广东省湛江茂达项目投资有限公司廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

湛江茂达项目投资有限公司

2025 年 4 月

广东省湛江茂达项目投资有限公司廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：湛江茂达项目投资有限公司

法人代表：陈太华

编制单位：闽武长城建设发展有限公司

法人代表：戴瑞奇

总工程师：熊海和

项目负责：陈　明

编写人员：杨　明　吴冬强

制图人员：廖文智

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

<table>
<tr><td rowspan="11">矿山企业</td><td>矿山企业名称</td><td colspan="3">湛江茂达项目投资有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>陈太华</td><td>联系电话</td><td>13699802313</td></tr>
<tr><td>统一社会
信用代码</td><td colspan="3">91440881MADT1CDN6T</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="3">廉江市城南街道南通中路 182 号</td></tr>
<tr><td>矿山名称</td><td colspan="3">广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿</td></tr>
<tr><td rowspan="2">采矿许可证</td><td colspan="3">☑新申请 □延续 □变更（□扩大开采规模 □扩大矿区范围 □变更开采方式□变更矿种）</td></tr>
<tr><td colspan="3">以上情况请选择一种并打“√”</td></tr>
<tr><td>开采矿种</td><td>储量规模</td><td>矿山开采规模</td><td>开采方式</td></tr>
<tr><td>建筑用花岗岩；
饰面用花岗岩</td><td>374.60 万/m^3;
119.76 万/m^3</td><td>50 万 m^3/a；
15 万 m^3/a</td><td>露天开采</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="3">闽武长城建设发展有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>戴瑞奇</td><td>联系电话</td><td>0591-22851193</td></tr>
<tr><td rowspan="5">主要编制</td><td>姓　名</td><td>职　责</td><td>联系电话</td></tr>
<tr><td>陈　明</td><td>项目负责</td><td>188 6018 8223</td></tr>
<tr><td>杨　明</td><td>编写人员</td><td>135 9909 0408</td></tr>
<tr><td>吴冬强</td><td>编写人员</td><td>156 9599 9937</td></tr>
<tr><td>廖文智</td><td>制　　图</td><td>189 6087 0032</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>审查申请</td><td colspan="4">我公司已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，并承诺按批准后的矿山地质环境保护与土地复垦方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作，请予以审查。

湛江茂达项目投资有限公司
2025 年 4 月 14 日

联系人：陈太华　　联系电话：13699802313</td></tr>
</table>

目　录

附表目录

附件目录

附图目录

序号	图号	图名	比例尺
1	1	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿山地质环境问题现状评估图	1：2000
2	2	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿山地质环境问题预测评估图	1：2000
3	3	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿区土地损毁预测图	1：2000
4	4	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿区土地复垦规划图	1：2000
5	5	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿山地质环境治理工程部署图	1：2000
6	6	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿区土地利用现状图	1：2500
7	7	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿区土地利用总体规划图	1：8000
8	8	广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿区“三区三线”成果图	1：5000

前　言

一、任务的由来

广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿为新设立矿山，根据《关于廉江市2021年第一批次采矿权招标拍卖挂牌出让年度计划的批复》（廉府函〔2021〕186号），廉江市自然资源局组织该矿的采矿权招标拍卖挂牌出让工作。于2024年9月5日，湛江茂达项目投资有限公司通过湛江市公共资源交易系统参与采矿权网上竞价出让活动，竟得该标的，成为廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿的矿权人（附件1）。

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：矿权人在申请办理采矿许可证前，应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2024年12月25日，受湛江茂达项目投资有限公司的委托（附件2），闽武长城建设发展有限公司承担了《广东省湛江茂达项目投资有限公司廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面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。

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）》的第三部分编写技术要求中5.1的规定，本方案是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，但不代替相关工程勘查、治理设计。

二、编制目的

方案编制目的是尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏；保护和合理利用土地资源，防治矿山开采造成的土地损毁，通过土地复垦使土地恢复到可利用状态，促进矿产资源的合理开发利用与经济社会、资源环境的协调发展。为矿山地质环境保护、监测及治理和土地复垦实施等提供技术依据，同时也为自然资源主管部门监督检查提供依据。

主要任务为：

1、充分收集矿山地质环境相关资料，进行矿山地质环境及土地资源综合调查。查

明矿山地质环境条件、土地资源利用现状，查明矿山地质环境问题，客观地确定评估精度、等级、范围、复垦土地类型和用途。

2、根据综合调查成果，结合《开发利用方案》和矿山地质环境条件特征等对开采活动及其影响范围内的矿山地质环境问题现状、土地损毁情况进行评估，对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受和加剧的地质环境问题和项目区土地损毁方式、面积、类型等进行预测评估。

3、在评估的基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区和确定土地复垦区复垦责任范围。

4、从技术、经济、土地适宜性和水土资源平衡等方面进行矿山地质环境治理与土地复垦可行性进行分析。

5、提出矿山地质环境治理、修复与土地复垦技术措施，矿山地质环境监测、土地复垦监测和管护方案，明确各项工作的目标任务。

6、对矿山地质环境治理与土地复垦工作分阶段进行工作部署，并明确近五年工作安排情况。

7、进行矿山地质环境治理工程、土地复垦工程的经费估算，提出矿山地质环境保护与土地复垦的保障措施。

三、编制依据

（一）法律、法规及规章

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、《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；

8、《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；

9、《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）；

10、《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）；

11、《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）；

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

13、《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）；

14、《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）；

15、《广东省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》（2008 年修正）；

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

17、《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）；

18、《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）；

2、《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）；

3、《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）；

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

5、《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）；

6、《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）；

7、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（粤资源资发〔2020〕6 号）；

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

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

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

11、《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）；

12、《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）；

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

14、《广东省国土资源厅等六部门关于广东省绿色矿山建设的工作方案》（粤国土资规字〔2017〕5 号）；

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

16、《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）；

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

18、《广东省自然资源厅关于做好 2020 年绿色矿山建设工作的通知》（粤自然资矿管〔2020〕285 号）；

19、《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）；

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

（三）规范、规程及标准

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（自然资源部，2016 年 12 月）；

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

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

4、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

5、《矿山地质环境调查评价规范》（DD 2014-05）；

6、《广东省矿山生态修复技术指南（试行）》（广东省地质环境监测总站，2021 年）；

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

8、《土地复垦方案编制规程 第 2 部分：露天煤矿》（TD/T1031.2-2011）；

9、《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资源部，2023 年 11 月）；

10、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

11、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；

12、《土地整治项目验收规程》（TD/T1013-2013）；

13、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部经济建设司、国土资源部财政司，2012 年）；

14、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订）》（广东省地质灾害防治协会，2023 年 3 月）；

15、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

16、《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）；

17、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；

18、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1：50000）》（DZ/T 0261-2014）；

19、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

20、《崩塌/滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

21、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/T 12719-2021）；

22、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；

23、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；

24、《区域地质图图例》（GB 958-2015）；

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

26、《工程岩体分级标准》（GB 50218-2014）；

27、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

28、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 版）；

29、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）

30、《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）；

31、《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ 610-2016）；

32、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；

33、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

34、《地下水监测规范》（SL/T183-2019）；

35、《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）；

36、《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；

37、《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.2-2001）；

38、《生产矿山土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；

39、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2015）；

40、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

41、《矿产地质勘查规范 硅质原料类》（DZ/T 0207-2020）；

42、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；

43、《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-2018）；

44、《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）；

45、《量和单位》（GB 3100-3102-1993）。

（四）技术文件与资料

1、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿资源储量核实报告》，广东省地质建设工程集团公司，2022 年 7 月；

2、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿资源储量核实报告》评审意见书（粤资储评审字[2022]127 号），广东省矿产资源储量评审中心，2022 年 8 月；

3、《关于〈广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿资源储量核实报告〉评审结果的函》（粤储审评[2022]127 号）；

4、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》，广东省地质矿产公司，2022 年 9 月；

5、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面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]29 号），广东省矿业协会，2022 年 12 月；

6、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿采矿权地质灾害危险性评估报告》，贵州地矿基础工程有限公司，2023 年 2 月；

7、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿采矿权地质灾害危险性评估报告》评审意见书（粤地协地评审字[2023]57 号），广东省地质灾害防治协会，2023 年 2 月；

8、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》，广东省地质矿产公司，2024 年 12 月；

9、《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》审查意见书（湛矿开审字[2024]11 号），湛江市矿业与地质环境监测中心，2025 年 1 月；

10、《1：20 万廉江幅区域地质测量报告书》，广东省地质局区域地质测量大队，1965 年；

11、《1：20 万廉江幅水文地质补充调查报告》，广东省地质局区水文地质工程地质大队，1972 年；

12、《1:20 万雷州半岛及廉江幅区域水文地质普查》，广东省地质局水文工程地质一大队，1981 年；

13、《1：5 万塘蓬幅区域地质调查报告报告》，广东省地质矿产局 704 地质大队区调分队，1987 年；

14、《廉江市地质灾害防治“十四五”规划》（2021-2025 年），廉江市自然资源局，2021 年；

15、廉江市土地利用现状图（项目区）（由廉江市自然资源主管部门提供）；

16、廉江市国土空间总体规划图 2021-2035（项目区）（由廉江市自然资源主管部门提供）；

17、“三区三线”成果图（项目区）（由廉江市自然资源主管部门提供）；

18、本次野外实地调查资料和《广东土壤》（1993 年科学出版社出版的图书）、《廉江年鉴（2023）》（2023 年方志出版社出版的图书）、湛江市工程造价信息网等相关资料。

四、方案适用年限

由《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》指出，本矿山生产年限约 8.0 年，基建期 1.0 年，闭坑治理期 1.0 年，矿山总的服务年限 10 年。

本着“预防为主、防治结合，在开发中保护、在保护中开发”、“边开采边治理”的原则。按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》的要求，新建矿山的方案适用年限根据开发利用方案确定，基准年以矿山正式投产之日算起，考虑到矿山闭坑后对土地复垦的管护期，确定本方案适用年限为 11 年，其中，矿山边开采边治理期 8 年、矿山闭坑整治 1 年、土地复垦管护期 2 年，基准年暂定为 2027 年 1 月 1 日（最终以矿山正式投产日算起）。

矿山今后扩大开采规模、变更矿区范围、开采方式或开采矿种的，还需按照有关规定，重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

五、编制工作概况

（一）承编单位基本情况

本方案编制单位为闽武长城建设发展有限公司（以下简称“我公司”），对于本方案投入的技术力量、责任分工情况和质量控制措施，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，实行公司领导下的项目负责制，项目组接受公司及湛江茂达项目投资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

项目组由 5 人组成。项目组设置主要岗位有：项目负责人：陈明；技术负责人：熊海和；水文地质专业技术人员：杨明；造价技术人员：吴冬强；土地复垦技术人员：杨明；工程制图人员：廖文智。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》（自然资源部，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）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）工作方法及工作程序

受矿权人的委托，我公司成立项目工作小组，按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》的工作程序（图 0-1）和技术要求，有计划分阶段地开展工作。

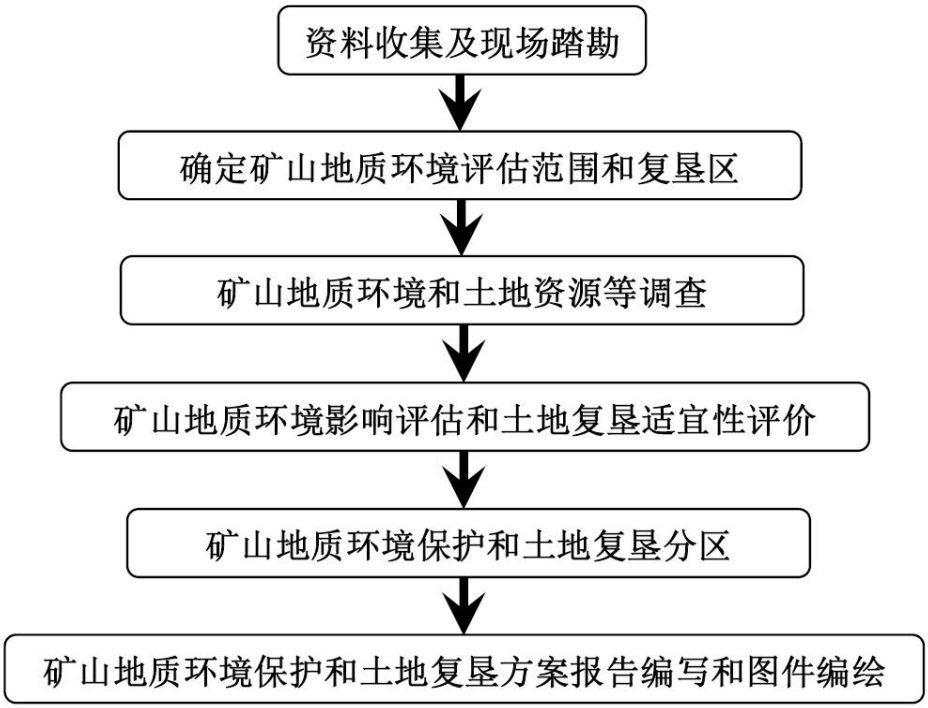


图 0-1 矿山地质环境保护与土地复垦方案工作程序框图

1、第一阶段：资料收集及现场踏勘，工作时间为 2024 年 12 月 25 日~2024 年 12 月 31 日。

主要是收集矿区区域地质资料、储量核实报告、开发利用方案等资料，并在此基础上，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、工程地质、环境地质、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复垦区，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、第二阶段：进行野外综合调查，包括矿山地质环境调查和土地资源调查等，工作时间为 2025 年 1 月 1 日~2025 年 1 月 10 日。

调查工作用手图比例尺为1：2000矿山地形地质图。调查的矿山类型为大型生产规模的露天矿山，开采矿种为建筑用花岗岩（微风化）、饰面用花岗岩矿（未风化），开采层位于覆盖层之下的晚侏罗世花岗岩（塘蓬岩体），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。调查方法以量测法、走访、拍照和素描为主，辅以取样测试；调查线路以穿越为主，以追索跟踪为辅。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，充分了解项目区的重要地质灾害（隐患）点、水文地质、土地资源、地形地貌景观的分布特征。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 2025 年 1 月 11 日~2025 年 4 月 10 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 AutoCAD 绘制，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。

（三）主要工作量

表 0-1　完成的主要实物工作量统计表

分项工作	工作内容	单位	工作量
收集资料及现场踏勘	《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿资源储量核实报告》及附图和附件（含评审意见书）	份	1
	《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》及附图和附件（含审查意见书）	份	1
	区域地质、水文地质、环境地质等资料	份	5
	项目区土地利用现状图、土地利用规划图、三区三线成果图	份	3
	现场踏勘范围面积	km^2	1.5

分项工作	工作内容		单位	工作量
矿山地质环境综合调查	地面调查面积		km^2	0.59
	评估区面积		km^2	0.59
	调查线路		km	8.5
	修测剖面		m /条	1718/4
	综合调查点 150 个	地质调查点	个	40
		水文地质调查点	个	25
		工程地质调查点	个	22
		地形地貌景观调查点	个	25
		土地类型调查点	个	20
		土壤及植被调查点	个	15
		环境地表水（水塘）调查点	个	3
	现场拍照片/报告附照片		张	150/7
编制成果	广东省湛江茂达项目投资有限公司廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案		份	1
	矿山地质环境问题现状评估图		幅	1
	矿山地质环境问题预测评估图		幅	1
	矿区土地损毁预测图		幅	1
	矿区土地复垦规划图		幅	1
	矿山地质环境治理工程部署图		幅	1
	矿区土地利用现状图		幅	1
	矿区土地利用总体规划图		幅	1
	矿区“三区三线”成果图		幅	1
	方案文本及附图电子文档		份	1

1、工作量

收集区域地质等报告 5 份、矿产资源储量核实报告及其评审意见书 1 份，矿产资源开发利用方案（修编）及其审查意见书 1 份，矿区土地利用现状图、土地利用规划图及三区三线成果图各 1 份。矿山地面调查面积约 0.59km^2，修测剖面 4 条，评估区面积 0.59km^2，调查路线约 8.5km，综合调查点 150 个，野外数码摄影 150 张（本方案附照片 7 张），完成文字报告 1 份，附图 8 幅，详见表 0-1。

2、工作质量评述

（1）资料收集

收集了矿区区域地质、水文地质等前人的成果报告以及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、土地利用现状图及三区三线成果图等资料，其中，矿产资源储量核实报告、矿产资源开发利用方案等资料均经相关评审机构通过评审，土地利用规划图、现状图及三区三线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）现场踏勘以及野外调查

现场踏勘以及野外调查时，利用矿区已完成的矿产资源储量核实成果图件以及开发利用方案附图作为工作底图，比例尺为 1：2000，地形底图坐标系为 2000 国家大地坐标系、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。

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（第三章第二节），本次评估级别为一级评估，则在图幅面积 10×10cm^2 的范围内（根据比例尺 1：2000 换算面积 40000m^2），调查控制点不应少于 10 个，评估区面积为 592828m^2，因此，本项目调查点数量不应少于 148 个。依据矿山工程布置、矿产开发、矿体分布及地貌特征等，野外调查工作路线布置为东西向路线与南北向路线交叉的网格型，调查路线间距为 50~100m，点距 20~150m，实际调查控制点为 150 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、土壤植被、水土环境及土地资源利用现状等矿山地质环境问题进行了记录、拍照，对照土地利用现状图核实矿区土地类型，并对原始记录及综合图件都进行 100%的自检和互检，项目负责 100%检查，各类地质资料经检查后，调查人员均依据检查意见进行修改、补充，因此野外调查工作真实、可靠，满足规范要求。

（3）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（修编）》；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》、《廉江年鉴（2023）》、工程造价信息等；廉江市自然资源部门提供的《土地利用现状图》、《土地利用总体规划图》、《三区三线成果图》。收集到以上资料成果可靠，基本满足《编制指南》和设计要求。

（4）方案及图件的编制

本方案的文字报告和图件的编制按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（自然资源部，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）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）等相关

规范进行，本方案图件除《土地利用现状图》、《土地利用总体规划图》及《三区三线成果图》外，采用 AutoCAD 绘制，工作底图采用最新的 1:2000 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，方案及图件经公司内部审核，审核结果为合格，方案文字报告和图件的编制工作满足规范要求。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范要求。

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

矿山名称：广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿

项目性质：新设立矿山

项目类型：生产项目

采矿权人：湛江茂达项目投资有限公司

经济类型：有限责任公司（附件11）

地　　址：廉江市城南街道南通中路182号

开采矿种：建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿

开采方式：露天开采

生产规模：65万m^3/a（其中建筑用花岗岩50万m^3/a，饰面用花岗岩15万m^3/a）

矿区面积：0.1272km^2

开采标高：102m至-20m

（二）地理交通位置

矿区位于广东省廉江市城区 330°方位，直距约 30km，行政区划隶属廉江市塘蓬镇管辖，位于塘蓬镇北面0°方位直距约5.2km。矿区中心点地理坐标大致为东经 110°07′12"、北纬 21°50′16"。

矿区有一简易公路，往西南约 2.0km 与省道 S287 连接，通过其向南可到廉江市城区，运距约 45km，交通条件较为便利（图 1-1）。

二、矿区范围及拐点坐标

根据廉江市人民政府《廉江市人民政府关于廉江市 2021 年第一批次采矿权招标拍卖挂牌出让年度计划的批复》(廉府函〔2021〕186 号)，廉江市自然资源局拟设置广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队饰面用花岗岩矿。根据 2022 年 7 月 11 日廉江市自然资源局文件《关于〈廉江市东升农场塘蓬分场七队饰面用花岗岩矿矿产资源储量核实报告〉矿种及名称调整的函》（附件 13），由现场钻探揭露矿石情况和野外验收专家组意见及建议，该矿矿种由原饰面用花岗岩调整为建筑用花岗岩、饰面用花岗岩。拟设矿区面积为

0.1272km²，矿区范围由 16 个拐点坐标圈定（表 1-1），开采标高为 102m 至-20m。

表 1-1　矿区范围拐点坐标（2000 国家大地坐标系）

点号	X	Y	点号	X	Y
1	2416095.20	37408951.35	9	2415998.93	37409218.05
2	2415933.57	37408830.36	10	2415922.38	37409204.75
3	2415997.33	37408786.88	11	2415921.63	37409084.48
4	2416384.71	37408813.57	12	2415834.69	37409013.49
5	2416348.95	37408978.54	13	2415874.40	37408860.79
6	2416259.26	37409004.59	14	2415960.60	37408922.16
7	2416118.82	37409093.63	15	2415979.89	37409035.81
8	2416071.92	37409182.21	16	2416058.26	37409009.30
矿区面积 0.1272km²，开采标高 102m 至-20m					

图例

县级政府驻地　铁　路　省道、编号及里程

镇级政府驻地　国家高速公路、编号及里程　县道及里程

村　庄　国道、编号及里程　矿区

县级行政区界

图 1-1　矿区交通位置图

三、矿山开发利用方案概述

2022 年 9 月，为了办理该矿采矿权出让、合理开发利用矿产资源提供依据，**廉江市自然资源局**委托广东省地质矿产公司完成编制了《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》（下称《原开发利用方案》），并通过了广东省矿业协会组织的专家评审（粤矿协审字[2022]29 号）。

2024 年 9 月 5 日，湛江茂达项目投资有限公司通过竞拍获得广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿采矿权，出让年限 10 年。

《原开发利用方案》采剥范围与拟设矿区范围一致，面积 127213m^2，因采矿权竞得人湛江茂达项目投资有限公司在前期用地审批时发现矿区内有部分范围矿农矛盾较复杂，租地难以解决，为此湛江茂达项目投资有限公司提出在竞拍价格不变的情况下（即矿区范围不变）缩小采剥范围，调整后采剥范围面积 113366m^2。同时，矿山工业场地用地范围基本确定，《原开发利用方案》拟设的办公生活区未能设置在确定的用地范围内，也需要重新调整总图布置；另外，根据廉江市自然资源局与湛江茂达项目投资有限公司 2024 年 9 月 26 日共同签定的非油气采矿权出让合同“拟出让年限为 10 年”的要求，需按调整后采剥范围确定的可采储量重新调整生产规模。因此，**湛江茂达项目投资有限公司**委托广东省地质矿产公司再次编制《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》。

（一）建设规模及产品方案

1、建设规模

根据该矿查明的资源情况及矿区开采技术条件，结合本地区板材及砂石矿产开发布局，本方案设计确定矿山生产规模为年产 65 万 m^3（其中建筑用花岗岩 50 万 m^3，饰面用花岗岩 15 万 m^3），按建设规模属大型建筑石料矿山。

2、产品方案

产品方案主要是饰面用花岗岩矿、建筑用花岗岩矿，无共伴生矿种。对矿区饰面用花岗岩边角料、残坡积层、全风化岩层、半风化岩层及机制砂尾泥均进行综合利用。

其中，饰面用花岗岩边角料作为建筑用花岗岩进行综合利用；残坡积层（其富含有机物）可用于矿山自身复垦绿化用土，亦可外运用于周边市政园林绿化客土，或大型基建工程场地平整用土；全风化层可作为大型基建工程场地平整用土，由于其含砂量高（含砂率达 54.34%），亦可销售至附近制砂厂进行水洗砂；半风化岩层岩石视风化程度，一般粗碎后块石可作为场地平整堆填料，部分抗压强度达到标准的还可作为砌筑块石。

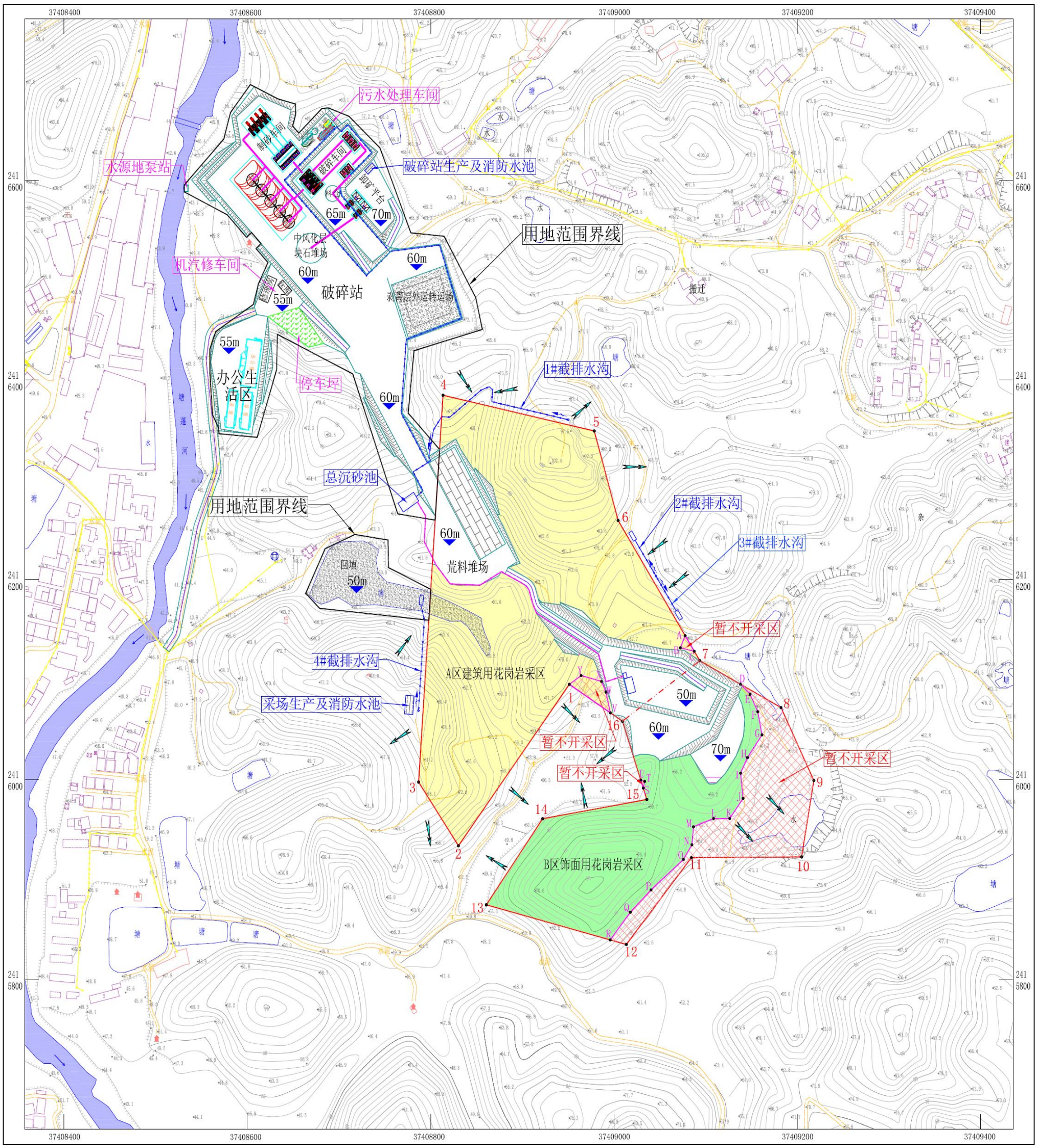


图 1-2　矿山基建终了平面布置图（据开发利用方案）

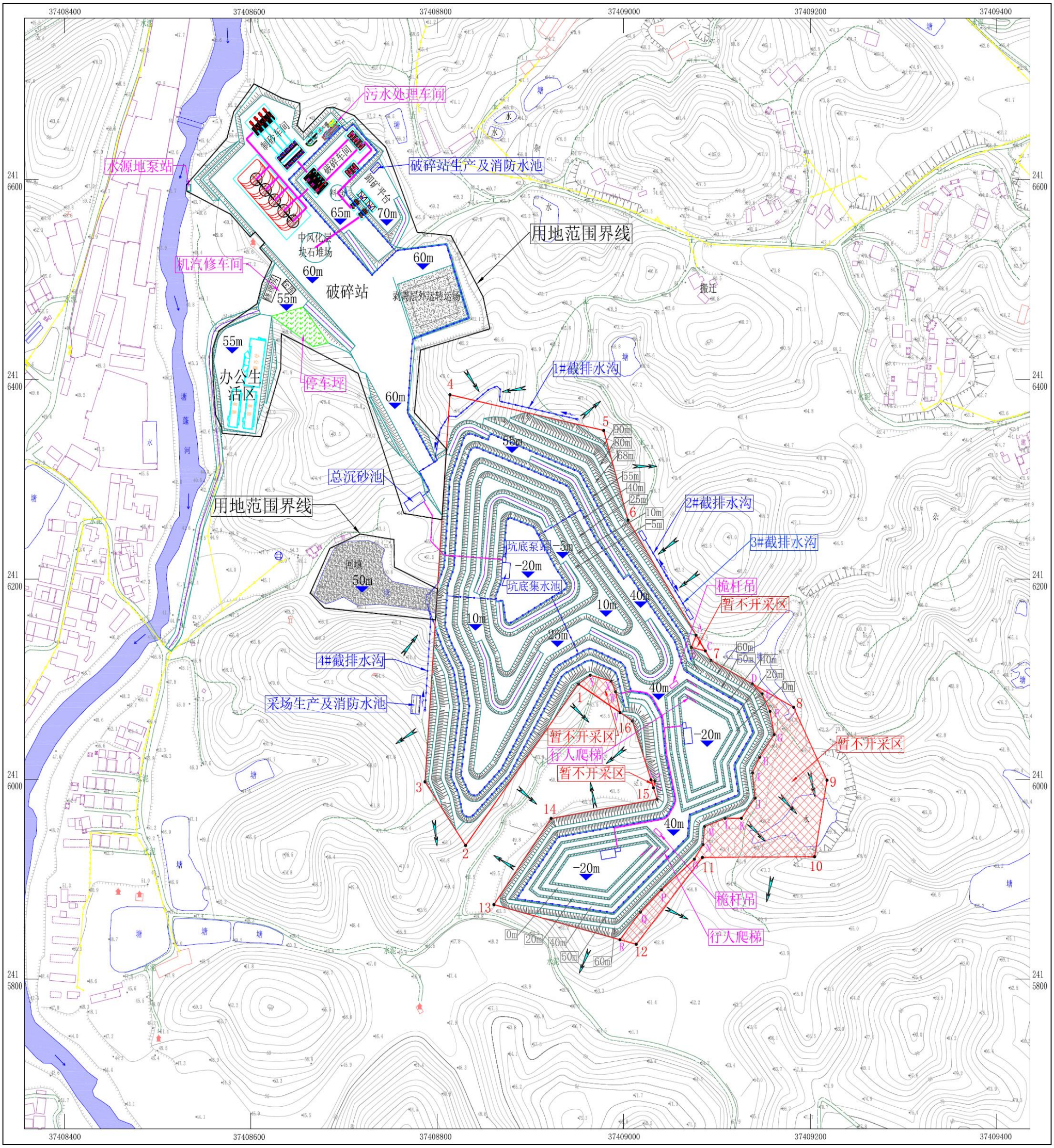


图 1-3　矿山开采终了平面布置图（据开发利用方案）

（二）矿山工程布局

本项目是新立矿山，根据开发利用方案，矿山总平面布置主要由露天采场（含荒料堆场）、破碎站（含破碎及制砂车间、污水处理车间及泵站、剥离层外运转运场、机汽修车间、停车坪等工业场地）、办公生活区、矿山防排水系统和生产及消防水池等设施组成（图 1-2 及图 1-3）。矿山工程布局的土地利用现状主要为果园地和乔木林地，不占用基本农田用地和生态保护区，项目区总占地面积 187888m²，详见表 1-2。

表 1-2　矿山布局用地情况汇总表（m²）

用地单元	0201 果园	0203 橡胶园	0204 其他园地	0301 乔木林地	0305 灌木林地	0404 其它草地	1006 农村道路	1104 坑塘水面	1101 河流水面	合计
露天采场	55851	2342	6552	40281	807	4555	714	2264	---	**113366**
破碎站	2856	7098	1069	33223	6867	---	1514	6090	214	**58931**
办公生活区	---	7432	---	---	---	---	90	---	---	**7522**
水塘回填用地	400	---	251	---	---	---	20	6857	---	**7528**
1#排水沟	187	---	---	---	---	---	---	---	---	**187**
2#及 3#排水沟和沉砂池	---	---	---	128	---	---	---	---	---	**128**
4#排水沟	55	---	---	---	---	---	---	---	---	**55**
采场生产及消防水池	171	---	---	---	---	---	---	---	---	**171**
合计	**59520**	**16872**	**7872**	**73632**	**7674**	**4555**	**2338**	**15211**	**214**	**187888**

1、露天采场

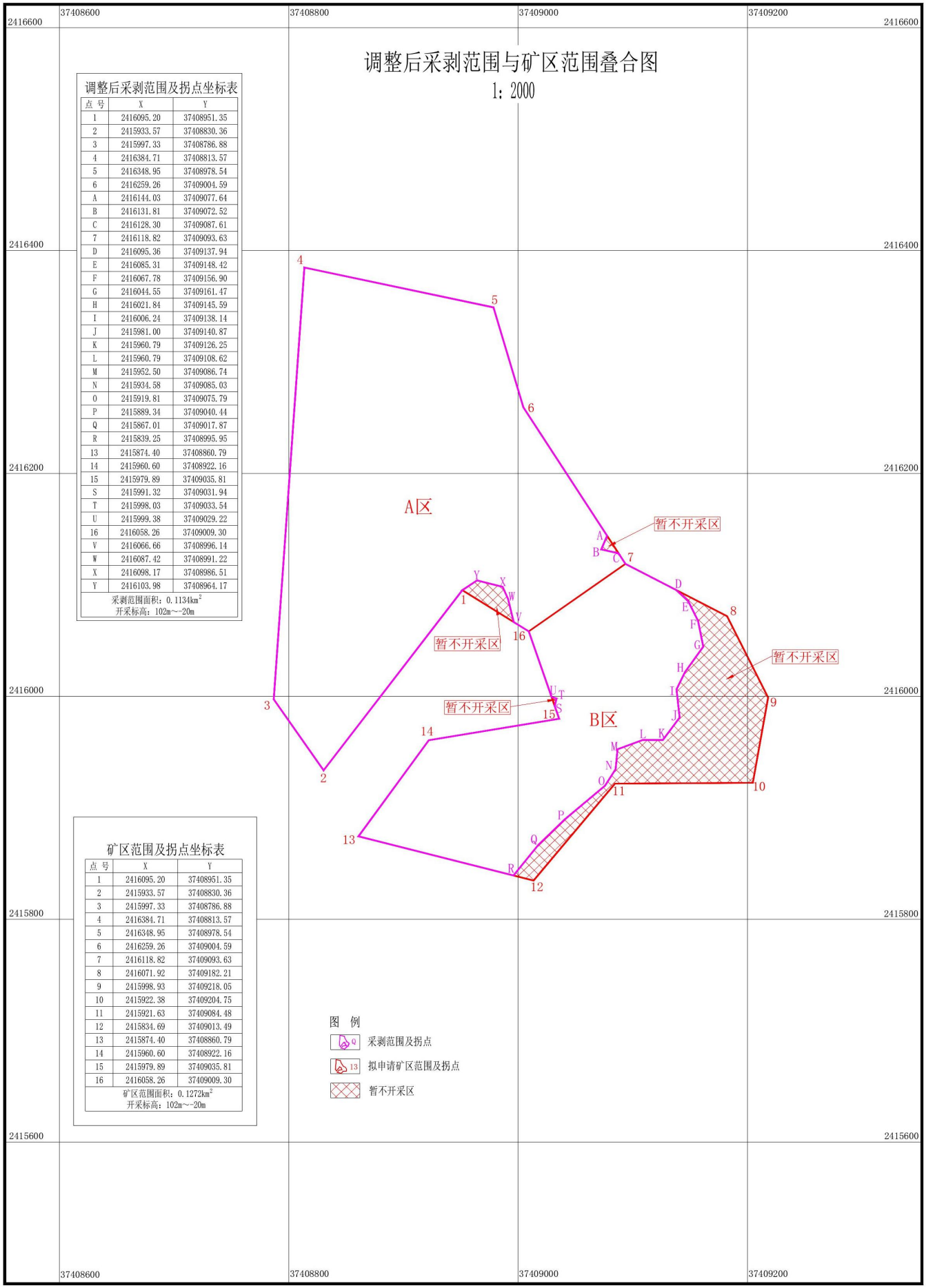
本矿山采矿权矿区范围由 16 个拐点圈定，占地面积 127213m²，开采标高 102m～-20m。由于土地权属问题，矿区部分土地存在矿农矛盾，租地难以解决，根据业主要求将其剔除，缩小采剥范围，露天采场为调整后的采剥范围，面积 113366m²（图 1-4），由 36 个拐点圈定（表 1-3），露天采剥标高 102m～-20m。

（1）采场分区

据开发利用方案，采场分 A 和 B 两个采区（图 1-4），其中，A 采区位于采场西部，开采矿种为建筑用花岗岩；B 采区位于采场东部，主要开采矿种为饰面用花岗岩矿。

（2）采场平台

采场 A 区：开采标高 102 至-20m，平台设置自上而下依次为+90m、+80m、+68m、+55m、+40m、+25m、+10m、-5m 和-20m（图 1-5），其中，剥离层（残坡积层、全风化层及半风化层）台阶安全平台宽度 3~4m，清扫平台宽 6m；建筑用花岗岩安全平台宽度为 5m，清扫平台 6-8m。



调整后采剥范围及拐点坐标表

点 号	X	Y
1	2416095.20	37408951.35
2	2415933.57	37408830.36
3	2415997.33	37408786.88
4	2416384.71	37408813.57
5	2416348.95	37408978.54
6	2416259.26	37409004.59
A	2416144.03	37409077.64
B	2416131.81	37409072.52
C	2416128.30	37409087.61
7	2416118.82	37409093.63
D	2416095.36	37409137.94
E	2416085.31	37409148.42
F	2416067.78	37409156.90
G	2416044.55	37409161.47
H	2416021.84	37409145.59
I	2416006.24	37409138.14
J	2415981.00	37409140.87
K	2415960.79	37409126.25
L	2415960.79	37409108.62
M	2415952.50	37409086.74
N	2415934.58	37409085.03
O	2415919.81	37409075.79
P	2415889.34	37409040.44
Q	2415867.01	37409017.87
R	2415839.25	37408995.95
13	2415874.40	37408860.79
14	2415960.60	37408922.16
15	2415979.89	37409035.81
S	2415991.32	37409031.94
T	2415998.03	37409033.54
U	2415999.38	37409029.22
16	2416058.26	37409009.30
V	2416066.66	37408996.14
W	2416087.42	37408991.22
X	2416098.17	37408986.51
Y	2416103.98	37408964.17
采剥范围面积：0.1134km² 开采标高：102m～-20m		

矿区范围及拐点坐标表

点 号	X	Y
1	2416095.20	37408951.35
2	2415933.57	37408830.36
3	2415997.33	37408786.88
4	2416384.71	37408813.57
5	2416348.95	37408978.54
6	2416259.26	37409004.59
7	2416118.82	37409093.63
8	2416071.92	37409182.21
9	2415998.93	37409218.05
10	2415922.38	37409204.75
11	2415921.63	37409084.48
12	2415834.69	37409013.49
13	2415874.40	37408860.79
14	2415960.60	37408922.16
15	2415979.89	37409035.81
16	2416058.26	37409009.30
矿区范围面积：0.1272km² 开采标高：102m～-20m		

图 1-4　调整后采剥范围与矿区范围叠合图

表 1-3　调整后采剥范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

点号	X	Y	点号	X	Y
1	2416095.20	37408951.35	L	2415960.79	37409108.62
2	2415933.57	37408830.36	M	2415952.50	37409086.74
3	2415997.33	37408786.88	N	2415934.58	37409085.03
4	2416384.71	37408813.57	O	2415919.81	37409075.79
5	2416348.95	37408978.54	P	2415889.34	37409040.44
6	2416259.26	37409004.59	Q	2415867.01	37409017.87
A	2416144.03	37409077.64	R	2415839.25	37408995.95
B	2416131.81	37409072.52	13	2415874.40	37408860.79
C	2416128.30	37409087.61	14	2415960.60	37408922.16
7	2416118.82	37409093.63	15	2415979.89	37409035.81
D	2416095.36	37409137.94	S	2415991.32	37409031.94
E	2416085.31	37409148.42	T	2415998.03	37409033.54
F	2416067.78	37409156.90	U	2415999.38	37409029.22
G	2416044.55	37409161.47	16	2416058.26	37409009.30
H	2416021.84	37409145.59	V	2416066.66	37408996.14
I	2416006.24	37409138.14	W	2416087.42	37408991.22
J	2415981.00	37409140.87	X	2416098.17	37408986.51
K	2415960.79	37409126.25	Y	2416103.98	37408964.17
采剥范围面积 0.1134km²，开采标高 102m 至-20m					

采场 B 区：开采标高 82 至-20m，平台设置自上而下依次为+60m、+50m、+40m、+20m、0m 和-20m（图 1-6），其中，剥离层（残坡积层、全风化层及半风化层）台阶安全平台宽度 3~4m，清扫平台宽 6m；建筑用及饰面用花岗岩矿台阶安全平台宽度为 5m。

（3）台阶高度和台阶坡面角

采场 A 区：残破积层及全风化层台阶高度 8~10m，台阶坡面角 45°；半风化层台阶高度 10~15m，台阶坡面角 55~60°；花岗岩台阶高度 15m，台阶坡面角 70°。

采场 B 区：残破积层及全风化层台阶高度 10m，台阶坡面角 45°；半风化层台阶高度 10m，台阶坡面角 60°；花岗岩台阶高度 20m，矿体开采分层锯切工作面为 90°，每个小分层间隔 15cm，则台阶坡面角 84°。

（4）最终边坡角

根据上述边坡岩体的工程地质条件，按照矿区开采境界圈定的矿岩埋藏情况及地形条件：A 区设计最高边坡处（约 115m）最终边坡角 b≤46°；B 区设计最高边坡处（约 67m）最终边坡角 b≤64°，满足设计规范要求。

露天采场占用土地地类分别为：（0201）果园 55851m²，（0203）橡胶园 2342m²，（0204）其他园地 6552m²，（0301）乔木林地 40281m²，（0305）灌木林地 807m²，（0404）其他草地 4555m²，（1006）农村道路 714m²，（1104）坑塘水面 2264m²。

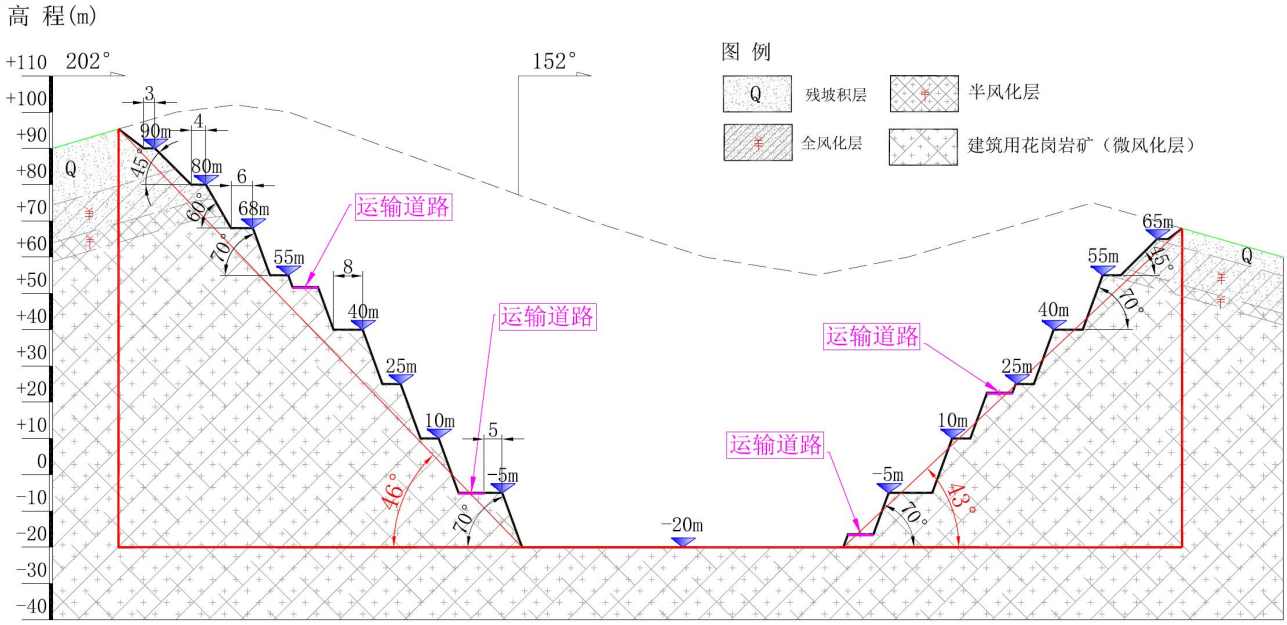


图 1-5　采场 A 区终了开采剖面示意图

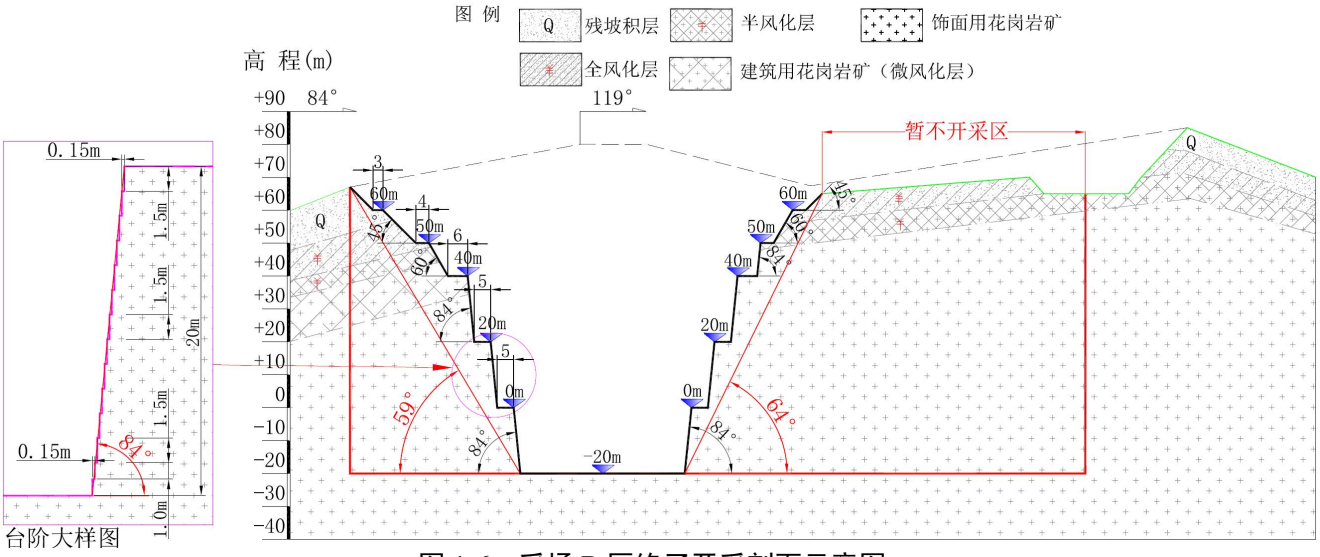


图 1-6　采场 B 区终了开采剖面示意图

2、破碎站

破碎站布置在露天采场的西北侧，即矿区 4 号拐点西北侧的山包地带，与采场连接。自采场出入口往北依次布置剥离层外运转运场、破碎及制砂车间、污水处理车间及泵站，另外，在破碎站的西南侧出口处设置机汽修车间及停车坪，总用地面积 58931m^2。用地坐标见表 1-4、图 1-7。

表 1-4　破碎站及生活办公区用地拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
破碎站					
G1	2416475.6319	37408606.6464	G18	2416647.2889	37408656.1869
G2	2416496.2227	37408612.1336	G19	2416671.8409	37408681.3668

拐点编号	2000 国家大地坐标系		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
G3	2416517.6468	37408622.5131	G20	2416672.5307	37408688.1675
G4	2416531.6114	37408609.56	G21	2416664.1290	37408710.8980
G5	2416536.7346	37408614.9453	G22	2416632.4665	37408744.7133
G6	2416547.6979	37408604.635	G23	2416547.3189	37408778.4394
G7	2416542.6767	37408599.2958	G24	2416543.9325	37408814.7652
G8	2416565.4168	37408578.1828	G25	2416482.5358	37408849.2259
G9	2416588.4073	37408531.3073	G26	2416450.6469	37408856.4329
G10	2416595.2549	37408531.3073	G27	2416429.3504	37408781.9202
G11	2416641.3452	37408574.309	G28	2416366.7842	37408775.5360
G12	2416667.8989	37408581.7339	G29	2416330.3949	37408809.8258
G13	2416695.8414	37408603.3952	G30	2416259.6689	37408804.9534
G14	2416681.5466	37408633.3239	G31	2416265.9453	37408764.0888
G15	2416676.3606	37408652.5696	G32	2416406.1055	37408715.0916
G16	2416665.6336	37408652.6846	G33	2416445.7185	37408632.8398
G17	2416654.4243	37408649.4764			
生活办公区					
G33	2416445.7185	37408632.8398	G38	2416365.1929	37408562.0834
G34	2416410.5660	37408632.0580	G39	2416407.8189	37408559.1774
G35	2416342.5940	37408610.8114	G40	2416431.0689	37408559.1774
G36	2416346.1669	37408569.1621	G41	2416448.6103	37408565.6736
G37	2416351.6299	37408568.8644	G1	2416475.6319	37408606.6464

①剥离层外运转运场

由于剥离层（残坡积层及全风化层）的外运条件并非自身能够控制，会受到诸多因素（例如天气、外运途径、路程等）的影响，剥离层外运的时效性可能与矿山的开采、剥离发生一定的延误，据此开发利用方案设计了剥离层过度堆场。堆场布置在矿区 4 号拐点北侧约 60m 山坳处，其为一小型的民采坑，现状凹坑已充满水，将来进行回填后，平台标高 60m，总占地面积约 6320m^2（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。采用平地堆填方式暂存，为了保证堆场安全，最大堆填高度 8m，最大可堆填面积约 3370m^2，最大可暂存剥离层约 2.06 万 m^3，矿山平均每年产出剥离层约为 30.97 万 m^3，过度堆场可临时堆存 0.8 个月。

同时，剥离层外运转运场也兼作为复垦用土临时堆场，露天采场、破碎站及办公生活区等复垦需要覆土，其中，露天采场复垦可在开采过程中利用剥离层土进行复垦；水塘用地可在基建期利用剥离层土进行回填覆土；而破碎站及办公生活区需在闭坑后进行复垦，其复垦用土约 1.76 万 m^3（详见第四章第二节的土资源平衡分析），剥离层外运转运场暂存的剥离表土，可满足闭坑复垦用土需。剥离层外运转运场在后期，应将残坡积层及全风化层分开堆放，最后仅存留复垦用的残坡积土，并采用钢结构顶棚保护，避免

堆场敞露日晒雨淋。

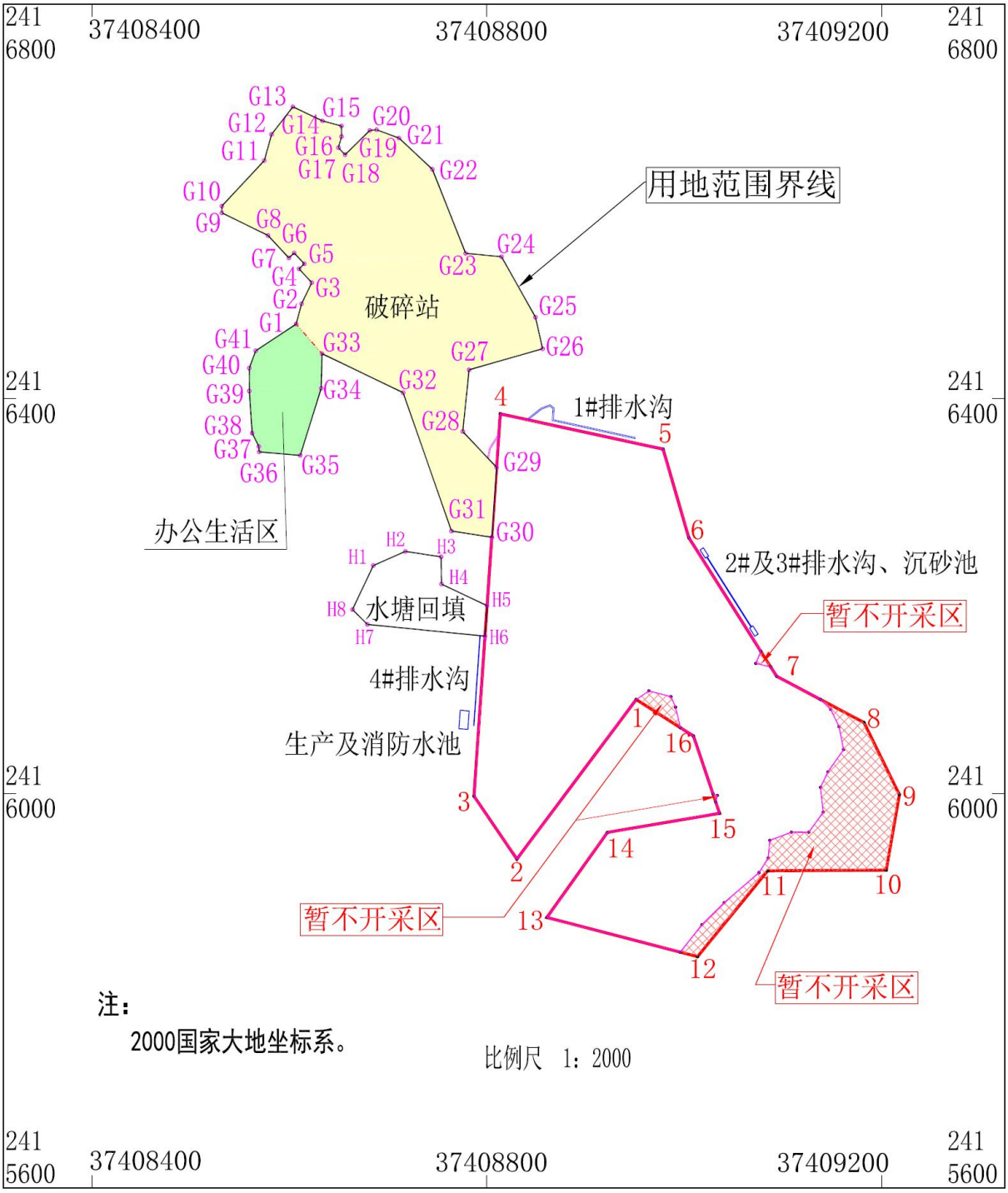


图 1-7 破碎站及生活办公区用地拐点图

②破碎及制砂车间和污水处理站及泵站

布置在剥离层外运转运场北侧的山包处，用地面积约 48424m²（包含与采场连接处场地）。结合地形条件，将山包削平，共设三级平台，即 70m 卸矿平台、65m 破碎平台、60m 产品料仓及制砂平台和污水处理站；并形成三级台阶边坡，即 70m 平台下台阶边坡、65m 平台下台阶边坡、60m 平台下台阶边坡，其中，70m 及 65m 平台下台阶边坡为挖方边坡，60m 平台下台阶边坡为填方边坡。

根据矿山成品方案，破碎规格碎石采用三段一闭路破碎生产工艺流程。矿石运输至卸矿平台，通过破碎机进行粗碎，粗碎后的物料由运输皮带输送进入中碎缓冲矿仓（65m破碎平台），再经皮带输送至圆锥破碎机进行中碎；中碎后的物料通过皮带输送至圆锥破碎机进行细碎；细碎产品经过皮带输送至检查筛分车间；产品经检查筛分后，形成的各级规格碎石由皮带输送至规格料仓（60m 产品料仓平台），而产出的 10mm 以下石粉经皮带输送至制砂车间（60m 制砂平台），继续进行机制砂工艺。

由于制砂生产过程中产生大量含泥的污水，为了尽可能保护周边环境，也本着节约用水的原则，在制砂车间的东北侧布置污水处理车间，将污水需进行处理并进行回收利用，污水经沉淀罐沉淀后进入清水罐再利用。另外，制砂车间产出的尾泥含水量较大，亦需要处理，尾泥经压滤车间进行压滤形成滤饼，以便于外运利用，滤饼产出的泥水经沉淀罐沉淀后进入清水罐再利用。

由于矿山制砂用水量很大，因此需在破碎站西侧塘蓬河处设置水源地泵站，用水不足时可抽取塘蓬河河水作为备用水，塘蓬河的取水必须经过主管部门允许。

③机汽修车间及停车坪

布置在破碎站的西南侧出口处，用地面积约 4187m^2。该地块设置 55m 平台，结合地形条件，需填高并形成 55m 平台下台阶边坡。

机汽修车间布置了小型汽修厂，小型汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。同时汽修厂设置仓库，便于设备零件库存，存取方便。同时机汽修车间场地南面设置了停车坪。

破碎站占用土地地类分别为：（0201 类）果园 2856m^2，（0203）橡胶园 7098m^2，（0204）其他园地 1069m^2，（0301）乔木林地 33223m^2，（0305）灌木林地 6867m^2，（1006）农村道路 1514m^2，（1101）河流水面 214m^2，（1104）坑塘水面 6090m^2。

3、办公生活区

布置在机汽修车间南侧的斜坡地带，用地面积约 7522m^2。该地块设计地面标高 55m，结合地形条件，需开挖平整场地，并在场地上游形成挖方边坡和下游形成填方边坡。该区设置办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。用地坐标见表 1-4、图 1-7。

办公生活区占用土地地类为：（0203）橡胶园 7432m^2，（1006）农村道路 90m^2。

4、荒料堆场

荒料产出后，由于外运销售条件会受到诸多因素（例如天气、外运途径、路程等情况）的影响，荒料外运的时效性可能与矿山的开采发生一定的延误，需设置一过度性的

荒料堆场。

根据开发利用方案，本矿先开采 B 区饰面用花岗岩矿，后开采 A 区建筑用花岗岩矿，开采 B 区时，为了不另占用土地，荒料堆场设置在矿区范围 A 区内，即矿区 4 号拐点南侧采场出入口处。场地设计地面标高为 60m，整个场地面积达 10100m^2，包括荒料堆场及转运车场道路等，堆场面积为 3628m^2，荒料大件高度为 1.5m，按 3 层堆放，堆放高度 4.5m，最大可堆存约 1.63 万 m^3 荒料，年平均产出 4.75 万 m^3 荒料，最长可临时堆存大约 4.1 个月的荒料量。

综上所述，荒料堆场位于矿区范围内，不新占用土地，其占地面积不在重复计算。

5、矿山防排水系统和沉砂池

本矿山 55m 标高以上为山坡露天开采，55m 标高以下为凹陷露天开采。根据矿区地形条件，矿区大部分区域终了采场位于山坡上游区，场外径流不会汇入采场的区域可不设场外截排水沟；但终了采场位于山坡下游区，例如矿区 3 号拐点北侧外围、矿区 4-5 号拐点之间外围、矿区 6-7 号拐点之间外围，场外径流较容易汇入采场的区域，故在此矿区范围外距离矿区约 5m 处设置截排水沟，按顺时针依次布置 1~4#截排水沟（图 1-3），截留场外汇水，最终汇流至矿区外围设置的沉砂池内，经过沉淀处理并达到排放标准后方进行外排，并定期对沉砂池进行清理。

根据地形条件及汇水面积，设置 1#截排水沟长 156m，采用梯形断面（上底 1.2m×上底 1.2m×高 0.3m）；2#截排水沟长 40.5m，3#沟长 40m，4#沟长 91m，均为梯形断面（上底 0.6m×上底 0.3m×高 0.3m）。共设置 3 座沉砂池和 1 座总沉砂池，其中，沉砂池容量约 40m^3（长 10m×宽 4m×深 1.0m）；总沉砂池容量约 300m^3（长 20m×宽 10m×深 1.5m），其兼顾 1#截排水沟以及破碎站周围截排水，另外，55m 标高以下凹陷采坑汇水均不能直接排出场外，需经坑底集水池通过水泵抽排至总沉砂池内。总沉砂池位于破碎站用地范围内，其占地面积不在重复计算，其次，4#截排水沟的沉砂池位于水塘回填用地范围内，其占地面积亦不在重复计算。

截排水沟和沉砂池占用土地地类为：1#排水沟地类为（0201 类）果园 187m^2；2#和 3#排水沟及沉砂池地类为（0301 类）乔木林地 128m^2；4#排水沟地类为（0201 类）果园 55m^2。

6、供水设施

矿山用水分生活用水和生产（包括消防）用水两部分。

①生活用水：矿山办公生活区生活用水接入当地的自来水管网系统，敷设供水管。

②生产及消防用水：在矿区 3 号拐点北侧 85m 标高处设置采场生产及消防水池，用于采场工作面生产及消防用水，容量约为 150m³（长 19m×宽 9m×深 0.9m）。在破碎站 70m 卸矿平台设置破碎站生产及消防水池，用于破碎站、机汽修车间、荒料堆场、剥离层外运转运场等生产及消防用水，容量约为 150m³（长 11m×宽 5.5m×深 2.5m）。用水来自总沉砂池，且矿山采场坑内排水通过坑内集水池沉淀、制砂车间洗砂回水通过污水处理后，均抽排进入总沉砂池，供水水量较为稳定。由于矿山制砂用水量很大，因此需在破碎站西侧塘蓬河设置水源地泵站，用水不足时可抽取塘蓬河河水作为备用水，塘蓬河的取水必须经过主管部门允许。卸矿平台的生产及消防水池位于破碎站范围内，其占地面积亦不在重复计算。

矿区西侧采场生产及消防用水池占用土地地类为：（0201 类）果园 171m²。

7、水塘回填用地

矿区西部 3-4 号拐点之间的沟谷处分布一山塘，呈狭长形延伸入矿区，最大长度约 240m，西部最宽处约 80m，中部宽约 30m，东部宽约 10m，面积约 6857m²，水深约 1.5～3m，平均水深约 2m，水量约 12900m³，矿区西部边界从山塘中部穿过。

为了避免山塘水对矿山开采的影响，需征用该山塘，在矿山开采前将山塘清淤后利用矿山剥离的残坡积层进行回填并压实（压实系数需达 0.9），且回填面稍往西倾斜，利于将雨水外排。征用面积约 7528 m²。

水塘回填占用土地地类为：（0201 类）果园 400m²，（0204）其他园地 251m²，（1006）农村道路 20m²，（1104）坑塘水面 6857m²。

（三）矿产资源储量

1、查明的矿产资源量

2022 年 7 月，广东省地质建设工程集团公司完成编制的《广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿资源储量核实报告》通过广东省矿产资源储量评审中心组织专家评审，并出具了矿产资源储量评审意见书（粤资储评审字〔2022〕127 号）和评审结果的函（粤储审评〔2022〕127 号），截至 2022 年 7 月 15 日，矿区范围内（102m～-20.0m 标高）资源储量情况如下：

累计查明建筑用花岗岩矿资源量（A+B 区）矿石量 374.60（307.51+67.09）万 m³，其中保有控制资源量矿石量 185.91（156.24+29.67）万 m³，保有推断资源量矿石量 188.69（151.27+37.42）万 m³。

累计查明饰面用花岗岩矿资源量（B 区）矿石量 119.76 万 m^3，荒料率 31.65%，荒料量 37.90 万 m^3，其中保有控制资源量矿石量 63.78 万 m^3，荒料率 31.65%，荒料量 20.18 万 m^3；推断资源量矿石量 55.98 万 m^3，荒料率 31.65%，荒料量 17.72 万 m^3。

查明可作为建设用砂综合利用的全风化花岗岩 121.07 万 m^3，含砂率 54.34%，建筑用砂量 65.79 万 m^3；加工饰面用花岗岩荒料产生的边角料可作为建筑用花岗岩矿，资源矿石量 81.85 万 m^3。剥离总量为 205.57 万 m^3，其中残坡积层 31.98 万 m^3、全风化花岗岩层 121.07 万 m^3，半风化花岗岩层 52.52 万 m^3。剥采比 0.41:1。

2、设计利用的矿产资源量

控制资源量和推断资源量的可信度系数均取 1.0，则：

饰面用花岗岩矿 Q_{11}＝63.78×1.0+55.98×1.0＝119.76万m^3，荒料率为31.65%，荒料量37.90万m^3。

建筑用花岗岩矿 Q_{12}＝185.91×1.0+188.69×1.0＝374.60万m^3。

剥离总量为 205.57 万 m^3，其中残坡积层 31.98 万 m^3、全风化花岗岩层 121.07 万 m^3，半风化花岗岩层 52.52 万 m^3。

3、动用资源量

（1）采剥总量计算

根据开采终了平面图，开发利用方案采用平面法圈定各台阶矿岩土的体积：

表 1-5　B 区采场动用（圈定）的矿岩土总量估算表

台阶	北侧采坑			南侧采坑			矿、岩土总体积
	坡顶面积	坡底面积	矿、岩土体积	坡顶面积	坡底面积	矿、岩土体积	
	m^2	m^2	m^3	m^2	m^2	m^3	m^3
80	0	562		0	297		0.00
70	0	8748	31032.00	0	8948	30817.50	61849.50
60	14534	15700	122239.80	16898	17879	134137.50	256377.30
50	11728	13127	138304.80	13453	15446	161715.75	300020.55
40	8542	10971	113492.85	8103	11737	125950.20	239443.05
20	6006	7737	162791.50	5574	7300	154029.60	316821.10
0	3840	5317	113229.20	3404	4882	104554.80	217784.00
-20	0	3267	71068.00	0	2835	62391.60	133459.60
合计			752158.15			773596.95	1525755.10

表 1-6　A 区采场动用（圈定）的矿岩土总量估算表

台阶	中部			1 号拐点北侧侧山头（68-75m）			3 号拐点北侧侧山头（68-83m）			矿、岩土总体积
	坡顶面积	坡底面积	矿、岩土体积	坡顶面积	坡底面积	矿、岩土体积	坡顶面积	坡底面积	矿、岩土体积	
	m^2	m^2	m^3	m^2	m^2	m^3	m^2	m^2	m^3	m^3
100	986									0.00
90	6144	6480	21598.72							21598.72
80	11713	12484	93144.48							93144.48
68	36595	38807	303124.18		4540.00	10593.33		3671.00	18355.00	332072.51
55	53390	59718	626032.73							626032.73
40	41541	52917	797302.73							797302.73
25	27032	34356	569229.66							569229.66
10	16664	21622	364900.73							364900.73
-5	8793	12282	217092.51							217092.51
-20	0	5560	107652.38							107652.38
合计			3100078.10			10593.33			18355.00	3129026.44

按台阶开采圈定终了境界后，最终整个矿区开采境界范围内确定开采的矿岩（饰面用花岗岩矿、建筑用花岗岩矿、半风化层、全风化层和残坡积层）总量为 465.48 万 m^3（B 区+A 区=152.58+312.90=465.48 万 m^3）。

（2）动用资源矿石量计算

按开采终了境界线在各勘探线剖面圈定矿岩面积，结合地质报告圈定矿岩体积公式计算建筑用（微风化）花岗岩矿、半风化层、全风化层和残坡积层体积。终了采场各剖面圈定的面积按照终了采场实际在各剖面反映的面积进行计算。

1）计算公式

当相邻断面的矿体形状相似，其面积相对差值小于 40%时，采用公式① $V=\frac{(S_1+S_2)\cdot L}{2}$，梯形体体积计算公式；

当相邻断面的矿体形状相似，其面积相对差值等于或大于 40%时，采用公式② $V=\frac{(S_1+S_2+\sqrt{S_1\cdot S_2})\cdot L}{3}$，截锥体体积计算公式；

当矿体作锲形体尖灭时，采用公式③ $V=\frac{1}{2}S\cdot L$，锲形体体积计算公式；

当矿体作锥形体尖灭时，公式④ $V=\frac{1}{3}S\cdot L$，锥形体体积计算公式。

2）B 区饰面用花岗岩采区

表 1-7　B 区动用的残坡积层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m^3）
Vb3	剥 S2-2 土	120.99	①	93.6	9333.59
	剥 S3-2 土	78.45			
Vb4	/	/	③	46.3	3975.08

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）
	剥 S2-1 土	171.71			
Vb5	剥 S2-1 土	171.71	②	93.6	28925.24
	剥 S3-1 土	471.00			
Vb6	剥 S3 土	850.48	②	50.8	30821.79
	剥 S8 土	392.18			
Vb7	剥 S8 土	356.52	②	47.1	8743.43
	剥 S4 土	57.37			
Vb8	剥 S4 土	57.37	④	20	382.45
	剥 S9 土	0.00			
合计					**82181.58**

表 1-8　B 区动用的全风化层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）
Vb3	剥 S2-2 全	385.52	①	93.6	32909.90
	剥 S3-2 全	317.68			
Vb4	/	/	③	39.7	22644.53
	剥 S2-1 全	1140.78			
Vb5	剥 S2-1 全	1140.78	①	93.6	120767.81
	剥 S3-1 全	1439.73			
Vb6	剥 S3 全	3882.34	②	50.8	109112.75
	剥 S8 全	799.52			
Vb7	剥 S8 全	614.03	②	47.1	13659.52
	剥 S4 全	61.57			
Vb8	剥 S4 全	61.57	④	20	410.46
	剥 S9 全	0.00			
合计					**299504.97**

表 1-9　B 区动用的半风化层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）
Vb3	剥 S2-2 半	98.74	①	93.6	9966.73
	剥 S3-2 半	114.22			
Vb4	/	/	③	36.9	5542.48
	剥 S2-1 半	300.41			
Vb5	剥 S2-1 半	300.41	②	93.6	45528.25
	剥 S3-1 半	700.20			
Vb6	剥 S3 半	1616.60	②	50.8	46751.07
	剥 S8 半	370.44			
Vb7	剥 S8 半	312.16	④	47.1	4900.87
	剥 S4 半	0.00			
合计					**112689.40**

表 1-10　B 区动用的微风花岗岩层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）	资源类型
V11	S3-2+S3-3	1357.94	②	50.8	110581.18	控制(KZ)
	S8-2	3115.56				
V12	S8-2	3115.56	③	47.1	73371.49	控制(KZ)
	S4-2	0.00				
V15	S3-3	944.45	④	21	6611.12	推断(TD)
	/	0.00				
V16	S8-3	980.41	③	35.2	17255.15	推断(TD)
	/	0.00				
V17	S8-3	980.41	③	47.1	23088.56	推断(TD)
	S4-3	0.00				
V20	/	0.00	④	26.8	9171.26	推断(TD)
	S5	1026.63				
V21	S5	1026.63	①	21.5	24408.70	推断(TD)
	S2-1	1243.94				
V22	S2-1	1243.94	①	93.6	111321.92	推断(TD)
	S3-1+S3-2	1134.73				
V23	S3-1	721.23	①	50.8	29641.52	推断(TD)
	S8-1	445.76				
控制资源量合计					183952.66	
推断资源量合计					221498.21	
资源量合计					405450.87	

按台阶开采圈定终了境界后，最终 B 区饰面用花岗岩采区开采境界范围内动用的饰面用花岗岩矿体为=152.58-8.22-29.95-11.27-40.55=62.59 万 m³，对控制的及推断的资源量可信度系数均取 1.0，计算动用的饰面用花岗岩资源量矿石量 Q_2=62.59 万 m³，荒料率为 31.65%，荒料量 19.81 万 m³。

建筑用花岗岩（微风化+边角料）Q_{23}=40.55+42.78=83.33万m³。

半风化层Q_{24}＝11.27万m³；全风化层Q_{25}＝29.95万m³；残坡积层Q_{26}=8.22万m³。

3）A 区建筑用花岗岩矿区

表 1-11　A 区动用的残坡积层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）
Vb1	/	/	③	66.8	25741.78
	剥 S1 土	770.712			
Vb2	剥 S1 土	770.712	①	87.9	68639.92
	剥 S2-2 土	791.061			
Vb3	剥 S2-2 土	670.0752	①	93.6	51693.71
	剥 S3-2 土	434.4912			
Vb6	剥 S3 土	938.842	②	50.8	34024.06
	剥 S8 土	432.922			
合计					180099.47

表 1-12　A 区动用的全风化层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）
Vb1	/	/	③	56.9	95365.99
	剥 S1 全	3352.056			
Vb2	剥 S1 全	3352.056	①	87.9	308287.10
	剥 S2-2 全	3662.44			
Vb3	剥 S2-2 全	3276.92	①	93.6	279734.15
	剥 S3-2 全	2700.3055			
Vb6	剥 S3 全	1035.29	②	50.8	29096.73
	剥 S8 全	213.204			
合计					712483.98

表 1-13　A 区动用的半风化层估算表

块段编号	剖面截面积 S（㎡）		计算公式	剖面间距（m）	矿体体积 V（m³）
Vb1	/	/	③	53	64020.30
	剥 S1 半	2415.86			
Vb2	剥 S1 半	2415.86	②	87.9	144396.60
	剥 S2-2 半	976.45			
Vb3	剥 S2-2 半	877.71	①	93.6	88593.15
	剥 S3-2 半	1015.30			
Vb6	剥 S3 半	301.76	②	50.8	8726.87
	剥 S8 半	69.15			
合计					305736.92

按台阶开采圈定终了境界后，最终A区建筑用花岗岩矿区开采境界范围内动用的建筑用花岗岩矿体为=312.90-30.57-71.25-18.01=193.07万m^3，对控制的及推断的资源量可信度系数均取1.0，计算动用的建筑用花岗岩资源量矿石量Q_2=193.07万m^3。

半风化层 Q_{24}＝30.57 万 m^3；全风化层 Q_{25}＝71.25 万 m^3；残坡积层 Q_{26}=18.01 万 m^3。

4）全矿区动用资源量

全矿区动用的饰面用花岗岩矿石量 62.59 万 m^3，荒料率为 31.65%，荒料量 19.81 万 m^3；全矿区动用的建筑用花岗岩矿石量 233.62 万 m^3。

剥离总量 169.27 万 m^3，其中残坡积层 26.23 万 m^3、全风化花岗岩层 101.20 万 m^3，半风化花岗岩层 41.84 万 m^3。

4、资源利用率

本方案动用的饰面用花岗岩矿石量 62.59 万 m^3，设计利用饰面用花岗岩矿石量 119.76 万 m^3，按可比条件，饰面用花岗岩矿设计矿产资源利用率 52％。

本方案动用的建筑用花岗岩矿石量 233.62 万 m^3，设计利用建筑用花岗岩矿石量 374.60 万 m^3，按可比条件，建筑用花岗岩矿设计矿产资源利用率 62％。

5、可采储量及采出矿石量确定

（1）B 区饰面用花岗岩采区

根据矿床开采经济、技术条件以及选用的采矿方法，参照同类型矿山开采指标，考虑剥离、装运等环节损失，并结合矿区面积大的实际情况，取采矿损失率η=2%。饰面用石材矿山采用圆盘锯石机-金刚石串珠绳锯石机联合开采方法，开采精度及可控程度较高，废石混入可能性较小，故废石混入率γ=0。

（2）A 区建筑用花岗岩矿区

根据矿床开采经济、技术条件以及选用的采矿方法，参照同类型矿山开采指标，考虑剥离、装运等环节损失，并结合矿区面积大的实际情况，取采矿损失率η=2%，废石混入率γ=1%。

（3）可采储量及采出矿石量计算结果

表 1-14　可采储量及采出矿石量计算结果

项目	动用资源矿石量	回采率	废石混入率	可采储量	采出矿石量
	万 m^3	%	%	万 m^3	万 m^3
B 区					
饰面用花岗岩	62.59	98	0	61.34	61.34
微风化层	40.55	98	0	39.73	39.73
A 区					
建筑用花岗岩	193.07	98	1	189.21	191.12
合计					
饰面用花岗岩	62.59			61.34	61.34
荒料量	19.81			19.41	19.41
建筑用花岗岩（B 区微风化层+A 区建筑用花岗岩）	233.62			228.94	230.85

（四）矿山生产服务年限

矿山分两期开采，前期开采 B 区饰面用花岗岩采区，后期开采建筑用花岗岩矿区，整个矿山服务年限=B 区饰面用花岗岩矿服务年限+A 区建筑用花岗岩矿服务年限。

矿山计算服务年限按下式计算：$T=\frac{Q\times a}{A\times(1-\beta)}$

式中：　T－矿山计算服务年限，年；

Q－动用的资源矿石量，万 m^3；

A－生产规模，万 m^3/a；

α－回采率；

β－废石混入率。

B 区饰面用花岗岩矿：$T=\frac{Q\times a}{A\times(1-\beta)}=\frac{61.34\times 0.98}{15\times(1-0)}\approx 4.1(a)$

A 区建筑用花岗岩矿：$T=\frac{Q\times a}{A\times(1-\beta)}=\frac{191.12\times 0.98}{50\times(1-1\%)}\approx 3.8(a)$

经计算，矿山计算生产服务年限 4.1+3.8=7.9 年。考虑基建期 1.0 年，生产期近 8.0 年，闭坑治理期 1.0 年，则矿山总的服务年限为 10 年。

（五）开采方案

1、开采方式

本矿山采用露天开采方式。55m 标高以上为山坡露天开采，55m 标高以下为凹陷露天开采。

2、开拓运输

B 区采用固定式桅杆吊配汽车运输联合开拓，即在 40m 标高设置吊装平台，40m 平台以下采用桅杆吊吊装运输，并在边坡处修建人行梯子，且悬空侧须安装扶手护栏，桅杆吊吊装可开采 20m、0m 和-20m 共 3 个台阶矿体。40m 平台以上依然采用汽车运输，在荒料堆场南面一侧往东南开拓运输道路，并延伸至矿区 1 号拐点东北面的 60m 标高处，为了减少运输道路距离，开拓运输道路部分区域通过山脊时，由于所通过的山脊两侧的标高（约 75m）高差不大，仅 15m，开发利用方案设计采用开挖放坡方式（图 1-2），进入 B 区后往东延伸至 50m 标高，再往西折返进入 40m 标高吊装平台，汽车运输可开采 60m、50m 和 40m 共 3 个台阶矿岩。

A 区采用公路开拓-汽车运输方式，结合开拓运输条件，开采 68m 以上标高（68m、80m 和 90m）三个台阶的采剥量均采用地表道路开拓-汽车运输至破碎站和剥离层外运转运场，68m 以下标高的矿岩量，矿山道路在设置在 4 号拐点南侧（图 1-3），即 B 区开采期间的荒料堆场 60m 标高处，由西南向东北进入采场，并一直延伸至-20m 最低开采平台，可开采 55m、40m、25m、10m、-5m 和-20m 共 6 个台阶矿体。

3、采矿方法

B 区采用圆盘锯石机-金刚石串珠绳锯石机联合开采方法，利用圆盘式锯石机进行横向和纵向锯切，再利用金刚石串珠绳锯石机进行拉底切割，产出规格矿块后，采用叉车运至吊装工作点，桅杆吊装至 40m 吊装平台，再由叉车装运，汽车运至荒料堆场。上部第四系残坡积层及全风化层则采用挖掘机直接装车，部分较软的半风化层采用液压锤进行破碎分离，抗压强度大于 30MPa 的则需要切割方式进行采剥，后采用液压锤进行二

次破碎。采掘工作面、运输道路等扬尘较多的地段，采用移动洒水方式降尘。

A 区采用深孔微差爆破，潜孔钻机进行穿孔，安装乳化炸药，数码电子雷管起爆；大块二次破碎采用液压锤破碎。上部第四系残坡积层及全风化层不需爆破，采用挖掘机直接装车；半风化层仍然存在一定强度，需要爆破方式落矿，使用深孔凿岩爆破，挖掘机机械挖掘铲装，汽车运输。爆破开采主要位于下部的凹陷开采坑，根据《爆破安全规程》（GB6722-2020），最小安全允许距离为 200m，本矿爆破危险警戒线范围按 200m 划定。**另外，本矿委托有资质的爆破作业单位进行，不设炸药库。**

4、采矿时序

为了避免爆破震动造成花岗岩裂隙扩展，破坏饰面用花岗岩的完整性，保证 B 区饰面用花岗岩的荒料率，本矿山首采 B 区饰面用花岗岩矿体，B 区开采完成以后再开采 A 区建筑用花岗岩矿体。

本矿山采用自上而下、分台阶式的开采顺序，多台阶开采时保持平衡推进和整体匀速下降，遵循“采剥并举，剥离先行”的原则。

（六）矿石破碎加工

1、破碎工艺

破碎加工工艺采用三段一闭路破碎筛分流程。矿石经采场道路运输至卸矿平台，矿石进入 PE1000×1200 颚式破碎机进行粗碎，粗碎后的物料由运输皮带输送至中碎缓冲矿仓，通过给矿机将粗料经皮带输送至 PYB1750 圆锥破碎机进行中碎，中碎料再经皮带输送至 PYZ1750 圆锥破碎机进行细碎。细碎产品经皮带输送至检查筛分车间，经检查筛分后，＞30mm 粒级的产品再次返回 PYZ1750 圆锥破碎机进行细碎；10～30mm 粒级产品按规格筛选输送至产品堆场（料仓）堆存及装运；筛选出的 0～10mm 石粉通过皮带输送至制砂车间进行机制砂生产。破碎工艺流程见图 1-8。

2、制砂工艺

制砂加工工艺采用整形式破碎机和洗砂细砂回收一体机生产机制砂的流程。机制砂原料（石粉）经皮带输送至整形式破碎机研磨整形后入洗砂细砂回收一体机中处理，先经轮斗洗砂机脱泥，脱泥物料进入筛分机进行分级及脱水，筛分机为双层筛分机，上层筛筛上+5mm 的物料通过螺旋给料机返回整形式破碎机，形成闭路，下层筛筛上物料为机制砂成品，通过皮带输送至机制砂产品料仓堆存，筛下泥浆及轮斗洗砂洗砂废水回收进入污水处理车间（图 1-9）。

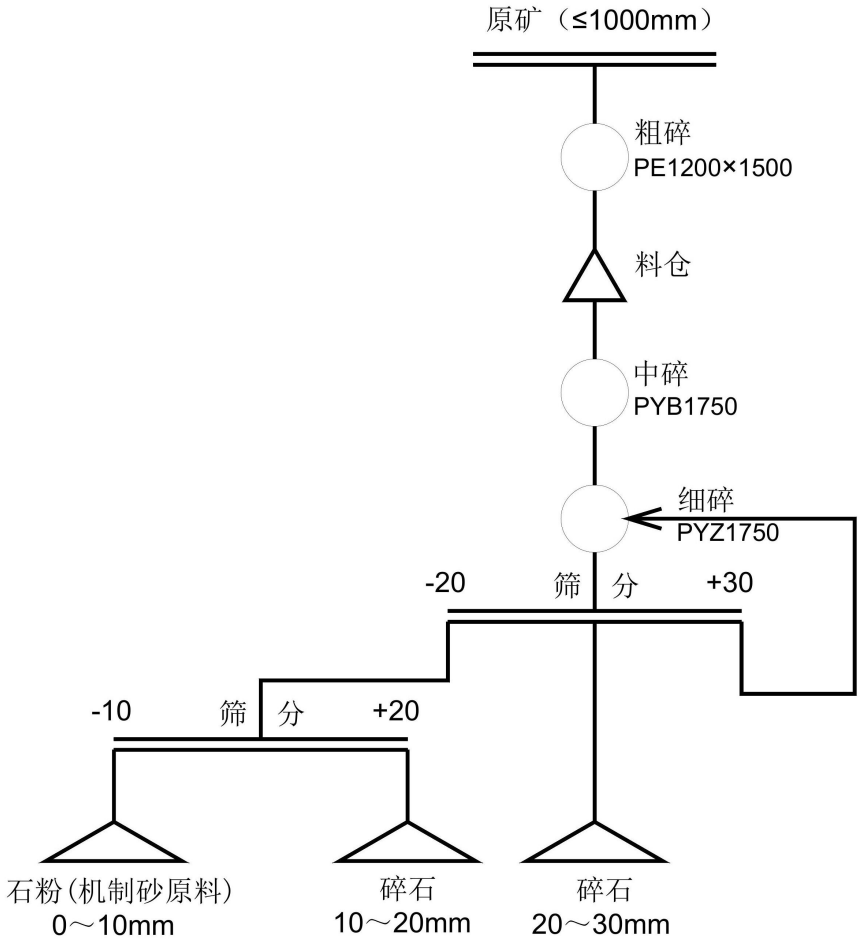


图 1-8 建筑用花岗岩碎石破碎加工工艺流程图

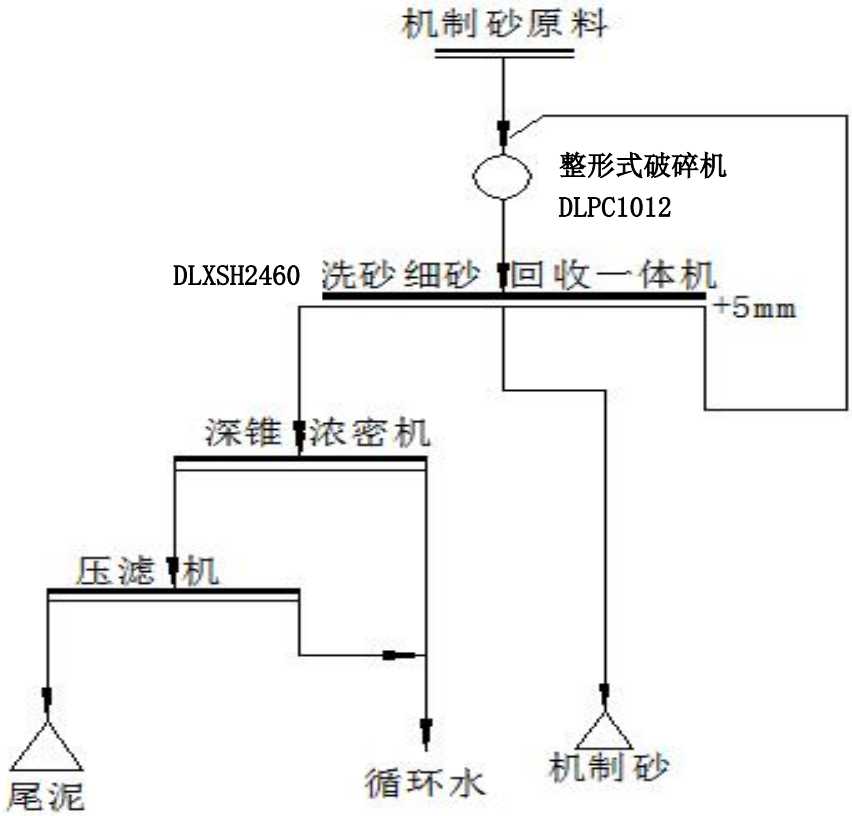


图 1-9 机制砂加工工艺流程图

污水处理车间采用絮凝浓缩沉淀~过滤的工艺进行水处理及水回用。洗砂废水进入中转池，经提升泵泵入深锥浓密机内，通过加药沉淀，将大部分悬浮物沉淀在深锥浓密机底部，深锥浓密机清水溢流进入清水灌中暂时贮存，直接用于生产。深锥浓密机底部污泥通过污泥泵进入压滤机中，经压滤机压滤处理加工成泥饼，然后中转外运。压滤机滤液由下部池体收集，通过提升泵将带药性的滤液送至回水池，实现废水循环利用，生产污水零排放。

（七）矿山固体废弃物、废水排放及处置

1、矿山固体废弃物及处置

本矿山的固体废物主要是矿区土地复垦预留的剥离土，堆放于剥离层外运转运场。露天采场复垦可在开采过程中利用剥离层土进行复垦；水塘用地可在基建期剥离层土进行回填覆土；而破碎站及办公生活区需在闭坑后进行复垦，其复垦用土约1.76万m^3。

前期的剥离土外运用于周边市政园林绿化客土，或大型基建工程场地平整用土，由于剥离层外运的时效性与矿山的开采及剥离存在一定的延误，剥离土临时堆放于剥离层外运转运场，最大可暂存剥离层约2.06万m^3，可临时堆存0.8个月，不设永久排土场。

剥离层外运转运场利用矿区北侧外围的民采坑，根据三区三线成果图，该处未在生态红线区内，亦不在永久基本农田保护红线区内，民采坑水不属于灌溉水或饮用水，临时堆土采用拦挡设施及截排水设施防护，矿山闭坑后应进行土地复垦。

2、矿山的废水及处置

（1）矿坑水

本矿山B区采用圆盘锯石机-金刚石串珠绳锯石机联合开采方法；A区采用深孔微差爆破，大块二次破碎采用液压锤破碎，故矿山开采不会产生污水，主要是雨季时矿坑抽排水，其含有少量的泥沙，经过沉砂池后排放可以基本达到环境标准。

（2）制砂车间生产废水

制砂车间在洗砂过程产生的废水及脱泥产生的泥浆进入污水处理车间处理，采用絮凝浓缩沉淀~过滤的工艺进行水处理，将处理后的清水泵送至生产及消防水池，实现废水循环利用，故本矿山生产污水零排放。

（3）生活污水

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

路浇洒、绿化等用水，不外排。

（八）绿色矿山建设

根据《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）、《广东省绿色矿业发展五年行动方案（2021-2025年）》，本矿山为新建矿山，必须按绿色矿山标准进行建设。

1、矿区环境规范、整洁

本矿山应严格秉承“安全为天、绿色为本”的办矿方针，坚持“荒地不裸露、尘土不飞扬、污水不横流、环境不破坏”的办矿理念，建设一座安全绿色的花园式矿山。矿山依据当地交通布局、矿山地形地貌，合理地设置了行政办公区和生活区、破碎站、机汽修车间、荒料堆场、剥离层外运转运场等场地设施，同时，规范矿区内生产、办公以及绿色安全矿山的标示标牌，重点对生活办公区和道路两侧进行绿化、美化，终了平台加强复垦复绿工作，已经进行复垦复绿区域需要加强后期管护，保证植株的存活率，实现矿区天蓝、地绿、水净。

2、合理利用资源

本矿山开采应严格执行矿产资源开发利用方案和开采设计方案，开采方式和方法合理、先进，实行自上而下分水平台阶式开采和采用圆盘锯石机-金刚石串珠绳锯石机联合开采方法。在安全合理的情况下最大限度利用矿产资源，在经济合理的情况下贫富矿体兼采。

3、矿区生态环境保护

本矿山应切实履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，做到资源开发利用方案、矿山地质环境保护与土地复垦方案同时设计、同时施工、同时投入生产和管理，确保矿区环境得到及时治理和恢复。

（1）粉尘治理方面

矿山破碎机组、振动筛分场所及皮带运输需进行封闭。破碎机排矿口，卸矿、振动筛分和皮带出料口未安装喷淋，应进行安装。锯石作业采用湿式切割除尘抑尘措施，矿山需配备洒水车。本矿山抑尘防尘设备较少，应重点做好粉尘治理工作。矿山应定期进行粉尘检测。

（2）废水治理方面

矿山生产过程中应从源头减少废水产生。本矿山通过合理修建排水沟和三级沉砂池进行泥水分离，沉沙过滤后的水达标后可部分循环利用，减少排放量。矿山应定期进行废水检测。

（3）道路运输方面

进入矿山的主运输道路应全程硬化（利用原有的农村道路），路面有破损及时维修。出矿道路应设轮胎冲洗场，冲洗设施、沉砂池。配备足够的洒水车，及时洒水保洁道路，路面清洁，无泥块、石渣、扬尘。车辆管理规范，车身印有矿山企业名称，无超载、超重、洒漏。

（4）噪声管理方面

为了保护好作业人员的自身健康，矿山应选用低噪声设备，在设备上加装阻尼材料、隔震材料、消声器等，噪声排放经治理后符合相关要求。矿山应定期进行噪声检测。

（5）固废处置方面

矿山产出的剥离层进行综合利用或及时外运，不设排土场，减少水土流失。矿山生产中使用的有污染性的原材料要按照当地环保部门的要求搞好存储、管理，生活垃圾要统一收集、外运。

4、建设现代数字化矿山

矿山应建立实时监控系统，全矿区各功能区实现全覆盖。破碎加工实行智能化管理，各级机口有视频监控，实行原矿及料仓计量统计。矿山规模化开采，推进机械化减人、自动化换人，实现矿山开采机械化，破碎加工工艺自动化，生产工艺流程数控化。矿山应提高对科技创新的重视程度和加强科技创新资金的投入。

5、树立良好矿山企业形象

矿山应树立和践行“绿水青山就是金山银山”的绿色发展理念，以绿色矿山为发展目标，大力推进绿色矿山创建事业，积极落实复垦复绿责任，加强员工绿色环保教育，努力将矿山打造成为绿色矿山示范基地。

矿山应与全体职工都签订了劳动用工合同，保证了职工的合法权益；建立劳动者个人职业健康监护档案、用人单位职业健康监护管理档案、职业病危害因素监测与检测评价档案、职业卫生宣传培训档案、职业卫生管理档案等档案保证职业健康；定期开展安全培训、教育培训加强职工的能力。

矿山在加强自身发展建设的同时，应与社会建立了良好的互助互利关系，大力支持地方就业、医疗、文化事业，促进矿地和谐。

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史及现状

本矿为新立采矿权矿山，拟设矿权范围内至今仍为矿业权的空白区，无其他探矿、采矿活动。矿区范围内目前地形地貌保持原有状态，植被覆盖基本未被破坏，仅在矿区东南侧和北侧外围各有一处民采采坑（图 1-10），据当地居民所述，上世纪八九十代居民开采建房用石遗留的采坑，规模均很小，呈不规则多边形，其中，东南侧采坑规模大致为 90（长）×（10～50）(宽)×14 m（深)，现状民采坑积水，水域面积约 2500m^2，水深约 8m，预计总积水量约 20000m^3，坑后即东面及南面为开挖边坡，高 15~25m，坡度约 80°，由于土地权属问题，租地难以解决，根据业主要求将其剔除，不在采剥范围内；北侧外围的民采坑利用作剥离层外运转运场，采坑规模大致为 75（长）×（45～62）(宽)×4 m（深)，面积约 4055m^2，采坑充满水，水量约 16220m^3，坑后即东面及南面为开挖边坡，高 7~15m，坡度约 80°。

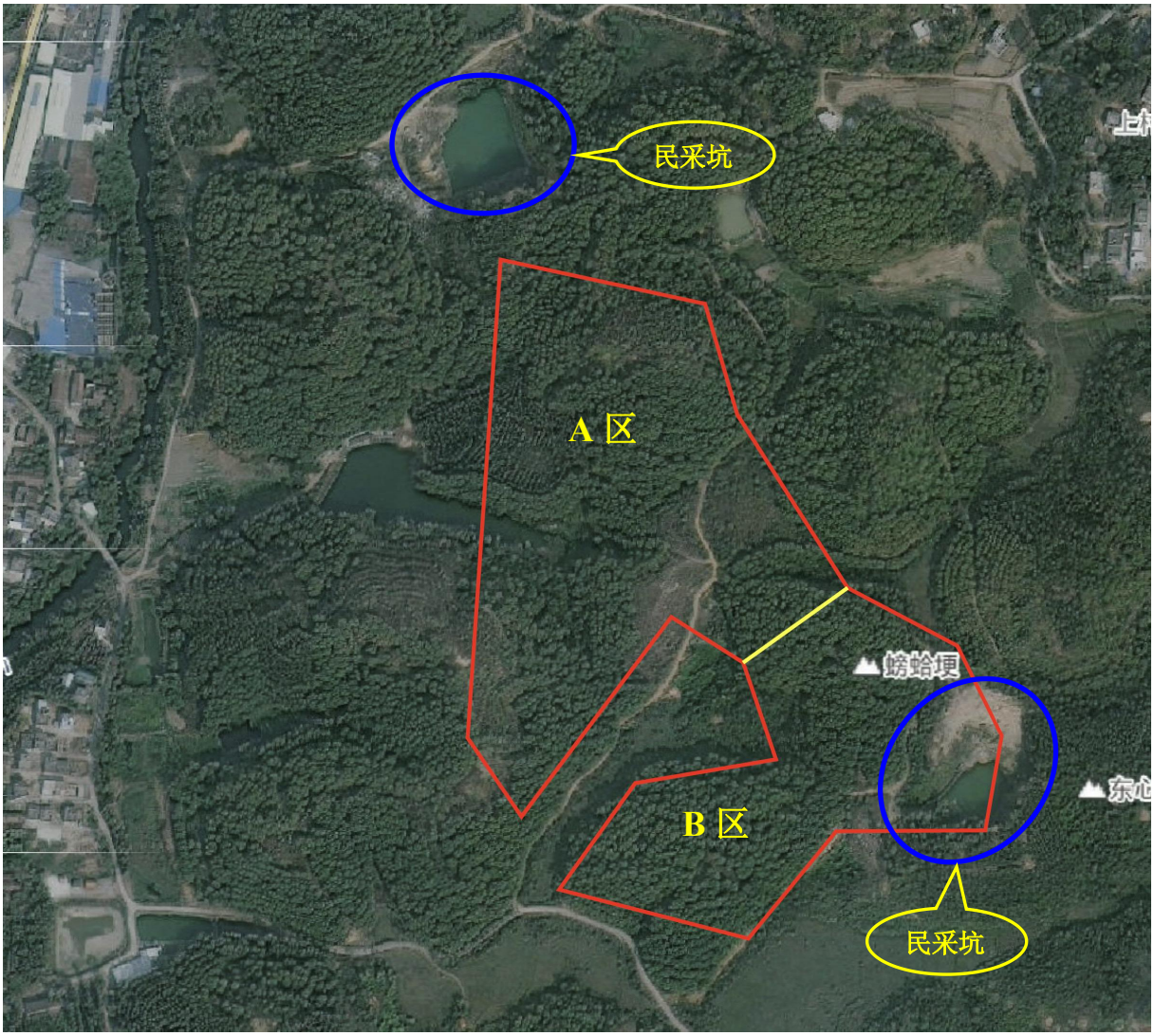


图 1-10　矿区卫星图

（二）矿区周边采矿现状

根据调查，矿区周边 500m 范围内无其它采矿权设置。本矿为新立登记的新建露天矿山，在批复划定的采矿权矿区范围内，廉江市自然资源局只出让给一个采矿权人，今后不存在一个矿体多个开采主体开采的现象。

第二章　矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

项目区处于北回归线以南的低纬度地区，属亚热带季风气候，日照时间长，终年受海洋气候调节，气候特征表现为风害多、雷暴频、雨量集中、旱季长、夏季长而冬季短、温和潮湿、无霜冻。4~9 月为雨季，占年降雨量的 79%，10 月至次年 3 月为旱季。

据廉江市气象局观测资料（1960～2023 年），项目区的气象特征如下表 2-1：

表 2-1　矿区所在地区气象特征一览表

气 温	多年平均气温	23.5℃
	极端最高气温	38.0℃（2005 年 7 月 9 日）
	极端最低气温	1.5℃（1963 年 1 月 15 日）
降雨量	多年平均年降雨量	1755.2mm
	年平均降雨天数	187d
	年最大降雨量	2602.7mm（2001 年）
	年最小降雨量	929.7mm（1977 年）
	日最大降雨量	739mm（1976 年 9 月 21 日）
	时最大降雨量	110mm（1976 年 8 月 6 日）
蒸发量	年蒸发量	1526mm
	最大年蒸发量	2031.4mm（1964 年）
	年平均相对湿度	80%左右
风向	春夏	多吹东南风
	秋冬	多吹西北风
	瞬时最大风速	40.0m / s（1974 年 7 月 12 日）
	年平均风速	3.1m / s
	台风盛行季节	7～10 月

综上所述，矿区属亚热带季风气候带，台风和暴雨可能给矿山开采带来不利影响，应做好相应的防护措施。

（二）水文

项目区地处丘陵山区，地表水不甚发育，主要是山塘水和民采坑水。另外，项目区西部分布有一塘蓬河。

1、山塘水

在矿区西部分布一处山塘，呈狭长形延伸入矿区，最大长度约 240m，西部最宽处约 80m，中部宽约 30m，东部宽约 10m，面积约 6450m^2，水深约 1.5～3m，平均水深约 2m，水量约 12900m^3，岸堤高出水面约 0.5～1.0m，坡度较平缓，约 10°～20°，周边

植被发育，矿区西部边界从山塘中部穿过，为了避免山塘水对矿山开采的影响，矿山开采前将该山塘清淤后利用矿山剥离的残坡积层进行回填并压实。据现场调查，水塘原为鱼塘，不属灌溉用水，出于安全考虑，矿山开采前将其回填，矿山开采后，矿坑成汇水洼地，根据开发利用方案，利用抽水泵将汇集雨水抽至总沉砂池，并分配至生产及消防水池利用。

另外，在矿区东部拐点 8 处，即采剥区外围附近分布一山塘，呈狭长形展布，面积约 1763m^2，水深约 1.0~2.0m，水位标高 65m 左右，位于采剥区外背下游，与该处采场边坡顶高差约 2~3m；其次，在矿区北部外围和西南部及东南部外围亦有零星山塘分布，面积 140~7900m^2，水深约 1.0~2.0m，水位标高 60~68m，均位于矿区山背下游，距离采场 100~300m，对采场影响小。

2、民采坑水

（1）在矿区 4 号拐点北侧约 60m 山坳处分布一民采坑，采坑规模大致为 75（长）×（45~62）(宽)×8m（深)，面积约 4055m^2，采坑充满水，水量约 32440m^3，据开发利用方案，该处作为剥离层外运转运场，将采坑进行回填后，采用平地堆填方式暂存剥离层。

（2）在矿区东南角分布一处旧采坑，旧采坑紧邻拟设立的矿区边界，呈不规则多边形，规模大致为 90m（长）×（10～50m）（宽）×14m（深），现状民采坑积水，水域面积约 2500m^2，水深约 8m，预计总积水量约 20000m^3，由于土地权属问题，根据业主要求将其剔除，不在采剥范围内，采坑积水距离采剥区约 50m，积水位约 60m，与该处采场边坡顶高差约 3~5m。

3、塘蓬河

在矿区西侧约 300m 处分布一塘蓬河，其发源于广西省博白县双庙镇洋狗坡，往南流至马兰径与发源于揽子塘的下山水汇合，注入马兰径水库，后经木头山、莲塘村，在白鸡潭入九洲江。河道长约 58km，河面宽 8～40m，一般深度 0.8～1.0m，属石质底河床，河道比降为 9.995‰，集水面积为 294km^2。根据《广东省湛江市防洪（潮）规划（2022-2035）》，塘蓬河属于九洲江支流之一，该区无蓄滞洪区，在矿区附近河段的最低侵蚀面高程约为 40.0m，河水位一般为 41m 左右，低于矿区最低海拔标高 50.23m，对矿区影响小。

（三）地形地貌

项目区地形地貌为丘陵地貌（图 2-1），地形有所起伏，切割微弱，多为圆顶小山包，山间为平缓沟谷。

矿区最高海拔标高 102.63m，最低海拔标高 50.23m，最大相对高差约 52m，山包起

伏连绵，起伏平缓，地势总体北高，南东略低，自然坡度 10°～20°，区内植被发育，多为经济林如桉树、橡胶树及其他灌木等，矿区东南角有一处人为开挖形成的采坑，呈不规则多边形，采坑规模大致为 90（长）×（10～50）(宽)×14 m（深)，采坑积水，水域面积约 2500m^2，水深约 8m，预计总积水量约 20000m^3，坑后即东面及南面为开挖边坡，高 15~25m，坡度约 80°。

破碎站工业场地设置在矿区西北侧，与矿区连接，现状为一座圆形小山包，标高约 54～83m，相对高差约 30m，地形坡度 10°～20°，植被较发育，该场地东部有一处人为开挖形成的采坑，呈不规则多边形，规模大致 75（长）×（45～62）(宽)×4m（深），面积约 4055 m^2，坑后即东面及南面为开挖边坡，高 7~15m，坡度约 80°，采坑充满水，水量约 16220m^3。办公生活区位于破碎站南侧山包山腰处，标高约 51～70m，地形坡度约 15°，相对高差约 20m，山坡植被发育。

本区侵蚀基准面位于矿区西侧约 300m 处的塘蓬河，侵蚀基准面标高约 40m。

综上所述，项目区为丘陵地貌，地形起伏平缓，相对高差较小，地形地貌条件中等。

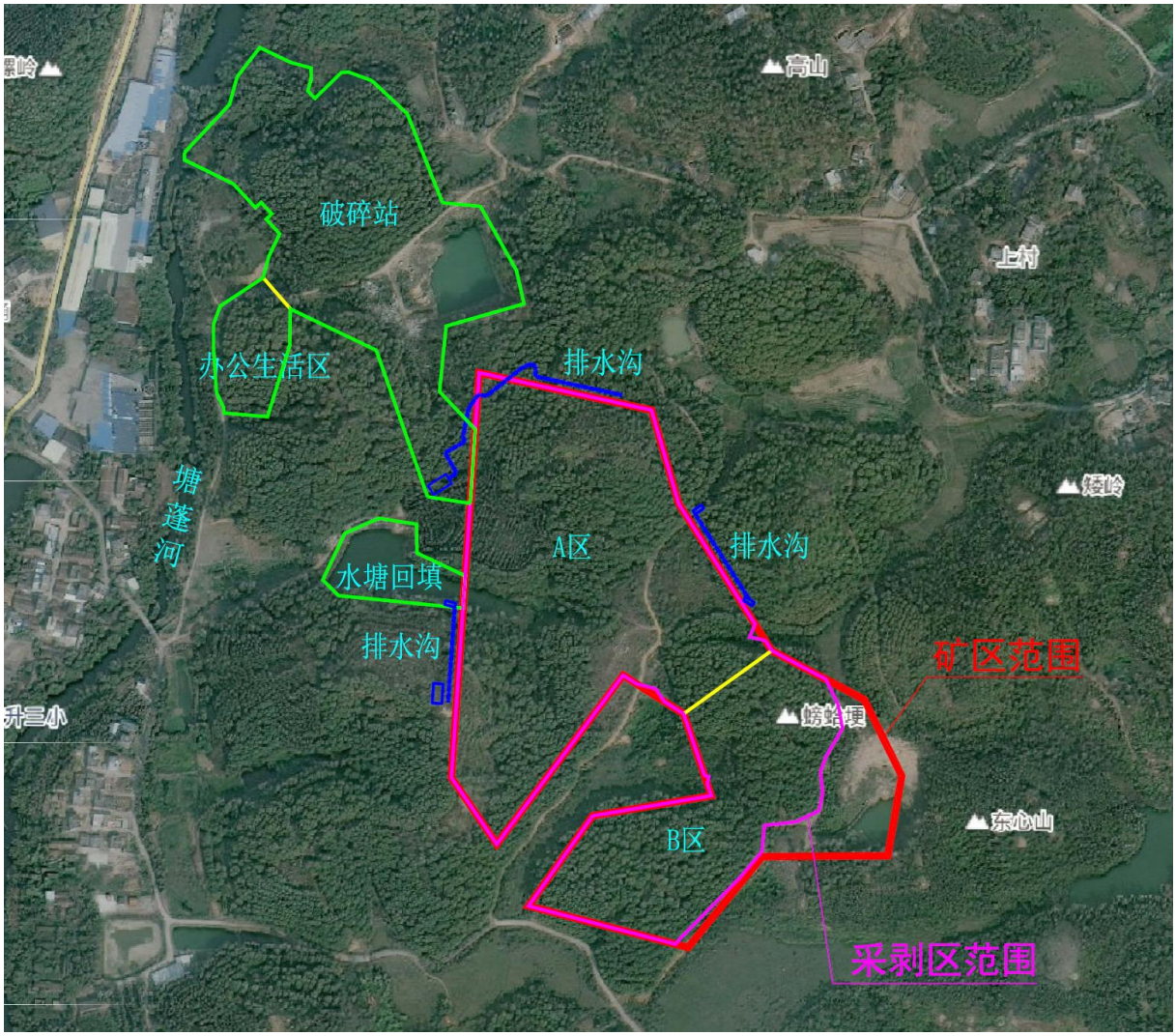


图 2-1　矿区地形地貌卫星图（据天地图 2024 年 8 月摄）

（四）植被

廉江市植被类型以南亚热带常绿阔叶林为主，植被覆盖率高，境内植被主要分为山地丘陵稀树矮草类和阶地矮草丛灌类两大类。

1、山地丘陵稀树矮草类分为山地稀树矮草类和丘陵稀树矮草类两类，山地稀树矮草类主要有马尾松、米椎树林为主的芒箕、岗松群落，分布于长山、塘蓬、和寮一带及石岭、雅塘的小部分村庄，占总面积的 16%；丘陵稀树矮草类主要有鸭嘴草芒箕为主的马尾松、桃金娘疏林草灌群落，鹧鸪草为主的马尾松、桃金娘疏林草灌群落，芒箕为主的马尾松、岗松疏林草灌群落，知风草为主的马尾松、岗松疏林草灌群落，鹧鸪草、蜈蚣草为主的马尾松草灌群落，分布于市境东部自黄茅经西朗、麻城、谢村、大坝至全浦交界及第一类型以南，占总面积的 43%。

2、阶地矮草丛灌类以知风草、蜈蚣草、芒箕和海边植物为主，主要分布于市境东北自廉江与化州交界的三鱼虾塘起经西朗、廉城、吉埇、角子岭及尤尾以南地区，占总面积的 41%。

3、本矿山为采矿权新立登记项目，矿区范围内尚未进行任何开采活动，基本保留原始地形地貌，表层第四系残坡积土发育，未见基岩裸露，植被覆盖良好。项目占地以果园地和乔木林地为主，植被以橡胶树（照片 7）、低矮的灌木丛、杂草及荆棘为主。

（五）土壤

项目区内地表土层主要为第四系残积土层，岩性为褐黄色砂质粘土，为花岗岩风化土，广泛分布于整个评估区，厚度一般 3～17m，平均 12m，根据《广东土壤》资料内容，区内土壤类型为赤红壤（照片 6），分布于花岗岩丘陵，富含砂粒(SzQ 达 74.65%)、通透性好，含钾较高(达 4.63%)；赤红壤剖面发育完整，具 A-B-C 构型。粘土矿物以高岭石为主，酸性强，以交换性铝为主，有机质含量一般为 1.5%；氮素随有机质含量而变化，磷因铁的固定作用普遍均低，但耕种后施肥影响速效磷含量普遍较自然土壤高；钾受母岩影响变幅较大，花岗岩母质平均为 2.78%花岗岩发育的赤红壤含钾量一般较高，微量元素含量除铁外，一般均较低。

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、区域地层与岩石

（1）地层

根据区域地质资料，矿区位于庞西洞断裂与古城～沙剭大断裂之间的塘蓬岩体的中心地带，属车田岩浆构造隆起中段，区域上地层从老到新主要有：元古系（Pt）、泥盆系（D）、石炭系（C）和第四系（Q）（图 2-2）。

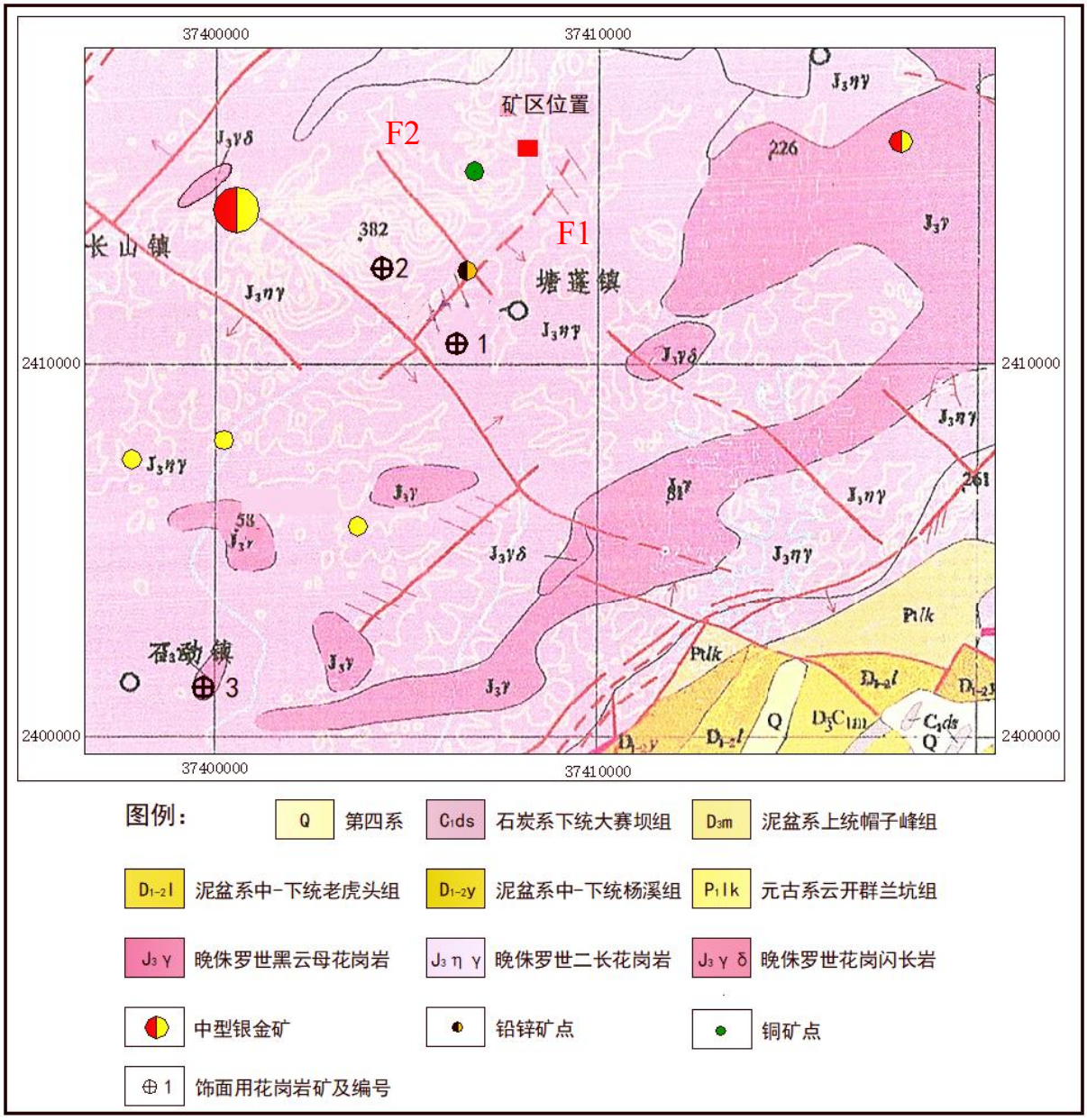


图 2-2　矿区及其周边区域地质图

①元古系（P*t*）

元古系云开群兰坑组（Pt*lk*）：主要分布于本区域东南角，为一套浅海相复理石变质碎屑岩，岩性以石英云母片岩、长石石英砂岩为主，厚度 647.42m。

②泥盆系（D）

泥盆系中-下统杨溪组（$D_{1-2}y$）：主要分布于本区域东南部，岩性为砾岩、石英砂砾岩夹砂岩，厚度 244.3m。

泥盆系中-下统老虎头组（$D_{1-2}l$）：主要分布于本区域东南部，岩性为石英砂岩、砂岩、页岩、砾岩、砂砾岩，厚度 813m。

泥盆系上统帽子峰组（D_3m）：主要分布于本区域东南部，岩性为钙质砂岩、砂质泥岩、砂岩夹灰岩，厚度 411m。

③石炭系（C）

石炭系下统大赛坝（C_1ds）：主要分布于本区域东南部，岩性为砂泥质碎屑岩夹灰岩，厚度 96.1m。

④第四系（Q）

主要分布于本区域东南部的冲积平原及山间谷地，为第四系残积的砂质性土及第四系冲洪积粉质粘土、砂、淤泥和砾石，厚度 5～25m。

（2）岩浆岩

区域上岩浆岩大面积出露（图 2-2），岩浆活动频繁，尤其是酸性侵入岩非常发育，其中以二长花岗岩分布最广，花岗闪长岩及与花岗岩有关的中酸性脉岩呈零星分布。

代表性的酸性侵入岩为塘蓬岩体，分布范围广，呈大岩基状出露，侵入时代晚侏罗世，主要岩性为粗～中粒黑云母二长花岗岩、中～细粒黑云母二长花岗岩（$J_3\eta\gamma$）。

花岗闪长岩（$J_3\gamma\delta$）、黑云母花岗岩（$J_3\gamma$），分布小面积小，呈小岩株出露，主要分布于区域东部、东北部和南部。

2、矿区地层与岩石

（1）地层

矿区分布的地层仅有第四系（Q），主要为残坡积层(Q^{el})，出露于地表，厚度 3.0～17.0m，平均约 12m，呈灰黄色、灰褐色、褐黄色，硬塑，岩性为砂质粘性土，主要成份为粘粒、砂质等，属花岗岩风化残积而成。

（2）岩浆岩

矿区岩浆岩活动强烈，属塘蓬岩体，为晚侏罗世侵入岩，岩性为中细粒黑云母二长花岗岩（$J_3\eta\gamma$），呈大岩基状产出，全区分布。

综上所述，矿区分布的地层为第四系残坡积层，岩浆岩为晚侏罗世二长花岗岩，地层岩石条件简单。

（二）地质构造

1、区域地质构造

矿区所处的区域位于车田岩浆构造隆起中断，塘蓬岩体的中心地带，地质构造相对简单单一，以 NE 和 NW 走向两组断裂为主，其中一组（F1）走向 NE44°，倾向 SE 和 NW，为逆断层和压扭性断裂；另一组（F2）走向 NW45°，倾向 SW 和 NE，多为正断层或张性断裂，发育晚于 NE 走向断裂，且受其限制（图 2-2）。

2、矿区地质构造

矿区地处花岗岩出露区，基岩为晚侏罗世二长花岗岩($J_3\eta\gamma$)，据调查矿区岩体较完整，未见岩层挤压、错动痕迹，区内无断层通过，区域上距离矿区较近的断层约有 3.0km，区内断裂构造不发育。

矿区地表被第四系土层覆盖，据储量核实报告，由钻探揭露基岩节理裂隙发育，另外，野外调查共测得 3 组节理裂隙（表 2-2），紧闭，硅质胶结良好，绿泥石化胶结一般。

表 2-2 评估区主要节理结构面基本信息表

节理编号	位置	产状	间距（m）	延伸长度（m）	类型
节理①	评估区东南侧民采坑处	110°∠58°	1.5～2.0	10~20	剪性节理，与边坡坡面方向大角度斜交，对边坡稳定性影响较小
节理②	评估区东南侧民采坑处	31°∠48°	0.5～2.0	5~15	剪性节理，与边坡坡面方向大角度斜交，对边坡稳定性影响较小
节理③	评估区东南侧民采坑处	141°∠29°	0.03～0.15	0.1~1.5	剪性节理，与边坡坡面方向小角度斜交，对边坡稳定性影响较小

综上所述，矿区无断层通过，但岩石节理裂隙发育，对边坡稳定性可能造成不利影响。

3、区域地壳稳定性

（1）新构造运动

新构造运动是指新近纪以来的构造运动。早在中生代构造格架已经基本形成，本区新构造运动以缓慢的间歇性抬升为特征，古近纪以来，形成海拔 700～800m，500～600m，300～400m 和 100~200m 的 4 级夷平面。新近纪以来则形成由寒武纪变质岩、白垩纪红层组成的台地或丘陵，海拔分别为 50～70m 和 25～45m。更新世晚期以来的抬升，形成海拔 20～30m 和 12～15m 的两级河流阶地或侵蚀-剥蚀台地。总体上，该区新构造运动相对稳定，在古生代发生了沉积间断和构造不整合现象，并伴随燕山期岩浆岩的侵入活动，而到了新生代，大地构造活动相对微弱。

（2）地震

广东省廉江市地处华南地震区沿海地震带东南沿海地震带的南部。据记载，地震活动较为频繁，据历年来不完全记载：自公元 1466 年至 2021 年当中，发生在不同时间的地震合共 73 次（表 2-3），廉江市历史地震震级一般小于 6 级（图 2-3），可见矿区地震环境为低震级多发区。

表 2-3　项目区周边地震一览表

地名	年代	震次	地震烈度及实例	影响范围
旧吴川（吴阳）	1482-1890	19	有 13 次地震无声，6 次有声。1487 年 9 月所见民房摇撼、几乎倾倒。	有 7 次分别见于廉江、高州、电城、顺德。
高州	1470-1936	19	有 13 次地震无声，6 次有声。1936 年 4 月所见房檐下滑，人感头昏。	有 10 次于海康。灵山、遂溪、化县、廉江、吴阳、信宜。
化州	1509-1861	7	有 5 次地震无声，2 次有声，1851 年地大震房屋若颠簸。	有 2 次分别见高州、信宜。
廉江	1466-1890	39	有 6 次地震有声，33 次无声，3 次为破坏震，其中 1680 年 7 月水涌三尺，陷为三个水潭，震中在本县烈度 6°。	有 6 次分别见于化州、吴阳、电城、顺德、阳江、琼山。
遂溪	1524-1604	8	1596 年 6 月大地震	有 5 次分别见于海康、徐闻。

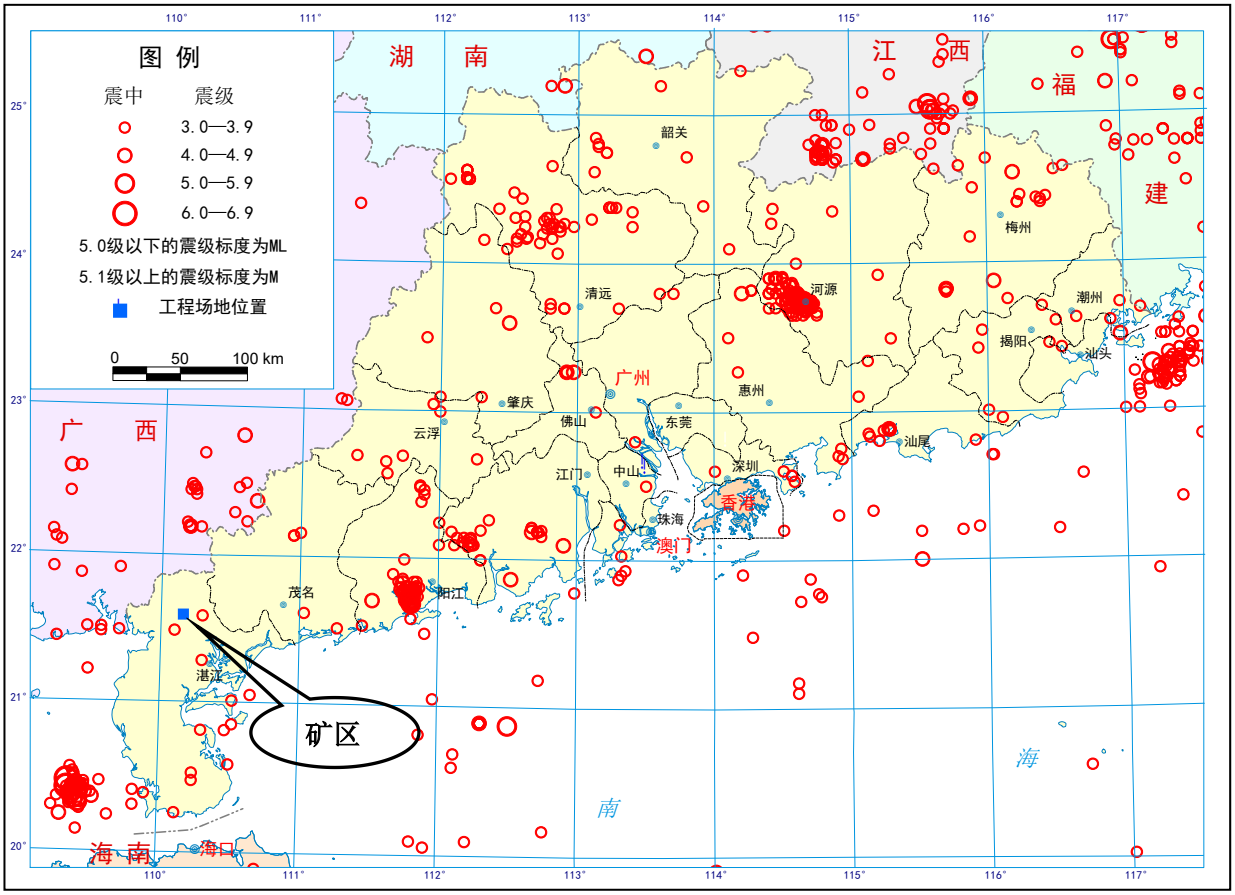


图 2-3　矿区及外围地震震中分布图

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）附录 B，本区地震抗震设防烈度

为 7 度，地震动峰值加速度为 0.10g，可结合工程建筑物具体情况考虑抗震设防。

（3）区域地壳稳定性

本区新构造运动活动自全新世以来处于稳定时期，区域地震基本烈度为 7 度区，区域地壳基本稳定。

综上所述，区域地震基本烈度为 7 度区，区域地壳基本稳定，矿区地表均被第四系残坡积层所覆盖，无断层通过，但岩石节理裂隙发育，对边坡稳定性可能造成不利影响，矿区地质构造条件简单。

（三）水文地质

1、地下水类型及其水文地质特征

根据区内地下水赋存条件及含水层岩组特征，将其划分为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水。

（1）松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水含水岩组为残坡积粘性土、砂质粘性土，厚度 3.0～17.0m，弱透水而不含水。

（2）块状岩类裂隙水

含水岩组为下部的风化花岗岩，全风化、半风化花岗岩厚度 1.9～19.2m，风化裂隙较发育，形成风化裂隙含水层。地下水赋存于基岩裂隙带中，水位埋深随地形变化。本区花岗岩风化裂隙较发育，但裂隙面结合较紧密，因此花岗岩裂隙潜水含水层富水性弱，水量贫乏。

2、地下水的补给、径流、排泄条件

矿区地处亚热带海洋性季风气候区，雨量充沛，地表水不甚发育，大气降雨是本区地下水的主要补给来源，每年 4～9 月份是地下水的补给期，10 月至翌年 3 月为地下水消耗期和排泄期。

矿区位于丘陵山区，地形起伏较平缓，故该区基岩裂隙水径流途径短，水力梯度较小，地下水径流不明显。地下水排泄主要通过地面蒸发或植物叶面蒸腾方式排泄。

区内地下水动态变化受季节的影响。季节方面主要表现为雨季期间水位埋藏浅，枯水期水位将下降。项目区水位受降雨支配，松散岩类孔隙水在暴雨后水位迅速上升，每年 4～9 月为高水位期，9 月以后随降雨减少而缓慢下降。基岩裂隙水由于渗入补给时间较长，往往具滞后现象。基岩裂隙水的水位及流量高峰期普遍比雨季滞后约 1 个

月。

3、矿床充水条件

本矿山 55m 标高以上为山坡露天开采，55m 标高以下为凹陷露天开采，最低开采标高为-20m。矿床充水因素主要为大气降水和基岩裂隙水。矿床及围岩中发育有节理裂隙，裂隙水可直接对采场进行充水，但风化裂隙含水层富水性贫乏，对采矿工作面充水量小。而雨季大气降水可直接涌入采场，是采场的直接充水水源。总体上，矿床充水条件中等。

4、露天采场汇水量预测

（1）矿坑集雨量预测

Q＝F×A

式中：Q—采坑集雨量（m^3/d）；

F—采坑最大汇水面积（m^2），取采剥面积 115189m^2；

A—日降雨量（mm/d）；日平均降雨量 A1 为 1755.2÷187=9.4mm（年平均降雨量为 1755.2mm，年平均降雨天数 187 天）；最大日降雨量 A2 为 739mm；

经计算，矿坑集雨量计算结果见表 2-4。

表 2-4　矿坑集雨量计算表

汇水面积（F）	日降雨量（A）		矿坑集雨量（Q）	
	平均降雨条件（A_1）	50 年最大降雨条件（A_2）	平均降雨条件（Q_1）	50 年极端降雨条件（Q_2）
m^2	mm/d	mm/d	m^3/d	m^3/d
115189	9.4	739	1083	85125

（2）地下水充水

据储量核实报告，矿区进行了抽水试验，由于上部孔隙水水量贫乏，抽水瞬间抽干，含水岩性主要是砂质粘性土，其透水性弱，属于相对隔水层；据下部基岩裂隙水抽水试验结果（表 2-5），本矿区的半风化~微风化花岗岩渗透性系数为 0.0187～0.022m/d，说明下部基岩裂隙透水性弱，富水性贫乏，节理裂隙紧闭，故地下水充水量极小。

表 2-5　抽水试验结果计算表

抽水孔编号	降深 S(m	流量 Q（m^3/d）	含水层厚度	抽水孔半径 r(m)	渗透系数 K（m/d）	备注
ZK2	25.8	0.1935	33.2	0.055	0.022	水量较小，易抽干
ZK8	40.64	0.262	45.8	0.055	0.0187	水量较小，易抽干

5、矿山开采对地下水的影响评价

据由前面所述，矿区上部残坡积层，透水性弱，不含水；下部半风化~微风化花岗岩层，透水性弱，节理裂隙紧闭，富水性贫乏，矿山开采对地下水的影响小，未来矿山开采矿坑充水因素主要为大气降雨集水，故凹陷露天采坑的抽排水主要是雨水，不会造成区域地下水位下降。

6、供水水源评价

矿山生产用水可取矿区西边塘蓬河，其河水流量中等且水量稳定，能满足矿山供水需求。矿区生活用水可接当地自来水管网，生活用水安全可靠。

综上所述，采场开采标高 102~-20m，55m 标高以下为凹陷露天开采，矿体大部分位于当地侵蚀基准面（40m）之下，矿区上部残坡积层弱透水而不含水；下部风化花岗岩裂隙面结合较紧密，富水性弱，水量贫乏。采场汇水面积较大，矿床充水因素主要是大气降雨，矿坑抽排水不会造成区域地下含水层破坏，总体上，矿区水文地质条件中等。

（四）工程地质

1、岩土体及工程地质特征

根据矿区岩土体的结构、物质成份及物理力学性质及风化程度，将矿区岩土体分为松散软岩组、较软岩组和坚硬岩组三种类型。

（1）松散软岩组

第四系坡残积层：主要成分为砂质粘性土，厚度 3.0～17.0m，平均 12.0m，矿区内均有分布，呈浅褐黄色，硬塑状，稍湿，其岩性松软，遇水易软化、崩解，属不稳定岩土层，工程地质条件较差，在受外力影响或降雨条件下可能产生崩塌地质灾害，通过土工试验分析松散软岩类力学性质差，松散不粘结，工程性能较差。雨季时易发生水土流失，严重会产生滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。

全风化花岗岩：全风化花岗岩层以黄褐色为主，局部夹有半风化花岗岩碎块，主要由石英砂粒和粘性土粒组成，局部可见未完全风化的长石碎屑，稍湿～湿，厚度一般 3.0～27.2m，平均 14.18m，矿区内均有分布。土体水理性差，浸水易软化，物理力学性质一般，稳定性一般～较差，工程地质条件一般。

（2）较软岩组

半风化花岗岩：分布于矿区矿体上部，矿区内均有分布，0.5～18.2m，平均 6.11m，呈半岩半土状、块状或岩状，属基本稳定岩土层，工程地质条件较好，岩芯 RQD 值为 82%～87%，属较软岩。岩石破碎，工程地质条件稳定性较差。

（3）坚硬岩组

微～未风化花岗岩：为矿区主要工程地质岩组，风化迹象不明显，岩石节理裂隙较少发育。根据岩石质量等级表划分，岩石质量好，岩体较完整～完整。饱和抗压样品测试结果为：微～未风化花岗岩饱和抗压强度为81MPa～118MPa，平均值为102.3MPa，矿体属于坚硬岩，总体强度高，稳定性较好。

2、矿体及围岩稳定性评价

矿体为微～未风化花岗岩，矿体上部覆盖层有第四系残坡积层、全风化层以及半风化花岗岩，四周围岩为微～未风化花岗岩。残坡积层厚度3.0m～17.0m，平均厚度12m；全风化～半风化花岗岩厚度3.0m～27.2m。残坡积层及全风化层遇水易软化、崩解，属不稳定岩土层，工程地质条件较差，开采台阶不宜大于10m，台阶坡面角不宜大于45°；半风化花岗岩层，岩石较破碎，工程地质条件稳定性较差，开采台阶不宜大于15m，台阶坡面角不宜大于60°；微风化花岗岩层，岩石完整性较好，节理裂隙较少发育，开采台阶不大于15m，台阶坡面角不大于70°；未风化花岗岩层，岩石完整，岩石坚固，稳定性好。

总之，矿区未来开采时，需严格按规定的开采坡度和段高，严禁超挖，确保矿山采矿边坡的安全；在上部覆盖层较厚区域，剥离时应降缓台阶坡角清除坡面花岗岩残留体；根据岩（矿）石裂隙发育程度和裂隙产状实际，调整台阶高度和边坡角，保证开采边坡稳定，并做好安全防护和监测工作，确保边坡安全稳定；对欠稳定的边坡采取监测、预防和治理的措施，对已开采完毕的台阶进行复垦，恢复景观，消除边坡滑坡隐患，加强对露天采场边坡稳定性监测。

3、结构面特征

矿区东南面有一处民采采坑，根据采坑开采后出露的花岗岩情况，共测得3组节理裂隙：①110°∠58°；②31°∠48°；③141°∠29°。节理裂隙面结合较紧密，硅质胶结良好，绿泥石化胶结一般。

4、工程地质评价

（1）采场边坡工程地质条件评价

根据开发利用方案，先开采B区，B区采完后在开采A区，故B区先产生采场边坡，同时，在A区产生开拓道路边坡。

采场残破积层及全风化层台阶高度10m，台阶坡面角45°；半风化层台阶高度10m，台阶坡面角60°；微风化花岗岩台阶高度15m，台阶坡面角70°；未风化花岗岩台阶高度20m，则台阶坡面角84°，采场边坡符合规范设计要求，采场下部未风化花岗岩完整

性好，岩石坚固，稳定性好，边坡稳定；采场上部残破积层及全风化层，其遇水易软化、崩解，属不稳定岩土层，因此开采形成边坡后应及时采取措施进行防护；半风化层其岩石较破碎，开采形成的边坡应及时采取措施防护，消除坡面块石、危石；微风化花岗岩节理裂隙少，裂隙面结合较紧密，岩石坚硬，开采形成的边坡应根据裂隙发育程度和裂隙产状实际，调整台阶高度和边坡角，保证开采边坡稳定，并做好安全防护和监测工作。

另外，在 A 区产生开拓道路边坡，高约 15m，主要由残坡积层组成，其遇水易软化、崩解的特性，故 A 区开拓道路边坡建议采用放缓坡处理。

总体，采场边坡工程地质条件较差。

（2）办公生活区及破碎站工程地质条件评价

办公生活区及破碎站设置在矿区西北侧外围的山包及山腰处，主要建设办公室、宿舍、破碎车间、制砂车间、污水处理车间及剥离层外运转运场等等。

根据开发利用方案，办公生活区及破碎站建设时需开挖山体，将形成 3 处开挖边坡，即破碎站的卸矿及破碎平台开挖边坡，高约 5m；办公生活区的后山开挖边坡，高约 15m；破碎站与采场衔接处的开挖边坡，高约 5~12m。开挖边坡均由残坡积土组成，其遇水易软化、崩解，属不稳定岩土层，因此开挖后应及时采取措施进行防护，避免雨水冲刷。

另外，办公生活区及破碎站在场地平整亦形成填土边坡，高约 5m，由于填土呈散体状，在平整前应进行碾压，压实度达到相应要求，并按规范设置坡率，且在坡脚设置挡土墙。

总体，办公生活区及破碎站工程地质条件一般。

5、主要工程地质问题

矿山为露天开采的建筑用及饰面用花岗岩矿床，矿体覆盖层厚度约 20m，主要为残积砂质粘性土、全风化风化花岗岩，开采时因破坏原有植物，加上后期开采深度加大，土体边坡在暴雨作用下边坡稳定性较差，容易诱发泥石流、土体滑坡和崩塌等地质灾害。

微~未风化花岗岩，岩石坚硬，节理裂隙发育但结构面结合较好，在天然状态下稳定性较好，但在扰动的条件下，特别是受到爆破作用力的影响，岩体的稳定性易遭受破坏，岩石破碎或岩体沿着节理面滑移，从而诱发崩塌、滑坡等地质灾害。

因此，在开采过程中，若不及时采取合理的防护措施，将引起潜在的地质灾害可能性和危险性。

综上所述，矿区未来开采后最终边坡高达约 117m，高差相对较大，并且覆盖层残

坡积层厚度较大，稳定性差，在降雨侵蚀作用下易引起滑坡、崩塌等地质灾害，评定矿山工程地质条件复杂程度为中等。

（五）矿体地质特征

1、矿体形态、产状、规模

矿体为晚侏罗世侵入岩（$J_3\eta\gamma$，塘蓬岩体），岩性为中细粒黑云母二长花岗岩。本区花岗岩风化壳较发育，自上而下可分为残坡积层、全风化花岗岩、半风化花岗岩、微风化花岗岩、未风化花岗岩。其中微风化花岗岩为建筑用花岗岩矿体，未风化花岗岩为饰面用花岗岩矿体。A 区微风化花岗岩矿体层顶埋深 9.0～47.4m，平均 23.07m，出露标高 32.2～69.7m，均为连续矿体，厚度至最低开采标高；B 区微风化花岗岩矿体层顶埋深 23.4～29.0m，平均 26.63m，出露标高 39.6～51.1m,平均 45.30m，均为连续矿体，厚度至未风化层顶面，层底标高 10.0～33.6m，平均 22.77m，厚度 17.5～29.6m，平均 22.53m。未风化花岗岩矿体层顶埋深 8.1～53.0m，平均 33.32m，出露标高 10.0～55.0m，平均 34.42m，均为连续矿体，厚度至最低开采标高。

根据矿区边界、最低开采标高结合实测资料圈出的矿体有两个：

（1）建筑用花岗岩矿

建筑用花岗岩矿体即微风化中细粒黑云母二长花岗岩，呈岩基面状产出，连续延伸，厚度大，在整个拟设矿区范围内分布。

矿体规模与圈定矿区面积相关：其中 A 区建筑用花岗岩矿体南北向长约 440m，东西向最宽约 298m，矿体厚度 50.0m～90.0m，矿体赋存标高 69.7m～-20m；B 区建筑用花岗岩矿体南北向长约 220m，东西向最宽约 340m，矿体厚度 17.5m～29.6m，矿体赋存标高 45.3m～22.77m。

（2）饰面用花岗岩

饰面用花岗岩矿体即未风化的中细粒黑云母二长花岗岩，矿体形态简单，岩性均一，饰面用花岗岩矿体仅分布在 B 区。矿区范围内 B 区饰面用花岗岩矿体南北向长约 220m，东西向最宽约 340m，矿体厚度 30m～75m，矿体赋存标高 55.0m～-20m。

2、矿石质量

（1）矿石矿物

根据岩矿鉴定，矿石定名为中细粒黑云母二长花岗岩，呈麻灰色,浅灰色，中细粒花岗结构，无定向构造、块状构造，岩石主要由石英（约含 35%）、正长石（约含 69%）、斜长石（约含 69%）黑云母（约含 5%）组成。石英呈它形粒状，灰白色；正长石半自形

短柱状，肉红色；斜长石半自形板状，白色；黑云母鳞片状，黑色。

（2）矿石化学成分

矿石化学成分测试硫化物，硫化物及硫酸盐含量为 0.0，按石材耐酸碱性能分类，矿石为耐酸型石材。岩相法碱活性分析矿石为非碱活性。矿石化学成分 SiO_2：73.65%，Al_2O_3：14.10%，Fe_2O_3：0.28%，TiO_2：0.15%，K_2O：4.41%，Na_2O：3.36%，CaO：1.42%，MgO：0.31%，LOI：0.75%，P_2O_5：0.076，SO_3：0.032%，Cl^-：0.20L。

（3）矿石物理性能

Ⅰ、建筑用花岗岩

①抗压强度

矿石饱和抗压强度 81.6MPa～118.0MPa，平均值为 102.3MPa，达到《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685/2011)、《建筑用石料类矿产地质勘查规范》DZ/T 0341—2020)中建筑用火成岩抗压强度指标要求（80Mpa）。矿体是由微～未风化中细粒黑云母花岗岩组成，按抗压强度划分，属坚硬岩石。

②坚固性及压碎指标

矿石的坚固性为 2%～3%，压碎指标为 10%、12%，硫化物和硫酸盐含量低于检出限，符合《矿产地质勘查规范建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）号文规定的Ⅰ类标准：硫酸盐及硫化物含量（$S0_3$ 质量分数）≤0.5%、坚固性≤5%、压碎指标（碎石）≤10%。

Ⅱ、饰面用花岗岩

①矿石体重

矿区饰面用花岗岩矿石天然块体密度为 2.62g/cm^3~2.64g/cm^3，平均值为 2.635g/cm^3。

②矿石抗压强度

矿石干燥压缩强度为 103.0MPa～131.0MPa，平均 116.30MPa。矿石饱和压缩强度为 104.5MPa～124.0MPa，平均 113.4MPa。矿石压缩强度满足《饰面石材矿产地质勘查规范》（DZ/T 0291—2015）附录 C 中有关花岗石类饰面石材抗压强度指标要求（≥100Mpa）。

③矿石抗折测试

矿石饱和抗弯曲强度介于 12.0～13.9Mpa，平均为 12.75Mpa；干燥抗弯曲强度介于 13.4～15.5Mpa，平均为 14.3Mpa。

④耐磨性

耐磨性介于 70/cm^3～74/cm^3，平均 72.0/cm^3。

⑤矿石吸水率

矿石吸水率为 0.24～0.58%，平均值 0.39%。

⑥外观光泽度

光泽度 84.5～88%之间，平均 86.28%。

⑦荒料率的确定

a.试采荒料率

矿区东南面民采采坑采用排孔切割的方式进行的小规模试采，试采面积约 32.64m^2，平均采深 1.65m，共采出矿石体积 53.9m^3。共采出荒料 8 块，其中中料 3 块，小料 5 块，总计采出花岗岩合格荒料 12.31m^3,共消耗花岗岩资源 53.9m^3,试采荒料率 HS 为 22.84%。饰面用花岗岩 A 矿区东南部靠近采坑岩石质量好，往北面岩石裂隙较发育，质量变差，考虑钻孔裂隙发育情况，试采荒料率取适当保守值 H=22.5%。

邻近同类 4 个饰面用花岗岩的矿山资料：廉江市塘蓬镇茅头坑老虎笼矿区饰面用花岗岩矿试采荒料率 34.92%；廉江市塘蓬镇瑶仔大头岭矿区饰面用花岗岩矿试采荒料率 35.93%；廉江市东升农场七队佛岭矿区饰面用花岗岩矿采用平均值荒料率约 31.65%；廉江市石颈镇那利高岭矿区饰面用花岗岩矿试采荒料率 34.70%。

核实报告最后确定本矿区饰面用花岗岩矿体的荒料率为 31.65%。

b.板材率

在试采区选取荒料（长 2.15×宽 0.65×高 1.0cm，体积约 1.40m^3）送到附近的廉江市石颈镇石材加工厂进行矿石加工测试，荒料锯割、研磨抛光后，获得 20mm 厚的标准毛板共 28 块，约 39.20m^2，计算得出板材率为 28.0m^2/m^3。

⑧矿石放射性

矿区矿石内照射指数 I_{Ra}＝0.43～0.5，外照射指数 I_r＝0.7～0.8（附件 7），矿石符合《饰面石材矿产地质勘查规范》（DZ/T 0291—2015）和《建筑材料放射性核素限量（GB 6566-2010）》的要求,判定满足 A 类装修材料及建筑主体材料的要求，其使用和销售范围不受限制。

⑨光谱分析

矿区花岗岩矿体中未检出或是检出的金属元素含量很低，未达到工业利用标准。

3、矿石类型和品级

（1）矿石类型

矿石工业类型属建筑用花岗岩、饰面用花岗岩，矿石自然类型为花岗岩，按矿石风化强度划分属微、未风化矿床。

（2）矿石品级

矿石品级根据矿石物理性质特征判断属于硬质岩。

A 区建筑用花岗岩，岩芯完整，裂隙一般发育，岩块断口新鲜，岩石坚硬，不能作为饰面用花岗岩矿开采，主作建筑用花岗岩矿。矿石为微风化的中细粒黑云母二长花岗岩，矿体呈岩基面状产出，连续延伸，厚度大，在整个拟设矿区范围内分布。根据矿石的物理性能、化学性质，其硬度和强度均能达到中等的硬质石料，抗老化能力较强，作为建筑用花岗岩矿碎石，可作为 A 类装饰装修材料，其产销和使用范围不受限制。

B 区饰面花岗岩岩心完整，裂隙较少发育，岩块断口新鲜，岩石坚硬，主作饰面用花岗岩矿，边角料作为建筑用花岗岩矿。根据矿石的物理性能、化学性质，其硬度和强度均能达到中等的硬质石料，抗老化能力较强，作为建筑用花岗岩及饰面用花岗岩矿石，可作为 A 类装修材料及建筑主体材料的要求，其使用和销售范围不受限制。

4、矿体围岩与夹石

矿体上盘为残坡积层和全风化花岗岩、半风化花岗岩，下盘为微（未）风化花岗岩，周围为微（未）风化花岗岩。矿体稳定，未见夹石层。

5、共伴生矿工业利用性能评价

（1）稀土矿评价

根据《稀土矿产地质勘查规范》(DZ/T0204-2002)，离子型稀土元素总量为 64.17g/t，未达到离子型稀土矿的边界品位，故矿区花岗岩全风化层中未发现伴生稀土矿产。

（2）高岭土评价

参照《矿产地质勘查规范　高岭土、叶蜡石、耐火粘土》（DZ/T 0206-2020）中砂质高岭土 325 目淘洗精矿 Fe_2O_3 含量的上限值（2.5%），样品中淘洗尾泥中 Fe_2O_3 的含量为 5.09%，超过上限值，因此本矿区花岗岩全化层达不到高岭土的工业要求。

（3）建设用砂评价

①颗粒级配

颗粒级配均位于 1 区标准区范围内；细度模数为 3.3，为粗砂。

②含泥量和泥块含量

含泥量 0.5%；泥块含量 0.2%，据《建设用砂》国家标准（GB/T14684-2011），（山砂）含泥量需≤5%，泥块含量需≤2%，符合建设用砂标准。

③有害物质

成品砂云母含量 0.0%，轻物质含量 0.0%，有机物含量合格，硫化物及硫酸盐含量

0.0%，低于检出限（附件 8），符合《建设用砂》（GB/T14684-2011）中天然砂级配类别III类的云母含量≤2.0%、轻物质含量≤1.0%、硫化物及硫酸盐含量≤0.5%的要求。

④表观密度、松散堆积密度、空隙率

成品砂松散堆积密度 1510kg/m³，表观密度 2610kg/m³，空隙率 42%。根据《建设用砂》（GB/T14684-2011）的要求：表观密度不小于 2500kg/m³，松散堆积密度不小于 1400kg/m³，空隙率不大于 44%，符合建设用砂要求。参照《建设用砂》（GB/T14684-2011），该区全风化花岗岩层经淘洗等砂加工后的砂矿样品符合建设用砂的要求，属天然砂 1 区级配区，级配类别为Ⅱ类。

⑤产砂率

本矿区的原砂淘洗率为 53.1%～59.8%，平均为 57.17%。产砂率为 50.45%～56.86%，平均为 54.34%。

综上所述，矿体地质特征复杂程度为中等。

三、矿区社会经济概况

本矿区行政区划隶属廉江市塘蓬镇管辖，塘蓬镇东连和寮镇，西连长山镇，北连广西英桥镇，南连石岭镇，总面积 162 平方公里，耕地面积 2.6 万亩，林地 5 万亩。土壤属丘陵地带，土地肥沃，有鸭姆河从北到南横贯全境，有水库 11 座，水源充足。

塘蓬镇下辖 23 个村委会和 1 个居委会，共有 305 条自然村，总人口 80214 人，其中库区移民近 2 万人，少数民族近 3 万人。镇内有上山村被确定为“民族村”。

塘蓬镇经济以农业为主，主要种植水稻、甘蔗、花生、北运菜、红烟等作物。农业总产值 12690 万元，工业总产值 67341 万元。镇内有花岗岩加工厂、银矿厂、造纸厂、松香厂、红砖厂等企业。2023 年，塘蓬镇经济社会发展座谈会签约金额达 3.51 亿元，乡贤们为教育发展促进会筹措资金 170 万元。

四、矿区土地利用现状

根据廉江市人民政府《廉江市人民政府关于廉江市 2021 年第一批次采矿权招标拍卖挂牌出让年度计划的批复》(廉府函〔2021〕186 号)，本矿区范围由 16 个拐点圈定，矿区面积为 127213m²（12.72 公顷），由廉江市自然资源局提供的 2023 年土地利用现状图以及调查数据可知，本矿区范围占用的土地利用现状地类为**果园、其它园地、橡胶园、乔木林地、灌木林地、其它草地、农村道路、坑塘水面和村庄等等**（图 2-4），矿区土地利用现状的结构见表 2-13。另外，根据廉江市自然资源局提供的三区三线图（图 2-5），

本矿区不在生态保护红线控制线内，亦不在永久基本农田保护红线控制线内，矿区符合土地管理要求，矿山闭坑后应进行土地复垦。

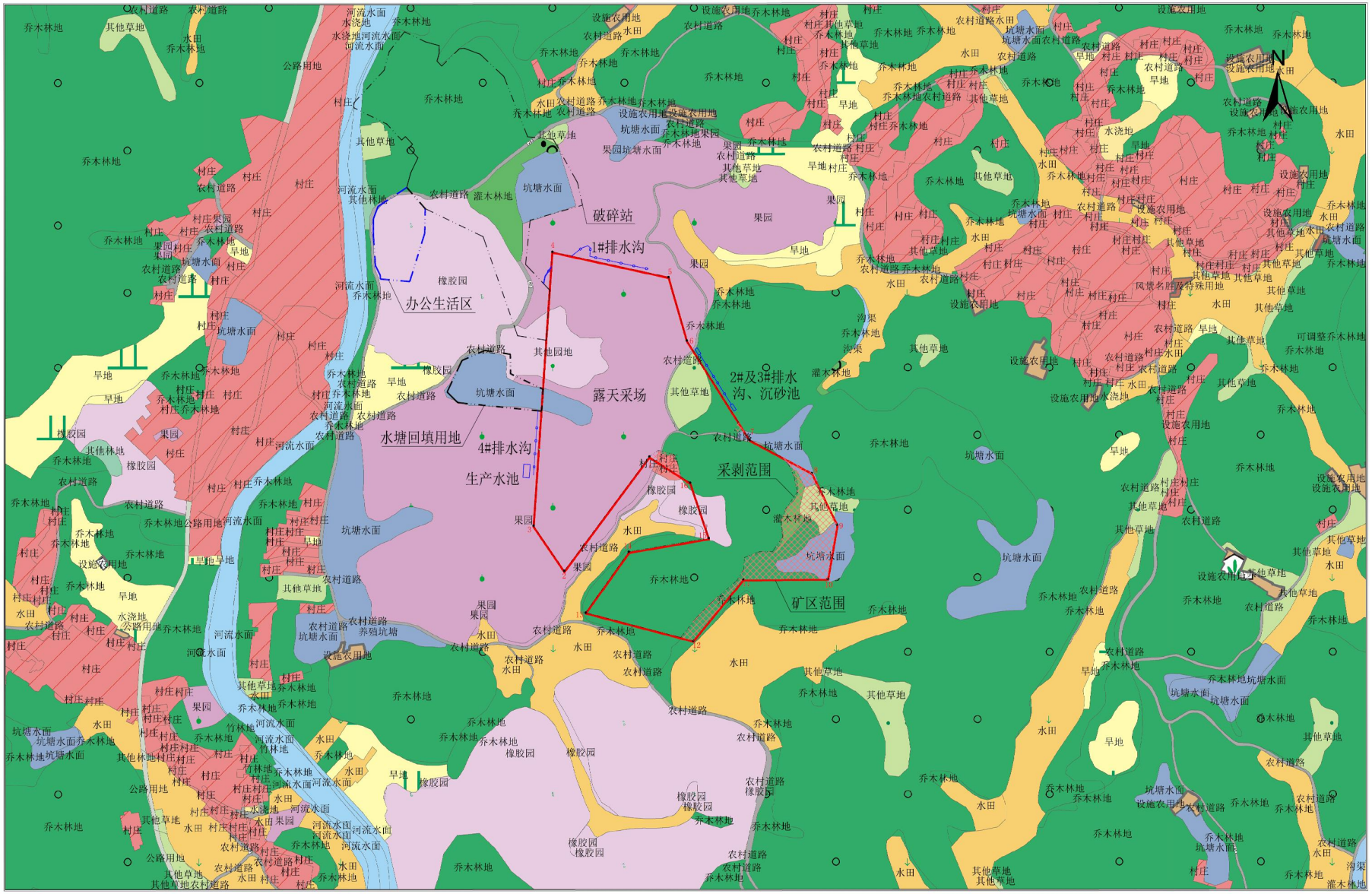
由于矿区局部地方存在矿农矛盾，租地难以解决，将矿区采剥范围缩小，调整后采剥范围面积 113366m^2（11.3366 公顷），其地利用现状的结构见表 2-13。

除此之外，矿山开发还需建设相关的配套设施，如办公生活区、破碎站等，其位于矿区的西侧及西北，土地利用现状见图 2-5，土地利用现状的结构见表 2-13。矿区（采场）、办公生活区、破碎站等占地总面积为 20.1735（18.7888）公顷。

表 2-13　矿区土地利用现状结构表

位置	一级地类		二级地类		面积（公顷）
矿区（采剥范围）	02	园地	0201	果园	5.5930（5.5851）
			0203	橡胶园	0.2358（0.2342）
			0204	其它园地	0.6552（0.6552）
	03	林地	0301	乔木林地	4.6897（4.0281）
			0305	灌木林地	0.1534（0.0807）
	04	草地	0404	其它草地	0.6495（0.4555）
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0714（0.0714）
	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.6130（0.2264）
	20	城镇村及工矿用地	203	村庄	0.0603（0.0）
		小计			**12.7213（11.3366）**
破碎站	02	园地	0201	果园	0.2856
			0203	橡胶园	0.7098
			0204	其它园地	0.1069
	03	林地	0301	乔木林地	3.3223
			0305	灌木林地	0.6867
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1514
	11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.0214
			1104	坑塘水面	0.6090
		小计			**5.8931**
办公生活区	02	园地	0203	橡胶园	0.7432
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0090
		小计			**0.7522**
水塘回填用地	02	园地	0201	果园	0.0400
			0204	其它园地	0.0251
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0020
	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.6857
		小计			**0.7528**
排水沟、沉砂池及生产水池	02	园地	0201	果园	0.0413
	03	林地	0301	乔木林地	0.0128
		小计			**0.0541**
项目区		合计			**20.1735（18.7888）**

2023年廉江市土地利用现状图（局部）



2000国家大地坐标系
1985国家高程基准

1:2500

制图日期：2024年12月31日

图 2-4　矿区土地利用现状图

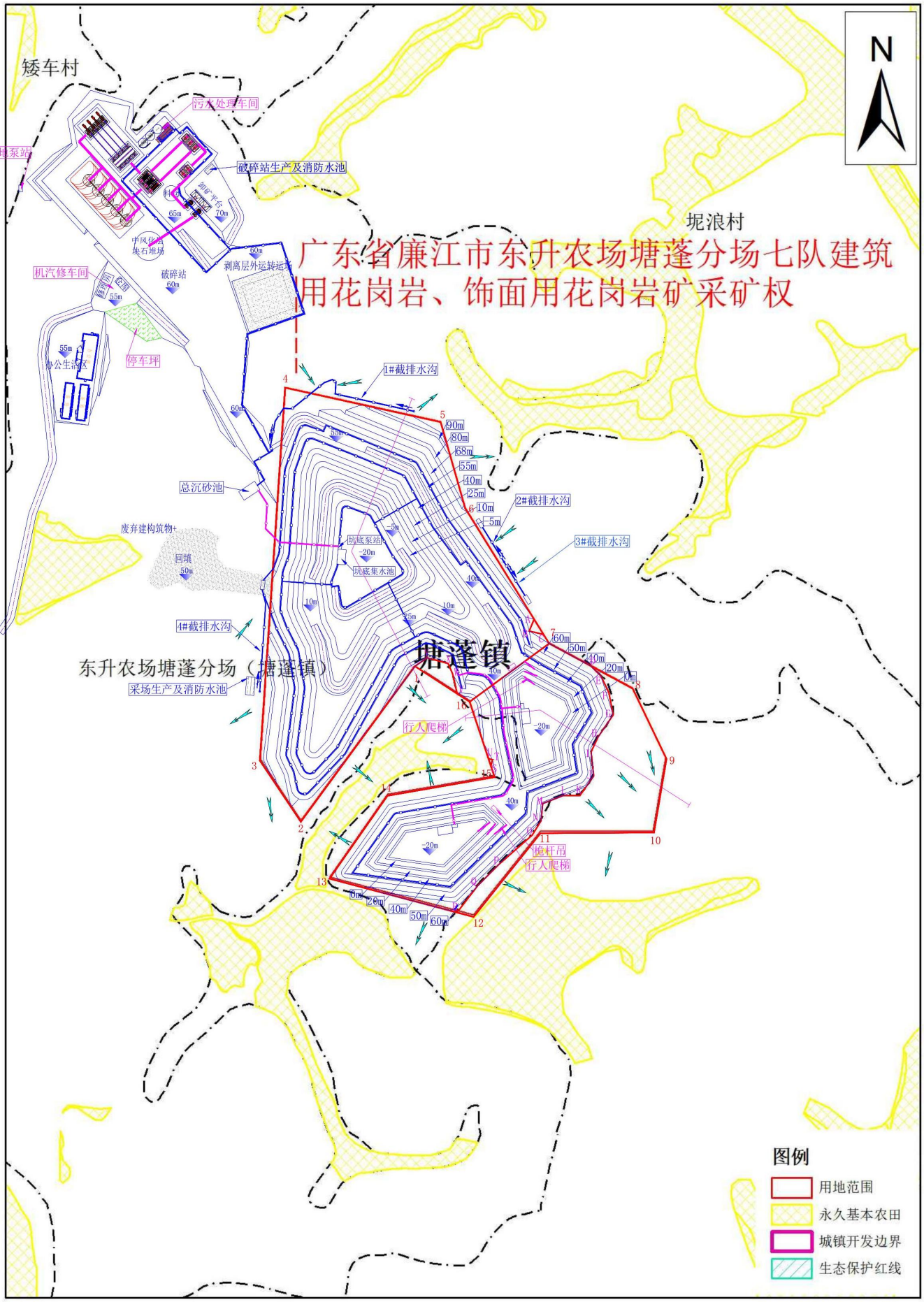


图 2-5 （矿区范围）三区三线示意图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

据现场调查，本矿区及其周围附近多为园地、林地，植被覆盖良好，植被以桉树、橡胶树、低矮的灌木丛、杂草及荆棘为主，矿区范围内尚未进行正式开采活动，基本保留原始地形地貌，仅在矿区东南侧和北侧外围各有一处民采采坑。

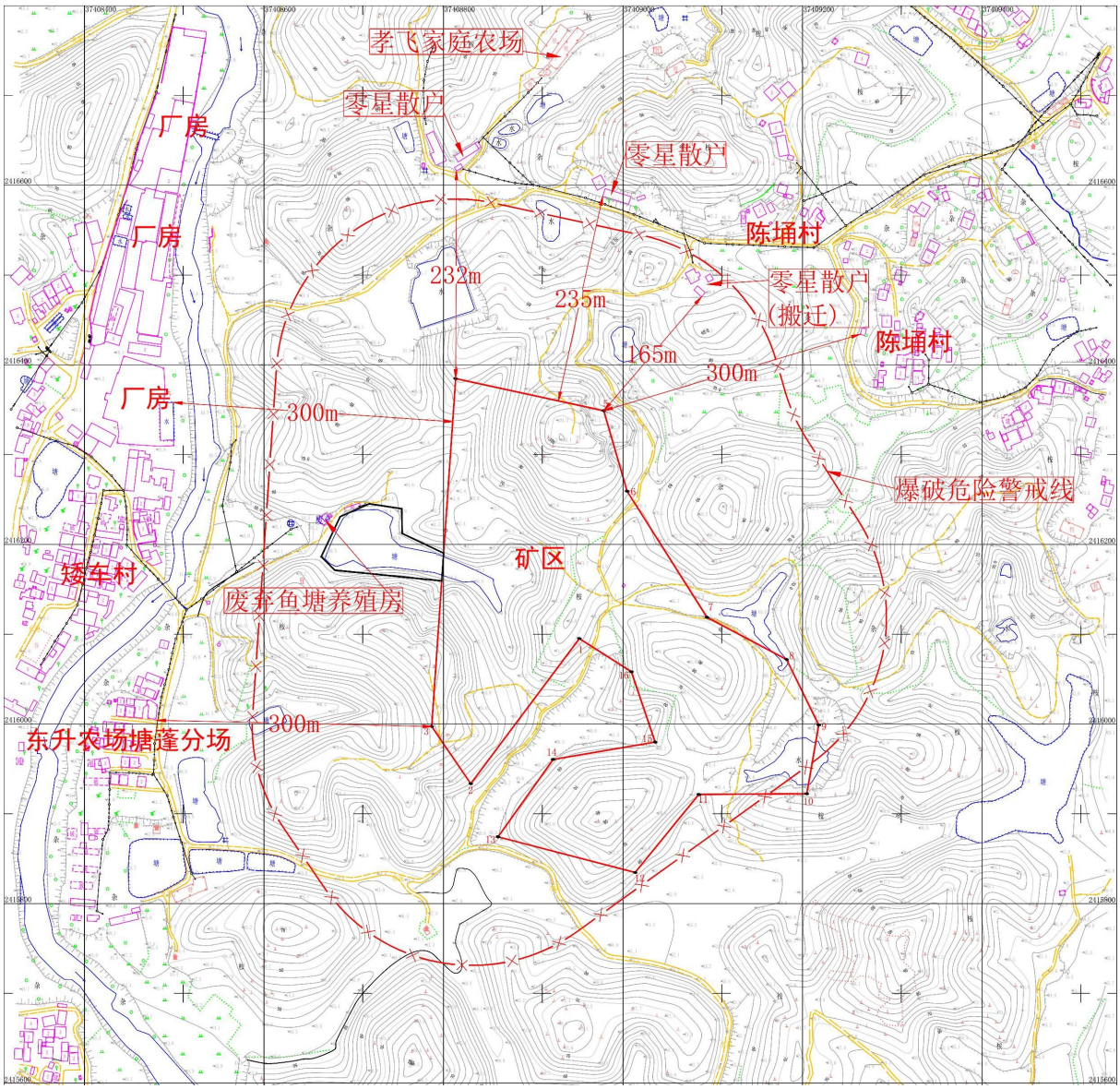


图 2-6　矿区及其周边人类工程活动分布图

矿区周围 500m 范围人类工程活动概况（图 2-6）：矿区西面居民、厂房较多，包括厂房、矮车村和东升农场塘蓬分场场部，距离矿区 300m，均位于矿区爆破界线范围（200m）外；矿区北面分布着一些零散的居民点，分别距离矿区 232m 和 235m，亦位于爆破界线范围外；矿区 5 号拐点东北侧外围分布一户居民点（陈埇村），距离矿区约 165m，需进行搬迁处理；矿区东面为陈埇村，最近居民点距离矿区约 300m。矿区爆破界线范围内没有重要工业区，没有水库、河流等大型水利工程设施。

综上所述，矿区地形地貌基本保持原有状态，无其他人类重大工程活动；周边人类工程活动主要是村庄及工厂，无人类重大工程活动，总之，矿区现状人类工程活动对地质环境及土地资源影响破坏程度较轻。

矿山地质环境条件小结：项目区地形地貌条件为中等；地层岩性与地质构造条件为简单；区域地壳基本稳定；水文地质条件为中等；工程地质条件为中等；矿体地质特征复杂程度为简单；矿区及周边人类工程活动对矿山地质环境破坏程度较轻；综合确定矿山地质环境条件复杂程度为中等。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）矿区矿山地质环境治理与土地复垦

本矿山为新设矿山，没有进行过任何采矿活动。

（二）矿区周边矿山地质环境治理与土地复垦

本矿山周边无分布其它在建矿山或闭坑矿山，但廉江市其它镇区有类似的矿山，如廉江市石岭镇石岗嶂建筑用花岗岩矿区，为在建矿山，其采用露天开采，配套设施包括工业场地、办公生活区、临时堆土场等等，矿山严格按照“自上而下分台阶开采”的开采顺序进行，遵守“边开采边治理”的原则，落实矿山地质环境保护与土地复垦方案，详见表 2-14。

表 2-14　类似矿山地质环境保护与土地复垦说明表

矿区 项目	石岭镇石岗嶂建筑用花岗岩矿矿区	本矿	备注
地理位置	廉江市石岭镇	廉江市塘蓬镇	
开采矿种	建筑用花岗岩矿	建筑用、饰面用花岗岩矿	
开采方式	露天开采	露天开采	
生产规模	200 万 m^3/年	65 万 m^3/年	
矿区面积	0.3720km^2	0.1272 km^2	
开采年限	15 年	10 年	
露天采场治理工程	边坡巡查与监测	可借鉴	
	在矿区露天开采境界周边设置截排水沟及围栏，并设置警示牌	可借鉴	见案例照片 1
	对正地形已开采完毕的台阶修筑挡土墙与排水沟，并回填土种植乔木草种	可借鉴	见案例照片 2
	露天采场正地形台阶复垦为林地	可借鉴/部分借鉴	
	露天采场凹陷开采复垦为坑塘水面	可借鉴	

矿区 项目	石岭镇石岗嶂建筑用花岗岩矿矿区	本矿	备注
工业场地治理工程	对产生的污水进行处理，做到零排放；定期对场地进行监测；周围设有排水沟；闭坑后生产线拆除，然后复垦为林地	可借鉴	见案例照片3/4
办公生活区治理工程	对产生的污水进行处理，做到零排放；定期对场地进行监测；闭坑后拆除办公生活区的办公设备，然后复垦为林地	可借鉴	见案例照片3/4
临时堆土场治理工程	堆土场内堆排土作复垦回填用土，闭坑后整平场地，然后复垦为林地	可借鉴	
复垦措施	采取乔、灌、草等生物措施；覆土、平整等工程措施和养护措施，复垦采场台阶、工业场地、办公生活区等范围	可借鉴	

案例照片 1　　露天采场周围设有围栏及警示牌

案例照片 2　对已形成台阶进行复垦绿化治理

案例照片 3　矿区周围设有截排水沟

案例照片 4　矿区污水沉淀池

从现场看，石岭镇石岗嶂建筑用花岗岩矿矿区矿山地质环境治理保护效果明显，矿山地质环境保护与土地复垦措施可行。本矿山开采时可参照进行矿山地质环境保护及复绿工作。

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

2024 年 12 月 25 日~2024 年 12 月 31 日，我公司组织专业技术人员进行了矿山地质环境调查，以 1：2000 矿山地形地质图作为调查工作手图。

根据现场踏勘成果及开发利用方案设计，确定调查区范围：包含矿山采场、破碎站、办公生活区及防排水系统等设施，以周边分水岭或次低平缓地带为界线，即矿业活动可能影响的范围（包含爆破警戒线范围），圈定调查区面积约 0.59km^2。

本次调查采用点、线、面相结合的工作方法对调查区进行了矿山地质环境调查，调查点共 150 个，调查路线约 8.5km，重点调查区 4 处，现场拍照片共 150 张。调查点定位采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定；调查方法以量测法、走访、拍照和素描为主，辅以取样测试法等；调查路线以穿越为主，辅以追索跟踪。通过调查，查明项目区范围的地质环境条件，核对矿床地质类型和工业类型、开采目标矿体的空间位置，将地层界线、地质构造产状、地质灾害（隐患点）、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

（二）土地资源调查概述

2024 年 12 月 25 日~2024 年 12 月 31 日，我公司组织专业技术人员进行了矿山土地资源调查，以收集矿区的土地利用现状图、土地利用总体规划图、三区三线图为调查工作用手图。

根据矿山工程布局，确定调查区范围，主要包括矿山采场、破碎站、办公生活区及防排水系统等区域，对矿山开采拟损毁土地范围的土壤结构及其周围的植物群落开展调查；对照土地利用现状图确定调查区的土地利用类型，调查土地数量；根据三区三线图调查，本矿区及其配套设施不在生态保护红线控制线内，亦不在永久基本农田保护红线控制线内；查明了调查区土地所有权人、使用权人及用地手续办理情况，并进行了公众（矿山企业、权属责任人等）意见调查等等。

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、生产配套设施影响区、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：矿区范围面积为 0.1272 km^2，采剥范围面积为 0.1134 km^2。

（2）矿山开采可能引发或遭受地质灾害影响范围和矿山开采爆破影响范围：本矿山 A 区采用爆破开采，爆破层位主要位于下部的凹陷开采坑，爆破危险警戒线为 A 区采坑外扩 200m 范围。矿山开采可能引发或遭受的地质灾害主要为边坡崩塌/滑坡，引发的范围主要位于露天采场、破碎站及办公生活区。露天采场影响范围以采场四周分水岭或第一斜坡带为界，或外扩至凹陷采坑深度 2 倍范围，则向四周外扩 150m~240m；破碎站影响范围以开挖边坡往上游至分水岭或第一斜坡带，填土边坡往下游至 2~3 倍坡高距离范围外扩，则向边坡上下游外扩 30~100m，边坡两侧外扩约 50m 范围；办公生活区影响范围同样以开挖边坡往上游至分水岭或第一斜坡带，填土边坡往下游至 2~3 倍坡高距离范围外扩，则向边坡上下游外扩 10~50m，边坡两侧外扩约 50m。

（3）含水层破坏范围：根据开发利用方案，将来矿山开采对地下含水层影响破坏主要是露天采场，由于凹陷采坑无法自行排水，需人工抽排采坑汇水。由矿区抽水试验可知，上部残坡积层为弱透水而不含水，下部基岩裂隙水富水性贫乏，基岩裂隙多呈紧闭，透水性弱，渗透系数为 0.0187～0.022m/d，根据抽水影响半径公式：$R = 10S\sqrt{K}$，式中 R 为影响半径，m；S 为降深，凹陷采坑深为 75m，取 S =75m；K 为渗透系数，按半风化-微风化花岗岩类取值 0.02m/d，通过计算得，抽水影响半径 R=106m。含水层破坏范围以露天采场向四周外扩 106m 范围。

（4）地形地貌景观、土地资源破坏范围：该矿山为新立矿山，矿山目前未开采，未造成土地资源的破坏。地形地貌景观、土地资源破坏范围为今后露天采场、破碎站、办公生活区等采矿活动破坏范围，总面积约 187888 m^2，其中，露天采场 113366 m^2、破碎站 58931 m^2、办公生活区 7522 m^2、采场周围排水沟及供水设施 541 m^2、水塘回填用地 7528 m^2。

本次评估范围由以上各个范围叠加，按就高原则，最终确定本次评估范围如下：采场南面外扩 50~240m 至分水岭或第一斜坡带；采场东面外扩约 220m 至爆破影响范围；采场西面外扩约 220m~300m 至爆破影响范围或至矿区最低基准侵蚀面的塘蓬河；采场北面外扩约 220m~400m 至分水岭或至爆破影响范围或至矿区最低基准侵蚀面的塘蓬河，圈定的评估面积约 0.59km^2（见附图 1~2），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有园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地等，**属重要区**。

综上所述，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**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

矿山生产规模为年产量 65 万 m^3 花岗岩矿（建筑用花岗岩 50 万 m^3，饰面用花岗岩 15 万 m^3），根据矿山生产建设规模分类一览表（见表 3-2），如按建筑石料类别算，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 m^3	**≥30**	30-10	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，露天开采的矿山地质环境条件复杂程度按表 3-3 确定。由第二章所述对照表 3-3：**矿区水文地质条件中等；工程地质条件中等；地质构造条件**

简单；现状条件下矿山地质环境问题的类型少、危害小；未来露天采场面积及采坑深度较大；地形地貌条件中等。综合判定矿山地质环境复杂程度为中等。

表 3-3　露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

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

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**重要区**，矿山生产建设规模为**大型**，矿山地质环境条件复杂程度为**中等**，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、矿山地质灾害现状分析

图 3-1　评估区现状地形地貌无人机航拍图

本矿山属新立矿山，由《廉江市地质灾害防治“十四五”规划》（2021-2025 年）可知，评估区地处崩塌、滑坡等地质灾害高易发区内，属地质灾害重点防治区。

据现场调查，评估区地貌属丘陵地貌，丘顶为圆顶小山包，地形起伏平缓，地形坡度 10~20°，地面高程 102.6m～50.2m，相对高差约 52m，区内植被覆盖良好（图 3-1）。矿山目前未进行基建等采矿活动，地形地貌基本保持原有状态，仅在矿区东南角有一处

民采坑，开挖形成的边坡，高 15~25m，坡度约 80°，为岩质边坡，边坡稳定，未见崩塌、滑坡等地质灾害；在矿区北侧外围有另一处民采坑，开挖形成的边坡，高 15~25m，坡度约 80°，为岩质边坡，边坡稳定。综上，评估区未发现崩塌、滑坡，亦未见其它类型的地质灾害。

地质灾害现状评估小结：评估区现状地质灾害不发育，对矿山地质环境影响程度等级为较轻。

2、矿山地质灾害预测评估

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

（1）露天采场边坡崩塌/滑坡预测

①边坡特征

采场 A 区设置 9 级台阶，即自上而下依次为+90m、+80m、+68m、+55m、+40m、+25m、+10m、-5m 和-20m，其中，土质（残坡积层及全风化层）台阶高 8~10m，台阶坡度 45°；岩质（半风化层及微风化层）台阶高 15m，台阶坡度 60~70°。

采场 B 区设置 6 级台阶，即自上而下依次为+60m、+50m、+40m、+20m、0m 和-20m，其中，土质（残坡积层及全风化层）台阶高 5~10m，台阶坡度 45°；岩质（半风化层）台阶高 10m，台阶坡度 60°；岩质（未风化层）台阶高 20m，台阶坡度 84°。

据储量核实报告钻孔揭露，矿区岩土体自上而下为残坡积土、全风化花岗岩、半风化花岗岩和微～未风化花岗岩，其中，坡残积层砂质粘性土厚度 3.0～17.0m，平均 12.0m；全风化花岗岩层厚 3.0～27.2m，平均 14.18m；半风化花岗岩层厚 0.5～18.2m，平均 6.11m；微～未风化花岗岩为矿体。将来矿山开采形成的采场边坡由残坡积土、全风化花岗岩、半风化花岗岩和微～未风化花岗岩组成，上部为土质边坡，下部为岩质边坡。以矿区 A-A 剖面和 B-B 剖面为例，见图 3-2~4。

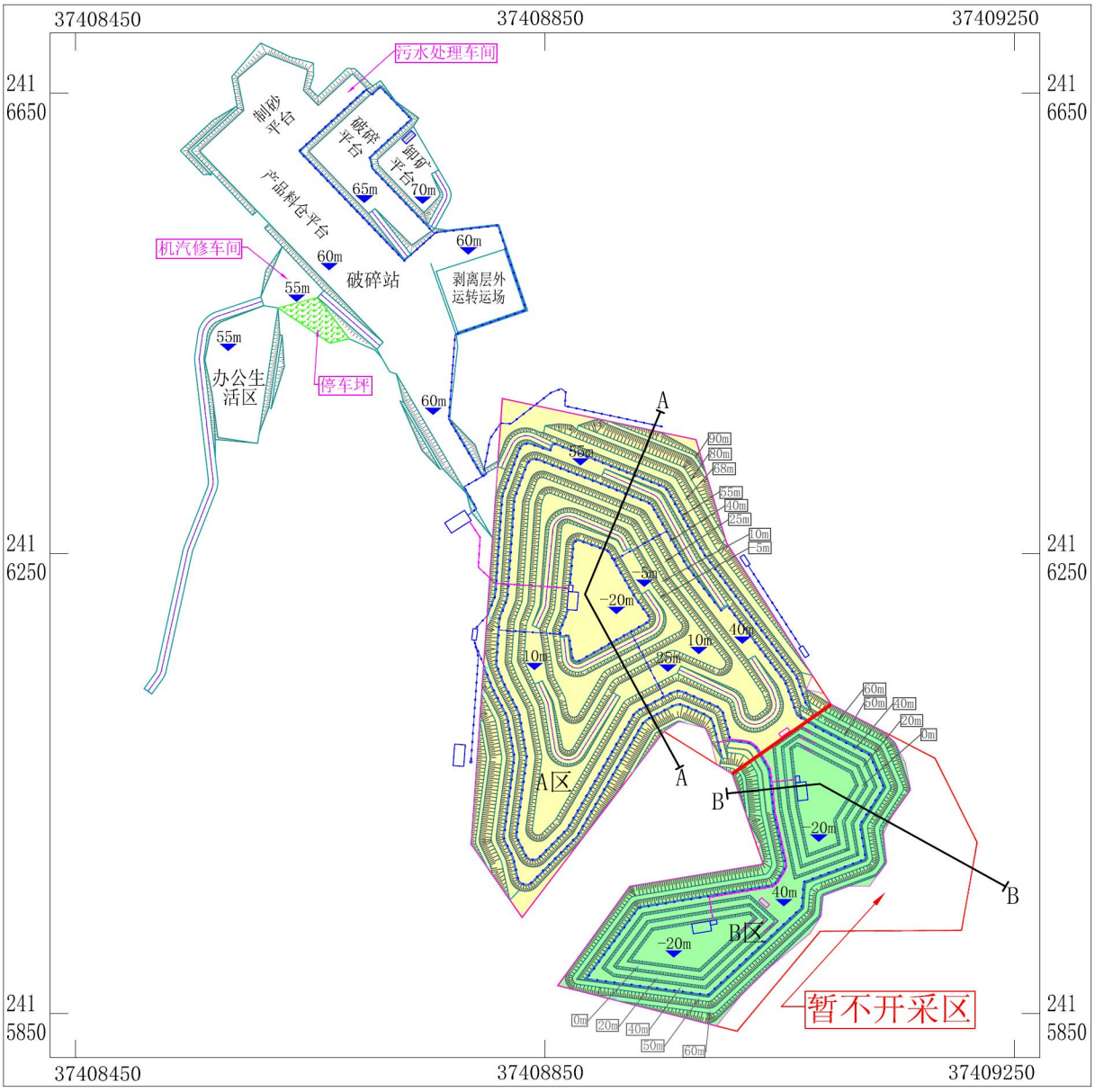


图 3-2　矿区采场边坡分布平面图

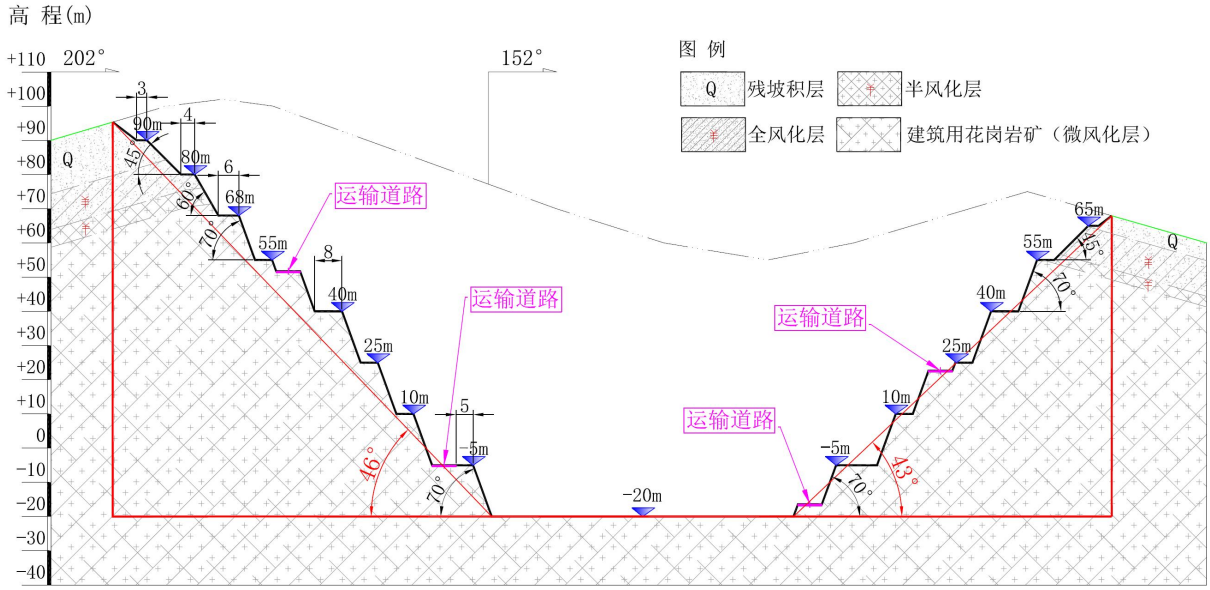


图 3-3　矿区采场边坡 A-A 工程地质剖面图

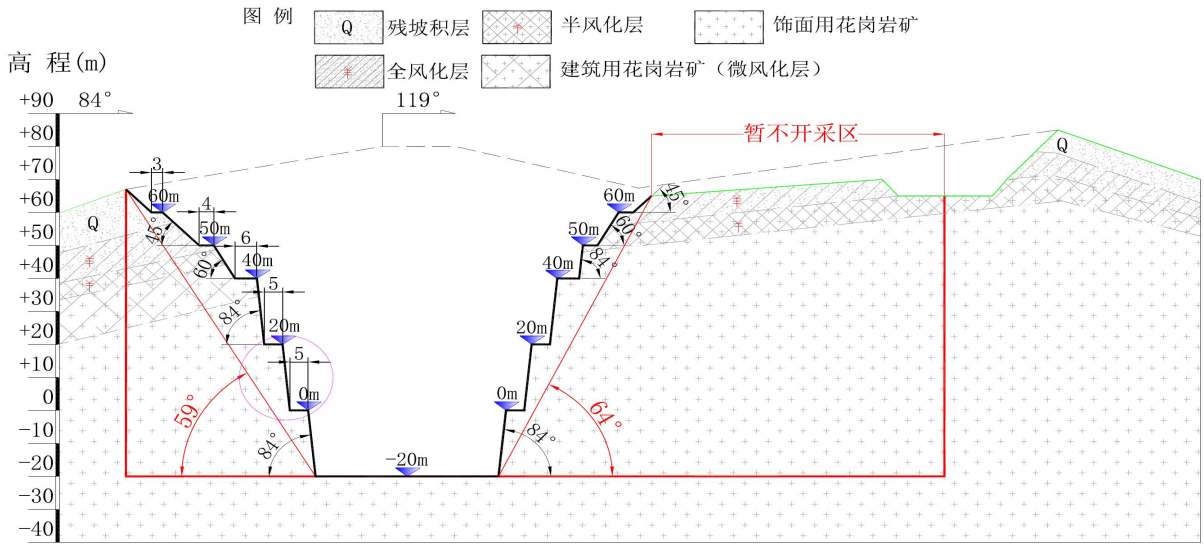


图 3-4　矿区采场边坡 B-B 工程地质剖面图

②边坡稳定性分析及发育程度评价

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订）》要求，一级评估应采用定量的评估方法。

a、露天采场土质边坡

露天采场上部土质边坡的稳定性分析采用毕肖普圆弧法，按正常工况和不利工况进行，正常工况为天然条件下的边坡，只考虑坡体自重；不利工况为暴雨条件下的边坡，根据工程经验，土质挖方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，连续暴雨期间地下水位可以上升接近坡面，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 3-5，边坡稳定性判别标准见表 3-6。

表 3-5　边坡稳定性计算参数一览表(经验参数)

岩类	岩土名称	重度		粘聚力		内摩擦角	
		天然状态	饱和状态	天然状态	饱和状态	天然状态	饱和状态
		(kN/m³)	(kN/m³)	c kPa	c kPa	φ(°)	φ(°)
人工填土	剥离土	17.5	19.0	16.0	12.5	12.0	9.5
残坡积层（Q^{el}）	砂质粘土	18.8	20.8	27.5	22.0	19.0	15.5
花岗岩（$J_3\eta\gamma$）	全风化花岗岩	19.0	21.5	31.5	25.5	23.8	20.0

表 3-6　边坡稳定性判别标准

边坡稳定系数 K		边坡稳定性	发生地质灾害的可能性	地质灾害发育程度
（自然状态）	（饱和状态）			
K≥1.30	K≥1.15	稳定	小	弱发育
1.05≤K＜1.30	1.05≤K＜1.15	基本稳定	较小	较弱发育
1.00≤K＜1.05	1.00≤K＜1.05	较不稳定	中等	中等
K＜1.00	K＜1.00	不稳定	大	强

土质边坡稳定性计算采用总应力模式，计算公式如下：

$$K_s = \frac{\sum R_i}{\sum T_i} \tag{4-1}$$

$$N_i = (G_i + G_{bi})\cos\theta_i + P_{wi}\sin(\alpha_i - \theta_i) \tag{4-2}$$

$$T_i = (G_i + G_{bi})\sin\theta_i + P_{wi}\cos(\alpha_i - \theta_i) \tag{4-3}$$

$$R_i = N_i tg\varphi_i + c_i l_i \tag{4-4}$$

式中：K_s—边坡稳定性系数；

c_i—第 i 计算条块滑动面上岩土体的粘结强度标准值（kPa）；

φ_i—第 i 计算条块滑动面上岩土体的内摩擦角标准值（°）；

l_i—第 i 计算条块滑动面长度（m）；

θ_i，α_i—第 i 计算条块底面倾角和地下水位面倾角（°）；

G_i—第 i 计算条块单位岩土体自重（kN/m）；

G_{bi}—第 i 计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重（kN/m）；

P_{wi}—第 i 计算条块单位宽度的动水压力（kN/m）；

N_i—第 i 计算条块滑体在滑动面法线上的反力（kN/m）；

T_i—第 i 计算条块滑体在滑动面切线上的反力（kN/m）；

R_i—第 i 计算条块滑动面上的抗滑力（kN/m）。

露天采场土质边坡稳定性计算以 A-A 和 B-B 断面所处的边坡为例，即 A 区 A-A 剖面包括北邦边坡和南邦边坡（图 3-5）；B 区 B-B 剖面包括西邦边坡和东邦边坡（图 3-6）。

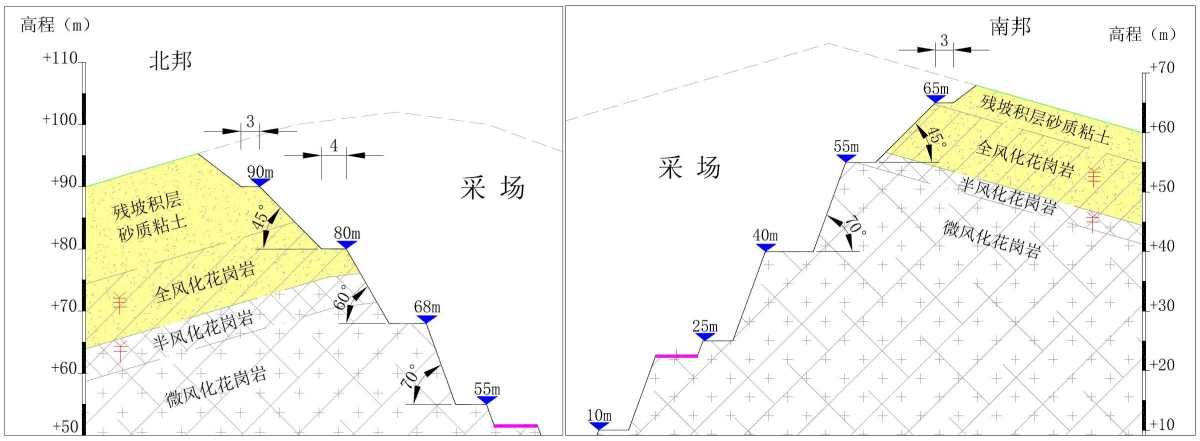


图 3-5　A 区采场 A-A 剖面土质边坡概况

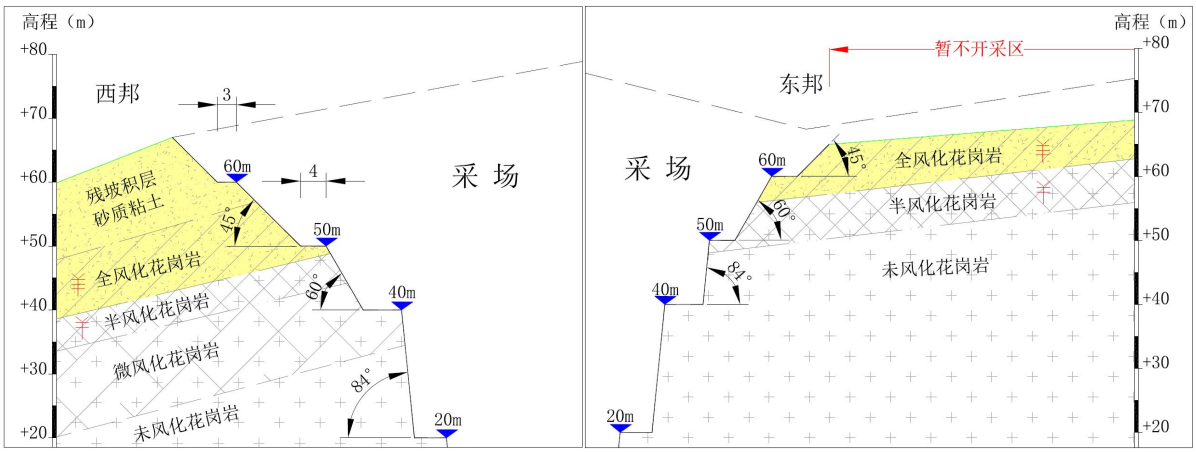


图 3-6　B 区采场 B-B 剖面土质边坡概况

现利用同济启明星边坡稳定性分析软件对 A 区和 B 区采场土质边坡的稳定性进行计算，计算结果如下图。

A 区采场：

正常工况（自然状态）：

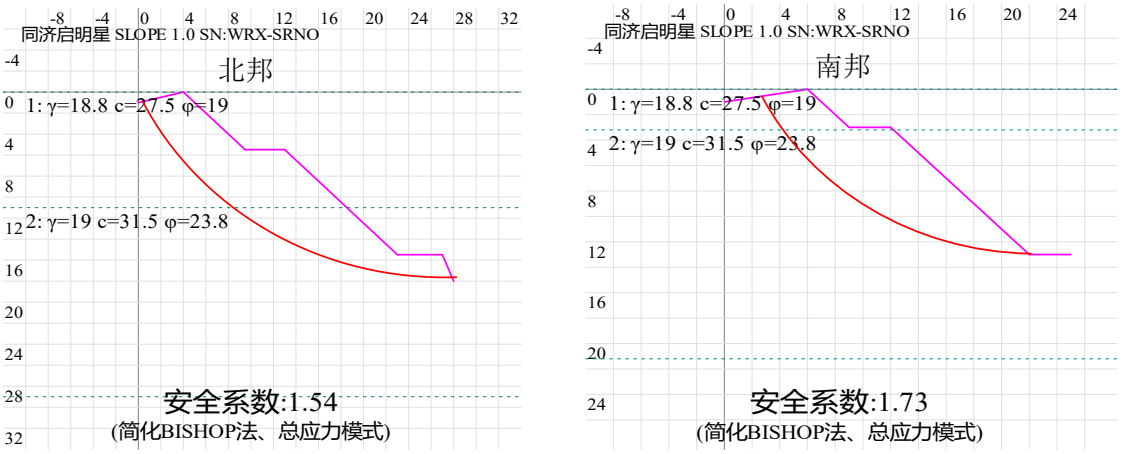


图 3-7　A 区采场上部土质边坡北邦边坡及南邦边坡在正常工况下的稳定性计算结果图

不利工况（饱和状态）：

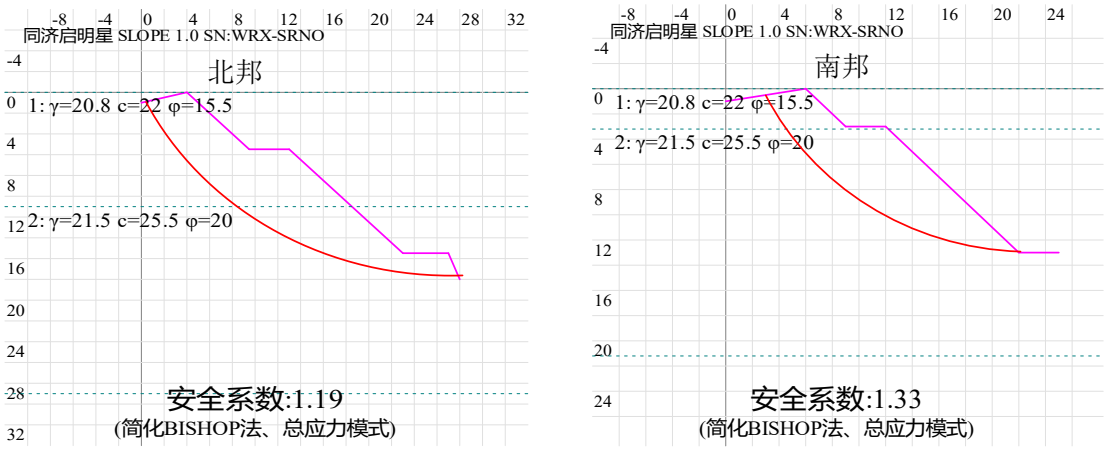


图 3-8　A 区采场上部土质边坡北邦边坡及南邦边坡在不利工况下的稳定性计算结果图

B 区采场：

正常工况（自然状态）：

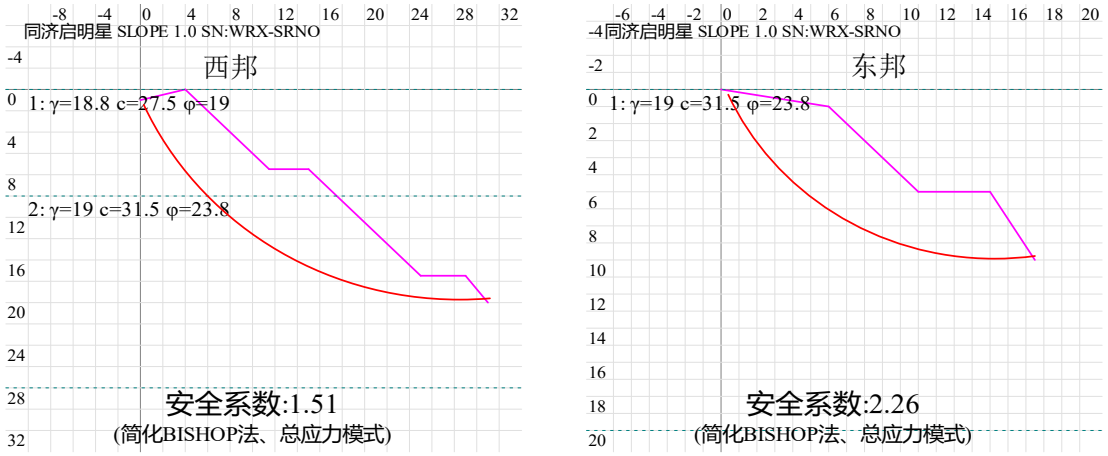
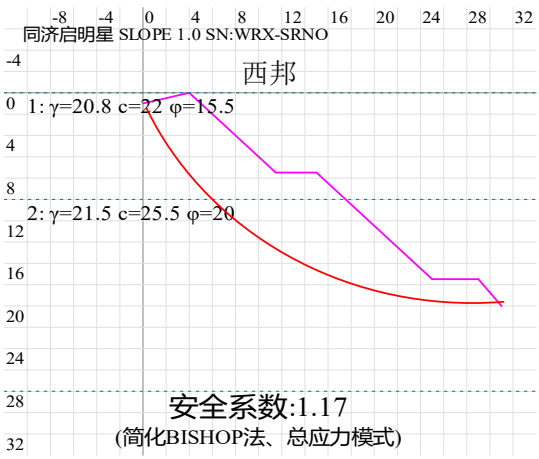


图 3-9　B 区采场上部土质边坡西邦边坡及东邦边坡在正常工况下的稳定性计算结果图

不利工况（饱和状态）：



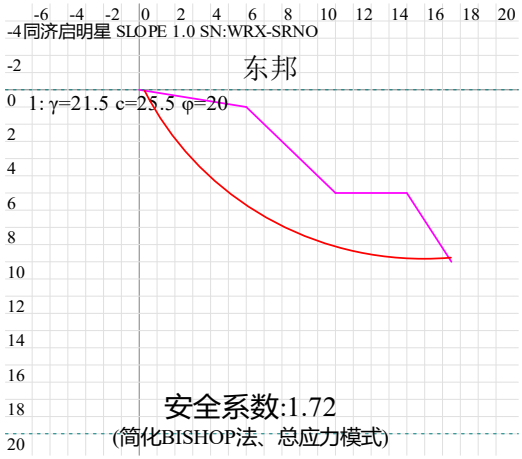


图 3-10　B 区采场上部土质边坡西邦边坡及东邦边坡在不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，采场 A 区的北邦及南邦和 B 区的西邦及东邦上部土质边坡在正常工况下的稳定系数为 1.51~2.26，在不利工况下的稳定系数为 1.17~1.72。

另外，采用同样的方法，对其余的采场 A 区东邦及西邦和 B 区北邦及南邦的土质边坡稳定性计算得：在正常工况下稳定系数为 1.59~2.55，在不利工况下的稳定系数为 1.22~1.86。

综上，根据表 3-6，采场土质边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱，但是，残坡积土及全风化岩具有遇水容易软化崩解的特性，在雨水的冲刷下，尤其是暴雨天气，有可能产生崩塌/滑坡，故开挖后应及时对坡面进行防护。

b、露天采场岩质边坡

岩质边坡采用赤平投影分析方法来判断边坡的稳定性。评价遵循“木桶原理”，即以对边坡稳定性最不利的结构面或交割线（交点）的赤平投影分析结果作为评价边坡稳定性的标准，共分四级，见表 3-7。

表 3-7　岩质边坡稳定性分级及评价指标

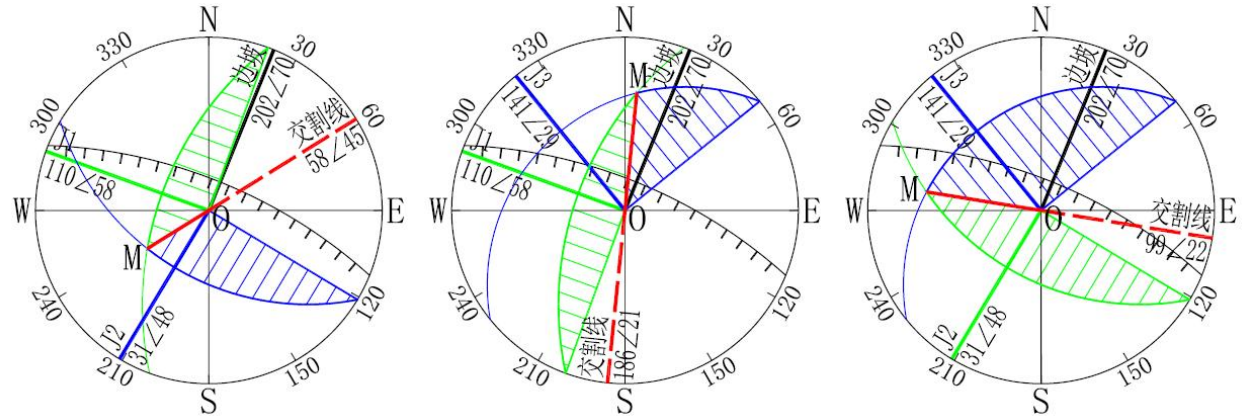
稳定性分级	评价指标	备注
不稳定	1、结构面（交割线）倾向与坡向夹角≤25°； 2、坡面角＞结构面（交割线）倾角≥40°； 3、结构面的投影交点处于开挖边坡和天然边坡之间。	同时具备任意两个条件或单独具备 3
较不稳定	1、结构面（交割线）倾向与坡向夹角≤25°，25°≤结构面（交割线）倾角＜40°； 2、25°＜结构面（交割线）倾向与坡向夹角≤45°，25°≤结构面（交割线）倾角＜坡面角； 3、结构面的投影交点处于天然边坡面以外，说明交线较边坡平缓，但在边坡上无出露点。	具备其中之一

稳定性分级	评价指标	备注
基本稳定	1、结构面（交割线）倾向与坡向夹角≤45°,15°≤结构面（交割线）倾角＜25°； 2、45°＜结构面（交割线）倾向与坡向夹角≤60°，15°≤结构面（交割线）倾角＜坡面角； 3、结构面的投影交点处于边坡面的同侧，但在开挖面以外，此时结构面交线较边坡陡。	具备其中之一
稳定	1、结构面（交割线）倾向与坡向夹角≤60°，结构面（交割线）倾角＜15°； 2、结构面（交割线）倾向与坡向夹角＞60°； 3、结构面的投影交点处于边坡面的另一侧，此时结构面组合交线，倾向坡里。	具备其中之一

由储量核实钻探揭露基岩节理裂隙发育，据现场调查，在矿区东南面的民采采坑处，出露 3 组节理裂隙：①110°∠58°；②31°∠48°；③141°∠29°，现利用赤平投影分析软件，参照采坑出露的节理裂隙情况，对采场岩质边坡稳定性进行分析。

A 区采场：

北邦岩质边坡：



A区北邦　J1/J2赤平投影(南视)　　A区北邦　J1/J3赤平投影(南视)　　A区北邦　J2/J3赤平投影(南视)

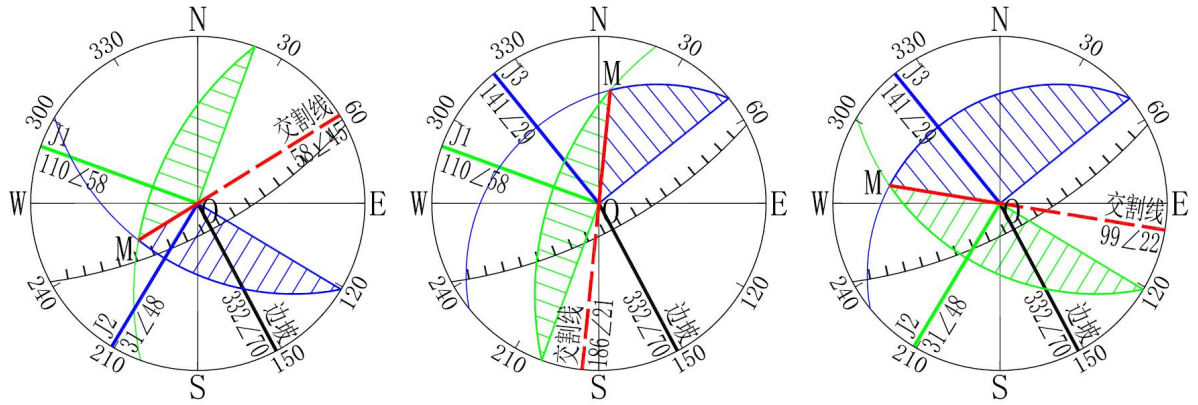
产状 结构面	边坡	J1	J2	交割线
倾向	202°	110°	31°	58°
倾角	70°	58°	48°	45°
与坡向夹角		92°	171°	144°
坡向视倾角		3°	48°	
J1、J2与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	
J1 J2 边 坡	202°	边 坡	238°	
J1稳定，J2稳定，交割线方向稳定，边坡稳定。				

产状 结构面	边坡	J1	J3	交割线
倾向	202°	110°	141°	186°
倾角	70°	58°	29°	21°
与坡向夹角		92°	61°	16°
坡向视倾角		3°	15°	
J1、J3与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	
J1 J3 边 坡	202°	边 坡	186°	
J1稳定，J3稳定，交割线方向较不稳定，边坡较不稳定。				

产状 结构面	边坡	J2	J3	交割线
倾向	202°	31°	141°	99°
倾角	70°	48°	29°	22°
与坡向夹角		171°	61°	103°
坡向视倾角		48°	15°	
J2、J3与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	
J2 J3 边 坡	202°	边 坡	279°	
J2稳定，J3稳定，交割线方向稳定，边坡稳定。				

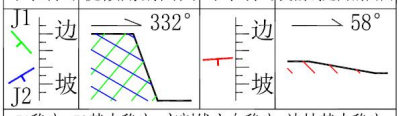
图 3-11　A 区采场下部岩质边坡北邦边坡赤平投影分析结果图

南邦岩质边坡：



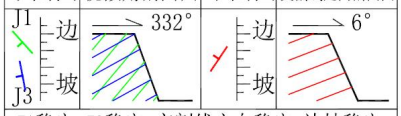
A区南邦　J1/J2赤平投影(南视)　　A区南邦　J1/J3赤平投影(南视)　　A区南邦　J2/J3赤平投影(南视)

产状 \ 结构面	边坡	J1	J2	交割线
倾向	332°	110°	31°	58°
倾角	70°	58°	48°	45°
与坡向夹角		138°	59°	86°
坡向视倾角		50°	30°	
J1、J2与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	



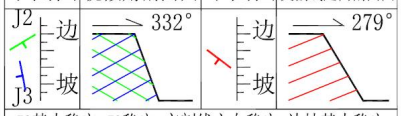
J1稳定,J2基本稳定,交割线方向稳定,边坡基本稳定。

产状 \ 结构面	边坡	J1	J3	交割线
倾向	332°	110°	141°	186°
倾角	70°	58°	29°	21°
与坡向夹角		138°	169°	146°
坡向视倾角		50°	29°	
J1、J3与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	



J1稳定,J3稳定,交割线方向稳定,边坡稳定。

产状 \ 结构面	边坡	J2	J3	交割线
倾向	332°	31°	141°	99°
倾角	70°	48°	29°	22°
与坡向夹角		59°	169°	127°
坡向视倾角		30°	29°	
J2、J3与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	

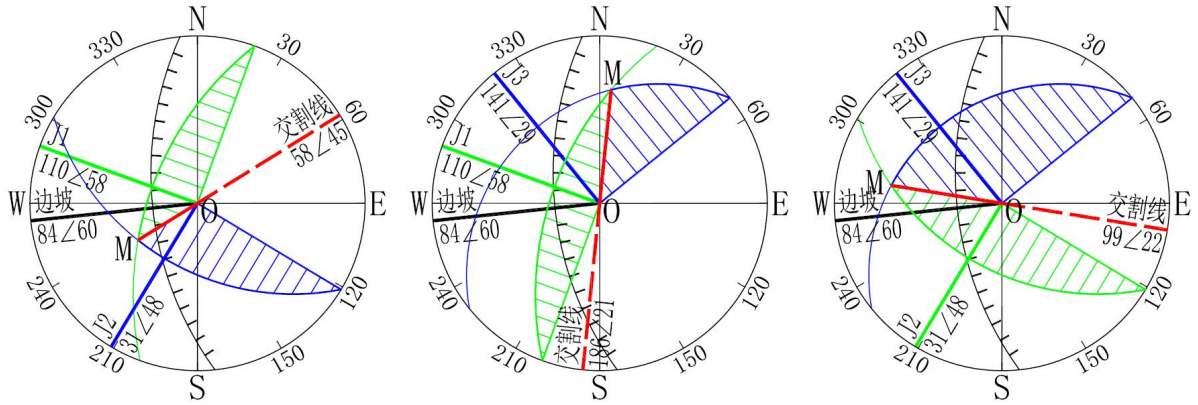


J2基本稳定,J3稳定,交割线方向稳定,边坡基本稳定。

图 3-12　A 区采场下部岩质边坡南邦边坡赤平投影分析结果图

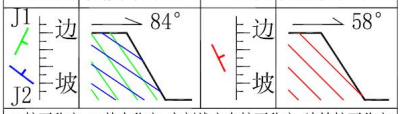
B 区采场：

西邦岩质边坡：



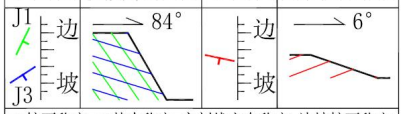
B区西邦　J1/J2赤平投影(南视)　　B区西邦　J1/J3赤平投影(南视)　　B区西邦　J2/J3赤平投影(南视)

产状 \ 结构面	边坡	J1	J2	交割线
倾向	84°	110°	31°	58°
倾角	60°	58°	48°	45°
与坡向夹角		26°	53°	26°
坡向视倾角		55°	34°	
J1、J2与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	



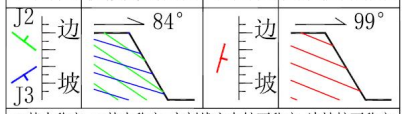
J1较不稳定,J2基本稳定,交割线方向较不稳定,边坡较不稳定。

产状 \ 结构面	边坡	J1	J3	交割线
倾向	84°	110°	141°	186°
倾角	60°	58°	29°	21°
与坡向夹角		26°	57°	102°
坡向视倾角		55°	17°	
J1、J3与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	



J1较不稳定,J3基本稳定,交割线方向稳定,边坡较不稳定。

产状 \ 结构面	边坡	J2	J3	交割线
倾向	84°	31°	141°	99°
倾角	60°	48°	29°	22°
与坡向夹角		53°	57°	15°
坡向视倾角		34°	17°	
J2、J3与边坡		交割线与边坡		
平面图	视倾角剖面图	平面图	交割线走向剖面图	



J2基本稳定,J3基本稳定,交割线方向较不稳定,边坡较不稳定。

图 3-13　B 区采场下部岩质边坡西邦边坡赤平投影分析结果图

东邦岩质边坡：

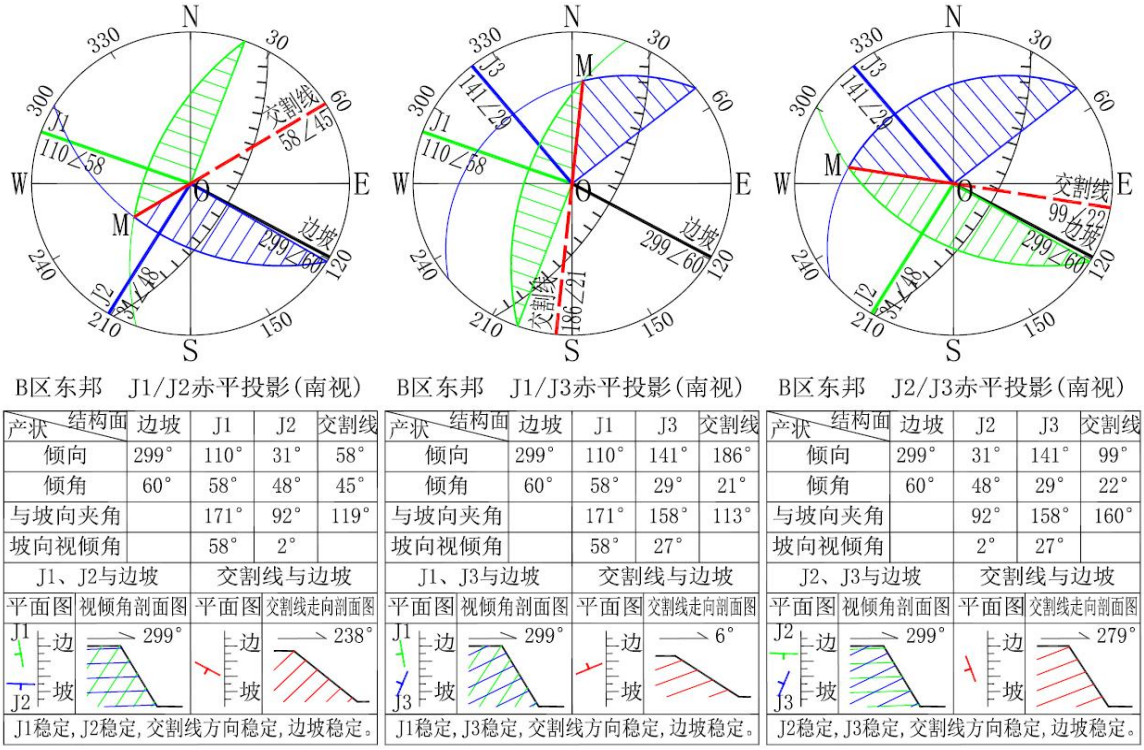


图 3-14 B 区采场下部岩质边坡东邦边坡赤平投影分析结果图

通过以上赤平投影分析结果表明，采场 A 区的北邦岩质边坡处于较不稳定、南邦岩质边坡处于基本稳定；采场 B 区的西邦岩质边坡处于较不稳定、东邦岩质边坡处于稳定。

另外，采用同样的方法，对其余的采场 A 区东邦及西邦和 B 区北邦及南邦的岩质边坡进行赤平投影分析得：采场 A 区的西邦岩质边坡处于较不稳定、东邦岩质边坡处于稳定；采场 B 区的北邦岩质边坡处于基本稳定、南邦岩质边坡处于基本稳定。

综上，采场 A 区北邦及西邦岩质边坡在节理裂隙作用下边坡处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等；A 区东邦及南邦岩质边坡则处于基本稳定~稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱。采场 B 区西邦岩质边坡在节理裂隙作用下边坡处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等；B 区东邦、南邦及北邦岩质边坡处于基本稳定~稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱。当然，节理裂隙产状应以开挖面出露的为主，本次评估仅参照东南角民采坑的节理裂隙产状，开挖过程中，应实时根据开挖面的节理裂隙产状做出判断。

总体上，采场 A 区上部土质边坡处于稳定，下部岩质边坡局部的地方，即 A 区北邦及西邦岩质边坡在节理裂隙作用下处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等；采场 B 区上部土质边坡处于稳定，下部岩质边坡局部的地方，即 B 区西邦岩质边坡在节理裂隙作用下处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等。

③边坡崩塌/滑坡对矿山地质环境影响程度分级评估

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订）》，矿山开采引发或遭受地质灾害危害程度及危险性评价分级见表 3-8 和表 3-9。

表 3-8　矿山建设引发或遭受地质灾害危害程度分级表

危害程度	险情		引发因素
	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）	
大	≥100	≥500	人为、自然
中等	10＜~＜100	100＜~＜500	
小	≤10	≤100	

表 3-9　矿山建设引发地质灾害危险性分级表

危害程度	地质灾害发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

采场边坡崩塌/滑坡危害对象：本矿山采用圆盘锯石机及金刚石串珠绳锯石机联合开采，叉车或桅杆吊装，由汽车运输；或采用潜孔钻机穿孔爆破，挖掘机铲装，汽车运输。因此，采场边坡崩塌/滑坡的危害对象主要是机械设备、工作人员、平台道路等，以及周围的土地，如耕地、园地、林地、破碎站场地等。边坡崩塌/滑坡影响范围为坡顶外扩至分水岭或第一斜坡带，或外扩至凹陷采坑深度2倍范围，即向采场四周外扩150m~240m。

采场边坡崩塌/滑坡危害程度预测：威胁采场作业设备包括圆盘锯石机及绳锯石机、叉车或桅杆机、潜孔钻机、挖掘机及汽卡车等；威胁作业人员包括以上设备操作人员约为10人，加上辅助人员及管理人员约3名，共约13人，采场边坡崩塌/滑坡威胁人数大于10人；威胁周围的耕地、园地和林地等。采场边坡崩塌/滑坡潜在的经济损失＞100万~＜500万，根据表3-8，故采场边坡崩塌/滑坡的危害程度中等。

采场边坡崩塌/滑坡危险性预测：经边坡稳定性计算及赤平投影分析，采场开挖后上部土质边坡处于稳定，下部岩质边坡局部地方，即 A 区的北邦及西邦岩质边坡在节理裂隙作用下处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等；B 区西邦岩质边坡在节理裂隙作用下处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等。预测采场边坡崩塌/滑坡的危害程度中等。根据表 3-9，采场边坡崩塌/滑坡的危险性中等。

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》，地质灾害对矿山地质环境影响程度分级见下表 3-10。由前面所述，采场开挖后上部土质边坡处于稳定，下部岩质边坡局部地方处于较不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性中等，发育程度中等；采

场边坡崩塌/滑坡的威胁人数大于 10 人；采场周围多为园地和林地，种植经济林，远离居民区、重要交通干线、重要工程设施，机械设备及周围土地潜在的经济损失＞100 万~＜500 万；对照表 3-10，采场边坡崩塌/滑坡对矿山地质环境影响程度为较严重。

表 3-10　地质灾害灾害对矿山地质环境影响程度分级表

地质灾害规模	发生地质灾害可能性	地质灾害险情	危害性	危险性	影响程度分级
大	大	1、影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护安全 2、造成或可能造成直接经济损失大于500万元 3、受威胁人数大于100人	大	大	严重
中等	中等	1、影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全 2、造成或可能造成直接经济损失100~500万元 3、受威胁人数10~100人	中等	中等	较严重
小	小	1、影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施 2、造成或可能造成直接经济损失小于100万元 3、受威胁人数小于10人	小	小	较轻
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。					

综上所述，露天采场开发建设引发或遭受采场边坡崩塌/滑坡潜在的危害性中等、危险性中等，对矿山地质环境影响程度为较严重。

（2）破碎站边坡崩塌/滑坡预测

①边坡特征

根据开发利用方案，破碎站布置在矿区（采场）的西北侧，与采场连接。破碎站建设在场地中部分三级开挖，形成一处台阶边坡 PW1，台阶高 5m，台阶坡率为 1:1；在场地南部，即与采场连接处，开拓道路，形成一处开挖边坡 PW2，高约 5~13m，坡率为 1:1。另外，场地平整时在北部进行填土，形成一处填方边坡 PT1，高约 8~15m，坡率为 1:1.5~2.0；在场地西部，即在机汽修车间处进行填土，形成一处填方边坡 PT2，高约 5m，坡率为 1:2.0，见图 3-15。除此之外，在破碎站场地的民采坑处作为剥离层外运转运场，临时堆土，最大堆高为 8m。

破碎站场地岩土层自上而下为：0～8.0m 砂质粘性土；8.0~17.5m 全风化花岗岩，往下为中~微风化花岗岩。

②边坡稳定性分析及发育程度评价

破碎站开挖边坡 PW1 及 PW2 和填方边坡 PT1 及 PT2 均为土质边坡，其稳定性分析采用毕肖普圆弧法，按正常工况和不利工况进行，现利用同济启明星边坡稳定性分析软件分别对开挖边坡和填土边坡的稳定性进行计算。

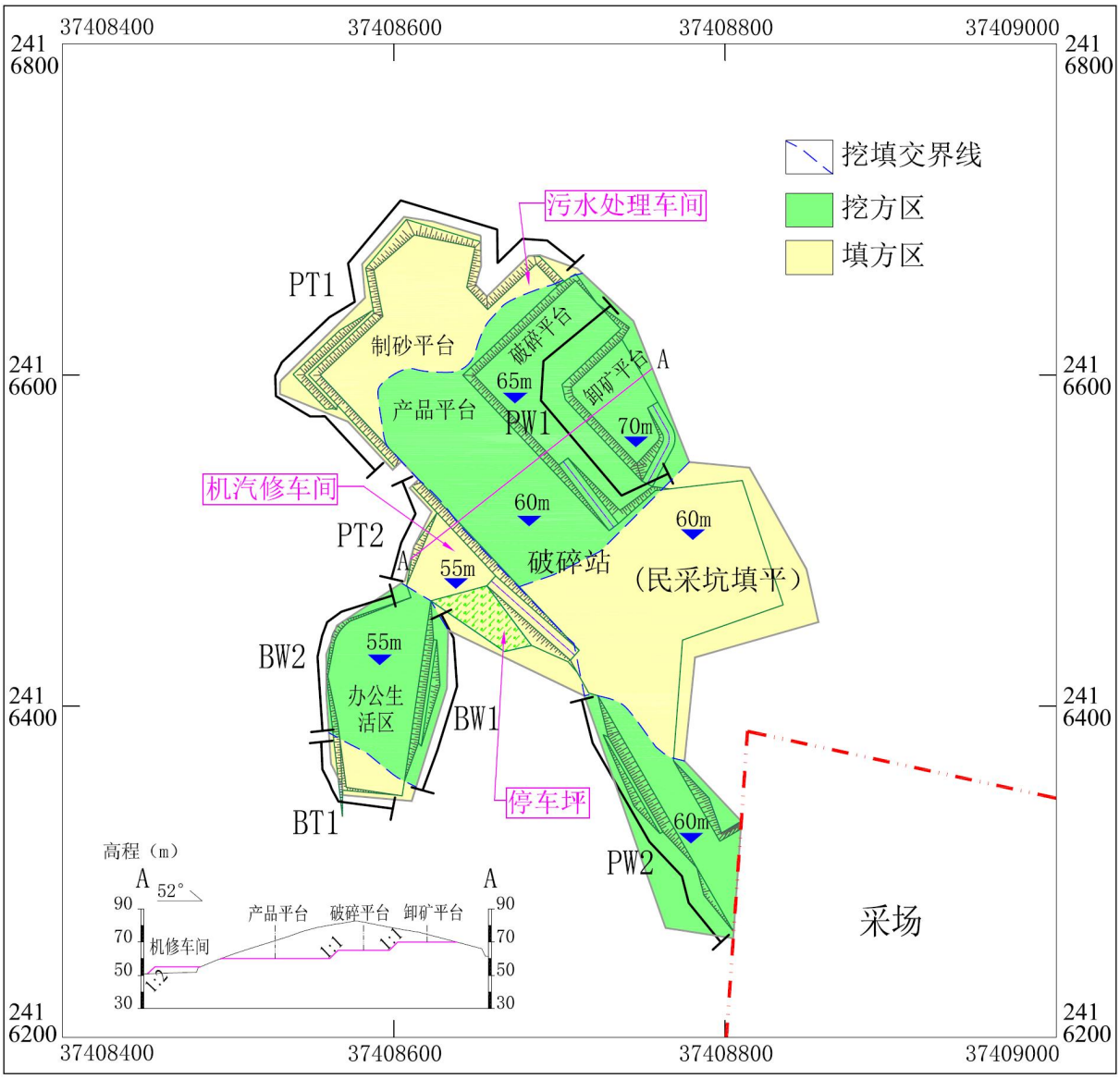
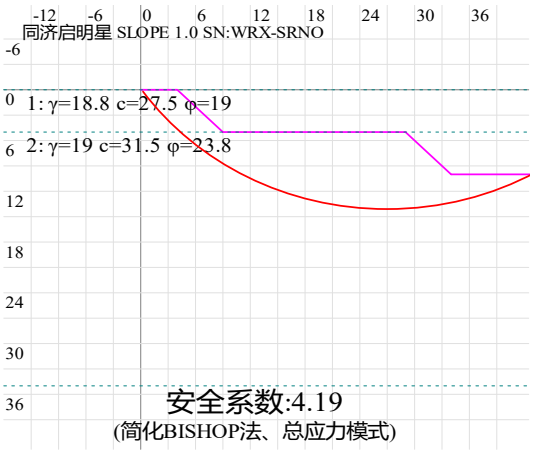


图 3-15　破碎站及办公生活区等场地边坡分布图

a-1、破碎站场地中部开挖边坡 PW1

正常工况（自然状态）：



不利工况（饱和状态）：

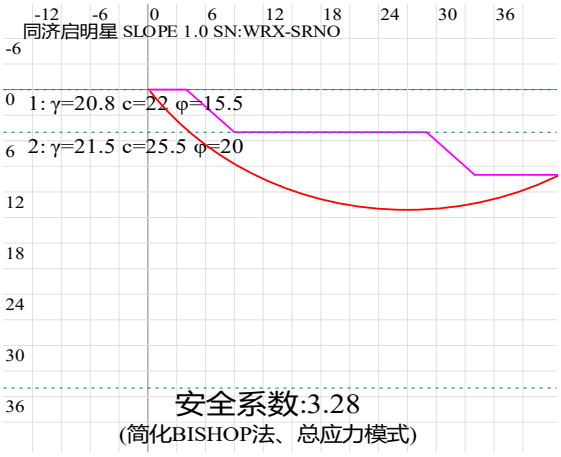


图 3-16　破碎站场地中部开挖边坡 PW1 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，破碎站场地中部开挖边坡 PW1 在正常工况下的稳定系数

为 4.19，在不利工况下的稳定系数为 3.28，根据表 3-6，该边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱，但是，残坡积土及全风化岩具有遇水容易软化崩解的特性，在雨水的冲刷下，尤其是暴雨天气，局部有可能产生崩塌/滑坡，或坡面产生流槽破坏，故开挖后应及时对坡面进行防护。

a-2、破碎站场地南部开挖边坡 PW2

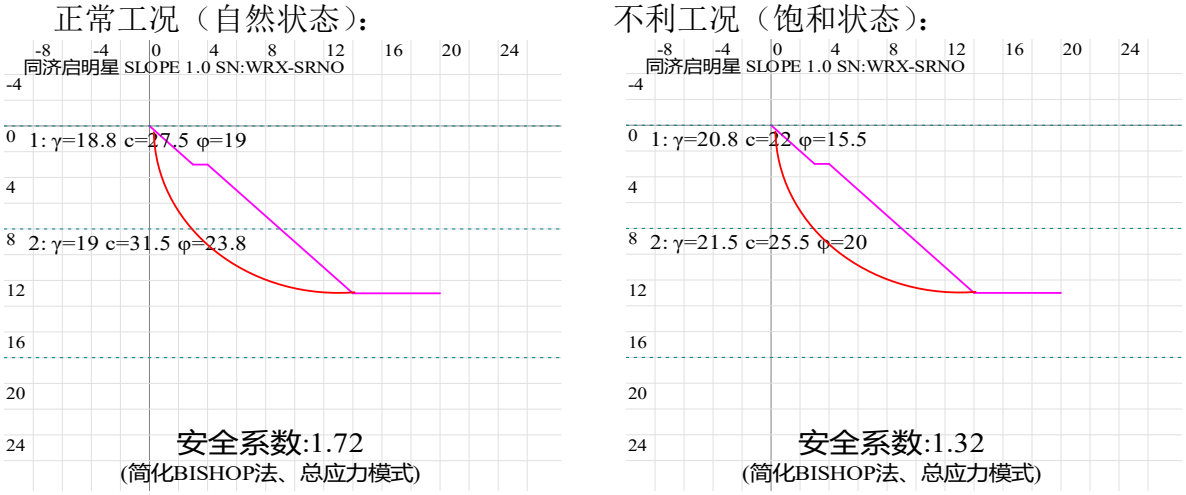


图 3-17　破碎站南部开拓道路开挖边坡 PW2 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，破碎站场地南部开挖边坡 PW2 在正常工况下的稳定系数为 1.72，在不利工况下的稳定系数为 1.32，根据表 3-6，该边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱，但是，残坡积土及全风化岩具有遇水容易软化崩解的特性，在雨水的冲刷下，尤其是暴雨天气，局部有可能产生崩塌/滑坡，或坡面产生流槽破坏，故开挖后应及时对坡面进行防护。

b-1、破碎站场地北部填方边坡 PT1

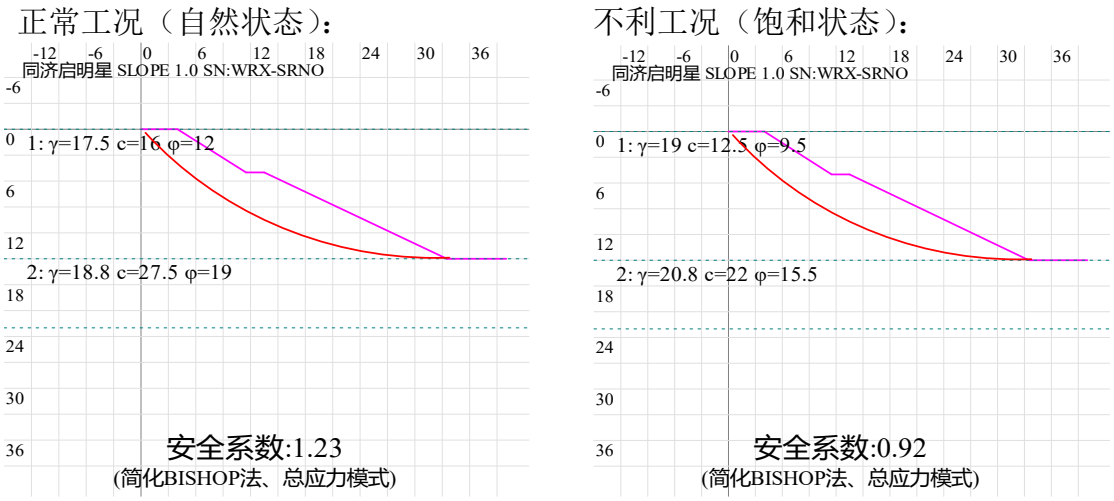


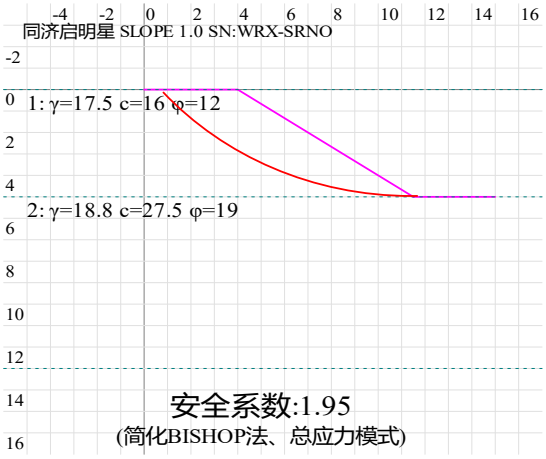
图 3-18　破碎站北部填方边坡 PT1 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，破碎站场地北部填方边坡 PT1 在正常工况下的稳定系数为 1.23，处于基本稳定；在不利工况下的稳定系数为 0.92，说明该填方边坡填土较高，边

坡处于不稳定，发生崩塌/滑坡的可能性大，发育程度强。

b-2、破碎站场地西部填方边坡 PT2

正常工况（自然状态）：



不利工况（饱和状态）：

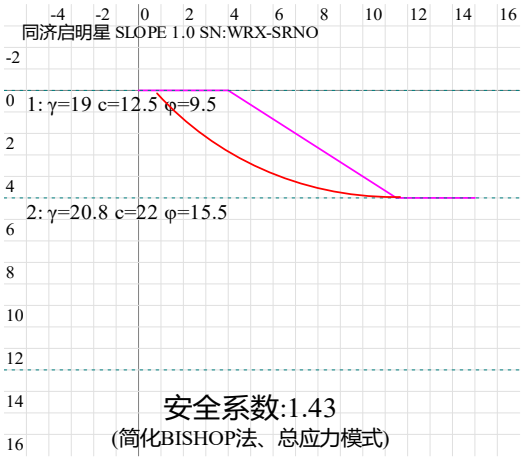
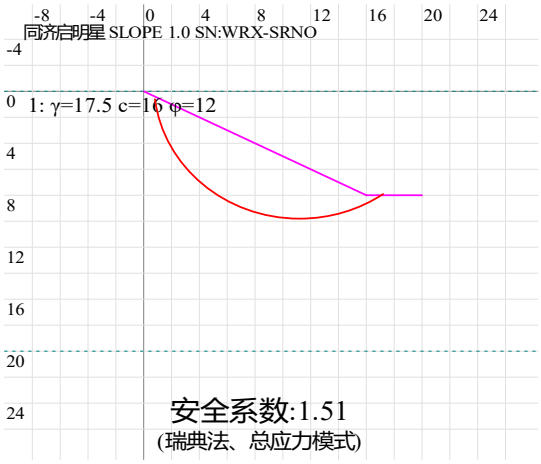


图 3-19　破碎站西部填方边坡 PT2 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，破碎站场地西部填方边坡 PT2 在正常工况下的稳定系数为 1.95，在不利工况下的稳定系数为 1.43，说明该填方边坡填土较低，边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱。

c、破碎站民采坑处临时填土边坡 PT3

正常工况（自然状态）：



不利工况（饱和状态）：

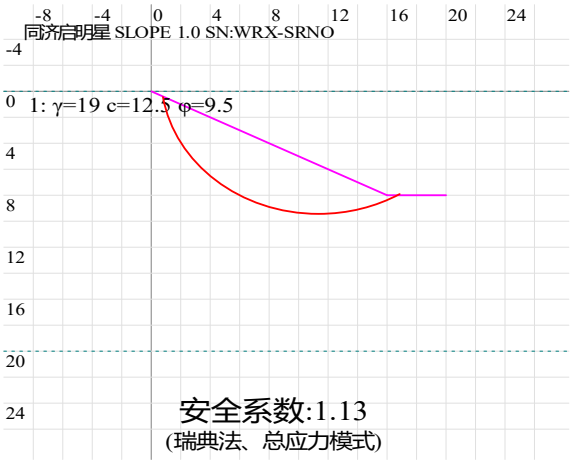


图 3-20　破碎站民采坑处临时填土边坡 PT3 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，破碎站民采坑填土边坡 PT3 在正常工况下的稳定系数为 1.51，边坡处于稳定；在不利工况下的稳定系数为 1.13，边坡处于基本稳定，发生崩塌/滑坡的可能性较小，发育程度弱。

③边坡崩塌/滑坡对矿山地质环境影响程度分级评估

边坡崩塌/滑坡危害对象：破碎站场地中部开挖边坡 PW1 的危害对象主要是卸矿设备、破碎设备、制砂设备以及产品料仓等；破碎站场地南部开挖边坡 PW2 的危害对象主要是过往的运输车及人员；破碎站场地北部填方边坡 PT1 的危害对象主要是制砂设

备；破碎站场地西部填方边坡 PT2 的危害对象主要是机汽修仓库及其汽修材料；破碎站民采坑处临时填土边坡 PT3 的危害对象主要是过往的运输车及人员。

边坡崩塌/滑坡危害程度预测：破碎站场地中部开挖边坡 PW1的威胁设备较多，潜在经济损失约＞100万~＜500万，根据表3-8，开挖边坡 PW1崩塌/滑坡的危害程度中等；破碎站场地南部开挖边坡 PW2的威胁人数少于10人，威胁运输车辆经济损失约＜100万，故开挖边坡 PW2崩塌/滑坡的危害程度小；破碎站场地北部填方边坡 PT1的威胁设备少，潜在经济损失小，约＜100万，故填方边坡 PT1崩塌/滑坡的危害程度小；破碎站场地西部填方边坡 PT2威胁的仓库及材料，经济损失约＜100万，故填方边坡 PT2崩塌/滑坡的危害程度小；碎站民采坑处临时填土边坡 PT3的威胁人数少于10人，威胁运输车辆经济损失约＜100万，故临时填土边坡 PT3崩塌/滑坡的危害程度小。

边坡崩塌/滑坡危险性预测：经计算，破碎站场地中部开挖边坡 PW1 处于稳定，崩塌/滑坡的发育程度弱、危害程度中等，根据表 3-9，**开挖边坡 PW1 崩塌/滑坡的危险性中等**；破碎站场地南部开挖边坡 PW2 处于稳定，崩塌/滑坡的发育程度弱、危害程度小，故**开挖边坡 PW2 崩塌/滑坡的危险性小**；破碎站场地北部填方边坡 PT1 处于不稳定，崩塌/滑坡的发育程度强、危害程度小，故**填方边坡 PT1 崩塌/滑坡的危险性中等**；碎站场地西部填方边坡 PT2 处于稳定，崩塌/滑坡的发育程度弱、危害程度小，故**填方边坡 PT2 崩塌/滑坡的危险性小**；破碎站民采坑填土边坡 PT3 处于基本稳定，崩塌/滑坡的发育程度弱、危害程度小，故**填方边坡 PT3 崩塌/滑坡的危险性小**。

综上所述，破碎站建设引发或遭受挖方边坡 PW1~PW2和填方边坡 PT1~PT3崩塌/滑坡潜在的危害程度小~中等、危险性小~中等，总体上对矿山地质环境影响程度为较严重。

（3）办公生活区边坡崩塌/滑坡预测

①边坡特征

根据开发利用方案，办公生活区布置在机汽修车间南侧的斜坡地带，场地建设需开挖平整，在场地东部形成开挖边坡 BW1，高约 16m，坡率 1:1；在场地西部形成开挖边坡 BW2，高约 5m，坡率 1:1。另外，场地平整时在南部进行填土，形成一处填方边坡 BT1，高约 5~7m，坡率为 1:1.5，见图 3-15。办公生活区场地岩土层自上而下为：0～3.5m 砂质粘性土；3.5~20.5m 全风化花岗岩，往下为中~微风化花岗岩。

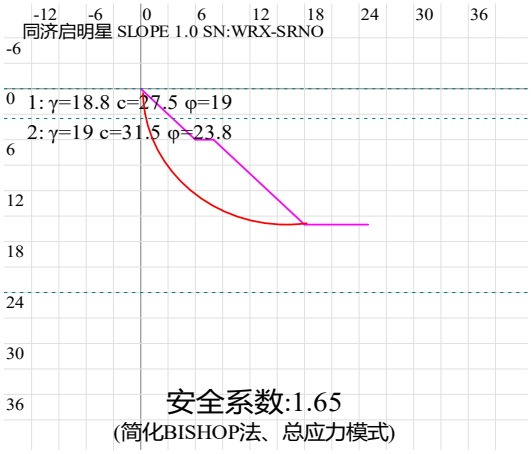
②边坡稳定性分析及发育程度评价

办公生活区开挖边坡 BW1 及 BW2 和填方边坡 BT1 均为土质边坡，其稳定性分析

同样采用毕肖普圆弧法，按正常工况和不利工况进行，现利用同济启明星边坡稳定性分析软件分别对开挖边坡和填土边坡的稳定性进行计算。

a-1、办公生活区场地东部开挖边坡 BW1

正常工况（自然状态）：



不利工况（饱和状态）：

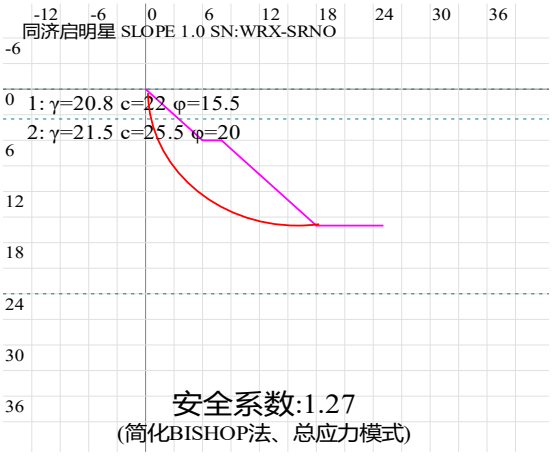
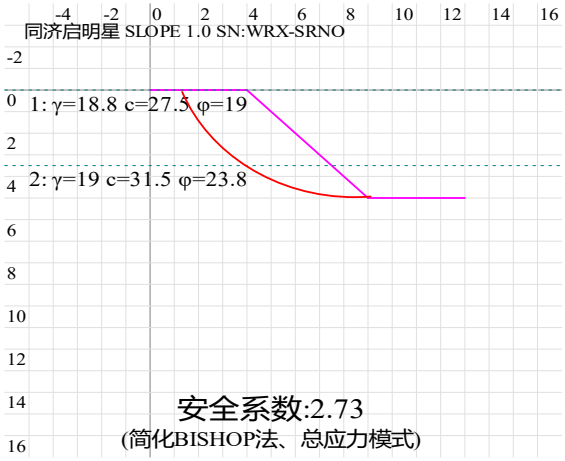


图 3-21　办公生活区场地东部开挖边坡 BW1 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，办公生活区场地东部开挖边坡 BW1 在正常工况下的稳定系数为 1.65，在不利工况下的稳定系数为 1.27，根据表 3-6，该边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱，但是，残坡积土及全风化岩具有遇水容易软化崩解的特性，在雨水的冲刷下，尤其是暴雨天气，局部有可能产生崩塌/滑坡，或坡面产生流槽破坏，故开挖后应及时对坡面进行防护。

a-2、办公生活区场地西部开挖边坡 BW2

正常工况（自然状态）：



不利工况（饱和状态）：

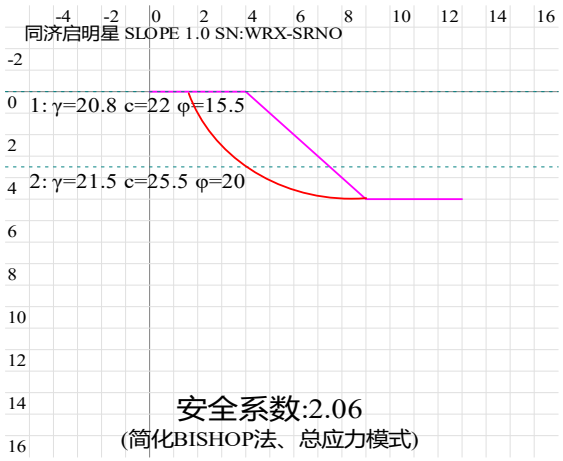


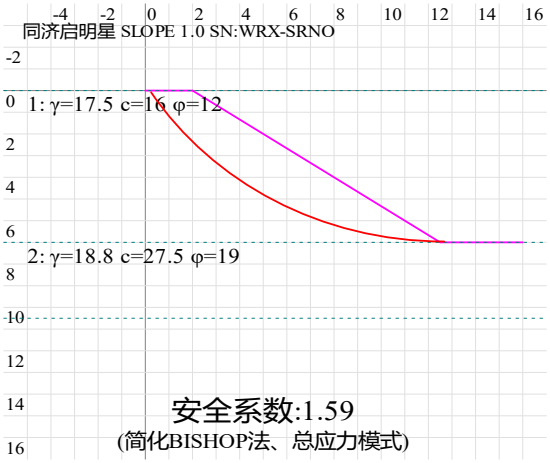
图 3-22　办公生活区场地西部开挖边坡 BW2 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，办公生活区场地西部开挖边坡 BW2 在正常工况下的稳定系数为 2.73，在不利工况下的稳定系数为 2.06，根据表 3-6，该边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱，但是，残坡积土及全风化岩具有遇水容易软化崩解的

特性，在雨水的冲刷下，尤其是暴雨天气，局部有可能产生崩塌/滑坡，或坡面产生流槽破坏，故开挖后应及时对坡面进行防护。

b-1、办公生活区场地南部填方边坡 BT1

正常工况（自然状态）：



不利工况（饱和状态）：

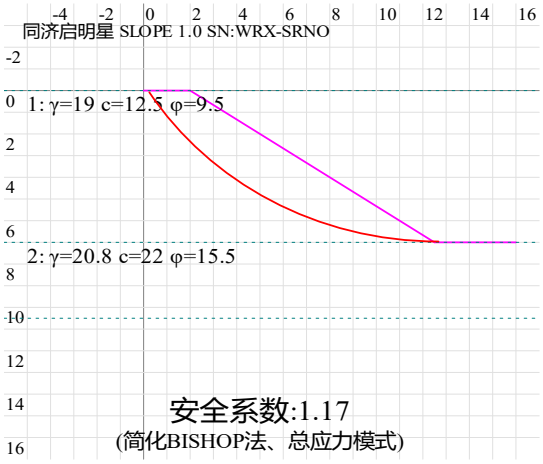


图 3-23　办公生活区南部填方边坡 BT1 在正常工况及不利工况下的稳定性计算结果图

通过以上计算结果表明，办公生活区场地南部填方边坡 BT1 在正常工况下的稳定系数为 1.59，在不利工况下的稳定系数为 1.17，根据表 3-6，该边坡边坡处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱。

③边坡崩塌/滑坡对矿山地质环境影响程度分级评估

边坡崩塌/滑坡危害对象：办公生活区场地东部开挖边坡 BW1 及场地西部开挖边坡 BW2 和场地南部填方边坡 BT1 的危害对象主要是办公楼、宿舍及员工等。

边坡崩塌/滑坡危害程度预测：办公生活区场地东部开挖边坡 BW1及场地西部开挖边坡 BW2和场地南部填方边坡 BT1的威胁人数大于10人，根据开发利用方案，本矿山定员为52人；威胁办公楼及宿舍为1~2层板房，潜在的济损失约＜100万。根据表3-8，办公生活区场地东部开挖边坡 BW1及场地西部开挖边坡 BW2和场地南部填方边坡 BT1崩塌/滑坡的危害程度均为中等。

边坡崩塌/滑坡危险性预测：经计算，办公生活区场地东部开挖边坡 BW1 及场地西部开挖边坡 BW2 和场地南部填方边坡 BT1 均处于稳定，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度弱、危害程度中等，根据表 3-9，办公生活区场地东部开挖边坡 BW1 及场地西部开挖边坡 BW2 和场地南部填方边坡 BT1 **崩塌/滑坡的危险性均中等。**

综上所述，办公生活区建设引发或遭受挖方边坡 BW1~BW2和填方边坡 BT1崩塌/滑坡潜在的危害程度中等、危险性中等，总体上对矿山地质环境影响程度为较严重。

地质灾害预测评估小结：在未来采矿活动过程中，可能引发或遭受的地质灾害主要是采场边坡、破碎站边坡和办公生活区边坡崩塌/滑坡，潜在的危害性小~中等、危险性

小~中等。综合预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度为较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

矿区地下水类型主要有松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水。松散岩类孔隙水含水岩组为残坡积层的砂质粘性土，厚度 3.0～17.0m，据矿区抽水试验，砂质粘性土为弱透水而不含水；下部基岩裂隙水抽水量较小，易抽干，风化裂隙面结合较紧密，富水性贫乏，故本矿区地下水含水量极小。现状矿山尚未开采，含水层未被破坏，处于天然状态。

含水层破坏现状评估小结：矿区现状含水层保持天然状态，对矿山地质环境影响程度等级为较轻。

2、矿区含水层破坏预测评估

矿区地下水自上而下分为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，孔隙水主要赋存于上部残坡积土层的孔隙中；块状岩类裂隙水主要赋存于花岗岩的风化裂隙中。矿山开采对象为建筑用花岗岩和饰面用花岗岩矿，即微风化~未风化花岗岩，开采矿层位于地下水水位以下。参照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 N 的评估指标，矿山开采对含水层破坏预测主要从以下几方面预测：

（1）地下水资源枯竭与区域水均衡破坏

根据开发利用方案，本矿山采用露天开采方式，开采标高+102m～-20.0m，其中，55m 标高以上为山坡露天开采，55m 标高以下为凹陷露天开采。随着露天开采工作的进行，矿区内第四系残坡积层及全风化岩被开挖剥离，由前面所述，矿区上部砂质粘性土为相对隔水层，剥离层不含水；开采矿层直至凹陷坑底，块状岩类裂隙水将被疏干，含水层水位进一步下降，形成局部降落漏斗，而由矿区抽水试验可知，裂隙水易被抽干，半风化~微风化花岗岩的渗透性系数为 0.0187～0.022m/d，透水性弱，富水性贫乏，节理裂隙紧闭，连通性较差，地下水含水量极小，故矿层开采疏干裂隙水对地下含水层影响破坏较小。

根据抽水影响半径公式：$R=10S\sqrt{K}$，式中 R 为影响半径，m；S 为降深，凹陷采坑深为 75m，取 S =75m；K 为渗透系数，按半风化~微风化花岗岩类取值 0.02m/d，通过计算得，抽水影响半径 R=106m。含水层破坏范围以露天采场向四周外扩 106m 范围，影响范围有限，且半风化~微风化花岗岩的节理裂隙紧闭，连通性较差，与周围地下水联系小，故矿山开采不会造成区域地下水位下降，不会造成区域水均衡破坏。

综上所述，矿山开采不会造成地下水资源枯竭，亦不会造成区域水均衡破坏。

（2）地表水漏失

矿区周围的地表水主要是山塘水和塘蓬河。由前面所述，矿区表层的残坡积层土为弱透水，属相对隔水层，矿区周围的山塘水与地下水含水层无联系；另外，矿区西侧分布一塘蓬河，距离矿区约 300m，而矿山开采疏干抽排地下水的影响半径为 106m，影响范围有限，且表层的残坡积层土属相对隔水层，以及基岩节理裂隙紧闭，连通性较差，矿区地下水与塘蓬河无水力联系。

综上所述，矿山开采不会造成周围地表水漏失。

（3）地下水含水层结构破坏

矿山开采将会对矿山采坑范围内的地下水含水层顶板造成破坏，为含水层的补径排打开了一个的天窗，从而局部改变矿坑内地下水的补径排路径，破坏含水层结构，但是破坏范围仅限于采坑，面积约 113366m^2，破坏范围有限。

综上所述，评估矿山开采对地下水含水层结构破坏较小。

（4）地下水水质破坏

本矿山在采矿过程中没有添加剂、也没有污水排入；制砂车间制砂过程也只是用清水淘洗筛分，亦无添加剂，且设有污水处理站，对制砂过程产生的泥污水进行处理。

综上所述，矿山开采不会造成地下水质恶化破坏。

含水层破坏预测评估小结：矿山开采对地下水含水层的破坏主要表现为对含水层疏干及水位下降和含水层结构破坏。但是，矿区含水层富水性贫乏，矿山开采疏干含水层及水位下降对含水层的破坏较小，不会造成区域地下水位下降及水均衡破坏；其次，矿山地下水与周围地表水无水力联系，矿山开采不会造成地表水漏失；再次，含水层结构破坏范围仅限于采坑，破坏范围有限，含水层结构破坏程度较小；最后，矿山开采没有添加剂、也没有污水排入，不会造成地下水质恶化破坏。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）》，含水层破坏对矿山地质环境影响程度分级见下表 3-11，综合预测评估矿山开采造成含水层的破坏较小，对矿山地质环境影响程度等级为较轻。

表 3-11　含水层破坏对矿山地质环境影响程度分级表（摘表）

含水层破坏情况	影响程度分级
1、矿床充水主要含水层结构破坏、产生导水通道 2、矿井正常涌水量大于10000 m^3/d 3、区域地下水水位下降 4、矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重 5、不同含水层（组）串通水质恶化 6、影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	严重
1、矿井正常涌水量3000 m^3/d~10000 m^3/d 2、矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态 3、矿区及周围地表水体漏失较严重 4、影响矿区及周围部分生产生活供水	较严重
1、矿井正常涌水量小于3000 m^3/d 2、矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 3、矿区及周围地表水体未漏失 4、未影响到矿区及周围生产生活供水	较轻
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。	

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 C。

（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

本矿山为新立矿山，矿山目前未进行基建等采矿活动，地形地貌保持原有状态，矿区现状为园地、林地等，植被覆盖良好，多种植经济林。

经调查，矿区周围多为园地、林地，植被覆盖良好，无地质遗迹、人文景观、风景旅游区、自然保护区等。

地形地貌景观破坏现状评估小结：矿区地形地貌景观现状保持自然状态，无破坏，对矿山地质环境影响程度等级为较轻。

2、矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏预测评估

矿区及周边无自然保护区、地质遗迹、风景旅游区等，采矿活动主要对露天采场、破碎站、办公生活区等地段的植被和地形地貌景观造成破坏或影响，造成土体裸露。

（1）对自然景观的影响

①露天采场

露天采场原始地面标高 50.23m～102.63m，设计开采最低标高为-20m，开采深度 75~112m，未来采场将形成一个负地形的凹陷坑，面积 11.3366 万 m^2，露天采场开挖对原生地形地貌景观破坏程度大，根据表 3-12，露天采场地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度为严重。

②破碎站

破碎站位于露天采场的西北侧，设有破碎车间、制砂车间、污水处理站、机汽修车

间、剥离层外运转运场等。场地原始地面标高约 49.2~83.0m，地面起伏平缓，占地面积 58931m^2。破碎站建设需对场地进行开挖及填土平整，分两级开挖，即 70m 平台及 65 平台为挖方，开挖深度 13~18m，对原生地形地貌景观破坏程度大；60m 平台和 55m 平台为填方，填土高度 5~15m，对原生地形地貌景观破坏程度大，据表 3-12，破碎站地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度为严重。

表 3-12　地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度分级表（摘表）

地形地貌景观破坏情况	影响程度分级
1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	严重
1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重	较严重
1、对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小 2、对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线周围两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻	较轻
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。	

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C。

③办公区生活区

办公生活区位于露天采场西侧的斜坡地带，建有办公室、员工宿舍、食堂、浴室及卫生间等设施，场地原始地面标高约 46.6m～71.8m，地形坡度 10°～20°，占地面积约 7522m^2。办公生活区建设需对场地进行开挖及填土平整，开挖深度约 16m，并在场地南部进行填土，填土高度约 5~7m，开挖及填土对原生地形地貌景观破坏程度大，据表 3-12，破碎站地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度为严重。

④水塘回填用地区

矿区西部 3-4 号拐点之间分布一山塘，长约 240m，宽约 10~80m，水深约 1.5～3m。为了避免塘水对矿山开采的影响，仅对该山塘进行填平，对自然景观影响和破坏程度小。

综上所述，矿山建设对原生的自然景观影响和破坏程度大，对自然景观的影响严重。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

项目区地处廉江市塘蓬镇东升农场塘蓬分场，矿区及其周边多为园地、林地等，根据项目区“三区三线”成果图，矿山及其周边未设立各类自然保护区。据现场调查，矿区及周边无地质遗迹、人文景观、风景旅游区等。仅在矿区东北侧，距离矿区约 165m 处零星分布一户农户（图 2-6），其位于爆破警戒线范围内，经协商搬迁，故将来评估区内无建筑物及工程、设施和自然保护区。

综上所述，矿山采矿活动对建筑物及工程、设施和自然保护区影响破坏较轻。

（3）对人居环境影响

据现场调查，矿区周围的村庄，主要分布在矿区西侧及东北侧，分别为矮车村和陈埇村，见图 2-6。村庄距离矿区 235~300m，位于爆破警戒线外，且位于评估区范围外。

本矿山的采矿方法采用圆盘锯石机及金刚石串珠绳锯石机联合开采，叉车或桅杆吊装，由汽车运输；或采用潜孔钻机穿孔爆破，挖掘机铲装，汽车运输。

将来矿山开采对人居环境的影响，主要表现在噪音和粉尘方面。根据开发利用方案，在锯石或爆破生产以及矿石加工时将产生噪音，依据绿色矿山要求，作业设备的选用应符合国家有关标准，优先选用低噪音的生产工艺和机械设备，并采取减振、隔音、消音等措施，确保矿区噪声符合《工业企业厂界系境噪声排放标准》(GB12348-2008)限值要求，并设置监测设备；在汽车运输过程容易产生扬尘，进矿道路应进行混凝土硬化路面，在施工场地进出口处设置专门冲洗点，对驶离施工场区的车辆冲洗干净后方可进入道路，冲洗废水进入临时排水沟，经沉淀后方可回用，不外排，在施工过程中配备专用洒水车对施工中的土石方爆破、运输、装卸、堆放等易于产生地面扬尘的场所，采用洒水等办法降低影响，净化大气环境，防止扬尘污染。

另外，矿区周围分布有农田（图 3-24），经调查，矿区东南侧及北侧外围分布两处民采坑，现状民采坑积水，土地利用为坑塘水面，据走访矿区，民采坑积水不属于灌溉用水，其中，东南侧采坑规模大致为 90（长）×（10～50）(宽)×14 m（深)，现状民采坑积水，水域面积约 2500m^2，水深约 8m，预计总积水量约 20000m^3，坑后即东面及南面为开挖边坡，高 15~25m，坡度约 80°，由于土地权属问题，租地难以解决，**根据业主要求将其剔除，放弃开采，即不在本次采剥范围内，**该民采坑处于山坳中，周围土地为林地或草地，民采坑距离南部的农田约 80m，农田处于民采坑的背面，其对农田影响小；北侧外围的民采坑，采坑规模大致为 75（长）×（45～62）(宽)×4 m（深)，面积约 4055m^2，采坑充满水，水量约 16220m^3，坑后即东面及南面为开挖边坡，高 7~15m，坡度约 80°，民采形成了小山坳，依据开发利用方案，该民采坑作为剥离层外运转运场，将民采坑填平，并利用其山坳地形堆填表土，其周围土地为果园、林地或草地，距离北部农田 60m，对农田影响小。其次，矿区西侧的山塘用途为鱼塘，山塘水不属于农田灌溉用水，矿山开采为安全起见将其回填，最后，矿区采剥范围内无农田，但在矿区西南的山涧分布一农田，距离矿区 5~20m，根据矿山开发利用方案，矿山开采由 B 区向 A 区开拓，即由南向北拓进，出入口位于西北侧，矿山开采对农田影响小。

综上所述，预测评估采矿活动对人居环境影响主要表现为噪音和粉尘，矿山爆破开采、锯石及矿石破碎加工等活动难免产生噪音，依据绿色矿山要求降低噪音，至于生产

过程产生扬尘，可通过洒水除尘净化空气，总体上，采矿活动人居环境影响为较严重。

地形地貌景观破坏预测评估小结：矿山及周边未设立各类自然保护区，无人文景观、风景旅游区等，矿山开采按绿色矿山要求控制噪音和洒水除粉尘，且矿区远离居民区，对人居环境影响，但矿山开采活动对原生地形地貌开挖及压占破坏程度大。综合预测评估矿山采矿活动对地形地貌景观影响严重。

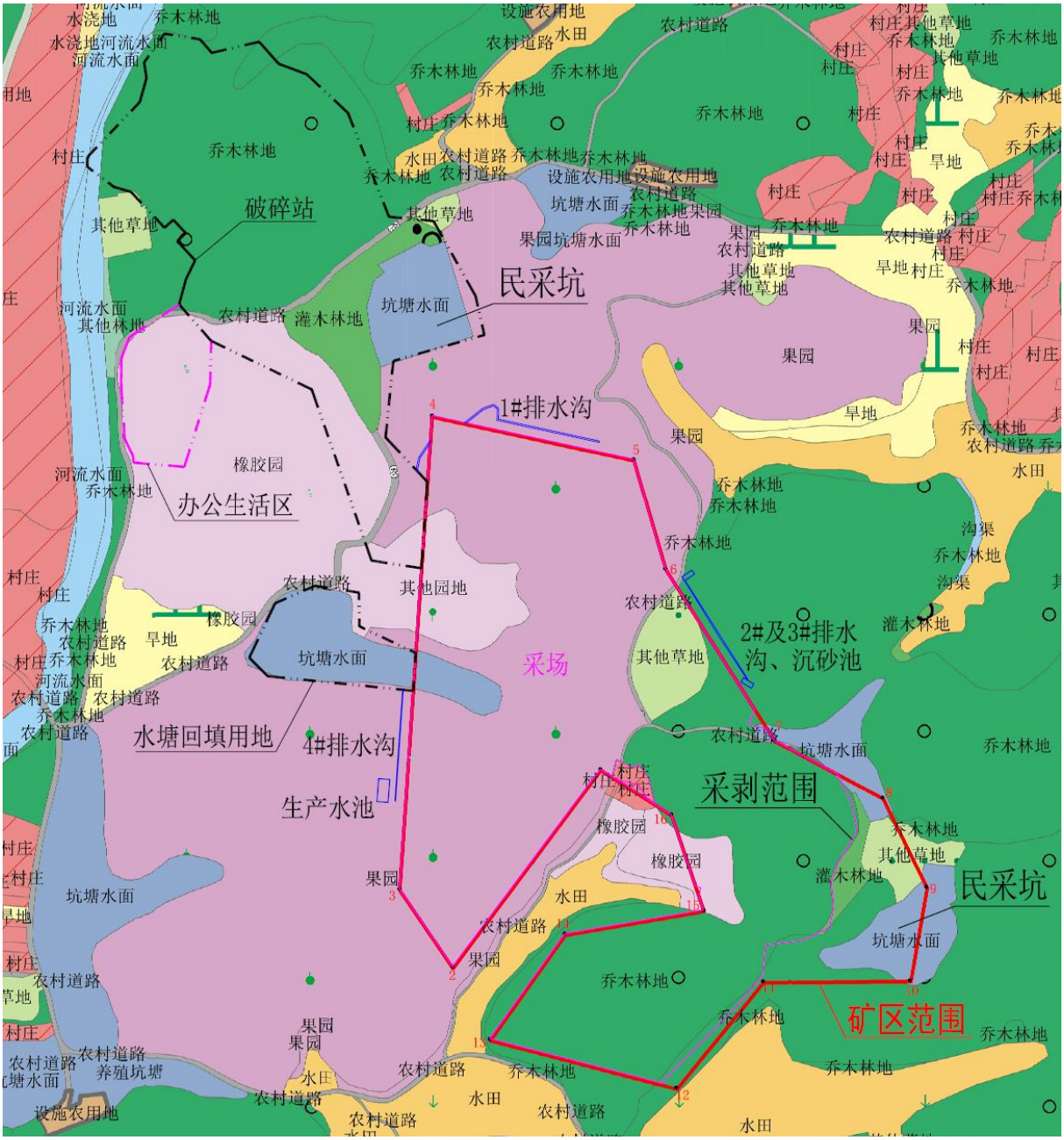


图 3-24　矿区及其周围土地利用现状图

（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）矿区水环境污染现状分析

据现场调查，矿区地表水不甚发育，主要是山塘水和民采坑水，其水来源于降雨，另外，在矿区西侧有一塘蓬河，距离矿区约 300m。

本矿山为新立矿山，矿山目前未进行基建等采矿活动，地形地貌保持原有状态，矿区现状为园地、林地等，种植经济林，无采水活动或排污活动。

综上所述，矿区水环境现状未遭受污染。

（2）土壤环境污染现状分析

矿区现状为园地、林地等，种植经济林，表层土壤为赤红壤，适合种植农作物。由前面第二章的矿体地质特征小节所述，矿体经化验分析，化学成分主要是为SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、TiO_2、K_2O、Na_2O、CaO、MgO、LOI、P_2O_5、SO_3和Cl^-，无重金属元素，另外，在矿区内进行三组原矿石放射性检测，检测结果表明，矿石满足A类装修材料及建筑主体材料的要求，放射性核素量小。

综上，矿区土壤环境良好，现状未遭受污染。

矿区水土环境污染现状分析小结：本矿山为新立矿山，矿区现状未进行任何采矿活动，水土环境保持原有状态，矿区水土环境背景良好，现状未污染，对矿区水土环境影响程度较轻。

2、矿区水土环境污染预测

（1）水环境污染预测

本矿山采用圆盘锯石机及金刚石串珠绳锯石机联合开采，叉车或桅杆吊装，由汽车运输；或采用潜孔钻机穿孔爆破，挖掘机铲装，汽车运输。

采矿过程没有添加剂和没有污水排入矿坑，采矿产生的粉尘利用生产水池的清水进行除尘，其水源主要抽取总沉砂池收集的雨水（总沉砂池收集截排水沟的雨水和矿坑底抽排的雨水）或利用破碎站泵站抽取塘蓬河水，不外排；制砂过程利用总沉砂池清水或泵站抽取塘蓬河水进行淘洗砂矿，产生的泥污水经污水处理站沉淀至清水后，重复利用，不外排。另外，生活污水经处理，再通过活性炭过滤器过滤后可作为绿化用水或作除尘用水。

综上所述，预测矿山开采活动对水环境污染小。

（2）土壤环境污染预测

本矿山的产品方案主要是饰面用花岗岩矿、建筑用花岗岩矿，无共伴生矿种。对矿区饰面用花岗岩边角料、残坡积层、全风化岩层、半风化岩层及机制砂尾泥均进行综合利用。

据储量核实报告，矿体经化验分析，化学成分主要是为 SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、TiO_2、K_2O、Na_2O、CaO、MgO、LOI、P_2O_5、SO_3 和 Cl^-，无重金属元素，矿山开采的矿石和围岩均无毒、无有害物质，经放射性检测，对人体无伤害。

综上所述，预测矿山开采活动对土壤环境污染小。

矿区水土环境污染预测评估小结：预测将来矿山采矿活动对矿区水土环境污染影响程度较轻。

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、项目区土地损毁形式

根据矿山工程规划布局、开采方式和矿山现状，本矿山开发对土地损毁类型为挖损和压占。

2、项目区土地损毁环节与时序分析

矿山土地损毁时序与矿山建设、生产工艺流程密切相关。本矿山采用圆盘锯石机及金刚石串珠绳锯石机联合开采，叉车或桅杆吊装，由汽车运输；或采用潜孔钻机穿孔爆破，挖掘机铲装，汽车运输。为了避免爆破震动造成花岗岩裂隙扩展，破坏饰面用花岗岩的完整性，保证 B 区饰面用花岗岩的荒料率，本矿山首采 B 区饰面用花岗岩矿体，B 区开采完成以后再开采 A 区建筑用花岗岩矿体，开采顺序见表 3-13。

本矿山对土地损毁的环节与时序是：

（1）矿山基建期的损毁环节与时序：办公生活区、破碎站等设施对土地的挖损和压占；首采区段对土地的挖损；表土的剥离临时堆放对土地的压占，矿区西部水塘回填压占。

（2）矿山生产期至闭坑期的损毁环节与时序：办公生活区、破碎站等设施继续压占土地，并一直持续到矿山闭坑；采区继续向矿区边界扩大对土地的挖损，在第 5 年，完成 B 区饰面用花岗岩矿的开采，并继续向 A 区扩大对土地的挖损，持续至闭坑。

表 3-13　矿山开采时间顺序一览表

区段	台阶	矿、岩土总体积（m^3）	开采时间	工作内容	阶段
B 区饰面用花岗岩	80	0.00	第 1 年	建设破碎站、办公生活区、剥离表土	基建期
	70	61849.50	第 2 年	剥离表土及开采矿石	生产期
	60	256377.30			
	50	300020.55			
	40	239443.05			

区段	台阶	矿、岩土总体积（m³）	开采时间	工作内容	阶段
	20	316821.10	第 3~4 年	开采矿石	
	0	217784.00	第 4~5 年	开采矿石	
	-20	133459.60		开采矿石	
A 区建筑用花岗岩	100	0.00	第 5 年	剥离表土及开采矿石	
	90	21598.72			
	80	93144.48			
	68	332072.51	第 6 年	开采矿石	
	55	626032.73			
	40	797302.73	第 7 年	开采矿石	
	25	569229.66	第 8 年	开采矿石	
	10	364900.73	第 9 年	开采矿石	
	-5	217092.51			
	-20	107652.38			
项目区			第 10 年	地质环境修复治理和土地复垦	闭坑整治期

（二）已损毁各类土地现状

土地损毁方式一般分为：挖损、压占与塌陷等三种方式。由于矿山采矿活动对土地的破坏形式和破坏程度均不同，一般将不同的破坏形式所对土地的破坏程度划分为轻度、中度、重度等 3 个等级。根据本省类似工程的土地损毁因素调查情况，参考相关学科的经验数据，采用数学计算法进行评价及划分等级。具体做法是首先给每种损毁程度规定一个数值区间，重度损毁为 80～100 分，中度损毁为 40～80 分，轻度损毁为 20～40 分，然后采用乘法原理将因子权重与所占分值相乘，再对比所规定的损毁程度分值，得出某损毁土地单元的损毁程度。结合本矿实际选择评价因子分别为挖掘面积、挖掘深度、挖掘地类等，评价标准如下：

1、土地挖损破坏程度评价标准

（1）轻度破坏：土地破坏轻微，基本不影响土地功能。

（2）中度破坏：土地破坏比较严重，影响土地功能。

（3）重度破坏：土地严重破坏，丧失原有功能。

评价体系见下表：

表 3-14　挖损损毁程度评价体系表

评价因子			挖掘面积	挖掘深度	挖掘地类
因子权重			0.45	0.35	0.2
分值和损毁程度等级	80~100	重度	＞10hm²	＞5m	耕地
	40~80	中度	1~10hm²	2~5m	林地、园地
	20~40	轻度	＜1hm²	＜2m	草地

2、土地压占破坏程度评价标准

表 3-15　压占损毁程度评价体系表

评价因子			压占面积	堆放高度	砾石含砾	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
分值和损毁程度等级	80~100	重度	＞5hm^2	＞10m	＞30%	矸石	不稳定	有毒
	40~80	中度	3~5hm^2	2~10m	10~30%	砌体	稳定	一般
	20~40	轻度	＜3hm^2	＜2m	＜10%	土壤	很稳定	轻微

3、土地损毁现状评价

本矿山为新立矿山，据现场调查，矿山目前未进行基建等采矿活动，地形地貌保持原有状态，矿区现状为园地、林地，种植经济林。**矿山正在前期筹备工作，矿山现状未损毁土地。**

（三）拟损毁土地预测与评估

矿山土地破坏程度预测实际上是矿区开发活动引起的矿区土地质量变化程度的预测，它表现在矿山开发活动引起的矿区土地质量控制因素指标值在矿山原始土地质量背景值基础上不利于土地利用的“恶性”变化。

矿山土地破坏预测要依据矿山类型、生产建设方式、地形地貌特征等，确定拟损毁土地的预测方法，并根据《土地复垦质量控制标准》的要求，结合该矿山的具体建设内容，土地破坏按工程挖损及压占土地的范围、地类、面积及对土地利用的影响进行土地损毁程度进行预测评估。

1、土地（挖损和压占）损毁预测

根据开发利用方案，本矿山挖损土地破坏的主要是露天采场、破碎站、办公生活区和截排水沟及沉砂池等。

①露天采场

露天采场土地损毁主要是挖损破坏，破坏土地类型为果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、其它草地、农村道路及坑塘水面。闭坑时，预计挖损破坏面积约11.34hm^2，采场挖掘深度最大高度达 122m，由于采用清除式挖损，土地被严重破坏，丧失原有功能，结合露天采场实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.45×90+0.35×100+0.20×80=91.5，再对照表 3-14，则露天采场对土地的损毁程度为重度损毁。因此，根据土地挖损破坏程度评价标准，预测露天采场挖损破坏程度为重度破坏（表 3-15）。

②破碎站

破碎站土地损毁主要是挖损破坏和压占破坏，破坏土地类型为果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、农村道路及坑塘水面等。在破碎车间及与采场连接处进行开挖，开挖面积约 2.8196hm^2，挖掘深度最大高度达 18m，由于采用清除式挖损，土地被严重破坏，丧失原有功能，结合破碎站实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.45×80+0.35×100+0.20×80=87，再对照表 3-14，则破碎站对土地的损毁程度为重度损毁。

同时，破碎站平整场地时在制砂平台、机汽修车间及剥离层外运转运场等地进行堆填土，压占土地破坏面积 3.0735hm^2，堆填高度 5~15m，由于土地被压占，使原土地功能受到影响，结合破碎站实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.24×60+0.12×90+0.12×30+0.21×30+0.18×50+0.13×20=46.7，再对照表 3-15，则破碎站对土地的损毁程度为中度损毁。

因此，根据土地挖损和压占破坏程度评价标准，预测破碎站挖损破坏程度为重度破坏，压占破坏为中度，整体土地损毁程度为重度（表 3-15）。

③办公生活区

办公生活区土地损毁主要是挖损破坏和压占破坏，破坏土地类型为橡胶园和农村道路。场地开挖面积约 0.6484hm^2，挖掘深度最大高度达 16m，由于采用清除式挖损，土地被严重破坏，丧失原有功能，结合办公生活区实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.45×80+0.35×100+0.20×80=87，再对照表 3-14，则办公生活区对土地的损毁程度为重度损毁。

同时，办公生活区场地南部平整时进行进行堆填土，压占土地破坏面积 0.1038hm^2，堆填高度 5~7m，由于土地被压占，使原土地功能受到影响，结合破碎站实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.24×40+0.12×80+0.12×30+0.21×30+0.18×50+0.13×20=40.7，再对照表 3-15，则破碎站对土地的损毁程度为中度损毁。

因此，根据土地挖损和压占破坏程度评价标准，预测办公生活区挖损破坏程度为重度破坏，压占破坏为中度，整体土地损毁程度为重度（表 3-15）。

④截排水沟及沉砂池等

截排水沟及沉砂池等土地地损毁主要是挖损破坏，破坏土地类型为果园和乔木林地。截排水沟主要包括采场周围的 1#、2#及 3#、4#排水沟（位于破碎站及办公生活区内的截排水沟不在重复计算），长 40~156m，开挖深度约 0.5m，宽 0.6~1.2m，开挖面积 55~187m^2，影响土地原有功能，结合截排水沟实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.45×40+0.35×100+0.20×80=69，根据土地挖损破坏程度评价标准，预测截排水沟土地挖损破坏程度中度（表 3-15）。

沉砂池等主要包括 2#及 3#沟的沉砂池、采场西部的生产及消防水池，开挖深度 1.0~1.5m，开挖面积 39~171m^2，影响土地原有功能，结合沉砂池实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.45×40+0.35×100+0.20×80=69，根据土地挖损破坏程度评价标准，预测沉砂池等土地挖损破坏程度中度（表 3-16）。

⑤水塘回填用地

矿区西部分布一山塘，呈狭长形延伸入矿区，水深约 1.5～3m，平均水深约 2m，为了避免山塘水对矿山开采的影响，将该水塘填平，填土压占土地，由于土地被压占，破坏面积约 0.7528hm^2，使原土地功能受到影响，结合沉砂池实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：0.24×20+0.12×20+0.12×20+0.21×20+0.18×20+0.13×20=20，再对照表 3-15，预测水塘回填用地压占土地破坏程度为轻度破坏（表 3-16）。

表 3-16　项目区土地拟损毁预测一览表

土地损毁单元	损毁面积（hm^2）	土地类型（hm^2）									损毁方式	损毁程度
		0201	0203	0204	0301	0305	0404	1006	1104	1101		
		果园	橡胶园	其它园地	乔木林地	灌木林地	其它草地	农村道路	坑塘水面	河流水面		
露天采场	11.3366	5.5851	0.2342	0.6552	4.0281	0.0807	0.4555	0.0714	0.2264	/	挖损	重度
破碎站	5.8931	0.2856	0.7098	0.1069	3.3223	0.6867	/	0.1514	0.6090	0.0214	挖损/压占	中~重度
办公生活区	0.7522	/	0.7432	/	/	/	/	0.0090	/	/	挖损/压占	中~重度
水塘回填用地	0.7528	0.0400	/	0.0251	/	/	/	0.0020	0.6857	/	压占	轻度
1#排水沟	0.0187	0.0187	/	/	/	/	/	/	/	/	挖损	中度
2~3#排水沟及其沉砂池	0.0128	/	/	/	0.0128	/	/	/	/	/	挖损	中度
4#排水沟	0.0055	0.0055	/	/	/	/	/	/	/	/	挖损	中度
采场生产消防水池	0.0171	0.0171	/	/	/	/	/	/	/	/	挖损	中度
合计	**18.7888**	**5.9520**	**1.6872**	**0.7872**	**7.3632**	**0.7674**	**0.4555**	**0.2338**	**1.5211**	**0.0214**		

2、土地损毁预测小结

综上所述，本矿山采矿活动损毁土地方式有挖损和压占两种（附图 3）。预测露天采场挖损土地破坏程度为重度破坏；破碎站挖损和压占土地破坏程度为中~重度破坏；办公生活区挖损和压占土地破坏程度为中~重度破坏；排水沟和沉砂池等挖损土地破坏程度为中度破坏；水塘回填用地压占土地破坏程度为轻度破坏。

总体上，矿山采矿活动对土地资源影响严重。

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境影响分区与防治分区

1、分区原则

（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，对矿山地质环境现状评估、预测评估进行影响分区。分区界线重点考虑以下因素：①地貌单元界线；②矿山规划功能界线；③地质、地类界线；④地质环境、水土环境问题类型、分布及影响范围。

（2）主导因素原则

在综合分析确定评估区内不同时期、不同部位评估单元的主导影响因素的基础上，对主导因素采用定量～半定量指标进行判断与评估，但要注意不同主导因素的转换。

（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等，因地制宜确定分类前提，不能强求一致。

（4）区内相似，区际相异的原则

（5）多种因素叠加分析原则

2、防治分区方法

（1）防治分区因素

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

（2）防治分区级别划分

按《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 D，见下表 3-17，根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，矿山地质环境治理分区可划为重点防治区、次重点防治区和一般防治区等三个级别。当现状评估与预测评估结果不一致时，按照就高不就低原则进行分区。各防治区可根据区内矿山地质环境问题类型的差

异情况，进一步细分亚区。

表 3-17　矿山地质环境治理分区表

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

3、分区结果及分区评述

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

现状地质灾害不发育对矿山地质环境影响程度较轻；现状含水层保持天然状态未被破坏对矿山地质环境影响程度较轻；现状地形地貌景观保持自然状态无被破坏对矿山地质环境影响程度较轻；现状水土环境保持原有状态未被污染对矿山地质环境影响程度较轻。综合现状评估，矿山地质环境影响程度现状评估为较轻（见表 3-18）。

（2）矿山地质环境影响现状分区

①分区结果

根据矿山地质环境现状评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危害程度和受影响对象及社会经济属性等，结合分区的原则，将整个评估区划为矿山地质环境影响较轻区（III），见附图 1 及表 3-19。

②分区评述

A、现状矿山地质环境影响较轻（III）区

本矿山为新立矿山，未进行任何采矿活动，该区即为评估区，包括将来规划的露天采场、破碎站、办公生活区等单元及其影响范围，分区面积 0.59km^2，评估面积为 0.59km^2，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；现状含水层影响程度较轻；现状地形地貌景观影响程度较轻；现状水土环境污染影响程度较轻。

因此，将该区划分为矿山地质环境影响较轻（III）区。

表 3-18　矿山地质环境问题现状评估一览表（依据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 M）

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	综合分级
地质灾害	崩塌	BT1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	较轻
	滑坡	HP1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	泥石流	NS1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	采空区地面塌陷	CX1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	岩溶地面塌陷	YX1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	地裂缝	DL1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	较轻
	地表水漏失	BS1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	区域水均衡破坏	QS1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	水质污染恶化	SS1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
	含水层结构改变	HS1	评估区	未发生	/	/	/	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	未发生	/	/	/	较轻	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	未发生	/	/	/	较轻	
	对人居环境影响与破坏	RX1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
水土环境污染	水环境污染	KD1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	较轻
	土壤环境污染	WD1	评估区	未发生	/	/	/	较轻	
矿山地质环境影响程度现状评估结论为较轻									

表 3-19　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	地形地貌景观影响	水土环境污染影响	**影响程度分级**
较轻区（Ⅲ）	评估区范围	0.59	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

预测评估矿山采矿活动引发或遭受的地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山采矿活动对含水层影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境污染影响程度较轻。

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 3-20）。

（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，分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危害程度和受影响对象及社会经济属性等，结合分区原则，将评估区划分为矿山地质环境影响严重区（Ⅰ）和矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ），其中严重区划分为 2 个亚区。预测评估分区结果详见附图 2 及表 3-21。

②分区评述

A-1、预测矿山地质环境影响严重一亚区（Ⅰ-1）

该区主要是露天采场范围，分区面积 0.1134km^2，评估区面积 0.59km^2，占评估区总面积的 19%。

该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山开采对含水层影响程度较轻；**对地形地貌景观影响程度严重**；对水土环境污染影响程度较轻。

因此，将该区划分为矿山地质环境影响严重一亚区（Ⅰ-1）。

A-2、预测矿山地质环境影响严重二亚区（Ⅰ-2）

该区主要是破碎站和办公生活区范围，分区面积 0.0665km^2，评估区面积 0.59km^2，占评估区总面积的 11%。

该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山开采对含水层影响程度较轻；**对地形地貌景观影响程度严重**；对水土环境污染影响程度较轻。

因此，将该区划分为矿山地质环境影响严重二亚区（I-2）。

C、预测矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）

该区为评估区内除了严重区（Ⅰ）之外其它范围，分区面积 0.4101km^2，评估面积为 0.59km^2，占评估区总面积的 70%。

该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；预测矿山开采对含水层影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度较轻；对水土环境污染影响程度较轻。

因此，将该区划分为矿山地质环境影响较轻区（Ⅲ）。

表 3-20　矿山地质环境问题预测评估一览表（依据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 N）

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	综合分级
地质灾害	崩塌	BT1	露天采场	采矿设备、作业人员、周围环境	中等	中等	中等	较严重	较严重
	滑坡	HP1			中等	中等	中等	较严重	
	崩塌	BT2	破碎站	机械设备、作业人员、周围环境	中等	中等	中等	较严重	
	滑坡	HP2			中等	中等	中等	较严重	
	崩塌	BT3	办公生活区	建筑设施、工作人员、周围环境	中等	中等	中等	较严重	
	滑坡	HP3			中等	中等	中等	较严重	
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	评估区	未发生	小	小	小	较轻	较轻
	地表水漏失	BS1	评估区	未发生	小	小	小	较轻	
	区域水均衡破坏	QS1	评估区	未发生	小	小	小	较轻	
	水质污染恶化	SS1	评估区	未发生	小	小	小	较轻	
	含水层结构改变	HS1	露天采场	赋存于基岩的裂隙水	小	小	小	较轻	
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场	原生地形地貌、土地功能	大	大	大	严重	严重
		DX2	破碎站	原生地形地貌、土地功能	大	大	大	严重	
		DX3	办公生活区	原生地形地貌、土地功能	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	无	小	小	小	较轻	
水土环境污染	水环境污染	KD1	评估区	沉砂池收集的水	小	小	小	较轻	较轻
	土壤环境污染	WD1	评估区	表层土壤	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 3-21　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）	一亚区（I-1）	露天采场范围	0.1134	19%	较严重	较轻	**严重**	较轻	**严重**
	二亚区（I-2）	破碎站及办公生活区范围	0.0665	11%	较严重	较轻	**严重**	较轻	**严重**
较轻区（III）		评估区内除了严重区（Ⅰ）之外其它范围	0.4101	70%	较轻	较轻	较轻	较轻	**较轻**

3）矿山地质环境治理分区

①分区结果

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，将评估区矿山地质环境治理划分为重点防治一亚区（A1）、重点防治二亚区（A2）和一般防治区（C），分区结果详见附图 5、表 3-21。

②分区评述

a、矿山地质环境重点防治一亚区（A1）

该区为露天采场范围，防治分区面积 0.1134km^2，评估区面积 0.59km^2，占评估区总面积的 19%。

该区地貌为丘陵地貌，地形起伏平缓；出露的地层为第四系残坡积土，基岩为花岗岩，开采矿层为微~未风化花岗岩；矿区节理裂隙较发育；地下水类型为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，含水层富水性贫乏；采场开采形成的边坡岩土体主要由砂质粘土、全风化~未风化花岗岩组成，其边坡物理力学性质较差。综合确定矿山地质环境条件复杂程度为中等。

本矿山为新立矿山，未进行任何采矿活动，该区地质灾害不发育，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；现状含水层影响程度较轻；现状地形地貌景观影响程度较轻；现状水土环境污染影响程度较轻。综合现状评估矿山地质环境影响程度较轻。

该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山采矿活动对含水层影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境污染影响程度较轻。综合预测评估矿山开采活动对矿山地质环境影响程度为严重。

根据现状评估和预测评估结果，将该区划为矿山地质环境重点防治一亚区（A1），采用相应的工程措施、生物措施和监测措施等对该区地质环境进行保护与恢复治理。

b、矿山地质环境重点防治二亚区（A2）

该区为破碎站及办公生活区范围，防治分区面积 0.0665km^2，评估区面积 0.59km^2，占评估区总面积的 11%。

该区原始地貌为丘陵地貌，地形起伏平缓；出露的地层为第四系残坡积土，基岩为花岗岩；地质构造形迹不明显；地下水类型为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，

含水层富水性贫乏；场地开挖形成的边坡岩土体主要由砂质粘土、全风化花岗岩组成，其边坡物理力学性质较差，但砂质粘土、全风化花岗岩等具有一定承载力，可作为低层建筑的天然地基。地质环境条件中等。

本矿山为新立矿山，未进行任何采矿活动，该区地质灾害不发育，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；现状含水层影响程度较轻；现状地形地貌景观影响程度较轻；现状水土环境污染影响程度较轻。综合现状评估矿山地质环境影响程度较轻。

该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山采矿活动对含水层影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境污染影响程度较轻。综合预测评估矿山开采活动对矿山地质环境影响程度为严重。

根据现状评估和预测评估结果，将该区划为矿山地质环境重点防治二亚区（A2），采用相应的工程措施、生物措施和监测措施等对该区地质环境进行保护与恢复治理。

c、矿山地质环境一般防治区（C）

该区为评估区内除了重点防治一亚区（A1）和重点防治二亚区（A2）之外其它范围，即露天采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡崩塌/滑坡影响范围和爆破影响范围，分区面积 0.4101km^2，评估面积为 0.59km^2，占评估区总面积的 70%。

该区原始地貌为丘陵地貌，地形起伏平缓；出露的地层为第四系；地质构造形迹不明显；地下水类型为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水；该区无人类工程活动。地质环境条件简单。

本矿山为新立矿山，未进行任何采矿活动，地质灾害不发育，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；现状含水层影响程度较轻；现状地形地貌景观影响程度较轻；现状水土环境污染影响程度较轻。综合现状评估矿山地质环境影响程度较轻。

该区预测评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；预测矿山采矿活动对含水层影响程度较轻；对地形地貌景观影响程度较轻；对水土环境污染影响程度较轻。综合预测评估矿山开采活动对矿山地质环境影响程度为较轻。

根据现状评估和预测评估结果，将该区划为矿山地质环境一般防治区（C），采用监测措施对该区地质环境进行保护。

表 3-21　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**	
重点防治一亚区（A1）	露天采场范围	0.1134	19%	原始地貌为丘陵地貌，地形起伏平缓；出露的地层为第四系残坡积土，基岩为花岗岩，开采矿层为微~未风化花岗岩；矿区节理裂隙较发育；地下水类型为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，含水层富水性贫乏；采场开采形成的边坡岩土体主要由砂质粘土、全风化~未风化花岗岩组成，其边坡物理力学性质较差。综合确定矿山地质环境条件复杂程度为中等。	较轻	较轻	较轻	较轻	**较轻**	较严重	较轻	严重	较轻	**严重**	工程措施 生物措施 监测措施
重点防治二亚区（A2）	破碎站及办公生活区范围	0.0665	11%	原始地貌为丘陵地貌，地形起伏平缓；出露地层为第四系残坡积土，基岩为花岗岩；地下水有松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，富水性贫乏；场地开挖形成的边坡由砂质粘土、全风化花岗岩组成，其边坡物理力学性质较差，但其具有一定承载力，可作为低层建筑的天然地基。地质环境条件中等。	较轻	较轻	较轻	较轻	**较轻**	较严重	较轻	严重	较轻	**严重**	工程措施 生物措施 监测措施
一般防治区（C）	评估区内除了重点防治一亚区（A1）和二亚区（A2）之外其它范围	0.4101	70%	原始地貌为丘陵地貌，地形起伏平缓；出露地层为第四系；地下水类型为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水；该区无人类工程活动。地质环境条件简单。	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

复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。本矿山为新立矿山，未进行任何采矿活动，项目区保持原生地形地貌，本着“谁破坏、谁治理”的原则，依据土地损毁分析与预测结果，项目区无永久性建设用地构成，确定将来矿山的土地复垦区即为复垦责任范围。

表 3-22　土地复垦责任范围及复垦单元面积统计表

复垦责任范围	复垦区	土地损毁	土地类型（hm^2）									损毁方式
		面积（hm^2）	果园	橡胶园	其它园地	乔木林地	灌木林地	其它草地	农村道路	坑塘水面	河流水面	
复垦责任范围	露天采场	11.3366	5.5851	0.2342	0.6552	4.0281	0.0807	0.4555	0.0714	0.2264	/	挖损
	破碎站	5.8931	0.2856	0.7098	0.1069	3.3223	0.6867	/	0.1514	0.6090	0.0214	挖损/压占
	办公生活区	0.7522	/	0.7432	/	/	/	/	0.0090	/	/	挖损/压占
	水塘回填用地	0.7528	0.0400	/	0.0251	/	/	/	0.0020	0.6857	/	压占
	1#排水沟	0.0187	0.0187	/	/	/	/	/	/	/	/	挖损
	2~3#排水沟及其沉砂池	0.0128	/	/	/	0.0128	/	/	/	/	/	挖损
	4#排水沟	0.0055	0.0055	/	/	/	/	/	/	/	/	挖损
	采场生产消防水池	0.0171	0.0171	/	/	/	/	/	/	/	/	挖损
	合计	**18.7888**	**5.9520**	**1.6872**	**0.7872**	**7.3632**	**0.7674**	**0.4555**	**0.2338**	**1.5211**	**0.0214**	

根据开发利用方案确定的矿山规划功能界线以及土地损毁情况，结合现场实地调查，本矿山的土地复垦区包括露天采场、破碎站、办公生活区、排水沟及沉砂池等，复垦责任范围包括以上场地，复垦面积为 18.7888hm^2（附图 4，表 3-22），其中，露天采场主要复垦为坑塘水面，局部地段按现场场地环境条件进行适当调整；沉砂池、办公生活区和破碎站等原则上按照 2023 年度土地利用现状类型进行复垦。

（三）土地利用类型与权属

1、土地利用类型

根据廉江市自然资源局提供的 2023 年土地利用现状图和现场调查，矿山建设及开采活动占用土地类型有：果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、其它草地农村道路、坑塘水面、河流水面等，其中，以园地和林地为主，占复垦区面积的 88.10%，见表 3-23。

表 3-23　复垦区土地利用类型一览表

一级地类		二级地类		面积	占总面积比例	
				（hm^2）	%	%
02	园地	0201	果园	**5.9520**	31.7	44.8
		0203	橡胶园	**1.6872**	9.0	
		0204	其它园地	**0.7872**	4.2	
03	林地	0301	乔木林地	**7.3632**	39.2	43.3
		0305	灌木林地	**0.7674**	4.1	
04	草地	0404	其它草地	**0.4555**	2.4	2.4
10	交通运输用地	1006	农村道路	**0.2338**	1.2	1.2
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	**0.0214**	0.1	8.2
		1104	坑塘水面	**1.5211**	8.1	
	合计			**18.7888**	**100**	**100**

2、土地权属情况

原申请矿区土地权属东升农场和坭浪村农民集体，由于存在矿农矛盾，根据业主要求将农民集体地剔除，缩小采剥范围，另外，矿区配套设施用地权基本属东升农场，因此，复垦区土地所有权和使用权属东升农场塘蓬分场七队所有，仅破碎站北部制砂车间局部地块存在争议（图 3-25），即坭浪村陈埇经济合作社与东升农场争议地，面积 0.3769 hm^2，据农场说明，争议地块可以协商，同意出租。土地承包经营权和复垦责任人为湛江茂达项目投资有限公司（业主），整个生产项目区土地权属情况见表 3-24、附件 14。

表 3-24　复垦区土地利用权属表　（单位：hm^2）

权属	土地类型									合计
	农用地								未利用地	
	02 园地			03 林地		04 草地	10 交通运输用地	11 水域及水利设施用地		
	0201 果园	0203 橡胶园	0204 其它园地	0301 乔木林地	0305 灌木林地	0404 其它草地	1006 农村道路	1104 坑塘水面	1101 河流水面	
广东农垦东升农场有限公司	5.9520	1.6872	0.7872	6.9863	0.7674	0.4555	0.2338	1.5211	0.0214	**18.4119**
坭浪村陈埇经济合作社与东升农场争议地	/	/	/	0.3769	/	/	/	/	/	**0.3769**
合计	**5.9520**	**1.6872**	**0.7872**	**7.3632**	**0.7674**	**0.4555**	**0.2338**	**1.5211**	**0.0214**	**18.7888**

图 3-25　项目区破碎站北侧土地权属争议示意图

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

1、总体技术可行性分析

针对评估区内的现状和拟发地质环境问题，合理高效利用恢复治理的标准。治理所需的各类材料，均可由市场购买，有充分的保障。项目一经批准，应设立矿山地质环境恢复治理专门机构，具体负责治理工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，选择具有地质灾害治理施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位，进行恢复治理的施工和后期的养护工作。

2、现状地质环境问题

本矿山为新建矿山，根据矿山地质环境问题现状评估结果，区内现状地质灾害不发育，对矿山地质环境影响程度较轻；矿山未进行任何开采活动，对含水层影响较轻；对地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）影响较轻；对水土环境污染较轻，对土地资源影响较轻。

3、预测地质环境问题

根据矿山地质环境问题预测评估结果，预测评估区崩塌/滑坡等地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山开采活动对含水层影响较轻；对地形地貌景观影响破坏程度严重；对水土环境污染程度较轻，对土地资源影响较轻~严重。总体上矿山开采活动对矿山地质环境影响程度较轻~严重。

4、矿山地质环境治理技术可行性分析

针对上述环境地质问题的治理技术可行性分析如下：

（1）地质灾害的治理技术可行性分析

①有大量针对地质灾害治理的国家规范和行业规程及标准作技术保障；

②矿山开采活动引发或遭受的地质灾害主要是露天采场边坡、破碎站边坡和办公生活区边坡的崩塌/滑坡，现今对崩塌/滑坡地质灾害预防与治理工程技术已经很成熟，并有大量成功经验及案例供借鉴，在采取合理有效措施治理下，是可以预防或消除露天采场边坡、破碎站边坡和办公生活区边坡崩塌/滑坡等地质灾害。

③预测露天采场边坡在开采过程可能存在局部边坡崩塌/滑坡，潜在的危害性中等、危险性中等，但其周围开阔，上预防保护工程施工条件好，方便机械化施工，施工难度

中等；预测破碎站北侧填土边坡不稳定，其下游影响范围空旷，危害程度小，可采用挡土墙防治，同样，破碎站西侧填土边坡可采用挡土墙防治，施工条件好，另外，破碎站挖方边坡可采用喷播植草对坡面防护，施工难度小；预测办公生活区挖方边坡和填土边坡稳定，可采用喷播植草对挖方边坡坡面防护或采用挡土墙对填土边坡进行防治，总体施工难度小。

④由地质灾害治理工程施工甲级资质单位负责实施，其有由高级工程师、工程师组成的专业技术团队现场指导，有熟练的高、中级技术施工人员参与施工，并拥有良好的施工设备和完善的管理措施作保障。

综上所述，地质灾害的治理技术是可行的，其防治工作难度为小~中等。

（2）对含水层破坏的治理技术可行性分析

本矿山采用露天开采方式，55m 标高以上为山坡露天开采，55m 标高以下为凹陷露天开采。矿区地下水类型为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，由抽水试验可知，松散岩类孔隙水不含水，块状岩类裂隙水含水性贫乏，易抽干。露天采场随着开采深度的不断加深，将疏干块状岩类裂隙水，由前面所述，疏干影响半径为 106m，影响范围有限，且矿区地下水与区域联系小，不会造成地表水漏失，亦不会造成区域水位下降及水资源枯竭和水均衡破坏；采矿过程无需添加剂，没有污水排入矿坑，不会造成水质污染恶化；矿山开采将改变含水层结构，仅限于采坑范围，面积小于 11.3366hm^2，

综上所述，本矿山含水层疏干及结构改变无需进行专门治理，只需进行地下水动态监测，防止污染物进入采坑或沉砂池，以免造成地下水污染或沉砂池外排污水等。

（3）对地形地貌景观破坏的治理技术可行性分析

本矿山开采对地形地貌景观破坏主要表现为露天采场、破碎站及办公生活区场地对原生地形地貌景观的破坏，破坏程度为严重。对地形地貌景观破坏预防，应严格控制在矿山开采各功能区内，可采取定期人工巡视或卫星图片比对，避免越界破坏地形地貌景观；对地形地貌景观破坏治理采取边破坏边恢复，破坏与恢复进度要合理衔接，本矿山拟采用的地形地貌景观治理技术是对办公生活区、破碎站场地等范围采用拆除建筑及车间设施、平整、覆土、复垦绿化等恢复治理措施；露天采场凹陷坑上部分采用复绿措施恢复治理，凹陷坑部分采用复垦措施复垦为坑塘水面。

综上所述，本矿山地形地貌景观破坏治理方案工作较简单，周围同类矿山亦采取类似方案，可作为本矿山的方案借鉴，其次，广东省内类似露天开采矿山，有很多比较成熟的地形地貌恢复治理技术与方案，对办公生活区及破碎站场地的地形地貌景观治理亦采取类似本矿山的方案。因此，矿区地形地貌景观破坏治理技术可行。

（4）对水土资源污染的治理技术可行性分析

矿山境界内没有污染物，造成水土污染的可能性小。对水土资源污染的治理主要以防止外来污染物进入为主。因此，在矿山开采过程中，应加强对外来车辆、施工材料堆放监测管理，防止外来污染物进入造成水土资源污染。另外，对暴雨冲刷采场形成的浑浊泥水，必须经沉淀池澄清后，再向外排放。最后，对生活产生的污水，应该严格收集并进行处理后在排放。本矿山对水土资源污染的防治以监测措施为主，管控外来污染物进入，通过不定期对矿区水土取样化验分析，如发现问题及时采取有效措施治理。

综上所述，矿区水土资源污染的防治措施可行，防治难度小。

综合以上评价，本矿山地质环境治理技术上是可行的，按照“就高不就低”的原则，矿山防治及治理工作难易程度总体上为中等。

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的责任原则，是法律明确基本规定的责任和义务，本矿山企业作为治理义务人，矿山地质环境投资费用由矿山企业全部承担。

同时，矿山企业依据《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》（粤资源资发〔2020〕6 号）和《土地复垦条例》文件精神，缴纳矿山地质环境恢复治理保证金，也可作为土地复垦费用。由矿山企业单设会计科目，按照销售收入的一定比例计提，计入企业成本，由企业统筹用于开展矿山地质环境保护和综合治理。有关部门根据各自职责，加强事中事后监管，建立动态监管机制，督促企业落实矿山环境治理恢复责任。

综上所述，矿山地质环境治理在经济上是可行的。

（三）生态环境协调性分析

本矿山地处低缓的丘陵山区，地形起伏平缓，土地类型为果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、其它草地、农村道路、坑塘水面、河流水面等，以园地和林地为主。矿山开采后，原地形地貌及生态环境将发生较大变化，原有生态环境将遭到破坏或受影响。为保证生态环境协调性，在进行地质环境治理与土地复垦时，应尽量按原生态环境进行修复。根据矿山开发利用方案，露天采场由于破坏较剧烈，不能按原生态环境进行修复；破碎站和办公生活区等单元基本可以按照原生态环境进行修复。

露天采场、破碎站和办公生活区等土地利用现状主要是园地和林地，种植经济林，

周围园地和林地亦种植经济林，根据生态环境协调原则，破碎站和办公生活区将按现地形地貌修复，土地功能复垦为园地或林地，露天采场主要为坑塘水面，局部地段按现场场地环境条件进行适当调整。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

本方案复垦区为露天采场、破碎站、办公生活区、水塘回填地、排水沟及沉砂池等。根据拟损毁土地预测与评估结果，露天采场土地损毁方式为挖损，损毁程度重度，损毁土地利用现状为果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、其它草地、农村道路及坑塘水面，损毁面积 11.3366hm^2，复垦责任面积 11.3366hm^2；破碎站土地损毁方式为挖损及压占，损毁程度重度，损毁土地利用现状为果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、农村道路、河流水面及坑塘水面，损毁面积 5.8931hm^2，复垦责任面积 5.8931 hm^2；办公生活区土地损毁方式为挖损及压占，损毁程度中度~重度，损毁土地利用现状为橡胶园和农村道路，损毁面积 0.7522hm^2，复垦责任面积 0.7522hm^2；水塘回填用地土地损毁方式为压占，损毁程度轻度，损毁土地利用现状为坑塘水面、果园、其它园地和农村道路，损毁面积 0.7528hm^2，复垦责任面积 0.7528hm^2；1#排水沟土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁土地利用现状为果园，损毁面积 0.0187hm^2，复垦责任面积 0.0187hm^2；2#和 3#排水沟及其沉砂池土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁土地利用现状为乔木林地，损毁面积 0.0128hm^2，复垦责任面积 0.0128hm^2；4#排水沟土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁土地利用现状为果园，损毁面积 0.0128hm^2，复垦责任面积 0.0128hm^2；采场生产消防水池土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁土地利用现状为果园，损毁面积 0.0128hm^2，复垦责任面积 0.0128hm^2；详见表 4-1。

表 4-1　复垦区土地利用现状明细表

复垦区	损毁方式	土地利用现状类型				损毁土地面积（hm^2）		复垦责任面积（hm^2）
		一级地类		二级地类		小计	合计	
露天采场	挖损	02	园地	0201	果园	5.5851	**11.3366**	**11.3366**
				0203	橡胶园	0.2342		
				0204	其它园地	0.6552		
		03	林地	0301	乔木林地	4.0281		
				0305	灌木林地	0.0807		
		04	草地	0404	其它草地	0.4555		
		10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0714		
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.2264		

复垦区	损毁方式	土地利用现状类型				损毁土地面积（hm²）		复垦责任面积（hm²）
		一级地类		二级地类		小计	合计	
破碎站	挖损/压占	02	园地	0201	果园	0.2856	**5.8931**	**5.8931**
				0203	橡胶园	0.7098		
				0204	其它园地	0.1069		
		03	林地	0301	乔木林地	3.3223		
				0305	灌木林地	0.6867		
		10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1514		
		11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.0214		
				1104	坑塘水面	0.6090		
办公生活区	挖损/压占	02	园地	0203	橡胶园	0.7432	**0.7522**	**0.7522**
		10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0090		
水塘回填用地	压占	02	园地	0201	果园	0.0400	**0.7528**	**0.7528**
				0204	其它园地	0.0251		
		10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0020		
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.6857		
1#排水沟	挖损	02	园地	0201	果园	0.0187	**0.0187**	**0.0187**
2~3#排水沟及其沉砂池	挖损	03	林地	0301	乔木林地	0.0128	**0.0128**	**0.0128**
4#排水沟	挖损	02	园地	0201	果园	0.0055	**0.0055**	**0.0055**
采场生产消防水池	挖损	02	园地	0201	果园	0.0171	**0.0171**	**0.0171**
复垦区			**合计**				**18.7888**	**18.7888**

（二）土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价是针对复垦责任范围的土地资源进行潜在的适宜性评价，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，按照国家相关规定，因地制宜的采取工程或生物等整治措施，使其恢复到可利用状态，实现矿区的可持续发展。

1、适宜性评价原则

（1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

在确定待复垦土地的适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，还应考虑区域性的土地利用总体规划和农业规划等，统筹考虑本地区的社会经济和矿区的生产建设发展。

（2）因地制宜原则

评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据所评价土地的区域性和差异性等具体条件确定其利用方向，不能强求一致。

（3）土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

在可能的情况下，一般原农业用地仍然优先考虑复垦为农业用地，尤其是耕地。同时考虑其可垦性和综合经济效益，即根据被破坏土地的质量是否适宜为某种用途的土地，复垦资金投入与产出的经济效益相比是否为最佳，复垦产生的社会、生态效益是否为最好。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究项目区土壤、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

在进行复垦土地适宜性评价时，应考虑到项目区前景、科技进步以及生产和生活水平提高所带来的社会需求的变化，这样更有利于确定复垦土地的可持续利用。

（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

待复垦土地的评价，既要考虑需要，又要考虑资金来源等因素。

2、适宜性评价依据

（1）相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、土地管理的相关法律法规和复垦区所在地的土地利用总体规划和其他相关规划等。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《生产矿山土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）等。

（3）其它

包括项目区内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析等。

3、适宜性评价方法

（1）评价方法

评价方法分为定性法和定量法分析两类。定性法是对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地社会经济等情况进行综合定性分析，确定土地复垦方法和适宜性等级。定量分析包括极限条件法、综合指数法与多因素综合模糊法等。

本复垦方案土地适宜性评价采用综合指数法，其计算模型为：

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

式中：Ci—i 地块综合质量指数；

Pij—i 地块 j 评价因子的权重；

Xij—i 地块 j 评价因子的等级分。

（2）评价对象的确定

项目区土地复垦目标的适宜性评价，是在对已损毁土地与拟损毁土地进行科学分析与预测的基础上评价复垦目标的适宜性，从而确定科学合理的复垦方式。根据对项目已损毁及拟损毁土地的分析预测，评价对象主要为矿山采矿活动造成挖损和压占的土地。

（3）评价单元划分

土地适宜性评价单元类型是土地复垦的基本单元，是评价的具体对象，同一评价单元类型内的土地特征、复垦利用方向和改良途径应基本一致。根据项目区已损毁土地现状调查和拟损毁土地预测结果，损毁土地范围、损毁前后的土地利用功能，以及对损毁土地进行复垦的可能性分析，将复垦区土地复垦目标适宜性评价单元划分为：①露天采场凹陷坑、②露天采场凹陷坑上部采场边坡、③破碎站、④办公生活区、⑤水塘回填用地、⑥1#排水沟、⑦2#和 3#排水沟及其沉砂池、⑧4#排水沟及生产消防水池等 8 个单元。

（4）参评因素及分级指标

土地适宜性评价参评因素的选择，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。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 G，耕地选取损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土层厚度等共 5 个参评因子；林地、草地选取损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度等共 4 个参评因子。相应地，耕地等级划分为：一等、二等、三等和四等，各评价因子指数、等级分及权重详见表 4-2；林地和草地等级划分为：一等、二等和三等，各评价因子指数、等级分及权重详见表 4-3 和表 4-4。最后，根据土地综合质量指数计算结果得各评价单元的土地复垦适宜性，各类土地适宜等级指标见表 4-5。

表 4-2　宜耕地因子指数和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分	等级（VI）	等级分
损毁程度	0.2	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.2	0~2	400	2~6	300	6~15	200	15~25	100
耕作半径	0.1	<1km	400	1~<3km	300	3~<5km	200	≥5km	100
灌排水条件	0.1	好	400	较好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度（cm）	0.2	≥60	400	≥40	300	≥30	200	≥15	100
土壤有机质（%）	0.1	>3.5	400	3.5~2.5	300	2.5~1.5	200	<1.5	100
土壤 PH 值	0.1	6.0~7.5	400	5.5~6.0，7.5~8.0	300	4.5~5.5，8.0~9.5	200	≥9.5，<4.5	100

表 4-3　宜林地因子指数和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.3	<10	300	10~≤15	200	>25	100
排水条件	0.1	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度（cm）	0.1	≥40	300	20~<40	200	<20	100
土壤有机质（%）	0.1	5.0~2.0	300	2.0~1.0	200	<1.0	100
土壤 PH 值	0.1	6.0~7.0	300	5.5~6.0，7.0~7.5	200	5.0~5.5，7.5~8.0	100

表 4-4　宜草地因子指数和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.2	<15	300	15~≤35	200	>35	100
排水条件	0.2	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度（cm）	0.2	≥30	300	10~<30	200	<10	100
土壤有机质（%）	0.05	5.0~2.0	300	2.0~1.0	200	<1.0	100
土壤 PH 值	0.05	6.0~7.0	300	5.5~6.0，7.0~7.5	200	5.0~5.5，7.5~8.0	100

表 4-5　土地评价等级指数和范围表

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

4、适宜性评价结果

（1）土地复垦评价单元特征

根据本矿山拟复垦区域各评价单元的实际情况，各参评单元土地复垦参评因子的评价条件见表 4-6，其中，露天采场凹陷坑由于矿区雨量丰沛，降雨量大于蒸发量，常年积水，不宜复垦为耕地、林地和草地，根据该评价单元的实际情况，直接复垦为坑塘水面，露天采场凹陷坑面积为 8.3hm²；其余的露天采场凹陷坑上部采场边坡、破碎站、办公生活区、水塘回填用地、1#排水沟、2#和 3#排水沟及其沉砂池和 4#排水沟及生产消防水池的评价单元，按照上述综合指数评价法进行评价。

表 4-6　各参评单元土地复垦适宜性条件一览表

评价因子	评价单元						
	露天采场凹陷坑上部采场边坡	破碎站	办公生活区	水塘回填用地	1#排水沟	2#和 3#排水沟及其沉砂池	4#排水沟及生产消防水池
损毁程度	重度	重度	重度	轻度	中度	中度	中度
坡度（°）	45°	0°~30°	0°~30°	1°~5°	10°~20°	5°~10°	10°~20°
耕作半径	<1km	<1km	<1km	<1km	<1km	<1km	<1km
排水条件	好	好	好	好	好	好	好
有效土层厚度（cm）	0	0	0	200	100	100	100
土壤有机质（%）	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5
土壤 PH 值	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

（2）评价单元复垦适宜性等级评价结果

通过综合指数法计算，各评价单元土地复垦适宜类型综合评价指数见下表 4-7。据所得综合指数，对照表 4-5 得，各评价单元复垦适宜性等级评价结果见表 4-8。

表 4-7　各评价单元土地综合质量指数一览表

地类	评价因子		评价单元													
			露天采场凹陷坑上部采场边坡		破碎站		办公生活区		水塘回填用地		1#排水沟		2#和 3#排水沟及其沉砂池		4#排水沟及生产消防水池	
	因子	权重	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数
宜耕地	损毁程度	0.2	100	20	100	20	100	20	300	60	200	40	200	40	200	40
	坡度（°）	0.2	0	0	100	20	100	20	300	60	100	20	200	40	100	20
	耕作半径	0.1	400	40	400	40	400	40	400	60	400	60	400	60	400	60
	排水条件	0.1	400	40	400	40	400	40	400	40	400	40	400	40	400	40
	有效土层厚度（cm）	0.2	0	0	0	0	0	0	400	80	400	80	400	80	400	80
	有机质	0.1	0	0	0	0	0	0	200	20	200	20	200	20	200	20
	PH 值	0.1	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20
	综合质量指数			**120**		**140**		**140**		**340**		**280**		**300**		**280**

地类	评价因子		评价单元													
			露天采场凹陷坑上部采场边坡		破碎站		办公生活区		水塘回填用地		1#排水沟		2#和 3#排水沟及其沉砂池		4#排水沟及生产消防水池	
	因子	权重	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数	等级分	指数
宜林地	损毁程度	0.3	100	30	100	30	100	30	300	90	200	60	200	60	200	60
	坡度（°）	0.3	100	30	100	30	100	30	300	90	200	60	300	90	200	60
	排水条件	0.1	300	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	30
	有效土层厚度（cm）	0.1	100	10	100	10	100	10	300	30	300	30	300	30	300	30
	有机质	0.1	0	0	0	0	0	0	200	20	200	20	200	20	200	20
	PH 值	0.1	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20	200	20
	综合质量指数			**120**		**120**		**120**		**280**		**220**		**250**		**220**
宜草地	损毁程度	0.3	100	30	100	30	100	30	300	90	200	60	200	60	200	60
	坡度（°）	0.2	100	20	200	40	200	40	300	60	200	40	300	60	200	40
	排水条件	0.2	300	60	300	60	300	60	300	60	300	60	300	60	300	60
	有效土层厚度（cm）	0.2	100	20	100	20	100	20	300	60	300	60	300	60	300	60
	有机质	0.05	0	0	0	0	0	0	200	10	200	10	200	10	200	10
	PH 值	0.05	100	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100	5	100	5
	综合质量指数			**135**		**155**		**155**		**285**		**235**		**255**		**235**

表 4-8　各评价单元土地复垦适宜性等级评价结果表

评价单元	宜耕地		宜林地		宜草地	
	指数	适宜性	指数	适宜性	指数	适宜性
露天采场凹陷坑上部采场边坡	120	不适宜	120	基本适宜	135	基本适宜
破碎站	140	不适宜	120	基本适宜	155	基本适宜
办公生活区	140	不适宜	120	基本适宜	155	基本适宜
水塘回填用地	340	非常适宜	280	非常适宜	285	非常适宜
1#排水沟	280	适宜	220	适宜	235	适宜
2#和 3#排水沟及其沉砂池	300	适宜	250	非常适宜	255	非常适宜
4#排水沟及生产消防水池	280	适宜	220	适宜	235	适宜

5、土地复垦方向及复垦单元划分

由土地复垦的适宜性评价结果可知，露天采场凹陷坑上部采场边坡、破碎站、办公生活区等评价单元可复垦为林地和草地；水塘回填用地、1#排水沟、2#和 3#排水沟及其沉砂池、4#排水沟及生产消防水池等评价单元可复垦为耕地、林地和草地。根据矿山土地利用总体规划（附图 7），1#排水沟、水塘回填用地、4#排水沟及生产消防水池等评价单元按土地利用总体规划地类为园地；破碎站评价单元规划地类为林地和园地；办公生活区、2#和 3#排水沟及其沉砂池等评价单元规划地类为林地，露天采场凹陷坑上部采场

边坡评价单元规划地类为采矿用地。

由于露天采场凹陷采坑常年积水，不宜复垦为耕地、林地或草地，故**露天采场凹陷坑单元的复垦方向为坑塘水面，**可为周围农用地提供灌溉水源，也体现其复垦的价值。

根据矿山复垦区土地损毁预测结果，结合项目区的土地利用现状地类、土地权属人的意愿和生态环境协调性，**露天采场凹陷坑上部采场边坡单元、破碎站单元和办公生活区单元复垦为林地，**同时可以起到对边坡的防护作用；1#排水沟单元、2#和 3#排水沟及其沉砂池单元复垦为耕地、园地及林地均可，结合该单元的土地利用现状、土地利用总体规划、生态环境协调性以及土地权属人的意愿，**将 1#排水沟单元、2#和 3#排水沟及其沉砂池单元复垦为林地；水塘回填用地单元、4#排水沟及生产消防水池单元复垦为园地（果园）**，符合土地规划和现状利用地类。不同复垦单元的复垦方向及面积见下表 4-9。

表 4-9　土地复垦方向及复垦单元划分表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积（hm^2）	复垦单元
露天采场凹陷坑	坑塘水面（1104）	8.3000	露天采场凹陷坑（AⅠ）
露天采场凹陷坑上部采场边坡	乔木林地（0301）	3.0366	露天采场凹陷坑上部采场边坡（AⅡ）
破碎站	乔木林地（0301）	5.8931	破碎站（AⅢ）
办公生活区	乔木林地（0301）	0.7522	办公生活区（AⅣ）
水塘回填用地	果园（0201）	0.7528	水塘回填用地（AⅤ）
1#排水沟	乔木林地（0301）	0.0187	1#排水沟（AⅥ）
2#和 3#排水沟及其沉砂池	乔木林地（0301）	0.0128	2#和 3#排水沟及其沉砂池（AⅦ）
4#排水沟及生产消防水池	果园（0201）	0.0226	4#排水沟及生产消防水池（AⅧ）
合计	坑塘水面、乔木林地、果园	18.7888	

（三）水土资源平衡分析

1、土资源平衡分析

（1）复垦覆土来源

根据开发利用方案，矿区剥离总量为 169.27 万 m^3，其中残坡积层 26.23 万 m^3、全风化花岗岩层 101.20 万 m^3，半风化花岗岩层 41.84 万 m^3。表层剥离的 26.23 万 m^3 残坡积土（腐殖土）可作为本矿山土地复垦的覆土来源，根据开发利用方案，在破碎站南部设有剥离层外运转运场，最大可暂存剥离层约 2.06 万 m^3，可为将来矿山闭坑后破碎站、办公生活区等地的复垦提供覆土来源。

（2）覆土工程量

本项目复垦区主要包括露天采场凹陷坑上部台阶、破碎站、办公生活区、水塘回填用地、1#排水沟、2#和 3#排水沟及其沉砂池、4#排水沟及生产消防水池等复垦单元。破碎站和办公生活区有挖方区及填方区（图 3-15），即存在挖损和压占破坏；水塘回填用地为填土压占破坏；露天采场等剩余的复垦单元均为挖损破坏。

由前面所述，破碎站挖损破坏面积 28196m^2，挖损地块复垦需覆土，覆土厚度 0.5m；填土压占破坏面积 30735m^2，填土压占地块采用对其表层进行翻耕 0.5m、平整、疏松并施肥改良，无需覆土。办公生活区挖损破坏面积 6484 m^2，覆土厚度 0.5m；填土压占破坏面积 1038m^2，采用对其表层进行翻耕 0.5m、平整、疏松并施肥改良，无需覆土。露天采场凹陷坑上部台阶复垦需覆土，厚 0.5m；水塘回填用地回填压实至地表 0.5m 后覆土；排水沟及沉砂池等挖损破坏土地复垦需回填覆土，综上，本项目土地复垦需覆土总量约 36557.5m^3（3.66 万 m^3），见表 4-10。

表 4-10　项目区土地复垦覆土量一览表

复垦单元	部位	工作内容	覆土厚度（m）	覆土面积（m^2）	工作量（m^3）
露天采场凹陷坑上部采场边坡	开采台阶	覆土	0.5	30366	15183
破碎站	场地内开挖区	覆土	0.5	28196	14098
	场地内填方区	翻耕 0.5m、平整、疏松	/	30735	/
办公生活区	场地内开挖区	覆土	0.5	6484	3242
	场地内填方区	翻耕 0.5m、平整、疏松	/	1038	/
水塘回填用地	场地内	覆土	0.5	7528	3764
1#排水沟	场地内	覆土	0.5	187	93.5
2#和 3#排水沟及其沉砂池	场地内	覆土	0.5	128	64
4#排水沟及生产消防水池	场地内	覆土	0.5	226	113
合计					36557.5

本矿山表层剥离的残坡积土（腐殖土）有 26.23 万 m^3，可满足本项目土地复垦覆土，其中，露天采场凹陷坑上部台阶覆土可在生产过程中实施边开采边复垦，覆土可直接利用剥离层表土；水塘回填用地在基建期利用剥离层进行回填压实至地表 0.5m 后，覆剥离的腐殖土（表层的残坡积土），因此，露天采场凹陷坑上部台阶覆土和水塘回填用地回填覆土不需要占用剥离层外运转运场存的表土，可在基建期或生产期内直接利用剥离的残坡积土，那么，后期（闭坑期）的土地复垦覆土量为 36557.5-15183-3764=17610.5 m^3，

即 1.76 万 m^3，而剥离层外运转运场最大可暂存剥离的表土约 2.06 万 m^3，可满足闭坑期土地复垦的覆土量。

（3）土方堆存

矿山剥离的腐殖土（表层的残坡积土）需单独收集集中堆存，留作今后复垦绿化回填覆土，不能被剥离的全风化层压覆混杂，且全风化层应及时外运销售。

土方平均运距约 600m，设计直接采用汽车运输，采用自下而上分层堆积法。土方堆存台阶坡面角应小于岩土自然安息角，根据同类矿山排土场经验取 38º。《开发利用方案》设计剥离层外运转运场的堆料总堆高 8m，分四层堆放，每层堆放高度 2m，采用挖掘机进行弃土平整。剥离层外运转运场平台必须平整，表土堆排线应整体均衡推进，坡顶线应呈直线形或弧形，堆排工作面向坡顶方向应有 3~5%的反坡，卸载平台边缘要设置安全车挡。

（4）复垦用土质量

本方案设计复垦所需回填土，大部分取自于矿山剥离的表土，考虑到表土的堆存问题，设计在剥离层外运转运场下游处设置拦渣坝、外围设置截水沟，减少剥离层外运转运场内的水土流失。同时土地复垦对表土质量有要求，为了防止表土土壤被污染，剥离层外运转运场内堆存表土要及时用于已开采段落的复垦回填所需，必要时可用土工布覆盖，防止土壤被污染，对于场地内堆存较长时间的表土，在使用前需进行土壤检测，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量，重金属含量超标的表土不可用于土地复垦。

2、水资源平衡分析

（1）复垦林地、园地区域需水量

本方案复垦林地与园地区域所需灌溉水总量约 240.28m^3。其中，乔木及灌木种植灌溉用水量需 237m^3；草种灌溉用水量需 3.28m^3；具体见下表 4-11。

表 4-11 植树种草实际发生的水量汇总表

单项工程	项目	计量单位	单位	定额工程量	设计植物量	实际用水量
乔木（橡胶树）	水	100 株	m^3	3.2	6337 株	203
灌木（山毛豆）	水	100 株	m^3	4.0	862 株	34
草种	水	/	hm^2	1.0	32820 平方米	3.28
注：设计工程量见节后章节土地复垦生物所示工程量计算						

（2）复垦水源

由前面计算所示，本方案复垦林地与园地区域所需灌溉水总量约 240.28m³，在矿山开采期间，已开采完毕的台阶复垦时，乔木的灌溉用水可使用矿山生产消防水池内存水进行灌溉，通过给水管引出至复垦平台进行灌溉。

露天采场在+55m 台阶以上为正地形开采，在+55m 台阶以下为凹陷开采，凹陷开采至底板-20m，采场闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，矿山资源开发利用结束后，露天采场凹陷坑上部复垦为林地，露天采场凹陷坑复垦为坑塘水面，当矿山闭坑后，矿山养护期的灌溉用水可取自该坑塘水面中存水，在灌溉期采用水泵+输水软管的给水组合方式，将采场坑塘水面内水引入至各区域内进行灌溉。坑塘水面内水在使用前应对该水质情况进行监测，相关监测因子需达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）标准限值才能用于灌溉。

（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、乔木林地和坑塘水面。

1、复垦工程质量标准

（1）复垦土地类型应与地形、地貌及周围环境相协调；

（2）拟复垦场地及边坡稳定性可靠；

（3）用作复垦场地的覆土材料不应含有害成分，充分利用从矿区剥离的表土作为土地复垦覆土层；

（4）覆土后的场地规范、平整，覆土层容重等满足复垦利用要求；

（5）复垦场地应有控制水土流失的措施；

（6）复垦场地矿山道路、交通干线布置合理。

2、生态恢复标准

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 F“东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准”和“其他土地复垦质量控制标准”，本矿山复垦的生态恢复标准如下：

（1）园地

①地形地面坡度≤25°。

②有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.45，土壤质地以砂质壤土至壤质黏土为主，砾石含量≤15%，pH 值为 5.5～8.0，有机质≥1%，电导率≤2ds/m。

③排水、道路设施达到当地生产建设要求。

④三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

（2）林地

①有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.50，土壤质地为砂土至壤质粘土，pH 值为 5.0～8.0，有机质≥1.0%。

②道路设施达到当地生产建设要求。

③定植密度/(株/hm^2)满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求。

④闭郁度≥0.40。

（3）坑塘水面

①水体水质达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 V、V 类以上标准要求。

②有排水设施。

（4）土地复垦防洪标准

排水设施满足场地要求，利用主体工程设计的截排洪沟，防洪标准采用 20 年一遇标准。

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、目标

（1）总体目标

最大限度地避免或减轻因矿产开发引发或遭受地质灾害的危害，对发生的地质灾害治理率达到 100%；减轻对含水层的影响和破坏，避免对水土环境的影响和破坏，减缓对地形地貌景观的影响，减少对矿区土地资源的占用破坏，最大限度修复生态环境，闭坑后，土地复垦率达到 100%，二年后植树保存率 85%以上，郁闭度达 30%以上，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展。

（2）阶段性分期目标

根据开发利用方案，本矿山生产年限约 8 年，基建期 1 年，矿山闭坑后复垦绿化期 1 年，按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》的要求，新建矿山的方案适用年限根据开发利用方案确定，基准年以矿山正式投产之日算起，考虑到矿山闭坑后对土地复垦的管护期，确定本方案适用年限为 11 年，其中，矿山边开采边治理期 8 年、矿山闭坑整治 1 年、土地复垦管护期 2 年，基准年暂定为 2027 年。分期目标：分为近期目标（1～5 年）；中期目标（6～8 年）、远期目标（9～11 年），阶段性分期目标详见下表 5-1。

表 5-1　矿山地质环境保护与土地复垦预防分期目标表

阶段	年度	分期目标
近期 （第一阶段）	2027 年 1 月～ 2031 年 1 月	1、预防或消除因矿山开采引发或遭受的露天采场边坡、破碎站边坡、办公生活区边坡崩塌/滑坡危害。 2、针对本矿区矿山开采对含水层影响破坏，采取相应措施预防。 3、严格按照开发利用方案设计开采，减少对地形地貌景观破坏，对破坏的地形地貌景观进行恢复治理。 4、预防矿山开采对水土环境污染破坏。 5、优化矿山开采配套设施布置，减少对土地资源占用破坏。
中期 （第二阶段）	2032 年 1 月～ 2034 年 1 月	1、继续对露天采场边坡、破碎站边坡、办公生活区边坡崩塌/滑坡的防治。 2、继续减轻和预防对含水层影响破坏。 3、继续减少对地形地貌景观破坏，并对其进行恢复治理。 4、继续预防矿山开采对水土环境污染破坏。 5、继续预防与控制矿山开采对土地资源占用破坏范围。

阶段	年度	分期目标
远期 （第三阶段）	2035 年 1 月～ 2037 年 1 月	1、对整个露天采场边坡、破碎站边坡、办公生活区边坡崩塌/滑坡进行防治。 2、对整个矿山地形地貌景观破坏进行恢复治理。 3、对项目区损毁土地进行土地复垦。

2、任务

（1）总体任务

通过采取修筑截排水沟、沉砂池、挡土墙等工程措施，种植乔木、草等生物措施以及边坡稳定性监测、地下含水层水质监测、地形地貌景观监测、水环境监测、土壤质量监测、土地资源破坏监测及复垦植被监测等监测措施，以达到矿山地质环境恢复治理与土地复垦的目标。

（2）阶段性分期任务

本矿山地质环境保护与土地复垦预防任务按近期（近 5 年）、中期（生产期）和远期（闭坑整治期）进行，其任务见表 5-2。

表 5-2　矿山地质环境保护与土地复垦预防分期任务表

阶段	年度	分期任务
近期 （第一阶段）	2027 年 1 月～ 2031 年 1 月	1、在采场周围设置截排水沟及沉砂池；对靠邦采场土质边坡、破碎站开挖边坡及办公生活区开挖边坡采用喷播植草等措施防护坡面，对破碎站填方边坡及办公生活区填方边坡采用挡土墙防护；局部采场岩质边坡采用清面挂网；按相关规范及开发利用方案设置边坡坡率，严禁坡度过陡；设置边坡稳定性监测点。 2、定期对地下含水层监测，防止污染源排入矿坑，如发现问题及时采取措施防治。 3、对靠邦采场边坡凹坑上部平台修建植生槽、覆土、植树种草等措施恢复，同时对采场边坡起到防护，并定期对项目区地形地貌景观破坏进行监测，防止地形地貌景观破坏扩大。 4、在项目区周围修建截排水沟，定期对项目区的水环境监测、土壤质量监测。 5、定期对项目区土地资源占用破坏进行监测，防止土地资源损毁扩大。
中期 （第二阶段）	2032 年 1 月～ 2034 年 1 月	1、继续对露天采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡稳定性进行监测；加固采场边坡。 2、继续定期对地下含水层监测，防止污染源排入矿坑。 3、继续对地形地貌景观破坏进行恢复治理，对采场边坡凹坑上部平台修建植生槽、覆土、植树种草等措施恢复，定期对项目区地形地貌景观破进行监测，防止地形地貌景观破坏扩大。 4、继续定期对项目区的水环境监测、土壤质量监测，如发现问题及时采取措施防治。 5、继续定期对项目区土地资源占用破坏进行监测，防止土地资源损毁扩大。
远期 （第三阶段）	2035 年 1 月～ 2037 年 1 月	1、对剩余出入口地段露天采场边坡进行防治，对坡面进行加固。 2、对整个矿山地形地貌景观破坏进行恢复治理，对剩余出入口地段的采场边坡平台覆土植草种树等复绿措施进行恢复治理。 3、对项目区的设施进行拆除、平整、覆土等措施复垦，并对复垦工程进行管护，对复垦工程进行定期检测其复垦效果。

（二）主要技术措施

1、矿山地质环境保护措施

（1）露天采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡崩塌/滑坡的预防保护措施

①在采场周围设置截排水沟，拦截采场外雨水汇入，预防其对采场边坡面冲刷，在截排水沟下游设置沉砂池。

②在采场周围设置护栏和警示标牌，防止无关人员及牲口跌入矿坑；在爆破警戒范围设置警示标牌。

③采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡在削坡时，应严格按照开发利用方案设计的坡率放坡，严禁超挖，避免边坡过陡，并按设计要求设置好截排水沟。

④对凹陷坑上部靠帮的采场边坡坡面进行防护，采用喷播植草护面；对局部岩质边坡，即 A 区北邦及西邦和 B 区西邦边坡岩石较破碎，采取清理坡面松散岩块，并对岩石较破碎地段进行挂网防护。

⑤对破碎站开挖边坡及办公生活区开挖边坡坡面采用喷播植草护面；对破碎站填方边坡及办公生活区填方边坡采用挡土墙防护。

⑥沿靠邦的采场边坡坡顶、破碎站边坡及办公生活区边坡坡顶布置监测点，监测边坡稳定性。由于露天采场周围分布有耕地、园地，在监测边坡变形的同时，配合人工巡视，观测地表是否开裂情况，尤其是在耕地范围，如发现变形或开裂，应及时采取措施，如打桩支护或放坡卸载等。其次，做好应急预案，尤其在耕地及矿山配套生产设施范围，如出现崩塌/滑坡迹象，及时启动预案，避免不必要的财产损失和人员伤亡。

（2）含水层破坏的预防保护措施

本矿山含水层的富水性贫乏，矿山开采难免疏干含水层及破坏含水层结构，对地下水含水层的预防保护主要是防止矿坑外有毒有害废水进入造成含水层污染，在采场周围修建截排水沟，定期巡视采场周围环境，发现问题及时采取措施防治。

（3）地形地貌景观破坏的预防保护措施

①在露天采场地形地貌景观破坏区，对已靠帮的采场边坡凹陷坑上部平台修建植生槽、覆土、植树种草等复绿措施恢复治理，同时可起到对边坡的防护；闭坑后，对剩余出入口地段的采场台阶平台进行覆土、植树种草等进行复绿恢复治理。

②制定科学开采计划，规范矿山开采，严禁乱挖乱掘破坏地形地貌景观，合理设置堆场，如剥离层外运转运场，应根据淡旺季合理安排生产量，避免超量乱堆而破坏地形地貌景观；污水处理站压滤车间的尾泥应及时外运处理，严禁超范围乱堆乱放破坏地形

地貌景观。

③定期对项目区的地形地貌景观监测，防止地形地貌景观破坏范围扩大。

（4）水土环境污染的预防保护措施

①办公生活区及破碎站周围修建截排水沟，防止雨水冲刷而造成水土流失、水土环境污染。

②制砂车间产生的泥污水必须经污水处理站处理，做到零排放；生活污水需经生化、过滤、消毒等处理，回用于道路浇洒、绿化等用水，不外排。

③项目区内排水沟排出的水含泥沙量较高，易对下游造成泥沙污染，水质处理主要是沉淀泥砂、澄清水质，在截排水沟下游设置沉砂池，各沉砂池位处理后的汇水排放指标为泥砂含量不大于 500g/m³。

④定期对项目区的水土环境进行监测，即监测沉砂池水质、监测污水处理站及办公生活区污水零排放、监测办公生活区及破碎站的土壤质量。

2、矿山土地复垦预防控制措施

①遵循源头控制、防复结合的原则，从源头寻求对策，优化矿山开采配套设施布置，尽量减少或者避免对土地不必要的损毁，使土地资源损毁面积和程度控制在最小范围和最低限度。

②保护和利用好表层土壤，由于损毁后的土地在后期复垦时需要大量土源，因此建设前对损毁区域进行表土剥离，以此保护珍贵的表土资源。

③定期对土地损毁区域监测，防止土地损毁范围扩大。

（三）主要工程量

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防工程

根据前面所述，本矿山地质环境保护与土地复垦预防工程有：（1）采场周围及办公生活、破碎站周围的截排水沟工程；（2）沉砂池工程；（3）采场周围护栏和警示标牌工程；（4）采场边坡喷播植草防护工程、破碎站及办公生活区开挖边坡喷播植草防护工程；（5）破碎站及办公生活区填方边坡挡土墙工程；（6）采场岩质边坡局部清面挂网工程；（7）凹陷坑上部采场台阶平台进行覆土植树种草复绿恢复及保护地形地貌景观工程；（8）边坡稳定性监测、地下水含水层水质监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测等；（9）土地损毁监测。

2、工程设计

（1）截排水沟

①断面规格

根据开发利用方案，本矿山地处廉江市西北部的丘陵山区，地形起伏平缓，根据矿区地形条件，矿区大部分区域终了采场位于山坡上游区，场外径流不会汇入采场的区域可不设场外截排水沟；但终了采场位于山坡下游区，例如矿区范围 3 号拐点北侧外围、矿区范围 4-5 号拐点之间外围、矿区范围 6-7 号拐点之间外围，场外径流较容易汇入采场的区域，本方案设计此区域矿区范围外四周距离矿区约 5m 处设置截排水沟，截留场外汇水，并最终汇流至矿区外围设置的沉砂池内（根据地形条件，共设置 3 座沉砂池和 1 座总沉砂池），经过沉淀处理并达到排放标准后方进行外排。

根据清水洪峰流量经验公式如下：

$Q_p = C_2 \times H_{24P} \times F^{0.84}$，本公式适用于集水面积 $F<10km^2$。

式中：

Q_p—相应频率的洪峰流量 m^3/s，如设计频率取 1/20（P=5%），即按 20 年一遇的洪水；

C_2—随频率而异，查表 5-3 求得；

F—集雨面积 km^2；

H_{24P}—相应频率的设计日最大降雨量，$H_{24P}=H_{24}\times K_P=170\times2.3=391mm$；

H_{24}—年最大 24 小时点雨量均值，mm，根据《广东省年最大 24 小时点雨量均值等值线图》，廉江市及其附近地区年最大 24 小时点雨量均值为 170mm；

K_P—横比系数，根据《广东省年最大 24 小时点雨量变差系数等值线图（$C_S/C_V=3.5$）》，廉江市及其附近地区 $C_V=0.65$，查取皮尔逊III型频率曲线的横比系数 K_P 值表（$C_S=3.5C_V$），20 年一遇（频率=5%），$K_P=2.3$。

表 5-3　与设计频率相对应的 C_2 取值表

P%	0.5	1	2	5	10	20
C_2	0.056	0.053	0.050	0.046	0.044	0.041

通过计算，本项目区截排水沟断面设计参数见下表 5-4。

表 5-4　截排水沟断面参数设计表

水沟名称	汇水面积 m^2	汇水面积 km^2	计算洪峰流量 m^3/s	平均流速 m/s	计算过水断面积 m^2	溢满系数	最小断面面积 m^2	设计梯形断面			实际断面面积 m^2
								上底 m	下底 m	高 m	
1 号截排水沟	7025	0.007	0.28	1.50	0.19	0.90	0.21	1.20	0.40	0.30	0.24
2 号截排水沟	2626	0.003	0.12	1.50	0.08	0.90	0.09	0.60	0.30	0.30	0.14
3 号截排水沟	2622	0.003	0.12	1.50	0.08	0.90	0.09	0.60	0.30	0.30	0.14
4 号截排水沟	2340	0.002	0.11	1.50	0.07	0.90	0.08	0.60	0.30	0.30	0.14
其他截排水沟								0.60	0.30	0.30	0.14

根据周边类似矿山的工程经验，项目区的截排水设计断面为梯形断面，见图 5-1。排水沟砌体采用浆砌砖块，并用砂浆抹面。

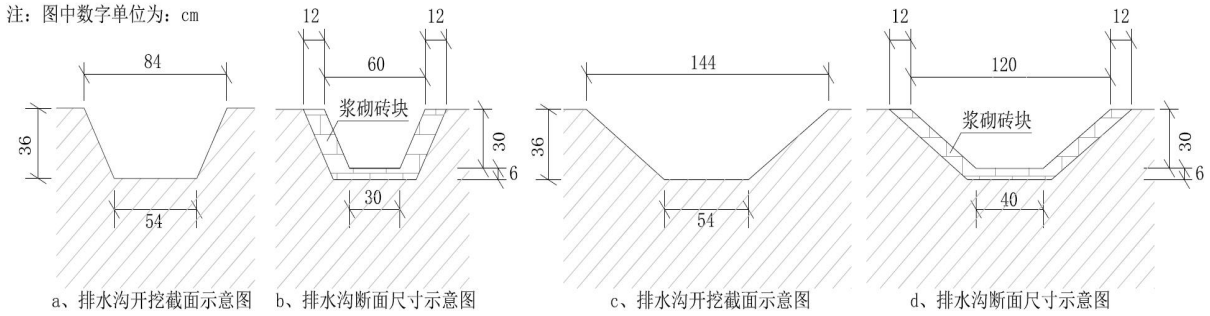


图 5-1　设计截排水沟断面图

②主要工程量

截排水沟的工作内容包括土方开挖、浆砌砖块和砂浆抹面。项目区截排水沟工程总量，详见下表 5-5。

表 5-5　项目区截排水沟工程量一览表

治理阶段	位置		断面规格	长（m）	分项工程名称						备注
					土方开挖（m^3）		浆砌砖块（m^3）		砂浆抹面（m^2）		
					单位量	工程量	单位量	工程量	单位量	工程量	
近期	露天采场周围截排水沟	1#	顶宽 1.2m，底宽 0.4m，高 0.3m，壁厚 0.12m	156	0.35	55	0.11	17	1.38	215	2027 年
		2#及 3#	顶宽 0.6m，底宽 0.3m，高 0.3m，壁厚 0.12m	81	0.25	20	0.10	8	1.00	81	
		4#		91	0.25	23	0.10	9	1.00	91	
	办公生活区及破碎站周围截排水沟			756	0.25	189	0.10	76	1.00	756	
	合计			**1084**		**287**		**110**		**1143**	

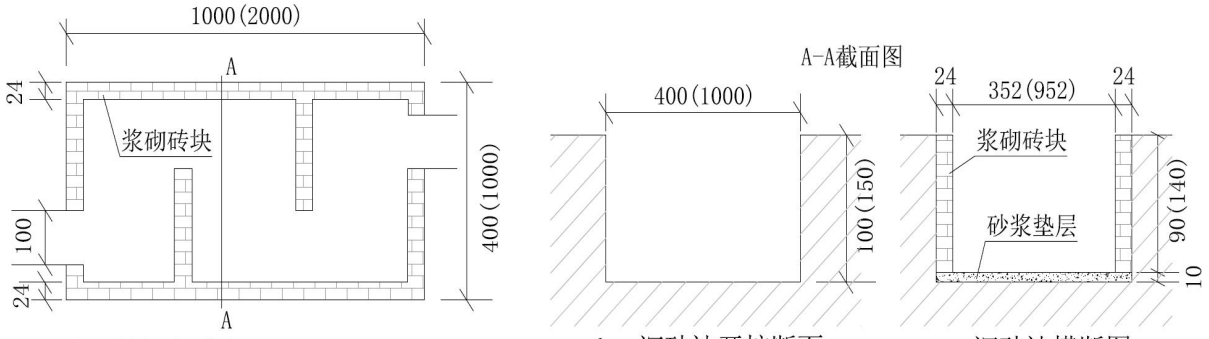
（2）沉砂池

①断面规格

由于项目区汇水的泥沙含量较高，截排水沟下游需设置沉砂池进行水处理，主要是沉淀泥砂、澄清水质，并定期对沉砂池进行清理。在 2#~4#排水沟下游设置沉砂池 3 座沉砂池和在 1#排水沟下游设置 1 座总沉砂池，其中，沉砂池规格为长 10m，宽 4m，深 1m，壁厚 0.24m，结构采用浆砌砖块，基础铺设 0.1m 的砂垫层；总沉砂池规格为长 20m，宽 10m，深 1.5m，壁厚 0.24m，结构采用浆砌砖块，基础铺设 0.1m 的砂垫层，见图 5-4。

②主要工程量

沉砂池的工作内容包括土方开挖、浆砌砖块、砂浆抹面和铺设砂垫层。项目区沉砂池工程总量，详见下表 5-6。



a、沉砂池平面图　注：图中数字单位为：cm　　b、沉砂池开挖断面　　c、沉砂池横断图

图 5-4　设计沉砂池平面及断面图

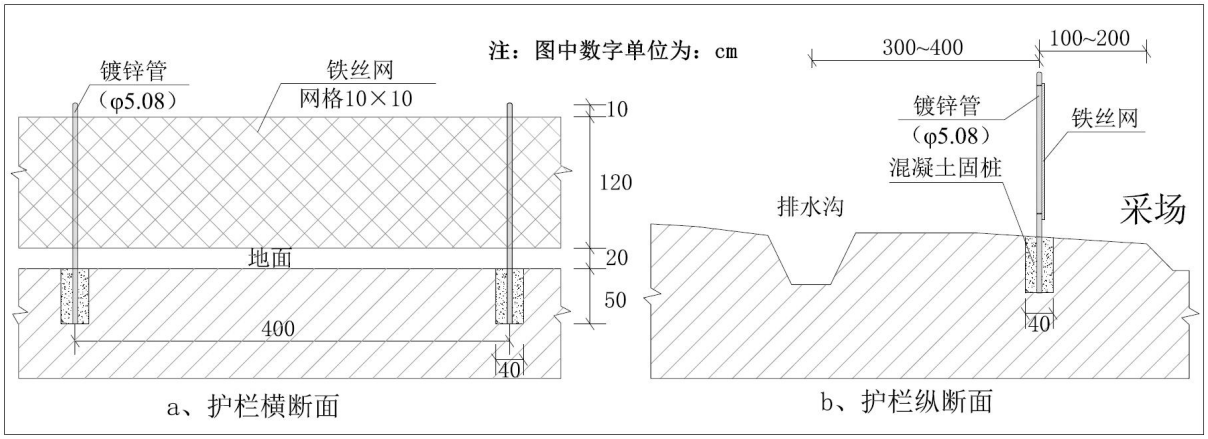
表 5-6　项目区沉砂池工程量一览表

治理阶段	位置	规格	分项工程名称				备注
			土方开挖（m^3）	浆砌砖块（m^3）	砂浆抹面（m^2）	砂垫层（m^3）	
近期	1#沟下游总沉砂池	长 20m，宽 10m，深 1.5m，壁厚 0.24m	300	21	260	20	2027 年
	2#沟下游沉砂池	长 10m，宽 4m，深 1.0m，壁厚 0.24m	40	6	60	4	
	3#沟下游沉砂池		40	6	60	4	
	4#沟下游沉砂池		40	6	60	4	
	合计		**420**	**39**	**440**	**32**	

（3）采场周围护栏及警示牌

①护栏及警示牌规格

为了防止无关人员及牲口误入采场，在采场周围设置护栏，在矿区西北侧预留进出口，出入采场。护栏采用铁丝网+立柱结构（图 5-5）：立柱为φ50.8mm 镀锌管，高 2m（埋深 0.5m，地上 1.5m），间距 4m；立柱之间安装铁丝网，铁丝网围高 1.2m，铁丝为φ5mm，网格 10mm×10mm。并沿采场周围及爆破警戒线周围设置警示牌，采用塑料板及镀锌管制作，塑料板牌规格为 1.0×1.0m，镀锌管高 2m（埋深 0.5m，地上 1.5m）。



a、护栏横断面　　b、护栏纵断面

图 5-5　采场周围护栏断面图

②主要工程量

护栏及警示牌工作内容包括镀锌管、铁丝网、混凝土固桩、塑料板牌等。采场呈多边形，其周围长约 2.12km，依据采场形状，警示牌共设置 24 处，即基本上采场每边设置一处警示牌以及沿爆破警戒线设置警示牌（见附图 5），具体工作量见下表 5-7。

表 5-7　项目区护栏及警示牌工程量一览表

治理阶段	位置	工程名称	分项工程名称	单位	工程量	备注
近期	露天采场周围	护栏工程（长 2.12km）	镀锌管	m	1060	2027 年
			铁丝网	m^2	2544	
			混凝土（固桩）	m^3	42	
		警示牌工程（24 个）	镀锌管	m	48	2027 年
			塑料板牌	m^2	24	
			混凝土（固桩）	m^3	1.92	

（4）边坡喷播植草防护工程

①施工工艺

露天采场凹陷坑上部边坡、破碎站开挖边坡和办公生活区边坡主要由砂质粘土、全风化花岗岩等组成，为了预防和保护边坡坡面不被雨水冲刷和风化作用，对其进行挂网喷播植草防护（图 5-6），同时，也起到预防保护地形地貌景观再次遭到破坏。喷播植草工艺流程：边坡修整→挂网→固定→喷播草籽→覆盖无纺布→养护管理→绿化成坪。

边坡修整：将坡面平整，防止凹凸不平。

挂网：三维网在坡顶延伸至少 1.0m 固定后，埋入土中至少 0.4m，然后自上而下平铺至坡底，相邻网与网间搭接宽度至少 2cm，网贴紧坡面，无褶折和悬空现象。

固定：用不短于 15cm 竹钉垂直固定网，坡面固定间距 1m，坡顶间距 50cm，固定时，钉与网紧贴坡面。

喷播草籽：在坡面上喷播符合要求的草籽，采用液压喷枪将其喷洒在土工网垫内已清理好的坡面上，喷洒应自下而上进行，草籽喷洒均匀，不得流淌，喷播后用无纺布覆盖好。

养护揭膜：喷播后加强管理，适时适度喷水，当幼苗长到 5~6cm 时，揭去无纺布。

②主要工程量

开挖边坡防护的工作内容包括坡面平整、挂三维网固定、喷播草籽和铺设无纺布。本矿山凹陷坑上部 A 区采场边坡总长约 2046m，高 7~13m；B 区采场边坡总长约 542m，高平均 5~10m；破碎站开挖边坡总长 560m，高约 5~13m；办公生活区开挖边坡总长 240m，高约 16m。根据矿山开采时序与进度（表 3-17），近期（1~5 年）边坡防护主要是 B 区采

场和破碎站及办公生活区开挖边坡，中远期主要是 A 区采场边坡防护。边坡防护工程的具体工程量见下表 5-8。

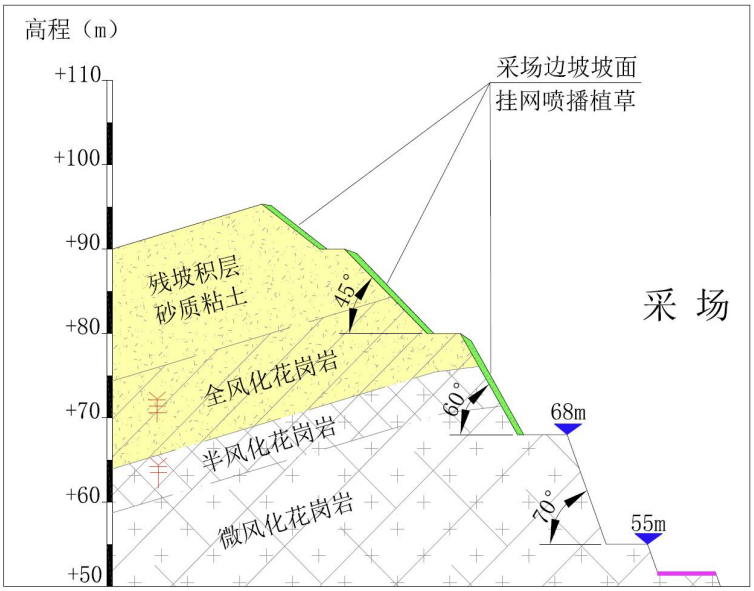


图 5-6　采场边坡防护治理断面图

表 5-8 边坡防护工程量一览表

治理阶段	位置	工程名称	分项工程名称	单位	工程量	备注
近期	B 区凹坑上部露天采场边坡	边坡防护工程	坡面平整	m^2	4400	2027 年
			挂三维网	m^2	4400	
			喷播草籽	m^2	4400	
			铺设无纺布	m^2	4400	
	破碎站开挖边坡	边坡防护工程	坡面平整	m^2	4120	2027 年
			挂三维网	m^2	4120	
			喷播草籽	m^2	4120	
			铺设无纺布	m^2	4120	
	办公生活区开挖边坡	边坡防护工程	坡面平整	m^2	3840	2027 年
			挂三维网	m^2	3840	
			喷播草籽	m^2	3840	
			铺设无纺布	m^2	3840	
中远期	A 区凹坑上部露天采场边坡	边坡防护工程	坡面平整	m^2	20460	2032 年
			挂三维网	m^2	20460	
			喷播草籽	m^2	20460	
			铺设无纺布	m^2	20460	

（5）挡土墙防护工程

①断面规格

在破碎站北部的制砂平台填土边坡坡脚及剥离层外运转运场边坡坡脚各设置设置一道挡土墙；在办公生活区南部填土边坡坡脚设置一道挡土墙，挡土墙规格见图 5-7，结构采用仰斜式挡墙，混凝土浇筑。

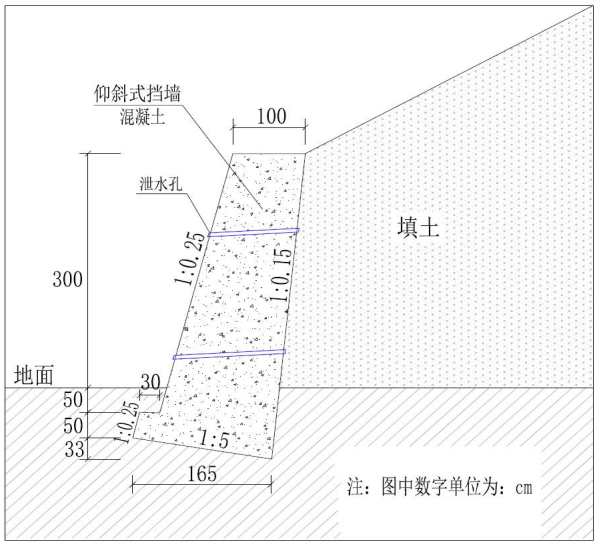


图 5-7　填土边坡防护治理断面图

②主要工程量

填方边坡防护的工作内容包括挡墙基础土方开挖、浇筑混凝土、设置泄水孔（ϕ160PVC 管）。在破碎站北部的制砂平台填土边坡长 340m；剥离层外运转运场坡脚线长 66m；办公生活区南部填土边坡长 65m。具体工作量见下表 5-9。

表 5-9　项目区挡墙工程量一览表

治理阶段	位置		断面规格	长（m）	分项工程名称						备注
					土方开挖（m^3）		浇筑混凝土（m^3）		泄水管（m）		
					单位量	工程量	单位量	工程量	单位量	工程量	
近期	破碎站	北部填方边坡	仰斜式断面，结构尺寸见图 5-7	340	1.7	578	5.2	1768	1.2	408	2027 年
		剥离层外运转运场		66	1.7	112	5.2	343	1.2	79	
	办公生活区南部填方边坡			65	1.7	111	5.2	338	1.2	78	
	合计			471		801		2449		565	

（6）采场岩质边坡局部清面挂网工程

根据矿山地质灾害预测评估结果，A 区北邦和西邦、B 区西邦局部岩质可能存在破碎坡面，有崩塌、滑坡等地质灾害的可能，具体表现为边坡岩块破碎及滚石，本方案设计对 A 区北邦和西邦及 B 区西邦下部半风化岩质边坡进行清理坡面松散岩块，并对岩石较破碎地段进行挂网，挂网可有效阻止岩石较破碎地段的坡面落石。

①施工顺序及工法

a、清除坡面防护区域内威胁施工安全的浮土及浮石，对不利于施工安装和影响系统安装后正常功能发挥的局部地形进行适当修整。

b、放线测量确定锚杆孔位(根据地形条件，孔间距可有 0.3m 的调整量)，在孔间距

允许的调整量范围内，尽可能在天然低凹处选定锚杆孔位；当设计目的是为了加固具有区域性潜在滑动失稳的土质或似土质边坡时，对非低凹处或不能满足系统安装后较好紧贴坡面的锚杆孔(一般连续悬空面积不得大于 5m²，否则宜增设长度不小于 0.5m 的局部锚杆，该锚杆可采用直径不小于φ12 的带弯钩的钢筋锚杆或直径不小于 2φ12 的双股钢绳锚杆)，应在每一孔位处凿一深度不小于锚杆外露环套长度并能将其容纳在内的凹坑或凹槽。

c、按设计深度钻凿锚杆孔并清孔，孔深应大于设计锚杆长度 5cm~10cm，孔径不应小于φ42，锚杆应尽可能垂直于坡面，且与水平面的夹角不应小于 15°；当局部孔位处因地层松散或破碎而不能成孔时，可以采用断面尺寸不小于 0.4×0.4m 的 C15 砼基础置换不能成孔的岩土段。

d、注浆并插入锚杆。应采用强度等级不低于 M20 的水泥砂浆，宜采用灰砂比 1:1~1:2、水灰比 0.45~0.50 的水泥砂浆或水灰比 0.45~0.50 的纯水泥浆，水泥宜用强度等级不低于 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥，优先选用粒径不大于 2.5mm 的中细砂。确保浆液饱满，在进行下一道工序前注浆体养护不少于三天。

e、安装纵横向支撑绳，张拉紧后两端各用 4 个绳卡与锚杆外露环套紧固连接，绳卡间距宜为钢丝绳直径的 6~7 倍，其 U 形螺栓应位于尾绳段一侧。

f、从上向下铺挂格栅网，格栅网间重叠宽度不宜小于 5cm，两张格栅网间以及必要时格栅网与支撑绳间用φ1.5 扎丝进行扎结，当坡角小于 45°时，扎结点间距一般不宜大于 2m, 当坡角大于 45°时，扎结点间距一般不宜大于 1m。

g、从上向下铺设 SPIDER 绞索网并缝合，缝合绳为φ8 钢绳，每张 SPIDER 绞索网均用一根长约 33m 的缝合绳与四周支撑绳进行缝合并预张拉，缝合绳两端交叉反转合并后各用两个绳卡进行紧固连接（需要注意的是缝合绳在四个角部网孔处需两次穿插缝合，且缝合绳不得直接连接到锚杆上）。岩质边坡面防护网平面及断面和大样图见图 5-8。

②主要工程量

具体工作量见表 5-10。

表 5-10　岩质边坡面挂网工程量一览表

治理阶段	位置	坡长（m）	分项工程名称	备注
			挂网（m²）	
近期	B 区西邦下部半风化岩质边坡	270	2700	2027 年
中期	A 区北邦下部半风化岩质边坡	150	1500	2032~2034 年
	A 区西邦下部半风化岩质边坡	230	2300	
	合计			

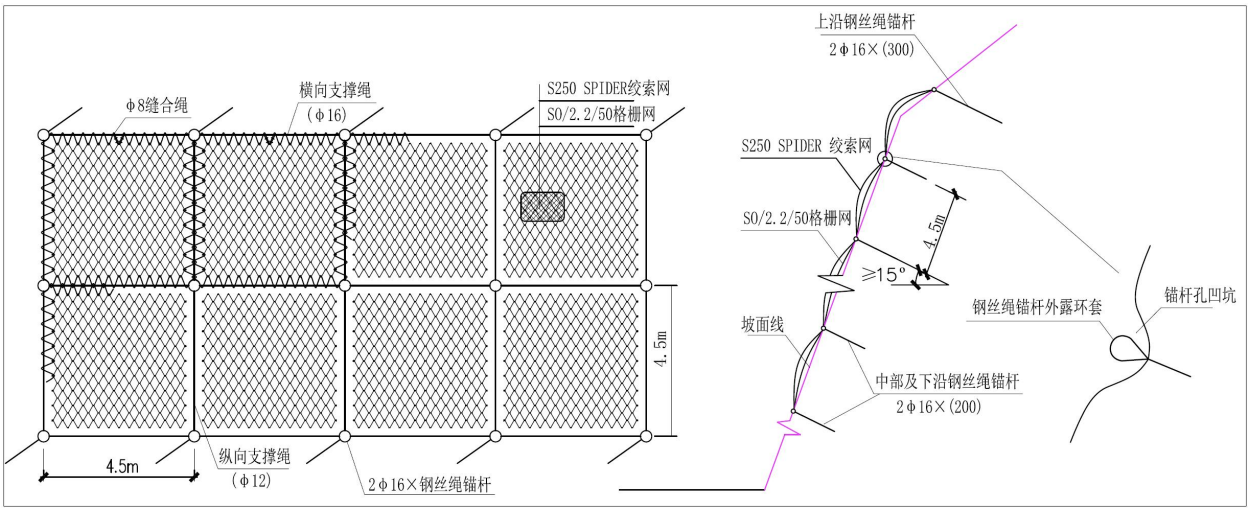


图 5-8　岩质坡面防护网平面及断面示意图

（7）凹陷坑上部采场台阶平台地形地貌景观恢复治理工程

①施工方法

在露天采场地形地貌景观破坏区，凹陷坑上部边坡平台地形地貌景观采用覆土植草种树的复绿措施保护及恢复治理。根据开发利用方案，平台宽 3~6m，在预留平台边缘各 0.5m 处砌筑植生槽，并在槽内覆土 0.5m，选择植树种草的混栽模式，树种选择灌木（山毛豆），栽树间距为 3m，树下种草，见图 5-9。

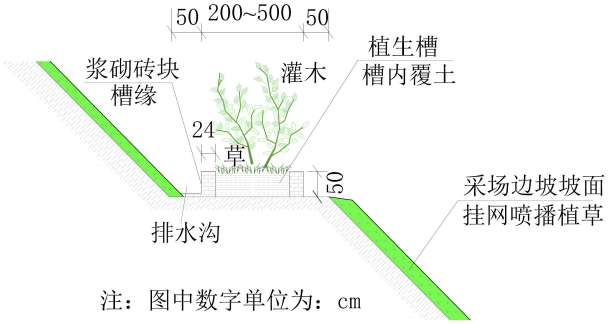


图 5-9　台阶平台复绿断面图

②主要工程量

台阶平台地形地貌景观保护及恢复治理的工作内容包括砌筑槽缘、槽内覆土、植树种草。本矿山凹陷坑上部采场台阶平台地形地貌景观保护及恢复治理的具体工程量见下表 5-11。

表 5-11　采场凹陷坑上部台阶平台地形地貌景观保护与恢复治理工程量一览表

治理阶段	位置	工程名称	分项工程名称	单位	工程量	备注
近期	B 区凹陷坑上部采场台阶平台	地形地貌景观保护与恢复治理	浆砌砖块	m^3	130	2027 年
			槽内覆土	m^3	542	
			植树	株	180	
			草	m^2	1084	

治理阶段	位置	工程名称	分项工程名称	单位	工程量	备注
中期	A 区凹陷坑上部采场台阶平台	地形地貌景观保护与恢复治理	浆砌砖块	m^3	491	2032 年～2034 年
			槽内覆土	m^3	4178	
			植树	株	682	
			草	m^2	8356	

（8）边坡稳定性、地下水含水层水质等监测工程

边坡稳定性监测、地下水含水层水质监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测等地质环境保护措施的工作量具体见本章第六小节。

（9）土地损毁监测工程

防止土地损毁范围扩大，定期对土地损毁区域监测，工作量具体见本章第七小节。

3、矿山地质环境保护措施主要工程量汇总

本矿山地质环境保护措施主要工程量汇总见表 5-12。

表 5-12　矿山地质环境保护措施工程量汇总表

技术措施	项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	合计
工程措施	1、截排水沟				
	（1）土方开挖	m^3	287	/	287
	（2）浆砌砖块	m^3	110	/	110
	（3）砂浆抹面	m^2	1143	/	1143
	2、沉砂池				
	（1）土方开挖	m^3	420	/	420
	（2）浆砌砖块	m^3	39	/	39
	（3）砂浆抹面	m^2	440	/	440
	（4）砂垫层	m^3	32	/	32
	3、护栏				
	（1）镀锌管	m	1060	/	1060
	（2）铁丝网	m^2	2544	/	2544
	（3）混凝土固桩	m^3	42	/	42
	4、警示牌	个			
	（1）镀锌管	m	48	/	48
	（2）塑料板牌	m^2	24	/	24
	（3）混凝土固桩	m^3	1.92	/	1.92
	5、边坡防护（喷播植草）				
	（1）坡面平整	m^2	12360	20460	32820
	（2）挂三维网	m^2	12360	20460	32820
	（3）铺设无纺布	m^2	12360	20460	32820

技术措施	项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	合计
	6、挡土墙				
	（1）土方开挖	m^3	801	/	801
	（2）浇筑混凝土	m^3	2449	/	2449
	（3）泄水管	m	565	/	565
	7、挂网防护（岩质边坡）				
	（1）防护网	m^2	2700	3800	6500
	8、台阶平台复绿工程				
	（1）浆砌砖块	m^3	130	491	621
	（2）槽内覆土	m^3	542	4178	4720
生物措施	1、喷播植草				
	（1）草籽	m^2	12360	20460	32820
	2、台阶平台复绿工程				
	（1）灌木（山毛豆）	株	180	682	862
	（2）植草	m^2	1084	8356	9440

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

本矿山属新立矿山，位于廉江市西北部的丘陵山区，由《廉江市地质灾害防治“十四五”规划》（2021-2025 年）可知，本矿山地处地质灾害高易发区内，易发的地质灾害类型有崩塌、滑坡，属地质灾害重点防治区。

据现场调查，矿山目前未进行基建等采矿活动，地形地貌保持原有状态，地貌属低缓丘陵地貌，地形起伏平缓，地面高程 102.6m～50.2m，相对高差约 52m，区内植被覆盖良好，评估区内现状未发现崩塌、滑坡地质灾害，亦未发现其它地质灾害，现状矿山地质灾害不发育。

本矿山地质灾害治理的目标任务主要根据预测评估分析结果，以“预防为主、防治结合”的原则，通过采取科学有效、具有可操作性的合理措施，预防地质灾害的发生，最大限度减轻地质灾害危害或消除地质灾害隐患。

（二）主要技术措施

根据开发利用方案的矿山开采方式及开采时序，预测矿山开采引发或遭受的地质灾害主要是露天采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡崩塌/滑坡，如按开发利用方案开采，露天采场边坡上部土质边坡处于稳定，但下部岩质边坡局部可能存在破碎坡面，有崩塌/滑坡的可能，另外，表层的砂质粘土、全风化花岗岩具有遇水容易软化崩解的特性，

在雨水长期冲刷作用下，易引发坡面梳状侵蚀，进而产生崩塌/滑坡，因此，对靠帮的采场边坡应及时进行防护。同样，破碎站及办公生活区开挖边坡处于稳定，但砂质粘土、全风化花岗岩具有遇水容易软化崩解的特性，在雨水长期冲刷作用下，易引发坡面梳状侵蚀，进而产生崩塌/滑坡，开挖后应及时对坡面进行防护；其次，破碎站及办公生活区填方边坡处于稳定~不稳定，应采用挡土墙进行防护。

（三）主要工程量

本项目现状地质灾害不发育，预测地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重，本矿山地质灾害治理以预防保护措施为主，具体工作量见本章第一小节。后期如发生地质灾害，其治理应委托有资质的单位进行勘查设计，并计算具体工作量。

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

本方案复垦区为露天采场、破碎站、办公生活区、水塘回填用地、1#~4#截排水沟及沉砂池等。根据拟损毁土地预测与评估结果，露天采场土地损毁方式为挖损，损毁程度重度，损毁面积 11.3366hm^2；破碎站土地损毁方式为挖损和压占，损毁程度重度，损毁面积 5.8931hm^2；办公生活区土地损毁方式为挖损和压占，损毁程度中度~重度，损毁面积 0.7522hm^2；水塘回填用地土地损毁方式为压占，损毁程度轻度，损毁面积 0.7528hm^2；1#排水沟土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁面积 0.0187hm^2；2#及3#排水沟和其沉砂池土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁面积 0.0128hm^2；4#排水沟及生产消防水池土地损毁方式为挖损，损毁程度中度，损毁面积 0.0226hm^2 土地复垦责任范围即为复垦区，面积 18.7888hm^2。

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，主要目标是通过人工修复实现土地复垦率为 100%。具体任务是露天采场凹陷坑单元复垦为坑塘水面；露天采场凹陷坑上部采场边坡单元、破碎站、办公生活区、1#排水沟、2#及 3#排水沟和其沉砂池等单元复垦为林地，水塘回填用地、4#排水沟及生产消防水池单元复垦为园地。复垦前后土地利用结构调整见表 5-13。

表 5-13　复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）		变幅
				复垦前	复垦后	%
02	园地	0201	果园	5.9520	**0.7754**	-27.6
		0203	橡胶园	1.6872	**0**	-9.0
		0204	其它园地	0.7872	**0**	-4.2

一级地类		二级地类		面积（hm^2）		变幅
				复垦前	复垦后	%
03	林地	0301	乔木林地	7.3632	**9.7134**	12.5
		0305	灌木林地	0.7674	**0**	-4.1
04	草地	0404	其它草地	0.4555	**0**	-2.4
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2338	**0**	-1.2
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.0214	**0**	-0.1
		1104	坑塘水面	1.5211	**8.3000**	36.1
合计				18.7888	**18.7888**	0

（二）工程设计

本矿山土地损毁单元较多，经土地复垦适宜性评价分析，土地复垦方向有果园、乔木林地和坑塘水面，针对各单元对土地损毁情况不同，其复垦工程应单独设计，如下：

1、破碎站损毁单元土地复垦工程设计

矿山闭坑后，破碎站损毁单元复垦为林地，复垦面积为 5.8931hm^2，复垦工程主要包括工程措施和生物措施。

（1）工程措施

①地面硬化层及建筑设施拆除外运

根据开发利用方案及土地损毁预测范围，破碎站损毁单元的地面硬化层拆除及外运约 52000m^2，建筑设施拆除及外运 11300m^2，拆除物外运外销至指定地点。由于本项目开采年限 11 年，时间较长，建议在开采到后 5 年修编时，补充相关协议。

②犁翻松土及覆土

破碎站场地原多为乔木林地，根据土地损毁预测范围，破碎站损毁单元需犁翻松土及覆土面积 5.8931hm^2，覆土厚 0.5m。

（2）生物措施

①根据当地条件，选择适宜生长的乡土物种，现状场地及其周围多种植橡胶树，本方案选择橡胶树，按 2.0m 的株距栽种，行距 6m，种植密度为 833 株/hm^2，种植面积 5.8931hm^2。选用 1~2 年生、40cm 高的营养袋实生苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。

②土壤改良

植穴规格为格 40×40×50cm，参照《合肥市绿化施工导则》，每穴施放复合肥 0.25kg。

综上所述，破碎站的复垦工程量汇总如下表 5-14。

表 5-14　破碎站场地损毁单元复垦工程量表

复垦时期	项目名称	计 算 方 式	单 位	数 量	备注
远期（闭坑期）	1、工程措施				2035 年
	（1）拆除建筑设施	建筑设施面积	m^2	11300	
	（2）清除地面硬化层	硬化层面积	m^2	52000	
	（3）犁松覆土	覆土面积×覆土厚度	m^3	29466	
	2、生物措施				
	（1）橡胶树	栽种面积×栽种密度	株	4908	
	（2）土壤改良	施肥	kg	1227	

2、办公生活区损毁单元土地复垦工程设计

矿山闭坑后，办公生活区损毁单元复垦为林地，复垦面积为 0.7522hm²，复垦工程主要包括工程措施和生物措施。

（1）工程措施

①地面硬化层及建筑设施拆除外运

根据开发利用方案及土地损毁预测范围，办公生活区的地面硬化层拆除及外运 7522 m²，建筑设施拆除及外运 2000m²，拆除物外运外销至指定地点。由于本项目开采年限 11 年，时间较长，建议在开采到后 5 年修编时，补充相关协议。

②犁翻松土

办公生活区原为橡胶园，根据土地损毁预测范围，办公生活区损毁单元需犁翻松土及覆土面积 0.7522hm²，覆土厚 0.5m。

（2）生物措施

①根据当地条件，选择适宜生长的乡土物种，现状场地及其周围多种植橡胶树，本方案选择橡胶树，按 2.0m 的株距栽种，行距 6m，种植密度为 833 株/hm²，种植面积 0.7522hm²。选用 1~2 年生、40cm 高的营养袋实生苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。

②土壤改良

植穴规格为格 40×40×50cm，参照《合肥市绿化施工导则》，每穴施放复合肥 0.25kg。

综上所述，办公生活区的复垦工程量汇总如下表 5-15。

表 5-15　办公生活区损毁单元复垦工程量表

复垦时期	项目名称	计 算 方 式	单 位	数 量	备注
远期（闭坑期）	1、工程措施				2035 年
	（1）拆除建筑设施	建筑设施面积	m^2	2000	
	（2）清除地面硬化层	硬化层面积	m^2	7522	
	（3）犁松覆土	覆土面积×覆土厚度	m^3	3761	

复垦时期	项目名称	计 算 方 式	单 位	数 量	备注
远期（闭坑期）	2、生物措施				2035 年
	（1）橡胶树	栽种面积×栽种密度	株	627	
	（2）土壤改良	施肥	kg	157	

3、水塘回填用地损毁单元土地复垦工程设计

矿山闭坑后，水塘回填用地损毁单元复垦为果园，复垦面积为 0.7528hm^2，复垦工程主要包括工程措施和生物措施。

（1）工程措施

该损毁单元为回填水塘，并进碾压实填土，闭坑后需对该单元进行犁翻松土及覆土面积 0.7528hm^2，覆土厚 0.5m。

（2）生物措施

①根据当地条件，选择适宜生长的乡土物种，现状场地及其周围多种植橡胶树，本方案选择橡胶树，按 2.0m 的株距栽种，行距 6m，种植密度为 833 株/hm^2，种植面积 0.7528hm^2。选用 1~2 年生、40cm 高的营养袋实生苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。

②土壤改良

植穴规格为格 40×40×50cm，参照《合肥市绿化施工导则》，每穴施放复合肥 0.25kg。

综上所述，水塘回填损毁单元的复垦工程量汇总如下表 5-16。

表 5-16　水塘回填损毁单元复垦工程量表

复垦时期	项目名称	计 算 方 式	单 位	数 量	备注
远期（闭坑期）	1、工程措施				2035 年
	（3）犁松覆土	覆土面积×覆土厚度	m^3	3764	
	2、生物措施				
	（1）橡胶树	栽种面积×栽种密度	株	627	
	（2）土壤改良	施肥	kg	157	

4、1#~3#排水沟及其沉砂池损毁单元土地复垦工程设计

矿山闭坑后，1#~3#排水沟及其沉砂池损毁单元复垦为林地，复垦面积为 0.0315hm^2，复垦工程主要包括工程措施和生物措施。

（1）工程措施

①排水沟及沉砂池等设施拆除外运

根据开发利用方案及土地损毁预测范围，1#~3#排水沟及其沉砂池设施拆除及外运 315m^2，拆除物外运外销至指定地点。由于本项目开采年限 11 年，时间较长，建议在开采到后 5 年修编时，补充相关协议。

②犁翻松土

1#~3#排水沟及其沉砂池损毁单元原种植橡胶树，根据土地损毁预测范围，该损毁单元需犁翻松土及覆土面积 0.0315hm^2，覆土厚 0.5m。

（2）生物措施

①根据当地条件，选择适宜生长的乡土物种，现状场地及其周围多种植橡胶树，本方案选择橡胶树，由于排水沟及沉砂池呈长条分布，种植按 2.0m 的株距栽种，种植密度为 50 株/100m，种植长度 237m。选用 1~2 年生、40cm 高的营养袋实生苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。

②土壤改良

植穴规格为格 40×40×50cm，参照《合肥市绿化施工导则》，每穴施放复合肥 0.25kg。

综上所述，1#~3#排水沟及其沉砂池损毁单元的复垦工程量汇总如下表 5-17。

表 5-17　1#~3#排水沟及其沉砂池损毁单元损毁单元复垦工程量表

复垦时期	项目名称	计 算 方 式	单 位	数 量	备注
远期（闭坑期）	1、工程措施				2035 年
	（1）拆除设施	设施面积	m^2	315	
	（2）犁松覆土	覆土面积×覆土厚度	m^3	155	
	2、生物措施				
	（1）橡胶树	栽种长度×栽种密度	株	119	
	（2）土壤改良	施肥	kg	30	

5、4#排水沟及生产消防水池损毁单元土地复垦工程设计

矿山闭坑后，4#排水沟及生产消防水池损毁单元复垦为果园，复垦面积为 0.0226 hm^2，复垦工程主要包括工程措施和生物措施。

（1）工程措施

①排水沟及生产消防水池等设施拆除外运

根据开发利用方案及土地损毁预测范围，4#排水沟及生产消防水池设施拆除及外运 226m^2，拆除物外运外销至指定地点。由于本项目开采年限 11 年，时间较长，建议在开采到后 5 年修编时，补充相关协议。

②犁翻松土

4#排水沟及生产消防水池损毁单元原种植橡胶树，根据土地损毁预测范围，该损毁单元需犁翻松土及覆土面积 0.0226hm^2，回填覆土厚 0.5m。

（2）生物措施

①根据当地条件，选择适宜生长的乡土物种，现状场地及其周围多种植橡胶树，本方案选择橡胶树，由于排水沟及生产消防水池呈长条分布，种植按 2.0m 的株距栽种，

种植密度为 50 株/100m，种植长度 111m。选用 1~2 年生、40cm 高的营养袋实生苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。

②土壤改良

植穴规格为格 40×40×50cm，参照《合肥市绿化施工导则》，每穴施放复合肥 0.25kg。

综上所述，4#排水沟及生产消防水池损毁单元的复垦工程量汇总如下表 5-18。

表 5-18　4#排水沟及生产消防水池损毁单元损毁单元复垦工程量表

复垦时期	项目名称	计 算 方 式	单 位	数 量	备注
远期（闭坑期）	1、工程措施				2035 年
	（1）拆除设施	设施面积	m^2	226	
	（2）犁松覆土	覆土面积×覆土厚度	m^3	346	
	2、生物措施				
	（1）橡胶树	栽种长度×栽种密度	株	56	
	（2）土壤改良	施肥	kg	14	

6、露天采场凹陷坑损毁单元土地复垦工程设计

根据开发利用方案，本矿山 55m 标高以上为山坡露天开采，55m 标高以下为凹陷露天开采，凹陷采坑深 75m，如采用回填矿坑的复垦措施，其填土方量大且取土困难，治理费用高，不切实际。由于矿区雨量丰沛，降雨量大于蒸发量，矿坑常年积水，不宜复垦为耕地、林地和草地，根据该评价单元的实际情况，直接复垦为坑塘水面，露天采场凹陷坑面积为 8.3hm^2，可为矿山复垦区提供灌溉用水保障。

7、露天采场凹陷坑上部台阶平台损毁单元土地复垦工程设计

根据矿山地质环境保护工程及土地复垦适宜性评价分析，露天采场凹陷坑上部台阶平台单元复垦为林地，复垦面积为 3.0366 hm^2。

根据项目区的土地损毁预测，露天采场开采对原生地形地貌景观破坏严重，按照“边开采边治理”原则，在近期及中期对露天采场凹陷坑上部台阶平台地形地貌景观采用修建植生槽、覆土、植树种草的复绿措施进行保护及恢复治理，同时也起到了土地复垦作用，其技术措施及工程量见露天凹陷坑上部采场台阶平台地形地貌景观恢复治理工程。

综上所述，本单元的土地复垦工程不在重复计算，具体措施及工程量见采场台阶平台地形地貌景观恢复治理工程。

（三）技术措施

1、工程技术措施

土地复垦工程技术措施是按照矿区自然环境条件和复垦方向要求，对受影响的土地

采取清理、松土、覆土等各种手段，并结合一定的配套措施进行处理，本方案主要有清理工程、松土工程、覆土工程等。

（1）清理工程

清理工程是指矿山开采结束后，对办公生活区及破碎站内的建（构）筑物砌体的拆除外运和各场区地面硬化物的全部拆除外运。本方案设计在矿山闭坑后，对办公生活区的办公室、宿舍、食堂等建筑物进行拆除外运清理，并对该区混凝土地面硬化层进行拆除外运清理；对破碎站场地内的机汽修车间、生产消防水池、破碎车间、制砂车间、污水处理站等建（构）筑物拆除外运清理，并对该区混凝土地面硬化层进行拆除外运清理。

（2）松土工程

由于破碎站场地和办公生活区长期对土地的压占，其基底土层已被压实，对农作物生长不利，在破碎站场地和办公生活区清理平整后，需进行犁翻松土。

（3）覆土工程

由于露天采场开挖对土地破坏严重，破碎站场地和办公生活区长期对土地的压实等，表层土壤结构被破坏，凹陷坑上部采场台阶平台的复垦将矿区内的表土剥离回覆，采用面状覆土，覆土厚度 0.5m，覆土后对其表面进行平整。闭坑后破碎站场地和办公生活区的覆土利用剥离层外运转运场内存土。

2、生物化学措施

土地复垦生物化学措施是通过生物改良措施，改善土壤环境，恢复土壤肥力与生物生产能力的活动，主要为土壤改良培肥、适宜植被筛选、植被栽种与管护等，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，增加土地的肥力和活性，便用于恢复地表植被，重建生态环境。

（1）土壤改良

本项目采用植穴栽种，植穴规格为格 40×40×50cm，参照《合肥市绿化施工导则》，每穴施放复合肥 0.25kg。

（2）植被恢复

植被恢复必须选择合适的种源、品种，并采用科学种植技术。否则因品种或种源选择不当，盲目引进推广，不仅会造成人财物和时间上的浪费，甚至有可能造成重大生态损失，带来严重隐患。

根据当地条件，选择适宜生长的物种，本矿山及其周围多种植橡胶树，故本方案选择橡胶树和草，其中，橡胶树用作凹陷坑上部采场台阶平台、破碎站和办公生活区复垦植物，草用作采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡的防护复绿植物；散播草籽以当

地常见草为主，如：狗牙根、白三叶、结缕草等，喷播在露天采场边坡区域和台阶平台树下、破碎站及办公生活区开挖边坡区域，为保证草籽的发芽率，草籽用量 80kg/hm^2。

①橡胶树

橡胶树（学名：Hevea brasiliensis(Willd. ex A. Juss.) Müll.Arg.）是大戟科橡胶树属大乔木。株高达 30 米，掌状复叶具小叶，顶端有腺体，小叶椭圆形，先端短尾尖，基部楔形，全缘，无毛，网脉明显；花序腋生，圆锥状，被灰白色柔毛；蒴果椭圆形；种子淡灰褐色，有斑纹。当人们砍这种树的时候，会流出一股乳白色的液体，这种液体后来被人们称为“天然橡胶”，故此树被取名为橡胶树。

橡胶树喜欢透气性和透水性良好而且肥沃的土壤，喜温怕寒，喜微风而怕强风，喜充足的阳光。橡胶树的繁殖方法多用种子繁殖，但它的种子没有休眠期，应随熟随采随播。

橡胶树产出的天然橡胶是制作橡胶的主要原料，进而可作为制造油漆和肥皂的原料，可制作优质纤维，可制活性炭、糠醛等，经化学处理后可制作高级家具、纤维板、胶合板、纸浆等。此外，橡胶林还是可持续发展的热带森林生态系统，是无污染可再生的自然资源。

②山毛豆

山毛豆一般指白灰毛豆。（学名：Tephrosia candida DC.）是豆科灰毛豆，属灌木状草本植物，茎具纵棱，与叶轴同被灰白色茸毛；株高 1m～3m，枝条有棱，密生褐色或灰色绒毛。羽状复叶，叶轴上面有沟；小叶长圆形，叶背密被平伏绢毛；总状花序顶生或侧生，花冠淡黄色或白色。荚果长带状；种子橄绿色具花斑，椭圆形。花期 10-11 月，果期 12 月。

白灰毛豆原产于印度东部和马来半岛。中国福建、广东、广西、云南有种植，并逸生于草地、矿野、山坡。白灰毛豆具有发达的根系，生长能力强，适应范围广，耐酸，耐贫瘠，耐干旱，稍耐轻霜。白灰毛豆可以人工播种，也可以与其他草种混合喷播，成活率高。白灰毛豆是喜阳植物，根部含有根瘤菌，可以固定空气中的游离氮，起到改良土壤的作用。常与车桑子、多花木蓝等一起用于公路和河岸的护坡工程，以代替银合欢进行绿化，具有观赏价值。

③狗牙根

狗牙根（学名：Cynodon dactylon (L.) Pers.）是禾本科、狗牙根属低矮草本植物，秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，高可达 30 厘米，秆壁厚，光

滑无毛，有时略两侧压扁。叶鞘微具脊，叶舌仅为一轮纤毛；叶片线形，通常两面无毛。穗状花序，小穗灰绿色或带紫色，小花；花药淡紫色；柱头紫红色。颖果长圆柱形。5-10月开花结果。广布于中国黄河以南各省，全世界温暖地区均有分布，北京附近已有栽培。多生长于村庄附近、道旁河岸、荒地山坡。

营养：幼嫩时期粗蛋白质含量占干物质的17.58%、粗脂肪占1.95%、粗纤维占29.64%、无氮浸出物占36.54%、粗灰分为14.29%。

饲料：其根茎繁殖能力强，生长快、产量高。叶量丰富，草质柔软，味淡，茎微酸，适口性好，黄牛、水牛、马、山羊、兔等家畜均喜采食，幼嫩时猪及家禽也喜食。

药用：根茎可以入药，具有清血功效。

经济：狗牙根根系发达，根量多，是一种良好的水土保持植物；也是铺设停机坪、运动场、公园、庭院、绿化城市、美化环境的良好植物。

草籽用量为80kg/hm^2。

（3）抚育管理

抚育是保证植被成活的措施。当乡土物种种植后，要定期浇灌，除去对苗木生长有影响的杂灌草；并防虫防病害，适当喷洒药剂，避免病害的传播；根据土壤测试结果施肥，按生长阶段施行追肥。

（四）主要工程量

依据上文所述，本方案土地复垦项目主要工程量汇总见下表5-19：

表5-19　土地复垦工程量汇总一览表

复垦时期	项目名称	单位	破碎站	办公生活区	水塘回填用地	1~3#沟及沉砂池	4#沟及生产水池	合计工程量	备注
			工程量	工程量	工程量	工程量	工程量		
远期（闭坑期）	**1、工程措施**								2035年
	（1）拆除建筑设施	m^2	11300	2000	/	315	226	**13841**	
	（2）清除地面硬化层	m^2	52000	7522	/	/	/	**59522**	
	（3）犁松覆土	m^3	29466	3761	3764	155	346	**37492**	
	2、生物措施								
	（1）橡胶树	株	4908	627	627	119	56	**6337**	
	（2）土壤改良	kg	1227	157	157	30	14	**1585**	

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

本矿山为新立矿山，矿山目前未进行基建等采矿活动。本矿区地下水类型主要松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，其中，松散岩类孔隙水赋水岩性为砂质粘土，由抽水试验可知，砂质粘土为弱透水而含水；块状岩类裂隙水赋存于基岩半风化~微风化岩中，渗透性，易抽干，含水层富水性贫乏，节理裂隙紧闭，矿区地下水与周围地表水无水力联系，抽水影响半径为 106m，影响范围有限，预测未来矿山开采不会造成地表水漏失及地下水资源枯竭，亦不会造成区域水均衡破坏。另外，采矿过程中没有添加剂、没有污染源，亦不会造成地下水质恶化破坏。**故预测矿山开采对含水层的破坏，主要表现在含水层被疏干和含水层结构的破坏。**

因此，本方案含水层破坏修复的目标任务是防止外来污染物进入矿坑对含水层的污染，待闭坑后让含水层自然修复。

（二）主要技术措施

本方案采取在采场周围修建截排水沟，防止矿坑外有毒有害废水进入造成含水层污染；采取长期监测措施预防，根据监控的结果再决定具体的治理措施。

（三）主要工程量

截排水沟工程量见本章的矿山地质环境保护小节，在此不再重复计算；地下水监测工程量详见本章的矿山地质环境监测小节。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

本矿山为新立矿山，矿山目前未进行基建等采矿活动，水土环境保持原有状态，经取样化验分析，矿区水土环境背景良好，现状未污染。根据水土环境污染预测，矿山开采没有添加剂、无污染源，但开采过程中，由于矿区地表残积土（砂质粘性土）含砂粒或粘粒较多，在雨水冲刷作用下，容易产生水土流失及泥污水，另外，防止外来污染物对堆存的剥离层表土的污染。

本方案的水土环境污染修复的目标任务是以预防为主，最大限度减轻矿山开采造成的水土流失，矿山外排的地表水含砂量小于 500g/m³，减轻水土环境污染，防止外来污染物对项目区的水土环境污染。

（二）主要技术措施

1、在矿区各功能单元的周边设置排水沟及其下游设置沉砂池，避免大气降水冲刷

造成水土流失及避免产生泥污水。

2、在开采过程中，定期对截排水沟及沉砂池进行疏浚、维护。

3、定期对项目区的沉砂池水质监测、项目区土壤质量监测。

（三）主要工程量

工程量见本章第一节矿山地质环境保护与土地复垦预防中的截排水沟及沉砂池工作量和本章第六节矿山地质环境监测的水土环境污染破坏监测工作量，在此，不在重复计算。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

矿山地质环境监测目标是通过实时监测，可以动态了解监测点情况，做到及时预防，避免地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等情况的发生。

该矿山为露天开采，矿山地质环境监测主要是对地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观和水土环境污染的监测。主要任务是：

1、通过采场边坡、破碎站边坡和办公生活区边坡稳定性监测工作，发现地质灾害问题及时采取措施，从而消除地质灾害隐患。

2、通过地下水监测工作，系统了解矿山开采活动对含水层影响破坏情况，为含水层保护和治理提供数据支撑。

3、通过地形地貌景观监测工作，了解矿山活动对矿区地形地貌景观破坏情况，为地形地貌景观保护与监管提供依据。

4、通过水土环境污染监测工作，定期采样和化验分析，了解矿山活动对矿区周边水土环境污染情况，为水土环境保护提供依据。

（二）监测设计

1、矿山地质灾害监测

本矿山地质灾害监测内容为滑坡、崩塌，主要是对露天采场边坡和破碎站及办公生活区边坡的位移、变形监测；采场边坡影响范围监测，特别是对耕地影响监测要加强。

2、含水层破坏监测

含水层破坏监测内容主要是矿坑外有毒有害废水进入造成含水层污染。

3、地形地貌景观破坏监测

地形地貌景观破坏监测主要是对采区及办公生活区和破碎站的地形地貌景观破坏变化情况进行监测。

4、水土环境污染破坏监测

水土环境污染破坏监测内容为水环境和土壤环境，水环境监测是对污水处理站污水零排放、办公生活区污水零排放以及沉砂池水质进行监测；土壤环境主要是对办公生活区及破碎站场地的土壤污染情况进行监测。

（三）技术措施

1、矿山地质灾害监测

（1）监测点布设：对靠帮的采场边坡、破碎站及办公生活区边坡进行稳定性监测，沿采场周围布置边坡稳定性监测点，监测点间距为 20m，对于采场边坡较高加密监测点即在采场 A 区北侧边坡加密监测点，监测点间距为 10m，共布置 116 个点；沿破碎站及办公生活区边坡顶布置监测点，共布置 26 个。根据矿山开采时序，近期（1~5 年）采场边坡共布置 48 点；破碎站及办公生活区边坡共布置 26 个。

（2）监测方法：采用全站仪位移变形监测法，通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性；并结合人工巡视的方法进行监测，发现险情及时预警并采取有效的治理措施。人工巡视监测影响范围，特别是对耕地影响监测要加强，观测地表是否开裂情况等。

（3）监测频率：每月 1 次，雨季应增加监测频率，尤其是暴雨过后，加强人工巡视。监测年限 9 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

2、含水层破坏的监测

（1）监测点布设：对矿坑周围环境监测，布置 1 个监测点。

（2）监测方法：采用人工巡视法，巡视矿坑周围，防止有毒有害废水汇入矿坑。

（3）监测频率：每月 1 次，监测年限为 9 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

3、地形地貌景观破坏监测

（1）监测点布设：分别在采区、办公生活区和破碎站、水塘回填用地、排水沟及沉砂池等单元各设置 1 个监测点。

（2）监测方法：采用定期人工巡视法及卫星图片比对。

（3）监测频率：每年 2 次，监测年限 9 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

4、水土环境污染监测

（1）监测点布设：在办公生活区及破碎站各设置 1 个土壤监测点；在沉砂池布置 1 个水污染监测点。污水处理站和办公生活区布置 1 个污水零排放监测点

（2）监测方法：取土样，进行土壤质量化验分析；取水样，进行水质化验分析。人工巡视，对污水处理站和办公生活区污水处理情况检查。

（3）监测频率：每年 2 次，监测年限 9 年，即矿山生产期至矿坑闭坑整治期。

（四）主要工程量

本矿山地质环境监测工程量汇总见表 5-20。

表 5-20　矿山地质环境监测措施工程量汇总表

项目名称	分项项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	合计	备注
矿山地质环境监测措施	1、地质灾害监测					
	（1）采场边坡稳定性监测点	个	48	68	116	采用全站仪位移变形监测法及人工巡视相结合的方法进行监测，每月 1 次，监测年限 9 年。
	（2）破碎站及办公生活区边坡稳定性监测点	个	26	/	26	
	（3）监测次数	点次	4440	6336	10776	
	（4）人工巡视	次	60	48	108	
	2、含水层破坏监测					
	（1）人工巡视	次	60	48	108	每月 1 次，监测年限为 9 年。
	3、地形地貌景观破坏监测					
	（1）人工巡视	次	10	8	18	每年 2 次，监测年限 9 年.
	（2）卫星图片	次	10	8	18	
	4、水土环境污染监测					
	（1）土壤质量化验分析	次	10	8	18	每年 2 次，监测年限 9 年。
	（2）水质化验分析	次	10	8	18	
	（3）人工巡视	次	10	8	18	

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、土地复垦监测

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

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

矿山土地复垦监测目标任务是针对矿山各复垦单元的实际情况，确定不同单元的监

测内容以复垦效果监测为主，主要监测复垦后场地稳定性、植被的生长以及复垦配套设施运行的效果监测与评估并提出改进措施，监测时间以复垦养护期限为 2 年，监测点的设置数量视复垦单元的种类、数量和面积确定。

2、土地复垦管护目标任务

土地复垦管护目标主要任务为养护期限 2 年内对矿山植被管护，使管护期间 2 年后植树保存率 90%以上，2 年后郁闭度达 35%以上。成活率不足时应及时补植，确保 2 年后郁闭度达到 35%以上。后期管护包括对植被浇水、施肥、除虫、补植等。

（二）措施和内容

1、监测措施的要求

（1）监测工作应系统全面

土地复垦涉及的学科多、面广，因此，对复垦区的监测内容不仅包括各项复垦工程实施范围、质量进度等，确保复垦区土地能够达到可利用状态。

（2）监测方案应分类，切实可行

自然环境呈现地带性特征，土地复垦工程措施具有可类比性，因此应根据自然环境和生产建设项目自身特点，分类制定土地复垦监测方案。

（3）监测设置应优化

复垦监测点、监测内容以及监测频率等布置，采取科学的技术方法，合理优化，减少生产建设单位不必要的开支。

（4）监测标准应依据所设计的国家各类技术标准

主要技术标准为《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）等。

2、监测措施的内容

（1）土地损毁的监测

①监测内容

监测采场、办公生活区、破碎站、水塘回填用地、1 排水沟、2~3#排水沟及沉砂池、4#排水沟及生产消防水池等单元挖损及压占的土地面积、土地权属及损毁程度。共布置 7 个点。

②监测方法及频率

本方案采用遥感监测技术和 GPS 手持测亩仪器定期对东升农场塘蓬分场矿区开采挖损及压占损毁的各单元土地面积进行测绘，并且标注在矿区地形图上。

监测频率为每年开展 2 次，监测年限为 9 年。

（2）复垦效果监测

①监测点布设

复垦区内共布施 7 个土壤质量监测点，7 个植被恢复监测点。

②监测内容

土壤质量监测内容：土壤有机质含量、pH、土壤有机质、全氮含量、有效磷、有效钾、土壤盐分含量。

植被恢复内容：园地及林地主要监测作物的成活率和郁闭度；草地主要监测植被成活率、覆盖率、产草量。

③监测频率

土壤质量监测为每年 1 次，植被恢复监测为每年 4 次，监测年限均为 2 年。

3、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 2 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 5-21。

表 5-21　矿区土地复垦监测和管护工程量汇总表

项目名称	分项项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	合计	备注
土地复垦监测及管护措施	1、土地复垦监测					
	（1）土地损毁	点次	70	56	126	每年 2 次，7 个单元
	（2）土壤质量	点次	2	14	16	每年 1 次，7 个单元
	（3）植被恢复	点次	8	56	64	每年 4 次，7 个单元
	2、土地复垦管护					
	（1）管护	点次	4	28	32	每年 2 次，7 个单元

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

（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，主要采取监测措施进行预防，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、针对土地资源的损毁，采取土地复垦、监测与管护等方法进行恢复治理。

（二）总体工作部署

根据矿区的实际情况，本方案矿山地质环境治理与土地复垦工作部署在重点防治一亚区（A1）的露天采场区、重点防治二亚区（A2）的破碎站及办公生活区和一般防治区（C）的其它影响范围。

1、矿山地质环境治理工作部署

（1）地质灾害治理

在露天采场的周边修筑截排水沟，拦截采场外雨水汇入，预防其对采场边坡面冲刷，在截排水沟下游设置沉砂池；对凹陷坑上部靠邦的采场边坡进行防护，采用挂网喷播植草防护；对于下部采场岩质边坡局部地方，如 A 区北邦及西邦和 B 区西邦可能存在破碎坡面的地方，采用清理坡面并挂网防护；对破碎站及办公生活区开挖边坡坡面采用挂网喷播植草防护；对破碎站及办公生活区填方边坡采用挡土墙防护；沿采场周围坡顶布置监测点，监测边坡稳定性，在采场周围设置护栏及警示牌，并沿爆破线设置警示牌；沿破碎站及办公生活区边坡坡顶布置监测点，监测边坡稳定性。

（2）含水层治理

对地下水含水层进行定期监测，在采场周围修建截排水沟，防止矿坑外有毒有害废水进入造成含水层水污染。

（3）地形地貌景观治理

在露天采场地形地貌景观破坏区，对凹陷坑上部已靠邦的采场台阶平台采用修建植生槽、覆土、植树种草等复绿措施恢复治理，做到边开采边治理；规范矿山开采，严禁乱挖乱掘破坏地形地貌景观。定期对采区、办公生活区及破碎站、排水沟及沉砂池等场地的地形地貌景观破坏进行监测，防止乱挖超挖而破坏地形地貌景观。

（4）水土环境污染治理

在办公生活区及破碎站场地周围修建截排水沟，防止雨水冲刷而造成水土流失、水土环境污染；定期对污水处理站污水零排放、办公生活区污水零排放和沉砂池水质进行监测；定期对办公生活区及破碎站场地的土壤质量进行监测。

2、矿山土地复垦工作部署

（1）土地复垦工作部署

矿山开采应提前规划，尽量少损毁土地；按“边破坏，边复垦”的原则，及时复垦已损毁且不再继续使用的土地；矿山开采结束后，拆除复垦责任范围内建筑设施和生产设备，进行全面复垦。

①在矿山生产期内，对凹陷坑上部已靠邦的露天采场边坡进行边破坏，边复垦；

②在矿山闭坑后，对破碎站、办公生活区、水塘回填用地、排水沟及沉砂池等建筑设施及生产设备拆除清理后进行翻松覆土，并通过土壤改良，选择当地树种进行全面复垦。

（2）监测和管护工作部署

对复垦责任范围内损毁的所有对象进行监测，及时跟踪土地损毁情况，对复垦后土壤质量状况、复垦效果等进行监测，提高复垦效果和质量。复垦后通过 2 年的管护期来防止复垦土地生态的退化。

二、阶段实施计划

本方案适用年限为 11 年，其中，矿山边开采边治理期 8 年、矿山闭坑整治 1 年、土地复垦管护期 2 年，基准年暂定为 2027 年。阶段实施计划分为三个基本阶段：近期实施阶段（1～5 年）；中期实施阶段（6～8 年）、远期实施阶段（9～11 年）。

（一）矿山地质环境防治阶段工作计划

1、近期阶段实施计划（2027 年 1 月～2031 年 1 月）

近期 5 年度的矿山地质环境防治工作的重点是：

（1）在采场周围设置截排水沟、设置护栏和警示标牌，并沿爆破警戒线设置警示标牌；在截排水沟下游设置沉砂池；对凹陷坑上部已靠邦的采场边坡采用挂网喷播植草防护；对下部采场岩质边坡局部破碎地方采用挂网防护；沿采场周围坡顶设置边坡稳定性监测点。对破碎站及办公生活区开挖边坡采用挂网喷播植草防护；对破碎站及办公生活区填方边坡采用挡土墙防护；沿坡顶设置边坡稳定性监测点。

（2）对地下水含水层建立监测系统，主要采用人工巡视，巡视采场周围环境，防止矿坑外有毒有害废水进入造成含水层水污染，如发现异常及时采取措施处理。

（3）对凹陷坑上部已靠邦的采场台阶平台修建植生槽、覆土、植树种草等复绿措施恢复治理；建立地形地貌景观破坏监测系统，对采区、破碎站、办公生活区、水塘回填用地、排水沟及沉砂池等单元地形地貌景观进行定期人工巡视法及卫星图片比对，预防和控制地形地貌景观破坏范围。

（4）在办公生活区及破碎站等周围修建截排水沟，并在排水沟下游设置沉淀池，防止雨水冲刷而造成水土流失、水土环境污染。建立水土环境监测系统，对污水处理站及办公生活区污水零排放人工巡视检查；对办公生活区及破碎站进行土壤质量取样分析监测；对沉砂池水质进行取样分析监测。

2、中期阶段实施计划（2032 年 1 月～2034 年 1 月）

中期阶段即为矿山生产期年度，其矿山地质环境防治工作的重点是：

（1）继续对凹陷坑上部已靠邦的采场边坡采用挂网喷播植草防护，并在坡顶设置边坡稳定性监测点；对下部采场岩质边坡局部破碎地方采用挂网防护；继续监测采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡稳定性，如发现异常及时采取措施处理。

（2）继续对地下水含水层进行监测，如发现异常及时采取措施处理。

（3）继续对采场凹陷坑上部台阶平台修建植生槽、覆土、植树种草等措施复绿恢复治理等；继续对地形地貌景观破坏进行监测，预防和控制地形地貌景观破坏范围。

（4）继续对污水处理站及办公生活区污水零排放人工巡视检查；继续对办公生活区及破碎站的土壤环境进行监测，采样化验分析，如发现异常及时采取措施处理。

3、远期阶段实施计划（2035 年 1 月～2037 年 1 月）

远期阶段即为矿山闭坑整治与管护期，其矿山地质环境防治工作的重点是：

（1）继续监测采场边坡、破碎站边坡及办公生活区边坡稳定性，如发现异常及

时采取措施处理。

（2）继续对地下水含水层进行监测，如发现异常及时采取措施处理。

（3）对采场出入口的凹陷坑上部台阶平台修建植生槽、覆土、植树种草等措施复绿恢复治理等；继续对地形地貌景观破坏进行监测，预防和控制地形地貌景观破坏范围。

（4）继续对污水处理站及办公生活区污水零排放人工巡视检查；继续对办公生活区及破碎站的土壤环境进行监测，采样化验分析，如发现异常及时采取措施处理。

（二）矿山土地复垦阶段工作计划

本矿山为新立矿山，矿山目前未进行基建等采矿活动，根据土地损毁预测评估，露天采场土地损毁方式为挖损，损毁程度重度；办公生活区及破碎站的土地损毁方式为挖损及压占，损毁程度重度；排水沟及沉砂池等的土地损毁方式为挖损，损毁程度重度；水塘回填的土地损毁方式为压占，损毁程度轻。经土地复垦适宜性分析，办公生活区及破碎站单元复垦为林地，水塘回填用地和 4#排水沟及生产消防水池单元复垦为果园、1#~3#排水沟及其沉砂池单元复垦为林地、露天采场凹陷坑单元复垦为坑塘水面，露天采场凹陷坑上部单元复垦为林地。本矿山土地复垦阶段计划如下：

1、近期阶段实施计划（2027 年 1 月～2031 年 1 月）

近期 5 年度的矿山土地复垦工作的重点是：

（1）建立土地损毁监测机制，监测采场、办公生活区、破碎站、水塘回填用地、排水沟及沉砂池等单元挖损及压占的土地面积、土地权属及损毁程度，采用遥感监测技术和 GPS 手持测亩仪器定期测量，预防和控制土地损毁破坏范围。

（2）建立土地复垦效果监测机制，对 B 区采场凹陷坑上部采场边坡坡面喷播植草防护和台阶平台植被复垦效果监测，监测土壤质量和植被成活率等。

2、中期阶段实施计划（2032 年 1 月～2034 年 1 月）

矿山生产期年度，其矿山土地复垦工作的重点是：

（1）继续监测采场、办公生活区、破碎站、水塘回填用地、排水沟及沉砂池等单元挖损及压占的土地面积、土地权属及损毁程度，预防和控制土地损毁破坏范围。

（2）对 A 区采场凹陷坑上部采场边坡坡面喷播植草防护和台阶平台复垦效果监测，并进行管护。

3、远期阶段实施计划（2035 年 1 月～2037 年 1 月）

矿山闭坑整治与管护期，其矿山土地复垦工作的重点是：

（1）对办公生活区及破碎站单元进行拆除建筑设施、地面硬化层；并对地表压实土进行犁松覆土，并进行土壤改良；选择当地物种，考虑到与周围环境的协调性，选择种植橡胶树。

（2）拆除排水沟及沉砂池和生产消防水池并回填，进行土壤改良；选择当地物种，考虑到与周围环境的协调性，选择种植橡胶树。

（3）对水塘回填用地进行犁松覆土，并进行土壤改良；选择当地物种，考虑到与周围环境的协调性，选择种植橡胶树。

（4）对整个项目区的土地复垦效果进行监测与管护。

三、近期年度工作安排

近期矿山地质环境治理与土地复垦的年度工作安排见下表 6-1，具体工作量见表 6-2 及表 6-3。

表 6-1　矿区地质环境治理与土地复垦近期年度工作安排一览表

近期年度	矿山地质环境防治工作		土地复垦工作	
	工程措施及生物措施	监测措施	复垦工程及生物措施	复垦监测措施及管护
第1年	①在采场周围、办公生活区及破碎站周围修建截排水沟，长1084m。②在排水沟下游共修建沉砂池3座和1座总沉砂。③在采场周围修建护栏，长2.12km，并设置12处警示牌。④对凹陷坑上部已靠邦的采场边坡坡面进行挂网喷播植草防护，边坡长542m。⑤对下部采场岩质边坡局部破碎地方采用挂网防护。⑥对破碎站及办公生活区开挖边坡采用挂网喷播植草防护，边坡总长800m。⑦在破碎站及办公生活区填土边坡坡脚修建挡土墙，总长471m。⑧对凹陷坑上部已靠邦的采场台阶平台修建植生槽、覆土、植树种草等复绿治理。	①对采场边坡稳定性布置48个监测点点；对破碎站及办公生活区边坡稳定性布置26个监测点；监测点次数为888次，人工巡视12次。②对矿区地下含水层破坏预防监测，进行人工巡视12次。③对项目区地形地貌景观破坏进行监测，采用人工巡视测量、卫星图片比对各2次。④对办公生活区及破碎站的土壤质量进行监测，共2次；对沉砂池进行水质监测，共检测2次；对污水站及办公生活区污水零排放进行人工巡视检查2次。	/	对项目区内的土地损毁进行监测，通过遥感测绘和手持测亩仪测量，预防和控制土地损毁范围。
第2年	/	①继续对采场边坡、破碎站及办公生活区边坡稳定性监测888次，人工巡视12次；②继续对矿区地下含水层破坏预防进行人工巡视12次。③继续对项目区地形地貌景观破坏采用人工巡视测量、卫星图片比对各2次。④继续对办公生活区及破碎站的土壤质量进行监测2次；对沉砂池进行水质检测2次；对污水站及办公生活区污水零排放进行人工巡视检查2次。	/	①对B区凹陷坑上部采场边坡喷播植草防护效果和台阶平台植被监测，并定期洒水管护；②对项目区内的土地损毁进行监测，通过遥感测绘和手持测亩仪测量，预防和控制土地损毁范围。
第3年	/	①继续对采场边坡、破碎站及办公生活区边坡稳定性监测888次，人工巡视12次；②继续对矿区地下含水层破坏预防进行人工巡视12次。③继续对项目区地形地貌景观破坏采用人工巡视测量、卫星图片比对各2次。④继续对办公生活区及破碎站的土壤质量进行监测2次；对沉砂池进行水质检测2次；对污水站及办公生活区污水零排放进行人工巡视检查2次。	/	①继续对B区凹陷坑上部采场边坡喷播植草防护效果和台阶平台植被效果监测，并定期洒水管护；②对项目区内的土地损毁进行监测，通过遥感测绘和手持测亩仪测量，预防和控制土地损毁范围。
第4年	/	①继续对采场边坡、破碎站及办公生活区边坡稳定性监测888次，人工巡视12次；②继续对矿区地下含水层破坏预防进行人工巡视12次。③继续对项目区地形地貌景观破坏采用人工巡视测量、卫星图片比对各2次。④继续对办公生活区及破碎站的土壤质量进行监测2次；对沉砂池进行水质检测2次；对污水站及办公生活区污水零排放进行人工巡视检查2次。	/	对项目区内的土地损毁进行监测，通过遥感测绘和手持测亩仪测量，预防和控制土地损毁范围。
第5年	/	①继续对采场边坡、破碎站及办公生活区边坡稳定性监测888次，人工巡视12次；②继续对矿区地下含水层破坏预防进行人工巡视12次。③继续对项目区地形地貌景观破坏采用人工巡视测量、卫星图片比对各2次。④继续对办公生活区及破碎站的土壤质量进行监测2次；对沉砂池进行水质检测2次；对污水站及办公生活区污水零排放进行人工巡视检查2次。	/	对项目区内的土地损毁进行监测，通过遥感测绘和手持测亩仪测量，预防和控制土地损毁范围。

表 6-2　矿山地质环境防治近期（第 1-5 年）工作量一览表

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	截排水沟	土方开挖		m^3	287	/	/	/	/	287	采场、办公生活区及破碎站周围
		浆砌砖块		m^3	110	/	/	/	/	110	
		砂浆抹面		m^2	1143	/	/	/	/	1143	
	沉砂池	土方开挖		m^3	420	/	/	/	/	420	排水沟下游
		浆砌砖块		m^3	39	/	/	/	/	39	
		砂浆抹面		m^2	440	/	/	/	/	440	
		砂垫层		m^3	32	/	/	/	/	32	
	护栏工程	镀锌管		m	1060	/	/	/	/	1060	采场周围
		铁丝网		m^2	2544	/	/	/	/	2544	
		混凝土固桩		m^3	24	/	/	/	/	24	
	警示牌工程	镀锌管		m	24	/	/	/	/	24	采场周围
		塑料板牌		m^2	12	/	/	/	/	12	
		混凝土固桩		m^3	0.54	/	/	/	/	0.54	
	坡面防护	坡面平整		m^2	12360	/	/	/	/	12360	采场、办公生活区及破碎站开挖边坡
		挂三维网		m^2	12360	/	/	/	/	12360	
		喷播草籽		m^2	12360	/	/	/	/	12360	
		铺设无纺布		m^2	12360	/	/	/	/	12360	
	挡土墙	土方开挖		m^3	1413	/	/	/	/	1413	办公生活区及破碎站填方边坡
		浆砌块石		m^3	3180	/	/	/	/	3180	
		泄水管		m	471	/	/	/	/	471	
	挂网工程	防护网（岩质边坡）		m^2	2700	/	/	/	/	2700	采场 B 区西邦岩质边坡
	地形地貌景观恢复治理工程	浆砌砖块		m^3	130	/	/	/	/	130	采场 B 区凹陷坑上部台阶平台
		槽内覆土		m^3	542	/	/	/	/	542	
		植树		株	180	/	/	/	/	180	
		草		m^2	1084	/	/	/	/	1084	
矿山地质环境监测措施	地质灾害	边坡监测点布设		个	74	/	/	/	/	74	1 次/月
		边坡位移变形监测		点次	888	888	888	888	888	4440	
		边坡变形人工巡视监测		次	12	12	12	12	12	60	
	矿山地质环境问题	含水层破坏监测（人工巡视）		次	12	12	12	12	12	60	
		地形地貌景观破坏监测	人工巡视	次	2	2	2	2	2	10	2 次/年
			卫星图片	次	2	2	2	2	2	10	
		水土环境污染监测	土壤质量化验分析	次	2	2	2	2	2	10	
			水质化验分析	次	2	2	2	2	2	10	
			人工巡视	次	2	2	2	2	2	10	

表 6-3　土地复垦近期（第 1-5 年）工作量一览表

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	
土地复垦工程措施及生物措施	工程措施	/	/	/	/	/	/	/	/	近期阶段主要以矿山地质环境保护预防为主，采场凹陷坑上部台阶平台复垦为草林地，其工程量见地形地貌景观恢复治理工程
	生物工程	/	/	/	/	/	/	/	/	
土地复垦监测措施与管护措施	土地复垦监测	土地损毁	点次	14	14	14	14	14	70	2 次/年，7 个单元
		边坡防护与台阶平台覆土质量效果	点次	/	1	1	/	/	2	1 次/年
		边坡防护与台阶平台植被效果	点次	/	4	4	/	/	8	4 次/年
	土地复垦管护	边坡防护与台阶平台植被管护	点次	/	2	2	/	/	4	2 次/年

第七章　经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）经费编制依据

1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部经济建设司、国土资源部财政司，2012 年）。

2、《土地开发整理项目预算编制实务》（2012 年国土资源土地整治中心编著）。

3、《广东省建设工程计价依据（2018）》（广东省住房和城乡建设厅，2019 年 3 月 1 日起实施）。

4、《建设工程工程量清单计价规范》（GB50500-2013）。

5、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670 号）。

6、《工程勘察设计收费管理规定》（国家计委、建设部计价格[2002]10 号）。

7、国土资源部《关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发[2017]19 号）。

8、《地质灾害防治工程预算定额》（T/CAGHP 065.3-2019）。

9、湛江市工程造价信息网廉江市 2025 年 2 月主材价格。

10、本方案的工程布置、工作量、相关图件及说明。

（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》（以下称《定额标准》），由于部分项目单价没有定额标准，如岩质边坡主动防护网和挡土墙泄水管则参照《地质灾害防治工程预算定额》（T/CAGHP 065.3-2019）。项目预算由工程施工费、设备费、其它费用、监测费、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、税金等 4 项费用组成。

（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。由直接工程费和措施费组成。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

（a）人工费

人工费=定额工日×定额工日单价。

定额工日单价：根据《定额标准》中规定的甲、乙类工日单价与实际情况有较大差别，根据《全国各地区工资区类别》划分，本项目区为六类工资区，并结合项目区人员工资收入的实际调查情况，本方案人工单价以湛江市工程造价信息网公告的人工费工日单价为依据，定额工日单价取：甲类为 232.3 元/工日，乙类为 102.0 元/工日。

（b）材料费

材料费=定额材料用量×材料预算单价。

材料价格以材料到工地实际价格计算，依据工程所在地当时当地条件确定，本方案主要材料价格根据湛江市工程造价信息网廉江市 2025 年 2 月的材料价格及市场调查确定，详见表 7-1。

表 7-1　主要材料价格一览表

编号	编码	名称及规格	单位	价格（元）
1	0401	袋装水泥（M 32.5）	t	425
2	0403	砂（中/粗砂）	m^3	200
3	0411	毛石	m^3	90
4	0413	标准砖	千块	430
5	8021	混凝土（C25）	m^3	350
6	1725	泄水管（PVC 管ϕ160）	m	33
7	3411	水(含污水处理费)	m^3	4.42
8	1403	柴油（0#国Ⅵ号）	kg	7.54
9	0101	钢筋ϕ16（螺纹钢）	t	3640
10	市场	铁丝网	m^2	20
11	市场	镀锌管	m	35
12	市场	三维网	m^2	4.0
13	市场	竹钉（15cm）	100 件	20
14	市场	薄膜（无纺布）	m^2	3.5
15	市场	塑料板牌（1.0×1.0m）	个	300
16	市场	柔性主动防护网（钢丝绳网+格栅）	m^2	22
17	市场	复合化肥	t	3600
18	市场	草籽	kg	60
19	市场	橡胶树实生苗	100 株	3800
20	市场	山毛豆实生苗	100 株	1000

（c）施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×定额施工机械台班费（元/台班）。

②措施费

措施费指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用，主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费。措施费＝直接工程费（或人工费）×措施费率。依据《定额标准》，各工程类别的措施费率见表 7-2。

表 7-2　措施费费率一览表

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（%）	安全施工措施费率（%）	费率合计（%）
1	土方工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
2	石方工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
3	砌体工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
4	其他工程	直接工程费	2.0	0.7	0.7	0.2	3.6
5	安装工程	直接工程费	3.0	0.7	0.7	0.2	4.6
6	混凝土工程	直接工程费	3.0	0.7	0.7	0.2	4.6

（2）间接费

间接费包括规费和企业管理费，间接费=直接费（或人工费）×间接费率。依据《定额标准》，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	5.0
2	石方工程	直接费	6.0
3	砌体工程	直接费	5.0
4	其他工程	直接费	5.0
5	安装工程	人工费	65
6	混凝土工程	直接费	5.0

（3）利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。依据《定额标准》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）相关规定，增值税税率调整为 9%，取费基数为直接费、间接费和利润之和。则税金＝（直接费＋间接费＋利润）×9%。

2、设备费

本项目不涉及设备的购置。

3、其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

（1）前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费。依据《定额标准》规定，综合前期工作费费率取 5.4%，则前期工作费=工程施工费×5.40%。

（2）工程监理费

工程监理费指项目建设单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用，按工程施工费的 2.4%计取。

（3）竣工验收费

指工程完工后，因工程竣工验收、决算、成果管理等发生的各项费用。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设定费。

①工程复核费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 7-4。

表 7-4　工程复核费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.70	5	5000~10000	0.50
2	500~1000	0.65	6	10000~50000	0.45
3	1000~3000	0.60	7	50000~100000	0.40
4	3000~5000	0.55	8	100000 以上	0.35

②工程验收费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 7-5。

表 7-5　工程验收费计费费率表

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

③项目决算编制与审计费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 7-6。

表 7-6　项目决算编制与审计费计费费率表

序号	计费基数（万元）	费率（%）	序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	1.0	5	5000~10000	0.6
2	500~1000	0.9	6	10000~50000	0.5
3	1000~3000	0.8	7	50000~100000	0.4
4	3000~5000	0.7	8	100000 以上	0.3

④整理后土地重估与登记费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 7-7。

表 7-7　整理后土地重估与登记费计费费率表

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

⑤标识设定费

以工程施工费作为计费基数，采用差额定率累进法计算。计费费率见表 7-8。

表 7-8　标识设定费计费费率表

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

（4）业主管理费

业主管理费以工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。根据《定额标准》，计费费率见表 7-9。

表 7-9　业主管理费计费费率表

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

4、监测与管护费

根据《土地复垦方案编制规程》的有关要求，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、预防由矿山开采引发或遭受的地质灾害和保护矿山地质环境，方案设立监测系统进行监测，本方案安排一定比例的监测费，从

矿山基准年开始时开始进行监测，并按相应地监测频率进行。根据市场情况，边坡地质灾害监测点布置费为 50 元/个、监测费用为 10 元/点次、边坡稳定性人工巡视 100 元/次；含水层破坏人工巡视 100 元/次；地形地貌景观和土地损毁卫片或遥感测量监测费为 300 元/点次、地形地貌景观破坏人工巡视 100 元/次；土壤环境检测费为 1000 元/次、水质检测费为 1000 元/次；复垦效果人工巡视 100 元/次等。

（2）管护费

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 2 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+其他费用）×3%。

6、价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。根据廉江市近 5 年平均物价指数为 2%，本方案最终确定价差预备费费率为 2%。

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量见表 5-12；矿山地质地质环境监测总工作量见表 5-20。

2、投资估算

根据计算，矿山地质环境治理工程项目投资估算见表 7-10。矿山地质环境治理工程静态投资总额为 **353.89** 万元，其中，近期矿山地质环境保护工程投资为 **220.35** 万，中远期矿山地质环境治理工程投资 **133.54** 万。

表 7-10　矿山地质环境治理工程投资估算总表

序号	费用名称	近期预算金额（元）	中远期预算金额（元）	预算金额（元）	占总投资比例（%）
一	工程施工费	1791780.47	1047972.6	**2839753.07**	80
二	设备购费	0	0	0	0
三	其它费用	264941.26	154958.26	**419899.52**	12
四	监测费	85100	96360	**181460**	5
五	不可预见费	61701.65	36087.93	**97789.58**	3
	合计	**2203523.383**	**1335378.785**	**3538902.17**	100

（二）单项工程量与投资估算

1、工程施工费及监测费

矿山地质环境治理工程施工费包括：工程措施费和生物措施费。各项工程费用见表7-11。矿山地质环境治理工程施工费为**2839753.07**元，其中，近期工程施工费为**1791780.47**元；中远期工程施工费为**1047972.6**元。矿山地质环境监测费用为**181460**元，其中，近期监测费为**85100**元；中远期监测费为**96360**元。

表 7-11　矿山地质环境治理工程施工费及监测费一览表

序号	项目名称	单位	近期量	中远期量	单价	近期费用小计（元）	中远期费用小计（元）	合计（元）
一	**第一部分　工程措施**					**1772939.83**	**1000036.64**	**2772976.47**
1	截排水沟							
（1）	土方开挖（三类土）	m^3	287	/	4.99	1432.13	/	1432.13
（2）	浆砌砖块	m^3	110	/	358.1	39391	/	39391
（3）	砂浆抹面(厚 2cm）	m^2	1143	/	28.69	32792.67	/	32792.67
2	沉砂池							
（1）	土方开挖（三类土）	m^3	420	/	4.99	2095.8	/	2095.8
（2）	浆砌砖块	m^3	39	/	358.1	13965.9	/	13965.9
（3）	砂浆抹面(厚 2cm）	m^2	440	/	28.69	12623.6	/	12623.6
（4）	砂垫层	m^3	32	/	289.07	9250.24	/	9250.24
3	护栏工程							
（1）	护栏	m	2120	/	60.19	127602.8	/	127602.8
4	警示牌工程							
（1）	警示牌	个	24	/	520.9	12501.6	/	12501.6
5	边坡防护							
（1）	坡面平整	m^2	12360	20460	6.9	85284	141174	226458
（2）	挂三维网	m^2	12360	20460	10.36	128049.6	211965.6	340015.2
（3）	铺设无纺布	m^2	12360	20460	8.53	105430.8	174523.8	279954.6
6	挡土墙							

序号	项目名称	单位	近期量	中远期量	单价	近期费用小计（元）	中远期费用小计（元）	合计（元）
（1）	土方开挖	m^3	801	/	4.99	3996.99	/	3996.99
（2）	浇筑混凝土	m^3	2449	/	379.96	930522.04	/	930522.04
（3）	泄水管	m	565	/	56.08	31685.2	/	31685.2
7	挂网工程							
（1）	主动柔性防护网	m^2	2700	3800	68.55	185085	260490	445575
8	台阶平台复绿工程							
（1）	浆砌砖块	m^3	130	491	358.1	46553	175827.1	222380.1
（2）	槽内覆土	m^3	542	4178	8.63	4677.46	36056.14	40733.6
二	**第二部分　生物措施**					**18840.64**	**47935.96**	**66776.6**
1	喷播植草							
（1）	喷播草籽	m^2	12360	20460	1.06	13101.6	21687.6	34789.2
2	台阶平台复绿工程							
（1）	山毛豆	株	180	682	25.5	4590	17391	21981
（2）	草	m^2	1084	8356	1.06	1149.04	8857.36	10006.4
（工程措施+生物措施）合计						**1791780.47**	**1047972.6**	**2839753.07**
三	**第三部分　监测措施**					**85100**	**96360**	**181460**
1	地质灾害监测							
（1）	采场边坡稳定性监测点	个	48	58	50	2400	3400	5800
（2）	破碎站及办公生活区边坡稳定性监测点	个	26	/	50	1300	/	1300
（3）	监测次数	点次	4440	6336	10	44400	63360	107760
（4）	人工巡视	次	60	48	100	6000	4800	10800
2	含水层破坏监测							
（1）	人工巡视	次	60	48	100	6000	4800	10800
3	地形地貌景观破坏监测							
（1）	人工巡视	次	10	8	100	1000	800	1800
（2）	卫星图片	次	10	8	300	3000	2400	5400
4	水土环境污染监测							
（1）	土壤质量化验分析	次	10	8	1000	10000	8000	18000
（2）	水质化验分析	次	10	8	1000	10000	8000	18000
（3）	人工巡视	次	10	8	100	1000	800	1800
（工程措施+生物措施+监测措施）合计						**1876880.47**	**1144332.6**	**3021213.07**

2、其他费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等。由前面计算，矿山地质环境治理工程施工费 **2839753.07** 万（包括工程措施费和生物措施费），小于 500 万，则竣工验收费的综合费率为 3.86%；业主管理费的费率为 2.8%。其他费用的计算结果见下表 7-12。

表 7-12　矿山地质环境治理工程的其他费用估算表

序号	项目名称	费率（%）	计费基数	近期费用（元）	中远期费用（元）	合计费用（元）	备注
一	前期工作费	5.4	工程施工费	96756.15	56590.52	153346.67	工程施工费包括工程措施费和生物措施费，为 **2839753.07** 元，其中，近期为 **1791780.47** 元；中远期为 **1047972.6** 元。
二	工程监理费	2.4	工程施工费	43002.73	25151.34	68154.07	
三	竣工验收费	3.86	工程施工费	69162.73	40451.74	109614.47	
四	业主管理费	2.8	工程施工费+一+…三	56019.66	32764.65	88784.31	
合计				**264941.26**	**154958.26**	**419899.52**	

3、不可预见费

不可预见费用按工程施工费和其它费用之和的 3%计算，其计算结果见下表 7-13。

表 7-13　矿山地质环境治理工程的不可预见费估算表

项目名称	费率（%）	计费基数	近期费用（元）	中远期费用（元）	合计费用（元）	备注
不可预见费	3.0	工程施工费+其它费用	61701.65	36087.93	**97789.58**	工程施工费为 **2839753.07** 元，其中，近期为 **1791780.47** 元；中远期为 **1047972.6** 元。其他费用为 **419899.52** 元，其中，近期为 **264941.26** 元；中远期为 **154958.26** 元。

表 7-14　施工机械台班单价预算表

编号	机械名称	机型规格	费用构成												合计台班费（元）	备注
			（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		柴油		风		水			
							数量（工日）	小计（元）	数量（kg）	小计（元）	数量（m^3）	小计（元）	数量（m^3）	小计（元）		
1003	挖掘机	油动 0.5m^3	93.89	87.48	6.33	187.7	2	190	48	376.3	/	/	/	/	564.00	①人工费按甲类工计算，232.3元/工日。②0#柴油价7.54元/kg。③风价为0.15元/m^3。④水价为4.42元/m^3。
1006	挖掘机带破碎锤	液压 1 m^3	226.17	161.62	13.84	401.63	2	190	72	564.48	/	/	/	/	1156.11	
1021	拖拉机	59kw	43.45	52.13	2.82	98.40	2	190	55	431.2	/	/	/	/	719.6	
1049	三铧犁	无头三铧	3.10	8.27	/	11.37	/	/	/	/	/	/	/	/	11.37	
1013	推土机	59kw	33.52	40.42	1.52	75.46	2	190	44	344.96	/	/	/	/	610.42	
1041	风钻	手持式	1.78	6.21	/	7.99	/	/	/	/	795	119.25	1.1	4.86	132.10	

表 7-15　水泥砂浆预算单价表

砂浆强度等级	水泥强度等级	水泥		砂		水		合计（元）	备注
		数量（kg）	小计	数量（m^3）	小计	数量（m^3）	小计		
M10	32.5	305	129.63	1.1	220	0.183	0.81	350.43	根据湛江市造价信息网，M 32.5 水泥价格为 425 元/t，折算 0.425 元/kg；砂价格 200 元/m^3；水价格 4.42 元/m^3。
M7.5	32.5	261	110.93	1.11	222	0.157	0.69	333.62	

4、机械台班单价预算及分项工程单价预算等

矿山地质环境治理工程施工费中的机械台班单价预算及砂浆预算单价预算见表7-14和表7-15；矿山地质环境治理工程施工费分项工程单价概算见表7-16。

表7-16　分项工程单价分析表

定额编号：10204					定额单位：100m³
挖土方。工作内容：挖土就地堆放。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				423.33
（一）	直接工程费				408.62
1	人工费				61.20
	乙类工	工日	0.6	102	61.20
2	机械费				294.12
	挖掘机油动0.5m³	台班	0.29	1014.22	294.12
3	其他费用	占1+2的%		15	53.30
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	14.71
二	间接费	占直接费%		5	21.17
三	利润	占一+二的%		3	13.33
四	税金	占一+二+三的%		9	41.21
五	合计				499.04
定额编号：30063					定额单位：100m³
浆砌砖块。工作内容：拌和砂浆、砌筑、勾缝。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				30377.22
（一）	直接工程费				29321.64
1	人工费				838.64
	甲类工	工日	0.8	232.3	185.84
	乙类工	工日	6.4	102	652.80
2	材料费				28424.47
	标准砖	千块	54	430	23220.00
	砂浆	㎥	15.6	333.62	5204.47
3	其他费用	占1+2的%		0.2	58.53
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	1055.58
二	间接费	占直接费%		5	1518.86
三	利润	占一+二的%		3	956.88
四	税金	占一+二+三的%		9	2956.77
五	合计				35809.73
定额编号：30066					定额单位：100m²
砂浆抹面。工作内容：拌运砂浆、清洗表面、抹灰、压光。					

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				2433.75
（一）	直接工程费				2349.18
1	人工费				1509.01
	甲类工	工日	0.7	232.3	162.61
	乙类工	工日	13.2	102	1346.40
2	材料费				767.33
	砂浆	m^3	2.3	333.62	767.33
3	其他费用	占 1+2 的%		3.2	72.84
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	84.57
二	间接费	占直接费%		5	121.69
三	利润	占一+二的%		3	76.66
四	税金	占一+二+三的%		9	236.89
五	合计				2868.99

定额编号：30001　　定额单位：100m^3

砂垫层。工作内容：修坡、铺筑、压实。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				24521.99
（一）	直接工程费				23669.87
1	人工费				1269.87
	甲类工	工日	0.9	232.3	209.07
	乙类工	工日	10.4	102	1060.80
2	材料费				22400.00
	砂	m^3	112	200	22400.00
3	其他费用	占 1+2 的%		1	236.70
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	852.12
二	间接费	占直接费%		5	1226.10
三	利润	占一+二的%		3	772.44
四	税金	占一+二+三的%		9	2386.85
五	合计				28907.37

参照定额编号：100027　　定额单位：1km

防护栏架设。工作内容：挖坑、立桩、固定、架网。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				51144.29
（一）	直接工程费				49367.08
1	人工费				2914.19
	甲类工	工日	5.3	232.3	1231.19
	乙类工	工日	16.5	102	1683.00
2	材料费				45437.50
	镀锌管	m	500	35	17500.00
	铁丝网	m^2	1200	20	24000.00

	混凝土	m³	11.25	350	3937.50
3	其他费用	占 1+2 的%		2.1	1015.39
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	1777.21
二	间接费	占直接费%		5	2468.35
三	利润	占一+二的%		3	1608.38
四	税金	占一+二+三的%		9	4969.89
五	合计				60190.92

参照定额编号：100013	定额单位：个

警示牌。工作内容：挖坑、立桩、固定。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				441.88
（一）	直接工程费				426.52
1	人工费				102.00
	甲类工	工日	0	232.3	0.00
	乙类工	工日	1	102	102.00
2	材料费				315.75
	塑料板牌	m²	1	300	300.00
	混凝土	m³	0.045	350	15.75
3	其他费用	占 1+2 的%		2.1	8.77
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	15.35
二	间接费	占直接费%		5	22.09
三	利润	占一+二的%		3	13.92
四	税金	占一+二+三的%		9	43.01
五	合计				520.90

定额编号：10041	定额单位：100m²

坡面平整。工作内容：削坡、找平。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				585.22
（一）	直接工程费				564.88
1	人工费				559.29
	甲类工	工日	0.3	232.3	69.69
	乙类工	工日	4.8	102	489.60
2	其他费用	占 1 的%		1	5.59
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	20.34
二	间接费	占直接费%		5	29.26
三	利润	占一+二的%		3	18.43
四	税金	占一+二+三的%		9	56.96
五	合计	一+二+三+四			689.88

参照定额编号：100012	定额单位：100m²

挂三维网。工作内容：铺设、粘接压缝、固钉。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				878.47
（一）	直接工程费				847.95
1	人工费				391.55
	甲类工	工日	0.5	232.3	116.15
	乙类工	工日	2.7	102	275.40
2	材料费				448.00
	三维网	m^2	106	4	424.00
	竹钉	100 件	1.2	20	24.00
3	其他费用	占 1+2 的%		1	8.40
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	30.53
二	间接费	占直接费%		5	43.92
三	利润	占一+二的%		3	27.67
四	税金	占一+二+三的%		9	85.51
五	合计	一+二+三+四			1035.57

定额编号：100004	定额单位：$100m^2$

铺设无纺布。工作内容：铺设、粘接压缝。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				723.88
（一）	直接工程费				698.73
1	人工费				299.75
	甲类工	工日	0.5	232.3	116.15
	乙类工	工日	1.8	102	183.60
2	材料费				395.50
	无纺布	m^2	113	3.5	395.50
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	3.48
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	25.15
二	间接费	占直接费%		5	36.19
三	利润	占一+二的%		3	22.80
四	税金	占一+二+三的%		9	70.46
五	合计	一+二+三+四			853.34

定额编号：40041	定额单位：$100m^3$

混凝土挡墙。工作内容：模板安装、拆除、浇筑混凝土、养护。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				32232.12
（一）	直接工程费				31112.09
1	人工费				436.30
	甲类工	工日	1	232.3	232.30
	乙类工	工日	3	102	204.00
2	材料费				30521.00
	混凝土	m^3	101	300	30300.00

	水	m^3	50	4.42	221.00
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	154.79
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	1120.04
二	间接费	占直接费%		5	1611.61
三	利润	占一+二的%		3	1015.31
四	税金	占一+二+三的%		9	3137.31
五	合计	一+二+三+四			37996.35

引用地灾防治定额编号：D080021	定额单位：100m

泄水管。工作内容：PVC 管做的滤水管，无纺布包装、安装。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				4757.07
（一）	直接工程费				4591.77
1	人工费				816.00
	甲类工	工日	0	232.3	0.00
	乙类工	工日	8	102	816.00
2	材料费				3752.93
	无纺布	m^2	110.55	3.5	386.93
	ϕ160PVC 管	m	102	33	3366.00
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	22.84
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	165.30
二	间接费	占直接费%		5	237.85
三	利润	占一+二的%		3	149.85
四	税金	占一+二+三的%		9	463.03
五	合计	一+二+三+四			5607.80

引用地灾防治定额编号：D080002	定额单位：$100m^2$

柔性主动防护网。工作内容：钻孔、植筋固定、钢丝绳网+格栅安装。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				5815.47
（一）	直接工程费				5613.39
1	人工费				2149.90
	甲类工	工日	1	232.3	232.30
	乙类工	工日	18.8	102	1917.60
2	材料费				2912.45
	柔性主动防护网（钢丝绳网+格栅）	m^2	113.82	22	2504.04
	钢筋（ϕ16）	kg	112.2	3.64	408.41
3	机械费				523.12
	风钻 手持式	台班	3.96	132.1	523.12
4	其他费用	占 1+2+3 的%		0.5	27.93
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	202.08
二	间接费	占直接费%		5	290.77

三	利润	占一+二的%	3	183.19
四	税金	占一+二+三的%	9	566.05
五	合计	一+二+三+四		6855.48

参照定额编号：10044	定额单位：100m^3

覆土。工作内容：对表层压实土进行犁翻、松土（三类土）、回填表土、松填不夯实。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				732.23
（一）	直接工程费				706.79
1	人工费				505.46
	甲类工	工日	0.2	232.3	46.46
	乙类工	工日	4.5	102	459.00
2	机械费				197.81
	拖拉机 59kw	台班	0.2	977.7	195.54
	三华犁	台班	0.2	11.37	2.27
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	3.52
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	25.44
二	间接费	占直接费%		5	36.61
三	利润	占一+二的%		3	23.07
四	税金	占一+二+三的%		9	71.27
五	合计	一+二+三+四			863.18

参照定额编号：90030	定额单位：hm^2

播草籽复绿。工作内容：种子处理、撒播草籽。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				8951.68
（一）	直接工程费				8640.62
1	人工费				3836.20
	甲类工	工日	4	232.3	929.20
	乙类工	工日	28.5	102	2907.00
2	材料费				4804.42
	草籽	kg	80	60	4800.00
	水	m^3	1	4.42	4.42
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	43.20
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	311.06
二	间接费	占直接费%		5	447.58
三	利润	占一+二的%		3	281.98
四	税金	占一+二+三的%		9	871.31
五	合计	一+二+三+四			10552.56

定额编号：90014	定额单位：100 株

栽植山毛豆。工作内容：挖坑、栽植、浇水。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				2163.66
（一）	直接工程费				2088.47
1	人工费				1040.40
	乙类工	工日	10.2	102	1040.40
2	材料费				1037.68
	树苗（土球径 30cm）	株	102	10	1020.00
	水	m^3	4	4.42	17.68
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	10.39
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	75.18
二	间接费	占直接费%		5	108.18
三	利润	占一+二的%		3	68.16
四	税金	占一+二+三的%		9	210.60
五	合计	一+二+三+四			2550.59

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

本矿山土地复垦工程总量及土地复垦监测与管护工作量见表 7-17。

表 7-17　矿区土地复垦工程总量及监测与管护工程量汇总表

项目名称	分项项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	合计	备注
土地复垦工程及生物措施	**1、工程措施**					
	（1）拆除建筑设施	m^2	/	**13841**	**13841**	
	（2）清除地面硬化层	m^2	/	**59522**	**59522**	
	（3）犁松覆土	m^3	/	**37492**	**37492**	
	2、生物措施					
	（1）种植橡胶树	株	/	**6337**	**6337**	
	（2）土壤改良	kg	/	**1585**	**1585**	
土地复垦监测及管护措施	1、土地复垦监测					
	（1）土地损毁	点次	70	56	126	每年 2 次，7 个单元
	（2）土壤质量	点次	2	14	16	每年 1 次，7 个单元
	（3）植被恢复	点次	8	56	64	每年 4 次，7 个单元
	2、土地复垦管护					
	（1）管护	点次	4	28	32	每年 2 次，7 个单元

2、投资估算

根据计算，本矿山土地复垦项目投资估算见表 7-18。矿山土地复垦项目静态总投资为 **125.53** 万元，土地复垦工程主要发生在矿山闭坑整治期。

表 7-18　矿山土地复垦项目投资估算总表

序号	费用名称	估算金额（元）	占总投资比例（%）
一	工程施工费	**944809.58**	75
二	设备购费	0	0
三	其它费用	**139704.08**	11
四	监测及管护费	**138241.10**	11
五	不可预见费	**32535.41**	3
	合计	**1255290.17**	100

（二）单项工程量与投资估算

1、工程施工费及监测与管护费

矿山土地复垦工程施工费包括：复垦工程措施费和复垦生物措施费。本方案的土地复垦工程主要发生在矿山闭坑整治之后，在矿山开采过程主要采取监测预防土地损毁以及凹陷坑上部台阶平台复绿植被的效果监测与管护。各项工程费用见表 7-19。本矿山土地复垦工程施工费为 **944809.58** 元；土地复垦监测与管护费用为 **138241.10** 元，其中，近期监测与管护费为 **27568.13** 元；远期监测与管护费为 **110672.97** 元。

表 7-19　项目区土地复垦工程施工费及监测与管护费一览表

序号	分项项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	单价（元）	近期小计（元）	中远期小计（元）	合计（元）
一	**第一部分**							
1	**工程措施**						**621380.69**	**621380.69**
（1）	拆除建筑设施	m^2	/	**13841**	5.09	/	70450.69	70450.69
（2）	清除地面硬化层	m^2	/	**59522**	3.82	/	227374.04	227374.04
（3）	犁松覆土	m^3	/	**37492**	8.63	/	323555.96	323555.96
二	**第二部分**							
1	**生物措施**						**323428.89**	**323428.89**
（1）	种植橡胶树	株	/	**6337**	49.62	/	314441.94	314441.94
（2）	土壤改良	kg	/	**1585**	5.67	/	8986.95	8986.95
（工程措施+生物措施）合计							**944809.58**	**944809.58**
三	**第三部分**							
1	**土地复垦监测**							
（1）	土地损毁	次	70	56	300	21000	16800	**37800**
（2）	土壤质量	次	2	14	1000	2000	14000	**16000**
（3）	植被恢复	次	8	56	100	800	5600	**6400**

序号	分项项目名称	单位	近期工程量	中远期工程量	单价（元）	近期小计（元）	中远期小计（元）	合计（元）
2	**土地复垦管护**							
（1）	管护	生物措施的 20%				3768.13	74272.97	**78041.10**
合计（监测措施及管护）						**27568.13**	**110672.97**	**138241.10**

2、其他费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等。由前面计算，矿山土地复垦工程施工费 **94.48** 万（包括工程措施费和生物措施费），小于 500 万，则竣工验收费的综合费率为 3.86%；业主管理费的费率为 2.8%，那么，其他费用的计算结果见下表 7-20。

表 7-20　矿山土地复垦项目的其他费用估算表

序号	项目名称	费率（%）	计费基数	费用（元）	备注
一	前期工作费	5.4	工程施工费	51019.72	工程施工费包括工程措施费和生物措施费，为 **944809.58** 元。本项目土地复垦主要在矿山闭坑整治期。
二	工程监理费	2.4	工程施工费	22675.43	
三	竣工验收费	3.86	工程施工费	36469.65	
四	业主管理费	2.8	工程施工费+一+…三	29539.28	
合计				**139704.08**	

3、不可预见费

土地复垦项目不可预见费用按工程施工费和其他费用之和的 3%计算，其计算结果见下表 7-21。

表 7-21　矿山土地复垦工程项目的不可预见费估算表

项目名称	费率（%）	计费基数	费用（元）	备注
不可预见费	3.0	工程施工费+其它费用	**32535.41**	工程施工费为 **944809.58** 元；其他费用为 **139704.08** 元

4、机械台班单价预算及分项工程单价预算等

矿山土地复垦工程施工费中的机械台班单价预算及砂浆预算单价预算见表 7-14 和表 7-15；矿山土地复垦工程施工费分项工程单价概算见表 7-22。

表 7-22　土地复垦分项工程单价分析表

参照定额编号：30073					定额单位：100m²
建筑设施拆除。工作内容：拆除、清理、堆放。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				431.99
（一）	直接工程费				416.98
1	人工费				408.00
	乙类工	工日	4	102	408.00
2	其他费用	占 1 的%		2.2	8.98
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	15.01
二	间接费	占直接费%		5	21.60
三	利润	占一+二的%		3	13.61
四	税金	占一+二+三的%		9	42.05
五	合计	一+二+三+四			509.24

参照定额编号：40192					定额单位：100m²
硬化层清除。工作内容：凿碎硬化层、清渣。					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				581.68
（一）	直接工程费				561.46
1	人工费				102.00
	乙类工	工日	1.0	102	102.00
2	机械费				422.73
	液压破碎锤挖掘机	台班	0.3	1409.11	422.73
3	其他费用	占 1+2 的%		7	36.73
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	20.21
二	间接费	占直接费%		5	29.08
三	利润	占一+二的%		3	18.32
四	税金	占一+二+三的%		9	56.62
五	合计	一+二+三+四			685.70

参照定额编号：10044					定额单位：100m³
覆土。工作内容：对表层压实土进行犁翻、松土（三类土）、回填表土、松填不夯实					
编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				732.23
（一）	直接工程费				706.79
1	人工费				505.46
	甲类工	工日	0.2	232.3	46.46
	乙类工	工日	4.5	102	459.00
2	机械费				197.81
	拖拉机 59kw	台班	0.2	977.7	195.54
	三华犁	台班	0.2	11.37	2.27
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	3.52

（二）	措施费	占直接工程费%	3.6	25.44
二	间接费	占直接费%	5	36.61
三	利润	占一+二的%	3	23.07
四	税金	占一+二+三的%	9	71.27
五	合计	一+二+三+四		863.18

定额编号：90007	定额单位：100 株

栽植橡胶树。工作内容：挖坑、栽植、浇水。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				4209.64
（一）	直接工程费				4063.36
1	人工费				153.00
	甲类工	工日	0	95	0.00
	乙类工	工日	1.5	102	153.00
2	材料费				3890.14
	树苗（根茎 4cm）	株	102	38	3876.00
	水	m^3	3.2	4.42	14.14
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	20.22
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	146.28
二	间接费	占直接费%		5	210.48
三	利润	占一+二的%		3	132.60
四	税金	占一+二+三的%		9	409.75
五	合计	一+二+三+四			4962.47

参照定额编号：90032	定额单位：100kg

土壤改良。工作内容：土壤综合改良。

编号	项目名称	单位	数量	单价（元）	总价（元）
一	直接费				481.03
（一）	直接工程费				464.31
1	人工费				102.00
	乙类工	工日	1	102	102.00
2	材料费				360.00
	复合化肥	t	0.1	3600	360.00
3	其他费用	占 1+2 的%		0.5	2.31
（二）	措施费	占直接工程费%		3.6	16.72
二	间接费	占直接费%		5	24.05
三	利润	占一+二的%		3	15.15
四	税金	占一+二+三的%		9	46.82
五	合计	一+二+三+四			567.05

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

1、静态总费用构成与汇总

本项目的投资总费用由矿山环境治理工程费用和矿山土地复垦工程费用构成，其中，本矿山地质环境治理工程静态总投资为**353.89**万元；土地复垦工程静态总投资为**125.53**万元。因此，本项目的静态投资费用汇总为**479.42**万元。

2、动态总费用构成与汇总

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及矿山地质环境治理与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，若每年总投资剩余的静态投资费为a_1、a_2、a_3……a_n（万元），则第i年的价差预备费W_i：$W_i=a_i$（（1+r）$^{n-1}$-1），根据廉江市近5年平均物价指数为2%，确定本方案的价差预备费费率为2%。由前面所述，本方案适用年限为11年，基准年为2027年，根据本矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署，经估算，每年静态投入的矿山地质环境保护治理与土地复垦费用详见下表7-23。

表7-23　本矿山地质环境治理与土地复垦项目年度静态投资一览表

年限	费用构成（元）									
	矿山地质环境治理工程项目					矿山土地复垦工程项目				
	工程施工费	监测费	其它费用	不可预见费	静态投资	工程施工费	监测与管护费	其它费用	不可预见费	静态投资
1	1791780.47	19980	264941.26	61701.65	2138403.38	0	4200	0	0	4200
2	0	16280	0.00	0.00	16280.00	0	7484.064	0	0	7484.064
3	0	16280	0.00	0.00	16280.00	0	7484.064	0	0	7484.064
4	0	16280	0.00	0.00	16280.00	0	4200	0	0	4200
5	0	16280	0.00	0.00	16280.00	0	4200	0	0	4200
6	1047972.6	26640	154958.26	36087.93	1265658.78	0	4200	0	0	4200
7	0	23240	0.00	0.00	23240.00	0	10393.596	0	0	10393.596
8	0	23240	0.00	0.00	23240.00	0	10393.596	0	0	10393.596
9	0	23240	0.00	0.00	23240.00	944809.58	4200	139704.08	32535.41	1121249.069
10						0	40742.889	0	0	40742.889

11						0	40742.889	0	0	40742.889
合计	**2839753.07**	**181460.00**	**419899.52**	**97789.58**	**3538902.17**	**944809.58**	**138241.10**	**139704.08**	**32535.41**	**1255290.17**

根据每年静态投入的矿山地质环境保护治理与土地复垦费用，通过价差预备费公式计算，可算得各年度的价差预备费，见下表 7-24。

表 7-24　本矿山各年度价差预备费表

年度	矿山地质环境治理工程（万元）					矿山土地复垦工程（万元）					合计
	年投资	系数 $1.02^{n-1}-1$	总投资剩余量	差价预备费	动态投资	年投资	系数 $1.02^{n-1}-1$	总投资剩余量	差价预备费	动态投资	
2027	213.84	0.00	140.05	0.00	213.84	0.42	0.00	125.11	0.00	0.42	214.26
2028	1.63	0.02	138.42	2.77	4.40	0.75	0.02	124.36	2.49	3.24	7.63
2029	1.63	0.04	136.79	5.53	7.15	0.75	0.04	123.61	4.99	5.74	12.90
2030	1.63	0.06	135.17	8.27	9.90	0.42	0.06	123.19	7.54	7.96	17.86
2031	1.63	0.08	350.63	28.90	30.53	0.42	0.08	122.77	10.12	10.54	41.07
2032	126.57	0.10	6.97	0.73	127.29	0.42	0.10	122.35	12.73	13.15	140.45
2033	2.32	0.13	4.65	0.59	2.91	1.04	0.13	121.31	15.31	16.34	19.25
2034	2.32	0.15	2.32	0.35	2.67	1.04	0.15	120.27	17.88	18.92	21.59
2035	2.32	0.17	0.00	0.00	2.32	112.12	0.17	8.15	1.40	113.52	115.85
2036	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	4.07	0.20	4.07	0.79	4.87	4.87
2037	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	4.07	0.22	0.00	0.00	4.07	4.07
合计	**353.89**			**47.13**	**401.02**	**125.53**			**73.26**	**198.79**	**599.81**

由上表得，本矿山地质环境保护治理与土地复垦项目经历 11 年产生的价差预备费共为 120.39 万。

综上所述，本项目的动态投资总额为 599.81 万元。其中，矿山地质环境保护治理工程动态总投资为 401.02 万元，单位面积投资额按矿山地质环境保护治理区总面积（18.7888hm²）计算约为 21.34 万元/hm²；矿山土地复垦动态投资共 198.79 万元，单位面积投资额按复垦总面积（18.7888hm²）计算约为 10.58 万元/hm²。

根据《开发利用方案》，矿山的正常生产年限约为 8 年，年税后利润 2312.37 万元，开采期可获税后利润 18498.96 万元。矿山地质环境保护与土地复垦费用约为 599.81 万元，占新矿区可获税后利润的 3%。

（二）近期年度经费安排

矿山地质环境保护与土地复垦费用来源为企业自筹。地质环境保护与土地复垦动态总投资为 **599.81** 万元。矿山地质环境治理与土地复垦费用安排表见表 7-25。

表 7-25　本矿山地质环境保护与土地复垦费用年度安排计划表

阶段		年份	提取资金（万元）	占总费用比（%）
复垦期	近 5 年（近期）	**2027**	214.26	36
		2028	7.63	1
		2029	12.90	2
		2030	17.86	3
		2031	41.07	7
	中期	2032	140.45	23
		2033	19.25	3
		2034	21.59	4
	远期（闭坑整治）	2035	115.85	19
复垦后期管护		2036	4.87	1
		2037	4.07	1
合计			**599.81**	100

第八章　保障措施与效益分析

一、组织保障

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，并进行日常维护养护，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

（一）矿山环境治理资金

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。

本矿山环境治理工作动态总投资为 401.02 万元，分八期预存，详见表 8-1。

表 8-1　本矿山地质环境治理恢复费用预存计划表

总投资（万元）	时间（年度）	预存分期	地质环境治理恢复费用预存金额（万元）	备注
401.02	第 1 年	第一期	80.20	首期预存费用为动态总投资的 20%
	第 2 年	第二期	45.84	
	第 3 年	第三期	45.83	
	第 4 年	第四期	45.83	
	第 5 年	第五期	45.83	
	第 6 年	第六期	45.83	
	第 7 年	第七期	45.83	
	第 8 年	第八期	45.83	

（二）土地复垦资金

根据《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。

本方案确定的矿山土地复垦总投资为 198.79 万元，分八期预存，详见表 8-2。

表 8-2　本矿山土地复垦费用预存计划表

总投资（万元）	时间（年度）	预存分期	土地复垦费用预存金额（万元）	备注
198.79	第 1 年	第一期	39.76	首期预存费用为动态总投资的 20%
	第 2 年	第二期	22.72	
	第 3 年	第三期	22.72	
	第 4 年	第四期	22.72	
	第 5 年	第五期	22.72	
	第 6 年	第六期	22.72	
	第 7 年	第七期	22.72	
	第 8 年	第八期	22.71	

（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、因矿山开采活动造成崩塌、滑坡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复垦管护支出；

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确实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的效益分析主要包括经济效益、生态效益和社会效益三方面。

（一）经济效益

1、直接经济效益

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

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

2、间接经济效益

如果不进行地质环境保护与土地复垦，矿山在生产过程中存在安全隐患，一旦发生安全事故，其损失是不可估量的。方案的实施能很大程度上改善矿山及其周边的自然生态环境，降低矿山部分矿山地质环境问题发生的频率，减少或防止地质灾害的发生，保障矿山采矿活动安全顺利进行，保护矿山员工和财产的安全，可避免巨大的浪费和损失，其潜在的经济效益十分可观。

（二）生态效益

各项矿山地质环境治理与土地复垦措施实施后，项目区生产建设所带来的各水土流失区域均能得到有效的治理和改善。项目区用地基本都得到整理、绿化，总体治理度达到 100%。

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

（三）社会效益

矿区地表治理后，改善了区内生态环境质量，减轻了对地质地貌景观的破坏，使得区内部分土地使用功能得到良好利用。符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

对矿山环境进行综合治理，土地得到平整，土壤得到改善，地面林草植被增加，水土得于保持促进和保持。茂盛的草木能净化空气，调节气侯，美化环境，并能促进野生动物的繁殖，改善生物圈的生态环境。排放废水经处理后达标排放，可减轻对水土环境的污染。

总之，实施矿山地质环境保护与土地复垦方案后，会取得好的环境效益，符合当前政府提倡可持续发展政策，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

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。

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

在湛江茂达项目投资有限公司相关负责人的陪同下，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看法、公众的愿望和要求等。

通过调查走访，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，廉江市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，确保该项工程和费用按照规划设计来实施。

3、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

湛江茂达项目投资有限公司相关负责人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

湛江茂达项目投资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

湛江茂达项目投资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

湛江茂达项目投资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。

第九章　结论与建议

一、结论

1、广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿为新立矿山，矿区面积：0.1272km^2，采剥区面积 0.1134km^2，开采标高：102m～-20m；开采方式：露天开采；生产规模：65 万 m^3/a。湛江茂达项目投资有限公司通过廉江市自然资源局组织的采矿权招标拍卖挂牌出让活动，竞得该标的，成为广东省廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿的矿权人，并着手办理该矿的采矿许可证，委托闽武长城建设发展有限公司编制完成《广东省湛江茂达项目投资有限公司廉江市东升农场塘蓬分场七队建筑用花岗岩、饰面用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案适用年限为 11 年，其中，矿山边开采边治理期 8 年、矿山闭坑整治 1 年、土地复垦管护期 2 年，基准年暂定为 2027 年（最终以矿山正式投产日算起）。

2、综合虑矿区范围、开发利用方案圈定的采剥区、生产配套设施影响区、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，确定本方案评估区范围面积 0.59km^2。

3、根据本矿山生产建设规模为大型、矿山地质环境条件复杂程度为中等、评估区重要程度为重要区，确定本矿山地质环境影响评估级别为一级。

4、评估区属崩塌、滑坡等地质灾害重点防治区，据现场调查矿山现状地质灾害不发育，对矿山地质环境影响较轻；该矿山尚未进行任何采矿活动，对含水层影响破坏较轻；对地形地貌景观影响较轻；对水土环境影响较轻。综合现状评估，矿山地质环境影响程度现状评估为较轻。

5、预测评估矿山采矿活动引发或遭受的地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山采矿活动对含水层影响程度较轻，对地形地貌景观影响程度严重，对水土环境污染影响程度较轻。综合预测评估，矿山地质环境影响程度预测评估为严重。

6、根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估的结果，将评估区划分为矿山地质环境重点防治一亚区（A1）、重点防治二亚区（A2）和一般防治区（C）。重点防治一亚区（A1）为露天采场范围，面积 0.1134km^2，占评估区面积的 19%；重点防治二亚区（A2）为破碎站及办公生活区，面积 0.0665km^2，占评估区面积的 11%；一般防治区（C）为评估区除了重点防治一亚区（A1）和重点防治二亚区（A2）之外其它范

围，面积 0.4101km^2，占评估区面积的 70%。

7、预测本项目拟损毁土地为果园、橡胶园、其它园地、乔木林地、灌木林地、其他草地、农村道路、河流水面及坑塘水面等，土地损毁方式为挖损和压占，总损毁土地面积 18.7888hm^2，其中，露天采场挖损土地破坏程度为重度破坏；破碎站挖损和压占土地破坏程度为中~重度破坏；办公生活区挖损和压占土地破坏程度为中~重度破坏；排水沟和沉砂池等挖损土地破坏程度为中度破坏；水塘回填用地压占土地破坏程度为轻度破坏。

8、依据土地复垦适宜性评价结果，露天采场挖损土地复垦为林地、坑塘水面；破碎站及办公生活区挖损/压占土地复垦为林地；水塘回填用地压占土地复垦为园地；排水沟、沉砂池及生产水池等挖损土地复垦为园地、林地。确定土地复垦区即为复垦责任范围，复垦面积为 18.7888hm^2，其中，人工复垦土地面积 10.4888hm^2，包括林地 9.7134hm^2、园地 0.7754hm^2；自然修复的有坑塘水面 8.3hm^2。土地复垦率为 100%。

9、矿山地质环境防治措施及土地复垦措施主要包括：截排水工程及沉砂池工程、安全护栏及警示工程、边坡防护工程、地形地貌复绿工程；拆除砌体及松覆土等复垦土壤重构工程、土地复垦植被重建工程、矿山地质环境监测与土地复垦监测与管护等措施。

9、矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资费用为 **479.42** 万元。其中矿山地质环境治理工程静态总投资为 **353.89** 万元，矿山土地复垦工程静态总投资为 **125.53** 万元。动态投资总额为 **599.81** 万元，其中地质环境保护治理工程动态总投资为 **401.02** 万元，单位面积投资额按矿山地质环境保护治理区总面积（18.7888hm^2）计算约为 **21.34** 万元/hm^2；矿山土地复垦动态投资共 **198.79** 万元，单位面积投资额按复垦总面积（18.7888hm^2）计算约为 **10.58** 万元/hm^2。

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，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、矿山应采用新技术和新方法建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，及时消除不安全隐患，避免地质灾害的发生。

4、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。

5、矿山生产过程需严格按要求做好环境保护工作，最大限度降低对周边环境的影响。

6、本方案涉及的工程问题不能作为施工依据，具体实施工程时，委托有设计资质的单位进行治理工程设计，施工中采用参数以设计为准。

7、矿山开采应自觉接受当地主管部门的监督，做到开采与地质环境保护相结合，与矿山土地复垦工程同步进行，以绿色矿山建设为准则。