

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场
矿山地质环境保护与土地复垦方案

梅州市虎坑矿业有限公司

2022 年 12 月

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：梅州市虎坑矿业有限公司

法人代表：陈银

编制单位：广东宏基生态设计工程有限公司

法定代表人：朱业意

项目负责人：朱业意

技术负责人：冯志凯

编写人员：黄福海 李启龙

制图人员：丘文政

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场
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	梅州市虎坑矿业有限公司				
	法人代表	陈银	身份证 号码	4414021985 *****9	手机 号码	1831929*** *
	统一社会信用代码	91441403*** *****4	纳税人 识别号	91441403*** *****4	组织机 构代码	91441403*** *****4
	单位地址	梅州市梅县区南口镇龙塘村				
	矿山名称	梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场				
	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	矿山开采 建设规模		开采方式	
建筑用花岗岩	中型	大型		露天开采		
编 制 单 位	单位名称	广东宏基生态设计工程有限公司				
	法定代表人	朱业意	联系电话		1375056****	
	主 要 编 制 人 员	姓名	职责		联系电话	
		黄福海	报告编写		1350233****	
		李启龙	报告编写		1350012****	
		丘文政	图件编制		1782043****	
		冯志凯	技术负责		1354320****	
		朱业意	项目负责		1375056****	
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					
	2022 年 9 月 15 日					
	联系人: 陈银		联系电话: 1831929****			

目 录

前 言.....	1
第一节 任务的由来.....	1
第二节 编制目的.....	2
第三节 编制依据.....	2
第四节 方案适用年限.....	7
第五节 编制工作概况.....	7
第一章 矿山基本情况.....	13
第一节 矿山简介.....	13
第二节 矿区范围及拐点坐标.....	16
第三节 开发利用方案概述.....	16
第四节 矿山开采历史及现状.....	35
第二章 矿区基础信息.....	42
第一节 矿区自然地理.....	42
第二节 矿区地质环境背景.....	44
第三节 矿区社会经济概况.....	57
第四节 矿区土地利用现状.....	58
第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动.....	60
第六节 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	61
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	65
第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	65
第二节 矿山地质环境影响评估.....	66
第三节 矿山土地损毁预测与评估.....	93
第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	104
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	116
第一节 矿山地质环境治理可行性分析.....	116
第二节 矿区土地复垦可行性分析.....	120
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	134
第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	134

第二节 矿山地质灾害治理.....	140
第三节 矿区土地复垦.....	141
第四节 含水层破坏修复.....	157
第五节 水土环境污染修复.....	159
第六节 矿山地质环境监测.....	162
第七节 矿区土地复垦监测和管护.....	167
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	170
第一节 总体工作部署.....	170
第二节 阶段实施计划.....	171
第三节 近期年度工作安排.....	174
第七章 经费估算与进度安排.....	176
第一节 经费估算依据.....	176
第二节 矿山地质环境治理工程经费估算.....	177
第三节 土地复垦工程经费估算.....	182
第四节 总费用汇总与年度安排.....	192
第八章 保障措施与效益分析.....	195
第一节 组织保障.....	195
第二节 技术保障.....	195
第三节 资金保障.....	197
第四节 监管保障.....	199
第五节 效益分析.....	200
第六节 公众参与.....	202
第九章 结论与建议.....	204

附表：

- 1、矿山地质环境现状与损毁土地调查表。

附件：

- 1、矿山地质环境保护与土地复垦方案编制委托书；
- 2、现持采矿许可证副本；

- 3、关于梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更矿区范围申请报告的批复；
- 4、矿山企业营业执照副本；
- 5、矿产资源储量评审意见书及备案的复函；
- 6、开发利用方案专家审查意见；
- 7、地表水、土壤检测报告；
- 8、地质调查照片；
- 9、土地权属人意见；
- 10、矿山地质环境保护与土地复垦方案承诺函；
- 11、内审意见。

附图：

- 1、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境现状评估图（1：2000）；
- 2.1、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用现状图 2018 年数据（局部）（1：5000）；
- 2.2、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利用现状图 2020 年数据（局部）（1：4000）；
- 3、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境预测评估图（1：2000）；
- 4、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区土地损毁预测图（1：2000）；
- 5、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区土地复垦规划图（1：2000）；
- 6、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境治理工程部署图（1：2000）；
- 7.1、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用总体规划图（2010-2020 年）（1：10000）；
- 7.2、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利用总体规划图（2010-2020 年）（1：10000）。

前 言

第一节 任务的由来

梅州市梅县区南口镇虎坑石场为生产矿山，现持采矿许可证证号为4414212009*****42，有效期限由2018年11月14日至2028年11月14日，开采矿种为建筑用花岗岩，生产规模为20万 m^3/a ，开采标高为+415m至+156m，矿区面积0.2726 km^2 。

矿山现采矿证核定开采深度415~156m，落差259m，高差较大，考虑施工安全，结合开采现状，为了安全、合理开采，开采方案设计分段开采。多年来，一直开采西段，东段因地势较低而未设计开采；并且现证核定开采深度156m，在西段（原始地貌最低标高260m）会造成凹陷式开采。根据《关于印发梅州市自然资源系统落实国务院安全委员会重点督导检查发现问题隐患整改方案的通知》（梅市自然资〔2021〕40号）规定“露天建筑石场及石材矿山原则上不得进行凹陷式开采”。因此，为了避免凹陷开采，现拟缩小矿区范围，割弃东段，并对保留的西段，提升开采深度至220m标高。

2021年12月24日，矿山取得梅州市自然资源局梅县分局《关于梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更矿区范围申请报告的批复》（见附件3），生产规模由20万 m^3/a 扩大至50万 m^3/a ，开采标高变更为+415m至+220m，矿区面积由0.2726 km^2 缩小为0.1678 km^2 。

采矿权人拟由梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更为梅州市虎坑矿业有限公司；矿山名称拟由梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更为梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场。

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与矿山土地复垦方案编制有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）“（二）在办理采矿权变更时，涉及扩大开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式的，应重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案”。

2022年7月25日，受梅州市虎坑矿业有限公司的委托，广东宏基生态设计工程有限公司承担了《梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》（下称“方案”）的编制工作。

本方案不代替相关工程勘查、治理设计。

第二节 编制目的

一、编制目的

编制本方案目的：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进行影响评估，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、矿山企业申请采矿权登记提供依据。

二、工作任务

- 1、根据矿山存在或潜在的主要地质环境问题，进行矿山地质环境保护与土地复垦的可行性分析；
- 2、提出矿山地质环境保护与土地复垦措施与建议；
- 3、进行矿山地质环境保护与土地复垦方案设计及投资估算；
- 4、根据方案编制工程实施进度安排，提出方案实施保证措施；
- 5、编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

第三节 编制依据

一、法律法规

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》，2009年8月27日起施行；
- 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》，2020年1月1日起施行；
- 4、《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；

5、《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；

6、《中华人民共和国矿山安全法》，2009年8月27日起施行；

7、《矿山地质环境保护规定》，自然资源部第二次部门会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》第三次修正，2019年7月16日；

8、《广东省矿产资源管理条例》，广东省第十一届人民代表大会常务委员会第35次会议修订，2012年7月26日；

9、《广东省地质环境管理条例（2012修正）》，广东省第十一届人民代表大会常务委员会公告第85号，2003年10月1日施行；

10、《中华人民共和国环境影响评价法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正，2018年12月29日；

11、《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）；

12、《土地复垦条例》，国务院第592号，2011年3月5日；

13、广东省自然资源厅关于印发《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》的通知，粤自然资发[2020]6号，2020年8月18日。

二、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、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》，国土资发[2004]69号，2004年3月25日；

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、《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日自然资源部第2次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正；

5、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；

- 6、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；
- 7、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》，广东省地质灾害防治协会，2021年3月；
- 8、《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；
- 9、《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；
- 10、《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）；
- 11、《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）；
- 12、《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）；
- 13、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）；
- 14、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；
- 15、广东省自然资源厅关于印发《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》的通知（粤自然资规字〔2020〕6号），2020年8月18日；
- 16、《广东省地质灾害特征认定和分级标准》，粤自然资函〔2021〕1035号，广东省自然资源厅，2021年10月20日。

三、现行规程、规范

DZ/T 0223-2011	矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
TD/T 1031-2011	土地复垦方案编制规程
GB/T 40112-2021	地质灾害危险性评估规范
TD/T 1036-2013	土地复垦质量控制标准
TD/T 1044-2014	生产矿山土地复垦验收规程

广东省土地整理垦造水田建设标准（试行）（粤农〔2016〕180号）

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）

GB/T 958-2015	区域地质图图例
GB/T 12328-1990	综合工程地质图图例及色标
GB 12719-1991	矿区水文地质工程地质勘探规范
GB/T 14538-1993	综合水文地质图图例及色标
GB/T 21010-2017	土地利用现状分类
GB 50021-2001	岩土工程勘察规范（2009年）
GB 50330-2013	建筑边坡工程技术规范
GB 3100-3102-1993	量和单位
GB 3838-2002	地表水环境质量标准
GB 11607-1989	渔业水质标准
GB 15618-2008	土壤环境质量标准
GB/T 16453-2008	水土保持综合治理技术规范
GB/T 14848-2017	地下水环境质量标准
GB/T 18337.2-2001	生态公益林建设技术规程
GB/T 19231-2003	土地基本术语
DZ/T 0157-1995	1:50000地质图地理底图编绘规范
DZ/T 0179-1997	地质图用色标准及用色原则（1:50000）
GB/T 32864-2016	滑坡防治工程勘查规范
DZ/T 0219-2006	滑坡防治工程设计与施工技术规范
T/CAGHP 006-2017	泥石流灾害防治工程勘查规范
DZ/T 0221-2006	崩塌、滑坡、泥石流监测规范
T/CAGHP 007-2017	崩塌监测规范
SL/T 183-2005	地下水监测规范
TD/T 1012-2000	土地开发整理矿山规划设计规范
HJ/T 192-2015	生态环境状况评价技术规范（试行）
LY/T 1607-2003	造林作业设计规程
NY/T 1120-2006	耕地质量验收技术规范

NY/T 1634-2008	耕地地力调查与质量评价技术规程
NY/T 1342-2007	人工草地建设技术规程
TD/T 1007-2003	耕地后备资源调查与评价技术规程
P5TD/T1005-2019	第三次全国国土调查技术规程
DZ/T 0261-2014	滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）
DZ/T 0287-2015	矿山地质环境监测技术规程
DD 2014-05	矿山地质环境调查评价规范

四、参考资料

1、主要参考资料

（1）《广东省梅县南口镇虎坑石场建筑用花岗岩资源储量核实报告》，广东省地质局第八地质大队，2022 年 5 月；

（2）《梅州市梅县区南口镇虎坑石场矿产资源开发利用方案》，广东宏基生态设计工程有限公司，2022 年 6 月；

（3）《梅州市梅县区南口镇虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》，广东梅州地质工程勘察院，2018 年 5 月；

（4）《梅州市梅县区南口镇虎坑石场年产建筑石 20 万 m³ 项目环境影响报告书》，湖南绿鸿环境科技有限责任公司，2018 年 9 月；

（5）《梅州市梅县区南口镇虎坑石场水土保持方案报告书》，梅州市梅县区南口镇虎坑石场，2019 年 1 月。

2、其它资料

（1）《梅州市地质灾害防治规划(2020-2025)》，梅州市人民政府办公室，2020 年 10 月；

（2）《梅州市梅县区地质灾害防治规划（2020-2025 年）》，梅州市人民政府办公室，2022 年 5 月；

（3）《广东省矿山地质环境保护与恢复治理规划图(1:100 万)》，广东省国土资源厅，2010 年 4 月；

（4）《1: 20 万梅县地区水文地质普查报告》，广东省地质局七二三地质大队，1978 年；

(5) 《1: 20 万梅县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，1981 年 11 月；

(6) 《1: 20 万梅县、汕头地质图》，广东省地质局七二三地质大队，1982 年；

(7) 《梅州市土地利用总体规划（2020-2025）》；

(8) 《梅州市梅县区南口镇土地利用总体规划（2020-2025）》；

(9) 矿山企业提供的其它相关资料。

第四节 方案适用年限

根据《梅州市梅县区南口镇虎坑石场矿产资源开发利用方案》（广东宏基生态设计工程有限公司，2022 年 6 月），资源储量开采服务年限为 11 年（包括基建期）。本方案编制以 2022 年为基准年，具体日期以方案获批之日为准。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》结合土地复垦要求，考虑土地复垦养护期约 3 年，因此本方案适用年限为 14 年。如遇矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

第五节 编制工作概况

一、工作方法

1、现场踏勘、编制工作大纲、野外调查

2022 年 7 月 25 日我单位接受委托，2022 年 7 月 27 日～7 月 28 日抽调相关专业技术人员，收集了矿山相关的技术资料并进行了现场踏勘，在广泛收集、分析研究矿山相关资料，以及现场踏勘与调查的基础上，编制了《梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》工作大纲，7 月 29 日～8 月 1 日开展了 1: 2000 地质环境调查和地质灾害调查。按工作大纲进行了详细调查后，以地质环境综合调查成果、《广东省梅县南口镇虎坑石场建筑用花岗岩资源储量核实报告》、《广东省梅州市梅县区南口镇虎坑矿区建筑用花岗岩矿产资源开发利用方案》等为基础，编制此方案。

野外调查采用 1: 2000 地形地质底图，调查范围为采矿登记界线外扩至第一

斜坡带，野外调查面积约 1.98km²。踏勘、调查方法采用地面路线地质调查和矿坑地质调查；地面以穿越法为主，辅以追踪法。调查重点是露头、采坑裸壁、采场、断层、地质灾害点、露天采场及可能受污染的溪沟、农田、村庄，并现场拍照。野外定点采用手持式 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，对重要地质现象及地质灾害进行现场鉴定、量测，结合调查访问确定其性质、规模、影响范围并进行分析。

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。其中以现场地质测量法为主，走访和会议形式主要是对发生后被修复或隐蔽了的地质环境问题的规模、原因、时间、地点、治理或隐蔽方式等进行调查；地质测量法等主要用于对评估区现状进行实测；采用地质测量并辅以工程测量、取样测试等方法，将评估区内的各种地质现象和地质环境问题客观地进行定量的调查记录，采用穿越及追索法，用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，特别针对重点地质环境问题，通过点、线观察、测量（工程测量）、记录（文字、数字、素描、照片等）、取样测试等手段，将地层界线、构造线、地层产状、地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等要素填绘于表、文、图中。

2、室内资料分析整理

按国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》、相关法律法规及规程、规范，综合评估已有的地质、气象、水文、地震及工程内容，分析研究各种地质环境问题与采矿活动之间的相互关系和影响作用，预测矿山地质环境发生的诱因及稷，并结合矿山现有的技术和经济实力，制定防治计划。

3、报告编写及图件

报告编写严格按国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》、相关法律法规及规程、规范执行，并参照广东省国土资源厅《广东省地质灾害危险性评估实施细则》的要求，图件制作采用AUTOCAD 软件制作成图。

根据详细的地质调查结果，再进行综合分析研究，按规范要求编制“矿山地质环境保护与土地复垦方案”及相关图件。主要工作程序见图 0-1。

二、主要工作量

1、收集资料

本次主要通过业主处收集资料 11 份，主要包括：储量核实报告 1 份、开发利用方案 1 份、矿山地质环境保护与土地复垦方案 1 份、环境影响报告书 1 份、水土保持报告书 1 份；其他相关参考资料 8 份。

2、实物工作量

本次调查针对矿区范围及周边进行调查，3 人/1 组，调查时间约 3 天，具体调查项目及完成的实物工作量如下：

（1）调查矿山矿床、围岩、露头、断层。

（2）调查地表岩土体、边坡情况（坡高、坡度等）、周边地形地貌、土地压占破坏情况、地下水及地表水情况（水量、水位、水流、采矿活动对地下水的影响情况，废水排放对周边的污染情况）。

（3）调查矿山范围及周边的地质构造情况、地质灾害情况及相邻矿山的情况等。

（4）本次调查共完成地质点 35 个，水文点 6 个，调查线路总长约 3.5km，调查面积约 1.98km²，现场拍照 160 张（报告附 18 张），采取矿山上、下游水样各一件进行水质分析，采取矿山土壤土样一件进行土壤分析。

3、成果资料

在收集资料、实物工作量充实的情况下，编制本报告，主要完成成果资料有《梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》1 份、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境现状评估图（1：2000）1 张、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区土地利用现状图（1:10000）1 张、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境预测评估图（1：2000）1 张、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区土地损毁预测图（1:2000）1 张、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区土地复垦规划图（1:2000）1 张、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境治理工程部署图（1：2000）1 张、梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区土地利用总体规划图（1:10000）1 张（图件制作采用 AUTOCAD 软件制作成图）。

4、其它

对收集的原有资料进行研究、分析。

三、工作质量评述

1、本次收集资料 11 份，资料充实、详尽，基本满足广东省编制的《编制指南》和设计要求。

2、本次通过对矿山及周边约 1.98km² 面积的详细调查，对现有地质灾害、地形地貌景观影响与破坏、土地资源影响与破坏、含水层影响与破坏、水土环境污染有了全面的了解。

3、在收集详实的资料的基础上结合本次充分调查的地质、水文、环境、土地破坏等情况综合研究分析，编制了本报告。

综上所述，本方案收集资料充分，野外调查详细，严格按照相应的规范规程法律法规进行编制，充分反映了矿山的基本情况、矿区的区域地质环境背景、矿区的地质环境影响与土地损毁现状等，对矿山地质环境影响和土地损毁进行现状和预测评估，对矿山地质环境保护与恢复治理分区，确定土地复垦区与复垦责任范围，对矿山地质环境治理与土地复垦进行可行性分析，制定合理的矿山地质环境治理与土地复垦工程措施，对矿山地质环境治理与土地复垦工程经费估算与进度安排等，总体来说，本方案工作内容详细，工程布置合理经济，切合实际，工作质量良好，符合相应的规范规程法律法规要求。

本方案完成的主要工作量见表 0-1。

表 0-1 完成主要工作量统计表

项目	工作内容	单位	数量	备注
实际工作量	地面调查面积	km ²	1.98	
	评估面积	km ²	1.5987	
	踏勘、调查线路	km	3.5	
	地质、水文地质点	个	41	
	现场拍照片/报告附照片	张	160/18	9 页
	地形地貌景观影响与破坏	处	5	
	水土环境的污染	处	9	
	地下含水层影响与破坏	处	5	
	水质分析	件	2	
	土壤分析	件	1	
收集资料	储量核实报告	份	1	
	开发利用方案	份	1	
	矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1	
	环境影响报告书	份	1	
	水土保持方案	份	1	
	其它资料	份	6	
编制成果	梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1	
	梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案附图	幅	7	
	梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案电子文档	份	1	

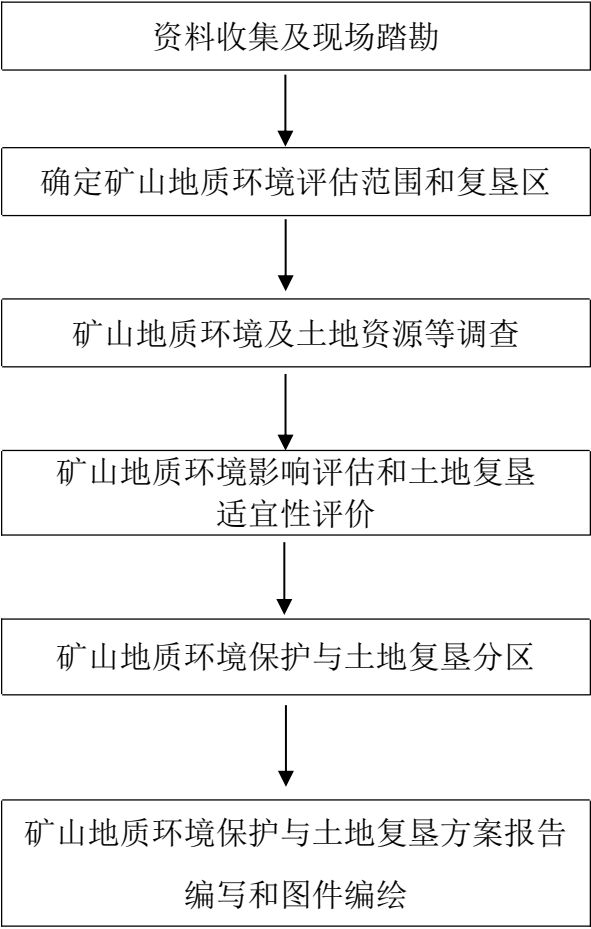


图 0-1 工作程序框图

第一章 矿山基本情况

第一节 矿山简介

一、项目简介

矿山名称：梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场

矿山企业：梅州市虎坑矿业有限公司

单位地址：梅州市梅县区南口镇竹香村

企业性质：有限责任公司

项目类型：生产项目

开采矿种：建筑用花岗岩

开采方式：露天开采

生产规模：50 万 m³/a

综合服务年限：11 年

矿区面积：0.1678km²

开采深度：由+415m 至+220m 标高

二、地理位置

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场位于梅州市区 263° 方向，直线距离约 17.0km,行政上隶属于梅州市梅县区南口镇管辖。矿区地理坐标：东经 115° **' **" ~115° **' **"，北纬 24° **' **" ~24° **' **"。矿区有 500m 村道往东北与 X026 县道相连接与，往东约 1.5km 与 G205 国道相接，交通比较方便。（详见图 1-1 交通位置图和图 1-2 矿区位置卫星图）。



图 1-1 交通位置图



图 1-2 项目区卫星图（影像来源：GoogleEarth）（2022 年 8 月）

第二节 矿区范围及拐点坐标

2021 年 12 月 24 日，采矿权人取得梅州市自然资源局梅县分局《关于梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更矿区范围申请报告的批复》（见附件 3），生产规模由 20 万 m³/a 扩大至 50 万 m³/a，开采标高变更为+415m 至+220m，矿区面积由 0.2726km² 缩小为 0.1678km²，缩小后矿区范围由 6 个拐点坐标圈定，矿区范围拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 缩小后矿区范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标）

点号	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
开采标高：+415m~+220m，面积 0.1678km ²		

第三节 开发利用方案概述

2022 年 6 月，由广东宏基生态设计工程有限公司编制了《梅州市梅县区南口镇虎坑石场矿产资源开发利用方案》。

一、建设规模及工程布局

（一）建设规模

矿山年采出建筑用石料为 50 万 m³，年产建筑规格碎石量 65.5 万 m³（松方），产品规格为 10~20mm、20~40mm 两种，另外还有副产品 0~10mm 石粉 22.11 万 m³ 及机制砂约 2.0 万 m³。

（二）现有工程布局

（1）露天采场

露天采场主要分布于中西部，平面上呈不规则多边形形状，长约 339m，宽约 167m，矿区露天采场面积约 12.6884hm²。采场基本上按开采设计要求，每下降 15m 分一个开采台阶。松散状岩土类保留边坡 45°，岩石保留边坡角在 60°左右。露天开采境界内地表最高点在西南部，标高约 400.0m，往东北方

向次第台阶式下降，至采场最低开采标高为 225.56m，总落差达 174.44m。多年来基本上保持稳固，未发生规模崩塌现象。

（2）老采场

老采场位于矿区外东北侧，早期对老采场进行开采，已形成了约 1.5568hm² 的露天采场，分为两个台阶+157.0m、+178m，目前已大部分地段生长了较为茂盛的植被。

（3）办公生活区

办公生活区设置办公机构和员工生活服务设施，位于矿区外北侧，爆破危险区范围外 450m，符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423—2020)要求。

（4）工业场地

工业场地 1 位于矿区外北侧 70m 处，主要有破碎加工场地、仓库、机修和变配电设施等。工业场地 2 位于矿区外东北侧 50m 处，主要有制砂生产线、仓库、机修和变配电设施等。现有的两个工业场地均位于采场爆破危险区边界范围内，不符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423—2020)要求。

（5）矿区道路

矿山道路贯穿整个矿区范围，衔接北部的工业场地、办公生活区，道路呈蛇形展布，长约 2500m，路宽约 6m。

（三）设计工程布局

（1）露天采场

拟设计开采深度为+415m~+220m 标高。最终边坡划分 20 级台阶：+408m、+400m、+390m、+380m（清扫）、+370m、+360m、+350m、+340m（清扫）、+330m、+320m、+310m、+300m（清扫）、+290m、+280m、+270m、+260m（清扫）、+250m、+240m、+230m、+220m（底场）。

表土台阶：台阶高度 5~8m，台阶坡面角 45°，安全平台宽度 3m。

风化岩石(全风化和中风化)台阶：台阶高度 8m，台阶坡面角为 55°，安全平台宽度 3m。

岩石台阶：岩石台阶高度 10m，台阶坡面角均为 75°，台阶宽度 3m。

安全平台设置：安全平台宽度 3m，机械清扫平台 8m，每隔 3 个台阶高度设置一个清扫平台。

（2）工业场地

新设工业场地位于矿区外东北侧的老采场处，位于深孔爆破的放爆警戒线 200 米范围外，规划建设破碎生产线、机制砂线等设施。

(3) 临时堆场 1

位于矿区北侧的原工业场地 1 作为临时堆场 1，临时堆存制砂洗选后的泥饼以及各类矿产品。

(4) 临时堆场 2

位于矿区东北侧的原工业场地 2 作为临时堆场 2，临时堆场 2 主要用于堆存矿山剥离腐殖质层。为了后期矿山复垦储备足够的腐殖质层，设计将拟损毁区域剥离 0.5m 的腐殖质层储备于临时堆场 2。后续开采拟损毁面积约 6.6110hm²，按厚度 0.5m 计算，剥离腐殖质层约 3.31 万 m³。

(5) 排土场

本矿山剥离量约 96.13 万 m³，其中残坡积物 18.03 万 m³；全风化花岗岩 52.30 万 m³；中风化花岗岩 25.80 万 m³。其中，剥离表土体积约为 18.03 万 m³ 全部堆存于排土场内，剥离的风化带用于选制砂综合利用。

设计排土场位于矿区外西侧，面积 1.1529hm²；总堆置四层，两层高 9m，两层高 8m，总容量约 20.71 万 m³。该排土场的技术、经济和安全条件基本满足相关规程要求，能满足采场的受土容量。

(6) 矿山供水

在矿区西南侧设置高位水池，容量约 20m³。从矿区外抽水泵抽水，作为生产凿岩、场内防尘和复绿治理用水。

破碎、制砂生产线采用防尘喷雾供水可直接抽取自工业场地侧的沉砂池；洒水车直接将水送至采场、道路各生产用水点。潜孔钻机装有捕尘装置，采用干式捕尘。

矿区生产、生活日用水量 85m³，年用水量约 23800m³。

矿山采矿用水主要为生产用水和道路降尘用水，日用水量约 80m³，破碎生产线采用沉砂池供水。潜孔钻机装有捕尘装置，采用干式捕尘。行政生活区采用水管直接接送至各用水点，日用水量约 5m³，管道树枝状布置。办公生活区设一容量约 10m³ 的储水罐。

矿山复垦用水采用铺设 PVC 管，由高位水池引水至各复垦台阶的方式供水。

(7) 矿山供电

矿山供电采用外接电源，由当地 10KV 农网供电线路至矿山变配电站，矿山设容量 S13-630KVA 变压器 3 台、S13-500KVA 变压器 2 台，功率因素取 0.95，故总功率为 $(630+630+630+500+500) \times 0.95=2745.5\text{Kw}$ ，经变压后转供矿山生产设备用电与服务区的各种生活用电线路。

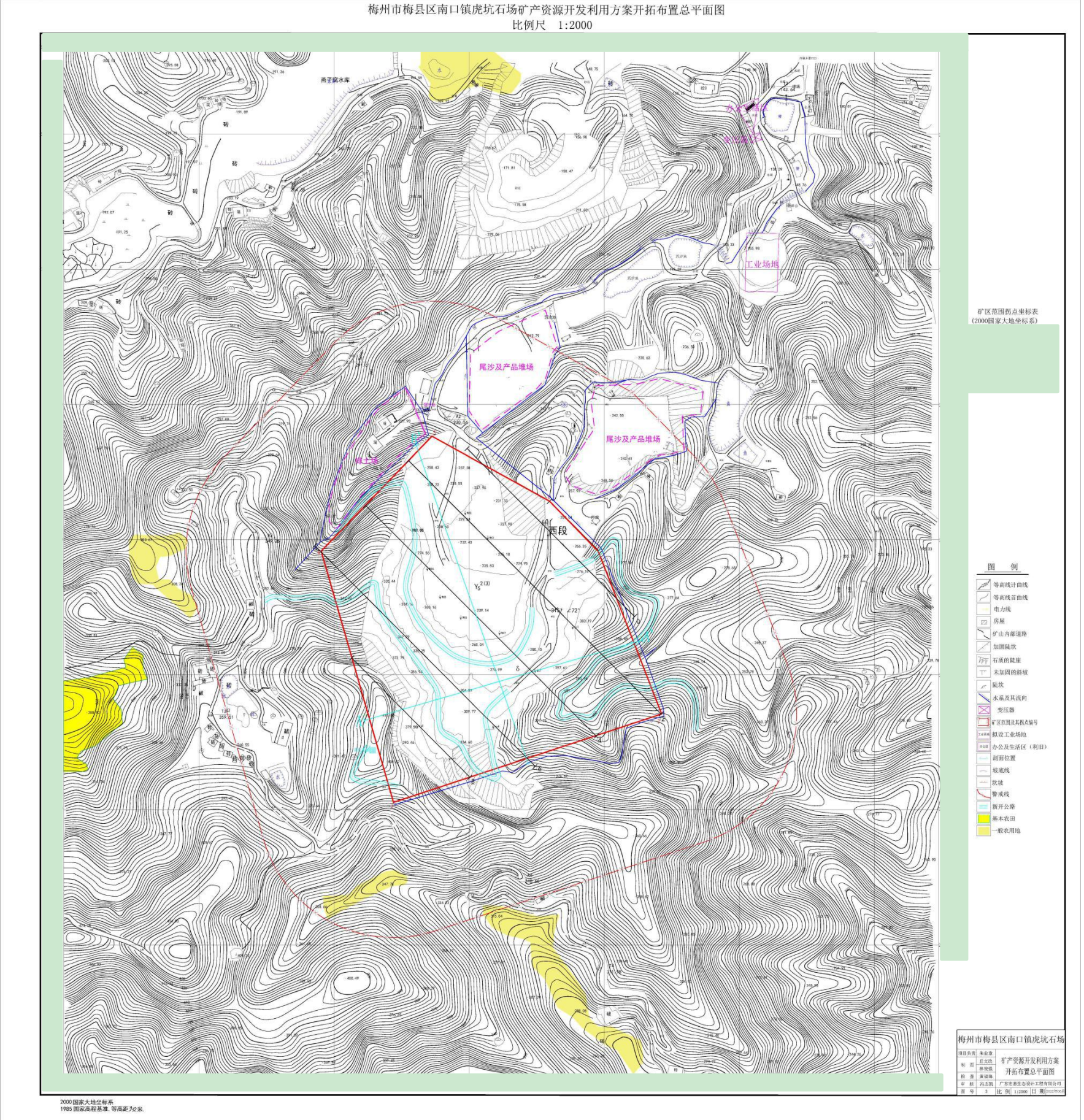
(8) 矿山通讯

矿山通讯主要依靠移动电话或电信固话通讯联系，现矿区有移动信号全覆盖。

(9) 炸药库

根据当地公安部门的要求，爆破材料统一由当地爆破公司配送，矿山不设置炸药库。

详见图 1-3 开拓布置总平面图，图 1-4 最终境界平面图，图 1-5 开采終了剖面图 A-A'、图 1-6 开采終了剖面图 B-B'。



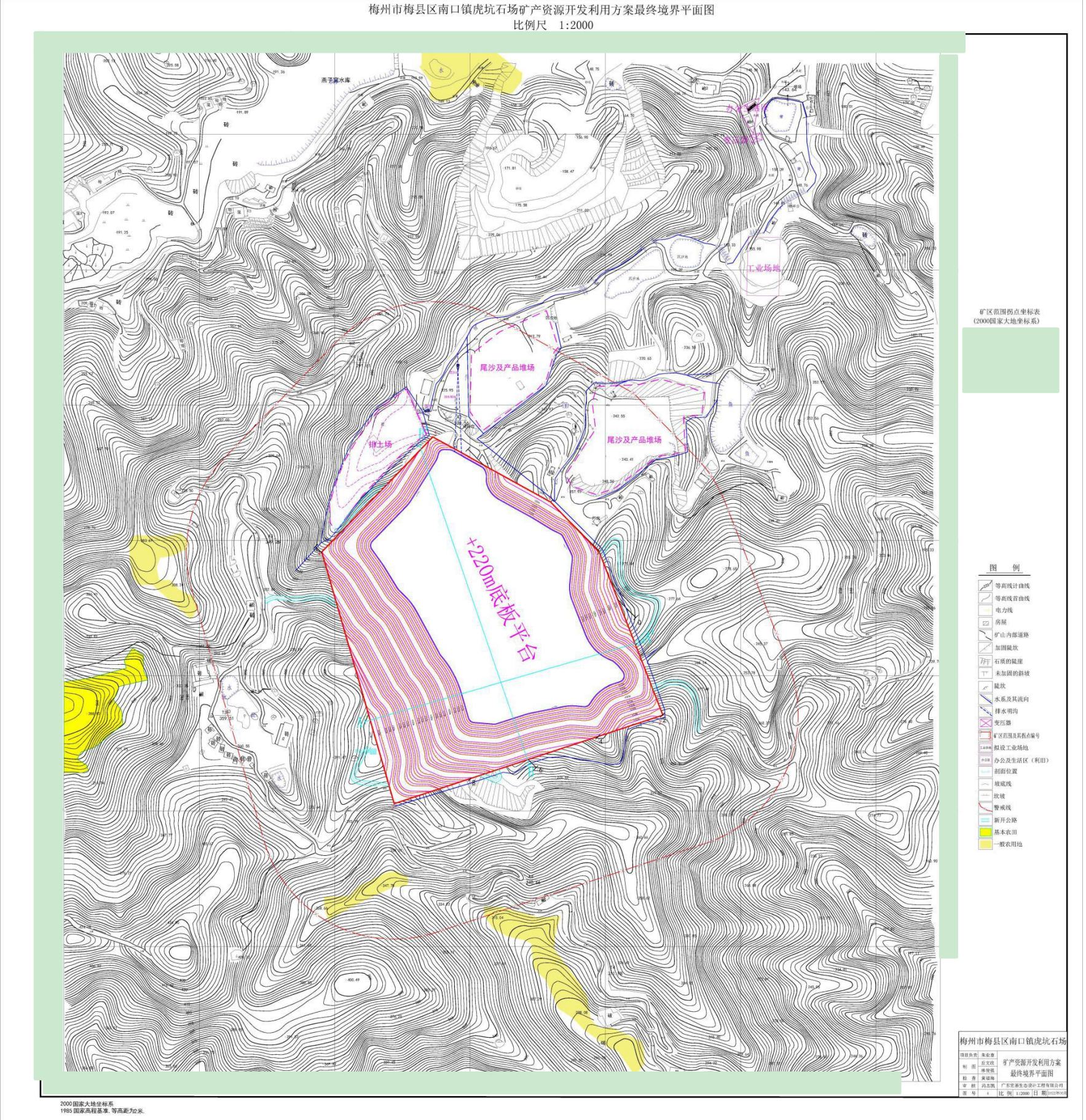


图 1-4 最终境界平面图

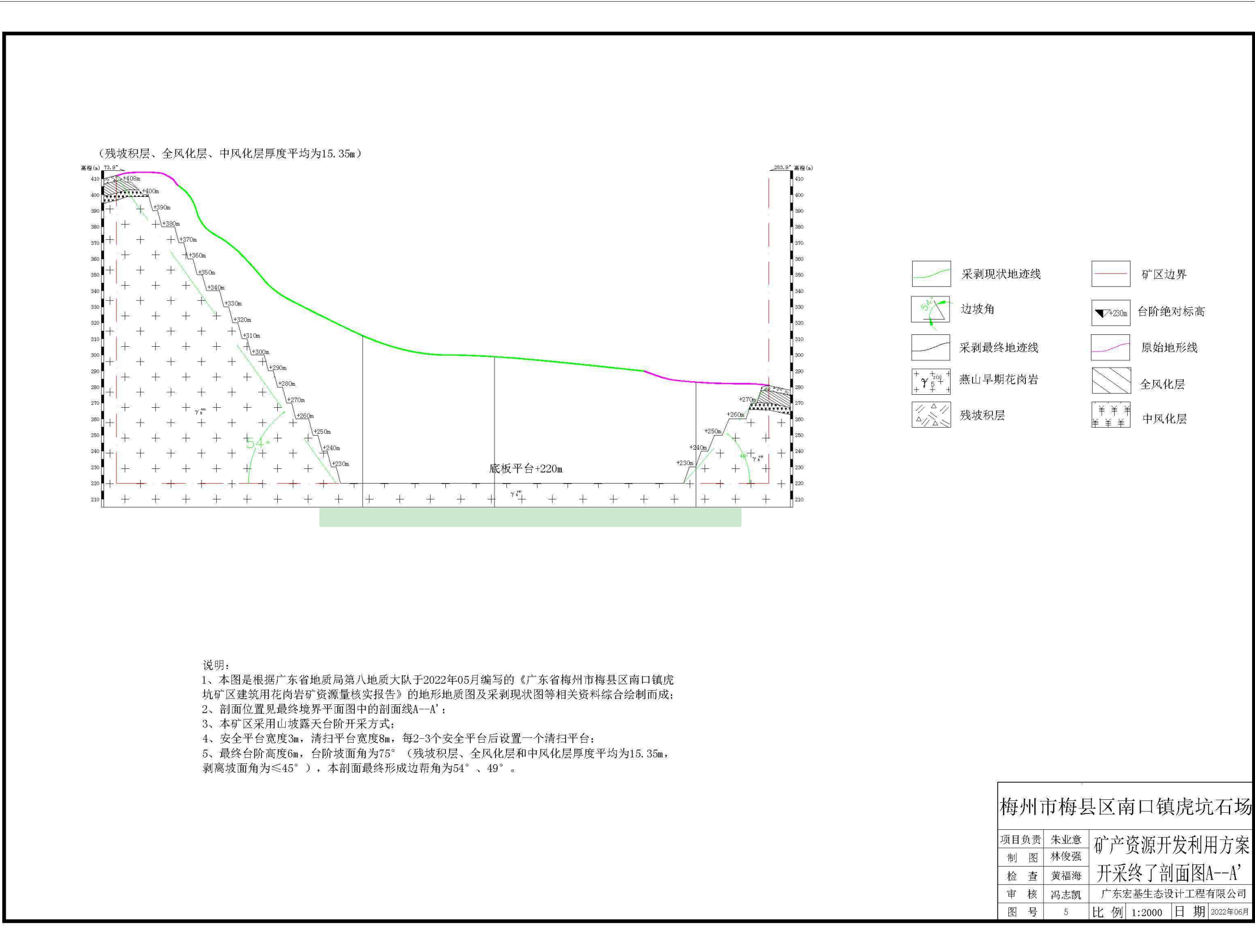


图 1-5 开采终了剖面图 A-A'

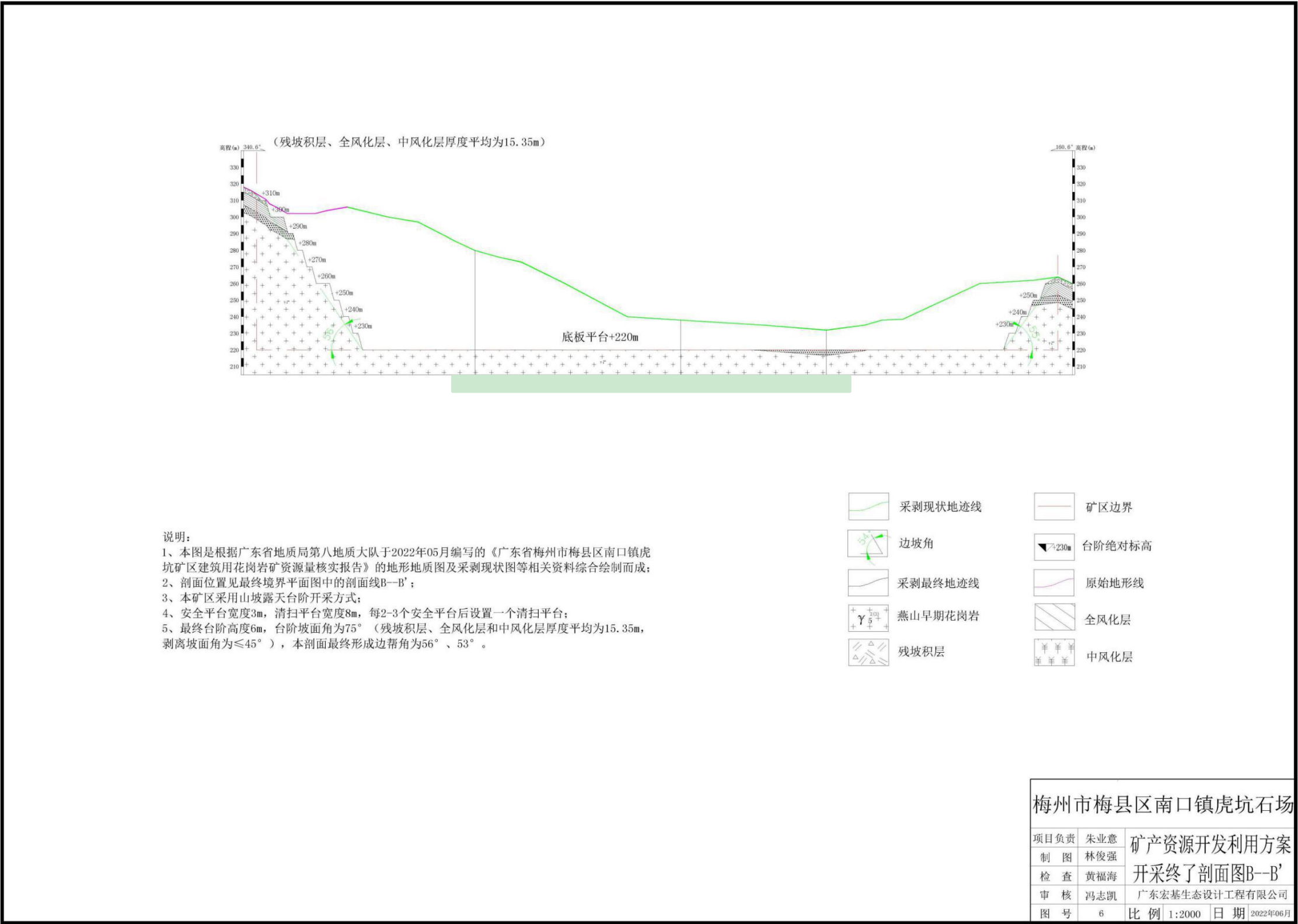


图 1-6 开采终了剖面图 B-B'

二、矿山拟开采的层位

建筑用花岗岩矿体赋存于燕山早期花岗岩中，为花岗岩型矿床。建筑用花岗岩由微-未风化花岗岩组成，产状与围岩一致。矿体为不规则多边形，长轴呈北东向，长约 425m，宽约 325m。根据采场揭露，矿体最高标高约+400m，最低标高+220m 水平。矿体埋深最小 0m，最大 180.0m，矿体厚度最大 180.0m，最小为 5.56m，平均厚度约 59.95m。矿体厚度总体变化不大，受新设矿权下限标高的限制，矿体厚度与地形地貌及岩石风化程度有关。一般地山顶地段，矿体厚度较大，最低开采标高地段，矿体厚度较小；矿体厚度与花岗岩风化层厚度呈反比关系，一般风化层越厚，矿体厚度越小。

三、矿山资源/储量

（一）保有的矿产资源储量

根据备案的《广东省梅州市梅县区南口镇虎坑矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》，截至 2022 年 3 月 31 日，拟设矿权范围（标高+415m~+220m）累计查明建筑用花岗岩资源量 982.8 万 m^3 。其中，采耗资源量 222.9 万 m^3 ，保有控制资源量 709.6 万 m^3 ，保有推断资源量 50.3 万 m^3 。

（二）设计利用的矿产资源储量（ Q_1 ）

根据参考《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见》，参照对各类型资源储量“可信度系数”取值的规定，可信度系数取值为 1，即本次方案设计可利用的矿产资源储量（ Q_1 ）确定为：

$$Q_1 \text{ 建筑用花岗岩} : 759.9 \times 1 = 759.9 \text{ (万 } m^3 \text{)}$$

（三）确定开采储量（ Q_2 ）

按采用的露天台阶式开采方案，将矿区划定的矿区范围与实际利用的标高进行平面布置，将区内本次利用资源量减去终了台阶安全矿柱等不可动用量，采用水平分层平面法进行计算全区可采出的矿石量，详见表 1-3。

确定开采储量（ Q_2 ）：

估算覆盖层开采量为 96.13 万 m^3 ，建筑用花岗岩开采量为 517.11 万 m^3 。

实际采出量根据矿床赋存条件及采用的开采方式来确定回采率，本方案设计开采回采率（K）取 98%。

$$(1) \text{ 采出量 } Q_2 \text{ (残坡积层、全风化层、中风化层)} : 96.13 \times 98\% = 94.50 \text{ 万 } m^3 ;$$

(2) 采出量 Q_2 (建筑用花岗岩): $517.11 \times 98\% = 506.77$ 万 m^3

表 1-2 设计开采境界圈定的矿岩总量表

台阶	台阶面积(m ²)		台阶 高度 (m)	岩土总体积 (m ³)	残坡积层体积 (m ³)	全风化层体积 (m ³)	中风化层体积 (m ³)	花岗岩矿体体积 (m ³)
	上面积	下面积						
414~408	0.00	2609.49	6	5218.98	4958.03	260.95	0.00	0.00
408~400	5285.66	4081.80	8	37366.27	1868.31	28024.70	5604.94	3736.63
400~390	6321.24	5794.33	10	60558.74	11445.60	29431.55	13625.72	6055.87
390~380	7549.54	6946.04	10	72456.95	13085.73	33649.01	15578.24	10143.97
380~370	7042.12	6286.31	10	66606.41	10981.46	28238.05	13073.17	14313.72
370~360	8062.82	9106.08	10	85791.62	13692.34	35208.88	16300.41	20589.99
360~350	10568.44	10939.92	10	107536.45	15807.86	40648.78	18818.88	32260.94
350~340	11208.63	11858.29	10	115319.35	15498.92	39854.37	18451.10	41514.97
340~330	12116.15	13125.91	10	126176.63	15898.25	40881.23	18926.49	50470.65
330~320	14504.14	15378.52	10	149391.97	17568.50	45176.13	20914.88	65732.47
320~310	16513.36	17100.57	10	168061.10	6722.44	32939.98	27562.02	100836.66
310~300	22811.91	24073.78	10	231642.53	10194.44	39074.62	30148.82	152224.65
300~290	26985.76	36754.79	10	297291.88	17447.12	48725.24	22981.12	208138.41
290~280	38390.59	41688.27	10	365536.67	18272.63	46291.50	22448.39	278524.15
280~270	40244.87	45883.82	10	430335.46	4733.69	27541.47	10758.39	387301.92
270~260	52199.27	58880.86	10	553303.72	2121.62	7070.69	2761.99	541349.42
260~250	67449.84	70369.80	10	689046.64	0.00	0.00	0.00	689046.64
250~240	73359.07	79130.59	10	762266.20	0.00	0.00	0.00	762266.20
240~230	83422.20	86234.66	10	848245.44	0.00	0.00	0.00	848245.44
230~220	94979.22	96701.50	10	958390.70	0.00	0.00	0.00	958390.70
				6130543.73	180296.96	523017.14	257954.55	5171143.40

（四）资源利用率（ η ）

计算资源利用率按 $\eta = \text{采出量 } Q_2 / \text{利用量 } Q_1$

$$\eta_{\text{建筑用花岗岩}} = \frac{Q_{2\text{建筑用花岗岩}}}{Q_{1\text{建筑用花岗岩}}} = \frac{506.77}{759.9} \approx 66.69\%。$$

四、矿山设计年生产能力及生产服务年限

（一）矿山工作制度

考虑当地气候条件和矿山规模，采用年工作 280 天、每天 1 班、每班 8 小时间断工作制度。

（二）矿山服务年限

该矿山在开采范围内采出矿石量共 506.77 万 m^3 。矿山服务年限 T 计算公式如下：

$$T = Q_c / A = 506.77 / 50 = 10.14 \text{ (a)}$$

式中：Qc—开采的矿石量，506.77 万 m^3 ；

A—矿山年生产能力，50 万 m^3/a 。

矿山计算生产综合服务年限为 11 年（包括矿山开拓道路基建时间）。

五、开采接替顺序、开采方式及采矿方法

（一）接替顺序

开采顺序：从上到下，按每一开采台阶高度，分出水平作业平台断面，由上而下顺序采出。

（二）开采方式及采矿方法

根据矿体赋存条件、地形条件，设计采用露天自上而下分台阶开采方式。为规范采场开采，保证安全生产，采场必须严格按照自上而下分台阶进行开采。采剥作业按照“采剥并举、剥离先行”的原则，严格按照方案设计的台阶高度、台阶边坡角、台阶安全平台和清扫平台等技术指标要求进行布置开采。

（三）剥离方式

腐植质层表土剥离，用挖掘机直接装车运至北侧堆土场作为复垦复绿用土；全（强）风化层、中风化层挖掘机直接装车运至选/制砂场；

腐植质层表土应单独剥离、单独堆放保存，做好拦挡、遮盖及截排水措施。

本矿山剥离量约 96.13 万 m^3 ，其中残坡积物 18.03 万 m^3 ；全风化花岗岩 52.30 万 m^3 ；中风化花岗岩 25.80 万 m^3 。

考虑矿产资源的充分开发及综合利用，矿山同时设置制砂系统及采取部分外运作为工业园区建设填料作为综合利用。剥离量建议矿山作如下安排：

（1）剥离表土体积约为 18.03 万 m³ 全部堆存于排土场内。其中矿山开采及闭坑后需对露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、临时堆场 1、临时堆场 2、排土场等开展土地复垦时的用土量估算约 8.68 万 m³（按林地的标准复垦，复垦有效土层厚度≥50cm，本方案取 50cm）。矿山以后开采剥离表土时，应拉至临时排土场内堆放好，以备后用。剥离表土应单独堆放，做好拦挡、遮盖和截排水措施。

（2）剥离的风化带用于选制砂综合利用，这样既能减少排土场容积，又能达到综合利用，提高石场的经济效益。其次，制砂工序简单，同时也解决了因石场上覆盖层废土、废石的堆放引起的环境污染、安全隐患等问题。

（四）采矿工艺

矿山采用露天开采方式，自上而下分水平台阶方式开采。矿山目前在上部表土、松散矿体，无需爆破，采用单斗挖掘机直接采掘装车，自卸汽车运输矿岩。随着开采延深，在开采下部块状矿体时，生产工艺流程为钻机钻孔→装药爆破→液压单斗挖掘机装车→矿用自卸汽车运输。

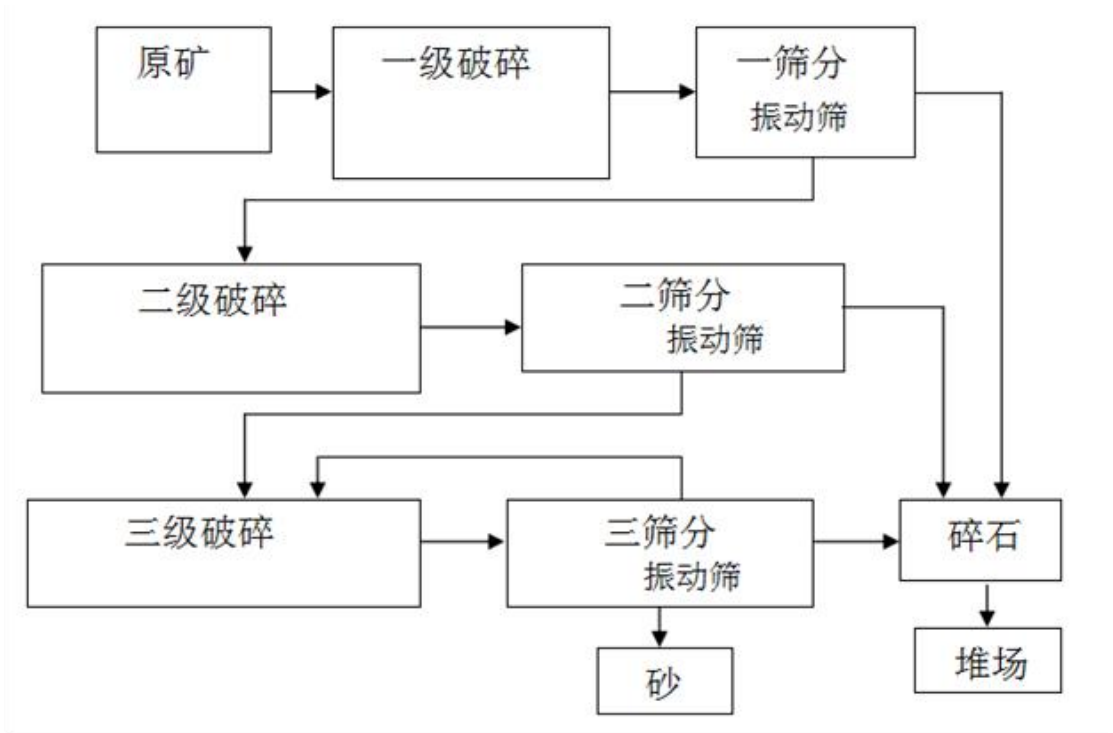


图 1-3 破碎生产线工艺流程图

（五）凿岩爆破方案

1、凿岩

从矿体基岩最高台阶开始,沿台阶走向布置采掘带,工作面沿台阶走向布置。从上到下按分台阶高度用潜孔钻机布孔,合理布置炮眼进行爆破。

2、爆破参数

深孔爆破参数如下:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| (1) 岩石台阶高度 H : 10m; | (2) 钻孔直径 D : 100mm; |
| (3) 钻孔倾斜角度 α : 75° ; | (4) 炮孔孔间距 a : 3.0m; |
| (5) 炮孔排间距 b : 2.6m; | (6) 最小抵抗线 W : 3.0m; |
| (7) 炮孔超深 h : 1.0m; | (8) 炮孔深度 L : 110m; |
| (9) 炮孔充填长度 L_2 : 3m; | (10) 单孔装药量: $< 56\text{Kg}$ 。 |

3、炮孔布置

布孔方式采用双排孔布孔方式,交错呈 Δ 形布孔(见炮孔布置示意图)。

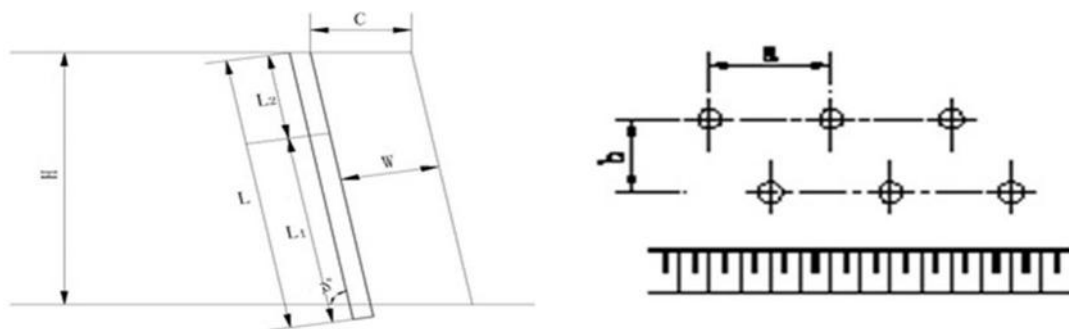


图 1-4 台阶炮孔布置爆破参数示意图

图中: H —台阶高度 L —炮孔长度 L_1 —装药长度
 L_2 —充填长度 W —最小抵抗线 c —炮孔至边坡距离

4、起爆方法

采用乳化炸药、导爆管网络起爆。或多排分段微差爆破。以上炮孔爆破参数作为参考,应根据现场实际断面、岩层节理现状情况进行调整。

(六) 破碎制砂工艺流程

1、生产规模及产品方案

矿山年采出建筑用石料为 50 万 m^3 , 石场年产建筑规格碎石量 65.5 万 m^3 (松方), 产品规格为 10~20mm、20~40mm 两种, 另外还有副产品 0~10mm 石粉 22.11 万 m^3 , 及机制砂约 2.0 万 m^3 , (也可根据市场需求, 随时调整产品规格及级配)。

2、原矿性质

(1) 矿石的抗压强度平均 82.10MPa, 属硬质建筑石料。

(2) 供料最大粒度: $D_{\max}=700\text{mm}$ 。

3、破碎站选址

矿山的破碎加工场地与破碎筛分生产线, 原工业场地选址位于拟设矿区外北侧 70m 处, 位于深孔爆破的放爆警戒线 200 米范围内, 方案建议改迁至矿区范围外东北侧平缓处, 破碎站离采场最近距离超过 200 米以上。能满足生产能力 50 万 m^3/a 的要求。

4、破碎设备配置情况

粗碎: 采用 PE900×1200 颚式破碎机进行粗碎, 其破碎能力为 87~164 m^3/h , 通过计算其年平均破碎能力约为 19~37 万 m^3/a ;

中碎: 采用 PYD1750 标准圆锥式破碎机进行中碎, 其破碎能力为 75~230 t/h , 其破碎能力约为 17~51 万 t/a ;

细碎: 采用 PYD-1200 短头圆锥式破碎机进行细碎, 其破碎能力为 110~168 t/h , 其破碎能力约为 25~38 万 t/a 。

通过计算, 为了满足矿山以后生产能力要求, 可使用该破碎系统。

5、破碎筛分工艺流程

1) 产品及流程

根据产品方案要求, 将 700mm 的岩石破碎至 40mm 以下(产品规格为 10~40mm), 加工工艺流程: 原矿→一级破碎→一筛分→二级破碎→二筛分→三级破碎→三筛分→规格碎石→堆场。

2) 破碎站项目给排水

本项目用水抽取附近矿区北部范围的山溪水, 及压榨废水的循环利用。

本项目排水系统采用清污分流; 生产废水, 在原料加工前经输送带输送过程中采用喷淋加湿后再进行破碎, 需使用一定量的喷淋用水, 该部分水一部分进入产品之中, 另一部分自然蒸发。机压制碎石、机制砂加工过程中, 均需加水洗选, 洗选后泥浆水进入压滤机过滤, 在这个过程中产生的废水进入三级沉淀池中沉淀处理后可回用于生产。

开发利用方案主要开采技术指标表见表 1-3。

表 1-3 开发利用方案主要技术指标表

序 号	指标名称	单 位	数 量	备 注
-----	------	-----	-----	-----

1	地质			
1.1	矿区范围面积	km ²	0.1678	
1.2	保有资源储量	万 m ³	759.9	
1.3	设计利用储量	万 m ³	759.9	
1.4	采出矿石量	万 m ³	506.77	
1.5	设计资源利用率	%	66.69	
1.6	剥离量	万 m ³	96.13	
1.7	剥采比	m ³ /m ³	0.14:1	
1.8	开采标高	m	+415~+220	
2	采矿			
2.1	建设规模	万 m ³ /a	50	
2.2	开采方式	-	露天开采	
2.3	开拓运输方案	-	公路开拓汽车运输	
2.4	采矿方法	-	自上而下分台阶式	
2.5	综合损失率	%	2	
2.6	废石混入率	%	0.2	
3	边坡参数			
3.1	阶段高度	m	5/7/8/10	
3.2	台阶边坡角	°	45/55/75	
3.3	最终帮坡角	°	<56	
3.4	安全平台宽度	m	3	
3.5	机械清扫平台宽度	m	8	
4	其它			
4.1	矿山计算生产服务年限	a	11	包括基改建期
4.2	矿山工作制度		间断工作制	
4.3	年工作天数	天	280	
4.4	每天工作班数	班	1	
4.5	每班工作时间	小时	8	
1	地质			
1.1	矿区范围面积	km ²	0.1678	
1.2	保有资源储量	万 m ³	759.9	
1.3	设计利用储量	万 m ³	759.9	

1.4	采出矿石量	万 m ³	506.77	
1.5	设计资源利用率	%	66.69	
1.6	剥离量	万 m ³	96.13	
1.7	剥采比	m ³ /m ³	0.14:1	

六、围岩管理办法

根据露天开采境界图,采场最终形成坡高为195m,边坡角为45° /55° /75° ,最终最大帮坡角 56° , 边坡体内不存在断裂构造,经勘察未发现明显的断裂破碎带;对边坡稳定性影响较小。正常生产下,矿区台阶边坡处于基本稳定状态。

开采矿体及围岩均为黑云母花岗岩,岩石致密坚硬,可以预计采场边坡稳定性好。可采矿体上部有一层由残坡积与全一中风化花岗岩组成的覆盖层,吸水易软化崩解,矿区地形坡度较大,稳定性差,在暴雨长期作用下易引起滑坡、崩塌等地质灾害,应高度重视,做好防范措施,残坡积层与强风化花岗岩组成的覆盖层控制开采边坡角 $\leq 45^\circ$ 。

七、矿山固体废弃物和废水的排放量及处置

(一) 矿山固体废弃物及处置

本矿山剥离量约 96.13 万 m³,其中残坡积物 18.03 万 m³;全风化花岗岩 52.30 万 m³; 中风化花岗岩 25.80 万 m³。其中,剥离表土体积约为 18.03 万 m³全部堆存于排土场内,剥离的风化带用于选制砂综合利用。

为了后期矿山复垦储备足够的腐殖质层,设计将拟损毁区域剥离 0.5m 的腐殖质层储备于临时堆场 2。后续开采拟损毁面积约 6.6110hm²,按厚度 0.5m 计算,剥离腐殖质层约 3.31 万 m³。

(二) 矿山的废水及处置

项目生活污水经隔油池+化粪池收集处理后回用于厂区绿化,不外排;生产废水经三级沉淀池沉淀处理后循环使用,不外排。项目厂区雨水沿西北侧入厂道路长约 1km 长排洪沟汇集进入北侧小溪,向东北经约 1.8km 汇入南口水,向东经约 6.5km 进入程江,约 15km 后最终汇入梅江。

八、其它需要说明的情况

(一) 矿山防治水方案

根据地质报告提供的水文地质资料，矿体最高标高约+400m，最低标高+220m 水平，位于该区最低侵蚀基准面+134.2m 之上。

按照“清浊分流”原则，场内废水沉淀达标排放原则。设计排水方案：

矿区外排水采用北侧、东侧、南侧开挖截水明沟，连接外部已有排水沟的，水历经沉淀池沉淀后排出。矿区内设置排水明沟，汇聚的水流通过开挖的明沟，自然引流至矿区外北侧，经沉淀池沉淀合格后排出至外部已有排水沟。

1、矿区外部截水

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。凡处于山坡分水线下部的开采坡面均要设置截水沟。

对于地表大气降雨汇水流向矿区的水，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。

（1）根据设计边界完成外部截水，防止山坡径流冲蚀采场；

（2）修筑专用排洪沟，其同时导流至小溪，排洪沟断面为矩形状，宽 0.4m，深 0.45m，采用 C20 混凝土浇筑，厚度 0.15m，截排水沟挖土断面 0.42m²，其 C20 浇筑断面为 0.24m²；

（3）矿区下游设置拦砂坝、沉砂池；预防水土流失，矿区所有汇水均经沉砂池处理后通过总排洪沟向外排放。总排洪沟的过水断面要适应矿区的洪峰流量。总排洪沟的泄洪应对下游村镇和市政设施的安全不构成妨害。

在边坡平台上，可加设置二级分水沟，将上部开采边坡的汇水分流到外部截水沟。

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 3~5‰；

（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）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、采场内的排洪排涝

（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) 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。

(3) 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。

(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。

3、沉沙池设置

矿区内汇水泥沙含量较高, 必需设置沉砂池进行水处理——主要是沉淀泥沙、澄清水质。沉沙池位于矿区下游, 规格为(长 15m×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。

(二) 安全技术对策措施

1、防止边坡崩塌(滑坡、泥石流)安全对策措施

(1) 按设计标高布置规范台阶, 并在采场临边危险部位设置挡桩、护栏等安全设施以避免发生坍塌和高处坠落事故; 在设置道路时应注意保持道路与边坡的距离, 避免发生因长期碾压导致路基垮塌; 高堤路基路段外侧应设置挡车桩和安全防护栏杆, 防止人员和运输车辆发生坠落事故。

(2) 加强边坡安全管理。矿山成立专门的边坡维护队伍, 制定边坡管理制度, 严格执行操作规程。

(3) 建立有效的边坡监测系统, 定期对边坡进行检查、观测, 对采场工作边帮应每天检查一次, 不稳定区段在爆破作业和暴雨过后应及时检查, 发现异常应立即处理。

(4) 雨季应加强对矿区南部、东部、西部采场以上自然山体的巡查及检查工作, 防止大规模崩塌、滑坡等灾害发生。

(5) 加大对顶部表土的剥离, 自上而下开采, 使用挖掘机剥离, 土质边坡角不超过覆盖层自然安息角 45°, 高度不超过 8m。

(6) 矿山开采时遇断层或裂隙地带应采取相应的安全措施, 调整台阶参数、凿岩爆破参数并采取边坡加固或削坡减载措施, 防止发生滑坡地质灾害。

(7) 采场上游及四周按方案设计要求参数设置排水沟, 并经常检查疏通, 防

止堵塞。

(8) 矿山基建及开采过程中应尽量减少对植被的破坏，以免造成滑坡及水土流失。

(9) 制定施工期水土保持的规章制度，强化工程管理，以确保各项水土保持措施的落实。

2、防止放炮和火药爆炸安全对策措施

(1) 矿山应加强安全管理，爆破前必须确定危险边界，并设岗哨，竖立警示标志；撤离设备和其它无关人员到危险区外的安全地点；只有在确认爆破危险区无人的情况下，才能在发出放炮警示信号后，进行起爆。

(2) 每次爆破前按照爆破设计填写爆破作业说明书，爆破作业采用中深孔爆破，非电雷管起爆，并督促严格按说明书进行爆破。

(3) 爆破作业人员必须经受爆破技术训练和专业安全教育，掌握安全操作方法和了解爆破安全规程，持证上岗。

(4) 露天爆破作业必须实行定时爆破制度，在规定的时间内进行；爆破时，应在危险区的边界进行设立岗哨和标志；爆破前，须同时发出音响、视觉信号，并有相应的组织措施；信号应分为预告、爆破和解除警戒信号。

(5) 按照《爆破安全规程》(GB6722-2014)的规定，严格划定爆破警戒范围，及时将人员撤离到安全警戒线以外的地区，在采场爆破时要及时通知与爆破无关人员撤离到安全范围以外地方避炮。

(6) 禁止在雷雨天气或夜间进行爆破作业。

(7) 对爆破器材要做到领、用、退三对帐制度。

(8) 露天爆破作业要设置爆破掩体。

(9) 发现盲炮及其他险情，应及时上报或处理；处理前应在现场设立危险标志，并采取相应的安全措施，无关人员不应接近。

第四节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场为开采多年的老石场，始建于2001年。采矿权人为：梅县南口镇虎坑石场。采矿许可证号为：4414*****，矿区面

积 0.1388km²，由 12 个拐点坐标圈定（表 1-5），开采深度+320m 至+150m 标高，设计生产规模 10 万 m³/年。有效期自 2001 年 11 月至 2004 年 11 月。

表 1-4 首次设置矿权拐点坐标表

1954 北京坐标系			2000 国家大地坐标系		
拐点	X	Y	拐点	X	Y
1	*****	*****	1	*****	*****
2	*****	*****	2	*****	*****
3	*****	*****	3	*****	*****
4	*****	*****	4	*****	*****
5	*****	*****	5	*****	*****
6	*****	*****	6	*****	*****
7	*****	*****	7	*****	*****
8	*****	*****	8	*****	*****
9	*****	*****	9	*****	*****
10	*****	*****	10	*****	*****
11	*****	*****	11	*****	*****
12	*****	*****	12	*****	*****
面积 0.1388km ² ，开采深度+320m 至+150m。					

2004 年进行了延续，有效期自 2004 年 11 月至 2006 年 11 月。

2006 年 6 月，第一次变更（扩大）矿区范围。

变更矿区范围后，采矿权人仍为梅县南口镇虎坑石场。采矿许可证号为：C441421*****42。矿区面积 0.2726km²，由 10 个拐点坐标圈定而成（表 1-5），开采深度+415m 至+156m 标高。设计生产规模 8 万 m³/年。有效期自 2007 年 11 月 7 日至 2013 年 11 月 7 日。

表 1-5 首次变更矿区范围拐点坐标表

1980 西安坐标系			2000 国家大地坐标系		
拐点	X	Y	拐点	X	Y
1	*****	*****	1	*****	*****
2	*****	*****	2	*****	*****
3	*****	*****	3	*****	*****
4	*****	*****	4	*****	*****

5	*****	*****	5	*****	*****
6	*****	*****	6	*****	*****
7	*****	*****	7	*****	*****
8	*****	*****	8	*****	*****
9	*****	*****	9	*****	*****
10	*****	*****	10	*****	*****
面积 0.2726km ² ，开采深度+415m 至+156m。					

2014 年 2 月，进行了延续。有效期自 2014 年 2 月 7 日至 2019 年 11 月 7 日；
2017 年 3 月，换发了采矿许可证。有效期自 2017 年 3 月 6 日至 2019 年 11 月 6 日。

现持采矿许可证号为：C4414*****42。采矿权人为梅州市梅县区南口镇虎坑石场。矿区面积 0.2726km²，由 10 个拐点坐标圈定而成（表 1-6），开采深度+415m 至+156m 标高。设计生产规模 20 万 m³/a。有效期自 2018 年 11 月 14 日至 2028 年 11 月 14 日。

表 1-6 现持采矿证范围拐点坐标表

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	6	*****	*****
2	*****	*****	7	*****	*****
3	*****	*****	8	*****	*****
4	*****	*****	9	*****	*****
5	*****	*****	10	*****	*****
面积：0.2726km ² ，开采深度：+415m~+156m。2000 国家大地坐标系。					

二、 矿山开采现状

露天采场主要分布于中西部，平面上呈不规则多边形，长约 339m，宽约 167m，矿区露天采场面积约 12.6884hm²。采场基本上按开采设计要求，每下降 15m 分一个开采台阶。松散状岩土类保留边坡 45°，岩石保留边坡角在 60°左右。露天开采境界内地表最高点在西南部，标高约 400.0m，往东北方向次第台阶式下降，至采场最低开采标高为 225.56m，总落差达 174.44m。多

年来基本上保持稳固，未发生规模崩塌现象。

2021年12月24日，采矿权人取得梅州市自然资源局梅县分局《关于梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更矿区范围申请报告的批复》（见附件3），生产规模由20万 m^3/a 扩大至50万 m^3/a ，开采标高变更为+415m至+220m，矿区面积由0.2726 km^2 缩小为0.1678 km^2 ，缩小后矿区范围由6个拐点坐标圈定，缩小后矿区范围拐点坐标见表1-7。

表 1-7 缩小后矿区范围拐点坐标

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	4	*****	*****
2	*****	*****	5	*****	*****
3	*****	*****	6	*****	*****
面积：0.1678 km^2 ，开采深度：+415m~+220m。2000 国家大地坐标系。					

2022年4月26日，采矿权人由梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更为梅州市虎坑矿业有限公司。

根据广东省地质局第八地质大队提交的《广东省梅州市梅县区南口镇虎坑矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》显示，截至2022年3月31日：

西段范围（标高+415m~+156m）：累计查明建筑用花岗岩资源量1605.4万 m^3 。其中，采耗资源量222.9万 m^3 ，保有控制资源量1331.4万 m^3 ，保有推断资源量51.1万 m^3 。

其中：

（1）拟设矿权范围（标高+415m~+220m）

累计查明建筑用花岗岩资源量982.8万 m^3 。其中，采耗资源量222.9万 m^3 ，保有控制资源量709.6万 m^3 ，保有推断资源量50.3万 m^3 。

（2）割弃范围（标高+220m~+156m）

累计查明保有推断资源量564.8万 m^3 。

估算可采出矿石量共506.77万 m^3 ，综合服务年限约11年。

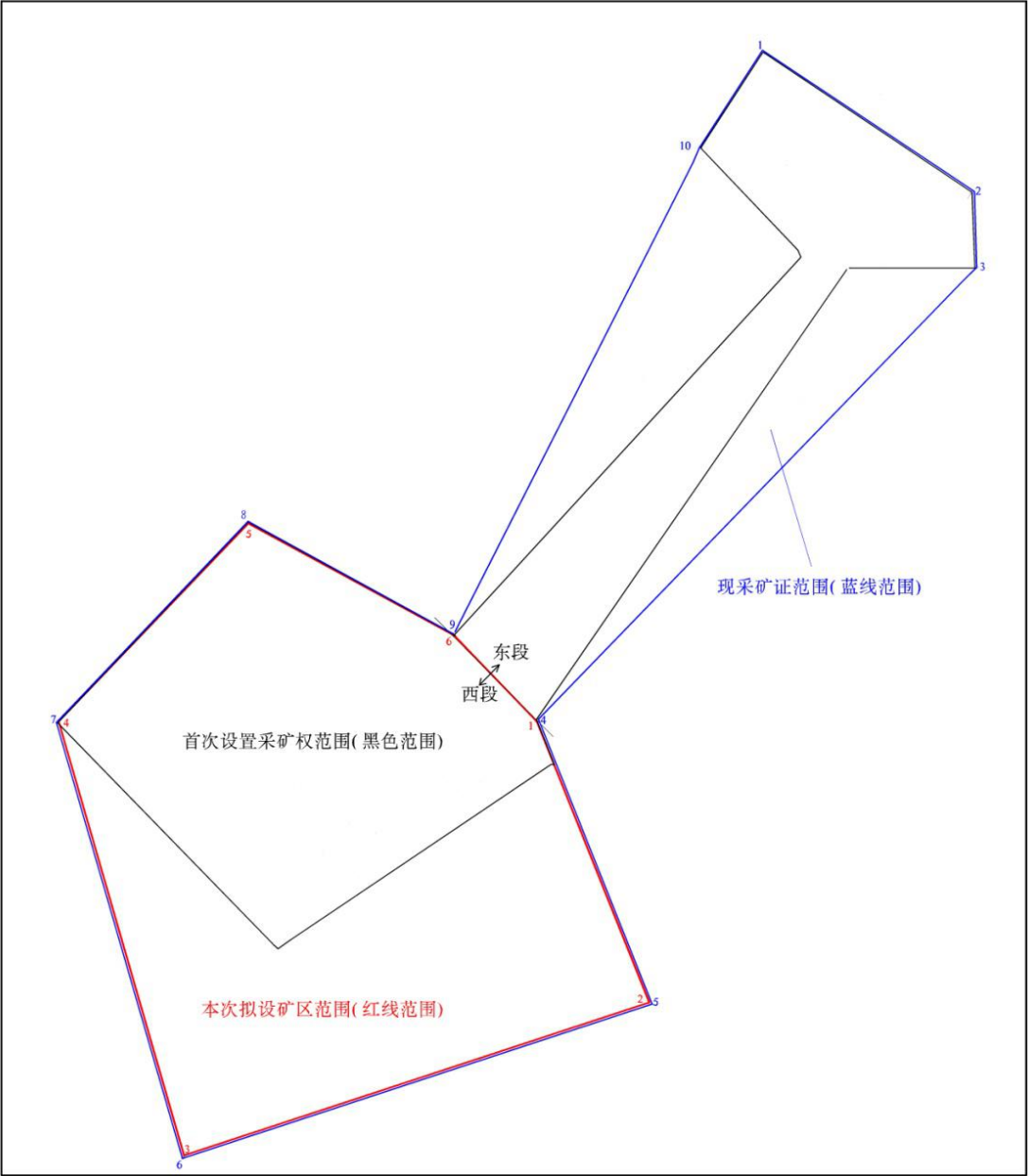


图 1-5 拟设采矿权矿区范围与原采矿权矿区范围重叠示意图

三、周边矿山开采现状

石场位于丘陵山坡，周边均为山体，仅北东部为山间冲积平原，距矿区 3.0km 外，有一条 G205 国道公路经过，不在国道可视范围内。属于低山丘陵地貌，周边无工业设施及重要设施。采区及排土场为丘陵山坡及沟谷，所压占地类为林地。

矿区北西部紧临梅县南口镇龙塘石场(最近距离约 20m，主要为矿区北部办公生活区与该石场紧临)(见图 1-6)，龙塘石场设计开采标高+145~+265m，分为 9 个台阶，采用露天台阶式开采，目前开采水平为+220~+140m。龙塘石场目前

开采标高+140~+266m, 目有已开采了 5 个台阶+154m、+175 m、+190m、+196m、+228, 最高边坡顶 226.26m, 形成露天采场破坏面积 4.8215hm², 东北部排土场破坏土地面积 3.078hm², 工业场地破坏面积 0.10hm², 矿山道路压占及挖损面积约 0.3hm²。

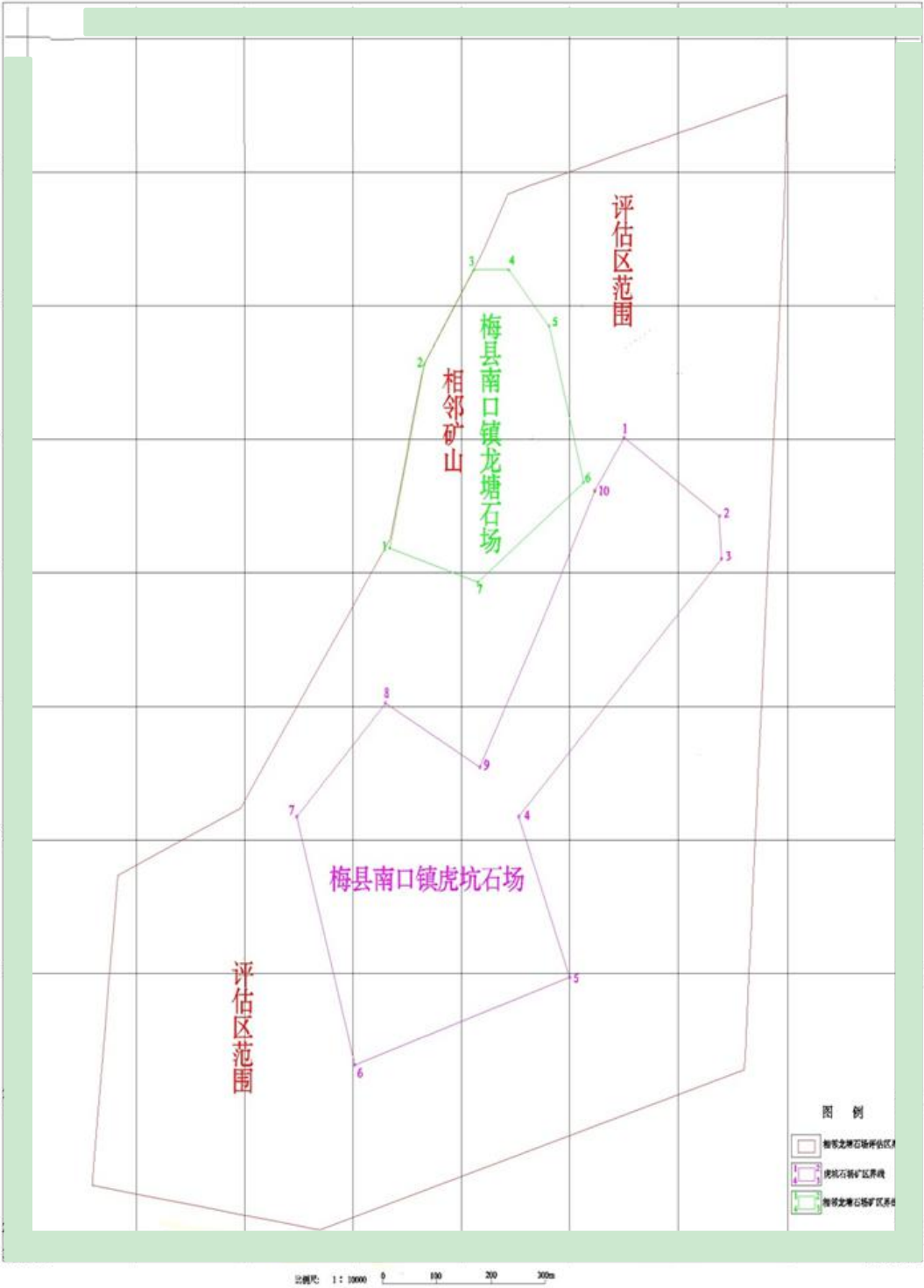


图 1-6 相邻矿山关系平面图

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然地理

一、气象

矿区属亚热带气候，受东南季风影响明显，且处于低纬度地区，太阳辐射强，冬短夏长，日照充足。据梅县区气象站统计，多年平均气温 21.3℃，1 月份平均气温 8.1~15.1℃，7 月份平均气温 27.0~29.6℃，极端最低气温-10.6℃（2016 年 1 月 24 日），极端最高气温 39.5℃（1971 年 7 月 25 日）。多年平均降雨量 1442.49mm，但年内分配极不均匀，其中 4~9 月份降雨量占全年雨量 80%以上，月最大降雨量 483.00mm（2005 年 5 月），日最大降雨量 190.6mm（2003 年 5 月 17 日）。全年平均相对湿度在 80%左右。多年平均蒸发量在 996~1406mm 之间。春夏多吹东南风，秋冬多吹西北风，7~10 月为台风盛行季节。多年平均风速 1.4m/s，最大风速 10.0m/s。

表 2-1 气象特征统计表（1955~2021 年）

项目	特征值	项目	特征值
多年平均气温	21.3℃	多年平均年日照时数	1882.9h
极端最高气温	39.5℃(1971 年 7 月 25 日)	多年平均蒸发量	1266.2mm
极端最低气温	-10.6℃(2016 年 1 月 24 日)	多年平均雨日数	154d
多年平均气压	1001.7hPa	多年平均雷暴日数	72.5d
多年平均相对湿度	77%	多年平均冰雹日数	0.1d
历年最小相对湿度	4%(1987 年 1 月 27 日)	多年平均霜日数	5.9d
多年平均降雨量	1500.1mm	多年平均风速	1.4m/s
历年最大降雨量	2488.6mm	历史最大风速	10.0m/s
历年最小降雨量	1063.9mm	50 年一遇设计风速	22.6m/s

二、水文

评估区属梅江水系，除小溪流外，地表无较大河流及水体分布。

评估区内及周边未见有大的地表水体和河流通过，距西边 560m 有一小型灌溉水库（燕子窝水库），库容量约 22 万 m³，中部隔离为龙塘石场，水库对本矿山影响不大。东北部有四口鱼塘，其中 1~3#鱼塘集中于一处，水位标高为 196.3m、196.8m、198.6m，总面积约 5800m²，平均水深约 1.2m，蓄水量约 6960m³。4#鱼塘面积约 2800m³，水深约 1.6m，水量约 4480m³。1~3#鱼塘流出的水由明渠沿矿

山道路引导到 4#鱼塘，而后流出矿区外，对矿山开采影响较小。

地表水系主要为中部季节性溪流，由南向北，经过矿区中部，雨季期间对石场有一定的影响，但流量很小。评估区的最低侵蚀基准面位于评估区的北部，标高为 128.0m。水文条件属简单类型。

气象水文对矿山建设的影响

评估区气象水文对矿山建设和开采的影响主要表现在以下几方面：

(1)在雨季，降雨往往形成暴雨，在沟谷中形成洪流，易对露天采场的边坡和堆土场构成危害，造成水土流失加重或可能形成崩塌、泥石流等地质灾害。

(2)在旱季矿区降雨量少，气候干爽，有利矿山的建设和生产。

(3)评估区内的地表水体主要为山塘，其次为季节性沟流。矿床开采最低标高位于地下水位及侵蚀基准面以上，地表水径流条件较好，地表水对矿体开采影响小。

三、地形地貌

评估区属丘陵地貌，四周群山连绵起伏，石场中间为一南西向北东的山沟，地形相对平缓。评估区内位于西南部金山嶂，海拔+441.6m，最低点位于评估区北部，标高为+128.0m，为评估区的侵蚀基准面。地形坡度为 20~30°，地势西南部高北部低，评估区内山间沟谷较发育。评估区内西南部有 6 户民房 35 个居民居住。评估区内植被发育，植被覆盖面积达 75%以上，地表自然排水条件良好，有利于地表水的排泄，地形地貌条件中等。地形地貌复杂程度级别为中等。

四、植被

矿区所在地的原生地带性植被为亚热带常绿阔叶林。矿区主要植被为大片的灌木杂草，乔木植物主要有小叶桉、马尾松、杉树、杨梅等，植被覆盖率达 75%以上。由于前期矿区开采建设，如表土层剥离等，矿区自然植被受到一定程度损坏，土地局部裸露。矿区附近农业种植经济作物主要是茶叶、柚子、水稻等。



照片1 矿区植被照片（镜头朝东北）



照片2 土壤剖面照片（镜头朝正北）

五、土壤

本项目所在地区自然红壤广泛分布于山坡及山间平地，土壤偏酸性，农耕土普遍存在干旱、紧实、瘦瘠等现象，自然肥力一般，土地较贫瘠。

第二节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

（一）地层

1、区域地层

据区域地质资料，本区地层较发育。地层分布于绝大多数范围，主要为震旦系老地层，其次，为泥盆系、石炭系、白垩系和第四系地层。

由老至新分述如下：

1、震旦系

黄连组（ Z_1hl ）

分布于绝大多数范围，由杂色中厚层状硅质岩、硅质板岩夹变质砂岩、粉砂岩及千枚岩组成。底界以硅质岩为标志。总厚度 $>1514m$ 。

2、泥盆系

老虎头组（ D_2l ）

分布于中部、东部，为一套浅海-滨海相砂泥质碎屑岩建造。岩性以灰白色中厚层状石英质砾岩、含砾石英砂岩、中粗粒石英砂岩为主，夹灰紫色粉砂岩、细砂岩及少量砂质页岩。呈角度不整合覆盖于黄连组之上。呈厚 $>430m$ 。

3、石炭系

(1) 大湖组 (C_{1d})

分布于南口圩镇以西一带。岩性由灰、浅灰、青灰色薄-中层状细砂岩、细粒石英砂岩,夹紫红色粉砂岩、粉砂质页岩等组成。底部与下伏老虎头组呈假整合接触。厚度约 119m。

(2) 大埔组 (C_{2dp})

分布于南口圩镇以西一带。岩性以灰、深灰色厚层状白云岩为主,夹白云质灰岩或灰岩。厚度为 171..70m。

4、三叠系

小坪组 (T_{1x})

分布于东北部。岩性以灰白色砾岩、砂砾岩、含砾石英砂岩、中粗粒石英砂岩为主,夹灰黑色粉砂质泥岩、炭质页岩及劣质煤层。与下伏地层均呈角度不整合接触。厚度>177m。

5、白垩系

分布于瑶上村以北一带。

(1) 官草湖组 (K_{1g})

为一套凝灰质砂砾岩。其底部为暗紫色含石英斑岩砾石的粉砂质砂砾岩。总厚度>385m。

(2) 合水组 (K_{1h})

为一套较粗的碎屑岩。其下部为砾岩;中上部为砂岩、粉砂岩,夹少量含铜砂岩和粉砂质泥岩。时代属早白垩世,呈角度不整合覆盖于官草湖组之上。总厚度 1065m。

6、第四系 (Q)

主要沿南口镇至瑶上村的溪流及其两岸的低洼地段分布。岩性以砂质粘土为主,含少量砾石或卵石等。厚度>2.50m。

2、矿区地层

矿区地层仅为第四系残坡积层。

第四系 (Q): 分布于北部山沟等低洼地段。主要为粘土,含少量岩砾、砂等,松散状,未固结成岩。厚度 2.62~4.04m。

(二) 岩石

1、区域岩浆岩

区域岩浆岩主要以小岩体侵入出露。

表现为燕山早期的小岩体。其岩性为燕山早期花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)}$)、花岗斑岩 ($\gamma\pi_5^{2(3)}$)。

1、燕山早期花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)}$)：分布于西部，呈小岩体出露，为建筑用石赋存的主要地质体。

2、燕山早期花岗斑岩 ($\gamma\pi_5^{2(3)}$)：分布于西部，呈大脉状出露。在燕子窝水库堤坝西侧可见出露。岩石呈浅风化状，浅灰色、浅肉红色，斑状结构，块状构造，成份主要由斑晶和基质组成。斑晶主要为长石、石英，基质为长英质。未见与花岗岩的接触界线。远离采矿证范围，与矿山开采没有关系。

2、矿区岩浆岩

矿区内主要为燕山早期花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)}$)，其次为闪长岩。

1、燕山早期花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)}$)：分布于矿区绝大部分范围，采场人工剥露良好。其岩性为中细粒黑云母花岗岩。岩石呈肉红色，中细粒花岗结构，致密块状，矿物成份主要为钾长石、斜长石、石英，含少量黑云母等。

根据风化程度，由上至下划分为全风化层、中风化层和微-未风化层。其中，微-未风化层为建筑用花岗岩赋存层位。为本次工作的主要对象。

2、闪长岩：分布于采矿证范围。呈脉状，长约 340m，宽约 52m。地表呈深绿色全风化土状，新鲜岩石呈深灰色，半自形晶状结构，块状构造，成份主要为普通角闪石、斜长石和石英，含不透明矿物及少量次生绿帘石。新鲜岩石质硬，经过样品检测，也可作为建筑用石料。

(三) 地层、岩石对矿山开采的影响

地表风化残坡积层土质松且软易透水，力学强度低，尤其是大气降雨往往沿着残坡积层接触面流出，降低了接触面抗剪强度，形成软弱结构面，容易造成天然陡坡崩塌和滑坡。

综上所述：矿区地层岩性条件中等。

二、地质构造

(一) 区域地质构造

区域地质构造主要表现为断裂。

表现为断层发育，主要为北西向；次为近东西向。

北西向断层多为地层的接触界线，东西向断层则均为地层内部断层；东西向断层形成时间较晚，并切割北西向断层。均远离矿区，对矿山无影响。

（二）矿区地质构造

经过对采场开采断面调查，区内花岗岩未发现明显破碎、断裂构造现象，但普遍存在节理。

节理发现较明显的为近东西走向。其中：

第一组，产状为 $25^{\circ} \angle 74^{\circ}$ ；

第二组，产状为 $310^{\circ} \angle 78^{\circ}$ 。

节理面较光滑、平直，规模不大，短的长 1.50m，较长的为 3.0~15.0m，分布较为稀疏，未发现呈组出现。多为张性节理。

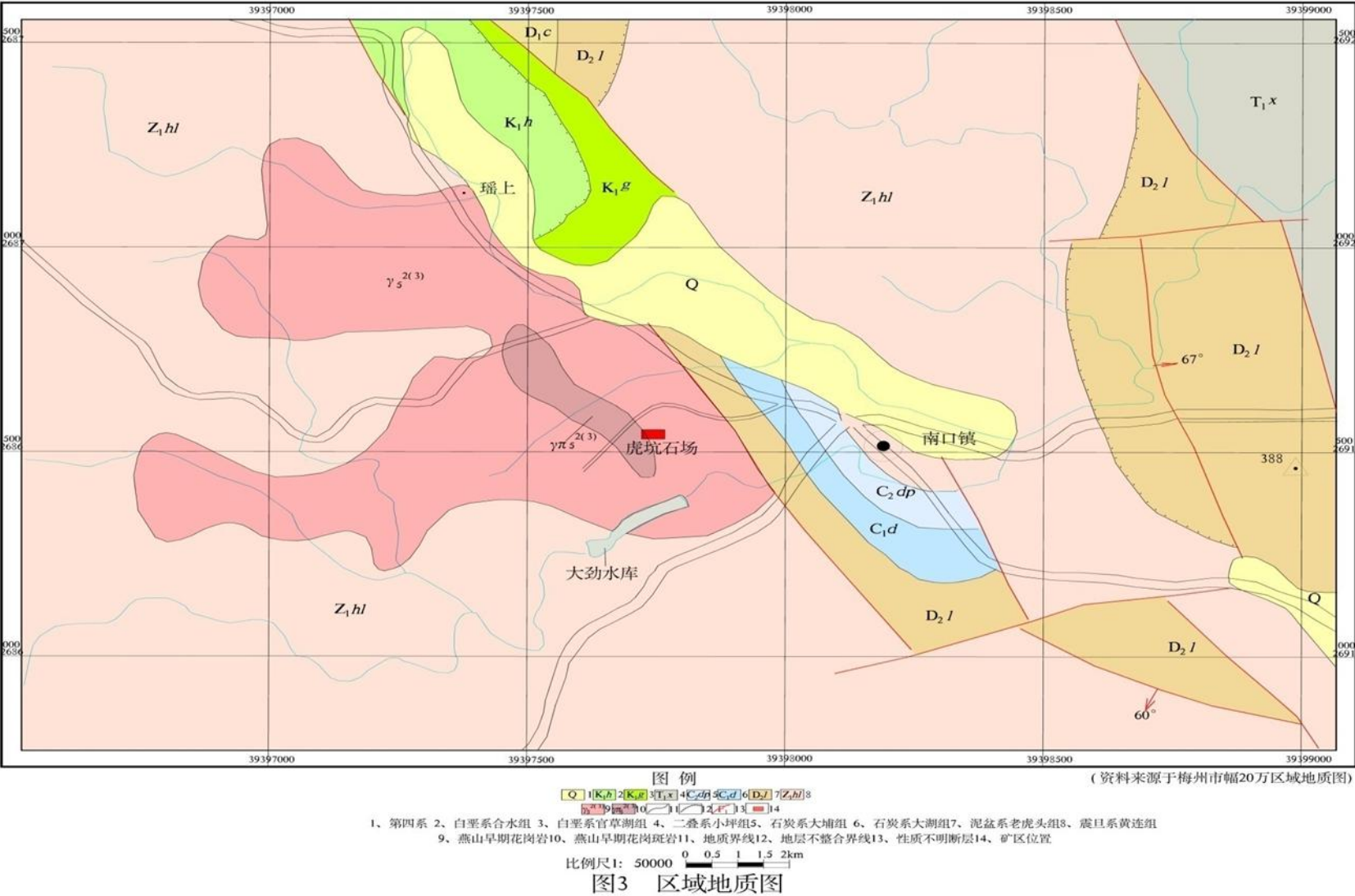
地质构造对矿山开采的影响

裂隙主要发育在中风化层上部，为风化垂直裂隙，裂隙面见黄褐色铁质污染。在开采爆破中，岩石较容易沿这些节理、裂隙面碎裂，但没有受到外力作用时，岩层较稳定。

（三）区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18036-2015），评估区地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s，对应地震烈度为Ⅵ度。据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A，本区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.10g，设计地震分组为第一组，区域地壳稳定。

综上所述：评估区断裂构造不发育，节理裂隙部分较发育，矿区地质构造简单，区域场地稳定。



三、水文地质

(一) 概况

矿区主要为丘陵地貌，最低侵蚀基准面标高为北部的山沟，标高约 134.20m。西北角的燕子窝水库，与矿山之间被山脉阻隔，并且离采场较远，其水面标高远低于矿山开采标高，因此，对矿山没有影响。矿区内有一条由南往北流向的人工排水沟，平常无水流，雨季时为排泄通道。矿山采坑最低标高为 225.10m，未见积水，矿石富水性弱。

矿区水文地质单元的特征为花岗岩块状岩类裂隙水，浅部存在风化裂隙水，岩石总体富水性贫乏，透水性微弱。第四系残坡积层仅零星分布，其为松散岩类孔隙水，含水性贫乏，透水性微弱。

1、残坡积层、全风化花岗岩松散岩类的含水性

该层分布于地表，处于最顶层部位。残坡积层主要成份为粘土，含石英砂，以及少量碎石、砾砂等，厚度 2.62~4.02m；全风化层由石英砂和粘土组成。均含松散岩类孔隙水，但是，富水性贫乏，透水性微弱。直接覆盖于花岗岩中风化层之上，厚度 3.84~16.47m。

2、中风化花岗岩、微-未风化花岗岩块状岩类的含水性

中风化层的节理、裂隙较发育，含块状岩石裂隙水，富水性贫乏，厚度 1.24~7.42m。

微-未风化层（矿层）含块状岩石裂隙水，其富水性贫乏，

3、充水因素分析

矿区未见地表水，松散岩类、层块状岩类均含水微弱。因此，矿坑充水因素主要为大气降水。

(二) 矿坑涌水量预测计算

含水层因富水性贫乏，以静储量为主，开采过程中被逐渐疏干，露天矿坑主要充水来源为大气降水。

矿区最低侵蚀基准面为矿区北部，标高+134.20m，拟保留矿权范围开采标高自+415~+220m，将来露天采场均在当地最低侵蚀基准面标高以上，修筑好截排水渠，大气降雨可以自流排出矿坑。

如突发大暴雨，矿区的地形条件也可以进行自然排水。

计算公式： $Q=\eta \cdot F \cdot A$

式中：Q—矿坑降雨量（ m^3/d ）；

η —地表径流系数，取 1；

F—设计开采面积（即拟设矿权范围面积）， $F=167800\text{m}^2$ ；

A—日降雨量（ m/d ），根据梅县区气象局资料，采用多年平均降雨量 1500.1mm，多年平均降雨量/365d，经计算日平均值 4.11mm/d，即 0.0041m/d。

代入公式： $Q=1\times 167800\times 0.0041=687.98\text{（m}^3/\text{d）}$ 。

最大暴雨充水量：日降雨量采用本区统计年限内日最大降雨量 223.0mm/d，即 0.223m/d。代入公式： $Q=1\times 167800\times 0.223=37419.4\text{m}^3/\text{d}$ 。

矿坑最大暴雨充水量为 37419.4 m^3/d 。

（三）矿区水文地质勘查类型

区内无大的地表水体，山沟平常无水流，矿床充水以大气降水为主，拟设矿权范围矿体均位于侵蚀基准面+134.20m 之上，地形条件有利于自然排水。

因此，矿床水文地质勘探类型为第二类，水文地质条件复杂程度属简单。

（四）矿区水文地质勘查类型

矿区条件总体比较缺乏水源，平常需储水。从山沟或采场雨季积蓄的水，可在平时进行循环利用，用作工业用水。矿山生活用水则接引当地自来水管网，采用塑料水管及水龙头等供水材料连接。

（五）矿床开采前后水文地质条件发生变化情况

开采前，大气降水一部分流入山沟，一部分通过松散覆盖层及节理、裂隙往下渗透，部分地下水通过泉水排泄。

开采后，分水岭矿区采场范围内，+220.0m 标高以上，大气降水沿露天采场台阶一级一级往下自流，最后统一汇入矿山沉淀池，经二级沉淀后在山沟中往北部排出矿区。

核实期间，查明平常采场无积水，仅大气降雨期间，水流自分水岭由高而下，汇集于采场低洼处，会有少量积水。但地形利于排水，采用人工排沟，往下可以自然排水。确定水文地质条件属简单类型。

四、工程地质

（一）评估区工程地质条件现状

1、岩土体类型

划分为软弱松散岩类（包括残积土、全风化层）、中风化半坚硬-较坚硬花岗岩岩类、坚硬花岗岩类等三大类。

（1）软弱松散岩类（包括残积层、全风化层）

矿区内覆盖土层分为两类，有残坡积层和全风化花岗岩层。残坡积层其岩性为红黄色黄土，岩性较松散，力学强度低，透水性微弱。全风化岩层由花岗岩完全风化后形成，呈散体状，组织结构已经破坏，矿物大部分风化为土状。厚度 6.84m~19.09m，平均 10.91m。该岩类整体较松散，厚度较大，在持续的雨水冲刷下可能会发生崩塌现象。稳定性能较差。

（2）中风化花岗岩半坚硬-较坚硬岩类

中风化花岗岩硬质岩，中细粒花岗结构，块状构造，岩石风化强烈，节理、裂隙较发育，厚度 1.24~7.42m，平均厚度 4.44m。局部岩石风化程度较深，岩质较软，稳固性较差；局部岩石风化程度较浅，岩质较坚硬，工程性能较好。

（3）花岗岩坚硬岩类

即建筑用花岗岩，矿体厚度最大 180.0m，最小为 5.56m，平均厚度约 59.95m。岩石为中细粒花岗结构，块状构造，岩石致密、坚硬，矿石岩质完整新鲜，为坚硬矿石，工程性能良好。

2、露天采场现状

露天采场主要分布于中西部，平面上呈不规则多边形形状，长约 339m，宽约 167m，矿区露天采场面积约 12.6884hm²。采场基本上按开采设计要求，每下降 15m 分一个开采台阶。松散状岩土类保留边坡 45°，岩石保留边坡角在 60°左右。露天开采境界内地表最高点在西南部，标高约 400.0m，往东北方向次第台阶式下降，至采场最低开采标高为 225.56m，总落差达 174.44m。多年来基本上保持稳固，未发生规模崩塌现象。

（二）不良地质现象及特殊性土

矿山露天开采，矿体以及与采场矿坑有关的围岩多为残坡积层、全风化层，其结构松散，组织结构大部分破坏，力学强度较低，在持续的雨水冲刷下容易发生崩塌等地质灾害现象。

因此，工程地质勘探类型为第三类，工程地质复杂程度为中等。

综上所述，矿山为露天开采，主要不良地质为上部第四系覆盖层较松散，遇水易崩解，开采时应注意防范上部土质崩塌或滑坡；综合评价评估区工程地质条件属中等类型，对矿山建设有一定的影响。

五、矿体（层）地质特征

（一）矿体特征

矿区内矿体赋存于燕山早期花岗岩中，为花岗岩型矿床。矿体主要由微-未风化花岗岩及少量闪长岩组成，呈面状分布。矿体为不规则多边形，长轴呈北东向，长约 425m，宽约 325m。根据采场揭露，矿体最高标高约+400m，最低标高+220m 水平。矿体埋深最小 0m，最大 180.0m，矿体厚度最大 180.0m，最小为 5.56m，平均厚度约 59.95m。矿体厚度总体变化不大，受新设矿权下限标高的限制，矿体厚度与地形地貌及岩石风化程度有关。一般山顶地段，矿体厚度较大，山沟低洼地段，矿体厚度较小；一般风化层越厚，矿体厚度越小。

（二）矿石质量

矿区内矿石岩性主要为中细粒黑云母花岗岩，夹少量闪长岩。

1、矿石的物质组成

黑云母花岗岩矿石呈肉红色，中细粒花岗结构，块状构造，少量似斑状构造，其主要矿物为条纹长石、正长石、钠-更长石和石英；次要矿物、副矿物为黑云母，微、少量白云母、绿帘石、磷灰石等；少量次生蚀变不透明矿物。其中条纹长石 10%，正长石 30%~45%，钠-更长石 15%~20%，石英 15%~26%，黑云母 4%~5%，白云母少量，绿帘石和磷灰石微量。

钾长石包括条纹长石和正长石，呈半自形-他形板状或粒状，粒径 0.42-4.9mm，条纹长石主晶为正长石，客晶为条纹状钠长石。钾长石可见蚀变为粘土矿物。

斜长石包括钠-更长石，呈半自形板状或粒状，粒径 0.55-4.6mm。钠-更长石发育钠长石聚片双晶及卡钠复合双晶，可见弱绢云母化，与钾长石镶嵌分布。

石英呈他形粒状或不规则状，粒径大小在 0.25-2.8mm，较均匀分布在长石颗粒之间。

黑云母呈片状，多色性明显，片径 0.1-0.65mm，可见绿泥石化，不均匀分布。白云母呈片状，二级干涉色，不均匀分布。

绿帘石呈半自形-他形柱粒状，粒径 0.03-0.45mm，零星分布。

磷灰石呈半自形-他形柱粒状，一级灰干涉色，粒径 0.03-0.35mm，零星分布。

不透明矿物半自形-他形柱粒状，粒径 0.05-0.42mm，不均匀分布。

2、矿石的结构、构造

矿石主要呈中细粒花岗结构，块状构造，少量似斑状构造。

3、矿石的化学成分

根据储量核实期间的花岗岩多元素分析样品检测报告，花岗岩化学成分含 SiO₂: 64.64%，Al₂O₃: 14.07%，Fe₂O₃: 1.98%，TiO₂: 0.51%，K₂O: 4.18%，Na₂O: 2.87%，CaO: 3.54%，MgO: 2.23%，烧失量 (LOI): 3.48%，P₂O₅: 0.23%，SO₃: 0.18%，Cl⁻: 0.20L。按碱性指数公式 $(K_2O + Na_2O) / (Al_2O_3)$ 计算，将花岗岩分为碱性、偏碱性和钙碱性三类：碱性指数值 ≥ 1 ，为碱性；0.9-1 为偏碱性； < 0.9 为钙碱性。

该花岗岩碱性指数值 = $(4.18 + 2.87) / 14.07 = 0.50$ ，因此，为钙碱性花岗岩，其特征矿物为黑云母、碱性长石、斜长石。

根据储量核实期间的闪长岩多元素分析样品检测报告，闪长岩化学成分含 SiO₂: 49.78%，Al₂O₃: 14.20%，Fe₂O₃: 4.84%，TiO₂: 1.94%，K₂O: 1.40%，Na₂O: 2.74%，CaO: 9.10%，MgO: 6.24%，烧失量 (LOI): 1.95%，P₂O₅: 0.24%，SO₃: 0.33%，Cl⁻: 0.20L。参照上述碱性指数公式 $(K_2O + Na_2O) / (Al_2O_3)$ 计算，该闪长岩碱性指数值 = $(1.40 + 2.74) / 14.20 = 0.29$ ，因此，为钙碱性，其特征矿物为角闪石、斜长石。

4、矿石的饱和抗压强度

储量核实期间检测矿石的饱和抗压强度样共 7 组，其中黑云母花岗岩 6 组，闪长岩 1 组。黑云母花岗岩矿石饱和抗压强度最小 80.0 MPa，最大 85MPa，平均值为 82.1MPa；闪长岩矿石饱和抗压强度 107.0MPa。均达到建筑用花岗岩工业指标要求。

5、矿石的表观密度、吸水率

黑云母花岗岩矿石表观密度 2.66 g/cm³~2.68 g/cm³、平均 2.67g/cm³，矿石吸水率 0.2~0.8%、平均 0.5%；闪长岩矿石表观密度 2.88g/cm³，吸水率 0.4%。

综上：矿石表观密度、吸水率均达到 I 类指标要求。

6、小体重

矿石天然密度最小 2.61g/cm^3 ，最大 2.65g/cm^3 ，平均值为 2.63g/cm^3 。

7、矿石的碱活性

根据储量核实期间岩相法评定的检测报告，偏光显微镜下观察，薄片中发现蛋白石、方石英、磷石英、微晶石英、玉髓、严重波状消光石英、火山玻璃、燧石、细小白云石等碱活性矿物。岩石含有较少的层状硅酸盐矿物（约 4%），石英的结晶颗粒较大，镜下可见较少（约 4%）石英有波状消光现象，综合判断岩石为非碱活性。

8、矿石的压碎指标、坚固性、硫酸盐及硫化物含量

通过储量核实期间采集 4 组样品进行建筑用石料其他物理性质分析，分析项目包括坚固性、压碎指标、硫酸盐及硫化物含量。分析结果：黑云母花岗岩碎石坚固性（以重量损失计算）为 3%，硫酸盐及硫化物含量 0%，压碎指标值为 7%；闪长岩碎石坚固性（以重量损失计算）为 2~3%，硫酸盐及硫化物含量 0%，压碎指标值为 4~5%。

综上：矿区所产矿石符合建筑用石料 I 类指标。

9、矿石的放射性

根据检测报告，黑云母花岗岩内照射 I_{Ra} 为 0.6，外照射 I_γ 为 0.9~1.0，闪长岩内照射 I_{Ra} 为 0.0，外照射 I_γ 为 0.1，根据国家标准《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）要求：比活度同时满足 $I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_\gamma \leq 1.0$ ，作为建筑主体材料和 A 类装修材料，其产销和使用范围不受限制。

10、矿石类型

矿石经加工后的产品碎石，可以供铁路、公路等路道、桥梁建设，房屋、工厂、学校等建筑建设用，就其用途分类，矿石自然类型为建筑用花岗岩。

（二）覆盖层特征

采场的覆盖层已经被剥采。剩余的覆盖层主要分布在采场两侧未开采地段。覆盖层由上至下划分为残坡积层、全风化花岗岩和中风化花岗岩。根据采场边坡地段的调查情况，覆盖层的厚度最小 10.14m，最大 23.83m，平均 15.23m。一般山顶的风化层较厚，山腰及其以下的相对较薄。

1、残坡积层

为残坡积成因的砂质粘土。呈土黄色，松散状，由中、粗砂、砾石和粘土组成，粘土约占 90%，中、粗砂、砾石约占 10%。粘土多为黄土，次为含杂质土。砂

砾主要成份为石英，石英颜色为灰白、灰黄色，粒径1~3cm居多，大者达4~5cm，呈棱角状、次棱角状，分选性差，被长石风化后的粘土矿物胶结在一起。除采场外，残坡积层基本上遍布整个矿区，其覆盖在最上层，其形状与矿体基本一致，厚度最小2.62m，最大值4.04m，平均厚度3.29m。由于其含黄土较多，可以作复绿用土。

2、全风化花岗岩

全风化层由花岗岩完全风化后形成，为浅肉红色，呈松散砂土状，原岩结构构造已经被完全破坏，矿物成分显著变化，除石英外，长石、云母等其他矿物大部分风化为土状。其分布与残坡层基本一致。厚度最小为3.84m，最大为16.47m，平均7.62m。

全风化花岗岩经淘洗后得到的砂，除空隙率、压碎值略超标，其余各项指标均达到建设用砂Ⅲ类指标要求。可以考虑综合利用。

3、中风化花岗岩

为浅肉红色，采场边坡可见露头，岩石极为破碎，多为角砾状，岩石节理、裂隙较发育。节理面较平直，规模不大，多为张性节理。裂隙为风化垂直裂隙，宽约2~4mm，裂隙面见铁质污染，呈褐黄色。原岩结构构造仍然清楚。其上为全风化花岗岩，其下为微-未风化花岗岩，其分布与上伏全风化花岗岩基本一致。厚度最小1.24m，最大值7.42m，平均厚度4.44m。中风化花岗岩可以进行机制砂，有综合利用价值。

4、小结

综上所述，残坡积层主要由黄土组成，可以作复绿用；全风化花岗岩通过淘洗，其淘洗率47.3%，淘洗所得的砂各项指标基本达到建设用砂Ⅲ类指标要求，有害物质未超标，可以进行综合利用；中风化花岗岩可以作机制砂，其各项指标基本达到建设用砂Ⅲ类指标。

因此，矿床开采技术条件为以工程、环境地质问题为主的中等复杂类型（Ⅱ-4），矿床复杂程度中等。

第三节 矿区社会经济概况

南口镇位于梅县西南部，距梅州市区10km，是经205国道通往省城广州的

咽喉要道口，故而得名南口。现南口镇由原南口镇、瑶上镇、荷泗镇三镇于 2004 年底合并而成，总面积 262.2km²，下辖 46 个村、3 个居委会，总人口 7.5 万多人。

近年来，南口镇按照绿色生态发展区的功能定位，结合创建广东梅州文化旅游特色区的部署要求，大力实施“一园两特带动一精”产业发展战略。通过充分挖掘、整合、利用良好的生态环境，美丽的田园风光和丰富的客家人文资源，全力发展以侨乡村客家民居文化旅游和麓湖山文化旅游产业园休闲体育旅游为代表的文化旅游产业，带动新型工业与精致高效农业全面发展，着力把南口建设成“梅州后花园、休闲好去处、创业新天地”。南口镇先后获得“全省森林资源林政管理先进单位”、“梅州市文化先进镇”、“梅州市平安镇”、“梅州市计划生育‘双无’镇”、“梅州市集体林权制度改革工作先进单位”、“梅县粮食生产先进镇”、“梅县征兵工作全优单位”等众多殊荣。

南口镇按照“生产发展，生活富裕，乡风文明，村容整洁，管理民主”的二十字目标要求，动员和带领南口镇广大群众全身心地投入到建设社会主义新农村工作之中，在市委“一主三化”发展方针和镇委“工业兴镇，水产富民”的工作目标指引下，南口镇经济稳定发展，社会事业向前推进。

2019 年，南口镇完成固定资产投资 5.7 亿元，完成国、地税收 4333.4 万元，乡镇净收入达 1926.9 万元。

2020 年，南口镇完成税收 3317.2 万元，乡镇净收入达 1504.2 万元。

2021 年，在保障粮食安全稳定生产的基础上，打造精品农业产业，积极培育车陂葡萄、潭江四月李、鹰嘴桃、侨乡香米等特色产业，种植大豆、玉米、蔬菜、火龙果、南药、茶叶等优势产业，实现全镇农业产业的健康、稳定、可持续发展，2021 年，被评为粮食生产先进镇。截至 2021 年底，南口镇已全面消除集体经济 5 万元以下薄弱村，其中有 20 个村集体经济达到 10 万元以上，占 43.5%。

资料来源：南口镇人民政府工作报告

第四节 矿区土地利用现状

一、矿区范围土地利用类型

根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区范围土地利用现状图（2021 年

度数据), 矿区面积 0.1678km^2 , 即 16.7809hm^2 , 占用土地类型为乔木林地 (4.2626hm^2)、灌木林地 (0.5616hm^2)、采矿用地 (11.9567hm^2), 未占用基本农田。

矿区土地利用现状统计结果如表 2-3 所示。

表 2-3 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm^2	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	4.2626	25.40
		0305	灌木林地	0.5616	3.35
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	11.9567	71.25
总计				16.7809	100.00

二、损毁范围土地利用类型

矿山生产建设损毁破坏土地总面积为 32.1348hm^2 。根据梅州市自然资源局梅县分局的要求, 已损毁范围土地利用现状数据采用 2018 年度数据, 拟损毁土地利用现状数据采用 2020 年度数据。现状已损毁土地 25.5238hm^2 , 根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用现状图 (2018 年度数据), 土地利用类型包括水田 (011) 1.1234hm^2 、果园 (021) 2.7972hm^2 、有林地 (031) 13.5364hm^2 、坑塘水面 (114) 0.7480hm^2 、村庄 (203) 0.0605hm^2 、采矿用地 (204) 7.2583hm^2 。预测拟损毁土地 6.6110hm^2 , 根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利用现状图 (2020 年度数据), 土地利用类型包括乔木林地 (0301) 5.4412hm^2 、灌木林地 (0305) 0.9364hm^2 、采矿用地 (0602) 0.2334hm^2 。

本矿山生产建设过程中未涉及基本农田和高标准基本农田。

本项目土地利用现状统计见表 2-4。

表 2-4 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
01	耕地	011	水田	1.1234	3.50
02	园地	021	果园	2.7972	8.70
03	林地	031	有林地	13.5364	42.12
		0301	乔木林地	5.4412	16.93
		0305	灌木林地	0.9364	2.91
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.2334	0.73
11	水域及水利设施 用地	114	坑塘水面	0.7480	2.33
20	城镇村及工矿 用地	203	村庄	0.0605	0.19
		204	采矿用地	7.2583	22.59
总计				32.1348	100.00

三、土地权属状况

项目区损毁土地面积为 32.1348hm²，项目区属于梅县区南口镇竹香村管辖，土地权属竹香村村集体所有，梅州市虎坑矿业有限公司以土地租赁方式获得土地使用权，权属清楚，无争议。

矿区土地利用权属表见表 2-5。

表 2-5 矿区土地现状利用权属表

单位：hm²

权属		地类								
		01 耕地	02 园地	03 林地			06 工矿仓储用地	11 水域及水利设施用地	20 城镇村及工矿用地	
		011	021	031	0301	0305	0602	1104	203	204
		水田	果园	有林地	乔木林地	灌木林地	采矿用地	坑塘水面	村庄	采矿用地
梅州市	南口镇竹香村	1.1234	2.7972	13.5364	5.4412	0.9364	0.2334	0.7480	0.0605	7.2583
合计		1.1234	2.7972	13.5364	5.4412	0.9364	0.2334	0.7480	0.0605	7.2583

第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动

一、矿山人类工程活动情况

根据矿山的组织机构和工作制度，以及设备配置情况，整个矿山定员为 35 人，其中管理人员 3 人。

表 2-6 劳动定员表

编 号	管理编制	定 员	编 号	管理编制	定 员
01	管理人员	3	02	后勤人员	1
03	汽车司机	10	04	维修、电工	2
05	洗（砂）工	2	06	铲、装机	10
07	安全检查	1	08	打钻、放炮工	2
09	破碎、制砂工	4			
合 计		35			

二、矿山周边其他人类重大工程活动情况

评估区内西南部有 6 户民房 35 个居民居住；评估区北西部为梅县南口镇龙塘石场，距离本矿山相距较远且处于不同分水岭区域，两矿上之间的相互影响较轻。

评估区内周边人类工程活动主要为林业、道路和矿山露天采掘生产，其中林业、道路建设对地质环境影响较轻，矿山露天采掘对地质环境的破坏影响严重。

评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，现状地质灾害危险性小，区内现状地质灾害不明显，地质灾害现状弱发育。

综上所述，矿山及周边人类工程活动对矿山地质环境影响严重。

第六节 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

一、矿山地质环境保护与土地复垦方案情况

2018 年 5 月，由广东梅州地质工程勘察院编制了《梅州市梅县区南口镇虎坑石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案服务年限为 23 年，即 2018 年 2 月至 2041 年 1 月。

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，确定矿山地质环境条件复杂程度为中等，评估精度级别为一级，矿山地质环境保护与恢复治理分区划为重点防治区（A）和一般防治区（C）两区。地质环境治理工程量主要包括：GPS 监测点监测、取水样分析、取土样分析等。

《方案》通过土地复垦适宜性评价确定，土地复垦区复垦方向为园地和林地，

土地复垦率100%。矿山土地复垦区面积为23.0526hm²，其中露天采场面积为18.8926hm²，工业办公场地面积为2.3623hm²、排土场面积为1.5462hm²、矿区道路面积为0.2515hm²，矿区土地复垦工程量主要包括：建筑物拆除、表土回填、场地平整、浆砌挡土墙、植树、撒播草籽等。

据现场踏勘，老采场已停采，目前已自然生长了较为茂盛的植被。采矿权人在矿区内部道路的两侧种植有乔木，办公生活区周边进行了植树绿化，矿容矿貌建设等。由于露天采场区域未最终形成终了台阶，所以未进行大面积的复垦复绿工程。



照片3 矿区道路绿化（镜头朝西北）



照片4 矿区道路绿化（镜头朝正西）



照片5 公示公告栏（镜头朝正西）



照片6 宣传栏（镜头朝正东）

二、矿山周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

矿山地质环境治理与土地复垦是近年来矿山整治的重点，按照“谁损毁、谁复垦”的原则，大多矿山企业“边建设、边复垦、边受益”。该矿山及周边没有其他矿山治理复垦经验，方案选取借鉴梅州市梅江区又兴石场矿山地质环境恢复治理案例进行分析，该项目已通过梅州市有关部门的验收，治理效果较好，与本矿山类似。

（一）矿山地质环境问题描述

梅州市梅江区又兴石场开采矿种为建筑用凝灰岩，开采方式为露天分台阶；所属地质背景中等，水文地质条件简单、工程地质条件中等，不良地质体为花岗岩风化层，矿山开采可能引发地质灾害类型主要是露天采场边坡崩塌、滑坡。露天开采以挖损和压占破坏土地资源，导致原生地形地貌景观破坏、含水层结构破坏等地质环境问题。现状地质灾害不发育，尚未进行相关治理与复垦措施。

（二）矿山治理与复垦措施

1、矿山地质灾害治理工程措施

在开采过程中，对终了台阶面及时进行了复绿工作，种上绿色植被，目前基本解决了矿区环境植被破坏的问题。

排土场设置在矿区外东南侧山坳处，现堆土占用面积约 2.0 万 m³，目前矿区开采不用进行剥土，石场对排土场周边进行生物措施，目前已经栽种了香樟树约 96 亩，投入 135 万元，较好的完成地质环境保护与恢复治理初始工作。

2、土地复垦措施

复垦单元包括采场平台、边坡、道路、工业办公场地及排土场，复垦工程措施包括：土方回填、平整工程、种植工程、挡土墙工程等。

治理效果：梅州市梅江区又兴石场矿山地质环境治理工程的实施，完成了设计任务，达到消除地质灾害隐患，恢复和改善周边矿区生态环境的目的和效果。项目区附近的空气质量将得到大幅度的改善。种植的大量香樟树，改善破坏区的土壤物化环境，起到调节气候、净化空气、涵养水源和保持水土的作用。其治理工程及照片如下：



照片 7 治理效果图



照片 8 治理后挡土墙



照片 9 治理效果图



照片 10 治理效果图

综上所述，矿山地形地貌条件中等，矿山地层岩性条件中等，地质构造条件简单，区域地壳稳定，工程地质条件中等，水文地质条件简单，人类活动对地质环境的破坏影响严重。综合判定矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述

一、矿山地质环境调查概述

2022年7月29日~8月1日,3名专业技术人员进行矿山地质环境调查,以1:2000地形地质图(成图时间为2022年8月)作为此次工作用手图。

调查范围为矿区范围外扩至第一斜坡带,野外调查面积约1.98km²。踏勘、调查方法采用地面路线地质调查和矿坑地质调查;地面以穿越法为主,辅以追踪法。调查重点是露头、采坑裸壁、采场、断层、地质灾害点、露天采场、临时排土场及下游可能受污染的溪沟、农田、村庄,并现场拍照。野外定点采用手持式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,对重要地质现象及地质灾害进行现场鉴定、量测,结合调查访问确定其性质、规模、影响范围并进行分析。

本次调查共完成地质点35个,水文点6个,调查线路总长约3.5km,调查面积约1.98km²,现场拍照160张(报告附18张),采取矿山上、下游水样各一件进行水质分析,采取矿山土壤土样一件进行土壤分析。主要为露天采场、工业场地等对土地资源和地形地貌景观造成破坏。

目前评估区未发生地质灾害,区内现状地质灾害不明显,地质灾害现状弱发育,危险性小,对地质环境影响程度较轻。

二、土地资源调查概述

项目区损毁面积为32.1348hm²,其中已损毁土地面积25.5238hm²,主要包括露天采场、老采场、办公生活区、工业场地1、工业场地2、矿区道路,其中露天采场损毁土地面积12.6884hm²、老采场损毁土地面积1.5568hm²、办公生活区损毁土地面积1.6128hm²、工业场地1损毁土地面积4.5696hm²、工业场地2损毁土地面积3.6095hm²、矿区道路损毁土地面积1.4867hm²;拟损毁土地面积6.6110hm²,主要包括露天采场、排土场,其中露天采场拟损毁土地面积5.4581hm²、排土场拟损毁土地面积1.1529hm²。

第二节 矿山地质环境影响评估

一、评估范围和评估级别

（一）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)》第 8.1.1 评估范围述：

矿山地质环境影响评估范围应包括《开发利用方案》规定的开采区、本矿山企业采矿活动及在本矿区中的配套生产设施的分布区及影响区可能造成地质环境影响的所有范围，以及因紧邻矿山企业影响相互叠加所增加的范围。评估范围由如下影响区共同叠加而成：

- （1）露天开采最终边坡的永久稳定性边坡以内的影响区。
- （2）水文地质单元或边界条件。
- （3）矿山附属设置（矿区道路、办公生活区、工业场地等）分布区。
- （4）临时堆场、排土场。
- （5）矿山地质环境问题影响区。
- （6）确定评估范围还应考虑地形地貌特征，地表水系发育程度及汇水面积、分水岭等局部小流域特征。

根据上述因素，综合地质地形地貌特征(地下水、地形地貌景观改变、地质灾害的影响范围等)确定本方案的评估范围为：评估区沿矿界外扩约 100~400m 左右，面积约 1.5987km²。

（二）评估级别

矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，评估级别分为一级、二级、三级等三个分级（表 3-1）。

表 3-1 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

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》

评估区重要程度应根据区内居民集中居住情况、重要工程设施和自然保护区分布情况、重要水源地情况、土地类型等确定，划分为重要区、较重要区和一般区三级等三个分级（表 3-2）。

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。

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》

矿山地质环境条件复杂程度根据区内水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌确定，划分为复杂、中等、简单三级等三个分级（表 3-3）。

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	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常	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

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。	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。	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-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, 只要有一条满足某一级别, 应定为该级别。		

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南(试行)》

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)、《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南(试行)》、并参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》的要求, 依据表3-5 和表3-6 综合评估危险性。矿山环境影响程度分级分为影响严重(危险性大)、影响较严重(危险性中等)、影响较轻(危险性小)等三个分级, 环境地质问题影响分级见表3-4。

表 3-4 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 t/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.破坏基本农田； 2.破坏耕地大于 2 hm ² ； 3.破坏林地或草地大于 4 hm ² ； 4.破坏荒地或未开发利用土地大于 20 hm 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 t/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严重。	1.破坏耕地小于等于 2 hm ² ； 2.破坏林地或草地 2~4 hm ² ； 3.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 t/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.破坏林地或草地小于等于 2 hm ² ； 2.破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10 hm ² 。
注：评估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。				

引自《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南（试行）》

矿山地质灾害危害性取决于地质灾害死亡人数、受威胁人数、直接经济损失和潜在经济损失，其分级标准见表 3-5。

表 3-5 矿山地质灾害危害性分级表

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)	潜在经济损失(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。				
注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。				
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021 年修订版）》

矿山地质灾害危险性取决于地质灾害发育程度及地质灾害危害程度，其分级

标准见表 3-6。

表 3-6 矿山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）》

（注：地质灾害危害程度的确定按表 3-6 执行。）

地质灾害发育程度取决于地质灾害体规模、活动性或稳定性及其治理难易程度，其分级标准见表 3-7。

表 3-7 地质灾害发育程度分级

确定要素 发育程度	规模	活动性	稳定性	治理难易程度
强发育	大型	强	差	难治理，宜避让或采取专门治理措施
中等发育	中型	中等	中等	较易治理
弱发育	小型	弱	较好	易治理

1、评估区重要程度分级

（1）评估区西南部距离矿区约 300m 有 6 户民房 35 个居民居住，属一般区。

（2）评估区内无重要交通要道或建筑设施，属一般区。

（3）评估区内无重要风景名胜可旅游景区(点)，属一般区。

（4）评估区范围内无大型、中型水源地，属一般区。

（5）参照《土地利用现状分类》（GB/T2010—2017）的分类，依据本矿山土地损毁现状及预测评估，矿山损毁土地利用类型涉及耕地（水田）和园地（果园）；属重要区。

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）》

（2018.1）附录J 评估区重要程度分级表（表3-2），确定矿山评估区重要程度分级为重要区。

2、矿山生产建设规模分类

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场开采矿种为建筑用花岗岩，根据开发利用方案，设计生产规模为 50 万 m³/a，矿山生产建设规模为大型。

表 3-8 矿山生产建设规模分类一览表（部分矿种）

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
建筑石料	万 m ³	≥30	10-30	5-10	广东省标准

3、矿山地质环境条件复杂程度分级

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场为露天开采矿山，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）相关要求，矿山地质环境条件复杂程度的分级由水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌等六个方面进行综合评定，矿山地质环境条件复杂程度综合评价表见表 3-3。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）》

（2018.1）附录K.1，在所评估的六大分级因素为简单～复杂（表3-3），故综合环境条件复杂程度为复杂级别。

4、矿山地质环境影响评估级别

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿山生产建设规模为大型，评估区重要程度分级为重要区，矿山地质环境条件复杂程度分级为复杂。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）》（2018.1）附录I（即表3-1）的矿山地质环境影响评估分级标准，参照《广东省建设用地地质灾害危险性评估技术要求》，确定该矿山地质环境影响评估级别为一级。

表 3-9 矿山地质环境条件复杂程度综合评估表

分级因素	主要特征	综合评估
水文地质	区内无大的地表水体，山沟平常无水流，矿床充水以大气降水为主，拟设矿权范围矿体均位于侵蚀基准面+134.20m 之上，地形条件有利于自然排水。 因此，矿床水文地质勘探类型为第二类，水文地质条件复杂程度属简单。	简单
工程地质	矿体出露于山坡上，残坡积层厚度 2.62~4.02m，全风化层厚度 3.84~16.47m，中风化花岗岩厚度 1.24~7.42m。矿床埋藏深度浅，采用露天台阶式开采。围岩为黑云母花岗岩，岩质坚硬致密，底板为黑云母花岗岩。根据矿体围岩的主要岩石类型、岩体结构及工程地质特征，工程地质勘探类型属第二类(块状岩类)，工程地质勘探的复杂程度属中等类型，	中等
地质构造	评估区的构造比较简单，未发现断裂构造。岩石中节理、裂隙普遍存在，对矿山开采稳定性有一定的影响。	简单

地质环境问题	矿山存在的地质环境问题的类型较多，主要是含水层的影响与破坏、土地资源的影响与破坏、地形地貌景观的影响与破坏，其中土地资源的影响与破坏对矿山地质环境影响严重、地形地貌景观的影响与破坏对矿山地质环境影响严重，含水层的影响与破坏对矿山地质环境影响较轻，地质灾害现状弱发育，对矿山地质环境影响较轻。	复杂
矿山开采	矿区设计开采标高为+415m~+220m。设计矿体分水平台阶开采，作业台阶高5~10m，终了台阶高度10m，其边坡角视矿体与围岩接触面角度而定，表土边坡角确定为45°，风化岩石台阶边坡角55°，岩石台阶坡面角为75°，清扫平台宽度8m。	中等
地形地貌	石场地处丘陵山区，四周群山连绵起伏，石场中间为一近北东向山沟。区内位于西南部金山嶂，海拔+441.6m，最低点位于评估区北部，标高为+128.0m，高差达313.6m。地势西南高北东低，坡度总体在20~30°之间。地形地貌条件中等。	中等

二、矿山地质灾害现状分析与预测

据《梅州市梅县区地质灾害防治规划(2020-2025)》(梅州市人民政府办公室，2022年5月)，矿山地处地质灾害高易发亚区(A₃区)，属梅西-石坑-大坪-南口等区域崩塌、滑坡、地面塌陷区。据野外综合地质调查，目前评估区未发现地质灾害，地质灾害弱发育。

(一) 矿山地质灾害现状分析

据野外综合地质调查，目前评估区未发生地质灾害，区内现状地质灾害不明显，地质灾害现状弱发育，危害程度小，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

(二) 矿山地质灾害预测分析

在现状分析评估的基础上，根据开发利用方案和采矿地质环境条件特征，分析预测采矿活动可能引发或加剧的地质环境问题及其危害，评估矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响。

预测分析选取的评价要素主要有工程地质条件、水文地质条件、构造地质条件、地形地貌条件、气候条件及采矿生产建设条件等。

矿山地质环境影响评估方法主要采用工程类比法、层次分析法、相关分法及模糊综合评判法等。

地质灾害预测评估：梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场采用露天台阶式开采。根据矿山《开发利用方案》的工程布局、开采方式等，预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有：崩塌、滑坡和泥石流等。根据《关于进一步规范我省地质灾害危险性评估和矿山地质环境影响评价有关事项的通知》(广东省国土资

源厅(粤国土资地环发[2007]137号),2007年6月26日),水土流失、软土、砂土液化不宜单列为地质灾害的灾种,矿坑突水、巷道坍塌、冒顶、瓦斯爆炸、岩爆和尾矿库等安全问题主要是安全部门的职责,不宜作为地质灾害。

1、采矿活动可能引发、加剧的地质灾害

(1) 崩塌、滑坡预测评估

矿区在露天采场斜坡开挖中,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。排土场、工业场地、办公生活区,也会引发崩塌、滑坡等地质灾害。预测容易引发崩塌、滑坡的地段有露天采场、排土场、工业场地、办公生活区。

1) 露天采场崩塌、滑坡预测评估

露天采场边坡是指矿山露天采矿而留下的采矿帮坡。矿体赋存于花岗岩中,围岩为花岗岩,采场边坡岩体主要为花岗岩,表层为平均约10.91m的残积层、全风化层,下为平均约4.44m的中风化层,未发现断裂构造,岩石中节理、裂隙普遍存在,主要有两组:节理L1产状为 $25^{\circ} \angle 74^{\circ}$ 、L2产状为 $310^{\circ} \angle 78^{\circ}$ 。

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场采场是台阶露天开采,根据本矿山围岩的工程地质情况,最终选取赤平投影分析其稳定性。西南侧采面边坡坡向 74° ,台阶面边坡 75° ,由图3-1可知,边坡P1与节理L1、L2形成空间楔形体,具备滑动的条件,其滑动沿交线方向,由此判断西南侧边坡稳定性为不稳定。东南侧采面边坡坡向 342° ,台阶面台阶面边坡 75° ,由图3-2可知,边坡P2与节理L1、L2形成空间楔形体,具备滑动的条件,其滑动沿交线方向,由此判断东南侧边坡稳定性为较不稳定。东侧采面边坡坡向 249° ,台阶面边坡 75° ,由图3-3可知,边坡P3与节理L1、L2形成空间楔形体,具备滑动的条件,其滑动沿交线方向。由此判断东侧边坡稳定性为不稳定。东北侧采面边坡坡向 209° ,台阶面边坡 75° ,由图3-4可知,边坡P与节理L1、L2形成空间楔形体,具备滑动的条件,其滑动沿交线方向,由此判断东北侧边坡稳定性较不稳定。

采场边坡分析一览表见表3-10。

表 3-10 采场边坡赤平投影分析一览表

序号	采面	坡面		节理裂隙	是否形成空间楔形体	稳定性
		倾向	倾角			
1	西南面	74	75	25° ∠74° 310° ∠78°	是	不稳定
2	东南面	342	75		是	较不稳定
3	东面	249	75		是	不稳定
4	东北面	209	75		是	较不稳定

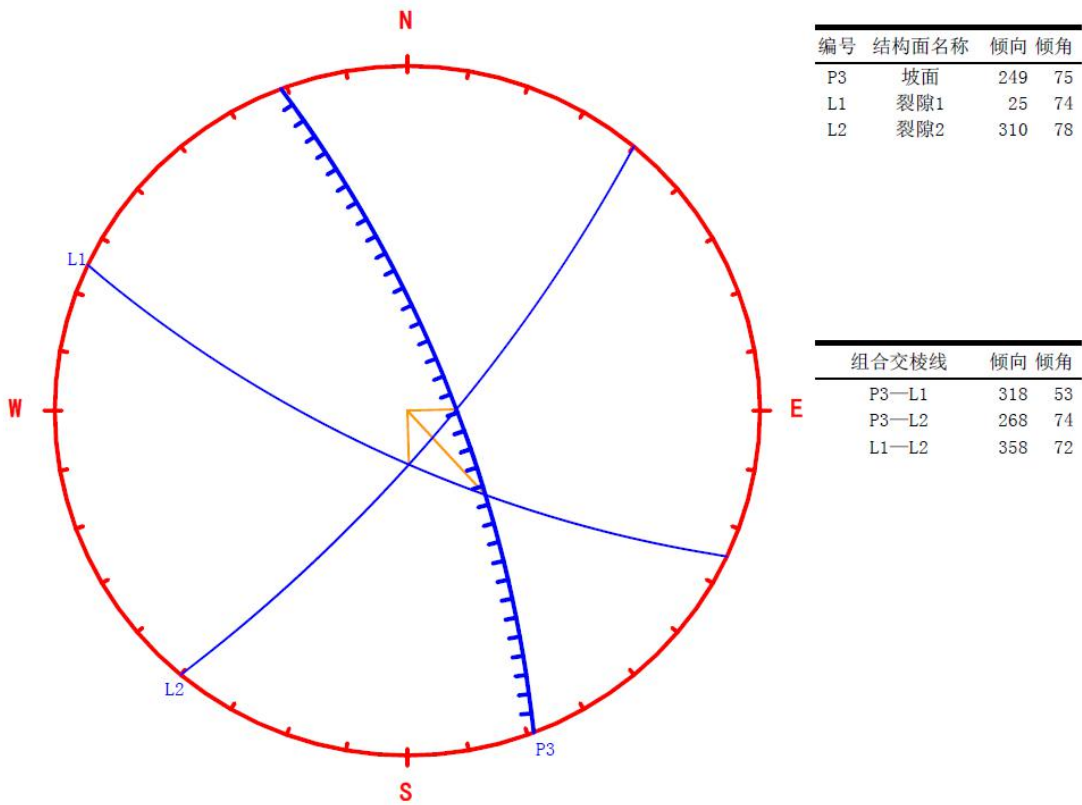


图 3-1 西南侧边坡赤平投影

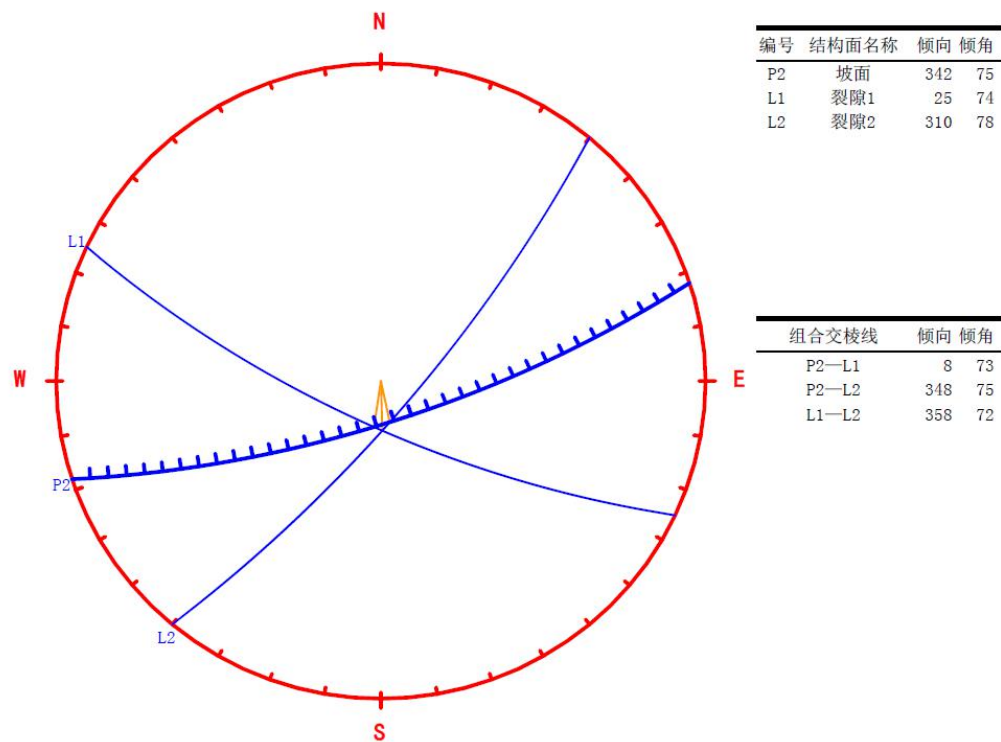


图 3-2 东南侧边坡赤平投影

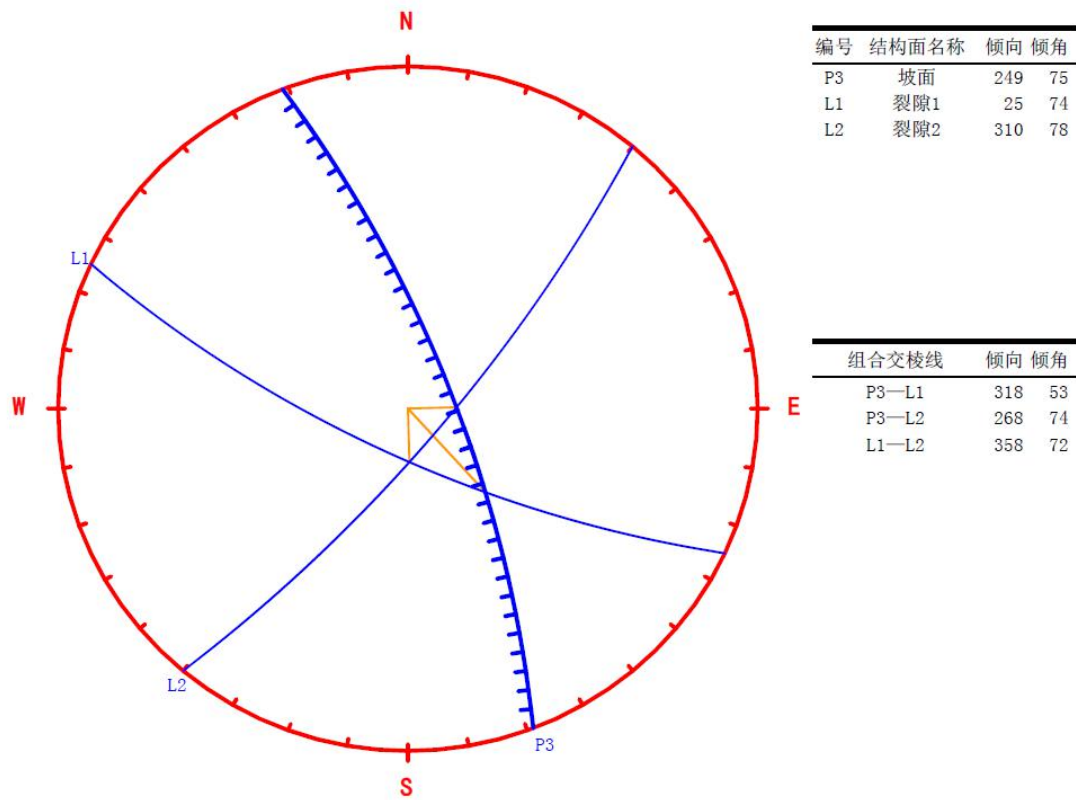


图 3-3 东侧边坡赤平投影

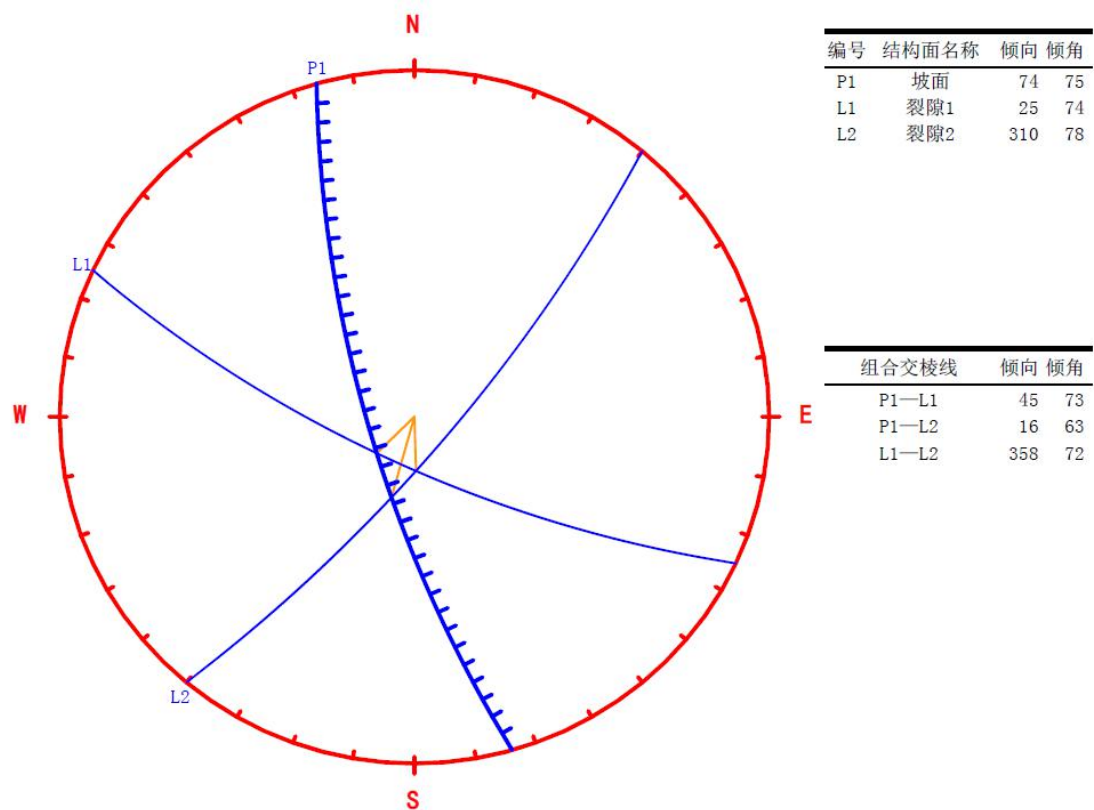


图 3-4 东北侧边坡赤平投影

综上所述，梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场呈台阶露天开采，根据现利用上半球赤平投影分析结果，采场西南面、东南面、东面和东北面采场边坡具备滑动的条件，稳定性均为较不稳定～不稳定。

采场边坡主要位于采区、采场开拓形成的裸露岩质边坡及表层残坡积土质边坡；危害对象主要为采场作业人员（约 15 人）、设备（打钻机 2 台、挖掘机 3 台、装载机 2 台、破碎机 4 台）、机械车辆（运输车辆 4 辆）等；受威胁人数约 15 人，潜在经济损失约 350 万元，预测其危害程度较严重，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

2) 排土场崩塌、滑坡预测评估

矿山排土场设置在矿区外西侧，该区域不涉及基本农田、耕地，面积 1.1529hm²；总堆置四层，两层高 9m，两层高 8m，总容量约 20.71 万 m³。

排土场边坡稳定性系数采用简化 Bishop 法进行计算，由软件自动搜索最危险滑动面来确定边坡的稳定系数，计算工况选择为自重+暴雨+地下水。计算时土质边坡坡高拟定为 34m，坡度为 35°，分析正常工况下及暴雨工况下临时排土场边坡的稳定性。计算参数见表 3-11，计算结果见表 3-12：

计算参数：

表 3-11 边坡类型及岩土体工程力学参数一览表

边坡位置	重度 (kN/m ³)	饱和 重度 (kN/m ³)	粘聚力 (kPa)	内摩 擦角 (°)	水下粘 聚力 (kPa)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)	水下 内摩擦 角 (°)
临时排土场边坡	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	35	34	15.0

计算简图及结果：

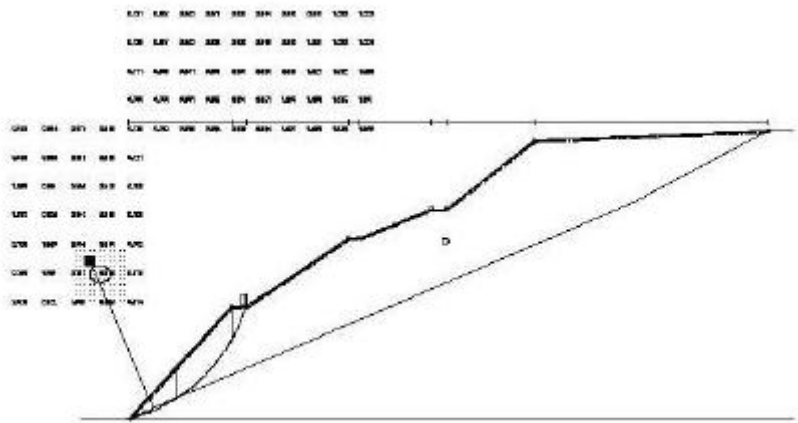


图 3-4 排土场边坡稳定性计算结果简图

计算结果：

表3-12 计算结果表

计算项目	工况一（正常情况下）	工况二（暴雨情况下）
安全系数	0.864	0.629
滑动圆心	(-11.800, 41.300) (m)	(-7.900, 32.300) (m)
滑动半径	42.953 (m)	33.252 (m)
总的下滑力	356.324 (kN)	199.362 (kN)
总的抗滑力	432.158 (kN)	237.421 (kN)

根据表 3-11 判别标准，从计算结果可知，排土场边坡稳定性较差，正常工况下和暴雨工况下安全系数均小于 1.0，均处于不稳定状态。崩塌、滑坡的危害对象主要为林地和临时堆场区域，威胁人数 1~2 人，潜在经济损失约 150 万元。预测排土场填方边坡崩塌/滑坡危害程度为较严重，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

3) 工业场地崩塌、滑坡预测评估

新设工业场地位于矿区外东北侧的老采场处，位于深孔爆破的放爆警戒线 200 米范围外。开挖边坡约 3~5m，坡度 30~45°。上部主要为残积层砂质粘性

土呈硬塑，稳定性较好，但在长期雨水冲刷下也易造成失稳，形成崩塌或滑坡。

工业场地边坡稳定性系数采用简化 Bishop 法进行计算，由软件自动搜索最危险滑动面来确定边坡的稳定系数，计算工况选择为自重+暴雨+地下水。计算时土质边坡坡高拟定为 5m，坡度为 45°，分析正常工况下及暴雨工况下工业场地边坡的稳定性。计算参数见下表 3-13，计算结果见表 3-14：

计算参数：

表 3-13 边坡类型及岩土体工程力学参数一览表

边坡位置	重度 (kN/t)	饱和 重度 (kN/t)	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (°)	水下粘聚力 (kPa)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)	水下 内摩擦角 (°)
工业场地	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	45	5	15.0

计算简图及结果：

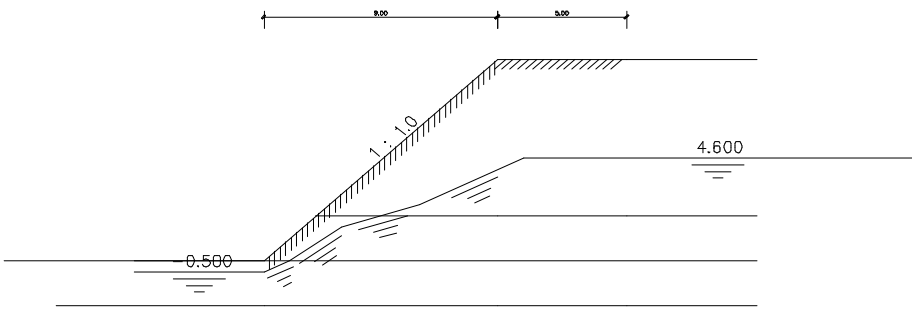


图 3-5 工业场地边坡稳定性计算结果简图

计算结果：

表3-14 计算结果表

计算项目	工况一（正常情况下）	工况二（暴雨情况下）
安全系数	1.323	0.952
滑动圆心	(0.600, 3000) (m)	(-2.360, 5.000) (m)
滑动半径	3.334(m)	4.658(m)
总的下滑力	356.324 (kN)	199.362 (kN)
总的抗滑力	432.158 (kN)	237.421 (kN)

根据表 3-13 判别标准，从计算结果可知，综合服务区边坡稳定性一般，正常工况下边坡稳定性基本稳定，安全系数 1.323，但暴雨工况下安全系数较低 0.952，小于 1.0，可能发生崩塌、滑坡。危害对象为综合服务区建筑物及工作人员，预测受威胁人数约 2~3 人，潜在经济损失约 200 万元。预测工业场地挖方边坡崩塌/滑坡危害程度为较严重，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较

严重。

4) 办公生活区崩塌、滑坡预测评估

办公生活区场地周围边坡为矿山建设初期开挖形成，坡高 1~5m，坡度均较缓，且经过二十余年的自然生态修复，四处边坡植被覆盖较好，也未曾发生过崩塌或滑坡地质灾害，因此预测该区未来发生地质灾害的可能性小。

综上所述，评估区内崩塌/滑坡危害程度为较轻~较严重、危险性为小~中等，对矿山地质环境影响程度较轻~较严重。

(2) 泥石流预测评估

泥石流为山区特有的一种突发性的地质灾害，形成泥石流的三个要件：大量失稳的松散固体物源、充足的水源条件和特定的地貌条件。

根据设计，排土场设置在矿区外西侧，该区域不涉及基本农田、耕地，面积 1.1529hm²；总堆置四层，两层高 9m，两层高 8m，总容量约 20.71 万 m³。排土场堆存的松散堆积物为泥石流的形成提供了物质来源。评估区地处丘陵区，排土场两侧为山坡，坡度较陡，区内雨季长(4~9 月份)，雨量大（日最大降雨量为 223.0mm），汇水面积较大。根据调查，排土场上部汇水面积约 12500m²，为泥石流的发生提供了动力来源；堆存的土质松散，抗压抗剪强度低，在连续强降雨的作用下排土场表层土体受水饱和可能发生泥石流，排土场下部为沟谷，较为平缓，为泥石流的发生提供了堆积场地。泥石流可能损害下游林地区域。

根据《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）附录 G 泥石流的数量化综合评判及易发程度等级标准（表 3-15）评价得分为 88 分（表 3-16），根据规范划分易发程度等级为中等发育。

表3-15 泥石流发育程度评估要素表（预测评估）

序号	影响因素	量级划分							
		强发育 (A)	得分	中等发育 (B)	得分	弱发育 (C)	得分	不发育 (D)	得分
1	崩坍、滑坡及水土流失 (自然和人为活动的) 严重程度发育程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重, 多层滑坡和大型崩塌、表土疏松, 冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育。多层滑坡和中小型崩塌, 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	泥沙沿程补给长度比 (%)	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河形弯曲或堵塞, 主流受挤压偏移	14	主河河形无变化, 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	主河无河形变化, 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° (5.2%)	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%	4	≥60%	1
7	河沟近期一次变幅	≥2m	8	1m~<2m	6	0.2m~<1m	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	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	≥10	6	5~<10	5	1~<5	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(°)	>32° (62.5%)	6	25°~<32° (46.6%~62.5%)	5	15°~<25° (26.8%~46.6%)	3	<15° (26.8%)	1
11	产沙区沟槽横断面	V型、U型谷、谷中谷	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 (m)	≥10m	5	5m~<10m	4	1m~<5m	3	<1m	1
13	流域面积(km ²)	0.2~<5	5	5~<10	4	10~<100	3	≥100	1
14	流域相对高差(m)	≥500	4	300~<500	3	100~<300m	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
评判等级标准		综合得分		116~130		87~115		<87	
		发育程度等级		强发育		中等发育		弱发育	

对泥石流的数量化综合评判及易发程度等级标准进行量化评价:

表3-16 评估区泥石流预测易发程度量化表

序号	影响因素	量级划分	得分	序号	影响因素	量级划分	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度	有零星崩塌 轻度易发（C）	12	9	沿沟松散物储量（ $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ）	$5\leq\sim<10$ 中等发育（B）	5
2	泥沙沿程补给长度比（%）	$30\%\sim10\%$ 轻度易发（C）	8	10	沟岸山坡坡度（‰）	$15^\circ\leq\sim<25^\circ$ 中等易发（B）	5
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形无变化，仅主流受迫偏移 中等发育（B）	11	11	产砂区沟槽横断面	V型 极易发（A）	5
4	河沟纵坡（‰）	$6^\circ\sim3^\circ$ 轻度易发（C）	6	12	产砂区松散物平均厚度（m）	$\geq10\text{m}$ 极易发（A）	5
5	区域构造影响程度	相对稳定区 轻度易发（C）	5	13	流域面积（ km^2 ）	$0.2\sim5$ 极易发（A）	5
6	流域植被覆盖率（%）	$10\%\leq\sim<30\%$ 中等发育（B）	7	14	流域相对高差（m）	$300\leq\sim<500$ 中等发育（B）	3
7	河沟近期一次变幅（m）	$0.2\text{m}\leq\sim<1\text{m}$ 轻度易发（C）	4	15	河沟堵塞程度	中等 中等发育（B）	3
8	岩性影响	风化强烈和节理发育的硬岩 轻度易发（C）	4	合计得分			88

预测排土场泥石流发育程度为中等发育，危害对象主要为林地和临时堆场区域，威胁人数1~2人，潜在经济损失约150万元。预测排土场泥石流危害程度为较严重，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

2、采矿活动可能遭受的地质灾害

（1）崩塌、滑坡预测评估

露天采场边坡、排土场边坡、工业场地边坡、办公生活区边坡等，如发生崩塌、滑坡，都可能使采矿活动受到影响，主要为采矿活动受损、矿山运输受阻、人员受伤害等。

根据上节计算及分析，评估区内崩塌/滑坡危害程度为较轻~较严重、危险性为小~中等，对矿山地质环境影响程度较轻~较严重。

（2）泥石流预测评估

由于矿山地处山沟，堆存有大量表土，上部汇水面积较大，在长期降雨冲刷下易形成泥石流，根据上节计算及分析，预测泥石流发育程度为危害程度为较严重，危害性为中等，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

含水层影响与破坏主要体现在由采矿活动导致含水层结构破坏、含水层疏干范围、地下水水位下降速率、泉水流量减少情况、地下水位降落漏斗的分布范围、地下水水质变化、对生产生活用水水源的影响、可能引起的环境水文地质问题等。根据现场调查，目前在评估区内，矿山开采建设活动对含水层的影响主要是改变含水层结构、破坏区域地下水均衡、造成地下水资源枯竭及地表水漏失四个方面。

（一）对含水层影响的现状评估

1、含水层结构改变现状评估

矿区上部含水层是残坡积层、全风化花岗岩松散岩类含水层，残坡积层主要成份为粘土，含石英砂，以及少量碎石、砾砂等，厚度 2.62~4.02m；全风化层由石英砂和粘土组成。均含松散岩类孔隙水，富水性贫乏，透水性微弱。直接覆盖于花岗岩中风化层之上，厚度 3.84~16.47m。矿体主要分布标高+415~+220m，目前最低开采标高+225.56m，位于该区最低侵蚀基准面+134.20m 之上。开采导致地下水位下降和含水层结构的改变程度较小，对含水层的给、径流、排泄条件影响小。

因此，矿山建设及开采对含水层结构改变影响现状较轻。

2、区域地下水均衡影响现状评估

矿体主要分布标高+415~+220m，目前最低开采标高+225.56m，位于该区最低侵蚀基准面+134.20m 之上。地下水位变化幅度微乎其微，对区域地下水的补径排条件基本无影响，基本不会导致地下水位下降及补径排条件，区域对地下水均衡不会造成影响。

因此，矿山建设及开采对区域地下水均衡影响现状较轻。

3、地下水资源枯竭现状评估

矿体主要分布标高+415~+220m，目前最低开采标高+225.56m，位于该区最低侵蚀基准面+134.20m 之上。其下为花岗岩底板，透水性较差，地下水主要补给来源为大气降水，渗入地下后沿岩体节理裂隙顺坡排泄，以泉流形式排入下部

沟谷中。矿山现状基本不会对地下水资源造成影响。

因此，矿山建设及开采对地下水资源枯竭影响现状较轻。

4、地表水漏失现状评估

据矿山开采资料和现场调查，矿区周边为林地，目前主要采用露天开采，采场仅局部小量渗水，为块状基岩裂隙水，渗流量约 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，流量小，已发生地表水漏失影响较轻，影响范围主要为开采区及其周边。

因此，矿山建设及开采对地表水漏失影响现状较轻。

综上所述，矿山建设及开采活动对含水层结构改变现状较轻、对区域地下水均衡影响现状较轻、对地下水资源枯竭影响现状较轻、对地表水漏失影响现状较轻，综合评估矿山建设及开采活动对矿区含水层破坏现状较轻。

（二）对含水层影响的预测评估

1、含水层结构改变预测评估

矿区上部含水层是残坡积层、全风化花岗岩松散岩类含水层，残坡积层主要成份为粘土，含石英砂，以及少量碎石、砾砂等，厚度 $2.62\sim 4.02\text{m}$ ；全风化层由石英砂和粘土组成。均含松散岩类孔隙水，富水性贫乏，透水性微弱。直接覆盖于花岗岩中风化层之上，厚度 $3.84\sim 16.47\text{m}$ 。矿体主要分布标高 $+415\sim +220\text{m}$ ，设计最低开采标高 $+220\text{m}$ ，位于该区最低侵蚀基准面 $+134.20\text{m}$ 之上。预测未来矿山建设及开采活动不会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较小，基本不影响含水层的给、径流、排泄条件。

因此，预测矿山建设及采矿活动对含水层结构的改变影响为较轻。

2、区域地下水均衡影响预测评估

矿体主要分布标高 $+415\sim +220\text{m}$ ，目前最低开采标高 $+225.56\text{m}$ ，位于该区最低侵蚀基准面 $+134.20\text{m}$ 之上。采场的最大采深 195m ，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。由于花岗岩的透水性和富水性微弱，地下水资源较贫乏，这部分涌水量可以忽略。由于矿区石场为露天正地形开采，高于地下水位及最低侵蚀基准面，地形坡度大，自然排泄条件良好，因此降雨时矿坑充水完全可以自然排泄。

因此，预测矿山建设及采矿活动对区域地下水均衡影响为较轻。

3、地下水资源枯竭预测评估

矿体主要分布标高 $+415\sim +220\text{m}$ ，目前最低开采标高 $+225.56\text{m}$ ，位于该区最

低侵蚀基准面+134.20m 之上。其下为花岗岩底板，围岩的含水性及赋水性弱。评估区地下水主要补给来源主要是大气降雨且采矿过程中抽取地下水水量较小，不会导致地下水资源枯竭。

因此，预测矿山建设及采矿活动对地下水资源枯竭影响为较轻。

4、地表水漏失预测评估

据矿山开采资料和现场调查，矿区周边为林地，目前主要采用露天开采，采场仅局部小量渗水，为块状基岩裂隙水，渗流量约 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，流量小，随着矿山的继续开采，开采深度将会加深，矿山开采活动将会加快地下水与地表水的联系，结合上一节矿山开采对地表水漏失影响现状评估结果为较轻，因此，预测矿山建设及采矿活动对地表水漏失影响为较轻。

综上所述，预测矿山建设及开采活动对含水层结构改变现状较轻、对区域地下水均衡影响现状较轻、对地下水资源枯竭影响现状较轻、对地表水漏失影响现状较轻，综合评估矿山建设及开采活动对矿区含水层破坏现状较轻。

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

（一）矿区地形地貌景观破坏现状分析

地形地貌景观影响与破坏主要体现在区内采矿活动对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏情况。矿山为扩建矿山，现状对地形地貌景观破坏的有露天采场、办公生活区、工业场地、矿山道路、排土场，对原始地形地貌景观的破坏程度严重，主要从以下几个方面进行现状分析评估。

1、对自然景观的影响现状评估

露天采场：露天采场主要分布于中西部，平面上呈不规则多边形，长约 339m，宽约 167m，矿区露天采场面积约 12.6884hm^2 。采场基本上按开采设计要求，每下降 15m 分一个开采台阶。松散状岩土类保留边坡 45° ，岩石保留边坡角在 60° 左右。露天开采境界内地表最高点在西南部，标高约 400.0m，往东北方向次第台阶式下降，至采场最低开采标高为 225.56m，总落差达 174.44m。损毁范围较大，对区内原生自然景观影响严重。

老采场：早期对老采场进行开采，分为两个台阶开采(+157.0m、+178m)，老采场破坏面积 1.5568hm^2 ，对区内原生自然景观影响严重。

办公生活区：办公生活区设置办公机构和员工生活服务设施，位于矿区外北

侧，爆破危险区范围外。破坏面积较小，对自然景观的影响较轻。

工业场地：工业场地 1 位于矿区外北侧 70m 处，主要有破碎加工场地、仓库、机修和变配电设施等。工业场地 2 位于矿区外东北侧 50m 处，主要有制砂生产线、仓库、机修和变配电设施等。破坏面积较小，现状对自然景观的影响较严重。

矿区道路：矿山道路贯穿整个矿区范围，衔接北部的工业场地、办公生活区，道路呈蛇形展布，长约 2500m，路宽约 6m。破坏面积较小，对自然景观的影响较轻。

因此，矿山建设及采矿活动对自然景观的影响现状严重。

2、对建筑物、工程设施和自然保护区影响现状评估

矿山周边无重要交通要道或建筑设施；远离自然保护区及旅游景区（点）。评估区内建筑物主要为矿山配套设施，根据现场调查，现状对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

3、对人居环境影响现状评估

矿区远离居民点，评估区内无民居，生产时产生的噪音和空气污染对当地居民的生产、生活影响小。现状评估矿山开采对人居环境影响程度为较轻。

综上所述，现状评估矿山建设及采矿活动对地形地貌景观与破坏程度严重。

（二）矿区地形地貌景观破坏预测分析

矿区的未来开采与建设活动，将使区内的地形地貌景观受到不同程度的破坏，主要新增破坏范围将分布在露天采场、排土场、工矿区道路等区域。

1、对自然景观的影响预测评估

露天采场：根据《开发利用方案》设计开采终了时形成的露天采场，设计开采标高为+415m~+220m，估算露天采场拟损毁面积为 5.4581hm²，其损毁土地面积大，基本改变了范围内的原生自然景观，地表植被不复存在，区内地形起伏改变较大，采矿活动使得区内高程降低约 195m，且范围较大，预测对区内原生自然景观影响严重。

排土场：设计排土场位于矿区外西侧，该区域不涉及基本农田、耕地，面积 1.1529hm²；总堆置四层，两层高 9m，两层高 8m，总容量约 20.71 万 m³。其损毁土地面积较大，未来将改变场地的原有自然景观，地表植被将不复存在，将区内地形起伏大程度地改变（沟谷→山脊，场地高程增高 34m），预测对区内原生

自然景观影响严重。

工业场地：现有的两个工业场地均位于采场爆破危险区边界范围内，不符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423—2020)要求。《开发利用方案》设计工业场地位于矿区外东北侧的老采场处，处于深孔爆破的放爆警戒线 200 米范围外，规划建设破碎生产线、机制砂线等设施。预测对区内原生自然景观影响严重。

临时堆场：根据《开发利用方案》设计，将矿区北侧原工业场地 1 作为临时堆场 1，临时堆存制砂洗选后的泥饼以及各类矿产品。将矿区东北侧原工业场地 2 作为临时堆场 2，主要用于堆存矿山剥离腐殖质层。预测对区内原生自然景观影响较严重。

因此预测评估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、工程设施和自然保护区影响预测评估

矿山周边无重要交通要道或建筑设施；远离自然保护区及旅游景区（点）。评估区内建筑物主要为矿山配套设施，预测对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

3、对人居环境影响预测评估

矿区远离居民点，评估区内无民居，生产时产生的噪音和空气污染对当地居民的生产、生活影响小。预测评估矿山开采对人居环境影响程度为较轻。

综上所述，预测评估采矿活动对评估区的地形地貌景观与破坏程度严重。

五、矿区水土环境污染现状分析与预测

（一）矿区水土环境污染现状分析

1、矿区地表水污染现状分析

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区上游及下游分别取样 1 件水样分析结果：上游沟溪水 pH 值为 7.3；下游沟溪水 pH 值为 7.3，详见表 3-17。

按《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类水标准对水样的水质进行评价，评价结果表明上游沟溪水及下游沟溪水各项指标均未超过III类水标准。

因此地表水的污染较轻，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

表 3-17 水质检测分析一览表

样品信息	检测项目	检测结果	单位	III类水(地表水环境质量标准 GB 3838-2002)	是否超过III类水限量
DS220729901 上游 2022.07.29	pH	7.3	无量纲	6~9	否
	高锰酸盐指数	5.5	mg/L	6	否
	化学需氧量	16	mg/L	20	否
	五日生化需氧量	3.6	mg/L	4	否
	氨氮	0.538	mg/L	1.0	否
	总磷	0.08	mg/L	0.2	否
	总氮	1.68	mg/L	—	否
	氟化物	0.53	mg/L	1.0	否
	氰化物	ND	mg/L	0.2	否
	硫化物	ND	mg/L	0.2	否
	挥发酚	ND	mg/L	0.005	否
	石油类	ND	mg/L	0.05	否
	六价铬	ND	mg/L	0.05	否
	阴离子表面活性剂	ND	mg/L	0.2	否
	粪大肠菌群	1.5×10^3	个/L	10000	否
	铜	ND	mg/L	1.0	否
	锌	0.02	mg/L	1.0	否
	砷	ND	mg/L	0.05	否
	镉	ND	mg/L	0.005	否
	铅	ND	mg/L	0.05	否
	硒	ND	mg/L	0.01	否
	汞	ND	mg/L	0.0001	否
DS220729902 下游 2022.07.29	pH	7.3	无量纲	6~9	否
	高锰酸盐指数	5.6	mg/L	6	否
	化学需氧量	19	mg/L	20	否
	五日生化需氧量	3.8	mg/L	4	否
	氨氮	0.611	mg/L	1.0	否
	总磷	0.09	mg/L	0.2	否
	总氮	1.89	mg/L	—	否
	氟化物	0.66	mg/L	1.0	否
	氰化物	ND	mg/L	0.2	否
	硫化物	ND	mg/L	0.2	否
	挥发酚	ND	mg/L	0.005	否
	石油类	ND	mg/L	0.05	否
	六价铬	ND	mg/L	0.05	否

	阴离子表面活性剂	ND	mg/L	0.2	否
	粪大肠菌群	1.8×10^3	个/L	10000	否
	铜	ND	mg/L	1.0	否
	锌	0.14	mg/L	1.0	否
	砷	ND	mg/L	0.05	否
	镉	ND	mg/L	0.005	否
	铅	ND	mg/L	0.05	否
	硒	ND	mg/L	0.01	否
	汞	ND	mg/L	0.0001	否
备注	1、“ND”表示检测结果低于检出限； 2、“—”表示无此监测项目的标准限制； 3、评价限制参考《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 1 中的 III 类标准限制。				

2、矿区地下水污染现状分析

评估区内无居民居住区，现状建成露天采场、办公生活区和工业场地，评估区内主要受影响的是露天采场、办公生活区和工业场地，各类场所均设有排水沟，将水排至矿区外，少部分淋漓水对周围地下水造成轻微的污染。地下水的污染轻微，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

因此地下水的污染较轻，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

3、矿区土环境污染现状分析

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区内取得的 1 件土样分析结果：土壤 pH 值为 5.71，有机质含量为 1.01%，详见表 3-18。

按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准对土样进行评价，评价结果表明土壤的质量较好，所检测的各项项目未有超标，符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的标准。

根据以上分析，对土环境污染主要表现在矿区道路可能会造成较小的污染，现状评估采矿及建设活动对土环境的污染为较轻。

综上所述，分析现状矿山开采对矿区水土环境造成的污染较轻。

表 3-18 土壤检测分析一览表

检测点位	检测项目	检测结果		评价标准限值	单位
土壤	pH	5.71		5.5<PH≤6.5	无量纲
	有机质	1.01		≥1.0	%
	机械组成	黏粒 D<0.002	15.9	—	%
		粉（砂） 0.02mm≥D>0.002mm	12.9	—	%
		砂砾级 2.0mm≥D>0.02mm	71.2	—	%
	镉	0.04		0.3（其他）	mg/kg
	汞	0.062		1.8（其他）	mg/kg
	砷	1.22		40（其他）	mg/kg
	铅	27.8		90（其他）	mg/kg
	铬	56.1		150（其他）	mg/kg
	铜	25.6		50（其他）	mg/kg
镍	26.0		70	mg/kg	
锌	102		200	mg/kg	
备注	1、“ND”表示检测结果低于检出限； 2、“—”表示无此监测项目的标准限制； 3、有机质评价标准参照《广东省土地整治垦造水田建设标准（试行）》中的标准限值； 4、其余标准参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中的标准限值。				

（二）矿区水土环境污染预测分析

1、矿区地表水污染预测分析

矿区开采矿石为建筑用花岗岩，附近无污染源，地表水水质良好，矿石和废石不易分解出有害成分，有毒有害组份甚微，矿石放射性水平极低，预测主要受影响的是露天采场、排土场、工业场地的淋漓水、工业污水对周围地表水可能造成轻微污染。同时，堆渣废水也自流至山沟中，对地表水造成较小的污染。主要影响开采区、堆场、沟谷下游。环境水污染轻微，预测对地质环境及地下水资源影响小，环境水污染程度弱。

2、矿区地下水污染预测分析

矿区开采矿石为建筑用花岗岩，附近无污染源，地下水水质良好，矿石和废石不易分解出有害成分，有毒有害组份甚微，矿石放射性水平极低，预测主要受影响的是露天采场、排土场、工业场地的淋滤水、工业污水对周围地下水可能造成轻微污染。预测矿山开采对地下水的污染轻微，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

3、矿区土环境污染预测分析

采矿活动产生少量污染物及有毒有害物，如露天采场、排土场、工业场地的淋滤水、工业污水有可能造成土地资源受污染。其中的淋滤水等对其造成了污染，同时由于成品运输过程中对矿山道路亦会产生污染，淋滤水对下游沟谷及其两岸亦会造成较小的污染。

根据以上分析，对土环境污染主要表现在废渣及废水、淋滤水可能会造成较小的污染，预测评估采矿及建设活动对土环境的污染为较轻。

综上所述，分析预测矿山开采对矿区水土环境造成的污染较轻。

综合评估小结：

现状评估：评估区内未发生过崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，地质灾害现状弱发育，危害程度较轻，危险性小，对地质环境影响程度较轻；矿山开采对含水层的破坏现状较轻；矿山开采对地形地貌景观的破坏现状严重；矿山开采对水土环境污染现状较轻。综上所述，矿山开采对地质环境影响现状严重。

评估区矿山地质环境问题现状评估一览表见表 3-19。

预测评估：预测矿山开采活动可能引发、加剧及遭受的地质灾害有崩塌、滑坡及泥石流。预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重；预测矿山开采对含水层的破坏较轻；预测矿山开采对地形地貌景观的破坏严重；预测矿山开采对水土环境污染较轻。综上所述，预测矿山开采对地质环境影响严重。

评估区矿山地质环境问题预测评估一览表见表 3-20。

表 3-19 评估区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	形成时间	表现特征及规模	危害程度	危险性	影响程度等级
----------	----	----	------	---------	------	-----	--------

地质灾害		-	-	-	评估区内未发现也未发生过地质灾害。	较轻	小	较轻
含水层影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	未发生	未发生	地下水补给来源为大气降雨且采矿过程中抽排地下水水量较小，基本不会导致地下水资源枯竭。	-	-	较轻
	地表水漏失	BS1	未发生		评估区上下游水量变化不大，基本不会造成地表水漏失。	-	-	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	未发生		矿山开采位于地下水位及侵蚀基准面以上，对水均衡破坏小。	-	-	较轻
	含水层结构改变	HS1	未发生		矿山开采排泄地下水引发，主要表现在地下水水位下降、含水层结构发生改变。	-	-	较轻
地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场	基建过程中	矿山为扩建矿山，目前形成的露天采场，露天采场总破坏面积 12.6884hm ² ，其损毁土地面积大，基本改变了范围内的原生自然景观对自然景观的影响严重。	-	-	严重
	对建筑及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	评估区影响范围		评估区内无较大的工程设施，无重要的自然保护区，矿山建设与采矿活动对建筑物、工程设施和自然保护区影响现较轻。	-	-	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1	评估区影响范围		评估区内无民居，生产时产生的噪音和空气污染对当地居民的生产、生活影响小。	-	-	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	未发生	未发生	根据水质检测报告分析，符合《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)Ⅲ类水标准，现状评估建设活动对水环境污染的程度为轻。	-	-	较轻
	地下水污染	TD1	未发生		现有露天采场的淋滴水对周围地下水造成轻微的污染，基本不会对地下水造成污染。	-	-	较轻
	土壤污染	WD1	未发生		根据土壤检测报告分析，符合土壤环境质量标准，现状评估建设活动对土环境污染的程度为轻。	-	-	较轻

表 3-20 评估区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	危害程度	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌、滑坡	BT1	露天采场、排土场、办公生活区、工业场地	采场、道路、人员、设备	预测影响采场的正常作业，造成人员的伤亡。	较严重	中等	较严重
	泥石流	NS1	排土场	排土场下游林地	预测影响临时排土场下游水沟堵塞、林地损毁。	较严重	中等	较严重
含水层影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	开采区及其周边范围内	开采区	地下水主要补给来源主要是大气降雨且采矿过程中抽排地下水水量较小，不会导致地下水资源枯竭。	-	-	较轻
	地表水漏失	BS1	开采区及其周边范围内	开采区	矿山开采引发，主要表现在采场上部局部地表水的下渗漏失。	-	-	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	开采区及其周边范围内	开采区	矿山开采位于地下水位及侵蚀基准面以上，对水均衡破坏小。	-	-	较轻

坏	含水层结构改变	HS1	露天采场范围内	开采区	矿山开采位于地下水位及侵蚀基准面以上,导致地下水位下降和含水层结构的改变程度较小,对含水层的给、径流、排泄条件影响小。	-	-	较轻
地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场、临时堆场、办公生活区、工业场地、矿区道路、排土场等影响范围	植被、景观、人居环境	估算终了形成露天采场总破坏面积18.1465hm ² ,其损毁土地面积大,基本改变了范围内的原生自然景观。	-	-	严重
	对建筑及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1		植被、景观、人居环境、土地、土壤	评估区内无较大的工程设施,无重要的自然保护区,预测矿山建设与采矿活动对建筑物、工程设施和自然保护区影响较轻。	-	-	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1		植被、景观、人居环境、土地、土壤	矿山的开采对矿山作业人员的居住环境会造成粉尘污染、噪音污染;对居民带来的影响较小。	-	-	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	露天采场、临时堆场、办公生活区、工业场地、矿区道路、排土场等影响范围	地表水	矿山露天采场、工业场地、排土场淋滤水、废渣淋滤水、工业污水对地表水资源造成影响。	-	-	较轻
	地下水污染	TD1		地下水	矿界内所有生活生产废水、矿石(渣)淋滤水、工业废水等,对地下水造成一定污染。	-	-	较轻
	土壤污染	WD1		土地、土壤	根据土壤检测报告分析,符合土壤环境质量标准,预测评估采矿及建设活动对土壤环境污染的程度为轻。	-	-	较轻

第三节 矿山土地损毁预测与评估

一、土地损毁环节与时序

1、土地损毁环节

矿山开采方式为露天开采，根据《开发利用方案》，矿山设计生产规模为 50 万 m³/a，结合矿山目前的土地损毁现状，预测矿山开采对土地损毁的环节主要包括：①开采前期的基建剥土挖损损毁土地、矿山公路压占损毁土地、辅助生产设施及生活设施压占损毁土地等；②开采过程中开采区挖损损毁土地。

2、土地损毁时序

矿山开采对土地损毁时序跟矿山生产建设的步骤密切相关，根据开发利用方案并结合矿山目前的开采现状，矿山开采对土地的损毁时序分为：

- （1）基础设施的建设对土地的挖损和压占破坏。
- （2）露天采场对土地的挖损和压占破坏。

表 3-21 矿区土地损毁类型及时序表

序号	项目	占地面积（hm ² ）	损毁类型	损毁时序
1	露天采场	12.6884	挖损、压占	生产期
2	老采场	1.5568	挖损、压占	生产期
3	办公生活区	1.6128	压占	建设期
4	矿区道路	1.4867	挖损、压占	建设期
5	工业场地 1	4.5696	挖损、压占	生产期
6	工业场地 2	3.6095	挖损、压占	生产期

各损毁地块的损毁时序，可划分两个阶段：见采矿工艺流程图（图 3-7）

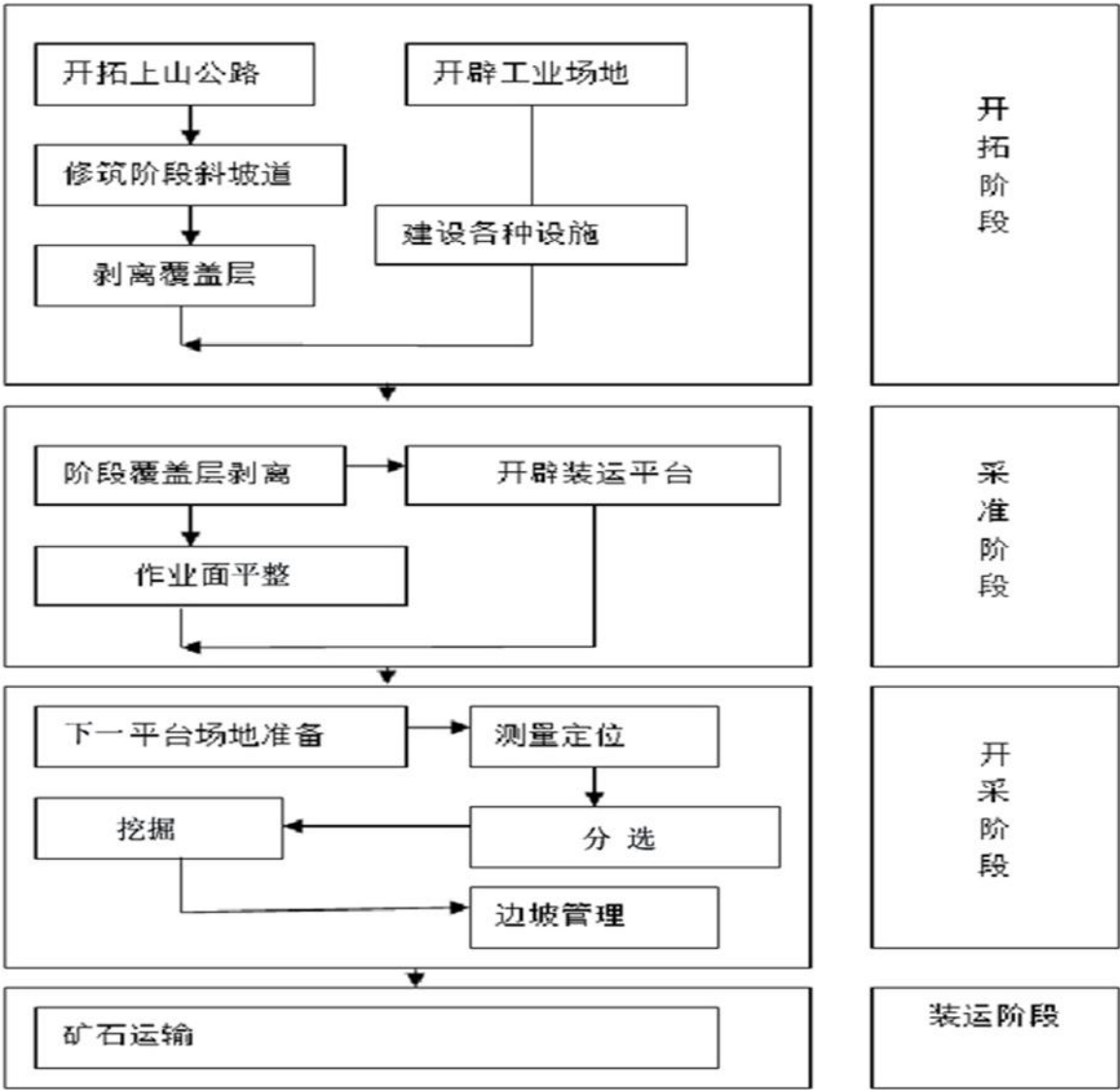


图 3-7 采矿工艺流程图

二、已损毁各类土地现状

根据梅州市自然资源局梅县分局的要求，已损毁范围土地利用现状数据采用 2018 年度数据，拟损毁土地利用现状数据采用 2020 年度数据。

矿山目前已形成露天采场、老采场、办公生活区、工业场地 1、工业场地 2 及矿区道路等区域，已损毁面积为 25.5238hm²。根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用现状图（2018 年度数据），损毁土地类型包括水田（011）、果园（021）、有林地（031）、坑塘水面（114）、村庄（203）、采矿用地（204），损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度～重度。



图 3-8 已损毁范围分区图

1、露天采场

露天采场主要分布于中西部，平面上呈不规则多边形形状，长约 339m，宽约 167m，矿区露天采场面积约 12.6884hm²。采场基本上按开采设计要求，每下降 15m 分一个开采台阶。松散状岩土类保留边坡 45°，岩石保留边坡角在 60°左右。露天开采境界内地表最高点在西南部，标高约 400.0m，往东北方向次第台阶式下降，至采场最低开采标高为 225.56m，总落差达 174.44m。多年来基本上保持稳固，未发生规模崩塌现象。损毁土地类型包括有林地（031）7.7832hm²和采矿用地（204）4.9052hm²，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为重度。



照片 7 露天采场（镜头朝西南）



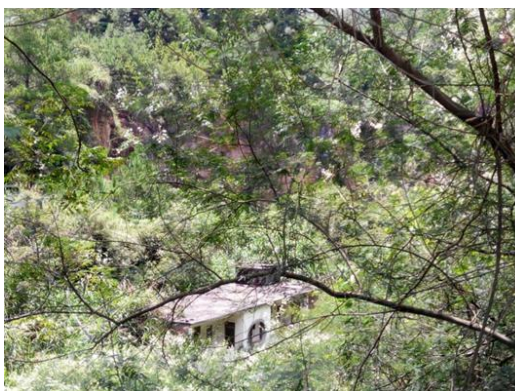
照片 8 露天采场（镜头朝正南）

2、老采场

早期对老采场进行开采，分为两个台阶开采(+157.0m、+178m)，老采场破坏面积 1.5568hm²，损毁土地类型包括有林地（031）1.0292hm²和采矿用地（204）0.5276hm²，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为重度。现今老采场已停止使用，但未对其进行复垦，目前已自然生长了较为茂盛的植被。



照片 9 老采场（镜头朝西南）



照片 10 老采场（镜头朝正东）

3、办公生活区

办公生活区设置办公机构和员工生活服务设施，位于矿区外北侧，爆破危险区范围外。损毁土地面积约 1.6128hm²，损毁土地类型包括有林地（031）0.4519hm²、坑塘水面（114）0.4188hm²、村庄（203）0.0605hm²、采矿用地（204）0.6816hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为中度。



照片 11 办公生活区（镜头朝西北）



照片 12 办公生活区（镜头朝正北）

4、工业场地 1

工业场地 1 位于矿区外北侧 70m 处，主要有破碎加工场地、仓库、机修、变配电设施以及下游的两个沉砂池等。损毁土地面积约 4.5696hm²，损毁土地类型包括水田（011）1.1234hm²、果园（021）1.0964hm²、有林地（031）1.8146hm²、坑塘水面（114）0.3292hm²、采矿用地（204）0.2060hm²，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。



照片 13 工业场地 1（镜头朝西北）



照片 14 工业场地 1（镜头朝正北）

5、工业场地 2

工业场地 2 位于矿区外东北侧 50m 处，主要有制砂生产线、仓库、机修和变配电设施等。损毁土地面积约 3.6095hm²，损毁土地类型包括果园（021）1.7008hm²、有林地（031）0.9708hm²、采矿用地（204）0.9379hm²，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。



照片 15 工业场地 2（镜头朝正北）



照片 16 矿区道路（镜头朝正南）

6、矿区道路

矿山道路贯穿整个矿区范围，衔接北部的工业场地、办公生活区，道路呈蛇形展布，长约 2500m，路宽约 6m。矿山道路破坏面积约 1.4867hm²，损毁土地类型均为有林地（031），损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。

综上所述，矿山现状共计损毁土地面积 25.5238hm²，其中损毁水田（011）1.1234hm²、果园（021）2.7972hm²、有林地（031）13.5364hm²、坑塘水面（114）0.7480hm²、村庄（203）0.0605hm²、采矿用地（204）7.2583hm²。破坏林地或草地大于 4 hm²；因此，现状矿山开采对土地资源影响为严重。

表 3-22 项目区已损毁土地现状表

项目位置	已损毁面积(hm ²)						总损毁面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	治理难易程度
	水田 (011)	果园 (021)	有林地 (031)	坑塘水面 (114)	村庄 (203)	采矿用地 (204)				
露天采场	0	0	7.7832	0	0	4.9052	12.6884	挖损、压占	重度	较难
老采场	0	0	1.0292	0	0	0.5276	1.5568	挖损、压占	重度	较难
办公生活区	0	0	0.4519	0.4188	0.0605	0.6816	1.6128	压占	中度	较易
矿区道路	0	0	1.4867	0	0	0	1.4867	挖损、压占	中度	较易
工业场地 1	1.1234	1.0964	1.8146	0.3292	0	0.2060	4.5696	挖损、压占	中度	较易
工业场地 2	0	1.7008	0.9708	0	0	0.9379	3.6095	挖损、压占	中度	较易
合计	1.1234	2.7972	13.5364	0.7480	0.0605	7.2583	25.5238	-	-	-

三、拟损毁土地预测与评估

根据《开发利用方案》，随着矿山后续开采生产，拟损毁土地主要为露天采场和排土场，拟损毁面积为 6.6110hm²。结合梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利用现状图（2020 年度数据），拟损毁土地类型包括乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、采矿用地（0602），损毁方式为挖损、压占。

1、露天采场

根据《开发利用方案》设计开采终了时形成的露天采场，设计开采标高为 +415m~+220m，估算露天采场拟损毁面积为 5.4581hm²，损毁土地类型为乔木林地（0301）4.2883hm²、灌木林地（0305）0.9364hm²、采矿用地（0602）0.2334hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为重度。

2、排土场

《开发利用方案》设计排土场位于矿区外西侧，面积 1.1529hm²；总堆置四层，两层高 9m，两层高 8m，总容量约 20.71 万 m³。损毁土地类型为乔木林地（0301）1.1529hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为中度。

3、工业场地

现有的两个工业场地均位于采场爆破危险区边界范围内，不符合《金属非金属矿山安全规程》(GB16423—2020)要求。《开发利用方案》设计工业场地位于矿区外东北侧的老采场处，处于深孔爆破的放爆警戒线 200 米范围外，规划建设破碎生产线、机制砂线等设施。

4、临时堆场

根据《开发利用方案》设计，将矿区北侧原工业场地 1 作为临时堆场 1，临时堆存制砂洗选后的泥饼以及各类矿产品。将矿区东北侧原工业场地 2 作为临时堆场 2，主要用于堆存矿山剥离腐殖质层。

综上所述，到矿山开采终了期，共计损毁土地面积 32.1348hm²，损毁土地利用类型包括水田（011）1.1234hm²、果园（021）2.7972hm²、有林地（031）13.5364hm²、坑塘水面（114）0.7480hm²、村庄（203）0.0605hm²、采矿用地（204）7.2583hm²。乔木林地（0301）5.4412hm²、灌木林地（0305）0.9364hm²、采矿用地（0602）0.2334hm²。损毁林地面积大于 4hm²，因此，预测矿山开采对土地资源影响为严重。

表 3-23 项目区损毁土地汇总表

项目位置	已损毁面积(hm ²)						拟损毁面积(hm ²)			总损毁面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	治理难易程度
	水田 (011)	果园 (021)	有林地 (031)	坑塘水面 (114)	村庄 (203)	采矿用地 (204)	乔木林地 (0301)	灌木林地 (0305)	采矿用地 (0602)				
露天采场	0	0	7.7832	0	0	4.9052	4.2883	0.9364	0.2334	18.1465	挖损、压占	重度	较难
工业场地	0	0	1.0292	0	0	0.5276	0	0	0	1.5568	挖损、压占	重度	较难
办公生活区	0	0	0.4519	0.4188	0.0605	0.6816	0	0	0	1.6128	挖损、压占	中度	较易
矿区道路	0	0	1.4867	0	0	0	0	0	0	1.4867	挖损、压占	中度	较易
临时堆场 1	1.1234	1.0964	1.8146	0.3292	0	0.2060	0	0	0	4.5696	挖损、压占	中度	较易
临时堆场 2	0	1.7008	0.9708	0	0	0.9379	0	0	0	3.6095	挖损、压占	中度	较易
排土场	0	0	0	0	0	0	1.1529	0	0	1.1529	挖损、压占	中度	较易
合计	1.1234	2.7972	13.5364	0.7480	0.0605	7.2583	5.4412	0.9364	0.2334	32.1348	-	-	-

第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

一、矿山地质环境保护与恢复治理分区

（一）矿山地质环境现状分区

1、矿山地质环境现状评估结果

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》表 E 中矿山地质环境影响程度分级表，评估区现状评估结果如下：

（1）评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，地质灾害现状弱发育，现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

（2）矿山开采对含水层的破坏现状较轻；矿山开采对地形地貌景观的破坏现状严重；矿山开采对水土环境污染现状较轻。

综上所述，矿山开采对矿山地质环境影响程度严重。

2、矿山地质环境影响现状分区

（1）现状分区结果

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《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录C 之要求，基本评价要素包括：地质灾害危害大小、含水层、地形地貌景观及水土环境等受到影响与破坏的程度。

根据矿山地质环境影响分级表，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 0.4022km²，占评估区面积的 25.16%，主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路及其周边影响范围；较轻区（III）面积 1.1965km²，占评估区面积的 74.84%，主要分布于评估区的其他地段。见表 3-25 及现状评估图（附图 1）。

（2）现状分区评述

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

1) 现状影响严重（I）区

影响严重区（I）分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路及其周边影响范围，面积 0.4022km²，占评估区面积的 25.16%；该区矿山地质环境条件中等，未发现的地质灾害，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；矿山开采现状对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏影响严重；对水土环境的污染较轻；矿山地质环境影响程度分级为严重。

2）现状影响较轻（III）区

影响较轻区（III）分布于评估区的其它地段，面积 1.1965km²，占评估区面积的 74.84%；该区矿山地质环境条件中等，未发现的地质灾害，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；矿山开采现状对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏影响较轻；对水土环境的污染较轻；矿山地质环境影响程度分级为较轻。

矿山地质环境影响现状分区情况详见表 3-24。

表 3-24 矿山地质环境影响现状评估分区表

区域范围	矿山地质环境现状评估				影响程度分级	分区域别	分区面积 (km ²)	占评估区的百分率 (%)
	地质灾害影响	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				
露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路及其周边影响范围	较轻	较轻	严重	较轻	严重	严重区（I）	0.4022	25.16
评估区的其它地段	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻区（III）	1.1965	74.84

（二）矿山地质环境预测分区

1、矿山地质环境影响程度预测评估结果

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）》附录 C 中矿山地质环境影响程度分级表，预测评估结果如下：

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能的地质灾害有：崩塌、滑坡和泥石流等，其中：预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重。预测矿山开采对评估区含水层影响程度分级为较轻；预测矿山开采对地形地貌景观影响程度严重；预测矿山开采对水土环境的污染程度为较轻。综合预测矿山地质环境影响程度为严重。

2、矿山地质环境影响预测分区

（1）预测分区结果

依据矿山地质环境预测评估结果，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《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录C（即表 3-4）矿山地址环境影响程度分级表之要求，基本评估要素包括：地质灾害危险性大小、含水层、地形地貌景观和水土环境受到破坏的程度等。

根据根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录C（表3-4），对矿山地质环境影响预测评估分为两个区，矿山地质环境影响严重区（I）和较轻区（III）。严重区（I）面积0.4623km²，占评估区面积的28.92%，主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围；较轻区（III）面积1.1364km²，占评估区面积的71.08%评估区的其他地段。见表 3-26 及预测评估图（附图 3）。

（2）预测分区评述

1) 预测影响严重（I）区

影响严重区（I）主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围，面积 0.4623km²，占评估区面积的 28.92%；该区矿山地质环境条件复杂，预测的地质灾害主要有崩塌、滑坡、泥石流，预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重；预测对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏严重；对水土环境的污染程度较轻；对矿山地质环境影响程度分级为严重。

综合分析，预测矿山地质环境影响程度分级为严重。

2) 预测影响较轻（III）区

影响较轻区（III）位于评估区的其它地段，面积 1.1364km²，占评估区面积的 71.08%；预测崩塌、滑坡、泥石流潜在的危害程度较轻，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻；预测矿山建设及开采对评估区含水层影响与破坏程度较轻；对地形地貌景观影响与破坏程度较轻；对矿山开采对水土环境影响与破坏程度较轻。

综合分析，预测矿山地质环境影响程度分级为较轻。

矿山地质环境影响预测评估分区情况详见表 3-25。

表 3-25 矿山地质环境影响预测评估分区表

区域范围	矿山地质环境预测评估				影响程度分级	分区级别	分区面积 (km ²)	占评估区的百分率 (%)
	地质灾害影响	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				
露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围	较严重	较轻	严重	较轻	严重	严重区 (I)	0.4623	28.92
评估区的其它地段	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻区 (III)	1.1364	71.08

(三) 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

(1) 分区原则

1) 分区依据

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

其中地质环境问题包括已发和预测的类型、稳定状态及治理难易程度等要素，地质环境问题危害程度包括损失程度及社会影响等要素。据综合分析结果按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》表 F（即表 3-26）要求完成矿山地质环境保护与恢复治理分区。根据区内地质环境问题类型的差异，进一步分为亚区。

表 3-26 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重点防治区	严重	严重
次重点防治区	较严重	较严重
一般防治区	较轻	较轻
备注：现状评估与预测评估结果不一致的按照就高不就低原则进行分区。		

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018.1）

2) 分区原则

①主导因素原则

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

②因地制宜的原则

根据当地的自然条件、区位和破坏状况等因地制宜确定其适宜性，不能强求一致。

③遵守规范的原则

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》表 F（即表 3-27）为指导，以矿山地质环境影响程度分级为基础进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

（2）分区方法

1) 分区方法

①分区因素

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

②分区级别

根据上述分区因素，矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为重点防治区、次重点防治区及一般防治区三个级别。

2、分区结果

根据矿山地质环境保护与恢复治理分区表（表 3-24），结合矿山地质环境问题现状及预测评估结果进行矿山地质环境保护与恢复治理分区，将评估区划分为重点防治区（A 区）和一般防治区（C 区）二个区（表 3-25），重点防治区（A 区）主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围，面积 0.4623km²，占评估区面积的 28.92%；一般防治区（C 区）主要分布于评估区的其它地段，面积 1.1364km²，占评估区面积的 71.08%。详见表 3-28。

3、分区评述

（1）重点防治区（A 区）

A 区分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围，面积约 0.4623km²，占评估区面积的 28.92%。区内地貌单元属丘陵，地形起伏较大，地形地貌条件中等；区内断裂构造一般，地质构造条件简单；矿床开采的水文地质条件简单；该矿床属花岗岩体矿床，花岗岩矿体呈岩体状赋存于燕山期花岗岩中，矿床工程地质条件中等；区内存在的地质环境问题的类型较多，主要是对含水层、地形地貌景观、土地资源的影响与破坏，地质灾害现状弱发育。预测潜在的地质环境问题为严重；地质环境条件复杂程度为复杂。

1) 地质环境现状影响程度

1、区内未发生明显的地质灾害，区内现状地质环境问题不明显，地质灾害现状弱发育，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

2、区内采矿活动对含水层(主要为地表水地下水水质变化)影响程度为较轻；地形地貌景观影响程度严重，对水土环境污染程度较轻。

2) 预测地质环境影响程度

1、预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有：崩塌、滑坡和泥石流等，预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重。

2、预测采矿活动对含水层（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；对水土环境影响程度较轻。

3、对含水层水质变化可能造成的环境水污染等矿山地质环境问题使用定点定期取样等监测措施进行监测。

4、对可能造成的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害进行监测措施，修建拦碴坝对泥石流进行防治。

5、对水土环境污染，可采用修筑排水沟、引流渠、防渗漏处理、定期取水样土样化验等措施，防止或减少水土环境的污染。

6、对地形地貌景观破坏和土地破坏，采用土地复垦工程措施、植树和植草等生物措施进行恢复。

(2) 一般防治区（C 区）

C 区为重点防治区（A 区）以外其它区域，位于上述其他地段的非开采区，

面积约 1.1364km²，占评估区 71.08%，详见表 3-28。

区内地貌单元属丘陵，地形起伏较大，地形地貌条件中等；区内未见断裂构造一般，地质构造条件中等；矿体位于侵蚀基准面之上，矿床开采的水文地质条件简单；预测潜在的地质环境问题较轻；地质环境条件复杂程度为中等。

1) 地质环境现状影响程度

区内未发生明显的地质灾害，区内现状地质环境问题不明显，地质灾害现状弱发育，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

2) 预测地质环境影响程度

1、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；预测其潜在危害程度较轻，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

2、预测采矿活动对含水层(地表水地下水水质变化)、地形地貌和水土环境的影响程度均为较轻。

3、对含水层水质变化可能造成的环境水污染等矿山地质环境问题使用定点定期取样等监测措施进行监测。

4、对可能造成的崩塌、泥石流等地质灾害进行监测措施，修建拦碴坝对泥石流进行防治。

5、对水土环境污染，采用定期取水样、土样化验等措施，预防水土环境的污染。

6、对地形地貌景观破坏和土地破坏，采用土地复垦工程措施、植树和植草等生物措施进行恢复。

矿山地质环境保护与恢复治理分区具体情况详见表 3-27。

表 3-27 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	分布位置及面积			地质环境条件	现状评估						预测评估						防治措施		
	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	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区)	露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围	0.4623	28.92	复杂	较轻	较轻	严重	较轻	较严重	严重	较严重	较轻	严重	较轻	严重	严重	工程措施、生物措施、监测措施	保护、恢复治理、土地复垦	14 年
一般防治区(C区)	评估区的其它地段	1.1364	71.08	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	监测措施生物措施	保护、恢复治理	14 年

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，在生产建设过程中损毁土地面积为 32.1348hm²。矿山复垦责任范围为 32.1348hm²，划分为七个复垦单元，其中露天采场面积 18.1465hm²、工业场地面积 1.5568hm²、办公生活区面积 1.6128hm²、矿区道路 1.4867hm²、临时堆场 1 面积 4.5696hm²、临时堆场 2 面积 3.6095hm²、排土场面积 1.1529hm²。

表 3-28 矿山复垦单元与复垦责任范围

复垦责任范围	复垦单元	土地损毁面积 hm ²	现状用地类型	土地损毁程度	土地损毁方式
复垦责任范围	露天采场	18.1465	有林地（031） 采矿用地（204） 乔木林地（0301） 灌木林地（0305） 采矿用地（0602）	重度	挖损、压占
	工业场地	1.5568	有林地（031） 采矿用地（204）	重度	挖损、压占
	办公生活区	1.6128	有林地（031） 坑塘水面（114） 村庄（203） 采矿用地（204）	中度	挖损、压占
	矿区道路	1.4867	有林地（031）	中度	挖损、压占
	临时堆场 1	4.5696	水田（011） 果园（021） 有林地（031） 坑塘水面（114） 采矿用地（204）	中度	挖损、压占
	临时堆场 2	3.6095	果园（021） 有林地（031） 采矿用地（204）	中度	挖损、压占
	排土场	1.1529	乔木林地（0301）	中度	挖损、压占

三、土地类型与权属

1、矿区范围土地利用类型

根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场矿区范围土地利用现状图（2021 年度数据），矿区面积 0.1678km²，即 16.7809hm²，占用土地类型为乔木林地（4.2626hm²）、灌木林地（0.5616hm²）、采矿用地（11.9567hm²），未占用基本农田。

矿区土地利用现状统计结果如表 3-29 所示。

表 3-29 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	4.2626	25.40
		0305	灌木林地	0.5616	3.35
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	11.9567	71.25
总计				16.7809	100.00

2、损毁土地利用类型

矿山生产建设损毁破坏土地总面积为 32.1348hm²。现状已损毁土地 25.5238hm²，根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用现状图（2018 年度数据），土地利用类型包括水田（011）1.1234hm²、果园（021）2.7972hm²、有林地（031）13.5364hm²、坑塘水面（114）0.7480hm²、村庄（203）0.0605hm²、采矿用地（204）7.2583hm²。预测拟损毁土地 6.6110hm²，根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利用现状图（2020 年度数据），土地利用类型包括乔木林地（0301）5.4412hm²、灌木林地（0305）0.9364hm²、采矿用地（0602）0.2334hm²。

本项目土地利用现状统计见表 3-30。

表 3-30 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
01	耕地	011	水田	1.1234	3.50
02	园地	021	果园	2.7972	8.70
03	林地	031	有林地	13.5364	42.12
		0301	乔木林地	5.4412	16.93
		0305	灌木林地	0.9364	2.91
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.2334	0.73
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	0.7480	2.33
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	0.0605	0.19
		204	采矿用地	7.2583	22.59
总计				32.1348	100.00

3、土地权属情况

项目区损毁土地面积为 32.1348hm²，项目区属于梅县区南口镇竹香村管辖，土地权属竹香村村集体所有，梅州市虎坑矿业有限公司以土地租赁方式获得土地使用权，权属清楚，无争议。

矿区土地利用权属表见表 3-31。

表 3-31 矿区土地现状利用权属表 单位：hm²

权属		地类								
		01 耕地	02 园地	03 林地			06 工矿仓储用地	11 水域及水利设施用地	20 城镇村及工矿用地	
		011	021	031	0301	0305	0602	1104	203	204
		水田	果园	有林地	乔木林地	灌木林地	采矿用地	坑塘水面	村庄	采矿用地
梅州市	南口镇竹香村	1.1234	2.7972	13.5364	5.4412	0.9364	0.2334	0.7480	0.0605	7.2583
合计		1.1234	2.7972	13.5364	5.4412	0.9364	0.2334	0.7480	0.0605	7.2583

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

第一节 矿山地质环境治理可行性分析

矿山地质环境保护与恢复治理的基本原则是“谁破坏，谁治理”，“预防为主，防治结合，科学治理”。预防为主就是以保护为主，以不破坏、少破坏为主，最大限度降低其破坏程度。防治结合就是对不可避免的破坏，要边开发、边治理、边恢复。科学治理就是以地质环境保护与恢复治理的基本目标为依托，因地制宜的恢复或再造符合环境友好和社会和谐的地质环境。

根据上述基本原则对矿山地质环境治理进行技术、经济可行性分析和生态环境协调性分析。

一、技术可行性分析

（一）矿山地质环境治理恢复可行性分析

根据本次现场调查、开发利用方案及收集的资料，矿山的主要地质环境问题是矿山开采可能引发的地质灾害影响、矿山开采对含水层的破坏与影响、对地形地貌景观的破坏与影响及对水土环境的破坏与影响。

1、矿山地质灾害恢复治理可行性分析

（1）恢复治理的必要性

评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，地质灾害现状弱发育，现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

根据矿山开采现状及随着矿山的不断开采预测，采矿活动可能引发、加剧及遭受的地质灾害主要有崩塌、滑坡及泥石流，预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重；因此矿山有必要对可能产生地质灾害的区域进行恢复治理，防治地质灾害的发生造成不必要的经济损失和人员伤亡，防治给矿区附近居民带来恐惧心理和不安全感，防治给当地人民政府及相关单位造成了极大的社会压力和社会影响。

综上所述，为了确保矿区及附近居民的生命财产安全，避免地质灾害的发生所造成的经济损失，对矿山有可能发生地质灾害的区域进行工程治理是十分紧迫和必要的。

（2）恢复治理措施

由于通过预测分析，预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重；恢复治理措施主要是针对矿区内可能发生崩塌、滑坡的边坡，可能发生泥石流的区域进行定期监测，及时处理险情即可。

（3）恢复治理的可行性

由于恢复治理措施简单，都属于常规措施，主要以监测措施为主，施工简单，可操作性强，不会对矿山开采产生影响，在技术施工上具有可行性；投资规模较小，见效快，在经济上具有可行性。

2、含水层破坏影响可行性分析

（1）恢复治理的必要性

矿山开采对含水层的破坏与影响主要为地下水资源枯竭、地表水漏失、区域地下水均衡破坏及含水层结构改变。含水层的破坏与影响对周边居民影响较小。地下水资源枯竭、地表水漏失会严重影响周边居民耕种作业；水质污染会严重影响周边居民身体健康，制约周边畜牧业的发展；区域地下水均衡破坏、含水层结构破坏会导致周边水生态环境失衡，引发地质灾害等。

因此，对含水层破坏进行防治是很有必要的。

（2）恢复治理措施

含水层顶底板结构破坏的治理可采取修筑排水沟、引流渠、防渗漏处理等措施，防止或减少地下水污染，并对矿坑水进行统一排放，监测（主要监测地下水位下降情况、水质水量变化情况）检验合格后排放。

（3）恢复治理的可行性

修筑排水沟、水质监测检验均属于矿山开采常规措施，施工简单，可操作性强，不会对矿山开采产生影响，在技术施工上具有可行性；投资规模较小，见效快，在经济上具有可行性。

3、地形地貌景观破坏恢复治理可行性分析

（1）恢复治理的必要性

矿山地形地貌景观破坏和土地资源破坏是矿山地质环境问题中最为突出的问题之一，露天采场、排土场、工业场地、办公生活区等都对地形地貌景观造成一定程度的破坏。矿山的长期开采过程中，会导致矿区土地不同程度的破坏，土

地破坏性质主要有：挖损、压占。

通过采取预防和控制措施，减少土地破坏面积，使开发建设和生产过程中损坏的土地和植被得到有效的恢复，水土保持作用明显，防止土地质量的进一步退化，对恢复和改善生态环境、发展循环经济、推进社会主义新农村建设、建设节约型社会，对地方经济的可持续发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。因此，对矿山地形地貌景观破坏和水土环境的污染进行防治是很有必要的。

（2）恢复治理措施

矿区地形地貌为丘陵，地形地貌景观破坏治理可根据情况，采用进行整平、覆土、植树、种草、造景等工程措施进行生态重建。用土地复垦的方法恢复土地资源。恢复治理措施及工作量详见土地复垦的章节。

（3）恢复治理的可行性

土地复垦及恢复治理措施工程量小，施工简单，可操作性强，在技术上和经济上均可行。

4、水土环境的污染恢复治理可行性分析

（1）恢复治理的必要性

矿山开采对水土环境的污染主要为水环境污染、土环境污染。水环境污染、土环境污染均会严重影响周边居民耕种作业及周边居民身体健康，制约周边畜牧业的发展。

因此，对水土环境污染进行防治是很有必要的。

（2）恢复治理措施

对水环境污染的治理可采取监测（主要监测地下水位下降情况、水质水量变化情况）检验合格后排放；对土壤污染的治理可采取整平、覆土、植树、种草、造景等工程措施进行生态重建，定期对土质进行抽样化验。

（3）恢复治理的可行性

土地复垦、水质土壤监测检验、均属于矿山开采常规措施，施工简单，可操作性强，不会对矿山开采产生影响，在技术施工上具有可行性；投资规模较小，见效快，在经济上具有可行性。

二、经济可行性分析

矿山地质灾害恢复治理、含水层破坏恢复治理、地形地貌景观破坏和水土环

境污染恢复治理工程中一部分工程量费用已经计入矿山开采建设费用中，真正用于恢复治理的费用总体占比较小，经济上是可行的。

三、生态环境协调性分析

（一）生态环境影响分析

1、土地破坏和水土流失

矿山生产活动中将挖损和压占一定量的土地，破坏原有的植被覆盖，使地表裸露，受风力、水力的侵蚀加剧，易发生水土流失。

2、废水污染

矿山在开采过程中会产生一定的废水，如生活污水及工业废水等，都可能造成矿区及周边的废水污染。矿山废水排放如处理不当会严重污染矿区及周边的生态环境，危害人体健康。未经达标处理就任意排放，甚至直接排入地表水体中，会使土壤或地表水体受到污染。此外，由于排出的废水会渗入地下，也会使地下水受到污染。

3、固体废弃物污染

本矿山开采的花岗岩，只要分级开采即可满足生产要求，无需选矿，不设置尾矿库。但开采过程中部分表土需剥离，应设置临时排土场，表土统一外运至矿区外东南侧山谷窝处的临时排土场。故矿山无固体废弃物的堆存，对土环境的污染较轻。

4、诱发地质灾害

矿山开采过程中预防措施不当可能诱发多种地质灾害。地面及边坡开挖影响山体、斜坡稳定，导致岩（土）体变形，可能诱发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

5、对土壤和地下水的影响

本矿的土地损毁类型主要为土地挖损和土地压占，挖损区位于露天采场、矿区道路，其表层土全部损毁，有生产能力的富含腐殖质土被挖走，损毁严重；压占区位于工业场地区、办公生活区和临时排土场，土壤承受重力，有些区域会进行工程密实，很大程度损毁了土壤的结构、通气性和含水性，对土壤的理化性质有不利影响，不利于重新栽培其他植被。

矿山采用山坡型露天开采，矿区地下水含水层富水性弱，采坑无涌水，矿山

开采对当地地下含水层的影响较轻。

6、对溪流的影响

区内无大的地表水体，沟流亦不发育，沟谷仅在雨后形成暂时性水流。矿区西部小河自北往南流向。生产施工期间如防护不当、不及时，将不可避免有泥沙和废水排入小河，导致小河含沙量的增加，水质受污染。

7、对生物的影响

生物多样性损失：植被清除、工业、三废排放，土壤退化与污染水土流失，破坏了矿区生物多样性，影响了动植物生存，而生物多样性丧失后，虽然某些耐性物种能在矿地实现植物的自然定居，但由于矿山破坏土地土层薄、土质差、肥力薄，微生物活性差，受损生态系统的自然恢复是非常缓慢而困难的，特别是土壤的恢复，通常需要很多年才能恢复。

（二）生态环境影响协调性分析

采用对地质灾害防治措施，对已发或预测地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染进行预防治理。有效控制因采矿活动造成的水土环境污染、地形地貌景观破坏、含水层的破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，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。使矿山建设与生态环境协调有序的发展。

第二节 矿区土地复垦可行性分析

一、复垦区土地利用现状

（一）土地利用类型

矿山生产建设损毁破坏土地总面积为 32.1348hm²。现状已损毁土地 25.5238hm²，根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用现状图（2018 年度数据），土地利用类型包括水田（011）1.1234hm²、果园（021）2.7972hm²、有林地（031）13.5364hm²、坑塘水面（114）0.7480hm²、村庄（203）0.0605hm²、采矿用地（204）7.2583hm²。预测拟损毁土地 6.6110hm²，根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利用现状图（2020 年度数据），土地利用类型包括乔木林地（0301）5.4412hm²、灌木林地（0305）0.9364hm²、

采矿用地（0602）0.2334hm²。具体情况详见表 4-1。

表 4-1 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
01	耕地	011	水田	1.1234	3.50
02	园地	021	果园	2.7972	8.70
03	林地	031	有林地	13.5364	42.12
		0301	乔木林地	5.4412	16.93
		0305	灌木林地	0.9364	2.91
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.2334	0.73
11	水域及水利设施 用地	114	坑塘水面	0.7480	2.33
20	城镇村及工矿用 地	203	村庄	0.0605	0.19
		204	采矿用地	7.2583	22.59
总计				32.1348	100.00

（二）土地权属状况

项目区损毁土地面积为 32.1348hm²，项目区属于梅县区南口镇竹香村管辖，土地权属竹香村村集体所有，梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场以土地租赁方式获得土地使用权，权属清楚，无争议。

矿区土地利用权属表见表 4-2。

表 4-2 矿区土地现状利用权属表

单位：hm²

权属		地类									
		01 耕地	02 园地	03 林地			06 工矿仓储用地	11 水域及水利设施用地	20 城镇村及工矿用地		合计
011	021	031	0301	0305	0602	1104	203	204			
水田	果园	有林地	乔木林地	灌木林地	采矿用地	坑塘水面	村庄	采矿用地			
梅州市	南口镇竹香村	1.1234	2.7972	13.5364	5.4412	0.9364	0.2334	0.7480	0.0605	7.2583	32.1348
合计		1.1234	2.7972	13.5364	5.4412	0.9364	0.2334	0.7480	0.0605	7.2583	32.1348

二、土地复垦适宜性评价

1、适宜性评价概述

土地适宜性是指挖损地、占压地等在其所处的气候、水文、土壤、地形地貌、区位、社会经济水平等特性下，满足农、林、牧、渔、城镇居民点及工矿道路建设、景观修养等的程度。

土地适宜性评价是对土地特定用途的适宜程度的评价，是通过对土地的自然、经济属性的综合描述，阐明土地属性所具有的生产潜力以及对耕地和林地等不同用途的适宜性和适宜程度差异的评定。通过评价可以为土地利用现状分析、土地利用潜力分析、土地利用结构和布局调整、土地利用分区、规划及土地开发提供科学依据，为充分、合理利用土地资源提供科学依据。

对复垦土地进行适宜性评价，目的是通过评价来确定复垦后的土地用途，以便合理安排土地复垦的工程措施和生物措施。因此，土地适宜性评价是对土地复垦、开发利用的方向进行决策及对其改良途径进行选择的基础。

2、适宜性评价原则

（1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

恢复遭破坏土地资源的生态环境，需要符合《梅州市梅县区土地利用总体规划》，同时与项目所在地的土地利用规划相协调。

（2）因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据被评价土地的区域性和差异性等具体条件确定其利用方向。

（3）土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

针对不同区域的土地生态适宜性及不同项目对土地的破坏程度，确定不同地块的土地复垦方向。对各破坏地块采取最合理的复垦方式，努力使综合效益达到最佳。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究矿区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条件、种植习惯等社会因素的基础上，同时根据土地破坏的类型、程度等，找出主导性限制因素，综合平衡后再确定待恢复土地的科学、合理的开发利用方向。

（5）复垦后土地可持续利用原则

把注重保护和加强环境系统的生产和更新能力放在首位。确保复垦后土地可持续利用。

(6) 经济可行、技术合理性原则

在评价过程中,应根据不同地块的实际情况,确定各项合理的工程措施,以便复垦地块能达到预期的治理目的。在工程措施的设计中,应充分兼顾考虑企业经济承受和资金的落实能力。

(7) 社会因素和经济因素相结合原则

通过方案需要投入资源的大小进行比较,从土地整体效益出发,结合被破坏土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案。

3、适宜性评价依据

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

参考的法规与标准:

- (1)《中华人民共和国环境保护法》(2015.1.1) 施行
- (2)《中华人民共和国水土保持法》(2011.3)
- (3)《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031)
- (4)《土地利用现状分类》(GB/T2010-2017)
- (5)《土地复垦条例》(2011.3.5)
- (6)《中华人民共和国土地管理法》(2020.1.1)
- (7)《土地复垦技术标准》
- (8)《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013) 施行

4、适宜性评价

根据矿山损毁土地现状调查和拟损毁土地分析,矿山损毁土地总面积为32.1348hm²,土地复垦责任范围为32.1348hm²,复垦率为100%。

1、评价单元划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元,是评价的具体对象,同一评价单元类型内的土地特征、复垦利用方向和改良途径应基本一致。土地对农林牧业得用类型的适宜性和适宜程度及地域分布状况,都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下,根据评价区的具体情况来决定。

考虑到矿区损毁土地的区域相对独立,土地评价单元的划分与损毁土地单元基本一致,划分为露天采场、办公生活区、工业场地、矿区道路、临时堆场 1、

临时堆场 2、排土场等七个单元，详见表 4-3。

表 4-3 适宜性评价单元划分结果统计表

评价单元	损毁土地面积(hm ²)	损毁土地类型	损毁程度	土地利用现状	土地复垦方向
露天采场	18.1465	挖损、压占	重度	有林地(031) 采矿用地(204) 乔木林地(0301) 灌木林地(0305) 采矿用地(0602)	林业用地 工矿用地
工业场地	1.5568	挖损、压占	重度	有林地(031) 采矿用地(204)	林业用地 工矿用地
办公生活区	1.6128	挖损、压占	中度	有林地(031) 坑塘水面(114) 村庄(203) 采矿用地(204)	林业用地 工矿用地
矿区道路	1.4867	挖损、压占	中度	有林地(031)	林业用地
临时堆场 1	4.5696	挖损、压占	中度	水田(011) 果园(021) 有林地(031) 坑塘水面(114) 采矿用地(204)	一般农用地 林业用地 工矿用地
临时堆场 2	3.6095	挖损、压占	中度	果园(021) 有林地(031) 采矿用地(204)	林业用地 工矿用地
排土场	1.1529	挖损、压占	中度	乔木林地(0301)	林业用地
合计	32.1348	挖损、压占	中度~ 重度	/	/

2、参评因素选择

参评因素应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。矿区其土地利用受到土地利用共性因素（损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土壤厚度等）的影响。根据土地复垦经验，共选出 5 项参评因子，分别为：损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土壤厚度。

3、评价指标与分级标准

评价方法采用定量法中的土地综合指数法，土地综合指数法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，对应等级分别为 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，称为土地综合质量指数，其计算模型为：

$$Gi = \sum_{j=0}^n P_{ij} X_{ij} (j = 1, 2, \dots, n)$$

式中：Gi-i 地块综合质量指数，Pij-i 块 j 评价因子的权重，Xij-i 块 j 评价因子的等级分，i-地块的图斑号。

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、宜林、宜草进行。宜耕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、有效土层厚度 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：

4.4 宜耕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（Ⅴ）	等级分
损毁程度	0.25	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100		
坡度（°）	0.3	0~2	400	2~6	300	6~15	200	15~25	100	≥25	0
耕作半径	0.15	<1km	400	1- < 3km	300	3- < 5km	200	≥5km	100		
排灌水条件	0.1	好	400	较好	300	一般	200	差	100	内涝	0
有效土层厚度 cm	0.2	≥60	400	≥40	300	≥30	200	≥15	100	≤15	0

4.5 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	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.3	<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

4-6 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	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.25	<15	300	10~≤35	200	>35	100
排水条件	0.2	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 cm	0.25	≥30	300	10~<30	200	<10	100

4-7 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	-

4、评价结果

矿区生产建设过程中被破坏土地经过平整和土壤改良，将具有一定的生产力，但由于复垦年限不同，适宜性也不同。通过将评价单元土地质量状况（表 4-8）的土地适宜性主要限制因素的评价等级标准进行逐项比配，得出矿区复垦土地适宜性评价结果（表 4-11），根据土地适宜性主要限制因素的农业、林业、牧业等级标准适宜性评价。

综上所述，项目区损毁土地共计 32.1348hm²，土地复垦责任范围为 32.1348hm²，结合土地利用规划图及适宜性评价，将露天采场复垦方向为林业用地和工矿用地，工业场地复垦方向为林业用地和工矿用地，办公生活区复垦方向为林业用地和工矿用地，矿区道路复垦方向为林业用地，临时堆场 1 复垦方向为一般农用地、林业用地和工矿用地，临时堆场 2 复垦方向为林业用地和工矿用地，排土场复垦方向为林业用地。

表 4-8 矿区土地评价单元的土地质量状况

指标体系	土地复垦分区						
	露天采场	工业场地	办公生活区	矿区道路	临时堆场 1	临时堆场 2	排土场
损毁程度	重度	重度	中度	中度	中度	中度	中度
坡度	45° ~ 75°	45°~75°	3°~5°	3°~5°	35°~38°	35°~38°	35°~38°
耕作半径	≥5km	≥5km	≥5km	≥5km	<1km	≥5km	≥5km
灌排水条件	一般	一般	一般	一般	较好	一般	一般
有效土层厚度	0cm	0cm	0cm	0cm	50cm	0cm	50cm

表 4-9 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积		增减
				(hm ²)		
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
01	耕地	011	水田	1.1234	1.1234	0
02	园地	021	果园	2.7972	2.7972	0
03	林地	031	有林地	13.5364	13.5364	0
		0301	乔木林地	5.4412	5.4412	0
		0305	灌木林地	0.9364	0.9364	0
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.2334	0.2334	0
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	0.7480	0.7480	0
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	0.0605	0.0605	0
		204	采矿用地	7.2583	7.2583	0

表 4-10 矿区土地复垦适宜性评价得分表

评价 单元 指标 体系	适宜性评价																				
	露天采场			工业场地			办公生活区			矿区道路			临时排土场 1			临时排土场 2			排土场		
	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草
损毁程度	25分	30分	30分	25分	30分	30分	50分	60分	60分	50分	60分	60分	50分	60分	60分	50分	60分	60分	50分	60分	60分
坡度	0分	30分	25分	0分	30分	25分	90分	90分	75分	90分	90分	75分	0分	30分	25分	0分	30分	25分	0分	30分	25分
耕作半径	15分	-	-	15分	-	-	15分	-	-	15分	-	-	60分	-	-	15分	-	-	15分	-	-
灌排水条件	20分	30分	40分	20分	30分	40分	20分	30分	40分	20分	30分	40分	30分	45分	60分	20分	30分	40分	20分	30分	40分
有效土层厚度	0分	25分	25分	0分	25分	25分	0分	25分	25分	0分	25分	25分	60分	75分	75分	0分	25分	25分	0分	25分	25分
总分	60分	115分	120分	60分	115分	120分	175分	205分	200分	175分	205分	200分	200分	210分	220分	85分	145分	150分	85分	145分	150分
综上所述	不适宜	基本适宜	基本适宜	不适宜	基本适宜	基本适宜	不适宜	适宜	适宜	不适宜	适宜	适宜	基本适宜	适宜	适宜	不适宜	基本适宜	基本适宜	不适宜	基本适宜	基本适宜
复垦方向	林业用地 工矿用地			林业用地 工矿用地			林业用地 工矿用地			林业用地			一般农用地 林业用地 工矿用地			林业用地 工矿用地			林业用地		

表 4-11 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	复垦面积 hm^2	土地利用现状	复垦方向
露天采场	18.1465	有林地 (031) 采矿用地 (204) 乔木林地 (0301) 灌木林地 (0305) 采矿用地 (0602)	林业用地 工矿用地
工业场地	1.5568	有林地 (031) 采矿用地 (204)	林业用地 工矿用地
办公生活区	1.6128	有林地 (031) 坑塘水面 (114) 村庄 (203) 采矿用地 (204)	林业用地 工矿用地
矿区道路	1.4867	有林地 (031)	林业用地
临时堆场 1	4.5696	水田 (011) 果园 (021) 有林地 (031) 坑塘水面 (114) 采矿用地 (204)	一般农用地 林业用地 工矿用地
临时堆场 2	3.6095	果园 (021) 有林地 (031) 采矿用地 (204)	林业用地 工矿用地
排土场	1.1529	乔木林地 (0301)	林业用地

三、水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

根据矿区复垦责任范围划分为七个复垦区，分别为露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、临时堆场 1、临时堆场 2、排土场，复垦后的利用方向为一般农用地、林业用地和工矿用地。

项目区复垦为林地区域部分，主要在复绿前期需水较大，植树前期可从高位水池（由矿区排水沟下游沉淀池储水）或水沟抽水灌溉。植树一般在雨季进行，植物灌溉日需水量估算每株约需 1.0kg，按种植密度 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ （即 1600 株/ hm^2 ）计算，每 hm^2 植株约需水 1600kg/日，按照复垦工作计划安排，复垦工作是逐年进行的，露天采场复垦林地的面积约 16.8072 hm^2 左右，植物灌溉最大日需水量约为 $1600\text{kg}/\text{hm}^2 \times 13.0079\text{hm}^2 = 20812.64\text{kg}$ ，即每日约 21 m^3 左右，高位水池可一次性储水 200 m^3 左右（高位水池为矿山基建期间在采场边缘高处修建的用于生产、生活、消防等用途的储水池），复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉，能满足前期抽水灌溉用水，待植物生长稳定后依靠降雨已足够，

水资源可满足灌溉要求。

2、土资源平衡分析

土源平衡分析主要是指对用于复垦的表土的供需分析。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，是土地第一生产力的重要基础，能使矿区复垦具有重大的灵活性。土源平衡分析包括表土剥离量计算、表土覆盖量计算、表土供需平衡计算。

(1) 表土剥离量计算

本矿山剥离量约 96.13 万 m^3 ，其中残坡积物 18.03 万 m^3 ；全风化花岗岩 52.30 万 m^3 ；中风化花岗岩 25.80 万 m^3 。其中，剥离表土体积约为 18.03 万 m^3 全部堆存于排土场内，剥离的风化带用于选制砂综合利用。

为了后期矿山复垦储备足够的腐殖质层，设计将拟损毁区域剥离 0.5m 的腐质表土层储备于临时排土场 2。后续开采拟损毁面积约 6.6110 hm^2 ，按厚度 0.5m 计算，剥离腐殖质层约 3.31 万 m^3 。

预估本矿山复垦供土量约 18.03 万 m^3 （其中含剥离腐殖质层约 3.31 万 m^3 可优先作为复垦使用）。

(2) 需土量计算

矿山土地复垦责任区拟复垦为林地。闭坑后需对复垦区域进行覆土，作为植物生长的有效土层，需土量约 8.68 万 m^3 ，覆土来源来自排土场和临时堆场 2 的剥离表土。

表 4-12 表土回填工程量表

复垦单元	面积(hm^2)	回填厚度 (m)	回填表土量(万 m^3)
露天采场（台阶平台）	4.5570	0.5	2.28
露天采场（底场）	8.0496	0.5	4.02
工业场地	1.5568	0.5	0.78
办公生活区	1.1335	0.5	0.57
临时堆场 1	2.0632	0.5	1.03
合计	17.3601	0.5	8.68

(3) 土源供需平衡计算

根据以上需土量和可供土量的计算，对其进行比较：需土量（8.68 m^3 ）<供土量（18.03 万 m^3 ），通过以上分析，矿区供土量能满足矿山复垦用土。

四、土地复垦质量要求

1、复垦标准通则

(1) 待复垦场地及边坡稳定性可靠，原有工程设施（坝、堤、堰等）稳定（含地震下）。

(2) 用作复垦场地的覆盖材料，不应含有有毒成分。如复垦场地含有有毒成分时，应先处置去除。视其废弃物性质、场地条件、必要时设置隔离层后再行覆盖。充分利用从废弃地收集的表土作为顶部覆盖层。

(3) 覆盖后的复垦场地规范、平整。覆盖层容重等满足复垦利用要求。

(4) 复垦场地有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求。

(5) 复垦场地有控制水土流失的措施，边坡宜植被保护。

(6) 复垦场地有控制污染措施，包括空气、地表水、地下水等。

(7) 复垦场地道路、交通干线布置合理。

2、土地复垦质量控制标准

根据拟破坏土地类型及适宜性评价分析结果，本项目土地复垦方向为一般农用地、林业用地和工矿用地。为达到林木生长的条件，本项目土地复垦质量标准参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）中的附录 D.4 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准（表 D.4）中的耕地、园地、林地复垦质量控制标准：

表 4-13 东南沿海山地丘陵区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
耕地	水田	地形	地面坡度/ (°)	≤15
			平整度	田面高差±3cm 之内
		土壤质量	有效土层厚度/cm	≥40
			土壤容重/ (g/cm ³)	≤1.4
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤5
			pH 值	6~8.0
			有机质/%	≥1.5
			电导率/ (dS/m)	≤2
		配套设施	灌溉	达到当地本行业工程建设 标准要求
			排水	
			道路	
			林网	
		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
园地	果园	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	达到当地本行业工程建设 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	达到当地本行业工程建设 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/T1607) 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

第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防

一、矿山地质灾害预防措施

1、基本要求

制定矿山地质环境保护与恢复治理措施应遵循以下基本原则；

- (1) 预防为主，防治结合的原则；
- (2) 开发中像保护，在保中开发的原统部，边开采，边治理的原则；
- (3) 统筹部署，边开采、边治理原则；
- (4) 依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山。

2、基本规定

(1) 矿山地质环境防治工程应与《开发利用方案》及相应的《水土保持方案》紧密衔接。

(2) 矿山地质环境防治工程的主要对象是矿山建设及采矿活动造成的矿山地质灾害和含水层破坏、地形地貌景观破坏及土地资源的影响和破坏等矿山环境地质问题。

(3) 矿山地质环境防治工程的主要任务是坚持“以人为本”，消除和防治危及人民生命财产安全的矿山地质灾害，恢复矿山建设及采矿活动过程中受到破坏的地质环境。

(4) 矿山地质环境防治工程的地域范围，不仅限于矿山开采区，还应包括受矿业活动影响的地区。

(5) 矿山地质环境防治工程包括矿山地质环境保护措施、矿山地质环境恢复治理工程和矿山地质环境监测工程。通过监测和科学的工程技术治理措施，使矿山地质环境达到与周围环境相适宜，与城市建设、生态建设、土地利用、旅游发展规划相吻合。

(6) 采用植被或造林护坡法恢复治理矿山地质环境时，对非矿山本土植被或树种应通过试验确定其适用性。

二、矿山地质环境保护

1、保护原则

(1) 矿业开发应贯彻矿产资源开发与环境保护并重，以防为主，保护优先的原则。

(2) 严格控制矿产资源开发对矿山环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿山开发引发的矿地质环境问题。

(3) 矿产资源的开发应推行循环经济的“污染物减量、资源再利用和循环利用”的技术原则。

2、保护对象

(1) 矿山影响范围内的水资源、地形地貌景观、地质遗迹资源以及土地资源等。

(2) 矿业活动引发的崩塌、滑坡等地质灾害危害的对象。

3、预防措施

(1) 崩塌\滑坡、泥石流的预防措施

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；做好预警防范措施；

2) 对露天采场及临时排土场边坡，尤其是露天采场北侧边坡，可采取降低台阶高度、减缓台阶坡面角等措施，最大限度降低发生的地质灾害的可能性；

3) 固体废弃物有序、合理堆放，设计稳定的边坡角，必要时应采取加固措施或修筑拦挡工程；

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

5) 在临时排土场区域周边构筑截水、警示、拦挡等工程，进行地质灾害、水文、生态恢复等监测。

(2) 水资源的预防措施

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）矿区地形地貌景观的破坏预防措施

- 1) 优化开采方案尽量避免或少占用破坏耕地；
- 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、土地复垦预防控制措施

严格按照开发利用方案设计进行露天台阶开采。针对在临时排土场堆存的剥离表土，为保持其土壤的容重、水分等理化性状以及植物、动物，尤其是微生物等生物学性状，在该土壤表面播撒草籽，以防风蚀、水蚀导致的水土流失，将表土冲走，以备土地复垦的覆土需要。

四、技术措施

1、矿山地质环境保护技术措施

- ①在存在崩塌/滑坡隐患的区域采矿，要消除隐患或采取避让措施；
- 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。

（1）重点防治区的保护工程

对崩塌/滑坡的预防，采取以工程措施、监测措施为主（具体监测工程详见“本章监测工程”的叙述）。

1) 崩塌、滑坡治理工程设计

对可能发生的崩塌地段主要为露天采场、临时排土场、工业场地区及办公生活区边坡。应按设计采取合理的坡率、周边采用清理崩塌体、设计简单的截排水沟、坡面进行植草护坡、布置适量的边坡监测点。

(一) 露天采场工程设计

在采场周边以及采场底场布置截排水沟，测算采场周边截水沟长度约 970m，采场底场排水沟总长度为 1200m，设计过水断面为矩形状，宽 0.4m，深 0.45m，采用 C20 混凝土浇筑，厚度 0.15m，截排水沟挖土断面 0.42m²，其 C20 浇筑断面为 0.24m²（工程量统计见表 5-1、大样图见 5-1）。

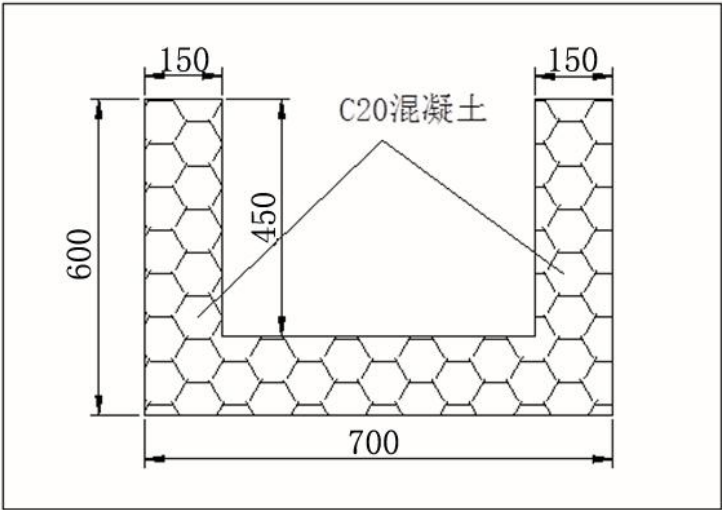


图 5-1 C20 混凝土截排水沟示意图

表 5-1 露天采场截、排水沟工程措施工程量统计表

位置	项 目	计算方式	数量	单位
截水沟	挖土	0.42×2170	911.4	m ³
	C20 混凝土	0.24×2170	520.8	m ³

(二) 排土场、临时堆场工程设计

在排土场、临时堆场外围设计排洪沟，设计圈定边界完成外部截水，防止山坡径流冲蚀排土场，测算排土场外围排洪沟长 580m，临时堆场 1 外围排洪沟长 550m，临时堆场 2 外围排洪沟长 660m。

表 5-2 排土场、临时堆场截水沟工程措施工程量统计表

位置	项 目	计算方式	数量	单位
截水沟	挖土	0.42×1790	751.8	m^3
	C20 混凝土	0.24×1790	429.6	m^3

(三) 工业场地工程设计

场地外侧布设浆砌排水沟，测算排水沟总长 320m，工程量统计详见 5-3。

表 5-3 工业场地排水工程措施工程量统计表

位置	项 目	计算方式	数量	单位
截水沟	挖土	0.42×320	134.4	m^3
	C20 混凝土	0.24×320	76.8	m^3

2) 泥石流治理工程设计

泥石流为山区特有的一种突发性的地质灾害，形成泥石流的三个要件：大量失稳的松散固体物源、充足的水源条件和特定的地貌条件。预测发生的可能性中等，潜在的危害性较严重、危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。采取拦挡泥砂，截引地表水，固化泥石流物源。本评估区内泥石流预测区域主要为采场西北部较低洼山谷处的排土场内。

在排土场下游设置透水拦渣坝；在实际排土过程中应按设计方案进行堆放，具体如下：

1) 分台阶堆放：矿山设计排土场位于矿区外西侧，该区域不涉及基本农田、耕地，面积 1.1529hm^2 ；总堆置四层，两层高 9m，两层高 8m，总容量约 20.71 万 m^3 ，土地复垦用；附属相关的安全设施，拦挡坝和沉砂池各一个。坡度为 35° ，以推土机压实，将平台做成 3% 内倾式平台，以利于将地表水汇集在平台内侧，平台外侧做成土堤状，将水限制于平台内，于适当位置导向坡面的纵向排水沟，地表水经台阶内的横向排水沟导向坡面的纵向排水沟，逐阶而下。

2) 清理排土场基底：对于倾斜的土质基底，可清除表面的腐植土及软弱层，并挖成台阶，以防止排土场崩塌、滑坡、泥石流等。

3) 修筑拦渣坝：拦渣坝位于排土场下游沟谷出口处，引用主体设计拦渣坝规格上宽 1.0m、下宽 5m、高 5.6m，砌筑截面积 16.8m^2 。

表 5-4 排土场拦渣坝工程措施工程量统计表

位置	项 目	计算方式	数量	单位
拦渣坝	浆砌石	16.8×72	1209.6	m ³

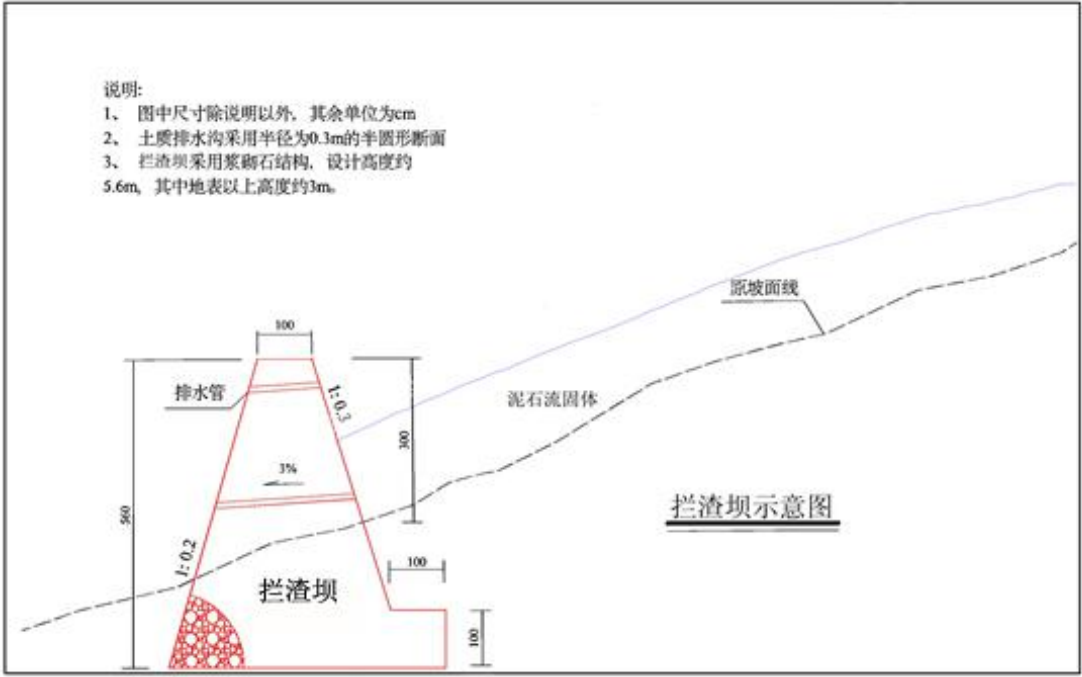


图 5-2 拦渣坝示意图（主体设计）

2、土地复垦预防技术措施

（1）控制对土地资源的占用破坏

- 1) 充分利用已有土地资源，做到布局合理、紧凑，不浪费土地资源；
- 2) 是尽量少用临时堆放措施，矿山采购的物资材料，要根据进度安排合理进货数量，合理安排堆放场地；同时，对采出矿石的分堆分存处理，要合理安排场地，能尽快处理的要及时处理；
- 3) 是合理安排矿山道路的修筑，尽量减少临时道路的修建，能不修临时道路的要尽量避免修建。

（2）采矿活动控制

预防控制措施执行“统一规划、源头控制、防复结合”的原则。

在采矿活动过程中，依据采取各种防护措施，如表层土剥离防护以减少水土流失，在施工结束后立即对破坏的土地进行整治，恢复原利用功能。这些预防管理措施，对于减少工程建设造成的土地破坏具有重要意义。主要的预防控制措施有：

- 1) 基础建设使用的沙石、水泥，应使用不透水的蛇皮布或其它雨布或钢板

隔垫，防止沙石、水泥散落进入土壤从而影响复垦；

2) 施工机械应维护良好、防止渗油，施工机械放置场地应采取隔垫措施防止渗油进入土壤从而污染土壤；

3) 场地施工时先确定施工场地的边界，施工时严格控制施工范围，保证在划定的边界范围内，进而减少施工过程中的临时占地，减少土地的扰动破坏。

五、主要工程量

根据对矿山地质环境保护与土地复垦预防工程的设计，进行主要工程量估算，根据《开发利用方案》，矿山修建警示牌、排土场拦挡坝工程在矿山主体工程中涉及，本方案不再重复统计工程量。

矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量说明表见表 5-5。

表 5-5 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量说明表

防治分区		防治措施	单位	工程量
重点防治区（A）	露天采场	开挖截排水沟	m ³	911.4
		C20 混凝土	m ³	520.8
	排土场	开挖截排水沟	m ³	751.8
		C20 混凝土	m ³	429.6
	工业场地	开挖截排水沟	m ³	134.4
		C20 混凝土	m ³	76.8

第二节 矿山地质灾害治理

一、目标任务

1、目标

- （1）评估区内地质灾害得到有效防治，治理率达到 100%；
- （2）评估区内不存在地质灾害的隐患，减少经济损失，避免人员伤亡。

2、任务

- （1）受破坏的地质环境得到有效恢复，恢复率达到 100%；
- （2）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。

二、工程设计

在进行矿山开采时，崩塌/滑坡防治的重点部位为露天采场边坡，对崩塌/滑

坡易发区主要采取削坡、放坡进行防治，清理坡面松散岩块。严格按照开发利用方案进行开采，避免产生高陡边坡的产生，土质边坡坡度高度小于 5m，坡度小于 45°。

未来进行矿业活动（采矿活动等）诱发及遭受崩塌/滑坡，主要采取削坡整平、锚固及减载等措施进行恢复治理，增加重力平衡条件，使其恢复稳定。

三、技术措施

崩塌、滑坡治理采用清理废土石和危岩以恢复场地，修筑拦挡工程和排水工程防止形成新的地质灾害隐患；潜在的崩塌、滑坡灾害，采用削坡减荷、锚固、抗滑、支挡、排水、截水等工程措施进行边坡加固，消除地质灾害隐患。

四、主要工程量

因矿山现状未发生地质灾害，但地质情况复杂多变及不确定性，本着为社会及企业负责精神，经业主和当地土地权属人同意，业主承诺将安排专人对采矿活动影响范围进行巡视，发现一处、治理一处，并将根据地灾数量、面积及程度等实际情况进行治理，且所产生的治理费用由业主另行支付，不纳入本工程预算当中。

第三节 矿区土地复垦

一、目标任务

对在生产建设过程中，因挖损、压占等造成破坏的土地，采取整治措施使其恢复到可供利用状态。根据本项目生产和自然、地理特点，通过对工程现场和勘测调查，在水土流失调查、预测成果基础上，进行工程措施和生物措施的设计，主要从矿山建设、生产期的临时防护和植被恢复方面考虑，采取预防和控制措施，减少土地破坏面积，通过复垦措施的实施，使开发建设和生产过程中损坏的土地和植被得到有效的恢复，土地复垦率达 100%，水土保持作用明显，防止土地质量的进一步退化，对恢复和改善生态环境、发展循环经济、推进社会主义新农村建设、建设节约型社会，对地方经济的可持续发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。

根据土地复垦可行性分析后，设计的复垦前后土地利用结构调整见表 5-6。

表 5-6 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积		增减
				(hm²)		
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
01	耕地	011	水田	1.1234	1.1234	0
02	园地	021	果园	2.7972	2.7972	0
03	林地	031	有林地	13.5364	13.5364	0
		0301	乔木林地	5.4412	5.4412	0
		0305	灌木林地	0.9364	0.9364	0
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.2334	0.2334	0
11	水域及水利设施用地	114	坑塘水面	0.7480	0.7480	0
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	0.0605	0.0605	0
		204	采矿用地	7.2583	7.2583	0

二、工程设计

根据第四章土地适宜性评价结果，土地复垦分为露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、临时堆场 1、临时堆场 2、排土场共七个复垦单元，复垦方向为一般农用地、林业用地和工矿用地。

根据本矿山破坏土地的立地条件，结合主体工程设计、矿山的生产工艺和生产现状，分别对各破坏土地进行土地复垦工程设计。

根据本矿山破坏土地的立地条件，结合主体工程设计、矿山的生产工艺和生产现状，分别对各破坏土地进行土地复垦工程设计。为了后期矿山复垦储备足够的腐殖质层，设计将拟损毁区域剥离 0.5m 的腐质表土层储备于临时堆场 2。拟损毁面积约 6.6110hm²，剥离腐殖质层约 3.31 万 m³，存放于临时堆场 2。

（一）露天采场土地复垦工程设计

露天采场面积 18.1465hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，露天采场复垦为林地 13.0079hm²，保留采矿用地 5.1386hm²（保留采矿用地区域进行覆土平整后撒播草籽）。

1、土壤重构工程

（1）覆土回填工程

由于开采，底板及平台基岩裸露，复垦前需要对采场平台进行覆土，参考当

地土壤厚度和植被生长情况，本方案确定露天采场底板及平台覆土厚度为 0.5m，覆土来源为临时排土场 2 堆存的腐殖土，台阶平台覆土面积 4.5570hm²，底板覆土面积 8.0496hm²，覆土总工程量 63033m³。

(2) 土地平整工程

底板及平台覆土后，使用推土机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需求。平整面积 12.6066hm²。

(3) 生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，露天采场种植乔木 11949 株，合计用复合肥 1194.9kg。

2、植被重建工程

露天采场平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，狗牙根草籽密度为 20kg/hm²，爬山虎以 1 株/m 的种植密度进行扦插。种植面积 7.4680hm²，种植乔木 11949 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 12.6066hm²；台阶平台总长度 11050m，种植爬山虎 11050 株。

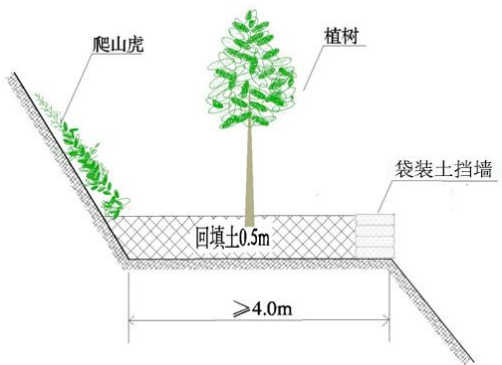


图 5-3 台阶复垦设计示意图

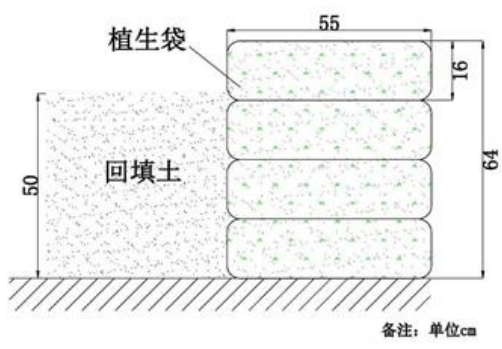


图 5-4 台阶平台挡土墙断面图

3、配套工程

闭坑后，对采场台阶边缘实施可降解植生袋拦挡措施。目前植生袋规格一般为长 0.6m，宽 0.4m。装袋后规格：0.55×0.35×0.16m。台阶长度 11050m，拦挡高度 0.5m，总计需植生袋 126288 个。

灌溉系统：植树前期可利用高位蓄水池，经 PVC 管道从中引水至各复垦区用于灌溉，PVC 管道内径 50mm，设计铺设长度 5000m。

表 5-7 露天采场土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	m ³	63033
(2)	土地平整	hm ²	12.6066
(3)	复合肥	kg	1194.9
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	119.49
(2)	撒播狗牙根	hm ²	12.6066
(3)	种植爬山虎	100 株	110.5
三	配套工程		
(1)	植生袋	100 个	1262.88
(2)	PVC 管道	100m	50.00

(二) 工业场地土地复垦工程设计

工业场地面积 1.5568hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，工业场地复垦为林地 1.0292hm²，保留采矿用地 0.5276hm²（保留采矿用地区域进行覆土平整后撒播草籽）。

1、土壤重构工程

(1) 覆土回填工程

复垦前需要对区域内进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，确定本单元覆土厚度为 0.5m，覆土来源为临时排土场 2 堆存的腐殖土，覆土面积 1.5568hm²，覆土总工程量 7784m³。

(2) 土地平整工程

覆土后，使用推土机将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，测算平整面积 1.5568hm²。

(3) 生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，工业场地种植乔木 1647 株，合计用复合肥 164.7kg。

(4) 建筑物拆除清运

闭坑后对工业场地内的机械设备等进行清理，测算拆除工程量 800m³，拆除的工业垃圾运至最近的垃圾填埋场进行处理，运距约 5km。

2、植被重建工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，狗牙根草籽密度为 20kg/hm²，种植面积 1.5568hm²，种植乔木 1647 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 1.5568hm²。

表 5-8 工业场地区土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	m ³	7784
(2)	场地平整	hm ²	1.5568
(3)	复合肥	kg	249.1
(4)	建筑物拆除清运	m ³	800
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	24.91
(2)	撒播狗牙根	hm ²	1.5568

(三) 办公生活区土地复垦工程设计

办公生活区面积 1.6128hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，将办公生活区复垦为林地 0.4519hm²，保留坑塘水面 0.4188hm²，保留村庄 0.0605hm²（保留建筑物），保留采矿用地 0.6816hm²（保留采矿用地区域进行覆土平整后撒播草籽）。

1、土壤重构工程

(1) 覆土回填工程

复垦前需要对区域内进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，确定本单元覆土厚度为 0.5m，覆土来源为临时排土场 2 堆存的腐殖土，覆土面积 1.1335hm²，覆土总工程量 5668m³。

(2) 土地平整工程

覆土后，使用推土机将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，测算平整面积 1.1335hm²。

(3) 生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，工业场地种植乔木 724 株，合计用复合肥 72.4kg。

(4) 建筑物拆除清运

办公生活区建筑物属于村庄用地范围，闭坑后保留办公生活区内的建筑物，保留村庄用地，交还于土地权属人处置。

2、植被重建工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，狗牙根草籽密度为 20kg/hm²，种植面积 0.4519hm²，种植乔木 724 株；复垦林地和保留采矿用地区域撒播狗牙根草籽，撒播面积 1.1335hm²。

表 5-9 办公生活区土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	m ³	5668
(2)	场地平整	hm ²	1.1335
(3)	复合肥	kg	72.4
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	7.24
(2)	撒播狗牙根	hm ²	1.1335

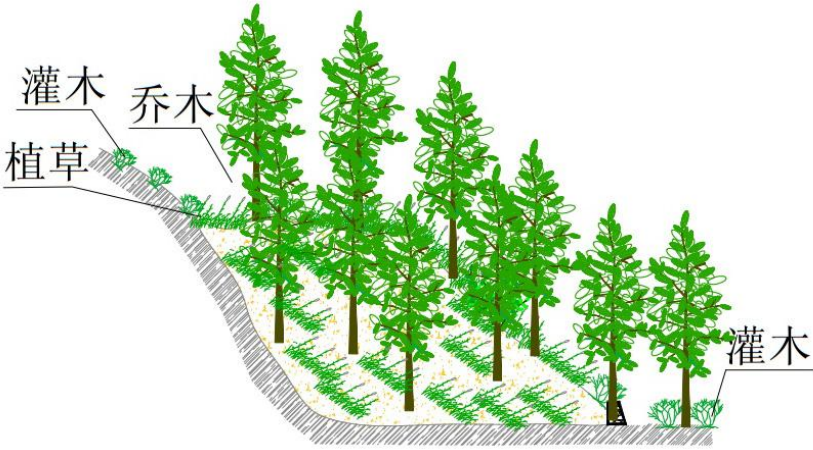


图 5-5 工业场地、办公生活区复垦设计示意图

（四）矿区道路土地复垦工程设计

矿区道路长约 2500m，路宽约 6m，面积 1.4867hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，矿区道路复垦为林地。

1、土壤重构工程

（1）生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，矿区道路种植乔木 2000 株，合计用复合肥 200kg。

2、植被重建工程

在矿山道路两侧种植乔木，矿区内道路总长约 2500m，采用挖穴植树，植树坑规格为 0.5×0.5×0.6m，种植株间距为 2.5m，工程量=道路长度×2/间距=2000 株。

3、配套工程

开挖树穴：种植乔木 2000 株，开挖树穴开挖方量 300m³。

表 5-10 矿山道路土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	复合肥	kg	200
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	20.00
三	配套工程		
(1)	土方开挖	m ³	300

（五）临时堆场 1 土地复垦工程设计

临时堆场 1 面积 2.3924hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，将临时排土场复垦水田 1.1234hm²，复垦果园 1.0964hm²，复垦有林地 1.8146hm²，保留坑塘水面 0.3292hm²，保留采矿用地 0.2060hm²。

1、土壤重构工程

（1）犁底层构筑

主要针对复垦为水田区域，采用黄土进行犁底层构筑，厚 0.2m，共回填黄土 2247m³，分层碾压密实，一次性灌水后，田面保持田面水不落干的时间为 72

小时，回填黄土采用外购土方。

(2) 松土翻耕

主要针对复垦为水田区域，采用三铧犁进行松土翻耕，翻耕厚度不小于 30cm，土地翻耕翻松后有利于植被的呼吸作用，加强植被对化肥的吸收，松土翻耕工程量为 3371m³。

(3) 覆土回填工程

临时堆场 1 主要堆存各类矿产品和尾沙，复垦前需要对区域内进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，确定本单元覆土厚度为 0.5m，覆土来源为临时排土场 2 堆存的腐殖土，覆土面积 2.0632hm²，覆土总工程量 10316m³。

(4) 土地平整工程

平整度小于 5%，以满足后期植被种植的需求。平整面积 2.0632hm²。平整后形成+214m、+213m、+212m、+211m、+210m 五块梯田。

(5) 生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，临时排土场种植香樟 3815 株，合计用复合肥 381.5kg。

2、植被重建工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，狗牙根草籽密度为 20kg/hm²；复垦林地面积 1.8146hm²，种植乔木 2904 株；复垦园地面积 1.0964hm²，种植果树 911 株；撒播狗牙根草籽，撒播面积 2.0632hm²。

3、配套工程

田埂：对规划田块内部格田的田埂进行修筑，采用粘土田埂，设计田埂高 0.3m，顶宽 0.30m，底宽 0.42m，断面面积 0.489m³。本项目规划平整田块区域共修筑田埂长 880m，田埂修筑合计土方量 430m³。

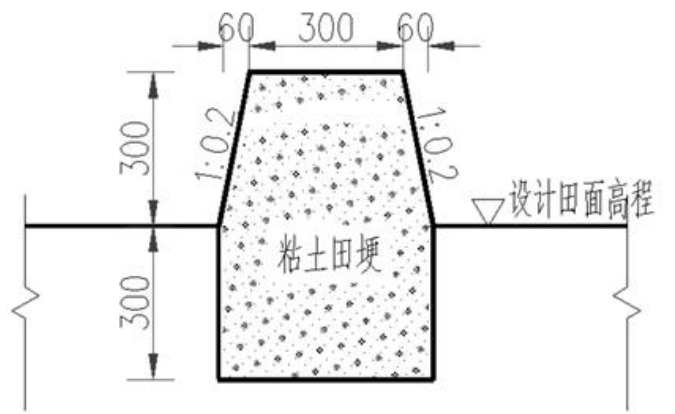


图 5-5 田埂设计示意图

蓄水池：设计蓄水池截面积为矩形，长 5m，宽 8m，深 5m，常年蓄水量约 200m³。

灌溉系统：为保证水田水源条件，设计灌溉水渠从一侧穿过，从灌溉水渠内引水，沿复垦的水田铺设灌溉管道，管道采用 PVC 管，并穿过复垦的水田区域，与周围的水田灌溉管道相连接。PVC 管道内径 50mm，设计铺设长度 350m。

表 5-11 临时堆场 1 土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	犁底层构筑	m ³	2247
(2)	松土翻耕	m ³	3371
(3)	覆土回填	m ³	10316
(4)	场地平整	hm ²	2.0632
(5)	复合肥	kg	381.5
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	29.04
(2)	栽植果树	100 株	9.11
(3)	撒播狗牙根	hm ²	2.0632
三	配套工程		
(1)	田埂	m ³	430
(2)	蓄水池	m ²	40
(3)	PVC 管道	100m	3.5

(六) 临时堆场 2 土地复垦工程设计

临时堆场 2 面积 3.6095hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，

临时堆场复垦园地 1.7008hm²，复垦林地 0.9708hm²，保留采矿用地 0.9379hm²（保留采矿用地区域进行覆土平整后撒播草籽）。

1、土壤重构工程

（1）土地平整工程

平整度小于 5%，以满足后期植被种植的需求。平整面积 3.6095hm²。

（2）生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，临时排土场种植乔木 2971 株，合计用复合肥 297.1kg。

2、植被重建工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，狗牙根草籽密度为 20kg/hm²，复垦林地面积 0.9708hm²，种植乔木 1554 株；复垦园地面积 1.7008hm²，种植果树 1417 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 3.6095hm²。

表 5-12 临时堆场 2 土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	场地平整	hm ²	3.6095
(2)	复合肥	kg	297.1
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	15.54
(2)	栽植果树	100 株	14.17
(3)	撒播狗牙根	hm ²	3.6095

（七）排土场土地复垦工程设计

排土场面积 1.1529hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，排土场复垦林地 1.1529hm²。

1、土壤重构工程

（1）土地平整工程

平整度小于 5%，以满足后期植被种植的需求。平整面积 1.1529hm²。

(2) 生物与化学工程

矿区土壤质量与肥力差，主要采取复垦地块植被措施完成后施用速效肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，临时排土场种植乔木 1845 株，合计用复合肥 184.5kg。

2、植被重建工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，狗牙根草籽密度为 20kg/hm²，复垦林地面积 1.1529hm²，种植乔木 1845 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 1.1529hm²。

表 5-13 排土场土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	场地平整	hm ²	1.1529
(2)	复合肥	kg	184.5
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	18.45
(2)	撒播狗牙根	hm ²	1.1529

三、技术措施

矿区土地复垦程序包括工程措施和生物化学措施两个阶段。根据矿山周围环境和矿区土地的自身条件，经土地复垦可靠性评价，确定本项目工程复垦土地利用方向为林地。

(一) 工程复垦技术

根据采矿后形成废弃地、占用破坏地的地形、地貌现状，按照规划的新复垦地利用方向的要求，并结合采矿工程特点，对破坏土地进行顺序回填、平整、覆土及综合整治，其核心是造地。常用的工程复垦技术有就地整平复垦、梯田式整平复垦、挖深垫浅式复垦和充填法复垦技术等。

本项目工程主要采用就地整平复垦技术，回填覆土厚度应≥0.5m，覆土来源为矿山剥离表土；覆土后场地平整，地面坡度一般不超过5°，边坡坡度不大于25°。排水设施满足场地要求，防洪满足当地标准。复垦后的土地及其道路、灌溉渠系

等配套工程设施所应达到林地标准。工程整治后实施绿化工程，应选择适宜的树种，适宜的栽种技术进行。

（二）生物复垦技术

生物复垦技术包括快速土壤改良、植被恢复、生态工程、耕地工艺、农作物和树种选择等。本项目工程复垦土地利用方向为林地（有林地），故重点阐述土壤改良、植被恢复等生物复垦措施。

1、生物措施设计

结合本项目区的实际情况，造林类型、方法、技术和抚育措施如下：

（1）造林、造园树种生态学特性的适生环境分析

1) 香樟

香樟是樟目、樟科、樟属常绿大乔木，为亚热带常绿阔叶树种。性喜温暖湿润的气候条件，不耐寒冷。适生于年平均温度 16~17℃ 以上,绝对低温-7℃ 以上地域。香樟对土壤要求不严,于深厚肥沃的粘壤土、砂壤土及酸性土、中性土中发育均佳，在含盐量 0.2% 以下的盐碱土内亦可生长。香樟有很强的吸烟滞尘、涵养水源、固土防沙和美化环境的能力，香樟冠大荫浓，树姿雄伟，是城市绿化的优良树种。木材及根、枝、叶可提取樟脑和樟油，樟脑和樟油供医药及香料工业用。果核含脂肪，含油量约 40%，油供工业用。根、果、枝和叶入药，有祛风散寒、强心镇痉和杀虫等功能。木材又为造船、橱柜和建筑等用材。

2) 爬山虎

爬山虎是多种植物的别称。捆石龙、枫藤、小虫儿卧草、红丝草、红葛、趴山虎、红葡萄藤、巴山虎，葡萄科植物。夏季开花，花小，呈黄绿色，浆果紫黑色。常见攀缘在墙壁岩石上。爬山虎的根茎可入药，破瘀血、消肿毒。

3) 狗牙根

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，为良好的固堤保土植物。

（2）树草种选择

根据项目区自然条件和当地有关部门的造林、造园的经验，并结合采矿区坡面及平台的条件，植树树种选用乔木（香樟）、藤木（爬山虎）、草本（狗牙根）。

乔木选用半年生以上，高度 0.5~0.8m，胸径 3~5cm，冠幅 30~35cm，苗木健壮、无病虫害的幼苗。

（3）造林方法

矿区环境较为恶劣，造林有一定的难度，为提高造林成活率，并保障快速成林，矿区造林应实行密植措施，并应下覆草本，密植可以尽快形成森林环境，有利于提高树木的抗逆性，提高林地覆被率，减少水土流失，增加凋落物改善土壤的理化性状。

（4）林地种植技术

块状整地，回填覆土，覆土厚度 0.5m，密植水保树种+水保植草，树种选用半年以上的香樟幼苗，雨季造林，坡脚种植爬山虎，面上撒播草籽。行间混交，株行距 2.5m×2.5m，种植树种密度 1600 株/hm²。

在复垦林地面上行间撒播狗牙根草籽，播种时间为春末夏初。理论播种量为 20kg/hm²，初拟种籽纯净度 95%，发芽率 85%。

种籽处理：种籽先精选、去杂，播种前将种籽用温水浸种 8 小时，并拌粗砂用手搓伤种皮，然后放入 0.5%的高锰酸钾消毒液中消毒 8 小时，以促进种籽发芽出苗，防止病虫害。播撒前掺入 5 倍的潮湿砂土及腐熟的鸡牛粪拌和。经覆土整治后，用人工均匀撒播，再盖土 1~2cm，每天浇水 1~2 次，保证苗床湿润至出苗。

2、土壤改良

矿区土壤培肥要通过采取各种培肥措施，加速复垦地的生土熟化。地表有土型的土壤培肥，主要是通过施有机肥、无机肥和种植绿色植物等措施，实现土壤培肥；地表无土型培肥，一般用易风化的泥岩和砂岩混合的碎砾作为土体，调整其比例，在空气中进行物理和化学风化，同时种植一些特殊的耐性植物进行生物风化，以达到土壤熟化的目的。微生物培肥技术，是利用微生物和化学药剂或微生物和有机物的混合剂，对贫瘠土地进行熟化和改良，恢复其土壤肥力。

本项目工程的土地改良对象主要为矿石临时堆场废弃地，虽然矿区气候条件优越，有利于植物生长发育，但是土壤的极端理化性质却制约着植物的生长。因此，矿区土壤改良的生物化学措施应从以下方面着手：

（1）改良土壤结构，疏松土壤，增强通透性。矿石临时堆场废弃地土壤掺河沙和掺矿渣均能改良土壤结构，但是掺矿渣效果好于掺河沙。因此在生态恢复

实施过程中，可采用大穴栽植，就地取材，掺入矿渣来改良土壤结构。

(2) 化学改良。化学改良主要是指化学肥料、EDTA(乙二胺四乙酸)、酸碱调节物质及某些离子的应用。速效的化学肥料易于淋溶，收效不大，缓效肥料往往能取得较好的效果。在管理方便的情况下，可以少量多次地施用化学肥料。EDTA 主要被用来络合含量高的重金属离子使之对植物的毒害有所减轻。酸性较高的基质，可以施放石灰石渣滓、熟石灰等予以中和；碱性废物如发电站灰渣可用于改良酸废土；磷酸盐能有效地控制伴硫矿物酸的形成，磷矿废物亦可用于改良含硫废弃地。对于碱性基质，可以施用硫磺、硫酸亚铁及稀硫酸等。

(3) 有机废物的应用。污水污泥、泥炭、垃圾及动物粪便等富含 N、P 有机质，它们被广泛地应用于改良矿业废弃地，其作用是多方面的。首先是它们富含养分，可以改善基质的营养状况；其次是它们含有大量的有机质，可以结合部分重金属离子缓解其毒性；其次是这些改良物质与基质本身便是一类固体废弃物，这种以废治废的做法具有很好的综合效益。试验证明，污水污泥等往往比化学肥料的改良效果更好。

3、植被重建

(1) 植被选择

矿山环境是一个非常特殊的生态环境，构成所谓孤立的生态学“岛屿”。岛屿上的植物群落明显不同于正常生态环境中的植物群落。生活在这种特殊环境中的生物大多是一些“具有特异功能的隐士”，它们对这种特殊环境的依赖性较强，分布十分局限，多数是特有的地方种，具有十分重要的理论意义和实用价值。从环境生态学看，利用矿山植物修复污染土壤不仅价廉，而且能保持水土、美化环境；从物种进化角度看，矿山植物，尤其是超积累植物为人类研究环境污染与生物进化提供了极有价值的实验材料，它们可以作为一个特殊的基因库，用以创造有益的植物新品种。

植被重建应遵循“因地制宜，因矿而异”的原则，广泛进行适宜的植被品种资源调查，选择可行性好的品种，选出的植物品种应有较强的固氮能力、根系发达、生产快、产量高、适应性强、抗逆性好、耐贫瘠等。在树种、草皮的种属选择、工艺的采选上要与矿区所处的地理位置、气候条件、土石环境相匹配，以确保植被重建的成效。

矿区地处粤东山区，以亚热带气候为主。根据梅县区气象局资料，项目区多年平均降雨量1500.1mm，最大降雨量是 1997 年2488.6mm，年最小降雨量1991年1063.9mm。年最高温度39.5℃（1962年7月31日），最低温度-10.6℃（1955年1月11日），年平均气温21.3℃。项目区位于中亚热带的南缘，山地植被种类繁多，天然的近地表植被以油茶、芒萁、桃金娘、岗茶、杜鹃花为主，森林多为常绿阔叶林被破坏以形成的派生群落，乔木主要有马尾松、木荷、漆科植物枫树、山楂等。应选择喜湿、耐热、生命力强的种属，并兼顾经济效益，具体树种，参照当地林业部门的有关规范优选。选择草类、灌木、乔木种属时，尽量兼顾经济、环境、社会综合效益，优选已被实践证明的、易养、易管、易活的种属。

（2）边坡覆绿

- a.岩石边坡：可采用挂网客土喷播和草包技术。
- b.土质边坡：可采用直接播种或植生带、植生垫、植生席等技术。
- c.土石混合边坡：可采用草棒技术、普通喷播或穴栽灌木等技术。

（3）平地覆绿

a.直接种植灌草。在保持覆盖土层不小于0.3m的地面上，直接种植灌木和草本植物种子，形成与周边生态相适应的草地。

b.直接植树造林。在保持覆盖土层不小于0.3m的地面上，根据实际状况和规划要求直接种植经济林、生态林或风景林。

（4）覆绿技术

a.直接种植灌草。在有一定厚度土层的坡面上，直接种植灌木和草本植物种子。

b.穴植乔木、藤本。结合工程措施沿边坡等高线挖种植穴（槽），利用常绿乔木的生物学特点和藤本植物的上爬下挂的特点，按照设计的栽培方式在穴（槽）内栽植。

c.普通喷播。坡面平整后，将种子、肥料、基质、保水剂和水等按一定比例混合成泥浆状喷射到边坡上。

d.挂网客土喷播。挂网客土喷播是利用客土掺混粘结剂和固网技术，使客土物料紧贴岩质坡面，并通过有机物料的调配，使土壤固相、液相、气相趋于平衡，创造草类与乔木能够生存的生态环境，以恢复石质坡面的生态功能。该技术适用

于花岗岩、砂岩、砂页岩、片麻岩、千枚岩、石灰岩等母岩类型所形成的不同坡度硬质石坡面。

(5) 养护管理

后期养护管理包括喷水养护、追施肥料、病虫害防治、防除有害草种与培土补植。

植被的喷灌，可根据植物需水情况，直接喷灌；或在坡顶修筑蓄水池，汇集雨水，并用动力设备从坡脚输送补充水，利用坡顶水池自流，采用喷头方式进行喷灌。

对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，暴雨后要认真检查，尽快恢复原来平整的坡面。部分植物死亡，应及时补植。补植的苗木或草皮，要在高度（为栽植后高度）、粗度或株丛数等方面与周围正常生长的植株一致，以保证绿化的整齐性。

四、主要工程量

根据生产、建设中对原地貌、土地的扰动、破坏情况，在查阅主体工程设计资料基础上，采用实地调查和图面量测、数据统计相结合的方法对土地复垦工程量进行测算。各复垦区具体工程量测算如下：

表 5-14 矿山土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	土壤剥覆工程		
(1)	覆土回填	100m ³	868.01
(2)	土地平整	hm ²	22.1225
(3)	犁底层构筑	m ³	2247
(4)	松土翻耕	m ³	3371
2	生物化学工程		
(1)	复合肥	kg	2579.5
3	清理工程		
(1)	砌体拆除清运	100m ³	8.00
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	234.67
(2)	栽植果树	100 株	23.28

(3)	撒播狗牙根	hm ²	22.1225
(4)	栽植爬山虎	100 株	110.50
三	配套工程		
(1)	植生袋	100 个	1262.88
(2)	PVC 管道	100m	53.50
(3)	土方开挖	m ³	300
(4)	田埂	m ³	430
(5)	蓄水池	m ²	40

第四节 含水层破坏修复

矿区含水层的破坏主要体现在地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变四个方面。

一、目标任务

通过落实工程应对措施、监测措施等工程，使地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变得到有效的控制和预防。为矿山的生产建设提供有效的数据，通过对数据的分析减轻、预防和控制含水层的破坏，并针对数据采取及时有效的应对措施，为矿山的安全生产提供了必要的保障。

二、工程设计

矿山开采对地质环境及地下水资源影响小，预测影响亦不大，环境水污染程度弱，对矿山地质环境影响较轻。

本方案采用水质监测措施，对矿坑排放水的水质进行挖沉淀池长期监测，修建一座容量 80m³ 的沉砂池沉淀，尺寸 10.0×4.0×2.0(长×宽×高)，浇筑 C20 混凝土，对矿坑排放水采用沉淀后排放的方式，每半年取一组水样进行水质分析，根据水位、水质的变化情况，采取合理有效的处治措施。

工程量详见表 5-13，沉砂池典型设计图图 5-6、5-7。

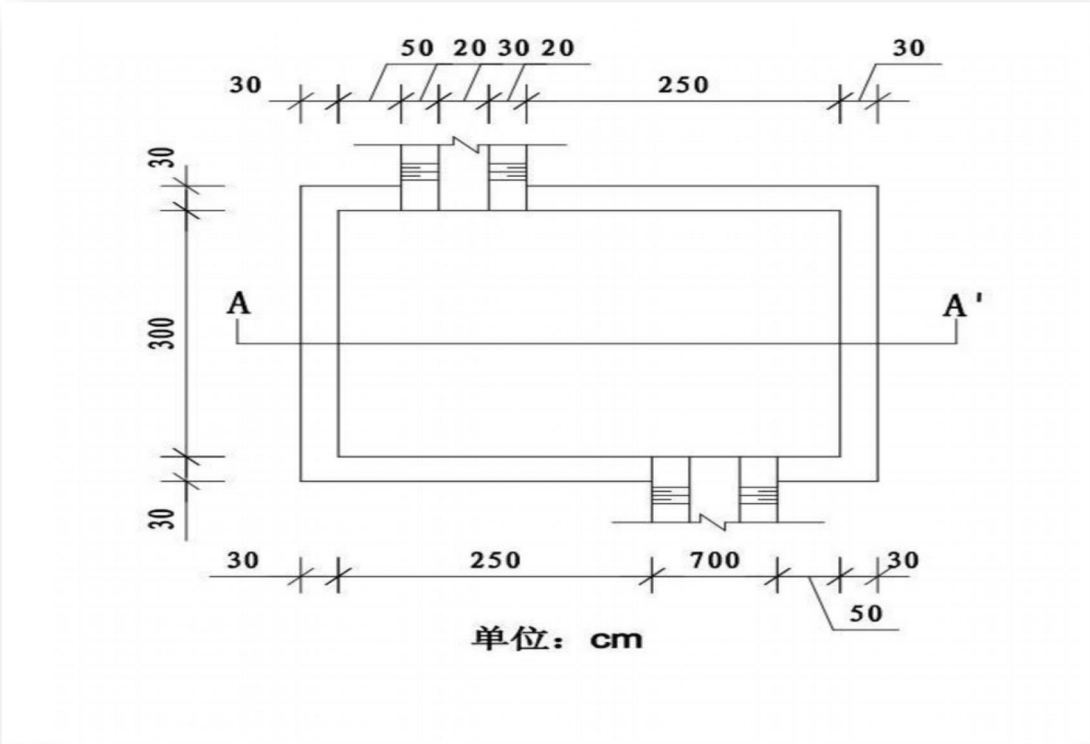


图 5-6 沉砂池平面图

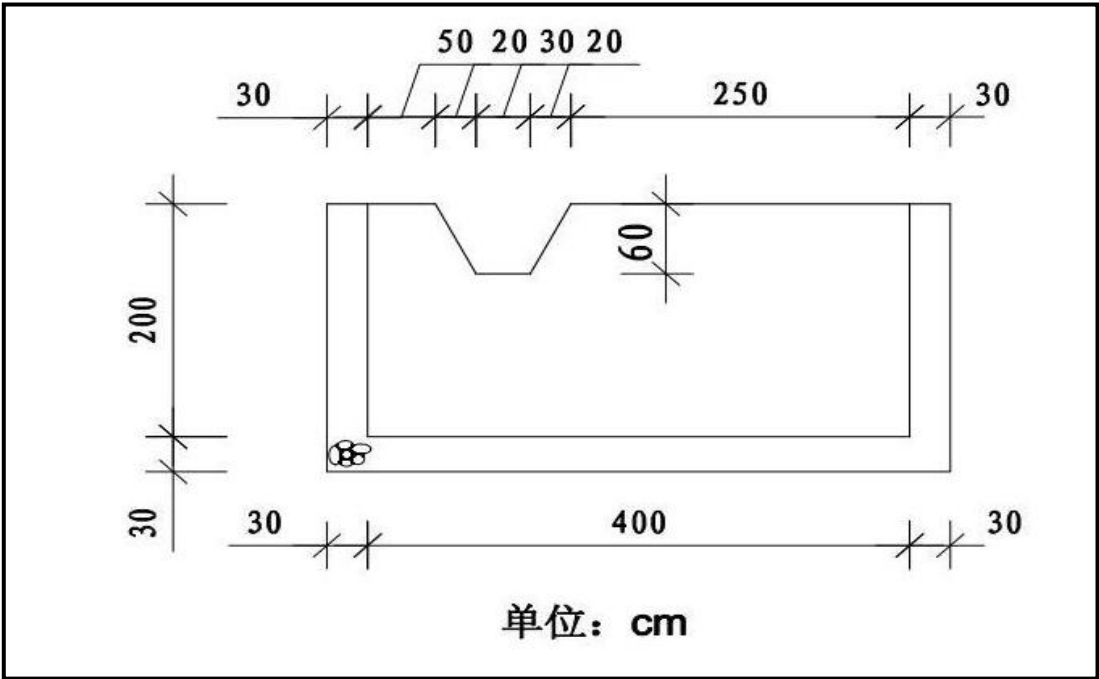


图 5-7 沉砂池剖面图

表 5-15 含水层破坏防治工程量统计表

项目		计算方式	数量	单位
沉砂池	挖土方	$4.6 \times 10.6 \times 2.6$	112.15	m^3
	C20 混凝土	$11.45 + 12.72 + 4.8$	28.97	m^3

三、技术措施

1、含水层顶底板结构破坏的治理

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。

2、地下水水位下降、水量减少（或疏干）的治理

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。

四、主要工程量

沉砂池设计为引用《开发利用方案》的设计，故不计入本方案的含水层破坏修复的工程量中。

第五节 水土环境污染修复

一、目标任务

1、水环境污染

水环境污染主要表现为水质污染(恶化)，造成水质污染(恶化)的有：矿坑水、生活工业污水、排土场淋漓排放水对环境水污染。

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区上游及下游分别取样 1 件水样分析，按《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类水标准对水样的水质进行评价，评价结果表明上游沟溪水及下游沟溪水各项指标均未超过Ⅲ类水标准。

因此地表水的污染较轻，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

通过实地调查综合分析预测矿山开采造成的水环境污染较轻，本章第二节矿山地质灾害治理，已设计在下游修建一座容量 $80m^3$ 的沉砂池进行沉淀，并通过

监测措施，时刻了解矿山排放水是否对水环境造成污染。

2、土环境污染

土环境污染主要体现在矿山开采对土地的挖损、压占破坏及矿山排放水对土地造成的污染。

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区内取得的 1 件土样分析，按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准对土样进行评价，评价结果表明土壤的质量较好，所检测的各项项目未有超标，符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的标准。

通过实地调查综合分析预测矿山开采造成的土环境污染较轻，通过监测措施，时刻了解矿山排放水是否对土环境造成污染，闭坑后通过土地复垦植树种草即能改善矿山造成的土环境污染问题。

二、工程设计

1、水环境污染工程设计

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。目前主要采用水质监测措施。

2、土污染工程设计

采用定期土壤检测，闭坑后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。矿区内具体复垦工程设计见第三节矿区土地复垦章节，不再进行一一赘述。主要采取土壤监测措施。

三、技术措施

1、水环境污染

（1）周边水环境保护措施

矿坑水、工业污水、排土场淋漓排放水等均经多重沉淀处理后统一汇集到废水排放口，处理后排放至山坑季节性溪流中。废水排放应聘请有资职的环保部门进行处理，达标后再排放。

（2）监测措施

1) 监测的内容

主要针对矿山采矿活动引起矿区周围的地表水水质变化情况进行监测。

2) 监测点的布设

在矿山露天采场上游沟溪设置 1 个地表水水质监测点 (Js1)，在矿山排放口下游溪流设置 1 个地表水水质监测点 (Js2)，监测点详见附图 6。

3) 监测方法

每半年进行一次取水样分析。

2、土环境污染

(1) 周边土环境保护措施

闭坑后对矿区损坏的土地进行复垦复绿，固结水源，改良土壤，改善土环境污染，对矿坑水、生活工业污水、淋漓水等矿区排放水经过多重沉淀处理后统一汇集到废水排放口，处理后排放至山坑季节性小河中。废水排放应聘请有资质的环保部门进行处理，达标后再排放，防治对矿区及周边的土环境造成污染。

(2) 监测措施

主要针对矿山采矿活动引起矿区周围的土壤土质变化情况进行监测。每半年进行一次土壤分析。

四、主要工程量

水污染监测具体工程量见表 5-16:

表 5-16 水污染监测工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	Js1	点·次	28	每年 2 次，时 长 14 年
2	Js2	点·次	28	
合计			56	

土污染监测具体工程量见表 5-17:

表 5-17 土污染监测工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	Tz1	点·次	28	每年 2 次，时 长 14 年
合计			28	

第六节 矿山地质环境监测

一、目标任务

矿山地质环境监测目的是对现状和预测的地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流）、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏进行监测，发现异常，及时采取措施，以避免或减轻损失为目标。主要任务如下：

- 1、根据矿山地质环境问题类型、特征提出矿山地质环境监测方案。
- 2、应按照具体的监测项目提出监测内容、监测方法、监测网点布设及监测频率等。
- 3、矿山地质环境监测范围应包括矿山开采区及矿山开采活动影响到的区域。
- 4、监测内容应包括矿山建设及采矿活动引发或可能引发的地质灾害、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与土地资源破坏等矿山地质环境问题及主要环境要素。

二、监测设计

（一）矿山地质灾害监测

1、边坡稳定性监测（崩塌/滑坡）

（1）监测的内容

露天采场、排土场、临时堆场、工业场地、办公生活区及矿山道路等边坡稳定性监测。

（2）监测点的布设

根据场地及调查情况，边坡稳定性的监测点布设：根据采场地形条件，沿露天采场、排土场、临时堆场、工业场地、办公生活区及矿山道路等边坡共布置15个人工检测及全站仪监测点。

各点具体位置可根据现场情况合理布置。

（3）监测方法

监测方法可采用全站仪及人工监测相结合的方法进行监测。

2、泥石流的监测

（1）监测的内容

排土场、临时堆场易形成泥石流，本次方案在下游山坑设置拦碴坝，监测内容：①固体位置来源监测：固体物质来源于松散岩土层和人工弃石等堆积物。应监测其在受暴雨、洪流冲蚀等作用下的稳定状态。其监测内容同崩塌、滑坡监测内容相同；②气象水文条件监测：监测降雨量和降雨历时等；③汛期沿沟巡视，监测沟谷洪水排泄是否畅通，两边山坡是否能稳定，拦碴坝体是否稳定。

（2）排土场堆土边坡稳定性的监测点布设：在排土场、临时堆场下游各布置一个人工监测点，共计 3 个人工监测点。

（3）监测方法

监测方法可采用定期人工监测，必要时采用高精 GPS、全站仪相结合的方法进行监测。

（二）含水层破坏的监测

主要为地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变、水质污染（恶化）的监测。详见含水层破坏修复与水土污染修复章节，不再重复赘述。

（三）地形地貌景观破坏监测

（1）监测的内容

主要针对采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏进行监测。

（2）监测点的布设

露天采场、排土场、临时堆场、工业场地、办公生活区及矿山道路等对地形地貌景观的破坏进行监测。

（3）监测方法

矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测及不同期测量的开采现状图进行对比来判断，或不同时期卫星照片进行对比。

（四）水土环境污染监测

（1）监测的内容

主要针对采矿活动引起的水土环境污染(包括地下水污染、地表水污染、土壤污染)进行监测(主要为露天开采区、排土场、工业场地、矿山道路等)。

（2）监测点的布设

直接采用简易现场测量及不同期的现场测量图进行对比监测。

（3）监测方法

矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测及不同期的现场测量图进行对比来判断，对土壤污造成的土地资源污染采用化学分析法。

监测点监测频率和布设位置详见表 5-18。

表 5-18 监测点布设情况一览表

监测对象	监测点布置	监测点 (个)	监测 频率	监测方法	备注
露天采场 (崩塌、滑坡)	露天采场高陡边坡处布置一个 人工监测点	6	每季 1 次	简易人工观测法	在雨季时节要加大 监测频率，加大巡视 力度
工业场地、办公生活区、矿区道路(崩塌、滑坡)	在工业场地、办公生活区、矿区道路高陡边坡处各布置一个 人工监测点	3		简易人工观测法	
排土场、临时堆场(崩塌、滑坡)	在排土场、临时堆场 1、临时堆场 2 高陡边坡处各布置一个 人工监测点	3		简易人工观测法	
排土场、临时堆场(泥石流)	在排土场、临时堆场 1、临时堆场 2 下游各布置一个 人工监测点	3		简易人工观测法	
水质监测点	露天采场上游沟溪、工业场地下游山塘各设置 1 个水质监测点	2	一年 2 次	水质分析法	分析主污染项目和 常量组分
土壤监测点	矿区周边取土样	1	一年 2 次	土样分析法	
地形地貌景观破坏监测	半年观测一次			简易现场测量法	
土地资源破坏监测	半年观测一次			简易现场测量法	
总计	人工监测点 15 个，水质监测点 2 个，土壤监测点 1 个。				

三、技术措施

监测实施计划：

1、时间安排

总体时间跨度为 2022.9~2036.8。

待监测点网应建设完成后对各监测点进行监测，监测总时长为 14 年。

2、监测主体

对地质灾害、地形地貌景观破坏、地下水位的监测可由矿山企业设置专门部门安排专职人员进行监测，或委托有资质的单位进行监测。

对水质的监测，应委托有资质的单位进行监测，同时随时接受行政主管部门的检查。

3、监测数据汇交

矿山应根据广东省自然资源行政主管部门的要求,定期向当地的自然资源行政主管部门及管理矿山地质环境事务的部门提交监测数据及结果,接受其检查及指导。

矿山地质环境保护与恢复治理工程措施一览表见表 5-19。

表 5-19 矿山地质环境恢复治理工程措施一览表

地质环境问题	地质灾害		环境地质问题						
	崩塌/滑坡治理工程	泥石流治理工程	含水层破坏防治工程				地形地貌景观破坏防治（治理）工程	水污染防治工程	土地污染防治工程
			地下水资源枯竭	地表水漏失	区域地下水均衡	含水层结构的改变			
处理措施	1)对可能发生崩塌、滑坡的范围布设临时截排水沟，采用临铁栏围挡，竖立警示牌，并及时清理崩塌堆积物。 2)根据边坡出现不稳定状态状况，其加固措施可选择重力式挡土墙，浆砌块石护坡、格构锚杆、喷锚、地梁加锚索等措施。 3) 矿山道路边坡稳定性治理措施产生的费用应计入矿山道路建设成本中。	1) 工程措施采取拦、截、固三大工程措施。在采场周边修建截排水沟。 2) 生物措施对采场底面进行平整，在其表面上进行疏松 0.5m 厚的土壤，然后种植乔、灌、草混交模式，种植香樟+狗牙根+爬山虎复绿。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	采用植树、种草等工程措施，以修复生态；也可进行整平、覆土、复绿等地地复绿工程措施进行生态重建。	本方案采用水质监测措施，对矿坑排放水、拦渣坝排放水的水质进行长期监测，根据水质的变化情况，采取合理有效的处治措施。	采取长期监测、监控措施进行预防，监控和工程处理措施进行治理。定期采样进行化学分析，根据土地污染程度的变化情况，采取合理有效的处治措施。
工作量	工程生物措施已列入土地资源破坏防治工程中。	工程生物措施已列入土地资源破坏防治工程中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	见地形地貌景观影响与破坏防治（或治理）工程	已列入监测措施中。	详见土地复垦工程

四、主要工程量

矿山地质环境监测工程量见表 5-20。

表 5-20 矿山地质环境监测工程量汇总表

防治措施	项目名称	计算单位	工程量合计	备注
监测措施	水样分析 (水质监测点 2 处)	件	56	每年取 2 次水样进行污染项目和常量组分析
	土壤分析 (1 处)	件	28	每年取 2 次土样进行污染项目和常量组分析

第七节 矿区土地复垦监测和管护

一、目标任务

加强土地复垦监测和管护是土地复垦工作达到良好效果的重要措施，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。

二、措施和内容

1、矿区土地复垦监测

根据划分的土地复垦单元：林地单元，对各复垦单元进行土地损毁和复垦效果的监测。

（1）土地损毁监测

1) 监测方法。采用水准测量对地表移动进行测量，利用 1985 年黄海高程系，作业前对仪器和标尺进行检查和测定。测量采用中丝法读数，直读数据，观测采用后-后-前-前顺序，精度达到三等，观测中误差<25mm/km。

2) 水准基准点的布设和建立。水准基准点是进行地面变形监测的起算基准点。设计在矿区外部的道路上设置两个水准基准点，采用二等水准基准测定其高程，对控制点应定期检测其稳定性。

（2）复垦效果监测

1) 复垦植被监测

复垦为林地的监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。

监测方法为样方随机调查法，在治理期及管护期内每年监测 2 次。

2) 复垦配套设施监测

土地复垦的辅助设施，包括水利工程设施和交通设施两个方面。水利工程设施包括截水、排水及沉砂设施，交通设施包括道路等。

配套设施监测主要内容是各项配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及已损毁的辅助设施是否修复，能否满足生产生活需求等。配套设施监测每年 1 次。

2、矿区土地复垦管护

土地复垦管护对象为复垦责任范围，管护年限为 3 年，各复垦单元的管护方法如下：

(1) 林地管护

1) 水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭；次数为每月 1 次。

2) 养分管理

在植被损毁，幼林时期的抚育一般不宜锄草松土，应以施肥为主；次数为每月 1 次。

3) 林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于灌木或辅佐树种生长茂盛产生压迫主要树种的情况，要采取部分灌木（1/2 左右）平茬或辅佐树种修建，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种的生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证树木树冠有足够营养空间的条件下，可提高树木的干材质量和促进树木生长。关于修枝技术，群众有丰富的经验，如“宁高勿低，次多量少，先上后下，茬短口尖”以及修枝高度不超过树木全高的 1/3~1/2 等（即林冠枝下高，不超过全高的 1/3 或 1/2）。次数为每月 1 次。

4) 树木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调

节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

5) 林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。次数为每月 1 次。

三、主要工程量

1、土地损毁及复垦效果监测点的布置。在区内设置观测点、变形观测点与基准点构成沉降监测网，按四等水准测量的要求进行测量。

委托有资质的单位专业人员及时监测。水准基准点监测频率为两个月 1 次，地表变形监测频率为两个月 1 次；地表变形监测点监测频率为每月 1 次。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

依据本《方案》服务年限 14 年，具体包括了基建+生产期（11 年）以及管护期（3 年）；确定对开采期和治理期进行监测，土地损毁监测期限为 14 年（2022.9~2036.8）。

2、安排 1 名人员对在完成林地复垦的治理区采取浇水、施肥、除虫防病等措施，以保证植被的成活率，从而保证工程达到预期效果，每月 1 次。

工程量详见经费估算章节。

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

第一节 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。

一、总体部署原则

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”等原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署应遵循以下原则：

- 1、先破坏先治理、工程措施、生物措施与监测措施相结合进行治理；
- 2、针对地质灾害主要采取工程措施、配合生物措施进行治理，采用监测措施进行预防；
- 3、针对矿区含水层破坏情况，可视需要直接采取工程措施或长期监测进行预防，根据监测结果，再行选择合适的治理措施；
- 4、针对地形地貌景观破坏的恢复，可采取生物措施、配合工程措施进行治理；
- 5、针对土地资源的破坏主要采取土地复垦的方法进行恢复。

二、各防治分区的主要防治措施

1、重点防治区(A区)

A区分布于露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围，面积0.4623km²，占评估区面积的28.92%。主要是土地资源挖损和占用、土地资源影响破坏严重，地形地貌景观影响破坏严重，以及积极预防可能发生的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，主要采取工程措施、监测措施、生物措施。

①含水层影响主要为地表水地下水水质变化（环境水污染），主要采取监测措施进行长期监控，根据监控结果，再行决定具体的防治措施。

②对可能发生的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，主要采取工程措施积极预防。

③排土场，分台阶堆放，采取生物措施与少量的排水工程措施相结合进行地形地貌景观的恢复治理。

④矿区露天采场、排土场、工业场地、办公生活区、矿山道路形成的不稳定边坡，以工程措施进行防治，主要为修建截排水沟；其地形地貌景观的恢复主要采取生物措施进行治理。

2、一般防治区（C区）

C区为重点防治区（A区）以外其它区域，位于上述其他地段的非开采区，面积约1.1364km²，占评估区71.08%。主要为水质污染(恶化)情况的影响，采取长期监测、监控措施进行预防、监控和工程处理措施进行治理。

总之，预防与恢复治理措施体系将按照工程原理、注重效果，处理好局部与整体、单项与综合的关系，力争做到投资省、恢复效益好、可操作性强，预防与治理措施有机地结合。

第二节 阶段实施计划

根据矿山服务年限、方案的适用年限和矿山开采进度，年度实施计划划分为三个基本阶段，即：1~5年度（2022.9~2027.8）、6~10年度（2027.9~2032.8）和11~14年度（2032.9~2036.8）实施计划，其相对应的治理分期目标为近期治理区、中期治理区和远期治理区。年度实施计划的起始年以本方案编制后开始计算，由于各个监测点需论证后布设、实施建设到真正运行需要一定的时间。

各分期治理区年度实施计划阶段、各阶段的治理对象及对应的治理区域见表6-1，各年度实施计划见表6-2。

表 6-1 各分期治理年度实施计划进度表

年度实施计划	治 理 对 象	治理区域
近期 (1~5 年)	修建截排水沟; 建立监测网; 崩塌、滑坡的预防监测; 泥石流的预防监测; 水质污染(恶化)及土质污染的预防监测; 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测; 对露天采场终了台阶平台进行复绿和养护。	近期 治理区
中期 (6~10 年)	崩塌、滑坡的预防监测; 泥石流的预防监测; 水质污染(恶化)及土质污染的预防监测; 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测; 对露天采场终了台阶平台进行复绿和养护。	中期 治理区
远期 (11~14 年)	崩塌、滑坡的预防监测; 泥石流的预防监测; 水质污染(恶化)及土质污染的预防监测; 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测; 闭坑后进行对露天采场、排土场、临时堆场、工业场地、办公生活区、矿区道路进行全面整治与复绿工作, 并进行土地复垦监测与管护相关措施。	远期 治理区

表 6-2 各年度实施计划

对象	治理部位	治理措施	治理区													
			近期（2022.9~2027.8）					中期（2027.9~2032.8）					远期（2032.9~2036.8）			
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 14 年
土地复垦工程	露天采场	工程、生物、养护														
	排土场															
	临时堆场															
	工业场地															
	办公生活区															
修建截排水沟	露天采场及排土场外围	工程														
监测网点建设	矿区及其周边影响范围	工程														
崩塌、滑坡、泥石流的防治与监测	露天采场、工业场地区、办公生活区、临时排土场	监测														
含水层影响与破坏	地下水位监测点	监测														
水质污染	矿坑废水排放口及下游沟溪	监测														
土质污染	矿区周边土壤	监测														
地形地貌景观破坏	露天采场、工业场地区、办公生活区、临时排土场	监测、工程、生物														
土地资源破坏	露天采场、工业场地区、办公生活区、临时排土场	监测、工程、生物														

第三节 近期年度工作安排

近期治理区年度实施计划时间为 2022.9~2027.8。

具体工作安排详见表 6-3。

表 6-3 近期治理区年度实施计划进度表

年度	治 理 对 象	复垦面积
2022.9~2023.8	对+408m、+400m、+390m 终了台阶平台和边坡，进行复绿和养护； 修建截排水沟； 建立监测网； 对采场台阶崩塌、滑坡或泥石流的预防监测； 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测； 矿区周边土壤可能造成的土污染的预防监测。	0.78hm ²
2023.9~2024.8	对开采区表土剥离台阶的崩塌、滑坡的预防监测； 对+380m、+370m、+360m 终了台阶平台和边坡，进行复绿和养护； 对采场台阶崩塌、滑坡或泥石流的预防监测； 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测； 矿区周边土壤可能造成的土污染的预防监测； 已复垦地段的土地复垦监测及管护措施。	0.68hm ²
2024.9~2025.8	对开采区表土剥离台阶的崩塌、滑坡的预防监测； 对+350m、+340m 终了台阶平台和边坡，进行复绿和养护； 对采场台阶崩塌、滑坡或泥石流的预防监测； 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测； 矿区周边土壤可能造成的土污染的预防监测； 已复垦地段的土地复垦监测及管护措施。	0.64hm ²
2025.9~2026.8	对开采区表土剥离台阶的崩塌、滑坡的预防监测； 对+330m、+320m 终了台阶平台和边坡，进行复绿和养护； 对采场台阶崩塌、滑坡或泥石流的预防监测； 地表水和地下水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测； 矿区周边土壤可能造成的土污染的预防监测。	0.66hm ²
2026.9~2027.8	对开采区表土剥离台阶的崩塌、滑坡的预防监测； 对+310m、+300m 终了台阶平台和边坡，进行复绿和养护； 对采场台阶崩塌、滑坡或泥石流的预防监测； 地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测； 矿区周边土壤可能造成的土污染的预防监测。	0.71hm ²

第一年度实施计划:对基建时形成不稳定边坡进行防治;对存在隐患的边坡,不稳定岩体进行撬毛清除;在矿区采场境界线及各基建场地周边修筑截(排)水沟,防止水土流失,防止地表径流流入采场区域,造成采场充水或冲刷造成水土流失;进行露天采场边坡稳定性监测,并在较高处设置警示牌;设置地质灾害、水质、水量监测点(露天采场台阶),对终了台阶进行复绿。

表 6-4 矿山地质环境保护与土地复垦第一年度实施计划

治理措施		第一年度工作安排											
		9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
工程措施	修建沉砂池	•	•	•									
	修建截排水沟	•	•	•									
	终了台阶复绿										•	•	
	生态管护	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
监测措施	监测点布设	•	•										
	对监测点定期监测	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	地下水监测						•						
	水样采集及化验			•						•			
	土壤采集及化验						•						

第七章 经费估算与进度安排

第一节 经费估算依据

一、估算原则

- 1、符合国家有关法律、法规规定；
- 2、土地复垦投资应进入工程估算中；
- 3、工程建设与土地复垦措施同步设计、同步建设投资；
- 4、指导价与市场价相结合的原则；
- 5、科学、合理、高效的原则。

二、估算依据

- 1、《土地复垦标准(试行)》(UDC-TD)；
- 2、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部经济建设司、国土资源部财政司，2012 年）；
- 3、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》；
- 4、《土地开发整理项目预算编制暂行办法》；
- 5、部分项目参照《广东省建筑工程综合定额》；
- 6、《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》；
- 7、《工程勘察设计收费管理规定》；
- 8、部分项目参照市场价格；
- 9、《广东省园林绿化工程综合定额》（2010）粤建市[2010]15 号；
- 10、2022 年第二季度梅州市材料信息价及市场价；
- 11、现场调查收集的数据。

三、基础单价

本方案经费估算以定额单价为计算依据，定额单价表见 7-1。

表 7-1 定额单价表

工程名称		定额编号	计量单位	综合单价
工程措施	砌体拆除清运	30072	100m ³	15389.84
	覆土回填	10332	100m ³	776.21
	人工回填、夯实	10333	100m ³	4434.58
	推土机推土	10313	100m ²	428.42
	挖掘机挖土	10203	100m ³	4499.04
	PVC 管道	50070	100m	5114.22
	C20 混凝土	10589	100m ³	29036.47
生物措施	栽植乔木	90004	100 株	1364.65
	狗牙根	90030	kg	125.23
	复合肥	信息价	kg	8.0
监测管护措施	水样分析	市场价	件	3000.00
	土壤分析	市场价	件	2000.00
	复垦监测费	工程措施费×0.6%		
	植被管护费	生物措施费×30%		

第二节 矿山地质环境治理工程经费估算

一、总工程量与投资估算

(一) 费用构成

费用由工程施工费、监测费、其他费用、预备费构成。

1、工程施工费

包括直接费、间接费、企业利润和税金。

(1)直接费

包括直接工程费和措施费。

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=定额劳动量(工日)×人工单价(元/工日)，人工单价取甲类工 90.90 元/

工日，乙类工 65.10 元/工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，定额材料用量参考《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版）编制。材料单价参照梅州市2022年第二季市场参考价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版）编制，其中燃油动力费等价格参照梅州市2022年第二季市场参考价格计算。

2)措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版），临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率按直接工程费的3.60%计。

(2)间接费

间接费用由企业管理费、财务费用组成。根据工程类别不同，间接费按直接费的5.00%计。

(3)企业利润

依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，该项目利润率取3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4)税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》2019年第39号 财政部 税务总局 海关总署，税金费率取9%。计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2、监测费

包括人工费和设施设备购置费，地质灾害防治人工观测点观测按150元/次，地下水文人工观测点观测按150元/次，水质监测按3000元/个水样进行核算。土壤监测按2000元/个水样进行核算。

3、其他费用

包括勘察设计费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、方案编制费。

(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)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。

(3)竣工验收费

竣工验收费指土地复垦项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，取费基数为工程施工费，费率为3.00%。

(4)业主管理费

指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。业主管理费按工程施工费、监测费、勘察设计费、工程监理费和竣工验收费之和的2.00%计取。

4、预备费

依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011版）规定，该项目预备费按工程施工费、监测费、其他费用之和的2.00%计取。

(二) 矿山地质环境治理总工程量

矿山地质环境治理工程量汇总见表 7-2。

表 7-2 矿山地质环境治理工程量汇总表

防治措施	项目名称	计算单位	工程量合计	备注
工程措施	开挖截排水沟	m ³	1797.6	露天采场、排土场、工业场截排水沟工程
	C20 混凝土	m ³	1027.2	
监测措施	取水样分析（水质监测点 2 处）	件	56	每年取 2 次水样进行污染项目和常量组分分析
	取土壤分析（1 处）	件	28	

(三) 矿山地质环境治理总投资估算

根据设计的工程量，按照相关的定额标准估算，矿山地质环境治理工程静态总投资为 766757.41 元，矿山地质环境治理工程动态总投资为 935790.38 元，详见表 7-3。

表 7-3 矿山地质环境治理总投资估算表

序号	费用名称	计算基费	费率（%）	金额（元）
一	工程施工费	1+2+3+4	/	462981.31
1	直接费	(1) + (2)	/	392744.79

(1)	工程直接费	/	/	379097.29
(2)	措施费	工程直接费	3.60%	13647.50
2	间接费	直接费	5.00%	19637.24
3	利润	直接费+间接费	3.00%	12371.46
4	税金	直接费+间接费+利润	9.00%	38227.81
二	监测费	见表 7-6	/	224000.00
三	其他费用	1+2+3+4+5	/	64741.65
1	勘察设计费	工程施工费	5.40%	25000.99
2	工程监理费	工程施工费	2.40%	11111.55
3	竣工验收费	工程施工费	3.00%	13889.44
4	业主管理费	工程施工费+监测费+勘察 设计费+工程监理费+竣工 验收费	2.00%	14739.67
四	预备费	工程施工费+监测费+其他 费用	2.00%	15034.46
五	静态总投资（元）	一+二+三+四	/	766757.41
六	动态总投资（元）	见表 7-4	/	935790.38

（四）矿山地质环境治理动态总投资估算

该项目矿山地质环境治理估算静态总投资为 766757.41 元，根据国民经济发展，按省技术中心建议，广东参照动态涨幅一般 30 年内 3-5% 计取，本方案按不同年份工程投资分别按 $L \times (1+3.0\%)$ 计算动态投资，14.0 年（矿山综合服务年限 11.0 年+闭坑后监测期 3.0 年）后的矿山地质环境治理估算动态总投资为 935790.38 元（表 7-4）。

表 7-4 矿山地质环境治理动态总投资估算表

年度	静态投资/元	价差预备费/元	动态投资/元	资金来源
2022.9~2023.8	54768.47	0.00	54768.47	矿产品销售 收入
2023.9~2024.8	54768.38	1643.05	56411.43	
2024.9~2025.8	54768.38	3335.39	58103.77	
2025.9~2026.8	54768.38	5078.51	59846.89	

2026.9~2027.8	54768.38	6873.91	61642.29	
2027.9~2028.8	54768.38	8723.18	63491.56	
2028.9~2029.8	54768.38	10627.93	65396.31	
2029.9~2030.8	54768.38	12589.82	67358.20	
2030.9~2031.8	54768.38	14610.57	69378.95	
2031.9~2032.8	54768.38	16691.93	71460.31	
2032.9~2033.8	54768.38	18835.74	73604.12	
2033.9~2034.8	54768.38	21043.87	75812.25	
2034.9~2035.8	54768.38	23318.23	78086.61	
2035.9~2036.8	54768.38	25660.83	80429.21	
合计	766757.41	169032.97	935790.38	-

二、单项工程量与投资估算

1、矿山地质环境治理工程措施费投资估算

矿山地质环境治理工程量与投资估算详见表 7-5。

表 7-5 矿山地质环境治理工程措施投资表

序号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	工程施工费(元)	备注
1	开挖截排水沟	100m ³	17.98	4499.04	80892.74	/
2	C20 混凝土	100m ³	10.27	29036.47	298204.55	
合计					379097.29	

2、矿山地质环境治理监测工程费投资估算

矿山地质环境治理监测工程量与投资估算详见表 7-6。

表 7-6 矿山地质环境治理监测工程投资表

序号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	工程施工费(元)	备注
1	取水样分析	件	56	3000.00	168000.00	单价参照市场价
2	取土壤分析	件	28	2000.00	56000.00	单价参照市场价
合计					224000.00	

第三节 土地复垦工程经费估算

一、总工程量与投资估算

(一) 费用构成

费用由工程施工费、设备购置费、其他费用、监测与管护费、预备费构成。

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、利润和税金这4项费用。

(1)直接费

包括直接工程费和措施费，费用皆按《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128号）计取。

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=定额劳动量(工日)×人工单价(元/工日)，人工单价取甲类工90.90元/工日，乙类工65.10元/工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，定额材料用量参考《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版）编制。材料单价参照梅州市2022年第二季市场参考价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版）编制，其中燃油动力费等价格参照梅州市2022年第二季市场参考价格计算。

2)措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版），临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率按直接工程费的3.60%计。

(2)间接费

间接费用由企业管理费、财务费用组成。根据工程类别不同，间接费按直接费的5.00%计。

(3)企业利润

依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，该项目利润率取3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4)税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》2019年第39号 财政部 税务总局 海关总署，税金费率取9%。计算基础为直接费、间接费和利润之和。

2、设备购置费

本项目不涉及设备的购置。

3、其他费用

包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费组成。

(1)前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费，包括土地清查费、项目勘测费、项目设计与预算编制费。前期工作费按工程施工费的5.40%计算。

(2)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。

(3)竣工验收费

竣工验收费指土地复垦项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出费用。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设定费。

1)工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-7。

表 7-7 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.70
2	500~1000	0.65
3	1000~3000	0.60

4	3000~5000	0.55
5	5000~10000	0.50
6	10000~50000	0.45
7	50000~100000	0.40
8	100000 以上	0.35

2)工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-8。

表 7-8 工程验收费计费标准

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

3)项目决算编制与审计费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-9。

表 7-9 项目决算编制与审计费计费标准

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

8	100000 以上	0.3
---	-----------	-----

4)整理后土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-10。

表 7-10 整理后土地重估与登记费计费标准

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

5)标识设定费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-11。

表 7-11 标识设定费计费标准

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

(4)业主管理费

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、搬迁补偿费和竣工验收费之和作为基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-12。

表 7-12 业主管理费计费标准

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

4、监测与管护费

根据《土地复垦方案编制规程》的有关要求，设立一定比率的监测费与管护费。本项目按照工程施工费的0.6%核定。监测费=工程施工费×0.6%

(2)管护费

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期3年的管护，按时对复垦地区采取浇水、除虫等措施，以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。管护费=植被重建工程施工费×30%

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他费用之和的3.00%计取。

(2)价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。按工程施工费、其他费用和基本预备费的3.00%计算。

(3)风险金

风险金，按工程施工费、其他费用和基本预备费的 2.00%计算。

表 7-13 工程施工费单价估算表

单位：元

序号	单项名称	单位	直接费							间接费	利润	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	其他费用	直接工程费	措施费	合计				
一	土壤重构工程												
1	土壤剥覆工程												
(1)	覆土回填	100m ³	605.31	0.00	0.00	30.27	635.58	22.88	658.46	32.92	20.74	64.09	776.21
(2)	推土机推土（三类土）	100m ²	24.6	0.00	328.2	17.64	370.44	13.34	383.78	19.19	12.09	13.36	428.42
二	植被重建工程												
(1)	栽植乔木（带土球 50cm 以内）	100 株	585.5	536.7	0.00	0.00	1122.2	40.4	1162.6	58.1	36.6	40.5	1364.65
(2)	种植爬山虎	100 株	82	159.3	0.00	0.96	242.27	8.72	250.99	12.55	7.91	8.74	280.19
(3)	撒播草籽	hm ²	172.20	561.00	0.00	0.00	733.20	26.40	759.60	37.98	23.93	26.45	847.95
三	配套工程												
(1)	植生袋	100 个	181.80	200.00	0.00	0.27	382.07	13.75	395.82	19.79	12.47	38.53	466.61
(2)	PVC 管道	100m	91.02	3734.70	0.00	306.06	4131.78	506.59	4338.37	216.92	136.66	422.27	5114.22
(3)	挖掘机挖土	100m ³	3604.59	0.00	0.00	79.30	3683.89	132.62	3816.51	190.83	120.22	371.48	4499.04
(4)	砌体拆除清运	100m ³	13046.2	0.00	0.00	0.00	13046.2	479.06	13786.18	689.31	434.26	480.09	15389.84
(5)	C20 混凝土	100m ³	6012.22	16645.52	1884.11	0.00	24541.85	1128.92	25670.77	1540.24	816.33	1181.10	29036.47

（二）矿山土地复垦工程总工程量

矿山土地复垦主要为露天采场、排土场、工业场地、临时堆场 1、临时堆场 2、办公生活区及矿山道路等的复垦，复垦措施包括工程措施、生物化学措施、监测和管护措施，土地复垦总工程量汇总详见表 7-14。

表 7-14 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	土壤剥覆工程		
(1)	覆土回填	100m ³	868.01
(2)	土地平整	hm ²	22.1225
(3)	犁底层构筑	m ³	2247
(4)	松土翻耕	m ³	3371
2	生物化学工程		
(1)	复合肥	kg	2579.5
3	清理工程		
(1)	砌体拆除清运	100m ³	8.00
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	234.67
(2)	栽植果树	100 株	23.28
(3)	撒播狗牙根	hm ²	22.1225
(4)	栽植爬山虎	100 株	110.50
三	配套工程		
(1)	植生袋	100 个	1262.88
(2)	PVC 管道	100m	53.50
(3)	土方开挖	m ³	300
(4)	田埂	m ³	430
(5)	蓄水池	m ²	40

（三）矿山土地复垦工程总投资估算

根据土地复垦工程部署，按照相关定额标准估算，矿山土地复垦工程静态总投资为 3580279.25 元，矿山土地复垦工程动态总投资为 4205413.59 元，详见表 7-15。

表 7-15 土地复垦工程总投资估算表

序号	费用名称	计算基费	费率	金额（元）
一	工程施工费	1+2+3+4	/	3363882.19
1	直接费	(1) + (2)	/	3307509.03
(1)	工程直接费	见表 7-17	/	3295644.71
(2)	措施费	工程直接费	3.60%	11864.32
2	间接费	直接费	5.00%	16537.55
3	利润	工程直接费+间接费	3.00%	9936.55
4	税金	工程直接费+间接费+利润	9.00%	29899.07
二	设备购置费	/	/	0.00
三	其他费用	1+2+3+4	/	48751.56
1	前期工作费	工程施工费	5.40%	18164.96
2	工程监理费	工程施工费	2.40%	8073.32
3	竣工验收费	(1) + (2) + (3) + (4) + (5)	/	12984.59
(1)	工程复核费	工程施工费+设备购置费	0.70%	2354.72
(2)	工程验收费	工程施工费+设备购置费	1.40%	4709.44
(3)	项目决算编制与审核费	工程施工费+设备购置费	1.00%	3363.88
(4)	整理后土地重估与登记费	工程施工费+设备购置费	0.65%	2186.52
(5)	标识设定费	工程施工费+设备购置费	0.11%	370.03
4	业主管理费	工程施工费+设备购置费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费	2.80%	9528.69
四	监测与管护费	1+2	/	140293.24
1	监测费	见表 7-18	/	19773.87
2	管护费	见表 7-18	/	120519.37
五	预备费	1+2+3	/	27352.26
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	3.00%	10237.90
2	价差预备费	工程施工费+其他费用+基本预备费	3.00%	10268.61
3	风险金	工程施工费+其他费用+基本预备费	2.00%	6845.74
六	静态总投资（元）	一+二+三+四+五	/	3580279.25
七	动态总投资（元）	见表 7-15	/	4205413.59

（四）矿山土地复垦工程动态总投资估算

该项目土地复垦估算静态总投资为 3580279.25 元，根据国民经济发展，按省技术中心建议，广东参照动态涨幅一般 30 年内 3-5% 计取，本方案按不同年份工程投资分别按 $L \times (1+3.0\%)$ 计算动态投资，14.0 年（矿山综合服务年限 11.0 年+管护期为 3.0 年）后的土地复垦动态总投资为 4205413.59 元（表 7-16）。

表 7-16 土地复垦工程动态总投资估算表

年度	静态投资/元	价差预备费/元	动态投资/元	资金来源	备注
2022.9~2023.8	312726.02	0.00	312726.02	矿产品销售 收入	边采边复垦， 对已形成的终 了平台和边坡 进行复绿和养 护
2023.9~2024.8	312726.00	9381.78	322107.78		
2024.9~2025.8	312726.00	19045.01	331771.01		
2025.9~2026.8	312726.00	28998.14	341724.14		
2026.9~2027.8	312726.00	39249.87	351975.87		
2027.9~2028.8	312726.00	49809.14	362535.14		
2028.9~2029.8	312726.00	60685.20	373411.20		
2029.9~2030.8	312726.00	71887.53	384613.53		
2030.9~2031.8	312726.00	83425.94	396151.94		
2031.9~2032.8	312726.00	95310.50	408036.50		
2032.9~2033.8	312726.00	107551.59	420277.59		闭坑
2033.9~2034.8	46764.41	17968.47	64732.88	-	闭坑后全面复垦
2034.9~2035.8	46764.41	19910.46	66674.87		监测与管护
2035.9~2036.8	46764.41	21910.70	68675.11		
合计	3580279.25	625134.34	4205413.59	-	-

二、单项工程量与投资估算

1、矿山土地复垦工程措施投资估算

矿山土地复垦工程措施投资估算详见表 7-17。

表 7-17 矿山土地复垦投资估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
一	土壤重构工程				1992469.25
1	土壤剥覆工程				1848714.53

(1)	松土翻耕	100m ³	33.71	1450.44	48894.33
(2)	外购黄土	m ³	2247	35.00	78645.00
(3)	构筑犁底层	100m ³	22.47	4434.58	99645.01
(4)	覆土回填	100m ³	868.01	776.21	673758.04
(5)	推土机推土（三类土）	100m ²	2212.25	428.42	947772.15
2	生物化学工程				20636.00
(1)	复合肥	kg	2579.50	8.00	20636.00
3	清理工程				123118.72
(1)	砌体拆除清运	100m ³	8.00	15389.84	123118.72
二	植被重建工程				401731.24
(1)	栽植乔木	100 株	234.67	1364.65	320242.42
(2)	栽植果树	100 株	23.28	1364.65	31769.05
(3)	撒播狗牙根	hm ²	22.1225	847.95	18758.77
(4)	栽植爬山虎	100 株	110.50	280.19	30961.00
三	配套工程				901444.22
(1)	植生袋	100 个	1262.88	466.61	589272.44
(2)	PVC 管道	100m	53.50	5114.22	273610.77
(3)	土方开挖	100m ³	3.00	4499.04	13497.12
(4)	修筑田埂	100m ³	4.30	4434.58	19068.69
(5)	蓄水池	m ²	40.00	149.88	5995.20
总计	-				3295644.71

2、矿山土地复垦管护费用投资估算

矿山土地复垦管护费用投资估算详见表 7-18。

表 7-18 矿山土地复垦管护费用投资估算表

序号	工程内容	费基（元）	费率（%）	金额（元）
1	复垦监测费	3295644.71	0.6	19773.87
2	管护费	401731.24	30	120519.37
合计				140293.24

第四节 总费用汇总与年度安排

一、总费用构成与汇总

（一）总费用构成与汇总

本《方案》总费用的构成是由矿山环境治理工程费用和矿山土地复垦工程费用共同组成的。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；土地复垦工程包括矿区土地复垦工程和矿区土地复垦监测和管护工程。

根据矿山地质环境治理工程部署，并按照有关定额标准估算，本矿山地质环境治理工程动态总投资为 935790.38 元（折合 93.58 万元）；根据矿山土地复垦工程部署，估算本矿山土地复垦工程动态总投资为 4205413.59 元（折合 420.54 万元）；矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用为 5141203.97 元（折合 514.12 万元）（详见表 7-19）。

表 7-19 矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用汇总表

分项名称	静态投资(元)	动态投资(元)
矿山地质环境治理工程经费	766757.41	935790.38
土地复垦工程经费	3580279.25	4205413.59
总计	4347036.66	5141203.97

二、近期年度经费安排

1、近期治理时间安排

近期治理年度实施计划时间为 1~5 年（2022.9~2027.8）。

2、主要工作内容

- （1）对已形成的终了台阶平台和边坡，进行复绿和养护；
- （2）已复垦地段的土地复垦监测及管护措施；
- （3）修建截排水沟；
- （4）建立监测网；
- （5）对采场台阶崩塌、滑坡或泥石流的预防监测；
- （6）地表水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测；
- （7）矿区周边土壤可能造成的土污染的预防监测。

3、近期年度经费安排详见表 7-20。

表 7-20 近期年度经费安排汇总表

年度	治理区域	措施	项目名称	单位	工程量	单价	费用合计 (万元)
2022.9~ 2023.8	重点防治区 (A)	水质检测	监测	件	4	3000	20.97
		土壤检测		件	2	2000	
	台阶平台+408m、 +400m、+390m 复 垦林地 0.78hm ²	表土回填	工程	100m ³	30.25	776.21	
		土地平整		100m ²	60.5	428.42	
		复合肥		kg	96.8	8.00	
		栽植乔木		100 株	9.68	1364.65	
		撒播狗牙根		hm ²	0.605	847.95	
		种植爬山虎		100 株	12.1	280.19	
		植生袋		100 个	138.27	466.61	
		PVC 管道		100m	12.1	5114.22	
2023.9~ 2024.8	重点防治区 (A)	水质检测	监测	件	4	3000	14.89
		土壤检测		件	2	2000	
	台阶平台+380m、 +370m、+360m 复 垦林地 0.68hm ²	表土回填	工程	100m ³	20.76	776.21	
		土地平整		100m ²	41.53	428.42	
		复合肥		kg	66.44	8.00	
		栽植香樟		100 株	6.64	1364.65	
		撒播狗牙根		hm ²	0.42	847.95	
		种植爬山虎		100 株	8.31	280.19	
		植生袋		100 个	94.90	466.61	
		PVC 管道		100m	8.31	5114.22	
2024.9~ 2025.8	重点防治区 (A)	水质检测	监测	件	4	3000	18.59
		土壤检测		件	2	2000	
	台阶平台+350m、 +340m 复垦林地 0.64hm ²	表土回填	工程	100m ³	26.54	776.21	
		土地平整		100m ²	53.08	428.42	
		复合肥		kg	84.92	8.00	
		栽植香樟		100 株	8.49	1364.65	
		撒播狗牙根		hm ²	0.53	847.95	
		种植爬山虎		100 株	10.62	280.19	
		植生袋		100 个	121.30	466.61	
		PVC 管道		100m	10.62	5114.22	
2025.9~ 2026.8	重点防治区 (A)	水质检测	监测	件	4	3000	14.48
		土壤检测		件	2	2000	
	台阶平台+330m、 +320m 复垦林地 0.66hm ²	表土回填	工程	100m ³	20.08	776.21	
		土地平整		100m ²	40.15	428.42	
		复合肥		kg	64.24	8.00	
		栽植香樟		100 株	6.42	1364.65	
		撒播狗牙根		hm ²	0.40	847.95	
		种植爬山虎		100 株	8.03	280.19	
		植生袋		100 个	91.76	466.61	
		PVC 管道		100m	8.03	5114.22	
2026.9~ 2027.8	重点防治区 (A)	水质检测	监测	件	4	3000	15.60
		土壤检测		件	2	2000	
	台阶平台+310m、 +300m 复垦林地 0.71hm ²	表土回填	工程	100m ³	21.86	776.21	
		土地平整		100m ²	43.73	428.42	

		复合肥		kg	69.96	8.00	
		栽植香樟		100 株	7.00	1364.65	
		撒播狗牙根		hm²	0.44	847.95	
		种植爬山虎		100 株	8.75	280.19	
		植生袋		100 个	99.93	466.61	
		PVC 管道		100m	8.75	5114.22	
合计							84.53

第八章 保障措施与效益分析

第一节 组织保障

方案重在落实，切实改善采矿活动所造成的矿山地质环境破坏，审批后的方案由矿山企业组织实施，并受当地和上级自然资源行政主管部门的监督检查。为保证全面完成各项治理措施，必须重视并完成以下工作：

1、为了矿山地质环境保护与土地复垦能够按照方案要求顺利实施，避免方案的实施流于形式，矿山企业必须健全矿山地质环境保护与土地复垦组织领导体系，成立矿山地质环境保护与土地复垦项目领导小组，负责矿山地质环境保护与土地复垦项目的领导、管理和组织实施工作，并接受地方自然资源行政主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦实施情况进行监督和管理，同时组织学习《矿山地质环境保护规定》等有关法律法规，提高矿山管理人员和采矿人员的矿山地质环境保护意识。为了保证项目的顺利实施，项目承担单位抽调相关人员组建项目组，并设立项目办公室，协调各研究专题间的交叉协作关系，并督促各合作承担单位保证项目开展所需的人力、物力、工作时间等基本条件，按计划完成任务，保证研究计划顺利实施。

2、矿山企业必须严格按照矿山地质环境保护与土地复垦方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成矿山地质环境保护与土地复垦的各项措施；当地自然资源部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用矿山企业定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使方案的完全落实。

3、按建设项目管理程序进行管理。在矿山地质环境与土地复垦施工中应严格按照建设项目管理程序，实行招投标制度，选择具有地质灾害治理施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位，进行矿山地质环境保护与土地复垦的施工和后期的养护工作。

第二节 技术保障

矿山技术负责人要主管矿山地质环境保护与土地复垦方面的技术工作，定期

与自然资源局、环保局、林业局联系，根据国家和地方的各项技术规范，开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

一、专业队伍的配备

应配备有矿山地质环境保护与土地复垦工作专职管理人员，并定期进行技术培训、参观学习，提高专职管理人员的技术水平。同时，有针对性地加强方案实施的施工队伍及其技术人员的专业培训，强化施工人员的矿山环境保护意识，提高施工人员的矿山环境保护与土地复垦技术水平，以确保矿山地质环境保护与土地复垦工程保质、保量、按期完成。

二、按照技术规范的要求开展有关矿山地质环境防治和监测工作

按照技术规范的要求及本方案提出的要求开展矿山地质环境防治和监测工作，要全面落实工程建设法人负责制、招投标制和监理制，建立工程建设期间的监督检查制度，在生产期间要加强治理措施的试验研究工作，提出完工后的验收要求。对监测工作要按方案要求进行长期、定期监测。

1、严格按照矿山资源开采设计进行矿山生产。

2、搞好测量控制工作，符合设计的安全要求。

3、按照矿山地质环境保护与土地复垦方案的要求委托有关技术单位，有序地开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

4、矿山地质环境监测应委托专业技术单位进行，矿山则应做好监测设施管理工作。

5、在本方案的实施过程中，按矿山开采对地质环境所造成的破坏类型、程度分类恢复治理，对矿石堆场采取相应技术规范来恢复治理，对地质灾害隐患应根据不同灾害类型、规模、易发程度及危害程度采取合理有效的技术措施、技术要求进行治理。

6、加强相关人员的技术培训。对矿山地质环境保护与土地复垦工作专职管理人员进行技术培训、参观学习，提高专职管理人员的技术水平。同时，有针对性地加强方案实施的施工队伍及其技术人员的专业培训，强化施工人员的矿山环境保护意识，提高施工人员的矿山环境保护与土地复垦技术水平，以确保矿山地质环境保护与土地复垦工程保质、保量、按期完成。

三、先进的施工手段和合理施工工艺，高标准的质量验收

在矿山地质环境保护与土地复垦过程中要采用先进的施工手段和合理施工

工艺，高标准的质量验收。

第三节 资金保障

一、总体要求

依据广东省自然资源厅关于印发《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》的通知(粤自然资规字〔2020〕6号)及《矿产资源法》、《矿山地质环境保护规定》(自然资源部令第5号)、《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》(国发〔2017〕29号)、《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)。

依法从事矿产资源开发活动的采矿权人、从事矿产资源开采活动的采矿权人，均应按规定设立矿山地质环境治理恢复基金，按照“谁破坏、谁治理”的原则，开展矿山地质环境治理恢复工作。

根据自然资源主管部门审查通过的“矿山地质环境保护与土地复垦方案”，将其中的矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用，按照《指导意见》及企业会计准则相关规定提取，计入相关资产的入账成本，通过专户、专账核算，用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦的资金。

矿山地质环境治理恢复基金按照“企业计提、满足需求、专款专用、政府监管”的原则，以矿山地质环境治理恢复和土地复垦结果为导向，由采矿权人自主合理使用。

二、基金计提

采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，反映基金的计提与使用情况，并将基金账户开设情况报送矿山所在地县级以上自然资源、财政和生态环境主管部门。

生产矿山应当自本办法实施之日起3个月内建立基金账户，新建矿山应当在取得采矿权登记后1个月内建立基金账户。

基金总额核算依据经审查通过的“方案”中矿山地质环境治理恢复与土地复垦费确定。当采矿权人计提的基金总额不能满足矿山地质环境治理恢复与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。

固体矿山基金按年度计提,年度基金计提额按照核定的治理基金总额、占用资源总矿石量、实际生产矿石量确定。

年度基金计提额=(核定的治理基金总额/占用资源总矿石量)×上年度实际生产矿石量

采矿权人应将财政或自然资源主管部门退还的矿山地质环境治理恢复保证金和土地复垦费,经所在地县级以上自然资源部门会同财政部门重新核定后转存为基金,专项用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作。

矿山矿区范围、开采方式、生产规模、主要开采矿种发生变更或者储量变化导致服务年限发生变化的,采矿权人应当重新编制“方案”,报经主管部门审查通过后重新核定基金。

采矿权人依法转让采矿权的,原采矿权人的矿山地质环境治理恢复基金及矿山地质环境治理恢复与土地复垦责任一并转让给受让人,受让人应当继续按照本办法计提基金。

三、基金使用

1、根据自然资源主管部门审查通过的“方案”所确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等编制年度实施方案,自主使用基金。

2、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。

3、基金使用范围:

(1) 因矿产资源开发活动造成地面塌陷、地裂缝、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。

4、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。

5、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。

第四节 监管保障

落实阶段治理与复垦费用，严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排治理与复垦项目资金的预算支出，定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受县级以上自然资源主管部门工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

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

3、如矿山不能履行矿山地质环境保护与复垦义务，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，提高工程建设者的矿山地质环境保护与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、加强矿山地质环境保护与复垦政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动矿山地质环境保护与复垦的积极性。提高社会对矿山地质环境保护与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。保护积极进行矿山地质环境保护与复垦的村委会以及村民的利益，充分调动其矿山地质环境保护与复垦的积极性。提高社会对矿山地质环境保护与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、加强对矿山地质环境保护与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要发挥作用和产生良好的经济生态社会效益。

第五节 效益分析

方案实施后，能有效控制因采矿活动造成的土地破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏、地下含水层的破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，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。

方案实施后的效益包括环境效益、经济效益和社会效益三个方面。

一、环境效益

（1）提高植被覆盖率

各项土地复垦措施实施后，矿山生产建设所带来的各水土流失区域均能得到有效的治理和改善。除永久建构筑物占地外，施工裸地基本都得到整理、绿化，施工废弃地改造为林草地或绿化地。临时占地在工程结束后亦进行绿化，植被总体覆盖率在 80%以上。

治理度=治理措施面积÷破坏面积

植被覆盖度=林草面积÷破坏面积

（2）改善生态环境

矿山开发中损坏的植被实施生物措施后，大部分可得以恢复。其中经绿化后的周边绿化带、道路等在经过 1~2 年后，植被基本可恢复。预计整个防治责任

范围内的植被恢复系数在工程完成后 2~3 年内可改善至 92%左右。林草恢复系数达到可绿化面积的 90%左右，防治责任范围林草覆盖率可达到 80%以上，有利于改善小环境气候，保持整个生态环境的稳定，提高水土保持能力，减少自然灾害的发生。

（3）减少水土流失量

土地复垦方案实施后，水土流失基本得以控制。生产施工期间，开挖面流失强度超过现状流失强度，经实施土地复垦措施后，坡面土层裸露处水土流失强度明显下降，经估算，治理后的各裸露面水土流失总量较治理前可减少 85%以上，治理效果显著。

二、经济效益

（1）直接经济效益

实施方案实施后恢复林地 27.6505hm²，主要为林业效益、其他经济作物收益等。矿山破坏土地采取生态恢复措施后，改善了土地生产利用条件，提高土地使用价值。采矿用地基本上无使用价值，而经生态恢复后成为林地，产出农林产品，其使用价值提高，土地价格也相应提高。

（2）间接经济效益

林地面积的增加，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，即为生态恢复的间接经济效益。

三、社会效益

（1）减轻自然灾害

随着方案的实施，矿区原地貌也将被适当改变。对生产建设过程中的弃土弃渣的治理和对各施工区水土流失的治理，可减少崩塌、滑坡及泥石流的发生，减轻自然灾害。

（2）改善矿区及周边环境质量

土地复垦措施特别是生物措施的有效实施，可大大改善矿区及周边地区的生态环境，减少因矿山生产、建设对矿区及周边地区的影响，提高矿山生产区的环境质量。此外，矿区绿化创造了良好的生态环境，有利于矿山职工和周边群众的身心健康、提高劳动生产率。

（3）促进当地稳定和发展

土地复垦方案的实施可以缓减当地的人、土地资源矛盾；土地复垦资金的投入对当地调整产业结构，打造矿区生态旅游区，促进可持续发展提供了较好的机遇，对地方经济的发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。

综上所述，本方案实施所产生的社会效益、环境效益、经济效益较明显，达到了社会效益、环境效益与经济效益的统一，是功在当代，利在千秋的民心工程。

第六节 公众参与

在矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的过程中始终遵循全程公众参与，坚持做到公开、科学、合理。

一、前期准备

土地复垦公众参与的前期准备包括：

- 1、查阅矿山提供基础资料，了解矿区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被以及当地的种植习惯；
- 2、利用矿山提供资料以及网络资源初步了解项目区经济社会发展水平；
- 3、查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，确定其对土地复垦方案待复垦区域规划用途的影响；
- 4、参考矿山环评和水土保持方案确定对矿区矿山地质环境保护与土地复垦内容分析，确定矿区地质环境保护与土地复垦工作的安排，确定矿区矿山地质环境保护与土地复垦的方向、标准和措施。

二、公众参与实地调研范围与组织形式

本阶段工作主要是进行公众参与实地调研，加强对矿山环境保护与土地复垦实地条件的感性认识，通过调查咨询方式听取了解公众意见。公众参与调查涉及的主要内容有：

- 1、项目开展对项目区内及周边居民的影响调查；
- 2、项目对土地造成的破坏，尤其是水土保持破坏等对居民生产生活的影响，公众对土地破坏的了解调查；
- 3、公众对复垦的了解与期望调查；
- 4、公众对所采取的复垦技术及措施的意见调查。

三、方案编制期间

将矿山地质环境保护与土地复垦方案报告书草案在矿区所在村张贴公告，进行为期七天的公示，收集民众的意见及建议。

四、方案实施期间

1、方案实施过程中公众参与

(1) 每年组织当地群众、相关职能部门和专家代表，对项目区土地复垦实施情况进行一次实地考察验收。

(2) 通过网络、报纸或公示等手段，每月公布本项目环境保护与土地复垦方案资金使用情况，每年年底公布本项目土地复垦审计部门审计结果，土地复垦实施计划、进展和效果。

(3) 设立土地复垦意见征集网上信箱和论坛，确保公众意见有通畅的表达渠道。

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

2、竣工验收阶段中公众参与

矿山土地复垦工程竣工以前，通过网络、报纸等媒体发布工程竣工验收消息，广大群众可参与对项目区环境保护与土地复垦项目数量和质量的评价。向自然资源主管部门提出竣工验收申请，并邀请相关职能部门和专家参与竣工验收。

3、复垦后土地利用权属分配

竣工验收合格后，组织群众、相关职能部门和专家代表召开座谈会，征求对项目区复垦后土地利用权属分配的意见和建议。

第九章 结论与建议

一、结论

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

梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场是为持证生产矿山，开采方式为露天开采，矿区面积为 0.2726km^2 ，生产规模为 $20\text{万 m}^3/\text{a}$ ，开采深度+415m 至+156m 标高。2021 年 12 月 24 日，矿山取得梅州市自然资源局梅县分局《关于梅州市梅县区南口镇虎坑石场变更矿区范围申请报告的批复》（见附件 3），生产规模由 $20\text{万 m}^3/\text{a}$ 扩大至 $50\text{万 m}^3/\text{a}$ ，开采标高变更为+415m 至+220m，矿区面积由 0.2726km^2 缩小为 0.1678km^2 。矿山生产建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，评估重要程度分级为重要区。

本方案编制以 2022 年为基准年，方案服务年限为 11 年。如遇矿山企业扩大开采规模、变更矿区范围或用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

（二）《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。

地质环境综合调查主要以现场地质测量法为主，调查范围 1.98km^2 ，调查线路 3.5km ；收集资料 11 份，评估精度采用 1: 2000；评估区面积为 1.5987km^2 。该矿山地质环境影响评估级别为一级。

（三）现状评估和预测评估结论

1、现状评估

（1）地质灾害现状

评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，地质灾害现状弱发育，危害程度小，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

（2）地质环境问题现状

评估区矿山开采地质环境问题主要为：含水层的破坏较轻、地形地貌景观的破坏严重、水土环境污染现状影响程度为较轻。

（3）地质环境现状分区

评估区内矿山地质环境影响划分为两个区，分别为：矿山地质环境影响严重

区（I）和较轻区（III）。其中严重区（I）面积 0.4022km^2 ，占评估区面积的 25.16%；较轻区（III）面积 1.1965km^2 ，占评估区面积的 74.84%。

2、预测评估

（1）地质灾害预测

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能的地质灾害有：崩塌、滑坡和泥石流等，其中：预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较严重，危险性均中等，对地质环境影响程度均较严重。

（2）地质环境问题预测

预测矿山开采地质环境问题主要有：含水层影响程度为较轻；地形地貌景观影响程度严重；水土环境污染程度为较轻。

（3）地质环境预测分区

预测评估区内矿山地质环境影响划分为两个区，分别为：矿山地质环境影响严重区（I）和较轻区（III）。其中严重区（I）面积 0.4623km^2 ，占评估区面积的 28.92%；较轻区（III）面积 1.1364km^2 ，占评估区面积的 71.08%。

（四）矿山地质环境治理防治分区

结合矿山地质环境问题现状及预测评估结果进行矿山地质环境保护与恢复治理分区，将评估区划分为重点防治区（A 区）和一般防治区（C 区）两个区。其中重点防治区（A 区）面积 0.4623km^2 ，占评估区面积的 28.92%，主要为露天采场、工业场地、办公生活区、矿区道路、排土场、临时堆场及其周边影响范围；一般防治区（C 区）面积 1.1364km^2 ，占评估区面积的 71.08%，主要为重点防治区（A 区）以外其它区域。

（五）土地损毁现状评估

土地资源破坏现状主要表现在露天采场、老采场、办公生活区、工业场地 1、工业场地 2 及矿区道路等区域，已损毁面积为 25.5238hm^2 。根据梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场已损毁范围土地利用现状图（2018 年度数据），损毁土地类型包括水田（011）、果园（021）、有林地（031）、坑塘水面（114）、村庄（203）、采矿用地（204），损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度～重度。

（六）土地损毁预测评估

预测土地损毁主要表现在露天采场和排土场对土地资源的挖损、压占，拟损毁面积为 6.6110hm^2 。结合梅州市虎坑矿业有限公司虎坑石场拟损毁范围土地利

用现状图（2020 年度数据），拟损毁土地类型包括乔木林地（0301）、灌木林地（0305）、采矿用地（0602），损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度～重度。

（七）土地复垦区、复垦责任范围及复垦单元

根据矿区已损毁土地现状调查和拟损毁土地分区预测结果，损毁土地范围、损毁前后的土地利用情况，以及对损毁土地进行复垦的可能性分析，将本项目土地复垦模板适宜性评价单元划分为：露天采场、办公生活区、工业场地、矿区道路、临时堆场 1、临时堆场 2、排土场共七个单元，复垦方向为林地。

土地复垦责任范围为 32.1348hm²，根据土地复垦适宜性评价结果，确定复垦水田（011）1.1234hm²、复垦果园（021）2.7972hm²、复垦有林地（031）13.5364hm²、复垦乔木林地（0301）5.4412hm²、复垦灌木林地（0305）0.9364hm²、保留采矿用地（0602）0.2334hm²、保留坑塘水面（114）0.7480hm²、保留村庄（203）0.0605hm²、保留采矿用地（204）7.2583hm²，土地复垦率为 100%。

（八）地质环境保护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；二是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、6～10 年度实施计划阶段和 11～14 年度实施计划阶段，其相对应的治理部位分为近期治理区、中期治理区和远期治理区。主要采用的措施有工程措施、生物措施、监测措施。

（九）地质环境保护与土地复垦经费估算

矿山地质环境治理工程动态总投资为 935790.38 元（折合 93.58 万元）；土地复垦工程动态总投资为 4205413.59 元（折合 420.54 万元）；矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用为 5141203.97 元（折合 514.12 万元）。

（十）测预恢复治理效果

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

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。在矿山开采过程中应及时向当地矿管部门汇报，及时消除安全隐患，避免地质灾害的发生。

4、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿山地质环境治理工作，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、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。业主进行矿山地质环境保护与土地复垦工程时，除满足本方案要求外，还须满足《开发利用方案》、《水土保持方案》等已有资料及有关法律法规、规程、规范、标准等的要求。

6、加强对水环境污染、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。根据本次取水样分析，矿坑水的氟化物有轻微的超标，轻微超过地表水质量排放标准，建议聘请环保部门对其进行监测，并采用相应的措施进行治疗，合格后再排放至水沟及灌溉农作物。加强矿山废水水质的监测工作，及时掌握矿山废水的有害物质的种类、数量和变化。企业在生产中一定要注意环境保护，采取各种环保措施，做到经济建设和环境保护建设同步。

7、为确保矿山排土场的安全运作，负责矿山安全生产的部门要应加强排土场的安全工作措施。

8、矿山应成立绿色矿山建设工作机构，分工明确，责任落实。从开采方式科学化、资源利用高效化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化、矿地和谐等方面做好绿色矿山的建设和运行管理工作。