

湛江市双兴诚建筑材料有限公司
广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用
砂矿
矿区生态修复方案

湛江市双兴诚建筑材料有限公司
2026 年 8 月

湛江市双兴诚建筑材料有限公司
广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用
砂矿
矿区生态修复方案

申报单位：湛江市双兴诚建筑材料有限公司

法人代表：袁盛伟

编制单位：广东粤利工程公司

法人代表：石泽银

总工程师：张泳雄

项目负责人：赖昕

编写人员：谭明钱、廖晓盈、李萍香

制图人员：廖晓盈

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	湛江市双兴诚建筑材料有限公司（盖章）			
	统一社会信用代码	91440823MAEMDYFA3Q	联系人	袁盛伟	
	联系地址	遂溪县河头镇益民路 78 号（兽医站对面）	联系电话	15016475678	
	采矿权证证号	/	开采方式	露天开采	
	采矿权面积	0.1656km ²	采矿权拐点坐标	X Y 1: 2342639.42, 37377052.02 2: 2342655.70, 37377121.15 3: 2342652.63, 37377159.03 4: 2342674.25, 37377178.80 5: 2342751.04, 37377365.01 6: 2342880.71, 37377574.20 7: 2342942.09, 37377614.98 8: 2342938.73, 37377711.67 9: 2342909.40, 37377717.82 10: 2342761.07, 37377888.61 11: 2342689.51, 37377880.52 12: 2342651.84, 37377824.71 13: 2342650.71, 37377679.41 14: 2342612.45, 37377663.31 15: 2342585.40, 37377522.34 16: 2342578.87, 37377208.86 17: 2342535.25, 37377207.84 18: 2342529.17, 37377149.98 19: 2342515.88, 37377150.02 20: 2342506.26, 37377084.48 21: 2342535.39, 37377072.46 22: 2342605.90, 37377034.88	
	采矿权有效期限	/			
	开采主矿种	建筑用砂	其他矿种	——	
	方案编制情形	☒ 首次申请采矿许可 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 延续 ☐ 其他			
	方案编制单位	单位名称	广东粤利工程公司（盖章）		
		统一社会信用代码	91440000190368681A	联系人	石泽银
联系地址		广州市越秀区东风东路 739 号地质大厦 802、804 房	联系电话	13751886410	
编制负责人					

	姓 名	身份证号	专 业	职务/职称	联系电话	签 名
	赖昕		水工环地质	工程师		
	主要编制人员					
	姓 名	身份证号	专 业	职务/职称	联系电话	签 名
	谭明钱		水工环地质	工程师		
	廖晓盈		水工环地质	助理工程师		
	李萍香		水工环地质	助理工程师		

目 录

前 言	1
一、编制目的	1
二、服务年限	11
三、编制依据	12
第一章 矿山基本情况	19
一、矿业权人基本情况	19
二、地理位置与区域概况	19
三、矿山开采历史及现状	30
四、矿山开发利用方案概述	22
第二章 矿区基础信息	32
一、矿区自然条件	32
二、社会经济概况	36
三、矿区地质环境背景	37
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	52
五、矿区生态状况	57
六、矿山及周边其他人类重大工程活动	59
七、矿区生态修复工作情况	60
八、矿区基本情况调查监测指标	62
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	63
一、问题识别与受损预测	63
二、生态修复可行性分析	96
三、生态修复分区及修复时序安排	106
四、采矿用地与复垦修复安排	110
第四章 生态修复措施与工程内容	112
一、保护与预防控制措施	112
二、修复措施	122
三、工程内容	125
第五章 监测与管护	136
一、监测目标与措施	136

二、管护目标与措施	141
三、工程量	143
第六章 工程部署与经费估算	146
一、总体部署	146
二、总体经费估算	147
二、阶段工作任务与经费安排	167
第七章 保障措施与公众参与	175
一、保障措施	175
二、公众参与	181
三、效益分析	187
第八章 结论	190
一、结论	190
二、建议	190

附 件

一、附表目录

- 1、土地利用现状表
- 2、矿区土地利用权属表
- 3、矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表
- 4、 矿区损毁程度综合评价表
- 5、矿区生态修复目标及土地利用变化表
- 6、 矿区用地与复垦修复计划表
- 7、 表土处置工程汇总表
- 8、矿区生态修复投资估算总表
- 9、工程施工费估算表
- 10、监测估算表
- 11、管护费估算表
- 12、其他费用估算表
- 13、价差预备费表
- 14、年度矿区生态修复工作计划表

15、矿区生态修复工程量与经费安排表

16、临时用地（生产、生活及管理区和生产道路）估算表

二、其他附件

1、矿区地质环境现状和损毁土地调查表

2、网上竞价交易成交确认书

3、方案编制委托书

4、采矿权出让合同

5、矿产资源储量评审意见书

6、开发利用方案审查意见书

7、开采方案审查意见书

8、水质分析报告

9、土质分析报告

10、调查照片

11、生产、生活及管理区租地合同

12、生产道路使用说明

13、权属人意见及公众参与调查表（北地经济合作社）

14、权属人意见及公众参与调查表（荔枝经济合作社）

15、公示信息

16、承诺书

17、地类表及权属人表

18、弃土相关证明

19、遂溪县三区三线图(2021-2035)

20、遂溪县国土空间总体规划图(2021-2035)

三、附 图

1、矿区土地利用现状图

2、矿矿区地质环境问题现状图

3、矿区土地损毁现状图

4、矿区地质环境问题预测图

5、矿区土地损毁预测图

6、矿区生态修复工程部署图

前 言

一、编制目的

（一）任务的由来

广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿为新建采矿权，湛江市双兴诚建筑材料有限公司于 2026 年 5 月 20 日通过广东省公共资源交易平台(湛江市)参与采矿权网上竞价出让活动，竞得该标，成为广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿的矿权人（附件 2）。

根据《广东省自然资源厅关于做好《中华人民共和国矿产资源法》实施过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告》，“采矿权人应当按照《中华人民共和国矿产资源法》和国务院自然资源主管部门的有关规定以及矿业权出让合同，自行或者委托具备相应技术条件和能力的单位编制矿区生态修复方案，不再编制矿山地质环境保护与土地复垦方案”的要求，需编制矿区生态修复方案，因此，湛江市双兴诚建筑材料有限公司于 2026 年 6 月 5 日委托广东粤利工程公司编制《湛江市双兴诚建筑材料有限公司广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿矿区生态修复方案》。

本方案根据自然资源部《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（以下简称《编制指南》）要求进行编制，本方案是采矿权人实施矿区地质环境恢复治理、地貌重塑、植被恢复、土地复垦等活动的总体部署和基本依据。本方案不代替相关工程勘查、工程设计等，涉及地质灾害、水土流失、环境污染、固体废物利用等治理工程部署不列入本方案。

（二）编制目的

方案编制目的是尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏；保护和合理利用土地资源，防治矿山开采造成的土地损毁，通过土地复垦使土地恢复到可利用状态，促进矿产资源的合理开发利用与经济社会、资源环境的协调发展。为矿山地质环境保护、监测及治理和土地复垦实施等提供技术依据，同时也为自然资源主管部门监督检查提供依据。

主要任务为：

1、充分收集矿山地质环境相关资料，进行矿山地质环境及土地资源综合调查。查明矿山地质环境条件、土地资源利用现状，查明矿山地质环境问题，客观地确定评估精度、等级、范围、复垦土地类型和用途。

2、根据综合调查成果，结合《开发利用方案》和矿山地质环境条件特征等对开采活动及其影响范围内的矿山地质环境问题现状、土地损毁情况进行评估，对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受和加剧的地质环境问题和项目区土地损毁方式、面积、类型等进行预测评估。

3、在评估的基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区和确定土地复垦区复垦责任范围。

4、从技术、经济、土地适宜性和水土资源平衡等方面进行生态修复可行性进行分析。

5、编制矿区生态修复技术措施，提出矿区生态修复监测及管护方案，明确各项工作的目标任务。

6、对矿区生态修复工作分阶段进行工作部署，并明确近五年工作安排情况。

7、进行矿区生态修复经费估算，提出矿区生态修复保障措施。

（三）编制工作概况

1、组织管理

为保证项目的顺利完成，实行单位领导下的项目负责制，项目组接受单位及湛江市双兴诚建筑材料有限公司的管理和监督指导，组成专业齐全、结构合理，野外工作经验丰富的技术人员组成项目组，全面负责项目实施。

2、投入技术力量

广东粤利工程公司在 2026 年 6 月接受湛江市双兴诚建筑材料有限公司委托，承担《湛江市双兴诚建筑材料有限公司广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿区生态修复方案》编制工作。广东粤利工程公司投入的人员共 4 人，其中项目负责人 1 人，方案编制人员 3 人。在项目编制过程中，采用分工合作方式开展，具体工作见表 0-1。

表 0-1 项目人员投入和作品内容

序号	姓名	性别	职称/资格	工作分工	工作内容
1	赖昕	男	工程师	项目负责人	项目踏勘，负责联络业主方，补充收集项目所需资料，向业主方汇报项目进度情况，审核方案。
2	谭明钱	男	工程师	方案编制员	项目踏勘，负责方案编制
3	廖晓盈	女	助理工程师	制图员	项目踏勘，协助方案编制及图件制作
4	李萍香	女	助理工程师	制图员	项目踏勘，协助方案编制及图件制作

3、工作进度情况

接受委托后，公司成立专门项目组，开展内部讨论会，拟定方案技术路线，落实方案编制团队人员和分工合作情况，并立即组织人员开展工作：2026 年 6 月 6 日～2026 年 6 月 9 日，项目技术小组进入矿区开始进行外业踏勘，采用分工合作形式，2 人一组，了解矿山地质环境现状和土地损毁情况，填写矿山地质环境现状调查表，测量、

统计土地损毁面积、程度，同时市场人员收集矿区相关资料及矿区所在地自然资源局土地利用现状图；2026 年 6 月 10 日～2025 年 6 月 20 日，进行资料整理、前期制图、分析研究采集样品数据；2026 年 6 月 20 日～2026 年 8 月 10 日，后期资料整理并进行方案编制工作。

4、技术路线

本次工作的技术路线是在充分收集和利用已有资料的基础上，结合非金属露天开采建设项目主要的矿山地质环境特征及存在的问题，并严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031.1-2011）规定的程序进行必要的地面调查。经综合分析研究，进行矿山地质环境保护与土地复垦方案的编制。本次方案编制的工作程序见框图 0-1。

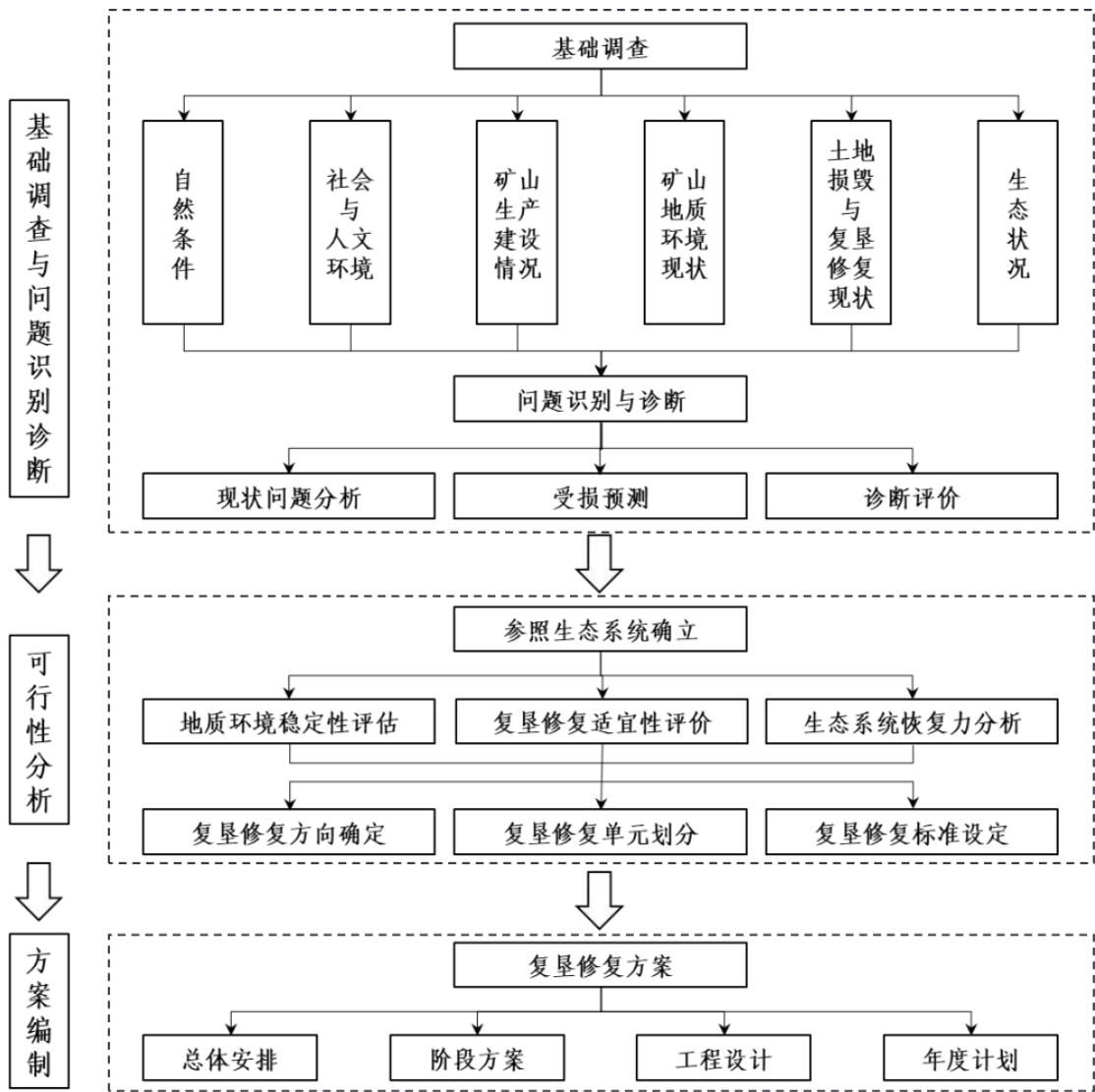


图 0-1 工作程序框图

5、工作方法

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》中确定的矿山地质环境评估和土地复垦工作的基本要求，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境现状评估、土地利用现状调查、损毁土地面积和地类统计，根据现场调查和室内统计分析，确定评估范围和复垦区面积，划分评估等级，确定损毁土地损毁方式、损毁程度，进行矿山地质环境影响现状评估、

预测评估和土地复垦适宜性评价。在此基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区和复垦单元划分，制定地质环境恢复治理和土地复垦工作措施和工作部署，并进行经费估算和效益分析。

根据建设工程的特点，本次评估工作主要采用收集资料、现场调查及室内综合分析评估的工作方法。

（1）资料收集

根据方案编制要求，主要搜集以下资料：

①收集矿山企业名称、位置、面积等基本信息；矿山开采方式、开采规模、开采年限；矿山开采历史与现状、社会经济概况、基础设施分布等基本概况资料；②收集矿山地形地貌、气象、水文、土壤与植被等自然地理资料；③收集矿山地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、不良地质现象、人类工程活动等地质环境条件资料；④收集矿山开发利用方案、环境影响报告及地形地质图、土地利用现状图、土地利用总体规划图等图件。

（2）现场调查

野外工作采用路线调查方法，采取手持 GPS 定位、卷尺测量结合相机拍摄的调查方式，调查过程中积极访问矿山企业工作人员以及周边村民，调查主要地质环境问题的发育及分布状况、矿区开采已损毁土地情况及拟开采区土地利用情况，调整室内初步设计的野外调查线路，进一步优化野外调查工作方法。为保证调查全面了解矿区地质环境与土地利用现状、掌握地质环境与土地利用收集资料及现场踏勘的准确性和完整性，野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，采用 1:2000 地形图，参考矿区布置平面图、区域地质图、区域水文地质图、土地利用现状图等图件，重点调查矿区内已存在的建设工程；对建设工程及周边地质环境问题、主要地质现象及土

地损毁等进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并进行数码照相和 GPS 定位，采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

（3）室内综合分析

结合实地调查的情况，对收集到的资料进行整理分析。对于不同资料出现的差异，及时同甲方进行沟通，明确实际情况，保证引用资料的准确性。通过资料整理分析，依据国家法律法规、现行有关技术规范完成以下主要工作：

①确定矿山地质环境评估范围和评估级别以及土地复垦区和复垦责任范围；②进行矿山地质环境影响评估（包括现状评估、预测评估）和土地损毁预测与评估（包括已损毁土地利用现状、拟土地损毁预测与评估）；③根据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；同时根据土地损毁类型、损毁程度，并结合土地利用总体规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果，确定土地复垦单元；④根据矿山地质环境保护与恢复治理分区及土地复垦单元，提出矿山地质环境治理与土地复垦措施，并进行相关工程设计及投资估算，同时对矿山地质环境治理与土地复垦计划进行实施安排，给出相应的保障措施。

6、工作质量控制措施

（1）计划管理保证措施

本项目实施统一规程、统一计划、统一组织、统一验收、分布实施和责任到人的分级目标管理。由项目管理组负责任务总体安排、总体进度控制和总体协调管理工作，保证质量体系的正常运作。

本项目设立项目负责人一名，技术负责一名，并设立小组组长，直接对项目组负责，不定期召开项目协调会议，编写项目进度报告提

交项目领导小组。重大问题集体讨论决定，建立有严格的质量保证体系和奖惩制度，确保工程项目高质量按计划完成。

（2）技术管理保证措施

严格制定施工方案和技术标准，保证所使用的各种规范、规定和图式统一。

本项目主要参加编写技术方案的人员具备有多年相关工作经验，曾从事土地复垦方案编制和矿山地质环境保护与治理恢复方案编制，并在其中担任技术负责、项目负责等职务。

（3）人员培训措施

自中华人民共和国国土资源部办公厅发布《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）后，我公司积极组织相关技术人员参加“矿山地质环境保护与土地复垦方案编制培训”，培训合格后，技术人员方可参与方案编制。

7、主要工作量

（1）工作量

收集区域地质报告 5 份、矿产资源储量核实报告（包含评审意见书）1 份，矿产资源开发利用方案（包含审查意见书）1 份，矿产资源开采方案（包含审查意见书）1 份，矿区土地利用现状图、土地利用规划图及三区三线成果图各 1 份。矿山地面调查面积约 0.333km²，评估区面积 0.333km²，调查路线约 6.5km，综合调查点 80 个，野外数码摄影 160 张（本方案附照片 3 张），完成文字报告 1 份，附图 6 幅，详见表 0-1。

表 0-1 完成的主要实物工作量统计表

项 目		单 位	工作量	备注
资料收集	区域地质资料	份	3	区域水工环地质资料
	文字报告	份	3	开发利用方案、开采方案、详查报告等
	图件	张	3	矿区土地利用现状图、矿区三区三线图、矿区国土空间规划图
	统计资料	份	1	统计年鉴
野外调查	调查面积	km ²	0.333	评估区及周边影响区域
	调查路线	km	6.5	评估区内及周边影响区域
	地形地貌点	点	10	
	地质环境调查	点	70	
	调查照片/使用照片	张	160/3	
	录像记录	个	3	
	租用车辆	辆	1	
	调查人员	人	4	谭明钱、廖晓盈、李萍香、赖昕
	调查时间	天	4	2026.6.10~2026.6.13
	公众参与	份	30	调查问卷
成果	报告	份	1	湛江市双兴诚建筑材料有限公司广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿区生态修复方案
	附图	张	6	矿区土地利用现状图 矿矿区地质环境问题现状图 矿区土地损毁现状图 矿区地质环境问题预测图 矿区土地损毁预测图 矿区生态修复工程部署图
	附表	张	1	矿山地质环境现状调查表；

(2) 工作质量评述

1) 资料收集

收集了矿区矿产资源储量核实报告、矿产资源开发利用方案、矿区土地利用规划图、土地利用现状图及三区三线成果图等资料，其中，矿产资源储量核实报告、矿产资源开发利用方案等资料均经相关评审机构通过评审，土地利用规划图、现状图及三区三线图均为现行最新有效图件，收集的资料翔实可靠，可以作为方案编制的依据，满足规范要求。

2) 现场踏勘以及野外调查

现场踏勘以及野外调查时，利用矿区已完成的矿产资源储量核实成果图件以及开发利用方案附图作为工作底图，比例尺为 1: 2000，地形底图坐标系为 2000 大地坐标系、1985 国家高程基准，等高线间距为 2m，地形底图能反映现状地形地物，工作用图满足规范的要求。

野外调查工作精度参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2025 年修订版）》，本次评估级别为一级评估，评估区面积为 333000m²，调查点 80 个满足在图幅面积 10×10cm² 的范围内调查控制点不应少于 8 个的要求。野外调查使用手持 GPS 进行定点，定点误差值在 10m 范围以内，误差值小，符合要求。

调查时对重要的地质现象、土壤植被、水土环境及土地资源利用现状等矿山地质环境问题进行了记录、拍照，对照土地利用现状图核实矿区土地类型，并对原始记录及综合图件都进行 100% 的自检和互检，项目负责 100% 检查，各类地质资料经检查后，调查人员均依据检查意见进行修改、补充，因此野外调查工作真实、可靠，满足规范要求。

3) 资料整理工作方法

资料收集、整理与利用是方案编制的重要内容，贯穿于踏勘、野外调查和报告编制的各个阶段，将收集到的资料分门别类，对比各个报告内的数据，及时核对各个方案的真实性，科学客观引用各个方案内容，去伪存真。

矿山的设计资料：已经评审及备案、批准的《储量核实报告》、《开发利用方案》《开采方案》；当地基础资料：《区域地质图》、《区域水文地质图》、《地震烈度区划图》、《广东土壤》、工程造价信息等；遂溪县自然资源部门提供的《土地利用现状图》、《土地利用总体规划图》、《三区三线成果图》。收集到以上资料成果可靠，

基本满足《编制指南》和设计要求。

4) 方案及图件的编制

本方案的文字报告和图件的编制按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月）、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）等相关规范进行，本方案图件除《土地利用现状图》、《土地利用总体规划图》及《三区三线成果图》外，采用 AutoCAD 绘制，工作底图采用最新的 1:2000 地形图，成果图件在充分利用已有资料与最新调查资料，深入分析和综合研究的基础上编制，图形数据文件命名清晰，与工程文件一起存储，方案及图件经单位内部审核，审核结果为合格，方案文字报告和图件的编制工作满足规范要求。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范要求。

二、服务年限

由《广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿矿产资源开采方案》指出，本矿山生产年限 5 年，基建期 0.5 年，矿山闭坑后复垦绿化期 0.5 年，矿山总服务年限 6 年。

根据《编制指南》第三部分编写技术要求中方案服务年限与基准期的规定：“新建矿山的方案适用年限根据开发利用方案确定，生产矿山的方案适用年限原则上根据采矿许可证的有效期确定；新建矿山的方案基准期以矿山正式投产之日算起，生产矿山的方案基准期以相关部门批准该方案之日算起”。

确定本方案适用年限为 9 年，其中，矿山边开采边治理期 6 年、复垦管护期 3 年，基准年暂定为 2027 年 3 月 1 日（最终以矿山正式投产日算起）。

根据《矿山地质环境保护规定》的有关要求，矿山应根据需要可每 5 年进行修编。同时，由于矿山生产服务年限相对较长，实际生产建设过程矿区道路等的走向、规模等可能会有所调整，此时矿山应根据实际情况对本方案设计内容进行相应的调整，并报有关主管部门备案。

三、编制依据

（一）法律依据

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》（2025 年 11 月 8 日修订，自 2025 年 7 月 1 日起施行）；
- 2、《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日第三次修正，自 2020 年 1 月 1 日起施行）；
- 3、《中华人民共和国农业法》（2012 年 12 月 28 日第二次修正，自 2013 年 1 月 1 日起施行）；
- 4、《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订，自 2011 年 3 月 1 日起施行）；
- 5、《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日修正，自修正之日起施行）；
- 6、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日第二次修订，2020 年 9 月 1 日起施行）；
- 7、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订，自 2015 年 1 月 1 日起施行）；

8、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年7月2日第三次修订，自2021年9月1日起施行）；

9、《土地复垦条例》（2011年2月22日国务院令第592号公布，自公布之日起施行）；

10、《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令第56号公布，2019年7月16日修正，自修正之日起施行）；

11、《基本农田保护条例》（1998年12月27日国务院令第257号公布，1999年1月1日起施行）；

12、《地质灾害防治条例》（2003年11月24日国务院令第394号公布，2004年3月1日起施行）；

13、《矿山地质环境保护规定》（2019年7月16日第三次修正，自修正之日起施行）。

14、《中华人民共和国矿产资源法实施细则》（2020年10月1日起施行）；

15、《中华人民共和国预算法实施条例》（2020年8月3日中华人民共和国国务院令第729号修订，2020年10月1日起施行）；

16、《中华人民共和国矿山安全法》（2009年8月27日中华人民共和国主席令第18号修订，自修订之日起施行）；

（二）政策性文件

1、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发〔2006〕225号）；

2、《国家发展改革委 建设部关于印发<建设工程监理与相关服务收费管理规定>的通知》（发改价格〔2007〕670号）；

3、《国务院关于促进集约节约用地的通知》（国土资发〔2008〕3号）；

- 4、《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发〔2011〕50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的通知》（财综〔2011〕128号）；
- 6、《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）；
- 7、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63号）；
- 8、《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）；
- 9、《广东省人民政府关于第一批清理规范58项省政府部门行政审批中介服务事项的决定》（粤府〔2016〕16号）；
- 10、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）；
- 11、《广东省国土资源厅 广东省财政厅 广东省环境保护厅 广东省质量技术监督局、中国银行业监督管理委员会广东监管局、中国证券监督管理委员会广东监管局《关于印发〈广东省绿色矿山建设工作方案〉的通知》（粤国土资规字〔2017〕5号）；
- 12、《广东省国土资源厅、广东省财政厅、广东省环境保护厅关于关于加快建设绿色矿山的通知》（粤国土资规字〔2017〕6号）；
- 13、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》（国土资厅发〔2017〕19号）；
- 14、《财政部 国土部 环保部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；

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

16、《自然资源部办公厅、财政部办公厅、生态环境部办公厅<关于印发山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）>的通知》（自然资办发〔2020〕38 号）；

17、《广东省自然资源厅关于全面推进绿色矿山建设工作的通知》（粤自然资函〔2021〕497 号）；

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

19、《广东省自然资源厅关于进一步加强绿色矿山建设工作的通知》粤自然资矿管〔2024〕1283 号）；

20、《广东省自然资源厅关于做好《中华人民共和国矿产资源法》实施过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告》（2025 年 10 月 28 日）。

21、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（2023）；

22、广东省自然资源厅关于印发《广东省地质灾害治理工程生态修复指引》的通知(粤自然资函(2023)832 号)；

23、《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资发〔2024〕157 号）。

（三）标准规范

1、《矿区生态修复方案编制指南（临时）》；

2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；

- 3、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）；
- 4、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018 年 1 月）；
- 5、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 6、《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2025 年修订版）；
- 7、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 8、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- 9、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- 10、《地下水监测规范》（SL/T 183-2005）；
- 11、《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）；
- 12、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- 13、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 14、《地面沉降调查与监测规范》（DZ/T 0283-2015）；
- 15、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
- 16、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 17、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 18、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- 19、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；
- 20、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；
- 21、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- 22、《土地开发整理项目预算定额标准》（2012 年）。
- 23、《裸露坡面植被恢复技术规范》（GB/T 38360-2019）；

- 24、《水文地质调查规范（1:50000）》（DZ/T 0282-2024）；
- 25、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 26、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；
- 27、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；
- 28、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TDT/1093-2024）。

（四）技术资料及其他

- 1、广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿资源储量核实报告》（广东省地质矿产公司，2025 年 7 月）；
- 2、《广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审意见书（广东省矿产资源储量评审中心，粤资储评审字〔2025〕91 号）；
- 3、广东省地质矿产公司 2025 年 9 月编制的《广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿产资源开发利用方案》；
- 4、《广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿产资源开发利用方案审查意见书》；湛江市矿业与地质环境监测中心，湛矿开审字[2025]6 号；
- 5、采矿权出让合同（签订时间 2026 年 6 月 9 日）。
- 6、闽武长城建设发展有限公司 2026 年 8 月编制的《湛江市双兴诚建筑材料有限公司遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿开采方案》；
- 7、《湛江市双兴诚建筑材料有限公司遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿开采方案审查意见书》；湛江市矿业与地质环境监测中心，湛矿开审字[2026]4 号。

上述研究成果，为本次方案编写工作提供了大量区域地质、水文地质基础资料。

（五）主要计量单位

表 0-2 计量单位表

序号	名称	计量名称	计量符号
1	面积	公顷；平方千米；平方米	hm ² ； km ² ； m ²
2	数量	株	-
3	长度	米；千米	m； km
4	体积	立方米；万立方米	m ³
5	重量	吨；万吨；千克	t； ×10 ⁴ t； kg
6	单价	万元/公顷；元/吨；元/立方米	万元/hm ² ；元/t；元/m ³
7	金额	万元（人民币）	-

采用 2000 国家大地坐标系，中央子午线 111°，1985 国家高程基准。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

项目名称：广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿

项目性质：新设立矿山

项目类型：生产项目

采矿权人：湛江市双兴诚建筑材料有限公司

经济类型：有限责任公司

地 址：广东省遂溪县港门镇北地村

开采矿种：建筑用砂

开采方式：露天开采

生产规模：22 万 m³/a，约 37.4 万 t/a

生产服务年限：9 年（基建期 0.5 年，生产期 5 年，闭坑治理期 0.5 年、复垦管护期 3 年）

矿区面积：0.1656km²

开采标高：24.66m~1.42m

二、地理位置与区域概况

矿区位于广东省遂溪县县城 242° 方向，直距约 50km 处，行政区划隶属遂溪县港门镇管辖。矿区地理坐标：东经 109° 49′ 12″ ~ 109° 49′ 42″，北纬 21° 10′ 07″ ~ 21° 10′ 22″。中心地理坐标：东经 109° 49′ 27″，北纬 21° 10′ 14″。

拟设矿区有简易公路约 2.7km 与省道 S290 线相通，沿省道 S290 向北约 8km 到达遂溪县北坡镇，再向东约 20km 到达国道 G207，沿国道 G207 向东北约 30km 到达遂溪县城；沿国道 G207 和省道 S374 约 32km 到达湛江市区；区内交通条件方便（详见图 1-1）。



三、矿区范围及拐点坐标

根据遂溪县自然资源局《关于审批遂溪县 2025 年度（第一批次）采矿权招标拍卖挂牌出让计划的请示》（遂自然资〔2025〕255 号）及遂溪县人民政府批准，拟设置“广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿”采矿权，拟设置矿区面积 0.1656km²，由 22 个拐点圈定，资源储量估算范围标高：24.66m~1.42m。于 2026 年 5 月 20 日，湛江市双兴诚建筑材料有限公司竞得该标的，成为广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿的矿权人，并着手办理该矿的采矿许可证。采矿许可证范围拐点坐标详见表 1-1。周边 1km 无其他矿权，见图 1-2。

表 1-1 拐点坐标一览表

拐点号	2000 国家大地坐标系		拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	2342639.42	37377052.02	12	2342651.84	37377824.71
2	2342655.70	37377121.15	13	2342650.71	37377679.41
3	2342652.63	37377159.03	14	2342612.45	37377663.31
4	2342674.25	37377178.80	15	2342585.40	37377522.34
5	2342751.04	37377365.01	16	2342578.87	37377208.86
6	2342880.71	37377574.20	17	2342535.25	37377207.84
7	2342942.09	37377614.98	18	2342529.17	37377149.98
8	2342938.73	37377711.67	19	2342515.88	37377150.02
9	2342909.40	37377717.82	20	2342506.26	37377084.48
10	2342761.07	37377888.61	21	2342535.39	37377072.46
11	2342689.51	37377880.52	22	2342605.90	37377034.88
拟设矿区面积 0.1656km ² ，资源储量估算范围标高：24.66m~1.42m					



图 1-2 矿权相邻图（周边 1km 无其他矿权）

四、矿山开发利用方案概述

闽武长城建设发展有限公司 2026 年 8 月编制的《湛江市双兴诚建筑材料有限公司遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿开采方案》，方案如下。

（一）建设规模及产品方案

1、建设规模

根据矿区保有资源储量，结合当地建筑用砂需求情况，开发利用方案确定本矿山生产规模为 22 万 m^3/a ，约 37.4 万 t/a ，按照《矿山生产建设规模分类》划分属大型规模。

2、产品方案

本矿山产品方案主要为建筑用砂，未有其他共伴生矿种。

（二）矿山工程布局

本项目是新立矿山，根据开发利用方案，矿山总平面布置主要由①露天开采区、②生产、生活及管理区、③生产道路等组成。

1、露天采场

开采 8m 标高以上台阶高度不大于 8m，平台宽度 3m~4m；设计封闭圈定标高 8m 以下一坡到底且台阶高度不大于 6.58m。采坑底标高为矿体赋存最低标高 1.42m~6.68m，平均标高 3.84m。开采对象为矿区范围内的建筑用砂。

(1) 台阶设置

开采台阶：边坡顶最高标高+24.0m，根据境界圈定结果，终了台阶自上而下分别为：+16m、+8m、底板标高 1.42m~6.68m。高度 6.68~8m。

1) 露天采场开采深度

矿区设计矿体全厚开采，设计开采深度：+24.0m~1.42m。

2) 台阶坡面角

水面以上边坡坡面角取 36° ，水面以下边坡坡面角取 30° 。水面标高约+5m，既+8m 以上台阶坡面角取 36° ，8m 以下台阶坡面角取 30° 。

3) 台阶宽度

台阶高度 3~4m。

(2) 最大采高及最终边坡角

采场最大边坡高度在矿区南东部 12 号拐点，最高标高为+24m，同边坡处采场底标高为+1.42m，边坡最大高度为 22.38m，经计算最大边坡处的最终边坡角为 28° 。

露天开采境界圈定结果见表 1-2。

表 1-2 露天开采境界圈定结果一览表

序号	参数名称	单位	参数	备注
1	矿区面积	km ²	0.1656	
2	境界顶面积	km ²	0.1591	
3	境界底面积	km ²	0.1013	
4	最高开采标高	m	24.66	
5	最低开采标高	m	1.42	
6	边坡最高标高	m	24	
7	最大边坡高度	m	22.5	最大采高处
8	台阶高度	m	≤8	
9	台阶坡面角			
	水面以上	°	≤36	
	水面以下	°	30	
10	安全平台宽度	m	3/4	
11	最终帮坡角	°	30	最大采高处
12	矿岩总量	万 m ³	174.52	
13	矿石量	万 m ³	109.76	建筑用砂矿
14	剥离量	万 m ³	64.76	砂质粘土层、粘土夹层
15	平均剥采比	m ³ /m ³	0.59	

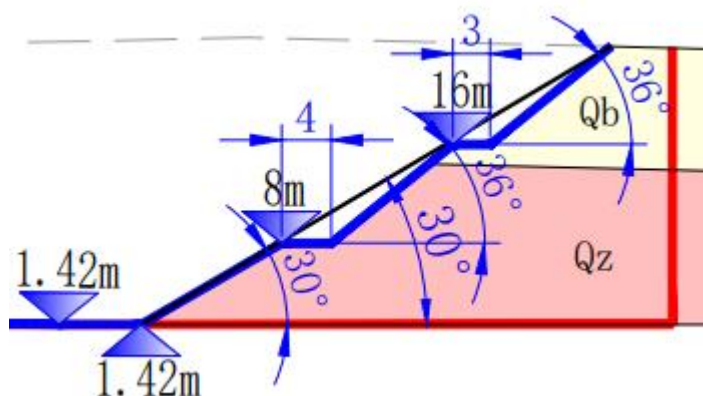


图 1-3 最终边帮图

2、生产、生活及管理区

布置矿区的北东侧，地面标高约+14.0m~+19.0m，地面平缓，占地面积约 14329.45m²，设计标高+17m。需和权属人租地，属于临时

用地，后期做好恢复工作。

生产区设置在南部，设有洗矿车间、砂精矿堆场、粘土滤饼堆场、沉砂池及配电房、维修车间等，周边设置铁丝网、排水沟与外界相隔。

生活及管理区布置北东部，设办公室、员工宿舍、食堂、停车场等生活辅助设施。

剥离层外运转运场布置北西部，设计标高+17m。后期表土复绿需 3000m³，堆积在剥离层外运转运北部，高 4m，按 1:1.5 放坡。

为了维护堆场稳定，同时避免水土流失，设计在废石土堆四周设置拦挡设施（除汽车运输进出口外），采用砖砌，砖砌厚度不小于 0.2m，为了保证砌体的整体稳定，砌体需深入地表 0.2m（即基础深 0.2m），墙高不小于 0.3m，墙厚不小于 0.2m。沿拦挡墙体，位于地表标高处需要设置一排泄水孔，孔径 50mm，孔距 3m，孔口设置反滤层（主要为土工布），泄水孔直接连接堆场外部环形截排水沟。

为了减少堆场水土流失对周边环境的影响，在堆场周边设置环形截排水设施，并汇入沉砂池内。截排水沟采用梯形断面，尺寸为上宽×下宽×高=0.5m×0.3m×0.3m，截排水沟采用浆砌块石进行修筑，水力坡度不小于 3‰。堆场设置遮雨顶棚，顶棚需要遮住砌体挡墙及堆场，避免大雨直接汇入造成堆场水土流失。

表 1-3 生产、生活及管理区范围坐标表

拐点	X	Y	拐点	X	Y
J1	2343145.52	37377800.94	J5	2342993.60	37377730.73
J2	2343150.75	37377701.10	J6	2342991.86	37377809.20
J3	2343037.34	37377705.56	J7	2343034.78	37377803.48
J4	2343034.98	37377731.01			
2000 国家坐标系，面积 14329.45m ² 。					

3、生产道路

根据开发利用方案，第四系覆盖层及矿体采用公路-汽车开拓运

输方案，因此，矿区内需开拓矿山道路，即台阶平台道路，宽 3-4m。平台矿山道路位于矿区内，不另外占用土地面积。矿山闭坑后，与露天采场一并复垦。

在矿区拐点 8 建设一条生产水泥运输道路连接到生产、生活及管理区，长约 60m，面积 1043.80 m²。两侧形成高 4m 的填方边坡，按 1:1.5 放坡。需和权属人租地，属于临时用地，后期做好恢复工作。

表 1-4 生产道路坐标表

拐点	X	Y	拐点	X	Y
J1	2342993.60	37377730.73	J4	2342919.74	37377715.65
J2	2342938.96	37377705.20	J5	2342993.26	37377746.20
J3	2342938.73	37377711.67	J6	2342993.60	37377730.73
2000 国家坐标系，面积 1043.80m ² 。					

4、截排水沟及沉砂池

因开采区在西、南、东侧形成汇水，故在开采区在西、南、东侧修建截水沟；在+16m 和+8m 修建排水沟，在由于采场内汇水泥沙含量较高，截排水沟下游需设置沉砂池进行水处理，主要是沉淀泥砂、澄清水质，并定期对沉砂池进行清理。位于露天采场内，无需占地。

（三）矿产资源储量

1、查明的资源储量（Q）

截至 2025 年 5 月 31 日，资源储量核实范围内保有建筑用砂控制资源量原矿矿石量 $66.70 \times 10^4 \text{m}^3$ ，砂量 $53.07 \times 10^4 \text{t}$ ，含砂率 79.57%；推断资源量原矿矿石量 $50.70 \times 10^4 \text{m}^3$ ，砂量 $41.01 \times 10^4 \text{t}$ ，含砂率 80.88%；矿床平均含砂率 80.14%。

资源储量核实范围内覆盖层的砂质粘土层体积 $67.39 \times 10^4 \text{m}^3$ （含夹石 $0.63 \times 10^4 \text{m}^3$ ）。

2、设计利用的矿产资源储量（Q₁）

依据有关设计规范，参照《矿业权出让收益评估应用指南（2023）》，综合考虑本矿矿种、矿床类型、矿床地质工作程度、矿床勘查类型以及矿业权范围内预测的资源量与全部资源储量的比例关系等，本次对控制资源量和推断资源量的可信度系数均取 1.0。

设计利用的建筑用砂原矿矿石量 $Q_1=66.70\times 1.0+50.70\times 1.0=117.40\text{万m}^3$ ，含砂率80.14%，建筑用砂量 94.08万m^3 。

3、确定的开采储量（ Q_2 ）

拟动用的建筑用砂原矿矿石量 109.74 万 m^3 。

4、设计资源利用率

拟动用的建筑用砂原矿矿石量 109.74 万 m^3 ，设计利用建筑用砂原矿矿石量为 117.40 万 m^3 ，按可比条件，建筑用砂矿设计矿产资源利用率为 93.47%。

（四）开采方式、开采顺序、采矿方法

1、开采方式

采用露天开采方式。

2、开采顺序

矿山总体上采用自上而下、分台阶式的开采顺序，遵循“采剥并举，剥离先行”的原则，由于开采区域外围用地条件较为复杂，为了减少场外用地，以洗砂车间为参照点，建议矿山采用后退式回采方式，即首采距离洗砂车间最远、开采区域西侧的矿体，方可保证山坡露天采场矿山运输道路依然位于开采区域范围内。

3、采矿方法

（1）开拓运输方案

根据开拓运输条件，结合矿山工业场地的布置情况，本方案设计剥离层和建筑用砂矿均采用公路-汽车开拓运输方案。

（2）开采工艺

本方案设计剥离层及矿体均采用挖掘机直接开挖的开采工艺。

（3）矿石加工工艺

矿体原矿汽车运输至卸矿平台，卸入卸料基坑后由皮带输送至洗砂车间捣浆池。砂浆采用由格筛、笼式滚筒筛、螺旋洗砂机、逆流洗砂脱水一体机、渣浆泵、清水泵、沉淀池组成的分级脱泥工艺进行除杂脱泥，得到合格的建筑用砂成品。洗砂的尾泥浆经沉淀后，由渣浆泵泵入压滤机压滤得到滤饼。

（五）拟建生产规模、矿山服务年限

1、拟建生产规模

根据该矿查明的资源情况及矿区开采技术条件、本地区建筑用砂矿开发布局，本方案设计确定矿山生产规模 22 万 m^3/a 。生产矿山的生产规模应以相应主管部门的最终核准为依据。

2、矿山服务年限

矿山计算服务年限约为 9 年。基建期 0.5 年，生产期 5 年，闭坑治理期 0.5 年，复垦管护期 3 年。

（六）剥离层综合利用

受到用地条件的影响，第四系砂质粘土及夹石无法进行长时间的堆填，因此产出的剥离层和洗砂产生的废渣、尾泥均外运用于周边市政园林绿化，或大型建设工程场地平整用土综合利用，其中留 3000m^3 表土用于后期回填。



29

（七）其它辅助设施

1、供电

矿山供配电系统的电源从当地 10kV 供电网 T 接引入，电源线路由建设方与当地电力部门协商解决，变配电站设置在用电最多的洗砂车间内。

矿区采掘设备（挖掘机、装载机、推土机、自卸汽车等）均使用柴油作为动力，矿山生产电力主要供给洗砂设备、供水水泵、排水水泵、机修及生产生活照明之用。

2、供水

矿山可采取接入当地的自来水管网系统，自行铺设内部供水管网的方式，解决矿山生活用水。生产用水采用坑底排水（汇至总沉砂池）和洗砂回水，生产用水水源不足部分可来自矿区北侧约 250m 处为乐民河，取水必须经过主管部门允许。

3、消防

消防用水水源：可利用矿山给水管网供给。

五、矿山开采历史

（一）矿山开采历史

本项目为新立采矿权的露天开采砂矿，以前没有进行过采矿作业，矿区范围内目前地形地貌保持原有状态，植被覆盖基本未被破坏。

开发利用方案对矿区范围内玻璃用石英砂矿体全部一次性设计开发利用，设计与矿区总体规划一致，即总体规划为一个开采矿区整体开发利用，不分规模进行开采。

（二）采矿权设置情况

根据调查，矿区周边 500m 范围内无其它采矿权设置。本矿为新立登记的新建露天矿山，在批复划定的采矿权矿区范围内，遂溪县自

然资源局只出让给一个采矿权人，今后不存在一个矿体多个开采主体开采的现象。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 气象

矿区处于北回归线以南的低纬度地区，属亚热带季风气候，日照时间长，终年受海洋气候调节，气候特征表现为风害多、雷暴频、雨量集中、旱季长、夏季长而冬季短、温和潮湿、无霜冻。4~9 月为雨季，占年降雨量的 79%，10 月至次年 3 月为旱季。

据遂溪县气象站的观测资料（1960~2022 年），项目区的气象特征如下表 2-1：

表 2-1 矿区所在地区气象特征一览表

气温	多年平均气温	23.5℃
	极端最高气温	38.0℃（1990 年 8 月 23 日）
	极端最低气温	1.3℃（1975 年 12 月 14 日）
降雨量	多年平均年降雨量	1536.2mm
	年平均降雨天数	134.7d
	年最大降雨量	2394.8mm（1985 年）
	年最小降雨量	1137.9mm（2004 年）
	日最大降雨量	626mm（1994 年 6 月 8 日）
	时最大降雨量	114mm（1991 年 6 月 9 日）
蒸发量	年蒸发量	1587.4mm
	最大年蒸发量	2031.4mm（1964 年）
	年平均相对湿度	80%左右
风向	春夏	多吹东南风
	秋冬	多吹西北风
	年最大风速	10.0m / s（1974 年 7 月）
	年平均风速	3.1m / s
	台风盛行季节	7~10 月

(二) 水文

拟设矿区及周边地表水不发育，在矿区北侧外围约 250m 处为乐民河，自北东流向西南方向流经，常年有水，河宽 5m~20m，水深 2m~5m 左右，河床标高约 2.96m，视为本区侵蚀基准面。矿区在北侧最低处设计沉砂池，矿区抽排水经过沉淀后经过水沟排入乐民河，对乐民河影响较小。矿区周边乐民河河道到海边 12km，受海洋潮汐

影响，现场调查最高潮水位 3.3m，不会反灌进矿区，对矿区没有影响。

拟设矿区北侧有两处水塘，距离矿区边界距离分别为约 50m、130m，调查期间水域面积 1000~1500m²，水深 1m~3m，水面高程 4.60m、4.82m。

（三）地形地貌

拟设矿区属北海组冲洪积平原地貌，地形低缓平坦，矿区地面高程 24.66m~7.42m，最高点位于矿区东南角，相对高差 17.24m，原始地面坡角一般小于 5°，地势总体上南高北低。

（四）植被

遂溪县自然植被属南亚热带植被类型，现多以护村林、风水林等次生形式小片零星分布于村庄周围和道路两旁，乔林主要是桉树和木麻黄树。

矿区及其周围（500m 范围）多为林地、园地，主要植物资源主要有粮油类（粘稻、玉米、番薯、花生等），占地面积 79hm²；蔬菜类、果类（甘蔗、香蕉、木薯、龙眼、荔枝、沙田柚等），占地面积 146hm²；草丛植被有咸水草、芦苇、田葱草、谷精草、厚藤、白背荆、飘拂草等等，占地面积 5hm²。



图 2-1 矿区地形地貌卫星影像图

（五）土壤

遂溪县地处雷州半岛，土壤成土母质主要是浅海沉积物，占 68.4%，玄武岩占 20.4%，沙页岩占 5.4%，滨海沉积物占 5.8%。全县土壤垂直分布不明显，水平分布由东北至西南有 4 种形式：①沙页岩发育的黄红赤土集中在遂城、黄略两镇；②玄武岩发育的砖红壤，分布在螺岗岭、城里岭、笔架岭一带（即岭北、建新和洋青镇东南部一带）；③浅海沉积物发育的黄赤壤，分布在县内中西部界炮、杨柑、北坡、河头、乐民、江洪一带；④滨海沉积物形成的潮沙泥分布在东西海岸沿线。

项目区位于港门镇，主要土壤类型为黄赤壤，土壤厚度 4~6m，为有效土层，土壤质地为砂质壤土、PH 值 5.34~5.49、有机质含量 10.8 g/kg~12.0 g/kg（详见见附件 9 土质分析报告），有效土层大于 50cm，其中，耕作层为土壤最顶层的部分，厚约 0.15~0.25m。本项目复垦需覆土量为 3000m³，在表土剥离时，应将耕作层和其它土分开堆放，3000m³堆放在剥离层外运转运场北部，其它土应及时外运销售。

表 2-1 矿区土壤和林地验收对比表

指标类型	基本指标	控制标准	现土壤质量	是否满足
有林地土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50	是
	土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	1.43~1.46	是
	土壤质地	砂质壤土至壤质粘土	砂质壤土	是
	砾石含量/%	≤25	5.3~7.0	是
	pH 值	5.0~8.0	5.34~5.49	是
	有机质(g/kg)	≥1	1.08~1.20	是

二、社会经济概况

遂溪县位于广东省西南部、雷州半岛北部，与廉江市、雷州市接壤，西临北部湾。县境东西最长 78.95 千米、南北最宽 56.93 千米，总面积 2129 平方千米，县政府驻遂城街道。辖 16 个镇（街）（其中 8 个沿海镇）、村（居）民委员会 351 个，村(居)民小组 2115 个。2024 年全县年末户籍人口 112.40 万人，常住总人口 89.31 万人。2024 年地区生产总值 427.19 亿元，其中第一产业增加值 166.63 亿元，第二产业增加值 59.67 亿元，第三产业增加值 200.89 亿元。

遂溪地理环境优越。遂溪县城距湛江市市区 16 公里，距湛江高铁西站、湛江港半小时车程,交通便利。地处内陆延伸海南岛的过渡地带，属台地地形，主要山岭有螺岗岭、城里岭，主要河流有遂溪河、杨柑河、城月河、乐民河，东西两面临海，海岸线总长 152.53 千米。有黎湛铁路、渝湛高速和茂湛高速、国道 325 线和国道 207 线通过。

遂溪有粤西地区通往东南亚各国的最短港口北潭港，及 9 个天然渔港，江洪渔港、草潭渔港入列首批国家级定点上岸渔港，盛产鳊肚、鱿鱼、墨鱼、对虾、蟹、马鲛、鲳鱼、石斑、红鱼、沙虫等 100 多种海产品。遂溪有下六沙虫、下六番薯、遂溪海红香米、遂溪广藿香、岭北甜薯、沙古萝卜、草潭瑶柱、江洪鱼露、遂溪红心火龙果、遂溪红糖、遂溪桑葚、遂溪金鲳鱼、建新蟛蜞汁、红心海鸭蛋、辣椒等土特产，是全国绿色小康县、全国渔业百强县、全国海域管理百县示范县、国家级无公害蔬菜示范县、中国第一甜县、国家电子商务进农村综合示范县、中国醒狮之乡和国际长寿养生基地，以及入选“2020 年中国最美县域榜”“2020 中国县域综合实力百强榜”“2021 赛迪顾问全国乡村振兴百强县”“2024 首批全国农村电商‘领跑县’典型案例”。

三、矿区地质环境背景

（一）地质概况

拟设矿区位于雷琼断陷区的北侧，北部为云开隆起区，南部为雷琼断陷区，图幅范围内由云开隆起区元古代沉积基底和雷琼断陷区所构成。

（二）矿区地质矿产

1、地层

（1）区域地层

区域上地层从老到新主要有：下古生界、志留系、泥盆系、石炭系及第四系。各地层特征分述如下：

1) 下古生界 (Pt)

下古生界地层本区域内主要出露于东北部，由黄岭岩组 (Pth)、莞塘组 (Ptg) 组成。

黄岭岩组 (Pth)：区域上小面积出露于东北部，由混合岩组成，岩性主要为浅灰、灰色石英片岩、绢云母片岩夹灰白色条带状硅质岩、大理岩，与上覆莞塘组 (Ptg) 呈整合或平行不整合接触，下未见底。区域上出露厚度 > 1500m。

莞塘组 (Ptg)：区域上小面积出露于东北部，岩性主要为灰白、灰绿色变质砂岩、条带状板岩，与上覆新安组 (Ptx) 呈整合接触。区域上出露厚度 > 800m。

2) 志留系 (S)

志留系地层本区域内主要出露于西北部，主要为连滩组 (SI)。

连滩组 ($S1$) 区域上小面积出露于西北部, 为海相泥质沉积, 岩性主要为灰、灰绿色细砂岩、粉砂岩、灰黑色条带状页岩、粉砂质页岩, 区域上出露厚度 $>700\text{m}$ 。

3) 泥盆系 (D)

本区域内主要分布于北部, 杨溪组 (D_y)、老虎头组 ($D1$)、天子岭组 (D_t)、帽子峰组 (DC_m), 长埗组 (DC_c1) 均有出露。

杨溪组 (D_y): 区域上小面积出露于西北部、东北部, 岩性主要为紫红、灰紫色砾岩、砂砾岩、砂岩、粉砂质泥岩, 与上覆老虎头组 ($D1$) 呈整合接触。区域出露厚度 $400\text{m}\sim 800\text{m}$ 。

老虎头组 ($D1$): 区域上小面积出露于西北部、东北部, 岩性主要为灰紫色含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩, 与上覆信都组 (D_x) 或东岗岭组 (D_d) 均为整合接触。区域出露厚度 $250\text{m}\sim 930\text{m}$ 。

天子岭组 (D_t): 区域上小面积出露于西北部, 岩性主要为灰、灰黑色灰岩、生物灰岩, 与上覆帽子峰组 (DC_m) 呈整合接触。区域出露厚度 $330\text{m}\sim 375\text{m}$ 。

帽子峰组 (DC_m): 区域上小面积出露于西北部, 岩性主要为灰、灰白色细砂岩、粉砂岩、页岩夹含砾砂岩、炭质页岩, 与上覆长埗组 (DC_c1) 呈整合接触。区域出露厚度 $240\text{m}\sim 680\text{m}$ 。

长埗组 (DC_c1): 区域上小面积出露于西北部, 岩性主要为灰、灰黑色页岩夹生物碎屑灰岩, 与上覆大赛坝组 (Cds) 呈整合接触。区域出露厚度 $>30\text{m}$ 。

4) 石炭系 (C)

本区域内主要出露地层为大赛坝组 (Cds)、石磴子组 (Cs)。

大赛坝组 (Cds)：区域上小面积出露于西北部，岩性主要为灰黄、紫红色页岩、细砂岩、钙质页岩，与上覆石磴子组 (Cs) 呈整合接触。区域出露厚度 96m~650m。

石磴子组 (Cs)：区域上小面积出露于西北部，岩性主要为灰黑色灰岩、含炭质灰岩，与上覆地层呈角度不整合。区域出露厚度 > 50m。

5) 第四系 (Q)

区域上第四系广泛发育，区域地层分布有湛江组 (Qz)、北海组 (Qb)、石茆岭组 (Qs)、湖光岩组 (Qh)、下录组 (Qxl)、黄岗组 (Qhg)、曲界组 (Qq)、大湾镇组 (Qdw)、桂洲群 (QG) 等。

湛江组 (Qz)：区域上出露比较零散，主要被中更新统至全新统所覆盖。是一套具多个粗—细韵律结构的砾砂层、砂层、粉砂层及黏土层（局部夹基性火山岩）的地层，与上覆北海组砂砾层呈平行不整合接触，或被石茆岭组喷发不整合覆盖，代表雷州半岛平行不整合覆于海相望楼港组之上的一套河控三角洲相沉积层，层厚 13m~254m。在纵向上呈现出明显的沉积韵律，自下而上，由粗至细构成多套不完整的沉积韵律；在横向上呈现出物质颗粒自北向南由粗变细的趋势。主要岩性下段以灰白、灰绿、深灰色砂砾、粉砂、粉砂质黏土为主，间夹杂色黏土，多个粗细互层，组成一个大的下粗上细韵律组；上段以灰白、灰黄、褐黄、深灰、紫红色砂砾、砂、黏土质砂、黏土的互层。

北海组 (Qb)：区域上分布广泛，成片分布。岩性较稳定，可见明显的二元结构，下部以棕黄、褐黄、褐红色的含砾石粉质黏土、砾砂质粘土为主，上部为棕红、褐黄、土黄色粉质黏土、砂质黏土，厚

1m~20m, 属洪冲积相沉积。与下伏湛江组呈平行不整合接触。

石茆岭组 (Q_s) : 区域上大面积出露, 主要分布在雷州半岛中南部, 西北部有零星产出, 为一套深灰色火山碎屑岩 (玄武质火山角砾岩、玄武质凝灰岩、集块岩) 与玄武岩不等厚互层的基性火山岩, 火山岩夹有多层古红土和红顶, 局部火山碎屑岩含二辉橄榄岩包体及长石、辉石巨晶, 可划分为 6 个喷发亚旋回, 喷发不整合覆于湛江组之上。厚度 0m~200m。

湖光岩组 (Q_h) : 在雷州半岛北部呈大面积出露, 主要由橄榄玄武岩、橄榄粒玄岩、玄武质火山碎屑岩 (火山角砾岩、熔凝灰岩、集块岩) 组成, 具两个喷发亚旋回, 喷发不整合覆于北海组或湛江组之上。厚度 50m~185m。

下录组 (Q_{x1}) : 区域上小面积出露西部和东南部, 为含泥炭土层的沼泽相沉积, 主要岩性为深灰、灰黑色淤泥、腐植质粘土、泥炭、腐木层, 与上覆曲界组为平行不整合接触。厚度 1.5m~17.5m。

曲界组 (Q_q) 区域上分布广泛, 呈零散分布于火山岩分布区的低处, 为冲—洪积相沉积, 岩性主要为灰黄、灰褐色砂质粘土、粘土质砂、砂砾。厚度 3m~8.5m。

大湾镇组 (Q_{dw}) : 区域上主要出露于西北部, 为埋藏阶地底部最老的沉积物, 为一套河流相的砂、砾层, 岩性主要为黄褐色砂砾、砂质粘土。厚度 5m~20m。

桂洲群 (Q_G) : 区域上主要出露于西北部和东南部, 由淤泥、粉砂、细砂等组成, 属滨海相沉积, 平行不整合覆于礼乐群或基岩风化壳之上的一套地层, 由横栏组、万顷沙组和灯笼沙组组成; 主要岩性为灰、灰黑色砂砾、砂质粘土, 厚度 4.5m~31m。

(2) 矿区地层

矿区地层有湛江组（Q_z）和北海组（Q_b）。

1）湛江组（Q_z）：分布在整个工作区，地表未见出露，钻孔揭露，未揭穿底界，地层厚度大于 41.00m，钻孔控制厚度 22.30～41.00m，平均厚度 28.78m，是一套河控三角洲相砾砂泥的沉积。主要成分为石英砂、粘土，粒状结构、层状构造；地层总体向西北微倾斜，倾角约 1°～5°。

2）北海组（Q_b）：整个矿区为北海组所覆盖，所有钻孔均有揭露，钻孔控制厚度 1.00m～9.80m，平均厚度 4.80m，为一套洪冲积相地层。岩性主要为褐黄—红棕色的砂质粘土，主要成分为泥质和中细粒石英砂，含少量砾石。与下伏湛江组呈平行不整合接触。

2、构造

（1）区域构造

区域上褶皱构造主要发育于北部，为复式褶皱，轴线走向北东，向南西倾伏，核部地层为石炭系，翼部地层为泥盆系，可能是燕山期褶皱运动所形成。

区域上断裂构造主要发育于北部，以北东向压性断裂为主，北西向和近东西向张性断裂次之。北东向断裂为逆断层和压扭性断裂，具有规模大，延长构造带宽的特点，多数为区域性断裂；北西向和近东西向断裂多为张性断裂，发育晚于北东向断裂，且受其限制，规模相对较小。

据《地震动峰值加速度区划图（GB18306-2015）》划分，矿区属抗震设防烈度 7 度区，设计地震加速度值为 0.1g。据湛江市地震局资料，湛江市境内自 1936 年有记录以来累计发生地震 78 次，震级大于 4.5 级者 14 次，最大震级为 5.75 级。综合区域地震规律为：震级小、震感强、震源浅。控震构造主要为北东向和北西向两组活动性基

底断裂，两组断裂交汇处为主要发震构造部位，矿山重要建（构）筑物应按抗震规定作相应设防。

（2）矿区构造

矿区地表出露的地层为第四系北海组（Qb），褶皱和断裂构造不发育。

3、岩浆岩

（1）区域岩浆岩

本区域内侵入岩主要分布在东北部和北部的云开隆起区，主要为早侏罗世侵入岩（J₁γ）、晚侏罗世侵入岩（J₃ηγ）和早白垩世侵入岩（K₁γ）。

早侏罗世侵入岩（J₁γ）区域上主要分布于东北部，呈小岩株零星产出，主要岩性为花岗岩、黑云母花岗岩。

晚侏罗世侵入岩（J₃ηγ）区域上主要分布于北部，呈岩株产出，出露面积较大，岩性主要为二长花岗岩。

早白垩世侵入岩白垩纪（K₁γ）区域上主要分布于北部，呈小岩株零星产出，岩性主要为黑云母花岗岩、花岗岩。

区域上喷出岩大面积出露，主要为石茆岭组（Qs）和湖光岩组（Qh）。

石茆岭组（Qs）区域上大面积出露，主要分布在雷州半岛中南部，西北部有零星产出，为一套深灰色火山碎屑岩（玄武质火山角砾岩、玄武质凝灰岩、集块岩）与玄武岩不等厚互层的基性火山岩，火山岩夹有多层古红土和红顶，局部火山碎屑岩含二辉橄榄岩包体及长石、辉石巨晶，可划分为6个喷发亚旋回，喷发不整合覆于湛江组之上。厚度0m~200m。

湖光岩组（Qh）区域上主要分布在雷州半岛北部，主要由橄榄玄武岩、橄榄粒玄武岩、玄武质火山碎屑岩（火山角砾岩、熔凝灰岩、集块岩）组成，具两个喷发亚旋回，喷发不整合覆于北海组或湛江组之上。厚度 50m~185m。

（2）矿区岩浆岩

矿区范围内未见有岩浆岩出露。

4、矿体（层）地质特征

（1）矿体赋存层位

建筑用砂矿石是第四纪湛江组河控三角洲相砾砂泥沉积物，是结构成熟度低、分选性差的一种松散-半固结砾砂沉积层，粗颗粒碎屑，砾、砂基本为石英。

矿体赋存于第四系下更新统湛江组（Qz）中，呈层状、似层状产出，分布连续，整个矿区均有分布。

（2）矿石围岩

矿体上部覆盖层主要为第四系中更新统北海组砂质粘土层，矿体底板为第四系下更新统湛江组粘土层；矿体四周围岩为第四系下更新统湛江组中粗砂层，与矿体岩性相同。

（3）矿体的形态、规模

矿体呈北东-南西向展布，长约 800m，宽约 270m，面积 0.1626km²，矿体厚度 5.4m~12.9m，平均厚度约 8.93m，厚度变化系数 27.51%；矿体为隐伏矿体，上覆北海组砂质粘土层，覆盖层厚度 1.00m~9.80m，平均厚度 4.80m；矿体埋藏深度 1.00m~9.80m，平均 4.8m；钻孔揭露矿体顶板标高 9.52 m~15.68m，矿体赋存标高 15.68m~1.42m；矿体含砂量（重量比）为 66.3%~82.0%，平均 76.0%。

矿体中局部分布有 1 层湛江组粘土夹层，主要分布在 ZK502 处，厚度 3.5m。

(4) 矿石质量

1) 化学成分

原矿石化学成分： SiO_2 含量较高，含量 89.63~94.70%，平均 92.90%；其他含量较低， Al_2O_3 含量 2.41%~3.42%，平均 3.01%、 Fe_2O_3 含量 0.62%~3.91%，平均 1.67%、 TiO_2 含量 0.13%~0.16%，平均 0.14%、 K_2O 含量 0.12%~0.25%，平均 0.19%、 Na_2O 含量 0.034%~0.048%，平均 0.041%、 CaO 含量 0.060%~0.071%，平均 0.064%、 MgO 含量 0.083%~0.100%，平均 0.092%， P_2O_5 含量 0.022%~0.089%，平均 0.044%、 SO_3 含量 0.025%~0.100%，平均 0.031%。原矿中铁含量较高，不能作为器皿玻璃用硅质原料进行利用。

淘洗后化学成分：淘 SiO_2 含量较高，含量 98.20%~99.06%，平均 98.75%； Al_2O_3 含量 0.16%~0.31%，平均 0.24%、 Fe_2O_3 含量 0.07%~0.67%，平均 0.33%。300 目淘洗后砂有 2 组样品满足器皿玻璃用硅质原料要求，该 2 组样品分布在拟设矿区东西两侧；3 组样品不满足器皿玻璃用硅质原料要求，主要是 Fe_2O_3 含量超标，该 3 组样品分布在拟设矿区中部，越靠近中部 Fe_2O_3 含量越高；经 300 目淘洗后砂，不适宜作为玻璃用硅质原料进行开采。

2) 含泥量

原矿含泥量：原矿含泥量 13.6%~31.2%，平均 20.6%，原矿不能满足《建设用砂》（GB/T14684-2022）中含泥量指标 $\leq 5\%$ 的要求。

淘洗含泥量：淘洗后砂含泥量 0.2%~0.4%，平均 0.3%，满足《建设用砂》（GB/T14684-2022）中 I 类砂含泥量 $\leq 1\%$ 的指标要求；泥块

含量 0.0%~0.1%，平均 0.05%，满足《建设用砂》（GB/T14684-2022）中 I 类砂泥块含量 $\leq 0.2\%$ 的指标要求。

3) 含砂率

淘洗含砂量（重量比）为 66.3%~82.0%，平均 76.0%。含砂率（体积比）=含砂量（重量比） $\times$ 大体重/紧密堆积密度，含砂率（体积比）为 69.88%~86.42%，平均 80.14%。

4) 颗粒级配

对淘洗后砂进行颗粒级配检测： $\geq 4.75\text{mm}$ 含量 0%~1%，平均 0.3%； $\geq 2.36\text{mm}$ 含量 6%~13%，平均 8%； $\geq 1.18\text{mm}$ 含量 19%~39%，平均 25%； $\geq 0.60\text{mm}$ 含量 49%~67%，平均 55%； $\geq 0.30\text{mm}$ 含量 78%~89%，平均 83%； $\geq 0.15\text{mm}$ 含量 95%~98%，平均 96%；细粒模数 2.5~3.0，平均 2.7；根据细度模数判断，均为中砂；符合《建设用砂》（GB/T14684-2022）中 II 类要求。

5) 有害物质

淘洗后砂进行有害物质检测，根据检测结果可知：云母含量 0.2%~0.3%，平均 0.25%；轻物质含量 0%；硫化物及硫酸盐含量 0%；氯化物含量 0%。符合《建设用砂》（GB/T14684-2022）中 I 类砂云母 $\leq 1.0\%$ ；轻物质含量 $\leq 1.0\%$ ；硫化物及硫酸盐含量 $\leq 0.5\%$ ；氯化物含量 $\leq 0.01\%$ 等指标要求。

6) 坚固性

淘洗后砂的坚固性（总质量损失率）为 4%~6%，平均 5%，符合《建设用砂》（GB/T14684-2022）中级配类别 I 类的单级最大质量损失 $\leq 8\%$ 的要求。

7) 表观密度、松散堆积密度、空隙率

淘洗后砂样的表观密度 $26300\text{kg/m}^3 \sim 2640\text{kg/m}^3$ ，平均 2636kg/m^3 ；松散堆积密度 $1480\text{kg/m}^3 \sim 1520\text{kg/m}^3$ ，平均 1504kg/m^3 ；空隙率均为 $42\% \sim 44\%$ ，平均 43% 。据《建设用砂》（GB/T14684-2022）的要求表观密度不小于 2500kg/m^3 ，松散堆积密度不小于 1400kg/m^3 ，空隙率不大于 44% ，淘洗后的砂样表观密度、松散堆积密度、空隙率均符合建设用砂要求。

8) 矿石碱活性

本次对淘洗后砂选取 3 个样品进行碱活性检测，淘洗后砂碱活性为 $0.07\% \sim 0.08\%$ ，符合《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ / T 0341-2020）在规定试验龄期膨胀率应 $< 0.10\%$ 指标要求。

9) 矿石体重

矿石原矿干体重为 $1.66\text{ t/m}^3 \sim 1.74\text{t/m}^3$ ，平均 1.70t/m^3 。

10) 放射性

内照射指数均为 0.1 ，外照射指数均为 $0.1 \sim 0.2$ ，按《建筑材料放射性核素限量（GB 6566-2010）》，判定满足 A 类装修材料及建筑主体材料的要求，其使用和销售范围不受限制。

小结：综上所述，淘洗后矿石属 II 类建筑用砂，主要用途为：混凝土细骨料，砌筑/抹灰砂浆，软基处理，沥青混合料。

（三）矿床开采技术条件

1、水文地质

（1）地表水

矿区及周边地表水不发育，在矿区北侧外围约 250m 处为乐民河，自北东流向西南方向流经，常年有水，河宽 $5\text{m} \sim 20\text{m}$ ，水深 $2\text{m} \sim 5\text{m}$ 左右，河床标高约 2.96m ，视为本区侵蚀基准面。

矿区北侧有两处水塘，距离矿区边界距离分别为约 50m、130m，调查期间水域面积 $1000\text{m}^2 \sim 1500\text{m}^2$ ，水深 $1\text{m} \sim 3\text{m}$ ，水面高程 4.60m、4.82m。

(2) 含水层

矿区含水层只有松散岩类孔隙水，主要赋存于矿区第四系中更新统北海组（Qb）和下更新统湛江组（Qz）。

中更新统北海组（Qb）出露地表，土性以砂质粘土为主，其富水性贫乏，透水性中等，单井涌水量小于 $60\text{m}^3/\text{d}$ 。

下更新统湛江组（Qz）隐伏于北海组之下，含水层主要为中粗砂，其富水性中等，透水性强，单井涌水量大于 $515\text{m}^3/\text{d}$ ，矿体分布标高在 $1.42\text{m} \sim 15.68\text{m}$ ，矿区地下水位标高为 $7.38\text{m} \sim 11.52\text{m}$ 。

水化学类型为 Cl-Na 型，pH 值 $4.16 \sim 6.19$ 、总硬度 $16.22\text{mg/L} \sim 30.41\text{mg/L}$ 。

(3) 地下水补、径排关系

区内表现热带海洋性季风气候，一般每年 5 月~11 月为雨季并常有强热带风暴吹袭。据湛江市气象科技信息服务中心及湛江水文局多年资料，年平均降雨量 1723.2mm ，年平均降雨天数 134.7d ；年平均蒸发量 1690.5mm ；最大日暴雨量为 626mm ，最大时暴雨量为 114mm 。

地下水接受地表水和大气降水补给，地下水位与大气降水变化关系密切，雨季渗入补给量大，地下水位上升。旱季降雨量少、气候干燥、蒸发量大、渗入补给量少，地下水位下降。地下水位变化幅度 $0.1\text{m} \sim 0.5\text{m}$ 之间。

区内地下水沿透水层自南向北向下游迳流，排泄方式主要为自然蒸发、植物蒸腾、少量的人工开采。

(4) 未来矿坑涌水量预测计算

1) 大气降雨对矿坑集水量预测

$$Q = F1 \cdot A \cdot \Phi / 1000$$

式中：Q—矿坑涌水量， m^3/d ；

F1—汇水面积， m^2 ；

A—日降雨量，mm；

Φ —大气降雨地表径流系数，直接汇入取 1.0；

矿山开采范围的汇水面积是以截排水沟受雨的汇水面积而确定。

据当地气象资料反映，当地日平均降雨量 H 为 12.8mm，当地最大日降雨量 H 为 626mm。

2) 含水层涌水量

①抽水试验

矿坑充水受地下水影响较大，为查明地下水补给量的计算参数，进行抽水试验，本次工作采用单孔稳定流抽水试验。

本次试验渗透性系数计算公式：

$$K = \frac{Q}{2\pi SM} L \ln \frac{R}{r}$$

影响半径计算：

$$R = 10S\sqrt{K}$$

式中：k—渗透系数（m/d）；

Q—抽水井涌水量（ m^3/d ）；

M—含水层厚度（m）；

S—抽水井水位下降值（m）；

r—抽水井半径（m）。

R—影响半径（m）；

表 2-2 抽水试验结果计算表

抽水孔 编号	降深 S (m)	流量 Q (m ³ /d)	含水层 厚度 H(m)	抽水孔半径 r (m)	渗透系数 K (m/d)	影响半径 R (m)
水井 3	1.75	515	12.90	0.15	22.96	83.8

②地下水充水计算

采用承压转无压完整式大井涌水量解析法计算采坑地下水涌水。
整个采坑形成一个降落漏斗，可视为一个大井，选用大井法。

$$Q = \frac{\pi K \left[(2H - M)M - h_0^2 \right]}{1.1 \ln \frac{R_0}{r_0}}$$

式中：Q—大井涌水量 m³/d；

H—抽水前大井水柱高度（从含水层底板到初始静止水位），（m）；

M—承压含水层厚度（本次按开采底标高以上中粗砂层），（m）；

h₀—抽水稳定后的水柱高度（从含水层底板到动水位），（m）；

r₀—大井的引用半径（采坑的等效半径），（m）；

R₀—引用影响半径，R₀=R+ r₀；

r₀引用半径为采坑的假想等效半径，当采坑为矩形或者长条形时，采坑的等效半径可按下式计算：

$$r_0 = \eta \frac{a+b}{4}$$

式中：a—采坑长度；

b—采坑宽度（m）；

η—为概化系数；

按中粗砂层出露范围长度约 840m，宽度约 275m 进行预估，
r₀=332m。经计算采坑地下水涌水量为 6441m³/d。

表 2-3 采坑地下水涌水量计算结果表

含水层 厚度 M	水柱高度		大井引用半径（采坑 等效半径） r_0	影响 半径 R	引用影 响半径 R_0	日充水量 $Q(m^3/d)$
	H	h_0				
8.93	7.34	5.59	332	83.8	415.8	6441

综上所述，开采区域地表有大气降雨集雨，地下水为松散岩类孔隙水，含水层的富水性中等，补给靠大气降水，采区集雨主要有大气降雨集水，矿山在生产过程中遭受暴雨侵袭时，短时间内强降雨会造成矿坑水量骤增，导致矿坑积水，影响边坡的稳定性，影响矿山正常生产。开采后需要高度重视采场的防排水工作，开采区域周边应设置截排水沟。

水文地质小结：综上所述，矿区水文地质勘查类型为第一类（松散岩类孔隙水充水矿床），水文地质条件复杂程度中等。

2、工程地质

（1）工程地质岩组

根据物理力学性质，将区内岩土体类型划分为松散岩类一种类型。

松散岩类主要第四系中更新统北海组（ Qb ）和下更新统湛江组（ Qz ）组成，整个矿区均有分布，主要由褐黄色-红棕色砂质粘土，灰白、灰黄色中粗砂组成。呈层状产出连续性好，钻孔均有揭露，未揭穿底界，钻孔揭露厚度 25.00m~45.00m，平均 33.58m，主要矿体位于该层。结构较松散，强度较低，工程地质稳定性差。

矿石休止角：本次工作采集 5 个样品进行测定，矿石风干状态下休止角 $38^\circ \sim 40^\circ$ ，平均为 39° ；水下状态休止角 $30^\circ \sim 32^\circ$ ，平均为 31° 。

（2）工程地质评价

矿体顶板为第四系北海组砂质粘土层，围岩为第四系湛江组中粗

砂层。

1) 北海组砂质粘土：出露于稳定水位线以上，土中散粒体含量高，强度较低，抗冲刷侵蚀能力差，物理力学性质较差，若现场开采，如不注意放坡角度边坡及过度开采问题，存在失稳的可能性，渗透水对土的物理机械性能有较显著的破坏作用；坡流强度较大时，易引发坡面梳状侵蚀产生崩塌，进而引发崩塌等重力地质活动。

2) 湛江组中粗砂层和粘土层：基本全部位于稳定水位线以下，土中散粒体含量高，结构松散，强度较低，抗冲刷侵蚀能力差，物理力学性质较差，若现场开采，水上部分若不注意放坡角度边坡及过度开采问题，存在失稳的可能性，渗透水对土的物理机械性能有较显著的破坏作用；坡流强度较大时，易引发坡面梳状侵蚀产生崩塌，进而引发崩塌等重力地质活动；采坑水位上升，也可造成坡体的中粗砂与粘土层吸水饱和，稳定休止角变小，进而引发滑塌等重力地质活动。

综上所述，矿区地层岩性中等，地质构造简单，但采场不能自然排水，饱水砂层抗冲刷侵蚀能力差，影响采场边坡土体稳定性，易发生局部边坡崩塌、滑坡的可能性。矿区工程地质勘查类型为第一类，工程地质条件复杂程度中等。

3、环境地质

矿区附近无污染源，矿石不易分解出有害组分。矿区为露天开采对当地的地形地貌、和植被破坏比较大，在开采过程中形成的边坡可能发生崩塌、滑坡等地质灾害，如遇到恶劣天气，降雨较多，可能发生水土流失等地质灾害。开采过程中破坏了含水层，可能导致矿区及周边的局部稳定水位发生变化。

综上所述，该矿地质环境类型为第二类，矿区地质环境质量中等。

四、矿区土地利用现状

（一）矿区土地利用现状统计

根据遂溪县 2024 年土地利用变更调查数据，依据原国土资源部《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）进行统计，矿区拟占用土地总面积 180954.72m²，土地类型为园地、林地、草地、交通运输用地、其他土地。土地利用现状统计见表 2-4。

矿山为新立矿山，土地未进行破坏，保持原有状况，植被良好。

表 2-4 矿区拟占用土地利用现状统计表

地类				开采区	生产道路	生产、生活及管理区	合计
代码	一级地类	代码	二级地类				
02	园地	0204	其他果园	85523.29	0	0	85523.29
03	林地	0301	乔木林地	75863.07	1043.79	13501.49	90408.36
04	草地	0404	其他草地	207.55	0	0	207.55
10	交通运输用地	1006	农村道路	1081.18	0	87.47	1168.65
12	其他土地	1202	设施农用地	2906.37	0	704.50	3646.87
合计				165581.46	1043.79	14329.46	180954.72

来源：遂溪县 2025 年土地利用变更调查数据

（二）土地权属

该矿山所占用的土地权属港门镇枫树村荔枝经济合作社、港门镇枫树村北地经济合作社所有，土地权属清楚，无土地权属纠纷，见表 2-5。

表 2-5 修复区的土地权属说明表

权属	土地类型					合计
	02 园地	03 林地	04 草地	10 交通运输用地	12 其他土地	
	0204 其它园地	0301 乔木林地	0404 其他草地	1006 农村道路	1202 设施农用地	
港门镇枫树村荔枝经济合作社		13588.06		87.47	740.50	14416.03
港门镇枫树村北地经济合作社	85523.29	76820.26	207.55	1081.18	1081.18	166538.69
合计	9.6198	0.098		0.159	0.038	180954.72

（三）永久基本农田及三区三线情况

1、永久基本农田

矿区范围内无基本农田。

2、生态保护红线

矿区地处于低山丘陵过渡地区，位于城镇开发边界外。矿区范围内无常住居民及耕地，区内无旅游文物及自然保护区，矿山建设及开发不涉及移民问题，矿区不涉及各类生态保护红线。

3、其他保护区情况

矿区范围不涉及《中华人民共和国矿产资源法》第二十条规定不得开采矿产资源的地区，未涉及生态保护红线、自然保护地、I级保护林地、天然林保护重点区域、基本草原、国际重要湿地、国家重要湿地、世界自然遗产地、沙化土地封禁保护区、饮用水水源保护区。

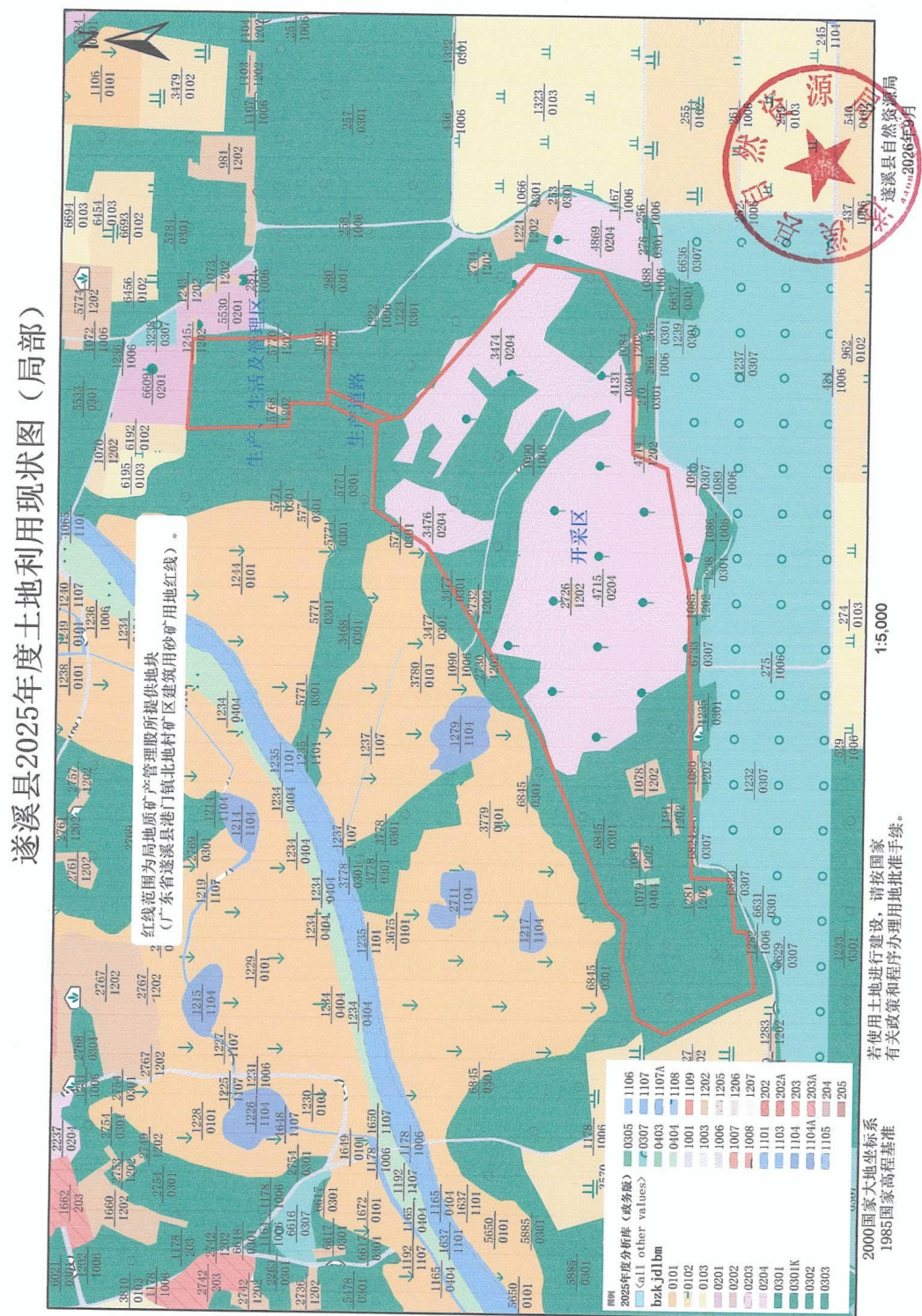


图 2-3 矿区土地利用现状图

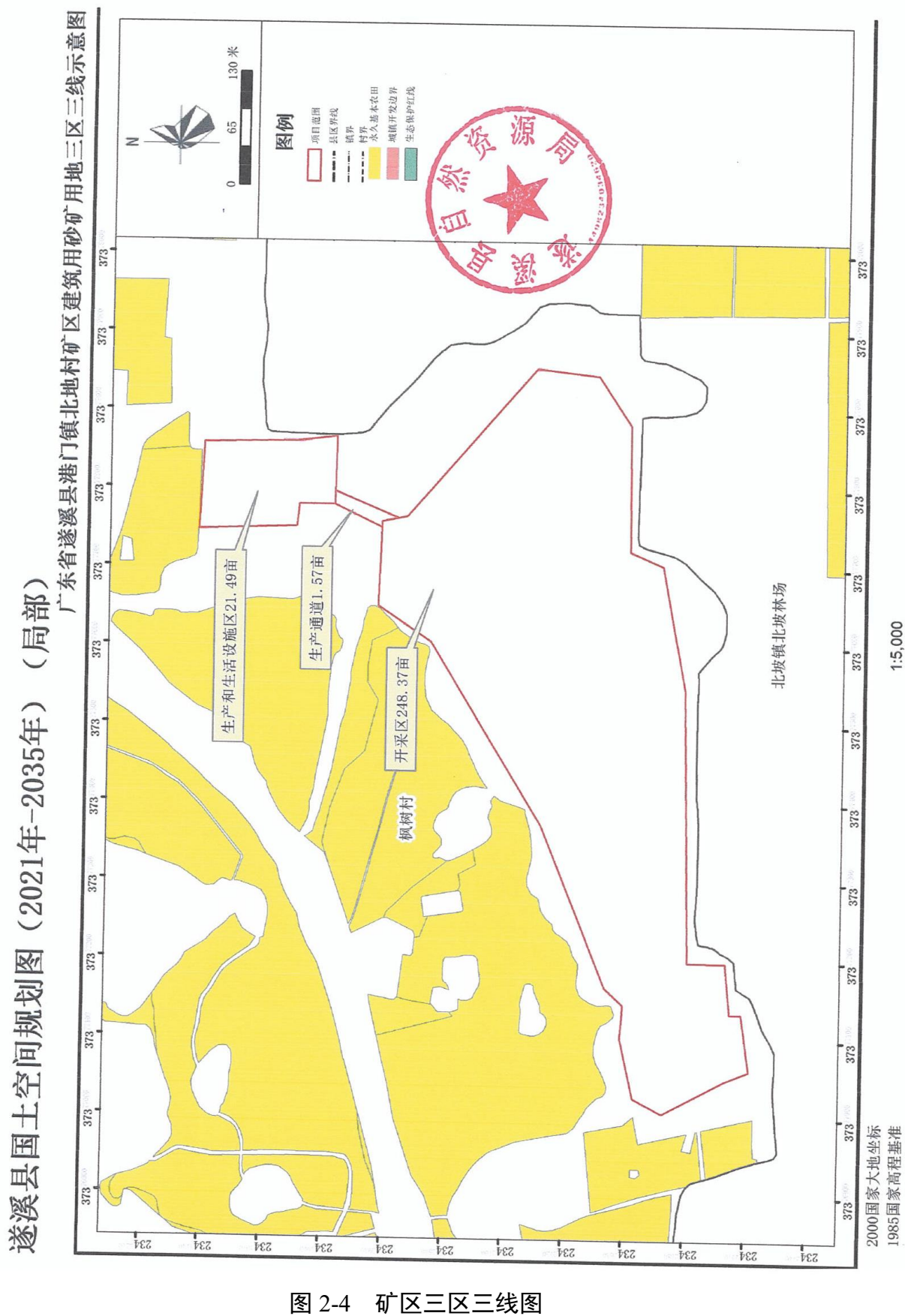


图 2-4 矿区三区三线图

五、矿区生态状况

（一）区域生态

1、红树林湿地生态系统（宏观分布）

虽然北地村缺乏具体的红树林面积统计，但港门镇是遂溪县红树林分布的重要区域。遂溪县全县红树林总面积约为 543 公顷（约 8145 亩），主要分布在界炮、杨柑、草潭、港门、乐民等 9 个沿海乡镇。这些红树林构成了滨海湿地生态系统，具有极高的固碳储碳（蓝碳）和防风消浪价值。

2、海洋与滩涂生态系统

港门镇地处沿海，拥有广阔的海洋滩涂资源。结合遂溪县整体的“蓝碳”生态建设，该区域还包含了生蚝养殖区等海洋生态系统。例如，遂溪县的生蚝养殖区（如北潭港附近）通过滤食性贝类有效吸收和储存碳元素，是重要的“海洋碳捕手”。

3、农业与陆地生态系统

港门镇拥有如黄屋村“千亩良田”等规模化农业生态景观。全镇耕地面积达 7.52 万亩，林地面积达 3.74 万亩，形成了以水稻、甘蔗、番薯等为主的陆地农业生态系统。

4、原始沙滩与湿地生态系统

镇内保留了尚未被过度开发的原始净土——港门埠沙滩，以及黄屋湿地公园等，这些区域沙质细腻，是招潮蟹等底栖海洋生物的栖息天堂。

5、生物多样性特征

得益于红树林湿地和滩涂生态系统的庇护，港门镇及周边区域的生物多样性极为丰富，尤其是鸟类资源。

（1）珍稀候鸟的栖息与迁徙补给站

港门镇的红树林是东亚-澳大利西亚候鸟迁飞的关键补给站。这里孕育了全球极危物种黑脸琵鹭、国家二级保护动物黑翅长脚鹬等珍稀鸟类。

（2）丰富的鸟类种群

在港门镇的石角海滩、港门埠沙滩以及红树林区域，常年可见成群的海鸥、白鹭、鹭鸟等“空中舞者”在此觅食、栖息。此外，遂溪沿海区域还记录到了国家二级保护动物栗喉蜂虎鸟（被誉为“中国最美小鸟”）以及彩鹬、翠鸟、蜂虎、红耳鹎、红嘴鸥等多种色彩缤纷的鸟类。

（3）海洋底栖生物

在港门埠沙滩等原始滩涂生态系统中，退潮后随处可见招潮蟹等底栖生物在脚边穿行，展现了丰富的近海生物多样性。

（二）矿区生态

根据《遂溪县国土空间总体规划（2021-2035）》，采矿权范围及采矿活动影响范围未涉及生态保护红线、自然保护地、重要水体、生态廊道等敏感区域。位于生态一般管控区。

项目占地单元内主要植被类型为亚热带季风常绿阔叶林，经人类活动干扰后，形成次生林或人工桉树林。按照中国植被区划，现矿区及周围植被整体属于人工林植被型组。现状植被多为桉树和杂草灌木等，林相十分整齐，外貌常绿，群落组成单一，以桉树占绝对优势，乔木层高度在 10~20 m 左右，植被覆盖率约为 50~70%。桉树林分布于矿区西侧、南侧及东侧，面积约为 17.7225hm²，灌木层树种

同样很少，多木黄麻、三垭苦、粗叶榕等，灌木层植物高度普遍在 1~1.5 m 左右。主要的草本植物有乌毛蕨、海金沙、小花露籽草等。灌草地主要生长在未利用的土地及荒地上，一般分布在沟谷、洼地附近，约占 30%。该群落是森林反复破坏后形成的次生草本植物群落，群落的草本层较发达。

矿区范围常见野生动物兽类有鼠类、蛇类、青蛙等；鸟类有麻雀等；昆虫有蜘蛛、蜻蜓、蝴蝶、野蜂等。

参照《古树名木鉴定规范》（LY/T 2737-2016）和《古树名木普查技术规范》（LY/T 2738-2016），经调查，采矿权范围及采矿活动影响范围内未发现古树名木。

参照《国家重点保护野生植物名录》（2021）、《广东省重点保护野生植物名录》（2023）、《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》附录（2017）、《IUCN 红色名录》（2018）等，采矿权范围及采矿活动影响范围未发现珍稀濒危保护野生植物。

参照《广东省重点保护陆生野生动物名录》（广东省林业局，2021年 7 月 1 日），经调查，采矿权范围及采矿活动影响范围未发现重点保护野生动物。

六、矿山及周边其他人类重大工程活动

（一）周边人类工程活动情况

1、周边村镇及产业活动

矿区位于遂溪县港门镇枫树村，地貌评冲积平原，矿区现状条件下未进行开采活动，周边无名胜古迹、自然保护区、地质遗迹、地质公园、风景旅游区，矿区范围内无居民区，矿区内植被发育，人类工程活动程度较低，以农业种植为主，人类工程活动对区域地质环境影响小。

全镇粮食作物播种面积达 3.5 万亩，产量超 3 万吨。创新成立全县首个镇级产业振兴促进会，构建“政府引导+协会运作+市场驱动”发展模式，港门番薯、瑶柱、石斛、林地鸡等特色农海产品市占率提升，“港门优品”区域公用品牌价值初步显现。拥有“三石”灯塔和下泊海滩、石角渔港、黄屋湿地公园、港门埠海滩等景区吸引游客。

2、交通运输条件

生活生产及管理区东侧为一水泥乡道，水泥乡道往东 2.5 公里到达省道 S290，矿区周边无重大交通工程。

3、水利水电设施

在矿区北侧外围约 250m 处为乐民河，自北东流向西南方向流经，常年有水，河宽 5m~20m，水深 2m~5m 左右，河床标高约 2.96m，视为本区侵蚀基准面。区内无较重要的水利水电设施，也不涉及自然保护区及水源地。

（二）周边矿山情况

周边 5 公里内无其他矿山。

七、矿区生态修复工作情况

（一）矿山以往地质环境治理及土地复垦方案编制及实施情况

矿山为新立矿山，未进行开采，地貌景观保持原林地、园地状态。

（二）周边矿山生态修复案例分析

评估区属亚热带季风气候，受东南季风影响明显，且处于低纬度地区，太阳辐射强，日照充足。主要植物物种有松树、杉树、荷树、山乌桕、山苍子、竹子、盐肤木、继木。车轮梅、鸡屎藤、葛藤、山银花、桃金娘、芒草、乌毛蕨、凤尾蕨等。评估区内没有国家保护的珍稀植物。矿山原植被覆盖率高，自然水土流失较轻。

湛江市港门镇灰埠村矿区建筑用石英砂矿与本矿地质条件类似，破坏土地类型相似，开采相似，可以拿来对比参照。开采层位均为覆盖层之下的湛江组（Qz），均采用负地形凹陷开采。

表 2-6 本项目与周边矿区生态修复对比表

序号	项目	湛江市港门镇灰埠村矿区 建筑用石英砂矿	本矿山	类比分析
1	开采方式	露天开采	露天开采	基本一致
2	开采矿种	建筑用石英砂	建筑用砂	基本一致
3	地形地貌	平原平地	平原平地	基本一致
4	土壤类型	黄赤壤为主	黄赤壤为主	基本一致
5	种植植被 类型	乔木林地	乔木林地及水塘	基本一致
6	水文状况	地表水不发育，地下水为松散岩类孔隙水，主要赋存于矿区第四系中更新统北海组（Qb）和下更新统湛江组（Qz）	地表水不发育，地下水为松散岩类孔隙水，主要赋存于矿区第四系中更新统北海组（Qb）和下更新统湛江组（Qz）	基本一致

其矿山地质环境保护与土地复垦方案基本上均采用将矿区（露天采场）复垦为林地，工业场地、办公生活区和矿山道路复垦为林地。

湛江市港门镇灰埠村矿区建筑用石英砂矿于 2024 年 6 月 4 日组织专家及相关人员进行了矿山环境保护与土地复垦竣工验收工作，通过现场调查，植被恢复良好，水利措施完善，同意通过验收。

在地质灾害方面：及时消除不稳定边坡、堆土场泥石流地质灾害隐患；对于不稳定边坡通过削坡减荷、设置截排水沟等措施加固边坡体，堆土场泥石流主要是规范堆放，周围做好截排水措施。

土地复垦方面：通常采用场地翻松整平、客土回填、挖坑换土、边坡挂网喷播等工程；栽种耐酸、耐旱、耐贫类植物，如柠条、刺槐、金银花、马尾松、山茶、夹竹桃、山毛豆等，播撒草籽防止坡面水土流失。改良土壤，选用碱性肥料，调节 pH 来减少某些重金属元素，增加农家肥，培养土壤肥力。

矿山地质环境治理与土地复垦方案均能得到当地土地权属人及专家的认可。因此，本矿山地质环境保护与土地复垦方案编制也借鉴该类矿山的经验。

八、矿区基本情况调查监测指标

根据矿区矿区的实际情况，共调查监测了 26 项指标，详见下表：

表 2-7 矿区基本情况调查监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287	+
		地下水位		+
		地下水温		+
		地下水水量		+
		井泉个数与排泄量		+
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T 1055 TD/T 1010	+
		土地利用面积		+
		永久基本农田面积		+
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T 1119	+
		配套设施		+
		生产力水平		+
生态系统	地表水	地表水面积	HJ 91.2	+
		地表水排泄		+
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340	+
		平均斑块面积		+
		边界密度		+
		聚集度指数		+
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	+
		草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1168	+
		湿地生态系统	HJ 1169	+
		荒漠生态系统	HJ 1170	+
	生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	+
		防风固沙量		+
		土壤保持量		+
		生物多样性维护		+
		碳储量		+
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340	+
		植被覆盖度		+
		生态系统质量综合指数		+
a 地下水质量指标包括：色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、钠、总大肠杆菌群、菌落总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、总 α 放射物、总 β 放射物共 39 项地下水质量常规指标。				
b 土壤污染项目包括：镉、铬、汞、砷、铅、铜、锌、镍、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘。				
c 土壤微量项目包括：铁、锰、硼、钼。				
d 地表水环境质量指标：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日化学需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬 、（六价）铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群共 24 项地表水环境质量基本项目。				
e 主要包括森林、灌丛、草地、湿地、农田、城镇、荒漠等生态系统类型。				

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) 矿区生态调查概述

1、调查情况概述

我公司在接受委托后，在充分收集和研究矿区区域地质、水文地质、工程地质、气象水文、土地利用现状等相关资料的基础上，2026年6月10日至2026年6月13日组织专业技术人员对矿区进行了实地调查，以1:2000矿山地形地质图为调查工作手图。具体调查内容如下：

矿区内存在的不良地质现象，调查矿权范围内是否有崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害；矿区内地形地貌特征、植被发育情况；矿区内已有地面工程分布情况，以及地面工程对地质环境的影响情况；矿区内土地利用现状，针对不同土地利用类型挖取土壤剖面，拍照并进行土壤采样；矿区内各单元土地损毁面积、损毁地类、损毁方式和损毁程度。对矿区内的村民开展公众参与调查，调查公众对土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦措施的意见。

(1) 矿山地质环境调查概述

根据现场踏勘成果及开发利用方案设计，确定调查区范围：包含采矿区、生产道路、生产生活及管理区等，以周边分水岭或次低平缓地带为界线，即矿业活动可能影响的范围，圈定调查区面积约0.33km²。

本次调查采用点、线、面相结合的方法对调查区进行了矿山地质环境调查，调查点共70个，调查路线约6.5km，现场照片共140张。

定点采用GPS卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定；用地质调查点、线、面结合的形式将调查区内各地质现象，通过

观察、记录辅以测试等手段，并与区域地质图做对比，将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

（2）土地资源调查概述

以收集标准分幅的土地利用现状图、土地利用总体规划图、三区三线图为调查工作用手图。

对现场矿山开采拟损毁土地范围进行核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定，矿区内各单元土地损毁面积、损毁地类、损毁方式和损毁程度。对矿区内的村民开展公众参与调查，调查公众对土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦措施的意见。核对调查共 10 个点，调查路线约 6.5km，拍照共 20 张。

2、工作质量评述

（1）资料收集

本次工作开展之初，通过走访、查阅档案、中国地质调查局地质云系统等手段，收集了、广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿产资源储量核实报告》、《广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿产资源开发利用方案》、《湛江市双兴诚建筑材料有限公司遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿开采方案》等技术资料，为调查工作的开展提供了有力支撑。

（2）野外调查

本次工作严格遵循《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部 2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）及《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》等

标准与规范的要求，项目组在充分搜集区内已有资料基础上，对区块内地质环境现状主要调查了采矿活动是否引发地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡等地质灾害及其隐患情况；采矿活动对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等造成的影响和破坏情况；采矿活动对土地损毁范围、程度等的影响。

项目组在野外调查过程中，拍摄了大量影像及图片资料，收集了项目区土地利用现状及规划资料，开展了公众参与调查，以上调查工作达到了《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部 2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）及《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》的要求。

（3）成果报告编制

在资料收集和野外调查的基础上，项目组按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部 2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）及《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》等标准与规范的要求，编制了《湛江市双兴诚建筑材料有限公司广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，《方案》编制完成后，组织公司内部进行了初审，并提交湛江市双兴诚建筑材料有限公司进行了数据核对。核对无误后，项目组将《方案》在矿区周边进行了公示，并邀请了周边村民进行了项目讲解与意见收集，在此基础上进一步对

《方案》进行了完善，最终提交遂溪县自然资源局进行审核。所提交成果满足委托书和合同要求。

3、完成工作量

(1) 搜集利用区内已有设计、地质、水文地质、灾害地质等资料 5 份。完成的主要实物工作量见表 3-1。

表 3-1 工作量统计表

项 目		单 位	工作量	备注
资料收集	文字报告	份	3	开发利用方案、开采方案、详查报告等
	图件	张	3	矿区土地利用现状图、矿区三区三线图、矿区国土空间规划图
	统计资料	份	1	统计年鉴
野外调查	调查面积	km ²	0.333	评估区及周边影响区域
	调查路线	km	6.5	评估区内及周边影响区域
	地形地貌点	点	10	
	地质环境调查	点	70	
	调查照片/使用照片	张	160/12	
	录像记录	个	3	
	租用车辆	辆	1	
	调查人员	人	4	谭明钱、廖晓盈、李萍香、赖昕
	调查时间	天	4	2026.6.10~2026.6.13
成果	公众参与	份	30	调查问卷
	报告	份	1	湛江市双兴诚建筑材料有限公司广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿区生态修复方案
	附图	张	6	矿区土地利用现状图 矿矿区地质环境问题现状图 矿区土地损毁现状图 矿区地质环境问题预测图 矿区土地损毁预测图 矿区生态修复工程部署图
	附表	张	1	矿山地质环境现状调查表；

(2) 野外调查范围：调查区范围以矿权范围为基础。查明了调查区的地质环境条件、地质灾害现状以及土地损毁现状等情况。

(3) 室内资料整理，编制矿山地质环境问题现状图等相关附图 8 张。

(4) 编制矿区生态修复方案报告 1 份。

（二）现状问题

1、矿山地质环境现状影响评估

（1）评估范围和评估级别

根据国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）（以下简称“《编制规范》”）及《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（以下简称“《省编制指南》”）的有关要求，矿山地质环境影响评估范围应包括《开采方案》规划的开采区、本矿山企业采矿活动及在本矿区中的配套生产设施区及其影响区可能造成地质环境影响的所有范围，以及因紧邻矿山企业影响相互叠加所增加的范围。

本次评估结合矿山工程建设特点，根据矿区及周边水文地质、工程地质及环境地质特点、地质灾害分布、影响范围、含水层影响范围、地形地貌景观影响范围、水土环境污染范围、相邻矿区因素及对土地资源的破坏范围，故本次确定的评估范围是以矿区范围为基础，适度向外扩 50-60m。评估区总面积为 33.3hm²。

根据《编制规范》及《省编制指南》的要求，矿山地质环境影响评估级别依据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

1) 评估区重要程度的确定

评估区位于广东省遂溪县港门镇北地村，评估区内居民居住分散，无重要交通要道或建筑设施，区内无各级自然保护区及旅游景区（点），无较重要水源地。根据《编制规范》附录表 B.1 评估区重要程度分级表，评估区重要程度属“一般区”。

表 3-2 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、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、风景名胜區等)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.有重要水源地	4.有较重要水源地	4.无较重要水源地
注:评估区重要程度分级采取上一级别优先的原则,只要有一条符合者即为该级别。		

2) 矿山地质环境条件复杂程度的确定

矿区周边地形起伏小,相对高差 19m,地形坡度一般 $4\sim 6^{\circ}$,地形地貌条件复杂程度为简单;评估区范围未发现断裂构造。根据《编制规范》附录 C.2 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表,评估区地质环境条件复杂程度等级属“中等”。

表 3-3 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
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 $10000\text{m}^3/\text{d}$;采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	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 $3000\sim 10000\text{m}^3/\text{d}$;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	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 $3000\text{m}^3/\text{d}$;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
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	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,残坡积层、基岩风化破碎带厚度 $5\sim 10\text{m}$ 、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	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
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	现状条件下,矿山地质环境问题的类型较多、危害较大	现状条件下,矿山地质环境问题的类型少、危害小

复杂	中等	简单
采场面积及采坑深度大，边坡不稳定，易产生地质灾害	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	采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害
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	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	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，前 5 条中只有一条满足某一级别，应定为该级别。		

3) 矿山生产建设规模的确定

开采矿种类别为建筑用砂，生产规模为 $22 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ (37.4 万 t/a)，根据《广东省矿产资源规划（2021~2025 年）》及《省编制指南》附录 L 矿山生产建设规模分类一览表，矿山生产建设规模属“大型”。

表 3-4 矿山生产建设规模分类一览表（节选）

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
建筑用砂	10 ⁴ t	≥30	30-10	<10	广东省标准

4) 评估工作级别的确定

评估区属于一般区，地质环境条件复杂程度为简单，矿山生产建设规模属大型。根据《编制规范》附录表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表，确定本次矿山地质环境影响评估级别为“二级评估”。

表 3-5 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

1) 评估依据和方法

评估区地质灾害危险性评估主要依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）及《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2025 年修订版）。地质灾害危险性现状评估与预测评估主要根据地质灾害的发育程度与危害程度进行评估，见表 3-6。

3-6 地质灾害危险性评估分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强	中等	弱		
危险性大	危险性大	危险性中等	强	自然、人为
危险性大	危险性中等	危险性中等	中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	弱	

地质灾害危害程度分为强、中等、弱三级（见表 3-7）。

表 3-7 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
强	>10	>500	>100	>500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
弱	<3	<100	<10	<100
注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”指标评价。				
注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数可能直接经济损失”指标评价。				
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

地质灾害发育程度分为强、中等、弱三级，各类地质灾害发育程度参照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）附录 D 的内容。

2) 地质灾害危险性现状评估

矿区位于冲积平原平地，为新立矿山，未进行开采，保持原有林地、果园地貌，未发现现状地质灾害。

(3) 对含水层影响与破坏程度现状评估

未对该矿山进行任何开采工作。未发生含水层破坏，因此现状评估矿区含水层影响较小，影响程度较轻。

(4) 地形地貌景观影响程度现状评估

未对该矿山进行任何开采工作。未发生地形地貌破坏，因此现状评估矿区地形地貌景观为无影响——影响轻微。

(5) 水土环境污染现状评估

未对该矿山进行任何开采工作。未发生地形地貌破坏，因此现状评估矿区水土环境影响较小，破坏程度较轻。

(6) 土地资源影响程度现状评估

未对该矿山进行任何开采工作。未对现有土地资源产生影响，现状评估矿区土地资源影响程度较轻。

(7) 生态资源影响程度现状评估

未对该矿山进行任何开采工作。未对现有生态产生影响，现状评估矿区土地资源影响程度较轻。

2、矿区土地损毁现状

未对该矿山进行任何开采工作。未发生地形地貌破坏，因此现状无已损毁的各类土地。

(三) 受损预测情况

1、地质灾害危险性预测评估

在现状评估的基础上，根据评估区地质环境条件，结合矿山开发利用方案的工程布局、开采方式等，预测随着矿山开采建设的进行，

固体废弃物的排放，矿山环境改变或破坏达到一定程度时，可能引发或加剧的地质灾害主要有崩塌/滑坡。

矿山开采过程中将形成大量的边坡，包括：生产、生活及管理区边坡、露天采场边坡生产道路边坡，加上矿区雨量丰沛，在自重力和雨水等的作用下，容易出现崩塌或滑坡，对矿山的安全生产造成一定的影响。根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2025 年修订）》要求，一级评估应采用定量的评估方法，采用简化 Bishop 法。边坡参数见表 3-8，边坡稳定性判别标准见表 3-9。

表 3-8 采场边坡参数一览表

岩组	岩土名称	重度		粘聚力		内摩擦角	
		天然状态	饱和状态	天然状态	饱和状态	天然状态	饱和状态
		(kN/m ³)	(kN/m ³)	c kPa	c kPa	$\varphi(^{\circ})$	$\varphi(^{\circ})$
	填土（表土回填）	17.0	19.80	20.0	15.0	16.0	12.0
北海组（Qb）	砂质粘土	18.8	20.8	33.5	26.8	19.0	15.5
湛江组（Qz）	中粗砂	19.3	23.0	4.0*	2.0*	40	30
	粘土	18.5	20.0	30	25.0	18.0	15.0

数据来源：《广东省遂溪县港门镇北地村矿区建筑用砂矿资源储量核实报告》及经验值。

表 3-9 边坡稳定性判别标准

边坡稳定系数 K		边坡稳定性	发生地质灾害的可能性	地质灾害发育程度
（自然状态）	（饱和状态）			
$K \geq 1.30$	$K \geq 1.15$	稳定	小	弱发育
$1.05 \leq K < 1.30$	$1.05 \leq K < 1.15$	基本稳定	较小	较弱发育
$1.00 \leq K < 1.05$	$1.00 \leq K < 1.05$	较不稳定	中等	中等
$K < 1.00$	$K < 1.00$	不稳定	大	强

（1）露天采场

根据《开采方案》，露天开采区边坡均为土质边坡，根据高度可分为 2 类：①北侧高 8.5m，两级坡，第一级约 5m，坡度 33°，第二级约 3.5m，坡度 35°，平台 4m；②西、南、东侧高 22.6m，三级坡，第一级约 6.6m，坡度 33°，第二级约 8m，坡度 39°，第三级约 8m，坡度 39°，平台 4m。剖面见图 3-1、3-2。

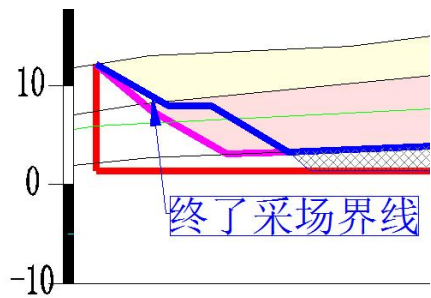


图 3-1 北侧边坡剖面图

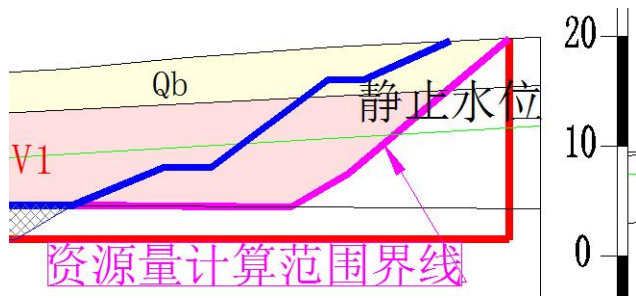
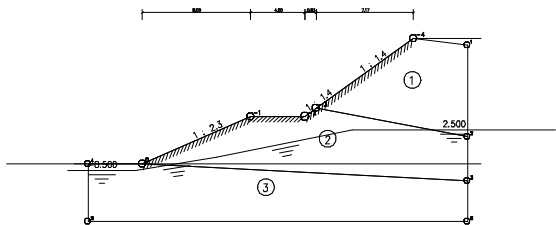


图 3-2 西、南、东侧边坡剖面图

计算项目：露天开采区北侧边坡稳定计算（自然状态）

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范：通用方法
计算目标：安全系数计算
滑裂面形状：圆弧滑动法
地震烈度：7 度
水平地震系数：0.100
地震作用综合系数：0.250
地震作用重要性系数：1.000
地震力作用位置：质心处
水平加速度分布类型：矩形

[坡面信息]

坡面线段数	4		
坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	3.500	0
2	4.000	0.000	0

3	0.828	0.595	0
4	7.172	5.155	0

[土层信息]

坡面节点数 5

编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	8.000	3.500
-2	12.000	3.500
-3	12.828	4.095
-4	20.000	9.250

附加节点数 6

编号	X(m)	Y(m)
1	24.000	8.750
2	24.000	2.000
3	24.000	-1.250
4	-4.000	0.000
5	-4.000	-4.250
6	24.000	-4.250

不同土性区域数 3

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	节点 编号
1	18.800	20.800	(1, -4, -3, 2,)
2	19.000	23.000	(-2, -1, 0, 3, 2, -3,)
3	18.500	20.000	(0, 4, 5, 6, 3,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	33.500	19.000	26.800	15.500
2	4.000	40.000	2.000	30.000
3	30.000	18.000	25.000	15.000

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (-0.500, -0.500)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	6.000	1.000
2	10.000	2.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

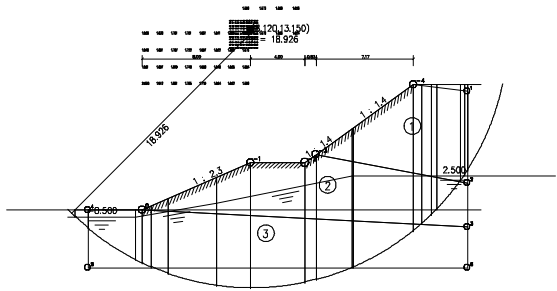
条分法的土条宽度: 1.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000(m)

搜索时的半径步长: 1.000(m)

计算结果:

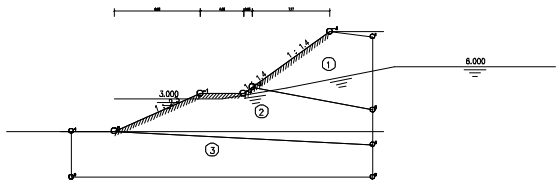
[计算结果图]



最不利滑动面：
滑动圆心 = (8.120, 13.150) (m)
滑动半径 = 18.926 (m)
滑动安全系数 = 1.463

计算项目：露天开采区北侧边坡稳定计算（饱和状态）

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范：通用方法
计算目标：安全系数计算
滑裂面形状：圆弧滑动法
地震烈度：7 度
水平地震系数：0.100
地震作用综合系数：0.250
地震作用重要性系数：1.000
地震力作用位置：质心处
水平加速度分布类型：矩形

[坡面信息]

坡面线段数 4			
坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	3.500	0
2	4.000	0.000	0
3	0.828	0.595	0
4	7.172	5.155	0

[土层信息]

坡面节点数 5		
编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	8.000	3.500
-2	12.000	3.500

-3	12.828	4.095
-4	20.000	9.250

附加节点数 6

编号	X(m)	Y(m)
1	24.000	8.750
2	24.000	2.000
3	24.000	-1.250
4	-4.000	0.000
5	-4.000	-4.250
6	24.000	-4.250

不同土性区域数 3

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	节点 编号
1	18.800	20.800	(1, -4, -3, 2,)
2	19.000	23.000	(-2, -1, 0, 3, 2, -3,)
3	18.500	20.000	(0, 4, 5, 6, 3,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	33.500	19.000	26.800	15.500
2	4.000	40.000	2.000	30.000
3	30.000	18.000	25.000	15.000

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (10.000, 3.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	6.000	1.000
2	10.000	2.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

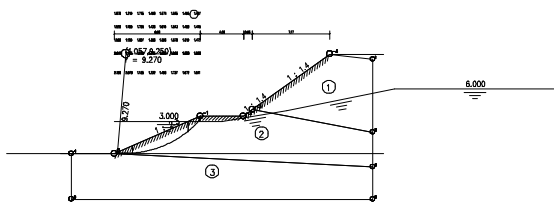
条分法的土条宽度: 1.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000(m)

搜索时的半径步长: 1.000(m)

计算结果:

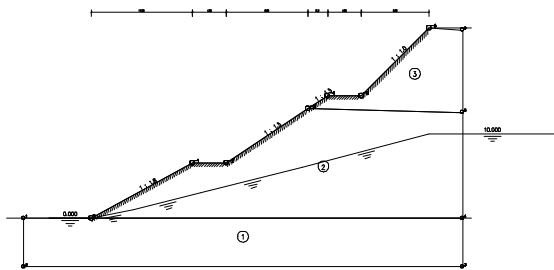
[计算结果图]



最不利滑动面：
滑动圆心 = (1.057, 9.250) (m)
滑动半径 = 9.270 (m)
滑动安全系数 = 1.105

计算项目：露天开采区南、东、西侧边坡稳定计算（自然状态）

[计算简图]



[控制参数]:
采用规范：通用方法
计算目标：安全系数计算
滑裂面形状：圆弧滑动法
地震烈度：7 度
水平地震系数：0.100
地震作用综合系数：0.250
地震作用重要性系数：1.000
地震力作用位置：质心处
水平加速度分布类型：矩形

[坡面信息]

坡面线段数 6			
坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	12.000	6.500	0
2	4.000	0.000	0
3	9.687	6.458	0
4	2.313	1.542	0
5	4.000	0.000	0
6	8.000	8.000	0

[土层信息]

坡面节点数 7		
编号	X (m)	Y (m)
0	0.000	0.000
-1	12.000	6.500
-2	16.000	6.500
-3	25.687	12.958

-4	28.000	14.500
-5	32.000	14.500
-6	40.000	22.500

附加节点数 6

编号	X(m)	Y(m)
1	-8.000	0.000
2	-8.000	-5.750
3	44.000	-5.750
4	44.000	0.000
5	44.000	12.500
6	44.000	22.250

不同土性区域数 3

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	节点 编号
1	18.500	20.000	(0, 1, 2, 3, 4,)
2	19.000	23.000	(-1, 0, 4, 5, -3, -2,)
3	18.800	20.800	(-5, -4, -3, 5, 6, -6,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	30.000	18.000	25.000	15.000
2	4.000	40.000	2.000	30.000
3	33.500	19.000	26.800	15.500

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 4 水面线起始点坐标: (0.000, 0.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	5.000	1.000
2	8.000	2.000
3	12.000	3.000
4	15.000	4.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

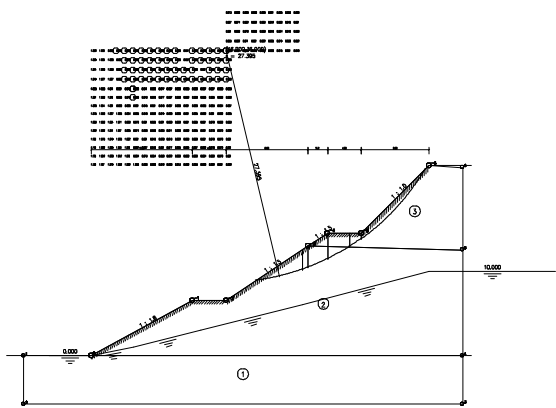
条分法的土条宽度: 2.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000(m)

搜索时的半径步长: 1.000(m)

计算结果:

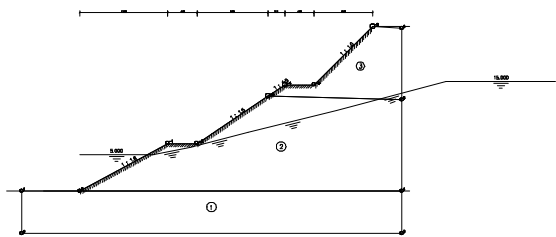
[计算结果图]



最不利滑动面：
滑动圆心 = (16.000, 36.000) (m)
滑动半径 = 27.395 (m)
滑动安全系数 = 1.284

计算项目：露天开采区南、东、西侧边坡稳定计算（饱和状态）

[计算简图]



[控制参数]：
采用规范：通用方法
计算目标：安全系数计算
滑裂面形状：圆弧滑动法
地震烈度：7 度
水平地震系数：0.100
地震作用综合系数：0.250
地震作用重要性系数：1.000
地震力作用位置：质心处
水平加速度分布类型：矩形

[坡面信息]

坡面线段数 6			
坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	12.000	6.500	0
2	4.000	0.000	0
3	9.687	6.458	0
4	2.313	1.542	0
5	4.000	0.000	0
6	8.000	8.000	0

[土层信息]

坡面节点数 7

编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	12.000	6.500
-2	16.000	6.500
-3	25.687	12.958
-4	28.000	14.500
-5	32.000	14.500
-6	40.000	22.500

附加节点数 6

编号	X(m)	Y(m)
1	-8.000	0.000
2	-8.000	-5.750
3	44.000	-5.750
4	44.000	0.000
5	44.000	12.500
6	44.000	22.250

不同土性区域数 3

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	节点 编号
1	18.500	20.000	(0, 1, 2, 3, 4,)
2	19.000	23.000	(-1, 0, 4, 5, -3, -2,)
3	18.800	20.800	(-5, -4, -3, 5, 6, -6,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	30.000	18.000	25.000	15.000
2	4.000	40.000	2.000	30.000
3	33.500	19.000	26.800	15.500

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 4 水面线起始点坐标: (10.000, 5.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	5.000	1.000
2	8.000	2.000
3	12.000	3.000
4	15.000	4.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

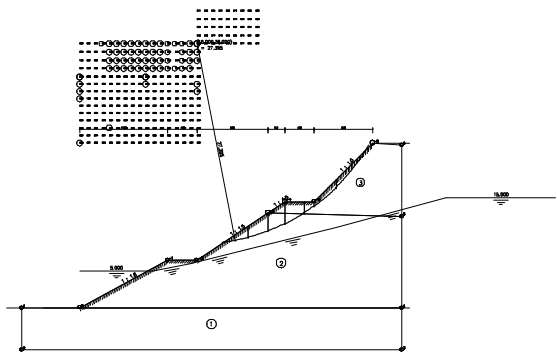
条分法的土条宽度: 2.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000(m)

搜索时的半径步长: 1.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面：
滑动圆心 = (16.000, 36.000) (m)
滑动半径 = 27.395 (m)
滑动安全系数 = 1.042

计算结果表明：①采场北侧边坡自然工况安全系数 1.463，处于稳定状态；采场北侧边坡饱和工况安全系数 1.105，处于基本稳定状态。②采场西、南、东侧边坡自然工况安全系数 1.284，处于基本稳定状态；采场北侧边坡饱和工况安全系数 1.042，处于较不稳定状态。采场在长期降雨入渗情况下，可能造成崩塌或滑坡，危害的对象主要是采场工作人员（5~10 人）和机械设备（价值 300 多万），预测其崩塌或滑坡潜在的危害程度中等，危险性中等。

表 3-10 预测采场边坡崩塌/滑坡地质灾害危险性评估表

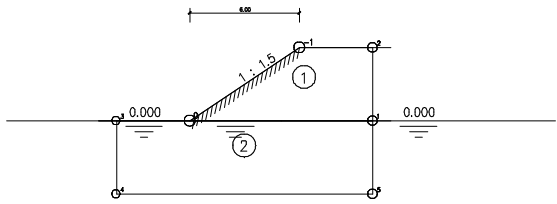
灾害	编号	基本特征	评估方法、稳定性、发育程度	危害对象	危害程度、危险性
采场边坡崩塌/滑坡	采场北侧边坡	高 8.5m，两级坡，第一级约 5m，坡度 33°，第二级约 3.5m，坡度 35°，平台 4m；	简化 Bishop 法分析。自然工况 1.463，稳定；强降雨工况 1.105，基本稳定。发育弱	坡上、坡下人员、设备	中等：小
	采场西、南、东侧边坡	3 面边坡均高 22.6m，三级坡，第一级约 6.6m，坡度 33°，第二级约 8m，坡度 39°，第三级约 8m，坡度 39°，平台 4m。	简化 Bishop 法分析。自然工况 1.284，稳定；强降雨工况 1.042，基本稳定。发育中等		中等：中等

(2) 生产道路边坡和表土堆填边坡

根据《开采方案》，生产道路长约 60m，回填 4m，坡率 1:1.5。
后期复绿用土堆填在剥离层外运转运场，高 4m，坡率 1:1.5。

计算项目：生产道路填方边坡、表土堆填边坡稳定计算（自然状态）

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范：通用方法
计算目标：安全系数计算
滑裂面形状：圆弧滑动法
地震烈度：7 度
水平地震系数：0.100
地震作用综合系数：0.250
地震作用重要性系数：1.000
地震力作用位置：质心处
水平加速度分布类型：矩形

[坡面信息]

坡面线段数 1

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	6.000	4.000	0

[土层信息]

坡面节点数 2

编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	6.000	4.000

附加节点数 5

编号	X(m)	Y(m)
1	10.000	0.000
2	10.000	4.000
3	-4.000	0.000
4	-4.000	-4.000
5	10.000	-4.000

不同土性区域数 2

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	节点 编号
1	17.000	19.800	(0, 1, 2, -1,)
2	18.800	20.800	(1, 0, 3, 4, 5,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	20.000	15.000	16.000	12.000
2	33.500	19.000	26.800	15.500

[水面信息]

采用有效应力法
孔隙水压力采用近似方法计算

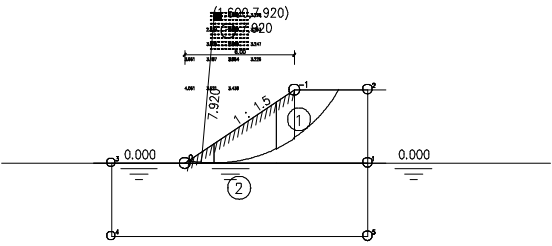
考虑渗透力作用
不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 1 水面线起始点坐标: (0.000, 0.000)
水面线号 水平投影(m) 垂直投影(m)
 1 5.000 0.000

[计算条件]
圆弧稳定分析方法: Bishop法
土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待
稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面
条分法的土条宽度: 2.000 (m)
搜索时的圆心步长: 1.000 (m)
搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

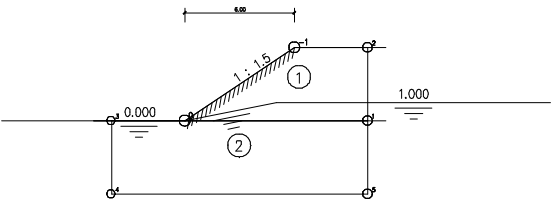
[计算结果图]



最不利滑动面:
滑动圆心 = (1.600, 7.920) (m)
滑动半径 = 7.920 (m)
滑动安全系数 = 2.822

计算项目: 生产道路填方边坡、表土堆填边坡稳定计算 (饱和状态)

[计算简图]



[控制参数]:
采用规范: 通用方法
计算目标: 安全系数计算
滑裂面形状: 圆弧滑动法
地震烈度: 7 度
水平地震系数: 0.100
地震作用综合系数: 0.250
地震作用重要性系数: 1.000
地震力作用位置: 质心处
水平加速度分布类型: 矩形

[坡面信息]

坡面线段数 1

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	6.000	4.000	0

[土层信息]

坡面节点数 2

编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	6.000	4.000

附加节点数 5

编号	X(m)	Y(m)
1	10.000	0.000
2	10.000	4.000
3	-4.000	0.000
4	-4.000	-4.000
5	10.000	-4.000

不同土性区域数 2

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	节点 编号
1	17.000	19.800	(0, 1, 2, -1,)
2	18.800	20.800	(1, 0, 3, 4, 5,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	20.000	15.000	16.000	12.000
2	33.500	19.000	26.800	15.500

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 1 水面线起始点坐标: (0.000, 0.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	5.000	1.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

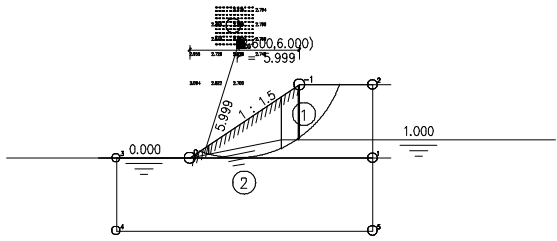
条分法的土条宽度: 2.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000(m)

搜索时的半径步长: 1.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面：
滑动圆心 = (2.600, 6.000) (m)
滑动半径 = 5.999 (m)
滑动安全系数 = 1.589

计算结果表明：生产道路填方边坡、表土堆填边坡自然工况安全系数 2.822，处于稳定状态；生产道路填方边坡、表土堆填边坡饱和工况安全系数 1.589，处于稳定状态。危害的对象主要是采场工作人员（5~10 人）和车辆（价值 50 多万），预测其崩塌或滑坡潜在的危害程度弱，危险性小。

表 3-11 预测填方边坡崩塌/滑坡地质灾害危险性评估表

灾害	编号	基本特征	评估方法、稳定性、发育程度	危害对象	危害程度、危险性
填方边坡崩塌/滑坡	生产道路、剥离层外运转运场	生产道路长约 60m，回填 4m，坡率 1:1.5。后期复绿用土堆填在剥离层外运转运场，高 4m，坡率 1:1.5。	简化 Bishop 法分析。自然工况 2.822，稳定；强降雨工况 1.589，基本稳定。发育弱	坡上、坡下人员、车辆	弱：小

（3）生产、生活及管理区边坡稳定性评价

生产、生活及管理区地形为总体东高西低，平整时会在东侧形成小于3m 的挖方边坡，在西侧形成小于3m 的填方边坡。考虑1:2放坡，坡度缓、高度低。预测发生地质灾害的可能性小，危害程度弱，对矿山地质环境的影响较轻。不稳定地质体受损程度为轻度。

小结：综上所述，预测矿区开采过程中，矿业活动引发崩塌、滑坡的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；总体而言，预测未来可能发生的地质灾害对矿山地质环境影响为较严重。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E.1 矿山地质环境影响程度分级表，预测矿区开发建设对地质灾害影响程度为“较严重”。

2、对含水层影响与破坏程度预测评估

根据开采方案，本矿山采用负地形凹陷坑开采，开采标高 +24.66m~1.42m，开采矿层小部分位于地下水水位以下。参照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 N 的评估指标，矿山开采对含水层破坏预测主要从以下几方面预测：

（1）地下水资源枯竭与区域水均衡破坏

本矿山地下水位静止标高为 8.76m，矿山上部覆盖层和矿体均采用露天推土机及挖掘机等机械开采配合自卸车运输的采矿方法，在地下水位静止标高 8.76m 下时加强排水，会造成地下水位下降，造成区域水均衡破坏。矿区涌水量 6441.00m³/d，预测对区域水均衡破坏较严重。

（2）地下水水质破坏

本矿山在采矿过程中没有添加剂、也没有污水排入；开采出来的砂矿也只是用清水淘洗筛分，亦无添加剂。综上所述，矿山开采不会造成地下水水质恶化破坏。

（3）地下水含水层结构破坏

矿山开采将会对矿山采坑范围内的地下水含水层顶板造成破坏，为含水层的补径排打开了一个的天窗，从而局部改变矿坑内地下水的补径排路径，破坏含水层结构，但是破坏范围仅限于采坑，面积 165600m²，破坏范围有限。综上所述，评估矿山开采对地下水含水层结构破坏较小。

含水层破坏预测评估小结: 矿山开采对地下水含水层的破坏主要表现为对含水层区域水均衡破坏,破坏较严重。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南(试行)》,含水层破坏对矿山地质环境影响程度分级见下表 3-12,综合预测评估矿山开采造成含水层的破坏较严重,对矿山地质环境影响程度等级为较严重。

表 3-12 含水层破坏对矿山地质环境影响程度分级表(摘表)

含水层破坏情况	影响程度分级
1、矿床充水主要含水层结构破坏、产生导水通道 2、矿井正常涌水量大于10000 m ³ /d 3、区域地下水水位下降 4、矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降,或呈疏干状态,地表水体漏失严重 5、不同含水层(组)串通水质恶化 6、影响集中水源地供水,矿区及周围生产、生活供水困难	严重
1、矿井正常涌水量3000 m ³ /d~10000 m ³ /d 2、矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大,地下水呈半疏干状态 3、矿区及周围地表水体漏失较严重 4、影响矿区及周围部分生产生活供水	较严重
1、矿井正常涌水量小于3000 m ³ /d 2、矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 3、矿区及周围地表水体未漏失 4、未影响到矿区及周围生产生活供水	较轻
注: 分级确定采取上一级别优先原则,只要有一项要素符合某一级别,就定为该级别。	

注: 上表引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南(试行)》附录 C。

3、地形地貌景观破坏预测评估

矿区及周边无自然保护区、地质遗迹、风景旅游区等,采矿活动主要对开采区、生产、生活及管理区等地段的植被和地形地貌景观造成破坏或影响,造成土体裸露。

(1) 对自然景观的影响

1) 开采区

露天采场原始地面标高 7.43m~24.00m,设计开采最低标高为 1.43m,开采深度 6.00~22.57m,未来采场将形成一个负地形的凹陷坑,面积 16.56 万 m²,露天采场开挖对原生地形地貌景观破坏程度大,破

坏形式为挖损。根据表 3-13，露天采场地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度为严重。

表 3-13 地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度分级表（摘表）

地形地貌景观破坏情况	影响程度分级
1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	严重
1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重	较严重
1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线周围两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻	较轻
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。	

注：上表引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录C。

2) 生产道路

生产道路连接露天开采区及生产、生活及管理区，地面平缓，占地面积 1044m²。工业场地的压占对原生地形地貌影响较轻，据表 3-13，生产道路地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度为较轻。

3) 生产、生活及管理区

分为生产区和生活及管理区，生活及管理区位于东北部，建有办公室、员工宿舍等设施；生产区设有洗砂车间、堆场、配电房、压滤机、循环工业水池等。地面标高约 12m~+20m，地面平缓，占地面积约 14329m²。办公生活区的压占对原生地形地貌影响较大，据表 3-13，工业场地地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度为较严重。

综上所述，矿山建设活动对原生的自然景观影响和破坏程度大，对自然景观的影响严重。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区及其周边多为林地、园地，根据项目区“三区三线”成果图，矿山及其周边未设立各类自然保护区。据现场调查，矿区及周边无地质遗迹、人文景观、风景旅游区等。在矿区及其周边矿区北侧和西侧有零星村民搭建用于养殖鸡鸭的板房，在生产前会赔偿迁移。因此，本矿山采矿活动不会对建筑物及工程、设施和自然保护区等地形地貌景观造成影响和破坏。

（3）对人居环境影响

矿区北侧约 600m 分布一处村庄，距离较远，在矿区及其周边矿区北侧和西侧有零星村民搭建用于养殖鸡鸭的板房，在生产前会赔偿迁移。矿山开采采用露天推土机及挖掘机等机械开采配合自卸车运输和露天水下绞吸采砂船开采配合砂泵输送的采矿方法，矿山开采无需爆破，开采产生噪音和粉尘小，且矿山开采依据绿色矿山要求控制噪音产生和洒水除粉尘，因此，预测评估采矿活动对人居环境影响较轻。

地形地貌景观破坏预测评估小结：矿山及周边未设立各类自然保护区，无人文景观、风景旅游区等，矿山开采无爆破，产生噪音和粉尘小，但矿山开采活动对原生地形地貌开挖破坏程度大。综合预测评估采矿活动对地形地貌景观影响严重。

4、水土环境污染预测评估

（1）水环境污染预测

本矿山采用露天推土机及挖掘机等机械开采配合自卸车运输和露天水下绞吸采砂船开采配合砂泵输送的采矿方法，采矿过程没有添加剂和没有污水排入，利用矿坑水进行淘洗砂矿，清水泵回矿坑循环使用不外排。因此，预测矿坑水对水环境污染小。

另外，生活污水经处理，再通过活性炭过滤器过滤后可作为绿化用水或作除尘用水。预测生活污水经处理后对水环境污染影响较轻。

(2) 土壤环境污染预测

本矿山产品方案为玻璃用石英砂粗精矿、工程填土用砂质粘土覆盖层、制砖用矿体间粘土夹层，由化验分析，矿体化学成分主要是为 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 ，无重金属，矿山开采的矿石和围岩均无毒、无有害物质，经放射性检测，对人体无伤害。因此，预测矿山开采对土壤环境污染影响程度为较轻。

矿区水土环境污染预测评估小结：预测将来矿山采矿活动对矿区水土环境污染影响程度较轻。

5、土地资源影响程度预测评估

(1) 土地损毁环节

依前述，矿山为露天开采方式，露天开采区所采矿石运至生产区筛选后产品分级外运销售，露天开采区对该区域土地为挖损损毁；生产道路对该区域土地为挖损损毁；生产、生活及管理区对该区域土地为压占及挖损损毁。

(2) 土地损毁时序

矿山土地损毁时序与矿山建设、生产工艺流程密切相关。本矿山采用露天水上推土机及挖掘机等机械开采配合自卸车运输的采矿方法。矿山总体上采用自上而下、分台阶式的开采顺序，遵循“采剥并举，剥离先行”的原则，由于开采区域外围用地条件较为复杂，为了减少场外用地，以洗砂车间为参照点，建议矿山采用后退式回采方式，即首采距离洗砂车间最远、开采区域西侧的矿体，方可保证山坡露天采场矿山运输道路依然位于开采区域范围内。

本矿山对土地损毁的环节与时序是：

1) 矿山基建期的损毁环节与时序：生产、生活及管理区、生产道路等设施对土地的压占；露天开采区对土地的挖损。

2) 矿山生产期至闭坑期的损毁环节与时序：生产、生活及管理区、生产道路等设施继续压占土地，并一直持续到矿山闭坑；露天开采区继续加深土地的挖损。

(3) 拟损毁土地预测与评估

根据开发利用方案，矿区内规划有生产、生活及管理区、开采区、生产道路等。拟损毁土地总面积约 18.0954hm^2 。拟损毁地类为其他果园 (0204) 8.5523hm^2 、乔木林地 (0301) 9.0408hm^2 、其他草地 (0404) 0.0208hm^2 、农村道路 (1006) 0.1169hm^2 、设施农用地 (1202) 0.3647hm^2 。拟损毁土地面积统计见表 3-16。(表 3-14、3-15 土地破坏等级标准)

1、开采区

预测损毁土地面积 16.5581hm^2 ，用地类型为其他果园 (0204) 8.5523hm^2 、乔木林地 (0301) 7.5863hm^2 、其他草地 (0404) 0.0208hm^2 、农村道路 (1006) 0.1081hm^2 、设施农用地 (1202) 0.2906hm^2 。损毁形式为挖损，挖损深度 $0\sim 23\text{m}$ ，损毁程度重度。

2、生产道路

主要是连接生产、生活及管理区和开采区的道路，拟损毁面积 0.1044hm^2 ，用地类型为乔木林地 (0301) 0.1044hm^2 。损毁形式为压占，损毁程度为轻度。

3、生产、生活及管理区

拟修建于矿区北侧，占地面积约 1.4329hm^2 ；用地类型为乔木林地 (0301) 1.3501hm^2 、农村道路 (1006) 0.0087hm^2 、设施农用地 (1202)

0.0741hm²。损毁形式先挖损后压占，平整场地局部需开挖 0~3m，损毁程度为中度。

表 3-14 挖损土地破坏等级标准表

评价因子	评价等级		
	轻度破坏	中度破坏	重度破坏
挖掘深度	≤2m	2~5m	>5m
挖掘面积	≤1hm ²	1~10hm ²	>10hm ²
挖损土层厚度	≤0.2m	0.2~0.5m	>0.5m

表 3-15 压占土地破坏等级标准表

评价因子	评价等级		
	轻度破坏	中度破坏	重度破坏
压占面积	< 1hm ²	1~10	> 10hm ²
堆积高度	< 10m	10~30m	> 30m
压占物	土壤	砌体	矸石
土壤污染	轻度	一般	有毒

表 3-16 新增损毁土地资源统计表

序号	项目	新增损毁面积 (hm ²)	土地类型	损毁类型	损毁程度
1	开采区	16.5581	其他果园 (0204) 8.5523hm ² 、乔木林地 (0301) 7.5863hm ² 、其他草地 (0404) 0.0208hm ² 、农村道路 (1006) 0.1081hm ² 、设施农用地 (1202) 0.2906hm ²	挖损	重度
2	生产道路	0.1044	乔木林地 (0301) 0.1044hm ²	挖损、压占	轻度
3	生产、生活及管理区	1.4329	乔木林地 (0301) 1.3501hm ² 、农村道路 (1006) 0.0087hm ² 、设施农用地 (1202) 0.0741hm ²	挖损、压占	中度
4	合计	18.0954	其他果园 (0204) 8.5523hm ² 、乔木林地 (0301) 9.0408hm ² 、其他草地 (0404) 0.0208hm ² 、农村道路 (1006) 0.1169hm ² 、设施农用地 (1202) 0.3647hm ²	挖损、压占	重度、中度、轻度

7、生态系统退化预测评估

(1) 对植物资源的影响

生产运营期由于工业场地内机械、人员的扰动和矿石、废渣的堆放及车辆运输，使地表的植被无法生长。同时生产废水、矿区内生活

污水，矿区产生的粉尘、废气以及运输车辆行驶时激起的尘土等，均会对周围的植被产生不良影响。粉尘会影响呼吸作用和水分蒸发，降低叶面的光合作用，减弱植物机体代谢能力。

露天开采直接剥离表土及植被层，造成矿区范围内的（资源量覆盖区）原生植被 100%消失，连带影响周边 10~50m 缓冲区的植被因粉尘覆盖衰退。切割机产尘覆盖植物叶面阻塞气孔，运输道路扬尘覆盖周边植物叶面，降低光合效率 20%~40%。周边 300m 内树木光合效率下降，敏感物种（如苔藓、地衣）死亡率达 90%。

（2）对动物资源的影响

由于本矿的开发将大面积的影响与损毁地表植被，将使原来的天然林地部分变成人工种植林地，改变了野生动物的栖息环境，必将对野生动物的生存与繁衍产生不利影响，使其群落组成和数量发生变化。据实地调查，该矿区范围内野生动物种类较少，缺少大型野生哺乳动物，现有的野生动物多为一些常见的鸟类、啮齿类及昆虫等。但矿山开采依旧对其造成严重的影响：如哺乳动物獐、野兔等中小型兽类因噪音（简易吊机+运输振动>85dB），永久逃离矿区 1km 范围；画眉、山雀等留鸟会因粉尘覆盖巢穴和噪声干扰，使得繁殖成功率降低；雀鹰也会因食物链断裂而消失或迁移；壁虎、蛇类会因地表温度上升（裸岩夏季达 50℃）及栖息地硬化致死率上升 50%。传粉昆虫（蜜蜂、蝶类）种群因粉尘粘结体毛和蜜源植物消失下降 75%；蚯蚓、跳虫会因土壤有机质缺失在矿渣堆积区密度趋近零。

因此预测矿区露天开采区生态破坏现状严重，生产、生活及管理区、生产道路生态破坏现状较严重；其他地区生态破坏较轻。

（四）问题诊断评价结论

1、现状诊断评价结果

前述对现状的①开采区、②生产、生活及管理区、③生产道路等3个单元进行了地质环境问题、土地资源问题和生态问题进行识别判断，评价结果如下：

表 3-17 现状损毁程度综合评价表

功能区	问题类型		现状受损状况			综合评价结果
			位置	面积	损毁程度	
开采区、生产、生活及管理区、生产道路	地质环境问题	地质灾害	整个评估区	33.3hm ²	未受损	未受损
		地形地貌景观破坏			未受损	
		含水层破坏			未受损	
		水质污染			未受损	
		土壤污染			未受损	
	土地损毁	土地挖损			未受损	
		土地压占			未受损	
	生态受损与退化	动物逃离			未受损	
		植被损毁			未受损	
					未受损	

2、预测诊断评价结果

前述将预测损毁的采矿权范围及采矿活动影响范围内的露天采场、工业场地、办公生活区等3个单元的地质环境问题、土地资源问题和生态问题进行识别判断，评价结果如下：

表 3-18 预测损毁程度综合评价表

功能区	问题类型		现状受损状况			综合评价结果
			位置	面积	损毁程度	
开采区	地质环境问题	地质灾害	开采区及影响范围	22hm ²	中度	重度
		地形地貌景观破坏			重度	
		含水层破坏			中度	
		水质污染			轻度	
		土壤污染			轻度	
	土地损毁	土地挖损			重度	
		土地压占			重度	
	生态受损与退化	动物逃离			重度	
		植被损毁			重度	
					重度	
生产、生活及管理区和生产道路	地质环境问题	地质灾害	生产、生活及管理区和生产道路及影响范围	2hm ²	轻度	中度
		地形地貌景观破坏			中度	
		含水层破坏			轻度	
		水质污染			轻度	

	土地损毁	土壤污染			轻度	
		土地挖损			中度	
		土地压占			中度	
	生态受损与退化	动物逃离			中度	
		植被损毁			中度	
剩余其余区	地质环境问题	地质灾害	剩余其余区	9.3hm ²	轻度	轻度
		地形地貌景观破坏			轻度	
		含水层破坏			轻度	
		水质污染			轻度	
		土壤污染			轻度	
	土地损毁	土地挖损			轻度	
		土地压占			轻度	
	生态受损与退化	动物逃离			轻度	
		植被损毁			轻度	

3、综合诊断评价结果

根据现状评估与预测诊断评价结果，本矿山综合评价结果如下：

表 3-19 矿区损毁程度综合评价表

功能区	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		位置	面积	损毁程度	
开采区	地质环境问题	开采区	22hm ²	重度	重度
	土地损毁			重度	
	生态受损与退化			重度	
生产、生活及管理区和生产道路	地质环境问题	生产、生活及管理区和生产道路及影响范围	2hm ²	中度	中等
	土地损毁			中度	
	生态受损与退化			中等	
剩余其余区	地质环境问题	剩余其余区	9.3hm ²	轻度	轻度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	

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

（1）地质灾害防治技术可行性分析

目前矿山地质灾害不发育，规模小，危险性小，可采取避让与清理措施，防治难度低；预测地质灾害主要是采矿活动引发的边坡崩塌\滑坡，通常情况下的开采设计已经充分考虑了各类边坡的安全性，制订了合理的开采方式和终采参数，在切实执行开采设计方案的情况下，一般不必采取特别的工程治理措施，对新开挖的人工边坡应做好采场外围高处截洪排水工作，防止雨水冲刷坡顶和坡面造成崩塌，终采边坡应严格按照开采设计进行放坡，同时应进行边坡稳定性监测，并根据实际情况修订开采方案。治理方式根据以往矿山治理经验，以监测工程为主，配合系统锚固和坡面防护网及预警工作，重在预防，此技术成熟可行，在国内矿山均有应用。

（2）地下含水层防治技术可行性分析

预测未来含水层破坏主要因素为露天采场的大面积开挖及矿山生产生活废水，开采需严格在批复的矿区范围进行采矿活动；场地地表水经排水沟排泄，并设施沉砂池进行沉淀处理，矿山开采全程进行含水层破坏的监测。可采取覆土工程重塑第四系含水层；避免地下水流失，防治难度较易。

（3）地形地貌预防技术可行性分析

本矿区的主要破坏方式为地表开挖，根据开采方式及范围的设计，预测发生地形地貌景观加剧的位置为露天采场及矿山功能区，故

需对破坏范围进行严格限定。矿山开采全程进行地形地貌景观破坏的监测，地形改变虽然可以通过回填进行重塑，但又会造成新的损毁，因此可不实施地形治理工程；可通过覆土、种植重塑，增加植被覆盖率，恢复绿化。矿山地形地貌景观治理工程是当前较成熟和广泛推广的一项技术，此技术是可行的。

(4) 水土环境污染预防技术可行性分析

现状水土环境未发生污染，预测未来矿山发生水土污染的可能性小。虽水土环境污染的可能性小，但矿山开采全程需进行监测。

对水土环境污染治理：建立污染处理工程进行修复、防止造成二次污染，并进行监测。可委托有资质的设计研究单位进行可行性论证及设计。矿山水土环境污染监测（包括人工巡查、取样化验等）是当前较成熟和广泛推广的一项技术。

(5) 生态重建技术可行性分析

①土壤再生路径明确

剥离表土的规范化贮存与回覆保全土壤肥力；土壤通过改良+有机质添加可显著提升植被承载能力。

②植被恢复策略有效

坡面采用挂网喷播基材技术，为先锋植物提供附着基质；依据“草-灌-乔”演替规律配置乡土物种，实现群落可持续更替。

本矿山地质环境治理拟所采用的预防、工程、监测等措施均为较为常规成熟的技术，均有国家规范标准所约束，且在省内类似矿山均已得到验证，具有相当高的可行性、可靠性和有效性；加之，本矿山位于深山中，周边基本无常住居民，施工场地充足，施工过程不受其他因素所干扰，只要稍加开拓即可满足施工作业条件；因此综合分析认为本矿山地质环境治理所采用的技术可行可靠。

2、经济可行性分析

矿山生态治理工程的实施，将会使矿山生态得到改善。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的责任原则，是法律明确基本规定的责任和义务，本矿山企业作为治理义务人，矿山生态治理投资费用由矿山企业全部承担。

矿山企业应建立矿山生态修复基金制度，将生态治理成本内部化，加强生态文明建设。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，督促企业落实矿山生态恢复责任。

通过《方案》的实施，不仅使矿山生态得到保护和恢复，减少了矿山生态问题所造成的损失，而且工程完工后可恢复为林地，将矿山植被由原来的荒草地恢复为乔木及灌木林地，提高了土地的利用效率，可增加当地村民收入，经济效益良好。

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

矿区不涉及自然保护区，风景名胜区，饮用水资源保护区等环境敏感区。矿山开采方式为露天开采，矿山的建设和开采活动造成植被的毁坏，损毁范围内植被全部被毁掉，直至矿山闭坑复垦后，植被才得以慢慢恢复。根据实地调查，矿区内动植物以桉树、野竹、松树、蛙、蛇、鸟等为主；未见大型野生动物踪迹，物种多样性简单，矿区内无国家珍稀濒危植物和国家重点保护植物。故矿业活动对动植物的多样性影响较轻。

通过生态治理有效恢复生态平衡，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。矿山进行地质环境治理，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。

(二) 目标方向可行性分析

1、生态修复区土地利用现状

参照《土地利用现状调查技术规程》、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），以及遂溪县自然资源局提供的遂溪县 2024 年土地利用变更调查数据为基础，确定生态修复区土地利用现状类型为其他果园（0204）8.5523hm²、乔木林地（0301）9.0408hm²、其他草地（0404）0.0208hm²、农村道路（1006）0.1169hm²、设施农用地（1202）0.3647hm²。

生态修复责任范围土地利用现状表见表 3-20。

表 3-20 生态修复责任范围土地利用现状汇总表

地类				开采区	生产道路	生产、生活及管理区	合计
代码	一级地类	代码	二级地类				
02	园地	0204	其他果园	85523.29	0	0	85523.29
03	林地	0301	乔木林地	75863.07	1043.79	13501.49	90408.36
04	草地	0404	其他草地	207.55	0	0	207.55
10	交通运输用地	1006	农村道路	1081.18	0	87.47	1168.65
12	其他土地	1202	设施农用地	2906.37	0	704.50	3646.87
合计				165581.46	1043.79	14329.46	180954.72

数据来源：遂溪县 2024 年土地利用变更调查数据

2、生态系统适宜性评价

(1) 适宜性评价单元类型划分

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。

土地适宜性评价单元类型是评价的基本单元，同一评价单元类型内的土地特征及复垦利用方向和改良途径应基本一致。依据项目建设方案和损毁情况，按损毁土地的特征和损毁程度划分土地复垦适宜性评价单元。

(2) 评价因子及评价标准

参评因素应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。

通过将参评因素状态值对农、林、草（牧）的影响状况及改良程度的难易与《中国 1：100 万土地资源图》对因子等级划分指标相对应作对比研究，基本吻合，故以《中国 1：100 万土地资源图》等级划分标准作参照，进一步对项目区特有的对土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出土地适宜性评价各参评因素的分级指标和对农林牧适宜性的等级标准。

根据矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地损毁特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区损毁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：土壤侵蚀、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、土壤容重、砾石含量、酸碱度、有机质含量、排灌条件组成。适宜性评价限制因素分级标准见表 3-21。

表 3-21 待复垦土地主要限制因素农林牧评价等级标准一览表

限制因素及分级指标	耕地评价	园地评价	林地评价	草地评价
地形坡度 (°)				
<3	1	1	1	1
4-7	2	1	1	1
8-15	3	1	1	1
16-25	不或 3	2	2 或 1	2 或 1
25-35	不	3	2	2
>35	不	不	2 或 3	2 或 3
土壤质地				
壤土	1	-	-	-
粘土、砂壤土	2	-	-	-
重粘土、砂土	3	-	-	-
砾质、砂质	不	3	3	2 或 3
有效土层厚度 (cm)				
>80	1	1	1	1
79-50	2	1	1	1
49-30	3	2	1	1
29-10	不	3	2	2
<10	不	不	3	3
土壤容重 (g/cm ³)				
<0.90	不	不	不	不
0.90~1.05	不	3	3	3
1.05~1.20	1	-	-	-
1.20~1.40	2	-	-	-
>1.40	不	不	3	3
砾石含量 (%)				
<5	1	1	1	1
5~9	2	2	2	2
10~25	3	2	2	2
>25	不	3	3	3
酸碱度 (pH 值)				
5.0~6.5	2	2	2	2
6.5~7.5	1	1	1	1
7.5~8.0	2	2	2	2
有机质含量 (%)				
<1.0	3	3	3	3
1.0~1.5	2	1	1	1
>1.5	1	1	1	1
水文与排水条件				
不淹没或偶然淹没、排水条件好	1	1	1	1
季节性短期淹没、排水条件较好	2	2	2	2
季节性长期淹没、排水条件较差	3	3	3	3
长期淹没、排水条件很差	不	不	不	不
灌溉条件				
旱作较稳定或有稳定条件的半干旱土地	1	1	1	1
灌溉水源保证差、旱作不稳定的半干旱	2	2	2	2
无灌溉水源保证、旱作不稳定的半干旱	3 或 2	3	3	3

注：1：适宜、2：较适宜、3：勉强适宜、不：不适宜、-：忽略。

(3) 土地复垦评价单元特征及等级评价

矿山开采结束后，待复垦土地评价单元特征见表 3-22。

表 3-22 待复垦土地参评单元土地性质

评价单元	影响因子								
	坡度 (°)	地表 组成 物质	有效土 层厚度 (cm)	土壤容重 (g/cm ³)	砾石含 量 (%)	酸碱度 (pH 值)	有机质含 量 (%)	水文与排水 条件	水分条件
开采区+6m 以下台阶及边坡	25~35	砂土	<10	1.53~1.56	5.3~7.0	5.34~5.49	10.8~12.0	长期淹没、排水条件很差	旱作较稳定或有稳定条件的半干旱土地
开采区+6m 以上台阶及边坡	25~35	粘土 砂土	<10	1.53~1.56	5.3~7.0	5.34~5.49	10.8~12.0	不淹没、排水条件好	旱作不稳定的半干旱土地
生产、生活及管理区	2-6	粘土	49-30	1.53~1.56	5.3~7.0	5.34~5.49	10.8~12.0	不淹没、排水条件好	旱作不稳定的半干旱土地
生产道路	4-7	粘土	49-30	1.53~1.56	5.3~7.0	5.34~5.49	10.8~12.0	不淹没、排水条件好	旱作不稳定的半干旱土地

(4) 待复垦土地适宜性评价结果

复垦土地经过整理后，将具有一定的生产力，但由于各评价单元条件不同，适宜性也不同。通过将参评单元土地质量与待复垦土地主要限制因素的农、林、牧评价等级标准进行配比，得出矿区复垦土地适宜性评价结果见表 3-23。

表 3-23 待复垦土地质量各指标分值结果

评价单元 \ 评价指标		地形 坡度	土壤 质地	有效土层 厚度	土壤 容重	砾石 含量	酸碱度	有机质含 量	水文与 排水条件	水分 条件
开采区+6m 以下台阶及边坡	耕地评价等级	不	3	不	2	2	1	2	不	1
	园地评价等级	2	-	3	-	2	1	1	不	1
	林地评价等级	2	-	3	-	2	1	1	不	1
	草地评价等级	2	-	3	-	2	1	1	不	1
开采区+6m 以上台阶及边坡	耕地评价等级	不	3	不	2	2	1	2	1	2
	园地评价等级	2	-	3	-	2	1	1	1	2
	林地评价等级	2	-	3	-	2	1	1	1	2
	草地评价等级	2	-	3	-	2	1	1	1	2
生产、生活及管理区	耕地评价等级	3	2	3	2	2	1	2	1	2
	园地评价等级	1	-	1	-	2	1	1	1	2
	林地评价等级	1	-	1	-	2	1	1	1	2
	草地评价等级	1	-	1	-	2	1	1	1	2
生产道路	耕地评价等级	2	2	3	2	2	1	2	1	2
	园地评价等级	1	-	1	-	2	1	1	1	2
	林地评价等级	1	-	1	-	2	1	1	1	2
	草地评价等级	1	-	1	-	2	1	1	1	2

注：1：适宜、2：较适宜、3：勉强适宜、不：不适宜、-：忽略。

综上，①开采区、②生产、生活及管理区、③生产道路等单元的地形坡度、有效土层、土壤质地、土壤容重、有机质含量、水分条件等方面都不适宜复垦为耕地，较适宜复垦为园地、宜林及宜草。由前述可知，待复垦土地存在多宜性，最终复垦方向的确定需要综合考虑符合国土空间总体规划及土地复垦规划、周围气候、环境情况、公众建议、地方规划多方面因素。依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型，选择复垦土地的用途，因地制宜，综合治理，宜农则农，宜建则建的原则。结合国家政策和当地土地使用权人的意见，①开采区、②生产、生活及管理区、③生产道路等单元复垦为林地及坑塘水面。项目区待复垦土地复垦利用方向见表 3-24。

表 3-24 复垦单元划分及复垦方向结果表

复垦单元		复垦利用方向	复垦面积（hm ² ）
开采区	开采区+6m 以下台阶及边坡	坑塘水面	11.5581
	开采区+6m 以上台阶及边坡	林地	5.0000
生产、生活及管理区		林地	1.4329
生产道路		林地	0.1044
合计			18.0955

坑塘水面适宜性：矿区开采区至+1.42m，形成负地形开采，地下水水位标高+6m，地下水会填充矿坑，矿区围岩为砂层，透水性强，单井涌水量 515m³/d，涌水量大于蒸发量，会形成稳定水面。但要注意坑塘水面带来的次生风险：蚊虫、边坡浸没、周边土地盐渍化、土壤潜育化。

2、生态恢复力分析

生态恢复力是指生态系统在受到干扰后，能够恢复到原有状态的能力。它假设系统存在多个稳定状态，并通过系统在跨越这些状态时吸收的干扰量来表达恢复力。综合考虑矿区自然条件、土地资源和生态受损与退化程度等因素，其具体指标如下。

表 3-25 生态恢复力评价指标

类别	具体指标
自然条件	气候类型（干旱指数、降水）、地形坡度、土壤侵蚀模数、水文稳定性（地下水埋深）。
土地资源	土地损毁率、可恢复面积占比、土壤重构潜力（厚度、肥力）、土地利用历史（农业/林地）。
生态受损程度	植被破坏率、生物多样性损失指数、污染等级（重金属超标倍数）。
退化程度	土壤沙化/酸化速率、水土流失强度、生态功能退化时长（如水源涵养能力下降年数）。

根据《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB_T 43934-2024）和《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》（TD/T 1068-2022），评分结果划分为 5 级，详见表 3-26。

综合考虑气温、降水、土壤和海拔等因素，综合评估自我修复的能力，由弱至强分为 I~V 等五个等级。判定该矿区生态恢复力为 III 级。

表 3-26 生态恢复力等级表

等级	恢复力特征
I 级	自然恢复潜力高，土地资源完整，生态受损轻微（如仅表层土扰动）。
II 级	需少量人工辅助（如土壤改良），植被可自然演替。
III 级	依赖工程措施（客土覆植、边坡加固），生态功能部分退化但可逆。
IV 级	严重退化（如深层污染），需长期综合治理（微生物修复+植被重建）。
V 级	极难恢复（如岩漠化），需极端措施（如生态移民或功能置换）。

（三）边开采、边修复可行性分析

由于矿山开采顺序为自上而下开采，上一台阶开采完毕后即可开始生态修复工作，因此露天采场具备边开采、边修复的可行性。

矿区的生产、生活及管理区、生产道路需使用至矿山开采结束，不具备边开采边修复的可行性，但可根据绿色矿山建设标准，对矿区内的可绿化土地进行绿化修复，同时对周边环境进行维护与监测，开展水土保持工作，保证矿区周边生态环境的稳定。

（四）生态环境协调性分析

1、水土功能协同恢复

（1）水土流失根本性遏制

阶梯化地形重塑结合植生带覆盖，将侵蚀强度降至自然系统耐受范围内；堆场采用生物篱结构削弱径流冲刷力。

（2）水生态功能再生

地表水体通过水生植物净化带实现自维持清洁；修复区土壤渗透性恢复，促进降水就地消纳。

2、生物多样性渐进修复

(1) 生境网络重构

采坑改造为异质化微生境（水域、灌丛、林地），吸引动物回归；修复区与周边绿地通过生态廊道连通，突破栖息地孤岛效应。

(2) 土壤生物活性激活

重构土壤中的微生物-动物群落，加速有机质循环，奠定生态系统物质基础。

3、景观融合性与气候适应性

通过地形柔化处理（缓坡、台地）和植被遮蔽设计，使人工地貌融入自然景观。复垦植被优选耐旱耐瘠薄物种，适应区域干湿季交替特征。

综上，修复目标与区域生态本底特征深度契合，能够实现“地貌重塑-功能再生-景观融合”三位一体协调。

(五) 水土资源平衡分析

1、土源平衡分析

(1) 土源需求分析

1) 矿区有效土层 5-6m，生产、生活及管理区和产生道路拆除上部混凝土建筑后可直接在原土种植，只需后期养护。

2) 开采区平台需回填 0.3m。土方量约 0.3 万 m^3 。

(2) 土源平衡分析

覆盖层的砂质粘土层体积 67.39 万 m^3 （含夹石 0.63 万 m^3 ），废渣（>4.75mm 粗砾石）0.3 万 m^3 ，尾泥 32.1 万 m^3 ，总计 99.79 万 m^3 不设置排土场。第一年矿区进行覆盖层剥离时，表层表土 0.15~0.25m 先进行剥离，约 3.3 万 m^3 表土，考虑留 0.3 万 m^3 表土在剥离层外运

转运场北部用于后期复垦，其余 3.0 万 m^3 表土及下部土总共 99.49 万 m^3 外运至兰海高速湛江段回填段（见附件 18 弃土协议）。

综上所述，矿区剥离的表土资源十分充足，可满足复垦土源需求。

2、水源平衡分析

露天采场将来形成一凹陷矿坑，矿坑正常蓄水量约 25 万 m^3 。

破碎系统单元复垦方向为林地，面积共 6.5374 hm^2 ，约 98.16 亩，以种植桉树为主。根据《广东省用水定额》(DB44/T1461-2014)，桉树等乔木的灌溉定额，每亩的用水定额为 365 m^3 ；那么林地的灌溉用水总量为 35828 m^3 ，仅占矿坑蓄水量的 14.33%。

综上所述，采坑蓄水量可满足矿山复垦初期和以后灌溉用水需求，无需从其它地方取水。特别说明，目前本矿区农业用水主要是靠矿区的坑塘水面，对种植的农作物进行灌溉。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）修复单元划分

根据矿区工程布置情况，结合土地损毁分析与预测结果，确定本项目修复区范围面积为 18.0955 hm^2 。将本矿区分为 3 个复垦修复单元，分别为露天采场 16.5581 hm^2 、工业场地 1.4329 hm^2 、办公生活区 0.1044 hm^2 。矿山采用边开采边修复，在生产期对露天采场+6m 以上台阶及边坡进行修复，复垦方向为乔木林地；矿山闭坑后，对露天采场+6m 以下台阶及边坡进行修复，复垦方向为坑塘水面，生产、生活及管理区及生产道路复垦方向为乔木林地。

表 3-27 复垦单元划分及复垦方向结果表

复垦单元		复垦利用方向	复垦面积 (hm^2)
开采区	开采区+6m 以下台阶及边坡	坑塘水面	11.5581
	开采区+6m 以上台阶及边坡	林地	5.0000
生产、生活及管理区		林地	1.4329
生产道路		林地	0.1044
合计			18.0955

（二）复垦修复标准

依据土地复垦相关技术标准，结合修复区实际情况，本项目土地复垦方向为乔木林地、坑塘水面。

1、复垦标准通则

（1）符合国土空间总体规划及土地复垦规划。在城镇规模范围内，符合城镇规划。强调服从国家长远利益、宏观利益。

（2）复垦后地形地貌与当地自然环境和景观相协调。

（3）保护土壤、水源和环境质量，保护文化古迹，保护生态，防止水土流失，防止次生污染。

（4）复垦场地应有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求。

（5）复垦场地有控制水土流失的措施。

（6）复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水、地下水等。

（7）复垦场地道路、交通干线布置合理。

2、林地复垦工程标准

修复区位于山地丘陵区，因此土地复垦质量标准要符合山地丘陵区林地的土地复垦控制标准。

（1）土壤质量要求：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ；土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂壤土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 25\%$ ；pH 值在 5.0-8.0 之间；有机质含量 $\geq 1\%$ 。

（2）配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

（3）生产力水平：复垦时定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）的要求，复垦后植被郁闭度 ≥ 0.35 。

4）生物标准：选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的

树种，实行乔、灌、草混种，乔木或灌木采用株行距 2m×2m 规格栽植，打穴规格 40cm×40cm×30cm，苗木规格采用 1~2 年生、40cm-70cm 高的营养袋苗，每穴施放有机肥 200g，每公顷土地施加 500kg 有机肥进行土壤培肥，苗木综合成活率达到 95%以上。

表 3-28 林地土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	有林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤25
			pH 值	5.0~8.0
			有机质/%	≥1
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求
			林网	
		生产力水平	定植密度/(株/公顷)	满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)的要求
			郁闭度	≥0.35

3、人工水域复垦质量控制标准

- (1) 景观：保持景观完整性和多样性；
- (2) 水体质量：水质达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中Ⅳ、Ⅴ类以上标准；
- (3) 设施配套程度：有排水设施，防洪标准满足当地要求。

表 3-29 其他土地复垦质量标准-用于人工水域和公园

复垦用途	指标类型	基本指标	控制标准
用于人工水域和公园	景观	景观协调程度	面积宜大于 2hm ² ，保持景观完整性和多样性
	水体质量	水质	达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中Ⅳ、Ⅴ类以上标准
	设施配套程度	防洪 排水	有排水设施，防洪标准满足当地要求

4、生物标准

- (1) 选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，实行乔、灌、草、藤本混种。
- (2) 对位于城镇、风景区、居民区附近的修复区，宜种植观赏

林、经济林，也可依所在地配置相应的功能林。

(3) 当年植树成活率 95% 以上，三年后郁闭度达 0.35 以上。

(4) 有防治病、虫害措施，有防止有林地、其他林地退化措施。

(三) 修复时序安排

根据《开采方案》中的开采设计，结合生态修复可行性分析结果，进行矿区生态修复安排，实施时间表如下表。

表 3-30 矿区生态修复分区实施时间表

生态修复分区	实施时间								
	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年
露天采场	●	●	●	●	●	●	●	●	●
工业场地	●						●	●	●
办公生活区							●	●	●

四、采矿用地与复垦修复安排

该修复区损毁土地地类及面积为：其他果园(0204)8.5523hm²、乔木林地(0301)9.0408hm²、其他草地(0404)0.0208hm²、农村道路(1006)0.1169hm²、设施农用地(1202)0.3647hm²。合计18.0955hm²。

依据土地复垦适宜性评价结果，同时结合国土空间总体规划、土地权属人意向及各部门意见，确定本项目土地复垦的目标任务，其中复垦为乔木林地6.5374hm²，坑塘水面11.5581hm²，复垦面积共18.0955hm²，复垦率为100%。矿区生态修复目标及土地利用变化表见下表3-29。

表 3-29 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		生态修复目标		面积增减 (hm ²)
编码	名称	编码	名称	面积	质量	面积	质量	
02	园地	0204	其他果园	8.5523	4 级	-	-	-8.5523
		小计		8.5523	4 级	-	-	-8.5523
03	林地	0301	乔木林地	9.0408	4 级	6.5374	4 级	-2.5034
		小计		9.0408	4 级	6.5374	4 级	-2.5034
04	草地	0404	其他草地	0.0208	-	-	-	-0.0208
		小计		0.0208	-	-	-	-0.0208
14	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0	-	11.5581	-	+11.5581
		小计		0	-	11.5581		+11.5581
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1169	-	-	-	-0.1169
		小计		0.1169	-	-	-	-0.1169
12	其他土地	1202	设施农用地	0.3647		-		-0.3647
		小计		0.3647		-		-0.3647
合计				18.0955	-	18.0955	-	-

表 3-30 矿区用地与复垦修复计划表

用地信息							复垦修复计划				
序号	原地类	范围	面积	质量	是否为临时用地	批准(计划) 使用期限(年月日-年月日)	目标地类	范围	面积	质量	批准(计划) 复垦修复期限(年月日-年月日)
1	其他果园、乔木林地、其他草地、农村道路、设施农用地	开采区	16.5581hm ²	4 级	否	2026 年~2035 年	乔木林地及坑塘水面	开采区	16.5581hm ²	4 级	2026 年~2035 年
2	乔木林地	生产道路	0.1044hm ²	4 级	是	2026 年~2035 年	乔木林地	生产道路	0.1044hm ²	4 级	2026 年~2035 年
3	乔木林地、农村道路、设施农用地	生产、生活及管理区	1.4329hm ²	4 级	是	2026 年~2035 年	乔木林地	生产、生活及管理区	1.4329hm ²	4 级	2026 年~2035 年

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感目标保护

1、敏感目标分析

根据《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024），敏感保护目标包括耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、水源地、文物、铁路、公路、地下水、地表水体及城镇等。

根据《开采方案》中的采矿权范围及采矿活动影响范围，结合《遂溪县国土空间总体规划（2021-2035 年）》以及遂溪县自然资源局提供的《遂溪县土地利用现状》（局部）、《遂溪县三区三线》（局部）等数据进行分析，本矿区的开采设计已避让耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、水源地、文物、铁路、公路及城镇等敏感目标。但采矿权范围及采矿活动影响范围外存在耕地及永久基本农田敏感目标，将通过下述减缓措施严格把控。

2、减缓措施

（1）控制矿山建设、开采扰动量和扰动范围，根据《开采方案》，矿山开采设计已按照保障安全和节约集约利用矿产、土地资源的总体原则，科学确定露天采剥范围。

（2）在项目生产前期或初期，对所在区域的地质环境问题进行治理恢复确保所在区域地质环境问题不对人员生命、财产造成影响和破坏。

(3) 在项目生产期间，选择合理的生产工艺和方法，最大限度地减少或避免地质环境问题的发生。促进矿业开发与环境保护的协调发展，人类和环境和谐相处，实现社会经济的可持续发展。

(4) 优化矿山生产技术，生产技术工艺装备现代化，加强技术工艺装备的更新改造，采用高效节能新技术、新工艺、新设备和新材料，及时淘汰高能耗、高污染、低效率的工艺和设备，符合《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》。

(5) 在项目退役期，对所在区域进行封闭，对被破坏或废弃的土地进行削坡减载和平整场地压实，修排水沟，土地复垦。实现被破坏土地的绿化和美化、各项指标达到国家相关规定的标准，实现经济、社会、环境的协调发展。

(二) 表土剥离与植被移植利用

1、表土资源调查

(1) 表土调查

结合调查范围，表土调查共布设了 5 个调查点位，其中 1#、2# 调查点位于生产、生活及管理区，3#、4#、5# 调查点位于开采区的林草地。

根据《表土剥离及其再利用技术要求》(GBT45107-2024)等相关规定，现场表土调查内容包括地形、土地利用现状、地表概况、土壤剖面、可视杂物、砾石含量和周边概况等。

(2) 调查结果

经调查，生产、生活及管理区和开采区为林草地，地块内地形有一定起伏，坡度 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，现状有植被覆盖，主要为桉树和灌木，植被良好，长势良好；土壤剖面为 1 层，均为砂质黏土，其中上部 15-25cm 含根系，腐殖质较多，为耕作层，下部根系少，腐殖质较少。

石砾质含量 5.3~7.0%，含量较高，难于清除，为 3 级表土。

(3) 表土资源评价

根据现场调查情况，对照《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T 45107—2024) 表 B.1 和表 B.2，项目区内现有林草地表土可剥离厚度均 15~25cm，可视杂物较少，石砾含量高，表土质量为 3 级，属于 II 类表土，质量一般，但满足林地复垦条件。

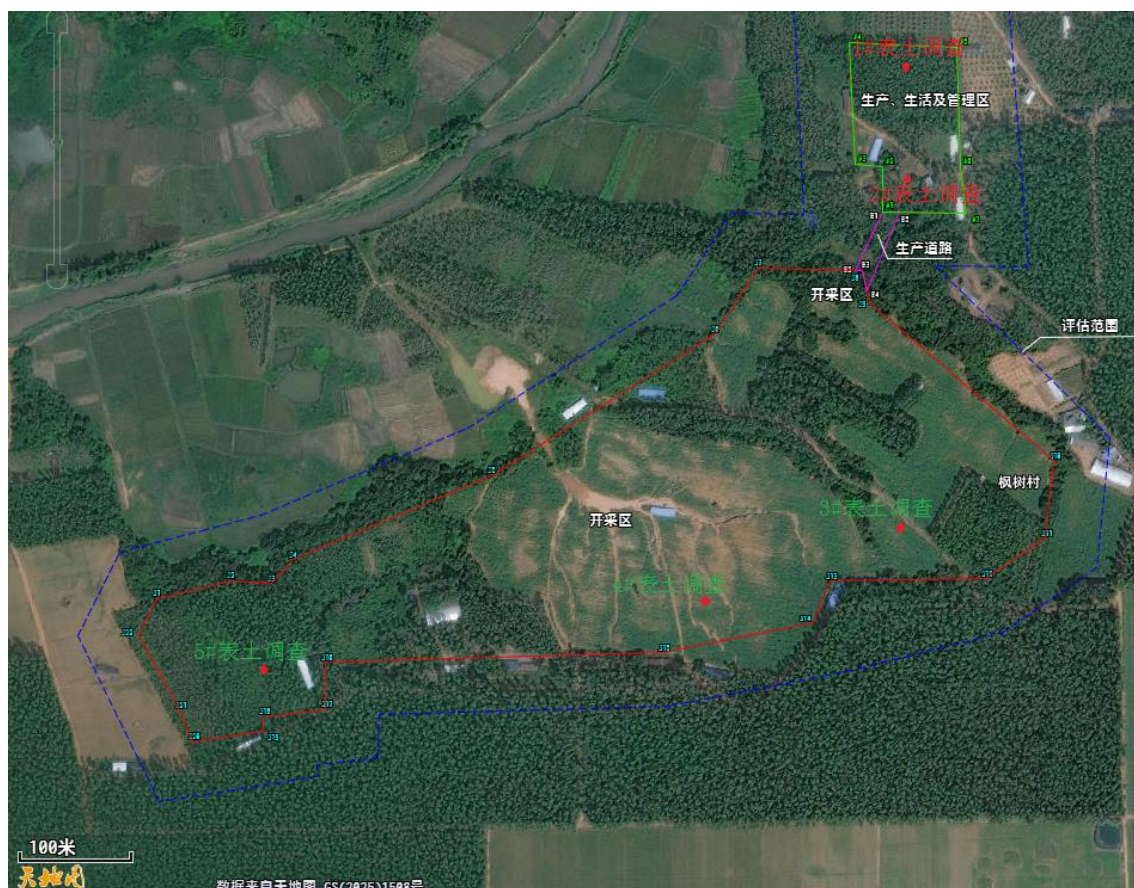


图 4-1 表土调查点分布图



图 4-2 1#表土调查剖面



图 4-3 2#表土调查剖面



图 4-4 3#表土调查剖面



图 4-5 4#表土调查剖面



图 4-6 4#表土调查剖面

表 4-5 表土调查情况表

序号	现场调查项目		实际情况描述/测定/记录				
1	编号		1#	2#	3#	4#	5#
2	土源位置（定位）		经度：109° 49' 38" 纬度：21° 10' 28"	经度：109° 49' 38" 纬度：21° 10' 24"	经度：109° 49' 37" 纬度：21° 10' 14"	经度：109° 49' 32" 纬度：21° 10' 11"	经度：109° 49' 17" 纬度：21° 10' 10"
3	地形坡度/坡向		5° ~10°	5° ~10°	5° ~10°	5° ~10°	5° ~10°
4	土壤侵蚀类型/程度		水力侵蚀/微度	水力侵蚀/微度	水力侵蚀/微度	水力侵蚀/微度	水力侵蚀/微度
5	地面平整度		地形平整	地形平整	地形平整	地形平整	地形平整
6	土地利用形式	现状	林草地（桉树等）	林草地（桉树等）	林草地（桉树等）	林草地（桉树等）	林草地（桉树等）
		历史	/	/	/	/	/
7	地表概况	植物长势	良好	良好	良好	良好	良好
		地表水	/	/	/	/	/
8	土壤剖面	表土可剥离厚度/cm	15	18	25	17	15
		土壤剖面深度/cm	17	20	27	20	18
9	成土母质		/	/	/	/	/
10	地下水埋深/cm		/	/	/	/	/
11	可视杂物（量的多少及清除难度）		较少	较少	较少	较少	较少
12	砾石含量（量的多少及清除难度）		较多，难清理	较多，难清理	较多，难清理	较多，难清理	较多，难清理
13	周边概况	路况（运输方便与否）	方便	方便	方便	方便	方便
		潜在污染源及影响程度	无	无	无	无	无
14	其他		/	/	/	/	/

2、表土剥离

第一年矿区进行覆盖层剥离时，表层表土 15-25cm 先进行剥离。粉质黏土剥离时先用推土机进行地表清理，再采用挖掘机或装载机分层采装，其中 0.3 万 m³ 自卸汽车运输至生产、生活及管理区内剥离层外运转运场北部集中堆存，其余 3 万 m³ 外运至兰海高速湛江段回填段（见附件 18 弃土协议）。

3、表土堆放保护

0.3 万 m³ 表土堆放在剥离层外运转运场北部，面积约 250 m²，堆土高度控制在 4m，堆体呈梯拱形，坡度 1:1.5，采取分层轻压夯实，每层厚度不大于 50cm，确保堆体稳定。为做好表土堆存与土壤保护，减少水土流失，在临时堆土场外围设置截水沟，拦截坡面及周边汇水；表土实行单独分区堆放，不与其他弃渣、砂石、建筑垃圾混堆，避免污染土壤，必要时采用土工布覆盖或堆体表面种植草皮，起到防尘、防冲刷、保土保肥的作用。表土遵循“及时堆存、就近利用、优先复垦”原则，优先用于已开采结束区域的土地复垦回填，保障复垦土层质量与厚度要求。

表 4-1 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积	表土剥离			表土储存			表土利用	
				时间段	厚度	土方量	位置	养护措施	数量	利用方式	利用时间
1	其他果园、乔木林地、其他草地、农村道路、设施农用地	开采区	16.5581hm ²	2026 年	15-25cm	3.3 万 m ³	临时堆土场	工程防护	0.3 万	覆土回填	2035 年
							兰海高速湛江段回填段	乙方自行防护	3 万	兰海高速道路回填	2027 年

4、植被移植利用

本项目采矿权及采矿活动影响范围内，无重点保护野生植物、特有植物以及在册名木古树等重要物种，因此不对采矿权及采矿活动影响范围内的生长植被进行移植利用。

（三）相关协同措施

1、矿山崩塌/滑坡地质灾害预防措施

建议矿山企业采取以下措施进行防护：

（1）在存在崩塌、滑坡隐患的区域采矿，要及时清理危岩及松散岩土体、不稳定斜坡体，消除隐患或采取避让措施，在局部易发地段可设置防护围栏，做好预警防范措施；

（2）矿山开采过程中须对潜在的地质灾害如小型崩塌和滑坡进行及时处理，尽量减少地质灾害对施工人员和施工设备的危害；

（3）矿山开采过程中采用科学合理的开采布局，严格按照开采设计的方案进行开采。

（4）要对崩塌/滑坡地质灾害隐患进行排查，及时处理。

（5）露天矿山开采应根据岩土层结构、构造条件，选择合理的坡角范围，必要时应采取加固措施或修筑拦挡、排水、防水工程。

2、含水层破坏的预防措施

（1）对地下水水位、水质、矿井排水量进行监测，做好对水资源的合理利用和保护。采矿过程中注意防水，减少矿井水渗漏。同时优化矿坑排水处理系统，确保水质达标回用。

（2）采取保护性开采技术，优化开采方案，采用保水采矿技术，合理设计开采参数。设计和优化最佳的顶板管理方案，搞好采空区处理减少对含水层结构破坏，延缓水位下降速度。

（3）需在复垦用土临时堆场下游设置 1 处沉砂池，对复垦用土临时堆场外排水体进行收集和沉淀处理，达标后再外排。

(4) 边开采边治理复垦，及时恢复含水层水位。

3、地形地貌景观破坏的预防措施

(1) 生产过程中采取有效措施尽量减少对原生地形地貌景观及土地资源的破坏。

(2) 生产期废石有组织集中堆放，并设喷洒水装置进行抑尘，尽量减少对地貌景观破坏。

(3) 采矿活动影响和破坏采矿用地的植树绿化恢复成林地及草地。

(4) 尽量避免或减少废石、废渣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

(1) 建设达到设计要求的环保工程、水保设施、地灾防治工程、土地复垦工程，确保设备、设施运行正常；

(2) 矿内废水处理站处理后的废水达标回用，确保不外排生产生活废水；

(3) 生产废水分质梯级利用，提高回用率，充分利用涌水做采选生产水源，减少新水的提取、特别是地下水抽取；确保排土场回水率，降低吨矿水耗；

(4) 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。

(5) 做好选矿车间工艺、工序可能污染部位的分区防渗，防止污废水、污废油料等污染物跑冒滴漏污染水和土壤。

(6) 做好预防污染事故情况下，污染场地的应急处置预案，迅速阻断污染物在水土环境中的扩散，清除污染的预案。

(7) 生活垃圾站、生活废水处理站规范管理。

5、土地复垦预防控制措施

(1) 采取采矿-造地-复垦一体化技术。

(2) 矿山生产过程中应采取种植植物和覆盖等复垦措施，对露天采场的永久性坡面进行稳定化处理，防止水土流失。矿区天然边坡因地制宜进行适当改造，在改造中应珍惜已有植被，采用鱼鳞坑的栽种方式，如石质山坡，应采取补土、换土措施确保植树成活率。

(3) 在采取生物工程复垦时，宜对土壤重构，对地形、景观进行优化设计，对物种选择配置及种植方式进行优化。

二、修复措施

(一) 地貌重塑

1、砌体拆除

矿山开采生产活动结束后，拆除生产、生活及管理区、生产道路的地面硬化。拆除生产、生活及管理区的建构筑物，拆除物外运外销至指定地点（遂溪县统盛建材有限公司消纳场，遂溪县杨柑镇吉塘村委会虎头岭，运距 24km）。

2、边坡稳定性处理措施

矿坑复垦为坑塘水面，长期稳定水面+6m，大部分边坡淹没于水下，为防止防止掏空、崩塌，在水位变化带（+8~+4m）设置水泥毯，进而降低因长期水淹和波浪的侵蚀。位于水面上的边坡须进行防护，按矿区开采方案，矿山+6m 以下复垦为坑塘水面。先将标高+8m 以上段边坡进行清挖整坡，清整后边坡坡度不可大于 45°；再在坡面撒播草籽及铺设绿网对土质边坡进行防护。

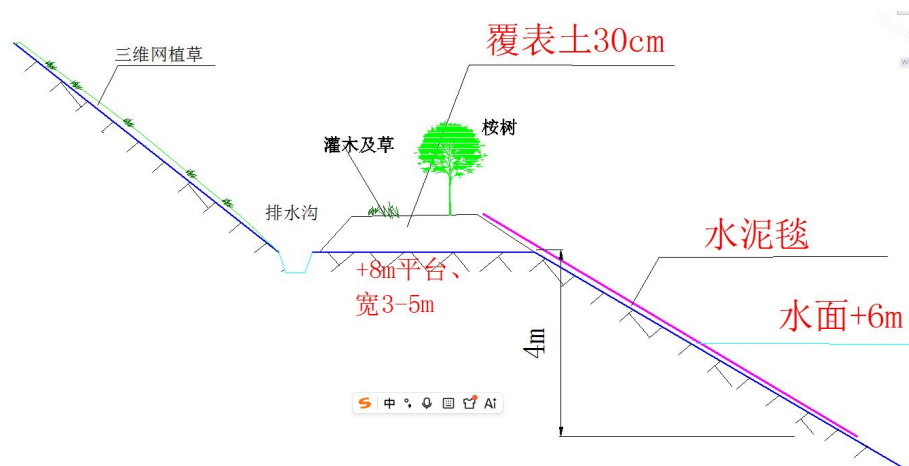


图 4-7 边坡支护及边坡、平台绿化图

3、防护围栏及警示牌

为防止矿坑周边人畜失足跌落水塘，保障人畜生命安全，在采坑周边安装防护围栏，设立警示牌，进行双重防护。

（二）土壤重构

1、表土剥覆

表土回覆时应首先回覆剥离的心层土，再回填腐殖质层土。表土回覆之后对生产、生活及管理区、露天开采区、生产道路等进行土地平整，平整后坡度不大于 5° 。

2、土壤培肥

覆土后需要对土壤进行培肥改良措施以增加土壤肥力，利于后续的植被重建。主要培肥措施包括：增施有机肥培肥土壤肥力；在复垦后的前几年宜种植豆科植物，改良土壤。

（1）人工施肥

对复垦后土地施用适当的有机、无机肥料以提高土壤有机质含量，改良土壤结构及理化性质。本方案设计对每公顷土地施加 **500kg 有机肥进行土壤培肥**。施肥后应及时浇水灌溉，使肥料充分溶解渗入土壤，利于植被吸收利用，提高肥料利用率。

(2) 绿肥法

绿肥是改良复垦土壤，增加有机质和氮磷钾等营养元素的最有效方法。绿肥多为豆科植物，其生命力旺盛，在自然条件较差、土壤较贫瘠的土地上都能很好地生长。在复垦最初几年内需要种植多年生或一年生豆科草本植物，然后将这些植物通过压青、秸秆还田、过腹还田等多种方式复田，在土壤微生物作用下，除释放大量养分外，还可以转化成腐殖质，其根系腐烂后也有胶结和团聚作用，可以有效改善土壤理化性质。

(三) 植被重建

1、乔木种植技术措施

乔木采取挖坑穴方式栽植，栽植乔木时挖坑坑径为 30cm，坑深 30cm，树种选择桉树，树苗裸根种植，种植株行距为 2.0×2.0m。

桉树具有耐酸性、耐贫瘠、耐台风的特点，符合当地气候。

2、灌草种植技术措施

覆土后撒播灌草籽，灌木选用木豆，草种选用黑麦草及狗牙根。种子纯度在 90%以上，发芽率 90%以上，新鲜饱满。先将灌草籽按 1:1:1 均匀混合，再进行撒播，撒播密度为 37.5kg/hm²。播前需要精细整地，施足底肥，播种后应立即覆土镇压，使种子与土壤充分接触，覆土厚度为 2~4mm。播种后及时浇水灌溉。

表 4-2 植被恢复主要技术指标表

序号	类别	树种或草种	主要指标	备注
1	乔木	桉树	裸根种植，胸径 4cm，坑径为 30cm，坑深 30cm，种植株行距为 2.0×2.0m	桉树耐酸性、耐贫瘠、耐台风
2	灌木	木豆	种子纯度在 90%以上，发芽率 90%以上，新鲜饱满，撒播密度为 37.5kg/hm ²	与草种预先混合后撒播
3	草种	刺藜、黑麦草、狗牙根	刺藜在围栏周边播种，黑麦草、狗牙根在其余地段播种。种子纯度在 90%以上，发芽率 90%以上，新鲜饱满，撒播密度为 37.5kg/hm ²	与灌木种预先混合后撒播

三、工程内容

(一) 截排水说明

1、开采区

(1) 开采区周边截排水沟

地势总体上南高北低。拟开采区域范围西侧、南侧及东侧均存在界外地形比开采区域边界地形高的情况，场外汇水较容易汇入该区域采场内，仅开采区域北侧与矿区边界地形形成反坡。为了避免在极端条件下场外汇水大量倒灌采场内，冲刷水上部分边坡，造成边坡失稳甚至垮塌，因此开采方案设计在拟采场西侧、南侧及东侧外 5m 处设置截排水沟。但是受到用地条件的影响，截排水沟需要设置在开采区域范围内，因此截排水沟沿着开采区域范围界线周边进行修筑，长度 1320m。场外截排水沟采用倒梯形断面，断面尺寸上宽 1.0m、下宽 0.3m、高 0.3m。场外截排水沟技术标准：（1）水力坡度不小于 3‰；（2）大断面的截洪沟采用挖掘机在地表进行挖掘；泥土容易塌陷地段采用 40cm 厚的浆砌块石进行修筑，并直接嵌入于地表开挖的沟槽中。（3）坡顶土层段必须砂浆抹面或混凝土加固，防止渗漏。（4）由高到低随汇水增加扩大截水沟过水断面。（5）不得有局部凹陷或倒坡，致汇水泄流。（6）排水沟穿过运输公路的部分设置下沉式道路涵管，保证运输公路的正常通行。

设 5 处三级沉砂池，规格为(长 15m×宽 10m×高 2.5m)容量不小于 300m³。

(2) 采场排水

根据矿山开采终了情况：8m 以上终了形成山坡露天采场，平台截排水沟能够直接连接场外截排水系统；8m 以下终了形成凹陷露天

采场，采坑汇水均不能直接排出场外，坑内汇水均通过坑底集水池（根据坑底标高变化而搬迁）和水泵抽排。总长度 3200m。

同时为避免采场汇水对坡面的冲刷，甚至造成边坡坍塌等事故，因此需要加强采场截排水措施：

（1）矿区内采矿边坡的各层作业平台均可设置局部排水沟，坡面可设坡面泄水吊沟。

（2）在平台设置截排水沟，以分流上部开采边坡的汇水，减轻坡面径流对采场的危害，平台排水沟与矿区外截水沟贯通或与坡面泄水吊沟贯通，防止边坡形成无节制径流，影响边坡稳定。

为保证外排水水质，保护矿区生态环境，经沉砂池沉淀后排放的污水应达到国家规定的排放标准。设计的沉砂池采用沉入式开挖方式，三级沉淀处理，采用混凝土浇筑形成，矿山需派人对其进行经常检查、维护，发现问题及时处理。

2、生产、生活及管理区

（1）周边截排水

生产、生活及管理区设计标高 17~19m，比周边地形高，可不进行截排水设计。

（2）剥离层外运转运场截排水

位于生产、生活及管理区内。为了维护堆场稳定，同时避免水土流失，设计在废石土堆四周设置拦挡设施（除汽车运输进出口外），采用砖砌，砖砌厚度不小于 0.2m，为了保证砌体的整体稳定，砌体需深入地表 0.2m（即基础深 0.2m），墙高不小于 0.3m，墙厚不小于 0.2m。沿拦挡墙体，位于地表标高处需要设置一排泄水孔，孔径 50mm，孔距 3m，孔口设置反滤层（主要为土工布），泄水孔直接连接堆场外部环形截排水沟。

为了减少堆场水土流失对周边环境的影响，在堆场周边设置环形截排水设施，并汇入沉砂池内。截排水沟采用梯形断面，尺寸为上宽 $\times$ 下宽 $\times$ 高=0.5m $\times$ 0.3m $\times$ 0.3m，长度 180m，排水沟采用浆砌块石进行修筑，水力坡度不小于 3‰。

同时为了减少大气降雨对堆场的影响，堆场设置遮雨顶棚，顶棚需要遮住砌体挡墙及堆场，避免大雨直接汇入造成堆场水土流失。

3、小结

开采区、生产、生活及管理区周边截排水措施已纳入矿山主体工程，因此本方案不重复计算工程量与费用。

（二）露天开采区生态修复工程设计

根据开采方案与土地复垦适宜性评价结果：露天开采区自然水面上部复垦为林地，露天开采区水上面积约 5hm²，坡面面积约 4 hm²，平台面积约 1hm²；采区场底复垦为坑塘水面，面积 11.5581hm²，为矿山复垦区提供灌溉用水保障。

1、地貌重塑工程

为了防止无关人员及牲口误入采场，在采场周围设置护栏，长 2126m，在矿区东北侧预留进出口，出入采场。护栏采用铁丝网+立柱结构（图 5-5）：立柱为 0.25m $\times$ 0.25m 砼预制杆，高 2.3m（埋深 0.5m，地上 1.8m），间距 4m；立柱之间安装铁丝网，铁丝网围高 1.8m，铁丝为 ϕ 5mm，网格 10mm $\times$ 10mm。并沿采场周围设置警示牌，采用塑料板及镀锌管制作，塑料板牌规格为 1.0 $\times$ 1.0m，安装于铁丝网上，长方形牌表面应注明警示人员不得翻越围栏等内容。网和立柱须焊点连接，并油漆防腐。护栏位于红线上，与采场距离 1.2~5m，保证护栏安全。围栏周边种植刺藜草本植物防止行人攀爬。

护栏及警示牌工作内容包括砼预制杆、铁丝网、混凝土固桩、塑料板牌等。依据采场形状，警示牌共设置 20 处，即采场每 100m 一处警示牌，局部调整到有小路连通到矿区的位置布置警示牌（见附图 6），具体工作量见下表 4-3。

矿坑复垦为坑塘水面，长期稳定水面+6m，大部分边坡淹没于水下，为防止防止掏空、崩塌，在水位变化带（+8~+4m）设置水泥毯，进而降低因长期水淹和波浪的侵蚀，面积约 6000 m²。具体工作量见下表 4-3。

表 4-3 项目区护栏及警示牌工程量一览表

治理阶段	位置	工程名称	分项工程名称	单位	工程量	备注
近期	露天采场周围	护栏工程 （长 2126km）	砼预制杆	个	537	2026 年
			铁丝网	m ²	3863	
			混凝土（固桩）	m ³	53	
		警示牌工程 （20 个）	塑料板牌	m ²	20	2026 年
中远期	露天采场 +4~+8m	水泥毯	水泥毯	m ²	6000	2032 年

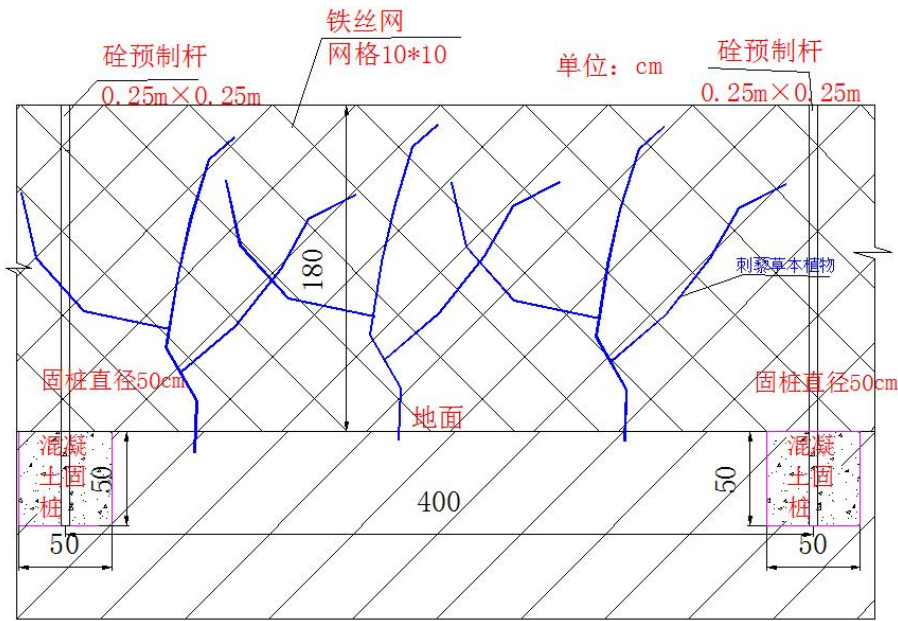


图 4-8 护栏示意图

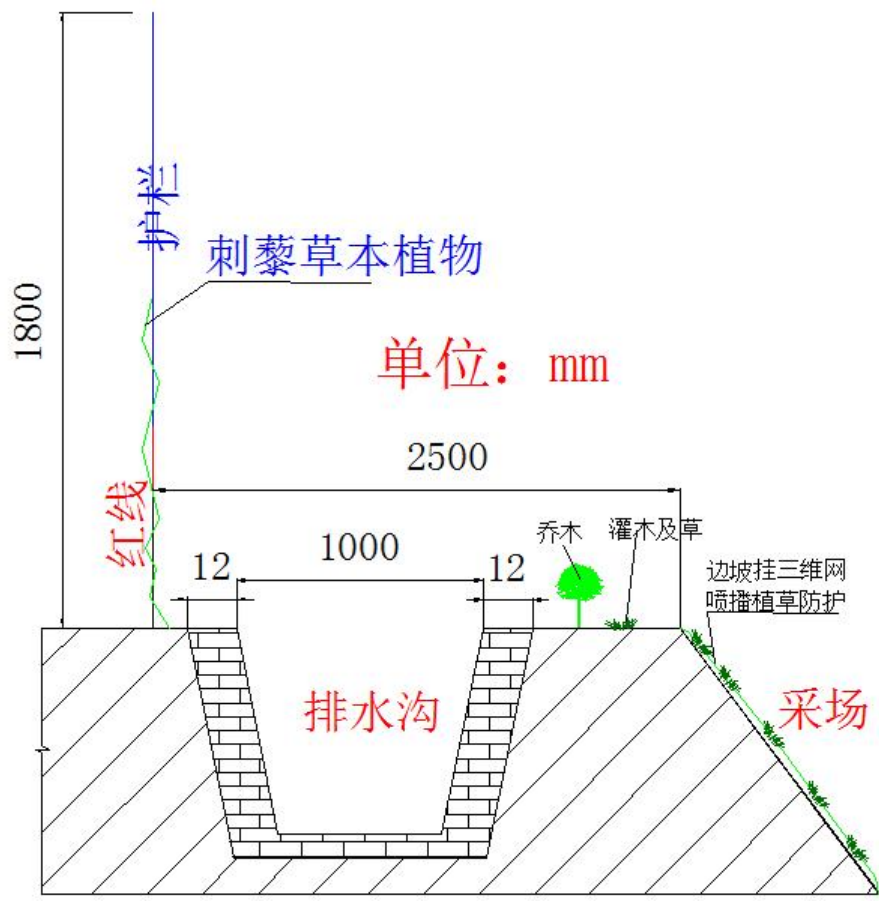


图 4-9 采场周围护栏断面图

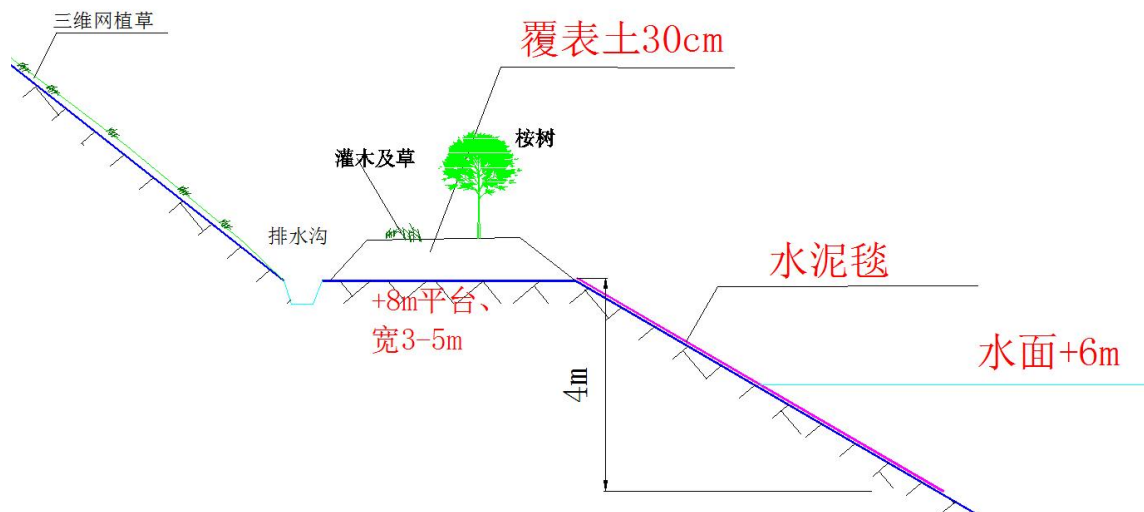


图 4-10 边坡支护及边坡、平台绿化图

2、土壤重构工程

(1) 表土剥覆

平台复垦土源来自露天开采区剥离的表土，覆土厚度 30cm，覆土量 3000m³。

（2）土地平整工程

表土回覆之后进行土地平整，平整度小于 5%，以满足后期植被种植的要求，平整面积 1hm²。

（3）土壤培肥工程

在覆土后需要对土壤进行培肥改良措施以增加土壤肥力，利于后续的植被重建。主要培肥措施包括：增施有机肥培肥土壤肥力。本方案设计对每穴施放有机肥 200g，每公顷土地施加 500kg 有机肥进行土壤培肥，总计 500kg。在复垦后的前几年宜种植豆科植物，改良土壤。

3、植被重建工程

（1）平台植被重建

露天开采区自然水面上部复垦为乔木林地，采取挖坑穴方式栽植，栽植乔木时挖坑坑径为 30cm，坑深 30cm，树种选择当地树种桉树等，树苗裸根种植，种植株行距为 2.0×2.0m，总计 2500 株。为防止水土流失、涵养水源，拟撒播灌草籽，灌木选用木豆，草种选用黑麦草及狗牙根。灌草籽撒播前按 1:1:1 的比例混合，亩均播撒 2.5kg 灌草籽，每公顷播撒灌草籽 37.5kg，总计 37.5kg。

（2）采场边坡植被重建

对其进行挂网喷播植草防护（图 4-11、4-12），同时，也起到预防保护地形地貌景观再次遭到破坏。喷播植草工艺流程：边坡修整→挂网→固定→喷播草籽→覆盖无纺布→养护管理→绿化成坪。

边坡修整：将坡面平整，防止凹凸不平。

挂网：三维网在坡顶延伸至少 1.0m 固定后，埋入土中至少 0.4m，然后自上而下平铺至坡底，相邻网与网间搭接宽度至少 2cm，网贴紧坡面，无褶皱和悬空现象。

固定：用不短于 15cm 竹钉垂直固定网，坡面固定间距 1m，坡顶间距 50cm，固定时，钉与网紧贴坡面。

喷播草籽：在坡面上喷播符合要求的草籽，采用液压喷枪将其喷洒在土工网垫内已清理好的坡面上，喷洒应自下而上进行，草籽喷洒均匀，不得流淌，喷播后用无纺布覆盖好。

养护揭膜：喷播后加强管理，适时适度喷水，当幼苗长到 5~6cm 时，揭去无纺布。

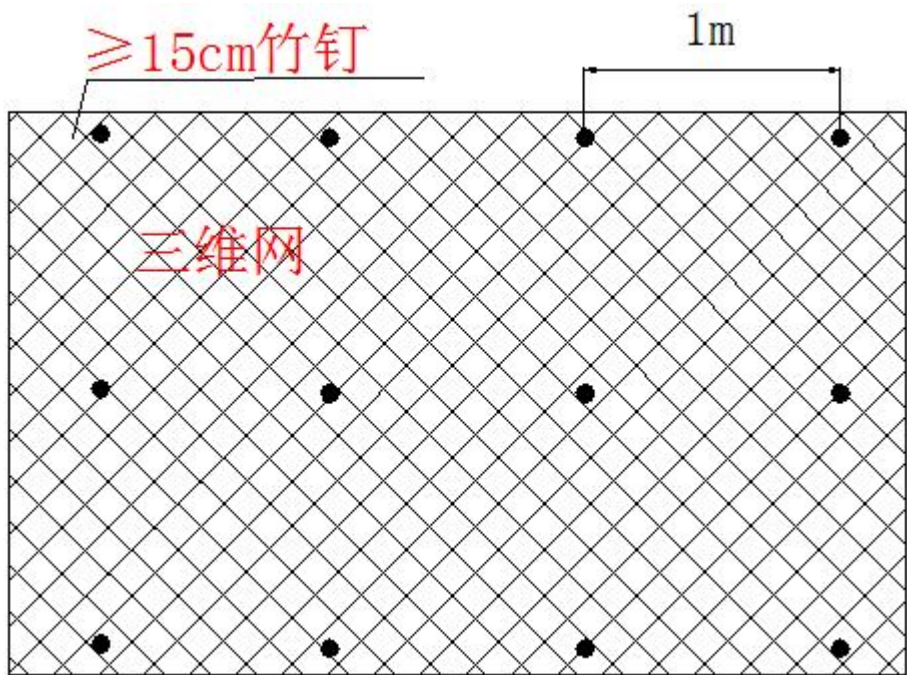


图 4-11 采场边坡防护治理断面图

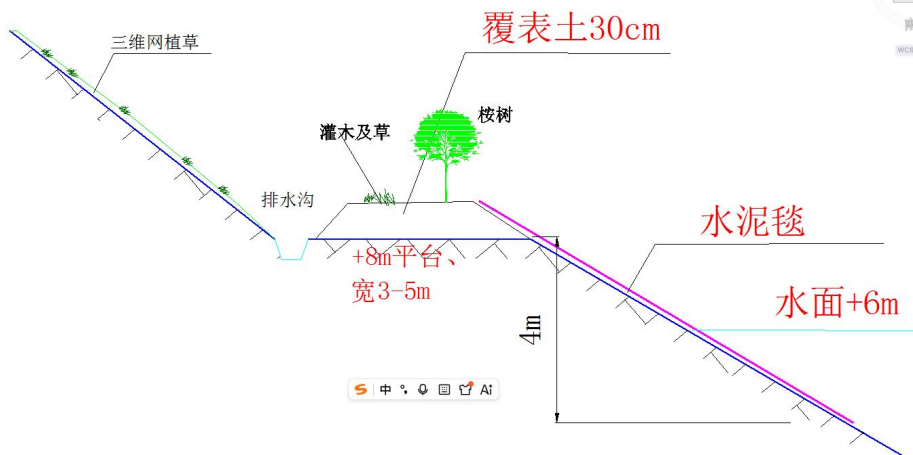


图 4-12 边坡支护及边坡、平台绿化图

②主要工程量

采场边坡防护的工作内容包括坡面平整、挂三维网固定、喷播草籽和铺设无纺布。 $+24\text{m}\sim+16\text{m}$ 边坡面积约 10000m^2 ； $+16\text{m}\sim+8\text{m}$ 边坡面积约 19000m^2 。采场边坡防护工程的具体工程量见下表 5-6。

表 5-6 采场边坡防护工程量一览表

治理阶段	位置	工程名称	分项工程名称	单位	工程量	备注
近期	$+8\sim+24\text{m}$ 两级边坡	边坡防护工程	坡面平整	m^2	29000	2027~ 2032 年
			挂三维网	m^2	29000	
			喷播草籽	m^2	29000	
			铺设无纺布	m^2	29000	

为提高林木的成活率，在刚栽植第一年和管护期，以加压水管管灌的方式在林木栽植时进行浇水灌溉。由于当地降雨量能够满足后期植被生长的需求，后期可靠自然降水。

（三）生产、生活及管理区生态修复工程设计

1、地貌重构工程

矿山开采结束后，生产、生活及管理区失去其功能，相应设施设备需进行拆除，拆除办公楼、宿舍、混凝土路面等建筑物垃圾约 1910m^3 。拆除物外运外销至指定地点（遂溪县统盛建材有限公司消纳场，遂溪县杨柑镇吉塘村委会虎头岭，运距 24km ）。

2、土壤重构工程

1) 表土剥覆

因生产、生活及管理区原直接压占表土，拆除混凝土路面后可直接进行土地平整，不需回填表土。平整面积 1.4329hm^2 。

2) 土壤培肥

需要对土壤进行培肥改良措施以增加土壤肥力，利于后续的植被重建。主要培肥措施包括：增施有机肥培肥土壤肥力。本方案设计对

每穴施放有机肥 200g，每公顷土地施加 500kg 有机肥进行土壤培肥，总计 716.45kg。在复垦后的前几年宜种植豆科植物，改良土壤。

3、植被重建工程

复垦为乔木林地，采取挖坑穴方式栽植，栽植乔木时挖坑坑径为 30cm，坑深 30cm，树种选择桉树等，树苗裸根种植，种植株行距为 2.0m×2.0m，总计 3582 株。为防止水土流失、涵养水源，拟撒播灌草籽，灌木选用木豆，草种选用黑麦草及狗牙根。灌草籽撒播前按 1:1:1 的比例混合，亩均播撒 2.5kg 灌草籽，每公顷播撒灌草籽 37.5kg，总计 53.74kg。

（四）生产道路生态修复工程设计

1、地貌重构工程

矿山开采结束后，长 60m 生产道路失去其功能，需拆除混凝土路面，建筑物垃圾约 90m³。拆除物外运外销至指定地点（遂溪县统盛建材有限公司消纳场，遂溪县杨柑镇吉塘村委会虎头岭，运距 24km）。

2、土壤重构工程

1) 表土剥覆

因生产道路由表土回填后混凝土化，拆除混凝土路面后可直接进行土地平整，不需回填表土。平整面积 0.1044hm²。

2) 土壤培肥

需要对土壤进行培肥改良措施以增加土壤肥力，利于后续的植被重建。主要培肥措施包括：增施有机肥培肥土壤肥力。本方案设计对每穴施放有机肥 200g，每公顷土地施加 500kg 有机肥进行土壤培肥，总计 52.20kg。在复垦后的前几年宜种植豆科植物，改良土壤。

3、植被重建工程

复垦为乔木林地，采取挖坑穴方式栽植，栽植乔木时挖坑坑径为30cm，坑深30cm，树种选择桉树等，树苗裸根种植，种植株行距为2.0m×2.0m，总计6343株。为防止水土流失、涵养水源，拟撒播灌草籽，灌木选用木豆，草种选用黑麦草及狗牙根。灌草籽撒播前按1:1:1的比例混合，亩均播撒2.5kg灌草籽，每公顷播撒灌草籽37.5kg，总计3.92kg。

表 4-4 矿区生态修复各修复单元工程量表

复垦单元	面积（公顷）	序号	复垦工程	工程量	单位
露天开采区	16.5581	一	地貌重塑		
		1	护栏	2126	m
		1)	砼预制杆	537	个
		2)	铁丝网	3863	m ²
		3)	混凝土（固桩）	53	m ³
		2	警示牌	20	个
		3	水泥毯	6000	m ²
		二	土壤重构		
		1	表土回覆	3000	m ³
		2	土地平整	10000	m ³
		3	土壤培肥	500	kg
		三	植被重建		
		1	栽植乔木	2500	株
		2	撒播灌草籽	37.5	kg
		3	挂网喷播植草	29000	m ²
生产、生活及管理区	1.4329	一	地貌重塑		m ³
		1	拆除建筑及垃圾清运	1910	m ³
		二	土壤重构		
		1	表土回覆	/	m ³
		2	土地平整	14329	m ²
		3	土壤培肥	716.45	kg
		三	植被重建		
		1	栽植乔木	3582	株
生产道路	0.1044	2	撒播灌草籽	53.74	kg
		一	地貌重塑		m ³
		1	拆除建筑及垃圾清运	90	m ³
		二	土壤重构		
		1	表土回覆	/	m ³
		2	土地平整	1044	m ²
		3	土壤培肥	52.20	kg
		三	植被重建		
		1	栽植乔木	261	株
		2	撒播灌草籽	3.92	kg

表 4-5 矿区生态修复工程量汇总表

序号	复垦工程	工程量	单位
一	地貌重塑		
1	护栏	2126	m
1)	砼预制杆	537	个
2)	铁丝网	3863	m ²
3)	混凝土（固桩）	53	m ³
2	警示牌	20	个
3	拆除建筑及垃圾清运	2000	m ³
4	水泥毯	6000	m ²
二	土壤重构		
1	表土回覆	3000	m ³
2	土地平整	25373	m ²
3	土壤培肥	1268.65	kg
三	植被重建		
1	栽植乔木	6343	株
2	撒播灌草籽	95.16	kg
3	挂网喷播植草	29000	m ²

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）目标任务

监测的目标主要是掌握地质环境的动态变化情况，及时提供预警，检查治理修复情况，减少矿产资源开采活动造成的矿山地质环境破坏，保护人民生命和财产安全，促进经济的可持续发展，实现经济效益、环境效益和社会效益的统一，具体要达到如下目标：

1、建立边坡稳定性监测及预警预报体系；

2、通过地下水位动态、水质监测工作，系统了解矿山开采活动对含水层和地下水环境污染情况，为含水层保护和水环境污染治理提供数据支撑。

3、监测矿区及周边水土环境污染情况，为有效预防水土环境污染提供可靠数据。主要任务是定期进行水土环境污染调查，建立数据库和信息平台。

4、利用遥感等先进技术手段，完善矿山地质环境监测系统，定期对矿山的地形地貌景观破坏情况进行监测。

5、对复垦责任范围内损毁的所有对象进行监测，及时跟踪土地损毁情况，摸清损毁土地面积、地类和损毁程度，同时对土壤质量状况进行监测，在土壤质量下降前采取预防措施，以保证为复垦提供优质土源。对复垦的植被和配套设施进行监测，便于及时发现复垦质量不达标区域，采取补救措施，从而提高复垦效果和质量。

（二）监测设计

1、地质灾害监测

(1) 监测内容：主要是对可能产生崩塌、滑坡的边坡进行变形监测。

(2) 监测点的布置：在露天开采区、剥离层外运转运场的四周边坡分别设置 1 个崩塌、滑坡监测点，总共 8 个监测点。

(3) 监测方法、频次和年限

崩塌、滑坡监测主要采用常规大地测量法，包括视准线法、几何水准测量、测距法等。主要采用经纬仪、水准仪、测距仪等仪器进行监测，监测频率为每月 1 次，一年 12 次，监测年限为 7 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。雨季应增加监测频率，尤其是暴雨过后，加强人工巡视。

(4) 监测技术要求：依据《崩塌、滑坡、泥石流监测规程》(DZ/T0223-2004)。

2、含水层破坏监测

(1) 监测内容

水质监测：对取矿坑开展水质监测。进行水质全分析与微量元素化验。全分析水样化验项目为： K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Al_3^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 F^- 、可溶性 SiO_2 、 H_2SiO_3 、总硬度、总碱度、游离 CO_2 、COD（以 O_2 计）、溶解性总固体、pH 值等；微量元素水样化验项目为：铅、钴、铜、砷、铁、锰、镉、铬、镍、锌等重金属。

(2) 监测点布置

在矿坑底部集水池布置一个监测点。

(3) 监测方法、频次和年限

水质分析方法。水质监测频率为一年 2 次，丰水期和枯水期各 1 次。监测年限为 7 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

（5）监测技术要求

采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

3、水土环境污染监测

（1）地表水环境污染监测

1) 监测内容：主要为地表水水质监测，定期取样分析监测，监测项目为 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、氰化物、氟化物、硫化物、汞、铜、锌、铅、镉、砷、铁、锰、六价铬等。

2) 监测点布置：在生产、生活及管理区里的回水池及剥离层外运转运场沉砂池各设置 1 个地表水监测点，对评估区地表水水质进行监测。

3) 监测方法、频次和年限

地表水水质监测由矿山企业负责或委托具有资质的单位负责监测，监测频率为每季度 1 次，一年 4 次。监测年限为 7 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

4) 监测技术要求

采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

（2）土壤环境污染监测

1) 监测内容：包括 pH、铜、锌、铅、砷、六价铬、镉、汞等指标。

2) 监测点布置：露天采场设置 2 个土壤监测点、剥离层外运转运场设置 1 个土壤监测点。

3) 监测方法及技术要求

按《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004 中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）进行评价。

4) 监测频率、年限

土壤采用人工监测，每年取土壤分析样一次，土壤主要监测内容为重金属离子，以监测对土壤的影响程度。日常发现异常情况应加密观测。监测年限为 7 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

4、地形地貌景观监测

（1）监测内容

- 1) 监测露天开采区、生产道路等损毁土地的类型及面积。
- 2) 监测生产、生活及管理区等压占土地的类型及面积。
- 3) 监测矿区植被情况。
- 4) 监测矿区地形地貌景观变化。

（2）监测方法

对矿区内的植被破坏情况、土壤破坏情况以及植被恢复情况等监测，由矿山测绘部门安排人员，采用遥感解译和人工定期巡查的方法进行监测。

（3）监测频率及年限

遥感识别则每年一次，选用 7、8 月份植被生长较好时段的影像，进行解译对比。监测年限为 9 年，即矿山生产期、矿坑闭坑整治期及管护期。

5、矿山地质环境巡查

在矿山开采过程中，矿方应组织人员对矿山地质环境影响范围进行定期巡查，及时发现矿山地质环境问题，当发现地质灾害或隐患时，应及时排除或设立警示标志，防止人员误入可能造成伤害。

人工巡查按照 2 人一组，每月至少巡查 1 次，并及时记录巡查结果。

6、土地复垦监测

为了保证复垦工程的质量，适应当地的可持续发展，同时为后期土地复垦工作提供实践依据，必须对复垦土地的土壤质量、复垦植被进行监测。土地复垦监测内容主要包括地表地貌状况监测、土地损毁监测和复垦效果监测。

根据复垦工程设计，监测复垦结果，实施合理的管护、调整复垦措施。监测主要采用遥感解译、地面观测、调查及巡查等方法进行，贯通整个复垦过程，监测工程设计具体安排如下：

（1）原地貌地表状况监测

1) 原始地形信息。矿山的开采会导致地形地貌发生变化，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行监测。

2) 土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比研究，主要依据是年度土地利用变更调查数据。

原地貌地表状况监测可以利用矿山地质环境监测中的地形地貌景观的监测数据，因此不再重复统计工程量。

（2）土地损毁监测

本方案设计对复垦责任范围内的土地按照损毁情况进行监测，每年提供损毁土地勘测定界图，并对损毁程度进行记录。结合土地损毁预测结果，按土地复垦适宜性评价单元布置监测点。露天采场布置 1 个监测点，生产道路布置 1 个监测点，生产、生活及管理区布置 1 个监测点，共计 3 个监测点。

依据方案的服务年限，确定具体监测期限。本方案的服务年限为 9 年，对每个监测点每年监测 1 次，共计 27 点·次。主要监测生产过程中对土地的挖损、压占等损毁情况。

（3）复垦质量监测

1) 土壤质量监测

土壤质量监测的主要监测内容为复垦区地形坡度、有效土层厚度、酸碱度（pH）、有机质含量、土壤容重、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等。复垦责任范围内共布设监测点 3 个。其监测方法以《土地复垦技术标准》为准，监测频率为每年 1 次，需监测 3 年。

表 5-1 土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次 次/年	监测点数量 个	样点持续监测时间 年
地面坡度	1	3	3
有效土层厚度	1	3	3
土壤 pH 值	1	3	3
有机质	1	3	3
土壤容重	1	3	3
全氮	1	3	3
有效磷	1	3	3
土壤侵蚀	1	3	3

2) 复垦植被监测

复垦植被监测范围包括复垦责任范围内的全部林地，采取定位定时监测和实地调查监测的方法，对复垦情况进行监测。复垦为林地的植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。复垦植被监测共布设监测点 3 个，监测方法为样方随机调查法。在复垦规划的 3 年管护期内，每年监测 1 次。

二、管护目标与措施

（一）目标任务

管护是复垦的最后程序，对复垦的所有林地进行管护，防止复垦林地遭受旱灾、鼠灾、虫灾，通过对林地的管护，保证复垦林地达到复垦质量要求，提高复垦的成活率，改善植被长势情况，从而保证复垦总体目标得以实现。

（二）措施和内容

矿区的管护范围为采取植被恢复措施的林地。在各复垦施工区的醒目处设立警示牌，防止人为破坏。根据区域自然条件及植被类型确定复垦管护期为3年，每年管护1次。管护期从复垦对象植被复垦工程结束后起算。矿方应设置绿化专职管理机构，配备相关管理人员及绿化工人。

1、果树、乔木管护措施

主要有水分管理，养分管理、林木修枝及病虫害防治等。

（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，防治幼树成长期干旱灾害以促使幼林正常生长和及早郁闭。在有条件的地方可以适当地做一些灌溉，以保护林带苗木的成活率。

（2）养分管理

新造幼林要实施封育，定期松土除草、喷洒农药，灌水施肥。在植被损毁严重的地区，幼林时期的抚育应以施肥为主。

（3）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治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

2、灌草管护措施

灌草管护的目的就是苗全、苗壮。具体管护措施包括如下内容：

（1）破除土地板结

播种后出苗前，土壤表层时常形成板结层，妨碍种子顶土出苗，如不采取处理措施，严重时甚至可造成缺苗。土表板结的处理措施是用具有短齿的圆筒形镇压器轻度镇压，或用短齿钉耙轻度耙地。

（2）补苗与间苗

出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移植的措施补苗。为加速出苗，补种宜进行浸种催芽。补苗须保证土壤水分充足。在出苗密度过大时，宜进行间苗。

（3）灌溉与施肥

灌草在苗期根系不够发达，遇旱则严重影响生长发育。在有条件的地方，在出现干旱现象时应及时灌溉。灌草在苗期对肥的需求量不多，一般不需要施肥。但当出现明显的缺素症状时，要及时追肥。

（4）病虫害与杂草管理

病虫害控制是建植初期管理的关键环节，苗期须十分重视病虫害与杂草控制，发现病虫害应及时防治，勿使蔓延。

三、工程量

（一）监测工程量

1、地质灾害监测工程量

表 5-2 地质灾害监测工程量表

编号	监测项目	监测点个数	监测频率	监测年限	监测次数
1	崩塌、滑坡监测	8	12 次/年	7	672

2、含水层监测工程量

表 5-3 含水层监测工程量表

编号	监测项目	监测点个数	监测频率	监测年限	监测次数
2	地下水水质监测	1	2 次/年	7	14

3、水土污染监测工程量

表 5-4 水土污染监测工程量表

编号	监测项目	监测点个数	监测频率	监测年限	监测次数
1	地表水质监测	2	4 次/年	7	56
2	土壤污染监测	3	1 次/年	7	21

4、地形地貌景观监测工程量

用遥感解译的方法对露天开采区、生产道路、生产、生活及管理区等地区开展地形地貌景观监测，监测面积 18.0955hm²。按照评估区每年进行 1 次，共计 9 次。

5、矿山地质环境巡查工程量

矿山地质环境巡查每月至少巡查 1 次，每年 12 次，9 年共 108 次。

6、土地复垦监测工程量

(1) 土地损毁监测工作量

对复垦责任范围内的土地按照损毁情况进行监测，并对损毁程度进行记录。监测总面积为 18.0955hm²，对布设的 3 个监测点每年监测 1 次，监测年限贯穿整个生产过程，共 9 年，共计 27 点·次。

(2) 复垦效果监测工程量

1) 土壤质量监测工程量

土壤质量监测频率每年一次，监测点包括全部复垦对象，共布设 3 个监测点，监测年限为复垦后管护 3 年，每年监测 1 次，监测次数共计 9 点·次。

2) 复垦植被监测工程量

复垦植被监测共布设 3 个监测点，在复垦规划的 3 年管护期内，每年监测 1 次，监测次数共计 9 点·次。

（二）管护工程量

本方案管护面积为 18.0955hm²，管护时间为 3 年，每年管护 1 次。

表 5-5 矿区生态修复监测和管护工程量统计表

项目名称	分项项目名称	单位	近期 工程 量	中远 期 工程 量	合计	备注
矿山地质环境 监测措施	1、地质灾害监测					
	（1）边坡稳定性监测点	个	8	0	8	采用全站仪监测位移变形法及人工巡视相结合的方法进行监测，每月 1 次，监测年限 7 年。
	（2）监测次数	点次	480	192	672	
	（3）人工巡视	次	60	24	84	
	2、含水层破坏监测					
	水质化验分析	次	10	4	14	每年 2 次，丰水期一次，枯水期一次，监测年限为 7 年。
	3、水土环境污染监测					
	（1）土壤质量化验分析	次	15	6	21	每年 1 次，监测年限 14 年，
	（2）地表水水质化验分析	次	20	8	28	每年 4 次，监测年限 7 年，
	4、地形地貌景观破坏监测					
	（1）人工巡视	次	10	8	8	每年 2 次，监测年限 9 年，
	（2）卫星图片	次	10	8	8	
	5、矿山地质环境巡查	次	60	48	108	每月至少巡查 1 次，监测年限 9 年，
土地复垦 监测措施	6、土地复垦监测工程量					
	（1）土地损毁监测	次	5	4	9	每年 1 次，监测年限 9 年，
	（2）复垦效果监测					
	1）土壤质量监测	次	5	4	9	每年 1 次，监测年限 9 年，
	2）复垦植被监测	次	5	4	9	每年 1 次，监测年限 9 年，
土地复垦管护		次	0	3	3	管护面积为 18.0955hm ² ，管护时间为 3 年，每年管护 1 次

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）工作目标与任务

矿区生态修复工程包括地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、监测和管护工程。按照“以防为主、防治结束、全程控制”、“在保护中开发，在开发中保护、治理”的原则，通过措施布局，力求使采矿活动造成的地质环境问题得以集中和全面的治理，在发挥工程措施控制性和速效性特点的同时，有效防止地质环境问题，恢复和改善矿区的生态环境。

根据矿区生态恢复治理分区结果，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，提出总体工作部署和本方案服务年限内的年度实施计划。

矿区生态恢复工作的各项措施贯穿于采矿活动的全过程，是工程措施、生物措施与监测措施合理结合的过程。

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”等原则，矿区生态恢复工程总体部署遵循以下原则：

- 1、先破坏先治理、工程措施、生物措施与监测措施相结合；
- 2、针对地质灾害采取工程措施、配合生物措施进行治理，采用监测措施进行预防；
- 3、针对矿区含水层破坏，可视需要直接采取工程措施，配合监测进行预防，根据监测结果，再选择适宜的治理措施；
- 4、针对地形地貌景观破坏，可采取生物措施、配合工程措施进行治理；
- 5、针对土地资源破坏，应根据土地变形监测数据，采取土地复垦、复绿的方法进行恢复治理。

（二）工作内容

首先，主要解决矿山地质环境现存问题，针对采矿活动的影响，对矿山开发过程中做好矿山地质环境保护、露天采区崩塌滑坡等灾害隐患防治工作，并加强日常监测示警工作；监测含水层动态变化情况；消除灾害隐患，恢复生态环境。

其次，对矿山进行边生产、边恢复治理。继续做好矿山开发过程中的地质环境保护与地质灾害预防、防治工作；做好矿业活动影响停止区的恢复治理工作。矿区出现的地质灾害进行边生产边治理，减少水土流失，做好矿山生产与环境保护协调发展。

最后，做好闭坑矿山恢复治理和土地复垦工作，矿山闭坑后，对因矿山开采所产生的地质灾害及环境问题，进行全部彻底治理，使整个矿山生态环境得到全面的改善和重建。

二、总体经费估算

（一）估算编制依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部经济建设司、国土资源部财政司，2012 年）。
- 2、《土地开发整理项目预算编制实务》（2012 年国土资源土地整治中心编著）。
- 3、《广东省建设工程计价依据（2018）》（广东省住房和城乡建设厅，2019 年 3 月 1 日起实施）。
- 4、《建设工程工程量清单计价规范》（GB50500-2013）。
- 5、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670 号）。
- 6、《工程勘察设计收费管理规定》（国家计委、建设部计价格〔2002〕10 号）。

7、国土资源部《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》（国土资厅发[2017]19号）。

8、《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（广东省水利厅，2017年）；

9、《工程勘察设计收费标准》（国家发展计划委员会、建设部，2021年）；

10、《广东省房屋建筑与装饰工程综合定额》（2018年）；

11、《工程勘察设计收费导则（第二版）》（广东省工程勘察设计行业协会，2021年）；

12、《广东省地质灾害治理工程设计取费指导价格》（2017年）；

13、湛江市工程造价信息网遂溪县2026年4月主材价格；

14、开发利用方案工程布置、工作量、相关图件及说明；

15、本方案的工程布置、工作量、相关图件及说明。

（二）费用构成及计算方法

根据本项目非公益性土地复垦工程特点，参考《土地开发整理项目预算定额标准》（以下称《定额标准》），项目预算由工程施工费、设备费、其它费用、监测费、不可预见费和价差预备费组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金等4项费用组成。

（1）直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接工程费和措施费组成。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

(a) 人工费

人工费=定额工日×定额工日单价。

定额工日单价：根据《定额标准》中规定的甲、乙类工日单价与实际情况有较大差别，根据《全国各地区工资区类别》划分，本项目区为六类工资区，并结合项目区人员工资收入的实际调查情况，本方案人工单价以湛江市工程造价信息网公告的人工费工日单价为依据，定额工日单价取：甲类为 95.0 元/工日，乙类为 78.0 元/工日。

(b) 材料费

材料费=定额材料用量×材料预算单价。

材料价格以材料到工地实际价格计算，依据工程所在地当时当地条件确定，本方案主要材料价格根据湛江市工程造价信息网遂溪县 2026 年 6 月的材料价格及市场调查确定，详见表 6-1。

表 6-1 主要材料价格一览表

编号	编码	名称及规格	单位	价格（元）
1	0401	袋装水泥（M32.5）	t	380
2	0413	普通砖	千块	430
3	参 1109	铁丝网	m ²	120
4	市场	砼预制杆	个	160
5	8021	混凝土（C25）	m ³	220
6	1403	柴油（0#国VI号）	kg	7.84
7	3411	水(含污水处理费)	m ³	4.42
8	0403	砂	m ³	210
9	市场	生石灰	t	380
10	市场	有机化肥	t	4500
11	市场	草籽	kg	60
12	市场	桉树种苗	100 株	500
13	市场	三维网	m ²	6.9
14	市场	钢钉（15cm）	100 件	500
15	市场	薄膜（无纺布）	m ²	3.5
16	市场	塑料板牌（1.0×1.0m）	个	100
17	市场	耕作土	m ³	10
18	市场	水泥毯	m ²	11.00

(c) 施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×定额施工机械台班费（元/台班）。

②措施费

措施费指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费。措施费=直接工程费（或人工费）×措施费率。依据《定额标准》，各工程类别的措施费率见表 6-2。

表 6-2 措施费费率一览表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率（%）	冬雨季施工增加费率（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
2	石方工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
3	砌体工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
4	其他工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
5	安装工程	直接工程费	3.0	0.7	0.7	0.2	4.6
6	混凝土工程	直接工程费	3.0	0.7	0.7	0.2	4.6

（2）间接费

间接费包括规费和企业管理费，间接费=直接费（或人工费）×间接费率。依据《定额标准》，根据工程类别不同，其取费基数和费率计取见表 6-3。

表 6-3 间接费费率表

编号	工程类别	计费基础	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	5.0
2	石方工程	直接费	6.0
3	砌体工程	直接费	5.0
4	其他工程	直接费	5.0
5	安装工程	人工费	65
6	混凝土工程	直接费	5.0

（3）利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。依据《定额标准》规定，费率取 3.0%，计算基础为直接费和间接费之和。利润=（直接

费+间接费)×3.0%。

(4) 税金

根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号)相关规定,增值税税率调整为 9%,取费基数为直接费、间接费和利润之和。则税金=(直接费+间接费+利润)×9%。

2、设备费

本项目不涉及设备的购置。

3、其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

(1) 前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出,取费基数为工程施工费,包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费。依据《定额标准》规定,综合前期工作费费率取 5.4%,则前期工作费=工程施工费×5.40%。

(2) 工程监理费

工程监理费指项目建设单位委托具有工程监理资质的单位,按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用,按工程施工费的 2.4%计取。

(3) 竣工验收费

指工程完工后,因工程竣工验收、决算、成果管理等发生的各项费用。主要包括:工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设定费。

①工程复核费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 6-4。

表 6-4 工程复核费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.70	5	5000~10000	0.50
2	500~1000	0.65	6	10000~50000	0.45
3	1000~3000	0.60	7	50000~100000	0.40
4	3000~5000	0.55	8	100000 以上	0.35

②工程验收费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 6-5。

表 6-5 工程验收费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	1.4	5	5000~10000	1.0
2	500~1000	1.3	6	10000~50000	0.9
3	1000~3000	1.2	7	50000~100000	0.8
4	3000~5000	1.1	8	100000 以上	0.7

③项目决算编制与审计费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 6-6。

表 6-6 项目决算编制与审计费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	1.0	5	5000~10000	0.6
2	500~1000	0.9	6	10000~50000	0.5
3	1000~3000	0.8	7	50000~100000	0.4
4	3000~5000	0.7	8	100000 以上	0.3

④整理后土地重估与登记费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 6-7。

表 6-7 整理后土地重估与登记费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.65	5	5000~10000	0.45
2	500~1000	0.60	6	10000~50000	0.40
3	1000~3000	0.55	7	50000~100000	0.35
4	3000~5000	0.50	8	100000 以上	0.30

⑤标识设定费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 6-8。

表 6-8 标识设定费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.11	5	5000~10000	0.07
2	500~1000	0.10	6	10000~50000	0.06
3	1000~3000	0.09	7	50000~100000	0.05
4	3000~5000	0.08	8	100000 以上	0.04

（4）业主管理费

业主管理费以工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。根据《定额标准》，计费费率见表 7-9。

表 6-9 业主管理费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	2.8	5	5000~10000	1.9
2	500~1000	2.6	6	10000~50000	1.6
3	1000~3000	2.4	7	50000~100000	1.2
4	3000~5000	2.2	8	100000 以上	0.8

4、监测与管护费

根据《土地复垦方案编制规程》的有关要求，矿山要设立一定比例的监测费与管护费。具体费率要求如下：

（1）监测费

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果、预防由矿山开采引发或遭受的地质灾害和保护矿山地质环境，方案设立监测系统进行监测，本方案安排一定比例的监测费，从矿山基准年开始时开始进行监测，并按相应地监测频率进行。根据市场情况，边坡地质灾害监测点布置费为 500 元/个、监测费用为 50 元/点次；地形地貌景观和土地损毁监测费为 300 元/次；土壤环境监测费用为 1200 元/次；复垦效果监测费为 300 元/次等。主要依据市场价，“广东省地质实验测试中心”水全分析均为 1200 元/件，土壤全分析、有机物污染、重金属污染 5000 元/件。

(2) 管护费

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 3 年的管护，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。方案中取费标准按工程施工费中植被重建措施费用的 20% 取费。管护费=植被重建措施费×20%。

5、不可预见费用

不可预见费用指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。不可预见费用按工程施工费和其它费用之和的 3% 计算。计算公式为：不可预见费用=（工程施工费+其他费用）×3%。

6、价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。根据遂溪县近 5 年平均物价指数为 3%，本方案最终确定价差预备费费率为 3%。

(三) 单项工程量及其经费估算

1、地貌重塑工程

地貌重塑工程包括护栏、警示牌、拆除建筑及垃圾清运、水泥毯等，工程量及经费估算详见下表 6-10。

表 6-10 地貌重塑工程量及经费估算表

序号	工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
1	护栏	m	2126	100.48	213620.48
2	警示牌	个	20	100.00	2000.00
3	拆除建筑及垃圾清运	m ³	2000	183.90	367800.00
4	水泥毯	m ²	6000	11.00	66000.00
合计					649420.48

2、土壤重构工程

土壤重构工程包括表土回覆、土地平整、土壤培肥等，工程量及经费估算详见下表 6-1。

表 6-11 土壤重构工程量及经费估算表

序号	工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
1	表土回覆	m ³	3000	9.21	27630.00
2	土地平整	hm ²	2.5373	38865.79	98614.17
3	土壤培肥	kg	1268.65	4.50	5708.93
合计					131953.09

3、植被重建工程

植被重建工程包括栽植乔木、撒播灌草籽、挂网喷播植草等，工程量及经费估算详见下表 6-12。

表 6-12 植被重建工程量及经费估算表

序号	工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
三	植被重建				
1	栽植乔木	株	6343	5.00	31715.00
2	撒播灌草籽	hm ²	2.5373	2823.59	7164.29
3	挂网喷播植草	m ²	29000	38.69	1122010.00
合计					1160889.29

4、监测工程

监测工程包括地质灾害监测、含水层破坏监测、水土环境污染监测、地形地貌景观破坏监测、矿山地质环境巡查、土地复垦监测等，工程量及经费估算详见下表 6-13。

表 6-13 监测工程量及经费估算表

序号	复垦工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
1	地质灾害监测				54400.00
-1	边坡稳定性监测点	个	8	500	4000.00
-2	监测次数	点次	672	50	33600.00
-3	人工巡视	次	84	300	16800.00
2	含水层破坏监测				14000.00
-1	水质化验分析	次	14	1000	14000.00
3	水土环境污染监测				133000.00
-1	土壤质量化验分析	次	21	5000	105000.00
-2	地表水水质化验分析	次	28	1000	28000.00

4	地形地貌景观破坏监测				10800.00
-1	人工巡视	次	18	300	5400.00
-2	卫星图片	次	18	300	5400.00
5	矿山地质环境巡查	次	108	300	32400.00
6	土地复垦监测工程量				8100.00
-1	(1) 土地损毁监测	次	9	300	2700.00
-2	(2) 复垦效果监测				5400.00
1)	1) 土壤质量监测	次	9	300	2700.00
2)	2) 复垦植被监测	次	9	300	2700.00
合计					252700.00

5、管护工程

管护工程主要为生态修复后进行 3 年养护管理，按植被重建措施费 20%计费，工程量及经费估算详见下表 6-14。

表 6-14 管护工程量及经费估算表

序号	工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
一	管护工程	植被重建措施费 20%计费			232177.86

（四）总工程量及其经费估算

1、总工程量

本方案矿区生态修复总工程量见下表：

表 6-15 矿区生态修复总工程量表

序号	复垦工程	工程量	单位
一	地貌重塑		
1	护栏	2126	m
(1)	砼预制杆	537	个
(2)	铁丝网	3863	m ²
(3)	混凝土（固桩）	53	m ³
2	警示牌	20	个
3	拆除建筑及垃圾清运	2000	m ³
4	水泥毯	6000	m ²
二	土壤重构		
1	表土回覆	3000	m ³
2	土地平整	25373	m ²
3	土壤培肥	1268.65	kg

序号	复垦工程	工程量	单位
三	植被重建		
1	栽植乔木	6343	株
2	撒播灌草籽	95.16	kg
3	挂网喷播植草	29000	m ²
四	监测工程		
1	地质灾害监测		
(1)	边坡稳定性监测点	8	个
(2)	监测次数	672	点次
(3)	人工巡视	84	次
2	含水层破坏监测		
(1)	水质化验分析	14	次
3	水土环境污染监测		
(1)	土壤质量化验分析	21	次
(2)	地表水水质化验分析	28	次
4	地形地貌景观破坏监测		
(1)	人工巡视	18	次
(2)	卫星图片	18	次
5	矿山地质环境巡查	108	次
6	土地复垦监测工程量		
(1)	(1) 土地损毁监测	9	次
(2)	(2) 复垦效果监测		
1)	1) 土壤质量监测	9	次
2)	2) 复垦植被监测	9	次
五	土地复垦管护	3 年	年(按植被重建措施费 20%计费)

2、费用估算汇总

根据上述矿区生态修复工程量及取费标准，矿区生态修复动态总投资为 305.6008 万元，其中静态总投资 282.7144 万元，工程施工费 194.2263 万元，其他费用 28.7192 万元，复垦监测与管护费 57.1864 万元，差价预备费 22.8863 万元。单位面积投资约 16.89 万元/hm²，治理资金来源全部为企业自筹。总投资估算见表 6-16。

表 6-16 矿山生态修复总估算表

序号	工程费用名称	计算基数（万元）	费率（%）	费用（万元）
一	工程施工费			194.2263
二	设备费		--	
三	其他费用	前期工作费+工程监理费+竣工验收费+业主管理费		28.7192
四	监测与管护费			48.4878
（一）	监测费			25.2700
（二）	管护费	植被重建工程施工费	20	23.2178
五	预备费			116.0309
（一）	基本预备费	工程施工费+其他费用	3	6.6884
（二）	差价预备费			22.8863
（三）	风险金	工程施工费+其他费用+基本预备费	2	4.5927
六	静态总投资	工程施工费+设备费+其他费用+监测与管护费+基本预备费+风险金		282.7144
七	动态总投资	静态总投资+差价预备费		305.6008

3、分项费用估算

（1）工程施工费

工程施工费的综合单价按照本次设定的取费标准，根据《土地开发整理项目预算定额标准》，工程施工费估算结果见表 6-17。

表 6-17 矿区生态修复工程施工费估算表

序号	复垦工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
一	地貌重塑				649420.48
1	护栏	m	2126	100.48	213620.48
2	警示牌	个	20	100	2000.00
3	拆除建筑及垃圾清运	m ³	2000	183.90	367800.00
4	水泥毯	m ²	6000	11.00	66000.00
二	土壤重构				131953.09
1	表土回覆	m ³	3000	9.21	27630.00
2	土地平整	hm ²	2.5373	38865.79	98614.17
3	土壤培肥	kg	1268.65	4.5	5708.93
三	植被重建				1160889.29
1	栽植乔木	株	6343	5.00	31715.00
2	撒播灌草籽	hm ²	2.5373	2823.59	7164.29
3	挂网喷播植草	m ²	29000	38.69	1122010.00
合计					1942262.86

(2) 监测费

监测工程包括地质灾害监测、含水层破坏监测、水土环境污染监测、地形地貌景观破坏监测、矿山地质环境巡查、土地复垦监测等，工程量及经费估算详见下表 6-18。

表 6-18 监测工程量及经费估算表

序号	复垦工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
1	地质灾害监测				54400.00
-1	边坡稳定性监测点	个	8	500	4000.00
-2	监测次数	点次	672	50	33600.00
-3	人工巡视	次	84	300	16800.00
2	含水层破坏监测				14000.00
-1	水质化验分析	次	14	1000	14000.00
3	水土环境污染监测				133000.00
-1	土壤质量化验分析	次	21	5000	105000.00
-2	地表水水质化验分析	次	28	1000	28000.00
4	地形地貌景观破坏监测				10800.00
-1	人工巡视	次	18	300	5400.00
-2	卫星图片	次	18	300	5400.00
5	矿山地质环境巡查	次	108	300	32400.00
6	土地复垦监测工程量				8100.00
-1	(1) 土地损毁监测	次	9	300	2700.00
-2	(2) 复垦效果监测				5400.00
1)	1) 土壤质量监测	次	9	300	2700.00
2)	2) 复垦植被监测	次	9	300	2700.00
	合计				252700.00

(3) 管护工程

管护工程主要为生态修复后进行 3 年养护管理，按植被重建措施费 20%计费，工程量及经费估算详见下表 6-19。

表 6-22 管护工程量及经费估算表

序号	工程	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
一	管护工程	植被重建措施费 20%计费			232177.86

(4) 其他费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等。由前面计算，矿区生态修复工程施工费 194.2263 万（包括工程措施费和生物措施费），

小于 500 万，则竣工验收收费的综合费率为 3.86%；业主管理费的费率为 2.8%。其他费用的计算结果见下表 6-20。

表 6-20 其他费用估算表

序号	费用名称	计算基数（万元）	费率（%）	金额（万元）
1	前期费用	工程施工费	5.4	10.4882
2	工程监理费	工程施工费	2.4	4.6614
3	竣工验收费	工程施工费	3.86	7.4971
4	业主管理费	工程施工费+前期费用+工程监理费+竣工验收费	2.8	6.0724
合计		1+2+3+4		28.7192

（5）价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及复垦工作安排进行价差预备费计算。

假设建设项目服务年限为 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 a_1 、 a_2 、 a_3 a_n （万元），则第 i 年的价差预备费 W_i ： $W_i = a_i[(1+r)^{n-1} - 1]$ ，本方案最终确定价差预备费费率为 2.0%。《开发利用方案》设计矿山服务年限 6 年，根据矿山服务年限，价差预备费计算时间为 9 年。价差预备费为 22.8863 万元。

表 6-21 价差预备费计算表

年度	年投资（万元）	剩余投资（万元）	系数 ($1.02^{n-1} - 1$)	价差预备费（万元）	动态投资（万元）
2027.3~2028.3	32.5658		0.0000	0.0000	32.5658
2028.3~2029.3	3.9487	250.1485	0.0200	0.0790	4.0277
2029.3~2030.3	52.6382	246.1998	0.0404	2.1266	54.7648
2030.3~2031.3	3.9487	193.5617	0.0612	0.2417	4.1904
2031.3~2032.3	92.7082	189.6130	0.0824	7.6421	100.3503
2032.3~2033.3	3.9487	96.9048	0.1041	0.4110	4.3597
2033.3~2034.3	73.5988	92.9561	0.1262	9.2854	82.8842
2034.3~2035.3	9.6787	19.3573	0.1487	1.4391	11.1178
2035.3~2036.3	9.6787	9.6787	0.1717	1.6614	11.3401
合计	282.7144		/	22.8863	305.6008

(6) 机械台班单价预算及分项工程单价预算等

表 6-22 施工机械台班单价预算表

编号	机械名称	机型规格	费用构成								合计台 班费 (元)	备注
			(一)				(二)					
			折旧费 (元)	修理及替 换设备费 (元)	安装拆卸 费 (元)	小计 (元)	人工		柴油 (7.84 kg)			
							数量(工日)	小计(元)	数量 (kg)	小计 (元)		
1003	挖掘机	油动 0.5m³	93.89	87.48	6.33	187.7	2	190	48	376.3	564.00	①人工费按 甲 类 工 计 算, 95.0 元/ 工日。 ②0#柴油价 7.84 元/kg。
1006	挖掘机带破碎 锤	液压 1 m³	226.17	161.62	13.84	401.63	2	190	72	564.48	1156.1 1	
1021	拖拉机	59kw	43.45	52.13	2.82	98.40	2	190	55	431.2	719.6	
1049	三铧犁	无头三铧	3.10	8.27	/	11.37	/	/	/	/	11.37	
1013	推土机	59kw	33.52	40.42	1.52	75.46	2	190	44	344.96	610.42	

表 6-23 水泥砂浆预算单价表

砂浆强度 等级	水泥强度 等级	水泥 (0.38 元/kg)		砂 (210 元/ m ³)		水 (4.42 元/ m ³)		合计 (元)	备注
		数量 (kg)	小计	数量 (m ³)	小计	数量 (m ³)	小计		
M10	32.5	305	115.9	1.1	231	0.183	0.8	348	
M7.5	32.5	261	99.18	1.11	233.1	0.157	0.7	333	

表 6-24 分项工程单价分析表

定额编号：10204				定额单位：100m ³	
挖土方。工作内容：挖土就地堆放。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				250.62
（一）	直接工程费				241.91
1	人工费				46.80
	甲类工	工日	0	95	0.00
	乙类工	工日	0.6	78	46.80
2	机械费				163.56
	挖掘机油动 0.5m3	台班	0.29	564	163.56
3	其他费用	占 1+2 的%		15	31.55
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	8.71
二	间接费	占直接费%		5	12.53
三	利润	占一+二的%		3	7.89
四	税金	占一+二+三的%		9	24.39
五	合计	一+二+三+四			295.44
定额编号：30063				定额单位：100m ³	
浆砌砖块。工作内容：拌和砂浆、砌筑、勾缝					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				45038.31
（一）	直接工程费				43473.27
1	人工费				11641.70
	甲类工	工日	7.8	95	66.50
	乙类工	工日	148.4	78	11575.20
2	材料费				31744.80
	标准砖	千块	54.0	430	23220.00
	砂浆	m3	25.6	333	8524.80
3	其他费用	占 1+2 的%		0.2	86.77
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	1565.04
二	间接费	占直接费%		5	2251.92
三	利润	占一+二的%		3	1418.71
四	税金	占一+二+三的%		9	4383.80
五	合计	一+二+三+四			53092.74
定额编号：30066				定额单位：100m ²	
砂浆抹面。工作内容：拌运砂浆、清洗表面、抹灰、压光					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				1990.76
（一）	直接工程费				1921.58
1	人工费				1096.10
	甲类工	工日	0.7	95	66.50
	乙类工	工日	13.2	78	1029.60

2	材料费				765.90
	砂浆	m3	2.3	333	765.90
3	其他费用	占 1+2 的%		3.2	59.58
(二)	措施费	占直接工程费%		3.6	69.18
二	间接费	占直接费%		5	99.54
三	利润	占一+二的%		3	62.71
四	税金	占一+二+三的%		9	193.77
五	合计	一+二+三+四			2346.78
定额编号：30001				定额单位：100m ³	
砂垫层。工作内容：修坡、铺筑、压实					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				29128.90
(一)	直接工程费				28116.70
1	人工费				4596.70
	甲类工	工日	2.9	95	275.50
	乙类工	工日	55.4	78	4321.20
2	材料费				23520.00
	砂	m3	112	210	23520.00
3	其他费用	占 1+2 的%		1	281.17
(二)	措施费	占直接工程费%		3.6	1012.20
二	间接费	占直接费%		5	1456.45
三	利润	占一+二的%		3	917.56
四	税金	占一+二+三的%		9	2835.26
五	合计	一+二+三+四			34338.17
参照定额编号：100027				定额单位：1km	
防护栏架设。工作内容：挖坑、立桩、固定、架网					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				85239.27
(一)	直接工程费				82277.29
1	人工费				8310.00
	甲类工	工日	39.3	95	2850.00
	乙类工	工日	91.8	78	5460.00
2	材料费				72275.00
	砼预制杆	个	250	160	40000.00
	铁丝网	m2	1200	20	28000.00
	混凝土	m3	11.25	380	4275.00
3	其他费用	占 1+2 的%		2.1	1692.29
(二)	措施费	占直接工程费%		3.6	2961.98
二	间接费	占直接费%		5	4261.96
三	利润	占一+二的%		3	2685.04
四	税金	占一+二+三的%		9	8296.76
五	合计	一+二+三+四			100483.03

定额编号：10041				定额单位：100m ²	
坡面平整。工作内容：削坡、找平。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				421.58
（一）	直接工程费				406.93
1	人工费				402.90
	甲类工	工日	0.3	95	28.50
	乙类工	工日	4.8	78	374.40
2	其他费用	占 1 的%		1.0	4.03
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	14.65
二	间接费	占直接费%		5	21.08
三	利润	占一+二的%		3	13.28
四	税金	占一+二+三的%		9	41.03
五	合计	一+二+三+四			496.97
参照定额编号：100012				定额单位：100m ²	
挂三维网。工作内容：铺设、粘接压缝、固钉					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				3282.01
（一）	直接工程费				3167.97
1	人工费				522.60
	甲类工	工日	0	95	0.00
	乙类工	工日	6.7	78	522.60
2	材料费				2614.00
	三维网	m2	106	19	2014.00
	竹钉	100 件	1.2	500	600.00
3	其他费用	占 1+2 的%		1	31.37
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	114.05
二	间接费	占直接费%		5	164.10
三	利润	占一+二的%		3	103.38
四	税金	占一+二+三的%		9	319.45
五	合计	一+二+三+四			3868.95
定额编号：100004				定额单位：100m ²	
铺设无纺布。工作内容：铺设、粘接压缝					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				322.66
（一）	直接工程费				311.45
1	人工费				140.40
	甲类工	工日	0	95	0.00
	乙类工	工日	1.8	78	140.40
2	材料费				169.50
	无纺布	m2	113	1.5	169.50

3	其他费用	占 1+2 的%	0.5	1.55	
(二)	措施费	占直接工程费%	3.6	11.21	
二	间接费	占直接费%	5	16.13	
三	利润	占一+二的%	3	10.16	
四	税金	占一+二+三的%	9	31.41	
五	合计	一+二+三+四		380.36	
定额编号：100004			定额单位：100m ³		
覆土。工作内容：回填表土、松填不夯实					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				781.37
(一)	直接工程费				754.22
1	人工费				718.30
	甲类工	工日	0.5	95	47.50
	乙类工	工日	8.6	78	670.80
2	其他费用	占 1 的%	5.0	35.92	
(二)	措施费	占直接工程费%	3.6	27.15	
二	间接费	占直接费%	5	39.07	
三	利润	占一+二的%	3	24.61	
四	税金	占一+二+三的%	9	76.05	
五	合计	一+二+三+四		921.10	
参照定额编号：90030			定额单位：hm ²		
播草籽复绿。工作内容：种子处理、喷灌草浆					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				90985.46
(一)	直接工程费				87823.80
1	人工费				4573.80
	甲类工	工日	30.0	95	2850.00
	乙类工	工日	22.1	78	1723.80
2	材料费				62400.00
	草浆	m3	6026	8	48211.00
	其他材料费	占材料费的%	30.0	1440.00	
3	机械费				20850.00
	喷射机	台班	12	423	12690.00
	拌制机	台班	12	272	8160.00
(二)	措施费	占直接工程费%	3.6	3161.66	
二	间接费	占直接费%	5	4549.27	
三	利润	占一+二的%	3	2866.04	
四	税金	占一+二+三的%	9	8856.07	
五	合计	一+二+三+四		107256.84	

参照定额编号：40192					定额单位：100m ²
机械砌体拆除。工作内容：拆除砌体、混凝土等					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				13031.87
（一）	直接工程费				12579.03
1	人工费				4715.00
	甲类工	工日	25	95	2375.00
	乙类工	工日	30	78	2340.00
2	材料费				0.00
3	机械费				7864.03
	电动空气压缩机 移动式 3m ³ /min	台班	18	289.82	5216.76
	手持式风镐	台班	20	106.64	2132.80
	其他机械费	%	7	7349.56	514.47
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	452.85
二	间接费	占直接费%		5	651.59
三	利润	占一+二的%		3	410.50
四	税金	占一+二+三的%		9	1268.46
五	合计	一+二+三+四			15362.43

参照定额编号：20282					定额单位：100m ²
建筑垃圾运输（挖装、运输、卸除、空回，运距 20-30km）					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				2568.35
（一）	直接工程费				2479.10
1	人工费				204.50
	甲类工	工日	0.1	95	9.50
	乙类工	工日	2.5	78	195.00
2	材料费				0.00
3	机械费				2274.60
	1m ³ 挖掘机	台班	0.6	1068.71	641.23
	推土机	台班	0.3	614.48	184.34
	自卸汽车	台班	3	483.01	1449.03
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	89.25
二	间接费	占直接费%		5	128.42
三	利润	占一+二的%		3	80.90
四	税金	占一+二+三的%		9	249.99
五	合计	一+二+三+四			3027.66

参照定额编号：				定额单位：100m²	
水泥毯布设					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				933.52
（一）	直接工程费				901.08
1	人工费				156.00
	甲类工	工日	0	95	0.00
	乙类工	工日	2	78	156.00
2	材料费				736.16
	水泥毯	m²	100	6.88	688.00
	配套辅材	主材料 7%	7	688	48.16
3	其他费用	占 1+2 的%		1	8.92
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	32.44
二	间接费	占直接费%		5	46.68
三	利润	占一+二的%		3	29.41
四	税金	占一+二+三的%		9	90.87
五	合计	一+二+三+四			1100.47

二、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

1、阶段划分

依前述，矿区本次申请开采年限为 6 年，综合考虑矿区生态修复的治理及监测管护期 3 年，确定本方案服务年限为 9 年（2027 年 3 月～2032 年 2 月）。依据矿山开采规划、设计，总体部署划分为近期 5 年（2027 年 3 月～2032 年 2 月），中远期 4 年（2032 年 3 月～2036 年 2 月）。

2、各阶段工作安排

方案服务年限为 9 年，本方案将其分为近期 5 年（2027 年 3 月～2032 年 2 月）及中远期 4 年（2032 年 3 月～2036 年 2 月）来进行地质环境治理。

1) 近期 5 年（2027 年 3 月～2032 年 2 月）

近期 5 年度的矿山地质环境防治工作的重点是：

(1) 在采场设置护栏和警示标牌。

(2) 对已靠帮的采场边坡（+8m 以上边坡）采用挂网喷播植草防护、复绿治理等；并设置边坡稳定性监测点。

(3) 对地下水含水层建立水质监测系统，如发现异常及时采取措施处理。

(4) 对地形地貌景观破坏建立监测系统，预防和控制地形地貌景观破坏范围。

(5) 对露天开采区及生产、生活及管理区的土壤环境建立监测系统，定期采样化验分析，如发现异常及时采取措施处理。

(6) 对露天采场土地边损毁、边复垦，即对已靠帮的露天采场水上边坡进行复垦，复垦为林地。

(7) 对已靠帮的露天采场水上边坡复垦效果进行监测与管护。

(8) 对露天开采区及生产、生活及管理区建立土地损毁监测系统，预防和控制土地损毁破坏范围。

2) 中远期 4 年（2032 年 3 月～2036 年 2 月）

(1) 继续对已靠帮的采场边坡（+4～+8m）采用挂水泥毯治理等；并监测边坡稳定性，如发现异常及时采取措施处理。

(2) 继续对地下水含水层水质进行监测，如发现异常及时采取措施处理。

(3) 继续对地形地貌景观破坏进行监测，预防和控制地形地貌景观破坏范围。

(4) 继续对办公生活区及破碎系统的土壤环境进行监测，采样化验分析，如发现异常及时采取措施处理。

(5) 对整个采场边坡进行崩塌/滑坡防治、复绿治理，监测边坡稳定性，如发现异常及时采取措施处理。

(6) 对整个露天采场地形地貌景观破采用复绿措施进行恢复治理。

(7) 对整个露天采场水上边坡进行土地复垦，复垦方向为林地。

(8) 对整个露天采场水下凹陷坑进行土地复垦，复垦方向为坑塘水面。

(9) 对生产道路及生产、生活及管理区进行拆除建筑设施、地面硬化层；并对地表压实土进行犁翻松土，并进行土壤改良。

(10) 对生产道路及生产、生活及管理区等单元进行全面土地复垦，复垦方向为林地。

(11) 对整个矿区的土地复垦效果进行监测与管护。

(二) 年度工作任务与经费进度安排

1、2027 年度（2027 年 3 月～2028 年 2 月）工作安排

(1) 生态修复工程

露天开采区装护栏 2126m，警示牌 20 个。对坡顶（+24m）进行生态修复：表土回覆 930m³，土地平整 3100m²，土壤培肥 155kg，栽植乔木 775 株，撒播灌草籽 0.31hm²。

(2) 监测工程

边坡稳定性监测点 8 个，

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测 1 次。

2、2028 年度（2028 年 3 月～2029 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对坡顶植被进行养护。

（2）监测工程

边坡稳定性监测点 8 个，

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测 1 次。

3、2029 年度（2029 年 3 月～2030 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对平台（+16m）进行生态修复：表土回覆 1110m³，土地平整 3700m²，土壤培肥 185kg，栽植乔木 925 株，撒播灌草籽 0.37hm²。

对+24m～+16m 边坡挂网喷播植 10000m³。对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测 1 次。

4、2030 年度（2030 年 3 月～2031 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测 1 次。

5、2031 年度（2031 年 3 月～2032 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对平台(+8m)进行生态修复:表土回覆 960m³,土地平整 3200m²,土壤培肥 160kg,栽植乔木 800 株,撒播灌草籽 0.32hm²。对+16m～+8m 挂网喷播植 19000m³。对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

边坡稳定性监测点 8 个，

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测次。

6、2032 年度（2032 年 3 月～2033 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

边坡稳定性监测点 8 个，

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测次。

7、2033 年度（2033 年 3 月～2034 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对生产、生活及管理区和生产道路进行生态修复：拆除建筑及垃圾清运 2000m³，土地平整 15373m²，土壤培肥 768.65kg，栽植乔木 3843 株，撒播灌草籽 1.5373hm²。对+8m～+4m 挂水泥毯 6000m³。对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

边坡稳定性监测点 8 个，

进行崩塌、滑坡监测 96 次，人工巡查 12 次；

进行地下水质监测 2 次；

进行地表水质监测 4 次，土壤污染监测 3 次；

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测次。

8、2034 年度（2034 年 3 月～2035 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测次。

9、2035 年度（2035 年 3 月～2036 年 2 月）工作安排

（1）生态修复工程

对已进行生态修复的植被进行养护。

（2）监测工程

进行地形地貌景观破坏监测人工巡查 2 次，卫星对比 2 次；

进行矿山地质巡查 12 次。

进行土地损毁监测 1 次；土壤质量监测 1 次，复垦植被监测次。

（三）生态修复基金预存安排

本方案生态修复基金 305.6008 万元，费用安排应遵循提前预存、分阶段足额预存原则，本项目计划在 3 年内预存完。该项目将从 2027 年开始预存资金，于 2029 年 12 月前预存完毕，逐年预存，并将基本列入当年生产成本。

表 6-30 本矿区生态修复基金预存计划表

总投资 (万元)	时间(年度)	预存分期	地质环境治理恢复费用 预存金额(万元)	备注
305.6008	第 1 年(2027)	第一期	101.8670	首期预存费用为动态总投资的 33.33%
	第 2 年(2028)	第二期	101.8669	
	第 3 年(2029)	第三期	101.8669	

表 6-31 年度工作量及经费安排

序号	复垦工程	工程量	单位	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年（闭坑治理及管护）	第八年（管护）	第九年（管护）	合计
一	地貌重塑												
1	护栏	2126	m	2126									
2	警示牌	20	个	20									
3	水泥毯	6000	m²							6000			
4	拆除建筑及垃圾清运	1000	m³							3210			
二	土壤重构												
1	表土回覆	3000	m³	930		1110		960					
2	土地平整	25373	m²	3100		3700		3200		15373			
3	土壤培肥	1268.65	kg	155		185		160		768.65			
三	植被重建												
1	栽植乔木	6343	株	775		925		800		3843			
2	撒播灌草籽	95.16	kg	0.31		0.37		0.32		1.5373			
3	挂网喷播植草	29000	m²			10000		19000					
四	监测工程												
1	地质灾害监测												
-1	边坡稳定性监测点	8	个	8									
-2	监测次数	672	点次	96	96	96	96	96	96	96			
-3	人工巡视	84	次	12	12	12	12	12	12	12			
2	含水层破坏监测												
-1	水质化验分析	14	次	2	2	2	2	2	2	2			
3	水土环境污染监测												
-1	土壤质量化验分析	21	次	3	3	3	3	3	3	3			
-2	地表水水质化验分析	28	次	4	4	4	4	4	4	4			
4	地形地貌景观破坏监测												
-1	人工巡视	18	次	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
-2	卫星图片	18	次	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
5	矿山地质环境巡查	108	次	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
6	土地复垦监测工程量												
-1	（1）土地损毁监测	9	次	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-2	（2）复垦效果监测												
1)	1) 土壤质量监测	9	次	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2)	2) 复垦植被监测	9	次	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
工程措施费		万元		27.9582	3.3900	45.1906	3.3900	79.5912	3.3900	63.1856	8.3093	8.3093	242.7141
其他费用等		万元		4.6076	0.5587	7.4476	0.5587	13.1170	0.5587	10.4132	1.3694	1.3694	40.0003
静态投资		万元		32.5658	3.9487	52.6382	3.9487	92.7082	3.9487	73.5988	9.6787	9.6787	282.7144
价差预备费		万元		0.0000	0.0790	2.1266	0.2417	7.6421	0.4110	9.2854	1.4391	1.6614	22.8863
动态投资		万元		32.5658	4.0277	54.7647	4.1904	100.3503	4.3597	82.8842	11.1177	11.3401	305.6008

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障

1、设立生态修复管理组织机构

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，明确方案实施的组织机构及其职责。

湛江市双兴诚建筑材料有限公司为矿区设立矿区生态修复实施管理机构，并设专人负责矿区生态修复及治理工作，尤其是生产过程中的日常监测工作必须落实到人，同时制订严格的工作制度，落实领导责任制。机构职责如下：

（1）定期组织相关人员学习《土地复垦条例》、《土地管理法》、《矿山地质环境保护规定》等国家政策；

（2）定期向矿方领导汇报当月项目进展情况、资金使用情况以及项目进度安排和资金预算。

（3）根据工程实施进度每年安排工程验收，检查验收及竣工验收结果上报遂溪县自然资源局。

（4）选定专人配合自然资源主管部门对矿区的监督管理工作。

2、建设生态修复长效管护责任主体机制

为保障矿区生态修复工程效果的长期稳定性，确保矿区生态系统的有效修复与可持续演进，湛江市双兴诚建筑材料有限公司建立生态修复长效管护责任主体机制。该机制旨在明确管护期间各方责任，建立资金保障体系，完善监督考核制度，形成全周期、全覆盖的管护工作格局。

（1）责任主体明确化

湛江市双兴诚建筑材料有限公司作为复垦工程的实施主体和管护责任主体，将全面承担管护期间各项管理职责。公司成立专门的生态修复管理办公室，配备专职技术人员和管理人员，负责管护工作的具体实施。同时，建立与当地政府、村委会的协同管理机制，明确各方在管护工作中的职责分工。管护办公室将制定详细的管护实施方案，明确管护标准、工作内容和考核要求，确保管护工作规范化、制度化开展。

（2）管护期限科学化

根据生态修复工程特点和当地自然条件，设定合理的管护期限。植被恢复管护期限不少于 3 年，地质灾害防治工程管护期限根据具体情况确定。管护期限自复垦工程竣工验收合格之日起计算。在管护期内，矿山将持续投入人力、物力和财力，确保复垦效果达到预期目标。

（3）资金保障制度化

建立生态修复专项基金制度，实行专户存储、专款专用。资金使用范围包括：植被养护、工程维修、监测检测、人员培训等。建立资金使用审批制度，确保资金使用规范、透明、高效。

（4）监督考核常态化

建立多层次的监督考核机制。内部建立管护工作考核制度，将管护成效与相关人员绩效挂钩；外部接受自然资源主管部门、生态环境部门的监督检查，定期提交管护工作报告。建立公众监督渠道，接受当地村民和社会的监督。

（5）应急预案完善化

针对可能发生的自然灾害、病虫害等突发事件，制定完善的应急预案。建立应急物资储备制度，确保在突发事件发生时能够及时响应。

与当地气象、水利、林业等部门建立信息共享机制，及时获取预警信息。定期组织应急演练，提高应急处置能力。

（6）移交机制规范化

管护期满且达到管护目标后，制定详细的移交方案。移交前进行全面评估，确保各项指标达到规定标准。与当地村委会签订移交协议，明确后续管理责任。提供完善的技术资料和管护手册，为后续管理提供支持。建立后续跟踪机制，定期回访，确保生态修复成果得到持续维护。

（二）技术保障

针对本项目区内矿山地质环境保护与土地复垦的方法，经济、合理、可行，达到合理高效利用土地的标准。矿山地质环境保护与土地复垦所需的各类材料，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，具体负责治理和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矿山地质环境保护与土地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、矿区生态修复实施中，根据本方案总体框架，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。

2、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。

3、建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按计划有序进行。

4、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。

5、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。

6、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《矿产资源法》（2025 年修订）和《矿山生态修复条例》等相关法规规定，生态修复义务人应当将生态修复费用列入生产成本或建设项目总投资，费用使用情况接受自然资源管理部门的监督。生态修复义务人应按照规定提取相应的矿区生态修复基金，专项用于矿区生态修复工作。同时，应有相应的费用保障措施，督促生态修复义务人按照矿区生态修复方案安排、管理、使用矿区生态修复费用。

1、资金来源及预存

矿山企业按照满足实际需求的原则，根据矿区生态修复方案，将矿区生态修复基金按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入帐成本。同时，矿山企业需在其银行帐户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。

基金由企业自主使用，根据其矿区生态修复确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的地质灾害、地形地貌景观破坏、含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿山地质环境监测等方面。矿山企业的基金提取、使用及矿区生态修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。

矿山企业认真落实矿区生态修复工作，按相关方案制定的治理规划，分期分批把治理资金纳入每个年度预算之中，确保各项治理工作能落实到位。地方各级自然资源主管部门会同环境保护主管部门建立动态化的监管机制，加强对企业矿区生态修复的监督检查。

2、基金使用

基金计提后应及时用于矿区生态修复工程，不得挤占和挪用。按要求完成年度或阶段的矿区生态修复工程经验收合格后，结余的基金可以结转为下年度或下一阶段使用。基金使用范围：

- 1、因矿山开采活动造成崩塌、滑坡等矿山地质环境问题的预防与治理恢复支出；
- 2、因矿产资源开发活动造成地表植被损毁和地形地貌景观破坏的预防与治理恢复支出；
- 3、因矿产资源开发活动造成地下含水层破坏的预防与治理恢复支出；
- 4、矿山地质环境监测和复垦管护支出；
- 5、因矿产资源开发活动占用或损坏的土地复垦支出；
- 6、矿山地质环境治理恢复与土地复垦相关的其他支出。

采矿权人在停办、关闭或者闭坑前，应当使用基金完成矿山地质环境治理与土地复垦工作，并及时申请验收，不足部分由采矿权人补齐。因企业自身原因被终止采矿行为的采矿权人，仍然应当履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，所需资金从采矿权人已计提的基金中列支，不足部分由采矿权人补齐。因政策性关闭的矿山，矿山当年的地质环境治理恢复与土地复垦义务以及基金的处置，由矿山所在地县级人民政府与采矿权人协商确定。国家法律法规另行规定的，按相应规定执行。

矿区生态修复义务履行完成并通过验收的，由采矿权人清算基金使用情况，结余基金可以调出基金账户。

（四）监管保障

1、信息公开

湛江市双兴诚建筑材料有限公司承诺将严格按照国家有关法律法规和政策要求，依据审查通过的矿区生态修复方案，组织开展矿区生态修复监测工作，每年 12 月 31 日前向当地自然资源部门报告当年费用使用情况及矿区生态修复工程实施情况，并将相关情况通过当地电视、报纸、网络向公众公开，接受政府相关职能部门和公众的监督。

2、规范管理

矿区生态修复监测的实施，应由矿区生态修复管理机构专门人员具体管理负责，制定详细的监测方案，建立质量监测及验收等工作程序，自觉地接受财政、监察、自然资源等部门的监督与检查。

项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，做到责任明确，奖罚分明，施工所需材料须经质检部门验收合格方可使用；工程竣工后，应及时报请行政主管部门组织专家验收。

3、建立矿区生态修复工程村民监督员机制

为切实履行矿山矿区生态修复主体责任，创新多元共治模式，提升矿区生态修复工程实施的透明度和公信力，矿山积极探索并建立矿区生态修复村民监督员机制。该机制旨在将社区监督纳入矿区生态修复全周期管理体系，是构建责任共同体、确保修复成效可持续的重要制度性安排。本机制的建设将遵循以下核心原则：

（1）制度性嵌入，确保规范运行

机制设计将超越临时性沟通举措，致力于将村民监督制度化、程序化、规范化。监督员的遴选、职责、权利、工作流程及保障措施通

过正式章程予以明确，确保其运作有章可循、有据可依，与企业内部管理流程相衔接。

（2）过程性协同，强化事前事中监督

机制重在过程干预，而非事后通报。确保村民监督员有效参与关键节点的监督，如表土剥离与贮存、覆土质量验收、植被栽种与初期养护等环节，使其能够及时发现问题、提出建议，将社区关切融入修复工程的动态调整过程，实现从“被动接受结果”到“主动参与构建”的转变。

（3）能力建设与信息对称，保障监督实效

为确保监督的专业性和有效性，矿山为村民监督员提供必要的技术培训与信息支持。通过组织现场讲解、图纸识读、标准宣贯等方式，使其了解矿区生态修复的目标、技术规范与质量要求。同时，建立定期的信息通报机制，保障其对企业复垦计划、进度及变更情况的充分知情，奠定有效监督的基础。

（4）闭环管理，注重反馈与回应

建立正式的意见反馈与响应处理流程。矿山对监督员提出的合理意见与建议予以记录、研究并及时给予实质性回应。对于指出的问题，将启动核查与整改程序，并将结果反馈，形成“提出-回应-整改-反馈”的闭环管理，确保监督意见“事事有回音，件件有着落”，真正转化为提升复垦质量的动力。

二、公众参与

矿区在开采过程中会对周边地区的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活，也影响着土地所有者和使用者的利益，同时也对矿区生态修复义务人带来影响。矿区生态修复要在充分了解受影响群众的意愿和观点基础上，使治理与复垦项目更

加民主化和公众化，以避免片面性和主观性；使治理与复垦的规划、设计、施工和运行更加完善和合理，以最大限度地发挥该项目的综合效益和长远效益。该项目的实施，能够提高土地利用质量，使项目区生态环境得到有效的恢复，达到矿山开采、矿山地质环境保护、土地复垦与生态环境建设同步，缓解人地矛盾和实现社会经济的可持续发展。

（一）方案编制前期的公众参与

在编制前期，主要是进行前期踏勘和听取公众意见，当地政府主管部门及群众对项目开展抱极大热情，认为矿区生态修复工作对恢复损毁的土壤和植被具有重要作用，可以明显改善矿区生态环境，给予了大力支持。

（二）方案编制过程中的公众参与

本方案编制过程中，为使方案更具真实性、科学性、合理性和可行性，特向广大公众征求意见，由于当地自然资源主管部门对项目区及周边引发土地损毁的相关过程清晰，且对矿区生态修复及相关验收流程具有一定经验，因此在公众参与环节中自然资源主管部门主要是通过座谈的方式参与；而问卷调查方式主要针对当地土地权利人及土地承包人代表。

1、问卷调查

在湛江市双兴诚建筑材料有限公司人员陪同下，编制人员随机走访了相关的土地权利人以及矿区土地承包人代表，并与遂溪县自然资源局等相关主管部门工作人员进行交流，听取了他们的意见和建议，得到了他们的大力支持。矿区周边居民点较为稀疏，调查小组在矿区所在地向土地权属人及土地承包人代表发放了问卷 30 份，回收有效问卷 30 份，回收率 100%。公众参与调查表见表 8-3。

表 7-1 矿区公众参与调查表

姓名		性别	男 女	民族		年龄	
文化程度				所在行政村名称			
调查内容							
1	您第一次是通过何种途径得知本项目?		A 报纸电视 C 本村广播		B 调查人员介绍 D 其他_____		
2	您对矿区生态修复方面的政策了解程度?		A 较熟悉 B 一般了解 C 不清楚				
3	您周边是否发生过类似的地质灾害现象?(可多选)		A 崩塌、滑坡、泥石流 B 地面沉降、地裂缝 C 未发生 D 其他_____				
4	您认为石材开采对当地环境最突出的影响?(多选)		A 土壤污染 B 噪声污染 C 植被破坏 D 土地挖损				
5	您认为本项目开展能否恢复当地生态环境?		A 能 B 不能 C 不清楚				
6	您认为本项目采用的工程措施合理吗?		A 合理 B 不合理 C 不清楚				
7	您认为目前损毁的土地的最适宜复垦方向是什么?		A 园地 B 林地 C 草地 D 恢复原地类				
8	该项目在征用贵行政村土地方面是否存在争议?		A 存在 B 不存在				
9	您认为本项目开展有哪些有利影响?		A 改善农业基础生产设施 B 促进经济发展 C 其他_____				
10	您愿意监督或参与本项目工程措施的建设吗?		A 愿意 B 不愿意 C 无所谓				

通过对回收的调查问卷进行整理、分析,将两类问卷调查结果合并,获得问卷调查结果统计表,见表 7-2。

表 7-2 矿区公众参与调查结果统计表

序号	问题	发放问卷	调查结果				比例 (%)			
			A	B	C	D	A	B	C	D
1	您第一次是通过何种途径得知本项目?	30	0	30	0	6	0	100	0	0
2	您对国家关于矿区生态修复方面的政策了解程度?	30	0	30	0	-	0	100	0	-
3	您周边是否发生过类似的地质灾害现象? (可多选)	30	0	0	100	0	0	0	100	0
4	您认为矿区开采对当地环境最突出的影响? (多选)	30	0	0	100	0	0	0	100	0
5	您认为本项目开展能否恢复当地生态环境?	30	30	0	0	-	100	0	0	-
6	您认为本项目采用的工程措施合理吗?	30	30	0	0	-	100	0	0	-
7	您认为目前损毁的土地的最适宜复垦方向是什么?	30	3	17	0	0	10	90	0	0
8	该项目在征用贵行政村土地方面是否存在争议?	30	0	30	-	-	0	100	-	-
9	您认为本项目开展有哪些有利影响?	30	1	29	0	-	3	97	0	-
10	您愿意监督或参与本项目工程措施的建设吗?	30	30	0	0	-	100	0	0	-

结果分析:

(1) 您第一次是通过何种途径得知本项目: 100%的受访者通过调查人员介绍了解本项目。说明项目的土地复垦宣传工作力度不足, 仍需进一步加强。

(2) 您对国家关于矿区生态修复方面的政策了解程度: 00%的受访者一般了解。由此说明公众对矿区生态修复政策了解不多, 因此复垦政策内容贯彻力度仍需进一步提高。

(3) 您周边是否发生过类似的地质灾害现象: 100%的受访者表示未发生过地质灾害。结合现场踏勘, 未见现状地质灾害。

(4) 您认为矿区开采对当地环境最突出的影响是：100%的受访者认为石材开采过程中会破坏植被。说明项目区内群众密切关注当地生态环境，担心石材开采影响到切身利益。植被破坏，为本次矿区生态修复方案关注的重点，对已造成损毁的土地，应尽快得到有效的恢复治理，对未来开采造成损毁的土地，应密切监测，有效控制损毁范围及损毁程度影响，避免造成二次损毁等现象。

(5) 您认为本项目开展能否恢复当地生态环境：100%的受访者认为矿区生态修复能够恢复当地生态环境。认为可以的受访者认同矿区生态修复方案具有很大的必要性，并能发挥明显的保护环境、改善生态的作用，小部分人对矿区生态修复方案和生态环境的关系没有考虑到位。

(6) 您认为本项目采用的工程措施合理吗：100%的受访者认为合理。认为合理者能接受调查人员的介绍，并较快理解工程措施内容。说明矿区生态修复的工作需深入介绍。

(7) 您认为目前已经损毁的土地的最适宜方向是什么：10%的受访者认为应该复垦为园地，希望增加当地水果产量；90%的受访者则认为应该复垦为林地，与周边环境保持一致。诸多观点体现了群众参与的积极性高，能从不同角度分析，因此，方案应结合群众意愿，在以恢复原地类原则的基础上，综合考虑村民意愿，最大化体现群众利益。

(8) 该项目在征用贵行政村土地方面是否存在争议：100%的受访者表示石材开采项目在土地征用方面不存在争议。说明矿山与土地权属人之间责任义务明确。

(9) 您认为本项目开展有哪些有利影响：3%的受访者的受访者认为可以改善农业基础生产设施，97%的受访者认为能速进经济发

展。说明受访者群众认为本矿区生态修复方案实施对当地能产生有利影响。

（10）您愿意监督或参与本项目工程措施的建设吗：100%的受访者表示愿意参与监督工作。说明多数人都比较关心土地复垦的实施，希望土地复垦工作实施能切实到位。

2、相关政府部门座谈情况

目前，在方案编制过程中主要以项目区的自然资源主管部门为主，在听取业主及编制单位汇报后，当地自然资源主管部门经过讨论形成以下几点要求及建议：

（1）通过细致交流，遂溪县自然资源局承诺将积极协助湛江市双兴诚建筑材料有限公司完成矿区生态修复方案编制工作，实现土地集约利用和动态平衡。

（2）希望湛江市双兴诚建筑材料有限公司与时俱进提出新的更加科学合理的治理和复垦措施。

（3）目前，希望湛江市双兴诚建筑材料有限公司的矿区生态修复工作因地制宜，充分考虑当地的自然社会经济、政策等因素，尽可能地恢复土地利用价值，恢复方向要与本地国土空间总体规划保持一致。

（4）湛江市双兴诚建筑材料有限公司需要保证今后的损毁土地能及时恢复治理，尽量做到“边生产、边复垦”。

（5）确保复垦工程科学合理，复垦费用落实到位。

由以上意见可以看出项目区群众最关心的还是生态环境和生活问题，而政府部门则希望建设单位能进一步加强矿区生态修复工作。因此在今后的建设中，应主要加强环境保护措施的实施，接受群众监督，从参与机制上保证该地区的可持续发展。

（三）方案编制完成后公示

1、方案公示内容及形式

方案送审稿完成后，在报送遂溪县自然资源局评审之前，将方案通过在矿区附近村庄张贴公告等方式进行公示，向公众公告内容包括：情况简介；矿区生态修复内容介绍；以及公众认为必要时向建设单位或其委托的报告编制单位索取补充信息的联系方式和期限。

2、公示结果

通过公示，主要取得了两个方面的成效。首先，能提高公众参与程度和认知程度，对于加强对当地群众的矿区生态修复宣传工作具有一定的积极意义。其次，通过本次公示，能及时收到公众意见，并根据意见确定矿区生态修复的工作方向，工程措施内容等。

三、效益分析

（一）生态效益

方案实施后，能有效控制因采矿活动造成的地形地貌景观破坏、地下含水层的破坏、水土环境污染及地质灾害的发生，遏制矿山地质环境问题的恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。方案实施后将大大改善矿山的地质及生态环境，不仅能减少矿山采矿活动带来的新增水土流失、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等地质环境问题，增强矿山生产的安全性，改善周边水质，改善周边环境质量，而且为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境。矿山附近的空气质量将会得到改善，种植的乔木、藤本植物和草种起到很好的防风、固沙、涵养水源和保持水土的作用。将会吸引周边动物群落的回迁，增加矿山动物群

落多样性，达到植物、动物群落的动态平衡，重建矿山周围人与自然复合和谐的生态系统，形成新的人工和自然景观。

总之，将改善矿山周围的地质环境，使地面林草植被得到恢复，净化矿山周围空气、美化矿山周围环境，因此，环境效益显著。

（二）社会效益

矿区生态修复对损毁土地利用结构进行重新调整，损毁土地重新得到合理的利用，有利于生产条件的改善和经济的可持续发展，对改善人们的生活水平有一定的帮助，可以增加当地村民对矿方的好感，减少村民和矿方发生矛盾的几率，有利于当地的安定团结。所以，矿区生态修复不仅对生态环境有着重大意义，而且对项目区的安定团结和稳定发展也起重要作用，它将是保证项目区可持续发展的重要组成部分，因而有重要社会意义。

（三）经济效益

1、直接经济效益

在落实矿区生态修复后，可使遭受破坏的 18.0955hm² 土地资源得以恢复利用，所采取的工程与生物措施的施工需要许多设备、材料和大量人员，这对扩大内需、增加消费、增加就业岗位，提高当地人民群众的收入，促进地区经济的发展具有较大的推动作用；坚持科学规划、因地制宜、综合治理、合理利用的基本原则，种植易生长植物，增加植被覆盖率的同时改善土壤状况，还可以作为经济林木获得收益，其直接经济显著。

2、间接经济效益

矿区生态修复的实施能很大程度上改善矿山及其周边的自然生态环境，改善矿山的空气质量，预防水土流失，降低矿山部分地质环境问题发生的频率，杜绝或减少地质灾害的发生，保护矿山附近居民

人身和财产的安全，保障矿山采矿活动安全顺利进行，保护矿山员工和财产的安全，可避免巨大的浪费和损失，其潜在的经济效益十分可观。

第八章 结论

一、结论

(一) 矿山性质、开采方式、开采规模、重要程度、矿山地质环境条件复杂程度，方案的服务年限、适用年限

矿山为新建矿山，开采方式为露天开采；开采规模为 22 万 m^3/a ，约 37.4 万 t/a ，按照《矿山生产建设规模分类》划分属大型规模。矿区面积约 0.128 km^2 ，开采标高+24.0m~1.42m。

矿山重要程度为一般区，地质环境复杂程度为简单；本方案服务年限根据矿山拟定综合服务年限 6 年，治理及管护期 3 年，综合确定为 9 年。

(二) 《方案》编制的基础、范围、项目区面积、评估级别、评估精度；调查技术路线与方法，完成的主要实物工作量

方案的编制在“开采方案”的基础上，综合矿山地质环境调查成果，针对本矿山缩小范围后采矿活动影响区域进行分析与研究，确定了该矿区生态修复方案的评估范围面积为 0.333 km^2 。根据矿山开采规模、重要程度及地质环境复杂程度三个条件确定项目区评估级别为二级，评估精度需定量为主。

主要技术路线和方法是广泛收集、分析研究矿山相关资料，以及现场踏勘与调查，编制技术工作方案。野外调查采用 1:2000 地形地质底图，调查重点是采场边坡、排水口、工业场地及矿山周边受影响区。野外定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合现场标志性地形地物综合确定，地质环境综合调查方法有走访、会议、现场地质测量法、工程测量法、取样测试法等。完成的主要实物工作量：地面调查 0.333 km^2 ，调查线路 6.5km，矿山地质环境与土地复垦调查点 80

处，现场拍照 160 张，填写现状调查表一份，收集区域地质报告及区域水文地质报告、资源储量核实报告、开发利用方案、开采方案等其它资料。

（三）现状评估和预测评估结论

1、现状评估

项目区内未发现地质灾害，现状地质灾害不发育，对矿山地质环境影响程度较轻；现状含水层保持天然状态未被破坏对矿山地质环境影响程度较轻；现状地形地貌景观保持自然状态无被破坏对矿山地质环境影响程度较轻；现状水土环境保持原有状态未被污染对矿山地质环境影响程度较轻；现状生态资源保持原有状态无被破坏对矿山地质环境影响程度较轻。综合现状评估，矿山地质环境影响程度现状评估为较。

现状矿山地质环境影响划分为一个区：矿山地质环境影响较轻（Ⅲ）区。其中：影响较轻（Ⅲ）区面积 0.333km^2 ，占评估区面积的 100%。

2、预测评估

预测评估矿山采矿活动引发或遭受的地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山采矿活动对含水层影响程度较轻，对地形地貌景观影响程度严重，对水土环境污染影响程度较轻，对生态破坏程度严重。

矿山地质环境影响预测评估分为三个区：矿山地质环境影响严重区（Ⅰ）、较严重区（Ⅱ）及较轻区（Ⅲ）。严重区（Ⅰ）主要是露天采场影响范围，分区面积 22hm^2 ，评估区面积 33.3hm^2 ，占评估区总面积的 66%。较严重区（Ⅱ）主要是生产、生活及管理区、生产道路影响范围，分区面积 2hm^2 ，评估区面积 33.3hm^2 ，占评估区总面积

的 6%。较轻区（III）为评估区内除了严重区（I）和较严重区（II）之外其它范围，分区面积 9.3hm^2 ，评估面积为 33.3hm^2 ，占评估区总面积的 28%。

（四）地质环境保护与恢复治理分区

综合现状评估和预测评估结果，将项目区分为重点防治区（A）、次重点防治区（B）和一般防治区（C）：重点防治区（A）主要是露天采场影响范围，分区面积 22hm^2 ，评估区面积 33.3hm^2 ，占评估区总面积的 66%。次重点防治区（B）主要是生产、生活及管理区、生产道路影响范围，分区面积 2hm^2 ，评估区面积 33.3hm^2 ，占评估区总面积的 6%。一般防治区（C）为评估区内除了重点防治区（A）和次重点防治区（B）之外其它范围，分区面积 9.3hm^2 ，评估面积为 33.3hm^2 ，占评估区总面积的 28%。

（五）土地复垦区与土地复垦责任范围

根据土地损毁分析与预测结果，结合矿山开采设计，确定复垦责任区：露天采场 16.5581hm^2 ；生产道路 0.1044hm^2 ；生产、生活及管理区 1.4329hm^2 ；共计面积为 18.0955hm^2 。本阶段复垦区范围为露天采场、生产道路、生产、生活及管理区 3 个，复垦区面积 18.0955hm^2 。

（六）土地适宜性评价及复垦目标任务

根据土地使用情况将复垦区划分结果，矿山开采阶段复垦区露天采场台阶及场底、破碎站、工业场地、矿山道路、排土场、高位水池；土地适宜评价结果为：宜林地、草地。结合当地土地利用总体规划与矿山开采实际，复垦面积为 18.0955hm^2 ，复垦方向：采场+6m 以下复垦为坑塘水面，面积 11.5581hm^2 ；其余地段复垦为林地，面积约 6.5374hm^2 。

（七）矿区生态修复工程部署

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”的原则，以工程措施、生物措施与监测措施三大措施相结合进行工程部署：一是提出了不同的地质环境问题采取的三大措施侧重点不同；同时，提出了各防治分区的主要复垦措施；三是根据方案的服务年限和矿山采剥进度按总目标（2027 年 3 月至 2035 年 2 月）进行治疗与复垦。

矿山地质环境问题治理工程措施：主要采取截排水工程、避让、巡查预警等预防措施。

土地复垦以生物措施为主：用覆土、植树、种草的绿化方法恢复土地资源。

监测与管护措施：用人工观测监测边坡的稳定性；定期定点进行地下水水质分析，观察水位变化，监测采矿活动对含水层的影响程度与趋势；采用大比例尺地形测量、简易人工及仪器量测、卫星照片的对比，监测矿山地形地貌景观的变化与土地资源的破坏情况。管护已种植林木生长状况，采取施肥、除害、浇水、补种等措施，复垦管护期暂定 3 年。

（八）矿区生态修复经费估算

矿区生态修复动态总投资为 305.6008 万元，其中静态总投资 282.7144 万元，工程施工费 194.2263 万元，其他费用 28.7192 万元，复垦监测与管护费 57.1864 万元，差价预备费 22.8863 万元。单位面积投资约 16.89 万元/hm²，治理资金来源全部为企业自筹。

（九）预测土地复垦效果

环境效益方面：提高植被覆盖率、改善生态环境、减少水土流失量。

经济效益方面：主要为林业效益、其他经济作物收益；改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低企业在其它方面的开支，增加企业总体经济效益。

社会效益方面：减轻自然灾害，改善矿区及周边环境质量，促进当地稳定和发展，可以缓减当地的人、土地资源矛盾。

二、建议

1、本方案依据现场调查成果和已有资料进行编制，综合了已有资料成果的相关内容，但不能代替已有资料的各项专业性内容。

2、坚持“动态设计、信息化施工”的原则，在进行开采时要尽可能采取有效的安全措施和安全管理制，严格遵守安全生产法规，减少矿山生产对周围环境的影响和防治地质灾害。

3、加强地质环境监测，定期向行政主管部门报告矿山地质环境情况，如实提交监测资料。发现异常情况的地质灾害监测数据，应及时向当地主管部门、有关部门反映，并及时采取地质灾害应急治理措施，做到及时发现和及时治理，减轻矿区环境破坏程度。

4、矿山建设应严格遵守国务院《地质灾害防治条例》，认真执行矿产资源开采设计，防止工程建设引发和加剧地质灾害。在矿山开采过程中应及时向当地矿管部门汇报，及时消除安全隐患，避免地质灾害的发生。

5、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿区生态修复工作，随时接受主管部门检查。同时，以超前的眼光和意识对待矿区生态修复工作。

6、矿山为新建，必须严格按照相关设计进行开采，严格执行农田保护政策，严禁以任何形式破坏基本农田。建议矿山企业尽快与矿业活动区土地权属人签订租赁协议。

7、加强对环境水污染、土壤(地)污染的监测工作，并采取确实可行的措施予以防治，需对下游水源地进行保护，建立地下水质监视带，保护下游人们的生活用水安全。

8、①生产道路和②生产、生活及管理区为临时租地，需按有关临时用地规定进行使用。建议建设单位对①生产道路和②生产、生活及管理区 2 个临时用地进行土地性质变更，变更为工业用地；若 3 年内变更不了，需在 3 年后对①生产道路和②生产、生活及管理区 2 个临时用地进行生态修复，按报告里第五章节和第六章进行复垦。

9、生产用水系统须单独设置，其沉淀池应五级结构设计，宜为两座，不能外排。