

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山
矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）

申报单位：徐闻县永富石场有限公司

二〇二四年六月

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山 矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）

申报单位：徐闻县永富石场有限公司

法人代表：赖茂聪

编制单位：广东远景地质勘查技术有限公司

单位负责：李国枫

项目负责：程 晨

技术负责：郭秋玲

编制人员：程 浩

制图人员：程 浩

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	徐闻县永富石场有限公司				
	法人代表	赖茂聪	身份证号	441424199005095317	手机号码	15808953868
	统一社会信用代码	9144082532326828X3	纳税人识别号	—	组织机构代码	—
	单位地址	徐闻县南山矿区五里村				
	矿山名称	徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿				
	采矿许可证	☐ 新申请 ☐ 延续 ☒ 持有 ☐ 变更（ ☐ 扩大开采规模 ☐ 扩大矿区范围 ☐ 变更深度） 以上情况请选择一种并打“√”				
	开采矿种	资源储量规模	矿山生产建设规模		开采方式	
	建筑用玄武岩	46.29 万 m ³	6 万 m ³ /a		露天开采	
编制单位	单位名称	广东远景地质勘查技术有限公司				
	法人代表	李国枫		联系电话	17353028826	
	主要编制人员	姓 名		职 责	联系电话	
		程 晨		项目负责	13726995835	
		郭秋玲		技术负责	15766696030	
		程 浩		编制人员	13416528788	
		程 浩		制图人员	13416528788	
	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相应处理后进行公示，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						
联系人：赖茂聪 联系电话：15808953868						

目录

前言	1
一、任务的由来	1
二、编制目的	2
三、编制依据	3
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	8
第一章 矿山基本情况	14
一、矿山简介	14
二、矿区范围及拐点坐标	15
三、矿山开发利用方案概述	17
四、矿区开采历史及现状	23
五、矿山地质环境保护与恢复治理方案与土地复垦方案介绍	25
六、矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）介绍	31
第二章 矿区基础信息	39
一、矿区自然地理	39
二、矿区地质环境背景	41
三、矿区社会经济概况	45
四、矿区土地利用现状	47
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	52
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	53
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	54
一、矿区地质环境与土地资源调查概述	54
二、矿山地质环境影响评估	55
三、矿山土地损毁预测与评估	67
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	71
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	78
一、矿山地质环境治理可行性分析	78
二、矿区土地复垦可行性分析	81
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	90
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	90
二、矿山地质灾害治理	91
三、矿区土地复垦	97
四、含水层破坏修复	103
五、水土环境污染的修复	103
六、矿山地质环境监测	104
七、矿山土地复垦监测和管护	106
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	108
一、总体工作部署	108
二、阶段实施计划	108
三、近期年度工作安排	109
第七章 经费估算与进度安排	111
一、经费估算依据	111
二、矿山地质环境治理工程经费估算	124
三、土地复垦工程经费估算	134
四、总费用汇总与年度安排	140

第八章 保障措施与效益分析..... 143

 一、组织保障..... 143

 二、技术保障..... 143

 三、资金保障..... 144

 四、监管保障..... 144

 五、效益分析..... 144

 六、公众参与..... 146

第九章 结论与建议..... 147

 一、结论..... 147

 二、建议..... 149

附图及附件

一、附图

- 1、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境影响现状评估图
(1: 2000)
- 2、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目 2022 年度土地利用现状图
(1: 5000)
- 3、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境影响预测评估图
(1: 2000)
- 4、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地损毁预测图
(1: 2000)
- 5、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地复垦规划图
(1: 2000)
- 6、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护治理工程部署图
(1: 2000)
- 7、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目国土空间总体规划图
(1: 5000)

二、附表

- 1、矿山地质环境现状调查表

三、其他附件

- 1、委托书
- 2、承诺书
- 3、关于《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿详查报告》矿产资源储量评审意见书及备案证明
- 4、关于《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》评审意见及备案证明
- 5、地质环境现状调查照片
- 6、土地权属人征求意见

7、占用土地分类权属面积汇总表

8、土地所有权人对“徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿”附属设施场地保留现状不复垦”的意见

9、采矿许可证（复印件）

10、营业执照（复印件）

11、矿山地质环境保护与土地复垦方案的公示（公众参与）

12、徐闻县 2024 年招商项目遴选准入评审会会议纪要（2024）28 号

13、矿山企业对“徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿”附属设施场地保留现状不复垦”的公示

前言

一、任务的由来

（一）矿山性质

徐闻县永富石场有限公司于 2016 年 3 月 17 日取得徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿采矿许可证，发证机关是徐闻县国土资源局，证号为：C4408252016037130141646，有效期为 2016 年 3 月 17 日至 2023 年 3 月 17 日，开采矿种为建筑用玄武岩，生产规模 6 万 $\text{m}^3/\text{年}$ ，矿区面积为 0.0333km^2 ，开采深度： $+20.96\text{m}\sim-8\text{m}$ 。矿区共由 57 个坐标拐点圈定。

2023 年 1 月，该矿山的采矿许可证即将到期，且证内已开采至最低开采标高，采矿权人决定不再延期，并向徐闻县自然资源局申请闭坑，徐闻县自然资源局要求徐闻县永富石场有限公司做好闭坑相关工作。

2023 年 1 月 5 日，徐闻县永富石场有限公司委托广州德一地质勘察有限公司进行《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的编制工作，该《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》于 2023 年 3 月通过了评审专家组的会审。

截止至 2024 年 5 月，矿山企业完成了矿山露天采场的治理与复垦工作，同时矿山企业提出保留矿山附属设施场地，即矿区外的工业场地、堆放场地和办公生活区等（共占地面积约 4.0653hm^2 （约 60.979 亩））。

2024 年 5 月 6 日，徐闻县永富石场有限公司委托广东远景地质勘查技术有限公司进行《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的修编工作。

（二）任务由来

目前矿山已停采，进入矿山闭坑期，为了有效保护矿山地质环境，预防地质灾害的发生和危害，为贯彻落实原国土资源部办公厅关于印发《全国“矿山复绿”行动方案》的通知文件的精神，更好的完成矿山地质环境恢复治理、土地复垦等工作，根据《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）的要求，采矿权人需要编制“矿山

地质环境保护与土地复垦方案”。

根据《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），2024 年 5 月 6 日，徐闻县永富石场有限公司委托广东远景地质勘查技术有限公司进行《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的修编工作。

本方案仅作为实施保护、监测和恢复治理矿山地质环境的技术依据之一，不能替代相关工程勘查、治理设计。

二、编制目的

（一）目的

1、在开展矿山地质环境现状调查和资料收集的基础上，对矿区地质环境影响、土地损毁进行现状分析评估；

2、依据矿山开发利用方案、矿山闭坑地质报告及矿山原地质环境保护与土地复垦方案，结合矿山地质环境条件，对矿山地质环境问题开展预测分析评估；

3、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、预测评估结果进行地质环境治理分区评估；

4、在现状分析和预测评估基础上，总结分析矿山生产过程中所采取矿山地质环境和土地复垦成功经验及不足；提出针对性的矿山地质环境治理与土地复垦方案，编制工程施工图和工作部署图。

5、为实施矿山地质环境保护、治理、土地复垦、监测和验收提供技术依据。

（二）任务

1、充分收集矿山地质环境相关资料，进行矿山地质环境和土地复垦综合调查。基本查明矿山地质环境条件和现状，查明主要的地质环境问题，查明矿区土地类型及土地总体规划，确定评估级别、范围和复垦区。

2、根据综合调查成果，结合《开发利用方案》和矿山地质环境条件特征等，对开采活动及其影响范围内地质环境现状进行评估，对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受和加剧的地质环境问题进行评估，对矿山损毁的土地进行评估。

3、根据矿山地质环境影响评估及土地损毁评估，进行矿山地质环境保护与土地复垦分区及矿山地质环境治理及土地复垦可行性分析。

4、针对矿山地质环境保护与土地复垦分区，提出适宜的矿山地质环境保护预防措施、土地复垦措施和监测方案，进行工程部署。

5、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，保障措施，估算矿山地质环境保护与土地复垦经费。

6、进行矿山地质环境治理的效益分析，提出矿山地质环境保护与土地复垦工程实施的保障措施。

7、编制矿山地质环境保护与土地复垦方案及相关图件。

三、编制依据

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案编制主要依据相关法律、法规和规范规程技术规定，同时查阅了相关的科研成果，主要依据有：

（一）法律依据

1、《中华人民共和国土地管理法》（中华人民共和国主席令第41号），自2020年1月1日起修改施行；

2、《中华人民共和国矿产资源法》，2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正；

3、《中华人民共和国矿山安全法》，2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正；

4、《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第39号），2011年3月1日起施行；

5、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国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，自2015年1月1日起施行；

6、《中华人民共和国安全生产法》，根据2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，自2021年9月1日起施行；

7、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021年4月21日，国务院第132次会议修订通过；

8、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号），2004年3月1日起施行；

9、《土地复垦条例》（国务院令第592号），2011年3月5日公布并实施；

10、《广东省矿产资源管理条例》，2012年7月26日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正。

（二）规章及政策文件

1、《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日发布施行；

2、《财政部国土资源部关于印发<土地开发整理项目预算定额标准>的通知》（财综〔2011〕128号）；

3、《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）；

4、《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第44号)，2009年2月2日国土资源部第4次部务会议审议通过，2009年5月1日施行；

5、《国土资源部关于修改和废止部分规章的决定》（国土资源部令第64号）；

6、《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；

7、广东省人民政府办公厅《印发广东省贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作的重点工作分工方案的通知》(粤办函〔2011〕672号)；

8、《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）；

9、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的通知》（粤国土资规字〔2018〕4号）；

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

11、《广东省非金属固体矿山（采石场）绿色矿山建设要求》；

12、《广东省地质环境管理条例》（2012年7月26日，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；

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）；

14、广东省自然资源厅关于印发《广东省地质灾害治理工程生态修复指引(试行)》的通知，粤自然资函〔2020〕262号；

15、广东省林业局关于恢复植被和林业生产条件、树木补种标准有关问题的

通知（粤林规〔2021〕3号）；

16、《广东省矿产资源管理条例》，2012年7月26日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

17、《广东省人民政府关于第一批清理规范58项省政府部门行政审批中介服务事项的决定》（粤府〔2016〕16号）；

18、广东省国土资源厅、广东省财政厅、广东省环境保护厅、广东省质量技术监督局、中国银行业监督管理委员会广东监管局、中国证券监督管理委员会广东监管局《关于印发〈广东省绿色矿山建设工作方案〉的通知》（粤国土资规字〔2017〕5号）；

19、广东省国土资源厅、广东省财政厅、广东省环境保护厅关于加快建设绿色矿山的通知》（粤国土资规字〔2017〕6号）；

20、《国家林业和草原局关于制定恢复植被和林业生产条件、树木补种标准的指导意见》（林办发〔2020〕94号）。

（三）现行规程、规范

- 1、《综合工程地质图图例及色标》（GB12328-1990）；
- 2、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/T12719-2021）；
- 3、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 4、《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；
- 5、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）；
- 6、《生态公益林建设技术规范》（GB/T18337.2-2001）；
- 7、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 8、《造林作业设计规程》（LY/T1607-2003）；
- 9、《关于调整部分矿种生产建设规模标准的通知》（国土资发【2004】208号）；
- 10、《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；
- 11、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
- 12、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）；
- 13、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 14、《崩塌防治工程勘查规范(试行)》（T/CAGHP011-2018）；
- 15、《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；

- 16、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发改委，2007）；
- 17、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 18、《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）；
- 19、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）；
- 20、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；
- 21、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ / T0223-2011)；
- 22、《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011)；
- 23、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 24、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 25、《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）；
- 26、《矿山地质环境调查评价规范》（DD2014-05）；
- 27、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2015）；
- 28、《矿山地质环境监测规程》（DZ/T0287-2015)；
- 29、《广东省建设工程计价依据》（粤建市[2010]15 号）；
- 30、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 31、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；
- 32、《水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）；
- 33、《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》（GBT14158-93）；
- 34、《水文地质环境地质调查规范》（DB41/T1507-2017）；
- 35、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T1049-2016）；
- 36、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；
- 37、《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）。
- 38、《地质灾害治理工程施工组织设计规范（试行）》（T/CAGHP020-2018)；
- 39、《广东省矿山地质环境保护与治理规划（2020-2025 年）》；
- 40、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》，广东省地质灾害防治协会；
- 41、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月；
- 42、《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；

43、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（粤自然资函【2020】262号）；

44、《广东省矿山生态修复技术指南（试行）》（2022年8月）。

（四）技术文件与资料

1、区域地质、水工环地质资料

（1）广东省区域地质图（1：20万）；

（2）区域水文资料（1：20万）；

2、矿区地质、开采技术等资料

（1）《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿详查报告》（广东省地质物探工程勘察院，2013年6月）；

（2）《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》（广东省地质物探工程勘察院，2013年10月）；

（3）《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目土地复垦方案报告书》（湖南省水保科技有限公司，2015年10月）；

（4）《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（广东省地质环境监测总站，2015年10月）；

3、土壤、土地类型等资料

（1）徐闻县南山镇2022年度土地利用现状图（局部）；

（2）徐闻县南山镇国土空间总体规划（2021-2035年）（局部）；

（3）占用土地分类权属面积汇总表。

四、方案适用年限

矿山经多年开采目前已完全停采，进入矿山闭坑期。本方案设计闭坑治理期 0.5 年（6 个月），土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 3.5 年，2024 年为基准年。

五、编制工作概况

1、工作方法

2024 年 5 月 6 日，广东远景地质勘查技术有限公司接受徐闻县永富石场有限公司的委托后，成立了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作小组。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，并结合相关的行业技术标准的要求，将工作分为以下几个阶段：

第一阶段 资料收集及现场踏勘（5 月 6 日至 5 月 8 日）

主要为研究相关文件，全面收集矿区及周围地区的地质、矿山开采及土地资源等相关资料，进行初步分析、编写工作大纲。

在认真分析研究收集资料的基础上进行踏勘，踏勘主要侧重于露天采场和其附属设施场地。

第二阶段 确定矿山地质环境评估范围和复垦区（5 月 9 日）

主要工作为根据收集及野外调查掌握的相关资料，确定地质环境评估范围。

对建设项目的自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状和生产工艺等进行分析和评价，确定土地复垦范围。

第三阶段 矿山地质环境及土地资源等调查（5 月 10 日至 5 月 12 日）

在认真分析研究收集资料的基础上进行踏勘。对矿山进行地质环境及土地资源破坏调查，踏勘主要侧重于露天采场和可能引发的地质灾害、地质环境问题区域。

同时对矿山现状的土地破坏、损毁深入调查，地形地貌景观的影响调查、地下水污染等工作的调查与分析。

第四阶段 矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价（5 月 13 日）

根据评估区划分的范围及级别，对矿山地质环境影响进行现状及预测评估

根据收集及野外调查掌握的相关资料，进行土地损毁预测与土地复垦适宜性

评价，选定土地复垦标准、措施，明确土地复垦目标。

第五阶段 矿山地质环境保护与土地复垦分区（5月14日）

根据评估区划分的范围及级别，进而确定矿山地质环境保护与土地复垦治理分区，并对矿山地质环境保护与土地复垦措施进行部署。

第六阶段 矿山地质环境保护与土地复垦方案报告编写和图件编绘（5月15日至6月10日）

最后，完成矿山地质环境保护与土地复垦方案的编写和图件绘制，进行内部自审工作，然后提交编制成果评审，根据评审意见修改定稿。

详见下图 0-1 工作程序框图。

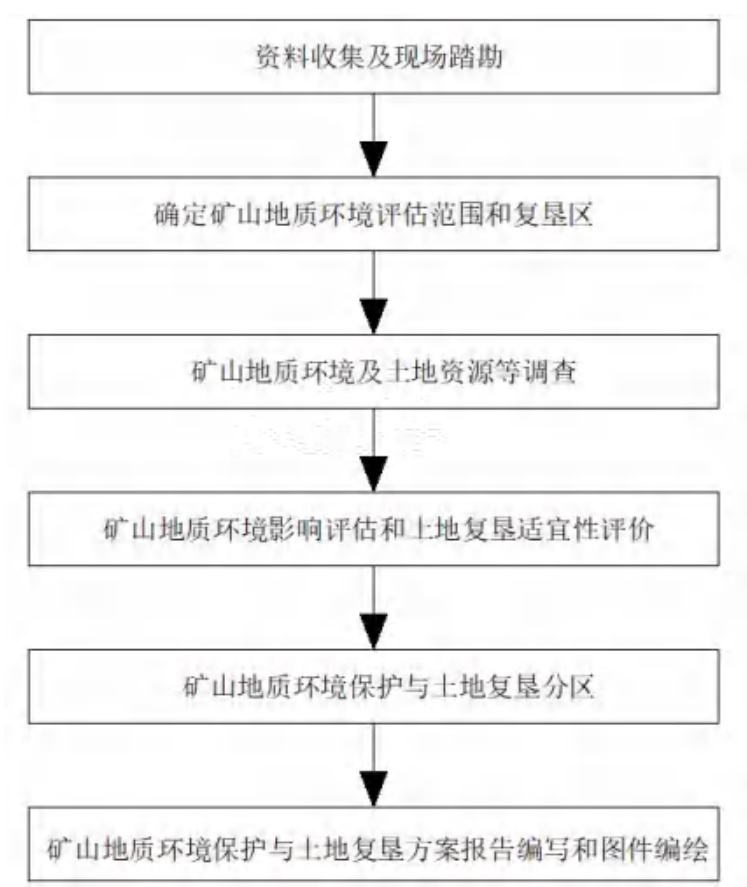


图 0-1 工作程序框图

2、主要工作量

（1）搜集资料及编写评估大纲

搜集的资料主要有各类区域地质、水工环地质资料以及以往地质勘查、详查报告、开发利用方案、矿山地质环境保护与恢复治理方案、矿山土地复垦方案，土地利用现状图，国土空间总体规划图，根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》编写评估大纲。

(2) 野外调查

野外调查采用穿越及追索法，以精度为 1:2000 地形地质图作为此次工作用地形手图，野外定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定。对《详查报告》查明的矿床地质类型和工业类型、开采目标矿体的空间位置进行了核对；对矿山配套工程的范围及现状进行了详细调查；对调查范围内及邻近其他区域存在的居民点、道路及相关建（构）筑物等与矿区的相关联系进行详细调查，查明区内现状矿山地质环境问题。调查范围界线根据采矿许可证登记范围和采矿各种人类工程活动可能影响到的范围来确定，将场地的各种地质现象和地质环境问题客观地进行调查记录，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、土地资源破坏等要素填绘于表、文、图中。

(3) 室内资料整理

室内资料整理是在收集、研究已有资料的基础上，综合分析野外调查等资料，对地质环境影响程度进行判别，并进行地质环境影响现状评估和预测评估，对土地复垦适宜性进行评价与评估，最后进行矿山地质环境保护与土地复垦分区，对各灾种提出相应的防治措施及建议，估算恢复治理经费。

本次工作完成的主要工作量见表 0-1。

表 0-1 主要工作量一览表

项目	工作内容	单位	数量
收集资料	1:20 万区域地质调查报告及图件	份	1
	1:20 万区域水文资料	份	1
	1:50 万广东省环境地质调查，提交的文字报告和图件	份	1
	广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿详查报告（2013 年 6 月）	份	1
	广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（2013 年 10 月）	份	1
	广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目土地复垦方案报告书（2015 年 10 月）	份	1
	广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案（2015 年 10 月）	份	1
	广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿 2021 年度矿山储量年报（2022 年 1 月）	份	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）（2023 年 3 月）	份	1

	项目区土地利用现状图（局部）		份	1
	项目区国土空间总体规划图（局部）		份	1
	其它资料		份	2
矿山地质环境综合调查	地面调查面积		公顷	64.7156
	调查线路		公里	4.95
	综合调查点	地质灾害调查点	个	1
		一般地质点		20
		水文地质点		5
		工程地质点	个	5
		土地利用现状调查		5
	公众调查		份	15
	现场拍照片/报告附照片		张	20/5
主要成果	矿山地质环境现状和损毁土地调查表		份	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 1 份		份	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境现状评估图（1: 2000）		幅	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目 2022 年度土地利用现状图（1: 5000）		幅	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境影响预测评估图（1: 2000）		幅	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地损毁预测图（1: 2000）		幅	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地复垦规划图（1: 2000）		幅	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图（1: 2000）		幅	1
	广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目国土空间总体规划图（1: 5000）		幅	1

3、公众参与工作过程与工作方法

矿山地质环境保护与土地复垦方案中的公众参与原则上分为三个阶段：

第一阶段为准备阶段，首先根据建设项目的进展情况，收集建设项目信息、相关法律法规和政策、当地自然文化和社会等方面的资料，然后在综合分析上述信息的基础上，结合公众参与工作等级确定核心公众代表，制定有效的公众参与工作计划。

第二阶段为实施阶段，即公开有关信息，对公众意见进行调查分析，编写矿山地质环境保护与土地复垦方案中的公众参与篇章。在实施过程中，如最初确定的核心公众代表或工作计划与实际不相适应，应适时进行必要的调整。

第三阶段是反馈阶段，主要工作是将公众意见采纳与否的信息反馈给公众，必要时进行公众意见的补充调查。

本项目进行了建设项目信息公示、报告书简本公示和公众参与调查三个阶段的公众参与。

公众参与的工作程序见图 0-2。

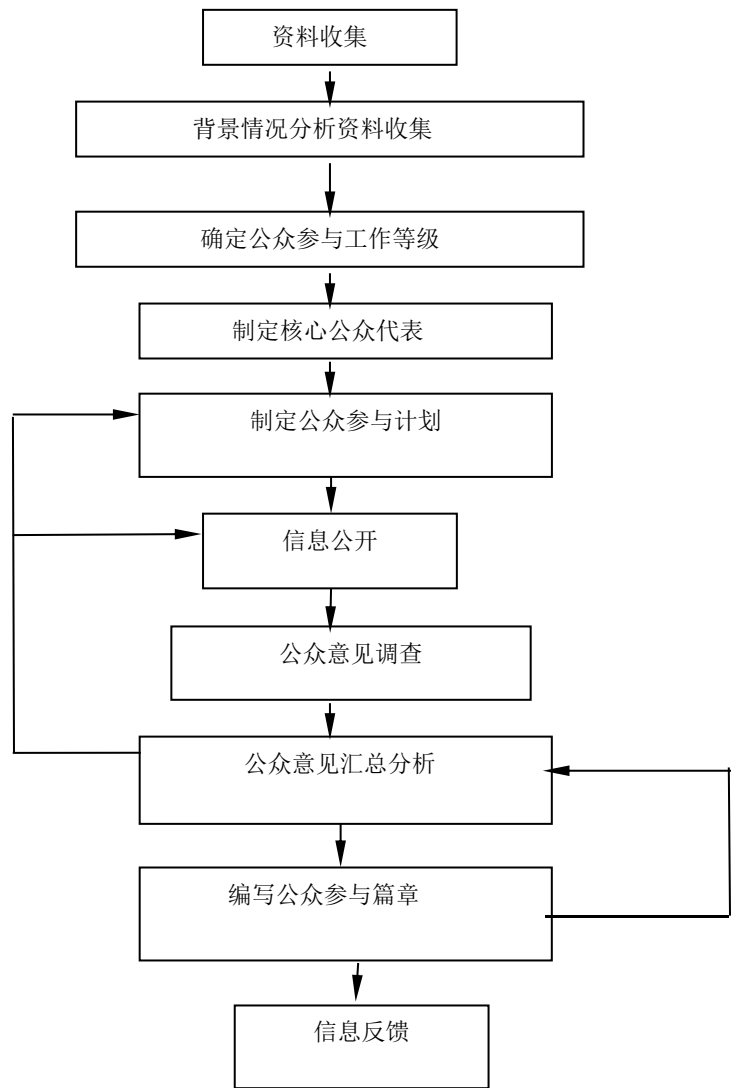


图 0-2 公众参与工作程序

4、工作质量评述

矿山地质环境问题及土地资源调查及资料收集取得如下成果。

(1) 收集资料

自接受委托后，即收集详查报告、矿产资源开发利用方案、矿山地质环境保护与恢复治理方案、土地复垦方案、国土空间规划图、矿区土地利用现状图等资料，其中详查报告、矿产资源开发利用方案、矿山地质环境保护与恢复治理方案、土地复垦方案等资料均经相关评审机构通过评审，土地利用规划图以及现状图均为现行有效图件，收集的资料翔实可靠，可以作为方案编制的依据，满足规范要求。

(2) 现场踏勘以及野外调查

现场踏勘以及野外调查时，利用矿区实测图作为工作底图，比例尺为 1: 2000，地形底图坐标系为 2000 国家大地坐标系、1985 国家高程基准，地形底图能反映现状地形地物，工作用图满足规范的要求。

调查工作用手图比例尺为 1: 2000 矿山地形地质图。野外定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合现场标志性地形地物综合确定。调查的矿山类型为小型生产规模露天开采矿山，开采矿种为建筑用玄武岩矿。调查方法以穿越法为主，以追索法、走访法为辅，调查时对矿山开采可能影响的周边地质环境进行现场核对、描述和测量等，充分了解评估区的重要地质灾害（隐患）点、水文地质、土地资源破坏、地形地貌景观破坏的分布特征。通过点、线、面相结合，将地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等要素记录于图、表中。

（3）方案的编制

方案的文字报告和图件的编制按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《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土地复垦方案编制指南》（试行）、《土地复垦方案编制规程》等相关规范进行，方案及图件经单位内部审核，审核结果为合格，方案文字报告和图件的编制工作满足规范要求。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范的要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

1、矿区概况

采矿权人：徐闻县永富石场有限公司

矿山名称：徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

项目所在地：徐闻县南山镇

项目性质：停采项目

开采方式：露天开采

开采矿种：建筑用玄武岩矿

生产规模：6 万 m³/a

矿区面积：0.0333km²

开采标高：+20.96~-8.0m

2、地理位置

矿区位于徐闻县南偏西方向，直距约 8km，矿区中心地理坐标：东经 110°09′ 29″，北纬 20°15′ 41″。行政区划隶属徐闻县南山镇管辖。

矿区有简易公路约 2km 与县级公路相连，县道与徐闻县城连通，车程 8km。徐闻县城与各乡镇、镇或省道相通，公路网络发达，沈海高速可通县城，海安码头与矿区相邻，区内水、陆路交通十分方便（图 1-1）。



图例



铁路线



国道



矿区位置

图 1-1 矿区交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

1、矿权设置情况

徐闻县永富石场有限公司于 2016 年 3 月 17 日取得徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿采矿许可证，发证机关是徐闻县国土资源局，证号为：C4408252016037130141646，有效期为 2016 年 3 月 17 日至 2023 年 3 月 17 日，开采矿种为建筑用玄武岩，生产规模 6 万 m^3 /年，矿区面积为 0.0333km^2 ，开采深度：+20.96m~-8m。矿区共由 57 个坐标拐点圈定，坐标见表 1-1。

表 1-1 采矿许可证拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

点 号	X	Y	31	2241359.258	37412111.741
1	2241585.979	37412015.632	32	2241364.371	37412121.977
2	2241584.160	37412015.687	33	2241369.506	37412129.556
3	2241578.120	37412012.899	34	2241383.144	37412145.428
4	2241561.163	37412008.822	35	2241395.431	37412155.250
5	2241546.711	37411997.765	36	2241405.050	37412161.157
6	2241541.293	37412031.517	37	2241412.412	37412165.152
7	2241529.661	37412029.650	38	2241420.378	37412167.398
8	2241531.177	37412020.171	39	2241428.536	37412166.151
9	2241531.177	37412020.171	40	2241431.358	37412164.788
10	2241521.231	37412016.880	41	2241438.241	37412164.035
11	2241511.296	37412015.587	42	2241448.515	37412166.007
12	2241503.595	37412013.052	43	2241458.030	37412168.931
13	2241485.506	37412012.928	44	2241468.690	37412171.890
14	2241468.520	37412013.268	45	2241480.886	37412174.279
15	2241459.630	37412011.854	46	2241490.078	37412174.139
16	2241450.374	37412012.908	47	2241498.080	37412172.672
17	2241433.407	37412015.781	48	2241506.713	37412170.244
18	2241422.644	37412014.046	49	2241520.158	37412164.186
19	2241400.218	37412009.264	50	2241526.272	37412162.963
20	2241388.525	37412005.727	51	2241528.876	37412161.715
21	2241380.675	37412002.634	52	2241528.457	37412157.850
22	2241378.493	37412002.915	53	2241538.308	37412155.492
23	2241369.294	37412022.901	54	2241551.295	37412152.173
24	2241368.166	37412027.688	55	2241559.077	37412150.662
25	2241366.271	37412035.373	56	2241562.328	37412152.627
26	2241361.776	37412042.450	57	2241585.429	37412148.848
27	2241356.607	37412052.502	1	2241585.979	37412015.632
28	2241345.862	37412078.261	S=33333.30 平方米 合 49.9999 亩		
29	2241347.538	37412086.153			
30	2241351.403	37412097.275			

三、矿山开发利用方案概述

1、建设规模及工程布局

(1) 建设规模

根据矿山现持有采矿许可证所示，矿山生产建设规模为 6 万 m^3/a 。

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 L 判定矿山生产建设规模为小型。

(2) 工程布局

1) 矿山工程布局概况

根据矿区地质特征、矿体埋藏条件和矿区开采技术条件等，设计采用露天开采方式进行开采，公路—汽车开拓运输系统。矿区设露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区与矿区道路等辅助设施。

矿山主要工程分布如下：

①露天采场：矿山《开发利用方案》设计露天采场最大开采标高+20.96m，最低标高-8.0m；采用露天台阶开采方式，《开发利用方案》按划定矿区范围整体设计，采用自上而下分水平台阶进行开采，剥离、开采台阶高度依据覆盖层和矿体厚度及矿山开采设备来进行设计。

根据现场勘查了解，矿山经过多年开采，目前矿区已形成一座长 243m，宽 160m，面积约 33526 m^2 的椭圆形采坑，采坑深度约 29m，目前采坑内遗留一级台阶（+4m），采坑内开采形成的边坡高度 10~15m，台阶坡面角 $70^\circ \sim 75^\circ$ ，采坑最低开采标高-8.1m，位于采坑中部，现状采坑西南侧存在集水坑，现状集水坑内有小面积积水，水深约 0.5~1m，水坑面积约 292 m^2 。根据现场勘查了解，矿山多年开采在划定矿区范围内进行采掘，目前采场内岩质边坡未发现明显崩塌、滑坡现象，岩质边坡处于基本稳定状态，但采场四周的顶部土质边坡有部分区域出现了滑坡的情况。

②工业场地：根据矿山《开发利用方案》所示，矿山原工业场地设计在矿区东南侧 40m 处，由于不符合安全生产要求，且设计的工业场地位置占地类型为耕地，故矿山在实际的开采过程中，将工业场地设置在矿区北侧 388m 处，现状工业场地的场地内布置有破碎筛分生产线，工业场地占地面积约 13856 m^2 。

③堆放场地：矿山堆放场地位于矿区北侧出口处，位于采场与工业场地之间，堆放场地作为矿山剥离土、原石及规格碎石的堆放场地，堆放场地占地面积约 18354 m^2 。

④**综合服务区**：根据矿山《开发利用方案》所示，矿山原综合服务区设计在矿区东北侧 60m 处，由于不符合安全生产要求，故矿山在实际的开采过程中，将综合服务区设置在矿区北侧 585m 处，现状综合服务区的场地内布置有简易房屋，地面为水泥硬底化，综合服务区占地面积约 1616m²。

⑤**矿山道路**：矿区内修建简易公路连接矿区外乡间道路，坑内运输道路布置简易公路和局部移动坑线，内部开拓运输为公路开拓-汽车运输方式。

2、附属设施场地保留说明

2023 年 1 月 5 日，徐闻县永富石场有限公司委托广州德一地质勘察有限公司进行《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的编制工作，该《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》于 2023 年 3 月通过了评审专家组的会审。

根据 2023 年 3 月评审通过的《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，矿山已停采闭坑，需要治理与复垦的区域有露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区、矿山道路，治理与复垦总面积 7.4179hm²，其中露天采场需治理与复垦面积 3.3526hm²，工业产地需治理与复垦面积 1.3856hm²，堆放场地需治理与复垦面积 1.8354hm²，综合服务区需治理与复垦面积 0.1616hm²，矿区道路需治理与复垦面积 0.6827hm²。

截止至 2024 年 5 月，矿山企业完成了矿山露天采场的治理与复垦工作，同时矿山企业提出保留矿山附属设施场地，即矿区外的工业场地、堆放场地和办公生活区等（共占地面积约 4.0653hm²（约 60.979 亩））。

关于为什么保留矿山附属设施场地，首先，根据相关说明，结合矿山企业出示的《徐闻县南山镇五里建筑用玄武岩矿区修复绿化公园概念规划方案》所示，矿山未来规划在原矿区范围周边设立新的采矿权，新矿区开采石料主要用于徐闻码头和徐闻高铁站等重要项目的建设。本着利旧的原则，保留矿山现有附属设施场地，供未来新矿区所使用。

规划范围见下图 1-2：



图 1-2 规划范围用地图

（摘自《徐闻县南山镇五里建筑用玄武岩矿区修复绿化公园概念规划方案》）

矿山企业提出保留矿山附属设施场地的第二个用处主要为“矿区修复绿化公园”概念建设所使用。根据矿山企业的概念规划，并参考全国各地废旧矿山修复改造，结合本地特色，矿山企业提出生态修复+策略的主题，即将现有矿区采坑、未来规划新矿区开采形成的采坑与周边采坑合并修复后，和当地村民共同打造全国第一家火山岩主题酒店和徐闻“苏文汤曲”文化生态修复公园，即生态修复+文旅融合。



图 1-3 概念规划范围

（摘自《徐闻县南山镇五里建筑用玄武岩矿区修复绿化公园概念规划方案》）

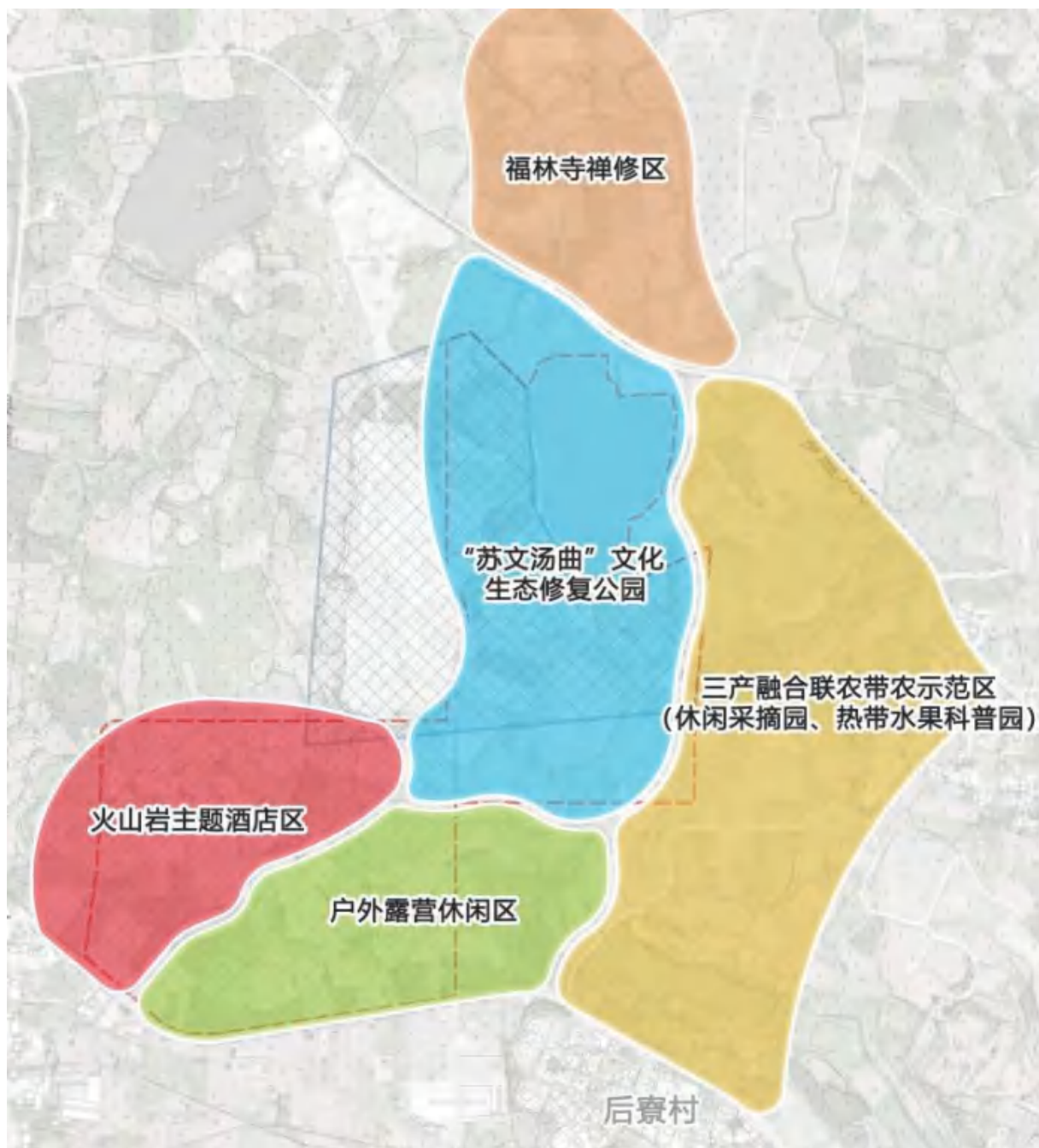


图 1-4 功能分区概念规划图

（摘自《徐闻县南山镇五里建筑用玄武岩矿区修复绿化公园概念规划方案》）

根据“徐闻县 2024 年招商项目遴选准入评审会会议纪要（2024）28 号”（具体见附件 12）第七条所示，关于“徐闻县南山镇五里建筑用玄武岩矿区修复开发项目”原则上同意该项目的准入，并加快推进该项目落地。

综上所述，矿山企业考虑到未来新矿区的开发与概念规划，故申请保留现状矿山附属设施场地。矿山现状附属设施场地是矿山企业租用承包当地村落土地所建设，矿山企业也在附属设施场地土地权属村落进行了矿山目前情况的公示。



图 1-5 公示现场照片

公示期间，矿山企业收集了土地权属村落村民的意见反馈，同时征得了土地权属单位的同意（具体见附件 13），对矿山保留现状矿山附属设施场地的申请持同意态度。

最后需要说明的是，由于矿山附属设施场地暂时保留不进行复垦，故矿山企业前期缴纳的土地复垦保证金在现矿区露天采场完成治理复垦工作与验收后不作退还。

3、矿山开采的层位

根据《详查报告》所示，矿体即为玄武岩岩体，属中更新统喜马拉雅期岩浆喷出型矿床，呈岩流、岩被状产出，整个矿区玄武岩矿体均有分布，但未出露地表。根据地质调查，矿体顶部盖层为素填土及强风玄武岩，厚度约 3.7~6.5m。矿体为玄武岩、橄榄玄武岩，矿体底板为玄武岩、橄榄玄武岩，未揭穿。根据矿体产状及地质勘查程度，矿区范围已控制矿体长度约 200~270m，宽度约 120~170m，可采厚度 18.85m。

4、矿产资源储量

广东省地质物探工程勘察院于 2013 年 6 月提交的《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿详查报告》，于 2013 年 9 月经广东省矿产资源储量评审中心评审，并于 2013 年 11 月由湛江市国土资源局备案(湛国土资储量备字[2013]8 号)，矿山保有资源量 46.29 万 m³。

根据《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》(广东省地质物探工程勘察院, 2013 年 10 月), 矿区保有控制的内蕴经济资源储量 (332) 46.29 万 m^3 , 可采储量 41.66 万 m^3 。

5、矿山土地复绿

(1)土地复垦

本项目为露天开采, 需进行复垦的范围主要为露天采场。矿山在闭坑后, 对露天采场占用的土地进行植树、种草, 有计划分步骤地还原其自然生态。

(2)矿山复垦绿化方案简介

结合实际情况, 矿区露天采场经过平整覆土后为适宜复垦为园地、林地、坑塘水面。

露天采场在停采之后采场终了边坡受坡面角度和平台宽度的限制, 难以恢复成完整的林地, 在平台外沿修筑挡土墙, 后回填植土, 种植果树及藤蔓植物, 以实现最终边坡的绿化。采场在停采后现状形成一个凹陷采坑, 考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素, 矿山资源开发利用结束后, 露天采场正地形段落复垦为林地、园地, 露天采场凹陷段落 (部分) 复垦为坑塘水面

四、矿区开采历史及现状

1、矿山开采历史

徐闻县永富石场有限公司于2016年3月17日首次取得徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿采矿许可证，发证机关是徐闻县国土资源局，证号为：C4408252016037130141646，有效期为2016年3月17日至2023年3月17日，开采矿种为建筑用玄武岩，生产规模6万方/年，矿区面积为0.0333km²，开采深度：+20.96m~-8m。矿区共由57个坐标拐点圈定。

2、矿山开采现状

根据现场勘查了解，矿山经过多年开采，目前矿区已形成一座长243m，宽160m，面积约33526m²的椭圆形采坑，采坑深度约29m，目前采坑内遗留一级台阶（+4m），采坑内开采形成的边坡高度10~15m，台阶坡面角70°~75°，采坑最低开采标高-8.1m，位于采坑中部，现状采坑西南侧存在集水坑，现状集水坑内有小面积积水，水深约0.5~1m，水坑面积约292m²。根据现场勘查了解，矿山多年开采在划定矿区范围内进行采掘，目前采场内岩质边坡未发现明显崩塌、滑坡现象，岩质边坡处于基本稳定状态，但采场四周的顶部土质边坡有部分区域出现了滑坡的情况，具体见图1-5。



图 1-5 现状露天采场概貌

根据矿山《开发利用方案》所示，矿山原工业场地设计在矿区东南侧 40m 处，由于不符合安全生产要求，且设计的工业场地位于耕地，故矿山在实际的开采过程中，将工业场地设置在矿区北侧 388m 处，现状工业场地的场地内布置有破碎筛分生产线，工业场地占地面积约 13856m²，具体见图 1-6。



图 1-6 现状工业场地

矿山堆放场地位于矿区北侧出口处，位于采场与工业场地之间，堆放场地作为矿山剥离土、原石及规格碎石的堆放场地，堆放场地占地面积约 18354m²，具体见图 1-7。



图 1-7 现状堆放场地

根据矿山《开发利用方案》所示，矿山原综合服务区设计在矿区东北侧 60m 处，由于不符合安全生产要求，故矿山在实际的开采过程中，将综合服务区设置在矿区北侧 585m 处，现状综合服务区的场地内布置有简易房屋，地面为水泥硬底化，综合服务区占地面积约 1616m²，具体见图 1-8。



图 1-8 现状综合服务区

矿区内修建简易公路连接矿区外乡间道路，坑内运输道路布置简易公路和局部移动坑线，内部开拓运输为公路开拓-汽车运输方式。

3、矿区周边采矿现状

据野外调查，矿区周边 1km 范围内外无其他采矿活动，大部分地形区域维持原始地貌。

五、矿山地质环境保护与恢复治理方案与土地复垦方案介绍

1、往期《矿山地质环境保护与恢复治理方案》介绍：

2015 年 10 月，广东省地质环境监测总站编制了《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案》所示，矿区未见地质灾害发生，矿山现状对含水层影响破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对土地资源的影响破坏较轻，矿山现状地质环境影响较严重。

预测矿山潜在边坡崩塌、滑坡地质灾害，其危害性、危险性中等，地质灾害影响较严重；预测矿山对含水层破坏较轻；对地形地貌景观破坏较严重；对土地资源影响破坏较轻。预测评估矿山地质环境影响较严重。

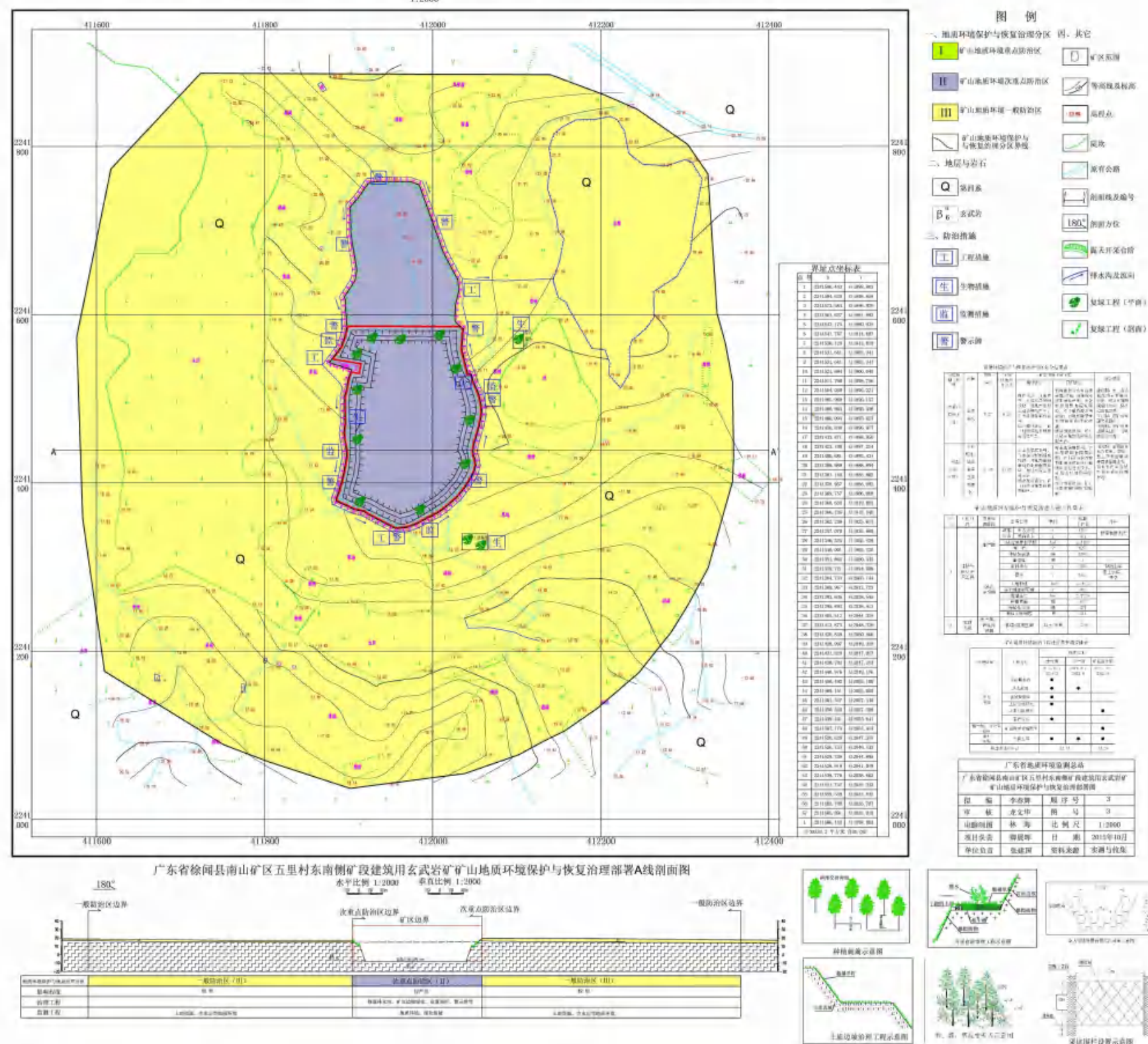
根据矿山地质环境影响评估结果，将矿区评估区 56.55hm² 划分为一个次重点防治区（Ⅱ）和一个一般防治区（Ⅲ）。次重点防治区（Ⅱ）面积为 5.27hm²，

占评估区 9.32%，主要为开采区；一般区(III)为面积 51.28hm²，占评估区 90.68%，为除采场之外的区域，主要为矿山工业场地、综合服务区及外围区。

矿山地质环境保护与恢复治理工程部署在 2015 年 10 月～2023 年 10 月实施，其中建设期（2015 年 10 月～2016 年 3 月）主要工作为采坑周边设置围栏、做好采场边坡崩塌/滑坡防治工作和预防水土流失等工作；生产期（2016 年 4 月～2022 年 9 月）严格按照开发利用方案设计进行开采，生产中须全程对边坡实施监测；闭坑期（2022 年 10 月～2023 年 9 月）对采坑边坡实施绿化，工业场地及综合服务区恢复为林地等。

工程总费用 49.34 万元，其中工程施工费为 42.43 万元，其他费用为 5.94 万元，不可预见费 0.97 万元。

图1-3 广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理部署图
1:2000



(上图摘自《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》)

2、往期《矿山土地复垦方案》介绍：

2015 年 10 月，湖南省水保科技有限公司编制了《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目土地复垦方案报告书》。根据《土地复垦方案》所示，矿山为新立矿山，矿山工程建设由采场、工业场地、综合服务区等组成。工业场地位于矿区范围外东南侧约 40m 较为平坦的矿山公路旁。综合服务区位于矿区东北侧约 60m 处较为平坦的矿山公路旁。

该采矿项目复垦区范围面积 3.4176 hm²，其中矿区红线范围面积为 3.3333hm²（合 0.033333 km²），其土地类型主要为有果园（0.0474hm²）、有林地（0.0242hm²）、其他草地（0.5446hm²）、坑塘水面（2.7170hm²）；另综合服务区、工业场地在红线范围外占用土地，综合服务区占用有林地 0.0257hm²，工业场地占用坑塘水面 0.0586hm²，上述项目区占用土地属徐闻县南山镇竹山村北村经济合作社（集体）所有。

根据土地破坏情况确定复垦工程设计的范围与类型，以及复垦主体工程设计，复垦配套工程设计等。按照开采年限将复垦工程划分为第一阶段（开采期复垦工程）和第二阶段（闭坑期复垦工程）。

开采期复垦工程设计指出，矿区土质边坡坡度较陡，复垦为草地（其他草地），面积约 0.8401hm²。生产过程中对矿山土质边坡进行及时绿化，在边坡面上撒播草籽绿化。预计矿山停采时矿坑土质边坡周长约 1045m，坡面高度 2~5m，平均高度 4m，对土质边坡段采取撒播草籽绿化的方式进行治理，边坡绿化工程量：撒播草籽 0.4180 hm²。做好边坡截、排水工程，杜绝外部降雨径流浸蚀边坡，所以要在矿区采坑周边修筑截排水沟，出水口设置在矿区南侧地形最低处，与田间水沟连通，可以满足排水需求。截排水沟断面采用倒梯形状，用浆砌块石修筑，材料采用块石、M7.5 砂浆，其断面尺寸为上底宽 1.0m，下底宽 0.3m，高 0.7m，壁厚 0.3m，设计修筑水沟长约 1080m。

在采坑周边设置围栏，根据短期与长期需要分别设置临时围栏和刺篱，其中临时围栏采用混凝土立柱加装钢丝网的方式，主要用于前 1~2 年刺篱未成形时防止周边村民及牲畜进入采区发生事故，同时对未长成的刺篱起到保护作用；刺篱种植在临时围栏内侧，选择多年生带刺灌木铁篱寨（内外两排交替种植，株距 0.5m，行距 0.4m），在临时围栏损坏后作为永久围栏；同时需在采坑周边设立警示牌，起到警示作用，消除周边居民靠近采坑而可能产生的安全隐患。

闭坑期复垦工程设计指出，由于开采期间或矿山服务年限结束后会形成一个采空区，面积较大，开挖深度较大，要恢复到原来的地貌，成本巨大，不具有经济可行性，可以将+7m 以上开采台阶（闭坑后雨季采坑会积水，预测水面高程+2m 左右）复垦为园地（果园），面积约 0.3252hm²，再经过适当整治，将+7m 开采台阶以下的采坑底部改造成为水塘（坑塘水面，开采期已设置围栏），复垦后坑塘水面面积减少 0.6076hm²（占用 2.7756hm²，复垦后 2.1680hm²）建议复垦结束后将水塘交给当地村委会管理，可以安装抽水泵等设施，作为当地农业灌溉用水，产生更大的社会效益和经济效益。

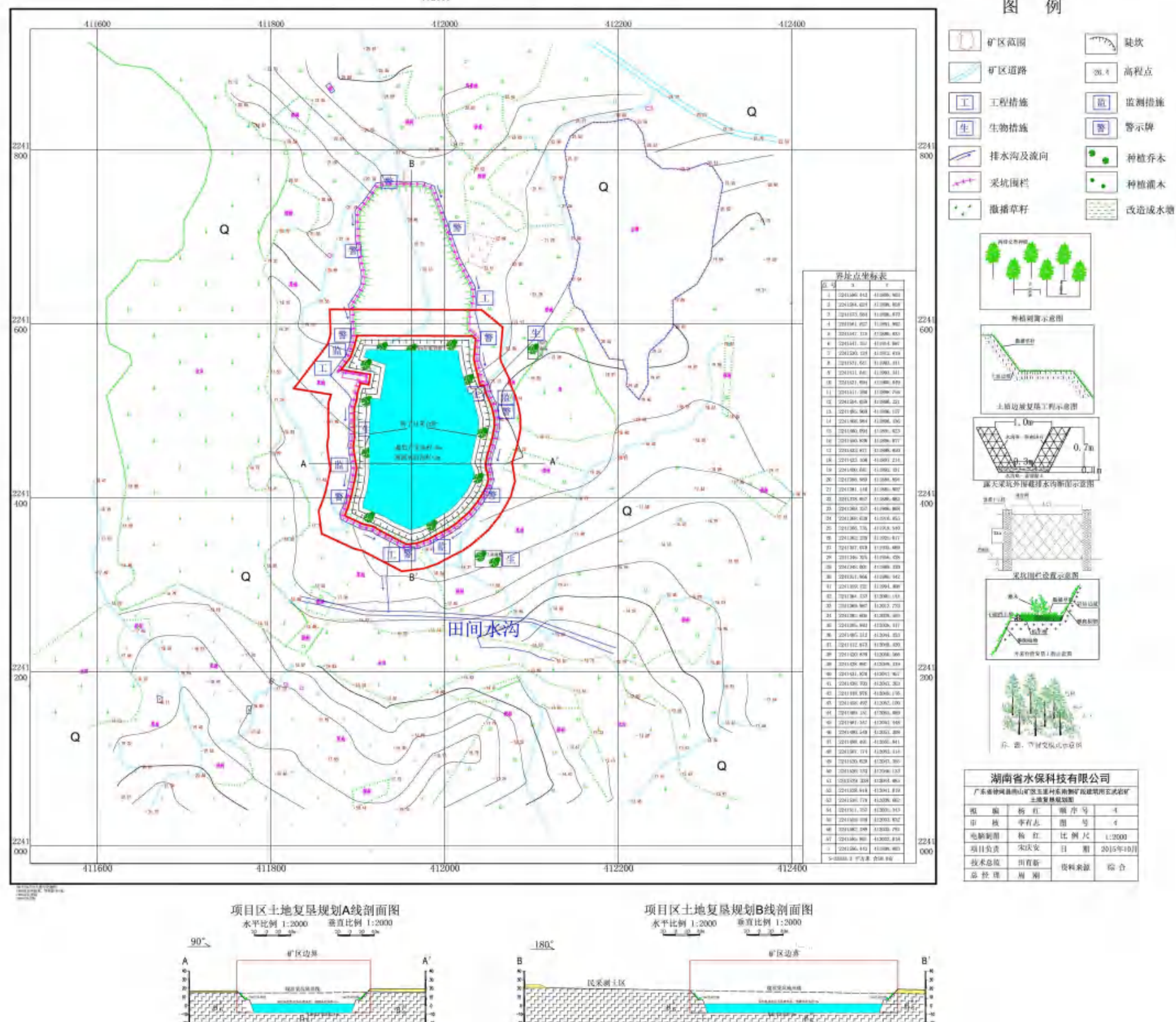
开采台阶的复垦设计在开采平台距离坡顶线 0.5m 处修筑浆砌挡墙，尺寸为上底 0.5m、下底 0.7m、高 0.5m，断面面积 0.3m²，材料采用块石、M7.5 砂浆。台阶宽度为 5m，在植生槽（尺寸为上底 4.4m、下底 4.3m、深 0.5m，断面面积 2.175m²）内回填 0.5m 厚的表土后，再种植果树幼苗（树种选择当地常见，对土壤、水等环境适应能力较强的龙眼），间距 2m，在坡脚处分别种植攀爬植物葛藤 1 排，间距 1.5m，最后撒播草籽，形成灌木、芒草、攀爬植物混交模式，需治理台阶总长约 693m，则需浆砌块石挡墙约 208m³，覆土 1507m³，种植龙眼 347 株，植葛藤约 462 株，撒播草籽约 0.3049hm²。

工业场地、综合服务区复垦工程设计：工业场地、综合服务区等区域占用破坏了土地资源 0.0843hm²，由于地形较平坦，土壤质量较高，复垦为林地（有林地，林地（有林地）面积增加 0.0344 hm²（占用 0.0499hm²，复垦 0.0843hm²）。闭坑后，矿山企业对生产设备进行拆除并清除地面碎石等杂物后，进行土地翻耕，再恢复植被，植被恢复方法采用乔灌草混交模式。

最后，对于复垦完毕的土地，其土地条件、生态环境等特性比较脆弱，需要 3 年左右的管护期，防止复垦土地退化。管护期内注意复垦林地的施肥、喷洒农药等。

复垦区项目静态总投资为 42.0392 万元，动态总投资为 48.9582 万元,平均 14.33 万元/hm²。

广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地复垦规划图
1:2000



(上图摘自《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿项目土地复垦方案报告书》)

六、矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）介绍

1、往期《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》介绍：

2023 年 1 月 5 日，徐闻县永富石场有限公司委托广州德一地质勘察有限公司进行《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的编制工作，该《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》于 2023 年 3 月通过了评审专家组的会审。

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示：评估区为重要区，矿山生产建设规模为小型、矿山地质环境条件复杂程度为中等，确定的矿山地质环境影响评估等级为一级。评估区由矿区边界 57 个拐点连线向外延伸至至可能波及的范围，评估范围包括露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区、矿区道路及其影响范围，评估区总面积 64.7156hm²。

表 1-2 矿山土地损毁程度表

损毁区域	已损毁面积 (hm ²)	拟损毁面积 (hm ²)	土地类别	占地性质	损毁程度
露天采场	3.3526	0	园地、草地、其他土地、 城镇村及工矿用地	挖损	重度
工业场地	1.3856	0	林地、城镇村及工矿用地	压占	中度
堆放场地	1.8354	0	林地、草地、水域及水利 设施用地、城镇村及工矿 用地	压占	中度
综合服务区	0.1616	0	林地、城镇村及工矿用地	压占	轻度
矿区道路	0.6827	0	林地、草地、交通运输用 地、城镇村及工矿用地	压占	轻度
总计	7.4179	—	—	—	—

现状评估结论：经现场调查，现状评估区已发现现状地质灾害，地质灾害影响较严重，含水层影响较轻，地形地貌景观影响严重，土地资源影响较轻。根据现状评估结果，将现状评估区划分为I、III两个区。其中I区总面积 7.4179 hm²，占评估区面积的 11.46%；III区面积 57.2977hm²，占评估区面积的 88.54%。

预测评估结论：预测评估区内矿山建设和采矿活动可能引发和加剧的地质灾害有崩塌、滑坡，预测崩塌、滑坡地质灾害的潜在危险性和危害性中等，对矿山

地质环境影响程度较严重；预测矿山建设及采矿活动对含水层的影响程度较轻，对地形地貌景观的影响严重，破坏土地总面积约 7.4179hm²，对水土环境污染的影响程度较轻。根据各场地地质环境影响预测评估结果将评估区分为I、III两个区。其中I区总面积 7.4179 hm²，占评估区面积的 11.46%；III区面积 57.2977hm²，占评估区面积的 88.54%。

评估区按矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为重点防治区（A）和一般防治区（C）：重点防治区（A）为矿区采矿活动主要影响的区域，主要包括露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区与矿区道路及其影响范围，总面积 7.4179 hm²，占评估区面积的 11.46%。一般防治区（C）为受采矿活动影响较轻的区域，该区总面积 57.2977hm²，占评估区面积的 88.54%。

露天采场复垦责任范围内土地利用类型为果园（0.0272hm²）、其他草地（0.6214hm²）、设施农用地（0.0080hm²）、采矿用地（2.6960hm²），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

工业场地复垦责任范围内土地利用类型为乔木林地（0.0879hm²）、采矿用地（1.2977hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

堆放场地复垦责任范围内土地利用类型为乔木林地（0.3954hm²）、其他草地（1.0225hm²）、坑塘水面（0.0671hm²）、采矿用地（0.3504hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

综合服务区复垦责任范围内土地利用类型为乔木林地（0.0150hm²）、村庄（0.1466hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为轻度。

矿区道路复垦责任范围内土地利用类型为乔木林地（0.0933hm²）、其他草地（0.3386hm²）、公路用地（0.0006hm²）、农村道路（0.0838hm²）、采矿用地（0.1664hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为轻度。

土地复垦方向：根据项目区土地利用现状图，该项目挖损/压占园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地、城镇村及工矿用地。

该项目为露天凹陷开采矿山，矿山闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，根据科学合理、实事求是的原则，本方案设计露天采场所挖损土地复垦为林地、坑塘水面；工业场地复垦为林地；堆放场地复垦为林地、园地；综合服务区复垦为林地；矿山道路复垦为林地；复垦率 100%。

2、往期《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》对已实施的治理与复垦措施评价

矿山经过多年开采，截止至2023年1月，目前矿区已形成一座长243m，宽160m，面积约33526m²的椭圆形采坑，采坑深度约29m，目前采坑内遗留一级台阶（+4m），采坑内开采形成的边坡高度10~15m，台阶坡面角70°~75°。根据现场勘查了解，矿山企业在前期开采过程中，已在采坑周边设置了防护围栏与警示牌，部分区域进行了植被种植。

从现场调查情况来看，已实施的治理与复垦措施效果一般，主要表现在以下几个方面：

（1）已设置的防护围栏施工不规范，固定围栏的立柱间距较大，立柱底部固定松动，且围栏底部预留空间较大，部分围栏接头还存在简单固定在周边树木枝叶上的问题，存在较大安全隐患，具体见下图1-9。



图 1-9 现状防护围栏

（2）已设置的警示牌数量较少，且必要地方未树立警示牌，如高陡边坡的

转弯处未树立醒目警示牌，存在较大安全隐患。

（3）截排水系统不完善，特别是采区境界外截排水沟不完善。

（4）堆放场地支挡固土措施不完善，场地边缘无拦挡措施，可能会造成崩塌、滑坡、水土流失等地质灾害，同时堆放场地的堆填物料堆放高度较高，存在较大安全隐患。

（5）采场终了立面尚未复垦绿化，已种植复绿植被的多样性需进一步加强。

综上所述，矿山已实施治理措施效果一般，矿山虽未发生大规模的地质灾害，但现场存在较大的安全隐患。采坑周边防护围栏施工不规范，且部分区域防护围栏缺失，警示牌数量较少，由于采坑周边多为田块与人为活动区，极易发生人员跌落采坑的可能，矿山企业需及时的改正矿山现状存在问题。

3、本次《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》修编对已实施的治理与复垦措施评价

矿山企业在2023年《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》评审通过后，于2023年4月至2024年5月，对矿区内存在问题进行了整改、治理与复垦，对存在安全隐患的区域增设的防护围栏，对施工不规范的防护围栏进行加固、重新设立，同时在人口活动密集处（周边农田）增设了防护围栏与警示牌标语，具体见下图1-10、1-11、1-12。



图 1-10 整改后的防护围栏



图 1-11 整改后的防护围栏



图 1-12 整改后的警示牌

矿山企业还对堆放场地内的高边坡进行了护坡工程（植草护坡）、台阶植树、堆放场地四周设立防护围栏等安全措施。根据现场勘查了解，堆放场地的高边坡实施护坡工程后有效的减少了水土流失的情况，配合台阶植树，复垦效果明显，且高边坡边缘也设置了防护围栏，进一步的提高了安全性。具体见下图图1-13、1-14、1-15。



图 1-13 整改后的堆放场地



图 1-14 整改后的堆放场地高陡边坡



图 1-15 堆放场地防护围栏

矿山企业对安全防护方便进行了大规模的整改，但矿区内外的截排水系统还是不完善，特别是采区境界外截排水沟不完善，后期需落实该措施。

3、原《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》与本方案衔接情况

广州德一地质勘察有限公司编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》对矿区露天采场与附属设施场地进行了治理与复垦工程设计，由于矿山企业现申请保留附属设施场地，本次方案的修编仅对露天采场进行治理与复垦工程设计，露天采场复垦面积与原《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》保持一致，而矿山附属设施场地的治理与复垦工程设计还继续沿用广州德一地质勘察有限公司编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》内设计，如未来矿山附属设施场地不保留需进行治理与复垦，可参照广州德一地质勘察有限公司编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》内设计进行施工。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

矿区处于北回归线以南的低纬度地区，属热带季风湿润气候区，阳光充足，热量丰富，全年温暖，大致终年无霜。终年受海洋气候调节，气候特征表现为风害多、雷暴频、雨量集中、旱季长，夏季长冬季短，温和潮湿，偶有霜冻。年平均气温22℃，7月平均气温28.4℃，极端最高气温38.5℃（出现于2000年6月8日），极端最低气温0℃（出现于1975年12月2日和29日）；1月平均气温15.5℃。年温差明显，为12.9℃；雨量充沛，年平均降水量1711.6毫米，6~9月为雨季，占年降雨量的91%；秋夏间雷暴雨较多，最大日暴雨量为300.1毫米（出现于1998年7月22日）。年平均相对湿度84%。年平均蒸发量1712.8~1946.3毫米，大于降雨量，雨季降雨量大于蒸发量，而旱季蒸气量大大超过降雨量。

（二）水文

根据现状调查，矿区内地表水系主要为自然冲沟，地表水系不甚发育，矿山设计最低开采标高为-8.0m，现状开采遗留的采坑低于四周地面，均在当地侵蚀基准面之下，现状采坑最低开采标高-8.1m，位于采坑中部，现状采坑西南侧存在集水坑，现状集水坑内有小面积积水，水深约0.5~1m，水坑面积约292m²。

本矿山开采多年，据采坑现状调查，采坑及剥离平台的一定范围内，上覆盖的第四系松散岩类孔隙含水层已被疏干，岩石节理裂隙没有水，含水层富水性贫乏。矿山经多年开采虽形成凹陷采坑，且采坑低于四周地面，但未形成大规模积水塘，仅矿坑南侧有小部分积水。

（三）地形地貌

矿区地势较平缓，地形起伏不大，属湛江沿海剥蚀准平原地貌，经多年开采，原地形地貌被损毁，在矿区内及周边整体形成一座露天采场，采坑深度约 29m，目前采坑内遗留一级台阶（+4m），采坑内开采形成的边坡高度 10~15m，台阶坡面角 $70^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，采坑最低开采标高-8.1m。

（四）植被

矿区周边植被主要为种植甘蔗、花生等作物的旱地和种植桉树的林地，矿区周边居民点稀少，区内 500m 范围内没有居民点，矿区内由于多年开采的原因，植被造成了一定程度上的破坏，矿区周边植被生长情况见图 2-1。



图 2-1 矿区周边植被

（五）土壤

现状矿区土壤类型为玄武岩古风化壳红土层的残积层，分布于全矿区，呈红色，岩性主要为砖红壤、砂、砾砂等，从现场采掘断面来看，土壤厚度 0.5~2.5m，

平均厚度约 1.5m，覆盖于玄武岩之上，砖红壤土层深厚，肥力较高，有机质含量平均 2.63%，含氮 0.12%，矿区土壤的 PH 值 5.59~5.98，土体偏酸，结构团粒，结持力稍紧，湿度潮。

二、矿区地质环境背景

（一）矿区地质

（1）矿区地层

矿区出露地层为第四系（Q）

第四系残坡积层（Qh）：分布于全矿区，为玄武岩古风化壳红土层的残积层，呈红色，岩性主要为砖红壤、砂、砾砂等，厚度 0.5~2.5m，覆盖于玄武岩之上。

（2）岩浆岩

中更新统喜马拉雅期玄武岩（ β_6^a ）：矿区分布范围广且连续，其上为第四系残坡积覆盖层。据矿山开采揭露，岩性主要为玄武岩、橄榄玄武岩，深灰色、灰色，间粒结构，块状构造、气孔状构造，呈中、微风化状态，顶面岩石呈强风化，厚度约 2.5~5.9m。根据区域资料，结合钻探工程揭露资料，岩层厚度大于 30m。

（3）构造

矿区范围内构造简单，断裂构造不发育，根据野外调查，岩石主要发育 2 组节理：第一组（J1）产状 $33^\circ \angle 85^\circ$ ，第二组（J2）产状 $300^\circ \angle 70^\circ$ ，节理密度较小，裂隙面光滑平直。

（二）区域地壳稳定性

湛江市境内自 1356 年有地震记录以来共发生有感地震 78 次，其中历史有感地震（1356~1949 年）64 次（震级 $M_s \geq 4.5$ 级 14 次，最大为 5.75 级）；现代有感地震（1950~2006 年）14 次。显示出本区的隐伏断裂仍有明显的活动性。北部湾、琼北等邻区发生的强震对本区的主要震源。邻区强震对本区造成的破坏烈度不超过 VI 度，如 1605 年 7 月 13 日琼山发生的 7.5 级地震，对本区影响烈

度为 6 度；1994 年 12 月 21 日和 1995 年 1 月 10 日在北部湾先后发生的 6.1 级和 6.2 级两次破坏性地震，对本区的影响烈度为 6 度。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反映谱特征周期为 0.35s，为区域地壳基本稳定区。

综上所述，矿区出露地层简单；矿区内未见褶皱，节理裂隙发育一般，区域地壳稳定性属基本稳定；矿区地质构造条件复杂程度为简单。

（三）水文地质

1、矿区水文地质现状

根据现状调查，矿区内地表水系主要为自然冲沟，地表水系不甚发育，矿山设计最低开采标高为-8.0m，现状开采遗留的采坑低于四周地面，均在当地侵蚀基准面之下，现状采坑最低开采标高-8.1m，位于采坑中部，现状采坑西南侧存在集水坑，现状集水坑内有小面积积水，水深约 0.5~1m，水坑面积约 292m²。

本矿山开采多年，据采坑现状调查，采坑及剥离平台的一定范围内，上覆盖的第四系松散岩类孔隙含水层已被疏干，岩石节理裂隙没有水，含水层富水性贫乏。矿山经多年开采虽形成凹陷采坑，且采坑低于四周地面，但未形成大规模积水塘，仅矿坑南侧有小部分积水。

2、地下水类型及富水性

根据区内地下水赋存条件及含水层岩组特征，将其划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类。

松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水含水层为第四系残坡积层，由玄武岩古风化壳红土层的残积层组成，岩性主要为砖红壤、砂、砾砂等，厚度 0.5~2.5m，覆盖于玄武岩之上。属孔隙潜水含水层，富水性弱。

基岩裂隙水

由于裂隙面平直致密，矿石致密，岩矿渗透性差，富水性弱。

3、地下水补给、径流及排泄条件

地下水接受地表水和大气降水补给，地下水位与大气降水变化关系密切，雨季渗入补给量大，地下水位上升。旱季降雨量少、气候干燥、蒸发量大、渗入补给量少，地下水位下降。地下水位变化幅度 0.1~0.3m 之间。地下水沿透水层或

岩石裂隙向下游迳流排泄。

4、矿床充水条件

矿区内地表水系主要为自然冲沟，地表水系不甚发育，外围地表水体对矿山开采影响小，松散岩类孔隙水和基岩裂隙水富水性弱，水量贫乏。矿山设计最低开采标高为-8.0m，现状开采遗留的采坑低于四周地面，均在当地侵蚀基准面之下，现状采坑最低开采标高-8.1m，雨季时丰沛的大气降水，会对采坑进行一定的充水。

采坑充水来自大气降水的直接补给，矿区及附近未见大的地表水体分布，区内岩土体含水层富水性弱，而基岩裂隙水也间接主要来源于大气降水，因此矿床主要充水因素为大气降水。

5、矿坑涌水量预测

矿区地表水不发育，地下水资源贫乏，矿山有影响的主要为大气降雨。矿坑涌水量主要为大气降水涌水量。按下式计算：

计算公式：
$$Q = F \times H \times \omega / 1000$$

式中：Q——大气降雨流入采场的水量（m³/d）；

F——汇水面积（m²）；

H——历年雨季日最大（或日平均）降雨量（mm）；

ω——地表径流系数。

参数的确定：

采坑的汇水面积按矿区已开采范围确定，求得汇水面积 F 为 33526m²。

地表径流系数是按终了边坡坡度角、斜坡岩土性质、节理裂隙、岩石的风化程度以及植被发育情况及结合经验资料综合考虑，取地表径流系数ω为 0.878。

据气象资料反映，据气象资料反映，当地日平均降雨量 H 为 4.66mm，当地日最大日降雨量 H 为 300.41mm。

计算结果：

将以上数据代入公式中得，降雨时矿山日平均（正常）充水量：

$$Q_{\text{nor}} = 33526 \times 4.66 \times 0.878 \div 1000 = 138.27 \text{ (m}^3/\text{d)}$$

极端天气降雨时矿山日最大充水量：

$$Q_{\text{max}} = 33526 \times 300.41 \times 0.878 \div 1000 = 8913.76 \text{ (m}^3/\text{d)}$$

以上分析计算结果表明，矿坑正常充水量约为 $138.27\text{m}^3/\text{d}$ ，最大充水量约为 $8913.76\text{m}^3/\text{d}$ 。

矿体多埋藏于当地侵蚀基准面以下，矿山开采方式为露天凹陷开采，矿坑不能自然排水，实际开采通过抽水设备抽排疏干。矿坑涌水主要为大气降水的直接补给，松散岩类孔隙水和基岩裂隙水富水性弱，地下水侧向补给对矿坑的影响小。矿区为凹陷开采，且深度比较大。日最大充水量为 8913.76m^3 ，一旦发生这种情况，为保证安全，应提前转移人员和机械设备避灾。在雨季，矿山开采应充分重视排水应急措施。

综上所述，矿区水文地质条件属中等。

（四）工程地质

1、评估区工程地质条件

矿区属玄武岩台地地貌，地形低缓平坦，相对高差 $<5\text{m}$ ，地面坡度 $<3^\circ$ ，地势总体北高南低。矿区范围内地面平坦开阔。目前在矿区已形成 $+4\text{m}$ 一个开采台阶，采矿平台不规则，大部分土质边坡高度 $<8\text{m}$ ，边坡角小于 45° ；岩石边坡高度 $<10\text{m}$ ，边坡角小于 75° ，矿区开采活动基本符合开发利用方案的要求，总体上矿山边坡较稳定。

矿床岩性单一，矿石致密坚硬，抗压强度高，矿体稳固性较好，但局部构造裂隙发育，加上矿体覆盖层和风化层物理力学性质差，吸水易软化崩解，在暴雨影响下，开采边坡容易发生崩塌滑坡灾害，因此判断矿区工程地质条件中等。

对比《广东省徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿详查报告》（广东省地质物探工程勘察院，2013年6月），矿床工程地质条件由简单变为中等。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

根据《详查报告》所示，矿体即为玄武岩岩体，属中更新统喜马拉雅期岩浆喷出型矿床，呈岩流、岩被状产出，整个矿区玄武岩矿体均有分布，但未出露地表。根据地质调查，矿体顶部盖层为素填土及强风玄武岩，厚度约 $3.7\sim 6.5\text{m}$ 。

矿体为玄武岩、橄榄玄武岩，矿体底板为玄武岩、橄榄玄武岩，未揭穿。根据矿体产状及地质勘查程度，矿区范围已控制矿体长度约 200~270m，宽度约 120~170m，可采厚度 18.85m。

2、矿石特征

①矿石矿物成分

本区矿石属玄武岩系列，室内命名为伊丁石化橄榄粗玄岩。经国土资源部放射性矿产资源监督检测中心岩矿鉴定，主要矿物组份为斜长石65~70%、辉石20~25%、橄榄石（伊俐石化）5~10%、金属矿物1%，次生矿物主要有伊丁石、绿泥石、绢云母等。

②矿石质量

矿石为微风化玄武岩，岩石致密坚硬，单轴饱和抗压强度80.1~83.2MPa，平均81.25MPa，属硬质建筑石料；放射性强度：内照射指数 $IRa < 0.1$ ，外照射指数 $Ir < 0.1$ 。

据《建筑用卵石、碎石》GB/T14685-2001标准、GB/T14685-2001标准和GB6566-2001标准规定和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》，矿石符合建筑用石一般工业指标要求。据 GB/T1860-2001标准，放射性符合 A 类建筑材料要求，该类产品产销和使用范围不受限制。

3、元素特征

根据矿山《详查 报告》，矿区矿石各元素含量均在正常岩石元素含量范围内，而采矿是爆破/挖掘/矿石装运/破碎，没有选冶工艺，一般不产生影响环境的有害元素。

三、矿区社会经济概况

徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿（以下简称矿区）位于徐闻县192°方向，直距约8.0km 处，行政区划归属徐闻县南山镇管辖。

南山镇隶属于广东省湛江市徐闻县，地处徐闻县东南部，东与龙塘镇、海安镇毗邻，南濒琼州海峡，西与迈陈镇接壤，北与徐城镇相邻，镇人民政府距徐闻县城1.5千米，行政区域面积135.37平方千米。

南山镇工业镇盛产食盐和海鲜。年产原盐约1000多吨，全镇工业企业160家，

其中规模以上企业4家，集体企业20家，联营企业2家，个体企业134家。主要行业有制盐、家具、建筑、化工、建材、木材石料加工、机械维修等。矿山所在地区经济以农业为主，主要种植水稻，次为香蕉、甘蔗、良姜等。矿产资源主要有玄武岩。畜牧业以饲养黑山羊为主。沿海地区主要发展水产养殖业。

四、矿区土地利用现状

（一）矿区土地利用现状

1、土地利用现状

根据《徐闻县南山镇 2022 年度土地利用现状图（局部）》与占用土地分类权属面积汇总表，并结合矿山现状情况，矿区划定的范围面积为 3.3333hm²，前期开采遗留的露天采场总占地面积为 3.3526hm²，具体见表 2-1、表 2-2 所示。

表 2-1 矿区划定范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²
01	耕地	0102	水浇地	0.0892
02	园地	0201	果园	0.0089
03	林地	0301	乔木林地	0.0385
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0232
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	3.1735
合 计				3.3333

表 2-2 露天采场已损毁范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²
02	园地	0201	果园	0.0089
03	林地	0301	乔木林地	0.0385
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0232
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	3.2820
合 计				3.3526

根据《徐闻县南山镇 2022 年度土地利用现状图（局部）》与占用土地分类权属面积汇总表所示，矿区划定范围占用土地地类为耕地、园地、林地、其他土地及城镇村及工矿用地，矿区划定的范围面积为 3.3333hm²，而矿山露天采场实际损毁土地占地类为园地、林地、其他土地及城镇村及工矿用地，不占用耕地地类，露天采场已损毁面积为 3.3526hm²，矿区划定的范围内未损毁面积 0.0892hm²，具体见下图 2-2、图 2-3、图 2-4、图 2-5、图 2-5。



图 2-2 矿区范围内耕地（水浇地）分布图



图 2-3 矿区范围内西侧耕地（水浇地）现状



图 2-4 矿区范围内西侧耕地（水浇地）现状



图 2-5 矿区范围内东南侧耕地（水浇地）现状

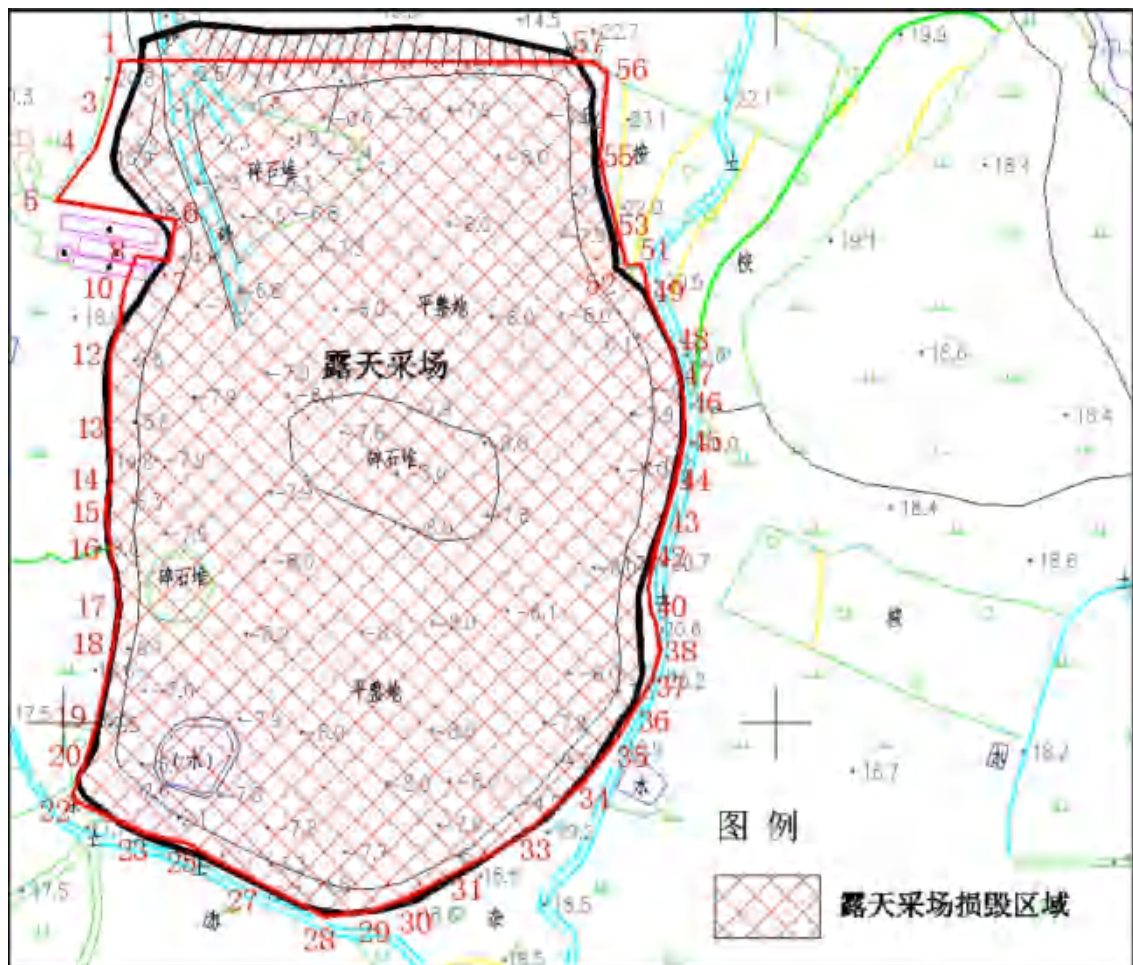


图 2-6 露天采场实际损毁区域分布图

2、土地权属

采矿建设活动损毁土地属农村集体所有制土地，土地所有权和使用权属南山镇竹山村后寮经济合作社农民集体、北村经济合作社农民集体所有，详见表2-3。

表 2-3 复垦区的土地权属说明表

权 属	地 类 (hm ²)				合计 (公顷)
	02	03	12	20	
	园地	林地	其他土地	城镇村及工矿用地	
	0201	0301	1202	204	
	果园	乔木 林地	设施农用地	采矿用地	
南山镇竹山村后寮经济合作社农民集体、北村经济合作社农民集体	0.0089	0.0385	0.0232	3.2820	3.3526
总 计 (公顷)	0.0089	0.0385	0.0232	3.2820	3.3526

矿山前期采矿建设活动损毁土地未涉及基本农田保护区。

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区为停采项目，总体评述，矿区内现状对原始的环境造成了破坏，总体矿山开采活动对地质环境的影响较严重。

据野外调查，矿区周边1km 范围内无其他采矿活动，大部分地形区域维持原始地貌。矿山及周边其他人类重大工程活动主要为本矿山以往的采矿活动，目前形成的采场面积及采坑深度大，对地质环境的破坏程度大，人类工程活动强烈。

矿山地质环境条件小结：评估区雨量充沛，地表水系不发育，气象水文条件为简单；矿山地形地貌条件为简单；地层岩性与地质构造条件为简单；区域地壳稳定；水文地质条件为中等；工程地质条件为中等；矿体地质特征复杂程度为简单；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）》（广东省地质灾害防治协会，2018年1月）附录 K.2判定本矿山地质环境条件复杂程度为中等。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

本矿周边矿山地质环境治理与土地复垦案例有广东省徐闻县龙塘镇牛郎农场东矿区建筑用玄武岩矿项目（以下简称“牛郎农场东矿区”），牛郎农场东矿区位于徐闻县龙塘镇，牛郎农场东矿区开采矿种为建筑用玄武岩矿，方式为露天采场方式，与本矿区开采方式相同，且采用边开采边复垦治理方式，目前正在进行边开采边实施矿山地质环境治理与土地复垦工程，牛郎农场东矿区开采方式、开采矿种、地理位置与本矿相同，本矿可以借鉴部分环境治理和土地复垦的措施，其对比如下表2-3。

表2-3 本矿与广东省徐闻县龙塘镇牛郎农场东矿区建筑用玄武岩矿项目特征及治理与复垦工程对比表

石场 项目	牛郎农场东矿区	本矿	备注
矿区地理位置	徐闻县龙塘镇	徐闻县南山镇	/
开采矿种	建筑用玄武岩矿	建筑用玄武岩矿	/
开采方式	露天开采	露天开采	/
生产规模	5.0 万 m ³ /a	6.0 万 m ³ /a	/
矿区面积	0.6935km ²	0.0333km ²	/
开采年限	5 年	0 年	/
露天采场 治理工程	边坡巡查与监测	可以借鉴	/
	已开采完毕台阶修筑挡土墙与排水沟，并回填土种植乔木草种	可以借鉴	/
	露天采场台阶治理为林地	可以借鉴/部分借鉴	各层台阶治理为园地，部分可借鉴
	露天采场底板复垦为坑塘水面	可以借鉴	底板复垦为坑塘水面
工业场地 治理工程	闭坑后生产线拆除，然后复垦为林地	无需借鉴	保留现状
办公生活区 治理工程	闭坑后拆除办公生活区的办公设备，然后复垦为林地	无需借鉴	保留现状
堆放场地	堆放场地进行清理与平整，然后复垦为林地	无需借鉴	保留现状
矿区道路 治理工程	矿山公路保留做为以后上山复垦管护道路	无需借鉴	保留现状
复垦措施	采取乔、灌、草复垦采场的台阶、工业场地、综合服务区、矿区道路等范围	可以借鉴/部分借鉴	根据地方总体规划可复垦为园地、坑塘水面

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿区地质环境与土地资源调查概述

（一）矿山地质环境调查概述

我公司接受徐闻县永富石场有限公司的委托后，成立了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作小组。在认真分析研究收集资料的基础上进行现场踏勘，对矿山进行地质环境及土地资源破坏调查，确定地质环境评估范围，明确土地资源破坏程度，确定土地复垦范围，土地利用现状与权属调查，以及对土地复垦义务人、土地使用权人、土地所有权人、政府相关部门进行公众调查，划分评估级别，专业技术人员进行矿山地质环境调查，以经过修测的 1:2000 地形地质图作为此次工作用手图，根据现场踏勘成果及开发利用设计，确定调查区范围：露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区与矿区道路及可能引发的地质灾害、地质环境问题区域。并根据评估区划分的范围及级别，对矿山地质环境影响进行现状及预测评估，进而确定矿山地质环境保护与土地复垦治理分区，对矿山土地复垦适宜性进行评价，并对矿山地质环境保护与土地复垦措施进行部署。

本次矿山地质环境调查投入专业技术人员 3 人，对之前踏勘选取的 2 条穿越调查区的调查路线进行了矿山地质环境调查：采用穿越法进行的矿山地质环境调查，调查路线上点距 100~200m。定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定；用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，通过点、线观察、工程测量、记录、取样测试等手段，将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

（二）土地资源调查概述

专业技术人员对土地利用现状、国土空间总体规划、土地权属情况等资料进行了收集，主要概述为：

- 1、获取 2000 国家大地坐标 1:2000 实测范围红线图；
- 2、拜访当地自然资源局地籍股获取 2022 年土地变更调查数据，获取 2022 年矿区土地利用现状数据；
- 3、拜访当地自然资源局规保股，获取空间规划图；

- 4、套图量算获取矿区现状地类面积；
- 5、查询相关属性，获取矿区土地权属信息。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范的要求。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

根据本矿床地质特征及矿山地质环境条件，矿山开采可能引发地质环境问题和地质灾害（主要包括露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区与矿区道路及用地区域可能引发的崩塌、滑坡、含水层破坏、土地资源破坏和地形地貌景观破坏等），确定本次方案编制的范围为矿山活动最大的影响范围。根据开发利用方案，结合矿山地质环境综合调查成果分析研究，评估范围确定的主要考虑因素包括：①开采范围和开采方式；②矿山开采可能影响范围。

具体边界划分如下：

北侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、堆放场地、矿区道路、综合服务区）可能造成地质环境影响的区域纳入评估区范围，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

东侧评估边界：沿矿区东部边界向东外扩至采矿活动可能影响区域，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

南侧评估边界：沿矿区南部边界向南外扩至采矿活动可能影响区域，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

西侧评估边界：沿矿区西部边界向西外扩至采矿活动可能影响区域，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

将各评估边界相连形成评估范围，评估区面积约 64.7156hm²。

2、评估级别

（1）评估区重要程度分级

矿区 1km 以外有零星居民点，居民居住分散，居民集中居住区人口在 50 人以下；矿区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）；

评估区内无水源地；评估区矿山建设及采矿活动破坏土地类型为园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地，露天采场损毁土地面积 3.3526hm²，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 J 综合判定评估区重要程度分级为**重要区**。

表 3-1 评估区重要程度分级表

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

（2）矿山生产建设规模分类

设计确定的矿山生产建设规模为 6 万 m³/a, 根据广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）附录 L 判定矿山生产建设规模为**小型**。

（3）矿山地质环境条件复杂程度分级

根据调查和对收集资料的分析, 矿山属露天开采, 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 K, 综合评价评估区内水文地质、工程地质、地质构造、地形地貌、矿山开采和矿山地质环境影响等条件, 确定矿山地质环境条件复杂程度为**中等**（表 3-2）。

表 3-2 矿山地质环境条件复杂程度综合评价表

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，采场进水边界复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常汇水量大于 10000 立方米/d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000 立方米/d~10000 立方米/d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	1. 采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系密切，采场正常涌水量小于 1000 立方米/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大于 5m~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、覆岩和主要含水层（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，地形坡度一般大于 20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。
注：采取就上原则，6 条中中要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

（4）矿山环境影响评估结果

综上所述，评估区为**重要区**、矿山生产建设规模为**小型**、矿山地质环境条件复杂程度为**中等**，对照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 I，确定矿山地质环境影响评估等级为**一级**。

表 3-3 矿山地质环境影响评估精度分级表

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

(二) 矿山地质灾害现状分析与预测

1、矿山地质灾害现状分析评估

(1) 地质灾害类型及特征

经过对评估区现场地质环境调查、走访，评估区内发现地质灾害现象。

根据现场勘查了解，矿山经过多年开采，目前矿区已形成一座长 243m，宽 160m，面积约 33526m² 的椭圆形采坑，采坑深度约 29m，目前采坑内遗留一级台阶（+4m），采坑内开采形成的边坡高度 10~15 米，台阶坡面角 70°~75°，采坑最低开采标高-8.1m，位于采坑中部，现状采坑西南侧存在集水坑，现状集水坑内有小面积积水，水深约 0.5~1m，水坑面积约 292m²。根据现场勘查了解，矿山多年开采在划定矿区范围内进行采掘，目前采场内采剥边坡未发现明显崩塌、滑坡现象，岩质边坡处于基本稳定状态，但采场四周的顶部土质边坡有部分区域出现了滑坡的情况。

根据现场勘查了解，由于矿山实际开采范围与划定范围重合，没有按前期规划设计进行台阶开采，导致终了岩质边坡陡峭直立，其上部的土质边坡在雨水的冲刷作用下，土质边坡发生过小型滑坡现象。据了解，其发生于 2022 年，规模小，主要分布在矿区西侧，已发生滑坡地质灾害现状见下表 3-4。

表3-4 评估区已发生地质灾害现状一览表

HP1	采场西侧	滑坡体为松散土层。滑坡体积 120m³，属小型滑坡	经调查，此处为采场西部土质边坡，滑坡由雨水冲刷作用下引发	不稳定	危害对象主要为周边居民、采矿工作人员、车辆及机械设备，危害性，危险性中等。
					

图 3-1 HP1

(2) 地质灾害危险性现状评估

根据前述，评估区内采场已发地质灾害类型属滑坡，滑坡体为松散土层。滑坡处坡高+19.32m，坡角约70°。滑坡体积>100m³，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》，属小型滑坡。滑坡原因为边坡土层较松散，在强降雨等天气雨水冲刷作用下引发滑坡现象。危害对象主要为周边居民、采矿工作人员、车辆及机械设备，现状滑坡并未造成周边居民、采矿工作人员伤亡、车辆及机械设备损失，现状滑坡其地质灾害的危害性、危险性中等，地质灾害影响程度**较严重**。

表 3-5 地质灾害危害程度分级表

危害程度	险情	
	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
大	>100	>500
中等	>10~v100	>100~v500
小	<10	<100

2、矿山地质灾害预测评估

矿山经多年的开采现已停采，在现状评估的基础上，根据评估区地质环境条件，预测矿山未来可能引发的地质灾害主要有崩塌、滑坡，评估内容如下：

(1) 可能引发、加剧的地质灾害

崩塌或滑坡预测评估

现状遗留一座长约 243m，宽约 160m，深约 29m 的露天采场，本次评估范围将针对整个露天采场进行整体的地质灾害预测评估，主要有矿山停采前采矿活动形成的人工开挖边坡，露天采场岩质边坡。边坡的稳定性预测评估采用定量分析法，露天采场开采边坡类型及构成要素详见表 3-6。

表 3-6 评估区内预测露天采场岩质边坡构成要素表

边坡位置		边坡最大高度	边坡最大长度	边坡岩体特征	边坡参数		危害对象
					倾向	主体坡面角	
露天采场边坡	北侧	22.25	109m	开采边坡	183°	≤70°	矿山设备及作业人员
	西侧	24.95	186m		97°		
	南侧	29.01	172 m		21°		
	东侧	28.83	194m		276°		

矿区主要发育两组节理裂隙，预测露天采场边坡稳定性主要受节理面控制，其产状及特征见表3-7：

表 3-7 评估区节理及矿体特征表

名称	产状	
	倾向	倾角
节理 1（J1）	33°	85°
节理 2（J2）	300°	70°

1) 露天采场土质边坡稳定性分析

根据现场调查，矿区西侧与东侧存在土质边坡，岩土体主要为砂质粘土、极破碎软岩组及较破碎较软岩组，具疏松的散体结构。

土质边坡稳定性的定量评价：

现采用《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 2012）推荐的瑞典条分法对露天采场上层土质边坡的稳定性进行分析。本次分析考虑土体在降雨过后处于饱和状态下坡面不作任何支护及护理的极端情况，以此条件分析土质边坡的稳定性。

根据边坡稳定性系数计算公式：

$$K_s = \frac{\sum (G_i \cos \theta_i) \lg \varphi_i + c_i l_i}{\sum G_i \sin \theta_i}$$

式中， K_s 、 G_i 、 θ_i 、 c_i 、 φ_i 、及 l_i 分别表示边坡稳定性系数、第 i 块滑块的自重力、滑动块体的底面倾角、滑动面土体的内聚力和内摩擦角以及滑面长度。

残坡积及风化岩层台阶高度≤8m，矿区土层参数见表 3-8，边坡稳定性计算结果见图 3-2，评价标准见表 3-9。

表 3-8 矿区土层参数值表

岩土层名称	正常状态条件			强降雨条件		
	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$c(\text{kPa})$	$\varphi(^{\circ})$	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$c(\text{kPa})$	$\varphi(^{\circ})$
残坡积土	13.5	25.0	16.5	19.0	16.0	13.8
强风化层	21.5	31.0	17.7	24.5	24.0	15.0

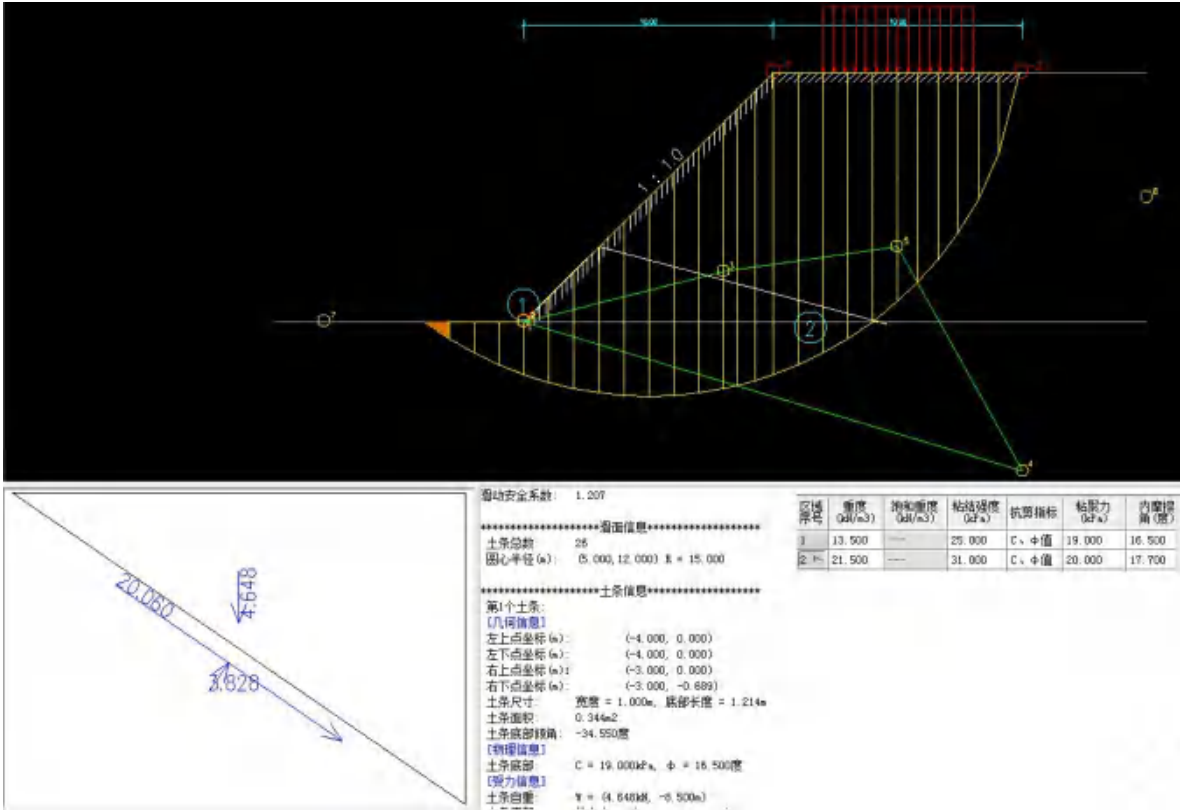


图3-2 采矿场土层边坡安全系数计算结果过程及结果图

表 3-9 土质边坡崩塌、滑坡评价要素表

评价要素	类型	特征说明	
边坡高度	土质边坡	危险性大	$\geq 10\text{m}$
		危险性中等	$\geq 3\text{m} \sim < 10\text{m}$
		危险性小	$< 3\text{m}$
稳定性	稳定	滑坡稳定系数 $K \geq 1.30$	
	基本稳定	滑坡稳定系数 $1.10 \leq K < 1.30$	
	较不稳定	滑坡稳定系数 $1.00 \leq K < 1.10$	
	不稳定	滑坡稳定系数 $K < 1.00$	

由以上计算可知，露天采场土质边坡正常情况下稳定系数为1.207，属基本稳定边坡；在暴雨情况下，稳定系数为0.8~1.10，属较不稳定-基本稳定，在长时间强降雨等不利条件影响下可能发生崩塌或滑坡等地质灾害。预测露天采场土层边坡发生小型滑坡的可能性较小，潜在危害性中等，地质灾害影响程度为较严重。

2) 露天采场岩质边坡稳定性分析

露天采场开采边坡由分级台阶组成，各分级台阶与边坡倾向相同，下图3-3

给出了露天采场边坡和台阶与层面的赤平投影关系，并据此分析边坡的稳定性。

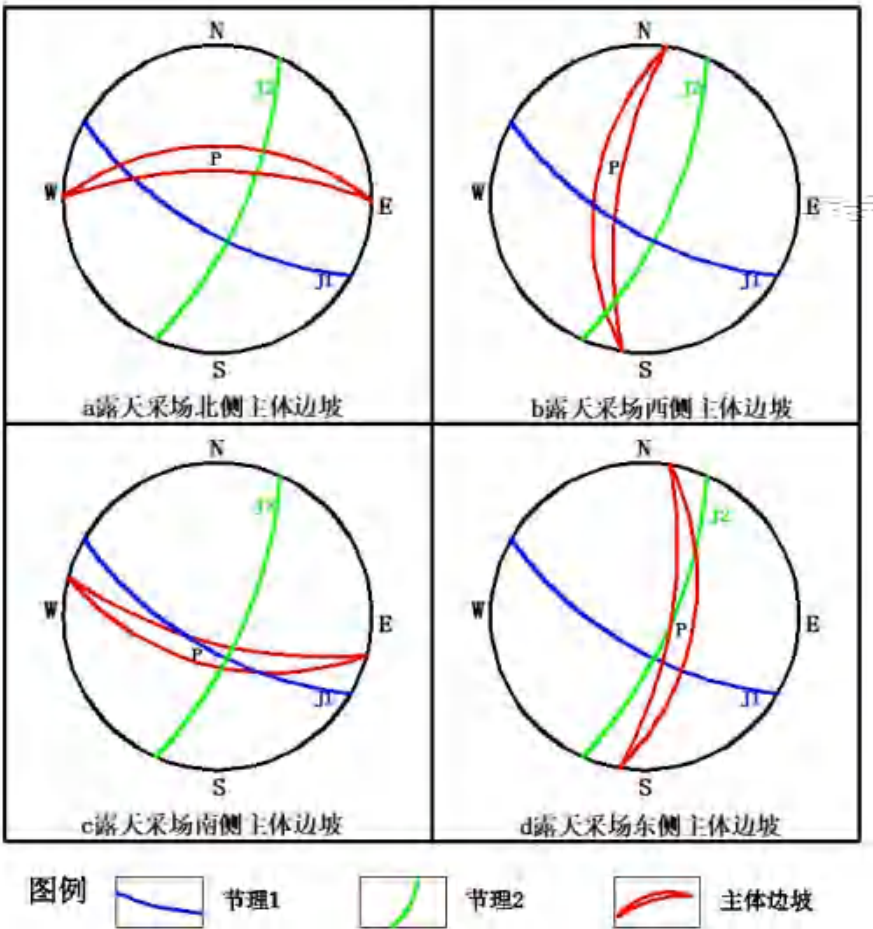


图3-3 台阶边坡、主体边坡、节理赤平投影图

从赤平投影图可见：

从图3-3a 分析采坑北侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；且节理1、节理2组成的交点均位于主体台阶边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1与节理2的组合面对采坑北侧边坡的稳定性影响较小，边坡岩体沿该节理面发生崩塌、滑坡的可能性较小。

从图3-3b 分析采坑西侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；且节理1、节理2组成的交点均位于主体台阶边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1与节理2的组合面对采坑西侧边坡的稳定性影响较小，边坡岩体沿该节理面发生崩塌、滑坡的可能性较小。

从图3-3c 分析采坑南侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向垂直相交；节理1、

节理2组成的交点均位于主体台阶边坡投影弧外侧，边坡存在岩块破碎现象，整体稳定性较差。因此，节理1与节理2的组合面对采坑南侧边坡的稳定性影响中等，边坡岩体发生崩塌、滑坡的可能性中等。

从图3-3d 分析采坑东侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向垂直相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；且节理1、节理2组成的交点均位于主体台阶边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1与节理2的组合面对采坑东侧边坡的稳定性影响较小，边坡岩体沿该节理面发生崩塌、滑坡的可能性较小。

预测露天采场南侧边坡发生崩塌、滑坡的可能性中等，露天采场岩质边坡发生崩塌、滑坡的危害性、危险性中等，地质灾害影响程度**较严重**。

3) 工业场地边坡

工业场地设置在矿区北侧388m 处，现状工业场地的场地内布置有破碎筛分生产线，工业场地占地面积约13856m²。工业场地地势相对平坦，可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为坡残积土层，工业场地地形坡度一般小于15°，边坡高度一般在1~5m，且矿区现状已经停采，工业场地未来不会在使用，其稳定性较好，采用工程地质类比法，预测工业场地边坡发生崩塌、滑坡的潜在危险性较小、危害性较小，地质灾害的影响程度**较轻**。

4) 综合服务区边坡

矿山综合服务区设置在矿区北侧 585m 处，位于爆破警戒线外，综合服务区内设办公室及生活区，占地范围约 1616m²。现状综合服务区选在地形相对平缓地段，形成边坡为小型土质边坡，高度小于 1m、边坡角度基本小于 45°，综合服务区的稳定性主要与开挖边坡高度、坡度和覆盖层厚度有关。覆盖层中最可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为坡残积土层，主要为砂质黏土，底部见强风化碎块，场地建设区地形坡度相对较小，且开挖山体边坡角一般都小于 45°，开挖边坡高度小于 1m，现状场地内未发生崩塌、滑坡地质灾害，综合服务区未来不会在使用，预测其边坡将继续保持现有状态，引发或遭受崩塌、滑坡的可能性较小，潜在的危害性小，危险性小，地质灾害的影响程度**较轻**。

5) 堆放场地边坡

矿山堆放场地位于矿区北侧出口处，位于采场与工业场地之间，堆放场地作为矿山剥离土、原石及规格碎石的堆放场地，堆放场地占地面积约18354m²。堆

放场地地势相对平坦，可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为坡残积土层，堆放场地地形坡度一般小于 15° ，边坡高度一般在 $2\sim 6\text{m}$ ，且矿区现状已经停采，堆放场地未来不会在使用，其稳定性较好，采用工程地质类比法，预测堆放场地边坡发生崩塌、滑坡的潜在危险性较小、危害性较小，地质灾害的影响程度较轻。

小结：预测评估区内可能引发的地质灾害类型主要为崩塌、滑坡，预测露天采场边坡发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性中等，地质灾害对矿山地质环境的影响程度为较严重，预测工业场地发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性较小，地质灾害的影响程度较轻。预测堆放场地发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性较小，地质灾害的影响程度较轻。预测综合服务区发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性较小，地质灾害的影响程度较轻。总体，预测矿山地质灾害影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层现状分析评估

（1）对水资源影响的现状评估

在停采前的开采过程中，矿体处于当地侵蚀基准面以下，矿区地下水类型主要为块状岩类裂隙水，地下水主要赋存于基岩裂隙中，补给源以大气降水为主，含水层富水性弱。矿山的采矿活动造成了地下水含水层水位略有下降，其影响范围仅限于采场及其周边较小范围，对区域地下水均衡影响极小。综合现状评估矿山开采活动对含水层的影响程度分级为较轻。

（2）对水环境影响的现状评估

矿山已停采，矿山开采对象为建筑用玄武岩矿，剥离的围岩为第四系残坡积层及风化玄武岩，矿体及围岩成分稳定，不会分解出超标的有害有毒物质污染水环境，因此采区基本不影响矿区及周围地下水的水位和质量。矿山采矿活动造成了地下水含水层水位略有下降，其影响范围仅限于采场及其周边较小范围，对区域地下水均衡影响极小。据现场调查，矿山开采对水环境的影响主要表现为泥沙污染周边地表水体。矿山开采剥离地表覆盖层，使岩土体裸露，大气降雨后，露天采场、工业场地、堆放场地等范围的汇水泥沙含量较高，矿山闭坑后，通过修筑截水沟和沉淀池等工程，可使泥沙含量较高的汇水通过截流沉淀作用下，流入下游外部水系，减少汇水的泥沙量，因此综合评估矿山开采对水环境影响较轻。

因此，现状评估采矿活动对地下水和含水层的影响**较轻**。

2、矿区含水层的影响预测评估

（1）对水资源影响的预测评估

据实地调查，矿山目前已停采，处于恢复治理与复垦阶段。不会对矿区含水层造成进一步的破坏。因此，预测矿山含水层破坏较小，对区域地下水资源影响较小，影响程度较轻。

（2）对水环境影响的预测评估

矿山前期开采的矿体化学成分稳定，没有污染性强的重金属成分，各元素含量均在正常岩石元素含量范围内，矿山目前已停采，未来矿山也不在进行开采活动，没有选冶工艺，一般不产生影响水环境的有害元素；基本不存在污染源，不会影响到矿区及周边生产生活供水。

因此，预测评估采矿活动对地下水和含水层的影响**较轻**。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观影响现状评估

（1）对自然景观的影响

现状评估区内由于多年开采形成了一个采空区，面积较大，开挖深度较大，总损毁面积约3.3526hm²，矿山现状采矿活动破坏的土地类型以园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地为主。破坏自然景观的面积大，使原来植被发育的山坡自然景观变面高陡的开挖边坡，基岩裸露，植被受到破坏，故对原始的地形地貌景观影响和破坏程度**严重**。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区属停采项目，位置偏僻，周边未设立各类自然保护区，远离城市、人文景观、风景旅游区和主要交通干线，矿山前期的采矿活动未对人文景观、地质遗迹、城市周围等地形地貌景观造成影响和破坏

综上所述，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，现状矿山对评估区内地形地貌景观产生的影响程度为**严重**。

2、矿区地形地貌景观影响预测评估

（1）对自然景观的影响

矿区已停采，未来也不会进行开采活动，但评估区内露天采场损毁总面积约3.3526hm²，对土地（植被）的占用和破坏严重，地貌结构由原来的植被覆盖较好的山坡林地地貌转变为矿区地貌，对原始的地形地貌景观影响和破坏程度大，故对原始的地形地貌景观影响和破坏程度**严重**。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿山周边无其他重要交通建筑设施；远离自然保护区及旅游景区（点），未来矿山也不会进行开采活动，对周边的建筑物及工程、设施影响甚微。

综上所述，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，预测矿区对地形地貌景观影响程度为**严重**。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区水土环境污染现状评估

（1）土壤污染现状

本矿床矿物主要是建筑用玄武岩矿，矿石不存在金属蚀变，矿石及废弃物不易分解出有害组分，矿坑排水废水不含有毒有害物质，经过沉砂池合理处理后可达到排放标准，对附近土壤环境造成污染较小，对矿区及周边土地资源污染的影响较小。

（2）水资源污染现状

本矿床矿物主要是建筑用玄武岩矿，矿石及废弃物不易分解出有害组分，不会对矿区下游水质造成污染。现状矿山已停采，根据现场地质环境调查、走访，矿区内未发现地质灾害现象，不存在大面积的水土流失，现状矿区对水资源污染较轻。

2、矿区水土环境污染预测评估

（1）土壤污染预测

矿区已停采，未来也不会进行开采活动，后续无需进行选矿等产生污染的矿业活动，故不会对土地资源造成污染。

（2）水资源污染预测

矿区已停采，未来也不会进行开采活动，矿石及废弃物不易分解出有害组分，不会对矿区下游水质造成污染，矿山接下来需进行闭坑治理，减少矿区内的水土

流失，对水资源污染较轻。

预测评估区未来的水土环境污染程度较轻。

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、损毁环节

矿山开采对土地损毁的环节主要有：①开采前期的基建剥土和矿山道路等挖损损毁土地或压占损毁土地，辅助生产设施的修建挖损或压占损毁土地；②正常生产开采期间露天采场挖损损毁土地，矿山道路压占继续损毁土地；③在闭坑治理复垦期间，除治理复垦工程的建设损毁少量土地外，矿山开采不再损毁土地。

采剥工艺流程：剥土→液压挖掘机装载→矿用自卸汽车运输。

2、损毁时序

矿山开采对土地损毁顺序跟矿山生产建设的步骤密切相关：前期基建先剥离表土、矿山道路开拓、辅助生产设施建设，对土地损毁程度严重；正常生产期时，开采深度、开采范围增大，土地损毁的范围及程度也随之变大；在矿山闭坑治理复垦期，土地损毁的范围将保持一定范围不变。

3、损毁形式

（1）露天采场对土地的损毁形式

露天采场对土地的损毁是永久挖损破坏，原地无法恢复。本项目为停采项目，停采前的露天采场经露天台阶式开采后，原始地形地貌破坏严重，植被破坏程度大，立地条件差。露天采场适宜于在闭坑后种植植被。为使其得到更好的保护和治理，在充分利用大自然的恢复力的基础上，采用科学、经济的方法，改造台阶的立地条件，营造人工林地，治理裸地，以改善生态环境，提高植被覆盖率。露天采场最终损毁土地面积约3.3526hm²。

露天采场属凹陷型挖损，对土地损毁程度为**重度**。

（二）已损毁各类土地现状类型

1、矿区已损毁各类土地现状

矿山已停采，经数年开采现状遗留一座露天采场。

（1）露天采场

露天开采活动对地形地貌景观的破坏主要表现为采矿过程中，剥离表土，破坏自然植被，造成区内岩体裸露，一定程度上破坏了周边生态地质环境，同时对地形地貌景观带来影响，总体影响程度严重，露天采场已损毁土地占用类型为园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地，土地破坏方式为挖损，土地损毁程度为重度，已损毁土地面积为3.3526hm²。



图3-4 露天采场

（三）拟损毁土地预测与评估

1、预测区划分

根据矿山开采过程中对土地可能造成损毁的环节、顺序以及损毁方式，将项目区划分为若干预测单元。预测单元的划分遵循以下原则：

- （1）地形地貌及土地利用现状相似原则；
- （2）工程损毁、占压土地方式一致性原则；
- （3）原始土地立地条件相似性原则；
- （4）复垦方向一致性原则；
- （5）便于复垦措施统筹安排，分区整体性原则。

2、预测内容及方法

（1）预测内容

土地损毁预测内容包括以下几项内容：

各预测分区土地损毁方式；

各预测分区损毁土地面积；

各预测分区损毁土地类型；

各预测分区土地损毁程度。

（2）预测方法

本项目区地形复杂，土地损毁类型多样，土地损毁预测采用定量统计和定性描述相结合的方法进行，具体叙述如下：

①土地损毁方式预测方法：根据本工程特点，土地损毁方式主要有挖损、压占等形式，有的表现为单一损毁形式，有的为两种或多种损毁形式。预测方法采用定性描述的方法进行。

②损毁土地面积预测方法：根据项目《开发利用方案》，通过对主体工程占地的分析，结合土地损毁方式采用定量统计的方法进行。

③损毁土地类型预测方法：根据《土地利用现状分类》对土地类型的分类，结合现场调查资料，确定因项目生产造成损毁的土地类型。

④土地损毁程度预测方法，根据《土地复垦方案编制实务》，把土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别为：一级(轻度损毁)、二级(中度损毁)、三级(重度损毁)。

3、分区预测结果

本矿山为停采项目，未来也不会在进行开采活动。

4、土地损毁程度评估

本方案对土地损毁程度评价方法以定量分析法为主，把土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。本方案是根据本省类似工程的土地损毁因素调查情况，参考相关学科的经验数据，采用数学算法进行评价及划分等级。具体做法是首先给每种损毁程度规定一个数值区间，重度损毁为80~100分，中度损毁为40~80分，轻度损毁为20~40分，然后采用乘法原理将因子权重与所占分值相乘，再对比所规定的损毁程度分值，得出某损毁土地单元的损毁程度。结合本矿实际选择评价因子分别为挖掘面积、挖掘深度、挖掘地类等，见表3-11、表3-12。

表 3-11 挖损损毁程度评价系统表

评价因子			挖掘面积	挖掘深度	挖掘地类
因子权重			0.45	0.35	0.20
分值和 损毁程 度等级	80~100	重度	> 10 公顷	> 5m	耕地
	40~80	中度	1~10 公顷	2~5m	林地
	20~40	轻度	< 1 公顷	< 2m	草地

表 3-12 压占损毁程度评价系统表

评价因子			压占面积	堆放高度	砾石含量	压占物	地表稳定性	土壤污染
因子权重			0.24	0.12	0.12	0.21	0.18	0.13
分值	80~100	重度	> 100 公顷	> 30m	> 30%	矸石	不稳定	有毒
	40~80	中度	10~100 公顷	10~30m	10~30%	砌体	稳定	一般
	20~40	轻度	< 10 公顷	< 10m	< 10%	土壤	很稳定	轻度

露天采场的土地损毁形式为土地挖损，对照表 3-11，结合露天采场实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘： $0.45 \times 100 + 0.35 \times 100 + 0.20 \times 70 = 94$ ，再对照表 3-11，则露天采场对土地的损毁程度为重度损毁。

（评价因子实测值：露天采场损坏面积：3.3526hm²；挖损深度：29m；挖掘类型：园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地）

依据以上原则对矿区已损毁及拟损毁的土地进行统计与归类，具体内容见下表 3-13。

表 3-13 土地损毁程度表

损毁区域	已损毁面积 (hm ²)	拟损毁面积 (hm ²)	土地类别	占地性质	损毁程度
露天采场	3.3526	0	园地 林地 其他土地 城镇村及工矿用地	挖损	重度
总计	3.3526		—	—	—

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

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：1）地貌单元界线、矿山规划功能区域界线；2）地层界线；3）构造单元界线；4）地质环境问题分布及影响范围。

其中地质环境问题包括已发和预测的类型、稳定状态及治理难易程度等要素，地质环境问题危害程度包括损失程度及社会影响等要素。据综合分析结果按“规范”要求完成矿山地质环境保护与恢复治理分区（表 3-14）。

表 3-14 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	严 重	严 重
次 重 点	较严重	较严重
一 般	较 轻	较 轻
注：现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区		

2、分区原则

- （1）“以人为本”原则，充分考虑矿山地质环境问题对人居环境影响。
- （2）充分考虑工农业生产、区域经济发展影响。
- （3）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；现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区。
- （4）“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则

3、分区方法

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

动的功能性规划区域界线等。

（1）当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果有一种达到严重级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与恢复治理的重点防治区；

（2）当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果有一种达到较严重级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与恢复治理的次重点防治区；

（3）当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果均为较轻级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与恢复治理的一般防治区。

4、分区结果

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估的结果见表 3-17、表 3-19，结合矿山地质环境随采矿活动的相互协调，本着“以人为本深而发展变化的规律和工程防治的难易程度，并充分考虑到矿山生产建设工程与环境治，安全第一”和“保护环境，促进社会和谐”的原则，将矿山地质环境治理与恢复划分为一个分区——重点防治区 A、一般防治区 C，分区结果如下表 3-15。

表 3-15 矿山地质环境影响现状评估和预测评估的结果

评估阶段 评估范围	现状评估	预测评估
采矿活动区及其影响范围（A）	严重	严重
其他区域（C）	较轻	较轻

（二）矿山地质环境影响分区

1、矿山地质环境现状分区

3-16 矿山地质环境问题现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT	露天采场	滑坡体为松散土层。滑坡体积 120m ³ ，属小型滑坡	2022年	中等	中等	较严重
	滑坡	HP						
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	HS1	露天采场	无	—	—	—	较轻
	地表水漏失	HS2		无	—	—	—	较轻
	区域水均衡破坏	HS3		无	—	—	—	较轻
	水质污染（恶化）	HS4		无	—	—	—	较轻
	含水层结构改变	HS5		无	—	—	—	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX ₁	露天采场	植被剥离，形成采坑，改变原始地形地貌，影响视野	—	—	—	严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	DX ₂	无	无	—	—	—	较轻
	对人居环境的影响与破坏	DX ₃		无	—	—	—	较轻
对土地资源的影响与破坏	矿山建设占用土地	TD1	露天采场	挖损压占园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地，损毁面积 3.3526hm ²	—	—	—	严重
	污染土质或土壤结构改变	TD2	无	—	—	—	—	较轻

依据地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度等，按矿山环境影响程度“上一级别优先”、“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则，将该矿山地质环境现状影响程度划分为两个区域，一个现状评估影响严重区I，一个现状评估影响较轻区III，评估结果详见表 3-17：

表 3-17 矿山环境影响现状评估分区结果表

影响区	编号	区域面积 (hm ²)	占评估区 (%)	位置	矿山地质环境现状评估					影响程度分级
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源	水土环境	
严重区	I	3.3526	5.18%	露天采场及其影响范围	较严重	较轻	严重	严重	较轻	严重
较轻区	III	61.3630	94.82%	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
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。										

2、矿山地质环境问题影响预测评估分区

3-18 矿山地质环境问题预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT	露天采场	矿工、设备等	中等	中等	中等	较严重
	滑坡	HP						
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	HS1	露天采场	无	—	小	小	较轻
	地表水漏失	HS2		小	—	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	HS3		小	—	小	小	较轻
	水质污染（恶化）	HS4		小	—	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS5		小	—	小	小	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场	地貌景观	—	大	—	严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	DX2	无	—	—	—	—	较轻
	对人居环境的影响与破坏	DX3	无	—	—	—	—	较轻
对土地资源的影响与破坏	矿山建设占用土地	TD1	露天采场	林地	挖损压占园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地，损毁面积3.3526hm ²	大	—	严重
	污染土质或土壤结构改变	TD2	无	—	—	—	—	较轻

依据地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度等，按矿山环境影响程度“上一级别优先”、“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则，将本矿区预测评估区地质环境影响程度划分为环境影响严重区（Ⅰ区）及环境影响较轻区（Ⅲ区）。评估结果详见表 3-19：

3-19 矿山环境影响预测评估分区结果表

影响区	编号	区域面积 (hm ²)	占评估区 (%)	位置	矿山地质环境影响预测评估					影响程度分级
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源	水土环境	
严重区	I	3.3526	5.18%	露天采场及其影响范围	较严重	较轻	严重	严重	较轻	严重
较轻区	Ⅲ	61.3630	94.82%	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

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。

表3-20 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区名称及编号	分布情况			地质环境条件	矿山地质环境现状评估					矿山地质环境预测评估					防治措施
分区	范围	面积(hm²)	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	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	影响程度分级	
重点防治区(A)	露天采场及其影响范围	3.3526	5.18%	中等	较严重	较轻	严重	较轻	严重	较严重	较轻	严重	较轻	严重	工程措施 生物措施 监测措施
一般防治区(C)	评估区内除重点防治区以外其它范围	61.3630	94.82%		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施

3、分区评述

(1) 矿山地质环境重点防治区（A区）

评估区内矿山地质环境重点防治区（A）为矿区采矿活动主要影响的区域，主要为露天采场及其影响范围，该区总面积3.3526hm²，占评估区面积的5.18%。

根据预测评估结论及矿山地质环境问题的差异、并结合矿山主要工程的特点，重点防治区（A）划分如下。

1) 露天采场

现状调查区内已发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响严重，对水土环境污染较轻。预测该区可能引发和加剧的地质灾害为崩塌、滑坡，潜在危害性、危险性中等；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施：闭坑期搞好矿区境界外截排水措施，防止雨季山洪冲刷采场边坡所造成的水土流失；及时治理恢复破坏的区域，矿山全面绿化植树恢复景观。

(2) 矿山地质环境一般防治区（C区）

评估区内矿山地质环境一般防治区（C）为受采矿活动影响较轻的区域，总面积61.3630hm²，占评估区面积的94.82%。

C区地貌单元类型简单，地形坡度5~15°，地形地貌条件简单；水文地质条件简单；工程地质条件简单。

该区矿山地质环境影响现状与预测评估均为较轻，地形地貌保持原有的状态，植被良好，现状地质灾害不发育，预测地质灾害、含水层的破坏、地形地貌景观和水土环境污染对地质环境影响程度为较轻。

主要的防治措施：矿山应加强对一般防治区的地质环境监测，防患于未然，发现问题，立即解决；对地形地貌景观破坏和土地资源占用破坏等矿山地质环境问题可通过生物措施进行防治。

（三）土地复垦区与复垦责任范围

根据拟损毁土地分析，结合矿山实际情况，确定徐闻县永富石场有限公司复垦区与复垦责任区范围，具体内容见下表3-21：

表 3-21 复垦区与复垦责任范围

复垦区		复垦责任范围
区域	面积 hm ²	
露天采场	3.3526	
总计	3.3526	

（四）土地类型与权属

1、土地利用类型

露天采场复垦责任范围内土地利用类型为果园（0.0089hm²）、乔木林地（0.0385hm²）、设施农用地（0.0232hm²）、采矿用地（3.2820hm²），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

2、土地权属状况

采矿建设活动损毁土地属农村集体所有制土地，土地所有权和使用权属南山镇竹山村后寮经济合作社农民集体、北村经济合作社农民集体所有，详见表3-22。

表 3-22 复垦区的土地权属说明表

权 属	地 类 (hm ²)				合计 (公顷)
	02	03	12	20	
	园地	林地	其他土地	城镇村及工矿用地	
	0201	0301	1202	204	
	果园	乔木林地	设施农用地	采矿用地	
南山镇竹山村后寮经济合作社农民集体、北村经济合作社农民集体	0.0089	0.0385	0.0232	3.2820	3.3526
总 计 (公顷)	0.0089	0.0385	0.0232	3.2820	3.3526

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

本矿山治理和复垦的主要内容有：①对采场外有汇水的地段设置排水土沟；②对开采形成的边坡坡面进行复绿；③对边坡台阶覆土、植被复绿；④在采场凹陷采坑周边设置防护围栏、铁丝网与警示牌。

矿山整治复绿施工必须具备一些必要的内外条件，这些条件包括外部的环境、交通、用电、用水以及组织管理和经费落实到位等。对于“通路”、“通电”、“通水”的三通问题，由于矿山已基本具备，只需稍加修整即可投入。

（一）技术可行性分析

矿山地质环境治理主要遵循“安全可靠、技术可行、经济合理，经济效益服从社会效益与环境效益，因地制宜，先设计后施工”的原则。

矿山地质环境保护应遵循下列原则：

①矿产资源开发应遵循可持续发展，矿业开发应贯彻矿产资源开发与环境保护并重，以防为主，综合治理与环境保护并举的原则；

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山地质环境问题；

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；

在矿区地质环境调查的基础上，以矿山地质灾害隐患点（主要为危岩体、不稳定边坡、崩塌、滑坡）及矿山植被恢复为治理重点，开展矿山地质环境综合治理工作，改善周边生态环境。通过对矿山地质环境进行治理，消除矿山内的地质灾害隐患，减弱在易发生地质灾害的地段产生危机人民生命财产安全的地质灾害，恢复矿山生态环境。

1、露天采场地质环境治理可行性分析

该项目为露天凹陷开采，矿山闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，根据科学合理、实事求是的原

则，本方案设计矿山资源开发利用结束后，露天采场凹陷段落（部分）复垦为坑塘水面协调性较好，露天采场正地形段落复垦为园地、林地。

需要说明的是，露天采场四周必须设立防护围栏及警示标志，防止人畜进入。

2、排水沟可行性分析

矿区闭坑前开采期间有道路通往山顶及周边，在采场外围坡顶做排水沟完全可行。

3、土质边坡坡面进行复绿可行性分析

采场部分土质边坡坡度约50°，与周边自然山坡坡度相差不大，且目前大部分土质边坡已有草类生长，说明其适宜植被生长，本方案只需增加种植草类或灌木，扩大其覆盖度，技术上完全可行。

4、边坡台阶外侧修筑挡墙

本工程为在平台外侧修筑挡墙，既为平台覆土，又能减少平台碎石土的滚落造成的危害。挡墙结构为浆砌砖（石），便于运输和砌筑，技术上完全可行。

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理与土地复垦所产生费用来源为企业自筹。

矿山应按照<粤财综〔2018〕60号>文及企业会计准则相关规定设立、计提及使用矿山地质环境治理恢复基金，专款专用，不得挪用。

根据《土地复垦条例实施办法》第十九条，土地复垦费用预存实行一次性预存和分期预存两种方式。生产建设周期在三年以下的项目，应当一次性全额预存土地复垦费用。生产建设周期在三年以上的项目，可以分期预存土地复垦费用，但第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的百分之二十。余额按照土地复垦方案确定的土地复垦费用预存计划预存，在生产建设活动结束前一年预存完毕。矿山应接受自然资源局主管部门对费用使用、管理进行监督，分阶段签订“费用监管协议”。

（三）生态环境协调性分析

矿山露天开采活动严重损毁了原来的地貌，完全挖损了地表的土壤层和植被层，矿山生产区、附属设施区、道路等在生产活动中损毁了地表植被，形成不同

程度的挖损与压占，采矿活动形成的挖损与压占破坏了原始地质环境，产生地质灾害诱因，从而引发一定的地质灾害，同时地表植被层和土体受到扰动，土壤流失会相应增加，会诱导地质灾害的发生，开采产生的粉尘、废水、垃圾污染，会使区域土壤的结构和肥力受到不同程度的损害；原始植被受到人类活动的践踏、干扰和损毁，生长能力和种群繁殖也会受到不良影响等。

其次若生产过程管理操作不当，如台阶高度过大、边坡角度超标、破碎带或不良地质构造层段治理不当等，可能造成滑坡、崩塌等地质灾害事故，对生态环境造成恶劣影响。

矿山采矿的施工、相关设施的建设等占用大量林地、破坏植被、土体被剥离、土壤可蚀性增加，抗侵蚀能力降低地形切割加剧，从而总成水土流失的加剧，给自然生态环境带来了严重的破坏。

通过对矿山地质环境治理与土地复垦方案的实施，将使矿区生态环境带来大大改善，首先，矿山地质环境治理与土地复垦可防止滑坡、崩塌等地质灾害，可防止水土流失和土地退化，增加抵御自然灾害的能力；其次，复垦后可改善生态环境，促进和保持生态系统的良性循环，调节区域小气候。总之，通过全面实施矿山地质环境治理与土地复垦方案，可以有效增加林草植被面积，使生态环境大大改善，可促进土地的持续利用，采坑回填的物质为本区域的相类似岩性的土石，有毒、有害物质一般不超标，对附近水土环境的污染小，采坑回填后可有效恢复土地资源。复垦采用的植被均为矿区周边常见植物，适宜性好。因此矿山地质环境保护与土地复垦工程施工后，与周边的生态环境协调程度高，为矿区周边人民生产、生活提供良好的生态环境；矿山开采应坚持谁开发谁保护，谁破坏谁治理的基本原则，做好自然保护工作，使开发建设与环境承载相统一。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

根据对已损毁和拟损毁土地的分析及复垦区的确认，复垦区土地利用现状具体情况见表 4-1：

表 4-1 复垦前后土地利用结构调整表

复垦前					复垦后				
一级地类		二级地类		面积 hm ²	一级地类		二级地类		面积 hm ²
02	园地	0201	果园	0.0089	02	园地	0201	果园	0.0089
03	林地	0301	乔木林地	0.0385	03	林地	0301	乔木林地	0.8021
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0232	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	2.5416
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	3.2820					
合 计				3.3526	合 计				3.3526

（二）土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价是针对复垦区的损毁土地进行的潜在的适宜性评价，根据损毁土地的自然属性和损毁状况，适当对社会经济因素作为背景条件，来评定未来土地复垦治理后对农、林、牧、渔及其他利用方向的适宜性及适宜程度、限制性及限制程度，是一种预测性的土地适宜性评价。

1、评价原则

土地复垦适宜性评价应包括以下原则：

- ①符合国土空间总体规划，并与其他规划相协调。
- ②因地制宜原则。
- ③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则。
- ④主导性限制因素与综合平衡原则。
- ⑤复垦后土地可持续性原则。
- ⑥经济可行、技术合理性原则。
- ⑦社会因素和经济因素相结合原则。

2、评价方法

本方案选择的评价方法为定性法，定性法是对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地社会经济等情况进行综合定性分析，确定土地复垦方法和适宜性等级。

结合矿区地表土地损毁特征以及区域自然环境、社会环境特点，本复垦方案土地适宜性评价采用定性法进行，即按土地类型基本要求，对比采矿损毁土地的特征，并结合附近矿区土地复垦经验和科学经济的复垦措施，将需复垦的土地分为适宜和不适宜两类，其中适宜类为损毁前已利用的土地（包括宜林地、宜草地，各种宜利用土地适宜性按损毁程度和可垦性进行分级评价），不适宜为损毁前未利用土地或受到损毁严重、目前技术经济条件下不宜复垦的土地。

3、评价因子及评价标准

参评因素应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。项目区其土地利用受到土地利用共性因素（土壤侵蚀、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、排灌条件等）的影响。根据多年的土地复垦经验，共选出9项参评因子。

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

根据矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地损毁特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区损毁土地适宜性评价和复垦经验，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：土壤侵蚀、地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、排水条件、灌溉条件、岩土污染、土体容重和土壤有机质组成。适宜性评价限制因素分级标准见表4-2，参评单元的土地质量状况结果见表4-3。

4、评价单元划分原则

根据矿区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功能，以及对损毁土地进行复垦的可能性分析，将本项目土地复垦目标适宜性评价单元划分为：

- ① 露天采场台阶
- ② 露天采场凹陷采坑

共划分2个评价单元。

5、评价单元划分原则

根据上述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主导适宜性等，对矿区损毁土地进行适宜性评价，评价结果见表4-4。

该复垦目标与项目区域的土壤、植被、气候、水文和生态环境是适应的、协调的。根据科学合理、实事求是的原则，并参照地方国土空间总体规划，矿山资源开发利用结束后，所压占、挖损土地复垦为园地、林地、坑塘水面，复垦率100%。

表4-2 适宜性评价限制因素分级标准

限制因素及分级指标		园地评价	林地评价	草地评价
土壤侵蚀 (侵蚀沟占土地面积%)	无	1	1	1
	<10	1	1	1
	11-30	1	1	1
	31-50	2	2	2
	>50	3	3	3
地形坡度	<3	1	1	1
	4-7	1	1	1
	8-15	1	1	1
	16-25	2 或 1	2	2
	26-35	2	3	3
	>35	3 或 2	不或 3	不或 3
地表物质组成	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	2	2
	重粘土、砂土	3	3	3
	砂质土、砾质	不或 3	3	3
	石质	不	不	不
有效土层厚度 (cm)	>100	1	1	1
	99-60	1	1	1
	59-30	1	1	1
	29-10	2 或 3	2	2
	<10	3 或不	3	3
排水条件	不淹没或偶然淹没、排水好	1	1	1
	季节性短期淹没、排水较好	2	2	2
	季节性较长期淹没、排水差	3	3 或不	3 或不
	长期淹没、排水条件很差	不	不	不
灌溉条件	有稳定灌溉条件的干旱、半干旱土地	1	1	1
	灌溉水源保证差的干旱、半干旱土地	2	2	2
	无灌溉水源保证干旱、半干旱土地	3	3	3
岩土污染	不	1	1	1

	轻度	2	2	2
	中度	2 或 3	3	3
	重度	不	不	不
土体容重 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.3-1.4	1	1	1
	1.2-1.3 或 1.4-1.5	2	2	2
	<1.2 或 >1.5	3 或不	3 或不	3 或不
土壤有机质 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	<10	1	1	1
	10-6	1	1	1
	<6	2 或 3	2 或 3	2 或 3

表 4-3 参评单元的土地质量状况结果

指标体系	土地复垦分区	
	露天采场（台阶）	露天采场（凹陷采坑）
土壤侵蚀	<10	<10
地形坡度	>35	>35
地表物质组成	粘土、石质	石质
有效土层度	29-10	<10
排水条件	不淹没或偶然淹没、排水好	长期淹没、排水条件很差
灌溉水源保证	有保证	有保证
土体容重 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.3-1.4	<1.2 或 >1.5
岩土污染	无	无
土壤有机质 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	10-6	<6

表 4-4 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积 (hm^2)	复垦单元适宜性			
			宜耕	宜林	宜园	水面
露天采场（台阶）	复垦园地、林地	0.8110	不宜	适宜	适宜	不宜
露天采场（凹陷采坑）	复垦坑塘水面	2.5416	不宜	不宜	不宜	适宜
合计		3.3526				

（三）水土资源平衡分析

1、土资源平衡分析

本方案设计土地复垦需回填表土总量约4055m³，具体见下表4-5。

表 4-5 矿区各区域回填量汇总表

分区	部位	项目名称	覆土厚度 (m)	覆土面积 (hm ²)	工程量 (m ³)
露天采场台阶	开采台阶	覆土	0.5	0.8110	4055
合计					4055

上表所述，露天采场台阶所损毁的土地需进行覆土平整，覆土面积约0.8110hm²，所需覆土量约4055m³。

矿山原《开发利用方案》未规划设计矿山排土场。矿山在开采过程中需堆存产品碎石与剥离土，故矿山企业在开采过程中在矿区外北侧设置了一处堆放场地，堆放场地作为矿山剥离土、原石及规格碎石的堆放场地，堆放场地占地面积约18354m²。根据现场勘查了解，矿山已开采多年，矿山前期开采剥离的表土一部分外运处理，剩余一部分堆存在堆放场地内南侧，具体见下图4-1。



图4-1 堆放场地现状堆填土方

根据现场勘察了解，堆放场地内堆土区占地面积约4022m²，现场采用分层堆

放的方式，共分三层堆放，单层堆放高度为15m、8m、3m。

由于矿区北侧开采立面较陡峭，故矿山企业在北侧开采立面覆盖堆填15m，用以修整坡面，便于后期进行植被复绿，故下层15m 土壤无法使用，堆土区可使用土壤仅第二层与第三层堆填土壤，第二层与第三层堆填土壤共31467.5m³，具体计算如下表4-6。

表 4-6 堆放场地堆土量汇总表

分区	部位	高度 (m)	下底面积 (m)	上底面积 (hm ²)	总量 (m ³)
堆放场地	第二层	8	3594	2801	25580
	第三层	3	2245	1680	5887.5
合计					31467.5

综上所述，本方案设计复垦所需回填土，全部取自于堆放场地内堆存表土，矿区及其附属设施场地主要复垦方向为园地、林地，而园地和林地的复垦标准如下：

①林地

1) 土壤质量：有效土层厚度≥50 cm；土壤容重≤1.5g/ cm³，土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量≤25%；pH 值在 5.0～8.0 之间；有机质含量≥1%。

2) 配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

3) 生产力水平：定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）的要求，当年植树成活率 90%以上，郁闭度≥0.35。

4) 生物标准：选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，实行乔、灌、草混种，乔木或灌木采用株行距 2 米×2 米规格栽植，打穴规格 40 厘米×40 厘米×30 厘米，苗木规格采用 1～2 年生、40 厘米-70 厘米高的营养袋苗，苗木综合成活率达到 95%以上。

②园地

1) 地面坡度≤25°；有效土层厚度≥40cm；土壤容重≤1.45g /cm³；土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量≤5%；pH 值在 5.5～8.0 之间；有机质含量≥1.5%；电导率/（dS/m）≤2。

2) 配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

3) 生产力水平：三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

综上所述，矿区开采剥离的土壤基本满足复垦为林地和园地的土壤复垦质量

要求。

最后，考虑到矿区园地复垦区域对土壤要求较高，堆存的弃土在使用前需再进行一次土壤的检测，检测土壤的有机质含量、有效磷含量、土壤重金属含量等，检测后土壤达标的情况下再进行覆土回填。

2、水资源平衡分析

(1) 年需灌溉水量分析

本方案复垦年需灌溉水总量约160m³。其中果树、乔木种植灌溉用水量需91.4m³；攀爬植物种植灌溉用水量需53.3m³；草种灌溉用水量需16.2m³；具体见下表。

矿区各植被灌溉用水计算如下表 4-7：

表 4-7 矿区各植被年灌溉用水量汇总表

单项工程	项目	计量单位	单位	定额工程量	设计工程量	实际工程量
果树、乔木	水	100	m³	4.5	20.31	91.4
攀爬植物	水	100	m³	4.5	11.84	53.3
毛草	水		hm²	20	0.8110	16.2
注：设计工程量见后章节土地复垦生物措施工程量计算						

(2) 灌溉水源

通过现场踏勘、走访了解，本矿区周边最近的灌溉水源地有三处，其一是矿区外东北侧的水塘，其二是本矿区凹陷采坑内的坑塘水面，其三是矿山综合服务区的自打水井。

本项目的养护期为 3 年，土地复垦管护目标主要任务为养护期限 3 年内对矿山植被进行灌溉与管护，本方案设计在 3 年的管护期内露天采场复垦用水使用坑塘水面内存水，在乔木、攀爬植物的栽种与灌溉时，可使用水泵+输水软管的给水组合方式，将坑塘水面内存水抽出并使用，对栽种的乔木、攀爬植物进行灌溉。坑塘水面内存水在灌溉前需进行水质检测，相关检测因子需达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）中标准限值才可进行灌溉。

(四) 土地复垦质量要求

1、工程标准

本矿区土地复垦方向为果园、乔木林地、坑塘水面。根据《土地复垦质量控制标准》（TO/T1036-2013），土地复垦质量标准要符合当地园地、林地、水域及水利设施用地的土地复垦控制标准，其工程标准如下：

（1）林地

1）土壤质量：有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ；土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 25\%$ ；pH 值在 5.0~8.0 之间；有机质含量 $\geq 1\%$ 。

2）配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

3）生产力水平：定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）的要求，当年植树成活率 90%以上，郁闭度 ≥ 0.35 。

4）生物标准：选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，实行乔、草混种或灌、草混种。

（2）园地

1）地面坡度 $\leq 25^\circ$ ；有效土层厚度 $\geq 40\text{cm}$ ；土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ；土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 5\%$ ；pH 值在 5.5~8.0 之间；有机质含量 $\geq 1.5\%$ ；电导率/（dS/m） ≤ 2 。

2）配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

3）生产力水平：三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

（3）坑塘水面

根据《土地复垦质量控制标准》（TO/T1036-2013），露天采场积水面积大于 1hm^2 ，可复垦为人工水域和公园。

1）景观协调程度：面积宜大于 1hm^2 ，保持景观完整性和多样性。

2）水体质量：达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）中标准限值。

3）设施配套程度：有排水设施，防洪标准满足当地要求。

2、复垦工程标准通则

1）待复垦场地背景资料具备，包括工程地质、水文地质、土壤、植被、区域自然环境和简要社会环境等；待复垦场地原用途的设计、运行及闭坑设计资料；复垦场利用方向设计论证资料等。

2）待复垦场地利用类型的选择：应与当地地形、地貌及环境相协调。

3）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(含地震情况下)。

4) 用作复垦场的覆盖材料, 不应含有有毒有害成分。如复垦场地含有毒有害成分时, 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。

5) 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。

6) 复垦场地有满足要求的排水设施, 防洪标准符合当地要求。

7) 复垦场地有控制水土流失的措施。

8) 复垦场地有控制污染措施, 包括空气、地表水、地下水等。

9) 复垦场地道路、交通干线布置合理。

3、生态恢复用于林业

1) 复垦区位于城镇、居民区附近, 宜种植经济林, 也可依所在地配置相应的功能林。

2) 选择适宜树种, 特别是乡土树种和抗逆性能好的树种, 实行乔、灌、草混种。

3) 三年后植树保存率 90%以上。

4) 三年后郁闭度达 35%以上。

4、预防控制措施

为了实现最终土地复垦目标, 矿山在生产和建设期间, 要以《矿山地质环境保护与土地复垦方案》为指导, 按照“统一规划, 源头控制, 防复结合”的原则, 以土地复垦目标为准则, 以规划用地红线图为限度, 加强预防控制措施。要严格控制用地规模, 防止规划外的土地压占和损毁; 要预防项目区的水土流失, 防治对外造成污染; 要控制主体生产项目的工艺流程, 使生产建设方案与土地复垦方案措施相协调。

总之, 生产建设期间的预防控制措施, 要为最终土地复垦奠定工程基础, 优化技术方案, 创造良好的复垦生态环境。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

对矿山现有地质灾害隐患及时进行防治，对已破坏的土地及时进行复垦，确保不存在危及人民生命财产与重要基础设施的不安全因素；保护矿区内地下水水环境平衡，采用治理措施使受破坏水环境逐渐得以恢复；对破坏的地形地貌景观以及土地资源进行整治及复垦工作，并使生态和景观环境与周围相协调；同时还应该以矿山地质环境影响现状及预测评估结果为基础，对制定的防治措施并进行技术、经济论证；学习和引进矿山地质环境保护的先进技术和经验，提高矿山地质环境保护水平；切实做到矿山生产区和生活区分离，确保人居环境的安全，提高人居环境的质量；制定矿山地质环境问题监测方案，实施对矿山地质环境问题的动态监测。

土地复垦项目规划目标主要有：1）重建永久景观地形；2）恢复土地生产能力；3）提高土地利用率；4）增加土地收益；5）改善生态环境；6）增加有效林地与园地面积。

（二）主要技术措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合项目特点、施工方式及工艺等，制定本矿区地质环境保护与土地复垦项目的预防控制措施。

矿区地质环境保护与土地复垦项目预防控制措施主要包括以下几个方面：

1、矿山地质灾害

采矿活动可能发生的地质灾害为崩塌、滑坡，危害对象主要为下游林地和影响道路的运营。其保护工程主要如下。

（1）及时对终了区域进行复垦，平台及坡顶外围修建排水沟，积极开展复绿工程。

（2）布置观测点监测边坡稳定情况，若发现隐患，及时设置警示标牌，采

取工程措施处理。

2、含水层破坏

定期取周边水样进行水质变化分析，掌握采矿对周边地表水的影响情况，以便采取合理有效的防治措施。

3、地貌景观的保护

对地貌景观的保护采取及时恢复，使地貌景观破坏面积与治理恢复面积之差始终保持在最小面积范围内，使破坏面积与治理恢复面积达到动态平衡。

4、土地资源的保护

矿区已停采，未来也不会进行开采活动，要及时的进行植被复绿，减少土地资源的破坏。

(三) 主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防主要为：实施场地排水工程、人工巡视监测等，防患于未然，发现问题，立即解决。

表 5-1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量汇总表

编号	工作内容	单位	工程量	备注
1	排水土沟	m	154	规格见图 5-1
2	排水沟、汇水渠	m	20	规格见图 5-2

二、矿山地质灾害治理

(一) 目标任务

主要根据预测评估分析结果，以“预防为主、防治结合”的原则，提出本方案适用期的矿山地质灾害治理措施。具体目标任务有：

(1) 崩塌、滑坡的防治

矿山开采形成的露天采场边坡高度较大，在极端气候条件下，有可能产生局部崩塌、滑坡，在边坡顶部设置截、排水沟，疏排上部边坡汇水，采场坡面采用植被护坡，以增加边坡的稳定性。

（二）工程设计与技术措施

崩塌、滑坡地质灾害防治

由于采矿的采剥作业打破了边坡岩体内的原始应力的平衡状态，出现了次生应力场，常使边坡岩体发生变形破坏，使岩体失稳，导致崩塌或滑坡地质灾害。据现状调查，现状未发生地质灾害，预测采坑边坡有发生崩塌、滑坡的可能。因此主要针对露天采场崩塌、滑坡易发区采取防治措施。

1、工程设计与技术措施

（1）排水措施

在露天采场外围合适地段布置排水土沟，防止地表径流直接冲刷坡顶及场地内。排水土沟的开挖宽度 0.5m，高 0.5m。需要说明的是，开挖过程中如遇较破碎地段，开挖后其过水面可使用水泥抹面进行加固，排水土沟规格尺寸见下图 5-1。

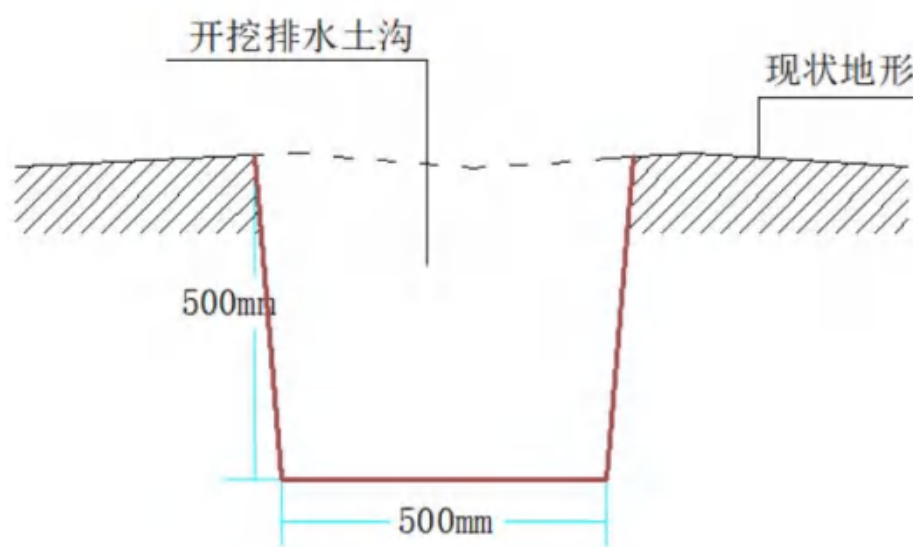


图 5-1 排水土沟大样图

根据现场勘查了解，露天采场西北侧（猪圈附近）为露天采场西侧外围最低点，露天采场西侧汇水均从此处流入采场内，现状其下缘道路已被冲出多条沟壑。为了防止强降雨将露天采场西北侧坡顶冲垮，本方案设计在露天采场西北侧坡顶设置汇水渠与排水沟，汇水渠的汇水口长约 1.6m，内进水口长约 1.2m，壁厚 0.2m，出水口长约 0.8m，内出水口长约 0.4m，壁厚 0.2m。汇水渠的汇水口位置纵向设置 20m 长排水沟，排水沟顶底宽 0.4m，壁厚 0.2m。需要说明的是，汇水渠的出水口位置垂直下接 PE 水管，汇水通过排水沟引入汇水渠内，再由汇水渠经 PE

水管流入露天采场内坑塘水面，排水沟、汇水渠规格尺寸见下图 5-2，排水沟、汇水渠位置见下图 5-3。

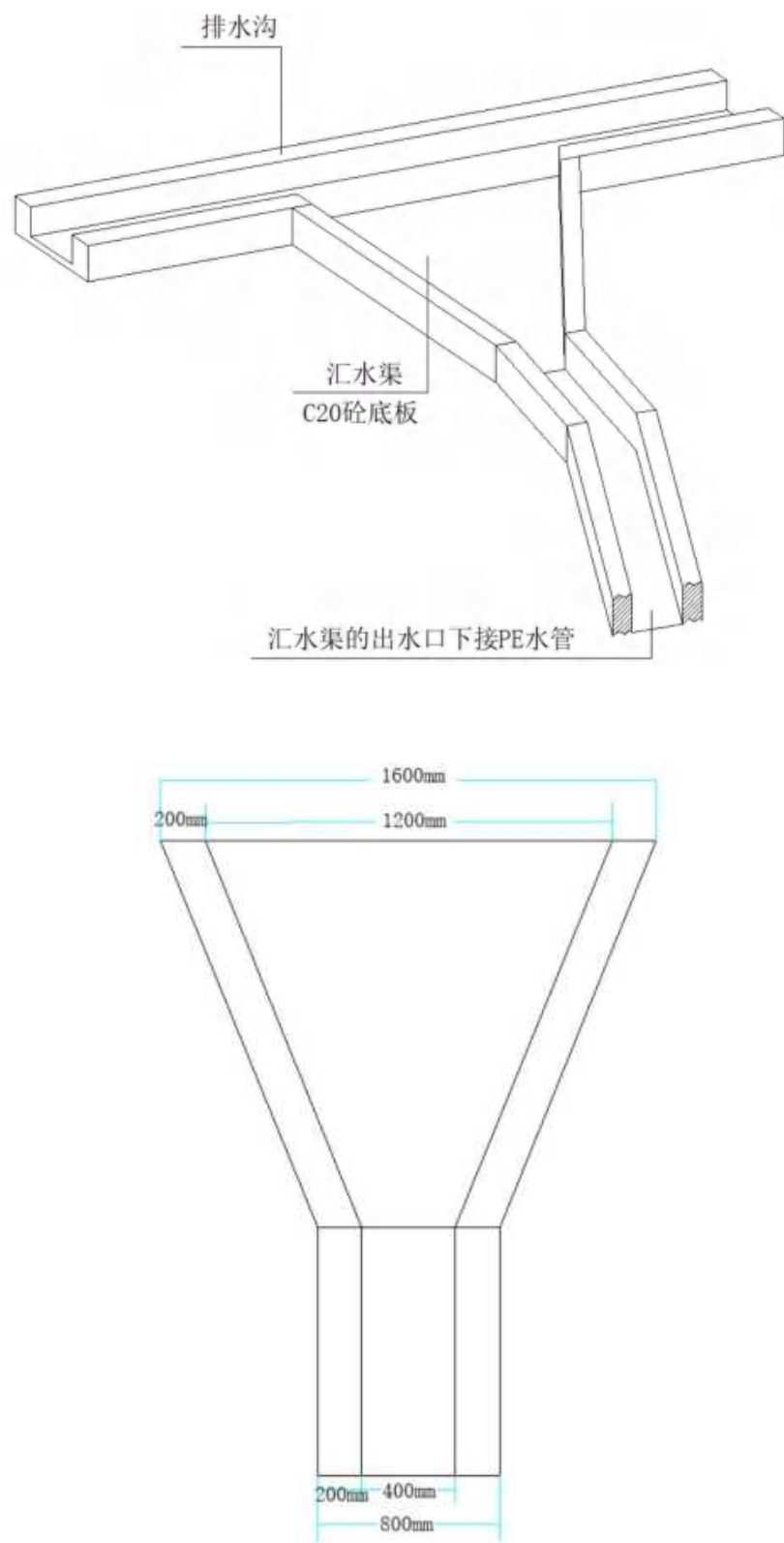


图 5-2 排水沟、汇水渠大样图

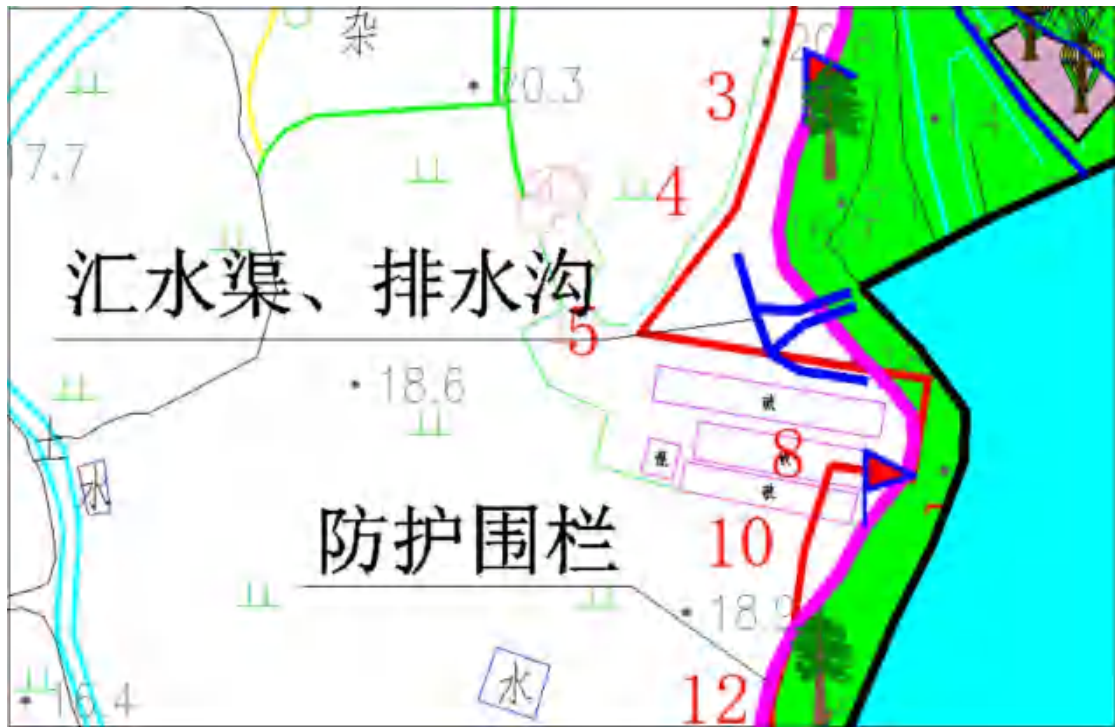


图 5-3 排水沟、汇水渠位置分布图

(2) 采场边坡滑坡防治

根据广州德一地质勘察有限公司2023年3月编制的《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，露天采场南侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向垂直相交；节理1、节理2组成的交点均位于主体台阶边坡投影弧外侧，边坡存在岩块破碎现象，整体稳定性较差。预测露天采场南侧边坡的存在崩塌、滑坡等地质环境问题。

本次《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的修编工作于2024年5月对矿山现场重新进行勘查。通过对现场实地勘查了解到，现状露天采场南侧已进行治理与复垦工作，复绿效果较好，且平台与边坡已被植被覆盖，整体稳定性较好，故不设计相关支护与挂网工程，矿山企业在后期的管护过程中，再加密种植攀爬植被对局部裸露坡面进行覆盖即可。



图5-4 露天采场南侧边坡（拍摄时间：2024年5月）

（3）采场西侧边坡滑坡防治

根据广州德一地质勘察有限公司 2023 年 3 月编制的《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，由于矿山实际开采范围与划定范围重合，没有按前期规划设计进行台阶开采，导致终了岩质边坡陡峭直立，其西侧尤为明显，西侧岩质边坡上部的土质边坡在雨水的冲刷作用下，土质边坡发生过小型崩塌现象。

本次《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的修编工作于 2024 年 5 月对矿山现场重新进行勘查。通过对现场实地勘查了解到，现状露天采场西侧已进行治理与复垦工作，露天采场西侧土质边坡已进行植被覆盖，同时还安装了安全防护措施（防护围栏）。现状露天采场西侧土质边坡整体稳定性较好，植被的覆盖减少了该区域崩塌、滑坡地质灾害的发生，故不设计相关支护与护坡工程，矿山企业在后期的管护过程中，需加强该区域的监测工作。



图5-5 露天采场西侧边坡（拍摄时间：2024年5月）

（三）主要工程量

露天采场边坡崩塌、滑坡防治工程量见表 5-2。

表 5-2 崩塌、滑坡防治工程工程量表

部 位	工程名称	单 位	工程量	备注
露天采场	排水土沟	m	154	
	排水沟	m ³	9.6	总长度 20m
	汇水渠	座	1	
	PE 水管	m	18	

注：生物植被措施在后章土地复垦环节中设计。

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

根据项目区土地利用现状图，该项目挖损/压占园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地。

该项目为露天凹陷开采矿山，矿山闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，根据科学合理、实事求是的原则，本方案设计露天采场所挖损土地复垦为林地、园地、坑塘水面，复垦率100%，详见表 5-3。

根据对已损毁和拟损毁土地的分析及复垦区的确认，复垦区土地利用现状具体情况见表 5-3：

表 5-3 复垦前后土地利用结构调整表

复垦前					复垦后				
一级地类		二级地类		面积 hm ²	一级地类		二级地类		面积 hm ²
02	园地	0201	果园	0.0089	02	园地	0201	果园	0.0089
03	林地	0301	乔木林地	0.0385	03	林地	0301	乔木林地	0.8021
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0232	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	2.5416
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	3.2820					
合 计				3.3526	合 计				3.3526

(二) 工程设计与技术措施

1、露天采场工程技术措施

(1) 工程措施

矿山经多年的开采现以停采，根据现场勘查了解，矿山经过多年开采形成长约 243m，宽约 160m，深约 29m 的采坑，整个矿区开采面积约 3.3526hm²。本次设计将针对整个露天采坑进行整体的工程设计，首先露天采坑+1m 以上的台阶所损毁的土地宜进行平整改造，复垦为林地、园地，复垦面积 0.8110hm²，为提高植物成活率及矿区范围的水土保持，各层开采平台需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m。

考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，方案设计露天采坑+1m 以下复垦为坑塘水面，复垦面积约 2.5416hm²，设计水面高程为±1m。

本方案设计露天采坑+1m 以下复垦为坑塘水面，坑塘水面深度约 8m，坑塘水面预估的总容水量约 19.61 万 m³ (计算公式计算公式如下)。

(坑塘水面下底面积+坑塘水面上顶面积)×凹陷深度/2=总容水量

$$\rightarrow (25416\text{m}^2+23620\text{m}^2)\times 8/2=19.61 \text{ 万 m}^3$$

坑塘水面的总容水量约 19.61 万 m³ (196144m³)，按照当地日平均降雨量与最大日降雨量计算验证可知：

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

式中：

Q——大气降雨流入坑塘水面的水量 (m³/d)；

F——汇水面积 (m²)；

H——历年雨季日最大 (或日平均) 降雨量 (mm)；

ω——地表径流系数。

地表径流系数是按终了边坡坡度角、斜坡岩土性质、裂隙、岩石的风化程度以及植被发育情况及结合经验资料综合考虑，取地表径流系数ω为 0.878。

根据当地的水文气象资料，当地日平均降雨量 H 为 4.66mm，当地日最大日降雨量 H 为 300.41mm，则：

日平均降雨量 H=4.66mm。

日最大降雨量 H=300.41mm/d。

集水面积 F 按照坑塘水面面积计算，为 25416m²。

坑塘水面的集水量如下：

$$Q(\text{日平均})=25416\times 0.00466\times 0.878\approx 103.98 \text{ (m}^3/\text{d)}；$$

$$Q(\text{日最大})=25416\times 0.30041\times 0.878\approx 6703 \text{ (m}^3/\text{d)}。$$

以上分析计算结果表明，坑塘水面日正常降雨集水量约为 103.98m³/d，最大降雨集水量约为 6703m³/d。

坑塘水面的总容水量约 19.61 万 m³ (196144m³)，则：

$$196144\div 103.98\approx 1886；$$

$$196144\div 6703\approx 29；$$

以上分析计算结果表明，坑塘水面在正常降雨情况下，需 24 小时连续不间断的降雨 1886 日才可将其灌满，按历年最大日降雨量计算，需 24 小时连续不间断的最大强降雨 29 日才可将其灌满，同时还需考虑蒸发量对积水的影响。故将凹陷采坑±1m 以下设置成坑塘水面可行，也不会使凹陷采坑+19m 以上土质边坡发生积水淹没的可能。

根据广州德一地质勘察有限公司 2023 年 3 月编制的《广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》所示，为保证人员及牲畜安全性，原方案设计在整个矿坑的边缘修筑防护围栏，设立警示牌。

矿山企业在 2023 年《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》评审通过后，于 2023 年 4 月至 2024 年 5 月，对矿区存在安全隐患的区域增设防护围栏，对施工不规范的防护围栏进行加固、重新设立，同时在人口活动密集处（周边农田）增设了防护围栏与警示牌标语。

本次《矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》的修编工作于 2024 年 5 月对矿山现场重新进行勘查。通过对现场实地勘查了解到，增设的防护围栏立柱由于没有使用砼浇筑固定，而是直接插入地面，导致防护围栏立柱不是很稳定，现场部分防护围栏立柱已倾斜，且根据矿山企业交代，由于附近群众多次破坏，部分防护围栏已被损坏数次，矿山企业也修复了数次。考虑到以上因素和问题，本方案设计继续使用原方案的设计方向并加以改进。

本方案设计对整个矿坑的边缘修筑防护围栏、设计警示牌，而防护围栏的栏杆采用镀锌管，高 2.0m，其中 0.5m 埋在地下基坑中，而位于地下基坑中的栏杆则采用砼进行砌筑固定，每根栏杆之间的间距为 2.0m，整个矿坑边缘的周长 739m，需要 369 根镀锌管栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间用扎带固定铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m，宽 1.5m，单体面积 3.0m²，铁丝网总工程量为 1107m²。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑内坑塘水面，保障人畜生命安全，设计在防护围栏表面铁丝网上攀附铁刺篱进行防护，形成二级防护围栏，最后每隔 20m 设置一块警示牌，同时采坑顶部急转弯与高危地段要加密设置醒目的警示牌，警示牌采用圆形铁牌与镀锌管焊接制造，支撑杆采用 1.5m 镀锌管，底座使用膨胀螺丝进行安装，圆形铁牌表面应注明警示人员不得翻越围栏等内容，警示牌工程量为 37 块。

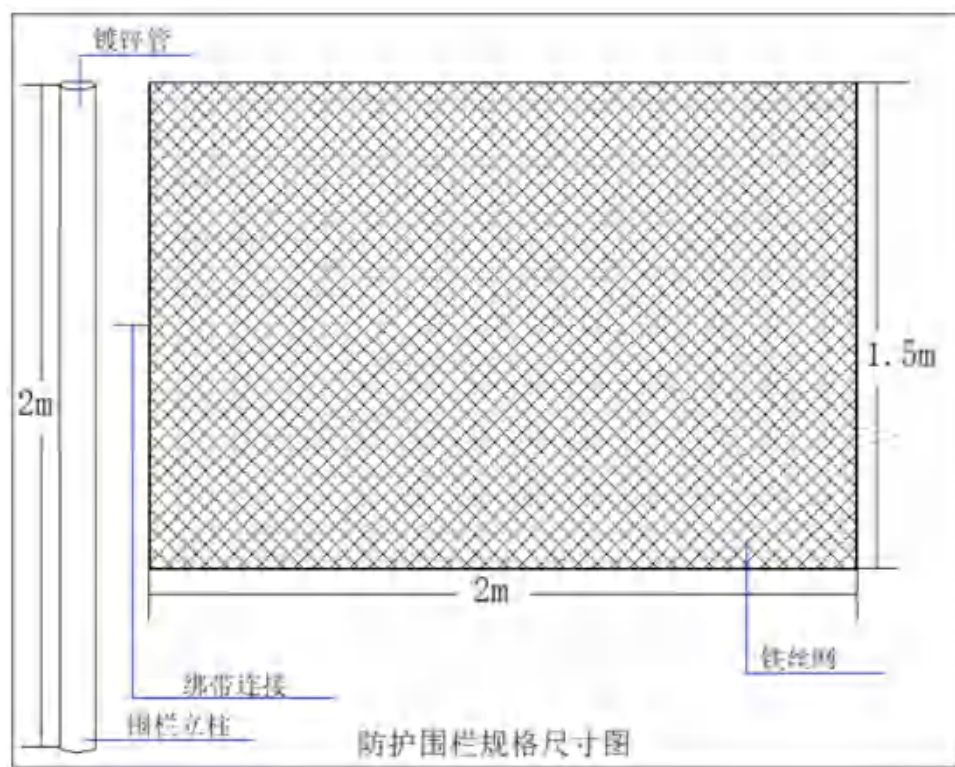


图 5-6 防护围栏规格尺寸图

(2) 生物措施

按场地的地形,待复垦工程措施完工后对采场复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式,种植大叶相思,同时辅以撒播毛草,植物都选用 1—2 年生、40—70cm 高的营养袋苗,根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果,应适当密植,采用株行距 2×2m 的规格栽植,即栽植密度 167 株/亩,打穴规格 40×40×30cm,每穴施放复合肥 2.5kg,有机肥 2.0 kg,种植总面积 0.8021hm²。

矿区周边植被主要以经济作物(香蕉、菠萝)为主,为了尽快恢复植被,以稳定水土,应当选择乡土适生树种,本方案设计按场地的地形,翻土后对场地内复垦为园地的台阶进行香蕉种植,为快速实现复绿效果,应适当密植,采用株行距 2m×2m 的规格栽植,即栽植密度 167 株/亩,打穴规格 40×40×30cm,每穴施放复合肥 2.5kg,有机肥 2.0kg,种植总面积 0.0089hm²。

露天采场+1m 以上的平台坡面沿坡底线种植攀爬植物,利用攀爬植物的攀爬、匍匐、垂吊的特性,对露天采场裸露坡面进行垂直复垦绿化,沿坡底线种植攀爬植物顺势而上覆盖裸露的陡坎坡面,种植密度为 0.8m/株,打穴规格 30×30×30cm,每穴施放复合肥 1.5kg,有机肥 1.0 kg。

考虑到现状采场立面较高较陡峭,本方案设计沿现状露天采场坡顶种植攀爬

植被使其向下垂吊，攀附在露天采场裸露坡面，种植密度为 0.8m/株，打穴规格 30×30×30cm，每穴施放复合肥 1.5kg，有机肥 1.0 kg。

根据现场勘查了解，露天采场北侧的堆放场地边坡，由于其堆放高度较高，且堆存物为含碎石的松软土层，现状该边坡已进行植草复绿，但效果不佳。本方案设计对该边坡进行全面的补植草，补植后挂可降解绿网进一步护坡，再配合其顶部的排水土沟，减少坡面水土流失的问题。露天采场北侧边坡补植草面积约 0.1393hm²，挂绿网面积约 0.1393hm²。



图 5-7 露天采场北侧补植草区域分布图

(3) 养护措施

矿山闭坑后对露天采场进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥。

（三）主要工程量

1、生物措施总工程量

本复垦方案设计栽种果树选用香蕉树、乔木选用大叶相思、攀爬植物选用葛藤、播种草籽选用毛草。本矿区土地复垦生物措施工程量统计表见下表 5-4、表 5-5、表 5-6、表 5-7。

表 5-4 土地复垦生物措施工程量统计表

分区	位置	草树种	苗木/播种方式		株距×行距 (m)	需种苗量 (株/hm ² 百米×2, kg/hm ²)	复垦面积 (hm ²) / 道路长度 (百米)	总需苗量 (株) 需 种量 (kg)
			年龄	种类				
露天 采场 台阶	边界	刺篱木		栽种	3 株/m		739	2217
	坡面（上）	葛藤		栽种	0.8 米/株		739	592
	坡面（下）	葛藤		栽种	0.8 米/株		739	592
	场地内	大叶相思	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	0.8021	2009
	场地内	香蕉树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	0.0089	22

表 5-5 植树发生的工程量汇总表

单项工程	项目	计量单位	单位	定额 工程量	设计 工程量	实际 工程量
乔木、果树	人工	100 株	工日	4.5	20.31	91.4
	复合肥		kg	250		5077.5
	有机肥		kg	200		4062.0
	水		m ³	4.5		91.4
攀爬植被	人工	100 株	工日	4.5	11.84	53.3
	复合肥		kg	150		1776
	有机肥		kg	100		1184
	水		m ³	4.5		53.3

表 5-6 矿区回填量（覆土）计算表

分区	部位	项目名称	覆土厚度 (m)	覆土面积 (hm ²)	工程量 (m ³)
露天采场台阶	开采台阶	覆土	0.5	0.8110	4055
合计					4055

2、其他工程量

露天采场工程量统计见表 5-7:

表 5-7 露天采场土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.8110	hm ²	
2	覆土	4055	m ³	覆土厚度 0.5m
3	大叶相思	2009	株	
4	香蕉树	22	株	

5	毛草	0.8110	hm ²	
6	毛草补植	0.1393	hm ²	
7	挂绿网	1393	m ²	
8	葛藤	1184	株	种植总长度 1478m，坡顶坡底均种植
9	刺篱木	2217	株	
10	有机肥	5246	kg	
11	复合肥	6853.5	kg	
12	土壤质量监测	1	次数	
13	采样检测	1	组	
14	防护栏杆	369	根	
15	铁丝网	1107	m ²	
16	警示牌	37	块	
17	工程养护	3.3526	hm ²	台阶+坑塘

四、含水层破坏修复

评估区内地下含水层富水性弱，根据前文所述，矿山开采对含水层的破坏程度较轻，雨季采矿废水对矿山溪流有轻微污染，主要污染物为含泥污水，对含泥污水的处理划入水土保持方案设计中，本方案不重复设计，主要是加强监测。

五、水土环境污染的修复

（一）目标任务

目标：根据“谁污染，谁治理”的原则，对水土环境破坏修复，修复其原有平衡，最大限度达到生态环境平衡。

任务：通过一定的技术措施恢复被污染的水土环境，根据土地复垦利用方向，尽可能恢复其原土地利用类型，防止污染进一步恶化。

（二）工程设计与技术措施

评估区水土环境污染根据前述评估结果，采矿活动产生的污染源、污染物及有毒有害物少，总体上矿山建设及开采活动对水土环境污染程度较轻，无需对其进行专门的治理修复措施。主要以预防为主，采取长期监测措施、根据监控的结果再决定具体的治理措施。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

监测工作由矿山企业负责并组织实施，并成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，并接受当地矿产资源管理部门的监督管理。监测重点为地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏的监测，发现异常，及时采取措施，避免或减轻损失。采矿权人徐闻县永富石场有限公司是本矿山地质环境监测主体责任人。监测的目标任务主要有：

（1）地质灾害监测

露天采场边坡稳定性监测。

（2）地下水水质变化监测

监测由矿山采矿活动引起矿区周围的地下含水层水质变化情况。

（3）地形地貌景观破坏监测

监测采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏。

（4）坑塘水面水质变化监测

监测露天采场坑塘水面内存水的水质变化情况。

（二）监测设计与技术措施

1、监测设计

（1）地质灾害监测点设计

露天采场边坡稳定性的监测点布设：沿露天采场+4m 平台每隔 100m 布置一个监测点，以绝对位移变形监测为主，监测频率 2 次/月。雨季时应增加人工监测巡视，发现险情及时预警并采取有效的治理措施，露天采场南侧开采边坡加密布置一个监测点（具体位置见附图 6），监测露天采场南侧开采边坡崩塌、滑坡地灾问题。

（2）地下水水质变化监测点设计

对矿山下游附近溪流进行定期水质监测，对比不同时期的地下水水质的变化情况，分析地下水水质变化的程度与趋势监测频率为 2 次/年，设计在矿山露天采场西部建立监测点（具体位置见附图 6）。

（3）地形地貌景观破坏的监测

矿山地形地貌景观的破坏采用无人机巡查的方式。按照 3 月/次的频率，对比开采破坏范围。

（4）坑塘水面水质变化监测点设计

对露天采场坑塘水面内存水进行定期水质监测，对比不同时期的水质的变化情况，分析水质变化的程度与趋势监测频率为 2 次/年。

2、技术措施

主要采用全站仪监测位移法、水质分析法、简易人工量测法、对比法。

（1）全站仪监测位移法

在露天采场边坡上设立变形监测点，用全站仪位移监测方法；通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性。

（2）水质分析法

定期采取水样进行水质分析，对比不同时期的地下水水质的变化情况，分析地下水水质变化的程度与趋势。

（3）无人机监测法、对比法

采用人工操作无人机定期检测，观测矿山地形地貌景观变化，观测边坡沉降、坍塌等现象，判定边坡所处的变形阶段及短中期变化的趋势。

（三）主要工程量

具体工作量如下表 5-10：

表 5-10 监测点布设一览表

监测对象	监测点布置	监测点数量	监测频率	监测时间	监测方法	检测对象与内容	检测范围	备注
露天采场边坡	沿露天采场+4m 平台每隔 100m 布置一个监测点，露天采场南侧与西侧开采边坡加密布置一个监测点	4 个	每月 2 次	2024~2028	全站仪、简易人工观测法	在露天采场边坡上设立变形监测点，用全站仪位移监测方法；通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性。	露天采场各台阶	在雨季时节要加大监测频率，加大巡视力度
采场下游	设置 1 个监测点	1 个	2 次/年	2024~2028	水质分析法	定期采取水样进行水质分析，对比不同时期的地下水水质的变化情况，分析地下水水质变化的程度与趋势。	整个矿区	

坑塘水面	设置 1 个监测点	1 个	2 次/年	2024~2028	水质分析法	定期采取水样进行水质分析,对比不同时期的水质的变化情况。	露天采场坑塘水面	
地形地貌景观破坏	3 个月观测一次			2024~2028	监测法、对比法	矿山地形地貌景观的破坏采用无人机巡查的方式。按照 3 月/次的频率,对比开采破坏范围。	整个矿区	
总计	监测点共计 6 个							
监测责任人	徐闻县永富石场有限公司							

七、矿山土地复垦监测和管护

（一）目标任务

（1）土地复垦监测

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径,是保障土地复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施。

《土地复垦条例》第七条规定:“县级以上地方人民政府国土资源主管部门应当建立土地复垦监测制度,及时掌握本行政区域土地资源损毁和土地复垦效果等情况。”

矿山土地复垦监测目标任务针对矿山各复垦单元的实际情况,确定不同单元的监测内容以复垦效果监测为主,主要监测复垦后场地稳定性、植被的生长以及复垦配套设施运行的效果监测与评估并提出改进措施,监测时间以复垦养护期限为 3 年,监测点得设置数量视复垦单元的种类、数量、和面积确定。

（2）土地复垦管护

土地复垦管护目标主要任务为养护期限 3 年内对矿山植被管护,使管护期间 3 年后植树保存率 90%以上,3 年后郁闭度达 35%以上。成活率不足时应及时补植,确保 3 年后郁闭度达到 35%以上。后期管护包括对植被浇水、施肥、除虫、补植等。

（二）措施和内容

1、土地复垦监测设计

根据矿山实际情况在露天采场设置监测点 3 个,具体位置见附图 6,监测内

容主要有已复垦土地生产力水平、植被恢复情况等。土地复垦管理机构每月记录一次观测数据，植物生长期亦每月记录一次，为期 3 年。

2、养护措施

(1) 露天采场的灌溉养护

矿山闭坑后对露天采场进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥。

(三) 主要工程量

具体工作量如下表 5-11、5-12：

表 5-11 监测点布设一览表

监测对象	监测点布置	监测点数量	监测频率	监测方法	备注
露天采场	采场南部、西部、东部	3 个	12 次/年	全站仪、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
总计	监测点共计 3 个				

表 5-12 养护工程量汇总表

项目	面积	单位	备注
露天采场	3.3526	hm ²	台阶+坑塘

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

矿山地质环境治理与土地复垦工作的各项措施贯穿于采矿活动的全过程，是工程措施与生物措施密切结合的过程，同时配合预防与监测的过程。

按照“预防为主，防治结合”，分阶段逐步推进”等原则，制定矿山地质环境治理与土地复垦工作总体部署：

- （1）工程措施、生物措施与监测措施相结合进行治理；
- （2）对地质灾害主要采取工程措施、配合生物措施进行治理，用监测措施进行预防；
- （3）对地形地貌景观破坏的恢复，采取生物措施、配合工程措施进行治理；
- （4）对土地资源的破坏主要采取土地复垦的方法进行恢复；
- （5）对矿区地下水水质变化、地下水位的下降情况，采取长期监测、监控措施进行预防、监控，根据监测、监控结果状况，再行选择合适的措施进行治理。

二、阶段实施计划

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿地质环境影响评估范围约64.7156hm²，需治理与复垦的区域主要为露天采场及其影响区域。

根据本项目的性质，其年度实施计划分为一个目标，即为近期目标。

1、近期

修筑采坑及其周边区域排水土沟、排水沟、汇水渠；对前期开采遗留的采坑逐步地进行复垦和管护，主要工作是平整场地、覆土，修筑防护围栏，竖立警示牌，栽种植被、撒播草种、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥；建立矿山地质环境监测点并进行监测，直到矿山的生态环境趋于稳定。

三、近期年度工作安排

矿山经多年开采目前已完全停采，进入矿山闭坑期。本方案设计闭坑治理期 0.5 年（6 个月），土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 3.5 年，2024 年为基准年。

1、近期（第1~3.5年）

修筑采坑及其周边区域排水土沟、排水沟、汇水渠；对前期开采遗留的采坑逐步地进行复垦和管护，主要工作是平整场地、覆土，修筑防护围栏，竖立警示牌，栽种植被、撒播草种、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥；建立矿山地质环境监测点并进行监测，直到矿山的生态环境趋于稳定。近期阶段每年具体计划详细介绍如下：

（1）2024年（6个月内）：矿山进行闭坑治理期，对前期开采遗留的采坑逐步地进行复垦，露天采坑+1m 以上的台阶所损毁的土地宜进行平整改造，复垦为林地、园地，为提高植物成活率及矿区范围的水土保持，复垦为林地区域各层开采平台需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于0.5m。其次，露天采坑+1m 以下复垦为坑塘水面，为保证人员及牲畜安全性，需在水岸边缘的平台修筑防护围栏，设立警示牌，并对露天采坑边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

（2）2025~2028年：主要工作为对各复垦区域的管理养护。浇水、施肥、病虫害防治、树木及时扶正管理、养护、监测。

表 6-1 复垦工作计划安排表

阶段	复垦面积公顷	复垦方向	主要工程措施			主要工程量
			年份	复垦位置	复垦措施	
近期	3.3526	园地、林地、坑塘水面	2024 年	露天采场	覆土 土地整平 植被重建 防护栏杆 铁丝网 警示牌	矿山进行闭坑治理期，对前期开采遗留的采坑逐步地进行复垦，露天采坑+1m 以上的台阶所损毁的土地宜进行平整改造，复垦为林地，为提高植物成活率及矿区范围的水土保持，复垦为林地区域各层开采平台需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于0.5m，其次，露天采坑+1m 以下复垦为坑塘水面，为保证人员及牲畜安全性，需在水岸边缘的平台修筑防护围栏，设立警示牌，并对露天采坑边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。
养护期	——	——	2025~2028 年	养护期间		给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台截排水沟等浆砌工程护理：监测
合计	3.3526	园地、林地、坑塘水面	——	——		攀爬植被 1184 株；大叶相思 2009 株；果树 22 株；刺篱木 2217 株；播撒草种 0.8110hm ² ；复合肥 6853.5 公斤；有机肥 5246 公斤；土地平整 0.8110hm ² ；覆土 4055m ³ ；防护栏杆 369 根；铁丝网 1107m ² ；警示牌 37 块；土壤质量监测 1 次；采样检测 1 组；播撒草种（补植）0.1393hm ² ；挂绿网 0.1393hm ² ；

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

矿山地质环境保护与恢复治理经费估算依据

1、编制依据

- (1) 《地质调查项目预算标准（2020 年试用）》；
- (2) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）；
- (3) 《土地开发整理项目预算编制暂行办法》；
- (4) 《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》广东省水利厅（2017 年 7 月 1 日实施）；
- (5) 《工程勘察设计收费标准》国家发改委、建设部（2002 年）；
- (6) 《广东省建筑工程综合定额》（粤建价字 145 号）；
- (7) 广东省工程勘察设计行业协会关于发布《工程勘察设计收费导则（第二版）》的通知（粤勘设协字〔2021〕2 号）；
- (8) 《工程勘察设计收费导则》（第二版）（2021 年 4 月 1 日实施）；
- (9) 《广东省地质灾害治理工程设计取费指导价格》；
- (10) 本方案的工程布置、工作量、相关图件及说明；

2、基础单价

人工单价取定：甲类工：90.9 元/工日；乙类工：65.1 元/工日。

材料用量按照《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）编制，材料价格参照《工程造价信息》计价计算，信息价中没有的材料价格参照市场价格计算。

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）编制。

3、估算水平年

2024 年第一季度的建设工程材料信息价作为估算依据。

4、费用构成

估算费用由工程施工费（含工程措施施工费和生化措施施工费）、监测费、

其他费用（含前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）和预备费五大部分组成。在计算中，以元为单位，取小数点后两位计，汇总后取整计到元。

（一）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×定额人工费单价；

材料费=工程量×定额材料费单价；

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价；

（2）措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。该项目措施费主要包括：安全文明施工费、夜间施工增加费、冬雨季施工增加费、其他措施费，费率 5.00%。

2、间接费

间接费包括规费和企业管理费，间接费取费标准以直接工程费（或人工费）为基数，费率 5.00%。

3、利润

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

该项目税金费率标准为 9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

（二）监测费

监测费计算依据恢复治理的性质治理所需的设备选定。

（三）其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

（1）前期工作费

前期工作费包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费等在工程施工前所发生的各项支出。

(a)土地清查费按不超过工程施工费的 0.5%计算，计算公式为：土地清查费=

工程施工费×费率；

(b)项目可行性研究费本项目不参与估算。

(c)项目勘测费按不超过工程施工费的 1.5%计算(项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数)。计算公式：项目勘测费=工程施工费×费率；

(d)项目设计与预算编制费本项目不参与估算。

(e)项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

项目招标代理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	$1000 \times 0.5\% = 5$
2	1000~3000	0.3	3000	$5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 11$
3	3000~5000	0.2	5000	$11 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 15$
4	5000~10000	0.1	10000	$15 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 20$
5	10000~100000	0.05	100000	$20 + (100000 - 10000) \times 0.05\% = 65$
6	100000以上	0.01	150000	$65 + (150000 - 100000) \times 0.01\% = 70$

(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，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定(见下表)：

工程监理费计费标准

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

(3) 竣工验收收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决算编制与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费。

(a)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,采用差额定率累进法计算(见下表);

工程复核费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.7\% = 3.5$
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 434.75$
8	100000以上	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

(b)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,采用差额定率累进法计算(见下表);

工程验收费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$
6	10000~50000	0.9	50000	$109.5 + (50000 - 10000) \times 0.9\% = 469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5 + (100000 - 50000) \times 0.8\% = 869.5$
8	100000以上	0.7	150000	$869.5 + (150000 - 100000) \times 0.7\% = 1219.5$

(c)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,采用差额定率累进法计算(见下表);

项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	项目决算编制与审计费

1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5 + (50000 - 10000) \times 0.5\% = 269.5$
7	50000~100000	0.4	100000	$269.5 + (100000 - 50000) \times 0.4\% = 469.5$
8	100000以上	0.3	150000	$469.5 + (150000 - 100000) \times 0.3\% = 619.5$

(d)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，采用差额定率累进法计算(见下表)：

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(%)	算例(万元)	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.60\% = 7.68$
3	1000~3000	0.55	3000	$7.68 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	3000~5000	0.50	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.50\% = 27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75 + (50000 - 10000) \times 0.40\% = 209.75$
7	50000~100000	0.35	100000	$209.75 + (100000 - 50000) \times 0.35\% = 384.75$
8	100000以上	0.30	150000	$384.75 + (150000 - 100000) \times 0.30\% = 534.75$

(e)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，采用差额定率累进法计算(见下表)：

标识设定费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	$500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$0.55 + (1000 - 500) \times 0.10\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$1.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$2.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$4.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$7.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$
7	50000~100000	0.05	100000	$31.95 + (100000 - 50000) \times 0.05\% = 56.95$

8	100000以上	0.04	150000	$56.95+(150000-100000)\times 0.04\%=76.95$
---	----------	------	--------	--

(4) 业主管理费

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。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

业主管理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤ 500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500 ~ 1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000 ~ 3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000 ~ 5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000 ~ 10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000 ~ 50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$
7	50000 ~ 100000	1.2	100000	$854 + (100000 - 50000) \times 1.2\% = 1454$
8	100000 以上	0.8	150000	$1454 + (150000 - 100000) \times 0.8\% = 1854$

(5) 不可预见费

考虑到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，按工程施工费、其他费用之和的 3.00% 计取。

(6) 价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资进行价差预备费计算。

假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数(r)计算，若每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 a_n (万元)，则第 i 年的价差预备费 W_i ： $W_i = a_i[(1+r)^n - 1]$ 。徐闻县物价指数为 3%。

矿山土地复垦经费估算依据

1、编制依据

- (1) 《土地开发整理项目预算定额标准》(财综【2011】128 号)；
- (2) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》，2011；
- (3) 《土地开发整理项目预算编制暂行规定》，2011；
- (4) 《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1012-2000)
- (5) 广东省建筑与装饰工程综合定额(2010)；
- (6) 《工程建设监理收费标准》发改价格〔2007〕670 号。

2、费用构成与费用计算标准

土地复垦方案费用由工程施工费、其它费用、监测与管护费、预备费组成。

（一）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金组成。

1、直接费

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

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×定额人工费单价

材料费=工程量×定额材料费单价

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价

人工费定额：结合项目区实际情况，确定项目区为四类工资区，经计算，进入工程单价的人工预算按甲类工 90.9 元/工日、乙类工 65.1 元/工日计取。

材料费定额：材料消耗量依据《土地开发整理项目预算定额标准》计取，材料价格依据当地价格信息查询系统市场信息价，材料价格中已包括了材料的运杂费。

施工机械使用费定额：依据《机械台班费预算定额》标准计取。

（2）措施费

措施费指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。

依据《土地复垦方案编制规程》，临时设施费取费标准以直接工程费（或人工费）为基数，费率见下表。

临时设施费费率表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率（%）
1	措施工程	直接工程费	1.00
2	其他工程	直接工程费	1.00

施工辅助费用取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 1.0%，其他费率取 0.7%。

冬雨季施工增加费取费标准以直接工程费为基数，取 0.4%。

夜间施工增加费取费标准以直接工程费为基数，取 0.3%。

措施费费率见下表。

措施费费率表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率(%)	冬雨季施工增加费率(%)	夜间施工增加费率(%)	施工辅助费率(%)	费率合计(%)
1	措施工程	直接工程费	1.00	0.4	0.3	0.70	2.4
2	其他工程	直接工程费	1.00	0.4	0.3	0.70	2.4

2、间接费

间接费由规费、企业管理费组成。

(1) 规费

规费指政府和有关权力部门规定必须交纳的费用。包括工程排污费、工程定额测定费。

(2) 企业管理费

企业管理费指施工企业组织施工生产和经营活动所需费用。

依据《土地复垦方案编制规程》，根据工程类别不同，其取费基数和费率计取见下表。

间接费费率表

编号	工程类别	计费基础	间接费费率(%)
1	措施工程	直接费	5.00
2	其他工程	直接费	5.00

3、利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

利润是指按规定应计入工程造价的利润。依据《土地复垦方案编制规程》规定，费率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

利润=（直接费+间接费）×3.00%

4、税金

税金指国家税法规定的应计入工程造价内的营业税、城乡维护建设税和教育费附加等。

依据《土地复垦方案编制规程》规定，项目区位于县城以外，故费率取 9%，计算基础为直接费、间接费、利润之和。

税金=（直接费+间接费+利润）×9%

（二）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费和拆迁补偿费等。

（1）前期工作费

前期工作费包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费等在工程施工前所发生的各项支出。

(a)土地清查费按不超过工程施工费的 0.5%计算，计算公式为：土地清查费=工程施工费×费率；

(b)项目可行性研究费本项目不参与估算。

(c)项目勘测费按不超过工程施工费的 1.5%计算(项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数)。计算公式：项目勘测费=工程施工费×费率；

(d)项目设计与预算编制费本项目不参与估算。

(e)项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

项目招标代理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	1000×0.5%=5
2	1000~3000	0.3	3000	5+(3000-1000)×0.3%=11
3	3000~5000	0.2	5000	11+(5000-3000)×0.2%=15
4	5000~10000	0.1	10000	15+(10000-5000)×0.1%=20
5	10000~100000	0.05	100000	20+(100000-10000)×0.05%=65
6	100000以上	0.01	150000	65+(150000-100000)×0.01%=70

（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，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定(见下表)：

工程监理费计费标准

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤500	12
2	1000	22

3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

(3) 竣工验收收费

竣工验收收费=工程复核费+工程验收费+项目决算编制与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费。

(a)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,采用差额定率累进法计算(见下表):

工程复核费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.7\% = 3.5$
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 434.75$
8	100000以上	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

(b)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,采用差额定率累进法计算(见下表):

工程验收费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$

6	10000~50000	0.9	50000	$109.5+(50000-10000)\times 0.9\%=469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5+(100000-50000)\times 0.8\%=869.5$
8	100000以上	0.7	150000	$869.5+(150000-100000)\times 0.7\%=1219.5$

(c)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,采用差额定率累进法计算(见下表);

项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤ 500	1.0	500	$500\times 1.0\%=5$
2	500~1000	0.9	1000	$5+(1000-500)\times 0.9\%=9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5+(3000-1000)\times 0.8\%=25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5+(5000-3000)\times 0.7\%=39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5+(10000-5000)\times 0.6\%=69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5+(50000-10000)\times 0.5\%=269.5$
7	50000~100000	0.4	100000	$269.5+(100000-50000)\times 0.4\%=469.5$
8	100000以上	0.3	150000	$469.5+(150000-100000)\times 0.3\%=619.5$

(d)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,采用差额定率累进法计算(见下表);

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(%)	算例(万元)	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤ 500	0.65	500	$500\times 0.65\%=3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25+(1000-500)\times 0.60\%=7.68$
3	1000~3000	0.55	3000	$7.68+(3000-1000)\times 0.55\%=17.25$
4	3000~5000	0.50	5000	$17.25+(5000-3000)\times 0.50\%=27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25+(10000-5000)\times 0.45\%=49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75+(50000-10000)\times 0.40\%=209.75$
7	50000~100000	0.35	100000	$209.75+(100000-50000)\times 0.35\%=384.75$
8	100000以上	0.30	150000	$384.75+(150000-100000)\times 0.30\%=534.75$

(e)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,采用差额定率累进法计算(见下表);

标识设定费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	标识设定费

1	≤500	0.11	500	$500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$0.55 + (1000 - 500) \times 0.10\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$1.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$2.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$4.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$7.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$
7	50000~100000	0.05	100000	$31.95 + (100000 - 50000) \times 0.05\% = 56.95$
8	100000以上	0.04	150000	$56.95 + (150000 - 100000) \times 0.04\% = 76.95$

(4) 业主管理费

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。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

业主管理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500~1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000~3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000~5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000~10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000~50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$
7	50000~100000	1.2	100000	$854 + (100000 - 50000) \times 1.2\% = 1454$
8	100000以上	0.8	150000	$1454 + (150000 - 100000) \times 0.8\% = 1854$

(5) 拆迁补偿费

拆迁补偿费指土地复垦方案实施过程需拆迁的零星房屋、林木及青苗等所发生的适当补偿费用。本方案不涉及拆迁问题。

(三) 监测与管护费

① 监测费

监测费按工程施工费的 1%-1.5% 计算。计算公式：监测费=工程施工费×费率，本项目参照费率参照水土保持监测费取费标准取 1.5%。

② 管护费

管护费=项目经常费+技术支持培训费。

(a)项目经常费按工程施工费的 0.8%-1.6%计算。计算公式：项目经常费=工程施工费×费率，本项目经常费费率取 1.0%；

(b)技术支持培训费按工程施工费的 0.4%-0.8%计算。计算公式：技术支持培训费=工程施工费×费率，本项目技术支持培训费费率取 0.8%。

（四）不可预见费

不可预见费按不超过工程施工费、设备购置费和其他费用之和的 3%。计算公式为：

不可预见费=（工程施工费+设备购置费+其他费用）×费率。

6、价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资进行价差预备费计算。

假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数(r)计算，若每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 a_n （万元），则第 i 年的价差预备费 W_i ： $W_i=a_i[(1+r)^n-1]$ 。徐闻县物价指数为 3%。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理总工程量见表 7-4。

表 7-4 矿山地质环境恢复治理工程量汇总表

防治措施	项目名称	单位	露天采场	其他场地	合计
工程措施	排水土沟	m	154	0	154
	排水沟	m ³	9.6	0	9.6
	汇水渠	座	1	0	1
	PE 水管	m	18	0	18
监测措施	全站仪观测点布设	个	4	0	4
	监测次数	次	384		
	水质监测分析点	个	1	0	1
	分析次数	次	8		
	水质监测（坑塘）	个	1	0	1
	分析次数	次	8		

注：生物措施安排在矿山土地复垦工程估算中计算

2、投资估算

根据广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理总工程量，并按照矿山地质环境保护与恢复治理投资估算汇总表所示，本项目矿山地质环境防治工程静态总投资为 18.11 万元，动态总投资 18.85 万元，差价预备费 0.74 万元，详见表 7-5 至表 7-16。

（二）单项工程量与投资估算

表 7-6 估算总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	15.85	84.08
二	其他费用	1.74	9.23
三	不可预见费	0.52	2.76
四	静态总投资	18.11	96.07
五	价差预备费	0.74	3.93
六	动态总投资	18.85	100.00

表 7-7 工程估算表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

序号	工程名称	单位	数量	单价/元	合计/元
一	主体工程				
补 1	开挖排水土沟	m	154	120	18480
D030012 换	浆砌截排水沟 岩石地基 块石 渠底 宽度≤1m	100m ³ 砌体方	0.10	43773.18	4377.31
补 2	汇水渠	座	1	8000.00	8000.00
补 3	PE 水管	m	16	25	400
D010989	土方回填 松填不夯实	100m ³ 实方	40.55	1334.99	54133.84
D010399	平整场地	100m ²	81.10	268.49	21774.54
	监测点	个	6	126.58	759.48
	监测频率	次	400	126.58	50632.00
	合计				158557.17

表 7-8 其他费用估算表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

序号	费用名称	说明及计算公式	金额/元	备注
一	其他费用		17457.15	
①	前期工作费		3963.94	
(1)	土地清查费	$158557.17 \times 0.5\%$	792.79	
(2)	项目勘测费	$158557.17 \times 1.5\%$	2378.36	
(3)	项目招标费	$158557.17 \times 0.5\%$	792.79	
②	工程监理费	$158557.17 \times 2.5\%$	3963.93	
③	竣工验收费		5089.68	
(1)	工程复核费	$158557.17 \times 0.7\%$	1109.90	
(2)	工程验收费	$158557.17 \times 1.4\%$	2219.80	
(3)	项目决算编制与审计费	$158557.17 \times 1.0\%$	1585.57	
(4)	标识设定费	$158557.17 \times 0.11\%$	174.41	
④	业主管理费	$(\text{工程施工费} + \text{①} + \text{②} + \text{③}) \times 2.8\%$	4439.60	

表 7-9 不可预见费估算表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位: 万元

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	小计	费率(%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	不可预见费	15.85	0.00	1.74	17.59	3.00	0.52
总 计		-	-	-	17.59	-	0.52

表 7-10 工程单价汇总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

单位:元

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械费	措施费	间接费	利润	材料价差	税金
1	平整场地	100m3	268.49	52.32	19.72	144.87	10.85	11.39	7.17		22.17
2	土方回填 松填不夯实	100m3 实方	1334.99	1027.18	51.36		53.93	56.62	35.67		110.23
3	浆砌沟渠 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m	100m3 砌体方	43773.18	14283.54	6666.00		1047.48	1099.85	692.91	16369.10	3614.30

表 7-11 人工、主要材料、机械台班数量汇总表

项目名称：徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

序号	名称及规格	单位	数量	备注
1	人工	工时	33018.59	
2	钢筋	kg	869.55	
3	块石	m3	827.68	
4	砂	m3	0.23	
5	水	m3	0.06	
6	水泥 42.5	kg	145.31	
7	机上柴油	kg	11610.03	
8	机上用电	kw. h	164.06	
9	机上用风	m3	7645.80	
10	机上用水	m3	12.28	
11	折旧费	元	9225.88	
12	修理及替换设备费	元	16181.39	
13	安装拆卸费	元	651.01	
14	水泥砂浆	m3	127.97	
15	推土机 功率 55kW	台时	1467.77	
16	柔性主动防护网（钢丝绳网+钢丝格栅）	m2	882.11	
17	合金钻头	个	6.12	
18	接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5 M30	m3	0.23	
19	风钻 气腿式	台时	30.69	
20	胶轮车	台时	655.74	
21	灰浆搅拌机	台时	25.96	

表 7-12 人工、材料单价汇总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

序号	名称及规格	单位	单价/元	备注
1	人工	工时	12.76	
2	钢筋	kg	5.04	
3	块石	m3	208.81	
4	砂	m3	238.67	
5	水	m3	2.50	
6	水泥 42.5	kg	0.66	
7	机上柴油	kg	9.41	
8	合金钻头	个	150.00	

表 7-13 机械台班单价汇总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

单位:元

序号	名称及规格	定额编号	台时费	其中				
				折旧费	修理及替换设备费	安装拆卸费	人工费	燃料动力费
1	推土机 功率 55kW	01041	48.13	6.16	10.70	0.44	30.75	0.08
2	风钻 气腿式	01097	2.81	0.70	2.11			
3	胶轮车	03074	0.77	0.22	0.55			
4	灰浆搅拌机	06021	19.60	0.72	1.96	0.20	16.72	

表 7-14 工程单价表

定额名称	平整场地				
定额编号	D010399			定额单位	100m3
工作内容	推松、运送、卸除、拖平、空回。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				227.76
(一)	直接工程费				216.91
1	人工费				52.32
	人工	工时	4.10	12.76	52.32
2	材料费				19.72
	零星材料费		10.00%	197.19	19.72
3	机械使用费				144.87
	推土机 功率 55kW	台时	3.01	48.13	144.87
(二)	措施费		216.91	5.00%	10.85
1	安全文明施工费		216.91	2.00%	4.34
2	夜间施工增加费		216.91	1.00%	2.17

3	冬雨季施工增加费		216.91	0.50%	1.08
4	其他措施费		216.91	1.50%	3.25
二	间接费		227.76	5.00%	11.39
三	利润		239.15	3.00%	7.17
四	材料价差				
五	税金		246.32	9.00%	22.17
六	合计				268.49
	单价				268.49

定额名称	土方回填 松填不夯实				
定额编号	D010989		定额单位	100m3 实方	
工作内容	包括 5m 以内取土（石渣）回填。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				1132.47
(一)	直接工程费				1078.54
1	人工费				1027.18
	人工	工时	80.50	12.76	1027.18
2	材料费				51.36
	零星材料费		5.00%	1027.18	51.36
3	机械使用费				
(二)	措施费		1078.54	5.00%	53.93
1	安全文明施工费		1078.54	2.00%	21.57
2	夜间施工增加费		1078.54	1.00%	10.79
3	冬雨季施工增加费		1078.54	0.50%	5.39
4	其他措施费		1078.54	1.50%	16.18
二	间接费		1132.47	5.00%	56.62
三	利润		1189.09	3.00%	35.67
四	材料价差				
五	税金		1224.76	9.00%	110.23
六	合计				1334.99
	单价				1334.99

定额名称	浆砌沟渠 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m				
定额编号	D030012 换		定额单位	100m3 砌体方	
工作内容	非岩石地基。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				21997.02
(一)	直接工程费				20949.54

1	人工费				14283.54
	人工	工时	1119.40	12.76	14283.54
2	材料费				6666.00
	块石	m3	110.00	60.00	6600.00
	水泥砂浆	m3	37.20		
	其他材料费		1.00%	6600.00	66.00
3	机械使用费				
(二)	措施费		20949.54	5.00%	1047.48
1	安全文明施工费		20949.54	2.00%	418.99
2	夜间施工增加费		20949.54	1.00%	209.50
3	冬雨季施工增加费		20949.54	0.50%	104.75
4	其他措施费		20949.54	1.50%	314.24
二	间接费		21997.02	5.00%	1099.85
三	利润		23096.87	3.00%	692.91
四	材料价差				16369.10
	块石	m3	110.00	148.81	16369.10
五	税金		40158.88	9.00%	3614.30
六	合计				43773.18
	单价				43773.18

表 7-15 材料预算单价表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

序号	名称及规格	单位	原价 /元	运杂费				原价运 费合计 /元	场外运输损耗		采购及保管费		包装品 回收价值 /元	预算单价 /元
				单位毛重 /t	运输方式	运距/km	单位运费 /元		损耗率 /%	金额 /元	费率 /%	金额 /元		
1	水泥 32.5	t	544.25	1.00	汽车运输	15.00	6.3333	639.25	1.00	6.39	2.50	16.14		661.78
2	水泥 42.5	t	561.95	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	641.95			2.50	16.05		658.00
3	水泥 52.5	t	548.67	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	628.67			2.50	15.72		644.39
4	钢筋	t	4835.39	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	4915.39			2.50	122.88		5038.27
5	钢材	t	5033.69	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	5113.69			2.50	127.84		5241.53
6	汽油	kg	9.83	1.00	汽车运输			9.83			2.50	0.25		10.08
7	柴油	kg	9.18	1.00	汽车运输			9.18			2.50	0.23		9.41
8	砂	m3	182.85	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	232.85			2.50	5.82		238.67
9	卵石	m3	120.75	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	170.75			2.50	4.27		175.02
10	块石	m3	153.72	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	203.72			2.50	5.09		208.81
11	碎石	m3	148.87	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	198.87			2.50	4.97		203.84

表 7-16 广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿恢复治理项目动态投资估算表 单位：万元

年度	静态投资	价差准备率 $W_i=a_i[(1+r)^n-1]$	价差预备费	动态投资	动态投资小计
1	16.03	1.0300	0.48	16.51	16.51
2~4	2.08	1.1255	0.26	2.34	2.34
合计	18.11		0.74	18.85	18.85

三、土地复垦工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地复垦总工程量见表 7-17。

表 7-17 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.8110	hm ²	
2	覆土	4055	m ³	覆土厚度 0.5m
3	大叶相思	2009	株	
4	香蕉树	22	株	
5	毛草	0.8110	hm ²	
6	毛草补植	0.1393	hm ²	
7	挂绿网	1393	m ²	
8	葛藤	1184	株	种植总长度 1478m，坡顶坡底均种植
9	刺篱木	2217	株	
10	有机肥	5246	kg	
11	复合肥	6853.5	kg	
12	土壤质量监测	1	次数	
13	采样检测	1	组	
14	防护栏杆	369	根	
15	铁丝网	1107	m ²	
16	警示牌	37	块	
17	工程养护	3.3526	hm ²	台阶+坑塘

注：土地平整及覆土措施矿山地质环境恢复治理工程中已计算，本章节不重复计算

2、投资估算

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿土地复垦方案静态总投资为 34.07 万元，动态总投资为 35.34 万元，详见表 7-18 至表 7-24。

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-18 估算总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	29.07	82.26
二	设备购置费	0	0.00
三	其他费用	4.01	11.35
四	不可预见费	0.99	2.80
五	静态总投资	34.07	96.41
六	价差预备费	1.27	3.59
七	动态总投资	35.34	100.00

表 7-19 工程施工费汇总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	单项名称	估算金额	各项费用占工程施工费的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
1	植被工程	14.15	48.68
2	防护工程	14.67	50.46
3	其他工程	0.25	0.86
总计	—	29.07	100.00

表 7-20 工程施工费估算表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:元

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		植被工程				
	D070003	栽种乔木 带土球 土球直径(cm) 30~40	100 株	20.09	1494.12	30016.87
	90020 换	栽植刺篱木(冠丛高在 200cm 以 内)~III类土	100 株	22.17	746.56	16551.24
	D070010	栽种果树	100 株	0.22	1282.48	282.15
	E1-2-94	栽植藤本植物	100 株	11.84	589.14	6975.42
	D070031	直播种草 撒播	hm ²	0.9503	22449.3	21333.57
	补 1	挂绿网	m ²	1393	25	34825.00
	E1-2-99	复合肥	100kg	68.53	256.79	17597.82
	补 2	有机肥	100kg	52.46	266.15	13962.23
二		防护工程				
	Y08180	镀锌管件（防护围栏）	10 个	36.9	235.88	8703.97
	50024	镀锌管件安装（防护围栏）	10 个	36.9	49.71	1834.30
	D7-2-31	铁丝网	100m ²	11.07	12076.83	133690.51
	50060	警示牌	10 块	3.7	677.71	2507.53
三		其他工程				
	D1-10-29 换	土壤检测	次	1	1837.21	1837.21
	D1-10-31 换	采样检测	组	1	612.40	612.40
总计		—				290730.22

表 7-21 工程施工费单价汇总表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:元

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	未计 价 材料 费	税金	综合 单价
				人工费	材料费	机 械 使用费	直 接 工程费	措施费	合计						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
一		土地平整工程													
	30069	拆除地表硬化	100m3	6999.00			6999.00	272.96	7271.97	363.60	229.07			707.82	8572.45
	30073	砌体拆除（建筑物）	100m3	7495.16			7495.16	292.31	7787.47	389.37	245.31			757.99	9180.14
	20293 换	1m3 挖掘机装自卸汽车运 石渣 运距 9~10km~自卸 汽车 10T	100m3	102.20		3364.85	3467.05	135.22	3602.27	216.14	114.55			353.97	4286.92
二		植被工程													
	D070004	栽种乔木 带土球 土球直 径(cm) 30~40	100 株	1207.10			1207.10	60.36	1267.46	63.37	39.92			123.37	1494.12
	90020 换	栽植刺篱木(冠丛高在 200cm 以内)~III类土	100 株	97.49	512.04		609.53	23.77	633.30	31.67	19.95			61.64	746.56
	D070031	直播种草 撒播	hm ²	179.16	18400		18579.16	464.48	19043.64	952.18	599.87			1853.61	22449.3
	E1-2-94	栽植藤本植物	100 株	392.76	63.19	25.06	481.01	18.76	499.76	24.99	15.74			48.64	589.14
三		防护工程													

	Y08180	镀锌管件（防护围栏）	10 个			192.59	192.59	7.51	200.10	10.00	6.30			19.48	235.88
	50024	镀锌管件安装（防护围栏）	10 个	26.00			26.00	1.38	27.38	16.90	1.33			4.10	49.71
	D7-2-31	铁丝网	100m2	4204.06	5656.11		9860.17	384.55	10244.71	512.24	322.71			997.17	12076.83
	50060	警示牌	10 块	118.76		381.19	499.95	26.50	526.45	77.19	18.11			55.96	677.71
四		其他工程													
	D1-10-29 换	土壤检测	次	1500.00			1500.00	58.50	1558.50	77.93	49.09			151.70	1837.21
	D1-10-31 换	采样检测	组	500.00			500.00	19.50	519.50	25.98	16.36			50.57	612.40

表 7-22 其他费用估算表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:元

序号	费用名称	计算式(元)	估算金额	备注
	(1)	(2)	(3)	
①	前期工作费		5864.29	
(1)	土地清查费	290730.22*0.5%	1453.65	
(2)	项目勘测费	290730.22*1.5%	4360.95	
(3)	项目招标费	290730.22*0.5%	1453.65	
②	工程监理费	290730.22*2.5%	7268.26	
③	竣工验收费		9332.43	
(1)	工程复核费	290730.22*0.7%	2035.11	
(2)	工程验收费	290730.22*1.4%	4070.22	
(3)	项目决算编制与审计费	290730.22*1.0%	2907.30	
(4)	标识设定费	290730.22*0.11%	319.80	
④	业主管理费	(工程施工费+①+②+③)*2.8%	8140.45	
⑤	监测与管护费		9594.10	
(1)	监测费	290730.22*1.5%	4360.95	
(2)	管护费-项目经常费	290730.22*1.0%	2907.30	
(3)	管护费-技术支持培训费	290730.22*0.8%	2325.84	
	总计		40199.53	

表 7-23 不可预见费估算表

项目名称: 徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	小计	费率(%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	不可预见费	29.07	0.00	4.01	33.08	3.00	0.99
总 计		-	-	-	33.08	-	0.99

表 7-24 土地复垦动态投资估算表

单位: 万元

年度	静态投资	价差准备率 $W_i=a_i[(1+r)^n-1]$	价差预备费	动态投资	动态投资小计
1	31.41	1.0300	0.94	32.35	32.35
2~4	2.66	1.1255	0.33	2.99	2.99
合计	34.07		1.27	35.34	35.34

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境治理与土地复垦总费用构成与汇总见下表 7-25。

表 7-25 总费用汇总表

序号	工程或费用名称	估算金额(万元)	比例 (%)
一	矿山地质环境治理	18.85	34.78
二	矿山土地复垦	35.34	65.22
总计		54.19	100.00

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案估算动态总投资为 54.19 万元，其中矿山地质环境治理动态总投资 18.85 万元，土地复垦动态总投资 35.34 万元。

（二）近期年度经费安排

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境治理与土地复垦年度实施计划及年度经费安排见 7-26、7-27。

表 7-26 矿山地质环境治理与土地复垦年度实施计划表

时间进度		恢复治理及土地复垦措施																	
		工程措施								生物措施					监测措施				
		排水 土沟	排水 沟+ 汇水 渠	开挖 土方	覆土 壤	平整 场地	防护 围栏	警示 牌	挂绿 网	种植 乔木 + 果树	种植 刺篱 木	撒播 草种	种植 攀爬 植物	灌溉 养护	全站 仪观 测点 布设	全站 仪观 测点 观测 次 (移 动变 形)	水质 监测 分析 点布 设	水质 分析	全站 仪观 测点 布设 (复 垦)
治理期	六个月内	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
管护期	第 2 年													●	●	●	●	●	●
	第 3 年													●	●	●	●	●	●
	第 4 年													●	●	●	●	●	●

表 7-27 土地复垦工作计划安排表

阶段	复垦面积公顷	复垦方向	主要工程措施			主要工程量
			年份	复垦位置	复垦措施	
近期	3.3526	园地、林地、坑塘水面	2024 年	露天采场	覆土 土地整平 植被重建 防护栏杆 铁丝网 警示牌	矿山进行闭坑治理期，对前期开采遗留的采坑逐步地进行复垦，露天采坑+1m 以上的台阶所损毁的土地宜进行平整改造，复垦为林地，为提高植物成活率及矿区范围的水土保持，复垦为林地区域各层开采平台需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于0.5m，其次，露天采坑+1m 以下复垦为坑塘水面，为保证人员及牲畜安全性，需在水岸边缘的平台修筑防护围栏，设立警示牌，并对露天采坑边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。
养护期	——	——	2025~2028 年	养护期间		给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及排水沟等工程护理；监测
合计	3.3526	园地、林地、坑塘水面	——	——		攀爬植被 1184 株；大叶相思 2009 株；果树 22 株；刺篱木 2217 株；播撒草种 0.8110hm ² ；复合肥 6853.5 公斤；有机肥 5246 公斤；土地平整 0.8110hm ² ；覆土 4055m ³ ；防护栏杆 369 根；铁丝网 1107m ² ；警示牌 37 块；土壤质量监测 1 次；采样检测 1 组；播撒草种（补植）0.1393hm ² ；挂绿网 0.1393hm ² ；

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

组织领导是方案有效实施的首要保证措施，广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿在建设和运营中，应认真履行《中华人民共和国矿产资源法》、《地质灾害防治条例》等相关法律法规，按照中华人民共和国国土资源部令 2009 年第 44 号发布的《矿山地质环境保护规定》的要求，从组织机构到工作制度入手，建立健全地质环境保护与土地复垦方案实施保障机制，严格落实方案确定的各项地质环境治理与土地复垦措施。

矿方为保证实施地质环境保护与土地复垦方案，建立健全领导协调组织、专职机构和工程技术人员，并与地方土地行政主管部门密切协作。矿区领导把地质环境保护与土地复垦工作当作保护生态环境。保证矿山生产与环境协调可持续发展、造福子孙后代的一件大事来抓，列入重要的议事日程，切实加强领导。

二、技术保障

1、矿山应成立矿山地质环境保护与土地复垦领导小组，负责、指挥、协调项目实施。

2、应委托具有地质灾害治理、土地复垦工程设计资质的单位承担设计矿山地质环境保护与土地复垦工程。要求技术方案成熟可靠，施工难度小，安全有保障。

3、实行招标制度：可根据设计矿山地质环境保护与土地复垦工程实际情况，采用招标方式确定施工单位，施工必须严格按矿山地质环境保护与土地复垦方案实施。

4、委托具有地质灾害监理资质、信誉良好、经验丰富的监理公司对项目施工全过程进行监理，全面监督。检查施工的进度和质量。确保优质、高效的完成治理工作。

三、资金保障

本工程属生产类项目，各项恢复治理费用均由本矿山支付，该费用可以采取从销售收入中按吨矿计提的方法解决，提取的费用从企业生产成本中列支。矿山应积极开展工作，落实资金，保证本方案顺利实施。

矿山地质环境保护与土地复垦的各项投资要列入工程建设投资的总体安排和年度计划中，完善恢复治理工程与土地复垦工程的资金管理办法，确保治理资金足额到位、安全有效；设立专门账户，每年初按照当年的治理计划，制定当年的治理项目设计及相应的资金预算，从总的恢复治理投资中提出使用，做到专款专用。资金使用时，严格按照本恢复治理方案的工程安排，分阶段、分步骤有序进行。保证资金安排合理，确保矿山恢复治理与土地复垦工程能够按计划实施。

在按阶段提取和使用资金时，如果在恢复治理工作中发现投资不足，应当及时修改投资估算，追加投资，保证矿山环境恢复治理与土地复垦工作的顺利完成。

四、监管保障

矿区土地占用和复垦规划实现三级监督管理：所在市自然资源局，所在镇镇政府，所在辖区村委会。三级监管人员定期到矿山进行测量、评估和监督、检查。

在本方案实施过程中，建设单位应加强与政府主管部门的合作，自觉接受地方主管部门的监督管理。建设单位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。对于不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求为止。植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

同时，还要加强宣传，深入开展我国土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高社会对矿山地质环境保护与土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展的重要作用的认知。

五、效益分析

1、社会效益

本项目工程实施后，能有效增加园地、林地、坑塘水面面积，能使土地的生产效率得到很大提高，增加本地区农业的发展后劲，提高人民的生活水平，而且，能使当地工、农关系紧张的局面得到缓解，为本区工、农业发展创造良好的社会环境，社会效益显著。

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦的实施，能增强当地百姓、矿山企业的地质环境保护意识，普及地质环境保护知识，改变地质环境治理观念，对社会和谐和稳定起到积极作用。

2、环境效益

矿区地质环境保护与恢复治理可以促进矿区本身生态环境建设和生态环境的改善。

（1）矿区地质环境保护与恢复治理可改善和保护局部小环境，保证玄武岩矿产开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

（2）通过地质环境保护与恢复治理，可减少水土流失和土地退化面积，保护林地，防止土地生态条件恶化，促进林业良性循环。

3、经济效益

（1）直接经济效益

矿山地质环境治理与土地复垦实施后，将使矿区水文地质条件进一步优化，地下水资源得到有效保护；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，经生态恢复后成为林地，产出林木产品，提高土地使用价值，另一方面也减少土地资源的破坏范围，进而减少租用地费用。

（2）间接经济效益

通过矿山地质环境治理与土地复垦，能很大程度保障了矿山生产安全顺利进行，保护矿山职工和财产的安全，避免较大浪费和损失。

矿山土地复垦方案实施后，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，这即为生态恢复的间接经济效益。

六、公众参与

矿山地质环境治理与土地复垦是一项庞大的系统工程。项目区附近居民对于矿山的复垦生产建设抱有积极态度。本项目公众参与方式包括：

1、信息公开

项目区协助建设单位向公众发布公告，公示建设项目的基本情况、矿山地质环境治理与土地复垦工作的主要内容及公众提出意见的方式等。公告主要粘贴在项目区敏感点的人流集中处，引来群众驻足观看，当地群众对公告的内容和形式也较接受，。

2、增强复垦意识

深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高全社会对土地复垦在全面建设小康社会，实施可持续发展战略，保护和建设生态环境重要作用的认识。树立依法、按规划进行土地复垦的观念，增强公众的监督意识。

第九章 结论与建议

一、结论

1、徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿属停采项目，项目采用露天开采，矿山生产规模为 6 万 m^3/a ，属小型矿山，矿区面积 0.0333km^2 ，开采标高 $+20.96\text{m}\sim-8\text{m}$ 。评估区内总体地质环境条件复杂程度为中等。

矿山经多年开采目前已完全停采，进入矿山闭坑期。本方案设计闭坑治理期 0.5 年（6 个月），土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 3.5 年，2024 年为基准年。

2、评估区为重要区，矿山生产建设规模为小型、矿山地质环境条件复杂程度为中等，确定的矿山地质环境影响评估等级为一级。评估区由矿区边界 57 个拐点连线向外延伸至至可能波及的范围，评估范围包括露天采场、工业场地、堆放场地、综合服务区、矿区道路及其影响范围，评估区总面积 64.7156hm^2 。

3、现状评估结论

经现场调查，现状评估区已发现现状地质灾害，地质灾害影响较严重，含水层影响较轻，地形地貌景观影响严重，土地资源影响较轻。根据现状评估结果，将现状评估区划分为I、III两个区。其中I区总面积 3.3526hm^2 ，占评估区面积的 5.18%；III区面积 61.3630hm^2 ，占评估区面积的 94.82%。

4、预测评估结论

预测评估区内矿山建设和采矿活动可能引发和加剧的地质灾害有崩塌、滑坡，预测崩塌、滑坡地质灾害的潜在危险性和危害性中等，对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山建设及采矿活动对含水层的影响程度较轻，对地形地貌景观的影响严重，破坏土地总面积约 3.3526hm^2 ，对水土环境污染的影响程度较轻。根据各场地地质环境影响预测评估结果将评估区分为I、III两个区。其中I区总面积 3.3526hm^2 ，占评估区面积的 5.18%；III区面积 61.3630hm^2 ，占评估区面积的 94.82%。

5、评估区按矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为重点防治区（A）和一般防治区（C）：重点防治区（A）为矿区采矿活动主要影响的区域，主要包

括露天采场及其影响范围，总面积 3.3526hm²，占评估区面积的 5.18%。一般防治区（C）为受采矿活动影响较轻的区域，该区总面积 61.3630hm²，占评估区面积的 94.82%。

6、土地利用类型

露天采场复垦责任范围内土地利用类型为果园（0.0089hm²）、乔木林地（0.0385hm²）、设施农用地（0.0232hm²）、采矿用地（3.2820hm²），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

7、土地复垦方向

根据项目区土地利用现状图，该项目挖损/压占园地、林地、其他土地、城镇村及工矿用地。

该项目为露天凹陷开采矿山，矿山闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，根据科学合理、实事求是的原则，本方案设计露天采场所挖损土地复垦为林地、园地、坑塘水面，复垦率 100%。

8、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”，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，根据方案的适用年限和矿山开采进度分为近期一个阶段。

积极地展开恢复治理与复垦工作，完成采场境外截水工程，并建立矿山监测系统，实现矿山地质环境的开采破坏与治理恢复的动态平衡，控制矿山的地质环境恶化，逐步改善矿山的地质环境，直到矿山的生态环境趋于稳定，与周边环境相协调。

9、广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案估算动态总投资为 54.19 万元，其中矿山地质环境治理动态总投资 18.85 万元，土地复垦动态总投资 35.34 万元。

10、预测恢复治理效果

广东省徐闻县永富石场有限公司徐闻县南山矿区五里村东南侧矿段建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦的实施，能增强当地百姓、矿山企业的地质环境保护意识，普及地质环境保护知识，改变地质环境治理观念，对社会和谐和稳定起到积极作用。

矿山地质环境保护与土地复垦，可改善和保护局部小环境，保证玄武岩矿产开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

通过地质环境保护与土地复垦，可减少水土流失和土地退化面积，保护林地，防止土地生态条件恶化，促进林业良性循环。

矿山恢复治理实施后，将使矿区水文地质条件进一步优化，地下水资源得到有效保护；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，经生态恢复后成为林地，产出林木产品，提高土地使用价值，另一方面也减少土地资源的破坏范围，进而减少租用地费用。

二、建议

1、矿山在恢复保护及复垦建设过程中，应严格执行要坚持“预防为主，防治结合”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则。本方案主要是对矿山地质环境问题提出预防和治理措施，矿山应根据本方案提出的措施，认真实施，做好矿山地质环境的保护与土地复垦工作。

2、矿山应采用新技术和新方法进行建设，科学施工，并设立矿山地质环境监测体系，加强监测预报水平，及时处理各种矿山地质环境问题及隐患。

3、目前矿区处于闭坑停采状况，必须加强安全防护，同时矿山企业应派遣人员进行专门看守和管护，防止意外事故发生。

4、对于土地复垦方面的技术难题，要及时聘请市自然资源局、环保局、农业局、水利局等职能部门的专家进行指导。