

广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

潮州市健诚瓷业有限公司

2022 年 10 月

广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：潮州市健诚瓷业有限公司

法人代表：谢建东

编制单位：广东省有色金属地质局九三一队

法人代表：张细才

技术负责人：许典葵

项目负责人：于 明

编写人员：刘 婷 叶 波 方 刚 张国沅

制图人员：刘 婷

广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿 山 企 业	矿山企业名称	潮州市健诚瓷业有限公司		
	法人代表	谢建东	联系电话	
	统一社会信用代码	914451037879497536		
	单位地址	潮州市潮安区赤凤镇葵山村羊逃坑		
	矿山名称	潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿		
	采矿许可证	☐ 新申请 ☐ 延续 ☒ 变更（ ☐ 扩大开采规模 ☐ 扩大矿区范围 ☐ 变更开采方式）		
		以上情况请选择一种并打“√”		
	开采矿种	资源储量规模	矿山生产建设规模	开采方式
陶瓷土	大型	大型	露天开采	
编 制 单 位	单位名称	广东省有色金属地质局九三一队		
	法人代表	张细才	联系电话	*****
	主要 编制 人员	姓 名	职 责	联系电话
		于 明	项目负责	*****
		刘 婷	报告编写	*****
		叶 波	报告编写	*****
		方 刚	报告编写	*****
		张国沅	报告编写	*****
审 查 申 请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行处理按程序公示，承诺按批准后的矿山地质环境保护与土地复垦方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。			
	申请单位（矿山企业）盖章			
	联系人：陈昭敏		联系电话：*****	

目 录

前 言

一、任务的由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	1
四、方案适用年限	6
五、编制工作概况	7

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介	11
二、矿山范围及拐点坐标	12
三、矿山开发利用方案概述	13
四、矿山开采历史及现状	22

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理	29
二、矿区地质环境背景	34
三、矿区社会经济概况	41
四、矿区土地利用现状	42
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	42
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	42

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述	48
二、矿山地质环境影响评估	50
三、矿山土地损毁预测与评估	65
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	69

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析	76
二、矿区土地复垦可行性分析	77

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境治理与土地复垦预防	88
二、矿山地质灾害治理	92
三、矿区土地复垦	93
四、含水层破坏修复	101
五、水土环境污染修复	102
六、矿山地质环境监测	103
七、矿区土地复垦监测和管护	106

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署	109
二、阶段实施计划	109

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据 115

二、矿山地质环境治理工程经费估算 120

三、土地复垦工程经费估算 123

四、总费用汇总与年度安排 128

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障 130

二、技术保障 130

三、资金保障 131

四、监管保障 135

五、效益分析 136

六、公众参与 137

第九章 结论与建议

一、结论 140

二、建议 142

附件:

一、附图:

- 1. 矿山地质环境现状评估图（1:2000）
- 2. 矿区土地利用现状图（1:10000）
- 3. 矿山地质环境预测评估图（1:2000）
- 4. 矿区土地损毁预测图（1:2000）
- 5. 矿区土地复垦规划图（1:2000）
- 6. 矿山地质环境治理工程部署图（1:2000）
- 7. 矿山土地利用总体规划图（1:10000）

二、附表:

- 1. 矿山地质环境现状与损毁土地调查表

三、其他附件:

- 1. 方案编制委托书
- 2. 矿产资源储量备案证明与评审意见书
- 3. 开发利用方案备案证明与评审查意见
- 4. 矿山水土检测报告
- 5. 采矿许可证复印件
- 6. 采矿人营业执照复印件
- 7. 落实土地复垦工作承诺书
- 8. 土地租赁协议
- 9. 公众参与调查问卷
- 10. 土地权属人意见
- 11. 编制单位方案初审意见

前言

一、任务的由来

潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿为露天生产陶瓷土矿山，现持采矿许可证生产建设规模为 15 万 t/年，矿区面积 0.3861km²，开采深度+290.1m 至+112m，有效期为 2013 年 2 月 6 日至 2039 年 2 月 5 日。矿山自取得采矿许可证以来，未进行正式生产。本次矿山为调整采矿许可证开采深度，重新对调整标高内的区块储量进行分割核算，并重新编写矿产资源开发利用方案，较已有开发利用方案区块服务年限有所变化；根据《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第 44 号令）、《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）和《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求，矿山企业需重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

受潮州市健诚瓷业有限公司的委托，我队进行《广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（下称“方案”）的编制工作。

二、编制目的

一是通过对矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题影响进行评估，确定适宜的非工程和工程治理措施，使矿山地质环境得以基本恢复、矿山生态环境影响和破坏程度降低到最低，为矿山地质环境恢复治理提供科学的指导与依据。

二是通过分析项目区开采活动对土地利用可能造成的影响，提出适宜的土地损毁预防控制与复垦措施，使拟建项目对土地的不利影响降低到最小程度，为损毁土地的地貌重塑、土体再造与生态环境恢复提供科学的指导与依据。

三是为自然资源主管部门实施依法监管提供依据。

三、编制依据

（一）法律、法规及条例

1、《中华人民共和国矿产资源法》，第八届全国人民代表大会常务委员会第 21 次会议于 1996 年 8 月 29 日通过，1997 年 1 月 1 日起施行；2009 年 08 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议第二次修正；

2、《地质灾害防治条例》，国务院令第 394 号，2003 年 11 月 24 日公布，2004 年 3 月 1 日起施行；

3、《中华人民共和国土地管理法》，第十届全国人民代表大会常务委员会第 11 次会议于 2004 年 8 月 28 日通过，自公布之日起施行，2019 年 8 月 26 日第三次修订；

4、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，1998 年 12 月 27 日国务院令第 256 号发布，2021 年 7 月 2 日国务院令第 743 号第三次修订，自 2021 年 9 月 1 日起施行。

5、《土地复垦条例》，国务院第 592 号，2011 年 3 月 5 日公布；

6、《基本农田保护条例》(1999 年 1 月 1 日起施行)，1998 年 12 月 27 日国务院令第 257 号发布，2011 年 1 月 8 日修订；

7、《中华人民共和国水土保持法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第 18 次会议于 2010 年 12 月 25 日修订通过，2011 年 3 月 1 日起施行；

8、《中华人民共和国环境保护法》，第七届全国人民代表大会常务委员会第 11 次会议于 1989 年 12 月 26 日通过，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于 2014 年 4 月 24 日修订通过 2015 起施行；

9、《中华人民共和国矿山安全法》，第七届全国人民代表大会常务委员会第 28 次会议于 1992 年 11 月 7 日通过，1993 年 5 月 1 日起施行，2009 年 8 月 27 日修正；

10、《中华人民共和国环境影响评价法（修正）》，第九届全国人民代表大会常务委员会第 30 次会议于 2002 年 10 月 28 日通过，2003 年 9 月 1 日起施行，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订；

11、《矿山地质环境保护规定》，国土资源部令第 44 号，2009 年 5 月 1 日起实施；2019 年 7 月 16 日自然资源部第三次修正；

12、《广东省矿产资源管理条例》，广东省第九届人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，1999 年 9 月 24 日，2012 年 7 月 26 日修正；

13、《广东省地质环境管理条例》，广东省第十届人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2003 年 7 月 25 日；

14、《广东省水土保持条例》（广东省人大常委会第二十八次会议于 2016 年 9 月 29 日通过，2017 年 1 月 1 日开始实施）。

（二）有关规章及政策性文件

1、国务院关于加强地质灾害防治工作的决定，国发〔2011〕20 号，2011 年 6 月 13 日；

2、《土地复垦条例实施办法》，国土资源部令第 56 号，2012 年 12 月 11 日，2019 年 7 月 16 日自然资源部修正；

3、《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》财建〔2017〕638号；

4、中华人民共和国国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》，国土资规〔2016〕21号，2017年1月3日；

5、广东省国土资源厅转发国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知，粤国土资地环发〔2017〕4号，2017年1月20日；

6、《国务院关于第一批清理规范89项国务院部门行政审批中介服务事项的决定》（国发〔2015〕58号）；

7、《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》2019年7月16日自然资源部第2次部务会议审议通过；

8、《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）；

9、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国土资发〔2007〕81号）；

10、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）；

11、广东省国土资源厅关于切实做好矿山地质环境保护与土地复垦方案审查工作的通知，粤国土资规字〔2018〕4号，2018年4月11日；

12、《关于加强改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资源规〔2019〕1号）。

13、《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）；

14、《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》（粤自然资规字〔2020〕6号）；

15、关于印发《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（粤自然资函〔2020〕262号）；

16、关于印发《广东省地质灾害特征认定和分级标准》的通知（粤自然资函〔2021〕1035号）。

（三）规程、规范

1、《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）；

2、《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）；

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

4、《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T1031-2011）；

- 5、《地质灾害危险性评估规范》(GB / T 40112-2021);
- 6、《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013);
- 7、《生产矿山土地复垦验收规程》(TD/T1044-2014);
- 8、《广东省土地整理垦造水田建设标准(试行)》(粤农[2016] 180 号);
- 9、《广东省土地开发整理补充耕地项目质量验收标准》(粤府办 2018] 74 号);
- 10、《广东省地质灾害危险性评估实施细则(2021 年修订版)》;
- 11、《区域地质图图例》(GB/T 958-2015);
- 12、《综合工程地质图图例及色标》(GB/T12328-1990);
- 13、《综合水文地质图图例及色标》(GB/T14538-1993);
- 14、《矿区水文地质工程地质勘探规范》(GB 12719-1991);
- 15、《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);
- 16、《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001);
- 17、《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013);
- 18、《量和单位》(GB3100-3102-1993);
- 19、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- 20、《渔业水质标准》(GB11607-1989);
- 21、《地下水质量标准》(GB14848-2017);
- 22、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);
- 23、《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008);
- 24、《生态公益林建设技术规程》(GB/T18337. 2-2001);
- 25、《土地基本术语》(GB/T19231-2003);
- 26、《地质图地理底图编绘规范》(DZ/T0157-19951: 50000);
- 27、《地质图用色标准及用色原则(1:50000)》(DZ/T0179-1997);
- 28、《滑坡防治工程勘查规范》(DZ/T 0218-2016);
- 29、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006);
- 30、《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T 0220-2006);
- 31、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 0221-2006);
- 32、《地下水监测规范》(SL/T183-2005);
- 33、《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T 1012-2000);
- 34、《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ/T192-2015);

- 35、《造林作业设计规程》(LY/T 1607-2003);
- 36、《耕地质量验收技术规范》(NYT1120-2006);
- 37、《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NYT1634-2008);
- 38、《人工草地建设技术规程》(NY/T 1342-2007);
- 39、《园地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008);
- 40、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TDT1007-2003);
- 41、《第二次全国土地调查技术规程》(TD/T1014-2007);
- 42、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50000)》(DZ/T0261-2014);
- 43、《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015);
- 44、《矿山地质环境调查评价规范》(DD2014-05);
- 45、《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015);
- 46、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010) 2016年修订版。

(四) 技术文件与资料

1、区域地质、水工环地质资料

- (1)《1/20 万区域地质(汕头幅)》(广东省地质局区域地质调查大队, 1973 年);
- (2)《1/20 万汕头幅惠来幅区域水文地质普查报告》(广东省地质局水文工程地质二大队, 1980 年 12 月);
- (3)《潮州市潮安区地质灾害防治规划(2020-2025)》, 潮安区自然资源局, 2020 年。
- (4)《潮州市地质灾害防治规划(2020~2025)》, 潮州市人民政府办公室, 2020 年 10 月。

2、矿区地质、开采技术等资料

- (1)《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区高岭土(陶瓷土)矿普查报告》(广东省有色金属地质勘查局九三一队, 2012 年 5 月);
- (2)《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜陶瓷土矿区矿产资源开发利用方案》(广东安元矿业技术服务有限公司, 2012 年 9 月);
- (3)《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜陶瓷土矿区土地复垦方案》(广东安元矿业技术服务有限公司, 2012 年 11 月);
- (4)《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜瓷土矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案》(广东省有色金属地质勘查局九三一队, 2012 年 11 月);

(5)《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区高岭土（陶瓷土）矿资源储量分割说明书》（潮州市潮安区自然资源局，2021 年 5 月）；

(6)《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段高岭土（陶瓷土）矿矿产资源开发利用方案》（广东省有色金属地质局九三一队，2021 年 11 月）；

(7) 矿山提供的矿山总平面布置图、开采现状图和相关图纸、资料以及现场收集的
有关资料。

3、土壤、土地类型等资料

(1)《广东土壤》（广东省土壤普查办公室编著）；

(2) 潮安区 2018 年度土地利用现状图（局部）；

(3) 潮安区（2010-2020 年）年度土地利用总体规划图（局部）

(4) 潮州市 2022 年第一季度建筑工程信息价(不含税)；

(5) 矿山企业提供的其它相关资料。

四、方案适用年限

（一）矿山生产服务年限

根据《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段高岭土（陶瓷土）矿矿产资源开发利用方案》（广东省有色金属地质局九三一队，2021 年 11 月）可知，矿山生产服务年限约 32.2 年。

（二）采矿许可证剩余服务年限

矿山为首次发证，现持采矿许可证有效期为 2013 年 2 月 5 日至 2039 年 2 月 5 日。截止 2022 年 5 月 31 日，剩余年限约为 17 年。

（三）本方案适用年限与基准期

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）》（2018 年 1 月），生产矿山方案适用年限原则上依据采矿证有效期确定，新申请矿山适用年限按开发利用方案确定生产服务年限。

矿山已取得采矿许可证，本方案服务年限根据矿山采矿许可证剩余年限+治理管护期确定，即 17 年+3 年=20 年。方案基准期以潮州市自然资源局批准备案本方案之日起计算。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制严格按照《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦工作方案编报有关工作的通知》（国土资[2016]21号）和《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》规定的程序（图0-1）进行。

本方案编制工作程序框图详见图0-1。

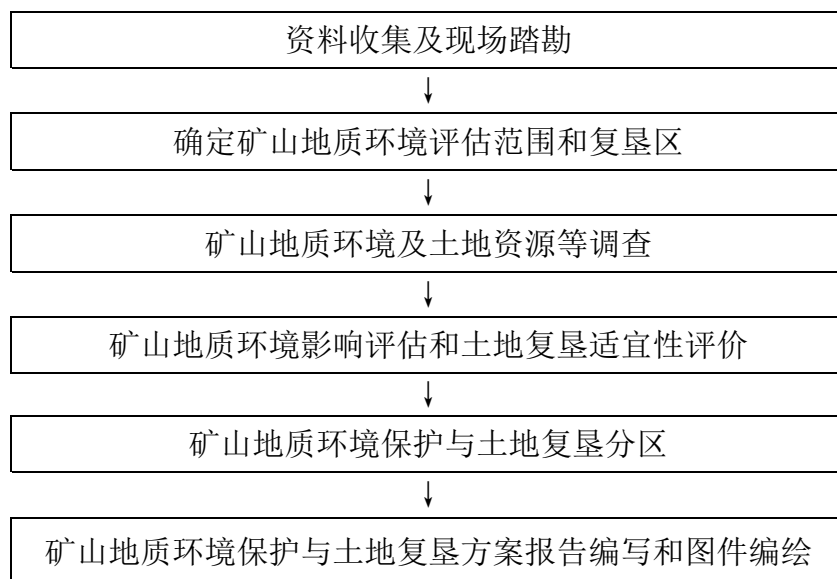


图0-1 工作程序框图

（二）编制过程

我队接受委托后，组建了项目组，项目组设项目负责人，按照分工的不同着手搜集方案涉及区域的地质环境背景条件、土地利用现状、土地利用总体规划、矿山开采规划及矿山开采技术条件等相关资料，分析研究区域资料，进行现场踏勘，编写方案大纲，开展野外现场调查工作，之后对所收集调查的资料进行室内综合分析整理和信息数据处理，确定了矿山地质环境评估范围和复垦区，并进行了矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价及矿山地质环境保护与土地复垦分区，最终提交了本次矿山地质环境保护与土地复垦方案报告。

（三）工作方法

本方案的编制工作主要按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）、《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）与《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》及相关的行业技术标准执行，分为三个阶段：

第一阶段（2022 年 2 月 25 日～2 月 27 日）：收集矿区的社会经济、自然条件、地质条件、土壤植被分布、土地利用现状及规划、矿山开发利用方案等相关资料；对矿区内地质环境条件的基本特征进行综合分析，找出与矿区开采活动密切相关的矿山地质环境问题，确定评估范围和评估级别。

第二阶段（2022 年 2 月 28 日～3 月 17 日）：采用比例尺为 1:2000 地形图作为底图，开展矿山地质环境和土地资源等调查，实地调查复垦区土壤、水文、水资源、生物多样性、土地利用、土地损毁、矿山地质环境破坏等情况；针对不同土地利用类型区，挖掘了土壤剖面，采集土壤样品并进行分析；采集相应的影像、图片资料，并做文字记录；采用座谈会、问卷调查走访的形式，调查公众对土地复垦利用方向的意图，以及对复垦标准与措施的意见；对各类矿山地质环境问题及规模进行详细描述及拍照。

第三阶段（2022 年 3 月 18 日～2022 年 6 月 18 日）：资料整理，选定矿山地质环境保护与土地复垦的标准、措施，明确矿山地质环境保护与土地复垦的目标，确定矿山地质环境保护与土地复垦经费的来源，研究评估区现状条件下及预测矿山建设中土地损毁与矿山地质环境问题类型、分布、成因及变化规律，针对各类土地损毁与矿山地质环境问题，初步拟定矿山地质环境保护与土地复垦方案，广泛征询各方意见，从各方面进行可行性论证；依据方案协调论证结果确定矿山地质环境保护与土地复垦标准，进一步优化工程设计，完善了工程量测算及经费估算，细化了土地复垦与地质环境保护治理工程的实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施。同时对《开发利用方案》等资料进行深入分析，对该工程进一步探讨和研究，根据《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）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）》（2018 年 1 月），编制完成《广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》及相关附图、附件。

（四）完成工作量及质量控制措施

1、完成工作量

主要工作项目包括现场踏勘，对矿区损毁土地占用的土地类型、数量、质量、分布、利用状况、生产水平和土地权属等进行修测校正，调查占用破坏土地情况。完成主要工作量情况见表 0-1。

表 0-1 完成主要工作量及提交成果统计表

项目	内容	单位	工作量
完成 主要 工作 量	资料收集	份	11
	地面调查面积 (1:2000)	km ²	1.66
	调查线路长度	km	4.5
	矿山地质环境与土地复垦调查点	处	110
	评估区面积	km ²	1.6568
	水样采集	件	1
	土样采集	件	2
	现场拍照片	张	90
提交 成果	1. 方案正文	份	1
	2. 附图	幅	7
	3. 附表	张	2

2、质量评述

资料收集：收集了矿区储量核实报告、矿产资源开发利用方案、矿区土地利用规划图、土地利用现状图等资料，其中储量核实报告、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，土地利用规划图以及现状图均为现行有效图件，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。

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 国家坐标系，等高线间距为 5m，地形底图能反映现状地形地物，工作用图满足规范的要求。

依据矿体的分布、矿山开采现状以及地貌特征，野外调查工作路线布置东～西向为主，共布置 110 个综合调查点，调查路线间距为 100～300m，点距 20～90m，在露天采场区及其影响区加密布置调查点，附图上每 1hm² 范围内调查点平均数量为 1～2 个，调查点密度符合有关标准。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进行了记录、拍照，并对原始记录及综合图件都进行 100%的自检和互检，科室负责 30%检查，技术负责 5%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。

总之，本次工作中收集的资料比较全面，矿山提供基础数据和现场调查数据真实可靠，矿山地质环境和土地资源调查及报告编制工作按国家和广东省现行有关技术规程规范进行，工作精度符合规程规范要求，质量可靠，达到了预期目的。

3、质量控制措施

本次工作项目组成员均为有相应资质或能力的技术人员，方案编制严格按照相关的工

作程序及工作方法，调查方法和工作程序以及精度符合有关规范要求，设计的矿山地质环境治理工程、土地复垦工程针对性强，实施保护、治理和复垦工程费用预算依据充分、合理，符合矿山及当地实际。

为了确保方案编制质量，项目负责人对方案编制工作进行全程质量监控。对工作进程中的各个节点如野外矿山地质环境调查、土地资源调查、室内综合研究和报告编制等及时进行质量检查，并组织单位有关专家对矿山地质环境条件、评估级别、恢复治理及土地复垦工程设计等关键问题进行了重点把关。报告编制完成后，组织有关专家进行了报告内审工作，报告主编根据专家审查意见再进一步修改完善。

本次工作质量符合自然资源部颁发的《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规发[2016]21 号）文件要求。方案编制工作是在充分收集已有资料及野外矿山地质环境调查、土地利用现状的基础上编制的，搜集的资料均为以往提交的成果报告和相关图件，多经上级主管部门组织审查通过，资料真实可靠。

水土样检测：单位委托广东省地质局第五地质大队实验室负责，该单位通过了省质量技术监督局认证，具有测试分析 CMA 认证检测项目有金属及金属制品成分分析、化工制品、矿石矿物成分分析、地质调查样品成分分析、水质分析、土工试验、岩石试验、环境检测等八大类 50 项 614 个小项。本次检测依据与结果真实性强，可作为参考依据。

综上所述，本次工作收集资料较全面，矿山地质环境调查和报告编制工作按国家和广东省现行有关技术规程、规范进行，工作精度符合相关规程、规范要求，质量可靠，可达预期目的。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

采矿权人：潮州市健诚瓷业有限公司

地址：潮安区赤凤镇葵山村羊逃坑

矿山名称：潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：陶瓷土

开采方式：露天开采

生产规模：15.00 万 m^3/a

矿山可服务年限：剩余服务年限 17a

矿区面积：0.3861 km^2

开采深度：+290.1m~+112m（拟变更为+175m~+60m）

采矿许可证有效期限：2013 年 2 月 5 日至 2039 年 2 月 5 日

矿区中心点地理坐标：矿区位于潮州市城区约 330° 方位、平距约 23km 处，隶属潮安区赤凤镇管辖。矿区中部有简易公路约 7km 至潮安区赤凤镇，往韩江东岸南下约 30km 至潮州市，与汕汾、深汕高速公路、广梅汕铁路线相接，通往全国各地；水路可从潮州码头沿韩江南下到汕头出海，水陆两路交通均较便利（图 1-1）。矿区中心地理坐标：东经 116° 30' 57"，北纬 23° 51' 53"。

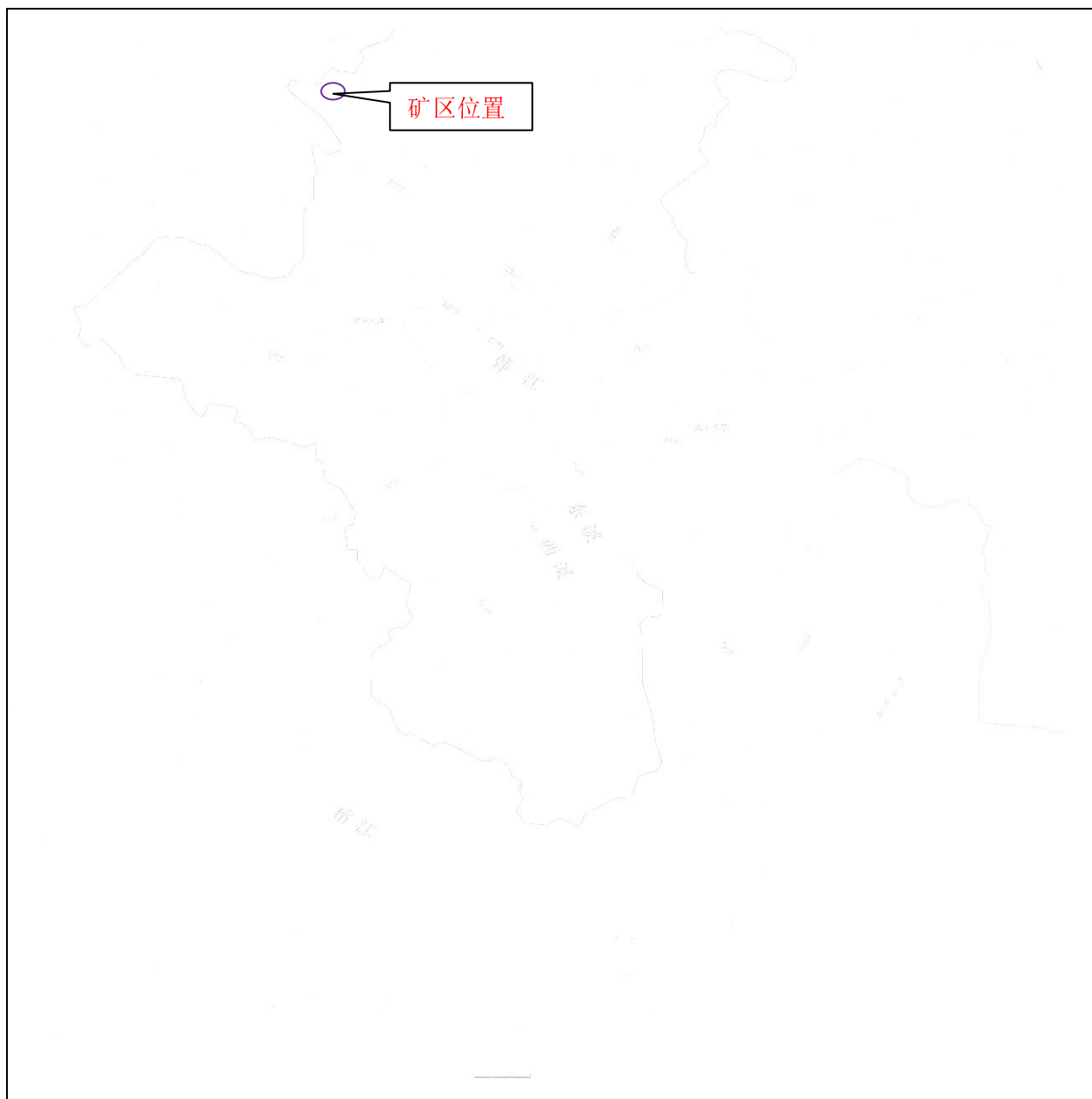


图 1-1 交通位置简图

二、矿山范围及拐点坐标

根据“采矿许可证(*****)”可知，矿区范围由 13 个拐点圈定，矿区面积为*****km²，开采标高由+*****m 至+*****0m（拟变更为+*****m~+*****m），生产规模 15.00 万 m³/a。

矿区采矿许可证拐点直角坐标见表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

拐点	1980 西安地理坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****
5	*****	*****	*****	*****
6	*****	*****	*****	*****
7	*****	*****	*****	*****
8	*****	*****	*****	*****
9	*****	*****	*****	*****
10	*****	*****	*****	*****
11	*****	*****	*****	*****
12	*****	*****	*****	*****
13	*****	*****	*****	*****
矿区面积：***** km ²				
开采深度（标高）：+2*****0m~+1*****00m				

三、矿山开发利用方案概述

2021 年 11 月，广东省有色金属地质局九三一队完成了《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段高岭土（陶瓷土）矿矿产资源开发利用方案》的编制工作，开采设计方案概况如下：

（一）矿山建设规模及产品方案

设计矿山建设规模：根据该矿区保有资源量、矿床开采技术及矿区地形条件，结合该矿实际情况与地方市场需求，确定矿山建设规模为 15 万 t/a，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）属大型矿山生产规模。

产品方案：矿石产品即为开采出的原矿石，不进行加工处理即外运销售。矿山不设置选矿厂和尾矿设施，原矿直接外运销售。

（二）矿山工程布局

1、现有工程布局

由于矿山变更开采标高，重新编制有开发利用方案，主要工程布局露天采场、工业场地、办公生活区与矿山道路组成。现状矿山内仅有露天采场与办公生活区。（详见图 1-2）

采矿权人尚未对矿山进行采矿生产活动，仅矿山局部有小规模民采。矿山工程布局仅有小面积露天采场及临时工业场地。

露天采场：矿山存在两处露天民采区域，分别位于矿区中部、中南部，合计面积约0.03km³，开采深度较小，呈不规则状，部分仅对地表残坡积层及植被进行了剥离，均采用挖机挖掘+汽车运输的方式开采，矿山最大开采边坡高差约36m，最大开采边坡角约46°。

临时工业场地：位于矿区范围内中南部，面积约648m²。场地设置了仓库、机修车间、临时休息室及供电变配电设备设施等。



图 1-2 现有工程布局

2、设计工程布局

露天采场：采场布置在采矿许可证圈定的矿区范围内，开采面积 0.3861km^2 ，最低开采标高+60.0m。

综合服务区（新建）：设置矿区外 11 至 12 号拐点之间南侧，包括办公生活服务等场所设施，面积约 648m^2 。

矿山道路（原有+改建+新建）：矿山内部道路利用原有作为汽车进行运输，矿区内部运输道路已相当完备，对已有运输道路进行改造，并根据实际需要新建两条矿山道路。矿山外部运输利用地方公路，给予合理补偿，并搞好日常维护，如洒水降尘、路基修补、路面保养等。

排土场：位于矿区 5 号拐点东侧 50m 山谷，面积分别为 0.0078km^2 ，堆高为+145.0m~+180.0m。利用分层平面法计算容积约 12.19 万 m^3 ，排土场容量能够满足剥离表土和废石的堆放要求。

潮州市潮安区赤风羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段矿产资源开发利用方案总平面布置图
1:2000

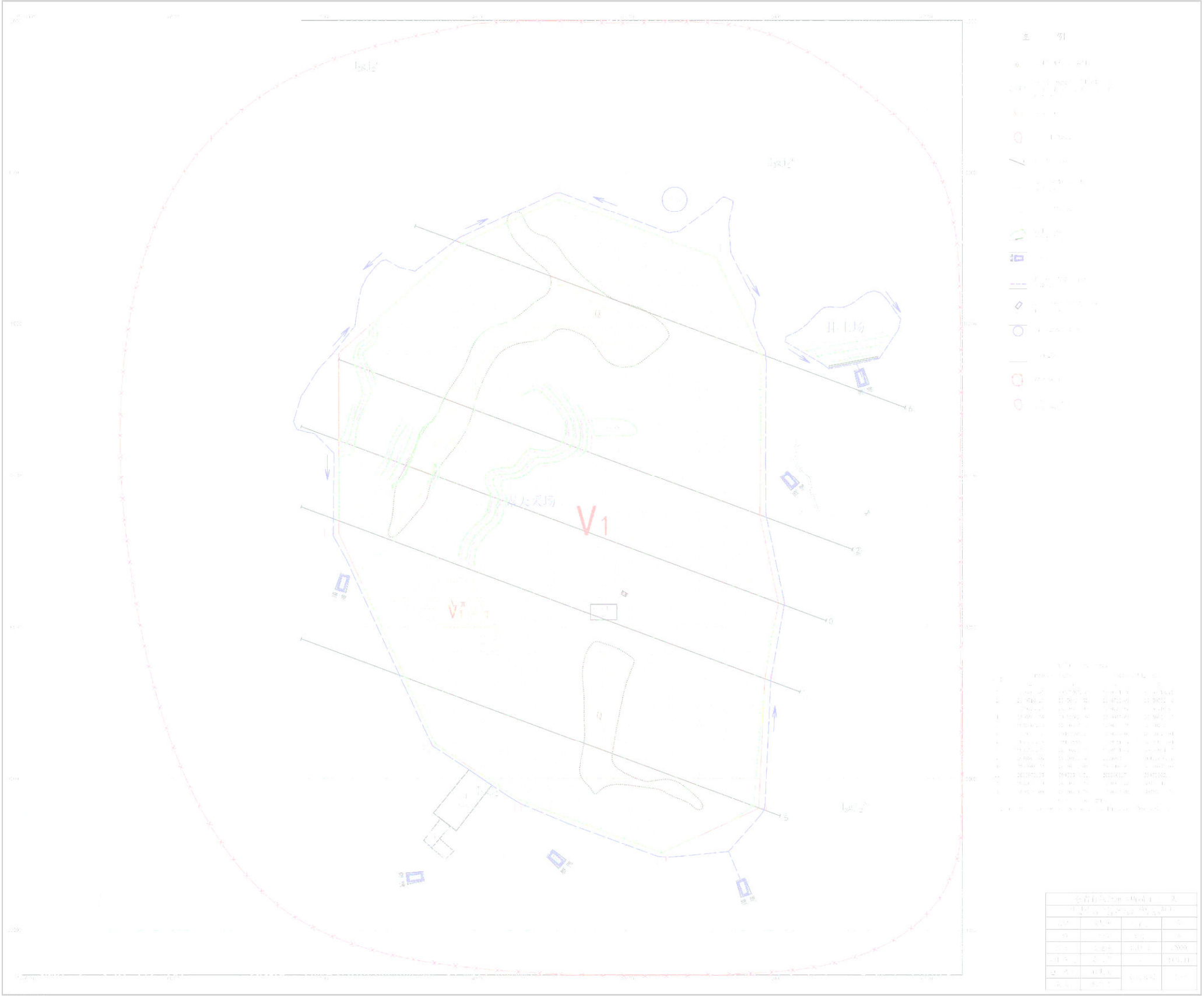


图 1-3 矿区设计开拓布置总平面图

潮州市健诚瓷业有限公司赤风瓷土矿开采终了剖面图

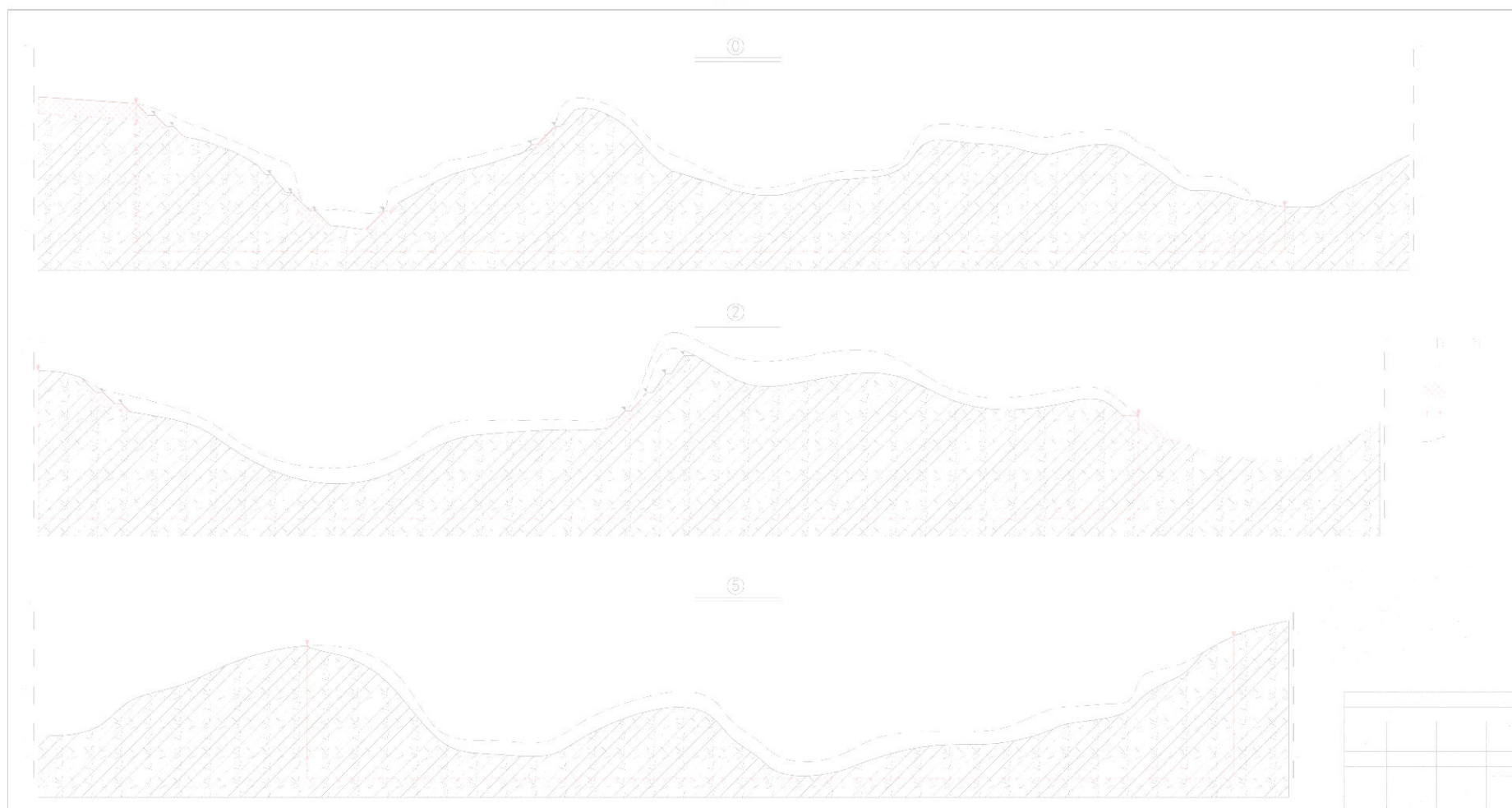


图 1-5 矿山开采终了剖面图

(图 1-3、4、5 来源《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段高岭土(陶瓷土)矿矿产资源开发利用方案》
(广东省有色金属地质局九三一队, 2021 年 11 月))

（三）矿区拟开采的层位

该矿山矿体为山坡风化残坡积类型，赋存于山坡风化层中，沿山坡呈面状分布，埋藏浅，覆盖层薄。

（四）矿产资源储量

1、备案的储量

根据《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区高岭土（陶瓷土）矿资源储量分割说明书》显示：截止到 2021 年 5 月 10 日，潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段范围，即拟调整采矿许可证范围（标高 175m~60m）：查明高岭土（陶瓷土）资源量矿石量*****万 t、粘土量*****万 t；民采动用探明资源量矿石量*****万 t、粘土量*****万 t；保有控制资源量矿石量*****万 t、粘土量*****万 t，推断资源量矿石量*****万 t、粘土量*****万 t。淘洗率 27.5%。

拟调整采矿许可证范围内剥离量为*****万 m³，采剥比为 0.24。

2、设计利用的矿产资源储量（Q₁）

参照《关于发布〈矿业权出让收益评估应用指南（试行）的公告〉》（中国矿业权评估师协会公告 2017 年第 3 号）有关规定：对于控制资源类型及推测资源量类型的矿产资源可信度系数不作调整，均取值为 1.0。则本方案设计利用的矿产资源储量 Q₁ 分为：

$Q_1 = \text{*****} \times 1.0 + \text{*****} \times 1.0 = \text{*****} \text{万 t}。$

3、确定开采储量（Q₂）

根据矿体赋存特点，采用挖掘机直接采矿。在矿体边界的地方，会有少量矿体无法完全采出。估算边界设计损失为 5%。

设计确定的开采储量（Q₂）=设计利用资源储量—边界设计损失：

$Q_2 = \text{*****} - (\text{*****} \times 5\%) = \text{*****} \text{万 t}。$

4、资源利用率 η

$\eta = Q_2 / Q_1 = \text{*****} \div \text{*****} \times 100\% = 95\%。$

5、纯采出矿石量 Q_{ch}

根据矿体赋存情况和开采条件，结合开采工艺，采矿损失率 k 确定为 2%。

$Q_{ch} = Q_2 \times (1 - k) = \text{*****} \times (1 - 2\%) = \text{*****} \text{万 t}。$

6、实际采出矿石量 Q_c

根据矿体赋存情况和开采条件，结合开采工艺，废石混入率 ρ 取 0.5%。

$Q_c = Q_{ch} / (1 - \rho) = \text{*****} \div (1 - 0.5\%) = \text{*****} \text{万 t}。$

（五）矿山设计年生产能力及生产服务年限

1、生产能力

矿山年剥采总量 $Q_z = \text{采矿量} \times (1 + \text{剥采比}) \times \text{不均衡系数}$

$$Q_z = 15 / 2.15 \times (1 + 0.26) \times 1.15 \approx 11 \text{ 万 m}^3,$$

计算矿山年采剥矿总量 10 万 m^3 ，按 2.15 t/m^3 折算，约 21.5 万 t。

2、生产能力年限

矿山设计采出矿量 $Q_c = \text{****}$ 万 t，设计生产规模 $A = 15$ 万 t，计算开采年限 $T_1 = \frac{Q_c}{A} =$

$\text{****} / 15 \approx 32.2$ 年。

（六）矿山开采顺序

开采顺序是自上而下，分水平台阶开采。

（七）采矿工艺

（1）采矿方法：开采顺序仍是自上而下。设计大致沿地形等高线法线方向，按垂高 8m 将采场划分若干开采阶段，保持装运平台 20m。矿山主要采用单斗挖掘机就地铲装，如遇局部稍坚硬矿石采用爆破作业。采矿工艺：用单斗挖掘机将矿体就地铲装（局部采用爆破作业），由自卸汽车外运销售。

（2）采场开拓：主要是开辟边坡上的采矿平台和道路。

（3）各阶段的开拓与剥离：主要是剥离表土，加宽平台道路，铺筑路面垫层，形成装运和行车条件。初期的剥离土需运送到排土场，少量土源供修筑道路。后期剥离土就地转排到上部底板，用于复垦。

（4）回采与装运：回采工艺就是单斗挖掘机就地直接铲装，由自卸汽车直接外运销售

（八）防治水方案

1、防治措施

（1）矿区外部防排水

境界外截水是露天采矿场防洪排涝并维持边坡稳定的一项重要工程项目，自始至终，不可缺少。因此，在采场及排土场外围凡处于山坡分水线下部的开采坡面及均要设置截水沟。对于地表大气降雨汇水流向矿区的，可沿着矿区范围外 8~10m 处开挖截水（排洪）沟，将降雨汇流引出矿区外。本矿区外围截水沟水流方向复杂，总体上矿区北西侧及南东

侧水流沿外围截水沟汇至矿区内部后由北至南排出；其余矿区部分水流沿外围截水沟汇至山谷由西侧或南侧排出，所有排水均最后经沉砂池排入沟渠。

截水工程的目的是：截断矿区外部所有山坡径流，防止山洪冲刷开采坡面，并最大限度减少矿区总汇水量，同时减少矿区水土流失。截水沟主要技术参数有以下几点：

- ①水力坡度不小于 5‰；
- ②土层段和裂隙发育的破碎岩层，必须注意防渗漏；
- ③由高到低随汇水增加扩大截水沟过水断面；
- ④全沟段不得有局部凹陷或倒坡，杜绝汇水泄流；
- ⑤对于汇水面积大、山坡陡峭的局部地段，可在主截水沟上部设立二级截水分流沟。

冲击泄流部位要设置缓冲池（消能池）。

（2）矿区内的排洪排涝

①采矿平台若出现局部积水，无法向境界外分流时，应设置坡面泄水吊沟（或吊管），向下疏排台阶汇水。

②雨季，采场内不要堆存剥离土；不便立即转运的剥离土要采取覆盖或隔水措施，防止泥石流发生。

③开采台阶最终边坡要设置截、排水沟，将上部坡面汇水疏排到两端境界外或排放到坡面泄水吊沟。

④采场底板的排水系统与矿区下游总排洪沟要相通，并保持不小于 5‰的坡度。

⑤矿区部分截水沟汇水经区内排出，开采汇水区域矿体时应尽可能避免雨季进行，开采时应分段进行，并设置临时排水沟，以保证汇水排出。

⑥矿区存在两条季节性水沟，一条位于由矿区西部穿越，一条由矿区南东部穿越。经实地监测，11 月份（枯水季）水量分别为 150L/d、100L/d，水量不大，在水沟流经区域开采矿体时应在枯水季进行，开采之前应施工临时水渠向矿区外排水，并采取采区一定的防水应急措施，避免水量过大引起地质灾害。

2、沉砂池设置

矿区内排水泥砂含量较高，易对下游造成泥沙污染。水质处理主要是沉淀泥砂、澄清水质。设计用沉砂池进行水质处理，本方案根据《污水综合排放标准》对矿山水质进行处理：废水排放指标为泥砂含量不大于 500g/m^3 （具体以当地相关部门对矿山排水要求为准）。

露天采场及排土场等汇水泥沙含量较高，下游出口必须设置沉砂池进行水处理-主要

是沉淀泥砂、澄清水质。沉砂池位于矿区下游，规格为（长 15m×宽 10m×高 2.5m）容量不小于 375m³。根据环保要求，矿区废水排放指标应达到泥沙含量不大于 500g/m³，方可向外排放，规格可根据实际水量大小适当调整。要求每次洪水过后，沉砂池要清淤，以确保沉淀和澄清效果。

（九）剥离土与废渣的处置

剥离土与废渣初期需运送到排土场，少量土源供修筑道路。后期剥离土就地转排到上部底板，剥离土用于土地复垦，废渣用于矿山地质环境治理砌石挡土墙使用。

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史情况

2003 年被当地村民发现高岭土矿后，就开始断续有小规模私营老板开采，矿山内有两处有开挖后遗留的历史民采区。分别位于矿区中部、中南部，最大长约 250m，宽约 80~200m 不等，采深不均匀，约 5~20m 不等，且属于乱采性质，其它民采约长 50~150m，宽 40~100m 不等，目视可见地表的采剥破坏，合计面积约 3.34hm²。

1、探矿权转采矿权情况

2004 年 12 月，张伟标首次取得了原广东省国土资源厅颁发的“广东省潮安县赤凤羊逃坑—皇帝溜高岭土矿普查”勘查许可证(证号：400000410214)，有效期为 2004 年 12 月 28 日至 2006 年 12 月 27 日，勘查面积 12.76km²，后经多次延续、变更登记，最近一次延续为 2012 年 1 月，探矿权人变更为潮州市健诚瓷业有限公司，勘查项目名称仍为“广东省潮安县赤凤羊逃坑—皇帝溜高岭土矿普查”，勘查许可证号：T44120090103023422；有效期限为 2012 年 1 月 9 日至 2012 年 12 月 27 日，勘查面积变更为 9.03km²。其勘查许可证范围由 12 个拐点圈定，勘查深度（标高）：15.10~429.80m，拐点坐标见表 1-2。

表 1-2 全区勘查区范围拐点坐标表

拐点	1980 西安地理坐标系		2000 国家大地坐标系	
	经度	纬度	经度	纬度
1	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****
5	*****	*****	*****	*****
6	*****	*****	*****	*****
7	*****	*****	*****	*****
8	*****	*****	*****	*****
9	*****	*****	*****	*****
10	*****	*****	*****	*****
11	*****	*****	*****	*****
12	*****	*****	*****	*****
矿区面积: 9.03 km ²				
勘查深度 (标高): 15.10~429.80m				

白莲区段范围: 面积 1.06km², 勘查深度 (标高): 60.00~290.10m, 根据白莲区段勘查范围拐点坐标对勘查区面积重新计算校核, 原勘查面积 1.06km² 有误, 校正后勘查区面积 1.89km², 范围拐点坐标见表 1-3。

表 1-3 白莲区段勘查范围拐点坐标表

拐点	1980 西安直角坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****
原普查报告普查区面积: 1.06km ²				
本次分割校正后普查区面积: 1.89km ²				
勘查深度 (标高): 60.00~290.10m				

塘北区段范围: 面积 0.16km², 勘查深度 (标高): 90.00~275.00m, 根据塘北区段勘查范围拐点坐标对勘查区面积重新计算校核, 原勘查面积 0.16km² 有误, 校正后勘查区面积 0.50km², 勘查深度 (标高): 90.00~275.00m 有误, 校正后勘查区勘查深度 (标高): 100.00~340.00m, 塘北区段范围拐点坐标见表 1-4。

表 1-4 塘北区段勘查范围拐点坐标表

拐点	1980 西安直角坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)

1	****	****	****	****
2	****	****	****	****
3	****	****	****	****
4	****	****	****	****
原普查报告普查区面积：0.16km ²				
本次分割校正后普查区面积：0.50km ²				
原普查报告勘查深度（标高）：90.00~275.00m				
本次分割校正后勘查深度（标高）：100.00~340.00m				

注：全区、白莲区段、塘北区段勘查范围 1980 西安坐标资料来源于 2012 年 8 月普查报告，2000 国家大地坐标系均为此次分割转换而来。

潮州市健诚瓷业有限公司于 2013 年 2 月 5 日取得由潮州市国土资源局颁发的采矿许可证，采矿权人：潮州市健诚瓷业有限公司，矿山名称为潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿，证号为 C4451002013027110131776，开采矿种：陶瓷土，开采方式：露天开采，矿区面积为 0.3861km²，开采标高：290.1m 至 112m，有效期限为 2013 年 2 月 6 日至 2039 年 2 月 5 日，矿山核准生产规模为 15.00 万吨/年。矿山至今未开展采矿生产活动。

现采矿证范围拐点坐标见表 1-5。

表 1-5 现采矿证范围拐点坐标

拐点	1980 西安地理坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	****	****	****	****
2	****	****	****	****
3	****	****	****	****
4	****	****	****	****
5	****	****	****	****
6	****	****	****	****
7	****	****	****	****
8	****	****	****	****
9	****	****	****	****
10	****	****	****	****
11	****	****	****	****
12	****	****	****	****
13	****	****	****	****
矿区面积：0.3861 km ²				
开采深度（标高）： 290.10~112.00m				

由于采矿证范围仅包含白莲区段资源量，采矿证开采深度 290.1m 至 112m 与普查报

告中白莲区段（V₁ 矿体）资源量评价深度（175m 至 60m）不相符，不利于矿产资源储量利用，根据潮州市潮安区自然资源局要求，应对潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜高岭土矿评审备案的资源量进行分割，分割为白莲区段（V₁）资源量和塘北区段（V₂）资源量，并把采矿深度变更为 175m 至 60m。矿区范围拟调整矿区范围拐点坐标见表 1-6。

采矿证范围调整获潮州市自然资源局批准（见附件 2）。

表 1-6 拟调整采矿证范围拐点坐标

拐点	1980 西安地理坐标系		2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)	X(m)	Y(m)
1	*****	*****	*****	*****
2	*****	*****	*****	*****
3	*****	*****	*****	*****
4	*****	*****	*****	*****
5	*****	*****	*****	*****
6	*****	*****	*****	*****
7	*****	*****	*****	*****
8	*****	*****	*****	*****
9	*****	*****	*****	*****
10	*****	*****	*****	*****
11	*****	*****	*****	*****
12	*****	*****	*****	*****
13	*****	*****	*****	*****
矿区面积：0.3861 km ²				
开采深度（标高）：175.00~60.00m				

拟调整的采矿证范围拐点坐标不变，仅对开采深度进行更正。

勘查区、现采矿证与拟调整平面矿区范围平面示意图见图 1-6。



图 1-6 勘查区、现采矿证与拟调整平面矿区范围平面示意图

2、资源储量变化情况

2012 年 8 月，广东省有色金属地质局九三一队编写的《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜高岭土（陶瓷土）矿普查报告》，报告于 2012 年 8 月 15 日通过广东省矿产资源储量评审中心评审（粤资储评审字[2012]179 号），同时在潮州市国土资源局进行了备案（潮国土资（储量）备字[2012]1 号）。现采矿证范围资源储量评审备案情况如下：截止 2012 年 4 月 30 日，潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区累计查明陶瓷用高岭土矿资源量（332+333）矿石量 6360.27kt，粘土量 1749.07kt，其中控制的内蕴经济资源量（332）矿石量****kt、粘土量 248.33kt，推断的内蕴经济资源量（333）矿石量 5457.25kt、粘土量 1500.74kt,矿产资源储量规模为大型。

2021 年 5 月，广东省有色金属地质局九三一队于对 2012 年 8 月编制的《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜高岭土（陶瓷土）矿普查报告》中矿区进行分割，提交了《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区高岭土（陶瓷土）矿资源储量分割说明书》，说明书于 2021 年 10 月 22 日通过广东省矿产资源储量评审中心评审（粤资储评审字[2021]140 号）

并进行了备案（粤自然资储备字[2021]76号）。）发证矿山潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿资源量为白莲区段的资源量，分割后白莲区段资源量全部在 V_1 矿体估算范围内，与拟设采矿许可证范围相同。矿山至今未进行采矿生产活动，白莲区段和塘北区段资源量均未发生变化。拟调整(拟校正开采标高)潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿现采矿许可证范围（标高 175m~60m）查明高岭土（陶瓷土）资源量矿石量 563.99 万 t、粘土量 155.10 万 t；民采动用探明资源量矿石量 47.98 万 t、粘土量 13.19 万 t；保有控制资源量矿石量 85.08 万 t、粘土量 23.40 万 t，推断资源量矿石量****万 t、粘土量 118.51 万 t。淘洗率 27.5%。

本次储量分割潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区（白莲区段、塘北区段）查明高岭土（陶瓷土）资源量矿石量****万 t，较 2012 年 8 月编制的《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜高岭土（陶瓷土）矿普查报告》查明资源量矿石量 636.027 万 t 增加了 54.163 万 t。

主要是因为 2012 年 8 月编制的《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜高岭土（陶瓷土）矿普查报告》没有估算民采动用资源量（54.16 万 t）。

其次是资源量重新估算误差所致。

表1-7 资源储量分割情况统计表

分割 块段	资源储量 类型	资源储量 类别	矿石量 (万 t)	粘土量 (万 t)
2012 年 8 月普查备 案全矿	保有 资源量	332	****	****
		333	****	****
	累计查明	332+333	****	****
现采矿许 可证范围 (290.1m ~112m)	保有 资源量	控制资源量	****	****
		推断资源量	****	****
	民采动用资源量	探明资源量	****	****
	累计查明		****	****
白莲区段 (拟调整 采矿许 可证范 围 175m~ 60m)	保有资源量	控制资源量	****	****
		推断资源量	****	****
	民采动用资源量	探明资源量	****	****
	累计查明		****	****
塘北区段 (265m~ 100m)	保有资源量	控制资源量	****	****
		推断资源量	****	****
	民采动用资源量	探明资源量	****	****
	累计查明		****	****

分割后全 矿区（白 莲区段+ 塘北区 段）	保有资源量	控制资源量	*****	*****
		推断资源量	*****	*****
	民采动用资源量	探明资源量	*****	*****
	累计查明		*****	*****

（二）矿山现状情况

目前矿山仍处于建设阶段，并未进行开采活动。采场现有两处不规则历史民采区，分别位于矿区中部、中南部，合计面积约 0.03km³。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

矿区位于广东省潮州市潮安区境内韩江东侧，属亚热带季风气候，温暖湿润，雨量充足，终年不见雪，常年有台风、暴雨袭击。每年6~10月是受热带气旋影响的主要时段，因而在此期间多大雨和暴雨。

据潮州统计年鉴2021年度数据（1998-2020年），多年年均降雨量1644.6mm，最大年降水量累计值为2016年2775.2mm，最小年降水量累计值为2009年1076.5mm；最大24小时累计降雨量262.3mm（2008/6/14）。

据潮州市气候公报2021年，潮州市2021年气候主要特点：汛期降水偏少，部分地区出现旱情；热带气旋对潮州市影响不明显；汛期出现阶段性高温天气；局部地区强对流、强降水造成一定影响。

汛期降水偏少，部分地区出现旱情。2021年降水显著偏少，其中潮州1233.9毫米，比历年平均值少477.7毫米，偏少27.9%；饶平867.8毫米，比历年平均值偏少665.7毫米，偏少43.4%。尤其是春季到汛期降水异常偏少，导致潮安区北部、饶平县北部出现旱情。

热带气旋影响不明显。2021年共有6个热带气旋进入潮州市防区，均出现在后汛期，其中9号台风“卢碧”、18号台风“圆规”造成饶平暴雨大风天气，其余对潮州市无明显影响。

汛期出现阶段性高温天气。2021年潮州市平均气温22.6℃，与历年持平；饶平23℃，比历年平均值偏高0.9℃。降水时空分布不均匀，高温（ $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）日数明显偏多，达35天，比常年平均偏多19天，出现时段较早，5月16日即出现高温天气，其中5月28日最高气温达37.9℃，打破潮州市5月份最高气温纪录；5月下旬、6月中旬后期到下旬初、7月下旬、9月中旬出现了连续高温天气。

局部地区对流、强降水造成一定影响。5月下旬末受高空槽和切变线影响，市区及潮安区北部出现断时强降水、冰雹、大风。

表 2-1 潮州多年气象要素统计（来源潮州统计年鉴 2021 年）

年份	平均气温 (℃)	日照 (小时)	雨量	相对湿度	极端 ≥35℃ 高温 日 (天)	极端 ≤5.0℃ 低温 日 (天)	霜 日	雨日	暴雨 日
1998	23.3	2041.0	1648.0	78.0	36	0	0	150	4
1999	22.9	2087.9	1516.2	74.0	10	3	2	214	8
2000	22.7	2100.2	2096.9	76.0	23	1	0	130	9
2001	23.0	2189.9	1844.9	75.0	24	0	0	139	10
2002	23.3	2210.9	1510.2	75.0	22	0	0	122	6
2003	22.9	2176.4	1649.9	74.0	35	0	0	116	9
2004	22.8	2317.2	1423.7	72.0	31	2	0	111	7
2005	22.5	1655.2	1836.2	76.0	23	2	0	139	10
2006	23.0	1673.1	1567.5	77.0	22	0	0	186	11
2007	23.1	2001.1	1624.7	77.0	31	0	0	133	8
2008	22.5	2042.5	2151.0	71.0	31	0	0	133	12
2009	23.0	2166.7	1076.5	69.0	29	2	0	120	2
2010	22.8	1804.0	1441.3	71.0	35	2	0	183	4
2011	22.7	2065.1	1278.9	71.0	37	1	0	124	4
2012	22.8	1593.2	1607.6	76.0	30	1	0	202	5
2013	21.7	1848.5	1764.4	77.0	15	3	2	141	8
2014	21.9	2022.6	1497.7	77.0	37	6	3	156	5
2015	22.2	1954.7	1563.2	82.0	23	1	0	156	7
2016	22.0	1660.7	2775.2	85.0	23	7	2	207	14
2017	22.1	1954.6	1629.7	81.0	28	1	0	133	8
2018	22.1	2026.9	1476.0	82.0	29	4	2	160	6
2019	22.6	1779.0	1639.3	74.0	24	0	0	139	4
2020	22.5	1800.0	1207.9	82.0	30	3	0	174	2
平均	22.6	1964.0	1644.6	76.2	27.3	1.7	0.5	150.8	7.1

（三）水文

矿区西南侧为粤东主要的河流韩江，区内植被发育、地形切割较深，溪流沟系较发育，间歇性小溪流较多。见有几处零星分布的小型山塘水库，多数呈季节性干涸。多股溪流汇集成较大的支流，最终汇入韩江。因此，将该片区域内韩江的最低水面标高确定为当地侵蚀基准面，高程约+15.0m。



图 2-1 矿区周边水系分布简图

（四）地形地貌

矿区所处区域属丘陵区，地势大致南低北高。区内以丘陵地貌为主，白莲区段北东侧尖公山为白莲区段最高山峰，海拔标高为 290.1m，塘北区段最高山峰海拔标高为+265.5m，一般地形海拔标高为+150~+300m，相对高差最大为 150m，一般 50~100m，沟系发育，地

形切割较深，植被茂密，残坡积层覆盖厚度大，地形坡度多大于 20° 。

综上所述，矿区内属剥蚀丘陵地貌，形态简单、地貌类型单一。近采场多数地形坡度大于 20° ，依照地形条件设计的终采后部分边坡与岩层的倾向为斜交。矿区地形地貌条件中等。



图 2-2 矿山级周边地形地貌影像图（来源 GoogleEarth 2020 年 4 月 10 日拍摄）

（五）植被

矿区不属于自然保护区、森林公园范围、也不属生态公益林，并未发现有国家级保护植物种类，山林权属集体所有，为用材林地。同时矿区所在区域具备优越的水热条件，有利于多种植物生长，植被类型丰富。具有亚热带常绿阔叶林、针阔叶混交林、针叶林、灌木草丛等。常绿针叶林主要有马尾松、杉、湿地松等；常绿阔叶林、常绿季雨林有桑科、

樟科、梧桐科等，植被覆盖率在 80%以上。



照片 1 矿区周边树林（镜向北东）

（六）土壤

矿区山体表层为第四系残坡积层，成分主要由粘土和粗砂组成。土湿、硬塑、厚5～10m。土类为赤红壤～红壤，土层较为深厚，土壤发生层次明显。土体表层为棕红色，表层以下呈橙黄色或淡黄色，质地壤土～壤粘土，养分含量中等水平。



照片 2 矿区土壤剖面（镜向南西）

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区除广泛发育第四系（Q）外，出露地层主要为上侏罗统高基坪群上亚群下段（J₃gj₂^a）。

1、上侏罗统高基坪群下亚群下段（J₃gj₂^a）：

灰色、灰白色流纹斑岩为主，斑状结构，流纹构造，斑晶主要为石英、斜长石，基质为长英质，石英、斜长石斑晶含量约 20~30%，粒径 0.2~2mm。裂隙较发育，呈不规则分布，局部裂隙面见铁锰质，局部见弱绿泥石化蚀变。产状 133~142° ∠27~43°，厚度约 70~100m。

2、第四系（Q）

主要为冲积及残坡积物，前者分布于山沟冲积平地，后者分布于山麓，主要由花岗岩砾石、石英砂及砂质粘土组成，厚度不等，一般为 0~5m，局部大于 12m。

（2）岩浆岩

本区岩浆岩为燕山三期黑云母花岗岩（γ₅²⁽³⁾）：岩性为中粗粒（斑状）黑云母花岗岩、中细粒黑云母二长花岗岩，呈岩株产出。

白莲区段花岗斑岩体（γ_π²⁽³⁾），位于民采区附近，呈透镜体状产出，岩石呈浅红色，斑状结构，由斑晶和基质组成。斑晶（40%）呈自形晶粒状散布，其成分以钾长石、斜长石、石英为主，暗色矿物黑云母和角闪石少量。斑晶除了钾长石和部分石英粒度较大，可达 2~5mm 外，斜长石、暗色矿物和大部分石英的粒度多在 0.2~0.5mm。基质（60%）则由多量细粒文象交生状钾长石、石英和少量暗色矿物组成。

（二）地质构造与区域地壳稳定性

1、地质构造

矿区在区域上位于 NE 向莲花山深断裂带北段与 EW 向佛岗~丰良深断裂带东段交汇部位，构造以断裂为主，主要区域断裂有 NE 向的万峰山断裂（F3）、狮头岭断裂（F4），NW 向韩江断裂（F1）、仙丰断裂（F2）、牛公寨断裂（图 2-3）。

矿区内地表绝大部分被浮土掩盖，根据公路剖面及旧采坑等人工露头揭露，矿区内断裂构造带主要以 NW 向和 NE 向两组，主要见有一两条 NW 及 NE 向的次一级小断层。除距离白莲区段较近的 F1 外，其它断层均分布于评估区外围，对采场无直接影响。

韩江断裂（F1）：位于白莲区段西北端约 4km，走向 320°~340°，倾向 NE，倾角约

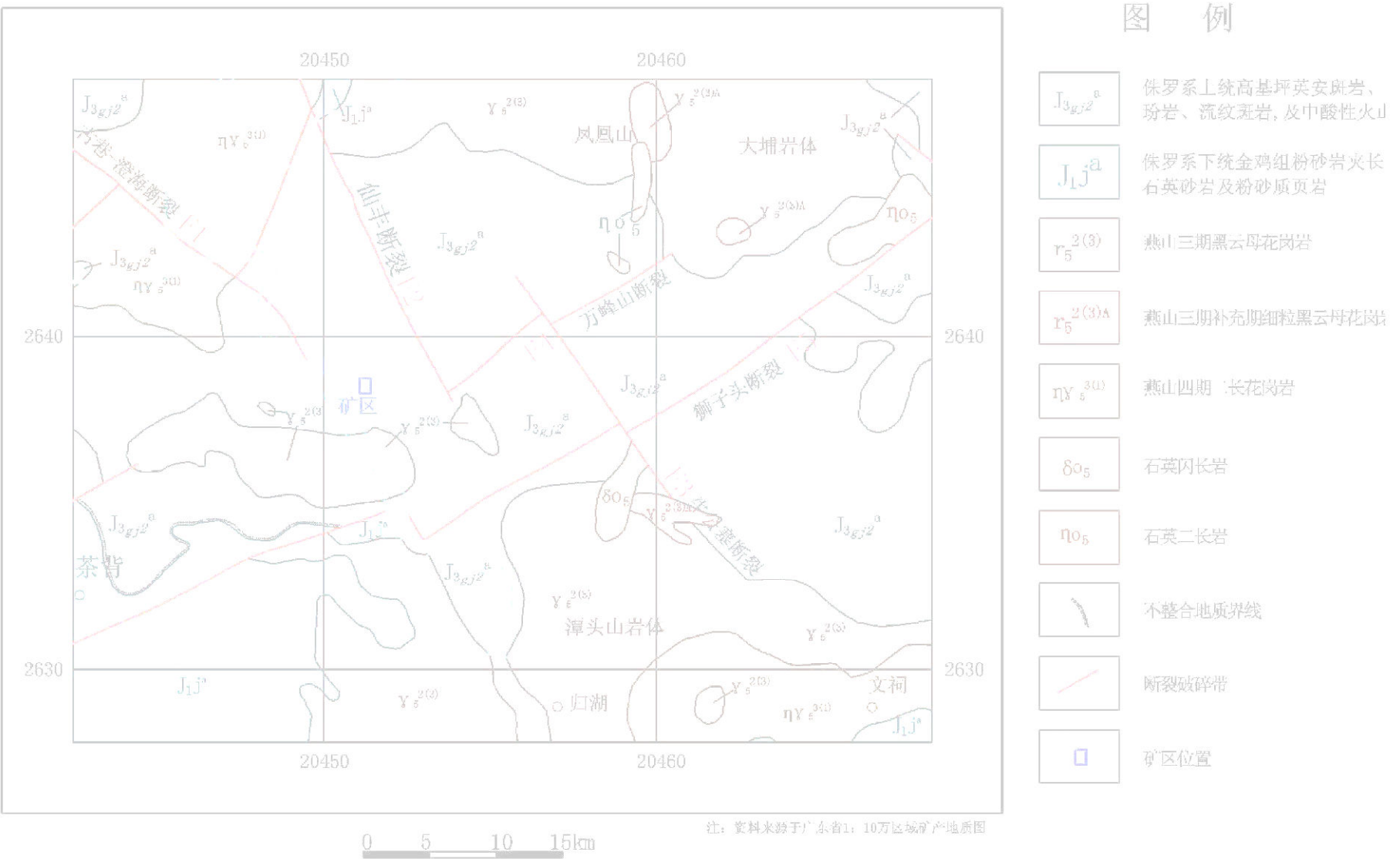


图 2-3 矿区区域地质图 (据 1:20 万区域地质图)

70°，延伸长约 70km，最大带宽约 1.5km，沿西北方向存在破碎带，见断层角砾岩，带中片理化强，局部角砾发育，蚀变主要有硅化、绿泥石化等。

在火山岩体中普遍可见原生或次生的裂隙、节理，主要有三组：①倾向 230°、倾角 48°；②倾向 326°，倾角 55°；③倾向 58°，倾角 75°。这些裂隙普遍具一定规模，长度一般大于 10m，宽度 0.5~3cm 不等。裂隙相互穿插，没有明显的形成先后关系。裂隙形态不甚规则，闭合和张开者均可见，常有泥质或铁锰质沿裂隙充填。此类小裂隙构造是地下水运移排泄的主要通道，对风化壳高岭土矿床的形成起了重要作用，但对矿床的开采影响不大，当裂隙中有黄铁矿充填并在氧化作用下变为褐铁矿时，则对瓷土质量有一定的影响。

评估区内断裂构造不发育，已知断层未通过采场。近地表浅部岩石节理裂隙较发育，对终采边坡稳定性有所影响。评估区地质构造条件简单。

2、区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》(GB18036-2015)附录 A、附录 B 及表 C.19，项目区 II 类场地地震动峰值加速度值为 0.15g，地震动反映谱特征周期为 0.40s；根据附录 G.1，对应地震烈度为 VII 度。根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)2016 年修订版，项目区设计地震分组为第二组，抗震设防烈度为 7 度区。区域地壳稳定性为基本稳定。

综述，矿区及周边范围出露地层简单，地质构造简单；区域上存在韩江隐伏断裂，地壳稳定性基本稳定。矿区地质构造复杂程度中等，对矿山建设影响较严重。

(三) 水文地质

矿区在区域上位于富水程度弱的碎屑岩类孔隙裂隙含水岩组和岩浆岩类孔隙裂隙含水岩组分布区。根据矿区所在区域岩石地层的组成，对矿区所在水文地质单元可初步划分为第四系孔隙含水层和基岩裂隙含水层两类。

1、第四系松散岩类孔隙含水层。

第四系孔隙含水层由于其含水介质的组成不同，又可划分为两种类型：

(1) 第四系残坡积土层，多以粘性土混少量砂粒组成，分布于山顶坡麓地段，面积较大，厚度普遍在 5m 以内，土层贮水性差，富水性弱~极弱，属弱含水层。

(2) 第四系冲洪积土层，主要分布在山溪的沟谷地段以及河流两岸。其物质组成以砂砾、碎石、卵砾夹含少量粘性土薄层组成，含水层的厚度一般在 1.5~10m 之间，一般透水性强，与地表溪流的水力联系非常密切，富水性可达中等，其地下水位主要受溪流的

水位制约。但该含水层平面上分布多呈条带状，面积有限，矿区范围内少见。

综合而言，矿区内第四系孔隙含水层以弱富水性的残破积土层为主，钻孔和硐锹施工中均未见地下水出露，总体上矿区内第四系孔隙含水层为弱透水含水层。

2、块状岩类裂隙含水层

块状岩类裂隙水主要赋存于流纹斑岩以及花岗岩、花岗斑岩脉的风化裂隙和构造裂隙之中，分布于大部矿区。为瓷土矿体的下盘围岩，上覆第四系孔隙含水层或直接露头。岩层的富水性随裂隙的发育情况而变化，一般地表露头段及浅部风化层的节理裂隙较发育，随深度增加而减少和闭合。故浅部风化裂隙带的含水性强于深部构造裂隙带，但总体上浅部风化裂隙带的厚度不大，整个含水层的透水性不强。加上矿区地形坡度较大，地势较高，浅部强风化岩层虽然有一定的流通及储水条件，但贮水条件较差。矿区普查施工所有钻孔中均未观测到地下水位，反映该含水层所在区域地下水位较深。据区域资料含水层的钻孔单位涌水量为 $0.0231 \sim 0.0615 \text{ L/(s} \cdot \text{m)}$ ，含水层富水性弱。地下水化学类型属 $\text{HCO}_3\text{—Na(Ca)}$ ，矿化度 $0.05 \sim 0.3 \text{ g/L}$ 。

3、地下水对矿山开采的影响

矿体主要围岩属于孔隙含水层和基岩裂隙含水层，矿床的水文地质类型为孔隙、裂隙直接充水矿床。含水层的透水性及富水性弱。

矿床为露天正地形开采，拟采矿体的终采标高高于当地的侵蚀基准面，由于地下水位埋藏较深，第四系松散岩类孔隙含水层对矿坑涌水基本无影响。采场的最大采深约为 15 m ，局部已进入岩石裂隙含水层之中，地下水向矿坑的充水通道是沿采掘面裂隙出渗。由于流纹斑岩及花岗岩的透水性和富水性微弱，采区地势高，地下水资源较贫乏，这部分涌水量亦可以忽略。

除流经采场的溪流外，对未来矿山开采有较明显影响的是大气降雨，也是矿坑充水的主要来源之一。在此对矿山建设区降雨径流量估算如下：

(1) 计算公式选取

按《冶金矿山设计资料》的相关内容及公式，根据地区大气降水等资料预测矿区的汇水量如下：

$$Q = F \cdot H \cdot \omega / 1000$$

式中：Q——大气降雨流入采场的水量 (m^3/d)；

F——分水岭以内汇水面积 (m^2)；

H——历年雨季日最大（或日平均）降雨量 (mm)；

ω ——地表径流系数。

(2) 参数确定

地表径流系数是按终了边坡坡度角、斜坡岩土性质、裂隙、风化程度以、植被发育情况及结合经验资料综合考虑，取地表径流系数 ω 为 0.65。

矿山开采范围的汇水面积按采场周边地形分水岭界线圈定。由于矿区范围较大，且开采受原始地形条件影响，整个采场排水不会集中于一处流出，而是按地形条件分片集中多股流出。因此，在不考虑外围溪流量注入的情况下求得汇水面积 F 及涌水量计算如表 2-2。

表 2-2 矿坑涌水量预测计算表

位置	汇水面积 (m^2)	平均（正常）充水量 m^3/d	日最大充水量 m^3/d	备注
矿山汇水区域	2554180	7796.20	12622.63	未计算地表溪流量

平均降雨量 H 据潮安地区历年雨季年平均降雨量，取多年平均降雨量 1714mm。最大年降雨量 H 取 2016 年降雨量 2775.2mm。

上述计算未考虑任何截排水设施的影响，亦未包括流经采场的地表溪流量的注入。其中考虑溪流汇水面积的话，矿坑涌水量可成倍增加，因此，在地表溪流对开采造成影响的情况下应考虑采取相应的截流措施。由于矿区为露天正地形开采，开采底面处于当地侵蚀基准面以上，因此降雨时矿坑充水完全可以自然排泄。矿山开采还将在外围设置截排水沟，可以极大的减少矿坑的涌入水量。

根据上述计算结果，正常降雨时矿区汇水量为 $7796.20m^3/d$ ，极端降雨时矿区最大汇水量为 $12622.63m^3/d$ ，上述计算未考虑任何截排水设施的影响，亦未包括流经采场的地表溪流量的注入。其中考虑溪流汇水面积的话，矿坑涌水量可成倍增加，因此，在地表溪流对开采造成影响的情况下应考虑采取相应的截流措施。由于矿区为露天正地形开采，开采底面处于当地侵蚀基准面以上，因此降雨时矿坑充水完全可以自然排泄。矿山开采还将在外围设置截排水沟，可以极大的减少矿坑的涌入水量。

矿区地下含水层富水性弱，地表水与地下水联系差，矿坑充水的主要因素为大气降水。拟采矿体位于当地侵蚀基准面以上，矿坑有自然排水条件，且地形利于排水。矿坑排水不易导致矿区周围主要含水层的破坏。综合评价矿区水文地质条件为简单，对矿山建设影响较轻。

(四) 工程地质

1、岩土体工程地质类型与特征

根据矿区岩土体类型和物理力学性质，结合场地收集的地质资料，将其划分为第四系

残坡积土和基岩风化层：

(1) 第四系残坡积土

第四系残坡积土以盖层形式覆盖在矿体之上，局部缺失。主要由流纹斑岩风化残积而成，土性为砂质粘性土，褐黄色，深黄色，一般厚度 0.0~4.0 m，局部可达 12m。呈可塑~硬塑状，工程地质性质一般，具有饱水状态下易崩解软化的特点。

(2) 基岩风化层

区内的矿体的主要围岩为流纹斑岩。按风化程度从上至下可分为全~强风化、中~微风化两个风化带。

①全~强风化极破碎~破碎岩组：褐黄、褐灰、灰白色，分布于残坡积土层之下，厚薄不等，多数地段厚度小于 6.0m。岩石风化强烈，结构大部分被破坏，裂隙发育，岩体较破碎，承载力较低。开挖后，边坡较不稳定，工程性质稍差。

②中~微风化较破碎~完整岩组：灰色~深灰色，分布于强风化岩层之下。岩层结构仅少部分被破坏，节理及风化裂隙较发育，结构面间距 0.3~1.0m，岩层呈倾角较缓的中厚层状结构，或块状结构，完整性较好，较坚硬，岩石的天然抗压强度较高。由中~微风化岩石构成的边坡较稳定，总体上工程地质性质较好。

2、开采区工程地质条件

矿山为可露天开采的瓷土矿床，开采深度不大。矿区内无影响稳定的断层通过。

矿体及其顶板围岩第四系残坡积土层均为流纹斑岩风化形成，具有吸水易软化崩解的特点，抗剪强度低，稳定性差，在暴雨长期作用下易引起崩塌等地质灾害，由此构成的土质边坡稳定性较差。

矿体底板围岩部分为强风化流纹斑岩带，岩层较破碎，由交错节理、裂隙组成的Ⅳ级结构面较发育，为影响边坡稳定的不利因素，岩石质量较差，该段岩层的稳定性亦较差，一般厚度小于 3m。在采深较大的地段，底板的主要围岩为中风化流纹斑岩，深部的中风化岩，岩石坚硬完整，结构面不太发育且结合较好，岩石质量中等，围岩稳定性较好。

据已有民采坑观测，在风化程度较高的地段，采后自然稳定边坡角一般小于 45°，在岩层风化较弱、表观硬度较大的地段，开采边坡角在 45°~55°之间，多数处于暂时稳定状态，但因坡面无防护，常见掉块、小型坍塌等不良现象发生。

综上所述，矿床属于浅埋型矿床，开采深度不大，区内无影响稳定的断层通过。矿体及顶板围岩为流纹斑岩风化而成的第四系土层，易发生湿化崩解，稳定性较差。底板围岩中强风化岩层厚度不均，普遍厚度较小，但局部存在着顺坡向的外倾结构面，稳定性较差，

中风化岩层的岩石强度高，稳定性较好。综合判定工程地质条件中等，对矿山建设影响较大。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

矿体由坡积、残积及流纹斑岩强风化层组成，矿体总体走向 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，倾向 $133^{\circ}\sim 142^{\circ}$ ，倾角随地形起伏变化，一般 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，长 $800\sim 850\text{m}$ ，宽 $450\sim 500\text{m}$ ，厚 $3\sim 12\text{m}$ ，出露标高 $+110\sim +170\text{m}$ 之间，分布于流纹斑岩等火山岩风化带中。

矿体中部地表由于多年民采，所覆盖第四系坡残积层多已被剥离，局部的高岭土（陶瓷土）部分已被采空，民采面积约 0.03km^2 ，厚 $12\sim 20\text{m}$ ，局部采深 $8.60\sim 11.10\text{m}$ ，采场开采面最高标高 $+165\text{m}$ (位于采场东侧)、最低底板标高 $+110\text{m}$ (位于采场中部)。

高岭土（陶瓷土）矿体平均品位： Al_2O_3 15.72%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ 0.84%、 TiO_2 0.086%。

其中 V_{1-1} 矿体：矿体由坡积、残积及花岗斑岩强风化层组成，矿体总体走向 $110^{\circ}\sim 130^{\circ}$ ，倾向变化大，倾角随地形起伏变化，一般 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，长约 200m ，宽约 70m ，厚 $4.89\sim 6.32\text{m}$ ，出露标高 $+100\sim +130\text{m}$ 之间，分布于花岗斑岩风化带中，于流纹斑岩风化矿体呈夹层出露。

2、矿石及矿物特征

①矿石矿物组份：矿石呈，灰白～白色，土状、砂质土状，结构松散，主要由高岭土、石英砂组成，原岩结构构造已遭破坏，仅残留少数石英及不完整的石英斑晶。

②矿石类型：自然类型，根据矿石中有用矿物的共生组合特征，矿区矿石的自然类型为砂质高岭土（陶瓷土），为二级品陶瓷用砂质高岭土。

3、放射性特征

根据在矿区矿石放射性测试样结果（见表 2-2），矿石的内照射指数（ I_{Ra} ）为 $0.22\sim 0.24$ ，外照射指数为（ I_{r} ）= $0.67\sim 0.72$ （因矿体及围岩的物质组成相对均匀，成因相同，产状稳定，试样的代表性强，矿石的测试结果见附件），符合 GB6566—2010 标准要求。

表 2-3 矿石放射性检测成果表

实验编号		1234	1235
送样编号		F1	F2
钾-40 放射性比活度 40 K	Bq/kg	1141.72	1073.98
镭-226 放射性比活度 226Ra		44.36	47.86
钍-232 放射性比活度 232Th		86.54	74.04
内照射指数 I_{Ra}		0.22	0.24
外照射指数 I_{r}		0.72	0.67

三、矿区社会经济概况

矿区位于潮安区境内，韩江西北面，属丘陵地貌。境内有广梅汕铁路潮州站、潮安站，厦深铁路潮汕站；公路有汕揭高速公路等，交通便利。辖区总面积 1063.99km²，现管辖 15 个镇和一个国营林场，下设 392 个行政村和 29 个社区居委会，2021 年年末，全区户籍总人口 106.35 万人，主要为汉族，人口分布稠密，劳动力充裕。

潮安区北部、西北部、东北部山区、半山区的凤凰、文祠、登塘等地，海拔在 400~800m 之间。红壤表土层有机质平均含量为 3.81%，土层深厚，植被生长良好。植被林木主要有松、杉、桐、栎、柯等，还有山油荳、桃金娘、芒萁及茶树。丘陵地区及低山区，即除龙湖、东凤的纯平原区以外，高度在 400m 以下的坡地，均为赤红壤区，是竹林、杂果（橄榄、桃、李、梅、菠萝等）、薯类的主要产地。龙湖、东凤、江东、磷溪、庵埠的潮沙泥土分布区，植被主要是茅草或猴芒，农作物为甘薯、花生、大豆、萝卜等。黄壤主要分布在北部山区的凤凰、万峰林场等地，分布高度在海拔 800m 以上。黄壤区植被林木有杉、桐、栎，灌木类为山黄栀、野牡丹、桃金娘，草木类主要是芒萁、沙草科及矮生草甸植物。黄壤对茶叶生产十分有利。水稻土分布遍及全县各镇、场、村。已发现主要矿物有锡、钨、钼、铜、铅、锌、钴、银、铍、铟、镉、铁、独居石、硫铁矿、伴生硫、高岭土、陶瓷土；其中属于工作程度较低，具有一定含矿品位或规模较小的矿产有：锡、钨、钼、铜、金、铍、铁及钾长石、泥炭、高岭土、玻璃用砂、砖瓦粘土、建筑用石料、砂、其次是铅、锌、汞、钽石、磷钇矿、磷矿、水晶、天然气，共有矿点 100 多处。

2019 年全区实现地区生产总值 434.93 亿元，比上年同期增长 4.7%。规模以上工业企业实现工业总产值 524.30 亿元，比上年增长 4.5%；陶瓷行业，实现工业总产值 137.45 亿元，同比增长 4.3%，增速与去年持平。全区粮食播种面积 215427 亩，比上年增长 0.2%；全区全体居民人均可支配收入 21116 元，比上年增长 8.6%；其中农村居民人均可支配收入 17853 元，比上年增长 9.8%。

2020 年全区实现生产总值 434.56 亿元，增长 1.8%，全年实现工业总产值 521.08 亿元，比去年下降 7.6%；陶瓷行业实现工业总产值 125.35 亿元，同比下降 9.4%。全区实现农业总产值 44.25 亿元，比上年增长 4.0%；其中种植业产值 31.87 亿元，同比增长 7.6%；林业产值 1.26 亿元，同比增长 4.9%；年粮食播种面积 21.95 万亩，比上年增长 1.9%。区全体居民人均可支配收入 22082 元，同比增长 4.6%；农村居民人均可支配收入 18855 元，同比增长 5.6%。

2021 年，全年实现规模以上工业总产值 578.61 亿元，同比增长 10.4%，两年平均增

长 1.0%。第三产增加值增长 8.0%，占 GDP 比重提高到 31.4% 以上。全年实现农业总产值 46.44 亿元，同比增长 5.0%；种植业产值 34.96 亿元，比上年增长 7.0%；林业产值 0.84 亿元，比上年下降 33.1%。全区粮食播种面积 21.65 万亩，比上年下降 1.4%，粮食总产量 9.63 万吨，比上年下降 3.5%；区茶园面积达到 9.03 万亩，比上年增长 20.2%；农村居民人均可支配收入 20856 元，同比增长 10.6%。（资料来源潮州市人民政府网站）。

四、矿区土地利用现状

按现有工程布局及历史民采情况矿区范围内破坏土地总面积 10.1306hm²，经叠加潮安区自然资源局提供矿区 2018 年土地利用现状图(局部)可知，矿区范围内有园地 0.6871hm²、林地 3.8941hm²、草地 2.2148hm²、其他土地 3.3346hm²。（详见表 2-4）。

表 2-4 矿业活动区土地利用现状明细表

一级地类		二级地类		矿业活动区破坏面积 (hm ²)	占总破坏面积比例 (%)
02	园地	021	果园	0.2751	2.72
		022	茶园	0.4120	4.07
03	林地	031	有林地	2.5864	25.53
		033	其他林地	1.3077	12.91
04	草地	043	其他草地	2.2148	21.86
12	其他土地	127	裸地	3.3346	32.92
合计				10.1306	100.00

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区地处较为偏僻，邻近周边无大的人工活动痕迹。矿区东侧 1.7km 为葵山村，北侧 0.6km 为白云古寺。人工活动对地质环境的破坏轻微。

原矿区范围内因民采已进行了一定规模的开采活动，矿体挖掘、道路开拓、覆土剥离等采矿工程已破坏了一定范围内矿山的地表植被、地形地貌等部分地质环境，形成了一些人工边坡和采坑，可见水土流失等不良地质现象。区内由于大量人工边坡的存在已经产生了小型崩塌等地质灾害，区内已有人类工程活动对地质环境的影响程度较严重。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）原恢复治理方案的执行

1、方案服务年限

矿山设计生产服务年限为 32 年，原恢复治理方案的治理年限为开采生产的全过程及闭坑后 4 年，即 36 年。

矿山已取得采矿许可证，本方案服务年限根据矿山采矿许可证剩余年限+治理管护期

确定，即 17 年+3 年=20 年。方案基准期以潮州市自然资源局批准备案本方案之日起计算。

2、评估范围与等级

在“开发利用方案”的基础上，综合矿山地质环境调查成果，针对羊逃坑一皇帝溜瓷土矿场的采矿权范围及采矿活动影响区域进行分析与研究，确定了潮安县赤凤羊逃坑一皇帝溜瓷土矿场矿山地质环境保护与恢复治理方案的评估编制范围，面积为 1.859km²。其中白莲区段 1.447km²，塘北区段 0.412km²。

3、现状评估与预测评估

现状评估矿山开采活动对原有地形地貌和土地资源破坏较严重，并引发了一些小型地质灾害，对地质环境的影响程度尚轻，已有开采对地下含水层的破坏程度轻微。据此将矿业活动的影响区划分为现状评估的地质环境影响较严重区，在白莲区段分区面积为 0.0454km²，占评估区总面积 3.14%；塘北区段分区面积 0.021km²，占评估区总面积 5.1%；其余地段基本未受到矿业活动和其它人工活动的影响，地质环境保持天然状态，地质灾害不发育，现状地质环境总体良好，划为地质环境影响较轻区。在白莲区段分区面积 1.402km²，占评估区总面积 96.86%。塘北区段分区面积 0.391km²，占评估区总面积 94.9%。

预测评估开采活动引发或加剧的地质灾害为较严重，主要有采场崩塌、滑坡和排土场泥石流；预测开采对地下水含水层影响程度为轻微；对地形地貌影响程度为较严重；对土地资源的影响程度为严重。据此将预测的开采影响范围划为地质环境影响严重区，白莲区段分区面积 0.837km²，占评估区总面积 57.84%。塘北区段分区面积 0.226km²，占评估区总面积 54.85%；其它干扰破坏较少和较轻的地段划分为地质环境影响较轻区，白莲区段分区面积 0.610km²，占评估区总面积 42.16%。塘北区段分区面积 0.186km²，占评估区总面积 45.15%。

4、地质环境保护与恢复治理工程部署

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防治措施；三是根据方案的适用年限和矿山采剥进度为三个治理阶段：1~5 年度实施计划阶段（近期），6~32 年度实施计划阶段（中期），33~36 年度实施计划阶段（远期）。

5、地质环境保护与恢复治理工程

地质环境保护措施：制定科学开采计划，规范、加强现场管理，指导开采、运输、排土等采矿活动；采取水质分析措施监测含水层水质变化；对地貌景观的保护，一是尽量减

少地貌景观的破坏，同时，边开采边恢复，使破坏面积与恢复治理面积达到动态平衡；充分利用已有的土地资源，尽量少用临时堆放措施和临时道路的修建，最大限度地保护土地资源。

地质环境治理工程：用排水、挡土、固化物源、消除物源等措施治理泥石流；对崩塌与滑坡主要采取截排水、放坡，视情况采取挡墙支护隔离、喷锚、格构护坡、地梁锚索等措施；用覆土、种树、植草的方法恢复地形地貌景观的破坏；用土地复垦的方法恢复土地资源。

地质环境监测工程措施：用 GPS、同时配合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。

6、地质环境保护与恢复治理经费估算

羊逃坑—皇帝溜瓷土矿区矿山地质环境保护与恢复治理总经费为：975.87 万元，其中新增部分投资 176.51 万元，费用中已包括与恢复治理相关的前期工作费、监理费等。

（二）原土地复垦方案的执行

1、方案服务年限

本矿的服务年限为 32 年，其中白莲区段服务年限 26 年，塘北区段服务年限 6 年，矿山闭坑后恢复治理期 1 年，复垦后管护 3 年，因此确定本土地复垦方案适用年限为 36 年，根据国土资源部门意见及发证需要，建议每 10 年修编一次。

2、土地现状损毁与预测损毁

根据现场调查，矿区范围内留有当地村民以及私营老板私采滥挖后遗留的采场，其中白莲区段共有不规则采坑 2 处，塘北区段采坑 1 处，较大 1 处遗留采场位于白莲区段最大长约 250m，宽约 80~200m 不等，采深不均匀，约 5~20m 不等，其它民采约长 50~150m，宽 40~100m 不等，以上采坑损毁土地形式为挖损，损毁面积共计 3.34hm²，损毁地类为有林地、其它林地、其它草地、裸地及采矿用地。

根据对矿山已损毁土地情况的分析，现状条件下该矿损毁土地面积 3.34hm²，拟损毁土地总面积为 49.47hm²，总共损毁面积 52.81hm²；其中白莲区段已损毁土地面积 2.86hm²，拟损毁土地面积 40.96hm²，塘北区段已损毁土地面积 0.48hm²，拟损毁土地面积 11.37hm²。

3、复垦范围与复垦方向

矿山开采终了期复垦责任范围包括露天采矿场、排土场、综合服务区、矿山道路，共

计复垦面积 52.81hm²。

依据土地复垦适宜性评价结果，确定本矿山土地复垦的目标任务是复垦园地 1.13hm²，林地 51.68hm²，复垦率为 100%。

4、复垦措施与进度安排

复垦措施包含有工程技术措施、生物和化学措施、监测措施与管护措施。

根据矿山开采进程将整个工程治理分为二个阶段即近期（第 1 年-第 10 年）、远期（第 11 年-第 36 年）。

5、经费预算

土地复垦费用来源为企业自筹。土地复垦动态总投资为 763.48 万元，该阶段本矿的服务年限为 32 年，生产能力为 15 万 t/a，因此根据投资费用出售每吨矿石需提取 763.48 万元÷32÷15 万 t≈1.59 元作为该矿的复垦费用。

（三）本方案变化情况

对比原《广东省潮安县赤凤羊逃坑一皇帝溜瓷土矿区矿山地质环境保护与恢复治理方案》与原《广东省潮安县赤凤羊逃坑-皇帝溜陶瓷土矿区土地复垦方案报告书》，本方案《广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》变更了矿山范围由白莲区段、塘北区段变更为仅有白莲区段，同时对区段标高进行核实，由+290.1～+112m 拟调整为+175m～+60m。

（四）相似矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

本区内未发现同类型矿山地质环境治理与土地复垦案例，参照潮州市桥东飞天燕瓷土矿矿山地质环境保护与恢复治理方案和土地复垦方案治理措施，具体内容如下：

1、对受影响的土地采取表土剥离、堆砌、拆除、清运、平整、表土回填等各种措施，并结合一定的防洪防涝等措施进行处理。根据项目区实际情况，各复垦区主要采取以下几种工程技术措施：

1) 表土剥离

为保证土地复垦时有足够的表土资源，拟损毁土地在损毁前需对表土进行剥离，剥离表土厚度一般 30cm—50cm。采集土壤前应对剥离作业土壤分布进行测绘，并评估它们用于植物的适用性、限制因素和可采数量。

2) 拆除、清运

闭矿后，将加工生产区、综合服务区等配套的所有地面建筑物全部清除，并将建筑垃

圾就近填埋。

3) 平整

对采场台阶平台进行土地平整以利于植被生长,按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合,在平整恢复时,注意合理安排土壤剖面结构,一般先回填生土,整平敷置熟土,分区按照设计要求和复垦利用方向进行土地平整,复垦场地平整度符合种植要求。

4) 表土回填

在采场各个台阶设置挡墙,对采场平台等进行覆土(表土回填),覆土厚度 50cm。

在经过整治的场地覆盖表土时,应对覆土层进行整平。当用机械整平时,尽量采用对地压力小的机械设备。

表土回填厚度根据当地土质情况、气候条件、种植种类以及土源情况确定。一般的种植农作物时覆土 50cm 以上,耕作层不小于 20cm;用于林业种植时,覆土 30cm 以上,可以是大面积覆土,土源不够时也可只在植树的坑内覆土;种植草类时覆土厚度 20~50cm。

5) 挖坑换土

根据广东省许多矿山的复垦经验,强风化乃至中风化层岩土经开挖疏松、翻掘和爆晒后,在夏季强日光和雨水作用下,其粉化和富铝化过程进展很快。经调查不少矿山的植树实践,表土剥离后的风化层挖坑翻掘后,一年后即可以实现无客土坑栽植树,换填少量客土时,当年即可坑栽。因此,开挖型场地复垦,在有充分的备用土源时,覆土回填故然是一种稳妥方案;在客土资源匮乏时,局部实行挖坑换土或无换土坑栽复垦是一种既经济又实用方法。

本复垦方案考虑挖坑换土植树对矿山开采斜坡复垦较有利于保证覆土有效厚度及对植被的生长,故对矿山开采斜坡采用挖坑换土植树的方法,取代全面回填覆土。由于不进行全面覆土回填,所需土壤量很小。按每棵树换土 0.2m^3 ,植树密度 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ 计算,若全部换土坑栽时,每公顷客土量为 $320\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。

2、生物措施主要包括改良土壤和恢复植被等工程。

1) 土壤改良

矿区内采矿活动对土壤无污染,损毁土地复垦方向为林地,复垦种植耐酸作物,边利用边改造,通过整地、管理,使土壤活化,调整酸度,适应作物良好生长。适时增施石灰、草木灰等,定向进行改良,直到变为微酸性土,使土壤 pH 值达到 5.0~8.0。

2) 植被恢复

矿区损毁土地在复垦初期比较贫瘠，在矿区植被选择上，可选择适宜潮州市本土耐干旱、贫瘠、耐寒的当地宜栽植物作为主要的种植树种，例如：乔木（樟树、枫香）、灌木（黄金榕）、藤木（野生爬山虎、爬山虎）、草本（芒草、狗牙根）等，一般春季在3月~4月中旬栽植植物，栽树及灌木时适量浇水。树穴填满土后，适当踩实，然后在其表面覆盖5cm~10cm松散的土；散播草籽为全损毁区域，并适量浇水，最终实现乔、灌、藤、草多效结合的复垦局面。

表 2-5 案例分析对照表

序号	项目	潮州市桥东飞天燕瓷土矿	本矿山	类比分析
1	开采方式	露天开采	露天开采	相同
2	开采矿种	瓷土矿	陶瓷土	性质相同
3	所处位置	潮州市桥东下津海鹅头村	潮州市潮安区赤凤镇	同地区
3	地形地貌	低山、丘陵	低山、丘陵	基本一致
4	土壤类型	赤红壤、黄壤	赤红壤、黄壤	基本一致
5	复垦种植方式	乔灌草混合种植方式	乔灌草混合种植的方式	基本一致
6	水文状况	水文地质条件简单	水文地质条件简单	基本一致

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

我队接受矿山企业委托后，为很好的完成方案的编制。组织队相关专业技术人员成立项目组，进行现场资料收集与踏勘，制定《广东省潮州市健诚瓷业有限公司赤凤瓷土矿矿山地质环境保护与土地复垦方案大纲》。以矿山提供的 1:2000 地形地质图，结合收集到的其他资料，于 2022 年 3 月 18 日~3 月 22 日赴现场进行矿山地质环境、土地资源调查与评估，同时开展社会调查。

社会因素调查以走访为主，了解村庄人口、房屋建筑、耕地现状、饮用水源等。自然要素调查，主要采用点线结合，以点上观察、测量和访问为主，采用 GPS 定点，配合路线调查追索。重点查明矿山地质灾害、矿区含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）、水土环境污染、土地占用与损毁及其它矿山环境问题的规模、分布和危害、矿山地质环境治理与土地复垦情况等。

（一）资料收集与分析

项目组成立后，立即开始进行资料收集工作。对涉及评估区及周边地区的有关水文气象、地层岩性、地质构造、水文工程地质、地质灾害、土地类型、土地利用总体规划及人类工程活动等与评估要素相关的资料进行搜集整理，并对搜集的资料进行初步分析研读，确定现场调查的方法、线路及重点区域。资料收集与分析工作为之后的现场调查提供了重要的指导。

（二）野外调查工作

本次调查工作在收集资料的基础上，根据实际需要进行地质环境问题调查：

1、矿山地质环境复杂程度调查：利用矿山 1:2000 地形地质图作为工作手图，结合点、线、面的工作方法，核对矿床地质类型和工业类型、开采目标矿体的空间位置、主要地质构造点、现有开拓工程和开采程度及主要矿山工业设施。并结合矿区所处区域地质背景、地形地貌、地质构造、地层岩性和岩土体工程地质性质、水文地质条件、现状地质灾害及不良地质现象、人类工程活动对地质环境的影响等因素，对评估区地质环境条件复杂程度进行分级。

2、矿山地质环境问题调查：调查矿山开采可能引发或遭受的地质灾害点及其隐患、含水层破坏、地形地貌景观破坏和水土环境污染。

(1) 调查地质灾害的种类、规模、分布、发生时间及地点、发育特征、成因、危害程度(对象)、危险性大小等,各种灾害体毁坏矿山建筑物、道路、矿山基础设施以及经济损失等情况。

(2) 含水层破坏重点调查含水层的岩性组成、厚度、渗透系数和富水性,隔水层的岩性组成、厚度、渗透系数,含水层结构破坏程度;地下水类型、地下水补给、径流和排泄条件,地下水水位、水量、水质、水温;地下水与地表水的关系。

(3) 地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影像与破坏调查,主要调查采矿活动引发的原生地形地貌景观改变和破坏程度,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程度,对地质遗迹的破坏与影响程度。

(4) 水土环境污染重点调查影响矿区及周围生产生活供、排水情况,矿坑涌水,地下水污染源等。调查矿山开采对土壤造成污染的类型、范围及程度等,同时采集地下水、坑道水样、土壤样进行污染元素分析。

3、土地资源调查:主要工作项目包括现场踏勘,对矿区损毁土地占用的土地类型、数量、质量、分布、利用状况、生产水平和土地权属等进行修测校正。调查占用破坏基本农田、耕地、林地或草地、荒地或未开发利用土地情况。

(三) 野外调查成果分析

野外调查结束后,根据收集矿山及区域的有关资料,将调查成果及收集资料叠合清绘至相关底图上,进行综合分析和研判。并将野外采取的土样、水样送至专业机构进行化验分析。最终为方案的编制提供了科学可靠的基础。

(四) 完成主要工作量

野外调查工作主要完成了矿山地面调查面积约 1.66km²,调查路线约 4.5km,综合调查点 110 个,野外数码摄影 90 张,水样 1 个,土样 2 个等,完成工作量如表 3-1 所示。

表 3-1 完成主要工作量表

序号	工作内容	单位	工作量
1	收集资料	份	11
2	调查面积(1:2000)	km ²	1.66
3	调查路线长度	km	4.5
4	综合调查点	个	110
5	拍摄照片	张	90
6	水样	个	1
7	土样	个	2

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

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）》（2018年1月），评估范围包括《开发利用方案》规划的开采区、本矿山企业采矿活动中的配套生产设施可能造成的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。结合开采开拓设计布置、地形地貌特征、地表水系发育程度及分水岭、汇水面积等因素，考虑矿山开采对地质环境问题的影响，最终确定评估范围以本矿山登记红线范围为中心，沿矿界外扩到第一斜坡带，约100~400m，包括露天开采区、矿山附属设施（运输道路、综合服务区等）影响区等矿山建设用地范围以及矿山开采对周边地质环境可能产生影响的路段。圈定评估范围总面积约1.6568km²。

2、评估级别

（1）评估区重要程度分级

根据《广东省矿山地质环境保护与治理恢复方案编制指南》试行（下称《指南》）附录J评估区重要程度分级表（表3-2），确定评估区重要程度为重要区，具体分析如下：

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、重要湖泊，中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	2. 分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	2. 无重要交通要道或建筑设施
3. 矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）	3. 紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	3. 远离各级自然保护区及旅游景区（点）
4. 有重要水源地或大型水源地	4. 有较重要水源地或中型水源地	4. 无较重要以上水源地或有小型水源地
5. 破坏耕地、园地	5. 破坏林地，草地	5. 破坏其它类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

①评估区内除矿山工作人员外无居民区，人数低于200人，属一般区。

②评估区无重要交通要道或建筑设施，属一般区。

③评估区远离各级自然保护区及旅游景区（点），属一般区。

④评估区内有无水源地，见有季节性溪流分布，属一般区。

⑤根据矿区土地利用现状图，评估区内矿山建设及开采活动现状破坏的土地类型有园

地（果园 0.2751hm²、茶园 0.4120hm²）面积 0.6871hm²，预测破坏园地面积（果园 0.0902hm²、茶园 2.2878hm²）2.3780hm²，属重要区。

根据表 3-2 中评估区重要程度分级确定采取就高原则，综合评定评估区属**重要区**。

（2）矿山生产建设规模分类

根据矿山的开发利用方案，设计矿山生产规模为 15 万 m³/a，开采矿种为陶瓷土，依据《指南》附录 L，年生产量≥10 万吨，矿山生产建设规模为**大型**。

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
1. 采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1. 采场矿层（体）局部位位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000～10000m ³ /d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	1. 采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层、或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。
2. 矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳。	2. 矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5～10m、稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳。	2. 矿床围岩岩体结构以巨厚层状一块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定。
3. 地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大。	3. 地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大。	3. 地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小。
4. 现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大。	4. 现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。	4. 现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。
5. 采场面积及采坑深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。	5. 采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	5. 采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
6. 地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向。	6. 地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般 20°～35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6. 地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。
注：采取就上原则，6 条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

（3）矿山地质环境条件复杂程度

依照《指南》中“K.2 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表”中的分级标准（表

3-3)。综合判定本矿山地质环境复杂程度为**中等**。

(4) 评估级别结论

根据《指南》附录 I 中矿山地质环境影响评估精度分级标准（表 3-4），本矿山评估区重要程度对应为重要区，矿山生产建设规模为大型，矿山地质环境复杂程度为中等。对应矿山地质环境影响评估精度分级表评估为**一级**。

表 3-4 矿山地质环境影响评估精度分级表

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

3、评估指标与评估方法

(1) 评估指标

根据《指南》中附录 C 规定，从地质灾害、含水层、地形地貌景观、土地资源四个要素对矿山地质环境进行现状评估、预测评估及综合评估（表 3-5），对其影响程度分为较轻、较严重、严重三个级别。

(2) 评估方法

矿山地质环境影响评估方法可采用工程类比法、层次分析法、加权比较法、相关分析法及模糊综合评判法及定量计算法等。一级评估以定量为主，二级评估以定量与定性结合，三级评估以定性为主，分别作出矿山地质环境影响程度现状评估、预测评估。

本矿山地质环境影响评估级别为一级，参照相关矿山地质环境治理与土地复垦经验，采用相关分析法及定量计算法，以定量为主，定性结合的方式进行矿山地质环境影响程度现状评估与预测评估。

表 3-5 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	1. 地质灾害规模大，发生的可能性大； 2. 影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全； 3. 造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元； 4. 受威胁人数大于 100 人。	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。	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。	1. 占用破坏基本农田； 2. 占用破坏园地大于 2hm ² ； 3. 占用破坏林地或草地大于 4 hm ² ； 4. 占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ² 。
较严重	1. 地质灾害规模中等，发生的可能性较大； 2. 影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全； 3. 造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元； 4. 受威胁人数 10~100 人。	1. 矿井正常涌水量 3000~10000 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。	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。	1. 占用破坏园地小于等于 2 hm ² ； 2. 占用破坏林地或草地 2~4 hm ² ； 3. 占用破坏荒山或未开发利用土地 10~20 hm ² 。
较轻	1. 地质灾害规模小，发生的可能性小； 2. 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3. 造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元； 4. 受威胁人数小于 10 人。	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。	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、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	1. 占用破坏林地或草地小于等于 2 hm ² ； 2. 占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10 hm ² 。
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。				

表 3-6 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
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤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”“直接经济损失”指标评价。 （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。 （3）危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021 年修订版）》

表 3-7 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021 年修订版）》

表 3-8 滑坡发育程度分级表

判据	稳定性(发育程度)分级		
	稳定(弱发育)	欠稳定(中等发育)	不稳定(强发育)
发育特征	① 滑坡前缘斜坡较缓,临空高差小,无地表径流流经和继续变形的迹象,岩土体干燥;② 滑体平均坡度小于 25°,坡面上无裂缝发展,其上建筑物、植被未有新的变形迹象;③ 后缘壁上无擦痕和明显位移迹象,原有裂缝已被充填	① 滑坡前缘临空,有间断季节性地表径流流经,岩土体较湿,斜坡坡度为 30°~45°;② 滑体平均坡度为 25°~40°,坡面上局部有小的裂缝,其上建筑物、植被无新的变形迹象;③ 后缘壁上有不明显变形迹象;后缘有断续的小裂缝发育	① 滑坡前缘临空,坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下,有发展趋势并有季节性泉水出露,岩土潮湿、饱水;② 滑体平均坡度大于 40°,坡面上有多条新发展的裂缝,其上建筑物、植被有新的变形迹象;③ 后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象,后缘有裂缝发育
稳定系数 F_s	$F_s > F_{su}$	$1.00 < F_s \leq F_{su}$	$F_s \leq 1.00$
注: F_{su} 为滑坡稳定安全系数,根据滑坡防治工程等级及其对工程的影响综合确定。			

引自《地质灾害危险性评估规范》(GB / T 40112-2021)

表 3-9 崩塌(危岩)发育程度分级表

发育程度	发育特征
强	崩塌处于欠稳定—不稳定状态,调查区或周边同类型崩塌分布多,大多已发生,崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙,主控裂隙面上宽下窄,且下部向外倾,裂隙内近期有碎石土流出或掉块,底部岩土体有压碎或压裂状;崩塌体上方平行沟谷的裂隙明显。
中等	崩塌处于欠稳定状态,调查区或周边同类型崩塌分布较少,有个别发生,危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄,上部充填杂土生长灌木杂草,裂面内近期有掉块现象;崩塌上方有细小裂隙分布。
弱	崩塌处于稳定状态,调查区或周边同类崩塌分布但均无发生,危岩体破裂面直立,上部充填杂土,灌木年旧茂盛,多年来裂面内无掉块现象;崩塌上方无新裂隙分布。

引自《地质灾害危险性评估规范》(GB / T 40112-2021)

(二) 矿山地质灾害现状分析与预测

1、矿山地质灾害现状分析

根据《潮州市地质灾害防治“十四五”规划》(2021~2025 年),矿区属“新塘-凤凰-归湖-文祠崩塌、滑坡高易发区 A₃ 亚区”。结合现场调查,目前评估区内未发生地质灾害,地质灾害现状发育弱,对地质环境影响程度较轻,故**现状矿山建设对地质灾害影响程度较**

轻。

2、矿山地质灾害预测分析

因矿山现正处于建设阶段。预测可能在露天采场、办公生活区、排土场、矿山道路等边坡处发生崩塌、滑坡地质灾害。

(1) 露天采场边坡崩塌、滑坡预测

结合开发利用方案预测开采结束后边坡高 4m~16m、坡度 $40^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，边坡由流纹斑岩强风化及表层矿体陶瓷土组成。

计算参数：土体物理力学参数来源于类似矿山土体物理力学经验参数，取残坡积层土体饱和重度 $\gamma = 18.0 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ，粘聚力 $c = 20 \text{ (kPa)}$ ，内摩擦角 $\phi = 20^{\circ}$ ；取强风化流纹斑岩饱和重度 $\gamma = 20.0 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ ，粘聚力 $c = 25.0 \text{ (kPa)}$ ，内摩擦角 $\phi = 22.5^{\circ}$ 。

通过理正岩土系列软件采用圆弧滑动法对边坡的稳定性进行分析，参照《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013）指标要求（当计算的安全系数大于 1.3，边坡的稳定系数为稳定；当安全系数在 1 到 1.3 时，边坡的稳定系数为较稳定；当安全系数小于 1 时，边坡的稳定系数为不稳定）进行稳定性判定。得出以下数据：

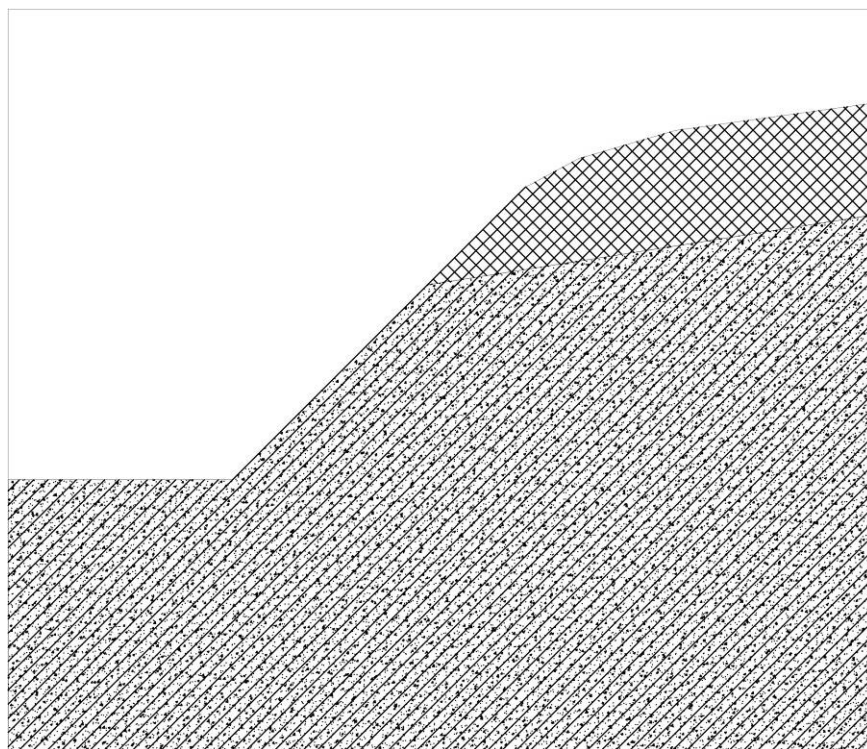


图 3-1 露天采场剖面示意图

结果分析：

[控制参数]：

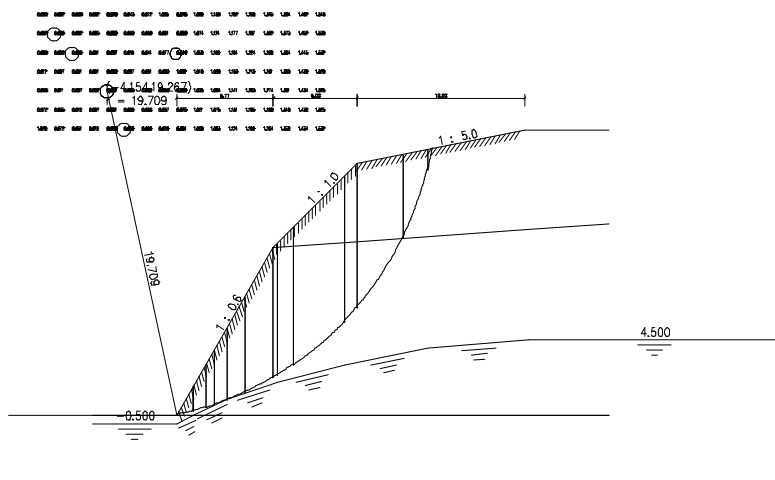
采用规范：建筑边坡工程技术规范(GB50330—2013)

计算目标：安全系数计算

滑裂面形状：圆弧滑动法

圆弧稳定分析方法： Bishop法

[计算结果图]



最不利滑动面：

滑动圆心 = (-4.154, 19.267) (m)

滑动半径 = 19.709 (m)

滑动安全系数 = 0.887

经计算，边坡在暴雨状态下安全系数为 0.887。现状边坡体较稳定，预测不稳定。未来局部受地表径流、降雨冲刷等影响下土体抗剪强度降低，凝聚力减弱，导致边坡失稳，可能发生崩塌、滑坡；威胁对象为矿山自身、后期治理人员与复绿植被，威胁人数约 10 人，威胁财产约 200 万，因此预测其危害程度为中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

(2) 工业场地、办公生活区边坡崩塌、滑坡预测

办公生活区位于矿区 11 号拐点月 120m，为人工削坡；长约 60m，高 10m~15m，坡度 $40^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，边坡由流纹斑岩强风化组成，构筑物与边坡脚相距 1~3m。

计算参数：土体物理力学参数来源于类似矿山土体物理力学经验参数，取残坡积层土体饱和重度 $\gamma = 18.0$ (kN/m³)，粘聚力 $c = 20$ (kPa)，内摩擦角 $\phi = 20^{\circ}$ ；取强风化流纹斑岩饱和重度 $\gamma = 20.0$ (kN/m³)，粘聚力 $c = 25.0$ (kPa)，内摩擦角 $\phi = 22.5^{\circ}$ 。

通过理正岩土系列软件采用圆弧滑动法对边坡的稳定性进行分析，参照《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013) 指标要求（当计算的安全系数大于 1.3，边坡的稳定系数为稳定；当安全系数在 1 到 1.3 时，边坡的稳定系数为较稳定；当安全系数小于 1 时，边坡的稳定系数为不稳定）进行稳定性判定。得出以下数据：

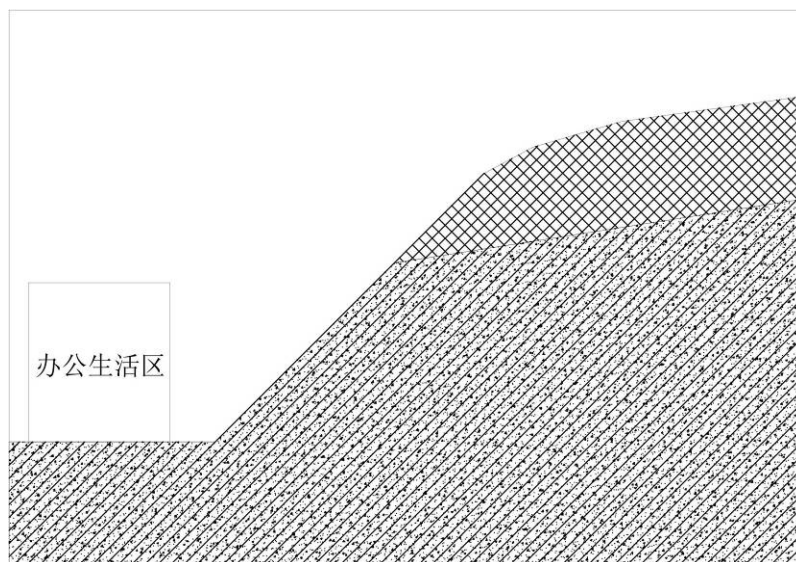


图 3-2 办公生活区剖面示意图

[控制参数]:

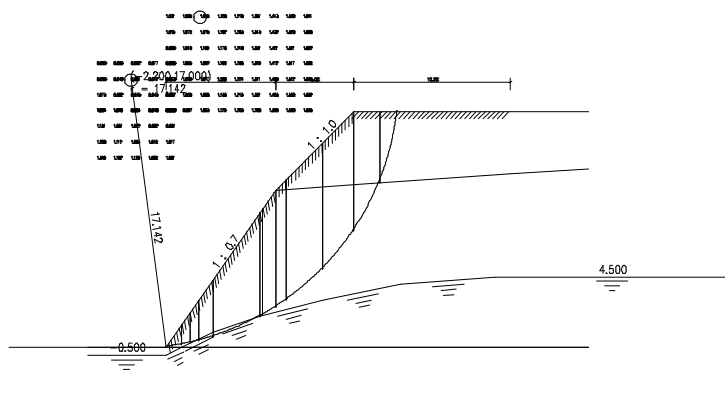
采用规范: 建筑边坡工程技术规范(GB50330—2013)

计算目标: 安全系数计算

滑裂面形状: 圆弧滑动法

圆弧稳定分析方法: Bishop法

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (-2.200, 17.000) (m)

滑动半径 = 17.142 (m)

滑动安全系数 = 0.931

经计算, 边坡在暴雨状态下安全系数为 0.931。现状边坡体较稳定, 预测不稳定。未来局部受地表径流、降雨冲刷等影响下土体抗剪强度降低, 凝聚力减弱, 导致边坡失稳, 可能发生崩塌、滑坡; 威胁对象为矿山自身、后期治理人员与复绿植被, 威胁人数约 15 人, 威胁财产约 200 万, 因此预测其危害程度为中等, 危险性中等, 对矿山地质环境影响程度较严重。

(3) 道路边坡崩塌、滑坡预测

矿山建设修建的道路主要为挖方，形成高度约 0.5~3.0m 的土质边坡，局部挖方坡高达 5m；道路边坡的稳定性主要与各类边坡高度、坡度和土体组成有关。评估道路边坡主体主要为第四系残破积层，土质为粉质粘土，透水性较差。据现场调查，道路宽 2m~6m，道路边坡高度 0.5m~5m，坡度 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，边坡取流纹斑岩风化的残坡积土组成。

[控制参数]：

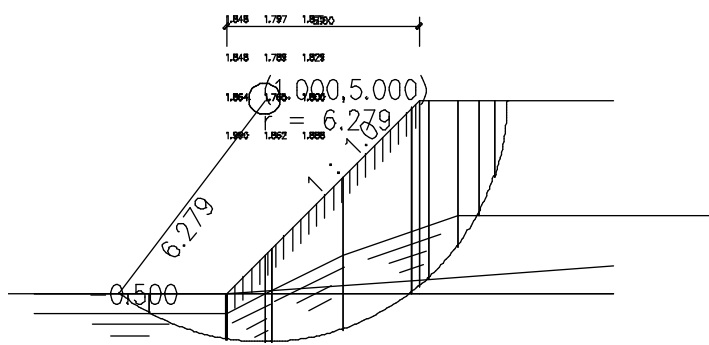
采用规范：建筑边坡工程技术规范(GB50330--2013)

计算目标：安全系数计算

滑裂面形状：圆弧滑动法

圆弧稳定分析方法：Bishop法

[计算结果图]



最不利滑动面：

滑动圆心 = (1.000, 5.000) (m)

滑动半径 = 6.279 (m)

滑动安全系数 = 1.765

采用上述计算方法对边坡的稳定性进行计算，评估区矿山道路边坡体在暴雨情况下稳定性安全系数 1.765，属于稳定。因此预测其危害程度小，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

(4) 排土场泥石流预测

对排土场泥石流的预测，从松散土源、地形、水源三个条件分析形成泥石流的可能性。

a、松散土源条件：据开发利用方案所述及现场调查，坡顶宽约 130m，坡底宽约 60m，坡高约 35m，坡体截面长 70m，排土场容积约 12.19 万 m^3 ，存在大量的松散物质，构成了形成泥石流松散土源条件。

b、地形条件：排土场设计在矿区外南东侧山谷，地形为北高南低，沿沟谷堆放，沟谷纵坡坡度约 12° ；设计面积约 $0.78hm^2$ ，总堆置高度 35m (+180m~+145m)，分由 3 级边坡组成，各台阶高 10m，最终帮坡脚 32° （安全角 36° ）；原地形坡度约 23° 。堆场处

于沟谷上游部，下游为为沟谷及山路。因此地形条件有利于泥石流的形成。

c、水源条件：排土场坡面汇水面积约 25540m²。具备一定的水源条件，不利于临时堆场的稳定。

根据现场调查，废石堆场还未设置拦渣坝，根据当地的实际情况和考虑场地外围设置截排水沟等工程措施，分析泥石流发生的可能性；现按《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）附录 G 表 G.1（见表 3-11）的要求进行泥石流易发程度数量化评分。再对照附录 G 表 G.3 泥石流沟易发程度数量化综合评判等级标准表（见表 3-10）划分易发程度。

综合各个影响因素评分，数量化评分后的结果分别为 N=53（见表 3-12），划分易发程度为轻度易发。预测其影响范围主要为堆场下游 50m~150m 区域，主要威胁对象为、矿山东侧道路及矿山从业人员，受威胁人数约 5 人，潜在经济损失约 50 万；因排土场为矿山剥离土不含污染物，预测其对下游危害程度较小，稳定性为较不稳定，危害程度中等，危险性中等，矿山地质环境影响程度较轻。

表 3-10 泥石流沟易发程度数量化综合评判等级标准表

是与非的判别界限值		划分易发程度等级的界限值	
等级	标准得分 N 的范围	等级	按标准得分 N 的范围自判
是	44~130	极易发	116~130
		易发	87~115
		轻度易发	44~86
非	15~43	不发生	15~43

表 3-11 泥石流沟易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分							
		极易发（A）	得分	中等易发（B）	得分	轻度易发（C）	得分	不易发生（D）	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟盐十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多层滑坡和小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟、或发育轻微	1
2	泥砂沿程补给长度比	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞，主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化，仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	主河河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡	>12° (21.3%)	12	12° ~6° (21.3~10.5%)	9	6° ~3° (10.5%~5.2)	6	<3° (3.2%)	1

5	区域构造影响程度	强抬升区, 6级以上地震区, 断层破碎带	9	抬升区, 4~6级地震区, 有中小支断层	7	相对稳定区, 4级以下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10%~30%	7	30%~60%	5	>60%	1
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m~1m	6	1m~0.2m	4	0.2m	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度	>32° (62.5%)	6	32° ~25° (62.5%~46.6%)	5	25° ~15° (46.6%~26.8%)	4	<15° (26.8%)	1
11	产沙区沟槽断面	V型、U型、谷中型	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度	>10m	5	10m~5m	4	5m~1m	3	<1m	1
13	流域面积	0.2km ² ~5km ²	5	5km ² ~10km ²	4	0.2km ² 以下、10km ² ~100km ²	3	>100km ²	1
14	流域相对高差	>500m	4	500m~300m	3	300m~100m	2	<100m	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

表 3-12 泥石流沟易发程度数量化评分结果表

序号	影响因素	临时堆场得分 (N)
1	崩塌、滑坡及水土流失(自然和人为活动的)严重程度	1
2	泥砂沿程补给长度比	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	1
4	河沟纵坡	9
5	区域构造影响程度	9
6	流域植被覆盖率	1
7	河沟近期一次变幅	1
8	岩性影响	5
9	沿沟松散物储量 ($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	6
10	沟岸山坡坡度	4
11	产沙区沟槽断面	5
12	产沙区松散物平均厚度	5
13	流域面积	3
14	流域相对高差	2
15	河沟堵塞程度	1
合计		53

(5) 其他段崩塌、滑坡预测评估

评估区内的自然山体, 在自然条件下也会发生坡体失稳, 危害对象为人员, 预测其危害程度为小, 对矿山地质环境影响程度较轻。

综上所述, 预测可能引发地质灾害有露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、

排土场边坡崩塌、滑坡及排土场泥石流。其中露天采场与办公生活区边坡崩塌、滑坡地质灾害潜在的危害中等，危险性中等；矿山道路与其他地段边坡崩塌规模小，潜在的危害性小，危险性小；同时矿山建设也可能遭受露天采场边坡崩塌、滑坡地质灾害的影响，潜在的危害性中等、危险性中等。故预测矿山地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

含水层影响与破坏主要体现在由采矿活动导致地下水资源枯竭、地表水漏失、区域地下水均衡影响、含水层结构改变。

地下水资源枯竭影响评估：矿山为露天开采，现未进行开采活动，仅有前期民采区进行过开采，但未对地下水进行疏、排活动。矿区范围内地下水赋存于基岩裂隙水中，该含水层富水性弱，水量贫乏，透水性差，地下水来源为大气降雨。故矿山开采对地下水资源枯竭影响较轻。

地表水漏失影响评估：根据现场调查，矿证范围内有两条季节性溪流穿过，主要受大气降水影响，矿山开采对其影响不大。矿区范围内未见井泉出露，采掘面有少量裂隙水渗出，采坑有少量积水，未能自排。由于采场最低标高高于当地侵蚀基准面，矿坑排水导致的地下水水位变化幅度微小，地表水与矿山地下水水力联系不密切。矿山开采对地地表水漏失影响较轻。

区域地下水均衡影响评估：矿区地下水主要为块状基岩裂隙水，主要的补给来源为大气降水，其含水层富水性弱。历史民采区开采时对地下水的影响较小，地下水水面形状与原地形极近似，地下水在连续的含水介质中由高向低径流。判断矿山采矿基本不会导致地下水位下降，未改变补径排条件，矿区地形有利于矿坑自然排水，区域地下水均衡不会造成较大的影响。矿山建设对区域地下水均衡现状影响较轻。

含水层结构改变影响评估：矿区开采已形成了约 101306m² 的露天采场，目前最低开采水平为+91m，位于侵蚀基准面之上，高于地下水位、地表水位，上部含水层主要为风化裂隙水及残坡积弱透水层，未导致地下水位下降和含水层结构的改变。矿体挖掘对被挖掘地段含水层的结构破坏小，未影响含水层的补给、径流、排泄条件。矿山建设及开采对含水层结构影响现状较轻。

综上所述，现状矿山开采对含水层的影响与破坏较轻。

2、矿区含水层破坏预测评估

采区范围属正地形突出山梁，地下水主要为基岩裂隙水，开采主要在第四系土层及流

纹斑岩弱含水层中进行，水量贫乏，地下水位埋藏较深。由于采掘深度不大，采场最低开采标高远高于当地侵蚀基准面，矿坑排水导致的地下水位变化幅度微小，地表水体不会漏失，对区域地下水的补径排条件基本无影响。开采过程中无化学物质废物排泄，矿石、废土不易分解出有害组分，开采对土壤和地下水的污染影响微弱，开采前后地下水水质变化不大。

故预测矿山开采对含水层影响与破坏程度较轻。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析

（1）对自然景观的影响与破坏

矿山现状破坏原生地貌约 10.1306hm²（其中采场破坏面积约 4.4293hm²、办公生活区破坏面积约 0.4589hm²、矿山道路破坏面积约 5.2424hm²），对原生地形地貌景观的改变大。矿山建设及采矿活动对自然景观的破坏严重，对地质环境影响严重。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区和影响与破坏

区内无重要的交通道路、水利工程、电力通讯线路等设施。对地形地貌景观影响较轻。

（3）对人居环境影响与破坏

矿山距居民点有 500m 以上，可视范围内对地形地貌景观影响较轻。

综上所述，现状矿山开采活动对地形地貌景观的影响程度为严重。

2、矿区地形地貌景观破坏预测评估

预测矿山破坏原生地貌约 43.4192hm²（其中采场破坏面积约 36.6332hm²、工业场地破坏面积约 0.3706hm²、办公生活区破坏面积约 0.2276hm²、矿山道路破坏面积约 5.2424hm²、排土场破坏面积约 0.9454hm²），对原生地形地貌景观的改变大。矿山建设及采矿活动对自然景观的破坏严重，对地质环境影响严重。

预测矿区地形地貌景观破坏程度受现状影响为严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区水土环境污染现状分析

矿山为露天开采，目前未进行采矿活动，前期民采未对矿区及周边地表水、地下水及土壤产生污染；矿山建设及开采活动对其影响较轻。

评估区地表水较发育，矿业活动未抽排或利用地下水，地表矿坑排水及生活区废水不含有毒有害物质，矿坑排水及生活区废水经过沉砂池处理达到排放标准后合理排放。矿山

开采对象为陶瓷土，一般来讲，矿体和围岩化学成分稳定，一般不会分解出超标的有毒有害物质。本次取矿区地表水样一个，详见表 3-13。所检测的各项项目未有超标，符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水基本项目标准。

表 3-13 水样检测结果对照表

化验项目	单位	检测结果	地表水III类水标准
		地表水	
pH 值		7.10	6.0~9.0
氨氮（以氮计）	mg/L	0.04	≤1.0
铅（Pb）	mg/L	0.010L	≤0.05
锌（Zn）	mg/L	0.022L	≤1.0
铜（Cu）	mg/L	0.006L	≤1.0
镉（Cd）	mg/L	0.001L	≤0.005
砷（As）	mg/L	0.0008L	≤0.05
汞（Hg）	mg/L	0.00004L	≤0.0001
铬（Cr ⁶⁺ ）	mg/L	0.004L	≤0.05
总磷（P）	mg/L	0.04L	≤0.2
阴离子表面活性剂	mg/L	0.05L	≤0.2
硫化物	mg/L	0.002L	≤0.2

注：结果含“L”表示低于该检测方法检出限

本次现场取土样 2 件，检测项目有 pH 值、Hg、As、Cd、Pb、Zn、Cu、Cr、Ni，对照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中农用地土壤污染风险筛选值分析土壤适用性。检测结果未超过风险筛选值，现状评估采矿及建设活动对土地资源污染的程度较轻。

表 3-14 土壤检测结果对照表

测试项目	检测结果（mg/kg）		风险筛选值		是否超过风险筛选值
	表土 1	表土 2	水田	其他	
PH	4.64	4.94	≤5.5		
砷（As）	14.0	1.76	30	40	否
铅（Pb）	45	42	80	70	否
铜（Cu）	9.1	5.6	150（果园）	50	否
铬（Cr）	8.3	6.3	250	150	否
镉（Cd）	0.18	0.20	0.3	0.3	否
汞（Hg）	0.047	0.076	0.5	1.3	否
锌（Zn）	39.6	29.0	200		否
镍（Ni）	1.6	1.6	60		否

综上所述，现状评估采矿活动对水土地资源污染程度较轻。

2、矿区水土环境污染预测评估

矿山设置专门循环池，做好渗透措施，不外排。生活废水有专门的化粪池，亦不外排；

经过处理达标后用于矿区绿化浇灌用。故预测矿山生产期对水环境影响较轻。

采掘区剥离表土对生态破坏严重，但基本不产生污染源，机械泄露的油污量较少，影响范围小，对土壤环境影响较轻。

矿山生活垃圾有专门的回收点，定期清运，基本不产生污染。

机制砂生产废土未检测出高超标污染物，经过土壤改良后仍可用于回填种植用，预测对土壤环境影响较轻。

故预测矿山对矿区水土环境污染污染程度为较轻。

（六）矿山地质环境问题现状与预测评估

1、矿山地质环境问题现状评估结果

根据前述结果，对照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018年1月）中矿山地质环境影响程度分级表（附录C），采取上一级别优先原则，现状评估认为（附录M表3-15）：评估区现状地质灾害发育弱，危害性小，危险性小，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境影响程度较轻。综合确定评估区现状矿山地质环境影响程度为严重。

表 3-15 矿山地质环境问题现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	未发现					小	小	较轻
对含水层的影响与破坏	地表水漏失	BS	露天采场	断流、干涸	矿山开采以来	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS	露天采场	地表径流量	矿山开采以来	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS	露天采场	地下水位下降	矿山开采以来	小	小	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观的影响与破坏	DX	矿业活动范围	岩石裸露	矿山开采以来	大	大	严重
	对建筑物及工程设施、自然保护区的影响与破坏	JX	矿业活动范围	可视范围内自然环境变化	矿山开采以来	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX	评估区范围	微地貌对人居生活影响	矿山开采以来	小	小	较轻
对水土环境污染	地表水污染	KD	矿业活动范围	水质变差	矿山开采以来	小	小	较轻
	地下水污染	TD	矿业活动范围	水质变差	矿山开采以来	小	小	较轻
	土壤污染	WD	矿业活动范围	土质破坏	矿山开采以来	小	小	较轻

2、矿山地质环境问题预测评估结果

预测评估认为（附录 N、表 3-16）：预测可能引发露天采场边坡、工业场地、生活区、矿山道路边坡崩塌、滑坡地质灾害，潜在危害性小～中等，危险性小～中等，对矿山地质环境影响程度较严重；对含水层的影响程度为较轻；对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境影响程度较轻。综合预测评估区内矿山地质环境影响程度为严重。

表 3-16 矿山地质环境问题预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT	露天采场、工业场地、生活区、矿山道路	道路、机械设备及区内人员	较大	中等	中等	较严重
	滑坡	HP			较大	中等	中等	较严重
	泥石流	NS	临时堆土场	运输道路与机械设备	较大	中等	中等	较严重
对含水层的影响与破坏	地表水漏失	BS	露天采场	区域动植物	较小	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS	露天采场	区域动植物	较小	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS	露天采场	区域动植物	较小	小	小	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX	矿业活动范围	区域自然景观	大	大	大	严重
	对建筑物及工程设施、自然保护区的影响与破坏	JX	矿业活动范围	建筑物及工程设施	较小	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX	矿业活动范围	区内居民	较小	小	小	较轻
对水土环境污染	地表水污染	KD	矿业活动区	植被、生物	较小	小	小	较轻
	地下水污染	TD	矿业活动区	植被、生物	较小	小	小	较轻
	土壤污染	WD	矿业活动区	植被、生物	较小	小	小	较轻

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、采矿方法及工艺流程

根据《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段高岭土（陶瓷土）矿产资源开发利用方案》所述，设计方案确定采用自上而下分平台阶开采，挖掘机装车，自卸汽车运输的台阶式采矿工艺，局部稍坚硬矿石可采用爆破作业。矿区开采方式为露天开采，拥有露天采场和地面生产系统，因此损毁土地的环节主要为采矿活动的挖损和辅助生产措施的压占损毁。

2、土地损毁环节

矿山开采对土地损毁的环节主要有：

①开拓阶段：开采前期基建剥土挖损土地、辅助生产设施及生活附属设施挖损和压占损毁土地。

②采准阶段：覆盖层剥离挖损土地。

③回采阶段：开采过程中挖损损毁土地，矿山道路、办公生活区及工业场地等二次压占损毁土地。

④装运阶段：运输道路等装运平台二次压占损毁土地。

3、土地损毁时序

矿山开采对土地损毁顺序跟矿山生产建设的步骤密切相关：前期基建先剥离部分表土；随着开采的进行，开采阶段的推进，土地损毁随之扩大，如开挖露天采场；随着开采剥离土方进行土地压占损毁有矿山道路、办公生活区、工业场地等（详见表 3-17）。

表 3-17 土地损毁时序分析表

损毁单元	损毁环节	损毁时序	损毁形式
露天采场	①②③④	稳产～闭坑期	挖损
工业场地	①③④	稳产～闭坑期	挖损、压占
办公生活区	①②③④	基建期～闭坑期	压占
矿山道路	①②③④	基建期～闭坑期	挖损、压占
排土场	①②	稳产～闭坑期	压占

（二）已损毁各类土地现状

根据现场调查，矿区已损毁单元为露天采场、办公生活区、矿山道路。已损毁土地总面积约 10.1306hm²。损毁的土地类型园地 0.6871hm²、有林地 3.8941hm²、草地 2.2148hm²、裸地 3.3346hm²，现状土地资源破坏程度严重，恢复程度重度。项目区已损毁土地统计（表 3-12）如下：

1、露天采场损毁土地现状

本项目露天采场对土地的损毁为永久性损毁，原地形无法恢复。根据现场调查及矿山最新开采现状平面图，采场已挖损损毁土地面积为 4.4293hm²，损毁地类为其他林地 0.9502hm²、草地 1.3164hm²、裸地 2.1627hm²，挖损深度在 5m 以上，损毁程度为重度。（土地损毁程度分级表以表 3-18、3-19 为准）。

表 3-18 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	$\leq 1\text{hm}^2$	$1\sim 10\text{hm}^2$	$>10\text{hm}^2$
挖损土层厚度	$\leq 0.2\text{m}$	$0.2\sim 0.5\text{m}$	$>0.5\text{m}$

表 3-19 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	$< 1\text{hm}^2$	$1\sim 10$	$> 10\text{hm}^2$
堆积高度	$< 10\text{m}$	$10\sim 30\text{m}$	$> 30\text{m}$
压占物	土壤	砌体	矸石
土壤污染	轻度	一般	有毒

2、办公生活区损毁土地现状

办公生活区位于矿区范围内中部靠南侧方向，矿山的进场路口，用地面积 0.4589hm^2 ，损毁形式为压占，损毁土地类型为果园 0.1849hm^2 、茶园 0.0778hm^2 、裸地 0.1962hm^2 ，损毁程度为中度（详见表 3-12）。

3、矿山道路损毁土地现状

矿山运输道路用地面积 52424hm^2 ，损毁形式为复合型挖损与压占，损毁土地类型为果园 0.0902hm^2 、茶园 0.3342hm^2 、有林地 2.5864hm^2 、其他林地 0.3575hm^2 、其他草地 0.8984hm^2 、裸地 0.9757hm^2 ，损毁程度为轻度（详见表 3-20）。

表 3-20 已损毁土地资源现状统计表

损毁单元	已损毁面积 (hm^2)	土地利用类型 (hm^2)						损毁方式	损毁程度
		园地 02		林地 03		草地 04	其他土地 20		
		果园 021	茶园 022	有林地 031	其他林地 033	其他草地 043	裸地 127		
露天采场	4.4293	-	-	-	0.9502	1.3164	2.1627	挖损	重度
办公生活区	0.4589	0.1849	0.0778	-	-	-	0.1962	压占	中度
矿山道路	5.2424	0.0902	0.3342	2.5864	0.3575	0.8984	0.9757	挖损 压占	轻度
合计	10.1306	0.2751	0.4120	2.5864	1.3077	2.2148	3.3346		

（三）拟损毁土地预测与评估

根据《广东省潮州市潮安区赤凤羊逃坑-皇帝溜矿区白莲区段高岭土（陶瓷土）矿矿产资源开发利用方案》后续开采作业活动将扩大现状土地破坏范围。预测土地资源破坏 43.4192hm^2 ，影响程度为严重，恢复程度重度（详见表 3-21）。

表 3-21 拟损毁土地资源预测统计表

损毁单元	已损毁面积 (hm ²)	预测评估损毁土地情况 (hm ²)												预测 损毁 面积 (hm ²)	新增 面积 (hm ²)	损毁 方式	损毁 程度
		园地 021		茶园 022		有林地 031		其他林地 033		其他草地 043		裸地 127					
		现状	新增	现状	新增	现状	新增	现状	新增	现状	新增	现状	新增				
露天采场	4.4293	0	0.1849	0	1.7687	0	0	0.9502	22.6662	1.3164	6.1347	2.1627	1.4494	36.6332	32.2039	挖损	重度
工业场地	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3706	0	0	0	0	0.3706	0.3706	挖损 压占	中度
办公生活区	0.4589	0.1849	-0.1849	0.0778	-0.0778	0	0	0	0.1735	0	0	0.1962	-0.1421	0.2276	-0.2313	压占	中度
矿山道路	5.2424	0.0902	0	0.3342	0	2.5864	0	0.3575	0	0.8984	0	0.9757	0	5.2424	0	挖损 压占	轻度
排土场	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9454	0	0	0	0	0.9454	0.9454	压占	中度
合计	5.7013													43.4192	33.2886		

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境治理分区与防治分区

1、矿山地质环境影响现状分区

（1）分区结果

依据矿山地质环境现状评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《指南》（附录 O）之要求，基本评价要素包括：地质灾害影响、含水层影响、地形地貌景观影响、水土环境污染及土地损毁程度。

对矿山地质环境影响现状分为两个区，矿山地质环境影响严重区（I）和较轻区（III），严重区（I）面积 0.3689km²，占评估区面积的 22.26%，较轻区（III）面积 1.2879km²，占评估区面积的 77.47%。见表 3-22 及现状评估图（附图 1）。

（2）分区描述

现状矿山地质环境影响划分为两个区：矿山地质环境影响严重区（I）和较轻区（III）。各区分区描述如下：

影响严重区（I）：包括露天采场、办公生活区、矿山道路及其影响范围，面积 0.3689km²，占评估区面积的 22.26%；该区矿山地质环境条件中等，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；矿业活动对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏严重；对水土环境污染影响较轻，对土地损毁程度严重。

影响较轻区（III）：位于矿界周边（I 区外）非开采区，面积 1.2879km²，占评估区面积的 77.47%；该区矿山地质环境条件中等，未发现地质灾害，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；矿业活动对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏较轻，对水土环境污染影响较轻，对土地损毁程度较轻。

表 3-22 矿山地质环境影响现状分区说明表

分区名称及编号	分布情况			矿区地质环境现状评估				影响程度分级
分区	范围	面积(km ²)	百分比(%)	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	
严重区（I）	露天采场、办公生活区、矿山道路	0.3689	22.26	较轻	较轻	严重	较轻	严重
较轻区（III）	处 I 区以外评估区内其他范围	1.2879	77.47	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

2、矿山地质环境影响预测分区

(1) 分区结果

依照《指南》(表 0)之要求,对矿山地质环境影响预测评估可划分为两个区,矿山地质环境影响严重区(I)和较轻区(III)。严重区(I)面积 0.5667km²,占评估区面积的 34.20%,主要地段为露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、排土场;较轻区(III)面积 1.0901km²,占评估区面积的 65.80%,主要为评估区内(I)区以外的其他范围。见表 3-23 及附图 3。

(2) 分区描述

影响严重区(I):预测分区面积约 0.5667km²,占评估区总面约 34.20%,主要是露天矿场的终采境界、工业场地、办公生活区、矿山道路及排土场。区内预测矿山开采可能引发或加剧的地质灾害有露天采场边坡、工业场地边坡等崩塌、滑坡,危害性中等,危险性中等,对矿山建设影响程度较严重;矿业活动对含水层影响较轻;对地形地貌景观影响程度为严重;对水土环境污染影响较轻;对土地损毁程度严重。

影响较轻区(III):除了地质环境影响严重区外的评估区其它地段,划分为地质环境影响较轻区,分区面积 1.0901km²,占评估区总面约 65.80%。区内发生地质灾害的可能小,危险性小;预测矿山建设及开采对评估区含水层影响与破坏程度分级为较轻;对地形地貌景观影响与破坏程度为较轻;对水土环境污染影响较轻;对土地损毁程度较轻。

表 3-23 矿山地质环境影响预测分区说明表

分区名称及编号	分布情况			矿区地质环境预测评估				影响程度分级
分区	范围	面积(km ²)	百分比(%)	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	
严重区(I)	露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路与排土场	0.5667	34.20	较严重	较轻	严重	较轻	严重
较轻区(III)	处 I 区以外评估区内其他范围	1.0901	65.80	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

3、矿山地质环境保护与恢复治理分区

(1) 分区原则

综合分析原则:

根据《开发利用方案》和矿山地质环境综合调查成果,按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性,结合矿山地质环境现状评估、预测评估情况进行综合分析,分区界线重点考虑以下要素:地貌单元界线;矿山规划功能区域界线;地质界线;地质环境问题类型、

分布及影响范围。

主导因素原则：

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

因地制宜的原则：

根据当地的自然条件、区位特点和地质环境破坏影响程度等，因地制宜确定分类前提，不能强求一致。

遵守规范的原则：

根据《指南》附表 D 为指导，以现状评估和预测评估结果为基础采取就上原则进行分区。矿山地质环境影响程度分级为基础进行矿山地质环境保护与恢复治理分区（详见表 3-24）。

表 3-24 矿山地质环境治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点防治区	重点防治区	重点防治区
较严重	重点防治区	次重点防治区	次重点防治区
较轻	重点防治区	次重点防治区	一般防治区

（2）分区方法

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）》（2018 年 1 月）（附录 P），以矿山地质环境现状和预测评估影响程度分级为基础进行分区。可以把矿区划分为重点防治区与一般防治区。

分区方法：地质灾害根据地质灾害的规模，居民的分散程度，建筑的规模，造成经济损失的大小，受威胁的人数等；地下含水层破坏程度根据矿坑涌水量，含水层水位下降程度，矿区及周围地表水漏失程度，是否影响矿区及周围生产生活供水等情况；地形地貌破坏依据矿山开采对原生的地形地貌景观影响和破坏程度，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程度；水土资源污染依据影响程度、面积、地类等。并充分考虑矿山地质环境问题对人居环境、工农业生产、区域经济发展影响，对矿区及其影响范围进行分区。

（3）分区评述

根据上述分区原则和分区因素，结合矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，可把该矿山地质环境治理区域划分为重点防治区 A（地质环境影响严重区）和一般防治区 C

(地质环境影响较轻区)两个级别(见表3-25)。

①重点防治区(A区)

对应现状评估严重区与预测评估严重区,分区面积约0.5667km²,占评估区总面积的34.20%,主要是露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、排土场及其影响范围等采矿活动区域。

区内矿山地质环境现状:区内现状地质灾害发育弱,采取避让即可,对地质环境影响程度为较轻;现有采矿活动对含水层(主要为地表水地下水水质变化)影响程度为较轻;对地形地貌景观影响程度严重;对水土环境污染影响较轻;对土地损毁程度严重。故矿山建设及采矿活动对地质环境影响严重。

预测矿山地质环境问题及其影响程度:区内预测矿山开采可能引发或加剧的地质灾害是露天采场边坡崩塌、滑坡,危害性中等,危险性中等,对矿山地质环境影响较严重;对地形地貌景观影响程度为严重;对含水层影响较轻;对水土环境污染影响较轻;对土地损毁程度严重。故矿山建设及采矿活动对地质环境影响严重。

根据以上各种情况,确定本分区为重点防治区,边坡防护与采空区复绿是防治恢复的重点。同时应加强地质灾害危险性监测。主要的治理措施以生态修复为主:采场边坡清理危岩体,外围修筑截排水沟较少地表水体对坡面冲刷,平台区边缘修筑挡土墙;平台及场地整平覆土,坡脚种植攀爬类植物,平缓区域采取“乔+灌+草”相结合的复绿方式。

②一般防治区(C区)

对应现状评估较轻区与预测评估较轻区,分区面积1.0901km²,占评估区总面积的65.80%,为评估区内除重点防治区以外的其它地段。

区内地质环境现状:本区位于矿业活动的影响区之外,区内地质环境基本保持原始状态,调查未见地质灾害发生,对矿山地质环境影响破坏较轻;对含水层、地形地貌景观亦无破坏,对矿山地质环境影响破坏较轻;植被发育良好,水土环境污染较轻,对土地资源影响较轻。因此区内地质环境现状影响程度较轻。

预测地质环境问题及其影响程度:区内现主要为自然山体,预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害主要有自然山体及道路边坡小规模崩塌地质灾害,易治理;预测其潜在危害性小、危险性小。预测采矿活动对含水层、地形地貌、水土环境污染及土地资源破坏的影响程度均为较轻。

综合判断本分区中各判别要素对地质环境基本无影响或影响较轻,防治措施以监测保护和生态修复为主,较易实施,故划定为矿山地质环境保护与恢复治理的一般防治区域。

表 3-25 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区名称及编号	分布情况			地质环境条件	矿山地质环境现状评估						矿山地质环境预测评估						防治工程		
	范围	面积(km ²)	百分比(%)		地质灾害影响	含水层影响	地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	措施	手段	进度安排
重点防治区(A)	露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路及排土场	0.5667	34.20	中等	较轻	较轻	严重	较轻	严重	严重	较严重	较轻	严重	较轻	严重	严重	工程生物监测	截排水工程、植被绿化、地质环境监测	2022-2042
一般防治区(C)	评估区内除(A)区外其它范围	1.0901	65.80	中等	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测生物	植被绿化、地质环境监测	2022-2042

（二）土地复垦区与复垦责任范围

依据土地损毁分析与预测结果，以及“在保护中开发，在开发中保护”、“谁受益，谁治理”等原则，根据对矿山土地损毁分析与预测结果，本次复垦责任范围为该矿山矿业活动区域，包括露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、排土场；截排水措施、沉砂池等保留。评估区内预测共破坏土地资源面积 43.4192hm²，本方案圈定土地复垦责任范围总面积为 43.4192hm²；复垦单元划分见表 3-26。

表 3-26 矿山复垦单元与复垦责任范围划分表

复垦单元	土地复垦面积 (hm ²)	现状用地类型	土地破坏程度	土地破坏方式
露天采场	36.6332	茶园、其他林地、其他草地、裸地	重度	挖损
工业场地	0.3706	其他林地	中度	挖损、压占
办公生活区	0.2276	园地、茶园、其他林地、裸地	中度	压占
矿山道路	5.2424	园地、茶园、有林地、其他林地、其他草地、裸地	轻度	挖损、压占
排土场	0.9454	有林地	中度	压占

（三）土地类型与权属

1、土地类型

根据潮州市潮安区自然资源局提供的矿区 2018 年土地利用现状图（局部），矿区范围内土地类型为园地、林地、草地和其他土地；根据对该矿已损毁土地和拟损毁土地面积的分析，复垦责任范围损毁土地类型为果园 0.0902hm²、茶园 2.2878hm²、有林地 2.5864hm²、其他林地 25.4634hm²、其他草地 8.3495hm²、裸地 4.6419hm²（详见表 3-27）。

表 3-27 复垦区土地资源预测损毁评估表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积比例 (%)
02	园地	021	果园	0.0902	0.21
		022	茶园	2.2878	5.27
03	林地	031	有林地	2.5864	5.96
		033	其他林地	25.4634	58.65
04	草地	043	其他草地	8.3495	19.23
12	其他土地	127	裸地	4.6419	10.68
合计				43.4192	100

2、土地权属

矿山占用土地权属为广东省潮州市潮安区赤凤镇葵山村集体和赤凤镇白莲村集体所有，潮州市健诚瓷业有限公司通过土地租赁方式获得土地使用权，矿区土地权属清楚、无争议，土地权属情况见表 3-28。

表 3-28 矿区土地利用权属表

权属		地类与面积(hm ²)						合计
		02 园地		03 林地		04 草地	12 其他土地	
省市(区)	镇村	园地 021	茶园 022	有林地 031	其他林地 033	其他草地 043	裸地 127	
广东省 潮安区	赤凤镇 葵山村	0.0902	2.2878	1.9934	25.4634	8.3495	4.6419	42.8262
	赤凤镇 白莲村	0	0	0.5930	0	0	0	0.5930
合计		0.0902	2.2878	2.5864	25.4634	8.3495	4.6419	43.4192

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

矿山开采可能产生的地质环境影响为地质灾害、地形地貌、地下水含水层及水土环境污染，由前述分析可知，矿山开采产生的主要地质环境问题为地质灾害、地形地貌和地下水含水层影响，而水土环境污染则相对较轻，可以不考虑治理工程。

1、地质灾害防治技术可行性：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，辅以危岩清理、挡土墙工程及预警工作，重在预防，此技术成熟可行，在国内矿山均有应用。

2、地下水含水层防治技术可行性：矿区含水层的破坏体现在第四系含水层和基岩裂隙含水层结构破坏，可采用覆土工程措施重塑地下水含水层，避免含水层地下水的流失，治理恢复其隔水层功能，减少含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量，防治难度较易。

3、地形地貌防治技术可行性：矿山露天开采不可避免会对矿区原始地形地貌造成严重影响，原始地形、植被随着开采的进行被改变、被挖损，使原有高差加大，局部变得相对平坦或陡峭，影响较大；其中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。

地貌景观的恢复可通过覆土、种植重塑，增加植被覆盖率，恢复绿化。此技术是可行的。

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。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，矿山地质环境投资费用由矿山企业全部承担。

矿山企业应建立矿山环境治理恢复基金制度，将环境治理成本内部化，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，督促企业落实矿山环境治理恢复责任。

矿山地质环境治理难度较易，主要为地质灾害防治和地貌重塑工程。矿山在可利用矿产资源储量的范围内进行开采，矿山剩余服务年限约 16 年，设计年税后利润 115.94 万元，总利润可达 1043.46 万元；预计治理费用 36.05 万元，约占总利润的 3.45%，故矿山地质环境治理经济方面可行。

综上，矿山地质环境治理经济上是完全可行的。

（三）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。

矿山地质环境治理与生态环境工程有机结合，通过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、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

该复垦区占用的土地类型主要为园地、林地、草地与其他土地，预测复垦区土地面积为 43.4192hm²（详见表 3-25）。

（二）土地复垦适宜性评价

1、矿山土地复垦适宜性评价原则和依据

（1）评价原则

土地复垦适宜性原则应包括以下原则：

- 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调；
- 因地制宜；
- 土地复垦园地优先和综合效益最佳原则；

- 主导型限制因数与综合平衡原则；
- 复垦后土地可持续利用原则；
- 社会因数和经济因数相结合的原则。

(2) 评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析项目区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，参考土地损毁预测和损毁程度分析的结果，依据国家和地方的法律法规及相关规划、行业标准，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。土地复垦适宜性评价的主要依据包括：

①相关法律法规

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、土地管理的相关法律法规等，详见本文前言部分的编制依据。

②相关规程和标准

包括《土地复垦质量控制标准》(TD-T 1036—2013)、《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011) 和《潮安区土地利用总体规划(2010—2020 年)》，详见本文前言部分的标准规范。

③其它

包括复垦责任范围内土地资源调查资料、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况，公众参与意见等。

2、评价对象和范围

评价范围为复垦责任范围；评价对象为复垦责任范围内复垦单元损毁的土地。

3、评价单元划分

评价单元划分方法是以土地利用现状、土壤类型、行政区划作为依据的。

根据以上分析，在对本项目进行土地复垦适宜性评价，划分评价单元时应当以土地损毁类型、限制性因素和人工复垦整治措施等为划分依据，将项目区土地复垦适宜性评价单元划分为五个评价单元，详见表 4-1。

表 4-1 复垦责任区适宜性评价单元划分

复垦单元	复垦面积 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
露天采场	36.6332	挖损	重度
工业场地	0.3706	挖损、压占	中度
办公生活区	0.2276	压占	中度
矿山道路	5.2424	挖损、压占	轻度
排土场	0.9495	压占	中度
合 计	43.4192		

4、评价体系和评价方法的选择

(1) 评价体系

根据《土地复垦方案编制规程》和国内外的相关研究成果，本方案采用的评价体系为二级评价体系，包括土地适宜类、土地质量等；土地适宜性分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再续分为若干土地质量等；土地质量等分为一等地、二等地、三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分（见表 4-2）

表 4-2 土地复垦适宜性评价体系表

土地适宜类	土地质量类			备注
适宜类	宜耕	宜林	宜草	
	一等地 (A1)	一等地 (A1)	一等地 (A1)	
	二等地 (A2)	二等地 (A2)	二等地 (A2)	
	三等地 (A3)	三等地 (A3)	三等地 (A3)	
暂不适宜类	不续分 (N)	不续分 (N)	不续分 (N)	
不适宜类	不续分 (N)	不续分 (N)	不续分 (N)	

①宜耕类

一等宜耕地：复垦条件好，损毁轻微，质量好，对农业利用无限制或一种限制，且限制程度低。通常这类土地地形平坦，土壤肥力高，适于机耕，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的产量，且正常利用不致于发生退化。

二等宜耕地：复垦条件质量中等，损毁程度不深，有一、二种限制因素，限制强度中等，需要采取一定的改良或保护措施才能较好的利用。如利用不当，可能导致水土流失、肥力下降等现象。

三等宜耕地：复垦条件较差，损毁严重，有多种限制因素，且限制强度大，改造困难，需要采取复杂的工程或生物措施。需要采取大整治措施后才能作为耕地使用，或者需要采取重要保护措施防止土地农业利用时发生退化现象，如利用不当，对土地质量和生态环境

有较严重的不良影响。

②宜林类

一等宜林地：适用于林木生产，产量高质量好。无明显限制因素，损毁较轻，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量我经济价值。

二等宜林地：比较适于林木生产，产量和质量中等。地形、土壤、水分等因素对种植树木有一定的限制，损毁程度不深，但是植树造林的技术要求较高，产量和经济价值一般。

三等宜林地：林木生长困难，产量低。地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，植树造林技术要求较高，产量和经济价值较低。

③宜草类

一等宜草地：土层深厚，土壤略偏碱性，植被盖度大，草籽好，适宜发展畜牧业；

二等适宜地：土层厚度中等，土壤多为沙土或黏土，土壤呈碱性，植被盖度一般为0%~40%，产草量中等；

三等宜草地：该类土地土层较薄，土壤呈碱性，多为盐渍化土，生长植被的盖度较低（一般低于30%），产量低。

（2）评价方法

评价方法选用土地综合指数法定量进行分析，该方法是根据土地类的各评价因子等级的高低，分别以相应的等级分。耕地评价因子分为4个等级，即等级为I、II、III、IV，则等级分对应为400、300、200、100；林地和草地划分为3个等级，分别为I、II、III，对应等级分为300、200、100。用等级分乘以评价因子相应的权重值，即为各评价因子的指数。评价单元的各评价因子指数相加指数之和，成为土地综合质量指数，其计算模型为：

$$G_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} X_{ij} (j=1,2,\cdots,n)$$

式中： G_i ——为*i*地块综合质量指数；

P_{ij} ——为*i*块*j*评价因子的权重；

X_{ij} ——为*i*块*j*评价因子的等级分；

i——为地块的图斑号。

5、评价指标体系和标准的建立

评价指数体系的确定考虑到矿山的实际，土地复垦适宜性评价分别针对宜耕地、宜林、宜草进行。宜耕地复垦方向选择损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土层厚度5个指标；宜林复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度4个指标；宜草

复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层 4 个指标。

参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦规程（试行）》等确定各适宜类型因子值：

表 4-3 宜耕地因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等级分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分	等级 (IV)	等级分	等级 N	等级分
损毁程度	0.25	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100		
坡度 (°)	0.30	0~2	400	2~6	300	6~15	200	15~25	100	≥25	0
耕作半径 (km)	0.15	<1	400	1~<3	300	3~<5	200	≥5	100		
灌排水条件	0.10	好	400	较好	300	一般	200	差	100	内涝	0
有效土层厚度 (cm)	0.20	≥60	400	≥40	300	≥30	200	≥15	100	≤15	0

表 4-4 宜林因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等级分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分
损毁程度	0.30	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.30	<10	300	10~≤25	200	>25	100
排水条件	0.15	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.25	≥40	300	20~<40	200	<20	100

表 4-5 宜草因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等级分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分
损毁程度	0.30	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.25	<15	300	15~≤35	200	>35	100
排水条件	0.20	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.25	≥30	300	10~<30	200	<10	100

表 4-6 土地评价等级指数和范围表

土地适宜类型	适宜等级			
	I (非常适宜)	II (适宜)	III (基本适宜)	IV (不适宜)
宜耕地	400~326	325~251	250~176	175~100
宜林地	300~245	244~168	167~100	
宜草地	300~245	244~168	167~100	

6、适宜性等级评定

依据现场调查实际，结合对矿山评价单元采闭坑后的最终特征进行预测分析，选取上述参评因子计算各评价单元综合指数，按表 4-7 进行土地复垦适宜性等级划分，结果见表 4-8；当在一个评价单元同时适宜两个以上级别时，以符合周边环境类型，政策导向，满足符合矿区经济效益最大化及最适应当地的种植方向，确定复垦方向。

表 4-7 适宜性评定属性表

评价单元	面积 (hm^2)	损毁 程度	坡度 ($^\circ$)	耕作半径 (km)	排水条件	有效土层 厚度 (cm)
露天采场	36.6332	重度	<10	$1\sim <3$	好	<10
工业场地	0.3706	中度	$2\sim 6$	$1\sim <3$	好	>40
办公生活区	0.2276	中度	$2\sim 6$	$1\sim <3$	好	>40
矿山道路	5.2424	轻度	$2\sim 30$	$1\sim <3$	好	$10\sim \leq 30$
排土场	0.9495	中度	$2\sim 6$	$1\sim <3$	好	>60
合 计	43.4192					

表 4-8 土地适宜性等级评定结果表

评价单元	面积 (hm ²)	土地适宜类型						评价结果
		宜耕地		宜林地		宜草地		
		分值	适宜等级	分值	适宜等级	分值	适宜等级	
露天采场	36.6332	170	不适宜	210	适宜	190	适宜	宜林、宜草
工业场地	0.3706	285	适宜	270	非常适宜	270	非常适宜	宜耕、宜林、 宜草
办公生活区	0.2276	285	适宜	270	非常适宜	270	非常适宜	宜耕、宜林、 宜草
矿山道路	5.2424	160	不适宜	130	基本适宜	190	适宜	宜林、宜草
排土场	0.9495	305	适宜	270	非常适宜	270	非常适宜	宜耕、宜林、 宜草

7、确定最终复垦方向和划分复垦单元

(1) 复垦方向确定

根据适宜性等级评定结果，对于多宜性的平均单元，需综合分析当地自然条件、社会条件、土地复垦类比分析和工程施工难易程度等情况，确定最终复垦方向并简单阐述方案比选的过程。

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到原土地利用类型、周围气候、环境情况、公众建议、地方规划多方面因素。本次土地复垦为林地 41.0412hm^2 ，复垦为园地 2.3780hm^2 。现就各复垦单元复垦方向分述如下：

①露天采场

场底与平台区：由适宜性评价结果可知，采场平台场底较为平坦，可复垦为林地、草地。考虑到原有土地利用状况、周围环境状况和规划要求，方案确定复垦方向为林地 5.5078hm²，园地 1.9536hm²。

边坡区：由适宜性评价结果可知，采场边坡可复垦为林地、草地。采场区存在高陡岩质坡面和风化剥离土质边坡，坡度多数大于 35°，土质边坡有效土层厚度小；岩质边坡在现有的技术条件下可以采用锚固植生槽、喷播方式进行，但此项工程造价高，且采场斜坡以原岩为主，其保水保土能力极弱，易引起水土流失，后期需要大量的管护成本，且复垦后效果不是很好。考虑与自然生态环境协调性，复垦初期以恢复当地生态环境为主，可在斜坡底部种植攀爬植物的方式达到绿化目地，该方式简单易行，又能减少裸岩裸露面积。有条件地区可采用穴播方式，在边坡面上利用已有裂隙、洞穴与人工凿穴方式播种草籽、树种等。

②工业场地

该区域整体较平坦，仅出现小部分土质边坡。由适宜性评价结果可知，可复垦为耕地、林地、草地；结合土地利用现状和规划要求，确定复垦方向为有林地 0.3706hm²。

③办公生活区

由适宜性评价结果可知，办公生活区可复垦为耕地、林地、草地，由于所处地形条件好，复垦条件限制较少；结合土地利用现状和规划要求，确定复垦方向为有林地 0.2276hm²。

④矿山道路

由适宜性评价结果可知，矿山道路复垦为耕地、林地、草地。结合土地利用现状和规划要求，最终确定复垦方向为有林地 4.8180hm²，园地 0.4244hm²。

⑤排土场

由适宜性评价结果可知，排土场可复垦为耕地、林地、草地。结合土地利用现状和规划要求，最终确定民采区复垦为有林地 0.9454hm²。

复垦前后土地利用结构调整见表 4-9：

表 4-9 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅 (hm ²)
				复垦前	复垦后	
02	园地	021	果园	0.0902	2.3780	+2.2878
		022	茶园	2.2878	0	-2.2878
03	林地	031	有林地	2.5864	41.0412	+38.4548
		033	其他林地	25.4634	0	-25.4634
04	草地	043	其他草地	8.3495	0	-8.3495
12	其他土地	127	裸地	4.6419	0	-4.6419
合计				43.4192	43.4192	

(2) 划分复垦单元

根据评价单元的最终复垦方向,从工程施工角度将采取的复垦标准和措施一致的评价单元合并作为一类复垦单元。土地复垦适宜性评价结果与土地复垦单元划分结果见表 4-10。

表 4-10 土地复垦适宜性评价结果表与土地复垦单元划分结果表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积 (hm ²)	复垦单元
露天采场	园地、林地	36.6332	露天采场
工业场地	林地	0.3706	工业场地
办公生活区	林地	0.2276	办公生活区
矿山道路	园地、林地	5.2424	矿山道路
排土场	林地	0.9495	平台区
合计		43.4192	

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

综合考虑复垦区内水资源的供应能力和需求状况,分析复垦区水资源的余缺情况,合理协调水资源的供求关系,以寻求水资源的平衡。水资源平衡分析包括可供水量、需水量、水量供需平衡分析。

(1) 需水量分析

需水量包括复垦区内一切用水,复垦区主要需水是林木浇灌、水田用水。除去正常降雨能够满足植物所需水量外,设计管护期每年灌溉三次,共三年,采用拉管喷洒方式进行灌溉,三年后依靠自然降水。

矿区复垦范围 43.4192hm² (1 公顷为 15 亩),预计年需水量为 104857.368m³。

根据《用水定额 第 1 部分:农业》(DB44T1461.1—2021)粤东和粤东北丘陵山区蓄引灌溉用水定额分区 (GFQ6),采用柑橘幼苗树水文年按 90%喷灌用水定额 151m³/亩·年

计算林地用水；矿区复垦林地、园地总范围 43.4192hm²（1 公顷=15 亩），预计年需水量为 98344.49m³。复垦区内总需水量约 98344.49m³。

（2）可供水量分析

结合矿区地形地貌现状新建多个蓄水池采用拉水管方式进行浇灌。降水及地表径流进入矿山季节性溪流流量约 7796.20m³/d，年流量为 2845613m³/a。其水量、水质满足农田灌溉要求，供水水源将有所保障。

（3）水量供需平衡分析

矿山周边有稳定的地表水体，且地区年均降雨量较高，林木浇灌水源有保障，可满足复垦后期植被生物的生长需求。

2、土资源平衡分析

土源平衡分析主要是指对用于复垦表土的供需分析，表土是指能够进行剥离的，有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化物。土壤平衡分析包括表土剥离量分析、表土覆盖量分析及表土供需平衡分析。

（1）需土量分析

复垦责任范围内需要对露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、排土场进行绿化；矿山道路采用挖坑换土方式在两侧绿化，间隔 1.5m，坑穴按 0.5m×0.5m×0.5m 回填计算，全面积覆土按 0.3m 厚度覆土计算，详见表 4-11。

表 4-11 需土量分析表

覆土单元	复垦方向	覆土面积 (hm ²)	覆土量 (m ³)	备注
露天采场	园地、林地	35.7283	107184.9	全面积覆土 0.3m
工业场地	林地	0.3706	1111.8	全面积覆土 0.3m
办公生活区	林地	0.2276	682.8	全面积覆土 0.3m
排土场	林地	0.7105	0	无需覆土
矿山道路	林地	5.2424	46	道路两侧挖坑换土，间距 1.5m，坑穴规格 0.5m×0.5m×0.5m；闭坑复垦后种植 368 株。
合计		43.4192	109025.5	

（2）供土量分析

根据开发利用方案，初期剥离土运送至排土场，少量用于修筑道路，后期剥离土就地转排至上部底板用于复垦。矿山现状仍处于建设阶段，根据开发利用方案，预测排土场堆积量 12.19 万 m³。根据现场调查情况，预测剥离面积 332886m²，剥离表层 0.4~0.5m 作为复垦用土，剥离量为 133154.4~166443m³，满足矿区土地复垦工程土资源需求。

(3) 供需平衡分析

在分别计算了复垦区内可供表土量和需土量之后，供土量能满足需土量。

(四) 土地复垦质量要求

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）》（2018 年 1 月）附录 F.1 东南沿海地区丘陵区土地复垦质量控制标准。本项目为露天采矿矿山土地复垦工程，待复垦区包括露天采场、工业场地、办公生活区和矿山道路等，大部分待复垦区为硬质地及岩质采掘面，对这种场地进行复垦，相当大一部分工程为硬质、石质场地的疏松和覆土，还有配套的拦挡、排水工程。具体需要的复垦措施需达到以下标准：

1、土地复垦质量控制基本原则

(1) 与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调，与潮安区土地利用总体规划相结合，符合矿区的布局；

(2) 企业应按照发展循环经济的要求，对矿山废渣、废石进行无害化处理；

(3) 重建后的地形地貌与生物群落与当地自然环境和景观相协调；

(4) 保护生态环境质量，防止次生地质灾害、水土流失、土壤二次污染等；

(5) 兼顾自然、经济社会条件，选择复垦土地的用途，综合治理。宜耕则耕，宜林则林，宜牧则牧，宜建则建。条件允许的地方，优先复垦为耕地；

(6) 经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

2、复垦要求

复垦中要根据各参评单元适宜性评价的结果，开展相应的工程。复垦时应满足：

(1) 矿区应做到边开采边复垦；

(2) 复垦利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调；

(3) 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

(4) 应充分利用原有地表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；

(5) 排水设施、灌溉设施和防洪标准符合当地要求；

(6) 复垦地区的道路交通布置合理。

3、土地复垦质量控制标准

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》附录 F.1 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准要求，本次复垦利用的方向为林地，复垦标准如表 4-12。

根据复垦区地理位置，宜种植观赏林、经济林，也可依所在地配置相应的功能林。选

择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种。实行草、灌、乔套种混播；回填土壤厚度为 0.3m；排水设施满足场地要求，利用主体工程设计的截排洪沟，防洪标准采用 20 年一遇标准。

表 4-12 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
园地	园地	地形	地面坡度 (°)	≤25
		土壤质量	有效土层厚度 (cm)	≥30
			土壤容重 (g/cm ³)	≤1.45
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量 (%)	≤15
			pH 值	5.5~8.0
			有机质 (%)	≥1
			电导率 (ds/m)	≤2
		配套设施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求
			排水	
			道路	
		生产力水平	产量 (kg/hm ²)	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平
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	达到当地各行业工程建设标准要求
		生产力水平	定植密度 (株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607) 要求
			郁闭度	≥0.35

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境治理与土地复垦预防

(一) 目标任务

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防目标

(1) 矿山地质环境保护目标

采矿活动引发的地质环境问题主要是地质灾害、地下含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏、水土环境污染。依据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，结合矿山服务年限和开采计划，本矿山地质环境保护总体目标是：最大限度地避免或减轻因矿山工程建设和采矿活动对矿山地质环境的影响和破坏，闭坑后实现矿山地质环境的有效恢复，即矿山关闭后采矿影响范围内的生态应基本恢复到与周边环境相协调的状态，对存在的地质灾害隐患应采取永久性防治措施，矿山地质环境问题得到有效治理，保证矿区经济社会发展和周围居民生命财产安全。

具体目标为：

①最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓地质灾害造成的损失，有效遏制矿山生产对地形地貌景观的影响和破坏，保护矿区地质环境，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，实现矿区经济可持续发展；

②开采活动形成的高陡边坡滑塌等地质灾害得到有效治理，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡；对威胁建设场地、道路的地质灾害进行治理，保障场地、道路安全。矿山闭坑期结束后，地质灾害隐患应全部消除；

③降低矿山开采活动对含水层破坏的影响；

④及时开展治理工程，避免和减缓矿山开发对地形地貌景观的影响。矿山闭坑后矿山地质环境与周边生态环境相协调，达到与区位条件相适应的环境功能；

⑤对固体废弃物进行综合利用，减缓对地形地貌影响的破坏。

(2) 土地复垦预防目标

①从恢复生态环境和防止水土流失的角度，根据潮安区土地利用状况、矿山生产建设占地情况和自然环境条件，对矿山损毁的土地复垦进行规划设计，并提出相应的复垦工程措施与实施方案，同时也为相关部门提供管理的依据；

②据方案要求，维护和治理矿区及周围地区生态环境，使矿山环境得到明显改善；

③避免和减缓对土地资源的影响和破坏，采取有效工程措施对受影响和破坏的土地进行恢复治理，使其恢复原貌或适宜用途。

2、矿山地质环境保护与土地复垦预防任务

(1) 矿山地质环境保护任务

矿山地质环境保护的主要任务是指为达到矿山地质环境保护规划的预期目标而要完成的主要工作。在对石场矿山地质环境评估的基础上，结合矿山实际，提出以下具体任务为：

- ①建立采场边坡、工业场地稳定性监测及预警预报体系；
- ②编制地质灾害治理方案，对评估区内不稳定边坡采取应急措施；
- ③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；
- ④矿山开采过程中，对地形地貌景观遭受破坏的地区进行整治，实施环境绿化工程，进行生态恢复治理，恢复或重建矿山生态环境；
- ⑤在经济合理的基础上，进行矿山地质环境保护和治理恢复工程的经费概算，提出保护与恢复治理的措施保障，进行社会、环境、经济效益分析。

(2) 土地复垦预防任务

- ①对露天采场和其他土地资源破坏严重区域，结合破坏的土地类型，同时调查矿山周边的社会经济状况，提出土地资源恢复治理方案；
- ②在对矿区内的生态环境进行充分调查的基础上，建立矿区的水文、地质、土壤和动植物等生态环境和人文环境基础状况数据库；
- ③按照方案要求，对土地资源进行治理和恢复；
- ④根据方案预算费用按时缴纳治理费用，并用于土地复垦相关工程。

(二) 主要技术措施

最基本最有效的预防措施是严格按照开采设计或开发利用方案进行开采，在生产中严格执行矿山安全生产规程。相关的地质环境问题预防措施参照如下：

1、矿山地质灾害预防措施

(1) 崩塌、滑坡的预防工程设计：

- ①在存在崩塌、滑坡隐患的区域采矿，要及时清理危岩、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) 排土场泥石流预防工程设计

设计采用汽车运输、自下而上分层堆积法，用推土机推排。排土场排土线应整体均衡推进，坡顶线应呈直线形或弧形，排土工作面向坡顶方向应有 3~5% 的反坡。采用自下而上分层堆积法，排土直接采用汽车倾卸-推土机推排碾压的排土工艺，逐层加高，分层厚度不宜高于 500mm。排土卸载平台边缘要设置安全车挡。并在排土场各平台筑堤和修筑排水沟，拦截坡面汇水，同时排水沟连接南侧内部主沟。在排土场底部设置排水暗管，把渗入排土场内部的雨水和排土场底部渗出的地下水排出场外。防止基底表面形成大量潜流产生较大的动水压力冲刷基底。

同时在排土场下游的水沟内或沟口设拦砂坝，防止剥离物滑坡与山沟洪水汇合，拦蓄泥石流；在已完成排弃任务的阶段平台和坡面及时植树、种草、恢复生态平衡、稳固平台及坡面。

(3) 截排水工程设计

为减少或避免大气降水及地表径流引发的边坡崩塌、滑坡地质灾害，在露天采场外围及台阶平台修筑完善截排水系统，有效拦截降水、地表径流。

设计台阶平台宽 4~6m，在清扫台阶边坡底部与场底内侧设置排水沟，防止水流对坡面的侵蚀，设计排水沟总长 2130.3m。排水沟采用规格为矩形：长 0.7m×深 0.55m，采用 C25 混凝土浇筑，砌筑断面积 0.225m²。（详见图 5-1）

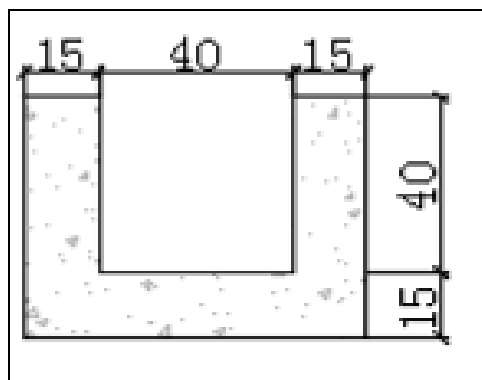


图 5-1 截排水沟断面示意图（单位 cm）

(4) 挡土墙设计

为了防止降雨等因素引起的水土流失引发的边坡崩塌、滑坡地质灾害，在露天采场外围及台阶平台修筑挡土墙，设计在露天采场台阶边缘 0.3m 处砌筑块石挡土墙，其设计尺寸见图 5-2。挡土墙长 423m，上底宽 0.3m，下底宽 0.4m，高 0.5m，断面积为 0.175m²。

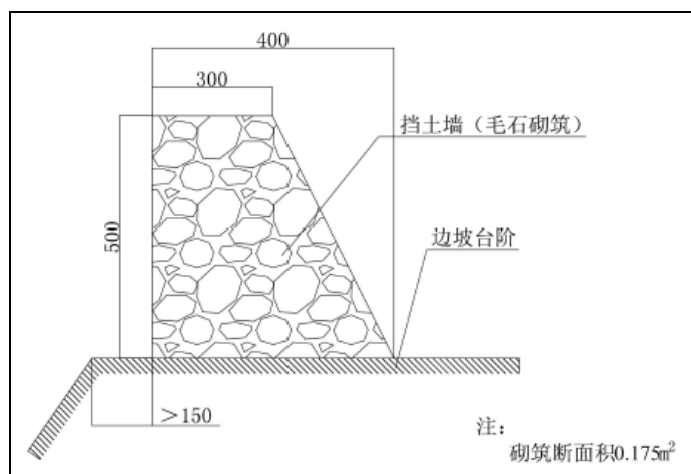


图 5-2 台阶挡土墙断面示意图（单位：mm）

（5）警示工程设计

在露天采场外围设置明显的警示牌，提醒矿区工作人员或非工作人员该处有危险，进入采场应注意安全，应竖立警示牌。

2、矿区含水层破坏的预防措施

矿区主要为露天开采，开采层位位于地下水位以上，区域水均衡破坏、含水层结构改变影响轻，可不进行治理。

要采取监测措施进行长期监控，主要监测水质变化情况，根据监控结果，再行决定具体的防治措施，以保护地下水与地表水不受污染。严格按设计进行开采，尽量少破坏地表植被，保持水土。

3、矿区地形地貌景观和土地资源破坏预防措施

矿山最终闭坑治理时，若能全面实施台阶复绿，种植适应当地生长环境的树，既能达到复绿的目的又具有经济价值，在一定程度上弥补采矿活动对地形地貌景观的破坏，工业场地、办公生活区等矿山工程场地废弃后，应植树造林，恢复生态，新的人造景观能够实现与原地貌景观的融合。

对土地资源损毁防治，主要采取监测与土地复垦的措施进行：矿山生产阶段，监测矿山损毁范围及程度，严禁越界损毁，造成不在设计范围内的损毁情况；矿山终了，按照相关规划及适宜性进行土地复垦。具体措施如下：

①优化开采方案尽量避免或少占用破坏园地；

②合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少土地资源的占用和破坏；

③边开采边治理，及时恢复植被；

④在矿山的开采过程中应对矿山开采范围监测，避免矿山超设计、超范围的开采，避

免增大地形地貌景观破坏，自然资源部门定期对矿山进行检查、测量。

4、水土环境污染预防措施

主要包括：提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染。

（三）主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防以规范开采为主，结合后期监测工程进行。矿山主体工程包括剥离表土、截排水工程、砌筑挡墙、沉砂池、预警设施等工程。由于修筑截排水沟、沉砂池和挡墙的工程量及经费在相关水土保持方案或相关设计中体现，已列入矿山生产成本，因此本方案不作重复计算。

表 5-1 矿山地质灾害防治工程量表

序号	工程名称	计量单位	工程量	备注
一	配套工程			
(1)	沉砂池砌筑			已列入矿山生产成本
(2)	高位水池			已列入矿山生产成本
(3)	采场外围截水沟			已列入矿山生产成本
(4)	排土场排水沟			已列入矿山生产成本
(5)	沉砂池			已列入矿山生产成本
(6)	排水沟浇筑	m ³	387.9	
(7)	浆砌石挡土墙砌筑	m ³	218.75	
(8)	警示牌	个	25	

二、矿山地质灾害治理

（二）目标任务

地质灾害治理目标为规范矿业活动，确保矿山生产安全，促进矿山生态环境与矿业活动协调发展，做到“边开采、边治理”。主要任务为做好地质灾害预警工作，加强矿区地质灾害隐患点排查工作。

（二）工程设计

目前项目区未发现地质灾害，不做相关的工程设计。应做好相应地质灾害预防措施，制定合适的监测点。

（三）技术措施

随着矿区露天采场不断开挖，人为形成高陡边坡，在雨水冲刷浸润和重力作用下，容易使岩土体失稳而产生崩塌、滑坡等地质灾害。对于本矿山预测可能发生的地质灾害类型，应做好预防措施。

崩塌、滑坡治理主要采用清理废土石和危岩以恢复场地；削坡减荷、支挡（抗滑桩、挡土墙）、加固（锚索、锚杆）、排水、截水、护坡合植被恢复等工程措施。

泥石流治理可采用清理泥土石以恢复场地，或者修筑拦挡工程防止形成新的泥石流物源。潜在的泥石流隐患治理可采用疏导、切断或固化泥石流物源，消除引发泥石流的水源条件。由矿山废渣、废石、废土为物源的泥石流，包括沟谷型泥石流和坡面型泥石流，应分类进行防治：沟谷型泥石流可在泥石流的形成、流通、堆积区内，采区清理废渣、废石、废土，和植被恢复，排水、拦挡，排导工程，控制泥石流的发生和危害；坡面型泥石流可在泥石流的形成区内清理废渣、废石、废土、修筑坡面排水、植被恢复、拦挡和护坡工程。

（四）主要工程量

矿山暂未发现地质灾害，未采取相关治理工程。

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

依据土地复垦适宜性评价的结果，同时考虑矿山的自然条件，确定本次土地复垦目标。通过采取适当的工程技术和生物措施，恢复项目生产建设过程中破坏的土地和植被，保护生态环境，促进当地社会经济生态协调可持续发展。复垦总面积 43.4192hm²。

各复垦单元复垦后的灌溉及排水系统、设置道路、林网等配套设施要达到本行业工程建设标准要求。三年后达到周边地区同等土地利用类型生产能力水平。林地复垦后应保证当年植树成活率 85%以上，三年后郁闭度达 0.85 以上。

复垦前后土地利用结构调整见表 5-2：

表 5-2 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅 (hm ²)
				复垦前	复垦后	
02	园地	021	果园	0.0902	2.3780	+2.2878
		022	茶园	2.2878	0	-2.2878
03	林地	031	有林地	2.5864	41.0412	+38.4548
		033	其他林地	25.4634	0	-25.4634
04	草地	043	其他草地	8.3495	0	-8.3495

12	其他土地	127	裸地	4.6419	0	-4.6419
合计				43.4192	43.4192	

（二）工程设计

根据土地损毁情况确定复垦工程设计的范围与类型，以及复垦主体工程设计，复垦配套工程设计等。其中主要包括露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、排土场复垦工程设计。

1、露天采场复垦工程设计

根据矿山开发利用现状与土地复垦适宜性评价结果，复垦为园地、有林地。采场缓坡区与平台面积为 35.7283hm²，台阶边坡为 0.9049hm²。

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

由于开采，场底及平台基岩裸露，复垦前需要对采场场底进行覆土；参考当地土壤厚度和植被生长状况，本方案确定露天采场场底与平台覆土厚度为 0.3m。覆土面积 35.7283hm²。

②土地平整工程

覆土后，使用机械结合人工将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，以满足后期植被种植的要求。

③生物化学工程

根据土样花样结果浅层剥离土满足有机质需求，但矿区土壤质量与肥力较差，要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，选用氮磷钾比例 15-15-15 类型复合肥，施肥量为 0.09kg/株。根据土壤化验结果，表土 pH 呈酸性，复垦时需掺和商用草木灰中和酸性；用量 1000kg/hm²，在整地时均有施入，以后每年施用量减少二分之一，直至改造为中性或微酸性土壤。

（2）植被重建工程

依据方案中植被物种的选择，复垦园地区域种植龙眼果树，林地区域采取乔+灌+草混交模式，种植相思+山毛豆+狗牙根草籽；复垦区植树工程主要采用坑栽的方式。乔木坑栽规格 0.5m×0.5m×0.5m，栽植间距 2.5m×2.5m，密度按 1600 株/hm²；山毛豆密度 10kg/hm²，草籽密度 50kg/hm²。边坡脚栽植带土球爬山虎，密度 3 株/m。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，后期完全靠自然降水。

(3) 配套工程

为了防止降雨等因素引起的水土流失，该方案设计在平台边缘 0.3m 处砌筑块石挡土墙，其设计尺寸见图 5-5。挡土墙长 1250m，上底宽 0.3m，下底宽 0.4m，高 0.5m，断面面积为 0.175m²。

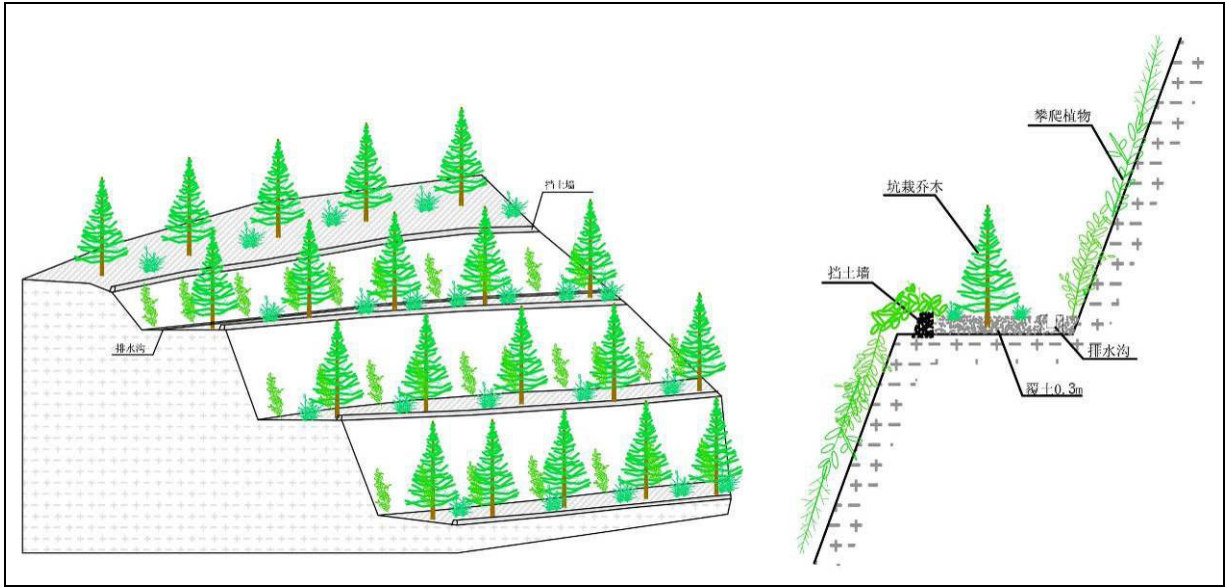


图 5-3 平台复绿断面示意图

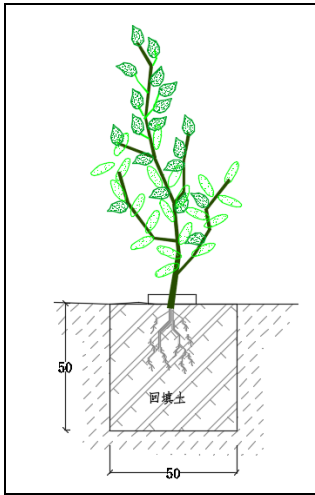


图 5-4 挖坑换土示意图（单位：cm）

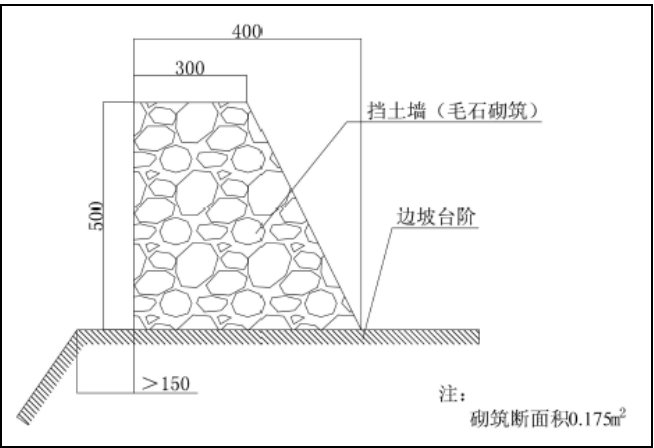


图 5-5 台阶挡土墙断面示意图（单位：mm）

2、工业场地复垦工程设计

占地面积 0.3706hm²，计划拆除建筑设施后整平，覆土 0.3m 厚的表土层栽植相思，间距 2.5m×2.5m，密度 1600 株/hm²；播撒山毛豆 10kg/hm²，草籽密度 50kg/hm²。拆除建筑设施体积约 2800m³。

工业场地复垦方向为有林地，总面积约 0.3706hm²。

(1) 土壤重构工程

①土壤剥覆工程

工业场地现有建构筑物由于长期压占，地基的表土比较紧实，直接复垦不利于良好土体结构的形成，直接制约后续的植树种草工程，因此需要松土后覆表土形成良好的土壤包气带，从而利于植被的重建。根据实际场地的土体压占程度，确定方案设计将地基表土翻松 0.5m，挖坑换土栽植乔木；坑穴规格 0.5m×0.5m×0.5m（见图 5-4）。

②清理工程

在矿山闭坑后，将工业场地现有建筑物拆除清理，并将拆除后的建筑垃圾进行处理，依据地形条件平整后备用。拆除建筑物约 2800m²。

③生物化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，选用氮磷钾比例 15-15-15 类型复合肥，施肥量为 0.09kg/株。表土 pH 呈酸性，复垦时需掺和商用草木灰中和酸性；用量 1000kg/hm²，在整地时均有施入，以后每年施用量减少二分之一，直至改造为中性或微酸性土壤。

（2）植被重建工程

按平整后的地形，采取乔+灌+草混交模式，挖坑换土栽植马尾松+山毛豆+狗牙根草籽。乔木坑栽规格 0.5m×0.5m×0.5m，间距 2.5m×2.5m，密度 1600 株/hm²；播撒山毛豆 10kg/hm²，草籽密度 50kg/hm²。

3、办公生活区复垦工程设计

占地面积 0.2276hm²，计划拆除建筑设施后翻耕后整平，覆土 0.3m 厚的表土层栽植相思，间距 2.5m×2.5m，密度 1600 株/hm²；播撒山毛豆 10kg/hm²，草籽密度 50kg/hm²。拆除建筑设施体积约 940m³。

办公生活区复垦方向为有林地，计划拆除建筑设施后覆土整平总面积约 0.2276hm²。

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

结合办公生活区实际情况，参考当地土壤厚度和植被生长状况，确定覆土厚度为 0.3m。覆土面积 0.2276hm²。

②清理工程

在矿山闭坑后，将办公生活区现有建筑物拆除清理，并将拆除后的建筑垃圾进行处理，依据地形条件平整后备用。拆除建筑物 940m³。

③生物化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，选用氮磷钾比例 15-15-15 类型复合肥，施肥量为 0.09kg/株。表土 pH 呈酸性，复垦时需掺和商用草木灰中和酸性；用量 1000kg/hm²，在整地时均有施入，以后每年施用量减少二分之一，直至改造为中性或微酸性土壤。

（2）植被重建工程

按平整后的地形，采取乔+灌+草混交模式，种植马尾松+山毛豆+狗牙根草籽；复垦区植树工程主要采用坑栽的方式。乔木坑栽规格 0.5m×0.5m×0.5m，栽植间距 2.5m×2.5m，密度按 1600 株/hm²；山毛豆密度 10kg/hm²，草籽密度 50kg/hm²。

4、矿山道路复垦设计

矿山道路在闭坑后可保留，在道路两侧进行植树绿化，随后交还当地土地权属人使用。

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

采用坑穴客土栽植，坑穴规格 0.5m×0.5m×0.5m，间距 1.5m。保留道路长约 672m。

②生物化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，选用氮磷钾比例 15-15-15 类型复合肥，施肥量为 0.09kg/株。表土 pH 呈酸性，复垦时需掺和商用草木灰中和酸性；用量 1000kg/hm²，在整地时均有施入，以后每年施用量减少二分之一，直至改造为中性或微酸性土壤。

（2）植被重建工程

采取在道路两侧种植路树的方式进行复垦，间距 1.5m，单排种植相思，要求树苗为全根、实生苗、不腐烂等。

5、排土场复垦工程设计

排土场为土质台阶面以及人工堆积边坡。面积约为 0.9454hm²，其中平台覆土面积 0.7105hm²，边坡段面积 0.2390hm²。

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

排土场整平，整平面积 0.7105hm²。

②土地平整工程

整平后，使用机械结合人工将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，以满足后期植被种植的要求。

③生物化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，选用氮磷钾比例 15-15-15 类型复合肥，施肥量为 0.09kg/株。表土 pH 呈酸性，复垦时需掺和商用草木灰中和酸性；用量 1000kg/hm²，在整地时均有施入，以后每年施用量减少二分之一，直至改造为中性或微酸性土壤。

(2) 植被重建工程

按平整后的地形，采取乔+灌+草混交模式，种植相思+山毛豆+狗牙根草籽。平台区采用坑栽方式，乔木坑栽规格 0.5m×0.5m×0.5m，间距 2.5m×2.5m，密度 1600 株/hm²；，播撒山毛豆 10kg/hm²，草籽密度 50kg/hm²；边坡段栽植爬山虎，密度 3 株/m。

(3) 配套工程

为了防止降雨等因素引起的水土流失，该方案设计在平台边缘 0.3m 处砌筑块石挡土墙，其设计尺寸见图 5-5。挡土墙长 67m，上底宽 0.3m，下底宽 0.4m，高 0.5m，断面积为 0.175m²。

(三) 技术措施

1、疏排水措施

矿山为露天开采矿山，在境界圈内露天采场最高开采标高+165m，位于山顶位置，最低点为+110m，高于当地侵蚀基准面，采场汇水主要来自大气降水和矿区范围内两条地表溪流；为了保护平台及边坡的安全稳定，应使各级平台形成 2%~3%内向坡度，各台阶排水顺地形排入自然山地。

2、剥离表土存放措施

根据开发利用方案，矿山剥离土先期暂存至排土场，后期转运至剥离终了区就地复垦。

3、土地平整措施

对于已经不具备植被生长的立地条件的采场平台，需要先对其进行平整，按照方案制定的标准对其进行覆土。平整的步骤如下：

(1) 对平台区废石逐层堆垫、逐步压实，减轻后期非均匀沉降的过程；

(2) 利用矿山剥离的土壤实施覆盖，并进行平整。

4、灌溉工程措施

为保证苗木成活率，达到复垦标准，需在管护期采取灌溉措施，考虑到矿山实际情况，前期灌溉采取拉管浇灌。

5、生物和化学措施

(1) 植物的筛选

由于矿区地处亚热带季风气候，温暖潮湿，雨量充沛的湿润地区，根据矿区植被重建的主要任务，以及生态重建的目标，同时结合本项目区的特殊自然条件，选定植物要具有下列特性：

①具有较强的适应脆弱环境和抗逆境的能力，具有较强的忍耐能力。同时对粉尘污染、烧伤、病虫害等不良因子具有一定的抵抗能力。如台湾相思、柠条、刺槐、山毛豆、毛竹、金银花、马占相思、马尾松、油茶、狼尾草、桃金娘等。

②生活力强，有固氮能力，能形成稳定的植被群落。

③根系发达，有较快的生长速度，能形成网状根固持土壤。地上部分生长迅速，枝叶茂盛，能尽快覆盖地面，有效阻止风蚀。同时，能较快形成松软的枯枝落叶层，提高土壤的保水保肥能力。

④播种栽培较容易，成活率高。种源丰富，育苗方法简易，若采用播种则要求种子发芽力强，繁殖量大，苗期抗逆性强，易成活。

⑤具有优良的水土保持作用的植物种属，能减少地表径流、涵养水源、阻挡泥沙流失和固持土壤。

总之，植物选择结合场地设施功能要求，做到以乡土树种为主，乔木与草结合，同时考虑景观性和水土保持功能，根据当地种植经验，矿区所在地气候、土壤、水土流失等特点，确定种植植物主要有：相思、山毛豆、狗牙根及爬山虎。复垦单元植被模式为“乔木+灌木+草”。

台湾相思：常绿乔木，喜暖热气候，亦耐低温，喜光，亦耐半阴，耐旱瘠土壤，亦耐短期水淹，喜酸性土。生长速度非常快，适应性也非常强；自身具有较强的固氮特性，根部有根瘤，能把空气中的氮固定下来，形成养分，对增加土壤的肥力和对绿地的改善很有好处。

山毛豆：灌木，适应性强，耐酸、耐瘠、耐旱，喜阳，稍耐轻霜，适于丘陵红壤坡地种植。以种子繁殖为主，采用底泥微生物原位生态修复、河岸生态护坡、等进行立体生态修复技术，收到固土护坡，恢复生态的作用。也可以用作绿肥和饲料。

狗牙根：是禾本科、属低矮草本植物，秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，高可达 30cm，秆壁厚，光滑无毛，有时略两侧压扁。其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的的固堤保土植物。

爬山虎：藤本植物，常攀缘在墙壁或岩石上，适应性强，性喜阴湿环境，但不怕强光，

耐寒，耐旱，耐贫瘠，气候适应性广泛。爬山虎的根茎可入药，破瘀血、消肿毒。

（2）土壤改良与培肥

针对不同复垦方向，有不同的培肥要求，对于复垦为林地方向的破坏区域，复垦种植耐酸作物。边利用边改造，通过整地、施肥、管理，使土壤活化，调整酸度，适应作物良好生长。本区表土 pH 呈酸性，适时增施石灰粉、草木灰等，定向进行改良至中性；石灰用量按《森林土壤石灰施用量的测定》（LY/T1242-1999）要求，通过试验测定；栽种前 3 个月在整地时施入石灰粉拌和，间隔一周后及时配足农家肥拌和，直至改造为中性或微酸性土壤。草木灰施用量 $600\sim 1000\text{kg}/\text{hm}^2$ ，以集中施用为宜，亦可采用条施、穴施，深度 $8\sim 10\text{cm}$ ，施后覆土；施用前先拌 2~3 倍的湿土或少许水分喷湿后再用。

矿区表土成土母质为流纹斑岩与花岗岩，检测有机质含量偏少；为改善土壤质量，满足林地栽植要求，选用有机质含量大于 50%，氮磷钾含量大于 8% 的碱性商品有机肥或专用肥，在覆土前与剥离土进行均匀混合后再回填，施用量不少于 $22.5\text{t}/\text{hm}^2$ （每株 14kg）；追肥期选用总养分大于 45%、氮磷钾比例 15-15-15 类型复合肥，施肥量为 $0.09\text{kg}/\text{株}$ 。

（3）栽植方法

穴植法：可用于栽植各种裸根苗和带土苗。穴的大小应略大于苗木根系，苗干应扶正，根系应舒展，深浅应适当，填土一半后提苗踩实，在填土踩实，最后覆上虚土。对于胸径大于 3cm 以上的带土球苗木，可根据造林实际采用支撑措施。

（四）主要工程量

复垦工程主要包括土壤重构工程、植被重建工程、配套工程等，各项复垦工程量详见表 5-3~5-7。

表 5-3 露天采场土地复垦工程量一览表

序号	工程类别	单位	工作量	备注
一	土壤重构工程			
1	覆土工程	m^3	107184.9	平台+缓坡覆土 0.3m
2	土壤培肥	kg	7588.08	每株 0.09kg
3	商用草木灰	kg	35728.3	按 $1000\text{kg}/\text{hm}^2$ 计
二	植被重建工程			
1	栽植相思	株	54039	$1600\text{株}/\text{hm}^2$
2	龙眼果树	株	3125	$1600\text{株}/\text{hm}^2$
3	栽植爬山虎	株	27148	3 株/m
4	播撒山毛豆	kg	337.747	覆土区播撒密度 $10\text{kg}/\text{hm}^2$
5	播撒狗牙根	kg	1733.98	全面积播撒 $50\text{kg}/\text{hm}^2$

表 5-4 工业场地土地复垦工程量一览表

序号	工程类别	单位	工作量	备注
----	------	----	-----	----

一	土壤重构工程			
1	覆土工程	m ³	1111.8	全面积覆土 0.3m
2	土壤培肥	kg	53.28	每株 0.09kg
3	商用草木灰	kg	370.6	按 1000kg/hm ²
4	构筑物拆除	m ³	1400	
二	植被重建工程			
1	栽植相思	株	592	1600 株/hm ²
3	播撒山毛豆	kg	3.706	覆土区播撒密度 10kg/hm ²
3	播撒狗牙根	kg	18.53	全面积播撒 50kg/hm ²

表 5-5 办公生活区复垦工程量一览表

序号	工程类别	单位	工作量	备注
一	土壤重构工程			
1	覆土工程	m ³	682.8	全面积覆土 0.3m
2	土壤培肥	kg	32.76	每株 0.09kg
3	商用草木灰	kg	227.6	按 1000kg/hm ²
4	构筑物拆除	m ³	470	
二	植被重建工程			
1	栽植相思	株	364	1600 株/hm ²
2	播撒山毛豆	kg	2.276	覆土区播撒密度 10kg/hm ²
3	播撒狗牙根	kg	11.38	全面积播撒 50kg/hm ²

表 5-6 矿山道路土地复垦工程量一览表

序号	工程类别	单位	工作量	备注
一	土壤重构工程			
1	覆土工程	m ³	645.2	挖坑换土 0.5m×0.5m×0.5m
2	土壤培肥	kg	464.49	每株 0.09kg
二	植被重建工程			
1	栽植相思	株	368	道路两侧间距 1.5m, 复垦后保留道路长 672m

表 5-7 排土场区土地复垦工程量一览表

序号	工程类别	单位	工作量	备注
一	土壤重构工程			
1	土壤培肥	kg	102.24	每株 0.09kg
2	商用草木灰	kg	710.5	1000kg/hm ²
二	植被重建工程			
1	栽植相思	株	1136	1600 株/hm ²
3	播撒山毛豆	hm ²	7.105	密度 10kg/hm ²
4	播撒狗牙根	kg	35.525	全面积播撒 50kg/hm ²

四、含水层破坏修复

(一) 目标任务

保护与恢复治理矿区内和矿区周边因受采矿破坏的含水层,以减少地下水下降、干枯引发的水环境、水资源恶化。针对含水层破坏,采区的修复任务主要如下:

- 1、结合矿山开采方式，防治、修复含水层破坏，完善含水层保护监测体系。
- 2、加强对采坑废水综合利用力度，确保零排放状态，做到充分利用地下水资源。
- 3、矿山闭坑后，尽快种植树木，恢复水土环境。

（二）工程设计

由前述内容分析可知，矿山破坏含水层为第四系含水层、基岩裂隙含水层，可通过覆土绿化，构建新的孔隙水含水层，此项工程纳入土地复垦工程，不再重复设计，被破坏的基岩裂隙含水层，由于其采场开采标高高于最低侵蚀基准面，涌水量较小，且未影响矿区及周围生产生活供水，因此不进行含水层破坏修复工程设计。矿区内汇水泥沙含量较高，需设置沉砂池进行水处理——主要是沉淀泥砂、澄清水质。规格为(长 5m×宽 10m×高 2m)容量不小于 300m³。根据环保要求，矿区废水排放指标应达到泥沙含量不大于 500g/m³，方可向外排放，严禁直接排泄。

（三）技术措施

沉砂池用浆砌石砌筑，施工方法为人工开挖。采取监测措施进行长期人工巡查监测（纳入矿山生产过程中）主要监测水位、水量变化情况，根据监测结果，再行决定具体的防治措施。

（四）主要工程量

根据对含水层破坏修复工程设计，进行主要工程量估算，沉砂池砌筑量约 25.26m³。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

保护矿区及周边的水土环境，治理水土污染源。减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤。

（二）工程设计

由前述内容分析可知，矿山开采不生产及排放有毒有害物质，对当地的水土环境污染较轻，因此不进行专门的水土环境污染修复的工程设计。

（三）技术措施

水环境污染目前主要采用水质监测预防措施；采用定期水质检测，委托环保部门进行监测、治理达标后排放。土环境主要采用土地复垦的方式对土地变形、污染破坏区域进行治理。

1、废气、粉尘

生产过程中，各种采运机械产生的废气采用屏蔽措施封闭生产，经设备的净化后排入大气。则生产设备的废气排放量小，环境容量大，故对大气环境基本无影响。

矿山剥离、凿岩过程中，产生较大的粉尘，剥离、荒料切割、凿岩时采用喷雾洒水降尘；采场工作面及矿区道路选用洒水车洒水降尘。矿山采取以上措施，可将粉尘浓度降低到最小程度。则对大气环境的影响很小。

2、废水

矿山排水采用雨污分流，雨水流入截流沟，接入下部山沟；采矿过程中的排水、暴雨冲刷采场形成的浑浊泥水，都必须经沉砂池澄清后，再向外排放，排放标准为泥沙含量不大于 $500\text{g}/\text{m}^3$ 。矿山工业场地生产污水排放量很少，经过简单处理后可沿排水沟排除。

生活污水排入地埋式生活污水处理装置，经生化、过滤、消毒等处理，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）规定的用水要求后，全部回用于道路洒水、绿化等用水，不外排。

3、废土及固体废弃物

矿山生活垃圾定期由当地环卫部门集中处理，固体废弃物全部外运综合利用。待矿山开采结束后，对矿区内废土堆积区做好土地复垦工作，进行植树、种草，撒播草籽进行绿化。尽量减小对生态环境的影响。

（四）主要工程量

水土环境污染监测具体工程量详见“矿山地质环境监测”。

六、矿山地质环境监测

（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、地质灾害得到有效治理，不出现因地质灾害造成人员伤亡和重大财产损失；
- 2、及时治理崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，恢复土地使用功能；
- 3、地形地貌景观得以有效恢复，使矿区地形地貌景观及周边环境和谐协调；
- 4、水土污染程度得以控制，改善土地质量；
- 5、对规划区实行边开采边治理、对重点防治区积极治理，成立治理恢复领导小组，

完善矿区监测网点。

（二）监测设计

1、矿山地质灾害监测

监测内容：主要是生产期露天采场、工业场地、办公生活区、矿山道路、排土场边坡崩塌、滑坡地质灾害的监测。记录各灾种发生次数、规模、造成的危害，及相关隐患点的数量，已治理的灾种数量。

监测点布设：监测点主要布设在露天采场范围高陡边坡、排土场采用 GPS 位移监测法和简易人工现场量测法同时使用，分别在露头采场、排土场预测地质灾害发生设置 GPS 监测点 5 个。

2、含水层破坏监测

监测内容：监测采场渗水、矿区外排水的水量、水质、水土流失等水环境情况，监测指标主要内容：监测采场渗水、矿区外排水的水量、水质、水土流失等水环境情况；监测指标主要为采场内地下水渗水的水位、水量、水质以及矿区外排地表水水质；水质监测项目主要有：PH 值、悬浮物、总硬度、硫化物、硝酸盐氮、氨氮、亚硝酸盐氮、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、六价铬、汞、COD、BOD、溶解氧、挥发酚等。

监测点布设：在露天采场内有水体径流的地段布置渗水监测点 2 个，在矿山径流水出口处布置监测取样点 2 个。

3、地形地貌景观和土地资源破坏监测

监测内容：重点监测露天采场开挖山体、破坏植被的面积、标高进行监测，其次为工业场地、办公生活综合服务压占土地范围、面积、标高等。

监测点布设：主要布设于露天采场。

各监测内容总体时间跨度为 17 年。

（三）技术措施

1、矿山地质灾害监测

主要针对崩塌、滑坡监测，采用人工定期巡视法、对比法、专业仪器测量监测法。观测边坡中的裂缝、鼓胀、沉降、坍塌等现象，判定边坡所处的变形阶段及短中远期变化的趋势。同时，在人类活动较频繁处可布置一些专业的监测工作，可采用 GPS 测量法、经纬仪测量法等进行边坡位移监测，发现险情及时预警并采取有效的治理措施。监测频率为每季 1 次，雨季应增加监测频率，暴雨过后要及时检查。监测由矿山企业设置专门部门安排

专职人员进行监测，或委托有资质单位进行，简易人工现场量测法为矿山负责人或矿山负责人委托专人进行监测。

2、含水层破坏监测方法

水量监测采取三角堰等简易测量工具进行测量，水质监测采取水样测试的方法监测水质变化情况。水量、水位监测频率为每月监测一次，水质监测频率为每年取采场外排废水水样测 17 次。

3、地形地貌景观和土地资源破坏监测方法

人工现场调查、量测，设备仪器选用高精度 GPS、全站仪、钢尺等。观测周期为每年一次，至闭矿结束。观测基点设于移动区外，并保证坚固、稳定，基点个数不少于 2 个，观测点用混凝土灌注，中间用铁杆做标志，高出地面 15cm，保证不被水土埋没。其各类标点测量的具体操作应符合国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范（GB/T18314-2001）》的规定。也可根据监测区的实际情况做必要的调整。地形测量周期拟定每年进行一次，测图比例尺拟定为 1: 2000，局部 1: 500。

（四）主要工程量

表 5-8 地质环境监测点布置及工程量一览表

监测对象		监测点布置	监测频率	监测方法	数量	备注
边坡变形监测	露天采场边坡形态、裂隙	共设置 3 个监测点	每月 1 次，监测年限 17 年	简易人工观测法	612 次	雨季调整为每天一次，大暴雨期间停产，雨停 2-3 天经巡视检查确认无安全隐患后再复产。由矿山工作人员负责，计入矿山日常生产成本。
	排土场边坡	共设置 1 个监测点			204 次	
水土环境污染监测		矿山上下游各设置 2 个水质监测点 2 个土质监测点	一年 1 次，监测年限 17 年	水土化学分析	68 次	地表水、地下水水量与水质，分析主污染项目和常量组分。
地形地貌景观及土地资源破坏		矿业活动区域	一年 1 次，监测年限 17 年	人工现场调查、量测	17 次	监测采矿活动对破坏范围内的植被破坏情况、土壤破坏情况。有矿山工作人员完成，计入矿山日常生产成本。
治理复垦管护期		治理复垦区域	管护 3 年	人工巡查	3 次	管护面积 43.4192hm ²

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、协助落实矿山地质环境保护与土地复垦方案，加强土地复垦设计和施工管理，优化土地复垦防治措施，协调土地复垦工程与主体工程建设进度，为建设管理单位提供信息和决策依据；

2、及时、准确掌握土地损毁状况和复垦效果，提出土地复垦改进措施，减少人为土地损毁面积，验证复垦方案防治措施布设的合理性；

3、提供土地复垦监督管理技术依据和公众监督基础信息，促进项目区生态环境的有效保护和及时恢复，为竣工验收提供专项报告。

（二）措施与内容

加强土地复垦监测是土地复垦工作达到良好效果的重要措施，同时也是预防和减少对土地造成损毁的重要手段之一，土地复垦监测需定期或不定期进行，重点调查复垦区域内的土壤属性、地形、水文（水质）、土地的投入产出水平等指标，并与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收提供科学依据。及时发现复垦工作中存在的不足，补充、完善土地复垦措施，为土地复垦项目达标验收提供科学依据。

1、土地复垦效果监测

为了保证在矿山闭坑后其生态系统能够可持续地维持下去，其中最主要的措施之一是对复垦土地的土壤、植被以及矿山开采形成的人工边坡等三部分进行复垦效果监测。

（1）监测内容

针对本方案的原则和目标，主要监测复垦土壤质量、复垦植物生长状况和相关配套设施有效性监测等。

（2）监测方法

土壤质量监测：可采用委托监测的方式或利用已有资料（地表化探资料、环评数据、研究资料数据等）建立各监测地点的本底值档案。监测内容包括有效土层厚度、土壤容重、pH 值、有机质含量、土壤侵蚀模数，监测频次为每年 4 次。

植被生长情况：采用人工巡视的方式，分为定期监测与不定期监测。定期监测结合复垦进度和措施，定时定点实地查看。监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度，及时监测记录。

排水沟、挡土墙配套设施监测：采用为人工巡视的方式，分为定期监测与不定期监测。

定期监测结合复垦进度和措施，定时定点实地查看，发现截排水沟或挡土墙失效应及时修缮。同时，不定期进行整个复垦区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段查看，并及时记录预警。

2、土地复垦进度监测

(1) 聘请当地群众和自然资源主管部门人员作为矿山土地复垦监督员，不定期地检查土地复垦工作进程。如果发现复垦措施不当或者矿山开采计划发生变化，应督促矿山企业及时调整复垦方案，并报告上级主管部门批准。

(2) 土地复垦方案经上级批准后，矿山企业应主动与地方自然资源主管部门取得联系，接受地方主管部门的监督检查，确保土地复垦方案的实施。

3、管护措施

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 3 年的管护，管护重点是禁止乱砍乱伐、禁止放牧。复垦土地的后期管护直接影响到土地复垦的效果，本次其管护措施如下：

(1) 水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的松土，防止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。栽后浇水 1 次；一周后第 2 次，有条件的地方 3 周后浇第 3 次水。中后期主要依靠自然降雨。

(2) 抚育管理

林地抚育管理 3 年，每年两次，穴内松土，深 5~10cm。草地出苗后雨季可适当施肥，为防止杂草侵入，苗期要进行除草，以利于苗粗苗壮，安全过冬，对缺苗地块进行补播。

(3) 培土补植

对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，暴雨后要认真检查，尽快恢复原有平整的坡面，培土后要压实以保证根系与土壤紧密结合。由于干旱、雨水冲刷等客观原因，导致部分植物死亡，应及时补植。

(4) 林木病虫害防治

定期对栽植树木进行检查，对于病株要及时砍伐防止扩散，喷洒农药，预防树木病虫害。病虫害应以预防为主，综合防治。经常检查，研究虫灾发生规律，及时防治；定期进行林间松土也是必须的；另外，还需注意因干旱、水湿、冷冻、日光灼伤等引起的生理性病害。

（四）主要工程量

安排一定比例的监测费，对损毁范围内的植被恢复进行管护监测，在本矿区布置 2 个土地复垦监测点，每半年监测 1 次，每年共监测 4 次，监测年限 3 年，总次数 12 次。

同时也要对土地复垦时的植被的生长情况进行定时管护，管护年限 3 年，管护面积为复垦面积，本次管护范围主要针对的是本次实施绿化工程的区域。

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

矿山地质环境治理与土地复垦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“边开采边治理，分阶段逐步推进”、“先破坏先治理”等原则，优先对已破坏区内地质环境问题进行治疗与土地复垦，即露天采场已破坏区（见附图 5 土地复垦规划图）。

针对地质环境问题，主要以工程措施配合生物措施进行治疗，采用监测措施进行预防，或长期监测进行预防，根据监测结果再选择适宜的治理措施；土地复垦主要采取生物措施，配合工程措施进行治疗。部署矿山地质环境保护与土地复垦工程 10 个，其中地质灾害治理与防治工程 2 个（截排水工程、沉砂池），地质灾害监测工程 3 个（地质灾害监测、水土污染监测、地形地貌景观与土地资源破坏监测），土地复垦工程 3 个（土壤重构工程、植被重建工程、配套工程），土地复垦监测与管护工程 2 个（土地复垦效果与进度监测、复垦区管护）。

二、阶段实施计划

（一）矿山地质环境保护与土地复垦治理区域划分

根据矿山服务年限、方案的适用年限和矿山开采进度的实际情况，矿山地质环境治理与土地复垦划分为近期治理区、中期治理区和远期治理区，近期治理区细分为五个亚区域进行治疗，各治理区区域划分见图 6-1。



图 6-1 复垦区域划分图

(二) 各治理区阶段性实施计划

矿山治理复垦范围约 43.4192hm²。结合开发利用方案设计开采时序分区阐述如下：

1、近期治理区 I 亚区实施计划（2022 年 7 月-2023 年 6 月）

根据矿山复垦计划与实际情况；本区治理复垦矿区中部偏西侧边坡，分区面积约 0.0864hm²。

(1) 矿山地质环境治理：

- ①对矿山地质环境进行全面调查评估。
- ②对现有边坡进行危岩清理，并设置警示牌。
- ③地下水、地表水采样分析监测；地表水、地下水水量及水位测量监测。
- ④做好露天采场边坡、排土场边坡、道路边坡稳定性监测；对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

(2) 土地复垦:

①整平该区,按土地复垦目标复垦;对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作,尤其是土壤改良措施。

②平整区域覆土回填,栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作,提高植被成活率。

2、近期治理区Ⅱ亚区实施计划(2023年7月-2024年6月)

根据矿山复垦计划与实际情况;本年度治理复垦矿区中部偏西毗邻Ⅰ亚区位置,分区面积约0.1890hm²。

(1) 矿山地质环境治理:

①对开采过程形成的边坡危岩进行清理或露天开采边坡不稳定部位的边坡防治。

②平台砌筑挡土墙,边坡底部浇筑排水沟。

③地下水、地表水采样分析监测;地表水、地下水水量及水位测量监测。

④做好露天采场边坡、排土场边坡、道路边坡稳定性监测;对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

(2) 土地复垦:

①整平该区,按土地复垦目标复垦,对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作。

②覆土回填,栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作,提高植被成活率。

3、近期治理区Ⅲ亚区实施计划(2024年7月-2025年6月)

根据矿山复垦计划与实际情况;本年度治理复垦矿区中部偏西毗邻Ⅱ亚区位置,分区面积约0.4379hm²。

(1) 矿山地质环境治理:

①对开采过程形成的边坡危岩进行清理或露天开采边坡不稳定部位的边坡防治。

②定期维护截排水沟设施,清扫平台与场底修筑排水沟;平台修筑挡土墙。

③地下水、地表水采样分析监测;地表水、地下水水量及水位测量监测。

④做好露天采场边坡、排土场边坡、矿山道路边坡稳定性监测;对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

(2) 土地复垦:

①整平该区,按土地复垦目标复垦,对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作。

②覆土回填,栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作，提高植被成活率。

4、近期治理区Ⅳ实施计划（2025 年 7 月-2026 年 6 月）

根据矿山复垦计划与实际情况；本年度治理复垦矿区中部偏西毗邻Ⅲ亚区位置，分区面积约 0.8363hm²。

（1）矿山地质环境治理：

①对开采过程形成的边坡危岩进行清理或露天开采边坡不稳定部位的边坡防治。

②定期维护截排水沟设施。

③地下水、地表水采样分析监测；地表水、地下水水量及水位测量监测。

④做好露天采场边坡、排土场边坡、矿山道路边坡稳定性监测；对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

（2）土地复垦：

①整平该区，按土地复垦目标复垦，对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作。

②覆土回填，栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作，提高植被成活率。

5、近期治理区Ⅴ实施计划（2026 年 7 月-2027 年 6 月）

根据矿山复垦计划与实际情况；本年度治理复垦矿区中部位置，分区面积约 1.5694hm²。

（1）矿山地质环境治理：

①对开采过程形成的边坡危岩进行清理或露天开采边坡不稳定部位的边坡防治。

②定期维护截排水沟设施。

③地下水、地表水采样分析监测；地表水、地下水水量及水位测量监测。

④做好露天采场边坡、排土场边坡、矿山道路边坡稳定性监测；对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

（2）土地复垦：

①整平该区，按土地复垦目标复垦，对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作。

②覆土回填，栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作，提高植被成活率。

6、中期治理区实施计划（2027 年 7 月-2032 年 6 月）

根据矿山复垦计划与实际情况；本次治理复垦矿区中部偏西南侧位置，分区面积约 4.39hm²。

（1）矿山地质环境治理：

①对开采过程形成的边坡危岩进行清理或露天开采边坡不稳定部位的边坡防治。

②定期维护截排水沟设施。

③地下水、地表水采样分析监测；地表水、地下水水量及水位测量监测。

④做好露天采场边坡、排土场边坡、矿山道路边坡稳定性监测；对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

(2) 土地复垦：

①整平该区，按土地复垦目标复垦，对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作。

②覆土回填，园地区域栽植龙眼果树；林地区域栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作，提高植被成活率。

7、远期治理区实施计划（2032 年 7 月-2042 年 6 月，含管护期 3 年）

根据矿山复垦计划与实际情况；治理复垦矿区中未复垦区域，分区面积约 34.96hm²。

(1) 矿山地质环境治理：

①对开采过程形成的边坡危岩进行清理或露天开采边坡不稳定部位的边坡防治。

②定期维护截排水沟设施，清扫平台与场底修筑排水沟；平台修筑挡土墙。

③地下水、地表水采样分析监测；地表水、地下水水量及水位测量监测。

④做好露天采场边坡、排土场边坡、矿山道路边坡稳定性监测；对含水层破坏、地形地貌景观破坏、与土地资源破坏等地质环境问题监测。

(2) 土地复垦：

①整平该区，按土地复垦目标复垦，对部分平台已绿化区进行土地复垦监测与管护工作。

②覆土回填，园地区域栽植龙眼果树；林地区域栽植相思、爬山虎、播撒山毛豆与草籽绿化。

③复垦区土地复垦监测与管护工作，提高植被成活率。

表 6-1 矿山地质环境治理工作区域进度安排表

时间安排	治理区域		进度安排	治理面积 (hm^2)	主要工程措施及工程量
2022 年 7 月- 2023 年 6 月	近期治理区	I 亚区	采场中部偏西	0.0864	地质环境问题监测。
2023 年 7 月- 2024 年 6 月		II 亚区	I 亚区西侧	0.1890	砌筑挡土墙、排水沟各 193m; 地质环境问题监测。
2024 年 7 月- 2025 年 6 月		III 亚区	II 亚区西侧	0.4379	砌筑挡土墙、排水沟各 211m; 地质环境问题监测。
2025 年 7 月- 2026 年 6 月		IV 亚区	III 亚区西侧	0.8363	地质环境问题监测。
2026 年 7 月- 2027 年 6 月		V 亚区	采场中部 I 亚区东侧	1.5694	地质环境问题监测。
2027 年 7 月- 2032 年 6 月	中期治理区		采场中部偏南西	4.39	地质环境问题监测。
2032 年 7 月- 2042 年 6 月	远期治理区		剩余未复垦区域	34.96	砌筑剩余挡土墙 846m; 浇筑剩余排水沟 1320m; 地质环境问题监测。

表 6-2 矿山土地复垦工作区域进度安排表

时间安排	治理区域		进度安排	治理 面积 (hm^2)	主要工程措施及工程量
2022 年 7 月- 2023 年 6 月	近期治理区	I 亚区	采场中部 偏西	0.0864	1、平台覆土 864m^2 ，覆土量 259.2m^3 ； 2、栽植乔木 138 株；3、覆土区播撒山毛豆 0.864kg ，草籽全面积撒播 4.32kg 。
2023 年 7 月- 2024 年 6 月		II 亚区	I 亚区 西侧	0.1890	1、平台覆土 539m^2 ，覆土量 161.7m^3 ； 2、栽植乔木 86 株、爬山虎 579 株；3、覆土区播 撒山毛豆 0.539kg ，草籽全面积撒播 9.45kg 。
2024 年 7 月- 2025 年 6 月		III 亚区	II 亚区 西侧	0.4379	1、平台覆土 1425m^2 ，覆土量 427.5m^3 ； 2、栽植乔木 228 株，爬山虎 1266 株；3、覆土区 播撒山毛豆 1.425kg ，草籽全面积撒播 21.895kg 。
2025 年 7 月- 2026 年 6 月		IV 亚区	III 亚区 西侧	0.8363	1、全面积覆土 8363m^2 ，覆土量 2508.9m^3 ； 2、栽植乔木 1338 株；3、覆土区播撒山毛豆 8.363kg ，草籽全面积撒播 41.815kg 。
2026 年 7 月- 2027 年 6 月		V 亚区	采场中部 I 亚区东侧	1.5694	1、全面积覆土 15694m^2 ，覆土量 4708.2m^3 ； 2、栽植乔木 2511 株；3、覆土区播撒山毛豆 15.694kg ，草籽全面积撒播 78.47kg 。
2027 年 7 月- 2032 年 6 月	中期治理区		采场中部 偏南西	4.39	1、全面积覆土，覆土量 13170m^3 ； 2、栽植乔木 7024 株；3、覆土区播撒山毛豆 43.9kg ，草籽全面积撒播 219.5kg 。
2032 年 7 月- 2042 年 6 月	远期治理区		剩余未复垦 区域	34.96	1、全面积覆土，覆土量 87790m^3 ； 2、栽植乔木 45174 株、果树 3125 株、爬山虎 25303 株；3、覆土区播撒山毛豆 280.049kg ，草 籽全面积撒播 4123.965kg 。

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）投资估算依据

- 1、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670号）；
- 2、《地质调查项目预算标准》（2021 试用），中国地质调查局；
- 3、《广东省园林绿化工程综合定额》（2018）粤建市[2010]15号；
- 4、《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）；
- 5、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2012.4）；
- 6、2011 年国土资源部土地整理中心编著的《土地复垦方案编制实务》；
- 7、2012 年国土资源土地整治中心编著的《土地开发整理项目预算编制实务》；
- 8、《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》（水利部水总[2003]67号）；
- 9、《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函〔2019〕193号）；
- 10、《广东省垦造水田项目预算编制指南（试行）》（粤国土资耕保发[2018]118号）；
- 11、潮州市区建设工程 2022 年第 1 季度人工、材料价。

在预算编制过程中，相关原材料在定额和造价信息中没有的部分，以市场价为参考依据。由于项目整治期限较长，在预算编制过程中以现有相关文件为编制依据，考虑物价的上涨因素，在编制预算过程中物价比目前偏高，如果在以后治理过程中，施工原材料、人工费和机械等价格涨幅较大，应根据施工时造价做适当调整。

（二）取费标准和计算方法说明

根据本矿山非公益性工程特点，参考《土地开发整理项目预算编制暂行办法》和《土地开发整理项目预算定额标准》（2012），项目预算由工程施工费、设备费、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)、监测与管护费（复垦监测费和管护费）、预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）组成。

1、工程施工费

工程施工费是指在复垦过程中采用工程措施和生化措施进行复垦而发生的一切费用的总和，由工程措施施工费和生化措施施工费组成。工程措施施工费和生化措施施工费均包含直接费、间接费、利润和税金四项费用。

(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、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。

人工费=工程量×定额人工费单价

材料费=工程量×定额材料费单价

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价

人工费定额：《土地开发整理项目预算编制暂行办法》中规定的甲、乙类工日单价与实际情况有较大差别，根据《粤国土资耕保发[2018]118号》与潮州市2022年第一季度建筑工程信息价(不含税)参考取值：单价计算中的甲类工为90.9元、乙类工为65.1元。

材料费定额：材料消耗量依据《预算定额》计取，材料价格依据潮州市价格信息查询系统市场信息价，材料价格中已包括了材料的运杂费。

施工机械使用费定额：依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》标准计取。

表 7-1 材料单价表

编号	名称及规格	单位	编制价	备注
1	毛石(块石)	m ³	95.74	潮州市区建设工程2022年第一季度人工材料综合价(不含税)
2	水泥转窑 42.5R	t	477	
3	C20 商品砼	m ³	424.21	
4	预拌干混砂浆 M7.5	t	335	
5	松杂板枋材	m ³	1409.31	
6	胶合板(2440×1220×18)	m ²	48.47	
7	商用草木灰	t	488	
8	机械用 IV#0 柴油	kg	7.46	
9	复合肥	kg	5.0	
10	台湾相思(株高 80cm,地径 0.5cm,带土球直径 20cm)	株	3.5	苗木网信息价
11	龙眼果树(株高 80cm,地径 0.5cm,带土球直径 20cm)	株	10.2	
12	爬山虎(袋苗,苗高 50-80cm)	株	2.2	
13	山毛豆(种子)	kg	32.91	
14	狗牙根(草籽)	kg	41.78	

表 7-2 机械台班费用表

定额 编号	机械名称及规格	台班费 合计	一类费 用小计	(二)				
				二类费 用小计	人工		柴油	
					90.9 元/工日		7.46 元/kg	
					数量	合计	数量	合计
1003	单斗挖掘机油动斗容 1m ³	1055.33	336.41	718.92	2	181.8	72	537.12
1012	推土机功率 55kw	550.05	69.85	480.2	2	181.8	40	298.4
1013	推土机功率 59kw	585.5	75.46	510.04	2	181.8	44	328.24
1014	自卸汽车 5t	511.087	99.25	411.837	1.33	120.897	39	290.94
1020	拖拉机(履带式) 55kw	572.7	70.12	502.58	2	181.8	43	320.78
1026	铲运机(斗容 3~4m ³)	59.64	59.64	522.36	\	\	\	\
1049	三铧犁	11.37	11.37	\	\	\	\	\
3005	振捣器插入式 2.2kw	26.40	14.40	12	\	\	\	\
3008	风水(砂) 抢	3.22	3.22	\	\	\	\	\

②措施费

措施费=直接工程费(或人工费)×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费(只有混凝土工程计取)、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全及文明施工措施费。结合该矿山生产建设项目土地治理工程施工特点,本次措施费按照直接工程费的 3.6%。

(2) 间接费

间接费=直接费(或人工费)×间接费率

依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定,不同工程类别的间接费率标准见表 7-3。

表 7-3 间接费费率表

工程类别	计算基础	费率(%)
土方工程	直接费	5
石方工程	直接费	6
砌体工程	直接费	5
混凝土工程	直接费	6
其他工程	直接费	5

(3) 利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

利润是指按规定应计入工程造价的利润。依据《预算定额》规定,费率取 3.00%,计算基础为直接费和间接费之和。

利润=(直接费+间接费)×3.00%

(4) 税金

税金指国家税法规定的应计入工程造价内的营业税、城乡维护建设税和教育费附加等,计算基础为直接费、间接费、利润之和,即税金=(直接费+间接费+利润)×综合税率%。

根据《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》(建办标函〔2019〕193号)与等文件要求,税金按建筑业适用的增值税税率9%计算。

2、设备费

设备购置费是指土地复垦方案中设计的设备所发生的费用,包括购置水泵、电机等永久性设备。设备购置费不参与费率计取而设备安装及调试的人工费、机械使用费参与相应费率计取,本方案中涉及的设备全部采用矿山已有采矿设备,不需新增设备,故本项目不存在设备购置费。

3、其他费用

其他费用由前期工作费(勘察费、设计费)、工程监理费、竣工资收费、业主管理费等组成。

(1) 勘察设计费

勘察设计费包括勘察和设计费,取费基数为工程施工费。依据矿区恢复治理特点,本《方案》勘察设计费按工程施工费的5.40%计算。

(2) 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或以工程施工费与设备购置费之和,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、项目招标代理费。依据《土地开发整理项目预算定额标准》,结合本项目的特点,计费基数 ≤ 500 万,前期工作费费率按工程施工费的5.40%计算。

(3) 工程监理费

工程监理费指项目承担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。参照《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格[2007]670号),按工程施工费的2.40%计取。

(4) 竣工资收费

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、标识设定费;依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定,该项目计费基数 ≤ 500 万,综合费率取3.86%。

(5) 业主管理费

依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定,该项目业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费和竣工资收费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算。由于本方案计费基数 ≤ 500 万,本方案按费率2.8%收取。

4、监测与管护费

(1) 地质环境监测费

监测费主要根据监测指标、监测点数量、监测次数等确定费用，本项目委托专业机构进行监测，费用按监测次数计取。根据《工程勘察设计收费标准》（2002 版）边坡变形监测取 93 元/点·次。根据《地质调查项目预算标准》（2010），地形地貌监测按 1000 元/次；水样分析预算标准 800 元/样，土壤微量元素和重金属元素分析预算标准 1000 元/样。

(2) 复垦监测与管护费

复垦工程结束后，主要监测其复垦后场地稳定性、植被的长势以及复垦配套设施运行的效果；要对所复垦的植被进行管护，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。

参考水利部《水土保持工程估算编制规定》（水利部水总[2003]67 号文），耕地、植物抚育措施管理费按照工程施工费比例计取。此处按照复垦工程施工费 20%计取。

5、预备费预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

(1) 基本预备费

基本预备费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。基本预备费按工程施工费和其它费用之和的 3%计取。计算公式为：

$$\text{基本预备费} = (\text{工程施工费} + \text{其他费用}) \times 3\%$$

(2) 价差预备费

矿山土地复垦属于建设工期较长的投资项目，在建设期内可能发生的材料、人工、设备、施工机械等价格上涨，以及费率、利率、汇率等变化，而引起项目投资的增加。

计算方法：根据施工年限，以分年度静态投资为计算基数；按照国家发改委根据物价变动趋势，适时调整和发布的年物价指数计算。

计算公式：

$$W_i = a_i [(1+r)^{n-1} - 1]$$

式中： W_i —第 i 年的价差预备费；

a_i —第 i 年的静态投资费；

n —生产服务年限；

r —年度物价指数，本次取 3%。

(3) 风险金

风险金，按工程施工费、其它费用和基本预备费的 2% 计算。计算公式为：

风险金 = (工程施工费 + 其他费用 + 基本预备费) × 2%。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

根据《指南》要求，矿山地质环境治理工程包括：矿山地质环境保护预防工程、矿山地质灾害治理工程、含水层修复工程、水土环境污染修复工程和矿山地质环境监测工程。根据前述工程设计矿山主要地质环境治理工程为地质灾害治理工程、地形地貌治理工程、地质环境监测工程。

根据以上计算标准，本方案估算矿山地质环境治理工程总投资总额为 70.42 万元，其中地质环境治理工程施工费 31.83 万元，其他费用 4.60 万元，地质环境监测费 12.58 万元，预备费 21.41 万元。具体工程投资估算见表 7-4～表 7-10。

(一) 总工程量与投资估算

表 7-4 矿山地质环境治理工程量汇总估算表

序号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	总价 (万元)
一	地质环境治理工程				31.83
1	浇筑排水沟	m ³	387.9	669.57	25.97
2	浆砌石挡土墙	m ³	218.75	268.59	5.86
二	地质环境监测工程				12.58
1	矿山水样分析	件	34	2200	7.48
2	矿山土样分析	件	34	1500	5.10
	合计				44.41

表 7-5 矿山地质环境治理工程投资估算表

序号	工程或费用名称	计算基数 (万元)	费率 (%)	费用 (万元)
一	工程施工费			31.83
二	设备费	不考虑	--	
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		4.6
四	地质环境监测费			12.58
五	预备费			21.41
(一)	基本预备费	工程施工费+其他费用	3.0	1.09
(二)	差价预备费		--	19.57
(三)	风险金	工程施工费+其他费用+基本预备费	2.0	0.75
六	静态投资	工程施工费+设备费+其他费用+地质环境监测费+基本预备费+风险金		50.85
七	动态投资	静态投资+差价预备费		70.42

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-6 矿山地质环境治理工程量与投资估算

序号	定额编号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	总价 (万元)
1	40013	浇筑排水沟	m ³	387.9	669.57	25.97
2	30020	浆砌石挡土墙	m ³	218.75	268.59	5.86
合计						31.83

表 7-7 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	勘察设计费	工程施工费	5.4	1.72
2	工程监理费	工程施工费	2.4	0.76
3	竣工验收费	工程施工费	3.86	1.23
4	业主管理费	工程施工费+勘察设计费+ 工程监理费+竣工验收费	2.8	0.89
合计		=1+2+3+4+5		4.60

表 7-8 矿山地质环境监测工程费估算表

监测项目	单位	工程量	单价 (元)	合计 (万元)
矿山水样分析	件	34	2200	7.48
矿山土样分析	件	34	1500	5.10
合计				12.58

表 7-9 矿山地质环境治理工程动态总投资表

年度		静态投资 (万元)	差价预备费 (万元)	动态投资 (万元)
近期 (1~5 年)	2022~2023	0.74	0.00	0.74
	2023~2024	4.91	0.15	5.06
	2024~2025	5.27	0.32	5.59
	2025~2026	0.74	0.07	0.81
	2026~2027	0.74	0.10	0.84
小计		12.40	0.64	13.04
中期 (6~10 年)	2027~2028	0.74	0.12	0.86
	2028~2029	0.74	0.14	0.88
	2029~2030	0.74	0.17	0.91
	2030~2031	0.74	0.20	0.94
	2031~2032	0.74	0.22	0.96
小计		3.70	0.85	4.55
远期 (11 年~17 年)	2032~2033	8.84	3.01	11.85
	2033~2034	0.74	0.28	1.02
	2034~2035	0.74	0.32	1.06
	2035~2036	0.74	0.35	1.09
	2036~2037	0.74	0.38	1.12
	2037~2038	0.74	0.41	1.15
	2038~2039	22.21	13.33	35.54
小计		25.17	14.79	39.96
合计		50.85	19.57	70.42

表 7-10 工程施工费单价估算表

定额编号：[40013]浇筑混凝土截排水沟				定额单位：100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				56799.85
(一)	直接工程费				54826.11
1	人工费				7078.47
	甲类工	工日	23.8	90.9	2163.42
	乙类工	工日	75.5	65.1	4915.05
2	材料				46294.15
	板防材	m ³	0.16	1409.31	225.49
	模板	m ²	49	48.47	2375.03
	水	m ³	180		0
	混凝土	m ³	103	424.21	43693.63
3	机械				325.82
	混凝土振捣器	台班	11	26.4	290.4
	风水砂抢	台班	11	3.22	35.42
4	其他费用	%	2.1	53698.44	1127.67
(二)	措施费	%	3.6	54826.11	1973.74
二	间接费	%	5	56799.85	2839.99
三	利润	%	3	59639.84	1789.2
四	税金	%	9	61429.04	5528.61
合计					66957.65
定额编号：[30020]浆砌块石挡土墙				定额单位：100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				22785.07
(一)	直接工程费				21993.31
1	人工费				10276.14
	甲类工	工日	7.7	90.9	699.93
	乙类工	工日	147.1	65.1	9576.21
2	材料				11607.75
	块石	m ³	108		0
	砂浆	m ³	34.65	335	11607.75
3	其他费用	%	0.5	21883.89	109.42
(二)	措施费	%	3.6	21993.31	791.76
二	间接费	%	5	22785.07	1139.25
三	利润	%	3	23924.32	717.73
四	税金	%	9	24642.05	2217.78
合计					26859.83

三、土地复垦工程经费估算

根据以上计算标准，本方案估算矿山土地复垦总投资额为 538.93 万元，其中土地复垦工程施工费 290.07 万元，其他费用 41.94 万元，土地复垦监测费 18.71 万元，预备费 188.21 万元。具体工程投资估算见表 7-11~表 7-17。

（一）总工程量与投资估算

表 7-11 土地复垦工程量汇总估算表

序号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	总价（万元）
一	土壤重构工程				196.50
（一）	土壤剥覆工程				
1	覆土整平	m ³	109025.5	15.44	168.34
2	土地翻耕	hm ²	35.0834	1010.45	3.55
（二）	清理工程				
1	建筑物拆除	m ³	1870	131.59	24.61
二	植被重建工程				93.57
1	栽植龙眼果树	株	3125	18.36	5.74
2	栽植台湾相思	株	56499	9.97	56.33
3	栽植爬山虎	株	27148	3.55	9.64
4	播撒山毛豆	hm ²	35.0834	1771.51	6.22
5	播撒草籽	hm ²	35.0834	2769.23	9.71
6	土壤培肥	kg	8240.85	5.0	4.12
7	商用草木灰	kg	37037	0.488	1.81
三	土地复垦监测与管护				18.71
1	土地复垦管护	生物工程施工费（二）*20%			18.71
	合 计				308.78

表 7-12 土地复垦工程总投资估算表

序号	工程或费用名称	计算基数（万元）	费率（%）	费用（万元）
一	工程施工费			290.07
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		41.94
四	监测与管护费			18.71
五	预备费			188.21
（一）	基本预备费	工程施工费+其他费用	3.0	9.96
（二）	差价预备费		--	171.41
（三）	风险金	工程施工费+其他费用+基本预备费	2.0	6.84
六	静态投资	工程施工费+设备费+其他费用+地质环境监测费+基本预备费+风险金		367.52
七	动态投资	静态投资+差价预备费		538.93

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-13 土地复垦工程施工费投资估算

序号	定额编号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	总价(万元)
	一	土壤重构工程				196.50
	10220	覆土工程	m ³	109025.5	15.44	168.34
	10043	土地翻耕	hm ²	35.0834	1010.45	3.55
	30072	建筑物拆除	m ³	1870	131.59	24.61
	二	植被重建工程				93.57
	90002	栽植龙眼果树	株	3125	18.36	5.74
	90002	栽植台湾相思	株	54699	9.97	56.33
	90018	栽植爬山虎	株	27148	3.55	9.64
	90029	播撒草籽	hm ²	35.0834	2769.23	9.71
	90030	播撒山毛豆	hm ²	35.0834	1771.51	6.22
	信息价	土壤培肥	kg	8240.85	5.0	4.12
	信息价	商用草木灰	kg	37037	0.488	1.81
		合 计				290.07

表 7-14 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	15.66
2	工程监理费	工程施工费	2.4	6.96
3	竣工验收费	工程施工费	3.86	11.20
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	8.12
	合计	=1+2+3+4+5		41.94

表 7-15 土地复垦监测工程量与投资估算

序号	费用名称	计算基数(万元)	费率(%)	金额(万元)
1	土地复垦监测与管护	复垦工程生物工程施工费	20	18.71
	合计			18.71

表 7-16 矿山土地复垦工程动态总投资表

年度		静态投资 (万元)	差价预备费 (万元)	动态投资 (万元)
近期 (1~5 年)	2022~2023	0.23	0	0.23
	2023~2024	0.42	0.01	0.43
	2024~2025	0.97	0.06	1.03
	2025~2026	2.18	0.2	2.38
	2026~2027	4.09	0.53	4.62
小计		7.89	0.80	8.69
中期 (6~10 年)	2027~2028	2.29	0.37	2.66
	2028~2029	2.29	0.44	2.73
	2029~2030	2.29	0.53	2.82
	2030~2031	2.29	0.62	2.91
	2031~2032	2.29	0.69	2.98
小计		11.45	2.65	14.10
远期 (11 年~17 年)	2032~2033	47.06	16.00	63.06
	2033~2034	47.07	17.88	64.94
	2034~2035	47.06	20.24	67.30
	2035~2036	47.07	22.12	69.19
	2036~2037	47.06	24.01	71.08
	2037~2038	47.07	26.36	73.43
	2038~2039	47.06	28.24	75.31
管护期 3 年	2039~2040	6.24	4.06	10.30
	2040~2041	6.24	4.37	10.61
	2041~2042	6.24	4.68	10.92
小计		348.18	167.96	516.14
合计		367.52	171.41	538.93

表 7-17 土地复垦工程定额单价表

定额编号: [10220] 挖掘机挖装自卸 1m ³				定额单位: 100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1309.75
(一)	直接工程费				1264.24
1	人工费				67.68
	甲类工	工日	0.1	90.9	9.09
	乙类工	工日	0.9	65.1	58.59
2	机械				1153.81
	挖掘机 油动 斗容 1m ³	台班	0.22	1055.33	232.17
	推土机 59kw	台班	0.16	585.5	93.68
	自卸汽车柴油型 载重量 5t	台班	1.62	511.087	827.96
3	其他费	%	0.35	1221.49	42.75
(二)	措施费	%	3.6	1264.24	45.51
二	间接费	%	5	1309.75	65.49
三	利润	%	3	1375.24	41.26
四	税金	%	9	1416.5	127.49
合计					1543.99

续表 7-17 土地复垦工程定额单价表

定额编号: [10043] 土地翻耕一、二类					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				857.16
(一)	直接工程费				827.37
1	人工费				87.09
	甲类工	工日	0.6	90.9	54.54
	乙类工	工日	0.5	65.1	32.55
2	机械				700.88
	拖拉机 59kw	台班	1.2	572.7	687.24
	三铧犁	台班	1.2	11.37	13.64
3	其他费	%	5	787.97	39.4
(二)	措施费	%	3.6	827.37	29.79
二	间接费	%	5	857.16	42.86
三	利润	%	3	900.02	27
四	税金	%	9	927.02	83.43
合计					1010.45
定额编号: [30072] 砌体拆除				定额单位: 100m ³	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				11162.99
(一)	直接工程费				10775.09
1	人工费				10563.81
	甲类工	工日	8	90.9	727.2
	乙类工	工日	151.1	65.1	9836.61
	其他人工费	%	2	10563.81	211.28
(二)	措施费	%	3.6	10775.09	387.9
二	间接费	%	5	11162.99	558.15
三	利润	%	3	11721.14	351.63
四	税金	%	9	12072.77	1086.55
合计					13159.32
定额编号: [90002] 栽植乔木(龙眼果树)				定额单位: 100 株	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1557.71
(一)	直接工程费				1503.58
1	人工费				455.7
	乙类工	工日	7	65.1	455.7
2	材料费				1040.4
	树苗	株	102	10.2	1040.4
	水	m ³	2	0	0
3	其他费用	%	0.5	1496.1	7.48
(二)	措施费	%	3.6	1503.58	54.13
二	间接费	%	5	1557.71	77.89
三	利润	%	3	1635.6	49.07
四	税金	%	9	1684.67	151.62
合计					1836.29

续表 7-17 土地复垦工程定额单价表

定额编号：[90002] 栽植乔木（台湾相思）				定额单位：100 株	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				846.16
(一)	直接工程费				816.76
1	人工费				455.7
	乙类工	工日	7	65.1	455.7
2	材料费				357
	树苗	株	102	3.5	357
	水	m ³	2	0	0
3	其他费用	%	0.5	812.7	4.06
(二)	措施费	%	3.6	816.76	29.4
二	间接费	%	5	846.16	42.31
三	利润	%	3	888.47	26.65
四	税金	%	9	915.12	82.36
合计					997.48
定额编号：[90018] 种植爬山虎				定额单位：100 株	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				301.12
(一)	直接工程费				290.66
1	人工费				65.1
	乙类工	工日	1	65.1	65.1
2	材料费				224.4
	树苗	株	102	2.2	224.4
	水	m ³	3	0	0
3	其他费用	%	0.4	289.5	1.16
(二)	措施费	%	3.6	290.66	10.46
二	间接费	%	5	301.12	15.06
三	利润	%	3	316.18	9.49
四	税金	%	9	325.67	29.31
合计					354.98
定额编号：[90029] 撒播山毛豆				定额单位：hm ²	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1502.76
(一)	直接工程费				1450.54
1	人工费				1113.21
	乙类工	工日	17.1	65.1	1113.21
2	材料费				337.33
	种子	kg	10	32.91	329.1
	其他材料费	%	2.5	329.1	8.23
(二)	措施费	%	3.6	1450.54	52.22
二	间接费	%	5	1502.76	75.14
三	利润	%	3	1577.9	47.34
四	税金	%	9	1625.24	146.27
合计					1771.51

续表 7-17 土地复垦工程定额单价表

定额编号：[90030] 撒播草籽				定额单位：hm ²	
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				2349.12
(一)	直接工程费				2267.49
1	人工费				136.71
	乙类工	工日	2.1	65.1	136.71
2	材料费				2130.78
	草籽	kg	50	41.78	2089
	其他材料费	%	2	2089	41.78
(二)	措施费	%	3.6	2267.49	81.63
二	间接费	%	5	2349.12	117.46
三	利润	%	3	2466.58	74
四	税金	%	9	2540.58	228.65
合计					2769.23

四、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 609.35 万元，其中矿山地质环境保护治理费用 70.42 万元，治理费用单位面积投资约 1.62 万元/hm²；土地复垦费用 538.93 万元，土地复垦单位面积投资约 12.41 万元/hm²，详见表 7-18。

表 7-18 矿山地质环境保护与土地复垦总费用一览表

序号	工程或费用名称	总投资（万元）
一	地质环境治理费用	70.42
二	土地复垦费用	538.93
三	总投资	609.35

(二) 近期经费安排

矿山地质环境治理与土地复垦方案分为远期、中期、近期治理，其中近期分为五个亚区进行治理，矿山地质环境治理区域工作量及经费安排详见表 7-19、矿山土地复垦工作进度安排与经费安排详见表 7-20，时间跨度为 2022 年 7 月~2027 年 6 月。

表 7-19 近期矿山地质环境治理区域工作量及经费安排表

时间安排	进度安排	治理面积 (hm^2)	主要工程措施及工程量	静态投资 预算 (万元)	动态投资 预算 (万元)
2022 年 7 月- 2023 年 6 月	近期治理 I 亚区 采场中部偏西 S_{1-1}	0.0864	地质环境问题监测。	0.74	0.74
2023 年 7 月- 2024 年 6 月	近期治理 II 亚区 I 亚区西侧 S_{1-2}	0.1890	砌筑挡土墙、排水沟各 193m; 地质环境问题监测。	4.91	5.06
2024 年 7 月- 2025 年 6 月	近期治理 III 亚区 II 亚区西侧 S_{1-3}	0.4379	砌筑挡土墙、排水沟各 211m; 地质环境问题监测。	5.27	5.59
2025 年 7 月- 2026 年 6 月	近期治理 IV 亚区 III 亚区西侧 S_{1-4}	0.8363	地质环境问题监测。	0.74	0.81
2026 年 7 月- 2027 年 6 月	近期治理 V 亚区 采场中部 I 亚区东侧 S_{1-5}	1.5694	地质环境问题监测。	0.74	0.84
合计		3.12		12.40	13.04

表 7-20 近期矿山土地复垦工作进度与经费安排表

时间安排	进度安排	复垦 面积 (hm^2)	主要工程措施及工程量	静态投资 预算 (万元)	动态投资 预算 (万元)
2022 年 7 月- 2023 年 6 月	近期治理 I 亚区 采场中部偏西 S_{1-1}	0.0864	1、平台覆土 864m^2 ，覆土量 259.2m^3 ； 2、栽植乔木 138 株；3、覆土区播撒山毛豆 0.864kg ，草籽全面积撒播 4.32kg 。	0.23	0.23
2023 年 7 月- 2024 年 6 月	近期治理 II 亚区 I 亚区西侧 S_{1-2}	0.1890	1、平台覆土 539m^2 ，覆土量 161.7m^3 ； 2、栽植乔木 86 株、爬山虎 579 株；3、覆土 区播撒山毛豆 0.539kg ，草籽全面积撒播 9.45kg 。	0.42	0.43
2024 年 7 月- 2025 年 6 月	近期治理 III 亚区 II 亚区西侧 S_{1-3}	0.4379	1、平台覆土 1425m^2 ，覆土量 427.5m^3 ； 2、栽植乔木 228 株，爬山虎 1266 株；3、覆 土区播撒山毛豆 1.425kg ，草籽全面积撒播 21.895kg 。	0.97	1.03
2025 年 7 月- 2026 年 6 月	近期治理 IV 亚区 III 亚区西侧 S_{1-4}	0.8363	1、全面积覆土 8363m^2 ，覆土量 2508.9m^3 ； 2、栽植乔木 1338 株；3、覆土区播撒山毛豆 8.363kg ，草籽全面积撒播 41.815kg 。	2.18	2.38
2026 年 7 月- 2027 年 6 月	近期治理 V 亚区 采场中部 I 亚区 东侧 S_{1-5}	1.5694	1、全面积覆土 15694m^2 ，覆土量 4708.2m^3 ； 2、栽植乔木 2511 株；3、覆土区播撒山毛豆 15.694kg ，草籽全面积撒播 78.47kg 。	4.09	4.62
合计		3.12		7.89	8.69

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

(1) 成立矿山地质环境保护与土地复垦方案领导小组，负责本石场环境恢复与复垦项目的组织和实施、工程质量监督检查和竣工验收资料的准备。同时，根据工程进度，将及时组织施工队伍完成环境恢复治理和土地复垦工作。

(2) 矿长是矿山地质环境保护与土地复垦方案的第一责任者，负责资金、人员与物力落实及地质灾害救灾工作。

(3) 按照矿山地质环境保护与土地复垦方案，逐步逐项进行治理，严格按照规范要求开展环境恢复治理和土地复垦工作。项目结束后，由当地自然资源管理部门组织验收。

(4) 生产期间，对矿石、废渣的堆放要有序、合理，应充分考虑“废物利用”，减少废石废渣的排放。

(5) 建立健全责任制、明确各自的目标和职责，制定工程工期目标责任制，严格按项目规划要求实施每项具体工程。

二、技术保障

针对本项目区内矿山治理与复垦的方法，经济、合理、可行，达到合理高效利用土地的标准。施工所需的各类材料，大部分就地取材，其它所需材料均可由市场购买，有充分的保障。项目一经批准，立即设立专门办公室，具体负责治理复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，项目实施单位必须严格按照复垦目标执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

1、方案规划阶段，选择有技术优势的方案编制单位，委派技术人员与方案编制单位密切合作，了解方案中的技术要点。

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

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

4、根据实际生产情况和土地损毁情况，进一步完善本方案，拓展方案报告编制的深度和广度。

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

6、建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按年度有序进行。

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

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

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

10、本方案不能代替方案实施过程中必须进行的勘查、设计，具体实施时应按相关法律、法规、规范、规定、规程执行。

三、资金保障

（一）矿山环境治理资金

按照《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建[2017]638 号)、粤财综〔2018〕60 号文、《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》（2020 年 8 月 18 日）要求：

1、矿山企业按照满足实际需求的原则，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案，将矿山地质环境恢复治理费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销，并计入生产成本。同时矿山企业需要在其银行帐户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。

2、矿山企业应按照《指导意见》及企业会计准则相关规定设定、计提及使用矿山地质环境治理恢复基金，并将年度矿山地质环境保护与治理恢复方案执行情况、矿山地质环境监测点建设以及基金计提和使用等情况，于每年约定时间前形成书面报告，报送矿山所在地县级以上自然资源主管部门。

本矿山环境治理工作主要总费用约 70.42 万元，从生产成本中平均摊销，即单位产量预存额为 4947 元/万 t·年。具体安排见表 8-1。

表8-1 矿山地质环境治理费用预存安排表

阶段	年份	总投资 (万元)	产量 (万 t)	单位产量 预存额 (元/万 t 年)	环境治理年度 费用预存额 (万元)	阶段治理费 用预存额 (万元)
近期 1~5 年	2022 年	0.74	15	2761.57	14.17	29.17
	2023 年	5.06	15	2761.57	3.75	
	2024 年	5.59	15	2761.57	3.75	
	2025 年	0.81	15	2761.57	3.75	
	2026 年	0.84	15	2761.57	3.75	
中期 6~10 年	2027 年	0.86	15	2761.57	3.75	18.75
	2028 年	0.88	15	2761.57	3.75	
	2029 年	0.91	15	2761.57	3.75	
	2030 年	0.94	15	2761.57	3.75	
	2031 年	0.96	15	2761.57	3.75	
远期 11~17 年	2032 年	11.85	15	2761.57	3.75	22.50
	2033 年	1.02	15	2761.57	3.75	
	2034 年	1.06	15	2761.57	3.75	
	2035 年	1.09	15	2761.57	3.75	
	2036 年	1.12	15	2761.57	3.75	
	2037 年	1.15	15	2761.57	3.75	
	2038 年	35.54	15	2761.57	0	
合计		70.42			70.42	70.42

(二) 土地复垦资金

根据《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》(2019 年 7 月 16 日)中《土地复垦条例实施办法》第二十条:采矿生产项目的土地复垦费用预存,统一纳入矿山地质环境治理恢复基金进行管理。

第十九条:土地复垦费用预存实行一次性预存和分期预存两种方式。生产建设周期在三年以下的项目,应当一次性全额预存土地复垦费用。生产建设周期在三年以上的项目,可以分期预存土地复垦费用,但第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的 20%。余额按照土地复垦方案确定的土地复垦费用预存计划预存,在生产建设活动结束前一年预存完毕。

本方案确定的矿山土地复垦资金以基金形式按年度计提,应遵循提前预存、分阶段足额预存原则,在项目生产建设服务年限内结束前 1 年预存完毕所有费用。建议:从 2022 年开始预存资金,于 2037 年预存完毕,逐年预存,第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的 20%。按要求完成年度或阶段的矿山土地复垦工程经验收合格后,结余的基金可以结转为下年度或下一阶段使用;当采矿权人计提的基金总额不能满足矿山土地复垦实际所需费用的,应当以实际所需费用差额进行补足。本方案拟定本次矿山土地复垦费用预存安排见表 8-2。

表8-2 矿山土地复垦费用预存安排表

阶段	年份	总投资 (万元)	产量 (万 t)	单位产量 预存额 (元)	土地复垦年度 费用预存额 (万元)	阶段治理费 用预存额 (万元)
近期 1~5 年	2022 年	0.23	15	21134.51	107.83	222.79
	2023 年	0.43	15	21134.51	28.74	
	2024 年	1.03	15	21134.51	28.74	
	2025 年	2.38	15	21134.51	28.74	
	2026 年	4.62	15	21134.51	28.74	
中期 6~10 年	2027 年	2.66	15	21134.51	28.74	143.70
	2028 年	2.73	15	21134.51	28.74	
	2029 年	2.82	15	21134.51	28.74	
	2030 年	2.91	15	21134.51	28.74	
	2031 年	2.98	15	21134.51	28.74	
远期 11 年~20 年	2032 年	63.06	15	21134.51	28.74	172.44
	2033 年	64.94	15	21134.51	28.74	
	2034 年	67.30	15	21134.51	28.74	
	2035 年	69.19	15	21134.51	28.74	
	2036 年	71.08	15	21134.51	28.74	
	2037 年	73.43	15	21134.51	28.74	
	2038 年	75.31	15	21134.51	0	
(含管护期 3 年)	2039 年	10.30	0	0	0	0
	2040 年	10.61	0	0	0	
	2041 年	10.92	0	0	0	
合计		538.93			538.93	538.93

(三) 基金使用

基金计提后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成年度或阶段的矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程经验收合格后，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、因矿产资源开发活动造成崩塌、滑坡、泥石流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。

矿山地质环境治理恢复与土地复垦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）基金监督管理

采矿权人应当建立矿山地质环境治理恢复基金管理制度，规范基金管理，明确基金计提和使用的程序、职责及权限，按规定计提和使用基金。基金使用纳入采矿权人财务预算。基金的会计处理，应当符合国家统一的会计制度的规定。

采矿权人按要求完成“方案”确定的矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作后，应当向矿山所在地县级以上自然资源主管部门提出验收的书面申请，并提交矿山地质环境治理恢复与土地复垦竣工报告等资料。矿山所在地县级以上自然资源主管部门应当自收到验收申请后30个工作日内，会同同级生态环境主管部门根据“方案”以及有关技术规范和验收标准组织验收，并将有关情况向采矿权登记机关报备。

采矿权人应在每年12月31日前将年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程实施情况、基金计提与使用及下一年度计划使用情况等，书面报告矿山所在地县级以上自然资源主管部门。

县级以上自然资源主管部门会同本级财政、生态环境主管部门，每年对本辖区所有矿山的矿山地质环境治理恢复基金计提、使用及治理恢复等情况，按照“双随机一公开”的方式进行动态监督检查，并由自然资源主管部门将监督检查情况纳入矿业权人勘查开采信息公示系统。

采矿权人有下列行为的，分类分情况予以处置：

1、未按规定计提矿山地质环境治理恢复基金的，按照《矿山地质环境保护规定》第二十八条进行处罚。

2、采矿权人不按规定承担矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务或履行不到位、承担责任不足，县级以上自然资源主管部门可依据相关法律法规对其进行处罚；同时县级以上自然资源主管部门可委托第三方进行地质环境治理恢复与土地复垦，治理费用由该采矿权人从矿山地质环境治理恢复基金中列支，不足部分由该采矿权人补齐。对于拒不履行矿山地质环

境恢复治理义务的企业，有关主管部门应将其违法违规信息建立信用记录，纳入全国信用信息共享平台，通过“信用中国”网站、国家企业信用信息公示系统等向社会公布，为相关行业、部门实施联合惩戒提供信息，并可指定符合条件的社会组织就其破坏生态环境的行为向人民法院提起公益诉讼，依据相关法律法规规定对其进行处罚并追究其法律责任。

3、采矿权人不按规定向自然资源主管部门提交年度实施方案和书面报告的，或者拒不接受管理部门对矿山地质环境治理恢复基金账户设立、计提、基金使用及采矿权人履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务情况检查的，由矿山所在地县级以上自然资源主管部门按照相关法律法规进行处罚，并通过矿业权人勘查开采信息公示系统进行公示。

四、监管保障

1、矿山主管部门在建立组织机构的同时，将加强与当地政府主管部门及职能部门的合作，建立共管机制，自觉接受地方主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便治理与复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。监督机构对于不符合设计要求或质量要求的工程责令限期完成整改，直到满足要求为止。

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

3、如矿山企业不能履行复垦义务，不按时缴纳土地复垦费用，则处以罚款。

4、坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。在工程建设中严格实行招标制，按照公开、公正、公平的原则，择优选择工程队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。

同时对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地主管部门的监督检查。

5、加强矿山地质环境治理与土地复垦政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动土地复垦的积极性。提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

保护积极进行土地复垦的村委会以及村民的利益，充分调动其土地复垦的积极性。提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

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

五、效益分析

方案实施后的效益主要体现在环境效益、经济效益和社会效益三个方面。

（一）环境效益

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）经济效益

1、直接经济效益

在落实矿山地质环境保护与土地复垦后，可使遭受破坏的 43.4192hm²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

矿山地质环境保护与土地复垦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。

（三）社会效益

实施矿山地质环境保护与恢复治理工作，体现了党和政府致力于树立和落实科学发展观、实现以人为本、全面协调地可持续发展战略，是建设资源节约型、环境友好型社会的有力体现，得民心，顺民意。

方案的实施将进一步普及矿山地质环境保护知识，增强当地民众、矿山企业的矿山地质环境保护意识，改变矿山地质环境治理观念，对增强当地人民群众对国家落实环境保护的信心起到积极作用。

同时，方案的落实有利于企业职工以及附近居民的身心健康，有利于矿山企业与当地居民长期较为紧张关系的局面得到缓解，对于维护社会稳定、建设和谐型社会起到很好的促进作用，因而具有重要的社会效益。

六、公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦是一项系统工程。公众参与是建设单位与公众之间的一种双向交流，公众参与是指公众按照规定的程序，全面、全程地参与到矿山地质环境保护与土地复垦方案的编制前期、方案编制过程和方案实施过程中，从而影响矿山地质环境治理与土地复垦规划决策和实施效果并使其符合公众的切身利益的行为。落实公众参与工作对规范土地复垦活动，加强土地复垦管理，提高土地利用的社会效益、经济效益和生态效益等具有十分重要的意义。

（一）公众参与基本原则

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

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

（二）公众参与人员与环节

本项目公众参与调查的主要对象为土地权属人代表、土地使用者、矿区职工以及所在地其他居民，被调查者为不同阶层、性别、年龄、职业等人员。调查内容为对矿山所属地域、生产现状对各自生活造成的影响、生产建设中是否存在重大事故、对社会的贡献情况等。

参与环节包括方案编制前期、方案编制过程中以及方案实施期间，调查问卷发放方法通过当地村委员会与矿山企业发放到被调查人手中。

（三）公众参与形式与工作程序

公众参与部门涉及到当地自然资源主管部门、矿山企业及其周边居民，通过政府网站政

务公开栏与在当地村委张贴公示等手段，确保公众意见有通畅的表达渠道，本项目采用问卷调查与张贴公示的形式进行。公众参与贯穿方案编制的始末，涉及到方案编制的前期准备、编制过程中以及矿山地质环境保护与复垦方案实施过程中的全过程，公众参与调查工作程序见图8-1。

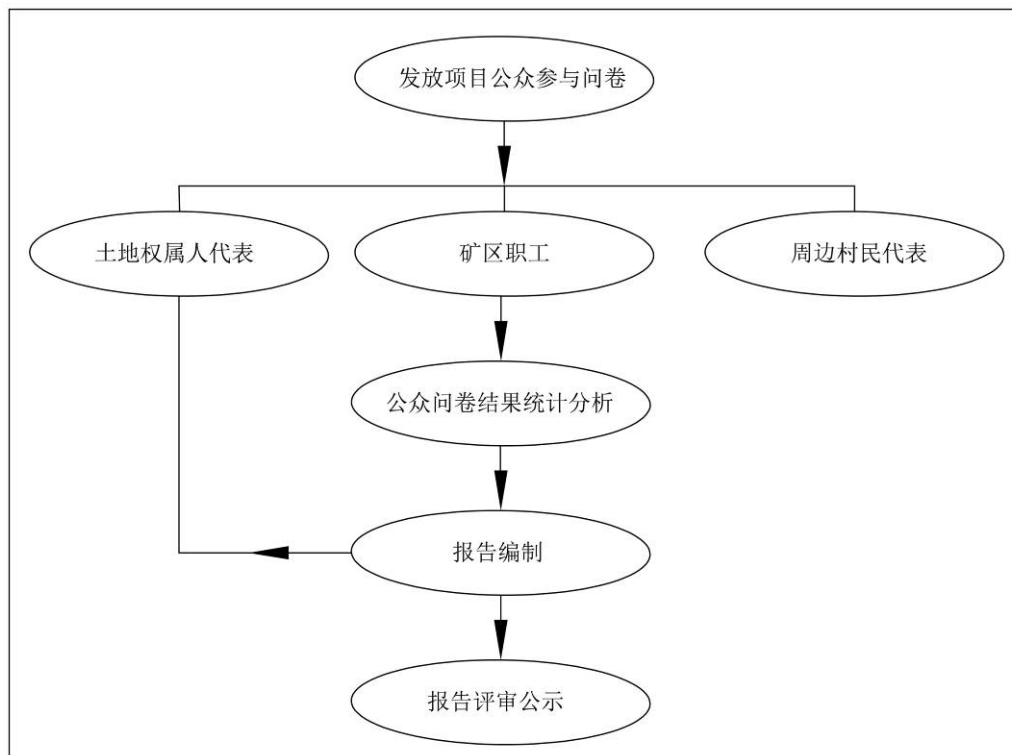
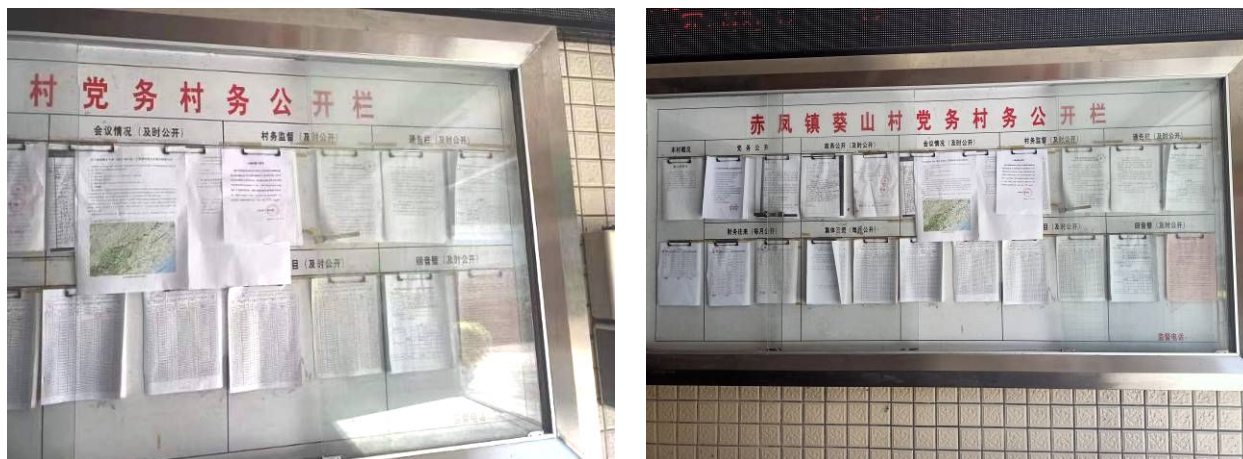


图 8-1 公众参与工作程序图



照片8-1 土地权属意见公示

（四）结论

该矿山土地复垦项目已得到当地绝大多数公众的赞成与支持，被调查对象中没有人表示反对意见，建设单位对公众提出的主要意见已做了相应的承诺。

本方案是一个生态治理、环境改善、土地资源被充分利用的公益性项目，当地居民和社

会各界民众认同度较高，都希望按当地自然资源部门的相关要求和本方案的具体措施、工艺履行好，使当地的生态环境和原土地利用条件有明显改善。

土地复垦工程项目完工后，移交村集体，村集体部分由村民使用。土地复垦后所建立的一些相应的配套设施，如交通设施等，由村里统一管理。

第九章 结论与建议

一、结论

1、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

矿山为生产延续矿山，面积约 0.3861km^2 ，开采方式为露天开采，生产规模为 15 万 t/a，属大型矿山，矿山重要程度为重要区，矿山地质环境复杂程度为中等。矿山剩余生产服务年限约 32.2 年，采矿证剩余服务年限为 17 年，本方案的服务年限 20 年。

2、《方案》编制的基础、范围、评估区面积、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“开发利用方案”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，确定了该矿山地质环境保护与土地复垦方案的评估范围面积为 1.6568km^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评估区评估级别为一级。

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、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 1.66km^2 ，调查线路 4.5km，矿山地质环境与土地复垦调查点 110 个，现场拍照 90 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、土地复垦方案及其它资料。

3、现状评估和预测评估结论

(1) 现状评估

评估区内地质灾害发育弱，对地质环境影响较轻；对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏严重；对水土环境污染影响较轻；对土地资源的影响与破坏程度严重。综合评估现状矿山建设及采矿活动对地质环境影响严重。

现状已损毁土地类型主要有园地 0.6871hm^2 、林地 3.8941hm^2 、草地 2.2148hm^2 、其他土地 3.3346hm^2 ，总损毁面积 10.1306hm^2 。现状土地资源损毁程度重度，较难恢复。

现状矿山地质环境影响区划分为两个区：矿山地质环境影响严重区（Ⅰ）和较轻区（Ⅲ），严重区（Ⅰ）面积 0.3689km^2 ，占评估区面积的 22.26%，较轻区（Ⅲ）面积 1.2829km^2 ，占

评估区面积的 77.47%。

(2) 预测评估

预测可能引发或遭受的地质灾害有：露天采场边坡、办公生活区边坡、排土场边坡、矿山道路边坡崩塌、滑坡；其中露天采场与办公生活区边坡崩塌、滑坡地质灾害潜在的危害中等，危险性中等；其他地段边坡崩塌规模小，潜在的危害性小，危险性小。预测采矿活动对含水层破坏程度为较轻，对地形地貌景观程度严重，对水土环境污染影响较轻，对土地资源的影响与破坏程度严重。现状土地资源损毁程度重度，难恢复。

预测损毁土地类型主要有园地 2.3780hm²、林地 28.0498hm²、草地 8.3495hm²、其他土地 4.6419hm²，总损毁面积 43.4192hm²。预测土地资源损毁程度重度，难恢复。

矿山地质环境影响预测评估分区同样划分为两个区：矿山地质环境影响严重区（Ⅰ）和较轻区（Ⅲ），严重区（Ⅰ）面积 0.5567km²，占评估区面积的 34.20%，较轻区（Ⅲ）面积 1.0901km²，占评估区面积的 65.80%。

4、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，将评估区分为重点防治区和一般防治区：矿山露天采场、排土场、矿山道路、工业场地、办公生活区及其影响地段等采矿活动区域为重点防治区，面积约 0.5567km²，占评估区总面积的 34.20%；采矿活动区域以外的一定区域为一般防治区，面积约 1.0901km²，占评估区 65.80%。现状评估的严重区包含在重点防治区，较轻区包含在一般防治区；预测评估的严重区即是重点防治区，较轻区即为一般防治区。

5、土地复垦方向

本次土地复垦方向确定为园地、林地，辅以草籽绿化。复垦单元包括露天采场、工业场地、办公生活区、排土场、矿山道路，复垦责任面积约 43.4192hm²。

6、地质环境治理与土地复垦工程部署

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接近、中、远目标进行治理与复垦。

矿山地质环境问题治理工程措施：对崩塌、滑坡主要采取截排水、放坡、避让、巡查预警等。

土地复垦以生物措施为主：用覆土、种树、植草的生态方法恢复土地资源。

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。闭坑后管护期定为3年。

7、地质环境治理与土地复垦经费估算

矿山地质环境保护与土地复垦总投资为609.35万元，由矿山地质环境治理工程费70.42万元、土地复垦费用538.93万元组成。

8、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、坚持“边开采、边治理”原则，本矿山暂未进行开采活动，但前期开采活动对地形地貌景观破坏严重、对土地资源破坏严重。建议矿山按相关要求，尽快完成已破坏区绿化工作。

2、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，应及时向当地地质主管部门、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。

3、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。应及时消除安全隐患，避免地质灾害的发生；若发生事故应及时向当地主管部门汇报

4、矿山应尽快进行矿山地质环境保护与土地复垦工作，随时接受自然资源部门检查。同时，以超前的眼光和意识对待矿山地质环境保护与土地复垦工作。

5、矿山开采损毁面积大，开采边坡较陡，高差大，治理时需按实际情况分台阶；有条件的区域进行放坡，对矿区外围的终了区域及时开展治理防护工作。

6、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，建立地下水水质监视带，保护下游人们的生活用水安全。

7、要注意环境保护，采取各种环保措施，作到经济建设和环境保护建设同步。

8、矿上剥离量较多，建议将开采完成区域及时其他区域剥离表土进行覆盖，可减少土

地复垦成本同时，提高植被存活率、减少排土场堆积量。

9、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。该方案基于闭坑前提编制，适用于矿山企业补充资料归档，不适用闭坑设计；若矿山还将延续，则需另行编制该方案。

附表1 矿山地质环境现状和损毁土地调查表

矿山基本情况	企业名称		潮州市健诚瓷业有限公司			通讯地址		潮州市潮安区赤凤镇葵山村羊逃坑			邮编	515654	法人代表	谢建东	
	电 话		13829073000		传真	-		坐标	东经：116°30′ 57″ ， 北纬：23°51′ 53″			矿类	非金属	矿 种	陶瓷土
	企业规模			大型		设计生产能力			15 万 m³/a		设计服务年限		32 年		
	经济类型			有限责任公司											
	矿山面积/km²			0.3861		实际生产能力			建设阶段暂无		已服务年限		0	开采深度/m	+175~+60
	建矿时间			2013 年		生产现状			建设阶段		采空区面积/m²		101306		
采矿方式						露天开采		开采层位		陶瓷土					
采矿占用破坏土地	露天采场			办公生活区			工业场地			其它			总计	已治理面积/m²	
	数量/个		面积/m²	数量/个		面积/m²	数量/个		面积/m²	数量/个		面积/m²	面积/m²		
	1		44293	1		4589	0		0	0		52424	101306	0	
	占用土地情况/m²			占用土地情况/m²			占用土地情况/m²			破坏土地情况/m²					
	耕地	基本农田	无	耕地	基本农田	无	耕地	基本农田	无	耕地	基本农田	无	无	0	
		其它耕地	无		其它耕地	无		其它耕地	无		无	0			
		小计/m²	0		小计/m²	0		小计/m²	0		小计/m²	0	0	0	
	林地		9502	林地		0	林地		0	林地		29439	38941	0	
	其他土地		34971	其他土地		4589	其他土地		0	其他土地		22985	62365	0	
	合计/m²		44293	合计/m²		4589	合计/m²		0	合计/m²		52424	101306	0	
采矿固体废弃物排放	类 型			年排放量/10 ⁴ m ³			年综合利用量/10 ⁴ m ³			累计积存量/10 ⁴ m ³			主要利用方式		
	废石（土）			无			无			无			无		
	煤矸石			0			0			0			0		
	合计			0			0			0			0		

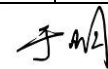
矿山地质环境现状和损毁土地调查表（续）

含水层破坏情况	影响含水层的类型			区域含水层遭受影响或破坏的面积/ km ²			地下水位最大下降幅度/m			含水层被疏干的面积/m ²			受影响的对象		
	极弱含水层			0			0			0			无		
地形地貌景观破坏	破坏的地形地貌景观类型			被破坏的面积/m ²			破坏程度						修复的难易程度		
	丘陵坡地			101306			严重						难		
采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况	种类	发生时间	发生地点	规模	影响范围/m ²	体积/m ³	危 害					发生原因	防治情况	治理面积/m ²	
							死亡人数/人	受伤人数/人	破坏房屋/间	毁坏土地/m ²	直接经济损失/万元				
	无	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	无	无	
采矿引起的地面塌陷情况	发生时间	发生地点	规模	塌陷坑/个	影响范围/m ²	最大长度/m	最大深度/m	危 害					发生原因	防治情况	治理面积/m ²
								死亡人数/人	受伤人数/人	破坏房屋/间	毁坏土地/m ²	直接经济损失/万元			
	无	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
采矿引起的地裂缝情况	发生时间	发生地点	数量/个	最大长度/m	最大宽度/m	最大深度/m	走向	危 害					发生原因	防治情况	治理面积/m ²
								死亡人数/人	受伤人数/人	破坏房屋/间	毁坏土地/m ²	直接经济损失/万元			
	无	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

矿山企业（盖章）：

填表单位（盖章）：

填表人：于明



填表日期：2022 年 2 月 27 日

