

平远碧玉钾长石矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

平远碧玉钾长石矿

2023 年 7 月

平远碧玉钾长石矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：平远碧玉钾长石矿

法人代表：黄令民

编制单位：广东锦城矿山设计研究有限公司

项目负责：朱业意

审 核：冯志凯

检 查：李启龙

编写人员：黄福海 卢蓬鑫

制图人员：李泽凯 于松财



统一社会信用代码
91441402MA7KM9N84H

扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息



营业执照

(副本)

名称 广东锦城矿山设计研究有限公司

注册资本 人民币壹仟万元

类型 有限责任公司(自然人独资)

成立日期 2022年03月30日

法定代表人 朱业意

住所 梅州市梅江区三角镇寮背岭正兴路8号宏基大厦四楼401

经营范围

地质灾害治理工程设计；生态修复及生态保护服务；基础地质勘查；土地整治服务；矿产资源储量估算和报告编制服务（须在中国矿业权评估师协会完成登记后方可从事经营活动）；矿产资源储量评估服务（须在中国矿业权评估师协会完成登记后方可从事经营活动）；环境保护服务；矿山机械销售；矿产资源（非煤矿山）开采；测绘服务；矿产资源勘查、建设工程勘察、金属与非金属矿产资源地质勘探、地质灾害治理工程勘查；地质灾害治理工程施工；地质灾害危险性评估；安全评价业务；安全生产检验检测。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

登记机关

2022

01月15日



市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告
http://www.gsxt.gov.cn
国家市场监督管理总局监制

平远碧玉钾长石矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿 山 企 业	矿山企业名称	平远碧玉钾长石矿				
	法人代表	黄令民	身份证 号码	4414***** ***010	手机 号码	137*****33
	统一社会 信用代码	914414***** ****4Y	纳税人 识别号	914414***** ****4Y	组织机 构代码	914414***** **4Y
	单位地址	平远泗水镇木联村				
	矿山名称	平远碧玉钾长石矿				
	采矿许可证	☐ 新申请 ☒ 延续 ☒ 变更（ ☐ 扩大开采规模 ☒ 缩小矿区范围 ☐ 变更开采方式） 以上情况请选择一种并打“√”				
	开采矿种	资源储量规模	矿山开采 建设规模		开采方式	
	钾长石	小型	小型		地下开采	
	编 制 单 位	单位名称	广东锦城矿山设计研究有限公司			
法定代表人		朱业意	联系电话		137*****89	
主 要 编 制 人 员		姓名	职责		联系电话	
		黄福海	报告编写		135*****68	
		卢蓬鑫	报告编写		185*****05	
		李泽凯	图件编制		153*****02	
		于松财	图件编制		188*****79	
		李启龙	检查		135*****27	
		冯志凯	审核		135*****77	
		朱业意	项目负责		137*****89	
审 查 申 请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行处理按程序公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。					
	请予以审查。					
	申请单位(矿山企业)盖章					
	2023 年 7 月 1 日					
		联系人: 黄令民		联系电话: 13750522733		

目 录

前 言.....	1
第一节 任务的由来.....	1
第二节 编制目的.....	1
第三节 编制依据.....	2
第四节 方案适用年限.....	6
第五节 编制工作概况.....	7
第一章 矿山基本情况.....	12
第一节 矿山简介.....	12
第二节 矿区范围及拐点坐标.....	15
第三节 开发利用方案概述.....	15
第四节 矿山开采历史及现状.....	27
第二章 矿区基础信息.....	29
第一节 矿区自然地理.....	29
第二节 矿区地质环境背景.....	30
第三节 矿区社会经济概况.....	40
第四节 矿区土地利用现状.....	41
第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动.....	43
第六节 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	43
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	46
第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	46
第二节 矿山地质环境影响评估.....	47
第三节 矿山土地损毁预测与评估.....	70
第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	76
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	88
第一节 矿山地质环境治理可行性分析.....	88
第二节 矿区土地复垦可行性分析.....	93
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	104
第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	104

第二节 矿山地质灾害治理.....	106
第三节 矿区土地复垦.....	109
第四节 含水层破坏修复.....	119
第五节 水土环境污染修复.....	122
第六节 矿山地质环境监测.....	124
第七节 矿区土地复垦监测和管护.....	129
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	132
第一节 总体工作部署.....	132
第二节 阶段实施计划.....	133
第三节 近期年度工作安排.....	136
第七章 经费估算与进度安排.....	137
第一节 经费估算依据.....	137
第二节 矿山地质环境治理工程经费估算.....	143
第三节 土地复垦工程经费估算.....	146
第四节 总费用汇总与年度安排.....	150
第八章 保障措施与效益分析.....	153
第一节 组织保障.....	153
第二节 技术保障.....	153
第三节 资金保障.....	155
第四节 监管保障.....	157
第五节 效益分析.....	158
第六节 公众参与.....	160
第九章 结论与建议.....	162

附表：

- 1、矿山地质环境现状调查表。

附件：

- 1、矿山地质环境保护与土地复垦方案编制委托书；
- 2、采矿许可证副本；
- 3、关于平远碧玉钾长石矿变更矿区范围的批复；
- 4、县政府工作会议纪要第 37 期；
- 5、地表水、土壤检测报告；
- 6、矿产资源储量评审备案证明及评审意见；
- 7、开发利用方案评审意见；
- 8、矿山地质环境保护与土地复垦方案承诺函；
- 9、初审意见；
- 10、土地权属人意见；
- 11、地质调查照片。

附图：

- 1、平远碧玉钾长石矿矿山地质环境现状评估图（1：2000）；
- 2、平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图（1：10000）；
- 3、平远碧玉钾长石矿矿山地质环境预测评估图（1：2000）；
- 4、平远碧玉钾长石矿矿区土地损毁预测图（1：2000）；
- 5、平远碧玉钾长石矿矿区土地复垦规划图（1：2000）；
- 6、平远碧玉钾长石矿矿山地质环境治理工程部署图（1：2000）；
- 7、平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图（1：10000）。

前 言

第一节 任务的由来

平远碧玉钾长石矿是生产矿山，现矿山持有采矿许可证编号为C4414*****45，有效期自2009年12月7日至2017年12月7日。因市场行情以及疫情等原因，矿山自2017年停产直今，目前正在办理采矿权延续及变更（缩小）手续。根据《县政府工作会议纪要第37期》（平远县人民政府办公室，2023年6月20日）（附件4），会议原则同意采矿权人在确保矿区范围群众信访稳定并做好项目环评、安评工作的前提下，允许平远碧玉钾长石矿采矿权延续及变更（缩小）矿区范围登记，从原采矿许可证有效期截止之日次日算起，碧玉钾长石矿延续年限为10年，具体以评审通过的矿产资源开发利用方案为准。

根据《关于平远碧玉钾长石矿变更矿区范围的批复》（平国土资矿管发[2017]8号,2017年10月12日），矿区面积由原来的0.4303km²变更为0.3507km²，开采深度由+460m至+330m保持不变。由于矿区范围发生变化，并且重新编制了开发利用方案，因此需要重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2022年9月12日，受平远碧玉钾长石矿的委托，我单位承担了《平远钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（下称“方案”）的编制工作。

本方案不代替相关工程勘查、治理设计。

第二节 编制目的

一、编制目的

编制本方案目的：一是通过对矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题进行影响评估，确定适宜的非工程和工程治理措施，使矿山地质环境得以基本恢复、矿山生态环境影响和破坏程度降到最低，为矿山地质环境恢复治理提供科学的指导与依据。二是通过分析项目区开采活动对土地利用可能造成的影响，提出适宜的土地损毁预防控制与复垦措施，使拟建项目对土地的不利影响降低到最小

程度，为损毁土地的地貌重塑、土体再造与生态环境恢复提供科学的指导与依据。

三是为自然资源主管部门实施依法监管、矿山企业申请采矿权登记提供依据。

二、工作任务

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

2、提出矿山地质环境保护与土地复垦措施与建议；

3、进行矿山地质环境保护与土地复垦方案设计及投资估算；

4、根据方案编制工程实施进度安排，提出方案实施保证措施；

5、编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

第三节 编制依据

（一）法律法规

1、《中华人民共和国矿产资源法》，2009年8月27日起施行；

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

3、《中华人民共和国土地管理法》，2020年1月1日起施行；

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

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

6、《中华人民共和国矿山安全法》，2009年8月27日起施行；

7、《矿山地质环境保护规定》，自然资源部第二次部门会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》第三次修正，2019年7月16日；

8、《广东省矿产资源管理条例》，广东省第十一届人民代表大会常务委员会第35次会议修订，2012年7月26日；

9、《广东省地质环境管理条例（2012修正）》，广东省第十一届人民代表大会常务委员会公告第85号，2003年10月1日施行；

10、《中华人民共和国环境影响评价法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正，2018年12月29日；

11、《广东省水土保持条例》（广东省人大常委会第二十八次会议于2016年9月29日通过，2017年1月1日开始实施）；

12、《土地复垦条例》，国务院第592号，2011年3月5日。

（二）规章及政策性文件

1、国务院关于加强地质灾害防治工作的决定,国发[2011]20号，2011年6月13日；

2、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》，国土资发[2004]69号，2004年3月25日；

3、《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；

4、《土地复垦条例实施办法》，国土资源部令第56号，2012年12月11日，2019年7月16日自然资源部第2次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正；

5、中华人民共和国国土资源部办公厅《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，2017年1月3日；

6、广东省国土资源厅转发国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知，粤国土资地环发〔2017〕4号，2017年1月20日；

7、《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；

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

9、《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；

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、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发[2006]225

号)；

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

13、国土资源部关于贯彻实施《土地复垦条例》的通知(国土资发[2011]50号)；

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

15、广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知(粤自然资规字〔2020〕6号)，2020年8月18日；

16、《广东省地质灾害特征认定和分级标准》，粤自然资函〔2021〕1035号，广东省自然资源厅，2021年10月20日。

(三) 现行规程、规范

DZ/T 0223-2011	矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
TD/T 1031-2011	土地复垦方案编制规程
GB/T 40112-2021	地质灾害危险性评估规范
TD/T 1036-2013	土地复垦质量控制标准
TD/T 1044-2014	生产矿山土地复垦验收规程
广东省土地整理垦造水田建设标准(试行)(粤农〔2016〕180号)	
广东省土地开发整理补充耕地项目质量验收标准(粤府办2018]74号)	
GB/T 958-2015	区域地质图图例
GB/T 12328-1990	综合工程地质图图例及色标
GB 12719-1991	矿区水文地质工程地质勘探规范
GB/T 14538-1993	综合水文地质图图例及色标
GB/T 21010-2017	土地利用现状分类
GB 50021-2001	岩土工程勘察规范(2009年)
GB 50330-2013	建筑边坡工程技术规范
GB 3100-3102-1993	量和单位
GB 3838-2002	地表水环境质量标准
GB 11607-1989	渔业水质标准

GB 15618-2008	土壤环境质量标准
GB/T 16453-2008	水土保持综合治理技术规范
GB/T 14848-2017	地下水环境质量标准
GB/T 18337.2-2001	生态公益林建设技术规程
GB/T 19231-2003	土地基本术语
DZ/T 0157-1995	1:50000 地质图地理底图编绘规范
DZ/T 0179-1997	地质图用色标准及用色原则 (1:50000)
GB/T 32864-2016	滑坡防治工程勘查规范
DZ/T 0219-2006	滑坡防治工程设计与施工技术规范
T/CAGHP 006-2017	泥石流灾害防治工程勘查规范
DZ/T 0221-2006	崩塌、滑坡、泥石流监测规范
T/CAGHP 007-2017	崩塌监测规范
SL/T 183-2005	地下水监测规范
TD/T 1012-2000	土地开发整理矿山规划设计规范
HJ/T 192-2015	生态环境状况评价技术规范 (试行)
LY/T 1607-2003	造林作业设计规程
NY/T 1120-2006	耕地质量验收技术规范
NY/T 1634-2008	耕地地力调查与质量评价技术规程
NY/T 1342-2007	人工草地建设技术规程
TD/T 1007-2003	耕地后备资源调查与评价技术规程
P5TD/T1005-2019	第三次全国国土调查技术规程
DZ/T 0261-2014	滑坡崩塌泥石流灾害调查规范 (1:50000)
DZ/T 0287-2015	矿山地质环境监测技术规程
DD 2014-05	矿山地质环境调查评价规范

(四) 资源储量核实报告资料、开发利用方案、其他资料

1、通过评审的勘查报告及资源储量核实报告

《广东省平远县碧玉钾长石矿矿产资源储量核实报告》，广东省地质勘查局七二三地质大队，2005 年 6 月。

2、开发利用方案

《平远县碧玉钾长石矿矿产资源开发利用方案》，梅州市嘉印工程咨询有限公司，2017 年 12 月。

3、其它资料

1) 《梅州市地质灾害防治规划(2020-2025)》，梅州市人民政府办公室，2020 年 10 月；

2) 《平远县地质灾害防治规划(2020-2025)》，平远县自然资源局，2020 年 3 月；

3) 《平远碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，湖北地矿建设工程承包集团有限公司，2015 年 5 月；

4) 《平远碧玉钾长石矿土地复垦方案报告书》，惠州市安元矿业技术服务有限公司，2009 年 10 月；

5) 《广东省矿山地质环境保护与恢复治理规划图(1:100 万)》，广东省国土资源厅，2010 年 4 月；

6) 《1: 20 万梅县幅区域水文地质普查报告》，广东省地质局水文工程地质二大队，1980 年 10 月；

7) 《梅州市土地利用总体规划（2020-2025）》；

8) 《梅州市平远县泗水镇土地利用总体规划（2020-2025）》；

9) 矿山企业提供的其它相关资料。

第四节 方案适用年限

根据《平远县碧玉钾长石矿矿产资源开发利用方案》（梅州市嘉印工程咨询有限公司，2017 年 12 月）述，设计矿山生产建设规模为 1 万吨/年，设计矿山服务年限 10 年（包括矿山基建时间）。本方案编制以 2023 年为基准年，具体日期以方案获批之日为准。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）结合土地复垦要求，考虑地质环境治理与复垦工程实施及管护期合计 3 年。确定本方案服务年限为 13 年。即 2023~2036 年。如遇到扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

第五节 编制工作概况

（一）工作方法

1、现场踏勘、编制工作大纲、野外调查

2022年9月12日我司接受委托，9月17日~9月21日抽调相关专业技术人员，收集了矿山相关的技术资料并进行了现场踏勘，在广泛收集、分析研究矿山相关资料，以及现场踏勘与调查的基础上，编制了《平远县碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》工作大纲，9月24日~9月28日开展了1:2000地质环境调查和地质灾害调查。按工作大纲进行了详细调查后，以地质环境综合调查成果、《平远县碧玉钾长石矿矿产资源开发利用方案》等为基础，编制此方案。

野外调查采用1:2000地形地质底图，调查范围为采矿登记界线外扩至第一斜坡带(调查范围界线外扩距采矿登记界线50~200m)，面积为0.75km²。踏勘、调查方法采用地面路线地质调查和矿坑地质调查；地面以穿越法为主，辅以追踪法。调查重点是露头、断层、地质灾害点、采空区、坑道排水口可能受污染的溪沟、农田、村庄，并现场拍照。野外定点采用手持式GPS卫星定位仪、罗盘交汇法并结合现场标志性地形地物综合确定，对重要地质现象及地质灾害进行现场鉴定、量测，结合调查访问确定其性质、规模、影响范围并进行分析。

地质环境综合调查方法有走访、会议、现场地质测量法、工程测量法、取样测试法等。其中以现场地质测量法为主，走访和会议形式主要是对发生后被修复或隐蔽了的地质环境问题的规模、原因、时间、地点、治理或隐蔽方式等进行调查；地质测量法等主要用于对评估区现状进行实测；采用地质测量并辅以工程测量、取样测试等方法，将评估区内的各种地质现象和地质环境问题客观地进行定量的调查记录，采用穿越及追索法，用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，特别针对重点地质环境问题，通过点、线观察、测量（工程测量）、记录（文字、数字、素描、照片等）、取样测试等手段，将地层界线、构造线、地层产状、地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等要素填绘于表、文、图中。

2、室内资料分析整理

按《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》以及《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南》（试行）及相关法律法规，综合评估已有的地质、气象、水文、地震及工程内容，分析研究各种地质环境问题与采矿活动之间的相互关系和影响作用，预测矿山地质环境发生的诱因及程度，并结合矿山现有的技术和经济实力，制定防治计划。

3、报告编写及图件

报告编写严格按《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）、《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南》（试行）执行，并参照广东省国土资源厅《广东省地质灾害危险性评估实施细则》的要求，图件制作采用 AUTOCAD 软件制作成图。

根据详细的地质调查结果，再进行综合分析研究，按规范要求编制“矿山地质环境保护与土地复垦方案”及相关图件。主要工作程序见图 0-1。

（二）主要工作量

1、收集资料

本次主要通过业主处收集资料 4 份（主要包括储量核实报告 1 份，开发利用方案 1 份，土地复垦方案 1 份，地质环境保护与恢复治理方案 1 份），其他报告 6 份。

2、实物工作量

1) 调查

本次调查针对矿区范围及周边进行调查，3 人/1 组围绕该范围内进行踏勘，工作时间约 12 天，线路长 3.1km，地面调查面积 0.75km²。

（1）调查矿坑井下坑道、地下采场、地下水仓、围岩及矿床情况。

（2）调查地表峒口、地下水排放口、风井、工业场地、废石场、综合服务区等地表建、构筑物，包括岩土体、边坡情况（坡高、坡度等）、周边地形地貌、土地破坏、地下水及地表水情况（水量、水位、水流、废水排放及周边联系情况）、地质情况、构造情况。

（3）采用照相机对矿区矿道内、地表进行拍照，取水样、土样。

3、成果资料

在收集资料、实物工作量充实的情况下，编制本报告，主要成果资料有《平远县碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》1份、平远碧玉钾长石矿矿山地质环境现状评估图（1:2000）1张、平远碧玉钾长石矿区范围地类分析2021年度土地利用现状图（1:10000）1张、平远碧玉钾长石矿矿山地质环境预测评估图（1:2000）1张、平远碧玉钾长石矿矿区土地损毁预测图（1:2000）、平远碧玉钾长石矿矿区土地复垦规划图（1:2000）1张、平远碧玉钾长石矿矿山地质环境治理工程部署图（1:2000）1张、平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图（1:10000）1张（图件制作采用AUTOCAD软件制作成图）。

4、其它

对收集的原有资料进行研究、分析。

（三）工作质量评述

1、本次收集资料10份，资料充实、详尽，能全面反映矿山多年生产、破坏及保护、治理情况。

2、本次通过面积0.75km²、线路3.1km的详细调查，对现有地质灾害、地形地貌景观影响与破坏、土地资源影响与破坏、地下含水层影响与破坏有了全面的了解。

3、在收集详实的资料及充分的地质、水文、环境、土地破坏情况调查，编制了本报告。

完成的主要工作量见下表0-1。

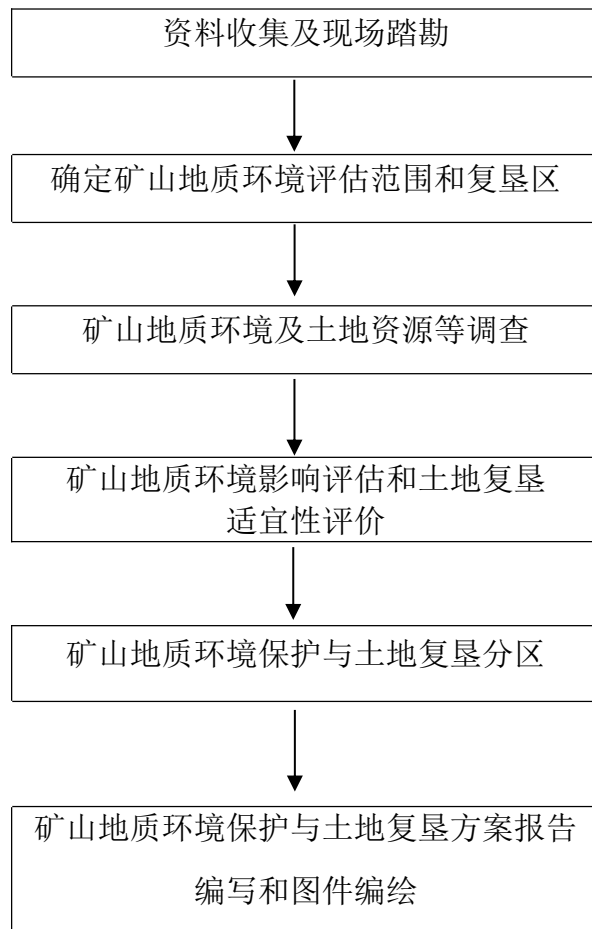


图 0-1 工作程序框图

表 0-1 完成主要工作量统计表

项目	工作内容	单位	数量	备注
实际工作量	地面调查面积	km ²	0.75	—
	评估面积	km ²	0.4988	—
	踏勘、调查线路	km	3.1	—
	地质、水文地质点	个	3	—
	现场拍照片/报告附照片	张	72/8	—
	地形地貌景观影响与破坏	处	4	—
	土地资源影响与破坏	处	4	—
	地下含水层影响与破坏	处	2	—
	水质分析	件	1	—
	土壤分析	件	1	—
收集资料	储量核实报告	份	1	—
	开发利用方案	份	1	—
	土地复垦方案	份	1	—
	地质环境保护与恢复治理方案	份	1	—
	其它资料	份	6	
编制成果	平远钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1	—
	平远钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案附图	幅	7	—
	平远钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案电子文档	份	1	—

第一章 矿山基本情况

第一节 矿山简介

一、项目简介

矿山名称：平远碧玉钾长石矿

矿山企业：平远碧玉钾长石矿

单位地址：平远县泗水镇

企业性质：私营企业

项目类型：生产项目

开采矿种：钾长石矿

开采方式：地下开采

生产规模：1.0 万 t/a

生产服务年限：10 年

矿区面积：0.3507km²

开采深度：由+460m 至+330m 标高

二、地理位置

矿区位于平远县城 39° 方向，直距约 28km，属平远县泗水镇管辖，矿区呈东西向展布，面积 0.3507km。地理坐标：东经***° **' **" ~***° **' **"，北纬**° **' **" ~**° **' **"。

矿区有简易矿山道路与 S332 省道相连，南可直通平远县城、梅州市，北通福建省各地，交通较为方便（详见图 1-1 平远碧玉钾长石交通位置图、图 1-2 平远碧玉钾长石矿区卫星图）。

13



图 1-2 平远碧玉钾长石矿区卫星图 (2022. 12)

第二节 矿区范围及拐点坐标

矿区范围拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标（2000 国家大地坐标系）

点号	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
S=0.3507km ² ；开采标高：+460m~+330m		

第三节 开发利用方案概述

一、建设规模及工程布局

2017 年 10 月，由梅州市嘉印工程咨询有限公司编制了《平远县碧玉钾长石矿矿产资源开发利用方案》。

（一）建设规模

根据自然资源部门划定的矿区范围与地质报告提供的资源储量，矿床开采技术条件及矿区地形特征，钾长石矿脉的分布情况及赋存状况，以及矿区内的矿产资源储量，结合该矿山实际情况与地方产销需求（原矿山的开采规模为 1.0 万吨/年），以及该矿山要求，确定矿山建设开采规模为 1.0 万吨/年。以符合地方规范化，规模化开发的政策。

（二）工程布局

1、现有布局概况

矿山经多年开采，基础配套设施基本完善，各工程布置分述如下：

（1）地下开采区：平远碧玉钾长石矿矿区地下采场位于矿区中部，开采平硐沿矿脉南北向布设，开采标高为+460~+330m，现+380m 以上已采空。形成地下采空区面积 1.18 hm²，采空体积 17664m³。

(2) 工业场地：工业场地内包括井口工业场地。在主运输平硐口及斜井井口附近比较平坦处设置井口工业场地，占地面积约 1.3410hm^2 。矿山为地下采场，开采所产生的废石量不大，前期产生的废石大部分用于公路石方或废旧坑道的回填，有少部分废石（约 0.2万 m^3 ）顺山坡堆积于工业场地平硐两侧。

(3) 综合服务区：位于矿区中部，设置了办公室、配电房、机房、维修车间等辅助设施，占地面积 0.0822hm^2 。

(4) 矿山道路：为简易公路，纵坡坡度为 $15\%\sim 20\%$ ；路面宽度 5m ，曲线半径 15m ，呈蛇形展布，矿区道路长 1100m ，占地面积 0.2381hm^2 。

2、设计工程布局

根据矿区地质特征、矿体埋藏条件和矿区开采技术条件等，设计采用地下开采方式进行开采。矿山不设矿石加工、选矿设施，设计了地下采场、废石场、新建道路以及电房、机房、维修车间等辅助设施。

(1) 地下开采区

开发利用方案将 $+380\text{m}$ 标高作为第一生产水平的回风平巷。按 2017 年储量年报显示，主要储量在 $+360\text{m}\sim +330\text{m}$ 块段内， $+380\text{m}\sim +360\text{m}$ 块段内仍有少量资源未采完。矿井总的开采顺序为“自上而下，由里往外”的水平布置开采顺序，即：①先 $+380\text{m}\sim +360\text{m}$ 矿块矿段，由里往外，把剩余资源量先布置回采（沿脉运巷已完成），待 $+380\text{m}\sim +360\text{m}$ 回采完成后。②转入 $+360\text{m}\sim +330\text{m}$ 块段内矿块矿段布置开采，首先在矿区南面 $+330\text{m}$ 标高点（坐标点为 x ：*****， y ：*****，方位角 348° 方向）由外往里布置石门运输巷道长约 100m ，见矿脉后，沿矿脉走向两端开拓水平运巷（运输石门、沿脉运输巷道规格为宽 $2.5\text{m}\times$ 高 2.3m 、断面积 5.2m^2 的三心拱型断面）。沿脉运巷每隔 $50\text{m}\sim 70\text{m}$ 布置一个沿脉倾向的通风天井与上水平回风巷贯通，作为行人及回风系统第二安全出口。然后待沿脉运巷贯通后从北面往两翼布置回采，每隔 $50\text{m}\sim 70\text{m}$ 长度划分为一个块段， $+330\text{m}$ 中段内可划分约 19 个坡段布置开采。

(2) 废石场：后续开采产生废石量约 0.6万 m^3 ，设计废石场位于矿区南侧较低洼山谷处，用于堆放新开拓 $+330\text{m}$ 水平巷道过程中产生的部分废石渣，圈定面积约 0.544hm^2 ，1 层堆放，总堆置高度 5m ，设计总容量 1.2万 m^3 。

(3) 新建矿山道路：为简易公路，纵坡坡度为 $15\%\sim 20\%$ ；路面宽度 5m ，曲

线半径 15m，呈蛇形展布，连接+330m 水平巷道平硐口，矿区道路长 450m，占地面积 0.1994hm²。

设计的道路为三级道路。道路相关技术参数如下：

- ① 公路宽度：5m；
- ② 设计行车速度：20km/h；
- ③ 停车视距：20m；
- ④ 会车视距：40m；
- ⑤ 不设超高的曲线半径：≥100m；最小曲线半径：15m；
- ⑥ 道路最大纵坡不大于 9%。

（4）选矿

根据《广东省平远县碧玉钾长石矿资源储量核实报告》，矿石品位(K2O) 10.09%（平均品位），属贫矿石；设计开采对象为脉状隐伏钾长石矿床。矿体平均厚度约 1.5m，为薄脉矿体；同时考虑矿山属小型矿山的储量规模，开采的原矿石经人工简单手选后直接产出产品，供附近各县区水泥、陶瓷厂销售，确定矿山不另设选矿厂。

（5）尾矿设施

本矿开采的是钾长石矿石，矿体厚度不大，岩性较单一。一般来说，矿柱和板柱均为钾长石；顶底板均为花岗岩，矿山不设选矿厂，有小部分人工手选的夹石和开拓工程产生的废石排放需设置废石排渣场，设在矿区西南侧低洼处堆放。在废石场的下方应砌筑挡渣坝。废矿石渣部分可作为地方工业园区建设填料综合利用。

3、矿山运输

（1）运输方案

采用小型机械运输方案。采用沿脉巷道开拓，并在井下适当位置设置车调车场。

（2）运输方式

采场采出的矿石经人工漏斗装车，由机械运输直接运出地面堆场销售。

4、矿山供、排水

（1）生产、生活用水量

矿山供水主要为生产用水和生活用水。其中生产用水，主要以采矿生产的凿岩、降尘、消防等用水。

(2) 消防用水量

根据建筑设计防火规范，该矿区同一时间火灾发生次数为一次。消防用水量为 15L/s（按井下消防用水量计算），火灾延续时间为 2 小时，一次消防总用水量为 108m³，由矿区 200m³ 储水池供给。

(3) 矿山供水水源

生产及消防用水：利用井下排水经沉淀过滤后作为供水水源，不足部分水量利用矿区附近山溪水补给。

生活用水：由天然山泉水引入矿区 3m³ 生活水池。

(4) 供水方案

井下凿岩机及防尘用水，在地面设静压水池，井下排上来的水经过静压水池沉淀过滤后返供井下作生产用水。如井下水源不足，可由山溪水补充。主管路采用 $\Phi 89$ mm 的镀锌钢管，支管路采用 $\Phi 51$ mm 镀锌钢管。

5、通风系统

采用中央并列式的通风方式；

新鲜风流从平硐口进入 → 沿脉运输平巷 → 回采工作面 → 各矿房回风巷 → 上水平中段回风平巷 → 回风井口至地面，构成侧翼对角式通风系统。

二、矿山拟开采的层位

矿山赋存于燕山三期黑云母花岗岩中，属简单伟晶岩类型，据矿山沿脉平硐开采情况，矿脉呈倒鱼钩形状产出。矿体走向长度（从+360 平硐口至+360 平硐终端）约为 500，总体走向近南北向，矿脉平均水平厚度 2.0m，矿体资源主要分布在+460m 至+330m 之间。

三、矿山资源/储量

1、根据广东省地质勘查局七二三地质大队提交的《广东省平远县碧玉钾长石矿资源储量核实报告》，截止 2004 年 11 月 30 日，矿区范围内（标高：+460m ~ +330 m、）保有资源储量矿石量 14.48 万吨，其中（122b）为 1.66 万吨；（333）资源储量 12.82 万吨；采耗矿石量 2.36 万吨，矿体平均厚度 1.2~1.3m，控制走向长度 427 m。

2、根据广东省地质勘查局七二三地质大队提供的储量年报，2008 年 12 月底，矿区累计查明(+460 m ~+330 m)的资源储量 25.33 万吨；原估算保有资源储量(122b)为 1.66 万吨；(333)资源储量 11.51 万吨；采耗为 3.67 万吨，其中本次消耗为 1.31 万吨；累计查明资源储量 16.84 万吨。新增保有资源储量(122b)为 0.59 万吨；(333)资源储量 6.08 万吨；采耗资源量为 1.82 万吨；累计新增资源储量 8.49 万吨，矿体平均厚度 1.5m。

3、根据梅州市鑫梅服务有限公司提供的最新储量年报，截止 2017 年 10 月底，矿区累计查明(+460m ~+330m)的资源储量 25.33 万吨；历年开采消耗为 12.775 万吨，保有控制的经济基础储量(122b)为 12.555 万吨，矿体平均厚度 1.5m。

从上述情况看，资源储量的增加是随着矿体的走向长度增加和矿体厚度增大，可信度由 2008 年底年报(333)至 2017 年 11 月年报转变成(122b)，是随着+360m 沿矿脉运巷的揭露增加了可信度。

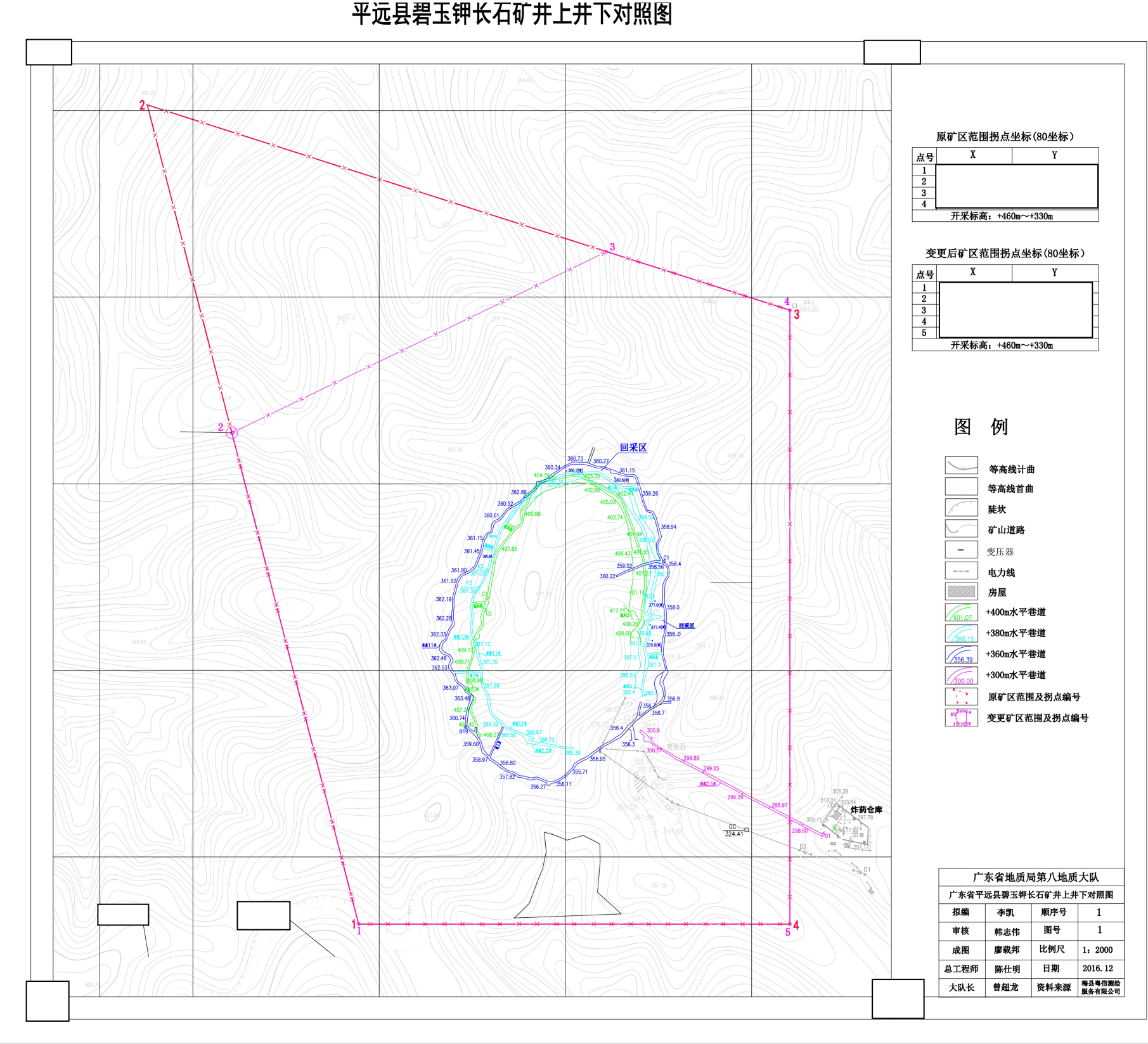
平远碧玉钾长石矿资源储量变动情况见下表：

表 1-2 资源储量变动表

截止日期	保有（万吨）	采耗（万吨）		累计查明（万吨）
		当年采耗	累计采耗	
2009 年 12 月 31 日	(122b)18.7.1	4.26	6.62	25.33
2010 年 10 月 31 日	(122b)17.538	1.172	7.792	25.33
2011 年 10 月 31 日	(122b)15.3.8	2.15	9.95	25.33
2012 年 10 月 31 日	(122b)14.5.8	0.80	10.75	25.33
2013 年 12 月 31 日	(122b)14.06	0.52	11.27	25.33
2014 年 12 月 31 日	(122b)13.6.9	0.37	11.64	25.33
2015 年 12 月 31 日	(122b)13.035	0.655	12.295	25.33
2016 年 12 月 31 日	(122b)12.698	0.337	12.632	25.33
2017 年 11 月 31 日	(122b)12.555	0.143	12.775	25.33

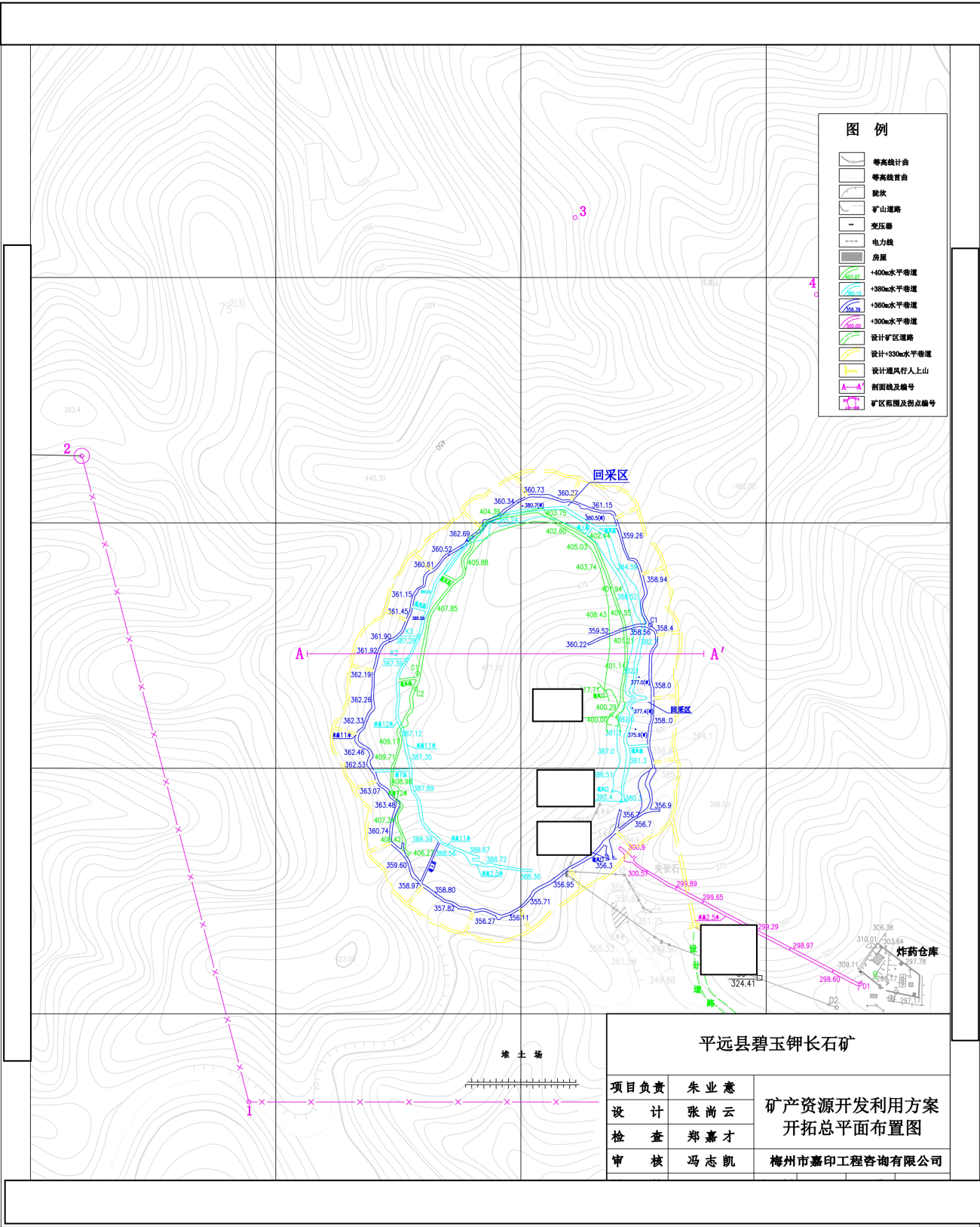
在拟变更范围面积 0.3507km²（标高+460~+330m）内，累计查明钾长石矿石量 25.33 万吨；累计采耗矿石量 12.775 万吨；保有资源储量矿石量 12.555 万吨。

开发利用方案附图详见：图 1-3 矿区范围及开采现状图，图 1-4 +330m 水平开拓布置平面图，图 1-5 A-A' 剖面图，图 1-6 标准采矿法示意图。



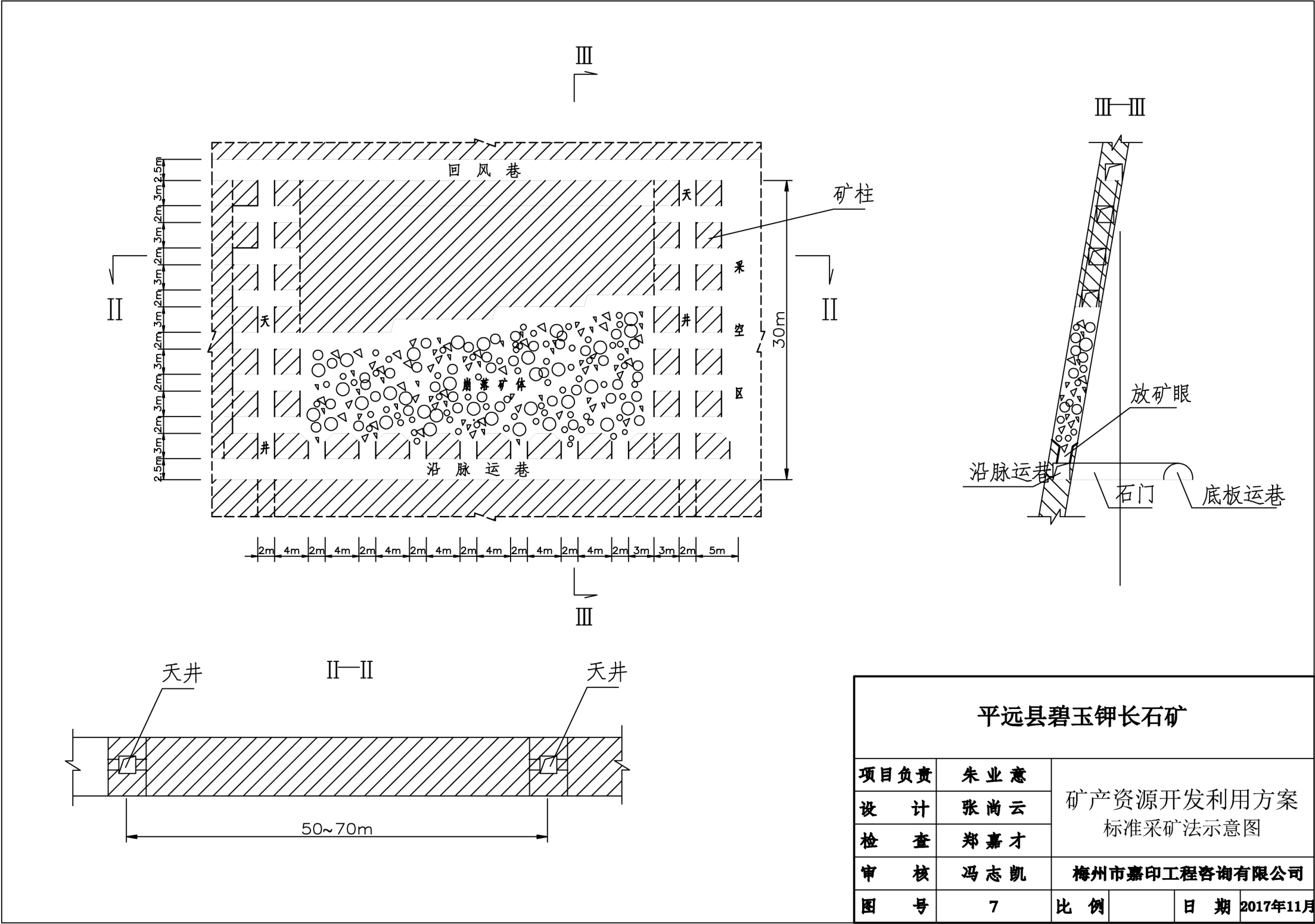
资料来源: 梅州市嘉印工程咨询有限公司, 2017 年 12 月。

图 1-3 矿区范围及开采现状图



资料来源：梅州市嘉印工程咨询有限公司，2017 年 12 月。

图 1-4 开拓总平面布置图



资料来源：梅州市嘉印工程咨询有限公司，2017 年 12 月。

图 1-6 标准采矿法示意图

四、矿山设计年生产能力及生产服务年限

(一) 矿山设计生产能力

矿山设计生产规模为 1 万吨/年，矿井回采率为 90%。

矿山选用 0.7 m³ 翻转式矿车，矿车主要技术性能：车厢容积 0.7 m³，外形尺寸 1650×960×1200mm，最大载重量 2000kg，有效载重量 1800kg，自重 610kg。

按每班运输矿石 10.1 吨计算，矿车正常使用 4 辆，考虑备用 4 辆，矿车数量 8 辆可以满足要求。

(二) 矿山生产服务年限

该矿山经核实储量评审备案的矿山资源储量查明累计为 12.555 万吨。确定的开采利用储量为 12.555 万吨，采出矿石量 9.682 万吨。

矿山设计生产规模 1.0 万吨/a，矿山年生产矿石量为 1.0 万吨/a

矿山计算综合服务年限为 10 年（包括矿山基建时间）。因此本方案适用年限为 13 年。

五、开采接替顺序、开采方式及采矿方法

(一) 开采接替顺序

设计采用矿山回采顺序遵循“自上而下，分层回采”的回采原则，同一分层内，采用后退式回采循序。

(二) 开采方式及采矿方法

1、开采方式

根据该矿区地质特征、矿床埋藏条件和矿区水文地质条件等，按照“技术可行、经济合算、安全可靠”的原则，可确定矿山开采方式为地下开采方式进行开采。

2、采矿方法

根据开采技术条件，矿床赋存状况，结合矿山技术管理及装备现状，本方案设计确定采用采矿技术容易掌握，采准切割工作量少生产工艺简单，管理方便的房柱仓储采矿法。

开发利用方案主要开采技术指标表见表 1-3。

表 1-3 开采技术指标表

序 号	指标名称	单 位	数 量	备 注
1	地 质			
1.1	矿区范围面积	km ²	0.3507	
1.2	保有资源储量（122b）	万吨	12.555	
1.3	设计利用储量	万吨	12.555	
1.4	采出矿石量	万吨	9.682	
1.5	设计资源利用率	%	77	
1.6	排渣量	万 m ³	0.6	
1.7	赋存标高	m	+460~+330	
1.8	矿石体重	吨/ m ³	2.65	
2.	采矿			
2.1	建设规模	万吨/a	1.0	
2.2	开采方式	-	平硐开拓	
2.3	运输方案	-	机械运输	
2.4	采矿方法	-	水平分层浅孔留矿采矿法	自下而上
2.5	综合损失率	%	10	
2.6	废石混入率	%	0.1	
3	其它			
4.1	矿山计算生产服务年限	a	10	包括基建
4.2	矿山工作制度		间断工作制	
4.3	年工作天数	天	300	
4.4	每天工作班数	班	2	
4.5	每班工作时间	小时	8	

六、地下开采的顶板管理方法

只要有开采，就会有地压活动。实践证明，地压活动是可以控制的。因此地压管理就是预防冒顶、片帮事故的措施。

- （一）合理选择井巷位置；
- （二）合理确定巷道断面形状和大小；
- （三）采用合理的支护类型，提高巷道对地压的抵抗能力；

(四) 对巷道每天进行巡回检查, 对顶、帮有松动的地段, 要及时敲帮问顶并予以处理。

(五) 采用空隙间隔装药、爆速低、威力小的炸药。减小爆破对巷道稳定性的影响。

七、矿山固体废弃物、废水、废气排放与处置

(一) 矿山固体废弃物及处置

1、矿石固体废弃物

矿山固体废弃主要包括废石渣及生活垃圾。废石渣的堆存, 会改变原有的地貌形态。地形地貌的改变, 不仅仅是景观的改变, 还由于开采破坏地表应力, 可能引发矿区水土流失, 对生态环境造成影响。

2、处置

矿山为地下采场, 开采所产生的废石量不大, 前期产生的废石大部分用于公路石方或废旧坑道的回填, 剩余部分废石(约 0.2 万 m^3) 顺山坡堆积于平硐两侧。后续开采产生废石量约 0.6 万 m^3 , 设计废石场位于矿区南侧较低洼山谷处, 用于堆放新开拓+330m 水平巷道过程中产生的部分废石渣, 圈定面积约 0.544 hm^2 , 1 层堆放, 总堆置高度 5m, 设计总容量 1.2 万 m^3 。

矿山生活垃圾定期由当地环卫部门统一处理。

(二) 矿山的废水及处置

矿井+356m 以上中段采区直流排水方式。+330m 中段采取机械排水, 泵房设在+330m 以上, 由水泵经斜井将矿井涌水排至地表; 泵房分别各选用 3 台 Is65-40-315B 离心泵。正常工作 1 台, 1 台检修, 1 台备用, 另泵房内预留 1 台水泵位置, 以留应急之用。

1、废水处理

废水经抽排到地面沉淀池, 然后经沉淀处理, 使废水达到排放标准, 部分作为矿山工业用水, 部分直接外排。

2、选矿废水的处置

本矿山不需要进行选矿, 不产生选矿废水。

3、生活污水的处理

生活污水主要为粪便污水和洗涤水。采用化粪池处理, 经处理后废水水质达

到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后，排至外部水沟。

八、其它需说明情况

1、开采崩落范围

由于地下坑采的结果，将可能引起采空区上部岩层表土塌落和错动变形。参考有关矿山的经验数值，本次设计从开采底界或矿体走向最突出起，以 68° 至 70° 的错落角与地表相交，各相交点连线即为其崩落点。

设计要求崩落范围外推 30m 内地表不应建设任何建（构）筑物。地表陷落错动区范围外 30m 应设置明显警示牌及栅栏，防止人畜误入，以确保矿山开采作业及相关行为的安全。

2、矿山安全开采

采矿场所是在地下开拓采矿的矿坑内进行施工，井下直接对人体产生危害的是作业中产生的粉尘，为此，合理科学的布置通风系统工程。第一，井下作业面采用局扇强制通风，把新风送入工作面，污风排出地表，从而降低了粉尘浓度；第二，采用湿式凿岩，采掘爆破在局扇通风后，人员进入工作面又经洒水降尘，逐步降低了作业面浓度；第三，溜矿井倒矿时采用水幕降尘或静电除尘。以上措施解决了井下工作面粉尘浓度的作业环境，保护了人体健康。

九、对开发利用方案的综合评述

由梅州市嘉印工程咨询有限公司编制的《开发利用方案》已通过评审。该《开发利用方案》对地下采场等区域各项参数描述比较清楚，对矿区截、排水沟防灾、减灾措施提出了总体原则性要求，基本满足本方案编制的需求。

第四节 矿山开采历史及现状

一、矿山开采历史

该矿为私营企业，主要经营钾长石矿的开采、销售，设计生产规模 1 万 t/年，采用地下开采方式开采。该矿于 1993 年建矿生产。全矿现有职工 20 多人，其中作业人员 14 人。

2004 年 11 月 30 日，根据广东省地质勘查局七二三地质大队提交的《广东省平远县碧玉钾长石矿资源储量核实报告》，截止 2004 年 11 月 30 日，矿区范

围内(标高: +460m ~+330 m、)保有资源储量矿石量 14.48 万吨, 其中(122b) 为 1.66 万吨; (333) 资源储量 12.82 万吨; 采耗矿石量 2.36 万吨, 矿体平均厚度 1.2~1.3m, 控制走向长度 427 m。

2008 年 12 月, 根据广东省地质勘查局七二三地质大队提供的储量年报, 2008 年 12 月底, 矿区累计查明(+460 m ~+330 m)的资源储量 25.33 万吨; 原估算保有资源储量(122b) 为 1.66 万吨; (333) 资源储量 11.51 万吨; 采耗为 3.67 万吨, 其中本次消耗为 1.31 万吨; 累计查明资源储量 16.84 万吨。新增保有资源储量(122b) 为 0.59 万吨; (333) 资源储量 6.08 万吨; 采耗资源量为 1.82 万吨; 累计新增资源储量 8.49 万吨, 矿体平均厚度 1.5m。

2017 年 10 月, 根据梅州市鑫梅服务有限公司提供的最新储量年报, 截止 2017 年 10 月底, 矿区累计查明(+460m ~+330m)的资源储量 25.33 万吨; 历年开采消耗为 12.775 万吨, 保有控制的经济基础储量(122b) 为 12.555 万吨, 矿体平均厚度 1.5m。

二、矿山开采现状

该矿现采用+400m、+380m、+360m 平硐开采, +400 平硐口(PD1) 高程 400m, +380m 平硐口(PD2) 高程+380.28m, +360m 平硐口(PD3) 高程+356.32m。+400m 平硐口坐标为: X=*****、Y=*****; +380m 平硐口坐标为: X=*****、Y=*****; +360m 平硐口坐标为: X=*****、Y=*****。现 380m 水平以上已采空。

矿山地下开采形成地下采空区面积 1.18hm², 采空体积 17664m³。采空区形态近“0”形。

矿区工业场地占地面积 1.4256hm², 场地内有多处硐、井口。

矿区东南向+290m 标高原有+300m 开拓巷道, 对矿区矿体进行探矿活动, 现已进行封堵。

根据现场调查, 区内未发现地质灾害。

三、矿山周边开采现状

根据自然资源主管部门提供的资料及现场调查, 矿区周边无其他矿业权设置。

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然地理

一、气象

本区所在地属亚热带气候，受东南季风影响明显，夏长冬短，日照充足，温和潮湿，雨量充沛。矿区气象特征值见表 2-1。

表 2-1 平远县气象特征统计表（1980-2022 年）

项 目	特征值	项 目	特征值
多年平均气温	21.20℃	多年平均年日照时数	1873h
极端最高气温	38.0℃（2001.7.15）	多年平均蒸发量	1640.7mm
极端最低气温	-2.3℃（2013.1.7）	多年平均雨日数	158d
多年平均气压	1001.7hPa	多年平均雷暴日数	75.6d
多年平均相对湿度	80%	多年平均冰雹日数	0.1d
历年最小相对湿度	5%	多年平均霜日数	5.9d
多年平均降雨量	1521.2mm	多年平均风速	1.5-1.8m/s
历年最大降雨量	约 1900mm（1998 年）	历史最大风速	10.0m/s
历年最小降雨量	约 1200mm（2002 年）	50 年一遇设计风速	22.6m/s

二、水文

评估区内植被覆盖程度高，无常年地表径流和人工水体，仅有沟谷季节性小水沟。矿区开采最低标高+330m，高于当地侵蚀基准面（标高+165m）。矿区地形有利于大气降水顺坡自然排出矿区；同时平硐口位于半坡之上，可避免山洪对平硐的影响，有益于矿山采矿。

综述，矿区开采底板较高，自然排水条件较好，周边地表水不发育，因此水文条件简单，对矿山开采影响较小。

三、地形地貌

矿区地处丘陵区，丘脊走向呈北东—南西向，最高点为瓜窝山，海拔标高 494.80m，最低点位处矿区南部，海拔标高 320m，相对高差 165m。

丘顶多呈浑园状，于丘脊两侧发育北西—南东向沟谷，谷型多为“U”字型，

山坡自然坡度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，沟谷切割深度一般在 $20 \sim 50\text{m}$ ，地形起伏变化中等。

综上所述，矿区及周边微地貌类型单一（丘陵），矿区及周边地形地貌的复杂程度中等，丘陵地段地形起伏变化中等，对矿山建设存在影响。

四、植被

矿区及周边植被较发育，周边杂树、杂草茂盛，植被覆盖率在 80% 以上。原生植被为亚热带常绿阔叶林，植被类型乔木主要有马尾松、湿地松、杉木及其他樟科植物；灌木主要有桃金娘、杜鹃及其他茶科植物；草本植物主要有芒萁、岗松、矮黄草及黄茅草等。

五、土壤

根据实地踏勘，矿区内主要土壤类型为赤红壤，土层较为深厚，土壤发生层次明显，含沙粒较多，质地差异较大。表土层厚薄不一，粘土矿物组成以高岭石、埃洛石、三水铝石为主，次为蛭石、水云母、蒙脱石、长石、石英等，粘粒含量高，土壤质地粘重、紧实，淀积层较厚，呈黄棕色，土壤呈酸性。

矿区土体发育完整，土体构型为 A0—A—B—C 型（A0：腐殖质层、A：表土层、B：淀积层、C：母质层），土壤理化性质如下：pH 值为 $5.5 \sim 6.0$ ；有机质、氮、磷钾含量较高，有机质含量 3.94% 左右，全氮含量 0.152%，全磷含量 0.055%，全钾含量 1.8%。肥力较高。

第二节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

1、区域地质

矿区位于蕉岭复式向斜之蕉岭向斜中段。该向斜总体走向北北东向，自本区南近向斜南断扬起于梅州附近。向斜被中生代燕山期火山喷发和花岗岩体侵入，并被断裂切割破坏，形态上不完整，两翼倾角为 $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，轴面对称，片理、片麻理发育。该向斜在本区核心部位展布于泗水镇至茅坪镇之间，主要由侏罗系地层组成，两翼地层除缺失奥陶系和志留系外，涵盖元古界到中生界（见图

2-1 平远碧玉钾长石矿矿区区域地质图)。

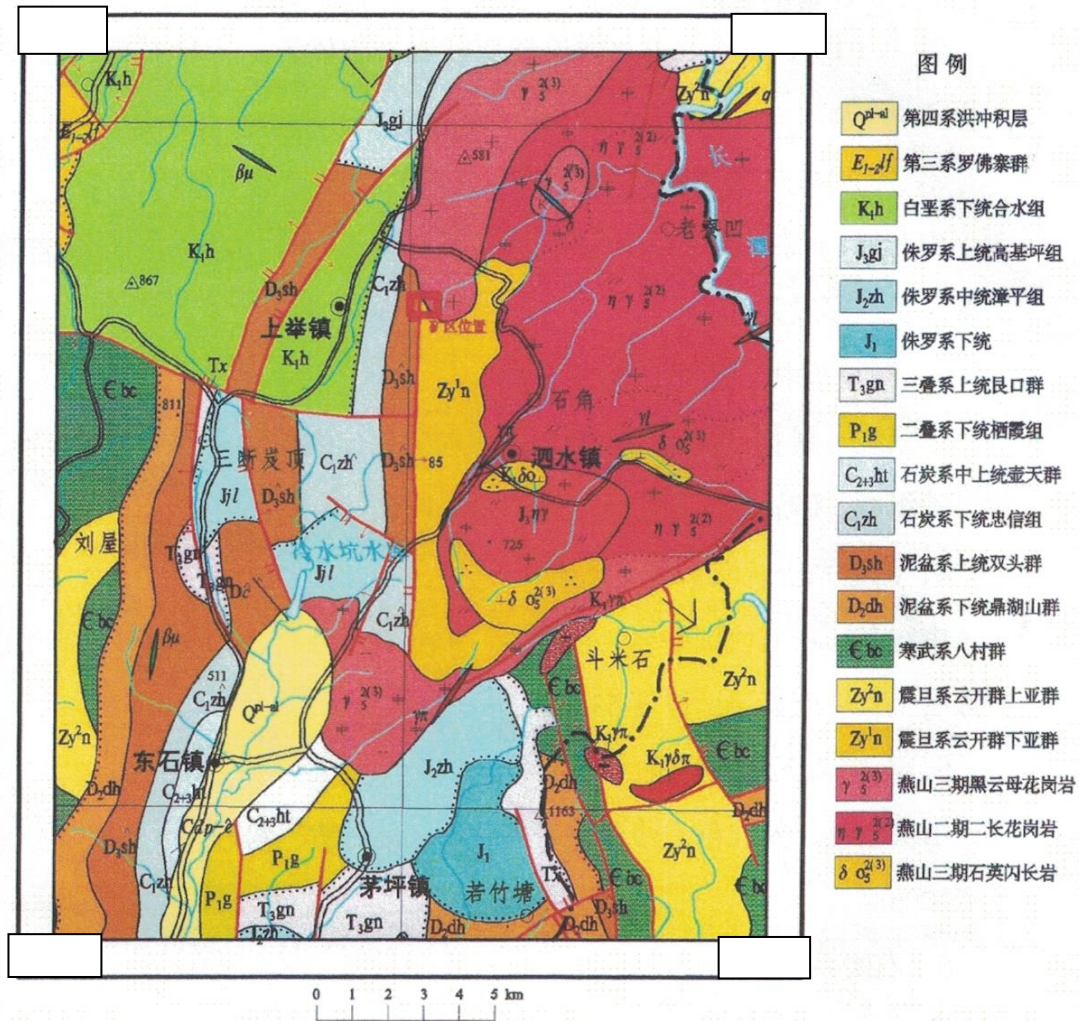


图 2-1 平远碧玉钾长石矿矿区区域地质图

(资料来源: 1/20 万梅县幅区域地质图)

区域出露的地层主要为震旦系云开群 (Zyn)、寒武系八村群 (E_{bc})、泥盆系中统鼎湖山群 (D_{2dh})、泥盆系上统双头群 (D_{3sh})、石炭系下统忠信组 (C_{1zh})、石炭系中上统壶天群 (C_{2+3ht})、二叠系下统栖霞组 (P_{1q})、三叠系下统垌口群 (T_{3qn})、侏罗系下统 (J₁)、侏罗系中统漳平组 (J_{2zh})、侏罗系上统高基坪组 (J_{3gj})、白垩系下统合水组 (K_{1h})、第三系罗佛寨群 (E_{1-2lf})、第四系洪冲击层 (Q^{pl-al})，简介如下：

(1) 震旦系云开群 (Zyn)

分上下两个亚群，由灰绿色变质砂岩、中砂岩、云母石英片岩等组成；厚度 >2670m。

(2) 寒武系八村群 (ϵ_{bc})

由灰绿、青灰、黄绿或杂色中~细沙长石石英砂岩、泥质绢云母板岩等组成，中厚层状；厚度为 951m。

(3) 泥盆系中统鼎湖山群 (D_2dh)

由紫红、紫灰、黄灰白色砾岩、粗粒砾岩、中细粒砾岩、泥质砾岩、砾质泥岩等组成，砾岩于泥岩呈互层状厚度 447m。

(4) 泥盆系上统双头群 (D_3sh)

由浅灰、灰紫色细砂岩、粗砂岩、中粒石英砂岩、泥质粉砂岩等组成，各岩性层呈互层或夹层；厚度 538m。

(5) 石炭系下统忠信组 (C_1zh)

由灰白色、紫红色、浅红色石英砂岩、细砂岩、粉砂岩、页岩等组成；厚度 <100m。

(6) 石炭系中上统壶天群 (C_{2+3ht})

由白~灰白色厚层状大理岩、结晶灰岩组成，局部见硅质团块；厚度 >697m。

(7) 二叠系下统栖霞组 (P_1q)

由灰、深灰色纹层状灰岩含泥质硅质结核微粒灰岩、结晶灰岩夹泥岩、钙质页岩等组成；厚度 >200m。

(8) 三叠系下统垠口群 (T_3qn)

由灰色、灰黑色砂岩、杂砂岩、粉砂岩、砂质页岩夹薄煤层等组成；厚度 >271.3m。

(9) 侏罗系下统 (J_1)

由灰色粉砂岩、泥质粉砂岩、细粒砂岩等组成；厚度 329m。

(10) 侏罗系中统津平组 (J_2zh)

由紫红色、棕红色细粒砂岩、粉砂岩、长石石英砂岩、凝灰岩、流纹岩等组成；厚度 >1180m。

(11) 侏罗系上统高基坪组 (J_3gj)

由暗紫红色流纹岩、灰绿色英安岩、凝灰岩、辉绿岩等组成；厚度 >779m。

(12) 白垩系下统合水组 (K_1h)

由粉红色流纹岩、紫红色钙质粉砂岩、细砂岩、粉砂岩及底砾岩组成；厚度

>1165m。

(13) 第三系罗佛察群 ($E_{1-2}lf$)

由棕色粉砾质泥岩、钙质泥岩夹粉砂岩、细砂岩等组成；厚度>1093m。

(14) 第四系洪冲击层 (Q^{pl-al})

分布于河谷两侧，覆盖于向斜构造之上，由砂、砂砾石及粘性土组成；厚度10~30m。

2、评估区地层

第四系残坡积层：分布于矿区及周边地表，主要为花岗岩等风化产物，颜色为浅黄白等杂色的砾砂土。

区内出露主要为浅肉红白色中粗粒黑云母花岗岩。

地质年代		岩石	代号	柱状图	平均厚度	描 述
界/期	纪/阶段					
新生代	第四纪		Q^{el+dl}		2m	较发育，主要为花岗岩经强风化后形成的坡残积层。岩性为浅黄白等杂色砾石、亚粘土、亚砂土、砂质粘性土。平均厚度为2m。
中生代	侏罗纪	燕山三期花岗岩	$\gamma_5^{2(3)}$		未见底	分布于整个矿区，岩性为燕山三期黑云母花岗岩，矿体形态简单，分布均匀、连续、完整，厚度大。

图 2-2 评估区综合地质柱状图

(资料来源：《广东省平远县碧玉钾长石矿矿产资源核实报告》)

3、岩浆岩

矿区内出露的岩浆岩为燕山三花岗岩 ($\gamma_5^{2(3)}$)，分布全区，为浅肉红色中粗粒黑云母花岗岩，主要矿物成分为石英、长石、角闪石、黑云母等。中粗粒结构，块状构造。石质致密坚硬，测试类比抗压强度 100~120MPa，矿石成分：钾长石 (43~48%)、石英 (28~32%)、斜长石 (16~18%)、黑云母 (5~7%)。本区钾长石矿床矿即产于该岩体中。

4、地层岩石对矿山开采的影响

1) 地表第四系土质松且软易透水，力学强度低，尤其是大气降水往往沿着坡洪积层与残坡层接触面流出，降低了接触面抗剪强度，容易造成天然陡坡崩塌和滑坡，开采过程中均需采取相应的支护或处理。

2) 矿床赋存于石炭系下统忠信组顶部和石炭系中上统壶天群底部, 岩体较稳固, 稳定性较好。断裂带岩石裂隙发育和岩溶发育地段稳定性较差, 采用地下开采, 工程地质条件中等, 对开采影响较严重。

地层岩石小结: 评估区地层岩性较多, 地层岩石复杂程度中等。

二、地质构造

(一) 区域地质地质构造

矿区在向斜中断裂发育, 主要有南北向、北西向和近东西向两组, 将组成向斜的岩层切割和错断, 受断裂构造影响, 岩层(体)中局部节理裂缝发育。

矿区位于大尖山岩体西缘, 未见断裂构造, 裂隙一般不发育, 局部相对紧密。

(二) 评估区地质构造

区内构造简单, 未见有断层、破碎带, 但风化节理裂隙较发育, 主要有一组平行于矿体的节理, 倾角较陡, 其产状如下: $240^{\circ} \angle 87^{\circ}$, 间距 5~8 条/m。

(三) 地质构造对矿山开采的影响

评估区的构造简单, 未发现断裂构造。风化节理裂隙较发育, 对矿山开采稳定性的影响较小。

(四) 区域地壳稳定性

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)和《广东省地震烈度区划图》(1: 180 万)及梅州市建委有关文件, 梅州地区位于地震烈度Ⅵ度区, 设计基本地震峰值加速度约 0.05g, 矿区属于区域地壳稳定区。

地质构造小结: 矿区及周边范围出露地层简单, 地质构造简单, 区域地壳稳定性稳定, 矿区地质构造复杂程度简单, 对矿山建设影响较轻。

图 2-3 地震烈度区划图 (2015 版)

（一）区域水文地质条件

根据矿区野外地质调查和区域水文地质资料、区域的地下水可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，简述如下：

地下水主要赋存于第四系残坡积层 (Q^{e1+d1}) 砂质粘性土空隙中, 含水层厚度仅 1~5m, 由于分选性差, 含较多粘土质, 透水性差, 故富水性弱, 水量贫乏。根据区域水文地质资料, 区内孔隙水水位埋深约 2m 左右, 单井涌水量 7.9~52.7m³/d, 水质类型为 HCO₃-Na·Ca 型。矿化度 0.11~0.46g/L。该含水层主要分布在矿区外南东侧地势较低处, 对矿床开采影响较小。

主要赋存于燕山三期花岗岩风化裂隙及节理裂隙中，含水层位主要为强风化层、中风化层次之，岩性为黑云母花岗岩，平均厚度 20m。综合区域水文地质

资料分析，富水性不均，水量贫乏，泉水流量一般 $0.02\sim0.3\text{L/s}$ ，单井涌水量 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，矿化度小于 0.1g/L ，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{Cl}-\text{NaCa}$ 。

2、地下水补给、径流、排泄条件

松散岩类孔隙水以接受大气降水补给为主，同时还接受周边层状基岩裂隙水侧向径流和地表水入渗补给。地下水一般由丘陵向周边径流，从上游向下游运移。并主要以人工开采、蒸发、泉水等方式排泄，部分下渗补给层状基岩裂隙水。

（二）矿区水文地质条件

1、地下水类型

根据矿区野外地质调查和区域水文地质资料、矿区的地下水可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，简述如下：

（1）松散岩类孔隙水

地下水主要赋存于第四系残坡积层（ Q^{del} ）。主要分布于矿区及西南部地形平缓处。含水层岩性主要出砂质粘性土组成，厚度 $3.5\sim18.1\text{m}$ 不等。根据 1:2 万梅县幅区域水文地质资料，单井涌水量小于 1.15L/s ，富水性贫乏，水化学类型 $\text{Cl}-\text{Na}$ （ NaCa ），矿化度小于 1g/L ，砂质粘性土层透水性较差。

（2）基岩裂隙水

主要赋存于燕山三期花岗岩风化裂隙及节理裂隙中，含水层位主要为强风化层、中风化层次之，岩性为黑云母花岗岩，平均厚度 20m 。综合区域水文地质资料分析，富水性不均，水量贫乏，泉水流量一般 $0.02\sim0.3\text{L/s}$ ，单井涌水量 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，矿化度小于 0.1g/L ，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{Cl}-\text{NaCa}$ 。

2、地下水补给、径流和排泄条件

矿区地处亚热带季风性气候区，雨量充沛，区内无较大地表水体，大气降雨是本地区下水的主要补给来源。第四系松散岩类孔隙水顺地势由高处往低处流动，岩矿层富水性弱，开采矿体位于 $+330\text{m}$ 以上，在当地侵蚀基准面（ $+165\text{m}$ ）以上，大气降水通过覆盖层渗漏排出区外沟谷，深层地下水则通过裂隙向矿区南东侧谷地汇流。地下水流向与地形呈正相关状态。

3、采场涌水量预测

矿脉夹于花岗岩中，由于地面出露狭窄且略外凸，大气降水渗透条件极差，故矿床充水水源主要为花岗岩裂隙含水，因矿区地形起伏较大，大气降水易沿着

山坡泄流。加之上覆第四系残积土透水性较差和植被相对发育，大气降水渗入补给花岗岩裂隙含水层的调教亦较差。地下水常于强风化层底面，于丘坡坡面呈线状渗出地表。由于花岗岩裂隙含水层富水性极贫乏，矿床充水强度极弱。

矿坑为水平平硐，且位于丘坡中部，最低开采标高+330m，在当地侵蚀基准面+165m 之上，硐内地下水可自然排出硐口。故矿床充水条件简单。

未来+330m 中段涌水量：根据矿区水文地质特征及矿床充水因素，未来矿坑涌水量可采用水文地质比拟法进行计算，公式如下：

$$Q = Q_0 \frac{F \times S}{F_0 \times S_0}$$

式中代号：

Q——矿区终采是涌水量（m³/d）

Q₀——现状矿坑涌水量（m³/d）

F——终采境界面积（m²）

F₀——矿区现状面积（m²）

S——矿区终采时含水层水位降深（m）

S₀——矿区现状含水层水位降深（m）

计算参数：

+356m 开采中段，旱季（正常）25m³/d，雨季（最大）约 45m³/d，调查已开采面积约为 0.19hm²。

表 2-2 未来+330m 中段涌水量预测

阶段 \ 参数	中段 (m)	中段矿坑开 采面积 (hm ²)	水位降深 (m)	预测矿坑涌水量 (m ³ /d)	
				正常	最大
已知	+356	0.19	6	25	45
未知	+330	0.14	32	105.00	232.15

预测矿区未来开采+330m 中段时，矿坑正常涌水量为 98.25m³/d，最大涌水量为 176.85m³/d 涌水量较小。

综上所述，地表水、地下水对矿床开采影响较小，整体上矿区水文地质条件复杂程度为简单。

四、工程地质

（一）评估区岩土体工程地质类型与特征

根据评估区岩土体类型及其物理学性质，结合收集到的地质资料，包括松散岩类（主要为坡残积层）、软岩类（主要为强风化花岗岩）、较硬岩类（主要为中风化花岗岩）和坚硬岩类。

1、坡残积层（松散岩类）

松散土体分布于地表，主要由残积土组成，结构较松散，孔隙度大，压缩性较低，遇水易崩解，平均厚度 2m。工程地质性质较差，为松散岩类。

2、强风化带（软岩类）

矿体表层为风化坡残积土、强风化花岗岩，与坡残积层分层不明显。强风化层多呈半岩半土状，少量呈碎块状，手可折断，浸水易软化崩解，工程地质性质较差，为软岩类。

3、中风化带（较硬岩类）

整体结构、巨块状，发育一组裂隙，裂隙产状为： $240^{\circ} \angle 87^{\circ}$ ；裂面平直，呈闭合状，间距 5~8 条/m，主要矿物成分为钾长石、石英、斜长石、黑云母等。抗压强度平均值为 87MPa，工程地质性质较好，为较硬岩类。

4、微（未）风化带（坚硬岩类）

岩块较完整，裂隙不发育，花岗岩力学强度高，岩石单轴极限抗压强度 107.7MPa，抗剪强度 15.7MPa，其强度能够满足矿山采矿井巷施工强度要求；采矿开拓的三条平硐宽度 2~3m，未见岩壁与矿脉掌子面垮塌现象。工程地质好，为坚硬块状岩类。

（二）矿区工程地质条件

矿山开采的标高为+460~+330m，矿体及围岩属稳固性岩体，其固结度、稳定性、抗压性等力学性能较好。矿山开采方式为地下开采，矿体上部节理较发育，对矿山开采影响较轻，矿区工程地质条件属简单级别。

（三）不良工程地质现象及特殊性土

矿区地处高丘陵地貌区，组成岩土层为花岗岩及残坡积土，地形起伏，坡谷发育。自然地质作用以暂时性流水对坡体的冲刷侵蚀作用为主，由于区内植被发

育，对水流冲刷坡面的地质作用起到了阻滞作用，斜坡稳定问题不突出。天然状态下，区内不良地质现象不发育。在采矿爆破作用下可能发生井巷变形、顶板坍塌、安全矿柱失稳、采矿面冒落等事故

综上所述，矿区上覆土体厚度较薄，基岩节理较发育，局部岩体较破碎，对矿山地下开采建设活动影响较轻，天然状态下不良地质现象不发育，爆破作用下不良地质现象发育中等。综合判定矿山工程地质条件的复杂程度为中等。

五、矿体（层）地质特征

（一）矿床特征

平远碧玉钾长石矿，赋存于侵入燕山三期黑云母花岗岩体的伟晶脉中，与围岩界限明显，呈长条倒勾型展布。

（二）矿体特征

矿体分布在矿区范围中部，矿体走向长度（从 PD3 平硐口至 PD3 平硐终端）约为 500m，呈倒勾型。在钩把段，矿脉总体近南北向，脉壁面呈舒缓波状，倾向 $93^{\circ} \sim 115^{\circ}$ ，倾角 $32^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，上盘略陡，下盘略缓；在钩尖段，矿脉倾向由南东转为北西向的 $300^{\circ} \sim 332^{\circ}$ ，倾角变陡，达 $84^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。据实测，矿脉水平厚度 1.8~2.2m，平均水平厚度 2.0m。矿体延深至 PD3 平硐，平均厚度 1.5m。

矿体地表多为第四系或花岗岩风化层覆盖，矿体埋藏深度 5~15m。矿体顶面标高+470m，底界面标高+330m，垂直延伸约 130m。

（三）矿石特征

矿区为肉红~淡灰白色，长石晶体粗大，节理发育。矿石多呈块状，少量呈碎块状，致密坚硬。矿体由钾硅酸盐矿物组成，伴生少量钼矿，不存在强烈的金属矿化现象。

（四）矿物特征

1、矿石矿物：主要由钾长石组成，颜色为白、红、乳白色，熔点 1290 摄氏度。密度 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，莫氏硬度为 6，单斜晶系呈他形粒状，粒径大小不均匀，最大 5.55mm，有的可见纺锤体状格子双晶，个别晶粒中可见石英等包体。

2、共（伴）生矿产：伴生少量钼矿。

（五）矿石的化学成分

根据矿区勘察资料，矿石 SiO_2 平均含量 69.34%， K_2O 平均含量 10.09%， Na_2O 平均含量 3.18%， Fe_2O_3 平均含量为 0.28%， $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 2$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ 略超标，但不影响客户使用（详见表 2-3）。

表 2-3 平远碧玉钾长石矿原料化验结果表

化学成分	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	SiO_2	FeO_3	Al_2O_3	TiO_2
含量 (%)	10.09	3.18	0.19	0.07	69.34	0.28	16.12	0.32

据化验报告显示，矿石化学成分含量比较稳定，符合陶瓷用工业制定要求。

综上所述，矿区的矿体（层）地质特征简单，对矿山建设影响较轻。

第三节 矿区社会经济概况

矿区所在地位于梅州市平远县。平远县辖 12 个镇（大柘、仁居、东石、石正、八尺、差干、上举、泗水、长田、热柘、中行、河头），总人口 215856 人，面积 1380 平方公里。

平远县工业已形成以建材、电力、轻化、矿冶、机械、稀土、食品、木材加工为主的工业体系，主要产品有 300 多种。农业已建成以生产优质米、脐橙、金柚、椪柑、李果、茶叶、西瓜、烤烟、花生、甜玉米、反季节蔬菜、生猪、甲鱼等农副商品生产基地。第三产业蓬勃发展，城乡市场繁荣，农贸、边贸流通活跃。丰富的资源、良好的环境、优质的服务吸引了一批来自日本、美国、港、澳、台等国家的地区的商人前来投资设厂，生产经营涉及稀土、家私、建材、水电、种养等七大系列，外贸出口逐年增长。

矿区当地的工业基础相对薄弱，矿产资源以非金属矿（采石场）为主，农业以种植水稻为主，经济作物主要有龙眼、荔枝和香蕉等果树。区内的劳动力资源较丰富，熟练采矿民工甚多，电力供应充足，供电条件方便。

泗水镇，隶属于广东省梅州市平远县，位于平远县东北部山区，距平远县城 31 千米，西与上举镇、东石镇接壤，西南与东石镇、茅坪相连，东面及南面与蕉岭县毗邻，北端与福建省下坝乡接壤。镇行政区域面积 131.62 平方千米。截至 2019 年末，户籍人口为 10774 人。截至 2020 年 6 月，泗水镇辖 8 个行政村；镇人民政府驻镇新街 113 号。2017 年，泗水镇实现地区生产总值 2.12 亿元；工

业总产值 1.49 亿元，比增 5.2%；农业总产值 1.05 亿元，比增 1.4%。2019 年，有工业企业 25 个，有营业面积超过 50 平方米以上的综合商店或超市 7 个。

第四节 矿区土地利用现状

1、矿区范围土地利用类型

根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，矿区面积 0.3507km²，即 35.0736hm²，土地利用类型包括乔木林地（0301）34.4676hm²、农村宅基地（0702）0.1503hm²、农村道路（1006）0.4227hm²、裸土地（1206）0.0330hm²。根据平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图，未涉及基本农田保护区和生态保护红线。

矿区土地利用现状统计结果如表 2-4 所示。

表 2-4 矿区范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	34.4676	98.27
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.1503	0.43
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4227	1.21
12	其他土地	1206	裸土地	0.0330	0.09
总计				35.0736	100.00

2、损毁范围土地利用结构

根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，并结合《开发利用方案》设计及实地踏勘的情况，土地利用类型包括乔木林地（0301）2.1867hm²、农村宅基地（0702）0.0960hm²、农村道路（1006）0.0893hm²、裸土地（1206）0.0327hm²。根据平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图，未涉及基本农田保护区和生态保护红线。

损毁范围土地利用现状统计结果如表 2-5 所示。

表 2-5 损毁范围土地利用现状统计说明表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	2.1867	90.93
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0960	3.99
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0893	3.71
12	其他土地	1206	裸土地	0.0327	1.37
总计				2.4047	100.00

3、矿区范围土地权属状况

平远碧玉钾长石矿位于平远县城 39° 方向,平距约 28 公里的泗水镇东偏北。该矿所占用土地属平远县泗水镇文贵村、木联村集体所有,平远碧玉钾长石矿获得采矿权,以土地租赁方式获得土地使用权。整个矿区范围土地权属清楚,无土地权属纠纷。

矿区土地利用权属如表 2-6 所示。

表 2-6 矿区土地利用权属表

单位: hm²

权属	地类				
	03 林地	07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	合计
	0301	0702	1006	1206	
	乔木林地	农村宅基地	农村道路	裸土地	
平远县泗水镇文贵村	23.8249	0	0	0	23.8249
平远县泗水镇木联村	10.6427	0.1503	0.4227	0.0330	11.2487
合计	34.4676	0.1503	0.4227	0.0330	35.0736

4、损毁范围土地权属状况

平远碧玉钾长石矿损毁范围土地属平远县泗水镇文贵村、木联村集体所有,平远碧玉钾长石矿获得采矿权,以土地租赁方式获得土地使用权。整个损毁范围内土地权属清楚,无土地权属纠纷。

损毁范围土地利用权属如表 2-7 所示。

表 2-7 损毁范围土地利用权属表

单位: hm^2

权属	地类				
	03 林地	07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	合计
	0301	0702	1006	1206	
	乔木林地	农村宅基地	农村道路	裸土地	
平远县泗水镇文贵村	0.5888	0	0	0	0.5888
平远县泗水镇木联村	1.5979	0.0960	0.0893	0.0327	1.8159
合计	2.1867	0.0960	0.0893	0.0327	2.4047

第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动

根据实地调查及相关资料表明,矿区范围内及周边 500m 范围内无名胜古迹、自然保护区、地质遗迹、地质公园、风景旅游区等。在矿区北侧,距矿山开采活动区西北部约 450m 处存在文贵村,南部约 500m 处存在木联村,村落中居住人口在 200 人以下。

除矿山道路修建、掘进工程活动及相配套的装车台、办公住所外,矿区无其他人类工程活动。

根据现场调查,区内目前评估区未发生地质灾害,区内现状地质灾害不明显,地质灾害现状弱发育,踏勘过程中未发现不良地质现象。

综上所述,人类工程活动对矿山地质环境影响的程度较严重。

第六节 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

一、矿山地质环境保护与土地复垦方案情况

1、前期《矿山地质环境保护与恢复治理方案》概述

2015 年 5 月,由湖北地矿建设工程承包集团有限公司编制了《平远碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》,方案服务年限为 7 年,即 2015 年 5 月至 2022 年 4 月。

矿山地质环境条件复杂程度为中等,评估精度级别为二级,矿山地质环境保护与恢复治理分区划为次重点防治区(B)和一般防治区(C)两区。地质环境治理工程量主要包括:GPS 监测点监测、取水样分析、取土样分析等。

2、前期《土地复垦方案》概述

2009 年 10 月，由惠州市安元矿业技术服务有限公司编制了《平远碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，方案服务年限为 6 年，即 2009 年 10 月至 2015 年 9 月。

《方案》通过土地复垦适宜性评价确定，土地复垦区复垦方向为林地，土地复垦率 100%。矿山土地复垦区面积为 0.68hm²，其中井口场地面积为 0.09hm²，普通场地面积为 0.19hm²、矿山道路面积为 0.4hm²，矿区土地复垦工程量主要包括：表土回填、场地平整、浆砌挡土墙、植树、撒播草籽等。

据现场踏勘，目前矿区道路以及周边场地已自然生长了较为茂盛的植被。由于矿山未闭坑，所以未进行大面积的复垦复绿工程。

二、矿山周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

矿山地质环境治理与土地复垦是近年来矿山整治的重点，按照“谁损毁、谁复垦”的原则，大多矿山企业“边建设、边复垦、边受益”。临时堆土场、工业场地的复垦可以借鉴梅州市梅江区又兴石场矿山地质环境保护与土地复垦案例，该项目已通过梅州市有关部门的验收，治理效果较好，与本矿山类似。

梅州市梅江区又兴石场开采矿种为建筑石料（凝灰岩），开采方式为露天分台阶；所属地质背景中等，水文地质条件简单、工程地质条件中等，不良地质体为花岗岩风化层，矿山开采可能引发地质灾害类型主要是露天采场边坡崩塌、滑坡。露天开采以挖损和压占破坏土地资源，导致原生地形地貌景观破坏、含水层结构破坏等地质环境问题。现状地质灾害不发育。

在开采过程中，对终了台阶面及时进行了复绿工作，种上绿色植被，目前基本解决了矿区环境植被破坏的问题。

复垦单元包括采场平台、边坡、道路、工业办公场地及临时堆土场，复垦工程措施包括：土方回填、平整工程、种植工程、挡土墙工程等。

临时堆土场设置在矿区外东南侧山坳处，现堆土占用面积约 2.0 万 m³，目前矿区开采不用进行剥土，石场对临时堆土场周边进行生物措施，目前已经栽种了香樟树约 96 亩，投入 135 万元，较好的完成地质环境保护与恢复治理初始工作。

治理效果：梅州市梅江区又兴石场矿山地质环境保护与土地复垦工程的实

施，完成了设计任务，达到消除地质灾害隐患，恢复和改善周边矿区生态环境的目的和效果。项目区附近的空气质量将得到大幅度的改善。种植的大量香樟树，改善破坏区的土壤物化环境，起到调节气候、净化空气、涵养水源和保持水土的作用。其治理工程及照片如下：



照片 1 又兴石场治理效果图



照片 2 又兴石场治理后挡土墙



照片 3 又兴石场治理效果图



照片 4 又兴石场治理效果图

矿山建设地质环境条件小结：矿区地形地貌景观复杂程度中等、出露地层与岩石简单、地质构造不发育、水文地质条件简单、工程地质条件中等、已有人类工程活动对地质环境的破坏较严重。

综上所述，矿山地质环境条件总体复杂程度为中等。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述

1、矿山地质环境调查概述

专业技术人员进行矿山地质环境调查,以经过修测的 1:2000 地形地质图(成图时间为 2017 年 6 月)作为此次工作用手图。

根据现场踏勘成果及开发利用设计,确定调查区范围:以矿区功能区(工业场地、办公生活区等场地)为中心,向东延伸至邻近的第一条山脊线,向西面延伸至邻近的另一侧山麓边界进而到达影响范围的边界,向南延伸至山麓边界,向北边延伸至影响的山脊边界,圈定评估区面积 0.4988km²。

对之前踏勘选取的 2 条穿越调查区的调查路线进行了矿山地质环境调查:采用穿越法进行的矿山地质环境调查,调查路线上点距 100m。

定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定;用地质调查点、线结合的形式将各地质现象,通过点、线观察、工程测量、记录、取样测试等手段,将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

根据野外综合地质调查,目前评估区未发现崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害,区内现状地质灾害不明显。矿区目前主要由基建时期的活动造成地形地貌景观破坏和地下开采对含水层的影响与破坏等环境地质问题。评估区人类活动破坏地质环境程度较强烈,对地质环境影响程度较严重。

2、土地资源调查概述

矿区范围 0.3507km²。损毁土地面积为 2.4047hm²,包括采矿工业场地、综合服务区、矿区道路、废石场等。

收集:标准分幅的土地利用现状图、土地利用总体规划图,专业技术人员进行土地资源等调查,以经过修测的 1:2000 地形地质图(成图时间为 2017 年 12 月)作为此次工作用手图,对现场损毁土地范围进行核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定。

第二节 矿山地质环境影响评估

一、评估范围和评估级别

（一）评估范围

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）第 8.1.1 评估范围述：“矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的区域范围包括开采区及其采矿活动的影响区”，评估范围的确定原则为：开发利用方案规划的开采区及开采活动的影响区域。

根据开发利用方案，结合矿山地质环境综合调查成果分析研究，评估范围确定的主要考虑因素：①开采范围和开采方式；②矿山附属设施（工业场地、综合服务区、矿山道路）影响范围；③矿山开采引起的地质环境问题（地下水、地形地貌景观改变、地质灾害的影响范围）。

综合地质地形地貌特征确定本方案的评估范围为：矿区边界 5 个拐点圈定，面积 0.3507km^2 。综合考虑矿区周边居民区、野外实地调查范围，综合上述各因素后，确定后续矿业活动影响范围为矿区范围及矿区南侧的部分矿山道路。综述评估区面积约 0.4988km^2 。

（二）评估级别

矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定，评估级别分为一级、二级、三级等三个分级（表 3-1）。

表 3-1 矿山地质环境影响评估分级表

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

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）

评估区重要程度应根据区内居民集中居住情况、重要工程设施和自然保护区分布情况、重要水源地情况、土地类型等确定，划分为重要区、较重要区和一般区三级等三个分级（表 3-2）。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区	1.分布有 200~500 人的居民集中居住区	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
2.分布有高速公路，一级公路，铁路，重要湖泊，中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	2.无重要交通要道或建筑设施
3.矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区分等）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.破坏其它类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。		

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》

矿山地质环境条件复杂程度根据区内水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌确定，划分为复杂、中等、简单三级等三个分级（表 3-3）。

表 3-3 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
1. 主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1. 主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000-10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	1. 主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
2. 矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2. 矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5-10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	2. 矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。

3.地质构造复杂,矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化大,断裂构造发育或有活动断裂,导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层(带),导水性强,对井下采矿安全影响巨大。	3.地质构造较复杂,矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化较大,断裂构造较发育,并切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层(带),导水断裂带的导水性较差,对井下采矿安全影响较大。	3.地质构造简单,矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化小,断裂构造不发育,断裂未切割矿层(体)和围岩覆岩,断裂带对采矿活动影响小。
4.现状条件下原生地质灾害发育,或矿山地质环境问题的类型多,危害大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型较多,危害较大。	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型少,危害小。
5.采空区面积和空间大,多次重复开采及残采,采空区未得到有效处理,采动影响强烈。	5.采空区面积和空间较大,重复开采较少,采空区部分得到处理,采动影响较强烈。	5.采空区面积和空间小,无重复开采,采空区得到有效处理,采动影响较轻。
6.地貌单元类型多,微地貌形态复杂,地形起伏变化大,不利于自然排水,地形坡度一般大于 35° ,相对高差大,地面倾向与岩层倾向基本一致。	6.地貌单元类型较多,微地貌形态较复杂,地形起伏变化中等,不利于自然排水,地形坡度一般为 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$,相对高差较大,地面倾向与岩层倾向多为斜交。	6.地貌单元类型单一,微地貌形态简单,地形起伏变化平缓,有利于自然排水,地形坡度一般小于 20° ,相对高差小,地面倾向与岩层倾向多为反交。
注:采取就上原则,6条中只要有一条满足某一级别,应定为该级别。		

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南(试行)》

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(试行)、并参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》的要求,依据表 3-5 和表 3-6 综合评估危险性。矿山环境影响程度分级分为影响严重(危险性大)、影响较严重(危险性中等)、影响较轻(危险性小)等三个分级,环境地质问题影响分级见表 3-4。

表 3-4 矿山地质环境影响程度分级表

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

较轻	1.地质灾害规模小，发生的可能性小； 2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3.造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元； 4.受威胁人数小于 10 人。	1.矿井正常涌水量小于 3000 t/d； 2.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 3.矿区及周围地表水体未漏失； 4.未影响到矿区及周围生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	1.破坏林地或草地小于等于 2 hm ² ； 2.破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10 hm ² 。
注：评估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。				

引自《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南》（试行）

矿山地质灾害危害性取决于地质灾害死亡人数、受威胁人数、直接经济损失和潜在经济损失，其分级标准见表 3-5。

表 3-5 矿山地质灾害危害性分级表

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
注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。				
注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。				
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》

矿山地质灾害危险性取决于地质灾害发育程度及地质灾害危害程度，其分级标准见表 3-6。

表 3-6 矿山地质灾害危险性分级表

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

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》

（注：地质灾害危害程度的确定按表 3-6 执行。）

地质灾害发育程度取决于地质灾害体规模、活动性或稳定性及其治理难易程度，其分级标准见表 3-7。

表 3-7 地质灾害发育程度分级

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

1、评估区重要程度分级

- (1) 评估区内无居民居住，属于一般区；
- (2) 评估区无重要交通要道或建筑设施，属于一般区；
- (3) 评估区 5km 以内无各级自然保护区及旅游景区，属于一般区；
- (4) 评估区范围内无任何级别水源地，属于一般区；
- (5) 根据现场调查，参照《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）的分类，评估区内占用和破坏土地类型涉及林地，属于较重要区。

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）（2018.1）附录 J 评估区重要程度分级表（表 3-2），确定矿山评估区重要程度分级为较重要区。

2、矿山生产建设规模分类

平远碧玉钾长石矿矿山为生产矿山，设计采用地下开采，开采矿种为钾长石矿，现有采矿许可证生产规模为 1.0 万 t/a，根据开发利用方案生产规模为 1.0 万 t/a，矿山生产建设规模为小型。

表 3-8 矿山生产建设规模分类一览表（部分矿山）

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
长石	万吨	≥20	10-20	<10	矿石

3、矿山地质环境条件复杂程度分级

平远碧玉钾长石矿矿山现持采矿许可证为地下开采钾长石矿，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）相关要求，矿山地质环境条件复杂程度的分级由水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌等六个方面进行综合评定，矿山地质环境条件复杂程度综合评价

表见表 3-3。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）（2018.1）附录 K.1，在所评估的六大分级因素为简单～中等（表 3-3），故综合评估矿山地质环境条件复杂程度为中等级别。

4、矿山地质环境影响评估级别

综上所述，平远碧玉钾长石矿矿山生产建设规模为小型，评估区重要程度分级为较重要区，矿山地质环境条件复杂程度分级为中等。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 I（即表 3-1）的矿山地质环境影响评估分级标准，参照《广东省建设用地地质灾害危险性评估技术要求》，确定该矿山地质环境影响评估级别为二级。

表 3-9 矿山地质环境条件复杂程度综合评价表

分级因素	主要特征	综合评价
水文地质	矿区地处亚热带季风性气候区，雨量充沛，区内无较大地表水体，大气降雨是本地区下水的主要补给来源。第四系松散岩类孔隙水顺地势由高处往低处流动，岩矿层富水性弱，开采矿体位于+330m 以上，在当地侵蚀基准面（+165m）以上，大气降水通过覆盖层渗漏排出区外沟谷，深层地下水则通过裂隙向矿区南东侧谷地汇流。地下水流向与地形呈正相关状态。	简单
工程地质	根据评估区岩土体类型及其物理学性质，结合收集到的地质资料，包括松散岩类（主要为坡残积层）、软岩类（主要为强风化花岗岩）、较硬岩类（主要为中风化花岗岩）和坚硬岩类。 矿山开采的标高为+460～+330m，矿体及围岩属稳固性岩体，其固结度、稳定性、抗压性等力学性能较好。矿山开采方式为地下开采，矿体上部节理较发育，对矿山开采影响较轻。	中等
地质构造	矿区位于大尖山岩体西缘，地质构造简单，未见断裂构造，裂隙一般不发育，局部相对紧密，对矿山开采稳定性的影响较小。	简单
地质环境问题	现状条件下，矿山地质环境问题的类型较少。地质灾害现状弱发育，对矿山地质环境影响较轻。含水层破坏对地质环境影响对矿山地质环境影响程度较严重；地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境影响较轻。	中等
矿山开采	矿区面积为 0.3507km ² ，开采标高为+460～+330m，现+380m 以上已采空。开采矿石为钾长石矿，围岩坚硬。	简单
地形地貌	矿区地处丘陵区，丘脊走向呈北东—南西向，最高点为瓜窝山，海拔标高 494.80m，最低点位于矿区南部，海拔标高 320m，相对高差 165m。 丘顶多呈浑园状，于丘脊两侧发育北西—南东向沟谷，谷型多为“U”字型，山坡自然坡度 20°～30°，沟谷切割深度一般在 20～50m，地形起伏变化中等。	中等

二、矿山地质灾害现状分析与预测

据《平远县地质灾害防治规划(2020-2025)》，（平远县自然资源局，2020 年 3 月），评估区位于上举—泗水崩塌、滑坡高易发区（A₂），属上举—泗水崩塌、

滑坡重点防治区(A₂)。根据收集的资料集及矿山地质调查,对矿山地质灾害现状分析与预测如下:

(一) 矿山地质灾害现状分析

根据对矿山进行的现场调查及收集的资料,现状条件下,石场的矿山工程及基础生产设施:地下采场、工业场地、综合服务区及矿山道路等。

地下采场:平远碧玉钾长石矿矿区地下采场位于矿区中部,开采平硐沿矿脉南北向布置,开采标高为+460m~+330m,现+380m 以上已采空。形成地下采空区面积 1.18hm²,采空体积 17664m³。矿体围岩稳定,工程地质条件好。经现场调查与民访,地下采空区未发生采空塌陷及地裂缝等地质灾害,地质灾害危险性小。

综合野外地质灾害调查,评估区内未发生地质灾害,未造成人员伤亡和经济损失,地质灾害现状弱发育,现状地质灾害危险性小,对矿山地质环境影响程度轻。

(二) 矿山地质灾害预测分析

在现状分析评估的基础上,根据开发利用方案和采矿地质环境条件特征,分析预测采矿活动可能引发或加剧的地质环境问题及其危害,评估矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响。

预测分析选取的评价要素主要有工程地质条件、水文地质条件、构造地质条件、地形地貌条件、气候条件及采矿生产建设条件等。

矿山地质环境影响评估方法主要采用工程类比法、层次分析法、相关分法及模糊综合评判法等。

地质灾害预测评估:在现状评估的基础上,根据评估区地质环境条件,结合矿山“开发利用方案”的工程布局、开采方式等,预测可能引发、加剧的地质灾害有:崩塌/滑坡、泥石流、采空区地面塌陷;预测可能遭受的地质灾害同样有:崩塌/滑坡、泥石流、采空区地面塌陷。[根据《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》(广东省国土资源厅(粤国土资地环发[2007]137号),2007年6月26日),水土流失、软土、砂土液化不宜单列为地质灾害的灾种,矿坑突水、巷道坍塌、冒顶、瓦斯爆炸、岩爆和尾矿库等安全问题主要是安全部门的职责,不宜作为地质灾害]。

1、采矿活动可能引发的地质灾害

1) 崩塌/滑坡预测评估

(1) 矿区道路边坡崩塌预测评估

道路边坡为切坡修路形成，据现场观测，矿区路堑边坡由残坡积土层和风化岩层组成，土层厚度 0.5m~1.0m，岩层厚度 0.8m~2.0m，土质边坡坡度 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，岩质坡度 $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，坡面已自然绿化长满杂草，在连降暴雨的条件下，坡堤上的岩土体饱和，抗压抗剪强度降低，易发生滑坡、崩塌等地质灾害，对坡脚公路的正常通过造成阻塞，威胁对象为过往车辆及行人，潜在经济损失约 50 万元。预测道路边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻，危险性为小，对矿山地质环境影响程度较轻。

(2) 工业场地边坡失稳预测评估

工业场地主要设在矿区内南东部，地势相对平缓处，现已基本建设完毕，根据设计未来不需进行大范围开挖，只需稍作整治即可，工业场地边坡基本保持自然边坡状态，植被发育良好，稳定性较好；边坡主要出露坡残积砂质粘性土，坡高约 3m 左右，边坡角度 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。工业场地内只存在矿山采矿设备，设备价值小于 100 万元；威胁人数为工业场地内日常工作人员 5 人。预测工业场地边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻，危险性为小，对矿山地质环境影响程度较轻。

(3) 综合服务区边坡失稳预测评估

矿山综合服务区在矿区外南东向约 40m 地形相对平缓地段，形成边坡为小型土质边坡。边坡主要出露坡残积砂质粘性土，坡高约 1m 左右，边坡角度小于 20° 。该地区坡度较小，坡流流程短，损毁作用小。因此，预测综合服务区边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻，危险性为小，对矿山地质环境影响程度较轻。

(4) 废石场边坡失稳预测评估

废石堆积场边坡是矿山产生的废石弃土堆积而成的人工填土边坡，堆积厚度 1~5m，坡度 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。上部主要为残积层砂质粘性土呈硬塑，稳定性较好，但在长期雨水冲刷下也易造成失稳，形成崩塌或滑坡。

废石场边坡稳定性系数采用简化 Bishop 法进行计算，由软件自动搜索最危险滑动面来确定边坡的稳定系数，计算工况选择为自重+暴雨+地下水。计算时土质边坡坡高拟定为 5m，坡度为 45° ，分析正常工况下及暴雨工况下废石场边坡的稳定性。计算参数见下表 3-10，计算结果见表 3-11：

计算参数:

表 3-10 边坡类型及岩土体工程力学参数一览表

边坡位置	重度 (kN/t)	饱和 重度 (kN/t)	粘聚 力 (kPa)	内摩 擦角 (°)	水下粘 聚力 (kPa)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)	水下 内摩擦 角 (°)
工业场地	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	45	5	15.0

计算简图及结果:

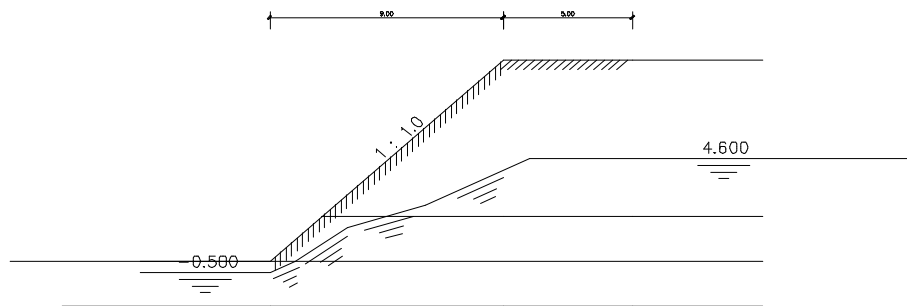


图 3-5 废石场边坡稳定性计算结果简图

计算结果:

表3-11 计算结果表

计算项目	工况一（正常情况下）	工况二（暴雨情况下）
安全系数	1.323	0.952
滑动圆心	(0.600, 3000) (m)	(-2.360, 5.000) (m)
滑动半径	3.334 (m)	4.658 (m)
总的下滑力	356.324 (kN)	199.362 (kN)
总的抗滑力	432.158 (kN)	237.421 (kN)

根据表 3-11 判别标准,从计算结果可知,废石场边坡稳定性一般,正常工况下边坡稳定性基本稳定,安全系数 1.323,但暴雨工况下安全系数较低 0.952,小于 1.0,可能发生崩塌、滑坡。危害对象为废石场工作人员以及下游林地,预测受威胁人数约 1 人,潜在经济损失约 100 万元。预测废石场边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻,危险性为小,对矿山地质环境影响程度较轻。

综合评价评估区崩塌/滑坡危害程度为较轻,危险性为小,对矿山地质环境影响程度较轻。

2) 泥石流预测评估

泥石流的形成,必须同时具备三个基本条件是:地形条件(有利于贮集、运

动和停淤的地形地貌条件)、碎屑固体物原条件(有丰富的松散土石碎屑固体物质来源)、水源条件(短时间内可提供充足的水源和适当的激发因素)。预测因矿业活动引发泥石流区域为废石堆积区。从泥石流的三个必要条件来定量评估诱发废石堆泥石流:

(1) 地形条件(有利于贮集、运动和停淤的地形地貌条件)

废石堆积区内废石堆积松散,平均坡度约 25° ,坡脚地形相对平缓,下部植被发育良好且无村落分布、无工作人员居住、无采矿设施堆放,未构成泥石流的陡峭地形条件。

(2) 碎屑固体物原条件(有丰富的松散土石碎屑固体物质来源)

废石堆积区主要是用来堆置开采过程中的废石的场所,预测堆积量约 4500m^3 ,在后续矿业活动中,存在大量的松散物质,构成了形成泥石流的碎屑固体物源条件。

(3) 水源条件(短时间内可提供充足的水源和适当的激发因素)

废石堆积区设置在矿区中部,经过计算,废石堆积区的汇水面积 5.64hm^2 (汇水面积有限),矿区所在地的年平均降雨量为 1521.2mm ,日最大降雨量为 427mm ,在连续强降雨的情况下,构成了充足的水源条件。可能性。

评估区泥石流可能发生于矿山废石场。废石(土)堆积松散,压占面积为 0.544hm^2 ,堆积厚度 $1\sim 5\text{m}$,堆积量约为 6000m^3 。在野外调查的基础上,采用积分值的方法,对废石堆积区泥石流灾害进行易发程度(严重程度)评估。

根据《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T0220-2006)附录 G 泥石流的数量化综合评判及易发程度等级标准(表 3-12)。

表 3-12 泥石流发育程度评估要素表（预测评估）

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	崩坍、滑坡及水土流失 (自然和人为活动的) 严重程度发育程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重, 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	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动 程度	主河形弯曲或堵塞, 主流受挤压偏移	14	主河河形无变化, 仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化, 主流在高水位时偏, 低水位时不偏	7	主河无河形变化, 主流不偏	1
4	河沟纵坡(‰)	>12° (21.3%)	12	12°~6° (21.3%~10.5%)	9	6°~3° (10.5%~5.2%)	6	<3° (5.2%)	1
5	区域构造影响程度	强抬升区, 6级以上地震区, 断层破碎带	9	抬升区, 4~6级地震区, 有中小支断层	7	相对稳定区, 4级以下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率(%)	<10%	9	10%≤~<30%	7	30%≤~<60%	4	≥60%	1
7	河沟近期一次变幅	≥2m	8	1m≤~<2m	6	0.2m≤~<1m	4	<0.2m	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	≥10	6	5≤~<10	5	1≤~<5	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(°)	>32° (62.5%)	6	25°≤~<32° (46.6%~62.5%)	5	15°≤~<25° (26.8%~46.6%)	3	<15° (26.8%)	1
11	产沙区沟槽横断面	V 型、U 型谷、谷中谷	5	宽 U 型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度 (m)	≥10m	5	5m≤~<10m	4	1m≤~<5m	3	<1m	1
13	流域面积(km ²)	0.2≤~<5	5	5≤~<10	4	<0.2 以下 10≤~<100	3	≥100	1
14	流域相对高差(m)	≥500	4	300≤~<500	3	100≤~<300m	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		<87	
		发育程度等级		强发育		中等发育		弱发育	

根据评估要素, 废石堆积区各因子及量化值见表 3-13。

表 3-13 废石堆积区泥石流易发程度打分表

序号	影响因素	得分
1	不良地质现象	1
2	泥沙沿程补给长度比(%)	1
3	沟口泥石流堆积扇活动程度	1
4	河沟纵坡(°)	1
5	区域构造影响程度	1
6	流域植被覆盖率(%)	1
7	河沟近期冲淤变幅(m)	1
8	岩性影响	5
9	沿沟松散物储量($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	6
10	沟岸山坡坡度(°)	5
11	产沙区沟槽横断面	5
12	产沙区松散物平均厚(m)	5
13	流域面积(km^2)	3
14	流域相对高差(m)	1
15	河沟堵塞程度	1
总得分		38

由表 3-13 并根据废石场实地情况对应得出综合得分为 38（C 级），确定废石场泥石流发育程度等级为弱发育。

综述：评估区泥石流可能发生在矿山废石堆积区。废石（土）堆积松散，抗压抗剪强度低，在连续强降雨的作用下废石场岩土体饱和可发生泥石流。泥石流顺坡下泄，堆积于坡脚，因废石堆积区下部无村落分布、无工作人员居住、无采矿设施堆放，且坡脚地形相对平缓，泥石流流动较为缓，流程短，泥石流仅是造成坡体上松散岩土体顺坡滑落于坡脚，影响范围小，危害程度为较轻，危险性为小，对矿山地质环境影响程度较轻。

3) 采空区地面塌陷预测评估

随着对地下矿体的开采，预测地下采场采空区面积将达到约 2.76hm^2 ，新增采空面积约 1.58hm^2 ，区内构造简单，无复杂地段，顶部和底部围岩均为花岗岩，极限垂直抗压强度为 60–80MPa，岩石风化程度低，根据矿区地质资料，矿区岩矿体完整性中等～较完整，局部地段岩矿体较破碎，完整性差；开采过程中进行简单支护即可进行地下硐采。在开采节理裂隙发育、岩石较破碎区，岩矿体的抗压抗剪强度低，在采矿爆破作用下有发生采空区坍塌的可能。

预测采空区塌陷影响范围计算：

地面以工业场地标高+400m 计算，按矿体最低开采标高+330m 进行验算，根

据本矿的矿岩物理力学性质及工程地质条件，按类比法选取矿岩移角度为 70° 确定预测发生采空区塌陷时岩体的位移边界范围（见图 3-1）。

$$L=h \cdot \tan\alpha=(400-330) \cdot \tan(90-70)^\circ=25.48\text{m}$$

其中，L——预测采空区塌陷影响范围（m），

h——地表与开采巷道之间的相对标高（m）。

经过计算采空区塌陷范围为沿采矿巷道外扩 25.48m，圈出采空区地面塌陷影响面积约 0.1464km^2 （详见附图 3）。

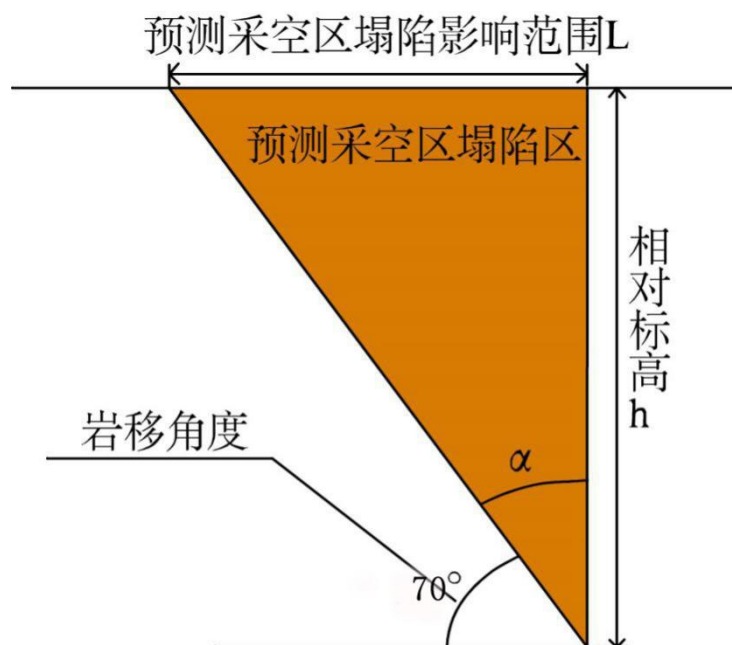


图 3-1 预测采空区塌陷影响范围

采空区地面塌陷危害对象主要为工业场地、矿山采矿设备、作业人员以及地表山林地等，威胁人数 5 人，潜在经济损失约 150 万元。

预测评估区采空区地面塌陷危害程度为较严重；因此预测其危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

2、采矿活动可能遭受的地质灾害

根据《开发利用方案》，矿山后续将进行+330m 平硐的建设，地表不存在大范围的建设活动，仅存在进口场地建设，可能产生崩塌/滑坡。地下巷道的开拓引发地质灾害的条件（边坡、陡坡等）中等，预测矿山后续建设可能遭受地质灾害的可能性中等。

综述，据评估指标，预测矿区后续的矿业生产活动（包括采矿活动、废石场

等)对地质灾害影响程度较严重。

三、矿区含水层破坏现状分析与预测

含水层影响与破坏主要体现在由采矿活动导致含水层结构破坏、含水层疏干范围、地下水水位下降速率、泉水流量减少情况、地下水位降落漏斗的分布范围、地下水水质变化、对生产生活用水水源的影响、可能引起的环境水文地质问题等。根据现场调查,目前在评估区内,矿山开采建设活动对含水层的影响主要是造成地下水资源枯竭、地表水漏失、破坏区域地下水均衡、改变含水层结构四个方面。

(一)对含水层破坏的现状评估

1、地下水资源枯竭影响现状评估

矿山经过多年的地下开采,形成了大量的地下开采巷道,目前已经开采至标高+380m水平。由于巷道的自然泄水和矿坑抽排地下水,使开采区的地下水天然埋藏状态受到干扰与破坏。

矿山赋存于燕山三期黑云母花岗岩中,属简单伟晶岩类型,据矿山沿脉平硐开采情况,矿脉呈倒鱼钩形状产出。矿体资源主要分布在+460m至+330m之间,矿区开采最低标高+330m,高于当地侵蚀基准面(标高+165m),地形条件有利于排水。区内无较大的地表水体及河流,溪沟流水对补给地下水的影响不大,各含水层之间水力联系比较密切,构造断裂具一定的导水和富水性,但未勾通较大的含水构造,其动力补给来源不足。

综合判断,矿山活动对地下水位下降影响与破坏**较严重**,危害程度**中等**,对矿山地质环境影响**较严重**。

2、地表水漏失影响现状评估

据矿山开采资料和现场调查,评估区范围内表层为风化坡残积土、强风化花岗岩,与坡残积层分层不明显。隔水性能中等,矿区周边地表水体表现正常,无明显漏失现象。

综合判断地表水漏失影响与破坏**较轻**,危害程度**小**,对矿山地质环境影响**较轻**。

3、区域地下水均衡影响现状评估

评估区内无重要水源地。矿山采用地下开采方式,最低开采标高位于矿区内

最低侵蚀基准面之上。基本不会导致地下水位下降及影响补径排条件，区域对地下水均衡不会造成较大的影响。

综上所述，矿山开采对地下水均衡影响**较轻**。

4、含水层结构改变现状评估

评估区内水体不发育，影响矿床充水的主要含水层为基岩裂隙含水层。矿体挖掘对被挖掘地段含水层的结构破坏小，基本不影响含水层的给、径流、排泄条件。

综上所述，矿山开采对含水层结构影响**较轻**。

综上所述，矿山建设及采矿活动对含水层破坏影响与破坏较严重，危害程度中等，对地质环境影响对矿山地质环境影响程度较严重。

(二)对含水层破坏的预测评估

1、地下水资源枯竭影响预测评估

矿山经过多年的地下开采，形成了大量的地下开采巷道，目前已经开采至标高+380m 水平。由于巷道的自然泄水和矿坑抽排地下水，使开采区的地下水天然埋藏状态受到干扰与破坏。

矿山赋存于燕山三期黑云母花岗岩中，属简单伟晶岩类型，据矿山沿脉平硐开采情况，矿脉呈倒鱼钩形状产出。矿体资源主要分布在+460m 至+330m 之间，矿区开采最低标高+330m，高于当地侵蚀基准面（标高+165m），地形条件有利于排水。区内无较大的地表水体及河流，溪沟流水对补给地下水的影响不大，各含水层之间水力联系比较密切，构造断裂具有一定的导水和富水性，但未勾通较大的含水构造，其动力补给来源不足。

综合判断，预测地下水位下降影响与破坏**较严重**，危害程度**中等**，对矿山地质环境影响**较严重**。

2、地表水漏失影响预测评估

据矿山开采资料和现场调查，评估区范围内表层为风化坡残积土、强风化花岗岩，与坡残积层分层不明显。隔水性能中等，矿区周边地表水体表现正常，无明显漏失现象。

综合判断地表水漏失影响与破坏**较轻**，危害程度**小**，对矿山地质环境影响**较轻**。

3、区域地下水均衡影响预测评估

评估区内无重要水源地。矿山采用地下开采方式，最低开采标高位于矿区内最低侵蚀基准面之上。基本不会导致地下水位下降及影响补径排条件，区域对地下水均衡不会造成较大的影响。

综合判断区域地下水均衡影响与破坏**较轻**，危害程度**小**，对矿山地质环境影响**较轻**。

4、含水层结构改变预测评估

评估区地表水系不发育，影响矿床充水的主要含水层为基岩裂隙含水层。现状评估结果表明，原有的探矿活动已对矿区含水层造成了较小的影响，随着采深增加，含水层结构进一步破坏。

随着矿山地下开采范围与深度的扩大，地下水位不断下降。现矿坑的最低开采巷道水平为+356m，根据开发利用方案，矿山未来生产最低开采标高为+330m，以坑道为中心的地下水将进一步扩大，地下水位降深进一步增加，最大降深幅度达32m，加剧了地下含水层的疏干。

综上所述，矿山开采对含水层结构改变影响与破坏**较严重**，危害程度**中等**，对矿山地质环境影响**较严重**。

综上所述，预测矿山建设及采矿活动对含水层破坏影响与破坏**较严重**，危害程度**中等**，对地质环境影响对矿山地质环境影响程度**较严重**。

四、矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

（一）矿区地形地貌景观破坏现状分析

地形地貌景观影响与破坏主要体现在区内采矿活动对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏情况。矿区为地下开采，经过几十年的开拓，采矿工业场地、综合服务区、矿山道路等对矿区内的原始地形地貌景观的破坏程度较严重，主要从以下几个方面进行评估。

1、对自然景观的影响现状评估

工业场地：设在矿区中部，占地面积1.3410hm²。工业场地的建设在一定程度上破坏了周边景观的和谐性与自然性，对区内原生自然景观影响**较严重**。

综合服务区：综合服务区设在矿区中部，占地面积0.0822hm²。其破坏方式

主要为压占，对原生自然景观影响**较轻**。

原矿山道路：矿山道路贯穿矿山东西方向，占地面积 0.2381hm^2 ，其破坏方式为挖损，对原生自然景观影响**较轻**。

综述，现状评估矿山建设及采矿活动对自然景观的破坏较严重。

2、对建筑物、工程设施和自然保护区影响现状评估

区内不存在自然保护区，评估区内后续将存在矿业活动（包括采矿和矿石堆放、运输等）配套的建（构）筑物、设施和其他建（构）筑物、工程、设施等。

矿山采用地下开采方式进行开采，续采矿活动采用爆破等工作方法，现状采矿活动对建（构）筑物影响**较轻**。

3、对人居环境影响现状评估

采矿中心与矿区北侧村落相距较远，约 460m，且未处于可视范围内，矿业活动主要表现为对区内自然景观的破坏，对当地原有人居环境的影响**较轻**。

（二）矿区地形地貌景观破坏预测分析

地形地貌景观影响与破坏主要体现在区内采矿活动对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏情况。矿区为地下开采，经过几十年的开拓，采矿工业场地、办公生活区、废石场、矿山道路等对矿区内的原始地形地貌景观的破坏程度较轻，矿山基础建设基本完成。随着矿山的继续生产，后期破坏主要集中在废石场的破坏，主要从以下几个方面进行预测评估。

1、对自然景观的影响预测评估

经过长期的对矿山开采及建设，对矿区的原始地形地貌破坏较小，目前主要表现在对地表植被的破坏，目前采矿工业场地、综合服务区、原矿山道路等已经挖损、压占破坏的土地面积 1.6613hm^2 ，预测矿山后期废石场、新建矿山道路破坏面积为 0.7434hm^2 ，预测评估矿山建设及采矿活动对自然景观的破坏较严重，对地质环境影响**较严重**。

2、对建筑物、工程设施和自然保护区影响预测评估

区内不存在自然保护区，评估区内后续将存在矿业活动（包括采矿和矿石堆放、运输等）配套的建（构）筑物、设施和其他建（构）筑物、工程、设施等。矿山采用地下开采方式进行开采，续采矿活动采用爆破等工作方法。预测评估矿山开采对建筑物、工程设施和自然保护区影响程度为较轻，对地质环境影响**较轻**。

3、对人居环境影响预测评估

采矿中心与矿区北侧村落相距较远，约 460m，且未处于可视范围内。预测评估矿山开采对建筑物、工程设施和自然保护区影响程度为较轻，对地质环境影响较轻。

综合上述论述，预测评估采矿活动对矿区的地形地貌景观与破坏程度较严重。

五、矿区水土环境污染现状分析与预测

（一）矿区水土环境污染现状分析

1、矿区地表水污染现状分析

矿山矿石主要为钾长石矿，开采的矿石无毒、无有害物质，岩石不存在较强烈的金属矿化现象。污染源主要为采场矿坑排水、废石场淋漓水、生活污水。地表径流通过沉沙、澄清后排放，不会对地下水水质造成影响。

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区上游沟溪取样 1 件水样分析结果：上游沟溪水 pH 值为 6.6，详见表 3-14。按《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类水标准对水样的水质进行评价，评价结果表明上游沟溪水各项指标均未超过Ⅲ类水标准。

因此地表水的污染较轻，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

表 3-14 水质检测分析一览表

样品信息	检测项目	检测结果	单位	Ⅲ类水(地表水环境质量标准 GB 3838-2002)	是否超过Ⅲ类水限量
DS230213902 上游 2023.02.13	pH	6.6	无量纲	6~9	否
	高锰酸盐指数	0.7	mg/L	6	否
	化学需氧量	14	mg/L	20	否
	五日生化需氧量	3.5	mg/L	4	否
	氨氮	0.104	mg/L	1.0	否
	总磷	0.02	mg/L	0.2	否
	总氮	0.23	mg/L	—	否
	氟化物	0.20	mg/L	1.0	否
	氰化物	ND	mg/L	0.2	否
	硫化物	ND	mg/L	0.2	否
	挥发酚	ND	mg/L	0.005	否

	石油类	ND	mg/L	0.05	否
	六价铬	ND	mg/L	0.05	否
	阴离子表面活性剂	ND	mg/L	0.2	否
	粪大肠菌群	3.6×10^2	个/L	10000	否
	铜	ND	mg/L	1.0	否
	锌	ND	mg/L	1.0	否
	砷	ND	mg/L	0.05	否
	镉	ND	mg/L	0.005	否
	铅	ND	mg/L	0.05	否
	硒	ND	mg/L	0.01	否
	汞	ND	mg/L	0.0001	否
备注	1、“ND”表示检测结果低于检出限； 2、“—”表示无此监测项目的标准限制； 3、评价限制参考《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 1 中的 III 类标准限制。				

2、矿区地下水污染现状分析

矿山矿石主要为钾长石矿，开采的矿石无毒、无有害物质，岩石不存在较强烈的金属矿化现象。污染源主要为采场矿坑排水、废石场淋滴水、生活污水。矿山产生废水经沉淀、澄清后排放，不会对地下水水质造成影响。

矿坑水经沉淀处理后排放至山坑季节性溪流中，经稀释后对附近水系影响不大，矿山建设及采矿活动对环境水污染发育程度较轻，危害程度小，矿区水环境污染现状影响较轻。

3、矿区土环境污染现状分析

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区内取得的 1 件土样分析结果：土壤 pH 值为 5.89，有机质含量为 1.04%，详见表 3-15。

按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准对土样进行评价，评价结果表明土壤的质量较好，所检测的各项项目未有超标，符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的标准。

根据以上分析，对土环境污染主要表现在矿区道路可能会造成较小的污染，现状评估采矿及建设活动对土环境的污染为较轻。

综上所述，分析现状矿山开采对矿区水土环境造成的污染较轻。

表 3-15 土壤检测分析一览表

检测点位	检测项目	检测结果		评价标准限值	单位
土壤	pH	5.89		$5.5 < \text{PH} \leq 6.5$	无量纲
	有机质	1.04		≥ 1.0	%
	机械组成	黏粒 $D < 0.002$	9.6	—	%
		粉（砂） $0.02\text{mm} \geq D > 0.002\text{mm}$	13.9	—	%
		砂砾级 $2.0\text{mm} \geq D > 0.02\text{mm}$	76.5	—	%
	镉	0.19		0.3（其他）	mg/kg
	汞	0.071		1.8（其他）	mg/kg
	砷	0.516		40（其他）	mg/kg
	铅	66.6		90（其他）	mg/kg
	铬	24		150（其他）	mg/kg
土壤	铜	3		50（其他）	mg/kg
	镍	ND		70	mg/kg
	锌	78		200	mg/kg
	备注	1、“ND”表示检测结果低于检出限； 2、“—”表示无此监测项目的标准限制； 3、有机质评价标准参照《广东省土地整治垦造水田建设标准（试行）》中的标准限值； 4、其余标准参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）表 1 中的标准限值。			

（二）矿区水土环境污染预测分析

1、矿区地表水污染预测分析

矿区开采矿石为钾长石，附近无污染源，地表水水质良好，矿石和废石不易分解出有害成分，有毒有害组份甚微，矿石放射性水平极低，预测主要受影响的是采场矿坑排水、废石场淋滴水、生活污水、工业场地的淋滴水、工业污水对周围地表水可能造成轻微污染。同时，堆渣废水也自流至山沟中，对地表水造成较小的污染。主要影响开采区、堆场、沟谷下游。环境水污染轻微，预测对地质环境及地表水资源影响小，环境水污染程度弱。

2、矿区地下水污染预测分析

矿区开采矿石为钾长石，附近无污染源，地表水水质良好，矿石和废石不易分解出有害成分，有毒有害组份甚微，矿石放射性水平极低，预测主要受影响的是采场矿坑排水、废石场淋滴水、生活污水、工业场地的淋滴水、工业污水对周围地表水可能造成轻微污染。同时，堆渣废水也自流至山沟中，对地表水造成较小的污染。主要影响开采区、堆场、沟谷下游。环境水污染轻微，预测矿山开采对地下水的污染轻微，评估指标对矿山地质环境影响较轻。

3、矿区土环境污染预测分析

采矿活动产生少量污染物及有毒有害物，如采场矿坑排水、废石场淋滴水、生活污水、工业场地的淋滴水、工业污水有可能造成土地资源受污染。其中的淋滴水等对其造成了污染，同时由于成品运输过程中对矿山道路亦会产生污染，淋滴水对下游沟谷及其两岸亦会造成较小的污染。

根据以上分析，对土环境污染主要表现在废渣及废水、淋滴水可能会造成较小的污染，预测评估采矿及建设活动对土环境的污染为较轻。

综上所述，分析预测矿山开采对矿区水土环境造成的污染较轻。

综合评估：

现状评估：评估区内未发生过崩塌、滑坡、采空区地面塌陷等地质灾害，地质灾害现状弱发育，现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。矿山开采对含水层影响与破坏危害程度为较严重，对地质环境影响较严重；现状对地形地貌景观影响与破坏程度为较严重，对地质环境影响较严重；现状对水土环境污染较轻，对地质环境影响较轻。

评估区矿山地质环境影响现状评估一览表见表 3-16。

表 3-16 评估区矿山地质环境影响现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	位置	形成时间	表现特征及规模	危害性	危险性	影响等级程度
地质灾害		-	-	-	评估区内未发现也未发生过地质灾害。	小	小	较轻
含水层影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	采空区及其断裂带影响范围内	矿山开采以来	评估区内各含水层之间水力联系比较密切,构造断裂具有一定的导水和富水性,但未勾通较大的含水构造,其动力补给来源不足。	中等	中等	较严重
	地表水漏失	BS1	矿区及其影响范围内	矿山开采以来	评估区内目前未发现矿区周边地表水漏失。	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	矿区范围内及其影响范围内	矿山开采以来	评估区内无重要水源地。最低开采标高位于矿区内最低侵蚀基准面之上。基本不会导致地下水位下降及影响补径排条件,区域对地下水均衡不会造成较大的影响	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	采空区及其断裂带影响范围内	矿山开采以来	评估区内水体不发育,影响矿床充水的主要含水层为基岩裂隙含水层。矿体挖掘对被挖掘地段含水层的结构破坏小,基本不影响含水层的给、径流、排泄条件	小	小	较轻
地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	采矿工业场地、综合服务区、矿山道路等	矿山开采以来	矿山开采引发,主要表现在工业场地、综合服务区、矿山道路对自然景观的影响。	中等	中等	较严重
	对建筑及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1			矿区周边无重要建筑物,无较大的工程设施,无重要的自然保护区。矿山建设与采矿活动对建筑物、工程设施和自然保护区影响较轻。	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1			评估区影响范围	评估区内无民居,生产时产生的噪音和空气污染对当地居民的生产、生活影响小。	小	小
水土环境影响与破坏	地表水污染	KD1	矿区周边及其下流溪沟	矿山开采以来	评估区内无居民居住,要受影响的是工业及生活污水对周围地下水、地表水可能造成轻微污染。所检指标符合地表水(Ⅲ类水)环境质量标准。	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	矿区内地下水			小	小	较轻
	土壤污染	WD1	工业场地、综合服务区、矿山道路等		根据矿石质量分析,矿石质量稳定,有害成份均未超标,现状评估采矿及建设活动对土地资源污染的程度为轻。	小	小	较轻

预测评估: 预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能的地质灾害有: 崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷等, 其中: 崩塌、滑坡、泥石流危害程度较轻, 潜在的危险性小, 对矿区地质环境影响较轻; 采空区地面塌陷危害程度较严重, 地质灾害危险性中等, 对矿区地质环境影响较严重; 预测评估区含水层影响与破坏程度分级为较严重; 预测地形地貌景观影响与破坏程度为较严重; 预测水土环境污染程度为较轻。

评估区矿山地质环境影响预测评估一览表见表 3-17。

表 3-17 评估区矿山地质环境影响预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响等级程度
地质灾害	崩塌/滑坡	HP1	采矿工业场地、综合服务区、废石场、矿山道路等	矿山生产人员、运输车辆	矿山工人、机械设备，损失小。	小	小	较轻
	泥石流	NS1	废石场	堆场、沟谷、植被	堆场作业人员，损失小。	小	小	较轻
	采空区地面塌陷	CX1	采空区上部及岩石错动范围内	矿区人员、道路、耕地	采空区上方的矿区人员、工矿设施破坏，损失中等。	中等	中等	较严重
含水层影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	采空区及其断裂带影响范围内	农田、农作物	可能引起地下水减少，水平下降，地表水下渗等危险，亦可能引起土层压缩，引发地面沉降等。	中等	中等	较严重
	地表水漏失	BS1	矿区及其影响范围内	农田、农作物	可能引发地表水断流，影响饮用水、农作物用水。	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	采空区、岩溶分布区及其断裂带影响范围内	农田、农作物	可能引起地下水减少，水平下降，地表水下渗等危险，亦可能引起土层压缩，引发地面沉降等。	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS1	采空区、岩溶分布区及其断裂带影响范围内	采空区及其周边	可能引发含水层干枯、含水层水位下降，甚至引发上部土层压缩，引起地面沉降等。	中等	中等	较严重
地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	采矿工业场地、综合服务区、废石场、矿山道路等	植被、景观、人居环境、土地、土壤	矿山开采引发，主要表现在对土地破坏及矿石、废石的堆积等对自然景观、建筑物、工程设施和自然保护区、人居环境的影响。	中等	中等	较严重
	对建筑及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1			矿区周边无重要建筑物，无较大的工程设施，无重要的自然保护区。矿山建设与采矿活动对建筑物、工程设施和自然保护区影响较轻。	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1			评估区影响范围	评估区内无民居，生产时产生的噪音和空气污染对当地居民的生产、生活影响小。	小	小
水土环境影响与破坏	地表水污染	KD1	矿区周边及其下流溪沟	农田、农作物	可能对下游农作物耕种、生活用水造成影响。	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	矿区内地下水			小	小	较轻
	土壤污染	WD1	工业场地、废石场、综合服务区、矿山道路等		根据矿石质量分析，矿石质量稳定，有害成份均未超标，现状评估采矿及建设活动对土地资源污染的程度为轻。	小	小	较轻

第三节 矿山土地损毁预测与评估

一、土地损毁环节与时序

1、项目生产工艺流程

根据《开发利用方案》述，矿山生产规模为1万t/a。井下生产的钾长石经人工分选后可满足厂家的生产要求，故无需专门设置选矿场，生产过程中的废石渣，可在井下采空区内堆放充填，地面不设尾矿场。

平远碧玉钾长石矿矿山为地下开采矿山，主要破坏占用土地集中在建设初期。

2、各损毁地块的损毁时序

矿山开采对土地损毁时序跟矿山生产建设的步骤密切相关，根据开发利用方案并结合矿山目前的开采现状，矿山开采对土地的损毁时序分为：

- (1) 地表基础设施的建设对土地的挖损、压占破坏。
- (2) 地下开拓系统基建期引发的采空区塌陷造成的土地损坏。
- (3) 开采生产期引发的采空区塌陷造成的土地损坏。

表 3-18 矿区土地损毁类型及时序表

序号	单元	占地面积 (hm ²)	损毁类型	损毁时序
1	工业场地	1.3410	挖损、压占	现状损毁
2	综合服务区	0.0822	挖损、压占	现状损毁
3	矿区道路	0.2381	挖损、压占	现状损毁
4	废石场	0.5440	挖损、压占	预测损毁
5	新建矿区道路	0.1994	挖损、压占	预测损毁
合计		2.4047	挖损、压占	/

各损毁地块的损毁时序，可划分两个阶段：见采矿工艺流程图（图 3-1）。

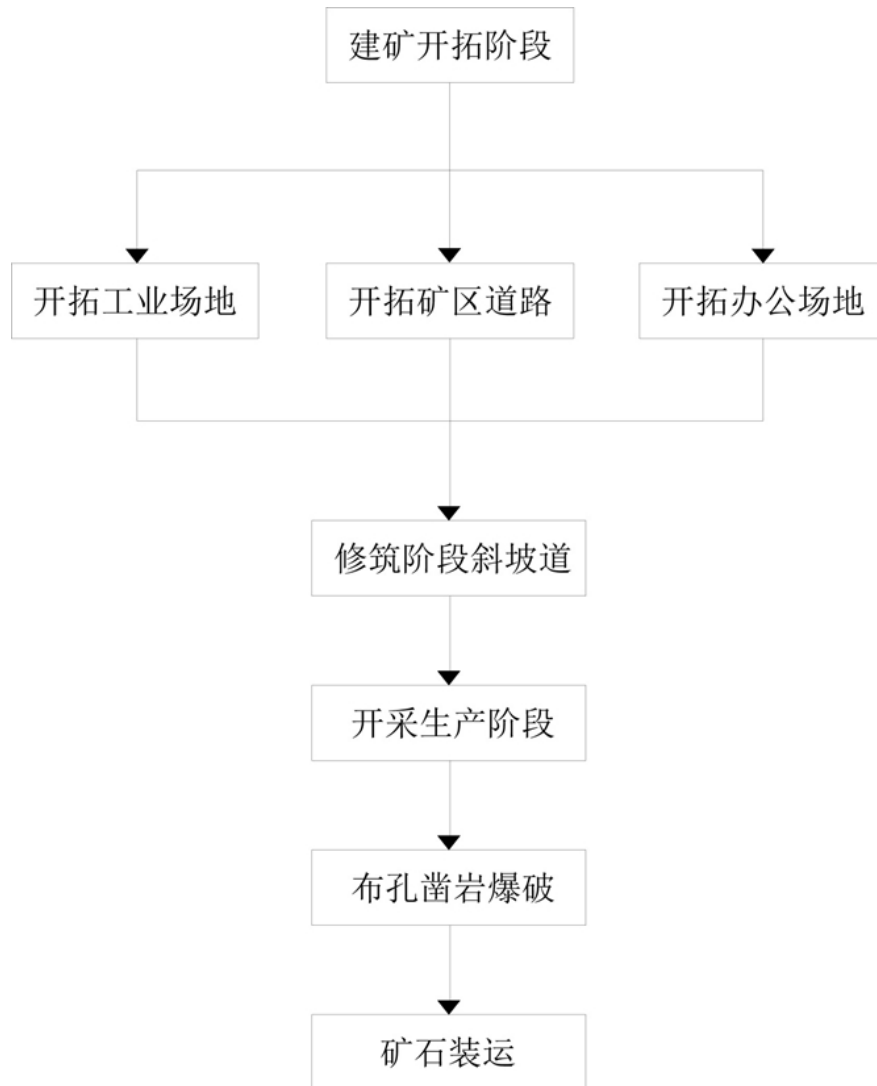


图 3-1 矿山生产工艺流程图

二、已损毁各类土地现状

矿山目前已形成工业场地、综合服务区、矿区道路等区域，已损毁面积为 1.6613hm²。根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，损毁土地类型包括乔木林地（0301）、农村宅基地（0702）、农村道路（1006）、裸土地（1206），损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。

1、工业场地

工业场地内包括井口工业场地。在主运输平硐口及斜井井口附近比较平坦处设置井口工业场地，占地面积约 1.3410hm²。损毁土地类型包括乔木林地（0301）1.2383hm²、农村宅基地（0702）0.0682hm²、农村道路（1006）0.0345hm²，损毁

方式为挖损、压占，损毁程度为中度。目前该区域尚未进行复垦，经过数年的自然复绿，部分区域已杂草丛生。



照片 5 工业场地上车台



照片 6 工业场地+356.3m 平硐口



照片 7 工业场地硐口废石堆



照片 8 工业场地硐口废石堆



照片 9 救援器材库及安全办公室



照片 10 综合办公室

2、综合服务区

综合服务区：位于矿区中部，设置了办公室、配电房、机房、维修车间等辅助设施，占地面积 0.0822hm^2 。损毁土地类型包括乔木林地（0301） 0.0103hm^2 、农村宅基地（0702） 0.0207hm^2 、农村道路（1006） 0.0185hm^2 、裸土地（1206） 0.0327hm^2 ，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。目前该区域尚未进行复

垦，经过数年的自然复绿，部分区域已杂草丛生。

3、矿区道路

矿山道路贯穿整个矿区范围，衔接工业场地、综合服务区，为简易公路，纵坡坡度为 15%~20%；路面宽度 5m，曲线半径 15m，呈蛇形展布，矿区道路长 1100m，占地面积 0.2381hm²。损毁土地类型包括乔木林地（0301）0.2022hm²、农村宅基地（0702）0.0071hm²、农村道路（1006）0.0288hm²，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。目前该区域尚未进行复垦，经过数年的自然复绿，道路两侧已杂草丛生。



照片 11 矿区道路



照片 12 矿区道路

综上所述，矿山现状共计损毁土地面积 1.6613hm²，其中损毁乔木林地（0301）1.4508hm²、农村宅基地（0702）0.0960hm²、农村道路（1006）0.0818hm²、裸土地（1206）0.0327hm²。破坏林地或草地小于等于 2hm²；因此，现状矿山开采对土地资源影响为较轻。

表 3-19 矿区已损毁土地汇总表

项目位置	已损毁面积(hm ²)				总损毁面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	治理难易程度
	乔木林地 (0301)	农村宅基地 (0702)	农村道路 (1006)	裸土地 (1206)				
工业场地	1.2383	0.0682	0.0345	0	1.3410	挖损、压占	中度	较易
综合服务区	0.0103	0.0207	0.0185	0.0327	0.0822	挖损、压占	中度	较易
矿区道路	0.2022	0.0071	0.0288	0	0.2381	挖损、压占	中度	较易
合计	1.4508	0.0960	0.0818	0.0327	1.6613	-	-	-

三、拟损毁土地预测与评估

根据《开发利用方案》，随着矿山后续开采生产，拟损毁土地主要为矿区道路和废石场，拟损毁面积为 0.7434hm^2 。结合平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，拟损毁土地类型包括乔木林地（0301）和农村道路（1006），损毁方式为挖损、压占。

1、矿区道路

新建矿山道路为简易公路，纵坡坡度为 $15\%\sim 20\%$ ；路面宽度 5m ，曲线半径 15m ，呈蛇形展布，连接+330m 水平巷道平硐口，矿区道路长 450m ，拟损毁面积 0.1994hm^2 。损毁土地类型包括乔木林地（0301） 0.1919hm^2 、农村道路（1006） 0.0075hm^2 ，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。

2、废石场

废石场设置在矿区南侧较低洼山谷处，用于堆放新开拓+330m 水平巷道过程中产生的部分废石渣，拟损毁面积约 0.5440hm^2 。损毁土地类型包括乔木林地（0301） 0.5440hm^2 ，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为中度。

综上所述，至矿山闭坑期，共计损毁土地面积 2.4047hm^2 ，损毁土地利用类型包括乔木林地（0301） 2.1867hm^2 、农村宅基地（0702） 0.0960hm^2 、农村道路（1006） 0.0893hm^2 、裸土地（1206） 0.0327hm^2 。破坏林地或草地 $2\sim 4\text{hm}^2$ ；因此，预测矿山开采对土地资源影响为较严重。

表 3-20 项目区损毁土地汇总表

项目位置	已损毁面积(hm ²)				拟损毁面积(hm ²)		总损毁面积 (hm ²)	损毁 类型	损毁 程度	治理难 易程度
	乔木林地 (0301)	农村宅基地 (0702)	农村道路 (1006)	裸土地 (1206)	乔木林地 (0301)	农村道路 (1006)				
工业场地	1.2383	0.0682	0.0345	0	0	0	1.3410	挖损、压占	中度	较易
综合服务区	0.0103	0.0207	0.0185	0.0327	0	0	0.0822	挖损、压占	中度	较易
矿区道路	0.2022	0.0071	0.0288	0	0.1919	0.0075	0.4375	挖损、压占	中度	较易
废石场	0	0	0	0	0.5440	0	0.5440	挖损、压占	中度	较易
合计	1.4508	0.0960	0.0818	0.0327	0.7359	0.0075	2.4047	-	-	-

第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

一、矿山地质环境保护与恢复治理分区

（一）矿山地质环境现状分区

1、矿山地质环境现状评估结果

评估区现状评估结果如下：

评估区内未发生过崩塌、滑坡、采空区地面塌陷等地质灾害，地质灾害现状弱发育，现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度轻。矿山开采对含水层影响与破坏危害性中等，对地质环境影响较严重；现状对地形地貌景观影响与破坏危害性小，对地质环境影响较轻，现状对土地资源影响与破坏危害性小，对地质环境影响较轻。

2、矿山地质环境影响现状分区

1) 分区结果

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

表 3-21 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	1.地质灾害规模大，发生的可能性大； 2.影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全； 3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元； 4.受威胁人数大于 100 人。	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 2.矿井正常涌水量大于 10000 t/d； 3.区域地下水水位下降； 4.矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 5.不同含水层（组）串通水质恶化； 6.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	1.破坏基本农田； 2.破坏耕地大于 2 hm ² ； 3.破坏林地或草地大于 4 hm ² ； 4.破坏荒地或未开发利用土地大于 20 hm ² 。

较严重	1.地质灾害规模中等，发生的可能性较大； 2.影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全； 3.造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元； 4.受威胁人数 10~100 人。	1.矿井正常涌水量 3000~10000 t/d； 2.矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态； 3.矿区及周围地表水体漏失较严重； 4.影响矿区及周围部分生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重。	1.破坏耕地小于等于 2 hm ² ； 2.破坏林地或草地 2~4 hm ² ； 3.破坏荒山或未开发利用土地 10~20 hm ² 。
较轻	1.地质灾害规模小，发生的可能性小； 2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3.造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元； 4.受威胁人数小于 10 人。	1.矿井正常涌水量小于 3000 t/d； 2.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 3.矿区及周围地表水体未漏失； 4.未影响到矿区及周围生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	1.破坏林地或草地小于等于 2 hm ² ； 2.破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10 hm ² 。

注：评估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。

引自《广东省矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南》（试行）

根据矿山地质环境影响分级表（表 3-21），现状矿山地质环境影响划分为两个区：矿山地质环境影响较严重区（Ⅱ）和较轻区（Ⅲ）。其中：影响较严重区（Ⅱ）面积 0.1117km²，占评估区面积的 22.39%，主要分布于工业场地、综合服务区、矿区道路、地下采区及影响范围；影响较轻区（Ⅲ）面积 0.3871hm²，占评估区面积的 77.61%，主要分布于评估区其余地段及其影响范围。详见表 3-22 及现状评估图（附图 1）。

表 3-22 矿山地质环境影响现状评估分区表

区域范围	矿山地质环境现状评估				影响程度分级	分区域别	分区面积 (km ²)	占评估区的百分率 (%)
	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响与破坏	水土环境影响与破坏				
工业场地、综合服务区、地下采区、矿山道路及周边影响范围	较轻	较严重	较严重	较轻	较严重	较严重区（Ⅱ）	0.1117	22.39
评估区其余地段及其影响范围	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻区（Ⅲ）	0.3871	77.61

2) 分区描述

现状矿山地质环境影响划分为两个区：矿山地质环境影响较严重区（Ⅱ）和较轻区（Ⅲ）。各区分区描述如下：

（1）影响较严重区

影响较严重区（Ⅱ）主要分布于工业场地、综合服务区、矿区道路、地下采

区及影响范围，面积 0.1117km²，占评估区面积的 22.39%，评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，地质灾害现状弱发育，危害性小，危险性小，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；含水层影响对矿山地质环境影响较严重；地形地貌景观影响与破坏对矿山地质环境影响较严重；土地资源影响与破坏对矿山地质环境影响较严重；综合分析，矿山地质环境影响程度分级为较严重。

（2）影响较轻区

影响较轻区（Ⅲ）位于评估区其余地段及其影响范围，面积 0.3871m²，占评估区面积的 77.61%；现场调查未发现地质灾害，地质灾害现状弱发育，危害性小，危险性小，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；含水层影响与破坏对矿山地质环境影响较轻，地形地貌景观影响与破坏对矿山地质环境影响较轻；土地资源影响与破坏对矿山地质环境影响较轻；综合分析，对矿山地质环境影响程度分级为较轻。

（二）矿山地质环境预测分区

1、矿山地质环境影响程度预测评估结果

评估区预测评估结果如下：

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有：崩塌/滑坡、泥石流、采空区地面塌陷等，其中：崩塌/滑坡潜在危害性小、危险性小，对矿山地质环境影响程度小（矿区公路边坡失稳其危害小，危险性小；工业场地边坡滑坡的可能性较小，危害性小，危险性小；综合服务区边坡发生崩塌或滑坡的可能性较小，危害性小，危险性小；废石场对周边的地质环境影响小，其危险性小，潜在危险性小）；泥石流预测其危害性小，潜在危险性小，对矿山地质环境影响程度小；预测地下采空区引发地面坍塌等地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等。预测评估区含水层影响与破坏程度分级为较严重；预测地形地貌景观影响与破坏程度为较严重；预测矿山开采对土地资源影响与破坏程度为较严重。

2、矿山地质环境影响预测分区

1) 分区结果

依据矿山地质环境预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量

分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C（即表 3-4）矿山地址环境影响程度分级表之要求，基本评估要素包括：地质灾害危险性大小、含水层、地形地貌景观和水土环境受到破坏的程度等。

根据根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C（表 3-21），预测矿山地质环境影响划分为两个区：矿山地质环境影响较严重区（II）和较轻区（III）。其中：影响较严重区（II）面积 0.1991km²，占评估区面积的 39.92%，主要分布于采矿工业场地、综合服务区、地下采区、废石场及影响范围、矿山道路及周边影响范围；影响较轻区（III）面积 0.2997km²，占评估区面积的 60.08%，主要分布于评估区其余地段及其影响范围。详见表 3-23 及预测评估图（附图 3）。

表 3-23 矿山地质环境保护影响预测评估分区表

区域范围	矿山地质环境预测评估				影响程度分级	分区级别	分区面积 (km ²)	占评估区的百分率 (%)
	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响与破坏	水土环境影响与破坏				
工业场地、综合服务区、地下采区、废石场、矿山道路及周边影响范围	较严重	较严重	较严重	较轻	较严重	较严重区 (II)	0.1991	39.92
评估区其余地段及其影响范围	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻区 (III)	0.2997	60.08

2) 分区描述

预测矿山地质环境影响划分为两个区：矿山地质环境影响较严重区（II）和较轻区（III）。各区分区描述如下：

（1）影响较严重区

影响较严重区（II）主要分布于工业场地、综合服务区、地下采区、矿区道路、废石场及影响范围，面积 0.1991km²，占评估区面积的 39.92%，预测的地质灾害主要有崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷，预测崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害程度均较轻，危险性均小，对地质环境影响程度均较轻；预测采空区地面塌陷地质灾害危害程度较严重，危险性中等，对地质环境影响程度较严重；含水层影响对矿山地质环境影响较严重；地形地貌景观影响与破坏对矿山地质环境影响较严重；土地资源影响与破坏对矿山地质环境影响较严重；综合分析，矿

山地质环境影响程度分级为较严重。

(2) 影响较轻区

影响较轻区(III)位于评估区其余地段及其影响范围,面积0.2997km²,占评估区面积的60.08%;现场调查未发现地质灾害,地质灾害现状弱发育,危害性小,危险性小,地质灾害对矿山地质环境影响较轻;开采后含水层影响与破坏对矿山地质环境影响较轻,地形地貌景观影响与破坏对矿山地质环境影响较轻;土地资源影响与破坏对矿山地质环境影响较轻;综合分析,对矿山地质环境影响程度分级为较轻。

(三) 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

1) 分区原则

(1) 分区依据

根据《开发利用方案》及矿山地质环境综合调查成果,按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性,结合矿山地质环境现状评估、预测评估情况进行综合分析,分区界线重点考虑以下要素:a地貌单元界线、矿山规划功能区域界线;b地层界线;c构造单元界线;d地质环境问题分布及影响范围。

其中地质环境问题包括已发和预测的类型、稳定状态及治理难易程度等要素,地质环境问题危害程度包括损失程度及社会影响等要素。据综合分析结果按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》表F(即表3-24)要求完成矿山地质环境保护与恢复治理分区。根据区内地质环境问题类型的差异,进一步分为亚区。

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
备注: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。		

引自《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(试行)(2018.1)

(2) 分区原则

A、主导因素原则

在综合分析评估区内不同时期、不同部位出现的评估单元类型的主导因素进

行较为准确性的基础上,对主导因素采用半定量~定量的量化指标进行判断与评估,尤其要注意不同主导因素的转换。

B、因地制宜的原则

根据当地的自然条件、区位和破坏状况等因地制宜确定其适宜性,不能强求一致。

C、遵守规范的原则

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》表 F (即表 4-1) 为指导,以矿山地质环境影响程度分级为基础进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

2) 分区方法及结果

(1) 分区方法

A、分区因素

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

B、分区级别

根据上述分区因素,矿山地质环境

保护与恢复治理分区划分为重点防治区(地质环境影响严重区),次重点防治区(地质环境影响较严重区)和一般防治区(地质环境影响较轻区)三个级别。

(2) 分区结果

根据矿山地质环境保护与恢复治理分区表(表 3-24),结合矿山地质环境问题现状及预测评估结果进行矿山地质环境保护与恢复治理分区,将评估区划分为次重点防治区(B)和一般防治区(C)二个区。其中次重点防治区(B)面积 0.1398km²,占评估区面积的 29.71%;一般防治区(C)面积 0.3308km²,占评估区面积的 70.29%,详见表 3-25。

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	分布位置及面积			地质环境条件	现状评估					预测评估					防治措施		
	范围	面积(km ²)	百分比		地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境影响	影响程度分级	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境影响	影响程度分级	措施	手段	进度安排
次重点防治区(B)	工业场地、综合服务区、地下采区、废石场及影响范围、矿山道路及周边影响范围	0.1991	39.92	中等	较轻	较严重	较严重	较轻	较严重	较严重	较严重	较严重	较轻	较严重	工程措施 生物措施 监测措施	保护、恢复治理、土地复垦	13 年
一般防治区(C)	评估区其余地段及其影响范围	0.2997	60.08	中等	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施 生物措施	保护、恢复治理	13 年

2、分区评述

1) 次重点防治区 (B)

次重点防治区 (B) 位于工业场地、综合服务区、矿区道路、废石场、地下采区及影响范围, 面积 0.1991km^2 , 占评估区总面积的 39.92%。现细述如下。

区内未发现断裂构造, 地质构造条件简单; 区内无地表水体和水系分布; 矿体位于侵蚀基准面之上, 矿床开采的水文地质条件简单; 钾长石矿属地下开采, 矿体主要由钾长石组成, 矿体地表多为第四系或花岗岩风化层覆盖, 矿体埋藏深度 5~15m; 区内存在的地质环境问题的类型较多, 主要是对含水层、地形地貌景观、水土环境污染, 地质灾害现状弱发育。预测潜在的地质环境问题较严重; 地质环境条件复杂程度为中等。

(1) 地质环境现状影响程度

A、区内地质灾害现状不明显, 地质灾害现状弱发育, 地质灾害影响程度为较轻。

B、区内采矿活动对含水层影响与破坏影响程度为较严重; 地形地貌对矿山地质环境影响程度为较轻; 水土环境污染对矿山地质环境影响程度为较轻。

(2) 预测地质环境影响程度

A、预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有: 边坡失稳、泥石流、采空区地面塌陷等, 其中: 边坡失稳潜在危害性小、危险性小, 对矿山地质环境影响程度小 (矿区公路边坡失稳其危害小, 危险性小; 工业场地边坡滑坡的可能性较小, 危害性小, 危险性小; 综合服务区边坡发生崩塌或滑坡的可能性较小, 危害性小, 危险性小; 废石场对周边的地质环境影响小, 其危险性小, 潜在危险性小); 泥石流预测其危害性小, 潜在危险性小, 对矿山地质环境影响程度较轻; 预测地下采空区引发地面坍塌等地质灾害可能性中等, 地质灾害危险性中等。

B、预测评估区含水层影响与破坏程度分级为较严重; 预测地形地貌景观影响与破坏程度为较严重; 预测矿山开采对水土环境影响与破坏程度为较轻。

2) 一般防治区 (C)

一般防治区 (C) 为次重点防治区以外评估区其余地段及其影响范围, 面积 0.1991m^2 , 占评估区总面积的 39.92%。区内地貌单元单一, 地形起伏较大, 地

形地貌条件中等；地质构造条件简单；水文地质条件简单；工程地质条件简单；潜在的地质环境问题较轻；地质环境条件复杂程度为中等。

1、地质环境现状影响程度

区内未发生明显的地质灾害，区内现状地质环境问题不明显，对地质环境影响程度较轻。

2、预测地质环境影响程度

1) 区内现主要为自然山地，预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害主要有道路边坡小规模滑坡和崩塌地质灾害，较易治理；预测其潜在危害性小、危险性小，对地质环境影响程度较轻。

2) 预测采矿活动对含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏和土地资源的影响与破坏对矿山地质环境影响程度均为较轻。

二、土地复垦区与复垦责任范围

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》确定土地复垦责任范围：工业场地、综合服务区、矿山道路、废石场。

(1) 工业场地

工业场地对土地的损毁形式为压占，待矿山闭坑后，需要搬迁设备、拆除建筑物、外运建筑垃圾，回填土壤。工业场地内部道路纳入工业场地复垦范围内，该区域属于复垦区且划为复垦责任范围，面积为 1.3410hm²。

(2) 综合服务区

矿山综合服务区包括办公室、宿舍、食堂等设施，该区域属临时使用性质，到矿山终了期，进行搬迁拆除并复垦，因此该区域纳入复垦责任范围，面积 0.0822hm²。

(3) 矿山道路

矿山内部为自建道路，形成内部运输系统，其中采场内部运输道路均划到采场复垦范围内，工业场地内部道路纳入工业场地复垦范围内，到开采终了期，矿山道路保留，道路两侧植树绿化，实现初步复垦，同时美化矿区环境，协调生态，该段道路纳入复垦责任范围。

(4) 废石场

废石场设置在矿区南侧较低洼山谷处，用于堆放新开拓+330m 水平巷道过程中产生的部分废石渣，区域属永久使用性质，到矿山终了期，对废石场进行整治：工程整治（平台整治、边坡清理和加固）、绿化工程、化学工程。

矿山复垦单元与复垦责任范围如表 3-26。

表 3-26 矿山复垦单元与复垦责任范围

复垦责任范围	复垦单元	土地破坏面积 hm^2	现状用地类型	土地破坏程度	土地破坏方式
复垦责任范围	工业场地（临时）	1.3410	乔木林地 农村宅基地 农村道路 裸土地	中度	挖损、压占
	综合服务区（临时）	0.0822	乔木林地 农村宅基地 农村道路	中度	挖损、压占
	矿山道路（临时）	0.4375	乔木林地 农村宅基地 农村道路	中度	挖损、压占
	废石场（临时）	0.5440	乔木林地	中度	挖损、压占

三、土地类型与权属

1、矿区范围土地利用类型

根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，矿区面积 0.3507km^2 ，即 35.0736hm^2 ，土地利用类型包括乔木林地（0301） 34.4676hm^2 、农村宅基地（0702） 0.1503hm^2 、农村道路（1006） 0.4227hm^2 、裸土地（1206） 0.0330hm^2 。根据平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图，未涉及基本农田保护区和生态保护红线。

矿区土地利用现状统计结果如表 3-27 所示。

表 3-27 矿区范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	34.4676	98.27
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.1503	0.43
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4227	1.21
12	其他土地	1206	裸土地	0.0330	0.09
总计				35.0736	100.00

2、损毁范围土地利用结构

根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，并结合《开发利用方案》设计及实地踏勘的情况，土地利用类型包括乔木林地（0301）2.1867hm²、农村宅基地（0702）0.0960hm²、农村道路（1006）0.0893hm²、裸土地（1206）0.0327hm²。根据平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图，未涉及基本农田保护区和生态保护红线。

损毁范围土地利用现状统计结果如表 3-28 所示。

表 3-28 损毁范围土地利用现状统计说明表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	2.1867	90.93
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0960	3.99
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0893	3.71
12	其他土地	1206	裸土地	0.0327	1.37
总计				2.4047	100.00

3、矿区范围土地权属状况

平远碧玉钾长石矿位于平远县城 39° 方向，平距约 28 公里的泗水镇东偏北。该矿所占用土地属平远县泗水镇文贵村、木联村集体所有，平远碧玉钾长石矿获得采矿权，以土地租赁方式获得土地使用权。整个矿区范围土地权属清楚，无土地权属纠纷。

矿区土地利用权属如表 3-29 所示。

表 3-29 矿区土地利用权属表

单位: hm^2

权属	地类				
	03 林地	07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	合计
	0301	0702	1006	1206	
	乔木林地	农村宅基地	农村道路	裸土地	
平远县泗水镇文贵村	23.8249	0	0	0	23.8249
平远县泗水镇木联村	10.6427	0.1503	0.4227	0.0330	11.2487
合计	34.4676	0.1503	0.4227	0.0330	35.0736

4、损毁范围土地权属状况

平远碧玉钾长石矿损毁范围土地属平远县泗水镇文贵村、木联村集体所有，平远碧玉钾长石矿获得采矿权，以土地租赁方式获得土地使用权。整个损毁范围内土地权属清楚，无土地权属纠纷。

损毁范围土地利用权属如表 3-40 所示。

表 3-40 损毁范围土地利用权属表

单位: hm^2

权属	地类				
	03 林地	07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	合计
	0301	0702	1006	1206	
	乔木林地	农村宅基地	农村道路	裸土地	
平远县泗水镇文贵村	0.5888	0	0	0	0.5888
平远县泗水镇木联村	1.5979	0.0960	0.0893	0.0327	1.8159
合计	2.1867	0.0960	0.0893	0.0327	2.4047

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

第一节 矿山地质环境治理可行性分析

矿山地质环境保护与恢复治理的基本原则是“谁破坏，谁治理”，“预防为主，防治结合，科学治理”。预防为主就是以保护为主，以不破坏、少破坏为主，最大限度降低其破坏程度。防治结合就是对不可避免的破坏，要边开发、边治理、边恢复。科学治理就是以地质环境保护与恢复治理的基本目标为依托，因地制宜的恢复或再造符合环境友好和社会和谐的地质环境。

根据上述基本原则对矿山地质环境治理进行技术、经济可行性分析和生态环境协调性分析。

一、技术可行性分析

（一）矿山地质环境治理可行性分析

根据矿山地质环境影响评估报告及现场调查，该矿山的主要地质环境问题是地质灾害影响、含水层破坏影响、地形地貌景观影响和土地资源影响。

1、矿山地质灾害治理可行性分析

1) 地质灾害治理的必要性

根据调查了解，评估区内虽未发生过地质灾害，但矿山经过多年的开采，已形成面积较大地下采空区。随着开采规模的加大，未来发生地质灾害的风险加大，为了防止崩塌/滑坡、泥石流、采空区地面塌陷等地质灾害的发生，本着“谁破坏谁治理”的原则，需对开采生产过程形成工业场地、综合服务区、矿山道路道路边坡等进行治理防护。

2) 地质灾害治理措施

针对崩塌/滑坡治理措施主要有对工业场地高陡坡进行削坡、放坡等措施，对废石场下游修建挡土墙，对各平硐口边坡进行治理，加强监测。针对泥石流治理措施主要有拦挡泥砂，截引地表水，固化泥石流物源等措施。针对采空区地面塌陷治理措施主要有对不稳定块段加强支护，对平硐积水及时排除。

3) 地质灾害治理的可行性

削坡、放坡、修建挡土墙、复绿、人工监测等都属于常规措施，施工简单，可操作性强，不会对矿山开采产生影响，在技术施工上具有可行性；投资规模较小，见效快，在经济上具有可行性。

2、含水层破坏影响可行性分析

1) 治理的必要性

矿山开采对含水层的破坏影响主要为区域地下水均衡破坏、水环境污染（恶化）、含水层结构改变。含水层的破坏影响对周边居民影响较大。水环境污染会严重影响周边居民身体健康，制约周边畜牧业的发展；区域地下水均衡破坏、含水层结构破坏会导致周边水生态环境失衡，引发地质灾害等。

因此，对含水层破坏进行防治是很有必要的。

2) 治理措施

含水层顶底板结构破坏的治理可采用防渗帷幕工程措施，封堵含水层顶底板破坏处周围的含水层，避免地下水的流失；地下水水位下降、水量减少（或疏干）的治理可采用回灌、防渗帷幕拦截主要导水通道、对自然溢水井口封堵等堵截工程措施，减少地下水的溢出，减少疏干排水量，尽量避免大量抽排地下水，以“探采结合”原则开展矿山建设，如遇采空区突水或遇破碎带出现较大涌水现象时应进行及时封填（灌注水泥浆等）；水环境污染的治理可采取修筑排水沟、引流渠、防渗漏处理等措施，防止或减少地下水污染，并对矿坑水进行统一排放，监测（主要监测地下水位下降情况、水质水量变化情况）检验合格后排放。

3) 治理的可行性

防渗帷幕工程措施、封堵水措施、探采结合、水质监测检验均属于矿山开采常规措施，施工简单，可操作性强，不会对矿山开采产生影响，在技术施工上具有可行性；投资规模较小，见效快，在经济上具有可行性。

3、地形地貌景观破坏和土地资源破坏治理可行性分析

1) 治理的必要性

矿山地形地貌景观破坏和土地资源破坏是矿山地质环境问题中最为突出的问题之一，工业场地、综合服务区、原矿山道路、废石场、新建矿山道路等都对地形地貌景观和土地资源造成一定程度的破坏。矿山的长期开采过程中，会导致矿区土地不同程度的破坏，土地破坏类型主要有：挖损、压占。

通过采取预防和控制措施,减少土地破坏面积,使开发建设和生产过程中损坏的土地和植被得到有效的恢复,水土保持作用明显,防止土地质量的进一步退化,对恢复和改善生态环境、发展循环经济、推进社会主义新农村建设、建设节约型社会,对地方经济的可持续发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。因此,对矿山地形地貌景观破坏和土地资源破坏进行防治是很有必要的。

2) 治理措施

矿区以低山丘陵山区地貌为主,地形地貌景观破坏治理可根据情况,采用进行整平、覆土、植树、种草、造景等工程措施进行生态重建。用土地复垦的方法恢复土地资源。恢复治理措施及工作量详见土地复垦的章节。

3) 治理的可行性

土地复垦及治理措施工程量小,施工简单,可操作性强,在技术上和经济上均可行。

4、水土环境的污染恢复治理可行性分析

1) 恢复治理的必要性

矿山开采对水土环境的污染主要为水环境污染、土环境污染。水环境污染、土环境污染均会严重影响周边居民耕种作业及周边居民身体健康,制约周边畜牧业的发展。

因此,对水土环境污染进行防治是很有必要的。

2) 恢复治理措施

对水环境污染的治理可采取监测(主要监测地下水位下降情况、水质水量变化情况)检验合格后排放;对土壤污染的治理可采取整平、覆土、植树、种草、造景等工程措施进行生态重建,定期对土质进行抽样化验。

3) 恢复治理的可行性

土地复垦、水质土壤监测检验、均属于矿山开采常规措施,施工简单,可操作性强,不会对矿山开采产生影响,在技术施工上具有可行性;投资规模较小,见效快,在经济上具有可行性。

二、经济可行性分析

矿山地质灾害治理、含水层破坏治理、地形地貌景观破坏和土地资源破坏治理工程中一部分工程量，如“探采结合”、封堵水措施工程费用已经计入矿山开采建设费用中，真正用于恢复治理的费用总体占比较小，经济上是可行的。

三、生态环境协调性分析

（一）生态环境影响分析

1、水土流失和土地压占

矿山生产活动中将破坏和侵占一定量的土地，从而造成水土流失。地下开采引起地表塌陷，地面疏松破碎，起伏不平，水土流失严重。各类废石、废渣、尾矿的堆放也压一定量的土地。破坏和侵占土地地表植被破坏后，受风力、水力的侵蚀加剧，易发生水土流失。

2、大气污染

在采矿和选矿过程中，都会向大气中排入有毒、有害物质。主要表现在：

地下采矿生产中会产生有毒气体，如 CO 、 CO_2 、 NO_2 、 SO_2 、 H_2S 及含氧碳氢化合物等；

3、废水污染

在矿区范围内，从采矿场、综合服务区等地点排出的废水，都造成矿山废水污染。由于矿山废水排放量大，持续性强，而且含有大量的固体悬浮物，所以矿山废水排放如处理不当会严重污染矿山的生态环境，危害人体健康。未经达标处理就任意排放，甚至直接排入地表水体中，会使土壤或地表水体受到污染。此外，由于排出的废水会渗入地下，也会使地下水受到污染。

4、固体废弃物污染

矿山产生的固体废弃物主要来自采矿、生产过程中的废石和尾矿。这些固体废弃物的排放和堆积，不仅占用大量土地，还会造成环境污染，危害人体健康和矿山安全。由于矿山排放的废石（渣）常堆积于山坡或沟谷，在暴雨诱发下极易发生泥石流。

5、诱发地质灾害

地下采矿预防措施不当可能诱发多种地质灾害。地面及边坡开挖影响山体、

斜坡稳定，导致岩（土）体变形，可能诱发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

6、对土壤和地下水的影响

由于矿山开采采用空场采矿法及矿区岩溶弱发育，采场上方区域地表容易产生陷落。一旦矿区塌陷、裂缝与矿井疏干排水，使矿山开采地段的储水构造发生变化，水文的自然平衡被破坏，一方面改变了地下水的水文条件，导致地下水系的枯竭或转移，使地下水沿裂隙不断涌入矿井形成矿井水排出地面，地下水位下降，井泉干涸，形成大面积的疏干漏斗。另一方面，导致地表径流的变更，使水源枯竭，水利设施丧失原有功能，形成水淹地和季节性水淹地，直接影响农作物耕种。

由于表土被清除或挖走，采矿后留下的通常是新土或矿渣，加上大型采矿设备的重压，往往使土壤坚硬、板结，土壤重度加大，有机质、养分与水分缺乏，据测定，不同矿区土壤中有机质氮、磷的含量均很低，只有正常植被覆盖土壤的20%，同时，固体排弃物在风雨侵蚀下，其中的盐类成分淋失汇集到低洼处。

7、对河流的影响

项目矿区下游季节性溪流等小溪，生产施工期间如防护不当、不及时，将不可避免有泥沙进入河流，导致河流含沙量的增加，影响河流的水质。

8、对生物的影响

生物多样性损失：植被清除、工业、三废排放，土壤退化与污染水土流失，破坏了矿区生物多样性，影响了动植物生存，而生物多样性丧失后，虽然某些耐性物种能在矿地实现植物的自然定居，但由于矿山破坏土地土层薄、土质差、肥力薄，微生物活性差，受损生态系统的自然恢复是非常缓慢而困难的，特别是土壤的恢复，通常需要很多年才能恢复。

（二）生态环境影响协调性分析

采用对地质灾害防治措施，对已发或预测地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏进行预防治理。有效控制因采矿活动造成的土地破坏、地形地貌景观破坏、地下含水层的破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。使矿山建设与生态环境协调有序的发展。

第二节 矿区土地复垦可行性分析

一、复垦区土地利用现状

1、矿区范围土地利用类型

根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，矿区面积 0.3507km²，即 35.0736hm²，土地利用类型包括乔木林地（0301）34.4676hm²、农村宅基地（0702）0.1503hm²、农村道路（1006）0.4227hm²、裸土地（1206）0.0330hm²。根据平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图，未涉及基本农田保护区和生态保护红线。

矿区土地利用现状统计结果如表 4-1 所示。

表 4-1 矿区范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	34.4676	98.27
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.1503	0.43
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4227	1.21
12	其他土地	1206	裸土地	0.0330	0.09
总计				35.0736	100.00

2、损毁范围土地利用结构

根据平远碧玉钾长石矿区范围地类分析 2021 年度土地利用现状图，并结合《开发利用方案》设计及实地踏勘的情况，土地利用类型包括乔木林地（0301）2.1867hm²、农村宅基地（0702）0.0960hm²、农村道路（1006）0.0893hm²、裸土地（1206）0.0327hm²。根据平远碧玉钾长石矿区范围红线与三区三线套合图，未涉及基本农田保护区和生态保护红线。

损毁范围土地利用现状统计结果如表 4-2 所示。

表 4-2 损毁范围土地利用现状统计说明表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
03	林地	0301	乔木林地	2.1867	90.93
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0960	3.99
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0893	3.71
12	其他土地	1206	裸土地	0.0327	1.37
总计				2.4047	100.00

3、矿区范围土地权属状况

平远碧玉钾长石矿位于平远县城 39° 方向,平距约 28 公里的泗水镇东偏北。该矿所占用土地属平远县泗水镇文贵村、木联村集体所有,平远碧玉钾长石矿获得采矿权,以土地租赁方式获得土地使用权。整个矿区范围土地权属清楚,无土地权属纠纷。

矿区土地利用权属如表 4-3 所示。

表 4-3 矿区土地利用权属表

单位: hm²

权属	地类				
	03 林地	07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	合计
	0301	0702	1006	1206	
	乔木林地	农村宅基地	农村道路	裸土地	
平远县泗水镇文贵村	23.8249	0	0	0	23.8249
平远县泗水镇木联村	10.6427	0.1503	0.4227	0.0330	11.2487
合计	34.4676	0.1503	0.4227	0.0330	35.0736

4、损毁范围土地权属状况

平远碧玉钾长石矿损毁范围土地属平远县泗水镇文贵村、木联村集体所有,平远碧玉钾长石矿获得采矿权,以土地租赁方式获得土地使用权。整个损毁范围内土地权属清楚,无土地权属纠纷。

损毁范围土地利用权属如表 4-4 所示。

表 4-4 损毁范围土地利用权属表

单位: hm^2

权属	地类				
	03 林地	07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	合计
	0301	0702	1006	1206	
	乔木林地	农村宅基地	农村道路	裸土地	
平远县泗水镇文贵村	0.5888	0	0	0	0.5888
平远县泗水镇木联村	1.5979	0.0960	0.0893	0.0327	1.8159
合计	2.1867	0.0960	0.0893	0.0327	2.4047

二、土地复垦适宜性评价

1、适宜性评价概述

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

土地适宜性评价是对土地特定用途的适宜程度的评价,是通过对土地的自然、经济属性的综合描述,阐明土地属性所具有的生产潜力以及对耕地和林地等不同用途的适宜性和适宜程度差异的评定。通过评价可以为土地利用现状分析、土地利用潜力分析、土地利用结构和布局调整、土地利用分区、规划及土地开发提供科学依据,为充分、合理利用土地资源提供科学依据。

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

2、适宜性评价原则

(1) 符合土地利用总体规划,并与其他规划相协调

恢复遭破坏土地资源的生态环境,需要符合《土地利用总体规划》,同时与项目所在地的土地利用规划相协调。

(2) 因地制宜原则

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

(3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

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

(4) 主导性限制因素与综合平衡原则

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

(5) 复垦后土地可持续利用原则

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

(6) 经济可行、技术合理性原则

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

(7) 社会因素和经济因素相结合原则

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

3、适宜性评价依据

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

参考的法规与标准:

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015.1.1)施行
- (2) 《中华人民共和国水土保持法》(2011.3)
- (3) 《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031)
- (4) 《土地利用现状分类》(GB/T2010-2017)
- (5) 《土地复垦条例》(2011.3.5)
- (6) 《中华人民共和国土地管理法》(2020.1.1)
- (7) 《土地复垦技术标准》(试行 1995)

(8) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013) 施行

4、适宜性评价

根据矿山损毁土地现状调查和拟损毁土地分析, 矿山损毁土地总面积为 2.4047hm², 土地复垦责任范围为 2.4047hm², 复垦率为 100%。

1、评价单元划分

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

考虑到矿区损毁土地的区域相对独立, 土地评价单元的划分与损毁土地单元基本一致, 划分为工业场地、综合服务区、矿区道路、废石场等 4 个单元, 详见表 4-4。

表 4-4 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)	损毁土地类型	损毁程度	土地利用现状	土地利用总体规划
工业场地	1.3410	挖损、压占	中度	乔木林地 农村宅基地 农村道路	林业用地 自然保留地
综合服务区	0.0822	挖损、压占	中度	乔木林地 农村宅基地 农村道路 裸土地	林业用地
矿区道路	0.4375	挖损、压占	中度	乔木林地 农村宅基地 农村道路	林业用地
废石场	0.5440	挖损、压占	中度	乔木林地	林业用地

2、参评因素选择

参评因素应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素, 以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。矿区其土地利用受到土地利用共性因素(损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土壤厚度等)的影响。根据土地复垦经验, 共选出 5 项参评因子, 分别为: 损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土壤厚度。

3、评价指标与分级标准

评价方法采用定量法中的土地综合指数法，土地综合指数法根据土地类的各评价因子等级的高低，分别以相应的等级分。耕地评价因子分为 4 个等级，即等级为 I、II、III、IV，则等级分对应为 400、300、200、100；林地和草地划分为 3 个等级，分别为 I、II、III，对应等级分别为 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。评价单元的各评价因子指数相加指数之和，称为土地综合质量指数，其计算模型为：

$$Gi = \sum_{j=0}^n P_{ij} X_{ij} (j = 1, 2, \dots, n)$$

式中：Gi-i 地块综合质量指数，Pij-i 块 j 评价因子的权重，Xij-i 块 j 评价因子的等级分，i-地块的图斑号。

评价指数体系的确定考虑到矿山的实际，土地复垦适宜性评价分别针对宜耕、宜林、宜草进行。宜耕复垦方向选择损毁程度、坡度、耕作半径、灌排水条件、有效土层厚度 5 个指标；宜林复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度 4 个指标；宜草复垦方向选择损毁程度、坡度、排水条件、有效土层厚度 4 个指标。

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

4-5 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 (V)	等级分
损毁程度	0.25	无	400	轻度	300	中度	200	重度	100		
坡度 (°)	0.3	0~2	400	2~6	300	6~15	200	15~25	100	≥25	0
耕作半径	0.15	<1km	400	1- < 3km	300	3- < 5km	200	≥5km	100		
排灌排水条件	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

4-6 宜林因子指数表和权重表

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

4-7 宜草因子指数表和权重表

评价因子	权重	等级（I）	等级分	等级（II）	等级分	等级（III）	等级分
损毁程度	0.3	轻度	300	中度	200	重度	100
坡度（°）	0.25	<15	300	10~≤35	200	>35	100
排水条件	0.2	好	300	一般	200	差	100
有效土层厚度 cm	0.25	≥30	300	10~<30	200	<10	100

4-8 土地评价等级指数和范围表

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

4、评价结果

矿区生产建设过程中被破坏土地经过平整和土壤改良，将具有一定的生产力，但由于复垦年限不同，适宜性也不同。通过将评价单元土地质量状况（表 4-8）的土地适宜性主要限制因素的评价等级标准进行逐项比配，得出矿区复垦土地适宜性评价结果（表 4-11），根据土地适宜性主要限制因素的农业、林业、牧业等级标准适宜性评价。

综上所述，项目区损毁土地共计 2.4047hm²，土地复垦责任范围为 2.4047hm²，结合土地利用规划图及适宜性评价，确定工业场地复垦方向为乔木林地，保留农村宅基地、农村道路；综合服务区复垦方向为乔木林地，保留农村宅基地、农村道路，矿区道路复垦方向为乔木林地，保留农村宅基地、农村道路，废石场复垦方向为乔木林地。

表 4-9 矿区土地评价单元的土地质量状况

指标体系	土地复垦分区			
	工业场地	综合服务区	矿区道路	废石场
损毁程度	中度	中度	中度	中度
坡度	20°~40°	3°~5°	3°~5°	35°~38°
耕作半径	≥5km	≥5km	≥5km	≥5km
灌排水条件	一般	较好	一般	一般
有效土层厚度	0cm	0cm	0cm	0cm

表 4-10 矿区土地复垦适宜性评价得分表

评价单元 指标体系	适宜性评价											
	工业场地			综合服务区			矿区道路			废石场		
	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草	宜耕	宜林	宜草
损毁程度	50分	60分	60分	50分	60分	60分	50分	60分	60分	50分	60分	60分
坡度	0分	30分	25分	0分	30分	25分	90分	90分	75分	0分	30分	25分
耕作半径	15分	-	-	15分	-	-	15分	-	-	15分	-	-
灌排水条件	20分	30分	40分	20分	30分	40分	20分	30分	40分	20分	30分	40分
有效土层厚度	0分	25分	25分	0分	25分	25分	0分	25分	25分	0分	25分	25分
总分	85分	145分	150分	85分	145分	150分	175分	205分	200分	85分	145分	150分
综上所述	不适宜	基本适宜	基本适宜	不适宜	基本适宜	基本适宜	不适宜	适宜	适宜	不适宜	基本适宜	基本适宜

表 4-11 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	复垦面积 hm ²	土地利用现状	复垦方向
工业场地	1.3410	乔木林地 (0301) 农村宅基地 (0702) 农村道路 (1006)	乔木林地 (0301) 农村宅基地 (0702) 农村道路 (1006)
综合服务区	0.0822	乔木林地 (0301) 农村宅基地 (0702) 农村道路 (1006) 裸土地 (1206)	乔木林地 (0301) 农村宅基地 (0702) 农村道路 (1006)
矿区道路	0.4375	乔木林地 (0301) 农村宅基地 (0702) 农村道路 (1006)	乔木林地 (0301) 农村宅基地 (0702) 农村道路 (1006)
废石场	0.5440	乔木林地 (0301)	乔木林地 (0301)

表 4-12 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积		增减
				(hm ²)		
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	2.1867	2.2194	+0.0327
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0960	0.0960	0
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0893	0.0893	0
12	其他土地	1206	裸土地	0.0327	0	-0.0327

三、水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

根据矿区复垦责任范围划分为 4 个复垦区，分别为工业场地、综合服务区、矿区道路、废石场，复垦后的利用方向为一般农用地和林业用地。

考虑灌溉设施，鉴于复垦林地在矿山复垦养护期需要一定的灌溉设施保证成活率，待复垦稳定后可转为依靠自然降水，期间需要经历 3 年时间，所用水源来源于山沟溪水，前期可利用 PVC 管道从高位水池引水至各复垦区用于灌溉。

(1) 需水量计算

按照当地调查，复垦后三年每公顷林地需浇水三次，每次浇水约 60m³，待稳定后靠自然降水。

故维护期间年需水：60m³/次*hm²×3 次/年×2.2194hm²= 399.492m³。

(2) 可供量计算

高位水池年供水量：根据《开发利用方案》，高位水池可一次性储水 200m³左右（高位水池为矿山基建期间在采场边缘高处修建的用于生产、生活、消防等用途的储水池）。复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉，能满足前期抽水灌溉用水，待植物生长稳定后依靠降雨已足够。

小溪年供水量：采用塘堰径流法进行计算，公式如下：

$$Q=F \times H \times \rho \times \alpha / 1000$$

式中：Q—小溪年供水量（m³/a）；

F—汇水面积（m²），面积为 3280m²；

H—历年年均降雨量 1521.2mm/a；

ρ—地表径流系数，根据降水入渗难易程度和采场疏导地表水流设施能力，

取 经验值 0.8;

α 一山塘水利用系数取 0.6。

代入上式计算得小溪年均供水量约 2395m^3 。

根据以上供水量和需水量的计算, 年需水量 (399.492m^3) $<$ 供水量 (2395m^3)

复垦区水资源总量能满足复垦需水量。

2、土资源平衡分析

土源平衡分析主要是指对用于复垦的表土的供需分析。表土是指能够进行剥离的、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化物, 是土地第一生产力的重要基础, 能使矿区复垦具有重大的灵活性。土源平衡分析包括表土剥离量计算、表土覆盖量计算、表土供需平衡计算。

(1) 表土剥离量计算

该矿山为地下开采矿山, 无需大量剥离表土。根据调查, 矿山表土剥离量较少, 主要为早期工业场地、综合服务区及原矿山道路等建设开挖, 且前期表土大部分用于工业场地地基填充。为了后期矿山复垦储备足够的腐质表土层, 设计将拟损毁区域剥离 0.3m 的腐质表土层储备于工业场地。拟损毁区域主要包括废石场以及新建矿区道路, 拟损毁面积约 0.7434hm^2 , 剥离腐质表土层 0.22万 m^3 。

(2) 表土覆盖量计算

矿山土地复垦责任区拟复垦成林业用地。对清理后的工业场地、综合服务区及废石场进行覆土, 覆土面积 1.8253hm^2 , (其中工业场地 1.2383hm^2 , 综合服务区 0.0430hm^2 , 废石场 0.5440hm^2), 覆土工程量 0.91万 m^3 。

表 4-12 表土回填工程量表

复垦单元	面积(hm^2)	回填厚度 (m)	回填表土量(万 m^3)
工业场地	1.2383	0.5	0.62
综合服务区	0.0430	0.5	0.02
废石场	0.5440	0.5	0.27
合计			0.91

(3) 土源供需平衡计算

根据以上需土量和可供土量的计算, 对其进行比较: 需土量 (0.91万 m^3) 大于供土量 (0.22万 m^3), 通过以上分析, 本矿山储存的表土不能满足复垦需

求，不足部分考虑外购客土。

四、土地复垦质量要求

1、复垦标准通则

1) 待复垦场地及边坡稳定性可靠，原有工程设施（坝、堤、堰等）稳定（含地震下）。

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

3) 覆盖后的复垦场地规范、平整。覆盖层容重等满足复垦利用要求。

4) 复垦场地有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求。

5) 复垦场地有控制水土流失的措施，边坡宜植被保护。

6) 复垦场地有控制污染措施，包括空气、地表水、地下水等。

7) 复垦场地道路、交通干线布置合理。

2、用于复垦场地标准

根据拟破坏土地类型及适宜性评价分析结果，本项目土地复垦方向为一般农用地、林业用地。为达到林木生长的条件，本项目土地复垦质量标准参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）中的附录 D.4 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准（表 D.4）中的林地复垦质量控制标准：

表 4-13 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
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤25
			pH 值	5.0~8.0
			有机质/%	≥1
		配套设施	道路	达到当地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/T1607) 要求
			郁闭度	≥0.35

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防

矿山地质环境保护与土地复垦是贯穿于矿山建设、生产全过程的综合性工程。根据《平远碧玉钾长石矿矿产资源开发利用方案》（梅州市嘉印工程咨询有限公司，2017年12月），结合矿区多年的开采情况，矿方在生产过程中需要对已发地质灾害、预测可能发生地质灾害的区域和已经破坏土地、拟破坏土地采取预防控制措施、工程措施和生物化学措施，采取有效措施防止地质灾害和土地破坏，做到矿山地质环境保护与土地复垦相结合来保持、恢复土地的原有功能。防治与复垦措施将按照系统工程原理，处理好局部与整体、单项与综合、近期、中期与远期的相互关系，做到矿山地质环境保护与土地复垦方案投资省、效益好、可操作性强。

一、目标任务

对于本项目来说，预防控制措施主要针对矿山开采可能造成的崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害，矿区虽然远离居民区，但一旦发生崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害，也将威胁矿区生产作业人员和设备。此外，含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏等环境地质问题，对土地和生态环境的破坏将会非常严重，影响周边居民、民房、农作物等的成活率。预防控制措施的实施能在一定程度上控制崩塌/滑坡、泥石流的产生，使其减少到可以接受的限度，因而可以取得很好的社会效益和环境效益。

二、主要技术措施

根据矿山地质环境保护与土地复垦有关法规的规定和技术规范要求，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合项目特点、生产方式、工艺和当地的自然条件等，通过合理布局、综合规划设计平远碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案，认真实施环境保护与土地复垦综合措施(工程措施与生物措施相结合，采取防洪挡渣，排水，场地整治、护坡植树等措施进行综合治理)，

把工程、生产建设与破坏土地治理结合起来，有效地防治建设、生产过程中所产生的新增土地破坏和地质灾害，积极治理工程区域内的原有被破坏土地。具体预防控制措施如下：

1、制定矿山土地复垦规划，土地复垦规划要纳入矿山设计，其内容包括利用土地的复垦方向、采用的复垦方法、回填岩土顺序等内容。矿山编制生产计划时应同时编制完备的复垦计划，复垦管理纳入日常生产管理。使废弃地复垦达到土地复垦技术标准要求，防患于未然，尽量使矿山的生态影响和破坏降到最低程度。

2、在被破坏的松散覆盖层土地上采集和保存土壤，应统筹安排剥离表层土的堆放、存储；如表层土中富集有适于本地生长的植物种子、腐植土等，不宜与废弃矿渣混合堆放，应独立存储，供以后复垦使用。

3、进行地下采掘或施工，应尽量采取充填采矿方法，尽可能降低和减少土地塌陷程度和范围。地下坑硐已废弃，地表形成塌陷但规模不大时，则应采取由地面自外向内将废渣填入下部，中上部用细粒尾矿充填，为覆绿打好基础。

4、废石、废矿渣堆积台面整治，可根据废渣的类型及块（粒）度，将粗粒或大块的铺垫在下部，碾压密实，逐层向上回填。将含不良成分的岩土堆放在深部，品质适宜的土层包括易风化性岩层安排在上部，富含养分的土层宜安排在废石场顶部或表层。从实际出发，种植防尘、防污染的乔木、灌木及草本植物，既可改善环境、防治水土流失，又可使土地得到复垦，达到美化矿山的目的。

5、整治好的平台和边坡，应覆盖土层，充分利用工程前收集的表土覆盖于表层。覆盖土层厚度应根据场地用途确定。可在其上部覆上一定厚度的土，再种上树及草，或藤蔓植物，以实现维护边坡的稳定性，更可以实现边坡的绿化。

6、矿区天然边坡应因地制宜进行适当改造，在改造中应珍惜已有植被，采用鱼鳞坑的栽种方式，如石质山坡，应采取补土、换土措施确保植树成活率。

7、对矿山可能造成的地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏采取相应的监测措施。

三、主要工程量

主要工程量见矿山地质灾害治理、矿区土地复垦、含水层破坏修复、水土环

境污染修复、矿山地质环境监测、矿区土地复垦监测和管护章节。

第二节 矿山地质灾害治理

一、目标任务

目前评估区虽未发生地质灾害，但随着矿区地下采场不断开挖，人为形成地下采空区，在雨水冲刷浸润和重力作用下，容易使采空区土体崩塌、滑坡等地质灾害。威胁矿区作业人员和生产设备安全，给矿山作业人员带来了恐惧心理和不安全感，同时也给矿山企业带来管理压力。矿区一旦发生地质灾害，也给当地人民政府及相关单位造成了极大的社会压力，社会影响较为严重。因此，为了确保矿区及周边居民的生命财产安全，避免造成财产损失，对地质灾害进行工程治理是十分紧迫和必要的。

二、工程设计

1、崩塌/滑坡治理工程设计

对可能发生滑坡的范围布设截排水沟，竖立警示牌，以警示行人与车辆靠近，矿山闭坑后对各硐和井口进行浆砌石封堵。

2、泥石流工程设计

对可能发生泥石流的地段下部设置拦渣坝、周边设置截排水沟、坡面进行植草护坡。

3、地面塌陷治理工程设计

目前矿体采空区围岩稳定，开采期间至目前未发现巷道坍塌等不良现象，其地面塌陷的治理工作量根据现场调查而定，本次对采矿区地面塌陷采取以检测措施为主。

三、技术措施

1、崩塌/滑坡

对崩塌/滑坡保护，采取以工程措施、监测措施为主。

技术措施

(1) 科学制定开采计划、规范采矿活动

矿山严格按照《开发利用方案》组织开展生产及按规范分台阶并及时清理边坡危岩和削坡整治，确保作业人员及工作设备的安全。

(2) 警示

为防止人、畜进入，发生事故，在工业场地、废石场边界的 5m 外及工作场地、综合服务区等其他区域，按 100m 间距设置永久性警示牌示警（图 5-1），共设置 7 块警示牌。发现异常及时采取措施处理。

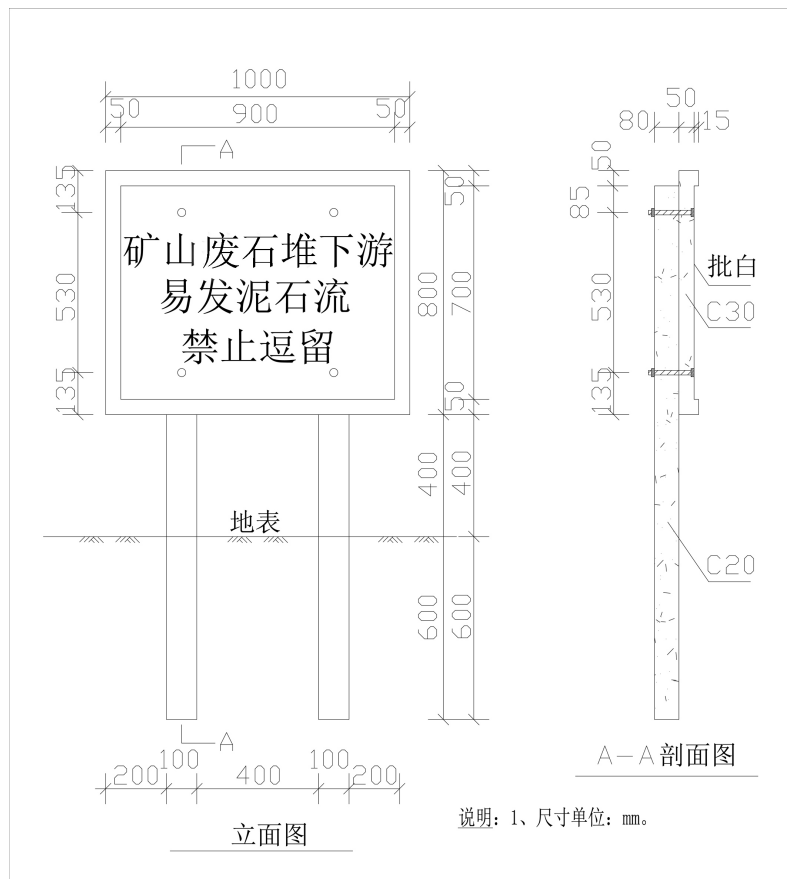


图 5-1 警示牌示意图

(3) 截、排水沟

消除或减轻地表水、地下水对崩塌、滑坡的诱发作用。修砌截、排水沟，减少进入边坡体的水量并及时将地表排除。

在工业场地、综合服务区边坡外围、主运输平硐口外围滑坡顶做浆砌块石环形截水沟，防止地表径流直接冲刷坡顶。根据《排水沟设计规范》GB/T 16453.4-1996，确定截、排水沟断面规格为梯形，底宽 0.5m，高 0.5m，边坡坡度 1:0.6（开挖断面面积 0.8m^2 ，砌筑断面积为 0.4m^2 ），纵向顺地形布置，其上

涂水泥砂浆抹面，具体规划尺寸如图 5-2 所示。截、排水沟长约 500m，水沟开挖 400m^3 ，浆砌水沟工程量 200m^3 。

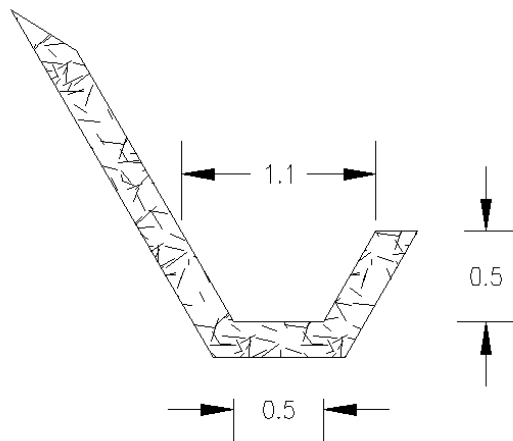


图 5-2 截水沟结构图

(4) 硐、井口封堵

矿山闭坑后需对各硐、井口进行浆砌石封堵，评估区范围内共设计 6 个硐、井，设计硐、井口规格为 $2 \times 2.2\text{m}$ ，浆砌厚度 2m，浆砌石工程量为 52.80m^3 。

2、泥石流

评估区泥石流可能发生于矿山堆积区。废石（土）堆积于坡面，堆积松散，抗压抗剪强度低，在连续强降雨的作用下发生泥石流。泥石流顺坡下泄，堆积于坡脚，因废石堆积区下部无村落分布、无工作人员居住、无采矿设施堆放，且坡脚地形相对平缓，泥石流流动较为缓慢，流程短，泥石流仅是造成坡体上松散岩土体顺坡滑落于坡脚，影响范围小，其危害性小，潜在危险性小，对周边地质环境影响小。

因此泥石流的保护以工程措施、监测措施为主。

技术措施

(1) 警示

严格按照相关规范、标准进行规范堆放开采所产生的废石。

为防止行人进入厂区下游，发生事故，在废石场下游的山沟处，设置警示牌示警（图 5-1），共设置 3 块警示牌。发现异常及时采取措施处理。

(2) 截、排水沟

消除或减轻地表水、地下水对泥石流的诱发作用。修砌截、排水沟，减少进

入边坡体的水量并及时将地表水排除。在废石场上游可能有地表水汇向边坡的地段修建截水沟。根据《排水沟设计规范》GB/T 16453.4-1996，定截、排水沟断面规格为梯形，底宽 0.5m，高 0.5m，边坡坡度 1:0.6（开挖断面面积 0.8m^2 ，砌筑断面面积为 0.4m^2 ），纵向顺地形布置，其上涂水泥砂浆抹面，具体规划尺寸如图 5-1 所示。截、排水沟长约 70m，水沟开挖 56m^3 ，浆砌水沟工程量 28m^3 。

3、采空区地面塌陷

矿山采用地下开采形式，在地下开采的过程中，若存在着不当开挖、工程地质条件突变、地震等不可预见的因素，可能使得覆盖层发生坍塌，地表发生移动以及变形。采空区地面塌陷的危害对象为井下开采作业人员、机械设备、矿产资源以及地表森林，威胁采矿工人的生命安全，造成经济损失。

技术措施

目前矿体采空区围岩稳定，开采期间至目前未发现巷道坍塌等不良现象，其地面塌陷的治理工作量根据现场调查而定，本次对采矿区地面塌陷采取以监测措施为主，一旦发现采空区地面塌陷立即采取压实回填塌陷坑、截排引地表水、及时封堵裂缝等工程措施和采空生物措施恢复地貌景观。

四、主要工程量

表 5-1 地质灾害治理总工程量统计表

序号	名称	单位	工程量	备注
1	水沟开挖	100m^3	4.56	—
2	水沟浆砌	100m^3	2.28	
3	警示牌	块	6	
4	浆砌石封堵	100m^3	0.53	

第三节 矿区土地复垦

一、目标任务

对在生产建设过程中，因挖损、塌陷、压占等造成破坏的土地，采取整治措施使其恢复到可供利用状态。根据本项目生产和自然、地理特点，通过对工程现场和勘测调查，在水土流失调查、预测成果基础上，进行工程措施和生物措施的设计，主要从矿山建设、生产期的临时防护和植被恢复方面考虑，采取预防和控

制措施，减少土地破坏面积，通过复垦措施的实施，使开发建设和生产过程中损坏的土地和植被得到有效的恢复，土地复垦率达 100%以上，水土保持作用明显，防止土地质量的进一步退化，对恢复和改善生态环境、发展循环经济、推进社会主义新农村建设、建设节约型社会，对地方经济的可持续发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。

根据“科学合理、实事求是”原则，参照土地利用总体规划，征求土地所属行政村意见并结合土地损毁分析与预测结果，预测土地复垦责任范围内复垦的土地面积 2.4047hm²，依据土地复垦适宜性评价结果，确定将复垦责任范围全部进行复垦，土地复垦率为 100%。

$$\text{土地复垦率} = \frac{\text{复垦的土地面积}}{\text{复垦责任范围面积}} \times 100\% = \frac{2.4047}{2.4047} \times 100\% = 100\%。$$

根据土地复垦可行性分析后，设计的复垦前后土地利用结构调整见表 5-2。

表 5-2 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积		增减
				(hm ²)		
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	2.1867	2.2194	+0.0327
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0960	0.0960	0
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0893	0.0893	0
12	其他土地	1206	裸土地	0.0327	0	-0.0327

二、工程设计

根据本矿山破坏土地的立地条件，结合主体工程设计、矿山的生产工艺和生产现状，分别对各破坏土地进行土地复垦工程设计。为了后期矿山复垦储备足够的腐质表土层，设计将拟损毁区域剥离 0.3m 的腐质表土层储备于工业场地。拟损毁区域主要包括废石场以及新建矿区道路，拟损毁面积约 0.7434hm²，剥离腐质表土层 0.22 万 m³。

（一）工业场地土地复垦工程设计

工业场地面积 1.3410hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，工业场地复垦为乔木林地 1.2383hm²，保留农村宅基地 0.0682hm²，保留农村道路 0.0345hm²。

1、场地平整，该场地在闭坑后拆除区域内构筑物，清理建筑垃圾和废料，进行场地平整。

2、覆土回填，回填植土层土壤 0.5m。

3、场地覆绿，在矿山生产期，在工业场地种植乡土树种，在建筑物周边空地种树植草，在绿化区栽植草皮，在天然边坡铺设草皮或种植藤蔓植物。拟在工业场地和其它空置地上覆土种树植草，尽可能恢复原始生态环境，减少对生态环境的破坏。参见工业场地、综合服务区土地复垦示意图（图 5-3）。

4、复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉。

（二）综合服务区土地复垦工程设计

综合服务区面积 0.0822hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，综合服务区复垦为乔木林地 0.0430hm²，保留农村宅基地 0.0207hm²，保留农村道路 0.0185hm²。

1、覆土回填，回填植土层土壤 0.5m。

2、场地覆绿，在矿山生产期，在综合服务区种植观赏类乔木，在建筑物周边空地种树植草，在绿化区栽植草皮，在天然边坡铺设草皮或种植藤蔓植物。拟在综合服务区和其它空置地上覆土种树植草，尽可能恢复原始生态环境，减少对生态环境的破坏。参见工业场地、综合服务区土地复垦示意图（图 5-3）。

3、复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉。

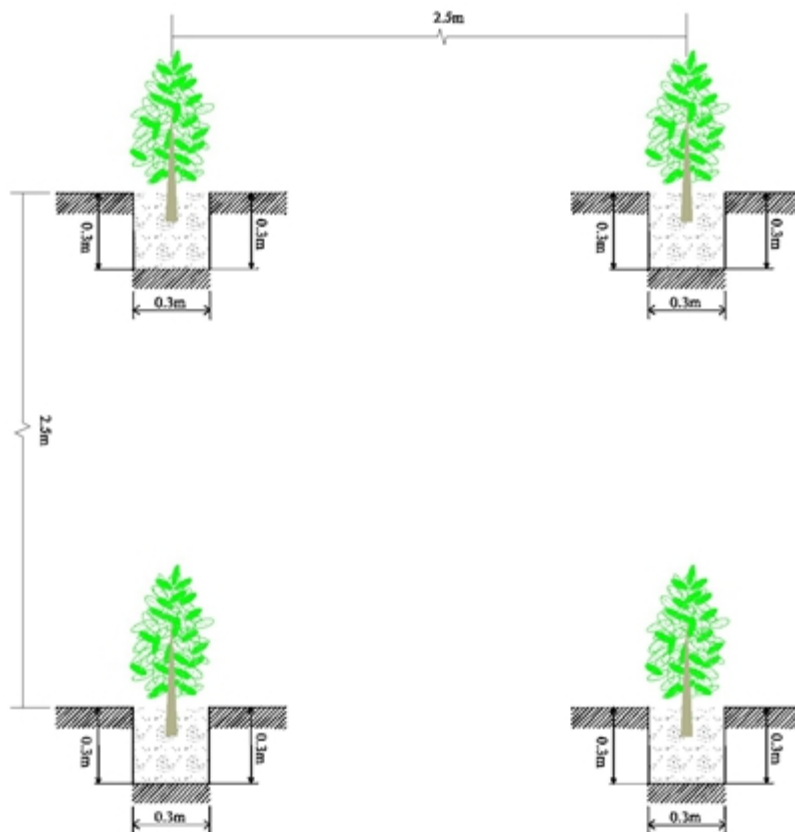


图 5-3 工业场地、综合服务区土地复垦示意图

（三）矿区道路土地复垦工程设计

- 1、保留原道路，每边路肩植树 2 排，种植密度 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ 。

（四）废石场土地复垦工程设计

- 1、废石清运，为了确保复垦地边坡的稳定和长期安全，防止平台坡面的岩石、土层的崩塌、滑坡，消除安全隐患，开采完毕后将废石场的废石清运，废石用于回填地下采空区。

- 2、覆土回填，回填植土层土壤 0.5m。

- 3、场地覆绿，拟在废石场和其它空置地上覆土种树植草，尽可能恢复原始生态环境。

- 4、复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉。

三、技术措施

矿区土地复垦程序包括工程整治和生物复垦两个阶段。根据矿山周围环境和

矿区土地的自身条件，经土地复垦可靠性评价，确定本项目工程复垦土地利用方向为水土保持用林地。

（一）工程复垦技术

根据采矿后形成废弃地、占用破坏地的地形、地貌现状，按照规划的新复垦土地利用方向的要求，并结合采矿工程特点，对破坏土地进行顺序回填、平整、覆土及综合整治，其核心是造地。常用的工程复垦技术有就地整平复垦、梯田式整平复垦、挖深垫浅式复垦和充填法复垦技术等。

本项目工程主要采用就地整平复垦技术，在废石场的覆土厚度大于0.5m，覆土来源于原先的剥离土；覆土后场地平整，地面坡度一般不超过 5° ，边坡坡度不大于 25° 。排水设施满足场地要求，防洪满足当地标准。复垦后的土地及其道路、灌溉渠系等配套工程设施所应达到林地标准。工程整治后实施绿化工程，应选择适宜的树种，适宜的栽种技术进行。

（二）生物复垦技术

生物复垦技术包括快速土壤改良、植被恢复、生态工程、耕地工艺、农作物和树种选择等。本项目工程复垦土地利用方向为林地，故重点阐述土壤改良、植被恢复等生物复垦措施。

1、土壤改良

矿区土壤培肥要通过采取各种培肥措施，加速复垦地的生土熟化。地表有土型的土壤培肥，主要是通过施有机肥、无机肥和种植绿色植物等措施，实现土壤培肥；地表无土型培肥，一般用易风化的泥岩和砂岩混合的碎砾作为土体，调整其比例，在空气中进行物理和化学风化，同时种植一些特殊的耐性植物进行生物风化，以达到土壤熟化的目的。微生物培肥技术，是利用微生物和化学药剂或微生物和有机物的混合剂，对贫瘠土地进行熟化和改良，恢复其土壤肥力。

本项目工程的土地改良对象主要为废石场、矿石堆场、尾矿库废弃地，虽然矿区气候条件优越，有利于植物生长发育，但是土壤的极端理化性质却制约着植物的生长。因此，矿区土壤改良的生物化学措施应从以下方面着手：

1) 改良土壤结构，疏松土壤，增强通透性。尾矿废弃地土壤掺河沙和掺矿渣均能改良土壤结构，但是掺矿渣效果好于掺河沙。因此在生态恢复实施过程中，可采用大穴栽植，就地取材，掺入矿渣来改良土壤结构。

2) 化学改良。化学改良主要是指化学肥料、EDTA(乙二胺四乙酸)、酸碱调节物质及某些离子的应用。速效的化学肥料易于淋溶,收效不大,缓效肥料往往能取得较好的效果。在管理方便的情况下,可以少量多次地施用化学肥料。EDTA主要被用来络合含量高的重金属离子使之对植物的毒害有所减轻。酸性较高的基质,可以施放石灰石渣滓、熟石灰等予以中和;碱性废物如发电站灰渣可用于改良酸废土;磷酸盐能有效地控制伴硫矿物酸的形成,磷矿废物亦可用于改良含硫废弃地。对于碱性基质,可以施用硫磺、硫酸亚铁及稀硫酸等。

3) 有机废物的应用。污水污泥、泥炭、垃圾及动物粪便等富含 N、P 有机质,它们被广泛地应用于改良矿业废弃地,其作用是多方面的。首先是它们富含养分,可以改善基质的营养状况;其次是它们含有大量的有机质,可以结合部分重金属离子缓解其毒性;再次是这些改良物质与基质本身便是一类固体废弃物,这种以废治废的做法具有很好的综合效益。试验证明,污水污泥等往往比化学肥料的改良效果更好。

2、植被重建

1) 植被选择

矿山环境是一个非常特殊的生态环境,构成所谓孤立的生态学“岛屿”。岛屿上的植物群落明显不同于正常生态环境中的植物群落。生活在这种特殊环境中的生物大多是一些“具有特异功能的隐士”,它们对这种特殊环境的依赖性较强,分布十分局限,多数是特有的地方种,具有十分重要的理论意义和实用价值。从环境生态学看,利用矿山植物修复污染土壤不仅价廉,而且能保持水土、美化环境;从物种进化角度看,矿山植物,尤其是超积累植物为人类研究环境污染与生物进化提供了极有价值的实验材料,它们可以作为一个特殊的基因库,用以创造有益的植物新品种。

植被重建应遵循“因地制宜,因矿而异”的原则,广泛进行适宜的植被品种资源调查,选择可行性好的品种,选出的植物品种应有较强的固氮能力、根系发达、生产快、产量高、适应性强、抗逆性好、耐贫瘠等。在树种、草皮的种属选择、工艺的采选上要与矿区所处的地理位置、气候条件、土石环境相匹配,以确保植被重建的成效。

矿区地处粤北山区，以亚热带气候为主。根据平远县气象局资料，最高气温 38.0°C ，最低气温 -2.3°C ，平均 21.20°C ；该区年平均降雨量为 1521.2mm 。项目区位于中亚热带的南缘，山地植被种类繁多，天然的近地表植被以芒萁、岗松、矮黄草为主，森林多为常绿阔叶林被破坏以形成的派生群落，乔木主要有马尾松、湿地松、杉木及其他樟科植物等；灌木主要有桃金娘、杜鹃及其他茶科植物。应选择喜湿、耐热、生命力强的种属，并兼顾经济效益，具体树种，参照当地林业部门的有关规范优选。选择草类、灌木、乔木种属时，尽量兼顾经济、环境、社会综合效益，优选已被实践证明的、易养、易管、易活的种属。

2) 边坡覆绿

- a. 岩石边坡：可采用挂网客土喷播和草包技术。
- b. 土质边坡：可采用直接播种或植生带、植生垫、植生席等技术。
- c. 土石混合边坡：可采用草棒技术、普通喷播或穴栽灌木等技术。

3) 平地覆绿

- a. 直接种植灌草。在保持覆盖土层不小于 30mm 的地面上，直接种植灌木和草本植物种子，形成与周边生态相适应的草地。
- b. 直接植树造林。在保持覆盖土层不小于 30mm 的地面上，根据实际状况和规划要求直接种植经济林、生态林或风景林。

4) 覆绿技术

- a. 直接种植灌草。在有一定厚度土层的坡面上，直接种植灌木和草本植物种子。
- b. 穴植灌木、藤本。结合工程措施沿边坡等高线挖种植穴（槽），利用常绿灌木的生物学特点和藤本植物的上爬下挂的特点，按照设计的栽培方式在穴（槽）内栽植。
- c. 普通喷播。坡面平整后，将种子、肥料、基质、保水剂和水等按一定比例混合成泥浆状喷射到边坡上。
- d. 挂网客土喷播。挂网客土喷播是利用客土掺混粘结剂和固网技术，使客土物料紧贴岩质坡面，并通过有机物料的调配，使土壤固相、液相、气相趋于平衡，创造草类与灌木能够生存的生态环境，以恢复石质坡面的生态功能。该技术适用

于花岗岩、砂岩、砂页岩、片麻岩、千枚岩、石灰岩等母岩类型所形成的不同坡度硬质石坡面。

5) 养护管理

后期养护管理包括喷水养护、追施肥料、病虫害防治、防除有害草种与培土补植。

植被的喷灌，可根据植物需水情况，直接喷灌；或在坡顶修筑蓄水池，汇集雨水，并用动力设备从坡脚输送补充水，利用坡顶水池自流，采用喷头方式进行喷灌。

对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，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。

四、主要工程量

根据生产、建设中对原地貌、土地的扰动、破坏情况，在查阅主体工程设计资料基础上，采用实地调查和图面量测、数据统计相结合的方法对土地复垦工程量进行测算。

（一）工业场地土地复垦工程量测算

工业场地面积 1.3410hm^2 ，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，工业场地复垦为乔木林地 1.2383hm^2 ，保留农村宅基地 0.0682hm^2 ，保留农村道路 0.0345hm^2 。

1、覆土回填

表土回填厚度根据当地土质情况、气候条件、种植种类以及土壤情况确定。种植农作物时覆土 0.5m 以上。

工业场地占地面积 1.2383hm^2 ，复垦对象为乔木林地，回填植土层土壤 0.5m ，需土方量为 6192m^3 。

2、场地平整

该场地在闭坑后进行场地平整，平整工程量为 1.3410hm^2 。

3、砌体拆除

该场地在闭坑后拆除区域内构筑物，清理建筑垃圾和废料，测算砌体拆除工

程量为 824m³。建筑垃圾用于回填地下采空区。

4、排灌措施

复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉，测算 PVC 管道 234m。

5、种植量

工业场地平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种乡土树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 50cm 以上，地径 1.5cm 以上；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²。种植面积 1.2383hm²，种植乔木 1982 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 1.2383hm²。植树前按经验值每株加 100g 复合肥，合计用复合肥 198.2kg。

表 5-3 工业场地土地复垦工程量

序号	名称	单位	工程量	备注
1	覆土回填	100m ³	61.92	回填植土层 0.5m
2	砌体拆除	100m ³	8.24	—
3	场地平整	100m ²	134.10	—
4	PVC 管道	100m	2.34	—
5	乔木	100 株	19.82	1600 株/hm ²
6	草籽	kg	24.77	20kg/hm ²
7	复合肥	kg	198.2	0.1kg/株

（二）综合服务区土地复垦工程量测算

综合服务区面积 0.0822hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，综合服务区复垦为乔木林地 0.0430hm²，保留农村宅基地 0.0207hm²，保留农村道路 0.0185hm²。

1、覆土回填

综合服务区面积为 0.0430hm²，全区域回填腐殖土层土壤 0.5m，需土方量 215m³。

2、场地整平

该场地在闭坑后进行场地平整，平整工程量 0.0822hm²。

3、砌体拆除

该场地在闭坑后拆除区域内构筑物，清理建筑垃圾和废料，测算砌体拆除工程量为 332m³。建筑垃圾用于回填地下采空区。

4、排灌工程

复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉，测算 PVC 管道 54m。

5、种植量

综合服务区平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种乡土树种混植，乔木密度为 1600 株/hm²，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 50cm 以上，地径 1.5cm 以上；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²。复垦为乔木林地面积 0.0430hm²，种植乔木 69 株；复垦乔木林地面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 0.0430hm²。植树前按经验值每株加 100g 复合肥，合计用复合肥 6.9kg。

表 5-4 综合服务区土地复垦工程量

序号	名称	单位	工程量	备注
1	覆土回填	100m ³	2.15	回填植土层 0.5m
2	砌体拆除	100m ³	3.32	—
3	场地平整	100m ²	8.22	—
4	PVC 管道	100m	0.54	—
5	乔木	100 株	0.69	1600 株/hm ²
6	草籽	kg	0.86	20kg/hm ²
7	复合肥	kg	6.9	0.1kg/株

（三）矿山道路土地复垦工程量测算

矿区道路面积 0.4375hm²，保留矿区道路，在道路两旁植树绿化。

1、种植量

矿区道路长 900m，道路两旁种植乔木，株距 2.0×2.0，共需植树 900 株，施复合肥 90kg。

表 5-5 矿区道路土地复垦工程量

序号	名称	单位	工程量	备注
1	乔木	100 株	9.00	—
2	复合肥	kg	90	—

（四）废石场土地复垦工程量测算

废石场面积 0.5440hm²，根据土地适宜性评价，结合土地利用规划图，综合服务区复垦为乔木林地 0.5440hm²。

1、覆土回填

废石堆积区设置在工业场地内，压占面积 0.5440hm^2 ，废石堆积高度 $1\sim 5\text{m}$ ，回填植土层土壤 0.5m ，需土方量为 2720m^3 。

2、场地平整

废石场堆积量少，堆积高度 $1\sim 5\text{m}$ ，开采完毕后将废石场的废石清运，废石用于回填地下采空区，对废石场进行场地平整，平整工程量 0.5440hm^2 。

3、排灌措施

复垦前期通过敷设低压 PVC 管道，从高位水池引水进行灌溉，测算 PVC 管道 74m 。

4、种植量

废石场平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用香樟、大叶相思、木荷等三种乡土树种混植，乔木密度为 $1600\text{株}/\text{hm}^2$ ，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 50cm 以上，地径 1.5cm 以上；狗牙根草籽密度为 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。种植面积为 0.5440hm^2 ，种植乔木 871株 ，撒播草籽 10.88kg ，施复合肥 87.1kg 。

表 5-6 废石场土地复垦工程量

序号	名称	单位	工程量	备注
1	覆土回填	100m^3	27.2	回填植土层 0.5m
2	场地平整	100m^2	54.5	—
3	PVC 管道	100m	0.74	—
4	乔木	100 株	8.71	$1600\text{株}/\text{hm}^2$
5	草籽	kg	10.88	$20\text{kg}/\text{hm}^2$
6	复合肥	kg	87.1	$0.1\text{kg}/\text{株}$

工业场地、综合服务区、矿山道路、废石场土地复垦总工程汇总量见表 5-7。

表 5-7 矿区土地复垦总工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	土壤剥覆工程		
(1)	覆土回填	100m^3	91.27
(2)	外购客土	100m^3	68.97
(3)	土地平整	100m^2	196.82

2	生物化学工程		
(1)	复合肥	kg	292.2
3	清理工程		
(1)	砌体拆除清运	100m ³	11.56
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	38.22
(2)	草籽	kg	36.51
三	配套工程		
(1)	PVC 管道	100m	3.62

第四节 含水层破坏修复

矿区含水层的破坏主要体现在地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变四个方面。

一、目标任务

通过落实工程应对措施、监测措施等工程，使地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变得到有效的控制和预防。为矿山的生产建设提供有效的数据，通过对数据的分析减轻、预防和控制含水层的破坏，并针对数据采取及时有效的应对措施，为矿山的安全生产提供了必要的保障。

二、工程设计

1、地下水资源枯竭、区域水均衡破坏、含水层结构改变

主要为地下开采大量抽排地下水，矿区的水文地质条件发生了变化、地下水位下降，部分含水层将被疏干，引发地下水资源枯竭、区域水均衡破坏、含水层结构改变。

随着开采深度的增加，地下水资源枯竭是无法避免的，但仅限于矿区降落漏斗范围内，且闭坑以后一段时间内，将会恢复。因此，暂时不对矿界范围内的地下水资源枯竭、区域水均衡破坏、含水层结构改变进行治理，开采过程是尽量减少抽排水，以监测措施为主。

2、地表水漏失

主要为地下开采大量抽排地下水，矿区的水文地质条件发生了变化，地表第四系覆盖层水通过基岩裂隙、溶洞发育区进入地下坑道，随着开采不断进行有可能引发地表水漏失。预测地表水漏失主要发生在漏斗范围内，且闭坑以后一段时间内，将会恢复。因此，暂时不对矿界范围内的地下水资源枯竭进行治理，以监测措施为主。

三、技术措施

对区域水均衡破坏、含水层结构改变设置监测措施，布置监测点进行长期监控，监测频率每年 2 次。根据监控结果，再行决定具体的防治措施，以保护地下水与地表水不受污染，同时，矿山在生产过程中，应加强人工巡查监测，监测人员应每天进行巡视。

1、监测的内容

主要针对区域内的地下水位下降情况、地表水水量变化情况进行观测。

2、监测点的布设

根据采场渗水量及水位变化在采场设置 2 个地下水量监测点。

3、监测方法

采用人工观测或自动监测仪观测。

四、主要工程量

含水层破坏监测具体工程量见表 5-8：

表 5-8 监测施工费计算表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	Sw1	点·次	26	每年 2 次，观测时长 13 年
2	Sw2	点·次	26	
合计			52	

第五节 水土环境污染修复

一、目标任务

1、水环境污染

水污染主要体现在矿山开采对地表水和地下水的污染。

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区上游沟溪取样 1 件水样分析，按《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类水标准对水样的水质进行评价，评价结果表明上游沟溪水各项指标均未超过III类水标准。

矿区开采的矿石无毒、无有害物质，岩石不存在较强烈的金属矿化现象；人类工程活动和生活活动等对水土资源环境污染小，粉尘以及废气中含有害组分小。地表径流通过沉沙、澄清后排放；矿山产生废水经沉淀、澄清后排放，不会对地下水水质造成影响。矿山建设及采矿活动对环境水污染发育程度较轻，危害程度小，对矿山地质环境影响程度较轻。工程措施主要以监测为主。

2、土环境污染

土环境污染主要体现在矿山开采对土地的挖损、压占破坏及矿山排放水对土地造成的污染。

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区内取得的 1 件土样分析，按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）标准对土样进行评价，评价结果表明土壤的质量较好，所检测的各项项目未有超标，符合《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的标准。

通过实地调查综合分析预测矿山开采造成的土环境污染较轻，通过监测措施，时刻了解矿山排放水是否对土环境造成污染，闭坑后通过土地复垦植树种草即能改善矿山造成的土环境污染问题。

二、工程设计

1、水环境污染工程设计

采用定期水质检测，委托环保部门进行监测、治理达标后排放。目前主要采用水质监测措施。

2、土污染工程设计

采用定期土壤检测，闭坑后主要采用土地复垦的方式对土地变形、污染破坏区域进行治理。矿区内具体复垦工程设计见第三节矿区土地复垦章节，不再进行一一赘述。主要采取土壤监测措施。

三、技术措施

1、水环境污染

1) 监测措施

(1) 监测的内容

主要针对矿山采矿活动引起矿区周围的地表水水质变化情况进行监测。

(2) 监测点的布设

在上游沟溪设置 1 个地表水水质监测点（Js1），在矿山排放口下游溪流设置 1 处地表水水质监测点（Js2）。

(3) 监测方法

每半年进行一次取水样分析。

2、土环境污染

(1) 周边土环境保护措施

闭坑后对矿区损坏的土地进行复垦复绿，固结水源，改良土壤，改善土环境污染，对矿坑水、生活工业污水、淋漓水等矿区排放水经过多重沉淀处理后统一汇集到废水排放口，处理后排放至山坑季节性小河中。废水排放应聘请有资质的环保部门进行处理，达标后再排放，防治对矿区及周边的土环境造成污染。

(2) 监测措施

主要针对矿山采矿活动引起矿区周围的土壤土质变化情况进行监测。每半年进行一次土壤分析。

四、主要工程量

水污染监测具体工程量见表 5-9:

表 5-9 水污染监测工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	Js1	点·次	26	每年 2 次，时 长 13 年
2	Js2	点·次	26	
合计			52	

土污染监测具体工程量见表 5-10:

表 5-10 土污染监测工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	Tz1	点·次	26	每年 2 次，时 长 13 年
合计			26	

第六节 矿山地质环境监测

一、目标任务

矿山地质环境监测目的是对现状和预测的地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷、地面沉降等）破坏、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与破坏进行监测，发现异常，及时采取措施，避免或减轻损失。

- 1、根据矿山地质环境问题类型、特征提出矿山地质环境监测方案。
- 2、应按照具体的监测项目提出监测内容、监测方法、监测网点布设及监测频率等。
- 3、矿山地质环境监测范围应包括矿山开采区及矿山开采活动影响到的区域。
- 4、监测内容应包括矿山建设及采矿活动引发或可能引发的地质灾害、含水层影响与破坏、地形地貌景观影响与土地资源破坏等矿山地质环境问题及主要环境要素。

二、监测设计

（一）矿山地质灾害的监测

1、边坡稳定性监测（崩塌/滑坡、泥石流）

1) 监测的内容

工业场地、综合服务区及废石场边坡稳定性监测。

2) 监测点的布设

预测评估崩塌、滑坡、泥石流地质灾害发生可能性较小,根据场地及调查情况,在工业场地的硐口边坡设置 1 个监测点,在综合服务区边坡设置 1 个监测点,废石场边坡设置 1 个监测点。(见附图 6)

3) 监测方法

监测方法主要采用高精 GPS、全站仪监测等方法进行监测,雨季应加强监测频率。

2、采空区地面塌陷监测

1) 监测的内容

主要针对采空区岩石错落位移范围内进行监测,监测其地面变形、开裂情况及地面下沉情况。

2) 监测点的布设

沿采空区岩石错落位移范围内地下开采密集区域按 200~300m 设置一个监测点,共布置 4 个监测点(见附图 6)。

3) 监测方法

监测方法主要采用日常人工巡视巡查,同时结合高精 GPS、全站仪监测方法进行监测,雨季应加强监测频率。

(二) 含水层破坏的监测

主要为地下水资源枯竭、地表水漏失、区域水均衡破坏、含水层结构改变、水质污染(恶化)的监测。详见含水层破坏修复与水土污染修复章节,不再重复赘述。

(三) 地形地貌景观破坏监测

1) 监测的内容

主要针对采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏进行监测。

2) 监测点的布设

由于矿山地表工程已完成,对地形地貌景观的破坏基本完成,不设置监测点,直接采用不同期照片(或卫星照片)及不同期测量的各平硐图进行对比监测。

3) 监测方法

矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测及不同期测量的各平硐图进行

对比来判断，或不同时期卫星照片进行对比。

（四）土地资源破坏监测

1) 监测的内容

主要针对采矿活动引起的土地资源破坏(包括土壤污染)进行监测。

2) 监测点的布设

由于矿山地表工程已完成，后期开采对土地资源破坏较轻，不设置监测点，直接采用简易现场测量及不同期测量的井上井下图进行对比监测。

3) 监测方法

矿山地形地貌景观的破坏采用简易现场量测及不同期测量的井上井下图进行对比来判断，对土壤污造成的土地资源污染采用化学分析法。

监测点监测频率和布设位置见表 5-11。

表 5-11 监测点布设一览表

监测对象	监测点布置	监测数量	监测频率	监测方法	备注
崩塌、滑坡、泥石流	工业场地边坡	1 个	每季 1 次	简易人工观测法	在雨季时节要加大监测频率，加大巡视力度
	综合服务区边坡	1 个			
	废石场	1 个			
采空区地面塌陷	沿采空区岩石错落位移范围内地下开采密集区域按 200~300m 设置一个监测点	6 个	每季 1 次	简易人工观测法	
地下水量、水位、水质监测	设 2 个水文观测井	2 个	一年 2 次	人工观测或自动监测仪、水质分析法	分析主污染项目和常量组分
水质监测点	上游沟溪、排放口下游溪流	2 个	一年 2 次	水质分析法	
土壤监测点	矿区周边取土样	1 个	一年 2 次	土样分析法	
地形地貌景观破坏监测	半年观测一次			简易现场测量法	-
土地资源破坏监测	半年观测一次			简易现场测量法	-
总计	人工监测点 9 个，地下水量、水位、水质监测点 2 个，地表水水质监测点 2 个，土壤监测点 1 个。				

三、技术措施

(一) 监测实施计划

1) 时间安排

总体时间跨度为 2023~2036。

各监测对象可根据其形成进度不断增加监测点。

2、监测主体

对地质灾害、地形地貌景观破坏、地下水位的监测可由矿山企业设置专门部门安排专职人员进行监测，或委托有资质的单位进行监测。

对地下水水质的监测，应委托有资质的单位进行监测，同时随时接受行政主管部门的检查。

3、监测数据汇交

矿山应根据广东省自然资源行政主管部门的要求，定期向当地的自然资源行政主管部门及管理矿山地质环境事务的部门提交监测数据及结果，接受其检查及指导。

平远碧玉钾长石矿矿山地质环境保护与恢复治理工程措施一览表见表 5-12。

表 5-12 矿山地质环境恢复治理工程措施一览表

地质环境问题	地质灾害			环境地质问题						
	崩塌/滑坡治理工程	泥石流治理工程	采空区地面塌陷治理工程	含水层破坏防治工程				地形地貌景观破坏防治（治理）工程	水污染防治工程	土地污染防治工程
				地下水资源枯竭	地表水漏失	区域地下水均衡	含水层结构的改变			
处理措施	1)对可能发生崩塌、滑坡的范围布设临时截排水沟,采取临时性的铁栏围挡,竖立警示牌,以警示行人与车辆靠近,并且及时清理崩塌堆积物。 2) 根据边坡出现不稳定状态状况,其加固措施可选择采用重力式挡墙、浆砌块石护坡等措施。 3) 矿山道路边坡稳定性治理措施产生的费用应计入矿山道路建设成本中。	1) 工程措施采取拦、截、固三大工程措施。 2) 生物措施固化泥石流物源、对地貌景观的修复。对废石场边坡及平台进行平整,在其表面上进行疏松0.5m 厚的土壤,然后种植乔、灌、草混交模式。	对采矿区地面塌陷采取以检测措施为主,一旦发现采空区地面塌陷立即采取压实回填塌陷坑、截排引地表水、及时封堵裂缝等工程措施和采空生物措施恢复地貌景观。	本方案采用监测措施,对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施,对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施,对采场进行长期监测。	本方案采用监测措施,对采场进行长期监测。	采用植树、种草等工程措施,以修复生态;也可进行整平、覆土、复绿等工程措施进行生态重建。	本方案采用水质监测措施,对矿坑排放水、拦渣坝排放水的水质进行长期监测,根据水质的变化情况,采取合理有效的处治措施。	采取长期监测、监控措施进行预防,监控和工程处理措施进行治理。定期采样进行化学分析,根据土地污染程度的变化情况,采取合理有效的处治措施。
工作量	工程生物措施已列入土地资源破坏防治工程中。	工程生物措施已列入土地资源破坏防治工程中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	已列入监测措施中。	见地形地貌景观影响与破坏防治（或治理）工程	已列入监测措施中。	详见土地复垦工程

四、主要工程量

平远碧玉钾长石矿矿山地质环境监测工程量见表 5-13。

表 5-13 矿山地质环境监测工程量汇总表

防治措施	项目名称	计算单位	工程量合计	备注
监测措施	人工监测点布设	个	9	每季 1 次，在雨季时要加大监测频率，加大巡视力度
	人工监测点观测次	点·次	468	
	地下水观测点（2 处）	点·次	52	水量、水位、浑浊度 每月一次
	取水样分析 （水质点 2 处）	个	52	每年取 2 次水样进行 污染项目和常量组分 分析
	土壤污染化学分析	个	52	取样点 2 处，每年 2 次

第七节 矿区土地复垦监测和管护

一、目标任务

加强土地复垦监测和管护是土地复垦工作达到良好效果的重要措施，需定期或不定期进行，重点调查复垦区域内的土壤属性、地形、水文（水质）、土地的投入产出水平等指标，并与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收提供科学依据。及时发现复垦工作中存在的不足，补充、完善土地复垦措施，为土地复垦项目达标验收提供科学依据。

二、措施和内容

1、土地复垦监测措施

监测内容主要包括：（1）土地复垦率；（2）植被成活率、覆盖率；（3）覆土有机质含量。本项目土地复垦监测方法包括调查与巡查、地面定位观测及临时监测等，以满足项目建设及生产过程土地破坏及复垦变化的特点，确保监测工作的顺利进行。调查与巡查是指定期采取线路调查或全面调查，采用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子等对土地复垦区范围内土地破坏类型和面积、基本特征及复垦工程措施实施情况（土地整治、生态防护工程等）进行监测记录。监测方

法分为定期监测与不定期监测。定期监测结合复垦进度和措施，定时定点实地查看，发现有缺苗状况及时进行补种工作。同时，不定期进行整个复垦区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在土地危险的地段的临时查看，若发现较大的土地破坏类型的变化或流失现象，及时监测记录。随时发现塌陷，随时治理，未稳沉前，先剥离表土，堆于表土堆场，在塌陷区采取充填废石措施，稳沉后，表土回覆复垦原地类。

1) 监测内容

地面变形的位罝、范围、深度及地表破坏现象。

2) 监测点的布设

充分利用矿山采区中心、边缘布设的采空区地面塌陷的 9 个监测点，共享数据，不再另行布设。

3) 监测方法

采用人工监测、高精度 GPS 和水准仪测量、地面观察等方法，每个季度监测 1 次。雨季加密，增加观测频率。

4) 监测时间

2033 年至 2036 年。

2、土地复垦管护措施

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期 3 年的管护，按时对复垦地区采取浇水、除虫等措施，以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。

(1) 管护应做好浇水养护，追施肥料，病虫害防治及防除有割草种与培土效果。

(2) 抚育养护植被浇水，根据地形条件，采用移动设备浇灌，在抚育过程中，应加强病虫害的防治工作，发现病虫害及时喷药除虫。

遇天雨要认真做好覆土的检查工作，遇有受雨水冲刷地方及时修筑，尽快恢复原来平整的场面，遇有植物死亡，应及时补植，以保证绿化整齐和绿化率。

三、主要工程量

监测工作量见矿山地质环境监测章节，矿区土地复垦管护工作量见表 5-14。

表 5-14 土地复垦管护工作汇总表

复垦单元	面积 (hm ²)	管护年限 (年)
工业场地	1.3410	3
综合服务区	0.0822	3
矿区道路	0.4375	3
废石场	0.5440	3
合计	2.4047	3

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

第一节 总体工作部署

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

（一）总体部署原则

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”等原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署应遵循以下原则：

- 1、先破坏先治理、工程措施、生物措施与监测措施相结合进行治理；
- 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情况，可视需要直接采取工程措施或长期监测进行预防，根据监测结果，再行选择合适的治理措施；
- 4、针对地形地貌景观破坏的恢复，可采取生物措施、配合工程措施进行治理；
- 5、针对土地资源的破坏主要采取土地复垦的方法进行恢复。

（二）各防治分区的主要防治措施

1、次重点防治区(B)

主要为工业场地、综合服务区、矿山道路、废石场及周边影响范围。

- ① 对工业场地、综合服务区、废石场及矿区道路进行土地复垦及覆绿工作。
- ② 对区域内预测的崩塌/滑坡、泥石流、采空区地面塌陷、道路边坡等进行监测。
- ③ 终采完成后对地形地貌景观的破坏，主要采取工程、生物、监测措施进行恢复治理与土地复垦，恢复其景观。
- ④ 对峒口进行封堵，对工业场地、综合服务区、废石场等进行平整并复绿。
- ⑤ 对地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变及水质污染(恶化)采取长期监测、监控措施进行预防，监控和工程处理措施进行治理。

2、一般防治区（C）

为次重点防治区以外其它区域，主要为评估区其余地段及其影响范围。

主要为水质污染(恶化)情况的影响，采取长期监测、监控措施进行预防、监控和工程处理措施进行治理。

总之，预防与恢复治理与土地复垦措施体系将按照工程原理、注重效果，处理好局部与整体、单项与综合、近期与远期的关系，力争做到投资省、恢复效益好、可操作性强，预防与治理措施有机地结合。

第二节 阶段实施计划

根据矿山服务年限、方案的适用年限和矿山开采进度，年度实施计划划分为三个基本阶段，即：1~5 年度（2023 年~2027 年）、6~10 年度（2028 年~2032 年）、11~13 年度（2033 年~2036 年）实施计划，其相对应的治理分期目标为近期治理区、中期治理区、远期治理区。年度实施计划的起始年以本方案编制后开始计算，由于各个监测点论证后布设、租地需要较长时间，特将监测时间定于 2023 年开始，待监测网点完善后，再进行人工巡视+仪器+化验结果相结合的方法时行监测。

各分期治理区年度实施计划阶段、各阶段的治理对象及对应的治理区域见表 6-1，各年度实施计划见表 6-2。

表 6-1 各分期治理年度实施计划进度表

年度实施计划	治 理 对 象	治理区域
1~5 年 (2023 年~ 2027 年)	对矿区道路进行土地复垦及覆绿工作。 崩塌/滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 地下采空区的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测；	近期 治理区
6~10 年 (2028 年~ 2032 年)	崩塌/滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 地下采空区的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测。	中期 治理区
11~13 年 (2033 年~ 2036 年)	崩塌/滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 地下采空区的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测； 闭坑后进行峒口封堵，工业场地、综合服务区、矿山道路全面整治与复绿工作，并进行土地复垦监测与管护相关措施。	远期 治理区

表 6-2 各年度实施计划

对象	治理部位	治理措施	基本阶段												
			近期（1～5 年）					中期（6～10）					远期（10～13 年）		
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年
工业场地土地复垦工程	工业场地	工程、生物、监测													
综合服务区土地复垦工程	综合服务区	工程、生物、监测													
废石场土地复垦工程	废石场	工程、生物、监测													
监测网点建设	评估区	工程													
崩塌/滑坡的预防	工业场地、综合服务区、废石场	监测													
泥石流的预防	修建截、排水沟	工程													
采空区地面塌陷的预防	采空区及其周边影响范围	监测													
含水层影响与破坏	地下水位监测点、矿坑废水排放口	监测													
地形地貌景观破坏	工业场地、综合服务区及废石场	工程、生物													
水土环境污染	工业场地、综合服务区及废石场	监测													

第三节 近期年度工作安排

近期治理区年度实施计划时间为 2023 年～2027 年。

具体工作安排详见表 6-3。

表 6-3 近期治理区年度实施计划进度表

年度	治 理 对 象
2023 年	对矿区道路进行整治及土地复垦工作； 对易发生崩塌/滑坡的区域设置警示牌，修建截、排水沟； 进行崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷的预防监测。 地表水和地下水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测。
2024 年	进行崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷的预防监测。 地表水和地下水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测。
2025 年	进行崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷的预防监测。 地表水和地下水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测。
2026 年	进行崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷的预防监测。 地表水和地下水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测。
2027 年	进行崩塌、滑坡、泥石流、采空区地面塌陷的预防监测。 地表水和地下水水质变化可能造成的环境水污染的预防监测。

第七章 经费估算与进度安排

第一节 经费估算依据

（一）估算原则

- 1、符合国家有关法律、法规规定；
- 2、土地复垦投资应进入工程估算中；
- 3、工程建设与土地复垦措施同步设计、同步建设投资；
- 4、指导价与市场价相结合的原则；
- 5、科学、合理、高效的原则。

（二）估算依据

- 1、《土地复垦标准(试行)》(UDC-TD)；
- 2、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部经济建设司、国土资源部财政司，2012 年）；
- 3、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》；
- 4、《土地开发整理项目预算编制暂行办法》；
- 5、部分项目参照《广东省建筑工程综合定额》；
- 6、《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》；
- 7、《工程勘察设计收费管理规定》；
- 8、部分项目参照市场价格；
- 9、《广东省园林绿化工程综合定额》（2010）粤建市[2010]15 号；
- 10、2023 年第一季度梅州市材料信息价及市场价；
- 11、现场调查收集的数据。

（三）基础单价

本方案经费估算以市场调查的单价为基础，综合单价表见 7-1。

表 7-1 综合单价表

工程名称		定额编号	计量单位	综合单价
工程措施	回填表土	10203	100m ²	776.21
	场地平整	10327	100m ²	428.42
	水沟开挖	10032	100m ³	4499.04
	浆砌水沟	30022	100m ³	29036.47
	砌体拆除	30073	100m ³	15389.84
	PVC 管道	50070	100m	5114.22
	警示牌	1-524 修	块	194.74
生物措施	乔木	90004	100 株	1364.65
	草籽	90013	kg	125.23
	复合肥	90018	kg	8.00
监测、管护措施	人工监测点监测	市场价	个	150.00
	水样全分析	市场价	件	3000.00
	土样化学分析	市场价	件	2000.00
	复垦监测费	(工程措施费+生物措施费) × 0.6%		
	植被管护费	生物措施费 × 30%		

(四) 费用构成

本项目概算工程施工费、设备购置费、其它费用(包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费)、不可预见费、监测与管护费和价差预备费组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

a) 直接费

包括直接工程费和措施费。

——直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量(工日)×人工单价(元/工日)，人工单价取甲类工90.90元/工日，乙类工65.10元/工日。

材料费=定额材料用量×材料单价，定额材料用量参考《土地开发整理项目预

算定额标准》（2011年版）编制。材料单价参照梅州市2023年第一季市场参考价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版）编制，其中燃油动力费等价格参照梅州市2023年第一季市场参考价格计算。

——措施费

措施费是指为完成工程项目施工发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费、安全施工措施费。本项目主要考虑临时设施费。

根据不同工程性质，临时设施费费率见表 7-2。

表 7-2 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费率（%）
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

——根据不同地区，冬雨季施工增加费按直接工程费的百分率计算，费率确定范围为 0.7%~1.5%，由于本项目部分工程在冬雨季施工时间短，冬雨季施工增加费按直接工程费的 1.0%计算。

——夜间施工增加费只考虑混凝土等需要连续作业和养护的工程，其中安装工程为 1.0%，建筑工程为 0.7%。本项目不考虑该项。

——施工辅助费：按直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 1.0%，建筑工程为 0.7%。本项目按直接工程费的 0.7%计算。

——特殊地区施工增加费在本项目不考虑。

——安全施工费：按直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 0.3%，建筑工程为 0.2%。本项目按直接工程费的 0.2%计算。

综合以上，可得到本项目各工程类别的措施费率，具体见下表。

表 7-3 措施费费率表

序号	工程类别	计算基础	措施费费率（%）
1	土方工程	直接工程费	3.9
2	砌体工程	直接工程费	3.9
3	混凝土工程	直接工程费	4.9
4	其他工程	直接工程费	3.9
5	安装工程	直接工程费	5.3

b) 间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

间接费取值按照《标准》中的费率进行取值。费率为：土方工程取 5%，石方工程取 6%，砌体工程取 5%，混凝土工程取 6%，其他工程取 5%。其取费标准如下：

表 7-4 间接费费率表

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	其它工程	直接费	5
7	安装工程	人工费	65

c) 利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

利润是指按规定应计入工程造价的利润。依据《预算定额》规定，费率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

利润=（直接费+间接费）×3.00%

d) 税金

依据《关于深化增值税改革有关政策的公告》2019 年第 39 号 财政部 税务总局 海关总署，税金费率取 9%。计算基础为直接费、间接费和利润之和。

税金=（直接费+间接费+利润）×11%。

2、设备购置费

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

3、其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管理费组成。

a) 前期工作费

前期工作费指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

——土地清查费

土地清查费按不超过工程施工费的 0.5% 计算。

计算公式为：土地清查费=工程施工费×费率

——项目可行性研究费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，费率按照 1% 进行计算。

——项目勘测费

按不超过工程施工费的 1.5% 计算。

该方案的计算公式为：项目勘测费=工程施工费×费率

——项目设计与预算编制费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，费率按照 2.8% 进行计算。

——项目招标代理费

该项目不进行招标工程，不产生招标代理费。

b) 工程监理费

工程监理费是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的监督与管理所发生的费用。

本方案以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，费率按照 2.4% 进行计算。

c) 拆迁补偿费

拆迁补偿费涉及房屋拆迁补偿费与青苗补偿费。本项目不涉及拆迁补偿费用。

d) 竣工验收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决策编制与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费

——工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。该方案的计费小于 500 万，根据《预算定额》，工程复核费费率为 0.7%。

——工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。该方案的计费小于 500 万，根据《预算定额》，工程验收费费率为 1.4%。

——项目决算编制与审计费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基准，采用差额定率累进法计算。该方案的计费小于 500 万，根据《预算定额》，项目决算编制与审计费费率为 1.0%。

——整理后土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。该方案的计费小于 500 万，根据《预算定额》，整理后土地重估与登记费费率为 0.65%。

——标识设定费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。该方案的计费小于 500 万，根据《预算定额》，标识设定费费率为 0.11%。

e) 业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费（该项目无此费用）、竣工验收费之和作为计费标准，采用差额定率累进法计算，由于该方案的计费大于 500 万，小于 1000 万，根据《预算定额》，业主管理费费率为 2.8%。

表 7-5 业主管理费计费标准

序号	计算基数 (万元)	费率 (%)	算例 (单位: 万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500~1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000~3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000~5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000~10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000~50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$
7	50000~100000	1.2	100000	$854 + (100000 - 50000) \times 1.2\% = 1454$
8	100000以上	0.8	150000	$1454 + (150000 - 100000) \times 0.8\% = 1854$

4、工程施工费

不可预见费又名基本预备费,指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。不可预见费用按工程施工费和其它费用之和的3%计算。

计算公式为: 不可预见费用 = (工程施工费 + 设备购置费 + 其他费用) × 3%

5、监测与管护费

——监测费

根据《土地复垦方案编制规程》的有关要求,设立一定比率的监测费与管护费。本项目按照工程施工费的0.6%核定。监测费 = 工程施工费 × 0.6%

——管护费

复垦工程结束后,要对所复垦的植被进行为期3年的管护,按时对复垦地区采取浇水、除虫等措施,以保证复垦植被的成活率,从而保证复垦工程达到预期效果。方案中取费标准按工程施工费中植被重建工程的30%取费。

管护费 = 植被重建工程施工费 × 30%

第二节 矿山地质环境治理工程经费估算

(一) 总工程量与投资估算

1、矿山地质环境治理总工程量

评估区现状地质灾害不发育。本次矿山地质环境治理工程经费概算主要为工

程措施费用和监测措施费用，矿山地质环境治理总工程量见表 7-6。

表 7-6 矿山地质环境治理总工程量表

防治措施	项目名称	计算单位	工程量合计	备注
工程措施	水沟开挖	100m ³	4.56	—
	水沟浆砌	100m ³	2.28	—
	警示牌	块	6	—
	浆砌石封堵	100m ³	0.53	—
监测措施	GPS 观测点布设	个	9	每季 1 次，在雨季时要加大监测频率，加大巡视力度
	GPS 观测点观测次	点·次	468	
	地下水水文观测孔布设	个	2	水量、水位、浑浊度每年 2 次
	地下水水文监测	点·次	52	
	取水样分析（水质点 2 处）	个	52	每年取 2 次水样进行污染项目和常量组分分析
	土壤污染化学分析	个	52	取样点 2 处，每年 2 次

2、矿山地质环境治理总投资估算

根据设计的工程量，按照相关的定额标准估算，矿山地质环境治理工程静态总投资为 510550.94 元，矿山地质环境治理工程动态总投资为 613359.79 元，详见表 7-7。

表 7-7 矿山地质环境治理总投资估算表

序号	费用名称	计算基费	费率（%）	金额（元）
一	工程施工费	1+2+3+4	/	133777.64
1	直接费	(1) + (2)	/	113482.92
(1)	工程直接费	/	/	109539.50
(2)	措施费	工程直接费	3.60%	3943.42
2	间接费	直接费	5.00%	5674.15
3	利润	直接费+间接费	3.00%	3574.71
4	税金	直接费+间接费+利润	9.00%	11045.86

二	监测费	见表 7-8	/	342500.00
三	其他费用	1+2+3+4+5	/	24262.50
1	勘察设计费	工程施工费	5.40%	7223.99
2	工程监理费	工程施工费	2.40%	3210.66
3	竣工验收费	工程施工费	3.00%	4013.33
4	业主管理费	工程施工费+监测费+勘察 设计费+工程监理费+竣工验收 费	2.00%	9814.51
四	预备费	工程施工费+监测费+其他 费用	2.00%	10010.80
五	静态总投资(元)	一+二+三+四	/	510550.94
六	动态总投资(元)	见表 7-9	/	613359.79

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-8 工程施工费单价汇总表

金额单位：元

序号	工程名称	计量单位	工程量	综合单价	合计
一	工程措施				103276.54
1	水沟开挖	100m ³	4.56	4499.04	20515.62
2	水沟浆砌	100m ³	2.28	29036.47	66203.15
3	警示牌	块	6	194.74	1168.44
4	浆砌石封堵峒口	100m ³	0.53	29036.47	15389.33
三	监测措施				342500.00
1	监测点布设	个	9	500.00	4500
2	人工监测次数	次	468	150.00	70200
3	地下水水文监测	次	52	150.00	7800
4	取水样分析	个	52	3000.00	156000
5	土壤样化学分析	个	52	2000.00	104000
	总 计	/		/	445776.54

价差预备费

该项目矿山地质环境治理估算静态总投资为 510550.94 元，根据国民经济发展，按省技术中心建议，广东参照动态涨幅一般 30 年内 3-5% 计取，本方案按不同年份工程投资分别按 $L \times (1+3.0\%)$ 计算动态投资，13.0 年（矿山综合服务年限 10.0 年+闭坑后监测期 3.0 年）后的矿山地质环境治理估算动态总投资为 613359.79 元（表 7-9）。

表 7-9 价差预备费计算表

年度	静态投资/元	价差预备费/元	动态投资/元	资金来源
2023.7~2024.6	39273.26	0.00	39273.26	矿产品销售 收入
2024.7~2025.6	39273.14	1178.19	40451.33	
2025.7~2026.6	39273.14	2391.73	41664.87	
2026.7~2027.6	39273.14	3641.68	42914.82	
2027.7~2028.6	39273.14	4929.13	44202.27	
2028.7~2029.6	39273.14	6255.19	45528.33	
2029.7~2030.6	39273.14	7621.04	46894.18	
2030.7~2031.6	39273.14	9027.87	48301.01	
2031.7~2032.6	39273.14	10476.90	49750.04	
2032.7~2033.6	39273.14	11969.40	51242.54	
2033.7~2034.6	39273.14	13506.68	52779.82	
2034.7~2035.6	39273.14	15090.07	54363.21	
2035.7~2036.6	39273.14	16720.97	55994.11	
合计	510550.94	102808.85	613359.79	-

第三节 土地复垦工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、矿山土地复垦总工程量

矿山土地复垦主要为综合服务区、工业场地、废石场、矿山道路等的复垦，复垦工程包括工程措施、生物化学措施、管护措施，土地复垦总工程量见表 7-10。

表 7-10 矿区土地复垦总工程量汇总表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	土壤剥覆工程		
(1)	覆土回填	100m ³	91.27
(2)	外购客土	100m ³	68.97
(3)	土地平整	100m ²	196.82
2	生物化学工程		
(1)	复合肥	kg	292.2
3	清理工程		
(1)	砌体拆除清运	100m ³	11.56
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	38.22
(2)	草籽	kg	36.51
三	配套工程		
(1)	PVC 管道	100m	3.62

2、矿山土地复垦总投资估算

根据土地复垦工程部署，按照相关定额标准估算，矿山土地复垦工程静态总投资为 823110.84 元，矿山土地复垦工程动态总投资为 943604.33 元，详见表 7-11。

表 7-11 土地复垦工程总投资估算表

序号	费用名称	计算基费	费率	金额（元）
一	工程施工费	1+2+3+4	/	647411.59
1	直接费	(1) + (2)	/	551189.69
(1)	工程直接费	见表 7-12	/	532036.38
(2)	措施费	工程直接费	3.60%	19153.31
2	间接费	直接费	5.00%	27559.48
3	利润	工程直接费+间接费	3.00%	16787.88
4	税金	工程直接费+间接费+利润	9.00%	51874.54
二	设备购置费	/	/	0.00
三	其他费用	1+2+3+4	/	95729.38

1	前期工作费	工程施工费	5.40%	34960.23
2	工程监理费	工程施工费	2.40%	15537.88
3	竣工验收费	(1) + (2) + (3) + (4) + (5)	/	24990.09
(1)	工程复核费	工程施工费+设备购置费	0.70%	4531.88
(2)	工程验收费	工程施工费+设备购置费	1.40%	9063.76
(3)	项目决算编制与审核费	工程施工费+设备购置费	1.00%	6474.12
(4)	整理后土地重估与登记费	工程施工费+设备购置费	0.65%	4208.18
(5)	标识设定费	工程施工费+设备购置费	0.11%	712.15
4	业主管理费	工程施工费+设备购置费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费	2.80%	20241.19
四	监测与管护费	1+2	/	19403.88
1	监测费	见表 7-13	/	3192.22
2	管护费	见表 7-13	/	16211.66
五	预备费	1+2+3	/	60565.99
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	3.00%	22294.23
2	价差预备费	工程施工费+其他费用+基本预备费	3.00%	22963.06
3	风险金	工程施工费+其他费用+基本预备费	2.00%	15308.70
六	静态总投资(元)	一+二+三+四+五	/	823110.84
七	动态总投资(元)	见表 7-14	/	943604.33

(二) 单项工程量与投资估算**1、矿山土地复垦工程措施投资估算**

矿山土地复垦工程措施投资估算详见表 7-12。

表 7-12 矿山土地复垦投资估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价(元)	合计(元)
一	土壤重构工程				459484.04
1	土壤剥覆工程				279239.89
(1)	外购土方	100m ³	68.97	1798.95	124073.58
(2)	覆土回填	100m ³	91.27	776.21	70844.69
(3)	推土机推土(三类土)	100m ²	196.82	428.42	84321.62
2	生物化学工程				2337.60
(1)	复合肥	kg	292.2	8.00	2337.60
3	清理工程				177906.55
(1)	砌体拆除清运	100m ³	11.56	15389.84	177906.55
二	植被重建工程				54038.86
(1)	栽植乔木	100 株	38.22	1364.65	52156.92
(2)	撒播狗牙根	hm ²	2.2194	847.95	1881.94
三	配套工程				18513.48
(1)	PVC 管道	100m	3.62	5114.22	18513.48
总计	-				532036.38

2、矿山土地复垦管护费用投资估算

矿山土地复垦管护费用投资估算详见表 7-13。

表 7-13 矿山土地复垦管护费用投资估算表

序号	工程内容	费基(元)	费率(%)	金额(元)
1	复垦监测费	532036.38	0.6	3192.22
2	管护费	54038.86	30	16211.66
合计				19403.88

价差预备费

该项目土地复垦估算静态总投资为 823110.84 元，根据国民经济发展，按省技术中心建议，广东参照动态涨幅一般 30 年内 3-5% 计取，本方案按不同年份工程投资分别按 $L \times (1+3.0\%)$ 计算动态投资，13.0 年（矿山综合服务年限 10.0 年+管护期为 3.0 年）后的土地复垦动态总投资为 943604.33 元（表 7-14）。

表 7-14 土地复垦工程动态总投资估算表

年度	静态投资/元	价差预备费/元	动态投资/元	资金来源	备注
2023.7~2024.6	82311.12	0.00	82311.12	矿产品销售 收入	边开采边复垦，对矿区道路、工业场地、综合服务区周边进行复绿和养护
2024.7~2025.6	82311.08	2469.33	84780.41		
2025.7~2026.6	82311.08	5012.74	87323.82		
2026.7~2027.6	82311.08	7632.46	89943.54		
2027.7~2028.6	82311.08	10330.77	92641.85		
2028.7~2029.6	82311.08	13110.02	95421.10		
2029.7~2030.6	82311.08	15972.65	98283.73		
2030.7~2031.6	82311.08	18921.17	101232.25		
2031.7~2032.6	82311.08	21958.13	104269.21		
2032.7~2033.6	82311.08	25086.21	107397.29		闭坑
2033.7~2034.6	0.00	0.00	0.00	-	闭坑后全面复垦
2034.7~2035.6	0.00	0.00	0.00		监测与管护
2035.7~2036.6	0.00	0.00	0.00		
合计	823110.84	120493.49	943604.33	-	-

第四节 总费用汇总与年度安排

一、总费用构成与汇总

本《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、含水层修复工程、水土环境污染修复工程和矿山地质环境监测工程；土地复垦工程包括矿区土地复垦工程和矿区土地复垦监测和管护工程。

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

境治理工程动态总投资为 613359.79 元（折合 61.34 万元）；根据矿山土地复垦工程部署，估算本矿山土地复垦工程动态总投资为 943604.33 元（折合 94.36 万元）；矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用为 1556964.12 元（折合 155.7 万元）（详见表 7-15）。

表 7-15 矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用汇总表

分项名称	静态投资(元)	动态投资(元)
矿山地质环境治理工程经费	510550.94	613359.79
土地复垦工程经费	823110.84	943604.33
总计	1333661.78	1556964.12

二、近期年度经费安排

根据矿山的生产和布局特点，本项目的工程分近期、中期、和远期进行。中期和远期跨度较长，存在较多的不确定因素，因此只对近期年度经费进行预测安排，近期年度经费安排如下：

1、近期治理时间安排

近期治理年度实施计划时间为 1～5 年（2023 年～2028 年）。

2、主要工作内容

- 1) 崩塌/滑坡的预防监测；
- 2) 泥石流的预防监测；
- 3) 地下采空区的预防监测；
- 4) 水质污染（恶化）的预防监测；
- 5) 地下水资源枯竭、区域地下水均衡、地表水漏失、含水层结构改变的预防监测；
- 6) 对部分井口场地及矿区道路进行土地复垦及覆绿工作。

监测系统启用：由于各个监测点论证后布设、租地需要较长时间，特将监测时间定于 2023 年开始，监测网点完善后，再进行人工巡视+仪器+化验结果相结合的方法时行监测。

3、近期年度经费安排

表 7-16 近期年度经费安排汇总表

序号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	治理经费 (元)	备注
1	监测点布置	个	9	500	4500	
2	人工监测次数	点.次	180	150	27000	每季一次
3	地下水水文监测	个	10	150	1500	一年两次
4	取水样分析	个	10	3000	30000	一年两次
5	土壤样化学分析	个	10	2000	20000	一年两次
	合计				83000	

第八章 保障措施与效益分析

第一节 组织保障

方案重在落实，切实改善采矿活动所造成的矿山地质环境破坏，审批后的方案由矿山企业组织实施，并受当地和上级自然资源行政主管部门的监督检查。为保证全面完成各项治理措施，必须重视并完成以下工作：

1、为了矿山地质环境保护与土地复垦能够按照方案要求顺利实施，避免方案的实施流于形式，矿山企业必须健全矿山地质环境土地复垦组织领导体系，成立矿山地质环境保护与土地复垦项目领导小组，负责矿山地质环境保护与土地复垦项目的领导、管理和组织实施工作，并接受地方国土资源行政主管部门对矿山地质环境治理实施情况进行监督和管理，同时组织学习《矿山地质环境保护规定》等有关法律法规，提高矿山管理人员和采矿人员的矿山地质环境保护意识。为了保证项目的顺利实施，项目承担单位抽调相关人员组建项目组，并设立项目办公室，协调各研究专题间的交叉协作关系，并督促各合作承担单位保证项目开展所需的人力、物力、工作时间等基本条件，按计划完成任务，保证研究计划顺利实施。

2、矿山企业必须严格按照矿山地质环境保护与土地复垦方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成矿山地质环境保护与土地复垦的各项措施；当地自然资源部门定期对方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上采用矿山企业定期汇报与实地检查相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段促使方案的完全落实。

3、按建设项目管理程序进行管理。在矿山地质环境与土地复垦施工中应严格按照建设项目管理程序，实行招投标制度，选择具有地质灾害治理施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位，进行矿山地质环境保护与土地复垦的施工和后期的养护工作。

第二节 技术保障

矿山技术负责人要主管矿山地质环境保护与土地复垦方面的技术工作，定期

与市县自然资源局、环保局、林业局联系，根据国家和地方的各项技术规范，开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

（一）专业队伍的配备

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

（二）按照技术规范的要求开展有关矿山地质环境防治和监测工作

按照技术规范的要求及本方案提出的要求开展矿山地质环境防治和监测工作，要全面落实工程建设法人负责制、招投标制和监理制，建立工程建设期间的监督检查制度，在生产期间要加强治理措施的试验研究工作，提出完工后的验收要求。对监测工作要按方案要求进行长期、定期监测。

1、严格按照矿山资源开发利用方案进行矿山生产。

2、搞好测量控制工作，符合设计的安全要求。

3、按照矿山地质环境保护与土地复垦方案的要求委托有关技术单位，有序地开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。

4、矿山地质环境监测应委托专业技术单位进行，矿山则应做好监测设施管理工作。

5、在本方案的实施过程中，按矿山开采对地质环境所造成的破坏类型、程度分类恢复治理，对废石场采取相应技术规范来恢复治理，对地质灾害隐患应根据不同灾害类型、规模、易发程度及危害程度采取合理有效的技术措施、技术要求进行治理。

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

（三）先进的施工手段和合理施工工艺，高标准的质量验收。

在矿山地质环境保护与土地复垦过程中要采用先进的施工手段和合理施工工艺，高标准的质量验收。

第三节 资金保障

一、总体要求

依据广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知(粤自然资规字〔2020〕6号)及《矿产资源法》、《矿山地质环境保护规定》(自然资源部令第5号)、《国务院关于印发矿产资源权益金制度改革方案的通知》(国发〔2017〕29号)、《财政部 国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建〔2017〕638号)。

依法从事矿产资源开发活动的采矿权人、从事矿产资源开采活动的采矿权人，均应按规定设立矿山地质环境治理恢复基金，按照“谁破坏、谁治理”的原则，开展矿山地质环境治理恢复工作。

根据自然资源主管部门审查通过的“矿山地质环境保护与土地复垦方案”，将其中的矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用，按照《指导意见》及企业会计准则相关规定提取，计入相关资产的入账成本，通过专户、专账核算，用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦的资金。

矿山地质环境治理恢复基金按照“企业计提、满足需求、专款专用、政府监管”的原则，以矿山地质环境治理恢复和土地复垦结果为导向，由采矿权人自主合理使用。

二、基金计提

采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，反映基金的计提与使用情况，并将基金账户开设情况报送矿山所在地县级以上自然资源、财政和生态环境主管部门。

生产矿山应当自本办法实施之日起3个月内建立基金账户，新建矿山应当在取得采矿权登记后1个月内建立基金账户。

基金总额核算依据经审查通过的“方案”中矿山地质环境治理恢复与土地复垦费确定。当采矿权人计提的基金总额不能满足矿山地质环境治理恢复与土地复

垦实际所需费用的，应当以实际所需费用差额进行补足。

固体矿山基金按年度计提,年度基金计提额按照核定的治理基金总额、占用资源总矿石量、实际生产矿石量确定。

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

采矿权人应将财政或自然资源主管部门退还的矿山地质环境治理恢复保证金和土地复垦费,经所在地县级以上自然资源部门会同财政部门重新核定后转存为基金,专项用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作。

矿山矿区范围、开采方式、生产规模、主要开采矿种发生变更或者储量变化导致服务年限发生变化的,采矿权人应当重新编制“方案”,报经主管部门审查通过后重新核定基金。

采矿权人依法转让采矿权的,原采矿权人的矿山地质环境治理恢复基金及矿山地质环境治理恢复与土地复垦责任一并转让给受让人,受让人应当继续按照本办法计提基金。

三、基金使用

1、根据自然资源主管部门审查通过的“方案”所确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等编制年度实施方案,自主使用基金。

2、基金计提后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程,不得挤占和挪用。按要求完成年度或阶段的矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程经验收合格后,结余的基金可以结转为下年度或下一阶段使用。

3、基金使用范围:

(1) 因矿产资源开发活动造成地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流等矿山地质环境问题的预防与治理恢复支出;

(2) 因矿产资源开发活动造成地表植被损毁和地形地貌景观破坏的预防与治理恢复支出;

(3) 因矿产资源开发活动造成地下含水层破坏的预防与治理恢复支出;

(4) 矿山地质环境监测和管护支出;

(5) 因矿产资源开发活动占用或损坏的土地复垦支出;

(6) 矿山地质环境治理恢复与土地复垦相关的其他支出。

4、采矿权人在停办、关闭或者闭坑前，应当使用基金完成矿山地质环境治理与土地复垦工作，并及时申请验收，不足部分由采矿权人补齐。因企业自身原因被终止采矿行为的采矿权人，仍然应当履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，所需资金从采矿权人已计提的基金中列支，不足部分由采矿权人补齐。因政策性关闭的矿山，矿山当年的地质环境治理恢复与土地复垦义务以及基金的处置，由矿山所在地县级人民政府与采矿权人协商确定。国家法律法规另行规定的，按相应规定执行。

5、矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务履行完成并通过验收的，由采矿权人清算基金使用情况，结余基金可以调出基金账户。

第四节 监管保障

落实阶段治理与复垦费用，严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排治理与复垦项目资金的预算支出，定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受县级以上自然资源主管部对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

1、项目区主管部门在建立组织机构的同时，将加强与当地政府主管部门及职能部门的合作，建立共管机制，自觉接受地方主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。监督机构对于不符合设计要求或质量要求的工程责令限期完成整改，直到满足要求为止。

2、按照方案确定年度安排，制定相应的各年规划实施大纲和年度计划，并根据矿山地质环境保护与复垦技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因项目区生产发生变化的复垦计划。由矿山地质环境保护与复垦管理办公室负责按照方案确定的年度复垦方案逐地块落实，统一安排管理。以确保土地复垦各项工程落到实处。保护土地复垦单位的利益，调动土地复垦的积极性。

3、如矿山不能履行矿山地质环境保护与复垦义务，则处以罚款。

4、坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片，不搞半截子工程。在工程建设中严格实行招标制，按照公开、公正、公平的原则，择优选择工程队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。同时对施工单位组织学习、宣

传工作，提高工程建设者的矿山地质环境保护与土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地主管部门的监督检查。

5、加强矿山地质环境保护与复垦政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动矿山地质环境保护与复垦的积极性。提高社会对矿山地质环境保护与复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。保护积极进行矿山地质环境保护与复垦的村委会以及村民的利益，充分调动其矿山地质环境保护与复垦的积极性。提高社会对矿山地质环境保护与复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

6、加强对矿山地质环境保护与复垦土地的后期管理。一是保证验收合格；二是使土地复垦区的每一块土地确实要发挥作用和产生良好的经济生态社会效益。

第五节 效益分析

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

方案实施后的效益包括环境效益、经济效益和社会效益三个方面。

1、环境效益

1) 提高植被覆盖率

各项土地复垦措施实施后，矿山生产建设所带来的各水土流失区域均能得到有效的治理和改善。除永久建构筑物占地外，施工裸地基本都得到整理、绿化，施工废弃地改造为耕地、林草地或绿化地。临时占地在工程结束后亦进行绿化，植被总体覆盖率在 80%以上。

治理度=治理措施面积÷破坏面积

植被覆盖度=林草面积÷破坏面积

2) 改善生态环境

矿山开发中损坏的植被实施生物措施后,大部分可得以恢复。其中经绿化后的周边绿化带、道路等在经过 1~2 年后,植被基本可恢复。预计整个防治责任范围内的植被恢复系数在工程完成后 2~3 年内可改善至 92%左右。林草恢复系数达到可绿化面积的 90%左右,防治责任范围林草覆盖率可达到 80%以上,有利于改善小环境气候,保持整个生态环境的稳定,提高水土保持能力,减少自然灾害的发生。

3) 减少水土流失量

土地复垦方案实施后,水土流失基本得以控制。生产施工期间,开挖面流失强度超过现状流失强度,经实施土地复垦措施后,坡面土层裸露处水土流失强度明显下降,经估算,治理后的各裸露面水土流失总量较治理前可减少 85%以上,治理效果显著。

2、经济效益

1) 直接经济效益

通过矿山地质环境保护与土地复垦,生产期的直接经济效益也十分可观。若不实行地质环境保护,矿山破坏的土地会得不到恢复,并使周边生态遭受连锁创伤和破坏。本项目通过矿山地质环境保护与土地复垦后,恢复林地 2.2194hm²,土地复垦率为 100%。

实行地质环境保护与土地复垦后,仅按矿山恢复植被一项计算:种植林木恢复,经查询有关资料,林木一般 5 年时间可成林,按照有林地种植面积、成树树径等标准,1 公顷可产木材 280~360m³,平均按照 320m³作为其产量计算依据,年产量估计在 25m³/hm²左右,考虑林地现实中存在着一定的成活率、天灾等不确定因素,林地的年产量中考虑 15%的损失率。根据目前市场行情,林木的销售价格在 500 元/m³左右,成本费包括树苗费、人工工资和管理费等按照 200 元/m³计算,则工业场地、综合服务区、废石场、矿山道路等恢复林地的年净产值为:2.2194×25×(1-15%)×(500-200)=14148.675 元/年。

2) 间接经济效益

大自然赋予人类社会生存发展的资源除矿产资源外,还有空气、水和土地,如果只开发矿产资源,而浪费和破坏更具有全局的、长远的、潜在的更大价值的空气、水和土地资源,显然是求小失大,是经济效益的最大浪费,是暴殄天物。

实施矿山地质环境保护与恢复治理,在获得矿产资源效益的同时,又可以有效保护和持续利用水、空气和土地这三类资源,因此,它蕴藏着更大的经济效益。

本《方案》实施后,林地面积大量增加,按照乔木每公顷平均吸收 183t CO₂ 计算,矿区内乔木共计吸收 CO₂ 量近 406.15t (碳汇量),有效改善了矿区的生态环境,起到保持水土、防灾减灾等方面的作用,降低企业在其它方面的开支,增加企业总体经济效益,这即为生态恢复的间接经济效益。

3、社会效益

1) 减轻自然灾害

随着方案的实施,工程区原地貌也将被适当改变。对生产建设过程中的弃土弃渣的治理和对各施工区水土流失的治理,可减少滑坡、泥石流的发生,减轻自然灾害。

2) 改善矿区及周边环境质量

土地复垦措施特别是生物措施的有效实施,可大大改善矿区及周边地区的生态环境,减少因矿山生产、建设对矿区及周边地区的影响,提高矿山生产区的环境质量。此外,矿区绿化创造了良好的生态环境,有利于矿山职工和周边群众的身心健康、提高劳动生产率。

3) 促进当地稳定和发展

土地复垦方案的实施可以缓减当地的人、土地资源矛盾;土地复垦资金的投入对当地调整产业结构,打造矿区生态旅游区,促进可持续发展提供了较好的机遇,对地方经济的发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。

综上所述,本方案实施所产生的社会效益、环境效益、经济效益较明显,达到了社会效益、环境效益与经济效益的统一,是功在当代,利在千秋的民心工程。

第六节 公众参与

在矿山地质环境保护与土地复垦方案编制的过程中始终遵循全程公众参与,坚持做到公开、科学、合理。

一、前期准备

土地复垦公众参与的前期准备包括:

1、查阅矿山提供基础资料,了解矿区自然条件,重点是地形、地貌、土壤

和植被以及当地的种植习惯；

2、利用矿山提供资料以及网络资源初步了解项目区经济社会发展水平；

3、查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，确定其对土地复垦方案待复垦区域规划用途的影响；

4、根据矿产资源开发利用方案工程布置情况，对矿区矿山地质环境保护与土地复垦内容分析，确定矿区地质环境保护与土地复垦工作的安排，确定矿区矿山地质环境保护与土地复垦的方向、标准和措施。

二、公众参与实地调研范围与组织形式

本阶段工作主要是进行公众参与实地调研，加强对矿山环境保护与土地复垦实地条件的感性认识，通过调查咨询方式听取了解公众意见。公众参与与调查涉及的主要内容有：

1、项目开展对项目区内及周边居民的影响调查；

2、项目对土地造成的破坏，尤其是水土保持破坏等对居民生产生活的影响，公众对土地破坏的了解调查；

3、公众对复垦的了解与期望调查；

4、公众对所采取的复垦技术及措施的意见调查。

第九章 结论与建议

一、结论

（一）矿山性质、开采方式、开采规模、重要程度、矿山地质环境条件复杂程度，方案的治理年限、适用年限

平远碧玉钾长石矿是生产矿山，矿区面积 0.3507km^2 ，开采方式为地下开采，采矿许可证生产规模为 1.0万 t/a ，开采深度 $+460\text{m}\sim+330\text{m}$ 标高，设计开采深度 $+460\text{m}\sim+330\text{m}$ 。设计生产规模 1.0万 t/a ，开采规模为小型。矿山地质环境条件复杂程度为中等，评估重要程度分级为较重要区。

如遇矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制或修订矿山地质环境保护与土地复垦方案。

（二）《方案》编制的基础、范围、评估区面积、评估级别、评估精度；调查技术路线与方法，完成的主要实物工作量

调查范围 0.75km^2 ，调查线路 3.1km ；收集资料 10 份，评估精度采用 1:2000；评估区面积为 0.4988km^2 。该矿山地质环境影响评估级别为二级。

（三）现状评估和预测评估结论

1、现状评估

1) 地质灾害现状

评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，地质灾害现状弱发育，现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

2) 地质环境问题现状

评估区地质环境问题主要为：对含水层影响与破坏危害性较严重，现状对地形地貌景观影响与破坏危害性较严重，现状对水土环境污染危害性较轻，矿山地质环境影响程度为较轻。

3) 地质环境现状分区

现状矿山地质环境影响划分为两个区：矿山地质环境影响较严重区（Ⅱ）和较轻区（Ⅲ）。其中：影响较严重区（Ⅱ）面积 0.1117km^2 ，占评估区面积的 22.39%；影响较轻区（Ⅲ）面积 0.3871km^2 ，占评估区面积的 77.61%。

2、预测评估

1) 地质灾害预测

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能（遭受）的地质灾害有：崩塌/滑坡、泥石流、地下采空区坍塌等，其中：崩塌、滑坡危害小，潜在的危险性小，对矿区地质环境影响小；泥石流影响范围小，危害性小，潜在危害性小，对周边地质环境影响小；地下采空区引发地面坍塌等地质灾害可能性中等，地质灾害危险性中等。

2) 地质环境问题预测

预测地质环境问题主要有：含水层影响与破坏程度分级为较严重；预测地形地貌景观影响与破坏程度为较严重；预测矿山开采对水土环境污染程度为较轻；矿山地质环境影响程度为较严重。

3) 地质环境预测分区

矿山地质环境影响预测评估分为二个区：矿山地质环境影响较严重区（II）和较轻区（III）。其中影响较严重区（II）面积 0.1991km^2 ，占评估区面积的 39.92%；影响较轻区（III）面积 0.2997km^2 ，占评估区面积的 60.08%。

（四）地质环境保护与恢复治理分区

结合矿山地质环境问题现状及预测评估结果进行矿山地质环境保护与恢复治理分区，将评估区划分为次重点防治区（B）和一般防治区（C）二个区。其中次重点防治区（B）面积 0.1991km^2 ，占评估区面积的 39.92%；一般防治区（C）面积 0.2997km^2 ，占评估区面积的 60.08%。

（五）土地资源破坏

土地资源破坏主要表现在采矿工业场地、综合服务区、废石场、矿区道路等对土地的挖损、压占。损毁土地类型包括乔木林地（0301） 2.1867hm^2 、农村宅基地（0702） 0.0960hm^2 、农村道路（1006） 0.0893hm^2 、裸土地（1206） 0.0327hm^2 。合计占用土地面积 2.4047hm^2 。

（六）土地复垦区与土地复垦责任范围

根据土地损毁分析与预测结果，确定复垦区面积为 2.4047hm^2 ，其中工业场地面积为 1.3410hm^2 ，综合服务区面积为 0.0822hm^2 ，矿区道路面积为 0.4375hm^2 ，废石场面积为 0.5440hm^2 。

（七）地质环境保护与土地复垦工程部署

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”的原则，以工程措施、生物措施与监测措施三大措施相结合进行工程部署：一是提出了不同的地质环境问题采取的三大措施侧重点不同；二是提出了各防治分区的主要防治措施；三是根据方案的适用年限和矿山采剥进度为三个治理阶段：1~5 年度实施计划阶段、6~10 年度实施计划阶段、11~13 年度实施计划阶段，其相对应的治理部位分为近期治理区、中期治理区、远期治理区。主要采用的措施有工程措施、生物措施、监测措施。

（八）地质环境保护与土地复垦经费估算

矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用为 155.7 万元，其中矿山地质环境治理工程动态总投资 61.34 万元，矿山土地复垦工程动态总投资 94.36 万元。

（九）测预恢复治理效果

环境效益方面：提高植被覆盖率、改善生态环境、减少水土流失量。

经济效益方面：主要为林业效益、其他经济作物收益；改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低企业在其它方面的开支，增加企业总体经济效益。

社会效益方面：减轻自然灾害，改善矿区及周边环境质量，促进当地稳定和发展，可以缓减当地的人、土地资源矛盾。

二、建议

1、坚持“动态设计、信息化施工”的原则，在进行开采时要尽可能采取有效的安全措施和安全生产制度，严格遵守安全生产法规，减少矿山生产对周围环境的影响和防治地质灾害。

2、加强地质环境监测，定期向行政主管部门报告矿山地质环境情况，如实提交监测资料。发现异常情况的地质灾害监测数据，应及时向当地地质主管部门、有关部门反映，并及时采取地质灾害应急治理措施，做到及时发现和及时治理，减轻矿区环境破坏程度。

3、矿山建设应严格遵守国务院《地质灾害防治条例》，认真执行矿产资源开采设计，防止工程建设引发和加剧地质灾害。在矿山开采过程中应及时向当地矿管部门汇报，及时消除安全隐患，避免地质灾害的发生。

4、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿山地质环境治理工作，随时接受

自然资源主管部门检查。同时，以超前的眼光和意识对待平远碧玉钾长石矿矿山地质环境的保护工作。

5、本方案依据现场调查成果和已有资料进行编制，综合了已有资料成果的相关内容，但不能代替已有资料的各项专业性内容。业主进行矿山地质环境保护与恢复治理时，除满足本方案要求外，还须满足《开发利用方案》、《水土保持方案》等已有资料及有关法律法规、规程、规范、标准等的要求。

6、加强对环境水污染、土壤(地)污染的监测工作，并采取确实可行的措施予以防治，需对下游水源地进行保护，建立地下水水质监视带，保护下游人们的生活用水安全。

根据本次取水样分析，水中存在一些指标超过饮用水标准，建议聘请环保部门对其进行监测，并采用相应的措施进行治理。合格后再排放至水沟及灌溉农作物。

加强矿山废水水质的监测工作，及时掌握矿山废水的有害物质的种类、数量和变化。

企业在生产中一定要注意环境保护，采取各种环保措施，作到经济建设和环境保护建设同步。

7、为确保废石场的安全运作，负责矿山安全生产的部门要应加强废石场安全工作措施。