

广东省鹤山市龙源石业有限公司

建筑用花岗岩矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

鹤山市龙源石业有限公司

2024年06月

广东省鹤山市龙源石业有限公司

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：鹤山市龙源石业有限公司

法人代表：容子枫

编制单位：广东省地质局第六地质大队

法人代表：黄家盛

项目负责：郝麟

技术负责：李厚洪

编写人员：何钰莹 李颖博 张业伟 赵旭

制图人员：何钰莹 李颖博 张业伟 赵旭

目 录

前 言	1
一、 任务的由来	1
二、 编制目的	1
三、 编制依据	2
(一) 国家法律、法规	2
(二) 国家有关矿山环境保护与土地复垦政策性文件	2
(三) 地方政策法律法规	4
(四) 技术规范、标准、规程	5
(五) 技术资料与文件	6
四、 方案适用年限	7
(一) 矿山生产服务年限	7
(二) 方案适用年限	7
(三) 方案基准期	7
五、 编制工作情况	7
(一) 工作经过	8
(二) 工作方法	8
(三) 完成工作量	9
(四) 质量评述	10
第一章 矿山基本情况	12
一、 矿山简介	12
二、 矿山范围及拐点坐标	13
三、 矿山开发利用方案概述	14
(一) 建设规模及工程布局	14
(二) 矿山开采层位	17
(三) 矿产资源储量	18
(四) 矿山设计生产能力及生产服务年限	19
(五) 开采方式及采矿方法	19

四、 矿山开采历史及现状	25
(一) 矿山开采历史	25
(二) 矿山开采现状	28
(三) 矿区前期治理复垦情况	36
第二章 矿区基础信息	37
一、 矿区自然地理	37
(一) 气象	37
(二) 水文	37
(三) 地形地貌	38
(四) 植被	39
(五) 土壤	41
二、 矿区地质环境背景	42
(一) 区域地质	42
(二) 矿区地质	45
(三) 区域地壳稳定性	46
(四) 水文地质	46
(五) 工程地质	52
(六) 矿体地质特征	55
三、 矿区社会经济概况	57
四、 矿区土地利用现状	58
(一) 土地利用类型	58
(二) 土地权属	59
(三) 矿区永久基本农田保护区情况	60
五、 矿山及周边其他人类重大工程活动	62
(一) 主要交通干线	62
(二) 水利工程	62
(三) 村庄	63
(四) 工矿企业	64
(五) 其他	64
六、 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	66

(一) 自然条件对比	66
(二) 案例分析	66
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	71
一、 矿山地质环境与土地资源调查概述	71
(一) 矿山地质环境调查概述	71
(二) 土地资源调查概述	71
(三) 野外调查工作量	72
二、 矿山地质环境影响评估	73
(一) 评估范围和评估级别	73
(二) 矿山地质灾害现状分析与预测	76
(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测	95
(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	97
(五) 矿区水土环境污染现状分析与预测	99
三、 土地损毁预测与评估	103
(一) 土地损毁环节与时序	103
(二) 已损毁各类土地现状	104
(三) 拟损毁土地预测与评估	111
四、 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	116
(一) 矿山地质环境影响分区与防治分区	116
(二) 土地复垦区与复垦责任范围	128
(三) 土地利用类型与权属	129
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	133
一、 矿山地质环境治理可行性分析	133
(一) 技术可行性分析	133
(二) 经济可行性分析	135
(三) 生态环境协调性分析	135
二、 矿区土地复垦可行性分析	137
(一) 复垦区土地利用现状	137
(二) 土地复垦适宜性评价	137

(三) 水土资源平衡分析	146
(四) 土地复垦质量要求	147
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	150
一、 矿山地质环境保护与土地复垦预防	150
(一) 目标任务	150
(二) 主要技术措施	152
二、 矿山地质灾害治理	155
(一) 目标任务	155
(二) 工程设计	155
(三) 主要工程量	169
三、 矿区土地复垦	170
(一) 目标任务	170
(二) 工程设计	170
(三) 技术措施	180
(四) 主要工程量	181
四、 含水层破坏修复	182
(一) 目标任务	182
(二) 工程设计	183
(三) 主要工程量	183
五、 水土环境污染修复	183
(一) 目标任务	183
(二) 工程设计	183
(三) 主要工程量	184
六、 矿山地质环境监测	184
(一) 目标任务	184
(二) 工程设计	186
(三) 技术措施	191
(四) 主要工程量	192
七、 矿区土地复垦监测与管护	194
(一) 目标任务	194

(二) 措施与内容	194
(三) 技术措施	195
(四) 主要工程量	195
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	197
一、 总体工作部署	197
(一) 总体目标任务	197
(二) 总体工作部署和实施计划	197
二、 阶段实施计划	201
(一) 矿山地质环境保护与恢复治理工作阶段实施计划	201
(二) 矿山土地复垦工作阶段实施计划	202
三、 近期年度工作计划	204
(一) 矿山地质环境保护近期安排	204
(二) 矿山土地复垦近期安排	210
第七章 经费估算与进度安排	213
一、 经费估算依据	213
(一) 计算依据	213
(二) 费用组成	213
二、 经费估算	218
(一) 矿山地质环境治理工程经费静态投资估算	218
(二) 土地复垦工程经费静态投资估算	224
三、 总费用汇总与年度安排	226
(一) 总费用构成与汇总	226
(二) 年度经费安排	228
第八章 保障措施与效益分析	230
一、 组织保障	230
二、 技术保障	230
三、 资金保障	231
四、 监管保障	231

五、 效益分析	232
六、 公众参与	232
(一) 方案编制期间的公众参与情况	233
(二) 矿山地质环境保护与土地复垦实施中的参与计划	235
第九章 结论与建议	237
一、 结论	237
二、 建议	239
附照片	241
附表 1-矿山地质环境现状和损毁土地调查表	246

附图

- 附图 1：矿山地质环境现状评估图
- 附图 2-1：矿区土地利用现状图（已损毁区域）
- 附图 2-2：矿区土地利用现状图（拟损毁区域）
- 附图 3：矿山地质环境预测评估图
- 附图 4：矿区土地损毁预测图
- 附图 5：矿区土地复垦规划图
- 附图 6：矿山地质环境治理工程部署图
- 附图 7：用地用海规划图

前 言

一、任务的由来

2024年1月22日，鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿采矿权在江门市公共资源交易中心鹤山分中心以挂牌方式出让，2024年03月08日，由鹤山市龙源石业有限公司竞得采矿权。

为减少矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题及地质灾害，改善矿山地质环境和生态环境，保障矿山地质环境治理恢复基金的计提与使用，促进矿山地质环境治理工作的规范化，及时地对损毁土地进行复垦利用或恢复改善生态环境，依据《中华人民共和国矿产资源法》（2009年修正）、《矿山地质环境保护规定》（2019年修订）、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）、《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）、《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正版）、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令第592号）、《土地复垦条例实施办法》（2019年修正版）、《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）等相关规定，“采矿权人在申请办理采矿许可证前，应自行编制或委托有关机构编制矿山地质环境保护与土地复垦方案”，根据《国务院关于第一批清理规范89项国务院部门行政审批中介服务事务的决定》（国发〔2015〕58号），按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018年1月）的相关要求，鹤山市龙源石业有限公司于2024年4月15日委托广东省地质局第六地质大队（以下简称“我单位”）开展了《广东省鹤山市龙源石业有限公司建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）的编制工作。

本《方案》是实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一。本方案不能代替相关工程勘察、治理设计。

二、编制目的

矿山地质环境保护与土地复垦工作应遵循“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”的原则，根据矿山所处的区域条件和矿山开发对矿山地质环境的影响范围、影响程度，确定矿山开发与环境保护的目标、任务，优化矿山工程布局，科学合理利用矿山环境，有针

对性地提出土地复垦的治理对策和治理措施，对相关项目区设置土地复垦的相关措施，防止因生产活动引发新的土地破坏，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。使矿山的建设对生态环境的影响和破坏降到最低程度，确保人居环境安全，提高人居环境质量的目的。

编制本方案的目的是针对挖损、压占等造成损毁的土地，采取相应的整治措施而使其恢复并达到可供利用的状态，尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏，保护人民生命和财产安全；促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展，为矿山地质环境实施保护、监测和恢复治理提供技术依据。

三、编制依据

（一）国家法律、法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（2009年修正）；
- 3、《中华人民共和国安全生产法》（2021年修订）；
- 4、《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）；
- 5、《中华人民共和国森林法》（2019年修订）；
- 6、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修订）；
- 7、《中华人民共和国农业法》（2013年）；
- 8、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年）；
- 9、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年修订）；
- 10、《建设项目环境保护管理条例》（2017年）；
- 11、《地质灾害防治条例》（2004年）；
- 12、《矿山地质环境保护规定》（2019年修正）；
- 13、《矿产资源开采登记管理办法》（2014修订）；
- 14、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令 第592号）；
- 15、《土地复垦条例实施办法》（2019年修正）；
- 16、《基本农田保护条例》（国务院令 第257号）；

（二）国家有关矿山环境保护与土地复垦政策性文件

- 1、《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）；

2、《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》（国发〔2005〕28号）；

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

4、《国务院关于促进集约节约用地的通知》（国土资发〔2008〕3号）；

5、《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；

6、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20号）；

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

8、《国土资源部 财政部 环境保护部 国家质量监督检验检疫总局 中国银行业监督管理委员会 中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）；

9、关于印发《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》的通知（自然资办发〔2020〕38号）；

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

11、《国土资源部关于修改和废止部分规章的决定》（国土资源部令第64号）；

12、《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》（中华人民共和国自然资源部令第5号）；

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

14、《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资源部，2019年12月17日）；

15、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第44号，2019年修正）；

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

17、《自然资源部 生态环境部 财政部 国家市场监督管理总局 国家金融监督管理总局 中国证券监督管理委员会 国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）；

18、《自然资源部办公厅关于以“三调”成果为基础做好建设用地审查报批地类认定的通知》（自然资办函〔2022〕411号）；

19、《自然资源部办公厅关于按照实地现状认定地类 规范国土调查成果应用的通知》（自然资办发〔2023〕59号）。

（三）地方政策法规法律法规

1、《广东省矿产资源管理条例》，（2012年7月26日修订）；

2、《关于做好<广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023年修订版）实施工作的通知》（粤地协字〔2023〕7号）；

3、《关于进一步加强环境保护工作的决定》（粤府〔2002〕71号）；

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

5、《加强矿山地质环境和综合治理指导意见》（粤国土资地环发〔2016〕63号）；

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

7、《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）；

8、《广东省绿色矿山建设工作方案》（粤国土资规字〔2017〕5号）；

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

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

11、《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》（粤府办〔2021〕38号）；

12、《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）；

13、广东省国土资源厅广东省环境保护厅关于印发《广东省2018年矿山石场治理复绿项目验收方案》的通知（粤国土资地环发〔2018〕125号文）；

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

15、《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知（粤自然资发〔2020〕6号）；

16、《广东省土地管理条例》（2022年8月1日起施行）；

17、《广东省森林保护管理条例》（2023年修订）。

（四）技术规范、标准、规程

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

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

3、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；

4、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB 12719-2021）；

5、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；

6、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

7、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009版）；

8、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

9、《量和单位》（GB 3100-3102-1993）；

10、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

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

12、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453-2008）；

13、《土地基本术语》（GB/T 19231-2003）；

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

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

16、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32846-2016）；

17、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

18、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2006）；

19、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

20、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；

21、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）；

22、《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；

23、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；

- 24、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 25、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- 26、《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，2023年1月）；
- 27、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；
- 28、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 29、《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP 011-2018）；
- 30、《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP 032-2018）；
- 31、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 32、《矿山地质环境调查评价规范》（DD 2014-05）；
- 33、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- 34、《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）；
- 35、《广东省矿山生态修复技术指南（试行）》（2022年8月）；
- 36、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- 37、《矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）；
- 38、《第三次全国土地调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；
- 39、《广东省矿山生态修复工程取费指导价格（试行）》（2021）。

（五）技术资料与文件

- 1、《广东省鹤山市桃源鸿发石场建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（广东省有色矿山地质灾害防治中心，2014年7月）；
- 2、《广东省鹤山市桃源鸿发石场建筑用花岗岩矿土地复垦方案报告书》（广东省有色矿山地质灾害防治中心，2014年10月）；
- 3、《鹤山市恒运石业有限公司鹤山市桃源鸿发石场建筑用花岗岩矿恢复治理与土地复垦工作调查报告》（广东省地质局第六地质大队，2023年3月）；
- 4、《矿山石场治理复绿验收报告》（鹤山市恒运石场，2020年11月20日）；
- 5、《广东省鹤山市恒运石业有限公司建筑用花岗岩矿闭坑地质报告》（广东省地质局第六地质大队，2022年6月）；
- 6、《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》（广东省地质局第六地质大队，2023年9月）、《矿产资源储量评审意见书》（粤资储评审字〔2023〕149号）及《评审结果的函》（粤储审评〔2023〕149号）；

7、《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（江门市粤地矿产勘查开发有限公司，2024年5月）及《审查意见书》（江地矿协评字[2024]11号）；

8、鹤山市2022年度土地利用现状图（局部）；

9、《鹤山市国土空间总体规划（2021-2035年）》用地用海规划图（局部）；

10、《三区三线图》。

四、方案适用年限

（一）矿山生产服务年限

根据《开发利用方案》，鹤山市龙源石业有限公司建筑用花岗岩矿矿山生产服务年限约为15年。基建期1年，生产期15年，治理恢复期1年，总服务年限为17年。

（二）方案适用年限

矿山总服务年限为17年，管护期3年，故本方案适用年限为20年。依据矿山开采规划、设计，将本方案服务年限归为近期5年（2025~2029年），中期11年（2030年~2040年），远期4年（2041年~2044年）。

在办理采矿权变更时，涉及扩大开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式，应重新编制或修订《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。矿业权人发生变更时，矿山地质环境保护与土地复垦责任和义务随之转移。

在办理采矿权延续时，矿山地质环境保护与土地复垦方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应当重新编制或修订《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

5年以后根据相关规划和生产需要进行修编。同时，实际生产建设过程中矿区工程设施的布设位置、方式等可能会有所调整，此时矿山应根据实际情况对本方案设计内容进行相应的调整，并报有关主管部门备案。

（三）方案基准期

本矿山为新立矿山，方案基准期以矿山正式投产之日算起。

五、编制工作情况

广东省地质局第六地质大队，成立于1969年，原名为广东省地质局七五七地质大队，2012年12月份更名为广东省地质局第六地质大队，同时增挂了广东省江门地质灾害应急抢险技术中心，是隶属于广东省地质局的正处级事业单位，公益二类。

主要任务：承担国家和省下发的国土资源大调查及其他公益性、基础性、战略性地质调查、勘查任务；为江门市、阳江市国土资源管理部门的地质灾害预警、防治、危机管理工作提供技术支撑；承接江门市、阳江市政府委托的地质矿产勘查任务和地质规划工作；承接国家和地方重点工程地质勘测任务等。

我单位组织了相关技术人员（项目负责人1名，技术负责人1名，编写人员和制图人员4名）进行了以下阶段的工作：

（一）工作经过

1、项目启动阶段：（2024年4月15日~4月25日）进行相关文件的研究，全面收集矿区及周围地区的地质、矿山开采及土地资源等相关资料，进行初步分析、编写工作大纲。

2、现场踏勘阶段：（2024年04月26日~05月10日）开展地质环境及土地资源等调查，确定评估范围，查明矿区土地权属及类型、矿区地质、地形地貌条件、地质灾害分布与危害程度及矿山开采现状对土地的破坏程度。

3、资料整理、方案编制阶段：（2024年05月10日~06月22日）根据评估区划分的范围及级别，对矿山地质环境影响进行现状及预测评估，进而确定矿山地质环境保护与土地复垦治理分区，对矿山土地复垦适宜性进行评价，并对矿山地质环境保护与土地复垦措施进行部署；完成矿山地质环境保护与土地复垦报告的编写和图件绘制，经征询自然资源部门和土地权属人同意后，提交编制成果评审。

（二）工作方法

1、收集资料

全面收集矿山及周围自然环境及经济社会资料，与矿山地质环境相关的农林牧环境资料、区域生产力布局、城镇、重要工程及特殊保护区的分布；区位条件及环境功能规划要求、矿区地质条件、矿产资源、矿山地质环境、矿山开采、矿山土地状况等资料，为部署下一阶段的野外实地调查和方案编制做准备。

2、野外现场调查

采取野外现场调查和访问调查相结合，严重区调查矿区地质环境问题，包括：采矿活动对主要交通水利工程、村庄、工矿企业等的影响与破坏；矿区土地利用现状、水源、植被、土层厚度、土地损毁情况等土地复垦设计涉及的其他内容。

本次野外调查采用1:2000地形图做底图，同时依据土地利用现状图等图件展开调查，

采用线路穿越法、追索法、布点法等方法，使用大疆无人机（MAVIC 3E RTK）、GPS 定位、数码相机、激光测距仪、野外工兵锹等野外调查工具。针对矿区内地形地貌、地质环境问题、土地资源、生态环境、地质灾害发育特征和人类活动特征，重点调查矿区工程活动的地质灾害特征、人类活动布局、土地利用现状、土地损毁特征、植物生境状况、水土环境特征及地形地貌地质条件等现状，详细对项目区水文地质、工程地质、矿山地质环境问题等进行调查和测量。查清了矿山地质环境、土地损毁、水土环境现状及存在的问题，已查明矿区地质、地形地貌、植物生境等生态地质环境条件；查清矿山开发方式、开采现状、生产规模、地质遗迹（人文景观）。其次调查了矿区外围的地质灾害发育特征和人类工程活动情况，查明区域地质地貌背景、区域地质灾害发育程度等；并走访附近村民（含土地权属人），积极采纳被访问调查相关人员的建议，为编制矿山地质环境保护与土地复垦方案提供科学依据。

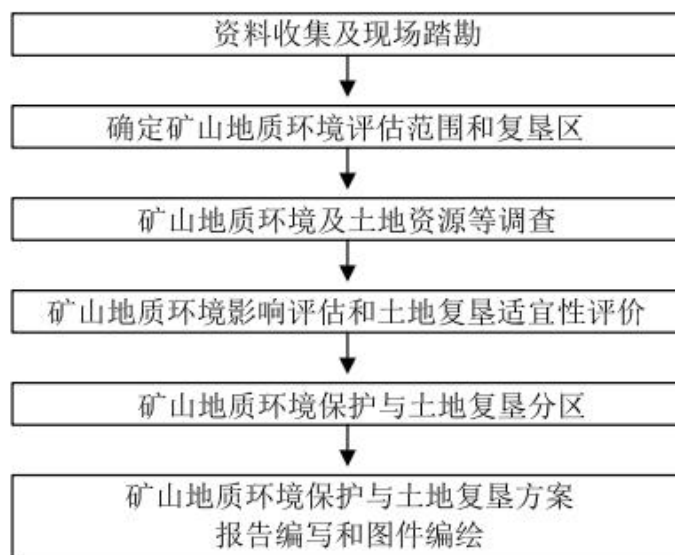


图 0-1 工作程序框图

（三）完成工作量

依据矿山建设布局，对矿山建设开发及矿山建设开发可能影响范围等重要地段进行重点调查，外围进行一般控制调查。野外实地调查面积约 229.0719 hm²，其中重点调查区面积 81.6231 hm²，次重点调查区 6.5194 hm²，一般调查区面积 140.9294 hm²；野外调查点 112 个；拍摄照片 130 张。具体完成工作量见（表 0-1）。

表 0-1 工作量统计表

项目	工作内容	单位	数量	备注
收集资料	《广东省鹤山市桃源鸿发石场建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（广东省有色矿山地质灾害防治中心，2014 年 7 月）	份	1	
	《广东省鹤山市桃源鸿发石场建筑用花岗岩矿土地复垦方案报告书》（广东省有色矿山地质灾害防治中心，2014 年 10 月）	份	1	
	《鹤山市恒运石业有限公司鹤山市桃源鸿发石场建筑用花岗岩矿恢复治理与土地复垦工作调查报告》（广东省地质局第六地质大队，2023 年 3 月）	份	1	
	《矿山石场治理复绿验收报告》（鹤山市恒运石业，2020 年 11 月 20 日）	份	1	
	《广东省鹤山市恒运石业有限公司建筑用花岗岩矿闭坑地质报告》（广东省地质局第六地质大队，2022 年 6 月）	份	1	
	《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》（广东省地质局第六地质大队，2023 年 9 月）、《矿产资源储量评审意见书》（粤资储评审字〔2023〕149 号）及《评审结果的函》（粤储审评〔2023〕149 号）	份	1	
	《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（江门市粤地矿产勘查开发有限公司，2024 年 5 月）及《审查意见书》（江地矿协评字〔2024〕11 号）	份	1	
	区域地质图（1:5 万）	份	1	
	区域水文地质图（1:20 万）	份	1	
	鹤山市 2022 年度土地利用现状图（局部）	份	1	
	《鹤山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》用地用海规划图（局部）	份	1	
	《三区三线图》	份	1	
矿山地质环境综合调查	地质环境综合调查面积	hm ²	229.0719	
	土地利用现状调查	hm ²	229.0719	
	地质环境综合调查点	个	112	
	现场拍照片/报告附照片	张	130/ 24	
编制成果	《广东省鹤山市龙源石业有限公司建筑用花岗岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》	份	1	
	报告附图	幅	8	
	报告电子文档（光盘）	份	1	

（四）质量评述

1、收集资料

资料收集和整理阶段，重点收集矿山地质勘查资料、水文地质资料、储量核实报告、开发利用方案、生产建设规划及项目区土地利用现状图等资料，其中：储量核实报告、

开发利用方案等资料均经相关评审机构通过评审；土地利用现状、用地用海规划图等图件均为现行有效图件。收集的资料翔实可靠，可以作为方案编制的依据，满足相关规范要求。

2、现场踏勘以及野外调查

现场踏勘以及野外调查阶段，专业技术人员到现场了解了矿山位置、范围、地面情况及其与外围的关系，运用调查访问、穿越法及追索法等方法，重点调查了评估区地形地貌、土壤植被、地层岩性、矿体分布、水文地质、工程地质、近期及历史发生的地质灾害及土地损毁等情况，取得了较为详细的第一手资料。调查时对重要的地质现象进行了记录、拍照，野外调查点共 112 个，符合《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，2023 年 1 月）野外调查工作要求。各类地质资料经检查后，调查人员均依据检查意见进行修改、补充，因此“野外调查工作真实、可靠，满足规范要求”。

3、方案的编制

室内编制阶段，主要进行室内资料综合整理，确定方案的适用年限、评估范围和级别，进行方案论证，分区和工程设计方案和方案编制。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，方案中涉及的基础数据、结论均真实有效，无伪造、编造、变造、篡改等虚假内容。方案的文字报告和图件的编制按照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018 年 1 月）等相关规范进行，方案及图件经单位内部审核，审核结果为合格，方案文字报告和图件的编制工作满足规范要求。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范的要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

矿区名称：鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿

地 址：鹤山市桃源镇、雅瑶镇

采矿权人：鹤山市龙源石业有限公司

项目类型：新立

开采矿种：建筑用花岗岩

开采方式：露天开采

开采标高：139.4 m~-60 m

生产规模：200 万 m³/a

矿区面积：0.5572 km²

矿山服务年限：15 年

总服务年限：17 年（含基建期 1 年，治理期 1 年）

土地权属：鹤山市雅瑶镇建良村水石股份经济合作社、鹤山市桃源镇蟠龙股份经济合作联社、鹤山市桃源镇蟠龙村黄岗股份经济合作社、鹤山市雅瑶镇建良村坪头股份经济合作社、鹤山市雅瑶镇上南股份经济合作联社。

地理位置：矿区位于鹤山市城区 200° 方向，距鹤山市城区直距约 6.0 km，矿区行政隶属鹤山市桃源镇和雅瑶镇管辖。矿区中心地理坐标为：东经 112° 56′ 21.5″，北纬 22° 42′ 56.6″。

矿区经约 3.0 km 乡村水泥公路 Y930 与 G325 国道相连，沿 G325 国道往南西 0.7 km 到达桃源镇，往北东约 1.5 km 到达珠三角环线高速（G94）桃源出入口，可达珠三角各大城市，陆路交通条件较便利（图 1-1）。

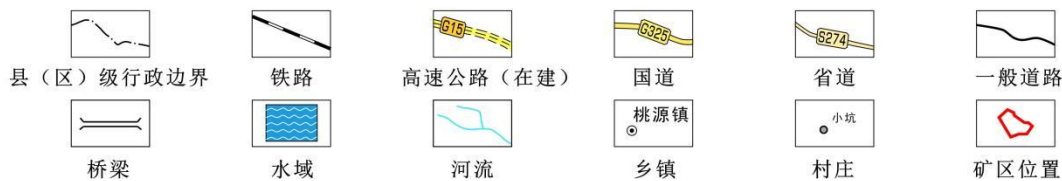
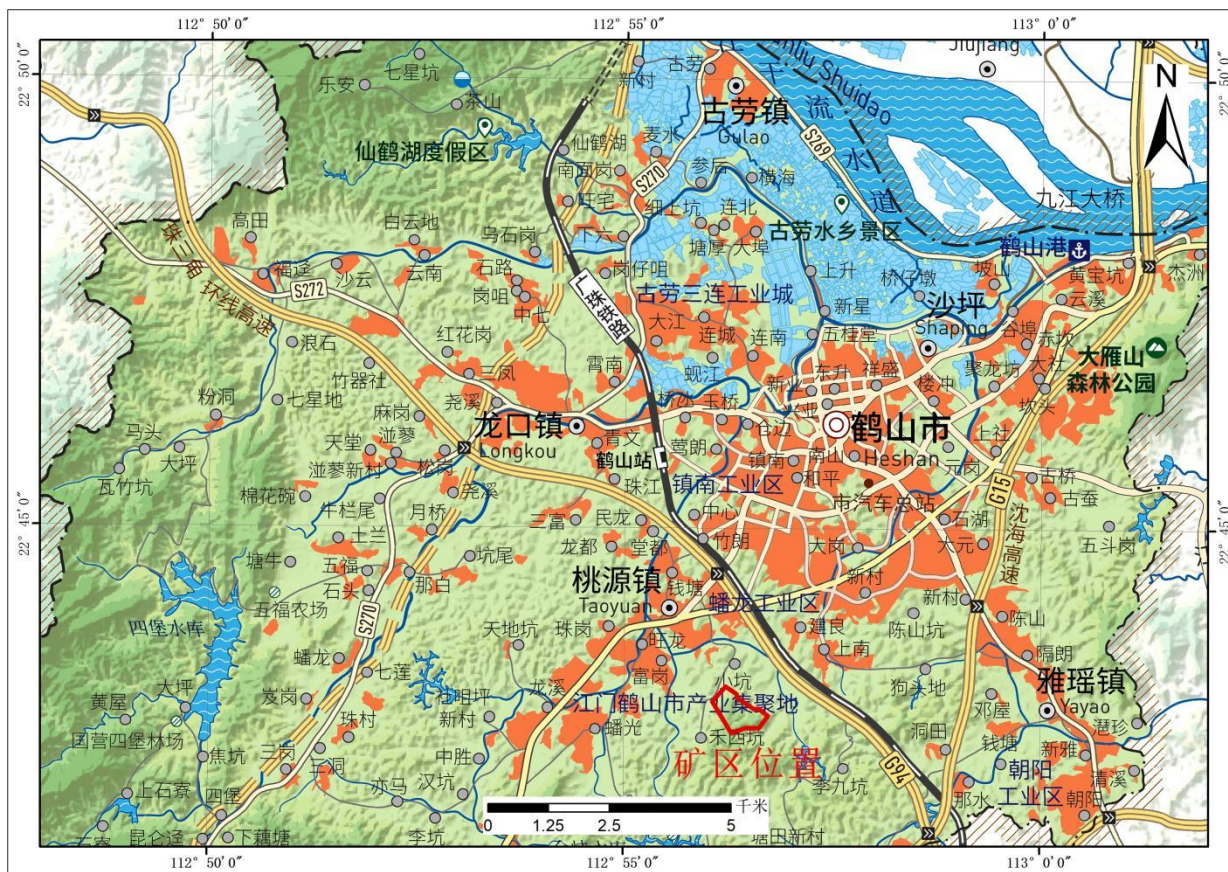


图 1-1 矿区地理位置图

二、矿山范围及拐点坐标

根据《开发利用方案》，矿区范围由 10 个拐点坐标圈定，面积 0.5572 km²，开采矿种为建筑用花岗岩，开采深度由+139.4 m 至-60 m 标高，生产规模为 200 万 m³/a（见下表 1-1）。

表 1-1 矿区范围拐点坐标（CGCS2000 坐标系）

点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
1	2513988.88	38390796.55	6	2513381.02	38391669.08
2	2513840.81	38391014.75	7	2513135.08	38391481.83
3	2513751.01	38391042.17	8	2513129.54	38391199.61
4	2513524.20	38391382.03	9	2513034.71	38390910.47
5	2513525.73	38391479.06	10	2513676.57	38390520.01
矿区面积：0.5572 km ² ，开采标高：+139.4 m~-60 m					

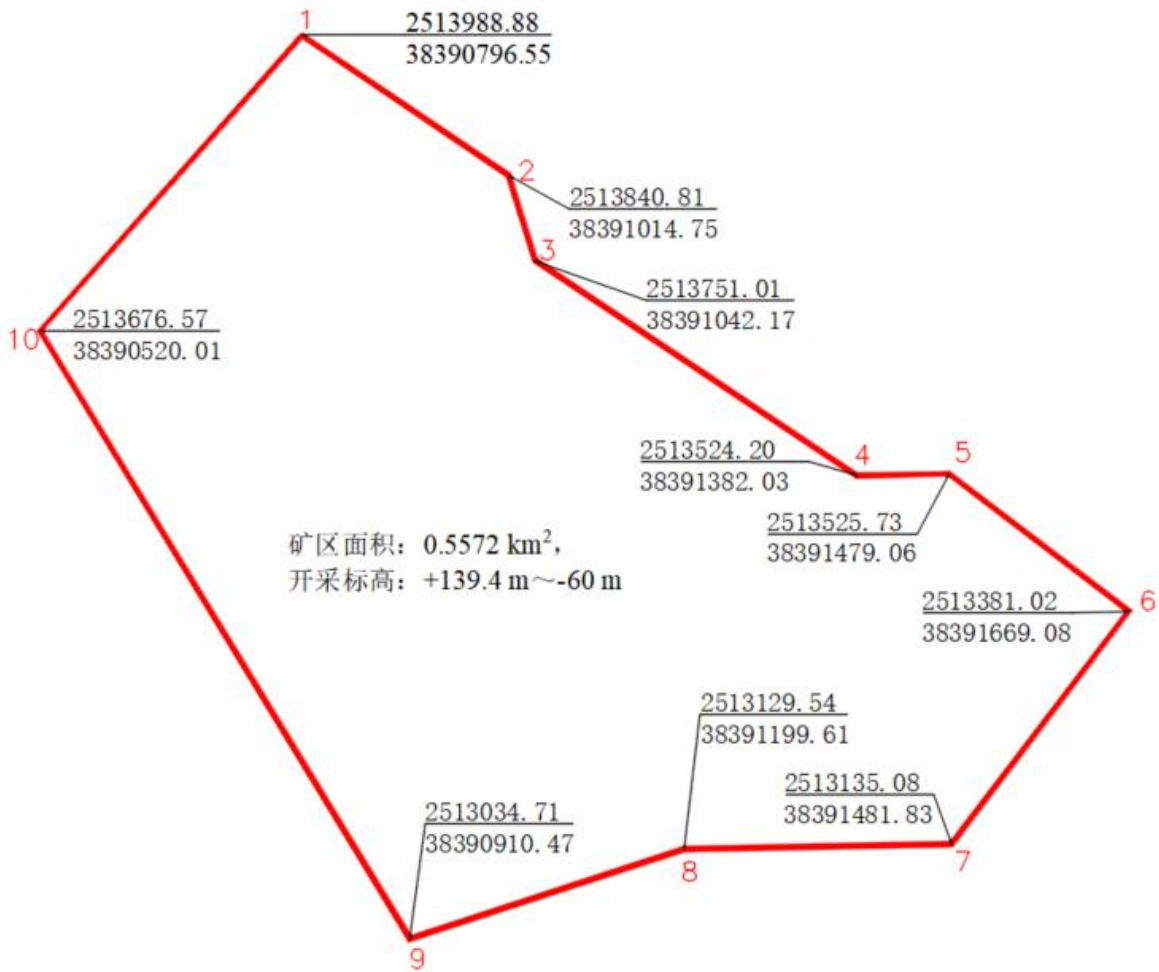


图 1-2 矿区范围示意图

三、矿山开发利用方案概述

(一) 建设规模及工程布局

1、建设规模

根据《开发利用方案》，矿山生产建设规模为 200 万 m³/a。对照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（2018 年）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 1-2）。

表 1-2 矿山生产规模分类

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

2、工程布局

根据《开发利用方案》设计，矿区总体布置应以主要工业场地为主体，全面规划、统筹安排。各组成部分之间的相互位置，在符合安全、卫生和环保等要求的前提下应布置紧凑，全面地体现企业的经济、社会和环境效益。

矿山总平面布置包含露天采场、破碎加工场地、办公生活区、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场、机汽修车间、矿山防排水系统和沉砂池、供水设施（包括消防供水和生产供水）及供配电设施等组成。

（1）露天采场

矿区面积为 0.5572 km^2 ，开采标高为 $139.4 \text{ m} \sim -60 \text{ m}$ 。露天采场实际挖损面积为 0.5150 km^2 ，实际开采标高为 $139.4 \text{ m} \sim -60 \text{ m}$ 。矿山开采将形成 $+118 \text{ m}$ 、 $+110 \text{ m}$ 、 $+100 \text{ m}$ 、 $+90 \text{ m}$ 、 $+75 \text{ m}$ 、 $+60 \text{ m}$ 、 $+45 \text{ m}$ 、 $+30 \text{ m}$ 、 $+15 \text{ m}$ 、 0 m 、 -15 m 、 -30 m 、 -45 m 和 -60 m ，共14个终了台阶。

（2）破碎加工场地

矿山破碎加工场地布置于矿区范围1#拐点的北西侧，总占地面积约 10.3392 hm^2 。破碎站布置3个平台，其中卸矿平台标高 $+40 \text{ m}$ 。另设标高 $+32 \text{ m}$ 平台和标高 $+24 \text{ m}$ 平台，中碎设备和细碎设备及缓冲仓等布置于标高 $+32 \text{ m}$ 平台； $+24 \text{ m}$ 平台作为矿山主要生产平台，包括矿石的筛分设备、洗沙设备及产品仓等。

由于破碎设备是整个矿山用电大户，为了保证用电安全，节省电耗，矿山总变电站布置于 $+32 \text{ m}$ 平台北侧。

（3）办公生活区

办公生活区设置于矿山进矿道路旁侧，靠近矿山产品仓。办公生活区设置在矿区爆破警戒线之外，安全合理。区内设置行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。

（4）复垦用土临时堆场

复垦用土临时堆场设置于矿区范围1#拐点北侧，分两个台阶堆填，单个台阶高度 8 m ，平台宽度 5 m ，坡底处设置拦挡坝，容积约 4.0 万 m^3 。矿山生产期间，可将剥离的残坡积层堆填在复垦用土临时堆场内，同时可利用场内堆填的残坡积层为已形成终了的边坡和平台进行复垦绿化，对矿山进行“剥离-采矿-复垦”一体化工程，在矿山进行山坡露天开采期间逐渐消纳期间产出的残坡积层，实现矿区复垦绿化与采矿工程最直接有效的结合形式。

(5) 覆盖层中转场

矿山剥离的填土和石英片岩等需采用矿山车辆运输至覆盖层中转场后再进行外运。覆盖层中转场设置于矿区范围 10#拐点与 1#拐点连线的北西侧，为原恒运石场破碎加工厂场地。该场地现状较平整，标高约 30 m，场地面积较大，可用于矿山生产过程中覆盖层中转需求。设置堆填面积约 11956 m²，堆填高度 8 m，设置堆填一个台阶，台阶坡面角不超过 45°。堆填土距矿区红线边界约 40 m。

(6) 机汽修车间

机汽修车间位于矿区范围破碎站 24 m 平台。机汽修车间应布置小型汽修厂，小型汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。同时汽修厂设置仓库，便于设备零件库存，存取方便。

(7) 矿山防排水系统和沉砂池

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

本方案于矿区外围设置截水沟，并于各清扫平台设置排水沟。同时复垦用土临时堆场和覆盖层中转场为堆填型场地，极易受到场外汇水的破坏，为了避免场外汇水进入堆场，本方案设计在堆场外围设置了截排水沟和沉砂池，流经复垦用土临时堆场及覆盖层中转场的汇水均需经过沉砂池进行沉淀处理并达到排放标准后方进行外排。本方案共设 5 座沉砂池（其中 4 个利用矿区周边水塘）、1 个坑底集水池、1 条复垦用土临时堆场场外截水沟、1 条覆盖层中转场排水沟，6 条矿区外围截水沟和采场内各清扫平台排水沟。

(8) 供水设施（包括消防）

矿山设置 1 座采场生产及消防水池，同时配备 2 台洒水车用于采场降尘，用水来自生产水池。破碎加工场地消防水池设置在矿区卸矿平台，容量为 150 m³；设计利用破碎加工场地东侧水塘作为矿山生产水池。

矿山生产用水水源地为矿区东部的长坑水库，矿山生活用水引入当地自来水管网。

(9) 供电设施

矿山供电由附近变电站架设 10 KV 高压线路至矿山总变电站，再由低压线输出 300 V，经过各配电箱分供各生产车间。

3、开采台阶及最终边坡角

(1) 台阶高度

根据《开发利用方案》，台阶高度和台阶坡面角与岩石的性质、岩层倾角和倾向、节理、断层和阶段高度等因素有关。

- ① 松散岩组台阶：台阶高度 ≤ 10 m，终了台阶坡面角 45° ；
- ② 较软~较硬岩组台阶：台阶高度 10-15 m，终了台阶坡面角 55° ；
- ③ 坚硬岩组台阶：台阶高度 15 m，终了台阶坡面角 70° 。

(2) 安全平台宽度

安全平台宽度为 3~5 m（视台阶高度而定，一般不小于台阶高度的 1/3），清扫平台 8 m，每隔 2~3 个安全平台设置 1 个清扫平台。

(3) 最终边坡角

采场开采最高处位于矿区南东部的山顶，最高处标高为 139.4 m；采场最终形成的最大边坡高度位于 9#拐点的北侧，最高标高为 125.4 m，同边坡处采场底标高为-60 m，边坡最大高度为 185.4 m，经计算最高处最大的最终边坡角为 48° 。。

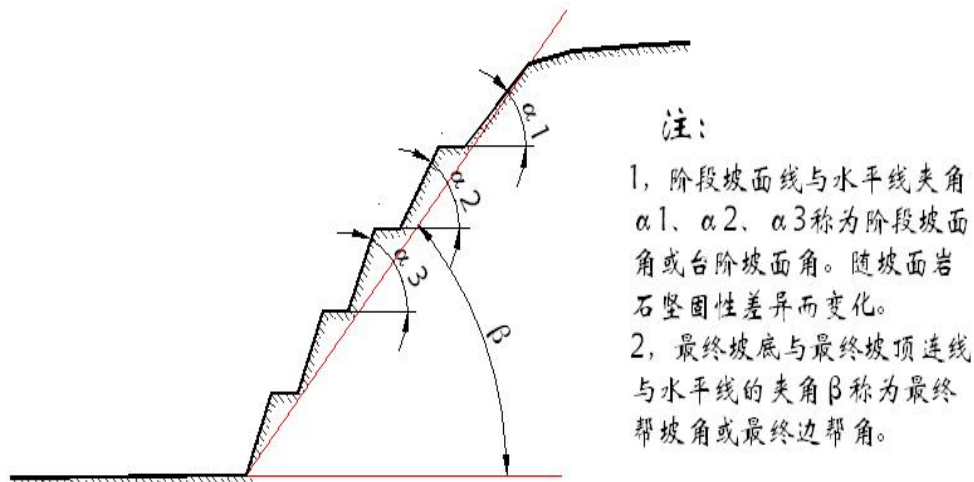


图 1-3 最终边帮构成要素图

上述终了边坡参数是配合采场自上而下分水平台阶开采，随着上部终了台阶的出现，及时进行相应的复绿工作，从而出现上部逐渐复绿、下部在开采的综合景观，达到边生产、边复垦的要求。

(二) 矿山开采层位

矿山开采层位为晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩（ $\eta \gamma J_3^{2e}$ ）。矿体平面上呈近似梯形状产出，矿体长约 1100 m，宽约 350~650 m，赋存标高 95~-60 m，即矿区范围内标高-60 m 以上的微风化~未风化花岗岩为本矿区开采矿体。矿体埋藏深度 0.0 m~57.3 m，

已采剥范围内侧矿体出露地表，埋深 0 m。未采剥范围矿体埋深 7.3 m~57.3 m。矿体厚度在两处采坑由于采剥而变薄。

（三）矿产资源储量

1、备案的矿产资源储量

根据《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》（广东省地质局第六地质大队，2023 年 9 月）、《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审意见书（粤资储评审字〔2023〕149 号）及广东省矿产资源储量评审中心《关于〈广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿资源储量核实报告〉评审结果的函》（粤储审评〔2023〕149 号）：

截至 2023 年 7 月 31 日，鹤山市蟠龙矿区范围内累计查明建筑用花岗岩矿资源量矿石量 5211.7 万 m³，以往开采消耗资源量 1570.6 万 m³，保有建筑用花岗岩矿控制资源量 3493.6 万 m³，推断资源量 147.5 万 m³。

矿区范围内覆盖层总剥离体积为 876.6 万 m³，其中全风化花岗岩 332.1 万 m³，半风化花岗岩 277.1 万 m³，石英片岩 113.7 万 m³，残坡积层和填土 153.7 万 m³。剥采比 0.24:1。

全风化花岗岩可综合利用洗砂，含砂率 52.2%，可产建筑用砂 195.7 万 m³。半风化花岗岩和石英片岩剥离层可作为回填料。综合利用全风化层、半风化层和石英片岩剥离层后，剥采比 0.04:1。

2、设计利用的矿产资源量

根据《广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（江门市粤地矿产勘查开发有限公司，2024 年 5 月）及《〈广东省鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿矿产资源开发利用方案（修编）〉审查意见书》（江地矿协评字〔2024〕11 号）：

依据有关设计规范，参照《矿业权出让收益评估应用指南》（2023），综合考虑本矿种、矿床类型、矿床地质工作程度、矿床勘查类型以及矿业权范围内预测的资源量与全部资源储量的比例关系等，本次对控制的及推断的资源量可信度系数均取 1.0。

建筑用花岗岩 $Q_1 = 3493.6 \times 1.0 + 147.5 \times 1.0 = 3641.1$ 万 m³。

上述覆盖层中的残坡积层用于未来矿山复垦复绿或周边市政园林客土、全风化岩水洗加工制砂、半风化岩和石英片岩作为场地平整堆填料或建筑砌筑块石料。

3、确定的开采储量

《开发利用方案》按水平分层法估算露天开采境界内矿岩总量为 3764.1 万 m³，其中

覆盖层总量 744.4 万 m³、建筑用花岗岩矿石量 3019.7 万 m³，亦即该矿建筑用花岗岩矿确定开采的矿石量为 3019.7 万 m³。

残坡积层除留 5.6 万 m³ 用于未来矿山复垦复绿，其余残坡积层及填土用于周边市政园林客土，315.5 万 m³ 全风化花岗岩加工水洗砂、259.8 万 m³ 半风化花岗岩和 54.3 万 m³ 石英片岩作为建筑回填料或砌筑块石料综合利用，复垦用土不足的部分根据采权人的需求外购处理。

4、设计采出矿石量

根据矿床开采经济、技术条件以及选用的采矿方法，参照同类型矿山开采指标，考虑剥离、铲装运输等环节损失，并结合矿区面积大的实际情况，取采矿损失率 $\eta = 2\%$ ，则该矿区采出纯矿石量为 2959.3 万 m³。

参照同类型矿山的开采经验数据，考虑开采过程中部分废石混入，废石混入率取 $\gamma = 1.0\%$ ；则该采石场采出矿石量为 2989.2 万 m³。

（四）矿山设计生产能力及生产服务年限

1、生产能力

根据《开发利用方案》，设计矿山生产能力为 200 万 m³/a 原矿石。

2、服务年限

根据《开发利用方案》，矿山计算服务年限约为 15 年。基建期 1 年，生产期 15 年，闭坑治理期 1 年，总服务年限为 17 年。

（五）开采方式及采矿方法

1、开采方式及采矿方法

根据矿体的形态、产状及赋存标高和矿区的地形地貌条件，结合要求控制的最低开采标高为 -60 m，该矿床适宜采用露天开采方式。根据露天开采台阶设置情况，确定矿区 30 m 标高以上采用山坡露天开采方式，30 m ~ -60 m 采用凹陷露天开采方式。

石场露天开采需执行《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）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。

2、开拓运输方案

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

矿区及其周边范围均地处丘陵区，根据地形地质及矿区现状、破碎站布置位置、圈

定的终了境界及拟定的矿山规模等，本方案选用公路开拓—汽车运输方式。

矿山破碎加工场地位于矿山北侧，卸矿平台为堆填型场地，设置标高+40 m。矿山道路自卸矿平台开始，采用回填道路下坡至+32 m 标高后，采用原恒运石场矿山道路至矿区范围 3#拐点附近的+50 m 平台，自 3#拐点附近向南东方向修建盘山公路至矿山生产作业平台。该道路可供矿山对标高+45 m 以上的部分进行采剥，当矿山开采至+45 m 平台后，继续向下开采时，该道路于 1#拐点附近被挖毁，因此需选择该道路南侧下方的道路（原蟠龙建超石场矿山道路）作为矿山运输道路。当矿山开采至+15 m 标高时，应自该道路与矿山边界交界处开始预留路堑，用以开采+15 m 标高及其以下矿体。

根据矿山的生产能力及配置的运输设备（自卸汽车）情况，为了保证运输安全和运输能力，矿石运输道路路堑宽度为 12 m，双车道设置；复垦用土临时堆场和中转场堆存量较小，采用单车道设置，宽度为 8 m。

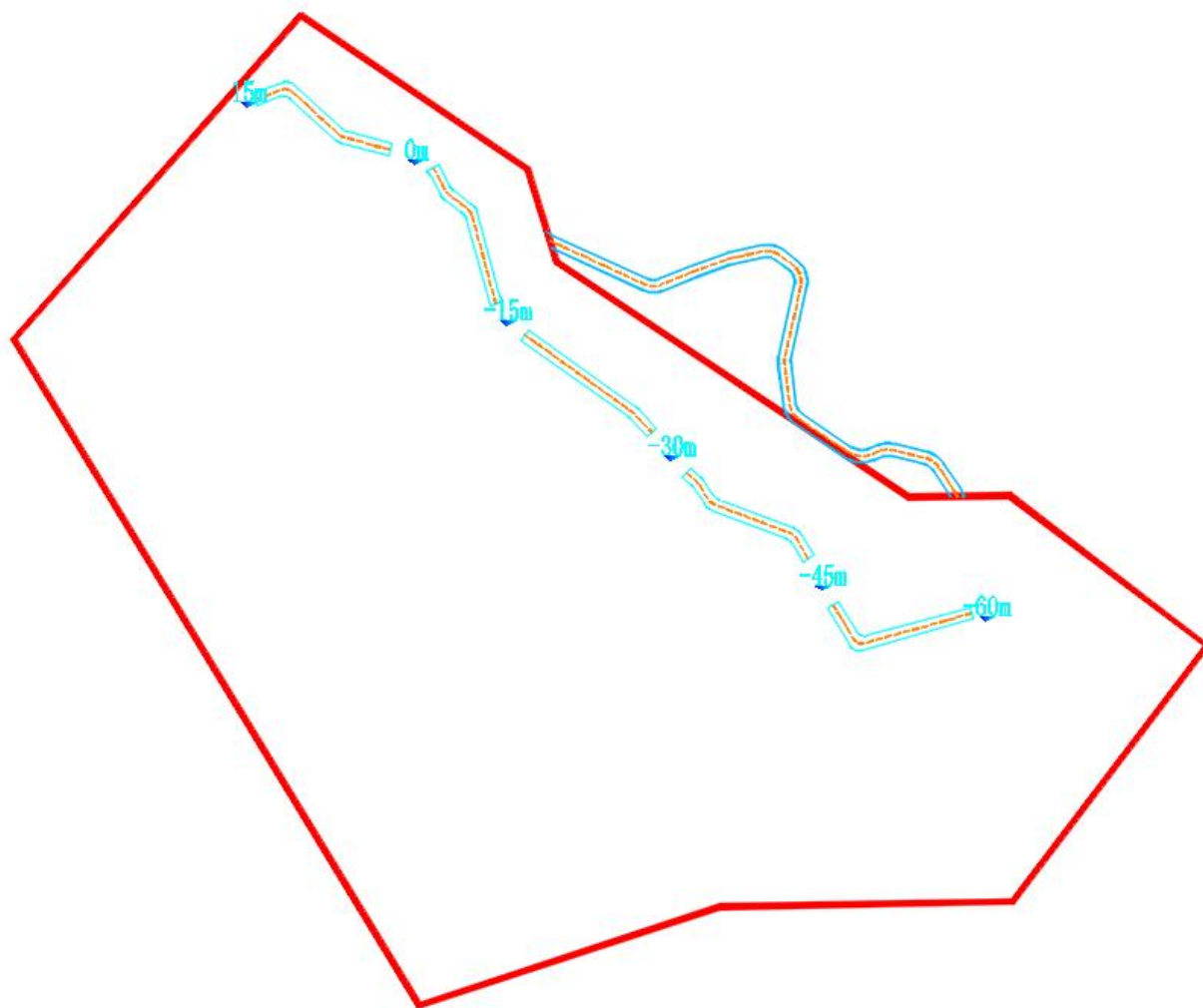


图 1-4 矿区内道路分布示意图

3、产品方案

根据矿山现有的破碎工艺流程及产品销售情况，矿山最终产品为建筑用规格碎石（分为10~20 mm、20~30 mm 规格碎石），年产 286.2 万 m³（松方），副产品机制砂 73.3 万 m³（松方）。

同时综合利用残破积层、全风化花岗岩、半风化花岗岩、石英片岩和机制砂（水洗砂）尾泥：开挖后残破积层（松方）9.6 万 m³/a；水洗砂 11.7 万 m³/a（松方）；一段破碎后半风化块石（砌筑用或填料用）22.5 万 m³/a（松方）；一段破碎后石英片岩 4.7 万 m³/a（松方）；整个矿山综合产出的尾泥（填料用）25.3 万 m³/a（松方）。

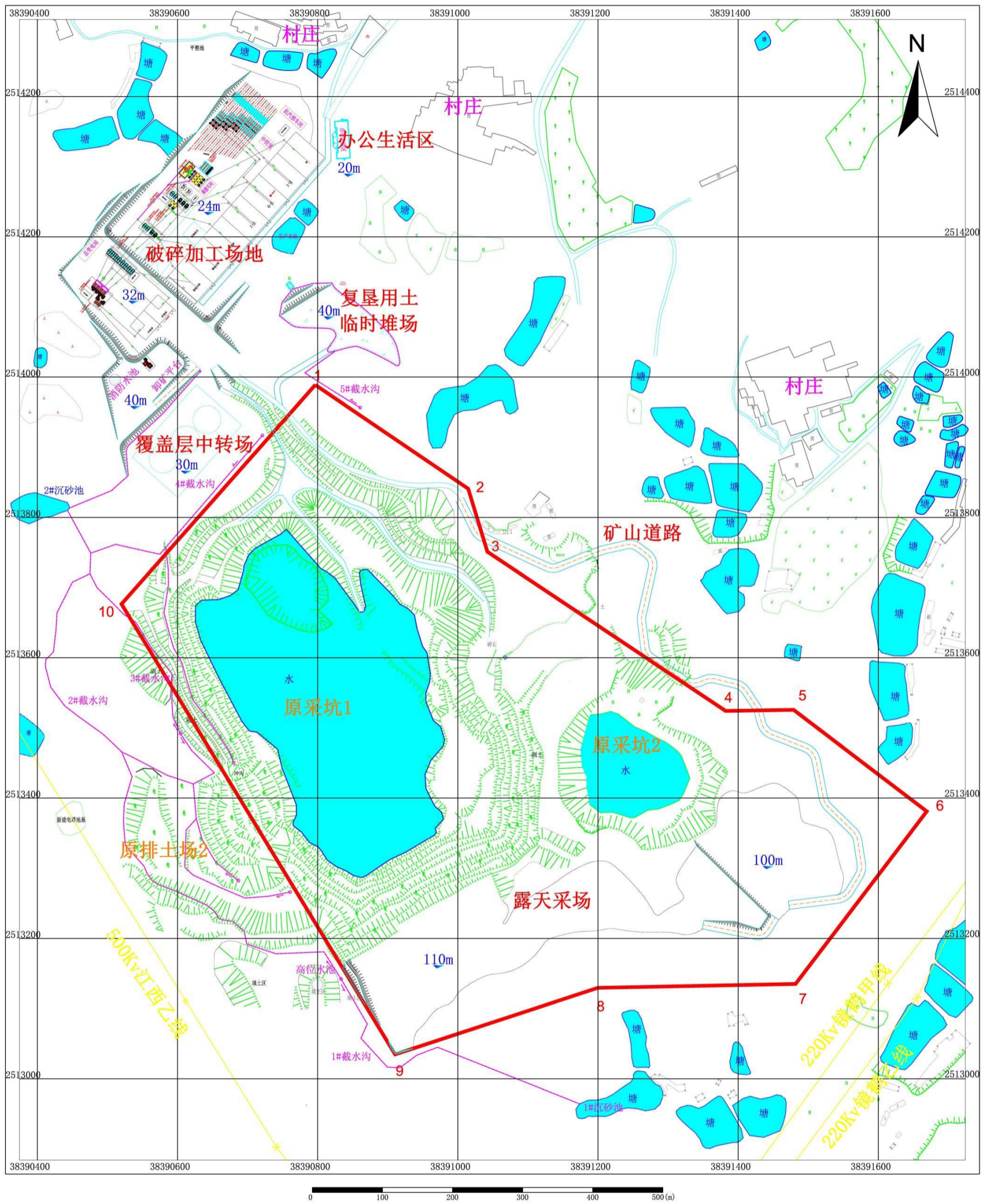


图 1-5 基建终了平面示意图
(来源于《开发利用方案》(修编))

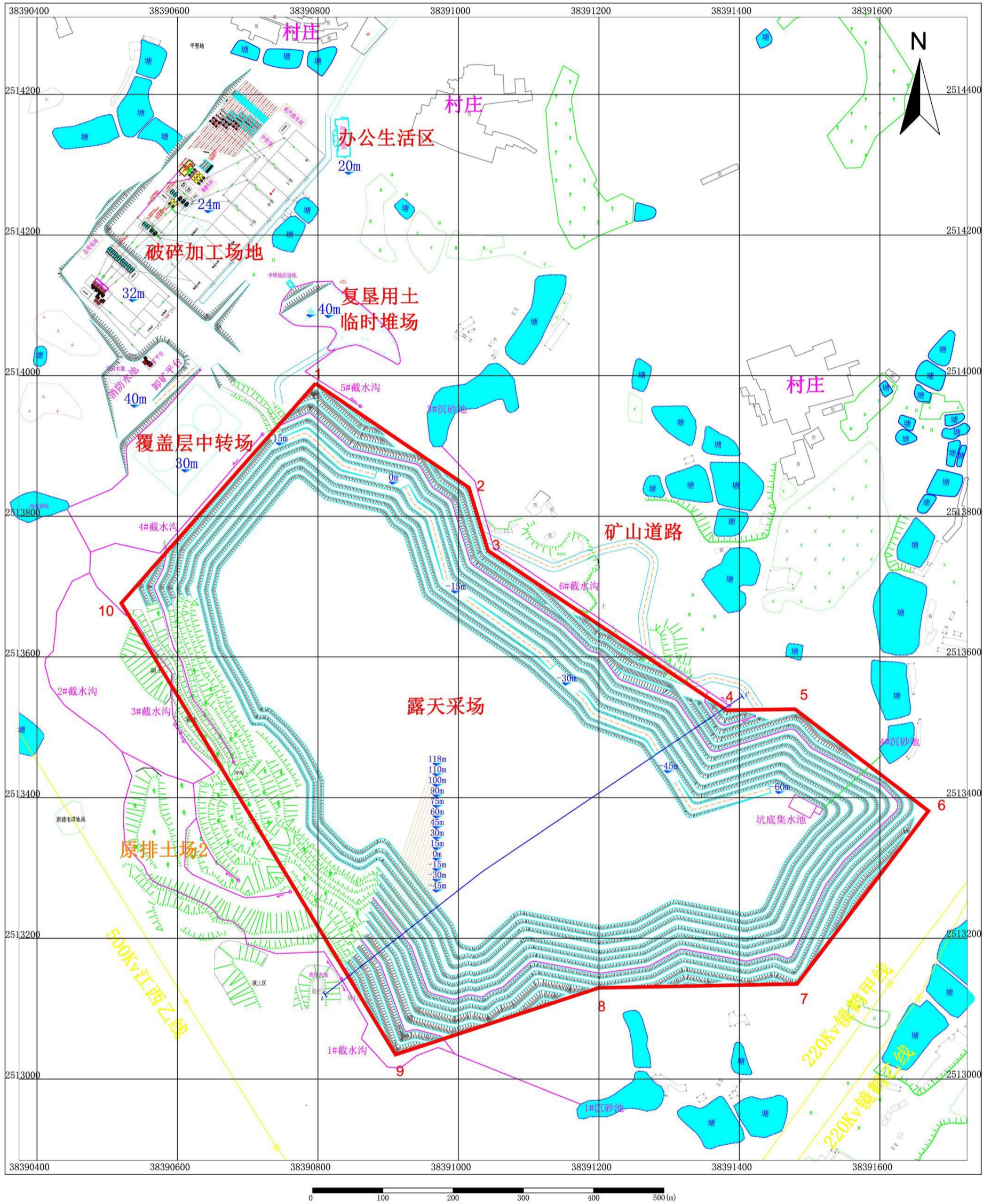


图 1-6 开采終了平面示意图
 (来源于《开发利用方案》(修编))

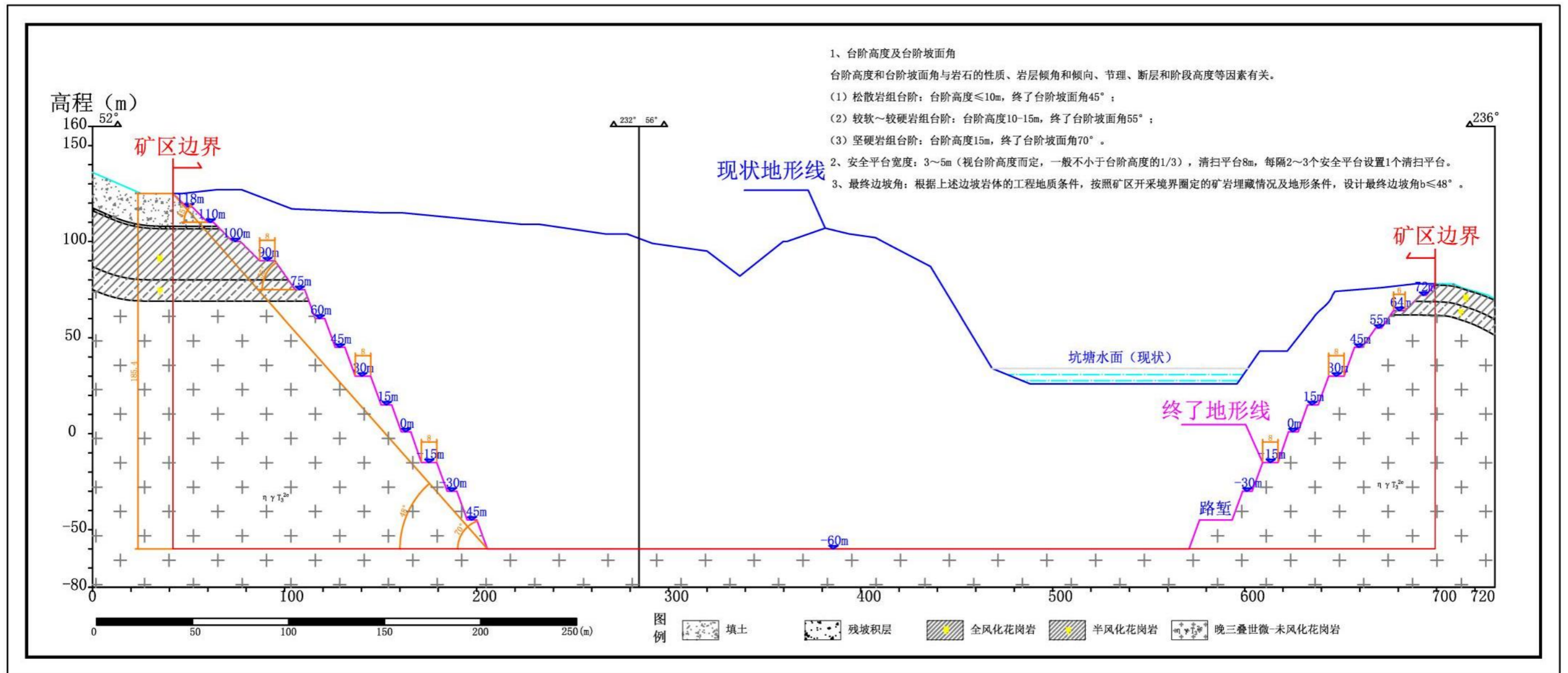


图 1-7 矿区开采终了剖面图
(来源于《开发利用方案》(修编))

四、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

矿山的开采历史可追溯至上世纪 90 年代，矿区设置过多个采矿权，采矿权人分别为鹤山市雅瑶镇建良石场（黎洛忠）、鹤山市桃源鸿发石场、鹤山市桃源蟠龙建超石场、鹤山市恒运石业有限公司。详述如下：

1、采矿权人：鹤山市雅瑶镇建良石场（黎洛忠），证号：4407840040010，开采矿种：建筑用花岗岩，开采方式：露天开采，生产规模：20 万 m³/a，有效期：自 2000 年 09 月至 2005 年 09 月。

表 1-3 鹤山市雅瑶镇建良石场（黎洛忠）采矿许可证范围拐点表

编号	拐点直角坐标（1980 西安坐标系）	
	X	Y
A	2513673	38391155
B	2513559	38391085
C	2513456	38391260
D	2513566	38391325
面积：0.0264 km ² ，由 80 m 至 40 m 标高		

2、采矿权人：鹤山市桃源鸿发石场始于 2005 年 12 月取得江门市国土资源局颁发的采矿许可证，证号：4407000510014，开采矿种：建筑用花岗岩，开采方式：露天开采，生产规模：30.00 万 m³/a，有效期至 2011 年 12 月。

表 1-4 鹤山市桃源鸿发石场采矿许可证范围拐点表

编号	拐点直角坐标（1980 西安坐标系）	
	X	Y
1	2513346.24	38390599.82
2	2513556.07	38390946.41
3	2513471.67	38391003.47
4	2513336.41	38390992.11
5	2513156.29	38390718.87
面积：0.0839 km ² ，由 130 m 至 45 m 标高		

3、采矿权人：鹤山市桃源蟠龙建超石场，始于 2005 年 12 月获得江门市国土资源局颁发的采矿许可证，于 2010 年 12 月 10 日换发采矿许可证号：C4407002009067130022517，

开采矿种：建筑用花岗岩，开采方式：露天开采，生产规模：30 万 m³/a，有效期：自 2010 年 12 月 10 日至 2012 年 1 月 10 日。

表 1-5 鹤山市桃源蟠龙建超石场采矿许可证范围拐点表

编号	拐点直角坐标（1980 西安坐标系）	
	X	Y
1	2513927.78	38390701.95
2	2513742.25	38390502.99
3	2513707.11	38390521.04
4	2513659.78	38390414.56
5	2513490.12	38390516.18
6	2513599.15	38390744.86
7	2513739.88	38390818.57
面积：0.0907 km ² ，由 130 m 至 20 m 标高		

4、2013 年 5 月，鸿发石场与蟠龙建超石场开展整合工作，整合为鹤山市桃源鸿发石场。并与 2013 年 7 月 23 日取得江门市国土资源局颁发的采矿许可证，证号：C4407002010127130087364，开采矿种：建筑用花岗岩，开采方式：露天开采，生产规模：30.00 万 m³/a，有效期：自 2013 年 7 月 23 日至 2015 年 7 月 23 日。

表 1-6 整合后鹤山市桃源鸿发石场采矿许可证范围拐点表

编号	拐点直角坐标（1980 西安坐标系）	
	X	Y
1	2513346.24	38390599.82
2	2513556.07	38390946.41
3	2513471.67	38391003.47
4	2513336.41	38390992.11
5	2513156.29	38390718.87
面积：0.0839 km ² ，由 130 m 至 45 m 标高		

5、采矿权人鹤山市恒运石业有限公司于 2016 年 3 月 18 日取得江门市国土资源局颁发的采矿许可证，证号：C4407002010127130087364，开采矿种：建筑用花岗岩，开采方式：露天开采，生产规模：110.00 万 m³/a，有效期至 2021 年 9 月 18 日。本期采矿权许可期满后，鹤山市恒运石业有限公司未能完成采剥任务，江门市自然资源局为采矿权人延续了采矿许可证，有效期延期至 2022 年 6 月 18 日，将许可的 80 坐标系转换为 2000 坐标系，其余许可内容无变化。目前鹤山市恒运石业有限公司已办理闭坑手续。

表 1-7 鹤山市恒运石业有限公司采矿许可证范围拐点表

编号	(1980 西安坐标系)		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	2513156.29	38390720.84	1	2513153.89	38390837.87
2	2513659.78	38390414.56	2	2513657.38	38390531.59
3	2513707.11	38390521.04	3	2513704.71	38390638.07
4	2513607.08	38390657.96	4	2513604.68	38390774.99
5	2513789.41	38390787.83	5	2513787.01	38390904.86
6	2513471.67	38391005.44	6	2513469.27	38391122.47
7	2513336.41	38390994.09	7	2513334.01	38391111.12
矿区面积：0.1938 km ² ，开采深度：由 130 m 至-20 m 标高					

6、2023 年 5 月 26 日，经鹤山市人民政府同意（鹤府复〔2023〕84 号），鹤山市自然资源局拟设置鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿采矿权。在相关准备工作完成后，2024 年 1 月 22 日，鹤山市蟠龙矿区建筑用花岗岩矿采矿权在江门市公共资源交易中心鹤山分中心以挂牌方式出让，并于 2024 年 3 月 8 日由鹤山市龙源石业有限公司竞得采矿权。成交的采矿权范围由 10 个拐点坐标圈定（表 1-1），开采标高：+139.4 m~-60 m，矿区面积 0.5572 km²。

表 1-8 新设立矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 大地坐标系		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	2513988.88	38390796.55	6	2513381.02	38391669.08
2	2513840.81	38391014.75	7	2513135.08	38391481.83
3	2513751.01	38391042.17	8	2513129.54	38391199.61
4	2513524.20	38391382.03	9	2513034.71	38390910.47
5	2513525.73	38391479.06	10	2513676.57	38390520.01
矿区面积：0.5572 km ² ，开采标高：+139.4 m 至-60 m 标高					

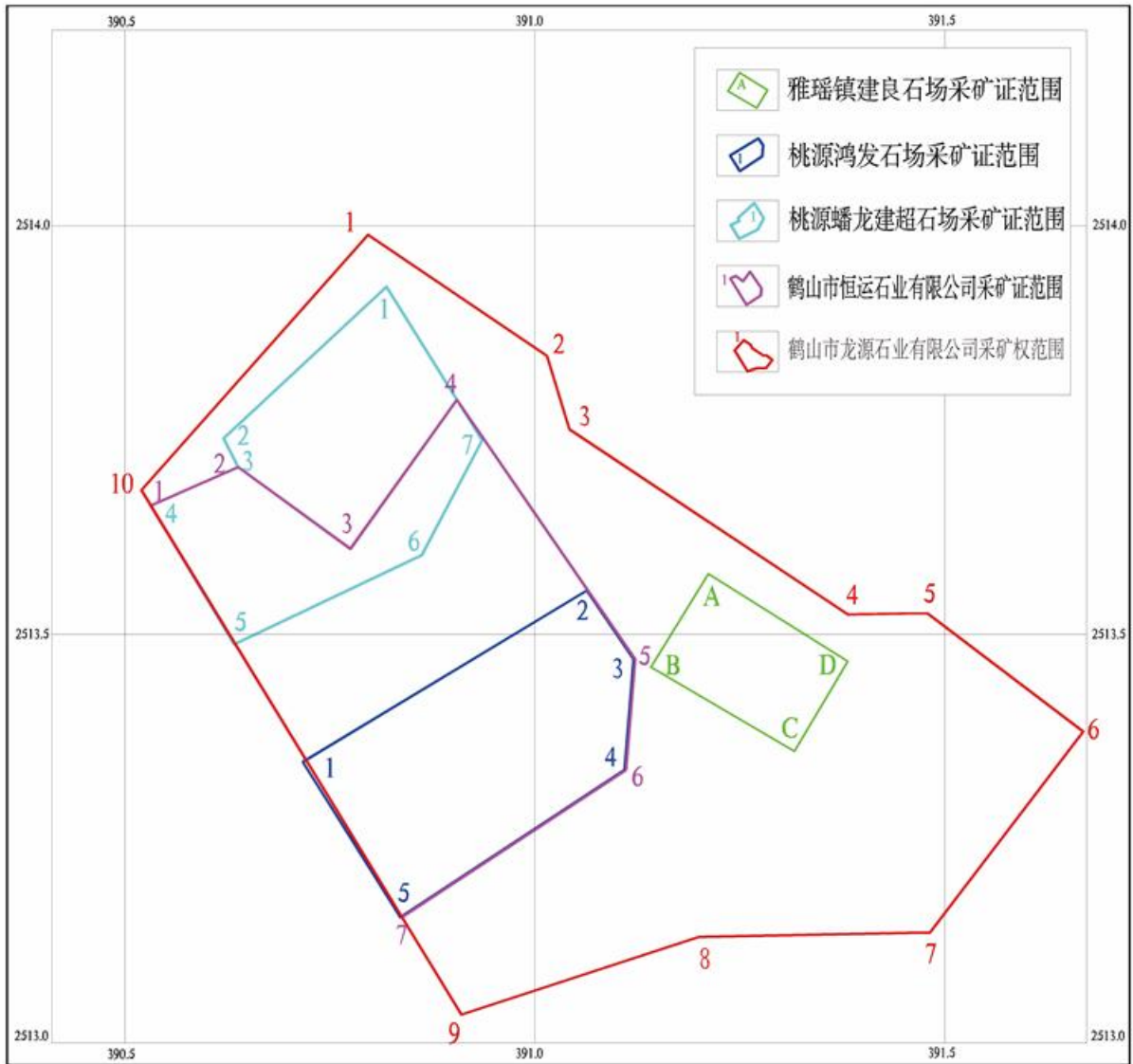


图 1-8 矿区历年采矿权设置示意图

（二）矿山开采现状

矿区历经多年开采，现状属于闭坑状态。根据现场调查，现状矿山由综合服务区、破碎站 1、破碎站 2、堆土区 1、堆土区 2、排土场 1、排土场 2、排土场运输道路、采坑 1 以及采坑 2 组成。各个区域现状如下：

1、综合服务区现状

综合服务区位于矿区红线 1 号拐点北西侧直距约 200 m 处。场地标高约+23 m，主要由矿区办公区、员工宿舍、食堂、福利设施及配套公共场所组成。

2、破碎站 1 现状

破碎站 1 位于矿区红线 1-10 号拐点北西侧+30 m 平台处。现状场地内主要由一些简易建筑物、破碎生产设施等组成。



图 1-9 综合服务区现状 (2024.05, 镜向 W)



图 1-10 破碎站 1 现状 (2024.05, 镜向 NW)



图 1-11 破碎站 2 及堆土区 1 现状 (2024.05, 镜向 SE)



图 1-12 堆土区 2 现状 (2024.05, 镜向 S)

3、破碎站 2 现状

破碎站 2 位于矿区红线 3 号拐点+50 m 平台处，紧邻采坑 1。现状场地内主要由一些简易建构物、破碎生产设施等组成。

4、堆土区 1 现状

堆土区 1 位于矿区红线 2 号拐点南西侧，场地标高约+49.2 m~+72.6 m。根据现场调查，现状填土区植被生长状况良好，植被较发育，覆盖率达 90%。

5、堆土区 2 现状

堆土区 2 位于矿区红线 9 号拐点北侧，紧邻采坑 1 南侧，呈东西向长条形分布，场地标高约+136.0 m~+100.8 m。根据现场调查，现状填土区主要为自然复绿，植被生长状况良好，植被较发育，覆盖率达 95%。

6、排土场 1 现状

排土场 1 位于采坑 2 北部，堆土面积约 $1.1 \times 10^4 \text{ m}^2$ ，堆放标高从+65 m 至+32 m。坡顶标高约+65.0 m，南西部一坡到底。北东部台阶式堆放，形成+57 m、+50 m 台阶。



图 1-13 排土场 1 现状（2024.05，镜向 SW）

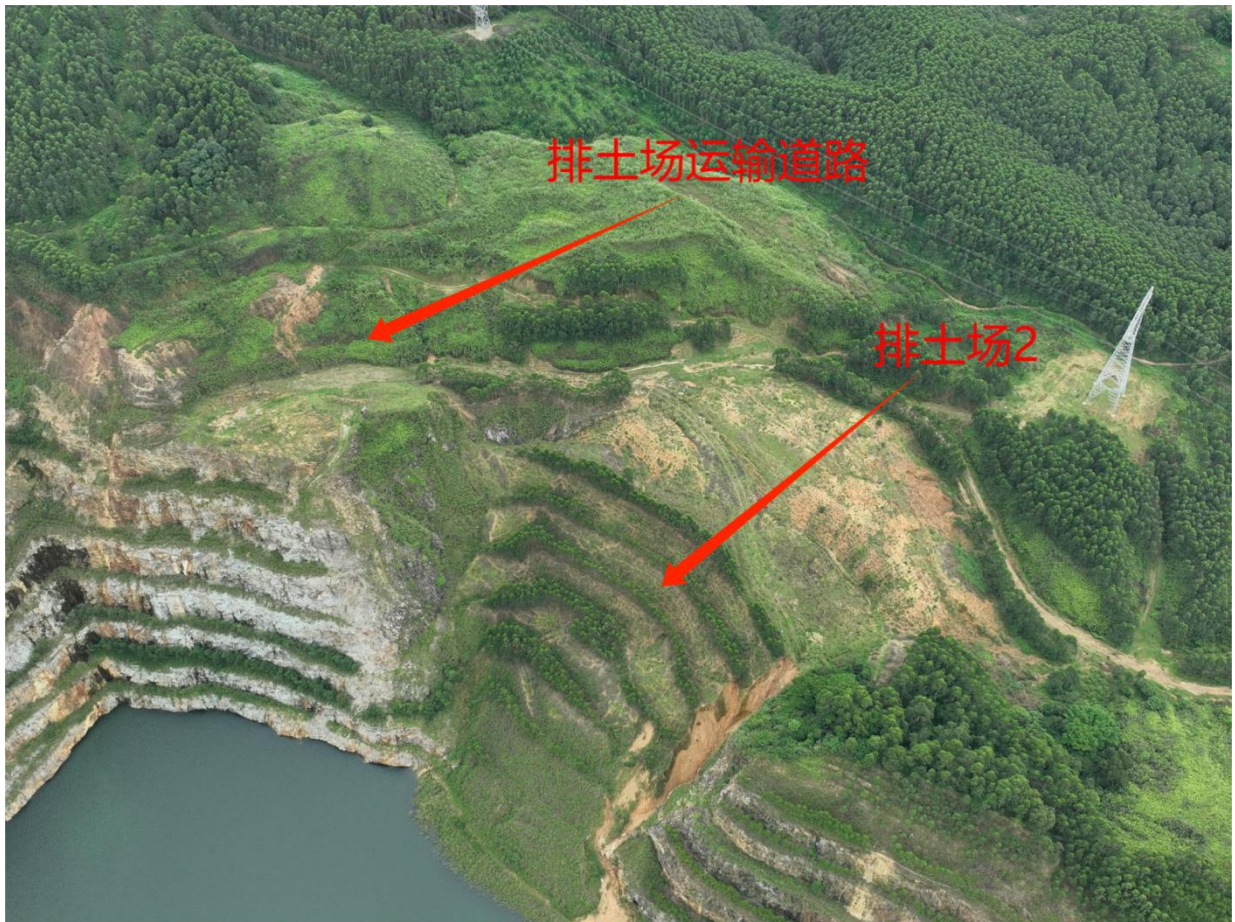


图 1-14 排土场运输道路及排土场 2 现状（2024.05，镜向 SW）

7、排土场 2 现状

排土场 2 位于采坑 1 西部，堆土规模较大，面积约 $3.2 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。堆放标高从 +64 m 至 -17 m，台阶式堆放，形成 +56 m、+47 m、+40 m、+31 m、+24 m、+14 m、+3 m、-8 m 台阶。现状排土场 2 为自然复绿和人工复绿相结合，坡顶为自然生长的杂草，台阶种植乔木，植被生长状况良好。台阶内侧布设有排水土沟。排土场 2 内北侧有地表水冲刷形成的冲沟，沟宽约 4~14 m，深约 1~4 m，长约 100 m。

8、排土场运输道路现状

排土场运输道路区域为前期矿区将覆盖层运输至排土场 2 时开挖形成，位于排土场 2 南侧，堆土区 2 北西侧，场地标高约 +124.1 m~+28.0 m。根据现场调查，排土场运输道路区域主要为自然复绿，现状长满杂草。



图 1-15 采坑 1 现状 (2024.05, 镜向 N)



图 1-16 采坑 2 现状 (2024.05, 镜向 SE)

9、采坑 1 现状

采坑 1 即鹤山市桃源鸿发石场、鹤山市桃源蟠龙建超石场和恒运石业有限公司开采形成，位于矿区中部大部分地区，采坑北西-南东向，长约 800 m，宽约 300-600 m，最低开采深度为-34.4 m，位于原建超石场采坑底部。采坑现状大致形成+102 m，+96 m，+90 m，+80 m，+65 m，+50 m，+35 m，+20 m，+5 m，-10 m，-20 m 等台阶。采坑 1 的边坡为岩土质混合边坡，上部 2-3 个台阶为土质边坡，坡高 10 m，坡度 45°；下部为岩质边坡，坡高 15 m，坡度 70°。采坑 1 塘面面积约 104000 m²，坑底最低标高-34.4 m，位于建超石场底部，大部分坑底标高为-20 m，调查期间水位标高-16.7 m，水深约 3.3 m。

10、采坑 2 现状

采坑 2 位于矿区南东部，为建良石场的旧矿口，采坑近圆状产出，直径约 220 m，最高标高 95 m，基本为“一坡到底”的采剥面，仅在标高+45 m 形成宽平台，底部为面积约 16000 m² 的坑塘，坑底最低标高 22.0 m，大部分坑底标高为 22.0~26.0 m，调查期间水位标高+43.0 m，水深约 20 m。



图 1-17 矿区整体现状图 (2024.05)

（三）矿区前期治理复垦情况

矿区上一期采矿权人为鹤山市恒运石业有限公司。根据《广东省鹤山市恒运石业有限公司建筑用花岗岩矿闭坑地质报告》（广东省地质局第六地质大队，2022年6月），鹤山市恒运石业有限公司开展的地质环境保护与土地复垦工作主要为：

① 露天采场外围及台阶、临时排土场、工业场地（碎石场）、办公生活区外围截排水工程；

② 露天采场外围及台阶、临时排土场、工业场地（碎石场）、办公生活区外围拦挡和警示工程；

③ 露天采场开采平台植被复绿工程；

④ 临时排土场、工业场地（碎石场）、办公生活区等复绿工程；

⑤ 边坡的稳定性监测布置7条监测剖面及14个监测点，植被复绿情况监测布置4个监测点。

因鹤山市龙源石业有限公司于2024年3月8日取得了蟠龙矿区建筑用花岗岩矿的采矿权，矿山为新立矿山。根据现场调查，上一轮采矿权闭坑后，现采矿权人未进行开采生产活动，鹤山市恒运石业有限公司完成的治理复垦成果自然生长。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

鹤山市地处北半球北回归线以南，属亚热带海洋性季风气候区，四季如春，草木常绿。冬无严寒，夏无酷暑，雨热同季。境内具有海洋气候特征，全年温和湿润，温、光、热、雨量充足，夏秋多台风暴雨，冬春有冷空气侵袭，无霜期达 354 天。年平均气温 21.6℃~22.8℃，其中 1 月份气温最低，平均气温 12.8℃，极端最低气温为 0℃，7 月份气温最高，平均气温 28.3℃，极端最高气温达 37.6℃。

据鹤山市气象局提供的资料统计（1991~2023 年）：鹤山市雨量充沛，年均降雨量为 1792.8 mm，年份降雨量随季节变化分配不均，降雨多集中在夏、秋季。雨季从 4 月上旬至 10 月中旬结束，平均累计降雨量为 1551.6 mm，占年均降雨量的 85.2%；平均月降雨量为 221.7 mm。

根据数据统计，鹤山市年降雨量最多年份达 2417.0 mm（2006 年），年份最少降雨量为 1161.2 mm（2004 年）；最大日降雨量为 331.2 mm（2023 年 9 月 8 日）；时最大降雨量 78.3mm（2008 年 6 月 15 日 15~16 时）。年平均日照 1797.8 小时，年日照率达 41%，日照时数，带来太阳辐射热量大，年平均太阳辐射量 104.08 千卡/mm²。10 月下旬至翌年 3 月底为旱季，平均降雨量为 314.5mm，降雨量较少。市内降雨的地域分布一般从南部往北逐渐减少。

影响鹤山的主要灾害性天气有台风、暴雨、雷电、强风、冬春冷害和长阴雨等。区内风向均有明显的季节性变化，春夏季多为东—东南风，秋冬季多西—西北风。每年 5~9 月间受台风及热带风暴气候影响常产生大雨、暴雨灾害性降雨。冬、春多吹偏北风，常受寒潮影响而出现霜冻或低温阴雨天气。每年 5~11 月是台风影响季节，但相对集中在 7、8、9 三个月，年平均影响鹤山的台风有 2~3 个。如 2017 年台风“天鸽”、2018 年台风“艾云尼”、“山竹”、2022 年台风“暹芭”的带来的强降雨，发生了较多地质灾害。

(二) 水文

矿区内部地表水体发育，红线内有两个采坑，分别为采坑 1 和采坑 2。采坑底部由大气降水汇集形成了水塘。采坑 1 底部水塘水位标高约-16.7 m，水面面积约 0.10 km²，水深约 3.3 m，蓄水量约 34×10⁴ m³。采坑 2 底部水塘水位标高约为+43.0 m，水面面积约

0.02 km²，水深约 20 m，蓄水量约 32×10⁴ m³

矿区附近地表水系发育，属珠江下游水系。矿区周围地表水系主要为桃源河和长坑水库。

桃源河由矿区西部约 1.6 km 处由南向北汇入沙坪水后流入西江。据市水利局资料，桃源河流域面积约 74.5 km²，干流长 16.4 km；平均坡降 1.9 ‰，是沙坪水的支流。

雅瑶镇长坑水库位于矿区南东侧，距矿区红线边界约 1.1 km。长坑水库是鹤山市的小（一）型水库，位于鹤山市雅瑶镇北部的上南村委会境内，沙坪河的上游，属西江水系，距雅瑶镇约 8 km。水库集雨面积 1.66 km²，总库容 201 万 m³，水库的主要任务是灌溉和防洪，兼养殖等综合利用。

（三）地形地貌

区域上地貌单元属剥蚀丘陵-丘间谷地~冲积平原地貌，地势为四周高，中部低，四周剥蚀丘陵-丘间谷地地貌，中部沿桃源河两侧为冲积平原地貌。四周多为相对独立又连接成片的“馒头山”，山顶呈浑圆状，山脊宽缓，一般标高在 50~180 m。山坡自然坡度一般在 10~15° 左右，大部分剥蚀丘陵均为经济林，保持原始地貌。中部沿桃源河环绕着低矮丘陵展布，地势相对平缓。区域最低侵蚀基准面位于距离矿区西部约 1.6 km 的桃源河，标高约+10 m。

矿区地势南高北低，矿区最高标高+139.4 m，位于矿区南东部的丘顶；最低标高-34.4m，位于原桃园蟠龙建超石场形成的采坑底部。矿区内历史开采形成的 2 处采坑，勘查期间均已形成水塘，采坑 1 现状大致形成+102 m，+96 m，+90 m，+80 m，+65 m，+50 m，+35 m，+20 m，+5 m，-10 m，-20 m 等台阶。采坑 2 基本为“一坡到底”的采剥面，仅在+45 m 标高形成宽平台。矿区多数地段覆盖层已完成剥离工作，矿区南部地表多为第四系残坡积物或全风化岩所覆盖，并长满杂草、灌木、经济林，通视条件较差。

矿区属低山丘陵区，地貌单元类型单一。矿区现状形成 2 凹陷采坑，底部由大气降水汇集成水塘，自然排水条件不利。根据开发利用方案设计，后期开采+30 m 以下为凹陷开采，汇水不能自流排出场外，必须采用水泵对采场内的矿坑水进行抽取外排，且开挖形成高差约 186 m 的土岩混合边坡。因此地形地貌条件复杂。



图 2-1 矿区地形地貌特征（2024.05，镜向 S）

（四）植被

矿区地属南亚热带，地带性植被为亚热带季风常绿阔叶林，经人类活动干扰后，形成次生林或人工桉树林。按照中国植被区划，现矿区及周围植被整体属于人工林植被型组。

人工林主要为桉树林，整体可分为 3 种植被群落。

（1）“桉树-山黄麻+梅叶冬青-乌毛蕨”群落：由于是人工种植，林相十分整齐，外貌常绿，群落组成单一，以桉树占绝对优势，乔木层高度在 10~20 m 左右。灌木层树种同样很少，多山黄麻、三垭苦、粗叶榕、马缨丹 (*Lantana camara*)、木姜子、白楸等，灌木层植物高度普遍在 1~1.5 m 左右，盖度比较低。草本层植物种类以乌毛蕨占优势，还有白花鬼针草 (*Bidens pilosa var. radiata*)、火炭母 (*Polygonum chinense*)、小花露籽草 (*Ottlochloa nodosa var. micrantha*)、碗蕨 (*Dennstaedtia scabra*)、白花鬼灯笼、海金沙。层间植物主要有扭肚藤 (*Jasminum elongatum*)、海金沙、玉叶金花等。

（2）“桉树-禾本科杂草”群落：群落外貌常绿，林相完好，林冠较为整齐，郁闭度在 30-70%，主体为矿区人工种植的桉树，构成群落的乔木层，高度在 10~15 m 的范围，

种植密度比较大。灌木层植物种类非常少，少量的红背山麻杆、山鸡椒等。草本层以禾本科杂草为主，有求米草（*Oplismenus undulatifolius*）、棕叶芦（*Thysanolaena latifolia*）、柳叶箬（*Isachne globosa*）等，覆盖度达到 85%，大多数的杂草是一年生，到了秋冬季即枯黄死亡，平均高度在 0.5 m 左右；还有薇甘菊（*Mikania micrantha*）、山菅兰、碗蕨、半边旗（*Pteris semipinnata*）。



图 2-2 矿区植被

1、2，“桉树-山黄麻+梅叶冬青-乌毛蕨”群落；3，“桉树-禾本科杂草”群落；4，“香蕉+豇豆+落花生”群落；5，农村果林；6，鸭脚木；7，乌毛蕨；8，鬼针草；9，香蕉；10，山乌柏

(3) 蟠龙矿区及周围与木本栽培植被的形成相同，草本栽培植被为处于工业或农业生产目的而开垦出来的，大量种植草本类作物而形成的人工草本植被。矿区的草本栽培植被以农田为主，主要为“香蕉+豇豆+落花生”群落。

该群落分布在村落附近，包括瓜蔬菜地和农耕地，是当地居民为维持基本生活需要而发展出来的人工演替植被。菜地的作物种类主要有豇豆 (*Vigna unguiculata*)、莴苣 (*Lactuca sativa*)、落花生 (*Arachis hypogaea*)、南瓜 (*Cucurbitamoschata*) 及其它常见瓜果蔬菜类。农耕地以水田为主，此外，水田周边还种植有香蕉 (*Musa nana*)、玉米 (*Zeamays*)、番木瓜 (*Carica papaya*) 等农作物。

(五) 土壤

矿区位于南亚热带丘陵地区，土壤类型为赤红壤。土层主要为松散坡残积土层，广泛分布于矿区，厚度约 0~2 m；主要为细粒砂及粉砂，具疏松的散体结构，土壤成分偏酸性，pH 值在 4.77~5.21 左右，母质原岩在高温多雨条件下，物理风化和化学风化都较为强烈。按照土壤剖面可分为以下几层：

O 层：枯枝落叶层（有机层）：为未分解的凋落物和已分解的有机物质层，厚度 3~5 cm，整体呈黑~灰黑色，土质较湿润，松散。上部叶、细枝、草茎、树皮等凋落物原型尚可辨识，向下腐质化程度逐渐加深。

A 层：腐殖质聚积层：厚度 10~15 cm，呈深棕色~棕灰色~灰黑色，土质较湿润，由上至下逐渐致密，腐殖化的有机物质大量聚积，多含木本或草本植物根系，土壤发育程度强，整体质地为壤土或粘壤土，基本没有母质特性。层内风化残留石英较少，整体结构较松散、孔隙发育，可见蚂蚁等土壤动物及动物穴。

B 层：淀积层，厚度 30~70 cm，呈棕色~深棕色，有机质含量较低，偶见木本植物根系，土壤发育程度较强，整体质地为粘壤土~粘土，保留少量母质特征。层内含有一部分砾石，多为风化残留石英，整体结构较坚实，孔隙弱发育。

C 层：母质层，多位于地表 50~90 cm 以下，呈棕色~红棕色，有机质含量低，少见植物根系，土壤发育程度弱~中等，整体质地为含砾中~重粘壤土，保留部分母质特征。层内砾石含量较高，多风化残留石英及半风化母岩，整体结构呈块状，孔隙弱发育。



图 2-3 矿区土壤

二、矿区地质环境背景

(一) 区域地质

1、区域地层

根据 1:5 万鹤山市幅区域地质调查报告，区域上出露的地层有寒武系水石组 (ϵ_{3s})、白垩系百足山组 (K_1b) 和第四系大湾镇组 (Qdw)。

(1) 寒武系水石组 (ϵ_{3s})：位于区域南部，出露面积不大，岩性组合为一套砂泥质碎屑岩，由变质粉砂岩和板岩组成基本层序，上部为青灰色条带状绢云板岩、紫红色

变质石英粉砂岩互层，下部为灰白色变质细粒石英砂岩，厚度大于 199.5 m，为滨海相沉积环境。地层的总体倾向南东，倾角 40-50°，该层顶底被燕山期花岗岩吞噬。

(2) 白垩系百足山组 (K_{1b})：主要分布于区域东南部，岩性主要为一套灰白-紫红色凝灰质粗粒砾质砂岩、细粒砂岩夹凝灰质粉砂岩，底部以一套复成份砾岩不整合覆盖于燕山期花岗岩之上，厚度 36.1 m，地层倾向南东东，倾角 10-12°。

(3) 第四系大湾镇组 (Q_{dw})：主要分布于河流两岸、山前、山谷中，岩石组合为黄色粉土、粉质粘土、砾卵石层，厚度大于 10 m。为河流相沉积环境。

2、区域构造

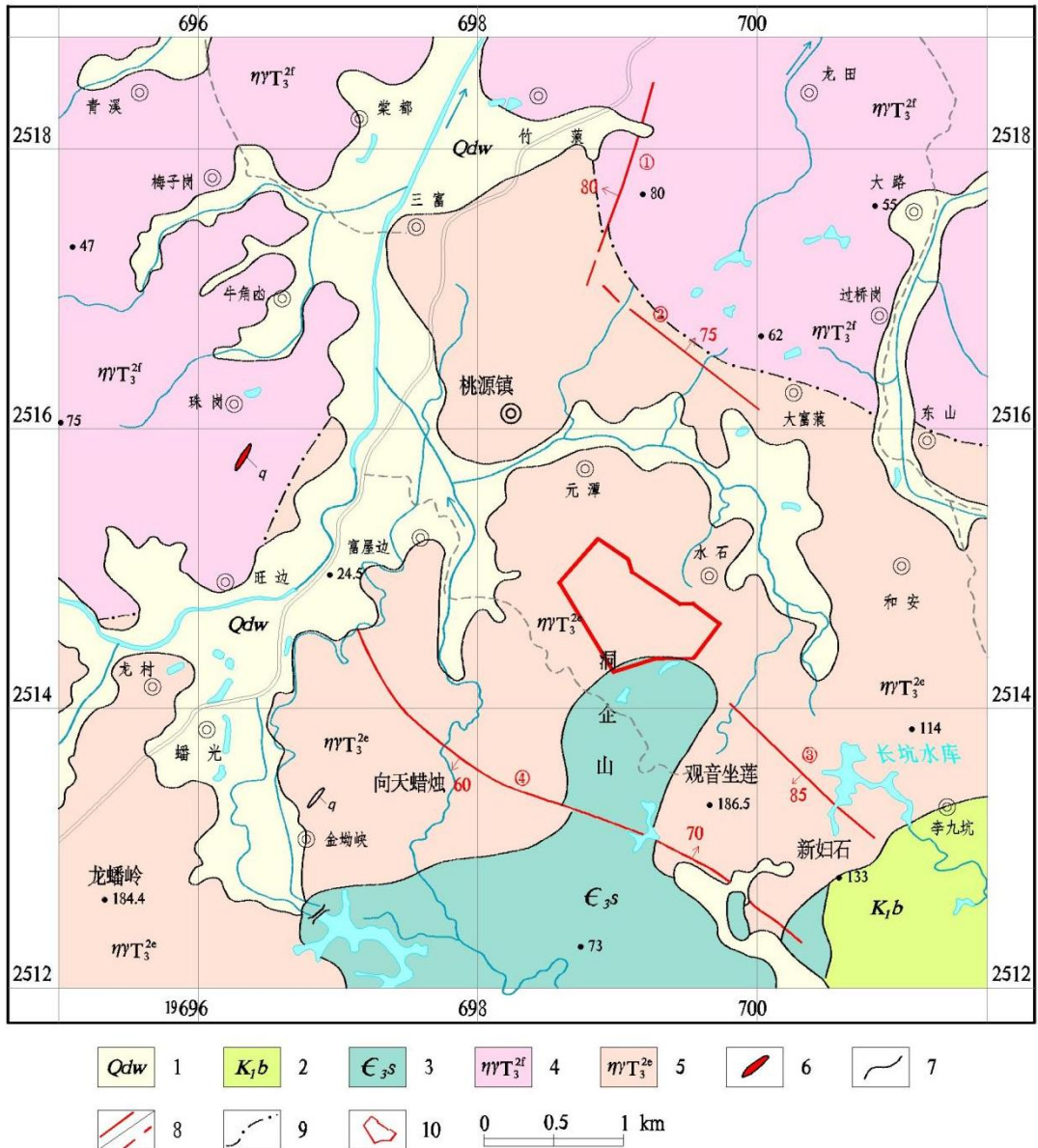
矿区位于华南褶皱系粤中坳陷之阳春—开平凹褶陷断束（三级构造单元）的北东部，受控于北东向恩平—新丰深断裂带。主要断裂情况叙述如下：

① 高珠岗断裂，北北东走向，产状 290° ∠80°，断层长约 1.5 km，宽约 1.5 m，发育于晚三叠世中粒含斑黑云母二长花岗岩中，结构面较陡，呈波状弯曲，由绿泥石化、硅化碎裂花岗岩组成，岩石中裂隙发育，呈网格状交错，大部分裂隙见石英脉充填。断层性质不明。

② 北古断裂，北西走向，产状 40° ∠75°，断层长约 1.5 km，宽约 2 m，发育于晚三叠世中粒含斑黑云母二长花岗岩中，结构面呈波状弯曲，由褐铁矿化碎裂花岗岩组成，岩石蚀变强烈，节理发育。断层性质不明。

③ 观音坐莲断裂，北西走向，产状 225° ∠85°，断层长约 1.5 km，宽约 0.3 m，发育于晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩中，结构面近于直立，由黄铁矿化、硅化构造角砾岩组成，原岩为花岗岩，受后期构造作用破坏而成，角砾沿结构面定向排列，大小 5 × 12 cm，呈次棱角状。断层性质不明。

④ 唐田断裂，北西走向，北段产状 245° ∠60°，南段产状 40° ∠70°，断层长约 4 km，宽约 1 m，发育于寒武系地层和晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩中，结构面呈波状弯曲，由碎裂花岗岩、构造角砾岩组成，见有眼球状角砾呈定向排列，断裂具韧-脆性。为正断层。



1.第四系大湾镇组 2.白垩系百足山组 3.寒武系水石组 4.晚三叠世中粒含斑黑云母二长花岗岩 5.晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩 6.石英脉 7.实测地质界线 8.实推测断层 9.脉动侵入接触界线 10.矿区位置

图 2-4 矿区区域地质图 (据 1:5 万鹤山市幅区域地质图)

3、区域岩浆岩

区域上花岗岩广泛发育,呈岩基状产出,有晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩($\eta\gamma T_3^{2e}$)和晚三叠世中细粒斑状(含斑)黑云母二长花岗岩($\eta\gamma T_3^{2f}$),二者呈脉动侵入接触关系。

(1) 晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩($\eta\gamma T_3^{2e}$): 呈岩基状产出,岩石呈灰白色,中细粒花岗结构,块状构造,矿物成份钾长石 38%,斜长石 26%,石英 28%,黑云母 5%。矿物粒径多为 0.5~3 mm。

(2) 晚三叠世中细粒斑状(含斑)黑云母二长花岗岩($\eta\gamma T_3^{2f}$): 呈岩基状产出,岩石多呈灰白色,似斑或含斑结构、基质花岗岩结构,岩石以中细粒斑状为主,部分斑晶

粗大。斑晶为钾长石 25%~30%，部分 2%~3%，斑晶粒径 0.5~1.0×1~4 cm；矿物成份钾长石 35%~40%，斜长石 25%，石英 25%~30%，黑云母 5%~8%。矿物粒径多为 2~5 mm，部分<2 mm。

（二）矿区地质

1、矿区地层

矿区地层为寒武系水石组(ϵ_{3S})、第四系冲积层(Q^{al})、残坡积层以及人工填土(Q_4^{ml})。

寒武系水石组(ϵ_{3S})：分布于矿区南端和南部为主，岩性为长石黑云母石英片岩，地表多为全风化物，颜色呈紫红、青红色，与花岗岩接触部位岩石多发生角岩化，地层产状 210-260° \angle 33-36°。地层底部被花岗岩吞噬。

第四系冲积层(Q^{al})：主要分布于矿区红线外围谷间位置，岩性主要为灰白、灰黄色中粗砂、含砾粗砂、砂砾、砾石层，夹少量细砂及砂质粘性土等。冲积层在地貌上表现为一级阶地，厚度 3-10 m。

残坡积层：分布于矿区原始地貌及外围的大部分地区，厚度 0.8-1.8 m。岩性为褐黄色，砂土状，质地松散，主要为砂质粘土、砂砾质粘土。

人工填土(Q_4^{ml})：分布于矿区南西外围，在矿区内老破碎生产线，矿区道路等范围也有少量分布，主要为前人开采剥离土堆放形成。

2、矿区构造

区域地质资料显示，观音坐莲断裂于矿区南东方向约 600 m 处尖灭，本次工作为查明观音坐莲断裂对本矿区的影响，特对该断裂开展追索工作，该断裂尖灭处为雅瑶上南出水莲花石场矿区内，在该矿区的采剥面处未发现有该断裂的行迹，判断该断裂已尖灭，对本矿区影响较轻。

根据现场调查以及收集资料分析，矿区内未见有规模较大的断裂或破碎带形迹，矿区岩体节理裂隙较发育，向深部节理裂隙发育程度逐渐降低。据本次工作在矿区现状采剥面调查，矿区发育三组优势节理裂隙，产状分别为：110-127° \angle 33-41°、272-290° \angle 60-70°、326-343° \angle 66-72°。岩体节理裂隙多数近于平行展布，节理裂隙面平直，延伸不一，节理裂隙面接触较紧密，局部微张，裂隙宽多不过 5 mm，结构紧密，透水性及富水性能差。

3、矿区岩浆岩

矿区岩浆岩大面积出露，为晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩($\eta\gamma T_3^{2e}$)，岩石手标本呈灰白色，块状，花岗结构，块状构造。主要由造岩矿物由钾长石、斜长石和石英组

成，其次是黑云母和副矿物等，粒径多为中细粒。钾长石呈半自形-他形板状或粒状，粒径 0.25-3.8 mm。斜长石呈半自形板状或粒状，粒径 0.25-3.2 mm。发育钠长石聚片双晶及卡钠复合双晶，与钾长石镶嵌分布。石英呈他形粒状或不规则状，粒径大小 0.25-2.8 mm，较均匀分布在长石颗粒间。黑云母呈片状，片径 0.1-0.75 mm，不均匀分布。

（三）区域地壳稳定性

矿区所在的区域位于华南褶皱系粤中坳之阳春～开平凹褶断系的北东部，受控于北东向恩平—新丰深断裂带，矿区未发生过较大的破坏性地震。故评价区地震活动强度较弱，破坏性小。根据《广东省地震烈度区划图》（GB 18306-2015）资料，该区基本地震动峰值加速度为 0.10 g（表 2-1），地震基本烈度为 VII 级。

表 2-1 地震动峰值加速度分区与地震基本烈度对照表

地震动峰值加速度分区（g）	<0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	≥0.4
地震基本烈度值	<VI	VI	VII	VII	VIII	VIII	≥IX

综上所述，矿区内出露地层和岩石简单，无大断裂构造通过，区域地壳基本稳定。矿区地层岩石与地质构造条件复杂程度为简单。

（四）水文地质

1、地下水类型

根据《储量核实报告》，矿区地下水类型有松散岩类孔隙水、块状岩类裂隙水、层状岩类裂隙水，以块状岩类裂隙水为主，属裂隙水充水为主的矿床。

（1）松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要分布于浅部残坡积层，厚度约为 0.8～2.1 m，主要由粘土、石英粒组成，分布于矿区残丘或边缘的山坡上，主要为包气带，具有较高的透水性，根据同类岩体全风化层经验数值，其渗透系可达 8.0×10^{-3} cm/s 以上，侧向补给能力较强。

（2）块状岩类裂隙水

块状岩类裂隙水含水赋存于黑云母二长花岗岩，分布在整个矿区，地下水位埋深随地形及季节变化。据储量核实期间施工的钻孔测得：水位埋深在 1.2～42.9 m，水位标高在 +103～-15.9 m。主要含水层为全风化花岗岩底部一半风化花岗岩裂隙发育段，现状开采状态下矿区基本没有稳定含水层，在微风化花岗岩裂隙发育带有时偶见弱含水层。下部微～未风化完整花岗岩为隔水底板。

据矿区外围西北侧 ZK3-1 孔抽水试验（成果见表 2-4），抽水前静止水位埋深 8.1 m，

水位最大降深 5.9 m，涌水量为 47 m³/d，单位涌水量 0.092 L/s·m，渗透系数为 0.144 m/d，不同降深单位涌水量异常，可能与地下水补给不足有关；矿区内中部 ZK9-1 钻孔抽水试验（成果见表 2-5），抽水前水位埋深 28 m，水位降深 14 m，单井涌水量为 25 m³/d，丰水期钻孔单位涌水量 0.021 L/s·m，渗透系数为 0.045 m/d；矿区含水层富水性弱，水量贫乏，地下水对矿山开采影响小。

(3) 层状岩类裂隙水

层状岩类裂隙水含水赋存于寒武系水石组长黑云母石英片岩，矿区西南部少量分布，地下水位埋深随地形及季节变化，钻孔 ZK12-1 处变幅为 10 m。主要赋存于半风化长石黑云母石英片岩和裂隙发育带。岩芯破碎，裂隙发育，具有透水性好，含水性，视为含水层。下部微~未风化岩为完整隔水底板。

矿区内西南部 ZK12-1 揭露到地层接触带，含水层为层状基岩裂隙水。钻孔 ZK12-1 抽水试验（成果见表 2-6），抽水前水位埋深 27 m，水位降深 8 m，单井涌水量为 35 m³/d，丰水期钻孔单位涌水量 0.037L/s·m，渗透系数为 0.67 m/d。矿区分布面积小，含水层富水性弱，水量贫乏，地下水对矿山开采影响小。

表 2-2 钻孔地下水位测量结果一览表

钻孔号	水位埋深 (m)	水位标高 (m)	钻孔号	水位埋深 (m)	水位标高 (m)
ZK1-1	31	8.2	ZK3-4	40.6/27.0	60.4/74.0
ZK3-1	8.1	16.1	ZK3-5	21	103
ZK3-3	4	19.8	ZK4-1	17	87
ZK5-1	/	/	ZK4-2	42.9	73.1
ZK7-1	1.2	-15.9	ZK4-3	23.1	84.1
ZK7-3	/	/	ZK4-4	34	77.2
ZK9-1	31.6/28.0	18.8/22.4	ZK4-5		

注：ZK9-1 和 ZK12-1 水位埋深在枯水期和丰水期分别测得。

表 2-3 ZK3-1 抽水试验成果表

项 目		单 位	试验结果		
顺序和时间	含水层	-	块状基岩裂隙水		
	试验顺序	-	1		
	开始抽水时间	h	20230112 10:00		
	结束抽水时间	h	20230114 10:00		
含水层	含水层厚度	m	53.7		
	静止水位埋深	m	8.10		
抽水井	抽水井深度	m	70		
	含水层处井直径	m	0.091		
抽水延续时间		h	48		
降 深		m	s1=5.9	s2=3.9	s3=1.4
稳定时间		h	20	8	8
流量	每秒流量	L/s	0.54	0.24	0.05
	单位流量	L/s·m	0.09	0.06	0.03
	日流量	m ³ /d	47.0	20.8	4.0
影响半径	计 算	m	22.4	12.2	3
推荐	渗透系数	m/d	0.144		
	单位流量	L/s·m	0.092		
	水温	℃	24.6		

表 2-4 ZK9-1 抽水试验成果表

项 目		单 位	试验结果		
顺序和时间	含水层	-	块状岩类裂隙水		
	试验顺序	-	2		
	开始抽水时间	h	20230827 14:30		
	结束抽水时间	h	20230828 15:00		
含水层	含水层厚度	m	50		
	静止水位埋深	m	28		
抽水井	抽水井深度	m	103.2		
	含水层处井直径	m	0.091		
降 深 s		m	14		
抽水延续时间		h	24.5		
稳定时间		h	22.5		

项 目		单 位	试验结果
流量	每秒流量	L/s	0.29
	单位流量	L/s · m	0.021
	日 流 量	m ³ /d	25.0
影响半径	计 算	m	42
推荐	渗透系数	m/d	0.045
		10 ⁻³ m/s	0.001
	单位流量	L/s · m	0.021
	水温	℃	25.3

表 2-5 ZK12-1 抽水试验成果表

项 目		单 位	试验结果
顺序和时间	含 水 层	-	层状岩类裂隙水
	试验顺序	-	3
	开始抽水时间	h	20230828 11:30
	结束抽水时间	h	20230829 12:00
含 水 层	含水层厚度	m	11
	静止水位埋深	m	27
抽水井	抽水井深度	m	114.4
	含水层处井直径	m	0.091
降 深 s		m	8
抽水延续时间		h	24.5
稳定时间		h	22.5
流量	每秒流量	L/s	0.405
	单位流量	L/s · m	0.037
	日 流 量	m ³ /d	35.0
影响半径	计 算	m	43.7
推荐	渗透系数	m/d	0.67
		10 ⁻³ m/s	0.01
	单位流量	L/s · m	0.037
	水温	℃	25.5

2、地下水的补径排条件

矿区地下水含水层主要为黑云母二长花岗岩基岩裂隙水，地下水补给主要是大气降水入渗补给；部分大气降雨沿地表往下游径流，部分沿风化裂隙或构造裂隙下渗补给基

岩裂隙水。区内地下水的径流方向整体分为两个部分：矿区绝大部分地下水沿向中部往老采坑汇聚；矿区东南部以分水岭为界，呈放射状分别向西北部采坑和南部、东南部地形较低处径流。矿坑的地下水排泄主要沿斜坡径流向低洼处排泄和径流向老采坑后蒸发排泄、人工排泄。

3、地下水动态变化特征

由于本区花岗岩具有分布广泛的特点，因其渗透性和富水性微弱，故地下水动态主要受大气降雨制约，最高水位出现在丰水期，最低水位出现在枯水期，渗流量亦如此，随季节变化大。每年2月起随降雨量增加，区内地下水水位开始逐渐上升，到6月至9月处于高水位时期（丰水期），9月以后随着降雨量的减少，水位缓慢下降，到12月至次年2月处于低水位期（枯水期）。据区域水文地质资料，矿区及附近第四系孔隙水水位年变幅为1~3 m，个别达5 m，其变化幅度与所处地形地貌、岩性、富水性及补给条件有关。而基岩裂隙水的水位变化幅度一般在2~4 m，大者达7 m。水量变化基本与水位变化同步，水质变化随时间变化不明显。

4、矿床涌水量预测

(1) 矿床充水因素

区内基岩裂隙水以富水性贫乏为主，矿床的主要充水由两部分组成，预测矿坑充水来源主要为大气降水，其次为裂隙发育段地下水。

(2) 大气降水涌水量预测

根据鹤山市历年雨季气象资料，鹤山市多年来年均降雨量1792.8 mm，年均降雨日数是148.8天，则降雨日平均降雨量为12.0 mm；最大日降雨量为331.2 mm（2023年9月8日）。大气降水对矿床充水的涌水量由两部分组成，一部分是大气降水直接汇入采坑，另一部分是矿坑外汇水面积内降雨经径流汇入矿坑。大气降水直接汇入采坑的面积按红线面积计，为557240 m²；矿坑外汇水面积在1:2500地形图测定面积为193416 m²。

根据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342—2020），降雨汇水量计算公式采用：

$$Q=F \cdot p \cdot \alpha / 1000$$

式中： F —汇水面积；

p —日最大降雨量或日平均降雨量；

α —地表径流系数。

表 2-6 矿坑正常降雨集水量计算表

汇水类型	汇水面积 (m ²)	降雨日平均降雨量 (mm/d)	地表径流系数	正常降雨集水量 (m ³ /d)
直接汇入	557240	12.0	1.0	6687
径流汇入	193416	12.0	0.7	1625
小计				8312

表 2-7 矿坑最大降雨集水量计算表

汇水类型	汇水面积 (m ²)	多年日最大降雨量 (mm/d)	地表径流系数	日最大降雨集水量 (m ³ /d)
直接汇入	557240	331.2	1.0	184558
径流汇入	193416	331.2	0.7	44841
小计				229399

计算结果:

矿坑正常降雨集水量为 8312 m³/d, 矿坑最大降雨集水量 229399 m³/d。

(3) 地下水涌水量预测 (大井法)

矿坑涌水来源为基岩含水层微承压水补给, 随着矿坑的开采揭穿含水顶板, 承压水逐渐转为无压水渗出。因此采用承压转无压完整井裘布依公式计算, 即:

$$Q = \frac{1.366K(2S - M)M}{\lg R_0 - \lg r_0}$$

式中: Q—大井涌水量, m³/d;

K—含水层渗透系数, m/d;

M—含水层厚度, m;

S—水位降深, m;

r₀—大井的引用半径 (矿坑的等效半径), m;

R₀—引用影响半径, R₀=R+r₀;

① 矿坑等效半径 r₀ 的确定

r₀ 引用半径为矿坑的假想等效半径, 当矿坑为不规则图形时, 矿坑的等效半径按下式计算:

$$r_0 = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

式中, A—矿坑面积, m²;

本次矿坑面积为 557240 m², 这样计算出的 r₀ 为 421 m。

② 大井法引用影响半径的确定

对于承压水： $R=10 \times S \times k^{0.5}$

计算出的大井引用影响半径为：

$$R_0=R+r_0$$

大井法矿坑地下水涌水量计算参数取自 ZK3-1、ZK9-1、ZK12-1 所确定的水文参数。将确定的上述参数代入裘布依公式，即可计算出矿坑的地下水涌水量，然后取平均值。其结果见下表：

表 2-8 矿坑地下水涌水量计算成果表

钻孔编号	含水层 M	渗透系数 K	矿坑水位降深 S	大井引用半径 R0	总涌水量 Q	
	m	m/d	m	m	m ³ /d	m ³ /h
ZK3-1	49.4	0.144	54.4	627	3337	139
ZK9-1	50	0.045	50	527	1576	66
ZK12-1	11	0.67	11	511	1316	55
平均值					2076	86.5

(4) 总涌水量预测

经预测，开采至拟设置矿区最低标高时，矿坑地下水涌水量为 2076 m³/d；矿坑日平均降雨汇水量 8312 m³/d，日均汇（涌）水量合计 10388 m³/d。矿坑日最大降雨汇水量 229399m³/d，最大汇（涌）水量合计 231475 m³/d。

矿坑在正常降雨时，涌水量属中水矿床，在极端天气时可以达到大水矿床。

综上所述，区域最低侵蚀基准面位于距离矿区西部约 1.6 km 的桃源河，标高约+10 m。采场矿体位于最低侵蚀基准面以下，汇水面积较大，后期将形成凹陷采坑。经计算，矿区正常涌水量大于 10000 m³/d，矿坑涌水对矿床开采影响较大。山坡露天开采时，可自然排水，凹陷开采时，排水条件较差。因此，矿区水文地质条件复杂。

(五) 工程地质

1、工程地质岩组特征

根据地表调查、钻探揭露及岩体的物理力学性质综合考虑，矿区内岩体分为松散—软弱岩组、较软—较硬岩组和坚硬岩组三种类型。

① 松散—软弱岩组

松散—软弱岩组包括了填土、残坡积层、全风化花岗岩（全风化长石黑云母石英片岩），旧采坑已经剥离，厚度为 2.1~34.8 m。填土、残坡积层主要为砂质黏性土，呈松

散状，其物理学性质较差，遇水易软化崩解，稳固性差；全风化花岗岩和全风化长石黑云母石英片岩为软弱岩组，稳固性较差。松散一软弱岩组岩体质量等级为V级，在强降雨的影响下，形成的边坡易发生崩塌或滑坡地质灾害。

② 较软—较硬岩组

主要由半风化花岗岩组成，在矿区南部有长石黑云母石英片岩。网状风化裂隙发育，岩石较坚硬，厚度 1.3~29.1 m；矿区半风化花岗岩饱和抗压强度 6.4~74.2 MPa，平均 35.6 MPa，长石黑云母石英片岩的饱和抗压强度 30.5~37.8 MPa（除小捕掳体外），平均 33.4 MPa，属较软—较硬岩。该岩组 RQD 值较低，钻孔岩芯较破碎，整体该岩组质量中等，岩性脆，虽节理裂隙发育，但相互结合较好，岩体质量等级为IV级。

该岩组的剥离需要进行爆破，爆破完毕之后，要注意对该岩组形成的危石及时处理，确保边坡的稳定。

③ 坚硬岩组

为矿区主要工程地质岩组，由微~未风化花岗岩矿体组成，岩石坚硬完整。该岩组为矿石赋存岩组，矿区矿石饱和抗压强度 80.3~135.6 MPa，平均 87.6 MPa，属坚硬岩石。微~未风化花岗岩 RQD 值多在 70%~90%左右，整体岩石质量好。矿体岩性坚硬，矿石均一稳定，裂隙较为发育，工程地质条件良好。矿区花岗岩在南西部与寒武系地层侵入接触，其他方向为同一岩性的花岗岩。微风化岩岩体质量等级介于I-II级之间，具有较高强度，岩质边坡整体稳定，矿山采矿边坡的安全按开发利用方案或安全设施设计确定的角度放坡后，对矿山开采影响较小。

2、结构面工程地质特征

矿区未见有规模较大的断裂或破碎带形迹，在矿区南西部，花岗岩侵入寒武系地层中，据地表调查和 ZK12-1 的揭露显示，花岗岩体呈“犬牙状”侵入于地层，接触带发生较强烈的混染现象，但没有发生强烈的蚀变，依据《储量核实报告》ZK12-1 岩心判断，接触带对工程地质的影响较小。

依据在老矿坑采剥面的调查，矿区发育三组优势节理裂隙，产状分别为：110-127°∠33-41°、272-290°∠60-70°、326-343°∠66-72°。岩体节理裂隙多数近于平行展布，节理裂隙面平直，延伸不一，延伸多数在 2 m~8 m，也见有延伸超过 10 m，节理裂隙面接触较紧密，局部微张，裂隙宽多不过 5 mm，结构紧密，透水性及富水性能差。

3、风化带工程地质特征

人工填土、残坡积层呈松散状，属砂质黏性土，在堆土区较厚，旧采坑已采空。该

层物理力学性质差，遇水易软化崩解，稳固性差，岩体质量等级为V级。

全风化花岗岩在采坑外的厚度较为稳定，平均 19.9 m；全风化长石黑云母石英片岩仅分布在矿区南部，ZK12-1 揭露厚度 29.2 m。该层物理力学性质较差，遇水较易软化崩解，稳固性较差，岩体质量等级为V级。

半风化花岗岩、在矿区南部的半风化长石黑云母石英片岩，网状风化裂隙发育，岩石较软一较硬，厚度为 1.3~29.1 m，饱和抗压强度变化较大，总体自上而下强度增大，稳固程度变好，岩体质量等级为IV级。

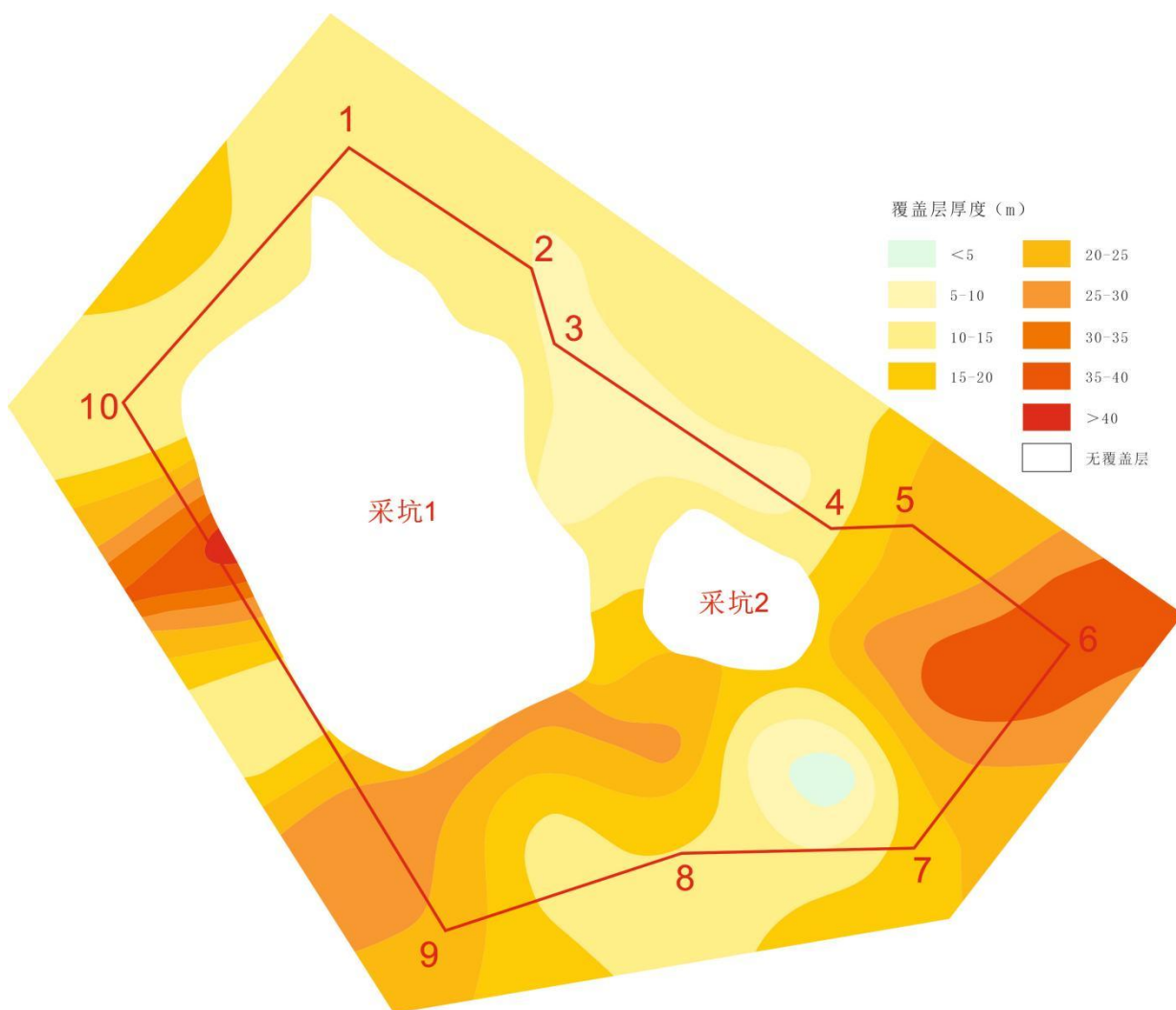


图 2-5 覆盖层厚度分布示意图

4、不良工程地质问题

(1) 区域地质资料显示，矿区南东侧有观音坐莲断裂出露。但根据现场调查以及收集资料分析，未见有规模较大的断裂或破碎带形迹。但在后续的开采过程中，应持续关注观音坐莲断裂对矿区开采生产活动的影响，做好安全防范措施。

(2) 人工填土、残坡积层呈松散状，属砂质黏性土。该层物理力学性质差，遇水易

软化崩解，稳固性差。开采时，应合理选择开采台阶参数，进行边坡稳定性监测，做好安全防范措施。

(3) 矿区南部的半风化长石黑云母石英片岩倾角较缓，倾向大致与开采坡面呈反向，不易形成整体滑坡，但风化裂隙发育，在大雨冲刷条件下容易形成局部崩塌。未来矿山开采过程中，应合理选择开采台阶参数，注意危石、滚石的防范和监测。

综上所述，该矿区工程岩组包括了松散—软弱岩组、较软—较硬岩组和坚硬岩组。矿区人工填土、残积层、风化层属较不稳定岩土层，工程地质条件较差。该矿区矿体属于是硬质岩，稳定性较好，节理裂隙影响较小。因此，矿区的工程地质条件复杂程度为中等。

(六) 矿体地质特征

1、矿体形态、产状与规模特征

矿体赋存于晚三叠世中细粒黑云母二长花岗岩（ $\eta \gamma T_3^{2c}$ ），该岩体呈岩基状产出。矿石为坚硬的微~未风化中细粒黑云母二长花岗岩，中细粒结构、花岗结构，块状构造，颜色以灰白色为主。矿体以上为覆盖层，包括半风化层、全风化层、残坡积层。

拟设置采矿权范围的矿体形态走向为北东向，并受拟设采矿权范围和旧采坑限制，矿体平面上呈近似梯形状产出，矿体长约 1100 m，宽约 350~650 m，赋存标高 95~-60 m，即拟设矿区范围内标高-60 m 以上的微风化~未风化花岗岩为本矿区开采矿体。矿体埋藏深度 0.0 m~57.3 m，已采剥范围内侧矿体出露地表，埋深 0 m。未采剥范围矿体埋深 7.3m~57.3 m。矿体厚度在两处采坑由于采剥而变薄。

2、矿石矿物成分及结构构造

矿石为坚硬的微~未风化中细粒黑云母二长花岗岩，花岗结构，块状结构。主要矿物：正长石 20%~35%，钠-更长石 25%~30%，条纹长石 5%~10%，中长石 3%~5%，石英 25%~28%，次要矿物：黑云母 4%~5%，白云母、绿帘石、磷灰石微量。

岩石为灰白色，块状，粒径以中细粒为主。

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 0.25-3.8 mm。条纹长石主晶为正长石，客晶为条纹状钠长石。

斜长石包括钠-更长石和中长石，呈半自形板状或粒状，粒径 0.15-3.2 mm。钠-更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 0.1-2.8 mm，较均匀分布在长石颗粒间。

黑云母呈片状，多色性明显，片径 0.1-0.85 mm，可见绿泥石化，不均匀分布。

绿帘石呈半自形-他形柱粒状，粒径 0.03-0.12 mm，零星分布。磷灰石呈半自形-他形柱粒状，一级灰干涉色，粒径 0.03-0.18 mm，零星分布。

不透明矿物呈半自形-他形粒状，粒径 0.05-0.15 mm，不均匀分布。岩石后期经历构造作用，约 3%的矿物被压碎，可见少量碳酸盐矿物沿裂隙充填，呈高级白干涉色。

3、矿石物理性质

(1) 饱和抗压强度

试验结果表明，该矿区半风化岩层的饱和抗压强度 6.4~74.2 MPa，平均 35.6 MPa，达不到建筑用碎石的要求，可作为回填料使用。

花岗岩矿体内部的石英片岩小捕掳体，视厚度为 3.5 m，受花岗质岩浆影响，硅化作用强烈，其饱和抗压强度为 80.7 Mpa，将此类小捕掳体作为矿石一并处置。

矿体内部的石英片岩小捕掳体不作统计时，该矿区石英片岩抗压强度为 30.5~37.8MPa，平均 33.4 MPa，达不到变质岩类建筑用碎石的要求。

矿区矿石饱和抗压强度 80.3~135.6 MPa，平均 87.6 MPa，达到《矿产地质勘查规范 建筑用石料》（DZ/T 0341-2020）强度要求。矿体是由微~未风化花岗岩组成，按抗压强度划分，属坚硬岩石。

(2) 天然放射性

矿石内照射指数 (I_{Ra}) 为 0.4~0.7，外照射指数 (I_{γ}) 为 0.6~1.3。

依据中华人民共和国国家标准《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）和《民用建筑工程室内环境污染控制规范》（GB50325-2010）判定标准和要求，内照射指数 (I_{Ra}) ≤ 1 、外照射指数 (I_{γ}) ≤ 1.3 ，对于空心率大于 25%的建筑主体材料，其产销和使用范围不受限制，对于装修材料，属于 A 类，其产销和使用范围不受限制。

(3) 碱活性鉴定

偏光显微镜下观察，薄片未发现蛋白石、方石英、磷石英、微晶石英、玉髓、严重波状消光石英、火山玻璃、燧石、细小白云石等碱活性矿物。岩石含有较少的层状硅酸盐矿物（约 4-5%），石英的结晶颗粒较大，镜下可见较少（约 5-8%）石英有波状消光现象，综合判断岩石为非碱活性。

岩相法碱活性检验被评定为非碱活性时，作为最终结论，未来矿山生产时如有需要另行检测。

(4) 矿石体重

矿区半风化花岗岩小体重为 2.54~2.59 g/cm³，平均 2.56 g/cm³；微风化花岗岩（矿石）小体重为 2.60~2.64 g/cm³，平均 2.62 g/cm³。

4、化学成分

矿区矿石 SiO₂ 含量 69.86~72.80%，平均 71.57%；Al₂O₃ 含量 12.87~14.40%，平均 13.61%；Fe₂O₃ 含量 1.59~4.74%，平均 2.90%；TiO₂ 含量 0.16~0.51%，平均 0.34%；CaO 含量 0.22~2.27%，平均 1.38%；MgO 含量 0.35~1.64%，平均 1.00%；K₂O 含量 4.02~5.46%，平均 4.79%；Na₂O 含量 1.64~2.93%，平均 2.48%；SO₃ 含量 0.030~0.067%，平均 0.049%；P₂O₅ 含量 0.062~0.33%，平均 0.15%；Cl 含量 0.0037~0.0069%，平均 0.0053%。

三、矿区社会经济概况

据鹤山市人民政府发布的《2023 年鹤山市国民经济和社会发展统计公报》：

经江门市统计局统一核算，2023 年鹤山市实现地区生产总值 502.87 亿元（初步核算数），增长（比上年，下同）6.2%。其中，第一产业增加值 40.96 亿元，增长 5.1%，对地区生产总值增长的贡献率为 6.1%；第二产业增加值 274.0 亿元，增长 9.3%，对地区生产总值增长的贡献率为 79.7%；第三产业增加值 187.91 亿元，增长 2.3%，对地区生产总值增长的贡献率为 14.2%。三次产业结构比重为 8.1:54.5:37.4。人均地区生产总值 92822 元，增长 5.8%。

全年农林牧渔业总产值 75.91 亿元，增长 5.7%。分行业看，农业（种植业）增长 1.0%，林业增长 5.9%，牧业增长 8.4%，渔业增长 11.1%，农林牧渔专业及辅助性活动增长 12.3%。

全年规模以上工业增加值增长 8.8%，其中，外商及港澳台商投资企业增加值下降 2.6%（欧资企业增长 0.9%），股份制企业增加值增长 16.1%；装备制造业增加值增长 11%，高技术产业增加值增长 12.0%；先进装备制造业增加值增长 13.3%。

全社会固定资产投资增长 4.6%，其中，基础设施投资下降 3.1%，房地产开发投资下降 13.3%，其他投资增长 12.3%。按产业分，第二产业投资增长 22.4%，其中，工业投资增长 22.4%，装备制造业投资增长 65%，工业技改投资增长 34.2%；第三产业投资下降 16.6%。

全年外贸进出口总值 214.2 亿元，下降 6.6%，其中，出口 198.1 亿元，下降 4.6%；进口 16.1 亿元，下降 26.4%。实际利用外资金额 7973 万美元，下降 39.0%。

全年居民人均可支配收入 35409 元，增长 7.0%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入

收入 40570 元，增长 6.9%；农村居民人均可支配收入 26442 元，增长 7.5%。

鹤山市下辖 10 个镇（街），27 个社区居委会，112 个村委会，土地面积 1082.7 平方公里。常住人口 54.28 万人，城镇人口比重为 64.36%。公安户籍人口总户数 12.81 万户，年末户籍总人口 40.04 万人；全年出生人口 3093 人，出生率 7.7%；死亡人口 3459 人，死亡率 8.6%；自然增长率为-0.9%。

根据江门鹤山市桃源镇人民政府发布的《桃源镇人民政府 2024 年政府工作报告》：

2023 全年规模以上工业总产值 119.81 亿元，规模以上工业增加值增速 8.7%(核定数)；完成固定资产投资 16.27 亿元，其中工业投资 13.45 亿元；工业技改投资 7.54 亿元，同比增长 9.68%；限额以上批发业增速 40.21%；限额以上住宿、餐饮、零售业增速 15.48%。外贸进出口增速 3.9%。地方公共财政收入（市库）约 1.59 亿元。呈现出韧性强、活力足的良好势头。

根据江门鹤山市雅瑶镇人民政府发布的《2023 年政府工作报告》：

2023 全年规模以上工业产值 100 亿元，规模以上工业增加值 21.6 亿元，固定资产投资 5.7 亿元，限额以上批发业完成 23.63 亿元，限额以上零售、住宿、餐饮业完成 2.6 亿元，外贸进出口总额 18.8 亿元，财政收入 1.76 亿元，经济社会发展实现平稳健康发展。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用类型

矿区红线总占地面积为 55.7390 hm^2 。根据鹤山市 2022 年度土地利用规划图(局部)，划定矿区红线范围内土地利用现状分类如下表。

表 2-9 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm^2)
03	林地	0301	乔木林地	19.3520
		0305	灌木林地	4.4117
		0307	其他林地	0.1552
04	草地	0404	其他草地	1.3905
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.2504
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	2.6234
12	其他土地	1206	裸土地	0.8367
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	26.7040
合计				55.7239

(二) 土地权属

项目区位于广东省江门市鹤山市桃源镇、雅瑶镇，项目单位鹤山市龙源石业有限公司通过土地租赁方式获得土地使用权。矿区红线土地权属详见下表。

表 2-10 土地利用权属表

权属		地 类 (hm ²)								总计	
		03		04	10	11	12	20			
		林地			草地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	城镇村及工矿用地		
		0301	0305	0307	0404	1003	1104	1206	203		
		乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	公路用地	坑塘水面	裸土地	盐田及采矿用地		
广东省 鹤山市	鹤山市雅瑶镇建良村水石股份经济合作社	9.2242	4.4117	0.0171	0.3054	0.0000	1.7622	0.0051	4.8271	20.5528	
	鹤山市桃源镇蟠龙村黄岗股份经济合作社	0.1538	/	/	/	0.0004	/	/	0.0865	0.2407	
	鹤山市雅瑶镇建良村坪头股份经济合作社	3.2108	/	/	/	/	/	/	/	3.2108	
	鹤山市雅瑶镇上南股份经济合作联合社	5.6113	/	/	/	/	/	/	/	5.6113	
	鹤山市桃源镇蟠龙股份经济合作联合社、 鹤山市雅瑶镇建良村水石股份经济合作社	1.1519	/	0.1381	1.0851	0.2500	0.8612	0.8316	21.7904	26.1083	
合计		19.3520	4.4117	0.1552	1.3905	0.2504	2.6234	0.8367	26.7040	55.7239	

(三) 矿区永久基本农田保护区情况

通过三区三线图叠加分析，矿区不涉及永久基本农田保护区、其他土地整治类项目、生态环境安全控制区及自然与文化遗产保护区等现象；且不在生态红线范围内。

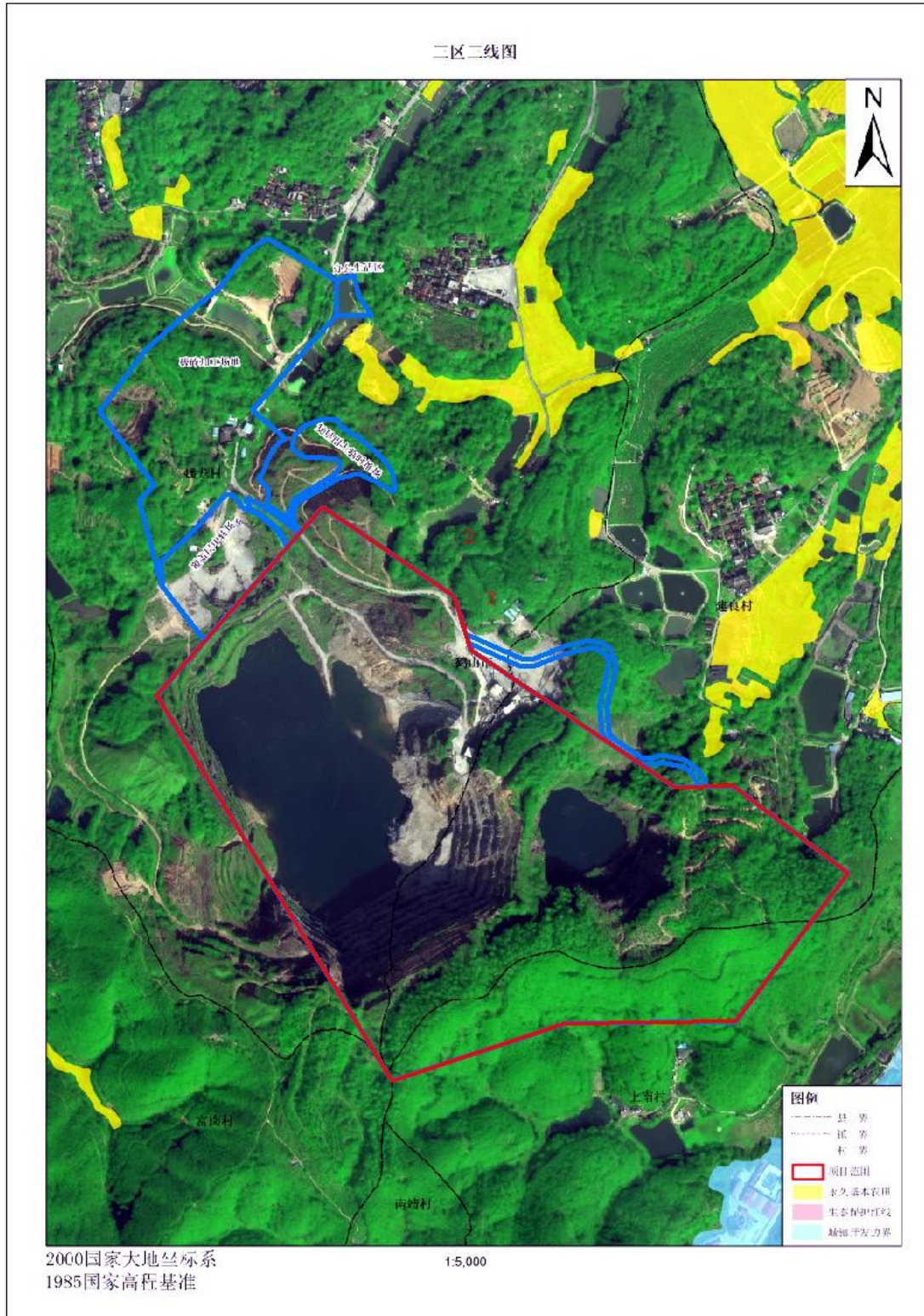


图 2-6 矿区附近永久基本农田分布情况

另说明，在矿山企业提供的租地合同（合同编号：[2023]（桃源）095号）中提及租用土地包含基本农田 12.62 亩。经向鹤山市自然资源局核实，叠加三区三线图分析，确定矿区红线范围内以及配套设施所占用地未涉及基本农田。

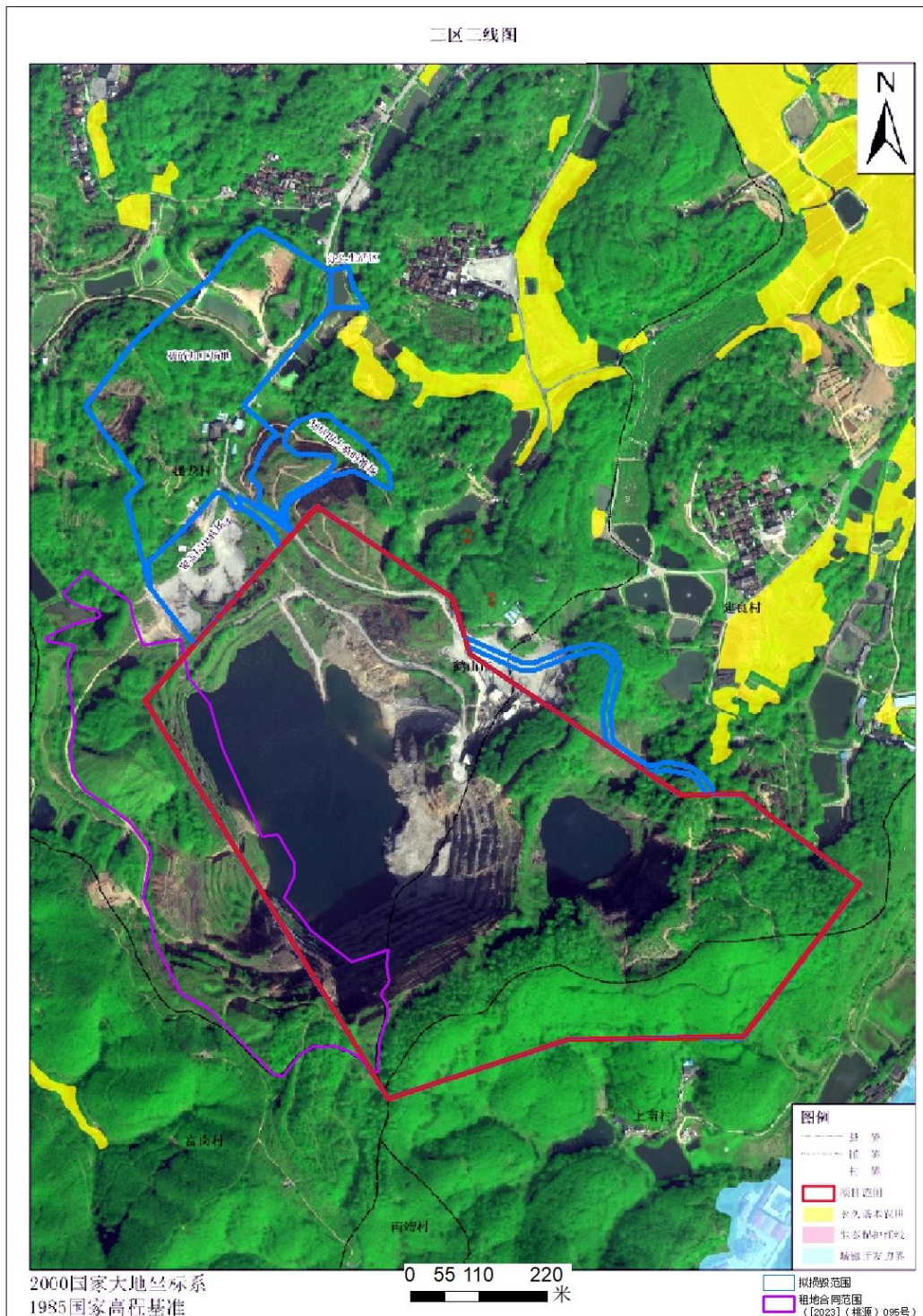


图 2-7 租地范围（合同编号：[2023]（桃源）095 号）永久基本农田分析

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

（一）主要交通干线

矿区北东侧约 1.30 km 处有珠三角环线高速（G94）、广珠铁路自北西向南东方向穿过。

矿区经约 3.0 km 乡村水泥公路 Y930 与 G325 国道相连，沿 G325 国道往南西 0.7 km 到达桃源镇，往北东约 1.5 km 到达珠三角环线高速（G94）桃源出入口，交通便利。

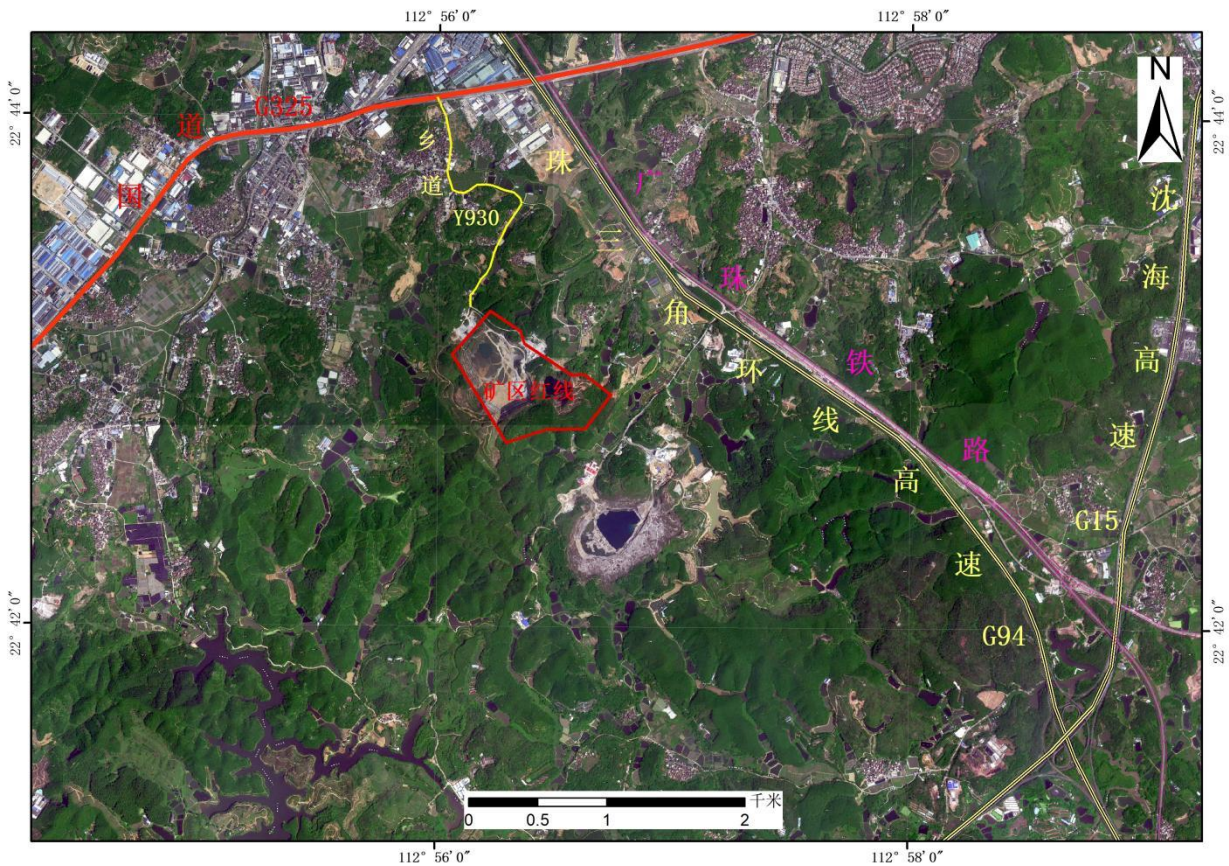


图 2-8 矿山及周边主要交通干线分布情况示意图

（二）水利工程

桃源河由矿区西部约 1.6 km 处由南向北汇入沙坪水后流入西江。据市水利局资料，桃源河流域面积约 74.5 km²，干流长 16.4 km；平均坡降 1.9‰，是沙坪水的支流。

雅瑶镇长坑水库位于矿区南东侧，距矿区红线边界约 1.1 km。长坑水库是鹤山市的小（一）型水库，位于鹤山市雅瑶镇北部的上南村委会境内，沙坪河的上游，属西江水系，距雅瑶镇约 8 km。水库集雨面积 1.66 km²，总库容 201 万 m³，水库的主要任务是灌溉和防洪，兼养殖等综合利用。

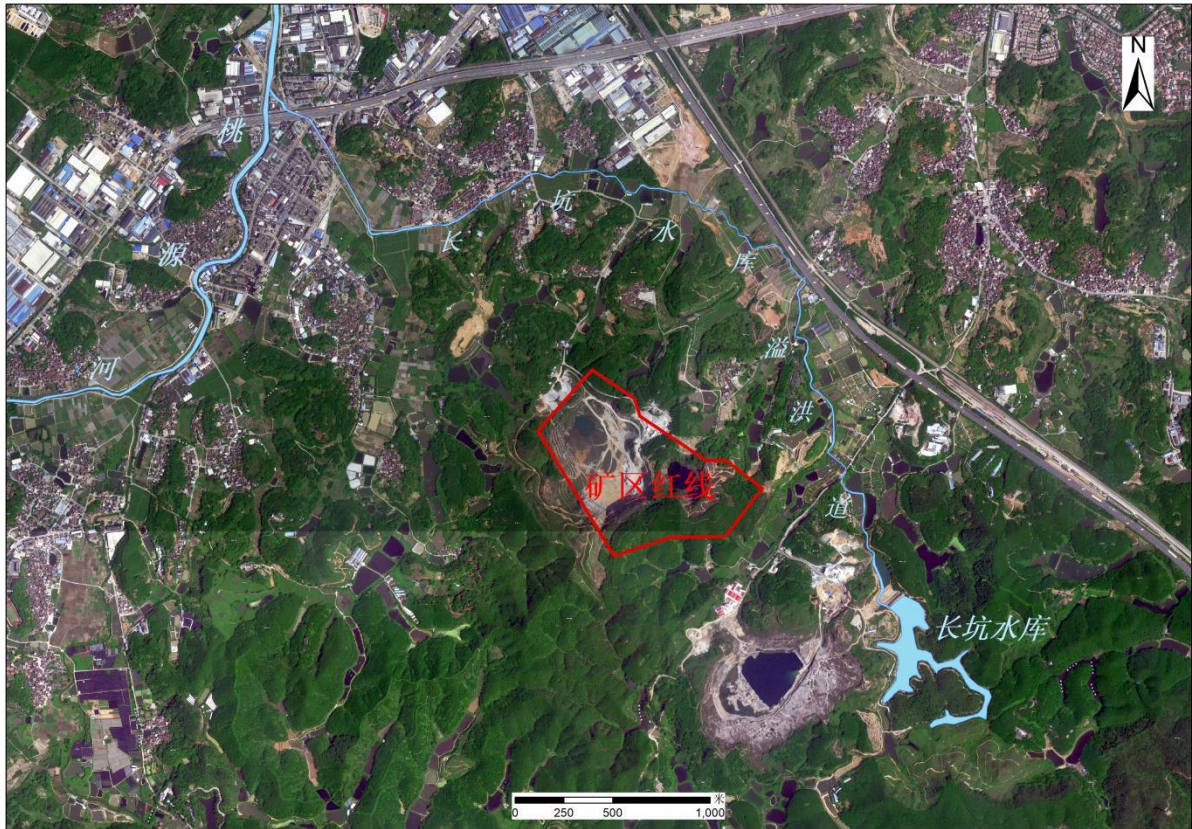


图 2-9 水利工程分布示意图

(三) 村庄

矿区位于丘陵区，矿区附近 300 m 无村庄分布。

但在办公生活区北西侧约 150 m 处，为小坑村，居住人口近 41 户，165 人。办公生活区北东侧约 100 m 处，为黄岗岭，居住人口近 72 户，230 人。矿区 3-4 号拐点的北东侧约 320 m 处，为水石村，居住人口近 63 户，200 人。



图 2-10 矿区村庄分布示意图

（四）工矿企业

矿区附近 300 m 范围内无其他采矿权设置。7 号拐点南东侧约 600 m 处为鹤山市雅瑶上南出水莲花石场建筑用花岗岩矿。采矿证号 C4407002010127130087363，矿区面积 0.1457 km²，已于 2020 年 3 月 26 日到期。

（五）其他

矿区南东部边界与高压线距离约 105 m，为 220 kv 镜鹤甲线高压线和 220 kv 镜鹤乙线高压线，矿区南西部边界与高压线距离约 220 m，为 500 kv 江西乙线高压线。

矿区远离自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围。

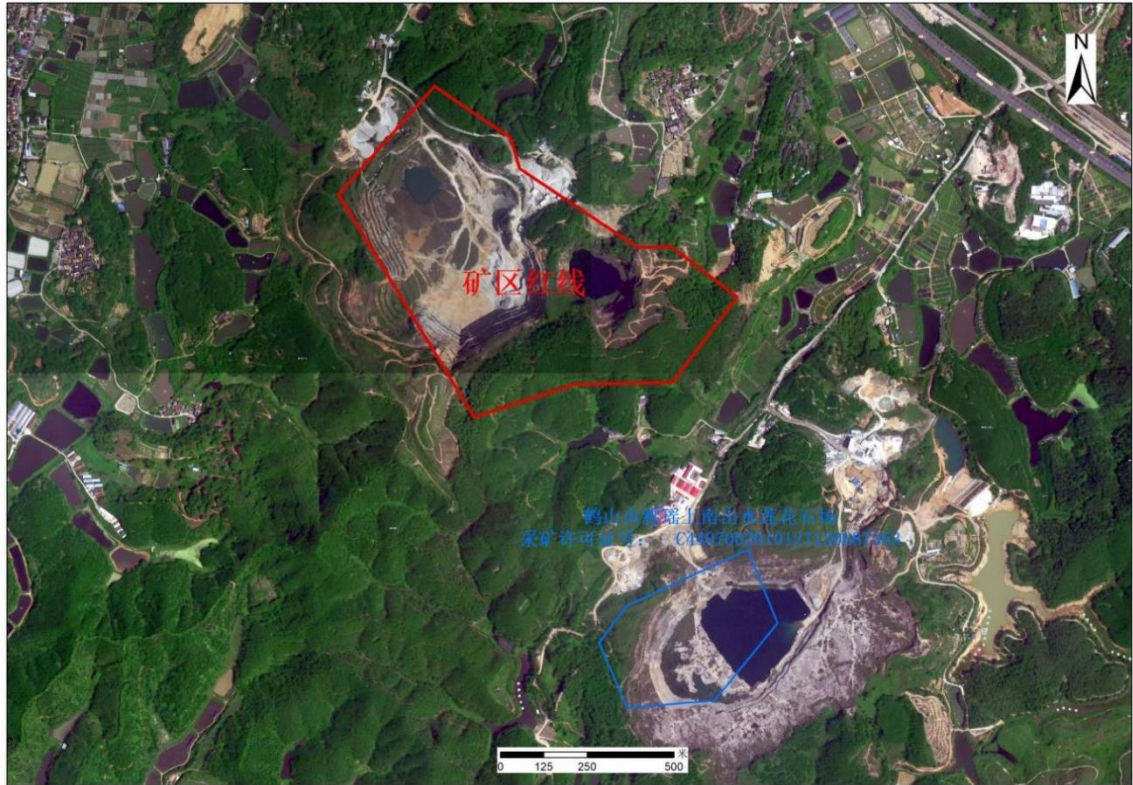


图 2-11 矿区周边工矿企业分布示意图

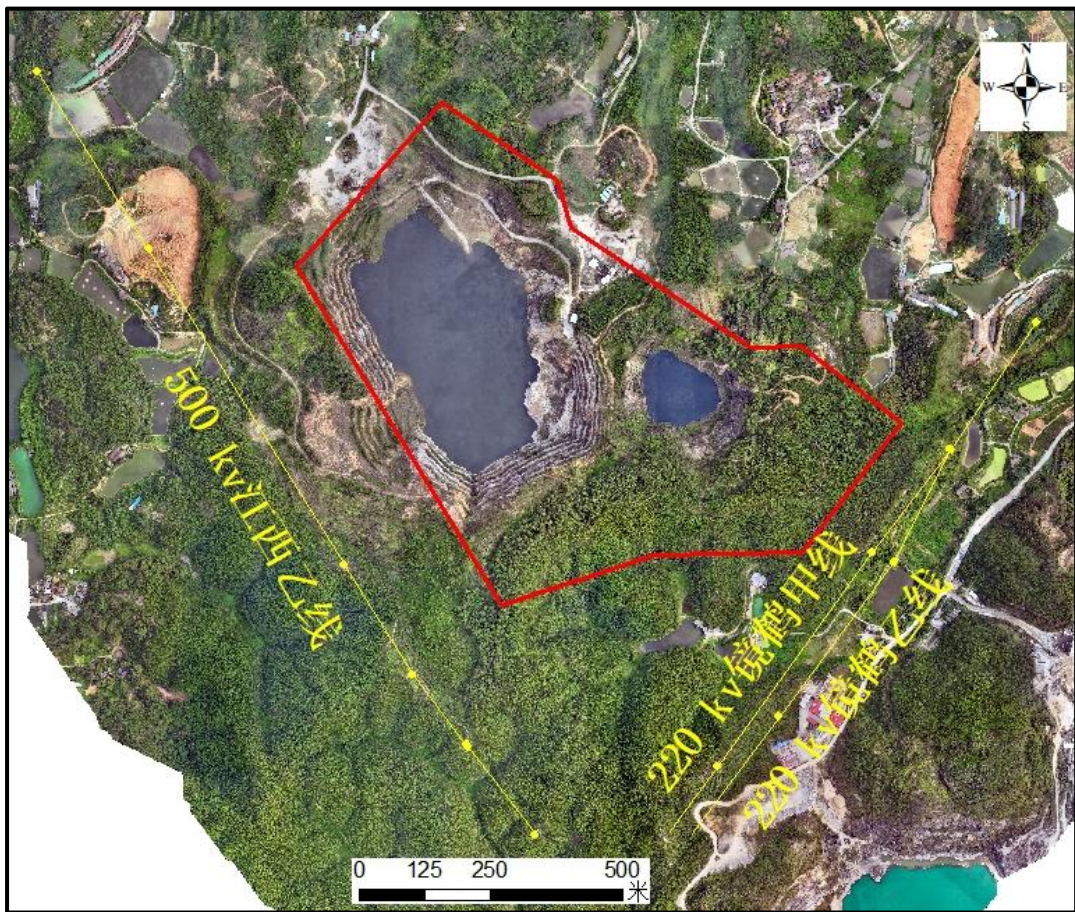


图 2-12 矿区周边高压线分布示意图

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

根据矿区所处的地域位置及地貌特征以及地质构造等因素，以及通过资料收集并对周边矿山的现场调查，本次周边矿山地质环境治理与土地复垦案例选取鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿作为对比项目。

鹤山市联盛石业有限公司于 2015 年 6 月取得采矿许可证，采矿证有效期 2015 年 06 月 24 日至 2018 年 08 月 24 日，采矿证编号：C4407002010127130087362。采矿权人：鹤山市联盛石业有限公司；经济类型：有限责任公司；开采矿种：建筑用花岗岩；开采方式：露天开采；生产规模：50 万 m³/a；矿区面积：0.1353 km²，开采标高由+127 m 至+17m。

2023 年 4 月，经会议评审，鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿治理复绿工作通过了验收，等级为良好。

（一）自然条件对比

本次方案矿区与鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿自然概况对比，见下表：

表 2-11 自然条件对比表

项目名称	鹤山市联盛石业有限公司 建筑用花岗岩矿	本方案	分析结果
项目位置	鹤山市龙口镇	鹤山市桃源镇、雅瑶镇	相近
地形地貌	低丘陵	低丘陵	一致
气候	亚热带海洋性季风气候	亚热带海洋性季风气候	一致
土壤	赤红壤	赤红壤	一致
开采方式	露天凹陷开采	露天凹陷开采	一致
开采矿种	建筑用花岗岩矿	建筑用花岗岩矿	一致
地质条件	中等	复杂	不一致

（二）案例分析

1、治理复绿设计

根据《鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿矿山生态修复方案》，采场开采终了时+30 m 平台以上复垦为林地，+30 m 以下复垦为坑塘水面，其余区域。矿区布设的工程措施如下：

清除台阶表面碎石并修整台阶，各层平台边缘砌筑挡土墙，沿坡底线修筑排水沟等，并对地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观、水土污染进行监测。

开采平台回覆表土、种植乔木、灌木、播撒草籽。复绿工程完成后的做好灌溉，追

肥等抚育措施，并进行草木养护。目前已复绿区域效果较为良好，整体植被覆盖率大于30%。

2、目前治理复绿情况

鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿根据方案设计，结合矿山开采的实际情况，主要对开采终了边坡进行了治理复绿工作。

(1) 在露天采场开挖台阶内侧修筑排水沟，防止汇水对台阶和坡面造成冲刷，引起水土流失，为植物生长提供基础条件。

(2) 在露天采场开挖形成终了台阶边坡后，将边坡上的危石、浮石等清理干净，防止发生坠石、落石等现象，为后续矿山地质环境恢复治理及土地复垦施工提供安全保障。

(3) 在工业场地内布置泄洪涵管，外排矿坑积水，防止洪涝灾害。

(4) 在边坡处布置警示牌，牌上标注“斜坡危险、请勿靠近”等警示标语，防止周围群众误入。

(5) 定期对凹陷采坑区域边坡稳定性、水土流失及地形地貌损毁及恢复进行监测；其中边坡稳定性采用布置监测点人工定期形变测量的方式进行监测，水土流失及地形地貌损毁及恢复采用无人机航拍的方式进行监测。

(6) 在开采平台处采用临时排土场堆放的表土及购置客土进行回填，为复绿植被生长提供立地条件，表土回覆厚度 0.5 m。

(7) 采取土地平整、土地翻耕、土壤培肥等工程措施，进行土壤重构，为植被恢复营造良好的生长环境。

(8) 采用种植乔木、灌木、植草相结合的方式绿化。乔木选用桉树、马占相思（苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害），灌木选用山毛豆、猪屎豆，草种选用芒草、狗牙根等生长速度快、吸水能力强、抗贫瘠、成活率高的物种。

(9) 对复绿植被进行养护管理，包括浇水养护、追施肥料、病虫害防治、防除有害草种与培土补植等措施。

3、矿山地质环境保护与土地复垦经验总结

本次案例选取鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿作为对比项目，地质环境背景相似。矿山地质环境保护方面可参考鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿地质灾害防治工程设计及地质灾害监测工程设计。

鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿复垦方向主要是参照原地类，根据周边景

观连续性恢复为林地，凹陷开采区域复垦为坑塘水面。矿区实施边开采边复绿边治理，按照矿山地质环境保护与土地复垦方案，采取有效措施按计划复垦矿山土地、保护生态环境。根据治理复绿工作验收组意见，2023年4月11日，鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿治理复绿工作通过验收，等级为良好（评分85分）。复垦工程设计可参照鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿进行清理工程、表土回覆、土壤培肥、植树绿化及复垦养护。复垦标准参照《土地复垦质量控制标准》。

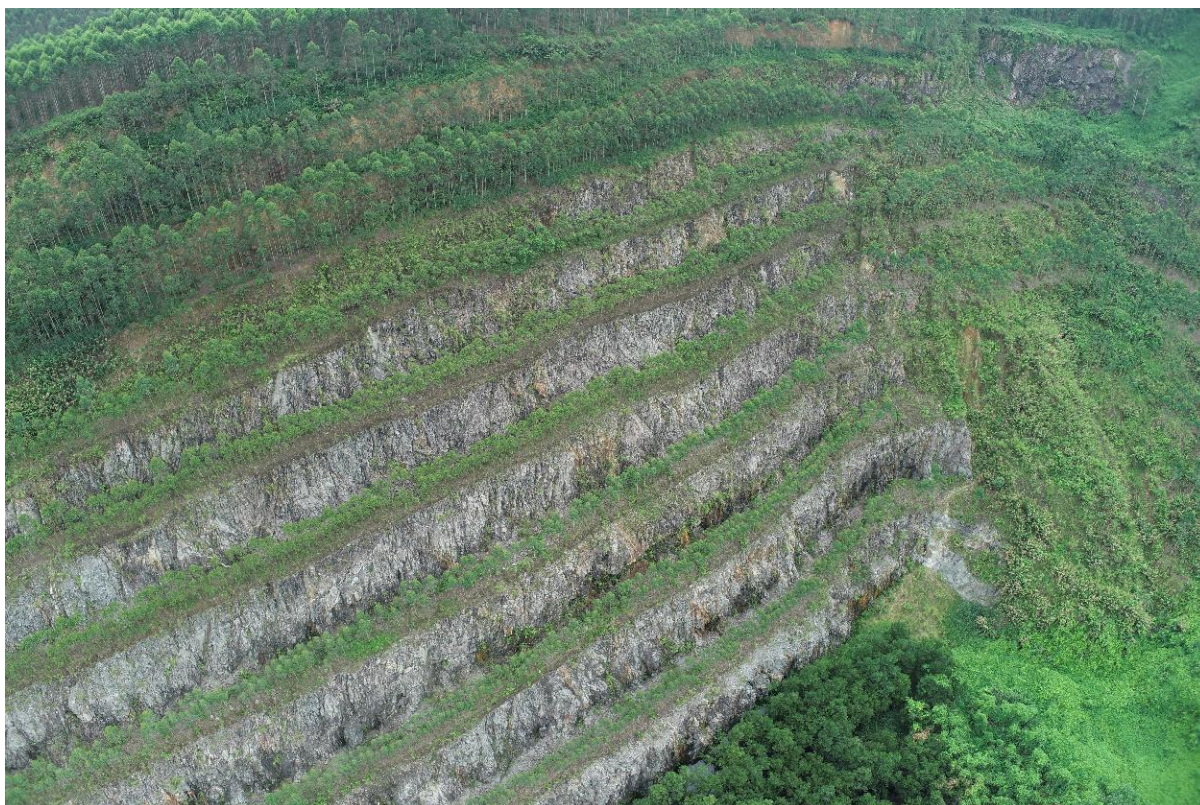


图 2-13 凹陷采坑西侧边坡航拍（2023年7月，镜像NW）



图 2-14 工业场地全貌航拍（2023 年 7 月，镜像 NE）



图 2-15 凹陷采坑复绿现状（2023 年 7 月，镜像 SW）

4、效益分析

(1) 生态效益

矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施能很大程度上改善矿山及其周边自然生态环境，降低矿山部分地质环境问题发生的几率，提高周围环境生态效益。

(2) 社会效益

其矿山环境治理及土地复垦措施符合党中央提出的绿水青山就是金山银山的科学论断，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设，具有一定的社会效益。

(3) 经济效益

改善了矿区周边的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低部分矿山地质环境问题发生的频率，减少或防止地质灾害的发生，保障矿山采矿活动安全顺利进行，保护矿山员工和财产的安全，降低企业在其它方面的开支，增加企业总体经济效益，为生态恢复的间接经济效益。

本矿区与鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿相比，开采矿种、台阶参数、开采技术条件类似，矿山地质环境治理与土地复垦工作可借鉴《鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿矿山生态修复方案》工作的经验和做法。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

(一) 矿山地质环境调查概述

矿山开采过程可分为基建期、生产开采期和治理复垦期三个阶段。根据每个阶段的特点，开采过程都可能会造成地质环境问题。生产运营期环境影响持续时间长，对地质环境的破坏性较强，贯穿于整个运营期，若矿山地质环境防治和生态保护措施不当，可能持续很长时间，并且不可逆转。闭坑后，如果地质环境治理及恢复措施得当，对地质环境影响将很小，反之则可能出现地质灾害等事故发生，对矿山及周边的地质环境造成不可逆转的破坏。

1、调查内容

(1) 调查评估区内是否有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝六大地质灾害隐患的分布。

(2) 各项工程活动，包括是否建设工业场地、道路、办公生活区、排土场等内容。

(3) 调查评估区内地下水、地表水环境，摸清地下水的水质水量等情况，调查区内地表河流等水体的现状。

(4) 收集矿山开发利用方案、详查报告、工程布置图、矿区范围图、区域地质地形图、地貌类型图等资料。

2、存在的问题

(1) 本项目类型为新立。但根据现场调查及收集资料分析，现状矿区因历年开采，原始地形地貌已遭到破坏，形成 2 个采坑。采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，易产生地质灾害。现状可见已发崩塌点 3 个，未见滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害。

(2) 现场矿区范围有历年开采遗留下的各种工程建设，整体受人类活动影响较大，地表水、地下水水质水位情况良好。

(二) 土地资源调查概述

土地资源调查首先收集该区域土地资源及其有关资料，收集该区域的投入过的勘查资料、土壤资料以及社会经济资料等。先从矿区土地利用类型的角度初步拟一个分类系统作为本次调查的基础。野外调查开始前，首先准备好调查区的地形图和已有资料、区

域土地资源分布图、调查设备、记录本和调查表等。

土地资源调查包括矿区土地利用类型、数量、质量、土地权属及由采矿引起的损毁土地的范围、程度、特征与影响等。调查过程中选取典型土壤剖面，调查了土壤类型、厚度质地、pH 值等基本情况；了解矿区植被类型、分布、组成和覆盖度等基本情况，对于现有资料，通过调查验证其准确性和可靠性。

（三）野外调查工作量

2024 年 04 月，广东省地质局第六地质大队成立了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作小组。在认真分析研究收集资料的基础上，采用点、线、面结合的工作方法，进行现场踏勘。以矿山地形地质图为底图，核对矿床地质类型和工业类型、开采目标矿体的空间位置、主要地质构造点、现有开拓工程和开采程度及各种主要矿山工业设施。在此基础上，重点调查了采矿活动引发的地质灾害、地形地貌景观破坏、含水层破坏、土地资源破坏的等情况。

1、地质灾害

对采矿活动引发的地质灾害点及其隐患进行调查，包括地质灾害种类、规模、分布、发生时间及地点、发育特征、成因、危害程度、危险性大小等。各种灾体造成的损失和危害程度，主要包括人员伤亡，毁坏矿山建筑物、道路、矿山基础设施和水利水电设施以及经济损失等。

2、含水层破坏

主要调查含水层岩性组成、厚度渗透系数和富水性，地下水类型、补径排条件，地下水水位、水质，含水层结构破坏程度，影响矿区及周围生产生活供排水情况。

3、地形地貌景观破坏

主要调查采矿活动引发的原生地形地貌景观改变和破坏程度，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程度，对地质遗迹的破坏与影响情况。

4、土地资源破坏

主要调查采矿活动压占、损毁的土地利用类型及面积，占用破坏基本农田、耕地、林地或草地、荒地或未开发利用土地情况，对土地的压占损毁情况。

本次工作是根据相关技术要求开展的，工作依据充分。野外调查和室内资料整理工作完全依据有关规范和技术要求进行。野外工作重点突出，针对性强，查明了矿区地质

环境条件、土地权属及类型、地质灾害特征、矿区的开采方式、规模、矿山布局，工作内容、精度符合技术要求。此次野外调查工作为《方案》的编制提供了较为可靠的数据，严格执行“现场记录、现场检查”的制度，资料满足《方案》的编制要求。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

评估范围的确定原则：依据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018年1月）的有关要求，矿山地质环境影响评估范围应包括《开发利用方案》规划的开采区、矿山企业采矿活动及在本矿山的配套生产设施可能造成地质环境影响的所有范围。

根据本次矿山地质环境条件以及开采方式、矿体开采深度及厚度，采矿活动的影响。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：

- ① 露天开采最终边坡的永久稳定边坡以内影响区；
- ② 水文地质单元边界条件；
- ③ 破碎加工场地、矿山道路、办公生活区、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场等配套设施分布地区；
- ④ 地表汇水面积、分水岭等局部小流域；
- ⑤ 矿区可能发生崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害影响区域。

经调查分析，最终圈定评估区总面积为 229.0719 hm²。

2、评估级别

（1）评估区重要程度分级

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）附录 J-评估区重要程度分级表：

- ① 评估区内，居民集中居住区人口 500 人以上；
- ② 评估区内，无重要交通要道，但矿区南东部边界与高压线距离约 105 m 处，有 220 kv 镜鹤甲线高压线和 220 kv 镜鹤乙线高压线；矿区南西部边界与高压线距离约 220 m 处，有 500 kv 江西乙线高压线。；
- ③ 评估区远离各级自然保护区及旅游景点（区）；
- ④ 评估区内无重要以上水源地；

⑤ 评估区破坏耕地、园地。

综合评估区以上条件，评估区重要程度为“重要区”。

表 3-1 评估区重要程度分级表

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

（2）矿山生产建设规模分类

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）附录 L-矿山生产建设规模一览表：

矿山属露天开采，开采矿种为建筑用花岗岩，属建筑石料，年生产量 200 万 m³，属“大型”矿山。

表 3-2 矿山生产建设规模分类表

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

（3）矿山地质环境条件复杂程度分级

矿山属露天开采。矿区水文地质条件复杂；工程地质条件中等；地质构造条件简单；现状条件下矿山地质环境问题的类型少、危害小；露天采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害；地形地貌条件复杂。

综合以上矿山地质条件，结合《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）附录 K.2 确定矿山地质环境条件复杂程度属“复杂”。

表 3-3 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
1、采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000 m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1、采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000 m ³ /d~10000 m ³ /d；采矿活动和疏干排水比较容易导致区域主要含水层破坏。	1、采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系不密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d；采矿活动和疏干排水不易导致区域主要含水层破坏。
2、矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10 m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳。	2、矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5 m~10 m、稳固性较差，采场岩石边坡风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳。	2、矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5 m、稳固性较好，采场边坡较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定。
3、地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大。	3、地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大。	3、地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小。
4、现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题类型多，危害大。	4、现状条件下，矿山地质环境问题较多、危害较大。	4、现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。
5、采场面积及采坑深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。	5、采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	5、采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
6、地形地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑多为同向。	6、地貌单元类型较多，为地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般 20°-35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6、地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑多为反向坡。
注：采用就高原则，6 条中只要有一条满足某一高级别时，就定为该级别。 据：《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》-附录 K		

（4）评估级别确定

综上所述，评估区重要程度为重要区，建设规模属大型矿山，矿山地质环境复杂程度为复杂，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）中附录 I-矿山地质环境影响评估精度分级表（表 3-4）确定，本矿山地质环境影响评估分级为“一级”。

表 3-4 矿山地质环境影响评估精度分级表

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

(二) 矿山地质灾害现状分析与预测

按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）的要求，地质灾害危险性评估的灾种主要包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降和地裂缝等，同时，对与工程建设相关的其他灾害做相应调查与评价。

表 3-5 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)	潜在经济损失 (万元)
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

表 3-6 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

1、矿区地质灾害现状分析

根据现场调查和收集的相关资料分析，现状已发 3 处崩塌，具体分析如下：

(1) 崩塌、滑坡、泥石流

① BT1

位于采坑 1 内东侧，破碎站 2 南侧，贯穿裂隙出露处。坐标为东经 $112^{\circ} 56' 20.98''$ ，北纬 $22^{\circ} 42' 59.94''$ ，标高约 32 m。

贯穿裂隙产状约 $40^{\circ} \angle 15^{\circ}$ ，位于崩塌点全风化岩与中风化岩界面处，受龙舟水影响，上部土体自重增大，2024 年 5 月发生崩塌。坡高约 64 m，坡面产状约 $45^{\circ} \angle 80^{\circ}$ 。崩塌体为上部全风化花岗岩，厚约 3.5 m，崩塌体堆积于坡脚，体积约 30 m^3 。坡顶为破碎站 2，坡面植被不发育。

崩塌未造成人员伤亡及直接经济损失，根据《广东省自然资源厅关于印发〈广东省地质灾害特征认定和分级标准〉的通知》（粤自然资函〔2021〕1035 号，2021 年 10 月 20 日）地质灾害体规模为小型，地质灾害灾情一般。

故崩塌点 BT1 地质灾害发育程度强，危害程度小，地质灾害危险性中等。



图 3-1 BT1 现状（2024.05，镜像 NE）

② BT2

位于矿区 3 号拐点南侧直距约 106 m 处。坐标为东经 $112^{\circ} 56' 21.37''$ ，北纬 $22^{\circ} 43' 2.97''$ ，标高约 34 m。

坡高约 63 m，坡面产状约 $105^{\circ} \angle 75^{\circ}$ 。崩塌体为坡顶堆土，呈松散状，稳定性较差，在降水的影响下，发生崩塌。崩塌体散落于坡面，少部分堆积于坡脚，体积约 10 m^3 。坡面为自然复绿，植被不发育。

崩塌未造成人员伤亡及直接经济损失，根据《广东省自然资源厅关于印发<广东省地质灾害特征认定和分级标准>的通知》（粤自然资函〔2021〕1035号，2021年10月20日）地质灾害体规模为小型，地质灾害灾情一般。

故崩塌点 BT2 地质灾害发育程度强，危害程度小，地质灾害危险性中等。



图 3-1 BT2 现状（2024.05，镜像 E）

③ BT3

位于矿区 3 号拐点西侧直距约 125 m，通往采坑底部的道路内侧处。坐标为东经 $112^{\circ} 56' 17.59''$ ，北纬 $22^{\circ} 43' 7.51''$ ，标高约 27 m。

受人类采矿活动影响，开挖形成高陡边坡，坡高约 24 m，坡面产状约 $45^{\circ} \angle 80^{\circ}$ 。崩塌体为采剥面中风化花岗岩，岩土体较破碎，在风化剥蚀和大气降雨的影响下，发生崩坠落。崩塌体堆积于道路内侧，体积约 5 m^3 。坡面为自然复绿，植被不发育。

崩塌未造成人员伤亡及直接经济损失，根据《广东省自然资源厅关于印发<广东省地

质灾害特征认定和分级标准>的通知》（粤自然资函〔2021〕1035号，2021年10月20日）地质灾害体规模为小型，地质灾害灾情一般。

故崩塌点 BT3 地质灾害发育程度强，危害程度小，地质灾害危险性中等。



图 3-2 BT3 现状（2024.05，镜像 NE）

根据现场调查，现状可见 3 处已发崩塌地质灾害，发育程度强，地质灾害危害程度小，地质灾害危险性中等。未见滑坡、泥石流等地质灾害。

（2）地面塌陷、地面沉降和地裂缝

据野外实地踏勘，目前评估区域内地表未发现地面沉降、地面塌陷和地裂缝等地质灾害。

综上所述，现状条件下，评估区内可见 3 处崩塌，未造成人员伤亡及直接经济损失，地质灾害发育程度强，危害程度小，地质灾害危险性中等。未发现滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降和地裂缝等地质灾害现象。

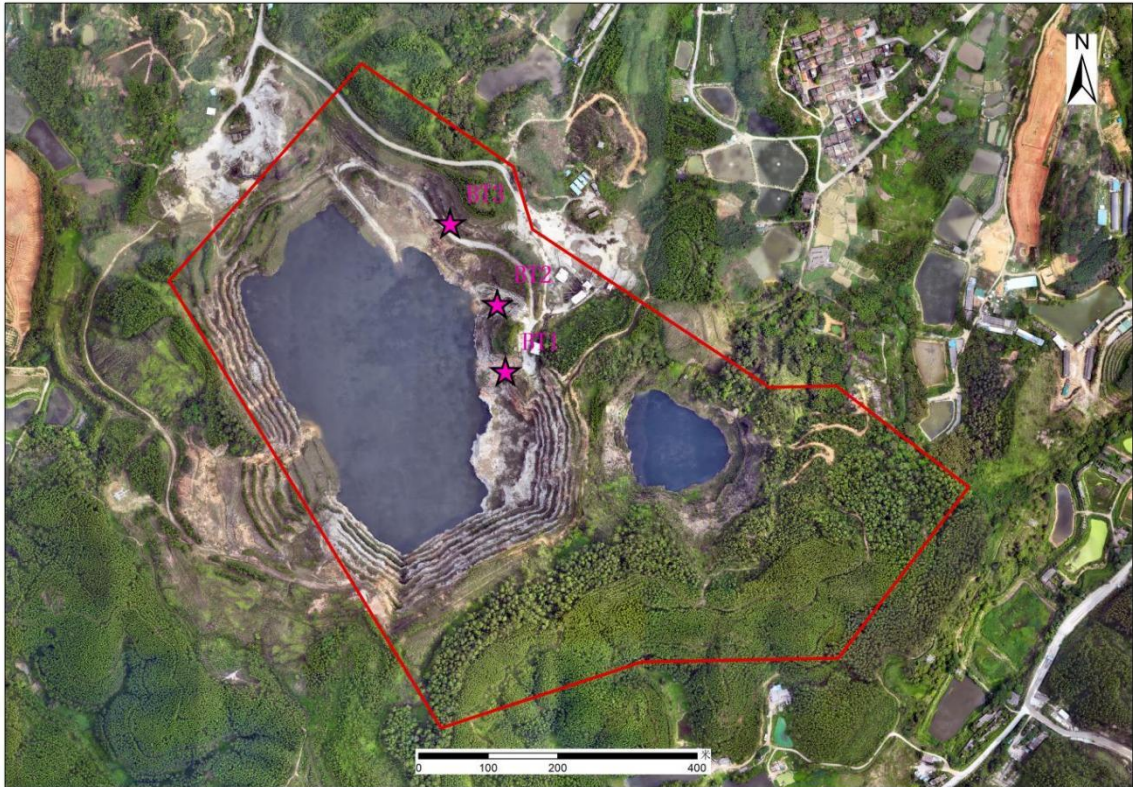


图 3-3 现状已发崩塌点位置图

2、矿区地质灾害预测分析

地质灾害危险性预测评估是对工程建设可能引发或加剧的、工程建设本身可能遭受的地质灾害危险性作出评估。紧密结合工程建设的特点，分析工程建设施工过程中和建成后运营过程中可能对地质环境造成的改变及影响，预测工程建设可能引发或加剧地质灾害的危险性，以及工程建设本身可能遭受地质灾害的危险性。

根据《开发利用方案》和矿山露天开采的特点，预测矿山开采过程或完工后可能引发及遭受的地质灾害类型主要为崩塌/滑坡和泥石流。

(1) 采矿活动可能引发崩塌/滑坡预测评估

① 土质边坡稳定性评价

土质边坡分布于矿区各场地周围，通常容易发生的不稳定情况是土质边坡内部发生圆弧滑动，造成边坡的失稳。以下采用北京理正软件中圆弧滑动法对矿区土质边坡稳定性进行验算，分析此类边坡产生滑动破坏的可能性。

经综合研究，选取松散岩组较厚大的矿区采场上部四周的土质边坡（TP1、TP3~TP6、TBP8）、排土场 2 堆土边坡（TP2）、排土场 1 堆土边坡（TP7）、道路边坡土质边坡（TP9）、复垦用土临时堆场堆土边坡（TP10）、破碎加工场地开挖土质边坡（TP11）、破碎加工场地填方边坡（TP12）、排土场 1 南西侧边坡（TP13）以及覆盖层中转场堆填边坡（TP14）

进行分析。

由于办公生活区区域地势较缓，且多为原始地形，故本方案不专门进行边坡稳定性分析。

表 3-1 边坡稳定性判别表

正常状态		饱和状态	
稳定系数 K	稳定性类型	稳定系数 K	稳定性类型
$K \geq 1.30$	稳定	$K \geq 1.15$	稳定
$1.05 \leq K < 1.30$	基本稳定	$1.05 \leq K < 1.15$	基本稳定
$1.00 \leq K < 1.05$	较不稳定	$1.00 \leq K < 1.05$	较不稳定
$K < 1.00$	不稳定	$K < 1.00$	不稳定

表 3-2 土质边坡稳定性计算参数选用表

岩土体类型	正常状态			饱和状态		
	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	c(kPa)	$\varphi(^{\circ})$	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	c(kPa)	$\varphi(^{\circ})$
人工填土	19.9	25.7	20.8	20.7 *	20.6 *	16.6 *
残坡积土	19.8	27.1	21.6	20.5 *	21.7 *	17.3 *
全风化花岗岩	20.3	25.6	20.2	20.8 *	20.5 *	16.2 *

注：带“*”的岩土参数为经验值。

表 3-3 土质边坡特征信息表

边坡编号	位置	坡度 ($^{\circ}$)	坡长 (m)	坡高 (m)	土层
TP1	矿区红线 10 号拐点南侧	31	73	37	人工填土、全风化花岗岩
TP2	排土场 2	28	162	123	人工填土
TP3	矿区红线 9 号拐点北西侧	29	116	56	人工填土、残坡积层、全风化花岗岩
TP4	矿区红线 8 号拐点西侧	44	71	49	残坡积层、全风化花岗岩
TP5	矿区红线 6 号拐点南西侧	41	50	32	残坡积层、全风化花岗岩
TP6	矿区红线 4 号拐点	36	58	34	残坡积层、全风化花岗岩
TP7	排土场 1 北东侧边坡	24	81	34	填土、全风化花岗岩
TP8	矿区红线 1 号拐点南东侧	37	38	23	残坡积层、全风化花岗岩
TP9	道路边坡	22	29	11	残坡积层、全风化花岗岩
TP10	复垦用土临时堆场	43	28	19	填土、残坡积层
TP11	破碎加工场地西侧	36	34	20	残坡积层、全风化花岗岩
TP12	破碎加工场地北西侧	42	8	7.2	人工填土
TP13	排土场 1 南西侧，矿区 3~4 号拐点	40	28	17	人工填土、残坡积层、全风化花岗岩
TP14	覆盖层中转场	45	11	8	人工填土

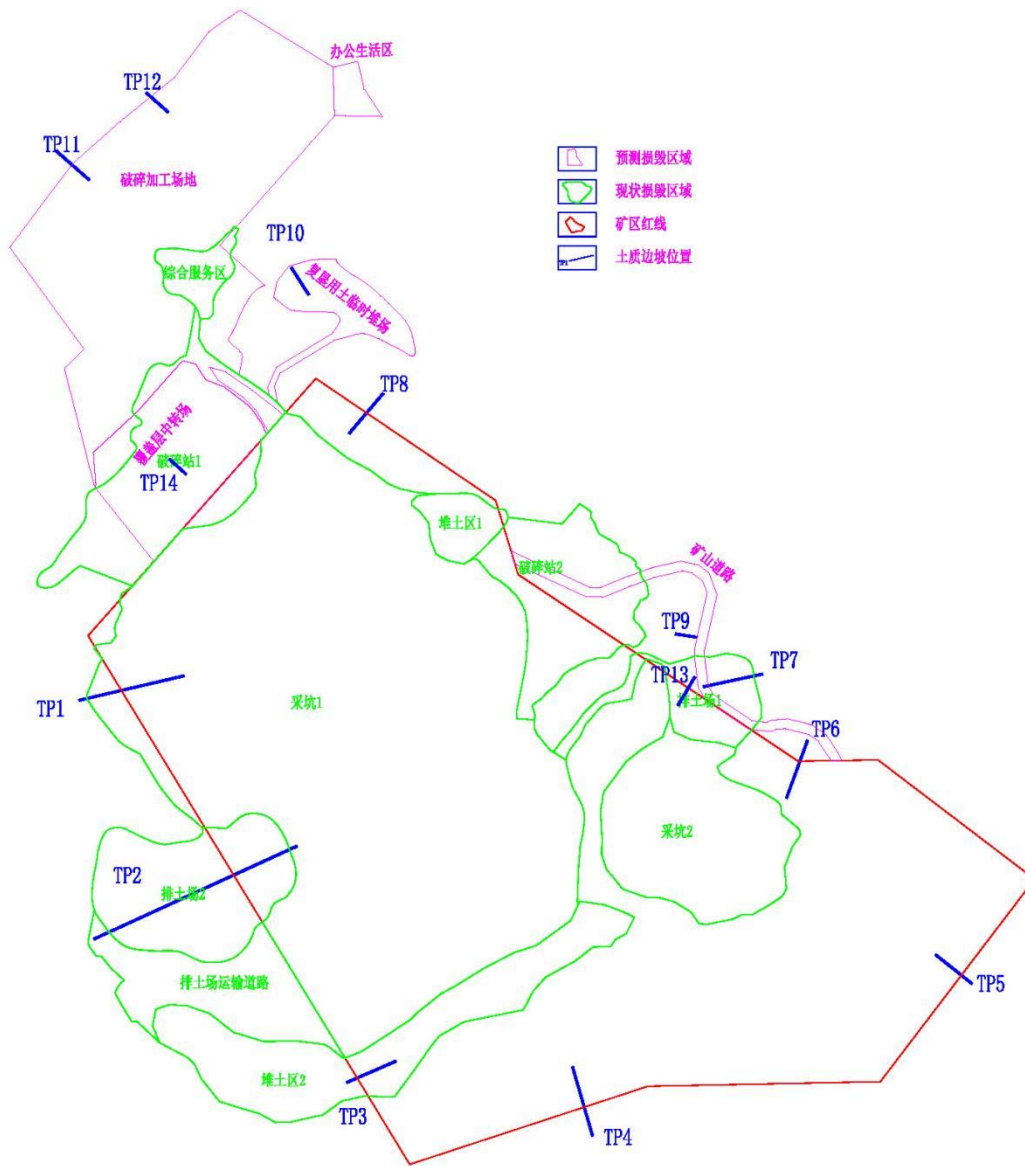
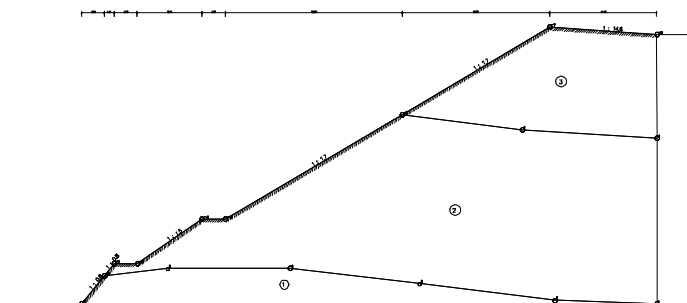


图 3-4 土质边坡位置分布示意图

计算项目： TP1

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范: 建筑边坡工程技术规范(50330--2013)

计算目标: 安全系数计算

滑裂面形状: 圆弧滑动法

不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 8

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	3.035	3.755	0
2	1.343	1.662	0
3	3.119	0.000	0
4	8.765	6.000	0
5	3.186	0.000	0
6	23.873	14.169	0
7	19.924	11.825	0
8	14.491	-0.994	0

[土层信息]

坡面节点数 9

编号	X(m)	Y(m)
0	0.000	0.000
-1	3.035	3.755
-2	4.378	5.417
-3	7.497	5.417
-4	16.262	11.417
-5	19.449	11.417
-6	43.321	25.586
-7	63.245	37.411
-8	77.736	36.417

附加节点数 7

编号	X(m)	Y(m)
1	77.760	0.000
2	63.920	0.488
3	45.684	2.742
4	28.122	4.822

5	11.644	4.786
6	77.745	22.427
7	59.519	23.555

不同土性区域数 3

区号	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数	节点 编号
1	20.300	---	120.000	---	(1, 2, 3, 4, 5, -1, 0,)
2	20.300	---	120.000	---	(2, 1, 6, 7, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 5, 4, 3,)
3	19.900	---	120.000	---	(-8, -7, -6, 7, 6,)

区号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	25.600	20.200	---	---
2	25.600	20.200	---	---
3	25.700	20.800	---	---

区号	十字板 τ (kPa)	强度增 长系数	十字板 τ 水 下值 (kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

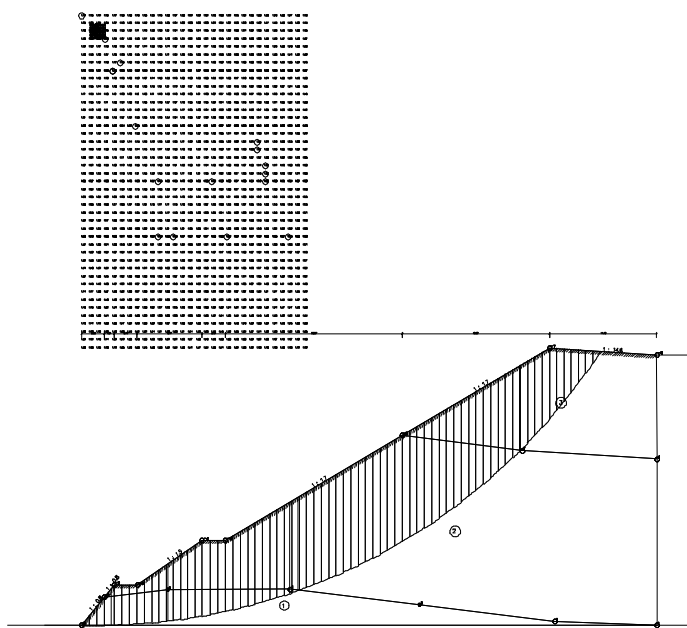
条分法的土条宽度: 1.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000(m)

搜索时的半径步长: 0.500(m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (1.984, 81.167) (m)

滑动半径 = 81.191 (m)

滑动安全系数 = 1.122

总的下滑力 = 6329.479 (kN)

总的抗滑力 = 7105.508 (kN)

土体部分下滑力 = 6329.479 (kN)

土体部分抗滑力 = 7105.508 (kN)

筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

表 3-4 剖面稳定性计算结果表

边坡部位	正常状态		饱和状态	
	安全系数	评价结果	安全系数	评价结果
TP1	1.122	基本稳定	0.880	不稳定
TP2	1.223	基本稳定	0.955	不稳定
TP3	0.920	不稳定	0.722	不稳定
TP4	1.175	基本稳定	0.923	不稳定
TP5	1.354	稳定	1.063	基本稳定
TP6	1.020	较不稳定	0.802	不稳定
TP7	1.195	基本稳定	0.931	不稳定

边坡部位	正常状态		饱和状态	
	安全系数	评价结果	安全系数	评价结果
TP8	1.054	基本稳定	0.829	不稳定
TP9	1.957	稳定	1.534	稳定
TP10	1.140	基本稳定	0.887	不稳定
TP11	1.232	基本稳定	0.968	不稳定
TP12	1.901	稳定	1.476	稳定
TP13	1.236	基本稳定	0.964	不稳定
TP14	1.704	稳定	1.323	稳定

经研究，根据矿区现状开挖情况，结合开发利用方案设计，选取矿区采场上部四周的土质边坡（TP1、TP3~TP6、TP8、TP13）进行边坡稳定性分析，分析结果显示在饱和状态下为基本稳定和不安定，边坡崩塌/滑坡发育程度为强发育。矿区采场上部四周的土质边坡危害对象为边坡下方的作业人员和车辆，受威胁人数 $>10\sim<100$ 人，潜在经济损失 ≥ 500 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，矿区红线四周的土质边坡崩塌/滑坡危害程度为大。**根据地质灾害危险性分级表，矿区采场上部四周的土质边坡崩塌/滑坡危险性大。**

对排土场2（TBP2）进行边坡稳定性分析，分析结果显示在饱和状态下为不安定，边坡崩塌/滑坡发育程度为强发育。排土场2（TBP2）危害对象为下方矿坑凹陷开采时的作业人员、开采机械以及车辆等，受威胁人数 $>10\sim<100$ 人，潜在经济损失 ≥ 500 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，排土场2的土质边坡崩塌/滑坡危害程度为大。**根据地质灾害危险性分级表，排土场2的土质边坡崩塌/滑坡危险性大。**

经研究，根据矿区现状开挖情况，结合开发利用方案设计，矿山开挖产生的震动可能会对排土场1北东侧边坡（TP7）造成影响，因此对排土场1北东侧边坡（TP7）进行稳定性分析。分析结果显示，在饱和状态下为不安定，边坡崩塌/滑坡发育程度为强发育。排土场1东侧边坡（TBP7）危害对象为下方养殖鱼塘，受威胁人数 ≤ 10 人，潜在经济损失 ≤ 100 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，排土场1的土质边坡崩塌/滑坡危害程度为小。**根据地质灾害危险性分级表，排土场1的东侧边坡土质边坡崩塌/滑坡危险性中等。**

对道路边坡（TBP9）进行边坡稳定性分析，分析结果显示在为稳定，边坡崩塌/滑坡

发育程度为弱发育。道路边坡（TBP9）危害对象为下方过路工作人员及运输车辆等，受威胁人数 ≤ 10 人，潜在经济损失 ≤ 100 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，道路边坡的土质边坡崩塌/滑坡危害程度为小。**根据地质灾害危险性分级表，排土场2的土质边坡崩塌/滑坡危险性小。**

根据开发利用方案设计，矿区开采将布设复垦用土临时堆场，形成堆土边坡，因此，对复垦用土临时堆场（TP10）进行稳定性分析。分析结果显示，在饱和状态下为不稳定，边坡崩塌/滑坡发育程度为强发育。复垦用土临时堆场土质边坡危害对象为原始沟谷，以及下游鱼塘、沟渠，受威胁人数 ≤ 10 人，潜在经济损失 ≤ 100 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，复垦用土临时堆场边坡崩塌/滑坡危害程度为小。**根据地质灾害危险性分级表，复垦用土临时堆场崩塌/滑坡危险性中等。**

根据开发利用方案设计，布设破碎加工场地时，将在西侧形成开挖边坡和北西侧靠近鱼塘处形成填方边坡，因此，对破碎加工场地西侧边坡（TP11）和破碎加工场地北西侧边坡（TP12）进行稳定性分析。分析结果显示，破碎加工场地西侧边坡（TP11）在饱和状态下为不稳定，边坡崩塌/滑坡发育程度为强发育。破碎加工场地边坡危害对象为场地内作业人员、碎石加工设备、运输车辆，以及北西侧边坡（TP12）下方的鱼塘，受威胁人数 $> 10 \sim < 100$ 人，潜在经济损失 ≥ 500 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，破碎加工场地北西侧土质边坡崩塌/滑坡危害程度为中等。**根据地质灾害危险性分级表，破碎加工场地北西侧土质边坡崩塌/滑坡危险性大。**

根据开发利用方案设计，覆盖层中转场将形成对堆土边坡，因此，对覆盖层中转场堆土边坡（TP14）进行稳定性分析。分析结果显示，覆盖层中转场堆土边坡（TP14）为稳定，边坡崩塌/滑坡发育程度为弱发育。覆盖层中转场堆土边坡距矿区边界约40m，因此对矿区采坑作业人员影响不大，危害对象主要为场地内作业人员以及运输车辆，受威胁人数 ≤ 10 人，潜在经济损失 ≤ 100 万元，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2021年修订版）》（广东省地质灾害防治协会，2021年3月）地质灾害危害程度分级表，覆盖层中转场堆土边坡崩塌/滑坡危害程度为小。**根据地质灾害危险性分级表，覆盖层中转场堆土边坡崩塌/滑坡危险性小。**

由于办公生活区区域地势较缓，且多为原始地形，故本方案不专门进行边坡稳定性

分析。

为防止土质边坡失稳产生崩塌、滑坡，采取以下对策措施：

A、按安全坡角放坡，对局部不稳定边坡适当放缓坡度或采取工程治理进行加固处理。

B、矿山建设时，成立专门的边坡维护队伍，制定边坡管理制度，严格执行边坡到界靠帮操作规程，加强边坡安全管理。

C、建立有效的边坡监测系统，定期对边坡进行检查，对采场工作边帮应每月检查一次，发现异常应立即处理。

D、在采场的顶部，削坡减载，在开采境界边修筑截水沟及泄水吊沟，防止雨水直接冲刷边坡。

E、建议委托专业机构对排土场、复垦用土临时堆场边坡进行专项设计，完善排土场拦挡措施，做好监测防护措施。

具体工程设计及布设见第五章。

② 岩质边坡稳定性分析

根据采坑采剥面调查，矿区发育三组优势节理裂隙，产状分别为： $110-127^{\circ} \angle 33-41^{\circ}$ 、 $272-290^{\circ} \angle 60-70^{\circ}$ 、 $326-343^{\circ} \angle 66-72^{\circ}$ 。岩体节理裂隙多数近于平行展布，节理裂隙面平直，延伸不一，节理裂隙面接触较紧密，局部微张，裂隙宽多不过 5 mm，结构紧密，透水性及富水性能差。

边坡稳定性分析：岩质边坡运用赤平投影法进行边坡稳定性分析，赤平投影评价方法如下：

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

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

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

根据《开发利用方案》中的开采终了平面图，预测矿区内形成的岩质边坡坡向为露天采场北西部边坡 YP1 ($115^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、露天采场东部边坡 YP2 ($235^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、露天采场南东部边坡 YP3 ($305^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、露天采场南部边坡 YP4 ($350^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、露天采场西部边坡 YP5 ($60^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、矿山道路边坡 YP6 ($221^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、YP7 ($253^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、YP8 ($224^{\circ} \angle 65^{\circ}$)、YP9 ($163^{\circ} \angle 65^{\circ}$) 为例进行分析。9 个岩质边坡评

价结果见下表 3-7。

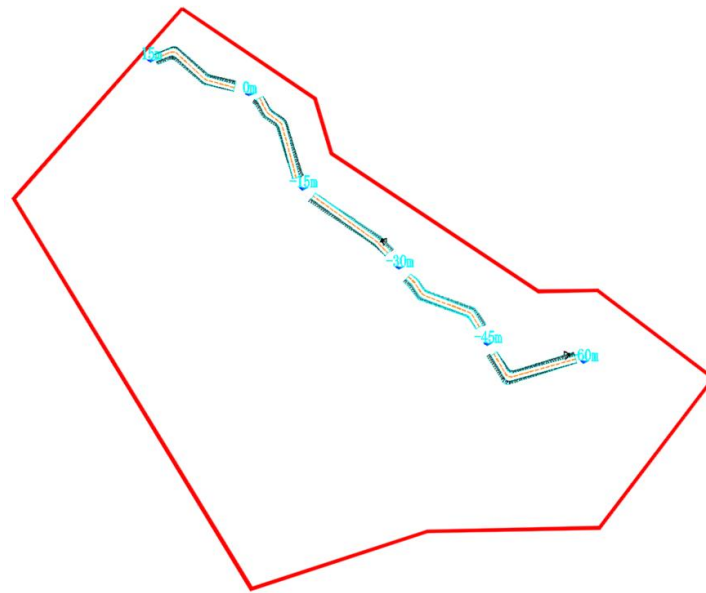


图 3-5 矿区内部矿山道路岩质边坡分布示意图

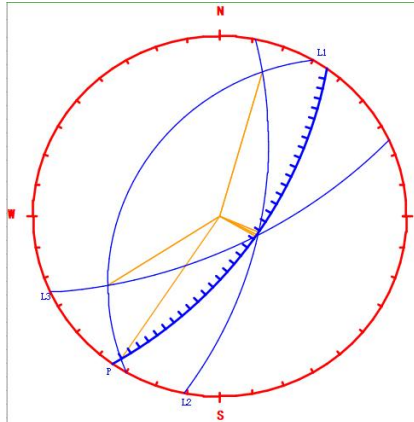
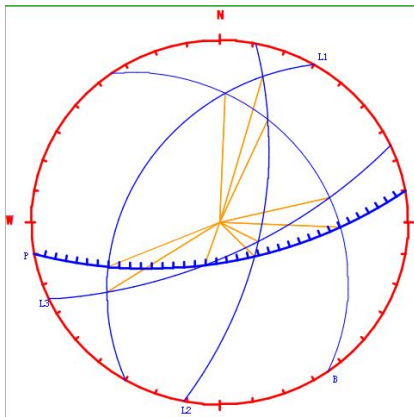
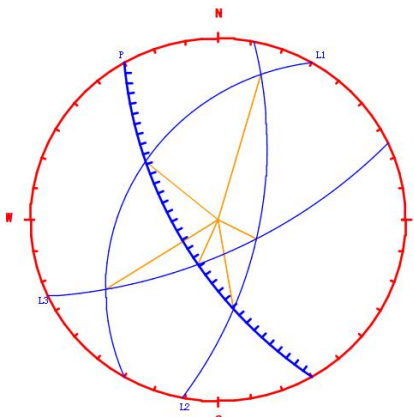
表 3-5 岩质边坡赤平投影法分析评价表

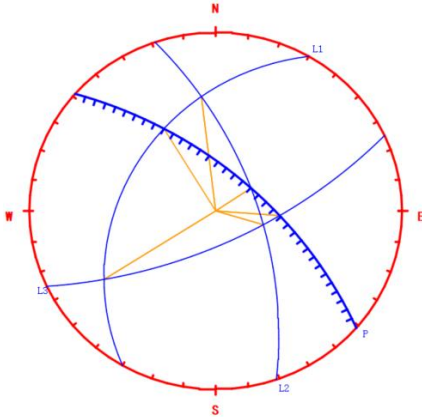
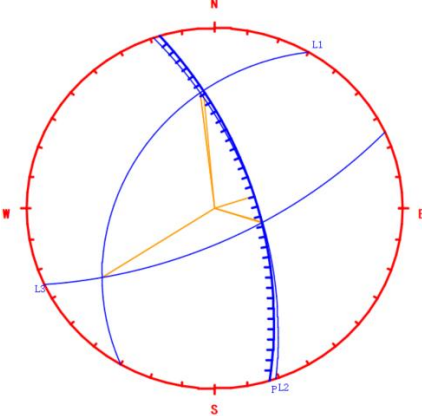
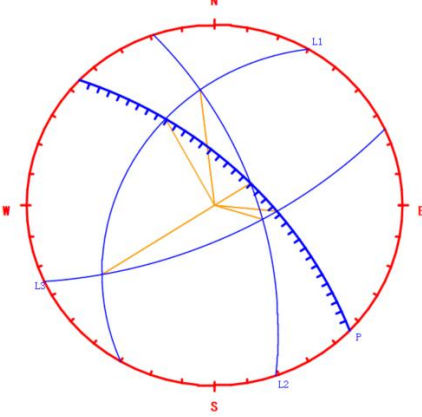
边坡	边坡产状	结构面编号	结构面产状	结构面极射赤平投影图																				
西北部边坡 YP1	$115^\circ \angle 65^\circ$	L1	$120^\circ \angle 37^\circ$	<thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>坡面</td> <td>115°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>构造面1</td> <td>120°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>构造面2</td> <td>281°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>构造面3</td> <td>335°</td> <td>69°</td> </tr> </tbody>	编号	结构面名称	倾向	倾角	F	坡面	115°	65°	L1	构造面1	120°	37°	L2	构造面2	281°	65°	L3	构造面3	335°	69°
		编号	结构面名称		倾向	倾角																		
		F	坡面		115°	65°																		
L1	构造面1	120°	37°																					
L2	构造面2	281°	65°																					
L3	构造面3	335°	69°																					

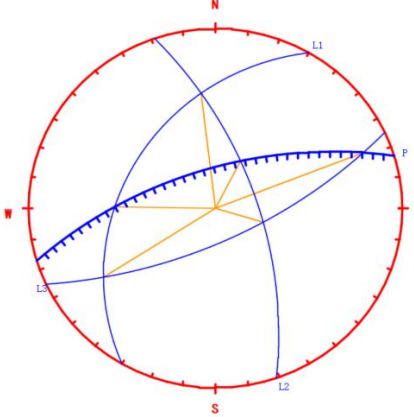
 A second legend table shows intersection lines:

组合交线线	倾向	倾角
F-L1	232°	6°
F-L2	198°	15°
F-L3	47°	39°
L1-L2	196°	10°
L1-L3	57°	19°
L2-L3	297°	64°

稳定性评价			L1-L3 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。	
东部边坡 YP2	$235^\circ \angle 65^\circ$	L1	$120^\circ \angle 37^\circ$	
L2	$281^\circ \angle 65^\circ$			
L3	$335^\circ \angle 69^\circ$			
稳定性评价			L1-L2 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。	

边坡	边坡产状	结构面编号	结构面产状	结构面极射赤平投影图																																																									
南 东 部 边 坡 YP3	305° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" data-bbox="1252 302 1396 380"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>坡面</td> <td>305°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>构造面1</td> <td>120°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>构造面2</td> <td>281°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>构造面3</td> <td>335°</td> <td>69°</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1252 459 1396 571"> <thead> <tr> <th>组合交线线</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>34°</td> <td>3°</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>293°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>300°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>196°</td> <td>10°</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57°</td> <td>19°</td> </tr> <tr> <td>L2-L3</td> <td>297°</td> <td>64°</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	F	坡面	305°	65°	L1	构造面1	120°	37°	L2	构造面2	281°	65°	L3	构造面3	335°	69°	组合交线线	倾向	倾角	F-L1	34°	3°	F-L2	293°	65°	F-L3	300°	65°	L1-L2	196°	10°	L1-L3	57°	19°	L2-L3	297°	64°																
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																																							
		F	坡面		305°	65°																																																							
	L1	构造面1	120°	37°																																																									
L2	构造面2	281°	65°																																																										
L3	构造面3	335°	69°																																																										
组合交线线	倾向	倾角																																																											
F-L1	34°	3°																																																											
F-L2	293°	65°																																																											
F-L3	300°	65°																																																											
L1-L2	196°	10°																																																											
L1-L3	57°	19°																																																											
L2-L3	297°	64°																																																											
L2	281° ∠65°	稳定性评价	L2-L3 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																																										
L3	335° ∠69°																																																												
稳定性评价				L2-L3 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																																									
南 部 边 坡 YP4	350° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" data-bbox="1252 840 1396 918"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>坡面</td> <td>350°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>构造面1</td> <td>120°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>构造面2</td> <td>281°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>构造面3</td> <td>335°</td> <td>69°</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>层面</td> <td>235°</td> <td>30°</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1252 996 1396 1108"> <thead> <tr> <th>组合交线线</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>68°</td> <td>25°</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>316°</td> <td>60°</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>19°</td> <td>62°</td> </tr> <tr> <td>F-B</td> <td>272°</td> <td>25°</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>196°</td> <td>10°</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57°</td> <td>19°</td> </tr> <tr> <td>L1-B</td> <td>182°</td> <td>19°</td> </tr> <tr> <td>L2-B</td> <td>297°</td> <td>64°</td> </tr> <tr> <td>L2-B</td> <td>204°</td> <td>26°</td> </tr> <tr> <td>L3-B</td> <td>257°</td> <td>28°</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	F	坡面	350°	65°	L1	构造面1	120°	37°	L2	构造面2	281°	65°	L3	构造面3	335°	69°	B	层面	235°	30°	组合交线线	倾向	倾角	F-L1	68°	25°	F-L2	316°	60°	F-L3	19°	62°	F-B	272°	25°	L1-L2	196°	10°	L1-L3	57°	19°	L1-B	182°	19°	L2-B	297°	64°	L2-B	204°	26°	L3-B	257°	28°
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																																							
		F	坡面		350°	65°																																																							
	L1	构造面1	120°	37°																																																									
L2	构造面2	281°	65°																																																										
L3	构造面3	335°	69°																																																										
B	层面	235°	30°																																																										
组合交线线	倾向	倾角																																																											
F-L1	68°	25°																																																											
F-L2	316°	60°																																																											
F-L3	19°	62°																																																											
F-B	272°	25°																																																											
L1-L2	196°	10°																																																											
L1-L3	57°	19°																																																											
L1-B	182°	19°																																																											
L2-B	297°	64°																																																											
L2-B	204°	26°																																																											
L3-B	257°	28°																																																											
L2	281° ∠65°	稳定性评价	较不稳定																																																										
L3	335° ∠69°																																																												
稳定性评价				较不稳定																																																									
西 部 边 坡 YP5	60° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" data-bbox="1252 1355 1396 1433"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>坡面</td> <td>60°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>构造面1</td> <td>120°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>构造面2</td> <td>281°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>构造面3</td> <td>335°</td> <td>69°</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1252 1512 1396 1624"> <thead> <tr> <th>组合交线线</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>130°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>351°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>24°</td> <td>60°</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>196°</td> <td>10°</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57°</td> <td>19°</td> </tr> <tr> <td>L2-L3</td> <td>297°</td> <td>64°</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	F	坡面	60°	65°	L1	构造面1	120°	37°	L2	构造面2	281°	65°	L3	构造面3	335°	69°	组合交线线	倾向	倾角	F-L1	130°	37°	F-L2	351°	37°	F-L3	24°	60°	L1-L2	196°	10°	L1-L3	57°	19°	L2-L3	297°	64°																
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																																							
		F	坡面		60°	65°																																																							
	L1	构造面1	120°	37°																																																									
L2	构造面2	281°	65°																																																										
L3	构造面3	335°	69°																																																										
组合交线线	倾向	倾角																																																											
F-L1	130°	37°																																																											
F-L2	351°	37°																																																											
F-L3	24°	60°																																																											
L1-L2	196°	10°																																																											
L1-L3	57°	19°																																																											
L2-L3	297°	64°																																																											
L2	281° ∠65°	稳定性评价	L1-L3 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																																										
L3	335° ∠69°																																																												
稳定性评价				L1-L3 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																																									

边坡	边坡产状	结构面编号	结构面产状	结构面极射赤平投影图																																									
矿山道路 YP6	221° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>人工边坡</td> <td>221</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>裂隙</td> <td>120</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>裂隙</td> <td>251</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>裂隙</td> <td>335</td> <td>69</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>组合交线名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>149</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>236</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>274</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>173</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>L2-L3</td> <td>287</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	P	人工边坡	221	65	L1	裂隙	120	37	L2	裂隙	251	65	L3	裂隙	335	69	组合交线名称	倾向	倾角	F-L1	149	33	F-L2	236	64	F-L3	274	52	L1-L2	173	24	L1-L3	57	19	L2-L3	287	60
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																							
		P	人工边坡		221	65																																							
L1	裂隙	120	37																																										
L2	裂隙	251	65																																										
L3	裂隙	335	69																																										
组合交线名称	倾向	倾角																																											
F-L1	149	33																																											
F-L2	236	64																																											
F-L3	274	52																																											
L1-L2	173	24																																											
L1-L3	57	19																																											
L2-L3	287	60																																											
稳定性评价			L1-L2 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																										
矿山道路 YP7	253° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>人工边坡</td> <td>253</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>裂隙</td> <td>120</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>裂隙</td> <td>251</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>裂隙</td> <td>335</td> <td>69</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>组合交线名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>175</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>252</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>288</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>173</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>L2-L3</td> <td>287</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	P	人工边坡	253	65	L1	裂隙	120	37	L2	裂隙	251	65	L3	裂隙	335	69	组合交线名称	倾向	倾角	F-L1	175	24	F-L2	252	65	F-L3	288	60	L1-L2	173	24	L1-L3	57	19	L2-L3	287	60
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																							
		P	人工边坡		253	65																																							
L1	裂隙	120	37																																										
L2	裂隙	251	65																																										
L3	裂隙	335	69																																										
组合交线名称	倾向	倾角																																											
F-L1	175	24																																											
F-L2	252	65																																											
F-L3	288	60																																											
L1-L2	173	24																																											
L1-L3	57	19																																											
L2-L3	287	60																																											
稳定性评价			L1-L2、L2-L3 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																										
矿山道路 YP8	224° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>人工边坡</td> <td>224</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>裂隙</td> <td>120</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>裂隙</td> <td>251</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>裂隙</td> <td>335</td> <td>69</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>组合交线名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>151</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>238</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>276</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>173</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>L2-L3</td> <td>287</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	P	人工边坡	224	65	L1	裂隙	120	37	L2	裂隙	251	65	L3	裂隙	335	69	组合交线名称	倾向	倾角	F-L1	151	33	F-L2	238	64	F-L3	276	53	L1-L2	173	24	L1-L3	57	19	L2-L3	287	60
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																							
		P	人工边坡		224	65																																							
L1	裂隙	120	37																																										
L2	裂隙	251	65																																										
L3	裂隙	335	69																																										
组合交线名称	倾向	倾角																																											
F-L1	151	33																																											
F-L2	238	64																																											
F-L3	276	53																																											
L1-L2	173	24																																											
L1-L3	57	19																																											
L2-L3	287	60																																											
稳定性评价			L1-L2 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																										

边坡	边坡产状	结构面编号	结构面产状	结构面极射赤平投影图																																									
矿山道路YP9	163° ∠65°	L1	120° ∠37°	 <table border="1" data-bbox="1252 280 1396 369"> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>结构面名称</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>人工边坡</td> <td>163°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>裂隙</td> <td>120°</td> <td>37°</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>裂隙</td> <td>281°</td> <td>65°</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>裂隙</td> <td>335°</td> <td>69°</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1252 448 1396 560"> <thead> <tr> <th>组合交线线</th> <th>倾向</th> <th>倾角</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F-L1</td> <td>91°</td> <td>33°</td> </tr> <tr> <td>F-L2</td> <td>207°</td> <td>57°</td> </tr> <tr> <td>F-L3</td> <td>249°</td> <td>9°</td> </tr> <tr> <td>L1-L2</td> <td>173°</td> <td>24°</td> </tr> <tr> <td>L1-L3</td> <td>57°</td> <td>19°</td> </tr> <tr> <td>L2-L3</td> <td>287°</td> <td>60°</td> </tr> </tbody> </table>	编号	结构面名称	倾向	倾角	P	人工边坡	163°	65°	L1	裂隙	120°	37°	L2	裂隙	281°	65°	L3	裂隙	335°	69°	组合交线线	倾向	倾角	F-L1	91°	33°	F-L2	207°	57°	F-L3	249°	9°	L1-L2	173°	24°	L1-L3	57°	19°	L2-L3	287°	60°
		编号	结构面名称		倾向	倾角																																							
		P	人工边坡		163°	65°																																							
L1	裂隙	120°	37°																																										
L2	裂隙	281°	65°																																										
L3	裂隙	335°	69°																																										
组合交线线	倾向	倾角																																											
F-L1	91°	33°																																											
F-L2	207°	57°																																											
F-L3	249°	9°																																											
L1-L2	173°	24°																																											
L1-L3	57°	19°																																											
L2-L3	287°	60°																																											
稳定性评价			L1-L2 结构面组合交线与边坡面倾向相近,可能为不稳定结构。																																										

据表 3-5 分析表明,露天采场中除矿区南东部以外,其余方向岩质边坡在各个方位均有结构面的组合交线与边坡面倾向相同,易产生崩落或掉块,露天采场岩质边坡崩塌/滑坡发育程度强。露天采场岩质边坡危害对象为边坡下方采矿人员、设备、车辆等,受威胁人数>10~<100 人,潜在经济损失≥500 万元,根据《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,2023 年 1 月)地质灾害危害程度分级表,露天采场岩质边坡崩塌/滑坡危害程度为大。**根据地质灾害危险性分级表,露天采场岩质边坡崩塌/滑坡危险性大。**

矿区内部矿山道路岩质边坡在各个方位均有结构面的组合交线与边坡面倾向相同,易产生崩落或掉块,矿区内部矿山道路岩质边坡崩塌/滑坡发育程度强。矿区内部矿山道路岩质边坡危害对象为边坡下方采矿人员、设备、车辆等,受威胁人数>10~<100 人,潜在经济损失≥500 万元,根据《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,2023 年 1 月)地质灾害危害程度分级表,矿区内部矿山道路岩质边坡崩塌/滑坡危害程度为大。**根据地质灾害危险性分级表,矿区内部矿山道路岩质边坡崩塌/滑坡危险性大。**

矿山在采矿时需严格按照《矿山开发利用方案》所设计的边坡高度及边坡角进行开采,并留设安全平台及清扫平台等。同时按安全生产有关规定,露天开采应按安全坡角放坡,严格要求控制台阶的高度、宽度和台阶坡面角。应注意爆破后及时清除陡坡上的危石,注意预防地表径流对浅部松散岩组边坡的冲刷破坏。矿山企业在开发过程中应该合理布置采剥顺序,选择合理的场地对剥离层进行规范堆放,防止水土流失及崩塌、

滑坡、泥石流等地质灾害和环境地质问题。

(2) 采矿活动可能引发泥石流预测评估

根据《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，2023年1月）中泥石流发育程度评估要素表，对排土场1、排土场2、覆盖层中转场以及复垦用土临时堆场进行泥石流预测评估。

表 3-6 泥石流沟易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分							
		强发育 (A)	得分	中等发育 (B)	得分	弱发育 (C)	得分	不发育 (D)	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失(自然和人为活动的) 严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重。多层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比(%)	≥ 60	16	$30 \leq \sim < 60$	12	$10 \leq \sim < 30$	8	< 10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞，主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化，仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏	7	主河无河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵比降(%)	≥ 21.3	12	$21.3 \leq \sim < 10.5$	9	$5.2 \leq \sim < 10.5$	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	$10 \leq \sim < 30$	7	$30 \leq \sim < 60$	5	≥ 60	1
7	河沟近期一次变幅(m)	≥ 2.0	8	$1.0 \leq \sim < 2.0$	6	$0.2 \leq \sim < 1.0$	4	< 0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	≥ 10	6	$5 \leq \sim < 10$	5	$1 \leq \sim < 5$	4	< 1	1
10	沟岸山坡坡度($^\circ$)	≥ 32	6	$25 \leq \sim < 32$	5	$15 \leq \sim < 25$	4	< 15	1

序号	影响因素	量级划分							
		强发育 (A)	得分	中等发育 (B)	得分	弱发育 (C)	得分	不发育 (D)	得分
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、谷中谷、U型谷	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)	≥ 10	5	$5 \leq \sim < 10$	4	$1 \leq \sim < 10$	3	< 1	1
13	流域面积(km ²)	$0.2 \leq \sim < 5$	5	$5 \leq \sim < 10$	4	$< 0.2,$ $10 \leq \sim < 100$	3	≥ 100	1
14	流域相对高差(m)	≥ 500	4	$300 \leq \sim < 500$	3	$100 \leq \sim < 300$	2	< 100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
评判等级标准		综合得分		116~130		87~115		<86	
		发育程度等级		强发育		中等发育		弱发育	

表 3-7 泥石流沟易发程度数量化评分结果表

序号	排土场 1 泥石流 (NSL1) 得分	排土场 2 泥石流 (NSL2) 得分	覆盖层中转场 泥石流 (NSL3) 得分	复垦用土临时堆场 泥石流 (NSL4) 得分
1	1	12	1	1
2	16	16	16	16
3	1	1	1	1
4	12	12	6	1
5	1	1	1	1
6	1	1	9	9
7	1	6	1	1
8	6	6	5	6
9	5	6	4	5
10	4	4	4	4
11	4	4	4	4
12	5	5	3	5
13	3	3	3	3
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
综合得分	62	79	60	59
发育程度等级	弱发育	弱发育	弱发育	弱发育

排土场 1 泥石流 (NSL1) 发育程度为弱发育, 危害对象为北东侧下方养殖鱼塘以及南西侧采场工作人员, 受威胁人数 $>10\sim<100$ 人, 潜在经济损失 ≥ 500 万元, 按照地质灾害危害程度分级表及地质灾害危险性分级表, 排土场 1 泥石流危害程度为中等。**根据地质灾害危险性分级表, 排土场 1 泥石流危险性为中等。**

排土场 2 泥石流 (NSL2) 发育程度为弱发育, 危害对象为下方矿坑凹陷开采时的作业人员、开采机械以及车辆等, 受威胁人数 $>10\sim<100$ 人, 潜在经济损失 ≥ 500 万元, 按照地质灾害危害程度分级表及地质灾害危险性分级表, 排土场 2 泥石流危害程度为大。**根据地质灾害危险性分级表, 排土场 2 泥石流危险性为中等。**

覆盖层中转场泥石流 (NSL3) 发育程度为弱发育, 危害对象为矿区作业人员以及生产设备, 受威胁人数 $>10\sim<100$ 人, 潜在经济损失 ≥ 500 万元, 按照地质灾害危害程度分级表及地质灾害危险性分级表, 覆盖层中转场泥石流危害程度为中等。**根据地质灾害危险性分级表, 覆盖层中转场泥石流危险性为中等。**

复垦用土临时堆场泥石流 (NSL4) 发育程度为弱发育, 危害对象为原始沟谷、下游鱼塘和沟渠, 受威胁人数 ≤ 10 人, 潜在经济损失 ≤ 100 万元, 按照地质灾害危害程度分级表及地质灾害危险性分级表, 复垦用土临时堆场泥石流危害程度为小。**根据地质灾害危险性分级表, 复垦用土临时堆场泥石流危险性为小。**

(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

(1) 对含水层结构破坏现状评估

矿区位于地下水补给—径流区, 地下水类型有松散岩类孔隙水、块状岩类裂隙水、层状岩类裂隙水, 以块状岩类裂隙水为主, 属裂隙水充水为主的矿床。经现场调查, 结合收集的资料分析, 本矿区主要位于富水性贫乏的块状岩类裂隙型含水体的水文地质单元之中, 外围地下水对矿区地下水补给差。

矿区历经多年开采, 形成 2 个凹陷采坑, 底部由大气降水汇聚形成水塘。采坑 1 由建超、鸿发和恒运开挖形成, 水塘塘面面积约 104000 m^2 , 坑底最低标高 -34.4 m , 位于建超石场底部, 大部分坑底标高为 -20 m , 水位标高 -16.7 m , 水深约 3.3 m ; 采坑 2 为建良石场开挖形成, 水塘塘面面积约 16000 m^2 , 坑底最低标高 22.0 m , 大部分坑底标高为 $22.0\sim 26.0\text{ m}$, 水位标高 43.0 m , 水深约 20 m 。矿区周围未见明显的地表水体漏失, 含水层水位下降幅度小, 未造成地下水资源枯竭、区域水均衡破坏等情况, 但采场汇水面积大, 凹陷采坑自然排水条件不利, 开采矿体位于当地最低侵蚀基准面 ($+10\text{ m}$) 以下, 故

现状采坑 1、采坑 2 对含水层结构的影响和破坏较严重。

破碎站 1、破碎站 2 以及排土场运输道路整体挖损范围较小，未见对矿区及周围主要含水层造成明显的影响和破坏。场地位于当地最低侵蚀基准面（+10 m）以上，自然排水条件较好，故破碎站 1、破碎站 2 以及排土场运输道路对含水层结构的影响和破坏较轻。

堆土区 1、堆土区 2、排土场 1 和排土场 2 由多年采矿活动开挖的覆盖层堆放形成，形成时间较长，根据现场调查及收集资料，未见矿区及周围主要含水层造成明显的影响和破坏。堆土区 1、堆土区 2 和排土场 1 场地位于当地最低侵蚀基准面（+10 m）以上，自然排水条件较好。排土场 2 东侧台阶位于当地最低侵蚀基准面（+10 m）以下，排水主要自西向东汇聚至采坑 1，排水条件较好。因此，现状堆土区 1、堆土区 2、排土场 1 和排土场 2 对含水层结构的影响和破坏较轻。

综合服务区内未破坏地下水含水层结构，未见对周围含水层造成影响和破坏，因此，对含水层结构的影响和破坏较轻。

2、矿区含水层破坏预测

(1) 对含水层结构影响预测评估

矿区位于地下水补给—径流区，地下水类型有松散岩类孔隙水、块状岩类裂隙水、层状岩类裂隙水，以块状岩类裂隙水为主，属裂隙水充水为主的矿床。经现场调查，结合收集的资料分析，本矿区主要位于富水性贫乏的块状岩类裂隙型含水体的水文地质单元之中，外围地下水对矿区地下水补给差。

按照矿山的开采方式和地下水赋存特点，矿山开采对地下水结构影响范围为整个的露天采场，随着矿山的采剥，露天采场内地下水含水层作为矿区的矿体/覆盖层在矿山生产中被开采，难以恢复。根据矿山开采终止情况，采场+30 m 水平以上标高形成山坡露天采场，山坡露天采场自然排水条件较好，不需要机械排水。+30 m~-60 m 标高形成凹陷露天采场，凹陷露天采场汇水不能自流排出场外，必须采用水泵对采场内的矿坑水进行抽取外排，自然排水条件较差。且开挖形成的采坑面积较大，对矿区的地下水结构影响较严重。

破碎加工场地和矿山道路将在基建期场地平整时挖损土地，局部破坏地下水含水层结构，但场地汇水面积小，自然排水条件好，位于当地最低侵蚀基准面（+10 m）以上，因此对预测破碎加工场地和矿山道路区域建设对含水层结构影响较轻。

根据《开发利用方案》设计，覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区不会开挖损毁地下水含水层结构，场地的汇水面积小，自然排水条件好，位于当地最低侵蚀

基准面（+10 m）以上，因此，预测覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区对含水层结构影响较轻。

（2）对地下水水位影响预测评估

矿山开采方式为露天开采，地下水位下降主要发生在采坑范围内。区内第四系含水层富水性弱，下伏基岩透水性差，总体可视为相对隔水层，不会导致矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降或呈疏干状态，矿体本身无富水构造。因此，预测露天采场采矿活动对区域地下水水位影响较轻。

破碎加工场地和矿山道路将在基建期场地平整时挖损土地，场地标高位于当地最低侵蚀基准面（+10 m）以上，不会导致周围地下水水位大幅下降或呈疏干状态，因此，预测破碎加工场地和矿山道路对区域地下水水位影响较轻。

根据《开发利用方案》设计，覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区不会开挖损毁地下水含水层结构，且场地标高位于当地最低侵蚀基准面（+10 m）以上，因此，预测覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区对地下水水位影响较轻。

综上所述：现状条件评估区内，历年的生产开采活动已对含水层成扰动和影响，现状矿山采坑 1、采坑 2 对含水层结构影响较严重，对区域地下水水位影响较轻；其它区域对含水层结构影响较轻，对区域地下水水位影响较轻。预测在未来采矿活动过程中，露天采场开采对地下水结构影响较严重，对区域地下水水位影响较轻；其它区域对含水层结构影响较轻，对区域地下水水位影响较轻。

（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、自然景观破坏评估

（1）自然景观现状破坏评估

现状采坑 1、采坑 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路覆盖层已剥离，植被已破坏，原有地形标高降低，形成多处人工边坡，造成岩土体裸露地表，与周边的植被发育的地形地貌景观形成较大视觉反差，对原生的地形地貌景观破坏程度大，恢复治理难度大，对自然景观的破坏严重。

排土场 1、排土场 2、堆土区 1、堆土区 2 和综合服务区原生植被已破坏，占地类型主要为压占，对原生的地形地貌景观破坏程度较大，恢复治理难度较大，对自然景观的破坏较严重。

因此，现状评估矿区整体对自然景观的破坏严重。

(2) 自然景观预测破坏评估

预测矿山开采活动对自然景观的破坏范围主要为露天采场、破碎加工场地、矿山道路、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区范围。

在未来的采矿活动过程中，露天采场形成的人工边坡多，边坡陡，造成岩土体裸露地表，与周边的植被发育的地形地貌景观形成较大视觉反差，对原生的自然景观破坏程度大，预测矿山露天采场区域开采对自然景观的破坏严重。

基建期，在破碎加工场地和矿山道路的场地建设过程中，将开挖形成人工边坡，对原生的地形地貌景观破坏程度较大，预测破碎加工场地和矿山道路建设对自然景观的破坏较严重。

覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区，在未来采矿活动期间，压占土地，对原生的地形地貌景观破坏程度较大，恢复治理难度较大，对自然景观的破坏较严重。

因此，预测矿山开采活动整体对自然景观的破坏严重。

2、对建筑物、工程设施和自然保护区影响评估

建筑物：评估区内未见分布重大建筑物。

工程设施：评估区内，矿区南东部边界与高压线距离约 105 m 处，有 220 kv 镜鹤甲线高压线和 220 kv 镜鹤乙线高压线；矿区南西部边界与高压线距离约 220 m 处，有 500 kv 江西乙线高压线。根据《开发利用方案》设计，设置与高压线距离不足 300 m 的范围为松动爆破范围。因此采矿活动对高压线的影响较轻。

自然保护区：评估区内，矿区 4~5 号拐点北侧约 50 m 处，以及破碎加工场地北西侧约 120 m 处、东侧约 50 m 处分布有基本农田。但矿区生产开采活动区域并未占用各类自然保护区，因此，采矿活动对自然保护区的影响较轻。

矿区远离城市、人文景观和风景旅游区，矿山采矿活动对人文景观、地质遗迹、城市周围等地形地貌景观造成影响和破坏不明显。

因此，预测评估采矿活动对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

3、对人居环境影响评估

(1) 对人居环境现状影响评估

矿区位于丘陵区，矿区附近 300 m 无村庄分布。但在办公生活区北西侧约 150 m 处，为小坑村，居住人口近 41 户，165 人。办公生活区北东侧约 100 m 处，为黄岗岭，居住人口近 72 户，230 人。矿区 3-4 号拐点的北东侧约 320 m 处，为水石村，居住人口近 63

户，200人。经调查，现状矿区为新立矿山，未进行采矿活动，历年开采对周边村庄的人居环境影响较轻。

(2) 对人居环境预测影响评估

矿山开采过程中凿岩爆破、铲装卸载、破碎加工及汽车运输将产生一定的粉尘、噪音等。小坑村、黄岗岭距离破碎加工场地最近处分别约为60m、150m，且矿区进出道路将从小坑村东侧经过，粉尘、噪音等对人居环境影响较严重。

建议采用喷雾洒水、清洗运输车辆等措施进行抑尘，定期检测粉尘浓度，降低扬尘对人居环境的影响。采用保持运输道路的路况良好，使用低噪声、低振动或备有降噪减振设置的机械等措施，控制噪音对人居环境的影响。

整体预测评估矿山开采对人居环境影响较严重。

综上所述，预测评估采矿活动整体对地形地貌景观影响严重。

(五) 矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区地表水影响评估

(1) 矿区地表水现状评估

根据《储量核实报告》，2023年2月于采坑1进行地表水取样检测分析，按《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）进行评价，结果如下：

表 3-8 地表水水质评价分析结果表

项目 (mg/L)	TY-地表水	
	检测结果	评价结果
pH 值 (无量纲)	7.76	/
氨氮 (NH ₄ ⁺)	0.05	I类 (≤0.15)
氟化物 (F ⁻)	2.40	超出V类标准限值
镉 (Cd)	0.001L	I类 (≤0.001)
汞 (Hg)	0.00006	III类 (≤0.0001)
砷 (As)	0.0003	I类 (≤0.05)
铅 (Pb)	0.010L	I类 (≤0.01)
六价铬 (Cr ₆ ⁺)	0.004L	I类 (≤0.01)
铜 (Cu)	0.006L	I类 (≤0.01)
锌 (Zn)	0.009L	I类 (≤0.05)

注：结果含“L”表示低于该方法检出限。

经评价，TY-地表水中氟化物（以F⁻计）>1.5mg/L，超出V类标准限值，建议后续

在采矿过程中，加强地表水水质监测。

矿区为新立矿山，旧矿山在 2022 年已闭坑，现状未进行生产开采活动，因此评估现状对地表水影响较轻。

(2) 矿区地表水预测评估

矿山开采矿体为建筑用花岗岩，矿石不存在金属蚀变，矿石及废弃物不易分解出有害组分，矿坑排水等废水不含有毒有害物质，经合理处理后可达到排放标准，不会对地表水水质造成破坏和污染。

预测矿山开采对地表水的影响较轻。

2、矿区地下水影响评估

(1) 矿区地下水现状评估

根据《储量核实报告》，2023 年 2 月于破碎站 1 东侧进行地下水取样检测分析。本次调查过程中，在矿区 1 号拐点北侧约 920 m 处进行了地下水取样检测分析。根据两次检测结果，按《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）进行评价，结果如下：

表 3-9 地下水水质评价分析结果表

项目 (mg/L)	TY-地下水		PLS1	
	检测结果	评价结果	检测结果	评价结果
pH 值 (无量纲)	6.32	IV类	5.75	IV类
总硬度 (以 CaCO ₃ 计)	38.72	I类	10.61	I类
溶解性总固体	102.00	I类	67.00	I类
锰 (Mn)	0.021	I类	0.014	I类
铜 (Cu)	0.006L	I类	0.006L	I类
锌 (Zn)	0.009L	I类	0.009L	I类
铝 (Al)	0.022	II类	0.036	II类
耗氧量(以 O ₂ 计)	0.8	I类	0.7	I类
汞 (Hg)	0.00004L	I类	0.00011	III类
砷 (As)	0.0003L	I类	0.0003L	I类
镉 (Cd)	0.001L	II类	0.001L	II类
铬 (Cr)	0.004L	I类	0.004L	I类
铅 (Pb)	0.010L	II类	0.010L	II类
氟化物	0.32	I类	0.20	I类
注：结果含“L”表示低于该方法检出限。				

现状矿山及周边地下水水质达IV类水标准，适用于农业和部分工业用水。

因此，评估现状矿山对地下水影响较轻。

(2) 矿区地下水预测评估

矿山开采矿体为建筑用花岗岩矿，矿石不存在金属蚀变，矿石及废弃物不易分解出有害组分，矿坑排水等废水不含有毒有害物质，经过沉砂池合理处理后可达到排放标准。根据《开发利用方案》，矿山境界内所有汇水必须经沉淀池澄清，并经过检测达标后，再向外排放。矿山工业生活区生产和生活污水必须经过处理并检测达到排放标准后方可外排。

因此，预测矿山开采对地下水水质影响较轻。

3、矿区土壤影响评估

(1) 矿区土壤现状评估

在本次调查过程中，分别于排土场 2 (PLT1)、破碎站 1 (PLT2)、排土场 1 (PLT3)、综合服务区 (PLT4) 和采坑 2 东侧 (PLT5) 进行了土壤取样检测分析。根据检测结果，按《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准 (试行)》(GB 15618-2018) 进行评价，结果如下：

表 3-10 土壤质量评价分析结果表

项目 (mg/L)	PLT1		PLT2		PLT3		PLT4		PLT5	
	检测结果	评价结果	检测结果	评价结果	检测结果	评价结果	检测结果	评价结果	检测结果	评价结果
pH (无量纲)	4.77	≤5.5	5.20	≤5.5	5.09	≤5.5	5.12	≤5.5	5.21	≤5.5
镉 (Cd)	0.15	≤0.3	0.08	≤0.3	0.10	≤0.3	0.15	≤0.3	0.07L	≤0.3
汞 (Hg)	0.058	≤1.3	0.077	≤1.3	0.039	≤1.3	0.064	≤1.3	0.044	≤1.3
砷 (As)	12.7	≤40	32.2	≤40	17.5	≤40	29.6	≤40	72.9	> 40 (超标)
铅 (Pb)	72.2	≤70	44.9	≤70	91.9	> 70 (超标)	58.4	≤70	71.6	> 70 (超标)
铬 (Cr)	22.5	≤150	35.5	≤150	27.0	≤150	53.1	≤150	54.9	≤150
铜 (Cu)	11.8	≤50	11.2	≤50	12.7	≤50	25.2	≤50	19.8	≤50
镍 (Ni)	62.4	≤60	25.0	≤60	49.6	≤60	60.8	> 60 (超标)	30.0	≤60
锌 (Zn)	11.8	≤200	11.2	≤200	12.0	≤200	16.6	≤200	15.0	≤200

注：结果含“L”表示低于该方法检出限。

土壤 (PLT1)、土壤 (PLT2) 检测结果显示 pH≤5.5，在此范围内，各基本项目均低于农用地土壤污染风险筛选值，对土壤生态环境的风险低。

土壤 (PLT3) 检测结果显示，铅 (Pb) 含量 > 70 mg/L，超出农用地土壤污染风险筛

选值。土壤（PLT4）检测结果显示，镍（Ni）含量 $> 60 \text{ mg/L}$ ，超出农用地土壤污染风险筛选值。土壤（PLT5）的取样位置位于现状损毁土地外，为原状土，未受人类工程活动的影响，检测结果显示，砷（As）含量 $> 40 \text{ mg/L}$ ，铅（Pb）含量 $> 70 \text{ mg/L}$ ，超出农用地土壤污染风险筛选值。建议在后续矿山开采活动过程中，加强土壤质量检测。

矿区为新立矿山，旧矿山在 2022 年已闭坑，现状未进行生产开采活动。因此，评估现状对土壤影响较轻。



图 3-6 水土取样点位置示意图

(2) 矿区土壤预测评估

矿山开采矿体为建筑用花岗岩矿，生产方式为机械破碎，矿石不存在金属蚀变，矿石及废弃物不易分解出有害组分，矿坑排水等废水不含有毒有害物质，经过沉砂池合理处理后可达到排放标准。根据《开发利用方案》，矿山境界内所有汇水必须经沉淀池澄清，并经过检测达标后，再向外排放，矿山工业生活区生产和生活污水必须经过处理并检测达到排放标准后方可外排，基本上不会对附近土壤环境造成污染。

因此，预测矿山开采对矿区土壤影响较轻。

三、土地损毁预测与评估

(一) 土地损毁环节与时序

1、损毁环节

矿山开采对土地损毁的环节主要有：

(1) 基建期：在进行破碎加工场地和矿山道路建设时，挖损、压占土地；进行办公生活区建设时，压占土地；露天采场进行采矿活动时，挖损土地；剥离表土，堆放至覆盖层中转场及复垦用土临时堆场，压占土地。

(2) 开采期，露天采场挖损损毁土地；破碎加工场地、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区压占土地；

(3) 治理复垦期，矿山开采不再损毁土地。

2、损毁时序

矿山开采对土地损毁顺序跟矿山生产建设的步骤密切相关：

(1) 基建期，包括开拓工程、基建采剥工程、供排水工程、总图及辅助生产设施等的建设。

(2) 开采期，随着开采生产，开采深度、开采范围增大，土地损毁的范围及程度也随之变大。

(3) 在治理复垦期，土地损毁的范围将保持一定范围不变。

3、损毁类型

矿山的生产建设活动对土地损毁的类型有：

(1) 土地挖损：露天采场在基建期和生产期破坏复垦植被，开采矿体，挖损土地。

(2) 土地压占：破碎加工场地、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场和办公生活区在

在基建期和生产期，将堆放剥离层、矿石产品或进行砌体建设等，压占土地。

表 3-11 矿区土地损毁类型及时序一览表

序号	单元区	面积 (hm ²)	损毁类型	损毁时序
1	露天采场	55.7239	挖损	基建期、开采期
2	破碎加工场地	10.3392	挖损、压占	基建期、开采期
3	覆盖层中转场	2.7271	压占	基建期、开采期
4	复垦用土临时堆场	1.0450	压占	基建期、开采期
5	办公生活区	0.2562	压占	基建期、开采期
6	矿山道路	0.6774	挖损、压占	基建期、开采期
合计		70.7688		

(二) 已损毁各类土地现状

1、已损毁土地现状

矿山经过历年的采矿活动，现已形成了采坑 1、采坑 2、破碎站 1、破碎站 2、堆土区 1、堆土区 2、排土场 1、排土场 2、排土场运输道路和综合服务区等，现状已损毁土地面积共计 48.9770 hm²。对各个用地单元叙述如下：

(1) 综合服务区

综合服务区位于矿区红线 1 号拐点北西侧直距约 200 m 处，现状主要由一些建（构）筑物组成，损毁土地方式为压占损毁。占地面积 0.5570 hm²，破坏土地类型为乔木林地、其他草地、公路用地、村庄和采矿用地。

(2) 破碎站 1

破碎站 1 位于矿区红线 1-10 号拐点北西侧+30 m 平台处，为旧矿生产开采过程中人工开挖形成，场地内主要有生产破碎设备，损毁土地方式为挖损、压占。场地占地面积 4.1033 hm²，破坏土地类型为乔木林地、其他林地、其他草地、公路用地和采矿用地。

(3) 破碎站 2

破碎站 2 位于矿区红线 3 号拐点+50 m 平台处，紧邻采坑 1，为旧矿生产开采过程中人工开挖形成，场地内主要有生产破碎设备，损毁土地方式为挖损、压占。场地占地面积 2.8029 hm²，破坏土地类型为乔木林地、竹林地、其他林地、其他草地和采矿用地。

(4) 堆土区 1

堆土区 1 位于矿区红线 2 号拐点南西侧，损毁土地方式为压占。场地占地面积 0.6481hm²，破坏土地类型为乔木林地、其他草地、公路用地和采矿用地。

(5) 堆土区 2

堆土区 2 位于矿区红线 9 号拐点北侧，紧邻采坑 1 南侧，损毁土地方式为压占。场地占地面积 3.8559 hm²，破坏土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、裸土地和采矿用地。

(6) 排土场 1

排土场 1 位于采坑 2 北部，为旧矿生产开采过程中堆放剥离矿体覆盖土层形成，损毁土地方式为压占。场地占地面积 1.2940 hm²，破坏土地类型为乔木林地、竹林地、灌木林地、其他草地和采矿用地。

(7) 排土场 2

排土场 2 位于采坑 1 西部，为旧矿生产开采过程中堆放剥离矿体覆盖土层形成，损毁土地方式为压占。场地占地面积 3.2211 hm²，破坏土地类型为乔木林地、其他草地和采矿用地。

(8) 排土场运输道路

排土场运输道路区域位于排土场 2 南侧，堆土区 2 北西侧，为前期矿区将覆盖层运输至排土场 2 时开挖形成，损毁土地方式为挖损。场地占地面积 2.2484 hm²，破坏土地类型为乔木林地、其他林地、其他草地、裸土地和采矿用地。

(9) 采坑 1

采坑 1 位于矿区红线内北西侧，由鹤山市桃源鸿发石场、鹤山市桃源蟠龙建超石场和恒运石业有限公司开采形成，底部由大气降雨汇聚形成水塘。经多年开采，已形成多级开挖边坡。土地损毁方式为挖损。场地占地面积 26.3535 hm²，破坏土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、坑塘水面、裸土地和采矿用地。

(10) 采坑 2

采坑 2 位于矿区红线内 4 号拐点南西侧，为建良石场的旧矿口。经多年开采，形成凹陷采坑，底部由大气降水汇聚形成水塘。土地损毁方式为压占损毁。场地占地面积 3.8928hm²，破坏土地类型为乔木林地、灌木林地和坑塘水面。

综上所述，项目区已损毁的土地包括 10 个单元，已损毁土地面积及破坏形式见下表。

表 3-12 已损毁土地面积统计表

破坏土地情况 (hm ²)	分区										总面积
	综合服务区	破碎站 1	破碎站 2	堆土区 1	堆土区 2	排土场 1	排土场 2	排土场运输道路	采坑 1	采坑 2	
乔木林地	0.0255	0.1647	0.1782	0.0043	0.5111	0.3102	0.0471	0.0993	0.1543	0.0681	1.5628
竹林地			0.0003			0.0239					0.0242
灌木林地					0.4387	0.1576			0.0212	2.0625	2.6800
其他林地		0.0959	0.0593		0.9128			0.9398	0.4534		2.4612
其他草地	0.0577	0.124	0.0858	0.4974		0.7946	1.7671	0.1513	0.5647		4.0426
公路用地	0.0913	0.1262		0.0679					0.1636		0.4490
坑塘水面									0.8612	1.7622	2.6234
裸土地					1.2644			0.099	0.3746		1.7380
村庄	0.1319										0.1319
盐田及采矿用地	0.2506	3.5925	2.4793	0.0785	0.7289	0.0077	1.4069	0.959	23.7605		33.2639
总面积	0.5570	4.1033	2.8029	0.6481	3.8559	1.2940	3.2211	2.2484	26.3535	3.8928	48.9770
土地破坏形式	压占	挖损、压占	挖损、压占	压占	压占	压占	挖损、占	挖损	挖损	挖损	/

2、土地损毁程度评估

本方案对土地损毁程度评价方法以定量分析法为主，把土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别为：轻度损毁、中度损毁、重度损毁。本方案是根据我省类似工程的土地损毁因素调查情况，参考相关学科的经验数据，采用数学算法进行评价及划分等级。具体做法是首先给每种损毁程度规定一个综合损毁评估等级指数（轻度指数1、中度指数1.3、重度指数1.5），然后将因子权重与所占分值相乘，再对比所规定的损毁程度分值，得出某损毁土地单元的损毁程度。结合本矿实际选择评价因子分别为土地类型、挖掘面积、挖掘台阶深度、挖损时长、恢复原地类难易程度等，见下表。

表 3-13 矿山土地挖损程度评价系统表

土地类型	挖损面积 (hm ²)			挖掘深度或台阶高度 (m)			挖损时长 (年)			恢复成原地类的难易程度			土地挖损综合程度		
	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度	容易	较难	难	轻度	中度	重度
01 耕地	≤0.1	0.1-1	>1	≤1	1-2	>2	≤2	2-5	>5	1	1.3	1.5	≤1.3	1.3-2	>2
02 园地															
03 林地	≤1	1-3	>3	≤2	2-5	>5	≤2	2-5	>5	1	1.3	1.5	≤1.3	1.3-2	>2
04 草地															
06 采矿用地	≤3	3-10	>10	≤10	10-20	>20	≤10	10-20	>20	1	1.3	1.5	≤1.3	1.3-2	>2
12 其他土地	≤10	10-15	>15	≤5	5-10	>10	≤5	5-10	>10	1	1.3	1.5	≤1.3	1.3-2	>2

备注：
 (1) 只要挖损基本农田、无论面积、深度多少，均属严重等级；
 (2) 挖损面积/挖损深度/挖损时长/难易程度等级指数：轻度 1.0，中度 1.3，重度 1.5；
 (3) 其他土地：空闲地、盐碱地、沙地、裸土地、裸岩石砾地；
 (4) 损毁土地恢复原地类的难易程度指数：“容易”-地势相对平坦的土地损毁，如废渣堆场、煤矸石堆场压占耕地、园地、林地、草地和其他用地，气候温湿的林草地复垦；“难”-山坡型露天采矿台阶和里面、凹坑型露天采坑、山体陡坡上的塌陷坑、土壤重金属复核污染土地等，半干旱干旱地区、缺土地地区的林地、草地复垦；“较难”介于“容易”和“难”之间的情况。
 (5) 土地挖损综合程度等级指数=挖损面积指数×挖掘深度或台阶高度指数×挖掘时长指数×恢复原地类难易程度系数。

表 3-14 矿山土地压占程度评价系统表

土地类型	压占面积 (hm ²)			压占时长 (年)			恢复成原地类的难易程度			土地压占程度综合评估指数		
	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度
01 耕地	≤0.1	0.1-1	>1	≤2	2-5	>5	1	1.3	1.5	≤1.0	1.0-3.4	>3.4
02 园地												
03 林地	≤1	1-3	>3	≤2	2-5	>5	1	1.3	1.5	≤1.0	1.0-3.4	>3.4
04 草地												
06 采矿用地	≤3	3-10	>10	≤10	10-20	>20	1	1.3	1.5	≤1.0	1.0-3.4	>3.4
12 其他土地	≤10	10-15	>15	≤5	5-10	>10	1	1.3	1.5	≤1.0	1.0-3.4	>3.4

备注：
 (1) 只要压占基本农田、无论面积多少，均属严重等级；
 (2) 压占面积/压占时长/难易程度等级指数：轻度 1.0，中度 1.3，重度 1.5；
 (3) 其他土地：空闲地、盐碱地、沙地、裸土地、裸岩石砾地；
 (4) 土地压占综合程度等级指数=压占面积指数×压占时长指数×恢复原地类难易程度系数。

表 3-15 矿山已损毁土地损毁程度分析结果汇总表

序号	单元分区	面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度
1	综合服务区	0.5570	压占	中度
2	破碎站 1	4.1033	挖损、压占	重度
3	破碎站 2	2.8029	挖损、压占	重度
4	堆土区 1	0.6481	压占	中度
5	堆土区 2	3.8559	压占	中度
6	排土场 1	1.2940	压占	中度
7	排土场 2	3.2211	压占	中度
8	排土场运输道路	2.2484	挖损	重度
9	采坑 1	26.3535	挖损	重度
10	采坑 2	3.8928	挖损	重度
合计		48.9770	/	/

(1) 综合服务区

综合服务区对土地造成压占损毁。占用土地类型中含有乔木林地和其他草地，压占面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.0 \times 1.5 \times 1.0 = 1.5$ ，为中度压占损毁。

(2) 破碎站1

破碎站 1 对土地造成挖损、压占损毁。

挖损损毁程度：挖损土地类型中含有乔木林地、其他林地和其他草地，挖损面积 $0.1-1 \text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $> 5 \text{ m}$ ，挖损时长 ≤ 2 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地挖损综合程度 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 \times 1.5 = 2.925$ ，为重度挖损损毁。

压占损毁程度：占用土地类型中含有乔木林地、其他林地和其他草地，压占面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.0 \times 1.5 \times 1.3 = 1.95$ ，为中度压占损毁。

(3) 破碎站2

破碎站 2 对土地造成挖损、压占损毁。

挖损损毁程度：挖损土地类型中含有乔木林地、竹林地、其他林地和其他草地，挖损面积 $0.1-1 \text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $> 5 \text{ m}$ ，挖损时长 ≤ 2 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地挖损综合程度 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 \times 1.5 = 2.925$ ，为重度挖损损毁。

压占损毁程度：占用土地类型中含有乔木林地、竹林地、其他林地和其他草地，压

占面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.0 \times 1.5 \times 1.3 = 1.95$ ，为中度压占损毁。

(4) 堆土区1

堆土区 1 对土地造成压占损毁。占用土地类型中含有乔木林地和其他草地，压占面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.0 \times 1.5 \times 1.0 = 1.5$ ，为中度压占损毁。

(5) 堆土区2

堆土区 2 对土地造成压占损毁。占用土地类型中含有乔木林地、灌木林地和其他林地，压占面积 $1-3 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 = 1.95$ ，为中度压占损毁。

(6) 排土场1

排土场 1 对土地造成压占损毁。占用土地类型中含有乔木林地、竹林地、灌木林地和其他草地，压占面积 $1-3 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 = 1.95$ ，为中度压占损毁。

(7) 排土场2

排土场 2 对土地造成挖损、压占损毁。

挖损损毁程度：挖损土地类型中含有乔木林地、其他林地和其他草地，挖损面积 $1-3 \text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $> 5 \text{ m}$ ，挖损时长 ≤ 2 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地挖损综合程度 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 \times 1.5 = 2.925$ ，为重度挖损损毁。

排土场 2 对土地造成压占损毁。占用土地类型中含有乔木林地和其他草地，压占面积 $1-3 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 = 1.95$ ，为中度压占损毁。

(8) 排土场运输道路

排土场 2 运输道路对土地造成挖损损毁。挖损土地类型中含有乔木林地、其他林地和其他草地，压占面积 $1-3 \text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $> 5 \text{ m}$ ，挖损时长 ≤ 2 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.0 \times 1.5 = 2.925$ ，为重度挖损损毁。

(9) 采坑1

采坑 1 对土地造成挖损损毁。挖损土地类型中含有乔木林地、灌木林地、其他林地和其他草地，挖损面积 $1-3 \text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $> 5 \text{ m}$ ，挖损时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.3 \times 1.5 \times 1.5 \times 1.5 = 4.3875$ ，为重度挖损损毁。

(10) 采坑2

采坑 2 对土地造成挖损损毁。挖损土地类型中含有乔木林地和灌木林地，挖损面积 1-3hm²，挖掘深度>5 m，挖损时长>5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数=1.3×1.5×1.5×1.5=4.3875，为重度挖损损毁。

综上所述，现状矿区综合服务区、堆土区 1、堆土区 2、排土场 1 土地损毁程度为中度，排土场 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路、采坑 1 和采坑 2 土地损毁程度为重度。

(三) 拟损毁土地预测与评估

矿山属于新立采矿权矿区，根据开发利用方案设计，可将矿区总平面布置分区，分别为露天采场、破碎加工场地、办公生活区、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场和矿山道路，共 6 个区，共计拟损毁土地面积 70.7688 hm²。

1、预测内容及方法

(1) 预测内容

土地损毁预测内容包括以下几项内容：各预测分区土地损毁方式；各预测分区损毁土地面积；各预测分区损毁土地类型；各预测分区土地损毁程度。

(2) 预测方法

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

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

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

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

土地损毁程度预测方法，根据《土地复垦方案编制实务》，及《矿山开采土地损毁评价规范征求意见稿》把土地损毁程度预测等级数确定为 3 级标准，分别为：轻度损毁、中度损毁、重度损毁。

2、预测区划分

(1) 划分原则

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

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

(2) 拟损毁土地预测区划分

根据以上预测区划分原则，结合《开发利用方案》设计，将拟损毁土地范围分为6个区域，分别为露天采场、破碎加工场地、办公生活区、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场和矿山道路。拟损毁又分为重复损毁和新增损毁，具体分析如下：

① 露天采场

矿区开采方式为露天开采，开采矿种为建筑用花岗岩矿。在未来的生产过程中，露天采场区域土地损毁方式为挖损损毁，拟损毁土地面积为 55.7239 hm^2 （包括重复损毁面积 35.1771 hm^2 和新增损毁面积 20.5468 hm^2 ），损毁土地类型为乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、坑塘水面、裸土地和采矿用地。

② 破碎加工场地

矿山破碎加工场地布置于矿区范围 1#拐点的北西侧。在进行场地建设时，将一定程度上挖损土地。在进行生产开采过程中，生产设备、矿石产品等将对土地造成压占损毁。拟损毁土地面积为 10.3392 hm^2 （包括重复损毁面积 0.8845 hm^2 和新增损毁面积 9.4547 hm^2 ），损毁土地类型为水浇地、乔木林地、竹林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、坑塘水面、可调整养殖坑塘、设施农用地、村庄和采矿用地。

③ 办公生活区

办公生活区设置于矿山进矿道路旁侧，靠近矿山产品仓。办公生活区将进行建（构）物的建设，将对土地造成压占损毁。拟损毁土地面积为 0.2562 hm^2 （为新增损毁面积），损毁土地类型为乔木林地、竹林地和坑塘水面。

④ 复垦用土临时堆场

复垦用土临时堆场设置于矿区范围 1#拐点北侧。矿山生产期间，将剥离的残坡积层

堆填在复垦用土临时堆场内，将对土地造成压占损毁。拟损毁土地面积为 1.0450 hm²（为新增损毁面积），损毁土地类型为果园、乔木林地和公路用地。

⑤ 覆盖层中转场

覆盖层中转场设置于矿区范围 10#拐点与 1#拐点连线的北西侧，为原恒运石场破碎加工厂场地。矿山生产期间，将剥离的残坡积土、填土和石英片岩等需采用矿山车辆运输至覆盖层中转场后再进行外运，将对土地造成压占损毁。拟损毁土地面积为 2.7271 hm²（包括重复损毁面积 2.4821 hm²和新增损毁面积 0.2450 hm²），损毁土地类型为乔木林地、其他林地和采矿用地。

⑥ 矿山道路

矿山道路区域于矿区范围 3#拐点与 4#拐点连线的北东侧。在进行场地建设时，将对土地造成挖损、压占损毁。拟损毁土地面积为 0.6774 hm²（包括重复损毁面积 0.3274 hm²和新增损毁面积 0.3500 hm²），损毁土地类型为乔木林地、竹林地、灌木林地、其他草地和采矿用地。

表 3-16 矿山拟损毁土地面积汇总表

地类	损毁土地面积 (hm ²)						总面积
	露天采场	破碎加工场地	办公生活区	复垦用土临时堆场	覆盖层中转场	矿山道路	
水浇地		0.0038					0.0038
果园				0.0943			0.0943
乔木林地	19.3520	6.7493	0.0231	0.9484	0.1714	0.2473	27.4915
竹林地		1.2241	0.0256			0.0253	1.2750
灌木林地	4.4117					0.0929	4.5046
其他林地	0.1552	0.1018			0.2310		0.4880
其他草地	1.3905	0.3353				0.1024	1.8282
公路用地	0.2504	0.3852		0.0023			0.6379
农村道路		0.0789					0.0789
坑塘水面	2.6234	0.0183	0.2075				2.8492
可调整养殖坑塘		0.4627					0.4627
设施农用地		0.0768					0.0768
裸土地	0.8367						0.8367
村庄		0.4173					0.4173
采矿用地	26.7040	0.4857			2.3247	0.2095	29.7239
总面积	55.7239	10.3392	0.2562	1.0450	2.7271	0.6774	70.7688
土地破坏形式	挖损	挖损、压占	压占	压占	压占	挖损、压占	/

表 3-17 矿山重复损毁土地面积汇总表

地类	损毁土地面积 (hm ²)						
	露天采场	破碎加工场地	办公生活区	复垦用土临时堆场	覆盖层中转场	矿山道路	总面积
乔木林地	0.8663	0.0624			0.1256	0.0202	2.0032
灌木林地	2.6444					0.0031	5.2919
其他林地	0.1014				0.0429		0.2457
其他草地	1.3824	0.0494				0.1024	2.9660
公路用地	0.2315	0.1905					0.8440
坑塘水面	2.6234						5.2468
裸土地	0.7681						1.5362
村庄		0.1319					0.2638
采矿用地	26.5596	0.4503			2.3136	0.2017	56.5351
总面积	35.1771	0.8845			2.4821	0.3274	38.8711

表 3-18 矿山新增损毁土地面积汇总表

地类	损毁土地面积 (hm ²)						
	露天采场	破碎加工场地	办公生活区	复垦用土临时堆场	覆盖层中转场	矿山道路	总面积
水浇地		0.0038					0.0038
果园				0.0943			0.0943
乔木林地	18.4857	6.6869	0.0231	0.9484	0.0458	0.2271	26.4170
竹林地		1.2241	0.0256			0.0253	1.2750
灌木林地	1.7673					0.0898	1.8571
其他林地	0.0538	0.1018			0.1881		0.3437
其他草地	0.0081	0.2859					0.2940
公路用地	0.0189	0.1947		0.0023			0.2159
农村道路		0.0789					0.0789
坑塘水面		0.0183	0.2075				0.2258
可调整养殖坑塘		0.4627					0.4627
设施农用地		0.0768					0.0768
裸土地	0.0686	0.0000					0.0686
村庄		0.2854					0.2854
采矿用地	0.1444	0.0354			0.0111	0.0078	0.1987
总面积	20.5468	9.4547	0.2562	1.0450	0.2450	0.3500	31.8977

3、土地损毁预测评估

本方案对土地损毁程度评价方法以定量分析法为主，把土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别为：轻度损毁、中度损毁、重度损毁。本方案是根据我省类似工程的土地损毁因素调查情况，参考相关学科的经验数据，采用数学计算法进行评价及划分等级。具体做法是首先给每种损毁程度规定一个综合损毁评估等级指数（轻度指数1、中度指数1.3、重度指数1.5），然后将因子权重与所占分值相乘，再对比所规定的损毁程度分值，得出某损毁土地单元的损毁程度。结合本矿实际选择评价因子分别为土地类型、挖掘面积、挖掘台阶深度、挖损时长、恢复原地类难易程度等。见表3-13、表3-14。

因子权重选取采用工程类比法，通过对比广东省现有相同种类矿山各区域土地损毁后复垦工程实施的难易程度，对因子权重进行取值。

（1）露天采场

露天采场对土地造成挖损损毁。挖损土地类型中有乔木林地、灌木林地、其他林地和其他草地，压占面积 $>3\text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $>5\text{ m}$ ，挖损时长 >5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $=1.5\times 1.5\times 1.5\times 1.5=5.0625$ ，为重度挖损损毁。

（2）破碎加工场地

破碎加工场地对土地造成挖损、压占损毁。

挖损损毁程度：挖损土地类型中有水浇地，挖损面积 $\leq 0.1\text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $>2\text{ m}$ ，挖损时长 ≤ 2 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地挖损综合程度 $=1.0\times 1.5\times 1.0\times 1.5=2.25$ ，为重度挖损损毁。

压占损毁程度：占用土地类型中有水浇地，压占面积 $\leq 0.1\text{ hm}^2$ ，压占时长 >5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $=1.0\times 1.5\times 1.5=2.25$ ，为中度压占损毁。

（3）办公生活区

办公生活区对土地造成压占损毁。占用土地类型中有乔木林地和竹林地，压占面积 $\leq 1\text{ hm}^2$ ，压占时长 >5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $=1.0\times 1.5\times 1.0=1.5$ ，为中度压占损毁。

（4）复垦用土临时堆场

复垦用土临时堆场对土地造成压占损毁。占用土地类型中有果园，压占面积 $\leq 0.1\text{ hm}^2$ ，压占时长 >5 年，恢复成原地类的难易程度为轻度，土地压占程度综合评估指数 $=1.0\times 1.5\times 1.0=1.5$ ，为中度压占损毁。

(5) 覆盖层中转场

覆盖层中转场对土地造成压占损毁。占用土地类型中有乔木林地和其他林地，压占面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为重度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.0 \times 1.5 \times 1.5 = 2.25$ ，为中度压占损毁。

(6) 矿山道路

矿山道路对土地造成挖损、压占损毁。

挖损损毁程度：挖损土地类型中有乔木林地、竹林地、灌木林地和其他草地，挖损面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，挖掘深度 $> 2-5 \text{ m}$ ，挖损时长 ≤ 2 年，恢复成原地类的难易程度为中度，土地挖损综合程度 $= 1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.3 = 1.69$ ，为中度挖损损毁。

压占损毁程度：占用土地类型中有乔木林地、竹林地、灌木林地和其他草地，压占面积 $\leq 1 \text{ hm}^2$ ，压占时长 > 5 年，恢复成原地类的难易程度为中度，土地压占程度综合评估指数 $= 1.0 \times 1.5 \times 1.3 = 1.95$ ，为中度压占损毁。

表 3-19 矿山拟损毁土地损毁程度分析结果汇总表

序号	单元分区	面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度
1	露天采场	55.7239	挖损	重度
2	破碎加工场地	10.3392	挖损、压占	重度
3	办公生活区	0.2562	压占	中度
4	复垦用土临时堆场	1.0450	压占	中度
5	覆盖层中转场	2.7271	压占	中度
6	矿山道路	0.6774	挖损、压占	中度
合计		70.7688	/	/

综上所述，矿区预测露天采场、破碎加工场地土地损毁程度为重度，办公生活区、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场和矿山道路土地损毁程度为中度。

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一) 矿山地质环境影响分区与防治分区

1、分区原则

根据《开发利用方案》和《储量核实报告》，综合调查结果，按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性，对矿山地质环境影响现状评估、预测评估进行分区。

分区重点考虑以下要素：

- (1) 地质单元界线；
- (2) 矿山规划功能界线；
- (3) 地质、地类界线；
- (4) 地质环境、水土环境问题类型、分布及影响范围。

2、矿山地质环境影响程度现状分级

(1) 矿山地质环境影响现状评估结果

根据上述现状环境类型及影响程度分级，矿山地质环境影响现状评估结果见下表。矿山地质环境影响现状评估影响程度级别为严重。

表 3-20 矿山地质环境问题现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT1	采坑 1 内东侧，破碎站 2 南侧	地质灾害体规模为小型，地质灾害灾情一般	2024 年	小	中等	较严重
		BT2	矿区 3 号拐点南侧直距约 106 m 处	地质灾害体规模为小型，地质灾害灾情一般	/	小	中等	较严重
		BT3	矿区 3 号拐点西侧直距约 125 m	地质灾害体规模为小型，地质灾害灾情一般	/	小	中等	较严重
	滑坡	/	/	/	/	小	小	较轻
	泥石流	/	/	/	/	小	小	较轻
	地面塌陷	/	/	/	/	小	小	较轻
	地面沉降	/	/	/	/	小	小	较轻
	地裂缝	/	/	/	/	小	小	较轻
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	采坑 1	地下水位下降	2005 年至今	小	小	较轻
		DS2	采坑 2	地下水位下降	2000 年至今	小	小	较轻
	地表水漏失	/	/	/	/	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	评估区	影响生态环境	2000 年至今	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	采坑 1	影响生态环境	2005 年至今	较大	较大	较严重
		HS2	采坑 2	影响生态环境	2000 年至今	较大	较大	较严重

矿山地质环境问题		代号	位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	现状采坑 1、采坑 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路	挖损、压占	2005 年至今	大	大	严重
		DX2	排土场 1、排土场 2、堆土区 1、堆土区 2 和综合服务区	压占	2005 年至今	较大	较大	较严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	/	/	/	/	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	/	/	/	/	小	小	较轻
水土环境污染	地表水污染	TY-地表水	采坑 1	/	/	小	小	较轻
	地下水污染	TY-地下水	破碎站 1 东侧	/	/	小	小	较轻
		PLS1	在矿区 1 号拐点北侧约 920 m 处	/	/	小	小	较轻
	土壤污染	PLT1	排土场 2	/	/	小	小	较轻
		PLT2	破碎站 1	/	/	小	小	较轻
		PLT3	排土场 1	/	/	小	小	较轻
		PLT4	综合服务区	/	/	小	小	较轻
PLT5		采坑 2 东侧	/	/	小	小	较轻	
土地资源影响	土地损毁	TS1	排土场 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路、采坑 1 和采坑 2	挖损、压占	2005 年至今	较大	较大	较严重

(2) 矿山地质环境影响现状评估分区

根据矿山地质环境影响现状评估分区说明表（表 3-29），依据地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度等，根据矿山地质环境影响程度分级表，按矿山环境影响程度“上一级优先”、“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则，将评估区地质环境现状影响程度整体划分为地质环境影响严重区（I）、地质环境影响较严重区（II）、地质环境影响较轻区（III）。

(3) 分区评述

① 现状地质环境影响严重区（I）

现状地质环境影响严重区（I）为排土场 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路、采坑 1、采坑 2 及其影响范围，面积约 47.2101 hm²，占评估区面积的 20.61%。该区现状已发 3 处崩塌，未见滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响较严重；现状评估采矿活动对含水层的影响程度为较严重，对地形地貌景观影响程度为严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度严重，因此将该区划分为矿山地质环境影响严重区（I）。

② 现状地质环境影响较严重区（II）

现状地质环境影响较严重区（II）根据各单元工程布局的位置划分，将较严重区（II）分为亚区II-1（综合服务区及其影响范围）、亚区II-2（堆土区 1 及其影响范围）、亚区II-3（堆土区 2 及其影响范围）和亚区II-4（排土场 1 及其影响范围），共计面积约 7.9665hm²，占评估区面积的 3.48%。较严重区（II）现状未见崩塌、滑坡、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等地质灾害，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响较轻；现状评估采矿活动对含水层的影响程度为较轻，对地形地貌景观影响程度为较严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度较严重，因此将该区划分为矿山地质环境影响较严重区（II）。

③ 现状地质环境影响较轻区（III）

现状地质环境影响较轻区（III）主要包括评估区内除严重区（I）和较严重区（II）以外的其他区域，面积 173.8953 hm²，占评估区总面积的 75.91%。该区未见已发地质灾害，现状评估地质灾害对矿山地质环境影响较轻；现状评估采矿活动对含水层的影响程度为较轻，对地形地貌景观影响程度为较轻，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度较轻，因此将该区划分为矿山地质环境影响较轻区（III）。

表 3-21 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				矿山地质环境现状评估						
分区	亚区	范围	面积 (hm ²)	百分比 (%)		地质灾害影响	含水层影响	地形地貌影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	
严重区 (I)		排土场 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路、采坑 1、采坑 2 及其影响范围	47.2101	20.61		较严重	较严重	严重	较轻	严重	严重	
较严重区 (II)	II-1	综合服务区及其影响范围	0.8834	7.9665	0.39	3.48	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-2	堆土区 1 及其影响范围	0.5407		0.24		较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-3	堆土区 2 及其影响范围	3.9945		1.74		较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-4	排土场 1 及其影响范围	2.5479		1.11		较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
较轻区 (III)		评估区内除了严重区 (I) 和较严重区 (II) 外其它范围	173.8953	75.91		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	

3、矿山地质环境影响程度预测分级

(1) 矿山地质环境影响预测评估结果

根据上述预测环境类型及影响程度分级，矿山地质环境影响预测评估结果见下表。
矿山地质环境影响预测评估影响程度分级为严重。

表 3-22 矿山地质环境问题预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT1	露天采场、破碎加工场地、排土场 2	施工设备 工作人员 自然环境	设备毁坏 人员伤亡 环境破坏	大	大	严重
	滑坡	HP1	露天采场、破碎加工场地、排土场 2	施工设备 工作人员 自然环境	设备毁坏 人员伤亡 环境破坏	大	大	严重
	泥石流	NS1	排土场 1、排土场 2、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场	施工设备 工作人员 自然环境	设备毁坏 人员伤亡 环境破坏	中	中	较严重
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	露天采场	居民生活	居民生活	小	小	较轻
	地表水漏失	BS1	露天采场	生态环境	环境破坏	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	评估区	生态环境	环境破坏	小	小	较轻
	含水层结构破坏	HS1	露天采场	生态环境	环境破坏	中	中	较严重
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场	自然景观	地形地貌破坏	大	大	严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	/	产品外运 破坏外部道路	/	小	小	较轻
	对人居的影响与破坏	RX3	露天采场、破碎加工场地	产生粉尘、噪音、废水	/	小	小	较轻
水土环境污染	地表水污染	KD1	整个评估区	地表水	地表水污染	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	整个评估区	地下水	地下水污染	小	小	较轻
	土壤污染	WD1	整个评估区	土壤	土壤污染	小	小	较轻

(2) 矿山地质环境影响预测评估分区

根据矿山地质环境影响预测评估分区说明表（表 3-21），依据地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度等，根据矿山地质环境影响程度分级表，按矿山环境影响程度“上一级优先”、“区内相似、区际相异”、“就

大不就小”、“整体不分割”的原则，将评估区地质环境预测影响程度划分为地质环境影响严重区（I）、较严重区（II）和较轻区（III）。

① 严重区（I）

严重区（I）为露天采场、破碎加工场地、排土场 2 及其影响范围，面积约 73.8207 hm²，占评估区面积的 32.23%。预测该区可能引发或遭受的地质灾害为崩塌/滑坡、泥石流，地质灾害潜在的危害性大，危险性大，预测地质灾害对矿山地质环境影响严重；预测开采活动对该区的含水层影响程度为较严重，对地形地貌景观影响程度为严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度严重，因此将该区划分为矿山地质环境影响严重区（I）。

② 较严重区（II）

较严重区（II）根据各单元工程布局的位置划分，将较严重区（II）分为亚区II-1（排土场 1、矿山道路及其影响范围）、亚区II-2（复垦用土临时堆场及其影响范围）、亚区II-3（覆盖层中转场及其影响范围）和亚区II-4（办公生活区及其影响范围），共计面积约 7.7332 hm²，占评估区面积的 3.38%。

亚区II-1（排土场 1、矿山道路及其影响范围），面积 2.7899 hm²，占评估区总面积的 1.22%，亚区II-2（复垦用土临时堆场及其影响范围），面积 2.2026 hm²，占评估区总面积的 0.96%，亚区II-3（覆盖层中转场及其影响范围），面积 2.2954 hm²，占评估区总面积的 1.00%。预测 3 个亚区可能引发或遭受的地质灾害为崩塌/滑坡、泥石流，地质灾害潜在的危害性中等，危险性中等，预测地质灾害对矿山地质环境影响较严重；预测开采活动对该区的含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观影响程度为较严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度较严重。

亚区II-4（办公生活区及其影响范围），面积 0.4453 hm²，占评估区总面积的 0.19%。预测该区地质灾害潜在的危害性小，危险性小，预测地质灾害对矿山地质环境影响较轻；预测开采活动对该区的含水层影响程度为较轻，对地形地貌景观影响程度为较严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度较严重。

③ 较轻区（III）

较轻区（III）为评估区范围内除严重区（I）和较严重区（II）以外的其它范围，面积 147.5180 hm²，占评估区总面积的 64.40%。预测该区地质灾害对矿山地质环境影响较轻；预测采矿活动对该区的含水层的影响程度为较轻，对地形地貌景观影响程度为较轻，水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度较轻，因此将该区划分为矿山地质环境影响较轻区（III）。

表 3-23 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				矿山地质环境现状评估						
分区	亚区	范围	面积 (hm ²)	百分比 (%)		地质灾害影响	含水层影响	地形地貌影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	
严重区 (I)		露天采场、破碎加工场地、排土场 2 及其影响范围	73.8207	32.23		严重	较严重	严重	较轻	严重	严重	
较严重区 (II)	II-1	排土场 1、矿山道路及其影响范围	2.7899	7.7332	1.22	3.38	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-2	复垦用土临时堆场及其影响范围	2.2026		0.96		较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-3	覆盖层中转场及其影响范围	2.2954		1.00		较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
	II-4	办公生活区及其影响范围	0.4453		0.19		较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重
较轻区 (III)		评估区内除了严重区 (I) 和较严重区 (II) 外其它范围	147.5180	64.40		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	

4、矿山地质环境保护与恢复治理分区

根据《开发利用方案》及矿山地质环境综合调查成果，按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性，结合矿山地质环境现状评估、预测评估情况进行综合分析，分区界线重点考虑以下要素：

- (1) 矿山开采范围影响界限；
- (2) 矿山规划功能区域界线；
- (3) 地质环境问题分布及影响范围。

矿山地质环境保护与恢复治理分区结果见下表。

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。

5、分区评述

(1) 矿山地质环境重点防治区（A区）

该区为露天采场、破碎加工场地、破碎站 1、破碎站 2、排土场 2、排土场运输道路及其影响范围，面积约 81.6231 hm²，占评估区面积的 35.63%。

现状该区已发 3 处崩塌，未见滑坡、泥石流等地质灾害。现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重。对含水层的影响程度较严重，对地形地貌景观的影响程度严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度严重。现状采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

预测采矿活动可能引发或遭受的地质灾害为滑坡/崩塌、泥石流，综合预测评估地质灾害对矿山地质环境影响严重；预测矿山采矿活动对含水层的影响程度较严重，对地形地貌景观的影响程度严重，对水土环境污染程度为较轻，土地损毁程度严重。因此综合预测评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

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

(2) 矿山地质环境次重点防治区 (B 区)

该区为办公生活区、复垦用土临时堆场、排土场 1、矿山道路、堆土区 2 及其影响范围,面积约 6.5194 hm²,占评估区面积的 2.85%。

现状该区未见崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻;现状评估采矿活动对含水层的影响程度较轻,对地形地貌景观的影响程度较严重,对水土环境污染程度为较轻,土地损毁程度较严重,综合现状评估矿山建设和开采活动对矿山地质环境影响程度为较严重。

预测采矿活动可能引发或遭受的地质灾害为滑坡/崩塌、泥石流,综合预测评估地质灾害对矿山地质环境影响较严重;预测矿山采矿活动对含水层的影响程度较轻,对地形地貌景观的影响程度较严重,对水土环境污染程度为较轻,土地损毁程度较严重。因此综合预测评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为较严重。

根据现状评估与预测评估结果,该区整体上对矿山地质环境影响较严重,将本区划分为矿山地质环境次重点防治区 (B 区)。根据各单元工程布局的位置不同,将矿山地质环境次重点防治区 (B 区)划分为 4 个亚区,分别为亚区 B-1 (办公生活区及其影响范围,面积 0.4453 hm²,占评估区总面积的 0.19%)、亚区 B-2 (复垦用土临时堆场及其影响范围,面积 2.2026 hm²,占评估区总面积的 0.96%)、亚区 B-3 (排土场 1、矿山道路及其影响范围,面积 1.9647 hm²,占评估区总面积的 0.86%)和亚区 B-4 (堆土区 2 及其影响范围,面积 1.9068 hm²,占评估区总面积的 0.83%)。应采用相应工程措施、生物措施和监测措施等对该区地质环境进行恢复治理。

(3) 矿山地质环境一般防治区 (C 区)

一般防治区 (C 区)为评估区内除重点防治区 (A 区)和次重点防治区 (B 区)以外的区域,面积 140.9294 hm²,占评估区总面积的 61.52%。

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

预测矿山开采过程中,该区引发或遭受滑坡/崩塌、泥石流地质灾害的可能性小,潜在的危害性小,危险性小;同时预测矿山开采对该区扰动较轻,对含水层、地形地貌景观、土地资源的影响较轻,整体上对矿山地质环境影响较轻,可采用监测措施对地质环境进行保护。

根据现状评估与预测评估结果,该区整体上对矿山地质环境影响较轻,将本区划分为矿山地质环境一般防治区 (C),应采用相应监测措施等对该区地质环境进行恢复治理。

表 3-25 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区名称及编号		分布情况				地质环境条件	矿山地质环境现状评估						矿山地质环境预测评估						防治措施	
分区	亚区	范围	面积(hm ²)	百分比 (%)			地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级		
重点防治区 (A)		露天采场、破碎加工场地、破碎站 1、破碎站 2、排土场 2、排土场运输道路及其影响范围	81.6231	35.63		复杂	较严重	较严重	严重	较轻	严重	严重	严重	较严重	严重	较轻	严重	严重	工程措施 生物措施 监测措施	
次重点防治区 (B)	B-1	办公生活区及其影响范围	0.4453	6.5194	2.85		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重	工程措施 生物措施 监测措施	
	B-2	复垦用土临时堆场及其影响范围	2.2026				0.96	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重	工程措施 生物措施 监测措施
	B-3	排土场 1、矿山道路及其影响范围	1.9647				0.86	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重	工程措施 生物措施 监测措施
	B-4	堆土区 2 及其影响范围	1.9068				0.83	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较严重	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	工程措施 生物措施 监测措施
一般防治区 (C)		评估区内除了重点防治区 (A) 和次重点防治区 (B) 外其它范围	140.9294	61.52		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施		

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）》2018.1-附录 P

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

依据前述土地损毁分析与预测结果，结合项目区实际情况，依照土地复垦方案编制规程对复垦区的定义，确定本方案复垦区总面积为 70.7688 hm²。

表 3-26 复垦区面积汇总表

序号	复垦区单元	土地损毁面积 (hm ²)	现状 用地类型	土地 损毁程度	土地 损毁方式	备注
1	露天采场	55.7239	乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、坑塘水面、裸土地和采矿用地	重度	挖损	
2	破碎加工场地	10.3392	水浇地、乔木林地、竹林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、坑塘水面、可调整养殖坑塘、设施农用地、村庄和采矿用地	重度	挖损、压占	
3	办公生活区	0.2562	乔木林地、竹林地和坑塘水面	中度	压占	
4	复垦用土临时堆场	1.0450	果园、乔木林地和公路用地	中度	压占	
5	覆盖层中转场	2.7271	乔木林地、其他林地和采矿用地	中度	压占	
6	矿山道路	0.6774	乔木林地、竹林地、灌木林地、其他草地和采矿用地	中度	挖损、压占	
总计		70.7688	/	/	/	

2、复垦责任范围

项目复垦区面积为 70.7688 hm²，根据《鹤山市 2022 年度土地利用现状图（局部）》和《鹤山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》用地用海规划图（局部），结合土地权属人意愿，本项目无留续使用土地。

复垦责任范围=复垦区-留续使用土地

即复垦责任范围=70.7688-0=70.7688 hm²

因此，方案复垦责任范围面积为 70.7688 hm²，具体见下表。

表 3-27 复垦责任范围面积汇总表 (hm²)

序号	复垦责任范围单元	复垦责任范围面积 (hm ²)	现状用地类型	土地损毁程度	土地损毁方式	备注
1	露天采场	55.7239	乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、坑塘水面、裸土地和采矿用地	重度	挖损	
2	破碎加工场地	10.3392	水浇地、乔木林地、竹林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、坑塘水面、可调整养殖坑塘、设施农用地、村庄和采矿用地	重度	挖损、压占	
3	办公生活区	0.2562	乔木林地、竹林地和坑塘水面	中度	压占	
4	复垦用土临时堆场	1.0450	果园、乔木林地和公路用地	中度	压占	
5	覆盖层中转场	2.7271	乔木林地、其他林地和采矿用地	中度	压占	
6	矿山道路	0.6774	乔木林地、竹林地、灌木林地、其他草地和采矿用地	中度	挖损、压占	
总计		70.7688	/	/	/	

(三) 土地利用类型与权属

1、土地利用类型

复垦区土地利用类型情况见下表：

表 3-28 复垦区土地利用地类汇总表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积的比例 (%)
01	耕地	0102	水浇地	0.0038	0.01%
02	园地	0201	果园	0.0943	0.13%
03	林地	0301	乔木林地	27.4915	38.85%
		0302	竹林地	1.2750	1.80%
		0305	灌木林地	4.5046	6.37%
		0307	其他林地	0.4880	0.69%
04	草地	0404	其他草地	1.8282	2.58%

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积的比例 (%)
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.6379	0.90%
		1006	农村道路	0.0789	0.11%
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	2.8492	4.03%
		1104K	可调整养殖坑塘	0.4627	0.65%
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0768	0.11%
		1206	裸土地	0.8367	1.18%
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	0.4173	0.59%
		204	采矿用地	29.7239	42.00%
合计				70.7688	100.00%

2、土地权属

项目区位于广东省鹤山市桃源镇和雅瑶镇，项目单位鹤山市龙源石业有限公司通过土地租赁方式获得土地使用权。详见下表：

表 3-29 土地利用权属表

权属		地 类 (hm ²)															合计
		01	02	03				04	10		11		12		20		
		耕地	园地	林地				草地	交通运输用地		水域及水利设施用地		其他土地		城镇村及工矿用地		
		102	201	301	302	305	307	404	1003	1006	1104	1104K	1202	1206	203	204	
		水浇地	果园	乔木林地	竹林地	灌木林地	其他林地	其他草地	公路用地	农村道路	坑塘水面	可调整 养殖坑塘	设施 农用地	裸土地	村庄	采矿用地	
广东省 鹤山市	鹤山市雅瑶镇建良村水石股份经济合作社	0.0000	0.0000	9.4715	0.0253	4.5046	0.0171	0.4078	0.0000	0.0000	1.7622	0.0000	0.0000	0.0051	0.0000	4.8905	21.0841
	鹤山市桃源镇蟠龙股份经济合作联社	0.0038	0.0486	7.0587	1.2497	0	0.3154	0.0104	0.1547	0.0782	0.2258	0.4627	0.0768	0	0.3284	0.3559	10.3691
	鹤山市桃源镇蟠龙村黄岗股份经济合作社	0.0000	0.0000	0.1538	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1410	0.2952
	鹤山市雅瑶镇建良村坪头股份经济合作社	0.0000	0.0000	3.2108	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.2108
	鹤山市雅瑶镇上南股份经济合作联社	0.0000	0.0000	5.6113	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5.6113
	鹤山市桃源镇蟠龙股份经济合作联社、 鹤山市雅瑶镇建良村水石股份经济合作社	0.0000	0.0457	1.9854	0.0000	0.0000	0.1555	1.4100	0.4828	0.0007	0.8612	0.0000	0.0000	0.8316	0.0889	24.3365	30.1983
合计		0.0038	0.0943	27.4915	1.2750	4.5046	0.4880	1.8282	0.6379	0.0789	2.8492	0.4627	0.0768	0.8367	0.4173	29.7239	70.7688

据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦编制指南（试行）》（2018年1月）附录 A.3 土地利用权属表

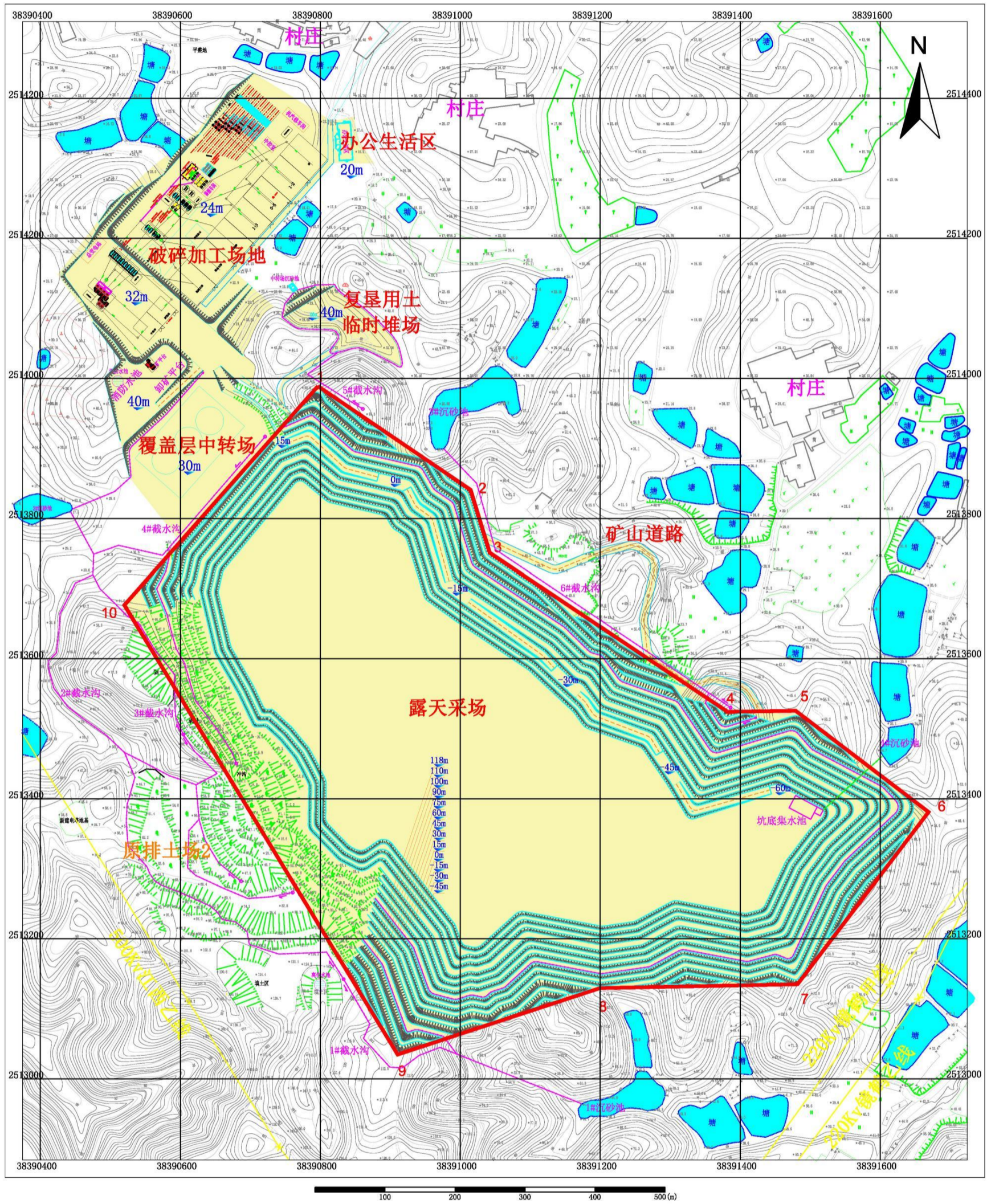


图 3-7 矿山复垦责任范围示意图

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

矿山为新立矿山，开采矿种为建筑用花岗岩矿。根据现场调查，现状条件下已发3处崩塌，未见滑坡、泥石流、地面沉降、地面塌陷、地裂缝等地质灾害；预测矿区地质灾害影响严重；对含水层影响较严重；对矿区地形地貌景观影响严重；水土环境污染影响较轻；土地损毁严重。矿山开展开采活动后，根据“边开采、边治理、边复垦”的原则，需对矿山进行地质环境治理和土地复垦。

1、地质环境治理可行性分析

预测矿区在未来的采矿过程中可能存在崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害隐患，设计采用布置排洪沟、截排水沟、堆场拦挡坝、道路排水沟及安全警示牌等措施对地质灾害进行预防和治理。

矿山地质灾害预防、治理、监测措施切实可行，并可达到实施的目标，工程防治难度较低，现国内技术已相当成熟，技术可行。

2、含水层破坏治理可行性分析

根据第三章含水层破坏现状分析与预测，矿床水文地质条件复杂程度属复杂，含水层遭到一定破坏，地下水位下降仅限于矿区范围及周边小范围内，区域内雨季降雨量充沛，随着开采的结束，短期内即可自然补充水源，不会影响到大区域的地下水位下降。主要采用监测手段，对地下水水位、水质变化进行监测，技术成熟，经济可行。

3、地形地貌景观破坏治理

监测工作由矿山企业负责并组织实施，并成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，并接受政府相关管理部门的监督管理。监测重点为地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏的监测，发现异常，及时采取措施，避免或减轻损失。吸取附近地区矿山的治理复垦经验，合理设计在线监测和人工巡视监测等措施。方案在线监测和人工巡视监测措施的布设符合相关技术标准，技术

可行。

4、水土环境污染防治可行性分析

近年来,水土污染修复技术与工程发展很快,包括物理修复及蒸汽浸提技术、化学修复及可渗化学活性栅技术、淋洗修复技术、生物修复技术、植物修复技术、水泥/石灰固化修复技术、玻璃化修复技术、电动力学修复技术等。

在前期项目选址的防治时均采取综合设计规划,提高矿山废水综合利用率,减少有害废水排放,防止水土环境污染。生产过程中产生的废水及生活污水净化处理,达到排放标准后方可外排,避免对当地居民生产生活用浅层地下水造成污染。水土污染防治措施在各个矿区已运用成熟,整个工艺技术成熟、简单,因此实施矿区水土环境污染预防与治理是可行的。

5、地质环境监测可行性分析

(1) 地质灾害监测

采空区塌陷变形监测采用 GNSS 位移自动监测仪,边坡稳定性监测矿山采用 GPS 监测仪,雨量监测采用自动雨量计监测,溪沟流量监测采用人工巡防监测,视频监控采用在线高清摄像头监测。监测技术手段成熟,在高原监测效果较为明显,可复制性、可操作性强。

(2) 地形地貌景观破坏监测

主要通过采用无人机航拍高清影像(分辨率优于 1 m),通过对前后影像图的解译,直接比较土地资源和地形地貌景观的动态变化。上述监测技术手段成熟,江门地区多地矿山监测均采用上述方案监测,效果较为明显,可复制性,可操作性强。

(3) 地下水环境破坏监测

主要监测地下水水质,地下水水位。地下水水质监测工作可委托有资质的单位定时监测,井内设置监测仪器、设备。委托监测数据可靠度高,监测仪器布置较为简单,监测技术手段成熟,效果较为明显,可复制性,可操作性强。地下水水位采用水位仪进行自动监测。

(4) 水土环境破坏监测

水土环境监测采用委托专业机构进行监测,专业结构技术成熟,可靠度高,适用性强。

矿山在治理措施方面有很多经验可循，工程措施简单易实施、操作性强，本项目矿山地质环境保护治理工程在技术条件是可行的。矿山环境监测措施，主要为仪器监测、人工监测以及委托专业机构等方法，监测手段及操作均为目前运用较为广泛的技术，总体上对于本矿山适用性较好，可操作性较高。本方案部署的治理工程和监测方案切合了矿区实际情况，工程实施难度不大，造价低，因此，实施本方案技术上是可行的。

综上，本项目拟采取的矿山地质环境治理工程技术成熟，施工难度一般。随着现代科学技术的进一步发展，矿山地质环境治理的措施将更加完善。矿山地质环境保护技术完全可行。

（二）经济可行性分析

鹤山市龙源石业有限公司将按照相关要求，设立矿山地质环境保护与土地复垦基金账户，按相关相求计提基金，专款专用，接受主管部门对费用使用、管理进行监督。

根据《开发利用方案》，鹤山市龙源石业有限公司建筑用花岗岩矿生产期15年，年生产规模200万 m^3 /年（矿石），采石场采出矿石量为2989.2万 m^3 。矿山地质环境保护与土地复垦工程动态估算总额为4507.21万元，矿山企业可按每（开采）生产1 m^3 矿石计提1.51元作为矿区矿山地质环境保护与土地复垦费用，经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

通过对矿山地质环境的治理，将有效预防次生地质灾害和水土流失的发生，矿区地质环境和生态环境将得以恢复和重建，从而将大大改善矿区环境，呈现绿树成荫、环境优美、空气清新的矿区新气象。由于矿山开采，对地表植被产生严重损毁，使水土流失加重，矿区生态环境产生了较严重的损毁，所以对损毁区域进行植被重建是矿区生态环境治理工程的重要组成部分。通过切实有效的措施，有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境；增加地表植被促进野生动物繁殖，减少水土流失、美化环境、改善了生物圈的生态环境。土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。地质环境治理是与生态重建紧密结合的大型工程。进行土地复垦与生态重建，对矿产开采造成的土地损毁进行治理，其生态意义极其巨大。

1、生物多样性

项目实施之后较实施之前植被覆盖率会得到明显提高,将有效遏制项目区及周边环境的恶化,在合理管护的基础上能够最终实现植物生态系统的多样性与稳定性,吸引周边动物群落的回迁,增加动物群落多样性,达到植物动物群落的动态平衡。

2、水土保持

在矿山建设过程中,基础设施和采矿设施建设工程使地表土层损毁,破坏地表土壤结构和植被生态,使土壤丧失原有部分或全部功能,造成水土流失,对矿区土壤资源破坏严重。但通过土壤剥离、堆存并复垦,可有效地保护土壤资源,尽可能地保护土壤结构和养分。矿山闭坑后土地复垦工程,通过土壤重构工程可有效恢复这些区域受损土地的功能,减少水土流失,美化矿区生态环境。

3、植物资源

对方案服务期内的开采区等进行平整覆土,使其能够满足林草正常生长的需要,逐步恢复成林地、草地等。服务期满后,通过植物、绿化、实施水土保持等措施,植被覆盖率将大幅度恢复到开采前水平。土壤和水分是植物生存的必要条件,采矿将会造成水土流失和土壤侵蚀以及地下和地表水体的破坏,必然对地表植被产生影响。因此,开采初期将造成生物量和物种数量大幅度减少,植被覆盖率的降低,土壤的进一步退化,生物的生产量和生产力下降。矿山服务期满后,只要积极进行土地整理和复耕,预计随着地势的平整、土壤的人工改良以及种植结构的调整,该地区的植被状况将会好于当前,水土流失也会得到遏制。

生态系统之间是一个相互依赖、相互制约的整体,只有各个生态系统之间的协调发展,才能保护生态环境。矿山地质环境治理恢复也是对矿山生态环境所进行的改善,可促进整个自然生态系统的融洽与协调。

综上所述,对本矿区实施矿山地质环境治理工作,无论从技术上,还是从经济上,或是从生态环境协调性上,都是有可充分利用的资源,项目的实施都是可行的。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

矿区开采结束后，预计共损毁土地面积约 70.7688 hm²（包括重复损毁和新增损毁），各单元土地利用现状地类如下表所示：

表 4-1 土地利用现状表

地类	损毁土地面积 (hm ²)						
	露天采场	破碎加工场地	办公生活区	复垦用土临时堆场	覆盖层中转场	矿山道路	总面积
水浇地	/	0.0038	/	/	/	/	0.0038
果园	/	/	/	0.0943	/	/	0.0943
乔木林地	19.3520	6.7493	0.0231	0.9484	0.1714	0.2473	27.4915
竹林地	/	1.2241	0.0256	/	/	0.0253	1.2750
灌木林地	4.4117	/	/	/	/	0.0929	4.5046
其他林地	0.1552	0.1018	/	/	0.2310	/	0.4880
其他草地	1.3905	0.3353	/	/	/	0.1024	1.8282
公路用地	0.2504	0.3852	/	0.0023	/	/	0.6379
农村道路	/	0.0789	/	/	/	/	0.0789
坑塘水面	2.6234	0.0183	0.2075	/	/	/	2.8492
可调整养殖坑塘	/	0.4627	/	/	/	/	0.4627
设施农用地	/	0.0768	/	/	/	/	0.0768
裸土地	0.8367	/	/	/	/	/	0.8367
村庄	/	0.4173	/	/	/	/	0.4173
采矿用地	26.7040	0.4857	/	/	2.3247	0.2095	29.7239
总面积	55.7239	10.3392	0.2562	1.0450	2.7271	0.6774	70.7688
土地破坏形式	挖损	挖损、压占	压占	压占	压占	挖损、压占	/

注：数据来源于《鹤山市 2022 年度土地利用现状图（局部）》

（二）土地复垦适宜性评价

矿区待复垦土地的适宜性评价，是在对复垦责任范围土地总体质量调查与损毁土地进行科学分析与预测的基础上，评价待复垦土地对于特定利用类型的适宜性，从而确定其合理的利用方式，为采取相应的复垦措施提供科学依据。

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

在确定待复垦土地的适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，还应考虑区域性的土地利用总体规划和农业规划，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拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，确定合理的利用方向。

(3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

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。

(4) 主导性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，如积水、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) 复垦后土地可持续利用原则

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。

(6) 社会因素和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（如种植习惯、业主意愿、社会需求和资金来源等），二者相结合确定复垦利用方向。

2、评价单元的划分

本次方案的评价范围为复垦责任范围，面积 70.7688 hm²。评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象，同一评价单元类型内的土地特征、复垦利用方向和改良途径应基本一致。经研究分析，将适宜性评价单元划分为露

天采场、破碎加工场地、办公生活区、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场和矿山道路等 6 个单元。适宜性评价单元划分结果详见下表：

表 4-2 适宜性评价单元划分结果统计表

评价单元	损毁土地面积 (hm ²)	土地损毁 类型	损毁 程度	土地利用现状
露天采场	55.7239	挖损	重度	乔木林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、坑塘水面、裸土地和采矿用地
破碎加工 场地	10.3392	挖损、压占	重度	水浇地、乔木林地、竹林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、坑塘水面、可调整养殖坑塘、设施农用地、村庄和采矿用地
办公生活 区	0.2562	压占	中度	乔木林地、竹林地和坑塘水面
复垦用土 临时堆场	1.0450	压占	中度	果园、乔木林地和公路用地
覆盖层中 转场	2.7271	压占	中度	乔木林地、其他林地和采矿用地
矿山道路	0.6774	挖损、压占	中度	乔木林地、竹林地、灌木林地、其他草地和采矿用地
总计	70.7688	/	/	/

3、初步复垦方向分析

土地复垦适宜性评价是以特定复垦方向为前提，因此，在进行土地复垦适宜性评价时，应对划定的评价单元赋以初步的复垦方向。初步复垦方向主要通过对项目区政策、自然条件、公众意愿以及周边类似项目的复垦经验等资料的定性分析确定。

(1) 政策因素分析

① 土地利用现状

现状复垦责任范围内土地利用类型主要为水浇地、果园、乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、坑塘水面、可调整养殖坑塘、设施农用地、裸土地、村庄和采矿用地，不涉及永久基本农田。

② 土地规划

初步复垦方向的确定必须符合项目区的总体规划，且与其他规划相协调。根据鹤山市自然资源局提供的《鹤山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》用地

用海规划图（局部），复垦责任范围内用地用海分类包括园地、林地、草地、农业设施建设用地、采矿用地、公路用地、其他交通设施用地、坑塘水面和其他土地。因此，从政策因素分析，为实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。

结合矿区土地利用现状地类及土地规划，综合考虑项目所在地区的实际情况，本方案拟定复垦方向为水浇地、果园、林地、坑塘水面、公路用地。

（2）自然因素分析

矿区位于我国珠三角地区西侧，水陆交通便利；气候温暖湿润，植被繁茂，种类繁多。项目区典型土壤类型以砖红壤或红壤为主，土体深厚，构型好，地表植被发育，较好的自然条件成就了矿区农林业发展的基础，同时也为矿山的生态恢复提供了良好的条件。

鹤山市自然资源局提供的《鹤山市 2022 年度土地利用现状图（局部）》显示，露天采场拟损毁土地为乔木林地和坑塘水面等。根据《开发利用方案》，矿区开采后，+30 m 以上为山坡露天采场，+30 m 以下为凹陷采坑。矿区降雨量较大，在闭坑后，大气降水汇聚至坑底，将形成水塘。由历史开采形成的采坑 1、采坑 2 的底部现状已形成水塘，故在未来生产活动结束后，+30 m 以下区域不适宜复垦为乔木林地。+30 m 以上区域开挖形成大面积岩质边坡，植被生存环境恶劣，经土壤重构后，乔木仍难以存活。因此，本方案将根据实际情况，因地制宜，将矿区+30 m 以下区域的复垦方向进行合理调整，复垦为坑塘水面（面积约 43.7108 hm²，最大水深约 90 m，最大容量约 2.6×10⁷ m³），+30 m 以上复垦为灌木林地。

鹤山市自然资源局提供的《鹤山市 2022 年度土地利用现状图（局部）》显示，矿区复垦责任范围内占用公路用地。露天采场内经开采活动后，形成高陡边坡，所占用的公路用地，不适宜复垦为原地类。破碎加工场地内所占用的公路用地，经多年的开采活动后，若复垦为原地类，将形成通往凹陷采坑的断头路，因此，不适宜复垦为原地类。

根据矿区的自然因素条件和土地利用现状类型数据，结合矿区现场调查的实际情况，本方案拟定复垦方向为水浇地、果园、灌木林地、乔木林地、坑塘水面。

(3) 公众参与分析

在方案编制过程中，征询了土地权属人对于复垦方向的意见和建议，得到了他们的大力支持，并提出希望矿山企业做好土地复垦工作，建议复垦工作以林地为主。

(4) 周边类似项目分析

根据前述案例分析，鹤山市联盛石业有限公司复垦方向为林地和坑塘水面。本方案参考鹤山市联盛石业有限公司建筑用花岗岩矿开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，拟定复垦方向为乔木林地、坑塘水面。

(5) 初步复垦方向确定

通过对项目区政策、自然条件、公众意愿以及周边类似项目的复垦经验等资料的分析可知：

① 矿山露天采场+30 m 以下区域由定性分析可确定其最终复垦方向，复垦为坑塘水面，无需进行定量的适宜性等级评定。

② 破碎加工场地北东侧以及办公生活区内土地利用现状为坑塘水面和可调整养殖坑塘，规划为坑塘水面的区域，根据定性分析和自然资源主管部门意见可确定其最终复垦方向，复垦为水浇地，后续对此区域进行定量适宜性等级评定。

③ 其余区域根据上述分析，初步确定复垦责任范围的复垦方向为：露天采场+30 m 以上区域复垦为灌木林地；破碎加工场地、办公生活区、覆盖层中转场、矿山道路复垦为乔木，复垦用土临时堆场复垦为果园和乔木林地。后续对此区域进行定量适宜性等级评定。

4、土地复垦适应性等级评定

(1) 评价方法

根据鹤山地区矿山损毁土地适宜性评价和复垦经验，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土层厚度。

本次方案采用对各复垦分区的适宜性进行分析。土地综合指数法根据复垦分区各评价因子等级的高低，分别以相应的等级分。

耕地的评价因子分为 4 个等级：等级为I、II、III、IV，分别对应等级分 400、300、200、100；

林地的评价因子分为 3 个等级：等级为I、II、III，分别对应等级分 300、200、100；

草地的评价因子分为 3 个等级：分别为I、II、III，分别对应等级分 300、200、100；

建设用地的评价因子分为 3 个等级：分别为I、II、III，分别对应等级分 300、200、100；

用等级分乘以评价因子相应的权重值，即为各评价因子的指数。评价单元各评价因子指数相加之和，称为土地综合质量指数，其计算模型为：

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

式中：Gi 为地块综合质量指数；

P_{ij} 为 i 地块 j 评价因子的权重；

X_{ij} 为 i 地块 j 评价因子的等级分；

i 为地块编号。

评价指数体系的确定考虑矿山实际，土地复垦适宜性评价分别针对宜耕、宜林、宜草进行。宜耕评价因子选择损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土层厚度 5 个指标；宜林评价因子选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度 4 个指标；宜草评价因子选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度 4 个指标；宜建设评价因子选取景观协调度、坡度、地基稳定性、防排水措施 4 个指标。具体评价因子指数及权重见下表。

表 4-1 宜耕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
损毁程度	0.25	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100	/	/
坡度 (°)	0.30	0~2	400	2~6	300	6~15	200	15~25	100	≥25	0
耕作半径 (km)	0.15	<1	400	1~<3	300	3~<5	200	≥5	100	/	/
灌排水条件	0.1	好	400	较好	300	一般	200	差	100	内涝	0
有效土层厚度 (cm)	0.2	≥60	400	≥40	300	≥30	200	≥15	100	<15	0

表 4-2 宜林因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分
损毁程度	0.30	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.30	<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 4-3 宜草因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级 (I)	等分	等级 (II)	等级分	等级 (III)	等级分
损毁程度	0.30	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度 (°)	0.25	<15	300	15~≤35	200	>35	100
排水条件	0.20	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 (cm)	0.25	≥30	300	10~≤30	200	<10	100

各参评单元复垦适宜性评价结合闭坑后参评单元最终特征进行分析,计算各评价单元综合指数按照土地评价指数和范围表(下表)进行复垦适宜性划分,在一个评价单元同时适宜2个以上级别时,以符合周边环境类别,政策导向,满足矿区经济效益最大化及最适当的种植方向,确定复垦方向,进行土地适宜性评价。

表 4-4 土地复垦适宜性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	250-175	175-100
宜林地	300-245	244-168	167-100	/
宜草地	300-245	244-168	167-100	/

(2) 评价结果

通过将评价单元土地质量状况,与表 4-7 的土地适宜性主要限制因素的农林草等级标准进行逐项匹配,得出待复垦土地质量各指标分值结果,详见表 4-8。

表 4-5 参评单元的土地质量状况结果

参评单元	指标体系				
	损毁程度	坡度(°)	耕作半径(km)	灌排水条件	有效土层厚度(cm)
露天采场	重度	>25	1~<3	差	<15
破碎加工场地	重度	2~6	<1	一般	<15
办公生活区	中度	2~6	<1	一般	<15
复垦用土临时堆场	中度	10~≤25	<1	一般	<15
覆盖层中转场	中度	2~6	<1	一般	<15
矿山道路	中度	10~≤25	1~<3	差	<15

表 4-6 复垦单元土地质量各指标分值结果

适宜性单元		适宜性		
分项名称	面积(hm ²)	宜耕地	宜林地	宜草地
露天采场	55.7239	80 (不适宜)	100 (基本适宜)	100 (基本适宜)
破碎加工场地	10.3392	195 (基本适宜)	175 (适宜)	170 (适宜)
办公生活区	0.2562	220 (基本适宜)	205 (适宜)	200 (适宜)
复垦用土临时堆场	1.0450	160 (不适宜)	175 (适宜)	200 (适宜)
覆盖层中转场	2.7271	220 (基本适宜)	175 (适宜)	200 (适宜)
矿山道路	0.6774	130 (不适宜)	160 (基本适宜)	155 (基本适宜)

5、复垦方向的最终确定

项目复垦区面积 70.7688 hm²，留续使用面积 0 hm²，复垦责任范围 70.7688hm²。按照土地利用现状和国土空间规划的要求，根据前述的定性分析以及待复垦土地质量各指标分值结果，结合土地权属人意见，依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件，依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目土地复垦的目标任务是复垦为水浇地(0.2258 hm²)、果园(0.0943 hm²)、乔木林地(14.7248 hm²)、灌木林地(12.0131 hm²)和坑塘水面(43.7108 hm²)，复垦总面积 70.7688hm²，复垦率为 100%。

表 4-7 待复垦土地适宜性评价结果表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积 (hm ²)	复垦单元适宜性
露天采场	坑塘水面	43.7108	适宜
	灌木林地	12.0131	基本适宜
破碎加工场地	水浇地	0.0183	基本适宜
	乔木林地	10.3209	适宜
办公生活区	水浇地	0.2075	基本适宜
	乔木林地	0.0487	适宜
复垦用土临时堆场	乔木林地	0.9507	适宜
	果园	0.0943	适宜
覆盖层中转场	乔木林地	2.7271	适宜
矿山道路	乔木林地	0.6774	基本适宜
合计		70.7688	

表 4-1 复垦责任范围复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅%
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
01	耕地	0102	水浇地	0.0038	0.2258	5842.11%
02	园地	0201	果园	0.0943	0.0943	0.00%
03	林地	0301	乔木林地	27.4915	14.7248	-46.44%
		0302	竹林地	1.2750	/	-100.00%
		0305	灌木林地	4.5046	12.0131	166.69%
		0307	其他林地	0.4880	/	-100.00%
04	草地	0404	其他草地	1.8282	/	-100.00%
		1003	公路用地	0.6379	/	-100.00%
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0789	/	-100.00%
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	2.8492	43.7108	1434.14%
		1104K	可调整养殖坑塘	0.4627	/	-100.00%
		1202	设施农用地	0.0768	/	-100.00%
12	其他土地	1206	裸土地	0.8367	/	-100.00%
		203	村庄	0.4173	/	-100.00%
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	29.7239	/	-100.00%
合计				70.7688	70.7688	0.00%

（三）水土资源平衡分析

1、土地资源平衡分析

根据《开发利用方案》设计，矿区范围内残坡积层和填土 157.3 万 m³，矿山剥离的残坡积土在生产开采期间，暂时堆存于复垦用土临时堆场，作为后期复垦用土。

矿山生产开采及场地建设等活动造成复垦责任范围内岩土体裸露。根据矿山土地损毁情况，按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）要求，本方案设计在露天采场、破碎加工场地、覆盖层中转场和矿山道路复垦为林地区域进行表土回覆，覆土 0.5 m 厚。通过计算，矿区共需覆土量约 8.52 万 m³。矿区剥离残坡积土完全能满足复垦用土需求量。

2、水资源平衡分析

复垦区可供水量是指复垦区域内可以利用的一切水资源；根据实际情况，本次矿山用水量主要是指复垦植被管护期的浇水量。根据《土地开发整理工程建设标准》中灌溉与排水工程的规定，同时结合复垦区水资源状况，考虑气象、水源、土地面积、土壤质地、主要复垦标准等因素，最终本方案确定复垦区植被浇水设计保证率为 100.00%。复垦责任范围总面积为 70.7688 hm²，复垦为林地 26.7379hm²，复垦为园地 0.0943 hm²。

复垦区需水量主要是复垦区植被管护灌溉用水，复垦区复垦为林地的区域，种植乔木、灌木、爬藤植物、播撒草籽，在管护期需要的水量较大。根据《广东省用水定额》及矿山实际情况，需水量=区域面积×单位面积需要浇水量，计算得出复垦区需水量为 $(267379+943) \times 0.25=6.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

复垦区年均降水量 1792.8 mm。复垦管护期用水主要来源于大气降水及长坑水库蓄水。复垦区有效降水可根据公式：降水有效利用量=降水量×有效降水利用系数×承雨面积（根据《水土资源评价与节水灌溉规划》复垦区有效降水利用系数取值为 0.70），计算得出复垦区降水有效利用量为 $1792.8 \text{ mm} \times 0.7 \times (267379+943) \text{ m}^2=3.37 \times 10^5 \text{ m}^3$ ；此外长坑水库水量为 $2.7 \times 10^5 \text{ m}^3$ 。复垦区主要可供水量 $6.07 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，矿区灌溉水源充足。

经上述计算可知，可供水量大于需水量，可见复垦区内水资源供需平衡。复

垦区通过平整土地，设计科学合理的管护制度和灌溉设施，充分利用复垦区天然降水和地表资源，完全能够满足复垦区植被管护用水需要。

(四) 土地复垦质量要求

1、复垦工程标准

本项目土地主要复垦用途为果园、乔木林地和坑塘水面。根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），园地、林地和坑塘水面的控制标准如下：

表 4-2 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
耕地	地形	地面坡度/°	≤15
		平整度	田面高差±5 cm 之间
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥40
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.4
		土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
		砾石含量/%	≤5
		pH 值	5.5~8.0
		有机质/%	≥1.5
		电导率/（dS/m）	≤2
	配套设施	灌溉	到达当地各行业工程建设标准要求
		排水	
		道路	
		林网	
	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
园地	地形	地面坡度/°	≤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	砂质壤土至壤质粘土
		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	到达当地各行业工程建设标准要求
		排水	

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地		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
	有林地	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	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤25
			pH 值	5.0-8.0
		有机质/%	≥1	
	配套设施	道路	到达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	
	灌木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥20
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5
			土壤质地	砂质至壤质粘土
			砾石含量/%	≤25
			pH 值	5.0-8.0
		有机质/%	≥1	
		配套设施	道路	到达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	≥0.40		

表 4-3 其他土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
用于人工水域和公园	景观	景观协调程度	面积宜大于 2 hm ² , 保持景观完整性和多样性
	水体质量	水质	达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) 中 IV、V 类以上标准
	设施配套程度	防洪	有排水设施, 防洪标准满足当地要求
排水			

2、复垦及抚育时间、植被保存率及覆盖度

《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)对复垦工程施工及抚育时间、植被保存率及覆盖度

的要求有以下几点：

(1) 为确保成活率，复绿工作以春季为宜，3 月份前完成整地挖穴，5 月份前完成种植，分别在当年 9 月份和次年 9 月份前各完成一次抚育。

(2) 被毁林地复绿验收工作包括整地验收、种植验收、抚育验收四个环节。

① 整地验收：整地完成后，对整地面积、质量按照整地技术措施要求验收。

② 种植验收：种植完成三个月后，苗木已基本定根，按种植技术措施要求进行验收，苗木综合成活率达 95%以上。

③ 第一次抚育验收：第一次抚育完成一个月后，按抚育技术措施要求进行验收，要求抚育率达到 95%以上，苗木保存率达到 90%以上。

④ 第二次抚育验收：完成第二次抚育一个月后，要求核实完成复绿面积合格率达 95%以上；乔木、果树、灌木、藤本植物保存率 85%以上，其中乔木平均高不低于 1.2 m，植被覆盖度维持在 85%以上，形成稳定的，具有自我演替能力的植物群落。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

(一) 目标任务

1、总体目标任务

根据蟠龙矿区的地质环境特征、开采设计及地质环境影响预测结果，矿山地质环境保护的目标定位为：最大限度地避免或减轻因矿产开发引发的地质灾害危害，减少对含水层的影响和破坏，减轻对地形地貌景观的影响，减轻水土环境污染，最大限度修复生态环境，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展。

首先进行矿山地质环境保护预防工作，构建和谐矿山。矿山地质环境保护预防，地质灾害及隐患得到有效预防，为矿山地质环境保护打好基础，进而改善矿山地质环境、生态环境，构建“绿色矿山”，为矿山及周围社会经济发展提供保障。矿山地质环境保护预防工作规范矿山生产建设等工程活动，使矿产资源得到充分合理的开采利用，确保矿山生产与环境保护协调发展，促进人与自然和谐相处，实现矿区的可持续发展。

矿山地质环境保护目标任务：最大限度地避免或减轻因矿产开发引发地质灾害危害，对发生的地质灾害治理率达到 100%；减少对含水层的影响和破坏，减少对水土环境的影响和破坏，减轻对地形地貌景观的影响，最大限度修复生态环境，落实完成矿山地质环境保护工程。

矿山土地复垦预防目标任务：最大限度的根据项目区域的土壤、植被、气候、水文和生态环境等情况，以及科学合理、实事求是的原则，并参照地方土地利用总体规划，矿山资源开发利用结束后，矿山所压占、挖损土地进行复垦复绿，复垦范围的植被成活率要达到 85%以上，复垦率 100%。

土地复垦率达到 100%，三年后植树保存率 85%以上，郁闭度达 0.35 以上，创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展。

2、阶段性分期目标

(1) 先破坏先治理，工程措施、生物措施与监测措施相结合。

(2) 针对地质灾害主要采取工程措施、配合生物措施进行治理，采用监测措施进行预防。

(3) 针对矿区含水层破坏，可能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) 针对土地资源破坏主要采取土地复垦的方法进行恢复。

矿山设计总服务年限 17 年，其中基建期 1 年，生产期 15 年，治理期 1 年。另追加管护期 3 年，故本方案适用年限为 20 年（2025~2044 年）。近期地质环境保护与土地复垦计划为 5 年（2025~2029 年），中期地质环境保护与土地复垦计划 11 年（2030~2040 年），远期地质环境保护与土地复垦计划 4 年（2041~2044 年）。其目标见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境保护与土地复垦预防分期目标表

阶段	目标	地质环境问题
第 1~5 年度 (2025~2029 年)	监测矿山开采期间对地表水、地下水的影响情况，及时治理；对开采生产过程中因岩土体稳定性低或沿不稳定结构面产生的崩塌滑坡进行监测和治理；使矿山开采过程中造成的岩石裸露、植被破坏的地形地貌景观得到修复与改观；使被占用、破坏的土地资源，部分得到重新利用。对已完成的开采边坡及受矿业活动造成破坏的土地进行工程治理与复垦；对复垦工程进行监测和管护。	可能造成：滑坡、崩塌等地质灾害；地表水、地下水污染；矿山周边地形地貌景观及水土环境污染。
第 6~16 年度 (2030~2040 年)	监测矿山开采期间对地表水、地下水的影响情况，及时治理；对开采生产过程中因岩土体稳定性低或沿不稳定结构面产生的崩塌滑坡进行监测和治理；使矿山开采过程中造成的岩石裸露、植被破坏的地形地貌景观得到修复与改观；使被占用、破坏的土地资源，部分得到重新利用。对已完成的开采边坡及受矿业活动造成破坏的土地进行工程治理与复垦；对复垦工程进行监测和管护。	可能造成：滑坡、崩塌等地质灾害；地表水、地下水污染；矿山周边地形地貌景观及水土环境污染。
第 17~20 年度 (2041~2044 年)	对已完成的开采边坡及受矿业活动造成破坏的土地进行工程治理与复垦；对复垦工程进行监测和管护。开采结束后，完成受矿业活动造成破坏的土地的工程治理与复垦，地质灾害治理率达到 100%，对复垦工程进行监测和管护，植树保存率达到 85% 以上，郁闭度达到 0.35 以上。	可能造成：滑坡、崩塌等地质灾害；地表水、地下水污染；矿山周边地形地貌景观及水土环境污染。

3、任务

(1) 总体任务

通过规范开采活动，并修筑截排水沟、沉砂池、修建安全围栏、安装警示牌、拆除建筑及清运、土地翻耕、土壤改良、覆土等工程措施，乔、灌、草生物措施以及边坡稳定性监测、地形地貌景观监测、水环境监测、土壤质量监测、复垦植被监测等监测措施，以达到矿山地质环境恢复治理与土地复垦的目标。

(2) 阶段性分期任务

根据前述，本矿山地质环境保护与恢复治理接近期5年（2025~2029年），中期11年（2030~2040年），远期4年（2041~2044年）执行进行各期分期任务见表5-2。

表 5-2 矿山地质环境保护与土地复垦预防任务表

阶段	任务	地质环境问题
第1~5年度 (2025~2029年)	做好矿山的地质环境保护工作。在露天采场终了台阶设置排水沟；在采场周边设置警示牌、围栏；对生活污水进行处理，生活垃圾定点存放统一处置；对露天采场终了平台及其边坡进行工程治理和复垦绿化；建立矿山地质环境监测网，并进行监测与预警工程，对复垦工程进行监测与管护。	可能造成：崩塌等地质灾害；地表水、地下水污染；矿山周边地形地貌景观及土地资源破坏。
第6~16年度 (2030~2040年)	对已开采完的露天采场终了台阶进行土地复垦工程，对出现的不稳定边坡进行削坡、清理或进行加固；对截排水沟、沉砂池等设施进行完善与维护；闲置土地及时复垦；继续进行矿山地质环境监测与预警工程，对复垦工程进行监测与管护。	可能造成：崩塌等地质灾害；地表水、地下水污染；矿山周边地形地貌景观及水土环境污染。
第17~20年度 (2041~2044年)	开采结束后，对矿区受影响范围进行全面的土地复垦工作；进行矿山地质环境监测与预警工作，对复垦工程进行监测与管护。	可能造成：崩塌等地质灾害；地表水、地下水污染；矿山周边地形地貌景观及水土环境污染。

(二) 主要技术措施

矿区地质环境保护与土地复垦项目预防控制措施主要包括以下几个方面：

1、矿山地质灾害

按第三章“矿山地质灾害现状分析与预测”小节分析，预测矿山开采过程或完工后可能引发及遭受的地质灾害类型主要为露天采场、破碎加工场地、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场、排土场 1、排土场 2、道路边坡的崩塌/滑坡，覆盖层中转场、复垦用土临时堆场、排土场 1 和排土场 2 的泥石流。危害对象主要为生产作业人员，生产机械、设备，矿山道路的行人和车辆。其保护技术措施主要如下。

(1) 规范采矿活动：依照《矿产资源开发利用方案》设计，严格控制各台阶开采高度及边坡坡角。

(2) 削坡减载：开采过程中对存在隐患的边坡进行必要的削坡减载工作，以保障采矿人员和设备安全。

(3) 开采时，修建排水沟，做好防排水工作；遇较软弱地段，放缓边坡高度和坡度，在矿山开采过程中密切注意岩体的稳定性，在可能崩塌的高陡边坡上建立观测点，及时发现及时处理。对于边坡崩塌、滑坡区，应按照所圈定的可能滑动范围，设置围栏，防止人畜误入，并应设明显的安全标志。

(4) 每个开采阶段结束后，要及时清理平台上疏松的岩土和坡面上的浮石。

(5) 加强地质灾害监测工作，设置警示标牌，尽可能采用自动化智能监测手段对地质灾害及影响区进行监测，发现形变应及时上报，采取工程措施处理。对存在崩塌、滑坡等地质灾害隐患的边坡，进行专项的设计治理措施。

2、含水层破坏

矿山开采产生的废水污染源主要来自采矿废水、生活废水。

根据《开发利用方案》，矿山设计有水处理系统，对采矿废水进行处理。水处理系统采用絮凝浓缩沉淀-过滤的工艺进行水处理及水回用，现废水循环利用，生产污水零排放。根据矿山及其附近地形，共设置 1 个坑底集水池和 5 座沉砂池，各沉砂池中的汇水经沉淀达到排放标准后，接入附近自然排水系统或其他排水系统进行外排。排放水质应符合行业标准—泥沙含量不大于 500 g/m^3 。防止矿坑水、采矿废水以及固废淋滤水排放对地下水环境与岩土环境产生污染。

3、地貌景观的保护

矿山开采对地形地貌景观的破坏主要集中在露天采场、破碎加工场地、办公生活区、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场、矿山道路等区域，包括开采挖损土地，加工产品、建筑物压占土地等。矿山开采过程做到“边开采，边治理”，结合土地复垦工作及时恢复植被。加强破碎加工场地、办公生活区、复垦用途临时堆场、覆盖层中转场等区域的植树绿化，美化环境。

4、水土环境污染预防措施

矿区拟建各沉砂池中的排水在经沉淀过滤之后，应优先考虑矿山自用，对较难利用需要外排的汇水，为保证外排水水质，保护矿区生态环境，经沉砂池沉淀后排放的污水应达到国家规定的排放标准。且应安排人员对截排水及沉沙设施日常巡查、清淤、维护，保证截排水及沉沙系统的功能性。同时采用以下预防措施。

(1) 矿山基建期及生产期所产生的污废水均应实现资源化管理，循环利用不外排，同时严格落实水污染防治及污废水回用措施，加大环保管理力度，确保项目污废水处理达标循环利用。

(2) 矿区在开采生产期间应布置水土污染监测点，加强对水土的跟踪监测。

(3) 矿山企业在开采生产过程中必须严格管理，杜绝污水随意排放。

(4) 矿山开采生产过程中产生的废油、皮带等工业垃圾应单独堆放，并采取必要的防渗等措施，防治污染事件发生。生活垃圾可集中处理或者交由市政垃圾处理机构处及时理。

(5) 矿山生产过程中应采取种植植物和覆盖等复垦措施，对露天采场坡面进行稳定化处理，防止水土流失和滑坡。

5、土地损毁预防控制措施

尽量减少矿山开采活动对土地资源的占用破坏：充分利用已有的土地资源，做到布局合理、紧凑，不浪费土地资源。尽量少用临时堆放措施，或将临时堆放场地布置于采场内部，矿山采购的物资材料，要根据进度安排合理进货数量，合理安排堆放场地；同时，对采出矿石的分堆分存处理，要合理安排场地，能尽快处理的要及时处理。按开发方案设计和工艺的新发展对剥离层的综合利用，减少对土地资源的破坏。

- (1) 采用排土/综合利用—采矿—造地—复垦一体化技术。
- (2) 矿山生产服务期满后，应及时封场和复垦，防止水土流失。
- (3) 采用生物工程进行复垦时，宜对景观、物种选择、配置及种植方式进行优化。

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

矿山地质灾害治理工程的目标任务是在未来矿山开采过程中，重点对高陡边坡防治及进行监测；暴雨时加强对土质边坡的监测，发现崩塌、滑坡、泥石流时，应停止施工并撤离，雨停后对发生地质灾害的地段进行必要的削坡减载、清除危岩或工程治理等工作，消除其危害性及危险性，最大限度减轻对矿山职工生命财产的威胁，保障采矿人员和设备安全。

（二）工程设计

在布置地质灾害治理工程中，部分工程措施与土地复垦的治理措施有重叠。本方案提出的地质灾害治理措施中，与土地复垦重叠的，归口为地质灾害治理的工作量，不作为土地复垦的工程量。

矿区经历史开采生产活动，现状共存在崩塌地质灾害3处。3处崩塌灾害点均位于新设矿区露天采场内，在后续开采生产过程中，灾害点随开采标高不断下降而消失。故本次方案不针对现状3处崩塌地质灾害进行工程治理，但仍需在3处崩塌地质灾害点处布置警示牌等安全措施。具体工程见“安全工程”一节。

按第三章“矿山地质灾害现状分析与预测”小节分析，预测矿山开采过程或完工后可能引发及遭受的地质灾害类型主要为露天采场边坡的崩塌/滑坡、矿山道路边坡的崩塌/滑坡，原排土场边坡的崩塌/滑坡/泥石流、破碎加工场地边坡的崩塌/滑坡、复垦用土临时堆场及覆盖层转运场的崩塌/滑坡/泥石流。

1、地质灾害防治工程

（1）露天采场外围截水沟

根据露天采场地形条件，矿区地形总体北东、南西高，中间低，矿区范围北东面及南西面两侧地形顺坡而下，形成较大的汇水面积，场外汇水可直接汇流至

采场内，可能冲刷采场边坡，给边坡造成一定的安全隐患，为了截流场外汇水，本方案设计在矿区范围西南面及北东面一侧采场边坡上部约 10 m 处设置截排水沟，截流场外汇水。而采场其他区域边坡均位于分水岭顶部或者跨过分水岭，场外汇水不会直接汇流至采场内，因此此区域一侧均可不设场外截排水沟。在表土堆场周围截排水沟，排水末端接经沉砂池处理合格后外排。



图 5-2 矿区外围截排水沟空间展布示意图

本设计按 50 年一遇洪水计算，采用广东省经验公式的对截排水沟最大洪峰流量进行计算，从而计算截、排水沟所需的尺寸。

$$Q_p = C_2 \times H_{24P} \times F^{0.84}$$

式中：

Q_p —洪峰流量， m^3/s ；

C_2 —系数，随频率不同而不同，50 年一遇（频率=2%）， $C_2=0.046$ ；

H_{24P} —设计暴雨强度， mm ；

$H_{24P} = H_{24} \times K_P = 140 \times 2.82 = 394.8mm$ ；

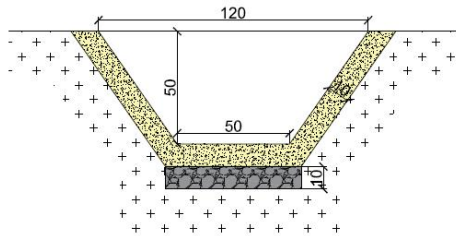
H_{24P} —一年最大 24 小时点雨量均值，mm，本矿区所处位置取 140 mm；

K_P —横比系数，鹤山市及其附近地区取 $C_V=0.4$ ，查取皮尔逊III型频率曲线的横比系数 K_P 值表 ($C_S=3.5C_V$)，50 年一遇（频率=2%）， $K_P=2.82$ ；

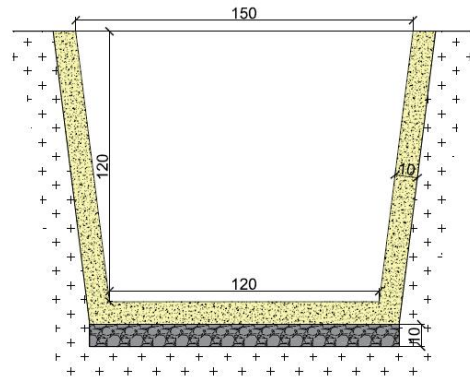
F—汇水面积， km^2 。

修筑截排水沟采用现浇混凝土渠，硬化厚度 10 cm，并铺设厚度 10 cm 的碎石垫层。

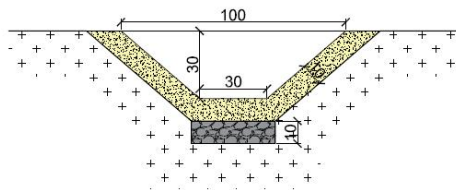
1#截水沟置剖面示意图



2#截水沟置剖面示意图



3#截水沟置剖面示意图



4#、5#、6#截水沟及复垦用土临时堆场覆盖层中转场排水沟布置剖面示意图

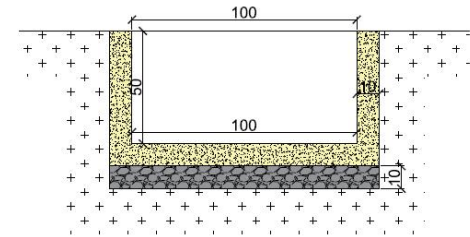


图 5-3 外围截排水沟设计规格（单位：cm）

表 5-3 露天采场外围截排水沟断面尺寸计算表

水沟名称	区域最大 汇水面积 (m ²)	计算洪峰流量 (m ³ /s)	平均流速 (m/s)	计算过水 断面面积 (m ²)	溢满 系数	上底 (m)	下底 (m)	高 (m)	硬化断面 面积 (m ²)
1#截水沟	17593	0.6	2	0.3	0.8	1.2	0.5	0.5	0.43
2#截水沟	88060	2.4	2	1.2	0.8	1.5	1.2	1.2	1.62
3#截水沟	7956	0.3	2	0.2	0.8	1	0.3	0.3	0.2
4#截水沟及覆盖层 中转场排水沟	22545	0.8	2	0.4	0.8	1	1	0.5	0.5
5#截水沟及复垦用土 临时堆场排水沟	25570	0.8	2	0.4	0.8	1	1	0.5	0.5
6#截水沟	21492	0.7	2	0.4	0.8	1	1	0.5	0.5

表 5-4 截排水沟工程量统计表

名称	布置位置	长度 (m)	过水断面 面积 (m ²)	开挖断面 面积 (m ²)	硬化断面 面积 (m ²)	垫层断面 面积 (m ²)	工程量 开挖 (m ³)	现浇 混凝土渠 (m ³)	工程量 碎石垫层 (m ³)
1#截水沟	9#拐点 南西侧-南东侧	449.89	0.43	0.68	0.19	0.06	305.93	85.48	26.99
2#截水沟	9#-10#拐点连线 南西侧	1367.47	1.62	2.14	0.38	0.14	2926.39	519.64	191.45
3#截水沟	9#-10#拐点连线 南西侧	480.87	0.2	0.38	0.14	0.04	182.73	67.32	19.23
4#截水沟及 覆盖层中转场 排水沟	10#-1#拐点连线 北西侧及覆盖层 临时堆场北西侧	613.28	0.5	0.84	0.22	0.12	515.16	134.92	73.59
5#截水沟及 复垦用土临时堆场 排水沟	1#拐点北东侧及 复垦用土 临时堆场周围	633.06	0.5	0.84	0.22	0.12	531.77	139.27	75.97
6#截水沟	2#-4#拐点连线 北东侧	570.31	0.5	0.84	0.22	0.12	479.06	125.47	68.44
合计		4114.88	/	/	/		4941.03	1072.10	455.67
注：开挖断面面积包含过水断面面积、硬化断面面积及垫层断面面积									

(2) 露天采场其他平台排水沟

为使矿区排水系统更完善，减缓各平台排水沟的压力，方案设计在露天采场+30 m 以上开采平台内缘修筑排水沟。排水沟过水断面宽 0.5 m，深 0.4 m，过水断面面积 0.20 m²，沟身厚度为 0.10 m，采用现浇混凝土渠道，并铺设厚 10 cm 的混凝土垫层。防止雨水及表径流直接冲刷或带走泥砂。

表 5-5 采场其他平台排水沟工程量统计表

名称	布设位置	长度 (m)	过水 断面 面积 (m ²)	开挖 断面 面积 (m ²)	硬化 断面 面积 (m ²)	垫层 断面 面积 (m ²)	工程量 开挖 (m ³)	现浇 混凝 土渠 (m ³)	碎石 垫层 (m ³)
其他 平台 排水 沟	露天采场 +30m 以 上边坡平 台内缘	7792.68	0.2	0.37	0.1	0.07	2883.29	779.27	545.49
合计		7792.68	/	/	/		2337.80	779.27	545.49

注：开挖断面面积包含过水断面面积及硬化断面面积

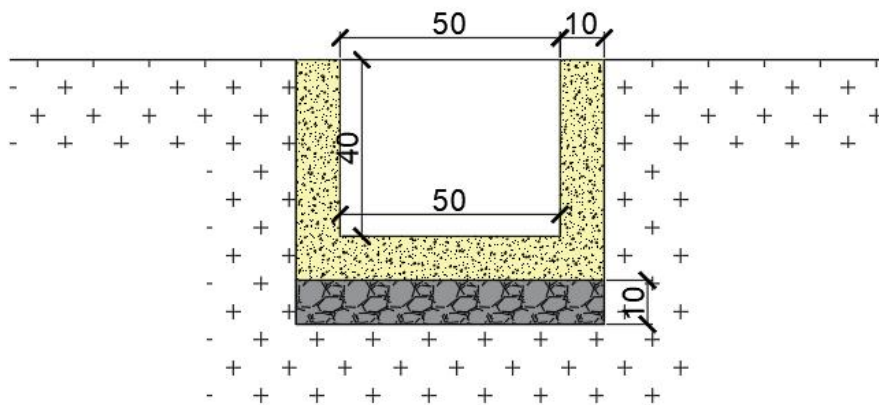


图 5-4 采场其他平台排水沟设计规格（单位：cm）

(3) 台阶外缘挡土墙

台阶外缘采用生态布袋堆砌修筑挡土墙，设计生态布袋长 0.4 m，宽 0.3 m，布袋应错层堆砌，堆砌高度 0.5 m。挡土墙横截面整体呈梯形，顶宽 0.3 m、底宽 0.6 m、高 0.5 m，横截面积 0.225 m²。

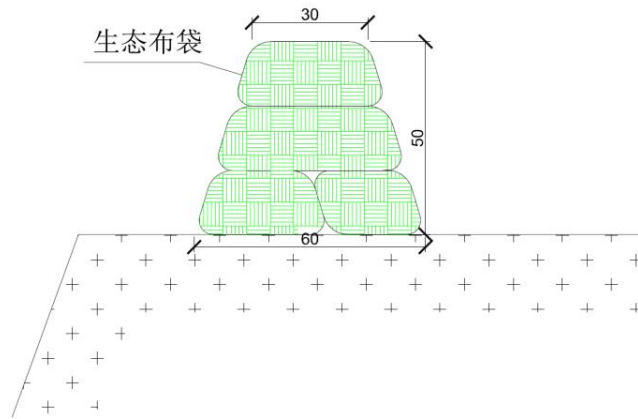


图 5-5 台阶外缘生态布袋挡土墙截面示意图（单位：cm）

表 5-6 采场挡土墙工程量统计表

名称	长度 (m)	断面面积 (m ²)	堆砌工程量 (m ³)
生态袋挡土墙	7781.49	0.225	1750.84
合计	7781.49	/	1750.84

(4) 土质边坡泄水吊沟

矿山土质边坡坡面设置泄水吊沟，砂浆抹面，每隔约 150 m 布置一条泄水吊沟，排水沟过水断面 0.2 m×0.2 m，过水断面面积 0.04 m²，采用现浇混凝土渠，厚度 0.10 m。防止雨水及表径流直接冲刷或带走泥砂。

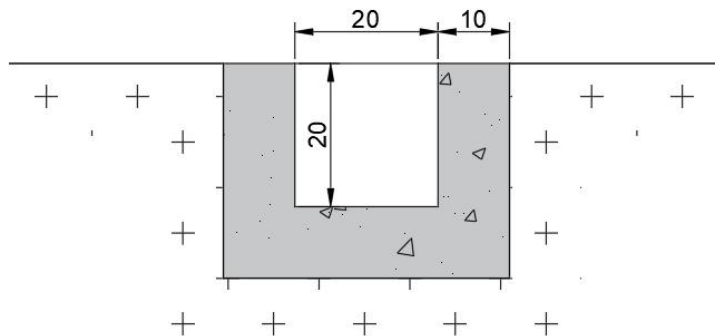


图 5-6 土质边坡泄水吊沟截面示意图（单位：cm）

露天采场土质边坡长约 3116 m，则共需开挖约 16 条泄水吊沟，共约 650 m，工程量为开挖土方 78 m³，采用现浇混凝土渠，现浇混凝土渠 52 m³。

另原排土场 2 北侧与露天采场相接处，经多年大气降水汇集地表径流影响，现状受其冲刷影响形成一道冲沟，为避免冲刷影响进一步加剧，设计在冲沟处进行硬化，布置一条吊沟，上接 2#截水沟、向下将汇水引流至采场坑底集水池，

避免因地表径流冲刷导致崩塌/滑坡等地质灾害。

原排土场 2 处布置泄水吊沟，排水沟规格设置：顶宽 1.5 m，底宽 1.2 m，深度 1.2 m，挖方断面面积为 2.0 m²，硬化断面面积为 0.38 m²。设计原排土场 2 泄水吊沟总长度为 120 m，工程量为开挖土方 240 m³，采用现浇混凝土渠，硬化工程量 45.6 m³。

表 5-7 泄水吊沟工程量统计表

名称	长度 (m)	开挖断面 (m ²)	断面硬化 面积 (m ²)	开挖 工程量 (m ³)	硬化 工程量 (m ³)
露天采场泄水吊沟	650	0.12	0.08	78	52
原排土场 2 泄水吊沟	120	2	0.38	240	45.6
合计	770	/	/	318	97.6
注：开挖断面面积包含过水断面面积及硬化断面面积					

(5) 矿山道路排水沟

矿山道路内侧沿修筑排水沟，排水沟规格：顶宽 0.6 m，底宽 0.60 m，深度 0.60 m，挖方断面面积为 0.56 m²，硬化断面面积为 0.2 m²。需新修矿山道路排水沟总长度为 1078 m，工程量为开挖土方 753.92 m³，采用现浇混凝土渠，并铺设厚度 10 cm 的碎石垫层，硬化工程量 235.6 m³，碎石垫层工程量 94.24 m³。

表 5-8 矿山道路排水沟工程量统计表

名称	长度 (m)	开挖 断面 (m ²)	断面 硬化 面积 (m ²)	垫层 断面 面积 (m ²)	开挖 工程量 (m ³)	硬化 工程量 (m ³)	碎石 垫层 (m ³)
矿山道路排水沟	1178	0.64	0.2	0.08	753.92	235.6	94.24
合计	1178				753.92	235.6	94.24
注：开挖断面面积包含过水断面面积及硬化断面面积							

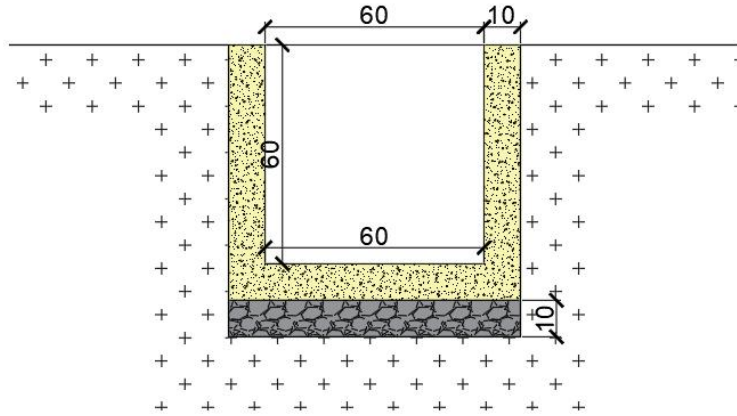


图 5-7 矿山道路内侧排水沟截面示意图（单位：cm）

（6）破碎加工场地边坡台阶排水沟

沿破碎加工场地边坡坡脚修筑排水沟，排水沟规格设置：顶宽 0.30 m，底宽 0.30 m，深度 0.20 m，挖方断面面积为 0.12 m²，硬化断面面积为 0.09 m²，并铺设厚度 10cm 的碎石垫层。需新修破碎加工场地边坡台阶排水沟总长度为 1731 m，工程量为开挖土方 346.20 m³，采用现浇混凝土渠，硬化工程量 155.79 m³，碎石垫层工程量 86.55 m³。

表 5-9 破碎加工场地边坡台阶排水沟排水沟工程量统计表

名称	长度 (m)	过水 断面 面积 (m ²)	开挖 断面 面积 (m ²)	硬化 断面 面积 (m ²)	垫层 断面 面积 (m ²)	工程量 开挖 (m ³)	现浇 混凝土 渠道 (m ²)	碎石 垫层 (m ³)
破碎加工 场地边坡 台阶排水沟	1731	0.06	0.2	0.09	0.05	346.2	155.79	86.55
合计	1731	/	/	/		346.2	155.79	86.55

注：开挖断面面积包含过水断面面积、硬化断面面积及垫层断面面积

（7）复垦用土临时堆场台阶排水沟

由于复垦用土临时堆场堆排物为松散表层土，易受大气降水及其产生地表径流影响，造成水土流失，同时加大对拦挡坝的负载。为减缓区域水土流失及减缓下游挡石坝的压力，设计在复垦用土临时堆场堆排形成台阶内侧修筑排水沟。排水沟过水断面上底 0.3 m，下底 0.3 m，深 0.2 m，过水断面面积 0.018 m²，沟身厚度为 0.10 m，采用现浇混凝土渠道，并铺设厚 10cm 的碎石垫层。防止雨水及表径流直接冲刷或带走泥砂。

表 5-10 复垦用土临时堆场台阶截排水沟工程量统计表

名称	长度 (m)	过水 断面 面积 (m ²)	开挖 断面 面积 (m ²)	硬化 断面 面积 (m ²)	垫层 断面 面积 (m ²)	工程量 开挖 (m ³)	现浇 混凝土 渠道 (m ²)	碎石 垫层 (m ³)
复垦用土 临时堆场 边坡平台 内缘排水沟	48	0.06	0.2	0.09	0.05	9.6	4.32	2.4
合计	48	/	/	/		9.6	4.32	2.4

注：开挖断面面积包含过水断面面积及硬化断面面积

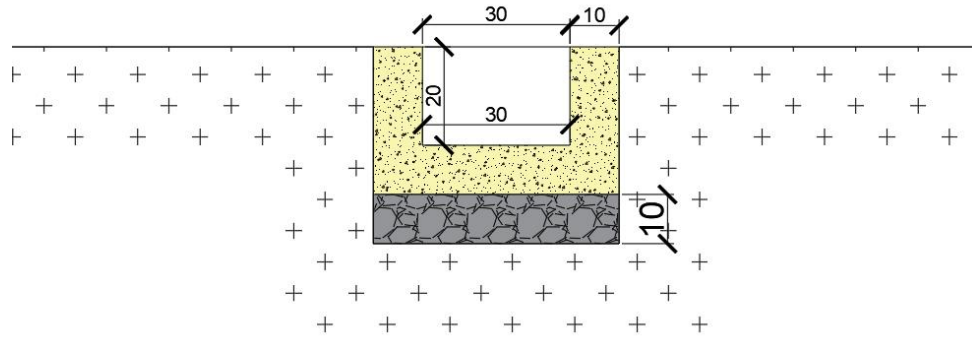


图 5-8 复垦用土临时堆场台阶排水沟截面示意图（单位：cm）

（8）复垦用土临时堆场下游拦渣坝

复垦用土临时堆场坡脚修筑拦渣坝，以防止排土场土石方垮塌及水土流失。根据《开发利用方案》设计，共布置 1 处拦挡坝。

挡石坝布置在复垦用土临时堆场坡脚处，设计采用块石砌坝+混凝土垫层+泄水孔设计方式。拦渣坝设计参数：墙面坡度 1:0.25，坝高 4 m，坝顶宽 3 m，坝底宽 4 m，拦渣坝长 36 m。坝基高度为 1.0 m。坝体设计两层层泄水孔，泄水孔规格为 30×30 cm，泄水孔横向间距 2 m，纵向间距 1~1.5 m。坝基础应埋入硬质岩石地基，需要浆砌块石挡土墙约 504 m³，混凝土垫层 216 m³，反滤层 63 m³。

由于复垦用土临时堆场拦渣坝区域尚未进行工程勘察设计，建议在土石方堆放前进行专项勘察及设计，修筑好坡底挡石坝及拦挡坝，并经相关部门及专家验收后，方可进行排土堆放。本次方案复垦用土临时堆场挡石坝及拦挡坝设计仅供参考，不作为实际施工依据。

表 5-11 复垦用土临时堆场拦挡坝工程量统计表

拦渣坝名称	浆砌块石截面面积 (m ²)	混凝土垫层截面面积 (m ²)	反滤层断面面积 (m ²)	拦渣坝长度 (m)	浆砌块石工程量 (m ³)	混凝土垫层工程量 (m ³)	反滤层工程量 (m ³)
复垦用土临时堆场下游拦渣坝	14.00	6.00	1.75	36	504	216	63
总计					504	216	63

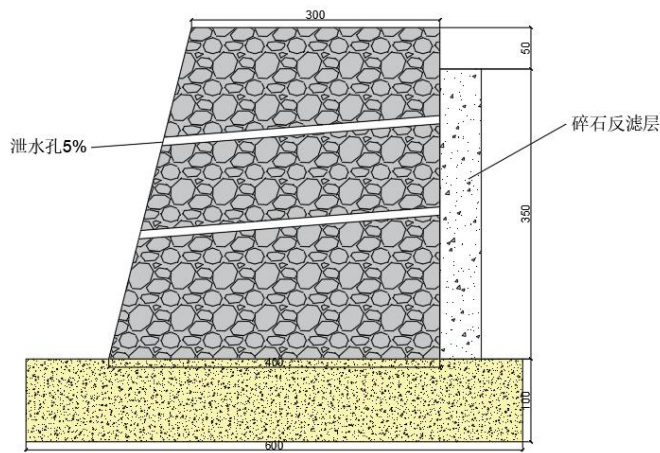


图 5-9 复垦用土临时堆场拦挡坝横截面示意图 (单位: cm)

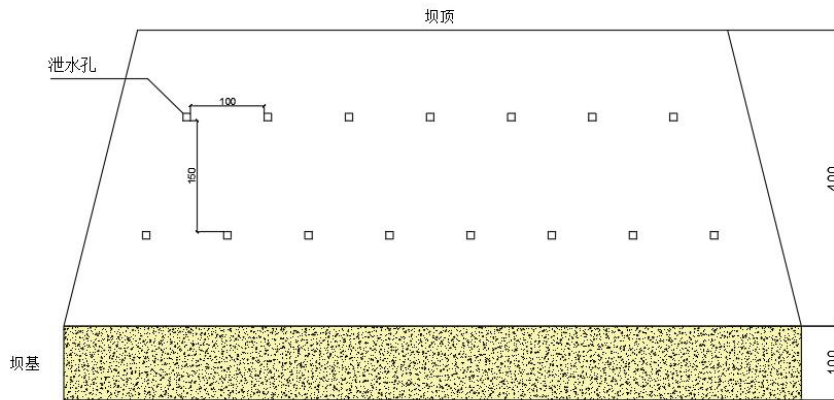


图 5-10 复垦用土临时堆场拦挡坝整体示意图 (单位: cm)

(9) 覆盖层中转场挡土墙

拟建覆盖层中转场位于露天采场 10#-1#拐点北东侧,覆盖层中转场直接与露天采场边坡相接、另覆盖层中转场北西侧为自然山沟,其下为山塘。为避免覆盖层中转场内堆存土石方受大气降水等影响向露天采场及山沟移动,对开采生产安

全及周围水土环境造成不良影响，本次方案设计在覆盖层中转场与露天采场相接处级覆盖层中转场北西侧山沟处布置挡土墙，避免场地内土石方移动。

设计采用浆砌块石+混凝土垫层方式布置挡土墙。挡土墙设计参数：墙高 1 m，其中混凝土垫层高 0.1 m，浆砌块石挡墙高 0.9 m，墙厚 0.5 m，挡土墙总长 340 m。

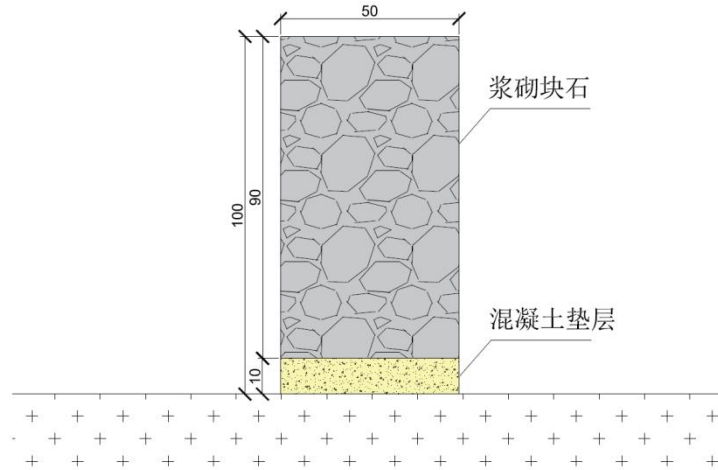


图 5-11 覆盖层中转场挡土墙剖面示意图（单位：cm）

表 5-12 覆盖层中转场挡土墙工程量统计表

挡土墙名称	浆砌块石 截面面积 (m ²)	混凝土垫层 截面面积 (m ²)	拦渣坝 长度 (m)	浆砌块石 拦渣坝工程量 (m ³)	混凝土垫层 工程量 (m ³)
覆盖层中转场挡土墙	0.45	0.05	340	153	17
总计				153	17

2、安全工程

(1) 警示牌

矿山开采生产过程中，复垦用土临时堆场及覆盖层中转场堆放土石方量较大，其中复垦用土临时堆场堆放高度最大达 16 m。为保证周围安全，设计在复垦用土临时堆场及覆盖层中转场周围设立警示牌。

矿山开采生产过程中，矿山道路修筑形成边坡高度较大，部分区域存在不稳定隐患，为保证矿山开拓运输安全，设计在矿山道路边坡较高处、急弯处布置警示牌。

在矿山开采完成以后，沿矿区红线范围形成大面积的开挖采坑。为防止人畜

误入，高陡边坡可能出现的崩塌滑坡等地质灾害对周围产生人身及财产安全影响，设计在露天采场外围及+30 m 平台处布置警示牌。

办公生活区、破碎加工场地、覆盖层中转场布置安全生产警示宣传牌，加强日常安全生产教育。

警示牌：警示牌采用铁牌制造，应注明警示人员不得翻越围栏、注意避让等内容。复垦用土临时堆场周围，每间隔 100 m 布置一处，共需布置警示牌 5 块；露天采场边坡坡顶每间隔 100 m 布置一处，共需布置警示牌 32 块；+30 m 平台外缘每间隔 100 m 布置一处，共需布置警示牌 25 块，矿山道路边坡较高处、急弯处布置警示牌，共计布置警示牌 12 处；办公生活区布置警示牌 4 处、破碎加工场地布置警示牌 12 处、覆盖层中转场布置警示牌 4 处。

综合整个矿区，布置警示牌共 94 块。

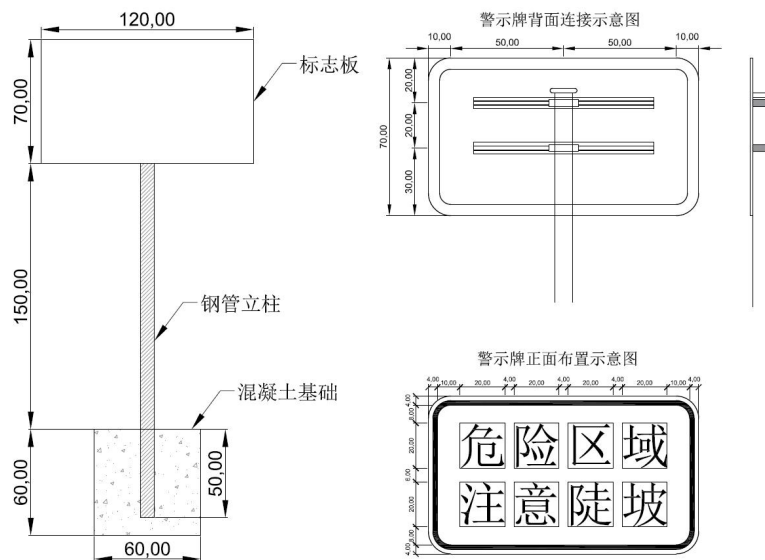


图 5-12 警示牌布置示意图（单位：cm）

(2) 安全围栏

矿山凹陷开采阶段及开采活动结束后，+30 m 平台与破碎加工场地相接，人类活动频繁，且开采活动结束后，凹陷采坑将自然蓄水形成深塘，为防止人畜误入，保证周围安全，设计在+30 m 平台处以及采坑顶部布置安全围栏。

防护围栏：防护围栏采用 0.25 m×0.25 m 正方形断面预制混凝土栏杆，高 2.0 m（其中 0.5 m 埋在地下基坑中），混凝土栏杆单体砌筑工程量为 0.125 m³。栏杆间距 10 m。+30 m 平台处共布置防护围栏 2452 m，需要 246 根混凝土栏杆，

混凝土栏杆总体砌筑工程量为 30.75 m^3 。

防护围栏基坑：为使防护围栏更牢固、结实，放置防护围栏时应在地面开挖规格为：深 0.5 m ，横截面为 $0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$ 的基坑，然后浆砌块石加固；基坑单孔开挖工程量为 0.08 m^3 ，则基坑总体开挖工程量为 19.68 m^3 。

铁丝网：待防护栏杆修筑完工后，在栏杆上拉起铁丝网，共拉双线 3 层，铁丝网总工程量为 14712 m 。

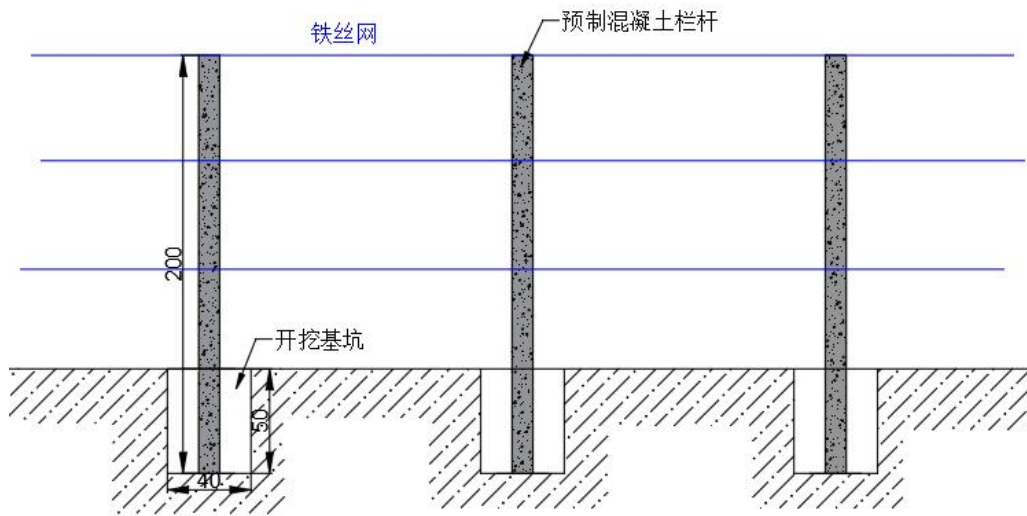


图 5-13 防护栏杆布置示意图（单位：cm）

（3）溢洪道

由于矿区在 $+30 \text{ m}$ 标高以下将转为山坡凹陷开采，最终形成深 90 m 的凹陷采坑。为避免强降雨及持续性降雨等极端天气条件下，凹陷采坑汇集水量较大导致蓄水出现满溢等情况，设计在破碎加工场地与露天采场相接处布置一条溢洪道（ $+30 \text{ m}$ 标高处），以满足蓄水外排需求，避免采坑蓄水满溢对下游造成不良影响。

按照矿区日最大降雨量计算，溢洪道过水面积应满足 1.65 m ，设计过水断面面积 2 m^2 ，渠道宽 2 m ，深 1 m ，沟身厚度为 0.10 m ，采用现浇混凝土渠道。以疏导凹陷采坑蓄水至外部沟渠。

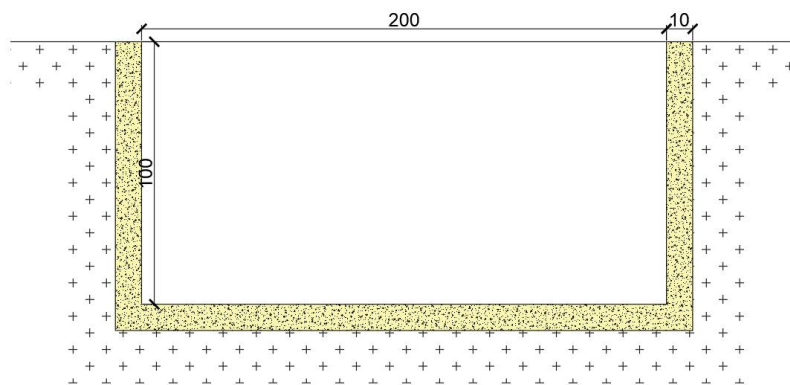


图 5-14 溢洪道横截面示意图

表 5-13 溢洪道工程量统计表

名称	长度 (m)	过水断面 面积 (m ²)	开挖断 面面积 (m ²)	硬化断面面积 (m ²)	工程量 开挖 (m ³)	现浇混凝 土渠道 (m ²)
溢洪道	560	2.00	2.42	0.42	1355.2	235.2
合计	1355.2	235.2	/	/	1355.2	235.2

注：开挖断面面积包含过水断面面积及硬化断面面积

(三) 主要工程量

根据上述地质灾害防治工程设计，矿区地质灾害治理主要工程量见下表。

表 5-14 矿山地质灾害治理主要工程量估算表

序号	工程措施	包含工程	单位	工程量
1	露天采场外围截排水沟	外围截排水沟开挖	100 m ³	44.85
		外围截排水沟硬化	100 m ³	10.72
		外围截排水沟垫层	100 m ³	4.56
2	开采平台排水沟	台阶排水沟开挖	100 m ³	23.38
		台阶排水沟硬化	100 m ³	7.79
		台阶排水沟垫层	100 m ³	5.45
3	开采台阶挡土墙	袋装土石围堰（生态袋装土）	100 m ³	17.51
4	土质边坡泄水吊沟	土质边坡泄水吊沟开挖	100 m ³	3.18
		土质边坡泄水吊沟硬化	100 m ²	0.98
5	矿山道路排水沟	矿山道路排水沟开挖	100 m ³	6.6
		矿山道路排水沟硬化	100 m ³	2.36
		矿山道路排水沟垫层	100 m ³	0.94
6	破碎加工场地	破碎加工场地边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	2.08

序号	工程措施	包含工程	单位	工程量
	边坡台阶排水沟	破碎加工场地边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	1.04
		破碎加工场地边坡台阶排水沟垫层	100 m ³	0.87
7	复垦用土临时堆场台阶排水沟	堆场台阶排水沟开挖	100 m ³	0.06
		堆场台阶排水沟硬化	100 m ³	0.03
		堆场台阶排水沟垫层	100 m ³	0.02
8	复垦用土临时堆场拦渣坝	浆砌块石拦渣坝	100 m ³	5.04
		混凝土垫层	100 m ³	2.16
		反滤层	100 m ³	0.63
9	覆盖层中转场挡土墙	浆砌块石挡土墙	100 m ³	1.53
		混凝土垫层	100 m ³	0.17
10	警示牌	警示牌安装	处	94
11	安全围栏	预制混凝土围栏	100 m ³	0.71
		铁丝网	100m	339.78
12	溢洪道	溢洪道开挖	100 m ³	13.55
		溢洪道硬化	100 m ³	2.35

三、矿区土地复垦

(一) 目标任务

项目复垦区面积 70.7688 hm²，留续使用面积 0 hm²，复垦责任范围 70.7688hm²。依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目土地复垦的目标任务是复垦为水浇地（0.2258 hm²）、果园（0.0943 hm²）、乔木林地（14.7248 hm²）、灌木林地（12.0131 hm²）和坑塘水面（43.7108 hm²），复垦总面积 70.7688 hm²，复垦率为 100%。

(二) 工程设计

本复垦方案复垦设计共 6 个复垦单元，分别为：露天采场、破碎加工场地、办公生活区、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场和矿山道路。

本矿山损毁土地方式主要为压占及挖损，各复垦单元对土地损毁情况不同，复垦设计针对各个工程进行说明，具体如下：

1、露天采场

露天采场复垦单元面积 55.7239 hm²，复垦责任范围 55.7239 hm²，根据适宜性评价的结果，+30 m 以上标高复垦为灌木林地，面积 12.0131 hm²，+30 m 以下复垦为坑塘水面，面积 43.7108 hm²。林地计划采用机械复垦与人工复垦相结合的方式复垦。复垦的工艺流程大体可分为 5 个工序：

(1) 表土回覆

矿山建设采取“边开采，边复垦”，将剥离表土用于复垦为灌木林地的开采平台以及挖损区域的表土回填，以利于后续植被恢复。根据矿山实际开采情况，开采平台以及挖损区域表土回填厚度为 0.5 m，面积约为 44956 m²，考虑表土的松散系数、二次沉降率、前期流失等因素，回填表土量约为 22478 m³。

(2) 开采平台植生槽（包括挡土墙和内侧排水沟）构筑

开采平台植生槽示意图见下图。植生槽外侧挡土墙和内侧排水沟工程量分别见矿山地质灾害治理小节。在本节中不重复计算。

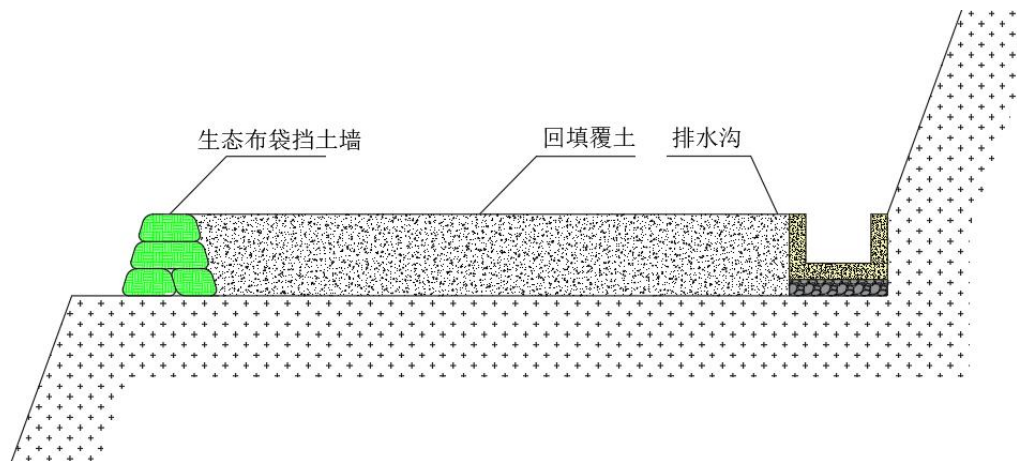


图 5-15 开采平台植生槽示意图

(3) 绿化工程

露天采场+30 m 以上台阶表土回填完毕后，复垦为灌木林地的区域采用以灌木树种为主，藤本植物和草本植物为辅。

本方案设计灌木采用大红花/红檵木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主。苗木规格采用 1-2 年生、30-50 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300g，复合肥 250 g。

本方案设计草本采用铁线草/狗牙根/大叶油草等适应性强、耐干旱、易萌芽

的品种，播撒密度 20 kg/hm²。

本方案设计沿开采平台内外边缘以 0.8 m 株距种植攀爬植物葛藤/爬山虎等幼苗，使其沿边坡向下生长。幼苗两支以上，长度 60 cm 以上，一年生。穴坑大小为 30 cm×30 cm×30 cm，每穴施放有机肥 150 g，复合肥 100 g。

表 5-15 露天采场植物措施工程量统计表

	项目	种植面积/长度	种植密度	单位	工程量
绿化工程	灌木 (大红花/红檫木/勒杜鹃等)	4.4956 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	112.39
	爬藤 (葛藤/爬山虎)	6826 m	0.8 m/株	100 株	85.32
	草本 (铁线草/狗牙根/大叶油草等)	4.4956 hm ²	20 kg/hm ²	hm ²	4.4956

(4) 灌溉工程

方案设计布置灌溉用水箱 4 个，分别位于 9 号拐点北西侧、6 号和 7 号拐点南东侧、3 号和 4 号拐点北东侧以及 1 号拐点南东侧。水箱容量 9 m³，采用 DN50 管道与水箱相连接后，分流至分级台阶接 DN25 软管。管道安装时应统一安装砂石过滤器、加压设施，共计安装砂石过滤器 4 套，加压设施 4 套。本方案设计灌溉水源地为坑底集水池以及矿坑东部长坑水库。

表 5-16 露天采场土地复垦工程量统计表

序号	工程措施	单位	工程量
1	表土回覆	100 m ³	224.78
2	种植灌木	100 株	112.39
3	种植爬藤	100 株	85.32
4	种植草本	hm ²	4.4956
5	水箱安装	个	4
6	水泵安装	台	4
7	砂石过滤器安装	10 套	0.4
8	加压器安装	1 套	4
9	PVC 水管安装 (D50)	100 m	4.25
10	PVC 水管安装 (D25)	100 m	80.81
11	微喷头安装	100 个	16.16

2、破碎加工场地

破碎加工场地复垦单元面积 10.3392 hm²，复垦责任范围 10.3392 hm²，根据适宜性评价的结果，复垦为水浇地（0.0183 hm²）和乔木林地（10.3209 hm²）。

破碎加工场地的复垦的工艺流程为：

（1）砌体拆除

破碎加工场地复垦责任范围内约建设 5557 m² 的混凝土砌体，砌体平均厚度约 0.5 m。需要将水泥混凝土场地进行拆除，砌体拆除工程量为 2779 m³。

（2）表土回覆

矿山将利用矿山剥离残坡积土进行表土回覆。根据破碎加工场地的实际情况，表土回填面积为 9.4192 hm²，厚度为 0.5 m，考虑表土的松散系数、二次沉降率、前期流失等因素，回填表土量约为 47096 m³。水浇地进行表土回覆后，交付于土地权属人自行耕种利用。

（3）绿化工程

本方案设计乔木采用大叶相思/荷木/铁冬青等 3 个以上品种混交搭配种植，苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

本方案设计灌木采用大红花/红檵木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主。苗木规格采用 1-2 年生、30-50 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300g，复合肥 250 g。

本方案设计草本采用铁线草/狗牙根/大叶油草等适应性强、耐干旱、易萌芽的品种，播撒密度 20 kg/hm²。

表 5-17 破碎加工场地植物措施工程量统计表

	项目	种植面积/长度	种植密度	单位	工程量
植物措施	乔木 (大叶相思/荷木/铁冬青等)	9.4192 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	235.48
	灌木 (大红花/红檵木/勒杜鹃等)	9.4192 hm ²	10000 株/hm ²	100 株	235.48
	草本 (铁线草/狗牙根/大叶油草等)	9.4192 hm ²	20 kg/hm ²	hm ²	9.4192

(4) 养护工程

方案设计布置灌溉用水箱 1 个，位于卸矿平台西侧。水箱容量 9 m³，采用 DN25 软管连接至场地内各处。管道安装时应安装砂石过滤器、加压设施各 1 套。本方案设计灌溉水源地为破碎加工场地周围水塘。

表 5-18 破碎加工场地土地复垦工程量统计表

序号	工程措施	单位	工程量
1	砌体拆除	100 m ³	27.79
2	砌体外运	100 m ³	27.79
3	表土回覆	100 m ³	470.96
4	种植乔木	100 株	235.48
5	种植灌木	100 株	235.48
6	种植草本	hm ²	9.4192
7	水箱安装	个	1
8	水泵安装	台	1
9	砂石过滤器安装	10 套	0.1
10	加压器安装	套	1
11	PVC 水管安装 (DN25)	100 m	85.00
12	微喷头安装	100 个	8.50

3、办公生活区

办公生活区复垦单元面积 0.2562 hm²，复垦责任范围 0.2562 hm²，根据适宜性评价的结果，复垦为水浇地 (0.2075 hm²) 和乔木林地 (0.0487 hm²)。矿山开采结束后，办公生活区的复垦的工艺流程为：

(1) 砌体拆除

办公生活区复垦责任范围内约建设 1058 m² 的混凝土砌体，砌体平均厚度约 0.5 m。需要将水泥混凝土场地进行拆除，砌体拆除工程量为 529 m³。

(2) 土壤翻耕

办公生活区拆除水泥混凝土砌体后，对场地进行翻耕。翻耕深度为 0.5 m，达到种植条件。共计翻耕面积 0.2562 hm²。水浇地进行翻耕后交付于土地权属人自行耕种利用。

(3) 绿化工程

本方案设计乔木采用大叶相思/荷木/铁冬青等 3 个以上品种混交搭配种植，苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

本方案设计灌木采用大红花/红檵木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主。苗木规格采用 1-2 年生、30-50 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

本方案设计草本采用铁线草/狗牙根/大叶油草等适应性强、耐干旱、易萌芽的品种，播撒密度 20 kg/hm²。

表 5-19 办公生活区植物措施工程量统计表

项目		种植面积/长度	种植密度	单位	工程量
植物措施	乔木 (大叶相思/荷木/铁冬青等)	0.0487 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	1.22
	灌木 (大红花/红檵木/勒杜鹃等)	0.0487 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	1.22
	草本 (铁线草/狗牙根/大叶油草等)	0.0487 hm ²	20 kg/hm ²	hm ²	0.0487

表 5-20 办公生活区土地复垦工程量统计表

序号	工程措施	单位	工程量
1	砌体拆除	100 m ³	5.29
2	砌体外运	100 m ³	5.29
3	土地翻耕	hm ²	0.2562
4	种植乔木	100 株	1.22
5	种植灌木	100 株	1.22
6	种植草本	hm ²	0.0487
7	PVC 水管安装 (DN25)	100 m	3.50
8	微喷头安装	100 个	0.35

4、复垦用土临时堆场

复垦用土临时堆场复垦单元面积 1.0450 hm²，复垦责任范围 1.0450 hm²，根

据适宜性评价的结果，复垦为果园（0.0943 hm²）、乔木林地（0.9507 hm²）。
 矿山开采结束后，复垦用土临时堆场的复垦的工艺流程为：

（1）土壤翻耕

复垦用土临时堆场在使用结束后，设计对场地进行翻耕。翻耕深度为 0.5 m，达到种植条件。共计翻耕面积 1.0450 hm²。

（2）绿化工程

本方案设计乔木采用大叶相思/荷木/铁冬青等 3 个以上品种混交搭配种植，苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

本方案设计灌木采用大红花/红欏木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主。苗木规格采用 1-2 年生、30-50 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300g，复合肥 250 g。

本方案设计草本采用铁线草/狗牙根/大叶油草等适应性强、耐干旱、易萌芽的品种，播撒密度 20 kg/hm²。

本方案设计果树采用荔枝/龙眼/黄皮等乡土树种进行种植，苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

表 5-21 复垦用土临时堆场植物措施工程量统计表

	项目	种植面积/长度	种植密度	单位	工程量
植物措施	果树 (荔枝/龙眼/黄皮等)	0.0943 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	2.36
	乔木 (大叶相思/荷木/铁冬青等)	0.9507 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	23.77
	灌木 (大红花/红欏木/勒杜鹃等)	0.9507 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	23.77
	草本 (铁线草/狗牙根/大叶油草等)	0.9507 hm ²	20 kg/hm ²	hm ²	0.9507

表 5-22 复垦用土临时堆场土地复垦工程量统计表

序号	工程措施	单位	工程量
1	土地翻耕	hm ²	1.0450
2	种植果树	100 株	2.36
3	种植乔木	100 株	23.77
4	种植灌木	100 株	23.77
5	种植草本	hm ²	0.9507
6	PVC 水管安装 (DN25)	100 m	13.50
7	微喷头安装	100 个	1.35

5、覆盖层中转场

覆盖层中转场复垦单元面积 2.7271 hm²，复垦责任范围 2.7271 hm²，根据适宜性评价的结果，复垦为乔木林地（2.7271 hm²）。矿山开采结束后，办公生活区的复垦的工艺流程为：

（1）表土回覆

矿山将利用矿山剥离残坡积土进行表土回覆，以利于后续植被恢复。根据覆盖层中转场的实际情况，表土回填面积为 2.7271 hm²，厚度为 0.5 m，考虑表土的松散系数、二次沉降率、前期流失等因素，回填表土量约为 13636 m³。

（2）绿化工程

本方案设计乔木采用大叶相思/荷木/铁冬青等 3 个以上品种混交搭配种植，苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

本方案设计灌木采用大红花/红檵木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主。苗木规格采用 1-2 年生、30-50 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300g，复合肥 250 g。

本方案设计草本采用铁线草/狗牙根/大叶油草等适应性强、耐干旱、易萌芽的品种，播撒密度 20 kg/hm²。

表 5-23 覆盖层中转场植物措施工程量统计表

项目		种植面积/长度	种植密度	单位	工程量
植物措施	乔木 (大叶相思/荷木/铁冬青等)	2.7271 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	68.18
	灌木 (大红花/红檵木/勒杜鹃等)	2.7271 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	68.18
	草本 (铁线草/狗牙根/大叶油草等)	2.7271 hm ²	20 kg/hm ²	hm ²	2.7271

表 5-24 覆盖层中转场土地复垦工程量统计表

序号	工程措施	单位	工程量
1	表土回覆	100 m ³	136.36
2	种植乔木	100 株	68.18
3	种植灌木	100 株	68.18
4	种植草本	hm ²	2.7271
5	PVC 水管安装 (DN25)	100 m	30.00
6	微喷头安装	100 个	3.00

6、矿山道路

矿山道路区单元面积 0.6774 hm²，复垦责任范围 0.6774 hm²，根据适宜性评价的结果，复垦为乔木林地 (0.6774 hm²)。矿山闭坑后，矿山道路区的复垦的工艺流程为：

(1) 砌体拆除

矿山道路区复垦责任范围内约建设 6774 m² 的混凝土砌体，砌体厚度约 0.3 m。需要将水泥混凝土场地进行拆除，砌体拆除工程量为 2032 m³。

(2) 表土回覆

矿山将利用矿山剥离残坡积土进行表土回覆，以利于后续植被恢复。根据矿山道路的实际情况，表土回填面积为 0.6774 hm²，厚度为 0.3 m，考虑表土的松散系数、二次沉降率、前期流失等因素，回填表土量约为 2032 m³。

(3) 绿化工程

基建期，本方案设计在矿山道路两侧种植行道树，道路总长 593 m，为快速实现复绿效果，应适当密植，采用株距 5 m 的规格栽植，即栽植密度 500 株/km，打穴规格 40×40×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。树种选用紫荆

/樟树/铁冬青等。

治理期，本方案设计乔木采用大叶相思/荷木/铁冬青等 3 个以上品种混交搭配种植，苗木规格采用 1-2 年生、40-70 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300 g，复合肥 250 g。

本方案设计灌木采用大红花/红檵木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主。苗木规格采用 1-2 年生、30-50 cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。行株距 2.0 m×2.0 m，穴坑大小为 40 cm×40 cm×30 cm，每穴施放有机肥 300g，复合肥 250 g。

本方案设计草本采用铁线草/狗牙根/大叶油草等适应性强、耐干旱、易萌芽的品种，播撒密度 20 kg/hm²。

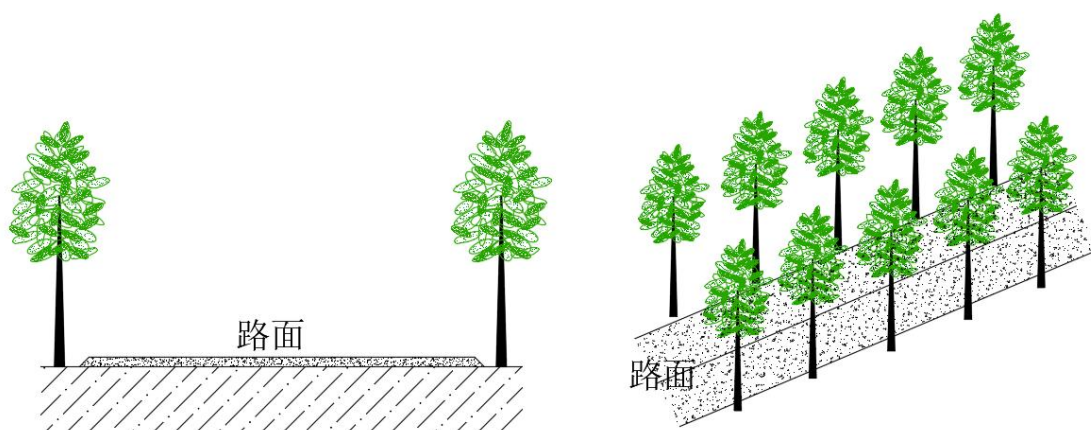


图 5-16 矿山道路复垦工程示意图

表 5-25 矿山道路区植物措施工程量统计表

项目		种植面积/长度	种植密度	单位	工程量
植物措施	行道树 (紫荆/樟树/铁冬青等)	1186 m	5 m/株	100 株	2.37
	乔木 (大叶相思/荷木/铁冬青等)	0.6774 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	16.94
	灌木 (大红花/红檵木/勒杜鹃等)	0.6774 hm ²	2500 株/hm ²	100 株	16.94
	草本 (铁线草/狗牙根/大叶油草等)	0.6774 hm ²	20 kg/hm ²	hm ²	0.6774

表 5-26 矿山道路区土地复垦工程量统计表

序号	工程措施	单位	工程量
1	砌体拆除	100 m ³	20.32
2	砌体外运	100 m ³	20.32
3	表土回覆	100 m ³	20.32
4	种植行道树	100 株	2.37
5	种植乔木	100 株	16.94
6	种植灌木	100 株	16.94
7	种植草本	hm ²	0.6774
8	PVC 水管安装 (DN25)	100 m	6.00
9	微喷头安装	100 个	0.6

(三) 技术措施

工程建设损毁的土地，采取整治措施，使其达到可供利用状态，主要采用工程技术措施。工程复垦技术是指工程复垦中，按照所在地区自然环境条件和复垦方向要求，对受影响的土地采取培肥等各种手段进行处理。工程技术措施主要为清基工程、翻耕工程、培肥工程等。

1、工程技术措施

(1) 砌体拆除工程

清基工程主要实施区为破碎加工场地、办公生活区、矿山道路区域，在使用结束后清理表面硬化设施砌体、其他砌体以及地面设施等。

(2) 表土回覆工程

为有效保护地表熟土资源不流失，不浪费，减少复垦造地时外调土的熟化费用和时间以及产生的额外资金投入，将剥离的表土进行造地复垦，保证土壤肥力充足、植被长势良好，同时可保持可耕植土地稳定。复垦时用推土机将剥离表土回覆。

(3) 土地翻耕工程

由于表土压占时间过长，造成土壤板结，需对办公生活区、复垦用土临时堆场土地进行翻耕，以便于生物措施的实施，满足复垦植被生长需要。采用拖拉机及三铧犁进行翻耕，改变表层土壤通透性，降低土壤含水量，增加土壤保水、保

墒、保肥能力，为植被生长创造良好的环境。

2、化学生物措施

(1) 培肥工程

项目所在区通常是通过快速培肥措施提升有机质含量及土壤肥力，达到复垦后的土壤复垦的质量要求。

肥料是作物的粮食，仅靠土壤自身的养分是很难满足植被生产需要的，因此，广辟肥源、增施肥料，是解决作物需肥与土壤供肥矛盾以及培肥土壤的重要措施。采用快速施肥法施用有机肥和复合肥，既能满足植被对养分的需求，又能改善土壤的结构，是用养结合的有效途径。

(2) 植被恢复工程

表土回填、土地翻耕完毕后，通过土壤培肥达到绿化种植条件，采用乔木、灌木、草本相结合的方式布设植物措施，坡面采用喷播植草或爬藤措施。对损毁的土地进行复垦复绿，以达到减少对自然环境影响，恢复生态环境，减少水土流失等目的。同时在植被栽植完成后继续对复垦完毕的区域进行管护和监测，以保证植被恢复工程的效果。

(四) 主要工程量

该矿山损毁土地方式主要为挖损及压占，经土地适宜性评价分析，复垦方向为果园、乔木林地和坑塘水面。经各复垦单位分析统计，土地复垦的工程量统计结果见下表。

表 5-27 矿山土地复垦工作量统计表

序号	工程措施	单位	露天采场	破碎加工场地	办公生活区	复垦用土临时堆场	覆盖层中转场	矿山道路	总计
1	砌体拆除	100 m ³		27.79	5.29			20.32	53.40
2	砌体外运	100 m ³		27.79	5.29			20.32	53.40
3	表土回覆	100 m ³	224.78	470.96			136.36	20.32	852.42
4	土地翻耕	hm ²			0.2562	1.0450			1.3012
5	种植行道树 (紫荆/樟树/铁冬青等)	100 株						2.37	2.37
6	种植果树 (荔枝/龙眼/黄皮)	100 株				2.36			2.36

序号	工程措施	单位	露天采场	破碎加工场地	办公生活区	复垦用土临时堆场	覆盖层中转场	矿山道路	总计
	等)								
7	种植乔木 (大叶相思/荷木/ 铁冬青等)	100 株	0.00	235.48	1.22	23.77	68.18	16.94	345.58
8	种植灌木 (大红花/红檵木/ 勒杜鹃等)	100 株	112.39	235.48	1.22	23.77	68.18	16.94	457.97
9	种植爬藤 (葛藤/爬山虎 等)	100 株	85.32						85.32
10	种植草本 (狗牙根/结缕草/ 黑麦草等)	hm ²	4.4956	9.4192	0.0487	0.9507	2.7271	0.6774	18.3187
11	水箱安装	个	4	1					5
12	水泵安装	台	4	1					5
13	砂石过滤器安装		0.4	0.1					0.5
14	加压器安装		4	1					5
15	PVC 水管安装 (DN50)		4.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25
16	PVC 水管安装 (DN25)	100 m	80.81	85.00	3.50	13.50	30.00	6.00	218.81
17	微喷头安装	100 个	16.16	8.50	0.35	1.35	3.00	0.60	29.96

四、含水层破坏修复

(一) 目标任务

由于矿山开采方式为露天开采，基岩完整程度较好，透水性较差，地下水与区域地下水的联系弱，矿山地下水位下降主要位于露天采场区域；且矿山开采的矿石为建筑用花岗岩，依据矿区矿石的矿物成分，化学成分及矿石放射性含量的测试，矿石不会分解产生有毒、有害物质，对地下水的污染甚微。故本次项目对含水层破坏修复主要通过监测工程完成。

任务：通过一定的技术措施监测含水层水质及水量，使其质量和数量参数指标达到被允许应用的范围，防止水质污染进一步恶化。

（二）工程设计

对含水层的破坏根据前述评估结果，一是体现在水资源的影响上，二是体现在水环境的影响和破坏上，矿山建设及开采活动对含水层的破坏程度较轻，无需对其进行专门的治理修复措施。主要以预防为主，采取长期监测措施。

设计利用办公生活区所打水井进行含水层水位及水量的监测。具体监测工程量归于“矿山地质环境监测”一节，本节不再重复计算工程量。

（三）主要工程量

根据上述含水层破坏修复工程设计，本次含水层破坏修复工程主要为监测工程，归口于矿山地质环境监测部分，本节不再重复计算工程量。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

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

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

（二）工程设计

根据《开发利用方案》设计，矿山布置有沉砂池对截排水设施截流汇水及采坑底部集水池蓄水进行沉沙后排放。其中 1#截水沟截留汇水排放至 1#沉砂池，2#、3#、4#截水沟及覆盖层中转场排水沟截留汇水排放至 2#沉砂池，6#截水沟截留汇水排放至 3#沉砂池，坑底集水池蓄水排放至 4#沉砂池。另外复垦用土临时的堆场下游布置 1 处沉砂池。共计布置沉砂池 5 处，其中 1#-4#沉砂池均利用自然坑塘进行沉沙，复垦用途临时堆场下游沉砂池设计采用混凝土 3 级沉砂池进行沉沙。具体位置详见矿山地质环境治理工程部署图。

复垦用土临时堆场下游沉砂池采用沉入式开挖方式，混凝土浇筑，并铺设碎石垫层，三级沉淀处理。经沉砂池沉淀后排放的污水应达到国家规定的排放标准，每季度对沉砂池外排水水质进行检测，保护矿区生态环境。

(三) 主要工程量

根据上述水土环境污染修复工程设计, 矿区水土污染修复主要工程量见下表。

表 5-28 矿区含水层破坏修复量统计表

项目	规格 (长×宽×深)	土石方开挖	混凝土浇筑	碎石垫层
复垦用土临时堆场 下游沉砂池	6 m×3 m×2 m	50.9 m ³	14.9 m ³	0.912m ³
合计		50.9 m ³	14.9 m ³	0.912m ³

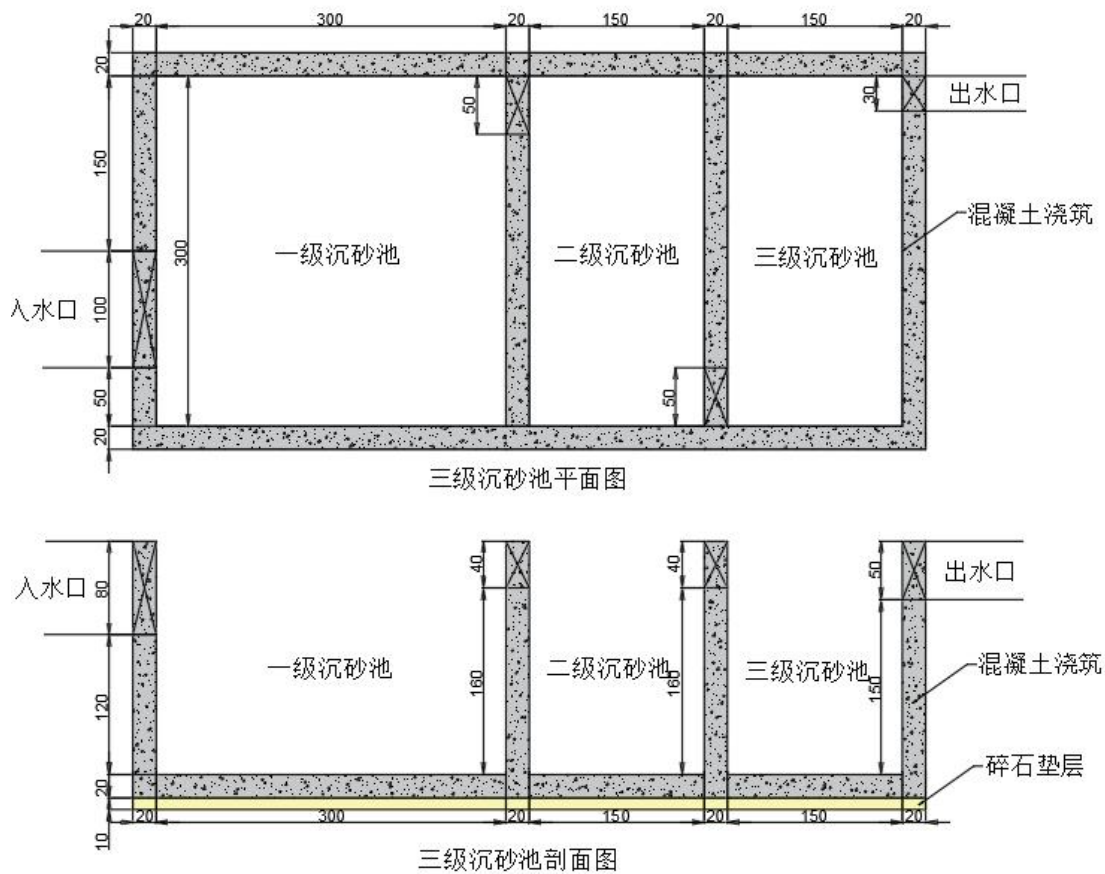


图 5-17 沉砂池工程大样图

六、矿山地质环境监测

(一) 目标任务

为了更好地实施“以防为主, 防治结合”的方针, 早发现, 早控制, 早防治, 把地质环境的影响和破坏程度控制在最低程度, 需根据本矿山的地质环境问题类型、特征, 布设专门性的监测网(点), 定期观测矿山基础建设、生产, 以及闭

坑后的地质环境和各类矿山地质环境问题在时间上、空间上的变化情况。

监测内容包括矿山建设及采矿活动引发或可能引发的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏等矿山地质环境问题及主要环境要素。监测工作由矿山企业全权负责组织实施，公司派专人负责相关监测资料的汇总、整理、保存工作，监测期与方案实施期一致。

矿山地质环境监测的任务主要有：

1、地质灾害监测

主要为矿区露天采场边坡、原排土场 2 边坡、矿山道路边坡、复垦用土临时堆场边坡、破碎加工场地边坡的稳定性监测。

2、含水层监测

根据区域水文地质条件，矿区地下水含水层主要为第四系松散岩类孔隙水含水层、黑云母二长花岗岩块状岩类裂隙水含水层，弱富水性。根据矿山和当地的地质环境现状条件，对区内地表水水质和地下水的水质、水位进行监测，对海水水质进行监测，并布设监测点。

监测层位：重点是对矿山开采可能造成扰动的第四系孔隙潜水、花岗岩裂隙承压含水层进行监测。

3、地形地貌景观监测

矿山开采开发中露天采场开采生产和地面建设对土地资源和地形地貌景观的影响主要体现在改变原土地利用类型和对地形地貌景观的破坏。因此，对开采期及恢复治理后的土地资源和地形地貌景观进行监测，主要是监测矿山建设对土地资源压占破坏、矿区地形地貌景观变化以及矿区植被破坏及恢复状况等。

4、水土流失监测

矿山在开采开发中矿坑采剥和地面建设对水土资源环境的影响主要体现在对水土环境及水土结构的影响和破坏。因此，对开采期及恢复治理期进行水土流失监测，主要是监测矿山开采及建设对水土资源环境的破坏、变化情况及恢复情况等。

(二) 工程设计

1、地质灾害监测

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(AQ/T 2063-2018)中对露天采场边坡的安全监测等级分级,综合露天采场边坡高度、总体边坡角、地质条件及采场边坡滑坡风险等级四个因素,将露天采场边坡安全监测等级划分为一级、二级、三级、四级。其中一级为最高并依次降低。

高度、坡度、地质条件指数等级取值表见下:

表 5-29 边坡高度等级

高度等级指数 H	分类名称	高度 (m)
1	超高边坡	大于 500
2	高边坡	200~500
3	中高边坡	100~200
4	低边坡	小于 100

表 5-30 总体边坡角等级

坡度等级指数 A	分类名称	高度 (°)
1	陡坡	大于 42
2	斜坡	30~42
3	缓坡	小于 30

表 5-31 地质条件等级

地质条件等级指数 A	工程地质条件	水文地质条件
1	复杂	复杂
2	中等	中等
3	简单	简单

注:当工程地质条件与水文地质条件复杂程度不一致时,取两者间较高等级作为边坡地质条件复杂等级。

表 5-32 采场边坡滑坡风险等级

边坡滑坡风险等级指数 S	安全系数 F	
	正常工况	非正常工况
1	$F < 1.1$	$F < 1.05$
2	$1.1 \leq F < 1.2$	$1.05 \leq F < 1.15$
3	$1.2 \leq F < 1.3$	$1.15 \leq F < 1.25$
4	$1.3 \leq F$	$1.25 \leq F$

其中变形指数由下式确定：

$$D=H+A+G$$

式中：

D ——变形指数；

H ——高度等级指数；

A ——坡度等级指数；

G ——地质条件指数。

当边坡变形指数与风险指数不在同一监测等级时，取两者中较高等级。

表 5-33 采场边坡安全监测等级

安全监测等级	变形指数 D	滑坡风险等级 S
一级	3 或 4	1
二级	5 或 6	2
三级	7 或 8	3
四级	9 或 10	4

根据以上边坡安全监测等级划分，可将蟠龙矿区露天采场边坡分为以下几个部分：

监测等级二级区域，主要分布于 1#~10#拐点间，整体长度约 2699 m；

监测等级三级区域，主要分布于 10#~1#拐点间，整体长度约 417 m。

表 5-34 边坡安全监测基本指标

监测等级	变形监测			采动应力监测 b	爆破震动质点速度	水文气象监测			视频监控
	表面位移	内部位移	边坡裂缝 a			渗透压力 c	地下水位	降雨量	
一级	●	●	○	●	●	●	●	●	●
二级	●	○	○	○	●	○	●	●	●
三级	●	○	○	○	○	○	○	●	●
四级	○	×	○	×	○	×	×	○	○

注：●应测项，○可测项，×不测项

a, 当采场边坡出现长度超过 5 m、宽度大于 1 cm 且深度大于 2 m 的贯通性裂缝时，应实施边坡裂缝监测；

b, 安全监测等级为一级和二级且工程地质条件复杂的采场边坡，应实施采动应力监测；

c, 安全监测等级为一级的采场边坡和二级且水文地质条件中等及复杂的采场边坡，应对最终边坡进行渗流压力监测，其中水文地质条件为复杂的应进行渗流压力在线监测；安全监测等级为一级和二级的采场边坡、三级且水文地质条件复杂的采场边坡，应进行地下水位监测。

2023 年 8 月 30 日，国家矿山安全监察局发布了《关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119 号），通知指出：所有正常生产建设的现状高度 150 米及以上的金属非金属露天矿山采场边坡，所有现状堆置高度 150 米及以上的金属非金属露天矿山在用的排土场的边坡，必须进行露天矿山监测系统建设及预警相应系统，并按照“企业—省级矿山安全监管监察部门—国家局”的方式做好数据联网接入，上传监测数据。

其中必须监测项目包括：边坡表面变形、边坡视频图像；其他监测项目：根据矿山实际情况，按照现行标准规范开展内部变形、应力、爆破震动、降雨量、地下水、地表水等项目的监测。

综合矿山采场监测等级分区及边坡高度超过 150 m 区域分布情况，本次方案设计监测等级二级及三级区域采场边坡采用在线监测方式对边坡稳定性进行监测。具体地质灾害监测工程布置如下：

(1) 露天采场边坡稳定性在线监测

在露天采场边坡距离坡顶线不超过 30 m 的区域每 100 m 布置 1 处在线监测点，共计布置在线监测点 32 处。监测内容包含表面位移（水平及垂直位移）、爆破震动、地下水位。为保证在线监测系统的持续性和有效性，同时考虑绿色节能等方面，布置太阳能电池板、蓄电池等为在线监测点提供电力供应，并联网接入矿山监测预警系统。

另外在矿区布置翻斗式自动雨量计 2 处、视频监控点 6 处，对露天采场实施全面视频监控。

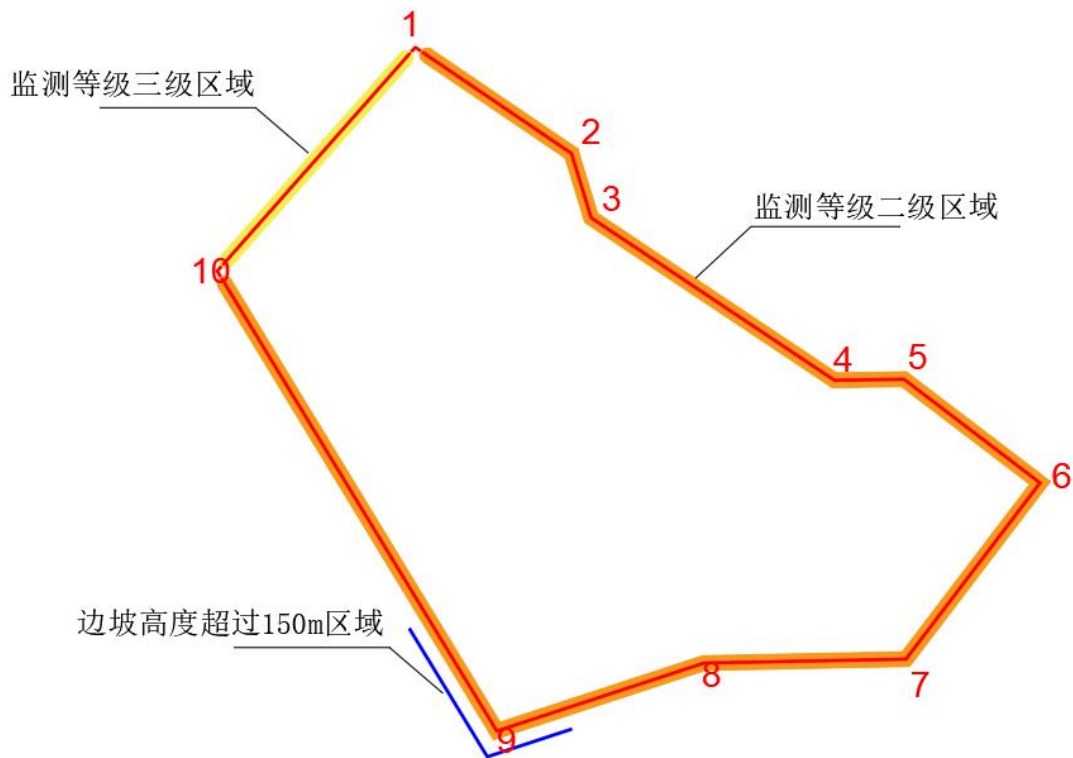


图 5-18 监测等级分区及坡高 150 m 以上区域分布示意图

(2) 复垦用土临时堆场边坡稳定性人工监测

沿复垦用土临时堆场边坡每级平台外侧布置 1 个人工监测点，共设监测点 2 个。监测内容为表面位移（水平位移及垂直位移），监测频率为每月 1 次，监测年限从堆场使用至堆场的土石方全部清理完毕。

(3) 矿山道路边坡稳定性的监测

矿山道路边坡稳定性监测以人工巡视监测为主，每月人工巡视监测 1 次。

(4) 破碎加工场地边坡稳定性监测

沿破碎加工场地外侧布置每间隔 100 m 布置 1 处人工监测点，共设监测点 7 个。监测内容为表面位移（水平位移及垂直位移），监测频率为每月 1 次，监测年限从基建期使用至矿山开采完毕。

(5) 覆盖层中转场稳定性监测

覆盖层中转场稳定性监测以人工巡视监测为主，每月人工巡视 1 次。

在矿山实际布置监测工程时，矿山企业应聘请有资质有经验的公司、单位进

行监测工程专项设计，根据现场情况合理布置。雨季时应增加人工监测巡视，发现险情及时预警并采取有效的治理措施。

2、含水层监测

共布置地表水监测点 6 个，分别位于露天采场底部集水池及 5 处沉砂池，主要监测地表水水质变化；布置地下水监测点 2 个，分别位于办公生活区水井及附近村庄水井，主要监测地下水水质变化；每季度监测 1 次。

采用地表水、地下水采样送检测试法进行监测，井下采取水样时需在水平面下大于 3m 处，井口采取时需抽水 10 min 以上，水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca²⁺和 HCO³⁻要求现场测量，计数保留两位小数。采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场密封样品，贴上水样标签。检测项目对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）进行评价。

3、地形地貌景观破坏及水土流失的监测

主要针对采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏和水土流失进行监测，矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测来判断，年度测量图、年度影像图进行对比监测，每年监测 1 次。监测年限为矿山开始建设至复绿管护结束。

根据《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119号）文件要求，布置矿山在线监测平台系统 1 套。露天矿山企业应委托原设计监测单位或具备相应设计资质的单位进行边坡监测系统设计，并组织专家评审通过后按设计实施及验收。本次方案仅对矿山监测措施提供技术参考，不作为施工依据。



图 5-19 矿山监测系统构建示意图

（三）技术措施

采用全站仪监测位移法、GNSS 在线监测、水质分析法、简易人工量测法、对比法。

1、全站仪监测位移法

在复垦用土临时堆场和边坡上设立变形监测点，用全站仪位移监测方法；通过对比边坡体的位移变化分析边坡的稳定性，主要包括地表水平位移和垂直位移监测，裂缝监测、错位监测，边坡深部变形检测等。

2、GNSS 在线监测

GNSS 在线监测系统可长期布设在矿山现场，应支持北斗定位系统，实现实时自动化监测，数据自动传输、数据自动处理及自动网平差、数据自动分析、自动报警等，年度设备综合在线率不低于 90%。可同时布置应力计、爆破震动仪、水位计等设备，可以用于倾斜、沉降、位移、应力、爆破震动、水位等数字信号传感器的数据采集、储存、上传。

3、视频在线监测

利用高清摄像头长期布置在矿山现场，实现视频自动化拍摄，储存、传输、备份。同时高清摄像头应满足后期加装 AI 智能视频识别的条件，图像分辨率优于 400 万像素，图像及视频参数不小于 1/27" 靶面尺寸，低照度彩色不大于 0.005

勒克斯，黑白不大于 0.0025 勒克斯，具备可见光或红外补光功能；数据保存时间不少于 30 天，年度设备综合在线率不低于 90%。

4、降雨量自动监测

利用具有自动采集、储存、传输、备份的降雨量监测仪对矿区降雨量进行实时监测。

5、水质分析法

定期采取水样进行水质分析，主要检测水样酸碱度（pH）、阳离子（K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、TFe 等）、阴离子（Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、NO₃⁻、F⁻、CO₃²⁻、OH⁻等）、重金属（Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu、Ni、Zn、Sb 等）以及游离二氧化碳、溶解性固体总量、硬度等参数。对比不同时期的水质的变化情况，分析水水质变化的程度与趋势。

6、简易人工巡测法

采用人工定期巡视、观测，观测边坡及其他区域稳定性情况，判定变形阶段及预测短中期变化的趋势。

7、对比法

采用矿区年度地形测量图、矿区年度影像图对矿山地形地貌景观、变化开展对比监测。

（四）主要工程量

矿山地质环境监测主要工程量见下表。

表 5-35 矿山地质环境监测主要工程量统计表

序号	项目	单位	监测频率	总工程量
一	地质灾害监测			
(一)	露天采场边坡稳定性监测			
1	边坡稳定性在线监测点布设 (含 GNSS、爆破振动、地下水位等设备)	个	/	32
2	监测基准点布设	个	/	1
3	露天采场视频监控点布设	个	/	6
4	露天采场自动雨量计布设	个	/	2
5	在线监测系统平台布设	套	/	1
6	在线监测	年	/	20
(二)	复垦用土临时堆场边坡稳定性监测			
1	人工监测点布设	个	/	2
2	人工监测	点次	1 次/月	480
(三)	矿山道路边坡稳定性监测			
1	人工巡视监测	次	1 次/月	240
(四)	破碎加工场地边坡稳定性监测			
1	人工监测点布设	个	/	7
2	人工监测	点次	1 次/月	1680
(五)	覆盖层转运场稳定性监测			
1	人工巡视监测	次	1 次/月	240
二	含水层监测			
(一)	地表水监测		/	
1	地表水监测点布设	个	/	6
2	地表水水质监测	点次	1 次/季度	480
(二)	地下水监测			
1	地下水监测点布设	个		2
2	地下水水质监测	点次	1 次/季度	200
三	地形地貌监测			
1	年度影像图、测量图对比	次	1 次/年	20
四	水土流失监测			
1	水土流失影响监测	次	1 次/年	20

七、矿区土地复垦监测与管护

（一）目标任务

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果，需要采取监测措施。从项目生产开始时进行监测，平均一个月监测一次，每年监测 12 次。

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、施肥等措施，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。

（二）措施与内容

1、保苗浇水

复垦林地区域，栽植季节应为春季，栽植时浇水一定淋透以使苗木根系与土壤充分接触。前两个月，视情况，勤浇水，确保成活率。在第一年保苗期内，平均每月浇灌一次。对未成活的苗木，应及时补栽。对生长状况不好的区域，进行施肥。针对乔木，栽植当年抚育 1 次，清除杂草，施肥，并进行苗木扶正，适当培土。第 2、3 年，每年抚育 2 次即可。

2、施肥

复垦区苗木栽种时已施有有机肥和复合肥做底肥，之后根据土壤中的营养物质是否能够满足植物生长需要再施复合肥。当出现明显的缺素症状时，亦应及时追肥。针对乔木，栽植当年不进行追肥，第 2、3 年，每年追肥 1 次，每次追肥 250 g/株。

3、管护

结合当地林地管护的相关工作，配置管护员三名，配合土地复垦义务人进行复垦工作以及林地的管护。管护的主要内容基于日常巡查、做好记录，巡查内容包括植被保存情况、病虫害防治、火灾防治等。

后期养护管理包括浇水养护、追施肥料、病虫害防治、防除杂草和林业有害生物、培土补植等，要注意以下几点：

（1）树木刚种植完，就要对进行抚育管理的工作人员进行培训，使其掌握基本的抚育管理方法和步骤。

(2) 抚育养护期间植被的浇水受场地地形条件限制，采用移动设备浇灌。在抚育过程中，应加强病虫害以及有害植物（如薇甘菊）的防治工作，发现病害及时喷洒杀虫剂。

(3) 抚育养护期间，如发生绿化植被因土壤板结、缺素导致生长情况不佳，应及时进行施肥、松土等措施。

(4) 从地面往上修枯枝、老枝，修剪时要紧贴主杆不留茬。

(5) 对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，增加防台风、暴雨的相应措施。暴雨后要认真检查，尽快恢复原来平整的坡面。部分植物死亡，应及时补植。补植的苗木或草皮，要在高度（为栽植后高度）、粗度或株丛数等方面与周围正常生长的植株一致，以保证绿化的整齐性。

（三）技术措施

采用无人机航拍影像对比法、人工追肥法。

1、无人机航拍影像对比法

采用带有 RTK 模块的无人机拍摄区域正射影像，采用可见光遥感解译的方式对损毁及复垦区域植被覆盖率进行解译，通过比对不同时期的正射影像分析对地表植被的破坏情况和植被复绿情况。

2、人工追肥法

采用快速培肥方式提高土壤肥力。在 0~20 cm 土层内，均匀施撒肥料，选用商用复合肥，改良土壤环境，避免复绿植物产生缺素等不良生长情况。复垦为林地及果园区域按照《广东省林业局关于恢复植被和林业条件、树木补种标准的有关问题的通知》（粤林规〔2021〕3 号）要求，乔木或灌木，每株施放复合肥 250 g，每年施肥两次。

（四）主要工程量

矿山土地复垦监测及管护主要工程量见下表。

表 5-36 土地复垦监测与管护工程量

序号	项目	单位	频率	总工程量
一	土地损毁及复绿效果监测			
1	无人机航拍正射影像监测	次	1 次/月	204
二	复绿植被管护			
1	植被管护	次	2 次/年	6

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) 总体目标任务

- 1、先破坏先治理、工程措施、生物措施与监测措施相结合；
- 2、针对地质灾害主要采取工程措施、配合生物措施进行治理，用监测措施进行预防；
- 3、针对矿区含水层破坏，可直接采取工程措施，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、针对土地资源的损毁采取土地复垦的方法进行恢复。

(二) 总体工作部署和实施计划

1、矿山地质环境工作部署

(1) 各防治分区的工作部署

① 重点防治区(A)、次重点防治区(B)：包括露天采场、破碎加工场地、破碎站1、破碎站2、排土场2、排土场运输道路、办公生活区、复垦用土临时堆场、排土场1、矿山道路、堆土区2及其影响范围，是本矿山建设和生产活动集中占用及可能对矿山生产活动产生影响的区域。

a、地质灾害(崩塌、滑坡、泥石流)

在露天采场、复垦用土临时堆场以及覆盖层中转场汇水地段周围修筑截排水沟，露天采场及原排土场土质边坡修筑泄水吊沟，台阶修筑排水沟，杜绝外部径流冲刷、侵蚀软弱边坡，防止发生地质灾害，采取人工以及在线实时监测措施对边坡进行长期监控。在复垦用土临时堆场坡脚修筑拦挡坝。

b、含水层

建设沉砂池、集水池。废水排至沉砂池，控制矿区外排废水的排放标准(泥沙含量 $\leq 500 \text{ g/m}^3$)，保证达标排放；加强对露天采场的地下水监测，保证区内水质符合排放要求。

c、地形地貌景观

采取生物措施，配合植生槽修筑等工程措施对被破坏的地形地貌景观进行治理；严禁越矿区界线进行开采活动，增加地形地貌景观的破坏；严禁将剥离物乱放乱堆，造成新的地形地貌景观的破坏。

d、水土环境污染

开采平台要修筑排水沟，将边坡汇水疏导至采场底部集水池，防止径流汇集，冲蚀边坡，减轻水土流失影响，及时对毁损的土地进行治理，植树恢复。

② 一般防治区（C）：评估区除重点防治区和次重点防治区以外的其它区域，主要是针对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染开展监测工程。

（2）矿山地质环境治理总工程量

根据各分项治理工程规格及部署图测算，矿山地质环境恢复治理工程量详见表 6-1。

表 6-1 矿山地质环境治理总工程量说明表

序号	包含工程	单位	工程量
1	外围截排水沟开挖	100 m ³	44.85
2	外围截排水沟硬化	100 m ³	10.72
3	外围截排水沟垫层	100 m ³	4.56
4	台阶排水沟开挖	100 m ³	23.38
5	台阶排水沟硬化	100 m ³	7.79
6	台阶排水沟垫层	100 m ³	5.45
7	袋装土石围堰（生态袋装土）	100 m ³	17.51
8	土质边坡泄水吊沟开挖	100 m ³	3.18
9	土质边坡泄水吊沟硬化	100 m ²	0.98
10	矿山道路排水沟开挖	100 m ³	6.6
11	矿山道路排水沟硬化	100 m ³	2.36
12	矿山道路排水沟垫层	100 m ³	0.94
13	破碎加工场地边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	2.08
14	破碎加工场地边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	1.04
15	破碎加工场地边坡台阶排水沟垫层	100 m ³	0.87
16	堆场台阶排水沟开挖	100 m ³	0.06
17	堆场台阶排水沟硬化	100 m ³	0.03

序号	包含工程	单位	工程量
18	堆场台阶排水沟垫层	100 m ³	0.02
19	浆砌块石拦渣坝	100 m ³	5.04
20	混凝土垫层	100 m ³	2.16
21	反滤层	100 m ³	0.63
22	浆砌块石挡土墙	100 m ³	1.53
23	混凝土垫层	100 m ³	0.17
24	警示牌安装	处	94
25	预制混凝土围栏	100 m ³	0.71
26	铁丝网	100m	339.78
27	溢洪道开挖	100 m ³	13.55
28	溢洪道硬化	100 m ³	2.35
29	边坡稳定性在线监测点布置 (含 GNSS、爆破振动、地下水水位等设备)	个	32
30	露天采场视频监控点布置	个	6
31	露天采场自动雨量计布置	个	2
32	在线监测系统平台布置	套	1
33	在线监测	年	20
34	复垦用土临时堆场边坡人工监测点布置	个	2
35	复垦用土临时堆场边坡人工监测	点次	480
36	矿山道路边坡人工巡视监测	次	240
37	破碎加工场地边坡人工监测点布置	个	7
38	破碎加工场地边坡人工监测	点次	1680
39	覆盖层转运场人工巡视监测	次	240
40	地表水监测点布置	个	6
41	地表水水质监测	点次	480
42	地下水监测点布置	个	2
43	地下水水质监测	点次	160
44	地下水水位监测	点次	160
45	年度影像图、测量图对比	次	20

2、土地复垦工作部署

(1) 土地复垦工作部署

项目区复垦责任范围内复垦利用方向为园地、林地和坑塘水面。

复垦工作包括砌体拆除工程、表土回覆、土地翻耕、植被恢复工程、监测工程及管理维护工程。

(2) 土地复垦工程量

复垦区面积 70.7688 hm²，留续使用面积 0 hm²，复垦责任范围 70.7688 hm²。复垦责任范围复垦为水浇地（0.2258 hm²）、果园（0.0943 hm²）、乔木林地（14.7248hm²）、灌木林地（12.0131 hm²）和坑塘水面（43.7108 hm²），复垦率为 100%。主要复垦工程包括：砌体拆除、表土回覆、土地翻耕、植被恢复、灌溉工程、监测与管护。

矿区土地复垦工程总量见下表：

表 6-2 矿山土地复垦总工程量说明表

序号	工程措施	单位	合计
1	砌体拆除	100 m ³	53.40
2	砌体外运	100 m ³	53.40
3	表土回覆	100 m ³	852.42
4	土地翻耕	hm ²	1.3012
5	种植行道树（紫荆/樟树/铁冬青等）	100 株	2.37
6	种植果树（荔枝/龙眼/黄皮等）	100 株	2.36
7	种植乔木（大叶相思/荷木/铁冬青等）	100 株	345.58
8	种植灌木（大红花/红檵木/勒杜鹃等）	100 株	457.97
9	种植爬藤（葛藤/爬山虎等）	100 株	85.32
10	种植草本（狗牙根/结缕草/黑麦草等）	hm ²	18.3187
11	水箱安装	个	5
12	水泵安装	台	5
13	砂石过滤器安装	10 套	0.5
14	加压器安装	套	5
15	PVC 水管安装 D50	100 m	4.25
16	PVC 水管安装 D25	100 m	218.81
17	微喷头安装	100 个	29.96
18	土地损毁及复绿效果监测	次	240
19	管护	次	40

二、阶段实施计划

本矿山为新建矿山，矿山服务年限 17 年，其中矿山生产期 15 年，基建期和治理期各 1 年，追加管护期 3 年，总计 20 年。本方案适用年限为 20 年，年度实施计划分为三个基本阶段，即：近期 5 年（2025~2029 年），中期 11 年（2030~2040 年），远期 4 年（2041~2044 年）实施计划。

（一）矿山地质环境保护与恢复治理工作阶段实施计划

根据矿山地质环境影响评估结果，对可能引发的矿山地质环境问题进行充分分析研究的基础上，按照矿山总体部署要求，年度实施计划的起始年以基建实施的第一年开始计算。矿山恢复治理年度实施计划如下：

1、近期阶段 5 年（2025~2029 年）实施计划治理对象分析

近期阶段是在矿区范围内分水平由上至下开采，预计近期 5 年时间内生产至 +60 m 台阶附近，复垦用土临时堆场设置在矿区 1#拐点北侧，覆盖层中转场设置在露天采场与破碎加工场地之间。因此，近期治理措施为：在露天采场周边修筑截排水沟；在复垦用土临时堆场修筑截排水沟，在坡脚修筑拦挡坝；在覆盖层中转场下游处布置挡土墙，在矿山道路修筑路边排水沟；在原排土场冲沟处布置泄水吊沟；对露天采场边坡及复垦用土临时堆场的崩塌/滑坡/泥石流进行预防监测，对矿山道路、破碎加工场地边坡的崩塌/滑坡进行监测；对地形地貌景观破坏情况进行监测；对地表水及地下水水质变化可能造成的环境水污染进行监测。

2、中期阶段 11 年（2030~2040 年）实施计划治理对象分析

预计在第 16 个年度，矿山生产全部到达终了境界，此时，矿山开采至底板 -60m 标高。在中期，要对该阶段生产过程中出现的地质灾害进行治理。完成露天采场终了台阶的工程措施，修建台阶内侧排水沟，外侧挡土墙；本阶段继续对露天采场边坡及复垦用土临时堆场的崩塌/滑坡/泥石流进行预防监测，对矿山道路、破碎加工场地边坡的崩塌/滑坡进行监测；对地形地貌景观破坏情况进行监测，对已布置的治理工程进行维护。

3、远期阶段 4 年（2041~2044 年）实施计划治理对象分析

矿山预计在第 17 年度进入治理管护期，将对采矿区域及受采矿活动影响区

域的矿山地质环境问题进行全面恢复治理。继续对已修筑的截排水沟进行维护；继续对露天采场边坡可能引发的崩塌/滑坡进行监测；对地表水、地下水水质变化情况进行监测。

各年度实施计划阶段、各阶段的治理对象及对应的治理区域见表 6-3。

表 6-3 矿山地质环境治理工程施工进度计划表

治理区域	工程分项	进度安排		
		近 期	中 期	远 期
露天采场	修筑截排水沟、沉砂池	●		
	台阶修筑排水沟、泄水吊沟	●	●	
	矿山道路排水沟	●	●	
	坡面清理	●	●	
	修筑开采台阶排水沟、挡土墙	●	●	
	监测措施	●	●	●
复垦用土临时堆场	修筑表土堆场拦渣坝及排水设施	●	●	
	监测措施	●	●	●
覆盖层中转场	修筑排水沟挡土墙	●		
	监测措施	●	●	●
破碎加工场地	修筑场地边坡排水沟	●		
	监测措施	●	●	●
办公生活区	监测措施	●	●	●
矿山道路	修筑路边排水沟	●		
	监测措施	●	●	●

（二）矿山土地复垦工作阶段实施计划

根据矿区总体规划情况、开采顺序、延续时间等因素确定各复垦单元的土地复垦时间，安排土地复垦进度，以保证及时有效进行治理。本次土地复垦工程实行“边开采边复垦”的措施，主要分为三个大阶段。

1、近期阶段 5 年（2025~2029 年）实施计划复垦对象分析

该阶段包括基建期及生产期：

① 矿山基建期间，按照矿区总体规划情况，基建主要是完成沉砂池、矿山道路、复垦用土临时堆场拦挡坝等的建设。因此，在基建期间要在露天采场、复

垦用土临时堆场、覆盖层中转场外围修筑截水沟；在复垦用土临时堆场下游修筑拦渣坝；设置安全警示牌；设置监测设施等。修筑好矿山道路并做好排水设施。

② 矿山生产期间的复垦。按照设计要求，按照“边生产边复垦，开采下一台阶复垦上一台阶”原则，对露天采场+30 m 以上终了边坡台阶进行表土回填，复垦。对已复垦植被监测、管护。

2、中期阶段 11 年（2030~2040 年）实施计划复垦对象分析

中期阶段主要对已复垦植被进行监测、管护。

3、远期阶段 4 年（2041~2044 年）实施计划复垦对象分析

在此阶段矿山开采已结束，矿山设施停止使用，应进行全面复垦工作，包括砌体拆除、地表清理、表土回覆、植被恢复等土地复垦工作。土地复垦后 3 年管护期，主要是对复垦后的植被进行管护。

各年度实施计划阶段、各阶段的复垦对象及对应的复垦区域见表 6-4。

表 6-4 土地复垦工程施工进度计划表

治理区域	工程分项	进度安排		
		近期	中期	远期
露天采场	表土回覆	●	●	●
	终了台阶复垦生物措施	●	●	●
	监测、管护措施	●	●	●
破碎加工场地	砌体拆除			●
	表土回覆			●
	生物措施			●
	监测、管护措施			●
办公生活区	砌体拆除清理			●
	土地翻耕			●
	生物措施			●
	监测、管护措施	●	●	●
复垦用土临时堆场	土地翻耕			●
	生物措施			●
	监测、管护措施			●
覆盖层临时堆场	表土回覆			●
	生物措施			●

治理区域	工程分项	进度安排		
		近期	中期	远期
	监测、管护措施			●
矿山道路	行道树	●		
	砌体拆除			●
	表土回覆			●
	生物措施			●
	监测、管护措施	●	●	●

三、近期年度工作计划

根据矿山地质环境保护与土地复垦工作阶段实施计划，近期阶段 5 年（2025~2029 年）具体工作安排如下：

（一）矿山地质环境保护近期安排

第 1 年度，该年份处于矿山基建期，完成露天采场外围截排水设施、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场、破碎加工场地、办公生活区、矿山道路的建设。因此，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-5 第 1 年矿山地质环境保护工程安排

治理年份	项目	单位	工程量
第 1 年	地质灾害防治工程		
	1、外围截排水沟开挖	100 m ³	44.85
	2、外围截排水沟硬化	100 m ³	10.72
	3、外围截排水沟碎石垫层	100 m ³	4.56
	4、土质边坡泄水吊沟开挖	100 m ³	2.40
	5、土质边坡泄水吊沟硬化	100 m ³	0.48
	6、矿山道路排水沟开挖	100 m ³	6.60
	7、矿山道路排水沟硬化	100 m ³	2.36
	8、矿山道路排水沟碎石垫层	100 m ³	0.94
	9、破碎加工场地边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	2.08
	10、破碎加工场地边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	1.04
	11、破碎加工场地边坡台阶排水沟碎石垫层	100 m ³	0.87
	12、堆场台阶排水沟开挖	100 m ³	0.06
13、堆场台阶排水沟硬化	100 m ³	0.03	

治理年份	项目	单位	工程量
	14、堆场台阶排水沟碎石垫层	100 m ³	0.02
	15、浆砌块石拦渣坝	100 m ³	5.04
	16、拦渣坝混凝土垫层	100 m ³	2.16
	17、拦渣坝反滤层	100 m ³	0.63
	18、浆砌块石挡土墙	100 m ³	1.53
	19、混凝土垫层	100 m ³	0.17
	20、沉砂池土方开挖	100 m ³	0.51
	21、沉砂池混凝土浇筑	100 m ³	0.15
	22、沉砂池碎石垫层	100 m ³	0.01
	安全工程		
	1、警示牌	块	94
	2、预制混凝土围栏	100m ³	0.71
	3、铁丝网	100m	339.78
	地质灾害监测工程		
	1、露天采场边坡稳定性在线监测点布设	个	32
	2、露天采场视频监测点布设	个	6
	3、露天采场自动雨量计布设	个	2
	4、在线监测系统平台布设	套	1
	5、在线监测	年	1
	6、复垦用土临时堆场边坡人工监测点布设	个	2
	7、复垦用土临时堆场边坡人工监测	点次	24
	8、矿山道路边坡人工巡视监测	次	12
	9、破碎加工场地边坡人工监测点布设	个	7
	10、破碎加工场地边坡人工监测	点次	84
	11、覆盖层转运场人工巡视监测	次	12
	含水层破坏监测工程		
	1、地下水水质监测	点次	8
	2、地下水水位监测	点次	8
	水土环境污染监测工程		
	1、地表水水质监测	点次	24
	地形地貌景观、水土流失影响监测		
	1、年度高分影像对比	次	1

第2年，该年份矿山完成基建并开始开采生产，预计年末采至+90 m 平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-6 第 2 年矿山地质环境保护工程安排

治理年份	项目	单位	工程量
第 2 年	地质灾害治理工程		
	1、露天采场终了边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	2.80
	2、露天采场终了边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	0.94
	3、露天采场终了边坡台阶排水沟碎石垫层	100 m ³	0.66
	4、露天采场终了边坡台阶外缘生态带挡墙	100 m ³	2.17
	5、土质边坡泄水吊沟开挖	100 m ³	0.78
	6、土质边坡泄水吊沟硬化	100 m ³	0.50
	地质灾害监测工程		
	1、在线监测	年	1
	2、复垦用土临时堆场边坡人工监测	点次	24
	3、矿山道路边坡人工巡视监测	次	12
	4、破碎加工场地边坡人工监测	点次	84
	5、覆盖层转运场人工巡视监测	次	12
	含水层破坏监测工程		
	1、地下水水质监测	点次	8
	2、地下水水位监测	点次	8
	水土环境污染监测工程		
	1、地表水水质监测	点次	24
	地形地貌景观、水土流失影响监测		
1、年度高分影像对比	次	1	

第3年，该年份矿山继续向下开采生产，年末采至+75 m 平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-7 第 3 年矿山地质环境保护工程安排

治理年份	项目	单位	工程量
第 3 年	地质灾害治理工程		
	1、露天采场终了边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	3.00
	2、露天采场终了边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	1.00
	3、露天采场终了边坡台阶排水沟碎石垫层	100 m ³	0.70
	4、露天采场终了边坡台阶外缘生态带挡墙	100 m ³	2.36
	地质灾害监测工程		
	1、在线监测	年	1

	2、复垦用土临时堆场边坡人工监测	点次	24
	3、矿山道路边坡人工巡视监测	次	12
	4、破碎加工场地边坡人工监测	点次	84
	5、覆盖层转运场人工巡视监测	次	12
	含水层破坏监测工程		
	1、地下水水质监测	点次	8
	2、地下水水位监测	点次	8
	水土环境污染监测工程		
	1、地表水水质监测	点次	24
	地形地貌景观、水土流失影响监测		
	1、年度高分影像对比	次	1

第4年，该年份矿山继续向下开采生产，年末采至+60 m平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-8 第4年矿山地质环境保护工程安排

治理年份	项目	单位	工程量
第4年	地质灾害治理工程		
	1、露天采场终了边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	5.14
	2、露天采场终了边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	1.71
	3、露天采场终了边坡台阶排水沟碎石垫层	100 m ³	1.20
	4、露天采场终了边坡台阶外缘生态带挡墙	100 m ³	3.89
	地质灾害监测工程		
	1、在线监测	年	1
	2、复垦用土临时堆场边坡人工监测	点次	24
	3、矿山道路边坡人工巡视监测	次	12
	4、破碎加工场地边坡人工监测	点次	84
	5、覆盖层转运场人工巡视监测	次	12
	含水层破坏监测工程		
	1、地下水水质监测	点次	8
	2、地下水水位监测	点次	8
	水土环境污染监测工程		
	1、地表水水质监测	点次	24
	地形地貌景观、水土流失影响监测		
	1、年度高分影像对比	次	1

第5年，该年份矿山继续向下开采生产，年末采至+170m平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-9 第 5 年矿山地质环境保护工程安排

治理年份	项目	单位	工程量
第 5 年	地质灾害治理工程		
	1、露天采场终了边坡台阶排水沟开挖	100 m ³	5.80
	2、露天采场终了边坡台阶排水沟硬化	100 m ³	1.93
	3、露天采场终了边坡台阶排水沟碎石垫层	100 m ³	1.35
	4、露天采场终了边坡台阶外缘生态带挡墙	100 m ³	4.24
	地质灾害监测工程		
	1、在线监测	年	1
	2、复垦用土临时堆场边坡人工监测	点次	24
	3、矿山道路边坡人工巡视监测	次	12
	4、破碎加工场地边坡人工监测	点次	84
	5、覆盖层转运场人工巡视监测	次	12
	含水层破坏监测工程		
	1、地下水水质监测	点次	8
	2、地下水水位监测	点次	8
	水土环境污染监测工程		
	1、地表水水质监测	点次	24
	地形地貌景观、水土流失影响监测		
1、年度高分影像对比	次	1	

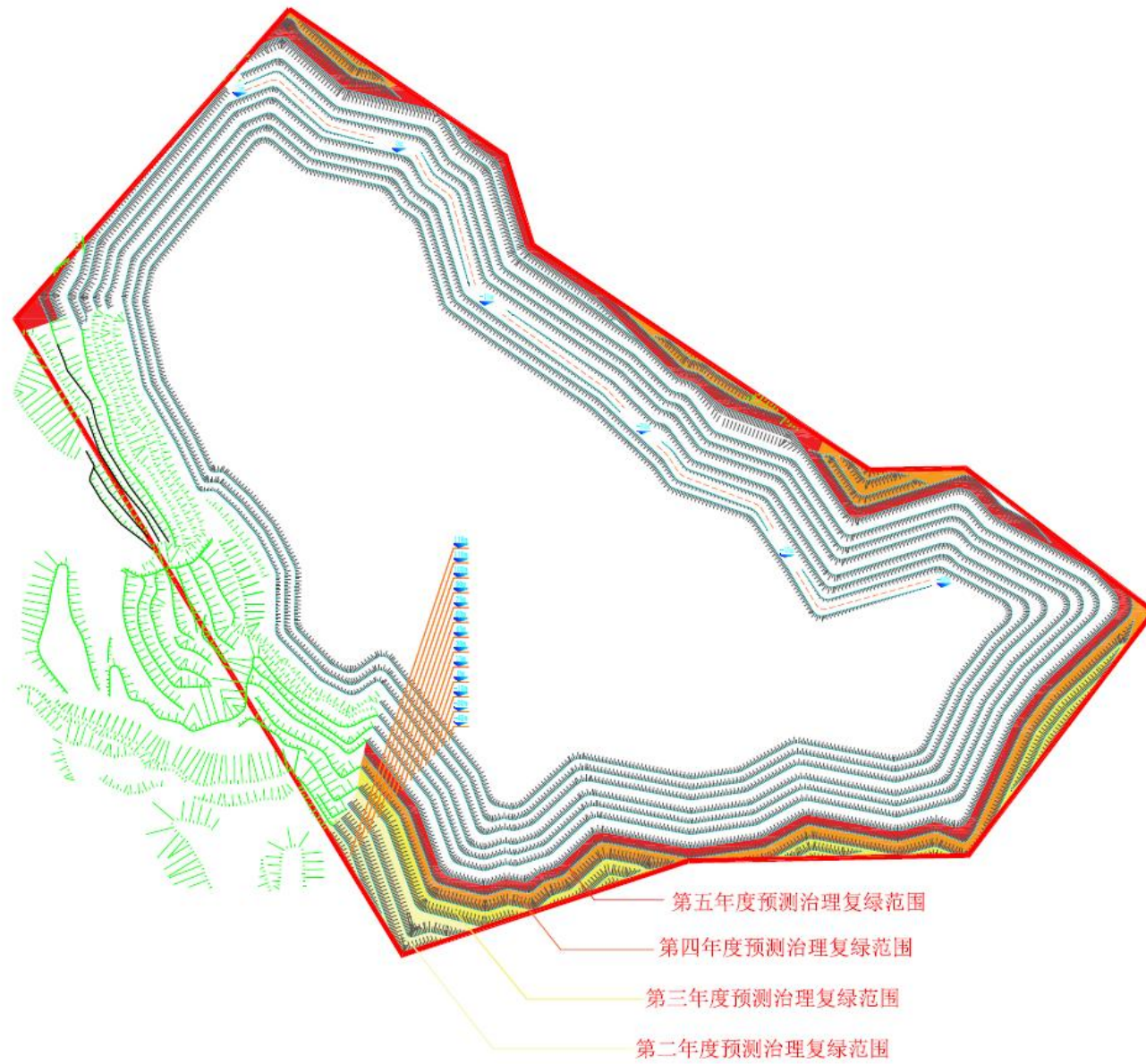


图 6-1 近期矿山地质环境保护与土地复垦区域示意图

(二) 矿山土地复垦近期安排

第1年度，该年份处于矿山基建期，完成露天采场外围截排水设施、复垦用土临时堆场、覆盖层中转场、破碎加工场地、办公生活区、矿山道路的建设。因此，该年度的矿山土地复垦安排见表：

表 6-10 第1年矿山土地复垦工程安排

复垦年度	项目	单位	工程量
第1年	植被重建工程		
	1、种植行道树	100 株	2.37
	监测与管护工程		
	1、灌溉水箱安装	个	5
	2、砂石过滤器	10 套	0.5
	3、加压器安装	1 套	5
	4、管道安装	100 m	4.25
	5、植被损毁及复绿监测	次	12
	6、复垦植被管护	次	2

第2年，该年份矿山完成基建并开始开采生产，预计年末采至+90 m 平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-11 第2年矿山土地复垦工程安排

复垦年度	项目	单位	工程量
第2年	土壤重构工程		
	1、表土回覆	100 m ³	16.46
	植被重建工程		
	1、栽植灌木	100 株	8.23
	2、栽植爬藤	100 株	6.40
	3、播撒草籽	hm ²	0.3292
	监测与管护工程		
	1、管道安装	100 m	5.61
	2、微喷头安装	100 个	1.17
	3、植被损毁及复垦效果监测	次	12
	4、复垦植被管护	次	2

第3年，该年份矿山继续向下开采生产，年末采至+75m 平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-12 第 3 年矿山土地复垦工程安排

复垦年度	项目	单位	工程量
第 3 年	土壤重构工程		
	1、表土回覆	100 m ³	12.80
	植被重建工程		
	1、栽植灌木	100 株	6.40
	2、栽植爬藤	100 株	5.02
	3、播撒草籽	hm ²	0.2559
	监测与管护工程		
	1、管道安装	100 m	4.40
	2、微喷头安装	100 个	0.92
	3、植被损毁及复垦效果监测	次	12
	4、复垦植被管护	次	2

第 4 年，该年份矿山继续向下开采生产，年末采至+60 m 平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-13 第 4 年矿山土地复垦工程安排

复垦年度	项目	单位	工程量
第 4 年	土壤重构工程		
	1、表土回覆	100 m ³	39.11
	植被重建工程		
	1、栽植灌木	100 株	19.56
	2、栽植爬藤	100 株	14.96
	3、播撒草籽	hm ²	0.7823
	监测与管护工程		
	1、DN25 管道安装	100 m	13.12
	2、微喷头安装	100 个	2.73
	3、植被损毁及复垦效果监测	次	12
	4、复垦植被管护	次	2

第 5 年，该年份矿山继续向下开采生产，年末采至+45 m 平台左右，该年度的矿山地质环境保护安排见表：

表 6-14 第 5 年矿山土地复垦工程安排

复垦年度	项目	单位	工程量
第 5 年	土壤重构工程		
	1、表土回覆	100 m ³	55.97
	植被重建工程		
	1、栽植灌木	100 株	27.98
	2、栽植爬藤	100 株	21.03
	3、播撒草籽	hm ²	1.1194
	监测与管护工程		
	1、管道安装	100 m	18.44
	2、微喷头安装	100 个	3.84
	3、植被损毁及复垦效果监测	次	12
	4、复垦植被管护	次	2

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）计算依据

- (1) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (2) 《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；
- (3) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）；
- (4) 《水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额》（广东省水利厅，2017年5月）
- (5) 《工程勘察设计收费标准》（2002年修订本）；
- (6) 《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- (7) 《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》（中国勘察设计协会，2022年6月）；
- (8) 现场调查收集的数据和本次的工程数量。

（二）费用组成

项目费用由工程施工费、设备购置费、其他费用和不可预见费组成。

1、工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润和税金。

（1）直接费

直接费由直接工程费和措施费组成

① 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

a. 人工费

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）；

《土地复垦方案编制实务》（国土资源部土地整理中心，2011年7月）指出：可以参照《土地开发整理项目预算定额标准》计算方法，结合当地实际及劳动部门意见，合理确定甲类工和乙类工的日工资水平。故本次人工单价参考《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）中有关规定并结合《广东省人民政府关于调整我省企业职工最低工资

标准的通知》（粤府函[2021]345号）计取。

b. 材料费

材料费=定额材料用量×材料预算单价

c. 施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元）台班

② 措施费

措施费指完成工程项目施工，发生与该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。

a. 临时设施费

临时设施费：施工企业为进行工程施工所必须的生活和生产用的临时建筑物、构筑物和其他临时设施费用等。具体费率标准见下表：

表 7-1 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时施工设施费费率（%）
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

b. 冬雨季施工增加费

冬雨季施工增加费是在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。

冬雨季施工增加费按直接工程费的百分比计算，费率为 0.7~1.5%。其中：不在冬雨季节施工的项目取小值，部分工程在冬雨季的项目取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取最大值。

本次项目区不涉及冬雨季施工，费率取值 0.7%。

c. 夜间施工费

夜间施工费在夜间施工而增加的费用。

夜间施工费按直接工程费的百分率计算：安装工程为 0.5%，建筑工程为 0.2%。

d. 施工辅助费

施工辅助费包括已完工程及设备保护费、施工排水及降水费、检验测试费、工程定

位复测费、工程点交费等费用。

施工辅助费按直接工程费的百分率计算：安装工程为 1%，建筑工程为 0.7%。

e. 特殊地区施工增加费

特殊地区施工增加费是在高海拔、酷热、风沙等特殊地区施工而增加的费用。

本次方案项目区不在高海拔、酷热、风沙等特殊区域，故不计算该方面费用。

f. 安全施工措施费

安全施工措施费是根据国家现行的施工安全、施工现场环境与卫生标准和有关规定，购置和更新施工安全防护用具及设施，改善安全生产条件和作业环境所需要的费用。

安全施工措施费按直接工程费的百分率计算：安装工程为 0.3%，建筑工程为 0.2%。

(2) 间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

不同工程类别的间接费费率见下表。

表 7-2 间接费费率计算表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
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

利润=（直接费+间接费）×利润率

利润率取 3%。

(4) 税金

税金=（直接费+间接费+利润）×税率。

税金按《财政部、税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税〔2018〕32 号）有关规定，税率取 9%。

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险费。

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招标代理费。

a. 土地清查费：项目承担单位组织有关单位或人员对土地开发整理项目区进行权属调查、地籍测绘、耕地质量等级评定等所发生的费用。

土地清查费=工程施工费×费率

费率按不超过工程施工费的 0.5%计算。

b. 项目可行性研究费：项目承担单位委托具有相关资质的单位对土地开发整理项目进行可行性研究所发生的费用。

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。

c. 项目勘测费：项目承担单位委托具有相关资质的单位对土地开发整理项目区进行地形测量、工程勘察所发生的费用。

项目勘测费=工程施工费×费率

费率按不超过工程施工费的 1.5%计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数）。

d. 项目设计与预算编制费：项目承担单位委托具有相关资质的单位对土地开发整理项目进行规划设计与预算编制所发生的费用。

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（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。

e. 项目招标代理费：项目承担单位委托具有相关资质的单位对土地开发整理项目进行招标所发生的费用。

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

(2) 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，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程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。

（3）拆迁补偿费

指土地开发整理项目实施过程中，针对零星房屋拆迁、林木及青苗损毁等所发生的适当补偿费用。

本项目不涉及拆迁补偿费。

（4）竣工验收费

指土地开发整理项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费和标识设定费。

a. 工程复核费：项目承担单位完成土地开发整理项目实施任务并向项目批准部门提出验收申请后，由项目批准部门指定的土地整理专业机构（第三方）对工程任务的完成情况如净增耕地面积、工程数量、质量等，进行复核并编制相应报告所发生的费用。

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

b. 工程验收费：项目中期验收及竣工验收所发生的会议费、资料整理费、印刷费等。

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

c. 项目决算编制与审计费：按现行项目管理办法及竣工验收规范要求编制竣工报告和决算以及审计所需要的费用。

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

d. 整理后土地重估与登记费：项目建成后对耕地质量等级再评定与耕地登记所发生的费用。

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

e. 标识设定费：设立土地开发整理项目标志牌及标识农田水利设施等所发生的费用。

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

（5）业主管理费

指项目承担单位为项目的立项、筹建、建设等工作所发生的费用，包括工作人员的工资、工资性补贴、施工现场津贴、社会保障费用、住房公积金、职工福利金、工会经费、劳动保护费；办公费、会议费、交通差旅费、工具用具使用费、固定资产使用费、零星购置费；乡镇协调费、宣传费、培训费、咨询费、业务招待费、技术资料费、印花税和其他管理性开支等。

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和

竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定律累进法进行计算。

4、不可预见费

不可预见费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及其他不可预见的变化而增加的费用。

不可预见费以工程施工费、设备费和其他费用之和的 3% 计算。计算公式为：

不可预见费 = (工程施工费 + 设备购置费 + 其他费用) × 费率。

二、经费估算

(一) 矿山地质环境治理工程经费静态投资估算

矿山地质环境治理估算静态总投资 915.71 万元，其中：工程施工费 632.53 万元，设备购置费 140.09 万元，其他费用 116.41 万元，不可预见费 16.67 万元。

表 7-3 矿山地质环境治理预算总表

序号	工程或费用名称	预算金额 (万元)	各项费用占总费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	632.53	69.08
二	设备购置费	140.09	15.30
三	其他费用	116.41	12.71
四	不可预见费	26.67	2.91
	总计	915.71	100.00

表 7-4 工程施工费预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		矿山地质环境治理工程				5078766.53
(一)		工程措施				5078766.53
1		外围截水沟开挖				69582.84
	10364	小型挖掘机挖沟渠土方 I、II 类土	100m ³	44.85	1551.46	69582.84
2		外围截水沟硬化				1125498.32
	40007 换	明渠衬砌(边坡陡于 1:0.5) 衬砌厚度 10~15cm~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m ³	10.72	104990.51	1125498.32

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
3		外围截水沟垫层				79248.90
	30002	碎石垫层	100m ³	4.56	17379.14	79248.90
4		台阶排水沟开挖				76891.69
	10017	人工挖沟槽(一、二类土) 上口宽度3m以内	100m ³	23.38	3288.78	76891.69
5		台阶排水沟硬化				817876.11
	40007 换	明渠衬砌(边坡陡于1:0.5) 衬砌厚度10~15cm~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径20石	100m ³	7.79	104990.51	817876.11
6		台阶排水沟垫层				94716.34
	30002	碎石垫层	100m ³	5.45	17379.14	94716.34
7		袋装土石围堰(生态袋装土)				243033.74
	Y10033	袋装土石围堰 填筑编织袋装土	100m ³ 堰体方	17.51	13879.71	243033.74
8		土质边坡泄水吊沟开挖				10458.32
	10017	人工挖沟槽(一、二类土) 上口宽度3m以内	100m ³	3.18	3288.78	10458.32
9		土质边坡泄水吊沟硬化				102890.70
	40007 换	明渠衬砌(边坡陡于1:0.5) 衬砌厚度10~15cm~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径20石	100m ³	0.98	104990.51	102890.70
10		矿山道路排水沟开挖				10239.62
	10364	小型挖掘机挖沟渠土方 I、II类土	100m ³	6.60	1551.46	10239.62
11		矿山道路排水沟硬化				247777.62
	40007 换	明渠衬砌(边坡陡于1:0.5) 衬砌厚度10~15cm~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径20石	100m ³	2.36	104990.51	247777.62
12		矿山道路排水沟垫层				16336.40
	30002	碎石垫层	100m ³	0.94	17379.14	16336.40
13		破碎加工场地边坡台阶排水沟开挖				3227.03
	10364	小型挖掘机挖沟渠土方 I、II类土	100m ³	2.08	1551.46	3227.03

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
14		破碎加工场地边坡台阶排水沟硬化				109190.14
	40007 换	明渠衬砌(边坡陡于1:0.5) 衬砌厚度 10~15cm~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m3	1.04	104990.51	109190.14
15		破碎加工场地边坡台阶排水沟垫层				15119.86
	30002	碎石垫层	100m3	0.87	17379.14	15119.86
16		复垦用土临时堆场台阶排水沟开挖				93.09
	10364	小型挖掘机挖沟渠土方 I、II类土	100m3	0.06	1551.46	93.09
17		复垦用土临时堆场堆场台阶排水沟硬化				3149.72
	40007 换	明渠衬砌(边坡陡于1:0.5) 衬砌厚度 10~15cm~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m3	0.03	104990.51	3149.72
18		复垦用土临时堆场堆场台阶排水沟垫层				347.58
	30002	碎石垫层	100m3	0.02	17379.14	347.58
19		复垦用土临时堆场浆砌块石拦渣坝				254847.19
	30039 换	浆砌块石重力坝~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5#32.5	100m3	5.04	50564.92	254847.19
20		复垦用土临时堆场拦渣坝混凝土垫层				156999.94
	Y04114 换	基础混凝土 独立基础~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m3	2.16	72685.16	156999.94
21		复垦用土临时堆场拦渣坝反滤层				11778.57
	30004	反滤层	100m3	0.63	18696.14	11778.57
22		浆砌块石挡土墙				83933.44
	30020 换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5#32.5	100m3	1.53	54858.46	83933.44
23		混凝土垫层				12356.48
	Y04114 换	基础混凝土 独立基础~换:C15 商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m3	0.17	72685.16	12356.48

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
24		沉砂池开挖				226.00
	10203 换	挖掘机挖土(一、二类土)~单斗挖掘机 油动斗容 0.5m ³	100m ³	0.51	443.13	226.00
25		沉砂池硬化				23769.49
	40053 换	箱形槽槽身~换:C15商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m ³	0.15	158463.29	23769.49
26		沉砂池垫层				173.79
	30002	碎石垫层	100m ³	0.01	17379.14	173.79
27		警示牌安装				47000.00
		协商费	块	94.00	500.00	47000.00
28		预制混凝土围栏				189547.19
	40105 换	栏杆扶手~换:C15商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m ³	0.71	266967.88	189547.19
29		铁丝网				169890.00
		协商费	100m	339.78	500.00	169890.00
30		溢洪道开挖				306013.34
	20109 换	电钻钻孔沟槽石方开挖(底宽 1~2m) 岩石级别 IX~换:2 号岩石 乳化炸药	100m ³	13.55	22584.01	306013.34
31		溢洪道硬化				222673.05
	40012 换	明渠衬砌(边坡陡于 1: 0.75) 衬砌厚度 10~15cm~换:C15商品普通混凝土碎石粒径 20 石	100m ³	2.35	94754.49	222673.05
32		露天采场边坡稳定性在线监测点布设				
33		露天采场视频在线监测点布设				
34		露天采场雨量自动监测点布设				
35		在线监测系统平台布置				
36		露天采场边坡稳定性在线监测				360000.00
		协商费		20.00	18000.00	360000.00
37		复垦用土临时堆场人工监测点布设				1000.00

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
		协商费		2.00	500.00	1000.00
38		复垦用土临时堆场边坡稳定性人工监测				132000.00
		《要素信息》		480.00	275.00	132000.00
39		矿山道路人工巡视监测				41817.60
		协商费		240.00	174.24	41817.60
40		破碎加工场地边坡人工监测点布设				3500.00
		协商费		7.00	500.00	3500.00
41		破碎加工场地边坡人工监测				462000.00
		协商费		1680.00	275.00	462000.00
42		覆盖层中转场人工巡视监测				41817.60
		协商费		240.00	174.24	41817.60
43		地表水监测点布设		6.00		
44		地表水水质监测				219840.00
		《要素信息》检测		480.00	418.00	200640.00
		《要素信息》取样		480.00	40.00	19200.00
45		地下水监测点布置		2.00		
46		地下水水质监测				73280.00
		《要素信息》检测		160.00	418.00	66880.00
		《要素信息》取样		160.00	40.00	6400.00
47		地下水水位监测				6400.00
		《要素信息》检测		160.00	40.00	6400.00
48		年度高分影像对比				478800.00
		协商费		20.00	23940.00	478800.00
总计		—				6325341.70

表 7-5 设备购置费

序号	设备名称	规格	单位	数量	单价	合计	说明
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	GNSS 接收机		套	32.00	19458.37	622667.93	
2	应力计		套	32.00	3586.53	114769.00	
3	爆破震动监测仪		套	32.00	14730.40	471372.67	

4	高清摄像头	海康威视 1/2.8"Progressive Scan cmOS	套	6.00	11314.52	67887.14	
5	雨量计	HY-YTH02RG	套	2.00	1996.08	3992.15	
6	安防监测服务器	K-7800	套	1.00	120205.37	120205.37	
总计			-	-	-	1400894.26	

表 7-6 其他费用预算表

序号	费用名称	计算式(元)	预算金额 (万元)	各项费用占其他 费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		46.48	39.93
(1)	土地清查费	$6325341.7 \times 0.5\%$	3.16	2.72
(2)	项目可行性研究报告费	$50000 + (65000 - 50000) / (10000000 - 5000000) \times (7726235.96 - 5000000)$	5.82	5.00
(3)	项目勘测费	$6325341.7 \times 1.65\%$	10.44	8.97
(4)	项目设计及预算编制费	$(140000 + (270000 - 140000) / (10000000 - 5000000) \times (7726235.96 - 5000000)) \times 1.1$	23.20	19.93
(5)	项目招标代理费	$7726235.96 \times 0.5\%$	3.86	3.32
2	工程监理费	$120000 + (220000 - 120000) / (10000000 - 5000000) \times (7726235.96 - 5000000)$	17.45	14.99
3	拆迁补偿费			
4	竣工验收费		28.98	24.89
(1)	工程复核费	$35000 + (7726235.96 - 5000000) \times 0.65\%$	5.27	4.53
(2)	工程验收费	$70000 + (7726235.96 - 5000000) \times 1.3\%$	10.54	9.06
(3)	项目决算编制与审计费	$50000 + (7726235.96 - 5000000) \times 0.9\%$	7.45	6.40
(4)	整理后土地的重估与登记费	$32500 + (7726235.96 - 5000000) \times 0.6\%$	4.89	4.20
(5)	标识设定费	$5500 + (7726235.96 - 5000000) \times 0.1\%$	0.82	0.71
5	业主管理费	$140000 + (8655317.15 - 5000000) \times 2.6\%$	23.50	20.19
总计			116.41	

表 7-7 不可预见费预算表

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)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	不可预见费	632.53	140.09	116.41	889.04	3.00	26.67
总计		-	-	-	889.04	-	26.67

(二) 土地复垦工程经费静态投资估算

矿山土地复垦工程估算静态总投资 1708.18 万元，其中：工程施工费 1429.42 万元，设备购置费 24.94 万元，其他费用 204.06 万元，不可预见费 49.75 万元。

表 7-8 矿山地质环境治理预算总表

序号	工程或费用名称	预算金额 (万元)	各项费用占总费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	1429.42	83.68
二	设备购置费	24.94	1.46
三	其他费用	204.06	11.95
四	不可预见费	49.75	2.91
总计		1708.18	100.00

表 7-9 工程施工费预算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		土地复垦				18833261.64
1		砌体拆除				3084966.12
	40192	机械拆除无钢筋混凝土	100m ³	53.40	57770.90	3084966.12
2		砌体外运				342850.26
	20289 换	1m ³ 挖掘机装自卸汽车运石渣 运距 5~6km~自卸汽车 5T	100m ³	53.40	6420.42	342850.26
3		表土回覆				1444312.58
	10309 换	推土机推土(一、二类土) 推土 距离 70~80m~推土机 40~ 55KW	100m ³	852.42	1694.37	1444312.58
4		土地翻耕				4421.64
	10043	土地翻耕 一、二类土	公顷	1.3012	3398.12	4421.64
5		种植行道树				4399.07
	90001 换	栽植乔木(带土球 20cm 以内)~ 换:复合肥 换:有机肥 换:树苗	100 株	2.37	1856.15	4399.07
6		栽植果树				4905.27
	90001 换	栽植乔木(带土球 20cm 以内)~ 换:复合肥 换:有机肥 换:树苗 (果树)	100 株	2.36	2078.51	4905.27
7		栽植乔木				641446.86
	90001 换	栽植乔木(带土球 20cm 以内)~ 换:复合肥 换:有机肥 换:树苗	100 株	345.58	1856.15	641446.86

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
8		栽植灌木				716624.39
	90013 换	栽植灌木(带土球 20cm 以内)~ 换:复合肥 换:有机肥 换:树苗	100 株	457.97	1564.78	716624.39
9		栽植爬藤				100189.15
	Y09093 换	栽植攀缘植物 藤长 0.5m~换: 化肥 换:复合肥 换:有机肥	100 株	85.32	1174.28	100189.15
10		种植草本				15757.31
	90030	撒播 不覆土	hm2	18.3187	860.18	15757.31
11		水箱安装				
12		水泵安装				74075.21
	70076	单级离心泵 8t 以内	台	5.00	14815.04	74075.21
13		砂石过滤器安装			11825.70	3684.72
	70045	砂石过滤器(管径<100mm)	10 套	0.50	7369.44	3684.72
14		增压泵安装			6581.18	
15		DN50 管道安装				7078.46
	50064	PVC 管道安装 直径 50mm 以内	100m	4.25	1665.52	7078.46
16		DN25 管道安装				364432.66
	50064	PVC 管道安装 直径 50mm 以内	100m	218.81	1665.52	364432.66
17		微喷头安装			1268.53	9926.66
	70061	微喷头(湿润半径<2m)	100 个	29.96	331.33	9926.66
18		无人机航拍正射影像监测				5745600.00
		市场价格	次	240.00	23940.00	5745600.00
19		管护				1729509.70
	BD1	植被管理养护	hm2	110.48	15654.79	1729509.70
总计		—				14294180.06

表 7-10 设备购置费

序号	设备名称	规格	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)	说明
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	水箱		个	5.00	37242.28	186211.42	
2	砂石过滤器	GL11W-16T DN25	套	5.00	445.63	2228.13	
3	增压泵	CHL12-30 1.8KW 材质 SUS304	套	5.00	6581.18	32905.89	
4	微喷头	离心形塑料微喷头 (3~9 m)	个	2996.00	9.37	28078.36	
总 计			-	-	-	249423.80	

表 7-11 其他费用预算表

序号	费用名称	计算式(元)	预算金额 (万元)	各项费用占其他 费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		80.77	39.58
(1)	土地清查费	$14294180.06 \times 0.5\%$	7.15	3.50
(2)	项目可行性研究报告费	$65000 + (130000 - 65000) / (30000000 - 10000000) \times (14543603.86 - 10000000)$	7.98	3.91
(3)	项目勘测费	$14294180.06 \times 1.65\%$	23.59	11.56
(4)	项目设计及预算编制费	$(270000 + (510000 - 270000) / (30000000 - 10000000) \times (14543603.86 - 10000000)) \times 1.1$	35.70	17.49
(5)	项目招标代理费	$50000 + (14543603.86 - 10000000) \times 0.3\%$	6.36	3.12
2	工程监理费	$220000 + (560000 - 220000) / (30000000 - 10000000) \times (14543603.86 - 10000000)$	29.72	14.57
3	拆迁补偿费			
4	竣工验收费		51.77	25.37
(1)	工程复核费	$67500 + (14543603.86 - 10000000) \times 0.6\%$	9.48	4.64
(2)	工程验收费	$135000 + (14543603.86 - 10000000) \times 1.2\%$	18.95	9.29
(3)	项目决算编制与审计费	$95000 + (14543603.86 - 10000000) \times 0.8\%$	13.13	6.44
(4)	整理后土地的重估与登记费	$62500 + (14543603.86 - 10000000) \times 0.55\%$	8.75	4.29
(5)	标识设定费	$10500 + (14543603.86 - 10000000) \times 0.09\%$	1.46	0.71
5	业主管理费	$270000 + (16166255.85 - 10000000) \times 2.4\%$	41.80	20.48
	总计		204.06	

表 7-12 不可预见费预算表

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)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	不可预见费	1429.42	24.94	204.06	1658.42	3.00	49.75
	总计	-	-	-	1658.42	-	49.75

三、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

《方案》总费用的构成是由矿山环境治理工程费用和矿山土地复垦工程费用共同组

成的。矿山地质环境治理工程包括：矿山地质环境保护预防工程、矿山地质灾害治理工程、水土环境污染工程和矿山地质环境监测工程；土地复垦工程包括矿区植被恢复工程。

根据矿山地质环境治理工程部署，并按照有关定额标准估算，本矿山地质环境治理工程静态总投资为 915.71 万元，土地复垦工程静态总投资为 1708.18 万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资费用为 2623.89 万元。

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及地质环境治理与复垦工作安排进行差价预备费计算。

假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数 (r) 计算，若每年的静态投资费为 $a_1、a_2、a_3、\dots、a_n$ (万元)，则第 i 年的价差预备费 $W_i: W_i=a_i[(1+r)^{n-1}-1]$ ，本方案最终确定价差预备费费率为 5%。本矿山为新立矿山，生产服务年限 17 年（其中包含基建期 1 年，治理期 1 年），综合考虑矿山地质环境保护与土地复垦监测管护期 3 年，最终确定本方案服务年限为 20 年。本方案地质环境保护治理工程差价预备费为 300.78 万元，土地复垦工程差价预备费为 1582.54 万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程差价预备费总额为 1883.32 万元。

本方案地质环境保护治理工程动态总投资为 1216.49 万元，矿山土地复垦动态投资共 3290.72 万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程动态投资总额为 4507.21 万元。

表 7-13 差价预备费计算表

年度	地质环境保护治理工程（万元）				土地复垦工程（万元）			
	年投资	系数	差价预备费	动态投资	年投资	系数	差价预备费	动态投资
2025 年	446.38	1	446.38	0.00	63.20	1	63.20	0.00
2026 年	35.00	1.05	36.75	1.75	40.72	1.05	42.75	2.04
2027 年	29.70	1.10	32.74	3.04	39.18	1.10	43.20	4.02
2028 年	42.91	1.16	49.67	6.76	50.24	1.16	58.15	7.92
2029 年	46.79	1.22	56.88	10.08	57.21	1.22	69.55	12.33
2030 年	52.01	1.28	66.38	14.37	75.93	1.28	96.90	20.98
2031 年	10.76	1.34	14.42	3.66	33.74	1.34	45.22	11.48
2032 年	10.76	1.41	15.14	4.38	33.74	1.41	47.48	13.74
2033 年	10.76	1.48	15.90	5.14	33.74	1.48	49.85	16.11
2034 年	10.76	1.55	16.69	5.93	33.74	1.55	52.34	18.60
2035 年	10.76	1.63	17.53	6.77	33.74	1.63	54.96	21.22
2036 年	10.76	1.71	18.41	7.64	33.74	1.71	57.71	23.97
2037 年	10.76	1.80	19.33	8.56	33.74	1.80	60.60	26.85
2038 年	10.76	1.89	20.29	9.53	33.74	1.89	63.63	29.88
2039 年	10.76	1.98	21.31	10.55	33.74	1.98	66.81	33.06
2040 年	10.76	2.08	22.37	11.61	33.74	2.08	70.15	36.40
2041 年	123.02	2.18	268.54	145.52	739.93	2.18	1615.17	875.24
2042 年	10.76	2.29	24.67	13.90	101.45	2.29	232.53	131.08
2043 年	10.76	2.41	25.90	15.14	101.45	2.41	244.16	142.71
2044 年	10.76	2.53	27.19	16.43	101.45	2.53	256.37	154.91
合计	915.71		1216.49	300.78	1708.18		3290.72	1582.54

（二）年度经费安排

矿山地质环境保护与土地复垦费用来源为企业自筹。矿山地质环境保护与土地复垦动态总投资为 4507.21 万元，按照恢复治理和土地复垦工作进度及工程量，地质环境保护与土地复垦工程经费近期年度计划见表 7-14。

表 7-14 地质环境保护与土地复垦经费年度计划表

年度	费用安排（万元）	地质环境保护费用（万元）	土地复垦费用（万元）
2025 年	509.58	446.38	63.20
2026 年	79.50	35.00	40.72
2027 年	75.94	29.70	39.18
2028 年	107.82	42.91	50.24
2029 年	126.42	46.79	57.21
合计	899.27	622.42	276.85

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

健全的组织管理机构是矿山地质环境治理与土地复垦方案顺利实施的可靠保证，因此建立由场长为组长、技术科长为副组长、项目区专职环保和土地复垦管理人员等技术骨干力量为成员组成的管理机构，以负责矿山地质环境治理与土地复垦方案的具体施工、协调和管理的工作。矿山地质环境治理与土地复垦管理机构的主要工作职责如下：

1、认真贯彻、执行“预防为主、防治并重”的矿山地质环境治理与土地复垦方针，确保矿山地质环境治理与土地复垦工作的安全进行，充分发挥矿山地质环境治理与土地复垦工程的效益；

2、建立矿山地质环境治理与土地复垦目标责任制，将其列入工程进度、质量考核的内容之一，每年度向行政主管部门汇报矿山地质环境治理与土地复垦的治理情况，并制定下一阶段的矿山地质环境治理与土地复垦方案详细实施计划；

3、仔细检查矿山生产情况，并了解和掌握现阶段的矿山地质环境治理与土地复垦情况及其落实状况，为管理机构决策本阶段和下阶段的方案与措施的实施提供第一手基础资料，并联系、协调好管理部门和各方的关系，接受行政主管部门的检查与监督；

4、加强矿山地质环境治理与土地复垦有关法律、法规及条例的学习和宣传力度，组织有关工作人员进行环保、矿山地质环境治理与土地复垦知识的技术培训，做到人人自觉树立起矿山地质环境治理与土地复垦意识，人人参与矿山地质环境治理与土地复垦的行动中来；

5、在矿山生产和矿山地质环境治理与土地复垦施工过程中，定期或不定期地对在建或已建的矿山地质环境治理与土地复垦工程进行检测，随时掌握其施工、绿化成活及生长情况，并进行日常维护养护，建立、健全各项矿山地质环境治理与土地复垦的档案、资料，主动积累、分析及整编复垦资料，为矿山地质环境治理与土地复垦工程的验收提供相关资料。

二、技术保障

1、矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施应有充分的技术保障措施，因此，成立矿山地质环境保护与土地复垦技术科室，配备相应的专业技术队伍，并有针对性地开展专业技术培训，应强化施工人员的矿山地质环境保护意识，提高施工人员的矿山地质环

境保护与土地复垦技术水平，以确保矿山环境保护与土地复垦按期保质保量完成。依据经审查通过的“矿山地质环境保护与土地复垦方案”，因地制宜，因害设防，要优化防治结构，合理配置工程与生物防治措施，使工程措施与生物防治措施有机结合。

2、按国土资源部颁发的 DZ/T0218-2006《滑坡防治工程勘查规范》、DZ/T0219-2006《滑坡防治工程设计与施工技术规范》、DZ/T0221-2006《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）等规范要求开展矿区地质环境保护与土地复垦工作。

3、采用先进的施工手段和合理的施工工艺，施工实施各工序层层报验制度，按矿山地质环境治理工程相关技术规程、规范、设计要求及验收标准对工程各部分进行质量验收，严格控制施工进度，确保矿山地质环境保护措施按时完成并取得成效。

4、矿山企业配备相关的专业技术人员，加强对相关人员的技术培训，确保在方案的实施、监测工作中能及时发现问题。同时加强与职能部门（市自然资源、水利、环保、林业、农业农村）的沟通联系，定期邀请省、市专家对方案实施效果开展评估。

5、管理人员除具有相关知识外，还须具有一定的组织能力和协调能力，在方案实施过程中能够充分发挥作用，及时发现和解决问题。

三、资金保障

矿山企业将按照相关规定设立矿山地质环境保护与土地复垦基金账户，按照企业会计准则等相关规定提取矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用，计入相关资产的入账成本，通过专户、转账核算。按照“企业提计、满足需求、专款专用、政府监管”的原则，以本方案确定的矿山地质环境治理恢复与土地复垦结果为导向，合理使用该笔资金。

四、监管保障

1、企业在建立组织机构的同时，加强与政府主管部门及相关职能部门的沟通联系，建立共管机制，自觉接受主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便地质环境保护与土地复垦工程顺利实施。企业对相关部门的监督检查情况做好记录，对监督检查中发现的问题及时处理。

2、按照确定的年度安排，制定年度计划，并根据施工工艺和技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因矿山生产发生变化的工作计划。由矿山管理机构负责按照方案确定的年度工作计划统一安排管理。以确保各项工程落到实处。

3、加强对矿山地质环境保护与土地复垦政策宣传工作，提高社会对矿山地质环境保护与土地复垦工作在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。接受社会，特别是矿区所在地长安村委会的监督。

4、加强对地质环境保护与土地复垦工程的后期维护和管理。一是保证验收合格；二是使责任区的每一块土地确实实要发挥作用和产生良好的经济生态社会效益。

五、效益分析

1、经济效益

本方案恢复水浇地 0.2258 hm²、果园 0.0943 hm²、乔木林地 14.7248 hm²、灌木林地 12.0131 hm²。对于恢复的水浇地按每年 3.0 万元/hm²，果园按每年 1.4 万元/hm²，乔木林地按每年 1.0 万元/hm²，灌木林地按每年 0.8 万元/hm² 计，复垦后直接经济年收入为 25.14 万元。

通过本方案的实施，复垦复绿，改善了矿区周边的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低部分矿山地质环境问题发生的频率，减少或防止地质灾害的发生，保障矿山采矿活动安全顺利进行，保护矿山员工和财产的安全，降低企业在其它方面的开支，增加企业总体经济效益，为生态恢复的间接经济效益。

2、生态效益

通过本方案的实施，矿山生产建设水土流失基本得以控制，能有效控制因采矿活动造成的土地资源破坏、地形地貌景观破坏、地质灾害的发生，预防矿山建设及生产过程中带来的矿山地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的矿山地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。

3、社会效益

矿区经治理后，改善了区内生态环境质量，减轻了对地质地貌景观的破坏，使得区内部分土地使用功能得到良好利用。符合习近平总书记提出的绿水青山就是金山银山的科学论断，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

六、公众参与

本项目公众参与形式主要有三种形式：一是信息公开；二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；三是在复垦方案编制基本完成后，采取发放调查表的形式进行；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）方案编制期间的公众参与情况

由于矿山开采项目会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活。矿山地质环境保护与土地复垦规划要在充分了解当地人民群众意愿和观点的基础上，使建设项目更加民主化、公众化，以避免片面性和主观性，使该项建设的规划、设计、施工和运行更加完善，更加合理，从而有利于最大限度地发挥该项目的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制过程中，为使本方案做到因地制宜，保护与复垦工作切实可行，技术人员对当地群众和相关政府部门进行了公众参与调查（见附件），公众参与反馈的意见如下。

1、项目区内村民、村集体及自然资源部门意见

我单位在编制方案期间对项目区进行现场踏勘，并随机走访了保护与复垦影响区域的土地权利人，并以发放《公众调查表》和走访的形式，积极听取了项目影响区域内土地权利人的意见，得到了他们的大力支持。

本次调查内容涉及公众对矿山开采项目矿山地质环境保护与土地复垦工作的态度、对该项目有利影响和不利影响的想法、公众的愿望和要求等。方案编制人员共发放问卷调查表 20 份，收回问卷 20 份，回收率 100%，回收问卷的调查结果统计见下表。

调查结果显示，通过调查走访，大多数被调查人员对保护与复垦工作了解。在向被调查人员解释本项目实施的意义后，绝大多数人对此表示支持，认为该项目的实施对当地经济和自然环境能起到积极作用。

表 8-1 公众参与调查结果统计表

调查内容		票数	占总票数 (%)	备注
性别	男	11	55.00	其中有 2 票空白， 占总票数的 10%
	女	7	35.00	
	合计	18	90.00	
年龄	30 以下	3	15.00	
	31~50	8	40.00	
	51 以上	9	45.00	
	合计	20	100.00	
文化程度	大学	5	25.00	
	高中	9	45.00	
	初中	6	30.00	

调查内容		票数	占总票数 (%)	备注
	小学	/	/	
	文盲	/	/	
	合计	20	100.00	
职业	农民	12	60.00	其中有 1 票空白， 占总票数的 5%
	工人	4	20.00	
	干部	3	15.00	
	教师	/	/	
	学生	/	/	
	合计	19	95.00	
您是否了解该工程？	了解	18	90.00	
	一般了解	/	/	
	不了解	2	10.00	
	合计	20	100.00	
该工程对您的居住环境 会有什么影响？	土地	1	5.00	
	建筑物	/	/	
	其他	19	95.00	
	合计	20	100.00	
开采对您造成影响最大 的地类是？	耕地	/	/	
	林地	/	/	
	草地	/	/	
	其他	20	100.00	
	合计	20	100.00	
您对该工程的态度是？	非常支持	17	85.00	
	支持	3	15.00	
	不关心	/	/	
	反对	/	/	
	合计	20	100.00	
您希望被损毁的土地复 垦为？	耕地	/	/	
	林地	1	5.00	
	草地	/	/	
	其他	19	95.00	
	合计	15	100.00	
您希望保护与复垦后的 土地会？	跟以前一样好	6	30.00	
	比以前更好	12	60.00	
	无所谓	2	10.00	
	合计	20	100.00	
您最期望的保护与复垦 措施为？	平整土地	18	90.00	本题为多选题
	修葺道路	14	70.00	
	土壤培肥	1	5.00	

调查内容		票数	占总票数 (%)	备注
您对以往保护与复垦工作的效果是否满意?	满意	19	95.00	
	不满意	/	/	
	其他	1	5.00	
	合计	12	60.00	
您对该保护与复垦项目的实施?	赞同	18	90.00	
	不赞同	/	/	
	无所谓	2	10.00	
	合计	20	100.00	

2、项目区内相关政府部门参与情况

目前，在方案编制过程中主要以项目区内的自然资源部门为主，在听取业主对本项目工作进度安排后，鹤山市桃源镇及雅瑶镇相关经济合作社经过讨论形成以下几点要求及建议：

- (1) 对在矿区范围及附近因本矿山开发所造成损毁的土地尽快采取保护与复垦措施；
- (2) 矿山地质环境保护与土地复垦工作需充分考虑当地的政策、自然、社会经济等因素，尽可能的恢复土地利用价值；
- (3) 方案确定的保护与复垦质量要求应符合国家和地方的有关土地利用总体规划要求，评估范围、复垦责任范围和复垦面积准确真实；
- (4) 矿山地质环境保护与土地复垦的实施应尊重土地所有权及使用权人的意愿，保护与复垦措施符合本项目的特点及本地实际情况，切实可行；
- (5) 在矿山开发过程中应尽可能采取一定的预防控制措施，减少地质环境影响和损毁土地面积。

由以上意见可以看出，群众和政府部门都希望保护与复垦工作能落到实处，在制定科学合理的保护与复垦措施基础上，进一步改善当地生态环境。

依据以上意见，我单位实地调研了当地的保护与复垦工作，对于合理科学的保护与复垦技术在方案中已采纳，同时提出了更为先进的保护与复垦措施，另外还制定了严格的保护与复垦工作计划安排和保障措施，确保该项工程和费用按照规划设计来实施。

(二) 矿山地质环境保护与土地复垦实施中的参与计划

上节叙述了方案编制期间的公众参与情况，只是作为本方案在确定矿山地质环境保护与土地复垦方向以及制定相应措施等方面的依据。在随后的保护与复垦计划实施、监测等方面将建立相应的参与机制，进一步加强与当地主管部门的联系，同时尽可能扩大

参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至当地整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的保护与复垦技术，积极宣传矿山地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

1、组织人员

矿方技术人员将与当地相关部门进行长期的、积极有效的合作，在方案实施过程中，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

2、参与方式

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，参与形式主要为座谈会形式，要求项目涉及区域的代表参加，确保项目涉及区域内民众充分知晓项目计划、进展和效果。

3、参与人员

在群众方面，主要为项目涉及区域的土地权利人。

在政府相关职能部门方面，将进一步加强与项目区内自然资源主管部门的沟通，还将加大和扩大重点职能部门的参与力度和范围，如林业局、环保局和审计局等。

4、参与时间和内容

(1) 保护与复垦实施前

由矿山企业承诺将根据本方案确定的保护与复垦安排相应工作，对矿山生产可能造成或遭受的地质灾害、实际损毁土地面积、损毁程度等进行调查。

(2) 保护与复垦实施中

由矿山企业承诺将在每年年底进行一次参与式公众调查，主要是对保护与复垦实施效果、实施进度、实施措施落实和费用落实情况进行调查。

(4) 竣工验收

由矿山企业承诺竣工验收时将邀请当地相关政府部门、专家和部分群众代表一起参与，验收结果将向公众公布，对公众提出质疑的地方，将及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。

第九章 结论与建议

一、结论

1、本矿山为新立矿山，采矿权人为鹤山市龙源石业有限公司，目前未进行生产开采活动。矿区开采矿种为建筑用花岗岩，矿区面积 0.5572 km²，开采深度由+139.4 m 至-60 m 标高，开采方式为露天开采，生产规模为 200 万 m³/a。本项目生产服务年限 17 年（其中包含基建期 1 年、治理期 1 年），综合考虑矿山地质环境保护与土地复垦监测管护期 3 年，最终确定本方案服务年限为 20 年。

2、评估区面积 229.0719 hm²；重要程度为**重要区**，建设规模为**大型**，矿山地质环境条件复杂程度为**复杂**，确定本次矿山地质环境影响评估级别为**一级**。

3、现状条件下，评估区内已发 3 处崩塌，未见滑坡、泥石流等地质灾害现象，地质灾害对矿山地质环境影响程度较严重；对含水层的影响较严重；对地形地貌景观的影响程度严重，对土地损毁程度严重，对水土环境污染程度为较轻。

4、预测将来矿山开采面临的地质灾害主要有露天采场、排土场 1、排土场 2、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场、破碎加工场地以及矿山道路的崩塌 / 滑坡，排土场 1、排土场 2、覆盖层中转场、复垦用土临时堆场的泥石流。根据地质灾害危险性分析，露天采场、排土场 2 边坡崩塌/滑坡危害程度为大、危险性大，排土场 1 边坡崩塌/滑坡危害程度为小、危险性中等，复垦用土临时堆场边坡崩塌/滑坡危害程度为小、危险性中等，破碎加工场地边坡崩塌/滑坡危害程度为中等、危险性大，覆盖层中转场、矿区外矿山道路边坡崩塌/滑坡危害程度为小、危险性小，复垦用土临时堆场泥石流危害程度为小、危险性小，排土场 2 泥石流危害程度为大、危险性中等，排土场 1、覆盖层中转场泥石流危害程度为中等、危险性中等。预测地质灾害对矿山地质环境影响程度严重；对含水层的影响较严重；对地形地貌景观的影响程度严重，对土地损毁程度严重，对水土环境污染程度为较轻。

5、对矿山地质环境现状评估进行影响分区，现状地质环境影响严重区（I）、地质环境影响较严重区（II）和地质环境影响较轻区（III）。严重区面积 47.2101 hm²，主要为排土场 2、破碎站 1、破碎站 2、排土场运输道路、采坑 1、采坑 2 及其影响范围，占评估区面积的 20.61%。较严重区（II）面积 7.9665 hm²，包含 4 个亚区，分别为亚区 II-1（为综合服务区及其影响范围，面积 0.8834 hm²）、亚区 II-2（为堆土区 1 及其影响范围，

面积 0.5407 hm²)、亚区 II-3 (为堆土区 2 及其影响范围, 面积 3.9945 hm²) 和亚区 II-4 (为排土场 1 及其影响范围, 面积 2.5479 hm²), 占评估区面积的 3.48%; 较轻区 (III) 为评估区内除严重区 (I) 和较严重区 (II) 以外的区域, 面积 173.8953 hm², 占总评估面积的 75.91%。

6、对矿山地质环境预测评估进行影响分区, 将评估区划分为地质环境影响严重区 (I)、地质环境影响较严重区 (II) 和地质环境影响较轻区 (III)。严重区 (I) 为露天采场、破碎加工场地、排土场 2 及其影响范围, 面积约 73.8207 hm², 占评估区面积的 32.23%。较严重区 (II) 面积 7.7332 hm², 包含 4 个亚区, 分别为亚区 II-1 (为排土场 1、矿山道路及其影响范围, 面积 2.7899 hm²)、亚区 II-2 (为复垦用土临时堆场及其影响范围, 面积 2.2026 hm²)、亚区 II-3 (为覆盖层中转场及其影响范围, 面积 2.2954 hm²) 和亚区 II-4 (为办公生活区及其影响范围, 面积 0.4453 hm²), 占评估区总面积的 3.38%。较轻区 (III) 为评估区范围内除严重区 (I) 和较严重区 (II) 以外的其它范围, 面积 147.5180 hm², 占评估区总面积的 64.40%。

7、根据矿山地质环境影响评估结果, 将评估区划分为矿山地质环境重点防治区 (A)、矿山地质环境次重点防治区 (B) 和矿山地质环境一般防治区 (C 区)。重点防治区为露天采场、破碎加工场地、破碎站 1、破碎站 2、排土场 2、排土场运输道路及其影响范围, 面积约 81.6231 hm², 占评估区面积的 35.63%。次重点防治区 (B) 面积 6.5194 hm², 包含 4 个亚区, 分别为亚区 B-1 (为办公生活区及其影响范围, 面积 0.4453 hm²)、亚区 B-2 (为复垦用土临时堆场及其影响范围, 面积 2.2026 hm²)、亚区 B-3 (为排土场 1、矿山道路及其影响范围, 面积 1.9647 hm²) 和亚区 B-4 (为堆土区 2 及其影响范围, 面积 1.9068hm²), 占评估区总面积的 2.85%。一般区为评估区内除重点防治区和次重点防治区 (B) 以外的区域, 面积 140.9294 hm², 占评估区总面积的 61.52%。

8、矿山建设拟损毁土地类型为水浇地、果园、乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地、其他草地、公路用地、农村道路、坑塘水面、可调整养殖坑塘、设施农用地、裸土地、村庄、采矿用地, 损毁方式为挖损和压占, 损毁土地面积合计 70.7688 hm², 留续使用面积 0 hm², 复垦责任范围 70.7688 hm²。依据土地复垦适宜性评价结果, 确定矿山土地复垦的方向为水浇地 (0.2258 hm²)、果园 (0.0943 hm²)、乔木林地 (14.7248 hm²)、灌木林地 (12.0131 hm²) 和坑塘水面 (43.7108 hm²), 复垦总面积 70.7688 hm², 复垦率为 100%。

9、矿山地质环境保护与土地复垦措施主要是规范开采活动、截排水措施、合理安排

表土、覆土、植被重建、矿山地质环境监测等措施。

10、本方案地质环境治理工程静态总投资为 915.71 万元，土地复垦工程静态总投资为 1708.18 万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资费用为 2623.89 万元；矿山地质环境保护治理工程动态总投资为 1216.49 万元，矿山土地复垦动态投资共 3290.72 万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程动态投资总额为 4507.21 万元。

11、方案实施后，预测将很大程度上改善矿山的地质环境：一是矿山开采过程中造成的基岩裸露、植被破坏的地形地貌景观将修复与改观；二是能减少矿山水土流失、地质灾害的发生；三是被占用破坏的土地资源，部分将得到重新利用；四是有净化矿山空气、美化矿山环境作用，矿山生态环境将得到有效恢复。

二、建议

1、矿山在建设过程中，应严格执行要坚持“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”的原则，建设绿色矿山。本方案主要是对矿山地质环境问题提出预防和治理措施，矿山应根据本方案提出的措施，认真实施，做好矿山地质环境的保护与土地复垦工作。

2、在矿山开采过程中密切注意岩体的稳定性，在可能崩塌的高陡边坡上建立观测点，及时发现及时处理。对于边坡崩塌、滑坡区，应按照所圈定的可能滑动范围，设置围栏，防止人畜误入，并应设明显的安全标志。

3、开采时每个阶段结束，要及时清理平台上疏松的岩土和坡面上的浮石。采取可行安全防范措施，加大边坡安全管理。设专门的边坡管理人员和维护队伍，制定边坡管理制度，建立有效的边坡检测系统严格执行边坡到界靠帮的操作规程，将有效控制边坡坍塌及滑坡事故。

4、开采过程中，如遇顺坡向发育的节理裂隙，尤其倾角较陡的节理裂隙，在开采爆破时，矿体或围岩易形成厚板状块体，直接影响着采场边坡的稳定性，开采时要注意坡面和岩层发生的变化，注意开采过程中由软弱夹层导致的不良工程地质问题，做好必要的防护措施。

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

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

7、矿山地质环境保护与土地复垦方案应与矿山主体工程同时设计、同时施工、同时

投入使用。矿山开采过程中要严格遵守国家相关法律、法规及规范，对开采过程中地质灾害易发的地段要进行长期监测，发现问题及时解决，切实做好矿山地质环境的保护工作，提高企业的经济效益和社会效益。

8、露天采场矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度，加强矿区边坡安全防护和日常管理。特别应关注矿区在开挖过程中，因爆破、振动等因素，对边坡稳性的影响，如出现隐患及险情应及时采取防治措施。

9、矿山位于极端气候（强降雨、台风）频发地区，建议矿山企业做好针对地质灾害的应急预案（尤其露天采场和排土场），规范开采，地质环境监测与保护、边开采边修复治理应贯穿矿山生产全过程。

10、在后续生产过程中加强监测和检测，为闭坑治理后绿色矿山验收作准备。

11、矿山地质环境保护与土地复垦相关的所有资料（监测检测数据资料，图片、影像、会议、公示公告等）需归档和规范管理，作为今后闭坑验收的依据。

12、建议加强对历史开采遗留的堆土区、排土场等边坡的安全管理。

13、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、信息化，使“边开采，边复垦”贯彻矿山生产全程。

14、根据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）中 5.2.4.5 要求，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。

附照片



照片 1 矿区现状图 1 (2023.04)



照片 2 取土点 PLT-1 (2024.05.29)



照片 3 取土点 PLT-2 (2024.05.29)



照片 4 取土点 PLT-3 (2024.05.29)



照片 5 取土点 PLT-4 (2024.05.29)



照片 6 取土点 PLT-5 (2024.05.29)



照片 7 地下水取水点 PLS-1 (2024.05.29)



照片 8 排土场 2 平台排水沟 (2024.05.29, 镜像 SE)



照片 9 综合服务区至破碎站 1 道路现状 (2024.05.29, 镜像 NW)

附表 1-矿山地质环境现状和损毁土地调查表

矿山基本情况	企业名称	鹤山市龙源石业有限公司			通讯地址	鹤山市桃源镇富源路 12 号之八二楼			邮编	529143	法人代表	容子枫			
	电话	*** **		传真	/	坐标	E: 112° 56' 21.5" , N: 22° 42' 56.6"			矿类	非金属	矿种	建筑用花岗岩矿		
	企业规模	中型			设计生产能力/万 m ³ /a	200		设计服务年限	17 年						
	经济类型	有限责任公司			实际生产能力/万 m ³ /a	/		已服务年限	/		开采深度/m	+139.4 m 至 -60 m			
	矿山面积/km ²	0.5572			生产现状	新立矿山			采空区面积/m ²	/					
	建矿时间	/			采矿方式	露天开采			开采层位	η γ T ₃ ^{2e}					
采矿占用破坏土地	露天采场		排土场		固体废弃物堆		地面塌陷		总计		已治理面积				
	数量/个	面积/m ²	数量/个	面积/m ²	数量/个	面积/m ²	数量/个	面积/m ²	面积/m ²	/m ²					
	2	30.2463	2	4.5151	2	4.5040	0	0	0	0					
	占用土地情况/m ²		占用土地情况/m ²		占用土地情况/m ²		占用土地情况/m ²		0		0				
	耕地	基本农田	0	耕地	基本农田	0	耕地	基本农田	0	耕地	基本农田	0	0	0	
		其它耕地	0		其它耕地	0		其它耕地	0		0	0			
		小计/m ²	0		小计/m ²	0		小计 (m ²)	0		0	0			
	林地	2.7595	林地	0.5388	林地	1.8669	林地	0	0	0	0	0			
	其它土地	27.4868	其它土地	3.9763	其它土地	2.6371	其它土地	0	0	0	0	0			
	合计/m ²	30.2463	合计/m ²	4.5151	合计/m ²	4.5040	合计/m ²	0	0	0	0	0			
采矿固体废弃物排放	类型		年排放量/10 ⁴ m ³		年综合量利用量/10 ⁴ m ³		累计积存量/10 ⁴ m ³		主要利用方式						
	废石 (土)		0		0		0		/						
	煤矸石		0		0		0		/						
	合计		0		0		0		/						
含水层破坏情况	影响含水层的类型		区域含水层遭受影响或破坏的面积/km ²			地下水位最大下降幅度/m		含水层被疏干的面积/m ²		受影响的对象					
	/		/			/		/		/					
地形地貌景观破坏	破坏的地形地貌景观		被破坏的面积/m ²			破坏程度			修复难易程度						
	丘陵		48.9770			严重			难						
采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况	种类	发生时间	发生地点	规模	影响范围/m ²	体积/m ³	危害					发生原因	防治情况	治理面积/m ²	
							死亡人数/人	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)				
	崩塌 (BT1)	/	采坑 1 内东侧, 破碎站 2 南侧	小型	20	小于 100	/	/	/	/	/	人工开挖、土体松散、降雨	未治理	/	
	崩塌 (BT2)	/	矿区 3 号拐点南侧直距约 106 m 处	小型	20	小于 100	/	/	/	/	/	人工开挖、土体松散、降雨	未治理	/	
崩塌 (BT3)	/	矿区 3 号拐点西侧直距约 125 m	小型	50	小于 100	/	/	/	/	/	人工开挖、岩体破碎、陡坡、降雨	未治理	/		
采矿引起的地面塌陷情况	发生时间	发生地点	规模	塌陷坑/个	影响范围/m ²	最大长度/m	最大深度/m	危害					发生原因	防治情况	治理面积(m ²)
								死亡人数(人)	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)			
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
采矿引起的地裂缝情况	发生时间	发生地点	数量	最大长度(m)	最大宽度(m)	最大深度(m)	走向	危害					发生原因	防治工作情况	治理面积(m ²)
								死亡人数	受伤人数(人)	破坏房屋(间)	毁坏土地(m ²)	直接经济损失(万元)			
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

矿山企业 (盖章): 鹤山市龙源石业有限公司 填表单位 (盖章): 广东省地质局第六地质大队 填表人: 何钰莹 填表日期: 2024 年 05 月 30 日