区生态修复方案》的编制工作。

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

(二) 编制目的

1、主要目的

通过对矿区自然环境、生态环境、社会经济环境等调查，制定矿山企业在建设、开发、闭矿各阶段的矿区生态修复方案，实现矿山企业“边开采、边修复”，落实矿山企业对矿区生态保护环境修复义务，为采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动提供总体部署和基本依据，并为行政主管部门对矿区生态保护修复的有效监督管理提供依据。

2、主要任务

(1) 收集资料整理，确定矿区生态修复调查范围，开展矿区生态环境调查，查明矿区生态环境背景（地质环境、土壤环境、水环境、生物环境、

人居环境），收集已有生态修复工程实施情况，并评价其效果。

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

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

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

（5）对矿区生态保护修复工程经费进行合理估算。

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

（三）编制情形

1、编制依据

（1）法律法规

- 1) 《中华人民共和国矿山安全法》，2009.8.27 修订；
- 2) 《中华人民共和国水土保持法》，2010.12.25 修订；
- 3) 《中华人民共和国环境保护法》，2014.4.24 修订；
- 4) 《中华人民共和国水法》，2016.7.2 修正；
- 5) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018.12.29 修正；
- 6) 《中华人民共和国土地管理法》，2019.8.26 修正；
- 7) 《中华人民共和国森林法》，2019.12.28 修订；
- 8) 《中华人民共和国矿产资源法》，2025.7.1 修订；
- 9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020.4.29 修订；
- 10) 《地质灾害防治条例》，2003.11.24；
- 11) 《基本农田保护条例》，2011.1.8 修订；

- 12) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》，2011.1.8 修订；
- 13) 《土地复垦条例》，2019.7.16 修订；
- 14) 《土地复垦条例实施办法》，2019.7.16 修订；
- 15) 《建设项目环境保护管理条例》，2017.7.16 修订；
- 16) 《矿山地质环境保护规定》，2019.7.16 修正；
- 17) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021.7.2 修订；
- 18) 《辽宁省地质灾害防治管理办法》，2017.11.29 修正；
- 19) 《永久基本农田保护红线管理办法》2025.10.1。

(2) 规范性文件

- 1) 《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）；
- 2) 《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）；
- 3) 《关于加强土地复垦工作的通知》（辽自然资发〔2021〕3号）；
- 4) 《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）；
- 5) 《关于<中华人民共和国矿产资源法>实施衔接过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告》（辽宁省自然资源厅，2025年9月17日）。

(3) 规程、规范

- 1) 《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；
- 2) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 3) 《工程勘察设计收费标准》（2002年修订本）；
- 4) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；
- 5) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 6) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）；

- 7) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008) ;
- 8) 《水土保持综合治理规划通则》(GB/T15772-2008) ;
- 9) 《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031.1-2011) ;
- 10) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011);
- 11) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复技术》(DB21/T2019-2012) ;
- 12) 《主要造林树种苗木质量分级》(DB21/T2052-2012) ;
- 13) 《土地开发整理项目预算定额标准》(2012年) ;
- 14) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013) ;
- 15) 《森林经营技术规程》(DB21/T706-2013) ;
- 16) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复验收规范》
(DB21/T2230-2014) ;
- 17) 《土地整治项目规划设计规范》(TD/T1012-2016) ;
- 18) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- 19) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017) ;
- 20) 《辽宁省建设工程计价依据》(辽住建〔2017〕68号) ;
- 21) 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》
(GB15618-2018) ;
- 22) 《第三次全国国土调查技术规程》(TD/T1055-2019) ;
- 23) 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021) ;
- 24) 《造林技术规程》(GB/T15776-2023) ;
- 25) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T43935-2024);
- 26) 《矿区生态修复编制指南(临时)》(2025年9月)。

(4) 相关基础资料

- 1) 《辽宁省朝阳县乌兰河硕乡苑杖子膨润土矿资源储量核实报告》,
辽宁省第三地质大队有限责任公司, 2020年2月;

- 2) 《〈辽宁省朝阳县乌兰河硕乡苑杖子膨润土矿资源储量核实报告〉评审意见书》，辽溪评（储）字〔2020〕009号，辽宁溪源土地矿产资源评估有限公司；
- 3) 《〈辽宁省朝阳县乌兰河硕乡苑杖子膨润土矿资源储量核实报告〉评审备案证明》，朝自然资储备字〔2020〕009号，朝阳市自然资源局；
- 4) 《朝阳县泰元矿业有限公司（膨润土矿）矿产资源开发利用方案矿产资源开发利用方案》，朝阳县泰元矿业有限公司，2020年4月；
- 5) 《〈朝阳县泰元矿业有限公司（膨润土矿）矿产资源开发利用方案〉审查意见书》，2020年4月28日；
- 6) 《朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，辽宁省第三地质大队有限责任公司，2020年8月；
- 7) 采矿许可证：；
- 8) 2024年朝阳县国土变更数据；
- 9) 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）：接受委托，签订合同，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、环境地质及自然地理、土地利用、社会经济和人居环境、国土空间规划等资料，主要为文字报告、图件及表格资料。遥感解译采用现场天地图分辨率达0.2m~0.5m的卫星遥感影像，人机交互式解译现状矿山活动及矿业开采情况。

- (3) 外业调查阶段（2025年10月15日~10月31日）：我单位派出3名技术人员开展野外现场调查和访问调查相结合，并使用无人机进行航拍

测量，调查内容包括地形地貌、地层岩性、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。重点调查矿区地质环境问题，可能产生的影响与破坏、土地权属及类型、矿山地质灾害分布与危害程度及矿山开采现状对土地的破坏程度，污染及治理复垦情况等。

(4) 资料整理、方案编制阶段(2025年11月1日~11月25日)：通过资料收集与野外调查测量后，即开展室内资料综合整理和分析研究，基本查明了矿山生态环境特征及条件，识别并诊断矿区生态环境问题和地质灾害的形成条件、分布规律、影响因素、发育程度、发展趋势及其对矿山开采活动的影响，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	4	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、自查自验报告及报告所含图纸、土地利用标准分幅图等
	图件	张	6	
	附件及附表	张	26	矿山生态问题调查表
遥感解译	遥感地质解译与验证	km ²	3.57	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 ²	3.57	包括矿区及周边影响范围
	地形地貌调查	km ²	3.57	调查地形地貌变化情况
	地质灾害调查	km ²	3.57	调查地质灾害现状情况
	开采现状调查	km ²	3.57	调查矿山周边，兼顾其他地段
	自然及人文景观调查	km ²	3.57	调查矿山周边自然及人文景观
	地面附着物及工程设施调查	km ²	3.57	包括公路、房屋及其他工程设施
	地下水调查	点	4	各采区附近居民水井
	照片	张	35	采用12张
室内综合	文字报告	份	1	矿山地质环境保护与土地复垦方案，含工程布置、监测措施、预算等内容
	附件	份	10	含委托书、承诺函、检测报告等内容
	附图	张	7	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

3、上期矿山地质环境保护和土地复垦情况

(1) 上期方案主要内容

2020年8月，辽宁省第三地质大队有限责任公司编制了《朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（方案服务年限10年，即2020年7月～2030年6月），其中：

矿山企业现状损毁土地资源 3.3947hm^2 ，其中旱地 0.1834hm^2 ，有林地 0.2659hm^2 ，其他草地 2.1977hm^2 ，采矿用地 0.7477hm^2 。现状评估矿山开采对地质灾害危害性和危险性较轻；对含水层影响较轻；对地形地貌景观影响严重；对土地资源影响较严重。

预测新增损毁土地面积 7.0529hm^2 ，其中损毁旱地 0.3415hm^2 ，果园 0.9959hm^2 ，有林地 1.3223hm^2 ，其他草地 4.2183hm^2 ，采矿用地 0.1749hm^2 。预测评估矿山开采对地质灾害危害性和危险性中等；对含水层影响较轻；对地形地貌景观影响严重；对土地资源影响较严重。

矿山共计损毁土地 10.4476hm^2 ，其中损毁旱地 0.5249hm^2 ，果园 0.9959hm^2 ，有林地 1.5882hm^2 ，其他草地 6.4160hm^2 ，采矿用地 0.9226hm^2 。上期方案设计开采结束后治理复垦土地 9.1291hm^2 ，其中旱地 0.7527hm^2 ，果园 1.3733hm^2 ，有林地 5.9719hm^2 ，灌木林地 1.0312hm^2 。

经投资估（概）算，矿山地质环境保护与土地复垦工程静态投资 194.27 万元，动态投资 255.59 万元。

(2) 上一阶段方案落实情况

1) 上一阶段任务

上期方案设计第一阶段（2020年7月～2025年6月）矿山生产期，做好矿山开采工程中的地质环境保护和地质灾害预防、防治工作，严格按矿产资源开发利用方案开采，控制矿山开采占用破坏土地面积。建立和完善地质环境监测系统，对地质灾害、含水层、地形地貌、土地损毁进行监测。

在排岩场下游设置挡土墙；对拟损毁的土地进行表土剥离。

第一阶段部署的矿山地质环境保护与土地复垦工程见表0-2。

表 0-2 第一阶段部署的矿山地质环境保护与土地复垦工程统计表

时间	治理单元	主要工程	单位	设计工程量
2020.7~ 2021.6	一采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
		表土剥离	m ³	17612
	二采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
		表土剥离	m ³	12087
	一采区排岩场	挡土墙	m	150
	二采区排岩场	挡土墙	m	160
2021.7~ 2022.6	一采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
	二采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
2022.7~ 2023.6	一采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
	二采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
2023.7~ 2024.6	一采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
	二采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
2024.7~ 2025.6	一采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12
	二采区	地质灾害监测	点次	36
		地形地貌监测	点次	12
		土地损毁监测	点次	12

2) 义务履行情况

朝阳县泰元矿业有限公司根据上期方案部署，于2020年至2025年间对矿区内地质灾害、地形地貌、土地损毁进行监测，因断续生产等原因，未形成拟建露天采坑和排岩场的损毁单元，表土剥离和挡土墙工程未实施。矿山企业现已完成上期方案部署的矿山地质环境保护与土地复垦任务，并已通过自然资源主管部门验收。

表 0-3 上一阶段方案义务落实情况表

时间	治理单元	主要工程	单位	设计工程量	完成工作量	完成率 (%)
2020.7~2021.6	一采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
		表土剥离	m ³	17612	17612	100
	二采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
		表土剥离	m ³	12087	0	矿山企业断续生产，未形成拟建露天采坑和排岩场的损毁单元，表土剥离和挡土墙工程未实施。
	一采区 排岩场	挡土墙	m	150	0	
	二采区 排岩场	挡土墙	m	160	0	
2021.7~2022.6	一采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
	二采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
2022.7~2023.6	一采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
	二采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100

表 0-3 上一阶段方案义务落实情况表

时间	治理单元	主要工程	单位	设计工程量	完成工作量	完成率 (%)
2023.7~ 2024.6	一采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
	二采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
2024.7~ 2025.6	一采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100
	二采区	地质灾害监测	点次	36	36	100
		地形地貌监测	点次	12	12	100
		土地损毁监测	点次	12	12	100

3) 取得经验

矿山企业一直处于断续生产状态，通过近年地质灾害、地形地貌、土地损毁监测成果，为开采结束后实施生态修复工程提供量化依据。

4、本方案与上期方案对比

本方案与上期方案主要内容对比详见表 0-4。

表 0-4 上期方案与本方案主要内容对比表

项 目	上期方案	本方案	备 注
矿山概况	矿区面积 0.3457km ² , 开采标高 380m~340m, 开采方式：露天开采，生产规模 10 万 t/a, 生产服务年限为 5.74a。	矿区面积 0.3457km ² , 开采标高 380m~340m, 开采方式：露天开采，生产规模 10 万 t/a, 剩余生产服务年限为 5.71a。	采矿许可证即将到期，本次办理采矿权延续手续新编方案。
方案适用年限	11.74a	11.71a	两期方案适用年限相近。
项目区范围	34.5800hm ²	35.2870hm ²	本次将矿区外排岩场损毁土地纳入本期方案，损毁土地、复垦土地面积与上期方案相近。
损毁土地面积	10.4476hm ²	11.0758hm ²	
复垦土地面积	9.1291hm ²	9.0878hm ²	
恢复方向	旱地、果园、有林地、灌木林地	旱地、果园、乔木林地、灌木林地	两期方案设计复垦方向相同
投资	255.59 万元	426.76 万元	本期方案亩均投资大于上期方案

二、服务年限

(一) 生产服务年限

根据《朝阳县泰元矿业有限公司（膨润土矿）矿产资源开发利用方案》

(朝阳县泰元矿业有限公司, 2020.04), 矿山膨润土矿保有资源储量为 60.742 万 t (其中一采区 30.716 万 t, 二采区 30.026 万 t), 设计利用储量为 57.642 万 t (其中一采区 28.956 万 t, 二采区 28.686 万 t), 生产规模为年产矿石 10 万 t (其中一采区 5 万 t, 二采区 5 万 t), 设计服务年限为 5.74 年 (其中一采区 5.71 年, 二采区 5.74 年), 即 2026 年 1 月至 2031 年 9 月。

(二) 剩余服务年限

根据《辽宁省朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿 2024 年储量年度报告》, 截至 2024 年 12 月底, 矿山膨润土矿剩余保有资源储量为 46.396 万 t (其中一采区 30.716 万 t, 二采区 15.680 万 t), 剩余设计利用储量为 43.936 万 t (其中一采区 28.956 万 t, 二采区 14.980 万 t), 生产规模为年产矿石 10 万 t (其中一采区 5 万 t, 二采区 5 万 t), 剩余服务年限为 5.71 年 (其中一采区 5.71 年, 二采区 3.00 年), 即 2026 年 1 月至 2031 年 9 月。

(三) 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 5 年, 因此确定生态修复方案服务年限为 11.71 年, 即 2026 年 1 月至 2037 年 9 月。

(四) 方案适用年限

本方案适用年限为 11.71 年, 即 2026 年 1 月至 2037 年 9 月, 基准期以取得采矿许可证之日起算。

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

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

矿山名称：朝阳县泰元矿业有限公司

采矿权人：朝阳县泰元矿业有限公司

经济类型：有限责任公司（私营企业）

住 所：喀左县平房子镇北洞村

法定代表人：福德新

经营范围：膨润土露天开采、收购、加工、销售；活性白土、颗粒白土加工、销售。

二、地理位置与区域概况

（一）矿山位置与交通状况

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿位于朝阳县乌兰和硕蒙古族乡苑杖子村境内，行政隶属于辽宁省朝阳县乌兰和硕乡管辖。

矿区中心地理坐标为：一采区：；

二采区：。

矿区位于辽宁省朝阳县南西部 53km，与喀喇沁左翼蒙古族自治县公营子镇毗邻，西距朝阳县公营子镇约 4km，西距铁路沈（阳）~承（德）线公营子火车站和公路 G101 线 4km，有简易公路与矿山相连，交通较方便（见交通位置图）。

图 1-1 交通位置图

(二) 区域概况

1、矿区与各类自然保护地的关系

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

2、周边矿权

该矿山矿区范围 5km 内无其他探矿权及采矿权。

3、周边环境

该矿山二采区西北侧 30m 修建有锦承线铁路，根据中国铁路沈阳铁路局集团有限公司锦州工程建设指挥部《关于采矿权延续涉及铁路建设征询意见函的复函》锦州指函【2019】239 号的意见和要求，路堑段开挖边界距离坡顶不小于 25 米，隧道段开挖边界距离隧道外边缘不小于 30 米，列车运行与矿山开采互无影响。

矿区内无居民点，一采区矿区外东南方向 20m 处有约 10 户当地居民，居民区均位于矿山开采影响范围外，矿山开采对周边居民无影响。

除此以外，矿区周边 300m 范围内再无其他采矿权、学校、旅游、文物保护及自然保护区等其他需要保护的构（建）筑物，1km 范围内无其他公路、输油气管道和水利水电等重要工程设施。

三、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿始建于 2006 年，企业性质为有限责任公司，开采方式为露天开采。

2017 年 2 月 17 日取得采矿许可证：，开采方式为露天开采，生产规模为 4 万 t/a，矿区面积：0.5522km²，开采标高 390m 至 340m，有效期限自

2016年8月7日至2020年4月30日。

2021年1月5日取得采矿许可证：，开采方式为露天开采，生产规模为10万t/a，矿区面积：0.3457km²，开采标高380m至340m，有效期限自2020年4月30日至2026年1月4日。

朝阳县泰元矿业有限公司现申请办理采矿权延续手续，开采方式为露天开采，生产规模为10万t/a，矿区面积：0.3457km²，开采标高380m至340m。矿山自2020年编制开发利用方案至今，仅二采区进行了生产，一采区一直处于停产状态，矿山整体剩余服务年限为5.71a。

（二）矿山开采现状

矿山现状采用露天开采，采矿方法为自上而下水平分层逐段开采，生产能力为10万t/a，开采标高380m至340m标高，开采两个采区内的两条矿体。两个采区开采现状分述如下：

1、一采区

一采区内现有两处露天采坑，一采区CK1长120m，宽30m，总深度15m，共有一级台阶，台阶高度5m，位于矿区中部，是可自然排水的山坡露天坑；一采区CK2长185m，宽90m，总深度22m，共有三级台阶，从上至下台阶高度分别为7m、3m、12m，一采区CK2位于矿区中部，自然排水标高350m，坑底标高345m。

2、二采区

二采区有一处露天采坑、一处排岩场。二采区CK1长310m，宽120m，总深度37m，共有三级台阶，从上至下台阶高度分别为12m、12m、13m，位于矿区中部，自然排水标高380m，坑底标高366m；二采区排岩场为单台阶排岩场，废石堆高最低处5m，最高处18m，废石量5.50万m³，位于矿区东部。

(三) 矿权简介

采矿许可证:

采矿权人: 朝阳县泰元矿业有限公司

地 址: 朝阳县乌兰和硕乡

矿山名称: 朝阳县泰元矿业有限公司

经济类型: 有限责任公司

开采矿种: 膨润土

开采方式: 露天开采

生产规模: 10 万 t/a

矿区面积:

开采深度:

有效期限: 伍年零玖月 自 2020 年 4 月 30 日至 2026 年 1 月 4 日

发证机关: 朝阳市自然资源局

矿区范围拐点坐标详见表 1-1。

表 1-1 现有采矿权矿区范围拐点坐标表

采区名称	拐点编号	2000 国家大地坐标系	
		X	Y
一采区	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		
<hr/>			
二采区	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
<hr/>			

(四) 矿山开发利用方案概述

朝阳县泰元矿业有限公司于 2020 年 4 月编制了《朝阳县泰元矿业有限公司（膨润土矿）矿产资源开发利用方案》，主要开采设计方案如下：

1、可供开采矿产资源范围、露天剥离范围

根据《辽宁省朝阳县乌兰河硕乡苑杖子膨润土矿资源储量核实报告》，及其评审备案证明，开采对象为一采区和二采区的①号矿体，可供开采矿产资源范围、露天剥离范围即矿体资源量估算范围，共由 32 个拐点圈定，面积 hm^2 ，标高。拐点坐标详见下表：

表 1-2 可供开采矿产资源范围拐点坐标表

采区名称	范围		面积 (hm ²)
一采区	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
二采区	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		

2、开采对象及开采方式

本次矿产资源开发利用方案设计的开采对象为一采区的①号矿体和二采区的①号矿体，开采方式为露天开采，两个采区同时进行开采，自上而下水平分层逐段开采，采用公路开拓汽车运输的开拓运输方案。

(1) 开采顺序

矿区范围由大城区段和东城区段组成，两个区段同时开采，每个区段

按照5万t/a产能设计。每个区段根据矿体的赋存情况及开采技术条件，充分考虑水文地质、工程地质、环境地质因素的影响，根据矿区内矿体的空间展布，设计确定矿床开采顺序采用自下而上分中段回采；对于两个平行矿体而言，先采上盘矿体，后采下盘矿体；各中段矿体采用从下向上开采，由回风侧向入风侧后退式回采。

（2）设计利用资源储量

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿经评审备案的膨润土保有资源储量(333)类60.742万t。

根据所圈定的矿体的储量估算范围、赋存条件和选用的采矿方法，扣除台阶压矿量和暂不利用量合计3.1万t，设计利用资源量57.642万t，占资源总量的95.55%。

表 1-3 大城区段设计利用资源量表

采区名称	矿体 编号	保有资源量 (万吨)	台阶压矿及暂 不回采储量 (万吨)	利用资源量 (万吨)	设计 利用率 (%)	储量估算 范围标高
一采区	①	30.716	1.76	28.956	94.27	370m~ 343m
二采区	①	30.026	1.34	28.686	95.54	376m~ 359m
合 计		60.742	3.1	57.642	94.90	—

（3）矿床开拓方案

矿山处于低山区。根据矿体赋存条件、地表地形条件及开采工艺特点，各采区设计采用公路—汽车运输方式。

一采区采坑出入沟设计在采坑南部，出入沟标高343m，道路宽度10m，坡度0°。采坑出入沟出口坐标：。

二采区采坑出入沟设计在采坑西部，出入沟标高379m，道路宽度10m，坡度5°。采坑出入沟出口坐标：。

（4）露天采坑境界参数

矿产资源开发利用方案根据该矿开采矿体的赋存情况、工程地质条件，

参照有关技术资料及类比当地同类矿山经验，在合理开发矿产资源并确保安全生产的条件下，确定该矿露天采坑结构参数如下：

表 1-4 露天采坑境界参数表

序号	项目名称	单 位	指 标		
			一采区①号矿体	二采区①号矿体	合 计
1	露天采坑上部尺寸：长×宽	m×m			
2	露天采坑底部尺寸：长×宽	m×m			
3	露天采坑最小底宽度	m			
4	露天采坑标高	顶部	m		
5		底部	m		
6	露天开采深度	m			
7	阶段高度	m			
8	安全平台宽度	m			
9	采坑道路宽度	m			
10	台阶坡面角	°			
11	采坑最终帮坡角	°			
12	境界内设计利用矿石量	万吨			
13	境界内估算剥岩量	万吨			
14	境界内矿岩合计	万吨			
15	平均剥采比	t/t			

(5) 采坑防排水

本区地形较平缓，大气降水是区内地下水的唯一补给源，并可直接进入露天采坑。是矿床主要的冲水来源和影响因素。雨季时必须注意防水和排水。另外基岩风化裂隙潜水也可以直接进入露天采坑，必须引起重视。

依据现状开采条件，考虑年降水汇水面积及年降雨量，预测矿坑涌水量年平均值 $20178\text{m}^3/\text{a}$ ，日平均 $55\text{m}^3/\text{d}$ 。

一采区采坑为山坡露天采坑，能够达到自然排水，具备大气降水和采坑积水的自然排泄条件。为确保安全生产，要求矿区在采坑内部和周边设好排洪沟。

二采区采坑为凹陷露天采坑，不能自然排水，开采过程中采坑内积水

用水泵排出采坑外，开采终了后回填至自然排水。

采坑需配备 D46-50 型水泵三台（一台工作、一台备用、一台检修），负责排水工作。水泵排水量 $46\text{m}^3/\text{h}$ ，单极扬程 50m，满足采坑排水需要。

（6）生产排土

一采区露天开采境界内估算剥岩总量为 34.458 万 t（按围岩比重 2.6t/m^3 ，折 13.25 万 m^3 ），按松散系数 1.6、压实系数 1.2 计算，需用 17.67 万 m^3 排土空间。排岩场设在采坑南部山坡低洼处，上部标高 352m，下部标高 332m。排岩场满足生产需要。

二采区露天开采境界基本已经形成，未来开采废石排放至现有露天采坑北侧，不需新建排岩场。

设置的排岩场，一定要有序排放。要防止滚石下山，防止洪水袭击，形成泥石流造成危害。

（五）矿山生产规模及服务年限

1、生产规模

矿山开采矿种为膨润土，设计矿山生产规模为 10 万 t/a。两个采区同时开采，每个采区生产规模为 5 万 t/a。

2、服务年限

根据《辽宁省朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿 2024 年储量年度报告》，截至 2024 年 12 月底，矿山膨润土矿剩余保有资源储量为 46.396 万 t（其中一采区 30.716 万 t，二采区 15.680 万 t），剩余设计利用储量为 43.936 万 t（其中一采区 28.956 万 t，二采区 14.980 万 t），生产规模为年产矿石 10 万 t（其中一采区 5 万 t，二采区 5 万 t），剩余服务年限为 5.71 年（其中一采区 5.71 年，二采区 3.00 年），即 2026 年 1 月至 2031 年 9 月。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 气象

评估区属于大陆干旱~半干旱性季风气候，干湿季节分明，干旱季节长，冬寒而夏酷，昼夜温差大。据气象部门统计资料：多年平均气温为8.4°C，一月份平均最低温度-11°C，七月份平均最高温度+25.0°C，年最高气温42°C，最低气温-27°C（1983年）。

本区雨量较少，受太平洋副热带高压影响，降雨带七月份推移到本区，故雨量多集中于七、八、九月份，其中七、八月份占总量58%，八月份最大降雨量为116.5mm，年降雨量387~610mm，蒸发量1600~1850mm，为年降雨量的2.9倍，年平均湿度52~59%，冰冻期为当年的11月至翌年4月，无霜期160天左右。

(二) 水文

矿区的南部4km处为大凌河水系，大凌河是辽宁省西部最大的独流入海河流，全长约398-447公里，流域面积2.33万平方公里，平均径流量为52m³/s，枯水期平均流量为38.1m³/s。矿区位于大凌河流域的北部，矿区内的水系不发育，在矿区内无地表水体出露，雨季时有呈暴涨急消的季节性河流，多以地表径流排泄区外，枯水季节干枯，地表无水体。地表水系详见图2-1。

图 2-1 地表水系图

(三) 地形地貌

评估区位于辽宁西部山区，多以丘陵为主，大多地形较低缓。一采区最高海拔为 380m，最低海拔为 330m，相对高差 50m；二采区最高海拔为 420m，最低海拔为 360m，相对高差 60m。地形坡度一般 10~20°，当地侵蚀基准面 330m，自然排水条件良好。

评估区仅有丘陵一种地貌类型，地形起伏变化较平缓，地形坡度小于 25°，相对高差小于 200m。地形地貌条件复杂程度中等。

图 2-2 评估区地形地貌照片

(四) 植被

评估区植被属于华北—内蒙植物区系森林草原植被，现状植被主要是天然次生、半次生林，主要树种有油松、榆树、杨树、刺槐、紫穗槐、荆条、沙棘、山枣、山杏等，草本植物主要有狗尾皮草、赖毛草、蒲公英、披碱草等为主。植被覆盖率约 40%，种植的农作物以玉米为主。植被覆盖情况见图 2-2。

图 2-3 评估区植被照片

(五) 土壤

评估区的土壤成土母质为马兰黄土及残坡积物，土壤类型为褐土，土壤呈中性~微碱性。土壤 pH 值 7.0~7.5，有机质含量 1%~1.5%，地表土壤厚度一般 1~1.5m，局部地段厚度可达 3~5m。

图 2-4 一采区土壤剖面照片

图 2-5 二采区土壤剖面

图 2-6 一采区无人机影像图（2025 年 10 月摄）

图 2-7 二采区无人机影像图（2025 年 10 月摄）

二、社会经济概况

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿位于朝阳县乌兰河硕蒙古族乡境内，乌兰河硕蒙古族乡位于朝阳县最西部，与喀左县毗邻，南傍大凌河，北靠 101 国道，东与波罗赤镇、东大道乡接壤，是全县两个少数民族乡之一。全乡行政区域面积为 65.86 平方公里，全乡下辖七个行政村，下设 44 个居民组，全乡人口共 9566 人，其中少数民族人口约占总人口的 32%，全乡耕地面积 33923 亩，人均耕地面积 3.55 亩。全乡经济以农业为主，农业以种植和养殖业为主，粮食作物以玉米为主，畜牧业以饲养牛、羊为主；建有文化站 1 个，村文化活动室 7 个；有幼儿园 6 所，小学 3 所，初中 1 所；各级各类医疗卫生机构 8 个，其中卫生院 1 所，村级卫生服务站 7 个。

朝阳县 2022 年全县实现地区生产总值 1240078 万元，同比增长 6.8%。其中，第一产业增加值 416925 万元，同比增长 5.1%；第二产业增加值 291067 万元，同比增长 14.2%；第三产业增加值 532086 万元，同比增长 4.9%。全年粮食产量 528403.03 吨。其中玉米产量 504079.52 吨，谷子产量 4930.69 吨。2023 年，全县规模以上工业企业 66 户，其中：产值超亿元企业 20 户，超 5000 万元（含超亿元企业）企业 39 户。规上工业总产值同比增长 22.3%，采矿业同比增长 24.4%。规模以上工业企业实现营业收入 828773 万元，同比增长 32.4%，2023 年末全县总户数为 164811 户，户籍总人口为 527588 人，全年一般公共预算收入 67205 万元，同比增长 10.6%，全年一般公共预算支出 359822 万元，同比增长 4.4%。2024 年全县实现地区生产总值 1381271 万元，按不变价格计算，同比增长 6.3%。其中，第一产业增加值 398387 万元，同比增长 4.0%；第二产业增加值 442116 万元，同比增长 12.2%；第三产业增加值 540768 万元，同比增长 3.9%，三次产业增加值比重为 29:32:39。分季度看，一季度地区生产总值增长 6.0%，二季度增长 7.4%，三季度增长 7.5%，四季度增长 6.3%。（资料来源：朝阳县国民经济和社会发展统计公报）

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

评估区内出露地层较简单，主要为白垩系义县组及第四系。分述如下：

白垩系义县（K_{1y}）：主要为采坑揭露，岩性为安山岩、凝灰岩，安山岩具斑状结构，斑晶以斜长石为主，块状构造有时有气孔，杏仁构造，为矿体底板，凝灰岩凝灰结构，块状构造，灰白色，晶屑含量 10-30%，晶屑

以石英、长石及少量暗色矿物组成，为矿体顶板。

安山岩、凝灰岩风化后形成以高岭石为主土壤，具有较好的结构和养分基础，利于根系发育和水分渗透，且其化学风化过程会富集铁、铝等元素，为植物提供矿物质，适合耐贫瘠、喜钙的植物生长。

一采区地层总体走向南北，倾向北东，倾角 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ；二采区地层总体走向东西，倾向南东，倾角 10° 。

第四系 (Q_4)：岩性为粘质砂土、砂砾石及黄土状砂质粘土，分布整个矿区。综上，矿区地层岩性复杂程度简单。

图 2-8 评估区地层柱状图

(二) 地质构造

1、地质构造

评估区内地层呈单斜构造。未发现大的断裂构造。

评估区在大地构造位置处于III柴达木—华北板块、III-5 华北陆块、III-5-4 燕山中新元古代裂陷带、III-5-4-3 辽西中生代上叠盆地带、II-5-4-3-2 朝阳中生代叠加盆岭系。

2、地震等级

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），评估区地震动峰值加速度 0.10g，反应谱特征周期 0.35S，地震烈度分区为VII度，属轻微地震破坏区，由于本区内无活动断裂构造，历年来发生地震的次数很少，区域稳定性基本稳定。

3、岩浆岩

矿区范围内未发现岩浆岩。

综上所述，评估区内地质构造复杂程度为简单。

（三）水文地质

1、地下水类型、特征及富水性

评估区属于干旱~半干旱气候，大气降水主要集中在 7~8 月份，地下水主要靠大气降雨渗透补给，蒸发量远大于降水量，而矿体位于山坡地带，地形地势不利于大气降水的渗透补给，开采矿体位于侵蚀基准面以上，地下水含水层主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，分述如下：

（1）松散岩类孔隙含水层

含水层由粉质粘土、砂砾石、碎石混砂土组成，水位埋深一般 5~6m，单井涌水量 50~100m³/d，地下水动态受季节性控制明显，主要接受大气降水补给，水化学类型为重碳酸钙型，矿化度 0.3~0.5g/l。

（2）基岩裂隙含水层

基岩风化裂隙含水层，含水层岩为页岩、砂岩、砾岩。岩石大部分裸露，风化破碎，裂隙发育，风化带厚 10~15m，含风化裂隙水，赋水性较弱，泉流量一般小于 0.1l/s，水化学类型为重碳酸钙型，矿化度 0.3~0.6g/l，主要接受大气降水补给，与矿体充水关系密切。

图 2-9 项目所在区域地下水水文地质图

2、地下水补给、径流、排泄条件

评估区地形平缓，附近无地表水体，地形条件有利于地下水和地表水自然排泄，大气降水是地下水的唯一补给源，评估区属于干旱～半干旱气候，蒸发量远大于降水量，有限的集中降雨大部分由地表径流排泄，只有少量渗入补给地下水。

3、充水因素分析

矿山开采方式为露天开采。露天采坑直接受大气降水影响，为矿坑主要充水来源和影响因素，松散岩类孔隙水和基岩裂隙水水量较小，对矿山生产影响较小。

4、涌水量预测评述

矿山开采采用露天开采方式，未揭穿地下含水层，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矿坑涌水量年平均值 20178m³/a，日平均 55m³/d。

5、水文地质勘查类型

矿区内无地表水体，大气降水是地下水的唯一补给源，也是矿坑主要充水来源，周围无地表水体与之连通，开采矿体位于侵蚀基准面以上。

综上所述，评估区水文地质条件复杂程度为简单。

(四) 工程地质

1、工程地质岩组特征

依据区内岩土体的成因类型、结构构造、物质成分及坚硬程度，参照《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）将区内岩土体分为二个岩组。

各岩组特征见表 2-1。

表 2-1 评估区岩土体类型一览表

工程地质 岩组名称	代 号	代表岩系		抗压强度	主要工程地质与 灾害地质问题
		时 代	岩性		
白垩系义县组 安山岩、凝灰岩	K _{1y}	K	安山岩	130~ 200MPa	岩石抗压强度较高，可满 足一般工程基础要求
			凝灰岩	30~ 50MPa	属较坚硬岩石，抗压强度 一般
粘土、粉质粘土体	Q ₃	Q ₃	粘土、粉质粘土	200~350	可满足乡村居民住宅地 基工程基础要求

区内安山岩，普氏硬度系数 f=12~14，属于中等~坚硬岩石，岩石稳固性较好，凝灰岩，硬度系数 f=3~5，属一般较坚硬岩石，但性脆易碎，因露采剥离影响不大、矿体属陡倾斜露天开采。该膨润土矿湿压强度 36.28~49.03KPa，到目前为止尚未发生工程地质问题。

膨润土矿具极强的吸水性、膨胀性、遇水软化、距地表较浅、围岩风

化破碎时也可引起坍塌现象发生，因此在开采过程中随着开采深度的加深，易引起碎裂、滑动、冒顶等，开采条件较差，要高度重视，严格加以防护，避免事故的发生。

综上所述，评估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

该矿山膨润土矿体赋存于中生界白垩系义县组中，属火山沉积型矿床。矿体呈似层状产出，受地层层位控制，矿体产状与围岩地层产状一致，矿与非矿界线清晰，肉眼容易识别。矿体顶板为安山岩，底板为凝灰岩。

该矿有两个采区，两采区各有1条矿体。

一采区①号矿体：

矿体控制长410m，铅直厚度3.19~9.50m，平均6.94m，真厚度3.14~9.46m，平均6.90m，蒙脱石含量40.73~77.13%，平均55.38%，矿体倾向25~61°，倾角5°~10°。

二采区①号矿体：

矿体控制长210m，铅直厚度11.42~16.45m，平均14.12m，真厚度11.25~16.20m，平均13.91m，蒙脱石含量51.65~54.92%，平均52.91%，矿体倾角147°，倾角10°。

2、矿石特征

（1）矿石矿物组成与结构构造

矿石矿物成分主要为蒙脱石，其次为白云母、方英石、钾长石和片沸石等。矿石以淡灰白色为主，少量为浅黄色、淡绿色，蜡状光泽，贝壳状

断口。蒙脱石含量：40.73%~77.13%。局部含砂质略多，质量一般。

钙基膨润土以白色为主，浅黄色、绿色、粉红色次之，均为泥质或凝灰结构，块状构造均具皂状或蜡状光泽，皂状、贝壳状断口明显，于感滑润遇水及风化作用易散解，碎裂、膨胀等特征。

（2）矿石化学成分

化学成份： SiO_2 72.32%， Al_2O_3 12.19%， Fe_2O_3 2.33%， FeO 1.10%， MgO 2.68%， CaO 1.95%， TiO_2 0.15%， Na_2O 0.12%， K_2O 0.35%。烧失量 7.11%、吸兰量 0.611~1.157mmol/g、胶质价 1.9~3.4ml/g、膨胀容 7.8~8.2ml/g。

从上述化学成分可看出， CaO 和 MgO 远远高于 K_2O 和 Na_2O ，反映出钙基膨润土成分的特点。

（3）矿石类型和品级

1) 本矿区矿石自然类型：

按蒙脱石可交换的阳离子种类划分，该矿山膨润土为钙基膨润土。

2) 本矿区矿石工业类型：

膨润土蒙脱石含量在 40.73~77.13%，膨润土质量一般，成因类型均为火山~沉积型。

（4）矿体围岩及夹石

本区膨润土矿与膨润土矿赋存于中生界白垩系义县组中，矿体顶板为安山岩，底板均为凝灰质页岩夹膨润土矿，地表出露为第四系。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）评估区土地利用现状

经套合朝阳县土地利用现状数据（2024 年国土变更数据）可知，评估

区面积 35.2870hm², 其中矿区内土地面积 34.5700hm², 矿区外土地面积 0.7170hm²。其中旱地 1.6883hm², 果园 3.9569hm², 乔木林地 4.5266hm², 其他林地 3.9508hm², 其他草地 10.7093hm², 采矿用地 9.9964hm², 铁路道路 0.0758hm², 农村道路 0.3829hm²。其中涉及苑杖子村集体土地 30.0445hm², 八大孟克村集体土地 5.2425 hm²。经与朝阳县国土空间规划对比, 评估区不涉及生态红线, 评估区土地利用现状详见表 2-2, 矿区土地类型与权属关系详见表 2-3。

表 2-2 评估区土地利用现状一览表 单位:hm²

一级地类		二级地类		矿区内面积 (hm ²)	矿区外面积 (hm ²)	合计 (hm ²)	占总面积 比例(%)
编码	名称	编码	名称				
01	耕地	0103	旱地	1.6883	0	1.6883	4.78
		小计	—	1.6883	0	1.6883	4.78
02	园地	0201	果园	3.9569	0	3.9569	11.21
		小计	—	3.9569	0	3.9569	11.21
03	林地	0301	乔木林地	4.4039	0.1227	4.5266	12.83
		0307	其他林地	3.9508	0	3.9508	11.20
		小计	—	8.3547	0.1227	8.4774	24.02
04	草地	0404	其他草地	10.7000	0.0093	10.7093	30.35
		小计	—	10.7000	0.0093	10.7093	30.35
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	9.4114	0.5850	9.9964	28.33
		小计	—	9.4114	0.5850	9.9964	28.33
10	交通运输用地	1001	铁路用地	0.0758	0	0.0758	0.21
		1006	农村道路	0.3829	0	0.3829	1.09
		小计	—	0.4587	0	0.4587	1.30
合计				34.5700	0.7170	35.2870	100.00

评估区土地利用现状类型为耕地、园地、林地、草地、工矿仓储用地、交通运输用地。

耕地: 该区内耕地面积 1.6883hm², 占评估区面积 4.78%, 全部为旱地, 不含永久基本农田面积。主要农作物为玉米, 土壤为褐土, 表层土壤平均

厚度 100~150cm, 土质松软, 粘砂适中, 耕性较好, 有机质含量为 1.0%~1.5%, pH 值为 7.0~7.5。

园地: 该区内耕地面积 3.9569hm², 占评估区面积 11.21%, 全部为果园。土壤类型以褐土为主。表土层厚度 80~120cm, 土壤质地多为砂质~粉砂质, 土质疏松, pH 值为 7.0~7.5。

林地: 该区内林地面积 8.4774hm², 占该评估区面积的 24.02%, 其中乔木林地 4.5266hm², 其它林地 3.9508hm²。土壤为褐土, 表土层厚度 80~120cm, 郁闭度 0.3, 土壤 pH 值为 7.0~7.5。

草地: 区内草地面积 10.7093hm², 占该评估区面积的 30.35%, 全部为其他草地, 主要草种为狗尾草、虎尾草等。土壤类型以褐土为主。土层厚度 60~100cm, 土壤质地多为砂质~粉砂质, 土质疏松, pH 值为 7.0~7.5。

表 2-3 矿区土地类型与权属关系一览表 单位: hm²

权属	地类及面积 (hm ²)									合计	
	01 耕地	02 园地	03 林地		04 草地	06 工矿仓储用地	10 交通运输用地				
	0103 旱地	0201 果园	0301 乔木 林地	0307 其他 林地	0404 其他 草地	0602 采矿 用地	1001 铁路 用地	1006 农村 道路			
朝阳县乌兰和硕蒙古族乡苑杖子村	1.6883	3.9569	0.9850	3.8908	9.6804	9.4877	0.0758	0.2796	30.0445		
朝阳县乌兰和硕蒙古族乡八大孟克村	0	0	3.5416	0.0600	1.0289	0.5087	0	0.1033	5.2425		
合计	1.6883	3.9569	4.5266	3.9508	10.7093	9.9964	0.0758	0.3829	35.2870		

(二) 永久基本农田

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区范围内不存在永久基本农田。

(三) 采矿用地申请批准情况

矿山采矿用地范围包括露天采坑、排岩场、运输道路等区域, 用地方

式继续沿用租用方式，用地面积为 11.0758hm²，土地类别为旱地、果园、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路。

五、矿区生态状况

(一) 生态本底状况

1、自然地理特征

朝阳县位于辽宁省西部，地处冀蒙辽交界处，是辽宁进入内蒙古的门户区域。全县总土地面积 3758 平方千米，地势自西北向东南倾斜，属中低山—低山丘陵区，最高峰海拔 1153.7 米，最低点标高 74 米，全县山脉纵贯、河流冲积形成既有连绵起伏的中低山，又有沟壑纵横的丘陵和沿河缓平的冲积平原。气候属北温带大陆性季风气候区，由于受蒙古高原干冷气流影响，形成了半干燥半湿润气候，四季分明，雨热同季，日照充足，昼夜温差大，降水偏少。年降水量 450~580 毫米，降水分布极不均匀，6~9 月雨量约占全年的 75%~80%，无霜期 120~155 天。境内主要河流有大凌河和小凌河两大水系，土壤以褐土为主，主要分布在低山丘陵地区；土壤有机质平均含量为 1.12%，总体土壤养分状况表现为“缺磷少氮钾一般，土壤有机质含量低”。

2、生态系统类型与结构

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

朝阳县森林生态系统是区域生态系统的核心，全县林业用地总面积达

到 346.2 万亩，森林覆盖率以每年 1% 的速度递增。主要森林类型包括：以油松林、侧柏林为主的温性常绿针叶林、包括蒙古栎阔叶混交林、山杨林、桦树林等的落叶阔叶林、人工林栽植的刺槐林、杨树林等，其中蒙古栎阔叶混交林是努鲁儿虎山国家级自然保护区的主要保护对象。

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

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

（二）生态功能定位

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

评估区所在为辽西丘陵生态区。

辽西丘陵生态区包括朝阳、锦州、阜新、葫芦岛的全部或部分地区，

面积约 3.17 万 km²。主导生态功能主导生态功能是水土保持。

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

发展方向定位：本区要坚持在治理中发展。辽西沿海地带是联系东北和华北的咽喉地带，重点建设造船基地、石化基地、汽车零部件和农产品加工基地，形成一批具有辽西特色和优势的新兴产业。低山丘陵地带建设特色经济林基地，推广旱作节水农业，大力发展设施蔬菜、名优水果、球根花卉、特色杂粮，建设人工饲草料基地，突出发展畜禽养殖，建设绿色肉、禽、水产品和乳制品生产和深加工基地。结合海岸资源、地质遗迹与交通优势发展旅游与物流产业，打造辽西走廊黄金旅游线。

环境保护与治理对策：一是实施山水林田路综合治理，加强“三北”防护林建设，实施退耕还林还草，加大封山育林育草力度，降低退化草场载畜量，退化严重的草场要禁牧封育，恢复植被；二是加强城市生活和工业污染治理，控制农业面源污染，保护白石和阎王鼻子等水库水质。高氟地区实施高氟水改造工程。通过水源涵养与加强节水，增加地下水补给。禁止乱开滥挖无序采矿行为，严格限制乌金塘水库等饮用水源地上游的矿产资源开发，加强废弃矿场植被恢复；三是制定相应政策，鼓励环境脆弱地带

的人口向基础设施比较完备的城镇集聚；四是重点加强锦州、葫芦岛等地区冶炼、造纸、石油化工等行业的污染治理，避免发展旅游业带来的生态问题，防范环境风险。

本生态区划分为 2 个生态亚区，8 个生态功能区。

评估区属于 III₁ 南芬—辽西低山丘陵针阔混交林草原生态亚区—III₁₋₄ 阎王鼻子水库土壤保持生态功能区。

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）生态功能定位生物多样性状况

1、物种名录

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

植物多样性：朝阳县共有维管系植物 1500 多种，其中木本植物 45 科 219 种，草本植物 84 科 393 种，草本植物资源尤为丰富，其中药用草本植物达 300 多种，包括马兜铃、黄芪、益母草、党参等药材分布广泛。朝阳县拥有国家二级重点保护野生植物 4 种，分别是野大豆、紫椴、水曲柳、黄檗。这些珍稀植物在努鲁儿虎山国家级自然保护区等重点区域得到有效保护。

朝阳县拥有辽宁努鲁儿虎山国家级自然保护区，总面积 13832.1 公顷，主要保护天然蒙古栎阔叶混交林生态系统和众多的野生动植物及其栖息地。该保护区共有维管植物 97 科 412 属 1015 种，脊椎动物 27 目 69 科 354 种，其中国家级重点保护动物 34 种。近年来，朝阳县生态环境持续改善，野生动物种群数量明显增加。大天鹅等珍稀鸟类从 2003 年的不足 100 只发展到如今的上万只规模，野鸡、野兔等动物种群也呈增长态势，生态系统的完整性和稳定性得到有效提升。

2、敏感生态目标

矿区周边无关键栖息地。

3、受威胁状况

人类活动后，动植物适宜生境面积有所缩减。

六、矿区及周边人类重大工程活动

经调查，在矿区内及周边无自然保护区、水源地及生态红线。矿区内有多条村级道路通往周边村庄，矿区内无当地居民，一采区矿区外东南方向 20m 处有约 10 户当地居民，居民区均位于矿山开采影响范围外，矿山开采对周边居民无影响；在二采区西北侧修建有锦承线铁路。矿区内及周边人类活动主要为农作物耕种，无水利水电等重要工程设施。

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

该矿山矿区范围 5km 内无其他探矿权及采矿权。

图 2-10 矿区周边环境示意图

七、矿区生态修复工作情况

1、矿山企业生态修复工作案例分析

矿山于 2019 年进行了矿山地质环境恢复治理，治理对象为一、二采区排岩场，治理面积 1.1652hm^2 ，已实施治理工程如下：

一采区治理复垦排岩场面积 0.8423hm^2 ，治理复垦措施为废石清运、场

地平整、客土回填，栽植沙棘和侧柏，治理复垦为灌木林地；二采区治理复垦排岩场面 0.3229hm^2 ，治理复垦措施为废石清运、场地平整、客土回填，治理复垦为旱地。

矿山于 2020 年至 2025 年间对矿区内地质灾害、地形地貌、土地损毁进行监测，并对排岩场布置挡土墙。

通过治理复垦工程，基本恢复了地形地貌，消除了地质灾害隐患，使矿区生态环境得到明显改善。对矿山以后的生态修复工作有重要的指导和参考意义。

矿山已完成治理工程效果见图 2-11、2-12。

图 2-11 一采区排岩场治理照片

图 2-12 二采区排岩场治理照片

2、周边矿山生态修复工作案例分析

建平县汇泽膨润土有限公司膨润土矿于 2022 年度对排岩场 2 进行了恢复治理，治理面积 0.2928hm^2 ，完成工程量：石方平整工程量 4932m^3 （回填至废弃采坑内），土地平整 0.2928hm^2 ，全面覆土，旱地自然沉实后 0.8m ，共计覆土 2342m^3 。治理总费用 8.2082 万元。

(1) 露天采坑回填：利用矿山排岩场废石土回填露天采坑，采取边回填边碾压夯实的方法，做到分层回填、分层碾压夯实。在回填次序上底部回填大块废石，上部回填小块废石，最后使用推土机、装载机直接对露天采坑表层，进行平整，达到与周边地形地貌基本吻合相接。

(2) 排岩场顶部平台平整：对排岩场顶部平台进行削坡降高，平整废石直接回填露天采坑。

(3) 整地：对恢复方向为林地的露天采坑、排岩场，采用穴状整地方法进行整地，为栽植苗木打好基础。乔木栽植穴规格 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株行距 $2m \times 2m$ ，呈品字形布置，密度为 2500 株/ hm^2 。

(4) 客土：在完成回填、土地平整之后，根据其恢复治理方向，采用客土的方法，恢复土地的生产能力和适生树草的生长立地条件。采用全面客土方法进行覆土，恢复耕地区域覆土厚度为自然沉实后 $0.8m$ ，恢复林地区域覆土厚度为自然沉实后 $0.5m$ 。

(5) 栽植：栽植方法采用植苗造林的方法，栽植时对采坑土层砸实，之后将苗木放置树坑中间，之后进行培土，在培土过程中要使苗木根系避开干土层，之后做好围堰，以备春季干旱时浇足水分。

(6) 施肥：土壤改良措施主要为施用有机肥。有机肥中的腐殖质能促进土壤团粒结构的形成，使土壤疏松，易于耕作，同时有利于土壤微生物的活动，促进土壤养分的分解，增强土壤的保水保肥能力，为植被提供良好的土壤环境。

(7) 养护：后期的养护管理主要是采取封育措施，严禁放牧砍柴割草，给树草创造一个利于成活生长的环境。此外根据土壤含水量、有机质及养分含量、成活及生长情况、有无病虫害等，及时浇水、追肥、防治病虫害、培土和补植，促使其初步形成比较稳定的新生生态系统。

目前，矿山前期种植的植被长势良好，成活率较高。说明矿山治理和复垦工程措施是可行的，其工程设计可以做为本次生态修复工程设计的参

考。

八、矿区基本情况调查监测指标

该矿山为已建矿山矿区开采前基本情况调查监测包括矿山地质环境、土地资源、生态系统调查监测。矿山地质环境监测主要为对矿区地下水进行监测，土地资源监测主要为对土地利用现状进行监测，生态系统监测主要为生态状况调查。具体监测内容与监测指标见表 2-4。

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进行监测。具体监测内容与监测指标表 2-5。

表 2-4 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	手动监测法	2 个
		地下水位		—
		地下水温		—
		地下水水量		—
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	遥感影像监测	—
		土地利用面积		—
		永久基本农田面积		—
	耕地及 永久基本农田	土壤质量	查阅资料	—
		配套设施		—
		生产力水平		—
生态系统	生态状况调查	森林生态系统	查阅资料	—
		草地生态系统		—

表 2-5 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
保护预防控制监测		保护措施	避让措施	—	—
		预防控制措施	表土剥离与保存		—
损毁现状 与拟损毁 监测	地质 环境损毁	不稳定边坡	地表形变	人工监测法	554 点次
	土地资源 损毁	挖损土地面积	旱地	人工监测法	12 次
		压占土地面积	旱地		
	生态系统 破坏	生态用地损毁	林地损毁面积	人工监测法	12 次
生态修复 效果监测	地质环境 治理	不稳定边坡	恢复治理率	样方调查法	25 次
		采空区塌陷	复垦修复率		
		复垦修复土地 (耕地、园地、林 地)	地形	人工监测法	25 次
			生产力水平		
			土地复垦率		

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析估

一、问题识别与受损预测

(一) 现状问题

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

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

矿山地质环境调查范围为采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围，因此，现场调查范围以朝阳县泰元矿业有限公司膨润土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 35.2870hm^2 。

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

地挖损、压占、塌陷等损毁问题；植被损毁和支撑生态服务功能的生物多样性丧失，水土流失，环境污染情况等，基本查明了朝阳县泰元矿业有限公司膨润土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 一采区航拍照片

图 3-2 二采区航拍照片

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坑和排岩场。根据收集资料及现场调查，朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿为生产矿山，矿山现状开采形成三处露天采坑、一处排岩场，采坑边坡角在 40~60°之间，排岩场废石堆高 5 至 18m，边坡角 15~30°。

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，在现状调查中发现二采区露天采坑坡脚有一处崩塌灾害，崩塌体呈小规模乱石堆。体积大约在 2m³；现状排岩场未发现地质灾害。

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

响程度分级为较轻。

2、地形地貌景观破坏现状分析

矿区内无各类自然保护区、人文景观、风景旅游区。矿区采用露天开采生产方式，地表形成三处露天采坑、一处排岩场，露天采坑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，矿山开采最低标高高于当地侵蚀基准面，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

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

（1）挖损

矿山对土地的挖损主要体现在露天开采形成的露天采坑对土地挖损，改变了原有自然土壤的存在状态，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。

矿山露天开采多年，地表形成3处露天采坑，损毁土地面积 6.3460hm^2 ，

其中损毁苑杖子村集体土地 6.3311hm², 八大孟克村集体土地 0.0149hm², 露天采坑对土地的挖损已造成原有地表植被丧失, 对原始地形地貌景观造成了较大的影响, 影响程度为严重。

表3-1 露天采坑损毁土地统计表

单位: hm²

编号	土地类型及面积							合计	备注
	旱地	果园	乔木林地	其他林地	其他草地	采矿用地	农村道路		
一采区 CK1		0.4437				0.0050	0.0025	0.4512	矿区内
一采区 CK2		0.0002			0.0263	1.4682	0.0008	1.4955	矿区内
二采区 CK1	0.0461		0.0137	0.0368	0.0008	3.9631	0.0139	4.0744	矿区内
			0.1150		0.0009	0.2090		0.3249	矿区外
合计	0.0461	0.4439	0.1287	0.0368	0.028	5.6453	0.0172	6.3460	—

表 3-2 露天采坑现状参数统计表

采坑编号	露天采坑现状参数 (m)					备注
	上口长	上口宽	下口长	下口宽	总深度	
一采区 CK1	120	30	60	13	15	凹陷露天采坑
一采区 CK2	185	90	150	60	22	山坡露天采坑
二采区 CK1	310	120	190	55	37	凹陷露天采坑

图 3-3 一采区 CK1 现场照片

图 3-4 一采区 CK1 场地航拍图片

图 3-5 一采区 CK2 现场照片

图 3-6 一采区 CK2 场地航拍图片

图 3-7 二采区 CK1 现场照片

图 3-8 二采区 CK1 场地航拍图片

(2) 压占

矿山生产排放废石土形成的排岩场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，对土地损毁程度严重。

矿山地表现有一处排岩场，位于二采区东部，损毁土地面积 0.5387hm^2 ，全部为八大孟克村集体土地，场地建设压占土地，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。

表 3-3 排岩场已损毁土地现状统计表

单位：hm²

损毁单元编号	土地类型及面积			合计	备注	废石量(万 m ³)
	乔木林地	其他草地	采矿用地			
二采区排岩场 1	0.0511	0.0104	0.0851	0.1466	矿区内	5.50
	0.0077	0.0084	0.3760	0.3921	矿区外	
合计	0.0588	0.0188	0.4611	0.5387	—	—

图 3-9 二采区排岩场 1 现场照片

图 3-10 二采区排岩场 1 场地航拍图片

综上所述，评估区内现状共计损毁土地面积 6.8847hm²，其中损毁旱地 0.0461hm²，果园 0.4439hm²，乔木林地 0.1875hm²，其他林地 0.0368hm²，其他草地 0.0468hm²，采矿用地 6.1064hm² 及农村道路 0.0172hm²。其中损毁苑

杖子村集体土地 6.3311hm², 八大孟克村集体土地 0.5536hm²。确定采矿活动对土地资源影响和损毁程度“严重”。

表 3-4 评估区已损毁土地统计表

单位: hm²

编号	土地类型及面积							合计	备注
	旱地	果园	乔木林地	其他林地	其他草地	采矿用地	农村道路		
露天采坑	0.0461	0.4439	0.0137	0.0368	0.0271	5.4363	0.0172	6.0211	矿区内
			0.1150		0.0009	0.2090		0.3249	矿区外
排岩场			0.0511		0.0104	0.0851		0.1466	矿区内
			0.0077		0.0084	0.3760		0.3921	矿区外
合计	0.0461	0.4439	0.1875	0.0368	0.0468	6.1064	0.0172	6.8847	—

5、生态系统退化问题

(1) 植被损毁

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

(2) 生物多样性丧失

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

(3) 水土流失

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

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

(4) 水土环境污染

1) 土壤环境污染现状分析

朝阳县泰元矿业有限公司委托沈阳市中正检测技术有限公司于2020年8月5日-8月12日对评估区土壤进行现场采样检测，报告编号：BW0818000。

检测因子按照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地的筛选值和管制值进行评价，土壤监测结果见下表：

表 3-5 土壤检测结果

续表 3-5 土壤检测结果

根据检测数据可知，土壤环境质量满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地的筛选值和管制值。

2) 地下水环境污染现状分析

朝阳县泰元矿业有限公司委托朝阳彤天环保发展有限公司于2025年12月8日-12月12日对评估区地下水进行现场采样检测，报告编号：CYTT

(2025) 800B。

评估区属农村地区，根据地下水用途和功能，区域地下水按《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准进行评价。水质监测结果见下表：

表 3-6 地下水检测结果

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

综上，评估区内水土环境污染影响现状为较轻。

(二) 受损预测

1、不稳定地质体预测分析

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

露天采坑边坡崩塌：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。

矿山开采时，将形成台阶高度为 10m，最终阶段坡面角上盘 60°。最终帮坡角 41~60°。矿体顶板为安山岩，底板为凝灰岩，属于中等~坚硬岩石、一般较坚硬岩石，有可能引发局部崩塌地质灾害，直接威胁采坑作业人员和机械设备。引发崩塌地质灾害可能性中等，采坑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。

露天采坑边坡滑坡：亦是矿山建设开采后引发和遭受的地质灾害之一，发生地为露天采坑边坡。矿山设计采用露天自上而下水平分层开采，开采工作面垂直矿层走向布置，沿走向推进。由于岩土体工程地质条件中等，岩层之间膨润土矿体为软弱夹层，它们在重力、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坑内采矿作业人员。引发滑坡地质灾害可能性中等，采坑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。

排岩场边坡滑坡：排岩场形成新的人工边坡，边坡堆积松散，在汛期受坡面及汇水区的洪水冲刷或冲蚀，易形成小型滑坡灾害，未来开采设计排岩场分台阶堆放，边坡角 30~35°，坡脚修建挡土墙，开采完毕后利用排岩场废石土回填凹陷采坑。故预测排岩场引发滑坡地质灾害可能性中等，采坑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

朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿为生产矿山，根据开发利用方案设计，矿山未来沿用露天开采，拟在一采区新建 1 处排岩场、1 处运输道路，并在已有露天采坑的基础上继续扩大开采范围。修建上述单元对土地造成挖损和压占，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

矿山设计露天开采最低开采标高为 340m，矿山未来开采最低标高高于当地侵蚀基准面（330m），未揭露地下含水层，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矿坑涌水量年平均值 $20178m^3/a$ ，日平均 $55m^3/d$ 。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坑对土地挖损，排岩场及运输道路对土地压占损毁。拟损毁土地情况如下：

(1) 挖损损毁

矿山未来开采将会在两个采区原有露天采坑的基础上继续扩大范围进行开采，露天采坑对土地的损毁方式为挖损损毁，损毁土地面积 2.9424hm^2 ，其中损毁苑杖子村集体土地 2.9330hm^2 ，八大孟克村集体土地 0.0094hm^2 。拟建露天采坑损毁了原有植被，改变了原有的地形地貌，对地形地貌景观影响程度为较严重。

表3-7 露天采坑拟损毁土地统计表

单位： hm^2

编号	土地类型及面积						合计	备注
	旱地	果园	其他林地	其他草地	采矿用地	农村道路		
一采区拟建露天采坑	0.0314	1.3133	0.1306	0.9325	0.2538	0.0584	2.7200	矿区内地质公园内
二采区拟建露天采坑	0.1965			0.0002	0.0257		0.2224	矿区内地质公园内
合计	0.2279	1.3133	0.1306	0.9327	0.2795	0.0584	2.9424	—

(2) 压占损毁

1) 排岩场

为满足矿山未来开采排放废石土需要，矿产资源开发利用方案设计在一采区新建一处排岩场，排岩场压占损毁土地面积 1.1314hm^2 ，全部为苑杖子村集体土地，排岩场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 3-8 排岩场拟损毁土地统计表

单位: hm²

编号	土地类型及面积				合计	备注
	乔木林地	其他草地	采矿用地	农村道路		
一采区拟建排岩场 1	0.0240	1.0607	0.0251	0.0216	1.1314	矿区内
合计	0.0240	1.0607	0.0251	0.0216	1.1314	—

2) 运输道路

矿山未来开采需在一采区各新建 1 处运输道路, 运输道路压占损毁面积约 0.1173hm², 全部为苑杖子村集体土地, 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轻。

表 3-9 运输道路拟损毁土地统计表

单位: hm²

编号	土地类型及面积			合计	备注
	旱地	其他林地	其他草地		
一采区新建运输道路	0.0211	0.0718	0.0244	0.1173	矿区内
合计	0.0211	0.0718	0.0244	0.1173	—

综上所述, 评估区内预测新增损毁土地面积 4.1911hm², 损毁土地类型为旱地 0.2490hm², 果园 1.3133hm², 乔木林地 0.0240hm², 其他林地 0.2024hm², 其他草地 2.0178hm², 采矿用地 0.3406hm², 农村道路 0.0800hm²。其中损毁苑杖子村集体土地 4.1817hm², 八大孟克村集体土地 0.0094hm²。详见下表。

表 3-10 拟损毁土地统计表

单位: hm²

编号	土地类型及面积							合计	备注
	旱地	果园	乔木林地	其他林地	其他草地	采矿用地	农村道路		
拟建露天采坑	0.2279	1.3133		0.1306	0.9327	0.2795	0.0584	2.9424	矿区内
拟建排岩场			0.0240		1.0607	0.0251	0.0216	1.1314	矿区内
拟建运输道路	0.0211			0.0718	0.0244			0.1173	矿区内
合计	0.2490	1.3133	0.0240	0.2024	2.0178	0.3046	0.0800	4.1911	—

综上所述，评估区内共计损毁土地面积 11.0758hm²，损毁土地类型为旱地 0.2951hm²，果园 1.7572hm²，乔木林地 0.2115hm²，其他林地 0.2392hm²，其他草地 2.0646hm²，采矿用地 6.4110hm²，农村道路 0.0972hm²。其中损毁苑杖子村集体土地 10.5128hm²，八大孟克村集体土地 0.5630hm²。确定采矿活动对土地资源影响和损毁程度“严重”。

表 3-11 评估区损毁土地统计表

单位：hm²

编号	土地类型及面积							合计	备注
	旱地	果园	乔木林地	其他林地	其他草地	采矿用地	农村道路		
露天采坑	0.2740	1.7572	0.0137	0.1674	0.9598	5.7158	0.0756	8.9635	矿区内
			0.1150		0.0009	0.2090		0.3249	矿区外
排岩场			0.0751		1.0711	0.1102	0.0216	1.2780	矿区内
			0.0077		0.0084	0.3760		0.3921	矿区外
运输道路	0.0211			0.0718	0.0244			0.1173	矿区内
合计	0.2951	1.7572	0.2115	0.2392	2.0646	6.4110	0.0972	11.0758	—

5、生态系统退化问题

本次设计开采膨润土矿无毒，无污染，后续开采不会加剧生态系统退化。

(1) 植被损毁

根据矿产资源开发利用方案，矿山未来继续采用露天开采方式，露天采坑、排岩场和运输道路，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

根据矿产资源开发利用方案，矿山未来继续采用露天开采方式，露天采坑、排岩场和运输道路，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

矿山开采现状条件下对水土环境污染较轻，在矿山未来开采过程中，主要产物为膨润土矿，膨润土的化学成份： SiO_2 72.32%； Al_2O_3 12.19%； Fe_2O_3 2.33%； FeO 1.10%； MgO 2.68%； CaO 1.95%； TiO_2 0.15%； Na_2O 0.12%； K_2O 0.35%，烧失量7.22%，开采膨润土矿直接出售。综上所述，矿山开采活动对地表、地下水及土壤环境不会产生污染。

（三）问题诊断评价结论

1、问题诊断评价

（1）土地损毁问题

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

2) 受损程度：露天采坑损毁形式为挖损，排岩场、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：露天采坑、排岩场、运输道路破坏地类涉及旱地、果园、林地等，生态受损程度为重度。

2、矿区生态破坏程度分区

根据评估区地质环境复杂程度、矿山地质环境现状问题和受损预测，针对评估区生态破坏程度进行分区，评估区共划分 6 个受损区块，各受损区块损毁程度综合评价情况如下：

表 3-12 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积	损毁程度	
受损区块 1	地质环境问题	一采区露天采坑	4.6667	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	
受损区块 2	地质环境问题	一采区排岩场	1.1314	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	
受损区块 3	地质环境问题	一采区运输道路	0.1173	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	
受损区块 4	地质环境问题	二采区露天采坑	4.6217	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	
受损区块 5	地质环境问题	二采区排岩场	0.5387	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	

图 3-11 一采区矿区生态破坏程度综合评价图

图 3-12 二采区矿区生态破坏程度综合评价图

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1、地质环境治理可行性分析

（1）地质灾害防治技术可行性分析

根据矿产资源开发利用方案设计及实地调查，矿山已有多年开采历史，仅在露天采坑边坡发生过小型崩塌地质灾害。矿山企业今后开采过程中，严格按开采设计方案进行开采，及时对不稳定边坡进行危岩清理，并定期进行巡查工作。定期监测，发现问题及时处理。矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，在技术上是有保障的、可行的。

（2）含水层防治技术可行性分析

矿产资源开发利用方案设计未来露天开采最低开采标高为340m，矿山未来开采最低标高高于当地侵蚀基准面（330m），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。

对高差大，坡度陡的露天采坑采坑利用废石土进行回填，降低边坡角度和阶段高度，对排岩场堆积形成的边坡在开采完毕后可以进行废石土清运降坡，并在坡脚修筑挡土墙，运输道路则可直接进行平整绿化。

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

（4）植被恢复技术可行性分析

评估区损毁地类涉及耕地，园地，林地等，结合矿山及周边矿山复垦案例、周边地形地貌综合分析，矿山开采结束后，复垦区经地貌重塑、土壤重构工程后，可以达到恢复耕地，园地，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

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、水位监测；地形地貌景观采取人工监测；水土环境污染监测为常规性监测，均可实现。

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，通过一系列生态修复技术进行预防和复垦，包括土壤改良、水资源管理、植被恢复等，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。土地资源复垦的技术路线和工作方法是目前朝阳地区普遍应用于矿山生态修复工程中的常规手段，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，本项目开采土地损毁单元为露天采坑、排岩场及运输道路。损毁土地总面积为 11.0758hm²，即复垦区面积为 11.0758hm²。

表 3-13 复垦修复区土地利用现状

单位：hm²

地类名称			面积 (hm ²)	占总面积比例 (%)
一级地类		二级地类		
01	耕地	0103	0.2951	2.66
02	园地	0201	1.7572	15.87
03	林地	0301	0.2115	1.91
		0307	0.2392	2.16
04	草地	0404	2.0646	18.64
06	工矿仓储用地	0602	6.4110	57.88
10	交通运输用地	1006	0.0972	0.88
合计			11.0758	100

(2) 复垦修复区适宜性评价原则

1) 符合国土空间规划，并与其他规划相协调

复垦修复应符合《朝阳县国土空间规划（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环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，特别是损毁现状，因地制宜，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。

3) 综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，首先考虑可垦性和综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的复垦投入取得最佳的经济效益、社会效益和生态效益。考虑到生产建设项目

对评估区及周围环境造成的影响，重点考虑生态效益，以恢复生态环境功能为主。

4) 主导限制因素与综合平衡原则

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

5) 复垦后土地可持续利用原则

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

6) 社会因素和经济因素相结合原则

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

（3）复垦修复单元的划分

复垦修复适宜性单元是评价的基本单元，同一评价单元内的土地特征及复垦利用方向复垦措施应基本一致。

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价

单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据本项目损毁土地预测结果可知，本项目复垦修复适宜性评价单元划分为露天采坑坑底、露天采坑边坡、露天采坑平台、排岩场平台、排岩场边坡及运输道路共 6 个评价单元，具体见表 3-14。

表 3-14 待复垦修复土地适宜性评价单元划分 单位：hm²

分区对象	损毁土地类型	损毁方式	损毁面积	损毁程度
露天采坑坑底	旱地、果园、乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路	挖损	2.6370	重度
露天采坑边坡		挖损	1.9880	重度
露天采坑平台		挖损	4.6634	重度
排岩场平台	乔木林地、其他草地、采矿用地、农村道路	压占	0.8738	重度
排岩场边坡		压占	0.7963	重度
运输道路	旱地、其他林地、其他草地	压占	0.1173	重度
总计	—	—	11.0758	—

(4) 评价指标体系和标准的建立

根据评估区所在区域自然环境特征、结合矿区土地破坏特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区破坏土地适宜性评价和复垦修复经验，本方案土地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、土地破坏前的利用状况、破坏土地复垦修复的客观条件。土地复垦修复适宜性评价系统图见图 3-13。适宜性评价限制因素分级标准见表 3-15，参评单元的土地质量状况结果见表 3-16。

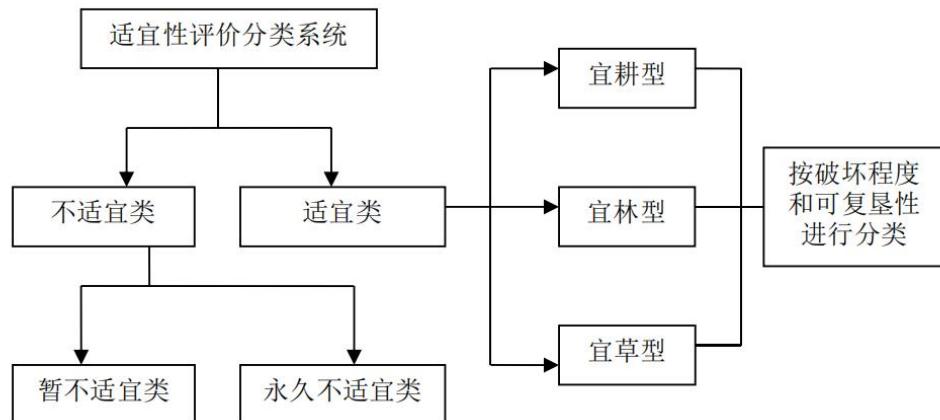


图 3-13 土地适宜性评价系统图

表 3-15 适宜性评价限制因素分级标准

适宜性评价限制因素分级			适宜性		
序号	限制因素	分级	宜耕	宜林	宜草
1	坡度	<2°	1	1	1
		2°≤坡度<6°	2	1	1
		6°≤坡度<15°	3	1	1
		15°≤坡度<25°	4	3	2
		>25°	4	4	3
2	土壤质地	壤土	1	1	1
		粘土、砂土	2	2	2
		砂质、砾质	4	3	3
3	有效土壤层厚度 (cm)	≥50	1	1	1
		30≤厚度<50	2	1	1
		10≤厚度<30	3	2	1
4	排水条件	好	1	1	1
		中等	2	2	2
		一般	4	3	3
5	灌溉条件	不完善	4	3	1
		一般	3	2	1
		完善	1	1	1
6	土壤有机质 (g·kg⁻¹)	>10	1	1	1
		10~6	2	2	1、2
		<6	3	2、3	2、3
7	pH	6.0~8.5	1	1	1
		>8.5	4	4	4
		<6.0	4	4	4

说明：1 代表适宜，2 代表基本适宜，3 代表临界适宜，4 代表不适宜

表 3-16 参评单元的土地质量状况结果

项目名称	破坏面积 hm ²	坡度 (°)	土壤 质地	有效土层 厚度 (cm)	排水 条件	灌溉 条件	土壤有机质 g·kg ⁻¹	pH
露天采坑坑底	2.6370	3~5	砂土	80	好	不完善	>10	7.0~7.5
露天采坑边坡	1.9880	>60	砂土	80	好	不完善	>10	7.0~7.5
露天采坑平台	4.6634	2~10	砂质	50~80	好	一般	>10	7.0~7.5
排岩场平台	0.8738	3~10	砂土	50~80	好	一般	>10	7.0~7.5
排岩场边坡	0.7963	5~8	砂土	80	好	不完善	>10	7.0~7.5
运输道路	0.1173	5~8	砂土	50	好	一般	>10	7.0~7.5
合计	11.0758	—	—	—	—	—	—	—

(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土地复垦修复适宜性等级评价结果，评价结果见表 3-17。

表 3-17 土地复垦修复适宜性评价结果表

项目名称	破坏面积 (hm ²)	适宜性			限制因子
		宜耕	宜林	宜草	
露天采坑坑底	2.6370	不	宜	宜	有效土层厚度、周边地类
露天采坑边坡	1.9880	不	不	不	有效土层厚度、地形坡度
露天采坑平台	4.6634	宜	宜	宜	有效土层厚度、周边地类
排岩场平台	0.8738	不	宜	宜	有效土层厚度、周边地类
排岩场边坡	0.7963	不	宜	宜	有效土层厚度、地形坡度
运输道路	0.1173	不	宜	宜	有效土层厚度、周边地类
合计	11.0758	—	—	—	—

(6) 确定最终复垦修复方向和划分复垦修复单元

依据适宜性等级评定结果，经过现场调查综合考虑复垦修复区土地损毁程度、地表、地下水环境等，并分析当地自然条件、复垦修复类比分析和工程施工难易程度等情况，确定该区的复垦修复方向以及其面积。根据适宜性评价结果，将一采区露天采坑 350m 标高平台复垦修复为旱地，二采区露天采坑坑底复垦修复为果园，排岩场边坡复垦修复为灌木林地，其余

单元复垦修复为乔木林地，复垦修复方向和复垦修复单元划分见表 3-18。

表 3-18 复垦修复单元和复垦方向表

项目名称	破坏面积 (hm ²)	复垦修复方向	复垦面积 (hm ²)	复垦修复单元
露天采坑坑底	2.6370	果园	1.9900	露天采坑坑底
		乔木林地	0.6470	
露天采坑边坡	1.9880	—	—	露天采坑边坡
露天采坑平台	4.6634	旱地	0.5245	露天采坑平台
		乔木林地	4.1389	
排岩场平台	1.3318	乔木林地	1.3318	排岩场平台
排岩场边坡	0.3383	灌木林地	0.3383	排岩场边坡
运输道路	0.1173	乔木林地	0.1173	运输道路
合计	11.0758	—	9.0878	—

(7) 水土资源平衡分析

1) 水资源平衡分析

评估区属于辽宁省西部半干旱地区，迄今为止，还是雨养农业，因此复垦工程设计中也没有设计灌溉工程，仅在极度干旱的情况下采取拉水灌溉。复垦后的土地缺乏灌溉水源，为了保证树木成活率，方案设计进行拉水灌溉，为保证苗木成活，栽种后 1 年内浇灌 3 次，每株每次用水 0.02m³，后期可依靠自然降水。取水水源地为周边水井，水质和水量都能满足复垦区灌溉需要。设计采用汽车拉水灌溉方式，矿山企业有拉水设备，可以满足灌溉工程需要。

2) 土方平衡分析

本次方案设计一采区露天采坑 350m 平台复垦方向为旱地，覆土方式采用全面覆土，覆土厚度自然沉实后 0.8m；二采区露天采坑坑底复垦方向为果园，覆土方式采用穴状覆土，坑穴规格为 0.5m×0.5m×0.5m，每穴覆土 0.125m³，穴间覆土自然沉实后 0.2m；一采区排岩场边坡边坡复垦方向为灌木林地，覆土方式采用穴状覆土，坑穴规格为 0.35m×0.35m×0.35m，每穴

覆土 0.04m^3 , 穴间覆土自然沉实后 0.2m ; 其余损毁单元复垦方向为乔木林地, 覆土方式采用穴状覆土, 坑穴规格为 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$, 每穴覆土 0.125m^3 , 穴间覆土自然沉实后 0.2m , 沉实系数取 1.15, 经计算土壤重构工程需自然土方量 26559m^3 。

表 3-19 表土覆盖量计算汇总表

序号	复垦单元	损毁单元	复垦方向	面积 (hm^2)	覆土方式	沉实系数	需用方量 (m^3)
1	露天采坑坑底	果园	1.9900		坑穴覆土	1.15	5053
		乔木林地	0.6470		每穴覆土 0.125m^3 穴间 0.2m	1.15	1642
2	露天采坑边坡	—	—	—	—	—	—
3	露天采坑平台	旱地	0.5245		全面覆土 0.8m	1.15	4825
		乔木林地	4.1389		坑穴覆土	1.15	10511
4	排岩场平台	乔木林地	1.3318		每穴覆土 0.125m^3 穴间 0.2m	1.15	3382
5	排岩场边坡	灌木林地	0.3383		坑穴覆土 每穴覆土 0.04m^3 穴间 0.2m	1.15	848
6	运输道路	乔木林地	0.1173		坑穴覆土 每穴覆土 0.125m^3 穴间 0.2m	1.15	298
合计			9.0878		—	—	26559

矿山土壤重构工程需要土方 26559m^3 , 经计算, 矿山今后露天开采剥离表土 26914m^3 , 剥离表土能够满足复垦修复用土需要。

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, 矿山每年销售收入 360 万元, 成本为 210 万元, 年净利润 150 万元, 剩余服务年限 5.71a, 矿山总税后利润为 856.5 万元。矿区生态修复总投资 426.76 万元, 矿山企业完全能够承担矿区生态修复义务, 故矿山开采在经济上是

可行的。

（二）目标方向可行性分析

1、矿区周边运行良好的生态系统

经现场实地调查，矿区周边未受损的生态系统主要有农田生态系统、森林生态系统和草地生态系统。

（1）农田生态系统

评估区粮食作物以玉米、高粱、谷子、豆类为主，还种植油料作物、烤烟等经济作物。周边农田通过农民的耕作、灌溉、秸秆还田等人工活动维持运转，农作物作为核心生产者，搭配农田昆虫、小型啮齿类动物及土壤微生物，构成完整的能量流动和物质循环体系，且该系统需依赖外界投入化肥、农机等资源保障产出。农田生态系统占评估区总面积的 83.85%。

评估区土壤类型以褐土为主，部分区域存在腐殖质层薄等，褐土中的潮褐土亚类在坡底、山间平地等区域肥力较高，可耕性好。矿山企业生产结束后实施地貌重塑、土壤重构等工程措施，通过土壤改良技术可改善土壤结构，提升其蓄水保肥能力，能够满足复垦修复旱地的要求。并且矿区周边本身就是白山乡的农业种植区，广泛种植玉米、高粱、谷子等旱地作物，形成了成熟的农业耕作模式与产业链。复垦修复为旱地后，可融入周边农业生产体系，与周边环境相协调。

（2）森林生态系统

评估区周边分布人工培育的森林生态系统。树种多为刺槐、油松、沙棘、荆条等适应当地气候的树种以及山杏等经济树种为主，同时栖息着鸟类、林下昆虫等动物，既发挥着保持水土、净化空气的生态作用，部分经

济林还能为当地带来一定经济效益。森林生态系统占评估区总面积的 24.02%。

评估区东侧分布人工培育的林地，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。同时，刺槐、油松等乔木可净化周边空气，修复矿区自身生态，形成生态屏障。

（3）草地生态系统

评估区草地生态系统属半人工半自然的生态系统类型。草地一方面为当地生猪、牛、羊等畜禽养殖提供天然放牧场地和饲料来源，另一方面，当地将秸秆加工为饲料用于牲畜喂养，部分未被养殖消化的秸秆还会对外出售，草地与养殖业、秸秆综合利用产业形成联动，构成了资源循环利用的草地~养殖配套生态模式。评估区内草地全部为其他草地，占评估区总面积的 30.35%。

2、参照生态系统

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

3、复垦修复方向与目标

根据选定的参照生态系统为目标，结合朝阳县国土空间规划、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《朝阳县国土空间总体规划（2021-2035年）》，朝阳县处于辽西低山丘陵区，构建农田生态系统、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，合理增加耕地、园地、林地面积。从国土空间规划角度考虑，复垦修复方向以耕地、园地、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，复垦修复方向以耕地、园地、林地为主。

（3）社会经济因素

朝阳县境内矿产资源丰富，当地以铁矿开采及加工为主导产业，矿山开采结束后复垦修复耕地、园地、林地，其增加的经济效益显著。综合考虑以上因素，最终确定方向为旱地、果园、乔木林地及灌木林地。

4、复垦修复标准

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

表 3-20 评估区复垦修复质量控制标准

土地类型	指标类型	基本指标	东北山丘平原区土地复垦质量控制标准	本项目土地复垦质量要求
旱地	土壤质量	地形 地面坡度/(°)	≤5	与周边地形协调一致，田块内地形坡度≤5
		有效土层厚度/cm	≥80	80
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.35	1.05~1.30
		土壤质地	砂质壤土至砂质粘土	砂质壤土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤5	≤5
		pH 值	6.5~8.5	7.0~7.5
	配套设施	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
		排水	达到当地本行业工程建设标准要求	满足评估区复垦工程的实施
		道路		
果园	生产力水平	产量/(kg/hm ²)	三年后达到周边地区同等土地类水平	管护期结束后达到周边地区同等土地类水平
	土壤质量	土壤内污染物含量(mg/kg)	—	符合 GB 15618-2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管理标准要求
		有效土层厚度/(cm)	≥50	自然沉实 50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤10	≤10
		pH 值	6.0~8.5	7.0~7.5
		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
生产力水平		栽植密度/(株/hm ²)	2500 株/hm ²	1667 株/hm ²
		产量/(kg/hm ²)	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

续表 3-20 评估区复垦修复质量控制标准

土地类型	指标类型	基本指标	东北山丘平原区土地复垦质量控制标准	本项目土地复垦质量要求
乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/(cm)	≥30	50
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	1.05~1.30
		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	7.0~7.5
	配套设施	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
		道路	达到当地本行业工程建设标准要求	满足评估区复垦工程的实施
		栽植密度/(株/hm ²)	2500 株/hm ²	1667 株/hm ²
	生产力水平	郁闭度	≥0.30	≥0.30
		三年保存率	≥60%	≥85%
灌木林地	土壤质量	有效土层厚度/(cm)	≥30	≥35
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土至砂质粘土
		砾石含量/%	≤20	≤20
		pH 值	6.0~8.5	7.0~7.5
	生产力水平	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
		栽植密度/(株/hm ²)	3000-5000 株/hm ²	4444 株/hm ²
		三年保存率	≥60%	≥85%
		覆盖率	≥80%	≥80%

(三) 边开采、边修复可行性分析

边开采、边修复模式通过将矿山开采与生态修复在时空上同步规划与

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

根据矿山开发利用方案于矿山实际开采情况，矿山未来沿用露天开采方式，矿山生产期间进行地质环境损毁监测、土地资源损毁监测和生态系统破坏监测。根据矿山开采时序，2026 年对拟损毁土地进行表土剥离和表土养护工作，对二采区排岩场进行生态修复；2029 年对一采区露天采坑 360m 平台、二采区露天采坑进行生态修复；2030 年对一采区露天采坑 350m 平台进行生态修复。矿山能做到边生产、边修复。

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一采区露天采坑、一采区排岩场、一采区运输道路、二采区露天采坑、二采区排岩场共 5 个生态分区。矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表详见表 3-21。

表 3-21 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm ²)	生态修复实施时间
一采区 露天采坑	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
二采区 露天采坑	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
一采区 排岩场	1				
	2				
	3				
	4				

续表 3-21 矿区生态修复分区拐点坐标表及生态修复分区实施时间表

项目名称	范围拐点			破坏面积 (hm ²)	生态修复实施时间
二采区 排岩场	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
一采区 运输道路	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				

四、采矿用地与复垦修复安排

本项目采矿用地包括露天采坑、排岩场、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。

表 3-22 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		复垦修复目标		面积增减 (hm ²)
编码	名称	编码	名称	面积 (hm ²)	质量	面积 (hm ²)	质量	
01	耕地	0103	旱地	0.3907	12 等	0.5245	12 等	+0.1338
			小计	0.3907	—	0.5245	—	+0.1338
02	园地	0201	果园	1.7572	—	1.9900	—	+0.2328
			小计	1.7572	—	1.9900	—	+0.2328
03	林地	0301	乔木林地	0.2115	—	6.2350	—	+6.0235
		0305	灌木林地	0	—	0.3383	—	+0.3383
		0307	其他林地	0.2900	—	0	—	-0.2900
			小计	0.5015	—	6.5733		+6.0718
04	草地	0404	其他草地	3.2178	—	0	—	-3.2178
			小计	3.2178	—	0	—	-3.2178
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	6.4470	—	1.9880	—	-4.4590
			小计	6.4470	—	1.9880	—	-4.4590
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1097	—	0	—	-0.1097
			小计	0.1097	—	0	—	-0.1097
合计				11.0758	—	11.0758	—	0

表 3-23 矿区用地与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划				
序号	原地类	范围	面积	质量	是否为临时用地	批准(计划使用期限 (年月日-年月日)	目标地类	范围	面积	质量	批准(计划) 复垦修复期限
0103	旱地	—	0.3907	12等	否	2025.12~2031.8	旱地	—	0.5245	12等	2030.1~2030.12
0201	果园	—	1.7572	—	否	2025.12~2031.8	果园	—	1.9900	—	2031.9~2032.8
0301	乔木林地	—	0.2115	—	否	2025.12~2031.8	乔木林地	—	6.2350	—	2026.1~2026.12 2029.1~2029.12 2031.9~2032.8
0305	灌木林地	—	0	—	—	—	灌木林地	—	0.3383	—	2026.1~2026.12
0307	其他林地	—	0.2900	—	否	2025.12~2031.8	其他林地	—	—	—	—
0404	其他草地	—	3.2178	—	否	2025.12~2031.8	其他草地	—	—	—	—
0602	采矿用地	—	6.4470	—	否	2025.12~2031.8	采矿用地	—	—	—	—
1006	农村道路	—	0.1097	—	否	2025.12~2031.8	农村道路	—	—	—	—

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施析

(一) 敏感目标保护

矿区附近没有需要保护的耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、珍贵物种、人文景观、文物、重要基础设施等敏感目标。矿山生态修复应坚持人与自然和谐共生，坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主。通过治理可行性研究、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：矿产资源开发利用方案设计矿山今后开采将对新增损毁土地进行表土剥离，一采区剥离表土统一存放至现有露天采坑南侧已开采完毕区域，二采区剥离表土统一存放至现有露天采坑北侧已开采完毕区域，用以日后复垦所用。剥离表土要做到分层剥离、分层回覆利用，复垦时要优先利用剥离表土，耕地、园地、林地表土都要分开剥离，按不同类型单独装车分开运输，就近选择表土储存区域，并清除地表杂物分开存放。剥离表土量为 26914m^3 ，平均堆高不超过 5m，边坡角 $25\sim30^\circ$ ，一采区堆放面积约 0.3500hm^2 ，二采区堆放面积约 0.5000hm^2 ，表土剥离工程计入矿山开采生产成本。表土剥离情况见表 4-1。

表 4-1 表土剥离量计算表

拟损毁地类	剥离面积 (hm^2)	剥离厚度 (m)	剥离表土量 (m^3)
旱地	0.2490	1.0	2490
果园	1.3133	0.8	10506
乔木林地	0.0240	0.8	192
其他林地	0.2024	0.8	1619
其他草地	2.0178	0.6	12107
合计	—	—	26914

2、表土养护工程：由于本次表土最长堆积时间约 5.71 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，本方案设计在表土堆表面进行撒播草籽，对堆积的表土进行养护。草种选择紫花苜蓿，每公顷播种撒 50kg。本矿山表土堆放场占地面积 0.8500hm^2 ，撒播面积为 0.8500hm^2 。

3、表土堆放场拦挡工程：表土长期堆存易引发水土流失问题。为防止表土流失，本方案设计在剥离堆放表土坡脚处布置编织袋挡土墙，采用装土编织袋（规格 $0.8\times0.5\times0.3$ ）进行围挡，共堆放 2 层，一采区堆放表土坡脚长 110m，需编织袋 276 个，二采区堆放表土坡脚长 260m，需编织袋 650 个，编织袋采用人工装土，人工装土量为 111m^3 ，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。

表 4-2 表土剥离工程工程量汇总统计表

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)	表土管护工程	—	—
1	撒播种草	hm^2	0.8500
(二)	表土堆场拦挡工程	—	—
1	编织袋	m^3	111

表 4-3 一采区表土剥离工程工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
	表土剥离与植被移植利用工程		
(一)	表土管护工程	—	—
1	撒播种草	hm^2	0.3500
(二)	表土堆场拦挡工程	—	—
1	编织袋	m^3	33

表 4-4 二采区表土剥离工程工程量统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
	表土剥离与植被移植利用工程		
(一)	表土管护工程	—	—
1	撒播种草	hm ²	0.5000
(二)	表土堆场拦挡工程	—	—
1	编织袋	m ³	78

(三) 相关协同措施

1、地质灾害防治与地形重塑

边坡稳定化工程：对露天采坑边坡、排岩场斜坡、表土堆放斜坡等不稳定斜坡，采取危岩清理、修筑截（排）水沟、布置编织袋挡土墙、修筑石砌挡土墙等措施，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：实施表土剥离与保护；修建排水沟、挡土墙等工程措施；采用覆盖、洒水等临时防护措施减少施工期水土流失。

服务期满后，及时封场和复垦；通过地形重塑、土壤重构、植被恢复等措施重建生态系统。

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；加强对水、土环境进行动态监测，建立矿区的水文、地质、土壤数据库；采取排水、隔水、止水等措施防止地下水污染；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。

4、已修复区域长效管护机制

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

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

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

二、修复措施

（一）地貌重塑

1、露天采坑

（1）安全警示措施

开采结束后露天采坑剩余边坡台阶高度 5-13m，为对过往行人进行提示，在露天采坑境界外，设置警示标志，警示标志采用简易木质牌，间隔 100m。在露天采坑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。

露天采坑修建刺线围栏 2428m，设警示牌 27 个。

图 4-1 刺线围栏示意图

（2）废石回填

矿山开采结束后会在一采区、二采区各形成一处露天采坑，其中一采区露天采坑底标高为 343m，能够自然排水，二采区露天采坑底标高 359m，自然排水标高 379m，本方案设计利用排岩场内废石土将二采区露天采坑回填至能够达到自然排水，为防止水土流失及覆土下渗，在回填过程中先把块石、碎石回填到露天采坑的下部，本着下粗上细的方法回填，边回填边碾压，减缓下沉，以达到增强密实状态和恢复治理效果，利用公式 $V = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) * L$ 求得需废石回填 22.3250 万 m³ 才能达到自然排水标高，按岩石松散系数 1.6、压实系数 1.2 计算，求得回填量 $V=22.3250 \times 1.2 \div 1.6 \approx 16.74$ 万 m³，矿山未来开采排放废石土 17.67 万 m³，能够满足回填需求。

图 4-2 凹陷采坑回填断面图
表 4-5 露天采坑废石回填量计算表

编号	最低排水标高 (m)	坑底标高 (m)	回填顶面面积 (hm ²)	回填底面面积 (hm ²)	回填深度 (m)	废石回填松方量 (m ³)	废石回填实方量 (m ³)
一采区 露天采坑	343	343	0	0	0	0	0
二采区 露天采坑	379	359	1.8270	0.4055	20	223250	167400
合计						223250	167400

(2) 土地平整

采用推土机对回填后对露天采坑坑底及平台进行土地平整，露天采坑平整土地面积 7.3004hm^2 。

2、排岩场

(1) 废石清运

开采结束对排岩场内堆放废石进行清运，废石清运工程计入露天采坑废石回填工程，在废石清运过程同时对排岩场进行降坡处理，降坡后最终边坡角均低于 35° 。

(2) 修筑截（排）水沟

开采结束后一采区排岩场废石全部清运至露天采坑，在二采区排岩场坡顶外侧边缘修筑简易石砌截水沟，在坡面修筑简易石砌排水沟，防止雨水冲刷造成的水土流失，截（排）水沟上底宽 60cm ，下底宽 50cm ，深度为 50cm ，流水坡度均大于 $1:1$ ，排水沟间距 50m ，采用自然排水方式。

排岩场坡顶修筑石砌截水沟 100m （合 28m^3 ），坡面修筑石砌排水沟 36m （合 10m^3 ），共计 38m^3 。

图 4-3 截水沟、排水沟断面示意图

(3) 土地平整

对排岩场损毁的土地进行平整，排岩场平整土地面积 1.6701hm^2 。

3、运输道路

(1) 土地平整

待开采结束之后，对运输道路损毁的土地进行平整，排岩场平整土地面积 0.1173hm^2 。

4、主要工程量

根据治理措施工程设计，本项目中地貌重塑工程量测算见下表。

表 4-6 地貌重塑工程各分区工程量汇总统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	运输道路	工作量
警示牌	个	26			27
修建刺线围栏	m	2428			2428
废石回填	万 m^3	16.74			16.74
截（排）水沟	m^3		38		38
土地平整	hm^2	7.3004	1.6701	0.1173	9.0878

表 4-7 一采区地貌重塑工程量统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	运输道路	工作量
警示牌	个	14			14
修建刺线围栏	m	1330			1330
土地平整	hm^2	3.5727	1.1314	0.1173	4.8214

表 4-8 二采区地貌重塑工程量统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	工作量
警示牌	个	12		12
修建刺线围栏	m	1098		1098
废石回填	万 m^3	16.74		16.74
截（排）水沟	m^3		38	38
土地平整	hm^2	3.7277	0.5387	4.2664

(二) 土壤重构

1、露天采坑

复垦单元：露天采坑坑底、露天采坑平台

复垦面积： 7.3004hm^2

复垦方向：旱地、园地及乔木林地

复垦工艺：

（1）翻耕工程

对复垦为旱地的一采区露天采坑 350m 平台进行土地翻耕，采用机械和人工相结合方式翻耕，机械翻耕采取 59kw 拖拉机和三铧犁，并及时清理翻耕后土壤中的砾石，翻耕面积 0.5245hm^2 。

（2）覆盖表土

矿山闭坑后，对露天采坑进行复垦，一采区露天采坑 350m 平台复垦为旱地，采用全面覆土，覆土沉实厚度为 0.80m，沉实系数 1.15，覆土面积 0.5245hm^2 ，覆土量为 4825m^3 ；二采区露天采坑坑底复垦为园地，采用穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m，覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数 1.15，覆土面积 1.9900hm^2 ，覆土量为 5053m^3 ；其余露天采坑复垦为乔木林地，采用穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m，覆土沉实厚度为 0.50m，沉实系数 1.15，覆土面积 4.7859hm^2 ，覆土量为 12153m^3 。露天采坑覆土量共计 22031m^3 。

（3）培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，恢复为旱地、园地及乔木林地，本方案设计旱地每公顷施肥 30t，果园、乔木林地每公顷施肥 0.75t，共计施肥量 20.82t。

2、排岩场

复垦单元：排岩场平台、排岩场边坡

复垦面积： 1.6701hm^2

复垦方向：乔木林地及灌木林地

复垦工艺：

(1) 覆盖表土

矿山闭坑后，对排岩场进行复垦，一采区排岩场二采区排岩场平台、复垦为乔木林地，采用穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m ，覆土沉实厚度为 0.50m ，沉实系数 1.15，覆土面积 1.3318hm^2 ，覆土量为 3382m^3 ；二采区排岩场复垦为灌木林地，采用穴状覆土，每穴覆土 0.04m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m ，覆土沉实厚度为 0.50m ，沉实系数 1.15，覆土面积 0.3383hm^2 ，覆土量为 848m^3 。排岩场覆土量共计 4230m^3 。

(2) 培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，恢复为乔木林地、灌木林地，本方案设计乔木林地、灌木林地每公顷施肥 0.75t ，共计施肥量 1.25t 。

3、运输道路

复垦单元：运输道路

复垦面积： 0.1173hm^2

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

(1) 覆盖表土

矿山闭坑后，运输道路均复垦为乔木林地，采用穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m ，覆土沉实厚度为 0.50m ，沉实系数 1.15，覆土面积 0.1173hm^2 ，覆土量为 298m^3 。

(2) 培肥工程

为了改良土壤，增加土壤肥力，恢复为乔木林地，本方案设计乔木林

地每公顷施肥 0.75t，施肥量 0.09t。

4、主要工程量

土壤重构工程设计工程量测算见下表。

表 4-9 土壤重构工程各分区工程量汇总统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	运输道路	工作量
土地翻耕	hm ²	0.5245			0.5245
覆土	m ³	22031	4230	298	26559
施肥	t	20.82	1.25	0.09	22.16

表 4-10 一采区土壤重构工程工程量统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	运输道路	工作量
土地翻耕	hm ²	0.5245			0.5245
覆土	m ³	12564	2874	298	15736
施肥	t	18.03	0.85	0.09	18.97

表 4-11 二采区土壤重构工程量统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	工作量
覆土	m ³	9467	1356	10823
施肥	t	2.79	0.40	3.19

(三) 植被重建

1、露天采坑

复垦单元：露天采坑坑底、露天采坑平台

复垦面积：7.3004hm²

复垦方向：旱地、园地及乔木林地

复垦工艺：植被恢复

在露天采坑采坑坡顶、坡脚设计栽植五叶地锦，对坡面进行攀爬绿化，可以起到较好的绿化边坡作用，种植间距为 0.2m，坑穴规格为 0.1m×0.1m×0.1m，每穴 1 株。一采区露天采坑 350m 平台复垦方向为旱地，不需要植被重建措施，对回填后的二采区露天采坑坑底进行穴状覆土，每穴覆土 0.125m³，穴间覆土自然沉实后 0.2m，栽植山杏（苗木选择 3~4 年

生，高 40~50cm 营养杯苗），坑穴规格 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株距 $2m \times 3m$ ，每坑 1 株，密度为 $1667 \text{ 株}/\text{hm}^2$ （考虑运输、栽植时的损耗，增加 5% 的苗木准备），栽植后第一年分 3 次对苗木进行灌溉，每株每次 0.02m^3 ，林间按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 播撒草籽，防治水土流失，复垦为园地；对其余露天采坑进行穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 $0.2m$ ，栽植油松（苗木选择 3~4 年生，高 40~50cm 营养杯苗），坑穴规格 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株距 $2m \times 3m$ ，每坑 1 株，密度为 $1667 \text{ 株}/\text{hm}^2$ （考虑运输、栽植时的损耗，增加 5% 的苗木准备），栽植后第一年分 3 次对苗木进行灌溉，每株每次 0.02m^3 ，林间按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 播撒草籽，防治水土流失，复垦为乔木林地。

露天采坑种植五叶地锦 23133 株，种植山杏 3483 株，种植油松 8377 株，浇水灌溉 712m^3 ，播撒草籽 6.7759hm^2 。

2、排岩场

复垦单元：排岩场平台、排岩场边坡

复垦面积： 1.6701hm^2

复垦方向：乔木林地、灌木林地

复垦工艺：植被恢复

对一采区排岩场、二采区排岩场平台进行穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 $0.2m$ ，栽植油松（苗木选择 3~4 年生，高 40~50cm 营养杯苗），坑穴规格 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株距 $2m \times 3m$ ，每坑 1 株，密度为 $1667 \text{ 株}/\text{hm}^2$ （考虑运输、栽植时的损耗，增加 5% 的苗木准备），栽植后第一年分 3 次对苗木进行灌溉，每株每次 0.02m^3 ，林间按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 播撒草籽，防治水土流失，复垦为乔木林地；对二采区排岩场边坡进行穴状覆土，每

穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m ，栽植紫穗槐（苗木选择 3~4 年生，高 $20\sim30\text{cm}$ 营养杯苗），坑穴规格 $0.35\text{m}\times0.35\text{m}\times0.35\text{m}$ ，株距 $1.5\text{m}\times1.5\text{m}$ ，成“品”字形分布，每坑 1 株，密度为 $4444 \text{ 株}/\text{hm}^2$ （考虑运输、栽植时的损耗，增加 5% 的苗木准备），栽植后第一年分 3 次对苗木进行灌溉，每株每次 0.02m^3 ，林间按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 播撒草籽，防治水土流失，复垦为灌木林地。

排岩场种植油松 2331 株，种植紫穗槐 1579 株，浇水灌溉 235m^3 ，播撒草籽 1.6701hm^2 。

3、运输道路

复垦单元：运输道路

复垦面积： 0.1173hm^2

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：植被恢复

对运输道路进行穴状覆土，每穴覆土 0.125m^3 ，穴间覆土自然沉实后 0.2m ，栽植油松（苗木选择 3~4 年生，高 $40\sim50\text{cm}$ 营养杯苗），坑穴规格 $0.5\text{m}\times0.5\text{m}\times0.5\text{m}$ ，株距 $2\text{m}\times3\text{m}$ ，每坑 1 株，密度为 $1667 \text{ 株}/\text{hm}^2$ （考虑运输、栽植时的损耗，增加 5% 的苗木准备），栽植后第一年分 3 次对苗木进行灌溉，每株每次 0.02m^3 ，林间按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ 播撒草籽，防治水土流失，复垦为乔木林地。

运输道路种植油松 205 株，浇水灌溉 12m^3 ，播撒草籽 0.1173hm^2 。

图 4-4 截水沟、排水沟断面示意图

4、主要工程量

植被重建工程设计工程量测算见下表。

表 4-12 植被重建工程量测算各分区汇总统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	运输道路	工作量
栽植五叶地锦	株	23133			23133
种植山杏	株	3483			3483
种植油松	株	8377	2331	205	10913
种植紫穗槐	株		1579		1579
播撒草籽	hm ²	6.7759	1.6701	0.1173	8.5633
浇水灌溉	m ³	712	235	12	959

表 4-13 一采区植被重建工程量测算统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	运输道路	工作量
栽植五叶地锦	株	10647			10647
种植油松	株	5335	1980	205	7520
播撒草籽	hm ²	3.0482	1.1314	0.1173	4.2969
浇水灌溉	m ³	320	119	12	451

表 4-14 二采区植被重建工程量测算统计表

工作项目	单位	露天采坑	排岩场	工作量
栽植五叶地锦	株	12486		12486
种植山杏	株	3483		3483
种植油松	株	3042	351	3393
种植紫穗槐	株		1579	1579
播撒草籽	hm ²	3.7277	0.5387	4.2664
浇水灌溉	m ³	392	116	508

三、工程内容

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

表 4-15 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	播撒草籽	hm ²	0.8500
2	布置编织袋挡土墙	m ³	111
(二)	地貌重塑工程	—	—
1	警示牌	个	27
2	修建刺线围栏	m	2428
3	废石回填	m ³	167400
4	截(排)水沟	m ³	38
5	土地平整	m ³	9.0878
(三)	土壤重构工程	—	—
1	土地翻耕	hm ²	0.5245
2	覆土	m ³	26559
3	培肥工程	t	22.16
(四)	植被重建工程	—	—
1	栽植五叶地锦	株	23133
2	种植山杏	株	3483
3	种植油松	株	10913
4	种植紫穗槐	株	1579
5	播撒草籽	hm ²	8.5633
6	浇水灌溉	m ³	959

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

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

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

3、验证修复目标达成度：通过系统监测数据，验证修复工程是否达到了预定的修复目标（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。

(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、各土地利用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，设置耕地、园地、林地、草地、湿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和堆放形成人工堆积松散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、已损毁土地复垦利用、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 5 年。

2、不稳定边坡监测

(1) 露天采坑崩塌监测

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，重点监测露天采坑边坡变形部位，如裂缝、崩滑面(带)等两侧点与点之间的相对位移量，计算变形量及变形速率。

2) 监测方法

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

3) 技术要求

①、监测宜采用相同的图形和监测方法、统一仪器和监测方法、固定监测人员；

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

4) 监测点的布设

每个露天采坑布置 4 个监测点。

5) 监测时限与频率

监测时限为矿山生产服务年限 5.71a (其中一采区露天采坑 5.71a, 二采区露天采坑 3a)，监测频率为每月 1 次。

(2) 排岩场滑坡监测

1) 监测内容

监测与滑坡形成有关的人类工程活动，重点监测排岩场边坡易变形部位，如崩滑面（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

采用人工巡视形式，通过对排岩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排岩场边坡稳定性的影响，主要记录排岩场高度、坡面角度、坡脚位置等，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

一采区排岩场布置 2 个监测点。

5) 监测时限与频率

监测时限为矿山生产服务年限 5.71a，监测频率为每月 1 次。

（3）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地表水水质等。

② 监测方法

地表水监测：固定水位点人工监测记录、水质采样交与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《地表水环境质量标准》（GB 3838）的要求。

④ 监测点布设

监测点分布设在采矿活动预计影响的区域出水口。结合项目实际情况，本项目地表水环境监测在两个采区各布置 1 个点位。

⑤ 监测时限与频率

生产期：生产期内每年监测 1 次。

管护期：管护期内每年监测 1 次。

(2) 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 监测点布设

每个采区露天采坑内各设置 1 个监测点。

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。

⑤ 监测时限与频率

生产期：生产期内每年监测 1 次。

管护期：管护期内每年监测 1 次。

4、土地资源监测

(1) 监测内容

结合复垦修复后的土地利用类型、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。按照单元布设监测点，对复垦修复土壤质量进行动态监测。

(2) 监测点布设

不同复垦方向区域。不同土壤重构方式/覆土厚度的区域。不同修复措施（如化学稳定化、植物修复）的复垦区。结合矿山实际情况，本方案土

地资源监测在每个复垦单元各布置 1 个点位。

（3）监测要求

按计划配备固定监测人员，在土地资源损毁严重区域进行重点监测，并填写记录，便于长期保存和查询。确立监测基准统一，使用经检定合格的仪器设备，固定人员、固定路线、固定方法进行观测。恶劣天气（暴雨、强震后）加密监测，监测数据及时记录、校核、整理。

（4）监测方法

采用人工巡视形式，通过现场实地调查和勘测，采用 GPS 定位并结合地形图、数码相机、数码摄像机、等工具，填表记录工程实施情况对土地破坏前、土地破坏后及根据方案恢复治理后的情况均应进行现场照相，并保存记录，进行结果对比，并做好巡查记录，及时发现问题及时治理。

（5）监测时限与频率

管护期内每年监测 1 次，监测时间应选在生物量高峰时期，在每年 7 月～8 月。

5、生态系统监测

（1）监测内容

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

（2）监测点布设

结合矿山实际情况，本方案土地资源监测在每个复垦单元各布置 1 个点位。

(3) 监测要求

按计划配备固定监测人员，取样方法要保持前后一致，并填写记录，便于长期保存和查询。确立监测基准统一，使用经检定合格的设备，固定人员、固定路线、固定方法进行监测，监测数据及时记录、校核、整理。

(4) 监测方法

样方法：在复垦后的地块内随机选取乔木(20mx20m)，灌木(10mx10m)的样方。在样方内采用五点取样记录所选植株的树高、胸径/地径、冠幅，记录存活状况。

(5) 监测时限与频率

管护期内每年监测 1 次，宜在生长季末期进行监测。

二、管护目标与措施

管护工程包括耕地管护和土地植被管理，为保证复垦质量，管护年限均按复垦地类中管护期最长年限布置，故本方案管护期为 5 年。

1、耕地管护：主要是对旱地进行管护，主要内容是落实经营种植，提高耕地质量。

(1) 确保常年种植，耕地主要栽植玉米、大豆等农作物。

(2) 培育耕作层，通过生物和农艺措施，平整地表，深耕去砾，做到地平土碎；采用聚土垄作，客土回填等方式，加厚耕作层，加速土壤熟化。

(3) 培肥地力。通过种植绿肥、增施有机肥及秸秆还田以培肥土壤，实施测土配方施肥及季节换茬等耕作改良模式以培育地力。要增加施农家肥或有机肥，以改善土壤理化性状，实行秸秆、鲜草及套种作物秸秆等覆盖还田（地），增加土壤有机质，减少地表水蒸发和水土流失。

2、复垦土地植被管护：主要是对林地的补种，病虫害防治、排灌与施肥。

- (1) 明确项目单位是生态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工程和土地。
- (3) 复垦后的幼林期，由地方政府在现地划界，设立围栏和标志，实行全面封禁管护。根据封护面积及人、畜危害程度，落实管护人员和管护职责。
- (4) 加强森林资源保护工作。禁止在复垦的林地内放牧、开垦、采石、挖沙取土，避免造成二次损毁。
- (5) 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。
- (6) 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。
- (7) 造林后可根据天气、土壤墒情、苗木生长发育状况等进行浇水。
- (8) 因土壤板结等严重影响苗木生长发育甚至成活时，宜及时松土，松土应在苗木周围 50cm 范围内进行，并做到里浅外深，不伤害苗木根系。
- (9) 杂灌杂草影响苗木生长发育时，宜进行割灌除草、除蔓，除去苗木周边 1m 以内的杂灌杂草和藤蔓。
- (10) 对于经济林，可根据苗木生长情况和培育目标，适时施肥和树体整形。
- (11) 为防火、防人畜干扰等毁坏新造幼林地，采取采用专人、专兼职或集中管护等方式。

(12) 在苗木基干部涂（刷）白、涂抹泥沙等材料进行防护。

(13) 在风大、干燥、严寒天气，冬季采取覆土、盖草（秸秆）、包裹等防风防寒措施。

三、工程量

根据《矿产资源开发利用方案》及矿山实际开采情况，矿山共有两个采区，其中一采区服务年限 5.71a，二采区服务年限 3a，两个采区同时进行开采，矿山总服务年限为 5.71a，管护期 5a。

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		合计	
		一采区	二采区			一采区	二采区		
1	地质灾害监测	6	4	生产期内每月一次	次	410	144	554	
2	地表水水质监测	1	1	生产期、管护期内每年监测一次	次	11	8	19	
3	土壤环境监测	1	1	生产期、管护期内每年监测一次	次	11	8	19	
4	土地资源监测	3	2	管护期内 每年监测一次	次	15	10	25	
5	生态系统监测	3	2		次	15	10	25	
(二)	管护工程	—			—	—	—	—	
1	管护面积	—			hm ² ×a	4.8214×5	4.2664×5	9.0878×5	

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》及矿山实际开采情况，矿山设计服务年限为 5.74 年，剩余服务年限为 5.71 年，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 5 年，因此确定生态修复方案服务年限为 11.71 年，即 2026 年 1 月至 2037 年 9 月，本方案的工程总体部署分为 3 期：

1、生产修复期实施计划（2026 年 1 月~2031 年 9 月）

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

（1）监测工程

依照方案设计，对矿山进行地质灾害监测、地表水水质、土壤环境监测。

（2）生态修复工程

对露天采坑内堆放的表土进行养护，在所有露天采坑境界外布置警示牌及刺线围栏，对二采区排岩场修筑截（排）水沟，进行土地平整，覆土，施肥，植树，播撒草籽，浇水；对一采区露天采坑 360m 平台、350m 平台进行土地平整，覆土，施肥，种植油松，播撒草籽，浇水等生态修复工作；对二采区废石回填，露天采坑坑底、平台进行土地平整，覆土，施肥，

种植山杏、油松，播撒草籽，浇水等生态修复工作。

2、闭矿修复期实施计划（2031年10月~2032年9月）

矿山开采结束闭矿后，对一采区露天采坑、排岩场、运输道路进行土地平整，覆土，施肥，种植油松，播撒草籽，浇水等生态修复工作。

3、监测管护期（2032年10月~2037年9月）

对复垦区域进行土壤环境监测、土地资源监测、生态系统监测，对已复垦区域进行植被管护。

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9月）；

（3）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）；

（4）《土地复垦方案编制实务》（国土资源部土地整理中心，2011年6月）；

（5）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，以当时市场价为参考依据。

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 160.10 元/工日，乙类工 127.48 元/工日。

表 6-1 人工预算单价计算表（甲类工）

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准(元/月)×地区工资系数×12月÷(年应工作天数-年非工作天数)	94.27
2	辅助工资	以下四项之和	8.69
(1)	地区津贴	津贴标准(元/月)×12月÷(年应工作天数-年非工作天数)(100%)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准(元/天)×365天×辅助工资系数÷(年应工作天数-年非工作天数)(100%)	5.06
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)÷2×辅助工资系数(100%)	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资(元/日)* (3-1)*11/年工作天数*辅助工资系数(100%)	2.83
3	工资附加费	以下七项之和	57.14
(1)	职工福利基金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(14%)	14.41
(2)	工会经费	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(2%)	2.06
(3)	养老保险金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(20%)	20.59
(4)	医疗保险金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(8%)	8.24
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(1.5%)	1.54
(6)	职工失业保险基金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(2%)	2.06
(7)	住房公积金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(8%)	8.24
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	160.10

表 6-2 人工预算单价计算表（乙类工）

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准(元/月)×地区工资系数×12月÷(年应工作天数-年非工作天数)	78.11
2	辅助工资	以下四项之和	3.87
(1)	地区津贴	津贴标准(元/月)×12月÷(年应工作天数-年非工作天数)(100%)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准(元/天)×365天×辅助工资系数÷(年应工作天数-年非工作天数)(100%)	2.89
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)÷2×辅助工资系数(100%)	0.20
(4)	节日加班津贴	基本工资(元/日)* (3-1)*11/年工作天数*辅助工资系数(100%)	0.78
3	工资附加费	以下七项之和	45.50
(1)	职工福利基金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(14%)	11.48
(2)	工会经费	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(2%)	1.63
(3)	养老保险金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(20%)	16.40
(4)	医疗保险金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(8%)	6.56
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(1.5%)	123
(6)	职工失业保险基金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(2%)	1.64
(7)	住房公积金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(8%)	6.56
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	127.48

(2) 材料、机械单价

表 6-3 主要材料价格表（市场询价）

序号	名称及规格	单位	价格（元）
1	警示牌	个	65.00
2	修建刺线围栏	m	45.00
3	砂浆	m ³	300.00
4	块石	m ³	50.00
5	树苗（山杏）	株	3.50
6	树苗（油松）	株	2.82
7	树苗（紫穗槐）	株	0.60
7	树苗（五叶地锦）	株	0.50
8	紫花苜蓿草籽	kg	50.00
9	商品有机肥	t	500.00
10	汽油	kg	8.69
11	柴油	kg	9.49
12	水	m ³	6.00

表 6-4 机械台班预算单价计算表

定额 编号	机械名称及规格	台班费 (元)	一类费 用小计 (元)	二类费用							
				二类费 用合计 (元)	人工费 (元/工日)		动力燃 料费小 计(元)	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)	
					工日	金额		数 量	金 额	数 量	金 额
JX1013	推土机功率 59kw	778.02	75.46	702.56	2	320.20	382.36			44	382.36
JX1014	推土机功率 74kw	1005.64	207.49	798.15	2	320.20	477.95			55	477.95
JX1004	挖掘机 1m ³	1282.29	336.41	945.88	2	320.20	625.68			72	625.68
JX4011	自卸汽车 8t	935.60	206.97	728.63	2	320.20	408.43			47	408.43
JX1031	自行式平地机功 率 118kw	1402.13	317.21	1084.92	2	320.20	764.72			88	764.72
JX1049	三铧犁	11.37	11.37								
JX4036	洒水车 2500L	434.93	56.56	378.37	1	160.10	218.27	23	218.27		

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（复垦监测费、管护费）和预备费（基本预备费和价差预备费）组成等。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润以及税金组成。

1) 直接费：由直接工程费、措施费组成。

直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×人工费单价。

材料费=工程量×材料费单价。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。

措施费：按直接工程费的 5%计算。

2) 间接费

由规费和企业管护费组成。结合生产项目生态修复工程特点，间接费按直接费的 5%计算。

3) 利润

指施工企业完成所承包工程获得的盈利，按直接费和间接费之和的 3%计算。

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%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，本方案无需购买此类设备。

(3) 其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费及业主管理费构成。

1) 前期工作费：包括勘测费、方案编制费等费用。勘测费按照工程施工费的 1.5% 计算；方案编制费计费基数（工程施工费） \leq 500 万元时，取 14 万元。

2) 工程监理费：工程监理费计费基数（工程施工费） \leq 500 万元时，取 12 万元。

3) 竣工验收费：本项目竣工验收包括工程复核费，工程验收费。工程复核费计费基数 \leq 500 万元时，取 3.5 万元；工程验收费计费基数 \leq 500 万元时，取 7 万元。

4) 业主管理费：业主管理费是指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。按照工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费基数 \leq 500 万元，取 14 万元。

(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。

地表水水质监测费：监测单价依据其实际情况确定为 800 元/点次。

土壤环境监测：监测单价依据其实际情况确定为 800 元/点次。

土地资源监测费：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/点次。

生态系统监测费：监测单价依据其实际情况确定为 200 元/点次。

2) 管护费

管护费是对复垦后的一些重要的工程措施、植被和复垦区域土地等进

行有针对性的巡查、补植、喷药等管护工作所发生的费用，主要包括管理和管护。管护费按每公顷提取 0.3 万元计算。

(5) 基本预备费

基本预备费是指为工程施工过程中发生的突发情况准备的施工费用，依据《关于印发辽宁省地质环境项目资金管理暂行办法的通知》规定，即基本预备费=（工程施工费、前期工作费、设备购置费和业主管理费之和） $\times 6\%$ 。

(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。假设复垦工程的复垦年限为 n 年，且每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 …… a_n （万元），则第 n 年的价差预备费 W_n : $W_n=a_n[(1+5\%)^{n-1}-1]$

(二) 单项工程量及其经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算，表土剥离与植被移植利用经费 0.85 万元，地貌重塑经费 216.64 万元，土壤重构经费 20.43 万元，植被重建经费 19.49 万元，监测经费 15.12 元，管护工程经费 13.63 元。

单项工程量及其经费估算汇总表，详见表 6-5。

表 6-5 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	—	—	0.85
1	播撒草籽	hm ²	0.8500	0.30
2	布置编织袋挡土墙	100m ³	1.11	0.55
(二)	地貌重塑工程	—	—	216.64
1	警示牌	个	27	0.18
2	修建刺线围栏	m	2428	10.93
3	废石回填	100m ³	1674.00	185.03
4	截(排)水沟	100m ³	0.38	0.93
5	土地平整	100m ²	908.78	19.57
(三)	土壤重构工程	—	—	20.43
1	土地翻耕	hm ²	0.5245	0.20
2	覆土	100m ³	265.59	18.68
3	培肥工程	t	22.16	1.55
(四)	植被重建工程	—	—	19.49
1	栽植五叶地锦	100 株	231.33	5.69
2	种植山杏	100 株	34.83	2.46
3	种植油松	100 株	109.13	6.76
4	种植紫穗槐	100 株	15.79	0.41
5	播撒草籽	hm ²	8.5633	2.99
6	浇水灌溉	100m ³	9.59	1.18

(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 426.76 万元，静态投资 357.88 万元。矿区生态修复投资估算总表见表 6-6，经费估算见表 6-7 至表 6-25。

表 6-6 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	257.41	60.32
二	其他费用	54.36	12.74
三	监测与管护费	28.75	6.74
(一)	监测费	15.12	3.54
(二)	管护费	13.63	3.19
四	预备费	86.24	20.21
(一)	基本预备费	17.36	4.07
(二)	价差预备费	68.88	16.14
五	静态总投资	357.88	83.86
六	动态总投资	426.76	100.00

表 6-7 工程施工费估算表

序号	工程名称	计算单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (万元)
(一)	表土剥离与植被移植利用工程	—	—	—	0.85
1	播撒草籽	hm ²	0.8500	3494.32	0.30
2	布置编织袋挡土墙	100m ³	1.11	4978.45	0.55
(二)	地貌重塑工程	—	—	—	216.64
1	警示牌	个	27	65.00	0.18
2	修建刺线围栏	m	2428	45.00	10.93
3	废石回填	100m ³	1674.00	1105.33	185.03
4	截(排)水沟	100m ³	0.38	24485.24	0.93
5	土地平整	100m ²	908.78	215.37	19.57
(三)	土壤重构工程	—	—	—	20.43
1	土地翻耕	hm ²	0.5245	3901.93	0.20
2	覆土	100m ³	265.59	703.19	18.68
3	培肥工程	t	22.16	699.53	1.55
(四)	植被重建工程	—	—	—	19.49
1	栽植五叶地锦	株	231.33	245.91	5.69
2	种植山杏	株	34.83	705.85	2.46
3	种植油松	株	109.13	619.57	6.76
4	种植紫穗槐	株	15.79	256.85	0.41
5	播撒草籽	hm ²	8.5633	3494.32	2.99
6	浇水灌溉	100m ³	9.59	1226.34	1.18
合计		—			257.41

表 6-8 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	—	17.86
(1)	土地勘测费	工程施工费	1.50	3.86
(2)	方案编制费	工程施工费	—	14.00
2	工程监理费	工程施工费	—	12.00
3	竣工验收费	工程施工费	—	10.50
(1)	工程复核费	工程施工费	—	3.50
(2)	工程验收费	工程施工费	—	7.00
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	—	14.00
合计				54.36

表 6-9 监测与管护费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
一	监测工程	—	—	—	15.12
1	地质灾害监测	次	554	200	11.08
2	地表水水质监测	次	19	800	1.52
3	土壤环境监测	次	19	800	1.52
4	土地资源监测	次	25	200	0.50
5	生态系统监测	次	25	200	0.50
二	管护工程	—	—	—	13.63
1	管护面积	hm ² ×a	9.0878×5	3000	13.63
合计					28.75

表 6-10 预备费估算表

序号	费用名称	费基(元)	费率(%)	合计(元)
1	基本预备费	工程施工费、前期工作费、设备购置费和业主管理费之和	6	17.36
2	价差预备费	费率取 5%		68.88
合计				86.24

表 6-11 价差预备费估算表

年度	静态投资	系数 $(1+5\%)^{n-1}$	价差预备费	动态投资
2026	17.95	0.0000	0.00	17.95
2027	8.86	0.0500	0.44	9.30
2028	8.86	0.1025	0.91	9.77
2029	228.64	0.1576	36.03	264.67
2030	9.93	0.2155	2.14	12.07
2031	9.93	0.2763	2.74	12.67
2032	66.46	0.3401	22.60	89.06
2033	1.45	0.4071	0.59	2.04
2034	1.45	0.4775	0.69	2.14
2035	1.45	0.5513	0.80	2.25
2036	1.45	0.6289	0.91	2.36
2037	1.45	0.7103	1.03	2.48
合计	357.88	—	68.88	426.76

表 6-12 废石回填直接费单价分析表

定额编号: [20275]		推土机推运石碴 (30m)			定额单位: 100m ³
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	181.73
1	甲类工	工日	0.1	160.10	16.01
2	乙类工	工日	1.3	127.48	165.72
二	材料费	—	—	—	0.00
三	机械费	—	—	—	623.50
1	推土机 74kw	台班	0.62	1005.64	623.50
四	其他费用	%	10.9	805.23	87.77
合计					893.00

表 6-13 截 (排) 水沟直接费单价分析表

定额编号: [30013]		定额单位: 100m ³			
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	13685.77
1	甲类工	工日	5.3	160.10	848.53
2	乙类工	工日	100.7	127.48	12837.24
二	材料费	—	—	—	5900.00
1	块石	m ³	118.00	50.00	5900.00
三	其他费用	%	1.00	19585.77	195.86
合计					19781.63

表 6-14 人工编织袋装土直接费单价分析表

定额编号: 10046 换 人工编织袋装土 (三类土)			定额单位: 100m ³		
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	3886.08
1	甲类工	工日	1.50	160.10	240.15
2	乙类工	工日	28.60	127.48	3645.93
二	材料费	—	—	—	0.00
三	机械费	—	—	—	0.00
四	其他费用	%	3.5	3886.08	136.01
合计					4022.09

表 6-15 土地平整直接费单价分析表

定额编号: [10330] 一般平土			定额单位: 100m ²		
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	25.50
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	0.20	127.48	25.50
二	材料费	—	—	—	0.00
三	机械费	—	—	—	140.21
1	自行式平地机功率 118kw	台班	0.10	1402.13	140.21
四	其他费用	%	5.00	165.71	8.29
合计					174.00

表 6-16 土地翻耕直接费单价分析表

定额编号: [10044] 土地翻耕 (三类土)			定额单位: hm ²		
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	1999.97
1	甲类工	工日	2.30	160.10	368.23
2	乙类工	工日	12.80	127.48	1631.74
二	机械费	—	—	—	1136.72
1	推土机 59kw	台班	1.44	778.02	1120.35
2	三铧犁	台班	1.44	11.37	16.37
三	其他费用	%	0.50	3136.69	15.68
合计					3152.37

表 6-17 表土回覆直接费单价分析表

定额编号: [10314] 推土机推土三类土 (40~50m)			定额单位: 100m ³		
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	38.24
1	甲类工	工日	0.00	160.10	0.00
2	乙类工	工日	0.30	127.48	38.24
二	材料费	—	—	—	0.00
三	机械费	—	—	—	502.82
1	推土机 74kw	台班	0.50	1005.64	502.82
四	其他费用	%	5.00	541.06	27.05
合计					568.11

表 6-18 栽植五叶地锦直接费单价分析表

定额编号: (90018 换) 植灌木(五叶地锦)			定额单位: 100 株		
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	人工费	—	—	—	127.48
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	1.00	127.48	127.48
二	材料费	—	—	—	70.20
1	树苗(五叶地锦)	株	102	0.5	51.00
2	水	m ³	3.20	6.00	19.20
三	其他费用	%	0.50	197.68	0.99
合计					198.67

表 6-19 栽植果树直接费单价分析表

定额编号: (90007) 栽植乔木(山杏)			定额单位: 100 株		
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	人工费	—	—	—	191.22
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	1.50	127.48	191.22
二	材料费	—	—	—	376.20
1	树苗(山杏)	株	102	3.50	357.00
2	水	m ³	3.20	6.00	19.20
三	其他费用	%	0.50	567.42	2.84
合计					570.26

表 6-20 栽植乔木直接费单价分析表

定额编号: (90007) 栽植乔木(油松)			定额单位: 100 株		
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	人工费	—	—	—	191.22
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	1.50	127.48	191.22
二	材料费	—	—	—	306.84
1	树苗(油松)	株	102	2.82	287.64
2	水	m ³	3.20	6.00	19.20
三	其他费用	%	0.50	498.06	2.49
合计					500.55

表 6-21 栽植灌木直接费单价分析表

定额编号: [90018] 栽植灌木(紫穗槐)			定额单位: 100 株		
序号:	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	人工费	—	—	—	127.48
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	1.0	127.48	127.48
二	材料费	—	—	—	79.20
1	树苗(紫穗槐)	株	102	0.60	61.20
2	水	m ³	3.00	6.00	18.00
三	其他费用	%	0.40	206.68	0.83
合计					207.51

表 6-22 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: hm ²	
序号:	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	267.71
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	2.10	127.48	267.71
二	材料费	—	—	—	2500
1	草籽	kg	50	50.00	2500.00
三	其他费用	%	2.00	2767.71	55.35
合计					2823.06

表 6-23 施商品有机肥直接费单价分析表

商品有机肥			定额单位: t		
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	38.24
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	0.3	127.48	38.24
二	材料费	—	—	—	500
1	商品有机肥	t	1	500.00	500.00
三	其他费用	%	5.00	538.24	26.91
合计					565.15

表 6-24 浇水灌溉直接费单价分析表

浇水灌溉			定额单位: 100m ³		
序号	项目名称	单位	数量	单价 (元)	小计 (元)
一	人工费	—	—	—	508.65
1	甲类工	工日	0	160.10	0.00
2	乙类工	工日	3.99	127.48	508.65
二	材料费	—	—	—	0.00
三	机械费	—	—	—	434.93
1	洒水车 2500L	台班	1.0	434.93	434.93
四	其他费用	%	5.00	943.58	47.18
合计					990.76

表 6-25 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	警示牌	个			市场询价				65.00
2	修建刺线围栏	m			市场询价				45.00
3	废石回填	100m ³	937.65	893.00	44.65	46.88	29.54	91.27	1105.33
4	修筑截(排)水沟	100m ³	20770.71	19781.63	989.08	1038.54	654.28	2021.72	24485.24
5	人工编织袋装土	100m ³	4223.19	4022.09	201.10	211.16	133.03	411.06	4978.45
6	土地平整	100m ²	182.70	174	8.70	9.14	5.76	17.78	215.37
7	土地翻耕	hm ²	3309.99	3152.37	157.62	165.50	104.26	322.18	3901.93
8	表土回覆	100m ³	596.52	568.11	28.41	29.83	18.79	58.06	703.19
9	栽植山杏	100 株	598.77	570.26	28.51	29.94	18.86	58.28	705.85
10	栽植油松	100 株	525.58	500.55	25.03	26.28	16.56	51.16	619.57
11	栽植紫穗槐	100 株	217.89	207.51	10.38	10.89	6.86	21.21	256.85
12	栽植五叶地锦	100 株	208.60	198.67	9.93	10.43	6.57	20.30	245.91
13	播撒草籽	hm ²	2964.21	2823.06	141.15	148.21	93.37	288.52	3494.32
14	灌溉	100m ³	1040.30	990.76	49.54	52.01	32.77	101.26	1226.34
15	施肥	t	593.41	565.15	28.26	29.67	18.69	57.76	699.53

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

矿山剩余服务年限为 5.71 年，矿区生态修复时间为 11.71 年（2026 年 1 月至 2037 年 9 月）。根据矿产资源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，共分为三个阶段，第一阶段：生产修复期；第二阶段：闭矿修复期；第三阶段：监测管护期。

1、生产修复期实施计划（2026 年 1 月~2031 年 9 月）

生产修复期（第一阶段）生态修复工程主要包括在所有露天采坑境界外布置警示牌及刺线围栏，对露天采坑内堆放表土布置编织袋挡土墙并播撒草籽进行养护，对二采区排岩场进行修筑截（排）水沟，土地平整，覆土，施肥，植树，播撒草籽，浇水；对一采区露天采坑 360m 平台、350m 平台进行土地平整，翻耕，覆土，施肥，植树，播撒草籽，浇水等生态修复工作；对二采区露天采坑废石回填，进行土地平整，翻耕，覆土，施肥，植树，播撒草籽，浇水等生态修复工作，以及监测工程与管护工程，安排见表 6-26。

表 6-26 近期（5 年内）实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	近期修复工作安排工程措施
生产修复期	2026 年 1 月~2031 年 9 月	布置警示牌及刺线围栏、布置编织袋挡土墙、播撒草籽进行养护表土、修筑截（排）水沟、土地平整、覆土、施肥、植树、播撒草籽、浇水、地质灾害监测、地表水水质监测、土壤环境监测，对已修复土地进行管护。

2、闭矿修复期实施计划（2031 年 10 月~2032 年 9 月）

闭矿修复期（第二阶段）生态修复工程主要包括对一采区露天采坑、

排岩场、运输道路进行土地平整，覆土，施肥，植树，播撒草籽，浇水等生态修复工作，安排见 6-27。

表 6-27 闭矿修复期实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	闭矿修复期修复工作安排工程措施
闭矿修复期	2031 年 10 月 ~2032 年 9 月	土地平整，覆土，施肥，植树，播撒草籽，浇水。

3、监测管护期实施计划（2032 年 10 月~2037 年 9 月）

监测管护期（第三阶段）年度生态修复工程主要为对已修复土地的监测与管护工程，安排见表 6-28。

表 6-28 监测管护期实施计划阶段工作计划安排表

阶段	年度（年）	远监测管护期复工作安排工程措施
监测管护期	2032 年 10 月 ~2037 年 9 月	进行土壤环境监测，土地资源监测，生态系统监测，对已修复土地进行管护。

(二) 近年工作任务与经费进度安排

表 6-29 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围 (拐点坐标)	所属生态 修复区块	是否为 临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积	费用 (万元)	
1	第一年度	—	露天采坑	否	警示牌	27 个	—	—	0.18	
					刺线围栏	2428m			10.93	
					播撒草籽	0.8500hm ²			0.30	
			露天采坑 堆放表土		编织袋挡土墙	111m ³			0.55	
		—	评估区		地质灾害监测	120 次	—	—	2.40	
					地表水监测	2 次			0.16	
					土壤环境监测	2 次			0.16	
		二采区 排岩场	否		截(排)水沟	38m ³	乔木林地、 灌木林地 0.5387	0.5387	0.93	
					土地平整	0.5387hm ²			1.26	
					覆土	1264m ³			0.89	
					栽植油松	351 株			0.22	
					栽植紫穗槐	1579 株			0.39	
					播撒草籽	0.5387hm ²			0.19	
					施肥	0.40t			0.03	
					灌溉	116m ³			0.14	

续表 6-29 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	范围 (拐点坐标)	所属生态 修复区块	是否为 临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积	费用 (万元)
2	第二年度	—	评估区	—	地质灾害监测	120 次	—	—	2.40
					地表水水质监测	2 次			0.16
					土壤环境监测	2 次			0.16
					管护工程	0.5387hm ² ×1a			0.16
3	第三年度	—	评估区	—	地质灾害监测	120 次	—	—	2.40
					地表水水质监测	2 次			0.16
					土壤环境监测	2 次			0.16
					管护工程	0.5387hm ² ×1a			0.16

表 6-30 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	范围 (拐点坐标)	生态修复面积 (hm ²)	主要治理 修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
					保护措施	工程量	费用 (万元)	实施时间	保护措施	工程量	费用 (万元)	实施时间	保护 措施	工程量	费用 (万元)	实施 时间
1	一采区 露天采坑	3.5727	消除地质灾害隐患、修复生态	2026	警示牌	14 个	0.09	2029~2032	土地平整	3.5727hm ²	7.69	管护	3.5727×5	5.36	2030~2037	
					刺线围栏	1330m	5.99		覆土	8247m ³	5.80					
					编织袋挡土墙	33m ³	0.16		土地翻耕	0.5245hm ²	0.20					
					播撒草籽养护表土	0.3500hm ²	0.12		种植油松	2770 株	1.72					
					—	—	—		栽植五叶地锦	10647 株	2.62					
					—	—	—		施肥	18.03t	1.26					
					—	—	—		播撒草籽	3.0482hm ²	1.07					
					—	—	—		浇水灌溉	375m ³	0.46					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
2	二采区 露天采坑	3.7277	消除地质灾害隐患、修复生态	2026	警示牌	12 个	0.08	2029	废石回填	16.74 万 m ³	185.03	管护	3.7277×5	5.59	2030~2034	
					刺线围栏	1098m	4.94		土地平整	3.7277hm ²	8.03					
					编织袋挡土墙	78m ³	0.39		覆土	8606m ³	6.05					
					播撒草籽养护表土	0.5000hm ²	0.17		种植山杏	3483 株	2.46					
					—	—	—		种植油松	3042 株	1.88					
					—	—	—		栽植五叶地锦	12486 株	3.07					
					—	—	—		施肥	2.79t	0.06					
					—	—	—		播撒草籽	3.7277hm ²	1.30					
					—	—	—		浇水灌溉	392m ³	0.48					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
					—	—	—		—	—	—					
3	一采区 排岩场	1.1314	消除地质灾害隐患、修复生态	2032	—	—	—	管护	土地平整	1.1314	2.44	1.1314×5	1.70	2033~2037		
					—	—	—		覆土	2638m ³	1.86					
					—	—	—		种植油松	1179 株	0.73					
					—	—	—		施肥	0.85t	0.06					
					—	—	—		播撒草籽	1.1314hm ²	0.40					
					—	—	—		浇水灌溉	199m ³	0.24					

续表 6-30 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	范围(拐点坐标)	生态修复面积(hm ²)	主要治理修复问题	保护与预防控制工程				修复工程				监测与管护工程			
					保护措施	工程量	费用	实施时间	保护措施	工程量	费用(万元)	实施时间	保护措施	工程量	费用(万元)	实施时间
4	二采区 排岩场		0.5387	消除地质灾害隐患、修复生态	截(排)水沟	38m ³	0.93	2026	土地平整	0.5387hm ²	1.16	2026	管护	0.5387×5	0.81	2027~2032
					—	—	—	—	覆土	1264m ³	0.89					
					—	—	—	—	种植油松	351 株	0.22					
					—	—	—	—	种植紫穗槐	1579 株	0.41					
					—	—	—	—	施肥	0.40t	0.03					
					—	—	—	—	播撒草籽	0.5387hm ²	0.19					
					—	—	—	—	浇水灌溉	116m ³	0.14					
					—	—	—	—	土地平整	0.1173hm ²	0.25	2032	管护	0.1173×5	0.18	2033~2037
5	一采区 运输道路		0.1173	修复生态	—	—	—	—	覆土	271m ³	0.19					
					—	—	—	—	种植油松	205 株	0.13					
					—	—	—	—	施肥	0.09t	0.01					
					—	—	—	—	播撒草籽	0.1173hm ²	0.04					
					—	—	—	—	浇水灌溉	12m ³	0.01					
					—	—	—	—	—	—	—					
					—	—	—	—	—	—	—					
					—	—	—	—	—	—	—					
					—	—	—	—	—	—	—					
6	评估区	—	—	—	监测与管护	—	—	—	—	—	—	—	地质灾害监测	554	11.08	2026~2031
		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	地表水水质监测	19	1.52	2026~2037
		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	土壤环境监测	19	1.52	2026~2037
		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	土地资源监测	25	0.50	2033~2037
		—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	生态系统监测	25	0.50	2033~2037

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，明确方案实施的组织机构及其职责：矿区生态修复方案报请自然资源行政主管部门批准后，由矿山负责组织实施。为保证方案的顺利实施，负责方案的委托、报批和实施工作，应建立一个朝阳县泰元矿业有限公司膨润土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，矿山应成立专业技术人员组成的技术小组，对本矿区生态修复进行专门研究、咨询。根据各项工程的技术要求，技术指导小组对项目进行全面的指导，并且提供技术支持，以保证项目的顺利实施。

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

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

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

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

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

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

（三）资金保障

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

1、资金来源

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

依据《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复

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

矿山基金总提取年限为5.71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426.76万元，费用全部由朝阳县泰元矿业有限公司承担。

表 7-1 预存费用安排表

年度	预存时间	预存总费用（万元）
2025年	方案备案后一个月	63.60
2026年	2026.11.30前	63.60
2027年	2027.11.30前	63.60
2028年	2028.11.30前	63.60
2029年	2029.11.30前	63.60
2030年	2030.11.30前	63.60
2031年	2031.11.30前	45.16
合计	—	426.76

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：朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿建立矿山地质环境治理恢复基金账户，费用账户按照“企业所有，政府监管，专户存

储，专款专用”的原则进行管理。

3、资金使用

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

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

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

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

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

4、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。

朝阳县自然资源局将加强对朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿专项资金的审计，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。

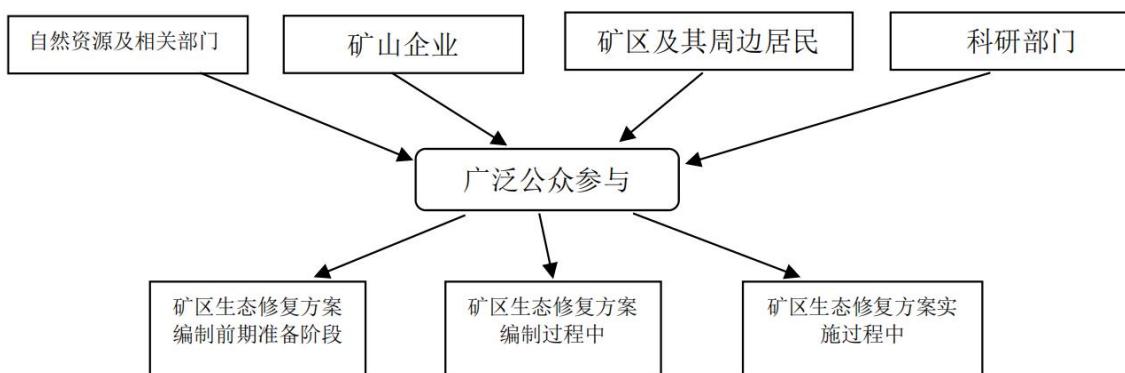


图 7-1 矿区生态修复公众参与技术路线

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 10 份，收回有效调查表 10 份，收回率 100%。

调查结果统计见表 7-2。

表 7-2 调查结果统计表

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

通过对收回的调查问卷整理、分析，获得公众参与结果分析结果如下：

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

是否认为该矿山开采有利于地方经济发展：100%的受调查者认为该矿开采有利于经济的发展，说明多数当地群众对于此项目持支持态度。

是否担心矿山开采影响生态环境：90%的受调查者表示不担心，10%的受调查者表示无所谓，说明当地群众的环保意识有待提高。

对评估区生态修复的了解程度：60%的受调查者对评估区生态修复基本了解。从此数据中，我们看出当地生态修复的宣传工作成效明显，广大群众对生态修复表示理解和支持。

对于评估区生态修复是否支持：100%的受调查者支持评估区生态修

复，根据调查数据，受调查者都意识到评估区生态修复的必要性，这对于评估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评估区生态修复：70%的受访者表示愿意，由此可见，群众参与评估区生态修复的监督有很高的积极性。制定全面、全程的公众参与方案，公众参与形式及内容应公开、科学、合理。

（二）方案编制期间公众参与

1、查阅矿山提供基础资料，了解矿区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被以及当地的种植习惯；

2、利用矿山提供资料以及网络资源初步了解评估区经济社会发展水平；

3、查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，确定其对矿区生态修复方案待复垦区域规划用途的影响；

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

（三）后续公众全程和全面的参与

1、方案实施过程中公众参与

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

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

设立矿区生态修复意见征集网上信箱和论坛，确保公众意见有通畅表达渠道。

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

2、竣工验收阶段中公众参与

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

（四）土地权属保障措施

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

三、效益分析

（一）社会效益

矿区生态修复实施后，一方面可改善当地的人居环境，避免因矿山地质灾害的发生而危及当地人民生命财产安全；另一方面恢复了土地的利用功能，为当地居民提供了就业机会。而矿区生态修复则是关系到社会经济发展的大事，不仅对生态环境和国民生产有重要意义，而且是保证区域经济可持续发展的重要组成部分。由于土地的大量损失，一、违背国家关于十分珍惜和合理利用土地的政策；二、将会直接影响到矿区周边居民的生活；三、复垦后的土地调整了土地利用结构、发挥了生态系统的功能、合理利用了土地、提高了环境容量、促进了生态良性循环、维护了生态平衡。所以，矿区生态修复是关系国计民生的大事，不仅对生态环境和矿山生产有着重大意义，而且对社会稳定发展也起到了至关重要作用，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，恢复旱地

0.5245hm²，果园 1.9900hm²，乔木林地 6.2350hm²，灌木林地 0.3383hm²。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旱地 0.5245hm²，果园 1.9900hm²，乔木林地 6.2350hm²，旱地按照每年 1.5 万元/hm² 的纯收入计算，果园按照每年 1 万元/hm² 的纯收入计算，林地按照每年 0.6 万元/hm² 的纯收入计算，复垦的土地每年可产生经济效益 6.52 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的。

2、间接经济效益预期成果

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

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

第八章 结论

1、《朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿矿区生态修复方案》是在矿山自然环境、生态环境、社会经济环境等进行了全面调查，并结合矿区生态环境现状，对矿区生态环境现状进行分析、存在的环境问题进行识别、诊断和对生态环境预测的基础上编制的。《方案》编制年限 2025 年 11 月，本方案实施年限为 11.71 年（2026 年 1 月至 2037 年 9 月，含 1 年治理期，5 年管护期）。

2、方案通过矿山生态问题识别和诊断，并结合矿山开发方案分析认为：现状矿山生态环境主要为露天采坑、排岩场及运输道路等单元损毁土地资源、破坏原始地形地貌景观，预测本矿未来地下开采将对矿区土地资源和植被资源的占损破坏，未来本矿开采引发崩塌、滑坡可能性中等，危害程度小，危险性小。

3、《方案》通过部署绿色矿山建设、教育警示等生态保护工程，可以营造一个绿色安全、舒适、和谐的生产生活环境，并能较好地保护好生物栖息地和生态系统的多样性；通过部署矿山露天采坑、排岩场及运输道路生态修复复绿，能减少损毁土地资源和对地形地貌的影响，保护好生物栖息地和生态系统的多样性，保持区域生态系统功能稳定，促进矿业开发与环境保护、人类生存环境、社会经济的持续、科学、和谐发展；通过部署生态修复管护工程，能保障生态修复工程的质量，实现生态修复科学化、规范化、标准化，改善工农关系，促进社会、经济全面发展，达到绿色矿山建设要求，保持区域生态系统功能稳定；通过警示工程，可防止无关人

员误入开采区内发生危险事故，有效恢复自然环境。

4、《方案》估算服务年限（11.71a）内矿山生态修复工程总投资 426.76 万元（其中：表土剥离与植被移植利用经费 0.85 万元，地貌重塑经费 216.64 万元，土壤重构经费 20.43 万元，植被重建经费 19.49 万元，监测经费 15.12 元，管护工程经费 13.63 元）。朝阳县泰元矿业有限公司膨润土矿共需缴纳矿区生态修复基金 426.76 万元，方案评审通过一个月后预存费用 63.60 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，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，矿山可以继续开采。