广东省**********潮安区

归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

****

2025 年 6 月

广东省**********潮安区

归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：**********

法定代表人：***

编制单位：广东齐治地质环境工程有限公司

法定代表人：席海珍

技术负责人：蒋兵

项目负责人：席海珍

编写人员：谢金能　李义蒙　李佳玲　杨惠

制图人员：谢金能

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

<table>
<tr><td rowspan="9">矿山企业</td><td>企业名称</td><td colspan="5">**********</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td>***</td><td>身份证号</td><td>***</td><td>联系方式</td><td>***</td></tr>
<tr><td>统一社会信用代码</td><td>***</td><td>纳税人识别号</td><td>***</td><td>组织机构代码</td><td>***</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="5">**********</td></tr>
<tr><td>矿山名称</td><td colspan="5">广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿</td></tr>
<tr><td rowspan="2">采矿许可证</td><td colspan="5">☑新申请 □延续 □变更（□扩大开采规模 □扩大矿区范围 □变更）
□持有</td></tr>
<tr><td colspan="5">以上情况请选择一种并打“√”</td></tr>
<tr><td>开采矿种</td><td colspan="2">资源储量规模</td><td colspan="2">生产建设规模</td><td>开采方式</td></tr>
<tr><td>建筑用花岗岩矿</td><td colspan="2">小型</td><td colspan="2">大型</td><td>露天开采</td></tr>
<tr><td rowspan="11">编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="5">广东齐治地质环境工程有限公司</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td colspan="2">席海珍</td><td colspan="2">联系电话</td><td>/</td></tr>
<tr><td rowspan="9">主要编制人员</td><td colspan="2">姓名</td><td colspan="2">职责</td><td>联系电话</td></tr>
<tr><td colspan="2">席海珍</td><td colspan="2">项目负责</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">蒋兵</td><td colspan="2">项目技术负责</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">李聪</td><td colspan="2">审核人员</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">谢金能</td><td colspan="2">编制人员</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">李义蒙</td><td colspan="2">编制人员</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">李佳玲</td><td colspan="2">编制人员</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">杨惠</td><td colspan="2">编制人员</td><td>/</td></tr>
<tr><td>审查申请</td><td colspan="6">我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引用数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。
请予以审查。

****
联系人：*** 联系电话：***</td></tr>
</table>

目　录

前　言 1

一、任务由来 1
二、编制目的 1
三、编制依据 2
四、方案适用年限 7
五、编制工作概况 7

第一章　矿山基本情况 12

一、矿山简介 12
二、矿区范围及拐点坐标 13
三、矿山开发利用方案概述 14
四、矿山开采历史及现状 25

第二章　矿区基础信息 26

一、矿区自然地理 26
二、矿区地质环境背景 27
三、矿区社会经济情况 36
四、矿区土地利用现状 36
五、矿山及周边其他人类重大工程活动 38
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 38

第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估 40

一、矿山地质环境与土地资源调查概述 40
二、矿山地质环境影响评估 40
三、矿山土地损毁预测与评估 66
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 74

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 82

一、矿山地质环境治理可行性分析 82
二、矿区土地复垦可行性分析 85

第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程 102

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 102
二、矿区地质灾害治理 110
三、矿区土地复垦 112
四、含水层破坏修复 122
五、水土环境污染修复 123
六、矿山地质环境监测 124
七、矿区土地复垦监测和管护 127
八、矿区矿山地质环境治理工程与土地复垦工程量汇总 130

第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....132
一、总体工作部署.....132
二、阶段实施计划.....137
三、近期年度工作安排.....138
第七章　经费估算与进度安排.....143
一、经费估算依据.....143
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....158
三、土地复垦工程经费估算.....160
四、总费用汇总与年度安排.....164
第八章　保障措施与效益分析.....168
一、组织保障组织机构.....168
二、技术保障.....169
三、资金保障.....169
四、监管保障.....171
五、效益分析.....171
六、公众参与.....173
第九章　结论与建议.....175
一、结论.....175
二、建议.....176

一、附表

附表 1：矿山地质环境现状和损毁土地调查表

二、附件

附件 1：矿山地质环境保护与土地复垦方案编制委托书

附件 2：采矿权网上公开出让成交确认书

附件 3：企业营业执照副本

附件 4：储量评审意见书

附件 5：开发利用方案评审意见书

附件 6：土壤成分报告

附件 7：水质检测报告

附件 8：现场调查照片

附件 9：采矿权人对地质环境恢复治理与土地复垦承诺书

附件 10：土地权属人征求意见

附件 11：公众参与调查表及公示照片

附件 12：企业土地租赁合同

附件 13：内审意见

三、附图

附图 1：矿山地质环境现状评估图（1:2000）

附图 2：潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部）（1:10000）

附图 3：矿山地质环境预测评估图（1:2000）

附图 4：矿山土地损毁预测图（1:2000）

附图 5：矿山土地复垦规划图（1:2000）

附图 6：矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图（1:2000）

附图 7：潮安区国土空间总体规划图（2021—2035 年）（局部）（1:10000）

前　言

一、任务由来

潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿，为新建矿山，矿区面积为0.166km^2，开采标高为+269.61m～+70.00m，矿山位于广东省潮州市潮安区归湖镇。2024年11月6日，**********通过竞拍获得由潮州市自然资源局挂牌出让的广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿采矿权。开采矿种为建筑用花岗岩，开采方式为露天开采，确定矿山生产规模为40万m^3/年。

2024年1月，广东省有色金属地质局九三五队编制了《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》，2024年7月，广东安元矿业勘察设计有限公司编制了《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》。

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）的要求，采矿权申请人在申请办理采矿许可证前，应当自行编制或委托相关机构编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，报具有相应审批权的自然资源主管部门组织审查。

2024年12月，受**********委托，广东齐治地质环境工程有限公司组织有关技术人员赴现场进行现状调查、收集资料等工作，并于2025年6月完成了《广东省**********潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（下文或简称“本《方案》”）编制工作。

本方案不代替相关工程勘察、治理设计。本方案仅作为实施保护、监测和恢复治理矿山地质环境的技术依据之一。

二、编制目的

（一）目的

1、为了落实矿山地质环境保护、土地复垦有关法律法规和政策要求；保证矿山地质环境恢复治理和土地复垦义务的落实；保证矿山地质环境恢复治理与土地复垦的任务、措施、计划和资金落到实处；为自然资源主管部门实施监管，和矿山业主办理采矿许可证申请提供依据。

2、基本查明矿山地质环境问题、矿区地质灾害现状和隐患，对矿山生产活动造成的矿山地质环境影响进行现状评估和预测评估，根据评估结果进行矿山地质环境保护与治理恢复分区，制定出矿山地质环境保护与治理恢复措施，使因矿山开采对地质环境的影响和

破坏程度降到最低，促进矿区经济的可持续发展，为实施保护、监测和治理恢复矿山地质环境提供技术依据。

3、基本查明矿山土地利用现状，明确土地损毁现状，包括损毁类别、数量、时间、程度；预测后续开采对土地的损毁；根据损毁现状和预测损毁情况，进行土地复垦适宜性评价，并综合制定复垦规划及投资计划。为土地复垦的实施管理、监督检查以及土地复垦费预算等提供参考依据。

（二）任务

1、根据矿山存在或潜在的主要地质环境问题，进行矿山地质环境保护与土地复垦的可行性分析；

2、提出矿山地质环境保护与土地复垦措施与建议；

3、进行矿山地质环境保护与土地复垦方案设计及投资估算；

4、根据方案编制工程实施进度安排，提出方案实施保证措施；

5、编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，要坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”。

三、编制依据

（一）法律法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》（1986 年 3 月 19 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过，2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正）；

2、《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过，2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订）；

3、《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，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）；

4、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（自然资规〔2021〕2 号）；

5、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1995 年 10 月 30 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2016 年 11 月 7 日第十二届全国人大代表常务委员会第二十四次会议修订）；

6、《中华人民共和国水污染防治法》（1984 年 5 月 11 日第六届全国人民代表大会常

务委员会第五次会议通过，2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修正）；

7、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日第十三届全国人大常委会第五次会议通过）；

8、《中华人民共和国大气污染防治法》（1987 年 9 月 5 日第六届全国人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过，2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正）；

9、《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，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正）；

10、《中华人民共和国土地管理法》（1986 年 6 月 25 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2019 年 8 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修正）；

11、《中华人民共和国森林法》（1984 年 9 月 20 日第六届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过，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）；

12、《中华人民共和国生物安全法》，2020 年 10 月 17 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过；

13、《地质灾害防治条例》（2003 年 11 月 19 日国务院第 29 次常务会议通过）；

14、《土地复垦条例》（2011 年 2 月 22 日国务院第 145 次常务会议通过）。

（二）部委规章

1、《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发〔2011〕50 号）；

2、国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局于 2016 年 7 月 1 日联合发布《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》；

3、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月）；

4、国土资源部、财政部、环境保护部、国家质量监督检验检疫总局、中国银行业监督管理委员会和中国证券监督管理委员会《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 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》（财政部、国土资源部、环境保护部发，2017 年 11 月）；

6、《土地复垦条例实施办法》（2012 年 12 月 27 日国土资源部第 56 号令公布，2019 年 7 月 16 日修正）；

7、《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国国土资源部令第 44 号，2019 年 7 月第三次修订）；

8、《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202 号）；

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

（三）地方性法规、规章

1、《广东省国土资源厅等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）；

2、《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）；

3、广东省国土资源厅《关于切实做好矿山地质环境保护与土地复垦方案审查工作的通知》（粤国土资规字〔2018〕4 号，2018 年 4 月 11 日）；

4、广东省人民政府办公厅关于印发《广东省绿色矿业发展五年行动方案（2021－2025 年）》的通知；

5、《广东省林业局关于恢复植被和林业生产条件、树木补种标准有关问题的通知》（粤林规〔2021〕3 号）；

6、《广东省森林保护管理条例》，广东省第十四届人民代表大会常务委员会第三次会议于 2023 年 5 月 31 日通过，自 2023 年 7 月 1 日起施行；

7、《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）；

8、《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）；

9、《广东省自然资源厅关于进一步加强绿色矿山建设工作的通知》（粤自然资矿管〔2024〕1283 号）。

（四）规范、标准

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

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、《渔业水质标准》（GB 11607-89）

4、《生态公益林建设技术规程》（GB/T 18337.2—2001）；

5、《地表水环境质量标准》（GB 3838—2022）；

6、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；

7、《土地基本术语》（GB/T 19231—2003）；

8、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219—2006）；

9、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220—2006）；

10、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221—2006）；

11、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453—2008）；

12、《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2009）；

13、《环境影响评价技术导则——地下水环境》（HJ 610—2011）；

14、《土地开发整理项目预算定额标准》（2012 版）；

15、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330—2013）；

16、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T 192—2015）；

17、《区域地质图图例》（GB/T 958—2015）；

18、国土资源部《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）；

19、《土地整治项目规划设计规范》TD/T 1012-2016；

20、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）

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

22、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；

23、《广东省被损林地恢复植被、补种树木标准和验收办法》（2021）；

24、《广东省绿色矿山建设工作方案》（2017）；

25、《矿山废弃地植被恢复技术规程》（LY/T 2356-2014）；

26、《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2017）；

27、《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP032-2018）

28、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

29、《裸露坡面植被恢复技术规范》（GB/T 38360-2019）；

30、《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）；

31、地下水环境监测技术规范（HJ 164-2020）；

32、《地质灾害危险性评估规范（GB/T40112-2021）》；

33、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

34、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2020）；

35、《广东省矿山生态修复技术指南（试行）》（2022）。

（五）技术资料

1、区域地质、水工环地质资料

（1）《1：20 万区域地质调查报告（汕头幅、惠来幅）〔区域地质〕》，广东省地质局区域地质调查队四分队，1973 年 12 月；

（2）《广东省地震烈度区划图（1:1800000）》，国家地震局，2015 年。

2、矿区地质、开采技术等资料

（1）《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿储量核实报告》（广东省有色金属地质局九三五队，2024 年 1 月）；

（2）《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿储量核实报告》评审意见书；

（3）《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》（广东安元矿业勘察设计有限公司，2024 年 7 月）；

（4）《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》评审意见书；

3、土壤、土地类型等资料

（1）《广东省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》；

（2）《潮州市矿产资源总体规划（2021—2025 年）》；

（3）《潮州市潮安区地质灾害防治规划（2020—2025 年）》；

（4）《广东土壤》（广东省土壤普查办公室编著）；

（5）潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部）；

（6）潮安区国土空间总体规划图（2021—2035 年）（局部）。

4、社会经济概况、工程建设材料价等资料

（1）《潮州市 2025 年第一季度信息价》；

（2）潮安区归湖镇市场调查资料。

四、方案适用年限

根据2024年7月由广东安元矿业勘察设计有限公司编制的《潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案》，矿山设计生产规模为建筑用花岗岩矿40万m^3/a，矿山综合服务年限为11a，基建期1a。考虑闭坑治理及土地复垦养护期为3a，使矿山地质环境及土地资源达到要求，确定本《方案》适用年限15年，建议每5年对《方案》进行修编。《方案》暂定适用基准年为2025年，考虑本矿山为新建矿山，方案基准期以矿山正式投产之日算起。

如果矿山扩大开采规模、扩大开采范围或改变开采方式时，应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）工作程序

本次方案编制工作按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016年12月）及《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）规定的程序进行。工作程序：接受业主委托后，成立了专门的项目组，项目组技术人员在充分收集和利用已有资料的基础上，结合现场调查评估区内的地质环境条件（地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿山地质、不良地质现象、人类工程活动等）、土地资源、社会环境条件、现状地质灾害和地质环境的类型、分布规模、稳定程度、活动特点等因素，综合分析，进行矿山地质环境影响评估与土地复垦适宜性评价、矿山地质环境保护与土地复垦分区，并提出矿山地质环境保护与土地复垦措施、建议。方案编制的工作程序见插图0-1。

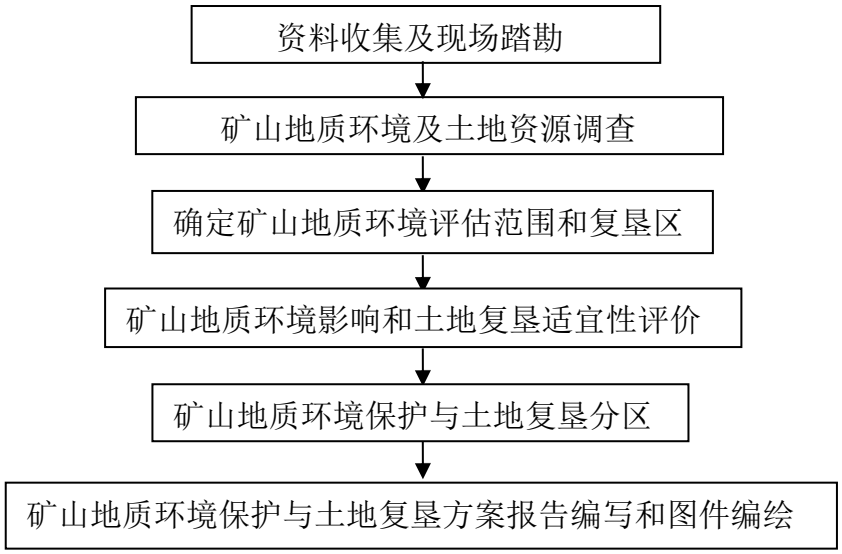


图0-1 工作程序框图

（二）工作方法

在接到委托任务后，按《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016 年 12 月）及《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）中要求的工作程序，在充分收集、综合分析建设项目相关资料的基础上，确定调查范围。开展矿山地质环境现状和土地资源调查，广泛征询土地复垦义务人、政府相关部门、土地使用权人和社会公众的意愿。经资料整理分析，进行矿山地质环境影响和土地损毁评估，在此基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区和土地复垦范围确定，制订恢复治理措施和复垦措施，提出保护和预防、恢复治理工程，拟定监测方案，并进行治理经费估算和效益分析。对初步拟定的矿山地质环境保护与土地复垦方案广泛征询土地复垦义务人、政府相关部门、土地使用权人和社会公众的意愿，从组织、经济、技术、公众接受程度等方面进行可行性论证。最后依据方案协调论证结果，确定土地复垦标准，优化工程设计，完善工程量测算及投资估算，细化地质环境保护与土地复垦实施计划、资金、技术和组织管理保障措施等。

1、前期工作（2025 年 4 月 14 日—2025 年 5 月 25 日）

（1）资料收集与分析。广泛收集评估区及周边自然地理、生态环境、社会经济、潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部）、规划图、土壤和项目基本情况等相关资料。分析已有资料完整情况，确定补充资料内容，初步确定野外调查方法、调查路线和调查内容。

（2）野外调查。根据确定的野外调查路线和工作方法开展野外调查工作，以矿方提供的图件资料和 Google Earth 遥感影像图作为工作底图，结合最新潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部）、矿山总平面布置图等图件展开调查。实地调查矿山地形地貌、水文、水资源、土壤植被、生物多样性、工程地质条件及社会经济概况等情况；系统调查矿区地质环境问题及土地损毁等情况；针对不同土地利用类型区，实地踏勘调查，采集了相应的影像、图片资料，并作文字记录、填写调查表格。

（3）公众参与。采用问卷调查、走访及座谈会的形式，征求公众对土地复垦利用方向、土地复垦标准、措施的意见建议及对本方案的态度等，并填写公众参与调查表；根据调查结果合理选定土地复垦标准及措施，明确了土地复垦目标，确定复垦费用来源，初步拟定矿山土地复垦方案，并广泛征询各方意见，进行可行性论证。

2、方案编制阶段（2025 年 5 月 23 日—2025 年 6 月 5 日）

在收集的已有资料和实际调查资料的基础上，按照《矿山地质环境保护与土地复垦方

案编制指南》的工作程序，确定方案的服务年限，进行地质环境影响评价、土地损毁预测与土地复垦适宜性评价，确定矿山地质环境治理分区，明确了复垦区、复垦责任区、土地复垦标准及措施，制定了矿山地质环境保护与土地复垦的目标，确定主要治理工程措施，测算工程量，估算治理费用，形成方案初稿。

3、方案协调论证完善（2025 年 6 月 6 日—2025 年 6 月 11 日）

对初稿咨询相关部门和社会公众的意愿，从组织、经济、技术、费用保障、矿山地质环境保护与土地复垦目标以及公众接受程度等方面进行可行性论证。

4、补充调查完善（2025 年 6 月 12 日—2025 年 6 月 18 日）

根据方案协调论证结果，确定矿山地质环境保护与土地复垦标准、优化工程设计、估算工程量以及投资，细化矿山地质环境保护与土地复垦实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施，编制详细的矿山地质环境保护与土地复垦方案报告与附图。

（三）质量控制

1、严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及其他国家现行有关规范或技术要求进行编制。

2、编制人员分工明确，并采用自检、互检、专业组长检查等方式，严格按工作大纲要求执行，保证方案的整体质量水平。

3、原始资料及报告成果自检、互检率达 100%，严格执行外业工作成果质量检查制度，保证外业工作质量。

（四）真实、可靠性承诺

方案中所用原始数据，大部分由矿山企业提供，部分来源于现场调查。引用数据来源于各种技术资料，引用资料均为评审通过的各类报告。我单位承诺报告中调查数据真实，引用资料可靠。

（五）主要工作量

综上，主要工作量见下表。

表 0-1 主要工作量统计表

	工作项目及内容	单位	数量
地质环境综合调查	调查路线长度	km	7.6
	调查范围面积	hm^2	96
	地质环境调查点	个	62
	水文地质调查点	个	10
	地形地貌景观调查点	个	20
	土地利用现状调查点	个	20

	现场取土样	份	1
资料收集	《资源储量核实报告》	份	1
	《矿产资源开发利用方案》	份	1
	土地利用现状图	份	1
	国土空间总体规划图	份	1
	区域地质图和水文地质图	份	1
	水质检测报告	份	3
编制成果	《广东省**********潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》	份	1
	矿山地质环境现状评估图 1:2000	份	1
	潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部）1:10000	份	1
	矿山地质环境预测评估图 1:2000	份	1
	矿山土地损毁预测图 1:2000	份	1
	矿山土地复垦规划图 1:2000	份	1
	矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图 1:2000	份	1
	潮安区国土空间总体规划图（2021—2035 年）（局部） 1:10000	份	1

（六）工作质量评述

矿山地质环境影响评估与土地复垦工作的质量评述如下：

对评估区进行了现场踏勘、详细的矿山地质环境及土地资源调查，并采集区内土壤样品。

现场踏勘：采用穿越法对矿区范围进行，查明矿区范围内目前未进行采矿活动，现状矿山地质环境未受到影响，矿区范围的地形地貌景观及土地资源未遭到挖损及压占。

矿山地质环境及土地资源调查：采用穿越法进行的矿山地质环境及土地资源调查，对《核实报告》查明的矿床地质类型和工业类型、开采目标矿体的空间位置进行了核对；对矿山配套工程的范围及现状进行了详细调查；对评估范围内及邻近其他区域存在的居民点、道路及相关建（构）筑物等与矿区的相关联系进行详细调查。查明区内现状矿山地质环境及土地资源问题。采集了土壤测试样品。

将在评估区内采集的区内土壤样品，送至有检测机构资质的实验室进行区内土壤分析测试，确定区内土壤情况的量化数据。

将收集到资料、野外调查工作取得的第一手资料、室内测试数据等资料进行了整理，确定评估因素、评估方法，得出评估结论，相应设计矿山地质环境保护与土地复垦措施。进行的以上资料整理工作取得的成果可靠，基本满足《编制指南》和设计要求。

综述，编制单位收集资料充分；野外工作方法正确，野外调查点数量满足本次《方案》

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

第一章　矿山基本情况

一、矿山简介

（一）项目简介

1、矿山名称：广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿；

2、采矿权人：***；

3、企业性质：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）；

4、项目地址：广东省潮州市潮安区归湖镇；

5、生产项目：采矿权新立；

6、开采矿种：建筑用花岗岩；

7、开采方式：露天开采；

8、生产规模：建筑用花岗岩矿 40 万 m^3/a；

9、矿区面积：0.166km^2；

10、开采深度：+269.61～+70.00m 标高；

11、矿山服务年限：11 年；

（二）地理位置与交通环境

矿区位于潮州市北西 353°方向，直距约 17km 处，行政区划属潮安区归湖镇管辖。面积 0.166km^2。由 8 个拐点组成。矿山有简易公路与 X075 县道相连，矿区至潮州市区公路里程约 18km，据韩江约 2.6km，可通航，交通较为便利（见图 1-1）。

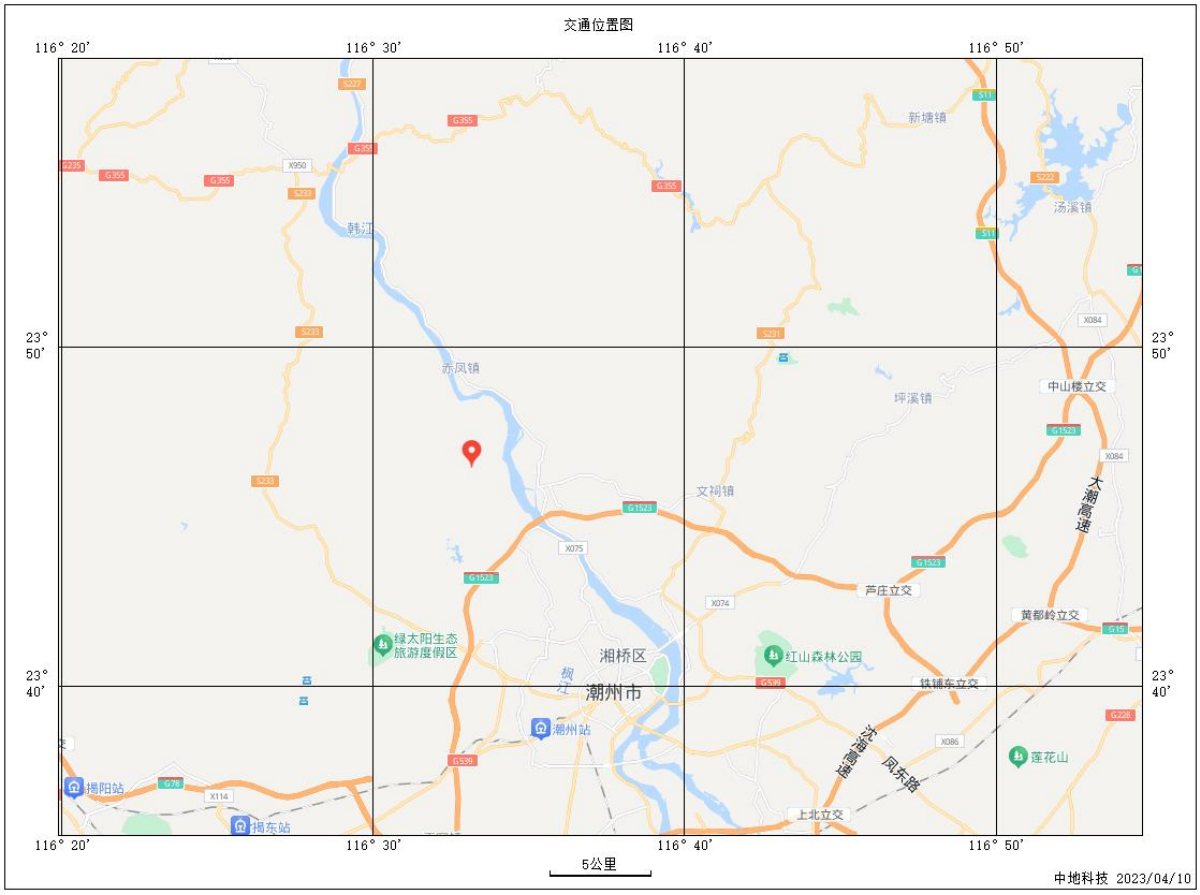


图 1-1 交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

本次拟设置归湖镇草堂矿区范围为潮州市自然资源局潮安分局圈定，由 8 个拐点坐标圈定表（1-1）。矿区范围见图 1-2。

表 1-1 矿区拐点坐标表（2000 国家坐标系）

拐点编号	X（m）	Y（m）
J1	***	***
J2	***	***
J3	***	***
J4	***	***
J5	***	***
J6	***	***
J7	***	***
J8	***	***
面积为 0.166km^2，开采标高为+269.61～+70m		

三、矿山开发利用方案概述

（一）建设规模及工程布局

1、矿山建设规模

根据开发利用方案，该矿山的生产规模：建筑用花岗岩年生产规模为 40 万 m^3/a。

2、矿山工程布局

根据现场调查，截至 2025 年 6 月 10 日，矿山未进行生产活动，未修建基础建筑设施。根据开发利用方案，依据矿区地形条件、工程地质条件，遵循工艺流程布置合理、内外运输顺直简捷、因地制宜、利用地形、安全卫生、保护环境、近远结合、节约用地等原则。矿山总平面布置见图 1-3。

表 1-2 开采主要开采技术指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	**地质**			
1.1	矿区范围面积	km^2	0.166	
1.2	建筑用花岗岩矿保有资源储量	万m^3	597.31	
1.3	建筑用花岗岩矿设计开采储量	万m^3	440.39	
1.4	剥离量	万m^3	362.12	
1.5	剥采比	m^3/m^3	0.82	
1.6	开采标高	m	+269.61～+70	
2	**采矿**			
2.1	建筑用花岗岩矿采出矿石量	万m^3	435.94	
2.2	建设规模（建筑用花岗岩矿）	万m^3/a	40	
2.3	开采方式	-	露天开采	
2.4	开拓运输方案	-	公路开拓汽车运输	
2.5	采矿方法	-	自上而下分台阶式	
2.6	综合损失率	%	2	
2.7	废石混入率	%	1	
3	**边坡参数**			
3.1	阶段高度	m	≤10/10/15	残坡积层/全/半、微风化
3.2	台阶边坡角	°	45/60/70	残坡积层、全/半/微风化
3.3	最终帮坡角	°	≤49	
3.4	安全平台宽度	m	4/5	土体/岩体
3.5	清扫平台宽度	m	6/8	土体/岩体
4	**其他**			
4.1	矿山生产服务年限	a	11	
4.2	矿山工作制度		间断工作制	
4.3	年工作天数	天	280	
4.4	每天工作班数	班	2	

4.5	每班工作时间	小时	8	

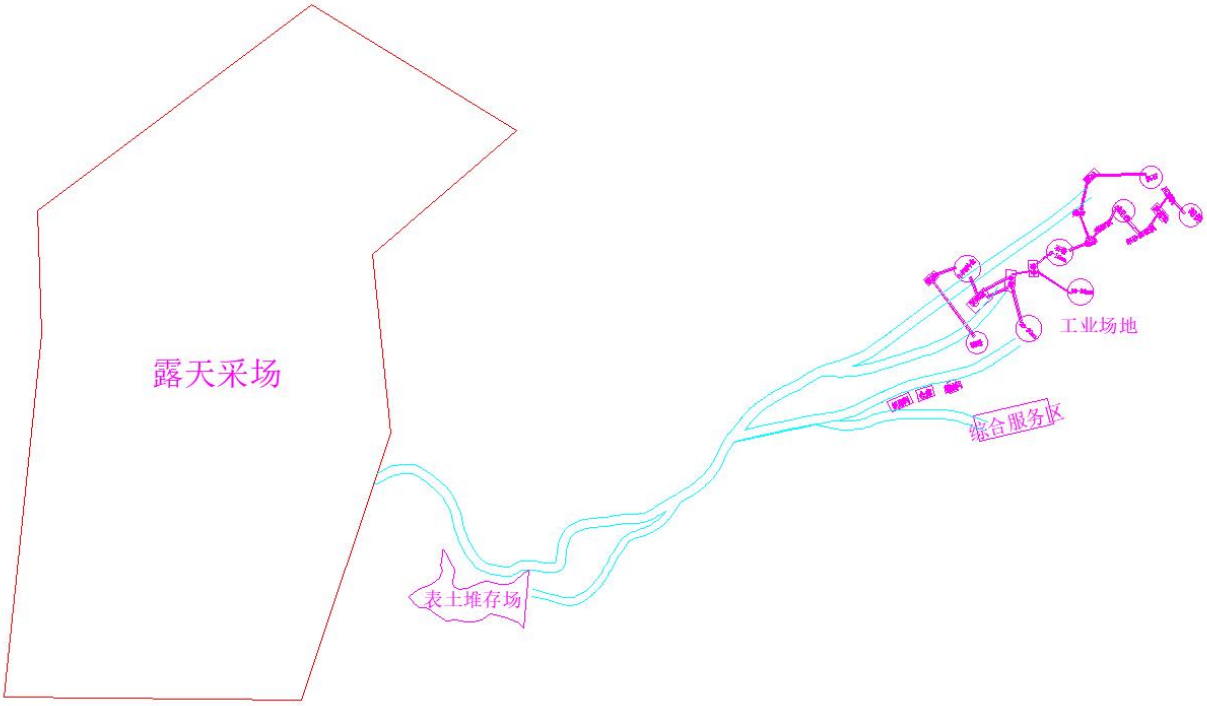


图 1-3 矿山总平面布置图

（1）露天采场

矿区范围由 8 个拐点圈定，即为露天采场范围，面积为 16.6022hm^2，开采标高+269.61～+70m。本矿区最终边坡要素参数确定如下：

残坡积层台阶：高度≤10m，台阶坡面角 45°，台阶宽度 4m，清扫平台宽度 6m。

全风化岩层台阶：高度 8m，台阶坡面角 45°，台阶宽度 5m，清扫平台宽度 8m。

中风化岩层台阶：高度 15m，台阶坡面角 60°，台阶宽度 5m，清扫平台宽度 8m。

微风化岩层和矿石台阶：台阶高度 15m，台阶坡面角均为 70°，台阶宽度为 5m，清扫平台宽度 8m。

工作平台最小宽度不小于 40m。

按上述采场构成要素，矿山开采完毕后最终形成主要台阶为：+260m，+250m，+240m，+230m，+220m，+205m，+190m，+175m，+160m，+145m，+130m，+115m，+100m，+85m，+70m，其中+70m 为底盘，+230m，+175m，+115m 为清扫平台。

该矿山设计西侧台阶最终边坡角 48.5°、东侧台阶最终边坡角 48°。

（2）工业场地

工业场地设置在矿区东侧，距离矿区边界 300m，根据地形条件，所需场地需要进行场地平整，平整后工业场地设+75m 卸矿平台、+65m 骨料加工区、制砂加工区和+55m 成

品储存区。工业场地面积约为 5.2736hm^2。

（3）综合服务区

综合服务区设置在工业场地南侧，标高约+55m，场地面积约 0.5618hm^2。根据场地地形及场地平整情况，区内设置了行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。

（4）表土堆存场

根据地形条件，表土堆存场设置在位于矿区 1 号拐点东南侧，距离矿区约 70m 的山沟地带。场地面积约 0.3146hm^2。

（5）机、汽修车间

机汽修车间设置在工业场地南侧，场地标高为+75m。机、汽修车间布置了部分生产及辅助设施，如小型机修厂和汽修厂、备品备件仓库等。小型机、汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。同时汽修厂设置仓库，便于设备零件库存，存取方便。

（6）矿山道路

根据矿山地形、生产规模情况，沿用公路开拓、汽车运输的方案。进矿道路、矿山内部道路及出矿道路充分利用当地农耕路，从工业场地、表土场修整原有农耕路进入矿区内部，道路为三级道路，宽度为 6m（路面净宽 4m），最大坡度不超过 9%。内侧截排水沟 1.0m；曲线段外侧设置超高和加宽。

（7）高位水池

设计在采场西部山顶+270m 标高设置高位水池一座，水池容积为 50m3，用于采场爆堆降尘和后期复绿。池壁采用浆砌石。设计采用供水泵和 PVC 管路，将矿山下部水塘水源抽排至高位水池。

（8）矿区范围截排水沟及沉砂池

设计矿区边界外围设置矿区外围截排水沟，在表土堆存场周边设置外围截排水沟，在矿区及表土堆存场下游出水口设置沉砂池。设计在上山道路内侧设置截排水沟。

（9）其他辅助设施

矿山采掘设备、运输设备等的修理以利用社会力量为主。矿山配备简单的修理工具，以日常维护保养为主。

3、产品方案

矿山产品方案为建筑用花岗岩矿，建筑用花岗岩矿需设置加工生产线，产品主要为建筑用碎石、石粉，其主要规格为 10～20mm、20～30mm 碎石及石粉（0～10mm）。

年产碎石约 54 万 m^3，机制砂 13.31 万 m^3，尾泥 4 万 m^3。

（二）资源储量

1、备案矿产资源储量

截至 2023 年 10 月 31 日，矿区（+269.61～+70m 标高内）累计查明建筑用花岗岩矿保有资源量 $597.31\times10^4m^3$，其中控制资源量为 $407.31\times10^4m^3$，推断资源量为 $190.00\times10^4m^3$。

2、设计利用的矿产资源储量 Q_1

根据该矿地质勘查程度及矿床赋存特征，资源储量的可靠程度不同，开发利用方案对各类编码的矿产资源储量引入“可信度系数”作为设计利用的矿产资源储量。

根据储量核实报告及《矿业权评估收益途径评估防范修改方案》说明，取该区可信度系数取 1.0，则矿区范围内设计利用矿产资源储量（Q_1）为：

$$Q_1=407.31\times1.0+190\times1.0=597.31\text{ 万 }m^3$$

3、确定开采储量 Q_2

本方案设计采用露天开采方式，设计开采标高为+269.61～+70m，开采储量（Q_2）按照露天开采境界实际圈定矿体确定。境界内矿、岩土总体积按水平分层平面法进行计算，计算公式如下，计算过程详见境界内矿、岩土总体积计算表 1-3。

表 1-3 露天开采境界内岩矿量结果表

台　阶	台阶高度	西南部山体面积			西部山体及下部各台阶面积			矿岩土总体积
		坡顶面积	坡底面积	体积	坡顶面积	坡底面积	体积	
		m^2	m^2	m^3	m^2	m^2	m^3	m^3
269.61					0			
260	9.61				1446	1831	5865	5865
250	10				3190	3982	26090	26090
240	10				5005	5863	44592	44592
230	10	55	187	1210	6604	8193	65986	67196
220	10	285.79	587	4362	9665	11162	87840	92201
205	15				17955	20173	219005	219005
190	15				32076	35168	391258	391258
175	15				47981	53466	634768	634768
160	15				63808	67622	867030	867030
145	15				75396	80892	1085253	1085253
130	15				78842	85362	1205683	1205683
115	15				68751	80881	1197919	1197919
100	15				53242	60326	968078	968078
85	15				38544	45275	738876	738876
70	15				/	31097	522311	522311

合计							8060554	8066126

最终整个矿区开采境界范围内建筑用花岗岩矿体为 440.39 万 m^3，对控制的及推断的资源量可信度系数均取 1.0，计算确定开采储量建筑用花岗岩矿石量 Q_2=440.39 万 m^3。

4、剥采比（n）

该矿剥离物包括残破积层、中风化层。

（1）未综合利用前矿区需要总剥离量（包括残坡积层、全风化层、半风化层）为 362.12 万 m^3；剥采比 0.82:1。

（2）综合利用后矿区需要的剥离量为 5.8 万 m^3；剥采比 0.013:1。

5、设计矿产资源利用率

本方案设计确定的开采资源量建筑用花岗岩矿石量为 440.39 万 m^3，设计利用的矿产资源量建筑用花岗岩矿石量为 597.31 万 m^3，按可比条件，建筑用花岗岩矿设计矿产资源利用率为 73.73％。

综合利用后，确定开采的建筑用花岗岩、含砂全风化层、半风化层及残坡积层量合计为 806.61 万 m^3，设计利用的建筑用花岗岩、含砂全风化层、半风化层及残坡积层量合计为 1008.96 万 m^3，按可比条件，综合利用全矿资源利用率为 79.94％。

6、采出纯矿石量 Q_{ch}

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，结合本矿实际，采矿回采率为 98%。

纯采出建筑用矿石量（Q_{ch1}）：

$$Q_{ch}=Q_2\times\eta=440.39\times0.98=431.58 \text{ 万 } m^3;$$

式中：

Q_{ch}－设计纯采出矿石量，万 m^3；

Q_2－确定开采资源量，万 m^3；

η－回采率，%。

7、采出矿石量（Q_c）

按照一般矿山经验，由于围岩与矿体岩性基本相同，露天开采采场废石混入率一般按 0.5%～1%计算，本方案设计取 1%。

采出建筑用矿石量（Q_c）：

$$Q_c=\frac{Q_{ch}}{1-\gamma}=431.58\div(1-0.01)=435.94 \text{ 万 } m^3$$

式中：

Q_c－设计采出矿石量，万 m^3；

Q_{ch}－设计纯采出矿石量，万 m^3；

γ－废石混入率，%。

（三）矿山服务年限

矿山在开采范围内采出花岗岩矿 435.94 万 m^3，矿山服务年限计算公式如下：

$$T=Q_c/A=435.94/40=11（a）$$

式中：

T—矿山生产服务年限，a；

Q_c—采出矿石量，435.94 万 t；

A—矿山生产能力，40 万 m^3。

矿山计算生产服务年限 11a。考虑基建期 1a，矿山总服务年限为 12a。

（四）开采范围及开采方式

1、开采范围

根据核实报告，拟设广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿面积拟设开采标高为+269.61～+70m，面积 0.166km^2。

本次方案涉及对象为拟设广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿。

2、开采方式

根据矿体的形态、产状及赋存标高和矿区的地形地貌条件，结合资源量核实的最低标高为+70m，该矿床适宜采用露天开采方式。

石场露天开采，必须执行《金属非金属矿山安全规程》的要求，采剥作业必须遵守“由上而下，分水平台阶开采”的原则。开采终了剖面图见图 1-4。

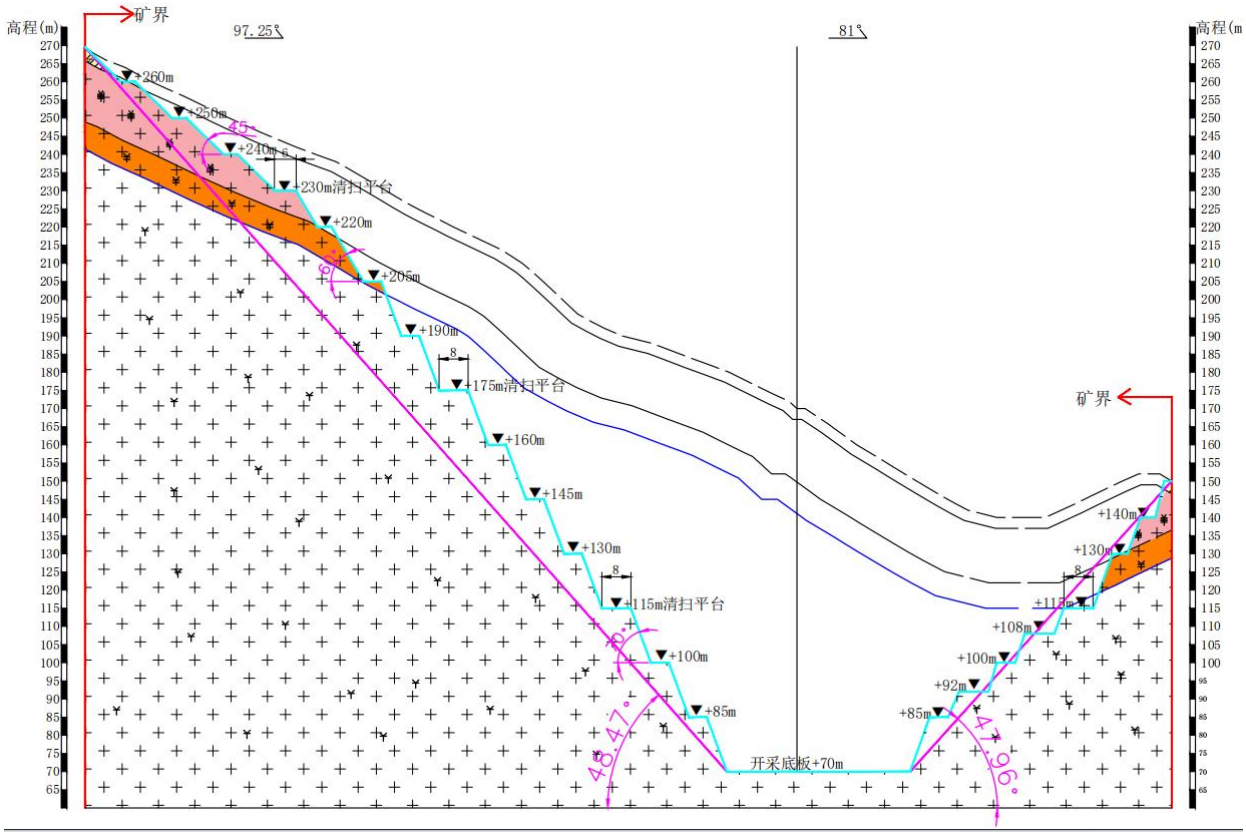


图 1-4 开采终了剖面图

（五）开采顺序

矿山采用自上而下分台阶开采，故从矿区山体最顶部开始。

基建剥离：首先利用设计运输道路至+205m 水平台阶，+250m 标高以上只设置联络道供挖掘机行走，然后从矿区顶部，自上而下进行分水平台阶剥离，完成+269.61m 标高全部剥离和+205m 水平以上台阶部分剥离，形成备采台阶。

（六）开拓运输方案

1、开拓运输方案拟定

根据本矿地形特征、矿体埋藏条件、周边环境等开采技术条件，设计选用公路开拓—汽车运输方案。设计拟定在矿区东侧 300m 外的山坡地带修建选矿厂工业场地（工业场地最低标高+55m），拟定在矿区东侧的山窝地段设置表土堆存场（底板标高+92m）。拟定在工业场地南部，进矿道路旁设置采矿辅助工业场地。

根据矿区地形条件、生产规模、工业场地布置等因素，矿区主运输道路采用三级双车道路标准，矿区内运输支线道路采用三级双车道路标准。

矿区外主运输道自产品加工场地卸矿平台+75m 标高开始，沿着矿区南东地形向矿区开拓上山道路至矿区边界+110m 标高。

（七）防治水方案

1、外部截排水沟

境界外截水是露天采矿场防洪排涝并维持边坡稳定的一项重要工程项目，自始至终，不可缺少。凡处于山坡分水线下部的开采坡面均要设置截水沟。

为防暴雨对采场的影响，在矿区开采周边设置截、排水沟，矿区西侧、南侧地表水通过截水沟直接流入设置矿区东南侧的沉淀池内沉淀和澄清，流入矿区南侧天然的小溪；矿区西北侧地表水通过截水沟直接流入设置矿区北侧的沉淀池内沉淀和澄清；矿区东侧采场终了边坡外侧地形顺坡而下，与终了边坡形成逆坡，场外汇水不会进入采场内。

露天采场排水系统依据相关设计规范和标准可按 50 年一遇进行计算。

在矿区境界以外 10m 开挖截水沟，保证场外汇水不能进入矿区采场。

截水沟顺坡顶线延伸途中，在地势适宜位置可分流到外部原始山谷，以减少采场排洪负荷。

（1）参数的确定

地表径流系数是按终了边坡坡度角、斜坡岩土性质、裂隙、风化程度、植被发育情况以及结合经验资料综合考虑，取地表径流系数 K 为 0.70。

矿山汇水面积划分范围为四部分。其一是矿区范围外南部截排水区域，不让山坡汇水进入采坑，采场边坡汇水可直接引流到截排水沟，汇水面积约 277601m^2。其二矿区范围外西部截排水区域，不让山坡汇水进入采坑，采场边坡汇水可直接引流到截排水沟，汇水面积约 129561m^2。其三是工业场地汇水，汇水面积约 79811m^2。其四是矿区汇水，+110m 水平以上开采工作面边坡汇水引流至矿区境界外截排水沟，其余汇水经机械排水排出采坑，汇水面积约 70201m^2。其五是综合服务区汇水，汇水面积 9872m^2。

矿区多年年均降雨量 1638.9mm，日平均降雨量约为 4.49mm/d，最大年降水量累计值为 2016 年 2775.2mm，最小年降水量累计值为 2009 年 1076.5mm；最大 24 小时累计降雨量 262.3mm（2008/6/14）。

（2）计算结果

将以上数据代入有关计算式中得出大气降雨涌水量，见表 1-4。

矿区具有基本独立的水文地质单元，矿山属裂隙充水矿床，涌水量小，矿山开采一般不会受突水等安全问题影响。区域气象灾害主要为暴雨，矿山生产过程可能会受暴雨侵袭，短时间内强降雨会造成矿坑水量骤增，导致矿坑积水，影响矿山生产。矿区为露天开采，未来开采后矿区最低开采标高为+70m，矿区汇水需机械排水。

表 1-4 计算结果

汇水区域	汇水面积（m^2）	日均汇水（m^3/d）	日最大汇水（m^3/d）
矿区南部外截水	277601	872.50	50970.32
矿区西部外截水	129561	407.21	23788.70
工业场地	79811	250.85	14654.10
采场	70201	220.64	12889.61
综合服务区	9872	31.03	1812.60

在采场境界外开挖排水沟，修建沉淀池，保证汇水顺畅排出矿区。

排水沟设计参照《生产建设项目水土保持方案技术规范》设计标准 50 年一遇，以矿区西部汇水面积为例，清水洪峰流量按下式计算：

$$Q=0.278kiF=0.278\times0.7\times80\times0.12956=2.02m^3/s$$

式中：

Q－最大清水洪峰流量，m^3/s；

F－汇水面积，通过 CAD 圈定采场汇水面积约 $0.12956km^2$；

i－项目所在区域 50 年一遇降雨强度，80mm/h；

k－正常降雨或暴雨地表径流系数，查表 0.6～0.8，取 0.7；

流水横断面面积：

$$S=\frac{Q}{v}=\frac{2.02}{2}=1.01\,m^2$$

式中：

Q－流量，m^3/s

v－平均流速，m/s，取 2m/s；

根据计算，设计矿区西部截排水沟下游规格形状为矩形，排水沟宽 1.5m，深 1m。

表 1-5 截排水沟规格计算表

截洪设施	断面尺寸（宽×高）（m）	汇水面积（m^2）	洪峰流量（m^3/s）	过流能力（m^3/s）
矿区南部外截水	1.6×1.5	277601	4.32	4.8
矿区西部外截水	1.5×1	129561	2.02	3.0
工业场地	1×0.8	79811	1.24	1.6
综合服务区	0.4×0.3	9872	0.154	0.24

排洪沟的过水断面要适应矿区的洪峰流量。排洪沟的泄洪应对下游村镇和市政设施的安全不构成妨害。

截水沟主要技术参数有以下几点：

①水力坡度不小于 3‰~5‰；

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

③由高到低随汇水增加扩大截水沟过水断面。

（3）对于汇水面积大、山坡陡峭的局部地段，可在主截水沟上部设立二级截水分流沟。冲击泄流部位要设置缓冲池（消能池）。

2、采场防治水

根据矿区最终开采境界，矿山开采+110m 标高以上的矿体为山坡露天开采，采场内大气降水可通过台阶内排水沟自流排出；矿山开采+110m 标高以下的矿体时为凹陷式露天开采，在闭合圈内侧靠近边坡坡底设置排水沟，减少上部台阶的大气降水和地下水渗入到采场下部。闭合圈下部各台阶的大气降水和矿坑地下水汇流至采场最低平台的临时集水池，采用水泵机械抽排。排水沟穿过运输道路的部分设置下沉式道路涵管，保证运输道路的正常通行。

（1）山坡露天开采

设计在+110m 以上各台阶设截排水，在平台内侧约 0.5m 处修建断面为 0.6m×0.4m 的排水沟，疏排各层台阶汇水，随着开采台阶消失，以减少复绿台阶水土流失。矿区外围截、排水沟、安全平台排水沟形成统一的排水系统。

正在开采的生产平台要开挖临时排水沟，疏排降水。

（2）凹陷露天开采

未来矿坑充水因素主要为大气降水直接充水，次为基岩风化裂隙潜水的侧向充水，侧向充水较小，矿坑充水量 Q 主要为大气降水充水量。

由于矿区周边设置截洪沟，台阶平台设置排水沟，故凹陷采坑积水主要集中在+110m 以下台阶，其汇水面积为 95819m^2。

预测采坑最大汇水量：

$$Q_{正}=F\times H_1\times\rho/1000=95819\times4.49\times1.0/1000=430.23m^3/d$$

$$Q_{max}=F\times H_2\times\rho/1000=95819\times262.3\times1.0/1000=25133.32m^3/d$$

式中：

Q－露天开采范围的降雨聚集量，m^3/d；

F－机械排水汇水面积，利用 CAD 圈定+110m 台阶以下汇水面积为 95819m^2；

H_1－根据储量核实报告：多年平均降雨量，1638.9mm，日平均降雨量约为 4.49mm/d；

H_2－历年日最大降雨量：262.3mm/d（2008 年 6 月 14 日）；

ρ－地表径流系数，考虑凹陷采坑雨水都径流至采坑，故取 1.0。

根据以上计算，凹陷采坑正常汇水量为 430.23m^3/d，最大汇水量约 25133.32m^3/d。开采过程中在矿区中部设置一个集水池。

水泵选型：

由于露天采场+110m 标高以下台阶为凹陷露天开采，故设计采用机械排水，其排水高度为 40m，设计选用潜水泵。设计按 50 年一遇暴雨频率计算，按 1 日暴雨 7 日排完标准配套抽水设备。根据前面计算取值，采场正常汇水量为 430.23m^3/d，暴雨最大汇水量为 25133.32m^3/d。

水泵扬程：H=KHp=1.3×40=52（m）

式中：

K—系数，取 1.3；

Hp—排水高度，40m。

根据暴雨时 13218.35m^3/d、H=52m，凹陷露天采场水泵选用 2 台 150QJ50-65 潜水泵（水泵流量 50m^3/h，扬程 65m，电动机功率 15kw）。矿山按最大降雨量 25133.32m^3/d 降水，用 4 台 150QJ50-65 潜水泵可在 5.24 天排出露天坑内 24h 暴雨降雨径流量。

根据正常时 430.23m^3/d、H=52m，正常情况下选用 2 台 150QJ50-65 潜水泵，能在 5h 内排出露天坑内 24h 正常降雨径流量。

根据《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）18.1.5 章节“允许淹没高度不得超过一个台阶，坑底允许淹没时间，露天排水方式应小于 7d”；18.1.6 章节“露天排水站水池容积不应小于正常工作水泵 0.5h 的排水量”。采场在+110m 水平以下开采时，需设计一个长 8m、宽 7m、深 2m 的集水池，用于将水集中以排出。

根据水泵排水管口径 D80mm，设计 4 台潜水电泵均配备内径为 80mm 的排水钢管，符合设计规范。

注意为防止矿山采坑集水外排时，对下游农田或周边环境产生不良影响，建议采矿权人修建相适应的总排洪沟或进行分流。

3、表土堆存场防治水

为防暴雨对矿区东部表土堆存场的影响，在表土堆存场区域周边设置截、排水沟，大气降雨可流入设置表土堆存场下游的沉淀池内沉淀和澄清。

4、工业场地

在工业场地北，矿区境界外 5m 开挖截水沟，保证场外汇水不能进入工业场地。在工业场地南侧，道路北侧施工排水沟。截排水沟规格形状为矩形，排水沟宽 1.0m，深 0.8m。截水沟的汇水排至工业场地下游的沉淀池，经沉淀后才外排。

5、综合服务区

在综合服务区范围山坡上，10m 以外施工截排水沟，将汇水引流到低洼处，设计排水沟规格形状为矩形，其宽 0.4m、深 0.3m，排水沟为浆砌石砌筑。

6、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/T18920-2020）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。

7、沉淀池

在表土堆存场下游和工业场地东部排出沟的出口分别设置沉淀池，经沉淀处理合格后用于矿山生产用水，多余排入外部水系。

在矿区境界北部和南部，+230m、+175m 清扫平台汇水流出矿区后分别设置 1 个沉淀池，汇水沉淀后排入山体水系。

设置沉淀池不小于 300m^3，经沉淀澄清后排出至外部水系，排放标准为泥沙含量不大于 500g/m^3。

四、矿山开采历史及现状

该矿区为新设采矿权，采矿权人为**********，划定矿区范围见表 1-1，矿拐点卫星影像图见图 1-2。矿山目前正处于办理采矿证阶段，矿山截至 2025 年 6 月 10 日未进行开采，山上植被茂密，多以灌木、杂草、果树为主。

第二章　矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

矿区属南亚热带季风性湿润气候，濒临南海，受海洋暖湿气候调节，冬夏季风影响明显，气候特征表现为风害较多，雷暴较频，雨量集中，夏季较长，冬季短，温和湿润，偶有霜冻。根据潮州市气象局 1981 至 2023 年的气象观测资料：潮安区年平均降雨量为 1743.26mm，最大年降雨量为 2737.5mm，最大 24 小时累计降雨量为 262.3mm，出现于 2008 年 6 月 14 日；潮安区年平均雨日为 135.5 次/年，降水主要集中在 6 月～10 月。年平均暴雨日（日降雨量≥50mm）为 7.1 天，主要于 6～8 月，但持续时间均较短，主要受台风影响。气候较湿润，全年湿度均保持在 65%～80%，多年月平均 73.34%。潮安区多年平均气温 22.7℃，最冷月为 1 月，最热月为 7 月，平均每年日照 1971.74 小时，7、8、10 月的多年平均日照大于 200 小时，而 2～5 月的多年平均日照则小于 150 小时，各月的多年平均日照均大于 100 小时；潮安区主导风向为东南偏东风，出现频率为 14%，其次为东风和东南风出现频率均为 10%。

（二）水文

拟设矿区内地表水系不发育，周边未见水库和山塘，区外仅分布 2 条常年性溪流在外围东部汇聚排至韩江，第一条溪流位于矿区东北方向，距离矿区最近约 12m，第二条溪流位于矿区东南方向，距离矿区约 230m。两条溪流流量较小，根据水质检测报告，两条溪沟 pH 值分别为 6.0、6.75，水质整体较好（具体数据见附件 7 水质检测报告）。接受大气降水和地下水渗透排泄补给，地表水流量大小受气候控制，随季节而变化。每年的 4～9 月份为丰水期，11 月至来年的 1 月份为枯水期，其他月份为平水期。预测矿山开采造成地下水位下降，将对两条溪沟流量造成一定影响；矿山开采不排放污染物，预计对溪沟水质影响较轻。

气象水文对矿山建设的影响：

1、在雨季，往往在沟谷中形成洪流，易对露天采场的边坡和表土堆存场构成危害，造成水土流失加重或可能形成崩塌、泥石流等地质灾害；

2、在旱季矿区降雨量少，气候干爽，有利于矿山的建设和生产；

3、评估区的地表水体主要为季节性沟谷，矿山开采最低标高高于地下水水位及侵蚀基准面，地表径流条件较好，地表水对矿山开采影响小。

（三）地形地貌

矿区及周边所属地貌类型为丘陵地貌，整体地势北西高南东低，矿区周边最高海拔为300.51m，位于矿区外围西侧，矿区周边最低海拔为66.28m，位于矿区外围东侧，相对高差234.23m，自然坡度10°～35°。矿区内最高海拔为269.61m，位于矿区西侧，区内最低海拔为113.0m，位于矿区东南角，相对高差156.61m，自然坡度10°～35°。区内植被发育，多为灌木、经济林。

（四）植被

矿区不属于自然保护区、森林公园范围，也不属生态公益林，并未发现有国家级保护植物种类，山林权属集体所有，为用材林地。矿区未占用生态林区。

矿区及周边植被较发育，周边乔木、灌木和杂草茂盛，植被覆盖率在80%以上。

（五）土壤

矿区土壤以第四系（Q）残坡积层为主，分布山头、山脊和山坡等正地形区。主要成分为:浅黑、浅黄和黄红色砂质、粉砂质粘土、粘土和石英等，厚度0～2.2m。

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、区域地质特征

区内出露的地层由老到新为：银瓶山组（T_3J_1y）、上龙水组（J_1sl）、长埔组（J_1c）、漳平组（J_2z）、南山村组（K_1n）、官草湖组（K_1g）、第四系（Qhg）。（见图2-1）。

（1）地层

银瓶山组（T_3J_1y）：呈东西向展布，主要分布于归湖岩体（基）南侧与西侧，受早侏罗世、早白垩世岩浆岩的侵入，使其变得残缺不全，为一套湖泊滨海相中细粒碎屑岩建造，厚度大于300m。主要岩性为灰白色、暗灰色、灰绿色、紫红色、杂色、黑色细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、泥岩、炭质泥岩、炭质页岩等，夹长石石英岩条带。

上龙水组（J_1sl）：主要分布于区内中部，岩性以粉砂岩、泥岩为主，局部出现砂岩和炭质层，厚度大于1000m。总体岩性以灰白、黄白、褐黄、青灰、灰黑、紫红色薄层状—中厚状粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩为主，有些地段见铁质结核，局部出现砂岩段和炭质层，粉砂岩、泥岩单层厚度多为10～40cm，层面平整，具泥质结构，粉砂质结构，块状构造，主要由陆源粉砂、微细砂、粘土质组成，陆源粉砂、微细砂由长石、石英、岩屑组成，呈次棱角状，粘土质呈隐晶状、微鳞片状，部分已变为鳞片状绢云母，粒度<0.05mm，

似填隙状分布于陆源粉砂、微细砂间。陆源粉砂占75%左右，陆源微细砂占1%～5%，粘土质占20%～25%。

长埔组（J_1c）：主要分布在区内中部、北部一带。岩性以中细粒—细粒岩屑石英杂砂岩为主，局部出现粉砂岩段。岩性以灰白、土黄、紫红色中薄层状—块状中细粒—细粒岩屑石英杂砂岩为主，夹有变质粉砂岩、泥岩等。砂岩单层厚度一般>25cm，少数介于10～20cm之间，层面平整，岩石具砂状结构，块状构造，主要由碎屑和杂基组成，碎屑成分由石英碎屑、细砂岩岩屑和粉变质砂岩岩屑组成，石英碎屑约占35%～50%，岩屑有细砂岩、粉砂岩、泥岩、花岗岩等，占10%～35%，填隙物由泥质组成，多已变质为鳞片状绢云母，占30%～40%。

漳平组（J_2z）：小面积出露于区内中部。岩性为紫红、灰白、灰绿色砂岩、粉砂岩和泥岩，夹含砾砂岩及砾岩。纵向上，由砂岩—粉砂岩、泥岩反复叠置组成；横向上，自南往北岩性变粗，厚350.4～2147.2m不等。

南山村组（K_1n）：小面积出露于区内北部。该组岩性主要为英安质火山碎屑岩、流纹质火山碎屑岩，夹少量火山碎屑沉积岩，顶部有熔岩。区域上，其岩性变化、厚度均有较大的变化，其厚度242.2～2072.2m不等。

官草湖组（K_1g）：大面积出露于区内北部。该组岩性由砾岩、凝灰质砾岩、砂砾岩、砂岩、凝灰质砂岩和凝灰岩、橄榄玄武岩、玄武—安山质凝灰岩、花岗岩等组成。区域上，该组岩性及厚度变化较大，特别是所含的火山碎屑岩夹层变化较大。

第四系（Qhg）：区域第四系主要分布在区内南部，其次分布于韩江河谷、西溪河河谷以及小范围分布于山间小洼地。第四系主要为砂、泥砂、砂土、亚粘土、粘土等疏松细碎屑沉积物，局部见有磨圆度好的鹅卵石、卵石，一般厚度可达20～50m，最大厚度可达上百米。韩江河谷和西溪河河谷岩性主要为鹅卵石、卵石、岩块、角砾、岩屑、砂、细砂、亚粘土、粘土等疏松沉积物，厚度较大。而山间小洼地主要为岩块、岩屑、砂土、亚砂土、亚粘土，厚度较小。

（2）岩浆岩

区域岩浆活动强烈，出露岩浆岩为晚侏罗世、早白垩世花岗岩体及晚白垩世辉绿玢岩。拟设矿区处于不同期次花岗岩的接触带上，接触带附近可见各种常见蚀变和碎裂特征，部分花岗岩具有不等粒结构。

区域内出露岩体为：

晚白垩世辉绿玢岩（$\beta\mu K_2$），零星分布于区域中部及北部。

晚侏罗世岩体第二阶段二长花岗岩（$\eta\gamma J_3^2$），在区域中北部、西南部零星分布。

早白垩世岩体第二阶段钾长花岗岩（$\xi\gamma K_1^2$），大面积出露于区域北部，呈岩株状产出。拟设矿区位于该岩体内，出露岩体岩性多为早白垩世花岗岩。

早白垩世岩体第三阶段二长花岗岩（$\eta\gamma K_1^3$），大面积出露于区域西部。

早白垩世岩体第四阶段石英二长岩（ηoK_1^4），小面积出露于区域西北部。

早白垩世岩体第五阶段晶洞花岗岩（$\gamma\upsilon K_1^5$），大面积出露于区域北部。

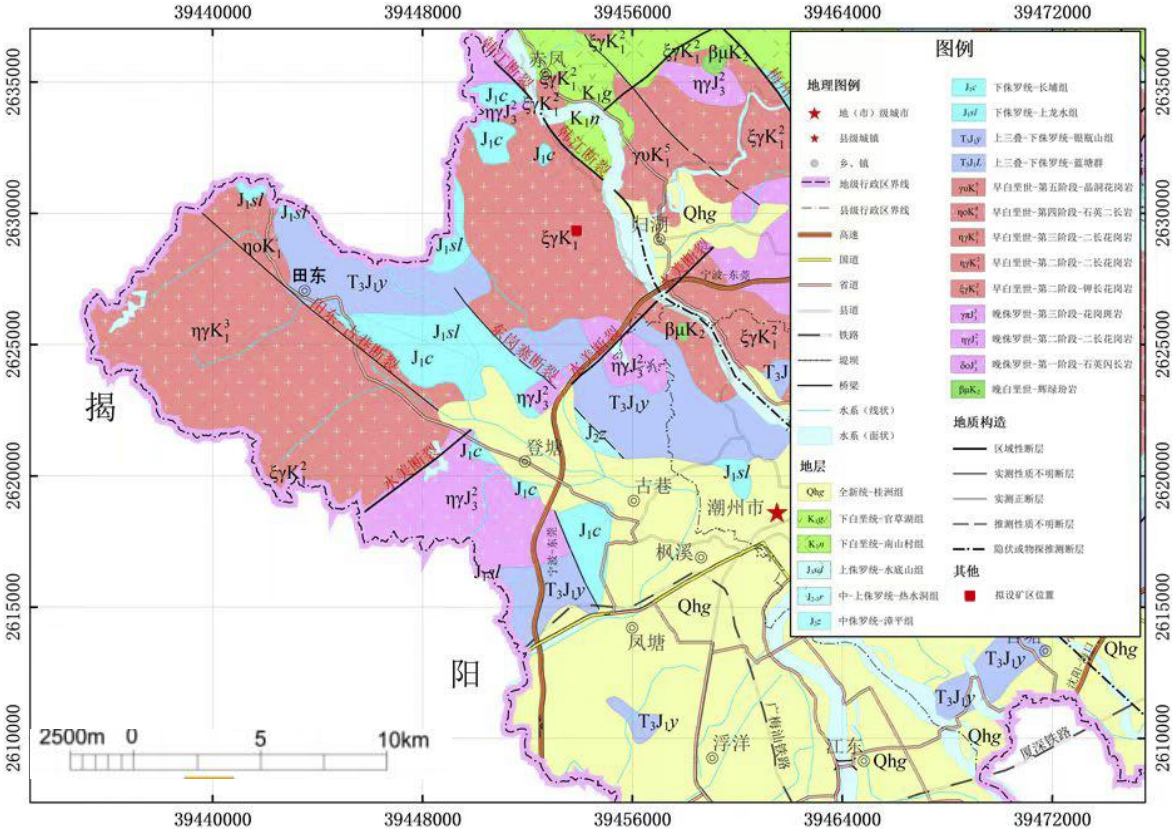


图 2-1 区域地质简图（据 1:20 万汕头幅修编，来源于《核实报告》）

2、矿区地质特征

（1）地层

矿区出露的地层为第四系（Q）残坡积层，分布山头、山脊和山坡等正地形区。主要成分为：浅黑、浅黄和黄红色砂质、粉砂质粘土、粘土和石英等，厚度 0～2.2m。

（2）岩浆岩

矿区内出露的侵入岩为早白垩世第二阶段花岗岩岩体（γK_1^2），岩性主要为花岗岩。

①全风化花岗岩

在矿区大面积分布，表层风化强烈，风化层表面具黄褐色、灰黑色风化壳，受风化淋滤作用影响表面凹凸不平，可见有明显矿物颗粒，以石英为主，局部具褐铁矿化薄壳；内部为浅黄白色至黄褐色全风化层，呈土状结构，矿物颗粒大小 0.25～3.8mm，主要组成矿

物为石英及黏土矿物，长石高岭土化蚀变较强。

②半风化花岗岩

地表见少量半风化花岗岩露头出露，呈灰白色、黄褐色，花岗结构，主要矿物组成为石英、斜长石及少量黑云母，绿泥石化和高岭土化蚀变作用较强烈。

钻孔揭露的半风化花岗岩呈浅灰白色、浅肉红色，花岗结构、块状构造。主要矿物为石英、钾长石、斜长石，次要矿物为黑云母。原岩结构大部分完好，但风化裂隙发育，节理密度 4～10 条/米，沿裂隙面风化强烈，出现次生风化矿物，裂隙面可见铁锰质浸染。岩心较破碎，多呈碎块状，部分呈短柱状。

③微风化花岗岩

矿区内覆盖层较厚，地表未见微风化花岗岩出露，小部分在山顶及山腰处形成孤石，风化面呈灰褐色至灰色，质地坚硬，花岗结构，主要矿物组成为石英、斜长石及少量黑云母，硅化蚀变作用较强烈

钻孔揭露的微～未风化花岗岩颜色呈灰白色、浅灰白色、浅肉红色，花岗结构，块状构造，主要矿物成分为石英、钾长石、斜长石，次要矿物为黑云母和副矿物等，原岩结构清晰。

（二）地质构造

1、区域构造

区域内断裂构造极为发育，以北西向为主，北东向次之。区域内发育 4 条北西向断裂，分别为梅州－潮州断裂、韩江断裂、东岗寨断裂、田东-古巷断裂。发育 1 条北东向断裂为水美断裂。其中韩江断裂为一条区域性活动断裂，对矿区构造发育影响较大。韩江断裂由韩江中游的鹿田、潮州、磷溪、樟林入海，沿北西 40°延伸，倾向北东，正断层。切割北东向断裂。卫片上线性影像清晰，控制着韩江的发展，为韩江三角洲东部分界线。

2、矿区构造

断裂 F1（具体位置见附图 1）由钻孔 ZK401 在 88.30～101.50m 处和钻孔 ZK202 在 29.60～40.40m 处揭露断裂裂隙发育带，原岩为中细粒、中粗粒花岗岩，原岩结构局部保留，岩石整体裂隙发育，呈网状或脉状分布，裂隙面上蚀变特征强烈，以绿泥石化、高岭土化为主，铁锰质蚀变次之，局部可见少量擦痕。岩石质地较疏松，呈碎块状、短柱状，部分岩石手可折断捏碎。将钻孔 ZK401、ZK202 两孔相连，结合地表出露基岩节理产状推测断层影响带产状为 280°∠45°，走向近北北东。初步推断 ZK401 号钻孔内见到的 45°的轴夹角可能与地表节理产状为 280～290°∠40～66°的密集平行裂隙面相对应。矿区地质构

造复杂程度为中等。

区内早白垩世花岗岩节理较发育，发育 3 组节理，主要节理裂隙面产状为：235～290°∠10～71°、5～20°∠35～43°、45～90°∠60～81°。

3、区域地壳稳定性

据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《广东省地震烈度区划图（1:180万）》（详见图 2-2），矿区所在地归湖镇位于地震烈度VII度区，地震峰值加速度约 0.15g，反应谱特征周期 0.4s，矿区属于区域地壳稳定性基本稳定区。

图 2-2 广东省地震烈度区划示意图（2015 年版）

（三）水文地质

1、水文地质概况

矿区及周边所属地貌类型为丘陵地貌，整体地势北西高南东低，矿区周边最高海拔为 300.51m，位于矿区外围西侧，矿区周边最低海拔为 66.28m，位于矿区外围东侧，相对高差 234.23m，自然坡度 10°～35°，采坑汇水通过自流排水。矿区最低侵蚀基准面标高 113m。

矿区位于广东省潮州市潮安区境内韩江东侧，属亚热带季风气候，温暖湿润，雨量充足，终年不见雪，常年有台风、暴雨袭击。每年 6～10 月是受热带气旋影响的主要时段，因而在此期间多大雨和暴雨。

据潮州统计年鉴 2023 年度数据（1998—2023 年），多年年均降雨量 1638.9mm，最大年降水量累计值为 2016 年 2775.2mm，最小年降水量累计值为 2009 年 1076.5mm；最大 24 小时累计降雨量 262.3mm（2008/6/14）。

据潮州市气候公报2023年，潮州市2023年气候主要特点：汛期降水偏少，部分地区出现旱情；热带气旋对潮州市影响不明显；汛期出现阶段性高温天气；局部地区强对流、强降水造成一定影响。

2、地表水及地下水类型及赋存状况

（1）地表水特征：本矿区地表水系不发达，仅矿区东北、东南部分布两条小水流。

（2）地下水特征：根据调查，结合本区岩性特征及含水性质，划分为松散岩类孔隙水和层状岩类裂隙水。

1）松散岩类孔隙水

含水层岩性为第四系残坡积砂质粘性土和全风化花岗岩，层厚1.50~36.60m。分布于山脊和山坡地带，斜坡地段为富水性弱的含水层，山脊等地形较高处属于季节性含水层，枯水期一般不含水，地下水位埋深因地形高低而变化，山坡、坡顶水位埋深稍大，坡脚或低洼处一般以渗流或下降泉排出地表，区内分布于丘陵表层，主要由粘粒、石英颗粒等风化岩石的碎屑、碎块等组成，大部分位于静止水位以上，透水性差。属开采剥离部分，对矿山充水影响较小。

2）层状岩类裂隙水

含水层岩性为强～中风化花岗岩中，花岗岩风化层裂隙发育带形成较稳定含水层，含水层厚度随地形变化呈起伏状分布，厚度在4.00m～43.30m，顶板埋深1.50～36.60m（标高90.63m～220.63m），底板埋深17.80m～56.00m（标高47.33m～216.63m），多属潜水，局部表现承压性。地下水水位埋深和富水性随季节变化大，地形较平缓，水位埋深4.32m～15.79m，稳定水位标高99.01m～215.84m。矿区块状岩类裂隙水含水层总体以富水性弱，水量贫乏为主。

矿床属裂隙直接充水矿床，矿区范围残坡积层、全～中风化花岗岩层，属矿山开采剥离层，这部分地下水对矿山充水影响较小。

3、地下水类型及地下水补给、径流及排泄条件

矿区地处剥蚀丘陵山区，标高+269.61～+70m，相对高差近200m，地势总体西高东低，地下水径流排泄条件较好，各含水层地下水均接受大气降水的直接或间接补给，主要以潜流状态向低洼处排泄，区内沟谷为本区地下水的主要排泄通道。

4、矿床充水条件

本矿区地表水系不发达，仅矿区东北部及东南部发现了小水流，且水流并未穿过矿区，地表水对矿坑充水基本无影响。矿区地下水主要为松散岩类孔隙水和层状岩类裂隙水，总

体富水性弱，透水性好，水量贫乏，因此地下水对矿床开采影响轻微，预测矿山开采涌水量大气降水是矿区采场矿坑充水的主要来源。拟设矿区开采方式为露天开采，大气降水直接聚积于采场成为矿坑充水水源。

5、开采后水文地质影响预测

矿坑形成后，对一定范围内的地表水和地下水会产生一定程度的流向改变和水位 降低。预测矿床开采后，对附近的地表水和地下水的影响中等。

综上所述，矿床水文地质条件属简单类型。

（四）工程地质

1、工程地质条件现状

根据矿区揭露的岩土体结构和工程地质特征，划分为土体和岩体。

（1）土体

包括第四系坡残积土和全风化花岗岩。

①第四系坡残积土：残坡积土体主要分布于山脊和山坡等地势较高处，岩性为砂质粘性土，硬塑～坚硬，厚度 0～2.20m。残坡积土体工程地质稳定性差，矿区范围属露天开采的剥离层。

②全风化花岗岩：广泛分布于第四系坡残积层以下，已风化呈土状，原岩结构已基本破坏，硬塑～坚硬，厚度 1.50～36.60m，遇水易崩解软化，工程地质性质较差。

（2）岩体

根据岩石结构和物理力学性能，划分为软质岩组（强风化花岗岩）、较坚硬岩组（半风化花岗岩、基性岩脉）、坚硬岩组（微－未风化花岗岩）。

①软质岩组：为强风化花岗岩，广泛分布于矿区，风化强烈，结构大部分破坏，风化裂隙发育，岩石破碎，岩心多呈碎块状，厚度 0～7.10m。该层岩体质量等级属Ⅴ级，岩石力学强度低，稳定性差。

②较坚硬岩组：为中风化花岗岩，分布于强风化层之下，呈渐变过渡关系，岩心呈碎块状、短柱状，厚度为 5.20～36.20m。风化裂隙较发育，力学强度较高，饱和抗压强度平均值为 29.3Mpa～69.7Mpa，岩石质量 RQD 均值 22%～52%，变化较大，局部较破碎，岩体质量等级均属IV级，稳定性较好。

③坚硬岩组：为微－未风化花岗岩，为主要开采矿体。岩石裂隙一般不发育，坚硬完整，饱和抗压强度均值 85.3Mpa～101.7Mpa，岩石质量 RQD 均值 53%～86%，变化较大，岩体质量等级为III级（中等），岩石整体稳定性好，工程地质性能好。

在矿山未来开采过程中，将会形成高陡边坡，最大高差为199m。在开采深度不断加大的情况下，上部松散土层和全风化－强风化岩石厚度较大，可能引起边坡失稳，带来安全隐患。开采时须注意合理地控制台阶高度、边坡角，防止边坡失稳引发崩塌、滑坡等地质灾害，应严格遵循“自上而下，分水平台阶开采”的开采顺序，避免“高、陡、险”边坡的出现，按开采设计方案进行开采。矿山剥离量较大，应对排土场的稳定性进行专门分析论证，切实加强矿山建设生产的安全工作。

2、不良工程地质问题

矿区开采剥离上部土体和风化层，形成高陡边坡，边坡上部土体和全风化层物理性质软弱，遇水浸泡后边坡易发生崩塌、滑坡地质灾害。开采过程中需要严格控制开挖边坡高度和边坡角度，及时清理边坡松动岩石，避免发生掉块和边坡失稳，做到安全规范生产。

综上所述，矿区工程地质条件现状为基本稳定，工程地质条件为中等。

（五）矿体地质特征

1、矿床特征

矿山开采建筑用花岗岩矿，属岩浆岩型矿床。

2、矿体特征

矿区建筑用花岗岩矿床赋存于早白垩世花岗岩（γK_1^2）岩体中，矿体由微风化～未风化的花岗岩组成。顶部坡残积层、全风化层及饱和抗压强度<80MPa的半风化花岗岩需作为表土和废石剥离及综合利用，其下部微风化～未风化的花岗岩全部可作为矿石利用。

矿体受矿区范围的控制，区内矿体呈不规则多边形状，矿体与矿区的范围基本一致。矿体四周及深部受开采区边界控制，走向多为近南北向，由西到东表现为东高西低。根据核实报告钻探工程控制，矿体呈不规则块状体，矿体总体呈南北长、东西稍窄形态，南北长约530.00m，东西宽约160.00～277.00m。据钻孔揭露矿体厚度37.59m～146.63m，平均厚度约81.63m，矿体厚度变化系数为45.58%。矿体埋深深度约15.00～56.00m，矿体赋存标高为252.00～70.00m。矿体立体受放坡控制呈梯形。根据矿区地形地貌特征及矿体形态，按标高252～70m圈定矿体范围。

经系统的地质调查和钻探控制，矿体覆盖层厚度稍大，其中坡残积土厚度0m～2.2m，平均厚度约1.73m；全风化花岗岩厚度1.50m～34.9m，平均厚度约13.56m，局部见有微风化滚石；半风化花岗岩厚度起伏不定，厚度4m～43.3m，平均厚度约23.55m；总体上矿体上部覆盖层（含残坡积土和全风化、半风化）厚度15.0m～56.0m，全区覆盖层平均厚度约38.84m。整体呈北西部薄，南东部厚，山顶薄、山脚厚的特点。

3、矿石特征

（1）矿石特征及矿物组合

矿石为花岗岩。

中细粒花岗岩，灰白色为主，部分为浅肉红色，花岗结构、部分为似斑状结构，块状构造。岩石主要由钾长石、斜长石和石英组成，其次是黑云母和副矿物等。其中钾长石约占 50%，斜长石约占 19%，石英约占 26%，黑云母约占 4%，不透明矿物约占 1%。

钾长石包括条纹长石和正长石，呈半自形－他形板状或粒状，粒径 0.32～3.4mm。条纹长石主晶为正长石，客晶为条纹状钠长石；钾长石可见蚀变为粘土矿物。

斜长石包括钠－更长石和中长石，呈半自形板状或粒状，粒径 0.35～2.6mm。钠－钾长石发育钠长石聚片双晶及卡钠复合双晶，中长石发育环带构造，可见弱绢云母化，与钾长石镶嵌分布。

石英呈他形粒状或不规则状，粒径大小 0.25～2.5mm，较均匀分布在长石颗粒间。

黑云母呈片状，多色性明显，片径 0.15～0.75mm，可见绿泥石化，不均匀分布。白云母呈片状，二级干涉色，不均匀分布。

绿帘石呈半自形－他形柱粒状，粒径 0.03～0.12mm，零星分布。磷灰石呈半自形－他形柱粒状，一级灰干涉色，粒径 0.03～0.15mm，零星分布。

不透明矿物呈半自形－他形粒状，粒径 0.03～0.22mm，不均匀分布。

（2）化学成分

根据矿石的全分析结果，矿石的化学成分主要为：SiO_2 为 76.27%，Al_2O_3 为 12.24%，Fe_2O_3 为 0.26%，TiO_2 为 0.070%，K_2O 为 4.80%，Na_2O 为 3.41%，CaO 为 0.65%，MgO 为 0.084%。其中 $K_2O>Na_2O$，$Al_2O_3>K_2O+Na_2O+CaO$，说明岩石属强酸性铝过饱和岩石。根据矿石化学成分，按石材耐酸碱性能分类，矿石为耐酸性型石材。

（3）一般物理性能

矿区除去半风化的 24 个样品，其余采集的 37 个微～未风化花岗岩样品饱和抗压强度为 81.1～139.3MPa，平均饱和抗压强度为 98.9MPa，单个样品饱和抗压强度及平均值均大于 80 MPa。

本矿区微～未风化花岗岩饱和抗压强度符合《矿产地质勘查规范建筑石料类》（DZ/T 0341-2020）、《建设用卵石、碎石》（GB/T14685—2022）规定的火成岩抗压强度大于 80Mpa 的标准，可作为建筑用材料。

测试结果表明，矿区建筑用花岗岩矿石能够满足各项建筑用碎石质量技术指标（均在

II级以上），且绝大部分矿石指标（吸水率、碳酸盐及硫化物含量、坚固性）达到了建筑用碎石I类质量要求，矿石质量良好。

（4）矿石的放射性

本次核实工作于钻孔中采集3件有代表性的样品作放射性检测，矿石中^{40}K为1122.7Bq/kg～1243.8Bq/kg，^{226}Ra为47.1Bq/kg～125.6Bq/kg，^{232}Th为96.4Bq/kg～132.6Bq/kg，内照射指数I_{Ra}=0.2～0.6，外照射指数I_r=0.9～1.1。

根据《建筑材料放射性核素限量》（GB 6569-2010），比活度同时满足IRa≤1.0，Ir≤1.3时，矿石满足建筑用石料的相关要求，可作为空心率>25%的建筑主体材料及A类装饰装修材料使用，其产销和使用范围不受限制。

（5）矿石小体重

矿区采集了3件小体重样品进行测试，天然块体密度为2.58～2.63g/cm^3，平均为2.60g/cm^3。

三、矿区社会经济情况

矿区位于潮安区境内，韩江西北面，属丘陵地貌。境内有广梅汕铁路潮州站、潮安站，厦深铁路潮汕站；公路有汕揭高速公路等，交通便利。辖区总面积1063.99km^2，现管辖15个镇和一个国营林场，下设392个行政村和29个社区居委会，2021年年末，全区户籍总人口106.35万人，主要为汉族，人口分布稠密，劳动力充裕。

2024年，经潮州市统计局统一核算，全区实现地区生产总值694.73亿元，继续居粤东各县（市）区首位，同比增长3.8%。其中，第一产业增加值32.18亿元，同比增长8.1%，比去年提高6.2个百分点，对GDP增长的贡献率为10.1%，拉动经济增长0.4个百分点；第二产业增加值418.63亿元，同比增长4.1%，对GDP 增长的贡献率为63.7%，拉动经济增长2.4个百分点，其中工业增加值404.81亿元，同比增长4.6%，对GDP增长的贡献率为9.8%，拉动经济增长2.6个百分点；第三产业增加值243.92亿元，同比增长2.7%，对GDP增长的贡献率为26.2%，拉动经济增长1.0个百分点。人均地区生产总值58856元，同比增长3.7%。

总的来看，潮安区经济运行总体平稳，结构调整稳步推进。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用类型

1、矿区土地利用现状

根据2023年潮州市潮安区归湖镇草堂矿区2023年土地利用现状（局部）资料，矿区和项目区均未压占生态红线，未压占基本农田，矿区范围（露天采场）占地面积16.6022hm^2。未来新建的工业场地占地面积5.2736hm^2，综合服务区占地面积0.5618hm^2，拟设表土堆存场0.3146hm^2，新建矿区道路占地面积0.7607hm^2，总占地面积23.5129hm^2。

矿区范围内土地属集体用地，集体土地所有权人为归湖镇克安村。

矿区土地利用类型统计情况见下表。潮州市潮安区归湖镇草堂矿区2023年土地利用现状（局部）见附图。

表2-1 矿区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	占总面积比例（%）
01	耕地	0102	水浇地	0.0451	0.19
02	园地	0201	果园	0.0371	0.16
03	林地	0301	乔木林地	22.6876	96.49
		0307	其他林地	0.0386	0.16
07	住宅用地	0703	农村宅基地	0.0236	0.10
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.0235	0.10
		1006	农村道路	0.2694	1.16
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.3880	1.65
合计				23.5129	100.00

2、项目区土地利用类型

表2-2 项目区土地利用类型统计表

序号	单元分类	面积	地类							
		（hm^2）	水浇地	果园	乔木林地	其他林地	农村宅基地	公路用地	农村道路	沟渠
1	露天采场	16.6022	0.0451	0.0371	16.4233	0	0.0236	0.0235	0.0496	0
2	工业场地	5.2736	0	0	4.6583	0.0386	0	0	0.1990	0.3777
3	综合服务区	0.5618	0	0	0.5618	0	0	0	0	0
4	表土堆存场	0.3146	0	0	0.3146	0	0	0	0	0
5	矿区道路	0.7607	0	0	0.7296	0	0	0	0.0208	0.0103
合计		23.5129	0.0451	0.0371	22.6876	0.0386	0.0236	0.0235	0.2694	0.3880

（二）土地权属状况

矿区使用的土地属农村集体所有制土地，土地所有权和使用权属潮州市潮安区归湖镇克安村，**********以土地租赁方式获得土地使用权，权属清楚，无争议。矿区土地权属详见表2-3。

表2-3 项目区土地利用权属表

地类	土地权属
	广东省潮安区

				克安村
01	耕地	0102	水浇地	0.0451
02	园地	0201	果园	0.0371
03	林地	0301	乔木林地	22.6876
		0307	其他林地	0.0386
07	住宅用地	0703	农村宅基地	0.0236
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.0235
		1006	农村道路	0.2694
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.3880
合计（hm^2）				23.5129

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区周边无文物、风景区、名胜古迹和自然保护区，矿区范围内无基本农田分布、无水源保护区，矿山周边环境良好。矿区周边 300m 未发现有其他采矿权设置，无矿权、矿界纠纷。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

经过现场调查及自然资源部门资料显示，矿区周边 500m 范围不存在其他采矿权及采矿活动。通过调查，选取潮安区相同类型、相同开采方式、破坏矿山地质环境及土地资源方式类似的潮州市开发区凤山矿区的矿山地质环境治理与土地复垦实施情况与本矿山进行对比分析。

经过与本矿山类似的潮州市开发区凤山矿区矿山地质环境保护与土地复垦对比分析可知，本矿区亦可参考借鉴该矿区的成功经验，即采用覆土回填、场地平整、树乔灌混交的复垦技术对矿区进行土地复垦；矿山土质差异不大，可参考潮州市开发区凤山矿区土地复垦所选用的植被，如大叶相思，山毛豆、台湾相思等；矿山复垦责任区均宜农则农，宜林则林。案例分析对照表见表 2-4：

表 2-4 案例分析对照表

序号	项目	潮州市开发区凤山矿区	本矿山	类比分析
1	开采方式	露天开采	露天开采	相同
2	开采矿种	建筑用花岗岩	建筑用花岗岩	相同
3	地形地貌	丘陵、山地	丘陵、山地	基本一致
4	土壤类型	黄土为主	黄土为主	基本一致
5	复垦选用树种、种植方式	树乔灌草混合种植的方式	乔木、灌木、草等混合种植的方式	相同
6	水文状况	水系不发育，矿坑充水的主要来源为大气降水	水系不发育，矿坑充水的主要来源为大气降水	相同

该石场开采方式、总平面布置与本矿山基本类似，其复垦工作给本矿山地质环境保护与土地复垦方案提供了宝贵的实践经验。

本矿山为非金属矿山，为新申请矿权，目前矿山未进行基础设施建设，参考周边同类型的矿山地质环境治理与土地复垦报告，该矿山今后主要是对开采边坡进行整治，消除隐患；对开采台阶及边坡进行覆土绿化；对采场及各功能分区外围进行截、排水处理。以便尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏，保护人民生命和财产安全；促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展。根据潮州市以往矿山地质环境治理与土地复垦情况，矿山均主要对边坡进行整治，在矿区外围设置截水沟、按开采方案设置开采边坡，并在开采台阶进行覆土绿化，生产过程采用喷雾降尘，洒水车不断洒水。

矿山有较为丰富的复垦经验可以参考借鉴，露天采场、工业场地、矿山道路、综合服务区周边均种植有树苗，本方案土地复垦方向是可行的。

本章小结：

综上所述，矿区地形地貌条件中等，地质构造条件简单，评估区水文地质条件简单，工程地质条件中等，现状条件下矿区未发生地质灾害，矿山内工程活动弱。**综合判定矿山地质环境条件复杂程度为中等**，对矿山建设影响程度较小。

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）调查概述

接到任务后，项目组进行了现场调查和资料收集。现场调查使用线路穿越法，采用定点描述与沿途观测相结合的方法，并辅以 GPS 定位和卫星影像解译，对矿山地质环境、土地资源等进行了调查。收集到开发利用方案 1 份、储量核实报告 1 份及其他相关资料若干。

1、矿山地质环境调查概述

按照《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），在充分收集和利用已有的前人研究成果和各类资料的基础上，以 1：2000 地形地质图和奥维遥感影像图为底图，针对矿区现状，首先深入矿山企业一线，与矿山企业沟通，核实矿山基本情况；其次结合矿山开采计划，开展矿山地质环境野外调查工作，主要采用点线结合，以点上观察、测量和访问为主，采用 GPS 定点，配合路线调查追索，重点调查地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）、土地资源等；然后通过积极访问相关主管部门及区内村民，了解区内村庄分布、村庄人口、房屋建筑、当地的经济活动等，以便为方案编制提供可靠依据。

2、矿山土地资源调查概述

依据辖区内最新潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部），结合矿山开采计划，积极和当地居民交流，就土地复垦方向和技术措施征求相关权益人意见。

（二）调查结论

根据现场调查，结合开发利用方案资料，查明现状条件下，矿山未进行基础建设工作，对地形地貌景观、土地资源和植被未造成破坏，不存在地质环境问题。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围、评估级别和评估标准

1、评估范围

根据本矿山的特点，针对矿山开采对周边可能影响的范围，本矿山地质灾害和地质环境问题主要包括露天采场、表土堆存场及矿山道路等用地区域可能引发的地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流等）、含水层破坏、地形地貌景观破坏和土地资源破坏等，确定矿业活动最

大的影响范围。根据《开发利用方案》，结合矿山地质环境综合调查成果分析研究，评估范围确定的主要考虑因素包括：①开采范围和开采方式；②矿山附属设施影响范围；③矿山开采可能影响范围。

评估范围主要包括：①矿区范围；②现状矿业活动（采矿活动、运输等）影响范围；③未来矿业活动（采矿活动、运输等）影响范围。

（1）矿区范围

即自然资源局批复同意允许开采的范围，由 8 个拐点圈定，面积 16.6022hm^2。

（2）未来矿业活动影响范围

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月），矿山地质环境影响评估范围应包括矿区范围、矿业活动影响范围和可能影响矿业活动的不良地质因素存在的范围，综合考虑矿区周边居民区、野外实地调查范围，确定未来矿业活动影响范围为矿区表土堆存场的下游（泥石流影响范围），露天采场和工业场地及周边以及未来矿业活动建设的建（构）筑物及矿区邻近的第一分水岭的区域。预测工业场地占地面积 5.2736hm^2；综合服务区占地面积 0.5618hm^2；表土堆存场 0.3146hm^2；矿区道路占地面积 0.7607hm^2；其他受影响区域约 80.2390hm^2，确定本次评估区范围为 103.7519hm^2，其中矿区面积 16.6022m^2，部分评估单元边界位于矿区范围外。评估范围坐标见表 3-1。

表 3-1 评估区范围坐标表

拐点	X	Y	拐点	X	Y
D1	***	***	D18	***	***
D2	***	***	D19	***	***
D3	***	***	D20	***	***
D4	***	***	D21	***	***
D5	***	***	D22	***	***
D6	***	***	D23	***	***
D7	***	***	D24	***	***
D8	***	***	D25	***	***
D9	***	***	D26	***	***
D10	***	***	D27	***	***
D11	***	***	D28	***	***
D12	***	***	D29	***	***
D13	***	***	D30	***	***
D14	***	***	D31	***	***
D15	***	***	D32	***	***
D16	***	***	D33	***	***

D17	***	***	面积 103.7519hm^2

2、评估级别

评估区矿山地质环境影响评估级别根据评估区重要程度、矿区地质环境复杂程度及矿山生产建设规模等综合确定。

（1）评估区重要程度分级

1）评估区周边居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；

2）评估区无名胜古迹、地质遗迹、地质公园、旅游区；

3）评估区内无任何级别的水源地；

4）评估区内破坏土地资源为乔木林地、果园、水浇地、沟渠、坑塘水面、村庄及农村道路，终了损毁土地资源面积大于 10hm^2。

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月）分级标准（见表 3-2），确定评估区重要程度为**重要区**。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200～500 人的居民集中居住区	**居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下**
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	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	**无重要交通要道或建筑设施**
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）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	**远离各级自然保护区及旅游景区（点）**
有重要水源地	有较重要水源地	**无较重要水源地**
破坏耕地、园地	**破坏林地、草地**	破坏其他类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

（2）矿山生产建设规模分类

开发利用方案中矿山设计生产规模建筑用花岗岩矿为 40 万 m^3/a。开采方式为露天开采。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月）中附录 L（矿山生产建设规模分类一览表），矿山生产规模为大型。

表 3-3 矿山生产建设规模分类一览表（部分矿山）

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

（3）矿山地质环境条件复杂程度分级

据《编制指南》要求（表 3-4），分级由 6 个方面综合评定，综合判定评估区地质环境条件复杂程度为**中等**。

1）评估区水文地质条件复杂程度：矿区地势相对较陡，部分矿体赋存于当地侵蚀基准面以下，矿区内孔隙水及裂隙水水量贫乏，涌水主要以大气降雨为主，日均用水量较小，水文地质条件简单。

2）评估区工程地质条件复杂程度：覆盖层厚度约 1.73m，采场边坡上部风化层岩石较破碎；区内基岩节理较发育，工程地质条件中等。

3）评估区地质构造复杂程度：评估区出露地层为第四系，矿体顶部为半风化花岗岩，旁侧及底部为微-未风化花岗岩，基岩节理较发育，评估区位于地震烈度VII度区，评估区地壳构造基本稳定，地质构造条件复杂程度较复杂。

4）地质环境问题：根据设计未来台阶边坡，采场最大剥采高差为 199m。现场调查现状矿山地质环境问题的类型较少；矿山未来进行开采活动，将对土地资源及原始地貌产生影响，预测未来出现矿山地质环境问题较多。

表 3-4 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．主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m³/d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1．主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000-10000m³/d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	1．主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m³/d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
2．矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2．矿床围岩岩体结构以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5～10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固中等，矿山工程场地地基稳定中等。	2．矿床围岩岩体结构以巨厚状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
3．地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，	3．地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下	3．地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。

对井下采矿安全影响巨大。	采矿安全影响较大。	
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较少，危害小。
5．采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	5．采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	5．采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。
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，地面倾向与岩层倾向基本一致。	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，不利于自然排水，地形坡度一般为20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	6．地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。
注：采取就上原则。前6条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

5）矿山开采情况：根据开发利用设计，未来矿区为采用露天山坡剥采方式、自上而下台阶式开采建筑用花岗岩矿，会形成一系列的台阶边坡，由于建筑用花岗岩矿矿体赋存于全风化层中，主要为土质边坡，在极端不利条件影响下边坡较易产生崩塌或滑坡地质灾害。开采复杂程度为较复杂。

6）评估区地形地貌复杂程度：评估区属丘陵地貌，微地貌类型单一（丘陵），区内植被发育，地势较平缓，地形地貌条件简单。

综上所述，评估区重要程度为重要区，矿山建设规模为大型，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精度分级标准，**将本项目的评估级别定为一级。**

表3-5 矿山环境影响评估精度分级表

评估区 重要程度	矿山建设规模	地质环境复杂程度		
		复杂	**中等**	简单
重要区	**大型**	一级	**一级**	一级
	中型	一级	一级	二级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	二级
	中型	一级	二级	二级
	小型	二级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	二级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

3、评估标准

表3-6 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	1.地质灾害规模大，发生的可能性大； 2.影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全； 3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元； 4.受威胁人数大于 100 人。	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 2.矿井正常涌水量大于 10000t/d； 3.区域地下水水位下降； 4.矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 5.不同含水层（组）串通水质恶化； 6.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	1.破坏基本农田； 2.破坏耕地大于 2hm^2； 3.破坏林地或草地大于 4hm^2； 4.破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm^2。
较严重	1.地质灾害规模中等，发生的可能性较大； 2.影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全； 3.造成或可能造成直接经济损失 100 万～500 万元； 4.受威胁人数 10～100 人。	1.矿井正常涌水量 3000～10000t/d； 2.矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态； 3.矿区及周围地表水体漏失较严重； 4.影响矿区及周围部分生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重。	1.破坏耕地小于等于 2 hm^2； 2.破坏林地或草地 2～4 hm^2； 3.破坏荒山或未开发利用土地 10～20 hm^2。
较轻	1.地质灾害规模小，发生的可能性小； 2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3.造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元； 4.受威胁人数小于 10 人。	1.矿井正常涌水量小于 3000 t/d； 2.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 3.矿区及周围地表水体未漏失； 4.未影响到矿区及周围生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	1.破坏林地或草地小于等于 2 hm^2； 2.破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10 hm^2。
注：评估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。				

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）（2018 年 1 月）、并参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》的要求，依据表 3-7 和表 3-8 综合评估危险性。矿山环境影响程度分级分为影响严重（危险性大）、影响较严重（危险性中等）、影响较轻（危险性小）等三个分级，环境地质问题影响分级见表 3-6。

矿山地质灾害危害性取决于地质灾害死亡人数、受威胁人数、直接经济损失和潜在经济损失，其分级标准见表 3-7。

表 3-7 矿山地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	＞3～＜10	＞100～＜500	＞10～＜100	＞100～＜500
小	≤3	≤100	≤10	≤100
注：1 灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。 2 险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2021 年修订版）

矿山地质灾害危险性取决于地质灾害发育程度及地质灾害危害程度，其分级标准见表3-8。

表 3-8 矿山地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2021 年修订版）

地质灾害发育程度取决于地质灾害体规模、活动性或稳定性及其治理难易程度，其分级标准见表 3-9。

表 3-9 地质灾害发育程度分级

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

（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

矿区现状下未进行任何生产活动，保留了原始的地形地貌景观，不存在地质灾害问题。

小结：现状未发生地质灾害，现状评估认为地质灾害不发育。

2、矿山地质灾害预测

根据《潮州市地质 灾害防治“十四五”规划（2021—2025 年）》，矿区位于以崩塌、滑坡低易发区内，崩塌、滑坡为主的地质灾害一般防治区。预测矿山建设及开采活动可能引发的地质灾害主要为崩塌、滑坡、泥石流；矿山建设可能遭受的地质灾害有滑坡、崩塌。

矿区开采过程中及采矿结束后易引发崩塌或滑坡地质灾害的区域主要为在矿业活动

中形成的边坡。影响崩塌或滑坡发生的因素主要是边坡本身的稳定性，未来主要形成露天边坡。

（1）采矿活动可能引发、加剧的地质灾害

1）崩塌、滑坡

矿区开采过程中及采矿结束后易引发崩塌或滑坡地质灾害的区域主要为在矿业活动中形成的边坡。影响崩塌或滑坡发生的因素主要是边坡本身的稳定性。

土质边坡评估方法：

土质边坡分析采用理正岩土工程计算软件，采用瑞典条分法对在开采过程中及终了土质边坡稳定性的安全系数 Fs 进行计算。

岩质边坡评估方法：

本次利用理正岩土工程计算软件，采用赤平投影稳定分析法对在开采过程中及终了岩质边坡的稳定性的安全系数 Fs 进行计算。

混合边坡评估方法：

利用理正岩土工程、Slide 等计算软件，采用极限平衡法分析对在矿业活动中形成的混合边坡（自上至下：土质边坡、岩质边坡）安全系数 k。

边坡稳定性计算的岩土参数的确定按《广东省潮州市潮安区归湖镇草堂矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》（广东省有色金属地质局九三五队，2024 年 1 月）取样资料及地区经验结合取值。计算边坡稳定性时按暴雨工况下饱和状态计算。

根据判别指标：当计算的安全系数 Fs≥1.15，边坡的稳定性为稳定；当安全系数 1.05≤Fs<1.15 时，边坡的稳定性为基本稳定；当安全系数 1.00≤Fs<1.05 时，边坡的稳定性为较不稳定；当安全系数 Fs<1.00 时，边坡稳定性为不稳定。

矿山建设及采矿活动形成人工开挖边坡和废土石边坡，主要包括采场边坡、表土堆存场边坡、工业场地边坡、综合服务区边坡及矿山道路边坡 5 类。

A.露天采场

根据《储量核实报告》钻孔揭露及现场调查，最终露天采场边坡上覆坡残积层平均厚度 2m 采场上层台阶高度≤10m，遂本方案不再单独计算土质边坡稳定性。终了采场从上至下最终形 15 级台阶：+260m，+250m，+240m，+230m，+220m，+205m，+190m，+175m，+160m，+145m，+130m，+115m，+100m，+85m，+70m，其中+70m 为底盘，+230m，+175m，+115m 为清扫平台。

全风化岩层台阶：高度 10m，台阶坡面角 45°，台阶宽度 5m。

中风化和微风化岩层和矿石台阶：台阶高度 15m，中风化台阶坡面角为 60°、微风化台阶坡面角为 70°，台阶宽度为 6m，清扫平台宽度 8m。

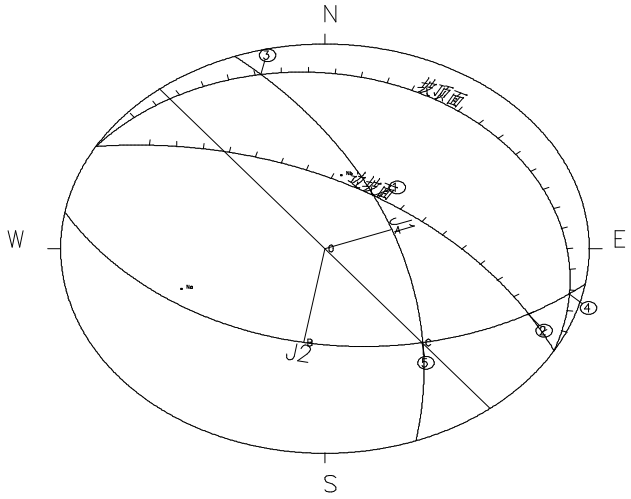
考虑先采用赤平投影对边坡进行定性分析，再利用 Slide 软件进行定量分析，综合评价露天采场边坡稳定性。

定性分析：

采场各分段边坡采用赤平投影进行定性分析如下：

a.采场北侧台阶边坡

采场北侧开采终了将形成 6 级台阶，最高台阶+145m、最低台阶+70m，每级高度为 15m，最大边坡高度 83m，边坡总体走向近东西向，沿走向最长约 192m。按赤平极射投影分析如下图 3-1：



结构面 \ 产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面	210.00	10.00
边坡面	210.00	55.00
平面 A	250.00	60.00
平面 B	10.00	40.00
交线①	215.20	54.89
交线②	292.62	10.39
交线③	164.06	6.99
交线④	283.43	2.88
交线⑤	321.34	29.00

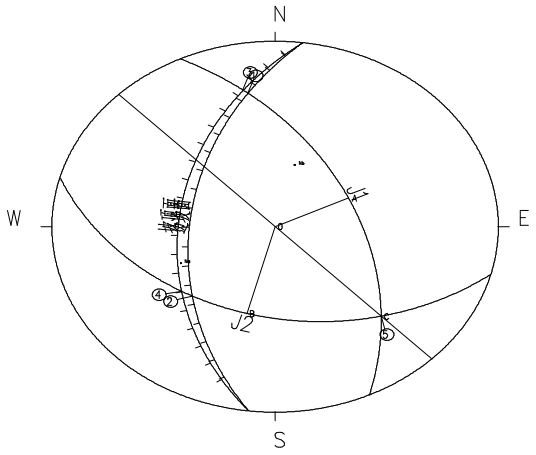
判定岩体稳定性:
1.滑动方向: 沿交线C方向滑动.
2.稳定类型: 最稳定的.

图 3-1 北侧台阶边坡赤平投影分析

经计算，该边坡滑动方向为沿交线 C 方向滑动，稳定类型为最稳定的。但局部边坡坡面危岩较多，在治理过程中可能会发生崩塌，影响治理工程的正常进行，威胁治理施工工人和治理设施的安全，威胁人数小于 10 人，预测发生崩塌的可能性较小，危害性较小，危险性较小。

b.采场西侧台阶边坡

采场西侧开采终了形成 15 级台阶，最高台阶+260m、最低台阶+70m，全风化台阶高度为 10m，其余台阶高度 15m，最大边坡高度 200m，边坡总体走向近似南北向，沿走向最长约 476m。按赤平极射投影分析如下图 3-2：



结构面 \ 产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面	97.00	43.00
边坡面	97.00	48.00
平面 A	245.00	50.00
平面 B	15.00	38.00
交线①	170.42	17.58
交线②	44.68	34.17
交线③	169.00	16.08
交线④	50.20	32.55
交线⑤	315.54	21.65

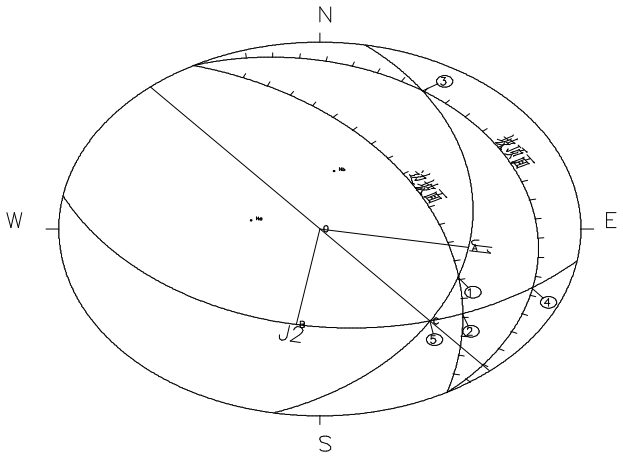
判定岩体稳定性:
1.滑动方向: 沿交线C方向滑动.
2.稳定类型: 最稳定的.

图 3-2 西侧台阶边坡赤平投影分析

经计算，该边坡滑动方向为沿交线 C 方向滑动，稳定类型为最稳定的。但边坡较为高陡，坡面危岩较多，在治理过程中可能会发生崩塌，影响治理工程的正常进行，威胁治理施工工人和治理设施的安全，威胁人数小于 10 人，预测发生崩塌的可能性较大，危害性中等，危险性中等。

c. 采场南侧台阶边坡

采场南侧开采终了形成 11 级台阶，最高台阶+210m、最低台阶+70m，全风化台阶高度为 10m，其余台阶高度 15m，最大边坡高度 148m，边坡总体走向近东西向，沿走向最长约 280m。按赤平极射投影分析如下图 3-3：



结构面 \ 产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面	241.00	12.00
边坡面	241.00	44.00
平面 A	280.00	30.00
平面 B	10.00	35.00
交线①	295.90	29.04
交线②	309.85	19.21
交线③	207.98	10.11
交线④	291.20	7.75
交线⑤	319.51	24.01

判定岩体稳定性:
1.滑动方向: 沿交线C方向滑动.
2.稳定类型: 稳定的.

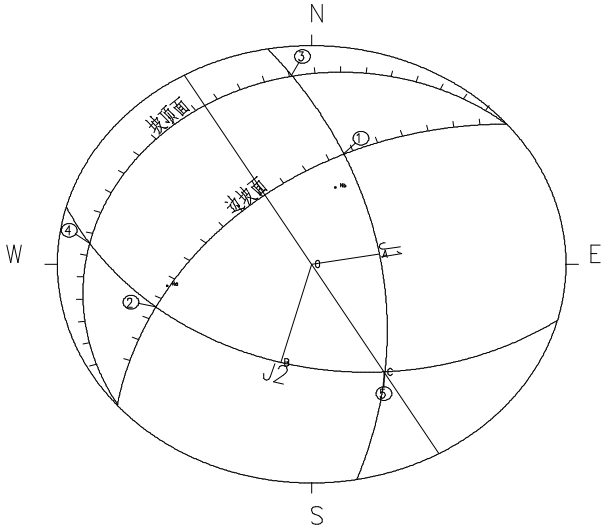
图 3-3 南侧台阶边坡赤平投影分析

经计算，该边坡滑动方向为沿交线 C 方向滑动，稳定类型为稳定的。但坡面危岩较多，在治理过程中可能会发生崩塌/滑坡，影响治理工程的正常进行，威胁治理施工工人和治理设施的安全，预测发生崩塌/滑坡的可能性大，危害性中等，危险性中等。

d.采场东侧台阶边坡

采场东侧开采终了形成 8 级台阶，最高台阶+160m、最低台阶+70m，每级高度为 15m，

最大边坡高度 92m，边坡总体走向南北向，沿走向最长约 487m。按赤平极射投影分析如下图 3-4：



结构面 \ 产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面	140.00	10.00
边坡面	140.00	50.00
平面 A	260.00	60.00
平面 B	15.00	40.00
交线①	193.91	35.07
交线②	72.33	24.37
交线③	174.80	8.24
交线④	96.27	7.26
交线⑤	329.98	30.67

判定岩体稳定性:
1.滑动方向: 沿交线C方向滑动.
2.稳定类型: 最稳定的.

图 3-4 东侧台阶边坡赤平投影分析

经计算，该边坡滑动方向为沿交线 C 方向滑动，稳定类型为最稳定的。但局部边坡高度较高，坡面危岩较多，在治理过程中可能会发生崩塌，影响治理工程的正常进行，威胁治理施工工人和治理设施的安全，威胁人数小于 10 人，预测发生崩塌的可能性中等，危害性中等，危险性中等。

定量分析：

根据方案设计的终了平面图，将形成的 3 个边坡面，编号分别为 A-A’、B-B’、C-C’，A-A’位于矿区北侧，B-B’位于矿区中部，C-C’位于矿区南侧（边坡位置详见附图-地质环境预测图）。利用 Slide 软件运用简化 bishop 法及 M-P 法对各剖面进行边坡稳定性定量分析。

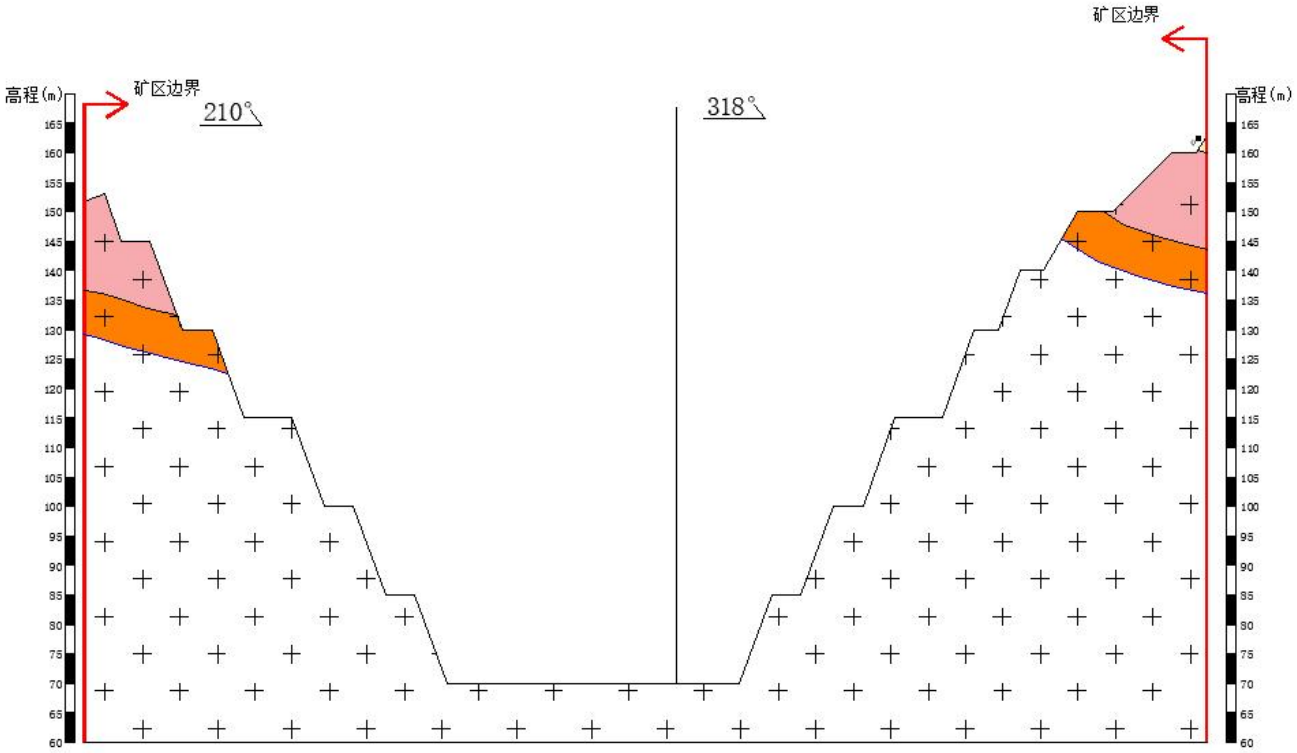


图 3-5 A-A’边坡剖面简图

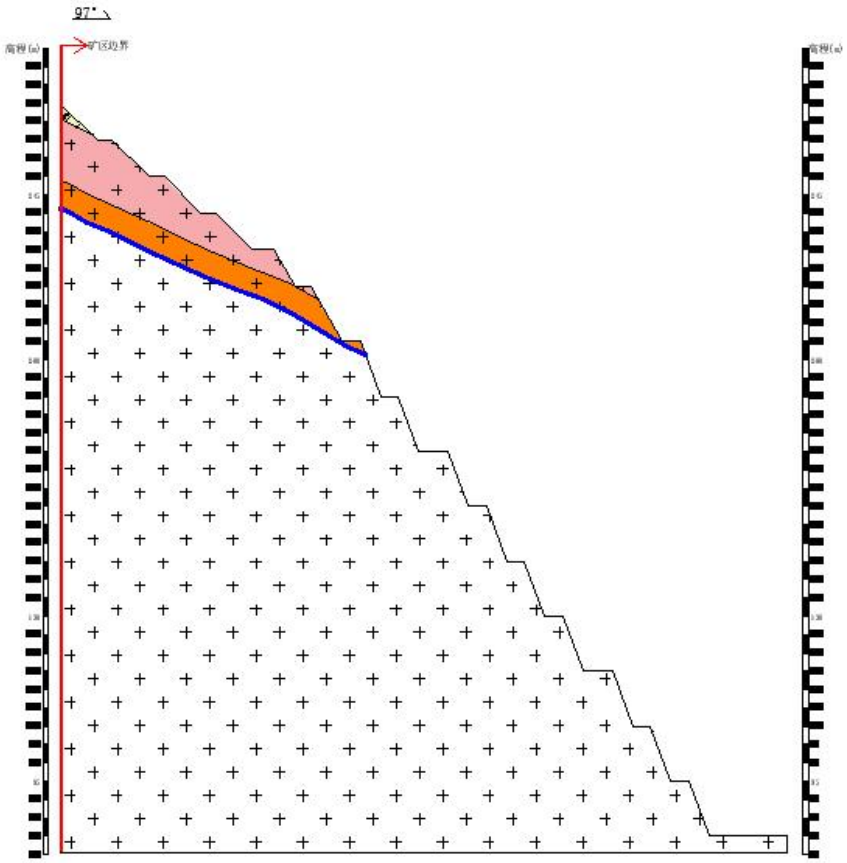


图 3-6 B-B’边坡剖面简图

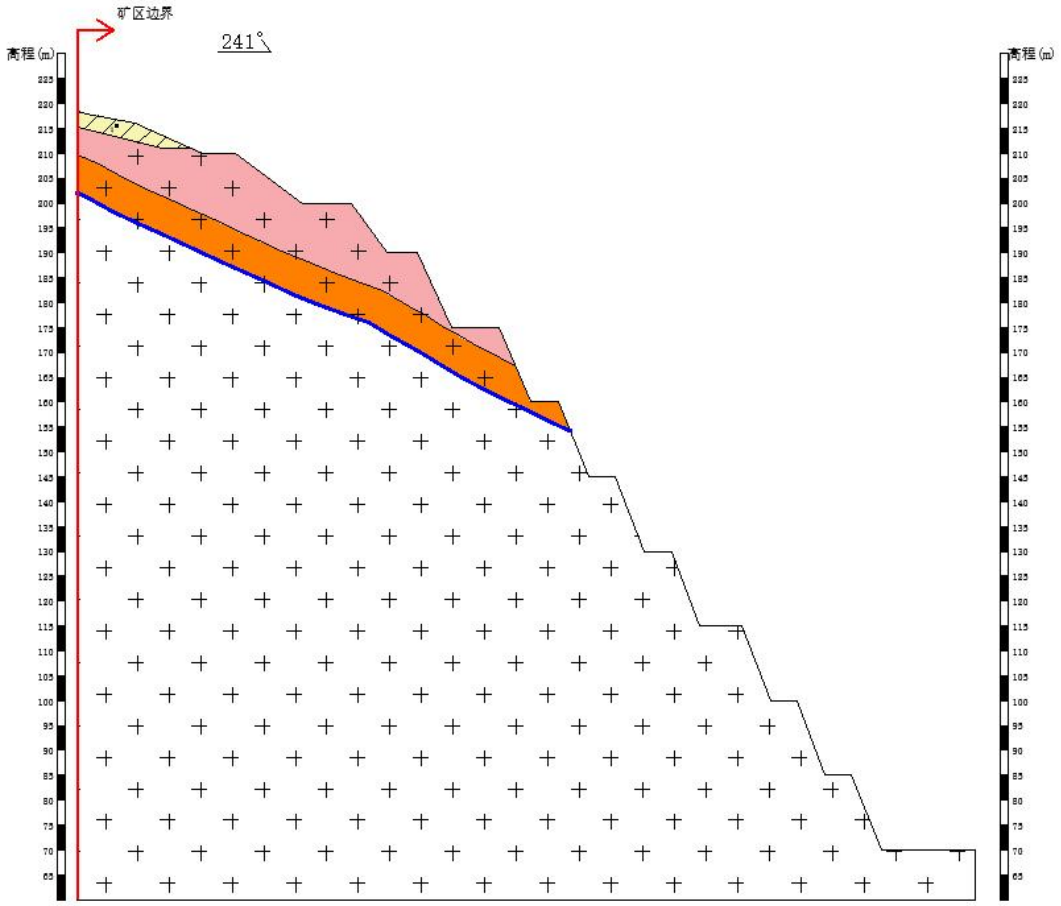


图 3-7 C-C’边坡剖面简图

a.A-A’边坡稳定性分析结果

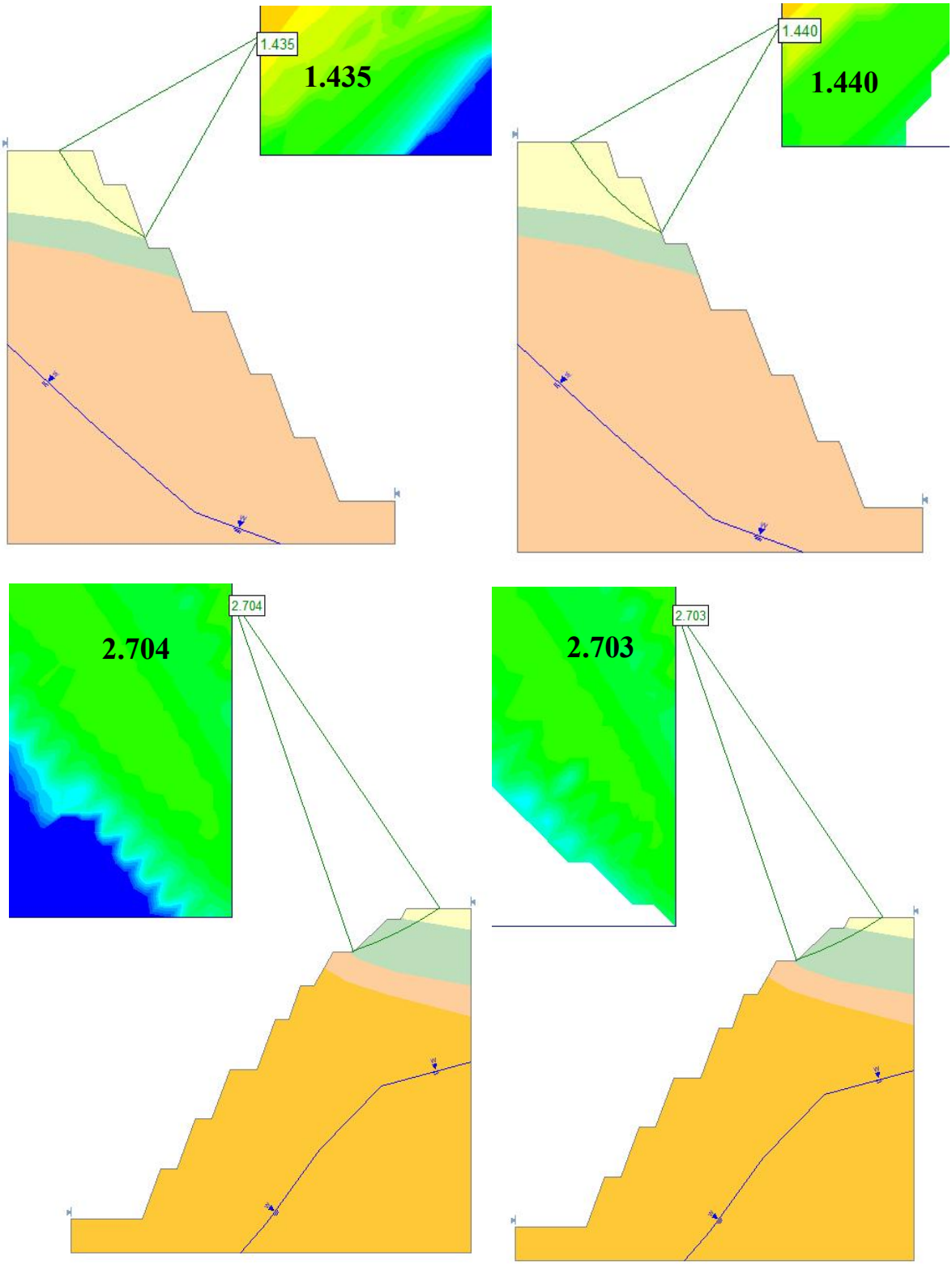


图 3-8 A-A’边坡稳定性分析结果（左上、下：简化 bishop 法，右上、下：M-P 法）

b.B-B’边坡稳定性分析结果

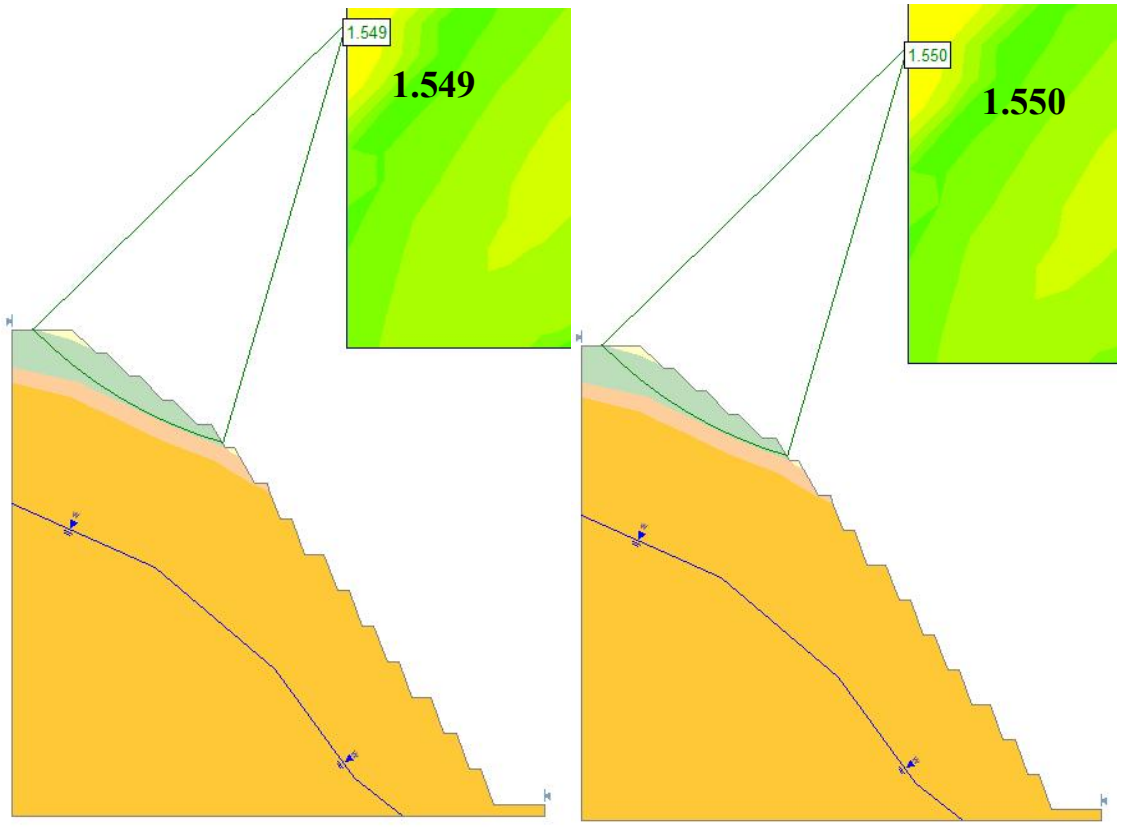


图 3-9 B-B’边坡稳定性分析结果（左：简化 bishop 法，右：M-P 法）

c.C-C’边坡稳定性分析结果

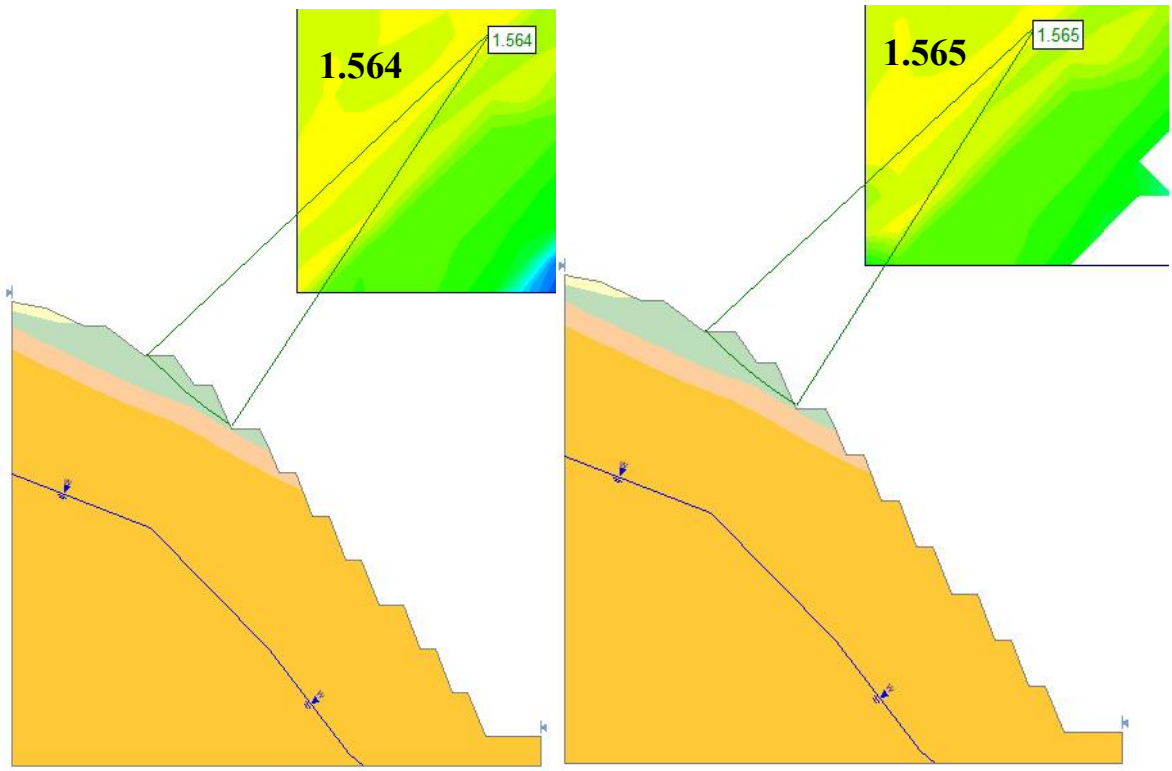


图 3-10 C-C’边坡稳定性分析结果（左：简化 bishop 法，右：M-P 法）

表 3-10 边坡稳定性分析结果汇总表

剖面	安全系数		判定标准	判定结果
	简化 bishop	M-P		
A-A’	1.435	1.440	1.15	稳定
	2.704	2.703	1.15	稳定
B-B’	1.549	1.550	1.15	稳定
C-C’	1.564	1.565	1.15	稳定

根据分析，三个剖面 A-A’、B-B’、C-C’的安全系数 Fs 均大于 1.15，边坡体稳定。但矿山形成的边坡坡高较大，预测发生崩塌/滑坡地质灾害的可能性中等。根据边坡设计数据估算采场边坡发生崩塌/滑坡的体积大于 1000m^3，崩塌/滑坡规模属于中型。预测采场边坡对施工人员、设备、车辆构成威胁，结合边坡坡高，预测威胁人数 20 人；可能直接经济损失 200 万元。

综上所述，预测采场边坡发生崩塌/滑坡可能性中等，潜在危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

B.表土堆存场

表土堆存场阶段高度及总堆置高度取决于地形、排弃岩土的物理力学性质等因素，并与堆排方法及运输设备有直接关系。采用汽车运输方式，堆排设备采用装载机，堆排方法采用分阶段自下而上堆积。

设计表土堆存场挡土坝体标高 92m～102m，堆土台阶自+92m 标高起，按照 10m 堆高，并分层预压。堆排物台阶边坡角：表土堆存场主要堆存的剥离物主要为残坡积层、全风化层，其平均自然安息角在 35°。设计表土堆存场台阶坡面角取 34 °，表土堆存场的台阶边坡角低于自然安息角取值。主透水挡土坝平台标高：102m；堆排物底部平台标高：92m；堆排物上部平台标高 102m；总堆置高度 10m，总体帮坡角：34°。临时堆土场设置在矿区东侧，位于卸矿平台北侧，占地面积约为 0.2584hm^2，计算可容纳约 1.05 万 m^3 表土。

根据《开发利用方案》表土堆存场边坡稳定性系数 Fs 为 1.641，大于 1.35，故排土场边坡处于稳定状态，边坡失稳导致崩塌或者滑坡的可能性小。

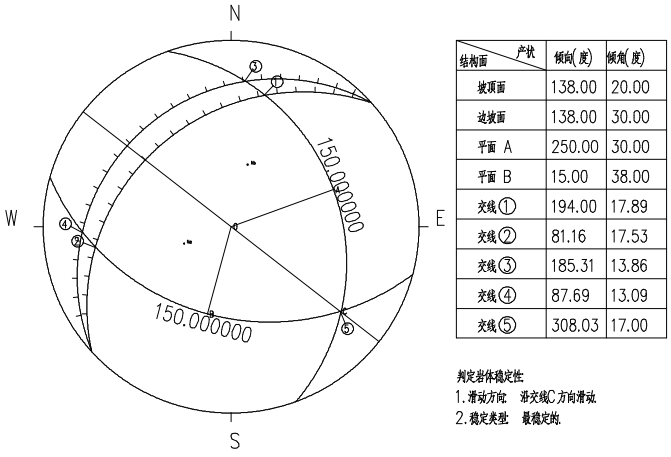
C.工业场地

工业场地拟定设置在矿区东侧，坡高约 60m 左右。终了台阶从上至下最终形成 7 级台阶：+115m，+105m，+95m，+85m，+75m，+65m，+55m。

考虑先采用赤平投影对边坡进行定性分析，再利用 Slide 软件进行定量分析，综合评价露天采场边坡稳定性。

定性分析：

工业场地终了台阶按赤平极射投影分析如下图 3-11：



结构面 \ 产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面	138.00	20.00
边坡面	138.00	30.00
平面 A	250.00	30.00
平面 B	15.00	38.00
交线①	194.00	17.89
交线②	81.16	17.53
交线③	185.31	13.86
交线④	87.69	13.09
交线⑤	308.03	17.00

判定岩体稳定性
1. 滑动方向　沿交线C方向滑动
2. 稳定类型　最稳定的

图 3-11 工业场地边坡赤平投影分析

经计算，该边坡滑动方向为沿交线 C 方向滑动，稳定类型为最稳定的。但局部边坡较陡，在治理过程中可能会发生崩塌，影响治理工程的正常进行，威胁治理施工工人和设施的安全，威胁人数小于 10 人，预测发生崩塌的可能性较小，危害性较小，危险性较小。

定量分析：

根据方案设计的终了平面图，将形成的 1 个边坡面，编号 D-D’，位于工业场地南侧（边坡位置详见附图-地质环境预测图）。利用 Slide 软件运用简化 bishop 法及 M-P 法对剖面进行边坡稳定性定量分析评价。

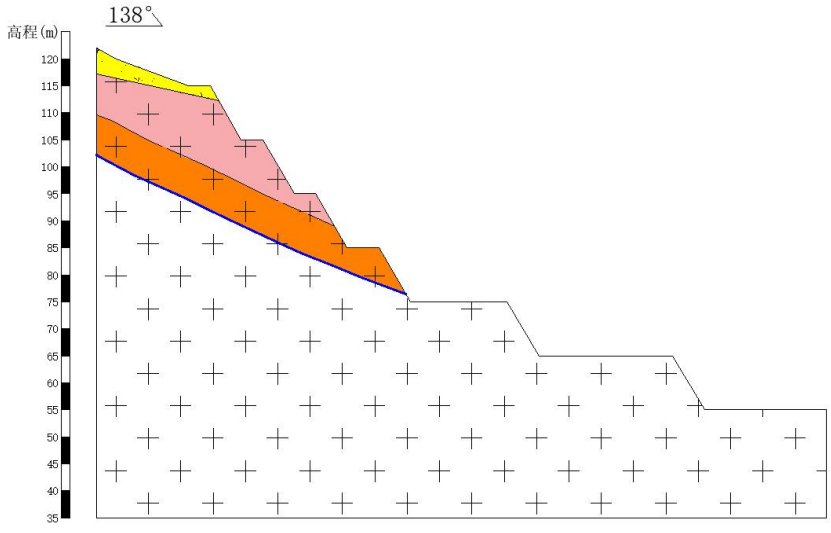


图 3-12 D-D’边坡剖面简图

a.D-D’边坡稳定性分析结果

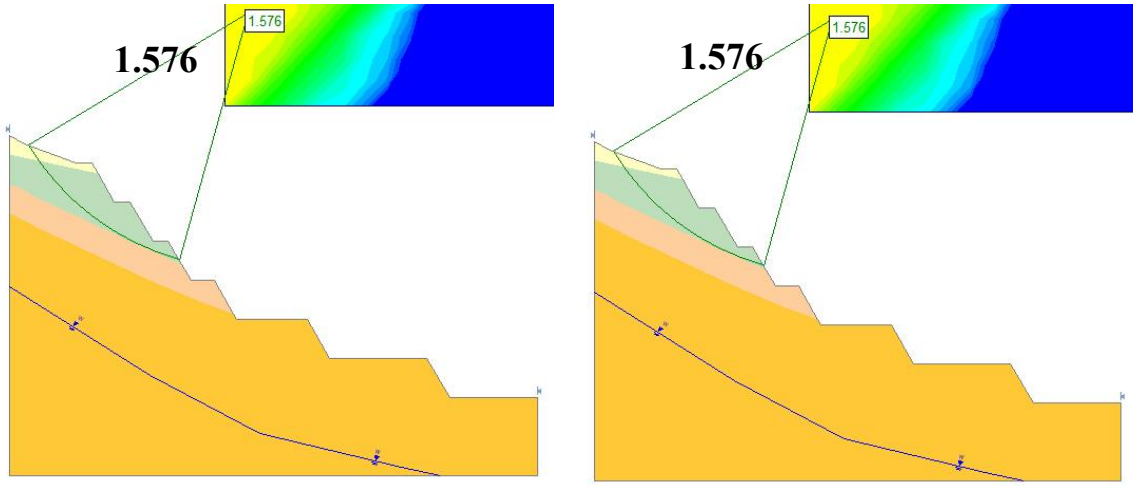


图 3-13 D-D’边坡稳定性分析结果（左：简化 bishop 法，右：M-P 法）

根据分析，工业场地边坡安全系数 Fs 大于 1.15，边坡体稳定。预测发生崩塌/滑坡地质灾害的可能性较低。根据边坡设计数据估算工业场地边坡发生崩塌/滑坡的体积小于 1000m^3，崩塌/滑坡规模属于小型。预测工业场地边坡对施工人员、设备、车辆威胁性中等，预测威胁人数 20 人；可能直接经济损失 200 万元。

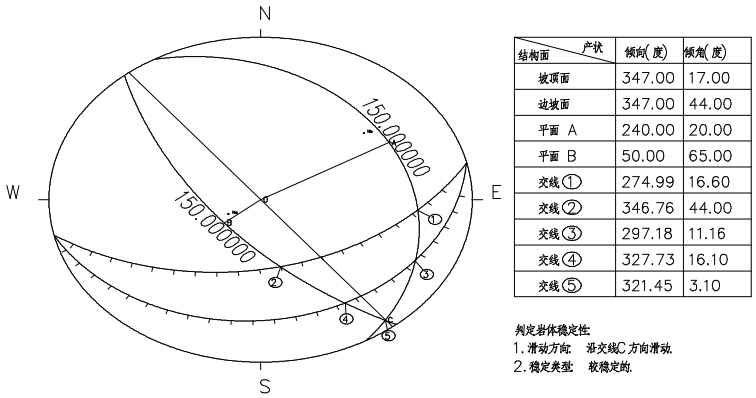
综上所述，预测工业场地边坡发生崩塌/滑坡可能性较小，潜在危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度中等。

D.综合服务区

综合服务区包括办公机构、员工生活服务设施，设置在工业场地南侧，坡高约 40m。终了台阶从上至下最终形成 3 级台阶：+70m，+80m，+90m。

定性分析：

综合服务区边坡按赤平极射投影分析如下图 3-14：



结构面 \ 产状	倾向(度)	倾角(度)
坡顶面	347.00	17.00
边坡面	347.00	44.00
平面 A	240.00	20.00
平面 B	50.00	65.00
交线①	274.99	16.60
交线②	346.76	44.00
交线③	297.18	11.16
交线④	327.73	16.10
交线⑤	321.45	3.10

判定岩体稳定性:
1. 滑动方向: 沿交线C 方向滑动.
2. 稳定类型: 较稳定的.

图 3-14 综合服务区边坡赤平投影分析

经计算，该边坡滑动方向为沿交线 C 方向滑动，稳定类型为较稳定的。但局部边坡较陡，在极端天气下过程中可能会发生崩塌，影响治理工程的正常进行，威胁治理施工工人和设施的安全，威胁人数小于 20 人，预测发生崩塌的可能性中等，危害性中等，危险性

中等，建议在台阶开挖后对综合服务区边坡进行加固

定量分析：

根据方案设计的终了平面图，将形成的 1 个边坡面，编号 E-E’（边坡位置详见附图-地质环境预测图）。利用 Slide 软件运用简化 bishop 法及 M-P 法对剖面进行边坡稳定性定量分析评价。

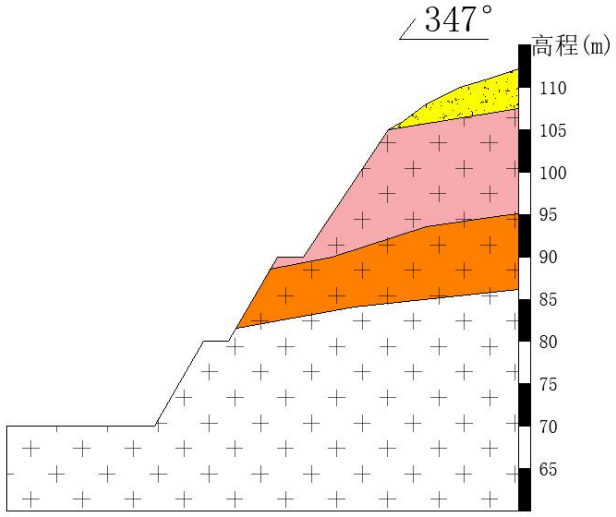


图 3-15 E-E’边坡剖面简图

a.E-E’边坡稳定性分析结果

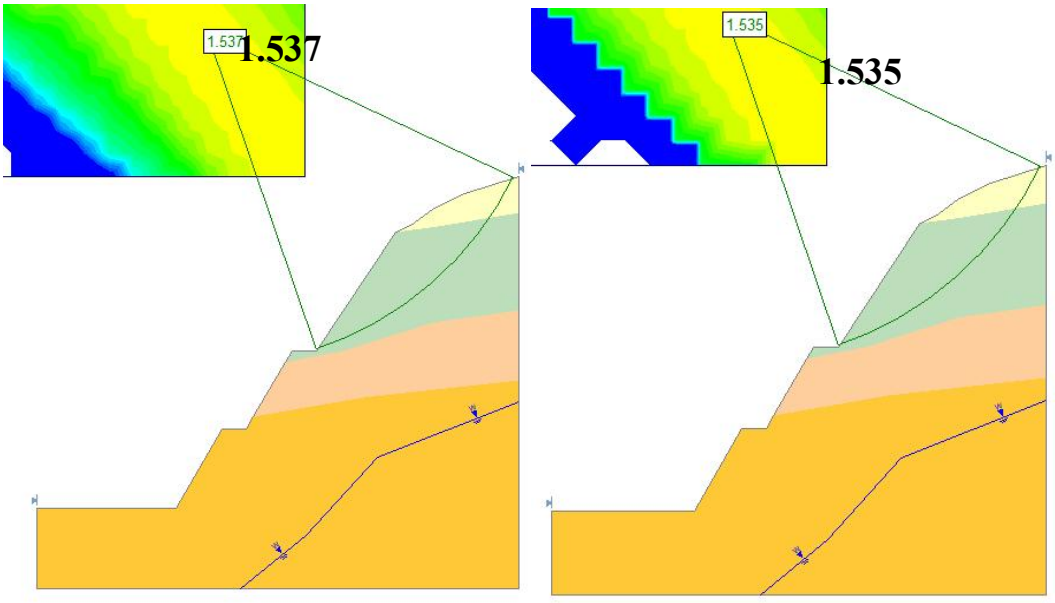


图 3-16 E-E’边坡稳定性分析结果（左：简化 bishop 法，右：M-P 法）

根据分析，综合服务边坡安全系数 Fs 大于 1.15，边坡体稳定。预测发生崩塌/滑坡地质灾害的可能性较低。根据边坡设计数据估算工业场地边坡发生崩塌/滑坡的体积小于 1000m^3，崩塌/滑坡规模属于小型。预测综合服务区边坡对施工人员、设备、车辆威胁性中

等，预测威胁人数 20 人；可能直接经济损失 200 万元。

综上所述，预测综合服务区边坡发生崩塌/滑坡可能性中等，潜在危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度中等。

E.矿山道路

矿山道路边坡坡度较缓、高度较低，稳定性好。在该区进行的后续矿业活动主要为矿山工作人员及运输车辆等的通过，不存在较剧烈的矿山工程活动。预测矿山道路的矿业活动发生崩塌或滑坡地质灾害的可能性小，潜在危险性小，其危害性小。

F.露天采场内部临时道路边坡

采场内部临时道路主要在开采生产中形成，开采完成后逐渐形成台阶，矿山在开采过程中应严格按照设计进行采剥作业，严格控制作业帮坡角。预测边坡发生崩塌/滑坡的体积小于 1000m^3，崩塌/滑坡规模属于小型。预测综合服务区边坡对施工人员、设备、车辆威胁性中等，预测威胁人数 20 人；可能直接经济损失 200 万元。预测露天采场内部临时道路边坡发生崩塌/滑坡可能性中等，潜在危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度中等。

2）泥石流

A.泥石流形成条件

a.地形条件（有利于贮集、运动和停淤的地形地貌条件）

表土堆存场在矿区北侧山沟谷内，表土堆存场中心位置距矿区东侧边界线直线距离约 25m，设计堆置高度为 10m，设计堆排 1 层，底板高程+92m，挡土墙高度设计 10m。

表土堆存场主要堆存的剥离物主要为残坡积层、全风化层，其平均自然安息角在 35°。设计表土堆存场台阶坡面角取 34 °，表土堆存场的台阶边坡角低于自然安息角取值。

经实地调查及测算，表土堆存场南北西三侧地势较高，坡度为 20°~30°，高差约 30m，构成了泥石流的陡峭地形条件。

b.碎屑固体物源条件（有丰富的松散土石碎屑固体物质来源）

表土堆存场主要是用来堆置开采过程中的废土、石的场所，在后续矿业活动中，存在大量的松散物质，构成了形成泥石流的碎屑固体物源条件。

c.水源条件（短时间内可提供充足的水源和适当的激发因素）

经过测算，表土堆存场的汇水面积 4.2hm^2（汇水面积较大），在五十年一遇极端天气状态下，矿区范围内降雨充水量为 163.3m^3/d，构成充足的水源条件。

B.泥石流发生可能性

在野外调查的基础上，采用积分值的方法，对表土堆存场泥石流灾害进行易发程度（严重程度）评估。

表 3-11 泥石流易发程度数量化综合评判等级标准表

是与非的判别界限值		划分易发程度等级的界限值	
等级	标准得分 N 的范围	等级	按标准得分 N 的范围自判
是	44～130	极易发	116～130
		易发	87～115
		轻度易发	44～86
非	15～43	不发生	15～43

表 3-12 泥石流易发程度数量化评分（*N*）表

序号	影响因素	量级划分							
		极易发（A）	得分	中等易发（B）	得分	轻度易发（C）	得分	不易发生（D）	得分
1	崩坍、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度发育程度	崩塌/滑坡、滑坡等重力侵蚀严重，多层滑坡和大型崩塌/滑坡、表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌/滑坡、滑坡发育。多层滑坡和中小型崩塌/滑坡，有零星植被覆盖冲沟发育	16	有零星崩塌/滑坡、滑坡和冲沟存在	12	**无崩塌/滑坡、滑坡、冲沟或发育轻微**	**1**
2	泥沙沿程补给长度比（%）	>60%	16	60%～30%	12	30%～10%	8	**<10%**	**1**
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河形弯曲或堵塞，主流受挤压偏移	14	主河河形无变化，仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	**主河无河形变化，主流不偏**	**1**
4	河沟纵比降（）	≥21.3%	12	10.05≤~<21.03%	9	5.2%≤~<10.5%	6	**<5.2%**	**1**
5	区域构造影响程度	强抬升区，6级以上地震区，断层破碎带	9	抬升区，4～6级地震区，有中小支断层	7	**相对稳定区，4级以下地震区，有小断层**	**5**	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	<10%	9	10%～30%	7	30%～60%	4	**>60%**	**1**
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m～1m	6	1m～0.2m	4	**0.2m**	**1**
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	**风化强烈和节理发育的硬岩**	**4**	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量（$10^4m^3/km^2$）	>10	6	10～5	5	**5～1**	**4**	<1	1
10	沟岸山坡坡度（0°）	>32°（62.5%）	6	**32°~25°（62.5%~46.6%）**	**5**	25°~15°（46.6%~26.8%）	3	<15°（26.8%）	1

11	产沙区沟槽横断面	V 型、U 型谷、谷中谷	5	**宽 U 型谷**	**4**	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度（m）	>10m	5	10m～5m	4	**5m～1m**	**3**	<1m	1
13	流域面积（km^2）	>100km^2	5	10km^2~100km^2	4	5km^2~10km^2	3	**0.2km^2~5km^2**	**1**
14	流域相对高差（m）	>500m	4	500～300m	3	300～100m	2	**<100m**	**1**
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	**无**	**1**

由上表并根据本矿山实际情况，确定表土堆存场易发程度总分为 34，属于划分属**不发生。**

表土堆存场直接影响范围为下部临时周转场及矿山道路，影响整体范围呈倒立的“U”形，主要分布林地，表土堆存场下游 2km 范围内无任何村庄和民居，无任何交通要道。诱发泥石流潜在危害性小，危险性小。

（2）矿山建设可能遭受的地质灾害

根据矿山地质环境条件和工程特征，预测矿山建设将可能遭受崩塌/滑坡和泥石流地质灾害问题，现预测评估如下：

矿山在生产建设中，需要大量开挖形成人工高陡边坡，根据前节分析评估，预测露天采场岩质边坡稳定性较差，发生崩塌/滑坡的可能性中等，其危害性中等，危险性中等；预测工业场地边坡发生崩塌/滑坡可能性较小，潜在危害程度中等，危险性中等；预测表土堆存场发生泥石流的可能性小，受表土堆存场影响的下游范围远离居民聚居区，其潜在危害性小，危险性小。

综上所述，预测地质灾害对矿山地质环境的影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

（1）对水资源影响的现状评估

评估区为丘陵地貌单元，区内地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水。矿区范围内地表水体不甚发育，大气降雨是本区地下水的主要补给来源。松散岩类孔隙水顺地势由高处往低处流动。

该矿山为新建矿山，目前尚未进行任何采矿活动，对原来完整的含水层结构未造成破坏，矿区及周围含水层水位未下降；矿区及周围地表水体未漏失；未影响到矿区及周围生

产生活供水。对含水层的影响程度较轻。根据《储量核实报告》中地下水检测结果（图 3-17）可知：

广东省地质局第七地质大队实验室

水 质 分 析 报 告

工程名称：	潮州市潮安区归湖镇草堂石场储量核实							
委托单位：	广东省有色金属地质局九三五队							
分析批号：	2023-水162			送样日期：	2023.11.10			
分析编号：	23S271			收样日期：	2023.11.10			
送样编号：	SY-ZK102(钻孔)			分析日期：	2023.11.10-2023.11.14			
样品状态：	液体			报告日期：	2023.11.15			
项目		ρ(B$^{z\pm}$)	c(1/zB$^{z\pm}$)	x(1/zB$^{z\pm}$)	项目	ρ(B)	项目	ρ(B)
		mg/L	mmol/L	%		mg/L		mg/L
阳离子	K^+	2.80	0.072	14.3	溶解性总固体	55.44	总碱度	8.46
	Na^+	5.27	0.229	45.9	偏硅酸	23.78	总硬度	7.18
	Ca^{2+}	2.47	0.123	24.7	游离CO_2	21.14	暂时硬度	7.18
	Mg^{2+}	0.25	0.021	4.1	侵蚀CO_2	12.56	负硬度	1.28
	NH^+_4	0.051	0.003	0.6	化学耗氧量	3.70	永久硬度	0.00
	Fe^{2+}	0.11	0.004	0.8	亚硝酸盐	0.46	pH值	6.10
	Fe^{3+}	0.90	0.048	9.7	铝	0.14		
	合计	11.85	0.500	100.0	铬(六价)	0.001		
阴离子	HCO^-_3	10.32	0.169	34.0	锰	0.20		
	CO^{2-}_3	0.00	0.000	0.0	铜	0.010		
	Cl^-	5.95	0.168	33.7	铅	<0.009		
	SO^{2-}_4	7.20	0.150	30.1	锌	0.44		
	NO^-_3	0.070	0.001	0.2	砷	<0.004		
	F^-	0.18	0.009	1.9	镉	<0.001		
	OH^-	0.00	0.000	0.0				
	合计	23.72	0.497	100.0				
说明	本报告执行行标DZ/T 0064-2021《地下水质分析方法》、国标GB/T 5750-2006《生活饮用水标准检验方法》。未经本室书面批准，不得部分复制检验报告；本报告数据只对来样负责，如有意见或疑问，必须在一个星期内提出，逾期不予受理，分析后样品保留一个星期。本室地址:广东省惠东县平山街道红岭西路E3栋 TEL:(0752)8877555 E_mail：756sys@163.com							

签发：　　检查：　　汇总：

图 3-17 矿区地下水水质分析报告

矿区含水层据水样分析结果：pH 值为 6.1，属中性水。按《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）III类水标准对水样的水质进行评价，评价结果表明地下含水层的水质均较好，所检测的各项目未有超标，符合《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）III类水标准。

（2）对水环境影响的现状评估

评估区内的矿石及覆盖层不含有害物质，无辐射，区内的汇（涌）水主要为大气降水；区内未产生对地表水体和地下水体产生污染和危害的矿业活动。通过调查、资料及咨询，

现状条件下，评估区内未进行矿业活动，未对人类生产生活产生影响。对含水层的影响程度较轻，矿区开采可能对地表水水质有一定影响。

综上所述，现状矿业活动对含水层的影响较轻。

2、矿区含水层破坏预测

（1）对水资源影响的预测评估

矿区地处高丘陵区，地势总体为西高东低，矿区自然斜坡坡度约 10°～45°。影响矿床充水的含水层主要为松散岩类孔隙含水层和块状岩类裂隙含水层，含水层厚度和富水性随季节变化，深部以风化裂隙水为主，富水性弱。

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

矿区处山坡位置，设计东侧为排泄带，形成了露天采场所在局部独立的水文地质单元。矿山未来开采将在空间上造成含水层位的局部缺失，使之在一定范围内中断或不连续，将进一步对区内地下水造成一定程度的疏干，在一定程度上破坏了矿山原有完整的含水层结构。但破坏范围主要局限在采场所在局部独立的水文地质单元，对周边含水层的破坏影响较小，对含水层结构影响较轻。

（2）对水环境的预测评估

本矿床矿物主要是花岗岩，矿石及废弃物不易分解出有害组分，经过沉砂池合理处理后可达到排放标准。矿山综合服务区将产生极少量的生活污水和垃圾，采用化粪池等处理达标后排放，基本上不会对附近环境和水体形成污染，对矿区及周边生产生活供水的影响较小。

综上所述，预测矿山建设及采矿活动对含水层的影响较轻。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析

现状条件下，矿山未进行建设和生产活动，对地形地貌景观无影响。

小结：现状评估对地形地貌景观影响和破坏较轻。

2、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏预测

矿山开采对地形地貌景观的破坏主要类型有山体破坏和场地建设破坏。

（1）对自然景观的影响

矿山开采后，大面积挖损土地资源，矿区内地形起伏完全改变，地貌从丘陵改变为凹陷谷地，区内覆盖率很高的植被将完全不复存在。

露天采场：开采终了时形成露天采场由 14 级台阶及+70m 底板平台组成，最大开采高差约 200m，影响面积为 16.6022hm^2，以挖损为主。矿山的开采，改变了范围内的原生自然景观，地表植被不复存在，对区内原生自然景观影响严重。

表土堆存场：位于矿区东侧沟谷内，总堆积量约为 1.05 万 m^3。占地面积 0.3146hm^2，以压占为主。矿山的排土在一定程度上破坏了周边景观的和谐性与自然性，对区内原生自然景观影响较严重。

综合服务区：占地面积 0.5618hm^2，以压占为主。在一定程度上改变了原有自然景观，对区内原生自然景观影响较严重。

工业场地：占地面积 5.2736hm^2，以压占和挖损为主。在一定程度上破坏了周边景观的和谐性与自然性，地表植被不复存在，对区内原生自然景观影响较严重。

矿山道路：预测矿山道路占地面积 0.7607hm^2，以挖损为主。矿山道路在一定程度上破坏了周边景观的和谐性与自然性，整体上对原生自然景观影响较严重。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿山地处偏僻，周边无重要交通要道或建筑设施；远离自然保护区及旅游景区（点）。

矿山设施主要为服务区住房、工业场地设施等与矿业活动配套的建筑设施。矿业活动对工业场地建筑设施具有一定的影响，矿山在爆破期间采场和工业场地停止生产。

（3）对人居环境影响

评估区内零散分布有一两个废弃居民点，目前已无人居住，在矿业活动进行前会对其进行拆迁。评估区远离村庄中心与城镇集中地且未处于可视范围内，矿业活动主要表现为对区内自然景观的破坏，预测矿业活动对评估区内人居环境影响较轻。

综上所述，预测评估矿山活动整体上对原始地形地貌景观影响程度为严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、地表水污染

现状条件下，矿区未进行基础建设和生产活动，无生产、生活废水排放，对地表水无影响。

据矿山的地质背景条件，确定露天采场开采的矿石无毒、无有害物质，无辐射，经放射性检测，对人体无伤害；工业场地等场地的人类工程活动（包括爆破炸药、柴油等）和生活等产生的粉尘、废水及废气中含有害组分小。

堆放的岩土受雨水淋滤、渗透，将溶解矿物中的可溶成分并形成废水；矿区其他生产和生活，也会产生废水。这些受污染的废水，如果直接排放，将直接污染地表水。等处理

达标后排放，基本上不会对地表水造成污染，对矿区及周边地表水资源污染的影响较小。

2、地下水污染

现状条件下，矿区未进行基础建设和生产活动，无生产、生活废水排放，对地下无影响。

预测工业生产及生活废水直接排放会间接污染地下水，等处理达标后排放，基本上不会对地下水造成污染，对矿区及周边地下水资源污染的影响较小。

3、土壤污染

现状条件下，矿区未进行基础建设和生产活动，无生产、生活废水排放，对土壤无影响。

预测工业生产及生活废水直接排放会直接污染土壤，等处理达标后排放，基本上不会对附近土壤环境造成污染，对矿区及周边土地资源污染的影响较小。

综上所述，预测评估矿山未来开采建设活动整体上对水土环境污染程度较轻。

表 3-13 矿山地质环境问题现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	滑坡	HP1						
	泥石流	NS1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
对含水层的影响与破坏	水资源枯竭	DS1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	地表水漏失	BS1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	水均衡破坏	QS1	未发生	未发生	未破坏	小	小	较轻
	含水层结构	HS1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	自然景观	DX1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	对建筑物及工程、设施	JX1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	人居环境	RX1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	未发生	未发生	未发生	小	大	较轻
	地下水污染	TD1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	土壤污染	WD1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻

表 3-14 矿山地质环境影响预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT1	露天采场	人员及设备	人员及经济	中等	中等	较严重
	滑坡	HP1						
	崩塌	BT2	工业场地	人员及设备	人员及经济	中等	中等	较严重
	滑坡	HP2						

	泥石流	NS1	表土堆存场	下游水塘	水塘	小	小	较轻
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	BS1	露天采场	松散岩类孔隙水	枯竭的可能性小	小	小	较轻
	地表水漏失	QS1	露天采场	地表径流	可能性小	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	SZ1	露天采场	水环境	破坏的可能性小	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	露天采场	松散岩类孔隙水	开挖破坏	小	小	较轻
对地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	矿山工程	自然景观	植被消失景观改变	大	小	严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	DX2	矿山工程	建筑物	遭受爆破影响、地质灾害及地表径流侵蚀	中等	中等	较严重
	对人居环境影响与破坏	DX3	矿山工程	人居	遭受地灾及径流侵蚀	小	小	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	矿山工程	园地、乔木林地	土地贫瘠水土流失	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	表土堆存场	林地	水土流失	小	小	较轻
	土壤污染	WD1	评估区	土壤质地土壤结构	产生土地污染可能性小	小	小	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、矿山生产建设工艺流程

（1）开采顺序

首先修筑矿山道路至标高+205m，在+205m 开拓装载运输平台，以上修筑便道以供挖掘机上山。先将+205m 水平以上部分按分层高度 10m 自上而下分层开采推平，接下按自上而下分层台阶开采，并形成+205m 的备采平台。

（2）开拓方案

根据本矿地形特征、矿体埋藏条件、周边环境等开采技术条件，设计选用公路开拓－汽车运输方案。矿区运输道路自矿山东南侧起。受地形影响，工业场地布置于矿区东侧爆破警戒线外，自工业场地向西至矿区东南端修筑矿山道路约 1500m 至首采平台。矿山于工业场地向东设置出矿道路，设于矿区东侧，向沿地形开拓至 X075 县道。针对进入矿区的

农耕土路进行修整，积水区域设置引排水，狭窄道路拓宽，矿区整体形貌为西高东低，道路沿地形开拓至矿区中部平台+205m 标高进行开采，+205m 平台以上修筑简易上山道路至采场顶部，仅供挖掘机上山之用。

根据矿区地形条件、生产规模、工业场地布置等因素，矿区主运输道路采用三级双车道路标准，矿区内运输支线道路采用三级双车道路标准。

矿区外主运输道自产品加工场地卸矿平台+93m 标高开始，沿着矿区南东地形向矿区开拓上山道路至矿区边界+120m 标高。

2、土地损毁环节

矿山土地损毁环节跟矿山建设、采矿工艺密切相关。

（1）基建期场地平整、设施建筑和修建矿区道路会使地形改变，景观损毁，基建期造成土地损毁的环节主要是工业场地和综合服务区对土地的挖损、矿山道路对土地的压占。

（2）生产期露天采场的爆破、开采使地形改变。

（3）采矿结束后形成开采台阶，地质灾害发生的可能性较小，基本不会影响土地。

3、土地损毁时序

土地损毁时序可分为基建期、运营期和闭坑期三个阶段。采用露天开采，在矿山生产建设过程中对土地的破坏主要有以下几个环节：

（1）基建期

本次矿山基建期对土地的损毁主要是根据生产需要新建工业场地、综合服务区、临时周转场和矿区道路。

（2）运营期

矿山运营期对土地的损毁主要是露天开采范围的扩大。因此，运营期会对地形、地貌、土壤侵蚀、植被、土地利用结构和景观格局产生影响。

（3）闭矿期

矿山在运营期严格按照开发利用方案进行开采，采取边开采边复垦的方式，服务期满后，矿山应及时对运营期未进行治理的工程进行土地复垦工作，以保护并逐步恢复项目区的生态环境质量。

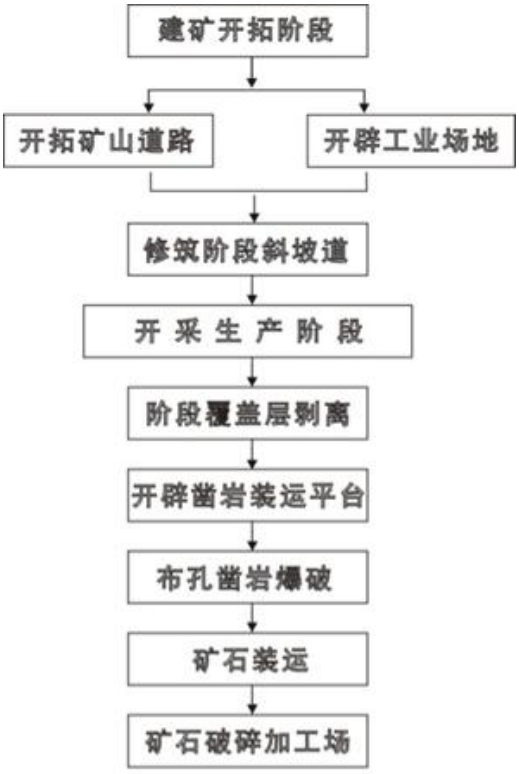


图 3-18 土地损毁流程图

表 3-15 土地占用及损毁时序表

序号	损毁对象	损毁面积（hm^2）	损毁方式	损毁时段	损毁顺序
1	露天采场	16.6022	挖损	拟损毁	2025 年至 2037 年
2	工业场地	5.2736	压占、挖损	拟损毁	2025 年至 2037 年
3	综合服务区	0.5618	压占	拟损毁	2025 年至 2037 年
4	表土堆存场	0.3146	压占	拟损毁	2025 年至 2037 年
5	矿区道路	0.7607	压占、挖损	拟损毁	2025 年至 2037 年
合计	23.5129				

（二）已损毁各类土地现状

1、损毁土地规模评价方法

本工程建设区占地面积较大，土地损毁类型较复杂，土地损毁采用定量统计和定性描述相结合的方法进行，具体叙述如下：

（1）损毁土地方式

根据本工程特点，土地损毁方式表现多样性，主要为工程建设引起的压占和开采工程引起的挖损，采用定性描述的方法进行。

（2）损毁土地面积

通过对主体工程占地的分析和统计，结合土地损毁方式采用定量统计。

（3）损毁土地类型

根据《土地利用现状分类》对土地的分类，结合现场调查资料，确定由于矿山开采造成损毁的土地类型。

（4）损毁土地程度

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦规定》，把矿山土地破坏程度评价等级确定为3级标准：I级破坏（轻度破坏）、II级破坏（中度破坏）、III级破坏（重度破坏）。矿山开采建设对土地的损毁因用地目的的不同，损毁程度不同，所以损毁土地程度的预测在分析统计的基础上，定性描述其损毁程度。

表3-16 损毁程度定性描述表

损毁程度	定性描述
轻度	土地破坏轻微，基本不影响土地功能。
中度	土地破坏比较严重，影响土地功能。
重度	土地严重破坏，丧失原有功能。

（5）土地资源影响程度

表3-17 土地资源影响评估指标表

影响程度	土地资源影响评估指标
严重	1.占用破坏基本农田；2.占用破坏耕地大于2hm²；3.占用破坏林地或草地大于4hm²；4.占用破坏荒地或未开发利用土地大于20hm²。
较严重	1.占用破坏耕地小于等于2hm²；2.占用破坏林地或草地2hm²～4hm²；3.占用破坏荒山或未开发利用土地10hm²～20hm²。
较轻	1.占用破坏林地或草地小于等于2hm²；2.占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于10hm²。

同时参考《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018）附录的土地损毁程度分级标准，把土地损毁程度评价等级数确定为3级标准：I级破坏（轻度损毁）、II级破坏（中度损毁）、III级破坏（重度破坏），土地损毁程度预测标准见下表。

表3-18 压占土地损毁程度预测指标表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表变形	排土高度（m）	<20	20～50	>50
	压占面积（m²）	<1000	1000～10000	>10000
	边坡坡度（°）	<25	25～35	>35
压占物性状	砾石含量增加（%）	<10	10～30	>30
	有机质含量下降（%）	<15	15～65	>65
	有毒元素污染	<X+2s	X+2s～X+4s	>X+4s
	pH值	6.5～7.5	4～6.5，7.5～8.5	<4，>8.5
稳定性	稳定性	稳定	较稳定	不稳定

2、损毁土地现状

通过现场踏勘调查，矿山未新建矿山，暂未进行基础建设工程，现状下未对土地资源造成破坏，不存在对土地资源的压占和挖损破坏，影响程度较轻。

（三）拟损毁土地预测与评估

1、预测内容

土地损毁预测内容包括以下几项内容：

（1）各预测分区土地损毁方式；

（2）各预测分区损毁土地面积；

（3）各预测分区损毁土地类型；

（4）各预测分区土地损毁程度。

2、预测方法

本工程建设区占地面积较大，土地损毁类型较复杂，土地损毁预测采用定量统计和定性描述相结合的方法进行，具体叙述如下：

（1）损毁土地方式预测方法

根据本工程特点，土地损毁方式表现多样性，主要为工程建设引起的压占和开采工程引起的挖损，预测方法采用定性描述的方法进行。

（2）损毁土地面积预测方法

通过对主体工程占地的分析和统计，结合土地损毁方式采用定量统计。

（3）损毁土地类型预测方法

根据《土地利用现状分类》对土地的分类，结合现场调查资料，确定由于矿山开采造成损毁的土地类型。

（4）损毁土地程度预测方法

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦规定》，把矿山土地破坏程度评价等级确定为 3 级标准：I级破坏（轻度破坏）、II级破坏（中度破坏）、III级破坏（重度破坏）。矿山开采建设对土地的损毁因用地目的的不同，损毁程度不同，所以损毁土地程度的预测在分析统计的基础上，定性描述其损毁程度。

表 3-19 损毁程度定性描述表

损毁程度	定性描述
轻度	土地破坏轻微，基本不影响土地功能。

中度	土地破坏比较严重，影响土地功能。
重度	土地严重破坏，丧失原有功能。

同时参考《土地复垦方案编制规程第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）附录 B 的土地损毁程度分级标准，把土地损毁程度评价等级数确定为 3 级标准：I 级破坏（轻度损毁）、II 级破坏（中度损毁）、III 级破坏（重度破坏），土地损毁程度预测标准见下表。

表 3-20 压占土地损毁程度预测指标表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表变形	排土高度（m）	<20	20～50	>50
	压占面积（m^2）	<1000	1000～10000	>10000
	边坡坡度（°）	<25	25～35	>35
压占物性状	砾石含量增加（%）	<10	10～30	>30
	有机质含量下降（%）	<15	15～65	>65
	有毒元素污染	<X+2s	X+2s～X+4s	>X+4s
	pH 值	6.5～7.5	4～6.5，7.5～8.5	<4，>8.5
稳定性	稳定性	稳定	较稳定	不稳定

3、损毁阶段的划分

根据矿山地质环境保护与土地复垦方案编制相关要求，本方案对设计服务年限内开采所造成的损毁土地进行预测，同时考虑土地损毁的时序性。

4、预测单元的划分原则

土地损毁分析和预测是土地适宜性评价的前提，预测结果直接影响土地复垦方案的科学性和操作性，原则上，土地复垦应将所有的损毁土地纳入复垦范围，因此土地损毁分析和预测本质是确定范围的过程。只有损毁分析和预测的基础数据真实准确，其后的复垦措施等才能科学、合理。根据矿山开采过程中对土地可能造成损毁的环节、顺序以及损毁方式，将项目区划分为若干预测单元。预测单元的划分遵循以下内容：

（1）地形地貌及土地利用现状相似原则；

（2）工程损毁、占压土地方式一致性原则；

（3）原始土地立地条件相似性原则；

（4）复垦方向一致性原则；

（5）便于复垦措施统筹安排，分区整体性原则。

（6）土地挖损，因采矿活动致使原地表形态、土壤结构、地表生物等直接摧毁，土地原有功能丧失的过程。

（7）土地压占，因堆放采矿剥离物、废石、废土等，造成土地原有功能丧失的过程。

5、拟损毁土地规模预测

（1）露天采场

露天采场共设置 1 处，占地面积 16.6022hm^2，现状损毁面积 0hm^2，新增损毁面积 16.6022hm^2。所占地类为水浇地、果园、乔木林地、村庄、农村道路、公路用地。损毁形式为挖损，损毁程度为重度。

（2）工业场地

工业场地占地面积 5.2736hm^2，现状已损毁土地面积 0hm^2，新增损毁面积 5.2736hm^2。所占地类为乔木林地、其他林地、农村道路、沟渠，损毁形式为挖损、压占，损毁程度为重度。

（3）综合服务区

综合服务区设置 1 处，占地面积 0.5618hm^2，现状已损毁土地面积 0hm^2，新增损毁面积 0.5618hm^2。所占地类为乔木林地，损毁形式为压占，损毁程度为中度。

（4）表土堆存场

表土堆存场设置 1 处，占地面积 0.3146hm^2，现状损毁面积 0hm^2，新增损毁面积 0.3146hm^2。损毁形式为压占，所占地类为乔木林地，损毁程度为中度。

（5）矿山道路

矿山道路占地面积 0.7607hm^2，现状已损毁土地面积 0hm^2，新增损毁面积 0.7607hm^2。所占地类为乔木林地、农村道路。损毁形式为挖损、压占，损毁程度为中度。

矿区拟损毁土地面积汇总见下表。

综上所述，分区土地损毁方式主要为挖损及压占；损毁土地面积共 23.5129hm^2；损毁土地资源类型包括耕地、园地、林地、村庄、交通建设用地、水域及水利设施用地等，影响程度严重；矿区整体土地损毁程度为重度，整体恢复困难程度为困难。

表3-21 项目区预测损毁土地统计表

序号	单元分类	面积	地类							
		（hm^2）	水浇地	果园	乔木林地	其他林地	农村宅基地	公路用地	农村道路	沟渠
1	露天采场	16.6022	0.0451	0.0371	16.4233	0	0.0236	0.0235	0.0496	0
2	工业场地	5.2736	0	0	4.6583	0.0386	0	0	0.1990	0.3777
3	综合服务区	0.5618	0	0	0.5618	0	0	0	0	0
4	表土堆存场	0.3146	0	0	0.3146	0	0	0	0	0
5	矿区道路	0.7607	0	0	0.7296	0	0	0	0.0208	0.0103
合计		23.5129	0.0451	0.0371	22.6876	0.0386	0.0236	0.0235	0.2694	03880

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、矿山地质环境现状分区

（1）矿山地质环境现状评估结果

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C 中矿山地质环境影响程度分级表，评估区现状评估结果如下：

评估区内未发生崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害，地质灾害现状弱发育，现状地质灾害危害程度小，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

矿山现状未开采，矿山对含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染现状较轻。

综上所述，矿山开采对矿山地质环境影响程度较轻。

（2）矿山地质环境影响现状分区

1）现状分区结果

依据矿山地质环境现状评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C 之要求，基本评价要素包括：地质灾害危害大小、含水层、地形地貌景观及水土环境等受到影响与破坏的程度。

根据矿山地质环境影响分级表，现状矿山地质环境影响划分为 1 个区：矿山地质环境影响较轻区（III），较轻区（III）面积 103.7519hm^2，占评估区面积的 100%。详见表 3-20 及现状评估图（附图 1）。

A.现状影响较轻区（III）

影响较轻区（III）为整个评估区，面积 103.7519hm^2，占评估区面积的 100%；该区矿山地质环境条件简单，未发生地质灾害，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；矿山开采现状对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏影响较轻；对水土环境的污染较轻；矿山地质环境影响程度分级为较轻。

矿山地质环境影响现状分区情况详见表 3-22。

表 3-22 矿山地质环境影响现状评估分区说明表

分区名称及编号		分布情况			矿山地质环境预测评估				
分区	亚区	范围	面积（hm²）	百分比	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	影响程度分级
较轻（III）	III-1	评估区	103.7519	100	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

2、矿山地质环境预测分区

（1）矿山地质环境影响程度预测评估结果

依据矿山地质环境预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C（即表 3-6）矿山地质环境影响程度分级表之要求，基本评估要素包括：地质灾害危险性大小、含水层、地形地貌景观和水土环境受到破坏的程度等。

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有：崩塌/滑坡、泥石流等，其中：崩塌/滑坡潜在危害性中等、危险性中等，对矿山地质环境影响程度严重；泥石流预测其危害性较小，潜在危险性较小，对矿山地质环境影响程度较轻。

预测评估区含水层影响与破坏程度分级为较轻；预测地形地貌景观影响与破坏程度严重；预测矿山开采对水土环境影响程度较轻。综合预测矿山地质环境影响程度为严重。

（2）矿山地质环境影响预测分区

1）预测分区结果

依据矿山地质环境预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C 矿山地质环境影响程度分级表之要求，基本评估要素包括：地质灾害危险性大小、含水层、地形地貌景观和水土环境受到破坏的程度等。

根据《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，对矿山地质环境影响预测评估分为两个区，矿山地质环境影响严重区（I）、较严重区（II）和较轻区（III）。严重区面积 16.9168hm²，占评估区面积的 16.30%，分为两个亚区，分别为露天采场（I-1），面积 16.6022hm²，占评估区面积的 16.00%；表土堆存场（I-2），面积 0.3146hm²，占评估区面积的 0.30%。较严重区面积 6.5961hm²，占评估区面积的 6.35%，分为三个亚区，分别为工业场地（II-1），面积 5.2736hm²，占评估区面积的 5.08%；综合服务区（II-2），

面积 0.5618hm^2，占评估区面积的 0.54%；矿区道路（II-3），面积 0.7607hm^2，占评估区面积的 0.73%。较轻区面积 80.2390m^2，占评估区面积的 77.35%。详见表 3-23 及预测评估图（附图 2）。

表 3-23 矿山地质环境影响预测评估分区说明表

分区名称及编号		分布情况			评估要素				影响程度分级
分区	亚区	范围	面积（hm^2）	百分比	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境影响	
严重区（I）	I-1	露天采场	16.6022	16.00	较严重	较严重	严重	较轻	严重
	I-2	表土堆存场	0.3146	0.30	较严重	较轻	严重	较轻	严重
较严重区（II）	II-1	工业场地	5.2736	5.08	较轻	较轻	严重	较轻	较严重
	II-2	综合服务区	0.5618	0.54	较轻	较轻	严重	较轻	较严重
	II-3	矿区道路	0.7607	0.73	较轻	较轻	严重	较轻	较严重
较轻区（III）	III-1	其他区域	80.2390	77.35	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

3、矿山地质环境保护与恢复治理分区

（1）分区原则

根据矿产资源开发利用方案，矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响评估结果，按照区内相似，区间相异的原则，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）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月）要求，进行矿山地质环境保护与土地复垦分区。

同时依据“有利于矿山发展”原则，保护与恢复治理分区要有利于建设绿色和谐矿山，有利于矿山实施可持续开采，有利于解决矿区人居安全问题。

（2）分区方法

根据上述分区原则，结合矿山地质环境现状评估和预测评估结果，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）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月），见表 3-24。本矿山划分为重点防治区 A（地质环境影响严重区）、次重点防治区 B（地质环境影响较严重区）及一般防治区 C（地质环境影响较轻区）三个级别（详见下表 3-25）。

表 3-24 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估

重点防治区	严重	严重
次重点防治区	较严重	较严重
一般防治区	较轻	较轻
注:现状评估与预测评估结果不一致的按照就高不就低原则进行分区		

表3-25 矿山地质环境保护与恢复治理分区汇总表

序号	评价单元	现状评估分区	预测评估分区	恢复治理分区
1	露天采场	较轻	严重	重点区
2	表土堆存场	较轻	严重	重点区
3	工业场地	较轻	较严重	次重点区
4	综合服务区	较轻	较严重	次重点区
5	矿区道路	较轻	较严重	次重点区
6	其他区域	较轻	较轻	一般区

4、分区评述

依据矿山地质环境保护与治理恢复分区原则及方法，结合矿山的**地质环境现状及预测评估**结果，将恢复区域划分为重点防治区（A）、次重点防治区（B）一般区（C）。

（1）重点防治区（A 区）

评估区内重点防治区共计 16.9168hm^2，为露天采场、表土堆存场及其影响范围，占整个评估区总面积的 16.30%。区内危险源主要是边坡，地质灾害亦主要由边坡引发。因此，边坡管理是安全生产管理的重要环节。若生产过程管理操作不当，如台阶高度过大、帮坡角度超标、破碎带或不良地质构造层段治理不当等，可能造成崩塌/滑坡地质灾害事故，对生态环境造成恶劣影响。采场边坡由于失去了原生植被，基岩裸露，截排水措施缺失，在雨季山坡径流的冲蚀下，易造成水土流失等现象。其主要危害对象为采矿工人及机械设备。

未来主要的防治措施是：采区要严格依据开发利用方案设计开采，控制好台阶高度及帮坡角度；及时清理危岩；搞好矿区境界外截排水措施，防治雨季山洪冲刷采场边坡所造成的水土流失；边开采边治理，边破坏边恢复，矿山闭坑一层治理一层，矿山闭坑后采矿场全面绿化植树恢复景观。

（2）次重点防治区（B 区）

评估区内次重点防治区共计 6.5961hm^2，为工业场地、综合服务区、矿山道路及其影响范围，占整个评估区总面积的 6.35%。区内危险源主要是边坡，地质灾害亦主要由边坡引发。因此，边坡管理是安全生产管理的重要环节。若开挖过程管理操作不当，如台阶高度过大、帮坡角度超标、破碎带或不良地质构造层段治理不当等，可能造成崩塌/滑坡地质灾害事故，对生态环境造成恶劣影响。工业场地及综合服务区边坡由于失去了原生植被，

基岩裸露，截排水措施缺失，在雨季山坡径流的冲蚀下，易造成水土流失等现象。其主要危害对象为工人及机械设备。

未来主要的防治措施是：工业场地及综合服务区要严格依据开发利用方案设计开挖，控制好台阶高度及帮坡角度；及时清理危岩；搞好边坡境界外截排水措施，防治雨季山洪冲刷采场边坡所造成的水土流失；边坡形成后立即进行治理并全面绿化植树恢复景观。

（3）一般防治区（C 区）

包括除 A、B 区以外的其他区域，总面积 80.2390hm^2，占评估区总面积的 77.35%。该区矿山地质环境影响现状评估为较轻。地形地貌基本上保持原有的状态，植被良好，预测评估矿山地质环境影响为较轻。未来防治措施以监测为主。

矿山环境问题：一般区的地质灾害发生可能性小且地质灾害不发育，重点防治区的地质灾害危险性较小，两个防治区对含水层影响较轻、水土环境影响较轻。重点防治区和一般区对地形地貌景观影响分别为严重和较轻。

预防措施：矿山在以后的生产建设过程中，要重视矿山生产的运行情况，并加以保护，避免产生新的地质灾害和损毁现有土壤和植被，并对地表进行定期的人工巡视和监测；地质灾害和高边坡区域设置警示牌和网围栏，并注意合理利用土地，避免造成新的土地、地貌景观及植被的破坏。

矿山地质环境保护与治理恢复分区及措施见下表，由于其他区域不会对矿山地质环境产生实质性影响和破坏，因此不再对其他区域设计防治措施。

表3-26 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区及编号	分布情况			地质环境条件	矿山地质环境现状评估					矿山地质环境影响预测评估					防治工程		
区	范围	面积（hm^2）	百分比（%）		地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境影响	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	水土环境影响	影响程度分级	措施	手段	进度安排
重点防治区（A）	露天采场、表土堆存场	16.9168	16.30	中等	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	严重	较轻	严重	工程生物监测	保护恢复治理	近期中期远期
次重点防治区（B）	工业场地、综合服务区、矿山道路	6.5961	6.35		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	较轻	较严重	工程生物监测	保护恢复治理	近期中期远期
一般防治区（C）	其他区域	80.2390	77.35		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	生物监测	保护恢复	近期中期远期

（二）土地复垦区与复垦责任范围

根据对土地损毁情况的预测与分析，本方案适用年限内土地复垦区包括露天采场、工业场地、综合服务区、表土堆存场和矿山道路，复垦区总面积 23.5129hm^2。

项目区内无永久性建设用地，本方案复垦责任范围与复垦区范围相同。矿山复垦单元与复垦区一览表见表 3-27，复垦区与复垦责任范围损毁土地面积汇总见表 3-28。

表 3-27 矿山复垦单元与复垦区一览表

序号	单元分类	面积（hm^2）	损毁地类	复垦方向
1	露天采场	16.6022	果园、水浇地、村庄、乔木林地、公路用地、农村道路	林地、坑塘水面
2	工业场地	5.2736	乔木林地、其他林地、农村道路、沟渠	耕地、园地、林地、沟渠
3	综合服务区	0.5618	乔木林地	林地
4	表土堆存场	0.3146	乔木林地、农村道路	林地
5	矿区道路	0.7607	乔木林地、沟渠	保留
合计		23.5129	/	

表3-28 复垦区与复垦责任范围损毁土地面积汇总表

序号	单元分类	面积	地类							
		（hm^2）	水浇地	果园	乔木林地	其他林地	农村宅基地	公路用地	农村道路	沟渠
1	露天采场	16.6022	0.0451	0.0371	16.4233	0	0.0236	0.0235	0.0496	0
2	工业场地	5.2736	0	0	4.6583	0.0386	0	0	0.1990	0.3777
3	综合服务区	0.5618	0	0	0.5618	0	0	0	0	0
4	表土堆存场	0.3146	0	0	0.3146	0	0	0	0	0
5	矿区道路	0.7607	0	0	0.7296	0	0	0	0.0208	0.0103
合计		23.5129	0.0451	0.0371	22.6876	0.0386	0.0236	0.0235	0.2694	0.3880

（三）土地利用类型与权属

1、土地利用类型

根据现场调查和 1:1 万潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部），复垦区面积 23.5129hm^2，损毁土地类型为园地、乔木林地、其他林地、水浇地、村庄、公路用地、农村道路，不压占生态红线，不压占基本农田。

2、土地权属

评估区使用的土地属农村集体所有制土地，土地所有权和使用权属潮州市潮安区归湖

镇克安村，**********以土地租赁方式获得土地使用权，权属清楚，无争议。矿区土地权属详见表 3-29。

表3-29 草堂矿区土地利用权属表

地类				土地权属
				广东省潮安区
				克安村
01	耕地	0102	水浇地	0.0451
02	园地	0201	果园	0.0371
03	林地	0301	乔木林地	22.6876
		0307	其他林地	0.0386
07	住宅用地	0703	农村宅基地	0.0236
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.0235
		1006	农村道路	0.2694
11	水域及水利设施用地	1107	沟渠	0.3880
合计（hm^2）				23.5129

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

矿山地质环境治理是在矿山地质环境现状评估及预测评估的基础上，对产生的矿山地质环境问题而设计针对性措施。

1、矿山地质灾害治理技术可行性分析

预测未来矿山地质灾害主要为崩塌、滑坡及泥石流。预测发生地质灾害的位置为露天采场、工业场地及表土堆存场，发生地质灾害后需及时进行治理。

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

泥石流治理：可采用清理泥土石以恢复场地，修筑拦挡工程防止形成新的泥石流物源；潜在的泥石流隐患可采用疏导、切断或固化泥石流物源，消除引发泥石流的水源条件。

崩塌、滑坡及泥石流治理工程是当前较成熟的技术。

2、含水层破坏治理技术可行性分析

现状含水层破坏较轻，预测未来含水层破坏主要因素为露天采场的大面积开挖及矿山生产生活废水，矿山开采过程中的废石和废水中无有害成分，在开采过程中尽量减少可能造成污染的工序并通过地表矿坑水的处理达标排放。

含水层治理减少疏干排水量是当前较成熟和广泛推广的一项技术。

3、地形地貌景观破坏的恢复技术可行性

根据评估结果，矿山开采对地形地貌景观的破坏主要为露天采场、工业场地、综合服务区、卸矿平台、表土堆存场、临时周转场和矿山道路等造成的原始地形地貌的破坏，针对这些问题矿山主要开展建筑清理、覆土、平整、绿化、监测与管护措施等工作，矿山地形地貌景观治理工程是当前较成熟和广泛推广的一项技术。因此地形地貌景观破坏治理技术是完全可行的。

4、水土环境污染的防治技术可行性

根据现状调查和预测分析结果，本矿山开采对土壤环境影响较小。周边居民生活水源地不受矿山开采的影响，矿山开采对周边居民生产生活用水影响不大。

同时加强水质、土壤质量的监测，防止水土污染的产生。水土污染防治工程矿山目前

一直在开展，在实施上较为成熟，效果较好，技术可行。

5、监测技术可行性分析

监测工程主要为岩石移动范围的位移、变形采用仪器测量监测、人工巡视，地形地貌景观采取仪器测量监测、水土环境污染监测等均为取样监测，均可实现。

矿山地质环境治理是在矿山地质环境现状评估及预测评估的基础上，对产生的矿山地质环境问题而设计针对性措施。

（二）经济可行性分析

按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则，矿山地质环境保护与恢复治理工程和矿山地质环境监测工程费用由矿山企业全部承担。

矿山开采企业应将矿山地质环境治理工作列为建设项目的一部分，列支专项经费进行矿山地质环境的保护与恢复治理，对可能出现的矿山地质环境问题进行监测。经费要结合方案实施进度统筹安排，做到专款专用，保证经费足额及时到位，确保达到矿山地质环境恢复治理的防治目标。

方案设计的地质环境恢复治理工程由于施工技术条件简单，产生的费用以基本的材料费、机械费及人工费等为主，整体投资少，矿山企业具有一定的经济实力且治理成果易于达到设计要求，从经济角度分析，该矿山恢复治理项目具有可行性，具体详见下表：

1、资金保障

治理费用由造成矿山地质环境问题的矿山企业承担。矿山企业要列支专项经费进行矿山环境的保护与治理。经费要结合方案实施进度统筹安排，做到专款专用，保证经费足额及时到位，确保实现矿山环境综合治理的防治目标。采矿权人及时缴存矿山地质环境恢复治理基金，由政府监管，专款专用，遇到资金不足时，采矿权人及时缴纳不足部分。

2、材料供应

项目所需器械、生产材料类别简单，均可在当地供应，数量充足，矿山交通运输条件较方便，项目生产物资容易获取。

3、劳动力市场

矿区所在地乡镇，镇内居民人口较多，种植业人口众多，农闲时常从事对外打工或运输等副业，完全可以满足矿山生产所需劳动力条件。项目劳动技术类别属简单类型，参加施工人员经过简单安全、技能培训后即可参加工作。

4、施工条件

矿山供电条件：矿山供电充足，完全可以解决施工所需电力。

矿山水源供给条件：主要利用地下涌水和矿区范围内的自备井井水。

矿山基础建设完成后，矿区的道路、水、电等各项相应配套设施建设比较完备。因此，矿山企业有能力和实力进行矿山地质环境恢复治理，严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿产开发引发的矿山地质环境问题，建立绿色矿山开发模式。

（三）生态环境协调性分析

1、生态环境影响分析

（1）土地破坏和水土流失

矿山生产活动中将挖损和压占一定量的土地，破坏原有的植被覆盖，使地表裸露，受风力、水力的侵蚀加剧，易发生水土流失。矿山开采易造成地面疏松破碎，起伏不平，发生水土流失。

（2）大气污染

生产运输过程中，各种采装运输机械所产生的废气和粉尘和破碎加工生产线所产生的粉尘，会造成一定程度的空气污染。

（3）废水污染

堆放的岩土受雨水淋滤、渗透，将溶解矿物中的可溶成分并形成废水；矿区其他生产和生活，也会产生废水。这些受污染的废水，如果直接排放，将直接或间接污染地表水、地下水和下游农田、土地。

（4）固体废弃物污染

矿山设计开采为露天开采方式，剥离土以及矿山垃圾的堆存，均会改变原有的地貌形态。地形地貌的改变，不仅仅是景观的改变，还由于开采破坏地表应力，可能引发矿区水土流失，对生态环境造成影响。矿山生活垃圾随处丢弃，会污染矿区附近的自然环境和地表水体。

（5）诱发地质灾害

矿山开采活动可能诱发多种地质灾害。地面及边坡开挖影响山体、斜坡稳定，导致岩（土）体变形，可能诱发崩塌/滑坡等地质灾害。

（6）对土壤和地下水的影响

矿山开采活动会抽排一定量的地下水，但本地区地下含水层富水性较差，主要补给来源为大气降水，因此矿山开采对地下水影响有限。

2、生态环境影响协调性分析

对地质灾害采取防治措施，对已发或预测地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染进行预防治理。有效控制因采矿活动造成的水土环境污染、地形地貌景观破坏、含水层的破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受的地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行，使矿山建设与生态环境协调有序地发展。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

根据对已损毁和拟损毁土地的分析及复垦区的确认，复垦区总面积23.5129hm^2，土地类型为园地、乔木林地、水浇地、村庄、公路用地、农村道路。经潮州市自然资源局潮安分局核实，矿区内无基本农田分布，未涉及基本农田的占用损毁。

表 4-1 矿区土地利用类型统计表

序号	单元分类	面积	地类							
		（hm^2）	水浇地	果园	乔木林地	其他林地	农村宅基地	公路用地	农村道路	沟渠
1	露天采场	16.6022	0.0451	0.0371	16.4233	0	0.0236	0.0235	0.0496	0
2	工业场地	5.2736	0	0	4.6583	0.0386	0	0	0.1990	0.3777
3	综合服务区	0.5618	0	0	0.5618	0	0	0	0	0
4	表土堆存场	0.3146	0	0	0.3146	0	0	0	0	0
5	矿区道路	0.7607	0	0	0.7296	0	0	0	0.0208	0.0103
合计		23.5129	0.0451	0.0371	22.6876	0.0386	0.0236	0.0235	0.2694	0.3880

（二）土地复垦适宜性评价

对复垦土地进行适宜性评价，目的是通过评价来确定复垦后的土地用途，以便合理安排复垦工程措施和生物措施。因此，土地适宜性评价是土地复垦利用方向决策和改良途径选择的基础。按一般土地适宜性评价步骤，首先对需要评价的土地进行土地质量调查，并根据矿区土地利用总体规划，提出该土地利用的目标，两者进行比配后，调整利用目标或提高土地质量来完成土地适宜性评价工作。

草堂矿区的建设及开采过程中，会对矿区范围内的土地资源造成不同程度的损毁。依据国家有关规定，必须对损毁土地进行复垦，使其重新得到利用。土地适宜性评价是以具体的土地利用方式和类型对土地条件的要求，逐个与土地资源类型的性质相互匹配并确认其适宜性过程，使其结果成为土地复垦的依据。依据分级标准对复垦土地适宜性进行分级评价。本方案对复垦责任范围内损毁土地进行详细适宜性评价分析

1、土地复垦适宜性评价原则和依据

（1）评价原则

1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调的原则

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牧业规划，统筹考虑本地区的社会经济和矿区的生产建设发展，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。

2）因地制宜原则

土地利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须有与环境特征相适应的配套设施。根据被损毁前后土地现状情况，因地制宜，扬长避短，发挥优势，确定合理的利用方向。复垦后的土地，根据土地利用总体规划和生态建设规划，尊重权利人意愿的基础上，宜农则农、宜林则林，宜牧则牧、宜渔则渔。

3）自然因素和社会经济因素相结合原则

对于复垦区被损毁土地复垦适宜性评价，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、损毁程度等），又要考虑它的社会属性（如业主意愿、社会需求和资金等），二者相结合确定复垦利用方向。

4）主导限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如土源、坡度、土壤肥力以及排灌条件等。根据项目区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

5）综合效益最佳原则

确定土地的复垦方向应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的费用投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益。

6）动态和土地可持续利用原则

复垦土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

7）经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦质量的要求。

（2）评价依据

土地复垦适宜性评价就是评定拟损毁土地在复垦后的用途以及适宜程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的基本依据。进行土地复垦适宜性评价，就是在结合项目区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和地方的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。

本评价主要包括国家及地方的规划和行业标准，参考的法规与标准：

1）《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011）；

2）《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T 192－2006）；

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

4）《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

5）《土地评价学》（周生路，2006 年）；

6）《土地评价与管理》（蒙吉军，2005 年）；

7）《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1011-2000）；

8）土地利用现状资料；

9）项目区已损毁土地现状调查结果及当地经验等。

2、土地复垦适宜性评价体系和评价方法

（1）评价体系

根据矿山开采情况及矿山类型，方案采用土地适宜类和土地质量等两级分类体系。两级分类体系分成两个序列，土地适宜类和土地质量等，土地适宜类分适宜类、暂不适宜类和不适宜类，类别下面再细分若干土地质量等。土地质量等分一等地、二等地和三等地，暂不适宜类和不适宜类一般不续分。

1）土地适宜类型

按被损毁土地经整治复垦后对于耕、林、草的适宜性进行划分，分适宜类、暂不适宜类和不适宜类。适宜类的划分主要依据是区域土地利用总体规划以及被损毁状况调查和预测分析成果，包括土层厚度、坡度与坡向、交通条件、区位、损毁类型与程度和土地利用和发展方向等。将坡度小、距离居民近、交通方便、土层厚、质地好和损毁较轻的土地优

先划为宜耕类。对于坡度大、距离远、交通不便、土层薄、质地差、损毁较严重而无望恢复耕作的土地，可划为宜园、宜林或宜草类。宜园、宜林或宜草的土地区分不甚明显，主要视所在地区的总体规划而定。被损毁的耕、园、林、草地除压占、挖损等严重损毁者，无法恢复原地形地貌，一般复垦类型不低于原地类。

被挖损、压占和塌陷损毁的土地，应视生产利用状况和压占物的稳定性划为某种适宜类或暂不适宜类。

2）土地质量等级

在适宜类范围内，按土地对农、林、草的适宜程度、生产潜力的大小、限制性因素及其强度各划分为三等，分别描述如下表 4-2。

表 4-2 土地质量分类表

土地适宜类	土地质量等	备注
宜耕地	宜耕一等地	对农业利用无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获较高产量，且正常利用不致发生退化
	宜耕二等地	对农业利用有一定限制，质地中等，重度损毁，需经一定整治才可恢复为耕地，如利用不当，可导致土地退化
	宜耕三等地	对农业利用有较多限制，质地差，常有退化现象发生，损毁严重，需大力整治方可恢复为耕地
宜林地	宜林（园）一等地	最适于林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，采用一般技术造林、植树或更新，可获得较高的质量和产量
	宜林（园）二等地	一般适宜林木生产，地形、土壤和水分等因素有一定限制，重度损毁，造林、植树时技术要求较高，质量和产量中等
	宜林（园）三等地	林木生长困难，地形、土壤和水分等因素较多，损毁严重，造林、植树技术要求较高，质量和产量低
宜草地	宜草一等地	水土条件好，草群质量和产量高，损毁轻微，容易恢复为基本草场
	宜草二等地	水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，重度损毁，需经整治方可恢复利用
	宜草三等地	水土条件和草群质量差，产量低，退化和损毁严重，需大力整治方可利用

（2）评价方法

评价方法分为定性方法和定量方法两类。定性方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，确定土地复垦方向和适宜性等级。定量方法包括**极限条件法**、**综合指数法**与**多因素综合模糊法**等，具体评价时可以采用其中一种方法，也可以将多种方法结合起来用。

根据适宜性评价的原则，并结合矿山的实际状况，选择极限条件法对矿区待复垦土地进行评价。极限条件法是指依据最小因子律原理，即土地的适宜性及其等级，由诸多选定

评价因子中，某单因子适宜性等级最小（限制性等级最大）的因子确定。**极限条件法的计算公式为：**

$$Y_i = \min（Y_{ij}）\quad\quad（1）$$

式中：

Y_i—第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij}—第 i 个评价单元中第 j 参评因子的分值。

评价指数体系的确定考虑到矿山的实际，土地复垦适宜性评价分别针对宜耕地、宜林、宜草进行。宜耕地复垦方向选择地形坡度、有效土层厚度、水源条件、土壤 pH 值、耕作便利度、环境适宜性、有机质含量、土壤质地、土壤污染程度等 9 个指标；宜林复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度 4 个指标；宜草复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度 4 个指标。

参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦规程》（试行）等确定各适宜类型因子值：

表 4-3 宜耕地因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分	等级（IV）	等级分	等级 N	等级分
地形坡度（°）	0.2	0～2	400	2～6	300	6～15	200	15～25	100	≥25	0
有效土层厚度 cm	0.1	≥60	400	≥40	300	≥30	200	≥15	100	≤15	0
水源条件	0.1	好	400	较好	300	一般	200	差	100	内涝	0
土壤 pH 值	0.1	6.0～7.5	300	5.5～6.0，7.5～8.0	200	<5.5，>8.0	100				
耕作便利度	0.1	便利	400	较便利	300	一般	200	差	100		
环境适宜性	0.1	适宜	400	较适宜	300	一般适宜	200	不适宜	100		
有机质含量	0.1	>10	300	10～6	200	<6	100				
土壤质地	0.1	壤土	400	粘土、砂壤土	300	重粘土、砂土	200	砂质土、砾质	100	石质	0
土壤污染程度	0.1	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100		

表 4-4 宜林地因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.3	<10	300	10～25	200	>25	100
排水条件	0.15	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 cm	0.25	≥40	300	20～40	200	<20	100

表 4-5 宜草地因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.3	<10	300	10～25	200	>25	100
排水条件	0.15	良好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 cm	0.25	≥30	300	20～30	200	<20	100

表 4-6 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	—

各参评单元参评因子的选取，主要是依据现场调查数据资料，并结合对矿山评价单元采闭坑后的最终特征进行预测分析，计算各评价单元综合指数，按表 4-5 进行土地复垦适宜性等级划分，在一个评价单元同时适宜两个以上级别时，以符合周边环境类别，政策导向，满足符合矿区经济效益最大化及最适应当地的种植方向，确定复垦方向。进行土地复垦适宜性评价。

3、土地复垦适宜性评价步骤

土地复垦适宜性评价的步骤包括：在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上，确定评价对象和范围；综合考虑复垦区的土地利用总体规划、公众参与意见以及其他社会经济政策因素分析，初步确定复垦方向，划定评价单元；针对不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；通过方案比选，确定各评价单元的最终土地复垦方向，划定土地复垦单元。

（1）评价范围和初步复垦方向的确定

土地适宜性评价范围为复垦责任范围，面积为 23.5129hm^2。其中露天采场面积 16.6022hm^2，综合服务区面积 0.5618hm^2，工业场地面积 5.2736hm^2，矿区道路面积 0.7607hm^2，

表土堆存场 0.3146hm^2。土地复垦适宜性评价范围见表 4-1。

矿区所在地为丘陵地貌，复垦责任范围内土地多为乔木林地。归湖镇土地利用总体规划要求节约利用土地，维持土地动态平衡。除分析项目所在地社会经济政策因素外，方案编制过程中还充分征求了各村集体代表意见，大家一致认为土地复垦应尽量按土地规划复垦。

综合以上各方面因素，**初步确定土地复垦方向为①果园复垦为果园；②水浇地复垦为水浇地；③农村宅基地保留并归还权属人；④露天采场及工业场地中已损坏的公路用地和农村道路、乔木林地、其他林地等复垦为乔木林地；⑤矿区道路、采场底板及台阶形成的坑塘保留；沟渠未损毁，保留。**

（2）评价单元划分

评价单元是进行土地适宜性评价的基本空间单位，划分的基本要求为：单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异性，能客观反映土地在一定时期和空间上的差异；具有一定的可比性。同一单元内土地的基本属性、土地特征、复垦利用方向和改良途径应基本一致。

土地适宜性评价结果是通过对评价单元的土地构成因素质量的评价得出，因此，评价单元划分对土地评价工作的实施至关重要，直接决定土地评价工作量的大小、评价结果的精度和成果的可应用性。由于本项目土地复垦适宜性评价的对象为拟损毁的土地，是一种对未来土地现状的评价，并且矿山开采对土地原地貌造成了损毁，原有的土壤状况和土地类型都将发生一定变化，因此在划分评价单元时以土地损毁类型、程度和土地利用现状类型等作为划分依据。

本次评价单元包括露天采场底板、露天采场台阶、工业场地、综合服务区、表土堆存场和矿山道路共 6 个评价单元。

（3）评级体系和评价方法的选择

草堂矿区建筑用花岗岩矿为新建矿山，复垦土地为露天采场、工业场地、卸矿平台、临时周转场、表土堆存场和矿山道路压占损毁土地，根据土地属性对土地利用的适宜程度及其对复垦可能产生限制的因子类型和强度，参考土地的形态和目前的开发水平以及进一步开发的可能性，采取**极限条件法**进行评价。

（4）评价指标体系和标准的确立

本方案土地复垦适宜性评价主要依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）、《耕地地力调查与质量评价

技术规程》（NY/T 1634-2008）、《农用地分类定级规程》及各级地方主管部门的相关标准。评价指标体系的设置需要遵循如下原则：

1）差异性原则；2）综合性原则；3）主导性原则；4）定量和定性相结合的原则；5）可操作性原则。

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。根据全国各地多年的土地复垦经验，共选出 9 项参评因子，分别为坡度、排水条件、灌溉条件、土壤有机质、土体容重、岩土污染、有效土层厚度和地表物质组成、区位条件、地方土地利用总体规划的适宜性。

根据《土地复垦质量控制标准》和有关政策法规，借鉴全国各地土地复垦适宜性评价中参评因素属性及权重的确定方法，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，分别定为：一级（比较适宜）、二级（勉强适宜）、三级（不适宜）、四级（难利用）。各评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，等级间各个评价因子的评价标准参考《土地复垦质量控制标准》和国家有关行业标准。各参评因素的分级指标和复垦目标适宜性标准见下表。

表 4-7 项目区待复垦土地评价指标体系表

参评因素及分级指标		宜耕地评价	宜林地评价	宜草地评价
地形坡度（度）	<3	1	1	1
	4～7	1 或 2	1	1
	8～15	2	1	1
	16～25	3	2 或 1	1
	26～35	4	2	2
	>35	4	3	2
土壤质地	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	1	1
	重粘土、砂土	2 或 3	2	2
	砂质土、砾质	4	2～3	2～3
	石质	4	4	2
土壤 pH 值	5.5～8.0	2	2	1
	<5.5、>8.0	4	4	2
水源条件	有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地	1	1	1
	灌溉水源保证差干旱、半干旱土地	2	2	2
	无灌溉水源保证干旱、半干旱土地	3	3	3
土壤污染程度	无污染	1	1	1
	轻度	2	2	2
	中度	3	2 或 3	2 或 3
	重度	4	4	4

土壤有机质（g/kg）	>10	1	1	1
	10～6	2 或 3	1	1
	<6	3 或 4	1～2	1～2
耕作便利度	良好	1	1	1
	中等	2 或 3	1	1
	差	3 或 4	2 或 3	2 或 3
与周围环境的和谐性	靠近或位于基本农田耕作区	1	3	3
	靠近或毗邻山林	2	1	1
	位于山林中或山地中	3	1	1
	位于或靠近风景区	2	1	1
有效土层厚度（m）	>0.5	1	1	1
	0.3～5	2 或 3	1 或 2	1 或 2
	<0.3	4	4	4
是否形成凹陷	是	4	4	4
	否	1 或 2	1 或 2	1 或 2

（5）适宜性等级的评定

在土地质量调查的基础上，将参评单元的土地质量与复垦土地主要限制因素的农林牧评价等级标准对比，若限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级。参评单元土地性质见下表。

表 4-8 复垦土地参评单元土地性质

指标体系	露天采场台阶	露天采场底板	工业场地	表土堆存场	综合服务区	矿山道路
地形坡度（度）	>35	<3	8～15	8～15	8～15	8～15
土壤质地	砂质土、砾质	砂质土、砾质	重粘土、砂土	重粘土、砂土	重粘土、砂土	重粘土、砂土
土壤 pH 值	5.5～8.0	5.5～8.0	5.5～8.0	5.5～8.0	5.5～8.0	5.5～8.0
水源条件	有保证	有保证	有保证	有保证	有保证	有保证
土壤污染程度	无	无	无	无	无	无
土壤有机质（g/kg）	<3 年，<6；3～6 年，6～10 >6 年，>10	<3 年，<6；3～6 年，6～10 >6 年，>10	<3 年，<6；3～6 年，6～10 >6 年，>10	<3 年，<6；3～6 年，6～10 >6 年，>10	<3 年，<6；3～6 年，6～10 >6 年，>10	<3 年，<6；3～6 年，6～10 >6 年，>10
耕作便利度	中等	中等	良好	良好	良好	良好
与周围环境的和谐性	位于山林中或山地中	位于山林中或山地中	位于山林中或山地中	位于山林中或山地中	位于山林中或山地中	位于山林中或山地中
有效土层厚度（m）	0.3～5	0.3～5	0.3～5	0.3～5	0.3～5	0.3～5
是否形成凹陷	否	是	否	否	否	否

（6）适宜性等级评定结果

根据前述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主导因子，对因矿区建设与开采破坏的土地进行适宜性评价。待复垦区土地适宜性评价结果见表 4-8，适宜性评价等级见表 4-9。

表 4-9 待复垦土地适宜性评价结果汇总表

指标体系	适宜性	露天采场台阶	露天采场底板	工业场地	综合服务区	表土堆存场	矿山道路
地形坡度（度）	耕地	4	1	2	2	2	2
	林地	3	1	1	1	1	1
土壤质地	耕地	4	4	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3
	林地	2 或 3	2 或 3	2	2	2	2
土壤 pH 值	耕地	2	2	2	2	2	2
	林地	2	2	2	2	2	2
水源条件	耕地	1	1	1	1	1	1
	林地	1	1	1	1	1	1
土壤污染程度	耕地	1	1	1	1	1	1
	林地	1	1	1	1	1	1
土壤有机质（g/kg）	耕地	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3
	林地	1	1	1	1	1	1
耕作便利度	耕地	2 或 3	2 或 3	1	1	1	1
	林地	1	1	1	1	1	1
与周围环境的和谐性	耕地	3	3	3	3	3	3
	林地	1	1	1	1	1	1
有效土层厚度（m）	耕地	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3	2 或 3
	林地	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2
是否形成凹陷	耕地	1 或 2	4	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2
	林地	1 或 2	4	1 或 2	1 或 2	1 或 2	1 或 2

表 4-10 复垦土地的农林牧适宜性评价等级

适宜性评价单元	损毁类型	适宜性	
		耕地	林地
露天采场台阶	挖损	三等	三等
露天采场底板	挖损	三等	二等
工业场地	挖损、压占	二等	一等
综合服务区	挖损、压占	二等	一等
矿山道路	挖损、压占	二等	一等
表土堆存场	压占	二等	一等

（7）确定最终复垦方向和划分复垦单元

结合上述待复垦土地适宜性评价结果，本着因地制宜原则，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、周边矿山已复垦土地恢复状况调查等，结合土地利用总体规划，在经济可行、技术合理条件下，确定待复垦土地复垦方向。

根据评价单元的最终复垦方向，从工程施工角度将采取的复垦工程和技术措施一致的评价单元合并为一个复垦单元。复垦责任区共划分 6 个复垦单元，各单元最终复垦方向的确定和复垦单元的划分见下表：

表 4-11 待复垦土地复垦方向及复垦单元划分表

序号	复垦单元	损毁方式	原损毁地类	复垦方向	待复垦面积（hm^2）
1	露天采场台阶	挖损	果园、水浇地、村庄、乔木林地、公路用地、农村道路	果园、水浇地、村庄等已损毁拆除，复垦为乔木林地。（+115m 及以下平台低于当地侵蚀基准面，后续复垦为坑塘水面，面积 4.9837hm^2）	13.4925
2	露天采场底板	挖损	乔木林地	低于当地侵蚀基准面，后续复垦为坑塘水面	3.1097
3	工业场地	挖损、压占	乔木林地、其他林地、农村道路、沟渠	乔木林地、果园、农村宅基地、水浇地	5.2736
4	综合服务区	挖损、压占	乔木林地	乔木林地	0.5618
5	矿山道路	挖损、压占	乔木林地、农村道路	保留	0.7607
6	表土堆存场	压占	乔木林地	乔木林地	0.3146
合计					23.5129

（8）复垦前后土地利用结构调整

依据土地复垦适宜性评价结果，结合复垦单元损毁前地类及项目区实际情况，复垦方向为水浇地、果园、乔木林地、农村宅基地、坑塘水面等。复垦面积为 23.5129hm^2。

表 4-12 复垦前后土地利用结构表

场地名称		露天采场		工业场地		综合服务区		表土堆存场		矿山道路		合计		面积增减（hm^2）
地类		损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	
一级地类	二级地类													
耕地（01）	水浇地（0102）	0.0451	0	0	0.0451	0	0	0	0	0	0	0.0451	0.0451	0
园地（02）	果园（0201）	0.0371	0	0	0.0371	0	0	0	0	0	0	0.0371	0.0371	0
林地（03）	乔木林地（0301）	16.4233	8.5088	4.6583	4.7901	0.5618	0.5618	0.3146	0.3146	0.7296	0	22.6876	14.1753	-8.5123
	其他林地（0307）	0	0	0.0386	0	0	0	0	0	0	0	0.0386	0	-0.0386
住宅用地（07）	农村宅基地（0703）	0.0236	0	0	0.0236	0	0	0	0	0	0	0.0236	0.0236	0
交通运输用地（10）	公路用地（1003）	0.0235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0235	0	-0.0235
	农村道路（1006）	0.0496	0	0.1990	0	0	0	0	0	0.0208	0.7504	0.2694	0.7504	0.481
水域及水利设施用地（11）	坑塘水面（1104）	0	8.0934	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.0934	8.0934
	沟渠（1107）	0	0	0.3777	0.3777	0	0	0	0	0.0103	0.0103	0.3880	0.3880	0
损毁合计		16.6022		5.2736		0.5618		0.3146		0.7607		23.5129		
复垦合计		16.6022		5.2736		0.5618		0.3146		0.7607		23.5129		
复垦率%		100												

（三）水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

考虑灌溉设施，鉴于林地需要一定的灌溉设施保证成活率，待复垦稳定后可转为依靠自然降水，期间需要经历 3 年时间，所用水源来源于矿区坑塘及高位水池，后期可利用 PVC 管道从中引水至各复垦区用于灌溉。

（1）需水量分析

需水量为复垦区内林木浇灌。除去正常降雨能够满足植物所需水量外，管护期时间不少于 1 年，直至形成稳定植被。可采用拉管喷洒方式进行灌溉，成活稳定后依靠自然降水。根据《广东省用水定额》（DB44/T 1461-2014）中粤东沿海潮汕平原幼苗期用水定额 51m^3/亩·年计算，复垦区面积 15.4195hm^2，预计年需水量为 11796m^3（30.3m^3/d）；果树幼苗期用水定额 90m^3/亩·年计算，复垦区面积 0.56 亩，预计年需水量为 50m^3（0.14m^3/d）；水浇地取春种夏收瓜果类用水定额 184m^3/亩·年计算，复垦区面积 0.68 亩，预计年需水量为 125m^3（0.34m^3/d），总计需水量为 11971m^3/a。

（2）可供水量分析

复垦区以天然降雨为主要水源，该区处于亚热带海洋气候区，雨量丰富，降雨量多发生于 4～9 月。矿坑积水优先用于灌溉，坑塘水面面积 8.0934hm^2，底面积 3.1097hm^2，蓄水量约为 232.5 万方，水量充足；矿区附近还存在常年性溪沟，可用于灌溉用水。根据矿山开发利用方案，矿山西侧设计有高位水池，便于蓄水；高位水池铺设灌溉管道，采用喷灌等方式对种植的林草进行养护。因此，露天采场可采用高位蓄水池与矿坑积水、溪沟集汇，作为灌溉水源。

（3）水量供需平衡分析

矿山北侧有溪沟流经，流量基本稳定，且矿山闭坑后采坑将发展为坑塘水面，预计水量约 232.5 万方，远大于年需水量，复垦区水资源总量能满足复垦需水量。地区年均降雨量较高，林木浇灌日需水量基本能满足，自然水源有保障。

2、土资源平衡分析

该矿山为新建矿山，目前尚未进行剥离开采，对拟损毁区域采取预先挖存表土方案，剥离表土全部堆放在表土堆存场，剥离表土土地面积约为 16.6022hm^2（主要是对露天采场、工业场地根植层进行剥离），平均剥离厚度为 0.5m，露天采场共剥离表土 8.3 万 m^3，工业场地共剥离表土 2.64 万 m^3，详见表 4-13。（根据矿山生产过程中必须按“采剥并举，剥离先行”的原则，矿山在开采时剥离表土和风化岩层，该费用在矿山开采中计提）。本次

覆土目标为 8.1408hm²（其中露天采矿场边坡及底板、部分台阶、工业场地边坡、表土堆存场、矿山道路不需要进行覆土），覆土厚度为 0.5m，所以共需土方 4.0704 万 m³，矿山表土能够满足需求，见表 4-14。

表 4-13 表土剥离工程量表

工程名称	剥离面积（hm²）	剥离表土厚度（m）	剥离表土量（万 m³）
露天采场	16.6022	0.5	8.30
工业场地	5.2736	0.5	2.64
合计	21.8758	0.5	10.94

表 4-14 各复垦单元需土量

工程名称	需覆土面积（hm²）	覆土厚度（m）	需土方量（万 m³）
露天采场台阶	3.6985	0.5	1.8493
工业场地	4.0768	0.5	2.0384
综合服务区	0.3655	0.5	0.1828
合计	8.1408	0.5	4.0704

（四）土地复垦质量要求

根据中华人民共和国土地管理行业标准《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036—2013 表 D.4 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准，结合复垦区当地实际情况，本项目土地主要复垦方向为耕地、园地和乔木林地。具体标准如表 4-15：

表 4-15 复垦区土地复垦标准表

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
耕地	水浇地	地形	坡度/（°）	≤15
			平整度	田面高差±5cm 之内
		土壤质量	有效土层厚度/cm	≥40
			土壤容重/（g/cm³）	≤1.4
			土壤质地	砂土壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤5
			pH 值	5.5-8.0
			有机质/%	≥1.5
			电导率（dS/m）	≤2
		配套设施	灌溉	达到当地本行业工程建设标准要求
			排水	
			道路	
			林网	
		生产力水平	产量/（kg/hm²）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

园地	果园	地形	坡度/（°）	≤25
		土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/（g/cm^3）	≤1.45
			土壤质地	砂土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤15
			pH 值	5.5-8.0
			有机质/%	≥1
			电导率（dS/m）	≤2
		配套设施	灌溉	达到当地本行业工程建设标准要求
			排水	
			道路	
		生产力水平	产量/（kg/hm^2）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/（g/cm^3）	≤1.5
			土壤质地	砂土壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤25
			pH 值	5.0-8.0
			有机质/%	≥1
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求
		生产力水平	定植密度/（株/hm^2）	满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求
			郁闭度	≥0.35

1、复垦工程标准

（1）复垦利用类型应与地形、地貌及周围环境相协调；

（2）拟复垦场地及边坡稳定性可靠，参照同类土、岩体的稳定性坡度值确定。坡度一般不超过 25°；

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

（4）覆盖后的场地规范、平整，覆盖层容重等满足复垦利用要求，用作农业时。坡度一般不超过 15°；用作林牧业时，坡度一般不超过 25°；

（5）复垦场地有控制水土流失的措施；

（6）复垦场地道路、交通干线布置合理。

2、生态恢复标准

（1）耕地复垦质量控制标准

1）旱地田面坡度不宜超过25°。复垦为水浇地、水田时，地面坡度不宜超过15°。

2）有效土层厚度大于40cm，土壤具有较好的肥力，土壤环境质量符合《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）规定的II类土壤环境质量标准。

3）配套设施（包括灌溉、排水、道路、林网等）应满足《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288）、《高标准基本农田建设标准》（TD/T 1033）等标准，以及当地同行业工程建设标准要求。

4）3～5年后复垦区单位面积产量，达到周边地区同土地利用类型中等产量水平，粮食及作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB 2715）。

（2）园地复垦质量控制标准

1）地面坡度宜小于25°。

2）有效土层厚度大于40cm，土壤具有较好的肥力，土壤环境质量符合《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）规定的II类土壤环境质量标准。

3）配套设施（包括灌溉、排水、道路等）应满足《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288）等标准以及当地同行业工程建设标准要求。有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）要求。

4）3～5年后复垦区单位面积产量，达到周边地区同土地利用类型中等产量水平，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB 2715）。

（3）林地复垦质量控制标准

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

2）选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种。

3）实行草、灌、乔套种混播。

4）有效土层厚度大于等于30cm，土壤容重小于等于1.5，土壤质地以砂土壤土至壤质粘土为主，pH值为5.0～8.0，有机质大于等于1。

5）三年后乔木、藤本植物保存率85%以上。

6）乔木验收高度1.3m。

7）3～5年后，有林地、灌木林地郁闭度应分别高于0.35、0.40，定植密度满足《造林作业设计规程（LY/T 1607）》要求。

8）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。

3、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）矿山地质灾害预防措施

1、基本要求

制定矿山地质环境保护与恢复治理措施应遵循以下基本原则；

（1）预防为主，防治结合的原则；

（2）在开发中保护，在保护中开发的原则，边开采，边治理的原则；

（3）统筹部署，边开采、边治理原则；

（4）依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山。

2、基本规定

（1）矿山地质环境防治工程应与《开发利用方案》紧密衔接。

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

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

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

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

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

（二）矿山地质环境保护

1、保护原则

（1）矿业开发应贯彻矿产资源开发与环境保护并重，以防为主，保护优先的原则。

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

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

2、保护对象

（1）矿山影响范围内的水资源、地形地貌景观、地质遗迹资源以及土地资源等。

（2）矿业活动引发的崩塌、滑坡等地质灾害危害的对象。

3、预防措施

（1）崩塌/滑坡预防措施

可能发生崩塌/滑坡的地段主要为露天采场、工业场地、表土堆存场。

①在存在崩塌/滑坡隐患的区域采矿，要及时清理危岩、不稳定斜坡体，消除隐患或采取避让措施；做好预警防范措施；

②对矿山开采、工业场地及表土堆存场，尤其是露天采场边坡，可采取降低台阶高度、减缓台阶坡面角等措施，最大限度降低发生的地质灾害的可能性；

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

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

⑤在表土堆存场区域周边构筑截水、警示、拦挡、沉砂池等工程，进行地质灾害、水文、生态恢复等监测。

（2）泥石流预防措施

泥石流为山区特有的一种突发性的地质灾害，形成泥石流的三个要件：大量失稳的松散固体物源、充足的水源条件和特定的地貌条件。预测发生的可能性中等，潜在的危害程度中等、危险性中等。采取拦挡泥砂，截引地表水，固化泥石流物源。

（3）含水层影响与破坏预防措施

矿区主要为露天开采，开采层位位于地下水位以下，区域水均衡破坏、含水层结构改变影响较严重。

要采取监测措施进行长期监控，主要监测水质变化情况，根据监控结果，再决定具体的防治措施，以保护地下水与地表水不受污染。本方案采用水质监测措施，对矿坑排放水的水质进行长期监测。根据当地工程经验，露天开采建筑用花岗岩，矿坑排水泥沙含量高，为防止对水体造成污染，还需采取一定的工程措施。沉砂池工程量已列入主体工程设计中，本方案不进行计算。

（4）矿区地形地貌景观的破坏预防措施

①优化开采方案尽量避免或少占用土地；

②合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少土地资源的占用和破坏；

③边开采边治理，及时恢复植被；

④在矿山的开采过程中应对矿山开采范围监测，避免矿山超设计、超范围的开采，避免增大地形地貌景观破坏，相关定期对矿山进行检查、测量。

（5）水土环境污染预防措施

主要包括：提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染。

（三）土地复垦预防控制措施

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

（四）主要工程量

1、警示措施

矿山开采完毕后，采场形成最大采高约 200m 的露天斜坡，根据矿区开采终了情况，边坡较为稳定，不易产生滑坡，不会产生大的地质灾害，较为安全。但有必要提前在凹陷采坑及工业场地四周安装网围栏，防止人、畜误入发生危险。根据现场调查和开发利用方案介绍，工业场地主要用于机械破碎、停放等，在露天采场边界、工业场地入口和关键部位设置警示牌示警，发现异常及时采取措施处理。共需设置警示牌 10 块。

2、设置网围栏

在露天采场及工业场地境界外围设置网围栏，网围栏长度约 2840m，高 1.3m。

3、截排水工程

境界外截水是露天采矿场防洪排涝并维持边坡稳定的一项重要工程项目，自始至终，不可缺少。凡处于山坡分水线下部的开采坡面均要设置截水沟。根据《开发利用方案》与前文“开发利用方案概述内容”，各区域截排水工程简述如下：

（1）矿区外部截排水

矿区各场地截排水沟规格见表 5-1。

表 5-1 截排水沟规格计算表

截洪设施	断面尺寸（宽×高）（m）	汇水面积（m^2）	洪峰流量（m^3/s）	过流能力（m^3/s）
矿区南部外截水	1.6×1.5	277601	4.32	4.8
矿区西部外截水	1.5×1	129561	2.02	3.0
工业场地	1×0.8	79811	1.24	1.6
综合服务区	0.4×0.3	9872	0.154	0.24

截水沟设施在基建期完成，不计算其工程量。截水沟大样图见下图。

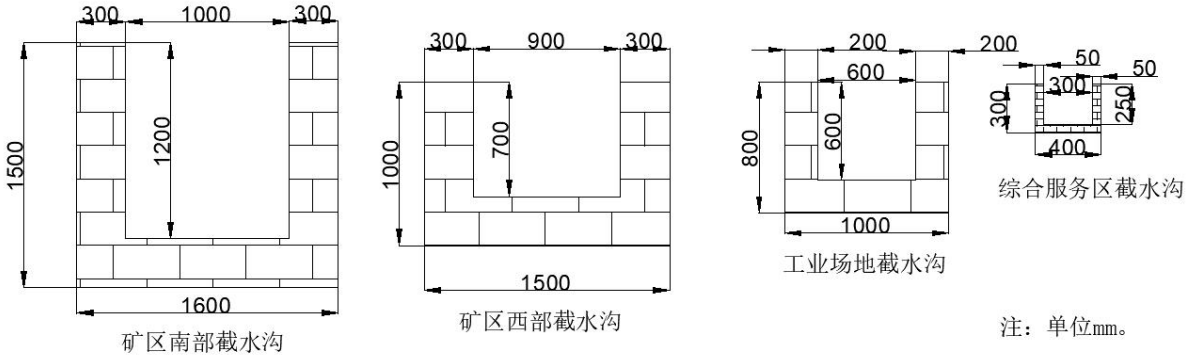


图 5-1 各区域截水沟大样图

（2）矿区内部截排水沟

根据矿区最终开采境界，矿山开采+110m 标高以上的矿体为山坡露天开采，采场内大气降水可通过台阶内排水沟自流排出；矿山开采+110m 标高以下的矿体时为凹陷式露天开采，在闭合圈内侧靠近边坡坡底设置排水沟，减少上部台阶的大气降水和地下水渗入到采场下部。闭合圈下部各台阶的大气降水和矿坑地下水汇流至采场最低平台的临时集水池，采用水泵机械抽排。排水沟穿过运输道路的部分设置下沉式道路涵管，保证运输道路的正常通行。

1）山坡露天开采

设计在+110m 以上各台阶设截排水，在平台内侧约 0.5m 处修建断面为 0.6m×0.4m 的排水沟（台阶排水沟大样图见图 5-2），疏排各层台阶汇水，随着开采台阶消失，以减少复绿台阶水土流失。矿区外围截、排水沟、安全平台排水沟形成统一的排水系统。正在开采的生产平台要开挖临时排水沟，疏排降水。

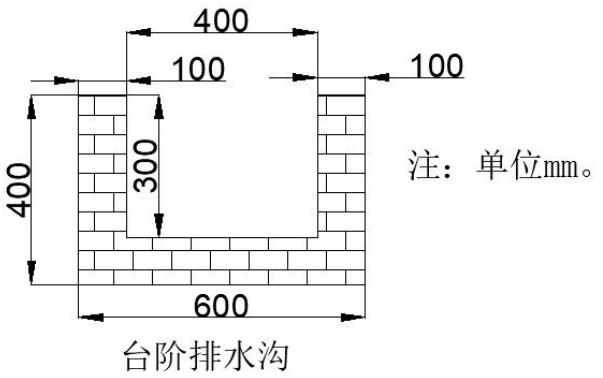
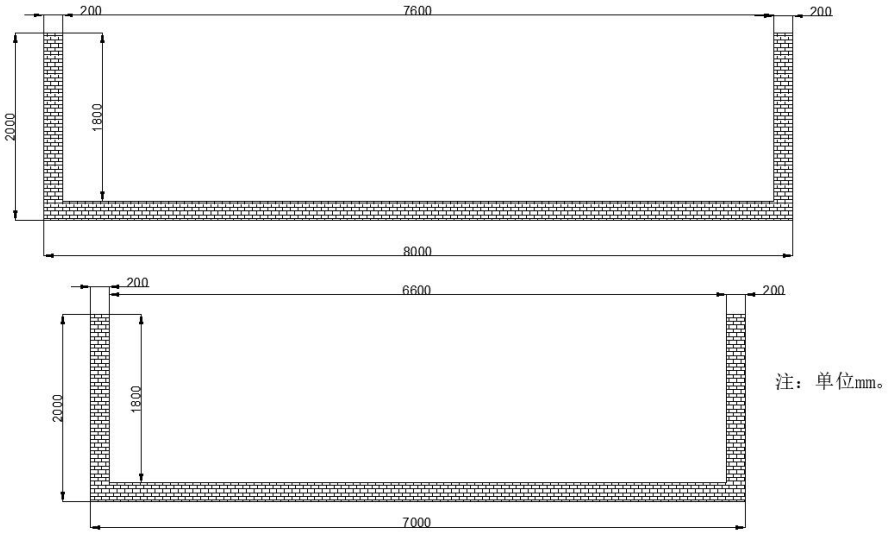


图 5-2 台阶排水沟大样图

2）凹陷露天开采

未来矿坑充水因素主要为大气降水直接充水，次为基岩风化裂隙潜水的侧向充水，侧向充水较小，矿坑充水量 Q 主要为大气降水充水量。

凹陷采坑正常汇水量为 430.23m^3/d，最大汇水量约 25133.32m^3/d。开采过程中在矿区中部设置一个集水池。集水池断面图见下图 5-3。



集水池断面图

图 5-3 集水池断面图

水泵选型：

由于露天采场+110m 标高以下台阶为凹陷露天开采，故设计采用机械排水，其排水高度为 40m，设计选用潜水泵。水泵选用 2 台 150QJ50-65 潜水泵（水泵流量 50m^3/h，扬程 65m，电动机功率 15kw）。矿山按最大降雨量 25133.32m^3/d 降水，用 4 台 150QJ50-65 潜水泵可在 5.24 天排出露天坑内 24h 暴雨降雨径流量。正常情况下选用 2 台 150QJ50-65 潜水泵，能在 5h 内排出露天坑内 24h 正常降雨径流量。

采场在+110m 水平以下开采时，需设计一个长 8m、宽 7m、深 2m 的集水池，用于将水集中以排出。根据水泵排水管口径 D80mm，设计 4 台潜水电泵均配备内径为 80mm 的排水钢管，符合设计规范。注意为防止矿山采坑集水外排时，对下游农田或周边环境产生不良影响，建议采矿权人修建相适应的总排洪沟或进行分流。

凹陷采坑排水工程在施工过程中逐步完成。

（3）工业场地

在工业场地北，矿区境界外 5m 开挖截水沟，保证场外汇水不能进入工业场地。在工业场地南侧，道路北侧施工排水沟。截排水沟规格形状为矩形，排水沟宽 1.0m，深 0.8m。截水沟的汇水排至工业场地下游的沉淀池，经沉淀后才外排。

工业场地截排水沟在基建期完成，遂不计算其工程量。

（4）综合服务区

在综合服务区范围山坡上，10m 以外施工截排水沟，将汇水引流到低洼处，设计排水沟规格形状为矩形，其宽 0.4m、深 0.3m，排水沟为浆砌石砌筑。

综合服务区截排水沟在基建期完成，不计算其工程量。

（5）表土堆存场

为防暴雨对矿区东部表土堆存场的影响，在表土堆存场区域周边设置截、排水沟，大气降雨可流入设置表土堆存场下游的沉淀池内沉淀和澄清。

表土堆存场截排水沟在基建期完成，不计算其工程量。

（6）矿山道路

在运输道路内侧设置排水沟，截排水沟规格形状为矩形，宽 0.6m，深 0.4m。排水沟大样图见图 5-4。

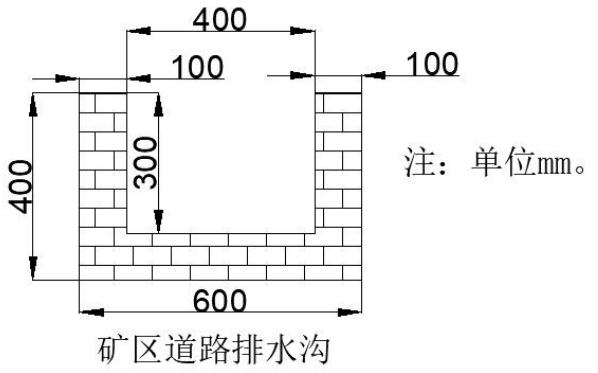


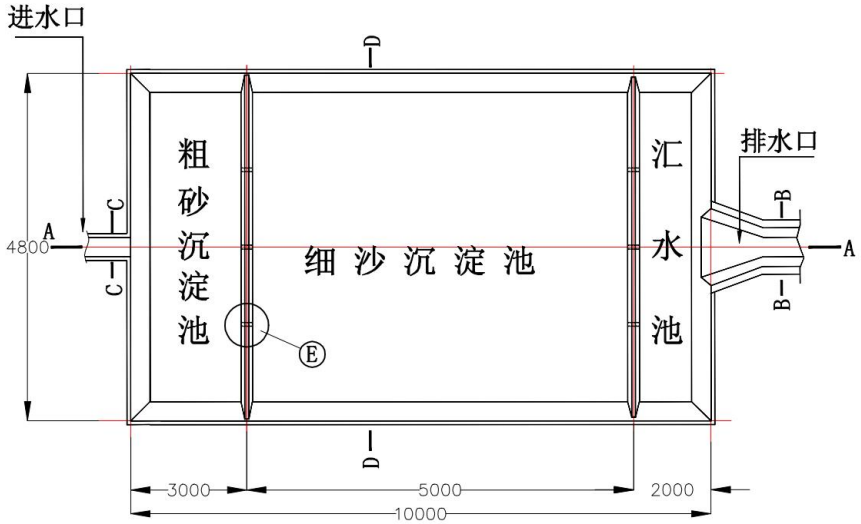
图 5-4 矿区道路排水沟大样图

矿山道路截排水沟在基建期完成，不计算其工程量。

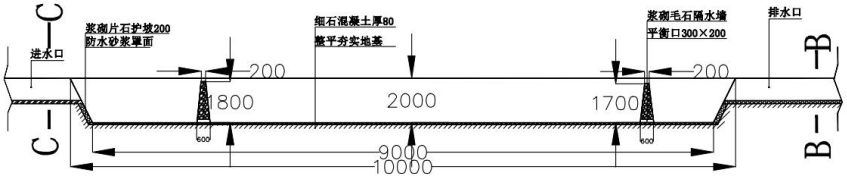
4、沉砂池

矿区内汇水泥沙含量较高，必须设置沉砂池进行水处理，主要是沉淀泥砂、澄清水质。沉淀池采用平流式。以工业场地汇水为例，该沉砂池处理的是山坡的雨洪和破碎生产线的废水，生产线废水主要为悬浮物，容易形成泥浆水，没有其他污染物，且随雨天间歇运行，因此只需要待池装满，不定期排砂即可。主要处理方法为自然沉降。排砂方式为挖掘机排砂。

设计沉淀池长度为 10m，深度 2m，宽度为 5m，容量为 100m³ 。沉砂池设计图见图 5-5。



沉砂池平面图



A——A剖面

D——D剖面

图 5-5 沉砂池设计图

设计沉淀池 5 个，分别位于露天采场 6 号拐点、表土堆存场下游、综合服务区排出沟的出口和工业场地东、西部排出沟的出口分别设置沉淀池，经沉淀处理合格后的用于矿山生产用水，多余排入外部水系。

在矿区境界北部和南部，+230m、+175m 清扫平台汇水流出矿区后分别设置 1 个沉淀池，汇水沉淀后排入山体水系。

设置沉淀池不小于 300m^3，经沉淀澄清后排出至外部水系，排放标准为泥沙含量不大于 500g/m^3。

沉砂池在基建期完成，不计算其工程量。

5、挡土坝

为确保表土堆存场沉淀和澄清的水溢出，表土堆存场挡土坝主透水坝采用碾压石坝，拦挡坝的坝坡度内外侧均为 1：2，坝内坡并设置反滤层（挡土坝断面图见下图 5-6）。挡土坝下侧设置沉淀池。

挡土坝在基建期完成，不计算其工程量。

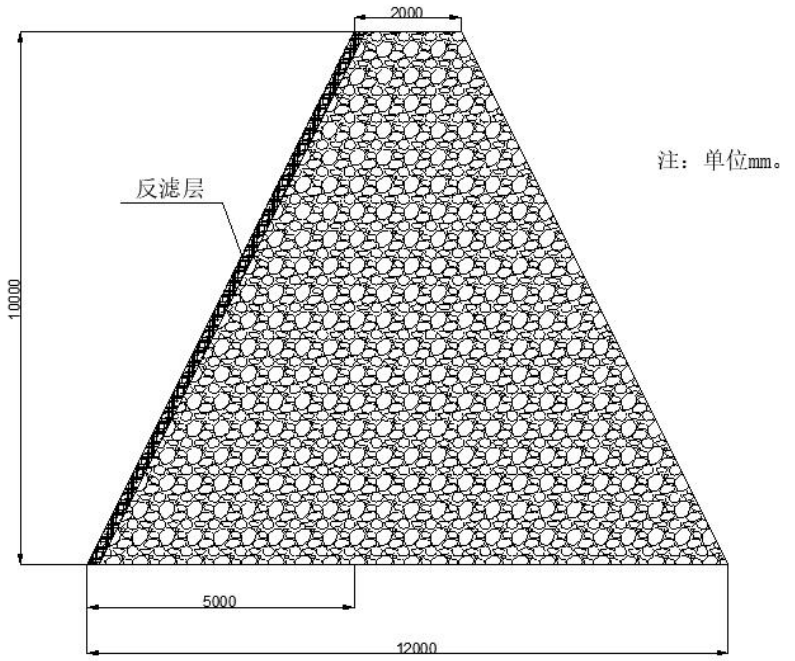


图 5-6 挡土坝断面图

上述地质灾害治理工程设计中的警示牌、网围栏工程和采场台阶排水沟需根据实际需要进行设计，其工程量和治理费用计入该方案，其他的外围截排水工程、表土堆存场工程、挡土坝工程和沉淀池工程按照《开发利用方案》由矿山企业在基建期进行施工，费用计入矿山基建成本，不再计入本次恢复治理费用中。

根据治理工程设计，本项目中矿山地质环境保护治理工程量测算见下表。

设置露天采场台阶、工业场地台阶构筑的排水沟总长度 2862m，水沟开挖量 686.88m^3，浆砌水沟工程量 343.44m^3，砂浆抹面 2862m^2；

表 5-2 矿山地质环境治理工程量汇总表

恢复治理分期	工程分类	单位	工程量	备注
近期	警示牌	块	10	
	网围栏	m	2840	
近期—远期	采场台阶排水沟	m	2412	开采台阶形成之后逐步修建
	工业场地排水沟	m	450	
	水沟开挖石方	m^3	686.88	
	水沟浆砌	m^3	343.44	
	水沟抹面	m^2	2862	

二、矿区地质灾害治理

（一）目标任务

1、目标

（1）评估区内地质灾害得到有效防治，治理率达到 100%；

（2）评估区内不存在地质灾害的隐患，减少经济损失，避免人员伤亡。

2、任务

（1）受破坏的地质环境得到有效恢复，恢复率达到 100%；

（2）植被成活率达到 95%以上。

（3）矿山闭坑后矿山地质环境与周边生态环境相协调，达到与区位条件相适应的环境功能。

（二）工程设计

在进行矿山开采时，崩塌/滑坡防治的重点部位为露天采场边坡及工业场地边坡，对崩塌/滑坡易发区主要采取削坡、放坡进行防治，清理坡面松散岩块。严格按照开发利用方案进行开采，避免产生高陡边坡的产生，土质边坡坡度高度小于 5m，坡度小于 45°。

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

残坡积层台阶坡面角 45°，边坡安全稳定性较差，矿山在剥离覆盖层后应对其进行适当削坡减载及坡面防护措施，同时在开采后应对其进行监测，防止后续开采作业影响其稳定性。

由于采场最低标高（+70m）低于当地最低侵蚀基准面（+113m），闭坑后，在露天采场将会形成一个面积约 8.0934hm^2 的坑塘，东侧为高度 150m 的高陡人工边坡。人工边坡未进行有效加固，长期日晒雨淋及风化后易形成崩塌/滑坡或高位滑坡，滑体进入坡脚深约 43m 的人工湖中，其产生的涌浪将对场内边坡稳定性造成影响，并且翻越低洼山体形成的

水流将对下部山坡、村居、林田造成影响。考虑在坑塘溢流处（1 号拐点附近）增设挡水坝并设置泄洪沟。

（三）技术措施

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

闭坑后的坑塘水面采用增设挡水坝、设置泄洪沟的方式进行治理，防止坑塘中水体溢出，同时采用泄洪沟对水体进行引流排放，防止坑塘水体积蓄过多。挡水坝采用浆砌石重力坝，设计规格长约 20m，高 2m，坝的上游面向上游略微倾斜，坡度 n=0.1，坝的下游面为均一的坡度，坡度 m=0.6，坝底宽 1.9m。详见大样图 5-7。

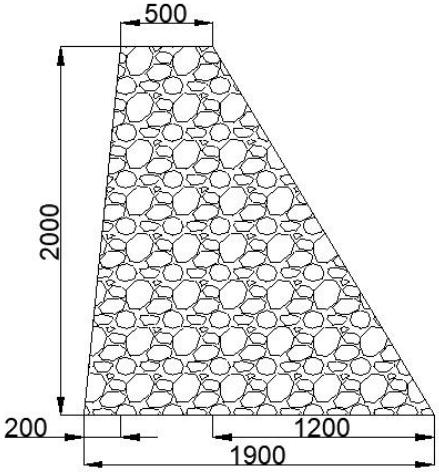


图 5-7 重力坝大样图

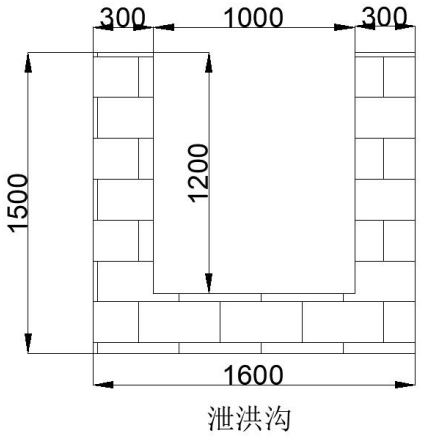


图 5-8 泄洪沟大样图

在进行坝体布置时，需要考虑溢流坝和泄水孔口的位置，要满足泄洪与放水的需要，并与下游平顺连接，不致淘刷坝基、岸坡和相邻建筑物基础。泄水孔口高程和尺寸应根据水库调洪计算和水力计算，结合闸门和启闭机条件确定。溢流面要求有较高流量系数，同时不产生空蚀。坝下要设置消能池，应考虑地形、地质、枢纽布置和水流条件，比较选定其形式和尺寸。

泄洪沟采用原 1 号拐点处排水沟，对其进行加宽加固，将水引至排土场下游溪沟，随溪沟排放至下游沟渠。加宽后规格为 1.5m×1.6m，详见大样图 5-8。矿山应严格按照开发利用方案设计的台阶参数进行开采，各台阶开采结束后对存在的危岩、松散岩体等立即进行清理，预防后期潜在的崩塌、滑坡灾害。

（四）主要工程量

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

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

本方案要与土地利用总体规划、当地经济状况、矿山开采规划相协调，坚持科学规划、因地制宜、综合治理、合理利用；根据矿山自身的生产规模，开采方式、工艺流程、开采终了现状等相关内容，并根据归湖镇潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部），确定矿山土地复垦目标初步确定土地复垦方向为①果园复垦为果园；②水浇地复垦为水浇地；③农村宅基地保留并归还权属人；④露天采场及工业场地中已损坏的公路用地和农村道路、乔木林地、其他林地复垦为乔木林地；⑤矿区道路、采场底板坑塘保留。复垦目标与项目区域的土壤、植被、气候、水文和生态环境是适应的、协调的；最终实现复垦率 100%。

对矿区内损毁的土地采取相应整治措施，使矿区土地达到可供利用状态。恢复原有种植力，种植相应植被，达到复垦质量控制标准。

草堂矿区建筑用花岗岩矿破坏土地共计 23.5129hm^2，全部纳入责任复垦面积范围，经土地复垦适宜性评价，复垦责任范围内复垦土地面积为 23.5129hm^2，复垦率为 100%。复垦前后土地利用结构调整见下表 5-3。

表 5-3 复垦前后土地利用结构表

场地名称		露天采场		工业场地		综合服务区		表土堆存场		矿山道路		合计		面积增减（hm^2）
地类		损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	
一级地类	二级地类													
耕地（01）	水浇地（0102）	0.0451	0	0	0.0451	0	0	0	0	0	0	0.0451	0.0451	0
园地（02）	果园（0201）	0.0371	0	0	0.0371	0	0	0	0	0	0	0.0371	0.0371	0
林地（03）	乔木林地（0301）	16.4233	8.5088	4.6583	4.7901	0.5618	0.5618	0.3146	0.3146	0.7296	0	22.6876	14.1753	-8.5123
	其他林地（0307）	0	0	0.0386	0	0	0	0	0	0	0	0.0386	0	-0.0386
住宅用地（07）	农村宅基地（0703）	0.0236	0	0	0.0236	0	0	0	0	0	0	0.0236	0.0236	0
交通运输用地（10）	公路用地（1003）	0.0235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0235	0	-0.0235
	农村道路（1006）	0.0496	0	0.1990	0	0	0	0	0	0.0208	0.7504	0.2694	0.7504	0.481
水域及水利设施用地（11）	坑塘水面（1104）	0	8.0934	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.0934	8.0934
	沟渠（1107）	0	0	0.3777	0.3777	0	0	0	0	0.0103	0.0103	0.3880	0.3880	0
损毁合计		16.6022		5.2736		0.5618		0.3146		0.7607		23.5129		
复垦合计		16.6022		5.2736		0.5618		0.3146		0.7607		23.5129		
复垦率%		100												

（二）工程设计

土地复垦工程主要包含露天采场、工业场地、综合服务区、表土堆存场和矿山道路土壤重构工程及植被重建工程。下面分单元进行设计论述：

1、露天采场复垦设计

复垦目标：露天采场；

复垦区面积：16.6022hm^2；

损毁地类及面积：水浇地、果园、乔木林地、公路用地、农村道路、共16.6022hm^2；

复垦方向及面积：其中水浇地0.0451hm^{2}已损毁，复垦为水浇地，复垦工程放入工业场地中；果园0.0371hm^{2}已损毁，复垦为果园，复垦工程放入工业场地中；农村宅基地0.0236hm^{2}已损毁，复垦为农村宅基地，复垦工程放入工业场地中；公路用地0.0235hm^2、农村道路0.0496hm^{2}已损毁，复垦为乔木林地；采坑为凹陷开采，低于当地最低侵蚀基准面，+115m～+70m台阶未来会积水并发展为坑塘，预测面积8.0934hm^2，该区域保留为水塘；其余复垦为乔木林地8.5088hm^2。

（1）表土剥离

根据“边开采边复垦”的原则要求，基建和生产期间剥离的复垦用表土要在采场周边就近堆放，做好临时拦挡、遮盖及截排水措施。多余的表土才运输到表土临时堆场堆放，留作矿山后期复垦使用。在进行表土堆放时，应分层储存，并在堆放表土上撒播草籽维持土壤质量，草籽可选择芒草。

（2）植生袋挡墙

露天采场台阶面外侧采用降解袋装土垒成挡墙，防止雨水及地表径流直接冲刷或带走泥砂，植生袋装土时需内附草籽。目前植生袋规格一般为长0.6m，宽0.4m。装袋后规格：0.55×0.35×0.16m。台阶长度7633m，拦挡宽度0.55m，高度0.48m，总计需植生袋65426个。

（3）回填表土

+115m～+70m台阶总面积为8.0934hm^2，该区域低于当地侵蚀基准面，矿山闭坑后发展为水塘，不进行植被重建；+260m～+130m终了台阶平台面积为3.6985hm^2，挡墙与台阶之间回填土厚度为0.5m，回填土方量为18493m^3。回填前对复垦土壤进行地力培肥，以尿素、磷铵、氯化钾为主要原料，氮、磷、钾有效养分含量需≥45%，作基肥、追肥施用，根据查询林地施肥规格，设计每公顷施有机肥15000kg（即1000kg/每亩）。共需有机肥55.478t。

（4）植被恢复

1）种树

采场边坡台阶采取乔灌混种：

①种植大叶相思、木荷、桉树等乔木（苗木规格：树高 0.5m，地径 1～2cm，苗木健壮、无病虫害的幼苗，雨季造林的良种壮苗），行距 2.5m，株距 2.5m，按照梅花状交替种植。种植面积 3.6985hm^2，台阶需种植树苗 5918 株。

②种植山毛豆等灌木（苗木规格：树高 0.4cm，地径 0.6cm 以上的良种壮苗），行距 2.5m，株距 2.5m，按照梅花状交替种植。种植面积 3.6985hm^2，台阶需种植树苗 5918 株。

2）种草

在采场撒播草籽，按 15kg/hm^2 标准进行撒播芒草草籽，播撒面积 3.6985hm^2，需草籽 55.48kg。

3）种植藤本

对于露天采矿场边坡倾斜角度较大，不适宜覆土种植的区域采用爬藤类植物（爬山虎、地棯）进行植被覆盖。3 株/m，共 7633 株。

图 5-9 露天采场恢复治理示意图

基肥应于种植前 10 天以上施放，与表土混匀后覆土待种植。

乔灌木及藤本植物采用穴植的方式，平地乔木和灌木进行间种。乔木间距 2.5×2.5m，台阶种植灌木间距 2.5m×2.5m，平地种植灌木间距 2.5m×2.5m，相互错开种植（呈梅花形布种），藤本植物边坡坡顶或平台栽植水平株距为 0.3m。

复绿工作以春季为宜，3 月份前完成整地、挖穴等备耕工作，5 月份前完成种植，分别在当年 9 月份和翌年 9 月份前各完成一次抚育工作。栽植时需去除营养袋栽植，并避免破坏根系，宜适当深栽，回土要细，压土要实，然后回土成馒头状，栽植后土壤表层撒蘑菇肥覆盖保水，栽种后进行人工养护，成活养护时间 6 个月，以确保成活率和保存率。

2、工业场地复垦设计

复垦目标：工业场地；

复垦面积：5.2736m^2；

损毁地类及面积：乔木林地 4.6583hm^2、其他林地 0.0386hm^2、农村道路 0.1990hm^2、

沟渠 0.3777hm^2。

复垦方向及面积：复垦露天采场损毁的水浇地 0.0451hm^2、果园 0.0371hm^2、农村宅基地 0.0236hm^2，共计 0.1058hm^2，保留沟渠 0.3770hm^2，其余复垦为乔木林地共计 4.7901hm^2。

（1）拆除和清理

矿山开采结束后，将工业场地内所有建筑物拆除，建筑物主要为砖混和混凝土结构建筑物，屋顶为彩钢瓦。使用机械方法进行拆除，采用挖掘机和自卸汽车对拆除后的建筑垃圾进行清运，自卸汽车运出治理区，运距 4～5km。

合计：工业场地拆除的水泥浆砌砖工程量为 820m^3，拆除无钢筋混凝土工程量 440m^3，清运的建筑垃圾量为 1260m^3。

（2）植生袋挡墙

工业场地边坡台阶面外侧采用降解袋装土垒成挡墙，防止雨水及地表径流直接冲刷或带走泥砂，植生袋装土时需内附草籽。目前植生袋规格一般为长 0.6m，宽 0.4m。装袋后规格：0.55×0.35×0.16m。台阶长度 1759m，拦挡宽度 0.55m，高度 0.48m，总计需植生袋 15078 个。

（3）回填表土

工业场地终了台阶平台面积为 4.0768hm^2，挡墙与台阶之间回填土厚度为 0.5m，回填土方量为 20384m^3。回填前对复垦土壤进行地力培肥，以尿素、磷铵、氯化钾为主要原料，氮、磷、钾有效养分含量≥45%，作基肥、追肥施用，根据查询林地施肥规格，设计每公顷施有机肥 15000kg（即 1000kg/每亩）。共需有机肥 61.152t。

（4）平整工程

采用推土机对+75m～+55m 平台的土方进行平整，面积 3.4520hm^2，平土工程量 17260m^3。

（5）植被恢复工程

1）种树

①乔木林地复垦：+75m～+55m 平台设计种植大叶相思、木荷、桉树等乔木（苗木规格：树高 0.5m，地径 1～2cm，苗木健壮、无病虫害的幼苗，雨季造林的良种壮苗），株行距 2.5m×2.5m，栽植面积 3.3437hm^2，共栽植 5350 株。

工业场地边坡台阶种植山毛豆等灌木（苗木规格：树高 0.4cm，地径 0.6cm 以上的良种壮苗），行距 2.5m，株距 2.5m，按照梅花状交替种植。栽植面积 0.6248hm^2，台阶需种植树苗 1000 株。

②果园复垦：设计种植原果园植物柚子树，株行距 2.5m×2.5m，栽植面积 0.0371hm^2，共栽植 60 株。

③水浇地 0.0451hm^2、农村宅基地 0.0236hm^2，覆土后保留现状并归还权属人。

2）种草

在复垦区域内撒播草籽，按 15kg/hm^2 进行撒播芒草草籽，播散面积 3.9685hm^2，需草籽 59.53kg。

3）种植藤本

工业场地边坡种植爬山虎等藤本植物，3 株/m，共 5277 株。

（6）沟渠恢复工程

沟渠由于位于工业场地的损毁范围内，实际并未对沟渠进行损毁，在矿山后期生产建设中应加强对沟渠的保护、管护措施，防止因矿山生产导致沟渠的损毁。若因矿山正常生产活动造成沟渠的污染、损毁等，应立即对其开展修复治理措施。

3、综合服务区复垦设计

复垦目标：综合服务区；

复垦面积：0.5618hm^2；

损毁地类及面积：乔木林地 0.5618hm^2；

复垦方向及面积：复垦为乔木林地 0.5618hm^2。

（1）拆除和清理

矿山开采结束后，对综合服务区内的建筑物和地面硬化物进行拆除和清理。建筑物和地面硬化物主要为无钢筋的砖混和无钢筋混凝土结构，使用机械方法进行拆除，采用挖掘机和自卸汽车对拆除后的建筑垃圾进行清运，自卸汽车运出治理区，运距约 4～5km。

综合服务区拆除的水泥浆砌砖工程量为 300m^3，拆除无钢筋混凝土工程量为 150m^3，清运的建筑垃圾量为 450m^3。

（2）植生袋挡墙

综合服务区南侧台阶面外侧采用降解袋装土垒成挡墙，防止雨水及地表径流直接冲刷或带走泥砂，植生袋装土时需内附草籽。目前植生袋规格一般为长 0.6m，宽 0.4m。装袋后规格：0.55×0.35×0.16m。台阶长度 260m，拦挡宽度 0.55m，高度 0.48m，总计需植生袋 2229 个。

（3）客土回覆

设计在清运后的地表覆盖 0.5m 厚的土层，采用挖掘机和自卸汽车将土方运至规划的

覆土区域，覆土面积 0.3655hm^2，需覆土 1828m^3。回填前对复垦土壤进行地力培肥，共需有机肥 5.483t。

（4）平整工程

采用推土机对土方进行平整，平土工程量 1439m^3。

（5）植被恢复工程

1）种树

综合服务区平台设计种植大叶相思、木荷、桉树等乔木（苗木规格：树高 0.5m，地径 1～2cm，苗木健壮、无病虫害的幼苗，雨季造林的良种壮苗），株行距 2.5m×2.5m，栽植面积 0.2877hm^2，共栽植 460 株。

综合服务区场地边坡台阶种植山毛豆等灌木（苗木规格：树高 0.4cm，地径 0.6cm 以上的良种壮苗），行距 2.5m，株距 2.5m，按照梅花状交替种植。栽植面积 0.0778hm^2，台阶需种植树苗 125 株。

2）种草

在复垦区域撒播草籽，按 15kg/hm^2 进行撒播芒草草籽，播散面积 0.3655hm^2，需草籽 5.48kg。

3）种植藤本

综合服务区边坡种植爬山虎等藤本植物，3 株/m，共 780 株。

4、表土堆存场复垦设计

复垦目标：表土堆存场；

复垦面积：0.3146hm^2；

损毁地类及面积：乔木林地 0.3146hm^2；

复垦方向及面积：复垦为乔木林地 0.3146hm^2。

（1）植被恢复工程

拟复垦为乔木林地，设计种植大叶相思、木荷、桉树等乔木（苗木规格：树高 0.5cm，地径 0.8cm 以上的良种壮苗），株行距 2.5m×2.5m，栽植面积 0.3146hm^2，共栽植 504 株。

复垦区域内撒播草籽，按 15kg/hm^2 进行撒播芒草草籽，撒播面积 0.3146hm^2，需草籽 4.72kg。

（2）施肥工程

苗木栽植后，在树苗周围播撒有机肥增加土壤肥力，设计每公顷施有机肥 15000kg，撒播面积 0.3146hm^2，共需有机肥 4.719t。

5、矿山道路复垦设计

复垦目标：矿山道路；

复垦面积：0.7607hm^2；

损毁地类：乔木林地 0.7296hm^2，农村道路 0.0208hm^2，沟渠 0.0103hm^2；

复垦方向及面积：矿山道路进行保留，作为后期耕作用路及管护用路。

（1）客土回覆

矿山道路面积约 7607m^2，矿山道路不需覆土，保留路面为耕作道路，道路两侧进行挖坑种树，坑穴规格 0.5m×0.5m×0.5m。

（2）植被恢复工程

林草恢复工程：采取乔+灌+草混交模式，道路两侧进行挖坑种树，需复绿长度 1005m，种植大叶相思、木荷、桉树（苗木规格：树高 0.5cm，地径 0.8cm 以上的良种壮苗），间距 2m/株。栽植长度 1005m，种植 1006 株。

（3）施肥工程

苗木栽植后，在树苗周围播撒有机肥增加土壤肥力，施肥标准为 1000kg/亩，撒播面积 0.1005hm^2，共需有机肥 1.508t。

（4）沟渠恢复工程

沟渠由于处在矿山道路的损毁范围，实际并未对沟渠进行损毁，而是修建有桥梁跨越。在矿山后期生产建设中应加强对沟渠的保护、管护措施，防止因矿山生产导致沟渠的损毁。若因矿山正常生产活动造成沟渠的污染、损毁等，应立即对其开展修复治理措施。

（三）技术措施

1、拆除和清运工程

首先回收可回收物品，如门、窗、办公设备、彩钢瓦等；然后对建筑物周围做好防护，再利用挖掘机对屋顶和墙体进行拆除，遵循“先上后下、先里后外、先非承重后承重结构”的拆除方法。拆除后的建筑垃圾直接外运。

2、植生袋挡墙

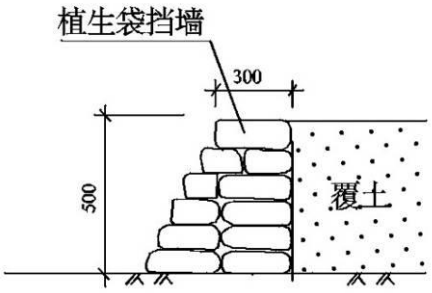


图 5-10 台阶挡墙示意图（单位：mm）

对采场台阶边缘实施可降解植生袋拦挡措施，植生袋装土时需内附草籽。目前植生袋规格一般为长 0.6m，宽 0.4m。装袋后规格：0.55×0.35×0.16m。

3、覆土工程

回填厚度根据当地土质情况、气候条件、种植种类以及土源情况确定。用于农业和林业时，覆土 0.5m 以上，可以大面覆土，土源不够时也可只在植树的坑内覆土；种植草类时覆土厚度 0.2～0.5m。

对工业场地、综合服务区、其他区域等占地项目，在生产结束后，首先将表土堆场内的表土进行回覆，采用面状覆土，本次覆土主要满足农业和林业需求，覆土厚度为 50cm，可采用挖掘机、自卸式汽车进行较大规模覆土，覆土后采用推土机对其表面进行平整。

4、平整工程

平整土地主要是为了使受到扰动的土地进行推高、填低，使之基本水平或其坡度在允许的范围之内，其目的是通过土地平整便于生物措施的实施，满足复垦的植被生长条件的需要。主要采用机械方式进行平整，利用推土机对回填的土壤场地进行平整，削高填低，便于后期利用。

5、植被恢复工程

在满足快速覆盖绿化的前提下，根据当地的气候、土壤条件等实际情况，因地制宜地选择植物种类，防止外来物种入侵。物种选择的原则是：生长快、适应性强、栽植容易、成活率高、适应矿山自然环境、有较高的经济价值或改善矿山环境的能力。

遵循植被选择的原则，根据本项目区立地条件分析，在坚持生态优先，因地制宜，适地种树，乔、灌、草结合，快速恢复植被的原则的基础上，通过现场实地调研以及与当地居民交流，最终确定适宜本方案复垦工程的植物分别为大叶相思、山毛豆、爬山虎和芒草。

表 5-4 主要种植植被生态学特性表

名称	科名	特点	特性
大叶相思	豆科	常绿乔木，树皮平滑，灰白色，小枝无毛，皮孔显著。叶状枝镰状长圆形，长 10～20cm,两端渐狭，主脉 3～7 条。	生长迅速，喜欢温暖潮湿而阳光充足的环境，适宜种植于排水良好的砂质土壤上。
木荷	山茶科	木荷属大乔木，高可达 25 米，嫩枝通常无毛。喜光，幼年稍耐庇荫。其分布于浙江、福建、台湾、江西、湖南、广东、海南、广西、贵州等地。	木荷有很强的适应性。既能单独种植形成防火带，又能混生于松、杉、樟等林木之中，起到局部防燃阻火的作用。
桉树	桃金娘科	乔木或灌木，常有含鞣质的树脂。叶片多为革质，多型性，幼态叶与成长叶常截然两样，还有过渡型叶，幼态叶多为对生，3 至多对，有短柄或无柄或兼有腺毛；成熟叶片常为革质，互生，全缘，具柄，阔卵形或狭披针形，常为镰状，侧脉多数，有透明腺点，具边脉。	桉树种类多，生长快，耐贫瘠，抗逆性强，经济价值高。桉树可作为防护林和道路两旁的绿化行道树，是世界硬木资源和造纸优质材料，其木材工业特性好，坚韧耐腐，是最常用的制造纸浆的主要原料，亦可做人造板、包装、建筑、矿井支柱、家具等用材。
山毛豆	豆科	灌木状草本植物，茎具纵棱，与叶轴同被灰白色茸毛；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。
爬山虎	葡萄科	形态与野葡萄藤相似，藤茎可长达 18 公尺。	性喜阴湿环境，但不怕强光，耐寒，耐旱，耐贫瘠，气候适应性广泛，在暖温带以南冬季也可以保持半常绿或常绿状态。
地稔	野牡丹科	野牡丹科野牡丹属的匍匐小灌木。叶卵形或椭圆形，先端急尖，基部宽楔形；花瓣淡紫红或紫红色，菱状倒卵形；果坛状球状，平截，近顶端略缢缩，肉质，不开裂；花期 5-7 月；果期 7-9 月	生于海拔 1250 米以下的山坡矮草丛中，为酸性土壤常见的植物。地稔喜生长在酸性土壤上，生活力较强，具有耐寒、耐旱、耐瘠、生长迅速等特点，甚至在石缝中亦能很好地生长开花。
芒草	禾本科	禾本科芒属植物，茎高 1～2 米，四棱形，具浅槽，密被白色贴生短柔毛。叶阔卵圆形，长 4～9 厘 米，宽 2.5～6.5 厘米，先端极尖或短渐尖，基部截状阔楔形，边缘有不规则的牙齿，草质，叶柄长 1～4.5 厘米；苞叶叶状，向上渐变小，均超出轮伞花序，具短柄或近无柄。抗旱性强，抗寒性中等。	木质纤维素含量高，生长快，产量高，易繁殖，抗逆性强，适合于荒草地、盐碱地和沼泽滩涂的边缘地带生长。此外，其应用范围广泛，具有固土保水、改良土壤、改善生态环境等功能。

（四）主要工程量

根据对矿山土地复垦工程的设计，进行主要工程量估算，详见表 5-5。

表 5-5 矿山土地复垦工程量表

复垦工程	单位	工程量
表土回填	m^3	40705
场地平整	m^3	18699
植生袋	个	82733
拆除设施	m^3	1710
乔木	株	13238
柚子树	株	40
灌木	株	7043
藤木	株	13690
有机肥	t	128.340
草籽	kg	125.21

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

1、目标

矿区含水层破坏修复的目标是：开采期间，控制地下水位下降、结构遭受破坏、地下水质污染，矿区地表水不发生漏失，当地生产生活用水不受影响；闭矿后，地下水位得到恢复，地下水水质不受污染。

2、任务

根据矿区含水层破坏修复的目标，结合矿山开采对含水层破坏的影响程度，方案安排的矿区含水层破坏修复任务如下：

（1）合理设计开采技术参数，减少对含水层破坏的影响程度。

（2）结合矿山开采方式，防治、修复含水层破坏，完善含水层保护监测体系。

（3）加强对矿坑废水综合利用力度，实现矿山废水污染零排放，保护地下水环境。

（4）矿山闭采后，停止抽排地下水，恢复、达到区域地下水位水平。

（二）工程设计

地下开采对含水层破坏不可避免，结合矿山实际，未来主要采取预防工程措施，根据《开发利用方案》，矿山企业在基建阶段结合截排水沟工程同步修筑沉砂池，防治地表水下渗污染地下水，以及造成下游地表水污染，治理费用计入矿山基建费用。

（三）技术措施

1、含水层顶底板结构破坏的治理

（1）采用防渗帷幕工程措施封堵含水层顶底板破坏处周围的含水层，避免含水层地

下水的流失，治理恢复其隔水层功能。

（2）含水层顶底板破坏修复后主要含水层枯季平均地下水位埋深应不低于破坏前同期的25%。

2、地表水位下降、水量减少（或疏干）的治理

采取监测措施进行长期人工巡查监测（纳入矿山生产过程中）主要监测水位、水量变化情况，根据监控结果，再决定具体的防治措施。

（四）主要工程量

采矿活动引发的含水层破坏治理措施以监测为主，对地下水进行定期监测，详见第五章第六节矿山地质环境监测。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

保护矿区及周边的水土环境，以预防水土污染为主，最大限度避免发生水土污染。

（二）工程设计

根据前文对水土环境污染的现状分析及预测分析，矿区未来遭受的水土环境污染程度较小，无需采取治理工程措施，其水土环境污染修复的目标任务为：一是加强监测；二是采取预防措施，避免水土环境污染事故的发生。

（三）技术措施

由于现状和预测矿山开采对水土污染较轻，因此，矿山的水土污染要以生产过程中的预防为主，做到清洁生产，主要做到以下几个方面：

1、及时对矿山已损毁的土地开展环境治理和土地复垦，做到“边生产，边治理”。

2、做好破碎厂废水循环利用，尽量不外排，制定严谨可行的应急预案。

3、做好矿石装卸、运输过程产生的粉尘的防尘工作。

4、做好堆放场遮挡、覆盖等防扬尘工作。

5、做好矿山地下水及土壤监测工作。

（四）主要工程量

矿山治理期内采取监测工程，对地下水及土壤进行观测，详见第五章第六节矿山地质环境监测。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

矿山地质环境监测是从保护水土资源、维护良好的矿山地质环境、降低和避免矿山地质灾害风险为出发点，运用多种手段和方法，对矿山地质灾害成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确掌握矿山地质环境动态变化及防治矿山地质灾害的重要手段和基础性工作。

结合开采实际情况，矿山主要的矿山地质环境问题为开采边坡的崩塌和滑坡等矿山地质灾害，地下凹陷开采区对含水层的破坏，以及综合服务区、工业场地、其他区域等对地形地貌景观的影响和破坏。因此，本方案主要从**矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观**和**水土环境**等方面进行监测。

（二）监测设计

1、地质灾害监测工程设计

开采过程中应针对高陡边坡，及时监测其变形情况，以便为地质灾害的防治工作提供基础资料。

（1）监测的内容

露天开采区边坡、工业场地边坡稳定性监测。

（2）监测点的布设

根据场地及调查情况，露天采场边坡稳定性的监测点布设：根据采场地形条件，在采区高陡边坡易影响下方道路或者过往车辆安全的隐患点处布置 4 个监测点。各点具体位置可根据现场情况合理调整。

（3）监测方法

监测方法可采用人工监测的方法进行监测。

（4）观测频率

监测频率为 1 次/月，考虑雨季应加强监测，监测频率设为 18 次/年。

2、水环境的监测

（1）监测点布设原则

本次监测位置按照地下水环境评价导则要求布设，监测点布设原则是：控制性布点与功能性布点相结合的原则，主要布设在环境敏感点、上下游边界和地下水径流断面、渗漏污染源等地点，能够有效对地下水径流途径中水质变化情况进行监测，在总体和宏观上应

能控制矿区所处的水文地质单元，能反映所在区域地下水系统的环境质量状况和地下水质量空间变化，建立完善地下水动态监测系统。

（2）监测点的布置

为了掌握本项目周围地下水环境质量状况的动态变化，应对项目所在地周围的地下水水质及水位进行监测，以便及时准确地反馈地下水环境状况，为防止对地下水水质受到影响采取相应的措施提供重要依据。根据监测技术要求，利用未来地下水井、采坑涌水和地下水在地表径流处进行监测。考虑建设场地地下水补给、径流及排泄特征，共设 5 处水位及相关水质监测点，分别布设于采坑集水池 1 处、工业场地 1 处、沉砂池 3 处。

（3）监测内容及方法

监测项目：监测水位、水质、颜色、流量、水温。

1）水质分析方法：《生活饮用水标准检验方法》（GB/T 5750-2006）。

2）水位监测：人工皮尺、钢尺、电位水位计测量或安装自动水位监测仪。

3）流量监测：人工容器、堰板、流速仪实地测量或安装流量计。

4）水温监测：温度计。

（4）监测频率

一般情况下地下水水质监测频率为 1 次/12 个月，遇特殊情况（如特大暴雨、暴雨、渗漏等）应加密监测。地下水颜色、水位、流量及水温监测频率为 1 次/1 个月。

3、地形地貌景观破坏、恢复监测工程

（1）监测内容

在矿山开采期间监测地形地貌景观及土地植被资源破坏情况，重点监测植被损毁面积、剥离岩土体积等要素。待各破坏单元治理后监测其植被绿化情况，重点监测复绿植被成活情况和复绿植被面积及盖度等。

（2）监测方法与技术要求

主要通过现场实地调查和勘测，采用摄影、人工测量方法并用进行监测，填表记录植被损毁情况。分别布设在表土场 1 处、工业场地 1 处，露天采场 3 处，共布设 5 处。

（3）监测频率及次数

项目区地形地貌景观破坏、恢复监测工程监测时间为每年的 7～9 月份，监测频率 2 次/年。

4、土壤环境破坏、恢复监测工程

（1）监测内容与工作部署

土壤环境破坏应重点监测土壤无机物污染。土壤环境恢复应重点监测水溶性盐和重金属变化情况。主要布置在工业场地 1 处、表土场 1 处和综合服务区 1 处，共布设监测点 3 个。

（2）监测方法与技术要求

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），本方案采用采样送检测试法进行监测。平面采样点采集深度 0cm～20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。土壤无机物污染检测内容包括汞、镉、铅、砷、铜、铝、镍、锌、硒、铬、钒、锰、硫酸盐、硝酸盐、卤化物、碳酸盐等或其他无机污染物。土壤水溶性盐分析和重金属检测项目包括全盐量、碳酸根、重碳酸根、氯银、钙、镁、硫酸根、钾、钠、铜、铅、锌、锡、镍、钴、锑、汞、镉和铋等。

（3）监测频率及次数

项目土壤环境破坏、恢复监测工程监测频率 2 次/年，生产过程中 1 次，复垦期 1 次。

（三）技术措施

1、地质灾害监测技术措施

地质灾害监测采用人工和仪器相结合的方式，尤其注意雨后监测，平常主要以人工巡查和位移测量仪相结合的方式进行。

2、地形地貌景观监测技术措施

地形地貌景观监测摄影、人工测量方法并用进行监测。在矿山开采期间监测地形地貌景观及土地植被资源破坏情况，重点监测植被损毁面积、剥离岩土体积等要素。待各破坏单元治理后监测其植被绿化情况，重点监测复绿植被成活情况和复绿植被面积及盖度等。

3、地下水环境监测技术措施

通过在矿区范围内对地下水进行人工取样送检及监测等措施，掌握矿区内地下水水位、水质等变化情况。

4、土壤环境监测技术措施

土壤环境监测技术措施采用采样送检测试法进行监测，平面采样点采集深度 0cm～20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。

（四）主要工程量

矿山监测主要分为近期（2025 年 8 月—2030 年 7 月）、中期（2030 年 8 月—2035 年

7 月）和远期（2035 年 8 月—2040 年 7 月），各期矿山地质环境监测工程量见表 5-6，矿山地质环境监测工程量统计表见表 5-7。

表 5-6 各期矿山地质环境监测工程量统计表

分期	监测内容	单位	点数	监测频率	年限（年）	工作量
近期	地质灾害监测	点·次	4	18 次/年	5	360
	水环境监测	点·次	5	1 次/年	5	25
	地形地貌景观监测	次	5	2 次/年	5	50
	土壤环境监测	点·次	3	2 次/年	5	30
中期	地质灾害监测	点·次	4	18 次/年	5	360
	水环境监测	点·次	5	1 次/年	5	25
	地形地貌景观监测	次	5	2 次/年	5	50
	土壤环境监测	点·次	3	2 次/年	5	30
远期	地质灾害监测	点·次	4	18 次/年	5	360
	水环境监测	点·次	5	1 次/年	5	25
	地形地貌景观监测	次	5	2 次/年	5	50
	土壤环境监测	点·次	3	2 次/年	5	30

表 5-7 矿山地质环境监测工程量统计表

监测内容	单位	点数	监测频率	年限（年）	工作量
地质灾害监测	点·次	4	18 次/年	15	1080
水环境监测	点·次	5	1 次/年	15	75
地形地貌景观监测	次	5	2 次/年	15	150
土壤环境监测	点·次	3	2 次/年	15	90

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、目标

（1）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，摸清损毁土地面积、地类和损毁程度，提出土地复垦改进措施，减少人为土地损毁面积，验证复垦方案防治措施布设的合理性；

（2）对复垦的植被和配套设施进行监测，便于及时发现复垦质量不达标区域，采取补救措施，从而提高复垦效果和质量。

（3）协助落实土地复垦方案，加强复垦设计和施工管理，优化土地复垦防治措施，协调复垦工程与主体工程建设进度，为建设管理单位提供信息和决策依据。

2、任务

（1）监测内容包括各项复垦工程实施范围质量进度和土地损毁和生态环境恢复等方

面的监测，确保复垦区土地能够达到可利用状态；

（2）制定切实可行的监测方案；

（3）确定监测点、监测内容及监测频率；

（4）管护要针对不同地类实施不同方法；

（5）督促落实土地复垦责任，保障复垦能劬够按时、保质、保量完成。

（二）措施和内容

1、监测措施和内容

（1）土地损毁程度监测

监测要求：以矿区潮州市潮安区归湖镇草堂矿区 2023 年土地利用现状（局部）为底图（比例尺不小于 1:10000），标注地形要素、地类线、地类编码，每个土地损毁单元为一个监测区，并标明监测区范围拐点坐标。监测人员根据项目生产建设进度，将监测区每年新增的土地损毁范围标注在底图上，统计损毁地类、面积，并辅以拍照录像等手段记录土地损毁情况，并将监测数据填表存档。

监测位置：露天采场、工业场地、综合服务区、表土堆存场、卸矿平台、临时周转场和矿山道路。

监测内容和方法：结合地形测量并采用皮尺测量及拍照记录挖损深度、范围。

监测频率：按 1 次/年，每次 2 人次。

监测期限：监测时限为生产期，即 12 年。

（2）土地复垦效果监测

1）土壤理化性状监测

监测点布设：以损毁场地为单位，监测点布设于采矿损毁范围内，包括露天采场、工业场地、综合服务区、表土堆存场、卸矿平台、临时周转场和矿山道路单元，共计 7 个点。

监测要求和内容：监测人员对复垦为耕地和林地地类的土壤 pH、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾等含量等进行监测，并将监测数据综合后填表存档。

监测频率：取样送具有相关检测资质单位检测，监测频率每年 1 次。

监测期限：土地损毁前测定背景值含量，复垦工程完成后管护期 3 年。

2）复垦效果监测

监测要求和内容：监测人员对复垦土地进行监测，对耕地的产量以及林地的树种、种植密度、高度、成活率、单位面积蓄积量、郁闭度等进行监测，并将监测数据填表存档。监测点布设于采矿损毁范围内，包括露天采场、工业场地、综合服务区、表土堆存场、卸

矿平台、临时周转场和矿山道路，共计 7 个点。

监测频率：监测频率每年 1 次。

监测期限：复垦管护期 3 年。

2、管护措施和内容

本矿山管护工程主要针对复垦后的林地进行管护。管护年限为 3 年。具体管护工程主要有以下几点：

（1）补肥

土地复垦为林地后，要密切关注林地肥力，肥力与苗木生长息息相关。

（2）补种

复垦阶段结束后，在管护期还要重视苗木的补植，防止复垦土地的植被退化，形成具有自我恢复能力的群落，巩固复垦成果。补植工作可根据植被恢复调查情况，在植被覆盖稀薄的地方开展。补植过程中注意分析该处植被稀薄的原因，总结和对比植被恢复良好的区域经验，确定最利于植物生长的种植密度和种植方式，以达到甚至超过制定的复垦目标。按补种率 10%对复垦植被进行补种，管护期每年补种 1 次。

（3）林木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间对林带进行调节，及时伐掉枯梢和病腐木等。

（4）防治病虫害

要重视生物防治，注意保护和繁殖益虫、益鸟，利用天敌控制水稻和林木害虫。水田周围可布置围网，造林时多营造混交林，加强幼林抚育，促进幼林健壮生长。当林木发生病虫鼠害；要进行综合防治。严格实行森林植物检疫制度和病虫害预测预报制度。

（三）主要工程量

1、监测工程

复垦监测工程包括土地损毁监测和复垦效果监测两个方面的内容。土地损毁监测点 7 个，共监测 12 年。土壤质量监测点 7 个，共监测 3 年。复垦植被监测点 7 个，监测 3 年。各期复垦监测工程量和复垦监测汇总表见表 5-8。

表 5-8 各期复垦监测工程量表

分期	监测项目	单位	点数	监测频率	监测年限	工程量

近期、中期和部分远期	土地损毁监测	土地损毁监测	点·次	7	1 次/年	12	84
部分远期（管护期）	复垦效果	土壤质量监测	点·次	7	1 次/年	3	21
		复垦植被监测	点·次	7	1 次/年	3	21

2、管护工程

本项目管护范围主要为复垦为林地区域 24.0573hm^2，管护年限为 3 年。

表 5-9 管护工程量统计表

管护内容		管护方法	人员安排	时间（年）	年次数	工程量
土地复垦管护	补肥等	追施有机肥	种植后每年补肥 1 次，每公顷补施有机肥 45kg	3	1 次	1126.86kg
	复垦植被补种	各复垦单元补种作物	补种率 10%,每年补种 1 次，连续补种 3 年。	3	补种乔木 2196 株，补种灌木 2113 株，补种藤本 4107 株。	
	设施管护	维护和保养、疏通	安排 5 人	3	2 次	30 工日

八、矿区矿山地质环境治理工程与土地复垦工程量汇总

（一）矿山地质环境治理工程量

表5-10 矿山地质环境治理工程量统计表

序号	分项名称	单位	工程量
一	**工程措施**		
1	台阶排水沟		
（1）	水沟开挖石方	100m³	6.8688
（2）	水沟浆砌	100m³	3.4344
（3）	水沟抹面	100m²	28.62
2	警示牌	块	10
3	防护围栏	100m	28.40
二	**监测措施**		
1	监测点	个	17
3	地质灾害监测	点·次	1080
4	水环境监测	点·次	75
5	地形地貌景观监测	点·次	150
6	土壤破坏及恢复监测	点·次	90

（二）土地复垦工程量

表 5-11 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	单项名称	单位	工程量

一	**整治工程**		
1	植生袋挡墙	个	82733
2	拆除水泥浆砌砖（机械拆除）	m^3	1120
3	拆除无钢筋混凝土（机械拆除）	m^3	590
二	**土壤重构工程**		
1	表土回填	m^3	40705
2	场地平整	m^3	18699
3	有机肥	t	128.340
三	**植被恢复工程**		
1	栽植大叶相思	株	13238
2	栽植山毛豆	株	7043
3	栽植柚子树	株	40
4	爬山虎	株	13690
5	撒播草籽（15kg/hm^2）	kg	125.21
四	**监测工程**		
1	土地损毁监测	点·次	84
2	土壤质量监测	点·次	21
3	复垦植被监测	点·次	21
五	**管护工程**		
1	耕地、林地管护	hm^2·年	15.4192

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

1、边开采边治理、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，用监测措施进行预防；

3、针对矿区含水层破坏、可视需要直接采取工程措施，或长期监测进行预防，根据监测结果，再选择适宜的治理措施；

4、针对地形地貌景观破坏，可采取生物措施、配合工程措施进行治理；

5、针对土地资源的破坏采取土地复垦的方法进行恢复。

（二）各防治分区总体部署安排

1、重点防治区（A 区）

（1）露天采场

1）地质灾害（崩塌/滑坡）

①坚持“自上而下”的开采顺序和“采剥并举、剥离先行”原则；

②杜绝高边坡作业，保持开拓、采准、回采平衡，正常开采应严格控制边坡高度；

③对于与岩矿体结构面呈顺层的开采边坡，进行开采活动时要降低坡面坡度，修改或重新设计台阶参数，必要时采取工程支护措施；

④要搞好截水、台阶内排水，杜绝外部径流冲刷、侵蚀软弱边坡；

⑤派有经验的专人负责边坡巡查工作，定期对边坡进行检查、清扫，对松土、危石进行处理。

2）含水层

①修建沉沙池，确保区内汇水全部流入沉沙池沉淀；

②控制矿区废水排放标准（沉沙含量≯500g/m^3），保证达标排放；

③加强对露天采场的地下水监测，保证填埋物符合排放要求。

3）地形地貌景观

①严禁越矿区界线进行开采活动，增加地形地貌景观的破坏；

②严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的地形地貌景观的破坏；

③完善区内地形地貌景观破坏情况的监测体系。

4）土地资源

①合理规划，不破坏园地，尽量少占地，少毁林；

②露天采场边坡排水与泄洪系统要与生产进度同步发展，开采平台要开挖导水沟，将边坡汇水疏导到外部截水沟，防止径流汇集，冲蚀边坡，减轻水土流失影响；

③及时对开挖毁损的土地进行治理，植树恢复。

（2）综合服务区

1）地质灾害（崩塌/滑坡）

①派有经验的专人负责巡查工作。

2）含水层

①控制矿区废水排放标准（沉沙含量≯500g/m^3），保证达标排放；

②加强对区内产生废水水质监测，保证符合排放要求。

3）地形地貌景观

①严禁越矿区界线进行矿业活动，增加地形地貌景观的破坏；

②严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的地形地貌景观的破坏；

③完善区内地形地貌景观破坏情况的监测体系。

4）土地资源

①合理规划，不要破坏园地，尽量少占地，少毁林；

②及时对压占毁损的土地进行治理，植树恢复。

（3）工业场地

1）地质灾害（崩塌/滑坡）

①要搞好截水、台阶内排水，杜绝外部径流冲刷、侵蚀软弱边坡；

②派有经验的专人负责边坡巡查工作，定期对边坡进行检查、清扫，对松土、危石进行处理。

③派有经验的专人负责巡查工作。

2）含水层

①控制矿区废水排放标准（沉沙含量≯500g/m^3），保证达标排放；

②加强对区内产生废水水质监测，保证符合排放要求。

3）地形地貌景观

①严禁越矿区界线进行矿业活动，增加地形地貌景观的破坏；

②严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的地形地貌景观的破坏；

③完善区内地形地貌景观破坏情况的监测体系。

4）土地资源

①严禁越界进行矿业活动；

②及时对毁损的土地进行治理，植树恢复。

（4）表土堆存场及下游

1）地质灾害（泥石流）

①杜绝胡乱堆放剥离物，保持规范堆放；

②边坡外围截水、台阶内排水，特别是表土堆存场上部的地表径流，杜绝外部径流冲刷、侵蚀软弱边坡；

③派有经验的专人负责边坡巡查工作，要彻底消除安全隐患。

2）含水层

①修建沉沙池，确保区内汇水全部流入沉沙池沉淀；

②控制矿区废水排放标准（沉沙含量≯500g/m^3），保证达标排放；

③加强对上游的地表径流流量及下游汇水水质监测，保证符合排放要求。

3）地形地貌景观

①严禁越矿区界线进行矿业活动，增加地形地貌景观的破坏；

②严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的地形地貌景观的破坏；

③矿业活动前需要进行地形地貌景观的保护；

④完善区内地形地貌景观破坏情况的监测体系。

4）土地资源

①合理规划，不要破坏园地，尽量少占地，少毁林；

②表土堆存场边坡排水与泄洪系统要与生产进度同步发展，要开挖导水沟，将边坡汇水疏导到外部截水沟，防止径流汇集，冲蚀边坡，减轻水土流失影响；

③及时对压占毁损的土地进行治理，植树恢复。

（5）其他区域

1）地质灾害（崩塌/滑坡）

①派有经验的专人负责巡查工作。

2）含水层

①控制矿区废水排放标准（沉沙含量≯500g/m^3），保证达标排放；

②加强对区内产生废水水质监测，保证符合排放要求。

3）地形地貌景观

①严禁越矿区界线进行矿业活动，增加地形地貌景观的破坏；

②严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的地形地貌景观的破坏；

③完善区内地形地貌景观破坏情况的监测体系。

4）土地资源

①严禁越界进行矿业活动；

②及时对毁损的土地进行治理，植树恢复。

2、一般防治区（C）

（1）地质灾害

1）派有经验的专人负责巡查工作。

（2）含水层

1）加强监测。

（3）地形地貌景观

1）保持地形地貌景观破坏情况的监测。

（4）土地资源

1）对压占毁损的土地进行治理。

表 6-1 矿山地质环境保护与恢复治理工程措施一览表

矿山地质环境问题	地质灾害		环境地质问题					
			含水层破坏防治工程				地形地貌景观破坏防治（治理）工程	水土资源破坏防治（治理）工程
	崩塌/滑坡治理工程	泥石流治理工程	地下水资源枯竭	—	区域地下水均衡	含水层结构的改变		
处理措施	1）对可能发生崩塌、滑坡的范围布设临时截排水沟，竖立警示牌，并及时清理崩塌堆积物。 2）根据边坡出现不稳定状态状况，其加固措施可选择重力式挡土墙，浆砌水沟护坡、格构锚杆、喷锚、地梁加锚索等措施。 3）道路边坡稳定性治理措施产生的费用应计入矿山道路建设成本中。	1）工程措施 采取拦、截、固三大工程措施。在表土场周边修建截排水沟，在表土场下游修建挡土坝。 2）生物措施 对表土场种植乔、灌混交绿化模式进行，种植大叶相思复绿。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施，对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施 ，对采场进行长期监测。	采用植树、种草等工程措施，以修复生态；也可进行整平、覆土、复绿等地地复绿工程措施进行生态重建。	1）工程技术措施 ①拆除场内临时建（构）物；②分开采台阶、工业办公场地、办公生活块段平整，平整块段内坡度不大于 5°；③回填 0.5m 厚土壤；④形成自然排水系统。 2）生物工程措施 种植乔、灌、藤混交模式。 3）养护工程措施 构成浇灌系统，专人养护，确保实现种植成活率和植被覆盖率的目标。 4）监测工程措施 用水质监测措施，对采坑排放水、拦渣坝排放水的水质进行长期监测，根据水质的变化情况，采取合理有效的处治措施。
工作量	工程生物措施已列入土地资源破坏防治工程中。	工程生物措施已列入土地资源破坏防治工程中。	—	—	—	—	详见土地复垦工程。	详见土地复垦工程。

二、阶段实施计划

1、阶段性分期目标

根据《开发利用方案》可知，矿山总服务年限为13年。

根据《方案》适用年限（起始年限2025年8月）和矿山采剥计划进度，分为近期目标（第1～5年）、中期目标（第6～10年）和远期目标（第11～15年）（见表6-2）。

表6-2 阶段性分期目标表

阶段性分期	目标	地质环境问题
近期1～5年（2025年8月—2030年7月）	对矿山地质环境进行全面调查评估，对已发生的矿山地质环境问题与5年内预测的矿山地质环境问题进行规划、保护、治理与监测。实现矿山地质环境的开采破坏与治理恢复的动态平衡，初步控制矿山的地质环境恶化，逐步改善矿山地质环境。	地质灾害 含水层 地形地貌景观 土地资源
中期6~10年（2030年8月—2035年7月）	对预测的矿山地质环境问题进行规划、保护、治理与监测。实现矿山地质环境的开采破坏与治理恢复的动态平衡，进一步控制矿山的地质环境恶化，进一步改善矿山地质环境。	地质灾害 含水层 地形地貌景观 土地资源
远期11~15年（2035年8月—2040年7月）	对预测的矿山地质环境问题进行规划、保护、治理与监测。实现矿山地质环境的开采破坏与治理恢复的动态平衡。对矿山开采所造成的各种地质环境问题进行全面整治与恢复，全面改善矿山的地质环境，直到矿山的生态环境趋于稳定。	地质灾害 含水层 地形地貌景观 土地资源

2、阶段性分期任务

根据方案适用年限和矿山采剥计划进度，阶段性分期任务见表6-3。

表6-3 阶段性分期任务表

阶段性分期	任　务	地质环境问题
近期1～5年	近期（1～5年）计划开采至+190m标高，此时+190m以上台阶应以完成土地复垦工作，同时在矿区采场境界线、表土堆存场外围及各基建场地周边修筑截（排）水沟，防止水土流失，防止地表径流流入采场造采场充水或冲刷堆土区造成水土流失；进行露天采场、工业场地、综合服务区、表土堆存场边坡稳定性监测，并在较高处设置警示牌；设置地质灾害、水质、水量监测点（露天采场台阶、表土堆存场上下游）；终了台阶进行复绿。	地质灾害 含水层 地形地貌景观 土地资源
中期6~10年	中期（6～10年）计划开采至+85m标高，此时+115m以上台阶应以完成土地复垦工作，同时应对前期生产时形成的不稳定边坡进行防治；对存在隐患的边坡，不稳定岩体进行撬毛清除；保持对已形成高陡边坡的稳定性监测；对已开采完毕的平台进行绿化治理；保持对临时堆土场下游的水质、流量、排土边坡稳定性进行监测；终了台阶进行复绿。	地质灾害 含水层 地形地貌景观 土地资源
远期11~15年	此阶段包括生产期与闭坑治理期。主要进行+70~+85m台阶开采，开采后进行闭坑以及整体的土地复垦工作。在闭坑之前，应维护好截排水沟，保持排泄畅通；对存在隐患的边坡，不稳	地质灾害 含水层 地形地貌景观

	定岩体进行撬毛清除；对已开采完毕的平台进行绿化治理；对因矿业活动引发或加剧的地质灾害问题进行监测与治理；并保持对已形成高陡边坡的稳定性监测；保持对临时堆土场下游的水流量监测。 1、矿山闭坑后，采场内设置排水沟； 2、开采台阶进行覆土绿化； 3、表土堆存场取土后，然后进行平整及复绿； 4、综合服务区、其他区域采取拆除建筑物、场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿山地质环境进行治理和恢复； 5、在采场采坑进出口及周边设置警示牌。	土地资源

三、近期年度工作安排

根据《方案》适用年限（起始年限 2025 年 8 月）和矿山采剥计划进度，实施计划划分为 3 个阶段，分为近期目标（第 1～5 年）、中期目标（第 6～10 年）及远期目标（第 11～15 年）。实际年度实施计划的起始年以基建实施的第一年开始计算。

1、近期工作安排（1～5 年）

随着矿山的开采，矿山对地质环境的影响和破坏也必将加剧。针对这些问题，必须对矿山的生产活动加强监测，严格按《开发利用方案》设计进行开采，具体工作如下：

第 1 年：开采至+260m，在矿区采场境界线、表土堆存场外围及各基建场地周边修筑截（排）水沟，防止水土流失，防止地表径流流入采场造成充水或冲刷表土堆存场造成水土流失；对采场边坡进行稳定性监测，并在边坡较高处和近矿区处置警示牌；表土堆存场上游设置水流量监测点，堆积区设置稳定性监测点，表土堆存场规范排土，终了台阶进行复绿。

第 2 年：开采至+250m，继续完善露天采场、表土堆存场外围截排水沟的修筑；设置挡土坝，对基建场地边坡进行防治；对露天采场及表土堆存场边坡稳定性监测；表土堆存场上游设置水流量监测点，堆积区设置稳定性监测点，表土堆存场规范排土，终了台阶进行复绿。

第 3 年：开采至+230m，维护好排水沟，保持水流畅通；在露天采场边坡较高处和近矿区处设置警示牌，对剥离边坡进行防治；保持对已形成高陡边坡的稳定性监测；对表土堆存场设置挡土坝，表土堆存场上游设置水流量监测点，堆积区设置稳定性监测点，表土堆存场规范排土，终了台阶进行复绿。

第 4 年：开采至+205m，维护好排水沟，保持水流畅通；对存在隐患的边坡，不稳

定岩体进行撬毛清除；对因矿业活动引发或加剧的地质灾害问题进行监测与治理；保持对已形成高陡边坡的稳定性监测；对已开采完毕的平台进行绿化治理；表土堆存场上游设置水流量监测点，堆积区设置稳定性监测点，表土堆存场规范排土。

第 5 年：开采至+190m，维护好排水沟，保持水流畅通；对存在隐患的边坡，不稳定岩体进行撬毛清除；对因矿业活动引发或加剧的地质灾害问题进行监测与治理；对已开采完毕的平台进行绿化治理；加强采场边坡与表土堆存场边坡的稳定性监测；表土堆存场上游设置水流量监测点，堆积区设置稳定性监测点，表土堆存场规范排土，终了台阶进行复绿。

近期复垦工作工程量见表 6-4，

表 6-4 近期复垦工作工程量汇总

年份	开采标高（m）	复垦台阶面积（m^2）	工程量						
			植生袋（个）	覆土（m^3）	施肥（t）	乔木种植（棵）	灌木种植（棵）	藤本种植（株）	撒播草籽（kg）
1	+260	583	1764	291.5	0.875	93	93	617	0.875
2	+250	1100	2142	550	1.650	176	176	749	1.650
3	+230	2537	5592	1268.5	3.806	406	406	1957	3.806
4	+205	3640	9330	1820	5.460	582	582	3266	5.460
5	+190	3309	6048	1654.5	4.964	529	529	2117	4.964

2、中期工作安排（6～10 年）

此阶段属正常生产期。期间重点防治工程包括维护好截排水沟，保持水流畅通；对存在隐患的边坡，不稳定岩体进行撬毛清除；对已开采完毕的平台进行绿化治理；对因矿业活动引发、加剧的地质灾害问题监测、治理；保持监测采场边坡及表土堆存场边坡等边坡的稳定性；保持对表土堆存场下游的水流量监测，终了台阶进行复绿。

2、远期工作安排（11～15 年）

此阶段包括生产期与闭坑治理期。在闭坑之前，应维护好截排水沟，保持水流畅通；对存在隐患的边坡，不稳定岩体进行撬毛清除；对已开采完毕的平台进行绿化治理；对因矿业活动引发或加剧的地质灾害问题进行监测与治理；并保持对已形成高陡边坡的稳定性监测；保持对表土堆存场下游的水流量监测。

随着矿山开采结束，矿山闭坑后，采场内设置截排水沟 ；开采台阶进行覆土绿化；表土堆存场废石渣及时清理外运，然后进行平整、覆土及复绿；工业场地及综合服务区、矿山道路采取拆除建筑物、场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿

山地质环境进行治理和恢复；在采场采坑进出口及周边设置防护围栏，并设置警示牌。在治理工程结束后，对矿山地质环境进行监测，直到矿山的生态环境趋于稳定。

综合以上分析，各年度实施计划阶段、各阶段的治理对象及对应的治理措施详见表6-5 年度实施计划进度表。

表 6-5 年度实施计划进度表

治理对象	进度计划						
	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	6～10 年	11～15 年
露天采场	外围修筑截排水沟，周围布设警示牌，终了台阶进行复绿。	完善外围截排水沟，对剥离边坡进行稳定性监测，终了台阶进行复绿。	维护好截排水沟，对剥离边坡进行防治，边坡较高处设警示牌，对边坡进行稳定性监测，终了台阶进行复绿。	维护好截排水沟，对不稳定岩体进行撬毛清除，对已开采完毕平台进行复绿，保持边坡稳定性监测，终了台阶进行复绿。	维护好截排水沟，对不稳定岩体进行撬毛清除，对已开采完毕平台进行复绿，加强边坡稳定性监测，终了台阶进行复绿。	维护好截排水沟，对不稳定岩体进行撬毛清除，对已开采完毕平台进行复绿，加强边坡稳定性监测，终了台阶进行复绿。	闭坑前维护好截排水沟，对已开采完毕平台进行复绿；闭坑后对采坑进行平整复绿，并设置截排水沟、防护围栏；同时保持对边坡的稳定性监测。
工业场地	外围修筑截排水沟，周围布设警示牌，对形成边坡进行防治	完善外围截排水沟的修筑，对形成边坡进行防治，台阶进行复绿。	维护好截排水沟，台阶进行复绿。	维护好截排水沟，对形成边坡进行防治	维护好截排水沟，对形成边坡进行防治	维护好截排水沟，对形成边坡进行防治	闭坑前维护好截排水沟；闭坑后拆除建筑物，对场地进行整治复绿；同时保持边坡的稳定性监测。
综合服务区	外围修筑截排水沟	完善外围截排水沟的修筑	维护好截排水沟	维护好截排水沟	维护好截排水沟	维护好截排水沟	闭坑前维护好截排水沟；闭坑后对建筑进行拆除，对场地进行整治复绿
表土堆存场	外围修筑截排水沟，下游设置水流量监测点	完善外围截排水沟，对边坡进行稳定性监测，下游设置拦砂坝，保持下游水流量监测。	维护好截排水沟，保持边坡稳定性监测，保持下游水流量监测	维护好截排水沟，保持边坡稳定性监测，保持下游水流量监测。	维护好截排水沟，保持边坡稳定性监测，保持下游水流量监测	维护好截排水沟，保持边坡稳定性监测，保持下游水流量监测	闭坑前维护好截排水沟，闭坑后进行全面整治复绿；同时保持边坡稳定性及下游水流量的监测
矿山道路	外围修筑截排水沟	完善外围截排水沟，对形成边坡进行防治	维护好截排水沟	维护好截排水沟	维护好截排水沟	维护好截排水沟	闭坑前维护好截排水沟，闭坑后进行整治复绿

表 6-6 各年度实施计划表

对象	治理部位	治理措施	实施阶段														
			近期（2025～2030 年）					中期（2031～2035 年）					远期（2036～2040 年）				
			第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	第8年	第9年	第10年	第11年	第12年	第13年	第14年	第15年
土地复垦工程	露天采场	工程、生物、土地复垦监测、管护															
	工业场地																
	综合服务区																
	表土堆存场																
	矿山道路																
监测点建设	矿区及其周边影响范围	监测															
崩塌、滑坡、泥石流的防治	露天采场、临时堆土场、工业场地、矿山道路	工程															
含水层影响与破坏	地下水位监测点	监测															
水质污染	矿山废水排放口及下游沟溪农田	监测															
地形地貌景观破坏	露天采场、表土堆存场、工业场地、综合服务区、卸矿平台、临时周转场矿山道路	监测、工程、生物															
土地资源破坏	露天采场、表土堆存场、工业场地、综合服务区、卸矿平台、临时周转场矿山道路	监测、工程、生物															

第七章　经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）经费估算编制原则

1、符合国家有关法律、法规规定；

2、土地复垦投资应进入工程估算中；

3、工程建设与土地复垦措施同步设计、同步建设投资；

4、指导价与市场价相结合的原则；

5、科学、合理、高效的原则。

（二）经费估算编制依据

1、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）；

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

3、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》；

4、《土地开发整理项目预算编制暂行办法》；

5、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）

6、《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》；

7、《工程勘察设计收费管理规定》；

8、《广东省建设工程计价依据（2018）》；

9、《广东省园林绿化工程综合定额（2018）》；

10、2023 年第一季度潮州市材料信息价及市场价；

11、现场调查收集的数据。

（三）矿山地质环境治理工程经费估算取费标准及计算方法

本项目的投资估算为动态投资估算，其投资总额包括静态投资和预备费。

1、费用构成

项目投资费用由工程施工费、设备购置费、其他费用、监测费、预备费构成。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1）直接费

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。包括直接工程费和措施费。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费：直接从事工程施工的生产工人开支的各项费用；

材料费：指用于工程项目上的消耗性材料费、装置性材料费和周转性材料摊销费；

施工机械使用费：消耗在工程项目上的机械磨损、维修和动力燃料费用等。

②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过程实体项目费用。

措施费包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全施工措施费。

2）间接费

间接费用由规费和企业管理费组成。

①规费：指施工现场发生并按政府和有关权力部门规定必须缴纳的费用。

②企业管理费：指施工企业组织施工生产和经营活动所需费用。

3）利润：利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

4）税金：指国家税法规定的应计入工程造价的增值税

（2）设备购置费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

（3）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管理费。

1）前期工作费

指项目在工程施工前所发生的各项支出。

2）工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用。

3）拆迁补偿费

拆迁补偿是指拆迁人对被拆除房屋的所有人，依照《国有土地上房屋征收与补偿条例》的规定给予的补偿。

4）竣工验收费

竣工验收费指土地复垦项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。

5）业主管理费

指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。

（4）监测费

为及时获得可能产生的地质灾害的情况，方案设立监测点进行监测，自矿山恢复开采起开始监测，矿山地质环境监测按照设计的监测工程数量计算监测费。

（5）预备费

由基本预备费和价差预备费。

1）基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。

2）价差预备费

主要为解决在工程项目建设过程中，因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。

2、编制方法及计算标准

（1）基础单价编制

1）人工估算单价

依据《预算定额》有关要求，结合项目区实际情况，人工单价按全国工资区类别划分，本工程项目属于四类地区，根据广东省垦造水田预算定额编制指南及最新市场调查，人工预算单价：人工费单价甲类工为 90.9 元/天，乙类工单价为 65.1 元/天。

2）材料估算单价

①《土地开发整理项目预算编制规定》对块石、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价。当十一类主要材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费，主材规定价格详见表 7-1。

表 7-1 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m^3	40
2	砂子、石子	m^3	60

3	条石、料石	m^3	70
4	水泥	t	300
5	标砖	千块	240
6	钢筋	t	3500
7	柴油	t	4500
8	汽油	t	5000
9	锯材	m^3	1200
10	生石灰	t	180
11	树苗	株	5

②其他材料预算价格参考当地工业与民用建筑安装工程材料预算价格和信息价。

③电缆和管道安装工程中的管材、管件、闸阀、法兰、出水栓等只计取材料费和税金，其材料费直接计入工程施工费单价计算表中的“未计价材料费”，不参与其他取费。

3）电、风、水估算单价

电、风、水等材料价格均参考工业与民用建筑安装工程材料预算价格和信息价。

4）施工机械使用费

施工机械使用费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》及有关规定计算。

（2）工程施工费单价编制

工程施工费单价=直接费+间接费+利润+税金

1）直接费

直接费=直接工程费+措施费

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工估算单价（元/工日）

材料费=定额材料用量×定额材料费单价

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台时费（元/台班）

②措施费

措施费＝直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。

临时设施费：不同工程类别的临时设施费费率见表 7-2。

表 7-2 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费费率（%）
1	土方工程	直接工程费	2

2	石方工程	直接工程费	2
3	砌体工程	直接工程费	2
4	混凝土工程	直接工程费	3
5	农用井工程	直接工程费	3
6	其他工程	直接工程费	2
7	安装工程	直接工程费	3

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。《编制规定》规定，根据不同地区，按直接工程费的百分率计算，费率确定为0.7%～1.5%。不在冬雨季施工的项目取小值，部分工程在冬雨季施工的项目取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取大值。本项目取中值0.9%。

夜间施工增加费：在夜间施工而增加的费用。按照直接工程费的百分率计算，其中安装工程为0.50%，建筑工程为0.20%。本项目没有夜间作业工程。

施工辅助费。包括：二次搬运费、已完工程及设备保护费、施工排水及降水费、检验试验费、工程定位复测费、工程点交等费用。该项目施工辅助费按照直接工程费的百分率计取，其中安装工程为1.00%，建筑工程为0.70%。本项目施工辅助费按0.7%计取。

特殊地区施工增加费：高海拔地区的高程增加费，按规定直接计入定额；其他特殊增加费（如酷热、风沙等），按工程所在地区规定的标准计算，地方没有规定的不得计算此项费用。本项目没有此项费用。

安全施工措施费：按照直接工程费的百分率计取，其中安装工程为0.30%，建筑工程为0.20%。本项目施工辅助费按0.20%计取。

2）间接费

间接费=直接费（人工费）×间接费率

不同工程类别的间接费费率计算基础及取费标准见表7-3。

表7-3 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率（%）
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	农用井工程	直接费	8
6	其他工程	直接费	5
7	安装工程	人工费	65

3）利润

指施工企业完成所承包工程获得的盈利，利润率取 3%计算。其计算公式为：

利润=（直接费+间接费）×利润率

4）税金

按照最新增值税计算，计算公式：

税金=（直接费+间接费+利润）×税率

根据财政部 税务总局 海关总署 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），税金按建筑业适用的增值税率计算，税率调整为 9%。

（3）矿山地质环境治理项目投资估算编制

1）工程施工费估算

项目工程估算按矿山地质环境保护工程、矿山地质环境治理工程、矿山地质环境监测工程等分别采用不同的方法编制估算。

工程施工费按设计工程量乘以工程单价进行编制。

2）设备购置费估算

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。本方案不涉及设备购置费。

3）其他费用估算

包括勘察设计费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、方案编制费。

勘察设计费指设计费和勘察费，取费基数为工程施工费。依据矿区恢复治理特点，本《方案》设计勘察设计费按《工程勘察设计收费管理规定》，按照工程施工费的 5.40%计算。

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用。参照《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670 号），按工程施工费的 2.40%计取。

竣工验收费按工程施工费的 3.0%计算。

业主管理费按工程施工费+监测费+勘察设计费+工程监理费+竣工验收费之和的 2.8%计算。

4）监测费估算

为及时获得可能产生的地质灾害的情况，方案设立监测点进行监测，自矿山开采起开始监测，矿山地质环境监测按照设计的监测工程数量计算监测费。

地表形变监测按 200 元/工日，水质监测按 2000 元/个水样进行核算，人工巡视拍摄照片按 150 元/工日。

5）预备费估算

①基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。基本预备费按工程施工费和其他费用之和的 3%计取。计算公式为：

基本预备费=（工程施工费+其他费用）×3%

②价差预备费

主要为解决在工程项目建设过程中，因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。根据施工年限，以资金流量表的静态投资为计算基数。计算公式：

$$E=\sum_{n-1}^{N} Fn\left[(1+p)^{n-1}-1\right]$$

式中：

E—价差预备费；

N—合理建设工期；

n—施工年度；

Fn—建设期间资金流量表内第 n 年的投资；

p—年物价指数。

近数十年来，我国国民经济每年以 6%～10%的速度健康、平稳地发展，同时，居民消费指数（CPI）也有一定的抬升。一般来说，居民消费物价指数＞3%的增幅时，称为进入通货膨胀，而当居民消费物价指数＞5%的增幅时，称为严重通货膨胀。对此，国家已采取九大宏观调控措施，明确指出要将居民消费价格总体水平涨幅控制在 3.5%左右。为使项目工程顺利实施，对该矿服务年限内按照居民消费物价指数增幅 3.0%来预测价差预备费金额。

（四）矿山土地复垦工程经费估算取费标准及计算方法

本项目的投资估算为动态投资估算，其投资总额包括静态投资和预备费。

1、费用构成

项目投资费用由工程施工费、设备费、其他费用、监测与管护费、预备费构成。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1）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。包括直接工程费和措施费。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费：直接从事工程施工的生产工人开支的各项费用；

材料费：用于工程项目上的消耗性材料费、装置性材料费和周转性材料摊销费；

施工机械使用费：消耗在工程项目上的机械磨损、维修和动力燃料费用等。

②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过程实体项目的费用。

措施费包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全施工措施费。

2）间接费

间接费用由规费和企业管理费组成。

①规费：指施工现场发生并按政府和有关权力部门规定必须缴纳的费用。

②企业管理费：指施工企业组织施工生产和经营活动所需费用。

3）利润：指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

4）税金：指国家税法规定的应计入工程造价的增值税。

（2）设备购置费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

（3）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管理费。

1）前期工作费

指项目在工程施工前所发生的各项支出。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和项目招标代理费。

2）工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用。

3）拆迁补偿费

拆迁补偿是指拆迁人对被拆除房屋的所有人，依照《国有土地上房屋征收与补偿条例》的规定给予的补偿。

4）竣工验收费

竣工验收费指土地复垦项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。

5）业主管理费

指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。

（4）监测与管护费

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果，本方案安排一定比例的监测费；复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 3 年的管护，按时对复垦地区采取浇水、除虫等措施，以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果所产生的费用。

（5）预备费

由基本预备费、价差预备费和风险金组成。

1）基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。

2）价差预备费

主要为解决在工程项目建设过程中，因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。

3）风险金：指可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。

2、编制方法及计算标准

（1）基础单价编制

1）人工估算单价

依据《预算定额》有关要求，结合项目区实际情况，人工单价按全国工资区类别划分，本工程项目属于六类地区，依据《预算定额》有关要求，结合项目区实际情况，本工程项目属于四类地区，根据广东省垦造水田预算定额编制指南及最新市场调查，人工预算单价：人工费单价甲类工为 90.9 元/天，乙类工单价为 65.1 元/天。

2）材料估算单价

①《土地开发整理项目预算编制规定》对块石、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价。当十一类主要材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，

超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费，主材规定价格详见表 7-1。

②其他材料预算价格参考当地工业与民用建筑安装工程材料预算价格和信息价。

③电缆和管道安装工程中的管材、管件、闸阀、法兰、出水栓等只计取材料费和税金，其材料费直接计入工程施工费单价计算表中的“未计价材料费”，不参与其他取费。

3）电、风、水估算单价

电、风、水等主要材料价格均参考当地工业与民用建筑安装工程材料预算价格和信息价。

4）施工机械使用费

施工机械使用费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》及有关规定计算。

（2）工程施工费单价编制

工程施工费单价=直接费+间接费+利润+税金

1）直接费

直接费=直接工程费+措施费

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量（工日）×人工估算单价（元/工日）

材料费=定额材料用量×定额材料费单价

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台时费（元/台班）

②措施费

措施费＝直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。

临时设施费：不同工程类别的临时设施费费率见表 7-2。

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。《编制规定》规定，根据不同地区，按直接工程费的百分率计算，费率确定为 0.7%～1.5%。不在冬雨季施工的项目取小值，部分工程在冬雨季施工的项目取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取大值。本项目取中值 1.1%。

夜间施工增加费：在夜间施工而增加的费用。按照直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 0.50%，建筑工程为 0.20%。本项目没有夜间作业工程。

施工辅助费：包括二次搬运费、已完工程及设备保护费、施工排水及降水费、检验试验费、工程定位复测费、工程点交等费用。该项目施工辅助费按照直接工程费的百分率计取，其中安装工程为 1.00%，建筑工程为 0.70%。本项目施工辅助费按 0.7%计取。

特殊地区施工增加费：高海拔地区的高程增加费，按规定直接计入定额；其他特殊增加费（如酷热、风沙等），按工程所在地区规定的标准计算，地方没有规定的不得计算此项费用。本项目没有此项费用。

安全施工措施费：按照直接工程费的百分率计取，其中安装工程为 0.30%，建筑工程为 0.20%。本项目施工辅助费按 0.20%计取。

2）间接费

间接费=直接费（人工费）×间接费率

不同工程类别的间接费费率计算基础及取费标准见表 7-3。

3）利润

指施工企业完成所承包工程获得的盈利，利润率取 3%计算。其计算公式为：

利润=（直接费+间接费）×利润率

4）税金

按照最新增值税计算，计算公式：

税金=（直接费+间接费+利润）×税率

根据财政部 税务总局 海关总署 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），税金按建筑业适用的增值税率计算，税率调整为 9%。

（3）矿山土地复垦项目投资估算编制

1）工程施工费估算

工程施工费按设计工程量乘以工程单价进行编制。

2）设备费估算

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。本方案不涉及设备费。

3）其他费用估算

本项目的其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

①前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费或以工程施工

费与设备购置费之和，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费。

土地清查费按不超过工程施工费的 0.5%计算。计算公式为：

土地清查费=工程施工费×费率

项目可行性研究费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，详见表 7-4。

表 7-4 项目可行性研究费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	项目可行性研究费
1	≤500	5
2	1000	6.5
3	3000	13
4	5000	18
5	8000	26
6	10000	31

项目勘测费按不超过工程示范的 1.5%计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）。

计算公式为项目勘测费=工程施工费×费率

项目设计与预算编制费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数），各区间按内插法确定，详见表 7-5。

表 7-5 项目设计与预算编制费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	项目设计与预算编制费
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141

项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 7-6。

表 7-6 项目招标代理费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	费率（%）
1	≤1000	0.5
2	1000-3000	0.3

3	3000-5000	0.2
4	5000-10000	0.1

②工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，详见表 7-7。

表 7-7 工程监理费计费标准　　单位：万元

序号	计费基数	工程监理费
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157

③竣工验收费

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

工程复核费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 7-8。

表 7-8 工程复核费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≦500	0.70
2	500～1000	0.65
3	1000～3000	0.60
4	3000～5000	0.55
5	5000～10000	0.50
6	10000～50000	0.45
7	50000～100000	0.40
8	100000 以上	0.35

工程验收费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，详见表 7-9。

表 7-9 工程验收费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≦500	1.4
2	500～1000	1.3

3	1000～3000	1.2
4	3000～5000	1.1
5	5000～10000	1.0
6	10000～50000	0.9
7	50000～100000	0.8
8	100000 以上	0.7

项目决算编制与审计费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基准，采用差额定率累进法计算，计费标准见表 7-10。

表 7-10 项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≦500	1.0
2	500～1000	0.9
3	1000～3000	0.8
4	3000～5000	0.7
5	5000～10000	0.6
6	10000～50000	0.5
7	50000～100000	0.4
8	100000 以上	0.3

整理后土地重估与登记费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，计费标准见表 7-11。

表 7-11 整理后土地重估与登记费计费标准表计费标准

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

标识设定费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，计费标准见表 7-12。本项目不需设立土地开发整理标志牌。

表 7-12 整理后土地重估与登记费计费标准表计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≦500	0.11
2	500～1000	0.10
3	1000～3000	0.09

4	3000～5000	0.08
5	5000～10000	0.07
6	10000～50000	0.06
7	50000～100000	0.05
8	100000 以上	0.04

④业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费（该项目无此费用）、竣工验收费之和作为计费标准，采用差额定率累进法计算，计费标准见表 7-13。

表 7-13 业主管理费计费标准

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

4）监测与管护费估算

①监测费

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果以及可能产生的地质灾害的情况，方案设立监测点进行监测，自矿山恢复开采起开始监测，矿山地质环境监测按照设计的监测工程数量计算监测费，土地复垦监测费按照工程施工费的 6%核定。

土地复垦监测费=工程施工费×6%

②管护费

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

5）预备费估算

①基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素变化而增加的费用。基本预备费按工程施工费和其他费用之和的 3%计取。计算公式为：

基本预备费=（工程施工费+其他费用）×3%

②价差预备费

主要为解决在工程项目建设过程中，因人工工资、材料和设备价格上涨以及费用标准调整而增加的投资。根据施工年限，以资金流量表的静态投资为计算基数。为使项目工程顺利实施，对该矿服务年限内按照居民消费物价指数增幅3.0%来预测价差预备费金额。

③风险金

按工程施工费、其他费用和基本预备费的2%计算。

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主要包括矿山地质环境预防监测措施和矿山地质灾害治理工程措施。总体工程量见表7-14。

表7-14 工程量统计表

序号	分项名称	单位	工程量
一	**工程措施**		
1	台阶排水沟		
（1）	水沟开挖石方	100m³	6.8688
（2）	水沟浆砌	100m³	3.4344
（3）	水沟抹面	100m²	28.62
2	警示牌	块	10
3	防护围栏	100m	28.40
二	**监测措施**		
1	监测点	个	17
3	地质灾害监测	点·次	1080
4	水环境监测	点·次	75
5	地形地貌景观监测	点·次	150
6	土壤破坏及恢复监测	点·次	90

2、投资估算

根据设计的工程量，按照相关定额标准估算，矿山地质环境治理工程静态总投资为117.9704万元，动态总投资为121.73001万元，详见表7-15。

表7-15 矿山地质环境治理工程估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	比例（%）
一	**工程施工费**	**79.2119**	65.07
二	**监测费**	**24.3375**	19.99
三	**其他费用**	**11.6938**	9.61
四	**预备费**	**6.4868**	5.33

（一）	基本预备费	2.7272	2.24
（二）	价差预备费	3.7596	3.09
五	**静态总投资**	**117.9704**	96.91
六	**动态总投资**	**121.7300**	100.00

（二）单项工程量与投资估算

1、工程施工费

根据设计工程量，按照相关定额标准及市场信息价估算工程施工费详见表 7-16。

表 7-16 工程施工费费用估算表

序号	定额编号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价元	总价元	备注
	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）
		工程措施					
1		**构筑排水系统**					
（1）	20086	水沟开挖石方	100m³	6.8688	28582.05	196324.36	
（2）	30022	水沟浆砌	100m³	3.4344	36924.91	126814.91	
（3）	30065	水沟抹面（平面）	100m²	17.172	2592.47	44517.92	
（3）	30066	水沟抹面（立面）	100m²	11.448	2871.87	32877.15	
2	补充 1	警示牌安装	块	10	282.66	2826.64	
3	补充 2	防护围栏	100m	28.40	13688.67	388758.21	
总 计						**792119.19**	

2、监测费

矿山地质环境治理监测工程量与投资估算详见表 7-17。

表 7-17 监测费用估算表

项目	治理工程	单位	工程量	综合单价（元）	定额编号	总价（元）
监测工程	地质灾害监测	点·次	1080	50	市场价	54000
	水环境监测（水位）	点·次	75	25	市场价	1875
	水环境监测（水质）	点·次	75	1200	市场价	90000
	地形地貌景观监测	次	150	50	市场价	7500
	土壤破坏及恢复监测	点·次	90	1000	市场价	90000
	监测费用合计					**243375**

3、其他费用

其他费用投资估算详见表 7-18。

表 7-18 其他费用估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率（%）	金额（万元）
一	勘察设计费	**79.2119**	5.4	4.2774
二	工程监理费	**79.2119**	2.4	1.9011
三	竣工验收费	**79.2119**	3	2.3764

四	业主管理费	**112.1043**	2.8	3.0885
合计				**11.6938**

4、预备费

（1）基本预备费

基本预备费估算详见表 7-19。

表 7-19 基本预备费估算表

序号	费用名称	工程施工费（万元）	设备费（万元）	其他费用（万元）	小计	费率（%）	合计（万元）
1	基本预备费	**79.2119**	0	**11.6938**	90.9057	3	2.7272
总计					一	一	**2.7272**

（2）价差预备费

本《方案》设计矿山地质环境治理与土地复垦工作 15 年，估算价差预备费为 3.7006 万元，详见表 7-20。

表 7-20 价差预备费估算表

起止时间		静态投资（万元）	价差预备费（万元）	动态投资（万元）
2025.08	2026.07	58.9852	0.0000	58.9852
2026.08	2027.07	4.2132	0.1264	4.3396
2027.08	2028.07	4.2132	0.2566	4.4698
2028.08	2029.07	4.2132	0.3907	4.6039
2029.08	2030.07	4.2132	0.5288	4.7420
2030.08	2031.07	4.2132	0.6711	4.8843
2031.08	2032.07	4.2132	0.8176	5.0308
2032.08	2033.07	4.2132	0.9685	5.1817
2033.08	2034.07	4.2132	1.1240	5.3372
2034.08	2035.07	4.2132	1.2841	5.4973
2035.08	2036.07	4.2132	1.4490	5.6622
2036.08	2037.07	4.2132	1.6189	5.8321
2037.08	2038.07	4.2132	1.7938	6.0071
2038.08	2039.07	4.2132	1.9740	6.1873
2039.08	2040.07	4.2132	2.1597	6.3729
合计		**117.9704**	**3.7596**	**121.7300**

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

矿山土地复垦工程主要包括土地复垦工程、监测工程和管护工程。总体工程量见下表。

表 7-21 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	单项名称	单位	工程量
一	**整治工程**		
1	植生袋挡墙	个	82733
2	拆除水泥浆砌砖（机械拆除）	m^3	1120
3	拆除无钢筋混凝土（机械拆除）	m^3	590
二	**土壤重构工程**		
1	表土回填	m^3	40705
2	场地平整	m^3	18699
3	有机肥	t	128.340
三	**植被恢复工程**		
1	栽植大叶相思	株	13238
2	栽植山毛豆	株	7043
3	栽植柚子树	株	40
4	爬山虎	株	13690
5	撒播草籽（15kg/hm^2）	kg	125.21
四	**监测工程**		
1	土地损毁监测	点·次	84
2	土壤质量监测	点·次	21
3	复垦植被监测	点·次	21
五	**管护工程**		
1	耕地、林地管护	hm^2·年	15.4192

2、总投资估算

项目复垦责任范围面积 23.5129hm^2，项目静态总投资 232.5983 万元，亩均静态投资 0.6595 万元；动态总投资 248.0043 万元，亩均动态投资 0.7032 万元。

表 7-22 土地复垦工程投资预算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	备注
一	**工程施工费**	**1421841.62**	
二	**其他费用**	**440240.69**	
三	**监测与管护费**	**369678.82**	
（一）	监测费	85310.50	
（二）	管护费	284368.32	
四	**预备费**	**248281.97**	
（一）	基本预备费	55862.47	（一+二）*费率 3%
（二）	价差预备费	154060.60	
（三）	风险金	38358.90	（一+二+四（一））*费率 2%
五	**静态总投资**	**2325982.50**	一+二+三+四（一）+四（三）
六	**动态总投资**	**2480043.11**	一+二+三+四
七	**静态亩均投资**	**6595.00**	
八	**动态亩均投资**	**7031.81**	

（二）单项工程量与投资估算

1、工程施工费

根据设计工程量，按照相关定额标准及市场信息价估算工程施工费详见表 7-23。

表 7-23 工程施工费用预算表

序号	定额编号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	备注
	1	2	3	4	5	6	7
一		**林地复垦工程**					
1	30073	砌体拆除	100m³	17.10	15464.07	264435.60	
2	20298	废渣清运	100m³	17.10	3752.08	64160.57	
3	30020	植生袋挡墙	个	82733	2.00	165466.00	
4	10233	覆土	100m³	407.05	1111.95	452619.25	
5	90001	种植乔木	100 株	132.78	956.32	70385.15	
6	90031	撒播草本	hm²	8.3473	2063.71	17226.48	
7	90013	种植灌木	100 株	70.43	907.73	63931.42	
8	90020	种植藤本	100 株	102.47	805.64	82553.93	
9	补充 1	地力培肥	5t	25.67	7186.70	184468.21	
合计						**1421841.62**	

2、其他费用

根据设计工程量，按照相关定额标准及市场信息价估算其他费用详见表 7-24。

表 7-24 其他费用预算表

序号	费用名称	计算式	预算金额（元）	各项费用占其他费用的比例（%）
	1	2	3	4
1	前期工作费		**225546.04**	51.23
（1）	土地清查费	=工程施工费×0.5%	7109.21	1.61
（2）	项目可行性研究费	=工程施工费×（5-0）/（500-0）	50000.00	11.36
（3）	项目勘测费	=工程施工费×1.5%	21327.62	4.84
（4）	项目设计与预算编制费	=工程施工费×（14-0）/500-0）	140000.00	31.80
（5）	项目招标代理费	=工程施工费×0.5%	7109.21	1.61
2	工程监理费	=工程施工费×（12-0）/（500-0）	**120000.00**	27.26
3	竣工验收费		**54883.09**	12.47
（1）	工程复核费	=工程施工费×0.7%	9952.89	2.26
（2）	工程验收费	=工程施工费×1.4%	19905.78	4.52
（3）	决算编制	=工程施工费×1%	14218.42	3.23

	与审计费			
（4）	整理后土地重估与登记费	=工程施工费×0.65%	9241.97	2.10
（5）	标识设定费	=工程施工费×0.11%	1564.03	0.36
4	业主管理费	=工程施工费×2.8%	**39811.57**	9.04
5	拆迁补偿费		0.00	0.00
总计			**440240.69**	**100.00**

3、监测与管护费

表 7-25 监测与管护费估算表

序号	工程内容	费基（元）	费率（%）	金额（元）
1	监测费	**1421841.62**	6.00	85310.50
2	管护费	**1421841.62**	20.00	284368.32
合计				**369678.82**

4、预备费

（1）基本预备费

基本预备费估算详见表 7-26。

表 7-26 基本预备费估算表（万元）

序号	工程内容	费基（万元）	费率（%）	金额（元）
1	基本预备费	（工程施工费用+其他费用）	3	**55862.47**

（2）价差预备费

本《方案》设计矿山地质环境治理与土地复垦工作 15 年，详见表 7-27。

表 7-27 价差预备费估算表

起止时间		静态投资（元）	系数[（1+3%）^{n}-1]	价差预备费（元）	动态投资（万元）
2025.08	2026.07	465196.50	0.0000	0.00	46.52
2026.08	2027.07	132913.29	0.0300	3987.40	13.69
2027.08	2028.07	132913.29	0.0609	8094.42	14.10
2028.08	2029.07	132913.29	0.0927	12324.65	14.52
2029.08	2030.07	132913.29	0.1255	16681.79	14.96
2030.08	2031.07	132913.29	0.1593	21169.64	15.41
2031.08	2032.07	132913.29	0.1941	25792.13	15.87
2032.08	2033.07	132913.29	0.2299	30553.29	16.35
2033.08	2034.07	132913.29	0.2668	35457.29	16.84
2034.08	2035.07	132913.29	0.3048	40508.41	17.34
2035.08	2036.07	132913.29	0.3439	45711.06	17.86
2036.08	2037.07	132913.29	0.3842	51069.79	18.40
2037.08	2038.07	132913.29	0.4258	56589.28	18.95
2038.08	2039.07	132913.29	0.4685	62274.36	19.52
2039.08	2040.07	132913.29	0.5126	68129.98	20.10
合计		**2325982.50**		**154060.60**	**248.00**

（3）风险金

风险金估算详见表 7-28。

表 7-28 风险金估算表

序号	工程内容	费基（万元）	费率（%）	金额（元）
1	风险金	（工程施工费+其他费用+基本预备费）	2	**37086.25**

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

矿山地质环境保护与土地复垦总费用包括地质环境治理工程费用和土地复垦工程费用，总费用情况如下表所示。

表 7-29 矿山地质环境保护和土地复垦总投资估算表

序号	工程或费用名称	矿山地质环境治理工程（万元）	土地复垦工程（万元）
一	工程施工费	**79.2119**	**142.1842**
二	其他费用	**11.6938**	**44.0241**
三	监测管护费	**24.3375**	**36.9679**
1	监测费	24.3375	8.5311
2	管护费	—	28.4368
四	预备费	**6.4868**	**24.8282**
1	基本预备费	2.7272	5.5862
2	价差预备费	3.7596	15.4061
3	风险金	—	3.8359
五	静态总投资	**117.9704**	**232.5983**
六	动态总投资	**121.7300**	**248.0043**

（二）近期年度经费安排

矿山地质环境保护与土地复垦费用安排详见下表。前五年分述见表 7-30 至表 7-34。

表 7-30 2025-2026 年度矿山地质环境治理工程经费和土地复垦费用估算表

治理分期		治理对象	治理工程	单位	工程量	综合单价（元）	费用（元）	合计（万元）
第一年度	矿山地质环境治理工程	露天采场和工业场地地质灾害防治	水沟开挖石方	100m³	0.8586	28582.05	24540.55	82.3657
			水沟浆砌	100m³	0.4293	36924.91	15851.86	
			水沟抹面（平面）	100m²	2.1465	2592.47	5564.74	
			水沟抹面（立面）	100m²	1.4310	2871.87	4109.64	
			警示牌	块	10	282.66	2826.64	
			网围栏	100m	28.4	13688.67	388758.21	
		露天采场、	地质灾害监测	点·次	48	50	2400	

		工业场地、综合服务区和其他区域	水环境监测	点·次	5	1200	6000	
			地形地貌景观监测	次	10	50	500	
			土壤破坏及恢复监测	点·次	6	1000	6000	
	土地复垦工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	土地损毁监测	点·次	5	121	605	
	预备费	全部区域	地质环境治理与土地复垦	/			366500	

表 7-31 2026-2027 年度矿山地质环境治理工程经费和土地复垦费用估算表

治理分期		治理对象	治理工程	单位	工程量	综合单价（元）	费用（元）	合计（万元）
第二年度	矿山地质环境治理工程	露天采场和工业场地地质灾害防治	水沟开挖石方	100m³	0.8586	28582.05	24540.55	16.3728
			水沟浆砌	100m³	0.4293	36924.91	15851.86	
			水沟抹面（平面）	100m²	2.1465	2592.47	5564.74	
			水沟抹面（立面）	100m²	1.4310	2871.87	4109.64	
		露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	地质灾害监测	点·次	48	50	2400	
			水环境监测	点·次	5	1200	6000	
			地形地貌景观监测	次	10	50	500	
			土壤破坏及恢复监测	点·次	6	1000	6000	
	土地复垦工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	土地损毁监测	点·次	5	121	605	
			植生袋	个	8270	1	8270	
			表土回填	100m³	40.70	1111.95	45256.37	
			栽植大叶相思	100 株	7.36	956.32	7038.52	
			栽植山毛豆	100 株	7.04	907.73	6390.42	
			栽植爬山虎	100 株	13.69	805.64	11029.21	
			撒草籽	hm²	0.835	2063.71	1723.20	
			施肥	5t	2.567	7186.7	18448.26	

表 7-32 2027-2028 年度矿山地质环境治理工程经费和土地复垦费用估算表

治理分期		治理对象	治理工程	单位	工程量	综合单价（元）	费用（元）	合计（万元）
第三年度	矿山地质环境治理工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	地质灾害监测	点·次	48	50	2400	11.3661
			水环境监测	点·次	5	1200	6000	
			地形地貌景观监测	次	10	50	500	
			土壤破坏及恢复	点·次	6	1000	6000	

			监测					
	土地复垦工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	土地损毁监测	点·次	5	121	605	
			植生袋	个	8270	1	8270	
			表土回填	100m³	40.70	1111.95	45256.37	
			栽植大叶相思	100 株	7.36	956.32	7038.52	
			栽植山毛豆	100 株	7.04	907.73	6390.42	
			栽植爬山虎	100 株	13.69	805.64	11029.21	
			撒草籽	hm²	0.835	2063.71	1723.20	
			施肥	5t	2.567	7186.7	18448.26	

表 7-33 2028-2029 年度矿山地质环境治理工程经费和土地复垦费用估算表

治理分期		治理对象	治理工程	单位	工程量	综合单价（元）	费用（元）	合计（万元）
第三年度	矿山地质环境治理工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	地质灾害监测	点·次	48	50	2400	11.3661
			水环境监测	点·次	5	1200	6000	
			地形地貌景观监测	次	10	50	500	
			土壤破坏及恢复监测	点·次	6	1000	6000	
	土地复垦工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	土地损毁监测	点·次	5	121	605	
			植生袋	个	8270	1	8270	
			表土回填	100m³	40.70	1111.95	45256.37	
			栽植大叶相思	100 株	7.36	956.32	7038.52	
			栽植山毛豆	100 株	7.04	907.73	6390.42	
			栽植爬山虎	100 株	13.69	805.64	11029.21	
			撒草籽	hm²	0.835	2063.71	1723.20	
			施肥	5t	2.567	7186.7	18448.26	

表 7-34 2029-2030 年度矿山地质环境治理工程经费和土地复垦费用估算表

治理分期		治理对象	治理工程	单位	工程量	综合单价（元）	费用（元）	合计（万元）
第三年度	矿山地质环境治理工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	地质灾害监测	点·次	48	50	2400	11.3661
			水环境监测	点·次	5	1200	6000	
			地形地貌景观监测	次	10	50	500	
			土壤破坏及恢复监测	点·次	6	1000	6000	
	土地复垦工程	露天采场、工业场地、综合服务区和其他区域	土地损毁监测	点·次	5	121	605	
			植生袋	个	8270	1	8270	
			表土回填	100m³	40.70	1111.95	45256.37	
			栽植大叶相思	100 株	7.36	956.32	7038.52	
			栽植山毛豆	100 株	7.04	907.73	6390.42	
			栽植爬山虎	100 株	13.69	805.64	11029.21	
			撒草籽	hm²	0.835	2063.71	1723.20	

			施肥	5t	2.567	7186.7	18448.26	

第八章　保障措施与效益分析

一、组织保障组织机构

（一）组织机构

按照“谁开发、谁保护、谁破坏、谁治理”和“谁损毁、谁复垦”原则，该矿山地质环境保护与土地复垦方案由矿山负责并组织实施，为了防止该方案的实施流于形式，必须成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，设置专人负责矿山地质环境保护与土地复垦工作，并应积极主动与地方自然资源和规划局矿产资源主管部门取得联系，共同管理施工队伍，自觉地接受地方行政主管部门的监督检查，使矿山地质环境保护与土地复垦方案设计落到实处，保证该方案的顺利实施并发挥积极作用。

根据调查，矿山下设有专职部门，具体负责项目工程施工、监理、资金和物资使用、项目建设资金审计，以及项目组织协调等日常管理工作。

（二）管理职责

为加强对矿山地质环境保护与土地复垦的管理，严格执行本方案相关措施。按照方案确定的阶段逐地块落实，对土地复垦实行统一管理。坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，杜绝半截子工程。

1、矿山地质环境保护与土地复垦规章的制定

承建单位根据《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》等法律法规，结合实际情况，制定相应的土地保护、复垦、利用的相关规章制度，将矿山地质环境保护与土地复垦意识宣教于每位职工，将矿山地质环境保护与土地复垦规章制度与生产开采实践相结合，有效做到“源头控制、预防与复垦相结合原则”。

2、建立矿山地质环境保护与土地复垦责任目标制度

将矿山地质环境治理和土地复垦列为工程进度、质量考核的内容之一，制定阶段矿山地质环境治理和土地复垦计划及年度工作计划。

3、协调矿山地质环境治理和土地复垦工程与相关工程的关系，确保矿山地质环境治理和土地复垦正常施工，最大程度减少生产建设活动对矿山地质环境的破坏，保证损毁土地的能得到及时治理和复垦。

4、深入开采工作现场，掌握生产建设过程当中对矿山地质环境的破坏情况以及治理和进行土地复垦措施的落实情况。

5、定期向主管领导汇报矿山地质环境治理和土地复垦工程进展情况，每年向自然资

源主管部门报告土地损毁情况，接受其监督检查。

6、定期培训主管领导与相关工作人员，提高人员技术素质，提高管理水平。

二、技术保障

1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其他生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

4、依据 GB/T9001-2000《质量管理体系要求》标准的要求，贯彻执行已经建立的质量管理体系和程序文件。生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检）确保工程质量，争创优质工程。

5、在项目实施过程中，严格按照建设规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料，中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

6、依据《质量责任制考核办法》，对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

三、资金保障

根据“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，缴纳矿山地质环境保护与恢复治理保证金，金额按照有关行政管理规定执行，原则上不低于矿山地质环境保护与恢复治理所需费用。

（一）认真落实保证金制度

矿山应每年从生产经营收入中，提取经费用于当年度的矿山地质环境保护与土地复垦工作，其数额应不低于当年矿山地质环境保护与土地复垦所需费用。同时，应做好地质环境保护与土地复垦资金的使用管理，保证资金及时足额到位、实行专户存储、专款专用、不得挪作他用，以保障矿山地质环境保护与土地复垦工程顺利进行。

（二）确保各项资金能落实到位

矿山地质环境保护与土地复垦行政管理部门，应根据矿山企业治理矿山地质环境和土

地复垦工作的进度状况、治理效果状况，及时返还全部或部分不同时段的恢复治理保证金，以保证矿山企业有足够的资金用于矿山地质环境保护与土地复垦工作。

矿山治理恢复基金和土地复垦基金年度预存安排表见表 8-1，8-2。

表 8-1 矿山治理恢复基金年度预存安排表

年份	治理对象	治理措施	静态投资（万元）	动态投资（万元）
2025	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建截排水沟、架设防护围栏、布设警示牌、地灾监测	58.9852	58.9852
2026	开采台阶、采场边坡等其他危险点	架设防护围栏、布设警示牌、地灾监测	6.5539	6.9716
2027	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2028	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2029	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2030	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2031	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2032	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2033	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716
2034	开采台阶、采场边坡等其他危险点	修建排水沟、地灾监测	6.5539	6.9716

表 8-2 土地复垦基金年度预存安排表

年份	复垦区域	复垦地类	工程措施	静态投资（万元）	动态投资（万元）
2025	露天采场、工业场地、综合服务区台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	69.7795	69.7795
2026	露天采场、工业场地、综合服务区台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2027	露天采场、工业场地、综合服务区台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2028	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2029	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2030	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028

2031	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2032	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2033	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028
2034	露天采场台阶	林地	覆土、布设植生袋挡墙、施肥、种树、撒播草籽	18.0910	19.8028

四、监管保障

（一）竣工验收和监督管理

本工程项目的实施，必须是具有国家规定资质的单位和人民政府及市、县自然资源和规划局共同组织实施，建立专职机构，由专职人员具体管理负责制，制定详细的勘查、设计施工方案，建立质量监测及验收等工作程序。自觉地接受财政、监察、自然资源管理等部门的监督和检查，配备专职人员和有管理经验的技术人员组成矿山地质环境治理和土地复垦办公室，专门负责矿区地质环境治理和土地复垦工程的实施。

参与项目勘察、设计、施工及管理的单位，必须具备国家规定的资质条件， 取得相应的资质证书、项目质量管理必须严格按照有关规范、规程执行，做到责任明确，奖罚分明，施工所需的材料须经质检部门验收合格方可使用；工程竣工后，及时报请财政及自然资源行政主管部门验收。

（二）监督检查

企业对土地行政监督管理部门在监督检查中发现的问题要立即进行整改，对不符合设计要求或质量要求的工程，责令施工单位重建直至达到要求为止。

企业与矿山地质环境治理与土地复垦主管部门加强联系和协作，接受主管部门的技术指导和监督检查，定期向土地行政主管部门汇报施工进度，工程完工及时验收，按时投入使用，真正做到建设项目“三同时”。

五、效益分析

（一）社会效益分析

通过矿山地质环境治理、土地复垦工程的实施，主要带来的社会效益如下：

1、治理及复垦工作增加当地劳动就业岗位。治理及复垦工作需要大量甲类、乙类用工，而当地群众在征用土地后，失去部分土地，加之返乡的农民工增加，对当地的劳动力

市场是较大的冲击，矿山治理及复垦工作的开展可以为当地增加多个就业岗位，增加农牧民收入，稳定就业市场，发挥良好的社会效益。

2、利于矿区及附近相关企业的生产。矿山治理及复垦工作的开展，可以推动周围相关园林、绿化和安装等企业的发展，有利于促进相关产业链条的形成，对当地社会产业链条的健全，产业结构的调整都有积极推动作用，有效拉动当地内需，刺激工业消费的增长，从而实现当地社会经济的可持续发展，使企业和当地群众获得最大的经济、社会效益。

3、有效改善矿区整体社会环境。矿山治理及复垦工作的开展，有效恢复植被，不仅防治了区域水土流失和土地沙化面积的扩大，而且将会提高当地群众的生产、生活质量，改善土地利用结构并且确保了土地资源的可持续利用、发挥生态系统的功能、合理利用土地、提高环境容量、打造绿色生态景观，发展矿山旅游。

4、资源经济哺育社会功能。矿区人口较少，社会生产力低下。资源开采必将为当地带来一系列与开矿工业相关的技术、人员，这些工业技术以不同的方式影响促进当地的生产力，当地社会生产力的提高能够确实有效地改善社会环境，从这一点上看，开采的积极作用大于损毁的消极作用。矿山治理及复垦各项工作的开展，就是为了最大程度地消减开采损毁的消极作用，使得矿山开采的积极作用得以更好地凸显，造福当地群众，造福子孙后代。

（二）环境效益分析

矿山地质环境保护与土地复垦的实施将使植被恢复、修复地形地貌景观，基本消除地质灾害的威胁，减少矿山采矿活动带来的水土流失，减轻对周边地下水环境的污染，创造良好的生态环境。

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，能够促进经济社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

（三）环境效益分析

1、直接经济效益

通过矿山地质环境保护与恢复治理，生产期的直接经济效益也十分可观。若不实行地质环境保护，矿山破坏的土地会得不到恢复，并使周边生态遭受连锁创伤和破坏。

2、间接经济效益

大自然赋予人类社会生存发展的资源除矿产资源外，还有空气、水和土地，如果只开发矿产资源，而浪费和破坏更具有全局的、长远的、潜在的更大价值的空气、水和土地资

源，显然是求小失大，是经济效益的最大浪费，是暴殄天物。

实施矿山地质环境保护与恢复治理，在获得矿产资源效益的同时，又可以有效保护和持续利用水、空气和土地这三类资源，因此，它蕴藏着更大的经济效益。

本《方案》实施后，林地面积大量增加，有效改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低企业在其他方面的开支，增加企业总体经济效益，这即为生态恢复的间接经济效益。

六、公众参与

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。

（一）方案编制前的走访调查

在方案编制前期，方案编制人员会同矿山企业技术人员咨询了相关主管部门的相关人员，由于他们对土地复垦的目的和相关政策比较了解，因此均对本项目持积极支持态度，建议方案编制人员在做复垦设计时应与省、市县总体土地规划等其他相关规划相统一，此建议本方案已采纳。之后技术人员又与当地一些群众进行了交流，也得到了当地村委会及村民的大力配合。

1、调查结果及统计分析

本次公众参与调查的对象对本项目有一定程度的了解，大都持积极的态度，支持率为100%，支持程度较高，无不支持态度的。

2、公众建议及意见

在本项目公众参与调查中，对项目建设提出了自己的建议和要求，主要内容概括整理如下：

（1）希望损毁土地得到修补，提高土地利用效率，改良土质，多植树造林。

（2）要求加大损毁土地复垦力度。

3、公众意见的处理

根据公众参与调查结果，该地区农民主要关心的问题是：土地复垦问题。为此本方案提出，对损毁土地按时、按量、按质复垦，优化土地利用结构，尽可能恢复当地的生态环境和土地生产能力。

4、调查结论

本项目的公众参与调查显示公众对矿山土地复垦还是比较关注的，其主要调查结论如下：

（1）大多数人员支持本项目的建设并希望早日实施。

（2）公众从不同角度对项目建设中土地利用影响表示了关注，并提出了自己的建议和要求，体现了公众对土地合理利用和保护意识的提高。

（3）在下一步工作中，需要进一步开展公众参与活动，保证土地复垦方案能顺利实施，确保复垦区人们的经济利益和生活质量不受损失，以及最大程度地减少项目建设对土地的损毁。实现项目建设的经济效益、社会效益和环境效益的统一，发展经济的同时注意环境保护，最终达到提高人民生活质量的目的。

公众参与调查表及公示照片等见附件 10。

（二）方案实施与验收过程中的公众参与

1、设计问题如方案意见征询、复垦前后土地利用结构调整等。

2、土地复垦方案应与当地国土资源部门的土地规划相协调，土地复垦计划须经政府相关部门审核后方可动工实施。

3、土地复垦工作由政府派出专门的小组进行监察，定期获取复垦工作的进展以及成效，公众对土地复垦方案的评价意见，为管理部门的决策提供依据。

4、设立专用电话用于接听复垦区村民的意见，土地复垦效果接受村民委员会监督。

（三）结论

该项目土地复垦项目已得到当地绝大多数公众的赞成与支持，被调查对象中没有人表示反对意见，建设单位对公众提出的主要意见已做了相应的承诺。

本方案是一个生态治理、环境改善、土地资源被充分利用的公益性项目，当地居民和社会各界民众认同度较高，都希望按当地国土部门的相关要求和本方案的具体措施、工艺履行好，使当地的生态环境和土地利用条件有明显改善。

土地复垦工程项目完工后，移交村集体，村集体部分由村民使用。土地复垦后所建立的一些相应的配套设施，如交通设施等，由村里统一管理。

第九章　结论与建议

一、结论

1、矿山基本情况及方案服务年限

潮州市潮安区归湖镇草堂矿区是新建矿山，开采建筑用花岗岩矿，矿区面积为0.166km^2（合 249.03 亩），开采标高为+269.61～+70m，采用露天开采方式，设计生产规模建筑用花岗岩矿为 40 万 m^3/年，开采规模为大型。矿山地质环境条件复杂程度为中等，评估重要程度分级为重要区。

本方案适用年限为 15 年。如遇到扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式时，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2、矿山地质环境影响评估范围和评估级别

（1）评估范围：包括露天采场、工业场地、综合服务区、矿山道路和表土堆存场，本次评估区范围为 103.7519hm^2，其中矿区面积 16.6022hm^2。

（2）矿山地质环境影响评估分级：矿山地质环境条件复杂程度属于“中等”，评估区重要程度为“重要区”，矿山生产建设规模为“大型”，确定本次矿山地质环境影响评估级别为“一级”。

3、矿山地质环境现状评估和预测评估

矿山地质环境现状评估：

矿山地质环境预测评估概况：主要分为严重区、较严重区和较轻区。严重区为露天采场和表土堆存场等；较严重区为工业场地、综合服务区、矿山道路等；较轻区为其他区域。预测未来，严重区、较严重区的地质灾害危险性中等，地形地貌景观影响严重；较轻区地质灾害不发育。

4、矿山土地损毁现状和预测概况

项目区土地损毁现状：现状条件下评估区破坏面积 0hm^2。

项目拟损毁工程主要为露天采场、工业场地、综合服务区、矿山道路和表土堆存场，合计面积为 23.5129hm^2，损毁土地类型为水浇地 0.0451hm^2、果园 0.0371hm^2、乔木林地 22.6876hm^2、其他林地 0.0386hm^2、农村宅基地 0.0236hm^2、农村道路 0.2694hm^2、公路用地 0.0235hm^2、沟渠 0.3880hm^2。

5、矿山地质环境保护与恢复治理分区与土地复垦范围

（1）矿山地质环境保护与恢复治理分区

评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，其中重点防治区主要包括露天采场和表土堆存场等，面积为16.9168hm^2；次重点防治区包括工业场地、综合服务区、矿山道路等，面积为6.5961hm^2；一般防治区主要为其他区域，面积为80.2390hm^2。

（2）土地复垦范围

该矿复垦区面积23.5129hm^2，包括露天采场、工业场地、综合服务区、矿山道路、表土堆存场，全部为复垦责任范围。复垦面积23.5129hm^2。

6、矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

（1）确定矿山地质环境保护与恢复治理总体部署划分3个防治阶段：近期5年（2025年—2030年）、中期5年（2030年—2035年）、远期5年（2035年—2040年）。

（2）确定土地复垦工作分为3个防治阶段：近期5年（2025年—2030年）、中期5年（2030年—2035年）、远期5年（2035年—2040年）。

7、矿山地质环境治理与土地复垦投资估算

（1）矿山地质环境治理投资估算

矿山环境恢复治理工程静态总投资为117.9704万元，动态总投资为121.7300万元。

（2）土地复垦投资估算

矿区土地复垦工程静态总投资为232.5983万元，动态总投资为248.0043万元。

8、预测治理恢复效果

环境效益方面：提高植被覆盖率、改善生态环境、减少水土流失量。

经济效益方面：主要为农业效益、林业效益、其他经济作物收益；改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低企业在其他方面的开支，增加企业总体经济效益。

社会效益方面：减轻自然灾害，改善矿区及周边环境质量，促进当地稳定和发展，可以缓减当地的人、土地资源矛盾。

二、建议

1、本方案不代替工程勘察工作、环境影响评价等相关工作，也不代替最终矿山地质环境治理工程和土地复垦工程施工图设计。建议矿山企业在进行地质环境治理工程和土地复垦工程时，委托相关单位对矿山地质环境影响区和土地复垦区进行专项工程勘察、设计。

2、严格按照绿色矿山标准进行基建和开采，针对不确定、难预测且极易诱发地质灾害的重点监测对象，应做好地质灾害应急预案，规范开采，地质环境监测与保护的规范及标准化，自动化、数字化和信息化，使“边开采边复垦”贯穿矿山生产全程。

3、剥离层堆放时应严格按照排土堆放规范要求执行，严格控制堆放高度和设计堆放量。

4、建立矿山地质灾害及环境问题监测系统，并始终贯穿于矿山开发的全过程，坚持边开发、边治理的原则，最大限度地减少矿山开采对环境的影响。

5、矿方按本方案进行矿山环境治理和土地复垦过程中要不断积累资料和经验，为下一个规划期方案编制提供可靠数据，更好地为矿山建设服务。

6、本项目运行期间，在未进行充分回填时，应加强地表变形监测，防范可能的地质灾害的发生。

7、根据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）中 5.2.4.5 要求：“露天开采矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析要求”。

8、矿山企业应每 5 年对本方案进行一次修编。

9、建议加强矿山排水的监测、综合治理及利用工作。防范可能的含水层水质污染的发生。

10、对于开采挖方边坡，矿山开采时要严格注意边坡高度和角度，严格按照设计施工，必要时可采取削坡和挂网处理。