

第三篇 地质环境保护与矿山土地复垦

一、矿山地质环境影响和土地损毁评估

(一) 矿山地质环境与土地资源调查概述

1、矿山地质环境概述

矿山于 2023 年 7 月投产，目前对一期范围内西北部（矿山西北部）进行开采，由高到底形成+189m、+182m、+170m、+158m、+146m 多级开采面，边坡坡度较缓。剥离部分覆盖层分台阶堆放在东北部废弃矿口周边。矿区地下水主要含水层为细粒黑云母正长花岗岩及弱糜棱岩化细粒黑云正长花岗岩，富水性受裂隙发育控制，总体富水性较弱。矿区周边地表水系不发育，矿体位于当地侵蚀基准面以上，地表水对矿山基本无影响。矿床充水以大气降水为主。矿区水文地质条件属简单类型。

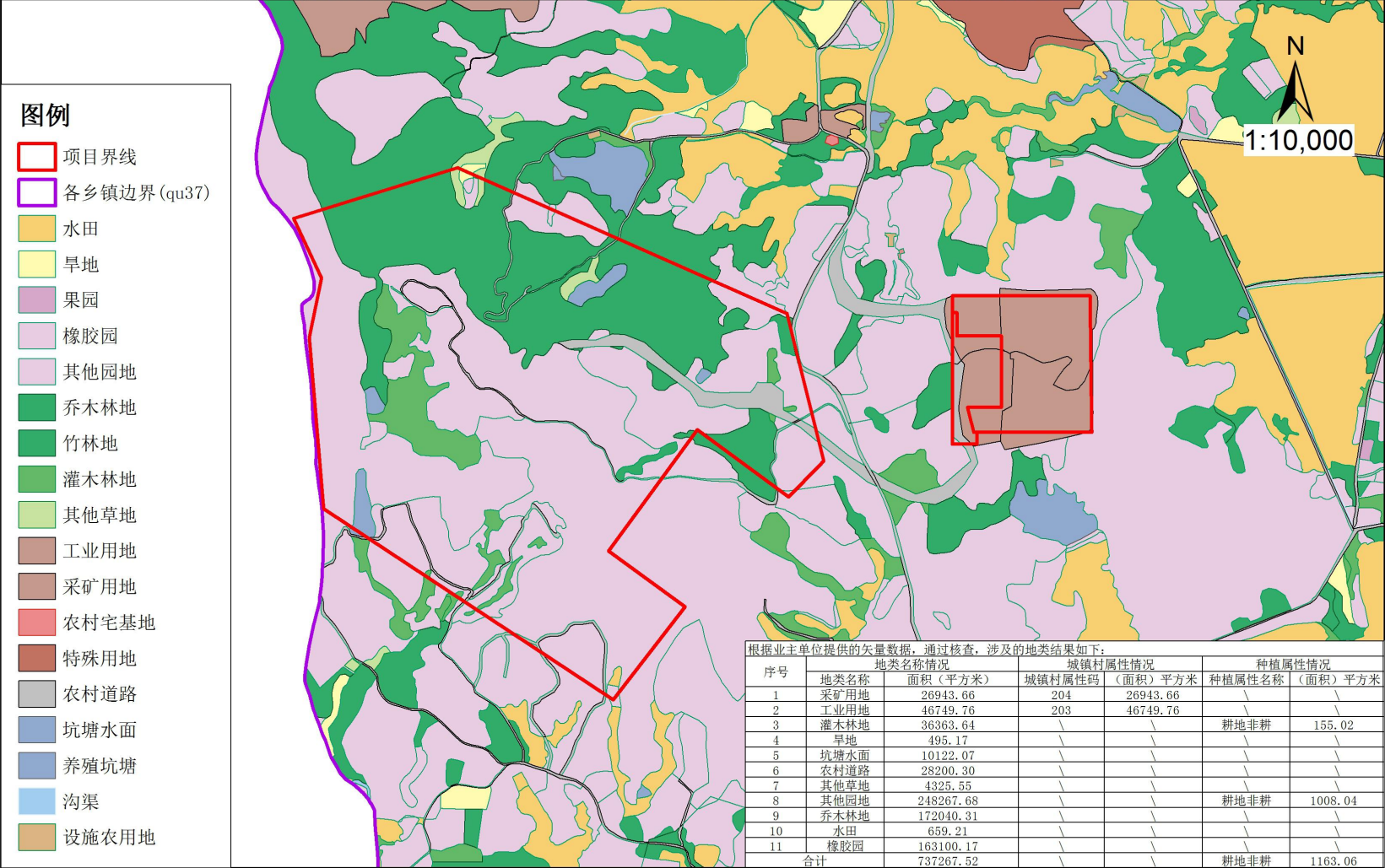
矿区地貌类型为丘陵型地貌，矿区内最高开采海拔标高为+212m，最低海拔标高为+112m，矿山开采最低底板标高为+110m。矿区岩体完整、稳定性好，在安全边坡角内开采不易发生矿山工程地质问题。矿区未见新构造运动痕迹；区内无重大的污染源，无热害，地表水、地下水水质较好（不低于Ⅲ类）；矿石、矿渣化学成份、放射性基本稳定。现状下，未见滑坡、崩塌、泥石流等不良环境地质问题，矿山地质环境良好。

矿山现状条件下土地利用类型主要为其他园地和乔木林地。随着矿山开采将破坏了矿区原有的地形地貌、植被状态。开采区以外其他区域植被基本保持原生态。

2、土地资源调查概述

根据野外调查，现状矿区内植被以橡胶为主，灌木、杂草次之，局部含较多菠萝和槟榔，矿区周边未分布有国家级生态保护的野生植物，植被覆盖度达 85%以上。根据《定安县龙河镇九定岭矿区建筑用花岗岩矿采矿权拟用位置示意图》，矿区占用土地利用类别为采矿用地、工业用地、灌木林地、旱地、坑塘水面、农村道路、其他草地、其他园地、乔木林地、水田和橡胶园。具体情况详见图 3-1。

2022年定安县土地利用现状（局部）
定安县龙河镇九定岭矿区建筑用花岗岩矿采矿权拟用地位位置示意图



采用第三次国土调查2022年定安县土地利用现状变更调查数据

注：此图件仅作为地类查询，不视为同意相关用地申请
日期：2024-2-27

图 3-1 定安县龙河镇九定岭矿区建筑用花岗岩矿采矿权拟用位置示意图

（二）矿山地质环境影响评估

1、评估范围和评估级别

1) 评估范围

根据矿山建设规模、开拓方式、开拓部署、开采方法、矿山地质环境条件以及矿业活动与地质环境相互影响与制约关系,将矿山活动可能影响到的周边区域作为评估范围的原则,结合本矿山地质环境的特点、矿床分布特征、设计开采范围、水文地质单元分布特征及制约关系、水污染影响范围等诸多因数。本次评估范围由矿区边界向外延伸至对矿山生产活动可能受影响的范围,包括矿山开采区域、工业场地、办公生活区等用地区域及影响区域,评估区面积约 117.08hm²,约为矿山面积的 1.70 倍。(见附图 8)。

2) 评估区级别

矿山地质环境影响评价级别由评估区重要程度、矿山生产建设规模、地质环境条件复杂程度决定。

（1）评估区重要程度分级

评估区重要程度分级参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 B（详见表 3-1）。

表 3-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区	1.分布有 200~500 人的居民集中居住区	1.居民居住分散,居民集中居住区人口在 200 人以下
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、重要湖泊、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	2.无重要交通要道或建筑设施
3.矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜区等)或重要旅游景区(点)	3.紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	3.远离各级自然保护区及旅游景区(点)
4.有大型水源地	4.有中型水源地	4. 有小型水源地
5.破坏耕地、园地	5.破坏林地、草地	5.破坏其它类型土地
注: 评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则,只要有一条符合者即为该级别。		

对照上述评估区重要程度的确定因素及指标,结合本矿山实际,作出如下判定:

①评估区无居民居住，属一般区。

②评估区无重要交通要道、水利、电利工程或建筑设施，属一般区。

③评估区远离各级自然保护区及旅游景区（点），属一般区。

④评估区无水源地，属一般区。

⑤评估区内预测破坏土地总面积 69.81hm²，属于采矿用地、工业用地、灌木林地、旱地、坑塘水面、农村道路、其他草地、其他园地、乔木林地、水田和橡胶园，属重要区。

综合判定：根据上一级别优先的原则，评估区重要程度分级为重要区。

（2）矿山生产建设规模分类

本矿山生产建设规模为 112 万 m³/年，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，该矿山生产建设规模为大型（建筑石料≥10 万 m³/年为大型）。

（3）矿山地质环境条件复杂程度分级

矿山地质环境条件复杂程度分级参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（详见表 3-2）。

表 3-2 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
1.采场矿层(体)位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000~10000m ³ /d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	1.采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层、或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。
2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，基岩风化破碎带厚度 5~10m、稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定。
3.地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）	3.地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、	3.地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层

复 杂	中 等	简 单
围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大。	覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大。	（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小。
4.现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大。	4.现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。	4.现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。
5.采场面积及采坑深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。	5.采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	5.采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般 20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。
注：采取就上原则，6 条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

根据收集的矿区地质资料和本次进行的现场地质调查情况分析：

①该矿采用露天开采方式，矿体富水性弱，与区域含水层联系不密切。矿体最低开采标高位于当地最低侵蚀基准面以上，矿山开采受地下水、地表水的影响小，采矿和疏干排水不会导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。评价区水文地质条件简单。

②矿区内地层简单，矿石为建筑用花岗岩矿，矿石呈细粒花岗结构，块状构造，矿物成分主要由钾长石、斜长石、石英和黑云母组成。本矿区岩体完整，不易产生崩塌，矿体围岩为花岗岩稳定性较好，工程地质性质稳定。评价区工程地质条件为良好。

③现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。评价区环境地质条件简单。

④矿山开采结束后露天采坑面积 66.00hm²，采坑面积较大，最大采坑深度相对高差约 96m，开采深度较大，岩质边坡较稳定，覆盖层较厚（0~43.05m），土质边坡有产生地质灾害的可能性，地质环境条件复杂。

综合判定：根据上一级别优先的原则，矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

（4）矿山地质环境影响评估结果

综上所述，评估区为重要区、矿山生产建设规模为大型、矿山地质环境条件属复杂类型，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，确定矿山地质环境影响评估等级为一级。

表 3-3 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

2、矿山地质灾害现状分析与预测

1) 现状分析

评估区位于定安县龙河镇西约 3km 处，距中线高速公路直线约 7km。区内地形起伏，最高海拔标高为+212m，最低海拔标高为+112m，高差 100m。本矿区属花岗岩区域，属地质灾害低易发区，该区是以崩塌、不稳定斜坡为主的地质灾害一般防治区，引发地质灾害的主导因素是暴雨。

根据野外地质环境调查，矿山开采现状土质边坡一般小于 45°，岩质边坡小于 65°。矿山原始山坡坡度一般大于 20°，植被覆盖率较高，覆盖率在 85%以上，现状调查山坡自然边坡稳定，未见崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害及隐患。

区域原始地表植被保持良好，无水土流失；自然边坡稳定，未发现崩塌、滑坡现象；矿区及周边未发现有泥石流、崩塌、滑坡和地面塌陷等地质灾害。

综上所述现状条件下矿区内发生地质灾害的可能性小、危险性小，危害性小。

2) 预测评估

根据评价区所处地质环境背景、矿床特征、埋藏条件和开采方式等，预测矿山建设及开采活动，可能引发或加剧的地质灾害类型有崩塌、滑坡、泥石流。

(1) 采场崩塌、滑坡预测评估

未来露采场采用自上而下开采，台阶高度 12m，安全平台宽度 6m，矿层台阶坡

面角为 65° ，最终边坡角 $42^\circ\sim 65^\circ$ ，矿区花岗岩总体的完整性较好、节理裂隙较少从岩体工程类比法可知，矿区覆盖层为坡残积层及全风化花岗岩（粘性土）、半风化花岗岩，结构松软。本矿区矿体围岩为坚硬的微风化、未风化花岗岩，矿体围岩岩体完整性属完整，呈致密块状，因此矿区边坡类型属 II～III 类。

根据《建筑边坡工程技术规范》对 II～III 类边坡类型提供的经验参数：边坡高度在 15m 以内，坡度允许值为 1:0.35～1:0.5，即坡度为 $70^\circ\sim 78^\circ$ 。岩体坡度与高度经验类比参考值详表 3-4。

表 3-4 岩石边坡度与高度参考值

岩石类别	风化程度	边坡岩体类型	边坡坡度与高度值	
			坡高 8m 以内	坡高 8~15m
花岗岩	微风化～未风化	II 类	1 : 0.15～1 : 0.25 ($90^\circ\sim 84^\circ$) 1 : 0.25～1 : 0.35 ($84^\circ\sim 78^\circ$)	1 : 0.25～1 : 0.35 ($84^\circ\sim 78^\circ$) 1 : 0.35～1:0.5 ($78^\circ\sim 70^\circ$)
	风化～中风化	III 类	1 : 0.5～1 : 0.75 ($71^\circ\sim 59^\circ$)	1:0.5～1:0.85 ($71^\circ\sim 55^\circ$)

结合上述分析，认为该矿山开采梯级边坡设计高度为 12m，设计矿层台阶边坡坡面角为 65° ，设计最终边坡角约为 $42^\circ\sim 65^\circ$ ，一般情况下可以避免滑坡、崩塌地质灾害，不排除因矿山开采爆破震动引发滑坡可能，预测滑坡体积约 1000m^3 ，危害对象主要为矿业活动的人员和机械设备，其危害程度为较轻，危险性分级属小级。

由于局部坡面节理裂隙分布，岩体分割，局部节理裂隙较发育，岩矿体石较破碎，在采矿中受到振动，破碎岩矿体易沿坡面崩落，对坡脚采矿设备及采矿人员可构成一定的威胁，另外在连续强降雨的情况下，表层岩土水饱和，可能诱发崩塌、滑坡等地质灾害。预测露天采场边坡发生崩塌、滑坡等地质灾害的规模小，发生的可能性小，不会影响到周边居民及建筑与设施，可能造成的经济损失小于 100 万元，受威胁的人群仅限于采场作业人员，一般小于 3 人。因此，矿山发生崩塌、滑坡等地质灾害矿山地质环境影响较轻。

预测评估区内采场边坡的稳定状况主要受矿山今后开采活动影响，开挖作业、铲装作业可能会引起边坡的局部崩塌，应引起注意，并采取相应有效的安全措施。

综上所述，预测露天采场边坡诱发崩塌、滑坡发生的可能性较小，危害程度较轻，对其周边的地质环境影响较轻。地质灾害总体影响程度分级为较轻。

（2）矿区道路边坡发生崩塌、滑坡危险性分析

评估区内道路边坡设计高度为 1m~4m，坡度小于 38°，本项目上部为土质边坡、稳定性较差，下部为岩质边坡、稳定性较好，开采初期采区的上山道路为单壁路堑，纵向坡度小于 8%，道路边坡岩石局部可能松动甚至发生崩塌。预测矿山采矿活动过程中，矿山道路边坡发生崩塌、滑坡灾害的规模小、危险性及危害程度小，对矿业活动和周围环境的影响小。

（3）泥石流预测评估

泥石流形成的三个必要条件是：陡峭的地形、充足的水体（流）和大量松散的物质（植被遭受破坏）。

矿区在生产过程中，将改变、破坏原始地质环境条件，弃土、废石等的堆放可能诱发水土流失与泥石流。矿区内存在泥石流的作业场所主要有露天采场和排土场，其中露天采场边坡围岩为坚硬的岩石、不存在大量的松散物条件，因此，预测露天采场诱发泥石流的可能性极小；因此，矿山在生产过程中引发泥石流地质灾害可能性小、危险性小，对矿山地质环境影响较轻。

3、矿区含水层破坏现状分析与预测

1）现状分析

根据野外地质环境调查，目前对矿山西北部进行开采，由高到底形成+189m、+182m、+170m、+158m、+146m 多级开采台阶面，边坡坡度较缓。西部（K8~K9 拐点）已剥离至红线范围，剥离部分覆盖层分台阶堆放在北东部废弃矿口周边。现状周围水资源环境未受影响，对地下水位无影响，对矿区及周边村民生产生活供水无影响。

2）预测

（1）对水资源影响的预测

矿区开采矿种为花岗岩，它不含有有害或有毒元素，现时没有发生任何地质灾害问题。矿山采用露天开采，矿体含水性较弱，矿山开采对区域含水层结构、含水层水质、地下水位影响较轻。对矿区及周围村民生产、生活供水影响较小。预测矿山开采对矿区周边水资源影响较轻。

（2）对水环境影响的预测

矿山开采终了时，最低开采标高为+110m，矿山开采对地表和地下水体无污染，对地表和地下水水质影响较小，对水环境影响较轻。

综上所述，预测矿山建设及开采对区域含水层破坏影响较轻。

4、矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1）现状分析

矿区范围内无自然保护区、人文景观、地质遗迹、风景旅游区，无重要交通公路。矿山仅对西北部区域进行开采活动，开采面积 26.41hm²，采矿活动主要是对地形地貌景观的破坏。矿区内无各级自然保护区及旅游景区（点）、地质遗迹、人文景观等，对其影响较小。

2）预测评估

评估区内矿山建设及采矿活动开始后，露天采场、工业场地和生活区等破坏和占用土地面积约 75.78hm²，原生植被破坏，对原生的地形地貌景观影响程度较大，使矿区的生态受到破坏，对地形地貌影响严重，但矿区周边无各类自然保护区、人文景观、风景旅游区等。对自然保护区等影响较小。

综上所述，预测矿山建设及开采对地形地貌景观的影响严重。

5、矿区水土环境污染现状分析与预测

（1）水土环境污染现状分析

建筑用花岗岩矿在剥离、凿岩、爆破、铲装、运输过程中产生废土石、粉尘、废气、废水等影响。

1）废土石

矿山生产过程中产生的剥离层堆放于排土场，用于后期矿山复垦用土及矿坑回填用土，剩余部分均当资源综合回收利用。矿山无废土石方。

2) 粉尘

矿用自卸式载重汽车在矿山装运矿石的过程中会产生一定的扬尘，其产生强度与路面种类、气候干湿以及汽车行驶速度等因素有关。各矿山地理位置、气候条件、路面种类不同，产生量的差异也较大。矿山配有洒水车，在非雨天作业时进行洒水降尘，每天往采场工作面、矿山运输道路和废石运输道路上定时洒水，可减轻倒装运输中产生的二次扬尘。

3) 废气排放

矿山运输道路进行硬化，运输车辆进行遮盖。运输道路、采矿区及加工区分别设置活动软管喷洒装置，减少粉尘产生。加工区生产设备位于密闭厂房内，主要产生点处粉尘经收集由布袋除尘器处理后排放。项目食堂产生的油烟经油烟净化器处理后排放。项目污水处理站恶臭气体经收集后由活性炭吸附设备处理后呈无组织排放。

4) 废水排放

矿山采矿区设置截水沟汇集地表径流于沉砂池，暴雨形成的基坑水用水泵抽至沉砂池，矿区雨季排水经沉砂池沉淀后用于矿区洒水降尘。加工区难免设置雨水收集池收集初期雨水。洗砂废水进入沉淀池及清水池后循环利用于生产。生活污水经三级化粪池处理后排入厂区自建生活污水处理站回用于绿化浇灌。

根据《定安县龙河镇九定岭建筑用花岗岩骨料项目竣工环境保护验收调查表》，矿山生活污水处理站各项出水水质指标能满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB18920-2020）表1城市杂用水水质基本控制项目及限值中“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”标准限值。

5) 噪声

矿山选用低噪声设备，生产设备位于密闭厂房内，并且安装减震垫。加强运输车辆管理，严禁超载上路。根据《定安县龙河镇九定岭建筑用花岗岩骨料项目竣工环境

保护验收调查表》现场监测结果表明，采矿区及生产区厂界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB1234-2008）中 2 类标准。矿山运营期噪声对周围环境影响不大。

6) 油污染

矿山开采中铲装、运输汽车等燃油机械偶有少量滴、漏油现象，汽车修理车间滴、漏现象产生少量油污染，总体油污染量较小，可控，对土壤环境的影响小。

矿山开采矿种为建筑用花岗岩矿，矿石化学成分中基本无重金属元素等有毒有害物质，矿区开采后，没有选矿，不产生工业废水，对土地资源的污染只是少量粉尘，范围仅在开采区，程度较轻。矿区的生活污水没有直接排放到周边水系及周边环境。

因此，矿山的开采对水土环境未造成污染，矿山开采对水土环境污染影响较轻。

(2) 水土环境污染预测

矿山开采中铲装、运输汽车等燃油机械偶有少量滴、漏油现象，汽车修理车间滴、漏现象产生少量油污染，总体油污染量较小，可控，对土壤环境的影响小。

矿山开采矿种为建筑用花岗岩矿，矿石化学成分中基本无重金属元素等有毒有害物质，矿区开采后，没有选矿，不产生工业废水，对土地资源的污染只是少量粉尘，范围仅在开采区，程度较轻。矿区的生活污水没有直接排放到周边水系及周边环境。

因此，矿山的开采对水土环境未造成污染，预测矿山开采对水土环境污染影响较轻。

(三) 矿山土地损毁预测与评估

1、土地损毁环节与时序

按照“矿产资源开发利用”，本矿区整个矿山服务年限 20 年（2021~2041 年），2041 年矿山开采结束，2042 年开始矿山地质环境治理和土地复垦。各损毁地块的损毁时序，可划分基建期、生产期间两个阶段。损毁环节和时序见图 3-2。

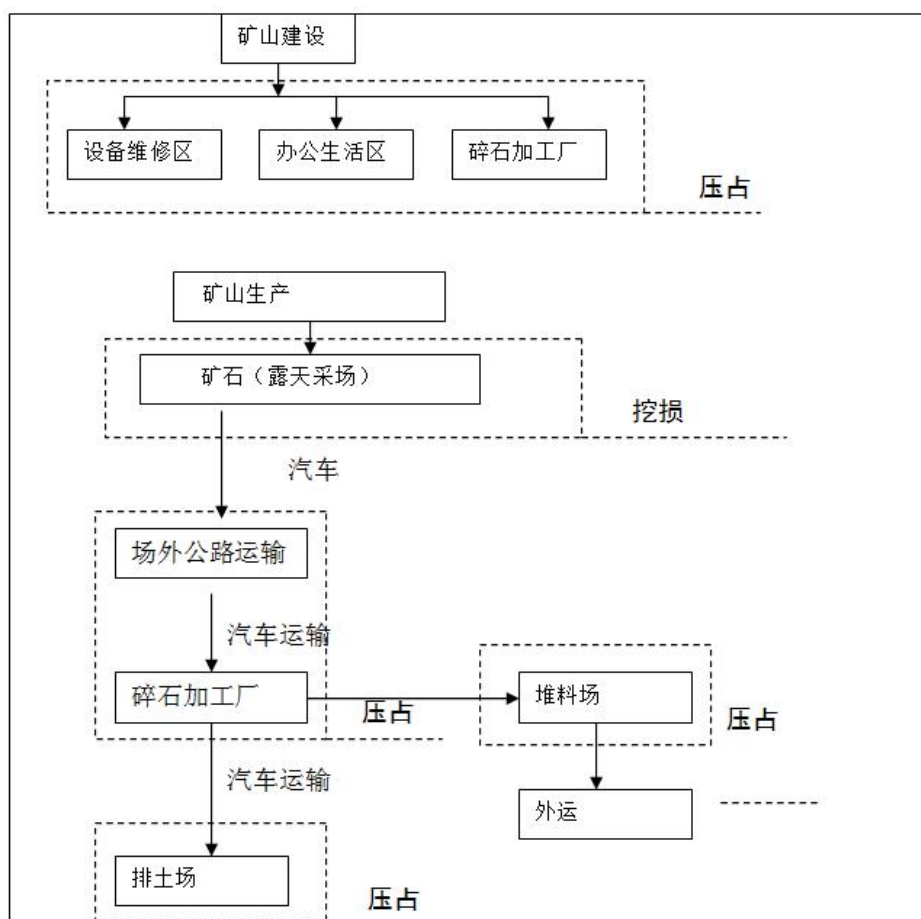


图 3-2 土地损毁及复垦时序图

1) 建设期

首采区施工：基建期，先修建通往首采区的开拓道路，首采区位于矿山东南部（K2~K3），首采区施工将挖损土地。

道路施工：基建期，将修建连接外部运输道路、及露天采场首采区的运输道路。道路施工将压占损毁土地。

基建期施工包括工业场地、办公生活区施工：基建期将在矿区建设工业场地、办公生活区，将压占损毁土地。

2) 生产期

生产期间，露天采场挖损土地范围将逐步增大，采出的矿石将运至破碎站进行破碎加工后堆存于成品堆放区，将压占损毁土地。

2、已损毁各类土地现状

(1) 露天采场

露天采场已损毁土地总面积 26.41hm²，其中土地利用现状为灌木林地 2.20hm²、坑塘水面 0.56hm²、农村道路 1.84hm²、其他草地 0.23hm²、其他园地 2.01hm²、乔木林地 13.25hm²、橡胶园 6.32hm²。土地损毁的类型为挖损，土地损毁程度为重度。

(2) 加工区

工业场地主要包括破碎站、堆料场、沉砂池等。工业场地拟损毁土地总面积 7.00hm²。土地利用现状为采矿用地，土地损毁的类型为压占，土地损毁程度为中度。

(3) 办公生活区

办公生活区占地面积 0.65hm²，土地利用现状为采矿用地，土地损毁的类型为压占，土地损毁程度为中度。

(5) 泥饼堆棚

泥饼堆棚占地面积 0.08 hm²，土地利用现状为采矿用地，土地损毁的类型为压占，土地损毁程度为中度。

(6) 矿山道路

矿山道路占地面积 2.05 hm²，土地利用现状为农村道路，土地损毁的类型为压占，土地损毁程度为中度。

矿区已损毁土地方式为挖损和压占，共计损毁土地面积为 36.19hm²，土地面积及地类见表 3-5。

表 3-5 已损毁土地现状分析表

序号	类型	总计	土地类型									类型	程度
		(hm ²)	采矿用地	工业用地	灌木林地	坑塘水面	农村道路	其他草地	其他园地	乔木林地	橡胶园		
1	露天采场	26.41			2.2	0.56	1.84	0.23	2.01	13.25	6.32	挖损	重度
2	加工区	7.00	2.18	4.67			0.15					压占	中度
3	办公生活区	0.65	0.65										
4	泥饼堆棚	0.08	0.08										
5	矿山道路(原矿路)	0.85					0.85						
6	矿山道路(矿石路)	1.20					1.20						
7	合计	36.19	2.91	4.67	2.2	0.56	4.04	0.23	2.01	13.25	6.32		

3、拟损毁土地预测与评估

本矿山为已生产矿山，基础建设已完毕。矿山采取自上而下分台阶开采方式，损毁程度为重度，损毁土地范围主要是露天采场，面积 66hm²，损毁方式为挖损；拟损毁土地预测见表 3-6。

表 3-6 拟损毁土地现状分析表

序号	类型	总计	土地类型									类型	程度
		(hm ²)	灌木林地	旱地	坑塘水面	农村道路	其他草地	其他园地	乔木林地	水田	橡胶园		
1	露天采场	66	3.28	0.05	1.01	2.82	0.43	24.83	17.20	0.07	16.31	挖损	重度

(四) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1、矿山地质环境保护与恢复治理分区

1) 分区原则

(1) 分区依据

根据评估区地质环境条件、可能引发的矿山地质环境问题分析、现状评估及预测评估，并结合矿山工程特点，对评估区进行分区。主要依据如下：

①根据矿山施工建设时段基本相同、工程布局相对集中等划分矿山地质环境保护与恢复治理区。

②根据矿山各场地功能、施工特征、施工工艺、施工组织及开发利用、治理状况等划分矿山地质环境保护与恢复治理分区。

(2) 分区原则

①综合分析原则

根据开发利用方案及矿山地质环境综合调查成果，按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性，结合矿山地质环境现状评估、预测评估情况进行综合分析，分区界线重点考虑以下要素：1) 地貌单元界线、矿山规划功能区域界线；2) 地层界线；3) 构造单元界线；4) 地质环境问题分布及影响范围。

其中地质环境问题包括已发和预测的类型、稳定状态及治理难易程度等要素，地质环境问题危害程度包括损失程度及社会影响等要素。据综合分析结果按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（表 3-7）要求完成矿山地质环境保护与恢复治理分区。根据区内地质环境问题类型的差异，进一步分为亚区。

表 3-7 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

②主导因素原则

在综合分析、评估区内不同时期、不同部位出现的评估单元类型的主导因素进行较为准确定性的基础上，对主导因素采用半定量～定量的量化指标进行判断与评估，尤其要注意不同主导因素的转换。

③因地制宜的原则

根据当地的自然条件、区位和破坏状况等因地制宜确定其适宜性，不能强求一致。

④遵守规范的原则

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》表 F（即表 3.7）为指导，以矿山地质环境影响程度分级为基础进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

2) 分区方法及结果

（1）分区方法

①分区因素

评估区内已发及预测地质灾害的类型、规模，危害性、危险性；居民的分散程度，建筑的规模，造成经济损失的大小，受威胁的人数等；含水层涌水量，含水层水位下降程度，地下水污染程度，影响矿区及周围生产、生活供水程度；评估区原始的地形地貌景观影响和破坏程度，特别各类村庄或居民点、规划的建（构）筑物、主要交通干线两侧可视范围内，地形地貌景观影响程度；占用或破坏林地、草地、荒山、未开发利用土地、耕地的范围大小等；矿山建设及开采活动的功能性规划区域界线等。

②分区级别

根据上述分区因素，矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为重点防治区（地质环境影响严重区），次重点防治区（地质环境影响较严重区）和一般防治区（地质环境影响较轻区）三个级别。

（2）分区结果

根据采矿活动造成的地质灾害及对含水层、地形地貌、土地资源地质环境影响的分析得出矿山地质环境现状评估结果和预测评估结果，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》分区原则，将矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为重点防治区（I）、次重点防治区（II）、一般防治区（III）。

据表 3-8 统计，矿山地质环境保护与恢复治理评估区总面积为 117.08hm²，其中，重点防治区（I 区）为矿区采场面积为 66.00hm²，占评估区总面积的 56.37%；次重点防治区（II 区）为工业场地、办公生活区、运输道路和泥饼堆棚，面积为 9.31hm²，占评估区总面积 7.95%。一般防治区（III 区）为矿山生产活动边界 50 米影响范围，面积为 41.77hm²，占评估区总面积 35.68%。

2、土地复垦区与复垦责任范围

土地复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。复垦责任范围是指复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域，本次复垦区面积为 69.81hm²。本项目矿石运输从厂址到 S302 省道为水泥道路，面积为 1.20hm²，矿山开采结束后该道路作为当地使用道路，永久性使用，故本次复垦区不包括该道路；加工区东部为其他独立建设用地，为永久性建设用地，其余矿山生产损毁的区域均为复垦责任范围，面积为 68.61 hm²，包括露天采场、加工区、办公生活区、泥饼堆棚和运输道路等。本项目土地复垦区及复垦责任范围具体位置详见（附图 10）。

3、土地类型与权属

本矿区土地复垦区面积为 69.81hm²，根据定安县自然资源和规划局提供的土地利用现状图（局部），土地复垦区内土地利用类型为采矿用地、工业用地、灌木林地、旱地、坑塘水面、农村道路、其他草地、其他园地、乔木林地、水田和橡胶园。本矿区复垦责任范围面积为 68.61hm²，复垦责任范围内土地利用类型为采矿用地、工业用地、灌木林地、旱地、坑塘水面、农村道路、其他草地、其他园地、乔木林地、水田和橡胶园。土地复垦区土地权属为定安县龙河镇南勋村委会、西坡村委会集体所有，整个生产项目区土地权属清楚，无土地权属纠纷，详见图 3-3。复垦责任范围内土地类型与权属见表 3-9。

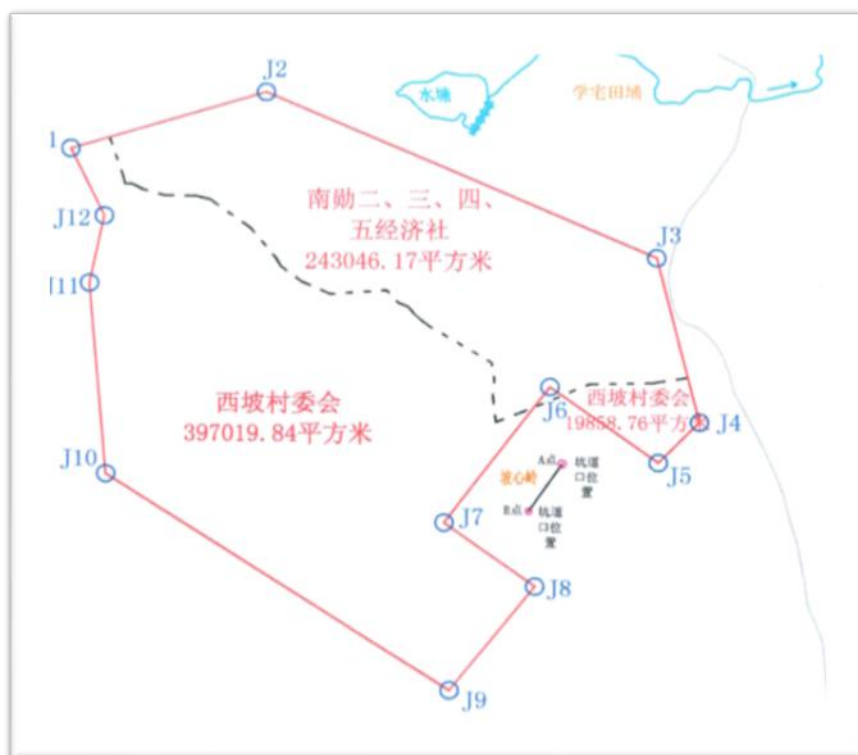


图 3-3 矿区范围内土地权属图

表 3-9 复垦责任范围内土地利用现状表 单位: hm^2

土地分类		面积 (hm^2)	比重 (%)	权属
1	灌木林地	3.28	4.78	定安县龙河镇南勋村委会、西坡村委会
2	旱地	0.05	0.07	
3	坑塘水面	1.01	1.47	
4	农村道路	3.82	5.57	
5	其他草地	0.43	0.63	
6	其他园地	24.83	36.19	
7	乔木林地	17.2	25.07	
8	水田	0.07	0.10	
9	橡胶园	16.31	23.77	
10	工业用地	1.61	2.35	
合计		68.61	100.00	
备注: 成品矿运输道路不列入复垦责任范围				

表 3-8 评估区矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区名称及编号		分布情况			地质 环境 条件	矿山地质环境现状评估					矿山地质环境预测评估					防治 措施
区	亚区	范围	面积	百分比		地质 灾害 影响	含水 层影 响	地形 地貌 景观 影响	水土 环境 影响	影响 程度 分级	地质 灾害 影响	含水 层影 响	地形 地貌 景观 影响	土地 资源 影响	影响 程度 分级	
			(hm ²)	(%)												
重点防 治区 (I)	I-1	矿区采场	66	56.37	复杂	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	严重	严重	工程 措施 生物 措施 监测 措施
次重点 区 (II)	II-1	加工区	7	7.95		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较严重	较严重	
	II-2	办公生活区	0.65			较轻	较轻	较轻	较轻		较轻	较严重	较严重			
	II-3	泥饼堆棚	0.08			较轻	较轻	较轻	较轻		较轻	较严重	较严重			
	II-4	矿山道路	2.05			较轻	较轻	较轻	较轻		较轻	较严重	较严重			
一般防 治区(III)	III-1	以矿山活动边 界以外 50m 影 响范围	41.77	35.68		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测 措施
合计			117.08	100												

二、修编方案与原方案对比

本修编方案与《三合一方案》修编方案采取的矿山地质灾害治理工程措施和矿区土地复垦工程措施是一致的，根据实际设计工程量有略微变化。主要参数变化详见表 3-10、3-11。

表 3-10 矿山地质灾害治理工程量

序号	治理工程	《三合一方案》修编工程量	《三合一方案》修编 2024 版工程量	备注
1	采场安全措施			
	安全围栏	3790	3792	
	铁丝网	6820.2	6825.60	
	水泥立柱	1263	1264	
	钢筋混凝土立柱	101.04	101.12	
	安全警示牌	23	23	
2	台阶排水沟			
	浆砌片石挡土墙	2535.8	3240.80	修编方案：台阶需要修建排水沟的长度为 3522m 修编方案 2024 版：台阶需要修建排水沟的长度为 4051m
3	采坑底板排水沟			
	开挖土方量	3245.39	3217.91	
	垫层	786.55	779.89	
	混凝土（C20）	1573.09	1559.77	
4	沉砂池			
	开挖土方	100	100	
	浆砌石	57.6	57.6	
	水泥抹面	2.4	2.4	
5	危岩清排	37480	37480	

表 3-11 矿区土地复垦主要工程量表

序号	工程	单位	《三合一方案》修编工程量	《三合一方案》修编 2024 版工程量	备注
一	工程措施				
1	场地平整	m ³	29203.51	24947.39	

2	覆土工程	万 m ³	132.89	130.08	
3	砌体拆除	m ³	3750.00	1750.00	
4	场地翻耕	m ³	30840.00	5280.00	
5	浆砌挡土墙工程	m ³	7968.00	7740.0	
二	生物措施				
1	乔木	株	80583.00	68655.00	
2	乔木养护	株	80583.00	68655.00	
3	喷灌系统	台	2	2	DC12-50 型潜水泵
4	PVC 给水管	m	9960.00	9675.00	
5	喷头	个	332.00	323.00	
6	坡面清理	m ²	178952.00	173963.00	
7	类壤土基质喷播	m ²	178952.00	173963.00	
8	坡面养护（2 年）	m ²	178952.00	173963.00	

三、矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

（一）矿山地质环境治理可行性分析

1、技术可行性分析

（1）地质灾害治理

本矿山开采矿种为细粒黑云母正长花岗岩及弱糜棱岩化细粒黑云正长花岗岩。设计采用自上而下分台阶开采，台阶高度为 12m，安全平台宽度为 6m，岩层台阶坡面角为 65°，采场最终边坡角为 42°~65°。根据同类矿山的开采经验，以及本矿石物理性能，矿区采坑的截面以及节理发育情况，矿区工程条件简单，按 65°坡面角进行采矿较为安全，一般情况下可以避免滑坡、崩塌地质灾害。从技术而言，矿山地质灾害治理是可行的。

（2）含水层破坏治理

矿山开采矿种为花岗岩，根据《地质勘查报告》矿区含水体富水性较弱。随着矿山开采活动的进行，地下水位将随着矿山开采面的降低而降低，预测采矿活动对矿区地下水层破坏较轻。

（3）地形地貌景观、地质遗迹、人文景观治理可行性

矿区范围内的植被大部遭到破坏，原地形地貌景观遭到严重破坏。针对地形地貌，

采取治理方式为：

- 1、台阶坡面：清除危岩体；
- 2、清扫台阶、平台、修建排水沟及挡土墙；
- 3、采坑底板修建挡土墙；
- 4、台阶、平台覆土种树，恢复植被，边坡采用类壤图喷播方式恢复植被复绿。

矿山地形地貌景观恢复采用清除危岩、修建排水沟及挡土墙，植树、树籽的方法可行。

2、经济可行性分析

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的责任原则，本矿山企业作为治理义务人，矿山地质环境投资费用由矿山企业全部承担。依据《矿产资源权益金制度改革方案》（国发〔2017〕29号），矿山企业应建立矿山环境治理恢复基金制度，由矿山企业单设会计科目，按照销售收入的一定比例计提，计入企业成本，由企业统筹用于开展矿山环境保护和综合治理。有关部门根据各自职责，加强事中事后监管，建立动态监管机制，督促企业落实矿山环境治理恢复责任。

此外，经过采取保护措施和土地复垦工程措施，可减少或可预防采矿活动引起的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，避免或尽可能地减少矿山地质灾害对周围矿山地质环境的危害，确保矿区周边人民群众生命及财产安全；同时使土地利用更加合理，充分利用土地资源，获得良好的经济效益。

综上，矿山地质环境治理经济上是完全可行的。

3、生态环境协调性分析

根据“边开采边治理，坚持预防为主、避让与治理相结合和全面规划、突出重点”的矿山地质环境保护与土地复垦的原则，合理设计恢复治理工程。在矿山生产过程中做到边生产边治理。对已形成的开采台阶及时复垦及绿化。使矿山地质环境保护与土地复垦后符合相关土地利用规划。

（二）矿区土地复垦可行性分析

1、复垦区土地利用现状

定安县龙河镇九定岭建筑用花岗岩矿区复垦区面积为 69.81hm²，根据定安县自然资源和规划局提供的土地利用规划图，复垦责任范围内土地利用类型为采矿用地、工业用地、灌木林地、旱地、坑塘水面、农村道路、其他草地、其他园地、乔木林地、水田和橡胶园。根据定安县多规合一，矿区拟损毁区域土地类型为三级林地、其他农用地、一般耕地和园地，详见图 3-4。

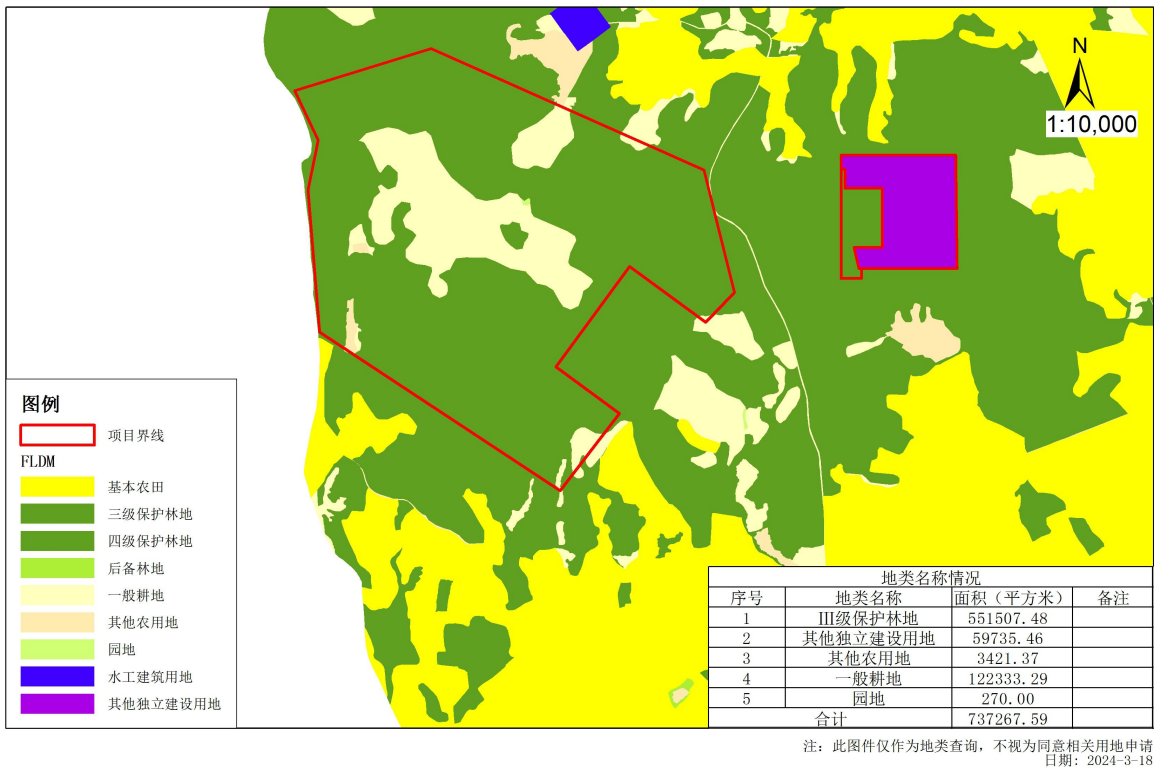


图 3-4 定安县九定岭矿区土地利用规划图

2、土地复垦适宜性评价

（1）适宜性评价原则

- ①符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调。
- ②因地制宜原则。
- ③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则。
- ④主导性限制因素与综合平衡原则。

⑤复垦后土地可持续利用原则。

⑥经济可行、技术合理性原则。

⑦社会因素和经济因素相结合原则。

⑧符合土地权益人意愿的原则。

（2）适宜性评价依据

土地复垦适宜性评价在详细分析项目区自然条件、社会经济以及土地利用状况的基础上，结合当地土地利用总体规划，依据国家和地方的法律及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。

（3）土地复垦适宜性评价技术路线

本项目与普通的土地适宜性评价相比，具有时间上的未来性与空间上的预测性。因此，必须考虑矿山损毁状况对土地利用的影响，并选取其中的主导因素作为土地利用受损毁状况影响的评价因素。同时，不同的复垦适宜利用方向，其影响因素不尽相同，因素间的重要性也存在或大或小的差异。

根据本项目的特点，因地制宜制定的适宜性评价技术路线，以期望得到最佳合理的土地复垦方案。

（4）评价单元划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元、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，是通过评价单元及其组合状况来反映。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。

根据本项目拟损毁土地预测结果。在土地复垦适宜性评价单元划分上，根据各破坏土地特征进行评价单元划分。评价单元应按以下原则进行划分：

①单元内部性质相对均一或相近；具有一定的可比性。

②单元之间具有差异性，能客观反映土地在一定时空上的差异性。

③单元内部的土地特征、复垦所采取的工程措施相似。

根据以上划分原则，本方案对复垦土地的评价单元划分如下：

① 露天采场区域与沉砂池损毁土地程度重度，根据“定安县多规合一”，矿区范围内为三级林地、其他农用地、一般耕地和园地，破坏土地类型为挖损，属于重度损毁，单独作为一个评价单元进行适宜性分析。

②加工区、办公生活区等工业场地损毁方式为压占，损毁的土地类型其他独立建设用地和林地，拟将加工区西部其复垦为林地，单独作为一个评价单元进行适宜性分析。

③闭坑露天采场开采平台及边坡，单独作为一个评价单元进行适宜性分析。

（5）初定确定复垦方向

根据土地利用总体规划和多规合一，并与生态环境保护规划相衔接，从矿山实际出发，通过对矿区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定项目区土地复垦方向。

1) 自然和社会经济因素分析

经现场调查，项目区周边土壤资源条件一般。项目区土地利用现状以橡胶林、林地、灌木、槟榔为主。据自然和社会经济因素分析，损毁土地以改善项目区生态环境为主，注重防止水土流失。

2) 政策因素分析

根据相关规划，项目区的土地复垦工作应本着因地制宜、合理利用原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦的相结合、因地制宜的原则，实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。综合项目区的自然条件和原土地利用现状，项目区的土地复垦以林地为主。

综合上述，初步确定项目区的复垦方向为露天采场和临时场地为林地，下面通过对各评价单元选择合适的指标和方法进行定量适宜性评价后，最终确定项目区的土地复垦方向。

（6）土地复垦适宜性评价方法

1) 评价因子确定

本次复垦单元评价因子是参考《中国 1: 100 万土地资源图》主要限制因素评价等级标准，再通过实地调查验证专家咨询论证等方法确定了农、林、园、牧、4 种复垦方向的评价因子。本次评价单元的选取时，着重考虑选取因子对评价单元影响程度的差别，本矿山开采矿种为花岗岩，开采过程中对土壤的污染很小，对复垦后的地块影响不大，所以未予考虑。

确定本矿山待复垦土地评价因子：地形坡度、有效土层厚度、灌溉条件、排水条件、土壤 pH 值 5 项，具体见表 3-12；

表 3-12 复垦土地主要限制因素的等级标准一览表

评价因子	农地（旱地）	园地	草地	林地	等级
地形坡度（°）	<10	<15	<15	<15	1
	10-15	15-25	15-25	15-25	2
	15-25	25-35	25-35	25-35	3
	>25	-	-	-	不
有效土层厚度（cm）	>90	>90	>90	>90	1
	60-90	60-90	60-90	60-90	2
	30-60	30-60	30-60	30-60	3
	<30	<30	<30	<30	不
排水条件	不淹没或偶然淹没，排水条件好	不淹没或偶然淹没，排水条件好	不淹没或偶然淹没，排水条件好	不淹没或偶然淹没，排水条件好	1
	季节性短期淹没，排水条件好	季节性短期淹没，排水条件好	季节性短期淹没，排水条件好	季节性短期淹没，排水条件好	2
	季节性长期淹没，排水条件较差	季节性长期淹没，排水条件较差	季节性长期淹没，排水条件较差	季节性长期淹没，排水条件较差	3
	长期淹没，排水条件很差	长期淹没，排水条件很差	长期淹没，排水条件很差	长期淹没，排水条件很差	不
灌溉条件	有稳定灌溉水源	有较稳定或稳定灌溉条件的土地	有较稳定或稳定灌溉条件的土地	有较稳定或稳定灌溉条件的土地	1
	灌溉水源保证差	灌溉水源保证差	灌溉水源保证差	灌溉水源保证差	2
	无灌溉水源	无灌溉水源	无灌溉水源	无灌溉水源	3
土壤 pH 值	6.0-7.0	6.0-7.0	6.0-7.0	6.0-7.0	1
	5.5-6.0, 7.0-8.0	5.5-6.0, 7.0-8.0	5.5-6.0, 7.0-8.0	5.0-6.0, 7.0-8.0	2 或 3
	>8.0,<5.5	>8.0,<5.5	>8.0,<5.5	>8.0,<5.0	不

注：表中“1、2、3”数字表示程度等级，代表适宜程度等级依次降低；“不”表示不适宜。

参评各评价单元开采前后特征是根据对各参评单元现状踏勘资料，并结合矿山后

期的建设方案进行预测，各参评单元的开采前后特征分析如表 3-13。

表 3-13 各参评单元开采前后特征分析

评价单元	开采前特征	开采后特征
露天采场	原为丘陵地貌，地类以林地为主，植被覆盖较好，主要为橡胶、乔木、灌木、杂草等。土层厚薄不一，坡度在 20 度左右。	土地被剥离挖损、植被破坏，场地岩石裸露，开采基底基本平整。地面标高为+110m，场地较为凹陷采坑，凹陷深度 2m。
采场边坡		形成 8 级开采台阶，台阶宽度为 6m 和 8m。土质边坡坡度 45 度，岩质边坡坡度 65 度。
加工区、办公生活区	原来场地植被覆盖较好，主要为橡胶、灌木、杂草等。坡度在 12 度左右。	生产附属区内建设有部分建筑，场地较平整，地面板结。
运输道路	原土地植被覆盖较好，主要为橡胶、灌木、杂草等。坡度在 12°左右。	原矿运输道路为泥石道路，道路板结。

2) 评价因子取值的确定

本矿各参评单元参评因子的选取，主要是依据现场调查数据资料，并结合对矿山评价单元开采后终了特征进行预测分析的。各参评因子取值如下：

① 效土层或风化层厚度取值：矿山闭坑后，露天采坑及边坡内几乎无直接供植被生长的土层，有效土层厚度参评值是按照闭坑后覆土厚度的取值，暂取 80cm，其他参评单元仅占用土地，矿山开采结束后土层厚度与原来基本相同，厚度大于 100cm。

② 地坡度取值：矿山开采终了后，采矿场基底为一平整场地，坡度小取 5°；矿山公路及生产附属区现状条件下坡度较为平坦，且矿山后期建设也不会改变现地貌，坡度依据现状取 10°以下；排土场结束后暂时堆放的表土回填至采坑，地形坡度与生产前变化不大，坡度依据现状取 10°以下；采矿场边坡能进行植被恢复的只有最终形成的安全平台和清扫平台，边坡取值 65°。

③ 水条件取值：露天采场开采结束后形成的凹陷采坑，利用剥离层回填至正地形，所有评价单元均可以排水。

④ 溉条件取值：主要是指耕地、园地旱季能保持人工灌溉的能力，根据现场调查，矿山北侧及南东侧均有水塘，常年积水，可作为灌溉的水源。

⑤ 土壤 pH 值：采矿场采用上部土壤作为覆盖表土，pH 值取 6.0-7.0，其他评价

单位基本都是原有的覆盖表土，pH 值取 6.0-7.0。

3) 参评单元适宜性评价结果

根据各参评单元确定评价因子值，结合农、林、园、牧 4 种复垦方向中评价等级表，并逐项进行对比分级，比对结果具体见表 3-14。

根据参评单元土地性质，对照拟定本矿山待复垦地块主要限制因素与旱地、林地、园地、草地评价等级标准进行逐项对比，采用极限条件法（即：只要有一项参评因子不适宜，即排除此种评价模式），最后确定了本矿待复垦土地的适宜性评价结果（表 3-15）。

表 3-14 本矿山待复垦土地参评单元比对结果表性质

评价单元	地类	地形坡度 (°)	有效土层厚度 cm)	排水条件	灌溉条件	土壤 pH 值
露天采场	取值	5	80	1	一般	6.0-7.0
	旱地	1	2	1	2	1
	林地	1	2	1	2	1
	园地	1	2	1	2	1
	草地	1	2	1	2	1
采场边坡	取值	平台 5°，边坡 45°~60°	0~80	排水条件 良好	一般	6.0-7.0
	旱地	不	2	1	2	1
	林地	3	2	1	2	1
	园地	3	2	1	2	1
	草地	3	2	1	2	1
加工区、 办公生活 区	取值	5	100	排水条件 良好	一般	6.0-7.0
	旱地	1	1	1	2	1
	林地	1	1	1	2	1
	园地	1	1	1	2	1
	草地	1	1	1	2	1
运输道路	取值	5	100	排水条件 良好	一般	6.0-7.0
	旱地	1	1	1	2	1
	林地	1	1	1	2	1
	园地	1	1	1	2	1
	草地	1	1	1	2	1

表 3-15 本矿山待复垦土地适宜性评价结果

评价单元	旱地适宜性	等级	林地适宜性	等级	园地适宜性	等级	草地适宜性	等级
采矿采场	勉强适宜	2	勉强适宜	2	勉强适宜	2	勉强适宜	2
采场边坡	勉强适宜	2	勉强适宜	2	勉强适宜	2	勉强适宜	2
加工区、办公生活区	勉强适宜	2	勉强适宜	2	勉强适宜	2	勉强适宜	2
运输道路	勉强适宜	2	适宜	2	适宜	2	适宜	2

(7) 复垦方向最终确定

根据土地复垦适应性评价结果，露天采场回填后可解决排水问题，与采场边坡、加工区和办公生活区、运输道路等 4 个评价单元均复垦为林地，露天采场边坡坡面可采用类壤土基质技术进行喷播复绿，平台采用修建挡土墙-挖坑覆土-植树绿化的方式复绿复垦方向可见表 3-16。

表 3-16 矿区待复垦土地复垦方向汇总

评价单元	多规合一规划地类	复垦利用方向	备注
露天采场	三级林地、其他农用地、一般耕地和园地	林地	
采坑边坡	三级林地、其他农用地、一般耕地和园地	林地	坡度限制
加工区	三级林地	林地	
运输道路	三级林地	林地	

3、水土资源平衡分析

(1) 水资源平衡分析

矿区复垦生态用水主要为林地栽植初期灌溉用水，用水量较小。灌溉水源采用矿区附近的水塘，灌溉水源可以满足复垦果树生长发育需要。采用喷灌和人工洒水等方式对种植的果树进行养护，时间不少于 1 年，直至形成稳定植被，待 3 年抚育期满后转为依靠自然降水。

(2) 土资源平衡分析

矿山开采结束后，矿山采坑底板凹陷 2m，将采坑底板回填 2.5m 后可自行排水则

可恢复成为林地，采坑台阶覆土厚度 0.8m，加工区、矿山道路及其他临时场地采用挖坑覆土植树方式恢复成为林地，挖坑尺寸为 0.8*0.8*0.8m。经计算，矿区复垦需要的土方量为 130.08 万 m³，详见表 3-17。

矿山经过一年开采剥离，现剩表土 764.95 万 m³，满足矿山复垦需要 130.08 万 m³ 的需求，后期开采剥离的部分表土堆置在矿山高程较低的位置，采用内排土场，腐殖土单独堆放，用于矿山闭坑复垦，确保矿山复垦土方满足林地要求。

表 3-17 复垦区复垦需土量计算表

复垦单元	复垦利用方向	覆土面积 (万 m ²)	需土量 (万 m ³)	备注
露天采场底板	林地	50.42	126.05	采坑底板凹陷 2m，平均覆土厚度 2.5m，坡度按 1%平整，矿山前期剥离的表土用于复垦后剩余土方回填采坑
露天采场台阶	林地	4.85	3.88	台阶总长度 9675m；修建挡土墙后，+194 平台、+122 平台覆土宽度为 6.7m，+182 平台、+134 平台覆土宽度为 3.4m，+170 平台、+146 平台覆土宽度为 4.7m，+158 平台覆土宽度为 5.4m，台阶覆土厚度 0.8m
加工区（西部）、矿山道路	林地	2.62	0.15	挖坑植树，0.8*0.8*0.8
总计	-	57.89	130.08	

4、土地复垦质量要求

根据《土地复垦条例》、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）及《海南省土地开发整理工程建设标准》，结合复垦区损毁土地的特点和当地的生态环境状况，在矿山已复垦土地积累的经验基础上，方案制定了复垦区土地复垦质量要求。

1) 复垦工程质量标准

- (1) 复垦利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调。
- (2) 拟复垦场地及边坡稳定性可靠，参照同类土、岩体的稳定性坡度值确定。

坡度一般不超过 25°。

(3) 用作复垦场地覆盖材料不应含有害成分，如复垦场地含有害成分，应先处置去除。视其废弃物性质、场地条件，必要时设置隔离层后再行覆盖。

(4) 覆盖后的场地规范、平整，覆盖层容重等满足复垦利用要求，用作林牧业时，坡度一般不超过 25°；

(5) 复垦场地有控制水土流失的措施。

(6) 复垦场地道路、交通干线布置合理。

2) 生态恢复质量标准

(1) 选择适宜乔木品种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种。

(2) 行株间距按 3.0m×3.0m（乔木）。

(3) 有效土层厚度大于等于 30cm，土壤容重小于等于 1.5，土壤质地以砂壤土至壤质粘土为主，PH 值为 5.0~8.0，有机质大于等于 1。

(4) 一年后苗木成活率 90%以上。

根据复垦适宜性和可行性分析结果确定复垦利用方向，依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）对东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制的标准，结合本复垦方案及当地实际情况，制定本方案土地复垦标准，具体如下：

1、根据工程标准参照国家土地管理局 2013 年 1 月 23 日发布实施的《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。恢复治理为林业用地一般要求如下：

a、覆土厚度为自然沉实土壤 0.8m 以上；

b、土壤容重（g/cm³）≤1.45；

c、覆土土壤 PH 值范围，一般为 6.0-8.5，土壤有机质≥2%；

d、配套设施:道路要达到当地本行业工程建设标准要求；

e、有控制水土流失措施，边坡宜植被保护。

2、边坡生态复绿标准

有效土层厚度≥0.5m；2）土壤容重≤1.5（g/cm³）；3）石砾含量≤20%；4）砂壤土至壤质粘土；5）土壤 PH 值 5.0~8.0；6）土壤有机质≥1%；7）密度 2 株/m；8）

植被恢复效果：三年后覆盖率 85%以上。

（三）土地复垦防洪标准

排水设施满足场地要求，利用主体工程设计的截排洪沟，防洪标准采用 10 年一遇标准。

四、矿山地质环境治理与土地复垦工程

（一）矿山地质环境保护与土地复垦预防

1) 目标任务

（1）总体目标

按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”、“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦预防的总体目标是：坚持科学发展观，在矿山开发过程中最大程度地遏制、减少与控制损毁土地和对地质环境破坏，并行之有效的治理矿山地质环境问题，为土地复垦工程创造良好的基础；闭坑后，实现矿山地质环境恢复治理与土地复垦，努力创建绿色矿山，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。

（2）主要任务

①未来开采过程中，矿山地质灾害（崩塌、滑坡）得到有效预防，减少经济损失，避免人员伤亡。

②矿山产生的固体废弃物集中堆放，并加大废石综合利用力度，减少占用土地资源和对地形地貌的影响。

③露天开采过程中，定期进行含水层水位、水质（地表水、废水、地下水）及土壤质量监测，矿山废水得到 100% 达标处理，水土环境污染得到遏制。

④矿业活动中减少、控制损毁土地面积和程度；闭坑后，全面恢复治理矿区地质环境，确保土地复垦率 100%，使矿区植被覆盖率不低于原有覆盖率水平。

2) 主要预防措施

(1) 地质灾害预防措施

加大矿山废石综合利用力度，主要用于矿山基础建设、回填采空区后复垦植树，减少对地形地貌景观破坏及复垦区土地的损毁，确保矿山排洪设施运行正常、排水沟渠通畅，预防崩塌、滑坡、泥石流地质灾害发生，减少对人身财产的危害和经济损失。

(2) 含水层破坏预防措施

开采过程中采取预防措施，减轻地下水水位下降程度；定期对矿区含水层水位、水质进行动态监测；开采结束后，使地下水位恢复上升，达到区域地下水位水平。

(3) 地形地貌景观破坏的预防措施

通过加强采空区回填，尽量避免或减少废石堆放破坏地形地貌景观；做好边开采边治理工作，及时恢复矿区地形地貌景观。

(4) 水土环境污染预防措施

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。采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤。加强对地表水、废水、地下水及土壤环境进行动态监测，建立矿区的水文、地质、土壤数据库。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。

(5) 土地复垦预防控制措施

制定对矿业活动损毁土地、植被资源进行土地复垦方案，并采取有针对性的工程措施及临时防护措施，减小和控制被损毁土地的面积和程度，改善矿区生态环境，确保矿业开发与区域生态环境和人文环境的协调发展。

(二) 矿山地质灾害治理

1、目标任务

矿山地质灾害治理的目标和任务是根据矿山地质环境现状及存在的主要矿山地

质环境问题和矿山地质环境影响评估结果,提出矿山地质灾害治理总体目标任务和阶段目标任务。

遵循“以人为本”的原则,在矿山建设、运营过程中,矿山地质灾害治理目标为:①保障矿山生产安全;②减少矿山地质灾害危害造成的人员伤亡和经济损失;③通过对滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害和地质环境的治理,消除地质灾害隐患和地质环境问题,提高矿区内的生态地质环境质量,以促进当地经济社会和自然环境的协调发展。

2、工程设计

1) 采场安全防护工程

待矿山开采结束后,将会形成最大高差为 96m 的采坑,为防止人员和牲畜误入,设计在露天采场外围设置安全围栏和安全警示牌围栏由立杆支撑防飞散铁丝网(每片铁丝网高度 1.80m、宽度 3.00m),安装立杆支撑的预制混凝土柱截面 20×20cm,高 2.0m,全长每间距 3.00m 埋置一根预制混凝土柱。警示牌为水泥材质单腿立式,总高 2.0m,警示文字部分 1.2m×0.8m(宽×长),基础埋深不小于 0.60m。据估算,安全围栏长度为 3792m,则需铁丝网 6825.60m²,预制混凝土立柱 1264 根,共需浇筑水泥立柱约 101.12m³,安全警示牌 23 块。为了方便施工,在施工时预留进出口,待全部工作完成后,再用铁丝网封锁。

2) 采场内部排水沟

为了使采坑开采台阶大气降水引流至矿区外界,防止大气降水冲刷台阶坡面及平台覆土回填影响台阶自然排水,设计在台阶+182m、+158m、+134m 和采坑底板修建排水沟,台阶排水沟采用在距台阶坡脚 0.5m 处修建一道浆砌片石档土墙,挡土墙截面为矩形,底宽 80cm、顶宽 80cm、高 100cm,与台阶坡面构成排水沟,需要修建排台阶水沟长度 4051m,浆砌片石方量为 3240.80m³。采坑平台修建的排水沟连接矿区东侧排水沟,将采坑平台大气降水经沉砂池引流至采场外围自然水系。

考虑到采坑底板汇水面积较大,在底板修建采用混凝土结构排水沟,上宽 1.4m、

下宽 0.892m、高 0.8m，开挖截面积为 0.916m²，并在截水沟底部铺设 10cm 厚混凝土垫层，垫层 0.222m²，混凝土（标号 C20 砼）面积 0.444m²，需要修建排水沟的长度 3513 m，开挖土方量为 3217.91m³，垫层 779.89m³，混凝土（标号 C20 砼）1559.77m³。

3) 沉砂池工程

在采坑底板北侧修建沉砂池，排水沟将大气降水引流至沉砂池沉清后再排到自然水系或地势低洼。沉砂池采用矩形断面，长×宽×深=10m×5m×2m；施工方法为挖掘机开挖，沉砂池用浆砌石砌筑，厚 48cm，表面 2cm 砂浆抹面，浆砌石 20m³（沉沙含量 > 500g/m³）。沉砂池开挖土方量 100m³，浆砌石量为 57.6m³，水泥抹面 2.4m³。

4) 危岩清除及削坡工程

开采及治理过程中需对坡面产生的危岩或不稳定的松散体进行清除，避免产生崩塌等地质灾害，预计清方量 37480m³。危岩清除及削坡工程平均运输距离为 1.0km。

3、技术措施

1) 采场边坡崩塌、滑坡防治工程

依前述，露天采场主体边坡为花岗岩，稳定性较好，发生崩塌、滑坡的可能较小。但因局部边坡岩石裂隙发育在采矿中受到爆破振动，可能会出现局部崩塌，易沿坡面崩落，对坡脚采矿设备及采矿人员可构成一定的威胁。局部小规模崩塌、滚落可采用清理废土石和危岩以恢复场地即可，无需其它特别工程措施进行边坡加固。在正常开采中可采取如下措施进行预防：

（1）露天采场必须严格按自上而下，台阶式开采顺序进行。

（2）边坡应严格按照设计及规范要求施工，对危石、顺坡悬岩和陡立岩应及时清除。对于规模小、危险度高的危岩体可采取机械开挖方式清除，消除隐患。

（3）消除或减轻地表水、地下水对滑坡的诱发作用：修建截排水沟，减少地表汇水浸泡、冲刷边坡。

（4）对采场台阶及边坡进行监测，设监测点观测边坡变化情况。

2) 危岩清除及削坡工程

开采及治理过程中需对坡面产生的危岩或不稳定的松散体进行清除，避免产生崩塌等地质灾害。

3) 排土场泥石流防治措施

- (1) 根据设计边界完成外部截水，防止山坡径流冲蚀排土场；
- (2) 根据设计要求，在堆体下坡方向修筑片石铁丝笼挡土墙。
- (3) 排土场堆土前，必须对基地清理腐殖土。排土场下部填大块石，增大其渗透性和摩擦阻力。

4、主要工程量

矿山地质灾害治理工程量详表 3-18。

表 3-18 矿山地质灾害治理工程量

序号	治理工程	《三合一方案》修编工程量	《三合一方案》修编 2024 版工程量	备注
1	采场安全措施			
	安全围栏	3790	3792	
	铁丝网	6820.2	6825.60	
	水泥立柱	1263	1264	
	钢筋混泥土立柱	101.04	101.12	
	安全警示牌	23	23	
2	台阶排水沟			
	浆砌片石挡土墙	2535.8	3240.80	修编方案：台阶需要修建排水沟的长度为 3522m 修编方案 2024 版：台阶需要修建排水沟的长度为 4051m
3	采坑底板排水沟			
	开挖土方量	3245.39	3217.91	
	垫层	786.55	779.89	
	混凝土（C20）	1573.09	1559.77	
4	沉砂池			
	开挖土方	100	100	
	浆砌石	57.6	57.6	

	水泥抹面	2.4	2.4	
5	危岩清排	37480	37480	

(三) 矿区土地复垦

1、目标任务

根据“科学合理、实事求是”原则，参照土地利用总体规划，征求土地权属人意见，结合土地损毁分析与预测结果，预测土地复垦责任范围 69.81hm²，拟复垦土地面积 68.61hm²。根据土地复垦适宜性评价，矿山底板平台（面积为 50.42hm²）覆土养护，复垦为林地；矿区边坡平台及边坡（覆土面积为 4.85hm²）进行覆土养护，复垦为林地，种植爬山虎等。矿山道路（面积为 0.85hm²）平整养护，复垦为林地。拟将加工区西部临时场地（面积为 1.76hm²）拆除，并平整覆土养护，复垦为林地。

矿区土地复垦的目标是源头控制、预防与复垦相结合；统一规划、统筹安排；因地制宜；复垦技术合理可行，操作性强，社会、经济、生态效益并重；符合土地利用总体规划要求，实现土地资源可持续利用。

矿区土地复垦的主要任务为矿区生产过程中对开采台阶覆土植树，做到边生产边复垦；矿区开采结束后对采坑底板回填至正地形，既能消除凹陷采坑长期积水带来的地质灾害隐患又能解决矿山复垦后的排水问题，回填至正地形标高矿坑底板可顺地形自然排水。矿区闭坑后对排土场和配套设施用地（包工业场地、沉砂池和矿山道路）平整挖坑植树，达到林业用地要求后种植林木。

2、工程设计

根据土地复垦适宜性评价，本方案将工业场地和采坑底板复垦为林地，矿区边坡平台复垦为林地。矿山前期基建剥离过程中对土壤已经产生破坏为使种植的树木生长需要，需对其回填表土。土地复垦措施包括工程措施、生物措施两大方面。

1) 工程措施

本项目土地复垦采取的工程技术措施主要有：表土剥离、场地平整、覆土工程、

砌体拆除、场地翻耕、排水工程等。

(1) 场地平整工程

土地平整过程是复垦工作的主要工作内容之一。生产建设项目损毁、占压土地后，使原有的土地形态发生可改变，可能损毁土地的表层起伏不平，难以达到预期的土地利用方向。

土地平整主要采用局部平整方式，以复垦单元为平整单元进行平整。为减少挖填方工程量，采用推高填低，尽可能做到挖填平衡。林地场地平整工序为：首先采用推土机平整，再覆盖 0.8m 表土并适当压实，然后将其余表土均匀的覆盖在表面，最后进行人工平整。场地平整示意图详见图 3-5。

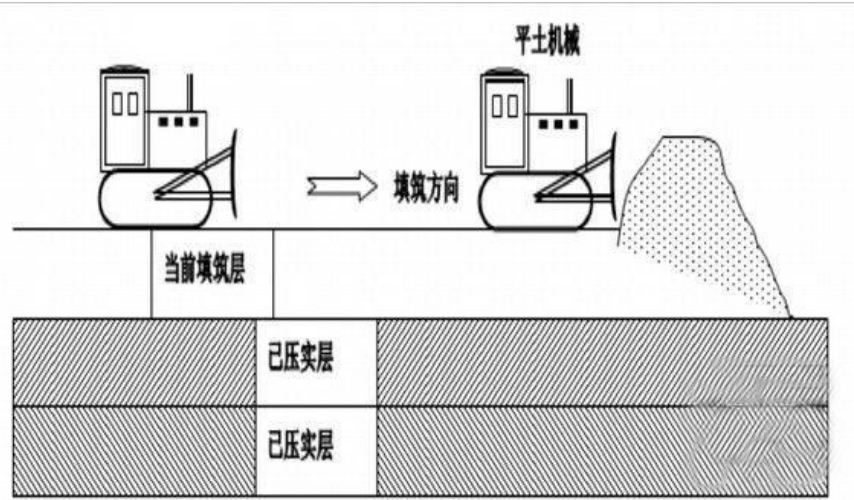


图 3-5 场地平整示意图

平整场地每公顷土地土方量 v' ，可按下列经验公式计算：

$$v'=5000 \cdot tga \text{ (m}^3/\text{hm}^2\text{)}$$

式中， a 为地表平均坡度， $a=3^{\circ}\sim5^{\circ}$ ：

设平整土地面积为 S ，则需要平整土地工程量 V ：

$$\begin{aligned} V &= v' \cdot S \\ &= 5000tg a \cdot S \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

拟复垦区平整场地面积 57.03hm^2 ，平均坡度取 $3^{\circ}\sim5^{\circ}$ ，平整土方量 24947.39m^3 。

平整场地参数见表 3-19。

表 3-19 平整场地工程量

复垦单元	平整面积 (hm ²)	平均坡度 a (°)	平整工程量(m ³)	备注
采坑底板	50.42	5°	22055.89	
加工区	1.76	5°	769.90	
露天采场台阶	4.85	5°	2121.60	
合计	57.03		24947.39	

(2) 覆土工程

场地经平整后,按照各区的植物种植和翻土深度要求确定覆土厚度,回填土壤需浇一定量水,待土层自然沉降变紧实后种植植被。

本方案拟复垦区覆土面积 57.89hm²,露天采场回填土按照 1%坡度向 K10~K11 号拐点回填土厚度 2.5m,台阶覆土厚度 0.8m,临时场地挖坑覆土,树穴尺寸为 0.8m*0.8m*0.8m,经计算,矿区复垦需要土方量为 130.08 hm²。覆土工程参数见表 3-20。

表 3-20 覆土工程量

复垦单元	复垦利用方向	覆土面积	需土量	备注
		(万 m ²)	(万 m ³)	
露天采场底板	林地	50.42	126.05	采坑底板凹陷 2m, 平均覆土厚度 2.5m, 坡度按 1%平整, 矿山前期剥离的表土用于复垦后剩余土方回填采坑
露天采场台阶	林地	4.85	3.88	台阶总长度 9675m; 修建挡土墙后, +194 平台、+122 平台覆土宽度为 6.7m, +182 平台、+134 平台覆土宽度为 3.4m, +170 平台、+146 平台覆土宽度为 4.7m, +158 平台覆土宽度为 5.4m, 台阶覆土厚度 0.8m
加工区(西部)、矿山道路	林地	2.62	0.15	挖坑植树, 0.8*0.8*0.8
总计	-	57.89	130.08	

(3) 砌体拆除

矿山闭坑后,应将工业场地不再利用的建(构)筑物、临时工棚等砌体拆除,清

理建筑垃圾和废料。清理硬化地表，回填客土后复垦为有林地。经估算，工业场地建筑面积约为 3500m²，参考国内砖混建筑垃圾产生标准，每 m² 按产生建筑垃圾 0.5m³（折合 0.8t~0.9t）计算，共需砌体拆除和清理建筑垃圾 1750m³。

（4）场地翻耕

工业场地砌体拆除清理后的场地可能起伏不平，难以达到预期的土地利用方向，需对场地进行翻耕（厚度 30cm）。考虑排水工程要求，翻耕将高处土壤向低洼处回填，使翻耕后的平台面向一侧形成一定的坡角，便于自流排水，翻耕平整后的土地坡度不超过 10°。工业场地翻耕面积 1.76hm²，翻耕厚度 0.3m，翻耕土方量 5280m³。

（5）台阶平台挡墙：采场台阶土地复垦采用植生槽复垦技术。为了使平台能够适宜植被生长，需在开采平面修建挡墙。其方法为分别位于距边坡坡顶线约 0.5m 处修筑底宽 80cm、顶宽 80cm、高 100cm 的（截面积 0.8m²）浆砌混凝土块挡墙，台阶平台覆土，各级平台外侧布置挡土墙，详见施工大样图。平台覆土后种植乔木。矿区边坡平台长度为 9675m，修建挡土墙 1 道，需浆砌片石挡土墙各约 7740m³。

2）生物措施

（1）树种选择

根据矿区自然条件和当地有关部门的营林经验，结合矿山开采过程中形成的人工地形条件，树种选择应该以地带性植被、乡土植物为主。林地种植选用乔木（马占相思、桉树等，具体树种类型由业主根据周边环境而定），台阶边坡采用类壤土喷播技术。

（2）植树技术

采坑底板（面积 50.42hm²）、和工业场地及矿山道路（面积 2.62hm²）进行覆土养护，复垦为林地；矿区边坡平台（面积 4.85hm²）进行覆土养护，复垦为林地，台阶边坡采用类壤土喷播技术。

采坑底板和工业场地及矿山道路植树面积为 53.04hm²，排株间距：3m×3m，需

要种植乔木58933株。矿区边坡平台区域复垦为其他林地，台阶上种植2排乔木，间距为2m一株，矿区边坡平台长度约9675m，共需要种植乔木9675株。坡面面积共173963m²，类壤土喷播面积共173963m²。

（3）喷灌系统

利用矿区南侧龙州河作为水源，安装安装喷灌系统。为便于灌溉各台阶种植树木，在台阶坡脚处设置直径为50mmPVC给水管，安装喷头，自动化喷水，减轻养护成本，共需PVC管9675m。

为便于供水，本方案增加2台DC12-50型潜水泵，水泵的额定流量Q=10m³/h，额定扬程H=174m，电机功率15kW，2950r/min。选用旋转式喷头，射程范围为15m，流量为60L/min，预计供需安装喷头323个。两套喷灌系统同时工作。乔木典型设计见表3-21，植物措施工程量表见表3-22。

表 3-21 植树典型设计表

立地条件特征		下层废弃石、表层覆土，砂壤土
植树技术	植物名称	经济林地，马占相思等
	株行距	乔木树线距2m，乔木3m×3m
	坡面	类壤土喷播技术
	场地清理	清除地表大石块和其它杂物，覆土30～50cm以上
	整地	全面整地
	种植季节	春季或雨季2～7月，阴天或小雨天
	抚育管理	次年雨季补植；第二年、第三年各除草培土1次；防火， 防病虫害，防牲畜和人为损害

表 3-22 植物措施工程量表

植树位置	树种及草种	种植面积 (hm ²)	种植密度 株/hm ²	种植量及 播种量(株)	抚育管理(hm ²)
采坑底板	林地	50.42	1112	56067	50.42
加工区（西部）、 矿山道路等	林地	2.62	1112	2913	2.62
矿区边坡平台	林地（乔木）	（平台长度 9675m）	间距为 2m 一株 ， 两排	9675	4.85
	类壤土喷播	坡面面积 173963m ²		173963m ²	17.40m ²
合计	林地（乔木）			68655.00	75.29

（4）坡面治理

1) 坡面可采用类壤土基质技术进行喷播复绿。其施工方法如下：

材料试验→边坡修整→打设锚杆→铺设镀锌铁网→喷射有机基材→液压喷播植生→覆盖无纺布→养护管理→绿化成坪。

〔1〕材料试验

开工前对铁丝网、种植土和锚杆钢筋进行相关检验，获取足够的试验数据，确保使用材料满足设计要求。材料试验内容包括：铁丝网的规格尺寸及单位面积质量；种植土的相关指标及pH值；锚杆钢筋的规格尺寸及强度指标。

〔2〕坡面清理

爆破及开挖后的边坡一般都是凹凸不平，且悬挂有许多松石，必须采用人工进行清理，清理工作自上而下，将松动的浮石、浮土、垃圾、杂草及有害物质逐一清理干净，尽量使坡面平整，坡面每延米的凹凸度最大不超过±20cm。对于光滑岩面，通过加密锚钉或挖掘横沟等措施进行加糙处理，以免下滑。

对大的孤石不会松动可以保留，对较深的空洞有条件的必须补平，最后将清理下来的土石清运出现场。

由于边坡较陡，施工人员应佩带安全带、悬挂安全绳。

〔3〕锚杆施工

锚杆布孔要根据坡比和岩石破碎程度确定孔距和孔深，本工程设计锚杆孔距纵横间隔均为2米，锚杆进入边坡长度统一为50cm,施工前先进行布点放样，采用风钻锚孔，固网长锚杆孔洞深1m,短锚杆孔深60cm;固网长、短锚杆交错布置，局部适当加深，孔口直径为5cm,孔向与坡面基本垂直锚孔穴布设。锚杆埋入锚孔内，露出孔口20~30cm,然后用水泥砂浆灌注穴孔，固牢锚杆。

〔4〕铺设镀锌铁丝网

铺设时，铁丝网挂入坡顶锚钉后沿坡面自上而下的进行挂网施工，网铺于坡顶

时需延伸60cm,用桩钉固定。水平方向搭接至少10cm,底部埋入边沟边缘以下15cm,挂网施工后应确保紧贴坡面。

[5] 培养基材拌制

培养基材由种植土,纤维、有机质、肥料等按一定比例掺和而成。种植土选用黏性红土(黄土),土粒径 $\leq 2\text{cm}$,含水率 $\leq 30\%$ 。纤维可选取稻草、木纤维、椰丝等。有机质可选取锯木屑、椰粉、草炭等。肥料由钙镁磷、复合肥、有机肥组成。施工前,应进行现场调查及试验,确定培养基材合适的配比,各外加入的物料按配比倒入混凝土搅拌机料斗搅拌,搅拌时间不应少于5min。拌和后,以“手抓混合料成团,松开掉地能散开”为宜,物料随拌随喷。

[6] 种子混合液

将草种、木纤维、复合肥、保水剂、粘合剂按20: 200: 50: 5: 1的比例溶于水中,经过机械充分搅拌,形成均匀的混合液。

[7] 喷射基材和种子混合液

将混合好的培养基高压喷射至坡面上,共分两次喷射,首先喷射不含种子的混合料,待第一次喷射的混合土达到一定强度后,紧接着第二次喷射含种子的混合材料,将经过催芽处理后的种子加入基质材料、腐殖土、粘结剂、纤维、缓释复合肥、保水剂等搅拌均匀后,喷射在混合土层上,喷播坡面最终喷射混合材料平均厚度应为12cm。施工时根据不同坡面坡度及工艺选择喷射厚度,施工时严格核准材料混合比例及用水量,采用合格的基质材料,经业主验收同意。

[8] 无纺布覆盖

无纺布能起到保湿、保温的作用。草种播完后立即覆盖无纺布。无纺布覆盖时,应用“U”形钉固定,注意不要留接缝。无纺布搭接处(不少于15cm)及每片无纺布的头尾均用C型铁丝钉或竹签加以固定,并撒上少量的细砂或细土压边,高垫坡或风口处还应在其上下压土(石)、中部接绳加固。

无纺布覆盖后，应注意观察种子发芽和生长情况，待草、灌木长到3cm后，可撤去无纺布。冬天霜冻时，可适当延后。

[9] 养护管理

浇水量大于植被地表蒸发量和植物蒸腾量的总和，水源由业主在加工区指定取水点，距离矿区约2公里；施肥分为施底肥和追肥，每平方米用缓释复混肥不少于30g，追肥掌握种类、时间、数量和方法，一年后成活率不低于95%。

前期养护60天，以喷灌水为主，经常保持土壤湿润，以促进种子发芽和快速生长覆盖坡面；后期养护靠自然雨水养护，若遇干旱，应适时喷水，并追施氮肥，促苗转青，若遇旱情应适时喷水。发现病虫害时及时喷药，防止蔓延。

2) 材料

[1] 种子

本次设计中选取以乡土植物为主，外来植物种子为辅的植物群落，适应当地自然生态环境，植被建成后在景观效果上须接近自然，并与周边山体景观协调融合。本次复绿施工种子包含银合欢，马占相思、木豆，葛藤、辣木。喷播种子的要求：

外来物种必须提供检疫报告；禾本科植物种子质量不低于GB6142-1985规定的二级标准；所有种子要在使用前进行发芽试验。

[2] 种植土

①PH值为5.5-7.5间壤土，疏松：不含建筑和生活垃圾。

②种植层须与地下层连接，无水泥板、沥青、石层等隔断层，以保持土壤毛细管、液体、气体的上下贯通。草地要求土深15cm内的土无任何方向上大于1cm的杂物石块少于3%；花草木要求土坑内的土任何方向上大于3cm的杂物、石块少于5%。

③在耕翻中，若发现土质不符合要求，必须换合格土。换土量最小标准为：带土球苗木，种植穴内土壤必须更换；灌木花坛种植，种植范围内换土在30cm以上；换土后应压实，使密实度达80%以上，以免因沉降产生坑洼。

[3] 肥料

①应优先使用经过沤制的农家肥。

②如使用化肥时，应为标准农用化肥并按袋装提供。化学肥料中氮、磷、钾的含量应根据施工季节和土壤肥力状况选定。

③混合肥料由10%的有机肥、20%的化肥、70%的表土，均匀拌和而成。有效营养成分符合要求的液体化肥也可使用。

[4] 保水剂

是一种无毒无害的功能性高分子化合物，遇水可吸水膨胀成百上千倍，这些水分不易被一般的物理方法排出，而植物根系却能吸收贮藏于保水剂中的水分。保水剂可将偶然降雨迅速地吸收而膨胀成凝胶将水分贮藏起来，干旱时便慢慢地释放给根系。喷混植生岩石表面上的种植基层平均厚度一般为10厘米，比一般土层厚度薄，而且岩石基本上不透水，极不易贮藏水分，岩石上植物种子的发芽和生长对气候相当敏感，稍一干旱便会凋败枯萎，此时保水剂的保水作用是岩石上植物得以正常生长发育的关键。根据实践经验，岩面上绿化用的保水剂可选择吸水倍率较低，但吸水重复性好而使用寿命长的丙烯酰胺-丙烯酸盐共聚交联物类的较大颗粒产品。

[5] 黏合剂

为避免风雨等自然因素对种植基材造成的侵蚀、冲刷，必须在种植基层中加入相当数量的粘合剂，以促使基质与岩石粘结和增强基质本身的抗侵蚀冲刷。粘合剂常用有化学粘合剂和普通硅酸盐水泥，水泥的碱性对种子生根、发芽是有害的，因此加入水泥时应严格控制其用量，最大用量不得超过80kg/m³。对于土壤的酸碱性和物理机能，视情况加入一定的土壤改良剂。

辅助粘结剂：主要使用红粘土、过磷酸钙和pH缓冲剂，利用它们本身的酸碱性和缓冲性和红粘土的高量活性铝水解产生酸度进行pH调节，使喷混基料的pH值由强碱性(pH8.0~8.5)降低到中性(pH6.8~7.2),适合植物生长。喷混基料的pH值会随植物生长

而有一定的降幅，所以，应采用比较成熟的pH值调节技术使喷混基料的pH值调节到一个适宜植物生长的范围。

[6] 木纤维

木纤维是由天然林木加工后的剩余物再经特殊工艺加工而成。木纤维的使用对于调整表层土壤结构、增加有机质含量、涵养水分、防止流失和保护种子等方面，具有不可替代的作用。喷播用的木纤维以6~6.5mm为主，吸水性为10~12.5倍。木纤维分为原色木纤维和染色木纤维。液压喷播宜选用染色木纤维，以保证喷播的均匀性。

[7] 无纺布

无纺布由包括化学纤维和植物纤维等在湿法或干法抄纸机上制成，虽为布但不经纺织，克重16g~18g/m²。在草坪成形前，无纺布兼具防冲刷作用，因此非常重要。每平方米克数越低的无纺布越容易刺破且易被风吹落，因此无纺布应严格按照设计要求使用。

[8] 锚钉

锚钉采用长不小于200mm,12mm,间距不大于2000mm,梅花状布置。

[9] 镀锌铁丝网

热镀锌铁丝网，选用 $\Phi 2.2$ 的钢丝，50×50mm网孔的钢丝格网，丝径不小于2mm，允许偏差0.02mm；丝径外侧覆PVC镀层进行防腐处理，铁丝抗拉强度不低于300Mpa，网材质量符合其产品质量标准要求。

崖面用电钻按1m×1m间距梅花形布置钢钎。钢钎分两类，小号为 $\Phi 2$ cm、长40cm，大号为 $\Phi 2.5$ cm、长60cm，以适应不同硬度岩面，软质面用大号钎，硬质面用小号钎；挂网施工采用自上而下放卷，相邻两卷网需用绑扎铁丝连接固定，两网交接处至少有5cm的重叠，网与作业面保持5cm间隙，并均匀一致，网与坡面保持平顺，使客土基质在坡面形成一个持久的整体板块。

3)主要工程量

根据土地复垦工程设计，复垦工程量主要包括工程措施、生物措施。本方案复垦工程量不包括已有的矿山主体工程 and 水土保持工程、矿山地质环境保护与恢复治理工程设施，如表土剥离、场地平整、覆土工程、砌体拆除等，也不进行投资估算。

本项目土地复垦主要工程量见下表 3-23。

表 3-23 矿区土地复垦主要工程量表

序号	工程	单位	《三合一方案》修编工程量	《三合一方案》修编 2024 版工程量	备注
一	工程措施				
1	场地平整	m ³	29203.51	24947.39	
2	覆土工程	万 m ³	132.89	130.08	
3	砌体拆除	m ³	3750.00	1750.00	
4	场地翻耕	m ³	30840.00	5280.00	
5	浆砌挡土墙工程	m ³	7968.00	7740.0	
二	生物措施				
1	乔木	株	80583.00	68655.00	
2	乔木养护	株	80583.00	68655.00	
3	喷灌系统	台	2	2	DC12-50 型潜水泵
4	PVC 给水管	m	9960.00	9675.00	
5	喷头	个	332.00	323.00	
6	坡面清理	m ²	178952.00	173963.00	
7	类壤土基质喷播	m ²	178952.00	173963.00	
8	坡面养护（2 年）	m ²	178952.00	173963.00	

（四）含水层破坏修复

矿区地下水主要接受大气降水补给。经预测评价，矿体含水性较弱，矿山开采对矿区周围含水层破坏影响较小。矿山在开采过程中不产生有毒、有害物质，不对含水层水质产生影响，不会影响到矿区及周围生产生活供水。根据矿山含水体富水性弱，采矿活动对矿区周边含水层影响小的情况，因此，矿山无需对此专门设置含水层破坏治理工程。

（五）水土环境污染修复

1、地表水

本矿区生产用水主要是是采场、道路洒水降尘和穿孔机湿式作业用水，生产废水不含有毒物质、不含有害物质且产生量较小，经自然蒸发渗透，不会对外环境产生影响。生活污水采用 WD-2 地埋式生活污水处理设施处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准（COD：100mg/L，BOD₅：20mg/l，NH₃-N：15mg/L，SS：70mg/L）后用于矿区场地的绿化，对地表水环境影响很小。雨季采矿坑会有不同程度积水，经排水系统引流至沉砂池，经沉淀可作为矿山降尘、绿化用水。对地表水环境影响较小。

2、地下水

本矿区开采矿石为建筑用花岗岩矿石，所采矿石不具有腐蚀性和浸出毒性，不属于具有腐蚀性和浸出毒性的危险废物，属于一般固体废物。经类比于同类矿山，淋滤水水质中不含有毒有害物质，满足地下水III类水标准的要求。因此，对矿区及周围地下水不产生污染。

3、土壤

本项目为花岗岩矿开采，非油井开采，不会产生落地油对土壤环境的污染，对土壤环境污染主要为施工燃油机械的油滴、漏和发生在事故条件下油泄露，并对事故源周围土壤产生污染。在严格规范开采作业，尽量减少施工事故的发生，对土壤环境的影响较小。

本矿区水土环境污染的修复较简单，在矿区开采过程中和闭坑后，及时的进行矿区环境治理及土地复垦绿化工作，将减少对该区域的水土环境污染。

（六）矿山地质环境监测

1、监测级别确定

（1）参照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），根据矿业活动影响对象重要程度、矿山建设规模、矿山开采方式、矿山生产阶段等影响因素确定，

监测级别分为一级、二级、三级，见表 3-24。

表 3-24 矿山地质环境监测级别

生产阶段	矿业活动影响对象重要程度	开采方式	矿山生产建设规模		
			大型	中型	小型
在建	重要		一级	二级	三级
	较重要		一级	二级	三级
	一般		一级	二级	三级
生产	重要	混合	一级	一级	一级
		露天	一级	一级	二级
		井下	一级	二级	二级
	较重要	混合	一级	一级	二级
		露天	一级	二级	二级
		井下	二级	二级	三级
	一般	混合	一级	二级	二级
		露天	二级	二级	三级
		井下	二级	三级	三级
闭坑	重要		二级	二级	三级
	较重要		二级	三级	三级
	一般		三级	三级	三级

(2) 参照《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T 0287-2015)，矿业活动影响对象重要程度根据集中居民区人口、重要交通干线等级、水利水电设施规模、国家及省级保护区级别、重要供水水源地类型、耕地林地面积等确定，分为重要、较重要和一般，见表 3-25。

表 3-25 矿业活动影响对象重要程度分级表

影响对象	重要	较重要	一般
居民区	300 人以上的居民居住区	100~300 人居民居住区	100 人以下居民居住区
交通干线	铁路、高速公路、一级公路	二级公路、三级公路	四级公路
水利水电措施	中型以上水利水电工程	小型水利水电工程	无水利水电工程
自然保护区	国家级自然保护区、地质公园、风景名胜区或重要旅游景区	省级及以下自然保护区、地质公园、风景名胜区或较重要旅游景区	无自然保护区及旅游景区
供水水源地	大型集中式供水水源地	小型集中式供水水源地	分散式供水水源地
耕地林地	面积大于 500 亩	面积 200~500 亩	面积小于 200 亩

(3) 生产阶段分为在建、生产、闭坑；开采方式分为露天、井下、混合；矿山生产建设规模分为大型、中型、小型。

对照上述监测级别的确定因素及指标，结合本矿山实际，作出如下判定：

- 1) 矿山生产阶段为生产；
- 2) 矿区内影响耕地面积小于 500 亩，林地面积大于 200 亩并小于 500 亩，矿业活动影响对象重要程度属较重要区；
- 3) 本矿山生产建设规模为 112 万 m³/年，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，该矿山生产建设规模为大型（建筑石料≥10 万 m³/年为大型）。

综合判定，矿山监测级别为一级。

2、监测内容及方法

（1）监测内容

监测内容包括矿区采矿活动引发或可能引发的不稳定边坡、地下水环境破坏、地形地貌景观破坏、地下水环境恢复及地形地貌景观恢复等矿山地质环境问题及主要要素。保障矿山正常生产活动和生产人员、设备的安全。

（2）监测方法

露天采场稳定性采用简易监测方法，常用的有定期目视检查和安装简易监测设施两种，目视监测通过观察崩塌滑坡体裂缝变化，有无石块滚落，滑坡体前缘有无鼓起和有规则的裂缝，后缘有无明显弧形裂缝等；地下水水位（水温）采用自动监测方法，水量、水质采用人工监测方法；地形地貌景观破坏与恢复采用遥感影像监测方法

3、监测点密度及监测频率

（1）参照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015），根据监测对象、监测要素、监测级别确定监测点密度及监测频率，见表 3-26。

（2）汛期或则监测要素动态出现异常变化时，可提高监测频率或增加监测点密度，监测要素数值半年以上无变化或变幅特小时，可适当降低监测频率或监测点密度。

表 3-26 矿山地质环境监测点密度和监测频率

监测对象	监测要素	监测级别	监测点密度	监测频率	监测级别	监测点密度	监测频率	监测级别	监测点密度	监测频率
不稳定边坡	地表变形		4 个/体~6 个/体	4 次/月~6 次/月		2 个/体~4 个/体	2 次/月~4 次/月		1 个/体~2 个/体	4 次/月~6 次/月
	地下变形		2 个/体~4 个/体	4 次/月~6 次/月		1 个/体~2 个/体	2 次/月~4 次/月		1 个/体~2 个/体	4 次/月~6 次/月
	岩土体含水率		2 个/体~4 个/体	6 次/月~12 次/月		1 个/体~2 个/体	4 次/月~8 次/月		1 个/体	1 次/月~3 次/月
	土压力		2 个/体~4 个/体	4 次/月~6 次/月		1 个/体~2 个/体	2 次/月~4 次/月		1 个/体	1 次/月~3 次/月
	地应力		2 个/体~4 个/体	4 次/月~6 次/月		1 个/体~2 个/体	2 次/月~4 次/月		1 个/体	1 次/月~3 次/月
	降水量		1 个/矿	自动监测 48 次/天		1 个/矿	自动监测 24 次/天		1 个/矿	自动监测 12 次/天
	地声		1 个/体	自动监测 48 次/天		1 个/体	自动监测 24 次/天		1 个/体	自动监测 12 次/天
	地下水位(水温)		1 个/体	自动监测 24 次/天 人工监测 10 次/月		1 个/体	自动监测 12 次/天 人工监测 5 次/月		1 个/体	自动监测 6 次/天 人工监测 3 次/月
地下水环境破坏	含水层厚度孔隙率渗透系数		2 个/km ² ~3 个/km ²	3 次/年		1 个/km ² ~2 个/km ²	2 次/年		1 个/km ²	1 次/年
	地下水位(水温)		6 个/km ² ~8 个/km ²	自动监测 48 次/天 人工监测 10 次/月		3 个/km ² ~5 个/km ²	自动监测 24 次/天 人工监测 6 次/月		1 个/km ² ~2 个/km ²	自动监测 12 次/天 人工监测 3 次/月
	地下水水量		4 个/km ² ~6 个/km ²	12 次/年		2 个/km ² ~3 个/km ²	6 次/年		1 个/km ²	2 次/年
	地下水水质		4 个/km ² ~6 个/km ²	6 次/年		2 个/km ² ~3 个/km ²	3 次/年		1 个/km ²	2 次/年
地形地貌景观破坏	剥离岩土体积		高分辨率影像或照片	3 次/年~6 次/年		高分辨率影像或照片	2 次/年~4 次/年		高分辨率影像或照片	1 次/年
	植被损毁面积			3 次/年~6 次/年			2 次/年~4 次/年			1 次/年
	降雨量		1 个/矿	自动监测 48 次/天		1 个/矿	自动监测 24 次/天		1 个/矿	自动监测 6 次/天
地下水环境恢复	地下水位(水温)		2 个/km ² ~4 个/km ²	自动监测 12 次/天 人工监测 3 次/月		2 个/km ²	自动监测 6 次/天 人工监测 2 次/月		1 个/km ²	自动监测 2 次/天 人工监测 1 次/月
	地下水水质		2 个/km ² ~4 个/km ²	3 次/年		2 个/km ²	2 次/年		1 个/km ²	1 次/年
地形地貌景观恢复	危岩治理体积		1 个/体	3 次/年		1 个/体	2 次/年		1 个/体	1 次/年
	绿化面积		高分辨率影像	3 次/年		高分辨率影像	2 次/年		高分辨率影像	1 次/年

(3) 监测点布设

本方案共布设不稳定斜坡监测点 8 个,露天采场边坡稳定性监测布置在北西和南

东两个高边坡段，边坡每隔 1 级台阶布设一点。测量点设在变形影响区坚实稳固处，每个监测点埋设 1 根高 15cm 的水泥柱，通过测量不同时段水泥柱的标高和坐标，可有效的监测出该点的位移和沉降情况，从而查明隐患点的变化情况，进而对可能发生的地质灾害作出预警；布设地下水环境破坏与恢复监测点 4 个，分别位于矿区中部及南北两侧，监测地下水水位（水温）、水量、水质变化情况；及地形地貌景观破坏与恢复监测点。

（4）监测频次

①开采边坡监测频次为 4 次/月。特殊情况下每天 1 次，直至连续跟踪监测。

②地下水环境破坏与恢复监测：水位（水温）为自动监测 24 次/天，水量、水质为人工监测 2 次/年。

③地形地貌景观破坏与恢复监测为每季度一次，4 次/年。

4、主要工程量

每年地质环境监测工程量见表 3-27。

表 3-27 每年地质环境监测工程量表

序号	类别	监测频次	工程量	备注
1	边坡人工监测	每月开展 4 次	1056 次	
2	水量、水质人工监测	每年开展 2 次	44 次	
3	地形地貌景观破坏与恢复测量	每年开展 4 次	88 次	

（七）矿区土地复垦监测和管护

1、管护措施

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 1 年的管护，坡面进行 2 年管护，按时对复垦地区采取浇水、除虫等措施，以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。

本方案土地复垦管护对象为挖损区复垦为林地的区域，管护措施主要包括灌溉养护、中耕除草、追肥、病虫害防治和培土补植等，本方案土地复垦管护期限为 1 年。

具体林地管护措施工程设计如下：

（1）水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生产及早郁闭。通过罐车拉水适时灌溉，以保护林带苗木的成活率。栽后浇水 1 次；一周后第 2 次，有条件的地方 3 周后浇第 3 次浇水。

（2）林木修枝

乔木刚进入郁闭阶段时，由于乔木生长茂密产生压迫主要树种的情况，要采取部分乔木（1/2 左右）平茬或辅佐树种修枝，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证果树冠有足够营养空间的条件下，可提高果树生长。

（3）乔木密度控制

乔木郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康成长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。乔木组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间（5 年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木。

（4）林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等及时进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。每年 1 次，或因具体情况而采取相应的措施。

复垦区复垦质量监测及管护说明表见表 3-28，本项目植被管护措施面积 57.89hm²。

表 3-28 复垦区复垦质量监测及管护说明表

复垦单元	面积 (hm ²)	监测内容	监测点布设	监测频率
采坑底板	50.42	复垦质量：土壤有机质、pH 值等	5 个	1 次/年
		复垦植被监测：成活率等	50.42hm ²	8 次/年
		配套设施监测	随机调查	1 次/年
矿区边坡平台及边坡	4.85	复垦质量：土壤有机质、pH 值等	2 个	1 次/年
		复垦植被监测：成活率等	4.85 hm ²	8 次/年
		配套设施监测	随机调查	1 次/年
排土场、矿山道路、工业场地	2.62	复垦质量：土壤有机质、pH 值等	5 个	1 次/年
		复垦植被监测：成活率等	2.62hm ²	5 次/年
		配套设施监测	随机调查	1 次/年
累计	57.89	—		—

2、监测措施

(1) 土壤复垦质量监测

复垦质量的测试项目有作物长势、土壤有机质、pH 值、农作物可食部分有毒有害物质含量、单位产量。

对复垦后土地质量的检验方法，采用随机抽样法。即随机抽取一定量待检验的已复垦土地作为具有代表性的独立样本进行检验，样本一般为 5%~10%。

(2) 复垦植被监测

防护林带主要监测植物的长势、高度、成活率、生长量等；草地主要监测长势、覆盖度和产草量。

监测方法为样方随机调查。植被恢复后每年监测一次。

(3) 配套设施监测

主要对配套的排水设施的使用维护情况进行监测。

本项目主要复垦有林地，共设置 9 个监测点。

五、地质环境治理与土地复垦工作部署

(一) 总体工作部署

矿山地质环境治理总体部署：矿山地质环境保护与恢复治理方案要与矿山主体工

程同时进行设计、施工和验收。矿山将地质环境恢复治理和土地复垦工作贯穿整个开采过程，做到边开采边复垦，尽快恢复矿山地形地貌景观特征及恢复土地使用类型。矿山建设初期应完成截排水沟等主要防灾、减灾工程措施，生产期应完成边坡的监测点布设并进行监测，后期闭坑后全面完成恢复治理相关措施，切实贯彻“预防为主，防治结合”的方针。

依前述，本矿山有效期至 2041 年，考虑到矿山闭坑后需 1 年左右的时间对矿山地质环境进行恢复治理和土地复垦，治理与复垦后需要 1 年时间进行监测和管护工作，确定方案适用期（自 2024 年至 2043 年）共 19 年。总体部署划分为三个实施阶段：近期（2 年）、中期（15 年）、远期（2 年）。

（二）阶段实施计划

根据开发利用方案、评估区矿山地质环境问题类型、矿山地质环境防治分区结果、土地损毁预测评估、土地复垦适应性评价结果，按照分轻重缓急、分段实施的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工作分近期、中期、远期三个阶段实施，并提出分期实施计划，在安排时序上重点考虑工程的连续性、完整性。

1、近期（2024 年—2026 年）2 年

2024 年—2026 年为生产期。矿山地质环境治理与土地复垦工程做如下安排：

1) 矿山地质环境保护工程

- （1）在露天采场、工业场地设置警示牌。
- （2）在采场周边、工业场地、矿区北侧修筑排水沟工程。
- （3）建立监测系统，开展边坡崩塌、地形地貌、地下水矿山地质环境监测工程。

2) 土地复垦

- （1）对露天采场进行表土剥离堆存，对已形的终了边坡进行覆土植树。
- （2）对损毁区开展土地损毁监测工程。

2、中期（2026 年—2041 年）15 年

2026 年—2041 年为矿山生产期。矿山地质环境治理与土地复垦工程做如下安排：

1) 矿山地质环境治理工程

- (1) 修筑露天采场平台水沟工程。
- (2) 修筑内排土场排水沟工程。
- (3) 开展边坡崩塌、滑坡、泥石流、地形地貌地下水等矿山地质环境监测工程。

2) 土地复垦

- (1) 对已形的终了边坡进行覆土植树。
- (2) 对损毁区开展土地损毁监测工程。

3、远期（2041 年—2043 年）2 年

2041 年—2042 年为矿山地质环境治理及土地复垦期，2042 年—2043 年为土地复垦效果监测及管护期。在此期间主要实施以下工作：

1) 矿山地质环境治理工程

- (1) 实施露天采场地貌恢复工程；
- (2) 实施工业场地、排土场、办公生活区地貌恢复工程。
- (3) 实施边坡崩塌、滑坡、泥石流、地形地貌等矿山地质环境监测工程。

2) 土地复垦

- (1) 对露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路实施土壤重构和植被重建。
- (2) 开展土地复垦效果监测及土地复垦管护。

（三）近期年度工作安排

（1）矿山地质环境治理工作安排

近期矿山地质环境治理工作主要对露天采场首采平台、运输道路、工业场地的表土进行剥离；

（2）近期土地复垦工作安排

近期 2 年（2024 年-2026 年）工作计划从 2024 年开始，主要实施警示牌工程、

排水工程、矿山地质环境监测工程、土地损毁监测工程。具体工作内容安排如下：

(1) 2024—2025 年度工作安排

- 1) 在露天采场、工业场地设置警示牌和铁丝网。
- 2) 修建露天采场、工业场地周边排水沟工程。
- 3) 开展矿山地质环境监测。
- 4) 开展土地损毁监测。

(2) 2025—2026 年度工作安排

- 1) 继续修建露天采场、工业场地周边排水工程。
- 2) 继续开展矿山地质环境监测。
- 3) 继续开展土地损毁监测。
- 4) 对部分露天采场终了平台边坡复垦绿化。

近期年度工作安排见表 3-29：

表 3-29 矿山地质环境保护和土地复垦近期年度工作安排

工程项目	工作内容	工作进度安排	
		2024—2025 年度	2025—2026 年度
地质灾害治理工程	竖立警示牌	●	
	安全防护栏	●	
	排水沟、挡土墙工程	●	●
	地质灾害监测	●	●
含水层破坏防治工程	地下水位、水量、水质监测	●	●
地形地貌景观恢复工程	地形地貌景观破坏监测	●	●
水土环境修复工程	地表水质监测	●	●
	土壤环境污染监测	●	●
土地复垦工程	工程措施	●	●
	植物措施		●
	损毁土地监测	●	●

六、经费估算与进度安排

（一）经费估算依据

矿山地质环境保护与治理主要针对矿山地质环境保护与土地复垦重点防治区，运营阶段做好矿山各种环境地质问题和地质灾害隐患治理、防治工作，做好矿山开采产生地质环境影响的监测工作。

矿山闭坑期地质环境保护与土地复垦工作有采坑边坡、采坑底板、采坑开采平台、台阶治理、临时设施场地的治理、土地复垦等。根据矿山地质环境恢复治理方案所确定的各项工作量。编制依据：

- 1、矿山地质环境恢复治理方案工程部署技术手段及工作量；
- 2、《海南省住房和城乡建设厅关于发布〈2019 海南省园林绿化工程综合定额〉的通知》（琼建规〔2019〕6 号）；
- 3、《海南省住房和城乡建设厅关于发布 2017 版〈海南省市政工程综合定额〉的通知》（琼建规〔2019〕6 号）；
- 4、《海南省住房和城乡建设厅关于发布 2017 版〈海南省房屋建筑与装饰工程综合定额〉、〈海南省安全工程综合定额〉、〈海南省建设工程施工机械台班单价〉、〈海南省建设工程施工仪器仪表台班单价〉的通知》（琼建规〔2017〕218 号）；
- 5、《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）；
- 6、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部，2012 年版）；
- 7、《海南省建设工程工程量清单计价规范》（2013）；
- 8、海南省住房和城乡建设厅《关于调整建筑工人定额人工单价的通知》（琼建规〔2021〕2 号）；
- 9、《海南省建筑工程主要材料市场信息》2024.6
- 10、《海南省建设工程造价信息价》（2024.6）；等本地市场的实际情况进行编

制。

11、 海南省自然资源和规划厅海南省财政厅海南省生态环境厅关于《海南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》的通知（琼自然资函〔2021〕482号）；

计算方法：

使用《广联达计价软件》。

该项目概算由工程施工费、设备费、其他费用(包括工程监理费、项目管理费、预备费组成)

工程施工费=直接费+间接费+税费

直接费包括直接工程费+措施费

直接工程费=人工费+材料费+施工机械使用费

人工费=工程量×定额工费单价

人工费标准已由 122.53 元/工日调整为 135 元/工日（琼建规〔2021〕2号）。

材料费定额：材料消耗量依据《预算定额》记取，材料价格依据《工程造价信息》

间接费用包括工程招标费、工程监理费、管理费、不可预见费及设计费。

（二）环境治理工程经费估算

1、治理工程量与费用估算

矿山地质环境治理工程工程量见表 3-30，治理费用为 887.03 万元，详见表 3-31。

表 3-30 矿山地质环境保护预防工程与治理工程量汇总表

序号	治理工程	单位	工程量	备注
1	采场安全措施			
	安全围栏	m	3792	
	铁丝网	m ²	6825.60	
	水泥立柱	根	1264	
	钢筋混凝土立柱	m ³	101.12	
	安全警示牌	块	23	
2	台阶排水沟			
	浆砌片石挡土墙	m ³	3240.80	台阶需要修建排水沟的长度为 4051m
3	采坑底板排水沟	m ³		

	开挖土方量	m ³	3217.91	
	垫层	m ³	779.89	
	混凝土 (C20)	m ³	1559.77	
4	沉砂池			
	开挖土方	m ³	100	
	浆砌石	m ³	57.6	
	水泥抹面	m ³	2.4	
5	危岩清排	m ³	37480	

表 3-31 矿山地质环境保护预防工程与治理投资总表

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例 (%)	资金来源
	A	B	C	企业出资
一	不含税工程费	7210614.29		
二	含税直接工程费	7859569.58		
三	间接工程费	752363.85		√
	1、工程招标费	39297.85	0.5	√
	2、工程监理费	177192.00	据土地开发项目预算编制规定 P234	√
	3、设计费	214349.60	据土地开发项目预算编制规定 P233	√
	4、管理费	214349.60	$[14 + (785.96 - 500) \times 2.6\%]$	√
	5、验收费	107174.80	$1.3, [7 + (785.96 - 500) \times 1.3\%]$	
四	基本预备费	258358.00	(二+三) *3	√
总投资估算总额		8870291.43	100.00	√

2、单项工程量与费用估算

矿山地质环境治理单项工程量与治理费用估算详见下表 3-32~3-37。

表 3-32

单位工程费汇总表

工程名称：矿山地质环境治理

单位：元

行号	序号	项目名称	取费说明	费率	金额（元）
1	一	分部分项工程费	分部分项合计		5077815.21
2	二	措施项目费	措施项目合计		887843.54
3	1	施工单价措施项目费	单价措施项目合计		
4	2	施工总价措施项目费	总价措施项目合计		887843.54
5	2.1	其中：安全防护、文明施工费	安全防护、文明施工基本费+安全防护、文明施工浮动费+建施安责险费		260537.91
6	2.2	其中：临时设施费	临时设施费		516211.17
7	2.3	其中：雨季施工增加费	雨季施工费		88991.9
8	2.4	其中：夜间施工增加费	夜间施工费		22102.56
9	2.5	其中：视频监控费	视频监控费		
10	三	其他项目费	其他项目合计		
11	3	其中：暂列金额	暂列金额		
12	4	其中：暂估价	专业工程暂估价		
13	5	其中：计日工	计日工		
14	6	其中：总承包服务费	总承包服务费		
15	四	规费	其中：垃圾处置费+其中：社保费		478404.16
16	8	其中：垃圾处置费			
17	9	其中：社保费	(分部分项人工费+单价措施项目人工费+分部分项机上人工费+单价措施机上人工费)*0.7	23.5	478404.16
18	五	价差	人工价差+材料价差+机械价差		766551.38
19	10	人工价差	人工价差		771298.77
20	11	材料价差	材料价差		-9104.95
21	12	机械价差	机械价差		4357.56
22	六	不含税工程造价	分部分项工程费+措施项目费+其他项目费+规费+价差		7210614.29
23	七	税金	不含税工程造价	9	648955.29
24	八	含税工程造价	不含税工程造价+税金		7859569.58

表 3-33

单位工程预(结)算表

工程名称：矿山地质环境治理

单位：元

序号	编号	名称	工程量		综合单价	综合合价	其中	
			单位	数量			人工费	材料费
1	借 7-1-109	防飞散网 钢丝网 高 6m 以内	100m2	68.256	1503.16	102599.69	28257.98	63069.22
2	借 4-9	现浇 C25 混凝土 矩形柱	m3	101.12	457.6	46272.51	14636.11	24773.39
3	补充材料 001	安全警示牌	块	23	500	11500		11500

4	借 3-5-10	浆砌块石 基础、护底	10m3	324.08	3214.35	1041706.55	280264.38	641500.16
5	借 1-1-227	挖掘机挖土(斗容量 1.2~1.6m3)不装车 一、二类土	1000m 3	3.2179 1	3000.17	9654.28	1480.24	
6	借 3-3-2	现浇混凝土构件 垫层 混凝土	10m3	77.989	3652.32	284840.78	31390.57	240928.3
7	借 4-7-4	隧道内钢筋混凝土结构 钢丝网水泥护坡 C20 混凝土护坡 厚每 增减 2cm	100m2	15.597 7	1091.98	17032.38	4452.05	9662.62
8	借 1-1-227	挖掘机挖土(斗容量 1.2~1.6m3)不装车 一、二类土	1000m 3	0.1	3000.17	300.02	46	
9	借 3-5-10	浆砌块石 基础、护底	10m3	5.76	3214.35	18514.66	4981.25	11401.63
10	借 4-7-4	隧道内钢筋混凝土结构 钢丝网水泥护坡 C20 混凝土护坡 厚每 增减 2cm	100m2	0.024	1091.98	26.21	6.85	14.87
11	借 1-2-1	人工凿平基(一般石 方)极软岩	100m3	374.8	9459.36	3545368.13	2534397.6	
		分部小计				5077815.21	2899913.03	1002850.19

表 3-34 措施项目表

工程名称: 矿山地质环境治理

单位: 元

序号	名称	单位	计算基数	费率	合价
1	总价措施项目				887843.54
2	安全文明施工与环境保护基本费	项	RGF+DJCS_RGF +JSRGF+DJCS_ JSRGF	5.85	170131.57
3	安全文明施工与环境保护费(浮动部分)	项	AQWMJBF	50	85065.79
4	建施安责险	项	BHJSAZXF *0.001	68	5340.55
5	临时设施费	项	RGF+DJCS_RGF +JSRGF+DJCS_ JSRGF	17.75	516211.17
6	夜间施工增加费			0.76	22102.56
7	雨季施工增加费	项	RGF+DJCS_RGF +JSRGF+DJCS_ JSRGF	3.06	88991.9
	合计				887843.54

表 3-35 单位工程人材机汇总表

工程名称: 矿山地质环境治理

单位: 元

序号	材料名称	规格	单位	材料量	预算价	预算价合价	市场价	市场价合价
1	综合人工		工日	229.340 16	63.82	14636.49	145	33254.32
2	综合人工		工日	22652.2 83	115	2605012.55	145	3284581.04
3	综合人工		工日	2437.08 16	115	280264.38	145	353376.83

4	其他材料费		元	34.1785 6	1	34.18	1	34.18
5	水		m3	112.799 36	3.591	405.06	3.5	394.8
6	中砂		m3	53.2345 2	61.467	3272.17	208.25	11086.09
7	32.5(R)水泥		t	43.4782 6	325.544	14154.09	544.25	23663.04
8	碎石	20mm	m3	82.7545 9	83.471	6907.61	146.83	12150.86
9	水		m3	183.936 9	4.17	767.02	3.5	643.78
10	水		m3	1134.28	4.17	4729.95	3.5	3969.98
11	块石		m3	3463.32	88	304772.16	101.6	351873.31
12	其他材料费		元	53.6401 2	1	53.64	1	53.64
13	安全警示牌		块	23	500	11500	500	11500
14	预拌混凝土	C20	m3	819.244 73	305	249869.64	533.98	437460.3
15	预拌干混砂浆	M10	m3	890.568	385.5	343313.96	87.41	77844.55
16	钢丝网	(综合)	m2	7166.88	8.8	63068.54	8.8	63068.54
17	折旧费		元	142.764 24	1	142.76	1	142.76
18	大修理费		元	16.5246 3	1	16.52	1	16.52
19	经常修理费		元	73.1229 1	1	73.12	1	73.12
20	人工		工日	11.4518 4	56.03	641.65	145	1660.52
21	安拆费及场外运费		元	2.08105	1	2.08	1	2.08
22	电		kWh	206.487 04	0.715	147.64	0.79	163.12
23	折旧费		元	2780.28 979	1	2780.29	1	2780.29
24	检修费		元	793.354 93	1	793.35	1	793.35
25	维护费		元	1689.29 87	1	1689.3	1	1689.3
26	人工		工日	15.9081 7	115	1829.44	145	2306.68
27	人工		工日	50.8507 4	115	5847.84	145	7373.36
28	柴油		kg	546.870 33	5.78	3160.91	8.08	4418.71
29	安拆费及场外运费		元	388.821 99	1	388.82	1	388.82
30	电		kW·h	1043.81 496	0.73	761.98	0.79	824.61

表 3-36

单位工程人材机价差表

工程名称：矿山地质环境治理

单位：元

序号	材料名称	规格	单位	材料量	预算价	市场价	价差	价差合计
1	综合人工		工日	229.34016	63.82	145	81.18	18617.83
2	综合人工		工日	22652.283	115	145	30	679568.49
3	综合人工		工日	2437.0816	115	145	30	73112.45
4	水		m3	112.79936	3.591	3.5	-0.091	-10.26
5	中砂		m3	53.23452	61.467	208.25	146.783	7813.92
6	32.5(R)水泥		t	43.47826	325.544	544.25	218.706	9508.96
7	碎石	20mm	m3	82.75459	83.471	146.83	63.359	5243.25
8	水		m3	183.9369	4.17	3.5	-0.67	-123.24
9	水		m3	1134.28	4.17	3.5	-0.67	-759.97
10	块石		m3	3463.32	88	101.6	13.6	47101.15
11	预拌混凝土	C20	m3	819.24473	305	533.98	228.98	187590.66
12	预拌干混砂浆	M10	m3	890.568	385.5	87.41	-298.09	-265469.42
13	人工		工日	11.45184	56.03	145	88.97	1018.87
14	电		kWh	206.48704	0.715	0.79	0.075	15.49
15	人工		工日	15.90817	115	145	30	477.25
16	人工		工日	50.85074	115	145	30	1525.52
17	柴油		kg	546.87033	5.78	8.08	2.3	1257.8
18	电		kW·h	1043.81496	0.73	0.79	0.06	62.63
	合计							766551.38

表 3-37

单位工程三材汇总表

工程名称：矿山地质环境治理

单位：元

序号	材料名称	单位	材料量
1	钢材	t	0
2	其中：钢筋	t	0
3	木材	m ³	0
4	水泥	t	43.4783
5	商砼	m ³	819.2447
6	商品砂浆	m ³	0

(三) 土地复垦工程费用估算

1、总工程量与费用估算

本项目土地复垦总工程量见表 3-38，治理费用为 5094.46 万元，详见表 3-39。

表3-38 矿山复垦工程量汇总表

序号	工程	单位	合计	备注
一	工程措施			
1	场地平整	m ³	24947.39	
2	覆土工程	万 m ³	130.08	
3	砌体拆除	m ³	1750.00	
4	场地翻耕	m ³	5280.00	
5	浆砌挡土墙工程	m ³	7740.0	
二	生物措施			
1	乔木	株	68655.00	
2	乔木养护	株	68655.00	
3	喷灌系统	台	2	DC12-50 型潜水泵
4	PVC 给水管	m	9675.00	
5	喷头	个	323.00	
6	坡面清理	m ²	173963.00	
7	类壤土基质喷播	m ²	173963.00	
8	坡面养护（2 年）	m ²	173963.00	

表3-39 矿山复垦工程投资总表

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	A	B	C
一	不含税工程费	42329412.46	
二	含税直接工程费	46139059.58	
三	间接工程费	3321763.10	
	1、工程招标费	142278.00	$[11 + (4613.91 - 3000) \times 0.2\%]$

	2、工程监理费	810156.05	据土地开发项目预算编制规定 P234
	3、设计费	711738.75	据土地开发项目预算编制规定 P233
	4、管理费	1105060.20	$[75+(4613.91-3000)\times 2.2\%]$
	5、验收费	552530.10	$1.10, [37.5+(4613.91-3000)\times 1.1\%]$
四	基本预备费	1483824.68	$(二+三)\times 3$
总投资估算总额		50944647.36	100.00

2、单项工程量与费用估算

矿山土地复垦单项工程量与与治理费用估算详见下表 3-40~3-45。

表 3-40

单位工程费汇总表

工程名称：矿山地质环境复垦

单位：元

行号	序号	项目名称	取费说明	费率	金额（元）
1	一	分部分项工程费	分部分项合计		36412505.23
2	二	措施项目费	措施项目合计		3647437.23
3	1	施工单价措施项目费	单价措施项目合计		
4	2	施工总价措施项目费	总价措施项目合计		3647437.23
5	2.1	其中：安全防护、文明施工费	安全防护、文明施工基本费+安全防护、文明施工浮动费+建施安责险费		1077031.13
6	2.2	其中：临时设施费	临时设施费		2115192.78
7	2.3	其中：雨季施工增加费	雨季施工费		364647.32
8	2.4	其中：夜间施工增加费	夜间施工费		90566
9	2.5	其中：视频监控费	视频监控费		
10	三	其他项目费	其他项目合计		
11	3	其中：暂列金额	暂列金额		
12	4	其中：暂估价	专业工程暂估价		
13	5	其中：计日工	计日工		
14	6	其中：总承包服务费	总承包服务费		
15	四	规费	其中：垃圾处置费+其中：社保费		1960277.25
16	8	其中：垃圾处置费			
17	9	其中：社保费	$(\text{分部分项人工费}+\text{单价措施项目人工费}+\text{分部分项机上人工费}+\text{单价措施机上人工费})\times 0.7$	23.5	1960277.25
18	五	价差	人工价差+材料价差+机械价差		309192.75
19	10	人工价差	人工价差		628374.73
20	11	材料价差	材料价差		-538478.28
21	12	机械价差	机械价差		219296.3
22	六	不含税工程造价	分部分项工程费+措施项目费+其他项目费+规费+价差		42329412.46
23	七	税金	不含税工程造价	9	3809647.12
24	八	含税工程造价	不含税工程造价+税金		46139059.58

表 3-41

单位工程预(结)算表

工程名称: 矿山地质环境复垦

单位: 元

序号	编号	名称	工程量		综合单价	综合合价	其中	
			单位	数量			人工费	材料费
1	借 1-49	推土机推土 一、二类土 推距 20m 内	100m ³	249.4739	234.29	58449.24	12049.59	
2	借 1-145	回填土 松填土 机械(台阶平台)	10m ³	130080	40.02	5205801.6	897552	
3	借 10-6-3	拆除砖石构筑物 砌砖其他构筑物	10m ³	175	1506.59	263653.25	188471.5	
4	土地翻耕	土地翻耕	m ³	5280	2.26	11932.8		11932.8
5	借 3-5-10	浆砌块石 基础、护底	10m ³	774	3214.35	2487906.9	669355.2	1532094.3
6	借 9-194	栽植带土球乔木 土球直径 (cm) 20 以内	10 株	6865.5	119.28	818916.84	528986.78	78953.25
7	借 9-313	乔木养护 胸径≤6cm	10 株/月	6865.5	39.75	272903.63	80532.32	75726.47
8	坡面清理	坡面清理	m ²	173963	2.1	365322.3	260944.5	
9	类壤土基质喷播	类壤土基质喷播	m ²	173963	149.95	26085751.85	8698150	13917040
10	坡面养护	坡面养护 (2 年)	m ²	173963	4.19	728904.97	521889	
11	1-8-43	泵类设备安装 离心式杂质泵 设备重量 10t 以内	台	2	7171.5	14343	8252.4	1012.46
12	4-9-35	地下硬塑管 (UPVC) 铺设 塑料管 直径 50mm 以内	10m	967.5	93.35	90316.13	20027.25	61658.78
13	借 10-42	喷头 PVC 管	10 个	32.3	257.05	8302.72	3543.63	3345.63
		分部小计				36412505.23	11889754.17	15681763.69

表 3-42

措施项目表

工程名称: 矿山地质环境复垦

单位: 元

行号	名称	单位	计算基数	费率	合价
1	总价措施项目				3647437.23
2	安全文明施工与环境保护基本费	项	RGF+DJCS_RGF+JSRGF+DJCS_JS RGF	5.85	697119.87
3	安全文明施工与环境保护费(浮动部分)	项	AQWMJBF	50	348559.94
4	建施安责险	项	BHJSAZXF *0.001	68	31351.32
5	临时设施费	项	RGF+DJCS_RGF+JSRGF+DJCS_JS RGF	17.75	2115192.78
6	夜间施工增加费	项	RGF+DJCS_RGF+JSRGF+DJCS_JS RGF	0.76	90566
7	雨季施工增加费	项	RGF+DJCS_RGF+JSRGF+DJCS_JS RGF	3.06	364647.32
	合计				3647437.23

表 3-43

单位工程人材机汇总表

工程名称: 矿山地质环境复垦

单位: 元

序号	材料名称	规格	单位	材料量	预算价	预算价合价	市场价	市场价合价
1	坡面清理人工费		元	173963	1.5	260944.5	1.5	260944.5
2	坡面养护(2年)人工费		元	173963	3	521889	3	521889
3	类壤土基质喷播人工费		元	173963	50	8698150	50	8698150
4	综合人工		工日	20945.82424	115	2408769.79	145	3037144.51
5	类壤土基质喷播		m ²	173963	80	13917040	80	13917040
6	土地翻耕		m ³	5280	2.26	11932.8	2.26	11932.8
7	水		m ³	0.3876	3.5	1.36	3.5	1.36
8	水		m ³	5938.6575	4.09	24289.11	3.5	20785.3
9	其他材料费		元	64.6	1	64.6	1	64.6
10	中砂		m ³	1.04652	125	130.82	208.25	217.94
11	石子		m ³	1.60854	120	193.02	135.57	218.07
12	32.5(R)水泥		t	0.69574	331	230.29	544.25	378.66
13	塑料排水管	DN50	m	135.66	6.84	927.91	6.35	861.44
14	塑料排水弯头	DN50	个	646	2.74	1770.04	3.56	2299.76
15	聚氯乙烯热熔密封胶		kg	1.615	17.1	27.62	14.08	22.74
16	水		m ³	2709	4.17	11296.53	3.5	9481.5
17	木板		m ³	0.112	1500	168	1383.43	154.94
18	煤油		kg	7.35	7.35	54.02	14.78	108.63
19	机油		kg	5.656	12.1	68.44	12.5	70.7
20	黄油钙基脂		kg	3.03	21.84	66.18	19.33	58.57
21	其他材料费		元	77.855	1	77.86	1	77.86
22	氧气		m ³	1.734	3.85	6.68	3.61	6.26
23	乙炔气		kg	0.578	15.38	8.89	18.05	10.43
24	紫铜板(综合)		kg	1.2	52.99	63.59	57.35	68.82
25	低碳钢电焊条	J422(综合)	kg	1.596	4.8	7.66	7.41	11.83
26	斜垫铁(综合)		kg	64.64	3.42	221.07	4.27	276.01
27	砂纸		张	16	1.11	17.76	1.33	21.28
28	金属滤网		m ²	0.24	7.5	1.8	12.14	2.91
29	石棉板衬垫		kg	0.48	10.26	4.92	5.27	2.53
30	热轧薄钢板	δ 1.6~1.9	kg	1.32	3.56	4.7	4.13	5.45
31	块石		m ³	8127	88	715176	101.6	825703.2
32	砂子	中粗砂	m ³	19.35	125	2418.75	206.27	3991.32
33	平垫铁(综合)		kg	72.32	4	289.28	4.98	360.15
34	锯条	(各种规格)	根	193.5	0.5	96.75	0.69	133.52
35	有机肥		t	205.965	315.07	64893.39	283.19	58327.23
36	无机肥		kg	15014.8485	3.75	56305.68	2.69	40389.94
37	药剂		kg	617.895	14.85	9175.74	13.62	8415.73
38	预拌干混砂浆	M10	m ³	2089.8	385.5	805617.9	87.41	182669.42

39	乔木		株	17163.75	221.24	3797308.05	221.24	3797308.05
40	PVC 塑料管		m	9965.25	5.93	59093.93	5.93	59093.93
41	轮胎式装载机	斗容量 1m ³	台班	2991.84	506.25	1514619	625.03	1869989.76
42	履带式推土机	功率 75kW	台班	2991.84	814.03	2435447.52	764.02	2285825.6
43	折旧费		元	7985.29627	1	7985.3	1	7985.3
44	检修费		元	2796.2062	1	2796.21	1	2796.21
45	维护费		元	6977.22737	1	6977.23	1	6977.23
46	人工		工日	233.25985	115	26824.88	145	33822.68
47	柴油		kg	2782.2083	5.78	16081.16	8.08	22480.24
48	安拆费及场外运费		元	971.01618	1	971.02	1	971.02
49	电		kW·h	2509.67814	0.73	1832.07	0.79	1982.65
50	喷药车 1.5t		台班	205.965	410.48	84544.51	410.48	84544.51

表 3-44

单位工程人材机价差表

工程名称：矿山地质环境复垦

单位：元

序号	材料名称	规格	单位	材料量	预算价	市场价	价差	价差合计
1	综合人工		工日	20945.82424	115	145	30	628374.73
2	水		m ³	5938.6575	4.09	3.5	-0.59	-3503.81
3	中砂		m ³	1.04652	125	208.25	83.25	87.12
4	石子		m ³	1.60854	120	135.57	15.57	25.04
5	32.5(R)水泥		t	0.69574	331	544.25	213.25	148.37
6	塑料排水管	DN50	m	135.66	6.84	6.35	-0.49	-66.47
7	塑料排水弯头	DN50	个	646	2.74	3.56	0.82	529.72
8	聚氯乙烯热熔密封胶		kg	1.615	17.1	14.08	-3.02	-4.88
9	水		m ³	2709	4.17	3.5	-0.67	-1815.03
10	木板		m ³	0.112	1500	1383.43	-116.57	-13.06
11	煤油		kg	7.35	7.35	14.78	7.43	54.61
12	机油		kg	5.656	12.1	12.5	0.4	2.26
13	黄油钙基脂		kg	3.03	21.84	19.33	-2.51	-7.61
14	氧气		m ³	1.734	3.85	3.61	-0.24	-0.42
15	乙炔气		kg	0.578	15.38	18.05	2.67	1.54
16	紫铜板(综合)		kg	1.2	52.99	57.35	4.36	5.23
17	低碳钢电焊条	J422(综合)	kg	1.596	4.8	7.41	2.61	4.17
18	斜垫铁(综合)		kg	64.64	3.42	4.27	0.85	54.94
19	砂纸		张	16	1.11	1.33	0.22	3.52
20	金属滤网		m ²	0.24	7.5	12.14	4.64	1.11
21	石棉板衬垫		kg	0.48	10.26	5.27	-4.99	-2.4
22	热轧薄钢板	δ 1.6~1.9	kg	1.32	3.56	4.13	0.57	0.75
23	块石		m ³	8127	88	101.6	13.6	110527.2
24	砂子	中粗砂	m ³	19.35	125	206.27	81.27	1572.57
25	平垫铁(综合)		kg	72.32	4	4.98	0.98	70.87

26	锯条	(各种规格)	根	193.5	0.5	0.69	0.19	36.77
27	有机肥		t	205.965	315.07	283.19	-31.88	-6566.16
28	无机肥		kg	15014.8485	3.75	2.69	-1.06	-15915.74
29	药剂		kg	617.895	14.85	13.62	-1.23	-760.01
30	预拌干混砂浆	M10	m3	2089.8	385.5	87.41	-298.09	-622948.48
31	轮胎式装载机	斗容量 1m3	台班	2991.84	506.25	625.03	118.78	355370.76
32	履带式推土机	功率 75kW	台班	2991.84	814.03	764.02	-50.01	-149621.92
33	人工		工日	233.25985	115	145	30	6997.8
34	柴油		kg	2782.2083	5.78	8.08	2.3	6399.08
35	电		kW·h	2509.67814	0.73	0.79	0.06	150.58
	合计							309192.75

表 3-45

单位工程三材汇总表

工程名称：矿山地质环境治理

单位：元

序号	材料名称	单位	材料量
1	钢材	t	0.0013
2	其中：钢筋	t	0
3	木材	m3	0.112
4	水泥	t	0.6957
5	商砼	m3	0
6	商品砂浆	m3	0

(四) 总费用汇总与年度安排

1、总费用构成与汇总

根据设计的工程量，按照上述有关定额标准估算，矿山地质环境保护与土地复垦方案预算总费用分为矿山地质环境保护治理工程费和土地复垦工程费，矿山地质环境保护与土地复垦方案预算总费用为 **5981.49 万元**，其中矿山地质环境保护治理工程费为 **887.03 万元**，土地复垦工程费为 **5094.46 万元**。

2、近期年度经费安排

根据矿山地质环境治理和土地复垦工程部署和年度实施计划，近期工作为第一阶段（2024 年—2026 年），主要工作是对表土进行剥离、修建排水、拦挡工程和开展地质环境监测和损毁土地监测。近期需要投入资金约 650 万元。矿山地质环境治理与土地复垦工程经费按年度安排如表 3-46。

表 3-46 近期年度经费安排表

年 度	经费安排 (万元)	主要工作内容
2024—2025 年	350	1) 在露天采场、工业场地设置警示牌和铁丝网。 2) 修建露天采场、工业场地周边排水沟工程。 3) 开展矿山地质环境监测。 4) 开展土地损毁监测。
2025—2026 年	300	1) 继续修建露天采场、工业场地周边排水工程。 2) 继续开展矿山地质环境监测。 3) 继续开展土地损毁监测。 4) 对部分露天采场终了平台边坡复垦绿化。
合计	650	

以上计划安排，预计以 2024 年 8 月 1 日为起始基准日，开工时间推后，则起始基准日及工期顺延。矿山地质环境治理和土地复垦进度和资金安排应根据实际调整。

七、保障措施与效益分析

(一) 组织保障

健全的组织管理机构是本方案顺利实施的可靠保证，因此矿区应建立由副矿长为组长、办公室主任为副组长、矿山专职环保和土地复垦管理人员等技术骨干力量为成员组成，负责本方案的具体施工、协调和管理的工作。

本方案管理机构的主要工作职责如下。

1、认真贯彻、执行“预防为主、防治并重”的土地复垦方针，确保土地复垦工作的安全进行，充分发挥土地复垦工程的效益；

2、建立土地复垦目标责任制，将其列入工程进度、质量考核的内容；

3、仔细检查、观测矿山生产情况，并了解和掌握现阶段的矿山恢复治理与土地复垦情况及其落实状况，为管理机构决策本阶段和下阶段的方案与措施提供第一手基础资料，并联系、协调好管理部门和各方的关系，接受行政主管部门的检查与监督；

4、加强矿山恢复治理与土地复垦有关法律、法规及条例的学习和宣传力度，组织有关工作人员进行环保、矿山恢复治理与土地复垦知识的技术培训，做到人人自觉树立起矿山复垦意识，人人参与土地复垦的行动中来；

5、在矿山生产和恢复治理及土地复垦施工过程中，定期或不定期地对在建或已建的工程进行检测，随时掌握其施工、绿化成活及生长情况，并进行日常维护养护，建立、健全各项工作的档案、资料，主动积累、分析及整编恢复治理与土地复垦资料，为工程的验收提供相关资料。

（二）技术保障

针对本项目区内土地复垦的方法，经济、合理、可行，达到合理高效利用土地的标准。复垦所需的各类材料，大部分就地取材，其它所需材料均可由市场购买，有充分的保障。项目一经批准，立即设立专门办公室，具体负责复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，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。

1、方案规划阶段，矿区应委派技术人员与方案编制单位密切合作，了解方案中的技术要点。

2、复垦实施中，根据本方案的总体框架，与相关技术单位合作，编制阶段性实施计划，及时总结阶段性复垦实践经验，修订本方案。

3、加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进复垦技术项目区的学习研究，及时吸取经验，修订复垦措施。

4、根据实际生产情况和土地破坏情况，进一步完善《矿产资源开发利用与保护方案》，拓展矿产资源开发利用与保护方案报告编制的深度和广度，做到所有复垦工程遵循《矿产资源开发利用与保护方案》。

5、严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有施工总承包三级以上资质。

6、建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按年度有序进行。

7、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。

8、项目区配备相关的专业技术人员，加强对相关人员的技术培训，确保在项目的实施、监测工作中能及时发现问题。同时加强与相关单位（如定安县自然资源和规划局、水保、环保局、农业、林业部门）的合作，定期邀请相关技术人员对项目区复垦效果进行监测评估。

9、管理人员除具有相关知识外，还须具有一定的组织能力和协调能力，在项目区复垦过程中能够充分发挥其领导作用，及时发现和解决问题。

（三）资金保障

根据财政部、原国土资源部、环境保护部共同颁发的《关于取消矿山环境治理恢复保证金建立矿山环境治理恢复基金的指导意见》(财建(2017)638 号)文件的通知，取消保证金制度，将矿山治理恢复保证金调整为矿山环境治理恢复基金，矿山企业不再新设保证金专户缴存保证金，通过建立基金的方式，筹集治理恢复资金。按照省财政厅、原国土资源厅、原环境保护厅转发三个部文件（琼财建（2018）93 号）关于共同制定我省矿山环境治理基金管理办法后发布实施的要求，省自然资源和规划厅会同省财政厅、省生态环境厅制定了《海南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》。据此，将本矿山地质环境恢复治理费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，在开采年限内按照产量比例等方法摊销，并计入生产成本。同时矿山企业需在其银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。基金本矿山企业自主使用，专项用于地质灾害治理。矿山企业的基金提取、使用及矿山地质环境保护与治理恢复方案的执行情况须列入矿业权人勘查开采信息公示系统。土地复垦费用全部由本矿山企业自主承担，列入生产成本。在矿山地质环境恢复治理实施过程中，自觉接受行政主管部门的监督。

（四）监管保障

1、矿区在建立组织机构加强矿山地质环境与土地复垦工作，自觉接受定安县自

然资源和规划局和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。监督机构对于不符合设计要求或质量要求的工程责令限期完成整改，直到满足要求为止。

2、按照复垦方案确定年度安排，制定相应的各复垦年规划实施大纲和年度计划，并根据复垦技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因项目区生产发生变化的复垦计划。由矿区土地复垦管理办公室负责按照方案确定的年度复垦方案逐地块落实，统一安排管理。以确保土地复垦各项工程落到实处。保护土地复垦单位的利益，调动土地复垦的积极性。

3、坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。在工程建设中严格实行招标制，按照公开、公正、公平的原则，择优选择工程队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。同时对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受定安县自然资源和规划局的监督检查。

4、加强土地复垦政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动土地复垦积极性。提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识，提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中重要作用的认识。

5、加强对复垦土地的后期管理。一是保证验收合格；二是使土地复垦区的每一块土地确实实要发挥作用和产生良好的经济、生态、社会效益。

（五）效益分析

土地复垦及环境治理效益包括经济效益、生态效益和社会效益三方面。

1、经济效益

土地复垦工程的经济效益主要体现在通过土地复垦工程对土地的再利用带来的

林、草产值及复垦后林木产值。

有林地的效益主要包括：根据海南地区经济林地种植经验，复垦为经济林地后，可增加当地村民收入，经济效益良好。

同时，土地复垦植物措施对于水土保持、生态恢复起很大的作用，有效缓解近况开采对水土的损毁，改善矿山周边的生态环境，保护了周围村庄用地的农田生产力，减少了农田的经济损失。

2) 生态效益

本项目土地复垦方案土地复垦与生态环境工程有机结合，通过土地复垦有效恢复生态平衡，可涵养水源、保持水土、治理水土流失、防止土地退化，降低洪涝灾害的发生频率。项目实施后，能增加项目区内表土植被、治理水土流失，创造一个良好的生态环境。

土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。土地复垦是与生态重建密切结合的大型工程，它的实施对生态环境的影响表现为：

(1) 防止水土流失效益

矿山的大规模开采，将对环境造成极大的破坏，并在一定程度上加剧项目区范围的水土流失。土地复垦工程通过植被恢复营造林草地，防止项目区生态系统退化及水土流失。

(2) 对生物多样性的影响

复垦项目实施之后的植被覆盖率力争达到或超过实施之前的覆盖率，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，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。保持周边动物群落的稳定性和多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

(3) 对空气质量和局部小气候的影响

土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲，植树、种草工程不仅可以防止水土流失，还可以通过净化空气继续保持本区域的良好的大气环境质量。

3) 社会效益

矿区进行土地复垦，有效的改善了矿区环境，符合国家关于十分珍惜合理利用每一寸土地的国策。同时通过土地复垦方案的实施，一是有利于矿区及附近农林业的安全生产，实现当地社会经济的可持续发展；二是在矿区内营造适生的有林地区，不仅防治了区域水土流失，而且将会改善当地群众的生产、生活质量。

(1) 土地复垦工程实施后，可以减少矿山开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

(2) 矿山复垦能够减少生态环境破坏等问题，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿山职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

(3) 土地复垦后经营管理需要较多劳动力，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，对于提高当地农民收入，维护社会安定起到积极的促进作用。

(4) 土地复垦项目工程实施后，通过建设人工林地，恢复植被面积，对于合理调整项目区生产影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地工农业协调发展。

土地复垦是关系国计民生的大事，不仅对生态环境有着重大意义，而且对全社会的安定团结和稳定发展也起着重要作用。综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

(六) 公众参与

为了增加项目民主和透明度，保护和尊重公众利益，体现项目决策的合理与公正，让项目区群众了解项目情况，自然资源主管部门、矿山企业、方案编制单位到项目区所在地进行踏勘，广泛征求群众意见。由于项目完成后，拟损毁土地复垦为有林地、其他园地、旱地等，拟损毁土地全面复垦为有林地，最终老百姓受益，故当地群众十分同意项目的实施以及规划方案，并积极配合，保证项目的顺利实施。

1、目的

公众参与是建设单位与公众之间的一种双向交流，其目的是为了全面了解评价区内公众及相关团体对项目的认识态度，让公众对项目建设过程中和实施后可能带来的环境问题提出意见和建议，保障项目在建设决策中的科学化、民主化，通过公众参与调查使建设项目的规划、设计、施工和运行更加合理、完善，从而最大限度的发挥本项目建成后带来的社会效益、经济效益、环境效益。

2、公众参与的原则

为了使公众参与工作能客观、公正地反映民众对该项目的认识和建议、意见，使公众参与的调查对象具有充分的代表性，本次调查工作采用了代表性和随机性相结合的原则。

所谓“代表性”是指被调查者来自社会各行各业，“随机性”是指被调查者应按统计学上随机抽样的原理，随机抽取调查对象，被调查者机会均等，不带有任何个人的主观意向。

3、调查对象及内容

1) 调查对象

本项目公众参与调查的主要对象为评价区内农民、矿区职工以及龙河镇居民，被调查者为不同阶层、职业、不同的反映情况。

2) 调查内容

为了更好的掌握评价区内公众的环保意识以及对本项目的态度，我们针对本项目可能产生的环境问题和一般问题进行了广泛的调查。

4、公众意见及建议

1) 复垦区村民和村集体意见

根据复垦区村民意见，建议项目在生产过程中注意避免地表破坏、水污染，项目结束后立即复垦，优先复垦为林地。

2) 相关部门意见

根据自然资源主管部门意见，建议已损毁土地优先复垦为林地。

3) 公众意见处理意见

经过会同项目建设单位、自然资源主管部门、土地所有权人等负责人及村民代表意见，本方案设计将已损毁土地优先复垦为林地。

4) 公众参与意见采纳情况

复垦方案采用公众参与意见，将复垦区土地优先复垦为林地等。

5、土地权属调整方案

矿区位于定安县龙河镇九定岭，土地权属清楚，无土地权属纠纷，不涉及土地权属调整。

八、结论与建议

(一) 结论

1、本矿山为生产矿山，服务年限为 20 年（目前服务年限剩余 17 年），1 年为闭坑治理和复垦期，1 年为管护期。本方案基准年为 2024 年，矿山地质环境保护与恢复治理方案服务年限为 19 年（2024 年~2043 年），适用年限为 19 年。在实施过程中，每 5 年应进行一次修订。当开采范围、开采方式、生产规模、产品方案等变更时，应重新编制矿产资源开发利用与保护方案。

2、评估区重要程度为重要区，矿山建设类型为大型，地质环境条件程度为复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》中矿山地质环境影响评估精度分级标准，将评估区地质环境影响评估等级定为一级，评估区总面积为 117.08hm²。

3、现状评估结论：矿山为生产矿山，矿区地形地貌景观遭受影响及破坏程度大，现状评估矿山地质环境影响严重。

4、预测评估结论：预测评估区未来矿山建设和开采对土地资源的影响严重；对地形地貌景观的影响严重；对含水层的影响较轻；可能诱发的地质灾害类型有崩塌、滑坡、泥石流，采场及排土场发生崩塌、滑坡、泥石流可能性小，危险性小，影响较轻。预测矿山地质环境影响程度分级为严重。

5、根据评估区现状及预测地质环境影响程度，矿山地质环境保护与恢复治理评估区总面积为 117.08hm²，其中，重点防治区（Ⅰ区）为矿区采场面积为 66.00hm²，占评估区总面积的 56.37%；次重点防治区（Ⅱ区）为工业场地、办公生活区、运输道路和泥饼堆棚，面积为 9.31hm²，占评估区总面积 7.95%。一般防治区（Ⅲ区）为矿山生产活动边界 50 米影响范围，面积为 41.77hm²，占评估区总面积 35.68%。

6、矿山地质环境保护与恢复治理的主要措施是：一是拦截、疏导地表水等工程措施；二是植被、绿化等生物措施；三是采场、排土场台阶边坡稳定性监测措施。

7、根据设计的工程量，按照上述有关定额标准估算，矿山地质环境保护与土地复垦方案预算总费用分为矿山地质环境保护治理工程费和土地复垦工程费。矿山地质环境保护与土地复垦方案预算总费用为 5981.49 万元，其中矿山地质环境保护治理工程费为 887.03 万元，土地复垦工程费为 5094.46 万元。

8、从组织、技术、资金和监管等四个方面提出具体保障措施，对效益情况进行了分析论证，并对公众参与情况进行了说明。矿区地质环境保护与土地复垦资金从矿区企业其经营收入中支付，并负责实施，自觉接受自然资源主管部门的监督、检查和指导。矿区环境保护治理应做好不同阶段的检查、验收工作，以确保矿区地质环境保护与土地复垦工程质量符合相关技术要求。通过对矿区实施地质环境保护与土地复垦工程，无论从社会效益方面还是环境效益方面分析，都可取得良好的效果，这将使矿区地质环境得到良性、和谐、持续的发展。

9、矿区地质环境保护与土地复垦方案是实施保护、监测和恢复治理矿区地质环境和土地复垦的技术依据之一。本方案不能代替相关工程勘查、治理设计。

10、根据国家矿山安全监察局发布的《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》，金属非金属露天矿山应当禁止采用非爆开采方式来规避爆破安全距离范围内存在房屋等建构筑物类安全问题，因此，将矿山分为允许爆破开采区和控制爆破开采区，即距离重要保护工程设施260m范围内的矿区采用控制爆破方式开采，控制爆破开采区内爆破前，需进行专项爆破论证并编制专项爆破施

工方案。

（二）建议

1、矿山在建设及开采过程中应注意植被修复等生态环境保护，完善水土保持工作，严禁破坏矿区周边植被，防止水土流失。

2、加强地质环境保护意识，在矿山建设及采矿活动过程中做好水文地质、工程地质、环境地质监测工作和不良环境地质问题的防治工作。

3、矿山应制定并落实矿山地质灾害应急预案，建立矿山地质环境问题预警机制，杜绝地质灾害的发生。

4、坚持动态设计、信息化施工原则，根据矿山具体情况提出针对性建议，在矿山开采过程中应及时向当地地质主管部门汇报情况。

5、矿山建设和开采过程中要严格遵守国家相关法律、法规、标准及规范，发现问题及时解决，切实做好矿山地质环境的保护工作，提高企业的经济效益和社会效益。

6、由于矿山开采破坏了山体原始的稳定构造和力学架构，再造的边坡岩体需很长一段时间才能恢复应力平衡和结构稳定。在下步设计注明的安全边坡较稳定是指整体而言，并不能决定局部地段的地质变异和某个个体的应力、应变异常，即使整体稳定的边坡在暴雨季节也可能发生小型的崩塌、滑坡、滚石等危害，因此应经常的检查、维护。

7、矿山地质环境防治措施应与矿山主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。本方案提出的措施、经费估算以及工程进度依据《矿产资源开发利用与保护方案》编制，具体的实施方案应根据矿山的开采设计及施工设计编制。