

目 录

前言	1
一、任务的由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	2
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	8
第一章 矿山基本情况	15
一、矿山简介	15
二、矿区范围及拐点坐标	16
三、矿山开发利用方案概述	17
四、矿山开采历史及现状	39
第二章 矿区基础信息	41
一、矿区自然地理	41
二、矿区地质环境背景	42
三、矿区社会经济概况	56
四、矿区土地利用现状	57
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	57
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	60
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	66
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	66
二、矿山地质环境影响评估	67
三、矿山土地损毁预测与评估	118
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	121
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	125
一、矿山地质环境治理可行性分析	127
二、矿区土地复垦可行性分析	128
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	140
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	140
二、矿山地质灾害治理	148
三、矿区土地复垦	148
四、含水层破坏修复	156
五、水土环境污染修复	156
六、矿山地质环境监测	156

七、矿区土地复垦监测和管护	162
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	165
一、总体工作部署	165
二、阶段实施计划	166
三、近期年度工作安排	169
第七章 经费估算与进度安排	172
一、经费估算依据	172
二、矿山地质环境治理工程经费估算	177
三、土地复垦工程经费估算	179
四、总费用汇总与年度安排	191
第八章 保障措施与效益分析	192
一、组织保障	192
二、技术保障	192
三、资金保障	193
四、监管保障	197
五、效益分析	198
六、公众参与	199
第九章 结论与建议	202
一、结论	202
二、建议	203

附件目录

- 1、照片
- 2、委托书
- 3、矿山地质环境现状和损毁土地调查表
- 4、储量核实报告评审意见书和备案证明
- 5、矿产资源开发利用方案审查意见书
- 6、采矿权成交合同
- 7、土地租赁合同
- 8、广东省企业投资项目备案证
- 9、土地所有权人审查意见书
- 10、矿山地质环境保护与土地复垦方案承诺函
- 11、本方案水质分析报告
- 12、本方案土壤分析报告
- 13、公众调查表
- 14、《中电建（云浮）绿色矿业有限公司云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》初审意见书
- 15、关于《云浮市云安区预留城乡建设用地规模使用审批表（云浮市云安区绿色建材先进制造生产项目）-1》的批复

附图目录

图号	图名	比例尺
1	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境现状评估图	1: 2500
2	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山土地利用现状图（2021 年）	1: 20000
3	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境影响预测评估图	1: 2500
4	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿土地损毁预测图	1: 2500
5	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿土地复垦规划图	1: 2500
6	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境治理工程部署图	1: 2500
7	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山土地利用总体规划图	1: 20000

前言

一、任务的由来

云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区（以下简称“牛栏坑矿区”）属于新立采矿权矿山。2023年2月7日，云浮市自然资源局委托云浮市公共资源交易中心（云浮市公共资源交易服务平台）对云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿采矿权进行公开出让。2023年2月10日，中电建（云浮）绿色矿业有限公司（以下简称采矿权人）根据《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿采矿权出让成交结果公示》（云自然资矿交告字〔2023〕1号）竞得该矿山采矿权，并于2023年2月26日与云浮市自然资源局签订《非油气采矿权出让合同》（合同编号：C4453032020001）。矿区面积1.5192km²，开采深度自+325m至+30m标高，矿山生产规模为850万m³/a。目前采矿权人依法办理矿山采矿权登记手续。

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）和《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）的要求：采矿权申请人在申请办理采矿许可证前，应当自行编制或委托有关机构编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。为此，2023年3月1日，采矿权人委托广州鹏成地质勘查技术服务有限公司承担《广东省中电建（云浮）绿色矿业有限公司云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的编制工作。

本方案仅作实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。

二、编制目的

编制本方案目的：一是通过对矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题进行影响评估，确定适宜的非工程和工程治理措施，使矿山地质环境得以基本恢复、矿山生态环境影响和破坏程度降到最低，为矿山地质环境恢复治理提供科学的指导与依据。二是通过分析项目区开采活动对土地利用可能造成的影响，提出适宜的土地损毁预防控制与复垦措施，使拟建项目对土地的不利影响降低到最小程度，为损毁土地的地貌重塑、土体再造与生态环境恢复提供科学的指导与依据。三是为自然资源主管部门实施依法监管、矿山企业申请采矿权登记提供依据。

三、编制依据

（一）法律、法规及条例

1、《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）；

2、《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）；

3、《中华人民共和国土地管理法》（第十届全国人民代表大会常务委员会第11次会议于2004年8月28日通过，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）；

4、《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）；

5、《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）；

6、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（1998年12月27日中华人民共和国国务院令 第256号发布 根据2014年07月29日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；

7、《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 第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）；

8、《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；

9、《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，2020年7月1日起试行；

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

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

12、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》，国土资发〔2006〕225号，2006年9月30日；

13、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第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）；

14、《土地复垦条例》（国务院令第592号，2019年7月24日修订版）；

15、《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）；

16、《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》（2008年修正）；

17、《广东省第二批扩大县级政府管理权限事项目录》（广东省人民政府令第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、《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）。

（二）有关政策性文件

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

2、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号）；

3、《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）；

4、《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）；

- 5、《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）；
- 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、《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）；
- 8、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（2020）；
- 9、《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）；
- 10、《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）；
- 11、《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）；
- 12、《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）；
- 13、《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）；
- 14、《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）；
- 15、《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）；
- 16、《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）；
- 17、《广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知》（粤自然资规字〔2020〕6号）；
- 18、《广东省自然资源绿色矿业发展五年行动方案（2021-2025年）》（粤府办〔2021〕38号）；

19、《国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知》（矿安〔2022〕4号）。

（三）规程、规范及标准

1、《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）；

2、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018年1月）；

3、《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）；

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

5、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

6、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；

7、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；

8、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

9、《工程岩体分级标准》（GB 50218-2014）；

10、《区域地质图图例》（GB 958-2015）；

11、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

12、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

13、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009版）；

14、《量和单位》（GB 3100-3102-1993）；

15、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2022）

16、《地下水监测规范》（SL/T183-2019）；

17、《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）；

18、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；

19、《1: 50000 地质图地理底图编绘规范》（DZ/T 0157-1995）；

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

21、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；

22、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

23、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2017）；

24、《崩塌/滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

- 25、《崩塌监测规范》（T/CAGHP 007-2007）；
- 26、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1: 50000）》（DZ/T 0261-2014）；
- 27、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 28、《矿山地质环境调查评价规范》（DD 2014-05）；
- 29、《防洪标准》（GB50201-2014）；
- 30、《土地开发整理标准》（TD/T1011~1013-2000）；
- 31、《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；
- 32、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- 33、《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610-2016）；
- 34、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 35、《土地开发整理项目预算定额标准（2011 版）》（财综〔2011〕128 号）；
- 36、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；
- 37、《土地开发整理工程制图标准》（GDY11-2004）；
- 38、《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.2-2001）；
- 39、《生产矿山土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 40、《土地基本术语》（GB/T19231-2003）；
- 41、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2015）；
- 42、《造林作业设计规程》（LY/T1607-2003）；
- 43、《土地开发整理项目验收规程》（TD/T1013-2000）；
- 44、《土地利用现状调查技术规程》（三调规程）；
- 45、《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-2018）；
- 46、《广东省绿色矿山建设工作方案》（粤国土资规字〔2017〕5 号）；
- 47、《广东省非金属固体矿山(采石场)绿色矿山建设要求及评估标准》；
- 48、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）；
- 49、《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（AQ/T2063-2018）；
- 50、《广东省土地整治垦造水田建设标准（试行）》（广东省农业厅、广东省国土资源厅，2016 年 10 月 18 日）。
- 51、《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）
- 《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/ACGHP011-2018）；
- 52、《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/ACGHP032-2018）；

53、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）。

（四）技术文件与资料

- 1、《高要幅 1: 20 万区域地质调查报告》，广东省地矿局，1963 年；
- 2、《高要幅 1: 20 万区域水文地质普查报告》，广东省地质局水文工程地质一大队，1980 年；
- 4、《广东省地震烈度区划图（1:1800000）》，国家地震局，2015 年；
- 5、《1:50 万广东省地质图及说明书》（广东省地矿局区测队，1977 年）；
- 6、《1:50 万广东省构造体系图及说明书》（广东省地矿局区域地质调查大队，1979 年）；
- 7、《广东省区域地质志》（广东省地质矿产局，1988 年）；
- 8、《广东省岩石地层》（广东省地质矿产局，1996 年）；
- 9、《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿储量核实报告》（广东省地质局第五地质大队，2021 年 6 月）；
- 10、《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿储量核实报告》矿产资源储量评审意见书（粤资储评审字〔2021〕105 号）；
- 11、《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿储量核实报告》评审结果的函（粤储审评〔2021〕105 号）；
- 12、《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》（广州璟宏生态技术有限公司，2022 年 9 月）；
- 13、《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案审查意见书》（粤矿协审字〔2022〕24 号）；
- 14、《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿项目工程可行性研究报告》（中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 4 月）；
- 15、《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿项目露天采场边坡工程地质勘察报告》（中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 5 月）；
- 16、《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿项目工程可行性研究报告（矿山分册）》（中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 4 月）；
- 17、《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿项目水土保持方案报告书》（广东鸿利设计顾问有限公司，2023 年 4 月）；

18、《广东省中电建（云浮）绿色矿业有限公司云浮市云安区都杨镇观音山矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队，2022 年 6 月）；

19、项目区 2021 年土地利用现状图（三调）；

20、项目区土地利用规划图；

21、项目区国土空间总体规划；

22、《云浮市矿产资源总体规划（2021~2025 年）》。

四、方案适用年限

根据广州璟宏生态技术有限公司 2022 年 9 月编制并经广东省矿业协会评审通过的《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》成果资料：矿山总服务年限为 20 年，其中基建期 2 年，生产期 17 年，闭坑治理期 1 年。

综合确定本方案总服务年限为 23 年；其中矿山基建剥离期 2 年，生产期 17 年，矿山闭坑后矿山地质环境保护治理与土地复垦施工期 1 年，管护期为 3 年。基准期以本矿山正式投产之日算起。

由于本方案适用年限较长，建议采矿权人依据相关法律法规和政策要求，结合企业具体情况和生产计划，对本方案每 5 年修订一次。另外，矿山变更开采规模、矿区范围、开采方式或开采矿种的，还需按照有关规定，重新修编矿山地质环境保护与土地复垦方案。

五、编制工作概况

（一）承编单位基本情况

本方案编制单位为广州鹏成地质勘查技术服务有限公司（以下简称“我单位”），成立于 2014 年 6 月，位于广州市白云区，经营范围含土地开发、整理、复垦项目可行性研究报告编制，规划设计与预算编制，我单位具有相关专业技术人员及三级质量管理措施。我单位曾完成《广州市顺兴石场有限公司矿山地质环境保护与土地复垦方案》、《广东省阳山县白莲沿坑铁矿有限公司铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》、《广东省肇庆市高要区广发石材有限公司樟雄石场水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》等同类项目。我单位对于本方案投入的技术力量，责任分工情况，质量控制措施，简述如下：

1、组织管理及技术力量组成

（1）组织管理

为保证项目的顺利完成，实行单位领导下的项目负责制，项目组接受单位及中电建（云浮）绿色矿业有限公司的管理和监督指导，组成专业齐全、结构合理，野外工作经验丰富的技术人员组成项目组，全面负责项目实施。

（2）技术力量组成

项目组有 5 人组成。项目组设置主要岗位有：项目负责人、技术负责人、水文地质专业技术人员、造价预算技术人员、土地复垦技术人员、工程制图人员等。其他人员依据需要设置。

2、质量保障措施

（1）严格执行《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月）、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）及相关的行业技术标准执行。

（2）质量管理措施

在项目实施过程中，我单位严格按照 GB/T 19001—2015/ISO 9001:2015 标准要求，建立了以项目负责制为核心的项目管理运行机制。严格按照有关技术规范、规程，建立了从踏勘—野外调查—成果编制全过程的质量监控体系，严格执行工作小组自检互检、科室抽检和单位级抽检的三级质量检查制度，采取跟班检查和事后抽查等方式控制项目质量，项目三级检查制度运行良好。

各小组对每天的野外记录、野外用图、调查表、照片等均进行了整理与自检、互检，检查率均为 100%；对发现的问题及时进行修改，对有疑问的或有争议的均进行现场落实与补充。项目负责人和技术负责人对野外原始记录、室内整理图件、表格进行了阶段性的检查，检查率大于 30%，合格率大于 95%。此外，单位总工办对野外调查资料、室内整理资料与野外总结报告进行系统抽查，野外和室内资料抽查比例大于 10%，合格率大于 98%，对检查中发现的问题，及时进行了补充修改，确保项目工作质量。我单位承诺对本方案中提供的数据和结论真实可靠，能科学的指导矿山进行矿山地质环境保护与土地复垦。

（3）成果质量审查体系

项目按采矿权人、单位、项目组等成立方案成果质量审查协调小组，分别进行质量审查。项目实施中分阶段进行质量审查，发现问题及时纠正。

（二）编制全过程概述

我单位于 2023 年 3 月 1 日收到中电建（云浮）绿色矿业有限公司委托，我单位对该项目的矿山地质环境、土地利用开展野外调查工作，为编制矿山地质环境保护与土地复垦方案提供技术依据。本次编制全过程大致可分为 3 个阶段：

1、资料收集阶段：工作时间为 2023 年 3 月 1 日～2023 年 3 月 30 日。该阶段在收集矿区域地质资料、储量核实报告、开发利用方案等资料的基础上，分析矿山地质环境背景，进行野外现场踏勘，实地观察了解矿山地形地貌、地层岩性、水文地质、矿山工程、附近人类活动、土地损毁等概况，确定本次评估范围和级别，然后编制工作大纲，对下一阶段的工作内容、技术要求、工作进度、工作量、预期成果作出部署。

2、为野外调查阶段，工作时间为 2023 年 4 月 3 日～4 月 10 日，调查工作用手图比例尺为 1: 2500 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，开采矿种为建筑用花岗岩矿，开采层位为晚志留世花岗岩（ $\eta\gamma S_3$ ）大尖岩体中。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。通过点、线、面相结合，将地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等要素记录于图、表中。

3、第三阶段进行室内资料整理、报告编制工作。工作时间为 2023 年 4 月 11 日～4 月 28 日，通过综合分析和归纳整理收集的资料与野外调查成果，按规范的要求选取评估因素及确定评估方法，进行矿山地质环境影响现状评估和预测评估，划分矿山地质环境保护与土地复垦分区，并对各矿山地质环境问题提出相应的防治措施及部署。方案图件采用 Mapgis 编制，数码照相机拍摄的照片进行数据传输后采用 PhotoShop 软件处理，文字部分为 Word 格式，有关数据采用 Excel 进行统计分析。

本方案编制工作程序框图详见图 0-1。

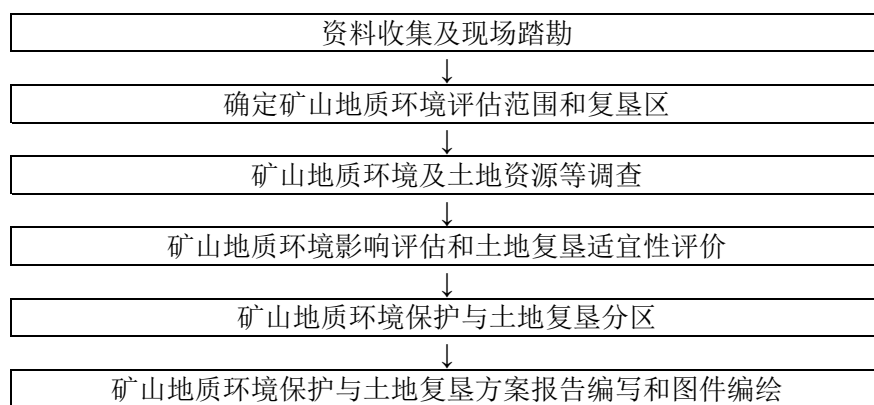


图 0-1 工作程序框图

（三）主要工作量

1、工作量

收集区域地质报告 2 份、矿产资源储量核实报告（包括评审意见书和备案证明）1 份，矿产资源开发利用方案（包括评审意见书）1 份，矿区土地利用现状图、土地利用规划图各 1 份。矿山地面调查面积约 4.00km²，修测剖面 2 条，评估区面积约 3.96km²，调查路线约 15.0km，综合调查点 430 个，野外数码摄影 112 张（本方案附照片 14 张），完成文字报告 1 份，附图 7 幅，详见表 0-1。

2、工作质量评述

（1）资料收集

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

（2）现场踏勘

现场踏勘利用矿区已完成的地质详查成果图件以及开发利用方案附图作为工作底图，比例尺为 1: 2500，采取踏勘方法以路线穿越法为主，路线追索法为辅，针对收集的资料进行露天采场、临时堆场及矿山道路大概位置确定，现场查看现状地质灾害发育情况及地形地貌景观破坏情况，矿区地层及断裂构造以追索法调查为主。

（3）野外调查

野外调查时，利用矿区已完成的地质核实报告成果图件以及开发利用方案附图作为工作底图，比例尺为 1: 2500，地形底图坐标系为 2000 大地坐标系、1985

国家高程基准，等高线间距为 2m，地形底图能反映现状地形地物，工作用图满足规范的要求。

表 0-1 完成的主要实物工作量统计表

工作内容		单位	工作量
收集资料	《1:20 万从高要区域地质调查报告》	份	1
	《1:20 万从高要区域水文地质普查报告》	份	1
	矿产资源储量核实报告（包括评审意见书和备案证明）	份	1
	矿产资源开发利用方案（包括评审意见书）	份	1
	项目区土地利用现状图及土地利用规划图	份	2
矿山地质环境综合调查	地面调查面积	km ²	4.00
	评估区面积	km ²	3.96
	调查线路	km	15.0
	修测剖面	m/条	4460/2
	综合调查点	个	430
	现场拍照片/报告附照片	张	112/14
	水环境监测分析样	组	3
	土壤环境监测分析样	组	3
编制成果	广东省中电建（云浮）绿色矿业有限公司云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1
	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境现状评估图	幅	1
	矿区土地利用现状图	幅	1
	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境影响预测评估图	幅	1
	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿土地损毁预测图	幅	1
	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿土地复垦规划图	幅	1
	云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图	幅	1
	土地利用总体规划图	幅	1
	方案文本及附图电子文档	份	1

依据矿体的分布、矿山开采现状以及地貌特征，野外调查工作路线布置南～北向为主，野外调查工作精度参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版），根据下文所述，本次评估级别为一级评估，则在图幅面积 10×10cm² 的范围内（根据比例尺 1: 2500 换算面积 0.0625m²），调查控制点不应少于 8 个，评估区面积为 3.96km²，因此，本项目调查点数量不应少于 421 个，本次野外调查路线间距为 50～100m，点距 20～150m，实际调查控制点为 430 个，调查点密度符合有关标准。野外调查使用手持 GPS 进行定点，定点误差值在 10m 范围以内，误差值小，符合要求。调查时对重要的地质现象进行了记录、拍照，并对原始记录及综合图件都进行 100%的自检和互检，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。

依据收集的标准分幅的土地利用现状图、土地利用总体规划图，土地专业技术人员进行土地资源等调查，以 1: 2500 地形地质图作为此次工作用手图，对项目区内土地范围进行核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定。调查时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，各类土地资料经检查后，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。

（4）资料整理工作方法

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

矿山的设计资料：已经评审及备案、批准的最新《储量核实报告》、《开发利用方案》；当地基础资料：《区域地质图》、《区域水文地质图》、《地震烈度区划图》、《广东土壤》、《统计年鉴》、《工程造价》；云浮市云安区自然资源部门 2023 年 3 月提供的《土地利用现状图》、《土地利用总体规划图》。收集到以上资料成果可靠，基本满足《编制指南》和设计要求。

（5）方案及图件的编制

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

编制单位承诺：所提供数据和资料真实，其中《土地利用现状图》及《土地利用总体规划图》由自然资源部门提供。

综述，编制单位收集资料充分；野外工作方法正确；工作精度基本满足《方案》

编制要求：《方案》严格按照相关规范要求编制；所取得的工作成果客观、可信，基本满足相关《编制指南》要求，工作质量满足相关规范的要求，为本《方案》的编制提供了坚实的基础与依据。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）项目名称、性质及隶属关系

采矿权人：中电建（云浮）绿色矿业有限公司

矿山位置：拟设矿区位于云浮市城区北东50°方向，直距约28km处，行政区划隶属云安区都杨镇管辖。拟设矿区中心地理坐标：东经112°15'22"，北纬23°05'19"。

矿山名称：云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区

矿山来源：招拍挂方式

项目类型：新申请矿山采矿权

企业性质：其他有限责任公司

土地权属：属云浮市云安区都杨镇南山村村民委员会、都杨镇珠川村村民委员会和都杨镇西坑村村民委员会等集体所有

隶属关系：中电建（云浮）绿色矿业有限公司

项目类型：建设生产类

矿区面积：1.5192km²

矿种：建筑用花岗岩矿

开采方式：露天开采

开采标高：+325m至+30m

生产规模：850万m³/a

生产服务年限：矿山设计生产服务年限约为20a

（二）交通位置

拟设矿区位于云浮市城区北东 50°方向，直距约 28km 处，行政区划隶属云安区都杨镇管辖。拟设矿区中心地理坐标：东经 112°15'22"，北纬 23°05'19"。

拟设矿区南部有乡村简易公路约 11km 到都杨镇与县道 X867 相接；沿县道往南西约 13km 可达汕湛高速 S14 云浮新区高速入口。拟设矿区北部距西江边码头直距约 3km，沿西江顺流而下可达珠三角等城市，拟设矿区水、陆路交通较方便（见图 1-1）。

（三）矿产资源储量

根据《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗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（2021）105号）及评审结果的函，截至2021年5月31日：拟设矿区范围内建筑用花岗岩矿矿石查明资源量16262.7万 m^3 ，其中：控制资源量13191.2万 m^3 ，推断资源量3071.5万 m^3 。

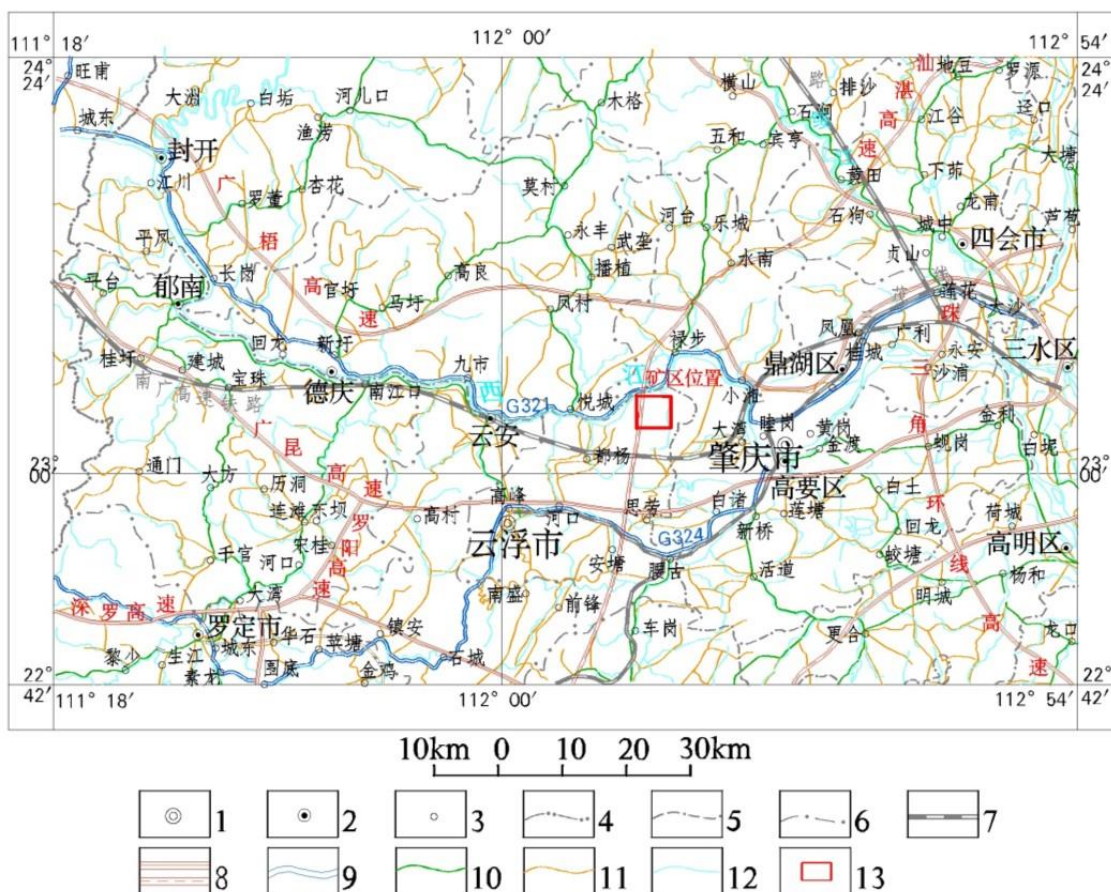


图 1-1 交通位置图

1.市（地级）；2.县、县级市；3.乡镇、村；4.省界；5.市界；6.县（市）界；7.铁路；8.高速公路、在建高速公路；9.国道；10.省道；11.县道；12.河流；13.拟设矿区位置

二、矿区范围及拐点坐标

牛栏坑矿区属于新立采矿权矿山。采矿权人中电建（云浮）绿色矿业有限公司经《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿采矿权出让成交结果公示》（云自然资矿交告字〔2023〕1号）公开挂牌竞得该矿山采矿权，并于2023年2月26日与云浮市自然资源局签订《非油气采矿权出让合同》（合同编号：C4453032020001）。矿区面积1.5192 km^2 （表1-1），开采深度自+325m至+30m标高，矿山生产规模为850万 m^3/a 。目前采矿权人依法办理矿山采矿权登记手续。

表 1-1 拟设矿区范围拐点坐标表

拐点编号	X	Y	拐点编号	X	Y
1	2555698.178	37628729.612	4	2554745.845	37627835.272
2	2555057.595	37629546.261	5	2555116.697	37628270.044
3	2553940.000	37628723.000	6	2555231.819	37628164.067
矿区面积：1.5192km ² ；拟开采标高+325m~+30m，2000 国家大地坐标系					

三、矿山开发利用方案概述

2022 年 9 月，云浮市云安区自然资源局委托广州璟宏生态技术有限公司编制提交了《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》，该方案经广东省矿业协会评审通过（详见附件）。

（一）建设规模

1、建设规模

矿山开采矿种为建筑用花岗岩矿，设计矿山建设规模为850万m³/a。按照广东省矿山产业政策，属大型生产规模。

该矿属新建矿山，工程直接费用主要是设备购置费及基建费约89133.05万元、工程建设其它费用73465.18万元、预备金13369.96万元，企业总投资共计175968.18万元。

2、产品方案

矿山平均年产规格碎石 855.48 万 m³（松方），副产品机制砂 469.63 万 m³（松方）；同时综合利用残坡积层、全风化层、中风化层和机制砂尾泥：开挖后残坡积层用于复垦绿化（松方）2.67 万 m³/a，用于回填及绿化客土（松方）7.82 万 m³/a；开挖后全风化花岗岩综合利用作为水洗砂（松方）72.57 万 m³/a；一段破碎后中风化块石 112.16 万 m³/a（松方）；矿山综合产出尾泥（填料用）247.13 万 m³/a（松方）。

表 1-2 主要开采技术指标表

顺序	指标名称	单位	数量	备注
1	地质资源量	万 m ³	16262.7	
2	设计利用矿石资源量	万 m ³	16262.7	
3	确定开采资源储量	万 m ³	14842.59	
4	采出矿石储量	万 m ³	14469.66	
5	全矿矿产资源利用率	%	91	
6	矿山建设规模	万 m ³ /a	850	
7	开采方式		露天开采	
8	开采标高	m	+325m~+30m	
9	台阶高度			

顺序	指标名称	单位	数量	备注
9.1	残坡积层台阶	m	≤10	
9.2	全风化层台阶	m	10	
9.3	中风化层台阶	m	10	
9.4	微-未风化层台阶	m	15	
10	台阶坡面角			
10.1	残坡积层台阶	°	45	
10.2	全风化层台阶	°	45	
10.3	中风化层台阶	°	55/60	
10.4	微-未风化层台阶	°	70	
11	平台宽度		根据台阶高度设定	
11.1	安全平台	m	4-5	
11.2	清扫平台	m	6-8	
12	最终帮坡角	°	≤48	
13	开拓运输方式		公路开拓—汽车运输	
14	综合回采率	%	97.0	
15	废石混入率	%	0.5	
16	服务年限			
16.1	计算服务年限	年	17	
16.2	总服务年限	年	20	
17	矿山工作制度			
17.1	年工作天数	d	280	
17.2	每天工作班数	班	3	

3、矿山生产服务年限

根据开发利用方案设计：其中基建期 2.0 年，生产期 17.0 年，闭坑治理期 1.0 年，则矿山总服务年限为 20 年。

（二）工程布局

1、矿山现有工程布局概况

矿山为新立矿山，拟设矿区无历史开采情况，矿山为原始地貌，矿区植被覆盖较好，整体自然环境良好。

2、开发利用方案设计工程布局

本矿为新建露天矿山，根据开发利用方案，设计的总平面布置矿山总平面布置主要由露天采场、机汽修车间、办公生活区、矿山防排水系统和沉砂池、供水设施（包括消防供水和生产供水）、供配电设施及临时堆场等设施组成（图1-6），具体说明如下：

（1）露天采场

根据开发利用方案设计，露天采场设计挖损面积为 1.5192km²，设计开采标高

为+325m 至+30m。

①露天开采终了边坡参数的合理选取

a.台阶高度：

残坡积层：台阶高度 $\leq 10\text{m}$ ，终了台阶坡面角 45° ；全风化层台阶：台阶高度 10m ，终了台阶坡面角 45° ；中风化层台阶：台阶高度 $10\sim 15\text{m}$ ，终了台阶坡面角 $55^\circ/60^\circ$ ；微-未风化层台阶：台阶高度 15m ，终了台阶坡面角取 70° 。根据境界圈定结果，终了台阶自上而下分别为：+320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m、+90m、+75m、+60m、+45m、+30m 共 24 个开采平台。

b.安全平台宽度：工作台阶坡面角为 80° ，终了台阶坡面角为 $45\sim 70^\circ$ ，台阶高度为 $10\sim 15\text{m}$ ；安全平台宽度为 $4\sim 5\text{m}$ ，每隔 $2\sim 3$ 安全平台设一个 $6\sim 8\text{m}$ 的清扫平台。最小工作平台宽度不小于 45m （满足汽车运输作业要求）。

c.最终边坡角：采场最大采高边坡在矿区范围北西侧 A 线附近山顶，最高标高为+304m，同边坡处采场底标高为+30m，边坡最大高度为 274m ，经计算最陡边坡处的最终边坡角为 48° ，满足安全要求。

表 1-3 设计终了边坡要素表

序号	要素名称	单位	数值	备注
1	台阶坡面角			
	残坡积层台阶	°	45	
	全风化层台阶	°	45	
	中风化层台阶	°	55-60	
	微-未风化层台阶	°	70	
2	台阶高度			
	残坡积层台阶	m	≤ 10	
	全风化层台阶	m	10	
	中风化层台阶	m	10-15	
	微-未风化层台阶	m	15	
3	平台宽度			每隔 $2\sim 3$ 个安全平台设置 1 个清扫平台
	安全平台	m	$4\sim 5$	
	清扫平台	m	$6\sim 8$	
4	最终边坡角	°	≤ 48	

(2) 矿山运输道路

矿山道路分为场内道路和场外道路：

场内道路：本项目矿界内道路为泥结碎石路面，等级为矿山三级，道路总长度约 8.5km 。

场外道路：矿区向南东侧连接观音山矿区外部运输道路，本矿山与观音山矿区

共用外部运输道路。其中观音山运输道路相关矿山地质环境保护与土地复垦工作按照中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队于 2022 年 6 月编制提交、并经云浮市自然资源局组织评审通过的《广东省中电建（云浮）绿色矿业有限公司云浮市云安区都杨镇观音山矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《云浮市云安区都杨镇观音山矿区矿山地质环境保护与土地复垦方案》）进行实施，本方案不再赘述。

经统计，扣除矿区场内道路和观音山矿区共用外部运输道路外，本矿山道路占地面积 0.1132 公顷。矿山道路是在山坡平缓地带经过推土机平整压实整平而成，矿山道路边缘局部边坡高约 1~5m，地形坡度一般 35°~45°。

（3）临时堆场

①临时堆场堆置方案设计

根据开发方案设计：最终开采境界范围内确定开采的建筑用花岗岩矿石量为 14842.59 万 m³，最终圈定范围内剥离的岩土量约为 5146.10 万 m³，则计算平均剥离比为 0.35m³/m³。本项目设计 2 个临时堆场的堆置方案，临时堆场用于矿山生产过程中的剥离物临时周转，具体技术指标见表 1-3。

表 1-3 临时堆场技术指标表

序号	堆场方案	1#临时堆场	2#临时堆场
1	场地位置	矿区中部沟谷	矿区中部沟谷
2	占地面积	4.70 公顷	2.20 公顷
3	最大堆置高度	40m	40m
4	总容积	57.94 万 m ³	27.42 万 m ³
5	排土方式	汽车运输+推土机	汽车运输+推土机
6	拦渣坝/挡墙	设置挡土墙，位于堆场下游，顶宽2.0m，下游坡比1: 0.3，内坡垂直，高度5m，总筑坝量约为250m ³	设置挡土墙，位于堆场下游，顶宽2.0m，下游坡比1: 0.3，内坡垂直，高度5m，总筑坝量约为360m ³
7	山坡截水沟	梯形截水沟，采用浆砌石结构，底宽0.50m、深0.50m、两侧坡比1: 0.5、壁厚0.30m，最小坡降为0.3%	梯形截水沟，采用浆砌石结构，底宽 0.50m、深 0.50m、两侧坡比 1: 0.5、壁厚 0.30m，最小坡降为 0.3%
8	平台排水沟	矩形断面，浆砌石结构，规格：0.5m×0.5m，壁厚0.3m，由中间向堆场两侧形成≥0.3%	矩形断面，浆砌石结构，规格：0.5m×0.5m，壁厚0.3m，由中间向堆场两侧形成≥0.3%
9	集水池	尺寸规格：10.0m×5.0m×3.0m，C25 钢筋混凝土结构壁，厚0.3m	尺寸规格：10.0m×5.0m×3.0m，C25 钢筋混凝土结构壁，厚0.3m
10	场地排渗	大块废石铺满沟底，宽度 3m，高度 2m	大块废石铺满沟底，宽度 3m，高度 2m

a.1#临时堆场

1#临时堆场最终排土标高为+170m，台阶高度 10m，台阶坡比 1:2，平台宽度 8m，最大堆高 50m。

b.2#临时堆场

2#临时堆场最终排土标高为+150m，台阶高度 10m，台阶坡比 1:2，平台宽度 8m，最大堆高 50m。

②临时堆场设计

为了提高排土场及堆场的稳定性，原始坡地形坡度大于 15°的区域应采取基地处理措施，形成高度 1~2m，宽度 3~4m 的台阶。

为有利于排土场内部渗水的排出，场地沿原沟谷处清除人工填土层、第四系松散黏土层，并利用大块石填筑高 2m，宽 10m 的渗流层，排土边界 30m 范围采用内块石满铺，厚度 2m，以便排出排土场内的地表渗水。

各堆场的主要技术指标见表 1-4。

表 1-4 临时堆场主要技术指标

项目	堆场方案参数	
	1#临时堆场	2#临时堆场
最终排土标高	+170m	+150m
段高	10m	10m
安全平台宽度	8m	8m
临时堆场总高度	50m	50m
台阶坡比	1:2.0	1:2.0
台阶边坡角	27°	27°
最终边坡角	21°	21°

b.临时堆场容积计算

根据《有色金属矿山临时堆场设计标准》，临时堆场总容积按下式计算。

$$V=V_0K_1K_2$$

式中 V—总容积(m³)；V₀—剥离物的实方量(m³)，；K₁—剥离物经下沉后的松散系数，取 1.10；K₂—临时堆场富余系数，宜取 1.02~1.05，取 1.05。

c.设计临时堆场容积

根据地形条件，采用以下台体体积计算公式计算得临时堆场堆存标高及相应容量，经计算，1#临时堆场容积为 57.94 万 m³，2#临时堆场设计容积为 27.42 万 m³，均可满足临时排土需求。

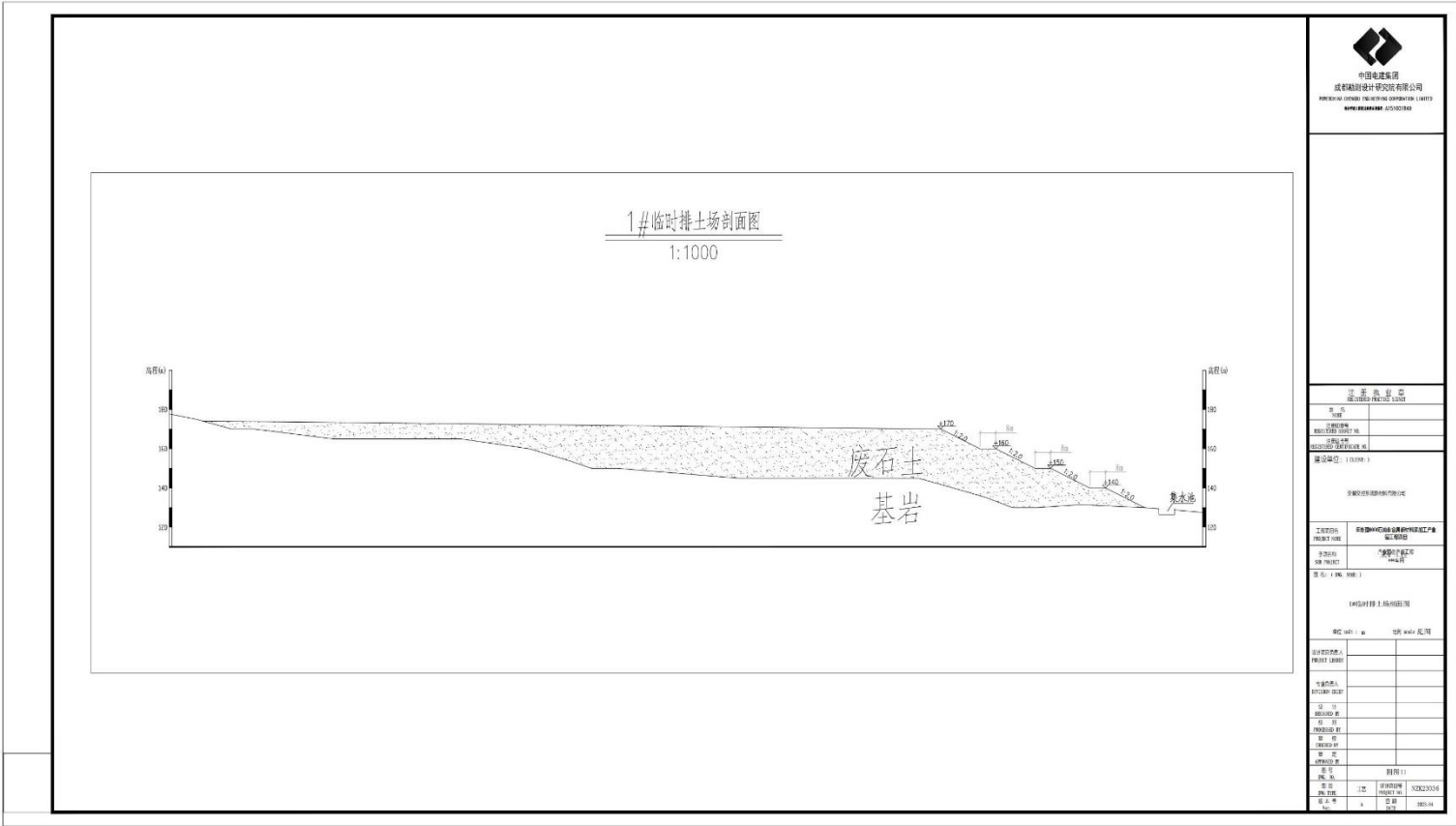


图 1-3 1#临时堆场剖面图（资料来源：《云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿项目工程可行性研究报告（矿山分册）》（中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2023 年 4 月））

表 1-5 临时堆场容积计算表

堆场	标高	面积	高差	临时堆场容积	累计容积
1#临时堆场	130	0	0	0	0
	140	4478.30	10	24833.09	24833.09
	150	12009.00	10	77125.30	101958.39
	160	23954.40	10	172675.27	274633.66
	170	38595.80	10	304756.86	579390.52
2#临时堆场	110	0	0	0	0
	120	3047.20	10	24833.09	16101.35
	130	6591.00	10	77125.30	61464.74
	140	10941.00	10	172675.27	145382.70
	150	15690.00	10	304756.86	274180.65

d.挡土墙设计方案

1#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构，挡墙顶部标高为+135，顶宽 2.0m，下游坡比 1: 0.5，上游垂直，挡土墙轴线长度 22.2m，高 5m，总筑坝量约为 250m³，滚石区域设有安全警示标识。

2#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构，挡墙顶部标高为+115，顶宽 2.0m，下游坡比 1: 0.5，上游垂直，挡土墙线长度 27.5m，高 5m，总筑坝量约为 360m³，滚石区域设有安全警示标识。

根据设计，1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³。经咨询采矿权人，矿山开采规划仅设置这两处临时堆场，临时堆场最低堆放标高+120m，矿山开采+120m 以下范围时不再设置临时堆场。经统计，+120m 及以上范围开采平台共有 14 级，需覆土开采台阶总占地面积约 21.2317 公顷，按照覆土厚度 0.5m 计算，台阶总覆土量约为 106159m³。此时 1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³可满足复垦需求。经统计，+120m 至+45m 范围开采平台、露天采场+30m 开采底板等范围，需覆土面积约 94.4008 公顷，按照覆土厚度 1.0m 计算，台阶总覆土量约为 909802m³。此时 1#临时堆场和 2#临时堆场已不再设置，该部分土壤需在当地外购表土。

（4）破碎站

根据开发方案，破碎站精加工场设置在矿区东侧约 2.4km 的位置，受到场地地形条件限制，破碎站需要进行土石方平整，基本采用挖填平衡产出破碎站所需要的场地。破碎站在+80m 标高设置卸矿平台、在+70m 标高设置二破、在精加工场地+40m 标高设置破碎加工区及碎石产品堆场。矿区与观音山矿区共用外部运输道路，碎石产品由皮带运输至江边码头。

根据规划，本矿山与观音山共用破碎站，目前采矿权人正对破碎站场地进行专项设计及相关用地手续报批（详见附件 15），本方案不再对破碎站矿山地质环境保护与土地复垦工作进行赘述。

（5）综合服务区

拟设综合服务区位于矿区外北东侧约 2.5km 处，主要有有机汽修车间、办公生活区、变电站等单元组成：

机汽修车间：设置在矿区东面山沟地带，位于矿山破碎加工区附近，直线距离矿区约 1.8km。受到场地地形条件限制，机、汽修车间需要进行土石方平整，从而形成机汽修车间所需要的场地，场地标高为+40m。机、汽修车间布置了部分生产及辅助设施，如小型机修厂和汽修厂、备品备件仓库等。小型机、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。

办公生活区设置在破碎站附近，场地标高为+40m。场地设置了行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。

矿山的变电站设置在破碎加工区附近，场地标高为+40m。矿山供电由附近变电站架设 35KV 高压线路至矿山变电站，再由低压线输出 300V，经过各配电箱分供各生产车间。

根据规划，本矿山与观音山共用综合服务区，目前采矿权人正对综合服务区场地进行专项设计及相关用地手续报批（详见附件 15），本方案不再对破碎站矿山地质环境保护与土地复垦工作进行赘述。

（6）矿山防排水系统和沉砂池

该矿终了采场形成了上部山坡露天采场、下部凹陷露天采场。山坡露天采坑场内汇水需通过平台设置的截排水沟导流至场外；凹陷露天采坑由于无法自流排水，需要在最低生产平台设置集水坑及泵房，将场内汇水抽排出场外。

矿山开采面积较大，极易引入场外汇水进入采坑。本方案设计在采场合理地点设置了截排水沟和沉砂池，并对流经采场的截排水沟汇水均需经过沉砂池进行沉淀处理并达到排放标准后方进行外排。

（7）供水设施（包括消防）

在矿区终了采场北面最高点上侧+300m 标高处设置生产及消防水池，容量为 250m³；在破碎车间上方+120m 标高处设置两个生产及消防水池，容量均为 800m³；

生产及消防水池兼作为采场生产及消防用水、复垦用土临时堆场生产用水水池。水源来自采场南侧山沟设置的沉砂池，沉砂池水源主要来自采场截排水沟汇水和沉砂池所在山沟溪流汇水。由于各类汇水均受到大气降雨的影响，雨季汇水水量较大，但旱季缺水，因此不足部分可取自矿区地表溪流，设置供水水源泵站，能够满足用水要求。

矿山生活用水引入当地自来水管网。

（8）山坡露天采场排水

矿山+75m 平台以上开采均形成山坡露天采场，山坡露天采场自然排水条件较好，不需要机械排水，山坡露天采场场内汇水则采用设置在清扫平台排水沟将汇水排出采场。

根据采场地形条件，矿区地形总体北高南低，由于该矿矿区范围较大，为了减少采场场内汇水无序外排对周边环境造成影响，本方案设计在采场场外合适地点设置截排水沟和沉砂池，连接采场平台截排水沟。本方案设计根据矿区范围地形条件和采场开采平台设置情况，设置场外截排水沟，并连接该区域采场平台截排水沟，最终连接下游设置的沉砂池。为保证外排水水质，保护矿区生态环境，经沉砂池沉淀后排放的污水应达到国家规定的排放标准。沉砂池采用沉入式开挖方式设计的三级沉砂池，混凝土浇筑形成，矿山需派人对其进行经常检查、维护，发现问题及时处理。

为避免采场汇水对坡面的冲刷，特别是松散层边坡易造成边坡水土流失，甚至造成边坡坍塌等事故，因此需要加强采场截排水措施：

（1）矿区内采矿边坡的各层作业平台均可设置局部排水沟，坡面可设坡面泄水吊沟，特别是表土平台和强风化层平台。

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

为确保矿山作业的安全可靠性，避免雨季期间各类汇水对采场和其他各类场地造成影响，同时需要做到：

- （1）台风、雨季，特别是大暴雨期间，矿山停止一切采矿生产活动；
- （2）设立专职人员进行矿山防洪监督工作，检查各项防、排水措施；
- （3）截排水沟经过土层段和裂隙发育地段，均需进行砂浆抹面，防止渗漏。

截排水沟水力坡度不小于 3‰，全段沟不得有局部凹陷或倒坡，杜绝汇水外溢。

（9）截排水沟设计

本设计按 20 年一遇洪水计算，采用广东省经验公式的对截排水沟最大洪峰流量进行计算，从而计算截排水沟所需的尺寸。截水沟主要技术参数有以下几点：

（1）水力坡度不小于 5‰。

（2）截洪沟采用挖掘机在地表进行挖掘；天然岩体采用破碎锤方式进行修建；泥土容易塌陷地段采用 40cm 厚的浆砌块石进行修筑，并直接嵌入于地表开挖的沟槽中。

（3）由高到低随汇水增加扩大截水沟过水断面。

（4）对于汇水面积大、山坡陡峭的局部地段，可在主截水沟上部设立二级截水分流沟。

（5）冲击泄流部位要设置缓冲池(消能池)。

（10）凹陷露天采场排水

矿山+75~+30m 水平开采终了形成了凹陷露天采场，凹陷露天采场汇水不能自流排出场外，必须采用水泵对采场内的矿坑水进行抽取外排。

开采终了+75m 以下为凹陷露天采场，场内最大汇水面为+75m 封闭圈汇水面，约为 1014784m²。正常工作水泵的能力，应在 20h 内排除露天采场内 24h 的正常暴雨迳流量，备用和检修水泵的能力不小于正常工作水泵能力的 50%。根据安全规程“遇超过设计防洪频率的洪水时，允许最低一个台阶临时淹没”，并依据一般情况下，凹陷露天矿山允许淹没时间可取 1~7d，本设计按允许淹没时间为 7 天来计算、选择和配置排水设备，最大排水水泵的能力，应在 7 天内排除露天采场内 24h 的最大暴雨迳流量，所有水泵全部开动，应能在设计预定淹没深度下，在允许的时间内排除坑内暴雨时的涌水量。坑底集水池最小容积应能容纳 0.5h 以上的正常排水泵排水量，因此坑底集水池容积不小于 60m³。坑底集水池采用开挖型水坑，水池尺寸：长×宽×深=8m×5m×1.5m=60m³。

（11）爆破器材库

矿山不设爆破材料库。

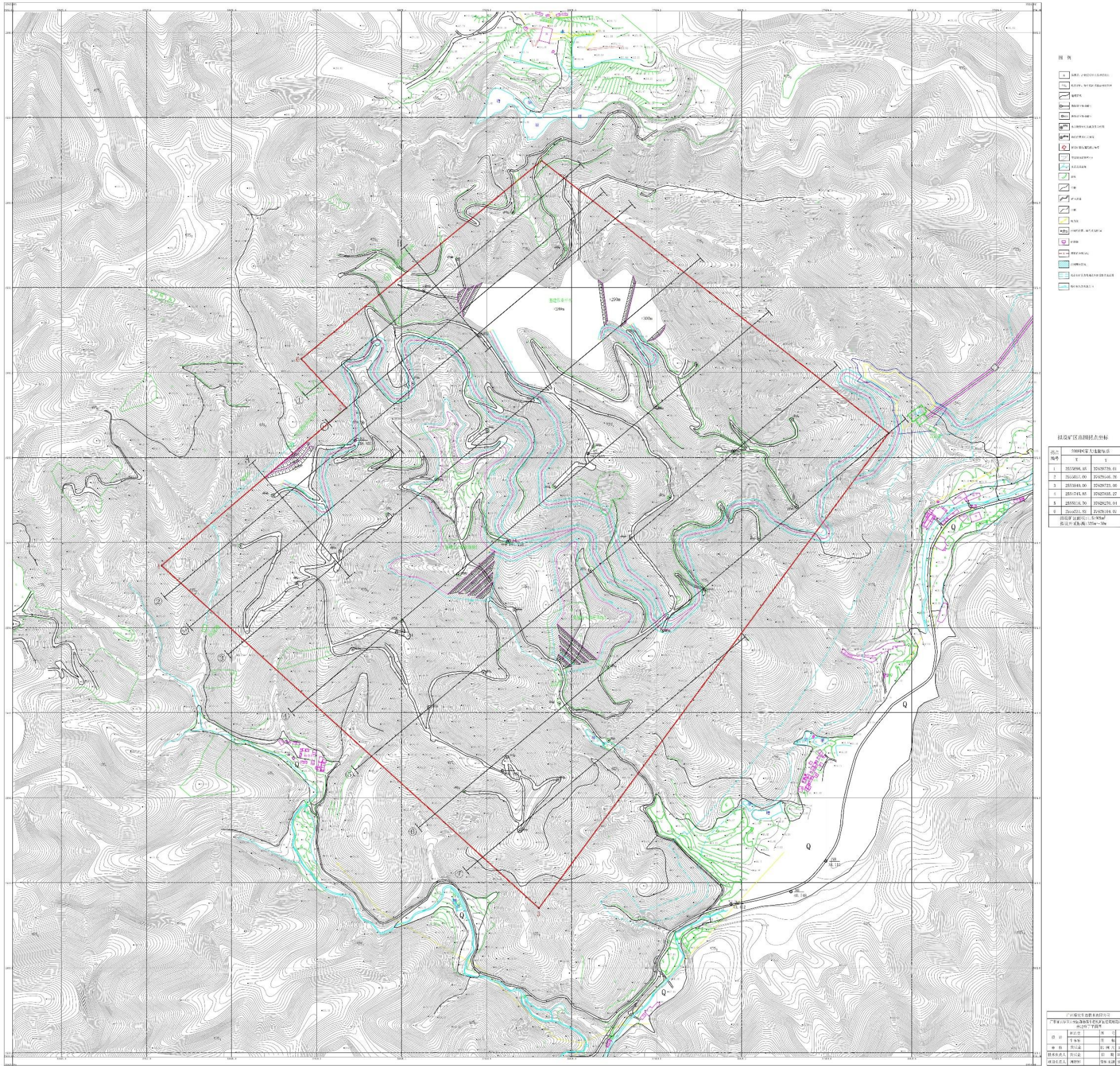


图 1-6 云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区基建终了及总平面布置图（《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》广州璟宏生态技术有限公司，2022 年 9 月）

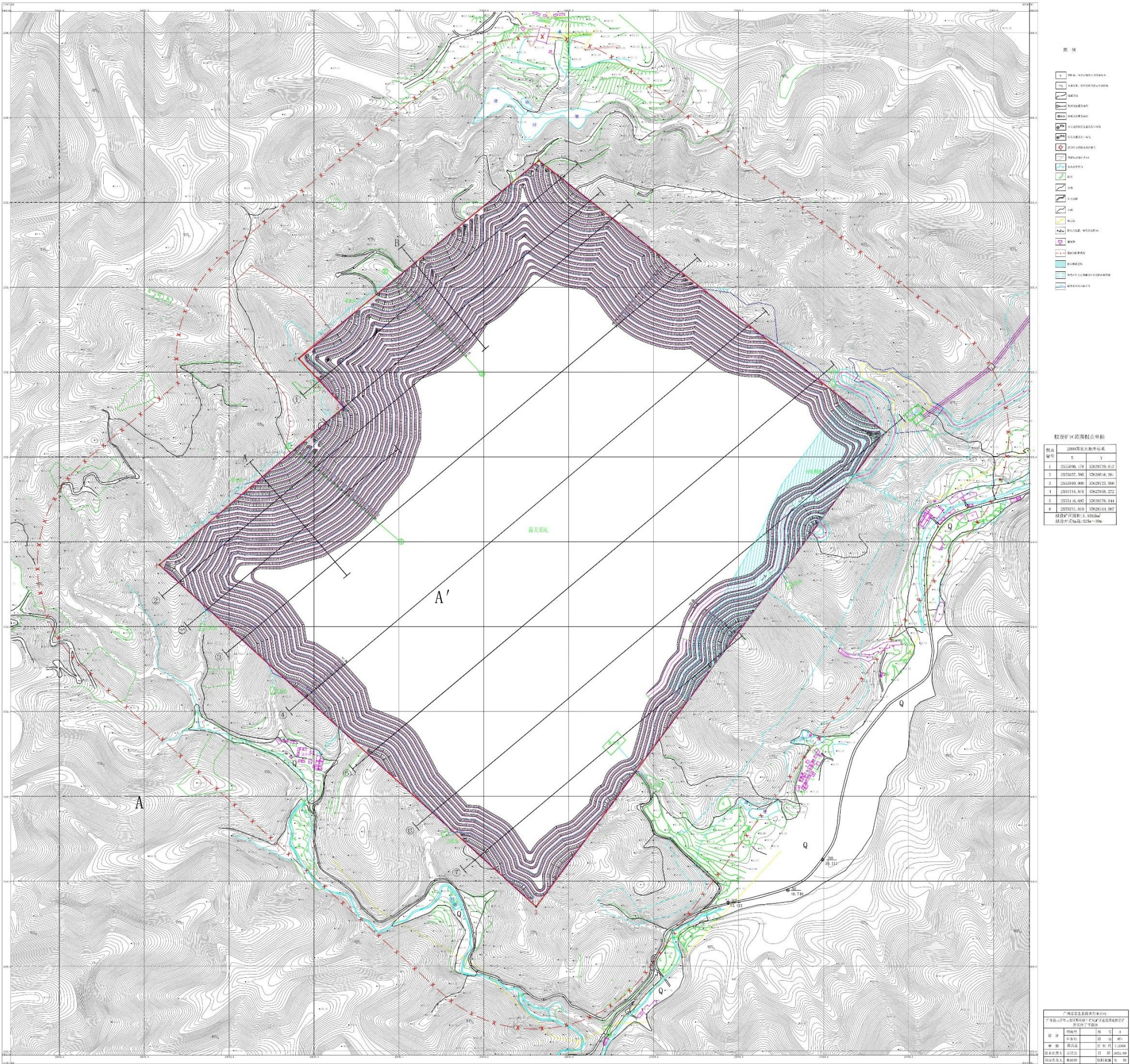


图 1-7 云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区终了平面图（《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》广州璟宏生态技术有限公司，2022 年 9 月）

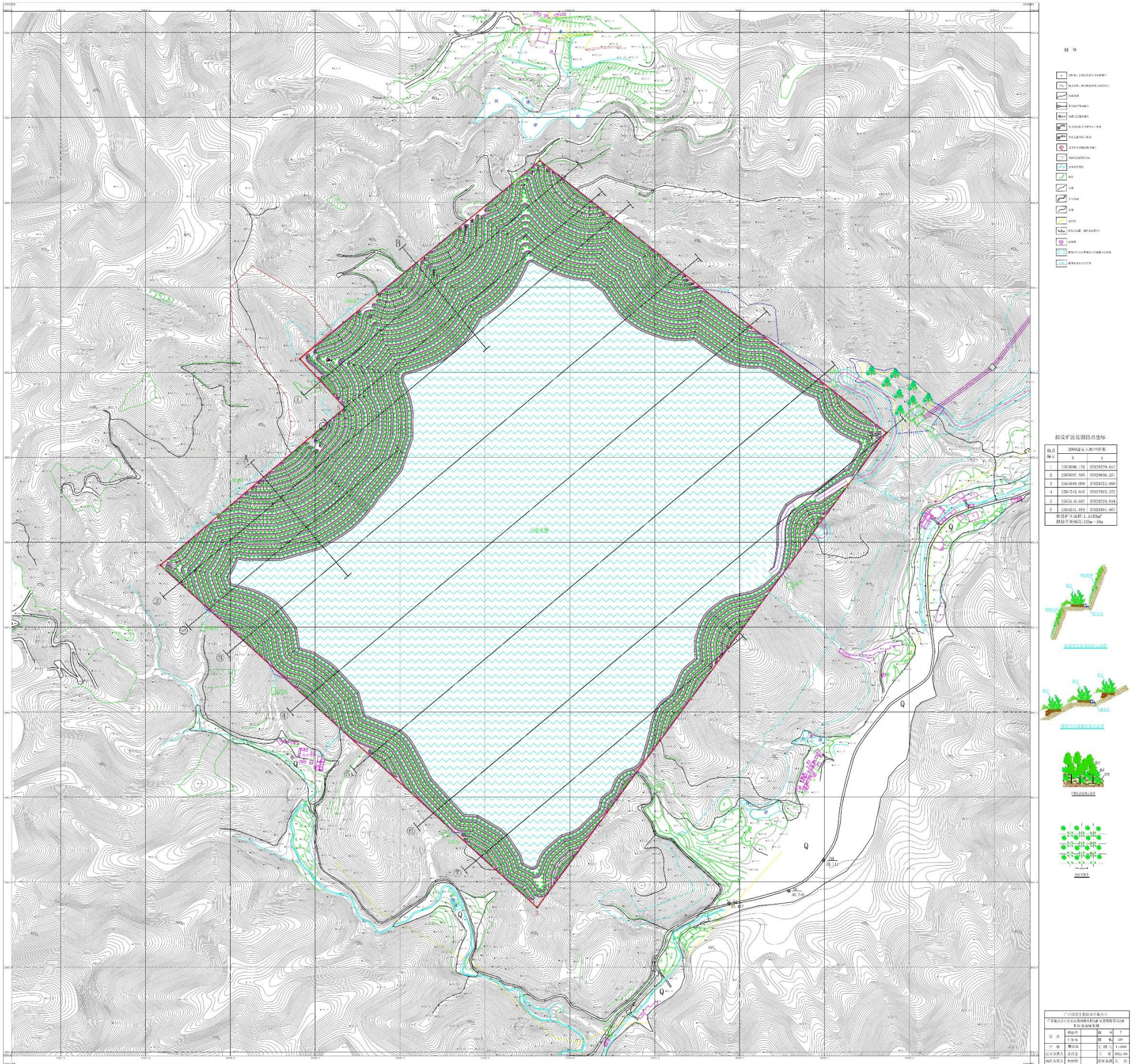


图 1-8 云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区复垦绿化图（《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》广州璟宏生态技术有限公司，2022 年 9 月）

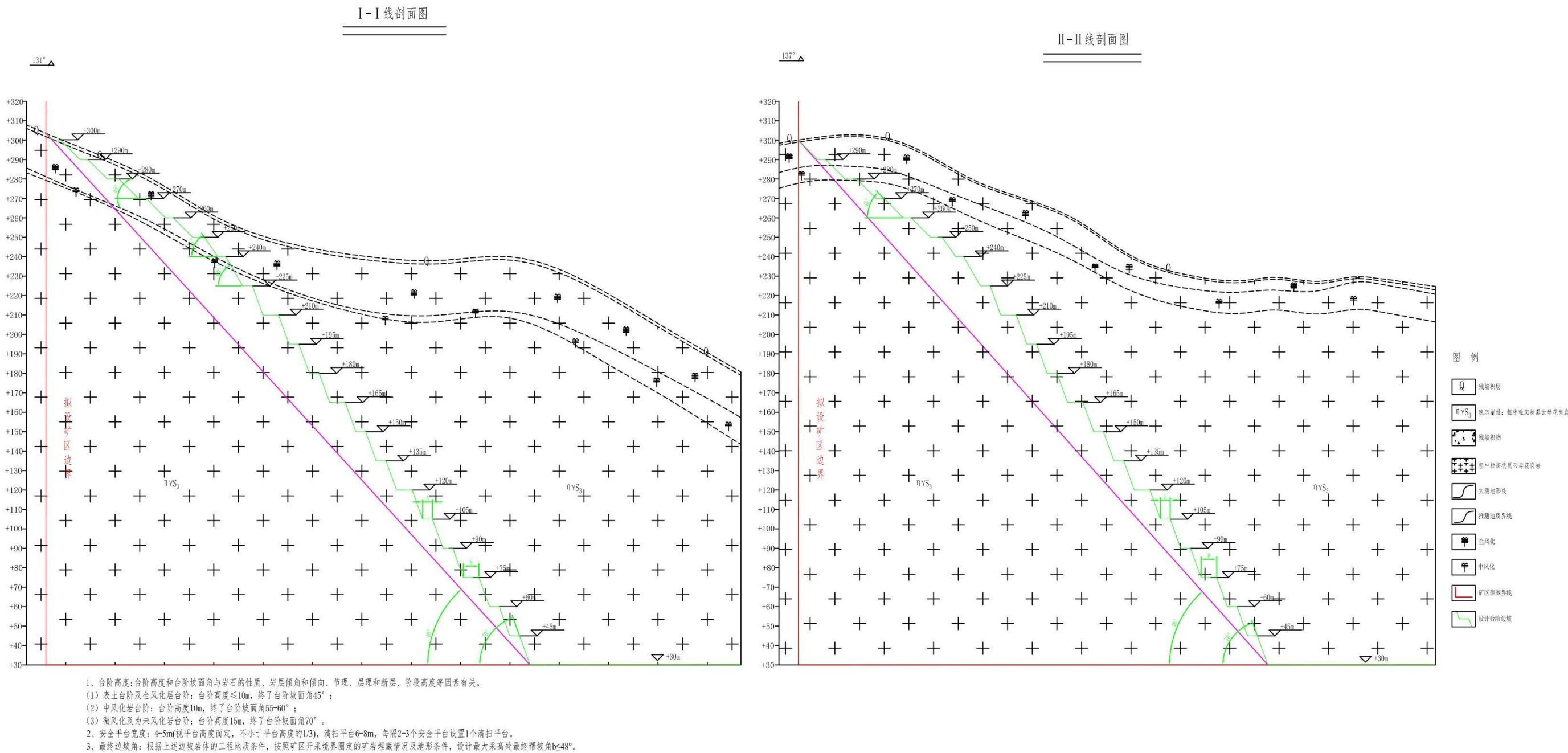


图1-9 露天采场设计终了剖面图（《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》广州璟宏生态技术有限公司，2022年8月8日）

（三）矿产资源储量

1、备案认定的矿产资源储量

根据《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗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（2021）105号）及评审结果的函，截至2021年5月31日：

拟设矿区范围内建筑用花岗岩矿矿石查明资源量 16262.7 万 m^3 ，其中：控制资源量 13191.2 万 m^3 ，推断资源量 3071.5 万 m^3 。

矿区剥离总量为 5269.5 万 m^3 ，其中残坡积层体积 155.2 万 m^3 ，全风化层体积 3555.5 万 m^3 ，中风化层体积 1558.8 万 m^3 。

2、设计利用的矿产资源储量（ Q_1 ）

依据有关设计规范，参照《关于发布〈矿业权出让收益评估应用指南（试行）的公告〉》（中国矿业权评估师协会公告 2017 年第 3 号），综合考虑本矿矿种、矿床类型、矿床地质工作程度、矿床勘查类型以及矿业权范围内预测的资源量与全部资源储量的比例关系等，本次对控制资源量和推断资源量的可信度系数均取 1.0，则：

设计利用建筑用花岗岩矿： $13191.2 \times 1 + 3071.5 \times 1.0 = 16262.7$ 万 m^3

矿区剥离层均可综合利用：残坡积层用于矿山今后复垦绿化和周边市政园林客土；全风化花岗岩作为水洗砂；中风化层作场地平整堆填料或建设工程砌筑块石料资源设计利用。

全矿区综合利用的剥离总量 5269.5 万 m^3 ，其中残坡积层 155.2 万 m^3 、全风化层 3555.5 万 m^3 、中风化层 1558.8 万 m^3 。

3、确定开采储量（ Q_2 ）

按台阶开采圈定终了境界后，对控制的及推断的资源量可信度系数均取 1.0，最终整个矿区开采境界范围内确定开采的建筑用花岗岩矿石量为 14842.59 万 m^3 。

综合利用覆盖层量为 5146.10 万 m^3 ，其中：

回填或砌筑用中风化层：1512.10 万 m^3

洗砂用全风化层：3480.70 万 m^3

回填料、复垦用及景观客土用残坡积层：153.30 万 m^3 ，其中复垦用土量 37.86 万 m^3 。

4、按可比条件，设计矿产资源利用率为 μ ：

本方案确定开采建筑用花岗岩矿石量为 14842.59 万 m^3 ，设计利用建筑用花岗岩矿石量为 16262.70 万 m^3 ，按可比条件，建筑用花岗岩矿设计矿产资源利用率： $\mu=14842.59 \div 16262.70 \times 100\% = 91\%$ ；

全矿资源利用率（包括综合利用资源）：

$$(14842.59 + 5146.10 - 37.86) \div (16262.70 + 5269.5) \times 100\% = 93\%$$

5、纯采出矿石量

本矿矿体为花岗岩，矿体厚度大且连续分布，矿体稳定性好，采用露天开采方式，参照同类型矿山的开采经验数据，采矿损失率 η 取 3%，废石混入率 ρ 取 0.5%。纯采出建筑用花岗岩矿=14397.31 万 m^3 。

6、设计采出矿石量

则矿区设计采出矿石量 $Q_c = 14469.66$ 万 m^3 ；

（四）开拓方式

1、开拓运输方案选择

选择开拓运输方案的原则：生产安全、开拓工程量少、投资额省、经营费用低、投产快、管理集中方便等。

矿区地貌类型为低山丘陵地貌，根据矿体赋存条件，考虑到该矿场的建设规模和本次矿床开采范围，结合工业场地布置等条件因素，因此本矿区开拓采用公路开拓、汽车运输方式。

2、开拓运输方案简述

设计矿山道路按照露天矿山道路二级标准设计，路面宽度 15m，道路平均纵坡 8%，困难地段最大不超过 9%，计算行车速度 30km/h，最小曲线半径 25m。台阶间用临时移动坑线连接，随着开采水平的下降和工作面的推进，移动线路逐段消失。临时移动式坑线的纵坡可根据矿用自卸汽车的技术参数确定，一般不大于额定最大爬坡能力的 70%。

山坡露天采场：根据采场终了情况，采场+65m 标高以上为山坡露天。在采场矿区范围西南角边界设置矿山露天采场总出入沟，标高 65m，道路宽 15m，沿山体继续往上延伸至矿山最高开采的+320m 平台，可开采+320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m、+90m、+75m 共 21 个台阶的矿体。

凹陷露天采场：山坡露天开采完成后转入凹陷露天开采，凹陷露天采场运输继续采用开拓的运输路堑，并一直延伸至最低开采的+30m 标高。可开采+60m、+45m、+30m 共 3 个台阶的矿体。

本方案设计道路展线布置合理，能够较为合理地连接或采用分支道路连接各个生产水平，公路纵坡坡度安全、合理，满足矿山的运输安全。

3、矿山道路设计

（1）年运输量

表 1-6 年最大运输量计算表

名称	平均年产量	体重	矿石量
	万 m ³ /a	t/m ³	万 t
建筑用花岗岩	850.00	2.60	2210.00
中风化层	86.28	2.59	223.46
全风化花岗岩	198.60	1.52	301.88
复垦用残坡积层	2.23	1.50	3.34
回填用残坡积层	6.52	1.50	9.78
合计	1143.63		2748.46

（2）道路行驶密度

选用 70t 矿用自卸汽车运输矿岩。

单向行车密度计算

$$N = \frac{QK_3}{SCHGK_1K_2}$$

Q—通过的年平均运输量，t/a；

G—汽车载重量，t；

S—班工作时数，h；

C—日工作班数，班；

K₁—时间利用系数，取 0.9；

H—年工作日，d/a；

K₂—汽车载重利用系数，取 0.90；

K₃—运输不均匀系数，取 1.05~1.15；

表 1-7 剥离料汽车行车密度计算表

行车密度计 (辆)	年运输量 (万 t)	不均匀 系数	班数	班小时数	年工作 日数	汽车载重 (t)	汽车时间 利用系数	汽车载重 利用系数
79	2748.46	1.1	3	8	280	70	0.9	0.9

说明：本矿主要为山坡露天开采，道路运输较为灵活，为了减少单条道路的运

输压力，可采用多种类型的道路运输方式，例如多条运输道路，或一条主路多条支线等。为了减少道路运输的压力，上部矿体剥离作业时，可利用矿区内原有的运输道路进行剥离土的运输，可形成两条场内运输道路。

根据上述计算及说明，山坡露天开采可采用一条主路多条支线的道路布置形式，将行车密度分散，本次设计运输道路行车密度可取为 79 辆。根据矿山的年生产能力及道路的行车密度，查看《现代采矿手册》（冶金工业出版社），需要设计道路等级为二级（行车密度 25~85 辆）。新建的主要运输公路及重要交通道路按矿山二级道路标准修建，道路平均纵坡 8%，困难地段最大不超过 9%，计算行车速度 30km/h，最小曲线半径 25m。

（3）路面类型：泥结碎石路面

（4）时交通量：25~85 辆

（5）泥结碎道路：双车道，公路路幅结构：1.5m（外侧路肩）—13.0m（路面）—0.5m（内侧路肩）；单车道，公路路幅结构：1.5m（外侧路肩）—5.0m（路面）—0.5m（内侧路肩）。

（五）开采方式

根据矿体的形态、产状及赋存标高和矿区的地形地貌条件，结合资源量核实的最低标高为+30m，该矿床适宜采用露天开采方式。

石场露天开采，必须执行《广东省露天矿场安全生产管理规定》的要求，采剥作业必须遵守“由上而下，分水平台阶开采”的原则。

（六）开采工艺

1、开采方法

根据矿体的埋藏条件、矿区地形要求，设计采用分水平台阶开采方式。采用从上往下、分水平台段开采的台阶式采矿方法。

2、采矿工艺

（1）推进方向

根据采场台阶布置，一般按沿台阶走向的纵向爆破推进方式回采。最小工作平台宽度 45m。

（2）采掘方法

采掘方法为台阶式中深孔爆破开采、就地装运。备采高度等于阶段高度。作业程序为：爆破平台场地准备、测量定位、爆破设计与布孔、凿岩、爆破、装运和边坡管理。

（3）采矿方法

采用露天开采方式，自上而下台阶式分层采剥法。

矿体及中风化层较为坚硬，需要爆破方式落矿，使用中深孔凿岩爆破，爆破后爆堆采用挖掘机机械挖掘铲装，汽车运输；残坡积层和含砂全风化层可采用挖掘机直接挖掘装车，汽车运输。

（七）矿山固体废弃物、废水排放及处置

该项目为一建筑用花岗岩矿山，根据该矿山生产流程和工艺特点，预计生产中产生的主要污染源和污染物有以下：

1、粉尘废气

生产中的产生尘主要是凿岩、爆破等过程产生粉尘和扬尘，以及挖掘机（装载机）铲装矿石、汽车运输和破碎、筛分、胶带运输机卸料等产生的二次扬尘。

废气主要是挖掘机（装载机）、潜孔钻机、移动式空压机，以及汽车运输等设备工作时排放的尾气和矿山爆破产生的有毒有害气体。

2、废水

矿山境界内所有汇水必须经沉淀池澄清，并经过检测达标后，再向外排放。矿山工业生活区生产和生活污水排放量虽然很少，但必须经过处理并检测达到排放标准后方可外排。

3、噪声

矿山生产时，噪声源主要来自采掘机械噪声（包括钻机、挖掘机、破碎机、装载机、空压机、汽车等），以及爆破时产生的瞬时噪声。

4、固体废弃物

该矿山固体废弃物主要有剥离土及生活废弃物。开采剥离土回填场地，运到临时堆场存放，待矿山复绿需覆土再进行搬运；生活废弃物集中收集，统一外运当地垃圾处理站。

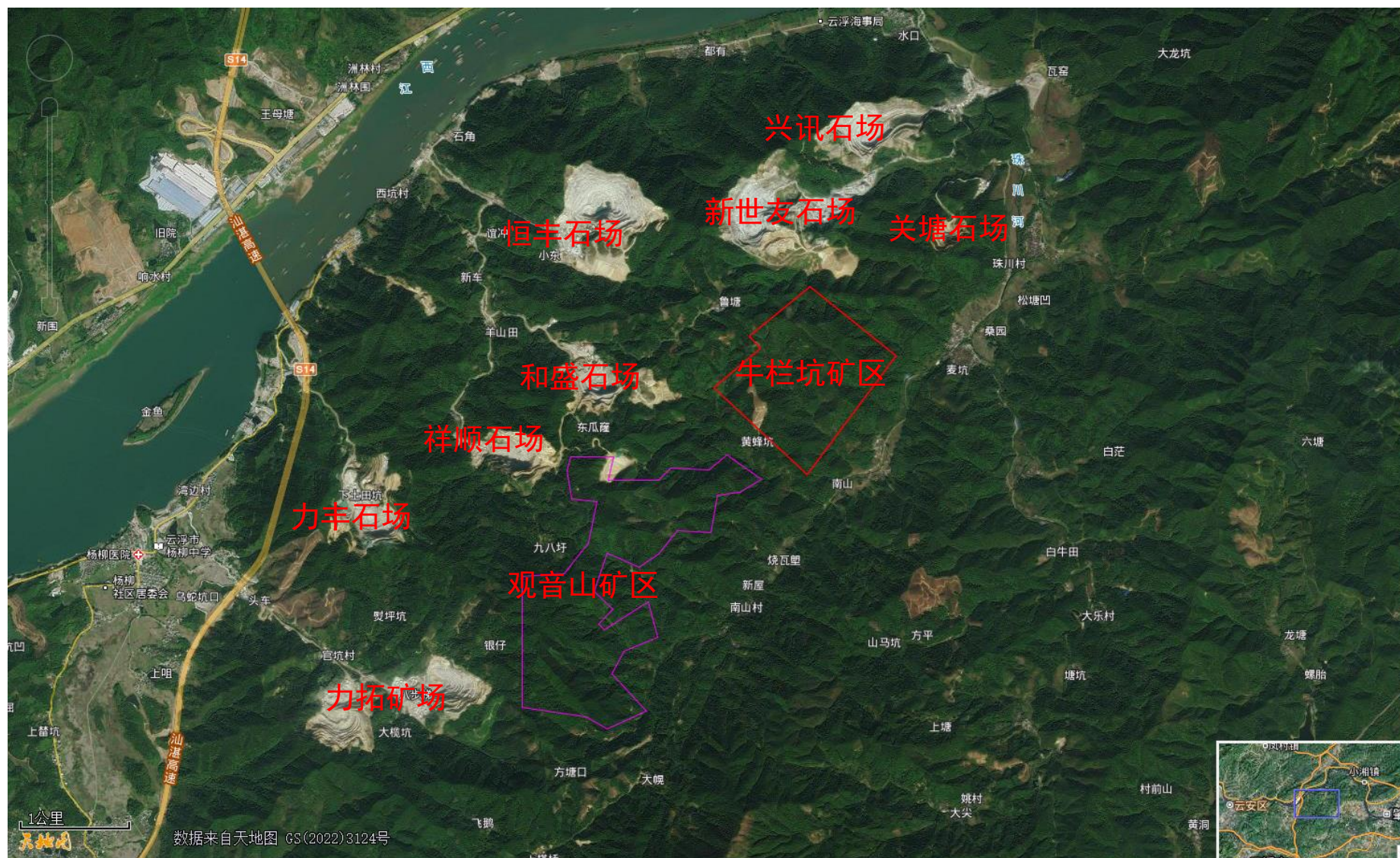
四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史和现状

矿山为新立矿山，除了矿区中部小面积勘探过程修路造成破坏外，矿山其他地区现场为原始地貌，矿区植被覆盖较好，整体自然环境良好。

（二）矿区周边采矿现状

根据调查，矿区周边 300m 范围内无其它采矿权设置。经过现场调查及自然资源部门资料显示，矿区附近主要有 9 处同类矿山（详见图 1-10），分别为中电建（云浮）绿色矿业有限公司云浮市云安区都杨镇观音山矿区（以下简称“观音山矿区”）、云浮市宇恒石材有限公司和盛石场（以下简称“和盛石场”）、云浮市新祥晖石业有限公司都杨祥顺石场（以下简称“祥顺石场”）、云浮市金昇石料有限公司都杨镇官坑祥盛石场（以下简称“祥盛石场”）、云浮市力拓石业有限公司都杨石矿场（以下简称“力拓石场”）、云浮市星华投资有限公司力丰石场（以下简称“力丰石场”）、云浮市恒丰石业有限公司恒丰石场（以下简称“恒丰石场”）、云浮市和力石料有限公司云安区都杨镇新世友石场（以下简称“新世友石场”）、云浮市兴迅石料有限公司（以下简称“兴迅石场”）、云浮市杨柳关塘石场有限公司关塘石场（以下简称“关塘石场”）等矿山。



第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

矿区属亚热带季风气候，常年阳光充足、雨量充沛、夏长冬短、温度适中。根据云浮市气象局地面气象观测站常年观测数据（1967年至2021年数据）：云安区多年平均气温为21.5℃，最高月平均气温（7月）29.5℃，最低月平均气温（一月）13.6℃；极端最高温度38.9℃（1980年7月16日），极端最低温度-1.4℃（1967年1月17日）。根据云浮市近40年降雨量统计（1965~2016年），云安区多年平均降雨量为1586.5mm，年最大降雨量为2583.2mm（1994年），年最小降雨量为1158.0mm（1991年），云浮市雨量站实测最大1h降雨量为70mm，最大日降雨量为255.3mm（1976年9月20日）。多年平均蒸发量1200mm，全年主导风向为东北风，频率为14%，实测最大风速为34m/s（12级）。云安区多年平均受8级以上台风影响达1.4次，台风暴雨往往造成洪涝灾害，西江沿岸受影响较为严重。

（二）水文

本区地形切割较强烈，以发育“V”型沟谷为主，矿区外围北西向约2.6km的西江为区域内最大地表水体，西江最高洪水水位约为+13~+15m，矿区内及周边地表径流多表现为季节性溪流注入西江。拟设矿区内无较大的常年流水等地表水体分布，区内的地表水体以溪沟为主，溪沟稍发育，呈树枝状分布，流向严格受地形控制。区内地表水以发源于拟设矿区外南西部和东部的溪沟为主。拟设矿区内总体流向为自北西往东南流，拟设矿区外主要流向自西往东流和自西南往东北流，为区内的大气降水及地下水的排泄主要通道。实测流经拟设矿区东南侧溪沟（珠川河）的流量分别为5.618L/s（2021年4月9日）、0.039L/s（2021年4月9日），雨后（尤其是暴雨后）地表水流量会骤然增加，溪沟流量是平时的3~5倍，但地表水一般较快排泄。根据调查，历年暴雨期间洪水期最高水位标高约+25m，对本矿山开采影响不大。

根据下文，经圈定本矿区按降雨汇水可能进入采场的地表分水岭范围面积为1519156m²，日最大降雨矿坑汇水量为271488（m³/d）。矿区拟设最低开采标高为

+30m，位于当地侵蚀基准面（珠川村+20m）之上，矿山地表地势较高，有利于地表排水。

（三）地形地貌

评估区属小起伏低山区，地形总体上西高东低，最高标高位于矿区外西部，海拔标高+456m，最低点位于矿区东北侧+20m，地形高差 436m，自然斜坡坡度 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ，地势总体低缓。

综上所述，评估区地貌为低山地貌，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，相对高差大。综合判定评估区地形地貌条件为复杂。

（四）植被

项目区植被目前常见的有乔木、灌木及草本，乔木以桉树为主，矿区内分布大量的桉树，灌木以大戟科的五月茶、大沙叶、土蜜树、巴豆、黄桐、算盘子、乌桕等，此外，茜草科、蝶形花科、含羞草科和番茄枝科的植物混生其间，植被覆盖率在 85%以上。项目区周边水田最近的位于剥离层转运场东侧，面积约 780m²，项目区内水田目前处于荒废状态。

（五）土壤

项目区以赤红壤、黄壤为主，残坡积层厚度大多为厚约 0.5~1.5m，平均 1.0m，其顶部为腐植层，厚度 0~0.5m，赤红壤的粘粒含量很高，质地粘重，但由于氧化铁和氧化铝胶体形成的结构体，致使土壤的渗透性还比较好，滞水现象不严重，土壤呈较强酸性，pH 值在 4.5~6.5 之间。土壤养分中等，有机质含量较低。

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、区域地质概况

拟设矿区地处华南褶皱系云开隆起带与粤中拗陷之交汇部位，位于吴川-四会深断裂带之中，云浮大绀山背斜北东倾伏端。据 1:5 万悦城幅区域地质资料，该区经历了多期次构造岩浆活动，大面积出露岩浆岩，而地层主要以寒武系（ ϵ ）为主。褶皱与断裂构造发育，岩浆活动频繁（见图 2-2）。



图 2-1 矿区地形地貌卫星影像图

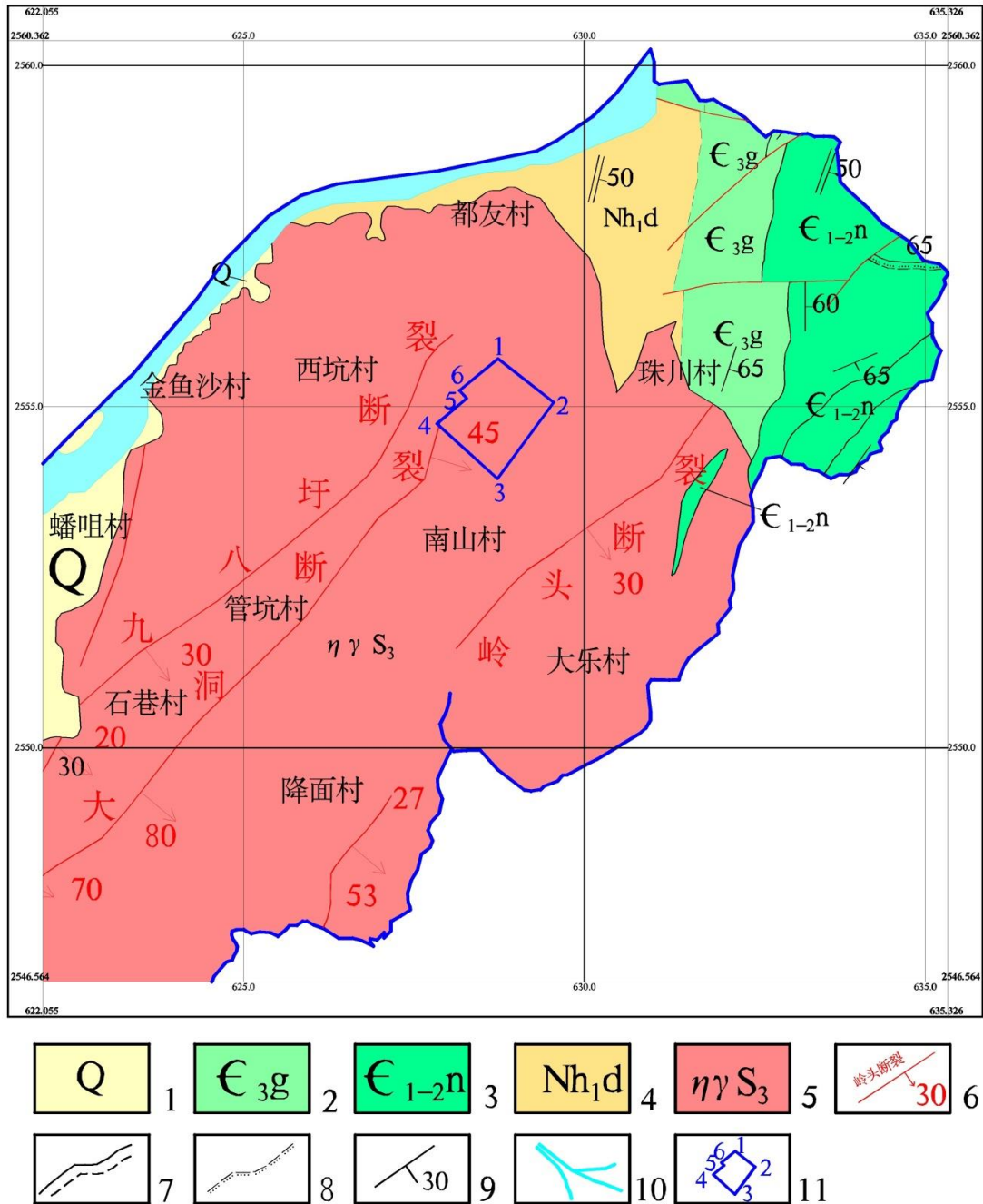


图 2-2 牛栏坑拟设矿区区域地质图（资料来源：《广东省云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿储量核实报告》（广东省地质局第五地质大队，2021 年 6 月））

1、第四系；2、寒武系高滩组；3、寒武系牛角河组；4、南华系大绀山组；5、晚志留世花岗岩；6、实测断层及产状；7、实、推测地质界线；8、不整合接触界线；9、地层产状；10、水系；11、拟设矿区范围。

（1）地层

区域范围内出露地层从老到新有南华系、寒武系、奥陶系、泥盆系、三叠系和第四系。

①南华系（Nh）

大绀山组（Nh_{1d}）：分布于本区东北部。主要岩性为石英云母片岩、云母石英片岩、变质石英砂岩、变质长石石英砂岩、变质粉砂岩、石英岩夹黑色炭质千枚岩、灰白色硅质岩、（锰质）灰岩、凝灰岩及黄铁矿层，底部以灰白色砾岩为标志与下伏云开群第二组呈平行不整合接触，顶部与上覆活道组呈平行不整合接触，厚度 890～1508m，地层已变形变质。

②寒武系（C）

分布于本区东北部。主要包括牛角河组（C_{1-2n}）、高滩组（C_{3g}）。

牛角河组（C_{1-2n}）：分布于本区东北部一带。岩性为灰、灰绿色石英砂岩、长石石英砂岩夹灰绿、灰色绢云母页岩、灰黑色中粒炭质长石石英砂岩、炭质页岩；厚度 784-1344m，属变质石英砂岩-板岩建造。

高滩组（C_{3g}）：分布于本区东北部一带。岩性为灰、灰绿、紫红色变质（石英）砂岩、变质粉砂岩、云母石英片岩、薄层状（含炭质）绢云母千枚岩。保留有水平层理。该组下与云开群呈断层接触，上与水石组呈整合接触；厚度 508-1898m，属变质砂岩-变质粉砂岩-千枚岩建造。

③第四系（Q）

分布于本区西部山间洼地，主要为洪冲积层。岩性主要为砂砾、砂质粘性土、粉质粘土等。

（2）岩浆岩

区内的岩浆岩分布较广，以侵入岩为主，呈岩基面状产出。岩性以黑云母二长花岗岩、黑云母花岗岩为主，侵入时代为晚志留世（ $\eta\gamma S_3$ ）。

晚志留世（ $\eta\gamma S_3$ ）岩浆岩覆盖本区，据 1:5 万悦城幅划分为大尖岩体，大尖岩体呈一长轴南北走向长的拉长椭圆体，岩体的延伸方向与构造线相吻合，地表风化极为强烈，地表多为浮土掩盖。该岩体岩性主要为粗中粒斑状黑云母花岗岩、细粒黑云母二长花岗岩，二长花岗斑岩，岩浆岩呈岩基面状大面积分布。

2、矿区地质

(1) 地层

拟设矿区出露地层为第四系(Q),主要分布于区内的谷地及平缓山坡前或山坡。

残坡积层(Q^{eld}):主要分布于区内平缓的山坡或山前,岩性多为黄褐色粉质粘土及砂质粘性土,一般厚度 0.5~1.5m。

冲积层(Q^{al}):分布于区内的谷地中,岩性为砂质粘性土、砂砾、泥砾或含砾粉质粘土等,厚度 0.5~5m。

(2) 岩浆岩

分布拟设矿区全区,为晚志留世($\eta\gamma S_3$)岩浆岩,呈岩基产出。岩性为粗中粒斑状黑云母花岗岩,呈灰白色,粗中粒花岗结构,块状构造,矿物成分主要为钾长石 40~35%,斜长石 20~28%,石英 25~30%,黑云母 3~8%,白云母少量,其它次生矿物(绿泥石、绢云母、粘土)少量。局部地段岩石受动力变质作用及区域变质作用影响,变质为糜棱岩化花岗岩或重结晶形成绢英岩化花岗岩。

拟设矿区内岩浆岩顶部已不同程度风化,风化程度从上到下大致可分为全风化、中风化、微风化。全风化岩:分布于整个拟设矿区,厚 1.10~61.00m,平均 28.70m,其中,山脊和山坡相对较厚,而山脚和沟谷地带相对较薄。中风化岩:分布于整个拟设矿区,厚 1.12~44.45m,平均 12.28m。微风化岩:分布于全区,厚度相对较薄,与未风化岩呈渐变过渡关系。

(二) 地质构造与区域地壳稳定性

1、区域地质构造

拟设矿区地处华南褶皱系云开隆起带与粤中拗陷之交汇部位,位于吴川-四会深断裂带之中,云浮大绀山背斜北东倾伏端。区域内断裂发育,主要由一系列断裂组成,以北东向构造为主,东西向断裂零星分布。

1、岭头断裂:位于都杨镇珠川村、南山村。全长 11~15km,见宽 10~70m 不等的硅化破碎带主要有硅化岩、硅化构造角砾岩硅化花岗岩等,局部有糜棱岩化花岗岩。倾向 130°,倾角 27°~53°。

2、大洞断裂:位于都杨镇中南部。全长 11~15km,发育糜棱岩、构造片岩、强烈硅化蚀变花岗质岩石,石英压扁拉长并强烈波状消光。倾向 120°,倾角 45°~80°。

3、九八圩断裂：位于都杨镇中部。全长 11~15km，发育糜棱岩、褐铁矿化硅化岩、硅化碎裂花岗岩、构造角砾岩。倾向 120°，倾角 30°。

2、矿区构造

拟设矿区处于吴川~四会断裂带之中，拟设矿区内未见明显断裂构造，但受区域构造影响，拟设矿区的岩石都具有不同程度的绿泥石化现象，并伴随裂隙、节理较发育（图 2-3）。拟设矿区内节理裂隙主要表现为三组：一组产状为 120°~140°∠50°~75°，该组为拟设矿区普遍存在且数量最多的一组；另外两组产状为 80°~90°∠40°~50°、285°~330°∠40°~55°，这两组较第一组数量略少、分布规模略小（表 2-1）。裂隙面较平直，一般延伸较短，岩心节理面结合较紧密，局部略张开，其宽度小于 1~2mm。根据钻孔揭露，区内岩石可见有不同程度的绿泥石化，岩石中的石英和长石、云母等矿物具弱定向分布（图 2-4）。

表 2-1 拟设矿区节理裂隙情况表

节理裂隙序号	产状	分布情况
1	120°~140°∠50°~75°	全区普遍存在
2	80°~90°∠40°~50°	局部可见
3	285°~330°∠40°~55°	局部可见

3、区域构造对矿石质量的影响

受区域构造的影响，整个拟设矿区的岩石都存在不同程度的绿泥石化现象，并伴随岩石的节理、裂隙较为发育，岩石普遍可见有不同程度的绢云母化、绿泥石化现象。在系统采集矿石抗压强度样品并进行实验测试的过程中，发现局部矿石由于受节理、裂隙影响，在实验测试中表现为裂隙破坏，导致抗压强度偏低。在调查周边同类型已生产矿山的过程中发现，当建筑用花岗岩矿石绢云母化、绿泥石化较强时，会导致在生产破碎过程中碎石的产出率偏低。

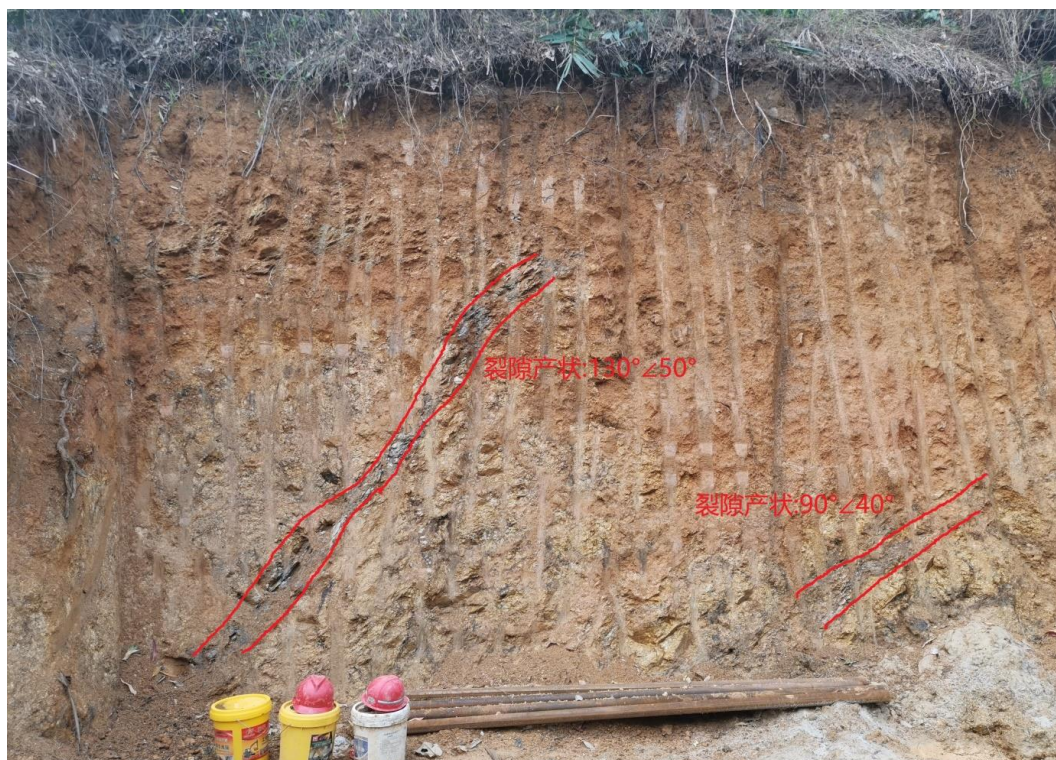


图 2-3 野外观察中看到的裂隙

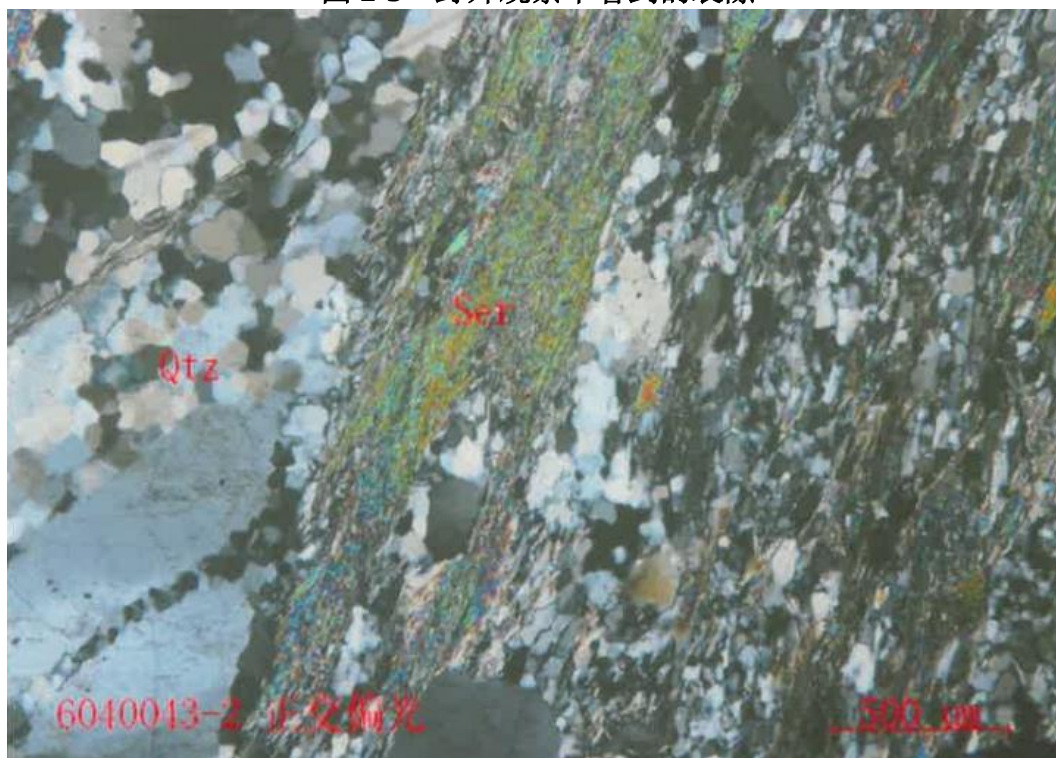


图 2-4 显微镜下矿物的定向分布

4、区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）的划分，评估区处于地震基本烈度 6 度区，区域地壳基本稳定性

为稳定，设计基本地震加速度为 0.05g，地震动反映谱特征周期 0.30s。区域地壳稳定性属于稳定类型。

综上所述，拟设矿区处于吴川～四会断裂带之中，拟设矿区内未见明显断裂构造，但受区域构造影响，区内局部可能存在破碎带或软弱带。拟设矿区的岩石都具有不同程度的绿泥石化现象，并伴随裂隙、节理较发育。区域地壳稳定性属于地壳稳定，因此综合确定评估区地质构造条件为中等。

（三）水文地质

矿床所处的山岭呈北西—南东走向，属水文单元的补给区和迳流区，拟设矿区地形地势总体为南、西和北部三面高，东南部低，最高山点位于拟设矿区北东的山顶，标高 324.51m，拟设矿区范围内最低侵蚀基准面位于拟设矿区南东珠川村的山谷溪沟沟底，标高约+20.0m，区内最大相对高差约 304.51m。地形有利于大气降水的自然排泄（见图 2-5）。

1、地下水类型及富水性

根据拟设矿区分布的岩石地层特征及地下水的赋存介质，拟设矿区地下水可划分为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水两类。

（1）松散岩类孔隙水

赋存于坡残积砂质粘性土和全风化花岗层岩孔隙中，由于地势较高，多为上层滞水，没有明显含水层，雨季沟谷两侧低平处局部形成季节性含水层，枯季无水，多属透水而不含水岩层，总体富水性弱，对矿床开采影响较小。

（2）块状岩类裂隙水

分布于全区，赋存于晚志留世粗中粒斑状黑云母花岗岩的风化或构造裂隙中，含水层主要为中风化花岗岩风化裂隙和构造裂隙发育带，厚度 2.10~66.66m。据野外调查，泉水一般呈散流状沿岩石风化裂隙渗出，泉流量 0.008~0.155L/s。根据储量核实报告成果：浅部岩石风化裂隙较发育，含裂隙水，含水层厚度受岩石风化裂隙发育程度和地形控制，含水层底板与微风化花岗岩底界基本一致，以风化裂隙水为主，局部受构造影响，形成脉状裂隙水；风化裂隙水一般具无压性质，地下水位埋深与含水层顶板埋深 0.25~47.40m，标高 78.08~299.71m，含水层底板埋深 6.70~80.80m，标高 58.62~275.91m。据 SZK6-3 孔抽水试验结果，静止水位 6.52m，水位降深 11.44m，涌水量 9,50m³/d，单位涌水量 0.010L/（s·m），渗透系数 0.1052m/d，富水性弱。地

下水水位埋深随地形变化较大，水位埋深均在拟开采矿体标高以上，属于裂隙充水矿床，地下水富水性弱，水量贫乏，地下水对矿山开采影响较小。

据块状岩类裂隙水 3 个样品分析结果，地下水水化学类型为 $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}-\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 、 HCO_3-Ca 型，pH 值 6.44~6.98，溶解性总固体 0.037~0.054g/L。

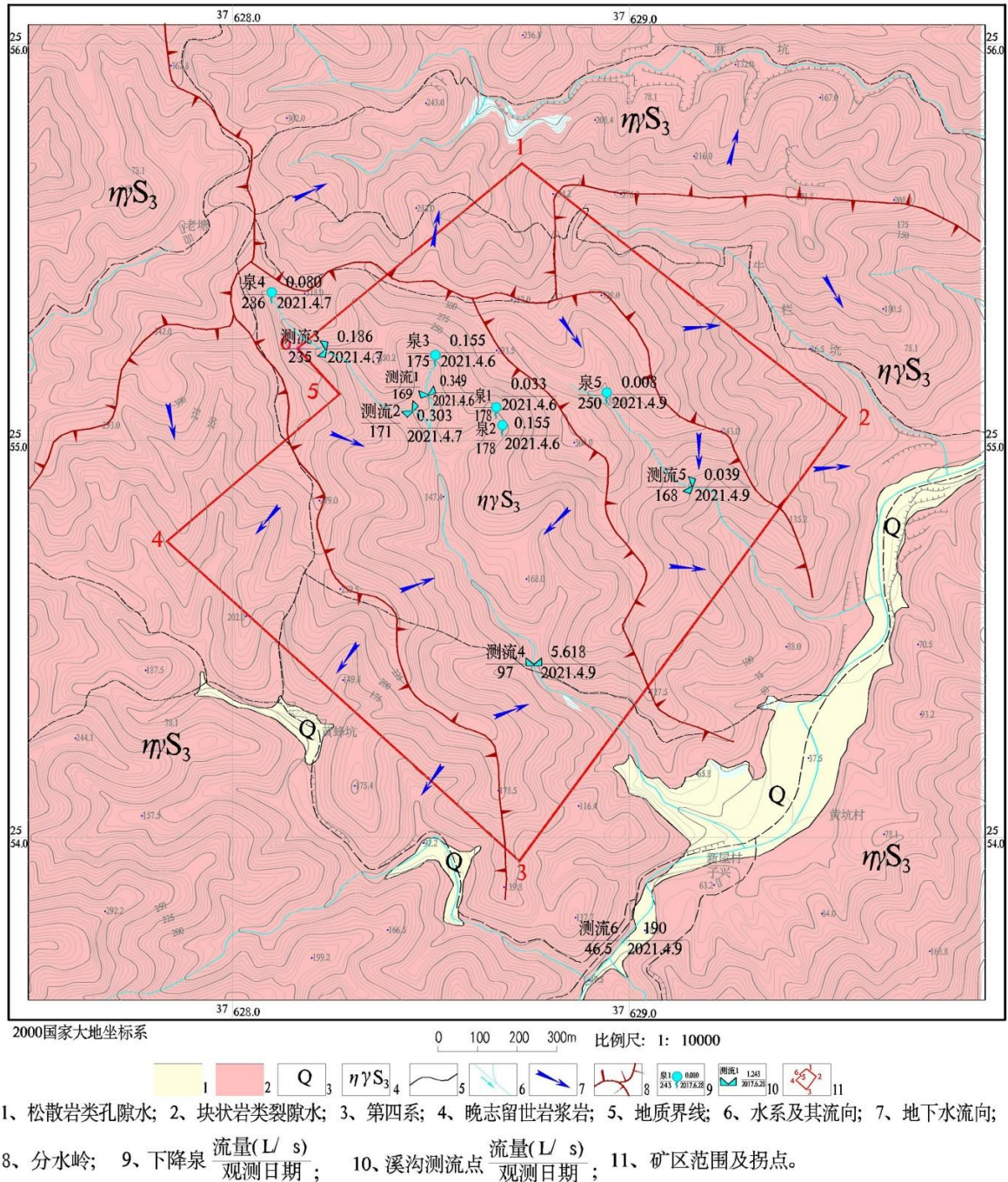


图 2-5 都杨镇牛栏坑拟设矿区水文地质图

表 2-2 渗透系数计算表

孔号	降程	含水层 厚度 H(m)	降深 S(m)	涌水量 Q(m ³ /d)	单位涌水量 q[L/(s·m)]	抽水孔 半径 r(m)	抽水孔与溪 沟距离 d(m)	渗透系数 K(m/d)
SZK6-3	①	13.04	11.44	9.50	0.010	0.065	11.00	0.1052
注：采用进河潜水完整井单孔抽水试验计算公式： $K=\frac{0.366Q}{\frac{1}{2}S(2H-S)}\lg\frac{2d}{r}$ ；								

2、相对隔水层

分布于浅部的残坡积土层、全风化岩石，已呈土状，孔隙多为粘土充填闭合，透水性差，可视为相对隔水层；分布于微风化岩带之下的新鲜、完整花岗岩，裂隙不发育，而且多为充填闭合状，同可视为相对隔水层。

3、矿床开采后地下水的补给、径流、排泄条件

矿山为露天正地形分台阶开采，矿区周边地势平坦，有利于形成地表径流，大气降雨为矿山地下水补给来源。矿山开采后大气降雨仍为地下水主要补给来源，补给条件未发生变化。

矿山为低山区，周边地势起伏较大，标高+456~+20m，天然状态下，矿区地下径流自高水位往低水位缓慢运移，在地形低凹处以侵蚀下降泉排泄于地表或以潜水的形式向四周排泄。矿山开采后径流、排泄条件未发生变化。

4、矿坑涌水量预测

（1）矿床水文地质特征及矿坑充水因素

本矿床为建筑用花岗岩矿，呈块状大面积分布于全拟设矿区，矿体被全风化层和全~中风化岩覆盖，控制矿体标高 30m 以上。矿体及其围岩上部为块状岩类风化裂隙潜水含水层，富水性弱，下部新鲜、完整的花岗岩完整致密，富水性弱，可视为相对隔水层。根据拟设矿区矿体规模、埋藏条件及矿床水文地质特征，未来矿山宜用露天开采。因此，未来矿坑充水因素主要为大气降水直接充水，块状岩类风化裂隙潜水富水性弱。

（2）矿坑涌水量预测

拟设矿区钻孔单位涌水量 0.010L/s，富水性弱，对矿坑充水影响极小，可以忽略不计。本矿山矿坑涌水量主要对大气降雨汇水量进行预测。露天采坑涌水量按《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T0342-2020）选用下列公式（1）：

$$Q = F \cdot p \cdot \alpha / 1000 \dots\dots\dots (1)$$

式中： Q —降雨汇入采场的水量（ m^3/d ）； F —采场汇水面积（ m^2 ），其圈定按降雨汇水可能进入采场的地表分水岭圈定，在1：2000地形图测定面积为 1519156m^2 ； P —日最大降雨量（ mm/d ），为 255.3mm ；日平均降雨量 8.31mm ； a —地表径流系数，无实测数据，花岗岩地区采用 0.7 。

经计算，日最大降雨矿坑汇水量及日平均矿坑汇水量为：

$$Q_{\text{最大}} = 1519156 \times 255.3 \times 0.7 \times 10^{-3} = 271488 \text{ (m}^3/\text{d)}$$

$$Q_{\text{日均}} = 1519156 \times 8.31 \times 0.7 \times 10^{-3} = 8837 \text{ (m}^3/\text{d})。$$

拟设矿区拟开采标高 $325 \sim 30\text{m}$ 矿体，矿山开采大部分地表降雨汇水可沿地表坡面自流排出拟设矿区外，开采标高 60m 以下矿体时，为凹陷开采，地表降雨汇水无法自然排出采场，需采用机械排水，经估算，拟设矿区范围日正常矿坑涌水量 $8837\text{m}^3/\text{d}$ ，日最大降雨矿坑涌水量 $271488\text{m}^3/\text{d}$ 。开采过程中，应在采场外围根据地形实际设置截水沟拦截坡面水流，避免暴雨期间拟设矿区外围坡面流水涌入采场。

综合拟设矿区水文地质特征，块状岩类裂隙水补给范围条件较差，水文地质边界较简单，富水性弱，矿坑充水以大气降水为主。矿区拟设最低开采标高为 $+30\text{m}$ ，位于当地侵蚀基准面（珠川村 $+20\text{m}$ ）之上，矿山地表地势较高，有利于地表排水。开采标高 $+75\text{m}$ 以上矿床时，矿坑水可自然排泄，但开采标高 $+75\text{m}$ 以下矿床时，属局部凹陷开采，矿坑水不能自然排泄，需采用抽水设备进行排水。综上所述，拟设矿区水文地质勘探类型为第二类（裂隙充水矿床），矿床水文地质条件简单。

5、拟设矿区及周边供水水源情况

拟设矿区及周边没有较大地表水体分布，只有流量不大的小溪沟，拟设矿区内的溪沟水水质较好，但矿山开采后，大部分已转为矿坑水，矿坑水可进行综合利用，拟设矿区地下水和地表水水质符合生活饮用水卫生标准，可作为矿山生产生活用水水源，但地下水水量小，拟设矿区溪流水水量不稳定，不能满足矿山供水需求；拟设矿区东北面和东南面分别有长年流水溪流，采用拦截方式，可解决矿山生产生活部分用水，此外北部约 3km 为西江，水质良好，可解决矿山生产生活用水。

综上所述，矿山属于以裂隙水充水为主的矿床，矿坑充水以大气降雨为主，矿区拟设最低开采标高为 $+30\text{m}$ ，位于当地侵蚀基准面（珠川村 $+20\text{m}$ ）之上；矿山矿体开采标高 $+75\text{m}$ 以上台阶可通过平台设置的排水沟自然排出场外，对矿山开采影响不大；矿山矿体开采标高 $+75\text{m}$ 至 $+30\text{m}$ 为凹陷开采，需要设置抽排水设施，把采场汇

水排出场外，预测矿坑+75m 以下开采范围正常充水量 $8837\text{m}^3/\text{d}$ ，对矿山开采影响较大。综合评定水文地质条件复杂程度中等。

（四）工程地质

1、工程地质岩组划分

拟设矿区内矿体被全风化层和全～中风化花岗岩所覆盖。矿床内根据钻孔揭露的岩（土）体岩性及其物理力学性质大致分为三类岩组：松散岩组、较坚硬岩组、坚硬岩组。

2、各岩组的物理力学性质及工程地质特征

（1）松散岩组

分布于矿体及围岩上部，岩性主要为残坡积粘性土和全风化花岗岩，呈散体结构，以硬塑土状为主，局部为坚硬土状，层厚分布不均，分布于山坡地段的厚度较大，而分布于沟谷一带的厚度较薄，据拟设矿区钻孔揭露厚度 $1.10\sim 61.00\text{m}$ ，平均 28.70m 。粘聚力（C） $14.4\sim 35.3\text{kPa}$ ，平均 23.7kPa ，内摩擦角（ φ ） $8.8\sim 28.7^\circ$ ，平均 21.9° ，压缩系数（ a_v ） $0.31\sim 0.93\text{MPa}^{-1}$ ，平均 0.65MPa^{-1} ；压缩模量（Es） $2.33\sim 5.14\text{MPa}$ ，平均 2.91MPa 。

该层为散体结构，工程物理力学性质较差，遇水易软化崩解，稳固性差，并且厚度较大，如露天采场边坡的坡角过陡在降水等外界因素影响下易出现边坡崩塌、滑坡等地质灾害。

（2）较坚硬岩组：属此类岩石主要为矿体上部的中风化花岗岩，拟设矿区钻孔揭露层厚为 $1.12\sim 44.45\text{m}$ ，平均 12.28m 。该岩组上部一般为碎裂结构，完整性较差，风化裂隙较发育，裂隙多为泥质、铁质充填，岩石较破碎，岩石质量多为劣的，饱和抗压强度多低于 30MPa ；下部多为块状结构，风化裂隙较发育，裂隙多为泥质、铁质和石英脉充填，岩石完整性较好，岩石质量中等，饱和抗压强度多为 $30\sim 70\text{MPa}$ 。

该岩组岩石质量指标（RQD） $0\sim 66\%$ ，平均 46% ，岩石质量劣的，岩体完整性差；抗压强度值为 $9.9\sim 75.2\text{MPa}$ （抗压强度大于 80MPa 的个别样品不参与该岩组统计），平均 40.4MPa 。岩体质量指标 $M=0.619$ ，岩体质量中等，属Ⅲ类，普遍较破碎，稳定性稍差。

（3）坚硬岩组：属岩组岩石主要为微风化～新鲜的花岗岩，矿体均属于该类岩石，岩石裂隙一般不发育，呈块状构造；岩石质量指标（RQD） $71\%\sim 94\%$ ，平均

88%，岩石质量好的，岩体较完整；岩石抗压强度值一般为 80~110MPa，平均 91.2MPa，属坚硬岩。岩体质量指标 $M=2.675$ ，岩体质量良，属Ⅱ类，岩体稳定性较好。

3、矿体及围岩工程地质条件预测评价

（1）松散剥离层稳定性评价

根据拟设矿区钻孔揭露的松散层剥离层，该层岩土体结构松散，厚度分布不均，岩土体具遇水较易软化崩解的不良工程地质特征，稳固性差，局部层厚达 61.00m，如果采坑剥离的边坡过陡，在强降雨冲刷等因素的影响下较易出现边坡崩塌、滑坡等地质灾害；矿山开采时，针对存在较厚松散剥离层地段必须采取台阶式的分级放坡剥离，建议剥离层台阶坡面角应小于 45°，剥离放坡完成后及时做好坡顶、台阶和坡面的排截水沟的措施，同时对坡面可采用生物措施防护。

（3）矿体及顶底板围岩稳定性评价

①矿层的直接顶板围岩主要为中风化花岗岩，总体属完整性差—中等的破碎较坚硬岩组，岩石风化裂隙较发育，而且受区域地质构造影响，较发育的三组裂隙分别为 80°~90°∠40°~50°、255°~285°∠40°~55°及 120°~140°∠50°~75°。因此未来采场在剥离开采过程，采场的西侧、东南侧和北西侧的边坡均可能存在顺开采边坡坡向发育的裂隙、节理面，形成不稳定的边坡软弱结构面，如采场坡面角过陡（坡面角大于 60°）边坡可能潜在沿岩矿层自身存在的不稳定结构面发生楔形滑动、顺裂隙面滑动或崩塌的地质灾害现象。该工程地质层为矿床顶板的剥离层，采场剥离边坡的坡面角应小于 60°，针对局部岩石较为破碎、软弱地段边坡应适当放缓剥离的台阶坡面角，同时对采场的永久边坡可考虑采取喷锚等工程措施进行加固护坡。

②由于矿山终了边坡大于 200m，建议各岩组的力学性质分别放坡，松散土类和全风化花岗岩、强风化花岗岩台阶高度 8~10m，边坡角不宜大于 45°；中风化花岗岩 10~15m，边坡角 55~60°；微~未风化花岗岩台阶高度 15m，边坡角 65~70°。

③矿体为较完整坚硬岩组的花岗岩，而矿体底板主要是根据本矿床拟设的开采标高进行划分，因此底板围岩与矿体同属较完整坚硬岩组，岩体较致密，裂隙多呈闭合或充填，稳固性较好。

④根据钻孔揭露，局部矿体中间夹有裂隙发育地段，饱和抗压强度低，开采存在边坡不稳定因素，在开采过程中需加强观测。

⑤第四系覆盖层与下伏基岩面起伏变化较大，开采存在边坡不稳定因素，在开采

过程中需加强观测。

综上所述，评估区地形有利于自然排水，地层岩性单一，工程地质岩组简单，但上部第四系坡残积层、全-强风化花岗岩力学强度低，且最大厚度大于 10m，稳定性差，因此，综合确定工程地质条件复杂程度为复杂。

（五）矿体地质特征

1、矿体形态、产状及规模

矿体赋存于晚志留世花岗岩（ $\eta\gamma S_3$ ）大尖岩体之中，矿石岩性为粗中粒斑状黑云母花岗岩。矿体埋深介于 6.70~80.80m，平均 40.99m。拟设矿区内为单矿体，矿区岩石作为建筑用石质量较为稳定，矿体总体连续产出。钻孔揭露矿体顶界标高介于 68.30~277.00m 之间，平均 177.58m；钻孔见矿最大标高为 277.00m（ZK3-8），最低标高至可采最低标高 30m。矿体形态受拟设采矿权范围限制，平面上呈不规则多边形，呈北东~南西向展布，矿体长度约为 1383m，宽度为 1060~1215m。空间上，矿体呈“底面起伏不平的倒梯形体”，矿体厚度 38.30~247.00m，平均厚度 147.58m，厚度稳定程度一般。矿体形态规则、简单，矿体规模属大型。

2、矿石质量

（1）矿石特征

根据《储量核实报告》成果，拟设矿区矿石类型单一，矿石自然类型为微（未）风化粗中粒斑状黑云母花岗岩矿石，呈灰白色，粗中粒花岗结构，块状构造。矿物成分主要为钾长石 40~45%，斜长石 20~28%，石英 25~30%，黑云母 3~8%、白云母、绿泥石少量，其它次生矿物电气石、磷灰石、绿帘石等少量。钾长石呈半自形~他形板状或粒状，粒径 1.5~12.5mm；斜长石呈半自形-他形板状或粒状，粒径 1.2~8mm，与钾长石镶嵌分布，可见弱绢云母化，绿泥石化。石英呈他形粒状、碎裂重结晶，原粒径范围大约 0.5~4.5mm，局部可见碎裂后细粒化重结晶且被定向拉长，呈条带状，推测岩石曾经历轻微糜棱岩化作用。云母呈片状，黑云母和白云母常见共生在一起，长径 0.1~2.5mm，黑云母呈褐色，少量绿泥石化，弱定向分布，片麻状分布。

（2）矿石化学成份

根据《储量核实报告》成果。基本化学分析化验结果表明，矿石成份以 SiO_2 及 Al_2O_3 为主。拟设矿区岩石硫酸盐及硫化物含量低于检出限；此外矿石光谱半定量分析同样表明，矿石成份以 SiO_2 及 Al_2O_3 为主，砷、铊、铅、锌、硫、汞等有害物质均

低于检出限，矿石质量良好，开发利用一般不会对环境造成重金属污染。

（3）矿石物理力学性质

根据《储量核实报告》成果，矿石饱和抗压强度最低为 80.1MPa，最高为 174.4MPa，一般为 80MPa~110MPa，平均 91.2MPa。矿石体重 2.50~2.69g/cm³，平均 2.60g/cm³。矿石破碎成碎石的压碎指标为 8~12.6%，平均值为 9.4%。按《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2011）标准，矿石压碎指标达到I类碎石压碎指标要求（≤10%），属I类建筑用碎石料。矿石坚固性指标、表观密度、吸水率、针片状颗粒含量等物理性能符合相关技术指标要求。拟设矿区的粗中粒斑状黑云母花岗岩总体内照射指数 I_{Ra} 为 0.3~1.0，外照射指数 I_{γ} 为 0.7~1.0。根据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566—2010）标准，表明矿石可作为建筑主体材料和 A 类装饰材料利用，其生产和销售不受限值。

（4）矿石碱活性

根据《储量核实报告》成果，3 个样品在规定的实验龄期（14 天）膨胀率介于 0.04%~0.05%（标准为<0.1%），无潜在碱—硅酸反应危害，表明拟设矿区矿石可作为建筑用碎石使用。

（5）矿体共、伴生金属矿综合评价

光谱半定量分析结果表明，拟设矿区未发现其它共生或伴生金属矿产。

综上所述，矿体类型单一，矿体呈岩基状产出，分布于整个矿区，分布连续，矿石质量基本稳定，矿体地质特征复杂程度为简单。

三、矿区社会经济概况

矿区所在地都杨镇，隶属于广东省云浮市云安区，位于云安区东北部，地处西江中游南岸。都杨镇于 2003 年 9 月由原都骑、杨柳两镇合并而成，广东省省级中心镇，镇政府驻地位于原都骑麦洲街。全镇总面积 252.96 平方千米。辖 20 个村、2 个社区，户籍总人口 5.6 万人（2021 年末）。

矿区地处西江中游南岸，东接高要大湾，北与高要禄步、德庆悦城隔江相望，南连本区思劳镇、河口街，西接云安都杨镇，是云城、云安、高要、德庆四地构建经济优势互补，密切协作的“金三角”。区内旅游资源丰富十分丰富，境内有“西江第一滩”之称的金鱼沙和风光旖旎的大洞水库、珠川河滩等。矿产资源种类较多，有铁、花岗岩、高岭土等，尤其是花岗岩、高岭土储量极大，主要分布在都友、西坑、珠川、洞

坑等村。镇内有降水河、珠川河和大涌河，当地人口稠密，劳动力充裕，多从事农业及矿业。农作物主要为水稻，次为茶叶、柑桔、肉桂等。区内矿产资源丰富主要有金、银、铜、花岗岩、大理岩等，属经济较发达地区。

2021 年，全区实现地区生产总值 1302496 万元，增速 9.2%。其中，第一产业增加值 169285 万元，增长 9.4%；第二产业增加值 705124 万元，增长 10.1%；第三产业增加值 428087 万元，增长 7.7%。从产业结构看，三大产业结构由 2020 年的 14.01:50.81:35.12 年调整为 2021 年的 13.0:54.1:32.9，第二产业主导地位显著。

区内劳动力资源丰富，矿区附近居民经济作物主要为水稻、砂糖桔、白羽王鸽、百花蜂蜜、米酒、冬瓜、百香果、益肾子、松耳等，工业有少量轻工加工业，工业基础相对较弱，经济基础处于广东省中等水平。

四、矿区土地利用现状

矿区面积为 1.5192km²（折合 151.9197 公顷），根据云浮市云安区自然资源局提供的 2021 年土地利用数据：矿区范围内占用的土地类型为乔木林地、其他林地和农村道路；根据调查，该矿所占用土地属浮市云安区都杨镇南山村村民委员会、都杨镇珠川村村民委员会和都杨镇西坑村村民委员会等集体所有。不涉及可调整地类、耕地、永久基本农田保护区范围和以往的土地整治项目范围。矿区土地利用现状的结构表见表 2-3。

表 2-3 矿区土地利用现状结构表

一级地类		二级地类		面积（公顷）
03	林地	0301	乔木林地	148.1823
03	林地	0307	其他林地	3.3775
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.3599
合计				151.9197

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

根据现场调查了解，矿区远离城镇、村庄等居民点，矿区内原始地形地貌保存完好，对地质环境的影响较轻。

根据调查，矿区周边 300m 范围内无其它采矿权设置。采区周边大部分是原始山地，外围一定范围内（300m）无其他工业设施。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。其中，经调查，矿区附近 5km 范围内主要有 9 处同类矿山（详见图 1-10），但这些矿山均位于本项目评估区外，对评估区内地质环境的破坏程度较轻。

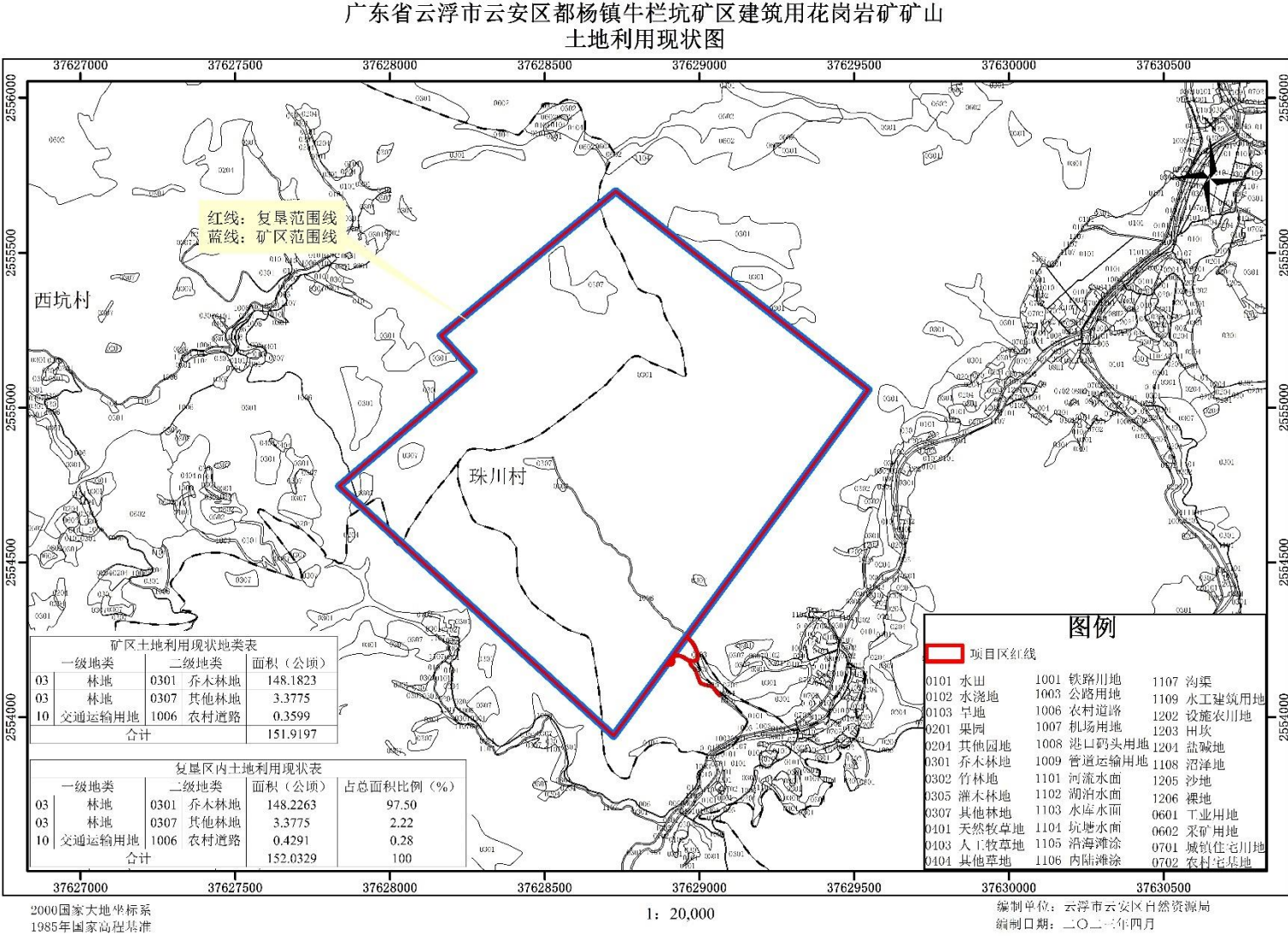


图 2-6 土地利用现状图（资料来源：云安区自然资源局）

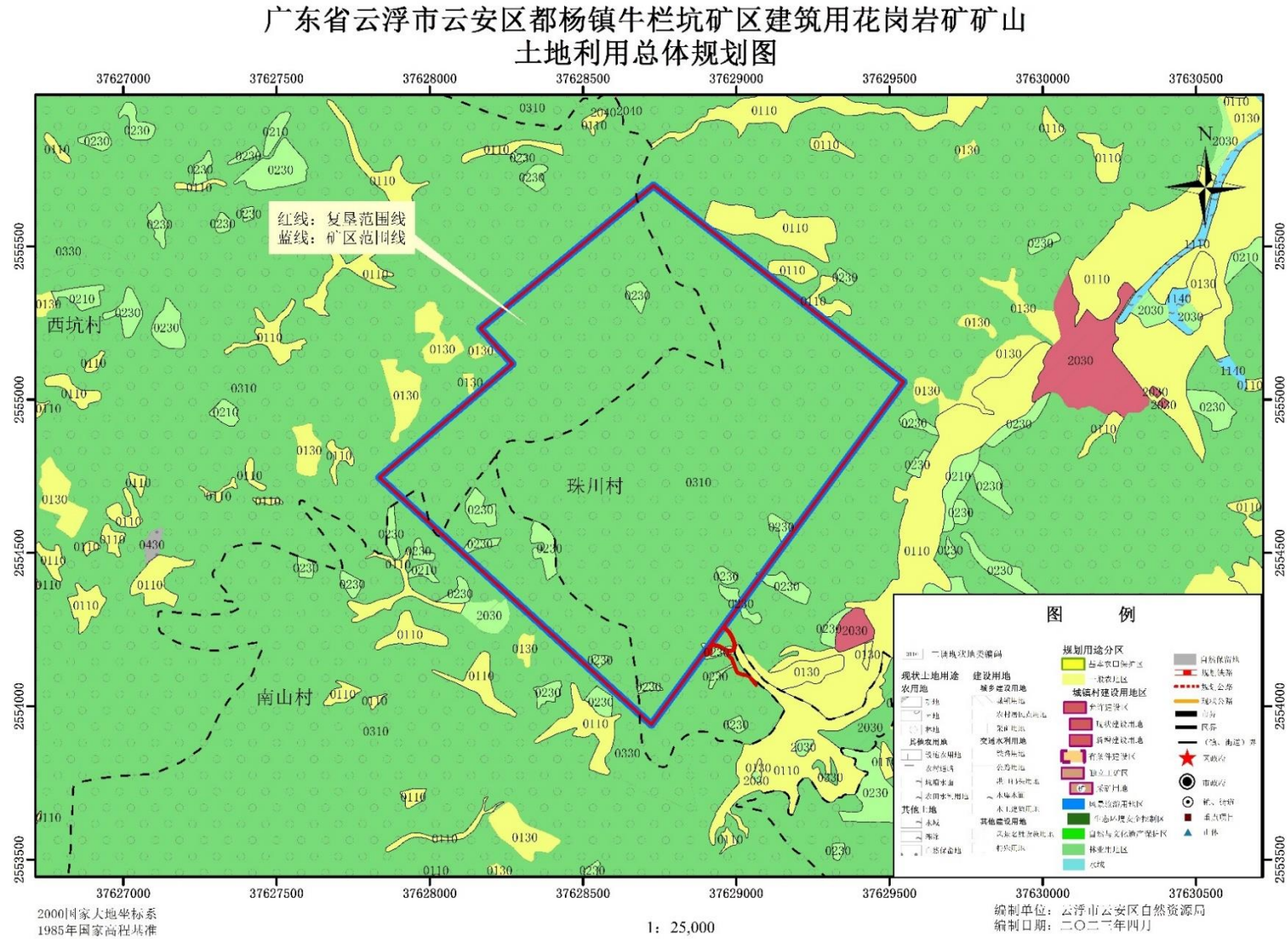


图 2-7 土地利用规划图（资料来源：云安区自然资源局）

综上，矿山及周边其他人类重大工程活动主要对地质环境的破坏程度较轻，人类工程活动较轻。

矿山地质环境条件小结：矿山地形地貌条件为复杂；地层岩性与地质构造条件为中等；区域地壳稳定；水文地质条件为中等；工程地质条件为复杂；矿体地质特征复杂程度为简单；矿山及周边人类工程活动较轻。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复杂。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

通过调查广东省矿山地质环境保护与土地复垦工作比较好的广州市顺兴石场有限公司，顺兴石场为首批国家级绿色矿山和广东省首批绿色矿山，2020 年被评为全国绿色高质量发展二十佳矿山和高新技术企业，可作为本矿山的矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作参考模板。顺兴石场位于广州从化区。顺兴石场秉持将原生态还给自然的修复理念，边开采治理通过创新修复工艺将石场高陡边坡降为低陡边坡，改变传统简单种植树模式，结合矿山自然环境进行园林化修复，通过修建截排水沟、沉砂池、防护围栏、台阶挡墙、砌体拆除、恢复植被等措施。根据实地考察与收集资料，顺兴石场矿山地质环境保护与土地复垦工作实施如下：

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防工程：截水沟 324m、排水沟 13048.5m、沉砂池 22 个、安全警示标志牌 85 个、挡土坝 137.6m。

2、土地复垦工程：已完成复垦并经过验收的场地 29883.4m²（2 处原排土场），已终了并种植了树的采场部分场地面积为 246431.22m²（为+100m、+90m、+75m、+60m、+45m、+35m、+25m、+10m、-5m、-15m 等平台）、现状临时堆场部分场地种植了树面积 4069.59m²、采场边界安装围栏 2619.8m。

3、矿山地质环境监测：位移监测点 11 个、爆破震动监测点 6 个、雨量监测点 1 个、水位监测点 2 个、地质灾害监测 48 次、水质检测 8 次、土地资源测量 4 次。

4、矿区土地复垦监测和管护：土地复垦监测 16 次。

5、目前，该矿山按照《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》（粤自然资规字〔2020〕6 号）规定，该矿已设立矿山地质环境恢复基金账户。

6、现状截排水系统很好的较矿山汇水进行排泄，采场形成的采坑积水未影响矿山采矿活动，矿山前期 2 处排土场复垦完成后并已验收，采场已终了并种植了树的

采场部分场地面积为 246431.22m²（为+100m、+90m、+75m、+60m、+45m、+35m、+25m、+10m、-5m、-15m 等平台）。

7、顺兴石场从 1999 年进场开采以来，累计投入治理、复垦的经费已逾 1 亿元，未来将继续加大相关治理投入。顺兴石场经过近几年的治理和复垦，在矿山地质环境保护与土地复垦方面取得了一定的效果；由于本项目为矿山，因此对本项目有一定的参考价值。案例分析对照表见表 2-4：

表 2-4 案例分析对照表

序号	项目	广州市顺兴石场有限公司	本矿山	类比分析
1	开采方式	露天开采	露天开采	相同
2	开采矿种	建筑用花岗岩矿	建筑用花岗岩矿	类似
3	地形地貌	丘陵、山地	丘陵、山地	基本一致
4	土壤类型	赤红壤为主	赤红壤为主	基本一致
5	复垦选用树种、种植方式	乔木、草混合种植的方式	现状未进行采矿活动，未来将种植乡土植物。	细微差别
6	水文状况	水系不发育，矿坑充水的主要来源为大气降水	水系不发育，矿坑充水的主要来源为大气降水	基本一致

两个矿山均为露天开采建筑用花岗岩矿矿山，地形地貌类型相似，矿体覆盖层土质类似，矿山形成的终了平面与台阶平台类似，因此，本矿区借鉴参考顺兴石场的矿山地质环境保护与土地复垦成功经验是可行的。



图 2-7 顺兴石场矿山综合服务区现状



图 2-8 顺兴石场矿山露天采场台阶平台复垦工程现状



图 2-9 顺兴石场生产线现状



图 2-10 顺兴石场生产线现状



图 2-11 顺兴石场生产线现状



图 2-12 顺兴石场现状正射影像图



图 2-13 顺兴石场远景规划图

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

（一）矿山地质环境调查概述

1、矿山地质环境调查概述

2023 年 4 月 3 日~4 月 10 日，专业技术人员对矿山进行了地质环境调查，以矿区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方案设计，确定调查区范围：以矿区为中心，调查区范围外扩至周边第一边坡线、分水岭界线，即矿业活动可能影响的范围，圈定调查区面积约 4.00km²。野外调查工作精度参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版），本次评估级别为一级评估，则在图幅面积 10×10cm² 的范围内（根据比例尺 1: 2500 换算面积 62500m²），调查控制点不应少于 8 个。

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，调查路线上点距约 20-90m。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。

在方案编制完成后，根据编制过程中发现的疑点和采矿权人意见，再次于 2023 年 4 月 20 日~4 月 22 日对现场进行了踏勘和复核，并对方案进行了校正。

（二）土地资源调查概述

2023 年 4 月 3 日~4 月 10 日，专业技术人员对矿山进行了土地利用、损毁和复垦等情况调查，以收集的标准分幅土地利用现状图、土地利用总体规划图作为此次工作用手图，对现场损毁土地范围进行核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定，并进行了公众（矿山企业、权属责任人、自然资源部门等）意见调查。

在方案编制完成后，根据编制过程中发现的疑点和采矿权人意见，再次于 2023 年 4 月 20 日~4 月 22 日对现场进行了踏勘和复核，并对方案进行了校正。

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

评估范围的确定原则：综合考虑矿区范围、开发利用方案圈定的开采区、矿山附属设施影响区、受开采活动的影响范围以及矿山及其附属设施可能受到自然因素引发的地质环境问题影响等因素确定。本次评估区范围由如下范围叠加而成：

（1）矿区范围：矿区范围面积 1.5192km²。

（2）矿山开采可能引发或遭受地质灾害影响范围：矿山开采可能引发或遭受的地质灾害主要为崩塌/滑坡、泥石流等。其中，崩塌/滑坡引发的范围主要位于露天采场边坡、临时堆场边坡和未处理的矿山道路边坡、珠川河边坡等范围，因此以露天采场边坡、临时堆场边坡和未处理的矿山道路边坡、珠川河边坡等边坡作为崩塌/滑坡影响范围；可能引发泥石流的位置为临时堆场，根据实际地形条件，预测泥石流的主要影响范围为临时堆场下游林地，其中 1#临时堆场影响下游约 500m，面积约 30000m²，#临时堆场影响下游约 400m，面积约 25000m²。以此边界分别作为评估范围。

（3）含水层破坏范围：矿山地下水富水性弱，含水层破坏与影响范围主要为今后矿区开采范围，面积约 1.5192km²，此范围包全矿山开采范围。

（4）地形地貌景观、土地资源破坏范围：该范围为露天采场和矿山道路等范围，包括了矿山生产活动造成地表破坏的全部范围，总面积约 152.0329 公顷。

本次评估范围由以上各个范围叠加，按就大不就小的原则，最终确定本次评估范围如下：矿区西面、南面、东面、北面均外扩至第一边坡线、第一分水岭线或爆破警戒线范围为界，圈定的评估面积约 3.96km²，评估区范围包括矿山用地范围和矿业活动可能影响到的范围。

2、评估级别

（1）评估区重要程度分级

- ①评估区内无居民居住，居民集中居住区人口在 200 人以下，属一般区。
- ②评估区无重要交通要道或建筑设施，属一般区。
- ③评估区远离各级自然保护区及旅游景区（点），属一般区。
- ④评估区内无水源地，属一般区。

⑤评估区内拟破坏的土地类型为乔木林地、其他林地和农村道路，属较重要区。

综上所述，因此根据评估区重要程度分级表（见表 3-1），确定评估区重要程度为较重要区。

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.有重要水源地或大型水源地	4.有较重要水源地或中型水源地	4.无较重要以上水源或有有小型水源地
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。		

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

（2）矿山生产建设规模分类

矿山生产规模为 850 万 m^3/a ，开采矿种为建筑用花岗矿，根据矿山生产建设规模分类一览表（见表 3-2），确定矿山生产建设规模为大型。

表 3-2 矿山生产建设规模一览表（摘表）

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
建筑石料	万立方米	≥ 30	10~30	5~10	广东省标准

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

（3）矿山地质环境条件复杂程度分级

本矿山开采方式为露天开采，露天开采矿山地质环境条件复杂程度按表 3-3 确定。对照表 3-3 及前章所述：矿区水文地质条件中等；工程地质条件复杂；地质构造条件中等；现状条件下矿山地质环境问题的类型少、危害小；未来采场面积及采坑深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。地形地貌条件复杂。综合判定确定矿山地质环境复杂程度为复杂。

表 3-3 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
1.采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界复杂，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10000m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1.采场矿层（体）局部位于地下水位以下，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3000m ³ /d~10000m ³ /d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	1.采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系密切，采场正常涌水量小于1000m 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.采场面积及采坑深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。	5.采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	5.采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般大于20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。
注：采取就上原则，6条中中要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

注：上表引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 K.2。

（4）矿山地质环境影响评估分级结果

综上所述，评估区重要程度为较重要区，矿山生产建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，根据矿山地质环境影响评估分级表（见表 3-4），确定该矿山地质环境影响评估分级为一级。

表 3-4 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

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

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、评估区内地质灾害类型

根据《国土资源部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）规定，根据评估区地质环境条件，对上述地质灾害类型的致灾条件及致灾可能性作如下分析。

（1）崩塌/滑坡

①露天采场：设计采场位于矿区范围内，面积约 1.5192km²，设计开采标高 +325m 至 +30m。根据设计，开采终了边坡参数如下：残坡积层：台阶高度≤10m，终了台阶坡面角 45°；全风化层台阶：台阶高度 10m，终了台阶坡面角 45°；中风化层台阶：台阶高度 10~15m，终了台阶坡面角 55°/60°；微-未风化层台阶：台阶高度 15m，终了台阶坡面角取 70°。工作台阶坡面角为 80°，终了台阶坡面角为 45~70°，台阶高度为 10~15m；安全平台宽度为 4-5m，每隔 2~3 安全平台设一个 6~8m 的清扫平台。最小工作平台宽度不小于 45m（满足汽车运输作业要求）。根据境界圈定结果，终了台阶自上而下分别为：+320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m、+90m、+75m、+60m、+45m、+30m 共 24 个开采平台。露天采场边坡上部主要为第四系残坡积层和全-中花岗岩，残坡积层分布于地表，主要为粘土质、石英，含花岗岩碎屑和植物根茎，松散土状结构，工程物理力学性质较差，平均厚度 1.0m；全风化花岗岩遍布全区，该层岩石风化强烈，长石已基本风化为粘土质或高岭土化，原岩结构不清晰，平均厚度 28.70m；中风化花岗岩分布于全区，其岩性为粗中粒斑状黑云母花岗岩，主要矿物成分为长石、石英和少量云母等，属较软~半坚硬岩石，平均厚度 12.28m；第四系残坡积层和

全-中花岗岩厚度较大,具备产生崩塌/滑坡地质环境条件。

②1#临时堆场:1#临时堆场位于矿区中部,1#临时堆场最终排土标高为+170m,台阶高度10m,台阶坡比1:2,平台宽度8m,最大堆高50m。堆填3个台阶,台阶高度均为10m,最终形成+170m、+160m、+150m、+140m共4个排土台阶,堆积总高度为35m,台阶坡面角为45°,终了帮坡角为21°,满足安全要求。设计1#临时堆场容积为57.94万m³。1#临时堆场下游设置挡土墙,位于堆场下方,浆砌块石结构。临时堆场堆放的废弃土石方厚度较大,结构松散,该临时堆场具备了产生崩塌/滑坡地质环境条件。

③2#临时堆场:2#临时堆场位于矿区中部,2#临时堆场最终排土标高为+150m,台阶高度10m,台阶坡比1:2,平台宽度8m,最大堆高50m。堆填3个台阶,台阶高度均为10m,最终形成+150m、+140m、+130m、+120m共4个排土台阶,堆积总高度为35m,台阶坡面角为45°,终了帮坡角为21°,满足安全要求。设计2#临时堆场设计容积为27.42万m³。2#临时堆场下游设置挡土墙,位于堆场下方,浆砌块石结构。临时堆场堆放的废弃土石方厚度较大,结构松散,该临时堆场具备了产生崩塌/滑坡地质环境条件。

④矿山道路:矿山道路分为场内道路和场外道路。场内道路:矿界内道路为泥结碎石路面,等级为矿山三级。场外道路:矿区向南东侧连接观音山矿区外部运输道路,本矿山与观音山矿区共用外部运输道路。经统计,扣除矿区场内道路和观音山矿区共用外部运输道路外,本矿山道路占地面积1.2876公顷。矿山道路是在山坡平缓地带经过推土机平整压实整平而成,矿山道路边缘局部边坡高约1~5m,地形坡度一般35°~45°。具备产生崩塌/滑坡地质环境条件。

⑤破碎站:根据开发方案,破碎站精加工场设置在矿区东侧约2.4km的位置,受到场地地形条件限制,破碎站需要进行土石方平整,基本采用挖填平衡产出破碎站所需要的场地。破碎站在+80m标高设置卸矿平台、在+70m标高设置二破、在精加工场地+40m标高设置破碎加工区及碎石产品堆场。矿区与观音山矿区共用外部运输道路,碎石产品由皮带运输至江边码头。根据规划,本矿山与观音山共用破碎站,目前采矿权人正对破碎站场地进行专项设计及相关用地手续报批(详见附件15),本方案不再对破碎站矿山地质环境保护与土地复垦工作进行赘述。

⑥综合服务区:综合服务区主要有有机汽修车间、办公生活区、变电站等单元组成。机汽修车间:设置在矿区东面山沟地带,位于矿山破碎加工区附近,直线距离

矿区约1.8km。受到场地地形条件限制，机、汽修车间需要进行土石方平整，从而形成机汽修车间所需要的场地，场地标高为+40m。机、汽修车间布置了部分生产及辅助设施，如小型机修厂和汽修厂、备品备件仓库等。小型机、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。办公生活区设置在破碎站附近，场地标高为+40m。场地设置了行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。矿山的变电站设置在破碎加工区附近，场地标高为+40m。矿山供电由附近变电站架设35KV高压线路至矿山变电站，再由低压线输出300V，经过各配电箱分供各生产车间。根据规划，本矿山与观音山共用综合服务区，目前采矿权人正对综合服务区进行专项设计及相关用地手续报批（详见附件15），本方案不再对综合服务区矿山地质环境保护与土地复垦工作进行赘述。

⑦珠川河

根据开发方案，露天采场+75m 以下范围将形成凹陷露天采坑，积水不能自然排泄，根据设计该范围复垦为坑塘水面，复垦面积为 104.1587 公顷，水塘最大水深约 45m，最大容积 4687 万 m^3 ，达到中型水库库容。本矿山遗留坑塘水面在矿山闭坑储水后存在垮坝、突水等可能性，对下游村庄居民的人身安全和财产存在重大安全隐患。为此，经征求土地权属人、当地自然资源主管部门意见，采矿权人拟在矿区范围 2 号拐点附近+30m 开采底板处至矿区外采取开挖（暗挖或明挖）排水涵洞，两端沉淀池相连，长约 250m，高约 2m，宽约 2m。根据前文，本矿山矿区日最大汇水量 271488 m^3 ，本矿山最大汇水量对矿区下游东侧的珠川河存在潜在安全隐患。因此，本矿山外排水对下游珠川河存在遭受河岸边坡崩塌/滑坡的可能性。

（2）泥石流

①1#临时堆场：1#临时堆场位于矿区中部，1#临时堆场最终排土标高为+170m，台阶高度 10m，台阶坡比 1:2，平台宽度 8m，最大堆高 50m。堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，最终形成+170m、+160m、+150m、+140m 共 4 个排土台阶，堆积总高度为 35m，台阶坡面角为 45°，终了帮坡角为 21°，满足安全要求。设计 1#临时堆场容积为 57.94 万 m^3 。1#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构。综上，该临时堆场具备形成泥石流的物质条件；临时堆场下游的山沟沟底纵坡 10°-35°，排水条件较好，因此地形条件有利于泥石流的形成；临时堆场附

近山体汇水面较大，虽然临时堆场四周未设置有截排水沟，无法有效对附近山体汇水进行截排水，因此临时堆场在降雨条件下存在形成泥石流有大量的水体条件。

②2#临时堆场：2#临时堆场位于矿区中部，2#临时堆场最终排土标高为+150m，台阶高度 10m，台阶坡比 1:2，平台宽度 8m，最大堆高 50m。堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，最终形成+150m、+140m、+130m、+120m 共 4 个排土台阶，堆积总高度为 35m，台阶坡面角为 45°，终了帮坡角为 21°，满足安全要求。设计 2#临时堆场设计容积为 27.42 万 m³。2#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构。综上，该临时堆场具备形成泥石流的物质条件；临时堆场下游的山沟沟底纵坡 10°-35°，排水条件较好，因此地形条件有利于泥石流的形成；临时堆场附近山体汇水面较大，虽然临时堆场四周未设置有截排水沟，无法有效对附近山体汇水进行截排水，因此临时堆场在降雨条件下存在形成泥石流有大量的水体条件。

小结：评估区存在发生崩塌/滑坡、泥石流的可能性。本次评估的主要灾种为崩塌/滑坡、泥石流。

2、矿山地质灾害现状分析

（1）地质灾害类型及特征

根据野外地质环境调查，评估区内现状未发现崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻。

（2）地质灾害危险性现状评估

根据野外地质环境调查，评估区内无现状地质灾害，对矿山地质环境影响程度较轻。

3、矿山地质灾害预测

根据评估区地质环境条件，矿山类型、生产建设规模、开采方式等，预测矿山开采可能引发或遭受的地质灾害有崩塌/滑坡、泥石流。可能引发、遭受崩塌/滑坡的地方主要在露天采场边坡、临时堆场边坡和矿山道路边坡、珠川河岸边坡等处，可能引发、遭受泥石流的地方主要在临时堆场。

根据评估区地质环境条件，矿山类型、生产建设规模、开采方式等，评估区内矿山建设露天采矿活动形成人工开挖边坡，可分为露天采场终了边坡(上层土质边坡、下层岩质边坡)、临时堆场边坡、矿山道路边坡、珠川河岸边坡等。边坡类型及构成要素详见表 3-5。

表 3-5 边坡类型构成要素表

边坡类型		边坡最大高度 (m)	边坡长度 (m)	边坡岩体特征	边坡参数	
					倾向	倾角
露天采场 土质边坡	边坡 TBP1	15.1	1470	第四系 残坡积层 及全风化 花岗岩	130°	≤45°
	边坡 TBP2	14.0	1000		222°	≤45°
	边坡 TBP3	15.2	1286		319°	≤45°
	边坡 TBP4	14.1	1155		42°	≤45°
露天采场 岩质边坡	边坡 YBP1	258	1230	中至未风化 花岗岩	166°	≤70°
	边坡 YBP2	220	950		222°	≤70°
	边坡 YBP3	114	1200		351°	≤70°
	边坡 YBP4	140	1000		45°	≤70°
1#临时堆场边坡		50	30	松散堆积土， 素填土	139°	≤21°
2#临时堆场边坡		50	25	松散堆积土， 素填土	212°	≤21°
运输道路边坡		3	200	第四系残坡积层	0°~360°	≤45°
珠川河岸边坡		3	2200	第四系冲洪积层	0°~360°	≤90°

预测矿山开采可能引发或遭受的地质灾害有崩塌/滑坡、泥石流。可能引发、遭受崩塌/滑坡的地方主要在露天采场开采台阶边坡、临时堆场边坡、珠川河岸边坡等处，可能引发、遭受泥石流的地方主要在露天采场内临时堆场及其下游林地。

（1）采矿活动可能引发崩塌/滑坡地质灾害

根据开发利用方案设计的采场境界、坡高和坡角等因素，分析露天采场引发崩塌/滑坡的可能性与危险性。采场边坡开采参数主要如下：

残坡积层及全风化层上部台阶高度 8m；全风化层下部台阶高度 8~10m；中风化层台阶高度 10m~12m；微风化、未风化矿岩层开采台阶高度为 12~15m。台阶坡面角：选取土质台阶坡面角 45°~50°，花岗岩台阶坡面角为 55°~70°。安全平台及清扫平台：安全平台宽度为 4~5m；自上至下每隔二至三个安全平台设置一个清扫平台，清扫平台宽度为 6~8m。矿山露天开采境界边坡见图 3-1 示、矿山边坡典型剖面图见图 3-2 至图 3-5。

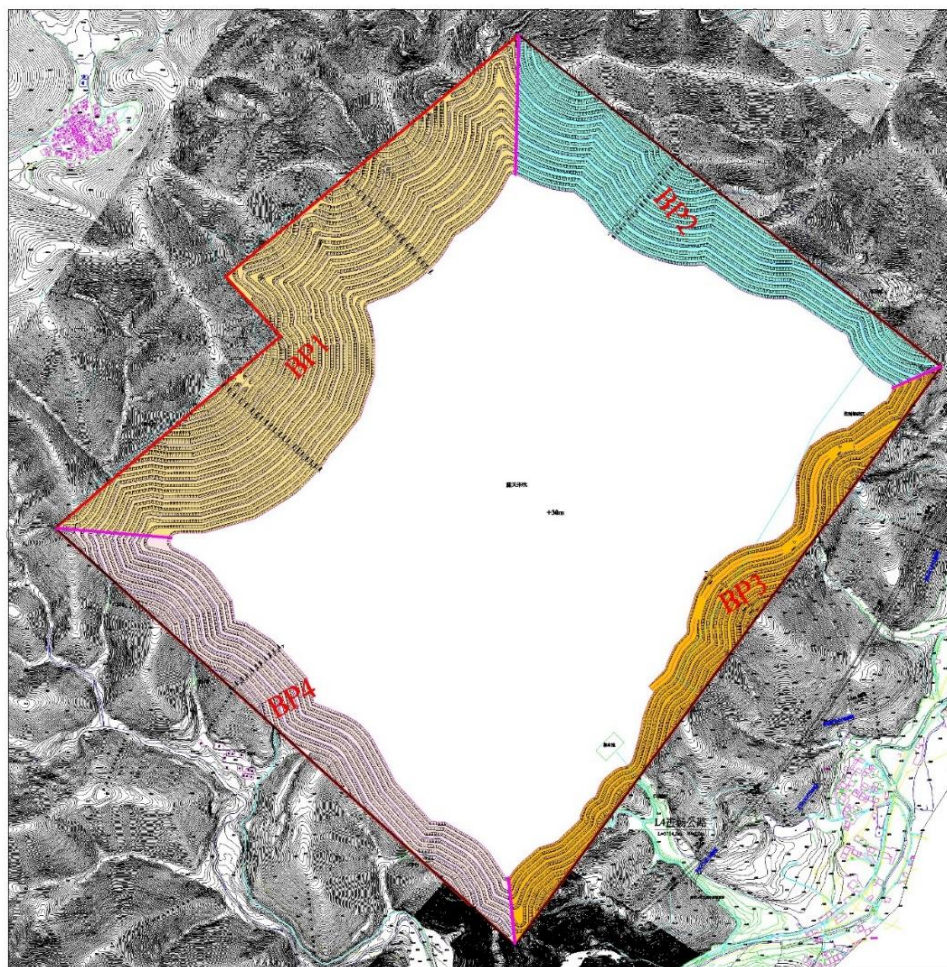


图 3-1 矿山分段边坡平面位置示意图

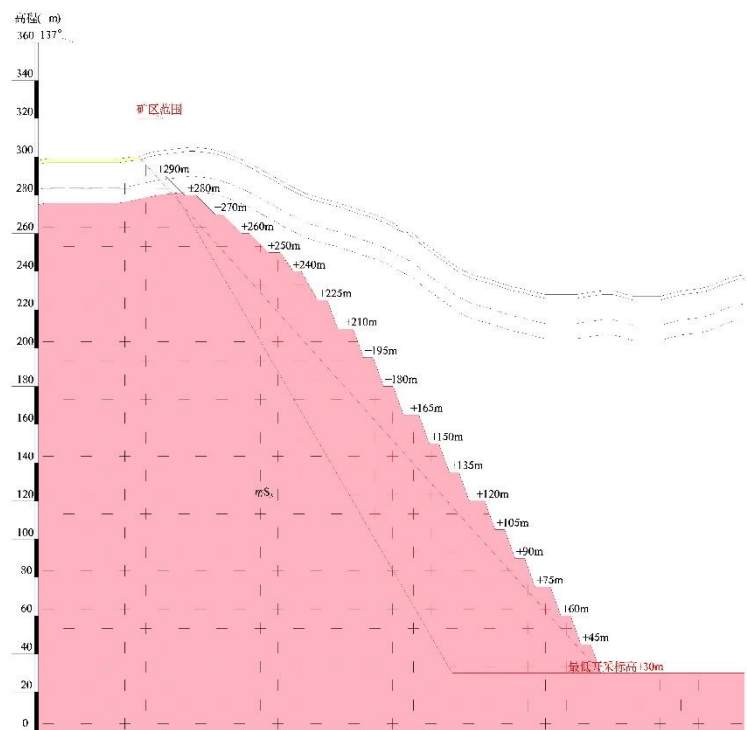


图 3-2 露天采场典型边坡（BP1）剖面图

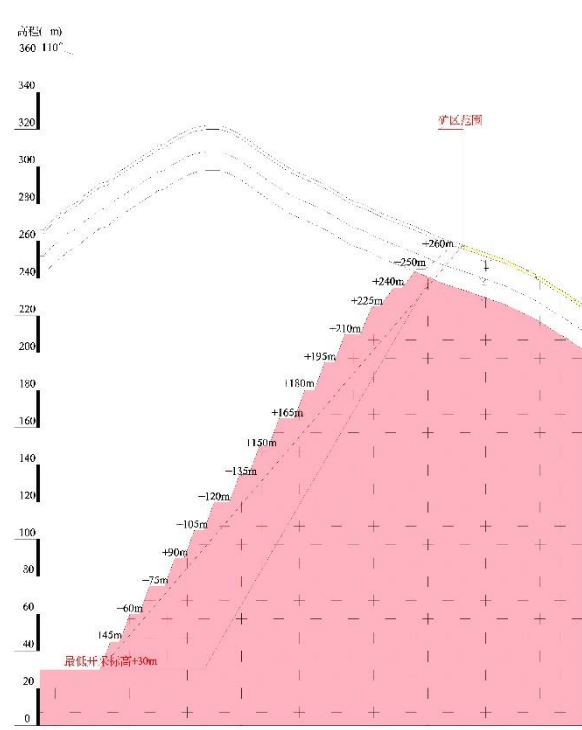


图 3-3 露天采场典型边坡（BP2）剖面图

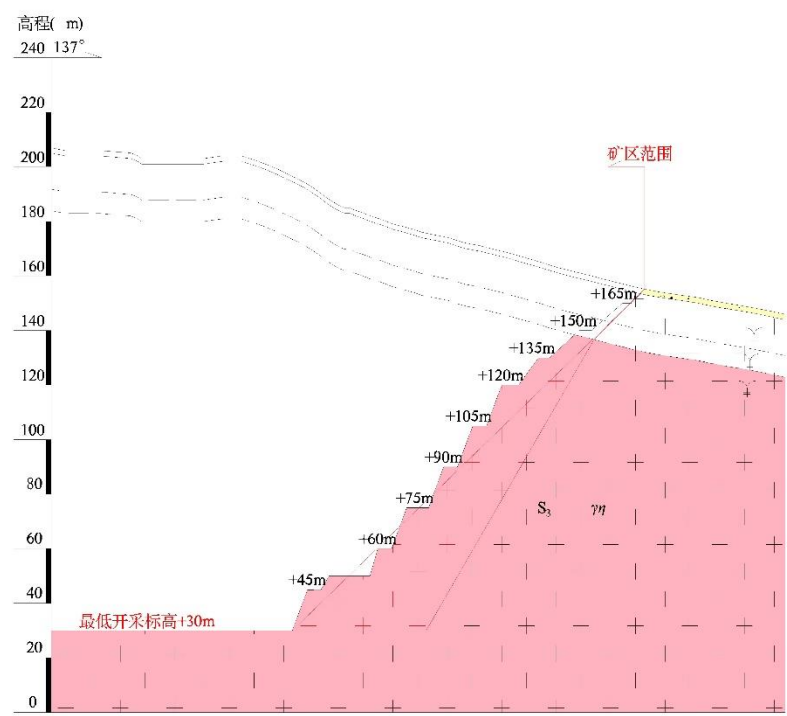


图 3-4 露天采场典型边坡（BP3）剖面图

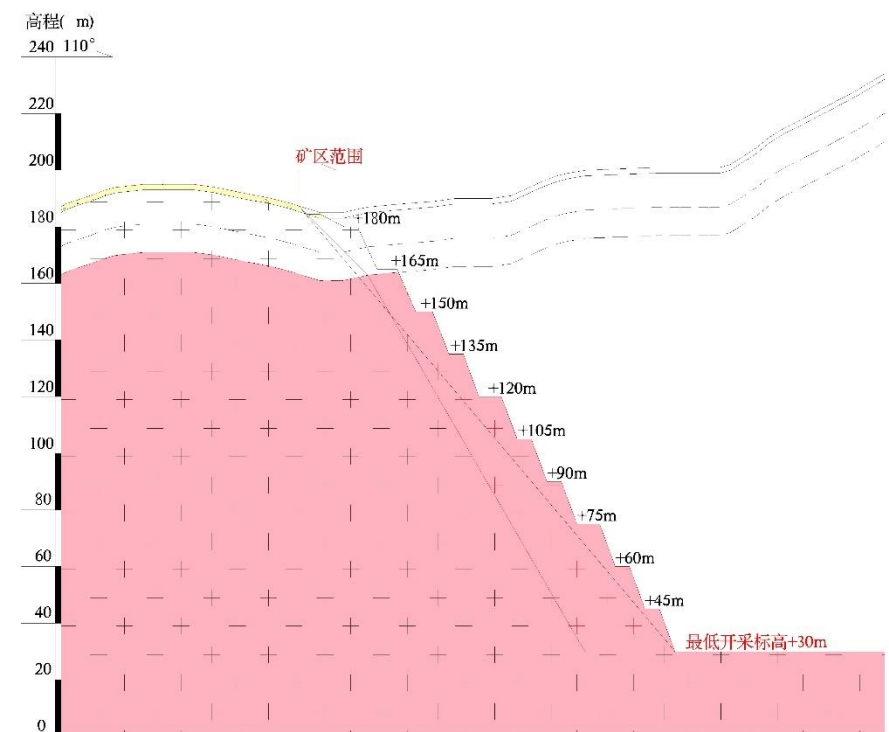


图 3-5 露天采场典型边坡（BP4）剖面图

①露天采场土质开采边坡崩塌/滑坡预测评估

根据现状调查，采场上部土质（残坡积层和全风化花岗岩）边坡其结构松软，遇水易崩解，物理力学性质较差。其中残坡积层分布于地表，主要为粘土质、石英，含花岗岩碎屑和植物根茎，松散土状结构，工程物理力学性质较差，平均厚度 1.0m；全风化花岗岩遍布全区，该层岩石风化强烈，长石已基本风化为粘土质或高岭土化，原岩结构不清晰，平均厚度 28.70m；各岩土层参数见表 3-6。对采场土质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，本次对土质边坡分段进行预测评估，共分为 4 段填土边坡（详见表 3-5 及图 3-2 至图 3-5），在矿区设计的开采边坡取一代表性剖面进行土质边坡 TBP1 稳定性计算，该剖面位于 6 号拐点北东侧约 290m，主要岩土层从上自下分别为第四系残坡积土，出露厚度约 1.0m，中部为全风化花岗岩，出露厚度为 14.1m，中下部为中风化花岗岩，出露厚度约 8.1m，底部为微-未风化花岗岩，出露厚度约 245.20m。该段土质边坡稳定性分析附计算过程，其余土质边坡详见评估结果表：

表 3-6 岩土层主要物理力学指标取值表

岩土层 名称	重度 $r(\text{KN/m}^3)$		抗剪强度			
			天然		饱和	
	天然	饱和	黏聚力 $C(\text{kPa})$	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$	黏聚力 $C(\text{kPa})$	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$
砂质粘性土	18.7	19.22	21.80	22.24	18.44	17.79
全风化花岗岩	19.10	19.90	20.76	24.09	14.53	18.68
素填土	1.75	18.5	7.0	9.0	4.9	6.3
卵石土	2.05	22.5	2.0*	30.0	1.4	21.0
强风化岩	2.00*	20.5	26.0*	28.0*	18.2	19.6

备注：本表采用其他类似矿区岩土物理力学参数经验数据。

采用理正岩土边坡稳定系统（5.6 版）对采场边坡天然状态和暴雨状态下的稳定性进行计算，参照边坡稳定安全系数表（见表 3-7），进行边坡安全性分析。计算过程如下：

本报告在进行边坡工程稳定性验算时，所采用岩土物理力学参数均来自用其他类似矿区岩土物理力学参数经验数据或岩土工程手册等相关资料。

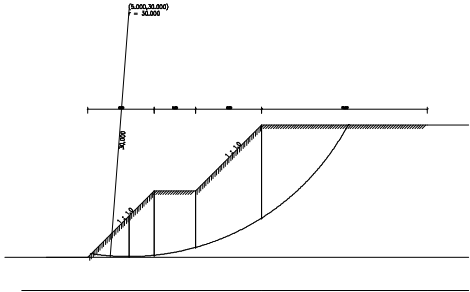
表 3-7 边坡稳定安全系数表

稳定状态	自然工况下	饱和状态下	备注
稳定	$K \geq 1.30$	$K \geq 1.15$	地质灾害可能性小
基本稳定	$1.05 \leq K < 1.30$	$1.05 \leq K < 1.15$	地质灾害可能性小
较不稳定	$1.00 \leq K < 1.05$	$1.00 \leq K < 1.05$	地质灾害可能性中等
不稳定	$K < 1.00$	$K < 1.00$	地质灾害可能性大

露天采场土质边坡天然状态下计算（TBP1）

计算项目： 复杂土层土坡稳定计算 牛栏坑土质边坡天然

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范： 通用方法
计算目标： 安全系数计算
滑裂面形状： 圆弧滑动法
不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 4

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	8.000	0
2	5.000	0.000	0
3	7.100	7.100	0
4	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	20.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板 τ (kPa)	强度增 长系数	十字板 τ 水 下值 (kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 2

层号	层厚	重度	饱和重度	粘结强度	孔隙水压
----	----	----	------	------	------

	(m)	(kN/m3)	(kN/m3)	(kpa)	力系数
1	4.000	18.000	20.000	120.000	---
2	40.000	18.000	20.000	120.000	---
层号	粘聚力	内摩擦角	水下粘聚力	水下内摩擦角	
	(kPa)	(度)	力(kPa)	擦角(度)	
1	10.000	25.000	10.000	25.000	
2	10.000	25.000	10.000	25.000	
层号	十字板 τ	强度增长系数	十字板 τ 水	强度增长系数	
	(kPa)		下值 (kPa)	数水下值	
1	---	---	---	---	
2	---	---	---	---	

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法：瑞典条分法

土条重切向分力与滑动方向反向时：当下滑力对待

稳定计算目标：给定圆心、半径计算安全系数

条分法的土条宽度：1.000(m)

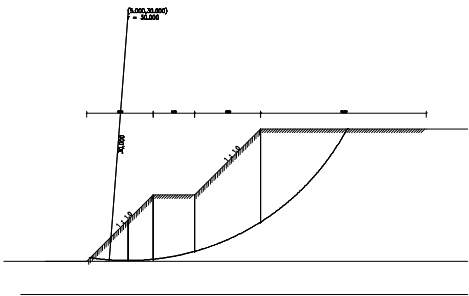
圆心X坐标：5.000(m)

圆心Y坐标：30.000(m)

半径：30.000(m)

计算结果：

[计算结果图]

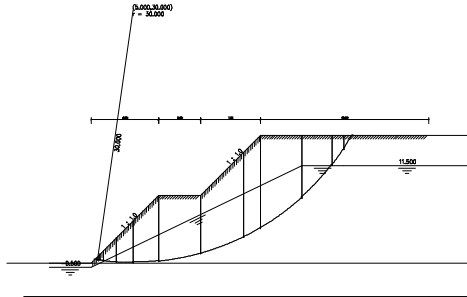


滑动圆心	=	(5.000, 30.000) (m)
滑动半径	=	30.000 (m)
滑动安全系数	=	1.345
总的下滑力	=	1399.757 (kN)
总的抗滑力	=	1883.058 (kN)
土体部分下滑力	=	1399.757 (kN)
土体部分抗滑力	=	1883.058 (kN)
筋带在滑弧切向产生的抗滑力	=	0.000 (kN)
筋带在滑弧法向产生的抗滑力	=	0.000 (kN)

露天采场土质边坡暴雨状态下计算（TBP1）

计算项目： 复杂土层土坡稳定计算 牛栏坑土质边坡暴雨

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范： 通用方法
 计算目标： 安全系数计算
 滑裂面形状： 圆弧滑动法
 不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 4

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	8.000	0
2	5.000	0.000	0
3	7.100	7.100	0
4	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	20.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板? (kPa)	强度增 长系数	十字板裁? 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.000	20.000	120.000	---
2	40.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
2	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板? (kPa)	强度增 长系数	十字板? 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

[水面信息]

采用总应力法

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (0.000, -0.500)

水面线号 水平投影(m) 竖直投影(m)

1	25.000	12.000
2	5.000	0.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: 瑞典条分法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 给定圆心、半径计算安全系数

条分法的土条宽度: 1.000(m)

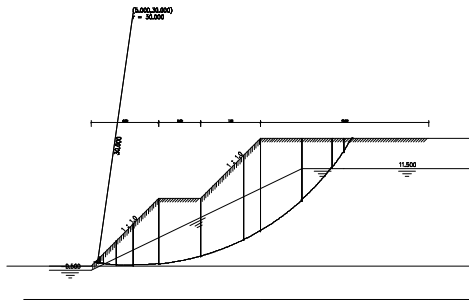
圆心X坐标: 5.000(m)

圆心Y坐标: 30.000(m)

半径: 30.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



滑动圆心 = (5.000, 30.000) (m)
滑动半径 = 30.000 (m)
滑动安全系数 = 1.048
总的下滑力 = 1890.930 (kN)
总的抗滑力 = 1981.383 (kN)
土体部分下滑力 = 1890.930 (kN)
土体部分抗滑力 = 1981.383 (kN)
筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)
筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

评估区内具有代表性的露天采场土质边坡在天然工况和暴雨工况下边坡稳定性统计结果如下表：

表 3-8 露天采场土质边坡稳定性成果统计表

编号	边坡最大高度 (m)	稳定系数值		综合判断	可能致灾灾种	发育程度	危害性	危险性
TBP1	15.1	正常工况	1.345	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
		暴雨工况	1.048	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
TBP2	14.0	正常工况	1.435	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
		暴雨工况	1.087	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
TBP3	15.2	正常工况	1.338	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
		暴雨工况	1.044	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
TBP4	14.1	正常工况	1.426	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等
		暴雨工况	1.083	稳定	崩塌/滑坡	弱	中等	中等

根据以上计算结果，采场土质边坡滑动安全系数在天然状态下为 $K=1.338-1.435$ ，此时边坡处于稳定状态，暴雨状态下稳定性系数为 $K=1.044-1.087$ ；此时边坡处于较不稳定状态，预测边坡引发崩塌/滑坡的可能性中等，其危害对象为工作人员与设备，受威胁人数约 10 人，可能造成直接经济损失约 200 万元，危害性中等，危险性中等，露天采场土质边坡引发的崩塌/滑坡地质灾害对矿山地质环境影响较严重。

②露天采场岩质开采边坡崩塌/滑坡预测评估

设计开采的矿体与围岩的岩性均为晚志留世花岗岩（ $\eta\gamma S_3$ ）大尖岩体粗中粒斑状黑云母花岗岩，矿区内花岗岩矿石（微风化、未风化花岗岩）饱和抗压强度最小为 80.1MPa，最高为 174.4MPa，平均值为 91.2MPa，属于坚硬岩石，岩石质量好。根据以往地质成果资料和调查，矿区内岩石节理裂隙弱发育，节理产状一般发育有如下三组：一组产状为 $120^\circ\sim 140^\circ\angle 50^\circ\sim 75^\circ$ ，该组为拟设矿区普遍存在且数量最多的一组；另外两组产状为 $80^\circ\sim 90^\circ\angle 40^\circ\sim 50^\circ$ 、 $285^\circ\sim 330^\circ\angle 40^\circ\sim 55^\circ$ ，这两组较第一组数量略少、分布规模略小。裂隙面较平直，一般延伸较短，岩心节理面结合较紧密，局部略张开，其宽度小于 1~2mm。

对岩质边坡运用赤平投影法进行边坡稳定性分析，赤平投影评价方法如下：

①当两结构面的交点位于边坡投影弧的对侧时，组合交线的倾向与边坡倾向相反，没有发生滑动的可能性，属于最稳定结构。

②当两结构面的交点与边坡投影弧在同一侧，但在边坡的内侧时，组合交线的倾向与边坡倾向一致，倾角大于坡角，属于稳定结构。

③当两结构面的交点与边坡投影弧在同一侧，但在边坡的外侧时，组合交线的倾向与边坡倾向一致，倾角小于坡角，属于不稳定结构。

矿山露天开采境界边坡见图 3-1 示。露天采坑各岩质边坡评价结果见图 3-6 至图 3-9。

表 3-9 露天采场岩质边坡赤平投影法分析评价表

序号	边坡段	岩体稳定性	引发崩塌/滑坡地质灾害		
			可能性	危害性	危险性
1	边坡 YBP1	稳定	较小	中等	大
2	边坡 YBP2	稳定	较小	中等	大
3	边坡 YBP3	稳定	较小	中等	大
4	边坡 YBP4	稳定	较小	中等	大

根据表 3-9 分析结果：露天采场各个岩体边坡稳定性受节理裂隙的影响较小，边坡属稳定；因此预测露天采场岩质边坡稳定性较好，引发崩塌/滑坡的可能性小，危害对象为边坡下方采矿人员、设备等，受威胁人数 10~100 人，可能造成直接经济损失约 300 万元，潜在的危害性大，危险性大，对矿山地质环境影响严重。

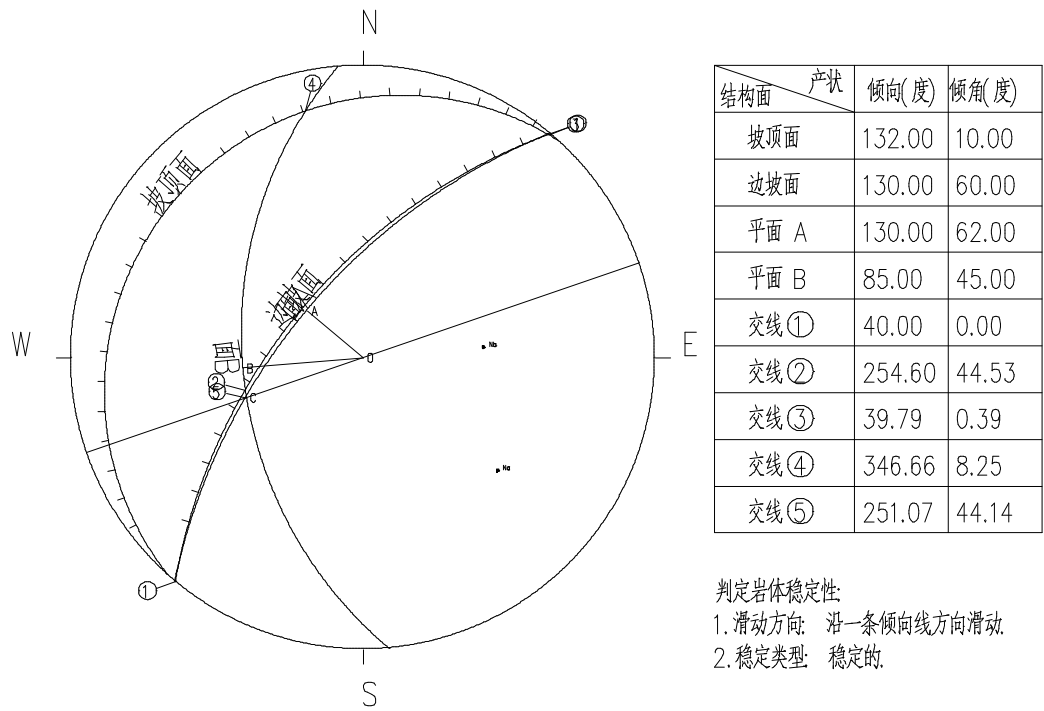


图 3-6 采场岩体 BP1 边坡结构面赤平投影分析评价图

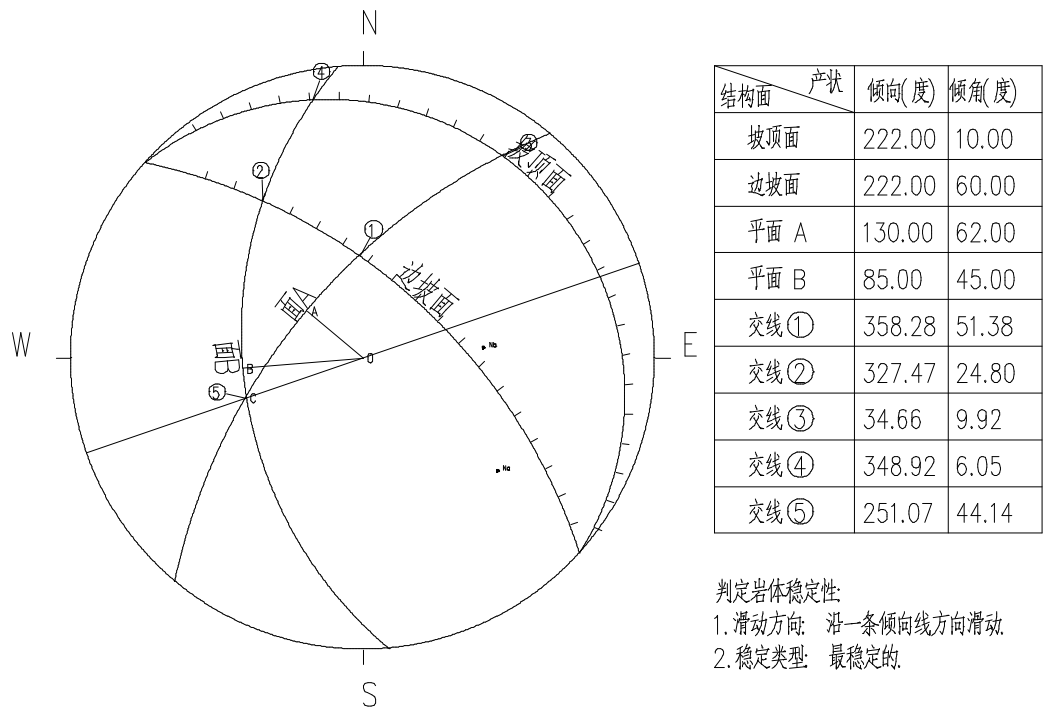


图 3-7 采场岩体 BP2 边坡结构面赤平投影分析评价图

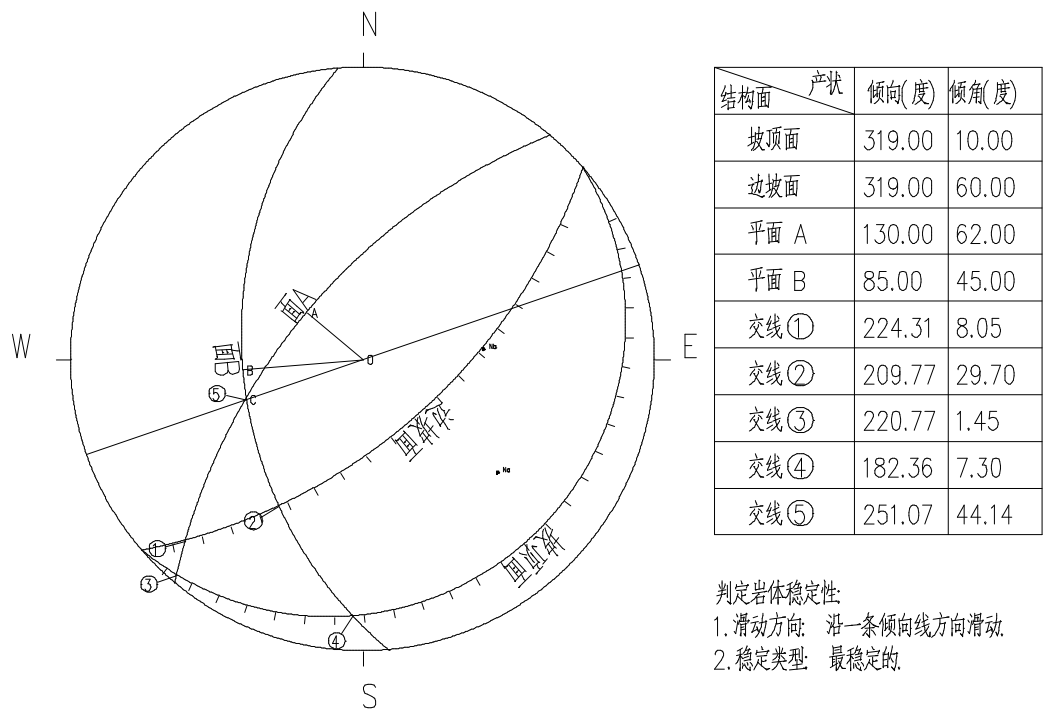


图 3-8 采场岩体 BP3 边坡结构面赤平投影分析评价图

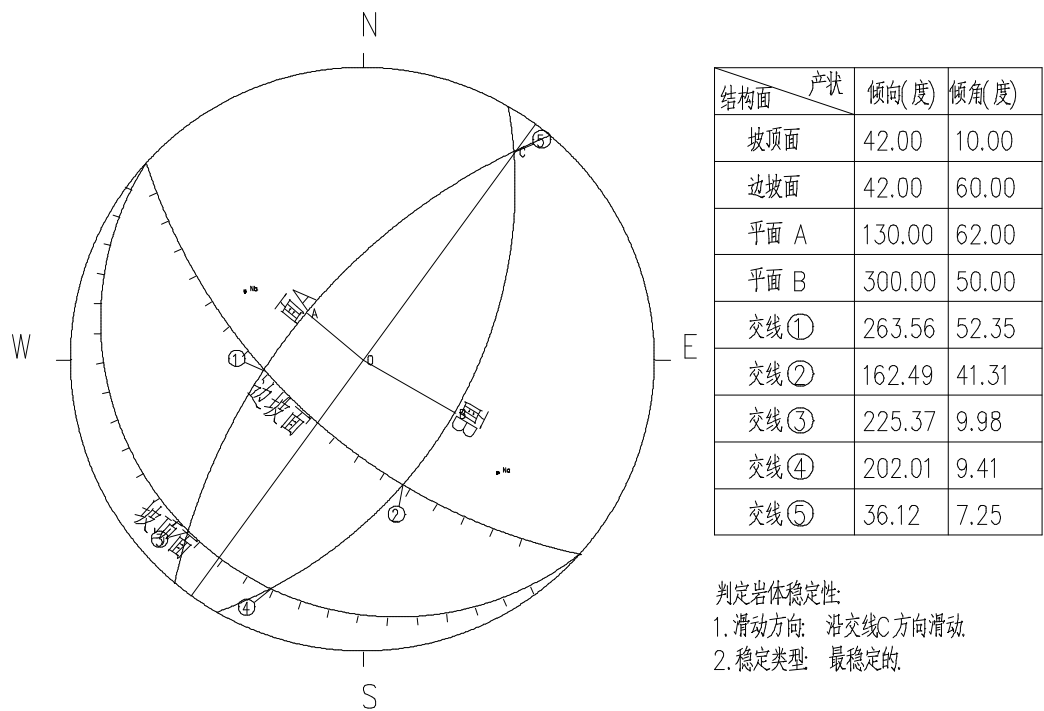


图 3-9 采场岩体 BP4 边坡结构面赤平投影分析评价图

③露天采场岩土混合边坡崩塌/滑坡预测评估

a.采场边坡稳定性分析方法

在边坡稳定性评价中，极限平衡分析法是岩土工程领域中应用最早、经验积累最多的一种方法，而且广为熟知。以条分法和极限平衡原理为基础的极限平衡分析法是边坡稳定性研究最常用的分析方法。

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》GB51016-2014，边坡极限平衡分析的计算方法可在简化 Bishop 法、不平衡推力法、萨尔玛法和楔形体法中选取，本次计算采用简化 Bishop 法和摩根斯坦—普赖斯法 (Morgenstern-Price)，M-P 法的特点是考虑了全部平衡条件与边界条件，这样做的目的是为了消除计算方法上的误差。

本次边坡稳定性校核采用加拿大 Geostudio 软件中的 Slope/W 模块极限平衡方法，边坡整体圆弧滑动分别采用 Morgenstern-Price 法和 Bishop 法两种计算方法进行计算，楔形体滑动采用 Morgenstern-Price 法进行计算。

b.边坡工程安全等级及设计安全系数

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)，露天矿边坡工程安全等级根据边坡危害程度和边坡高度确定(表 3-10、表 3-11)，分为I、II、III三个等级。

表 3-10 边坡危害等级

边坡危害等级		I	II	III
可能的人员伤亡		有人员伤亡	有人员受伤	无人员伤亡
潜在的经济损失	直接	≥100 万	50 万~100 万	≤50 万
	间接	≥1000 万	5000 万~1000 万	≤500 万
综合评定		很严重	严重	不严重

表 3-11 边坡工程安全等级划分

边坡工程安全等级	边坡高度 H(m)	边坡危害等级
I	H > 500	I、II、III
	300 < H ≤ 500	I、II
	100 < H ≤ 300	I
II	300 < H ≤ 500	III
	100 < H ≤ 300	II、III
	H ≤ 100	I
III	100 < H ≤ 300	III
	H ≤ 100	II、III

根据边坡的现状，边坡发生破坏将影响矿区正常生产生活，有可能对运输车辆及人员、设备及工人造成重大伤亡及潜在的经济损失。间接经济损失巨大，因此将此边坡危害等级定为I级。

边坡设计安全系数是衡量边坡稳定性的最终定量指标，它与边坡治理工作内容的原理、方法、代表性以及各项定量参数的取用、边坡高陡程度和服务年限、工程重要等级相关。因此，最小设计安全系数的确定对整体边坡治理工程的经济性和安全性尤为重要。根据目前现有的规范规定，对边坡安全系数规定见表 3-12。

表 3-12 不同荷载组合下总体边坡的设计安全系数

边坡工程安全等级	边坡设计安全系数		
	荷载组合I	荷载组合II	荷载组合III
I	1.25~1.20	1.23~1.18	1.20~1.15
II	1.20~1.15	1.18~1.13	1.15~1.10
III	1.15~1.10	1.13~1.08	1.10~1.05

注：1 荷载组合I为自重+地下水；荷载组合II为自重+降雨后地下水+爆破振动力；荷载组合III为自重+地下水+地震力。2 对台阶边坡和临时性工作帮，允许有一定程度的破坏，设计安全系数可适当降低。

综合上述，结合广东省内类似工程经验与本矿山边坡的工程实际，本次研究选用设计安全系数为：荷载组合I： $F_s=1.20$ ；荷载组合II： $F_s=1.18$ ；荷载组合III： $F_s=1.15$ ，对应的计算方法为 Morgenstern-Price 法和 Bishop 法作为参考与校核。

c.边坡计算工况

即在初始地应力场条件下，按照设计开挖顺序，自上而下分台阶开挖逐步进行计算，通常按下面工况采用计算机模拟开挖进行边坡稳定性计算。

1)荷载组合I为自重+地下水:考虑边坡岩体自重和地下水对边坡的影响因素。

2)荷载组合II为自重+降雨后地下水+爆破振动力:考虑边坡岩体自重、地下水及爆破地震对边坡的影响因素，地下水考虑强降雨因素，通过渗流场分析将计算结果加入到边坡稳定性计算中，爆破振动力综合影响系数 $K_c=0.02$ 。

3)荷载组合III为自重+地下水+地震力:考虑边坡岩体自重、地下水及地震对边坡的影响因素，矿区处于地震基本烈度 6 度区，设计基本地震加速度为 $0.05g$ ，综合水平地震系数 $K_c=0.015$ 。

d.边坡安全系数计算分析

1)边坡有限差分数值模拟分析

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)5.1.5 规定：对安全等级为I级的边坡，宜采用有限元、有限差分等数值分析方法，进行边坡的应力场和变形场分析。为论证原设计方案的边坡稳定性，根据设计方提供的资料，并结合经验分析，按工程地质分区选取 1 个典型剖面(BP1 边坡剖面)，建立工程地质数

值计算模型，在自重+地下水的工况条件下进行边坡应力场和变形场分析，结果见图 3-10~图 3-12。

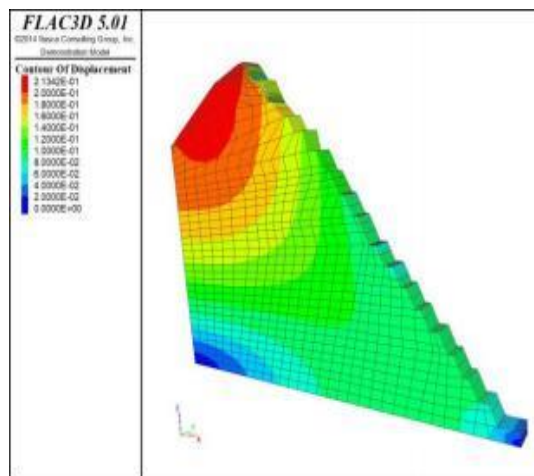


图 3-10 BP1 剖面终了边坡总位移分析图

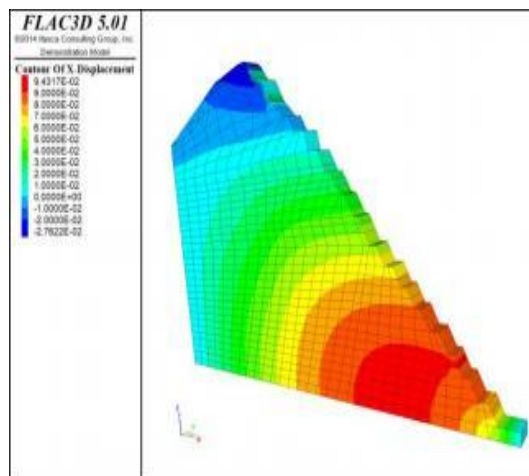


图 3-11 BP1 剖面终了边坡 X 方向位移分析图

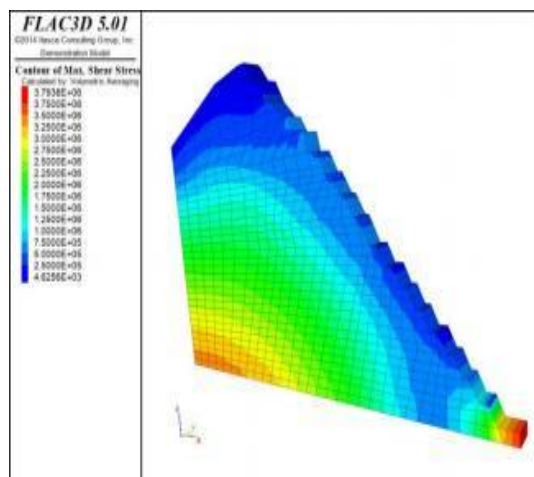


图 3-12 BP1 剖面终了边坡剪切应力等值线云图

边坡总位移分析:从以上计算的边坡总位移分布云图中可以看出边坡总位移最大区域均位于坡顶风化层，BP1 剖面坡顶区域的总位移量最大为 21.3cm，但位移方向指向边坡反方向，对本矿山开采的影响较小；随边坡开采深度加大，下部微风化花岗岩岩石力学性能较好，总位移量较小，BP1 剖面的坡脚处总位移量最大约为 10cm。因此有限差分法总位移计算可以得出以下结论：①边坡发生整体破坏的可能性较小，坡顶发生局部松散层破坏可能性较大；②根据勘察剖面 BP1 剖面的风化层较厚，其中 BP1 剖面的风化层与边坡倾向相反，对本次开采的影响较小，发生滑坡的方向指向坡外。

边坡水平方向位移分析:总体来看各边最大水平位移累计 9.4cm，位移方向指向坡外，位移量较小，边坡发生整体失稳的可能性较小。上部第四系和风化层岩体

边坡表层由于开挖后应力解除，X 方向位移较大，出现局部位移集中现象，说明坡顶位置可能会出现少量块体崩落至采场范围内。边坡下部花岗岩层随深度增大，水平方向的位移也逐渐增大，坡脚位置位移量相对较大，总体来看位移累计较大位置与边坡应力较大位置基本吻合。

边坡剪切应力等值线云图分析：从各剖面图中可以发现，在开挖边坡区域剪切应力整体均较小，下部多在坡脚出现变大的趋势，最大剪力随着高程的降低而增大，这主要是由于边坡开挖愈向下，自重应力愈大的缘故，但各剖面均未出现明显贯通对边坡影响不大。BP1 剖面剪切应力最大值 3.7MPa，较大应力区多出现在岩层深部和坡脚位置，但剪应力值较小，未出现应力贯通现象；从五个剖面的剪应力分布云图中可以看出剪应力在边坡坡脚和坡高 2/3 位置集中较为明显，中部和顶部的剪应力值一般较小，为后续进一步研究边坡可能出现破坏面的位置提供的可靠的信息。

2) 边坡极限平衡法计算分析

a) 整体稳定性分析

BP1 至 BP4 分区都存在整体圆弧整体滑动破坏模式，本次稳定性分析研究将针对 BP1 典型剖面，采用 M-P 和简化毕肖普两种计算方法，在终了条件下不同荷载组合的稳定性计算结果见表 6-6~6-8 和图 3-13~3-18 所示。各剖面的计算结果显示，当顺兴石场采场开采形成终了边帮时，整体边坡稳定性安全系数都大于设计安全系数，整体边坡稳定性计算结果满足规范要求。

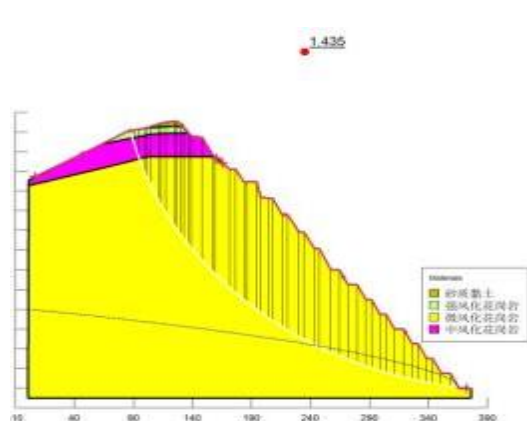


图 3-13 BP1 剖面载荷I计算(MP 法)

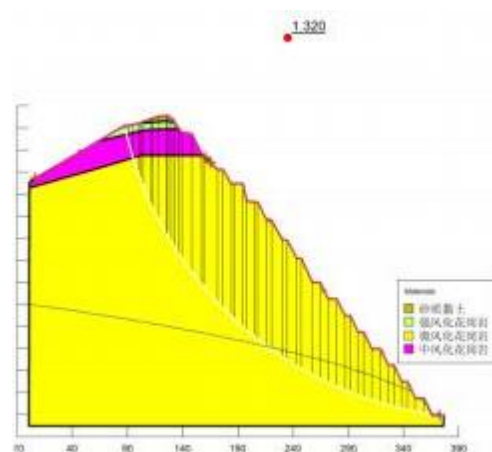


图 3-14 BP1 剖面载荷II计算(MP 法)

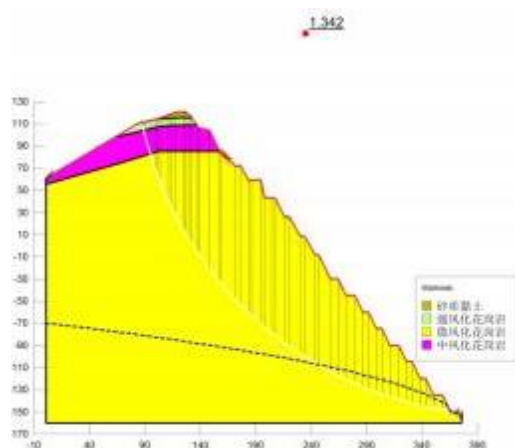


图 3-15 BP1 剖面载荷III计算(MP 法)

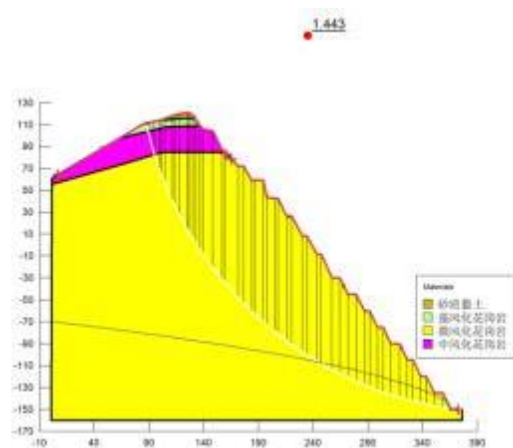


图 3-16 BP1 剖面载荷I计算(毕肖普法)

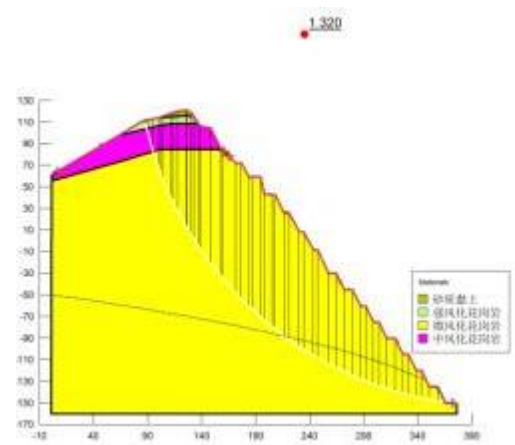


图 3-17 BP1 剖面载荷II计算(毕肖普法)

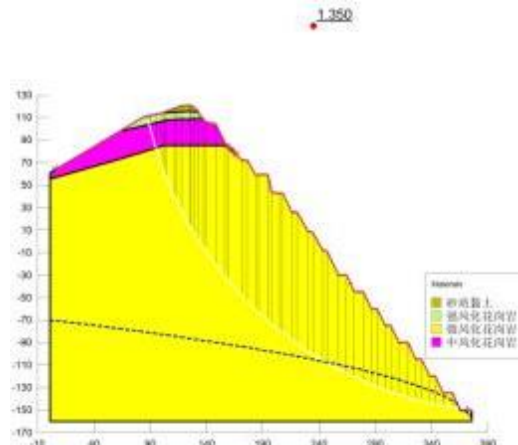


图 3-18 BP1 剖面载荷III计算(毕肖普法)

通过对矿山 BP1 分区稳定性计算结果分析，得出结论如下：

在荷载组合I工况下，整体滑动破坏模式下边坡稳定安全系数的范围为 1.351~1.573，整体边坡最小安全系数为 1.351。按照I类边坡的荷载组合I许可安全系数 1.20 评价，整体边坡工程稳定性满足规范要求。

2) 在荷载组合II工况下，整体滑动破坏模式下安全系数为 1.243~1.396，整体边坡最小安全系数为 1.243。与I类边坡荷载组合II许可安全系数 1.18 分析，整体边坡工程稳定性满足规范要求。

3) 在荷载组合III工况下，整体滑动破坏模式下边坡稳定安全系数范围为 1.262~1.453，整体边坡最小安全系数为 1.262。按照I类边坡的荷载组合III许可安全系数 1.15 评价，整体边坡工程稳定性满足规范要求。

表 3-13 荷载组合I(自重+地下水)计算的边坡安全系数

剖面	边坡分区	安全系数			
		自重+地下水		规范要求	备注
		M-P	Bishop		
BP1	BP1	1.435	1.443	1.25~1.20	满足要求
BP2	BP2	1.351	1.360		满足要求
BP3	BP3	1.434	1.441		满足要求
BP4	BP4	1.564	1.573		满足要求

表 3-14 荷载组合II(自重+地下水+爆破振动)计算的边坡安全系数

剖面	边坡分区	安全系数			
		自重+降雨后地下水+爆破振动		规范要求	备注
		M-P	Bishop		
BP1	BP1	1.320	1.320	1.23~1.18	满足要求
BP2	BP2	1.243	1.250		满足要求
BP3	BP3	1.304	1.310		满足要求
BP4	BP4	1.396	1.401		满足要求

表 3-15 荷载组合III(自重+地下水+地震)计算的边坡安全系数

剖面	边坡分区	安全系数			
		自重+地下水+地震		规范要求	备注
		M-P	Bishop		
BP1	BP1	1.342	1.350	1.20~1.15	满足要求
BP2	BP2	1.262	1.270		满足要求
BP3	BP3	1.388	1.344		满足要求
BP4	BP4	1.446	1.453		满足要求

表 3-16 露天采场岩土混合边坡开采崩塌/滑坡稳定性预测表

序号	边坡段	岩体稳定性	引发崩塌/滑坡地质灾害			
			可能性	危害性	危险性	综合判断
1	土质边坡 TBP1	稳定	小	中等	中等	矿山地质环境影响严重
	岩质边坡 YBP1	不稳定	小	中等	大	
2	土质边坡 TBP2	稳定	小	中等	中等	矿山地质环境影响严重
	岩质边坡 YBP2	不稳定	小	中等	大	
3	土质边坡 TBP3	稳定	小	中等	中等	矿山地质环境影响严重
	岩质边坡 YBP3	稳定	小	中等	大	
4	土质边坡 TBP4	稳定	小	中等	中等	矿山地质环境影响严重
	岩质边坡 YBP4	最稳定	小	中等	大	

综上所述，通过对露天采场边坡稳定性分析后认为，预测露天采场土质边坡引发崩塌/滑坡的可能性中等，危害对象为采矿人员与设备，危害性中等，危险性中等；预测露天采场岩质边坡引发崩塌/滑坡的可能性小，危害对象为采矿人员与设备，危害性中等，危险性中等至大。预测露天采场边坡引发崩塌/滑坡的可能性小至大，危害性中等，危险性中等至大，露天采场引发的崩塌/滑坡地质灾害对矿山地质环境影响严重。

(2) 矿山建设可能引发崩塌/滑坡地质灾害

①1#临时堆场边坡崩塌/滑坡预测评估

1#临时堆场位于矿区中部,1#临时堆场最终排土标高为+170m,台阶高度 10m,台阶坡比 1:2,平台宽度 8m,最大堆高 50m。堆填 3 个台阶,台阶高度均为 10m,最终形成+170m、+160m、+150m、+140m 共 4 个排土台阶(图 1-2、1-3),堆积总高度为 35m,台阶坡面角为 45°,终了帮坡角为 21°,满足安全要求。设计 1#临时堆场容积为 57.94 万 m³。1#临时堆场下游设置挡土墙,位于堆场下方,浆砌块石结构。临时堆场堆放的废弃土石方厚度较大,结构松散,该临时堆场具备了产生崩塌/滑坡地质环境条件。现对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。

表 3-17 岩土层主要物理力学指标取值表

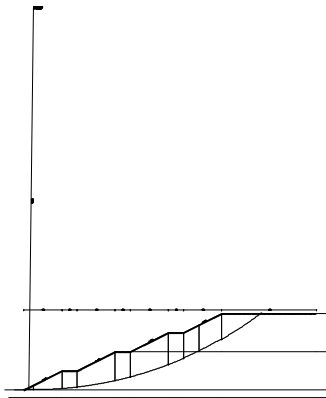
岩组名称	天然重度 γ (kN/m ³)	凝聚力 C(KPa)	内摩擦角 φ (°)
抛弃物	19.5	10	24
砂质黏土	19.1	20	19.0
全风化花岗岩	20	18	22.0
强风化花岗岩	25.3	37	26.8
中风化花岗岩	26.2	678	32.89

注： 本表岩土力学指标是参照工程地质手册及类似工程所提的经验数

1#临时堆场边坡天然状态下计算

计算项目： 等厚土层土坡稳定计算 4

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范:通用方法
计算目标:安全系数计算
滑裂面形状: 圆弧滑动法
不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 8

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	20.000	10.000	0
2	8.000	0.000	0
3	20.000	10.000	0
4	8.000	0.000	0
5	20.000	10.000	0
6	8.000	0.000	0
7	20.000	10.000	0
8	50.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	20.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板? (kPa)	强度增 长系数	十字板? 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.000	20.000	120.000	---
2	40.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
2	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板? (kPa)	强度增 长系数	十字板? 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

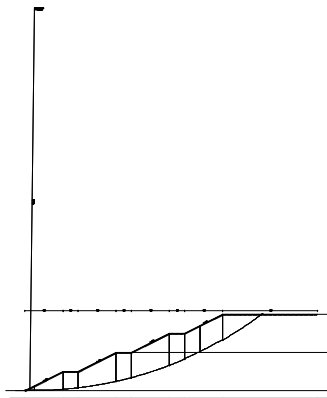
不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: 瑞典条分法
土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待
稳定计算目标: 给定圆心、半径计算安全系数
条分法的土条宽度: 1.000(m)
圆心X坐标: 5.000(m)
圆心Y坐标: 200.000(m)
半径: 200.000(m)

计算结果:

[计算结果图]

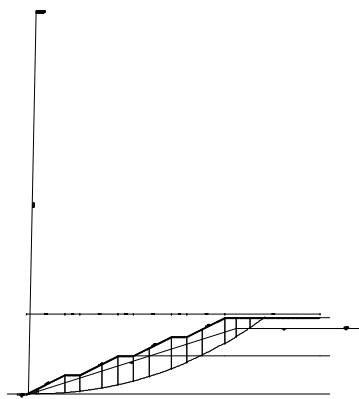


滑动圆心 = (5.000,200.000)(m)
滑动半径 = 200.000(m)
滑动安全系数 = 1.610
总的下滑力 = 7639.483(kN)
总的抗滑力 = 12298.433(kN)
土体部分下滑力 = 7639.483(kN)
土体部分抗滑力 = 12298.433(kN)
筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000(kN)
筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000(kN)

1#临时堆场边坡暴雨状态下计算

计算项目： 等厚土层土坡稳定计算 4

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范:通用方法
计算目标:安全系数计算
滑裂面形状: 圆弧滑动法
不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 8

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	20.000	10.000	0
2	8.000	0.000	0
3	20.000	10.000	0
4	8.000	0.000	0
5	20.000	10.000	0
6	8.000	0.000	0
7	20.000	10.000	0
8	50.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	20.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板? (kPa)	强度增长系数	十字板剪切值(kPa)	强度增长系数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.000	20.000	120.000	---
2	40.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚力(kPa)	水下内摩擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
2	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板? (kPa)	强度增长系数	十字板剪切值(kPa)	强度增长系数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

[水面信息]

采用总应力法
考虑渗透力作用
不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (0.000,-0.500)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	110.000	35.000
2	50.000	0.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: 瑞典条分法
土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待
稳定计算目标: 给定圆心、半径计算安全系数

条分法的土条宽度: 1.000(m)

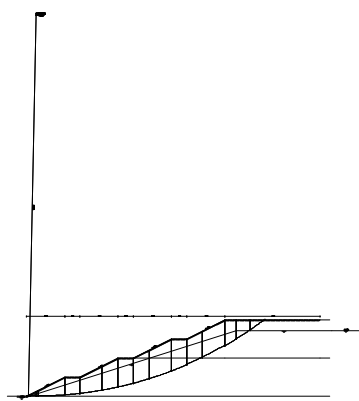
圆心X坐标: 5.000(m)

圆心Y坐标: 200.000(m)

半径: 200.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



滑动圆心 = (5.000,200.000)(m)

滑动半径 = 200.000(m)

滑动安全系数 = 1.206

总的下滑力 = 10861.908(kN)

总的抗滑力 = 13096.611(kN)

土体部分下滑力 = 10861.908(kN)

土体部分抗滑力 = 13096.611(kN)

筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000(kN)

筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000(kN)

根据以上计算结果, 1#临时堆场边坡滑动安全系数在天然状态下为 $K=1.610$, 此时边坡处于稳定状态, 暴雨状态下稳定性系数为 $K=1.206$, 此时边坡处于稳定状态, 预测边坡引发崩塌/滑坡的可能性小, 其危害对象为下游林地及矿山道路(过往车辆及人员), 可能造成直接经济损失约 100 万元, 危害性中等, 危险性中等, 1#临时堆场边坡引发的崩塌/滑坡地质灾害对矿山地质环境影响较严重。

因此, 综合预测1#临时堆场引发的崩塌/滑坡地质灾害危害性中等, 危险性中等, 对矿山地质环境影响程度较严重。

②2#临时堆场边坡崩塌/滑坡预测评估

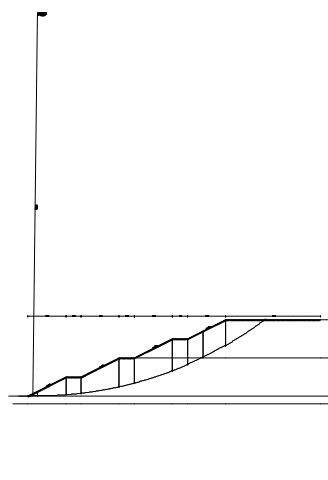
2#临时堆场位于矿区中部, 2#临时堆场最终排土标高为+150m, 台阶高度 10m, 台阶坡比 1:2, 平台宽度 8m, 最大堆高 50m。堆填 3 个台阶, 台阶高度均为 10m, 最终形成+150m、+140m、+130m、+120m 共 4 个排土台阶(图 1-4、1-5), 堆积

总高度为 35m，台阶坡面角为 45°，终了帮坡角为 21°，满足安全要求。设计 2#临时堆场设计容积为 27.42 万 m³。2#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构。临时临时堆场堆放的废弃土石方厚度较大，结构松散，该临时堆场具备了产生崩塌/滑坡地质环境条件。现对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。

2#临时堆场边坡天然状态下计算

计算项目： 等厚土层土坡稳定计算 4

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范:通用方法
计算目标:安全系数计算
滑裂面形状: 圆弧滑动法
不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 8

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	20.000	10.000	0
2	8.000	0.000	0
3	20.000	10.000	0
4	8.000	0.000	0
5	20.000	10.000	0
6	8.000	0.000	0
7	20.000	10.000	0
8	50.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	20.000	18.000	20.000	120.000	---
层号	粘聚力	内摩擦角	水下粘聚	水下内摩	

	(kPa)	(度)	力(kPa)	擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
层号	十字板?	强度增	十字板義?	强度增长系
	(kPa)	长系数	下值(kPa)	数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.000	20.000	120.000	---
2	40.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
2	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板?	强度增	十字板義?	强度增长系
	(kPa)	长系数	下值(kPa)	数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: 瑞典条分法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 给定圆心、半径计算安全系数

条分法的土条宽度: 1.000(m)

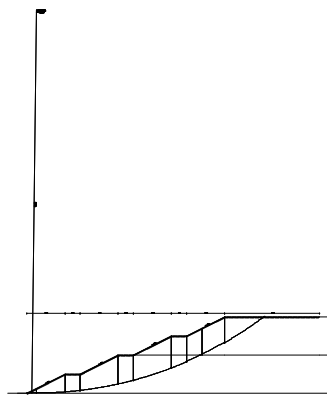
圆心X坐标: 5.000(m)

圆心Y坐标: 200.000(m)

半径: 200.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



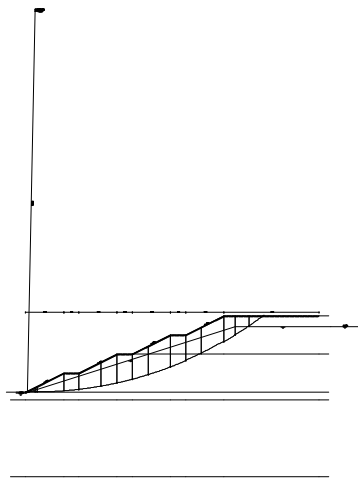
滑动圆心 = (5.000,200.000)(m)

滑动半径 = 200.000(m)
 滑动安全系数 = 1.610
 总的下滑力 = 7639.483(kN)
 总的抗滑力 = 12298.433(kN)
 土体部分下滑力 = 7639.483(kN)
 土体部分抗滑力 = 12298.433(kN)
 筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000(kN)
 筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000(kN)

2#临时堆场边坡暴雨状态下计算

计算项目： 等厚土层土坡稳定计算 4

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范:通用方法
 计算目标:安全系数计算
 滑裂面形状: 圆弧滑动法
 不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 8

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	20.000	10.000	0
2	8.000	0.000	0
3	20.000	10.000	0
4	8.000	0.000	0
5	20.000	10.000	0
6	8.000	0.000	0
7	20.000	10.000	0
8	50.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	20.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力	内摩擦角	水下粘聚	水下内摩
----	-----	------	------	------

	(kPa)	(度)	力(kPa)	擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
层号	十字板?	强度增	十字板義?	强度增长系
	(kPa)	长系数	下值(kPa)	数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.000	20.000	120.000	---
2	40.000	18.000	20.000	120.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	10.000	25.000	10.000	25.000
2	10.000	25.000	10.000	25.000

层号	十字板?	强度增	十字板義?	强度增长系
	(kPa)	长系数	下值(kPa)	数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

[水面信息]

采用总应力法
考虑渗透力作用
不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (0.000,-0.500)

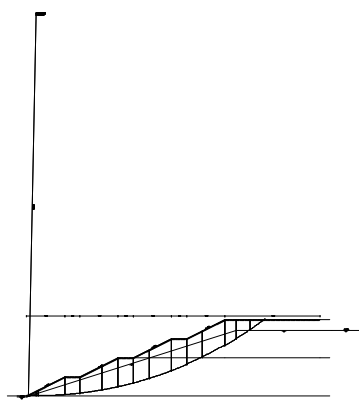
水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	110.000	35.000
2	50.000	0.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: 瑞典条分法
土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待
稳定计算目标: 给定圆心、半径计算安全系数
条分法的土条宽度: 1.000(m)
圆心X坐标: 5.000(m)
圆心Y坐标: 200.000(m)
半径: 200.000(m)

计算结果:

[计算结果图]



滑动圆心 = (5.000,200.000)(m)
 滑动半径 = 200.000(m)
 滑动安全系数 = 1.206

总的下滑力 = 10861.908(kN)
 总的抗滑力 = 13096.611(kN)
 土体部分下滑力 = 10861.908(kN)
 土体部分抗滑力 = 13096.611(kN)
 筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000(kN)
 筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000(kN)

根据以上计算结果，2#临时堆场边坡滑动安全系数在天然状态下为 $K=1.610$ ，此时边坡处于稳定状态，暴雨状态下稳定性系数为 $K=1.206$ ，此时边坡处于稳定状态，预测边坡引发崩塌/滑坡的可能性小，其危害对象为下游林地及矿山道路（过往车辆及人员），可能造成直接经济损失约 100 万元，危害性中等，危险性中等，2#临时堆场边坡引发的崩塌/滑坡地质灾害对矿山地质环境影响较严重。

因此，综合预测2#临时堆场引发的崩塌/滑坡地质灾害危害性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

③矿山道路边坡崩塌/滑坡预测评估

根据地形条件，矿山道路的开拓将形成挖土边坡，均为土质边坡，边坡沿矿山道路一侧分布，边坡高度 0~5m，坡度 45°，边坡较低矮平缓，边坡岩性多为上部为第四系残坡积土，厚度约 0.5~2m，下部为全风化花岗岩，厚度约 3.0~4.5m，按此参数用理正岩土边坡稳定系统（5.6 版）圆弧滑动法计算边坡滑动安全系数为 1.208~1.556 之间，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，危害对象为过往车辆及人员，其潜在的危害性小，危险性小，对矿山地质环境影响较轻。

④河岸边坡崩塌/滑坡预测评估

根据开发方案，露天采场+75m 以下范围将形成凹陷露天采坑，积水不能自然排泄，根据设计该范围复垦为坑塘水面，复垦面积为 104.1587 公顷，水塘最大水深约 45m，最大容积 4687 万 m^3 ，达到中型水库库容。本矿山遗留坑塘水面在矿山闭坑储水后存在垮坝、突水等可能性，对下游村庄居民的人身安全和财产存在重大安全隐患。为此，经征求土地权属人、当地自然资源主管部门意见，采矿权人拟在矿区范围 2 号拐点附近+30m 开采底板处至矿区外采取开挖（暗挖或明挖）排水涵洞，两端沉淀池相连，长约 250m，高约 2m，宽约 2m。根据前文，本矿山矿区日最大汇水量 271488 m^3 ，本矿山最大汇水量对矿区下游东侧的珠川河存在潜在安全隐患。因此，本矿山外排水对下游珠川存在引发河岸边坡崩塌/滑坡的可能性。

根据下文，为保护珠川河，本方案设计对评估区内的朱川河进行改造。受评估区范围等因素影响，本方案主要设计对本项目评估区内的珠川河河流清淤和堤岸边坡修建。初步设计护堤坝采用浆砌块石结构，梯形断面；拦渣坝高约 4m、坝顶宽 0.5m，坝底宽 1m，坝长 4400m。

河流在评估区出露长约 2200m，坡度约 40-90°，河岸高度一般 2.0~3.0m，边坡主要由素填土和卵石土组成，坡顶为已有道路，坡脚为溪流河漫滩。

根据工程经验，区内河岸边坡的稳定性受大气降雨影响明显，边坡失稳往往是在洪暴期间，及长期河岸侧向侵蚀和冲刷。因本区雨季长、降雨量丰富，连续暴雨期间地下水位可以上升至坡顶附近，因此评价时按最不利的工况条件进行，即：1）地下水位接近坡顶，水位按现在水位上升 2.0m，岩土体的重度取饱和重度，抗剪强度进行相应折减，指标取值见表 4-7；2）考虑到河岸坡顶为道路，故荷载考虑坡体自重及汽车加载，按普通公路的汽车加载，本次取 15.23kpa，不考虑地震力影响；3）坡体岩土层透水性强，故考虑渗透压力的影响；4）考虑到坡体受流水冲刷和侧向侵蚀，故考虑坡外静水压力。

饱和状态岩土力学参数经验取值见表 3-5，稳定性判别标准见表 3-6。本次按现状边坡 1:0 坡率，选择坡高最高处 3.0m 的河岸边坡进行稳定性评价。采用库伦 GE05 CHN 软件计算，分析如下：

河岸边坡稳定性验算（饱和状态下）

分析设置

中国 - 国家标准（GB）

稳定性分析

地震荷载分析：GB 50330-2013 中国建筑边坡工程技术规范

验算方法：中国规范

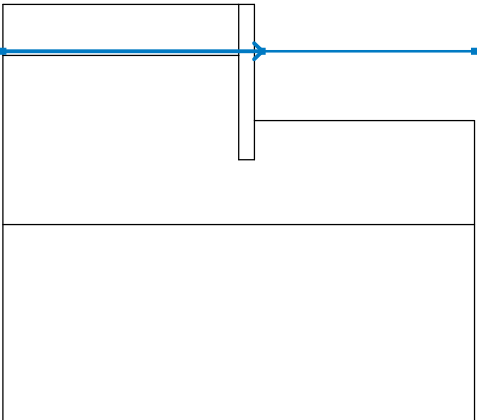
安全系数			
偶然设计状况			
折线滑面的安全系数：	$SF_{polyg} =$	1.15	[-]
圆弧滑面的安全系数：	$SF_{circ} =$	1.15	[-]

超载（汽车）

编号	类型	作用类型	位置	起点	长度	宽度	倾角	大小		
			z [m]	x [m]	l [m]	b [m]	[°]	q, q ₁ , f, F	q ₂	单位
1	条形超载	可变作用	坡面	x = -1.00	l = 3.00		0.00	15.53		kN/m ²

地下水

地下水类型：地下水位

编号	地下水位位置	地下水位点坐标 [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-3.60	3.50	3.00	3.50	8.40	3.50

结果(饱和状态)**分析 1****圆弧滑动面**

滑动面参数							
圆 心 ：	x =	3.96	[m]	角 度 ：	1 =	-83.05	[°]
	z =	5.27	[m]		2 =	42.53	[°]
半 径 ：	R =	4.79	[m]				
自动搜索后的滑动面							

边坡稳定性验算 (毕肖普法(Bishop))

滑面上下滑力的总和：	$F_a =$	102.89	kN/m
滑面上抗滑力的总和：	$F_p =$	110.20	kN/m
下滑力矩：	$M_a =$	492.85	kNm/m
抗滑力矩：	$M_p =$	527.84	kNm/m

安全系数 = 1.07 < 1.15

通过自动搜索最危险滑动面结果表明，河岸边坡在不利工况按现状坡率进行稳定性分析，河岸边坡滑动安全系数=1.07，处于基本稳定状态，其发育程度为中等；河岸边坡崩塌威胁人数 $3 \leq \sim \leq 10$ ，可能经济损失为 $100 < \sim < 500$ 万元，其威胁对象为过往行人及车辆，河岸边坡崩塌/滑坡危害程度中等；河岸边坡崩塌/滑坡发育程度为中等，危害程度中等，故其危险性中等。

综上所述，根据地质环境条件，结合建设工程类型，河岸边坡发育程度为中等，预测建设项目可能遭受河岸边坡崩塌/滑坡的危害程度中等，危险性为中等，对矿山地质环境影响较严重。

（2）矿山建设可能引发泥石流地质灾害

预测引发泥石流范围为矿区范围内的 1#临时堆场和 2#临时堆场。现对 1#临时堆场和 2#临时堆场可能引发或遭受的泥石流进行预测，从松散土源、地形、水源三个条件分析形成泥石流的可能性。

①松散土源条件：松散的土源来自将来堆放的废弃岩土体。根据前文，1#临时堆场设计容积为 57.94 万 m^3 。2#临时堆场设计容积为 27.42 万 m^3 。因此 1#临时堆场和 2#临时堆场具备形成泥石流的物质条件

②地形条件：1#临时堆场和 2#临时堆场下游的山沟沟底纵坡 10° - 35° ，排水条件较好，因此地形条件有利于泥石流的形成。

③水源条件：1#临时堆场和 2#临时堆场附近山体汇水面较大，因此常态降雨条件下有形成泥石流有大量的水体条件，且暴雨条件下可汇集较大水体，不利于 1#临时堆场和 2#临时堆场的稳定。

综上所述，1#临时堆场和 2#临时堆场具备了泥石流形成的地形条件、水源条件和土源条件。现按《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）附录 G 表 G.1（见表 3-18）的要求进行泥石流易发程度数量化评分。根据设计，1#临时堆场和 2#临时堆场外设置挡土墙。因此 1#临时堆场和 2#临时堆场预测泥石流在考虑工程措施分析发生的可能性。根据当地的实际情况和考虑 1#临时堆场和 2#临时堆场是临时性堆放，临时堆场会根据矿区开采情况及时采用该土进行复垦复绿，1#临时堆场和 2#临时堆场会及时清运出场地，且 1#临时堆场和 2#临时堆场底部会设置挡土墙等工程措施，按表 3-19 各个影响因素评分，1#临时堆场、2#临时堆场数量化评分后的结果为 $N=41$ （详见表 3-19），再对照《泥石流灾害防治工程勘查规

范》（DZ/T0220—2006）附录 G 表 G.3 泥石流沟易发程度数量化综合评判等级标准表（见表 3-20），划分易发程度为弱发育，因此泥石流引发的可能性较小。

1#临时堆场和 2#临时堆场预测其影响范围主要为下游林地及矿山道路（过往车辆及人员），以后主要危害对象为下游的林地及矿山道路（过往车辆及人员），可能造成直接经济损失约 500 万元，故其潜在的危害性大，危险性大。综上所述，预测 1#临时堆场和 2#临时堆场泥石流对矿山地质环境影响程度为严重。

因此，综合预测 1#临时堆场和 2#临时堆场引发的泥石流地质灾害危害性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

表 3-18 泥石流沟易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分							
		极易发（A）	得分	中等易发（B）	得分	轻度易发（C）	得分	不易发生（D）	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟盐十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多层滑坡和小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟、或发育轻微	1
2	泥砂沿程补给长度比	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞，主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化，仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	主河河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡	>12°(21.3%)	12	12°~6°(21.3~10.5%)	9	6°~3°(10.5%~5.2)	6	<3°(3.2%)	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，6 级以上地震区，断层破碎带	9	抬升区，4~6 级地震区，有中小支断层	7	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10%~30%	7	30%~60%	5	>60%	1
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m~1m	6	1m~0.2m	4	0.2m	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量（10 ⁴ m ³ /km ² ）	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度	>32°(62.5%)	6	32°~25°(62.5%~46.6%)	5	25°~15°(46.6%~26.8%)	4	<15°(26.8%)	1
11	产沙区沟槽断面	V 型、U 型、谷中型	5	宽 U 型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度	>10m	5	10m~5m	4	5m~1m	3	<1m	1
13	流域面积	0.2km ² ~5km ²	5	5km ² ~10km ²	4	0.2km ² 以下、10km ² ~100km ²	3	>100km ²	1
14	流域相对高差	>500m	4	500m~300m	3	300m~100m	2	<100m	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

表 3-19 泥石流沟易发程度数量化评分结果表

序号	影响因素	有工程措施得分（N）	
		1#临时堆场	2#临时堆场
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度	1	1
2	泥砂沿程补给长度比	1	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	1	1
4	河沟纵坡	12	12
5	区域构造影响程度	1	1
6	流域植被覆盖率	1	1
7	河沟近期一次变幅	1	1
8	岩性影响	6	6
9	沿沟松散物储量（ $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ）	4	4
10	沟岸山坡坡度	1	1
11	产沙区沟槽断面	4	4
12	产沙区松散物平均厚度	5	5
13	流域面积	1	1
14	流域相对高差	1	1
15	河沟堵塞程度	1	1
合计		41	41

表 3-20 泥石流沟易发程度数量化综合评判等级标准表

评判等级标准	综合得分	116~130	87~115	<87
	发育程度等级	强发育	中等发育	弱发育

（3）矿山建设可能遭受地质灾害

在未来采矿活动过程中，矿山建设和采矿活动可能引发的地质灾害为崩塌/滑坡、泥石流，可能遭受的地质灾害亦为崩塌/滑坡、泥石流，其中预测遭受露天采场土质边坡崩塌/滑坡的可能性中等，危害性中等，危险性中等；预测遭受露天采场岩质边坡崩塌/滑坡的可能性小，危害性大，危险性大；综合预测遭受 1#临时堆场和 2#临时堆场边坡崩塌/滑坡的可能性大，危害性中等，危险性中等；预测河岸边坡遭受的崩塌/滑坡地质灾害危害，河岸边坡发育程度为中等，预测建设项目可能遭受河岸边坡崩塌/滑坡的危害程度中等，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重；综合预测引发 1#临时堆场和 2#临时堆场泥石流可能性小，危害性中等，危险性中等；综合预测遭受矿山道路边坡崩塌/滑坡可能性小，危害性小，危险性小。

地质灾害预测评估小结：在未来采矿活动过程中，矿山建设和采矿活动可能引发或遭受的地质灾害为崩塌/滑坡、泥石流。预测露天采场边坡引发或遭受崩塌/滑坡的可能性小至中等，危害性中等，危险性中等至大，露天采场引发或遭受的崩塌/滑坡地质灾害对矿山地质环境影响严重；综合预测 1#临时堆场和 2#临时堆场边坡引发或遭受的崩塌/滑坡地质灾害危害性中等，危险性中等，对矿山地质环

境影响程度较严重；综合 1#临时堆场和 2#临时堆场引发的泥石流地质灾害危害性大，危险性大，对矿山地质环境影响程度严重；预测矿山道路引发或遭受的崩塌/滑坡地质灾害危害危害性小，危险性小，对矿山地质环境影响较轻；预测河岸边坡遭受的崩塌/滑坡地质灾害危害，河岸边坡发育程度为中等，预测建设项目可能遭受河岸边坡崩塌/滑坡的危害程度中等，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重；综合预测评估地质灾害对矿山地质环境影响严重。

综合预测评估地质灾害对矿山地质环境影响严重。其中，根据《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）要求，建议采矿权人对矿山 1#临时堆场和 2#临时堆场的地质灾害问题委托具有相关资质的单位按专业规范和要求进行专项评价。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

矿区及周围主要含水层为松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。松散岩类孔隙水富水性贫乏。基岩裂隙水赋存于花岗岩裂隙中，含水性一般较弱，富水性较弱。评估区地下水贫乏，富水性弱，与周边地表水体、区域富含水层水力联系不密切，矿山未进行开采，因此不会影响区域地下水均衡。矿山范围内没有水源地存在，因此现状矿山开采对水资源的影响较轻。

本矿山为新设矿山，尚未进行开采工作，综合评估现状矿山开采对含水层结构、水质、水位等影响较轻。

2、矿区含水层破坏预测评估

矿区及周围主要含水层为松散岩类孔隙水及块状岩类裂隙水。松散岩类孔隙水覆盖全区大部，主要接受大气降水入渗补给，富水性贫乏。块状岩类裂隙水赋存于风化花岗岩岩层中，岩体构造简单，裂隙较发育，含水性较弱，富水性弱。矿区拟设最低开采标高为+30m，位于当地侵蚀基准面（珠川村+20m）之上；未来矿山采用露天开采，最高开采标高为 325m，最低开采标高为+30m，高差约 295m，局部位于矿山开采范围内标高（+75m）之下，会形成凹陷采坑，大气降雨形成的矿坑积水需要机械排水。由于含水层富水性贫乏-弱，透水性较差，与周边地表水体、区域强含水层之间的水力联系不密切，未造成地表水体漏失，未影响附近居民生产生活供水。由于矿山大量开采花岗岩，将矿区内原有的含水层介质采出，虽然对矿

区内原有的水位、含水层结构造成的破坏较轻，但对矿区内原有的地下水补、径、流条件存在一定的影响。预测评估矿山开采对矿区内的含水层结构影响较严重。

综合上述，综合预测评估矿山开采活动对含水层影响程度较严重。

（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（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析

（1）对自然景观的影响

根据调查，矿山为新立矿山，除了矿区中部小面积勘探过程修路造成破坏外，矿山其他地区现场为原始地貌，矿区植被覆盖较好，整体自然环境良好。因此现状评估矿山开采活动对自然景观的影响较轻。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区地处丘陵区，矿区周边 300m 范围内未见其他建筑物及工程设施等，周边未设立各类自然保护区，远离城市、人文景观、风景旅游区和主要交通干线，矿山采矿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，因此现状评估采矿活动对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

（3）对人居环境影响

矿区地处丘陵区，矿区周边 300m 范围内无村庄分布，采场四周附近多为桉树林，人民生活、生产活动不频繁。但矿山距离村庄较远，本矿山为新设矿山，尚未进行开采工作，现状矿山开采对人居环境影响较轻。

综上所述，现状评估采矿活动对地形地貌景观影响较轻。

2、矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏预测评估

（1）对自然景观的影响

本矿山采用露天开采方式，根据开发利用方案和开采规划，矿山最终开采后，将原有山体开挖，矿区内植被完全遭受破坏，并使矿区地表形成了基岩裸露的露天采场，预测项目区露天采场和矿山道路损毁土地面积为 152.0329 公顷；损毁地类和面积为：水乔木林地 148.2263 公顷、其他林地 3.3775 公顷和农村道路 0.4291 公顷（详见下文表 3-23）。因此预测矿山开采活动对原生的自然景观影响和破坏程度较大，对自然景观的影响严重。

根据设计，本矿山与观音山共用破碎站、综合服务区、运输道路等场地单元，

目前采矿权人正对破碎站、综合服务区、运输道路等单元进行专项设计及相关用地手续报批（详见附件 15），本方案不再对其进行赘述。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区地处中低山区，评估区内未见其他建筑物及工程设施等，周边未设立各类自然保护区，远离城市、人文景观、风景旅游区和主要交通干线，矿山采矿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，因此预测评估采矿活动对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

（3）对人居环境影响

最近的居民点位于矿区 300m 外，矿山开采距离居民点较远，矿区周边主要林业区，附近人民生活、活动不频繁，预测评估采矿活动对人居环境影响较轻。

综上所述，因此预测评估采矿活动对地形地貌景观影响严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区水土环境污染现状分析

（1）水环境污染现状分析

本次方案在拟设矿区附近取 3 组地表水样进行检测分析（详见附件）。监测项目为 pH、化学需氧量、六价铬、总铬、总铜、总锌、总铅、总镉、总砷、总汞、总氰化物等。执行标准：《广东省地方-标准水污染排放限值》（DB 44/26-2001）。

根据本次在拟设矿区附近所取水样分析检测样的分析结果（详见附件），所取水样的六价铬、总铬、总铅、总镉、总砷、总汞污染物浓度达到《广东省地方-标准水污染排放限值》（DB44/26-2001）表 1 标准限值要求；pH、总铜、总镍、总锌、总氰化物污染物浓度达到《广东省地方-标准水污染排放限值》（DB 44/26-2001）表 2 第一段一级标准限值要求。该数据作为矿山水环境监测为背景参考值。（表 3-21）。

表 3-21 水环境现状监测结果一览表

监测项目	单位	最低检出限值	标准限值	S-1		S-2		S-3	
				监测结果	评价	监测结果	评价	监测结果	评价
pH 值	无量纲	0.01	6-9	7.19	达标	7.12	达标	7.28	达标
六价铬	mg/L	0.004	0.5	0.004L	达标	0.004L	达标	0.004L	达标
总镉	μg/L	4.00	1.5	0.02L	达标	0.02L	达标	0.02L	达标
总铜	μg/L	50.00	0.5	0.12	达标	0.10	达标	0.12	达标
总锌	μg/L	50.00	2	0.76	达标	0.65	达标	0.71	达标
总铅	μg/L	10.00	1	0.13	达标	0.16	达标	0.12	达标
总砷	μg/L	0.30	0.5	1.67	达标	7.77	达标	1.26	达标

监测项目	单位	最低检出限值	标准限值	S-1		S-2		S-3	
				监测结果	评价	监测结果	评价	监测结果	评价
总汞	μg/L	0.04	0.05	12.7	达标	10.3	达标	11.6	达标
总氰化物	mg/L	0.004	0.3	0.002L	达标	0.002L	达标	0.002L	达标

综上所述，矿山尚未开采，因此现状条件下矿坑水不会对水环境造成污染。

（2）土壤环境污染现状分析

本次方案在拟设矿区附近取 3 组土壤样进行检测分析（详见附件）。评价因子：本次工作主要考虑矿山周边地区土壤中离子成分可能存在的污染情况，选取 pH、铜、铅、锌、砷、镉、镍、钼、汞、铬等元素作为评价因子，对本次工作所取土样进行对比分析。评价标准：本次工作选取《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）中标准值中的含量标准值作为参照值。评价结果：监测结果见下表。

表 3-22 土壤结果一览表

取样编号	检测结果（mg/kg）									
	Pb	Zn	Mo	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Ni	pH 值
T-1	50	57	0.60	19.6	0.16	0.20	46	12.8	10	7.07
T-2	44	49	0.60	17.7	0.15	0.17	43	12.1	9	6.90
T-3	46	53	0.60	19.1	0.16	0.16	44	12.3	9	6.56
标准限值	≤250	≤200	≤30	≤30	≤0.30	≤0.30	≤250	≤50	≤40	/

经前期的实地调查及收集资料，矿山采集的所有土壤样品中，土壤现状污染较轻。矿山存在旧采场，面积小，无土壤污染，现状条件下矿业活动对土壤污染的影响为较轻。该数据作为矿山土壤环境监测为背景参考值。

综上所述，现状评估采矿活动对水土环境污染影响较轻。

2、矿区水土环境污染预测

（1）矿区水环境污染预测

①矿坑涌水外排对水环境污染预测评估

矿坑涌水主要为大气降水，因此矿坑水对水环境污染较小。

②生活污水对水环境污染预测评估

生活污水大致分两类：一类是粪水，由水厕排出。由于粪水量不大，经污水处理系统处理达标后直接外排。另一类是洗涤水，含有洗涤剂、有机质、泥沙等污染物，排放量较小，经污水处理系统处理达标后可直接外排。预测评估生活污水对地下水水质影响较轻。

③淘洗全风化花岗岩水对水环境污染预测评估

矿山开采过程中会对全风化花岗岩进行淘洗，所产生废水液经过沉淀池过滤、沉淀再排出矿区外，矿山开采矿种为花岗岩，所含的矿石成份没有污染矿物成份，

上述所采取的水样经分析无重金属污染，故淘洗全风化花岗岩水对水环境污染程度较轻。

综合分析，矿山开采对水环境污染影响程度预测评估为较轻。

（2）矿区土壤环境污染预测

①废石污染分析：本矿山固体废弃物主要为采矿废石，矿区开采矿石为建筑用花岗岩矿，矿体与围岩为同一岩性，化学成分稳定，废石中不含有放射性物质和有毒物质，一般难以分解出超标的有毒有害物质污染水土环境。因此预测废石对矿区土壤污染影响较轻。

②土壤污染分析：土壤是环境污染的承受者，土壤有一定的自净能力，所以也是净化环境的主要因素。本区土壤质地多为黄壤土，基本性质决定其对有机物的降解率高，纳污的能力也较强。本区植被茂盛，土壤中有机质含量较高，能与重金属元素发生物理化学反应，生成重金属络合物，对镉、汞、铅等有很强的吸附能力，从而减轻重金属对植物的危害，使重金属污染物大部分累积在表层土壤，避免对深部土壤造成破坏。

③淘洗全风化花岗岩水对土环境污染预测评估

矿山开采过程中会对全风化花岗岩进行淘洗，所产生废水液经过沉淀池过滤、沉淀再排出矿区外，矿山开采矿种为花岗岩，所含的矿石成份没有污染矿物成份，上述所采取的土样经分析无土壤污染，故淘洗全风化花岗岩水对水环境污染程度较轻。

综上所述，矿山开采对矿区水土环境污染预测评估为较轻。

（六）矿山地质环境影响现状分区、预测分区

1、矿山地质环境影响现状分区

（1）矿山地质环境现状评估结果

现状评估区未见地质灾害，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；现状评估对含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度较轻，对水土环境污染的影响程度为较轻，因此矿山地质环境影响程度现状评估为较轻（见表 3-23）。

（2）矿山地质环境影响现状分区

①分区结果

根据预测评估结果，将整个评估区划分为 1 个矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）共 1 个区。现状评估分区结果详见附图 1 及表 3-25。

②分区描述

矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）：评估区内全部范围，分区面积 3.96km²，占评估区总面积的 100%。该区现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；现状矿山开采对该区水资源影响较轻，对水环境影响较轻，对含水层的影响程度较轻；对自然景观影响程度较轻，对建筑物及工程、设施、自然保护区和人居环境影响较轻，对地形地貌景观影响程度较轻；对水土环境污染的影响程度为较轻。因此将该区划分为现状矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）。

表 3-23 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	BT1	评估区	无	/	小	小	较轻
	滑坡	HP1	评估区	无	/	小	小	较轻
	泥石流	NS1	评估区	无	/	小	小	较轻
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	评估区	生态环境	/	小	小	较轻
	地表水漏失	BS1	评估区	无	/	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	评估区	生态环境	/	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	评估区	基岩裂隙水含水层	/	小	小	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	评估区	地形标高改变、坡度变陡、破坏地表植被	/	小	小	较轻
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	评估区	无	/	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1	评估区	人居环境	/	小	小	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	评估区	地表水污染	/	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	评估区	地下水污染	/	小	小	较轻
	土壤污染	WD1	评估区	土壤污染	/	小	小	较轻
矿山地质环境影响程度现状评估结论为较轻								

表 3-24 矿山地质环境影响现状评估结果表

评估对象或内容	影响程度分级	位置
地质灾害	较轻	评估区
含水层	较轻	评估区
地形地貌景观	较轻	评估区
水土环境污染	较轻	评估区
矿山地质环境影响程度现状评估结论为较轻		

表 3-25 矿山地质环境影响现状评估分区结果表

分区名称及编号	分区情况			矿山地质环境现状评估				
	范围	面积（km ² ）	百分比	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌影响	水土环境污染	影响程度分级
较轻区（III）	评估区内全部范围	3.96	100%	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

2、矿山地质环境影响预测分区

（1）矿山地质环境预测评估结果

预测评估采矿活动引发的地质灾害对矿山地质环境影响严重；预测矿山采矿活动对含水层的影响程度较严重，对地形地貌景观影响程度严重，对水土环境污染的影响程度为较轻。因此，综合预测评估矿山开采对矿山地质环境影响程度为严重（见表 3-26）。

（2）矿山地质环境影响预测分区

①分区结果

根据预测评估结果，将整个评估区划分为 1 个矿山地质环境影响严重区（I）、1 个矿山地质环境影响较严重区（II）和 1 个矿山地质环境影响较轻区（III）共 3 个区。预测评估分区结果详见附图 3 及表 3-28。

②分区描述

a. 矿山地质环境影响严重区（I）

预测矿山地质环境影响严重区（I）：主要是露天采场和矿山道路等范围及其影响范围，分区面积 1.52km²，占评估区总面积的 38.38%。预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度严重；预测矿山开采对水资源影响较轻，对水环境影响较轻，对含水层结构影响较轻，对含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境污染的影响程度为较轻。因此将该区划分为预测矿山地质环境影响严重区（I）。

b. 矿山地质环境影响较严重区（II）

预测矿山地质环境影响较严重区（II）：主要是评估区内矿区外东侧珠川河范围及其影响范围，分区面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%。预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山开采对水资源影响较轻，对水环境影响较轻，对含水层结构影响较轻，对含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度较轻；对水土环境污染的影响程度为较轻。因此将该区划分为预测矿山地质环境影响较严重区（II）。

c. 矿山地质环境影响较轻区（III）

矿山地质环境影响较轻区（III）：评估区内除严重区（I）、较严重区（II）之外其他全部范围，分区面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%。该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；预测矿山开采对该区水资源影响较轻，对水

环境影响较轻，对含水层结构影响较轻，对含水层的影响程度较轻；对自然景观影响程度较轻，对建筑物及工程、设施、自然保护区和人居环境影响较轻，对地形地貌景观影响程度较轻；对水土环境污染的影响程度为较轻。因此将该区划分为预测矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）。

表 3-26 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/滑坡	BT1	露天采场	采矿设备人员、生态环境	大	大	大	严重
		BT2	1#临时堆场	下游林地、矿山道路和采矿设备人员	中等	中等	中等	较严重
		BT3	2#临时堆场	下游林地、矿山道路和采矿设备人员	中等	中等	中等	较严重
		BT4	矿山道路	采矿设备、人员、生态环境	小	小	小	较轻
		BT5	珠川河	运输道路、车辆及人员	中等	中等	中等	较严重
	泥石流	NS1	1#临时堆场	下游林地、矿山道路和采矿设备人员	大	大	大	严重
		NS2	2#临时堆场	下游林地、矿山道路和采矿设备人员	大	大	大	严重
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	评估区	生态环境	小	小	小	较轻
	地表水漏失	BS1	评估区	无	小	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	评估区	生态环境	小	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	矿区范围	含水层	中等	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	评估区	自然景观	大	大	大	严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	评估区	无	小	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1	评估区	人居环境	小	小	小	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	评估区	地表水污染	小	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	评估区	地下水污染	小	小	小	较轻
	土壤污染	WD1	评估区	土壤污染	小	小	小	较轻
矿山地质环境影响程度预测评估结论为严重								

表 3-27 矿山地质环境影响预测评估结果表

评估对象或内容	影响程度分级	位置
地质灾害（崩塌/滑坡、泥石流）	严重	露天采场、矿山道路、珠川河
含水层	较严重	评估区
地形地貌景观	较轻	评估区
水土环境污染	较轻	评估区
矿山地质环境影响程度预测评估结论为严重		

表 3-28 矿山地质环境影响预测评估分区结果表

分区名称及编号	分区情况			矿山地质环境预测评估				
	范围	面积（km ² ）	百分比	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌影响	水土环境污染	影响程度分级
严重区（Ⅰ）	露天采场和矿山道路等范围及其影响范围	1.52	38.38%	严重	较严重	严重	较轻	严重
较严重区（Ⅱ）	评估区内矿区外东侧珠川河范围及其影响范围	1.22	30.81%	较严重	较轻	较轻	较轻	较严重
较轻区（Ⅲ）	评估区内除严重区（Ⅰ）、较严重区（Ⅱ）之外其他范围	1.22	30.81%	较轻	较轻	较轻	较轻	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挖损损毁土地、压占损毁土地、辅助生产设施及生活福利设施挖损和压占损毁土地；②开采过程中开采区挖损损毁土地；矿山道路压占损毁土地。

2、损毁顺序

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：前期基建设先剥离部分表土；随着开采的进行，开采阶段的推进，土地损毁随之扩大，如开挖露天采场，随着开采剥离土方进行的压占损毁矿山道路。

3、损毁方式

矿山生产建设对土地损毁的方式主要有两种：挖损和压占。挖损发生在露天采场开采区，压占一般发生在矿山道路的建设压占损毁土地。

（二）已损毁各类土地现状

矿山为新立矿山，除了矿区中部小面积勘探过程修路造成破坏外，矿山内为原始地貌，矿区植被覆盖较好，整体自然环境良好。区内无拟损毁土地面积，拟损毁土地面积为0。

（三）拟损毁土地预测与评估

1、拟损毁土地预测

根据开发方案和矿山开采设计，项目区拟损毁土地主要为露天采场和矿山道路等，分述如下：

（1）露天采场拟损毁土地

根据开发方案设计，露天采场开采后，最终形成++320m、+310m、+300m、+290m、+280m、+270m、+260m、+250m、+240m、+230m、+220m、+210m、+195m、+180m、+165m、+150m、+135m、+120m、+105m、+90m、+75m、+60m、+45m、+30m共24个开采平台。根据统计，露天采场拟损毁土地面积为151.9197公顷，损毁地类和面积为：乔木林地148.1823公顷、其他林地3.3775公顷和农村道路0.3599公顷，损毁方式是挖损。

其中，根据采矿权人开采规划，1#临时堆场和2#临时堆场位于采矿区内，因此本方案将1#临时堆场和2#临时堆场损毁土地范围面积纳入露天采场内，本方案不再对其损毁土地范围另行赘述。

（2）矿山道路拟损毁土地

根据开采设计，矿山道路分为场内道路和场外道路。场内道路：矿界内道路为泥结碎石路面，等级为矿山三级，路基宽 11m，路面宽 8m。场外道路：矿区向东南侧连接观音山矿区外部运输道路，本矿山与观音山矿区共用外部运输道路。

经统计，扣除矿区场内道路和观音山矿区共用外部运输道路外，本矿山道路占地面积0.1132公顷。即矿山道路拟损毁土地面积0.1132公顷，损毁地类和面积为：乔木林地0.0440公顷和农村道路0.0692公顷，损毁方式是压占。

（3）破碎站拟损毁土地

根据开发方案，破碎站精加工场设置在矿区东侧约 2.4km 的位置。破碎站在+80m 标高设置卸矿平台、在+70m 标高设置二破、在精加工场地+40m 标高设置破碎加工区及碎石产品堆场。矿区与观音山矿区共用外部运输道路，碎石产品由皮带运输至江边码头。

根据规划，本矿山与观音山共用破碎站，目前采矿权人正对破碎站场地进行专项设计及相关用地手续报批（详见附件 15），本方案不再对破碎站矿山地质环境保护与土地复垦工作进行赘述。

（5）综合服务区拟损毁土地

综合服务区主要有有机汽修车间、办公生活区、变电站等单元组成：

机汽修车间：设置在矿区东面山沟地带，位于矿山破碎加工区附近，直线距离矿区约 1.8km。机、汽修车间布置了部分生产及辅助设施，同时汽修厂设置仓库。办公生活区设置在破碎站附近，场地标高为+40m。场地设置了行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。矿山的变电站设置在破碎加工区附近，场地标高为+40m。矿山供电由附近变电站架设 35KV 高压线路至矿山变电站，再由低压线输出 300V，经过各配电箱分供各生产车间。

根据规划，本矿山与观音山共用综合服务区，目前采矿权人正对综合服务区场地进行专项设计及相关用地手续报批（详见附件 15），本方案不再对破碎站矿山地质环境保护与土地复垦工作进行赘述。

（6）拟损毁土地面积统计

综上，拟损毁的土地包括露天采场和矿山道路等 2 个单元，总面积 152.0329 公顷，损毁地类和面积为：乔木林地 148.2263 公顷、其他林地 3.3775 公顷和农村道路 0.4291 公顷。拟损毁土地面积见表 3-29。

表 3-29 拟损毁土地面积统计表

名称	损毁土地面积 (公顷)	土地类型			损毁 类型
		乔木林地	其他林地	农村道路	
露天采场	151.9197	148.1823	3.3775	0.3599	挖损
矿山道路	0.1132	0.0440	/	0.0692	压占
小计	152.0329	148.2263	3.3775	0.4291	

2、土地损毁程度分析

1) 损毁土地损毁程度评价

该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压占面积、堆放高度、砾石含量、土地污染程度、压占物、地表稳定性、挖掘面积、挖掘深度、挖掘地类等，见表 3-30、表 3-31。

表 3-30 压占损毁程度评价系统表

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

表 3-31 挖损损毁程度评价系统表

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

2) 数学运算评价过程

以露天采场损毁土地的损毁程度评价为例，其损毁形式为挖损，对照表 3-30，结合矿山实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：

$0.45 \times 100 + 0.35 \times 100 + 0.20 \times 80 = 96$ ，再对照表 3-31，则露天采场对土地的损毁程度为重度损毁。

如此类推，对矿山道路压占损毁地对土地的损毁程度得分 $= 0.24 \times 20 + 0.12 \times 20 + 0.12 \times 80 + 0.21 \times 80 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 20 = 43.4$ 分；综上，云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区露天采场土地损毁程度为重度损毁，矿山道路等单元土地损毁程度均为中度损毁。

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境治理分区

1、分区依据

根据矿山地质环境现状评估、矿山地质环境影响预测评估的结果，在充分考虑矿山地质环境问题对人居环境、工农业生产、区域经济发展影响前提下，进行矿山地质环境治理分区。

2、分区原则

（1）综合分析原则

根据开发利用方案和矿山地质环境综合调查成果，按照矿山地质环境问题类型、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区。分区界线重点考虑以下要素：

- ①矿区范围及其开采附属设施范围，即露天采场和矿山道路等范围；
- ②矿山采矿活动可能引发的崩塌/滑坡、泥石流地质灾害分布及其影响范围；
- ③矿山采矿活动可能造成含水层影响的范围；
- ④矿山采矿活动破坏地形地貌景观、水土污染等破坏的范围。

（2）主导因素原则

本方案的矿山地质环境治理分区主导因素为土地资源破坏和地形地貌景观破坏和地质灾害。

（3）因地制宜原则

根据当地的自然条件、区位特点和地质环境破坏影响程度，划分防治分区。

3、分区方法

（1）分区因素

①地质灾害防治分区界线的确定：对预测可能引发或遭受崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害的影响范围进行防治分区划分；对预测可能引发或遭受崩塌/滑坡地质

灾害的影响范围为露天采场、矿山道路和珠川河等范围，这些范围内均为崩塌/滑坡地质灾害主要影响范围，其中露天采场和矿山道路等范围划入重点防治区范围内；珠川河范围划入次重点防治区范围内。对预测可能引发或遭受泥石流地质灾害的影响范围为露天采场内临时堆场等范围，这些范围内均为泥石流地质灾害主要影响范围，划入重点防治区范围内。

②含水层破坏防治分区界线的确定：地下含水层破坏主要表现为含水层结构的破坏，破坏区主要位于矿区范围内，因此将矿区范围划入含水层影响较轻区。

③地形地貌景观破坏防治分区界线的确定：将露天采场和矿山道路破坏地形地貌景观的范围划均入重点防治区。

④土地资源破坏防治分区界线的确定：将露天采场和矿山道路等单元所挖损的破坏土地资源的范围均划入重点防治区。

将以上各个分区因素叠加至评估区，按就大不就小的原则划出重点防治区、次重点防治区和一般防治区。

（2）分区域别

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，参照表 3-32，用层次分析法把矿山地质环境治理区域划分为矿山地质环境重点防治区（A）、矿山地质环境次重点防治区（B）和矿山地质环境一般防治区（C）等三个级别。

表 3-32 矿山地质环境治理分区表

分区域别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重点防治区	严重	严重
次重点防治区	较严重	较严重
一般防治区	较轻	较轻

注：现状评估与预测评估结果不一致的按照就高不就低原则进行分区。

（3）分区结果

将评估区划分为矿山地质环境重点防治区（A）、矿山地质环境次重点防治区（B）和一般防治区（C）等 3 个级别区。矿山地质环境治理分区结果详见附图 6、表 3-33。

4、分区评述

（1）矿山地质环境重点防治区（A）

该区包括露天采场和矿山道路等范围及其影响范围，分区面积 1.52km²，占评估区总面积的 38.38%。

现状该区评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观的影响程度较轻；对水土环境污染的影响程度较轻。综合现状评估矿山建设和开采活动对矿山地质环境影响程度为较轻。

预测评估地质灾害对矿山地质环境影响严重；预测矿山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程度严重；对水土环境污染的影响程度为较轻。因此综合预测评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

根据现状评估与预测评估结果，该区整体上对矿山地质环境影响严重，将本区划分为矿山地质环境重点防治区（A），应采用相应工程措施、生物措施和监测措施等对该区地质环境进行恢复治理。

（2）矿山地质环境次重点防治区（B）

该区为评估区内矿区外东侧珠川河范围及其影响范围，分区面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%。

该区现状未见已发的地质灾害，现状采矿活动对地形地貌景观的破坏、对土地资源的破坏等，破坏程度较轻，其影响程度较轻。

预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山开采对水资源影响较轻，对水环境影响较轻，对含水层结构影响较轻，对含水层的影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度较轻；对水土环境污染的影响程度为较轻。因此综合预测评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为较严重。

根据现状评估与预测评估结果，该区整体上对矿山地质环境影响较严重，将本区划分为矿山地质环境次重点防治区（B），应采用相应工程措施和监测措施等对该区地质环境进行恢复治理。

（3）矿山地质环境一般防治区（C）

该区为评估区内除重点防治区（A）、次重点防治区（B）之外其他范围，面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%。

该区现状未见已发的地质灾害，现状采矿活动对地形地貌景观的破坏、对土地资源的破坏等，破坏程度较轻，其影响程度较轻。

预测矿山开采过程中，该区引发或遭受地质灾害的可能性小，潜在的危害性小，危险性小；同时预测矿山开采对该区扰动较轻，对含水层、地形地貌景观、土地资源的影响较轻，整体上对矿山地质环境影响较轻，将本区划分为矿山地质环境一般防治区（C），应采用相应监测措施等对该区地质环境进行恢复治理。

表 3-33 矿山地质环境治理分区说明表

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
	范围	面积 (km ²)	百分比		地质灾 害影响	含水层 影响	地形地貌 景观影响	水土环 境污染	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)	露天采场和矿山道路等 范围及其影响范围	1.52	38.38%	复杂	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	较轻	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)	评估区内矿区外东侧珠 川河范围及其影响范围	1.22	30.81%		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较轻	较轻	较轻	较严重	工程措施 监测措施
一般防治区 (C)	评估区内除重点防治区 (A) /次重点防治区 (B) 之外其他范围	1.22	30.81%		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施

（二）土地复垦区与复垦责任范围

依据土地损毁分析与预测结果，确定本项目复垦区范围面积为 152.0329 公顷，项目区内没有永久性建设用地，项目区复垦责任范围面积为 152.0329 公顷，其中露天采场 151.9197 公顷、矿山道路 0.1132 公顷（表 3-34）。

表 3-34 损毁土地复垦责任范围面积统计表

名称	损毁土地面积（公顷）	土地类型			损毁类型
		乔木林地	其他林地	农村道路	
露天采场	151.9197	148.1823	3.3775	0.3599	挖损
矿山道路	0.1132	0.0440	/	0.0692	压占
小计	152.0329	148.2263	3.3775	0.4291	

（三）土地类型与权属

1、土地利用类型

该复垦区占地面积为 152.0329 公顷。土地类型和面积为：乔木林地 148.2263 公顷、其他林地 3.3775 公顷和农村道路 0.4291 公顷。其土地利用现状主要是根据项目区标准分幅土地利用现状图以及收集的项目主体工程技术数据统计计算，部分是结合实地调查和图面量测获得，具体见表 3-35。

表 3-35 复垦区内土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（公顷）	占总面积比例（%）
编码	名称	编码	名称		
03	林地	0301	乔木林地	148.2263	97.50
03	林地	0307	其他林地	3.3775	2.22
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4291	0.28
合计				152.0329	100

2、土地权属情况

矿山位于广东省云浮市云安区都杨镇。该矿所占用土地属浮市云安区都杨镇南山村村民委员会、都杨镇珠川村村民委员会和都杨镇西坑村村民委员会等集体所有。采矿权人通过土地租赁方式获得土地使用权。整个生产项目区土地权属清楚，无土地权属纠纷，具体见表 3-36。

表 3-36 复垦区土地利用权属表（单位：公顷）

图斑号	所属村委	图斑号	地类名称	图斑地类面积		
				林地	交通运输用地	小计
F49G022069	西坑村	10156	农村道路	0.0000	0.0124	0.0124
	西坑村	48572	其他林地	1.9959	0.0000	1.9959
	西坑村	30367	其他林地	0.5420	0.0000	0.5420
	西坑村	30369	其他林地	0.3792	0.0000	0.3792
	西坑村	48985	乔木林地	0.1850	0.0000	0.1850
	西坑村	49207	乔木林地	38.0743	0.0000	38.0743
	珠川村	48495	其他林地	0.2906	0.0000	0.2906
	珠川村	48514	其他林地	0.1016	0.0000	0.1016
	珠川村	30362	其他林地	0.0682	0.0000	0.0682
	珠川村	49346	乔木林地	94.0503	0.0000	94.0503
	珠川村	10121	农村道路	0.0000	0.4167	0.4167
	南山村	48783	乔木林地	15.9168	0.0000	15.9168
合计				151.6038	0.4291	152.0329

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

根据前文，预测评估采矿活动引发或遭受的地质灾害为崩塌/滑坡、泥石流，引发或遭受的地质灾害对矿山地质环境影响严重；由于矿山含水层富水性贫乏-弱，透水性较差，与周边地表水体、区域强含水层之间的水力联系不密切，矿山开采未造成地表水体漏失，未影响附近居民生产生活供水，对矿区内原有的地下水补、径、流条件影响较小，预测矿山采矿活动对含水层的影响程度较严重；预测项目区损毁土地面积为152.0329公顷，因此预测矿山开采活动对原生的自然景观影响和破坏程度较大，对自然景观的影响严重，对地形地貌景观影响程度严重；本矿开采矿种为建筑用花岗岩矿，围岩与矿种为同一岩性，矿山开采对水土环境污染的影响程度为较轻。因此，综合预测评估矿山开采对矿山地质环境影响程度为严重。

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，且在国内类似矿山均已得到验证，具有相当高的可行性、可靠性和有效性；加之，本矿山位于深山中，周边无人民居住，施工场地充足，施工过程不受其他因素所干扰，只要稍加开拓即可满足施工作业条件；因此综合分析认为本矿山地质环境治理所采用的技术可行可靠。

（二）经济可行性分析

根据《开发利用方案》，该矿属新建矿山，工程直接费用主要是设备购置费及基建费约89133.05万元、工程建设其它费用73465.18万元、预备金13369.96万元，企业总投资共计175968.18万元。

企业在服务年限内年销售收入 111515.83 万元，年总生产费用 87018.84 万元，正常年份税前利润 34182.89 万元，正常年份所得税 8545.72 万元，正常年份税后利润 25637.17 万元。而本项目矿山地质环境保护与土地复垦项目总投资为 **31208.5988** 万元（详见下文）。矿山完全有能力保证矿山地质环境保护与土地复垦项目方案的实施。

（三）生态环境协调性分析

本矿区进行矿产开发利用前的生态环境状况为优：植被覆盖度高，生物多样性丰富，生态系统稳定；该阶段的生态环境高度协调。矿产资源开发利用对生态环境协调性的影响，主要通过以下矿山开采活动及其他矿业活动等方面体现：

1、矿山开采破坏岩石应力平衡状态，再加上生产过程中产生大量的废石，在一定条件下极易发生崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害。

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

3、矿山开采过程中产生的废水、废气、废渣对生态环境造成一定的影响。

综述，矿山开采活动、废弃物排放活动及其他矿业活动，使得生态环境状态发生显著变化且呈剧烈波动，与现状矿山生态环境不太协调。

通过开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，有利于改善矿区生态环境，美化地貌景观，改善矿区生态环境，使矿区的生态结构更趋合理，促进整个自然生态系统的融洽与协调。可以更好地调节气候，减少水土流失，改善生态环境。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

该复垦区损毁土地地类及面积为：乔木林地 148.2263 公顷、其他林地 3.3775 公顷和农村道路 0.4291 公顷。其中露天采场为挖损土地，挖损土地面积 151.9197 公顷；矿山道路单元为压占土地，压占土地面积 0.1132 公顷。

损毁土地单元及面积为：露天采场 151.9197 公顷、矿山道路 0.1132 公顷，合计 152.0329 公顷。

（二）土地复垦适宜性评价

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

土地适宜性评价是对土地特定用途的适宜程度的评价，是通过对土地的自然、经济属性的综合描述，阐明土地属性所具有的生产潜力以及对耕地和林地等不同用途的适宜性和适宜程度差异的评定。通过评价可以为土地利用现状分析、土地利

用潜力分析、土地利用结构和布局调整、土地利用分区、规划及土地开发提供科学依据，为充分、合理利用土地资源提供科学依据。

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

1、评价原则

（1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

恢复遭损毁土地资源的生态环境，需要符合《云浮市云安区土地利用总体规划(2010-2020年)调整完善方案》。

（2）因地制宜原则

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

（2）土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

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

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

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

（5）复垦后土地可持续利用原则

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

（6）经济可行、技术合理性原则

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

（7）社会因素和经济因素相结合原则

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

2、评价依据

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

- （1）《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- （2）《地表水环境质量标准》（GB 31101-2002）；
- （3）《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-2018）；
- （4）《林地质量验收技术规范》（NY/T1120-2006）；
- （5）《土地复垦质量控制标准》（TD-T 1036—2013）。

3、复垦区土地适宜性评价

根据矿山损毁土地现状调查和损毁土地分析，矿山损毁土地总面积为 152.0329 公顷。

（1）适宜性评价单元类型划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农、林、牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

土地适宜性评价单元类型是评价的基本单元，同一评价单元类型内的土地特征及复垦利用方向和改良途径应基本一致。依据项目建设方案和损毁情况，按损毁土地的特征和损毁程度划分土地复垦适宜性评价单元(表 4-1)。

表 4-1 土地适宜性评价单元类型划分结果表 单位：公顷

评价单元	损毁土地面积	按土地损毁类型统计		按损毁的土地利用现状统计		
		挖损	压占	乔木林地	其他林地	农村道路
露天采场+30m 以上台阶	60.9395	47.761	/	58.8928	2.0435	0.0032
露天采场+30m 开采底板	90.9802	90.9802	/	89.2899	1.334	0.3563
矿山道路	0.1132	/	0.1132	0.0440	/	0.0692
小计	152.0329	151.9197	0.1132	148.2263	3.3775	0.4291

（2）评价因子及评价标准

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

通过将参评因素状态值对农、林、草（牧）的影响状况及改良程度的难易与《中国 1：100 万土地资源图》对因子等级划分指标相对应作对比研究，基本吻合，故以《中国 1：100 万土地资源图》等级划分标准作参照，进一步对项目区特有的对

土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出土地适宜性评价各参评因素的分级指标和对农林牧适宜性的等级标准。

根据矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地损毁特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区损毁土地适宜性评价和复垦经验，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：土壤侵蚀、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、土壤容重、砾石含量、酸碱度、有机质含量、排灌条件组成。适宜性评价限制因素分级标准见表 4-2。

表 4-2 待复垦土地主要限制因素农林牧评价等级标准一览表

限制因素及分级指标	耕地评价	林地评价	草地评价
地形坡度 (°)			
<3	1	1	-
4-7	2	1	-
8-15	3	1	-
16-25	不或 3	2 或 1	-
25-35	不	2	2
>35	不	2 或 3	2 或 3
土壤质地			
壤土	1	-	-
粘土、砂壤土	2	-	-
重粘土、砂土	3	-	-
砾质、砂质	不	3	2 或 1
有效土层厚度 (cm)			
>80	1	1	-
79-50	2	1	-
49-30	3	1	-
29-10	不	2	-
<10	不	3	-
土壤容重 (g/cm ³)			
<0.90	不	不	不
0.90~1.05	不	3	3
1.05~1.20	1	-	-
1.20~1.40	2	-	-
>1.40	不	3	-
砾石含量 (%)			
<5	1	1	-
5~9	2	2	-
10~25	3	2	-
>25	不	3	3
酸碱度 (pH 值)			
5.0~6.5	2	2	-
6.5~7.5	1	1	-
7.5~8.0	2	2	-
有机质含量 (%)			
<1.0	3	3	-
1.0~1.5	2	1	-
>1.5	1	1	-
水文与排水条件			

限制因素及分级指标	耕地评价	林地评价	草地评价
不淹没或偶然淹没、排水条件好	1	1	1
季节性短期淹没、排水条件较好	2	2	2
季节性长期淹没、排水条件较差	3	3	3 或不
长期淹没、排水条件很差	不	不	不
灌溉条件			
旱作较稳定或有稳定条件的半干旱土地	1	1	-
灌溉水源保证差、旱作不稳定的半干旱土地	2	2	-
无灌溉水源保证、旱作不稳定的半干旱土地	3 或 2	3	-

注：1：适宜、2：较适宜、3：勉强适宜、不：不适宜、-：忽略。

（3）土地复垦评价单元特征及等级评价

根据《矿产资源开发利用方案》设计，矿山开采结束后，待复垦土地评价单元特征见表 4-3。

表 4-3 待复垦土地参评单元土地性质

评价单元	影响因子								
	坡度 (°)	地表组成物质	有效土层厚度 (cm)	土壤容重 (g/cm ³)	砾石含量 (%)	酸碱度 (pH 值)	有机质含量 (%)	水文与排水条件	水分条件
露天采场+30m 以上台阶	25~35	砂质粘性土	<10	1.60	25	6.5	1.0	不淹没、排水条件好	山间沟谷有部分溪流经过台阶边坡区，灌溉水源保证较差
露天采场+30m 开采底板	25~35	砂质粘性土	<10	1.60	25	6.5	1.0	长期淹没、排水条件很差	旱作不稳定的半干旱土地
矿山道路	8-15	砂质粘性土	29-10	1.50	15	6.5	1.2	不淹没、排水条件好	旱作不稳定的半干旱土地

4）待复垦土地适宜性评价结果

云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区复垦土地经过整理后，将具有一定的生产力，但由于各评价单元条件不同，适宜性也不同。通过将参评单元土地质量与待复垦土地主要限制因素的农、林、牧评价等级标准进行配比，得出本矿区复垦土地适宜性评价结果见表 4-4。

表 4-4 待复垦土地质量各指标分值结果

评价单元 \ 评价指标		地形坡度	土壤质地	有效土层厚度	土壤容重	砾石含量	酸碱度	有机质含量	水文与排水条件	水分条件
露天采场+30m 以上台阶	耕地评价等级	不	不	不	不	3	2	2	不	2
	林地评价等级	1	3	3	3	3	2	3	不	2
	草地评价等级	-	2 或 1	-	-	3	-	-	不	-
露天采场+30m 开采底板	耕地评价等级	不	不	不	不	不	2	3	2	2
	林地评价等级	2	3	3	3	3	2	3	2	2
	草地评价等级	2	2 或 1	-	-	3	-	-	2	-

评价指标		地形坡度	土壤质地	有效土层厚度	土壤容重	砾石含量	酸碱度	有机质含量	水文与排水条件	水分条件
矿山道路	耕地评价等级	3	不	不	不	3	2	2	1	2
	林地评价等级	1	3	2	3	2	2	1	1	2
	草地评价等级	-	2 或 1	-	-	-	-	-	1	-

注：1：适宜、2：较适宜、3：勉强适宜、不：不适宜、-：忽略。

综上，露天采场的地形坡度、有效土层、土壤质地、土壤容重、有机质含量、水分条件等方面都不适宜复垦为耕地，较适宜复垦为林地；矿山道路在地形坡度、有效土层、土壤容重等方面都不适宜复垦为耕地，较适宜复垦为林地。

方案本着符合土地利用总体规划及土地复垦规划。依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型，选择复垦土地的用途，因地制宜，综合治理，宜农则农，宜建则建的原则。结合国家政策和当地土地使用权人的意见，项目区待复垦土地复垦利用方向见表 4-5。

表 4-5 待复垦土地适宜性评价结果表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积（公顷）	复垦单元
露天采场+30m 以上台阶	林地	60.9395	露天采场
露天采场+30m 开采底板	果园	90.9802	露天采场
矿山道路	林地	0.1132	矿山道路
合计		152.0329	

4、复垦的目标任务

依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目土地复垦的目标任务，其中复垦为果园 90.9802 公顷、乔木林地 61.0527 公顷，复垦面积共 152.0329 公顷，复垦率为 100%。复垦前后土地利用结构调整见下表 4-6。

表 4-6 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积（公顷）		变幅（公顷）
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	
02	种植园用地	0201	果园	0	90.9802	90.9802
03	林地	0301	乔木林地	148.2263	61.0527	-87.1736
03	林地	0307	其他林地	3.3775	0	-3.3775
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4291	0	-0.4291
合计				152.0329	152.0329	0

（三）水土资源平衡分析

1、土石方平衡分析

土源平衡分析主要是指对于复垦的表土的供需分析。

根据下文，本次复垦目标矿山道路等单元不需要覆土。设计有覆土工程的单元地块主要为露天采场+30m 以上开采台阶、露天采场+30m 开采底板等单元：

（1）露天采场+30m 以上开采台阶范围

根据设计矿山终采后，会形成一系列台阶。对露天采场+30m 以上范围边坡、平台覆土、平整。露天采场+30m 以上范围平台共有 23 级，台阶总长度共 53758m，其中 8m 宽的清扫平台 15873m，5m 宽的安全平台 37885m。台阶复垦时，台阶外侧浆砌块石挡土墙，内侧修筑截水沟，台阶内外挡土墙共占地 0.8m，预留内侧截水沟 0.5m，因此除去每个台阶上修筑的挡土墙及截水沟等水保设施占用土地外，单个安全平台需要覆土宽度为 3.7m，单个清扫平台需要覆土宽度为 6.7m，因此可得需覆土开采台阶总占地面积 24.6523 公顷。按照覆土厚度 0.5m 计算，台阶总覆土量约为 123262m³。覆土来源为临时堆场存放的剥离层表土和当地购买表土：

根据设计，1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³；矿山开采规划仅设置这两处临时堆场，临时堆场最低堆放标高+120m，矿山开采+120m 以下范围时不再设置临时堆场。

经统计，+120m 及以上范围开采平台共有 14 级，需覆土开采台阶总占地面积约 21.2317 公顷，按照覆土厚度 0.5m 计算，台阶总覆土量约为 106159m³。此时 1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³可满足复垦需求。

经统计，+120m 至+45m 范围开采平台共有 5 级，需覆土开采台阶总占地面积约 3.4206 公顷，按照覆土厚度 1.0m 计算，台阶总覆土量约为 17103m³。此时 1#临时堆场和 2#临时堆场已不再设置，该部分土壤需在当地外购表土。

（2）露天采场+30m 开采底板范围

露天采场+30m 开采底板范围复垦为果园。露天采场+30m 开采底板范围总占地面积 90.9802 公顷。按照覆土厚度 1.0m 计算，台阶总覆土量约为 909802m³。

根据设计，1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³；矿山开采规划仅设置这两处临时堆场，临时堆场最低堆放标高+120m，矿山开采+120m 以下范围时不再设置临时堆场。因此+30m 开采底板范围覆土来源为在当地购买表土。

综上露天采场需覆土 106159+909802=1033064m³；覆土来源为临时堆场存放的剥离层表土和当地购买表土。其中 1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³；可满足+120m 及以上范围开采平台覆土量约为 106159 万 m³的复垦需求。

2、水资源平衡分析

考虑灌溉设施，鉴于林、草地生长初期需要一定的灌溉措施来保证成活率，待复垦稳定后可转为依靠自然降水，期间需经历三年时间，所以初期灌溉用水均为矿

区统一用水，灌溉方式为人工洒水，矿区用水可采用高位水池蓄水、水塘蓄水。植物栽种季节尽量选冬、春季，植物休眠期需水量少，有利于成活。

（1）需水量计算

本项目复垦区内需水量主要为灌溉用水。按照当地调查，复垦后对复垦后林地3年每年需浇水3次、每次浇水约 $50\text{m}^3/\text{次}\cdot\text{公顷}$ ，浇水面积约 115.6325 公顷，待发育完成后不再继续浇水。

故管护期间共需水： $(50\text{m}^3/\text{次}\cdot\text{公顷})\times 3\text{次}/\text{年}\times 3\text{年}\times 115.6325\text{公顷}=52035\text{m}^3$ ；此部分用水主要来矿山自建高位水池和周边的水塘及水渠。

（2）可供水量计算

采矿权人，拟在矿区下游设置一积水坑塘以供矿山复垦用水。因此复垦区内用水主要靠矿部周边的大气降水储水水塘，同时辅以自来水。水塘可供水量，采用塘堰径流法

$$W=aPfn$$

式中： w ——水塘供水量， m^3 ； a ——径流系数， 0.4 ； P ——降雨量，年平均约 1586.5mm ； f ——矿区内汇水面积， 1519156m^2 ； n ——水塘蓄水利用系数，取 0.7 。

经计算，水塘可供水量为 674839m^3 。

（3）自来水系统

矿山与其东侧的珠川村相距约 500m ，矿山生活用水可直接连通当地自来水供水系统。为预防干旱季节雨水不足问题，可以使用自来水进行灌溉，根据调查，当地自来供水系统可提供约 $50\sim 100\text{m}^3$ 的自来水，完全可以满足灌溉需求。

（4）水量供需平衡计算

根据以上需水量和可供水量的计算，对其进行比较：

需水量 $=52035\text{m}^3<$ 可供水量 674839m^3 ，所以复垦区内在总量上能够实现水量供需平衡。

（四）土地复垦质量要求

依据土地复垦相关技术标准，结合复垦区实际情况，本项目土地复垦方向为果园和乔木林地。

1、复垦标准通则

1）符合土地利用总体规划及土地复垦规划。在城镇规模范围内，符合城镇规划。强调服从国家长远利益、宏观利益。

2) 复垦后地形地貌与当地自然环境和景观相协调。

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

4) 复垦场地应有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求。

5) 复垦场地有控制水土流失的措施。

6) 复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水、地下水等。

7) 复垦场地道路、交通干线布置合理。

2、用于园地复垦工程标准

复垦区位于山地丘陵区，因此土地复垦质量标准要符合山地丘陵区园地的土地复垦控制标准。

(1) 土壤质量要求：地形坡度 $\leq 25^\circ$ ，有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ；土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂壤土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 15\%$ ；pH 值在 5.0~8.0 之间；有机质含量 $\geq 1\%$ 。

(2) 配套设施：设置的灌溉、排水、道路要达到本行业工程建设标准要求。

(3) 生产力水平三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

3、用于林地复垦工程标准

有林地复垦标准按省林业厅 2021 年下发《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》。

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

2) 配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

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

5、生物标准

依据“适地适树，适地适草”的原则，应优先选用当地优良的乡土树种和草种。根据《造林技术规范》（GB/T15776-2006），并通过野外调查，筛选了一批适宜当地生长的优势种，依据“适地适树，适地适草”的原则，应优先选用当地优良的乡土树种和草种。根据《造林技术规范》（GB/T15776-2006），并通过野外调查，筛选了一批适宜当地生长的优势种，主要包括荔枝、龙眼、黄皮等果树，大叶相思、樟

树和荷木等乔木，山毛豆和夹竹桃等灌木以及狗牙根和竹节草等草种。方案拟采用乔、灌、草相结合的方式布设植物措施，方案拟选用植物的生物学特性分析如下：

（1）果树

植被恢复区域涉及果园，本项目的复垦树种选择生态效益高、水土保持能力强的乡土树种，如荔枝、龙眼、黄皮等。选用苗高 0.6~0.8 米，冠幅 20 厘米，地径 0.5 厘米，5 斤袋的袋苗。苗木全部要求健壮顶芽饱满无病虫害，禁止病苗、弱苗、残苗上山，所选苗木必须严格执行“三证一签”制度，即苗木应具有生产经营许可证、检疫合格证、质量检查合格证和种源地标签；苗木在运输途中应防止失水、损伤，以确保造林质量。

荔枝（*Litchi chinensis* Sonn.）是无患子科、荔枝属常绿乔木，高约 10 米。果皮有鳞斑状突起，鲜红，紫红。成熟时至鲜红色；种子全部被肉质假种皮包裹。花期春季，果期夏季。果肉产鲜时半透明凝脂状，味香美，但不耐储藏。

龙眼（*Dimocarpus longan* Lour.）是无患子科龙眼属植物。常绿乔木，高通常 10 余米；小枝粗壮，被微柔毛，散生苍白色皮孔。叶连柄长 15-30 厘米或更长；小叶 4-5 对，薄革质，长圆状椭圆形至长圆状披针形，两侧常不对称；小叶柄长通常不超过 5 毫米。花序大型，多分枝；花梗短；萼片近革质，三角状卵形；花瓣乳白色，披针形，与萼片近等长，仅外面被微柔毛；花丝被短硬毛。果近球形，通常黄褐色或有时灰黄色，外面稍粗糙，或少有微凸的小瘤体；种子茶褐色，光亮，全部被肉质的假种皮包裹。花期春夏间，果期夏季。

黄皮〔*Clausena lansium* (Lour.) Skeels〕芸香科，小乔木，高可达 12 米。小叶卵形或卵状椭圆形，两侧不对称，圆锥花序顶生；花蕾圆球形，花萼裂片阔卵形，花瓣长圆形，花丝线状，果淡黄至暗黄色，果肉乳白色，半透明，种子 1-4 粒；4-5 月开花，7-8 月结果。

（2）乔木

植被恢复区域涉及小班林种为一般用材林，本项目的复绿树种选择生态效益高、水土保持能力强的乡土树种，即大叶相思、樟树和荷木。选用苗高 0.6~0.8 米，冠幅 20 厘米，地径 0.5 厘米，5 斤袋的袋苗。苗木全部要求健壮顶芽饱满无病虫害，禁止病苗、弱苗、残苗上山；苗木在运输途中应防止失水、损伤，以确保造林质量。

大叶相思（*Acacia auriculiformis.*），常绿乔木，具有浓密而扩展的树冠，高可达 30 米，胸径可达 60 厘米。树皮平滑，灰白色。枝干无刺，小枝有棱、绿色且枝条下垂，小枝无毛，皮孔显着。幼苗具二回羽状复状，末回每个分枝叶柄上有小叶 6~8 对。宽大的假叶互生，呈椭圆形，长约 10 厘米；花橙黄色，芳香，穗状花序；荚果初始平直，成熟时扭曲成圆环状，结种处略膨大。

樟树（*Cinnamomum camphora.*），常绿大乔木，高达 10 米~55 米左右，胸径可达 3 米；树皮灰褐色。叶互生，卵圆形或椭圆状卵圆形，先端短渐尖，基部锐尖、宽楔形至圆形，坚纸质，上面光亮；花绿白色，花梗丝状，被绢状微柔毛。花被筒倒锥形，外面近无毛，内面被白色绢毛；果球形，直径 7~8 毫米，绿色，无毛；果托浅杯状，顶端宽 6 毫米。花期 5-6 月，果期 7-8 月。

荷木（*Schima spp.*），常绿乔木，高达 30 米，胸径 1 米，树皮灰褐色，块状纵裂，叶革质，卵状椭圆形或距圆形，先端渐尖或短尖，基部楔形，无毛。新叶初发，老叶入秋均呈红色，艳丽可爱。5—7 月间开肥大白色或淡红色而芳香之花，腋生于枝的上端，蒴果近球形，中轴常宿存，9—11 月成熟，种子扁平、肾形、边缘具翅。

（3）灌木

本项目的复绿灌木选择水土保持能力强的乡土灌木类，即山毛豆和夹竹桃等。选用苗高 0.3~0.5 米，冠幅 10 厘米，的袋苗。苗木全部要求健壮顶芽饱满无病虫害，禁止病苗、弱苗、残苗；苗木在运输途中应防止失水、损伤，以确保造林质量。

山毛豆（*Tephrosia Canduda*）：常绿小灌木，成年株高 1~3m。枝有棱，密生褐色或灰色绒毛。奇数羽状复叶，叶面无毛，叶背密生白色平贴丝毛。山毛豆起源于热带亚热带地区，非常适合华南地区的气候条件，并且具有适应水土保持工程所需要的耐旱、适应性强的特点。

夹竹桃（*Nerium oleander*）：常绿直立大灌木，高达 5m，叶 3~4 枚轮生。喜光，喜温暖、湿润的气候，不耐寒；耐旱力强，对土壤要求不严，在碱性土上也能生长，具有较强的消音滞尘功能，花期长。

（4）草种

本项目的草种选择水土保持能力强的乡土草种类，如狗牙根和竹节草等。草种全部要求饱满无病虫害，以确保造林质量。

狗牙根（*Cynodon dactylon*）：禾本科多年生草本植物，匍匐茎长达 1m 以上，光滑而硬，节上生根并产生分枝。叶片条形，长 1~6cm，宽 1~3cm；叶鞘具脊；叶舌呈 1 圈白毛。喜温热、湿润气候，耐牧性和刈性都很强。耐荫性较差。以湿润而排水良好的中等到黏重的土壤上生长最好。

竹节草（*Chrysopogon aciculatus*）：多年生草本，再生力强，发芽率高，出苗快，生长时蔓延力极强，覆盖速度快，根系和匍匐茎能贴土表，附着力强，能形成非常致密、牢固的毯状草层。喷播繁殖或分株栽植，管理粗放。

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

1、总体目标

按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”、“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦预防的总体目标是：坚持科学发展观，在矿山开发过程中最大程度地遏制、减少与控制损毁土地和对地质环境破坏，并行之有效的治理矿山地质环境问题，为土地复垦工程创造良好的基础；闭坑后，实现矿山地质环境恢复治理与土地复垦，努力创建绿色矿山，促进矿业开发与环境保护、人类生存环境、社会经济的持续、科学、和谐发展。

2、主要任务

（1）未来开采过程中，矿山地质灾害（崩塌/滑坡、泥石流）得到有效预防；最大程度地控制或消除地质灾害隐患减少经济损失，避免人员伤亡。

（2）矿山产生的固体废弃物（废石、废渣）集中堆放，并加大废石、废渣综合利用力度，减少占用土地资源和对地形地貌的影响。

（3）矿山开采过程中，定期进行含水层水位、水质（地表水、废水、地下水）及土壤质量监测，矿山废水得到 100% 达标处理，水土环境污染得到遏制。

（4）矿业活动中减少、控制损毁土地面积和程度；闭坑后，全面恢复治理矿区地质环境，确保土地复垦率 100%，使矿区植被覆盖率不低于原有覆盖率水平。

（二）主要技术措施

1、矿山地质灾害预防措施

（1）崩塌/滑坡的预防措施

建议矿山企业采取以下措施进行防护：

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

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

③矿山开采过程中采用科学合理的开采布局，严格按照开采设计的方案进行开采；

④要对崩塌/滑坡地质灾害隐患进行排查，及时处理；

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

⑥矿山闭坑后，聘请专业技术队伍对矿山地质环境现状调查，分析研究区内崩塌/滑坡地质灾害现状发育情况及预测地质灾害崩塌/滑坡，针对有潜在隐患进行工程治理，在崩塌/滑坡地质灾害彻底治理后再进行土地复垦工作；

⑦矿山闭坑后，为有效预防崩塌/滑坡地质灾害危害，可封闭矿区道路，禁止无关人员进入。

（2）泥石流预防工程

①临时堆场内的废土石为泥石流的形成提供松散物源条件，可综合考虑尽量把剥离的废土石外运作基建填方料进行综合利用，以减少临时堆场排放土方量，减轻物源条件。

②截排水工程措施：消除临时堆场的水源条件，在临时堆场外围开挖排水沟，将外部汇水截流、引流至临时堆场下游，避免外部汇水对临时堆场的冲刷。

③对临时堆场进行植树固坡，详见地形地貌景观防治工程。

2、含水层破坏的预防措施

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

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

（3）需在临时堆场下游各设置 1 处沉淀池，对临时堆场外排水体进行收集和沉淀处理，达标后再外排。

3、地形地貌景观破坏的预防措施

（1）生产过程中采取有效措施尽量减少对原生地形地貌景观及土地资源的破坏。

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

（3）采矿活动影响和破坏采矿用地及草地的植树绿化恢复成林地。

（4）尽量避免或减少废石、废渣堆放破坏地形地貌景观；做好边开采边治理工作，及时恢复矿区地形地貌景观。

4、水土环境污染预防措施

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

（2）矿内废水处理站处理后的废水达标回用，确保不外排生产生活废水；

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

（4）加强对地表水、废水、地下水及土壤环境进行动态监测，建立矿区的水文、地质、土壤数据库。

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

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

（7）生活垃圾站、生活废水处理站规范管理。

（8）矿山生产的工业废水需经多级沉淀池沉淀，经检验合格方可排出。

5、土地复垦预防控制措施

制定对矿业活动损毁土地、植被资源进行土地复垦方案，并采取有针对性的工程措施及临时防护措施，减小和控制被损毁土地的面积和程度，改善矿区生态环境，确保矿业开发与区域生态环境和人文环境的协调发展。

（三）主要工程量

根据上文，矿山地质环境保护预防主要工程设计如下：

1、崩塌/滑坡和泥石流治理工程设计

崩塌/滑坡和泥石流主要发生在露天采场内，崩塌/滑坡和泥石流防治工程主要是采取设外围排水沟和临时堆场堆土平台排水沟、修建挡土坝，开采结束后进行土地复垦绿化，恢复地质环境。

（1）露天采场截水沟

根据矿山开发方案设计，为防止山坡大气降水冲刷露天采场边坡，在露天采场境界线内外开挖截排水沟。在矿区范围外围一圈设计截水沟，截水沟的汇水经露天采场下游水沟排出，设计修筑截水沟截面为矩形状，采用浆砌块石修筑，设置规格：壁厚 0.3m，尺寸为底宽 1.3m，高 1.2m，顶宽 1.3m（图 5-1）。水沟日最大排水能力为 $273888\text{m}^3/\text{d}$ （ $>271488\text{m}^3/\text{d}$ ，按 20 年一遇计算洪峰流量），满足排水要求，经计算，挖掘土方截面积为 2.85m^2 ，浆砌石截面积 1.29m^2 ，砂浆抹面 0.086m^2 。根据设计截水沟总长约 4556m；其中主体工程已设计 1458m，该部分工作量不纳入本方案中工程量统计；本方案新增 3098m。

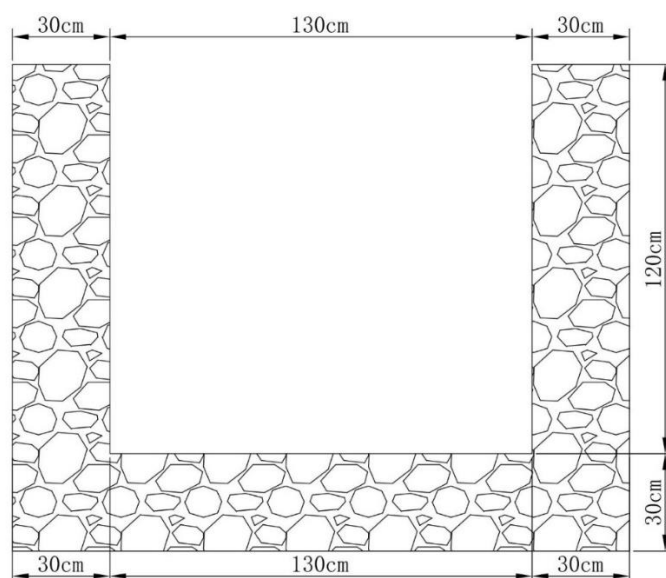


图 5-1 露天采场外围截水沟剖面图

在台阶内侧修筑排水沟，每级排水沟与截水沟相连，使露天采场内的降水排出矿区外，构成一整套露天采场截排系统，设计修筑排水沟截面为矩形状，采用浆砌块石修筑，在内侧修筑挡土墙上宽 0.3m，下宽 0.4m，高 0.5m，经计算，浆砌石截面积 0.175m^2 ，砂浆抹面 0.01m^2 。为保证平台积水顺利外排，本方案在平台之上补充设计竖向排水沟。该部分工作详见下文“露天采场复垦工程设计及工程量测算”一节。

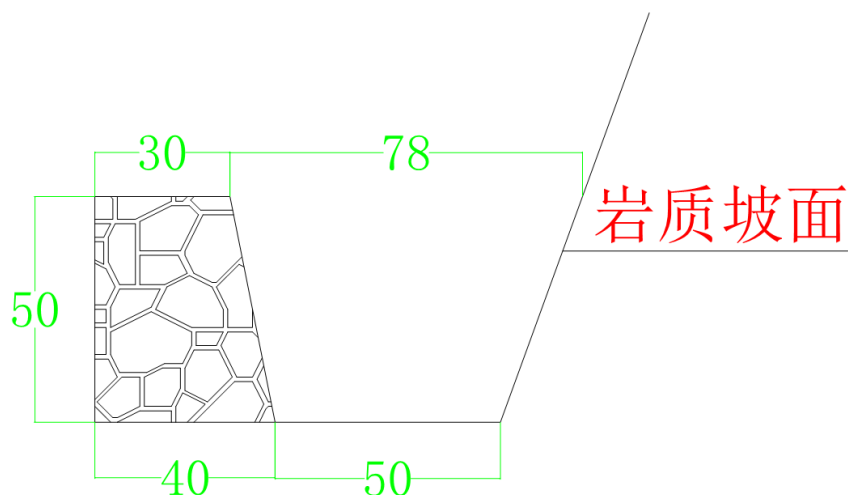


图 5-2 露天采场台阶排水沟剖面图

（2）规范排土

对临时堆场堆放的表土进行整治，使其有序合理地堆放，避免临时堆场边坡过高过陡，造成安全隐患。

（3）警示牌

警示牌分别设置于露天采场、矿山道路、临时堆场出入口等坡顶、坡脚处。警示牌要求坚固耐用，警示字体够大够清晰，警示牌破损后要即时更换，设计共需要警示牌 20 块。其中矿山道路设置 5 块，露天采场设置 15 块。

（4）安全拦网

根据设计，露天采场+75m 以下范围将形成凹陷露天采坑，为保证闭矿后对人员及牲畜安全性，在+75m 开采平台周围安装拦网，设立警示牌。警示牌每间隔 100m 树立一处。拟设计在外沿挡土墙上安装拦网，拦网高度为 2m，加上挡土墙 0.5m，总的拦挡高度为 2.5m，需要围栏的湖泊水面边缘长约 4519m。

（5）排水涵洞

根据开发方案，露天采场+75m 以下范围将形成凹陷露天采坑，积水不能自然排泄，根据设计该范围复垦为坑塘水面，复垦面积为 104.1587 公顷，水塘最大水深约 45m，最大容积 4687 万 m^3 。根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山丘、丘陵区部分）》（SDJ12-78），本矿山遗留坑塘水面容积达到中型水库库容。本矿山遗留坑塘水面在矿山闭坑储水后存在垮坝、突水等可能性，对下游村庄居民的人身安全和财产存在重大安全隐患。为此，经征求土地权属人、当地自然资源主管部门意见，采矿权人拟在矿区范围 2 号拐点附近+30m 开采底板处至矿区外

采取开挖（暗挖或明挖）排水涵洞，两端沉淀池相连，长约 250m，高约 2m，宽约 2m。经计算，按照梯形堰流量公式，本方案设计涵洞最大排水量 $906635\text{m}^3/\text{d}$ （> 日最大降雨矿坑汇水量为 $271488\text{m}^3/\text{d}$ ），可满足排水要求。

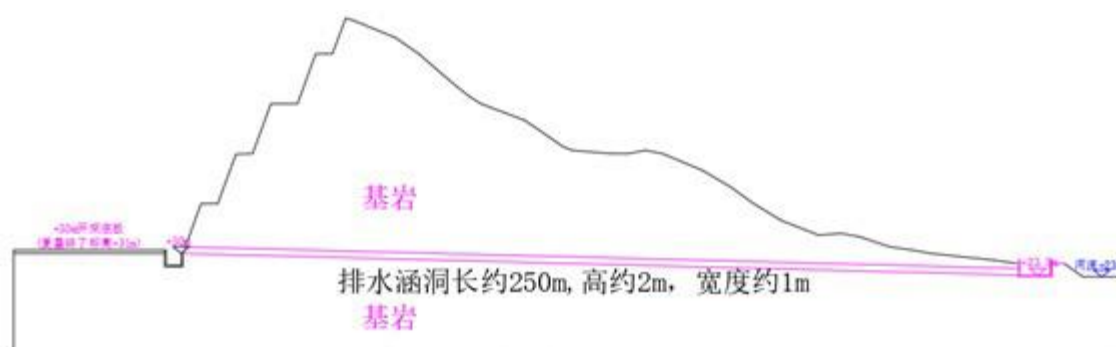


图 5-3 露天底场暗挖排水涵洞剖面示意图

其他说明：由于该排水涵洞处未进行相关岩土工程勘察工作，无相关岩土工程参数，因此本方案相关设计仅供采矿权人参考。建议采矿权人委托相关资质单位对排水涵洞进行专项岩土工程勘察和施工设计。其中根据调查，历年暴雨期间洪水期最高水位标高约+25m，低于本矿山开采底板+30m，对本矿山开采影响不大。

（6）评估区内珠川河河流治理

根据前文，本矿山矿区日最大汇水量 271488m^3 。经调查，评估区内矿区下游珠川河河流宽度 3~5m，河堤高度 2~3m，最小流量约 $1359953\text{m}^3/\text{d}$ ，本矿山最大流量占珠川河流量比重约 $271488 \div 1359953 \times 100\% = 19.96\%$ ，较大。因此，本矿山最大汇水量对珠川河河流潜在安全影响较大。

为保护珠川河，根据《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》等法律法规和《广东省水利厅关于切实做好河湖管理范围和水利工程管理与保护范围划界确权工作的通知》（粤水建管〔2015〕45 号）、《广东省水利厅关于转发〈河湖岸线保护与利用规划编制指南（试行）〉的通知》（粤水河湖函〔2019〕955 号）等文件精神，本方案设计对评估区内的朱川河进行改造。受评估区范围等因素影响，本方案主要设计对本项目评估区内的珠川河河流清淤和堤岸边坡修建，评估区外下游及观音山下游等部分珠川河，由建设单位与当地相关主管部门、村委进行自行协调沟通。

①河流清淤

经统计，本项目评估区内珠川河河流长度约 2200m，设计清淤宽度约 3-5m，高度约 3m，经统计清理淤泥长度约 2200m。根据计算，清淤后的最大流量约

4163989m³/d。则清淤后本矿山最大汇水量占珠川河流量比重约 $271488 \div 4163989 \times 100\% = 6.52\%$ 。因此本矿山最大汇水量对清淤后的珠川河最大流量影响不大。

②为预防矿区汇水对评估区内珠川河堤岸造成安全隐患，方案设计在珠川河堤岸两侧各修建一条河流护堤坝。为保护珠川河及矿山闭坑后复垦提供有利设施。初步设计护堤坝采用浆砌块石结构，梯形断面；拦渣坝高约 4m、坝顶宽 0.5m，坝底宽 1m，坝长 4400m。该护堤坝浆砌石 13200m³。

其他说明：由于该河道改造工程未进行相关规划、岩土工程勘察工作及方案设计，且该工程规划设计、勘察和施工等工作和本方案属不同主管部门管理，因此，本方案设计不代表该河道改造工程最终设计，建议采矿权人协调相关主管部门、委托相关资质单位对该工程规划设计、勘察和施工等工作。

（7）临时堆场修筑挡土墙

根据上文，1#临时堆场和 2#临时堆场在暴雨状态下边坡处于不稳定状态，预测 1#临时堆场和 2#临时堆场边坡引发崩塌/滑坡的可能性大。根据矿山开采规划拟分别在 1#临时堆场和 2#临时堆场下游设置挡土墙：

1#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构，挡墙顶部标高为 +135，顶宽 2.0m，下游坡比 1: 0.5，上游垂直，拦渣坝轴线长度 22.2m，高 5m，总筑坝量约为 250m³，滚石区域设有安全警示标识。

2#临时堆场下游设置挡土墙，位于堆场下方，浆砌块石结构，挡墙顶部标高为 +115，顶宽 2.0m，下游坡比 1: 0.5，上游垂直，拦渣坝轴线长度 27.5m，高 5m，总筑坝量约为 360m³，滚石区域设有安全警示标识。

1#临时堆场和 2#临时堆场下游设置的挡土墙属于主体工程设计，不纳入本方案中工程量统计。

（8）安全挂网

根据前文，露天采场开采岩质边坡局部存在崩塌安全隐患，为预防采岩质边坡局部存在崩塌安全隐患，本方案设计在矿山地质环境保护与土地复垦工作过程中对岩质边坡采用挂安全拦网（可使用建筑用隔离阻燃防护网）的方法进行预防，经初步统计需安全挂网面积约 100000m²。

2、泥石流预防措施

（1）临时堆场内的堆土为泥石流的形成提供松散物源条件，可综合考虑尽量把剥离的废土石外运作基建填方料，或作制砂等综合利用，以减少临时堆场土方量，减轻物源条件。

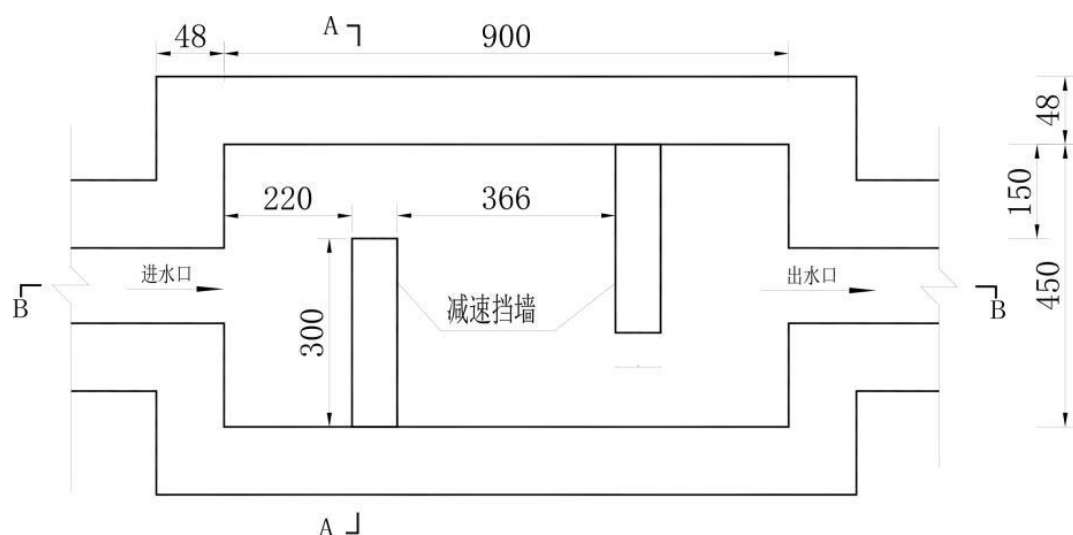
（2）截排水工程措施：消除临时堆场的水源条件，在临时堆场外围开挖截排水沟，将外部汇水截流、引流至临时堆场下游，避免外部汇水对临时堆场的冲刷，截排水沟设置详见上文“露天采场、临时堆场崩塌、滑坡防治工程”，截排水沟最大排水能力为满足排水要求，在此不做赘述。

（3）在临时堆场下游修筑拦渣坝，拦渣坝设计详见上文。

（4）对临时堆场进行植树固坡，详见地形地貌景观防治工程。

3、含水层破坏预防措施工程设计

在露天采场下游分别设置沉淀池，共设置沉淀池 10 座，其中露天采场周边设置 7 座，露天采场内 1#临时堆场下游设置 1 座，露天采场内 2#临时堆场下游设置 1 座，露天采场开采底板设置一处、排水涵洞下游一处。根据开发利用方案概述，基建过程中设计及施工 6 座沉淀池，本方案新增 4 座沉淀池。矿山设计新修筑沉淀池，采用矩形断面，长×宽×高=9.0m×4.5m×4.5m，施工方法为人工开挖，沉淀池采用浆砌石防护，衬砌厚度为 50cm，表面 2cm 砂浆抹面（详见附图 5-7）。故沉淀池开挖土方工程量为 2750m³，浆砌石 930m³，砂浆抹面 1620m²。



说明：1. 图中单位为 cm；2. 具体情况根据现场实地 确认，本图仅为示意图。

图 5-4 沉淀池设计示意图

综上，矿山地质环境保护与土地复垦预防主要工程量见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境保护工程量汇总表

项目名称	工作内容	单位	工作量	备注
露天采场 截水沟	挖方	m ³	8829	设计截水沟总长约 4556m；其中主体工程已设计 1458m；本方案新增 3098m。
	浆砌块石	m ³	3996	
	砂浆抹面	m ²	266	
沉淀池	挖土方	m ³	2200	露天采场下游共设置 10 处沉淀池，其中 6 处主体工程已设计。本方案新增 4 处。
	浆砌块石	m ³	744	
	砂浆抹面	m ²	1296	
排水涵洞	排水涵洞开挖	m	250	露天采场
安全拦网	安全拦网	m ²	9038	露天采场+75m 开采台阶
安全挂网	安全挂网	m ²	100000	露天采场岩质边坡
警示牌	警示牌	个	66	项目区各单元出入口
河道清淤	河道清淤	m	2200	珠川河
河道护堤坝	浆砌块石	m ³	13200	珠川河

二、矿山地质灾害治理

目前评估区内未见已发地质灾害，因此本方案不设计矿山地质灾害治理工程。在未来如若监测到崩塌/滑坡地质灾害，可按实际监测结果，采取截排水沟、削坡减载、挡土墙、警示牌等措施进行治理。

根据前文，综合预测 1#临时堆场和 2#临时堆场边坡引发崩塌/滑坡的可能性大，引发或遭受的崩塌/滑坡地质灾害危害性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重；综合 1#临时堆场和 2#临时堆场泥石流易发程度为弱发育，引发的可能性较小，引发或遭受的泥石流地质灾害危害性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

根据《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）等要求：“……及矿山生产中排土场、矸石山、矿渣堆、尾矿库发生的各种灾害和问题，不作为地质灾害危险性评估的内容，但上述问题存在与评估区内，应在地质环境条件中进行论述，并在评估报告中建议具有相关资质的单位按专业规范和要求进行专项评价。”因此，建议采矿权人委托具有相关资质的单位按专业规范和要求对临时堆场等地质灾害预测及其防治问题进行专项评价。

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目土地复垦的目标任务，复垦为果园 90.9802 公顷、乔木林地 61.0527 公顷，复垦面积共 152.0329 公顷，复垦率为 100%。

（二）工程设计

根据土地损毁情况确定复垦工程设计的范围与类型，以及复垦主体工程设计：土壤重构工程、植被重建工程及复垦配套工程设计等。其中主要包括露天采场和矿山道路复垦的工程设计。

1、露天采场工程设计及工程量测算

根据设计，露天采场破坏面积为151.9197公顷，其中露天采场+30m以上台阶范围面积60.9395公顷，露天采场+30m开采底板范围面积90.9802公顷。露天采场+30m以上台阶范围复垦为乔木林地，露天采场+30m开采底板范围复垦为果园；其中露天采场外相关沉淀池和截排水设施在闭坑后进行保留继续为当地地质环境服务，本方案不再设计相关工作。

（1）露天采场+30m 以上范围复垦工程设计及工程量测算

a.露天采场土质边坡复垦工程设计及工程量测算

根据开发利用方案设计和地质勘查资料，残坡积层及全风化层上部台阶高度8m；全风化层下部台阶高度8~10m。矿区内风化层厚度差异较大，局部风化层厚度较大，由于风化层物理力学性质较差，稳定性较差，开采后的岩土质边坡在暴雨等条件下易产生崩塌/滑坡地质灾害和水土流失情况。因此矿山在剥离风化层后，需及时对矿区内岩土质边坡实施喷混植草等防护措施。

喷混植草全称为“阶梯式植生带绿化工法”，是一种将含草种有机质混凝土喷在岩土质边坡坡面上的边坡绿化方法。该方法适用于所有开挖后的岩土质边坡坡面的保护植生绿化。该方法首先在岩石坡面上喷上一层有机植生土，使坡面形成一个有机的整体。植生带直接提供植物所需的水分和养分，所以经过一定时间的养护后，从有机质混凝土中长出的草就将覆盖整个坡面，很快地达到植生绿化的目的。根据地形、地质、岩石土壤分布情况，将边坡坡面清理嵌补平顺后，最后进行喷植，喷植厚度为10cm。喷播草种的选用要求适合当地气候条件、有较强的固土护坡、控制侵蚀能力(根系发达)，并有耐旱、耐瘠薄、抗逆性强的特点，同时兼有环境美化功能。根据喷播的筛选试验，选取了较适合华南地区的百喜草、百慕大、画眉草等草种。根据调查，采用喷混植草技术方案主要适用于土质边坡较缓部位，经统计本项目残坡积层及全风化层等土质边坡适用采用喷混植草技术方案的面积约110200m²。工程量统计见表5-2。

b 土壤重构工程

根据设计矿山终采后，会形成一系列台阶。对露天采场+30m 以上范围边坡、平台覆土、平整。露天采场+30m 以上范围平台共有 23 级，台阶总长度共 53758m，其中 8m 宽的清扫平台 15873m，5m 宽的安全平台 37885m。台阶复垦时，台阶外侧浆砌块石挡土墙，内侧修筑截水沟，台阶内外挡土墙共占地 0.8m，预留内侧截水沟 0.5m，因此除去每个台阶上修筑的挡土墙及截水沟等水保设施占用土地外，单个安全平台需要覆土宽度为 3.7m，单个清扫平台需要覆土宽度为 6.7m，因此可得需覆土开采台阶总占地面积 24.6523 公顷。按照覆土厚度 0.5m 计算，台阶总覆土量约为 123262m³。

覆土来源为临时堆场存放的剥离层表土和当地购买表土。根据设计，1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³；矿山开采规划仅设置这两处临时堆场，临时堆场最低堆放标高+120m，矿山开采+120m 以下范围时不再设置临时堆场。

经统计，+120m 及以上范围开采平台共有 14 级，需覆土开采台阶总占地面积约 21.2317 公顷，按照覆土厚度 0.5m 计算，台阶总覆土量约为 106159m³。此时 1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³可满足复垦需求。

经统计，+120m 至+45m 范围开采平台共有 5 级，需覆土开采台阶总占地面积约 3.4206 公顷，按照覆土厚度 0.5m 计算，台阶总覆土量约为 17103m³。此时 1#临时堆场和 2#临时堆场已不再设置，该部分土壤需在当地外购表土。

对于损毁区复垦后土壤肥力比较低的状况，宜采用增施有机肥、化肥、复合肥等措施，改善土壤结构，使其符合林地种植要求。工程量统计见表 5-2。

c 植被重建工程

由于设计覆土厚度 0.5m，在该台阶区域选用灌草混植，采用 2 种品种混交搭配种植，灌木采用株行距 2m×2m 规格栽植，打穴规格 40cm×40cm×40cm，苗木规格采用 1-2 年生、40-70cm 高的营养袋苗，每穴施放复合肥 250g，灌木选用山毛豆和夹竹桃两种；撒播适宜当地生长、生长周期又短的乡土植物芒草草种，本次选用狗牙根，撒播密度按撒播密度 25kg/公顷进行撒播；石坡地复绿选择适应性强的攀缘类藤本植物为主，边坡长 53758m，在石坡脚边密植一排藤本植物，株距为 1 米，打穴规格 30cm×30cm×30cm，每穴施放复合肥 100g，苗木综合成活率达到 95%以上。工程量统计见表 5-2。

d 配套设施工程

拟在+30m 以上平台边缘及内侧设置浆砌石挡墙，以形成植生槽和截水沟，便于在平台上覆土进行植被恢复，内侧截水沟要设置合理，满足排水需求;为保证平台积水顺利外排，本方案在平台之上补充设计竖向排水沟。修筑挡土墙上宽 0.3m，下宽 0.4m，高 0.75m，截面面积 0.175m²。设计边坡拦挡 53758m。采用 M7.5 浆砌石。设计规格图见图 5-5。工程量统计见表 5-2。

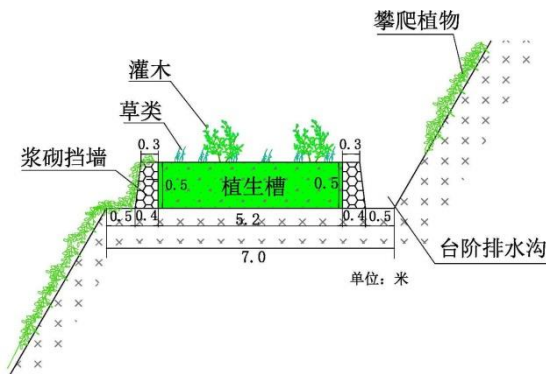


图 5-5 +30m 以上台阶设计规格

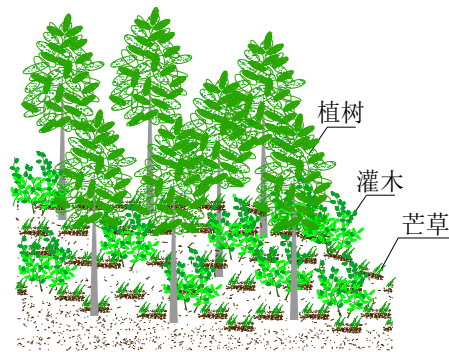


图 5-6 乔、灌、草混交模式示意图

表 5-2 露天采场+30m 以上台阶范围工程量表

项目	计算方式	数量	单位
购买表土	/	17103	m ³
表土覆土	边坡台阶覆土面积×覆土厚度	123262	m ³
土地翻耕	翻耕面积	24.6523	公顷
灌木	种植面积÷种植规格	61631	株
爬山虎	台阶总长度÷种植间距	53758	株
芒草	开采台阶撒播草籽面积	24.6523	公顷
挡土墙浆砌块石	挡土墙截面面积×台阶长度	37631	m ³
土壤培肥	/	24.6523	公顷
喷混植草	喷混植草面积	110200	m ²

(2) 露天采场+30m 开采底板范围复垦工程设计及工程量测算

a 土壤重构工程

露天采场+30m 开采底板范围复垦为果园。露天采场+30m 开采底板范围总占地面积 90.9802 公顷。按照覆土厚度 1.0m 计算，台阶总覆土量约为 909802m³。

根据设计，1#临时堆场和 2#临时堆场的容积共 85.36 万 m³；矿山开采规划仅设置这两处临时堆场，临时堆场最低堆放标高+120m，矿山开采+120m 以下范围时不再设置临时堆场。因此+30m 开采底板范围覆土来源为在当地购买表土。

对项目区进行土地翻耕、平整。对于损毁区复垦后土壤肥力比较低的状况，宜采用增施有机肥、化肥、复合肥等措施，改善土壤结构，使其符合果园种植要求。对复垦后土壤采用《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）随机取 2 组样品进行

取样分析，以农用地土壤污染风险筛选值的基本项目、有机质等作为评价因子。工程量统计见表 5-3。

b 植被重建工程

结合项目区地理状况，植物措施为种植当地果树，果树选择生态效益高、水土保持能力强的乡土树种，如荔枝、龙眼、黄皮，选用苗高 0.6~0.8 米，冠幅 20 厘米，地径 0.5 厘米，5 斤袋的袋苗；坑栽密度 625 株/公顷，种植规格为 4m×4m。打穴规格 40cm×40cm×40cm，苗木规格采用 1-2 年生、40-70cm 高的营养袋苗，每穴施放复合肥 250g；石坡地复绿选择适应性强的攀缘类藤本植物为主，边坡长 4382m，在石坡脚边密植一排藤本植物，株距为 1 米，打穴规格 30cm×30cm×30cm，每穴施放复合肥 100g，苗木综合成活率达到 95%以上。工程量统计见表 5-2。

c 配套设施工程

拟在+30m 开采底板范围内侧修筑一圈排水沟，汇合在最低标高处暗挖排水涵洞排出底场，设计修筑底场排水沟长约 3400m，浆砌块石挡土墙，截面为矩形状，在内侧修筑挡土墙上宽 0.3m，下宽 0.4m，高 1.0m，经计算，浆砌石截面积 0.35m²。水沟日最大排水能力为 60.34 万 m³/d（按 50 年一遇计算洪峰流量），满足排水要求。

为方便复垦后的果园进行灌排水，在+30m 开采底板范围内按照 200m×200m 网格设计灌排水渠，并连通底板排水沟。设计修筑排水沟截面为梯形状，采用浆砌块石修筑，设置规格：壁厚 0.2m，尺寸为底宽 0.6m，高 0.6m，顶宽 0.6m。经计算，挖掘土方截面积为 0.80m²，浆砌石截面积 0.44m²，砂浆抹面 0.044m²。设计沟渠总长约 8230m。水渠剖面图见图 5-3。

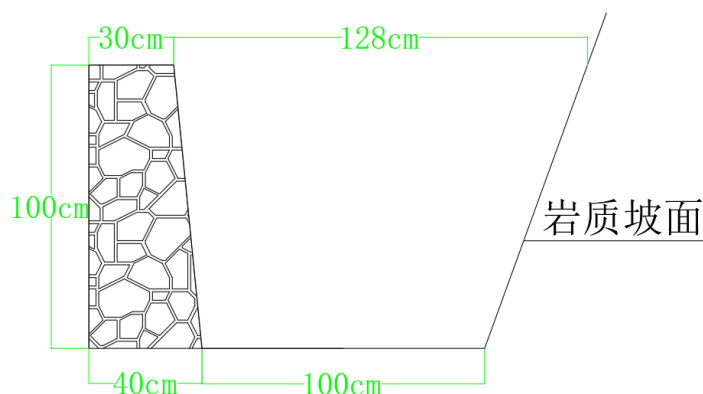


图 5-7 露天采场底板排水沟剖面图

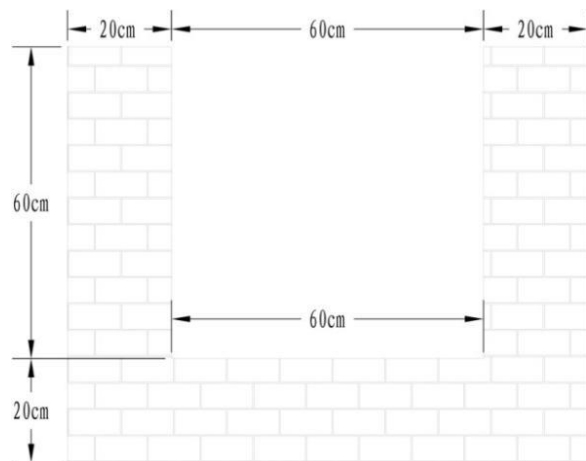


图 5-8 果园灌溉沟渠剖面图

表 5-3 露天采场+30m 开采底板范围工程量表

项目	计 算 方 式	数 量	单 位
购买表土	/	909802	m ³
表土覆土	边坡台阶覆土面积×覆土厚度	909802	m ³
土地翻耕	翻耕面积	90.9802	公顷
果树	种植面积÷种植规格	56863	株
爬山虎	台阶总长度÷种植间距	4382	株
挡土墙浆砌块石	挡土墙截面面积×台阶长度	2380	m ³
土壤培肥	/	90.9802	公顷
表土检测	农用地土壤污染风险筛选值、有机质等	2	组
灌溉沟渠	挖方	6584	m ³
	浆砌块石	3621.2	m ³
	砂浆抹面	362.12	m ³

2、矿山道路复垦工程设计及工程量测算

矿场周边为林业种植区，宜保留该道路为上山的农村道路，并且可满足矿山复垦管护时的上山需要，满足当地村民一般通行的要求，路两边种上乔木。

项目区设计矿山道路长度约 2.145km，其中矿区外需复垦道路长度约 200m。矿山设计矿山道路按照露天矿山道路三级标准设计。路两边按照种植乔木，本次乔木选用大叶相思和荷木，路两边按照种植密度约 2m 间距种植乔木，打穴规格 40cm×40cm×40cm，苗木规格采用 1-2 年生、40-70cm 高的营养袋苗，每穴施放复合肥 250g。种植株数约 200 株，工程量统计见表 5-6。

表 5-6 矿山道路工程量表

项目	计 算 方 式	数 量	单 位
乔木	栽种长度÷栽种密度×2	200	株

（三）技术措施

土地复垦的工程技术措施即通过一定的工程措施进行土地平整的过程，同时在造地、整地过程中通过水土保持工程建设减少土地流失发生的可能性，增强再造地地貌的稳定性，为生态重建创造有利的条件。

（1）工程技术措施

①露天开采区对+30m 以上台阶进行复垦时，台阶覆土 1.0m 表土层，台阶内外侧设置挡土墙，内侧设置排水沟，坡面设置导流槽，使土壤免受雨水冲刷。边坡应该进行垂直式绿化，边坡种植攀爬植物，以便边坡水土保持。

露天开采区对+30m 开采底板进行复垦时，覆土 1.0m 表土层，台阶内内侧设置排水沟，灌排水渠、使土壤免受雨水冲刷。边坡应该进行垂直式绿化，边坡种植攀爬植物，以便边坡水土保持。

②矿山道路工程技术措施

由于矿山开发之后，道路还继续沿用，因此，对道路路面整平压实，道路两边坑栽树苗，每隔 2m 种植一棵。并且要经常对矿山道路路基、路面进行防护和维修。

（2）生物和化学措施

①平整土地、土地翻耕及土壤培肥

对场地进行平整后，使陡坡地改缓，并进行翻耕土地，翻耕深度约 50cm，并大致平整土地同时做好排水工作。

对于损毁区复垦后土壤肥力比较低的情况，需要进行培肥，改善土壤结构，使其符合其他林地种植要求，土壤培肥工程量如下：施农家肥厩肥 15t/ 公顷、长效复合复合肥 3t/ 公顷、酸碱改良剂 3t/ 公顷，杀虫剂 9kg/ 公顷。

②造林方式和密度

果树按株行距 4m×4m，栽植密度为 625 株/公顷。乔木按株行距 2.5m×2.5m，栽植密度为 1600 株/公顷。灌木按株行距 2m×2m，栽植密度为 2500 株/公顷。草种按照撒播密度按 25kg/公顷进行撒播。

③植穴定位和植穴规格

采用明穴方式，为使改造后的林分尽量少留人工痕迹，更接近自然，在植穴定位时可以视实际情况允许有正负 1~2 米的区间调整，错位布穴。植穴规格为 40×40×30cm。

④回土与施基肥

当回土至穴的三分之一时施放基肥，并与穴土充分混匀，然后继续回土至平穴。每穴施放国产有机肥 0.25kg 作为基肥。

⑤苗木栽植时间和栽植措施

根据当地的自然气候条件，选择雨后的阴天或小雨天时机栽植。

栽植时先在植穴中央挖一比营养袋稍大的栽植孔，小心剥除营养袋（可溶性营养袋除外），把带土的苗木放至栽植孔中，扶正苗木，适当深栽，同时回土后要压实，然后用松土覆盖比苗木根颈高 2~5 厘米，堆成馒头状。栽植后二周内全面检查种植情况，发现漏死株应及时进行补植，并扶苗培正，种植三个月后检查成活率，确保成活率达 95%以上。

⑥抚育管理

抚育是成林的保证措施，为尽快成林，实施三年五次抚育。造林当年抚育一次，其后两年每年抚育两次，抚育时间间隔约为 5 个月。主要是除去对苗木生长有影响的杂灌草，松土、追肥、培土。

1) 除灌除草：割除幼树周边遮荫而显著影响其生长发育的杂灌杂草、藤本植物，以利于幼树获得较好生长空间和水肥优势，把割除的杂灌草分散放于种植带内。

2) 松土：除灌除草后，以幼树为中心，将半径为 0.5 米的土壤挖松，松土深度 5~10 厘米，松土后回土成馒头状。

3) 追肥：松土后，将肥料追施于幼树周边土壤中，采用沟状埋施，施肥沟位于幼树树冠投影外沿的上坡处，沟深不小于 0.2 米、宽 0.20~0.25 米，将肥料撒入后覆土。要求施放国产复合肥 0.1 千克（总养分含量为 35%，具体是 N:P:K=15:10:10）。

4) 培土：追肥后进行培土，将幼树周边土壤回覆形成半径 0.4 米的圆形平台。

三年后林木保存率达到 85%以上，平均高达到栽植时 2 倍以上。

（四）主要工程量

依据上文所述，本方案土地复垦项目测算项目工程量具体见表 5-7：

表 5-7 土地复垦工程量汇总表

序号	项目	单位	数量
一	土壤重构工程		
1	表土购买	m ³	926905
2	表土覆土	m ³	1033064
3	土地翻耕	公顷	115.6325
4	土壤培肥	公顷	115.6325

序号	项目	单位	数量
5	土壤检测	组	2
二	植被重建工程		
1	种植乔木、果树	株	57063
2	种植灌木爬山虎	株	119771
3	种植草种	公顷	24.6523
4	喷混植草	m ²	110200
三	配套设施工程		
1	新建农渠	m	8230
1-1	土方开挖	m ³	6584
1-2	砂浆浆砌石	m ³	3621.2
1-3	砂浆垫层	m ³	362.12
2	挡土墙浆砌块石	m ²	37631

四、含水层破坏修复

评估区内地下含水层富水性弱，根据前文所述，矿山开采对含水层的破坏程度较严重，因此本方案不设计含水层破坏修复工程。

五、水土环境污染修复

根据前文所述，矿山开采对水土环境污染的程度较轻，因此本方案不设计水土环境污染修复工程。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

1、目标

矿山地质环境监测的目标是及时准确地掌握矿山地质环境问题在时间上和空间上的变化情况，掌握采矿与矿山地质环境变化的关系和规律，为制定矿山地质环境保护与土地复垦措施，实施矿山地质环境有效监管提供基础资料和依据。

2、任务

矿山地质环境监测的任务是在矿区开采范围、临时堆场等范围布置监测点，监测地质灾害、水土环境监测、地形地貌景观和土地资源破坏等情况。

（二）监测设计

1、矿山地质灾害监测

（1）崩塌/滑坡监测

监测内容：重点监测露天采场、1#临时堆场、2#临时堆场等边坡变形监测，其

次为矿山道路边坡。监测指标主要包括边坡位移监测、倾斜监测、宏观形变监测（如裂缝、鼓胀、沉降、坍塌等现象）、人类活动情况监测（如边坡削坡、加载等影响边坡稳定性的人类活动）。

监测点布设：在露天采场内，每级开采边坡布置 1-5 个监测点，各级边坡监测点相互交错，便于全面监测，预计共布置约 123 个监测点；在 1#临时堆场内布置 3 个监测点；在 2#临时堆场内布置 3 个监测点；在矿山道路布置 4 个监测点。地质灾害监测点共布置 130 个，以上各个监测点具体位置可根据届时现场实际情况合理布置。

监测方法：主要是人工定期巡视法、对比法、专业仪器测量监测法。采用人工定期巡视，观测边坡中的裂缝、鼓胀、沉降、坍塌等现象，判定边坡所处的变形阶段及短中远期变化的趋势。同时，在人类活动较频繁处可布置一些专业的监测工作，可采用 GPS 测量法、经纬仪测量法等进行边坡位移监测，发现险情及时预警并采取有效的治理措施。

监测频率：监测年限为 23 年，监测频率为每月 1 次，雨季应增加监测频率，暴雨过后要及时检查。

（2）泥石流监测

监测内容：主要为监测 1#临时堆场、2#临时堆场泥石流地质灾害监测。监测指标包括 1#临时堆场、2#临时堆场内松散土层堆积的分布和分布面积、体积的变化，1#临时堆场、2#临时堆场堆土变形监测（是否有崩塌/滑坡，是否有裂缝产生及其宽度变化，受暴雨冲蚀作用下的稳定情况等），1#临时堆场、2#临时堆场内气象水文条件等（如 1#临时堆场、2#临时堆场周边汇水流量大小）。

监测点布设：监测点布置在 1#临时堆场、2#临时堆场，各布置监测点 3 个，共布置 6 个泥石流监测点。

监测方法：泥石流监测方法主要有地声监测法、泥位监测法、倾斜仪棒监测法和降雨量监测法等。

监测频率：监测年限为 23 年，监测频率为每月 1 次，雨季应增加监测频率，暴雨过后要及时检查。

2、含水层破坏监测

（1）监测内容：监测采场渗水、矿区外排水的水量、水质、水土流失等水环境情况，监测指标主要为采场内地下水渗水的水位、水量、水质（全分析测定项目）。

（2）监测点布设：在露天采场内布置监测点，共布置监测点 1 个。水量监测频率为每月监测一次，水质监测频率为每年取水样测 2 次。

（3）监测方法：水量监测采取三角堰等简易测量工具进行测量，水质监测采取水样测试的方法监测水质变化情况。

（4）监测频率：每年监测 2 次，丰水期一次，枯水期一次，每次监测都要做好记录，对监测结果及时整理，分析前后变化及发展趋势，并编制监测年度总结报告。

3、地形地貌景观和土地资源破坏监测

（1）监测内容：重点监测露天采场和矿山道路等开挖、占用、破坏植被的面积、标高进行监测等。

（2）监测点布设：监测点分别于露天采场和矿山道路等处各布设 1 个监测点，监测频率每年测量 1 次。

（3）监测方法：采用人工定期巡视、无人机拍照监测、工程测量法，监测矿山地形地貌景观破坏、土地资源破坏情况。

4、水土环境污染监测

（1）地表水环境污染监测

监测内容：pH、化学需氧量、六价铬、总铬、总铜、总镍、总锌、总铅、总镉、总砷、总汞、总氰化物。

监测布点：水环境监测点在露天采场下游沉淀池出口处及下游各布置 1 个，共布置 2 个。

（3）监测方法：按《地表水和污水监测技术规范》HJ/T91-2002 中地表水环境质量调查采样方法导则进行采样分析。

（4）监测频率：监测年限为 20 年，每年取样分析 2 次。

2）土壤环境污染监测

（1）监测内容：包括 pH、铜、锌、铅、砷、六价铬、镉、汞、氰化物等指标。

（2）监测布点：土壤监测点在露天采场下游沉淀池出口处及下游各布置 1 个，共布置 2 个。

（3）采样方法与监测方法：按《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004 中土壤环境质量调查采样方法导则进行采样。采用《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）进行评价。

（4）监测频率：土壤采用人工监测，每年取样分析 2 次，土壤主要监测内容为重金属离子，以监测对土壤的影响程度。日常发现异常情况应加密观测。

（三）技术措施

1、不稳定边坡监测

采取运用自动化设备监测和人工巡查法相结合方法。

（1）自动化设备监测

1) 地表位移监测

采用全自动 GNSS 监测站仪器监测边坡水平位移、垂直位移以及变化速率；与深部位移监测成果相结合，用以综合评判边坡的稳定性。

A、仪器的选择及主要技术指标

仪器系统要求：伪距精度 $L1=10\text{cm}/L2=10\text{cm}$ ， $B1=10\text{cm}/B2=10\text{cm}$ ，载波精度 $L1=0.5\text{mm}/L2=1\text{mm}$ ， $B1=0.5\text{mm}/B2=0.5\text{mm}$ ；静态差分精度：水平 $\pm (2.5+1\times 10^{-6})\text{Dmm}$ ，垂直 $\pm (5+1\times 10^{-6})\text{Dmm}$ ；时钟精度 20ns；工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ，系统能实现野外 24 小时不间断无人值守自动监测，可靠性大于 99.9%；数据采集与处理间隔可自定义设定，数据输出频率 1Hz；工业级标准设计，全密封防水、防尘，防护等级达到 IP67，抗 2m 跌落；设备采用 50W/12V 单晶硅太阳能电池板/50Ah 供电，功耗 $<2.5\text{W}$ ；内置 100MB 存储器；通讯协议：RS232、TCP/IP 通讯协议。

B、GNSS 监测点选点技术要求

①基准点（B 级）

a、高度角 15° 内无成片障碍物；b、离高压输电线、变压器等信号干扰物 200m 以外；c、离无线电发射台、电视发射台等强信号源 400m 以外；d、距公路 $\geq 5\text{m}$ ；e、测站周围无信号反射物，以减少多路径误差。

②形变点（C 级）

a、根据边坡的形体特征、变形特征、赋存条件、动力因素，以及监测预报的具体要求（变形方位、变形量、变形速率、时空动态、发展趋势等）确定点位；

b、能真实地反映边坡变形的敏感部位；

c、有利于构成监测剖面，能发挥监测点监测功能和预报功能；

d、点位牢固，高度角 15° 内无成片障碍物。

③其它要求

在选定点位时应现场查勘和复核，并建立点位的技术档案资料。

C、选点作业应符合的规定

①选点人员应按监测技术要求和设计进行踏勘，在实地按要求选定点位。

②实地绘制点之记。

③GNSS 点进行点号编排。点号编排应适合于计算机识别和计算。



图 5-9 全自动 GNSS 地表位移样图

2) 深部位移监测

采用阵列式深部位移计。与地表位移监测成果相结合，用以综合评判边坡的稳定性。施工钻孔 ($\geq 110\text{mm}$)，进入稳定岩层 5m 以上，将测斜管放入稳定岩层，管周边填充石粉并压密实，位移计拟采用阵列式位移计 SAA 新型监测技术，进行动态监测。一般厂家提供图纸及现场指导进行安装。

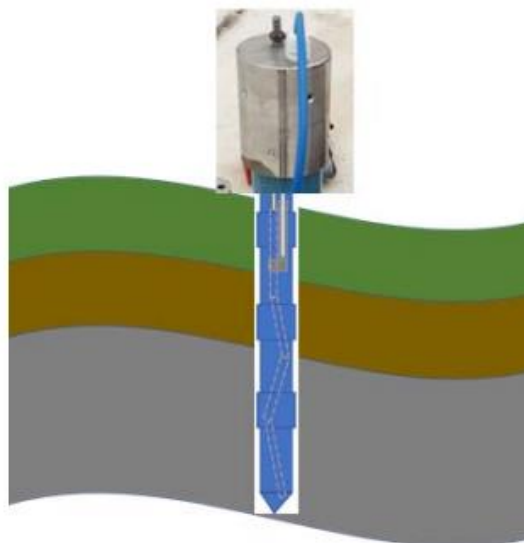


图 5-10 深部位移计监测示意图

3) 视频监控

采用远距离红外夜视仪。其用智能红外热成像夜视技术，具有背景反差好、成像清晰、不受外界照明影响等特点，使用高分辨率低照度彩转黑摄像机，夜间最远可发现 1500 米处的车辆、设施等目标，并可实现昼夜连续监控。重点对边坡进行。



图 5-11 视频监控设备

(2) 人工巡查

在日常生产活动中对露天采场边坡的宏观变形形迹（如裂缝发生及发展、地面沉降、下陷等）和与变形有关的异常现象（如地声、地下水异常、动物异常等）进行调查记录。

2、地下水环境破坏的监测

实验室分析监测法与人工巡回观察法相结合。在监测点提取样本，送实验室分析化验，计算泥砂含量、有机及无机元素是否超标。

地下水环境破坏监测要素为全分析，检测项目包括颜色、水温、气味、口味、浑浊度或透明度、pH、游离二氧化碳、总矿化度、总碱度、总硬度、暂时硬度、永久硬度、负硬度、可溶性二氧化硅、耗氧量、氯离子、硫酸根、硝酸根、亚硝酸根及重碳酸根、铵、钙、镁、三价铁、二价铁、钾、钠。

人工巡回观察法是到监测点观察矿区排水是否有泥沙淤塞。

3、地形地貌景观破坏监测

矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测及不同期测量的开采平面图进行对比来判断监测。

4、地形地貌景观恢复监测

矿山地形地貌景观采用拍摄同一区域的高分辨率影像或照片进行对比监测。

（四）主要工程量

矿山地质环境监测内容见表 5-8。

表 5-8 矿山地质环境监测措施工程量汇总表

监测内容		监测年限 (年)	工程量 (次)	备注
地质灾害	崩塌/滑坡、泥石流、地表变形等	23	276	每年 12 次，136 个监测点
地下水监测	水位、水质、水量	23	46	每年 2 次（每次取 1 个分析样）
地形地貌、土地资源监测	地形地貌、土地资源监测	23	23	每年 1 次
水土环境 污染监测	地表水水样分析	23	92	每年 2 次（每次取 2 个分析样）
	土壤土样分析	23	92	每年 2 次（每次取 2 个分析样）

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

矿区土地复垦监测的目标是为及时获得土地复垦的实际效果，管护的目标是为了达到土地复垦的质量要求。

矿区土地复垦监测的任务是对复垦区布置监测点，并进行监测。管护的任务是对复垦区内的工程、植被采用一定的方法进行管护。

（二）措施和内容

1、土地复垦监测位置及数量

土地复垦监测点位于露天采场和矿山道路等范围，监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长情况、土壤质量等，平均每月监测一次，每年监测 12 次。

2、土地复垦管护措施和内容

土地复垦管护对象主要为复垦的植被，管护年限为3年，管护方法为灌溉、施肥、病虫害防治等。灌溉次数要视大气降雨情况而定，施肥、病虫害防治均为每年2次。

（三）主要工程量

矿区土地复垦监测和管护主要工程量见表5-9。

表5-9 矿区土地复垦监测和管护工程量汇总表

编号	工作内容	单位	工程量	备注
1	土地复垦监测	次	276	平均每月监测一次
2	土地复垦管护	次	276	平均每月监测一次

八、监测设施设备和人员配置

为准确获取各项地面观测及调查数据，矿山地质环境保护与土地复垦监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。根据监测方法采用适当的监测设施保证监测结果的科学性和可信度，具体设备及其耗损费用详见表5-10。监测设施主要利用矿山地质环境保护与土地复垦措施中的截、排水沟和沉沙池等；监测仪器主要有皮尺、GPS仪、雨量计、取样器、数码相机以及植被盖度测量仪器等。

表5-10 矿山地质环境保护与土地复垦监测设备及费用

分类	监测设备	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)	备注
1	径流泥沙观测设备				8700	
①	称重仪器（电子天平、台秤）	台	2	800	1600	
②	泥沙测量仪器（1L量筒、比重计）	个、支	10	50	500	
③	烘箱	台	1	3500	3500	
④	取样仪器（三角瓶）	个	50	30	1500	
⑤	采样工具（铁铲、铁锤、水桶等）	批	2	800	1600	
2	地表变形观测场观测设备				73700	
①	观测仪器（皮尺）	把	5	100	500	
②	观测仪器（钢卷尺）	把	6	20	120	
③	无人机	台	2	20000	40000	
④	全站仪	台	2	10000	20000	
⑤	手持式GPS定位仪	套	2	6000	12000	
⑥	测杆	根	6	180	1080	
3	植被调查设备				9500	
①	植被高度观测仪器（测高仪）	台	1	5700	5700	
②	植被测量仪器（测绳、剪刀）等	批	1	600	600	

③	坡度仪	个	1	3200	3200	
4	其他设备				22000	
①	数码相机	台	1	6000	6000	
②	笔记本电脑	台	2	8000	16000	
5	雨量监测仪	台	5	2000	10000	
6	全自动 GNSS 监测站仪	台	123	20000	2460000	
7	阵列式位移计	台	123	20000	2460000	
8	远距离红外夜视仪	台	4	20000	80000	
	合计				5123900	

项目区矿山地质环境保护与土地复垦监测可由具有监测能力的建设单位自行监测，也可委托具有第三方机构承担。根据本项目建设规模及方案确定的监测内容、方法、点位和频次，共设 3 名监测员（工程师 2 名、技术员 1 名）。

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

根据矿山地质环境问题类型和矿山地质环境治理分区结果，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，提出总体工作部署和本方案适用年限内的年度实施计划。

矿山地质环境保护与土地复垦工作的各项措施贯穿于采矿活动的全过程，是工程措施、生物措施与监测措施合理结合的过程。

（一）总体部署原则

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”等原则，矿山地质环境保护与治理恢复工程总体部署遵循以下原则：

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

（二）矿山地质环境保护与土地复垦主要措施

- 1、重点防治区（A）：为矿山露天采场和矿山道路及其影响范围。

矿山开采区：主要采取截排水沟、沉淀池、台阶挡土墙、覆土、土地翻耕、警示牌等工程措施和生物措施进行防治，并采取监测措施。

矿山道路：主要采取生物措施进行防治，并采取监测措施和警示牌。

- 2、次重点防治区（B）：为评估区内矿区外东侧珠川河范围及其影响范围范围。主要采用河道改造、修建堤岸护坡等工程措施，并采取监测措施。

- 3、一般防治区（C）：为评估区内除了重点防治区以外范围。

主要采用监测措施进行防治。

对由其他采矿企业或个人进行采矿、挖土、取土等活动造成地质灾害或地形地貌景观破坏、土地资源破坏的，应遵循“谁破坏，谁治理”的原则进行矿山地质环境保护与土地复垦工作。

二、阶段实施计划

结合矿山实际情况及矿山开发方案设计，确定本方案的适用年限为 23 年，其中矿山基建剥离期 2 年，生产期 17 年，矿山闭坑后矿山地质环境保护治理与土地复垦施工期 1 年，管护期为 3 年。同时根据矿山地质环境影响评估结果，按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将本方案划分为近期、中期和远期 3 个规划阶段。其中近期为第 1~5 年、中期为第 6~10 年，远期为第 11~23 年。基准期以本矿山取得采矿许可证之日算起。

1、近期实施阶段（第 1~5 年）

（1）针对矿山开采可能引发的地质灾害修建防治工程，主要包括设置警示牌、截排水沟、沉淀池、拦渣坝、局部高陡边坡整治等措施，并对其进行维护；

（2）对矿山道路两侧等进行植被恢复工程；

（3）按照“边开采、边复垦”的原则，对露天采场上部台阶进行复垦，并对复绿植被进行管护。

（4）初步建立矿山地质环境监测系统，定期对地质灾害、含水层、地形地貌和水土环境、土地损毁程度进行监测，建立矿山地质环境预警机制，减少矿山地质环境问题的危害。

2、中期实施阶段（第 6~10 年）

（1）进一步对可能引发、遭受的地质灾害采取防治措施；对前期截排水沟、沉淀池、拦渣坝等进行定期维护，对前期复绿植被进行管护。

（2）按照“边开采、边复垦”的原则，继续对露天采场上部台阶进行复垦，并对复绿植被进行管护。

（3）完善矿山地质环境监测系统，定期对地下水位及水质、地形地貌景观及水土环境等进行监测，对突发性的地质环境问题要及时上报并作出妥善处理；

（4）对复垦效果进行监测、管护。

2、远期实施阶段（第 11~23 年）

（1）进一步对可能引发、遭受的地质灾害采取防治措施；对前期截排水沟、沉淀池、拦渣坝等进行定期维护，对前期复绿植被进行管护。

（2）按照“边开采、边复垦”的原则，继续对露天采场上部台阶进行复垦，并对复绿植被进行管护。

（3）矿山闭坑后对露天采场和矿山道路进行全面复垦，并对复绿植被进行管护。

（4）完善矿山地质环境监测系统，定期对地下水位及水质、地形地貌景观及水土环境等进行监测，对突发性的地质环境问题要及时上报并作出妥善处理；

（5）对复垦效果进行监测、管护。

各个阶段实施计划安排见表 6-1。本项目矿山地质环境保护与土地复垦工作安排见表 6-2。

表 6-1 阶段实施计划进度表

治理对象	近期 1~5 年					中期 6~10 年	远期 11~23 年
	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年		
露天采场	①采场周边设置截排水沟、7 个沉淀池，并定期维护；②设立警示牌；③监测措施。	①对+290m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对+270m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对+250m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对+210m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对开采平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④边坡危岩体、浮石清理；⑤监测措施。	①对露天采场全面复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③闭坑后垦为果园、乔木林地；④对前期复绿植被养护；⑤监测措施。
矿山道路	①道路两侧绿化；②设立警示牌；③监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①闭坑后复垦为乔木林地，作为进山道路；植被养护；②监测措施。

表 6-2 矿山地质环境治理与土地复垦工作实施计划表

治理对象	工作类别	项目名称	工作内容	单位	工作量	备注
项目区	矿山地质环境保护与土地复垦预防	露天采场截水沟	挖方	m ³	8829	
			浆砌块石	m ³	3996	
			砂浆抹面	m ³	266	
		沉淀池	挖土方	m ³	2200	
			浆砌块石	m ³	744	
			砂浆抹面	m ³	1296	
		排水涵洞	排水涵洞开挖	m	250	
		安全拦网	安全拦网	m ²	9038	
		安全挂网	安全挂网	m ²	100000	
		警示牌	警示牌	个	66	
		河道清淤	河道清淤	m	2200	
		河道护堤坝	浆砌块石	m ³	13200	
		警示牌	警示牌	个	66	
	土地复垦	土壤重构工程	表土购买	m ³	926905	
			表土覆土	m ³	1033064	
			土地翻耕	公顷	115.6325	
			土壤培肥	公顷	115.6325	
			土壤检测	组	2	
		植被重建工程	种植乔木、果树	株	57063	
			种植灌木爬山虎	株	119771	
			种植草种	公顷	24.6523	
			喷混植草	m ²	110200	
		配套设施工程	新建水渠	m	8230	
			挡土墙浆砌块石	m ²	40011	
	土地复垦监测与管护	土地复垦监测	土地复垦监测	次	276	1 次/月
		土地复垦管护	土地复垦管护	次	276	1 次/月
	矿山地质环境监测措施	矿山地质环境监测措施	崩塌/滑坡、泥石流、地表变形等地质灾害监测	次	276	12 次/年
			地下水监测	次	46	2 次/年
			地形地貌、土地资源监测	次	23	1 次/年
			地表水水样分析	次	92	2 次/年
			土壤土样分析	次	92	2 次/年

三、近期年度工作安排

1、第 1 年年度实施计划

根据开发利用方案，第一年主要为矿山基建期和矿山剥土，将开采至点处 +290m 平台，该年度实施计划为：在采场四周有汇水条件的地方修建截水沟，并修建沉淀池，所有汇水经沉淀池沉淀后才能外排；在临时堆场下游设置拦渣坝、截水沟和沉淀池；在有危险的地方设置醒目的安全标志；对开采过程形成的边坡危岩进

行清理；在矿区外围外道路两侧进行植树复绿；布置矿山地质环境监测点，并按时完成监测工作。

2、第 2 年年度实施计划

根据开采进度，第 2 年为基建期和矿山剥土，将开采至+270m 平台，年度实施计划为：定期维护截排水沟、沉淀池、拦渣坝等防治工程；对开采过程形成的边坡危岩进行清理及挂安全网防护措施；在开采形成高陡、危险的边坡周边设置醒目警示标志；对上部开采形成的+290m 以上永久边坡台阶进行覆土、植被重建；继续进行矿山地质环境监测工作。

3、第 3 年年度实施计划

根据开采进度，第 3 年为矿山正常生产期，将开采至+250m 平台，年度实施计划为：定期维护截排水沟、沉淀池、拦渣坝等防治工程；对开采过程形成的边坡危岩进行清理及挂安全网防护措施；在开采形成高陡、危险的边坡周边设置醒目警示标志；对上部开采形成的+270m 以上永久边坡台阶进行覆土、植被重建；继续进行矿山地质环境监测工作。

4、第 4 年年度实施计划

根据开采进度，第 4 年为矿山正常生产期，将开采至+210m 平台，年度实施计划为：定期维护截排水沟、沉淀池、拦渣坝等防治工程；对开采过程形成的边坡危岩进行清理及挂安全网防护措施；在开采形成高陡、危险的边坡周边设置醒目警示标志；对上部开采形成的+250m 以上永久边坡台阶进行覆土、植被重建；对前期复绿植被进行养护；对前期复绿植被进行养护；继续进行矿山地质环境监测工作。

5、第 5 年年度实施计划

根据开采进度，第 5 年为矿山正常生产期，将开采至+180m 平台，年度实施计划为：定期维护截排水沟、沉淀池、拦渣坝等防治工程；对开采过程形成的边坡危岩进行清理；在开采形成高陡、危险的边坡周边设置醒目警示标志；对存在崩塌安全隐患的岩质开采边坡应及时挂安全网防护；对上部开采形成的+210m 以上永久边坡台阶进行覆土、植被重建；对前期复绿植被进行养护；继续进行矿山地质环境监测工作。

表 6-3 近期（第 1-5 年）矿山地质环境保护工作安排表

工作类别	项目名称	工作内容	单位	工作量						备注
				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	合计	
矿山地质环境保护预防措施	露天采场截水沟	挖方	m ³	8829	/	/	/	/	8829	
		浆砌块石	m ³	3996	/	/	/	/	3996	
		砂浆抹面	m ³	266	/	/	/	/	266	
	沉淀池	挖方	m ³	1650	/	/	/	/	1650	
		浆砌块石	m ³	558	/	/	/	/	558	
		砂浆抹面	m ³	972	/	/	/	/	972	
	警示牌	警示牌	个	20	/	/	/	/	20	
矿山地质环境监测措施	矿山地质环境监测措施	崩塌/滑坡、地表变形等地质灾害监测	次	12	12	12	12	12	60	12 次/年
		地下水监测	次	2	2	2	2	2	10	2 次/年
		地形地貌、土地资源监测	次	1	1	1	1	1	5	1 次/年
		地表水水样分析	次	2	2	2	2	2	10	2 次/年
		土壤土样分析	次	2	2	2	2	2	10	2 次/年

表 6-4 近期（第 1-5 年）矿山土地复垦工作安排表

工作类别	项目名称	工作内容	单位	工作量						备注
				第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	合计	
土地复垦工程措施	土壤重构工程	土地翻耕	公顷	/	0.0555	0.7922	1.2073	2.0054	4.0604	
		土壤培肥	公顷	/	0.0555	0.7922	1.2073	2.0054	4.0604	
		表土覆土	m ³	/	556	7922	12074	20054	40606	
	植被重建工程	种植乔木	株	200	/	/	/	/	200	
		种植灌木爬山虎	株	/	289	4121	6281	10434	21125	
		种植草种	公顷	/	0.0555	0.7922	1.2073	2.0054	4.0604	
		喷播植草	m ²	/	960	1152	1382	1659	5153	
	配套设施工程	挡土墙浆砌块石	m ³	/	106	1498	2284	3794	7682	
土地复垦监测与管护措施	土地复垦监测	土地复垦监测	次	12	12	12	12	12	60	12 次/年
	土地复垦管护	土地复垦管护	次	12	12	12	12	12	60	12 次/年

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）经费编制原则和依据

- 1、本方案的工程布置、工作量、相关图件及说明。
- 2、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670号）；
- 3、《地质调查项目预算标准》（2021年试用）；
- 4、《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》（水总〔2003〕67号）；
- 5、《工程勘察设计收费管理规定》（计价格〔2002〕10号）；
- 6、财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）；
- 7、《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）；
- 8、主材价格通过云浮市工程材料信息造价站获得；
- 9、《广东省建筑工程综合定额》；
- 10、广东造价信息网公布数据。
- 11、现场调查收集的数据和本次的工程数量。

（二）取费标准和计算方法说明

根据本项目非公益性土地复垦工程特点，参考《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）（以下简称《预算定额》），项目预算由工程施工费、其它费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、不可预见费和价差预备费组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金组成。

（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。

a) 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：根据《土地开发整理项目预算定额标准》（2012 年）、《广东省国土资源厅 广东省财政厅关于印发〈广东省垦造水田项目预算编制指南（试行）〉的通知》（粤国土资耕保发〔2018〕104 号），参照《云浮建设工程造价信息》（2023 年第 1 期），工人日工资最低标高 95.22 元/日。

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

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

施工机械使用费定额：依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》标准计取。

b) 措施费

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

依据《预算定额》，临时设施费取费标准以直接工程费（或人工费）为基数，费率见表 7-1。

表 7-1 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	土方工程	直接工程费	2.00
2	石方工程	直接工程费	2.00
3	砌体工程	直接工程费	2.00
4	其他工程	直接工程费	2.00

冬雨季施工增加费取费标准以直接工程费为基数，取 0.7%。

施工辅助费取费标准以建筑直接工程费为基数，建筑工程取 0.7%。

安全施工措施费取费标准以建筑直接工程费为基数，建筑工程取 0.2%。

措施费费率见表 7-2。

表 7-2 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（%）	施工辅助费率（%）	安全施工措施费（%）	费率合计（%）
1	土方工程	直接工程费	2.00	0.70	0.70	0.20	3.60
2	石方工程	直接工程费	2.00	0.70	0.70	0.20	3.60

3	砌体工程	直接工程费	2.00	0.70	0.70	0.20	3.60
4	其他工程	直接工程费	2.00	0.70	0.70	0.20	3.60

(2) 间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

依据《预算定额》，根据工程类别不同，其取费基数和费率计取见表 7-3。

表 7-3 间接费费率表

编号	工程类别	计费基础	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	5.00
2	石方工程	直接费	6.00
3	砌体工程	直接费	5.00
4	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《预算定额》规定，费率取 3.0%，计算基础为直接费和间接费之和。

利润=（直接费+间接费）×3.0%

(4) 税金

根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号）文件要求，增值税原适用 10%税率的，税率调整为 9%。

2、设备费

设备购置费是指土地复垦方案中设计的设备所发生的费用。设备购置费不参与费率计取而设备安装及调试的人工费、机械使用费参与相应费率计取。本方案不涉及设备购置费。

3、其他费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费。

(1) 前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费或以工程施工费与设备购置费之和，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费。

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

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费公式计算，各区间按内插法确定。该方案的计费基数为 10000~20000 万，根据《预算定额》，项目可行性研究费取 44 万。

c) 项目勘测费

按不超过工程施工费的 1.5% 计算。该方案的计算公式为：项目勘测费=工程施工费×费率

d) 项目设计与预算编制费

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。该方案的计费基数为 10000~20000 万，根据《预算定额》，项目设计与预算编制费取 262 万。

e) 项目招标代理费

本项目不产生该费用。

f) 勘察设计费

勘察设计费包括勘察和设计费，勘察费计算标准参照《地质调查项目预算标准》（2021 年）专项环境地质、地质灾害测量预算标准，取 29604 元/km²。设计费参照项目设计和预算编制费计算，取 4.90 万元。

(2) 工程监理费

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，该方案的计费基数为 10000~20000 万，根据《土地开发整理项目预算编制规定》，工程监理费为 283 万元。

(3) 竣工验收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决策编制与审计费+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。该方案的计费基数为 10000~50000 万，根据《预算定额》，工程复核费费率为 0.45%。

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。

该方案的计费基数为 10000~50000 万，根据《预算定额》，工程验收费费率为

0.9%。

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准，采用差额定率累进法计算。该方案的计费基数为 10000~50000 万，根据《预算定额》，项目决算编制与审计费费率为 0.5%。

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。该方案的计费基数为 10000~50000 万，根据《预算定额》，整理后土地重估与登记费费率为 0.4%。

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。该方案的计费基数为 10000~50000 万，根据《预算定额》，标识设定费费率为 0.06%。

(4) 业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费（该项目无此费用）、竣工验收费之和作为计费标准，采用差额定率累进法计算，由于该方案的计费基数为 10000~20000 万，根据《预算定额》，业主管理费费率为 2.2%。

4、监测与管护费

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

(1) 监测费

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果以及可能产生的地质灾害的情况，方案设立监测点进行监测，本方案安排一定比例的监测费，从矿山开采开始时开始进行监测，平均每月监测一次，每年监测 12 次。按照工程施工费的 0.6%核定。

监测费=工程施工费×0.6%

(2) 管护费

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 3 年的管护，按时对复垦地区采取浇水、除虫等措施，以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。方案中取费标准按工程施工费中植物工程措施费用的 20%取费。

管护费=生物工程措施费×20%

5、不可预见费用

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

6、补充说明

对块石、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与其他取费（见表 7-4）。本次工程造价采用 2022 年 12 月云浮市建设工程信息造价与限价材料进行对比。

本方案中，超过主材价差的材料包括块石、柴油、砂子、料石。材料价差=Σ（材料预算价格-限价）×定额数量。

表 7-4 主材规定价格与当地工程造价价格对比表

序号	材料名称	单位	限价（元）	当地价格（元）	备注
1	水泥（普通硅酸盐水泥 P.OP.C42.5）	t	300	316	
2	灰沙砖	千块	240	380	
3	钢筋	t	3500	3500	
4	锯材	m ³	1200	1392.3	
5	柴油 0#	t	4500	5486.90	
6	汽油 92#	t	5000	6264.76	

表 7-5 当地次要材料价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格（元）	序号	名称及规格	单位	预算价格（元）
1	电	kW.h	0.85	11	橡胶止水圈	根	6.00
2	风	m ³	0.21	12	型钢	kg	5.53
3	水	m ³	0.66	13	专用钢模	kg	5.10
4	木柴	t	1392.30	14	土料	m ³	11.00
5	卡扣件	kg	6.50	15	煤油	kg	10
6	油毡	m ²	3.50	16	机油	kg	100
7	沥青	t	4700.00	17	氧气	m ³	30
8	预应力混凝土管 φ400mm	m	30.43	18	乙炔	m ³	90
9	组合钢模板	kg	5.64	19	铅油	kg	10
10	板枋材	m ³	929.84	20	油浸石棉盘根	kg	25

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

矿山地质环境治理工程总工程量见表 7-6。

表 7-6 矿山地质环境防治工程量估算表

措施	工作内容	单位	总工程量	备注
工程措施	截排水沟、沉淀池	m ³	11029	评估区内
	截排水沟浆砌块石	m ³	4740	评估区内
	挡墙浆砌块石	m ³	13200	评估区内
	砂浆抹面	m ²	1562	评估区内
	安全拦网	m ²	9038	评估区内
	安全挂网	m ²	100000	评估区内
	排水涵洞开挖	m ³	250	评估区内
	警示牌	个	66	评估区内
监测措施	地灾监测	次	276	每年 12 次
	地下水水质监测	次	46	每年 2 次（每次取 1 个分析样）
	地表水水质监测	次	46	每年 2 次（每次取 1 个分析样）
	土壤监测	次	46	每年 2 次（每次取 1 个分析样）
	地形地貌、土地资源测量	次	23	每年 1 次

2、投资估算

根据计算，矿山地质环境治理工程投资估算见表 7-7，矿山地质环境治理工程经费总额为 **2940.7383** 万元。

表 7-7 矿山地质环境治理工程投资估算表

费用类别	工作内容	单位	工程量	单价（元）	金额（万元）
一、工程施工费	截排水沟、沉淀池挖方	m ³	11029	25.40	28.0111
	截排水沟浆砌块石	m ³	4740	288.02	136.5216
	挡墙浆砌块石	m ³	13200	247.83	327.1360
	砂浆抹面	m ³	1562	19.00	2.9679
	安全拦网	m ²	9038	29.50	26.6628
	开挖排水涵洞	m	250	30000.00	750.0000
	河道清淤	m	2200	5000.00	1100.0000
	安全拦网	m ²	100000	20	200.0000
	警示牌	个	66	158.12	1.0436
	小计（万元）				2572.3429
二、监测费	地灾监测	次	276	670	18.4920
	地下水水质监测	次	46	500	2.3000
	地表水水质监测	次	46	500	2.3000
	土壤监测	次	46	500	2.3000
	地形地貌、土地资源测量	次	23	600	1.3800
	小计（万元）				26.7720
三、其他费用	勘察	km ²	4	29604	11.8416
	设计费	次	1	49000	4.9000
	工程监理费	工程施工费的 5%			128.6171
	竣工验收费	工程施工费的 3.19%			77.1703
	业主管理费	工程施工费、监测费、勘察设计费、工程监理费和竣工验收费之和的 2.4%			56.4329
	方案编制费	次	1	50000	5.0000
	小计（万元）				283.9619
四、不可预见费	工程施工费、监测费、其他费用之和的 3%				57.6615
合计	工程施工费+监测费+其他费用+不可预测费				2940.7383

（二）单项工程量与投资估算

单项工程单价与投资估算见下文表 7-16、表 7-17。

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

表 7-8 土地复垦工程量汇总表

序号	项目	单位	数量
一	土壤重构工程		
1	表土购买	m ³	926905
2	表土覆土	m ³	1033064
3	土地翻耕	公顷	115.6325
4	土壤培肥	公顷	115.6325
5	土壤检测	组	2
二	植被重建工程		
1	种植乔木、果树	株	57063
2	种植灌木爬山虎	株	119771
3	种植草种	公顷	24.6523
4	喷混植草	m ²	110200
三	配套设施工程		
1	新建农渠	m	8230
1-1	土方开挖	m ³	6584
1-2	砂浆浆砌石	m ³	3621.2
1-3	砂浆垫层	m ³	362.12
2	挡土墙浆砌块石	m ²	37631

2、投资估算

（1）动态总投资

本项目估算动态总投资为 **28267.8605** 万元，静态总投资为 **13578.1259** 万元，价差预备费为 **14689.7346** 万元。其中工程施工费 10584.8062 万元；其他费用 1418.8432 万元，监测与管护费 701.9771 万元，不可预见费 360.1095 万元。详见表 7-9~7-17。

表 7-9 土地复垦方案估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	各项费用占总费用的比例（%）
一	工程施工费	10584.8062	37.44
二	设备费	512.3900	1.81
三	其他费用	1418.8432	5.02
四	监测与管护费	701.9771	2.48
（一）	复垦监测费	63.5088	0.22
（二）	管护费	638.4683	2.26
五	预备费	15049.8441	53.24
（一）	不可预见费	360.1095	1.27
（二）	价差预备费	14689.7346	51.97
六	静态总投资	13578.1259	48.03
七	动态总投资	28267.8605	100

（2）价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及复垦工作安排进行价差预备费计算。假设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 ： $W_i = a_i \left[(1+r)^{n-1} - 1 \right]$ ，本方案最终确定价差预备费费率为 5%。矿山基建剥离期 2 年，生产期 17 年，矿山闭坑后矿山地质环境保护治理与土地复垦施工期 1 年，管护期为 3 年，故本方案适用年限为 23 年，价差预备费为 14689.7346 万元。

表 7-10 价差预备费计算表

年度	年投资（万元）	系数（ $1.05^{n-1}-1$ ）	价差预备费（万元）	动态投资（万元）
1	1931.2332	0.00	0.0000	1931.2332
2	58.2312	0.05	2.9116	61.1428
3	187.0248	0.10	19.1700	206.1948
4	285.1144	0.16	44.9412	330.0556
5	473.5944	0.22	102.0626	575.6570
6	378.8752	0.28	104.6762	483.5514
7	303.1008	0.34	103.0833	406.1841
8	242.4800	0.41	98.7137	341.1937
9	193.9840	0.48	92.6187	286.6027
10	155.1872	0.55	85.5591	240.7463
11	124.1496	0.63	78.0770	202.2266
12	99.3200	0.71	70.5509	169.8709
13	94.3540	0.80	75.0922	169.4462
14	89.6363	0.89	79.3863	169.0226
15	85.1545	0.98	83.4456	168.6001
16	80.8968	1.08	87.2818	168.1786
17	76.8519	1.18	90.9062	167.7581
18	73.0093	1.29	94.3294	167.3387
19	69.3589	1.41	97.5615	166.9204
20	7874.5924	1.53	12024.1104	19898.7028
21	233.9924	1.65	386.8590	620.8514
22	233.9924	1.79	417.9016	651.8940
23	233.9924	1.93	450.4963	684.4887
合计	13578.1259		14689.7346	28267.8605

（二）单项工程量与投资估算

表 7-11 工程施工费单价汇总表 单位：元

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费	间接费	利润	材料差价	税金	综合单价
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
一		土壤重构工程							
1-1	10221	表土覆土	100m ³	1069.81	53.49	33.70	327.67	133.62	1618.29
1-2	10043	土地翻耕	公顷	1675.85	83.79	52.79	290.40	189.26	2292.09
1-3	补 1	土壤培肥	公顷	10892.99	544.65	343.13	0.00	1060.27	12841.03
1-4	补 2	土壤检测	组	当地市场综合价					2000
1-5	补 6	表土购买	100m ³	当地市场综合价					6000
二		植被重建工程							
2-1	90001	植乔木、果树	100 株	5699.77	284.99	179.54	/	554.79	6719.09

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费	间接费	利润	材料差价	税金	综合单价
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
2-2	90013	种植灌木爬山虎	100 株	881.10	44.05	27.75	/	9.42	962.33
2-3	90030	撒播草籽	公顷	739.66	36.98	23.30	/	72.00	871.94
2-4	补 7	喷播植草	100m ²	当地市场综合价					15000
三		配套工程							
3-1	30020	浆砌块石挡土墙	100m ³	20595.88	1235.75	654.95	250.14	2046.30	24783.03
3-2	10030	人工开挖排水沟土方	100m ³	2154.47	107.72	67.87	/	209.71	2539.77
3-3	30022	浆砌块石排水沟	100m ³	23973.02	1438.38	762.34	250.14	2378.15	28802.03
3-4	30063	浆砌砖排水沟	100m ³	21665.66	1299.94	688.97	0.00	2066.90	25721.48
3-5	30066	砂浆抹面	100m ³	1611.81	80.59	50.77		156.89	1900.06
3-6	补 3	标志牌	个	132.86	7.97	4.23	/	13.06	158.12
3-7	补 4	安装拦网	m ²	2478.92	148.74	78.83	0.00	243.58	2950.07
3-8	补 5	排水涵洞开挖	m	当地市场综合价					10000

表 7-12 工程施工费预算表 单位：元

序号	定额编号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价	合计
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
一		土壤重构工程				73924649
1	补 6	表土购买	100m ³	9269.05	6000	55614300
2	补 2	土壤检测	组	2.00	5000.00	10000
3	10221	表土覆土 1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土	100m ³	10330.64	1618.29	16717943
4	10043	土地翻耕一、二类土	公顷	115.6325	2292.09	265040
5	补 1	土壤培肥	公顷	115.6325	11392.69	1317365
二		生物工程措施				21458035
1	90001	栽植乔木、果树（带土球 20cm 以内）	100 株	570.63	6578.61	3753952
2	90013	栽植灌木爬山虎（带土球 10cm 以内）	100 株	1197.71	962.33	1152587
3	90030	撒播草籽	公顷	24.6523	871.94	21495
4	补 7	喷播植草	100m ²	1102	15000	16530000
三		配套工程				10465378
1	30020	浆砌块石挡土墙	100m ³	376.31	24783.03	9326101
2		农渠				1139277
(1)	10030	排水沟土方开挖	100m ³	65.84	2539.77	167218
(2)	30063	浆砌砖排水沟	100m ³	36.212	25721.48	931426
(3)	30003	排水沟沟底砂浆垫层	100m ³	3.6212	11220.93	40633
总 计			/	/		105848062

表 7-13 矿山地质环境保护与土地复垦监测设备及费用

分类	监测设备	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备注
1	径流泥沙观测设备				8700	
①	称重仪器（电子天平、台秤）	台	2	800	1600	
②	泥沙测量仪器（1L 量筒、比重计）	个、支	10	50	500	
③	烘箱	台	1	3500	3500	
④	取样仪器（三角瓶）	个	50	30	1500	

⑤	采样工具（铁铲、铁锤、水桶等）	批	2	800	1600	
2	地表变形观测场观测设备				73700	
①	观测仪器（皮尺）	把	5	100	500	
②	观测仪器（钢卷尺）	把	6	20	120	
③	无人机	台	2	20000	40000	
④	全站仪	台	2	10000	20000	
⑤	手持式 GPS 定位仪	套	2	6000	12000	
⑥	测杆	根	6	180	1080	
3	植被调查设备				9500	
①	植被高度观测仪器（测高仪）	台	1	5700	5700	
②	植被测量仪器（测绳、剪刀）等	批	1	600	600	
③	坡度仪	个	1	3200	3200	
4	其他设备				22000	
①	数码相机	台	1	6000	6000	
②	笔记本电脑	台	2	8000	16000	
5	雨量监测仪	台	5	2000	10000	
6	全自动 GNSS 监测站仪	台	123	20000	2460000	
7	阵列式位移计	台	123	20000	2460000	
8	远距离红外夜视仪	台	4	20000	80000	
	合计				5123900	

表 7-14 其他费用估算表

序号	费用名称	费基（元）	费率（%）	金额（元）
一	前期工作费	105848062		5433534
1	土地清查费	105848062	0.5	529240
2	项目可行性研究费	105848062	/	635088
3	项目勘测费	105848062	1.5	1587721
4	项目设计与预算编制费	105848062	/	2681484
二	工程监理费	105848062	/	3069594
三	竣工验收费	105848062		3101348
1	工程复核费	105848062	0.55	582164
2	工程验收费	105848062	1.1	1164329
3	决算编制与审计费	105848062	0.7	740936
4	复垦后土地的重估与登	105848062	0.5	529240
5	标识设定费	105848062	0.08	84678
四	业主管理费	117452538	2.2	2583956
	合计			14188432

表 7-15 复垦监测与管护费估算表

序号	工程内容	费基（元）	费率（%）	金额（元）
1	复垦监测费	105848062	0.6	635088
2	管护费	31923413	20	6384683
3	合计（1+2）			7019771

表 7-16 不可预见费估算表

序号	工程内容	费基（元）	费率（%）	金额（元）
1	不可预见费	120036494	3	3601095
2	合计			3601095

表 7-17 直接工程费单价表

定额编号：[10221] 1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 1.5~2.0km~自卸汽车 8T 一、二类土					
定额单位：100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1069.81
(一)	直接工程费				1032.63
[1]	人工费				95.22
	甲类工	工日	0.1	95.22	9.52
	乙类工	工日	0.9	95.22	85.70
[2]	机械使用费				905.40
	单斗挖掘机 油动 斗容 1m ³	台班	0.22	656.69	144.47
	推土机 功率 59kw	台班	0.16	377.74	60.44
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.34	522.75	700.49
[3]	其他费用	%	3.2	1000.6152	32.02
(二)	措施费	%	3.6	1032.6349	37.17
二	间接费	%	5	1069.8097	53.49
三	利润	%	3	1123.3002	33.70
四	材料价差				327.67
[1]	柴油	kg	74.47	4.4	327.67
五	税金	%	9	1484.67	133.62
合计					1618.29
定额编号：[10043] 土地翻耕一、二类土					
定额单位：1 公顷					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1675.85
(一)	直接工程费				1617.62
[1]	人工费				1142.64
	甲类工	工日	0.6	95.22	57.13
	乙类工	工日	11.4	95.22	1085.51
[2]	机械使用费				466.93
	拖拉机 功率 59kw	台班	1.2	377.74	453.29
	三铧犁	台班	1.2	11.37	13.64
[3]	其他费用	%	0.5	1609.57	8.05
(二)	措施费	%	3.6	1617.62	58.23
二	间接费	%	5	1675.85	83.79
三	利润	%	3	1759.65	52.79
四	材料价差				290.40
[1]	柴油	kg	66	4.40	290.40
五	税金	%	9	2102.84	189.26
合计					2292.09
定额编号：[20331] 1.5m ³ 装载机装自卸汽车运石渣 运距 0.5~1km~自卸汽车 8T 露天作业。装、运、卸、回。					
定额单位：100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1576.42
(一)	直接工程费				1521.65
[1]	人工费				161.87
	甲类工	工日	0.1	95.22	9.52
	乙类工	工日	1.6	95.22	152.35
[2]	机械使用费				1327.02
	装载机 斗容 1.4~1.5m ³	台班	0.58	469.26	272.17
	推土机 功率 59kw	台班	0.26	377.74	98.21

	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.83	522.75	956.63
[3]	其他费用	%	2.2	1488.89	32.76
(二)	措施费	%	3.6	1521.65	54.78
二	间接费	%	6	1576.42	94.59
三	利润	%	3	1671.01	50.13
四	材料价差				558.932
	柴油	kg	127.03	4.40	558.932
五	税金	%	9	2280.07	205.21
合计					2485.28
定额编号: [10030] 人工挖沟渠(一、二类土), 上口宽 8m 以内。挖土、清理、修边底					
定额单位: 100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				2154.47
(一)	直接工程费				2079.60
[1]	人工费				1999.62
	甲类工	工日	1	95.22	95.22
	乙类工	工日	20	95.22	1904.40
[2]	其他费用	%	4	1999.62	79.98
(二)	措施费	%	3.6	2079.60	74.87
二	间接费	%	5	2154.47	107.72
三	利润	%	3	2262.19	67.87
四	材料价差	/	/	/	/
五	税金	%	9	2330.06	209.71
合计					2539.77
定额编号: [30020] 浆砌块石挡土墙, 拌和砂浆、砌筑、勾缝。					
定额单位: 100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				20595.88
(一)	直接工程费				19880.19
[1]	人工费				14740.06
	甲类工	工日	7.7	95.22	733.19
	乙类工	工日	147.1	95.22	14006.86
[2]	材料费				5041.23
	块石	m ³	108		0.00
	砂浆	m ³	34.65	145.49	5041.23
[3]	其他费用	%	0.5	19781.28	98.91
(二)	措施费	%	3.6	19880.19	715.69
二	间接费	%	6	20595.88	1235.75
三	利润	%	3	21831.63	654.95
四	材料价差				250.14
	块石	m ³	108		0.00
	水泥 32.5	kg	261	0.96	250.14
	砂	m ³	1.11	0.00	0.00
五	税金	%	9	22736.72	2046.30
合计					24783.03
定额编号: [30022] 浆砌块石排水沟, 拌和砂浆、砌筑、勾缝。					
定额单位: 100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				23973.02
(一)	直接工程费				23139.98
[1]	人工费				17910.88
	甲类工	工日	9.4	95.22	895.07
	乙类工	工日	178.7	95.22	17015.81
[2]	材料费				5113.97
	块石	m ³	108	0.00	0.00
	砂浆	m ³	35.15	145.49	5113.97

[3]	其他费用	%	0.5	23024.86	115.12
(二)	措施费	%	3.6	23139.98	833.04
二	间接费	%	6	23973.02	1438.38
三	利润	%	3	25411.40	762.34
四	材料价差				250.14
	块石	m ³	108		0.00
	水泥 32.5	kg	261	0.96	250.14
	砂	m ³	1.11	0.00	0.00
五	税金	%	9	26423.88	2378.15
合计					28802.03
定额编号：[补 2] 安装拦网，属于低碳钢丝，编织焊接而成。防腐形式：拦网喷塑。					
定额单位：100m ²					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				2478.92
(一)	直接工程费				2392.78
[1]	人工费				380.88
	乙类工	工日	4	95.22	380.88
[2]	材料费				2000.00
	围拦网	m ²	100	20	2000.00
[3]	其他费用	%	0.5	2380.88	11.90
(二)	措施费	%	3.6	2392.78	86.14
二	间接费	%	6	2478.92	148.74
三	利润	%	3	2627.66	78.83
五	税金	%	9	2706.49	243.58
合计					2950.07
定额编号：[补 3] 标志牌					
定额单位：个					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				132.86
(一)	直接工程费				128.25
[1]	人工费				47.61
	乙类工	工日	0.5	95.22	47.61
[2]	材料费				80.00
	标志牌	个	1	80	80.00
[3]	其他费用	%	0.5	127.61	0.64
(二)	措施费	%	3.6	128.25	4.62
二	间接费	%	6	132.86	7.97
三	利润	%	3	140.84	4.23
四	材料价差	/	/	/	/
五	税金	%	9	145.06	13.06
合计					158.12
定额编号：[90001] 栽植乔木					
定额单位：100 株					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				5699.77
(一)	直接工程费				5501.71
[1]	人工费				361.84
	乙类工	工日	3.8	95.22	361.84
[2]	材料费				5112.50
	树苗	株	102	50.00	5100.00
	复合肥	kg	2	2.50	5.00
	水	m ³	2	3.75	7.50
[3]	其他费用	%	0.5	5474.34	27.37
(二)	措施费	%	3.6	5501.71	198.06
二	间接费	%	5	5699.77	284.99
三	利润	%	3	5984.76	179.54
四	材料价差	/	/	/	/

五	税金	%	9	6164.30	554.79
合计					6719.09
定额编号: [90013] 栽植灌木					
定额单位: 100 株					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				881.10
(一)	直接工程费				850.48
[1]	人工费				323.75
	乙类工	工日	3.4	95.22	323.75
[2]	材料费				522.50
	树苗	株	102	5	510.00
	复合肥	kg	2	2.50	5.00
	水	m ³	2	3.75	7.50
[3]	其他费用	%	0.5	846.25	4.23
(二)	措施费	%	3.6	850.48	30.62
二	间接费	%	5	881.10	44.05
三	利润	%	3	925.15	27.75
四	材料价差	/	/	/	/
五	税金	%	9	952.91	9.42
合计					962.33
定额编号: [90030] 撒播（不覆土），种子处理、人工撒播草籽、不覆土					
定额单位: 公顷					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				739.66
(一)	直接工程费				713.96
[1]	人工费				199.96
	乙类工	工日	2.1	95.22	199.96
[2]	材料费				500.00
	种籽	kg	10	50	500.00
[3]	其他费用	%	2	699.962	14.00
(二)	措施费	%	3.6	713.96	25.70
二	间接费	%	5	739.66	36.98
三	利润	%	3	776.65	23.30
四	材料价差	/	/	/	/
五	税金	%	9	799.95	72.00
合计					871.94
定额编号: [30066]砌体砂浆抹面（厚 2cm）工作内容: 拌运砂浆、清洗表面、抹灰、压光					
定额单位: 100m ³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				1611.81
(一)	直接工程费				1555.80
[1]	人工费				1323.56
	甲类工	工日	0.7	95.22	66.65
	乙类工	工日	13.2	95.22	1256.90
[2]	材料费				184.00
	砂浆	m ³	2.3	80	184.00
[3]	其他费用	%	3.2	1507.56	48.24
(二)	措施费	%	3.6	1555.80	56.01
二	间接费	%	5	1611.81	80.59
三	利润	%	3	1692.40	50.77
四	材料价差	/	/	/	/
五	税金	%	9	1743.17	156.89
合计					1900.06
定额编号: [补 1] 土壤培肥, 碎土、施肥、清除杂物、休整等					
定额单位: 公顷					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				10892.99
(一)	直接工程费				10514.47

-1	人工费				1428.30
	甲类工	工日	15	95.22	1428.30
-2	材料费				8880.00
	植物秸秆粉料	t	15	100	1500.00
	施农家肥厩肥	t	15	200	3000.00
	长效复合复合肥	t	3	900	2700.00
	酸碱改良剂	t	3	500	1500.00
	杀虫剂	Kg	9	20	180.00
-3	其他费用	%	2	10308	206.17
(二)	措施费	%	3.6	10514	378.52
二	间接费	%	5	10893	544.65
三	利润	%	3	11438	343.13
四	材料价差	/	/		
五	税金	%	9	11781	1060.27
合计					12841.03
定额编号:	10207 换 0.5m³挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0.5~1km~自卸汽车 3.5T 挖装松土				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1043.17
(一)	直接工程费				1006.92
1	人工费		0	0	151.92
	甲类工	工日	0.09	95.22	8.57
	乙类工	工日	1.45	95.22	138.07
	其他人工费	%	3.6	146.64	5.28
2	材料费		0	0	0.00
3	机械费		0	0	855.00
	单斗挖掘机 油动 斗容 0.5m³	台班	0.27	505.78	136.56
	推土机 功率 59kw	台班	0.21	375.54	78.86
	自卸汽车 汽油型 载重量 3.5t	台班	1.83	333.26	609.87
	其他机械费	%	3.6	825.29	29.71
(二)	措施费	%	3.6	1006.92	36.25
二	间接费	%	5	1043.17	52.16
三	利润	%	3	1095.33	32.86
四	材料价差				
五	税金	%	9	1128.19	101.54
	合计				1229.72
定额编号:	30003 砂砾石垫层				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				9518.66
(一)	直接工程费				9187.89
1	人工费		0	0.00	3067.89
	甲类工	工日	1.6	95.22	152.35
	乙类工	工日	30.3	95.22	2885.17
	其他人工费	%	1	3037.52	30.38
2	材料费		0	0.00	0.00
	砾石	m³	102	60.00	6120.00
	其他材料费	%	1	6120.00	6120.00
3	机械费		0	0.00	0.00
(二)	措施费	%	3.6	9187.89	330.76
二	间接费	%	5	9518.66	475.93
三	利润	%	3	9994.59	299.84
四	材料价差		0	0.00	0.00
五	税金	%	9	10294.43	926.50
	合计				11220.93
定额编号:	40160 4m³搅拌机拌制混凝土				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				5649.06

(一)	直接工程费				5159.63
1	人工费		0	0	4270.62
	甲类工	工日	12.9	95.22	1228.34
	乙类工	工日	30	100	3000.00
	其他人工费	%	1	4228.34	42.28
2	材料费		0	0	0.00
3	机械费		0	0	889.01
	混凝土搅拌机 0.4m³	台班	4	206.69	826.76
	双胶轮车	台班	16.6	3.22	53.45
	其他机械费	%	1	880.21	8.8
(二)	措施费	%	3.6	5159.63	185.75
二	间接费	%	6	5345.38	320.72
三	利润	%	3	5666.10	169.98
四	材料价差				
五	税金	%	9	5836.08	525.25
	合计				6361.33
定额编号:	10040 人工清理表土				金额单位:元
序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				368.65
(一)	直接工程费				355.84
1	人工费		0	0	355.84
	甲类工	工日	0.2	95.22	19.04
	乙类工	工日	3.5	95.22	333.27
	其他人工费	%	1	352.31	3.52
(二)	措施费	%	3.6	355.84	12.81
二	间接费	%	5	368.65	18.43
三	利润	%	3	387.08	11.61
四	材料价差		0	0	0.00
五	税金	%	9	398.69	35.88
	合计				434.57
定额编号: [10134] 人工装自卸汽车运土 运距 0~1.0km~自卸汽车 8T 一、二类土					
定额单位: 100m³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				2720.41
(一)	直接工程费				2625.88
[1]	人工费				1685.39
	甲类工	工日	0.9	95.22	85.70
	乙类工	工日	16.8	95.22	1599.70
[2]	机械使用费				859.06
	推土机 功率 59kw	台班	0.06	377.74	22.66
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.6	522.75	836.40
[3]	其他费用	%	3.2	2544.4584	81.42
(二)	措施费	%	3.6	2625.8811	94.53
二	间接费	%	5	2720.4128	136.02
三	利润	%	3	2856.4334	85.69
四	材料价差				327.67
[1]	柴油	kg	74.47	4.4	327.67
五	税金	%	9	3269.79	326.98
	合计				3596.77
定额编号: [20060] 电钻钻孔一般石方开挖 (V-VIII)					
定额单位: 100m³					
序号	项目名称	单位	数量	单价(元)	小计
一	直接费				5026.88
(一)	直接工程费				4852.20
[1]	人工费				2637.59
	甲类工	工日	1.4	95.22	133.31
	乙类工	工日	26.3	95.22	2504.29

[2]	材料费				947.69
	电钻钻头	个	0.69	5	3.45
	电钻钻杆	m	2.53	8	20.24
	炸药	kg	25	13.6	340.00
	电雷管	个	38	3	114.00
	导电线	m	94	5	470.00
[3]	机械使用费				1116.46
	电钻 1.5kw	台班	0.99	260	257.40
	推土机 功率 59kw	台班	0.06	377.74	22.66
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.6	522.75	836.40
[4]	其他费用	%	3.2	4701.7484	150.46
(二)	措施费	%	3.6	4852.2043	174.68
二	间接费	%	5	5026.8837	251.34
三	利润	%	3	5278.2279	158.35
四	材料价差				327.67
[1]	柴油	kg	74.47	4.4	327.67
五	税金	%	9	5764.24	576.42
合计					6340.67

表 7-18 施工机械台班费定额

编号	机械名称	机型规格	费用构成									备注	合计 (元)
			(一)				(二)						
			折旧费 (元)	修理及替换 设备费 (元)	安装拆卸 费 (元)	小计 (元)	人工 (工 日)	柴油 (kg)	电 (kwh)	风 (m³)	水 (m³)		
1004	挖掘机	单斗油动 斗容 1m³	159.13	163.89	13.39	336.41	2	48				①不需要安装拆卸施工机械，台 班费不计算此项费用； ②人工费按甲类工计算； ③市场价每吨柴油价 8880 元， 超过主材规定价格每吨 4500 元，执行材料价差计算； ④电 0.85 元/kw.h、风 0.21 元 /m³、水 0.66 元/m³； ⑤材料价差计算公式：材料差格 ×工程量×单位工程量需台班机 械（材料）数量。	708.41
1013	推土机	59kw	33.52	40.42	1.52	75.46	2	44					429.46
1012	推土机	40～ 55kw	29.42	39.06	1.37	69.85	2	40					405.85
1026	铲运机	拖式斗容 3-4m³	24.38	32.14	3.12	59.64							59.64
4012	自卸汽车	柴油型载 重 8t	129.37	77.60		206.97	2	47					574.47
1021	拖拉机	履带式 59kw	43.45	52.13	2.82	98.40	2	55					501.9
1020	拖拉机	履带式 40～ 55kw	31.06	37.27	1.79	70.12	2	43					419.62
1049	犁	无头三铧	3.10	8.27		11.37							11.37
1009	装载机	斗容 1.4～ 1.5m³	82.13	53.35		135.48	2	51					520.98
1036	内燃压 路机	6～8t	20.23	36.69		56.82	2	24					320.82
1031	自行式 平地机	118kw	153.41	163.80		317.21	2	88					869.21

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

1、矿山地质环境治理工程经费估算

根据计算，本项目估算矿山地质环境治理防治工程经费总额为 **2940.7383** 万元。

2、土地复垦工程经费估算

根据计算，本项目土地复垦工程估算动态总投资为 **28267.8605** 万元。

因此本矿山地质环境保护与土地复垦项目总投资为 **2940.7383+28267.8605=31208.5988** 万元，平均约 **13.69** 万元/亩。见表 7-19。

表 7-19 地质环境保护与土地复垦工作总费用构成与汇总表

编号	费用名称	金额（万元）
1	矿山地质环境治理工程经费估算	2940.7383
2	土地复垦工程经费估算	28267.8605
合计	/	31208.5988

（二）近期年度经费安排

根据上文近期年度工作安排，本矿的经费安排如下表 7-22。

表 7-22 地质环境保护与土地复垦工作近期年度经费安排表

治理对象	近期 1~5 年				
	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
露天采场	①采场周边设置截排水沟、7 个沉淀池，并定期维护；②设立警示牌；③监测措施。	①对+290m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对+270m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对+250m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。	①对+210m 以上平台进行复垦；②继续定期维护截水沟、沉淀池等；③对前期复绿植被养护；④监测措施。
矿山道路	①道路两侧绿化；②设立警示牌；③监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。	①植被养护；②监测措施。
费用（万元）	2264.3412	62.4814	207.5334	331.3942	576.9956

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

本项目矿山地质环境保护与土地复垦工作监测管护责任主体为中电建（云浮）绿色矿业有限公司。健全的组织管理机构是本方案顺利实施的可靠保证，因此建立由矿山负责人为组长和矿山地质环境保护与土地复垦管理人员等技术骨干力量为成员组成的管理机构，以负责本方案的具体施工、协调和管理的工作。土地复垦管理机构的主要工作职责如下：

（1）认真贯彻、执行“预防为主、防治并重”的方针，确保工作的安全进行，充分发挥矿山地质环境保护与土地复垦工程的效益。

（2）建立矿山地质环境保护与土地复垦目标责任制，将其列入工程进度、质量考核的内容之一，每小阶段向土地行政主管部门汇报矿山地质环境保护与土地复垦的进度情况，并制定下一阶段的详细实施计划。

（3）充分了解和掌握现阶段的矿山地质环境保护与土地复垦情况及其落实状况，为管理机构决策本阶段和下阶段的方案与措施提供第一手基础资料，并联系、协调好管理部门和各方的关系，接受土地行政主管部门的检查与监督。

（4）加强土地复垦有关法律、法规及条例的学习和宣传力度，组织有关工作人员进行环保、土地复垦知识的技术培训，做到人人自觉树立起矿山复垦意识，人人参与土地复垦的行动中来。

（5）在矿山地质环境保护与土地复垦施工过程中，定期或不定期地对在建或已建的工程进行检测，随时掌握其施工、绿化成活及生长情况，并进行日常维护保养，建立、健全各项工作的档案、资料，主动积累、分析及整编资料，为矿山地质环境保护与土地复垦工程的验收提供相关资料。

二、技术保障

针对本项目区内矿山地质环境保护与土地复垦的方法，经济、合理、可行，达到合理高效利用土地的标准。矿山地质环境保护与土地复垦所需的各类材料，可由市场购买，有充分的保障。项目一经批准，立即设立专门办公室，具体负责治理和复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，项目实施单位必须严格按照矿山地质环境保护与土地复垦总体规划方案执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

（1）矿山地质环境保护与土地复垦实施中，根据本方案总体框架，与相关技术单位合作，编制阶段性实施计划，及时总结阶段性复垦实践经验，修订本方案。

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

（3）建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按计划有序进行。

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

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

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

三、资金保障

广东省为规范矿山地质环境治理恢复基金的计提、使用和监管，根据《矿产资源法》、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号）、《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》（国发〔2017〕29号）、《财政部 国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）（以下简称《指导意见》）等有关要求，制定《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》（粤自然资规字〔2020〕6号）。

凡在广东省行政区域内从事矿产资源开采活动的采矿权人，均应按照本办法规定设立矿山地质环境治理恢复基金（以下简称“基金”），按照“谁破坏、谁治理”的原则，开展矿山地质环境治理恢复工作。

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

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

采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，反映基金的计提与使

用情况，并将基金账户开设情况报送矿山所在地县级以上自然资源、财政和生态环境主管部门。新建矿山应当在取得采矿权登记后 1 个月内建立基金账户。土地复垦费签署三方监管协议，基金按照管理办法计提。

固体矿山基金按年度计提，年度基金计提额按照核定的治理基金总额、占用资源总矿石量、实际生产矿石量确定。基金总额核算依据经审查通过的“矿山地质环境保护与土地复垦方案”中估算的总经费确定，**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**；当矿山剩余服务年限不足 3 年的（含 3 年），采矿权人应当根据矿山地质环境治理恢复与土地复垦实施情况，重新复核所需经费，一次性足额计提基金。

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

（一）矿山环境治理资金

本矿山环境治理工作主要总费用约 **2940.7383** 万元，从生产成本中平均摊销，本矿山总服务年限为 20 年，其中基建期 2.0 年，生产期 17.0 年，闭坑治理期 1.0 年，矿区设计采出矿石量 14469.66 万 m³；即单位产量预存额为 0.20 元/m³。具体安排见表 8-1。

表8-1 矿山地质环境治理费用预存安排表

序号	年份	环境治理年度费用预存额（万元）	备注
1	2023 年	2940.7383	
2	合计	2940.7383	

（二）土地复垦资金

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

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

本方案确定的矿山土地复垦资金以基金形式按年度计提，应遵循提前预存、分阶段足额预存原则，在项目生产建设服务年限内结束前 1 年预存完毕所有费用。

建议：土地复垦总投资为 28267.8605 万元，本矿设计开采服务年限约 20 年，从 2023 年开始预存资金，于 2038 年预存完毕，逐年预存，第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的 20%。按要求完成年度或阶段的矿山土地复垦工程经验收合格后，结余的基金可以结转为下年度或下一阶段使用；当采矿权人计提的基金总额不能满足矿山土地复垦实际所需费用的，应当以实际所需费用差额进行补足。本方案拟定本次矿山土地复垦费用预存安排见表 8-2。

表8-2 矿山土地复垦费用预存安排表

序号	阶段预存资金时间（年度）	资金（万元）
1	2023 年	5653.5721
2	2024 年	1507.6192
3	2025 年	1507.6192
4	2026 年	1507.6192
5	2027 年	1507.6192
6	2028 年	1507.6192
7	2029 年	1507.6192
8	2030 年	1507.6192
9	2031 年	1507.6192
10	2032 年	1507.6192
11	2033 年	1507.6192
12	2034 年	1507.6192
13	2035 年	1507.6192
14	2036 年	1507.6192
15	2037 年	1507.6192
16	2038 年	1507.6196
17	合计	28267.8605

（三）基金使用

基金计提后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成年度或阶段的矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程经验收合格后，结余的基金可以结转为下年度或下一阶段使用。基金使用范围：

- 1、因矿产资源开发活动造成崩塌、滑坡、泥石流等矿山地质环境问题的预防与治理恢复支出；
- 2、因矿产资源开发活动造成地表植被损毁和地形地貌景观破坏的预防与治理恢复支出；
- 3、因矿产资源开发活动造成地下含水层破坏的预防与治理恢复支出；
- 4、矿山地质环境监测和管护支出；
- 5、因矿产资源开发活动占用或损坏的土地复垦支出；

6、矿山地质环境治理恢复与土地复垦相关的其他支出。

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

矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务履行完成并通过验收的，由采矿权人清算基金使用情况，结余基金可以调出基金账户。

（四）基金监督管理

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

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

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

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

采矿权人有下列行为的，分类分情况予以处置：

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

2、采矿权人不按规定承担矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务或履行不到位、承担责任不足，县级以上自然资源主管部门可依据相关法律法规对其进行处罚；同时县级以上自然资源主管部门可委托第三方进行地质环境治理恢复与土地复垦，治理费用由该采矿权人从矿山地质环境治理恢复基金中列支，不足部分由该采矿权人补齐。对于拒不履行矿山地质环境恢复治理义务的企业，有关主管部门应将其违法违规信息建立信用记录，纳入全国信用信息共享平台，通过“信用中国”网站、国家企业信用信息公示系统等向社会公布，为相关行业、部门实施联合惩戒提供信息，并可指定符合条件的社会组织就其破坏生态环境的行为向人民法院提起公益诉讼，依据相关法律法规规定对其进行处罚并追究其法律责任。

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

四、监管保障

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

（2）按照本方案确定计划安排，并根据复垦技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因项目区发生变化的复垦计划，以确保土地复垦各项工程落到实处。

（3）坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的土地复垦自觉行动意识。

（4）加强土地复垦政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动土地复垦的积极性。提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。保护积极进行土地复垦的村委会以及村民的利益，充分调动其土地复垦的积极性。提高社会对土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

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

五、效益分析

矿山地质环境保护与土地复垦方案实施的目的在于控制项目区的新增水土流失，防止土壤大量流失，维护矿山开采建设安全运行，绿化、美化环境，恢复和重建矿山损毁的土地及植被，改善矿山开采后的生态环境，促进区域经济、环境的可持续发展。

（一）生态效益分析

对采矿生产损毁和扰动土地及植被进行土地复垦是实现生态效益的重要措施。因此在本方案中，要对采矿生产损毁的林地尽量恢复其原有功能。对于损毁区根据整治后的形状设计，按照“合理布局、因地制宜”的原则进行治理，建立起新的土地利用生态体系，形成新的人工和自然绿色景观，尽量使矿区开采对生态环境的影响减小到最低，使矿区周边的生态环境有大的改观。

（二）经济效益分析

本矿复垦面积约 152.0329 公顷；其中复垦为果园 90.9802 公顷、乔木林地 61.0527 公顷，复垦率为 100%。

项目区土地复垦后建成果园 90.9802 公顷，约 1365 亩，果园之上种植果树。其中果树以种植荔枝为主，平均亩产荔枝果约 300 公斤，按 2 元/斤的收购价进行收购，其利润每年约 600 元/亩，有一定的经济效益。

项目区土地复垦后建成乔木林地 61.0527 公顷，约 916 亩，林地之上种植乔木。林木种植 10 年后可以砍伐，减去工人砍伐人工费及运输费用，林木以每亩 4000 元的价格收购，有一定的经济效益。

（三）社会效益分析

矿区进行矿山地质环境保护与土地复垦工程，有效的改善了矿区环境，符合国家关于十分珍惜合理利用每一寸土地的国策。同时通过土地复垦方案的实施，一是有利于矿区及附近农林业的安全生产，实现当地社会经济的可持续发展；二是在矿区内营造适生的其他林地产区，不仅防治了区域水土流失，而且将会改善当地群众的生产、生活质量。

六、公众参与

本项目公众参与形式主要有三种形式：一是在复垦方案编制前的现场调查过程中采用走访调查形式进行；二是在复垦方案编制基本完成后，采取走访调查的形式进行；三是在方案实施与验收过程中采取土地权属人与相关管理部门共同开展土地损毁调查评估，共同进行复垦规划确定与工程验收形式进行。

1、方案编制期间的公众参与情况

由于矿山开采项目会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活。矿山地质环境保护与土地复垦规划要在充分了解当地人民群众意愿和观点的基础上，使建设项目更加民主化、公众化，以避免片面性和主观性，使该项建设的规划、设计、施工和运行更加完善，更加合理，从而有利于最大限度地发挥该项目的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制过程中，为使本方案做到因地制宜，保护与复垦工作切实可行，技术人员对当地群众和相关政府部门进行了公众参与调查。

1) 项目区内村民、村集体及自然资源部门意见

在中电建（云浮）绿色矿业有限公司技术人员的陪同下，编制人员对项目区进行现场踏勘，并随机走访了保护与复垦影响区域的土地权利人，并以发放《公众调查表》和走访的形式，积极听取了项目影响区域内土地权利人的意见，得到了他们的大力支持。

本次调查内容涉及公众对矿山开采项目矿山地质环境保护与土地复垦工作的态度、对该项目有利影响和不利影响的想法、公众的愿望和要求等。根据调查结果显示，通过调查走访，大多数被调查人员对保护与复垦工作了解或一般了解，对本矿区设计展的保护与复垦工作的效果较满意。在向被调查人员解释本项目实施的意义后，绝大多数人对此表示支持，认为该项目的实施对当地经济和自然环境能起到积极作用。当地群众针对保护与复垦工作，主要提出了以下几点问题和意见：

- （1）担心矿山开采项目会对土地造成不良影响；
- （2）建议保护与复垦时尽量提高复垦质量要求；
- （3）尽可能在生产的情况下恢复植被。

2) 项目区内相关政府部门参与情况

目前，在方案编制过程中主要以项目区内的自然资源主管部门为主，在听取业主及编制单位汇报后，云浮市云安区自然资源局经过讨论形成以下几点要求及建议：

（1）对矿山开发所造成损毁的土地尽快采取保护与复垦措施；

（2）矿山地质环境保护与土地复垦工作需充分考虑当地的政策、自然、社会经济等因素，尽可能的恢复土地利用价值；

（3）方案确定的保护与复垦质量要求应符合国家和地方的有关土地利用总体规划要求，评估范围、复垦责任范围和复垦面积准确真实；

（4）矿山地质环境保护与土地复垦的实施应尊重土地所有权及使用权人的意愿，保护与复垦措施符合本项目的特点及本地实际情况，切实可行；

（5）在矿山开发过程中应尽可能采取一定的预防控制措施，减少地质环境影响和损毁土地面积。

由以上意见可以看出，群众和政府部门都希望保护与复垦工作能落到实处，在制定科学合理的保护与复垦措施基础上，进一步改善当地生态环境。

依据以上意见，方案编制人员实地调研了当地的保护与复垦工作，对于合理科学的保护与复垦技术在方案中已采纳，同时提出了更为先进的保护与复垦措施，另外还制定了严格的保护与复垦工作计划安排和保障措施，确保该工程费用和费用按照规划设计来实施。

2、矿山地质环境保护与土地复垦实施中的参与计划

上节叙述了方案编制期间的公众参与情况，只是作为本方案在确定矿山地质环境保护与土地复垦方向以及制定相应措施等方面的依据。在随后的保护与复垦计划实施、监测等方面将建立相应的参与机制，进一步加强与当地自然资源主管部门的联系，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至当地整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的保护与复垦技术，积极宣传矿山地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1）组织人员

矿方技术人员将与当地相关部门进行长期的、积极有效的合作，在方案实施过程中，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2）参与方式

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，参与形式主要为座谈会形式，要求项目涉及区域的代表参加，确保项目涉及区域内民众充分知晓项目计划、进展和效果。

3) 参与人员

在群众方面，主要为项目涉及区域的土地权利人。

在政府相关职能部门方面，将进一步加强与项目区内自然资源主管部门的沟通，还将加大和扩大重点职能部门的参与力度和范围，如林业局、环保局和审计局等。

4) 参与时间和内容

(1) 保护与复垦实施前

中电建（云浮）绿色矿业有限公司承诺将根据本方案确定的保护与复垦安排相应工作，在每次制订保护与复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对矿山生产可能造成或遭受的地质灾害、实际损毁土地面积、损毁程度等进行调查。

(2) 保护与复垦实施中

中电建（云浮）绿色矿业有限公司承诺将在每年年底进行一次参与式公众调查，主要是对保护与复垦实施效果、实施进度、实施措施落实和费用落实情况进行调查。

(3) 竣工验收

中电建（云浮）绿色矿业有限公司承诺竣工验收时将邀请当地相关政府部门、专家和部分群众代表一起参与，验收结果将向公众公布，对公众提出质疑的地方，将及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。

七、绿色矿山建设

按照《国土资源部 财政部 环境保护部国家质量监督检验检疫总局 中国银行业监督管理委员会 中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规[2017]4号）、《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》等有关要求，对于新建矿山，在新立采矿权出让过程中，出让机关应对照绿色矿山建设要求和相关标准，在出让合同中明确开发方式、资源利用、矿山地质环境保护与治理恢复、土地复垦等相关要求及违约责任，要求矿山企业按照绿色矿山标准进行规划、设计、建设和运营管理。

第九章 结论与建议

一、结论

1、云浮市云安区都杨镇牛栏坑矿区建筑用花岗岩矿为新设采矿权矿山。中电建(云浮)绿色矿业有限公司经竞拍后获得该矿山采矿权,并办理采矿权登记手续。矿区范围面积 1.5192km²,开采标高+325m 至+30m;开采矿种为建筑用花岗岩矿,设计开采方式为露天开采,年生产规模 850 万 m³。该矿山总服务年限为 20 年;其中矿山基建剥离期 2 年,生产期 17 年,矿山闭坑后矿山地质环境保护治理与土地复垦施工期 1 年,管护期为 3 年。基准期以矿山正式投产之日算起。

2、本方案编制主要工作量:收集区域地质报告 2 份、矿产资源储量核实报告(包括评审意见书和备案证明) 1 份,矿产资源开发利用方案(包括评审意见书) 1 份,矿区土地利用现状图、土地利用规划图各 1 份。矿山地面调查面积约 4.00km²,修测剖面 2 条,评估区面积约 3.96km²,调查路线约 15.0km,综合调查点 430 个,野外数码摄影 112 张(本方案附照片 14 张),完成文字报告 1 份,附图 7 幅。

3、矿区面积为 1.5192km²(合计 151.9197 公顷),本项目共损毁土地面积 152.0329 公顷,其中挖损土地面积 151.9197 公顷,压占土地面积 0.1132 公顷。损毁土地地类及面积为:乔木林地 148.2263 公顷、其他林地 3.3775 公顷和农村道路 0.4291 公顷。损毁土地单元及面积为:露天采场 151.9197 公顷、矿山道路 0.1132 公顷。区内无永久性建设用地,土地复垦责任范围为 152.0329 公顷。

4、经现场调查,项目区已损毁土地面积 0,拟损毁土地面积 152.0329 公顷。损毁土地包括露天采场和矿山道路;露天采场土地损毁程度为重度损毁,矿山道路土地损毁程度为中度损毁。

5、土地复垦目标依据项目区现状图纸及损毁土地预测,本项目损毁面积为 152.0329 公顷,区内无永久性建设用地,土地复垦区及复垦责任范围为 152.0329 公顷。复垦目标和任务为:复垦为果园 90.9802 公顷、乔木林地 61.0527 公顷,复垦面积共 152.0329 公顷,复垦率为 100%。

6、评估区重要程度为较重要区,矿山地质环境条件复杂程度为复杂,矿山生产建设规模属大型,确定矿山地质环境影响评估级别为一级。

7、评估区内现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻;现状评估采矿活动对含水层的影响程度较轻,对地形地貌景观的影响程度较轻,对水土环境污染

的影响程度为较轻，综合现状评估矿山建设和开采活动对矿山地质环境影响程度为较轻。现状评估分区将评估区划分为 1 个矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）共 1 个区。矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）面积 3.96km²，占评估区总面积的 100%。

8、预测采矿活动可能引发或遭受的地质灾害为崩塌/滑坡、泥石流，综合预测评估地质灾害对矿山地质环境影响严重；预测矿山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程度严重，对水土环境污染的影响程度为较轻，因此综合预测评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。预测评估分区将评估区划分为 1 个矿山地质环境影响严重区（Ⅰ）、1 个矿山地质环境影响较严重区（Ⅱ）和 1 个矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）共 3 个区。矿山地质环境影响严重区（Ⅰ）面积 1.52km²，占评估区总面积的 38.38%；矿山地质环境影响较严重区（Ⅱ）面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%；矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%。

9、根据矿山地质环境影响评估结果，将评估区划分为矿山地质环境重点防治区（A）、次重点防治区（B）和矿山地质环境一般防治区（C）等 3 个级别区。矿山地质环境影响重点防治区（A）面积 1.52km²，占评估区总面积的 38.38%；次重点防治区（B）面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%；矿山地质环境一般防治区（C）面积 1.22km²，占评估区总面积的 30.81%；。

10、矿山地质环境防治措施主要是规范开采活动、修筑截排水沟、砌体拆除、土地翻耕、植被重建、矿山地质环境监测等。

11、本方案估算矿山地质环境保护与土地复垦项目总投资为 **31208.5988 万元**；其中矿山地质环境保护工程经费总额为 **2940.7383 万元**，土地复垦动态总投资为 **28267.8605 万元**。

9、方案实施后，预测将很大程度上改善矿山地质环境，如矿山开采过程中造成的地质灾害、水土环境污染、植被破坏将得到修复与改观，能美化环境，恢复矿山生态环境。

二、建议

1、矿山采矿活动过程中，应严格执行“边开发、边保护、边治理”的原则，充分贯彻“动态施工、信息化施工”的原则，按照本方案对矿山地质环境问题提出预防和治理措施。对本方案提出的要求，矿山应认真组织实施，分期分阶段做好本矿山地质环境保护与土地复垦的勘查、设计、治理等工作。

2、矿山应设立地质环境监测和应急管理体系，加强监测技术方法和措施的落实，及时处理各种地质环境问题。发现异常的地质灾害监测数据，应该及时向有关部门反映，并及时采取地质灾害应急措施，做到及时发现和治理，减轻矿区环境破坏程度。

3、矿山建设应严格遵守国务院《地质灾害防治条例》，认真执行矿山资源开发利用方案和采矿设计，及时消除安全隐患，避免地质灾害的发生。

4、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿山地质环境治理工作，随时接受自然资源部门检查。

5、矿山开采应严格实施地质灾害防治工程“三同时”制度，经批准地质灾害防治工程，必须与矿山主体工程同时设计、同时施工、同时验收。

6、矿山生产过程需严格按照要求做好环境保护工作，最大限度降低对周边环境的影响。

7、本方案不代替矿山地质环境保护与土地复垦工程的设计、勘察与施工阶段，具体实施时需由有相应资质的单位承担。

8、矿山开采后，由于本矿山汇水面积较大，暴雨情况下易对下游的安全造成一定的影响，因此建议采矿权人在开采过程中应注意矿山截排水设施建设和汇水引流等事宜。

9、矿山在开采过程中，特别是矿山剥离矿体上覆覆盖层时，应严格按照开发方案进行安全施工开采，按照标准预留好各边坡高度、边坡角和台阶宽度，以保证各开采边坡平台满足设计要求，及时监测各开采边坡平台的稳定性，及时预防因矿山开采可能引发崩塌/滑坡等地质灾害对山顶造成损害。

10、矿山闭坑后进行矿山地质环境治理恢复工程，应先对区内的崩塌、滑坡、泥石流等潜在隐患采取工程治理措施消除后再进行全面复垦。

11、根据《关于加快建设绿色矿山的通知》（粤国土资规字〔2017〕6号）的相关要求，矿山建设时应按广东省绿色矿山建设要求建设。按照绿色矿山建设要求，各类资料的规范化、信息化和数字化管理归档。

12、根据《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）等要求：“……及矿山生产中排土场、矸石山、矿渣堆、尾矿库发生的各种灾害和问题，不作为地质灾害危险性评估的内容，但上述问题存在与评估区内，应在地质环境条件中进行论述，并在评估报告中建议具有相关资质的单

位按专业规范和要求进行专项评价。”因此，建议采矿权人委托具有相关资质的单位按专业规范和要求对临时堆场等地质灾害预测及其防治问题进行专项评价。有关临时堆场挡土墙的设计及施工需由具备相应资质单位或公司承担。

13、根据开发方案设计及采矿权人规划，在矿区范围内共设置 1#临时堆场和 2#临时堆场等两处临时堆场，临时堆场最低堆放标高+120m，矿山开采+120m 以下范围时不再设置临时堆场。由于矿山未提供+120m 以下范围开采时剥离土石方堆放相关设计，为保证矿山开采剥离时的生产安全，预防剥离土石方堆放产生的水土流失等问题，建议采矿权人对+120m 以下范围开采时剥离土石方堆放进行设计完善。其中，剥离层堆放时应严格按照排土堆放规范要求执行，严格控制堆放高度（防治冒顶堆放）和设计堆放量，每层堆放做好压实和排水处理，排土场设计投入使用时同步安装高清视频监测系统和自动化雨量测量计。

14、采矿权人应严格按照绿色矿山标准进行基建和开采，针对不确定、难预测且极易诱发地质灾害的重点监测对象，应做好地质灾害应急预案，规范开采，地质环境监测与保护的规范及标准化，自动化、数字化和信息化，使“边开采边复垦”贯穿矿山生产全程。

15、根据《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4号）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等要求，本矿山最大边坡超过 100m，建议采矿人每年至少进行 1 次边坡稳定性分析要求”。

16、本方案设计排水涵洞工程，由于该排水涵洞处未进行相关岩土工程勘察工作，无相关岩土工程参数，因此本方案相关设计仅供采矿权人参考。建议采矿权人委托相关资质单位对排水涵洞进行专项岩土工程勘察和施工设计。

17、本方案设计珠川河改造工程，由于该工程未进行相关规划、岩土工程勘察工作及相关设计，且该工程规划设计、勘察和施工等工作和本方案属不同主管部门管理，因此，本方案设计不代表该河道改造工程最终设计，建议采矿权人协调相关主管部门、委托相关资质单位对该工程规划设计、勘察和施工等工作。

18、根据前文本矿地质构造条件为中等，对矿山开采和安全生产有一定的影响。因此，建议采矿权人应结合企业具体情况和生产计划，每五年对本方案进行一次修编。

19、本矿山地质环境保护与土地复垦项目总投资为 31208.5988 万元，平均约 13.69 万元/亩，该亩均投资额较高。主要原因有：

（1）本矿山+120m 以下开采时未设计表土堆场等排土场地，矿山+120m 以下复垦用覆土来源为在当地外购表土，该部分费用较高。建议采矿权人对本矿山开发方案进行修编，补充表土堆场等排土场地相关设计，并根据有关规定办理用地手续。

（2）因本矿山开发利用方案设计露天采坑复垦为坑塘水面，其容积达到中型水库规模，在闭坑储水后存在突水、垮坝安全隐患。因此本方案在露天采坑坑底初步设计设置一处排水涵洞连接下游珠川河，可将采坑内汇水外排水排放至东侧下游珠川河，但由于区内暴雨情况下矿山汇水量较大，采坑汇水易对珠川河堤岸造成安全隐患。为此，应自然资源主管部门要求，本方案设计对评估区内珠川河进行改造前期初步设计。本方案排水涵洞、珠川河改造等前期设计仅为初步规划，为保证采矿权人后期在排水涵洞、珠川河改造等顺利进行，该工程费用取值时略高于广东省内类似工程经验。本方案设计不代表该排水涵洞、河道改造工程最终设计，建议采矿权人协调各相关主管部门、委托相关资质单位对该工程规划设计、勘察和施工等工作。

20、观音山矿区及本矿区南侧的排水都流入珠川河，珠川河两岸有麦坑村及南山村两个村庄，其中麦坑村共有约 250 户居民，约有人口 1500 人；南山村共有约 150 户居民，约有人 630 人。根据现场踏勘及已有历年信息，该区域每两年有一次河水溢出村道的情况发生，防洪情况本不乐观。

根据《云浮市云安区都杨镇观音山矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，观音山矿区日最大降雨矿坑汇水量 $420760\text{m}^3/\text{d}$ ，根据前文，本矿山矿区日最大汇水量 $271488\text{m}^3/\text{d}$ ，两个矿区的日最大汇水量为 692248m^3 。经调查，受两个矿区排水直接影响的珠川河河道范围总长为 8720m，河流宽度 3~5m，河堤高度 2~3m，河道流速一般为 $1.5\text{m}^3/\text{s}$ ，河宽及高度按最小值计算，该部分受影响的珠川河河道过流能力约为 $777600\text{m}^3/\text{d}$ ，考虑原河道上游汇入进来的水量，河道上游日最大降雨矿坑汇水量 $712800\text{m}^3/\text{d}$ ，如遇五年一遇或以上级别洪水时，河道将无法及时排洪，下游两个村庄 400 户居民将直接受到淹浸，情况严重时，直接会危及两岸人民群众生命及财产安全。因此，两个矿山开采后，最大汇水量对珠川河及周边潜在防洪安全影响较大。

建议根据《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》等法律法规等文件精神，河道治理应由当地政府部门及水利主管部门组织实施。建议采矿权人与政府及相关职能部门协调沟通，通过河道治理等措施将河道的行洪能力提升，以满足两个矿区的日最大汇水量汇入河道，防止河水溢出。