

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草
罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：雷州市草罗岭采石有限公司

二〇二四年四月

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草 罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：雷州市草罗岭采石有限公司

法人代表：王誉

编制单位：广州德一地质勘察有限公司

法人代表：车德宜

项目负责：周志涛

技术负责：车德宜

编制人员：阚东明 周志涛

制图人员：阚东明

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	雷州市草罗岭采石有限公司					
	法人代表	王誉	身份证号	440882198 8	手机号码	136 101	
	统一社会信用代码	914408827912308218	纳税人识别号	—		组织机构代码	—
	单位地址	广东省雷州市杨村镇草罗岭					
	矿山名称	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿					
	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	4007.00 万 m ³		150 万 m ³ /a		露天开采	
	回填料玄武岩	6389.40 万 m ³		230 万 m ³ /a		露天开采	
编制单位	单位名称	广州德一地质勘察有限公司					
	法人代表	车德宜		联系电话	13802511494		
	主要编制人员	姓名		职责		联系电话	
		车德宜		总工程师			
		周志涛		项目负责人			
		阙东明		编制人员			
		阙东明		制图人员			
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：陈学攀 联系电话：134 780						

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	10
五、编制工作概况	11
第一章 矿山基本情况	18
一、矿山简介	18
二、矿区范围及拐点坐标	19
三、矿山开发利用方案概述	23
四、矿区开采历史及现状	34
第二章 矿区基础信息	36
一、矿区自然地理	36
二、矿区地质环境背景	38
三、矿区社会经济概况	45
四、矿区土地利用现状	45
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	49
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	50
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	52
一、矿区地质环境与土地资源调查概述	52
二、矿山地质环境影响评估	53
三、矿山土地损毁预测与评估	71
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	79
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	92
一、矿山地质环境治理可行性分析	92
二、矿区土地复垦可行性分析	95
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	105
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	105
二、矿山地质灾害治理	107
三、矿区土地复垦	110
四、含水层破坏修复	120
五、水土环境污染的修复	121
六、矿山地质环境监测	123
七、矿山土地复垦监测和管护	126
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	128
一、总体工作部署	128
二、阶段实施计划	128
三、近期年度工作安排	128
第七章 经费估算与进度安排	132
一、经费估算依据	132
二、矿山地质环境治理工程经费估算	144
三、土地复垦工程经费估算	156
四、总费用汇总与年度安排	164

第八章保障措施与效益分析..... 170

一、组织保障..... 170

二、技术保障..... 170

三、资金保障..... 171

四、监管保障..... 171

五、效益分析..... 172

六、公众参与..... 174

第九章结论与建议..... 175

一、结论..... 175

二、建议..... 178

附图及附件

一、附图

- 1、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
山地质环境现状评估图 (1: 2000)
- 2、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
区土地利用现状图 (1: 20000)
- 3、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
山地质环境影响预测评估图 (1: 2000)
- 4、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
区土地损毁预测图 (1: 2000)
- 5、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
区土地复垦规划图 (1: 2000)
- 6、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
山地质环境治理工程部署图 (1: 2000)
- 7、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿
区国土空间总体规划图 (1: 20000)

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、《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审意见书（粤资储评审字[2022]133 号）

4、《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案》审查意见书（粤矿协审字[2022]32 号）

5、《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量分割报告》粤资储评审字[2024]51 号

6、《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》审查意见书（湛矿开审字[2024]3 号）

7、《采矿权出让合同》及缴纳票据

8、现状航拍图

9、土地权属人征求意见

10、地类统计表

11、编制单位初审意见

12、矿山地质环境保护与土地复垦方案的公示（公众参与）

13、租地合同

14、营业执照（复印件）

15、账户资金监管协议书

16、已缴纳地质环境治理与土地复垦费用资信证明书

前言

一、任务的由来

（一）矿山性质

该矿为新立采矿权矿山，但矿区为已开采矿区，拟设新矿区范围内包含三个旧的石场矿区，分别为草罗岭石场、陈坎小一石场及合利石场。根据《采矿权出让合同》，拟设置雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿区范围面积为 2.1880km²，开采标高由 +134.01m 至 +20m，矿区范围由 30 个拐点圈定，矿山采用露天开采，开采矿种为建筑、回填料玄武岩矿。

2022 年 10 月，为了办理该矿采矿权出让、合理开发利用矿产资源提供依据，受雷州市自然资源局委托，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）完成编制了《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案》，并通过了广东省矿业协会组织的专家评审（粤矿协审字[2022]32 号）。2023 年 9 月 28 日，雷州市草罗岭采石有限公司通过竞拍获得雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿采矿权，出让矿区范围面积为 2.1880km²，开采标高为 134.01m~20m，出让年限为 30.0 年，生产规模为 380 万 m³/a。

因雷州市自然资源局在审批新立采矿权登记发现拟设矿区范围内有部分范围矿农矛盾较复杂，且难以解决。为缓解矿农矛盾，根据雷州市自然资源局委托，需对原已评审通过的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量核实报告》矿区范围进行缩小，并委托广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）对缩小的矿区范围资源储量进行分割，明确缩小后的矿区范围面积为 2.0766km²，开采标高为 134.01m~20m。2024 年 2 月，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）完成编制的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量分割报告》通过了广东省矿产资源储量评审中心组织的专家评审（粤资储评审字[2024]51 号）。采矿权竞得人雷州市草罗岭采石有限公司承诺在竞拍价格不变的情况下，拟向雷州市自然资源局申请调整矿区范围。受雷州市草罗岭采石有限公司委托，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）根据《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量分割报告》完成编制了《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》。

（二）任务由来

矿山为新建矿山，为了合理开发利用矿产资源，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）、《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》等有关规定，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）与《土地复垦条例》和《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），2024年4月2日，雷州市草罗岭采石有限公司委托广州德一地质勘察有限公司进行《广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的编制工作。

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、为贯彻落实党中央、国务院关于深化行政审批制度改革的有关要求，切实减少管理环节，提高工作效率，减轻矿山企业负担。

2、尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏，保护人民生命和财产安全；促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展，为矿山地质环境实施保护、监测和恢复治理提供技术依据。

3、为保护和合理利用土地资源，改善生态环境，防治矿山开采造成的土地损毁，根据《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》等有关法律法规的要求，按照“谁损毁、谁复垦”的原则，结合土地利用总体规划及矿山开采实际情况，围绕矿山开采造成的土地损毁区域，采取相应的整治措施而使其恢复并达到可供利用的状态。

（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利用总体规划，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、《中华人民共和国矿山安全法（2009年修正）》（第七届全国人民代表大会常务委员会第28次会议于1992年11月7日通过，根据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<关于修改部分法律的决定>修正，2009年8月27日起施行）；

2、《中华人民共和国矿产资源法》（第八届全国人民代表大会常务委员会第21次会议于1996年8月29日通过，1997年1月1日起施行，2009年8月27日修正）；

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

4、《中华人民共和国环境保护法》（第七届全国人民代表大会常务委员会第11次会议于1989年12月26日通过，2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行）；

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

三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订；

6、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年）；

7、《中华人民共和国森林法》（2019 年 12 月 28 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议修订）；

8、《中华人民共和国土地管理法》（第十届全国人民代表大会常务委员会第 11 次会议于 2004 年 8 月 28 日通过，2019 年 8 月 26 日，十三届全国人大常委会第十二次会议表决通过关于修改土地管理法、城市房地产管理法的决定。本决定自 2020 年 1 月 1 日起施行）；

9、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订）；

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

12、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》，国土资发〔2007〕81 号，2007 年 4 月 6 日；

13、《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》（2008 年修正）；

14、《基本农田保护条例》（1998 年 12 月 27 日中华人民共和国国务院令 257 号发布 根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）；

15、《土地复垦条例》（国务院令 592 号，2011 年 3 月 5 日）；

16、《广东省第二批扩大县级政府管理权限事项目录》（广东省人民政府令 161 号）（2011 年 7 月 27 日）；

18、《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 35 次会议通过，自公布之日施行）；

19《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令 44 号，自 2009 年 5 月 1 日起施行，根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正）；

20、《土地复垦条例实施办法(2019 修正)》（2012 年 12 月 27 日国土资源部第 56 号令公布，根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正）；

21、《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）；

22、《广东省土地管理条例》（2022 年 6 月 1 日广东省第十三届人民代表大会常务

委员会第四十三次会议通过）；

23、《广东省森林保护管理条例》（2023 年 5 月 31 日修订）。

（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）；

2、《关于进一步规范我省地质灾害危险性评估和矿山地质环境影响评价有关事项的通知》（粤国土资地环发〔2007〕137 号）；

3、《转发国土资源部办公厅有关工作的通知》（粤国土资地环发〔2009〕379 号）；

4、《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）；

5、《国务院办公厅印发贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作决定重点工作分工方案的通知》（国办函〔2011〕94 号）；

6、《广东省贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作的决定重点工作分工方案》（粤办函〔2011〕672 号，2011 年 10 月 28 日）；

7、《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）；

8、《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）；

9、《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）；

10、《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局 关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63 号）；

11、《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，2016 年 1 月 8 日）；

12、《广东省国土资源厅、广东省发展和改革委员会、广东省经济和信息化委员会、广东省财政厅、广东省环境保护厅关于印发<广东省推进矿山地质环境恢复和综合治理工作方案>的通知》（粤国土资地环发〔2016〕154 号）；

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

14、《广东省绿色矿山建设工作方案》（粤国土资规字〔2017〕5 号）；

15、《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〔2017〕6号）；

16、《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；

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

18、《转发<财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见>的通知》（粤财综〔2018〕60号）；

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

20、国家发改委等 15 部门印发《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》（发改价格〔2020〕473 号）；

21、《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）；

22、《广东省人民政府办公厅关于印发广东省促进砂石行业健康有序发展实施方案的通知》（粤办函〔2021〕51号）；

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

24、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（2023）；

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

（三）现行规程、规范

1、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；

2、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；

3、《量和单位》（GB 3100-3102-1993）；

4、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；

5、《1: 50000 地质图地理底图编绘规范》（DZ/T 0157-1995）；

6、《地质图用色标准及用色原则（1: 50000）》（DZ/T 0179-1997）；

7、《土地开发整理标准》（TD/T1011~1013-2000）；

8、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；

9、《土地开发整理项目验收规程》（TD/T1013-2000）；

- 10、《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.2-2001）；
- 11、《土地基本术语》（GB/T19231-2003）；
- 12、《土地开发整理工程制图标准》（GDY11-2004）；
- 13、《耕地质量验收技术规范》（NY/T1120-2006）；
- 14、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
- 15、《崩塌/滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 16、《崩塌监测规范》（T/CAGHP 007-2007）；
- 17、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 版）；
- 18、《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610-2011）；
- 19、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；
- 20、《土地开发整理项目预算定额标准（2011 版）》（财综〔2011〕128 号）；
- 21、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 22、《工程岩体分级标准》（GB 50218-2014）；
- 23、《非煤露天边坡工程技术规范》(GB51016-2014)；
- 24、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1：50000）》（DZ/T 0261-2014）；
- 25、《矿山地质环境调查评价规范》（DD 2014-05）；
- 26、《生产矿山土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 27、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2015）；
- 28、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 29、《区域地质图图例》（GB 958-2015）；
- 30、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；
- 31、《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）；
- 32、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2017）；
- 33、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 34、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 35、《土壤环境质量标准农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)；
- 36、《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-2018）；
- 37、《广东省土地开发整理补充耕地项目质量验收标准》（粤府办〔2018〕74 号）；
- 38、《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）；

39、《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；

40、《土地利用现状调查技术规程》（三调规程）；

41、《滑坡防治工程设计规范》（GB/T 38509-2020）；

42、《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)；

43、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 40112-2021）；

44、《广东省矿山生态修复工程取费指导价格》(试行)(2021.10)；

45、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2022）；

46、《广东省矿山生态修复技术指南(试行)》(2022 年 8 月)；

47、《矿山生态修复技术规范第 4 部分：建材矿山》(TD/T1070.4-2022)；

48、《造林技术规程》(GB/T 15776-2023)；

49、《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（广东省地质灾害防治协会，2023 年修订版）；

50、《非金属固体矿山（采石场）绿色矿山建设要求及评估标准》（广东省）。

（四）技术文件与资料

1、区域地质、水工环地质资料

（1）上世纪七十年代，广东省地质矿产局区域地质调查大队完成了《1：20 万湛江幅区域地质调查》，编制有报告及附图；

（2）上世纪八十年代，广东省地质局水文工程地质一大队在该区进行《1:20 万雷州半岛幅区域水文地质普查》，编制有报告及附图；

2、矿区地质、开采技术等资料

（1）草罗岭石场

①2004 年 8 月广东省地质勘查局七〇四地质大队对矿区进行了地质简测工作，提交《广东省雷州市草罗岭石场建筑用石矿产资源/储量报告》，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

②2010 年 4 月广东省地质局七〇四地质大队对矿区开展了资源储量核实，提交《广东省雷州市草罗岭矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

③2013 年 3 月，广东省地质局七〇四地质大队对草罗岭扩大矿区建筑用玄武岩矿开展资源储量核实。

④2021 年 2 月，采矿权人委托广州拓源地质工程有限公司编制《广东省雷州市草罗岭矿区建筑用玄武岩矿闭坑地质报告》。

⑤2013 年 9 月，采矿权人委托广州泰峰地质环境咨询有限公司编制《广东省雷州市草罗岭矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》。

⑥2021 年 8 月，采矿权人委托广州拓源地质工程有限公司编制《广东省雷州市草罗岭采石有限公司建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》。

（2）陈坎小一石场

①2004 年广东省地质勘查局七〇四地质大队对矿区进行了地质简测工作，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

②2009 年 6 月广东省地质局七〇四地质大队对矿区进行了地质测量工作，提交《广东省雷州市杨家陈坎矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

③2013 年 3 月，广东省地质局七〇四地质大队对草罗岭扩大矿区建筑用玄武岩矿开展资源储量核实。

④2021 年 3 月，采矿权人委托广州拓源地质工程有限公司编制《广东省雷州市杨家陈坎矿区建筑用玄武岩矿闭坑地质报告》。

⑤2021 年 8 月，采矿权人委托广州拓源地质工程有限公司编制《广东省雷州市小一采石有限公司建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》。

（3）合利石场

①2004 年 8 月广东省地质勘查局七〇四地质大队对矿区进行了地质简测工作，提交了《广东省雷州市合利矿区建筑用玄武岩矿资源储量报告》，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

②2009 年 4 月广东省地质局七〇四地质大队对矿区开展了资源储量核实，提交《广东省雷州市合利矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

③2013 年广东省地质局七〇四地质大队编制了《广东省雷州市合利矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》，报告通过广东省矿产资源储量评审中心评审。

④2021 年 3 月，采矿权人委托广州拓源地质工程有限公司编制《广东省雷州市合利矿区建筑用玄武岩矿闭坑地质报告》。

⑤2013 年 9 月，广州泰峰地质环境咨询有限公司提交了《广东省雷州市合利矿区建

筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》，经过广州钜万勘查技术咨询有限公司评审和湛江市国土资源局备案(湛国土资开备字[2013]3 号)。

⑥2021 年 8 月，采矿权人委托广州拓源地质工程有限公司编制《广东省雷州市合利石料有限公司建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》。

（4）《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿资源储量核实报告》，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心），2022 年 6 月；

（5）《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心），2022 年 10 月；

（6）《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿资源储量分割报告》，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心），2024 年 2 月；

（7）《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》，广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心），2024 年 4 月。

3、土壤、土地类型等资料

（1）《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿 2022 年度土地利用现状图（局部）》；

（2）《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿国土空间总体规划(2021-2035 年)（局部）》。

4、获得矿区采矿权资料

（1）《采矿权出让合同》（C4408822023001）。

四、方案适用年限

根据广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）2024 年 4 月编制的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（以下简称《开发利用方案（修编）》），矿山计算生产年限约为 25 年，基建期 2 年，闭坑治理期 1 年，总服务年限为 28 年。由于《开发利用方案》设计闭坑治理期与本方案闭坑治理期相重叠，故本方案取矿山生产期与基建期作为总服务年限，即 27 年。

本方案设计闭坑治理期 1 年，土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 31 年，根据《编制指南》所示，新建矿山的方案基准年以矿山正式投产之日算起。

如果矿山扩大开采规模、变更矿区范围或开采方式的，应当重新编制矿山地质环境

保护与土地复垦方案。

五、编制工作概况

1、工作方法

2024 年 4 月 2 日，广州德一地质勘察有限公司接受雷州市草罗岭采石有限公司的委托后，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，分阶段进行工作（工作程序见图 0-1）：

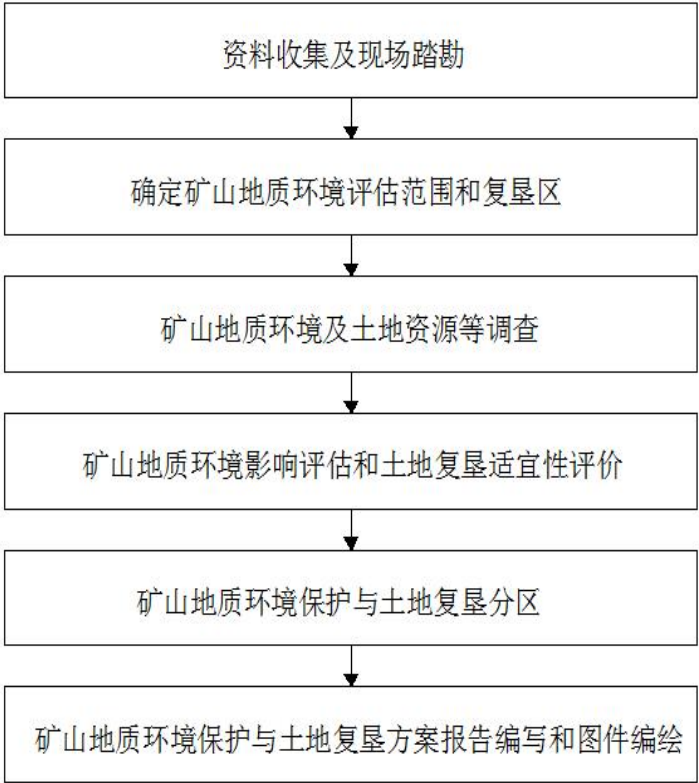


图 0-1 工作程序框图

（1）资料收集及现场踏勘

资料收集、项目初步分析、现场踏勘及确定工作大纲 2024 年 4 月 2 日~4 月 6 日，接受编制委托后，随即收集相关资料，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、钻探工程资料、储量核实报告、开发利用方案、开发利用方案（修编），当地自然资源局部门提供的《土地利用现状图》、《国土空间总体规划图》。编制单位组织 4 名专业技术人员综合研究相关文件并对资料进行初步分析，到雷州市草罗岭矿区进行初步踏勘，在现有基础资料并结合矿山现状发生地质环境问题及可能发生的地质环境问题进行初步工程分析，编写了《广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草

罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案评估大纲》。

（2）确定矿山地质环境评估范围和复垦区

依据评估区划定原则，划定调查区范围，具体边界划分如下：

北侧评估边界：沿矿区北部边界向北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，并综合考虑沿途山顶、山脊及分水岭。

东侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路）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。

南侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、生活区、矿区道路）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。

西侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、生活区、矿区道路）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。

将各评估边界相连形成评估范围，确定评估区面积约 543.4784hm²。

根据《编制指南》及相关法律法规，对项目进行分析后，依据现状损毁土地范围，划定复垦区范围，确定的复垦区面积 243.9185hm²。

（3）矿山地质环境调查及土地资源等调查

我公司接受雷州市草罗岭采石有限公司的委托后，成立了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作小组。对矿山进行地质环境及土地资源破坏调查，明确土地资源破坏程度，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、土地所有人、政府相关部门进行公众调查，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、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路及可能引发的地质灾害、地质环境问题区域。

本次矿山地质环境调查投入专业技术人员 4 人，2024 年 4 月 7 日~4 月 10 日，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及土地资源综合调查，调查面积 543.4784hm²。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。

（4）矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价

2024 年 4 月 11 日～13 日，选取地质灾害、含水层、地形地貌景观及土地资源四个评估因素及评估方法对评估区分别进行了现状评估及预测评估。

并对确定的复垦区进行了土地复垦适宜性评价，选定了土地复垦标准、措施，明确了复垦目标、确定了复垦费用来源，初步拟定了土地复垦方案。

（5）矿山地质环境保护与土地复垦分区

2024 年 4 月 14 日～4 月 15 日，据分别进行的现状评估及预测评估结论，依《编制指南》划分原则，将评估区进行恢复治理分区：划定重点、次重点及一般防治区。依据矿山地质环境发生的诱发因素及程度，并结合相关技术和经济实力，设计矿山地质环境保护与土地复垦措施，并制定防治年度计划。将设计的矿山地质环境保护与土地复垦措施，分别部署在各个防治区。

从组织、经济、技术等方面进行了可行性论证，合理确定复垦责任范围与土地复垦的范围，进行了土地复垦分区，确定了土地复垦标准，优化了工程设计，完善了工程量测算及投资估算，细化了土地复垦实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施。

（6）、矿山地质环境保护与土地复垦方案报告编写和图件编绘

2024 年 4 月 15 日～4 月 20 日，以 1:2000 地形地质图为底图，分析上列工作所得的各种资料、数据，给出结论，再进行综合分析研究，参照《编制指南》及《实施细则》，编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

综合评估区已有的区域地质、气象、水文、地震及工程内容圈定了评估区因素及评估方法。室内工作利用 CAD、MAPGIS 平台进行多信息数据处理、图件编制等。

2、主要工作量

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
	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量核实报告（2022 年 6 月）	份	1
	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案（2022 年 10 月）	份	1
	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量分割报告（2024 年 2 月）	份	1
	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）（2024 年 4 月）	份	1
	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿 2022 年度土地利用现状图（局部）	份	1
	广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿国土空间总体规划（2021-2035 年）（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	hm ²	543.4784
	调查线路	km	10.07
	综合调查点（土地利用现状调查、地形地貌景观调查等）	个	53
	现场拍照片/报告附照片	张	25/4
主要成果	矿山地质环境现状和损毁土地调查表	份	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 1 份	份	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境现状评估图（1：2000）	幅	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿区土地利用现状图（1：20000）	幅	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境影响预测评估图（1：2000）	幅	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿区土地损毁预测图（1：2000）	幅	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿区土地复垦规划图（1：2000）	幅	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境治理工程部署图（1：2000）	幅	1
	广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿国土空间总体规划图（1：20000）	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情况不相适应，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。

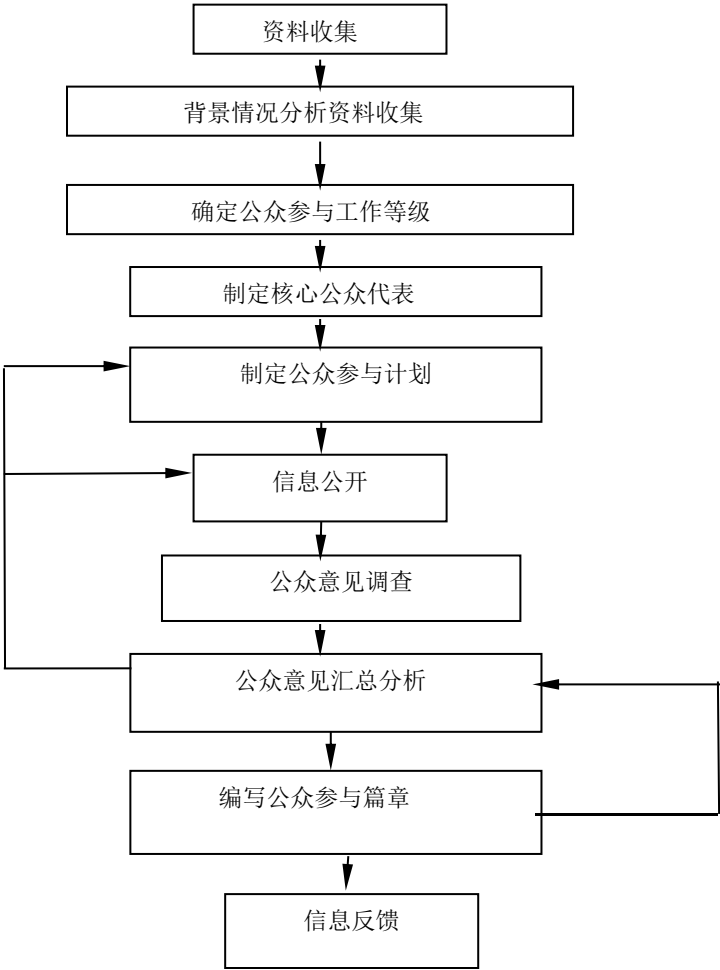


图 0-2 公众参与工作程序

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，即收集各类区域地质、水工环地质资料以及以往地质勘查、钻探工程资料、矿区储量核实报告、矿产资源开发利用方案、矿区国土空间总体规划图、矿区土地利用现状图等资料，其中储量核实报告、储量分割报告、矿产资源开发利用方案等资料均经相关评审机构通过评审，国土空间总体规划图以及土地利用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。

2024 年 4 月 2~10 日，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、获取 2022 年土地变更调查数据，获取 2022 年矿区土地利用现状图；
- 3、获取国土空间总体规划图；
- 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。

（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，等高线间距为 1m，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。调查的矿山类型为大型生产规模露天开采矿山，开采矿种为建筑、回填料玄武岩矿，综合利用残坡积层、全风化岩层，开采矿体赋存于喜山期喷出岩（ β_6^b ）中。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。调查时对重要的地质现象进行了记录、拍照，并对原始记录及综合图件都进行 100%的自检和互检，项目负责 100%检查，各类地质资料经检查后，调查人员均依据检查意见进行修改、补充，因此野外调查工作真实、可靠，满足规范要求。

（3）公众参与

根据对拟损毁土地的分析及复垦区的确认，并走访土地权属所在地，建设单位向公众发布公示公告，公示了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等。公告通过粘贴方式展示在当地村落公示牌上，并通过书面递交土地权属人征求意见给当地村委会，向土地所有权人介绍项目的复垦工作与复垦方向，收集当地群众对本项目的意见。

（4）方案的编制

方案的文字报告和图件的编制按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）、《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

矿山名称：广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

矿区位置：雷州市火炬农场

项目性质：采矿权新立登记

开采方式：露天开采

开采矿种：建筑、回填料玄武岩矿

综合利用：残坡积层、全风化岩层

生产规模：380 万 m³/年

矿区面积：2.0766km²

开采标高：+134.01m 至+20m

2、地理位置

矿区位于雷州市 225°方向，直距约 22km 处，地理坐标：东经 109°56'20"~109°56'57"，北纬 20°45'48"~20°46'38"。行政区划隶属火炬农场管辖。

矿区往西南方向有约 3km 处，矿区中心地理坐标 20°46'14"，109°56'37"，矿区有简易公路约 3km 与雷龙公路干线相连，沿雷龙公路干线往东约 14.5 在龙门圩与 207 国道相接，交通运输十分方便（见图 1-1）。

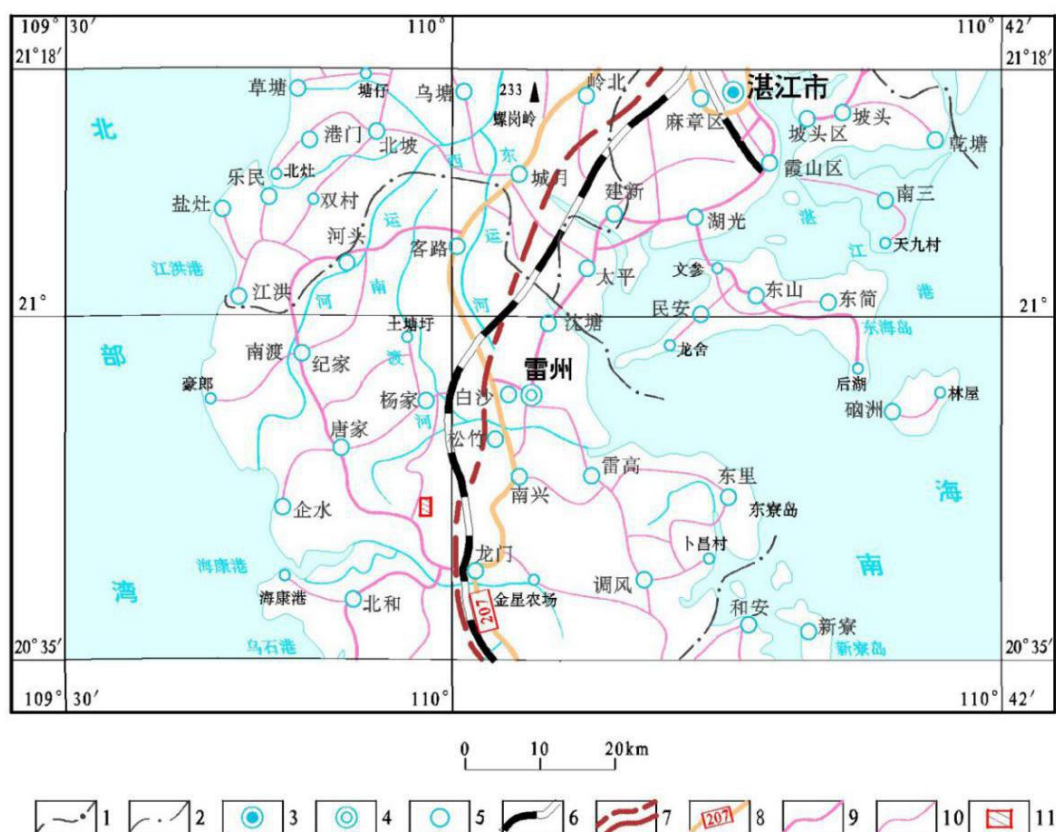


图 1-1 交通位置图

1.市界 2.县(市)界 3.地级市 4.县(县级市)、区 5.乡镇 6.铁路 7.高速公路
及在建高速公路 8.国道及其编号 9.省道 10.县道、乡道 11.工作区范围

二、矿区范围及拐点坐标

1、矿权设置情况

拟设新矿区范围内原包含三个旧的石场矿区，分别为草罗岭石场、陈坎小一石场及合利石场。并且在拟设新矿区的西北角有一和达石场（后塘仔岭矿区）已于 2020 年停止开采，并办理采矿权注销登记有关手续。

草罗岭石场自 2005 年 6 月 10 日首次办理了采矿许可证（证号为：4408000510003）以来，经过多次延续，最近一次核发采矿许可证的时间为 2014 年 5 月 14 日，证号：C4408002010127120101883，其范围由 30 个拐点圈定（表 1-1），面积为 0.5264km²，核定生产规模 29 万 m³/a，开采矿种为玄武岩，有效期限自 2014 年 5 月 14 日至 2030 年 5 月 14 日，开采为标高由+110m~+65m。草罗岭石场从 2019 年 12 月 23 日起停止一切采矿活动，并办理采矿权注销登记有关手续。

小一石场自 2005 年 6 月 14 日首次办理了采矿许可证（证号为：4408000510008）以来，经过多次延续，最近一次核发采矿许可证的时间为 2014 年 7 月 16 日，证号：

C4408002010127130101890，其范围由 16 个拐点圈定（表 1-2），面积为 0.2465km²，核定生产规模 29 万 m³/a，开采矿种为玄武岩，有效期限自 2014 年 7 月 16 日至 2034 年 7 月 16 日，开采为标高由+121m~+48m。陈坎小一石场从 2019 年 12 月 23 日起停止一切采矿活动，并办理采矿权注销登记有关手续。

合利石场自 2005 年 6 月 14 日首次办理了采矿许可证（证号为：4408000510004）以来，经过多次延续，最近一次核发采矿许可证的时间为 2019 年 7 月 17 日，证号：C4408002010127120101886，其范围由 7 个拐点圈定（表 1-3），面积为 0.0586km²，核定生产规模 29 万 m³/a，开采矿种为玄武岩，有效期限自 2019 年 7 月 17 日至 2022 年 1 月 17 日，开采为标高由+100m~+49.1m。合利石场从 2021 年起停止一切采矿活动，并办理采矿权注销登记有关手续。

表 1-1 草罗岭采矿许可证拐点坐标表

拐点	西安 80 坐标		拐点	西安 80 坐标		面积 (km ²)
	X	Y		X	Y	
1	2298120.487	37389731.879	16	2298405.000	37390174.000	0.5264
2	2298131.846	37389864.813	17	2298055.000	37390429.000	
3	2298028.504	37389945.284	18	2297375.000	37390359.000	
4	2297967.324	37389988.089	19	2297375.000	37390169.000	
5	2297955.169	37390001.595	20	2297137.000	37390127.000	
6	2297990.578	37390083.109	21	2297148.896	37390081.514	
7	2298063.455	37390072.835	22	2297287.422	37390099.291	
8	2298135.260	37390054.275	23	2297318.195	37390079.906	
9	2298172.371	37390034.154	24	2297373.457	37390138.010	
10	2298190.000	37390064.000	25	2297516.542	37390159.062	
11	2298343.987	37389655.935	26	2297712.714	37390158.027	
12	2298485.794	37389589.035	27	2297680.959	37390021.358	
13	2298569.354	37389482.228	28	2297813.110	37389893.429	
14	2298632.525	37389461.908	29	2297963.566	37389696.072	
15	2298590.000	37389834.000	30	2298032.778	37389722.502	
开采标高		+110m~+65m				

表 1-2 小一石场采矿许可证拐点坐标表

拐点 编号	(1980 西安坐标系)				
	X	Y	拐点编号	X	Y
1	2297381.44	37389445.78	9	2296940.59	37389859.16
2	2297417.44	37389501.79	10	2296800.76	37389676.44
3	2297604.45	37389677.88	11	2296971.44	37389549.78
4	2297472.30	37389805.81	12	2297017.44	37389516.78
5	2297366.96	37389694.96	13	2297161.44	37389408.78
6	2297219.78	37389787.39	14	2297157.44	37389288.78
7	2297138.67	37389776.95	15	2297201.44	37389145.78
8	2297030.63	37389805.78	16	2297365.44	37389267.78
面积 0.24644km ² ，开采标高：+121m~+48m					

表 1-3 合利石场采矿许可证拐点坐标表

拐点 编号	1980 西安坐标	
	X	Y
1	2298610.45	37389302.79
2	2298581.45	37389178.78
3	2298536.45	37389183.78
4	2298484.45	37389183.78
5	2298267.45	37389053.78
6	2298194.45	37389269.78
7	2298304.45	37389498.79
8	2298408.45	37389448.79
9	2298410.45	37389348.79
矿区面积：0.1123km ² ，开采标高：+100m~+49.1m。		

拟设新矿区范围外西北角有一和达石场已于 2020 年停止开采，并办理了采矿权注销登记有关手续。

为贯彻执行《广东省自然资源厅关于做好我省重大基础设施项目建筑石料资源保障工作的通知》（粤自然资矿管函〔2019〕1327 号）和经湛江市人民政府同意印发的《湛江市工程项目砂石原料保障供应工作方案》（湛建管〔2019〕13 号）、《湛江市工程项目砂石保供稳价工作方案》（湛建管〔2020〕10 号），随着国民经济的发展以及市场上对建筑用石料的需求等原因，为了切实解决湛江市建筑市场原料供应紧张问题，保障主要建筑原料稳定供应，稳定价格，提高省重大基础设施项目和湛江市工程项目建筑石材资源供应保障，同时为了科学合理开发矿产资源，推进采矿权市场建设，促进矿业经济健康持续发展，广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿采矿权出让计划已经过湛江市人民政府第十四届 91 次常务会议审议通过，计划出让矿区范围面积为 2.1880km²，开采标高为 134.01m~20m。

2023 年 9 月 28 日，雷州市草罗岭采石有限公司通过竞拍获得广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿采矿权，出让矿区范围面积为 2.1880km²，开采标高为 134.01m~20m，出让年限为 30 年。矿区范围拐点坐标见表 1-4。

表 1-4 原拟设新矿区范围拐点坐标表

拐点	国家 2000 坐标		拐点	国家 2000 坐标		面积 (km ²)
	X	Y		X	Y	
1	2298574.14	37388874.56	16	2296813.40	37389713.40	2.1880
2	2298628.88	37388911.32	17	2296789.63	37389656.47	
3	2298740.96	37388821.15	18	2297084.60	37389373.57	
4	2298800.71	37388919.37	19	2297426.62	37389430.48	
5	2298800.71	37388940.87	20	2297458.37	37389371.74	
6	2298755.47	37389036.12	21	2297552.33	37389489.55	
7	2298676.89	37389090.09	22	2297487.08	37389601.36	
8	2298563.68	37389131.10	23	2297666.19	37389515.29	
9	2298688.62	37389370.22	24	2297700.17	37389563.80	
10	2298589.14	37389950.56	25	2297768.47	37389476.77	
11	2298404.14	37390290.56	26	2297545.67	37389182.51	
12	2298054.14	37390545.56	27	2297749.88	37389135.27	
13	2297374.14	37390475.56	28	2298013.88	37389117.81	
14	2297033.20	37390302.27	29	2298056.14	37388956.56	
15	2296722.84	37390040.45	30	2298215.94	37388875.57	
开采标高		+134.01m~+20m				

竞得该矿采矿权后，因雷州市自然资源局在审批新立采矿权登记发现拟设矿区范围内有部分范围农矿矛盾较复杂，且难以解决。为缓解矿农矛盾，根据雷州市自然资源局《委托书》，需对原已评审通过的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿资源储量核实报告》矿区范围进行缩小，并委托广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）对缩小的矿区范围资源储量进行分割，明确缩小后的矿区范围面积为 2.0766km²，开采标高为 134.01m~20m。

表 1-5 调整后矿区范围拐点坐标表

2000 国家坐标系					
点号	X	Y	点号	X	Y
J1	2298574.139	37388874.558	J18	2297008.502	37390216.556
J2	2298613.819	37388901.203	J19	2296728.914	37390018.506
J3	2298458.569	37389009.011	J20	2296813.398	37389713.403
J4	2298207.479	37389073.966	J21	2296789.630	37389656.466
J5	2298257.882	37389201.760	J22	2297084.600	37389373.571
J6	2298483.704	37389169.745	J23	2297426.621	37389430.479
J7	2298571.556	37389146.167	J24	2297458.372	37389371.742
J8	2298688.620	37389370.220	J25	2297552.328	37389489.545
J9	2298589.140	37389950.560	J26	2297487.084	37389601.361
J10	2298404.140	37390290.560	J27	2297666.188	37389515.289
J11	2298054.140	37390545.560	J28	2297700.172	37389563.804
J12	2297374.140	37390475.560	J29	2297768.471	37389476.772
J13	2297033.201	37390302.265	J30	2297545.672	37389182.510
J14	2296979.817	37390257.232	J31	2297749.880	37389135.270
J15	2296981.330	37390250.901	J32	2298013.878	37389117.811
J16	2296991.111	37390240.998	J33	2298056.138	37388956.559
J17	2296998.700	37390231.686	J34	2298215.935	37388875.572

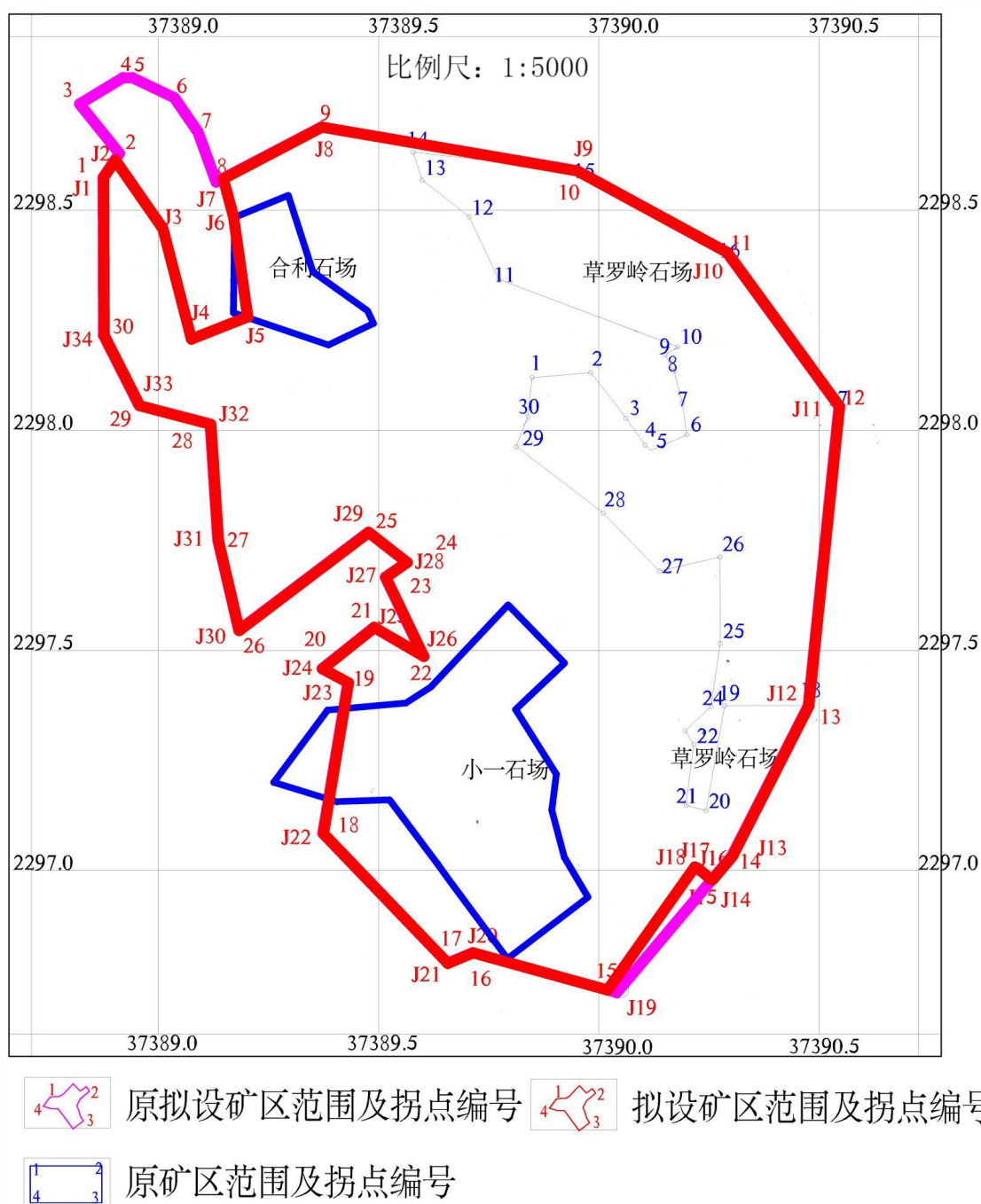


图 1-2 调整后矿区、原拟设矿区及周围矿区相对位置叠合关系示意图

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

根据矿区保有资源储量、开采技术条件，结合市场需求，确定矿山生产规模为 380 万 m³/年。

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

山生产建设规模为大型。

根据《开发利用方案》开发建设项目投资估算总额约 61051.77 万元。

(2)工程布局

1) 矿山工程布局概况

矿山为采矿权新立登记项目，矿区内前期存在采矿活动。

根据矿区地质特征、矿体埋藏条件和矿区开采技术条件等，《开发利用方案》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、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路等辅助设施。

矿山主要工程分布如下：

①露天采场：采用露天台阶开采方式，露天采场水平投影面积 207.6644hm²，开发利用方案按划定矿区范围设计，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。设计首采部位的标高+134.10m，最低开采至+20m。

残破积层及全风化台阶坡面角45°，回填料玄武岩台阶坡面角55°，建筑用玄武岩台阶坡面角为60°，安全平台宽度3m~4m，自上而下每隔2~3个安全平台设置一个清扫平台，清扫平台宽度6m~8m，残破积层台阶及全风化岩台阶高度≤8m，回填料玄武岩台阶高度10m，建筑用玄武岩台阶高度10m。根据境界圈定结果，终了台阶自上而下分别为：+128m、+122m、+114m、+106m、+98m、+90m、+80m、+70m、+60m、+50m、+40m、+30m 和 +20m。其中+114、+90m、+60m、+30m 为清扫平台，其余为安全平台。

②工业场地：根据《开发利用方案》所示，本方案设计共 4 个破碎站，分别形成独立的破碎加工生产线：1#破碎站设置在矿区 J9-J10 号拐点附近，场地原始地形标高约为 +49m~+54m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+55m、+52m 和+50m 共三个生产及堆场平台，1#破碎站占用土地面积约 4.2254hm²；2#破碎站设置在矿区 J11-J12 号拐点东侧附近，场地原始地形标高约为+70m~+60m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+70m 和+60m 共两个生产及堆场平台，2#破碎站占用土地面积约 5.4281hm²；3#破碎站设置在矿区 J21-J22 号拐点西南侧附近，场地原始地形标高约为+95m~+90m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+95m 和+90m 共两个生产及堆场平台，3#破碎站占用土地面积约 5.5439hm²；4#破碎站设置在矿区 J32-J33 号拐点西侧附近，场地原始地形标高约为+103m~+93m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+103m 和+93m 共两个生产及堆场平台，4#破碎站占用土地面积约

5.3389hm²。

根据矿山成品方案及综合利用方案，破碎站需要进行规格碎石加工加工工艺，并对回填用玄武岩矿进行一段破碎和储料。破碎规格碎石采用三段一闭路破碎生产工艺流程，产品主要有 20-30mm 碎石和 10-20mm 碎石，副产品有 10mm 以下石粉。回填用玄武岩矿采用粗碎生产线进行简单破碎后，加工成回填用碎石。

根据生产线设置情况共设置 4 个机汽修车间，均位于在破碎站内。其布置了部分生产及辅助设施，如小型汽修厂、总调度及监控室等。小型汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。同时汽修厂设置仓库，便于设备零件库存，存取方便。

工业场地共占用土地面积约 20.5363hm²，占用土地类别为园地、林地、草地、交通运输用地、城镇村及工矿用地，土地所有权属火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有。土地承包经营权和复垦责任人为雷州市草罗岭采石有限公司。

③剥离层外运转运场：根据《开发利用方案》所示，为了便于运输及储存、外运，在每条生产线各设置一个剥离层外运转运场，根据各生产线设置情况，共设4座剥离层外运转运场：1#剥离层外运转运场设置在1#破碎站东南、1#生活区西南面，1#剥离层外运转运场占用土地面积约1.2308hm²，堆填高度8m，堆放坡面不大于45°，暂存剥离层量约8.48万 m³；2#剥离层外运转运场设置在2#破碎站产品堆场南面，2#剥离层外运转运场占用土地面积约1.9813hm²，堆填高度8m，堆放坡面不大于45°，暂存剥离层量约13.96万 m³；3#剥离层外运转运场设置在3#破碎站产品堆场南面，3#剥离层外运转运场占用土地面积约1.2870hm²，堆填高度8m，堆放坡面不大于45°，暂存剥离层量约8.88万 m³；4#剥离层外运转运场设置在3#破碎站西北面、4#生活区东侧，4#剥离层外运转运场占用土地面积约1.2308hm²，堆填高度8m，堆放坡面不大于45°，暂存剥离层量约8.48万 m³。根据场地情况，堆场均采用平地堆填方式暂存，为了保证堆场安全，堆填高度不宜过高，本设计最大堆填高度暂按8m 计算，堆放坡面不大于45°，4个剥离层外运转运场合计最大可暂存剥离层量约39.80万 m³，年需要外运覆盖层量为47.49万 m³，可临时堆存约10个月的外运剥离层量。

4个剥离层外运转运场共占用土地面积约5.7299hm²，占用土地类别为园地、林地、草地、城镇村及工矿用地，土地所有权属火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有。土地

承包经营权和复垦责任人为雷州市草罗岭采石有限公司。

④复垦用土临时堆场：根据《开发利用方案》所示，根据未来矿山生产需要，矿山产出的部分残坡积层需堆填在复垦用土临时堆场内，用于未来矿山复垦复绿用土。由于该矿周边环境较为复杂，用地条件困难，复垦用土临时堆场仅能设置在矿区范围内，根据地形条件，复垦用土临时堆场设置在矿区范围内 J11 号拐点西面原草罗岭旧采坑内，占用土地面积约 5.8161hm²，该采坑三面为已开采形成的边坡，另外一面出口处宽度不大，较为地势较缓，便于筑坝，坝体稳定。拦渣坝采用块石砌砌坝，坝顶标高为+65m，坝高 3m，坝长仅约 240m，采用分层堆放，堆填 2 个台阶，堆积台阶高度分别为 10m 和 7m，堆积总高度为 17m，台阶坡面角为 45°，平台宽度不小于 5m，终了帮坡角为 38°，满足安全要求。复垦用土临时堆场最大容量为 36.36 万 m³。

⑤办公及生活区：办公区设置在矿区 J10 号拐点东面，1#破碎站东侧，直线距离矿区范围约 150m，办公区主要设置了行政办公楼、停车区。

本方案设计共设 4 条破碎生产线，并形成相对独立的开采、运输、破碎、外运等采运系统，因此，为了生产人员生活与生产便利，本方案设计在各破碎站附近设置生产人员的生活区（分别为 1#生活区、2#生活区、3#生活区和 4#生活区）。各生活区内需要设置主要的生活设施，包括了员工宿舍、医务室、食堂、文娱设施等。

办公及生活区共占用土地面积约 4.9190hm²，占用土地类别为园地、城镇村及工矿用地，土地所有权属火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有。土地承包经营权和复垦责任人为雷州市草罗岭采石有限公司。

由于办公区、1#生活区、2#生活区均位于 300m 爆破危险境界范围内，为了保证生产及生活安全，本方案设计以办公区、1#生活区、2#生活区靠近采场一侧建构筑物往采场方向外推 300m，与采场交叉区域设置非爆破开采区，该区域禁止采用爆破方式进行开采。

⑥矿山道路：矿山开拓方案为简易公路和局部移动坑线。矿区内修建简易公路延伸至矿区外的工业场地、办公及生活区等地，矿区外运输沿用原有的乡村道路。矿山道路共占用土地面积约 5.0689hm²，占用土地类别为园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地，土地所有权属火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有。土地承包经营权和复垦责任人为雷州市草罗岭采石有限公司。

2、矿山拟开采的层位

本区矿体为玄武岩矿体，即建筑用玄武岩矿和回填料用玄武岩矿，为喜山期喷出岩（ β_6^b ），分布于整个核实工作范围，厚度一般大于 50m，岩性主要为拉斑玄武岩和玄武岩，按其结构有致密块状玄武、气孔玄武岩。一般地表以下有 0~20m 玄武岩风化残积层，平均 3.7m，赋存标高+133.07~+73.26；残积层下部为 0~93.5m 全风化玄武岩，平均 15.9m，赋存标高+125.39~+58.88；其下为半风化玄武岩，层厚为 0~80m，平均 31.0m，赋存标高+120.66~+40.08；接着是微风化玄武岩，层厚为 0~91m，平均 21.1m，赋存标高+117.17~+24.02。微风化玄武岩以下多为凝灰岩或第四系下更新统湛江组粘土。微风化致密块状玄武岩可作为建筑用石料开采，半风化玄武岩、半风化凝灰岩、微风化凝灰岩可作为回填料用石料开采。

3、矿产资源储量

根据广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）2024 年 2 月，完成编制的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料用玄武岩矿资源储量分割报告》，经评审，截止 2024 年 1 月 30 日，现拟设矿区范围内现拟划定矿区范围内累积查明建筑用玄武岩矿资源量矿石量 $5579.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中历年累计开采消耗资源量矿石量 $1572.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，保有建筑用玄武岩矿资源量矿石量 $4007.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中控制资源量 $3457.35 \times 10^4 \text{m}^3$ ，推断资源量 $549.65 \times 10^4 \text{m}^3$ ；回填料用玄武岩（含半风化玄武岩、微风化凝灰岩、半风化凝灰岩）资源储量为 $6389.40 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中控制资源量为 $6014.56 \times 10^4 \text{m}^3$ ，推断资源量 $374.84 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

经过估算，现拟设矿区范围内剥离量为 $1913.70 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其中：残坡积层剥离量为 $566.60 \times 10^4 \text{m}^3$ 、全风化层剥离量 $1347.10 \times 10^4 \text{m}^3$ 。剥采比为 0.18：1。

拟变更后采矿权范围之外的建筑用玄武岩矿资源量矿石量 $113.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ；回填料用玄武岩（含半风化玄武岩、微风化凝灰岩、半风化凝灰岩）资源储量为 $534.83 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

4、矿山设计年生产能力及生产服务年限

根据矿床储量规模、矿体的地质特征，经济合理服务年限、市场情况，设计本矿山生产能力为 380 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

矿山计算生产年限约为 25 年，基建期 2 年，闭坑治理期 1 年，总服务年限为 28 年。

5、开采接替顺序、开采方式及采矿方法

矿山采用露天台阶开采方式，总体顺序：自上而下分层开采。根据矿区地理形状及矿体埋藏情况，该矿区设一个采场，采取从上而下分水平台阶开采。

根据矿体赋存及矿区地形地貌条件、开采深度、矿山开采技术条件以及所选用的采装设备等，设计采用分水平台阶、从上往下逐层开采。

6、矿山固体废弃物及处置

采掘废渣主要为剥离土，其中部分剥离土用于矿山复垦所需，其余剥离土均外运综合利用。按上述方法，矿山废土石对当地环境的破坏程度可降到最低。

7、矿山的废水及处置

(1) 露天采场的排水及处置情况

露天采场采矿中疏排的矿坑水不含有毒有害物质，雨季时含有少量泥沙，经过沉砂池后排放可以基本达到环境标准。总体评估，矿山废水对环境污染甚微。

(2) 生活污水的处置

生活污水主要为粪便污水和洗涤水。采用化粪池处理，经处理后废水水质达到《污水综合排放标准》（GB8978—1996）中的三级标准后，排至外部水沟。

8、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、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路。矿山在生产期间和闭坑后，对露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路等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。因此在矿山生产和管理过程中，应根据不同条件积极认真研究和实施利用剥离的表土和废石进行复垦绿化。

(2)矿山复垦绿化方案简介

结合实际情况，矿区经过平整覆土后为适宜复垦为园地、林地、坑塘水面。

露天开采终了时，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，种植灌木及藤蔓植物，以实现最终边坡的绿化。安全平台和清扫平台的复绿工作应在矿山生产过程中完成，一旦当终了平台和边坡形成就应进行复绿工作。

矿区地面标高+50m 以上为正地形开采，+50m 以下为凹陷开采，采场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，矿山资源开发利用结束后，结合《开发利用方案（修编）》中复垦规划，露天采场+50m 台阶以上复垦为林地及园地，露天采场+50m 台阶以下凹陷段落复垦为坑塘水面。

工业场地、办公及生活区在矿山闭坑后拆除建筑物，建筑废渣和废石一起处理，可

回收的砖块留做砌筑截水沟的材料，为提高各区域内植物成活率，各区域还需进行平整和覆土改造，改造后工业场地复垦为园地，办公及生活区复垦为园地。

剥离层外运转场内堆存表土用于矿山复垦所需，矿山闭坑后对剥离层外运转场进行土地平整，然后复垦为园地。

矿山闭坑后矿区道路路面保留，并对路面进行平整及压实，压实后交由地方及林业部门使用。

9、绿色矿山实施

(1)建设目标

绿色矿山建设，必须在严格遵守《中华人民共和国矿产资源法》等法律法规的前提下，依照国家级绿色矿山建设的九条标准，以实现资源利用高效化、开发方式科学化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化为总体目标，积极推行“开发、节能、环保”的企业管理新模式和绿色生态助推矿山可持续发展的崭新理念，有序推进、分步实施，构建资源、环境和社会效益相协调的矿山发展模式，建立绿色矿山建设长效机制，力争通过五年时间的建设，将该矿山打造成省内一流的绿色矿山企业。

(2)创建绿色矿山基本条件

①依法办矿

- 1、严格遵守《矿产资源法》等法律法规，合法经营，证照齐全，遵纪守法。
- 2、矿产资源开发利用活动符合矿产资源规划的要求和规定，符合国家产业政策。
- 3、认真执行《矿产资源开发利用方案》、《矿山地质环境保护与治理恢复方案》、《矿山土地复垦方案》等。
- 4、三年内未受到相关的行政处罚，未发生严重违法事件。

②规范管理

- 1、积极加入并自觉遵守《绿色矿业公约》，制订有切实可行的绿色矿山建设规划，目标明确，措施得当，责任到位，成效显著。
- 2、具有健全完善的矿产资源开发利用、环境保护、土地复垦、生态重建、安全生产等规章制度和保障措施。
- 3、推行企业健康、安全、环保认证和产品质量体系认证、实现矿山管理的科学化、制度化和规范化。

③综合利用

- 1、按照矿产资源开发规划与设计，较好地完成了资源开发与综合利用指标，技术经

济水平居国内同类矿山先进行列。

2、资源利用率达到矿产资源规划要求，矿山开发利用工艺、技术和设备符合矿产资源节约与综合利用鼓励、限制淘汰技术目录的要求，“三率”指标达到或超过国家规定标准。

3、节约资源，保护资源，大力开展矿产资源综合利用，资源利用达国内同行业先进水平。

④技术创新

1、积极开展科技创新和技术革新，矿山企业每年用于科技创新的资金投入不低于矿山企业总产值的 1%。

2、不断改进和优化工艺流程，淘汰落后工艺与产能，生产技术居国内同类矿山先进水平。

3、重视科技进步，发展循环经济，矿山企业的社会、经济和环境效益显著。

⑤节能减排

1、积极开展节能降耗、节能减排工作，节能降耗达国家规定指标。

2、采用无废或少废工艺，成果突出。“三废”排放达标。

⑥环境保护

1、严格执行环境保护“三同时”制度，矿区及周边自然环境得到有效保护。

2、制定矿山环境保护与治理恢复方案，目的明确，措施得当，矿山地质环境恢复治理水平明显高于矿产资源规划确定的本区域平均水平。重视矿山地质灾害防治工作，近三年内未发生重大地质灾害。

3、矿区环境优美，绿化覆盖率达到可绿化区域面积的 80%以上。

⑦土地复垦

1、矿山企业在矿产资源开发设计、开采各阶段中，有切实可行的矿山土地保护和土地复垦方案与措施，并严格实施。

2、坚持“边开采，边复垦”，土地复垦技术先进，资金到位，对矿山压占、损毁而可复垦的土地应得到全面复垦利用，因地制宜，尽可能优先复垦为林地。

⑧社区和谐

1、履行矿山企业社会责任，具有良好的企业形象。

2、矿山在生产过程中，及时调整影响社区生活的生产作业，共同应对损害公共利益的重大事件。

3、与当地社区建立磋商和协作机制，及时妥善解决各类矛盾，社区关系和谐。

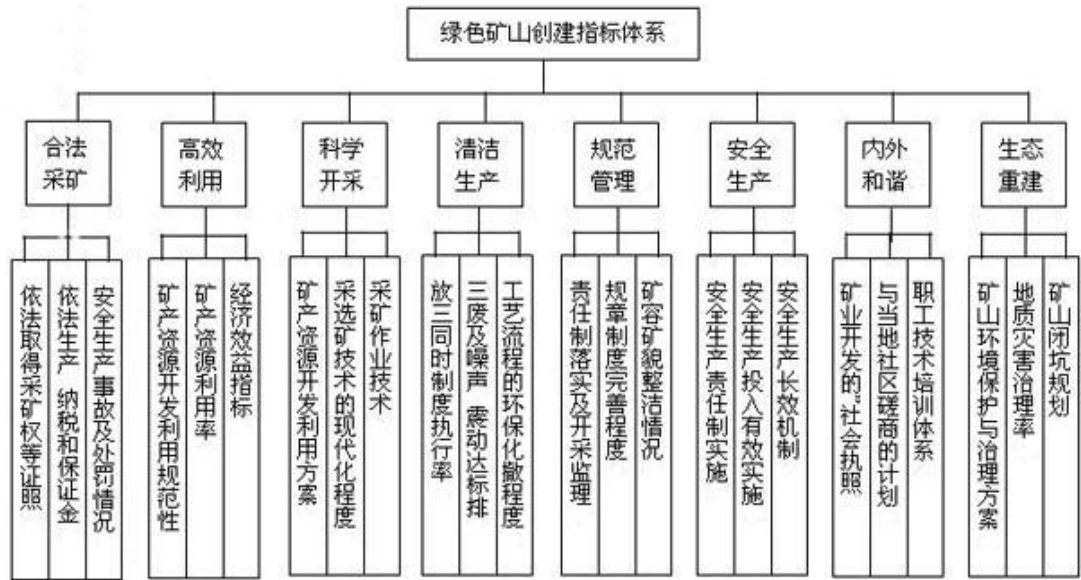
⑨企业文化

1、企业文化是企业的灵魂。企业应创建有一套符合企业特点和推进实现企业发展

2、拥有一个团结战斗、锐意进取求真务实的企业领导班子和一支高素质的职工队伍。

3、企业职工文明建设和职工技术培训系健全，职工物质、体育、文化生活丰富。

(3)绿化矿山创建标指体系



10、安全生产

(1)矿山企业应当具备下列安全生产条件

①建立、健全矿山企业安全生产责任制；主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门安全生产岗位责任制；健全和完善以下 16 项安全管理制度：1）安全生产责任制度；2）安全目标管理制度；3）安全例会制度；4）安全检查制度；5）安全教育培训制度；6）设备管理制度；7）危险源管理制度；8）事故隐患排查与整改制度；9）安全技术措施审批制度；10）劳动防护用品管理制度；11）伤亡事故报告和处理制度；12）应急管理制度；13）安全奖惩制度；14）安全生产档案管理制度等；15）职业危害预防制度；16）安全生产费用提取使用制度；制定作业安全规程和各工种操作规程。

②安全投入符合安全生产要求，按照有关规定提取安全技术措施专项经费。

③设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。

④主要负责人和安全生产管理人员的安全生产知识和管理能力经考核合格。

⑤特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书。

⑥其他从业人员按照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格。

⑦依法参加工伤保险，为从业人员缴纳工伤保险费。

⑧对有职业危害的场所进行定期检测，有防治职业危害的具体措施，并按规定为从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动防护用品。

⑨依法进行安全评价。

⑩对作业环境安全条件和危险性较大的设备进行定期检测检验，有预防事故的安全技术保障措施。

⑪露天边坡等易发生事故的场所、设施、设备，有登记档案和检测、评估报告及监控措施。

⑫制订各种事故以及采矿诱发地质灾害等事故的应急救援预案。

⑬配备必要的应急救援器材、设备；指定兼职的应急救援人员，并与邻近的事故应急救援组织签订救护协议。

(2)露天矿山开采必须遵守的原则

①露天矿山应当采剥并举、剥离先行并自上而下分台阶开采，严禁掏采；台阶高度必须符合有关规定的要求。

②危险性较大的矿用挖掘、运输等机械设备应当有定期检验报告，且该报告须在检验有效期内。

③露天采场的排水口等处必须采取妥善的防洪措施。

④作业前，必须认真检查工作场地，确认电器、机械设备、工具和防护设施处于安全状态，方准作业。

⑤工作面发现悬浮大块矿岩时，必须及时处理，处理时必须采取相应的安全措施。

⑥采场出现滑坡征兆时，应停止危险区的作业，撤离人员，禁止人员和车辆通行，并报矿有关部门及时处理。

⑦因遇大雾、尘雾和照明不良而影响能见度，或因暴风雨、雪或有雷击危险不能坚持正常生产时，应立即停止作业；威胁人身安全时，人员应转移到安全地点。

⑧在距坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）高处作业时，必须佩带安全带或设置安全网、护栏等防护设施。

⑨高处作业时，严禁抛掷物件；严禁上下垂直方向双层作业。

⑩遇有六级以上强风时，禁止在露天进行高处作业。

⑪露天开采应优先采用湿式作业。产尘点和产尘设备，应采取综合防尘技术措施。

⑫参照《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）及矿山实际，矿山采取合理

的台阶参数，保证岩石边坡的稳定性。

(3)防止放炮和火药爆炸安全对策措施

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

②每次爆破前按照爆破设计填写爆破作业说明书，并督促严格按说明书进行爆破。

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

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

⑤按照《爆破安全规程》（GB6722-2021）的规定，严格划定爆破警戒范围，及时将人员撤离到安全警戒线以外的地区，在采场爆破时要及时通知与爆破无关人员撤离到安全范围以外地方避炮。

⑥禁止在雷雨天气或夜间进行爆破作业。

⑦对爆破器材要做到领、用、退三对帐制度。

⑧露天爆破作业要设置爆破掩体。

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

(4)矿区防治水方案

矿区境界外截水沟位置为最终边坡坡顶线外 1m。截水沟顺坡顶线延伸途中，在地势适宜位置可分流到外部原始溪流，以减少矿区排洪负荷。

根据矿山地形特点，开采边界外围设置截水沟。

截水沟主要技术参数有以下几点：

①水力坡度不小于 10‰；

②土层段和裂隙发育的破碎岩层，必须设置防渗层(如防水砂浆罩面)；

③截水沟由高到低随汇水面积增加而扩大过水断面，最小断面不宜小于 0.2m²；

④截水沟全沟段不得有凹陷、倒坡，杜绝汇水泄流；

(5)加强现场安全管理，夯实安全基础

①现场安全管理实现制度化和法制化，严格执行各项安全管理制度和操作规程，坚

决纠正有章不循，违章违纪的行为。对于违章、违纪行为要采取行政的、经济的、甚至法律的手段处理。矿山要根据自身实际情况，制定符合实际、便于执行的行政、经济的处罚规定。

②坚持并加强全员、全过程安全教育，不断提高现场作业人员的安全素质和技术水平。作业人员对安全操作规程不仅“应会”而且“应知”，有效防止人的不安全行为。

③各班组兼职安全员、负责班前安全预检、班中布置安全事项、班后进行当班安全情况小结。

④矿山要定期开展安全生产大检查，并做好日常的安全检查工作，定点观察制度，在检查和观察中发现的安全隐患及时整改。

⑤矿山要做好员工的劳动保护工作，关心作业人员的身体健康，定期为接触粉尘作业人员进行健康检查，要为作业人员购买意外伤害和工伤保险。

⑥矿山要建立重大事故应急救援预案，一旦发生特大事故，立即启动预案，防止事故扩大，减少事故损失。

四、矿区开采历史及现状

1、矿山开采历史

本区玄武岩矿体(建筑用石料)开采，历史较久，但有规模的开采时间不长，拟申请的矿区范围内包括已经闭坑的草罗岭石场、陈坑小一石场、合利石场。截止 2021 年 1 月 31 日，草罗岭石场消耗建筑用玄武岩矿资源储量 $607.90 \times 10^4 \text{m}^3$ ；截止 2020 年 12 月 31 日，陈坑小一石场采矿证范围内动用消耗建筑用玄武岩矿资源储量 $844.08 \times 10^4 \text{m}^3$ ；截止 2021 年 1 月 31 日，合利石场采矿权范围内累计消耗资源储量矿石量 $82.20 \times 10^4 \text{m}^3$ 。拟申请的矿区范围内三个石场历年累计消耗建筑用玄武岩矿资源储量为 $1534.18 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

2、矿山开采现状

拟设矿区范围内包含了原草罗岭石场、原陈坎小一石场和原合利石场。三个石场经过多年的生产，已在原采矿范围内形成了一定规模的采坑。

原草罗岭石场矿山经多年开采，已形成三个露天采坑，从北西顺采矿权长轴弧向东南依次为 1#、2#和 3#采坑。1#采坑为东西向不规则凹坑，采坑长为 310m，宽约 80m，该采坑北部形成 3 级台阶，台阶标高为分别+80m、+75m、+70m，台阶高差 5~25m，台阶坡面角 $52^\circ \sim 70^\circ$ ，在采坑南部形成 2 级台阶，台阶标高为分别+100m、+82m，台阶高差 7~15m，台阶坡面角 60° ，边坡坡脚为堆土区，采坑最低标高为 65.38m。2#采坑呈

不规则弧形，弧长约 1042m，宽度为 242m，采坑西部形成 4 级台阶，台阶标高为分别 +116m、+100m、+87m、+70m，台阶高差 8~22m，台阶坡面角 55°~73°，采坑最低标高为 65.01m。3#采坑呈北北东向展布的长轴状，长轴长约 236m，宽度为 80m，该采坑西部形成 2 级台阶，台阶标高为分别+112m、+77m，台阶高差 13~32m，台阶坡面角 52°~71°，该采坑东部形成 2 级台阶，台阶标高为分别+80m、+72m，台阶高差 8m，台阶坡面角 60°~70°，采坑最低标高为 65.00m。2019 年矿山停产后，目前采坑底已蓄水，蓄水面积达 0.13km²，水位标高+68.82m。

原陈坎小一石场矿山经多年开采，形成了一北东向展布的不规则凹陷采坑，采坑长 600m，宽 210~750m，在矿区北部主要形成 4 级台阶，台阶标高为分别+105m、+90m、+72m、+65m，平台宽度 3~8m，台阶高 7~18m，台阶坡面角 52°~70°，在矿区西部形成 4 级台阶，台阶标高为分别+105m、+80m、+70m、+55m，平台宽度 3~8m，台阶高差 10~25m，台阶坡面角 50°~70°，在矿区东南部形成 3 级台阶，台阶标高为分别+105m、+92m、+70m，平台宽度 3~8m，台阶高差 15~18m，台阶坡面角 50°~75°，现状边坡高度达 30~50m，坡度 30°~40°，采坑底部已开采至最低开采标高+48.00m。2019 年 12 月矿山停产后，截至 2020 年 12 月 28 日采坑底已蓄水面积达 0.13km²，水位标高+53.3m。

原合利石场矿山经多年开采，现已形成长约 350m，宽约 144m，采坑最低开采标高为 50.11m 的露天采坑，已形成+103m、+92m、+73m、+60m 标高 4 个开采台阶。

3、矿区周边采矿现状

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。

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，属亚热带湿润性季风气候，日照时间长，终年受海洋气候调节，气候特征表现为风害多、雷暴频、雨量集中，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℃（1977 年 6 月 8 日），极端最低气温 0℃（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 1711.6mm，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 300.1mm（1980 年 7 月 22 日）。年平均相对湿度 84%。年平均蒸发量 1712.8-1946.3mm，大于降雨量，雨季降雨量大于蒸发量，而旱季蒸发量大大超过降雨量。

（二）水文

矿区内地表水系不发育，原草罗岭石场南部采坑形成一个小型水塘，水塘深约 3~5m，标高约 68~71m；陈坎小一石场形成水塘，水塘深约 5m，水面标高约 51m。矿区及附近无河、溪等地表水体。

（三）地形地貌

本矿区属于台地地形，采矿范围位于山坡上，矿区整体地貌中部高四周低。地面现状标高大致+46m~+134m，高差约 84m。矿区最低侵蚀基准面为+25m。

（四）植被

矿山为新规划项目，但矿区内前期存在采矿活动，根据现场勘察了解，前期采矿所挖掘区域植被已被移除，矿区范围内形成两个水塘，仅小部分区域生长植被，多以乔木与杂草为主（见图 2-1），部分区域裸露，部分区域进行了复垦复绿已有植被生长。



图 2-1 矿区内已复垦植被

（五）土壤

矿区土壤类型为赤红壤，地表土主要为粘性土，由玄武岩风化而成，厚度为 2~3m，以棕红、褐红色为主，粉粒含量较高，持水性能强。土壤富含铁铝，一般在 10%以上，有机质含量一般为 2%~3%，植被覆盖较好地段可达 5%，是当地自然肥力最高的一种土壤，适宜种植各类经济作物，特别是热带作物。



图 2-2 矿区内土壤

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、区域地层

区内出露地层由老到新有湛江组（ Q_z ）、北海组（ Q_b ）、石卯岭组（ Q_s ）及第四纪全新统海相沉积层（ Q_G ）。

①湛江组（ Q_z ）：分布于工作区北部小山谷中，为杂色砂砾、粗—细砂、粉砂质粘土及粘土互层，夹基性火山岩。为滨海—三角洲相沉积，矿区出露面积较小，厚度不详。

②北海组（ Q_b ）：分布于工作区山谷中，为土黄色粘土、砾砂等，厚度 2~3m。

③石卯岭组（ Q_s ）：分布于工作区中、南部的大部地区，岩性为喜山期喷出岩（ $\beta 6b$ ）拉斑玄武岩及玄武岩，岩层厚度大于 90m，覆盖于湛江组之上。

④第四纪全新统冲洪积层（ Q_4^{pal} ）：分布于工作区西部，为土黄色粘土、砾砂等，厚度 2~3m。

拉斑玄武岩及玄武岩，岩层厚度大于90m，覆盖于湛江组之上，本层的微风化岩石可作为建筑用石料开采。

③北海组（Q_b）：分布于工作区山谷中，为土黄色粘土、砾砂等，厚度2~3m。

④第四纪全新统洪冲积层（Q₄^{pal}）：分布于矿区北部山谷中，为土黄色粘土、砾砂等，厚度2~3m。

（二）地质构造

矿区位于华南褶皱系雷琼断陷北部，矿区基底是华南粤西加里东褶皱变质岩系的延伸部分。通过矿区邻近的隐伏基底断裂有海康—吴川断裂，基底形成岭北—徐闻断隆。

基底以上的沉积盖层于矿区内未见褶皱及断裂构造。

（三）水文地质

1、地下水特征

开采影响范围内，地下水类型有松散岩类孔隙潜水及微承压水和块状岩类裂隙水两类。

①松散岩类孔隙潜水及微承压水

松散岩类孔隙含水层主要由玄武岩残坡积层、全风化玄武岩组成，整个矿区基本都有分布，平均厚度大于10m，大部分地段透水而不含水，其补给来源是大气降雨，富水性弱，水量贫乏。

②块状岩类裂隙水

块状岩类裂隙水含水层，主要由玄武岩和凝灰岩组成，岩（矿）石节理裂隙较发育，但裂隙大多呈闭合状，仅少量为张开状。部分张开节理裂隙储存水。补给来源主要为大气降雨直接补给，局部为覆盖其上的松散岩类孔隙水含水层，富水性弱，水量贫乏。

2、地下水补给、径流和排泄条件

区内降雨充沛，地表水系不发育，附近没有河流分布。地下水补给以大气降水为主。上部松散岩类孔隙水依地势由高向低径流，多以潜流的形式排泄于沟谷和河流，部分耗于地面蒸发和植物蒸腾；玄武岩孔洞裂隙水沿节理裂隙和孔洞径流，部分排泄于沟谷和河流，部分下渗越流补给下部玄武岩或湛江组含水层。

3、地下水动态变化

据区域水文地质资料，区内浅层潜水和微承压水动态与大气降雨密切相关，水位的升降与雨季的出现与消失基本吻合，相应于降雨量的滞后期约 1 天，每年 6~9 月处于最高水位期，当年 11 月至次年 3 月分处于低水位期，地下水年水位变幅 1~6m。

4、矿坑充水量预测

矿区与矿山有影响的主要为块状岩类裂隙水，属于裂隙充水矿床，由于风化裂隙含水层不稳定，富水性弱，水量贫乏，对矿山开采影响程度较小。

5、矿床充水条件分析

矿坑涌水量主要为大气降雨落入矿坑的集雨量，松散岩类孔隙水及基岩裂隙水水量较贫乏，矿区地下水贫乏，这部分涌水量可以忽略，矿区附近也未见河、溪等地表水体，对未来矿山开采有明显影响的是大气降水。按下式公式计算：

$$Q_{\text{降}} = F \cdot A \cdot W$$

式中 $Q_{\text{降}}$ —矿坑集雨量 (m^3/d)；

F —矿坑汇水区面积 (m^2)；

A —历年最大一日降雨量值 (mm)；

W —地表迳流率 (%)，矿坑以内 W 近似取 100%。

矿坑汇水区面积为 409054m^2 ，据湛江市气象局有关资料，矿区多年最大一日降雨量为 0.3001m ，矿区日平均降雨量为 0.0047m ，计算得大气降雨落入矿坑的正常降雨集水量为 $1922.55\text{m}^3/\text{d}$ ，最大集水量为 $122757.11\text{m}^3/\text{d}$ 。

6、水文地质条件评价小结

矿区为台地地形，开采区为中间高四周低的台坡，岩层（矿体）大部分位于当地侵蚀基准面之上，且矿区无河溪地表水体，对于天然降水，采场周边布设排水沟进行自然排泄。部分自然降水往低洼的采坑处汇聚，可在低洼的采坑处设置排水泵进行排水。矿区排水采用自然排泄和机械排水相结合的方式。矿山采用露天开采方式，降雨对矿山开采影响较小。

水文地质条件简单，开采后水文地质条件变化小。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）判定矿区水文地质条件复杂程度为简单。

（四）工程地质

1、矿区工程地质特征

矿区范围内由上往下分布有玄武岩风化残积土、全—半风化玄武岩和微-未风化玄武

岩。表层风化强烈，被其风化残积土覆盖，岩石按风化程度，自上而下可分为残坡积层、全风化玄武岩、半风化玄武岩、微-未风化玄武岩。

①松散岩类：第四系风化残积（ Q^{el} ）粘性土：褐黄色，棕红色等，可塑—硬塑，粘性土遇水易崩解；主要由粘粉粒组成。该层分布广，层厚一般 5~25m。

②软质岩类：全风化、半风化岩层，岩石裂隙较发育。该层分布广，层厚一般 2~20m。

③硬质岩类：由微风化—新鲜玄武岩（矿体）组成，岩石节理裂隙发育。该岩类全区分布，厚度一般>50m。

2、矿区工程地质条件类型

矿区上部岩体风化裂隙发育岩石较为破碎、下部岩体呈块状，其节理较发育。岩体由于裂隙较多，开采面边坡容易产生松动危石，形成不稳定边坡。这是影响本场地安全的主要因素之一，应当控制好剥离层的分层台阶高度和开采过程中的动态管理。

由于玄武岩残积土及全风化层厚度较大，粘结性差，对其剥土形成边坡后，抗冲刷能力差，矿山开采过程中可能诱发的主要工程地质问题是矿坑岩、土体边坡失稳。

现有矿坑边坡总体上稳定，残积土层全风化玄武岩局部厚度较大，稳定性较差。矿山开采难度较大，边坡高度较大，拟设矿区开采的最终边坡最大高度达到 113m。矿区工程地质条件属中等类型。

矿山开采过程中可能诱发的主要工程地质问题是矿坑边坡失稳。建议采取如下防治措施：1、矿山开采应严格按设计要求进行施工，控制好坡角及台阶高度。并根据实际地质条件及工程实践采取相应有效的防护措施。2、加强边坡变形监测，及时掌握边坡变形特征，防范于未然。

综上所述，矿体（层）为厚层、块状微风化—新鲜玄武岩，岩石强度高，但节理裂隙发育，采场边坡可沿软弱结构面产生局部滑移。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）判别矿区工程地质条件复杂程度为中等类型。

小节：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 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表，判定矿床开采工程地质条件属中等类型，对矿山开采的影响程度中等。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

(1) 建筑用玄武岩：微风化玄武岩，基本分布于整个核实工作范围，为一层矿体，厚度一般大于50m，岩性主要为拉斑玄武岩，按其结构有致密块状玄武、气孔玄武岩。建筑用玄武岩矿体厚度0~91m 不等，平均21.6m，顶板埋深+1.0~+85.0m，标高~+117.17~+24.02m。

(2) 回填用玄武岩：

①半风化玄武岩，层厚为0~80m，平均31.0m，顶板埋深0~+64m，标高+120.66~+40.08；

②微风化凝灰岩，层厚为0~56m，平均9.9m，顶板埋深+37.9~+90m，标高~+71.69~+20.71；

③半风化凝灰岩，层厚为0~70m，平均11.5m，顶板埋深0~+110m，标高+114.94~+7.8。

岩石节理裂隙十分发育，以致岩石破碎呈块状，块体0.2~0.6m。节理产状：①组 $185^{\circ} \angle 77^{\circ}$ ，②组 $128^{\circ} \angle 83^{\circ}$ ，③组 $76^{\circ} \angle 69^{\circ}$ ，④组 $15^{\circ} \angle 75^{\circ}$ ，⑤组 $40^{\circ} \angle 70^{\circ}$ ，⑥组 $270^{\circ} \angle 70^{\circ}$ ，⑦组 $170^{\circ} \angle 70^{\circ}$ ，⑧组 $350^{\circ} \angle 70^{\circ}$ ，⑨组 $185^{\circ} \angle 77^{\circ}$ ，⑩组 $128^{\circ} \angle 83^{\circ}$ 。节理发育程度：每米3~5条，局部每米可达5~8条。

2、矿石特征

①矿石物质组成

矿石主要为致密块状拉斑玄武岩和玄武岩。

拉斑玄武岩：拉长石为主，辉石 25~40%，玻璃质 2~5%及微量不透明矿物。

玄武岩：拉长石为主，辉石 25~47%。

凝灰岩：主要成分为火山灰，晶屑含量 10~30%。

②结构构造

矿石结构：矿区矿石的结构主要为拉斑玄武结构及间粒结构。

拉斑玄武结构：拉长石呈长条板状晶体，粒径小于 1.00mm，呈不规则排列，其间充填有细小半自形—他形的辉石、少许的玻璃质及不透明矿物。

间粒结构：拉长石呈半自形长柱状，粒径 0.30~1.55mm 不等，不规则排列，半自形短柱状辉石排列于长石间隙中，两者空隙充填少量不透明矿物。

矿石构造：玄武岩以块状构造为主，局部有气孔构造。凝灰岩主要为层状构造。

③抗压强度

抗压强度：致密坚硬，断口粗糙不平，矿物分布均匀，矿石致密，主要用作建筑用

碎石材料。通过对 52 个微风化玄武岩样矿石饱和抗压强度测试，其中有四个样因裂隙破坏原因，饱和抗压强度未能达到 80MPa，并且在已形成的矿坑中采集到了三个样，饱和抗压强度在 77.1~137.0MPa 之间，平均 96.7MPa。符合《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685-2011 中的建筑材料要求。通过对 74 个半风化玄武岩（含半风化玄武岩、微风化凝灰岩和半风化凝灰岩）样矿石饱和抗压强度测试，饱和抗压强度在 2.3~79.4MPa 之间，平均 38.2MPa。

④放射性分析

放射性检测：取 3 个玄武岩样做放射性核素比活度检测，检测结果内照射指数 I_{Ra} 在 0.040~0.042 之间，外照射指数 I_r 在 0.072~0.082 之间。

根据《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）规定，天然放射性核素镭-226、钍-232、钾-40 的放射性比活度同时满足 $IRa \leq 1.0$ 和 $I_r \leq 1.0$ ，可作为建筑主体材料，并符合 A 类装修材料放射性要求，其产销与使用范围不受限制。

⑤体积质量分数

体积质量：取 3 个玄武岩样体积质量分析样，小体重平均值为 $2.815t/m^3$ 。

⑥矿石类型和品级

采 3 组鉴定样，鉴定矿石为玄武岩和弱绿泥石化玄武岩。矿石质量符合建筑用玄武岩材料的要求，可作为建筑主体材料，并属 A 类装修材料，产销与使用范围不受限制。

⑦碱活性分析

进行了岩相法综合判定，测试结果岩石为非碱活性。

⑧表观密度

取 6 个表观密度分析样，测试结果在 $2860 \sim 2920kg/m^3$ 之间，符合建筑石料工业指标大于 $2600kg/m^3$ 要求。

⑨吸水率

取 8 个吸水率分析样，吸水率平均值为 0.92%，技术指标要求 ≤ 1.0 。

3、元素特征

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。

4、矿体围岩和夹石

回填料用玄武岩矿体为石茆岭组半风化玄武岩、微风化凝灰岩、半风化凝灰岩；建筑用玄武岩为石茆岭组微风化玄武岩，围岩与矿体为同一岩体，且岩性相同。通过钻探工

程表明，已控制的矿体内少量部位岩石由于受构造作用影响，节理、裂隙较为发育，表现为岩石碎裂为碎块状，当其厚度大于夹石剔除厚度时，予以剔除。夹石成分主要为玄武岩，其原岩成分为玄武岩。

三、矿区社会经济概况

本矿区行政区隶属火炬农场管辖，广东省国营火炬农场坐落在雷州半岛西海岸，距全国著名的湛江港100公里，207国道13公里，交通、运输十分便利。该农场组建于1952年，系以橡胶、剑麻、甘蔗、林木、水果等亚热带经济作物种植与加工为龙头，集农、工、商、运于一体的综合经营、全面发展的国有企业，年社会总产值7500万元；土地11.1万亩。广东省火炬农场是以"一胶二蔗三麻四养殖五自营"为经营思路，以橡胶、甘蔗、剑麻三大作物为支柱产业，集农、工、商及科教文卫综合发展为一体的国有中型农业企业。农场现有土地总面积13万多亩，其中橡胶面积2万亩、甘蔗面积2万亩、剑麻面积1万余亩、林木1.46万亩、职工自营经济用地6200多亩；同时，充分发挥资源优势，创新经济增长模式，建设了装机容量为650千瓦的小型发电站，组建了机运公司。农场坐落于雷州半岛西海岸，湛徐(湛江市到徐闻县)高速公路松竹镇和龙门镇两个出口之间，北接湛江，南临海口，海陆交通便利，社会治安环境良好、土地资源丰富，是投资创业的一方热土。

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《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿 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《开发利用方案》，矿区划有露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路，矿区及附属设施范围内土地利用现状为园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地。矿区土地利用不涉及永久基本农田及高标准农田建设范围，未利用占用生态保护红线；未利用占用生态林及自然保护区。矿区土地利用现状具体地类如表 2-1 所示。

表 2-1 矿区土地利用现状表

分区	一级地类		二级地类		面积 hm²	
矿区范围	02	园地	0201	果园	34.9381	
			0204	其他园地	4.5930	
	03	林地	0301	乔木林地	18.6315	
			0305	灌木林地	0.0796	
			0307	其他林地	0.8232	
	04	草地	0404	其他草地	7.9875	
	10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3824	
			1006	农村道路	2.0285	
	20	城镇村及工矿用地	201	建制镇	0.3442	
			203	村庄	0.2811	
			204	盐田及采矿用地	137.5753	
	小 计					207.6644
地块一	02	园地	0201	果园	0.0006	
	03	林地	0301	乔木林地	0.1825	
	10	交通运输用地	1003	公路用地	0.1162	
			1006	农村道路	0.0333	
	20	城镇村及工矿用地	203	村庄	5.2114	
	小 计					5.5440
地块二	02	园地	0201	果园	0.0999	
			0204	其他园地	0.0030	
	03	林地	0301	乔木林地	0.4056	
			0307	其他林地	0.1175	
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1781	
	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.0261	
	20	城镇村及工矿用地	201	建制镇	0.0084	
			204	盐田及采矿用地	11.4014	
	小 计					12.2400
地块三	02	园地	0201	果园	1.4305	
			0203	橡胶园	0.0577	
			0204	其他园地	0.1927	
	03	林地	0301	乔木林地	0.5005	
			0305	灌木林地	0.0252	
	04	草地	0404	其他草地	0.2285	
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.7177	
	20	城镇村及工矿用地	203	村庄	0.1402	
			204	盐田及采矿用地	15.1771	
	小 计					18.4701
	合计					243.9185

广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿土地复垦项目
2022年度土地利用现状图（局部）

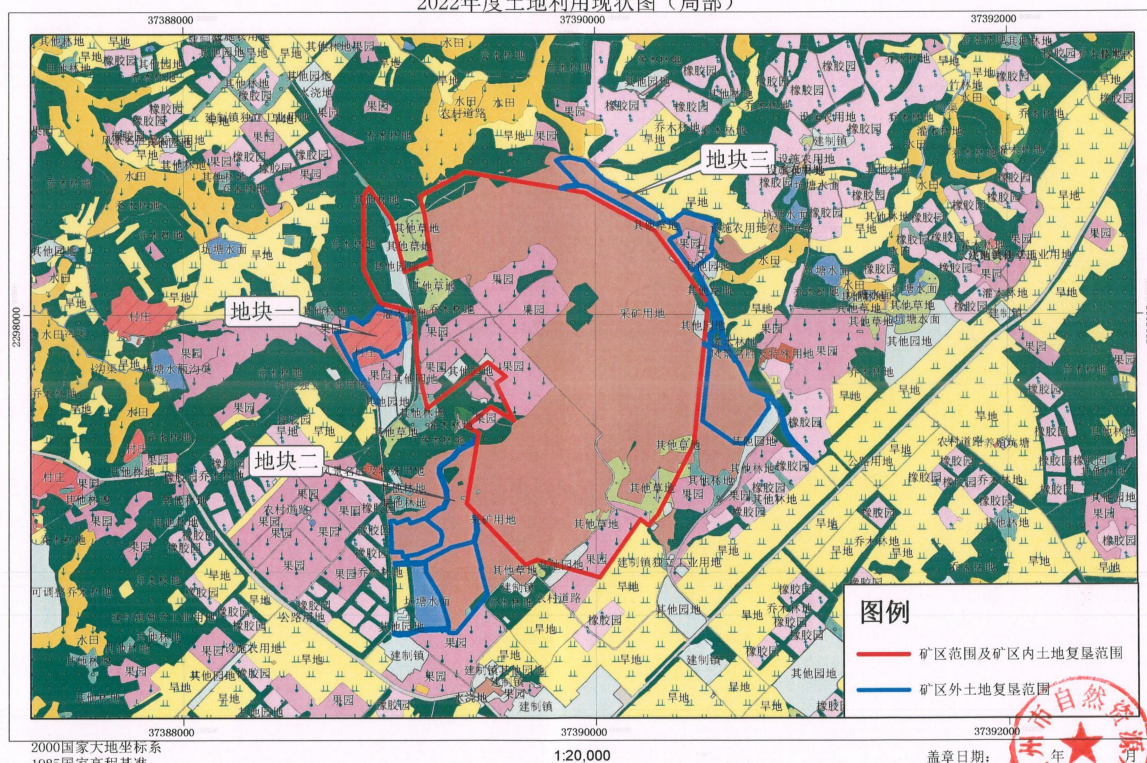


图 2-4 土地利用现状图（资料来源雷州市自然资源局）

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火炬农场、火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）所有、草罗村经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体），详见表 2-2。

表 2-2 复垦区的土地权属说明表

权属	地类（hm ² ）													合计 （hm ² ）
	02			03			04	10		11	20			
	园地			林地			草地	交通运输用地		水域及水利设施用地	城镇村及工矿用地			
	0201	0203	0204	0301	0305	0307	0404	1003	1006	1104	201	203	204	
	果园	橡胶园	其他园地	乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	公路用地	农村道路	坑塘水面	建制镇	村庄	盐田及采矿用地	
火炬农场、火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）所有、草罗村经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有	36.4691	0.0577	4.7887	19.7201	0.1048	0.9407	8.2160	0.4986	2.9576	0.0261	0.3526	5.6327	164.1538	243.9185
总计（hm ² ）	36.4691	0.0577	4.7887	19.7201	0.1048	0.9407	8.2160	0.4986	2.9576	0.0261	0.3526	5.6327	164.1538	243.9185

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区为新设立的项目，现状矿区范围内包含了原草罗岭石场、原陈坎小一石场和原合利石场。三个石场经过多年的生产，已在原采矿范围内形成了一定规模的采坑。矿区内其他区域基本维持原始地形地貌。矿区前期采矿活动对自然地质环境的破坏主要表现为矿山综合建设和采矿引起的地质环境变化。前期采矿活动使岩土体裸露，破坏原有地形地貌及地下水含水层，现状未引发地质灾害，水土流失轻微，未造成水土污染，但采矿活动占用和破坏了土地资源，破坏了地形地貌景。总体评价人类工程活动较强烈，对矿山地质环境的影响中等。

矿区周边无名胜古迹、自然保护区、地质遗迹、地质公园、风景旅游区；矿区离民宅密集区、工厂区及主要交通要道较远。

矿山地质环境条件小结：评估区雨量充沛，地表水体较发育，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中等；区域地壳稳定；水文地质条件为简单；工程地质条件为中等；矿体地质特征复杂程度为中等；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

（一）矿区矿山地质环境治理与土地复垦

根据现场调查，矿山已经形成了较大的露天采场，矿山已根据《广东省雷州市草罗岭采石有限公司建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》、《广东省雷州市合利石料有限公司建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》、《广东省雷州市小一采石有限公司建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案（闭坑）》进行了矿山地质环境治理与土地复垦工作，对矿区采取了绿化措施，修筑了部分截排水沟等工程措施。

（二）矿区周边矿山地质环境治理与土地复垦

本矿周边矿山地质环境治理与土地复垦案例有雷州市和达发展有限公司唐家后塘仔岭建筑用玄武岩矿项目（以下简称“后塘仔岭矿区”），后塘仔岭矿区位于雷州市唐家镇，后塘仔岭矿区开采矿种为建筑用玄武岩，开采方式为露天开采方式，与本矿区开采方式相同，且采用边开采边复垦治理方式，目前该矿山已实施矿山地质环境治理与土地复垦工程，后塘仔岭矿区开采方式、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。

（三）矿山地质环境治理与土地复垦分析

矿山形成了面积较大的露天采场，矿山开采应对开采完毕的台阶场地及时进行治疗复垦。

本矿山的矿山地质环境保护与土地复垦工作应该坚持“预防为主，防治结合”“在保护中开发，在开发中保护”“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”、“因地制宜，边开采边治理”，严格按照以下原则。

- 1、“因地制宜，实事求是，宜农则农，宜林则林，宜渔则渔，宜它则它”的科学原则。
- 2、统筹规划、合理布局、突出重点、分步实施的原则。
- 3、立足矿山实际，实事求是，可操作性强的原则。
- 4、先设计，后施工的原则。

表 2-3 本矿与后塘仔岭矿区特征及治理与复垦工程对比表

石场 项目	后塘仔岭矿区	本矿	备注
矿区地理位置	雷州市唐家镇	雷州市火炬农场	/
开采矿种	建筑用玄武岩	回填、建筑用玄武岩	/
开采方式	露天开采	露天开采	/
生产规模	10 万 m ³ /a	380 万 m ³ /a	/
矿区面积	0.0656km ²	2.1880km ²	/
开采年限	0 年	30 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，并回填土种植乔木与草种	可以借鉴	/
	露天采场开采台阶治理为林地	可以借鉴	开采边坡治理为林地，可借鉴
	露天采场底板复垦为林地	无需借鉴	凹陷采坑复垦为坑塘水面
工业场地 治理工程	闭坑后生产线拆除，然后复垦为林地	可以借鉴/部分借鉴	拆除构建，其次对场地内复垦为园地
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	可以借鉴/部分借鉴	拆除构建，其次对场地内复垦为园地
排土场 治理工程	排土场内堆排土作复垦回填用土，闭坑后整平场地，然后复垦为林地	可以借鉴/部分借鉴	剥离层外运转场内部分土作复垦回填用土，部分外运综合利用，然后整平场地复垦为园地
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	可以借鉴	在道路两旁增补植树各一排，间距 2.5m，矿区道路路面保留，交由地方及林业部门使用
复垦措施	采取乔、灌、草复垦采场的台阶、工业场地、排土场、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、林地、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

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作用手图。

根据现场踏勘成果及采场现状，确定调查区范围：以矿区功能区（露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路）为中心确定本次调查范围为矿山采矿活动最大的影响范围及可能影响区域，确定现场调查范围面积约 543.4784hm²。

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

收集：广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿项目 2022 年度土地利用现状图、国土空间总体规划图（2021-2035 年）局部，专业技术人员进行土地资源等调查，以经过修测的 1:2000 地形地质图作为此次工作作用手图，对现场损毁土地范围进行调查核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定。损毁土地面积共 243.9185hm²，其中果园（36.4691hm²）、橡胶园（0.0577hm²）、其他园地（4.7887hm²）、乔木林地（19.7201hm²）、灌木林地（0.1048hm²）、其他林地（0.9407hm²）、其他草地（8.2160hm²）、公路用地（0.4986hm²）、农村道路（2.9576hm²）、坑塘水面（0.0261hm²）、建制镇（0.3526hm²）、村庄（5.6327hm²）、采矿用地（164.1538hm²）。现场调查期间到自然资源部门及当地村委确定了矿区所在地土地所有权人、使用权人。

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、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路等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矿山附属设施影响范围；③矿山开采可能影响范围。

具体边界划分如下：

北侧评估边界：沿矿区北部边界向北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，并综合考虑沿途山顶、山脊及分水岭。

东侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路）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。

南侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、生活区、矿区道路）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。

西侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、生活区、矿区道路）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。

将各评估边界相连形成评估范围，评估区面积约 543.4784hm²。

2、评估级别

（1）评估区重要程度分级

矿区周边居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 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）；评估区内有小型水源地；评估区矿山建设及采矿活动破坏土地类型为园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设

施用地、城镇村及工矿用地，矿山预测破坏土地面积 243.9185hm²，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 380 万 m³/年，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**大型**。

（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 m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000 m³/d ~10000 m³/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 m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。
2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 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.采场面积及采场深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。	5.采场面积及采场深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	5.采场面积及采场深度小，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场斜坡多为同向。	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场斜坡多为斜交。	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场斜坡多为反向坡。
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**大型**、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

根据实地调查,矿山为采矿权新立登记项目,现状矿区范围内包含了原草罗岭石场、原陈坎小一石场和原合利石场。三个石场经过多年的生产,已在原采矿范围内形成了一定规模的采坑。经过对评估区现场地质环境调查、走访,评估区内未发现地质灾害现象。

其中:原草罗岭石场矿山经多年开采,已形成三个露天采坑,从北西顺采矿权长轴弧向东南依次为1#、2#和3#采坑。1#采坑为东西向不规则凹坑,面积为28262m²,采坑长为310m,宽约80m,该采坑北部形成3级台阶,台阶标高为分别+80m、+75m、+70m,台阶高差5~25m,台阶坡面角52°~70°,在采坑南部形成2级台阶,台阶标高为分别+100m、+82m,台阶高差7~15m,台阶坡面角60°,边坡坡脚为堆土区,采坑最低标高为65.38m。2#采坑呈不规则弧形,弧长约1042m,宽度为242m,面积为205734m²,采坑西部形成4级台阶,台阶标高为分别+116m、+100m、+87m、+70m,台阶高差8~22m,台阶坡面角55°~73°,采坑最低标高为65.01m。3#采坑呈北北东向展布的长轴状,长轴长约236m,宽度为80m,面积为19969m²,该采坑西部形成2级台阶,台阶标高为分别+112m、+77m,台阶高差13~32m,台阶坡面角52°~71°,该采坑东部形成2级台阶,台阶标高为分别+80m、+72m,台阶高差8m,台阶坡面角60°~70°,采坑最低标高为65.00m。2019年矿山停产后,目前采坑底已蓄水,蓄水面积达0.13km²,水位标高+68.82m。

其中:原陈坎小一石场矿山经多年开采,形成了一北东向展布的不规则凹陷采坑,

采坑长600m，宽210~750m，面积约326416.88m²，在矿区北部主要形成4级台阶，台阶标高为分别+105m、+90m、+72m、+65m，平台宽度3~8m，台阶高7~18m，台阶坡面角52°~70°，在矿区西部形成4级台阶，台阶标高为分别+105m、+80m、+70m、+55m，平台宽度3~8m，台阶高差10~25m，台阶坡面角50°~70°，在矿区东南部形成3级台阶，台阶标高为分别+105m、+92m、+70m，平台宽度3~8m，台阶高差15~18m，台阶坡面角50°~75°，另外在矿区东部、南部以及西部局部土质边坡发生崩塌，坡角形成堆土区，现状边坡高度达30~50m，坡度30°~40°，采坑底部已开采至最低开采标高+48.00m。2019年12月矿山停产后，截至2020年12月28日采坑底已蓄水面积达0.13km²，水位标高+53.3m。

其中：原合利石场矿山经多年开采，现已形成长约350m，宽约144m，采坑最低开采标高为50.11m的露天采坑，已形成+103m、+92m、+73m、+60m标高4个开采台阶。

露天采场虽未见已发地质灾害现象，但采坑周围未设置任何防护拦挡措施，有人员跌落采坑底部的潜在危险，其次露天采坑各顶部台阶至底板高差较大，存在风化石块小滚石的隐患。现状未发生地质灾害，现状地质灾害危害性，危险性小，对矿山地质环境影响程度为较轻。

根据矿山开发利用方案矿山设计的工业场地、剥离层外运转运场、办公区及生活区基本位于原已闭坑的三个石场的工业场地及综合服务区内，根据实地调查，矿山工业场地、剥离层外运转运场、办公区及生活区等附属设施现状调查未发现崩塌、滑坡地质灾害，现状评估其地质灾害的危害性、危险性小，对矿山地质环境影响程度为较轻。

矿区露天开采，使地形地貌景观受到不同程度的破坏，主要分布在露天采场、工业场地、生活及办公区、矿区道路等范围。经统计矿山开采已累计损毁土地面积约166.9902hm²，矿山现状采矿活动破坏的土地类型以园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、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，对自然景观的影响严重。开采影响范围内无文化古迹、地质公园、自然保护区和主要交通干线，开采活动不会对人文景观、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，现状评估露天采场采矿活动对地形地貌景观及土地资源的影响程度分级为严重。现状评估工业场地、生活及办公区、矿区道路等范围对地形地貌景观及土地资源的影响程度分级为较严重。

（2）地质灾害危险性现状评估

现状评估区内未发现有崩塌、滑坡等地质灾害，但开采遗留台阶未做任何防护措施与复垦措施，存在潜在危险。现状未发生地质灾害，现状地质灾害危害性，危险性小，对矿山地质环境影响程度为**较轻**。

2、矿山地质灾害预测评估

在现状评估的基础上，根据评估区地质环境条件，结合矿山“开发利用方案”的工程布局、开采方式等，预测矿山开采可能引发的地质灾害，主要有崩塌/滑坡、泥石流，矿山开采建设还可能遭受上述地质灾害的危害，评估内容如下：

（1）采矿活动可能引发的地质灾害

崩塌或滑坡预测评估

矿山建设及采矿活动形成人工开挖边坡，包括露天采场边坡、工业场地边坡、剥离层外运转运场边坡、生活及办公区边坡、复垦用土临时堆场边坡、矿山道路边坡等。边坡的稳定性预测评估采用定量分析法，露天采场岩质边坡类型及构成要素详见表 3-4。

表 3-4 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		
					倾向	分层台阶坡面角	主体坡面角
露天采场	北侧	62m	676m	岩质边坡	188°	≤60°	≤38°
	西侧	102m	1015m		68°	≤60°	≤38°
	西南侧	114m	852m		39°	≤60°	≤38°
	东侧	80m	1546m		309°	≤60°	≤38°

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3-5：

表 3-5 评估区节理及矿体特征表

节理发布区域	名称	产状	
		倾向	倾角
矿区东侧	节理 1 (J1)	185°	77°
	节理 2 (J2)	128°	83°
	节理 3 (J3)	76°	69°
	节理 4 (J4)	15°	75°
矿区西侧及北侧	节理 5 (J5)	40°	70°
	节理 6 (J6)	270°	70°
矿区西南侧	节理 7 (J7)	170°	70°
	节理 8 (J8)	350°	70°
	节理 9 (J9)	185°	77°
	节理 10 (J10)	128°	83°

1) 露天采场土质边坡稳定性分析

根据《开发利用方案》及现场调查，矿区内矿体表层为残坡积层所覆盖，岩土体主

要为粘土、极破碎软岩组及较破碎较软岩组，具疏松的散体结构，覆盖层在不同地貌单元有所差异，设计表土台阶坡面角45°。

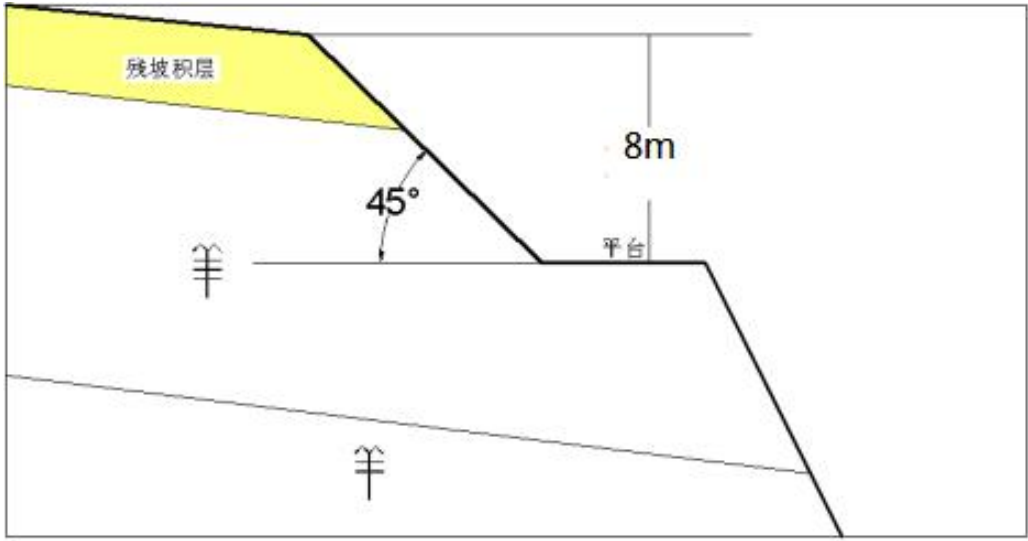


图3-1 露天采场典型土质边坡（单台阶）剖面图

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》（JGJ2012）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：

$$K_s = \frac{\sum (G_i \cos \theta_i) \gamma g \varphi_i + c_i l_i}{\sum G_i \sin \theta_i} \quad (\text{式 3-1})$$

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。

残坡积及风化岩层终了台阶高度 38m，整体边坡坡度取 45°。区内表层土设计参数见表 3-6，边坡稳定性计算结果见图 3-2，评价标准见表 3-7。

表 3-6 矿区土层参数值表（数值取经验值）

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

表 3-7 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 $K < 1.00$	

(边坡天然状态下计算简图)

(边坡暴雨状态下计算简图)

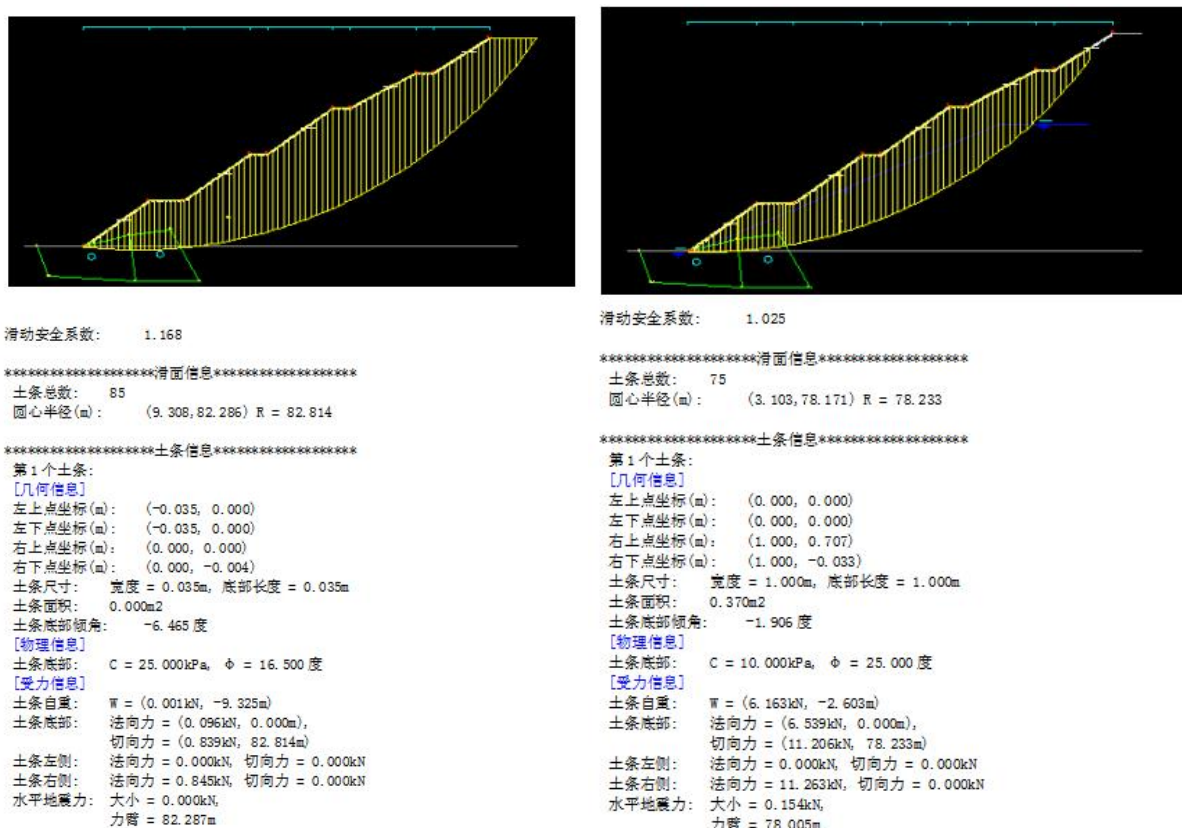


图3-2 采矿场土层边坡安全系数计算结果过程及结果图

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1.168，属基本稳定边坡；在暴雨情况下，稳定系数为1.025，属较不稳定，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。

矿山严格按照开发利用方案要求，对边坡进行支护，充分做好外围截防排水措施，做好坡面防护措施，可降低露天采场土层边坡发生崩塌、滑坡等地质灾害的可能性及危害性。预测未来露天采场土质边坡发生滑坡的可能性中等，潜在危险性、危害性中等，

其危害对象为运输车辆、机械设备及作业人员，受威胁人数 5~10 人，经济损失在 500 万元内，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

据开发利用方案，未来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，台阶坡面角为 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，最终边坡角 38° 。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。

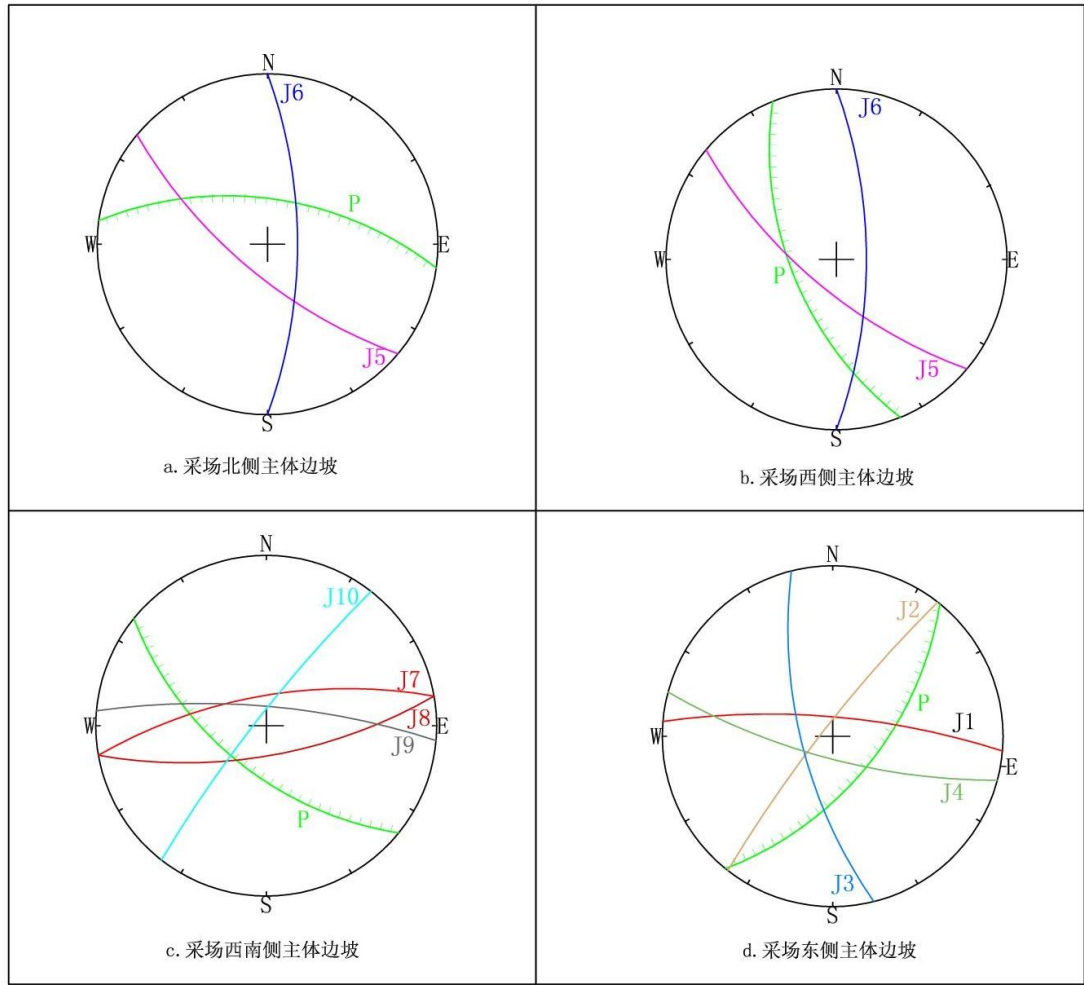


图3-3 台阶边坡、主体边坡、节理赤平投影图

从赤平投影图可见：

从图3-3a 分析采场北侧边坡的稳定性，其中节理5与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；节理6与主体边坡及分级台阶坡面倾向近似垂直相交；且节理1、2组成的交点均位于边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1、节理2的组合面对采场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 分析采场西侧边坡的稳定性，其中节理5与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向小角度相交；节理6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、2

组成的交点均位于边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1、节理2的组合面对采场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 分析采场西南侧边坡的稳定性，其中节理7与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向大角度相交；节理8与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；节理9与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；节理10与主体边坡及分级台阶坡面倾向近似垂直相交；节理8、节理10组成的交点及节理8、节理7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8与节理10及节理7的组合面对采场西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 分析采场东侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向大角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向近似平行相交；节理3与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；节理4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、2、3、4组成的交点均位于边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1、节理2与、节理3、节理4的组合面对采场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。

居上分析，预测露天采场西南侧岩质边坡发生崩塌、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、危险性大，地质灾害影响程度**严重**。

3) 工业场地边坡

根据《开发利用方案》设计，本方案设计共 4 个破碎站，分别形成独立的破碎加工生产线：1#破碎站设置在矿区 J9-J10 号拐点附近，场地原始地形标高约为+49m~+54m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+55m、+52m 和+50m 共三个生产及堆场平台；2#破碎站设置在矿区 J11-J12 号拐点东侧附近，场地原始地形标高约为+70m~+60m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+70m 和+60m 共两个生产及堆场平台；3#破碎站设置在矿区 J21-J22 号拐点西南侧附近，场地原始地形标高约为+95m~+90m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+95m 和+90m 共两个生产及堆场平台；4#破碎站设置在矿区 J32-J33 号拐点西侧附近，场地原始地形标高约为+103m~+93m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+103m 和+93m 共两个生产及堆场平台。工业场地可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为坡残积土层，拟征用的工业场地基建修整后地势相对平缓，地形坡度一般小于 8°，边坡高度一般在 2~10m，拟堆矿边坡高度 2~8m，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，地质灾害对矿山地质环境的影响程度**较轻**。

4) 办公及生活区边坡

办公区设置在矿区 J10 号拐点东面，1#破碎站东侧，直线距离矿区范围约 150m，办公区主要设置了行政办公楼、停车区。生活区设计在各破碎站附近设置（分别为 1#生活区、2#生活区、3#生活区和 4#生活区）。各生活区内需要设置主要的生活设施，包括了员工宿舍、医务室、食堂、文娱设施等。办公及生活区选在地形相对平缓地段，形成边坡为小型土质边坡，高度 1~4m、边坡角度基本小于 50°，办公及生活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 50°，开挖边坡高度小于 4m，现状场地内未发生崩塌、滑坡地质灾害。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) 矿山道路边坡

根据地形条件，矿山道路的开拓将形成挖土边坡，边坡高度 1~4m，坡度 30~50°，边坡较低矮平缓，按此参数用根据边坡稳定性系数计算边坡滑动安全系数为 1.208~1.556 之间，参照表 3-7 可得矿山道路边坡稳定，预测矿山道路按以上参数开挖时，引发崩塌/滑坡的可能性小，危害对象为过程车辆及人员，其潜在的危害性小，危险性小，对矿山地质环境影响较轻。

评估区内矿山道路均为土石方压实道路，土石方压实道路随地形修建，宽 5~7m，开挖边坡高度 1~4m，坡角 30~50°，道路路面平坦，若矿山按设计进行道路开拓，则矿山道路发生滑坡地质灾害的可能性小。若矿山不重视路面建设和管理坡面未设置防护，在地表径流、降雨冲刷等影响下土体抗剪切强度降低，凝聚力减弱，可能产生崩塌、滑坡地质灾害。

综合预测矿山道路发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害性、危险性小，地质灾害的影响程度**较轻**。

6) 剥离层外运转场边坡

根据《开发利用方案》所示，为了便于运输及储存、外运，在每条生产线各设置一个剥离层外运转场，根据各生产线设置情况，共设 4 座剥离层外运转场：1#剥离层外运转场设置在 1#破碎站东南、1#生活区西南面，2#剥离层外运转场设置在 2#破碎站产品堆场南面，3#剥离层外运转场设置在 3#破碎站产品堆场南面，4#剥离层外运转运

场设置在3#破碎站西北面、4#生活区东侧。根据场地情况，堆场均采用平地堆填方式暂存，为了保证堆场安全，堆填高度不宜过高，设计最大堆填高度8m 计算。剥离层外运转场可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为剥离堆积的坡残积土层，拟征用的剥离层外运转场地势相对平缓，地形坡度一般小于8°，拟堆剥离层边坡高度8m，稳定性一般，采用工程地质类比法，预测剥离层外运转场边坡发生崩塌、滑坡的可能性小，潜在危险性中等、危害性中等，地质灾害对矿山地质环境的影响程度**较严重**。

7) 复垦用土临时堆场边坡

根据《开发利用方案》所示，根据地形条件，复垦用土临时堆场设置在矿区范围内J11 号拐点西面原草罗岭旧采坑内，该采坑三面为已开采形成的边坡，另外一面出口处宽度不大，较为地势较缓，便于筑坝，坝体稳定。矿山产出的部分残坡积层需堆填在复垦用土临时堆场内，用于未来矿山复垦复绿用土。堆填 2 个台阶，堆积台阶高度分别为 10m 和 7m，堆积总高度为 17m，台阶坡面角为 45°，平台宽度不小于 5m，终了帮坡角为 38°。

现采用圆弧滑动法对复垦用土临时堆场进行分析，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，以此条件分析复垦用土临时堆场边坡的稳定性。

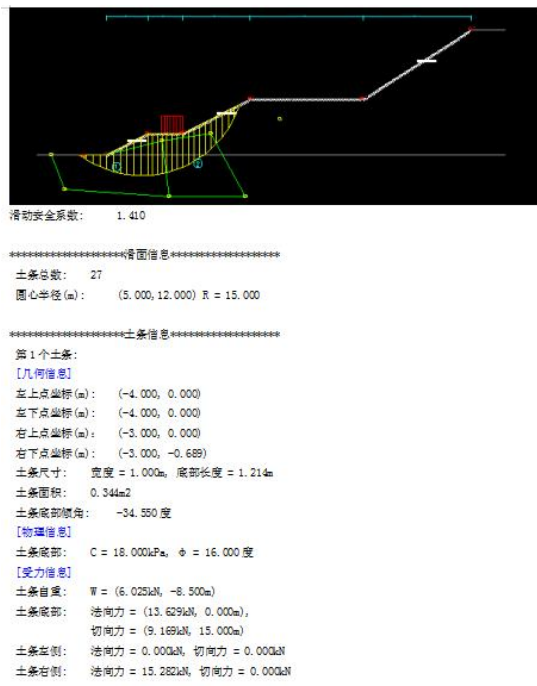
土层参数值见表3-8，复垦用土临时堆场边坡稳定性计算结果见图3-4。

表 3-8 复垦用土临时堆场土层参数值表（数值取经验值）

岩土层 名 称	岩土体参数					
	天然重度 γ (kN/立方米)	饱和重度 γ' (kN/立方米)	粘聚力 c (kPa)		内摩擦角 φ (°)	
			正常	暴雨	正常	暴雨
人工松散堆积土	15.50	18.00	16.0	10.6	16.0	11.0
残积砂质粘性土	16.5	19.00	19.0	11.0	16.5	13.8

现对复垦用土临时堆场其边坡采用圆弧滑动法计算边坡稳定系数来分析边坡稳定性。

边坡天然状态下:



边坡暴雨状态下:

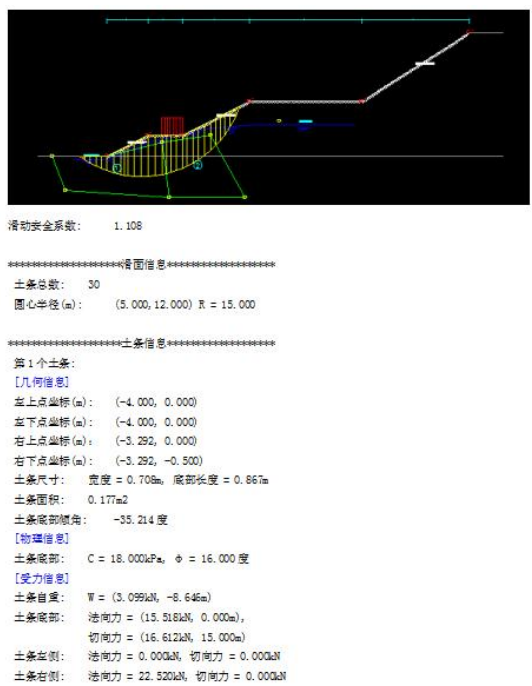


图 3-4 计算简图

根据以上计算结果，在正常工况下，复垦用土临时堆场边坡滑动安全系数为1.410，暴雨工况下，边坡稳定系数为1.108。根据边坡稳定性判别分级表（见上表3-7），正常工况下，复垦用土临时堆场边坡为稳定，排土场边坡单层堆放最大高度设计为10米，岩土性质为人工松散堆积土，工程稳定性较差，在暴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其稳定性系数为1.108，属基本稳定状态。

综上所述，预测未来复垦用土临时堆场边坡发生崩塌、滑坡的可能性小，潜在危害性、危险性中等，其危害对象为运输车辆、机械设备及作业人员，受威胁人数3~5人，经济损失在200万元以内，地质灾害影响程度为**较严重**。

(2) 矿山建设可能遭受地质灾害

泥石流预测评估

引发区内泥石流的主要地点为评估区内的复垦用土临时堆场。预测复垦用土临时堆场如截排水设施及拦截设施没有充分做好可能引发泥石流，现对泥石流预测评估如下。

1) 泥石流形成的条件

地形地貌条件：复垦用土临时堆场设置在矿区范围内 J11号拐点西面原草罗岭旧采坑内，该采坑三面为已开采形成的边坡，另外一面出口处宽度不大，较为地势较缓，沟谷相对高差约5m，其平均坡降比约7.2%。沟床纵坡降越大，越有利于泥石流的发生，但比降在10~30%的发生频率较高，5~10%和30~40%的其次，其余发生频率较低。据此，

剥离层外运转运场所处区域，坡降比属于发生频率较低区间。

水动力条件：矿区属亚热带过渡性季风气候，当地雨水充沛，多年平均降雨量约1711.6mm，日最大降雨量300.1mm，区域径流系数为0.8，最大汇水面积58162m²，日最大汇水量13964m³（计算方法见下）：

复垦用土临时堆场涌水来自大气降水和地下水，而地下水的补给全部来自大气降水，因此，计算复垦用土临时堆场涌水量时只计算大气降水。

预测复垦用土临时堆场涌水量为主要表现为大气降雨，汇水面积按雨水可能进入场内的地表分水岭圈定，在1：2000地形图测定面积为58162m²。

矿山自然降雨对复垦用土临时堆场涌水量影响较大，由于大气降雨，具有突发性，持续时间较短的特点，按日最大降雨量300.1mm 测算，复垦用土临时堆场涌水量可按下式计算：

$$Q_{\text{降}}=F \cdot u \cdot k / 1000$$

式中：

$Q_{\text{降}}$降雨直接汇入剥离层外运转运场的水量（m³/d）；

F剥离层外运转运场汇水面积（m²），其圈定按雨水可能进入场内的地表分水岭圈定；

μ日最大降雨量（mm/d），为300.1mm；

k区域径流系数为0.8。

最大降雨计算的剥离层外运转运场日最大汇水量为：

$$Q_{\text{最大}}=58162 \times 300.1 \times 10^{-3} \times 0.8=13964(\text{m}^3/\text{d})$$

因此，构成短时间内可以聚集突然性大量水源的条件。

物源条件：复垦用土临时堆场主要是用来堆置开采过程中剥离的残坡积土，其结构松散，土体遇强降雨条件下易被饱和稀释后形成洪流。设计复垦用土临时堆场最大堆放量约36.36万 m³。剥离层外运转运场堆存固体排弃物可以成为泥石流的物源。

因此，若矿方严格按照方案设计，设置截排水系统，管理好拟设复垦用土临时堆场边坡，下缘设置拦挡坝，则发生泥石流地质灾害可能性小，若没有做好充分的截排水措施、拦截措施及其它安全措施，造成泥石流地质灾害可能性较大。

2) 泥石流的潜在危害性、危险性评估

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2021年修订版），结合本矿区实际情况，由于复垦用土临时堆场容纳废土石量较多，在极端灾害天气下，可能引发泥石流，

使废弃土石冲向下游。泥石流危害对象主要为采矿工作人员、机械车辆及下游林地，故预测剥离层外运转运场发生泥石流地质灾害其潜在危害、危险性中等，受威胁人数10~20人，经济损失在500万元以内，复垦用土临时堆场发生泥石流地质灾害对矿山地质环境影响较严重。

小结：预测评估区内矿山建设和采矿活动可能引发的地质灾害类型主要为崩塌、滑坡、泥石流，预测露天采场边坡发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等，危害性、危险性大，地质灾害的影响程度为严重。预测剥离层外运转运场发生崩塌、滑坡、泥石流的可能性小，危害中等、危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。预测复垦用土临时堆场发生崩塌、滑坡、泥石流的可能性小，危害中等、危险性中等，对矿山地质环境影响较严重。预测工业场地边坡发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害性、危险性小，地质灾害的影响程度为较轻。预测生活及办公区边坡发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害性、危险性小，地质灾害的影响程度为较轻。预测矿山道路发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性小，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

矿区处于北回归线以南的低纬度地区，属南亚热带过渡性季风气候，日照时间长，终年受海洋气候调节，夏长冬暖，水热同季，雨量充沛，热量丰富，蒸发量大，易涝易旱，干湿明显，现状矿区内部分区域已损毁，大气降雨是本区地下水的主要补给来源。矿区开采影响范围内，地下水类型有松散岩类孔隙潜水及微承压水和块状岩类裂隙水两类，松散岩类孔隙潜水及微承压水主要赋存于坡残积层及全风化玄武岩中，为场雨形成的包气带上层滞水，来源于大气降雨的直接入渗补给，非常年性地下水；富水性极弱，水量极贫乏。块状岩类裂隙水含水层主要由玄武岩和凝灰岩组成，上部往往形成网状风化裂隙含水层，含水层属季节性含水层，旱季基本无水；节理裂隙较发育，但裂隙大多呈闭合状，仅少量为张开状。部分张开节理裂隙储存水。透水性差，富水性弱，水量贫乏，总体可视为隔水层。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

矿山开采对象为建筑用玄武岩矿，采用露天开采，现状无废渣和生活污水，对附近

地表水、地下水及土壤不存在污染，未对矿区及周边生产生活供水产生影响。

综上所述，现状评估矿业活动对含水层破坏程度为较轻。

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

矿区为玄武岩台地地貌，矿山设计开采标高+134.01m~+20m，属凹陷开采，矿山开采对象为建筑、回填料玄武岩，矿区内地下水可分为松散岩类孔隙潜水及微承压水和块状岩类裂隙水两类，矿区松散岩类孔隙水富水弱，水量贫乏，随着露天开采工作的进行，矿区内第四系残坡积层及全风化岩将开挖剥离，故该含水层影响较小。矿区块状岩类裂隙水广泛分布于矿区及周边丘陵山区，块状岩类裂隙水富水性弱，预测今后采矿活动对地下水含水层的破坏主要表现在对地下水的水质变化和水位的降低，其中地下水水质变化主要是采矿过程中产生的含泥污水对附近地表水、地下水水质造成影响，但其影响范围小，对水质的变化影响小；随着露天采坑底部平台标高的降低，疏干排水量逐步增大，将会影响矿区及周边的含水层赋存的地下水资源量和引起地下水位下降，形成局部降落漏斗，在疏干影响范围内将影响地下水含水层水位进一步下降。地下水位下降主要局限于采坑范围及其周边范围，由于未来开采形成的采坑面积较大，故采坑地下水位下降对周围地下水位的影响中等。

（2）对水环境影响的预测评估

露天采场内水沟自流至场外经沉淀后排放，污染主要为泥浆水，对矿山的地表水造成污染小。矿山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，而采矿是直接挖掘装运矿石，没有选矿工艺，一般不产生影响水环境的有害元素；基本不存在污染源，对矿区及周边生产生活供水影响程度较小。

综上所述，未来矿山开采造成地下水的水质变化和水位降低，其中地下水水质变化主要是采矿过程中产生的含泥污水对附近地表水、地下水水质造成影响，经沉淀后排放，矿山开采的矿体基本不存在污染源，故对水质的变化影响小；但未来开采形成的采坑面积较大，将导致地下水位下降，故采坑地下水位下降对周围地下水位的影响中等。预测评估采矿活动对地下水和含水层的影响较严重。

（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

现状评估区内由旧采活动形成了一个不规则多边形旧采坑，露天采场西南侧、西侧、东侧为旧采附属设施场地（工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路），旧采坑损毁面积约130.7361hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为重度，现状采矿活动开挖山体、剥离表土，损坏了自然植被，造成区内岩体挖损和裸露，一定程度改变了采场范围内的原生自然景观，地表植被不复存在，区内地形起伏完全改变（丘陵→沟谷）。破坏植被类型主要为乔木、灌木及杂草，破坏面积大，故对原始的地形地貌景观影响和破坏程度**严重**。

旧采附属设施场地损毁面积约36.2541hm²，附属设施的设置挖损及压占了自然植被，破坏了原有地貌景观，对土地损毁程度为中度。故对地形地貌景观影响和破坏程度较**严重**。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区为新设立的项目，但矿区范围内存在旧采活动，矿区范围内除前期旧采活动遗留的采场外，其余均维持为原始地貌，评估区内未建设其他工程设施，没有各级自然保护区及旅游景区，没有地质遗迹、人文景观等保护区（点）。采矿活动不会对地质遗迹、人文景观等造成影响和破坏，故对地形地貌景观影响较轻。

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

预测评估区内露天采场未来损毁总面积约207.6644hm²，露天采场开采最大深度约114米，随着采矿活动的进行，露天采场面积将越来越大，对土地（植被）的占用和破坏也将越来越严重，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**。

预测评估区内工业场地、矿山道路、综合服务区、排土场、临时中转区、设备停放区、矿山机修厂等损毁总面积约36.2541hm²，附属设施的设置挖损及压占了自然植被，破坏了原有地貌景观，对土地损毁程度为中度。因此对原生地形地貌景观影响及破坏程度较**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

爆破生产时应做好警戒、隔离、警示标语，同时应派专人在安全距离以外进行警戒，矿山爆破工作前露天采场所有人员必须全部撤到警戒线外，停止破碎机器作业。爆破结束15分钟后方能进入工作面检查和解除警戒信号。爆破结束后先排好危石，再允许其它人员进场作业，矿山开采对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

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，预测矿区后续的矿业活动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、回填料玄武岩矿，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

本矿床矿体主要是建筑、回填料玄武岩矿，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。矿山现状大部分区域维持原始地形地貌，不存在大面积的水土流失，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

后续无需进行选矿等产生污染的矿业活动。露天采场后续开采的矿石无毒、无有害物质；采矿矿业活动和生活等产生的废水中含有有害组分少。预测后续矿业活动不会对土地资源造成污染。

预测未来矿业活动对评估区的水土环境污染程度较轻。

（2）水资源污染预测

露天采场内水沟自流至场外经沉淀后排放，对矿山的地表水造成污染小。岩石不存在较强烈的金属矿化现象；人类工程活动和生活活动等对水土资源环境污染小，粉尘以及废气中含有有害组分小。生活活动产生的生活污水主要为粪便污水和洗涤水。采用化粪池处理，经处理后废水水质达到《污水综合排放标准》（GB8978—1996）中的三级标准后，可通过涵管排至污水管网统一排入当地污水处理站，或者回收利用，用作林地灌溉。

地表径流通过沉砂、澄清后排放；矿山产生废水经沉淀、澄清后排放，对水资源污染较轻。

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。

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。

（二）已损毁各类土地现状类型

1、矿区已损毁各类土地现状类型

（1）露天采场

矿山为新建项目，根据现场勘查了解，现状矿区范围内包含了原草罗岭石场、原陈坎小一石场和原合利石场。三个石场经过多年的生产，已在原采矿范围内形成了一定规模的采坑。旧采活动共损毁面积约130.7361hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为重度。

（2）复垦用土临时堆场

根据未来矿山生产需要，矿山产出的部分残坡积层需堆填在复垦用土临时堆场内，用于未来矿山复垦复绿用土。根据地形条件，复垦用土临时堆场设置在矿区范围内 J11 号拐点西面原草罗岭旧采坑内，该采坑三面为已开采形成的边坡，另外一面出口处宽度不大，较为地势较缓，便于筑坝，坝体稳定。复垦用土临时堆场共损毁面积约5.8161hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为重度。由于设置复垦用土临时堆场

位于露天采场内，后期开采该复垦用土临时堆场将不存在，故将复垦用土临时堆场占用面积统一计入露天采场范围内，不重复进行统计计算。

（3）工业场地

本方案设计共 4 个工业场地，分别形成独立的破碎加工生产线：1#破碎站设置在矿区 J9-J10 号拐点附近，场地原始地形标高约为+49m~+54m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+55m、+52m 和+50m 共三个生产及堆场平台；2#破碎站设置在矿区 J11-J12 号拐点东侧附近，场地原始地形标高约为+70m~+60m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+70m 和+60m 共两个生产及堆场平台；3#破碎站设置在矿区 J21-J22 号拐点西南侧附近，场地原始地形标高约为+95m~+90m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+95m 和+90m 共两个生产及堆场平台；4#破碎站设置在矿区 J32-J33 号拐点西侧附近，场地原始地形标高约为+103m~+93m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+103m 和+93m 共两个生产及堆场平台。设立工业场地全位于原旧采附属设施场地内，工业场地已损毁面积约 20.5363hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为中度。

（4）剥离层外运转运场

为了便于运输及储存、外运，在每条生产线各设置一个剥离层外运转运场，根据各生产线设置情况，共设 4 座剥离层外运转运场：1#剥离层外运转运场设置在 1#破碎站东南、1#生活区西南面，2#剥离层外运转运场设置在 2#破碎站产品堆场南面，3#剥离层外运转运场设置在 3#破碎站产品堆场南面，4#剥离层外运转运场设置在 3#破碎站西北面、4#生活区东侧。设立剥离层外运转运场基本位于原旧采附属设施场地内，剥离层外运转运场已损毁面积约 5.7299hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为中度。

（5）办公及生活区

办公区设置在矿区 J10 号拐点东面，1#破碎站东侧，直线距离矿区范围约 150m，办公区主要设置了行政办公楼、停车区。本方案设计共设 4 条破碎生产线，并形成相对独立的开采、运输、破碎、外运等采运系统，因此，为了生产人员生活与生产便利，本方案设计在各破碎站附近设置生产人员的生活区（分别为 1#生活区、2#生活区、3#生活区和 4#生活区）。各生活区内需要设置主要的生活设施，包括了员工宿舍、医务室、食堂、文娱设施等。设立办公及生活区基本位于原旧采附属设施场地内，办公及生活区已损毁面积约 4.9190hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为中度。

（5）矿山道路

矿山开拓方案为简易公路和局部移动坑线。矿区内修建简易公路延伸至矿区外的工业场地、办公及生活区等地，矿区外运输沿用原有的乡村道路。矿山道路已损毁面积约 5.0689hm²，对土地的损毁形式为挖损、压占，对土地损毁程度为中度。

2、矿区已损毁各类土地现状

项目区已损毁的土地主要为露天采场（复垦用土临时堆场）、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿山道路，已损毁土地面积见表 3-9。

表 3-9 已损毁土地面积统计表

损毁区域	损毁面积 (hm ²)	土地类别 (hm ²)													损毁类型	损毁程度
		02			03			04	10		11	20				
		园地			林地			草地	交通运输用地		水域及水利设施用地	城镇村及工矿用地				
		0201	0203	0204	0301	0305	0307	0404	1003	1006	1104	201	203	204		
		果园	橡胶园	其他园地	乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	公路用地	农村道路	坑塘水面	建制镇	村庄	盐田及采矿用地		
露天采场	130.7361	0.2812		0.3945	5.0622	0.0796	0.8232	6.8667	0.3824	0.3925		0.1065	0.1687	116.1786	挖损、压占	重度
工业场地	20.5363	0.0006			0.2925			0.1144		0.0385			5.2114	14.8789	挖损、压占	中度
剥离层外运转运场	5.7299	1.1475			0.1419			0.0830						4.3575	挖损、压占	中度
办公及生活区	4.9190	0.3758	0.0577	0.1957								0.0084	0.1402	4.1412	挖损、压占	中度
矿区道路	5.0689	0.0071			0.6542	0.0252	0.1175	0.0311	0.1162	0.8906	0.0261			3.2009	挖损、压占	中度
总计 (hm ²)	166.9902	1.8122	0.0577	0.5902	6.1508	0.1048	0.9407	7.0952	0.4986	1.3216	0.0261	0.1149	5.5203	142.7571		

注：复垦用土临时堆场设置在矿区范围内 J11 号拐点西面原草罗岭旧采坑内，复垦用土临时堆场占用面积统一计入露天采场范围内，不重复进行统计计算。

（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

矿山为采矿权新立登记项目，矿区内前期存在采矿活动，各工程布置分述如下：

露天采场

采用露天台阶开采方式，露天采场水平投影面积 207.6644hm²，开发利用方案按划定矿区范围设计，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。设计首采部位的标高+134.10m，最低开采至+20m。旧采活动已损毁面积约 130.7361hm²，未来开采拟损毁面积约 76.9283hm²，

矿区拟损毁土地汇总见下表，表3-10：

表 3-10 矿区拟损毁土地汇总表

损毁区域	拟损毁 面积 (hm ²)	土地类别 (hm ²)								损毁类型	损毁程度
		02		03	04	10	20				
		园地		林地	草地	交通运输用地	城镇村及工矿用地				
		0201	0204	0301	0404	1006	201	203	204		
		果园	其他园 地	乔木 林地	其他 草地	农村道路	建制镇	村庄	盐田及采矿 用地		
露天采场	76.9283	34.6569	4.1985	13.5693	1.1208	1.6360	0.2377	0.1124	21.3967	挖损、压占	重度
总计 (hm ²)	76.9283	34.6569	4.1985	13.5693	1.1208	1.6360	0.2377	0.1124	21.3967		

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，采用数学计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 hm ²	> 5m	耕地
	40~80	中度	1~10 hm ²	2~5m	林地
	20~40	轻度	< 1 hm ²	< 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 hm ²	> 30m	> 30%	矸石	不稳定	有毒
	40~80	中度	10~100 hm ²	10~30m	10~30%	砌体	稳定	一般
	20~40	轻度	< 10 hm ²	< 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：

$0.45 \times 90 + 0.35 \times 100 + 0.20 \times 80 = 91.5$ ，再对照表3-11，则露天采场对土地的损毁程度为重度损毁。

工业场地土地损毁方式主要为压占，对照表3-12，其分值为：

$0.24 \times 40 + 0.12 \times 80 + 0.12 \times 60 + 0.21 \times 50 + 0.18 \times 80 + 0.13 \times 40 = 56.5$ ，再对照表3-12，为中度损毁。

办公及生活区土地损毁方式主要为压占，对照表3-12，其分值为：

$0.24 \times 30 + 0.12 \times 20 + 0.12 \times 40 + 0.21 \times 80 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 43.6$ ，再对照表3-12，为中度损毁。

剥离层外运转运场土地损毁方式主要为压占，对照表3-12，其分值为：

$0.24 \times 30 + 0.12 \times 20 + 0.12 \times 40 + 0.21 \times 80 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 43.6$ ，再对照表3-12，为中度

损毁。

矿区道路土地损毁方式主要为压占，对照表3-12，其分值为：

$0.24 \times 40 + 0.12 \times 30 + 0.12 \times 60 + 0.21 \times 40 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 41.2$ ，再对照表3-12，为中度损毁。

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	130.7361	76.9283	园地、林地、草地、交通运输用地、城镇村及工矿用地	挖损及压占	重度
工业场地	20.5363	0	园地、林地、草地、交通运输用地、城镇村及工矿用地	挖损及压占	中度
剥离层外运转运场	5.7299	0	园地、林地、草地、城镇村及工矿用地	挖损及压占	中度
办公及生活区	4.9190	0	园地、城镇村及工矿用地	挖损及压占	中度
矿区道路	5.0689	0	园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地	挖损及压占	中度
总计	243.9185		—	—	—

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境影响分区与防治分区

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 3-20，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三个分区—重点防治区 A、次重点防治区 B、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
附属设施场及其影响范围 (B)	较严重	较严重
其他区域 (C)	较轻	较轻

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	无	—	—	—	较轻
	滑坡	HP						
	泥石流	NS						
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	DX1	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
			工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路	植被剥离, 形成采坑, 改变原始地形地貌, 影响视野	—	—	—	较严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	DX2	无	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	挖损压占园地、林地、草地、交通运输用地、城镇村及工矿用地, 损毁面积 130.7361hm ²	—	—	—	严重
			工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路	挖损压占园地、林地、草地、水域及水利设施用地、交通运输用地、城镇村及工矿用地, 损毁面积 36.2541hm ²	—	—	—	较严重
	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三个区域，一个现状评估影响严重区 I，一个现状评估影响较严重区 II，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	130.7361	24.06%	露天采场及其影响范围	较轻	较轻	严重	严重	较轻	严重
较严重区	II	36.2541	6.67%	工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路及其影响范围	较轻	较轻	较严重	较严重	较轻	较严重
较轻区	III	376.4882	69.27%	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	中等	大	大	严重
	滑坡	HP						
	泥石流	NS	复垦用土临时堆场	矿工、设备	中等	中等	中等	较严重
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	—	中等	中等	较严重
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	—	—	—	严重
			工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路	地貌景观	—	—	—	较严重
	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	—	挖损压占园地、林地、草地、交通运输用地、城镇村及工矿用地，损毁面积 207.6644hm ²	—	—	严重
			工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路	—	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、城镇村及工矿用地，损毁面积 36.2541hm ²	—	—	较严重
	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）、环境影响较严重区（Ⅱ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	207.6644	38.21%	露天采场及其影响范围	严重	较严重	严重	严重	较轻	严重
较严重区	II	36.2541	6.67%	工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路及其影响范围	较严重	较轻	较严重	较严重	较轻	较严重
较轻区	III	299.5599	55.12%	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(hm ²)	百分比		地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	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	207.6644	38.21%	中等	较轻	较轻	严重	较轻	严重	严重	较严重	严重	较轻	严重	工程措施 生物措施 监测措施
次重点防治区(B)	工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路及其影响范围	36.2541	6.67%		较轻	较轻	较严重	较严重	较严重	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	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	299.5599	55.12%		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，主要为露天采场该区总面积207.6644hm²，占评估区面积的38.21%。矿山未来采用露天开采方式，矿床开采的水文地质条件简单；矿区工程地质条件中等。

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。

露天采场

现状调查区内未发生地质灾害，现状地质灾害危害性，危险性小，对矿山地质环境影响程度为较轻，但采坑周围未设置任何防护拦挡措施，有人员跌落采坑底部的潜在危险，其次露天采坑各顶部台阶至底板高差较大，存在风化石块小滚石的隐患。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。预测该区在后期采矿活动的影响中可能引发和加剧的地质灾害为崩塌、滑坡，可能性中等，潜在危害性、危险性大，危害对象为采矿工作人员及采矿设备；对含水层破坏较严重，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：采区要严格依据开发利用方案设计开采，控制好台阶高度及帮坡角度；及时清理表层浮石；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；边开采边治理，边破坏边恢复，矿山闭坑后采矿场全面绿化植树恢复景观。

评估区内矿山地质环境次重点防治区（B）为矿区采矿活动主要影响的区域，主要工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路该区总面积36.2541hm²，占评估区面积的6.67%。矿山未来采用露天开采方式，矿床开采的水文地质条件简单；矿区工程地质条件中等。

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，次重点防治区（B）划分如下。

1) 工业场地

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较严重，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较轻；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能

性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

2) 办公及生活区

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较严重，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较轻；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

3) 剥离层外运转运场

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较严重，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性中等，对矿山地质环境影响较严重；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

4) 矿山道路

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较严重，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较轻；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能性，矿山闭坑后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299.5599hm²，占评估区面积的55.12%。

C区地貌单元类型简单，地形坡度10~20°，地形地貌条件中等；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：未来一般防治区可能受到矿山开采影响，若开采活动波及到此区，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。

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、土地复垦区与土地复垦责任范围

评估区内不存在永久性建设用地，不占用基本农田保护区与可调整地类，根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》确定土地复垦区与土地复垦责任范围：露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路。

（1）露天采场

露天采场拟共损毁土地面积 207.6644hm^2 （其中已损毁土地面积 130.7361hm^2 、拟损毁土地面积 76.9283hm^2 ），损毁类型为挖损及压占形式，对土地损毁程度为重度。该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（2）工业场地

工业场地拟共损毁土地面积 20.5363hm^2 ，损毁类型为挖损及压占形式，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（3）剥离层外运转运场

剥离层外运转运场拟共损毁土地面积 5.7299hm^2 ，损毁类型为挖损及压占形式，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（4）办公及生活区

办公及生活区拟共损毁土地面积 4.9190hm^2 ，损毁类型为挖损及压占形式，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（5）矿山道路

矿山内部为自建道路，形成内部运输系统，采场内部运输道路均划到采场复垦范围内，到开采终了期，矿山外道路保留，道路两侧植树绿化，矿山道路损毁土地方式为挖损、压占，损毁土地面积为 5.0689hm^2 ，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该段道路纳入复垦责任范围。

根据测算，土地复垦责任范围面积 243.9185hm^2 。

根据拟损毁土地分析，结合矿山实际情况，确定广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿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

土地复垦区与土地复垦责任范围	
区域	面积 (hm ²)
露天采场	207.6644
工业场地	20.5363
剥离层外运转运场	5.7299
办公及生活区	4.9190
矿区道路	5.0689
总计	243.9185

(三) 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 (34.9381hm²)、其他园地 (4.5930hm²)、乔木林地 (18.6315hm²)、灌木林地 (0.0796hm²)、其他林地 (0.8232hm²)、其他草地 (7.9875hm²)、公路用地 (0.3824hm²)、农村道路 (2.0285hm²)、建制镇 (0.3442hm²)、村庄 (0.2811hm²)、采矿用地 (137.5753hm²)，损毁类型为挖损及压占形式，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果园 (0.0006hm²)、乔木林地 (0.2925hm²)、其他草地 (0.1144hm²)、农村道路 (0.0385hm²)、村庄 (5.2114hm²)、采矿用地 (14.8789hm²)，损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

剥离层外运转运场复垦责任范围内土地利用类型为果园 (1.1475hm²)、乔木林地 (0.1419hm²)、其他草地 (0.0830hm²)、采矿用地 (4.3575hm²)，损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

办公及生活区复垦责任范围内土地利用类型为果园 (0.3758hm²)、橡胶园 (0.0577hm²)、其他园地 (0.1957hm²)、建制镇 (0.0084hm²)、村庄 (0.1402hm²)、采矿用地 (4.1412hm²)，损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

矿区道路复垦责任范围内土地利用类型为果园 (0.0071hm²)、乔木林地 (0.6542hm²)、灌木林地 (0.0252hm²)、其他林地 (0.1175hm²)、其他草地 (0.0311hm²)、公路用地 (0.1162hm²)、农村道路 (0.8906hm²)、坑塘水面 (0.0261hm²)、采矿用地 (3.2009hm²)，损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

2、土地权属状况

评估区土地所有权和使用权属火炬农场、火炬农场十二队、陈坎经济合作社 (农民

集体）、张家仔经济合作社（农民集体）所有、草罗村经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有，土地承包经营权和复垦责任人为雷州市草罗岭采石有限公司，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 （hm ² ）
	02			03			04	10		11	20			
	园地			林地			草地	交通运输用地		水域 及水利 设施用 地	城镇村及工矿用地			
	0201	0203	0204	0301	0305	0307	0404	1003	1006	1104	201	203	204	
	果园	橡胶 园	其他 园地	乔木 林地	灌木 林地	其他 林地	其他 草地	公路 用地	农村 道路	坑塘 水面	建制 镇	村庄	盐田及采 矿用地	
火炬农场、火炬农场十二队、陈坎经济合作社（农民集体）、张家仔经济合作社（农民集体）所有、草罗村经济合作社（农民集体）、国有土地、坡塘经济合作社（农民集体）所有	36.4691	0.0577	4.7887	19.7201	0.1048	0.9407	8.2160	0.4986	2.9576	0.0261	0.3526	5.6327	164.1538	243.9185
总计（hm ² ）	36.4691	0.0577	4.7887	19.7201	0.1048	0.9407	8.2160	0.4986	2.9576	0.0261	0.3526	5.6327	164.1538	243.9185

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截排水沟；②对土质边坡坡面进行复绿；③对边坡台阶外侧修筑台阶挡土墙，边坡台阶内侧修筑台阶排水沟，然后覆土、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。⑤对工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区与矿区道路进行植被复绿。

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，由于矿山开采已基本具备，只需稍加修整即可投入。

（一）技术可行性分析

1、矿山地质环境保护技术可行性分析

矿山地质环境保护是在矿山地质环境现状评估及预测评估的基础上，预防矿山地质环境问题发生而设计针对性措施。

（1）矿山地质灾害预防技术可行性分析

预测矿区未来可能引发的地质灾害有崩塌、滑坡、泥石流，其中露天采场为崩塌、滑坡易发区、复垦用土临时堆场为泥石流的易发区，故需对主要致灾因素进行防范处理可达到预防效果。

①放缓坡角消除隐患及工程加固措施：矿山剥离或开采必须严格依据开发利用方案设计实施，自上而下分级开采，控制好台阶高度及帮坡角度；矿山采矿活动中，对于层理、节理发育地段，或存在层间软弱结构面、带的部位，工作面朝向应尽量避免避开软弱结构面的顺倾向方位；当采场边坡上部存在不稳定岩土体要及时削坡清除，消除地质灾害隐患；另外，针对局部边坡存在裂隙发育或岩土体较破碎软弱的地段必要时可采取适当的边坡加固工程措施进行加固，该项工程主要在矿山开采过程中安全措施投入，列入矿山建设的安全投资费用，在本方案中不计算其工程量以及费用。

②修建截、排水沟工程：在露天采场周边境界外修建截、排水沟，屏蔽矿山采场外部所有山坡径流，防止采场上部及周围山体汇水对开采坡面冲刷；另外，采场的开采边

坡终了台阶形成后于每级台阶修筑排引水沟将边坡降雨汇水排出坡外，最大限度减少矿山开采区大气降雨的汇水量，并降低由于降雨作用造成对开采边坡构成的不稳定因素。

④修筑透水挡土坝：在复垦用土临时堆场下方修筑透水挡土坝，起到挡土、透水作用，保证剥离层外运转运场底部及基地的稳定性，可预防泥石流的发生。

⑤植树种草的生物措施护坡：采场的开采边坡形成后可对边坡坡面采取植草护坡。

(2) 含水层破坏预防技术可行性分析

随着露天采坑底部平台标高的降低，疏干排水量逐步增大，将会影响矿区及周边的含水层赋存的地下水资源量和引起地下水位下降，形成局部降落漏斗，在疏干影响范围内将影响地下水含水层水位进一步下降。地下水位下降主要局限于采坑范围及其周边范围，由于未来开采形成的采坑面积较大，故采坑地下水位下降对周围地下水位的影响中等。因此，预测未来开采对地下含水层结构破坏影响较严重。雨季采矿废水对矿山及周边有轻微污染，主要污染物为含泥污水，若矿山企业在开采过程中遵循《开发利用方案》相关设计，采取措施对矿坑水进行治理，积极修筑各区域沉砂池，可减少含泥污水直接外排的情况，最主要还是要加强监测。

(3) 地形地貌景观破坏预防技术可行性分析

矿山为新建项目，矿区设露天采场(复垦用土临时堆场)、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路等辅助设施，预测露天采场(复垦用土临时堆场)、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路等未来损毁总面积约243.9185hm²，露天采场开采最大深度约114m，随着采矿活动的进行，露天采场面积将越来越大，对土地（植被）的占用和破坏也将越来越严重，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，修复的难易程度为较难，为避免或减少采矿活动对矿区地形地貌景观及土地资源的影响与破坏主要可采取如下措施进行预防保护。

①在开采过程中，应严格按照开发利用方案设计的开采境界进行开采，避免矿山开采破坏周边的土地资源和地形地貌景观。

②合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌和土地资源的破坏。

③尽量实现边开采边治理，及时恢复开采区的植被。

(4) 水土环境污染预防技术可行性分析

现状水土环境未发生污染，预测未来矿山发生水土污染的可能性小。虽水土环境污

染的可能性小，但矿山开采全程需进行监测。

矿山水土环境污染监测（包括人工巡查、取样化验等）是当前较成熟和广泛推广的一项技术。

2、矿山地质环境治理技术可行性分析

本矿山为新设矿山，主要存在的问题是采矿引起的地形地貌景观破坏，由于其位于矿区范围内，随着矿山的边开采边复绿，其地形地貌景观将逐步得到修复和改善，所以其主要治理措施为与地形地貌景观破坏预防措施相同。

综上所述，本矿山地质环境治理拟所采用的预防、工程、监测等措施均为较为常规成熟的技术，均有国家规范标准所约束，且在省内类似矿山均已得到验证，具有相当高的可行性、可靠性和有效性，都是当前较成熟和广泛推广的一项技术。加之，本矿山施工场地充足，施工过程不受其他因素所干扰，只要稍加开拓即可满足施工作业条件；因此综合分析认为本矿山地质环境保护及治理所采用的技术可行可靠。

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的原则，及法律法规明确的生产矿山地质环境保护与治理责任和义务，本矿山采矿权人作为治理义务人。

建立矿山环境治理恢复基金，建立动态化监管机制，推进环境治理成本内部化，使矿山企业真正履行矿山环境治理与生态修复责任。矿山企业需单设会计科目，根据矿山环境治理与生态恢复的要求，按照销售收入一定比例提取矿山环境治理恢复基金，计入企业成本，提取的资金由企业用于开展矿山环境保护和综合治理，经济上有保障。

（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，从而造成水土流失的加剧，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，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，做到边开采边治理，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

该项目为露天开采矿山，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，露天采场所挖损土地复垦为园地、林地、坑塘水面；工业场地所挖损/压占土地复垦为园地；剥离层外运转运场所挖损/压占土地复垦为园地；办公及生活区所挖损/压占土地复垦为园地；矿区道路所挖损/压占土地复垦为林地；复垦率 100%。

根据对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 hm²	一级地类		二级地类		面积 hm²
02	园地	0201	果园	36.4691	02	园地	0201	果园	41.3155
		0203	橡胶园	0.0577					
		0204	其他园地	4.7887					
03	林地	0301	乔木林地	19.7201	03	林地	0301	乔木林地	37.8117
		0305	灌木林地	0.1048					
		0307	其他林地	0.9407					
04	草地	0404	其他草地	8.2160					
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.4986					
		1006	农村道路	2.9576					
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.0261	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	164.7913
20	城镇村及工矿用地	201	建制镇	0.3526					
		203	村庄	5.6327					
		204	盐田及采矿用地	164.1538					
合计				243.9185	合计				243.9185

(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符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调。
- ②因地制宜原则。
- ③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则。
- ④主导性限制因素与综合平衡原则。
- ⑤复垦后土地可持续性原则。
- 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
- ②工业场地

③剥离层外运转运场

④办公及生活区

⑤矿山道路

共划分5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，并参照地方土地利用总体规划，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%。

4-2适宜性评价限制因素分级标准

限制因素及分级指标		农业评价	园业评价	林业评价	草（牧业）评价
土壤侵蚀 （侵蚀沟占土地面积%）	无	1	1	1	1
	<10	2	1	1	1
	11-30	2 或 3	2	1	1
	31-50	3	3	2	2
	>50	不	不或 3	3	3
地形坡度	<3	1	1	1	1
	4-7	1 或 2	1 或 2	1	1
	8-15	2	2	1	1
	16-25	3	3	2 或 1	2
	26-35	不	不	2	3
	>35	不	不	3 或 2	不或 3
地表物质组成	壤土	1	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	2	2	2
	重粘土、砂土	2 或 3	2 或 3	3	3
	砂质土、砾质	不	不	不或 3	3
	石质	不	不	不	不
有效土层厚度（cm）	>100	1	1	1	1
	99-60	2	2	1	1
	59-30	3	3	1	1
	29-10	不	不	2 或 3	2
	<10	不	不	3 或不	3
排水条件	不淹没或偶然淹没、排水好	1	1	1	1
	季节性短期淹没、排水较好	2	2	2	2
	季节性较长期淹没、排水差	3	3	3	3 或不
	长期淹没、排水条件很差	不	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	1
	灌溉水源保证差的干旱、半干旱土地	3	2	2	2
	无灌溉水源保证干旱、半干旱土地	不	3	3	3
岩土污染	不	1	1	1	1
	轻度	3	2	2	2
	中度	不	3	2 或 3	3
	重度	不	不	不	不
土体容重 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.3-1.4	1	1	1	1
	1.2-1.3 或 1.4-1.5	2	2	2	2
	<1.2 或 >1.5	不	3 或不	3 或不	3 或不
土壤有机质 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	<10	1	1	1	1
	10-6	2 或 3	2 或 3	1	1
	>10	不	3 或不	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	工业场地	剥离层外运转运场	办公及生活区	矿区道路
土壤侵蚀	<10	<10	<10	<10	<10
地形坡度	>35	4-7	4-7	4-7	8-15
地表物质组成	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质
有效土层厚度	<10	59-30	59-30	59-30	<10
排水条件	季节性短期淹没、排水较好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好
灌溉水源保证	有保证	有保证	有保证	有保证	有保证
土体容重 ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.3-1.4	1.3-1.4	1.3-1.4	1.2-1.3 或 1.4-1.5	1.2-1.3 或 1.4-1.5
岩土污染	无	无	无	无	无
土壤有机质 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10

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			
			宜林	宜耕	宜园	水面
露天采场台阶	复垦林地、园地	42.8731	适宜	不宜	适宜	不宜
露天采场凹陷采坑	复垦坑塘水面	164.7913	不宜	不宜	不宜	适宜
工业场地	复垦林地、园地	20.5363	适宜	不宜	适宜	不宜
剥离层外运转运场	复垦园地	5.7299	适宜	不宜	适宜	不宜
办公及生活区	复垦园地	4.9190	适宜	不宜	适宜	不宜
矿区道路	复垦林地	5.0689	适宜	不宜	不宜	不宜
合计		243.9185				

(三) 水土资源平衡分析

1、土地资源平衡分析

(1) 覆土工程量

本方案设计土地复垦需回填表土总量约 370291.5m³。其中露天采场共损毁土地面积 207.6644hm²，采场开采终了时+50m 平台以下将形成凹陷采坑，凹陷采坑面积约 164.7913hm²，凹陷采坑复垦为坑塘水面无需覆土，故露天采场需覆土区域为+50m 台阶及以上台阶面积约 42.8731hm²，台阶覆土回填需 214365.5m³；工业场地覆土面积 20.5363hm²，回填需 102681.5m³；剥离层外运转运场覆土面积 5.7299hm²，回填需 28649.5m³；办公及生活区覆土面积 4.9190hm²，回填需 24595m³；具体见下表 4-5。

表 4-5 矿区各区域的回填量计算表

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	42.8731	214365.5
工业场地	场地内	覆土	0.5	20.5363	102681.5
剥离层外运转运场	场地内	覆土	0.5	5.7299	28649.5
办公及生活区	场地内	覆土	0.5	4.9190	24595
合计					370291.5

(2) 复垦覆土来源

根据广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）于 2024 年 4 月编制的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（以下简称《开发利用方案（修编）》）所示，矿区第四系残坡积覆盖层剥离约 566.60 万 m³，平均每年产出剥离层约为 22.11 万 m³，其中大部分残坡积层外运销售处理，保留一部分作为复垦复绿用土，故《开发利用方案》设置 4 座剥离层外运转运

场：1#剥离层外运转运场设置在 1#破碎站东南、1#生活区西南面；2#剥离层外运转运场设置在 2#破碎站产品堆场南面；3#剥离层外运转运场设置在 3#破碎站产品堆场南面；4#剥离层外运转运场设置在 3#破碎站西北面、4#生活区东侧；用于堆放外运销售的剥离层。同时考虑未来矿山复垦复绿用土，在矿区范围内 J11 号拐点西面原草罗岭旧采坑内设置一座复垦用土临时堆场，该采坑三面为已开采形成的边坡，另外一面出口处宽度不大，较为地势较缓，便于筑坝，坝体稳定。拦渣坝采用块石砌砌坝，坝顶标高为+65m，坝高 3m，坝长仅约 240m，堆填 2 个台阶，台阶高度分别为 10m 和 7m，堆积总高度为 17m，最大可堆填场地面积约 58161m²，该场地最大可暂存剥离层约 36.36 万 m³，台阶坡面角为 45°，平台宽度不小于 5m，终了帮坡角为 38°。

矿山生产期间，可将剥离的残坡积层及部分回填土临时堆填在复垦用土临时堆场内，同时可利用场内堆填的残坡积层为已形成终了的边坡和平台进行复垦绿化，对矿山进行“剥离-采矿-复垦”一体化工程，在矿山进行山坡露天开采期间逐渐消纳期间产生的残坡积层，实现矿区复垦绿化与采矿工程最直接有效的结合形式。

（3）复垦用土质量

本方案设计复垦所需回填土，全部取自于矿山剥离表土，考虑到表土的堆存问题，设计在复垦用土临时堆场下游处设置拦渣坝、外围设置截水沟，减少剥离层外运转运场内的水土流失。同时土地复垦对表土质量有要求，为了防止表土土壤被污染，复垦用土临时堆场内堆存表土要及时用于已开采段落的复垦回填所需，必要时可用土工布覆盖，防止土壤被污染，对于场地内堆存较长时间的表土，在使用前需进行土壤检测，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量，重金属含量超标的表土不可用于土地复垦。若复绿用土的 pH/有机质等指标未达到园地、林地复垦质量要求，需对复垦用土进行土壤改良措施，场地土壤培肥措施采用“有机肥+复合肥”的培肥模式。

2、水资源平衡分析

（1）复垦林地区域需水量

本方案复垦林地与园地区域所需灌溉水总量约 11798m³。其中乔木种植灌溉用水量需 4433m³；果树种植灌溉用水量需 5692m³；攀爬植被种植灌溉用水量需 985m³；草种灌溉用水量需 688m³；具体见下表 4-7。

表 4-7 植树种草实际发生的水量汇总表

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
乔木	水	100	m ³	4.5	985.19	4433
果树	水	100	m ³	5.5	1034.95	5692
攀爬植被	水	100	m ³	2.5	394.06	985
草种	水		hm ²	21	32.7428	688
注：设计工程量见后章节土地复垦生物措施工程量计算						

(3) 复垦水源

居上计算所示，本方案复垦林地与园地区域所需灌溉水总量约 11798m³，在矿山开采期间，已开采完毕的台阶复垦时，乔木的灌溉用水可使用矿山高位水池内存水进行灌溉，通过给水管引出至复垦平台进行灌溉。

露天采场在+50m 台阶以上为正地形开采，在+50m 台阶以下为凹陷开采，凹陷开采至底板+20m，采场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，矿山资源开发利用结束后，露天采场正地形段落复垦为园地及林地，露天采场凹陷段落复垦为坑塘水面，当矿山闭坑后，矿山养护期的灌溉用水可取自该坑塘水面中存水，在灌溉期采用水泵+输水软管的给水组合方式，将采场坑塘水面内水引入至各区域内进行灌溉。

(四) 土地复垦质量要求

1、复垦标准

DC-TD《土地复垦技术标准》。

2、复垦质量要求

本矿区土地复垦方向为林地、园地、坑塘水面。根据《土地复垦质量控制标准》（TO/T1036-2013），本区地处丘陵地貌，土地复垦质量标准要符合当地林地、园地的土地复垦控制标准，其工程标准如下：

(1) 乔木林地

1) 土壤质量：有效土层厚度≥30cm；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，三年植树成活率 90%以上，郁闭度≥0.30。

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

草混种，乔木或灌木采用株行距 2m×2m 规格栽植，打穴规格 40cm×40cm×30cm，苗木规格采用 1~2 年生、40cm-70cm 高的营养袋苗，每穴施放复合肥 250g，苗木综合成活率达到 95%以上。

（2）园地

1) 地面坡度 $\leq 25^\circ$ ；有效土层厚度 ≥ 40 cm；土壤容重 ≤ 1.45 g/cm³；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。

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），结合项目区具体位置，其中乔木林地的土地复垦质量控制标准如表 4-8 所示，园地的土地复垦质量控制标准如表 4-9 所示。

表 4-8 乔木林地土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 30
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤ 1.45
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤ 25
			pH 值	5.0~8.0
			有机质/%	≥ 1
		配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
			林网	
		生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）的要求
			郁闭度	≥ 0.3

表 4-9 园地土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
园地	园地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 40
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤ 1.45
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤ 5
			pH 值	5.5~8.0
			有机质/%	≥ 1.5
		配套设施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求
			排水	
			道路	
		生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

3、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。

4、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。

5、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

在矿山生产期间，严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿山地质环境问题的发生及对土地资源的破坏，改善生态环境。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；矿山地质环境问题防治措施应随矿山开采进度和矿山地质环境的变化情况不断进行调整，以适应新情况、新形势的需要。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、泥石流，危害对象主要为威胁采矿人员安全、损坏采矿设备、破坏下游林地和影响道路的运营。其保护工程主要如下。

（1）遵循“自上而下，分平台阶”的开采方法，严格按开发利用方案设计的露天采场参数进行开采，规范采矿活动，不能随意乱挖。

（2）开采前，先修建排水沟，做好防排水工作；开采过程中，遇较软弱地段，放缓

边坡高度和坡度。

(3) 不断对终了区域进行复垦，平台、底部修建排水沟，积极开展复绿工程。

(4) 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

矿山开采产生的废水污染源主要来自采矿废水、生活废水。采场下游修筑沉淀池，废水汇入沉淀池经澄清后才外排，处理后的汇水排放指标为泥砂含量不大于 500g/m³，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边开采边恢复，开采与恢复进度合理衔接，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。规范露天开采，按开发利用设计合理边坡角进行开采，减小对地形地貌景观破坏。

4、土地资源的保护

尽量减少矿山开采活动对土地资源的占用破坏：

一是充分利用已有的土地资源，做到布局合理、紧凑，不浪费土地资源；

二是尽量少用临时堆放措施，矿山采购的物资材料，要根据进度安排合理进货数量，合理安排堆放场地；同时，对采出矿石的分堆分存处理，要合理安排场地，能尽快处理的要及时处理。

三是按开发方案设计对开采过程中产生的剥离表土充分利用，减少对土地资源的破坏。

(三) 主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防主要为规范开采活动，提前实施各场地截排水沟与拦挡坝设施、清理坡面挂网、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	砖砌截排水沟	m	见表 5-2	规格见图 5-1
2	浆砌拦挡坝	m	见表 5-2	规格见图 5-2
3	清理坡面挂网	m ²	见表 5-2	具体位置见附图 5 与附图 6

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，采场坡面采用清理坡面、挂网及植被护坡，以增加边坡的稳定性。

（2）泥石流的防治

预测泥石流发生点为剥离层外运转运场，方案对剥离层外运转运场泥石流防治主要通过修筑拦挡坝、固化泥石流物源、接引地表水措施对其进行防治，随着矿山开采，及时做好修坡、护坡及复绿等工程措施和生物措施。

（二）工程设计

崩塌、滑坡、泥石流地质灾害防治

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，随着采矿活动的进行，预测采场边坡有发生崩塌、滑坡、泥石流的可能。因此主要针对崩塌、滑坡、泥石流易发区与采取防治措施。

（三）技术措施

（1）截水沟措施

在露天采场、复垦用土临时堆场、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区四周做砖砌环形截水沟，防止地表径流直接冲刷各坡顶及场地内，根据《排水沟设计规范》GB/T 16453.4-1996，确定截水沟断面规格为矩形，底宽 0.6m，高 0.6m，边坡坡度 1：0.6（开挖断面面积 0.7m²，砌筑断面积为 0.34m²），纵向顺地形布置，其上涂水泥砂浆抹面，具体规格尺寸如图 5-1 所示。

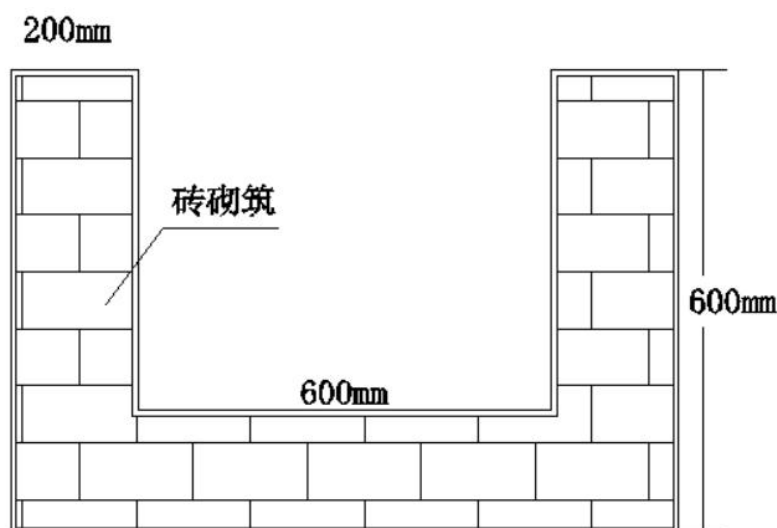


图 5-1 截水沟大样图

(2) 抗滑拦挡坝

复垦用土临时堆场下游需设置一座拦挡坝，防止雨水冲刷造成场内水土流失，首先应先将堆场下缘的松散物质清除，开挖挡墙基槽。拦挡坝呈线形布置，采用扶壁式拦挡坝，拦挡坝修建长度约 240m，拦挡坝的规格尺寸见下图 5-2 所示。

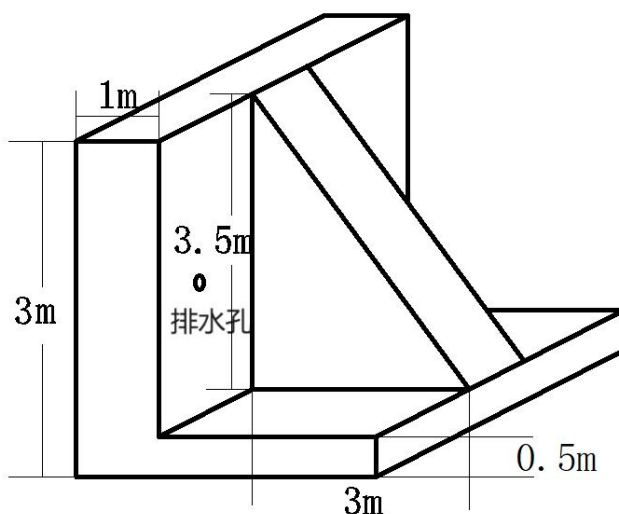


图 5-2 扶壁式拦挡坝大样图

(3) 采场边坡滑坡防治

根据本方案第三章节“矿山地质灾害预测评估小节”所示，露天采场西南侧边坡在扰动的条件下，特别是在 爆破作用力的影响，边坡岩土体工程地质性质会降低，岩土体稳定性变差，加之露天采场南侧及东侧边坡邻近破碎带薄弱面，存在有崩塌、滑坡等地质灾害的可能，具体表现为边坡岩块破碎及滚石，本方案设计对露天采场西南侧边坡进行清理坡面松散岩块，并对岩石较破碎地段进行挂网，挂网可有效阻止岩石较破碎地段

的坡面落石，砸伤下级台阶工作人员或损坏采矿设备，在配合攀爬植物对裸露坡面进行覆盖，利用攀爬植物的攀爬、匍匐、垂吊的特性，对裸露的坡面进行垂直复垦绿化。露天采场西南侧边坡挂网具体位置见下图5-3。

图5-3露天采场西南侧边坡挂网布置图

图5-4 露天采场边坡挂网大样图

（四）主要工程量

各场地边坡崩塌、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	境外截水沟	m ³	5270.7	总长度 15502m
	开挖土石方	m ³	10851.4	
	清理坡面挂网（西南侧）	m ²	17275	
工业场地	境外截水沟	m ³	758.2	总长度 2230m
	开挖土石方	m ³	1561.0	
办公及生活区	境外截水沟	m ³	472.9	总长度 1391m
	开挖土石方	m ³	973.7	
复垦用土临时堆场	境外截水沟	m ³	325.1	总长度 956m
	开挖土石方	m ³	669.2	
	拦挡坝	m ³	2220	总长度 240m
剥离层外运转运场	境外截水沟	m ³	629.0	总长度 1850m
	开挖土石方	m ³	1295	

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

该项目为露天开采矿山，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，露天采场所挖损土地复垦为园地、林地、坑塘水面；工业场地所挖损/压占土地复垦为园地；剥离层外运转运场所挖损/压占土地复垦为园地；办公及生活区所挖损/压占土地复垦为园地；矿区道路所挖损/压占土地复垦为林地；复垦率 100%。

根据对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 hm²	一级地类		二级地类		面积 hm²
02	园地	0201	果园	36.4691	02	园地	0201	果园	41.3155
		0203	橡胶园	0.0577					
		0204	其他园地	4.7887					
03	林地	0301	乔木林地	19.7201	03	林地	0301	乔木林地	37.8117
		0305	灌木林地	0.1048					
		0307	其他林地	0.9407					
04	草地	0404	其他草地	8.2160					
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.4986					
		1006	农村道路	2.9576					
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.0261	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	164.7913
20	城镇村及工矿用地	201	建制镇	0.3526					
		203	村庄	5.6327					
		204	盐田及采矿用地	164.1538					
合计				243.9185	合计				243.9185

(二) 工程设计

该矿山损毁土地类型简单,经土地适宜性评价分析,各损毁地块的复垦方向为园地、林地及坑塘水面。但因为各单元对土地损毁情况不同,复垦设计针对各个工程进行单独设计。

(三) 技术措施

1、露天采场工程技术措施

(1) 工程措施

露天采场主要位于划定的开采境界内。矿区为新建项目,矿区在划定的矿区范围内设计可采最低标高为+20m,采用露天台阶式开采,随着开采平台的形成,矿区最终会形成 13 层台阶,露天采场+50m 台阶及以上台阶所损毁的土地宜进行平整改造,复垦为林地及园地,复垦面积 42.8731hm²,为提高植物成活率及矿区范围的水土保持,各层开采完毕平台需进行平整和覆土改造,覆土厚度不小于 0.5m。+50m 台阶及以上台阶平台沿坡底线外 0.5 m 修筑台阶排水沟(规格尺寸见下图 5-4),坡面修筑泄水吊沟(规格尺寸见下图 5-4),使边坡汇水按如下顺序排泄:平台排水沟→坡面泄水吊沟→境外截排水。

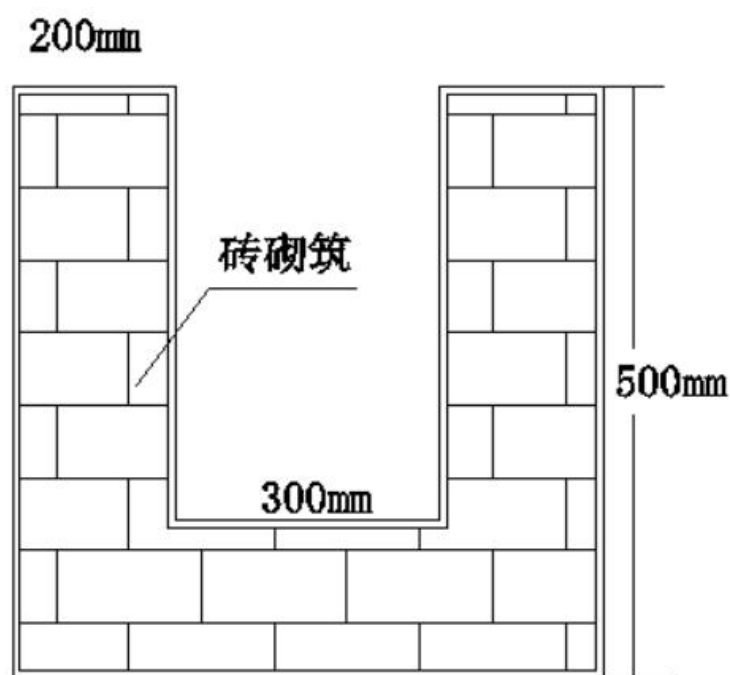


图 5-5 排水沟结构断面图

采场开采终了时+50m 平台以下将形成凹陷采坑，凹陷采坑面积约 164.7913hm²，积水不能自行排出，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+50m 以下复垦为坑塘水面，复垦面积约 164.7913hm²。

为保证人员及牲畜安全性，方案设计在坑塘水面外围修筑防护围栏（具体见图 5-6），设立警示牌，进行双重防护。而防护围栏的栏杆采用 0.25m×0.25m 正方形断面铁栏杆，高 2.0m（其中 0.5m 埋在地下基坑中，使用砼灌注），间距 2.0m，坑塘水面外围防护围栏总修筑周长 6990m，需要 3495 根铁栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间焊接铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m，宽 1.5m，单体面积 3m²，坑塘水面外围铁丝网总工程量为 10485m²。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑，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木进行防护，形成二级防护围栏，最后每隔 30m 设置一块警示牌，警示牌采用圆形铁牌与钢管焊接制造，支撑杆采用 1.5 m 钢管，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 233 块。

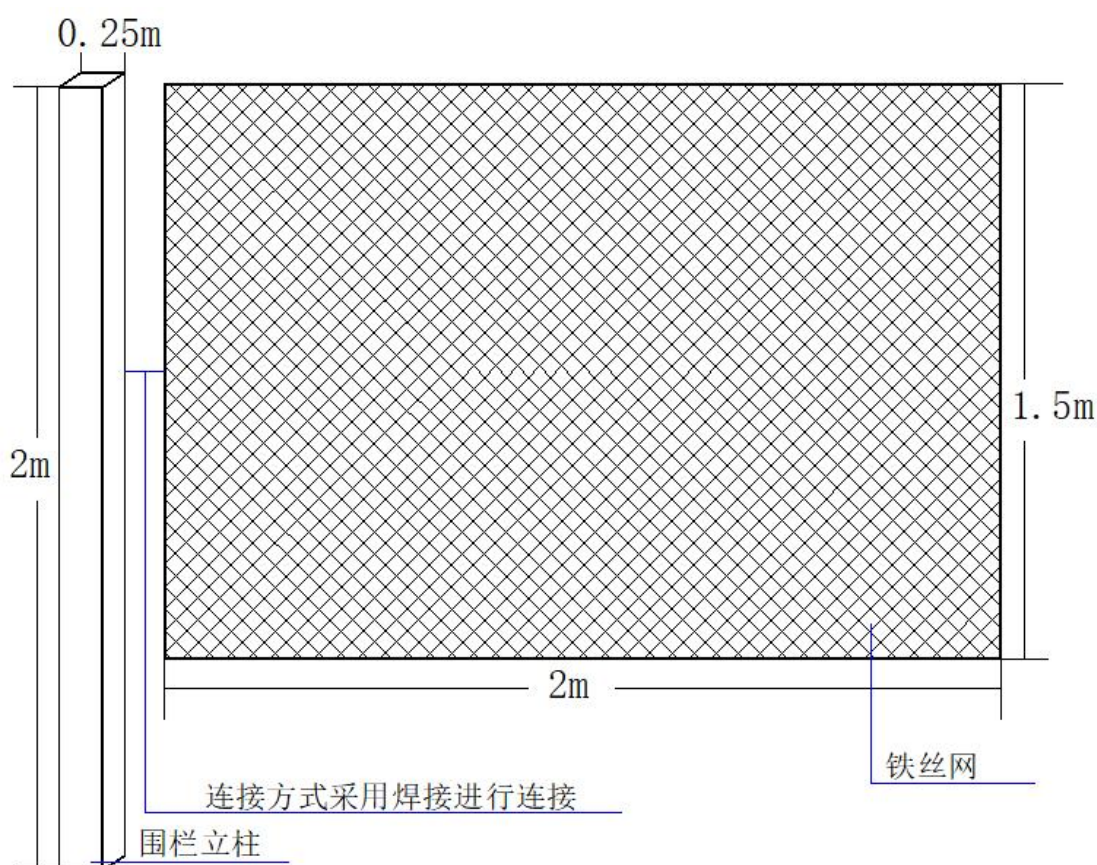


图 5-6 防护围栏规格尺寸图

(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，种植夹竹桃，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 0.25kg，有机肥 1.0 kg，种植总面积 32.7428hm²。

露天采场+50m 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 0.10kg，有机肥 0.5 kg。

按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植，果树都选用 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 0.30kg，有机肥 2.0 kg，种植总面积 10.1303hm²。

(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。

2、工业场地工程技术措施

（1）工程措施

工业场地在闭坑后首先拆除场地内建筑物与加工器械，拆除建筑物面积约 13603m²，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内。然后对工业场地复垦为园地区域进行复垦，为提高植物成活率，工业场地复垦为园地区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5 米，需覆土改造面积 20.5363hm²，待以上步骤完成后对土壤进行土壤质量监测，土地自然特性监测内容包括：复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、有机质含量、有效磷含量、土壤重金属含量等。工业场地地势相对平缓，不会产生凹陷，地表水可顺势排出，且工业场地外围已设置的界外截排水沟，故不重复设计截排水工程。

（2）生物措施

按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植，果树都选用 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 0.30kg，有机肥 2.0 kg，种植总面积 20.5363hm²。

（3）养护措施

对闭坑后已复垦的工业场地进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区的监管。

3、剥离层外运转运场工程技术措施

（1）工程措施

矿山闭坑后对剥离层外运转运场进行复垦绿化，首先场地内堆存的表土可用于矿山各区域后期复垦所需，其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 5.7299hm²，剥离层外运转运场地势相对平缓，不会产生凹陷，地表水可顺势排出，且剥离层外运转运场外围已设置的界外截排水沟，故不重复设计截排水工程。

（2）生物措施

按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植，果树都选用 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 0.30kg，有机肥 2.0 kg，种植总面积 5.7299hm²。

（3）养护措施

对闭坑后已复垦的剥离层外运转运场进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区的监管。

4、办公及生活区工程技术措施

（1）工程措施

办公及生活区在闭坑后首先拆除场地内建筑物，拆除面积约 12084m²，其次清理办公及生活区场地内的地表水泥硬化，清除面积 4.9190m²，清除厚度 20cm，清除量约 9838m³，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内。其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 4.9190hm²，办公及生活区地势相对平缓，不会产生凹陷，地表水可顺势排出，办公及生活区外围已设置的界外截排水沟，故不重复设计截排水工程。

（2）生物措施

按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植，果树都选用 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 0.30kg，有机肥 2.0 kg，种植总面积 4.9190hm²。

（3）养护措施

对闭坑后已复垦的办公及生活区进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区的监管。

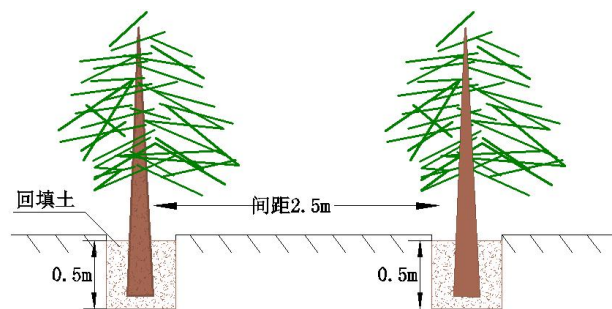
5、矿区道路工程技术措施

（1）工程措施

矿区道路路面保留，交由地方及林业部门使用，对路面进行平整及压实，矿区道路面积 5.0689hm²。

（2）生物措施

在道路两旁增补植树各一排，间距 2.5m(见下图 5-7)。



植被（乔木）种植施工图

图 5-7 道路复垦示意图

6、周边农田防护工程技术措施

矿山 1#破碎站北侧、东北侧外围现状存在较多的水田，为防止采坑活动破坏周边水田，本方案设计在 1#破碎站北侧、东北侧外围设立防护围栏防（具体见图 5-6），设立警示牌，进行预防。防护围栏的栏杆采用 $0.25\text{m} \times 0.25\text{m}$ 正方形断面铁栏杆，高 2.0m （其中 0.5m 埋在地下基坑中，使用砼灌注），间距 2.0m ，外围防护围栏总修筑周长 1414m ，需要 707 根栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间焊接铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m ，宽 1.5m ，单体面积 3m^2 ，外围铁丝网总工程量为 2121m^2 。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑，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 30m 设置一块警示牌，警示牌采用圆形铁牌与钢管焊接制造，支撑杆采用 1.5m 钢管，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 47 块。

（四）主要工程量

1、生物措施总工程量

本复垦方案设计栽种乔木选用夹竹桃树，果树选用柑橘树，攀缘植物选用爬山虎、播种草籽选用毛草。本复垦方案设计栽种的乔木与果树宜提早备耕，适时种植。为确保成活率，复绿工作以春季为宜，3 月份前完成整地挖穴，5 月份前完成种植。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 5-8。

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		6990	20970
	坡面	爬山虎	栽种		0.8 米/株		31525	39406
	场地内	柑橘树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	10.1303	25376
		夹竹桃	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	32.7428	82021
		毛草	撒播			20		655
工业 场地	边界	刺篱木	栽种		3 株/m		1414	4242
	场地内	柑橘树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	20.5363	51443
剥离层外 运转运场	场地内	柑橘树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	5.7299	14354
办公及生 活区	场地内	柑橘树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	4.9190	12322
矿区 道路	道路 两侧	夹竹桃	2 年	实生苗	2.5×2.5	80	206.22	16498

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	复合肥	100 株	Kg	25	985.19	24630
	有机肥		Kg	100		98519
果树	复合肥	100 株	Kg	30	1034.95	31049
	有机肥		Kg	200		206990
攀爬植被	复合肥	100 株	Kg	10	394.06	3941
	有机肥		Kg	50		19703

表 5-6 浆砌工程工程量计算表

部 位	工程量名称	单位	总长度 (m)	单体砌筑断面 (m ³)	工程量 (m ³)
露天采场	排水沟浆砌块石	m ³	15626	0.15	2343.9

表 5-7 地面硬化地面清除工程量统计表

分区	项目名称	清除厚度 (m)	清除面积 (hm ²)	工程量 (m ³)
办公及生活区	清除水泥硬底化	0.2	4.9190	9838
合计			4.9190	9838

表 5-8 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	42.8731	214365.5
工业场地	场地内	覆土	0.5	20.5363	102681.5
剥离层外运转运场	场地内	覆土	0.5	5.7299	28649.5
办公及生活区	场地内	覆土	0.5	4.9190	24595
合计					370291.5

2、其他工程量

露天采场工程量统计见表 5-9:

表 5-9 露天采场土地复垦工程量表

露天采场（正地形）				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	42.8731	hm ²	
2	覆土	214365.5	m ³	覆土厚度 0.5m
3	排水沟	23.44	100m ³	
4	毛草	32.7428	hm ²	
5	夹竹桃	820.21	100 株	
6	柑橘树	253.76	100 株	
7	爬山虎	394.06	100 株	
8	复合肥	320.59	100kg	
9	有机肥	1524.76	100kg	
10	工程养护	207.6644	hm ²	
11	土壤质量监测	1	次数	
12	采样检测	1	组	
露天采场（凹陷采坑）				
13	防护栏杆	34.95	100 根	
14	铁丝网	104.85	100m ²	
15	警示牌	233	块	
16	刺篱木	209.70	100 株	种植总长度 6990m

工业场地工程量统计见表 5-10:

表 5-10 工业场地土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	20.5363	hm ²	
2	覆土	102681.5	m ³	覆土厚度 0.5m（园地+林地）
3	清除建筑物	13603	m ²	
4	柑橘树	514.43	100 株	
5	复合肥	154.33	100kg	
6	有机肥	1028.86	100kg	

7	工程养护	20.5363	hm ²	
8	土壤质量监测	1	次数	
9	采样检测	1	组	
北侧、北东侧农田防护措施				
10	防护栏杆	7.07	100 根	
11	铁丝网	21.21	100m ²	
12	警示牌	47	块	
13	刺篱木	42.42	100 株	种植总长度 1414m

剥离层外运转场工程量统计见表 5-11:

表 5-11 剥离层外运转场土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	5.7299	hm ²	
2	覆土	28649.5	m ³	覆土厚度 0.5m
3	柑橘树	143.54	100 株	
4	复合肥	43.06	100kg	
5	有机肥	287.08	100kg	
6	工程养护	5.7299	hm ²	
7	土壤质量监测	1	次数	
8	采样检测	1	组	

办公及生活区工程量统计见表 5-12:

表 5-12 办公及生活区土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	4.9190	hm ²	
2	覆土	24595	m ³	覆土厚度 0.5m
3	清除地表硬化	9838	m ³	
4	清除建筑物	12084	m ²	
5	柑橘树	123.22	100 株	
8	复合肥	36.97	100kg	
9	有机肥	246.44	100kg	
10	工程养护	4.9190	hm ²	
11	机械外运（废渣）	98.38	100m ³	
12	土壤质量监测	1	次数	
13	采样检测	1	组	

矿区道路工程量统计见表 5-13

表 5-13 矿区道路土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	5.0689	hm ²	
2	夹竹桃	164.98	100 株	
3	复合肥	41.25	100kg	
4	有机肥	164.98	100kg	
5	工程养护	5.0689	hm ²	

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

1、治理工程应能对矿山采矿导致的含水层破坏，包括地表水漏失、地下水资源枯竭等，进行有效地恢复治理。

2、矿山导致地表水体漏失或地下水位下降的地段，应聘请有相关资质的单位采取防渗工程措施，其工程治理技术标准，符合相关规定。

3、项目开采建筑、回填料用玄武岩矿，不易对水体产生污染，未来采取措施对矿坑水进行治理，达标后可排放至当地溪流。

4、所设计的各项供水工程与周边环境相协调。

5、含水层破坏修复主要已监测为主，矿山在开采过程中应加强监测。

（二）工程设计

设计修砌沉砂池，将露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区等区域地表水经沉砂池沉淀后排出。

（三）技术措施

根据矿山在极端天气地表最大汇水量及矿区周边地形地貌（丘陵得出汇集于沉砂池汇水的系数），故设计 12 座沉砂池的规格：沉砂池采用矩形断面，长×宽×深=8m×3m×1.5m，施工方法为人工开挖，沉砂池用浆砌石砌筑，厚 48cm，表面 2cm 砂浆抹面，浆砌石 20m³（沉沙含量≥500g/m³）

（四）主要工程量

沉砂池工程及废水处理工程，划入《开发利用》设计中，本方案不重复设计及投资预算，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。

该矿山开采矿种为建筑、回填料玄武岩，矿石中无有害、有毒成分，矿山开采对水土污染较轻，经过土地复垦工程和环境治理工程进行有效治理后，基本能够恢复生态环境，维护矿山开采区域水土保持和生态环境，重点防治由暴雨冲刷采矿场所引起的水土流失问题。矿区表层第四系风化残积层力学强度较低，矿坑开挖时受大气降雨的影响可能会产生梳状面流、崩塌、滑坡等不良地质作用，因此必须在采场外围处设置截排水沟，截流矿山外地表水，减少坡面径流的冲刷作用。每年雨季前，矿山应对采矿场的截排水系统进行全面检查、完善。采场内特别是高位置生产平台，不可堆积剥离土，防止泥石流危害。矿区下游沉砂池是截留矿区泥沙、预防对下游环境污染的重要水保设施工程，要经常清淤，保持适宜的过水断面，维持其沉沙效果。

本期目标任务是利用土地复绿措施、土地复垦工程措施来恢复治理地形地貌景观破坏及土地资源，露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路各区逐一进行水土环境污染修复措施。

（二）工程设计

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质少，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。

（三）技术措施

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。其

保护预防措施土地复垦章节已设计，具体见“本章第二节与第三节”。

（四）主要工程量

地形地貌景观及水土资源环境破坏的修复工程措施工程量汇总见下表 5-16

表 5-16 工程量汇总表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	79.1272	hm ²	
2	覆土	370291.5	m ³	
3	排水沟	2343.9	m ³	
4	毛草	32.7428	hm ²	
6	夹竹桃	985.19	100 株	
7	柑橘树	1034.95	100 株	
8	爬山虎	394.06	100 株	
9	刺篱木	252.12	100 株	
10	防护栏杆	42.02	100 根	
11	铁丝网	126.06	100m ²	
12	警示牌	280	块	
13	工程养护	243.9185	hm ²	
14	清除地表硬化	9838	m ³	
15	拆除构筑物	25687	m ²	
16	机械外运（废渣）	98.38	100m ³	
17	土壤质量检测	4	次	
18	采样检测	4	组	
19	复合肥	596.20	100kg	
20	有机肥	3252.12	100kg	

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，并接受当地自然资源局的监督管理。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。采矿权人雷州市草罗岭采石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、剥离层外运转运场泥石流与水土流失的监测。

（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）水土环境污染的监测

监测采矿活动对水土环境的影响。

（二）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+60m 平台、+90m 平台、+98m 平台每隔 200m 布置一个监测点，以绝对位移变形监测为主，监测频率 1 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。露天采场西南侧边坡+80m 平台每隔 100m 加密布置一个监测点，监测露天采场西南侧边坡崩塌/滑坡地灾问题。发现变形迹象应加密监测并采取相应防治措施。布置日常人工监测巡视，发现险情及时预警并采取有效的治理措施。

剥离层外运转运场单层平台各布置一个监测点，以绝对位移变形监测为主，水土流失监测为辅，监测频率 1 次/月。

（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 1 次/年，设计在矿山露天采场外建立监测

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）水土环境污染的监测

矿山水土环境污染的监测采用取样代表性土壤样品进行土壤检测的方式，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量等，按照 1 年/次的频率。

（三）技术措施

主要采用全站仪监测位移法、水质分析法、土壤分析法、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。

在剥离层外运转运场单层平台上设立监测点，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与边坡水土流失的问题。

（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）简易人工及仪器量测法、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。

（4）土壤分析法

采用取样代表性土壤样品送至实验室进行土壤检测的方式，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量等。

（四）主要工程量

具体工作量如下表 5-17:

表 5-17 监测点布置一览表

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+60m 平台、+90m 平台、+98m 平台每隔 200m 布置一个监测点	24 个	每月 1 次	第 1 年~第 30 年	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
剥离层外运转运场	单层台阶边缘	4 个	每月 1 次	第 1 年~第 30 年	全站仪、简易人工观测法	在场地单层平台上设立监测点，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与边坡水土流失的问题	剥离层外运转运场	
采场下游	设置 1 个监测点	6 个	1 次/年	第 1 年~第 30 年	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	
地形地貌景观破坏	3 月观测一次			第 1 年~第 30 年	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	
水土环境污染	1 年送检一次			第 1 年~第 30 年	土壤分析法	采用取样代表性土壤样品送至实验室进行土壤检测的方式，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量等。	整个矿区	
总计	监测点共计 34 个							
监测责任人	雷州市草罗岭采石有限公司							

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各单元（露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区）累计设置监测点32，其中露天采场设置监测点19个，其他单位元区域各设置13个，具体位置见附图5，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、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理。

（2）矿山其他单元的灌溉养护

对闭坑后已复垦的工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路等地进

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，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区的监管。

（三）主要工程量

具体工作量如下表 5-18、5-19：

表 5-18 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
露天采场边坡	采场北部、西部、东部、南部	19 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
工业场地	场地中部	5 个			
剥离层外运转运场	场地中部	4 个			
办公及生活区	场地中部	4 个			
总 计	监测点共计 32 个				

表 5-19 养护工程量汇总表

项目	面积	单位	备注
露天采场	207.6644	hm ²	
工业场地	20.5363	hm ²	
剥离层外运转运场	5.7299	hm ²	
办公及生活区	4.9190	hm ²	
矿区道路	5.0689	hm ²	

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”、“边开采边治理，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

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿地质环境影响评估范围约543.4784hm²，需治理与复垦的区域包括露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路。

根据方案的适用年限和矿山采剥计划进度，年度实施计划分为近期目标、中期、远期目标。

1、近期（第1~5年）

修筑开采区及其周边区域截排水沟等；对每年完成开采的区域逐步地进行复垦和管护，主要工作是平整场地、覆土，修建平台排水沟，栽种植被、撒播草种等，并对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理；建立矿山地质环境监测点并进行监测。

2、中期（第6~27年）

继续对开采完毕的平台进行绿化治理，恢复地形地貌景观；监测工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区边坡的稳定性，保持对露天采场下游、工业场地、剥离层外

运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区下游水质的监测，维护好矿区各场地截排水设施、水土保持工程，使崩塌、滑坡等地质灾害得到防治。

维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟、平台挡土墙，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

3、远期（第28～31年）

随着矿山开采结束，矿山的生产活动改变了矿区原有的生态环境和地形地貌景观，矿山闭坑后，采取场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿山地质环境进行治理和恢复。在治理工程结束后，还必须对矿山地质环境进行监测，直到矿山的生态环境趋于稳定，同时对闭坑后已复垦的各区域进行复垦工程管理养护，主要工作给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟等浆砌工程护理，并做好林地防火工作。

（1）第28年：此年，矿山已完成所有开采工作，方案主要安排对凹陷采坑底板进行复垦，主要措施为修建防护围栏。同时对工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区进行复垦。随着矿山开采结束，矿山的生产活动改变了矿区原有的生态环境和地形地貌景观，矿山闭坑后，采取场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿山地质环境进行治理和恢复。

（2）第29～第31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。

三、近期年度工作安排

根据广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）2024年4月编制的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（以下简称《开发利用方案（修编）》），矿山计算生产年限约为25年，基建期2年，闭坑治理期1.0年，总服务年限为28年。由于《开发利用方案》设计闭坑治理期与本方案闭坑治理期相重叠，故本方案取矿山生产期与基建期作为总服务年限，即27年。

本方案设计闭坑治理期1年，土地复垦灌溉养护期3年，故确定本恢复方案适用年限为31年，根据《编制指南》所示，新建矿山的方案基准年以矿山正式投产之日算起。

如果矿山扩大开采规模、变更矿区范围或开采方式的，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

1、近期（第1~5年）

修筑开采区及其周边区域截排水沟；对每年完成开采的区域逐步地进行复垦和管护，主要工作是平整场地、覆土，修建平台排水沟、挡土墙，栽种植被、撒播草种等，并对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理；建立矿山地质环境监测点并进行监测。近期阶段每年具体计划详细简绍如下：

（1）第一年：矿山处于基建期，主要是维护好边坡的稳定，修筑采区周边区域截排水沟；修筑复垦用土临时堆场的抗滑拦挡坝及其外围截排水沟；修筑工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区等周边区域截排水沟；建立矿山监测系统并对露天采场边坡稳定性进行监测。

（2）第二年：第二年矿山处于基建期，继续修筑露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区及其周边区域截排水沟；建立矿山监测系统并对露天采场边坡稳定性进行监测；在新修建道路两旁增补植树各一排，间距2m。

（3）第三年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

（4）第四年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对

已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

（5）第五年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

2、中期（第6~27年）

第6~29年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

2、远期（第28~31年）

（4）第28年：此年，矿山已完成所有开采工作，方案主要安排对凹陷采坑进行复垦。同时对工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区进行复垦。随着矿山开采结束，矿山的生产活动改变了矿区原有的生态环境和地形地貌景观，矿山闭坑后，采取场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿山地质环境进行治理和恢复。

（5）第29~第31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。

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》（粤建价字年 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	1000×0.5%=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 ：
 $W_i = a_i[(1+r)^n - 1]$ 。雷州市物价指数为 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	$1000 \times 0.5\% = 5$
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) 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 ：
 $W_i = a_i[(1+r)^n - 1]$ 。雷州市物价指数为 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

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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	浆砌截排水沟	m ³	5270.7	2185.2	7455.9
	开挖土方	m ³	10851.4	4498.9	15350.3
	覆土壤	m ³	214365.5	155926.0	370291.5
	平整场地	hm ²	42.8731	36.2541	79.1272
	挂网	m ²	17275	0	17275
	拦挡坝	m ³	0	2220.0	2220.0
监测措施	全站仪观测点布设	个	24	4	28
	监测次数	次	10080		
	水质监测分析点	个	6	0	6
	分析次数	次	180		
	水土监测	个	6	0	6
	分析次数	次	30		

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

根据广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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 1591.28 万元，动态总投资 2142.4 万元，差价预备费 551.12 万元，详见表 7-5 至表 7-13。

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-6 估算总表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

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	1390.16	64.89
二	其他费用	154.77	7.22
三	不可预见费	46.35	2.16
四	静态总投资	1591.28	74.28
五	价差预备费	551.12	25.72
六	动态总投资	2142.4	100.00

表 7-7 工程估算表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

序号	工程名称	单位	数量	单价/元	合计/元
一	主体工程				
D010054	人工挖一般土方 土类级别I~II	100m ³	153.50	698.18	107170.63
D030037 换	浆砌块石 拦挡坝	100m ³	22.2	38728.88	859781.14
D030012 换	浆砌截排水沟 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m	100m ³ 砌体方	74.56	43773.18	3263728.30
D010989	土方回填 松填不夯实	100m ³ 实方	3702.92	1334.99	4943361.17
D010399	平整场地	100m ²	7912.72	268.49	2124486.19
D080002	柔性主动防护网 网型 钢丝绳网+钢丝格栅!接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5	100m ²	172.75	2007.49	346793.90
	监测点	个	34	126.58	4303.72
	监测频率	次	10260	215.10	2206926
	水土取样检测	次	30	1500	45000
	合计				13901551.05

表 7-8 其他费用估算表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

序号	费用名称	说明及计算公式	金额/元	备注
一	其他费用		15477432.74	
①	前期工作费		347538.79	
(1)	土地清查费	$13901551.05 \times 0.5\%$	69507.76	
(2)	项目勘测费	$13901551.05 \times 1.5\%$	208523.27	
(3)	项目招标费	$13901551.05 \times 0.5\%$	69507.76	
②	工程监理费	$13901551.05 \times 2.5\%$	347538.79	
③	竣工验收费		459239.79	
(1)	工程复核费	$13901551.05 \times 0.7\%$	97310.86	
(2)	工程验收费	$13901551.05 \times 1.4\%$	194621.71	
(3)	项目决算编制与审计费	$13901551.05 \times 1.0\%$	139015.51	
(4)	方案编制费	次	13000.00	
(5)	标识设定费	$13901551.05 \times 0.11\%$	15291.71	
④	业主管理费	$(\text{工程施工费} + \text{①} + \text{②} + \text{③}) \times 2.8\%$	421564.32	

表 7-9 不可预见费估算表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

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	1390.16	0.00	154.77	1544.93	3.00	46.35
总 计		-	-	-	1544.93	-	46.35

表 7-10 工程单价汇总表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

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	人工挖一般土方 土类级别I~II	100m3	698.18	537.20	26.86		28.20	29.61	18.66		57.65
2	平整场地	100m3	268.49	52.32	19.72	144.87	10.85	11.39	7.17		22.17
3	柔性主动防护网 网型 钢丝绳网+钢丝格栅!接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5	100m2	2007.49	928.93	424.65	11.91	68.27	71.69	45.16	291.12	165.76
4	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
5	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
6	浆砌块石 拦挡坝	100m3	38728.88	10380.26	6512.40	243.68	856.82	899.66	566.78	16071.48	3197.80

表 7-11 工程单价表

定额名称	人工挖一般土方 土类级别I~II				
定额编号	D010054		定额单位	100m3	
工作内容	挖松、就近堆放。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				592.26
(一)	直接工程费				564.06
1	人工费				537.20
	人工	工时	42.10	12.76	537.20
2	材料费				26.86
	零星材料费		5.00%	537.20	26.86
3	机械使用费				
(二)	措施费		564.06	5.00%	28.20
1	安全文明施工费		564.06	2.00%	11.28
2	夜间施工增加费		564.06	1.00%	5.64
3	冬雨季施工增加费		564.06	0.50%	2.82
4	其他措施费		564.06	1.50%	8.46
二	间接费		592.26	5.00%	29.61
三	利润		621.87	3.00%	18.66
四	材料价差				
五	税金		640.53	9.00%	57.65
六	合计				698.18
	单价				698.18

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	柔性主动防护网 网型 钢丝绳网+钢丝格栅!接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5				
定额编号	D080002		定额单位	100m2	
工作内容	场内运输、铺设、搭接、3m 以内锚杆施工等。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				1433.76
(一)	直接工程费				1365.49
1	人工费				928.93
	人工	工时	72.80	12.76	928.93
2	材料费				424.65
	柔性主动防护网（钢丝绳网+钢丝格栅）	m2	113.82		
	钢筋	kg	112.20	2.56	287.23
	合金钻头	个	0.79	150.00	118.50
	接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5	m3	0.03	218.18	6.55
	其他材料费		3.00%	412.28	12.37
3	机械使用费				11.91
	风钻 气腿式	台时	3.96	2.81	11.13
	其他机械费		7.00%	11.13	0.78
(二)	措施费		1365.49	5.00%	68.27
1	安全文明施工费		1365.49	2.00%	27.31
2	夜间施工增加费		1365.49	1.00%	13.65
3	冬雨季施工增加费		1365.49	0.50%	6.83
4	其他措施费		1365.49	1.50%	20.48
二	间接费		1433.76	5.00%	71.69
三	利润		1505.45	3.00%	45.16
四	材料价差				291.12
	钢筋	kg	112.20	2.48	278.26
	水泥 42.5	kg	18.75	0.405	7.59
	砂	m3	0.0294	178.67	5.25

五	税金		1841.73	9.00%	165.76
六	合计				2007.49
	单价				2007.49

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

定额名称	浆砌块石 拦挡坝				
定额编号	D030037 换		定额单位	100m3	
工作内容	修石、冲洗、拌浆、砌石、勾缝。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				17993.16
(一)	直接工程费				17136.34
1	人工费				10380.26
	人工	工时	813.50	12.76	10380.26
2	材料费				6512.40
	块石	m3	108.00	60.00	6480.00
	水泥砂浆	m3	34.58		
	其他材料费		0.50%	6480.00	32.40
3	机械使用费				243.68
	胶轮车	台时	157.63	0.77	121.38
	灰浆搅拌机	台时	6.24	19.60	122.30
(二)	措施费		17136.34	5.00%	856.82
1	安全文明施工费		17136.34	2.00%	342.73
2	夜间施工增加费		17136.34	1.00%	171.36
3	冬雨季施工增加费		17136.34	0.50%	85.68
4	其他措施费		17136.34	1.50%	257.05
二	间接费		17993.16	5.00%	899.66
三	利润		18892.82	3.00%	566.78
四	材料价差				16071.48

	块石	m3	108.00	148.81	16071.48
五	税金		35531.08	9.00%	3197.80
六	合计				38728.88
	单价				38728.88

表 7-12 材料估算单价表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿

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 7-13 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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	85.46	1.0300	2.56	88.02	1828.78
2	85.65	1.0609	5.22	90.87	
3	84.35	1.0927	7.82	92.17	
4	88.22	1.1255	11.07	99.29	
5	97.21	1.1592	15.47	112.68	
6	98.32	1.1940	19.07	117.39	
7	100.08	1.2298	23.00	123.08	
8	103.59	1.2667	27.63	131.22	
9	94.98	1.3047	28.94	123.92	
10	95.94	1.3439	32.99	128.93	
11~27	521.03	1.3842	200.18	721.21	
28	98.84	2.2795	126.47	225.31	225.31
29~31	37.61	2.3479	50.70	88.31	88.31
合计	1591.28		551.12	2142.4	2142.4

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

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿土地复垦总工程量见表 7-14、表 7-15。

表 7-14 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	79.1272	hm ²	
2	覆土	370291.5	m ³	
3	排水沟	2343.9	m ³	
4	毛草	32.7428	hm ²	
6	夹竹桃	985.19	100 株	
7	柑橘树	1034.95	100 株	
8	爬山虎	394.06	100 株	
9	刺篱木	252.12	100 株	
10	防护栏杆	42.02	100 根	
11	铁丝网	126.06	100m ²	
12	警示牌	280	块	
13	工程养护	243.9185	hm ²	
14	清除地表硬化	9838	m ³	
15	拆除构筑物	25687	m ²	
16	机械外运（废渣）	98.38	100m ³	
17	土壤质量检测	4	次	
18	采样检测	4	组	
19	复合肥	596.20	100kg	
20	有机肥	3252.12	100kg	

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

表 7-15 矿山各区土地复垦工程量汇总表

露天采场				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	42.8731	hm ²	
2	覆土	214365.5	m ³	覆土厚度 0.5m
3	排水沟	23.44	100m ³	
4	毛草	32.7428	hm ²	
5	夹竹桃	820.21	100 株	
6	柑橘树	253.76	100 株	
7	爬山虎	394.06	100 株	
8	复合肥	320.59	100kg	
9	有机肥	1524.76	100kg	
10	工程养护	207.6644	hm ²	
11	土壤质量监测	1	次数	
12	采样检测	1	组	
13	防护栏杆	34.95	100 根	
14	铁丝网	104.85	100m ²	
15	警示牌	233	块	
16	刺篱木	209.70	100 株	种植总长度 6990m
工业场地				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	20.5363	hm ²	
2	覆土	102681.5	m ³	覆土厚度 0.5m（园地+林地）
3	清除建筑物	13603	m ²	
4	柑橘树	514.43	100 株	
5	复合肥	154.33	100kg	
6	有机肥	1028.86	100kg	
7	工程养护	20.5363	hm ²	
8	土壤质量监测	1	次数	
9	采样检测	1	组	
北侧、北东侧农田防护措施				
10	防护栏杆	7.07	100 根	
11	铁丝网	21.21	100m ²	
12	警示牌	47	块	
13	刺篱木	42.42	100 株	种植总长度 1414m
剥离层外运转运场				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	5.7299	hm ²	
2	覆土	28649.5	m ³	覆土厚度 0.5m

3	柑橘树	143.54	100 株	
4	复合肥	43.06	100kg	
5	有机肥	287.08	100kg	
6	工程养护	5.7299	hm ²	
7	土壤质量监测	1	次数	
8	采样检测	1	组	
办公及生活区				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	4.9190	hm ²	
2	覆土	24595	m ³	覆土厚度 0.5m
3	清除地表硬化	9838	m ³	
4	清除建筑物	12084	m ²	
5	柑橘树	123.22	100 株	
8	复合肥	36.97	100kg	
9	有机肥	246.44	100kg	
10	工程养护	4.9190	hm ²	
11	机械外运（废渣）	98.38	100m ³	
12	土壤质量监测	1	次数	
13	采样检测	1	组	
矿区道路				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	5.0689	hm ²	
2	夹竹桃	164.98	100 株	
3	复合肥	41.25	100kg	
4	有机肥	164.98	100kg	
5	工程养护	5.0689	hm ²	

2、投资估算

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿土地复垦方案静态总投资为 1752.34 万元，动态总投资为 2425.86 万元，详见表 7-16 至表 7-22。

（二）单项工程量与投资估算

表 7-16 估算总表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿

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	1440.73	59.39
二	设备购置费	0	0.00
三	其他费用	260.57	10.74
四	不可预见费	51.04	2.10
五	静态总投资	1752.34	72.23
六	价差预备费	673.52	27.76
七	动态总投资	2425.86	100.00

表 7-17 工程施工费汇总表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿

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	土地平整工程	374.59	26.00
2	植被工程	497.34	34.52
3	防护工程	166.14	11.53
4	其他工程	402.66	27.95
总计	—	1440.73	100.00

表 7-18 工程施工费估算表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填用玄武岩矿

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		土地平整工程				3745867.12
	30069	拆除地表硬化	100m ³	98.38	8572.45	843357.63
	30073	砌体拆除(建筑物)	100m ³	256.87	9180.14	2358102.56
	20293 换	1m ³ 挖掘机装自卸汽车运石渣	100m ³	98.38	4286.92	421747.19
二		植被工程				4973376.86
	D070003	栽种乔木 带土球 土球直径(cm) 30~40	100 株	985.19	1494.12	1471992.08
	90020 换	栽植刺篱木(冠丛高在 200cm 以内)~III类土	100 株	252.12	746.56	188222.71
	D070031	直播种草 撒播	hm ²	32.7428	22449.3	735052.94
	D070010	栽种果树	100 株	1034.95	1282.48	1327302.68
	E1-2-94	栽植藤本植物	100 株	394.06	589.14	232156.51
	E1-2-99	复合肥	100kg	596.20	256.79	153098.20
	补 1	有机肥	100kg	3252.12	266.15	865551.74
三		防护工程				1661385.99
	Y08180	铁栏杆(防护围栏)	10 个	420.2	235.88	99116.78
	50024	铁栏杆开挖(防护围栏)	10 个	420.2	49.71	20888.14
	D7-2-31	铁丝网	100m ²	126.06	12076.83	1522405.19
	50060	警示牌	10 块	28.0	677.71	18975.88
四		其他工程				4026628.59
	D1-10-29 换	土壤检测	次	4	1837.21	7348.84
	D1-10-31 换	采样检测	组	4	612.40	2449.6
	D030012 换	排水沟	100m ³	23.44	66715.76	1563817.41
	补 1	灌溉养护	hm ²	243.9185	10056.69	2453012.74
总计		—				14407258.56

表 7-19 工程施工费单价汇总表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿										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	hm²	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	混凝土栏杆（防护围栏）	10 个			192.59	192.59	7.51	200.10	10.00	6.30			19.48	235.88
	50024	混凝土栏杆开挖（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
	D030012 换	排水沟	100m³	3850.7	50324	1039.60	55214.3	1380.36	56594.66	2829.73	1782.73			5508.64	66715.76

表 7-20 其他费用估算表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

金额单位:万元

序号	费用名称	计算式(元)	估算金额	各项费用占其他费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
①	前期工作费		36.01	16.33
(1)	土地清查费	14407258.56*0.5%	7.20	3.27
(2)	项目勘测费	14407258.56*1.5%	21.61	9.80
(3)	项目招标费	14407258.56*0.5%	7.20	3.27
②	工程监理费	14407258.56*2.5%	36.01	16.36
③	竣工验收费		46.25	27.44
(1)	工程复核费	14407258.56*0.7%	10.09	4.58
(2)	工程验收费	14407258.56*1.4%	20.17	9.16
(3)	项目决算编制与审计费	14407258.56*1.0%	14.41	6.53
(4)	标识设定费	14407258.56*0.11%	1.58	0.76
④	业主管理费	(工程施工费+①+②+③)*2.8%	43.65	18.32
⑤	监测与管护费		98.65	21.55
(1)	监测费	14407258.56*1.5%	21.61	9.80
(2)	管护费-项目经常费	14407258.56*1.0%	14.41	6.53
(3)	管护费-技术支持培训费	14407258.56*0.8%	11.53	5.22
(4)	拆迁补偿费	次	51.10	19.61
	总计		260.57	100.00

表 7-21 不可预见费估算表

项目名称: 广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿

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	1440.73	0.00	260.57	1701.30	3.00	51.04
	总 计	-	-	-	1701.30	-	51.04

表 7-22 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	101.58	1.0300	3.05	104.63	1874.44
2	105.65	1.0609	6.43	112.08	
3	105.39	1.0927	9.77	115.16	
4	106.95	1.1255	13.42	120.37	
5	107.21	1.1592	17.07	124.28	
6	108.32	1.1940	21.01	129.33	
7	105.08	1.2298	24.15	129.23	
8	115.59	1.2667	30.83	146.42	
9	116.98	1.3047	35.64	152.62	
10	128.94	1.3439	44.34	173.28	
11~27	409.65	1.3842	157.39	567.04	
28	211.00	2.2795	269.98	480.98	480.98
29~31	30.00	2.3479	40.44	70.44	70.44
合计	1752.34		673.52	2425.86	2425.86

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

1、总费用构成

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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 7-23。

表 7-23 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	2142.40	46.90
二	矿山土地复垦	2425.86	53.10
总计		4568.26	100.00

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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 4568.26 万元，其中矿山地质环境治理动态总投资 2142.40 万元，土地复垦动态总投资 2425.86 万元。

2、已缴纳费用情况

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿拟设矿区范围内包含了原草罗岭石场、原陈坎小一石场和原合利石场，其中原草罗岭石场已缴纳地质环境治理与土地复垦费用 18554228.36 元，其中地质环境治理费用 7725803 元，土地复垦费用 10828425.36 元；原陈坎小一石场已缴纳地质环境治理与土地复垦费用 9421355.92 元，其中地质环境治理费用 3915750 元，土地复垦费用 5505605.92 元；原合利石场已缴纳地质环境治理与土地复垦费用 3881009.55 元，其中地质环境治理费用 1458222 元，土地复垦费用 2422787.55 元；三个石场合计缴纳费用 31856593.83 元，其中地质环境治理费用 13099775 元，土地复垦费用 18756818.83 元。本次方案计算的地质环境治理与土地复垦总费用 45682600 元，其中地质环境治理费用 21424000 元，土地复垦费用 24258600 元，矿山还需要补交地质环境治理费用 8324225.00 元，还需要补交土地复垦费用 5501781.17 元。

（二）近期年度经费安排

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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表 7-24、7-25、7-26。

表 7-24 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					
		境外截排水沟	防护围栏	台阶排水沟	土壤改良好	警示牌	拦挡坝	土壤改良	拆除建筑物	清除地表硬化	机械外运废渣	开挖土方	土壤质量检测	土壤取样	覆土壤	平整场地	挂网	种植乔木果树	攀爬植被	撒播草种	刺篱木	灌溉养护	全站仪观测点布设	全站仪观测点观测	水质监测分析点布设	水质分析	复垦监测点
基建期	第 1 年	●				●					●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 2 年	●					●				●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
开采期	第 3 年			●	●									●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 4 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 5 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 6~10 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 11~27 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
恢复治理期	第 28 年		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
管护期	第 29 年																				●	●	●	●	●	●	
	第 30 年																				●	●	●	●	●	●	
	第 31 年																				●	●	●	●	●	●	

表 7-25 土地复垦工作计划安排表

阶段	复垦面积 hm²	复垦方向	静态投资 万元	动态投资 万元	主要工程措施			主要工程量	
					年份	复垦位置	复垦措施		
近期	5.0689	林地	101.58	104.63	第 1 年	矿山道路	植被补植	矿山道路补植树	
	12.0536	林地	105.65	112.08	第 2 年	露天采场已采完段落	覆土 土地整平 修筑排水沟 修筑挡土墙 植被重建		对单层台阶开采完毕的段落进行复垦，主要措施为对单层台阶开采完毕的段落进行治理与复垦，并修筑已开采完毕段落其坡顶的平台排水沟。并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。
		林地	105.39	115.16	第 3 年	露天采场已采完段落			
		林地	106.95	120.37	第 4 年	露天采场已采完段落			
		林地	107.21	124.28	第 5 年	露天采场已采完段落			
中期	28.1896	林地、园地	984.56	1297.92	第 6 年~27 年	露天采场已采完段落	正地形开采+凹陷开采期间		
远期	198.6064	园地、林地、坑塘水面	211.00	480.98	第 28 年	露天采场凹陷采坑、工业场地、制砂车间、剥离层外运转运场、办公及生活区、停车区	覆土 建筑物拆除 清理硬底化 土地整平 植被重建 防护栏杆 铁丝网 警示牌	采场开采終了时+50m 平台以下将形成凹陷采坑，凹陷采坑面积约 164.7913hm²，积水不能自行排出，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+50m 以下复垦为坑塘水面，复垦面积约 164.7913hm²。为保证人员及牲畜安全性，方案设计在坑塘水面外围修筑防护围栏，设立警示牌，进行双重防护。而防护围栏的栏杆采用 0.25m×0.25m 正方形断面混凝土栏杆，高 2.0m（其中 0.5m 埋在地下基坑中），间距 2.0m，坑塘水面外围防护围栏总修筑周长 6990m，需要 3495 根铁栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间焊接铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m，宽 1.5m，单体面积 3m²，坑塘水面外围铁丝网总工程量为 10485m²。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑，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木进行防护，形成二级防护围栏，最后每隔 30m 设置一块警示牌，警示牌采用圆形铁牌与钢管焊接制造，支撑杆采用 1.5 m 钢管，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 233 块。 工业场地在闭坑后首先拆除场地内建筑物与加工器械，拆除建筑物面积约 13603m²，其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 20.5363hm²，按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植。 矿山闭坑后对剥离层外运转运场进行复垦绿化，为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植。 办公及生活区在闭坑后首先拆除场地内建筑物，拆除面积约 12084m²，其次清理办公及生活区场地内的地表水泥硬化，清除面积 4.9190m²，清除厚度 20cm，清除量约 9838m³，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内。其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 4.9190hm²，最后按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行柑橘种植。 矿山 1#破碎站北侧 、东北侧外围现状存在较多的水田，为防止采坑活动破坏周边水田 ， 本方案设计在 1#破碎站北侧 、东北侧外围设立防护围栏防（具体见图 5-6），设立警示牌，进行预防。防护围栏的栏杆采用 0.25m ×0.25m 正方形断面铁栏杆，高 2.0m（其中 0.5m 埋在地下基坑中，使用砼灌注）， 间距 2.0m，外围防护围栏总修筑周长 1414m，需要 707 根栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间焊接铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m，宽 1.5m，单体面积 3m²，外围铁丝网总工程量为 2121m²。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑，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 30m 设置一块警示牌，警示牌采用圆形铁牌与钢管焊接制造，支撑杆采用 1.5 m 钢管，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 47 块。	
养护期	——	——	30.00	70.44	第 29 年~31 年	养护期间		浇水、施肥；病虫害防治；树木及时扶正；监测	
合计	hm²		1752.34	2425.86	——	——		台阶排水沟：2343.9m³；清除地表硬化：9838m³；拆除构建物：25687m²；机械外运（废渣）：9838m³；夹竹桃：98519 株；柑橘树：103495 株；爬山虎：39406 株；播撒草种：32.7428hm²；复合肥：59620kg；有机肥：325212kg；土壤质量检测：4 次，采样：4 组；覆土：370291.5m³；防护围栏：4202 根；警示牌 ：280 块；铁丝网：12606m²；土地平整：79.1272hm²；刺篱木：25212 株；	

本矿山土地复垦还需缴纳资金 550.18 万元，需分阶段，分期足额预存。采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，应将用于土地复垦的专项资金及时提取，专款专用，不得挪用。接受自然资源主管部门对费用使用、管理进行监督，分阶段签订“土地复垦费用监管协议”。

土地复垦的各项投资列入矿山投资的总体安排和年度计划中，完善土地复垦资金管理办法，确保复垦资金足额到位，并设专门账户，专款专用，按规定单独建账，单独核算。同时加强土地复垦资金的监管，实现按项目进度分期拨款。

表 7-26 土地复垦费用安排表（单位/万元）

年份	存储	复垦费用 预存	阶段复垦费用预存额	备注
	分期	总金额		
第 1 年	第一期	110.04	550.18	首期预存费用为动态总投资的 20%
第 2 年	第二期	16.93		
第 3 年	第三期	16.93		
第 4 年	第四期	16.93		
第 5 年	第五期	16.93		
第 6 年	第六期	16.93		
第 7 年	第七期	16.93		
第 8 年	第八期	16.93		
第 9 年	第九期	16.93		
第 10 年	第十期	16.93		
第 11 年	第十一期	16.93		
第 12 年	第十二期	16.93		
第 13 年	第十三期	16.93		
第 14 年	第十四期	16.93		
第 15 年	第十五期	16.93		
第 16 年	第十六期	16.93		
第 17 年	第十七期	16.93		
第 18 年	第十八期	16.93		
第 19 年	第十九期	16.93		
第 20 年	第二十期	16.93		
第 21 年	第二十一期	16.93		
第 22 年	第二十二期	16.93		
第 23 年	第二十三期	16.93		
第 24 年	第二十四期	16.93		
第 25 年	第二十五期	16.93		
第 26 年	第二十六期	16.93		
第 27 年	第二十七期	16.89		
第 28 年				
第 29~31 年				

本矿山地质环境治理还需缴纳 832.42 万元，根据‘广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知’，采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，矿山地质环境治理恢复基金按照“企业计提、满足需求、专款专用、”的原则，以矿山地质环境治理恢复和土地复垦为导向，由采矿权人自主合理使用。

表 7-27 矿山地质环境治理费用安排表（单位/万元）

年份	存储	治理费用 预存	阶段治理费用预存额	备注
	分期	总金额		
第 1 年	第一期	166.48	832.42	首期预存费用为动态总投资的 20%
第 2 年	第二期	25.61		
第 3 年	第三期	25.61		
第 4 年	第四期	25.61		
第 5 年	第五期	25.61		
第 6 年	第六期	25.61		
第 7 年	第七期	25.61		
第 8 年	第八期	25.61		
第 9 年	第九期	25.61		
第 10 年	第十期	25.61		
第 11 年	第十一期	25.61		
第 12 年	第十二期	25.61		
第 13 年	第十三期	25.61		
第 14 年	第十四期	25.61		
第 15 年	第十五期	25.61		
第 16 年	第十六期	25.61		
第 17 年	第十七期	25.61		
第 18 年	第十八期	25.61		
第 19 年	第十九期	25.61		
第 20 年	第二十期	25.61		
第 21 年	第二十一期	25.61		
第 22 年	第二十二期	25.61		
第 23 年	第二十三期	25.61		
第 24 年	第二十四期	25.61		
第 25 年	第二十五期	25.61		
第 26 年	第二十六期	25.61		
第 27 年	第二十七期	25.69		
第 28 年				
第 29~31 年				

第八章保障措施与效益分析

一、组织保障

1、按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，成立广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿山地质环境治理与土地复垦专职机构，为了矿山地质环境治理与土地复垦能够按照方案要求顺利实施，避免方案的实施流于形式，矿山必须成立专职机构、配置专职人员，以负责治理与复垦方案的具体施工、协调和管理的工作。

2、按建设项目管理程序进行管理

在矿山地质环境治理与土地复垦施工中应严格按照建设项目管理程序，选择具有地质灾害治理施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位，进行治理与复垦的施工和后期的管护工作。

3、接受政府职能部门的监督管理

矿山应积极主动配合自然资源行政部门行使对矿山地质环境治理与土地复垦措施的实施情况进行监督、检查、验收与指导的管理工作，配合行政部门严肃查处矿山建设及生产运营过程中破坏矿山地质环境的违法行为。

二、技术保障

1、加强相关人员的技术培训

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

2、严格按照矿山地质环境治理与土地复垦方案进行防治、复垦与监测工作

在本方案的实施过程中，按矿山开采对地质环境所造成的破坏类型、程度分类进行治理与复垦，对采场所形成的平台和边坡等采取相应的技术规范进行恢复治理，对地质灾害隐患应根据不同灾害类型、规模、易发程度及危害程度采取合理有效的技术措施、技术要求进行预防和治理，并加强监测工作，对破坏土地采取合理的复垦生物措施，并

加强管护工作。

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的实际情况，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。

三、资金保障

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的原则，及法律法规明确的生产矿山地质环境保护与治理责任和义务，本矿山采矿权人作为治理义务人，矿山地质环境保护与治理投资费用由矿山企业全部承担。

建立矿山环境治理恢复基金，建立动态化监管机制，推进环境治理成本内部化，使矿山企业真正履行矿山环境治理与生态修复责任。矿山企业需单设会计科目，根据矿山环境治理与生态恢复的要求，按照销售收入一定比例提取矿山环境治理恢复基金，计入企业成本，提取的资金由企业用于开展矿山环境保护和综合治理，经济上有保障。

根据“广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知”，采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，矿山地质环境治理恢复基金按照“企业计提、满足需求、专款专用、”的原则，以矿山地质环境治理恢复和土地复垦为导向，由采矿权人自主合理使用。本矿山为新建矿山，建设期可不计提基金，正式开采后按年度计提基金，年度计提额按照核定的治理基金总额、占用资源总矿石量、实际生产矿石量确定。

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

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识。

五、效益分析

方案实施后，能有效控制因采矿活动造成的土地资源破坏、地形地貌景观破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的矿山地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的矿山地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。

方案实施后的效益主要体现在环境效益、经济效益、社会效益三个方面。

1、环境效益

环境效益包括地质环境、生产生活环境、投资环境。在矿山建设的同时进行环境保护与工程治理，改善了矿区地质环境质量。同时，将带动矿区工人生产生活环境的改善与美化，实现矿山企业“创新绿色矿山，创建美好家园，人与自然共荣”，产生的环境效益显著。根据本方案提出的防治目标，方案实施后，将实现地质环境问题治理度达到100%，植被覆盖度达到90%以上。

2、经济效益

（1）直接经济效益

在矿山建设的同时进行环境保护与工程治理，通过矿区境界内外截排水沟对大气降雨的汇集并通过沉砂池澄清后外排至地表径流，有利于提高水资源的利用。

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、园地，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

如果不进行地质环境保护与土地复垦，矿山在生产过程中存在安全隐患，一旦发生安全事故，其损失是不可估量的。方案的实施能很大程度上改善矿山及其周边的自然生态环境，降低矿山部分矿山地质环境问题发生的频率，减少或防止地质灾害的发生，保

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

3、社会效益

矿山进行开采及进行环境保护与土地复垦工作时可使相关人员参与其中，从而提高当地就业，亦可提高群众的环境保护意识；且由于矿山的开采建设和采矿活动对矿山地质环境的影响较大，如果不在矿山建设过程中事先采取保护与治理措施，往往会造成环境的较严重破坏，如污染空气、土地、水资源，压占及破坏更多的土地资源等，甚至对人民的生命财产安全造成威胁，从而引起社会各方面的强烈关注和社会负面效应，不但会对矿山以及当地政府造成形象破坏，甚至可能导致矿山提前闭坑，其损失是不可估量的。因此按照规范进行采矿，并对其进行治疗及复垦，不但保证矿山的正常高效开采，还可维护矿区和谐发展，从而推动矿山高效发展，为当地造福，社会效益显著。

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、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿属新建项目，设计采用露天开采，矿区面积 2.1880km²，开采标高+134.01m~+20m。矿山采用露天开采，开采矿种为建筑、回填料玄武岩矿，生产规模 380 万 m³/年。评估区内总体地质环境条件复杂程度为中等。

根据广东省地质局第四地质大队（广东省湛江地质灾害应急抢险技术中心）2024 年 4 月编制的《广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿矿产资源开发利用方案》（以下简称《开发利用方案》），矿山计算生产年限约为 25 年，基建期 2 年，闭坑治理期 1 年，总服务年限为 28 年。由于《开发利用方案》设计闭坑治理期与本方案闭坑治理期相重叠，故本方案取矿山生产期与基建期作为总服务年限，即 27 年。

本方案设计闭坑治理期 1 年，土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 31 年，根据《编制指南》所示，新建矿山的方案基准年以矿山正式投产之日算起。

如果矿山扩大开采规模、变更矿区范围或开采方式的，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2、评估区为重要区，矿山生产建设规模为大型、矿山地质环境条件复杂程度为中等，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 34 个拐点连线向外延伸至对矿山生产活动可能波及的范围，评估范围包括露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、复垦用土临时堆场、办公及生活区、矿区道路等用地区域及其影响范围，评估区总面积 543.4784hm²。

3、现状评估结论

经现场调查，评估区内前期存在采矿活动，但现状评估区未发生地质灾害，地质灾害影响较轻，含水层影响较轻，地形地貌景观影响严重，土地资源破坏严重。根据现状评估结果，将现状评估区划分为 I、II、III 三个区。其中 I 区总面积 130.7361hm²，占评估区面积的 24.06%；其中 II 区总面积 36.2541hm²，占评估区面积的 6.67%；III 区面积 376.4882hm²，占评估区面积的 69.27%。

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、泥石流，预测崩塌/滑坡地质灾害的可能性中等，潜在危险性和危害性大，对矿山地质环境影响程度严重，预测泥石流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严重，对地形地貌景观的影响严重，破坏土地总面积约 243.9185hm²，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、II、III三个区。其中 I 区总面积 207.6644hm²，占评估区面积的 38.21%；II 区总面积 36.2541hm²，占评估区面积的 6.67%；III 区总面积 299.5599hm²，占评估区面积的 55.12%。

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）、次重点防治区（B）次和一般防治区（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区域，总面积 207.6644hm²，占评估区面积的 38.21%；次重点防治区（B）为矿区采矿活动主要影响的区域，主要包括工业场地、剥离层外运转运场、办公及生活区、矿区道路及其影响区域，总面积 36.2541hm²，占评估区面积的 6.67%；一般防治区（C）为受采矿活动影响较轻的区域，该区总面积 299.5599hm²，占评估区面积的 55.12%。

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（34.9381hm²）、其他园地（4.5930hm²）、乔木林地（18.6315hm²）、灌木林地（0.0796hm²）、其他林地（0.8232hm²）、其他草地（7.9875hm²）、公路用地（0.3824hm²）、农村道路（2.0285hm²）、建制镇（0.3442hm²）、村庄（0.2811hm²）、采矿用地（137.5753hm²），损毁类型为挖损及压占形式，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果园（0.0006hm²）、乔木林地（0.2925hm²）、其他草地（0.1144hm²）、农村道路（0.0385hm²）、村庄（5.2114hm²）、采矿用地（14.8789hm²），损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

剥离层外运转运场复垦责任范围内土地利用类型为果园（1.1475hm²）、乔木林地（0.1419hm²）、其他草地（0.0830hm²）、采矿用地（4.3575hm²），损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

办公及生活区复垦责任范围内土地利用类型为果园（0.3758hm²）、橡胶园（0.0577hm²）、其他园地（0.1957hm²）、建制镇（0.0084hm²）、村庄（0.1402hm²）、采矿用地（4.1412hm²），损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

矿区道路复垦责任范围内土地利用类型为果园(0.0071hm²)、乔木林地(0.6542hm²)、灌木林地(0.0252hm²)、其他林地(0.1175hm²)、其他草地(0.0311hm²)、公路用地(0.1162hm²)、农村道路(0.8906hm²)、坑塘水面(0.0261hm²)、采矿用地(3.2009hm²)，损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

7、土地复垦方向

该项目为露天开采矿山，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，露天采场所挖损土地复垦为园地、林地、坑塘水面；工业场地所挖损/压占土地复垦为园地；剥离层外运转运场所挖损/压占土地复垦为园地；办公及生活区所挖损/压占土地复垦为园地；矿区道路所挖损/压占土地复垦为林地；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”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”的原则，以工程措施、生物措施与监测措施三大措施相结合进行工程部署，根据方案的适用年限和矿山开采进度分为近期、远期两个阶段。

积极地展开恢复治理与复垦工作，完成露天采场境外截水工程，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、广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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 4568.26 万元，其中矿山地质环境治理动态总投资 2142.40 万元，土地复垦动态总投资 2425.86 万元。

10、预测恢复治理效果

广东省雷州市草罗岭采石有限公司雷州市草罗岭矿区建筑、回填料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，保证建筑、回填料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、园地，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、园地，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、制定科学开采计划，加强现场管理，指导开采、运输等采矿活动；采取水质处理措施保护含水层水质恶化；对地貌景观的保护；边开采边恢复，使破坏面积与恢复治理面积达到动态平衡；充分利用已有的土地资源，尽量少用临时堆放措施和临时道路的修建，最大限度地保护土地资源。

2、对崩塌与滑坡主要采取排水、挂网、生物护坡等措施；用覆土、植草的方法恢复地形地貌景观的破坏。

3、加强持续降雨、久旱后暴雨等极端气候条件下的监测和预警措施，暴雨期间，应停止矿山建设及采矿活动。

4、开采初期应着力整治已破坏和闲置不再受开采活动影响的地段，减少安全隐患。

5、矿山应及时了解矿山恢复治理施工的动态信息，督促治理恢复工作的质量及进度。

6、矿山地质环境保护与土地复垦方案应与矿山主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。矿山开采过程中要严格遵守国家相关法律、法规及规范，对开采过程中地质灾害易发的地段要进行长期监测，发现问题及时解决，切实做好矿山地质环境的保护工作，提高企业的经济效益和社会效益。