

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿
矿区生态修复方案

北票市承源矿业有限公司

2026年3月

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿 矿区生态修复方案

编 制 单 位： 朝阳鑫永盛地质勘查有限公司
法 人 代 表： 张艳秋
方案编制负责人：皮静飞
主要编制人员： 刘群

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	北票市承源矿业有限公司			
	统一社会信用代码	912113810811217003	联系人	崔安安	
	联系地址		联系电话		
	采矿权证证号		开采方式	露天开采	
	采矿权面积	0.0301 平方公里	采矿权拐点坐标	2000 国家大地坐标系	
				X	Y
	采矿权有效期限	自 2015 年 1 月 20 日至 2026 年 6 月 13 日			
开采主矿种	沸石	其他矿种			
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				
方案编制单位	单位名称	朝阳鑫永盛地质勘查有限公司			
	统一社会信用代码	91211302MAE9GEYM26	联系人	皮静飞	
	联系地址	朝阳市双塔区	联系电话		
	编制负责人				

	姓名	身份证号	专业	职务 职称	联系电话	签名
	皮静飞		土地	项目负 责人		
主要编制人员						
	姓名	身份证号	专业	职务 职称	联系电话	签名
	皮静飞		土地	技术员		
	刘 群		环境	技术员		
	褚展鸣		地质	技术员		

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	15
第二章 矿区基础信息	21
一、矿区自然条件	21
二、社会经济概况	24
三、矿区地质环境背景	25
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	29
五、矿区生态状况	31
六、矿区及周边人类重大工程活动	33
七、矿区生态修复工作情况	34
八、矿区基本情况调查监测指标	36
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	38
一、问题识别与受损预测	38
二、生态修复可行性分析	51
三、生态修复分区及修复时序安排	66
四、采矿用地与复垦修复安排	70
第四章 生态修复措施与工程内容	72
一、保护与预防控制措施	72
二、修复措施	75
三、工程内容	78
第五章 监测与管护	86
一、监测目标与措施	86
二、管护目标与措施	91
三、工程量	94
第六章 工程部署与经费估算	96
一、总体部署	96
二、总体经费估算	101
三、阶段工作任务与经费安排	115
第七章 保障措施与公众参与	121
一、保障措施	121
二、公众参与	125
三、效益分析	130
第八章 结论	132

附 图

图号	图 名	比例尺
1	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区土地利用现状图	1:10000
2	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区地质环境问题现状图	1:1000
3	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区土地损毁现状图	1:1000
4	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区地质环境问题预测图	1:1000
5	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区土地损毁预测图	1:1000
6	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复工程部署图	1:1000
7	北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区正射影像图	1:1000

附 表

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

附表 16 其他费用估算表

附表 17 前三年度矿区生态修复工作计划表

附表 18 矿区生态修复工程量与经费安排表

附 件

附件 1 矿区生态修复方案审查申请书

附件 2 编制委托书

附件 3 采矿证复印件

附件 4 编制单位真实性承诺书

附件 5 采矿权人对矿山生态修复的承诺书

附件 6 开发利用方案审查意见书

附件 7 土地所有权人意见

附件 8 公众参与调查表

附件 9 用土协议

附件 10 废石外运协议

附件 11 矿山地质环境现状调查表

附件 12 水土检测报告

案将作为矿业权人履行生态修复责任、办理采矿权延续、落实“边开采、边修复”要求以及开展闭坑后整体生态修复的重要依据，同时也是自然资源主管部门实施监管、验收与考核矿区生态修复工作的主要技术文件。

1、前期方案编制及实施情况

矿山前期编制完成过《北票市凌河沸石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（双塔区永盛矿山技术咨询服务中心，2023.12），主要内容如下：

（1）方案服务年限

矿山设计服务年限为 5.54 年，方案的服务年限为 9 年，时间从 2024 年 1 月-2032 年 12 月，包括治理复垦期 0.46 年，监测管护期 3 年。

（2）矿山地质环境影响评估级别

评估区的重要程度为较重要区，矿山生产建设规模为小型矿山，矿区地质环境条件复杂程度中等，对照《矿山环境保护与恢复治理方案编撰规范》附录表 A 矿山地质环境影响评估精度分级表，综合确定本矿山地质环境影响评估级别为二级。

（3）矿山地质环境影响现状评估

矿山现状地质灾害不发育，危险性小；采矿活动对地下含水层破坏程度较轻；矿山开采对地形地貌的影响和破坏程度严重；矿山开采对现存土地资源的影响和破坏较严重。

（4）矿山地质环境影响预测评估

预测矿山开采可能引发崩塌、滑坡地质灾害，地质灾害危险性为中等；采矿活动导致地下含水层的影响和破坏程度较轻；矿山开采对地形地貌的景程和破坏程度严重；矿山开采对土地资源的影响和破坏

是严重。对照《方案编制技术要求》附表 E 矿山地质环境影响程度分级表，综合确定预测矿山开采对矿山地质环境影响程度为“严重”。

(5) 矿山地质环境恢复治理分区与土地复垦责任区

划分为矿山地质环境次重点防治区和一般防治区。次重点防治区包括露天采场、排岩场、运输道路,面积为 1.7532hm²。一般防治区为评估区内除次重点防治区外的区域，面积为 1.2568hm²，土地复垦责任区范围为 1.7532hm²。

(6) 矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程

环境恢复治理工程为废石回填、土地平整、环境监测；

土地复垦工程主要为覆土、植树造林、施肥。

(7) 矿山地质环境恢复治理与土地复垦投资

矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程费用总额为40.79万元，其中矿山地质环境恢复治理工程费用为10.23万元，土地复垦工程经费估算总额为30.56万元。

项目环境治理与土地复垦面积 1.4813hm²，环境治理与土地复垦总投资 40.791 万元，平方米治理费用 27.54 元。

2、前期治理和复垦方案实施情况

根据前期方案及矿山实际情况，截止 2025 年 6 月，矿山没有治理区域，只对露开采坑进行了地质环境监测。

3、前期方案与本期方案内容对比

表 0-1 前期方案与本期方案内容对比表

方案摘要	前期方案	本期方案	对比说明
矿区面积	0.0301km ²	0.0301km ²	无变化
矿山规模	2.0万t/a	3.0万t/a	扩大生产规模
服务年限	5.54年	10.79年	深部扩界
矿山地质环境条件	中等	中等	无变化
评估区重要程度	较重要区	重要区	有变化
评估级别	二级	一级	有变化

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

评估区范围	3.0100hm ²		3.8756hm ²		有新增面积及损毁单元
治理分区	次重点、一般区		重点、次重点区、一般区		新增拟建露天采场和排岩场，重点区新增露天采场，次重点区为堆料场排岩场运输道路
复垦区与复垦责任范围	1.7532hm ²		3.5665hm ²		有新增面积及损毁单元
复垦方向与面积	乔木林地	1.3 140 hm ²	乔木林地	3.5 665 hm ²	复垦责任范围变化原因： 本次有新增损毁面积和损毁单元。
	灌木林地	0.1 673 hm ²	灌木林地	0 hm ²	
	合计	1.4 813 hm ²	合计	3.5 665 hm ²	
治理与复垦工程	废石回填、土地平整、覆土、施肥、植被恢复、拉水灌溉		废石回填、设警示牌、施肥、土地平整、覆土、植被恢复、拉水灌溉		增加了设警示牌
静态投资	34.38万元		176.96万元		本期方案增加了回填工程量，工程单价上调，工程量集中在最后两年，差价预备费增加，使两期方案动态投资投资相差较大。
差价预备费	6.41万元		97.95万元		
动态态投资	40.79万元		274.91万元		

(三) 编制情形

本方案的编制工作以 2025 年 6 月编制的《矿产资源开发利用方案》及同期开展的详细现场调查数据为基础，严格遵循《矿区生态修复方案编制指南（暂行）》、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）等现行政策与技术标准。方案系统性地确定了矿山的生态修复目标、工程部署、技术措施和投资估算，确保了内容的科学性与可操作性。

1. 工作流程

我公司按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求开展工作，编制工作流程见下图：

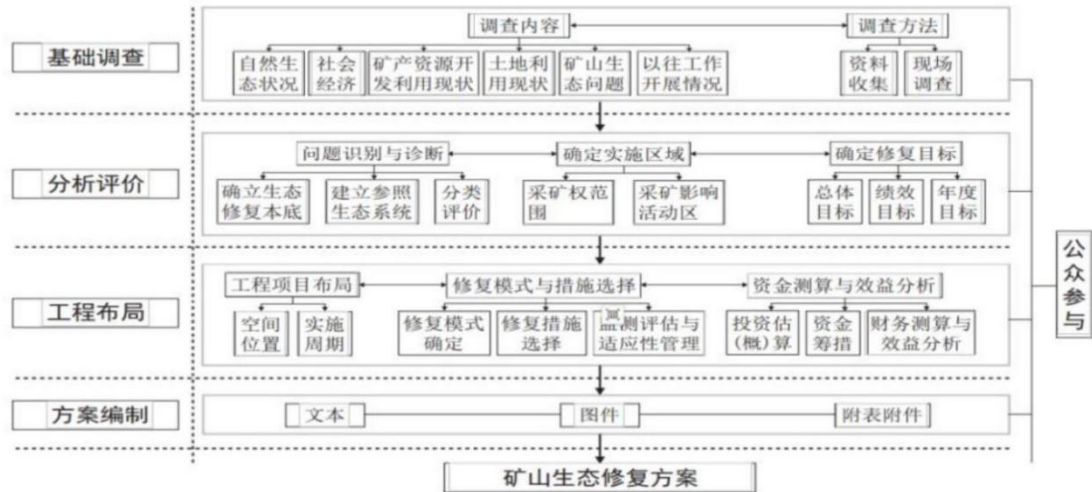


图 0-1 矿区生态修复方案编制流程图

2. 工作方法

项目组人员于 2025 年 12 月 17 日至 12 月 22 日进行项目区矿山地质环境、土地资源、生态环境进行调查，收集相关的基础资料，通过室内资料整理与综合分析研究，制定了矿山生态修复方案计划，主要方法如下：

(1) 资料收集

开展野外现场调查之前，项目组根据方案编制要求进行了技术文件收集，主要包括开采方案、矿山资源储量核实报告、上一轮矿山地质生态修复方案等。并广泛收集复垦区及周边自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状与权属、项目基本情况等与矿山生态修复有关的资料。

(2) 野外调查

对项目区进行了无人机航拍，航拍面积 0.1518km²。在已有资料分析的基础上，结合手持 GPS、红外线激光测距仪，对调查对象进行定点调查、记录和上图等方法，同时参考总平面布置图、土地利用现

状图等图件，对矿区进行综合生态调查。野外调查重点是开展地质地貌、地表灾害类型及活动特征调查。实地调查复垦区土壤、水文、土地利用、土地损毁、土地类型、生态系统、生物多样性等；采集影像、图片资料，并做文字记录。

(3) 室内资料整理与综合分析研究

对收集的资料进行分类整理，在综合分析研究现有资料及野外现场调查情况的基础上，对矿山地质环境、土地资源及生态问题进行识别、预测及评价，对矿山生态修复的可行性进行分析。根据分析结果，并结合矿山开采规划，划分矿山生态修复分区，明确分区、分期的目标任务与实施计划。细化生态修复技术措施、工程内容及监测与管护措施，完善工程量测算及投资估算，细化方案实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施，编制完成本方案。

3. 质量评述与相关承诺

工作程序与质量：本方案编制前对矿山提供的资料进行了认真综合分析，在此基础上有针对性地开展了野外调查，调查方法和工作程序以及精度符合有关规范要求。在方案的编制过程中与开采方案编制单位相关技术人员进行了充分沟通；方案中生态修复措施、工程内容针对性强、可操作高，工程费用预算依据充分、合理，符合当地实际。综上，本次工作收集资料全面，矿山地质环境、土地资源、生态调查和报告编制工作按国家、辽宁省现行技术规程、规范进行，工作精度符合相关要求，内容翔实，质量可靠，预算符合实际，结论科学合理。

相关承诺：经编制单位项目组工作人员对本方案中的数据和结论

认真仔细统计、分析、研究，承诺本方案中涉及的数据和结论的真实性和科学性。

（四）编制依据

1、法律法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年)
- 2) 《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日修订）
- 3) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修订）
- 4) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 4 月 21 日修订）
- 5) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日第二次修订）
- 6) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日施行）
- 7) 《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号，2003 年 11 月 24 日）
- 8) 《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令 第 44 号，2019 年 7 月 16 日修正）
- 9) 《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日国务院令 第 592 号）
- 10) 《土地复垦条例实施办法》（国土资源部 第 56 号令，2019 年修订）
- 11) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011 年 1 月 8 日）
- 12) 《中华人民共和国水文条例》（国务院 第 676 号令，2017 年 3 月 1 日）

13) 《辽宁省地质环境保护条例》(2018年12月1日)

2、部门规章、规范性文件

1) 《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》(财综[2011]128号)

2) 《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土资规[2016]21号)

3) 《辽宁省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)》(辽自然资发[2022]129号)

4) 《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建[2017]638号)

5) 关于印发《辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知(辽自然资规[2018]1号)

6) 《关于加强土地复垦工作的通知》(辽自然资发[2021]3号)

7) 辽宁省林草局关于印发《辽宁省恢复植被和林业生产条件及树木补种标准》的通知(辽林草办字[2021]29号)

8) 《辽宁省矿区生态修复方案评审工作指南(暂行)》

3、技术标准与规范

1) 《造林技术规程》(GB/T15776-2023);

2) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);

3) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018);

4) 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021);

5) 《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011);

- 6) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；
- 7) 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)；
- 8) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T43935-2024)；
- 9) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T43933-2024)；
- 10) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复技术》(DB21/T2019-2012)；
- 11) 《矿山及其他工程破损山体植被恢复治理验收规范》(DB21/T2230-2014)；
- 12) 《矿区生态修复编制指南(暂行)》(2025.9)。

4、有关技术文件及资料

- 1) 《辽宁省北票市四家板沸石矿扩界资源储量核实报告》，朝阳鑫永盛地质勘查有限公司，2025年6月；
- 2) 《(关于辽宁省北票市四家板沸石矿扩界资源储量核实报告评审备案证明的告知书)评审备案证明》，朝自然资储备字[2025]006号；
- 3) 《北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿产资源开发利用方案》，朝阳鑫永盛地质勘查有限公司，2025年6月；
- 4) 《〈北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿产资源开发利用方案〉审查意见书》，2025年8月5日；
- 5) 《北票市凌河沸石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

》，双塔区永盛矿山技术咨询服务中心，2023年12月；

6) 采矿证证号：C2113002009017120003655；

7) 2024年国土变更调查数据；

8) 委托方提供的其他相关资料。

二、服务年限

依据《矿区生态修复编制指南》要求，方案服务年限为采矿权（剩余）有效年限（或拟申请的采矿权有效期限）与采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期限之和。

（一）生产服务年限

根据朝阳鑫永盛地质勘查有限公司2025年编制的《北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿产资源开发利用方案》，设计采用露天开采方式开采，设计利用资源储量为32.376万t，生产规模3.0万t/a，矿山服务年限10.79年。

（二）方案服务年限

本方案确定的总服务年限为15年。其中，矿山服务年限为10.79年，闭坑后生态修复工程实施期为1.21年，后期管护期为3年，时间自2026年3月起至2041年3月止。

（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

3 月至 2031 年 3 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

矿山名称：北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿

采矿权人：北票市承源矿业有限公司

经济类型：股份有限公司

法定代表人：崔安安

联系人：崔安安

联系电话

通讯地址：

二、地理位置与区域概况

（一）地理位置

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿位于

行政区隶属辽宁省北票市南八家子乡管辖。

矿区中心地理坐标如下

矿区位于朝阳市北东 25km，距锦承铁路能家火车站 1.5km，有简易公路通往矿区，交通较便利（详见交通位置图 1-2）。

（二）区域概况

该矿 1 公里范围内无高速公路、铁路、建筑设施及名胜古迹；矿界外 300m 范围内无相邻矿区，最近矿权为位于矿区西侧，为辽宁省北票市青石沟沸石矿普查区，矿区与辽宁省北票市青石沟沸石矿普查区相邻 306m，矿山开采彼此无影响矿界清晰无争议。矿区外存在一

处村民宅基地，现已被矿山租赁作为矿山的办公场所。矿区范围不在自然保护、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、森林公园、地质公园、矿山公园、重要湿地、湿地公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、青山规划禁止开发区及限制开发区、国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地等各类保护地内。该矿区范围内不在基本农田保护区、永久基本农田保护区与基本草原内。

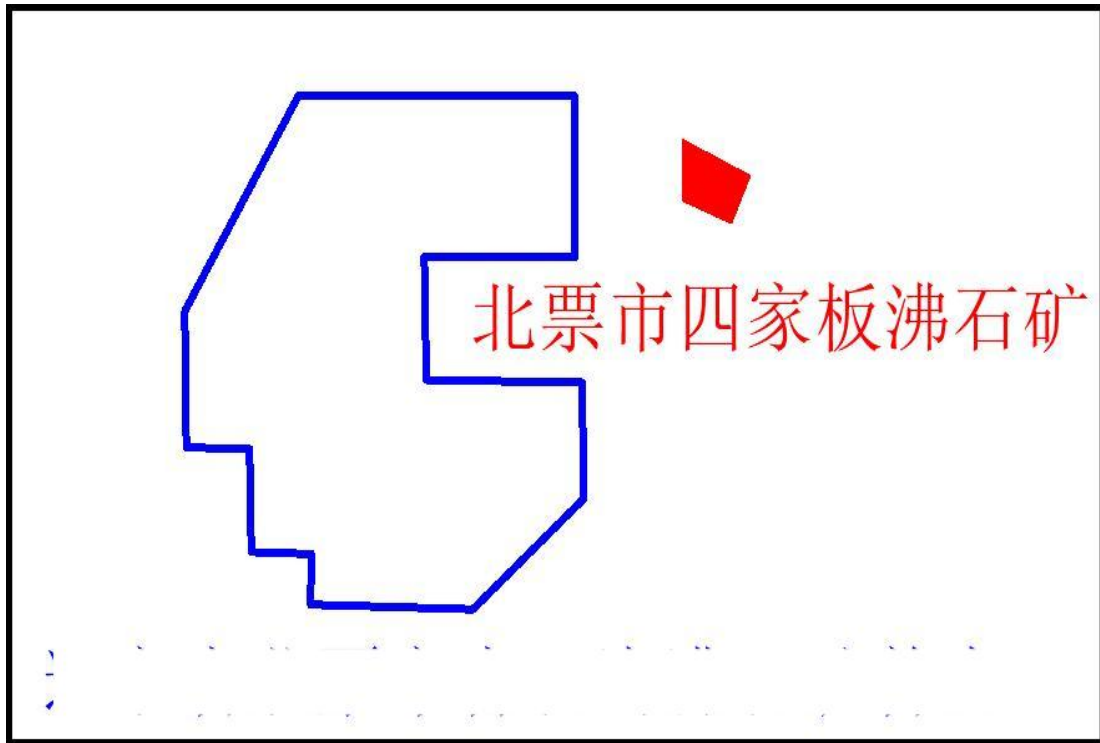
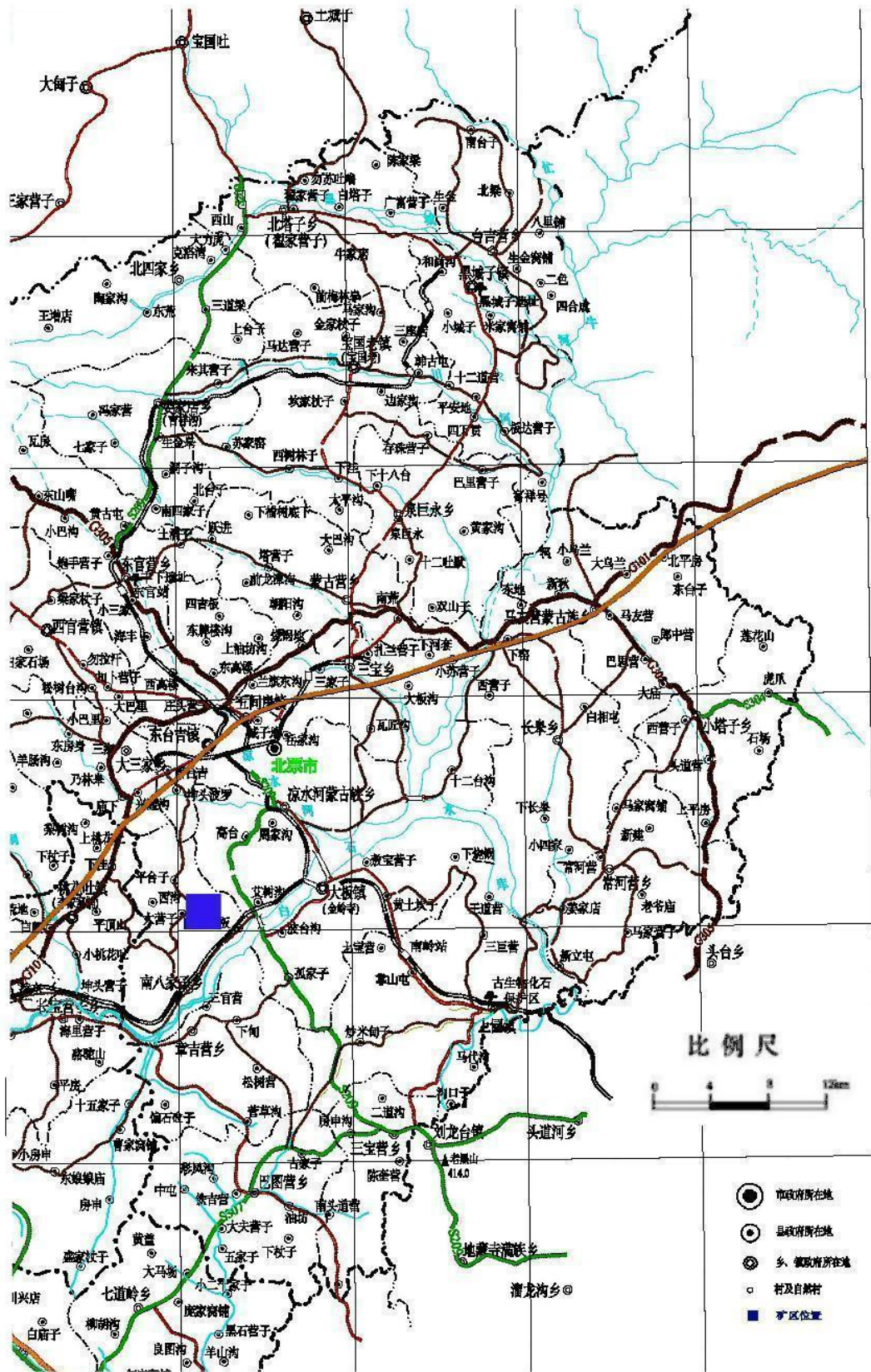


图 1-1 相邻矿权分布示意图



三、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿始建于 2005 年，位于北票市南八家子乡四家板村。2005 年，北票市凌河沸石矿首次取得采矿证，企业进行多次采矿证延续，2024 年变更了矿业权人，由北票市凌河沸石矿变更为北票市承源矿业有限公司，现持有的采矿许可证证号为 _____ 矿区面积 0.0301km²，开采矿种为沸石，生产规模为 2.0 万吨/年，开采方式为露天开采，开采标高 200-170m。有效期限：拾壹年零伍月，自 2015 年 1 月 20 日至 2026 年 6 月 13 日。

（二）开采现状

1) 现矿权设置

采矿许可证号

采矿权人：北票市承源矿业有限公司

矿山地址

矿山名称：北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿

经济类型：股份有限公司

开采矿种：沸石

开采方式：露天开采

生产规模：2 万吨/年

矿区面积：0.0301 平方公里

开采深度：由 200 米至 170 米标高

有效期限：自 2015 年 1 月 20 日至 2026 年 6 月 13 日

原矿区范围拐点坐标：

表 1-1 矿区范围拐点坐标表

拐点号	坐标（2000 国家大地坐标系）	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
矿区面积 0.0301 平方公里，采矿标高由 200 米 170 米标高		

深部扩界调整后矿区范围：

表 1-2 调整后矿区范围拐点坐标

拐点号	坐标(2000 国家大地坐标)	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
面积：0.0301 平方公里、开采深度：由 215 米至 150 米标高		

矿体呈层状赋存于侏罗系土城子组三段酸性火山碎屑岩中，矿体产状倾向 160° ，倾角 $12\sim 15^{\circ}$ ，呈近南西-北东展布。矿体由地表工程揭露，界内矿体长 165m ，矿体真厚度区间 $5.67\text{m}\sim 18.97\text{m}$ ，平均真厚度 11.60m 。《开发利用方案》设计采用露天开采方式。目前矿山已形成了一处露天采坑。露天采坑长 125m ，宽 $35\sim 50\text{m}$ ，采深 $5\sim 20\text{m}$ ，采矿最低标高为 180m ，坡角 $20^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。

4. 矿床开拓方案

1) 矿床开拓

该矿区处于低山地带，根据矿体赋存条件及矿山生产现状，本次设计仍采用公路开拓汽车运输的开拓运输方案。公路开拓灵活性大，能加速新水平准备有利于强化开采，提高露天采矿的生产能力。

2) 露天开采境界的确定

根据露天采的矿体的赋存情况，结合矿山生产规模和选用的装备水平及矿岩物理机械性质和类比同类矿山开采经验，确定露天开采境界参数如下：

- (1) 阶段高度 10m 。
- (2) 台阶坡面角上盘 60° ，下盘 60° ，端部 60° 。
- (3) 安全平台 4m 。
- (4) 清扫、运输平台宽度 6m 。
- (5) 运输道路坡度一般为 10% 。
- (6) 最小工作平台宽 20m 。

3) 露天采坑开采境界范围圈定结果

根据确定的露天采坑结构参数，露天采坑境界范围圈定结果如下：

表 1-3 露天采坑终了境界参数表

序号	项目名称	单位	技术指标	
1	开采矿体编号		①	
2	露天采坑上部尺寸：长×宽	m×m	178×153	
3	露天采坑底部尺寸：长×宽	m×m	38×25	
4	采场顶部标高	m	215	
5	采场底部标高	m	150	
6	开采深度	m	65	
7	台阶高度	m	10	
8	境界内矿石量	万 t	32.376	
9	境界内岩石量	万 t	38.851	
10	境界内矿岩合计	万 t	71.227	
11	平均剥采比	t/t	1.2	
12	最终边坡角	端部	°	32、42
		上盘	°	43
		下盘	°	20

5. 设计利用资源量

矿区范围内保有资源量 40.249 万 t。受矿区平面矿界及上限开采标高限制，北部、东部、南部临近矿界处均有台阶压矿。矿山设计利用资源量 32.376 万 t，设计利用率为 80.44%。

6. 防排水

因矿区处于低山丘陵区，区内地表水系不发育，仅在雨季时有地表水径流。矿床附近无地表水体，不具备地表水充水条件。但由于该区最低侵蚀基准面位于采场最低开采标高之上，雨季时采场四周的地表水会汇入采坑内形成积水。为防止雨季时大气降水渗漏进入坑内，应在地表采坑周边分别设置截排水沟，使雨季地表水不直接流入采坑。

生活废水主要为洗手和食堂等用水，集中收集，不排入地表水体。

7. 排岩场

排岩场设在本矿区内部西北部山坡上，上部标高 208m，下部标高 185m，容积 6.3 万 m³。露天采坑产生废石 13.88 万 m³，按松散系数为 1.23 来算，开采后取出的松散废石量经过松散系数计算后为 17.08

万 m³，由于排岩场容积不足以堆放所有产生的废石，其余 10.78 万 m³ 废石经与北票市新升铁选厂协商，将 10.78 万 m³ 运至距离矿山运距为 5 公里的北票市新升铁选厂内进行堆放，待矿山开采活动结束后将废石运回进行采坑回填。（见废石外运协议书）

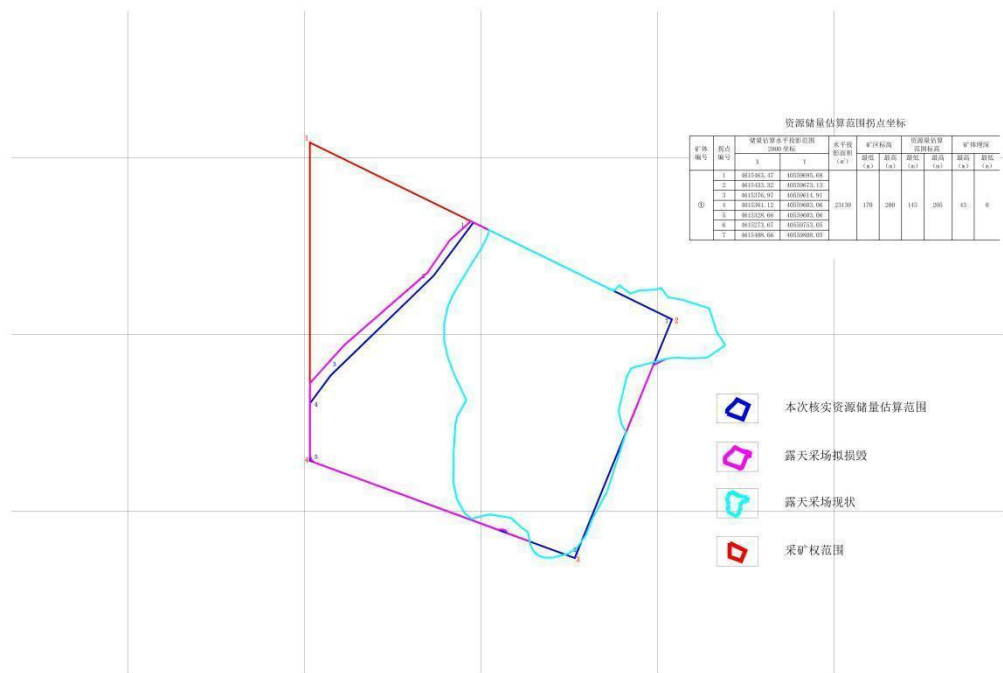


图 1-4 矿区资源储量估算范围与矿区范围叠合图

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

1. 地形地貌

矿区位于辽宁西部山区，多以丘陵为主要地形特征，地形低缓，为冀北辽西低山丘陵区。山势较缓，沟谷发育，区内最低标高为 158m，最高海拔 220m，相对高差 62m。属浅切割区，区内植被不发育，岩石裸露较多。



图 2-1 项目区地形地貌图

2. 水文气候条件

1) 气候

该区属大陆性干旱~半干旱性季风气候，昼夜温差较大。一月份平均最低气温-11℃，7月份平均最高气温25℃，年最高气温42℃，最低气温-27℃。年降水量385~480mm，雨季多集中在7~8月份，蒸发量1700~2000mm，年平均湿度52~59%。无霜期在160天左右，冬季冻土层厚度1.20m左右。

2) 水文

项目区内无常年性河流，沟谷地貌在雨季时有雨水汇入，枯水季节干枯，地表无水体，地表水系见图2-2。



图 2-2 项目区地表水系分布图

3. 土壤

矿区内土壤成土母质为黄土或红土层及各类母岩的风化物，主要为褐土，分布有较大面积近代河相沉积物，厚度约 0.2~0.5m，土质有机质含量为 1.12%，全氮 768mg/kg，速效磷 12.7mg/kg，含速效钾 84mg/kg。土壤质地多为砂质粘土，土质疏松，多呈粒状结构，砾石含量较少。分布于谷地平原地带，土层深厚，土质疏松，土壤呈中性-微碱性反应，适合植物生长。项目区土壤剖面图如下：



图 2-3 项目区土壤剖面图

4. 植被

项目区植被类型属华北-内蒙古植物区系交汇处，地表植被发育，主要灌木树种有荆条、山杏、山枣、胡枝子等，草本植物主要有赖毛草、狗皮草、大白草、毛友草和各种蒿类等。评估区内林草稀疏，植被覆盖率约 20%，由于长期的人为干扰，评估区的原始植被破坏殆尽，现状植被主要是天然次生、半次生和人工林木。



图 2-4 项目区植被覆盖照片

二、社会经济概况

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区位于北票市县南八家子乡。

南八家子乡位于北票市以南 20 公里,地处大凌河北岸,东与大板

镇相接，西与朝阳市双塔区桃花吐镇接壤，北与大三家乡、台吉镇毗邻，南与章吉营乡隔河相望。总面积 117 平方公里，辖 7 个行政村，3164 户，9109 口人。总耕地面积 27700 亩，种植面积 7.7 万亩以种植玉米，辣椒为主。畜牧业以饲养生猪、家禽为主。农业主产玉米、高粱、谷子、棉花。南八家子乡森林覆盖率达 40% 以上，但矿区范围内植被覆盖率为 20%。辖区内桃艾线、昆南线两条乡级公路贯穿南北，锦承铁路横跨东西，距朝阳市区 24 公里，交通较为方便。公路、程控电话、有线电视实现村村通。矿产资源较为丰富，已探明的有沸石、石灰石、膨润土、铝矾土，贮量大、品位高。（来源于北票市人民政府官网 2025 年数据）

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

区域出露的地层有中生界侏罗系上统土城子组（ J_3^1t ）、新生界第四系全新统（Qh）。

中生界侏罗系土城子组三段（ J_3^1t ）：岩性为凝灰质页岩、砂岩、粉砂岩、砾石、泥岩，多数呈青灰色、灰白色；碎屑结构，凝灰质构造；页岩为泥质结构，层状构造。

新生界第四系全新统（Qh）：岩性主要为残坡积碎石，洪积砂砾石及腐植土层，在核实区内沟谷及低缓山坡地段出露，厚度 1~5 m。

矿体赋存于侏罗系土城子组三段酸性火山碎屑岩中，层状产出，受地层层位控制，矿体产状与围岩地层产状一致，矿体产状为 12° 。

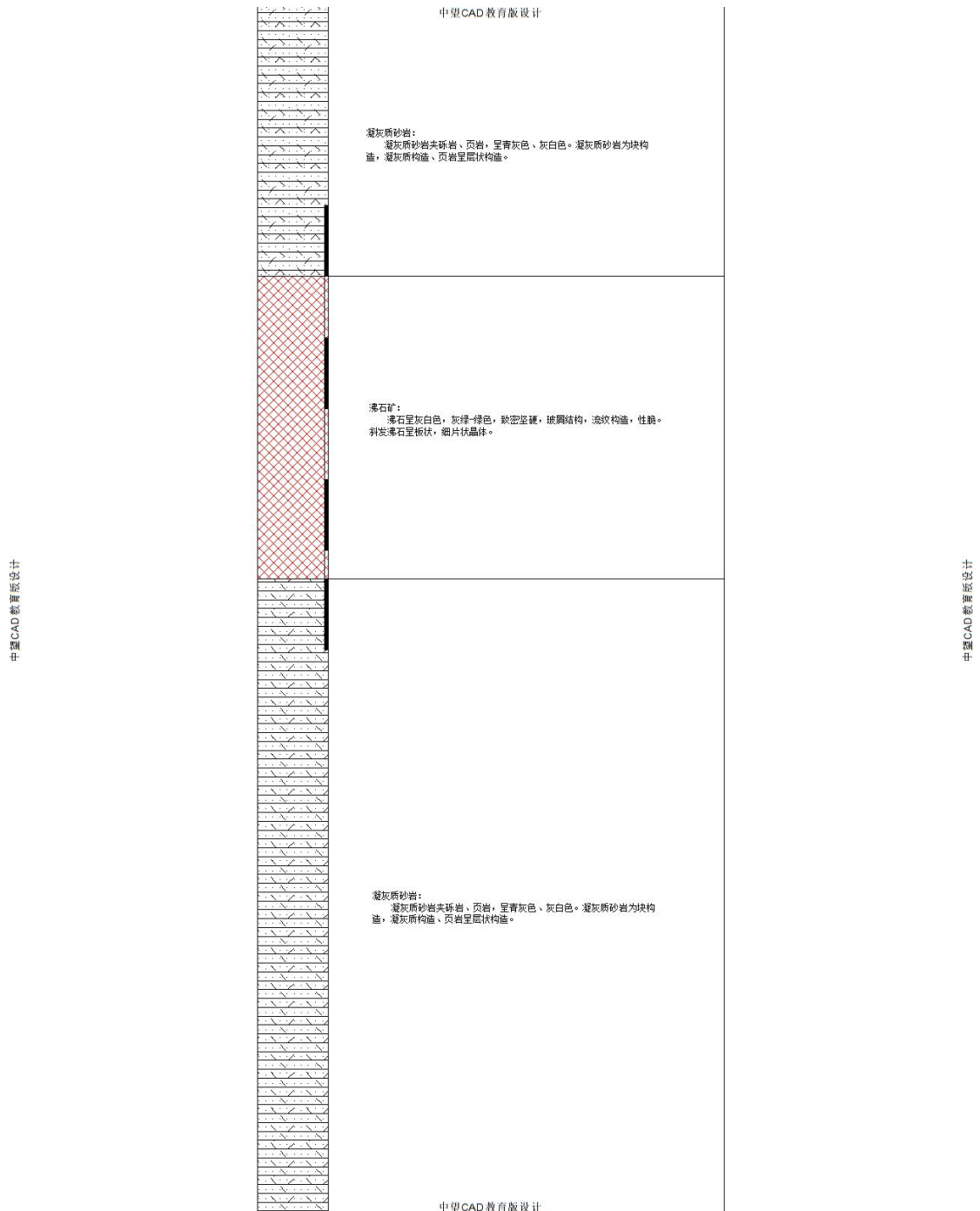


图 2-5 地层岩性柱状图

(二) 地质构造

矿区内大地构造位于一级构造单元柴达木-华北板块（Ⅲ）、二级构造单元华北陆块（Ⅲ-5）、三级构造单元华北北缘隆起带（Ⅲ-5-3）、四级构造单元建平晚古生代陆缘岩浆弧（Ⅲ-5-3-2）。

区内构造较简单，属单斜构造。未见其它断裂构造。

综上所述，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223-2011）表 C2 确定，矿区内地质构造复杂程度为简单。

（三）水文地质

1、地下水类型：区内地层岩性、构造、地貌及气象等自然条件决定了本区地下水赋存条件和分布规律，根据区内地下水的赋存特征、水力特征等，本矿区地下水类型主要划分为第四系松散孔隙含水层，基岩风化裂隙水含水层。

第四系松散孔隙含水层:主要分布于区内沟谷中，由凝灰质砂岩夹砾岩，页岩，岩石碎块及粘性土组成的残坡积，坡洪积，局部冲沟口堆积形成不规则的小透镜体，厚度在 2—5m 雨水充沛时地下水位在 15—20m，水力坡度大，水性等级为中下等，水量贫乏，单井涌水量 25m³/d，对矿床开采涌水影响较小。

基岩风化裂隙水含水层：基岩风化裂隙水分布于矿体及围岩顶底板的变质岩、侵入岩的风化、裂隙之中，构造裂隙发育一般，汇水面积较小，岩石的孔隙度、裂隙度发育不均匀。其透水性较好，但赋水性差，在雨季补给大气降水多时，单位涌水量 10-30m³/d。

2、矿床充水因素分析

矿山采用露天开采方式进行开采，直接充水因素为大气降水、基岩风化裂隙水。

露天开采时地表采场直接受大气降水影响，为矿坑主要充水来源，基岩裂隙水水量一般。

3、地下水的补给径流、排泄条件：

矿区属于山前堆积凸坡水文地质单元，地下水补给以大气降水为主，而第四系孔隙水受粘土层覆盖所制约，矿区所处位置是凸地，周边地形低地貌不利于大气降水的渗透补给，矿坑可形成自然排水。因此，基岩裂隙水及第四系孔隙水在矿体开采时均无太大影响，其矿坑水主要来源于大雨，暴雨充水，露天开采过程中雨季时要防止采坑上沿的洪水进入采坑，应采取排泄措施。

综上所述，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223-2011）C2 确定，矿区内水文地质条件复杂程度为简单。

（四）工程地质

该区工程地质条件良好，矿体赋存于凝灰质砂岩中，后期构造不发育，矿体顶、底板围岩为凝灰质砂岩，普氏硬度系数 $f=8-10$ ，属坚硬岩石。矿体上下盘围岩较稳固，矿体周边的节理裂隙不甚发育，有利于开采。但由于近地表部分受氧化作用影响，比较松软，露天采坑局部采深较大，故在开采过程中要采取必要的防范措施，防止顶底板的边帮塌落。

综上所述，根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223-2011）C2 确定，矿区内工程地质条件复杂程度为中等。

（五）矿体特征

1、矿层的规模、形态、产状特征

矿体赋存于土城子组三段酸性火山碎屑岩中，层状产出，沸石呈灰白色，灰绿-绿色，致密坚硬，性脆。矿体产状 $160^\circ < 12^\circ - 15^\circ$ ，呈近南西-北东展布。界内矿体出露长 165m，宽 37m。矿体吸铵量平

均品位 1.15mmol/g。矿体特征详见下表。

表 2-1 矿体形态、规模、产状一览表

矿体号	规模(m)			产状(度)		吸铵量: (mmol/g)		
	长	宽	矿体平均铅直厚度	倾向	倾角	最高	最低	平均
1	165	37	11.60	160	12-15	1.40	0.71	1.15

2、矿石质量

矿石呈灰白、灰绿-绿色。K⁺交换量平均 14.017mg/g；NH₄⁺交换量 0.7~1.9mmol/g；斜发沸石含量 31.82~86.36%。

矿石化学成分：SiO₂：66.98%，Al₂O₃：13.91%，CaO：2.26%，K₂O：2.72%，Na₂O：0.62%，MgO：1.68%，Fe₂O₃：2.34%，LOS：8.52%。该矿矿石工业类型为水泥用配料斜发沸石，其主要做为添加剂使用。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

1. 土地利用现状

项目区占地面积 3.8989hm²。依据 2024 年国土变更调查数据，土地类型包括旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地、采矿用地。土地权属人为北票市南八家子乡四家板村，权属界限清楚无任何纠纷。项目区土地利用现状详见表 2-2，项目区土地利用权属表见表 2-3。

表2-2 项目区土地利用现状汇总表

一级地类		二级地类		面积(hm ²)	权属人
编号	名称	编号	名称	总面积	
01	耕地	0103	旱地	0.0004	南八家子乡四家板

03	林地	0301	乔木林地	0.1220	村
		0305	灌木林地	1.0352	
		0307	其他林地	0.4830	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.2583	
合计				3.8989	

表2-3 项目区土地利用权属表

权属	地类及面积 (hm ²)		合计 (hm ²)
	编号	名称	
辽宁省北票市南八家子乡四家板村	0103	旱地	0.0004
	0301	乔木林地	0.1220
	0305	灌木林地	1.0352
	0307	其他林地	0.4830
	0602	采矿用地	2.2583
	合计		3.8989

地类特征分述如下：

耕地：该区内耕地面积 0.0004hm²，占项目区面积 0.009%，全部为旱地。区内无永久基本农田，耕地主要种植玉米，土壤类型以褐土为主。土层厚度 0.8m，土壤质地多为砂土~粉砂土，土质疏松，土壤呈中性~微碱性，pH 值为 6.5-7.0，有机质含量为 1.10%，全氮 0.974g/kg，有效磷 8.34mg/kg，速效钾 119.33mg/kg。

林地：该区内林地面积 1.6817hm²，占项目区面积 74.64%。包括乔木林地、灌木林地、其他林地，其中乔木林地面积 0.1391hm²，占林地面积的 19.03%，灌木林地面积 1.0596hm²，占林地面积的 64.92%，其他林地面积 0.4830hm²，占林地面积的 11.98%。土壤为褐土，表土层厚度 30-50cm，乔木多以松树为主，零星分布有侧柏、刺槐、榆树、杨树等，主要灌木树种有荆条、山杏、山枣、胡枝子等，树木稀疏，盖度平均在 20%~30%之间。有机质含量为 1.12%，土壤 pH 值为 6.5~

7.0。区内无II级保护林地。

2.采矿用地审批情况

经调查，矿山开采用地不涉及耕地，林地用地审批，不涉及临时占地情况。

五、矿区生态状况

（一）生态本底状况

1、自然地理特征

矿区坐落北票市南八家子乡，南八家子乡位于辽宁省西部，地处辽西低山丘陵区。地貌以低山、丘陵为主，地势西北高、东南低。属于温带季风性气候，四季分明，雨热同期，春季干燥多风，夏季炎热多雨，秋季凉爽，冬季寒冷少雪。自然植被属华北植物区系向蒙古植物区系过渡带，多为灌木丛和旱生草本植物。矿产资源较为丰富，以沸石、石灰石、膨润土等为主。整体呈现出典型的辽西半干旱低山丘陵自然景观。

2、生态系统类型与结构

矿区的生态系统以暖温带落叶阔叶林-森林草原过渡带为核心类型，表现为低山丘陵灌草丛生态系统、人工林（如刺槐）生态系统交织的复合结构。其垂直结构通常具有简单的乔、灌、草三层，但多数丘陵地以灌丛和草本层为主；水平结构呈现明显的斑块状镶嵌，受地形与水热条件差异影响。系统内，以荆条、酸枣等旱生灌木及白羊草、黄背草等草本植物为生产者基础，支撑着昆虫、鸟类、啮齿类等消费

者，并与土壤微生物等分解者共同构成物质循环。该系统结构脆弱，受降水制约和人类垦殖、采矿活动影响显著，是生态交错带的典型代表。

（二）生态功能定位

依据宁省生态环境厅的“辽宁省三线一单数据应用系统”的分析结果，矿区所处区域的管控单元为朝阳市北票市一般生态空间，单元编码 ZH21138110006，管控类型为优先保护区。

（三）生态功能定位生物多样性状况

生物多样性：用材林木及经济树种，境内有用材林木69种，主要科种有13科20种。此外，观赏树种有银杏、山皂角、龙爪柳、紫丁香、垂柳、金银花等。中草药植物，境内有药用植物532种。食用植物，境内有野生可食用植物51种。野生饲料植物，境内有野生可做牲畜饲料植物263种。蜜源植物，境内有可做蜜蜂采蜜的野生植物102种。芳香植物，境内具有芳香气味植物35种。油料植物，境内油料野生植物有胡桃楸、榛子、色木槭、文冠果、苍耳、蒙古苍耳、胡桃等。淀粉植物，境内有淀粉野生植物8种。纤维植物，境内有纤维植物74种。鞣类植物，境内有鞣类植物18种。北票市境内野生动物以鸟类居多，其次为哺乳类和两栖爬行类，水产类动物较少。

（四）区内生态状况

通过项目区土地利用、植被、生态系统的综合分析，项目区生态环境现状特点如下：

（1）项目区植物组成简单，主要以农作物与乔木植被为主，植

被主要为油松、刺槐以及道路两边的人工绿化林带。

(2) 由于本区内进行了矿产资源的开采，山体被破坏，植被锐减，地表裸露，植被覆盖度和生物多样性都呈现降低的趋势。

(3) 旱地景观及工矿景观是评价区生态环境质量的主要控制性组分，多为人为开垦及破坏原有生态环境结果，可见区域景观自然生态体系的稳定性与抗干扰能力较多的受人为因素控制，区域内生态环境质量受干扰以后的恢复能力比较强。

总体来说，项目所在区域环境现状由于工业开采的影响，破坏较严重，生态现状较一般，建设单位应尽快落实生态恢复治理方案中的各项生态治理措施，减少工业活动对周边生态环境的进一步影响，降低生态影响程度降到最低。

(五) 矿区生态敏感区

矿区范围内无水源、森林公园及自然保护区等环境敏感区分布，不在朝阳市拟制定的生态保护红线范围内。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿区周边无重要的交通要道或建筑设施，无重要水源地和交通干线公路，无重点保护区及旅游景点，附近有少量居民居住。对风景旅游区、交通干线两侧可视范围影响较轻。矿山开采方式为露天开采，地表形成了1个露天采坑，露天采坑长125m，宽35~50m，深5~20m。

矿区内无居民居住，无重要交通要道，远离各级自然保护区及旅游景区，无较重要水源地。

矿山现状地表工程设施主要为矿山前期开采形成的露天采坑、排岩场、办公区、运输道路，损毁土地面积 2.4074hm²，对自然环境和生态系统产生一定的影响；矿山继续开采，人类工程活动将进一步增加，破坏地质环境的人类工程活动加剧。

采矿活动是评估区内主要的人类工程活动，破坏矿山地质环境的人类活动较强烈。

七、矿区生态修复工作情况

（一）矿区以往生态修复工作情况

矿山于 2019 年对矿区东侧的露天采坑进行了矿山地质环境恢复治理工作，治理面积 0.5711hm²，工程治理方法主要有废石回填、平整土地、覆土、种植树木、浇水等。治理工程：废石回填 10935m³，土地平整 0.5711hm²，覆土 2855m³，栽植灌木 3807 株。目前，矿山种植的植被长势良好，成活率较高。说明矿山的治理和复垦工程措施是可行的，其工程设计可以作为本次生态修复工程设计的参考。



图 2-6 矿区生态恢复照片

（二）矿山生态修复的成效

1. 地质灾害有效控制：通过废石回填措施，消除了露天采坑高陡边坡地质安全隐患，保障了周边人民生命财产安全。
2. 地形地貌初步重塑：利用废石回填采坑区，并将其整平至与周边自然坡度相协调的标高，恢复了区域土地的基本功能和自然景观。
3. 生态系统逐步恢复：通过实施植被复垦，优选乡土树种，提高了植被覆盖度，有效遏制了水土流失，为生物栖息地的重建奠定了基础。
4. 土地资源得到再利用：将修复后的稳定土地转化为林地，恢复了土地的生产或生态功能，为区域可持续发展提供了资源支撑。

（三）矿山生态修复存在的问题

矿山生态修复面临两大核心挑战：一是立地条件差，矿区地表土层薄、肥力差，植被缺乏生长的土壤基础；二是水资源匮乏，半干旱气候导致新植植被必须依赖人工灌溉。因此，矿山重点部署了客土改良与稳定供水工作，以保障修复成效。

（四）矿山生态修复积累的相关经验

在矿山生态修复实践中，积累了以下核心经验：

1. 乡土为本，优选树种：优先选用刺槐、沙棘等乡土植物，凭借其强适应性、高成活率与低管护成本，快速构建稳定植物群落、确保修复成效。
2. 变废为宝，循环利用：将废石作为地形重塑的主要材料，既消除安全隐患，又显著降低修复成本。

3. 系统规划，综合治理：坚持整体布局，将地灾治理、水土控制、植被恢复与土地再利用统一规划，协同提升生态与经济效益。

4. 生态恢复，跟踪管护：植被栽种后，需前两年度进行抚育，对植被进行除草、浇水、施肥，防止植被在幼苗脆弱期间死亡，保证植被成活率。降低生态修复成本，提高生态修复成效。

（五）矿山生态修复义务情况

在矿山生态修复责任中，要明确矿山生态修复的义务主体，矿山要承担全部修复工程的义务，矿山在开采中会损毁矿区内的地形地貌，对周边环境造成影响，矿山有义务将区内损毁的地类单元进行生态修复，对损毁的土地进行地质灾害治理工程，地形地貌重塑工程，植被恢复工程，土壤重构工程，水土环境修复工程与环境污染治理。

八、矿区基本情况调查监测指标

为全面掌握本矿区的历史遗留环境问题与生态现状，科学评估其损毁程度与恢复潜力，本方案依据国家及行业相关标准规范，采用资料收集、遥感解译、现场调查与仪器监测相结合的方法，对矿区的地质环境、土地资源、生态系统及污染状况进行系统性调查监测工作。

（一）调查监测工作概述

1. 本次调查监测的核心目标是厘清历史开采造成的遗留问题和当前生态环境的自然恢复状态。

2. 通过收集分析历史资料、遥感影像及走访调查，识别了矿山开采活动对地质环境、土地资源及生态系统造成的原始扰动与损毁范

围。

3. 综合采用高分辨率遥感解译、无人机航测、现场实地勘测与取样检测等技术手段，对矿区现状进行了详细调查。重点查明了地质灾害稳定性、土地资源损毁类型与面积、土壤质量、生态系统格局与植被恢复状况等。

4. 监测指标的选取严格参照《矿山生态修复技术规范》、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》GB/T43935-2024 等国家标准，确保了数据的规范性、可比性与科学性。

（二）调查监测内容与指标

本次调查监测工作主要围绕开采前本底情况与开采中及现状情况两方面展开。具体监测内容与指标详见附表 4、附表 5。

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

经实地调查，矿山前期开采形成了露天采坑、工业场地及运输道路等设施。矿区范围外存在一处村民宅基地，现已被矿山租用作为办公室使用，且不作为项目区内损毁单元。

现状条件下，矿山存在的主要地质环境问题为地形地貌景观破坏；土地资源方面主要表现为挖损、压占形式的损毁；同时，还存在植被破坏和水土流失等生态问题。

1. 地质环境问题

矿山为露天开采，形成的地质环境问题主要包括矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏等，主要表现为：

（1）矿山不稳定地质体

矿山主要是由于矿体上部覆盖的腐殖土、残坡积层稳固性较差以及开采过程中坡角过陡，从而造成围岩松动而引发小型崩塌，崩塌堆积物小于 15m^3 ，随着开采崩塌物已落入坑底。本矿山除发现小型崩塌外，未发生滑坡、泥石流等地质灾害，现状条件下地质灾害不发育，对矿山地质环境影响轻微。

（2）地形地貌景观破坏

矿区采矿活动对原始地形地貌造成了显著影响，具体表现为露天

采坑开挖导致山体破损，工业场地、厂房等建设造成地表固化与地形改变。

1) 露天采场

矿山采取露天开采，目前已形成露天采坑长 125m，宽 35~50m，深 5~20m。采坑对土地造成挖损损毁，破坏了地表植被与原始地形。

2) 工业场地

工业场地包含堆料场、运输道路等功能单元，通过削填平整改造原始地形，消除了自然微地貌，形成大面积平坦场地。

综上，矿区通过采矿活动将自然山体转化为人工地貌，这种强烈的人工干预从根本上重塑了区域景观格局，且其改变具有不可逆特性，矿山整体损毁程度较为严重。



图3-1 露天采坑



图 3-2 堆料场



图3-3 运输道路

(3) 含水层破坏

矿山生产现阶段，露天采坑最大开采深度 20m，在一定范围内挖损破坏了原有含水层和隔水层，矿区含水层受到影响或破坏的面积为 0.0442hm²，但没有造成影响区地下水水位发生变化。由于露天采坑离居民区和农业生产区距离较远，经调查，矿山生产现阶段，对居民饮用水、农业生产用水没有产生负面影响。

2. 土地损毁现状

根据调查统计，现状条件下存在的土地资源损毁问题主要为露天采坑的挖损损毁；排岩场的压占损毁。

(1) 露天采坑对土地形成的损毁

矿山共有一处露天采坑，为挖损损毁，损毁土地面积 1.6092hm²，

损毁土地类型为采矿用地 1.6092hm²。土地权属为四家板村。

(2) 堆料场对土地形成的损毁

经调查，在矿山东侧已形成 1 处堆料场，位于采区东侧，损毁了原有植被，改变了原有的地形地貌。堆料场对土地的损毁方式为压占损毁，损毁土地面积为 0.7856hm²，损毁土地类型为采矿用地 0.6639hm²，乔木林地 0.1217hm²。土地权属为损毁土地四家板村集体。工业场地地表植被丧失，土地损毁程度为中度。

(3) 损毁程度

①露天采坑损毁程度分析

由于挖掘了矿体及部分围岩，破坏了原来自然形成的完整山体，使地形地貌景观发生改变；地表植被同矿体一起被挖掘掉，形成永久性破坏，损毁程度为重度受损。

②堆料场损毁程度分析

由于堆料场的压占，使植被遭到破坏，损毁程度为中度受损。目前矿区内堆料场满足日后生产工作的需要，因此不存在被重复损毁的可能性。

③运输道路损毁程度分析

矿山运输利用原有农村道路，农村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，损毁程度为中度受损。目前矿区内运输道路满足日后生产工作的需要，因此不存在被重复损毁的可能性。

经计算，矿业活动占用损毁土地面积 2.4074hm²（见表 3-1）。

表 3-1 已损毁土地一览表

损毁单元	损毁土地类型及面积（hm ² ）				损毁方式
	乔木林地	灌木林地	采矿用地	小计	
露天采坑		0.0720	1.5372	1.6092	挖损
堆料场	0.1217		0.6639	0.7856	压占
运输道路	0.0003		0.0123	0.0126	压占
合计	0.1220	0.0720	2.2134	2.4074	

3. 植被损毁与生物多样性丧失

地下开采活动对矿区植被造成了系统性破坏。直接剥离地表植被与土壤，导致原生植被损毁殆尽，形成大面积裸露地块。矿区生态自然恢复进程缓慢，目前仅零星分布耐贫瘠的先锋植物（如蒿草等），植被覆盖度与开采前相比仍处于极低水平。

环境的严重破坏使得原有连续生态系统被切割为孤立斑块，阻碍了物种迁移与基因交流。依赖本地植被的动物（如部分爬行类和鸟类）因栖息地丧失而被迫迁徙，土壤微生物与节肢动物多样性也因土壤结构恶化而显著降低。矿区及周边区域生物多样性整体衰退，生态系统服务功能受损，损毁程度为重度受损。

4. 水土流失与土地退化

矿区内的露天采场、堆料厂、运输道路等区域地表长期裸露，缺乏植被覆盖，在降水与风力作用下土壤侵蚀加剧，造成土层变薄、沟壑发育。

采矿活动严重破坏了土壤结构，导致有机质流失、土壤板结与肥力显著下降，土地基本丧失农业及生态功能。此外，土壤保水能力减

弱进一步加剧了干旱化趋势，严重阻碍植被的自然恢复与演替进程，损毁程度为重度受损。

5. 环境污染状况

经现场调查了解，矿山废弃物主要为废石和废水，废石属一般工业固体废物，开采后的废石淋滤后不会浸出毒性，无污染；矿山废水主要为生活污水，本矿山生活污水水量很小不外排。矿区内及周边未发现土壤变质，周边植物生长良好，未发现水土环境污染现象。

现状条件下矿山开采对水土环境污染“较轻”。

（二）受损预测

开发利用方案设计未来进行露天开采，利用原有的露天采坑继续开采，矿山深度开采后因此可能形成滑坡、崩塌等地质灾害、地形地貌景观破坏、含水层破坏等地质环境问题；土地挖损、压占等土地损毁问题；植被损毁和水土地流失等问题。

1. 地质环境破坏预测

（1）地质灾害预测

矿山开采后必然形成一定规模的采坑，边坡上部岩石风化，节理裂隙发育，在原边界条件改变后，其稳定性发生变化，原始结构受到破坏，在重力作用下边坡失稳易产生崩塌，威胁采场内人员和财产安全，危险性中等。

矿体及围岩产状一致，矿体呈层状产出，倾向北东，倾角 12-15°。矿区内露天开采形成的露天采坑采掘坡面 60°，岩层倾向与采场坡向相交，节理裂隙不发育，有滑坡地质灾害发生的可能性。采场逆坡围岩倾向与采场坡向相同，岩石倾角小于边坡坡度角。随着矿山的开

采规模不断增大，堆料场容易形成不稳定边坡，易造成滑坡，应采取削坡、固坡、挡土墙支护等措施，预防可能出现的地质灾害问题。地质灾害危险性中等。

根据评估区内地质灾害的现状评估和预测评估结果，再结合评估区地质环境条件和潜在地质灾害隐患点的分布、危害程度，按《地质灾害危险性分级表》将评估区内露天采场划分为地质灾害危险性中等的区域，其它区域划分为地质灾害危险性小区，基本适宜矿山建设。

（2）地形地貌景观破坏预测

根据开发利用方案，矿山未来开采采用露天开采方式，新增露天采场将对土地进行挖损，露天采坑长 125m，宽 35~50m，深 5~20m，损毁面积为 1.6092hm²，大面积的挖损面积破坏了原有的地表植物生长生活环境，排岩场破坏土地类型以压占为主，破坏面积为 0.5812hm²，由于长时间的地表裸露，不适宜植物生长。随着开采时间的延长，采矿活动将使矿区内的地形地貌景观遭到严重的损毁。对矿山地质环境的影响程度为严重。

矿区内无自然保护区、人文景观、风景旅游景点，无主要交通要道在附近通过。

依据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》

（DZ/T0223-2011）附表 E 矿山地质环境影响程度分级表，预测采矿活动对地形地貌景观影响和损毁程度预测评估为“严重”。

（3）含水层破坏预测

矿山设计沿用露天开采方式，设计露天开采最低标高为+150m，

将会在采场范围内挖损破坏松散岩类孔隙含水层和基岩风化裂隙含水层，对含水层结构产生破坏，但涌水量不大，对含水层破坏较轻；该矿开采产生的疏干水量较小，且水中仅含固体颗粒物，对地下水质的影响较轻，不会影响到矿区及周围地下水水质。

依据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》

(DZ/T0223-2011)附表 E 矿山地质环境影响程度分级表，预测采矿活动的地下含水层影响和破坏对矿山地质环境的影响程度“较轻”。

2. 土地损毁预测

根据开发利用方案，在矿山终采时，损毁总面积为 3.8567hm²。

其中，拟建露天采场，影响面积为 0.8681hm²。拟建排岩场，影响面积为 0.5812hm²。见表 3-2

表 3-2 承源沸石矿损毁土地汇总表

损毁单元	损毁土地类型及面积 (hm ²)					损毁方式	损毁时序
	采矿用地	灌木林地	其他林地	乔木林地	小计		
露天采坑	1.5372	0.0720			1.6092	挖损	已损毁
堆料场	0.6639			0.1217	0.7856	压占	已损毁
运输道路	0.0123			0.0003	0.0126	压占	已损毁
露天采坑	0.0428	0.8120	0.0133		0.8681	挖损	拟损毁
排岩场		0.1169	0.4643		0.5812	压占	拟损毁
合计	2.2562	1.0009	0.4776	0.1220	3.8567		



图3-4拟建露天采场



图 3-5 拟建排岩场

3. 植被损毁与生物多样性丧失

矿山未来生产将在现有生态破坏基础上，进一步加剧植被损毁与生物多样性丧失。

新增露天采坑将直接挖损土地，形成新的植被破坏斑块，造成环境的二次损毁。

未来开采活动将使本已孤立的生境斑块进一步破碎化，阻隔效应加剧，物种迁移与基因交流的通道将被切断。新建工程将持续压缩野生动物（如爬行类与鸟类）的栖息空间，导致其种群数量下降乃至局部消失。同时，土壤微生物与节肢动物群落也将因生境扰动加剧而持续退化，生态系统自我恢复能力进一步削弱。

综上，未来矿山生产可能使区域植被覆盖度持续维持在低水平，

生物多样性持续衰退，生态系统服务功能面临进一步退化的风险，损毁程度为重度受损。

4. 水土流失与土地退化

矿山未来生产活动将加剧现有水土流失与土地退化问题。新建露天采坑与排岩场将形成新的地表扰动区，破坏原有表层结皮和残存植被，在降水与风力作用下引发更严重的土壤侵蚀。

未来工程扰动将持续破坏土壤结构，造成有机质加速流失、土壤板结加剧与肥力进一步下降，使土地生态功能持续丧失。综合预测，矿山未来生产可能显著扩大水土流失范围与强度，加深土地退化程度，对区域生态安全构成持续威胁，损毁程度为重度受损。

5. 环境污染状况

矿山设计采用露天开采，对土壤的影响主要是运输过程中产生的粉尘，在装运矿岩前往爆堆洒水降尘，主要运输道路要保持经常洒水除尘，通过除尘措施可有效减少粉尘的污染。矿山的主要污水来源是开采排水，根据核实报告，矿区最大涌水量 175m³/d，矿山开采的矿种为沸石，无重金属和其它污染物溶解水中，不会对水土环境造成污染。

（三）问题诊断评价结论

综合矿区现状调查与未来开采预测分析，对承源沸石矿矿区生态破坏问题诊断评价如下：

1. 生态破坏范围、类型与面积

矿区生态破坏总范围达 3.8567hm²，破坏类型以挖损、压占为主，

具体分布于露天采坑（1.6092hm²）、堆料场（0.7856hm²）、运输道路（0.0126hm²）、拟建露天采坑（0.8681hm²）、拟建排岩场（0.5812hm²）。

2. 生态破坏程度

1) 地质环境

现状破坏程度轻至重度。矿山现状条件下地质灾害不发育，危险性小，破坏程度为轻度；矿业活动对原生地形地貌的破坏程度为重度；对矿区含水层破坏程度为轻度。

未来地下开采，有引发滑坡崩塌的可能性中等、危险性中等，影响程度中度；矿业活动可能进一步加剧地形地貌破坏，破坏程度为重度；采矿排水（175m³/d）预计对含水层破坏程度为轻度。

2) 土地资源

现状损毁土地面积 2.4074hm²，预测新增土地损毁面积 1.4493hm²，因此总损毁土地面积 3.8567hm²。整体受损程度为轻度-重度。土地功能基本丧失，土壤结构破坏、肥力显著下降。未来工程扰动将持续加剧水土流失与土地退化。

土地资源损毁程度评价等级分为三级标准，如下表所示：

表 3-3 挖损、压占土地损毁程度等级评价表

破坏因素	评价因子	评价等级		
		轻度破坏（Ⅰ级）	中度破坏（Ⅱ级）	重度破坏（Ⅲ级）
挖损、压占	挖、切深度，排弃岩土高度	<6m	6-10m	>10m
	挖损、压占面积	损毁林地或草地 ≤2hm ² ，破坏荒山或未开发利用土地 ≤10 hm ²	损毁耕地 ≤2hm ² ，破坏林地或草地 2-4hm ² ，破坏荒山或未开发利用土地 10-20 hm ²	损毁耕地 >2hm ² ，破坏林地或草地 >4hm ² ，破坏荒山或未开发利用土地 >20 hm ²

依据土地占损趋势分析，至开采末期各功能分区的土地破坏程度

见下表：

表 3-4 矿区土地资源损毁程度评价表

分区名称	损毁面积 (hm ²)	损毁类型	损毁特征	损毁的主要地类	损毁等级
露天采坑	2.4773	挖损	挖深超过 10m	灌木林地、其他林地、 采矿用地	Ⅲ级
堆料场	0.7856	压占	排弃岩土超过 10m	灌木林地、乔木林地、 采矿用地	Ⅱ级
排岩场	0.5812	压占	排弃岩土超过 10m	灌木林地、乔木林地、 采矿用地	Ⅱ级
运输道路	0.0126	压占	<6m, 路面部分硬化	乔木林地、灌木林地	Ⅱ级
	3.8567				

3) 植被与生物多样性

原生植被损毁殆尽，生态系统碎片化，生物多样性显著衰退。未来若引发崩塌滑坡等地质灾害，将进一步阻碍生态连通性与自我恢复能力，损毁程度为重度。

4) 环境污染

该矿山开采矿种无毒，无污染，后续矿山开采仅会增加采场的深度的面积，所以预测条件下，矿山开采对水土环境污染较轻。

4. 生态破坏分区与分级

基于破坏类型、程度与空间分布，将矿区划分为以下三个生态破坏等级区：

1) 重度破坏区（面积：2.4773hm²）

范围：包括所有露天采坑。

特征：地表植被完全损毁，地形地貌彻底改变，土壤功能丧失，水土流失严重，是生态修复的重点与难点区域。

2) 中度破坏区（面积：1.3794hm²）

范围：包括拟建排岩场与堆料场、运输道路。

特征：损毁方式主要为压占、植被遭到破坏，土壤板结，但破坏程度相对可控，具备工程修复条件。

3) 一般破坏区（面积：0.0442hm²）

范围：矿山终采时未涉及开采活动范围的区域或受矿山开采活动影响轻微的区域。

特征：地形地貌未改变，水土功能没有受到影响。

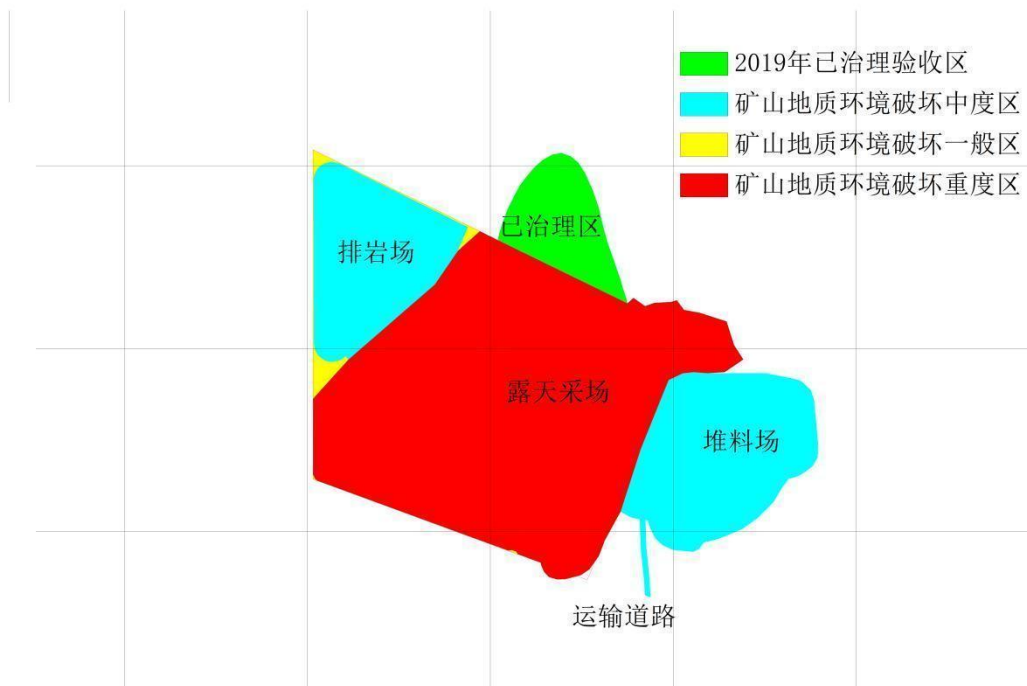


图 3-6 矿山生态破坏程度综合评价图

4. 综合评价

本矿区生态破坏以历史遗留的土地损毁、植被丧失与地质灾害为主导，影响程度总体为严重。未来开采活动在严格贯彻安全采矿与废

水回用工艺的前提下，对环境污染影响较小，但仍会加剧地质灾害风险、水土流失及生物多样性衰退。修复治理需遵循“分区、分级、分期”原则，优先治理重度破坏区，严格控制潜在影响区的开发扰动。

矿区损毁程度综合评价表见附表 7。

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1.技术可行性分析

针对采矿活动可能引发的地质环境问题以及土地资源损毁情况，方案设计拟采用对各损毁单元进行废石回填、土地平整、覆土、种植绿化等措施以预防和减轻矿山地质环境问题以及地形地貌景观损毁情况。方案所应用的以上治理技术措施已经过多年的实践，其技术成熟，经济实用，效果显著，已广泛应用于矿山地质环境治理工程。因此治理工程的实施在技术上有保证的。

2.经济可行性分析

矿山生态修复要坚持预防与防治相结合、依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山，正确处理因矿山开发引起的矿山地质灾害问题。在治理工程过程中先首选矿山企业自有的设备和工程材料节约成本。为保证矿山生态修复工程资金来源，依据《辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》等文件规定，实行矿山地质环境治理恢复基金管理制度。矿山应分阶段安排治理资金的预算支出，进行治理。

（二）目标方向可行性分析

1. 地质环境问题治理可行性分析

结合矿区已产生及预测可能发生的地质环境问题规模、特征与危害程度，按类型从技术与经济两方面分析其治理可行性如下：

（1）技术可行性

地质环境保护：根据《储量核实报告》、《开发利用方案》以及《开发利用方案审查意见书》和实地调查，矿山已有多年开采历史，并已对历史遗留采坑逐步进行治理。采矿活动可能产生崩塌，通过监测以及对危岩体进行清理等方式可降低崩塌等隐患。定期监测，监测数据出现异常时及时处理。

矿山地质灾害预防、治理、监测、预警技术成熟可行，并可达到实施的目标，在国内矿山均有应用。以进一步做好矿山地质灾害预防和治理工作，在技术上是有保障的、可行的。

含水层保护：含水层修复技术措施主要采取预防保护措施，含水层预防保护与修复措施完全按照开发利用方案严格执行，从源头控制和预防，防止任何项目工业排水对地下含水层造成严重影响。

生产期间加强对矿区涌水量的监测，以便矿山了解含水层间的水力联系，及时掌握含水层水位动态和矿山开采可能对含水层造成的影响和破坏。含水层结构防治主要强调含水层的自我修复能力，使其在开采过程中达到一个新的平衡，矿山生产废水和生活污水集中存放，不外排。

含水层破坏预防和治理措施切实可行，并可达到实施的目标。

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

露天采坑、运输道路、堆料场、排岩场等工程建设可采取植树绿

化工程措施进行预防和治理。

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。

通过系统实施上述治理工程，可显著降低地质灾害发生概率，恢复土地生产力，技术层面具备实施条件。

2. 土地复垦可行性分析

（1）复垦区土地利用现状

根据土地损毁分析与预测结果，本矿山开采复垦修复区为堆料场、排岩场、露天采坑、运输道路，不存在永久性建设用地，复垦修复区面积为 3.8567hm²。

复垦修复区内土地利用类型见表 3-5。

表 3-5 矿山复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比例 (%)
编号	名称	编号	名称	总面积	
03	林地	0301	乔木林地	0.1220	3.16%
		0305	灌木林地	1.0009	25.95%
		0307	其他林地	0.4776	12.38%
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.2562	58.50%
合计				3.8567	100.00%

（2）土地复垦适宜性评价

1) 适宜性评价原则

a) 符合国土空间规划，并与其他规划相协调

土地复垦应符合《北票市国土空间规划（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。

b) 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。

c) 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项目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。

d) 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。根据项目区自然环境、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。

e) 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。

f) 经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

g) 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）。

2) 评价依据

土地适宜性评价就是评定土地对于某种用途以及适宜的程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的基本依据。

参考的法规与标准：

- a) 《中华人民共和国土地管理法》；
- b) 《土地复垦条例》；
- c) 《土地复垦技术标准》；
- d) 《土地开发整理规划编制规程》；
- e) 《农用地分等定级规程》；
- f) 《待复垦土地主要限制因子农林牧评价等级标准》。

3) 评价体系

评价体系分为二级和三级体系两种类型。

二级体系分成两个序列，土地适宜类和土地质量等，土地适宜类一般分成适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再续分若干土地质量等。土地质量等一般分一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不再续分。

三级体系分成三个序列，土地适宜类、土地质量等和土地限制型。土地适宜类和土地质量等续分与二级体系一致。根据不同的限制因素，在土地质量等以下又分成若干土地限制型。

本方案采用二级体系进行评价。

4) 评价方法

评价方法分为定性和定量法分析两类。定性方法是对评价单元的原土地利用状况、土地破坏、公众参与、当地社会经济等情况进行综合性分析，确定土地复垦方向和适宜性等级。定量分析包括极限条件法、综合指数法等。

极限条件法模型为： $Y_i = \min(Y_{ij})$ 。

式中： Y_i 为第 i 个评价单元的最终分值； Y_{ij} 为第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值。

5) 土地复垦单元的划分

土地复垦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。

a) 待复垦土地适宜性评价单元的划分

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，本项目复垦适宜性评价单元划分为露天采场、排岩场、堆料场、运输道路共 4 个评价单元，其中露天采场分为坑底，平台，边坡。具体见表 3-6。

表 3-6 待复垦土地适宜性评价单元划分 单位： hm^2

分区对象	损毁土地类型	损毁方式	损毁面积	损毁程度
露天采场坑底	0305、0602、0307	挖损	1.7934	重度
露天采场平台	0305、0602、0307	挖损	0.3937	重度
露天采场边坡	0305、0602、0307	挖损	0.2902	重度
排岩场	0602、0305、0307、0301	压占	0.5812	中度
堆料场	0602、0305、0307、0301	压占	0.7856	中度
运输道路	0305、0301	压占	0.0126	中度
总计			3.8567	

依据复垦区的国土空间总体规划、公众参与意见以及其他社会经

济政策因素，最大程度的方便将来城镇的经济建设，同时根据其土地利用现状图，综合考虑本矿区实际情况以及必要的参评因子，确定 5 个评价因子为：地形坡度、地表物质组成、覆土厚度、灌溉条件和排水条件。与当地自然资源部门了解了当地的土地利用现状及权属后，提出项目区确定的复垦方向为旱地、乔木林地。

根据相关标准和技术要求，矿区范围内土地利用现状，损毁土地为乔木林地、灌木林地、其他林地和采矿用地，以及当地地形、地貌等条件初步分析判断该项目损毁土地应复垦为乔木林地。

所以初步确定复垦区待复垦土地的复垦方向为乔木林地。

6) 评价体系和评价方法的选择

根据本项目矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地破坏特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区破坏土地适宜性评价和复垦经验，本项目土地复垦适宜性评价选择评价体系为二级；本复垦方案土地适宜性评价采用极限条件法进行，这种评价方法的优势在于重点突出了由于破坏造成的对土地利用的限制影响，体现了复垦适宜性评价是在破坏预测基础上进行的特点。

7) 评价指标体系和标准的建立

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

根据矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地破坏特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区破坏土地适宜性评价和复垦经验，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：矿区土地破坏类型和破坏程度、土地破坏前的利用状况、破坏土地复垦的客观条件。土地适宜性评价系统图见图 3-7。适宜性评价限制因素分

级标准见表 3-7，参评单元的土地质量状况结果见表 3-8。

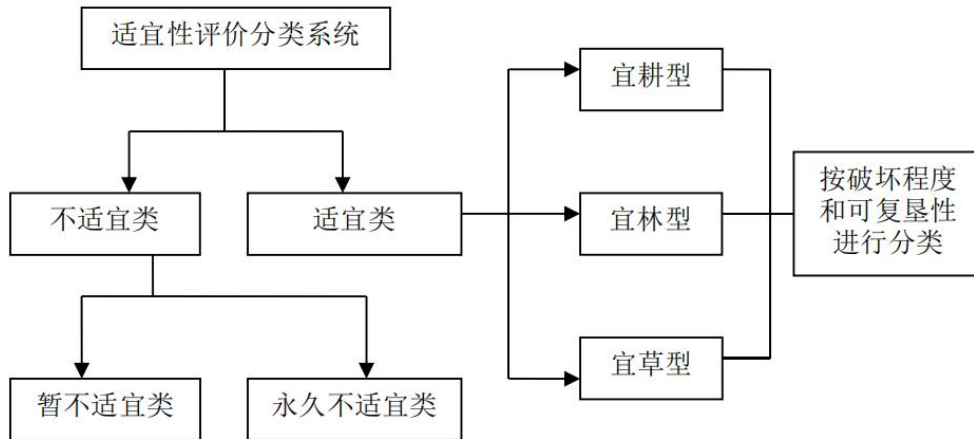


图 3-7 土地适宜性评价系统图

表 3-7 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					

评价单元土地质量描述：

参照上述评价标准及相关设计、地形图及现场勘测结果对各个评价单元进行描述，见表3-8。

表3-8 项目区评价单元特征一览表

单元 \ 因子	地形坡度 (°)	地表物质组成	土层厚度 (cm)	灌溉 条件	排水 条件
露天采坑坑底	<5	岩土混合物	0	无	较差
露天采坑平台	<5	岩土混合物	0	无	较差
露天采坑边坡	>50	岩土混合物	0	无	良好
排岩场	10~35	岩土混合物	0	无	良好
堆料场	10~35	岩土混合物	0	无	良好
运输道路	5~10	压实的岩土混合物	0	无	良好

8) 适宜性等级的评定

根据上述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主导适宜性等将项目区各类评价单元土地质量状况与复垦土地主要限制因素的农林牧等级标准表进行对比分析，可以得到参评单元的土地复垦适宜性等级评价结果，评价结果见表 3-9。

表 3-9 土地适宜性评价结果表

项目名称	破坏面积 (hm ²)	适宜性			限制因子
		宜耕	宜林	宜草	
露天采场平台	0.3937	宜	宜	宜	有效土层厚度
露天采场坑底	1.7934	宜	宜	宜	有效土层厚度
露天采场边坡	0.2902	不	不	不	有效土层厚度
运输道路	0.0126	不	宜	宜	有效土层厚度
排岩场	0.5812	宜	宜	宜	有效土层厚度
堆料场	0.7856	宜	宜	宜	有效土层厚度
合计	3.8567	不	宜	宜	

9) 确定最终复垦方向和划分复垦单元

依据适宜性等级评定结果，经过现场调查综合考虑复垦区土地损毁程度、地表、地下水环境等，并分析当地自然条件、土地复垦类比

分析和工程施工难易程度等情况，确定该区的土地复垦方向以及复垦土地面积。由于采场边坡的坡度较大，不适宜进行复垦措施，因此不对其进行复垦安排，只是进行管护。土地复垦方向和复垦单元划分见表 3-10。

表 3-10 复垦单元和复垦方向表

项目名称	复垦责任面积 (hm ²)	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	复垦单元
露天采场平台	0.3937	乔木林地	0.3937	露天采场平台
露天采场坑底	1.7934	乔木林地	1.7934	露天采场坑底
露天采场边坡	0.2902	不复垦	0	露天采场边坡
运输道路	0.0126	乔木林地	0.0126	运输道路
排岩场	0.5812	乔木林地	0.5812	排岩场
堆料场	0.7856	乔木林地	0.7856	堆料场
合计	3.8567		3.5665	

(3) 水土资源平衡分析

土方资源量分析：

拟损毁土地类型为灌木林地、其他林地、采矿用地，根据现场调查，拟损毁土地地表土层厚度约为 0.1m，无法进行表土剥离。

根据矿山实际，覆土单元为露天采场坑底和平台、排岩场、运输道路，覆土量 8659.73m³。采用坑穴覆土然后穴间客土 0.2m，乔木林地坑穴规格 0.5m×0.5m×0.5m，每穴覆土 0.125m³，共栽植乔木 8915 株，坑穴覆土为 8915*0.125=1114.37m³，坑穴上覆土 0.2m 厚，沉实系数 1.05；覆土情况见表 3-11。

表 3-11 矿山复垦用土量分析一览表

复垦对象	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	覆土方式	需用方量 (m ³)
露天采场平台	乔木林地	0.3937	坑穴覆土 0.125m ³	955.88
			坑穴上覆土 0.2m	
露天采场坑底	乔木林地	1.7934	坑穴覆土 0.125m ³	4354.57
			坑穴上覆土 0.2m	

堆料场	乔木林地	0.7856	坑穴覆土 0.125m ³	1907.54
			坑穴上覆土 0.2m	
排岩场	乔木林地	0.5812	坑穴覆土 0.125m ³	1411.22
			坑穴上覆土 0.2m	
运输道路	乔木林地	0.0126	坑穴覆土 0.125m ³	30.52
			坑穴上覆土 0.2m	
合计		3.5665		8659.73

矿山与北票市南八家子乡四家板村经过协商，由四家板村按照矿山复垦年度工程需求提供土壤，土源主要为新农村建设产生的弃土和城市建设的开槽土，该区土壤也适宜植被生长，pH 值为 6.5~7.0，无重金属污染，运距不超过 5km，无污染，土壤质量满足植物的生长，已达到复垦用土需求。

矿山土地复垦覆土量为 8659.73m³，全部由四家板村按照矿山复垦工程需求提供土壤（用土协议见附件）。

水资源平衡分析

（1）需水量分析

项目区内水资源量不大，除大气降水外，灌溉需用水车拉水。为降低管护成本，选择树种时，以适地适树为原则，尽量选择耐旱、耐瘠薄的树种。

栽植树苗时，需在树坑浇水。树木每穴浇水0.02m³，初期需浇3次。栽植乔木8915株，另有1306株地锦，用水量为534.9m³。苗木成活后，后期依靠自然降水灌溉。

（2）供水资源分析

矿区附近有多口机井，井口直径 0.8m，单井出水量可达 80m³/d，

每次浇灌在一周内完成即可，机井水量充足，水质和水量都能满足复垦区灌溉需要。

石方平衡分析

矿山未来开采产生废石13.88万m³，按松散系数为1.23计算，开采后取出的松散废石量经过松散系数与沉降系数计算后为17.08万m³，其中排岩场可以存放废石6.3万m³，剩余部分运往北票市新升铁选厂进行存放，待矿山终采后再运回全部用于回填露天采场。废石开采出时运往北票市新升铁选厂的成本算在采矿成本中，从北票市新升铁选厂运回时的运费按照废石外运协议书中的价格计算。

表 3-12 露天采场回填量参数表

采坑编号	回填后顶面积 (m ²)	采坑回填前底面积 (m ²)	回填均深 (m)	回填后标高 (m)	回填量 (m ³)	备注
露天采场	13382	666	30	180	170890	达到自然排水
合计					170890	

(注：采坑容积利用棱台公式计算 $V =$

$[\sqrt{(L_1 \cdot W_1) \times (L_2 \cdot W_2)} + L_1 \times W_1 + L_2 \times W_2] \times H \times (K+1) / 3$ ，其中 $L_1 \times W_1$ 为采坑顶部尺寸， $L_2 \times W_2$ 为采坑底部尺寸，H 为采坑回填深度，K 为沉降系数，取 0.1；)

带入公式为 $[\sqrt{(L_1 \cdot W_1) \times (L_2 \cdot W_2)} + L_1 \cdot W_1 + L_2 \cdot W_2] \cdot H \cdot (K+1) / 3$

$$= [\sqrt{(13382 \cdot 666)} + 13382 + 666] \cdot 30 \cdot (1 + 0.1) / 3$$

$$= 170890$$

经上述公式计算，露天采场的废石回填量为 170890m³。矿山开采时产生的废石全部回填。

矿山开采废石经过松散系数与沉降系数计算后得出废石量为 17.08 万 m³，经过上面公式计算后露天采场回填废石量为 17.08 万 m³，得出

产出废石量与回填废石量相等，供需平衡。

3.复垦修复标准

根据北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿土地复垦可行性分析结果，依据确定的复垦确定方向及《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1010—2000）和《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013），明确复垦土地单元应达到的土地复垦质量要求。

1、矿区复垦工程质量要求通则

- (1)复垦工程符合《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）。
- (2)矿山开发与矿山复垦同步进行，矿山废弃地土地复垦率达到75%以上。
- (3)复垦后的土地利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调。
- (4)复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证。
- (5)复垦应充分利用原有的表土作为复垦土地的覆盖层。
- (6)复垦场地有控制水土流失的措施和污染控制措施，包括大气、地表水、地下水的污染控制措施。
- (7)充分利用复垦场地已有的或主体工程设计的道路、供排水、截排洪措施。

2、复垦单元的土地复垦质量要求

根据项目区土地复垦可行性分析评价结果，复垦后的土地利用为乔木林地、灌木林地。依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013），结合项目区实际情况，按照适地适树的原则，制定复垦后的土地标准：

表 3-13 项目区土地复垦质量控制标准一览表

复垦方向		指标类型	基本指标	东北山丘平原区控制标准	本项目土地复垦质量要求
林地	乔木	土壤质量	有效土层厚度(cm)	≥30	自然沉实 50
			土壤容重(g/cm ³)	≤1.45	1.30

林地		土壤质地	砂土至砂质粘土	砂土至砂质粘土
		砾石含量 (%)	≤20	16
		PH 值	6.5-7.0	6.5-7.0
		有机质 (%)	≥2	2.3
		土壤环境质量		达到《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)要求
	生产力水平	定植密度 (株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求	2500
		郁闭度	≥0.3	0.3
		当年造林成活率		75%
		三年造林保存率		≥70%

(三) 边开采、边修复可行性分析

1. 采矿设计层面

(1) 开采范围与修复区域的空间适配

根据开发利用方案中明确的采场边界、边坡坡度、排土场位置等核心参数，初步划定“开采区-待修复区-已修复区”的分区边界。本矿山为露天矿山，可按台阶推进顺序同步规划边坡整形与植被种植，从而避免后期施工冲突。

(2) 开采进度与修复节奏的时间同步

根据开发利用方案中明确的设计开采年限、设计生产规模，为项目区生态修复制定阶段目标。例如按年度开采量划定修复面积，开采完成一个台阶或一个采区后，立即启动对应区域的场地平整、土壤重构，将避免修复滞后于开采过多。

(3) 安全设计与修复工程的协同

采矿设计中针对边坡稳定、排水系统、地质灾害防治的措施，可与修复工程结合。如排洪沟设计兼顾修复区域的灌溉需求，既降低安全风险，又提升修复效率。

2.工艺流程层面

(1) 露天开采流程的修复嵌入

露天开采的“（穿孔-爆破-）铲装-运输-排土”流程中，可在排土环节同步开展排土场覆土与植被种植，在边坡清理环节完成边坡整形与生态袋铺设。例如在开采后，排土场可直接覆盖剥离的表土，种植耐贫瘠植被，实现“排土即修复”。

(2) 开采后续流程的废弃物资源化支撑

①地形重塑技术方面

已开采形成的露天采场，在矿山终采后利用产生的废石回填。

②土壤重构技术方面

覆土后实施培肥工程，可对修复后的单元实现土壤重构。

③植被重建技术方面

植被选择遵循“适地适树”原则，实行“针阔混交”并选择适宜的苗木规格，并在穴间撒播草籽，可显著增加生态修复效果。

3.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治理费用。

4.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。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区

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场、运输道路、堆料场、排岩场。损毁土地总面积为 3.8567hm²，但由于露天采场的边坡不进行复垦，故复垦区面积为 3.8567hm²。

表 3-14 复垦区土地利用现状 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			
03	林地	0301	乔木林地	0.1220	3.16%
		0305	灌木林地	1.0009	25.95%
		0307	其他林地	0.4776	12.38%
06	工矿用地	0602	采矿用地	2.2562	58.50%
合计				3.8567	100.00%

各生态修复分区拐点坐标见表 3-14。

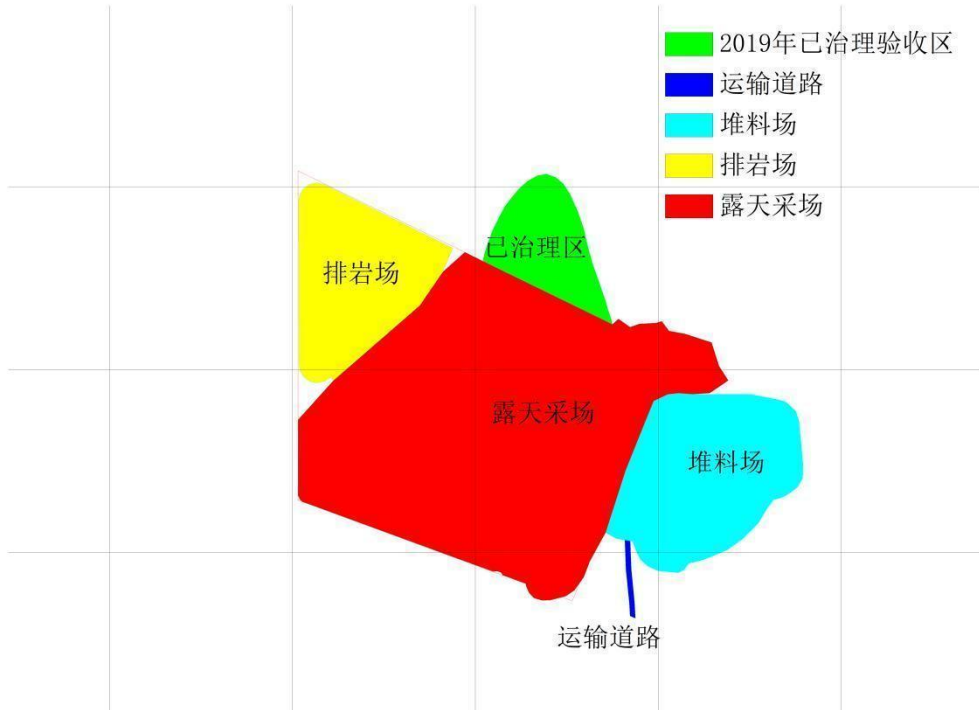


图 3-8 矿山生态修复分区图

表 3-15 复垦责任范围坐标表

复垦单元	点号	坐标(2000 国家大地坐标系)	点号	坐标(2000 国家大地坐标系)
露天采坑				
	1			
	1			
	1			
	1			
	1			

	15
	16
	17
	18
	19
	20
	21
	22
	23
	24
堆料场	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
排岩场	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12

运输道路	1
	2
	3
	4

（二）矿区生态修复目标

根据矿山现状与预测损毁分析，矿山损毁总面积为 3.8567hm²，土地复垦适宜性评价结果，矿山复垦面积为 3.5665hm²。矿区生态修复目标及土地利用变化见附表 7。

（三）修复时序安排

根据矿山开发利用方案及矿山实际情况，矿山生态修复时序安排为三个阶段：

第一阶段（2026 年 3 月-2031 年 3 月）：生态恢复界外露天采场以及露天采坑处 210m 与 200m 平台，生态恢复区外堆料场。

第二阶段（2031 年 3 月-2036 年 3 月）：监测与治理，对露天采场 190m 平台进行生态修复。

第三阶段（2036 年 3 月-2041 年 3 月）：对剩余露天采坑以及新建的排岩场和运输道路进行生态修复，全面植被抚育管护。

表 3-16 生态修复分区实施时间表

年限	修复单元 (hm ²)	目标任务	时序安排
2026-2030	区外露天采场， 区外堆料场， 露天采场 210m 平台， 露天采场	目标： 修复区外露天采场与 210m，200m 平台，形成稳定森林生态系统，提升景观价值。清理堆料场完成修复工程 措施： 客土覆盖、土壤改良，种植刺槐，露天采场	2026 年： 对区外露天采场与区外堆料场进行修复。 2029 年： 对露天采场 210m 平台处进行修复。 2030 年： 对露天采场 200m 平台处进行修复。

	200m 平台	与堆料场恢复为乔木林地。	
2031-2035	露天采场 190m 平台	目标： 修复露天采场190m平台，恢复植被，重建土壤，控制水土流失，最终形成与周边环境协调的乔木林地 措施： 客土覆盖、土壤改良，种植刺槐，露天采场190m平台恢复为乔木林地。	2033年： 对露天采场190m平台处进行修复。
2036-2040	露天采场 180m 平台， 排岩场 运输道路	目标： 恢复植被，重建土壤，控制水土流失，最终形成与周边环境协调的乔木林地 措施： 废石回填，场地平整、硬化地面破碎、土壤改良、种植刺槐，恢复为乔木林地。	2037年： 对露天采场180m平台进行生态修复，对排岩场进行修复，对运输道路进行生态修复。

四、采矿用地与复垦修复安排

经调查，矿山开采不涉及临时占地情况。不涉及采矿项目新增用地与复垦修复存量采矿用地相挂钩的情况。

表 3-16 矿区复垦修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		生态修复目标		面积 增减
编 码	名称	编码	名称	面积 hm ²	质量	面积 hm ²	质量	
03	林地	0301	乔木林地	0.1220	III等	3.5312	III等	3.5312
		0307	其他林地	0.4776	III等	0		-0.4776

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

		0305	灌木林地	1.0009		0		-1.0009
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.2562		0		-2.2562
合计				3.8567				-0.2035

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

经与《北票市国土空间总体规划（2021-2035年）》及生态保护红线、自然保护地等各类保护图斑叠加分析确认，本项目矿区范围及所有工程活动均不涉及生态保护红线、自然保护地、I、II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、饮用水水源保护区、永久基本农田，不在城镇开发边界内、不在村庄建设边界内、不占水源地。

项目区在空间上已完全避让各类法定环境敏感区域，从布局源头上确保了工程的生态安全性。本项目的实施符合国家及地方生态环境保护要求，对区域敏感目标不构成威胁，环境风险可控。

（二）表土剥离与植被移植利用

拟损毁土地类型为灌木林地、其他林地、采矿用地，根据现场调查，拟损毁土地地表土层厚度约为0.1m，无法进行表土剥离。且矿区内不存在需要特殊移植保护的植被。

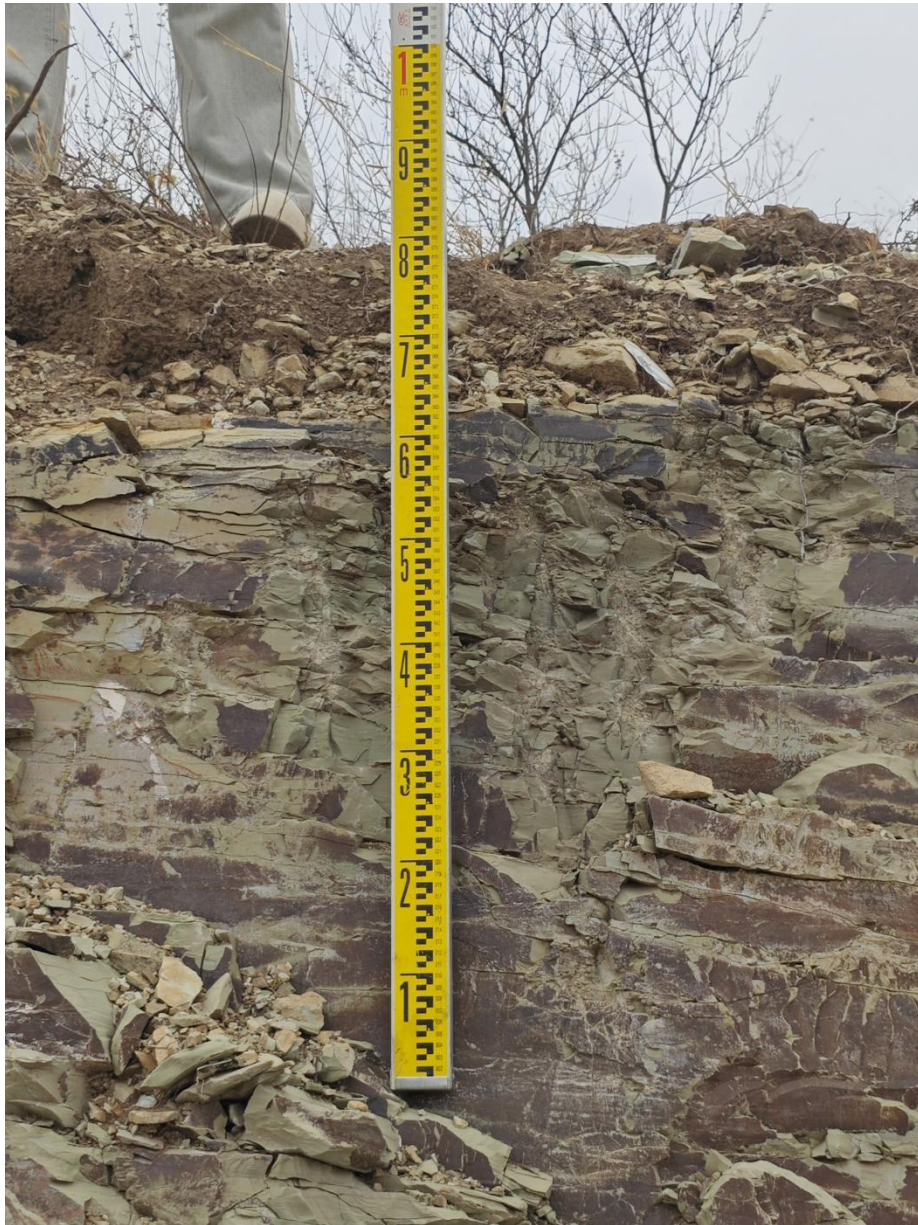


图 4-1 表土土层厚度图

（三）相关协同措施

为最大限度减轻矿产资源开发对环境的影响，保障工程安全，并推动绿色矿山建设，本方案对地质灾害、水土流失、环境污染等关键问题提出以下预防控制与修复治理措施初步考虑，并对固体废物利用、安全施工进行系统性规划：

1、地质灾害防治与地形重塑

(1) 露天采场边坡崩塌滑坡地质灾害预防措施

1) 设置警示牌。及时在原有监测点、新形成的隐患点和临路、临近施工作业生产人员施工作业区域设置明显的警示标志，提醒来往车辆、矿山生产工作人员提高警惕，避免发生人身伤亡。

2) 合理确定工作阶段坡面角。露天开采时，先剥离后开采，严禁掏底部、放上部造成滑坡的野蛮冒险采矿。

3) 边坡维护。露天矿边坡，必须对其进行经常性的检查和维护，用以保证边坡稳定，防止灾害发生。

4) 禁止不开工作台阶，不剥离或边剥离边开采的掠夺式开采，露天矿边缘必须设置导水流的防洪设施。

5) 对局部不稳定边坡进行可先清理危岩，对高差大，坡度陡的边坡进行削坡，降低边坡角度和破段高度，同时以防在施工过程中发生崩塌而危害人员及设备安全。

(2) 排岩场滑坡预防措施

1) 边坡维护。排岩场的边坡必须对其进行经常性的检查和维护，用以保证边坡稳定，防止灾害发生。

2) 排岩场台阶做好地表径流的处理，修建排水沟将地表径流水引到最低点，经防洪系统排出，防止因降水形成大面积冲刷。

2、水土流失综合控制

矿山未来采用露天开采方式开采，露天采场最低开采标高为150m，开采时不会产生大面积疏干地下水的现象，过去开采中从未导致矿区周边主要含矿区及周围主要含水层水位大幅下降；矿区及周围地表水体未漏失；采矿工程活动不会影响到矿区及周围居民生产生活用水，没有发现附近井、泉干涸现象。采矿活动对项目区的含水层的影响程度较轻。因此，矿山在今后的生产过程中，应做到合理利用

地下水，减轻对含水层的影响，主要措施为加强对地下水水位的监测。

3、环境污染系统治理

(1) 矿石采出及运输车辆作业时，对地面洒水降尘。

(2) 提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染。

4、固体废物资源化利用与安全处置

固体废物资源化：将废石用于采坑回填。

5、已修复区域长效管护机制

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

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

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

二、修复措施

（一）地貌重塑

(1) 根据水文气象特征、区域地形地貌特点、损毁单元的微地形条件、潜水位埋深等，结合复垦修复方向和要求，确定地貌重塑布局及形态，因地制宜采取整形、平整工程，重塑地貌宜与原地貌相近。

(2) 地貌重塑应确保安全稳定，有利于土地复垦及生态修复实施，与周边景观协调一致。

(3) 露天采场等场地地貌重塑应在矿山生产形成的人工地形地

貌基础上进行。

(4) 露天采场等地貌重塑应结合地质环境治理工程、污染风险控制工程进行整行和平整。

(5) 土地损毁程度较轻区域，应保持原地貌。

(二) 土壤重构

(1) 土源不应采用重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污染土壤。

(2) 土壤重构在露天采场的永久性边坡平台形成后应及时进行。

(3) 林地土壤重构的要求如下：

1) 土源不足的，采用坑穴覆土+林间全面覆土方式，覆土的土壤质量应满足《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）要求；

2) 无土源的，可采用岩土风化物复垦。

(三) 植被重建

(1) 物种选择

1) 宜选择适应性强的乡土树种。

2) 宜选择具有耐干旱、耐贫瘠、耐污染等特性的适生植物和先锋植物。

3) 优先选择易成活、生长快、根系发达、易繁殖、抗逆性强、叶茎矮或有匍匐茎的当地草种。

4) 选用的苗木质量按照《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）要求执行。

(2) 物种配置与栽植

1) 植被重建应以生物多样性保护为目标，优先使用矿山剥离的草皮和移植的物种。

2) 植被配置模式应根据不同生物气候带矿区所在地的气候条件、坡向、坡度、地表物质组成等，选择乔灌混交等不同模式。

3) 气候条件较好的矿区，植被配置模式宜形成有效控制地表径流的乔木层、灌木层、草本层、枯落物层和土壤层。

4) 造林技术按照《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）要求执行。

4、高陡边坡植被重建

露天采场高陡边坡，可采取坡脚栽植藤本植物等措施建立植被。

（四）景观营建

（1）重建矿区植被群落：

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

（2）优化矿区景观格局：

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

（3）连通本地生态系统：

将矿区修复区域视为区域生态系统的有机组成部分，通过建设生

态林带，将其与周边山林、农田等自然生态系统有效连接，促进物种交流与基因流动，增强区域生态系统的完整性与韧性。

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

三、工程内容

（一）地貌重塑

1、露天采场治理工程

在矿山闭坑后，因露天采坑边坡坡角较大，难以客土，只在坡脚、坡顶栽植一排地锦进行覆绿。

在露天采场境界外设置警示标志，警示标志采用金属牌，每 100m 设置一个警示牌，共设置 5 个。对露天采场进行废石回填，达到自然排水，为防止水土流失及覆土下渗，在回填过程中要本着下粗上细的方法回填，先把大块废石回填到露天采坑的下部（过大废石要先敲碎在回填），然后在回填细小的碎石，回填过程中要边回填边分层碾压，以达到增强密实状态、减缓下沉和恢复治理效果，回填后对露天采坑坑底及平台进行土地平整。回填量为 170890 万 m^3 ，回填废石有 6.3 万 m^3 来源于排岩场，剩余废石全部来源于开采时运往北票市新升铁选厂产生的废石，运距 5 公里。对露天采场进行土地平整，平整面积为 2.1871 hm^2 。

2、排岩场治理工程

利用露天采场产生的废石，堆放到新建排岩场，待需要回填时将这些废石再填回露天采场，废石清运工程计入露天采场废石回填工程，对排岩场进行平整，平整面积为 0.5812 hm^2 。

3、堆料场治理工程

对堆料场进行平整，平整面积为0.7856hm²。

4、运输道路治理工程

闭矿后，对运输道路进行平整，面积 0.0126hm²。

5、主要工程量

根据治理措施工程设计，本项目中地貌重塑工程量测算见表 4-1。

表 4-1 地貌重塑工程工程量汇总表

项目 \ 单元	单位	露天采场	排岩场	堆料场	运输道路	合计
废石回填	m ³	170890				170890
警示牌	个	5				5
土地平整	hm ²	2.1871	0.5812	0.7856	0.0126	3.5665

(二) 土壤重构

1、露天采场土壤重构工程设计

复垦单元：平台

复垦面积：2.1871hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

矿山闭坑后，对平台进行复垦，采用先进行坑穴覆土然后在坑穴上覆土 0.2m，每穴覆土 0.125m³，露天采场共栽植刺槐 5467 株，共计 5467 个坑穴，穴间客土 0.20m，沉实系数为 1.05，覆土面积 2.1871hm²，覆土量计算为[(5467*0.125)+(21871*0.2)]*1.05=5310.45，故覆土量为 5310.45m³，表土运距 2~3km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平，挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，采用 74kw 推土机进行覆土平整。

2、运输道路土壤重构工程设计

复垦单元：运输道路

复垦面积：0.0126hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

矿山闭坑后，对运输道路进行复垦，采用先进行坑穴覆土然后在坑穴上覆土 0.2m，每穴覆土 0.125m³，运输道路共栽植刺槐 31 株，共计 31 个坑穴，穴间客土 0.20m，沉实系数为 1.05，覆土面积 0.0126hm²，覆土量计算为 $[(31*0.125) + (126*0.2)]*1.05=30.52$ ，覆土量为 30.52m³，表土运距 2-3km，工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平，挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，采用 74kw 推土机进行覆土平整。

3、排岩场土壤重构工程设计

复垦单元：排岩场

复垦面积：0.5812hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

覆表土：矿山闭坑后，对平台进行复垦，采用先进行坑穴覆土然后在坑穴上覆土 0.2m，每穴覆土 0.125m³，排岩场共栽植刺槐 1453 株，共计 1453 个坑穴，沉实系数为 1.05，穴间客土 0.20m，覆土面积 0.5812hm²，覆土量计算为 $[(1453*0.125) + (5812*0.2)]*1.05=1411.22$ ，覆土量为 1411.22m³，表土运距 2~3km。

工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平，挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，采用 74kw 推土机进行覆土平整。

4、堆料场土壤重构设计

复垦单元：堆料场

复垦面积：0.7856hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

矿山闭坑后，对堆料场进行复垦，采用先进行坑穴覆土然后在坑穴上覆土 0.2m，每穴覆土 0.125m³，堆料场共栽植刺槐 1964 株，共计 1964 个坑穴，穴间客土 0.20m，沉实系数为 1.05，覆土面积 0.7856hm²，覆土量计算为 $[(1964*0.125)+(7856*0.2)]*1.05=1907.54$ ，覆土量为 1907.54m³，表土运距 2~3km。工作内容推松、运送、卸除、拖平、空回。采用 59kw 推土机进行拖平，挖掘机 1m³ 进行装土，自卸汽车 10t 运送，采用 74kw 推土机进行覆土平整。

5、主要工程量

土壤重构工程设计工程量测算见表 4-2。

表 4-2 土壤重构工程设计工程量表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	露天采场土壤重构工程	—	—
1	栽植坑穴	个	5467
2	覆土面积	hm ²	2.1871
3	覆土	m ³	5310.45
(二)	运输道路土壤重构工程	—	
1	栽植坑穴	个	31
2	覆土面积	hm ²	0.0126

3	覆土	m ³	30.52
(三)	排岩场土壤重构工程	—	
1	栽植坑穴	个	1453
2	覆土面积	hm ²	0.5812
3	覆土	m ³	1411.22
(四)	堆料场土壤重构工程	—	
1	栽植坑穴	个	1964
2	覆土面积	hm ²	0.7856
3	覆土	m ³	1907.54
合计		m ³	8659.73

(三) 植被重建

1、露天采场植被重建工程设计

复垦单元：平台、坑底

复垦面积：2.1871hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

露天采场复垦为乔木林地面积 2.1871hm²，露天采场坑底和平台穴栽刺槐，穴坑规格 0.5m×0.5m×0.5m，株行距 2m×2m，复垦为乔木林地。在岩质陡坡坡顶、坡脚穴栽一排地锦，穴坑规格 0.3m×0.3m×0.3m，株距 0.5m，进行复绿。栽植密度 2500 株/hm²，栽植刺槐 5467 株，拉水灌溉 328.02m³，每坑施肥 0.2kg，共施肥 1092.4kg，栽植地锦 1306 株，拉水灌溉 65.3m³，地锦施肥技术指标为 30kg/hm²，共施肥 10kg。

2、运输道路复垦工程设计

复垦单元：运输道路

复垦面积：0.0126hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

运输道路复垦为乔木林地面积 0.0126hm²，穴栽刺槐，穴坑规格 0.5m×0.5m×0.5m，株行距 2m×2m，复垦为乔木林地。栽植密度 2500 株/hm²，栽植刺槐 31 株，拉水灌溉 1.86m³。每坑施肥 0.2kg，共施肥 6.2kg。

3、排岩场复垦工程设计

复垦单元：排岩场

复垦面积：0.5812hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

排岩场复垦为乔木林地面积 0.5812hm²，排岩场顶部平台穴栽刺槐，穴坑规格 0.5 m×0.5 m×0.5m，株行距 2m×2m，复垦为乔木林地。栽植密度 2500 株/hm²，栽植刺槐 1453 株，拉水灌溉 87.18m³，每坑施肥 0.2kg，共施肥 290.6kg。

4、堆料场复垦工程设计

复垦单元：堆料场

复垦面积：0.7856hm²

复垦方向：乔木林地

复垦工艺：

堆料场复垦为乔木林地面积 0.7856hm²，堆料场清理后穴栽刺槐，穴坑规格 0.5 m×0.5 m×0.5m，株行距 2m×2m，复垦为乔木林地。栽

植密度 2500 株/hm²，栽植刺槐 1964 株，拉水灌溉 117.84m³，每坑施肥 0.2kg，共施肥 392kg。

表 4-3 植被重建工程量测算汇总统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
1	栽植刺槐	株	8915
2	栽植地锦	株	1306
3	浇水灌溉	m ³	534.9
5	培肥	Kg	1791.2



图 4-2 植被重建工程示意图

（四）景观营建

在露天采场境界外设置警示标志，警示标志采用金属牌，每 100m 设置一个警示牌，共设置 5 个。

主要工程量

景观营建工程设计工程量测算见表 4-4。

表 4-4 景观营建工程工程量汇总表

序号	工程分类	单位	工程量
1	警示牌	个	5

（五）工程量统计

矿区生态修复工程工程量统计表如下：

表 4-5 主要工程统计表

序号	工程名称	计算单位	工程量
(一)	地貌重塑工程	—	—
1	废石回填	m ³	170890
2	土地平整	hm ²	3.5665
(二)	土壤重构工程		
1	覆土	m ³	8659.73
(三)	植被重建工程		
1	栽植刺槐	株	8915
2	栽植地锦	株	1306
4	浇水灌溉	m ³	534.9
5	培肥	Kg	1791.2
(四)	景观营建工程		
1	警示牌	个	5
2	围栏网片	片	180

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

为科学评估生态修复成效，动态掌握矿区环境变化，并及时指导养护管理，本方案制定以下监测计划。

（一）监测目标任务

1、总体目标

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

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

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

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

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

撑。

2.具体任务

- (1) 监测矿山地质灾害隐患点的稳定性，保障区域安全。
- (2) 跟踪土壤质量与土地损毁单元的恢复情况，评估土地复垦效果。
- (3) 监测植被群落结构与生态系统功能的恢复动态，评判生态修复综合成效。
- (4) 为修复工程的适应性管理和长期管护提供科学依据。

(二) 监测措施

按照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T43935-2024)开展监测工作。本次矿山地质环境监测措施主要为建立地表监测网和监测点，加强对地质灾害、矿区含水层、矿区地形地貌景观的监测。监测工作流程主要包括准备工作、开采前监测、开采中监测、开采后监测及监测评价报告编写等。对矿区存在的或预测将会产生的地质灾害、矿山环境问题，制定详细的监测方案，内容应包括监测对象、监测方法、应急情况处置等。工作人员日常巡视检查采取人工目测法，采用水准仪进行四等水准测量方式进行监测，发现有异常情况时加密监测。所有监测均需留有记录，并汇总成册，作为矿区日常监测资料，进行长期保存。

根据矿区生态修复需求，对以下三个方面开展监测：

1. 矿山地质环境监测

- (1) 以露天采场等对地形地貌破坏严重的单元边坡处布设地质

灾害监测点，在露天采场边坡处与排岩场边坡处布设两个监测点，采用巡视监测与全站仪测量，监测该单元的滑坡，崩塌等地质灾害，每月监测一次，监测时长为 10.79 年。

(2) 以矿山为单元布设地下水环境监测点，包括地下水位、地下水水质、地下水水量等监测点。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、地下水水温监测点。监测点选择矿区生产用井。

(3) 以矿山为单元布设土壤环境监测点，监测范围内每个微地貌单元和土地利用类型布设 1 个监测点。

(4) 土壤环境破坏监测点主要布设在排岩场、堆料场等堆占、破坏和污染的地区。

(5) 开展复垦修复工程后，布设土壤环境恢复监测点。监测按照复垦利用方向、复垦时间、边坡平台微地貌单元构建决策单元布设监测点，每个单元至少有 1 个混合采样监测点。

(6) 根据矿山地质环境监测要素的动态特征，本着科学、高效的原则,有针对性地选取监测方法和监测仪器及数据源，保证监测精度和监测时效性。

综上所述，矿山监测点布设方案如下表所示：

表 5-1 矿山地质环境监测点布设方案

监测分区	监测内容	布设位置	监测方法	监测点数量	监测频率
滑坡崩塌地质灾害监测	矿山开采过程中是否产生危岩体	露天采场、排岩场边坡等单元周围	巡视观测和全站仪测量。	2	每月一次

矿区地下水水位, 矿坑年排水量	含水层水位、水质	矿区用水井	采用人工现场调查、取样分析的方法进行监测	1	每季度监测一次
-----------------	----------	-------	----------------------	---	---------

2. 土地资源监测

(1) 土地利用现状监测以监测期最新的全国国土变更调查成果为基础, 提取监测范围内土地利用类型、面积、权属等信息, 查清监测范围内基本农田的分布范围及面积。

(2) 已损毁土地调查以损毁类型划分损毁单元, 开展损毁土地类型、程度、面积、范围监测。

(3) 开展道路设施损毁、水利设施损毁、林网损毁以及其他基础设施损毁监测。

(4) 结合矿开采时序、损毁方式、损毁预测、土地利用类型、土壤类型、村级行政界线等划分调查单元, 开展拟损毁土地的监测。

(5) 采用感解译、地面调查、公众访谈等方法, 开展已复垦修复土地的利用类型、范围、面积以及利用方式、覆盖特征、利用水平的监测。

(6) 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(平台或边坡), 复垦修复措施等划分决策监测单元。按照决策单元布设监测点, 对复垦修复土壤质量进行动态监测。

(7) 土地资源监测宜采用 1 年监测 1 次。

(8) 土地利用类型按照 GB/T21010 和(国土空间调查、规划、用

途管制用地用海分类指南)执行，土地利用现状调查按照 TD/T1055 执行，土地利用动态遥感监测按照 TD/T1010 执行，已损毁土地和拟损毁土地调查监测按照 TD/T 1049 执行。

(9) 土壤采样点布设应覆盖监测区所有土地利用类型，要求采集混合样，采用对角线布点法和梅花形布点法，每种类型中样本数量应满足 GB/T36393 的规定。复垦修复土壤采样点设置兼顾复垦修复单元、复层修复时间、复垦修复方向划分决策单元，土壤污染监测采样按照 GB/T 42489 执行，复垦修复土壤环境质量监测按照 HI/T 166 执行，复垦修复林草地土壤质量监测按照 GB/T 32740 执行。

本方案土地损毁监测不专门设计监测点，即对整个评估区进行监测，在采矿活动中矿山人员与安全员随时监测。

综上所述，按照以上要求对矿山进行土地资源监测点布设：

监测点布设：露天采场、排岩场、堆料场、运输道路周围。设监测点4个，每年监测一次。

监测内容及方法：

1) 土壤理化性质：每年秋季取样检测，分析土壤有效厚度、容重、pH 值、有机质含量、氮磷钾等养分指标。

2) 土地损毁恢复：采用无人机正射影像，结合实地验证，按年度监测土地复垦范围、利用类型及水土流失状况。

监测时限：监测时长为10.79年，共计监测次数为43次。

3.生态系统监测：

监测点布设：运输道路与堆料场和露天采场交界处设监测点 2 个，监测频率为每年枯水期与丰水期各一次。

监测内容与方法：

- 1) 植被恢复：每年生长季末期，采用样方调查法，测量乔木郁闭度、灌木/草本盖度、植物种类、高度、生物量及乡土物种比例。
- 2) 动物回归：通过红外相机、样线法定期调查鸟类、小型哺乳动物等指示物种的出现情况，评估生物多样性恢复程度。
- 3) 监测时限：监测年限为10.79年，共计监测43次。

二、管护目标与措施

（一）管护目标任务

复垦工程实施后，需对复垦效果、土壤质量及复垦植被进行监测，定期观察植被的生长情况、土壤理化参数和水土污染物种类及含量，以便进行管护措施，并保障复垦效果的持续性。

（二）管护措施

- （1）明确项目单位是土地复垦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。根据管护面积及人、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) 当年栽植树木成活率不低于 75%，三年后造林保存率大于等于 70%。

(7) 对道路、建（构）筑物等基础设施进行定期维护，发现基础设施运行不正常或损毁，应及时修复或替换。

1.土地质量与植被管护

(1) 土地质量与植被管护时间应根据矿区自然条件、场地潜在污染风险、土壤重构、植被重建等确定，应持续进行管护,本矿山后续管护期为 3 年。

(2) 根据矿山复垦修复方向乔木林地，适时采取松土、施肥、生物化学改良等措施，维持和改善重构土壤的环境质量，实现土地可持续性利用。

(3) 植被管护措施主要包括施肥、松土、清除杂草、防治病虫害、补植、补种等。

为确保植被恢复的成活率与长期稳定性，形成健康、自维持的植物群落，本项目将实施为期 3 年的精细化管理，具体措施如下：

1) 施肥

对象：所有长势偏弱或出现缺素症状的苗木。

要求：肥料以复合肥和符合《有机肥料》（NY 525）标准的有机肥为主。

时间与方式：每年春、秋两季各施一次。采用穴施，施肥后及时覆土浇水，以提高肥效。

用量：乔木每株施复合肥 0.1-0.2kg 或有机肥 1-2kg；灌木及草本酌情减量。

2) 松土与除草

对象：乔木的树盘及草本植被区。

要求：

a.松土：每年春季进行，以破除土壤板结，深度 5-10cm，避免伤及植物根系。

b.除草：遵循“除早、除小、除了”原则，每年 5-9 月进行 2-3 次人工或机械除草，清除的杂草可覆盖于树盘，以保墒增肥。禁用化学除草剂。

3) 病虫害防治

要求：贯彻“预防为主，综合治理”的方针。

监测：管护期内每月巡查一次，及时发现病虫害迹象。

措施：优先采用物理防治（如诱虫灯、人工捕杀）和生物防治（保护利用天敌）。必要时，选用高效、低毒、低残留的环保型农药，并严格按说明书使用，避免污染环境。

4) 补植补种

对象：成活率未达到设计要求的区域。

要求：每年秋季进行成活率调查。

标准：当乔木/灌木成活率在 40%-75%时，需进行补植；低于 40%时，需重新造林。

苗木：补植应使用与原设计同树种、同龄级且规格略大的优质苗

木，确保林相整齐。

5) 管护记录与档案

要求：建立详细的《植被管护工作档案》，记录每次灌溉、施肥、除草、病虫害防治及补植的时间、工作量、所用物料及效果观察。档案保存至管护期结束后至少 2 年。

3.生态系统功能维持

(1) 对矿区关键物种和生物多样性进行持续观测，评价生态系统功能，对生态系统的生物种群、群落组成和结构进行优化，使复垦修复后的生态系统由形态恢复逐步过渡到功能恢复。

(2) 以参照生态系统为目标，维持物种种类和组成，保护生物多样性，实现植物生物群落的恢复，提高生态系统的生产力和自我维持力。

(3) 消除动物生长的限制性因子，营造良好的动物栖息地，恢复生境连通，引导动物回归。

(4) 对地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建等复垦修复全过程，加强生态系统健康管理，避免二次退化。

(5) 降低重建生态系统水灾、旱灾、虫灾、火灾等风险，维持生态系统的相对稳定性，保障土地资源、水资源、生物资源、景观资源和人居环境的可持续利用。

三、工程量

矿山服务年限为 10.79 年，根据以上监测与管护工程措施的初步

考虑，测算监测与管护工程量，见下表：

表 5-2 地质环境监测工程量汇总表

工程名称	序号	项目	单位	工程量
监测工程	1	地质灾害监测	次	259
	2	土地资源监测	次	43
	3	地下水监测	次	43
	4	生态系统监测	次	43
管护工程	1	管护	年	3

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）总体目标任务

生态修复工程总体部署与矿山生产服务年限相匹配，遵循“边开采、边修复”和“闭坑全面治理”的原则，划分为三个阶段：生产初期治理复垦期、边生产边治理复垦期、闭坑治理复垦期。整体工作以矿山地质环境保护为核心，将恢复治理与土地复垦有机结合，力求以最小投入实现最优的生态环境恢复效果。

生产初期治理复垦期：重点治理矿山投产后已产生的地质环境问题。对不再用于后续采矿的区域实施全面恢复与复垦；建立矿山生态监测系统，并对已恢复区域进行持续监测与管护。

边生产边治理复垦期：坚持“在开发中保护、在保护中开发”，根据开采进度同步推进生态修复工作。持续加强矿山地质与生态环境保护，完善监测体系，做好已实施绿化工程的管护，并对矿业活动停止影响区域及时开展生态恢复，实现矿山生产与环境保护协调发展。

闭坑恢复治理复垦期：全面开展闭坑后的生态修复工作，彻底治理因采矿引发的各类环境问题，推动矿区生态环境整体改善与重建。加强对前期种植植被的养护管理，实施合理间伐与补植，确保植被成活率与生态功能稳步提升。

(二) 总工作量

表 6-1 矿区生态修复工程量表

序号	工程类别	单位	治理工程量	备注
1	土地平整	hm ²	3.5665	
2	废石回填	100m ³	630.00	新建排岩场内的废石
		100m ³	1078	北票市新升铁选厂
3	警示牌	个	5	
4	围栏网片	片	180	
5	地质灾害监测	次	259	
	土地资源监测	次	43	
	地下水监测	次	43	
	生态系统监测	次	43	
	生态管护	年	3	
6	覆土	100m ³	86.59	
7	栽植刺槐	100 株	89.15	
9	栽植地锦	100 株	13.06	
10	拉水灌溉	100m ³	5.349	
11	培肥	Kg	1791.2	

（三）实施计划

根据矿产资源开发利用方案设计，矿山务年限为 10.79 年，目前矿山处于生产阶段。

根据矿山地质环境问题现状并结合该矿山矿产资源开发利用方案设计，将矿山生态修复工作贯穿整个矿山服务期实施，即为方案有效服务年限（2026 年 3 月~2041 年 3 月），主要工程包括：

1、生产治理期（2026.3~2036.12）

对生产过程中出现的地质环境问题及遗留的地质环境问题进行治疗。

建立矿山监测系统，着重对地质灾害进行监测。对露天采场平台进行生态修复，对不再使用的区域及时进行恢复治理。

2、闭矿治理与管护期（2036.12~2041.3）

对矿山进行生态修复及管护。

采矿活动结束后，对露天采场坑底、排岩场和运输道路进行生态修复，通过工程技术手段，对损毁的地质环境修复、恢复或者重建。对完工的治理与复垦工程进行管护和对绿化植被进行养护。继续监测，保证治理工程的效果和质量。

3.阶段实施计划

按照治理、土地复垦工程和采矿工程相结合的原则，根据矿山环境治理目标和治理规划，生态修复工程于 2026 年 3 月开始，至矿山开采结束后治理 1.21 年，监测管护期 3 年，即 2026 年 3 月~2041 年 3 月。治理工程分阶段进行，具体工程进度如下：

本方案将生态修复分为三个阶段，分别为：

第一阶段（2026 年 3 月~2031 年 3 月）：生产治理期；

第二阶段（2031 年 3 月~2036 年 3 月）：监测治理期；

第三阶段（2036 年 3 月~2041 年 3 月）：生产治理期、闭矿恢复期及养护期；

表 6-2 生态修复年度实施计划表

阶段	时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量
第一阶段	2026 年度	地质灾害监测		次	24
		地下水监测		次	4
		土地资源监测		次	4
		生态系统监测		次	4
		露天采场	警示牌	个	5
		堆料场（区外）	平整土地	hm ²	0.7513
			覆土	100m ³	19.07
			栽植刺槐	100 株	19.64
			浇水	m ³	117.84
			施肥	Kg	392
		露天采场（区外）	平整土地	hm ²	0.1149
			覆土	100m ³	2.64
			栽植刺槐	100 株	2.87
			浇水	m ³	17.22
	2027 年度	地质灾害监测		次	24
		地下水监测		次	4
		土地资源监测		次	4
		生态系统监测		次	4
	2028 年度	地质灾害监测		次	24
		地下水监测		次	4
		土地资源监测		次	4
		生态系统监测		次	4
	2029 年度	地质灾害监测		次	24
		地下水监测		次	4
		土地资源监测		次	4
		生态系统监测		次	4
		露天采场 210m 平台	平整土地	hm ²	0.0256
			覆土	100m ³	0.62
栽植刺槐			100 株	0.64	
栽植地锦			100 株	1.01	
浇水	m ³		9.90		
2030 年度	地质灾害监测		次	24	
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
	露天采场 200m 平台	平整土地	hm ²	0.0719	
		覆土	100m ³	1.71	
		栽植刺槐	100 株	1.80	
栽植地锦		100 株	2.14		
浇水		m ³	23.63		
第二阶段	2031 年度	地质灾害监测		次	24

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

阶段	时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量
第三阶段	2032 年度		地下水监测	次	4
			土地资源监测	次	4
			生态系统监测	次	4
	2032 年度		地质灾害监测	次	24
			地下水监测	次	4
			土地资源监测	次	4
			生态系统监测	次	4
	2033 年度		地质灾害监测	次	24
			地下水监测	次	4
			土地资源监测	次	4
			生态系统监测	次	4
		露天采场 190m 平台	平整土地	hm ²	0.1908
			覆土	100m ³	4.48
			栽植刺槐	100 株	4.77
	2034 年度		栽植地锦	100 株	3.38
			浇水	m ³	48.90
			施肥	Kg	98.4
			地质灾害监测	次	24
	2034 年度		土地资源监测	次	4
			地下水监测	次	4
生态系统监测			次	4	
地质灾害监测			次	24	
2035 年度		土地资源监测	次	4	
		地下水监测	次	4	
		生态系统监测	次	4	
		地质灾害监测	次	24	
2036 年度		土地资源监测	次	4	
		地下水监测	次	4	
		生态系统监测	次	4	
		地质灾害监测	次	24	
	2037 年度		地质灾害监测	次	5
			土地资源监测	次	1
			地下水监测	次	1
			生态系统监测	次	1
		露天采场 180m 平台	废石回填	100m ³	1708.90
			土地平整	hm ²	1.7901
			覆土	100m ³	43.55
			栽植刺槐	100 株	44.94
			栽植地锦	100 株	6.54
排岩场	浇水	m ³	308.90		
	施肥	Kg	904.8		
	土地平整	hm ²	0.5812		
	覆土	100m ³	14.11		
	栽植刺槐	100 株	14.53		
	浇水	m ³	82.23		

阶段	时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量
		运输道路	施肥	Kg	290
			土地平整	hm ²	0.0126
			覆土	100m ³	0.30
			栽植刺槐	100株	0.31
			浇水	m ³	1.88
			施肥	Kg	6.2
	2038年度	除草松土、补栽补种、幼树管理、浇水管理			
	2039年度	除草松土、补栽补种、幼树管理、浇水管理			
	2040年度	除草松土、补栽补种、幼树管理、浇水管理			

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1. 经费估算依据

矿山地质环境保护与治理工程是一种涉及多种领域的综合性工程，在经费预算中本着以最贴近国家、省（部）预算定额标准，特别是选择最新的、具有法规性的标准为依据。而暂时无严格标准的，参考市场中等价格计算。

本方案主要参考估算依据如下：

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》财综[2011]128号；
- 2、《土地开发整理项目施工机械台班费预算定额》财综[2011]128号；
- 3、《辽宁省住房和城乡建设厅关于建筑业营改增后辽宁省建设工程计价依据调整的通知》（辽住建[2016]49号）；
- 4、《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资源厅发[2017]19号）；
- 5、在预算编制过程中，相关原材料在定额造价信息中没有的部分，以当前当地市场价为参考依据；
- 6、《土地复垦方案编制实务》。
- 7、《朝阳市人社局关于调整全市最低工资标准的通知》。

（二）费用计算

项目的投资概算为动态投资概算，其投资总额包括静态投资和涨价预备

费。

项目静态投资概算由工程施工费、设备购置费、其他费用、基本预备费、监测与管护费五部份组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

(1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=∑分项工程量×分项工程定额人工费。

人工费应参考当地的实际及劳动部门意见，合理确定甲类工和乙类工的日工资水平。

分项工程定额人工费是人工单价与定额消耗标准的乘积。

人工费定额：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 126 元/工日，乙类工 104.46 元/工日。

表 6-3 甲类工人工预算单价

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价 (元)
1	基本工资	基本工资标准 (元/月) × 地区工资系数 × 12 月 ÷ (年应工作天数 - 年非工作天数)	75.00
2	辅助工资	以下四项之和	8.17
(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

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

(4)	节日加班津贴	基本工资(元/日)×(3-1)×法定假天数÷年应工作天数×辅助工资系数(100%)	2.31
3	工资附加费	以下七项之和	42.83
(1)	职工福利基金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(14%)	11.64
(2)	工会经费	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(2%)	1.66
(3)	养老保险金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(20%)	16.63
(4)	医疗保险金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(8%)	3.33
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(1.5%)	1.25
(6)	职工失业保险基金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(2%)	1.66
(7)	住房公积金	[基本工资(元/日)+辅助工资(元/日)]×费率(8%)	6.66
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	126.00

表 6-4 乙类工人工预算单价

地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价 (元)
1	基本工资	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)	65.00
2	辅助工资	以下四项之和	3.95
(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) × 法定假天数 ÷ 年应工作天数 × 辅助工资系数 (100%)	0.86
3	工资附加费	以下七项之和	35.51
(1)	职工福利基金	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (14%)	9.65
(2)	工会经费	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (2%)	1.38
(3)	养老保险金	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (20%)	13.79
(4)	医疗保险金	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (8%)	2.76
(5)	工伤、生育保险费	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (1.5%)	1.03
(6)	职工失业保险基金	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (2%)	1.38
(7)	住房公积金	[基本工资 (元/日) + 辅助工资 (元/日)] × 费率 (8%)	5.52
4	人工工日预算单价	基本工资 + 辅助工资 + 工资附加费	104.46

材料费 = Σ 分项工程量 × 分项工程定额材料费。

定额材料费是定额中各种材料概算价格与定额消耗量的乘积之和。材料概算价格应按当地物价部门提供的市场指导价。

施工机械使用费 = Σ 分项工程量 × 分项工程定额机械费。

定额材料费是定额中各种材料概算价格与定额消耗量的乘积之和。材料概算价格应按当地物价部门提供的市场指导价。

表 6-5 材料价格估算表

材料号码	材料名称	规格型号	计量单位	单价/元	地区	月份
29003	水		t	8.46	朝阳市	2026.3
市场询价	柴油	0#	kg	7.90	朝阳市	2026.3
市场询价	警示牌		个	80.00	朝阳市	2026.3
市场询价	刺槐	2年生	株	1.00	朝阳市	2026.3
市场询价	地锦	1年生	株	0.20	朝阳市	2026.3

表 6-6 机械台班估算单价

金额单位：元

定额 编号	机械名称及规格	台班费 (元)	一类费用 小计(元)	二类费用				
				二类费用 合计(元)	人工费(元/日)		柴油(4.5元/Kg)	
					工日	金额	数量	金额
1012	推土机 59kw	501.85	69.85	432.00	2	252.00	40	180.00
1031	自行式平地机 118kw	965.21	317.21	648.00	2	252.00	88	396.00
1004	挖掘机油动 1m ³	975.41	336.41	639.00	2	252.00	86	387.00
4011	自卸汽车 5t	442.33	99.25	343.08	1.33	167.58	39	175.50

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费和施工辅助费。按直接工程费的 2%计。

(2) 间接费

由规费和企业管理费组成。结合生产项目土地复垦工程特点，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

税金指国家税法规定应计入本工程造价的增值税销项税额。结合项目区当地的实际情况综合税率取 9%。

$$\text{税金} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润}) \times \text{综合税率}$$

2、设备购置费

设备购置费是指在土地复垦过程中，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、自卸车均为矿山自有设备。

3、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、和业主管理费四部分组成。

（1）前期工作费

前期工作费包括土地清查费、土地复垦方案编制费、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，监理主要是监管工程质量、工程进度的，其费用可按工程施工费用的 3% 计取。

（3）竣工验收费

竣工验收费指土地复垦工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括竣工验收与决算费、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，按工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费数，费率取 2.6%。

4、监测及管护费

(1) 矿山地质环境监测费

本项目对矿区内地质灾害、含水层、地形地貌景观进行行监测，采用高精度一起，定时、定点人工进行监测，并辅助先进的遥感技术。局部地区采用随机选点监测，根据矿山实际情况进行微调。本项目矿山地质灾害监测费用按 200 元/次计算，地下水监测按 500 元/次计算。

(2) 土地复垦效果监测费

土地复垦效果监测内容包括土壤有机质含量，恢复植被的生长势、高度、密度、成活率等。本项目土地复垦效果监测费用按 500 元/次计算。生态系统监测按 200 元/次计算。

(3) 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、除草、施肥浇水、喷药、刷白等管护工作发生的费用，主要包括管理和养护两大类。本方案按 3000 元/ $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ 计提管护费。

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=（工程施工费与其他费用之和） \times 6%。

6、差价预备费

差价预备费是对建设工期较长的投资项目，在建设期内可能发生的材料、人工、设备、施工机械等价格上涨，以及费率、利率、汇率等变化，而引起项目投资的增加，需要事先预留的费用。年均投资价格上涨率取 5%。

差价预备费计算公式为：

$$B=A[(1+\alpha)^n-1]$$

其中：B-工程的涨价预备费(万元)；

A-工程的静态投资(万元)；

α -差价预备费费率；

n-服务年限。

7、静态投资

静态投资为工程施工费、其他费用、监测及管护费、基本预备费之和。

8、动态投资

动态投资为静态投资与差价预备费之和。

(二) 单项工程量及经费估算

根据所涉及的工程类型、工程设计、工程部署、工程量及工程技术手段等，参照相关标准，进行经费估算，地貌重塑经费 114.23 万元、土壤重构经费 17.81 万元、植被重建经费 4.02 万元、景观营建经费 0.05 万元、监测经费 10.34 万元。

单项工程量及其经费估算汇总表，详见表 6-7。

表 6-7 单项工程量及其经费估算汇总表

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

序号	工程名称	计算单位	工程量	合计(万元)
(一)	地貌重塑工程	—	—	114.23
1	废石回填	100m ³	630.00	37.62
		100m ³	1078	70.07
2	土地平整	hm ²	3.5665	6.54
(二)	土壤重构工程			17.81
1	客土回覆	100m ³	86.59	17.81
(三)	植被重建工程			4.02
1	栽植刺槐	100 株	89.15	3.09
2	栽植地锦	100 株	13.06	0.24
3	浇水灌溉	100m ³	5.349	0.43
4	培肥工程	kg	1791.2	0.26
(四)	景观营建工程			0.05
1	警示牌	个	5	0.05
(五)	监测工程			10.34
1	地质灾害监测	次	259	5.18
2	土地资源监测	次	43	2.15
3	地下水监测	次	43	2.15
4	生态系统监测	次	43	0.86
合计				146.45

表 6-8 土地平整综合单价分析表

定额编号: [10330]		定额单位:			
100m ²					
序号:	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	直接费				129.45
(一)	直接工程费				123.28
1	人工费				20.89
	甲类工	工日	0	126.00	0.00
	乙类工	工日	0.2	104.46	20.89
2	材料费				0.00
3	机械费				96.52
	自行平地机功率 118KW	台班	0.1	965.21	96.52
4	其他费用	%	5.0	117.41	5.87
(二)	措施费	%	2.00	123.28	2.46
二	间接费	%	5.00	129.45	6.47
三	利润	%	3.00	135.92	4.08
四	价差				29.92
	机械台班	台班	8.8	3.40	29.92
五	税金	%	9.00	169.92	15.29

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

合计	181.51
----	--------

表 6-9 废石回填综合单价分析表

定额编号: [20272]		推土机推运石碴 20m			定额单位: 100m ³
序号:	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	直接费				447.46
(一)	直接工程费				426.15
1	人工费				148.40
	甲类工	工日	0.1	126.00	12.60
	乙类工	工日	1.3	104.46	135.80
2	材料费				0.00
3	机械费				235.87
	推土机 59KW	台班	0.47	501.85	235.87
4	其他费用	%	5.00	384.27	19.21
(二)	措施费	%	2.00	426.15	8.52
二	间接费	%	5.00	447.46	22.37
三	利润	%	3.00	469.83	14.09
四	价差				63.92
	机械台班	台班	18.80	3.40	63.92
五	税金	%	9.00	547.85	49.31
合计					584.37

表 6-10 警示牌综合单价分析表

自编		定额单位:			
序号:	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	直接费				86.19
(一)	直接工程费				82.09
1	人工费				2.09
	乙类工	工日	0.02	104.46	2.09
2	材料费				80.00
	警示牌	个	1	80.00	80.00
(二)	措施费	%	2.00	82.09	1.64
二	间接费	%	5.00	86.19	4.31
三	利润	%	3.00	90.50	2.72
四	税金	%	9.00	93.22	8.39
合计					99.15

表 6-11 客土回覆工程综合单价分析表

定额编号: [10218]		1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土(0-0.5km)			定额单位: 100m ³
序号:	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计(元)
一	直接费				1983.31
(一)	直接工程费				1888.87
1	人工费				106.61
	甲类工	工日	0.1	126.00	12.60

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

	乙类工	工日	0.9	104.46	94.01
2	材料费				1500.00
	土壤运费	m ³	100	15.00	1500.00
3	机械费				692.31
	挖掘机 1m ³	台班	0.22	975.41	214.59
	自卸汽车 5t	台班	1.08	442.33	477.72
4	其他费用	%	5	1798.92	89.95
(二)	措施费	%	2	1888.87	37.77
二	间接费	%	5	1983.31	99.17
三	利润	%	3	2082.48	62.47
四	价差				207.54
	挖掘机 1m ³	台班	18.92	3.4	64.33
	自卸汽车 5t	台班	42.12	3.4	143.21
五	税金	%	9	2352.49	211.72
合计					2507.55

表 6-12 栽植刺槐综合单价分析表

定额编号: [90007]		栽植树木 (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	直接费				301.55	
(一)	直接工程费				287.19	
1	人工费				156.69	
	甲类工	工日	0	126.00	0.00	
	乙类工	工日	1.5	104.46	156.69	
2	材料费				129.07	
	树苗 (刺槐)	株	102	1.00	102.00	
	水	m ³	3.2	8.46	27.07	
3	其他费用	%	0.5	285.76	1.43	
(二)	措施费	%	2	287.19	5.74	
二	间接费	%	5	301.55	15.08	
三	利润	%	3	316.63	9.50	
四	税金	%	9	326.13	29.35	
合计					346.87	

表 6-13 栽植地锦综合单价分析表

定额编号: [90018]		栽植树木 (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	直接费				158.53	
(一)	直接工程费				150.99	

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

1	人工费				104.46
	甲类工	工日	0	126.00	0.00
	乙类工	工日	1.0	104.46	104.46
2	材料费				45.78
	树苗(地锦)	株	102	0.2	20.40
	水	m ³	3.0	8.46	25.38
3	其他费用	%	2.50	150.24	0.75
(二)	措施费	%	2.00	150.99	3.02
二	间接费	%	5.00	158.53	7.92
三	利润	%	3.00	166.45	4.99
四	税金	%	9.00	171.44	15.42
合计					182.34

(三) 总工程量及经费估算

本项目恢复治理总投资 274.91 万元。其中工程施工费 135.17 万元；其他费用 18.75 万元；基本预备费 9.23 万元；监测费及管护费 13.81 万元；价差预备费 97.95 万元。

表 6-14 矿区生态修复投资估算总表

项 目	单位	工程量	单价(元)	投资(万元)	备注
一、工程施工费	—			135.17	
1	土地平整	hm ²	3.5665	18151.00	6.40
2	废石回填	100m ³	630.00	584.37	36.81
		100m ³	1078	650.00	70.07
4	警示牌	个	5	99.15	0.05
5	覆土	100m ³	86.59	2057.55	17.81
6	栽植刺槐	100 株	89.15	346.87	3.09
8	栽植地锦	100 株	13.06	182.34	0.23
9	拉水灌溉	100m ³	5.349	846.76	0.45
10	培肥工程	Kg	1791.2	1.5	0.26
二、其它费用	—			18.75	
(一) 前期工作费	工程施工费的 5%			6.75	
(二) 工程监理费	工程施工费和设备购置费之和的 3%			4.05	
(三) 竣工验收费	工程施工费和设备购置费之和的 3%			4.05	
(四) 业主管理费	工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费之和的 2.6%			3.90	
三、基本预备费	工程施工费、其他费用之和的 6%			9.23	
四、监测及管护费				13.81	

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

1	地质灾害监测	次	259	200	5.18	
2	土地资源监测	次	43	500	2.15	
3	地下水监测	次	43	500	2.15	
4	生态系统监测	次	43	200	0.86	
5	管护费	Hm ² *a	3.8567*3	3000	3.47	
五、静态总投资		—			176.96	
六、差价预备费		—			97.95	
七、动态总投资		—			274.91	

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及环境保护工作安排进行差价预备费计算。

假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数 (r) 计算，若每年的静态投资费为 a1、a2、a3.....an (万元)，则第 i 年的价差预备费 Wi: $W_i = a_i [(1+r)^{n-1} - 1]$ ，本方案最终确定价差预备费费率为 5%。

表 6-15 矿山生态修复差价预备费计算表

单位：万元

时间	年限(n)	年静态投资	系数 ($1.05^{n-1} - 1$)	差价预备费	动态投资	动态投资小计
2026年	1	12.67	0.0000	0.00	12.67	33.68
2027年	2	5.64	0.0500	0.28	5.92	
2028年	3	5.64	0.1025	0.57	6.21	
2029年	4	6.08	0.1576	0.95	7.03	
2030年	5	1.48	0.2155	0.37	1.85	
2031年	6	0.96	0.2763	0.26	1.22	8.86
2032年	7	0.96	0.3401	0.32	1.28	
2033年	8	2.47	0.4071	1.00	3.47	
2034年	9	0.96	0.4775	0.45	1.41	
2035年	10	0.96	0.5513	0.52	1.48	
2036年	11	0.96	0.6289	0.60	1.56	223.85
2037年	12	126.66	0.7103	89.96	216.62	
2038年	13	1	0.7959	0.8	1.80	
2039年	14	1	0.8856	0.89	1.89	
2040年	15	1	0.9799	0.98	1.98	
合计	-	176.96	-	97.95	274.91	274.91

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

表 6-16 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接工程 费单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润(元)	价差(元)	税金(元)	综合单价 (元)
1	土地平整	100m ²	1.00	123.28	2.46	6.47	4.08	29.92	15.29	181.51
2	废石回填	100m ³	1.00	426.15	8.52	22.37	14.09	63.92	49.31	584.37
3	警示牌	个	1.00	82.09	1.64	4.31	2.72		8.39	99.15
4	客土回覆	100m ³	1.00	1888.87	37.77	99.17	62.47	207.54	211.72	2057.55
5	栽植刺槐	100 株	1.00	287.19	5.74	15.08	9.50		29.35	346.87
6	栽植地锦	100m ³	1.00	150.99	3.02	7.92	4.99		15.42	182.34
7	地质灾害监测	次	1.00	当地市场价						200
8	土地资源监测	次	1.00	当地市场价						500
9	地下水监测	次	1.00	当地市场价						500
10	废石回填	100m ³	已签协议，运费为 6.5 元/m ³							
11	拉水灌溉	100m ³	当地市场价						846.76	
12	生态系统监测	次	1.00	当地市场价						200
13	培肥	Kg	当地市场价						1.5	
14	管护	Hm ² / 年							3000	

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

矿山设计开采服务年限为 10.79 年，矿区生态修复时间为 15 年，即 2026 年 3 月至 2041 年 3 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，可分为三个阶段。

第一阶段（2026 年-2030 年）。

1.对区外堆料场与区内外露天采场进行土地平整、客土、绿化（种植刺槐、浇水、培肥）等工程。对露天采场 210m 平台和 200m 平台进行生态修复工程。

2. 同步开展地质环境、土地资源及生态系统监测，并对已修复区域进行植被管护。

2026 年度：对区外堆料场与露天采场进行生态修复工程，区外堆料场生态修复面积为 0.7513hm²，界外露天采场生态修复面积为 0.1149hm²。对矿山进行地质灾害监测与地下水监测工程，土地资源监测与生态系统监测。地质灾害监测次数为 24 次，地下水监测次数为 4 次，土地资源监测次数为 4 次，生态系统检测次数为 4 次。在露天采场内设立 5 个警示牌。

2027-2028 年度：对矿山进行地质灾害与地下水监测工程，土地资源监测与生态系统监测。

2029 年度：对露天采场 210m 处平台进行生态修复，平台生态修

复面积为 0.0256hm²。对矿山进行地质灾害与地下水监测工程，土地资源监测与生态系统监测。

2030 年度：对露天采场 200m 平台进行生态修复，平台修复面积为 0.0719hm²。对矿山进行地质灾害与地下水监测工程，土地资源监测与生态系统监测。

第二阶段：（2031 年-2035 年）。

任务与安排：

在 2031 年-2035 年对矿山进行地质灾害与地下水监测工程，土地资源监测与生态系统监测。

2033 年对露天采场 190m 平台进行修复，平台修复面积 0.1908hm²。

第三阶段：（2036 年-2040 年）

任务与安排：2037 年对矿山开展全面修复工作，对露天采场以及排岩场和运输道路进行修复工作，2038 年不再开展新的修复工程，而是对整个矿区的已修复区域进行为期三年的全面、系统的植被抚育和管护。

表 6-17 矿区生态修复工程量与经费安排表

时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量	投资金额
2026 年度	地质灾害监测		次	24	12.67
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
	露天采场	警示牌	个	5	
	堆料场（区外）	平整土地	hm ²	0.7513	
		覆土	100m ³	19.07	
		栽植刺槐	100 株	19.64	
		浇水	m ³	117.84	
		施肥	Kg	392	

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量	投资金额
	露天采场（区外）	平整土地	hm ²	0.1149	
		覆土	100m ³	2.64	
		栽植刺槐	100 株	2.87	
		浇水	m ³	17.22	
		施肥	Kg	57.4	
2027年度	地质灾害监测		次	24	5.92
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2028年度	地质灾害监测		次	24	6.21
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2029年度	地质灾害监测		次	24	7.03
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
	露天采场 210m 平台	平整土地	hm ²	0.0256	
		覆土	100m ³	0.62	
		栽植刺槐	100 株	0.64	
		栽植地锦	100 株	1.01	
浇水		m ³	9.90		
		施肥	Kg	13.8	
2030年度	地质灾害监测		次	24	1.85
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
	露天采场 200m 平台	平整土地	hm ²	0.0719	
		覆土	100m ³	1.71	
		栽植刺槐	100 株	1.80	
		栽植地锦	100 株	2.14	
浇水		m ³	23.63		
		施肥	Kg	38	
2031年度	地质灾害监测		次	24	1.22
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2032年度	地质灾害监测		次	24	1.28
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	

北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿矿区生态修复方案

时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量	投资金额
2033年度	地质灾害监测		次	24	3.47
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
	露天采场 190m 平台	平整土地	hm ²	0.1908	
		覆土	100m ³	4.48	
		栽植刺槐	100 株	4.77	
栽植地锦		100 株	3.38		
浇水		m ³	48.90		
	施肥	Kg	98.4		
2034年度	地质灾害监测		次	24	1.41
	土地资源监测		次	4	
	地下水监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2035年度	地质灾害监测		次	24	1.48
	土地资源监测		次	4	
	地下水监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2036年度	地质灾害监测		次	24	1.56
	土地资源监测		次	4	
	地下水监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2037年度	地质灾害监测		次	5	216.62
	土地资源监测		次	1	
	地下水监测		次	1	
	生态系统监测		次	1	
	露天采场 180m 平台	废石回填	100m ³	1708.90	
		土地平整	hm ²	1.7901	
		覆土	100m ³	43.55	
		栽植刺槐	100 株	44.94	
		栽植地锦	100 株	6.54	
		浇水	m ³	308.90	
		施肥	Kg	904.8	
	排岩场	土地平整	hm ²	0.5812	
		覆土	100m ³	14.11	
		栽植刺槐	100 株	14.53	
		浇水	m ³	82.23	
施肥		Kg	290		
运输道路	土地平整	hm ²	0.0126		
	覆土	100m ³	0.30		
	栽植刺槐	100 株	0.31		

时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量	投资金额
		浇水	m ³	1.88	
		施肥	Kg	6.2	
2038年度	除草松土、补栽补种、幼树管理、浇水管理				1.8
2039年度	除草松土、补栽补种、幼树管理、浇水管理				1.89
2040年度	除草松土、补栽补种、幼树管理、浇水管理				1.98

（二）近年工作任务与经费进度安排

根据“边生产、边治理、边复垦”的原则，按照矿山建设开采进度计划，充分考虑矿山生产工艺流程，北票市承源矿业有限公司近期内（前三年）对不利用的露天采坑、排岩场进行矿山环境恢复治理与土地复垦。

根据矿山实际情况，经充分协调沟通，最终拟定近期（3年）矿山生态修复年度工作安排具体见表 6-18。

表 6-18 近期（3 年）生态修复年度实施计划与经费表

时间	复垦单元	主要工程措施	单位	主要工程量	投资金额
2026 年度	地质灾害监测		次	24	12.67
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
	露天采场	警示牌	个	5	
	堆料场（区外）	平整土地	hm ²	0.7513	
		覆土	100m ³	19.07	
		栽植刺槐	100 株	19.64	
		浇水	m ³	117.84	
		施肥	Kg	392	
	露天采场（区外）	平整土地	hm ²	0.1149	
		覆土	100m ³	2.64	
		栽植刺槐	100 株	2.87	
		浇水	m ³	17.22	
		施肥	Kg	57.4	
2027 年度	地质灾害监测		次	24	5.92
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	
2028 年度	地质灾害监测		次	24	6.21
	地下水监测		次	4	
	土地资源监测		次	4	
	生态系统监测		次	4	

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障

强有力的组织机构，是完成方案实施的保证。本项目由北票市承源矿业有限公司具体负责实施。按照“谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理，谁损毁，谁复垦”的原则，明确方案实施的组织机构及职责开展好各项工作。

为保证全面完成各项治理措施，必须重视并完成以下工作：

（一）建立健全该矿的矿山地质环境保护与治理恢复工作组织领导体系，成立项目领导小组，负责治理工程领导、管理和实施工作，并配合地方自然资源行政主管部门及林业相关部门对矿山地质环境保护与治理恢复工程实施情况进行监督和管理，同时组织学习有关法律法规，提高工程建设者的环保意识。

（二）本项目按照《矿山地质生态修复方案》落实好植被恢复工作。积极配合并接受自然资源和林业相关部门人员参加的审查《矿山地质生态修复方案》落实与植被恢复情况的检查监督，并按照林业恢复治理验收标准审查并监督执行。

北票市承源矿业有限公司志愿按照《矿山地质生态修复方案》和《矿山地质环境恢复治理承诺书》的要求，履行恢复治理义务。

（三）北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿必须严格按照矿山

地质生态修复方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成矿山地质生态修复方案各项措施；当地自然部门及林业相关部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用建设单位定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使矿山地质环境保护与治理恢复方案的完全落实。

（二）管理保障

进一步健全和完善矿山生态环境保护管理制度，将矿山生态保护修复建设实施管理纳入企业的管理体系中，实现矿山生态保护修复管理的科学化、制度化和规范化。并将本方案确定的目标和任务进行分解落实，与矿山年度生产考核目标相结合，坚持一级抓一级，做到责任到人，措施到位。

矿山所在地的北票市自然资源局负责对工作进行监督、协调和技术指导、分析存在的问题，向四家板沸石矿反映实施过程中存在的问题并提出改正建议，并负责向矿区群众做好地质环境保护与恢复治理法律法规方面的宣传工作，同时协调土地权属人与项目建设业主的关系。北票市自然资源局负责监督项目工作实施情况，成立项目实施督察小组，采用抽查方式，不定期对工程情况进行抽检，并负责组织矿山生态保护修复工程的竣工验收。

（三）技术保障

针对本项目区矿山地质生态修复方案的落实实施，加强对矿山企业技术人员培训，聘请（组织）专家咨询研讨，开展试验示范研究，

引进先进技术，跟踪监测，追踪绩效。

本项目实施单位必须严格按照复垦总体规划方案执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

（一）方案规划阶段，了解方案中的技术要点，定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学试验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价等。

（二）复垦实施中，根据方案的总体框架，与相关技术单位合作，引进先进技术，及时总结阶段性复垦经验，实施好方案落实与实践。

（三）严格按照本项目方案恢复治理与土地复垦技术要求选择和确定组建好施工队伍。

（四）根据实际生产情况和土地损毁情况，按方案要求做好矿山地质环境治理与土地复垦。

（五）建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按年度有序进行。

（六）选择有技术优势和较强社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

（四）资金保障

资金是矿山生态修复工作取得成功的重要保证，北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿为保证矿山生态修复方案顺利及时实施，将采取以下资金保障措施。

（一）遵照“谁损毁、谁复垦”的矿山生态修复工作基本原则，

落实矿山生态修复责任。北票市承源矿业有限公司将实施矿山生态修复的资金列入矿山生产建设成本并足额预算，确保矿山生态修复资金专款专用。

（二）依据《土地复垦条例实施办法》、《矿山地质环境保护规定》、《辽宁省矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》等相关规定，实行矿山企业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，基金按照“企业提取、确保需要、规范使用”的原则进行管理。矿山企业应根据适用期内的《矿山地质生态修复方案》计提矿山生态修复基金，统一纳入生态修复基金进行管理。基金由企业自主使用，根据其矿山生态修复方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，统筹用于开展矿山生态修复。

矿山生产服务年限为 10.79 年，本方案生态修复费用在预计开采年限内按照年度平均方法摊销，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。基金首次计提时间应为方案通过后一个月内在提取。详见表 7-1。

表 7-1 生态修复基金预存表

阶段时间	计提时间	生态修复基金预存	合计 万元
2026 年	方案通过一个月内	54.98	54.98
2027 年	2027 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2028 年	2028 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2029 年	2029 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2030 年	2030 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2031 年	2031 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2032 年	2032 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2033 年	2033 年 11 月 30 日前	21.99	21.99
2034 年	2034 年 11 月 30 日前	21.99	21.99

2035年	2035年11月30日前	21.99	21.99
2036年	2036年11月30日前	21.99	21.99
合计	—		274.91

(三) 矿山企业应根据适用期内《矿区生态修复方案》，将矿山生态修复费用在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销，按年度存入基金账户，每年11月30日前完成本年度的基金计提工作。第一次缴存基金的计费年度与保证金首次起始计费年度相同，提取的基金可扣除矿山企业自行治理恢复费用。矿山企业已缴存的矿山生态修复保证金及利息，在扣除因完成治理恢复务已返还的保证金后，一次性返还矿山企业。返还的保证金优先用于基金提取。矿山企业应按照上述规定，将矿山生态修复费用和返还的保证金存入基金账户，不足部分应补足。矿山企业闭坑或注销，履行治理恢复义务并验收合格，可将基金账户撤销。

二、公众参与

(一) 公众参与路线

为保证复垦工作的顺利实施和保证复垦工作质量，邀请村民代表全面全过程参与监督矿山生态修复工作。即方案制定时征求村民代表对方案复垦土地类型、复垦土地标准意见，并把他们的意见纳入修订审查的方案。在修复实施过程中邀请村民代表监督土地复垦工作，监督修复工作是否足额提取了修复费用的保存使用和合理性，是否按照评审后方案制定的复垦标准和技术要求开展复垦工作，在修复工作完成后邀请村民代表参加复垦土地的验收工作。

该修复工作的公众参与体现在现场勘测、访问形式上。组织各参与方代表到现场调查土地损毁现状、量测土地损毁面积、核实土地损毁所造成的损失、初步确定土地复垦利用方向；通过访问群众，倾听他们的意见和要求，作为土地复垦和土地利用规划以及辅助决策的参考。对群众所关心的问题，有关参与方应立即做出反映，开展相应的工作给予解决。

通过广泛的宣传，采取发放调查表的形式，让广大群众了解该生产项目实施的意义，让生产项目置于群众舆论的监督之中，并广泛征求当地群众对复垦方案的意见，保证北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿土地复垦工作圆满完成。

本次公众参与共走访和发放调查表 10 份，收回有效调查表 10 份，收回率 100%，问卷有效率 100%。被调查公众的自然状况统计见表 7-2、7-3。

本次所发放的公众参与表内容如下：

表 7-2 被调查公众自然状况统计表

分类		占有有效样本总数比例 (%)	样本数
性别	男	20	2
	女	80	8
年龄	30 岁以下		
	30~50 岁		
	50 岁以上	100	10
受教育程度	初中以下	100	10
	高中		

表 7-3 公众参与调查统计表

调查内容		人数 (人)	比例 (%)
1. 您是否了解北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿生产项目？	十分了解	1	10
	基本了解	9	90

调查内容	人数 (人)	比例 (%)
	不了解	
2. 矿山土地复垦的了解程度?	十分了解	10
	基本了解	100
	不了解	
3. 是否认为本项目有利于地方经济发展?	有利	10
	不利	100
	说不清楚	
4. 是否担心本矿的开采影响生态环境?	担心	9
	不担心	90
	无所谓	1
5. 本项目矿山土地复垦最适宜方向?	耕地	
	林地	10
	其他	100
6. 您对开采后复垦项目的实施是否支持?	支持	10
	不支持	100
	不清楚	
7. 您是否愿意参加开采损毁土地的复垦活动?	参加	10
	不参加	100
	无所谓	

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：

对北票市承源矿业有限公司四家板沸石矿生产项目的了解程度：10%的受调查者十分了解此项目，90%的受调查者基本了解此项目。

是否认为本项目有利于地方经济发展：100%的受调查者认为项目建设有利于当地经济的发展。说明当地群众对于此项目持支持态度。

是否担心本项目的建设影响生态环境：90%的受调查者表示担心，10%的受调查者表示不担心。

对项目区土地复垦的了解程度：10%的受调查者对项目区土地复垦十分了解，90%的受调查者对项目区土地复垦基本了解。从此数据

中，我们看出当地土地复垦的宣传工作成效明显，广大群众对土地复垦表示理解和支持。

对于项目区土地复垦是否支持：100%的受调查者支持项目区土地复垦，根据调查数据，受调查者都意识到项目区土地复垦的必要性，这对于项目区土地复垦工作的开展打下了良好的群众基础。

是否愿意监督或参与项目区复垦：100%的受访者表示愿意，可见，大多数群众参与项目区土地复垦的监督的积极性很高。

（二）方案编制期间公众参与

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

2、利用矿山提供资料以及网络资源初步了解项目区经济社会发展水平；

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

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

（三）后续公众全程和全面的参与

1、方案实施过程中公众参与

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

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

果，矿区生态修复实施计划、进展和效果。

设立矿区生态修复意见征集网上信箱和论坛，确保公众意见有通畅表达渠道。

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

2、竣工验收阶段中公众参与

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

（四）土地权属保障措施

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

三、效益分析

（一）社会效益

本项目实施的主要效益体现在保护人民群众生命、财产安全，减少地质环境问题造成的损失，消除了可能直接造成人员伤亡事故的地质灾害隐患，体现“以人为本”的原则，为矿山安全生产建设奠定好基础，增进社会效益。

（二）经济效益

1、矿山地质环境治理工程是防灾工程，防灾工程的经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅，或只有减灾效益而没有增值效益。

2、矿区主要的土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地和采矿用地，若不对这些土地进行恢复治理，不仅会造成土地沙化，水土流失，还会影响矿区及周边的生态环境和水环境。实施矿山地质环境保护与恢复治理后，会取得一定的潜在的经济效益。

3、实施矿山生态修复过程中，可对废弃物的利用和残余资源的回收获取到部分的经济效益。

（三）生态效益

本项目的实施可以改变矿区过去较差的生产与生活环境，使矿区内地质环境状况得到明显改善，矿区生态环境明显好转，具体表现在以下几个方面：

1、矿区自然景观的变化

可以改变矿区较差的生产、生活环境，恢复破坏土地，提高了矿

区植被覆盖率，有利于生态的良性循环，从而创造了一个较好的生活环境。

2、防风固沙，减少了水土流失

通过环境保护与治理，矿区土地得到了恢复，地表风蚀沙化得到了根本控制。

3、涵养水源，改良土壤

通过环境保护与治理，矿区土壤结构得到了改善，提高了土地抗冲、抗蚀能力。

4、人与自然的变化

通过环境保护与治理，可以增加区域内生物多样性，通过恢复林地，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，恢复当地生态系统中原有动植物的自然分布，使栖息环境逐渐恢复到自然状态，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性，达到动态平衡，同时也实现了当地林地生态系统的完整性和可持续性，实现人与自然的和谐。

第八章 结论

一、方案服务年限

根据《开发利用方案》，矿山生产服务年限为 10.79 年。依据《编制指南》，本方案服务年限涵盖矿山生产期 10.79 年、闭坑治理期 1.21 年及后续植被抚育管护期 3 年，确定的服务年限为 15 年，时间自 2026 年 3 月起至 2041 年 3 月止。

二、预测损毁范围、类型及程度

1. 预测损毁范围、类型与面积

矿区生态破坏总范围 3.8567hm²，破坏类型以挖损、压占为主，现状生态破坏范围 2.4074hm²，破坏类型以挖损、压占为主，具体分布于露天采场（1.6092hm²）、堆料场（0.7856hm²）、运输道路（0.0126hm²）。未来开采活动新增土地损毁面积 1.4493hm²，破坏类型以挖损、压占为主，具体分布于拟建露天采场（0.8681hm²）、排岩场（0.5812hm²）。

2. 损毁程度

地质环境：现状破坏程度轻至重度。矿山现状条件下地质灾害不发育，危险性小；矿业活动产生的露天采场对原生地形地貌的损毁程度为重度；堆料场和运输道路为中度，对矿区含水层损毁程度为轻度。

水土资源：采矿活动严重破坏了土壤结构，导致有机质流失、土壤板结与肥力显著下降，土地基本丧失农业及生态功能。此外，土壤保水能力减弱进一步加剧了干旱化趋势，严重阻碍植被的自然恢复与演替进程，损毁程度为重度受损。

植被与生物多样性：

采矿活动直接剥离地表植被与土壤，导致原生植被损毁殆尽，形成大面积裸露地块。环境的严重破坏使得原有连续生态系统被切割为孤立斑块，阻碍了物种迁移与基因交流。依赖本地植被的动物（如部分爬行类和鸟类）因栖息地丧失而被迫迁徙，土壤微生物与节肢动物多样性也因土壤结构恶化而显著降低。矿区及周边区域生物多样性整体衰退，生态系统服务功能受损，损毁程度为重度受损。

环境污染：矿山设计采用露天开采，对土壤的影响主要是运输过程中产生的粉尘，在装运矿岩前往爆堆洒水降尘，主要运输道路要保持经常洒水除尘，通过除尘措施可有效减少粉尘的污染。矿山的主要污水来源是开采排水，根据核实报告，矿区最大涌水量 175m³/d，矿山开采的矿种为沸石，无重金属和其它污染物溶解水中，不会对水土环境造成污染。

三、修复目标、主要修复工程措施及范围

修复目标：依据复垦修复方向评价结果，复垦方向为乔木林地。构建以矿区周边树种刺槐为优势种的，结构稳定、功能完备的近自然生态林地，其二级地类明确为“乔木林地（0301）”。

露天采场：复垦方向为林地，种植刺槐，复垦面积为 2.5017hm²。

运输道路：复垦方向为林地，种植刺槐，复垦面积为 0.0126hm²。

排岩场：复垦方向为林地，种植刺槐，复垦面积为 0.5812hm²。

堆料场：复垦方向为林地，种植刺槐。复垦面积为 0.7856hm²。

四、监测管护措施及期限

矿山地质环境监测：重点监测露天采场与排岩场的高陡边坡，以及地下水水质和水位；采用巡视观测和全站仪测量，对地下水进行水井人工观测调查取样监测；地质灾害监测设置每月监测一次，期限为 10.79 年，地下水监测设置每个季度监测一次，期限为 10.79 年。

土地资源监测：监测露天采场、排岩场、堆料场和运输道路，对这些造成土地损毁的单元进行监测，监测目标如下：

1) 土壤理化性质：每年秋季取样检测，分析土壤有效厚度、容重、pH 值、有机质含量、氮磷钾等养分指标。

2) 土地损毁恢复：采用无人机正射影像，结合实地验证，按年度监测土地复垦范围、利用类型及水土流失状况。

监测时限：监测期限为10.79年。

生态系统监测：

1) 植被恢复：每年生长季末期，采用样方调查法，测量乔木郁闭度、灌木/草本盖度、植物种类、高度、生物量及乡土物种比例。

2) 动物回归：通过红外相机、样线法定期调查鸟类、小型哺乳动物等指示物种的出现情况，评估生物多样性恢复程度。

3) 监测时限：监测期限为10.79年

管护工程：修复工程完工后，对矿区进行全面管护，为期3年。

五、投资总额

矿山生态修复工程总投资估算金额为 274.91 万元，其中工程施工费为 135.17 万元，其他费用为 18.75 万元，监测与管护费为 13.81 万元，基本预备费为 9.23 万元。