

广东省平远县东石镇麻塘矿区
熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

平远县自然资源局

2025年1月

广东省平远县东石镇麻塘矿区
熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：平远县自然资源局

编制单位：广东锦城矿山设计研究有限公司

法定代表人：朱业意

项目负责人：朱业意

技术负责人：李启龙

编写人员：范小辉 黄福海

制图人员：于松财 李泽凯

广东省平远县东石镇麻塘矿区
熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿
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	待招拍挂后确定				
	法人代表	/	身份证 号码	/	手机 号码	/
	统一社会 信用代码	/	纳税人 识别号	/	组织机 构代码	/
	单位地址	/				
	矿山名称	待招拍挂后确定				
	采矿许可证	<input checked="" type="checkbox"/> 新申请 <input type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 变更（ <input type="checkbox"/> 扩大开采规模 <input type="checkbox"/> 扩大矿区范围 <input type="checkbox"/> 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		
	白云岩、大理 岩、石灰岩	大型	大型	露天开采		
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	13750569089		
	主要 编制 人员	姓名	专业职称	职责	签名	
		范小辉	采矿工程师	报告编写		
		黄福海	水工环助理工程师	报告编写		
		于松财	地质技术员	图件绘制		
		李泽凯	地质技术员	图件绘制		
		李启龙	采矿助理工程师	审核		
朱业意		项目负责				
审 查 申 请	<p>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。</p> <p>请予以审查。</p> <p style="text-align: right;">申请单位：广东锦城矿山设计研究有限公司 2025年1月2日</p> <p>联系人：朱业意 联系电话：13750569089</p>					

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.....	13
第一节 矿山简介.....	13
第二节 矿区范围及拐点坐标.....	16
第三节 开发利用方案概述.....	16
第四节 矿山开采历史及现状.....	31
第二章 矿区基础信息.....	40
第一节 矿区自然地理.....	40
第二节 矿区地质环境背景.....	42
第三节 矿区社会经济概况.....	63
第四节 矿区土地利用现状.....	64
第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动.....	71
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.....	73
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	76
第一节 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	76
第二节 矿山地质环境影响评估.....	77
第三节 矿山土地损毁预测与评估.....	116
第四节 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	121
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	134
第一节 矿山地质环境治理可行性分析.....	134
第二节 矿区土地复垦可行性分析.....	139
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	158
第一节 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	158

第二节	矿山地质灾害治理	169
第三节	矿区土地复垦	171
第四节	含水层破坏修复	192
第五节	水土环境污染修复	193
第六节	矿山地质环境监测	196
第七节	矿区土地复垦监测和管护	203
第八节	矿山生态环境修复	206
第六章	矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	208
第一节	总体工作部署	208
第二节	阶段实施计划	209
第三节	近期年度工作安排	212
第七章	经费估算与进度安排	214
第一节	经费估算依据	214
第二节	矿山地质环境治理工程经费估算	215
第三节	土地复垦工程经费估算	220
第四节	总费用汇总与年度安排	232
第八章	保障措施与效益分析	235
第一节	组织保障	235
第二节	技术保障	235
第三节	资金保障	237
第四节	监管保障	240
第五节	效益分析	241
第六节	公众参与	243
第九章	结论与建议	244

附表：

- 1、矿山地质环境现状与损毁土地调查表。

附件：

- 1、矿山地质环境保护与土地复垦方案编制委托书；

- 2、矿产资源开发利用方案审查意见书；
- 3、矿产资源储量分割报告评审结果的函；
- 4、水质、土壤检测报告；
- 5、地质调查照片；
- 6、内审意见。

附图：

1、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境现状评估图（1：2000）；

2、平远县 2023 年度土地利用现状图（局部）（1：10000）；

3、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境预测评估图（1：2000）；

4、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿区土地损毁预测图（1：2000）；

5、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿区土地复垦规划图（1：2000）；

6、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境治理工程部署图（1：2000）；

7、平远县国土空间总体规划图（2021—2035 年）（局部）（1：10000）。

前 言

第一节 任务的由来

为深入贯彻“节约高效、环境友好、矿地和谐”的绿色矿业发展模式，推进平远县矿产资源高质量发展，将资源优势转化为经济优势，经平远县人民政府同意，平远县自然资源局在广东省平远县东石镇拟设置广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权，拟设采矿权矿区面积为 0.8979km²，开采方式为露天开采，开采矿种为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，矿山生产规模为 700 万吨/年（其中：熔剂用白云岩 400 万吨/年、粉料用大理岩 140 万吨/年、水泥用石灰岩矿 160 万吨/年），矿山综合服务年限为 28 年，开采深度为由+343m 至 0m 标高。

平远县自然资源局为探索采矿权出让新模式，精简流程，使采矿权竞得人竞得采矿权即可申请采矿权登记，于 2024 年 12 月 10 日委托广东锦城矿山设计研究有限公司编制《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（下称“方案”）。

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

1、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。

2、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。

3、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、《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；
- 2、《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；
- 3、《中华人民共和国矿山安全法》，1993 年 5 月 1 日起施行，2009 年 8 月 27 日修订；
- 4、《中华人民共和国矿产资源法》，2024 年 11 月 8 日修订通过，自 2025 年 7 月 1 日起施行；
- 5、《土地复垦条例》（国务院第 592 号），2011 年 3 月 5 日；
- 6、《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；
- 7、《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；
- 8、《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；
- 9、《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；
- 10、《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；

11、《中华人民共和国土地管理法》，2020年1月1日起施行；

12、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021年4月21日国务院第132次常务会议修订通过，2021年9月1日起实施。

二、规章及政策性文件

1、《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》（国土资发〔1999〕36号）；

2、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；

3、《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；

4、《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）；

5、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；

6、《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）；

7、《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》2019年7月16日自然资源部第2次部务会议审议通过；

8、《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）；

9、《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）；

10、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）；

11、《广东省土地整治垦造水田建设标准（试行）》（粤农〔2016〕180号，2016年10月18日）；

12、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；

13、梅州市国土资源局关于印发《梅州市矿山地质环境保护与土地复垦方案编报审查工作实施办法》的通知（梅市国土资[2018]54号），2018年8月6日；

14、《广东省自然资源厅关于临时用地占用永久基本农田审批问题的通知》（粤自然资管制电（2019）25号）；

15、《广东省自然资源厅关于全面推进绿色矿山建设工作的通知》（粤自然资函（2021）497号）；

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

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

三、现行规程、规范

1、《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）；

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

3、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）；

4、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

5、《生产矿山土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；

6、《广东省土地整理垦造水田建设标准（试行）》（粤农[2016]180号）；

7、《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）；

8、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023年修订版）》；

9、《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》（粤自然资规字（2020）6号）；

10、《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；

11、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T12328-1990）；

12、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T14538-1993）；

13、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB 12719-1991）；

14、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

- 15、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）；
- 16、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 17、《量和单位》（GB3100-3102-1993）；
- 18、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 19、《渔业水质标准》（GB11607-1989）；
- 20、《地下水质量标准》（GB14848-2017）；
- 21、《土壤环境质量标准 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）；
- 22、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）；
- 23、《生态公益林建设技术规程》（GB/T18337.2-2001）；
- 24、《土地基本术语》（GB/T19231-2003）；
- 25、《地质图地理底图编绘规范》（DZ/T0157-19951：50000）；
- 26、《地质图用色标准及用色原则（1:50000）》（DZ/T0179-1997）；
- 27、《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T 0218-2016；
- 28、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
- 29、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2006）；
- 30、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 31、《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；
- 32、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- 33、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2015）；
- 34、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；
- 35、《耕地质量验收技术规范》（NYT1120-2006）；
- 36、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NYT1634-2008）；
- 37、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）；
- 38、《园地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；
- 39、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TDT1007-2003）；
- 40、《第二次全国土地调查技术规程》（TD/T1014-2007）；
- 41、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZT0261-2014）；
- 42、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

- 43、《矿山地质环境调查评价规范》（DD2014-05）；
- 44、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 45、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016年修订版；
- 46、《耕地质量等级》（GB/T33469-2016）。

四、参考资料

1、主要参考资料

- （1）《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量核实报告》，广东省有色地质勘查院，2023年4月；
- （2）《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量分割报告》，广东省有色地质勘查院，2023年6月；
- （3）《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿产资源开发利用方案》，海南水文地质工程地质勘察院，2024年12月；
- （4）《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权挂牌出让公告》（梅市公资矿字〔2024〕第7号），平远县自然资源局，2024年12月11日。

2、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)》，平远县人民政府办公室，2021年12月；
- （3）《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；
- （4）《梅州市国土空间总体规划（2021-2035年）》；
- （5）《平远县国土空间总体规划（2021-2035年）》；
- （6）《梅州市矿产资源总体规划（2021-2025年）》；
- （7）矿山企业提供的其它相关资料。

第四节 方案适用年限

根据《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿产

资源开发利用方案》（海南水文地质工程地质勘察院，2024年12月），矿山综合服务年限为28年。本方案基准期以矿山正式投产之日算起。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，考虑土地复垦养护期约3年，因此本方案适用年限约31年。如遇矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围、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

2024年12月10日我单位接受委托，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《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》工作大纲，12月11日~13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、《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量核实报告》、《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量分割报告》、《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩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，野外调查面积约3.5km²。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、地质灾害点以及可能受污染的溪沟、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、水土环境污染等要素填绘于表、文、图中。

2、室内资料分析整理

主要按《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南(试行)》（广东省地质灾害防治协会 2018 年 1 月）进行编制，以《土地复垦方案编制规程》、及相关法律法规作为参考，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《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）执行，以《土地复垦方案编制规程》作为参考，并参照广东省地质灾害防治协会《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》（2023 年 1 月）的要求。

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

本次收集资料 9 份，主要参考资料包括：储量核实报告 1 份、储量分割报告 1 份、开发利用方案 1 份；其他相关参考资料 6 份。

2、实物工作量

本次调查针对矿区范围及周边进行调查，3 人/组，调查时间约 3 天，具体调查项目及完成的实物工作量如下：

- (1) 调查矿山矿床、围岩、露头、断层。

(2) 调查地表岩土体、边坡情况（坡高、坡度等）、周边地形地貌、土地压占破坏情况、地下水及地表水情况（水量、水位、水流、采矿活动对地下水的影响情况，废水排放对周边的污染情况）。

(3) 调查矿山范围及周边的地质构造情况、地质灾害情况及相邻矿山的情况等。

(4) 本次调查共完成地质点 68 个，水文点 20 个，调查线路总长约 5.1km，调查面积约 3.5km²，现场拍照 84 张（附件附 14 张），采取矿山地表水样四件进行水质分析，采取矿山土壤混合样一件进行土壤分析。

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，主要完成成果资料有《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》1 份、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境现状评估图（1: 2000）1 张、平远县土地利用现状图（2023 年度）（局部）（1: 10000）1 张、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境预测评估图（1: 2000）1 张、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿区土地损毁预测图（1: 2000）1 张、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿区土地复垦规划图（1: 2000）1 张、广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境治理工程部署图（1: 2000）1 张、平远县国土空间总体规划图（2021—2035 年）（局部）（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 9 份，资料充实、详尽，基本满足广东省编制的《编制指南》和设计要求。

2、本次通过对矿山及周边约 3.5km² 面积的详细调查，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、含水层影响与破坏、水土环境污染有了全面的了解。

3、在收集详实的资料的基础上结合本次充分调查的地质、水文、环境、土地破坏等情况综合研究分析，编制了本报告。

综上所述，本方案收集资料充分，野外调查详细，严格按照相应的规范规程法律法规进行编制，充分反映了矿山的基本情况、矿区的区域地质环境背景、矿区的地质环境影响与土地损毁现状等，对矿山地质环境影响和土地损毁进行现状和预测评估，对矿山地质环境保护与恢复治理分区，确定土地复垦区与复垦责任范围，对矿山地质环境治理与土地复垦进行可行性分析，制定合理的矿山地质环境治理与土地复垦工程措施，对矿山地质环境治理与土地复垦工程经费估算与进度安排等，总体来说，本方案工作内容详细，工程布置合理经济，切合实际，工作质量良好，符合相应的规范规程法律法规要求。

本方案完成的主要工作量见表 0-1。

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	3.5	
	评估面积	km ²	2.5201	
	踏勘、调查线路	km	5.1	
	地质、水文地质点	个	88	
	现场拍照片/附件附照片	张	84/14	7 页
	地形地貌景观影响与破坏	处	6	
	水土环境的污染	处	2	
	地下含水层影响与破坏	处	0	
	水质分析	件	4	
	土壤分析（混合样）	件	1	
收集 资料	储量核实报告	份	1	
	储量分割报告	份	1	
	开发利用方案	份	1	
	其它资料	份	6	
编制 成果	广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1	
	广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案附图	幅	7	
	广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案电子文档	份	1	

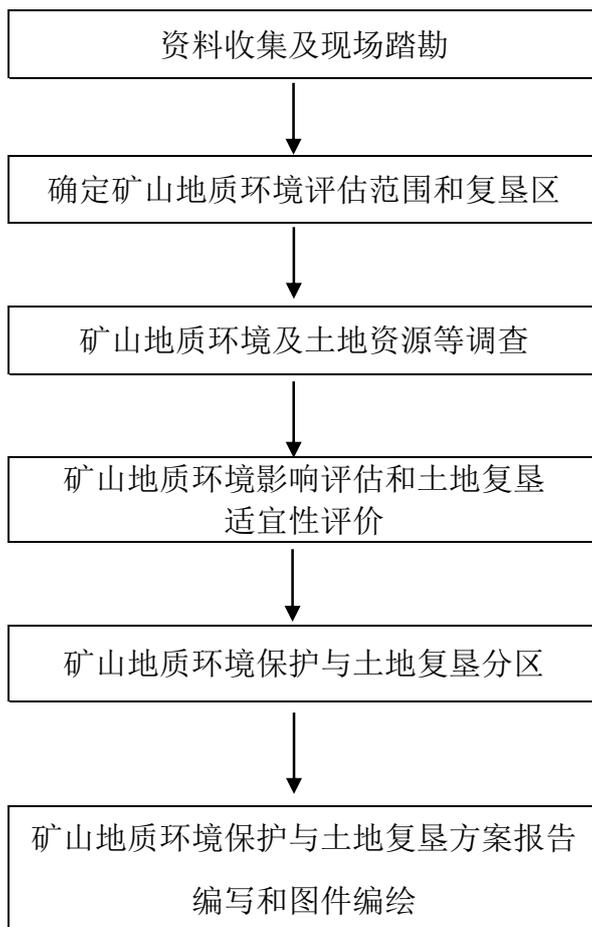


图 0-1 工作程序框图

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：待招拍挂后确定

矿山企业：待招拍挂后确定

项目地址：平远县东石镇太阳村

项目类型：采矿权新立

开采矿种：熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩

开采方式：露天开采

生产规模：700 万吨/年（其中：熔剂用白云岩 400 万吨/年、粉料用大理岩 140 万吨/年、水泥用石灰岩矿 160 万吨/年）

综合服务年限：28 年

矿区面积：0.8979km²

开采深度：+343m 至 0m 标高

二、地理位置

矿区位于平远县城北东 45° 方向，直线距离约 14km。行政区隶属于平远县东石镇管辖。矿区经省道 S332 连接东石镇和平远县城，到东石镇路程约 5.8km，到平远县城路程约 21km，有 G35 济广高速、S66 梅平高速和 G206 国道连通南北和东西，交通条件较为便利。（详见图 1-1 矿区交通位置图和图 1-2 矿区正射影像图）



图 1-1 矿区交通位置图

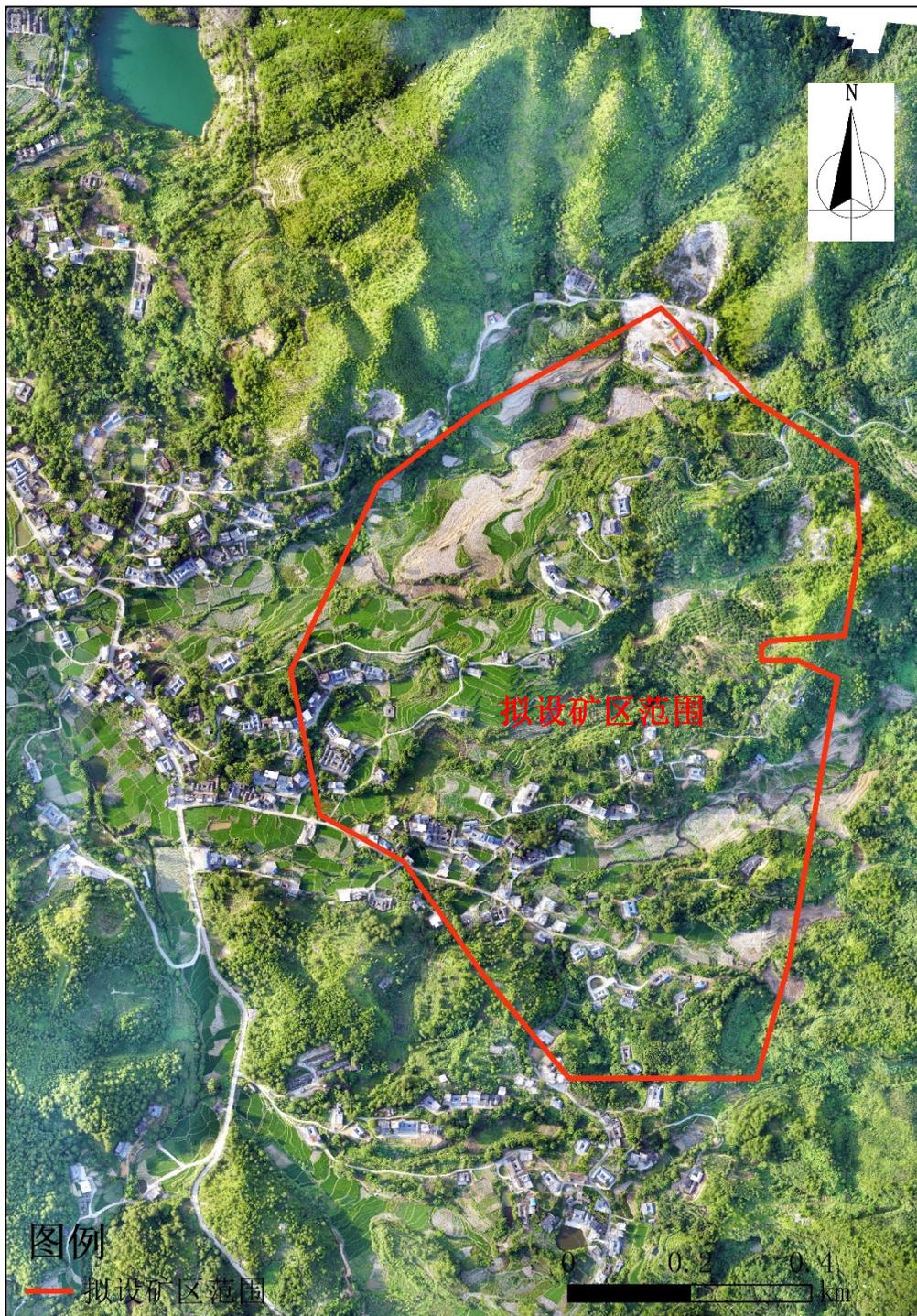


图 1-2 矿区正射影像图（2024 年 12 月）

第二节 矿区范围及拐点坐标

广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿为采矿权新立矿山，开采矿种为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩；开采方式为露天开采；生产规模为700万吨/年（其中：熔剂用白云岩400万吨/年、粉料用大理岩140万吨/年、水泥用石灰岩矿160万吨/年），开采标高为+343m至0m，矿区面积为0.8979km²，矿区范围由21个拐点坐标圈定，矿区范围拐点坐标见表1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标表

点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****	12	*****	*****
2	*****	*****	13	*****	*****
3	*****	*****	14	*****	*****
4	*****	*****	15	*****	*****
5	*****	*****	16	*****	*****
6	*****	*****	17	*****	*****
7	*****	*****	18	*****	*****
8	*****	*****	19	*****	*****
9	*****	*****	20	*****	*****
10	*****	*****	21	*****	*****
11	*****	*****			
矿区面积：0.8979km ² ；拟设采矿权标高：+343m~0m。					
资料来源：广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权挂牌出让公告（梅市公资矿字〔2024〕第7号）					

第三节 开发利用方案概述

2024年12月，由海南水文地质工程地质勘察院编制了《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿产资源开发利用方案》。

一、建设规模及工程布局

（一）建设规模

方案确定矿山的生产规模为700万吨/年，其中，其中：熔剂用白云岩400万

吨/年、粉料用大理岩 140 万吨/年、水泥用石灰岩矿 160 万吨/年。

（二）已有工程布局

拟设矿区范围内现有一个采矿权，即“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权，开采方式为地下开采，开采矿种为铁矿、白云岩。

（1）长窝里铁矿硐口工业场地

长窝里铁矿硐口工业场地位于矿区范围内 3 号~4 号拐点范围之间，主要包括斜坡道硐口（已封堵）、井口值班室、配电机房、工业场地、办公区等，面积约 1.82hm²。2021 年~2024 年，长窝里铁矿处于停产状态。现场设备尚未拆除，部分场地已自然复绿，杂草丛生。

（三）设计工程布局

（1）露天采场

露天采场设计挖损面积为 89.79hm²，拟设计开采标高为+343m~0m。设计根据不同岩层的物理特性，将区内矿层水平分成 29 个台阶：+336m、+328m、+318m、+308m、+298m、+288m、+276m、+254m、+242m、+230m、+218m、+206m、+194m、+182m、+170m、+158m、+146m、+132m、+120m、+108m、+96m、+84m、+72m、+60m、+48m、+36m、+24m、+12m 和+0m。采场+225m 标高以上为山坡露天采场，采场+225m~0m 标高为凹陷露天采场。凹陷露天采坑由于无法自流排水，需要在最低生产平台设置集水池及泵房，将场内汇水抽排出采场外。闭坑后，凹陷露天坑积水成塘。

残坡积层台阶及全风化层上部台阶高度≤10m，终了台阶坡面角 45°；全风化层下部台阶高度 10m，终了台阶坡面角 55°；中风化层台阶高度 10m，终了台阶坡面角 55°；微风化层台阶高度 12m，终了台阶坡面角 60°；安全平台宽度 3~5m，清扫平台 6~8m，每隔 2~3 个安全平台设置 1 个清扫平台。

（2）工业场地

工业场地面积 3.24hm²，主要包括破碎站和机汽修车间。

破碎站设置在矿区 1 号拐点西北侧约 300m 处较为平缓的山坡上，采用削坡、回填的方式进行场地平整，形成 2 级平台，场地标高分别为+240m 卸矿平台和+230m 破碎及产品堆场平台。破碎站设置了一条粉料用大理岩加工生产线、一条熔剂用白云岩加工生产线和一条水泥用石灰岩加工生产线。

机汽修车间位于破碎站+230m 破碎及产品堆场平台北侧，紧邻破碎站布置，

直线距离矿区约 430m，场地标高为+230m。机汽修车间布置了油脂库和小型汽修厂，小型汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。

(3) 办公生活区

办公生活区面积 1.01hm²，位于破碎站+230m 破碎及产品堆场平台西北角，紧邻破碎站布置，直线距离矿区约 470m。根据地形，共设置两级平台，分别为 +230m 和 +225m 标高。区内设置了行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。

(4) 外运转运场

本矿山综合利用水泥配料用粘土、回填料用围岩（风化花岗岩及风化凝灰岩），矿山采出后需要外运销售。外运转运场设置在矿区 1 号拐点西侧、采场边界附近，距离矿区仅约 20m，总占地面积约 1.17hm²（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。根据场地情况，采用平地堆填方式暂存，为了保证堆场安全，堆填高度不宜过高，设计最大堆填高度按 8m 计算，最大可堆填场地面积约 0.74hm²，该场地最大可暂存剥离层约 4.75 万 m³，计算矿山平均每年产出的利用水泥配料用粘土和回填料用围岩（风化花岗岩及风化凝灰岩）约为 21.12 万 m³，则该场地可满足临时堆存 1 个月。

(5) 复垦用土临时堆场

复垦用土临时堆场面积 2.42hm²，设置在矿区范围内 10 号拐点西面山沟地带，复垦用土临时堆场山沟底部平缓，沟谷出口处狭小，便于筑坝，砌筑工作（程）量小，坝体稳定。根据实际地形条件，形成 2 座拦渣坝，拦渣坝采用碾压土石坝，坝外坡度 1:2，内坡度 1:1.5；1#拦渣坝坝顶标高为+240m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 70m；2#拦渣坝坝顶标高为+250m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 55m。临时堆场堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，堆积总高度为 30m，台阶坡面角为 40°，平台宽度 5m，终了帮坡角为 35°，满足安全要求。复垦用土临时堆场最大容量为 34.22 万 m³，能够满足矿山未来复垦用土量 29.99 万 m³ 的临时堆排要求。

(6) 矿区道路

矿区道路连接工业场地、办公生活区、复垦用土临时堆场及矿区外部，12m 路宽道路长约 380m，7m 路宽道路长约 240m，面积约 0.78hm²。新建的主要运输公路及重要交通道路按矿山二级道路标准修建，道路最小平曲线半径 25m，回头

弯最小半径为 15m，平均纵坡为 8%。

(7) 防排水设施

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

矿山开采面积较大，极易引入场外汇水进入采坑。开发利用方案设计在采场合理地点设置了截排水沟和沉砂池，对流经采场的截排水沟汇水需经过沉砂池进行沉淀处理，达到排放标准后方进行外排。开发利用方案对各类截排水沟和沉砂池均进行了编号分类，采场共设 2 座沉砂池和 18 条场外截排水沟。

(8) 供水设施

在矿区东侧、6 号拐点南面约 60m 处+326m 标高设置采场生产及消防水池，作为矿山开采工作面生产及消防用水，容量为 150m³；在破碎站+240m 卸矿平台设置破碎站生产及消防水池，作为破碎站生产及消防用水、办公生活区和机汽修车间消防用水，容量为 150m³。采场生产及消防水池和破碎站生产及消防水池用水来自设置在外运转运场北侧的生产水池，该水池集水主要来源采场部分排水及山沟汇水，不足部分取自矿区西部、直线距离约 3.3 km 的东石河，该河枯水期流量 7.02 L/s，雨后迅速增至 324.3 L/s，流量充足。未来矿山生活用水引入当地自来水管网。

(9) 矿山供电

矿区电源采用单回路 10kV 架空线路由当地 10kV 电网引入，进入设置在破碎站+240m 卸矿平台的变电站后，再由低压线输出 300V，经过各配电箱分供各生产车间。供电容量可满足矿区用电需要，电源线路及容量由建设方与当地电力部门协商解决。采矿负荷及破碎加工生产线主要设备按二级负荷考虑，其他辅助生产设施、生活设施按三级负荷考虑。

二、矿山拟开采的层位

拟开采层位为上石炭-下二叠统壶天组(C₂P_{1h})和下-中二叠统栖霞组(P_{1-2q})。拟开采标高 333.4m~0m，设计开采范围为采矿许可证圈定的范围以内。

三、矿山资源/储量

(一) 评审的矿产资源储量 (Q)

由于储量核实报告中原设采矿权矿区范围，与生态保护红线范围存在部分重叠（面积约 865 平方米），平远县自然资源局委托广东省有色地质勘查院根据新的拟设采矿权矿区范围进行资源储量分割，编写分割报告并提交评审备案，为采矿权设置提供依据。

根据广东省有色地质勘查院 2023 年 6 月完成编制的《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量分割报告》、《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量分割报告》矿产资源储量评审意见书（粤资储评审字[2023]99 号）及广东省矿产资源储量评审中心文件关于《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量分割报告》评审结果的函（粤储审评[2023]99 号）。

估算基准日 2023 年 5 月 31 日，在拟设采矿权范围内，查明资源量情况如下：拟设置采矿权矿区范围内保有熔剂用白云岩矿资源量矿石量 11607.0 万吨（其中长窝里铁矿范围 1371.5 万吨），其中控制资源量 8812.9 万吨（其中长窝里铁矿范围 1040.6 万吨），推断资源量 2794.1 万吨（其中长窝里铁矿范围 330.9 万吨）。控制资源量占保有资源量的 75.93%。

拟设置采矿权矿区范围内查明/保有粉料用大理岩矿资源量 3909.7 万吨，其中控制资源量 1056.9 万吨，推断资源量 2852.8 万吨。控制资源量占总资源量的 27.03%。

拟设置采矿权矿区范围内查明/保有水泥用石灰岩矿资源量 5339.4 万吨，其中控制资源量 3419.5 万吨，推断资源量 1919.9 万吨。控制资源量占总资源量的 64.04%。

拟设置采矿权矿区范围内累计查明铁矿资源量矿石量 11.5 万吨（均在长窝里铁矿范围），TFe 平均品位为 36.36%。

拟设置采矿权矿区范围内围岩、夹石及覆盖层剥离量为 3798.6 万 m^3 （白云石大理岩 1103.2 万 m^3 、方解石大理岩 80.8 万 m^3 、灰岩 63.7 万 m^3 、辉绿岩 6.1 万 m^3 、花岗岩 421.4 万 m^3 、凝灰岩 225.7 万 m^3 、砂岩 19.8 万 m^3 、残坡积层 70.4 万 m^3 、全风化层 1807.5 万 m^3 ），矿石体积为 8542.84 万 m^3 （熔剂用白云岩矿体积 4642.5 万 m^3 ，粉料用大理岩矿体积 1660.1 万 m^3 ，水泥用石灰岩矿体积 2240.24 万 m^3 ），剥采比为 0.44:1（ m^3/m^3 ）。

（二）设计利用的矿产资源储量（ Q_1 ）

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

$$\text{熔剂用白云岩 } Q_{11} = 8812.9 \times 1.0 + 2794.1 \times 1.0 = 11607.0 \text{ 万 t}$$

$$\text{粉料用大理岩 } Q_{12} = 1056.9 \times 1.0 + 2852.8 \times 1.0 = 3909.7 \text{ 万 t}$$

$$\text{水泥用石灰岩 } Q_{13} = 3419.5 \times 1.0 + 1919.9 \times 1.0 = 5339.4 \text{ 万 t}$$

$$\text{铁矿 } Q_{14} = 11.5 \times 1.0 = 11.5 \text{ 万 t}$$

围岩、夹石及覆盖层剥离量为 3798.6 万 m³（白云石大理岩 1103.2 万 m³、方解石大理岩 80.8 万 m³、灰岩 63.7 万 m³、辉绿岩 6.1 万 m³、花岗岩 421.4 万 m³、凝灰岩 225.7 万 m³、砂岩 19.8 万 m³、残坡积层 70.4 万 m³、全风化层 1807.5 万 m³）。

（三）确定开采储量（Q₂）

根据开发利用方案的开采终了平面图，圈定各台阶矿岩体积，

按台阶开采圈定终了境界后，矿区开采境界范围内确定开采矿岩总量为 10265.08 万 m³，其中：

熔剂用白云岩矿 10012.09 万 t（3994.66 万 m³），其中长窝里矿区内熔剂用白云岩矿 1129.7 万 t（长窝里矿区白云岩矿 497.06 万 t 已缴价款）；粉料用大理岩 3490.80 万 t（1482.26 万 m³）；水泥用石灰岩矿 4076.18 万 t（1123.49 万 m³）；铁矿 11.5 万 t，全部位于长窝里矿区（长窝里矿区铁矿 11.4 万 t 已缴价款）。

综合利用剥离物 3074.90 万 m³，全风化层 1789.10 万 m³，残坡积层 70.4 万 m³，石灰岩 33 万 m³，白云石大理岩 676.72 万 m³，方解石大理岩 74.91 万 m³，辉绿岩 2.42 万 m³，花岗岩 198.58 万 m³，凝灰岩 225.70 万 m³，砂岩 4.07 万 m³。

（四）开采境界内剥采比

最终开采境界范围内确定开采的矿石量合计为 17590.57 万 t（7190.18 万 m³），最终采场范围内圈定的剥离岩土量约为 3074.90 万 m³，则计算平均剥采比为 0.43m³/m³。

（五）可采储量（Q₃）

根据矿床开采经济、技术条件以及选用的采矿方法，参照同类型矿山开采指

标, 结合本矿实际, 采矿回采率为 98%。

可采储量 (Q_3):

$$Q_3 = Q_2 \times \eta$$

式中: Q_{ch} —可采储量, 万 m^3 ;

Q_{21} —动用资源量, 万 m^3 ;

η —回采率, %。

经计算, 熔剂用白云岩可采储量 $Q_{31} = 10012.09 \times 0.98 = 9811.85$ 万 t

粉料用大理岩可采储量 $Q_{32} = 3490.80 \times 0.98 = 3420.98$ 万 t

水泥用石灰岩可采储量 $Q_{33} = 4076.18 \times 0.98 = 3994.66$ 万 t

铁矿可采储量 $Q_{34} = 11.5 \times 0.98 = 11.27$ 万 t

(六) 设计采出矿石量 (Q_4)

按照同类型矿山开采经验, 露天开采采场废石混入率一般按 0.5~1% 计算, 本方案设计取 1%。

采出矿石量 (Q_4):

$$Q_c = \frac{Q_{ch}}{1 - \gamma}$$

式中: Q_c —设计采出矿石量, 万 m^3 ;

Q_{ch} —设计纯采出矿石量, 万 m^3 ;

γ —废石混入率, %。

经计算, 设计采出熔剂用白云岩 $Q_{41} = 9811.85 / 0.99 = 9910.96$ 万 t

设计采出粉料用大理岩 $Q_{42} = 3420.98 / 0.99 = 3455.54$ 万 t

设计采出水泥用石灰岩 $Q_{43} = 3994.66 / 0.99 = 4035.01$ 万 t

设计采出铁矿 $Q_{44} = 11.27 / 0.99 = 11.38$ 万 t

(七) 资源综合利用

本矿山围岩、夹石及覆盖层剥离量为 3798.6 万 m^3 (白云石大理岩 1103.2 万 m^3 、方解石大理岩 80.8 万 m^3 、灰岩 63.7 万 m^3 、辉绿岩 6.1 万 m^3 、花岗岩 421.4 万 m^3 、凝灰岩 225.7 万 m^3 、砂岩 19.8 万 m^3 、残坡积层 70.4 万 m^3 、全风化层 1807.5 万 m^3)。

(1) 水泥配料用粘土质原料综合利用

矿区全风化层作为水泥配料用粘土质原料, 易开采。矿石加工性能较为简单,

矿石开采后汽车运输到厂里，经破碎、球磨、检测合格后直接入炉。

(2) 其他覆盖层综合利用

矿山残坡积层、花岗岩、凝灰岩、砂岩、夹石（白云石大理岩、方解石大理岩、灰岩、辉绿岩）均可利用或外运销售。第四系残坡积层部分作为矿山自身土地复垦用土暂存在复垦用土临时堆场内，其余可作为周边市政园林绿化客土；花岗岩、凝灰岩、砂岩、夹石（白云石大理岩、方解石大理岩、灰岩、辉绿岩），是当地工业园区、基础建设、房产开发等较好的平场、垫基、建筑工程场地的回填料。

四、矿山设计年生产能力及生产服务年限

(一) 矿山工作制度

采矿年工作 280 天，每天 2 班，每班 8 小时，采用间断工作制。

破碎加工年工作 280 天，每天 2 班，每班 8 小时，采用间断工作制。

(二) 矿山服务年限

$$T = \frac{Q}{A} = \frac{17412.89}{700} \approx 25 \text{ (a)}$$

式中：

T —矿山服务年限， a ；

Q —采出的矿石量，万 t；

A —矿山生产能力，万 t；

矿山计算服务年限约为 25 年。基建期 2 年，生产期 25 年，闭坑治理期 1 年，总服务年限为 28 年。

五、开采顺序、开采方式及采矿方法

(一) 开采顺序

根据该矿床赋存条件，遵循自上而下的顺序，分水平台阶开采。

(二) 开采方式及采矿方法

开采方式：采用露天开采方式。

采矿方法：露天台阶采矿法，矿体、夹石及围岩层较为坚硬，需要爆破方式落矿，使用中深孔凿岩爆破，爆破后爆堆采用挖掘机机械挖掘铲装，汽车运输；残坡积层和全风化层可采用挖掘机直接挖掘装车，汽车运输。

开发利用方案主要开采技术指标表见表 1-2。

表 1-2 开发利用方案主要技术指标表

顺序	指标名称	单位	数量	备注
一	地质			
1	地质资源量			
1.1	熔剂用白云岩矿	万 t	11607.00	
1.2	粉料用大理岩矿	万 t	3909.70	
1.3	水泥用石灰岩矿	万 t	5339.40	
1.4	铁矿	万 t	11.50	
1.5	白云石大理岩	万 t	1103.20	
1.6	方解石大理岩	万 m ³	80.80	
1.7	灰岩夹石	万 m ³	63.70	
1.8	辉绿岩夹石	万 m ³	6.10	
1.9	花岗岩	万 m ³	421.40	
1.10	凝灰岩	万 m ³	225.70	
1.11	砂岩	万 m ³	19.80	
1.12	全风化层（水泥配料用粘土质原料）	万 m ³	1807.50	
1.13	残坡积层	万 m ³	70.40	
2	设计利用资源量			
2.1	熔剂用白云岩矿	万 t	11607.00	
2.2	粉料用大理岩矿	万 t	3909.70	
2.3	水泥用石灰岩矿	万 t	5339.40	
2.4	铁矿	万 t	11.5	
3	采出矿石量			
3.1	熔剂用白云岩矿	万 t	9910.96	（其中：497.06 万 t 已缴纳矿业权出让收益）
3.2	粉料用大理岩矿	万 t	3455.54	
3.3	水泥用石灰岩矿	万 t	4035.01	
3.4	铁矿	万 t	11.38	（已全部缴纳矿业权出让收益）
6	矿产资源利用率	%	83	扣除复垦用土 29.81 万 m ³ 后综合利用率

顺序	指标名称	单位	数量	备注
7	矿山建设规模	万 t/a	700	
8	开采方式		露天开采	
9	开采标高	m	+343m 至 0m	
10	台阶高度			
10.1	残坡积层台阶	m	≤10	
10.2	半风化层台阶	m	10~12	
10.3	微风化层台阶	m	12	
11	台阶坡面角			
11.1	残坡积层台阶	°	45	
11.2	半风风化层台阶	°	50-55	
11.3	微风化层台阶	°	60	
12	平台宽度			
12.1	安全平台	m	3~5	
12.2	清扫平台	m	6~8	
13	最终帮坡角	°	≤44	最高处最终帮坡角
14	开拓运输方式		公路开拓—汽车运输	
15	综合回采率	%	98	
16	废石混入率	%	1	
17	服务年限			
17.1	计算服务年限	年	25	
17.2	总服务年限	年	28	
18	矿山工作制度			
18.1	年工作天数	d	280	
18.2	每天工作班数	班	2	
19	投资估算	万元	98461.10	
19.1	其中：工程费用	万元	20213.99	
19.2	工程建设其他费用	万元	76225.71	
19.3	预备费	万元	2021.40	

顺序	指标名称	单位	数量	备注
20	综合成本	元/t	45.87	
21	销售收入	万元	42513.25	
22	年总生产费用	万元	35485.25	
23	税前利润	万元	8625.35	
24	所得税	万元	2156.34	
25	年税后利润	万元	6469.01	
26	投资利税率	%	12.03	
27	投资利润率	%	6.57	
28	静态投资回收期	a	15.22	

六、围岩管理办法

矿体围岩以花岗岩、凝灰岩与砂岩为主。岩石风化强烈，裂隙发育，岩心较破碎，结构较不稳定，开采时应适当降低边坡坡度，并做好坡面防护。

七、矿山固体废弃物和废水的排放量及处置

（一）矿山固体废弃物及处置

未来矿山生产、生活过程中产生的固体废弃物主要有基建期剥离的土方及开采过程中产生的废石，以及少量的生活废弃物。

1、按照开发利用方案，综合利用水泥配料用粘土、回填料用围岩（风化花岗岩及风化凝灰岩），矿山采出后需要外运销售。

开采过程中，每年产生的废石较少，且废石无有毒有害成份，对土壤的污染影响可忽略不计。废石可用于修筑道路和平整场地，进行综合利用。

2、生活废弃物设置专门垃圾堆场，使用汽车运往矿区外围垃圾填埋场排放。

3、矿区及安全范围共有农房（建筑物、构筑物）约 555 栋（座），拆除建筑固体废弃物的去向由拆迁方案确定。

4、矿山企业应对产生的危险废物进行识别和分类。根据废物的性质、成分和危害程度，将其分类为不同的危险废物类别。制定并执行危险废物管理计划。矿山企业应明确废物的产生、收集、贮存、运输和处置等环节的具体措施和要求，并定期向当地环保部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存和处置情况，

以确保危险废物的全过程管理。

（二）矿山的废水及处置

1、矿山内废水主要是采矿设备用水、防尘用水。

凿岩、防尘用水形成的污水除含有矿石成份外，无其它有毒成份。来自于空压机站用水的废水，除水温上升外，无其它有害杂质，对矿山地质环境影响较轻。

2、生活污水经化粪池或隔油池处理后外排。

八、其它需要说明的情况

（一）矿山防排水方案

根据矿山开采终了情况，+225m 水平以上标高形成山坡露天采场。+225m~0m 形成凹陷露天采场。

1、外部截排水系统

矿山矿区面积较大，外部汇水面积大，为降低汇水对采场的影响，本方案根据地形条件设计在外部设置外部截水沟。

设计在 7 号拐点附近 284m 标高设置排水沟，向南沿等高线至 16 号拐点南部的山坡处与外部水系连接。

矿区北部外部截水沟在 5 号拐点至 6 号拐点之间，自 340m 标高向北沿等高线连接北部山坳的现有水系，北部山坳现有水系在 280m 标高处进行改道，经北部至矿区西部，自流至西部沉淀池，经沉淀达标后外排至外部水系，或作为生产用水。因目前水文地质工作深度不足，外部截水沟尺寸后期再具体设计。

2、山坡露天采场排水

矿山+225m 水平以上开采均形成山坡露天采场，山坡露天采场自然排水条件较好，不需要机械排水，山坡露天采场场内汇水则采用设置在清扫平台的排水沟将汇水排出采场。

根据采场地形条件，设计在矿区外围设置截水沟。1 号拐点至 1 号拐点及 2 号拐点中部最高处设置 1#截水沟，水流方向为最高点至 1 号拐点，汇水进入 1#沉淀池沉淀后外排；1 号拐点及 2 号拐点中部最高处至 2 号拐点为 2#截水沟，汇水从中部流至+258m 排水沟后外排；3 号拐点至 4 号拐点为 3#截水沟，汇水从 4 号拐点附近流至+258m 排水沟后外排；4 号拐点及 5 号拐点中部最高处至 4 号拐点为 4#截水沟，汇水从 4 号拐点附近流至+258m 排水沟后外排；6#、7#、8#截

水沟布置于 5 号拐点至 7 号拐点之间，汇水沿低点连接至+252 平台排水沟或 7 号拐点附近沉淀池后排出；9#、10#截水沟布置于 7 号拐点至 12 号拐点之间，汇水沿低点连接至+252 平台排水沟后排出；11#、12#截水沟布置于 12 号拐点至 14 号拐点之间，汇水沿低点连接至+252 平台排水沟后排出；13#~17#截水沟在 14 号拐点至 19 号拐点之间，沿着矿区范围外围布置，汇水沿低点连接至+252 平台排水沟后排出；18#截水沟从 20 号拐点沿着矿区范围外布置至生产水池。

开发利用方案对各沉砂池均进行了编号分类，共设 2 座沉砂池。本方案采用沉入式开挖方式设计的三级沉砂池，混凝土浇筑形成，矿山需派人对其进行经常检查、维护，发现问题及时处理。

3、截排水沟设计

截水沟主要技术参数有以下几点：

(1) 水力坡度不小于 3‰。

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

(3) 由高到低随汇水增加扩大截水沟过水断面。

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

(5) 冲击泄流部位要设置缓冲池（消能池）。

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

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

式中： Q_p —洪峰流量， m^3/s ；

C_2 —系数，随频率不同而不同，50 年一遇（频率=2%）， $C_2=0.05$ ；

H_{24P} —设计暴雨强度，mm；

$$H_{24P} = H_{24} \times K_p = 109.6 \times 2.18 = 239\text{mm}$$

H_{24P} —一年最大 24 小时点雨量均值，mm，根据《广东省年最大 24 小时点雨量均值等值线图》，平远县及其附近地区年最大 24 小时点雨量均值为 109.6mm；

K_p —横比系数，根据《广东省年最大 24 小时点雨量变差系数等值线图（ $C_s/C_v = 3.5$ ）》，平远县及其附近地区 $C_v=0.5$ ，查取皮尔逊 III 型频率曲线的横比系

数 K_p 值表 ($C_s=3.5 C_v$)，50 年一遇 (频率=2%)， $K_p=2.18$;

F—汇水面积， km^2 。

表 1-3 截排水沟断面尺寸计算表

水沟名称	汇水面积		设计暴	C ₂	计算洪	平均	计算过水	溢满	最小断	上宽 a	下宽 b	高 h	设计断
			雨强度		峰流量	流速	断面积	系数	面积				面积
	m ²	km ²	mm		m ³ /s	m/s	m ²		m ²	m	m	m	m ²
1#截排水水沟	2732	0.003	239	0.05	0.08	1.5	0.06	0.8	0.07	0.5	0.3	0.3	0.12
2#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
3#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
4#截排水水沟	1702	0.002	239	0.05	0.06	1.5	0.04	0.8	0.05	0.5	0.3	0.3	0.12
5#截排水水沟	2553	0.003	239	0.05	0.08	1.5	0.05	0.8	0.07	0.5	0.3	0.3	0.12
6#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
7#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
8#截排水水沟	23767	0.024	239	0.05	0.52	1.5	0.34	0.8	0.43	1	0.6	0.6	0.48
9#截排水水沟	23767	0.024	239	0.05	0.52	1.5	0.34	0.8	0.43	1	0.6	0.6	0.48
10#截排水水沟	3476	0.003	239	0.05	0.10	1.5	0.07	0.8	0.09	0.5	0.3	0.3	0.12
11#截排水水沟	2844	0.003	239	0.05	0.09	1.5	0.06	0.8	0.07	0.5	0.3	0.3	0.12
12#截排水水沟	4929	0.005	239	0.05	0.14	1.5	0.09	0.8	0.11	0.5	0.3	0.3	0.12
13#截排水水沟	4500	0.005	239	0.05	0.13	1.5	0.09	0.8	0.11	0.5	0.3	0.3	0.12
14#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
15#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
252m 平台排水沟	91000	0.091	239	0.05	0.80	1.5	0.53	0.8	0.66	1	0.8	0.8	0.72
其他平台排水沟										0.5	0.5	0.5	0.25
坑底排水沟										0.5	0.5	0.5	0.25

说明：截排水沟的过水断面适应了矿区的洪峰流量，截排水沟的泄洪对下游设施的安全不构成妨害。

4、凹陷露天采场排水

凹陷露天采场汇水不能自流排出场外，必须采用水泵对采场内的矿坑水进行抽取外排。坑内汇水均通过坑底集水池（根据坑底标高变化而搬迁）和水泵抽排，为提高资源利用率，降低不必要压占，设计采用一段式排水，因服务年限较长，故前期可根据开采标高选取相应水泵，本次计算选型仅为水泵最终选型。排水沟穿过运输公路的部分设置下沉式道路涵管，保证运输公路的正常通行。

根据《储量分割报告》，终采 0m 水平的矿坑涌水量平均值为 15872m³/d，最大值为 593659m³/d。采场水排出采场后汇入评估区中部沟溪，最终汇入东石河，对收纳水系影响范围内水田、果园、村庄、山塘水库可能有一定的影响。

根据采矿设计手册，按露天排水方式的采场坑底允许淹没时间可为 7 天计算，能够满足正常生产作业的要求。故配备 5 台 D600-80 离心泵，正常时期 1 用 4 备，暴雨期间全部使用进行机械抽排。其主要技术参数：流量：720m³/h，扬程 288m，配套电机功率为 705.6kW。

第四节 矿山开采历史及现状

一、 矿山开采历史

（一） 矿山沿革

拟设矿区范围内现有一个采矿权，即“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权，开采方式为地下开采，开采矿种为铁矿、白云岩。另外，矿区范围内现有一个探矿权，即“广东省平远县东石铅锌矿详查”探矿权。

平远县自然资源局为了合理利用矿产资源，促进当地经济发展，在现有采矿权人和现有探矿权人承诺退出采矿权或缩减重叠部分探矿权面积的情况下，拟在广东省平远县东石镇麻塘设置熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权，采用露天开采方式进行开采。

目前，拟设矿区范围的采矿权和探矿权均处于有效期内，而采矿权人和探矿权人均已承诺，为了支持平远县资源整合开发，同意进行权益评估和资产处置，补偿到位以后，采矿权人同意退出采矿权，探矿权人同意缩减重叠部分探矿权面积。拟设采矿权矿区范围与已设矿业权范围套合关系见图 1-5。

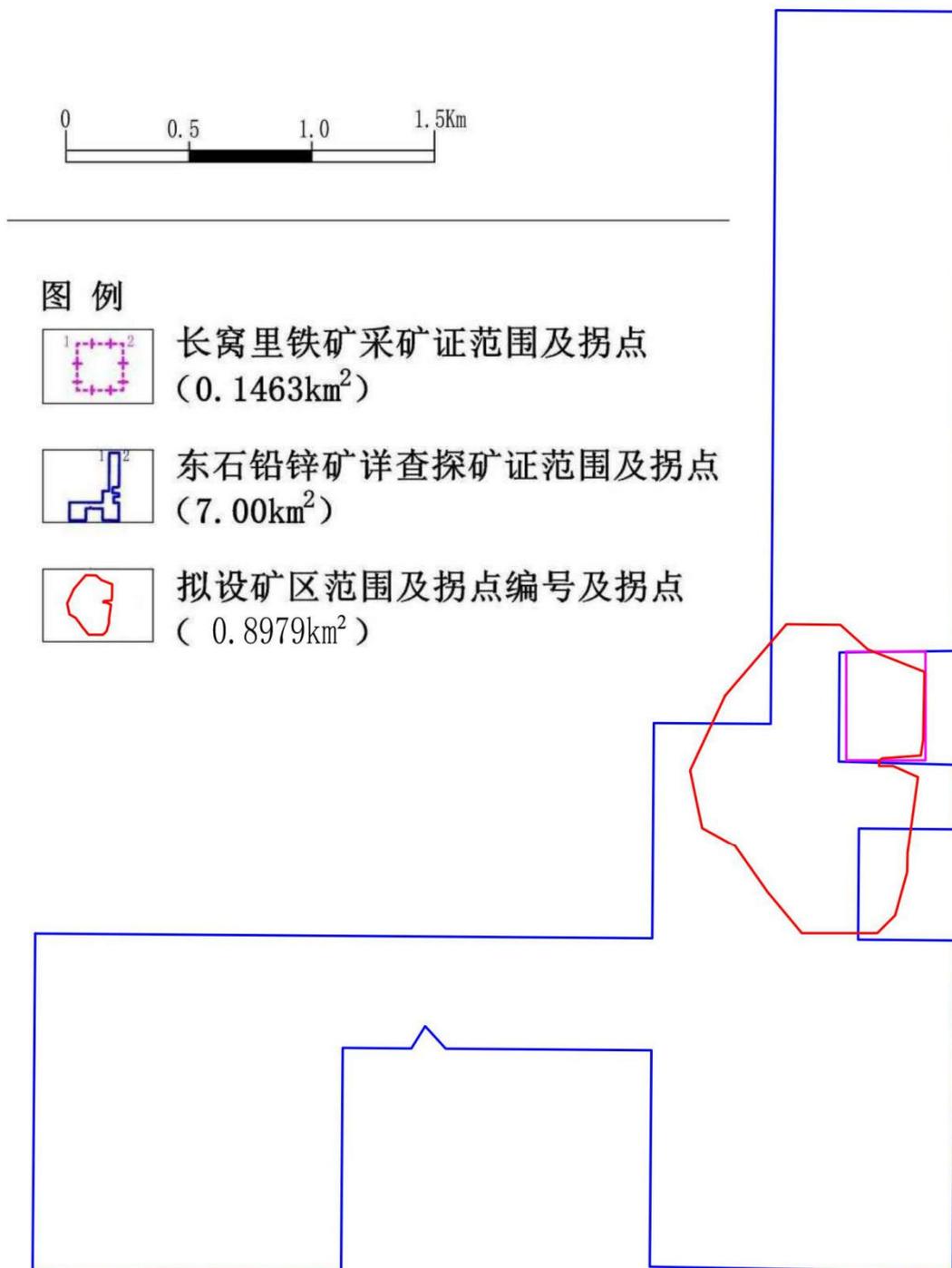


图 1-6 拟设采矿权矿区范围与已设矿业权范围套合图

1、“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权

证号：*****

采矿权人：平远县粤华矿产有限公司

地址：广东省梅州市平远县

矿山名称：平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿

开采矿种：铁矿、白云岩

生产规模：25.00 万吨/年

矿区面积：0.1463km²

有效期限：10 年，自 2019 年 12 月 28 日至 2029 年 12 月 28 日

开采方式：地下开采

开采深度：+310 至+100m 标高

长窝里采矿许可证范围拐点坐标详见表 1-4。

表 1-4 长窝里采矿许可证范围拐点坐标表

序号	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
2000 国家大地坐标系		

2、“广东省平远县东石铅锌矿详查”探矿权

证号：*****

探矿权人：平远县荣源发展有限公司

地址：广东省梅州市平远县

勘查项目名称：广东省平远县东石铅锌矿详查

勘查面积：7km²

有效期限：自 2022 年 7 月 5 日至 2026 年 11 月 15 日

东石铅锌矿勘查许可证范围拐点坐标详见表 1-5。

表 1-5 东石铅锌矿勘查许可证范围拐点坐标表

序号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
11	*****	*****
12	*****	*****
13	*****	*****
14	*****	*****
15	*****	*****
16	*****	*****
17	*****	*****
18	*****	*****
19	*****	*****
20	*****	*****
21	*****	*****
22	*****	*****
23	*****	*****

(二) 历史开采情况

拟设矿区范围内只有长窝里铁矿采矿证内有开采，现已停产近四年，其它区域未有动用。长窝里铁矿采矿证内铁矿和白云岩矿石均有采耗。

1、铁矿

长窝里铁矿区内只有一条铁矿体，采用平硐与暗斜井相结合方式进行开拓。沿脉巷道主要有+280m、+270m、+265m、+201m、+180m、+160m 和+140m 等七个中段，其中+280m~201m 中段为 2017 年前开拓巷道；+180m~140m 中段为 2017 年~2021 年开拓巷道。采空区分布在+180m~314m 水平，其中+201m 中段至+265m 中段之间，开采巷道杂乱，中段划分不明显，目前已封闭。+160m 和+140m 仅进行开拓，未开采矿石。

2、熔剂用白云岩矿

因开采巷道杂乱，矿山 2017 年储量核实未估算采耗熔剂用白云岩矿。根据矿山年报，2020 年开采了 28.9 万吨熔剂用白云岩矿石。储量核实期间无法进行井下调查，未对该矿山采耗矿石量进行重新估算。

2021 年~2024 年，长窝里铁矿处于停产状态。



照片 1 长窝里铁矿硐口



照片 2 长窝里铁矿工业场地



照片 3 长窝里铁矿井口值班室



照片 4 长窝里铁矿办公生活区

二、矿山开采现状

矿山目前无矿产资源开采活动，但位于矿区范围内的长窝里铁矿已开采多年，形成地下采空区，主要有沿脉巷道主要有+280m、+270m、+265m、+201m、+180m、+160m 和+140m 等七个中段，其中+280m~201m 中段为 2017 年前开拓巷道；+180m~140m 中段为 2017 年~2021 年开拓巷道。采空区分布在+180m~314m 水平，其中+201m 中段至+265m 中段之间，开采巷道杂乱，中段划分不明显，未开采矿石。2021 年~2024 年，长窝里铁矿处于停产状态。

为深入贯彻“节约高效、环境友好、矿地和谐”的绿色矿业发展模式，推进平远县矿产资源高质量发展，将资源优势转化为经济优势，经平远县人民政府同意，平远县自然资源局在广东省平远县东石镇拟设置广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权，拟设采矿权矿区面积为

0.8979km²，开采方式为露天开采，开采矿种为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，矿山生产规模为700万吨/年（其中：熔剂用白云岩400万吨/年、粉料用大理岩140万吨/年、水泥用石灰岩矿160万吨/年），矿山综合服务年限为28年，开采深度为由+343m至0m标高。

根据2023年6月广东省有色地质勘查院编制的《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿资源储量分割报告》，估算基准日2023年5月31日，在拟设采矿权范围内，查明资源量情况如下：拟设置采矿权矿区范围内保有熔剂用白云岩矿资源量矿石量11607.0万吨（其中长窝里铁矿范围1371.5万吨），其中控制资源量8812.9万吨（其中长窝里铁矿范围1040.6万吨），推断资源量2794.1万吨（其中长窝里铁矿范围330.9万吨）。控制资源量占保有资源量的75.93%。

拟设置采矿权矿区范围内查明/保有粉料用大理岩矿资源量3909.7万吨，其中控制资源量1056.9万吨，推断资源量2852.8万吨。控制资源量占总资源量的27.03%。

拟设置采矿权矿区范围内查明/保有水泥用石灰岩矿资源量5339.4万吨，其中控制资源量3419.5万吨，推断资源量1919.9万吨。控制资源量占总资源量的64.04%。

拟设置采矿权矿区范围内累计查明铁矿资源量矿石量11.5万吨（均在长窝里铁矿范围），TFe平均品位为36.36%。

拟设置采矿权矿区范围内围岩、夹石及覆盖层剥离量为3798.6万m³（白云石大理岩1103.2万m³、方解石大理岩80.8万m³、灰岩63.7万m³、辉绿岩6.1万m³、花岗岩421.4万m³、凝灰岩225.7万m³、砂岩19.8万m³、残坡积层70.4万m³、全风化层1807.5万m³），矿石体积为8542.84万m³（熔剂用白云岩矿体积4642.5万m³，粉料用大理岩矿体积1660.1万m³，水泥用石灰岩矿体积2240.24万m³），剥采比为0.44:1（m³/m³）。

根据2024年12月海南水文地质工程地质勘察院编制的《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿产资源开发利用方案》，矿区开采境界范围内采出熔剂用白云岩矿石量为9910.96万t，采出粉料用大理岩矿石量为3455.54万t；采出水泥用石灰岩矿石量4035.01万t；采出铁矿矿石量为11.38万t。综合利用全风化层1789.10万m³，残坡积层70.4万m³，

石灰岩 33 万 m³，白云石大理岩 676.72 万 m³，方解石大理岩 74.91 万 m³，辉绿岩 2.42 万 m³，花岗岩 198.58 万 m³，凝灰岩 225.70 万 m³，砂岩 4.07 万 m³。

三、周边矿山开采现状

广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿周边相邻矿山有两个，分别为华润钙业新材料（平远）有限公司茅坪石灰岩矿、平远县德兴发展有限责任公司石岩前石矿。

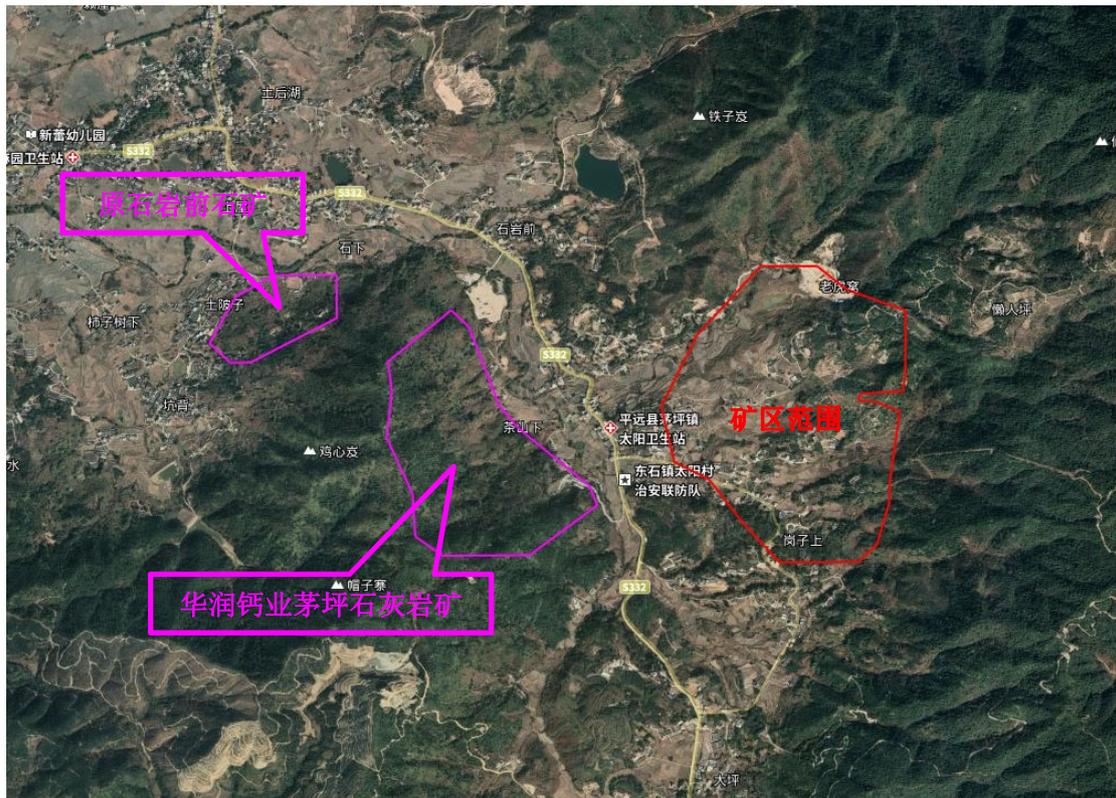


图 1-6 相邻矿山位置示意图

1、华润钙业新材料（平远）有限公司茅坪石灰岩矿

华润钙业新材料（平远）有限公司茅坪石灰岩矿位于本矿区西侧，最小直线距离 330m，采矿权人为华润钙业新材料（平远）有限公司，矿山名称为华润钙业新材料（平远）有限公司茅坪石灰岩矿。开采矿种为水泥用石灰岩、建筑用石灰岩，开采方式为露天开采，生产规模：380 万吨/年；矿区面积：0.5km²；开采深度：+409m~+60m；采矿许可证有效期限自 2023 年 12 月 26 日至 2038 年 12 月 26 日。矿区范围由 13 个拐点圈定，详见表 1-6。

表 1-6 茅坪石灰岩矿矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	8	*****	*****
2	*****	*****	9	*****	*****
3	*****	*****	10	*****	*****
4	*****	*****	11	*****	*****
5	*****	*****	12	*****	*****
6	*****	*****	13	*****	*****
7	*****	*****			
面积：0.50km ² ；开采标高：+415m~+60m。					

2、平远县德兴发展有限责任公司石岩前石矿

平远县德兴发展有限责任公司石岩前石矿位于本矿区西北侧，最小直线距离 1330m，采矿权人为平远县德兴发展有限责任公司，矿山名称为平远县德兴发展有限责任公司石岩前石矿。开采矿种为水泥用石灰岩，开采方式为地下开采，核定生产规模：24×10⁴t/a；矿区面积：0.1251km²；开采深度：+210m~+118m；有效期限自 2013 年 12 月 18 日至 2018 年 4 月 18 日，采矿许可证已过期而未延续，但尚未注销。矿区范围由 7 个拐点圈定，详见表 1-7。

表 1-7 石岩前石矿矿区范围拐点坐标表

拐点编号	1980 西安坐标系		拐点编号	1980 西安坐标系	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	5	*****	*****
2	*****	*****	6	*****	*****
3	*****	*****	7	*****	*****
4	*****	*****			
面积：0.1251km ² ；开采深度：+210m~+118m。					

3、相邻矿山的相互影响

矿区东北角的长窝里铁矿（地下开采）已停产，硐口标高 265m，未见排水。现状巷道最低开采标高 140m，已积水，根据钻孔水位推测积水标高约为 190m，积水量不明；矿区外围西侧的茅坪石灰岩矿最低开采中段标高 160m，长期疏干

排水致使矿区溶洞裂隙水水位普遍下降，平均水位埋深 32.55m，静止水位平均标高 212.96m。由于长窝里铁矿熔剂用白云岩矿巷道积水对未来矿床开采造成较大的安全隐患，开采前应预先疏干。疏干后，老窿水对矿坑涌水的影响较小；但是老窿水中 Fe、Mn、Cr 元素含量超出《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，对地下水水质的影响较大。

第二章 矿区基础信息

第一节 矿区自然地理

一、气象

评估区位于平远县北西部，属亚热带气候，受东南季风影响明显，且处于低纬度地区，太阳辐射强，冬短夏长，日照充足。多年平均气温 20.5℃，日最高气温 38.0℃（1971 年 7 月 25 日），最低 -2.3℃（1955 年 1 月 12 日）。雨量充沛，偶有干旱，多年平均降雨量 1692.9mm，4~9 月为雨季，其中 4~6 月降雨占全年 44.16%，旱季为 10 月至翌年 3 月，降雨量仅占 9.4%，日最大降雨量达 369.3 mm（2024 年 6 月 16 日）。多年平均蒸发量 1466.2mm。本区受季风影响，春夏多吹南、南东风，秋冬多吹北、北西风，7~10 月为台风盛行季节。多年平均风速 2.1m/s，最大风速 11.0m/s。据平远县气象站统计，有关气象特征值见表 2-1。

表 2-1 平远县气象特征统计表（1998-2024）

项目	特征值	项目	特征值
多年平均气温	20.5℃	多年平均年日照时数	1882.9h
极端最高气温	38.0℃(1971年7月25日)	多年平均蒸发量	1466.2mm
极端最低气温	-2.3℃(1955年1月12日)	多年平均雨日数	154d
多年平均气压	1001.7hPa	多年平均雷暴日数	72.5d
多年平均相对湿度	77%	多年平均冰雹日数	0.1d
历年最小相对湿度	4%(1987年1月27日)	多年平均霜日数	5.9d
多年平均降雨量	1692.9mm	多年平均风速	2.1m/s
历年最大降雨量	2488.6mm	历史最大风速	11.0m/s
历年最小降雨量	1063.9mm	50年一遇设计风速	22.6m/s

二、水文

矿区位于区域水文地质单元的补给-径流区，三面环山，地形总体呈东高西低趋势。矿区形态呈不规则四方形，南北长，东西窄。最高点位于矿区东侧的山体，海拔标高 333.4m，最低点位于矿区西南角，海拔标高 219.4m。矿区最低侵蚀基准面位于矿区西侧溪流（东石河支流），海拔标高 207.1m。

评估区内无大的地表水体，有几处小坑塘，沟谷发育一般，评估区北部和中部各有一条季节性的溪流，向西北部汇集流出矿区，旱季一般流量 5~10L/s。

气象水文对矿山建设的影响

评估区气象水文对矿山建设和开采的影响主要表现在以下几方面：

(1) 在雨季，降雨往往形成暴雨，在沟谷中形成洪流，易对露天采场的边坡和堆场构成危害，造成水土流失加重或可能形成崩塌、泥石流等地质灾害。

(2) 在旱季矿区降雨量少，气候干爽，有利矿山的建设和生产。

(3) 评估区内的地表水体主要为季节性沟溪。矿床开采设计最低标高 0m，位于侵蚀基准面以下。+225m 水平以上标高形成山坡露天采场。+225m~0m 形成凹陷露天采场。凹陷露天采场汇水不能自流排出场外，必须采用水泵对采场内的矿坑水进行抽取外排。

三、地形地貌

矿区位于平远县中东部，属于低山丘陵地貌，地势东高西低，地形自然坡度为 15~25°，冲沟多呈“V”字型，地表自然排水条件良好。区内最高标高 484.5 米，位于矿区东南部山顶，区内最低标高 207.1 米，位于矿区西部河沟内，最大相对高差 277.4 米。拟设矿区范围最高标高 343.0 米，位于矿区北东部山脊上，区内最低标高 219.0 米，位于矿区北西部河沟内，最大相对高差 124 米。地形地貌条件中等。

四、植被

评估区所在地受南亚热带海洋季风季后影响，有利于南亚热带季风常绿阔叶林发育生长，用地范围内基本上是灌木林地，荒地及草地。地老植被茂盛，主要为杂木，灌木为主，覆盖率 70% 以上，灌草多呈矮丛状，有马尾松、岗松、桃金娘、荆藤等种类。



照片 5 评估区植被情况



照片 6 评估区土壤剖面

五、土壤

评估区所在地区自然红壤广泛分布于山坡及山间平地，土壤偏酸性，农耕土普遍存在干旱、紧实、瘦瘠等现象，自然肥力一般，土地较贫瘠。

第二节 矿区地质环境背景

一、地层岩性

(一) 地层

1、区域地层

区域内出露的地层主要为南华系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系及第四系。

南华系楼子坝组 (Pt_3^2lz)：主要见于区域的北东部，岩性为变质中细粒长石英砂岩、含钙质长石石英砂岩、石英砂岩、砂质粉砂岩夹千枚岩、绢云绿泥石板岩及少量硅质岩。厚度大于 976m，走向北东向，倾向北西向。

中泥盆统老虎头组 (D_2l)：主要见于区域东南部，岩性为长石石英砂岩（含砾）、石英砂岩（含砾）为主夹砾岩、砂砾岩、粉砂岩、泥岩等。厚度 158~559m。

上泥盆统春湾组 (D_3c)：主要见于区域西北部，岩性为粉砂岩、泥质粉砂岩为主夹细砂岩，局部夹有凝灰质砂岩。厚度 230~778m，走向近南北向，倾向近东西向。

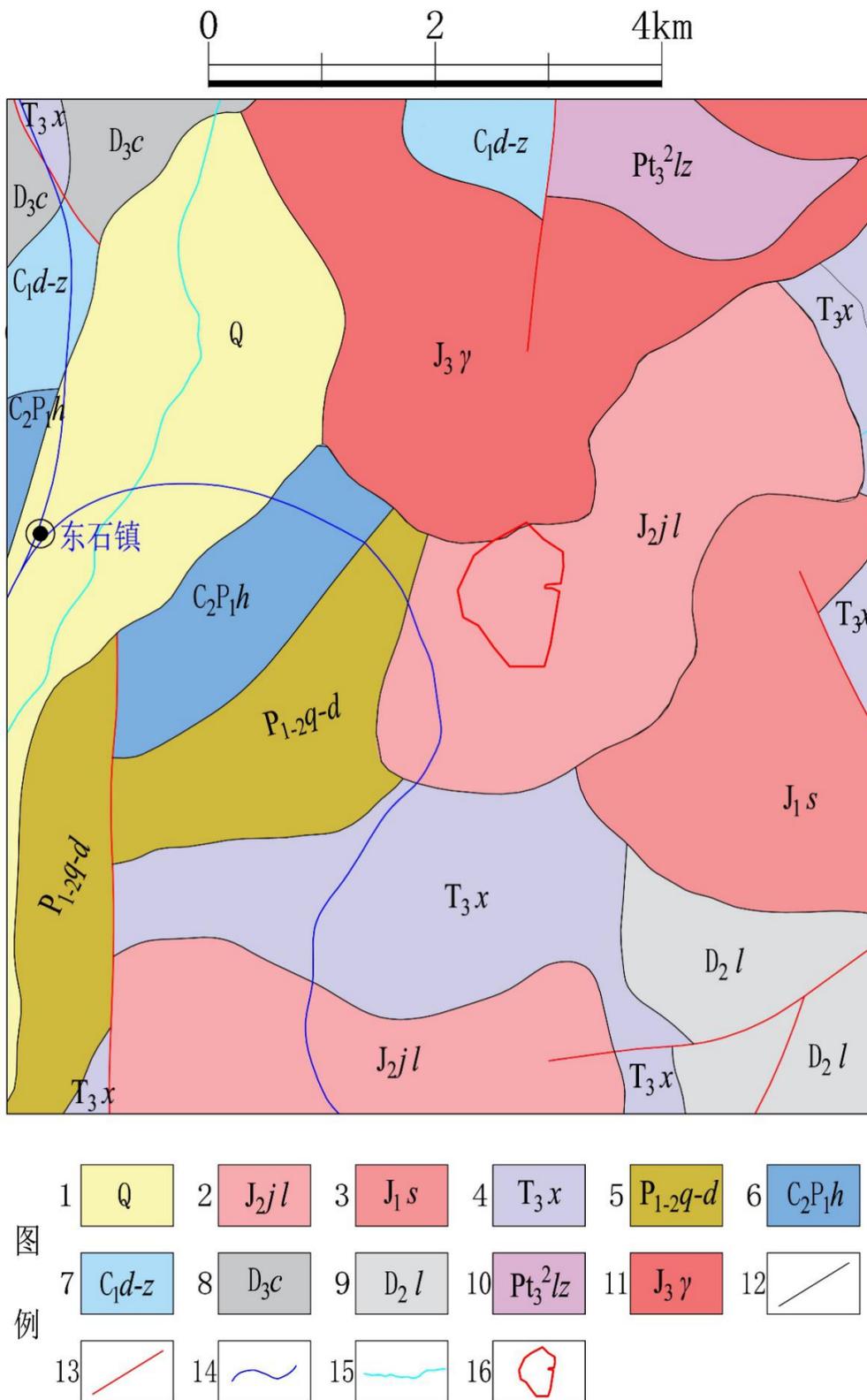
下石炭统大湖组-忠信组并层 (C_1d-z)：主要分布于区域北部、西北部，岩性为砾岩、砂砾岩、含砾石英砂岩、石英砂岩、长石石英砂岩、含砾泥质粉砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩等。厚度几十米至几百米，走向南东西，倾向北东向。

上石炭统-下二叠统壶天组 (C_2P_1h)：主要见于区域中部，岩性以白云质灰岩、白云岩、燧石灰岩、灰岩和角砾状灰岩为主。总厚度 300~400m。

下-中二叠统栖霞组-大隆组并层 (P_1-2q-d)：主要见于区域中部，岩性以灰岩、泥灰岩和白云质灰岩为主，夹泥岩、粉砂岩、硅质岩等。厚度几十米至几百米，总体厚度小于 300m。

上三叠统小坪组 (T_3x)：主要见于区域北西部、东部和南部，岩性由砾岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、炭质页岩组成，夹薄层煤或煤线。区域上厚

度变化较大，厚从 14.1~2236m 不等。



图例
 1、第四系 2、吉岭湾组 3、嵩灵组 4、小坪组 5、栖霞组-大隆组并层 6、壶天组
 7、大湖组-忠信组并层 8、春湾组 9、老虎头组 10、楼子坝组 11、晚侏罗世花岗岩
 12、实测地层界线 13、实测断层 14、省道 15、水系 16、矿区范围

图 2-1 1:20 万区域地质图 (资料来源: 储量分割报告)

下侏罗统嵩灵组 (J_{1s})：主要见于区域东部，岩性由砂岩、凝灰质砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩、沉凝灰岩、火山角砾岩安山岩等组成。厚度 217~879m 不等。

中侏罗统吉岭湾组 (J_{2jl})：主要见于区域中部和南部，岩性为安山岩夹流纹质熔结凝灰岩、流纹英安质凝灰岩、火山角砾岩、凝灰质砂岩、凝灰质粉砂质泥岩。区域上厚度变化较大，走向北东向，倾向北西向。

第四系 (Q)：分布于山脚四周平缓地带，为冲积层，由砂砾，砂、粘土质砂、砂质粘土、砾石等组成，厚度一般几十公分至几米不等。

2、矿区地层

矿区范围出露地层有下石炭统忠信组 (C_{1zx})、上石炭-下二叠统壶天组 (C_2P_{1h})、下-中二叠统栖霞组 (P_{1-2q})、上三叠统小坪组 (T_{3x})、上三叠—下侏罗统蓝塘群 (T_3J_{1l})、中侏罗统吉岭湾组 (J_{2jl}) 及第四系 (Q)。现由老至新分述如下：

下石炭统忠信组 (C_{1zx})：分布于矿区中部，地表未见出露，经钻孔 ZK1~ZK4 揭露，其分布因受花岗岩侵入破坏而呈残余体零星状，所见岩性为石英角岩（原岩为粉砂岩、细砂岩等），一般厚数十厘米至几十米不等。

上石炭-下二叠统壶天组 (C_2P_{1h})：分布于工作区中部，地表仅见小范围出露，经多个钻孔揭露，岩性浅肉红色、灰白色白云岩、白云质灰岩，厚度一般几十米至数百米不等。地层产状为 $194\sim 219\angle 26\sim 42^\circ$ 。熔剂用大理岩矿和粉料用大理岩矿的赋矿地层。

下-中二叠统栖霞组 (P_{1-2q})：主要分布在工作区西部，地表未见出露，经多个钻孔揭露，深灰色厚层状微晶灰岩、含炭质生物碎屑灰岩，含丰富的蜓及苔藓虫等化石，厚度一般几十米至数百米不等，矿区内与下伏壶天组地层呈断层接触。地层产状 $204\angle 31\sim 45^\circ$ 。为水泥用石灰岩矿的赋矿地层。

上三叠统小坪组 (T_{3x})：主要分布在工作区的北西角和南西角，地层走向北东、北西向，向西南倾斜，倾角约 $35\sim 45^\circ$ 。岩性有砾岩、砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩，夹薄层煤或者煤线，底部以复成分砾岩为标志，厚度一般大于数百米，与下伏栖霞组地层呈不整合接触。

上三叠-下侏罗统蓝塘群 (T_3J_{1l})：主要分布在工作区的南部，出露范围较小。岩性由砂岩、粉砂岩和泥岩组成。自上而下岩性具粗-细-粗-细-粗的变化，构成两

个大的沉积旋回。本区钻孔揭露厚度 $>100\text{m}$ ，与下伏小坪组地层呈不整合接触。露头产状 $186\sim 208\angle 35\sim 46^\circ$ 。

中侏罗统吉岭湾组 (J_2j1)：大面积分布于工作区的东部。岩性为流纹质熔结凝灰岩、流纹英安质凝灰岩、火山角砾岩、凝灰质砂岩、凝灰质粉砂质泥岩，厚度 $>300\text{m}$ ，与下伏蓝塘群地层呈不整合接触。根据区域地质资料产状 $295\sim 300\angle 20\sim 40^\circ$ 。

第四系 (Q)：广泛分布于工作区的中部、西部和南部的沟溪及其两岸等低洼地段，多为农田耕作用地。属于坡残积、洪积、冲积成因，成份主要为粘土，含粉质、砂、砾石等。主要呈不整合覆盖于栖霞组和壶天组地层之上。厚度一般几十公分至几米不等。

(二) 岩石

1、区域岩浆岩

区域岩浆岩主要分布于矿区北部，出露为晚侏罗世花岗岩($J_3\gamma$)，岩性主要为中粗粒黑云母花岗岩、二长花岗岩。岩体紧邻矿区，并且侵入至矿区下部。

2、矿区岩浆岩

矿区北部出露岩体，为晚侏罗世花岗岩($J_3\gamma$)，岩性主要为中粗粒黑云母花岗岩、二长花岗岩。花岗岩地表出露良好，多呈全风化砂土状或半风化状，新鲜基岩呈浅肉红色，花岗结构，块状构造，成份主要由长石、石英组成，少量黑云母，副矿物有磁白云岩、锆石等，次生矿物有绿泥石、绢云母、方解石等。

另外，个别钻孔中有辉绿玢岩脉侵入，均见于钻孔底部。辉绿玢岩，呈灰黑色，具有斑状结构，基质为辉绿结构，块状构造，组成矿物主要为斜长石和暗色矿物，根据岩矿鉴定结果岩石蚀变较强，暗色矿物几乎全部蚀变，仅凭经验和残余结构判断岩石类型。

(三) 地层、岩石对矿山开采的影响

矿体围岩以花岗岩、凝灰岩与砂岩为主。岩石风化强烈，裂隙发育，岩心较破碎，结构较不稳定，开采时应适当降低边坡坡度，并做好坡面防护。

综上所述：矿区地层岩性条件中等。

二、地质构造

(一) 区域地质构造

区域构造较复杂,受加里东运动、印支运动、燕山运动等多次构造运动影响,形成近南北、近东西、北东及北西向构造体系。

根据区域地质图(图 2-1),矿区北部岩体以北发育一条近南北向断层,未穿过岩体延伸至矿区。另外,近东西、北东及北西向断层,也未延伸至矿区范围。

(二) 矿区地质构造

矿区中西部,发育一条断裂构造,编号为 F1。断层贯穿整个工作区,延长约 1335 米,为一正断层,走向近南北,倾向西,倾角 60-70°,上盘(西盘)为下-中二叠统栖霞组(P_{1-2q})微晶灰岩、含炭质生物碎屑灰岩(一部分变质成大理岩);下盘(东盘)为上石炭统-下二叠统壶天组(C₂P_{1h})白云岩、白云质灰岩(变质成大理岩)。断层接触带整体上已经愈合,而接触面明显,发育方解石化,靠断层下部地层中多发育矽卡岩脉,靠浅部沿断层容易形成串珠状溶洞。断层总体符合碳酸盐岩地层中构造的特征。

地质构造对矿山开采的影响

受区域构造影响,矿区发育近南北向断裂 F1,断层接触带发生钙质胶结并大体上已经愈合,并未形成明显的断层破碎带。断裂带本身不导水,但在断裂带两侧,多发育次级节理裂隙,节理发育;对矿山开采稳定性有一定影响。

(三) 结构面特征

1、原生结构面

矿区揭露地层主要为上石炭-下二叠统统壶天组、下-中二叠统栖霞组、上三叠统小坪组、上三叠统-下侏罗统蓝塘群及中侏罗统吉岭湾组。岩性以白云石大理岩、方解石大理岩、灰岩、砂岩、凝灰岩为主。

各岩层结构面特征见表 2-2。

表 2-2 矿区区地层结构面特征一览表

地层	层位	岩性	产状
壶天组	矿体	大理岩	205°~219°∠26°~42°
栖霞组		灰岩	210°∠31°~45°
蓝塘群	围岩	砂岩	186°~208°∠35°~46°
吉岭湾组		凝灰岩	295°~300°∠20°~40°

2、次生结构面

岩溶带：岩溶带主要沿接触面发育，呈近东西向、北西向展布。岩溶带长 500~1100m，宽 50~200m，延伸 100~200m 不等。以 III、IV 级结构面为主，次为 V 级结构面。岩溶发育，充填物多为粘土、泥砂，结构松散，胶结程度差，易发生崩陷、涌砂、涌泥等不良地质现象。

节理裂隙：花岗岩、凝灰岩节理裂隙较发育，主要有两组：走向北西与近南北向，基本同构造发育方向。统计裂隙走向延伸多不超过 100m，倾向延伸多不超过 30m，宽度多不超过 1cm，间距多小于 1.0m，以 IV 级结构面为主，裂隙多被石英充填胶结，结构较稳定。

（四）区域地壳稳定性

根据《中国地震动参数区划图》（GB18036-2015）附录 C，本评估区地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s，地震动峰值加速度结合附录 G，得本评估区对应地震烈度为 VI 度。据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A，本区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，地震动反应谱特征周期为 0.35s。历史上未发生过大于 4 级的地震，区域地壳稳定。

综上所述：评估区发育近南北向断裂 F1，岩石节理裂隙发育，矿区地质构造中等，区域场地稳定。

三、水文地质

（一）区域地下水类型

根据区域水文地质资料，区内地下水类型可划分为松散岩类孔隙水、红层孔隙裂隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水及基岩裂隙水。

1、松散岩类孔隙水

主要分布于东石河及其支流两岸，岩性以亚砂土、亚粘土为主，局部为粘土砾石层，厚 2~6m，含孔隙潜水，水位埋深 1.05~3.85m，单涌水量 18.79~249.83m³/d。水化学类型以 HCO₃-Ca·Na 型为主，矿化度 0.045~0.112g/L，pH 值 5.8~6.7。

2、红层孔隙裂隙水

分布于矿区西北部、西南部，岩性以砾岩夹粉砂岩为主，局部为含砾砂岩。含裂隙水及孔隙裂隙层间承压水，富水性中等-贫乏，单井涌水量 100~673m³/d，

地下水径流模数 $0.97\sim 12.04\text{L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ ，泉常见流量 $0.027\sim 0.45\text{L}/\text{s}$ ，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Na}$ 或 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型。

3、碳酸盐岩类裂隙溶洞水

主要分布于矿区中部，局部隐伏于第四系之下。岩性以灰岩、白云质灰岩、白云岩为岩，局部为含砾石灰岩夹炭质页岩。含裂隙溶洞水，水量丰富-中等，局部贫乏，单井涌水量一般 $422\sim 3879\text{m}^3/\text{d}$ ，最大 $5204\text{m}^3/\text{d}$ ，局部小于 $163\text{m}^3/\text{d}$ 。泉流量一般 $5.243\sim 63.011\text{L}/\text{s}$ ，个别泉群流量大于 $100\text{L}/\text{s}$ ，枯季平均流量可达 $549.333\text{L}/\text{s}$ ，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型。

4、基岩裂隙水

区内广泛分布，岩性以砂岩、变质砂岩、火山岩碎屑岩及花岗岩、花岗斑岩为主。含风化裂隙水与构造裂隙水，富水性贫乏-中等。风化裂隙水单井涌水量 $51\sim 199\text{m}^3/\text{d}$ ，地下水径流模数 $2.19\sim 10.26\text{L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ ，泉常见流量 $0.08\sim 0.60\text{L}/\text{s}$ ；构造裂隙水径流模数 $1.65\sim 13.81\text{L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ ，泉流量一般 $0.014\sim 0.68\text{L}/\text{s}$ 。水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 为主，矿化度 $0.28\sim 0.88\text{g}/\text{L}$ ，pH 值 $5.2\sim 7.0$ 。

(二) 矿区水文地质条件

根据钻孔水文编录资料，矿区含水层分为第四系松散岩类孔隙含水层与碳酸盐岩类溶洞裂隙含水层。

1、第四系松散岩类孔隙含水层

区内广泛分布。上部由耕植土、粉质粘土组成，厚度 $1\sim 3\text{m}$ ；中部由含砾粘土、砂质粘土组成，厚度 $3\sim 5\text{m}$ ；下部为残积土，主要由粉质粘土及风化碎石组成。含孔隙潜水，钻孔初见水位埋深 $0.50\sim 17.50\text{m}$ ，平均 5.92m ；标高 $208.30\sim 265.44\text{m}$ ，平均 239.59m 。含水层厚度 $0.10\sim 114.80\text{m}$ ，平均 25.28m ；底板标高 $124.14\sim 265.34\text{m}$ ，平均 213.48m 。富水性弱，民井单井涌水量 $10\sim 20\text{m}^3/\text{d}$ 。水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 、 $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 型为主，矿化度 $0.16\sim 0.24\text{g}/\text{L}$ ，pH 值 $6.89\sim 7.25$ 。第四系松散岩类孔隙含水层富水性弱，对矿坑充水的影响较小。

2、碳酸盐岩类溶洞裂隙含水层

赋存于石炭—二叠系大理岩、灰岩中，为主要矿体分布区。含水层大部分埋藏于侏罗系吉岭湾组火山碎屑岩与第四系冲洪积层之下，盖层全-全风化，岩性主要为粉质粘土与风化碎石，厚度 $5.00\sim 117.70\text{m}$ ，平均 31.09m 。

岩溶较发育，地表可见少量大理岩露头，溶沟、溶槽发育。储量估算范围

内，钻孔见洞率 74.1%，平均线岩溶率为 5.42%。岩溶形态以溶洞、溶蚀凹槽、溶蚀裂隙、蜂窝状孔洞为主。溶洞呈不规则串珠状分布，单洞高 0.05~15.0m，累计高度 0.15~33.04m，平均 11.95m，全充填或半充填，充填物以粘土、泥砂为主。溶洞底板平均标高 116.57m。平面上，岩溶带多位于勘查区的南北两侧，沿接触带发育，近东西向、北西向展布，形状以不规则葫芦状为主；垂向上，岩溶发育程度随着深度的增加而减小。①浅部（标高 120m 以上）为强岩溶发育带，钻孔见洞率 9.1~22.7%，线岩溶率 3.17%~11.01%。其中以标高 170m~190m 岩溶最发育，钻孔见洞率 20.5%，线岩溶率 10.08%~11.01%，溶洞全充填或半充填，充填物以粘土、泥砂、风化角砾为主。②标高 120m 以下，为弱岩溶发育带，多为溶蚀裂隙及针孔状孔洞，钻孔见洞率 2.27~6.82%，线岩溶率 0.19~2.16%。溶洞半充填或无充填，充填物以泥砂为主。

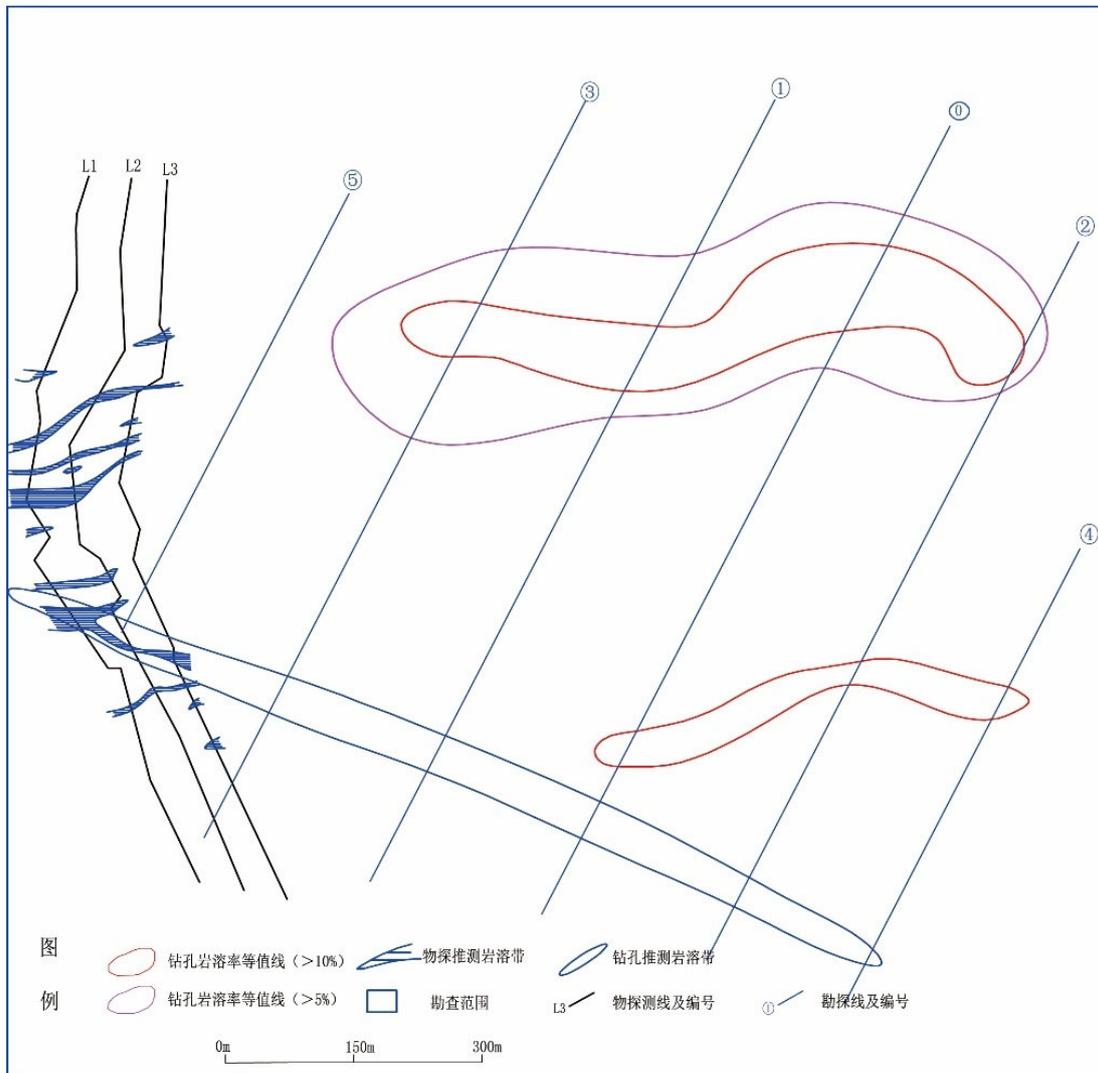


图 2-2 矿区岩溶平面分布示意图（资料来源：储量分割报告）

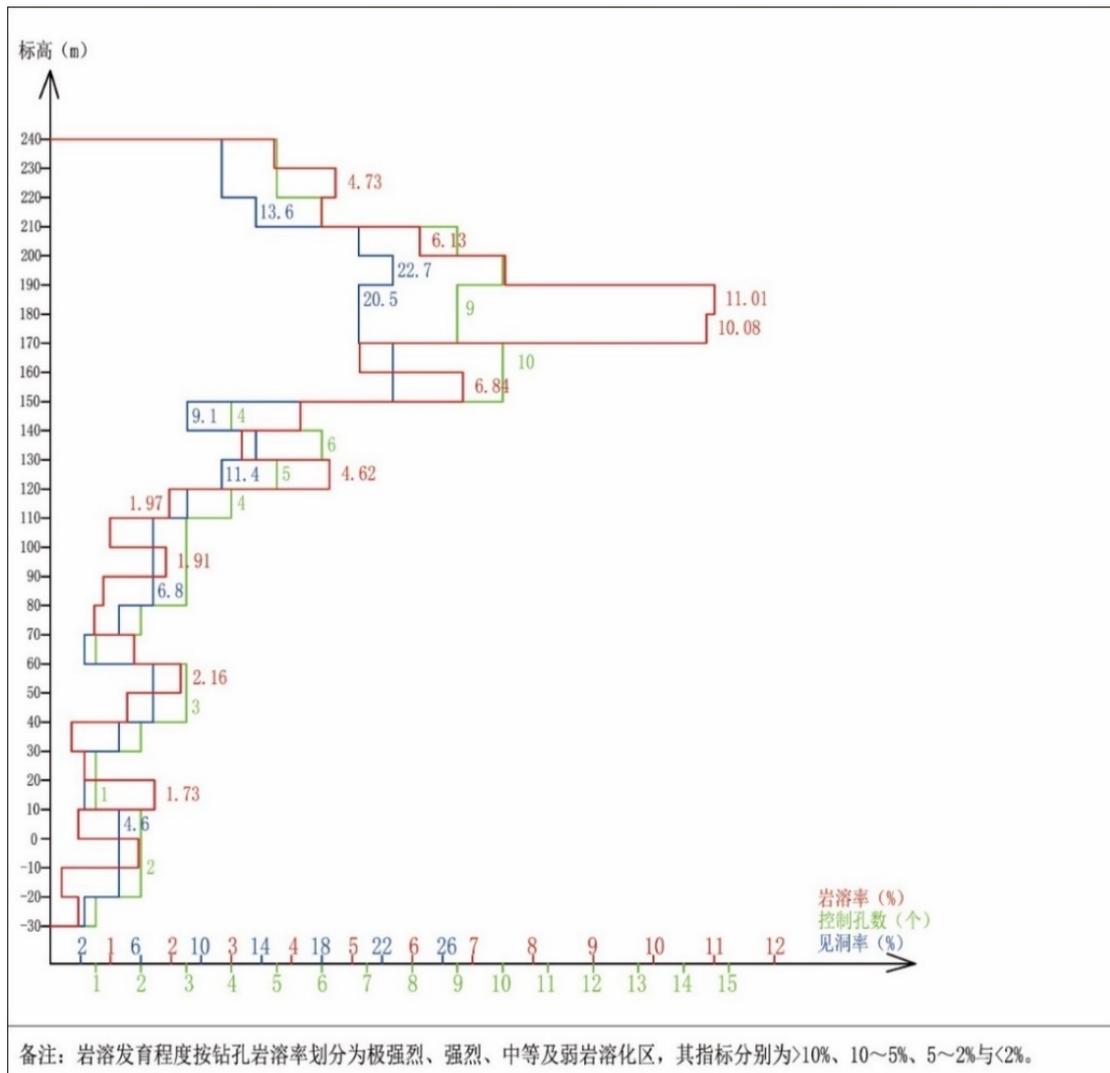


图 2-3 钻孔岩溶垂向变化曲线图（资料来源：储量分割报告）

由于岩溶发育的不均一性，溶洞裂隙含水层的厚度、富水性差异较大。在矿床分布范围、勘查深度内，揭露可溶岩最大厚度为 265.34m，平均厚度约 191.44m，顶板平均标高 213.48m。钻孔水位埋深平均 32.55m，静止水位平均标高 212.96m。对比盖层厚度与水位埋深可知：含水层性质以潜水为主，占比为 53%，主要分布于矿区东部山地补给区，以山腰、山脊附近为主；承压水主要分布于山沟及下游第四系覆盖区，以径流区为主。

含水层富水性中等，局部强。钻孔单位涌水量 0.21~0.32L/(s·m)，局部可达 2.02 L/(s·m)，渗透系数 0.23~4.38m/d，加权平均为 0.87m/d，配线法求得给水度为 0.017~0.054，平均 0.036。长窝里铁矿熔剂用白云岩矿地下开采，实测+178m 中段平均矿坑涌水量 1048m³/d，最大矿坑涌水量 1360m³/d（2018 年 6 月），单位面积、单位降深涌水系数为 0.62~0.80/a。水化学类型以 HCO₃-Ca、HCO₃-Na·Ca

型，pH 值 6.79~7.35，矿化度 0.05~0.21g/L。

表 2-3 溶洞裂隙含水层抽水试验成果表

试验类型	抽水孔	观测孔	水位降深 (m)	单位涌水量 L/(s·m)	渗透系数 (m/d)	影响半径 (m)
单孔抽水	SK01	/	7.27	0.001	0.01	12.73
	SK04	/	16.49	0.21	0.23	79.60
多孔抽水	SK02	ZK305	6.34/0.56	2.02	4.38	14.60
	SK03	ZK304	13.28/2.95	0.32	0.47	48.30

注：渗透系数平均值为钻孔 SK02、SK03、SK04 与所属面积的加权平均

溶洞裂隙含水层为矿坑充水的主要来源，接受大气降水、地表水的入渗补给。其与上覆的松散岩类孔隙含水层之间没有直接的水力联系，钻孔 SK02、SK04 均观测到明显的水位差：溶洞裂隙含水层水位埋深 13.14~19.38m，松散岩类孔隙含水层水位埋深 1.69~2.22m。

(三) 隔水层

1、侏罗系吉岭湾组凝灰岩相对隔水层

矿区东部隔水边界，岩性为英安质-安山质凝灰熔岩、安山质凝灰岩和火山角砾岩。该地层富水性弱，常见泉流量 0.04~0.45L/s，可视为矿区较稳定的相对隔水层。

2、侏罗系粗粒黑云母花岗岩相对隔水层

矿区北部隔水边界，岩性为黑云母花岗岩，裂隙不发育，泉流量 0.04~0.33 L/s，单位涌水量 0.012~0.042L/(s·m)，富水性弱。

3、三叠系砂岩、砂砾岩相对隔水层

矿区南部隔水边界，岩性为砂岩、砂砾岩、粉砂岩、泥岩等碎屑岩，裂隙不发育，透水性差，泉常见流量 0.11~0.35L/s，可视为相对隔水层。

(四) 断裂破碎带的水文地质特征

受区域构造影响，矿区发育近南北向断裂 F1。位于勘查区中部，几乎贯穿整个工作区，延长约 1335m，为一正断层，走向近南北，倾向西，倾角 60-70°，上盘（西盘）为下-中二叠统栖霞组微晶灰岩、含炭质生物碎屑灰岩（一部分变质成大理岩）；下盘（东盘）为晚上石炭统-下二叠统壶天组白云岩、白云质灰岩（变质成大理岩）。断层接触带发生钙质胶结并大体上已经愈合，并未形成明显的断层破碎带。断裂带本身不导水，但在断裂带两侧，多发育次级节理裂隙，节理发

育。如评估区南部的北西向岩溶带走向约 295° ，控制长度约 1045m，带上钻孔均揭露埋藏较深的溶洞，呈串珠状分布，延深近 200m，溶洞底板标高 6.90~-28.08m。岩溶带富水性强-中等，钻孔单位涌水量 $0.21\sim 2.02\text{ L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，钻孔 SK02 多孔抽水时携带大量泥砂，溶洞以半充填型为主；距离仅为 9.17m 的水位观测孔 ZK305 水位缓慢下降，一方面说明岩溶带的富水性强，另一方面说明岩溶带的宽度有限。

（五）地表水特征

矿区主干水系 S04（东石河支流）发源于矿区西南部，自北向南从矿区西部经过，汇入东石河。汇水面积约 6.91 km^2 ，径流长度约 4.65km，地下水径流模数 $1.02\text{ L}/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ 。枯水期流量 $7.02\text{ L}/\text{s}$ （2022.10.9），雨后迅速增至 $324.3\text{ L}/\text{s}$ （2022.11.25）。河水水面标高 207.1~213.6m，矿区附近最高洪水位标高 212.7m，低于露天开采境界最低标高 219.4m，且二者之间相距 285m，地表水溃入矿坑的可能性较小，对矿坑充水的影响较小。

地表水系流经区域地层主要为下-中二叠统栖霞组灰岩，含溶洞裂隙水，二者之间存在平均厚度为 31.09m 的残积、冲洪层，岩性以粉质粘土为主，透水性差，二者之间的水力联系弱；距离地表水系仅 170m 的茅坪石灰岩矿，井工开采栖霞组灰岩，最低开采中段标高 160m，井下调查未发现明显的渗漏点，地表亦相对稳定，由此推测地表水与栖霞组灰岩溶洞裂隙水的水力联系弱，对矿坑充水的影响较小。

（六）地下水动态及补给、径流与排泄

储量核实期间（2022.10~2022.12），受含水层富水性影响，地下水动态变化差异较大。富水性相对较差地段，地下水位动态变化较大。如钻孔 SK01，水位埋深 16.12~18.01m，变幅 1.89m；富水性较强的区域，地下水位动态变化小。如钻孔 SK02，水位埋深 19.04~19.62m，变幅 0.58m。

大气降水是区内地下水的主要补给来源，可通过露天采场或第四系松散层垂直向下渗透补给地下水；天然条件下，地下水自东向西径流出矿区，再向西北径流至东石镇，以岩溶湿地或泉的形式排泄出地表。

（七）充水因素分析

矿体为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，露天开采，拟开采标高 343~0m，其中+225m 水平以上标高形成山坡露天采场。+225m~0m 形成凹陷露天采场。凹陷露天采场汇水不能自流排出场外，必须采用水泵对采场内的矿

坑水进行抽取外排。

1、大气降水

矿山露天开采，标高+225m 以下矿坑涌水不能自然排泄，大气降水是矿坑充水的主要因素之一。

2、溶洞裂隙水

溶洞裂隙含水层为区内主要含水层，矿体开采时直接揭露含水层，含水层富水性中等—强，是矿坑充水的主要因素之一。矿区三面环山，北面为侏罗世粗粒黑云母花岗岩，富水性弱，相对隔水；东面为侏罗系吉岭湾组凝灰岩，富水性弱，相对隔水；南面为三叠系砂岩、粉砂岩等碎屑岩，富水性弱，相对隔水。因此，矿坑地下涌水主要来源于西侧，溶洞裂隙水主要通过侧向径流补给矿坑水。开采前，建议在矿区西侧做好防治水工程，以防止矿区外围地下水大量径流至矿坑。

3、地表水

主要地表水系 S04 洪水位标高低于露天开采境界最低标高，且二者之间相距 285m，地表水溃入矿坑的可能性较小；地表水与二叠系栖霞组灰岩溶洞裂隙水的水力系联系弱，地表水对矿坑涌水的影响较小。

4、老窿水

矿区东北角的长窝里铁矿（地下开采）已停产，硐口标高 265m，未见排水。现状巷道最低开采标高 140m，已积水，根据钻孔水位推测积水标高约为 190m，积水量不明；矿区外围西侧的茅坪石灰岩矿最低开采中段标高 160m，长期疏干排水致使矿区溶洞裂隙水水位普遍下降，平均水位埋深 32.55m，静止水位平均标高 212.96m。由于长窝里铁矿熔剂用白云岩矿巷道积水对未来矿床开采造成较大的安全隐患，开采前应预先疏干。疏干后，老窿水对矿坑涌水的影响较小。

综上，矿坑充水因素主要为大气降水及溶洞裂隙水。大气降水可通过露天采场或第四系松散层垂直向下渗透补给矿坑水；矿区西部的溶洞裂隙水主要通过侧向径流补给矿坑水。

（八）矿床开采的主要水文地质问题

1、岩溶突水、突泥

矿区南部北西向岩溶带富水性强，钻孔单位涌水量 2.02 L/(s·m)，地下水静储量，且溶洞多充填松散泥砂，初期揭露时势必会引起大量涌水、涌泥、涌砂，影响矿山安全生产。开采前应做好应急预案，提前疏干溶洞裂隙水，以保证安全

生产。

2、采空区突水

长窝里铁矿采空区积水不明，存在突水风险。开采前应查明长窝里铁矿熔剂用白云岩矿的水文地质条件，预先疏干采空区积水，保证矿山安全生产。

(九) 涌水量预测计算

1、边界确定与条件概化

矿区北部为黑云母花岗岩，富水性弱，可视为隔水边界；东部为安山质凝灰岩与火山角砾岩，富水性弱，可视为隔水边界；南部为砂岩、粉砂岩、泥岩等碎屑岩，富水性弱，为隔水边界，矿区西部为栖霞组灰岩，含溶洞裂隙水，为进水边界。矿区的水文地质边界模型见图 2-4。

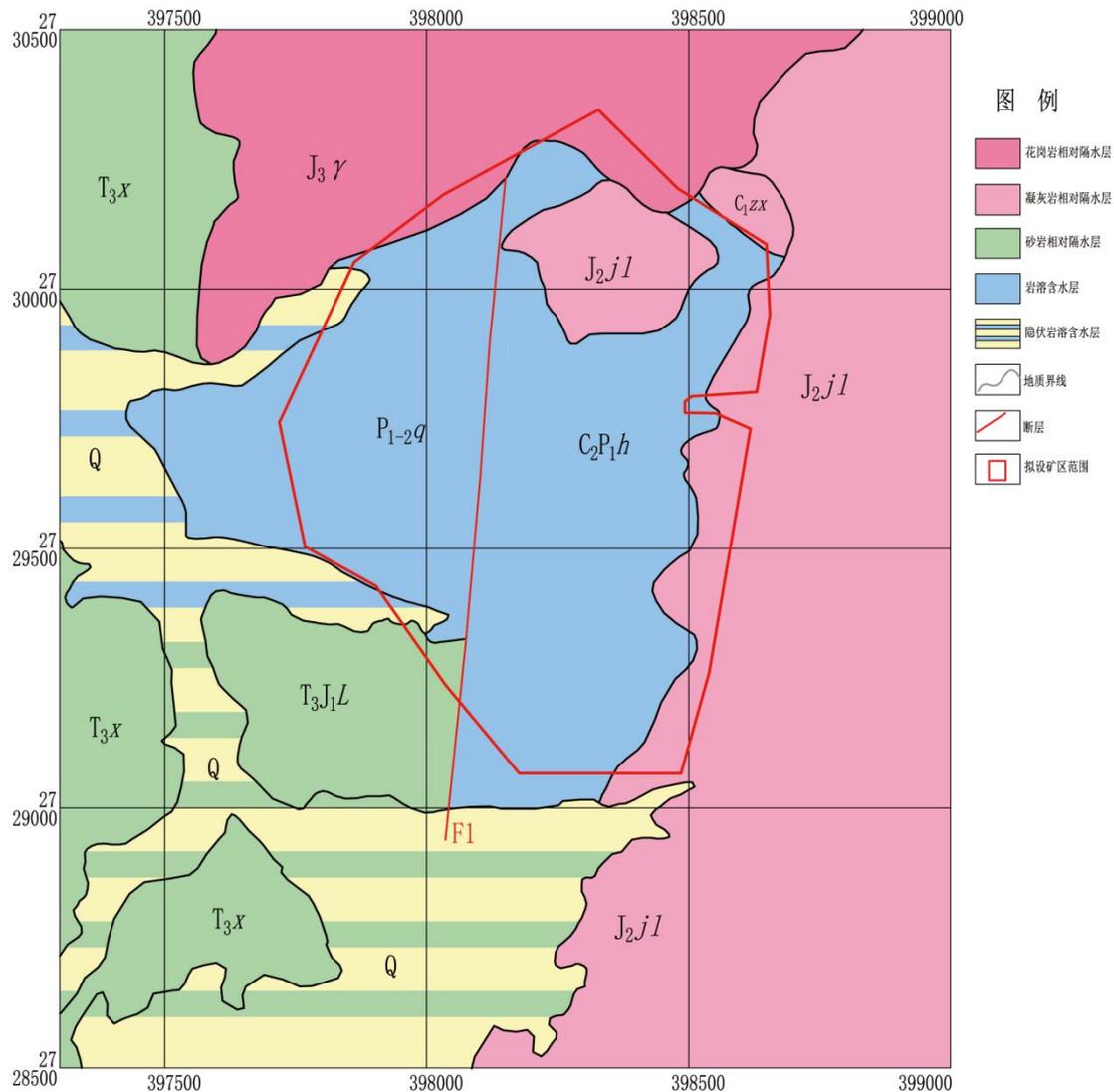


图 2-4 矿区水文地质边界示意图（资料来源：储量分割报告）

2、模型建立、预测方法及公式选定

联系电话：13750569089（朱先生）

邮箱：344507500@qq.com

矿山露天开采，大气降水与溶洞裂隙水是矿坑涌水的主要来源。根据《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020），矿坑涌水量（ Q ）由以下三个部分组成：降雨补给量 Q_1 （包括 219.4m 标高以上外围降雨入渗量及 219.4m 标高以下大气降雨直接降入量）、露天采场西侧地下水径流量 Q_2 及露天开采范围内溶洞裂隙水含水层储存量的消耗量 Q_3 。

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots ①$$

降雨补给量 Q_1

$$Q_1 = XF_1 + \alpha XF_2 \dots\dots\dots ②$$

式中：

F_1 —219.4m 标高以下露天矿坑的面积， m^2 ；

X —年平均降水量， m ；

F_2 —露天采场外积水面积（不包括 F_1 ）， m^2 ；

α —大气降水入渗系数。

露天采场西侧地下水径流量 Q_2

矿体倾角小于 45° ，地下水主要来源于露天采场西侧，可采用承压转无压廊道法公式进行计算：

$$Q_2 = BK(2s - M)M/R \dots\dots\dots ③$$

$$R = 10s\sqrt{K} \dots\dots\dots ④$$

式中：

K ——溶洞裂隙含水层渗透系数（ m/d ）；

M ——有效含水层厚度（ m ）；

s ——水位降深（ m ）；

B ——廊道水平长度（ m ）；

R ——廊道排水地下水影响半径（ m ）。

露天开采范围内溶洞裂隙水含水层储存量的消耗量 Q_3

$$Q_3 = \mu Ah/t \dots\dots\dots ⑤$$

式中：

μ ——含水层的给水度；

A ——露天采矿场内被剥离含水层的面积（ m^2 ）；

h ——露天采矿场内含水层平均疏干厚度 (m) ;

t ——疏干时间 (d) 。

3、参数选择

降雨补给量 Q_1

219.4m 标高以下露天矿坑的面积 F_1 ：根据露天采场开采边界及最终边坡角圈定。 $F_1=715045\text{m}^2$;

露天采场外积水面积 F_2 ：露天采场汇水面积与 F_1 的差值。 $F_2=3262497\text{m}^2$;

降水量 X ：平均降雨量取值为 4.5mm/d，最大值为 427.0mm/d;

降雨系数 α ：取经验值。 $\alpha=0.2$ 。

露天采场西侧地下水径流量 Q_2

渗透系数 K ：根据钻孔抽水试验成果与钻孔所在流域面积，取加权平均， $K=0.87\text{m/d}$;

有效含水层厚度 M ：采用“扎马林经验公式”计算，当其小于含水层实际厚度时取计算厚度，当其大于计算厚度时取实际厚度。勘查孔未揭穿含水层底板，含水层实际厚度取钻孔揭露可溶岩最大厚度 265.34m;

扎马林经验公式为： $lg M = 0.3018 + 0.2431 lg S + 0.7569 lg(S + l)$ ，式中： l 为矿坑浸润界线至矿坑集水仓底部的距离， $l=1\text{m}$ 。

水位降深 s ：矿区地下水位平均标高(212.96m)与拟开采水平标高的代数差。

廊道水平长度 B ：矿区西侧进水断面宽度。 $B=485\text{m}$;

廊道排水地下水影响半径 R ：采用公式④计算;

露天开采范围内溶洞裂隙水含水层储存量的消耗量 Q_3

给水度 μ ：根据多孔抽水试验曲线，配线法求得，取平均值。 $\mu=0.036$;

露天采矿场内被剥离含水层的面积 A ：露天采场内溶洞裂隙含水层的分布面积。 $A=708454\text{m}^2$;

露天采矿场内含水层平均疏干厚度 h ：矿区地下水位平均标高(212.96m)与拟开采水平标高的代数差;

疏干时间 t ：首期开拓至+180m 水平，疏干时间 2080d; 开拓至 0m 水平，疏干时间 8140d。

4、预测计算与结果评价

涌水量计算模型充分考虑了降雨补给、采场外围地下水径流补给、采场内含

水层的静储量补给三个因素，建立的模型符合实际情况。计算降雨补给量时，最大日降雨量采用近 30 年来统计最大值，计算的最大降雨补给量可能偏大；计算采场外围地下水径流补给量时，采用加权平均渗透系数，并用“有效含水层厚度”代替“钻孔揭露含水层厚度”，在一定程度上，有效减小了模型概化所带来的误差；计算采场内含水层的静储量时，由于疏干时间的不确定性，预测的采场内含水层储存量的消耗量可能偏小。

预测首期 180m 水平的矿坑涌水量平均值为 12670m³/d，最大值为 590457m³/d；终采 0m 水平的矿坑涌水量平均值为 15872m³/d，最大值为 593659m³/d。

综上所述，大部分矿体埋藏于侵蚀基准面以下，地表水体对矿坑充水影响较小；第四系覆盖层厚度大、分布广；主要充水含水层为溶洞裂隙水，岩溶发育，含水层富水性中等，局部强，矿床类型属以溶洞为主的岩溶充水矿床，水文地质勘查类型属于第三类第二亚类，水文地质条件复杂。

四、工程地质

（一）工程地质岩组特征

根据矿区岩土体的结构、物质成份及物理力学性质，将矿区岩土体分为松散岩类、层状碳酸盐岩类、块状火成岩类 3 个工程地质岩类。

1、松散软岩类

主要由粉质粘土、粘土及全风化碎石等组成，在区内广泛分布，层厚 2.70~117.70m，平均 31.09m，层底标高 124.14~265.34m，平均 216.55m。岩心松散破碎，采取率低，RQD 一般为 0。岩石质量劣，岩体破碎。取样分析主要物理力学指标如下：含水率 17.6~30.2%，土粒比重 2.71~2.75，天然密度 1.79~1.98 g/cm³，孔隙率 38.9~49.3%，凝聚力 19.9~33.5kPa，内摩擦角 13.5~15.8°，压缩模量 4.3~7.8MPa，垂直渗透系数 2.1×10⁻⁶~3.2×10⁻⁴ cm/s。

2、层状碳酸盐岩类

岩性以白云石大理岩、方解石大理岩、灰岩为主，为矿区主要矿体。岩石以较坚硬岩为主。白云岩饱和抗压强度 35.69~75.52MPa，平均 54.65 MPa，凝聚力 3.94 MPa，内摩擦角 41.5°；大理岩饱和抗压强度 26.31~51.33MPa，平均 37.27 MPa，凝聚力 2.46~5.68MPa，内摩擦角 41.1~42.2°；灰岩饱和抗压强度 30.12~40.21MPa，平均 34.87 MPa，凝聚力 3.41~5.42MPa，内摩擦角 41.9~

42.4°。岩心较完整-完整，RQD 一般 72~94%，局部岩溶发育地段小于 50%。岩石质量良，结构相对稳定。

3、块状火成岩类

岩性以黑云母花岗岩、凝灰岩为主，为矿体主要围岩。岩体风化作用强烈，裂隙较发育，岩心较破碎。岩石质量中等，局部差。花岗岩饱和抗压强度 37.1MPa，凝聚力 9.78~9.89MPa，内摩擦角 42.8~42.9°。

（二）主要工程地质问题

1、土质边坡

矿体覆盖层主要为残积、坡积层，成分以粉质粘土为主，局部夹风化碎石。区内广泛分布，平均厚度 31.09m，厚度随地形变化，由东向西逐渐变厚，最厚处可达百余米，如钻孔 ZK502 与 SK04，覆盖层厚度分别为 117.7m 与 105.85m。覆盖层物理力学强度低，稳定性差，降雨容易失稳，建议开采时适应降低台阶高度与边坡坡度，以增强边坡稳定性。

2、岩质边坡

大致可分为以下三种情况：

顺向边坡：位于矿区北东侧、东侧，北东侧边坡岩性以花岗岩、大理岩为主，走向北西，倾向西南；东侧岩性以凝灰岩为主，走向近南北，倾向西。边坡走向、倾向与岩层产状相同，易发生顺层崩塌、滑坡。

反向边坡：位于矿区西南部，岩性以砂岩为主。边坡面呈北西向分布，与岩层走向一致，边坡倾向与岩层倾向相反，为反向边坡。由于砂岩风化厚度大，节理裂隙较发育，边坡稳定性一般。

走向边坡（切层边坡）：位于矿区北侧，岩性以花岗岩为主，发育近南北向、北西向节理裂隙。边坡面呈东西向展布，其走向与地层走向斜交或垂直。岩石坚硬完整，节理裂隙破坏程度低，物理力学性能良好，边坡稳定性较好。

针对不同类型边坡，建议采用不同坡度阶梯式边坡，减少边坡荷重；在边坡外侧和台段内缘设排水明沟，防止降水冲刷破坏坡面，拦截滚石，此外，尚可采取专门加固措施，加强边坡防护。

工程地质条件对矿山开采的影响

矿区岩溶较发育，钻孔见洞率 74.1%，平均线岩溶率为 5.42%。岩溶形态以溶洞、溶蚀凹槽、溶蚀裂隙、蜂窝状孔洞为主。溶洞呈不规则串珠状分布，单洞

高 0.05~15.0m，累计高度 0.15~33.04m，平均 11.95m，全充填或半充填，充填物以粘土、泥砂、风化角砾为主。充填物结构松散，易流失。岩溶发育地段岩心破碎，氧化、水蚀痕迹明显，结构不稳定，承载力差，易发生涌砂、涌泥、崩塌等不良工程地质现象。

综上所述，矿区工程地质条件复杂程度为中等。

五、矿体（层）地质特征

（一）矿体特征

1、熔剂用白云岩矿

根据“核实报告”，熔剂用白云岩矿体 V1，赋存于壶天组（C₂P_{1h}）地层中，呈厚层状产出，主要岩性为白云石大理岩及少部分大理岩化白云岩，由白云岩、白云质灰岩经热接触变质作用形成，整体呈块状，未保留原岩的层状构造，仅地表能观察到差异风化现象。

2、粉料用大理岩矿

根据“核实报告”，粉料用大理岩矿体有 4 个（V2~V5），其中 V2、V4 为层状矿体，V3、V5 为透镜状矿体。V2 为主矿体，矿石量约占全区粉料用大理岩矿的 75%。粉料用大理岩矿体赋存于壶天组（C₂P_{1h}）地层中，主要岩性为方解石大理岩，由灰岩、白云质灰岩经热接触变质作用形成，整体呈块状，未保留原岩的层状构造。

3、水泥用石灰岩矿

根据“核实报告”，水泥用石灰岩矿体有 7 个（V6~V12），其中 V6、V7 为层状矿体、V8~V12 为透镜状矿体。V6 为主矿体，矿石量约占全区水泥用石灰岩矿的 84%。V6 矿体赋存于栖霞组（P_{1-2q}）地层中，主要岩性为灰岩、方解石大理岩，方解石大理岩由灰岩经热接触变质作用形成，整体呈块状，局部保留有原岩层状构造。V7~V12 矿体赋存于壶天组（C₂P_{1h}）地层中，主要岩性为方解石大理岩，由灰岩、白云质灰岩经热接触变质作用形成，未保留原岩的层状构造。

4、铁矿

根据“核实报告”，铁矿体 VFe，赋存于晚侏罗世花岗岩与壶天群碳酸盐岩的侵入接触带，其总体呈层状，产状为北西-东南走向，倾向西南，倾角变化大，总体平均约 40°。其中 265m 水平以上较缓，倾角约 26°；201m 水平变陡，倾角 55°；

ZK5 揭露矿体最低赋存标高 126.21m，与轴夹角 45°。铁矿体沿走向长 178.11~212.24m，沿倾向延伸 59.15~332.90m，总体规模长 180~255m，厚度 0.86~4.42m，平均 2.08m，赋存标高 313.74~109.74m，地表有出露，矿体埋深 0~178m。

（二）矿物组成与结构构造

1、熔剂用白云岩矿

根据“核实报告”，熔剂用白云岩矿的主要岩石类型为白云石大理岩。

白云石大理岩：浅玫瑰红色、白色，粒状变晶结构，块状构造，矿物成分相对简单，主要由白云石（含量 87~99%）、少量方解石（含量 1~13%）、以及微量炭质和不透明矿物等组成。白云石呈他形变晶粒状，粒径 0.1-1.4mm，表面干净明亮，具闪突起，高级白干涉色，滴茜素红-S 溶液染色不上色，较均匀分布。方解石呈他形变晶粒状，粒径 0.05-1.1mm，具闪突起，高级白干涉色，部分可见菱形解理，表面略微脏杂，滴茜素红染色呈鲜红，不均匀分布。小刀可以刻画，但刻痕较轻，滴稀盐酸轻微冒泡。

2、粉料用大理岩矿

根据“核实报告”，粉料用大理岩矿的主要岩石类型为方解石大理岩。

方解石大理岩：白色，粒状变晶结构，块状构造，主要由方解石（含量 95~97%）、少量白云石（含量 3~5%）、以及微量炭质和不透明矿物等组成。小刀容易刻画，刻痕较深，滴稀盐酸剧烈起泡。方解石呈变晶粒状，粒径一般为 0.1-1.9mm，具闪突起，高级白干涉色，部分可见菱形解理，均匀分布，用茜素红-S 溶液染色呈鲜红色。白云石呈他形变晶粒状充填于方解石间，粒径约 0.2-1.0mm，具闪突起，高级白干涉色，用茜素红-S 溶液染色不上色，不均匀分布。炭质呈黑色粉尘状不均匀分布。不透明矿物呈他形粒状，粒径在 0.02-0.08mm，零星分布。

3、水泥用石灰岩矿

根据“核实报告”，水泥用石灰岩矿的主要岩石类型为灰岩和方解石大理岩。

微晶灰岩：浅灰色、灰色，微晶结构，块状构造，矿物成份主要由方解石组成（含量 93~97%），其次含有少量的生物屑（含量 1~3%）、炭质（含量 1~2%）、白云石（含量 1~2%）、石英、不透明矿物等。方解石呈他形粒状，具闪突起，高级白干涉色，多数粒径在 0.01—0.04mm，多为微晶状，少量重结晶为粉晶状，均匀分布，滴茜素红-S 染色呈鲜红。

含炭质生物碎屑微晶灰岩：灰黑色，生物碎屑结构、微晶结构，块状构造，

矿物成份主要由方解石（含量 66~79%）、生物屑（含量 15~25%）、炭质（含量 5~8%）等组成，其次含有少量石英、白云石、不透明矿物等。方解石呈他形粒状，具闪突起，高级白干涉色，多数粒径在 0.005—0.03mm，多为微晶状，均匀分布，滴茜素红-S 染色呈鲜红。生物屑呈不规则状，椭球状，环状，管状、团块状，粒径大小在 0.15-2.5mm，部分已重结晶为亮晶方解石。炭质呈尘状、浸染状，黑色，较均匀分布。石英呈次圆状，粒径 0.02-0.04mm，表面干净，一级灰白干涉色，不均匀分布。

方解石大理岩：白色，粒状变晶结构，块状构造，矿物成分相对简单，主要由方解石（含量 93~97%）、白云石（含量 3~7%）、及少量石英和不透明矿物等组成。小刀容易刻画，刻痕较深，滴稀盐酸剧烈起泡。方解石呈变晶粒状，粒径一般为 0.12-2.8mm，具闪突起，高级白干涉色，部分可见菱形解理，均匀分布，用茜素红-S 溶液染色呈鲜红色。白云石呈他形变晶粒状充填于方解石间，粒径约 0.1-0.85mm，具闪突起，高级白干涉色，用茜素红-S 溶液染色不上色，不均匀分布。小刀容易刻画，刻痕较深，滴稀盐酸剧烈起泡。不透明矿物呈他形粒状，粒径 0.02—0.05mm，零星分布。

4、铁矿

根据“核实报告”，铁矿石中金属矿物主要为磁铁矿，少量黄铁矿；脉石矿物为透辉石、石榴石、绿泥石、滑石、磷灰石、石英等。

微细粒结构，块状构造，局部为粉状（如 ZK7 揭露）。

（三）围岩

根据“核实报告”，矿体的围岩主要为根据最终边坡角开采需要进行剥离的部分，主要有北部和西北部晚侏罗世花岗岩（ $J_3\gamma$ ）、东部吉岭湾组（ J_2j1 ）凝灰岩以及西南部蓝塘群（ T_3J_1I ）砂岩。

1、花岗岩

花岗岩主要分布于拟设矿区的北部和西北部，以断层 F1 为界，断层以东花岗岩与上覆地层呈侵入接触关系，接触带总体走向北西向，倾向为南西向，倾角平均约 40°；断层以西花岗岩与栖霞组灰岩呈不整合接触关系，接触面总体走向 238°，倾向为南东向，倾角约 70°~85°，从北部往西南方向倾角由陡变缓。花岗岩地表多风化呈砂土状，为全风化花岗岩，其中花岗岩全风化的深度有钻孔（ZK306 钻孔揭露全风化深度为 39.4m）和北部人工边坡揭露，风化厚度稳定，

综合考虑按照 40m 全风化深度进行计算。另据钻孔揭露，西北部 ZK306 钻孔 39.4~130.18m 为半风化花岗岩，岩心较破碎，发育较强的绿泥石化；北部 ZK107 和 ZK207 钻孔揭露深部岩体接触带花岗岩相对完整，局部裂隙发育，裂隙面可见绿泥石化。

拟设矿区范围内剥离的花岗岩，分布于北部和西北部，地表分布范围较小，总体呈带状展布。其中西北部剥离花岗岩主要位于浅部，分布于 3 线、1 线附近，剖面图可见上宽下窄，向下呈楔形尖灭，呈北东向带状分布，主要为全风化-半风化花岗岩，岩心十分破碎；总体长约 513m，宽 0~51.4m，平均宽度 25.9m，厚度 0~144.4m，平均厚度 98.6m。北部剥离花岗岩主要位于深部岩体接触带以下，拟设矿区范围 0m 标高以上，分布于 0 线、2 线附近，剖面图上可见是上窄下宽，向上呈楔形尖灭，呈北西向带状分布，主要为半风化-未风化花岗岩，近岩体接触带有一定程度蚀变；总体长约 401m，底部宽 26.7~112.8m，平均宽度 51.1m，厚度 183.5~268m，平均厚度约 200m。

北部坑口取样微风化中粗粒花岗岩岩石样 CK-KY1，经测试饱和抗压强度为 37.21MPa，根据《建设用卵石、碎石》（GB/T 14685-2022）要求，火成岩要求 ≥ 80 MPa，不满足建筑用石料的要求，可考虑用作填料。

2、凝灰岩

凝灰岩主要分布于拟设矿区东部，其中 ZK402、ZK401、ZK401-1 和 ZK6-1 钻孔揭露深度 75.50~151.9m，终孔为半风化凝灰岩地层。凝灰岩，与下伏熔剂用白云岩矿体呈不整合接触，接触面总体走向约 17° ，倾向北西，倾角约 $75^\circ \sim 80^\circ$ 。

拟设矿区范围内剥离的凝灰岩呈北北东向带状展布，宽窄不一，在垂直勘探线的纵剖面图上可见上宽下窄，向下呈楔形尖灭。总体长 998m，宽 40.1~111m，平均宽度 76m，厚度 0~142.6m，平均厚度 29.7m。岩性主要为全风化-半风化凝灰岩，岩心十分破碎。由于钻孔岩心中少见 15cm 以上的完整岩心，未采集饱和抗压强度样品进行测试。根据《建设用卵石、碎石》（GB/T 14685-2022），不满足建筑用石料的要求，可考虑用作填料。

3、砂岩

砂岩主要分布于拟设矿区西南部，其中 ZK006 和 ZK106 钻孔揭露深度，分别为 109.75m 和 109.7m，岩性主要为砂岩、泥质粉砂岩夹泥质成分，自上而下岩性

具粗-细-粗-细-粗的变化特征，风化比较强，岩心十分破碎。砂岩与东部熔剂用白云岩矿体呈断层接触。

拟设矿区范围内剥离的砂岩仅见于拟设矿区 0 号勘探线附近，分布范围非常小，剖面图上可见上宽下窄，向下呈楔形尖灭。总体长 182.9m，宽 22.2~82.46m，平均宽度 37.5m，厚度 0~76.6m，平均厚度 28.9m。由于钻孔岩心中少见 15cm 以上的完整岩心，未采集饱和抗压强度样品进行测试。根据《建设用卵石、碎石》（GB/T 14685-2022），不满足建筑用石料的要求，可考虑用作填料。

（四）岩溶分布特征

根据“核实报告”，矿区岩溶发育，且多为充填型，充填物以粘土、泥砂为主，呈可塑-流塑形态，充填物结构松散，易流失。

根据钻孔岩溶率统计，单孔岩溶率 0~46.13%，线岩溶率 4.17~7.62%，全区平均岩溶率为 5.42%。

第三节 矿区社会经济概况

东石镇，隶属于广东省梅州市平远县，位于平远县中部，距县城 14 千米。东连茅坪镇、泗水镇，西接河头镇，南邻坝头镇，北靠上举镇和仁居镇。行政区域面积 165.09 平方千米，户籍人口为 34984 人。

矿区所在地的太阳村位于东石圩东部 6 公里。太阳村辖 16 个村民小组，在册户数 540 户，人口 2062 人；全村总面积 18.3 平方公里，耕地面积 3041 亩。近年来，太阳村发展经济的措施以及成果：环村村道 3 公里、老区锅舌村道 12 公里完成水泥硬底化；年产锅舌茶 5 万斤；长窝梅州金柚年产 60 万斤。农村人均年纯收入 3807 元。

评估区范围内常住人口有 189 户约 718 人；预测采矿权出让后，评估区范围内常住人口仅剩西部、南部少量居民，约 12 户 36 人；评估区北部为长窝里铁矿，2021 年~2024 年处于停产状态。现场设备尚未拆除，部分场地已自然复绿，杂草丛生。评估区西部有省道 S332 穿过，与矿区直线距离约 200m。评估区中部有一太阳村希望小学，已废弃多年。

第四节 矿区土地利用现状

一、矿区范围土地利用类型

根据平远县土地利用现状图(2023年度),矿区面积0.8979km²,即89.79hm²,矿区范围内涉及的土地利用类型包括水田 32.85hm²、水浇地 0.25hm²、旱地 0.18hm²、果园 28.14hm²、茶园 0.61hm²、其他园地 0.71hm²、乔木林地 15.93hm²、其他林地 0.2hm²、其他草地 0.52hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.29hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.29hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.58hm²、坑塘水面 0.68hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²,所涉及的耕地为国家利用等5等。根据平远县国土空间总体规划图(2021—2035年),矿区范围内未涉及永久基本农田和生态保护红线。

矿区土地利用现状统计结果如表 2-2 所示。

表 2-2 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 %
01	耕地	0101	水田	32.85	36.59
		0102	水浇地	0.25	0.28
		0103	旱地	0.18	0.20
02	园地	0201	果园	28.14	31.34
		0202	茶园	0.61	0.68
		0204	其他园地	0.71	0.79
03	林地	0301	乔木林地	15.93	17.74
		0307	其他林地	0.2	0.22
04	草地	0404	其他草地	0.52	0.58
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.10
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.29	7.01
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	0.10
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.29	0.32
		1004	城镇村道路用地	0.02	0.02

		1005	交通服务场站用地	0.02	0.02
		1006	农村道路	1.58	1.76
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.68	0.76
		1107	沟渠	1.27	1.41
12	其他土地	1201	空闲地	0.03	0.03
		1202	设施农用地	0.04	0.04
总计				89.79	100.00

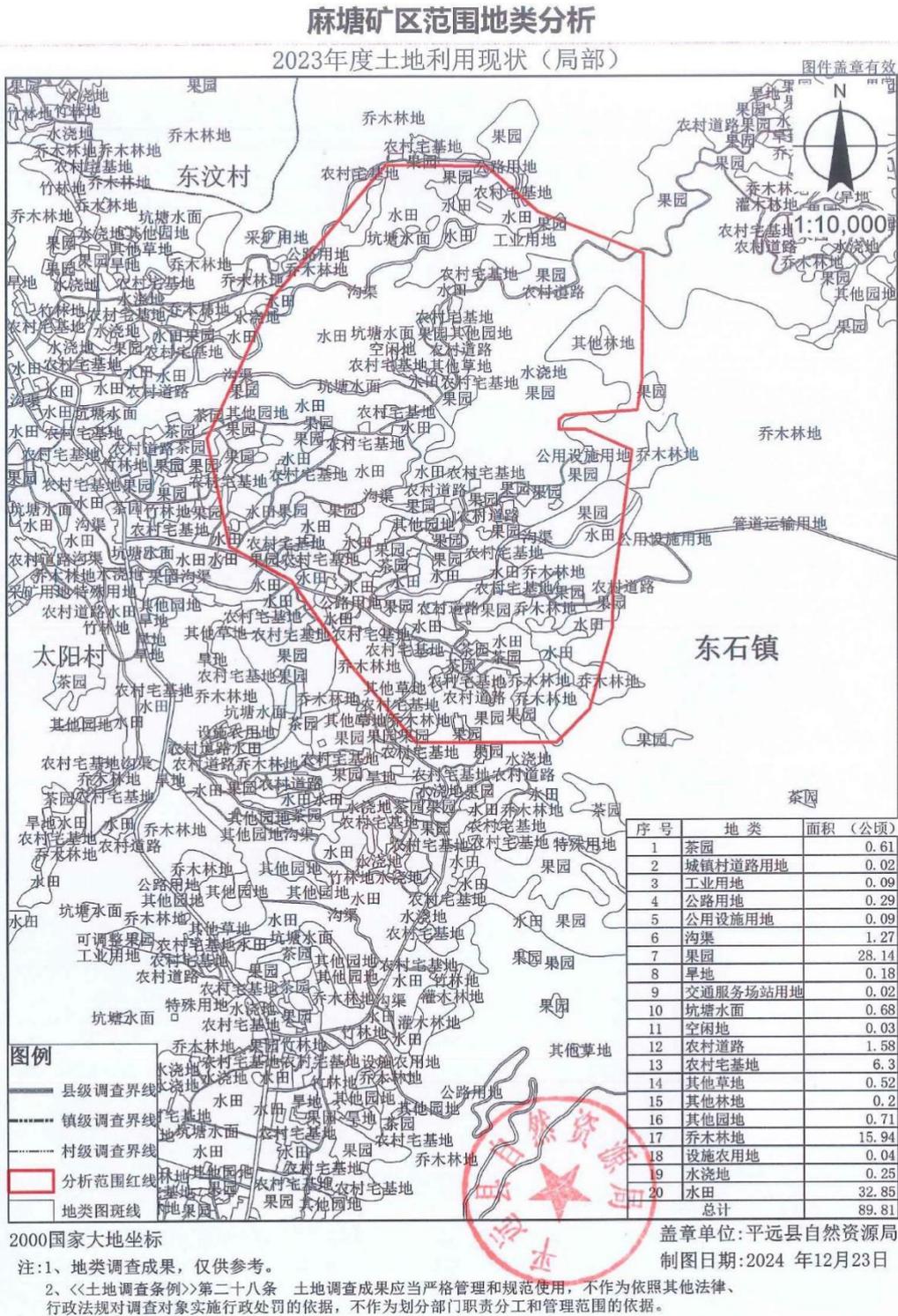
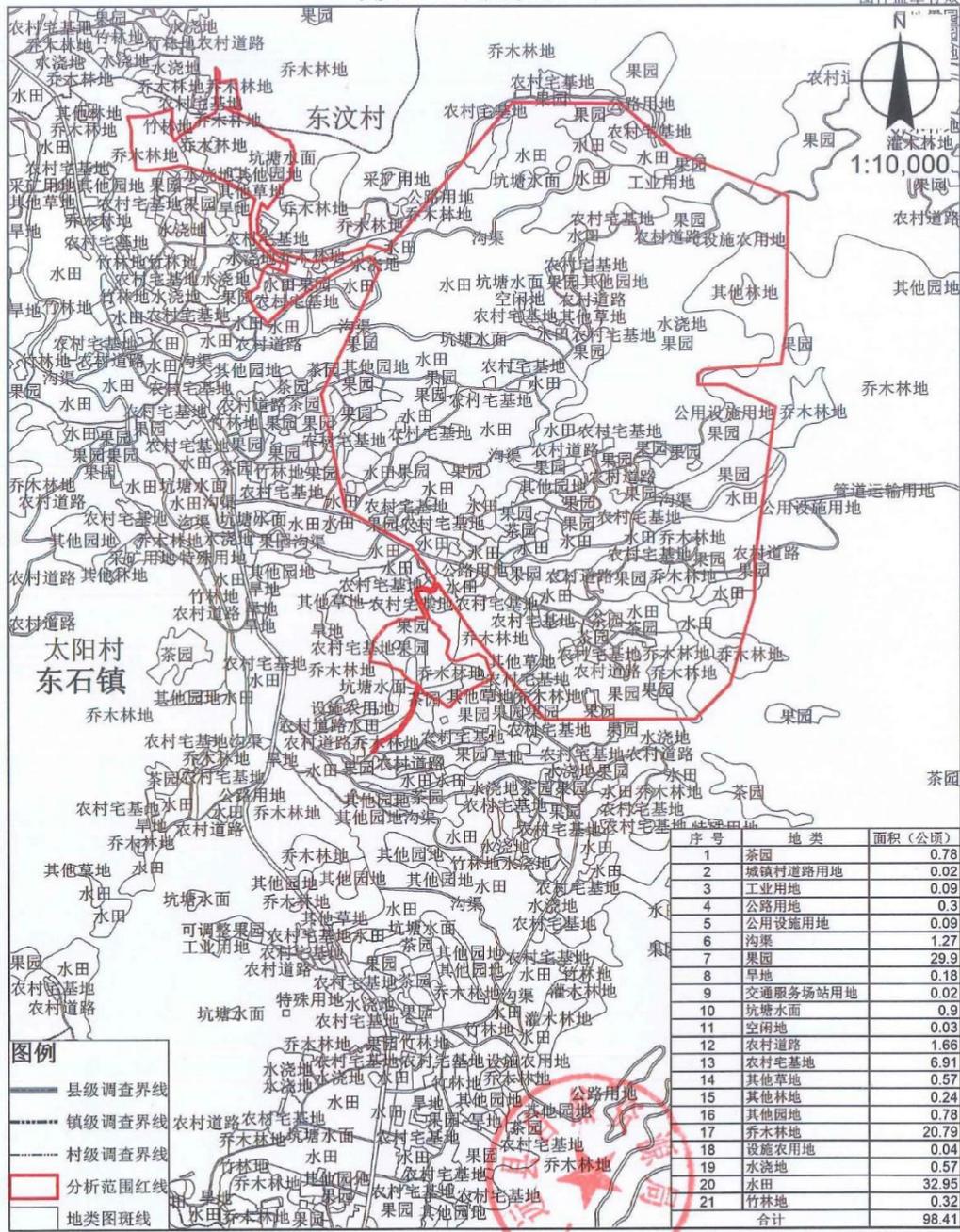


图 2-2 平远县 2023 年度土地利用现状图（局部）

麻塘矿区及附属设施范围地类分析

2023年度土地利用现状（局部）

图件盖章有效



2000国家大地坐标

盖章单位:平远县自然资源局

注:1、地类调查成果,仅供参考。

制图日期:2024年12月23日

2、《土地调查条例》第二十八条 土地调查成果应当严格管理和规范使用,不作为依照其他法律、行政法规对调查对象实施行政处罚的依据,不作为划分部门职责分工和管理范围的依据。

图 2-3 平远县 2023 年度土地利用现状图（局部）

二、项目区土地利用类型

预测矿山生产建设损毁土地总面积为 98.41hm²。根据平远县土地利用现状图（2023 年度），土地利用类型包括水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²、果园 29.9hm²、茶园 0.78hm²、其他园地 0.78hm²、乔木林地 20.79hm²、竹林地 0.32hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 0.57hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.91hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.3hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.66hm²、坑塘水面 0.9hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²，所涉及的耕地为国家利用等 5 等。根据平远县国土空间总体规划图（2021—2035 年），矿区范围内未涉及永久基本农田和生态保护红线。项目区土地利用现状统计见表 2-3。

根据《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权挂牌出让公告》（梅市公资矿字〔2024〕第 7 号）第八款第五条“矿区及安全范围共有农房（建筑物、构筑物）约 555 栋（座），建设矿山公路约 10 公里，为推进“净矿”出让工作，解决矿区日常生活、生产经营以及确保矿区周边群众的安全问题，并为今后实现矿地和谐创造条件，采矿权竞得人需承担矿区开采范围内的土地以及受开采影响的农房搬迁、耕地占补、矿山公路、土地租金、其他费用等款项合计人民币 117211.96 万元”。耕地占补费用已纳入矿权出让资产包，本方案不在进行计算，具体的耕地占补方案、耕作层剥离再利用方案由县级人民政府及相关部门负责组织和实施。

表 2-3 项目区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
01	耕地	0101	水田	32.95	33.48
		0102	水浇地	0.57	0.58
		0103	旱地	0.18	0.18
02	园地	0201	果园	29.9	30.38
		0202	茶园	0.78	0.79
		0204	其他园地	0.78	0.79
03	林地	0301	乔木林地	20.79	21.13
		0302	竹林地	0.32	0.33

		0307	其他林地	0.24	0.24
04	草地	0404	其他草地	0.57	0.58
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.09
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91	7.02
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	0.09
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3	0.30
		1004	城镇村道路用地	0.02	0.02
		1005	交通服务场站用地	0.02	0.02
		1006	农村道路	1.66	1.69
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9	0.91
		1107	沟渠	1.27	1.29
12	其他土地	1201	空闲地	0.03	0.03
		1202	设施农用地	0.04	0.04
总计				98.41	100.00

三、矿区范围土地权属状况

矿区范围面积 89.79hm²，矿区范围土地权属涉及平远县东石镇太阳村 89.79hm²，土地权属归村集体所有，权属清楚，无争议。矿区土地利用权属表见表 2-4。

表 2-4 矿区土地现状利用权属表

土地权属		一级地类		二级地类		面积 hm ²
广东省 梅州市 平远县	东石镇 太阳村	01	耕地	0101	水田	32.85
				0102	水浇地	0.25
				0103	旱地	0.18
		02	园地	0201	果园	28.14
				0202	茶园	0.61
				0204	其他园地	0.71
		03	林地	0301	乔木林地	15.93
				0307	其他林地	0.2

		04	草地	0404	其他草地	0.52
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09
		07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.29
		08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09
		10	交通运输用地	1003	公路用地	0.29
				1004	城镇村道路用地	0.02
				1005	交通服务场站用地	0.02
				1006	农村道路	1.58
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.68
				1107	沟渠	1.27
		12	其他土地	1201	空闲地	0.03
				1202	设施农用地	0.04
		总计				

四、项目区土地权属状况

矿山生产建设损毁破坏土地总面积为 98.41hm²。项目区土地权属涉及平远县东石镇太阳村 97.98hm²，平远县东石镇东汶村 0.43hm²，土地权属归村集体所有，权属清楚，无争议。项目区土地利用权属表见表 2-5。

表 2-5 项目区土地现状利用权属表

土地权属		一级地类		二级地类		面积 hm ²
广东省 梅州市 平远县	东石镇 太阳村	01	耕地	0101	水田	32.95
				0102	水浇地	0.57
				0103	旱地	0.18
		02	园地	0201	果园	29.9
				0202	茶园	0.78
				0204	其他园地	0.78
		03	林地	0301	乔木林地	20.36
				0302	竹林地	0.32
				0307	其他林地	0.24

		04	草地	0404	其他草地	0.57	
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	
		07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91	
		08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	
		10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3	
				1004	城镇村道路用地	0.02	
				1005	交通服务场站用地	0.02	
				1006	农村道路	1.66	
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9	
				1107	沟渠	1.27	
		12	其他土地	1201	空闲地	0.03	
				1202	设施农用地	0.04	
		东石镇 东汶村	03	林地	0301	乔木林地	0.43
		总计					98.41

第五节 矿山及周边其它人类重大工程活动

一、矿山人类工程活动情况

矿山采用每天 2 班、每班工作 8 小时工作制度，年工作 280 天。根据矿山的组织机构和工作制度，以及设备配置情况，整个矿山定员为 188 人。

表 2-6 劳动定员表

序号	岗位公众名称	出勤人数（人）				备注
		一班	二班	三班	小计	
一	职能科室	26	32	5	63	
1	办公室	14	17	5	36	
1.1	矿长		1		1	
1.2	副矿长	1	1		2	
1.3	行政及保卫	5	5	5	15	
1.4	采购、后勤、地磅等	8	10		18	
2	财务经营部	5	8		13	
2.1	部长		1		1	
2.2	会计员	1	1		2	

2.3	出纳员	2	3		5	
2.4	销售业务	2	3		5	
3	安全生产技术部	7	7		14	
3.1	工程技术	4	4		8	
3.2	安全管理	3	3		6	
二	采矿车间	20	21		41	
1	主任		1		1	
2	钻机操作工	5	5		10	持证上岗
3	挖掘机司机	12	12		24	持证上岗， 包括二次破碎
4	爆破工				0	外委
5	其他司机	3	3		6	洒水车、加油车司机
三	破碎车间	8	9		17	
1	主任		1		1	
2	操作工	8	8		16	
四	运输车间	26	27		53	
1	主任		1		1	
2	自卸汽车司机	26	26		52	持证上岗
五	维修车间	7	7		14	
1	电工	2	2		4	持证上岗
2	焊工	2	2		4	持证上岗
3	修理工	3	3		6	持证上岗
合计		87	96	5	188	

矿山人类工程活动主要为矿山露天采掘生产，评估区内未发生过崩塌、滑坡等地质灾害，现状地质灾害危险性小，区内现状地质灾害不明显，地质灾害现状弱发育。含水层的影响与破坏对矿山地质环境影响较轻，地形地貌景观的影响与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；矿山地质环境影响程度分级为较轻。

二、矿山周边其他人类重大工程活动情况

华润钙业新材料（平远）有限公司茅坪石灰岩矿位于本矿区西侧，最小直线距离 330m，采矿权人为华润钙业新材料（平远）有限公司，矿山名称为华润钙业新材料（平远）有限公司茅坪石灰岩矿。开采矿种为水泥用石灰岩、建筑用石灰岩，开采方式为露天开采，生产规模：380 万吨/年；矿区面积：0.5km²；开采

深度：+409m~+60m；采矿许可证有效期限自 2023 年 12 月 26 日至 2038 年 12 月 26 日。茅坪石灰岩矿设计采场+210m 标高以上为山坡露天采场，采场+210m~+60m 标高为凹陷露天采场。设计最低开采标高+60m，未来长期疏干排水致使矿区溶洞裂隙水水位普遍下降，且茅坪石灰岩矿的评估区范围东侧与本矿山评估区西侧有部分重叠，两矿山之间可能存在相互影响。

评估区范围内常住人口有 189 户约 718 人；预测采矿权出让后，评估区范围内常住人口仅剩西部、南部少量居民，约 12 户 36 人；评估区内无旅游景点及水源地；评估区内周边人类工程活动主要为林业、道路，对地质环境影响较轻。

综上所述，矿山及周边人类工程活动对矿山地质环境影响较轻。

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执行情况

本矿山为采矿权新立矿山，此前未编制过《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

拟设矿区范围内现有一个采矿权，即“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权，开采方式为地下开采，开采矿种为铁矿、白云岩。长窝里铁矿硐口工业场地位于矿区范围内 3 号~4 号拐点范围之间，主要包括斜坡道硐口（已封堵）、井口值班室、配电机房、工业场地、办公区等，面积约 1.82hm²。2021 年~2024 年，长窝里铁矿处于停产状态。现场设备尚未拆除，部分场地已自然复绿，杂草丛生。

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”。经了解，梅州市文华矿山有限公司长隆山石灰石矿场进行了堆场、办公生活区等区域的土地复垦治理工作，治理效果较好，与本矿山类似。长隆山石灰石矿场于 2019 年度被纳入国家级绿色矿山名录，本矿山可以充分借鉴参考该矿场的矿山地质环境保护与土地复垦经验。

梅州市文华矿山有限公司长隆山石灰石矿场位于蕉岭县文福镇长隆村，开采

方式为露天开采，开采矿种为水泥用石灰岩。

由该矿山的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》、《绿色矿山建设规划》可知，矿山地质环境保护与治理恢复采取的措施主要为：截排水沟工程、拦挡工程、地质灾害防治人工监测，地下水位监测、水质检测和土壤检测等。矿区土地复垦措施主要为：砌体拆除、覆土回填、场地平整、植树复绿等，选择树种为湿地松树，穴植桃金娘，林中撒播草籽狗尾草，这些植被适宜当地土壤和气候环境，生长良好。

治理效果：梅州市文华矿山有限公司长隆山石灰石矿场矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施，完成了堆场设计任务，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。种植的大量植被，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 7 长隆山石灰石矿场



照片 8 长隆山石灰石矿场



照片 9 长隆山办公区复垦效果图



照片 10 长隆山办公区复垦效果图



照片 11 长隆山堆场复垦效果图



照片 12 长隆山堆场复垦效果图

表 2-7 案例分析对照表

序号	项目	梅州市文华矿山有限公司 长隆山石灰石矿场	本矿山	类比分析
1	开采方式	露天开采	露天开采	相同
2	开采矿种	水泥用石灰岩	熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩	相同
3	所处位置	梅州市蕉岭县文福镇	梅州市平远县东石镇	梅州市
4	地形地貌	丘陵	丘陵	相同
5	土壤类型	赤红壤、黄壤为主	赤红壤、黄壤为主	相同
6	复垦种植方式	乔灌草混合种植方式	乔灌草混合种植方式	相同
7	水文状况	水文地质条件复杂	水文地质条件复杂	相同

综上所述，矿山地形地貌条件中等，矿山地层岩性条件中等，地质构造条件中等，区域地壳稳定，工程地质条件中等，水文地质条件复杂，人类活动对地质环境的破坏影响较轻，现状矿山地质环境问题简单。综合判定矿山地质环境条件复杂程度为复杂。

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

一、矿山地质环境调查概述

2024年12月11日~13日,3名专业技术人员进行矿山地质环境调查,以1:2000地形地质图(成图时间为2024年12月)作为此次工作用手图。

调查范围为矿区范围外扩至第一斜坡带,野外调查面积约 3.5km^2 。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。调查重点是矿山矿床、围岩、露头、断层、地质灾害点及下游可能受影响的溪沟、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。

本次调查共完成地质点68个,水文点20个,调查线路总长约 5.1km ,调查面积约 3.5km^2 ,现场拍照84张(附件附14张),采取矿山地表水样四件进行水质分析,采取矿山土壤混合样一件进行土壤分析。

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,危险性小,对地质环境影响程度较轻。矿山现状对含水层影响较轻,对地形地貌景观影响与破坏影响较轻;对水土环境的污染较轻;矿山地质环境影响程度分级为较轻。

二、土地资源调查概述

根据现状调查,拟设矿区范围内现有一个采矿权,即“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权,开采方式为地下开采,开采矿种为铁矿、白云岩。

长窝里铁矿硐口工业场地:长窝里铁矿硐口工业场地位于矿区范围内3号~4号拐点范围之间,主要包括斜坡道硐口(已封堵)、井口值班室、配电机房、工业场地、办公区等,损毁面积约 1.82hm^2 。损毁土地类型为水田 0.05hm^2 、果园 0.12hm^2 、乔木林地 1.35hm^2 、工业用地 0.09hm^2 、农村宅基地 0.11hm^2 、公路用地 0.10hm^2 。2021年~2024年,长窝里铁矿处于停产状态。现场设备尚未拆除,部分场地已自然复绿,杂草丛生。

矿山现状共计损毁土地面积为 1.82hm^2 ,破坏林地或草地小于等于 2hm^2 ;因

此，现状矿山开采对土地资源影响为较轻。

根据开发利用方案终了境界图，到矿山开采终了期，共计损毁土地面积 98.41hm²，损毁土地利用类型包括水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²、果园 29.9hm²、茶园 0.78hm²、其他园地 0.78hm²、乔木林地 20.79hm²、竹林地 0.32hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 0.57hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.91hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.3hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.66hm²、坑塘水面 0.9hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²；损毁耕地面积大于 2hm²，损毁林地面积大于 4hm²，因此，预测矿山开采对土地资源影响为严重。

根据《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权挂牌出让公告》（梅市公资矿字〔2024〕第 7 号）第八款第五条“矿区及安全范围共有农房（建筑物、构筑物）约 555 栋（座），建设矿山公路约 10 公里，为推进“净矿”出让工作，解决矿区日常生活、生产经营以及确保矿区周边群众的安全问题，并为今后实现矿地和谐创造条件，采矿权竞得人需承担矿区开采范围内的土地以及受开采影响的农房搬迁、耕地占补、矿山公路、土地租金、其他费用等款项合计人民币 117211.96 万元”。

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：

矿山地质环境影响评估范围应包括《开发利用方案》规定的开采区、本矿山企业采矿活动及在本矿区中的配套生产设施的分布区及影响区可能造成地质环境影响的所有范围。评估范围由如下影响区共同叠加而成：

- （1）露天开采最终边坡的永久稳定性边坡以内的影响区。
- （2）水文地质单元或边界条件。
- （3）矿山附属设置（工业场地、办公生活区、矿区道路等）分布区。
- （4）外运转运场、复垦用土临时堆场。

(5) 矿山地质环境问题影响区。

(6) 确定评估范围还应考虑地形地貌特征，地表水系发育程度及汇水面积、分水岭等局部小流域特征。

根据上述因素，综合地质地形地貌特征(地下水、地形地貌景观改变、地质灾害的影响范围等)确定本方案的评估范围为：评估区沿矿界外扩至第一斜坡带，面积约 2.5201km²。

(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精度分级表

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

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 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

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

注：采取就上原则，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）》

方案主要按《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会 2018年1月）进行编制，以《土地复垦方案编制规程》、

《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及相关法律法规作为参考，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

矿山边坡稳定性判别按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版)执行, 判别标准详见表 3-8。

表 3-8 矿山人为开挖边坡稳定性判别标准

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

引自《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版)表 7-2

1、评估区重要程度分级

- (1) 评估区范围内常住人口有 189 户约 718 人，属重要区。
- (2) 评估区内有省道 S332 从西部穿过，属二级公路，属较重要区。
- (3) 评估区内无重要风景名胜区可旅游景区(点)，属一般区。
- (4) 评估区范围内无大型、中型水源地，属一般区。
- (5) 参照《土地利用现状分类》(GB/T2010—2017)的分类，依据本矿山土地损毁现状及预测评估，矿山损毁土地利用类型涉及耕地；属重要区。

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重要区。

2、矿山生产建设规模分类

矿山开采矿种为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，根据开发利用方案，设计生产规模为 700 万吨/年(其中：熔剂用白云岩 400 万吨/年、粉料用大理岩 140 万吨/年、水泥用石灰岩矿 160 万吨/年)，矿山生产建设规模为大型。

表 3-9 矿山生产建设规模分类一览表(部分矿种)

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
石灰岩	万吨	≥100	100-50	<50	矿石
白云岩	万吨	≥50	50-30	<30	矿石

3、矿山地质环境条件复杂程度分级

本矿山为露天开采矿山，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~复杂(表 3-3)，故综合评估矿山地质环境条件复杂程度为复杂级别。

4、矿山地质环境影响评估级别

本矿山生产建设规模为大型，评估区重要程度分级为重要区，矿山地质环境

条件复杂程度分级为复杂。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一级。

表 3-10 矿山地质环境条件复杂程度综合评估表

分级因素	主要特征	综合评估
水文地质	矿区大部分矿体埋藏于侵蚀基准面以下，地表水体对矿坑充水影响较小；第四系覆盖层厚度大、分布广；主要充水含水层为溶洞裂隙水，岩溶发育，含水层富水性中等，局部强，矿床类型属以溶洞为主的岩溶充水矿床，水文地质勘查类型属于第三类第二亚类，水文地质条件复杂。	复杂
工程地质	矿区岩土体由松散岩类、层状碳酸盐岩类、块状火成岩类三种类型组成，松散岩类岩石质量劣，岩体破碎；层状碳酸盐岩类岩石质量良，结构相对稳定；块状火成岩类岩体风化作用强烈，裂隙较发育，岩心较破碎。岩石质量中等，局部差；在未来采矿活动中爆破震动和荷载作用下可能引起局部岩块崩落，矿区工程地质条件中等。	中等
地质构造	矿区中西部，发育一条断裂构造，编号为 F1。断层接触带发生钙质胶结并大体上已经愈合，并未形成明显的断层破碎带。断裂带本身不导水，但在断裂带两侧，多发育次级节理裂隙，节理发育；对矿山开采稳定性有一定影响。区域场地稳定，矿区地质构造中等。	中等
地质环境问题	矿山存在的地质环境问题的类型主要是地质灾害现状、含水层的影响与破坏、地形地貌景观的影响与破坏、水土环境污染，其中地质灾害现状弱发育，对矿山地质环境影响较轻，含水层的影响与破坏对矿山地质环境影响较轻，地形地貌景观的影响与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。矿山地质环境影响程度分级为较轻。	简单
矿山开采	矿山设计开采深度为+343m~0m。最终边坡划分 29 级台阶。采场+225m 标高以上为山坡露天采场，采场+225m~0m 标高为凹陷露天采场。残坡积层台阶及全风化层上部台阶高度≤10m，终了台阶坡面角 45°；全风化层下部台阶高度 10m，终了台阶坡面角 55°；中风化层台阶高度 10m，终了台阶坡面角 55°；微风化层台阶高度 12m，终了台阶坡面角 60°；安全平台宽度 3~5m，清扫平台 6~8m，每隔 2~3 个安全平台设置 1 个清扫平台。	中等
地形地貌	矿区位于平远县中东部，属于低山丘陵地貌，地势东高西低，地形自然坡度为 15~25°，冲沟多呈“V”字型，地表自然排水条件良好。拟设矿区范围最高标高 343.0 米，位于矿区东北部山脊上，区内最低标高 219.0 米，位于矿区西北部河沟内，最大相对高差 124 米。地形地貌复杂程度级别为中等。	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)》（平远县人民政府办公室，2021 年 3 月），评估区地处大柘-东石-上举崩塌、滑坡、地面塌陷次重点防治区（B₂ 区），易发的地质灾害类型有崩塌、滑坡、地面塌陷。据野外综合地质调查，目

前评估区未发现地质灾害，地质灾害弱发育。

（一）矿山地质灾害现状分析

据野外综合地质调查，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，危害程度小，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

（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：矿山采用露天台阶式开采。根据矿山《开发利用方案》的工程布局、开采方式等，预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有：岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡和泥石流等。

1、采矿活动可能引发、加剧的地质灾害

（1）岩溶地面塌陷预测评估

虽然采场均为露天开采，但凹陷式开采时的大量抽排地下水必然会引起地下水位的大幅度变化（特别是在开采标高接近+212m时），地下水位下降可导致岩溶地面塌陷等一系列地质灾害。矿区岩溶较发育，钻孔见洞率 74.1%，平均线岩溶率为 5.42%；由于岩溶发育的不均一性，溶洞裂隙含水层的富水性差异较大，溶洞总体以全充填、半充填为主，富水性中等，局部强；地下水水位埋深 $\geq 15\text{m}$ ，水位变化小；结合矿区的勘查资料，矿区及外围西北部覆盖土层厚度 $\geq 30\text{m}$ ，以粉质粘土为主，冲洪积砂砾石层多以夹层出现，厚度一般 2~6m。

根据开发利用方案，矿山设计最低开采标高为 0m，根据勘查钻孔资料结合实地调查情况，静止水位平均标高 212.96m，预测最大地下水位降深约 212.96m，渗透系数取经验值 0.0387m/d。采用大井法确定引用影响半径的公式 $R_0 = R + r_0$ （确定 R_0 的方法见图 3-2），其中 $R = 2S\sqrt{HK}$ ， $r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ ，根据水力联系预测矿山

岩溶塌陷的大致范围。

式中： R_0 —矿坑系统引用影响半径（m）；

k —渗透系数，0.0387m/d；

H —潜水层厚度，取 $H=28\text{m}$ ；

S —生产矿坑水位降深（m）；

R —影响半径（m） $R=2S\sqrt{HK}$ ；

r_0 —设计矿坑系统引用半径（m） $r_0=\sqrt{\frac{F}{\pi}}$ ；

F —矿床面积（ m^2 ）（根据勘查钻孔资料，矿床面积为 897900m^2 ）；

将各参数代入上式，计算结果：

$$\begin{aligned} R_0 &= 2S\sqrt{HK} + \sqrt{\frac{F}{\pi}} \\ &= 2(212.96-0)\sqrt{28 \times 0.0387} + \sqrt{\frac{897900}{3.14}} \\ &= 978.11 \text{ (m)} \end{aligned}$$

根据计算结果可知：引用影响半径为 978.11m，考虑评估区中部、西部、南部上覆地层为第四系（Q）：属于坡残积、洪积、冲积成因，成份主要为粘土，含粉质、砂、砾石等；评估区中部为上石炭-下二叠统壶天组（ C_2P_1h ）：岩性浅肉红色、灰白色白云岩、白云质灰岩；评估区西部为下-中二叠统栖霞组（ P_1-2q ）：岩性为深灰色厚层状微晶灰岩、含炭质生物碎屑灰岩，含丰富的蜓及苔藓虫等化石，与下伏壶天组地层呈断层接触。

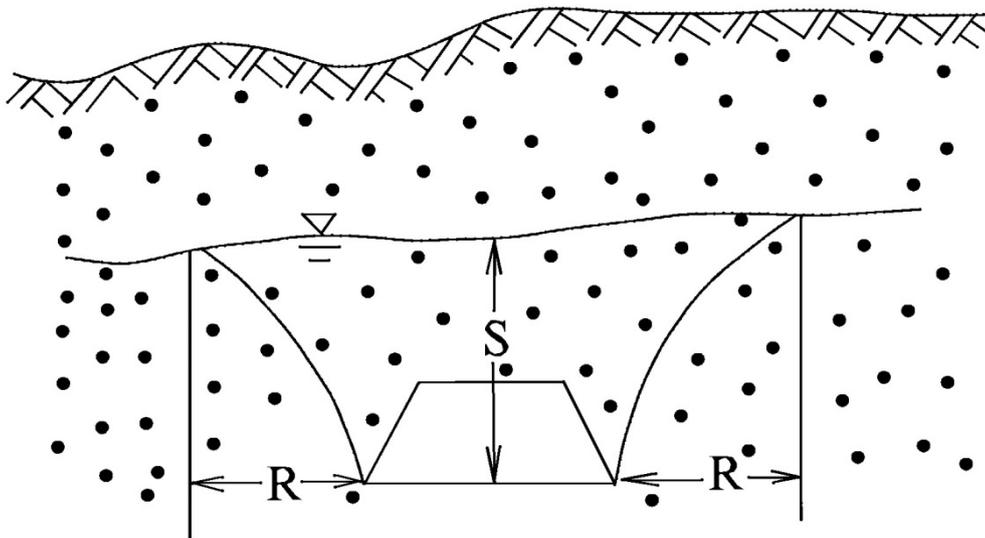


图 3-2 确定引用影响半径（ R_0 ）的方法示意图

因此预测岩溶地面塌陷范围时，主要包含评估区中部、西部、南部的上覆地层第四系（Q）、中部的上石炭-下二叠统壶天组（C₂P_{1h}）和西部的下-中二叠统栖霞组（P_{1-2q}）。预测可能引发岩溶地面塌陷的范围较广，东侧、北侧至灰岩与砂岩分界线为界，西侧、南侧至评估区边界为界，圈定岩溶地面塌陷影响范围约0.5396km²，覆盖范围包括省道S332、村庄、水田、鱼塘、林地等（当开采标高低于基准侵蚀面时应特别注意）。危害对象为省道S332、村民、民房、水田、鱼塘和林地，受威胁人数约12户36人，预计潜在经济损失预计约450万元。预测其危害程度较严重，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

综上所述，评估区内岩溶地面塌陷危害程度为较严重、危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

（2）崩塌、滑坡预测评估

矿区在露天采场斜坡开挖中，人为形成高陡边坡，在雨水冲刷浸润和重力作用下，容易使岩土体失稳而产生崩塌、滑坡。外运转运场、复垦用土临时堆场、工业场地、矿区道路等，在极端天气情况下，也会引发崩塌、滑坡等地质灾害。预测容易引发崩塌、滑坡的地段有露天采场、外运转运场、复垦用土临时堆场、工业场地、矿区道路等。

1) 露天采场崩塌、滑坡预测评估

矿山设计采用露天台阶式开采，采场+225m标高以上为山坡露天采场，采场+225m~0m标高为凹陷露天采场。在矿山建设中开挖斜坡，人为形成高陡边坡，矿山开采也形成陡高边坡。设计矿体分29个水平台阶进行开采，残坡积层台阶及全风化层上部台阶高度≤10m，终了台阶坡面角45°；全风化层下部台阶高度10m，终了台阶坡面角55°；中风化层台阶高度10m，终了台阶坡面角55°；微风化层台阶高度12m，终了台阶坡面角60°；安全平台宽度3~5m，清扫平台6~8m，每隔2~3个安全平台设置1个清扫平台。

采场边坡上部为围岩边坡，矿体围岩以花岗岩、凝灰岩与砂岩为主。岩石风化强烈，裂隙发育，岩心较破碎，结构较不稳定。采场边坡下部为矿体边坡，开采矿体为层状矿体。本区雨季长、降雨充沛，故雨季期间地表水径流强度较大，冲刷能力较强，对边坡的破坏较为强烈，易形成崩塌现象；切割矿体可扩大岩体中的裂隙，局部可能形成危石；浅部土层在雨水冲刷浸润和重力作用下容易失稳；浅部风化强烈，节理较发育且交错，易形成崩塌、滑坡；局部节理裂隙密集带岩

石较破碎，在开采机械动力作用下，易形成崩塌、滑坡等。

现根据终采边坡情况，挑选出 3 个具有代表性的终了边坡进行边坡稳定性分析，代表性边坡如下：

表 3-11 边坡赤平投影分析一览表

序号	坡面位置	天然坡面		人工坡面		受影响断裂构造、节理裂隙	是否形成空间楔形体	稳定性
		坡向	倾角	坡向	倾角			
1.1	西北侧上部围岩边坡	132°	35°	132°	65°	270° ∠70° 208° ∠46° 300° ∠40°	是	稳定
1.2	西北侧下部矿体边坡	132°	35°	132°	65°	270° ∠70° 219° ∠42° 210° ∠45°	是	稳定
2.1	西南侧上部围岩边坡	40°	35°	40°	65°	270° ∠70° 208° ∠46° 300° ∠40°	是	较不稳定
2.2	西南侧下部矿体边坡	40°	35°	40°	65°	270° ∠70° 219° ∠42° 210° ∠45°	是	稳定
3.1	东侧上部围岩边坡	270°	35°	270°	65°	208° ∠46° 300° ∠40°	是	较稳定
3.2	东侧下部矿体边坡	270°	35°	270°	65°	219° ∠42° 210° ∠45°	是	较不稳定

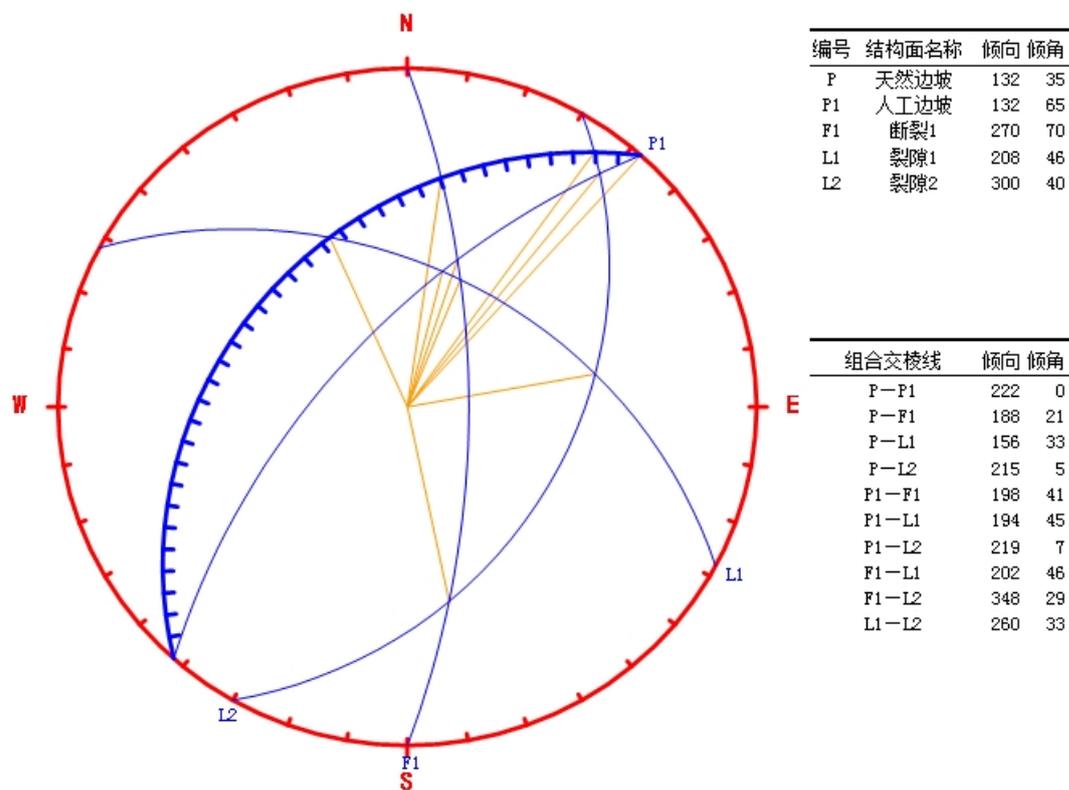


图 3-1 西北侧上部围岩边坡 P1.1 赤平投影分析图

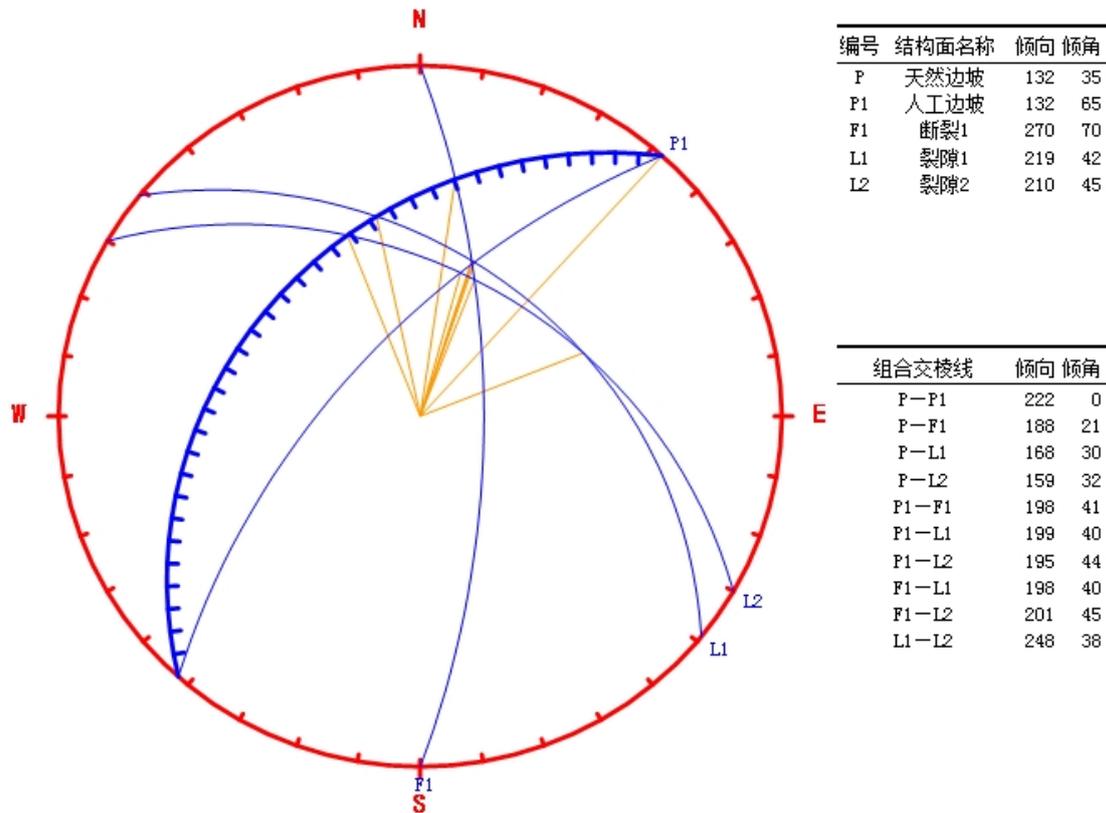


图 3-2 西北侧下部矿体边坡 P1.2 赤平投影分析图

西北侧上部围岩边坡 P1.1 坡向 132° ，自然边坡角 35° ，终了台阶边坡角 65° ，由图 3-1 可知，结构面 L1、L2 交点、L2、F1 交点位于人工边坡及自然边坡投影弧的对侧，结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体位倾向坡内的稳定结构，边坡处于稳定状态。结构面 L1、F1 交点与边坡投影弧处于同一侧，位于人工边坡投影弧的内侧，说明结构面组合交线的倾向与边坡倾向相对一致，但倾角大于人工边坡的坡角，结构面组合切割体不会沿 MO 线滑落，西北侧上部围岩边坡处于稳定状态。

西北侧下部矿体边坡 P1.2 坡向 132° ，自然边坡角 35° ，终了台阶边坡角 65° ，由图 3-2 可知，结构面 L1、L2 交点位于人工边坡及自然边坡投影弧的对侧，结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体位倾向坡内的稳定结构，边坡处于稳定状态。结构面 L1、F1 交点、L2、F1 交点与边坡投影弧处于同一侧，位于人工边坡投影弧的内侧，说明结构面组合交线的倾向与边坡倾向相对一致，但倾角大于人工边坡的坡角，结构面组合切割体不会沿 MO 线滑落，西北侧下部矿体边坡处于稳定状态。

综上所述，判断西北侧边坡 P1 处于稳定状态。

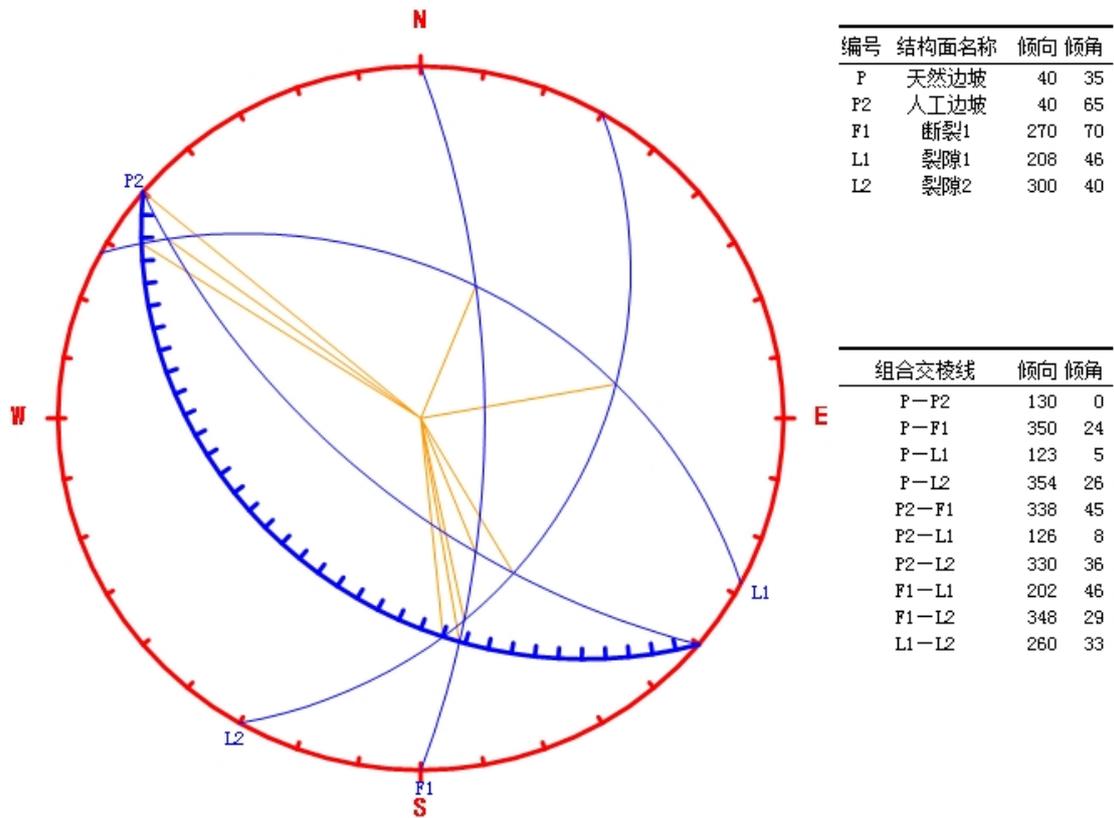


图 3-3 西南侧上部围岩边坡 P2.1 赤平投影分析图

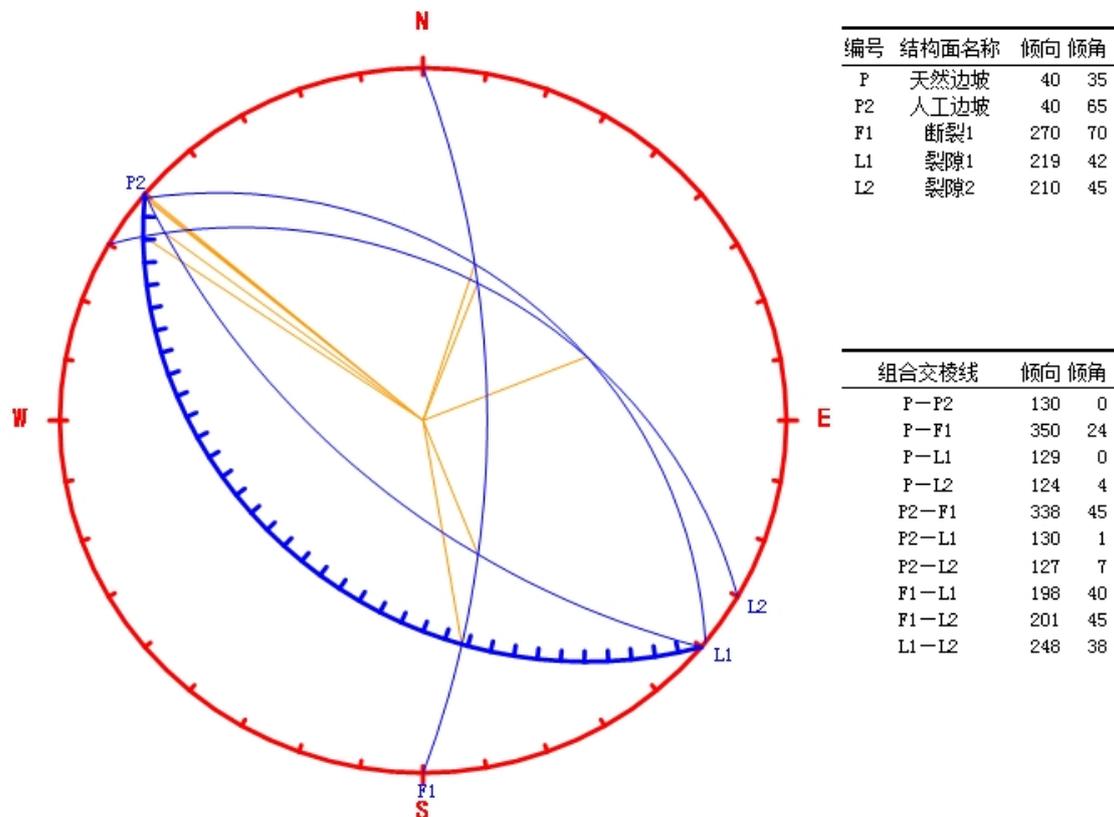


图 3-4 西南侧下部矿体边坡 P2.2 赤平投影分析图

西南侧上部围岩边坡 P2.1 坡向 40° ，自然边坡角 35° ，终了台阶边坡角 65° ，由图 3-3 可知，结构面 L1、L2 交点、L2、F1 交点位于人工边坡及自然边坡投影弧的对侧，结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体位倾向坡内的稳定结构，边坡处于稳定状态。结构面 L2、F1 的交点与边坡投影弧在同一侧，于人工边坡和天然边坡投影弧之间，说明结构面组合交线的倾向与边坡倾向相对一致，倾角小于人工边坡的坡角而大于天然边坡的坡角，结构面组合交线在天然坡面上有出露，但距坡顶较远，以致于没在人工边坡坡面出露，而是插于坡脚之下，结构面组合切割体属于较不稳定结构，西南侧上部围岩边坡处于较不稳定状态。

西南侧下部矿体边坡 P2.2 坡向 40° ，自然边坡角 35° ，终了台阶边坡角 65° ，由图 3-4 可知，结构面 L1、L2 交点、L1、F1 交点、L2、F1 交点均位于人工边坡及自然边坡投影弧的对侧，结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体位倾向坡内的稳定结构，西南侧下部矿体边坡处于稳定状态。

综上所述，判断西南侧边坡 P2 处于较不稳定状态。

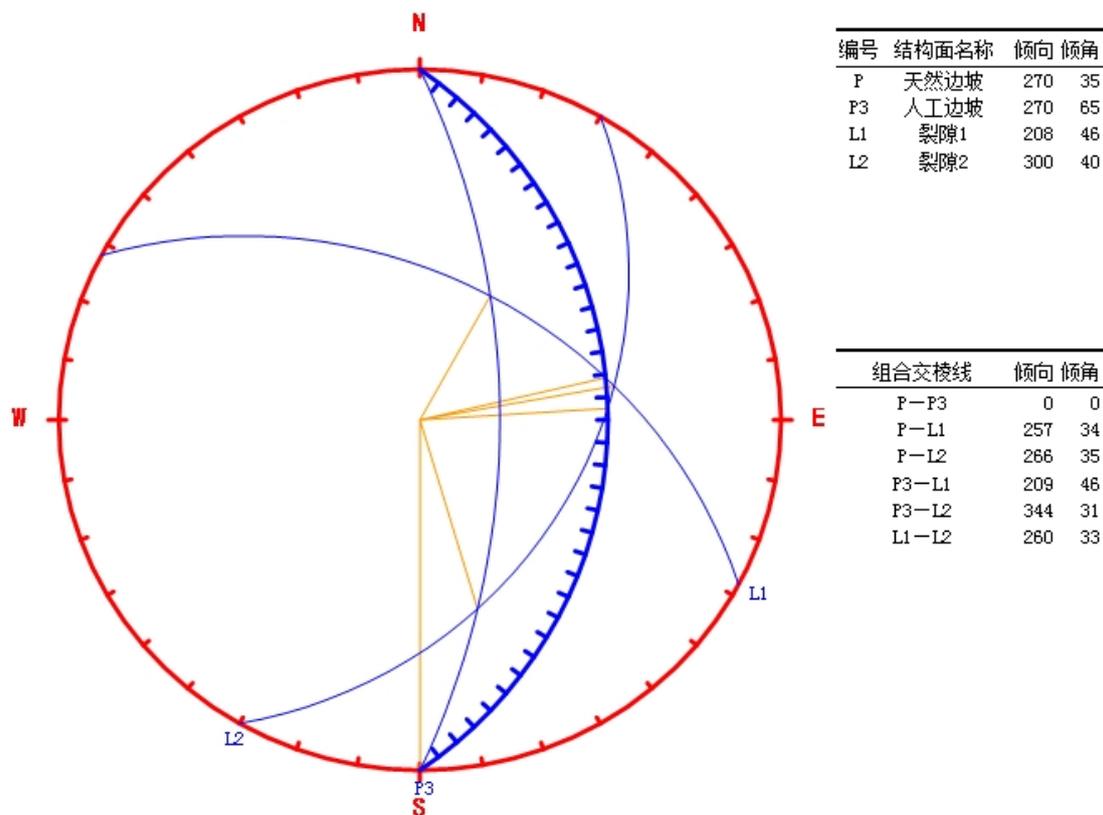


图 3-5 东侧上部围岩边坡 P3.1 赤平投影分析图

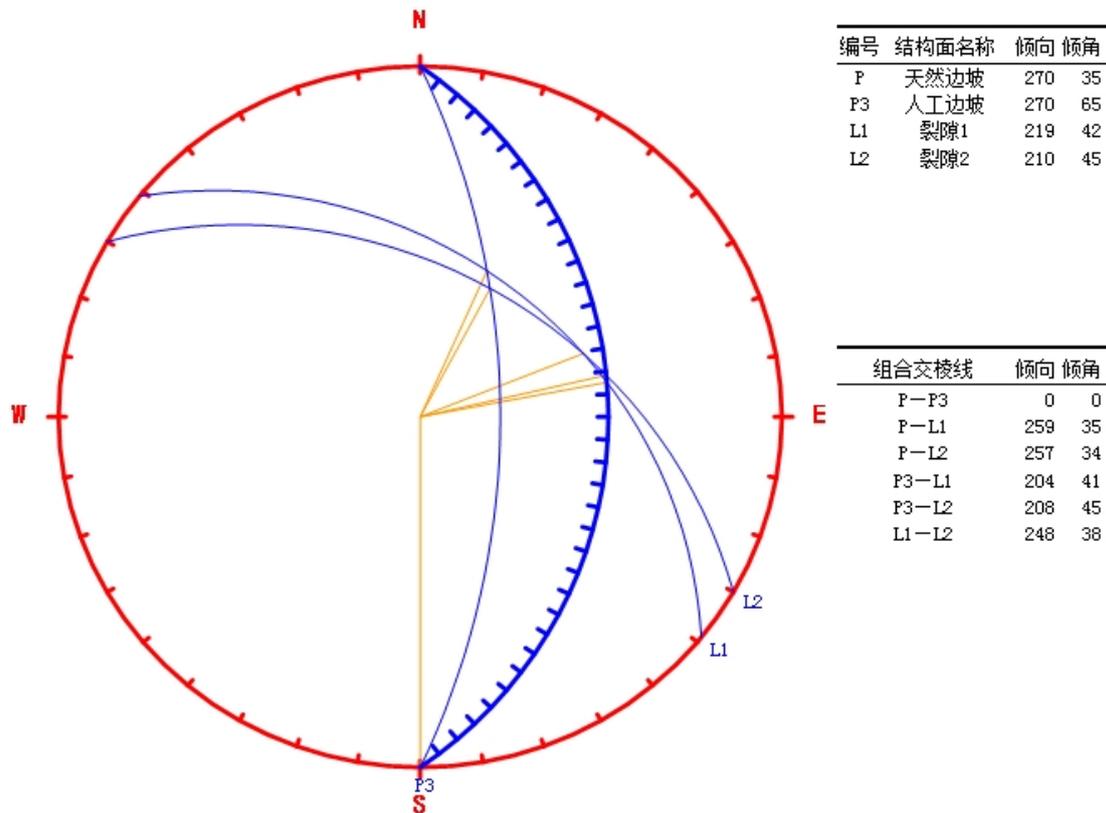


图 3-6 东侧下部矿体边坡 P3.2 赤平投影分析图

东侧上部围岩边坡 P3.1 坡向 270° ，自然边坡角 35° ，终了台阶边坡角 65° ，由图 3-5 可知，结构面 L1、L2 的交点与边坡投影弧在同一侧，落于天然边坡投影弧的外侧。说明结构面组合交线的倾向与边坡倾向相对一致，倾角小于天然边坡的坡角，即结构面组合交线在天然边坡坡面上没有出露，并不会切穿边坡岩体，切割体属于较稳定结构，东侧上部围岩边坡处于较稳定状态。

东侧下部矿体边坡 P3.2 坡向 270° ，自然边坡角 35° ，终了台阶边坡角 65° ，由图 3-6 可知，结构面 L1、L2 的交点与边坡投影弧在同一侧，于人工边坡和天然边坡投影弧之间，说明结构面组合交线的倾向与边坡倾向相对一致，倾角小于人工边坡的坡角而大于天然边坡的坡角，结构面组合交线在天然坡面上有出露，但距坡顶较远，以致于没在人工边坡坡面出露，而是插于坡脚之下，结构面组合切割体属于较不稳定结构，东侧下部矿体边坡处于较不稳定状态。

综上所述，判断东侧边坡 P3 处于较不稳定状态。

根据赤平投影分析结果，西北侧边坡 P1 处于稳定状态，西南侧边坡 P2 与东侧边坡 P3 处于较不稳定状态；在极端天气情况下可能发生崩塌、滑坡，主要危害对象主要为采场作业人员、开采设备（采剥装载设备 12 台）、机械车辆（运

输车辆 4 辆)等;受威胁人数约 41 人(一个班次),潜在经济损失约 700 万元,预测其危害程度严重,危险性大,对矿山地质环境影响程度严重。

2) 外运转运场崩塌、滑坡预测评估

外运转运场设置在矿区 1 号拐点西侧、采场边界附近,距离矿区仅约 20m,总占地面积约 1.17hm²(包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施)。根据场地情况,采用平地堆填方式暂存,为了保证堆场安全,堆填高度不宜过高,设计最大堆填高度按 8m 计算,最大可堆填场地面积约 0.7389hm²,该场地最大可暂存剥离层约 4.75 万 m³。

外运转运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 8m,坡度为 45°,分析正常工况下及暴雨工况下外运转运场的稳定性。计算参数见下表 3-12,计算结果见表 3-13:

计算参数:

表 3-12 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 (°)
外运转运场	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	45	8	15.0

计算简图及结果:

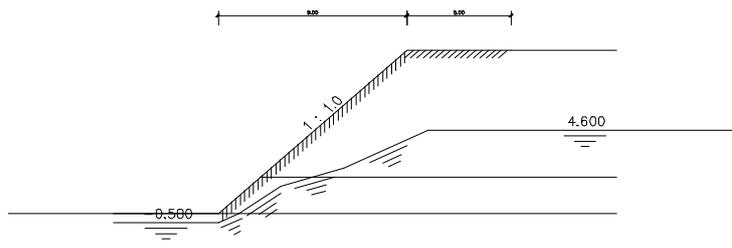


图 3-4 外运转运场边坡稳定性计算结果简图

表 3-13 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 3-13 判别标准，从计算结果可知，外运转运场边坡稳定性一般，正常工况下边坡处于稳定状态，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。威胁对象为外运转运场作业人员、下游水田和民房一栋；预测受威胁人数约 5 人，潜在经济损失约 210 万元。预测外运转运场边坡崩塌/滑坡危害程度为较严重，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

3) 复垦用土临时堆场崩塌、滑坡预测评估

复垦用土临时堆场面积 2.42hm²，设置在矿区范围内 10 号拐点西面山沟地带，复垦用土临时堆场山沟底部平缓，沟谷出口处狭小，便于筑坝，砌筑工作(程)量小，坝体稳定。根据实际地形条件，形成 2 座拦渣坝，拦渣坝采用碾压土石坝，坝外坡度 1:2，内坡度 1:1.5；1#拦渣坝坝顶标高为+240m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 70m；2#拦渣坝坝顶标高为+250m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 55m。临时堆场堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，堆积总高度为 30m，台阶坡面角为 40°，平台宽度 5m，终了帮坡角为 35°，满足安全要求。

复垦用土临时堆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。计算时土质边坡坡高拟定为 30m，坡度为 35°，分析正常工况下及暴雨工况下复垦用土临时堆场的稳定性。计算参数见表 3-14，计算结果见表 3-15：

计算参数：

表 3-14 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 (°)
复垦用土临时堆场边坡	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	35	30	15.0

计算简图及结果：

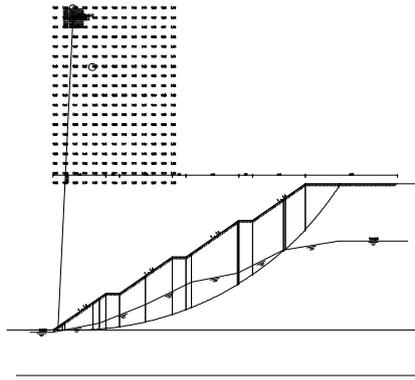


图 3-5 复垦用土临时堆场边坡稳定性计算结果简图

计算结果:

表3-15 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	1.126	1.022
滑动圆心	(5.120,64.000)(m)	(4.347,68.667)(m)
滑动半径	64.204 (m)	68.804 (m)
总的下滑力	5166.137 (kN)	5418.278 (kN)
总的抗滑力	5824.336 (kN)	5541.680 (kN)

根据表 3-15 判别标准，从计算结果可知，复垦用土临时堆场边坡在正常工况下安全系数为 1.126，当 $1.05 \leq F_s < 1.30$ 时，边坡基本稳定；在暴雨工况下安全系数为 1.022，当 $1.00 \leq F_s < 1.05$ 时，边坡较不稳定；在极端天气情况下有可能发生崩塌、滑坡，危害对象主要为下游干塘和林地区域，潜在经济损失约 50 万元。预测复垦用土临时堆场边坡崩塌/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。

4) 工业场地崩塌、滑坡预测评估

工业场地面积 3.24hm²，主要包括破碎站和机汽修车间。破碎站设置在矿区 1 号拐点西北侧约 300m 处较为平缓的山坡上，采用削坡、回填的方式进行场地平整，形成 2 级平台，场地标高分别为+240m 卸矿平台和+230m 破碎及产品堆场平台。破碎站设置了一条粉料用大理岩加工生产线、一条熔剂用白云岩加工生产线和一条水泥用石灰岩加工生产线。机汽修车间位于破碎站+230m 破碎及产品堆场平台北侧，紧邻破碎站布置，直线距离矿区约 430m，场地标高为+230m。

工业场地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。计算时土质边坡坡高拟定为 16m，坡度为 60° ，分析正常工况下及暴雨工况下工业场地边坡的稳定性。计算参数见表 3-16，计算结果见表 3-17：

计算参数：

表 3-16 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 ($^\circ$)	水下粘聚力 (kPa)	边坡 坡度 ($^\circ$)	边坡 高度 H (m)	水下 内摩擦角 ($^\circ$)
工业场地边坡	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	60	16	15.0

计算简图及结果：

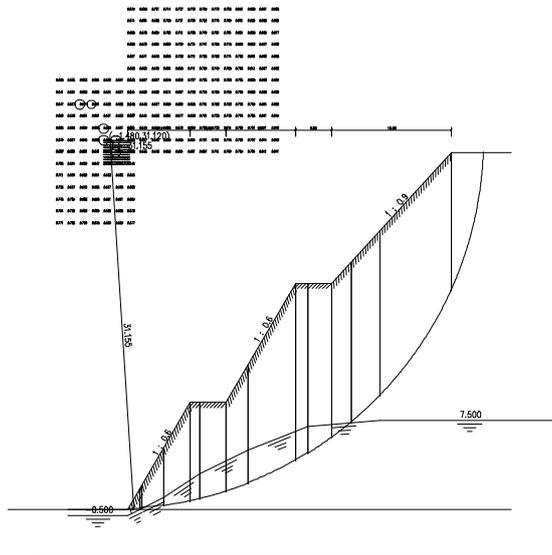


图 3-6 工业场地边坡稳定性计算结果简图

计算结果：

表3-17 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	0.768	0.629
滑动圆心	(-15.000,50.000)(m)	(-1.480,31.120)(m)
滑动半径	52.202 (m)	31.155 (m)
总的下滑力	3703.475 (kN)	3950.489 (kN)
总的抗滑力	2850.189 (kN)	2492.116 (kN)

根据表 3-17 判别标准，从计算结果可知，工业场地边坡在正常工况下安全

系数为 0.768，当 $F_s < 1.00$ 时，边坡不稳定；在暴雨工况下安全系数为 0.629，当 $F_s < 1.00$ 时，边坡不稳定；在极端天气情况下有可能发生崩塌、滑坡，危害对象主要为破碎加工生产线 3 条、装卸汽车 4 辆；受威胁人数约 9 人（一个班次），潜在经济损失约 500 万元。预测工业场地边坡崩塌/滑坡危害程度为严重，危险性为大，对矿山地质环境影响程度严重。

5) 矿区道路崩塌、滑坡预测评估

矿山道路修建开挖边坡，坡高 2~5m，坡角一般在 $55^\circ \sim 75^\circ$ 左右，道路边坡土体主要为坡残积层砂质粘性土，土体较松散，遇水易软化崩解，力学性质较差，边坡土体在暴雨、人工开挖、汽车运输及爆破震动等诱发因素作用下容易形成土质边坡崩塌/滑坡。

在预测矿山道路土质边坡稳定性时，采用圆弧滑动法进行稳定性计算，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 75° ，边坡岩土体计算参数见表 3-18。

表3-18 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 ($^\circ$)	水下粘 聚力 (kPa)	边坡 坡度 ($^\circ$)	边坡 高度 H (m)	水下 内摩擦 角 ($^\circ$)
矿区道路边坡	21.5	22.5	25.0	20.0	15.5	75	5	15.0

计算简图及结果:

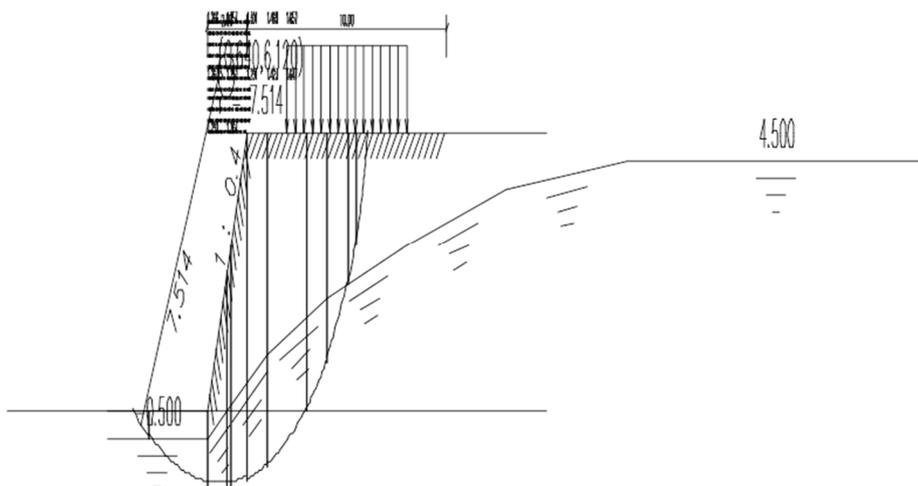


图 3-8 道路边坡稳定性计算结果简图

表3-19 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	1.350	0.995
滑动圆心	(0.640,6.120)(m)	(-2.400,8.000)(m)
滑动半径	7.514(m)	8.577(m)
总的下滑力	391.121(kN)	209.714(kN)
总的抗滑力	506.381(kN)	208.047(kN)

根据表 3-19 判别标准，从计算结果可知，矿区道路边坡稳定性一般，正常工况下道路边坡基本稳定，安全系数 1.350，但暴雨工况下安全系数较低 0.995，小于 1.0，可能发生崩塌、滑坡地质灾害。威胁对象为矿山运输道路及单次通过的人员、车辆，危害程度小，对矿山生产可能造成的人员经济损失小，威胁矿山生产人员 1 人，车辆 1 辆，潜在经济损失约 30 万元，预测矿区道路挖方边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

综上所述，评估区内崩塌/滑坡危害程度为严重、危险性为大，对矿山地质环境影响程度严重。

（2）泥石流预测评估

泥石流为山区特有的一种突发性的地质灾害，形成泥石流的三个要件：大量失稳的松散固体物源、充足的水源条件和特定的地貌条件。

根据《开发利用方案》，设置一个外运转运场和一个复垦用土临时堆场。

外运转运场设置在矿区 1 号拐点西侧、采场边界附近，距离矿区仅约 20m，总占地面积约 1.17hm²（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。根据场地情况，采用平地堆填方式暂存，为了保证堆场安全，堆填高度不宜过高，设计最大堆填高度按 8m 计算，最大可堆填场地面积约 0.7389hm²，该场地最大可暂存剥离层约 4.75 万 m³。

复垦用土临时堆场面积 2.42hm²，设置在矿区范围内 10 号拐点西面山沟地带，复垦用土临时堆场山沟底部平缓，沟谷出口处狭小，便于筑坝，砌筑工作（程）量小，坝体稳定。根据实际地形条件，形成 2 座拦渣坝，拦渣坝采用碾压土石坝，坝外坡度 1:2，内坡度 1:1.5：1#拦渣坝坝顶标高为+240m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 70m；2#拦渣坝坝顶标高为+250m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 55m。临时堆场堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，堆积总高度为 30m，台阶坡面角为 40°，平台宽度 5m，终了帮坡角为 35°，满足安全要求。

堆场堆存的松散堆积物为泥石流的形成提供了物质来源。评估区地处丘陵区，堆场两侧为山坡，坡度较陡，区内雨季长（4~9月份），雨量大（日最大降雨量为178.4mm），汇水面积较大。根据调查，堆场上部汇水面积较大，为泥石流的发生提供了动力来源；堆存的土质松散，抗压抗剪强度低，在连续强降雨的作用下堆场表层土体受水饱和可能发生泥石流，堆场下部为沟谷，较为平缓，为泥石流的发生提供了堆积场地。

表3-20 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	崩塌、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(0°)	>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	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	

对泥石流的数量化综合评判及易发程度等级标准进行量化评价：

表3-21 外运转运场泥石流预测易发程度量化表

序号	影响因素	量级划分	得分	序号	影响因素	量级划分	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微不发育（D）	1	9	沿沟松散物储量（ $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ）	$5\leq\sim<10$ 中等发育（B）	5
2	泥沙沿程补给长度比（%）	$30\%\sim 10\%$ 轻度易发（C）	8	10	沟岸山坡坡度（‰）	$15^\circ\leq\sim<25^\circ$ 中等易发（B）	5
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏 轻度易发（C）	7	11	产砂区沟槽横断面	V型 极易发（A）	5
4	河沟纵坡（‰）	$6^\circ\sim 3^\circ$ 轻度易发（C）	6	12	产砂区松散物平均厚度（m）	$\geq 10\text{m}$ 极易发（A）	5
5	区域构造影响程度	相对稳定区 轻度易发（C）	5	13	流域面积（ km^2 ）	$10\leq\sim<100$ 轻度发育（C）	3
6	流域植被覆盖率（%）	$10\%\leq\sim<30\%$ 中等发育（B）	7	14	流域相对高差（m）	$10\leq\sim<100$ 轻度发育（C）	2
7	河沟近期一次变幅（m）	$0.2\text{m}\leq\sim<1\text{m}$ 轻度易发（C）	4	15	河沟堵塞程度	轻微 轻度易发（C）	2
8	岩性影响	风化强烈和节理发育的硬岩 轻度易发（C）	4	合计得分			69

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 3-20），评价外运转运场得分为 69 分（表 3-21），根据规范划分易发程度等级为弱发育。威胁对象为外运转运场作业人员、下游水田和民房一栋；预测受威胁人数约 5 人，潜在经济损失约 210 万元。预测外运转运场泥石流危害程度为较严重，危险性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

表3-22 复垦用土临时堆场泥石流预测易发程度量化表

序号	影响因素	量级划分	得分	序号	影响因素	量级划分	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动的）严重程度	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在 轻度易发（C）	12	9	沿沟松散物储量（ $10^4\text{m}^3/\text{km}^2$ ）	$5\leq\sim<10$ 中等发育（B）	5
2	泥沙沿程补给长度比（%）	$30\%\sim 10\%$ 轻度易发（C）	8	10	沟岸山坡坡度（‰）	$15^\circ\leq\sim<25^\circ$ 中等易发（B）	5
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形无变化，主流在高水位时偏，低水位时不偏 轻度易发（C）	7	11	产砂区沟槽横断面	V型 极易发（A）	5
4	河沟纵坡（‰）	$6^\circ\sim 3^\circ$ 轻度易发（C）	6	12	产砂区松散物平均厚度（m）	$\geq 10\text{m}$ 极易发（A）	5
5	区域构造影响程度	相对稳定区 轻度易发（C）	5	13	流域面积（ km^2 ）	$10\leq\sim<100$ 轻度发育（C）	3
6	流域植被覆盖率（%）	$10\%\leq\sim<30\%$ 中等发育（B）	7	14	流域相对高差（m）	$10\leq\sim<100$ 轻度发育（C）	2
7	河沟近期一次变幅（m）	$0.2\text{m}\leq\sim<1\text{m}$ 轻度易发（C）	4	15	河沟堵塞程度	轻微 轻度易发（C）	2
8	岩性影响	风化强烈和节理发育的硬岩 轻度易发（C）	4	合计得分			80

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 3-20），评价复垦用土临时堆场得分为 80 分（表 3-22），根据规范划分易发程度等级为弱发育。危害对象主要为下游干塘和林地区域，潜在经济损失约 50 万元。预测复垦用土临时堆场泥石流危害程度为较轻，危险性为小，对矿山地质环境影响程度较轻。

因此，预测评估区内泥石流危害程度为较严重，危险性为中等，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

根据矿山地质环境条件和工程特征，预测矿山建设可能遭受的地质灾害主要为岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡、泥石流。

(1) 岩溶地面塌陷预测评估

矿山采矿活动可能遭受岩溶地面塌陷，使采矿活动受损、矿山运输受阻、人员受伤害等。

根据上节计算及分析，预测评估区岩溶地面塌陷危害程度较严重，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

(2) 崩塌、滑坡预测评估

露天采场边坡、外运转运场边坡、复垦用土临时堆场边坡、工业场地边坡、矿区道路边坡等，如发生崩塌、滑坡，都可能使采矿活动受到影响，主要为采矿活动受损、矿山运输受阻、人员受伤害等。

根据上节计算及分析，评估区内崩塌/滑坡危害程度为严重、危险性为大，对矿山地质环境影响程度严重。

(3) 泥石流预测评估

由于堆场地处山沟，堆存有大量表土，上部汇水面积较大，在长期降雨冲刷下易形成泥石流，根据上节计算及分析，预测评估区内泥石流发育程度为危害程度为较严重，危害性为中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

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改变含水层结构、破坏区域地下水均衡、造成地下水资源枯竭及地表水漏失四个方面。

(一) 对含水层影响的现状评估

1、含水层结构改变现状评估

矿区上部含水层为第四系松散岩类孔隙含水层与碳酸盐岩类溶洞裂隙含水层。第四系松散岩类孔隙含水层富水性弱，对矿坑充水的影响较小。碳酸盐岩类溶洞裂隙含水层富水性中等，局部强，为矿坑充水的主要来源，接受大气降水、地表水的入渗补给，与上覆的松散岩类孔隙含水层之间没有直接的水力联系。目前矿山尚未进行开采，现状开采导致地下水位下降和含水层结构的改变程度较小，对含水层的给、径流、排泄条件影响小。

因此，矿山建设及开采对含水层结构改变影响现状较轻。

2、区域地下水均衡影响现状评估

目前矿山尚未进行开采，根据勘查钻孔资料结合实地调查情况，静止水位平均标高 212.96m。矿区地下水位变化受含水层富水性影响，富水性相对较差地段，地下水位动态变化较大，变幅 1.89m；富水性较强的区域，地下水位动态变化小，变幅 0.58m。目前区域地下水的补径排条件基本无影响，基本不会导致地下水位下降及补径排条件，区域对地下水均衡不会造成影响。

因此，矿山建设及开采对区域地下水均衡影响现状较轻。

3、地下水资源枯竭现状评估

目前矿山尚未进行开采，天然条件下，地下水自东北西向西南径流，以泉的形式排泄出地表。东石镇明洋村东石河河道中的岩溶大泉为区内地下水的最低排泄点，海拔标高约 145m，泉群流量达 165L/s。矿山现状基本不会对地下水资源造成影响。

因此，矿山建设及开采对地下水资源枯竭影响现状较轻。

4、地表水漏失现状评估

评估区内无大的地表水体，有几处小坑塘，沟谷发育一般，评估区北部和中部各有一条季节性的溪流，向西北部汇集流出矿区，旱季一般流量 5~10L/s。天然条件下，地表水与地下水水力联系微弱或是联系不密切。目前矿区周边无明显地表水漏失现象。

因此，矿山建设及开采对地表水漏失影响现状较轻。

综上所述，矿山建设及开采活动对含水层结构改变、区域地下水均衡、地下水资源枯竭以及地表水漏失影响较轻，综合评估矿山建设及开采活动对矿区含水层破坏现状较轻。

（二）对含水层影响的预测评估

1、含水层结构改变预测评估

矿山设计最低开采标高为 0m，低于地下水位和侵蚀基准面标高，终采后将形成面积 71.26hm² 的凹陷式开采面积，这些挖掘对被挖掘的地段的含水层的结构破坏很大。根据上一节“岩溶地面塌陷预测评估”计算，预测最终将造成 212.96m 的地下水位降深，当采掘进行到 0m 水平时将形成以 0m 水平采坑周边为起点向外辐射的地下水位降落漏斗区。预测可能引发岩溶地面塌陷的范围较广，东侧、

北侧至灰岩与砂岩分界线为界，西侧、南侧至评估区边界为界，圈定岩溶地面塌陷影响范围约 0.5396km²，覆盖范围包括省道 S332、村庄、水田、鱼塘、林地等（当开采标高低于基准侵蚀面时应特别注意）。影响区域主要位于评估区西部，局部岩溶发育区可能诱发地面塌陷，建议开采前做好西侧的防治水工作。

因此，预测矿山开采对含水层结构改变影响严重。

2、区域地下水均衡影响预测评估

大气降水是区域地下水的主要补给来源，可通过露天采场或第四系松散层垂直向下渗透补给地下水；天然条件下，地下水自东向西径流出矿区，再向西北径流至东石镇，以岩溶湿地或泉的形式排泄出地表。未来矿山开采的持续时间较长，开采区体积较大，将对区内地下水造成进一步的疏干，造成开采区内地下水位的下降，地下水位的下降随着开采范围的增大而增大，该区充足的大气降水也不能使矿山范围的地下水得到补给，未来矿业活动对周边及区域地下水均衡的影响严重。

因此，预测矿山建设及采矿活动对区域地下水均衡影响为严重。

3、地下水资源枯竭预测评估

矿山经过多年开采后，将会使开采区的地下水天然埋藏状态受到干扰与破坏。设计开采深度继续向深部采掘，且深度将向深部延伸至最低 0m 标高，随着开采深度的增加，地下水位将降至 0m 标高，地下水位高程为+212.96m。矿坑长期疏干地下水，最终将造成 212.96m 的地下水位降深。随着矿山进一步挖掘，未来矿山将进入凹陷式开采，抽排地下水水量逐渐增大。

预测采矿活动对地下水资源枯竭影响严重。

4、地表水漏失预测评估

评估区内无大的地表水体，有几处小坑塘，沟谷发育一般，评估区北部和中部各有一条季节性的溪流，向西北部汇集流出矿区，旱季一般流量 5~10L/s。预测矿山未来的开采活动将导致地下水位的下降致使周边溪流的水补给地下水，导致地表水的漏失。

因此，预测矿山建设及采矿活动对地表水漏失影响为较严重。

综上所述，预测采矿活动对含水层结构改变影响、区域地下水均衡影响、地下水资源枯竭影响严重；对地表水漏失影响较严重；综合评估预测采矿活动对矿区含水层破坏严重。

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。矿山为新建矿山，现状对原始地形地貌景观的破坏程度较轻，主要从以下几个方面进行现状分析评估。

1、对自然景观的影响现状评估

根据现状调查，拟设矿区范围内现有一个采矿权，即“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权，开采方式为地下开采，开采矿种为铁矿、白云岩。

长窝里铁矿硐口工业场地：长窝里铁矿硐口工业场地位于矿区范围内3号~4号拐点范围之间，主要包括斜坡道硐口（已封堵）、井口值班室、配电机房、工业场地、办公区等，损毁面积约1.82hm²。2021年~2024年，长窝里铁矿处于停产状态。现场设备尚未拆除，部分场地已自然复绿，杂草丛生。现状对自然景观的影响较轻。

2、对建筑物、工程设施和自然保护区影响现状评估

评估区内有省道S332从西部穿过，属二级公路，除此之外无其他重要交通要道或建筑设施；评估区远离自然保护区及旅游景区（点）。目前尚未进行采矿生产活动，现状对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

3、对人居环境影响现状评估

评估区范围内常住人口有189户约718人，目前尚未进行采矿生产活动，现状对人居环境影响程度为较轻。

综上所述，现状评估矿山建设及采矿活动对地形地貌景观与破坏程度较轻。

（二）矿区地形地貌景观破坏预测分析

矿区的未来开采与建设活动，将使区内的地形地貌景观受到不同程度的破坏，预测最终损毁范围将分为露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场和矿区道路等区域。

1、对自然景观的影响预测评估

露天采场：根据《开发利用方案》，设计挖损面积为89.79hm²，设计开采标高为+343m~0m。设计根据不同岩层的物理特性，将区内矿层水平分成29个台

阶：+336m、+328m、+318m、+308m、+298m、+288m、+276m、+254m、+242m、+230m、+218m、+206m、+194m、+182m、+170m、+158m、+146m、+132m、+120m、+108m、+96m、+84m、+72m、+60m、+48m、+36m、+24m、+12m 和 +0m。采场+225m 标高以上为山坡露天采场，采场+225m~0m 标高为凹陷露天采场。安全平台宽度 3~5m，清扫平台 6~8m，露天采场开采完全改变了范围内的原生自然景观，地表植被不复存在，区内地形起伏改变大，采矿活动使得区内高程降低约 223m，且范围大，预测对区内原生自然景观影响严重。

工业场地：工业场地面积 3.24hm²，主要包括破碎站和机汽修车间。场地标高分别为+240m 卸矿平台和+230m 破碎及产品堆场平台。场地建设改变了原有自然景观，地表植被将不复存在，预测对区内原生自然景观影响较严重。

办公生活区：办公生活区面积 1.01hm²，共设置两级平台，分别为+230m 和 +225m 标高。场地建设改变了原有自然景观，地表植被将不复存在，预测对区内原生自然景观影响较严重。

外运转运场：外运转运场设置在矿区 1 号拐点西侧、采场边界附近，距离矿区仅约 20m，总占地面积约 1.17hm²（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。设计最大堆填高度按 8m 计算，最大可堆填场地面积约 0.7389hm²，该场地最大可暂存剥离层约 4.75 万 m³。其损毁土地面积较大，未来将改变场地的原有自然景观，地表植被将不复存在，将区内地形起伏大程度地改变（沟谷→山脊），预测对区内原生自然景观影响较严重。

复垦用土临时堆场：复垦用土临时堆场面积 2.42hm²，设置在矿区范围内 10 号拐点西面山沟地带，复垦用土临时堆场山沟底部平缓，沟谷出口处狭小，便于筑坝，砌筑工作（程）量小，坝体稳定。根据实际地形条件，形成 2 座拦渣坝，拦渣坝采用碾压土石坝，坝外坡度 1:2，内坡度 1:1.5:1#拦渣坝坝顶标高为+240m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 70m；2#拦渣坝坝顶标高为+250m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 55m。临时堆场堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，堆积总高度为 30m，台阶坡面角为 40°，平台宽度 5m，终了帮坡角为 35°，满足安全要求。未来将改变场地的原有自然景观，地表植被将不复存在，将区内地形起伏大程度地改变（沟谷→山脊），预测对区内原生自然景观影响较严重。

矿区道路：矿区道路连接工业场地、办公生活区、复垦用土临时堆场及矿区外部，12m 路宽道路长约 380m，7m 路宽道路长约 240m，面积约 0.8337hm²。预

测对区内原生自然景观影响较轻。

综上，预测评估矿山建设及采矿活动对自然景观的破坏严重，对地质环境影响严重。

2、对建筑物、工程设施和自然保护区影响预测评估

评估区内有省道 S332 从西部穿过，属二级公路，除此之外无其他重要交通要道或建筑设施；评估区远离自然保护区及旅游景区（点）。预测评估矿山开采对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

3、对人居环境影响预测评估

评估区范围内常住人口有 189 户约 718 人，因矿山生产建设，导致评估区内居民区集体搬迁，原有人居环境完全被破坏。预测评估矿山开采对人居环境影响程度为严重。

综上所述，预测评估采矿活动对评估区的地形地貌景观与破坏程度严重。

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

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区北部沟溪上游和下游、中部沟溪上游和下游各取样 1 件水样，共计 4 件水样进行分析。按照《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）III类水标准进行评价，北部沟溪上游总磷含量为 0.71mg/L，超过III类水标准总磷（<0.2mg/L）的最高限值和V类水标准总磷（<0.4mg/L）的最高限值；北部沟溪下游总氮含量为 3.12mg/L，超过III类水标准总氮（<1.0mg/L）的最高限值和V类水标准总氮（<2.0mg/L）的最高限值；中部沟溪上游各项指标均未超过III类水标准的最高限值；中部沟溪下游总氮含量为 6.94mg/L，超过III类水标准总氮（<1.0mg/L）的最高限值和V类水标准总氮（<2.0mg/L）的最高限值。

检验结果表明，北部沟溪上游水质一般，总磷含量超过V类水标准的最高限值，流经集中居民区后外排，汇入下游沟溪，下游水总氮含量超过V类水标准的最高限值，化学需氧量、氟化物含量相比于上游有所上升，pH 值、氨氮、粪大肠菌群、高锰酸盐指数、总磷等相比于上游有所下降。中部沟溪上游水质较好，各项指标均未超过III类水标准的最高限值，下游水总氮含量超过V类水标准的最

高限值，化学需氧量、氟化物含量相比于上游有所上升，pH 值、氨氮、粪大肠菌群、高锰酸盐指数、总磷等相比于上游有所下降。

根据检验结果，结合目前矿山尚未进行开采，推测是居民的生活污水排放导致各项指标上升，表明现状对地表水环境影响较轻。

表 3-23 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
北部沟溪上游 Js1	五日生化需氧量	2.7	mg/L	4	否
	化学需氧量	8	mg/L	20	否
	pH	7.3	无量纲	6~9	否
	氨氮	0.337	mg/L	1.0	否
	粪大肠菌群	6300	个/L	10000	否
	氟化物	0.49	mg/L	1.0	否
	高锰酸盐指数	2.5	mg/L	6	否
	镉	1×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.005	否
	汞	4×10 ⁻⁵ L	mg/L	0.0001	否
	挥发酚	0.0003L	mg/L	0.005	否
	硫化物	0.01L	mg/L	0.2	否
	六价铬	0.004L	mg/L	0.05	否
	铅	1×10 ⁻³ L	mg/L	0.05	否
	氰化物	0.004L	mg/L	0.2	否
	砷	3×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.05	否
	石油类	0.01L	mg/L	0.05	否
	铜	0.006L	mg/L	1.0	否
	硒	4×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.01	否
	锌	0.004L	mg/L	1.0	否
	阴离子表面活性剂	0.05L	mg/L	0.2	否
	总氮	0.44	mg/L	1	否
总磷	0.71	mg/L	0.2	是	
北部沟溪下游 Js2	五日生化需氧量	2.7	mg/L	4	否
	化学需氧量	9	mg/L	20	否
	pH	7.2	无量纲	6~9	否
	氨氮	0.151	mg/L	1.0	否
	粪大肠菌群	810	个/L	10000	否
	氟化物	0.59	mg/L	1.0	否
	高锰酸盐指数	2.1	mg/L	6	否
	镉	1×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.005	否

	汞	4×10 ⁻⁵ L	mg/L	0.0001	否
	挥发酚	0.0003L	mg/L	0.005	否
	硫化物	0.01L	mg/L	0.2	否
	六价铬	0.004L	mg/L	0.05	否
	铅	1×10 ⁻³ L	mg/L	0.05	否
	氰化物	0.004L	mg/L	0.2	否
	砷	0.0005	mg/L	0.05	否
	石油类	0.01L	mg/L	0.05	否
	铜	0.006L	mg/L	1.0	否
	硒	4×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.01	否
	锌	0.004L	mg/L	1.0	否
	阴离子表面活性剂	0.05L	mg/L	0.2	否
	总氮	3.12	mg/L	1	是
	总磷	0.12	mg/L	0.2	否
中部沟溪上游 Js3	五日生化需氧量	2.8	mg/L	4	否
	化学需氧量	8	mg/L	20	否
	pH	7.3	无量纲	6~9	否
	氨氮	0.160	mg/L	1.0	否
	粪大肠菌群	2800	个/L	10000	否
	氟化物	0.55	mg/L	1.0	否
	高锰酸盐指数	2.2	mg/L	6	否
	镉	1×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.005	否
	汞	0.00004	mg/L	0.0001	否
	挥发酚	0.0003L	mg/L	0.005	否
	硫化物	0.01L	mg/L	0.2	否
	六价铬	0.004L	mg/L	0.05	否
	铅	1×10 ⁻³ L	mg/L	0.05	否
	氰化物	0.004L	mg/L	0.2	否
	砷	0.0003	mg/L	0.05	否
	石油类	0.01L	mg/L	0.05	否
	铜	0.006L	mg/L	1.0	否
	硒	4×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.01	否
	锌	0.004L	mg/L	1.0	否
	阴离子表面活性剂	0.05	mg/L	0.2	否
总氮	0.39	mg/L	1	否	
总磷	0.07	mg/L	0.2	否	
中部沟溪下游 Js4	五日生化需氧量	2.9	mg/L	4	否
	化学需氧量	8	mg/L	20	否

	pH	7.1	无量纲	6~9	否
	氨氮	0.143	mg/L	1.0	否
	粪大肠菌群	940	个/L	10000	否
	氟化物	0.44	mg/L	1.0	否
	高锰酸盐指数	2.5	mg/L	6	否
	镉	1×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.005	否
	汞	4×10 ⁻⁵ L	mg/L	0.0001	否
	挥发酚	0.0003L	mg/L	0.005	否
	硫化物	0.01L	mg/L	0.2	否
	六价铬	0.004L	mg/L	0.05	否
	铅	1×10 ⁻³ L	mg/L	0.05	否
	氰化物	0.004L	mg/L	0.2	否
	砷	3×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.05	否
	石油类	0.01L	mg/L	0.05	否
	铜	0.006L	mg/L	1.0	否
	硒	4×10 ⁻⁴ L	mg/L	0.01	否
	锌	0.004L	mg/L	1.0	否
	阴离子表面活性剂	0.06	mg/L	0.2	否
	总氮	6.94	mg/L	1	否
	总磷	0.05	mg/L	0.2	否
备注	1、参考《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表 1 中Ⅲ类限值。 2、“L”表示检测浓度低于检出限，以方法检出限加 L 报结果。				

2、矿区地下水污染现状分析

根据储量核实钻孔地下水水质分析结果，区内地下水水化学类型为 HCO₃—Ca 型，pH 值 7.22~7.35，矿化度 0.16~0.21g/L。地下水中 Fe、Mn、Cr 元素含量超出《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准（表 3-24），地下水不适宜饮用，可作为工业用水。矿区及周边村民的生活用水主要来自村镇集中供水，水质良好。目前矿山尚未进行开采，现状对地下水环境的影响较轻。

表 3-24 矿区地下水水质分析成果表

分析项目	《地下水质量标准》 (GB/T14848- 2017) III类标准	SK04	SK02	Q02
pH 值	6~9	7.33	7.35	7.22
Al(mg/L)	≤0.2	<0.001	0.0014	<0.001
B(mg/L)	≤0.50	0.044	0.032	0.051
Ba(mg/L)	≤0.70	0.024	0.029	0.019
Be(mg/L)	≤0.002	0.0012	0.0008	0.0032
Cd(mg/L)	≤0.005	0.008	<0.001	0.003
Co(mg/L)	≤0.05	0.0004	0.0002	0.0006
Cr(mg/L)	≤0.05	0.025	0.056	0.052
Cu(mg/L)	≤1.00	0.047	0.025	0.023
Fe(mg/L)	≤0.3	0.36	0.110	0.098
As(mg/L)	≤0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mn(mg/L)	≤0.10	0.14	0.012	0.0082
Ni(mg/L)	≤0.02	<0.001	<0.001	<0.001
Pb(mg/L)	≤0.01	0.0036	0.002	<0.001
Sb(mg/L)	≤0.005	0.02	0.0064	0.012
Zn(mg/L)	≤1.00	0.84	0.011	0.007
Hg(mg/L)	≤0.001	<0.001	<0.001	<0.001

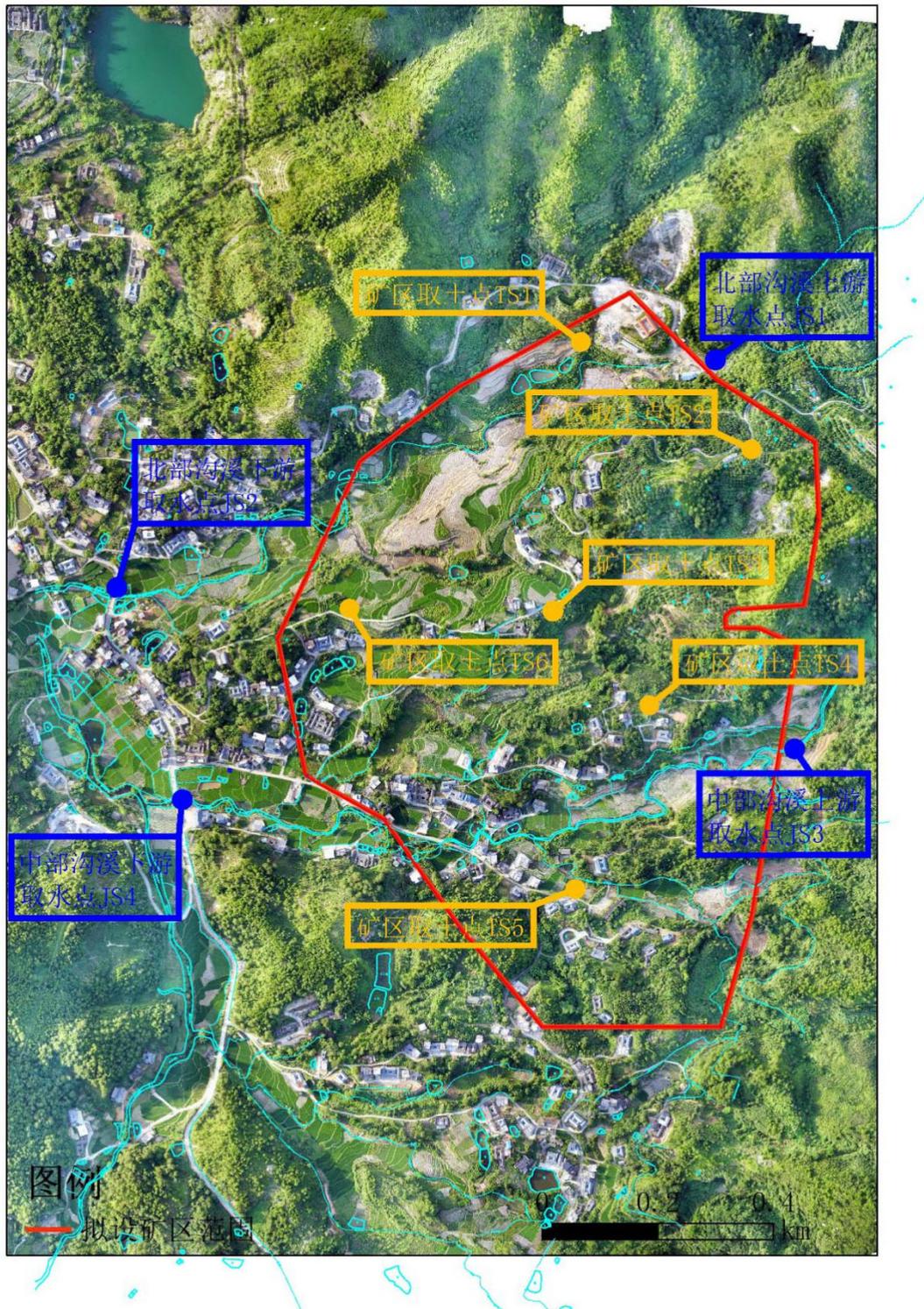


图 3-9 取水、取土点位示意图

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 件混合土样分析结果：土壤为砂壤土，pH 值为 5.07，有机质含量为 1.4%，详见表 3-23。

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一般，铅含量 80mg/kg，超过农用地土壤污染风险筛选值标准（70mg/kg），但未超过农用地土壤污染风险管制值标准（400mg/kg）。

根据检验结果，结合目前矿山尚未进行开采，推测可能造成铅含量超过农用地土壤污染风险筛选值标准的原因是矿区范围内居民生活垃圾随意排放对土壤造成污染，现状对土环境的影响较轻。

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 3-25 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
SY241105003 土壤	有机质	1.4	—	%
	pH	5.07	—	无量纲
	土壤容重	1.15	—	g/cm ³
	汞	0.370	1.3	mg/kg
	砷	3.24	40	mg/kg
	铬	26	150	mg/kg
	镉	0.12	0.3	mg/kg
	镍	38	60	mg/kg
	铅	80	70	mg/kg
	铜	5	50	mg/kg
	锌	96	200	mg/kg
	机械组成	12.7 ^a	—	%
		30.1 ^b	—	
	33.2 ^c	—		
	24.0 ^d	—		
备注	1、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 风险筛选值中 pH≤5.5 中其他标准值。			

(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

矿区开采矿石为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，附近无污染源，地表水水质良好。矿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长窝里铁矿老隆水、露天采场、堆场的淋滴水、工业场地的工业污水、办公生活区的生活污水对周围地表水可能造成轻微污染。同时，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下水资源影响小，环境水污染程度弱。

2、矿区地下水污染预测分析

矿区开采矿石为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，附近无污染源，地下水不适宜饮用，可作为工业用水。矿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长窝里铁矿老隆水、露天采场、堆场的淋滴水、工业场地的工业污水、办公生活区的生活污水对周围地下水可能造成轻微污染。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，如露天采场、堆场的淋滴水、工业场地的工业污水、办公生活区的生活污水有可能造成土地资源受污染。其中的淋滤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，淋滤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、淋滤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。

综合评估小结：

现状评估：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，危害程度较轻，危险性小，对地质环境影响程度较轻；矿山开采对含水层的破坏现状较轻；矿山开采对地形地貌景观的破坏现状较轻；矿山开采对水土环境污染现状较轻。综上所述，矿山开采对地质环境影响现状较轻。

评估区矿山地质环境问题现状评估一览表见表 3-26。

表 3-26 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	分布位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	滑坡、滑坡	BT1	未发生	无	无	小	小	较轻
	泥石流	NS1	未发生	无	无	小	小	较轻
对含水层的影响与破坏	水资源枯竭	DS1	未发生	采坑无积水	未造成枯竭	小	小	较轻
	地表水漏失	BS1	未发生	地表径流	未造成漏失	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	QS1	未发生	积水、径流	未破坏	小	小	较轻
	含水层结构	HS1	未发生	含水层	未破坏	小	小	较轻
对地形地貌景观的影响	自然景观	DX1	长窝里铁矿硐口工业场地	已自然复绿	2019~2020年	小	小	较轻
	对建筑物及工程、设施	JX1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	人居环境	RX1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
对水土环境的污染	地表水污染	KD1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	地下水污染	TD1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻
	土壤污染	WD1	未发生	未发生	未发生	小	小	较轻

预测评估：预测矿山开采活动可能引发、加剧及遭受的地质灾害有岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡及泥石流。预测崩塌、滑坡地质灾害危害程度严重，危险性大，对地质环境影响程度严重；预测岩溶地面塌陷、泥石流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；预测矿山开采对含水层的破坏严重；预测矿山开采对地形地貌景观的破坏严重；预测矿山开采对水土环境污染较轻。综上所述，预测矿山开采对地质环境影响严重。

评估区矿山地质环境问题预测评估一览表见表 3-27。

表 3-27 评估区矿山地质环境问题预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	岩溶地面塌陷	TX1	村庄、水田、鱼塘、林地	林地、水田、坑塘、人员	人员及经济	中等	中等	较严重
	崩塌/滑坡	BT1	露天采场、外运转运场、复垦用土临时堆场、工业场地、矿区道路	林地、坑塘、人员、车辆及设备	人员及经济	大	大	严重
	泥石流	NS1	外运转运场、复垦用土临时堆场	林地、水田、坑塘	人员及经济	中等	中等	较严重
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	DS1	露天采场	地下水资源	枯竭的可能性大	大	大	严重
	地表水漏失	BS1	露天采场	地表径流	可能性中等	中等	中等	较严重
	区域水均衡破坏	QS1	露天采场	水环境	破坏的可能性大	大	大	严重
	含水层结构改变	HS1	露天采场	第四系松散岩类孔隙含水层与碳酸盐岩类溶洞裂隙含水层	开挖破坏大	大	大	严重
对地形地貌景观影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场、外运转运场、复垦用土临时堆场、工业场地、办公生活区、矿区道路	自然景观	植被消失景观改变	大	大	严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	JX1	矿山工程	省道 S332	无	小	小	较轻
	对人居环境影响与破坏	RX1	矿山工程	人居	遭受地灾及径流侵蚀	大	大	严重
对水土环境的污染	对地表水的污染	KD1	评估区	水资源	污染可能小	小	小	较轻
	对地下水的污染	TD1	评估区	水资源	污染可能小	小	小	较轻
	对土壤环境的污染	WD1	评估区	土壤质地土壤结构	产生土地污染可能性小	小	小	较轻

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、土地损毁环节

矿山开采方式为露天开采，根据《开发利用方案》，预测矿山开采对土地损

毁的环节主要包括：

(1) 开采前期的露天采场剥土挖损损毁土地，新建矿山道路挖损和压占损毁土地，外运转运场、复垦用土临时堆场压占土地，工业场地、办公生活区挖损和压占损毁土地等；

(2) 开采过程中露天采场挖损损毁土地。

2、土地损毁时序

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) 基础设施的建设对土地的挖损和压占破坏。

(2) 露天采场对土地的挖损和压占破坏。

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 3-10）

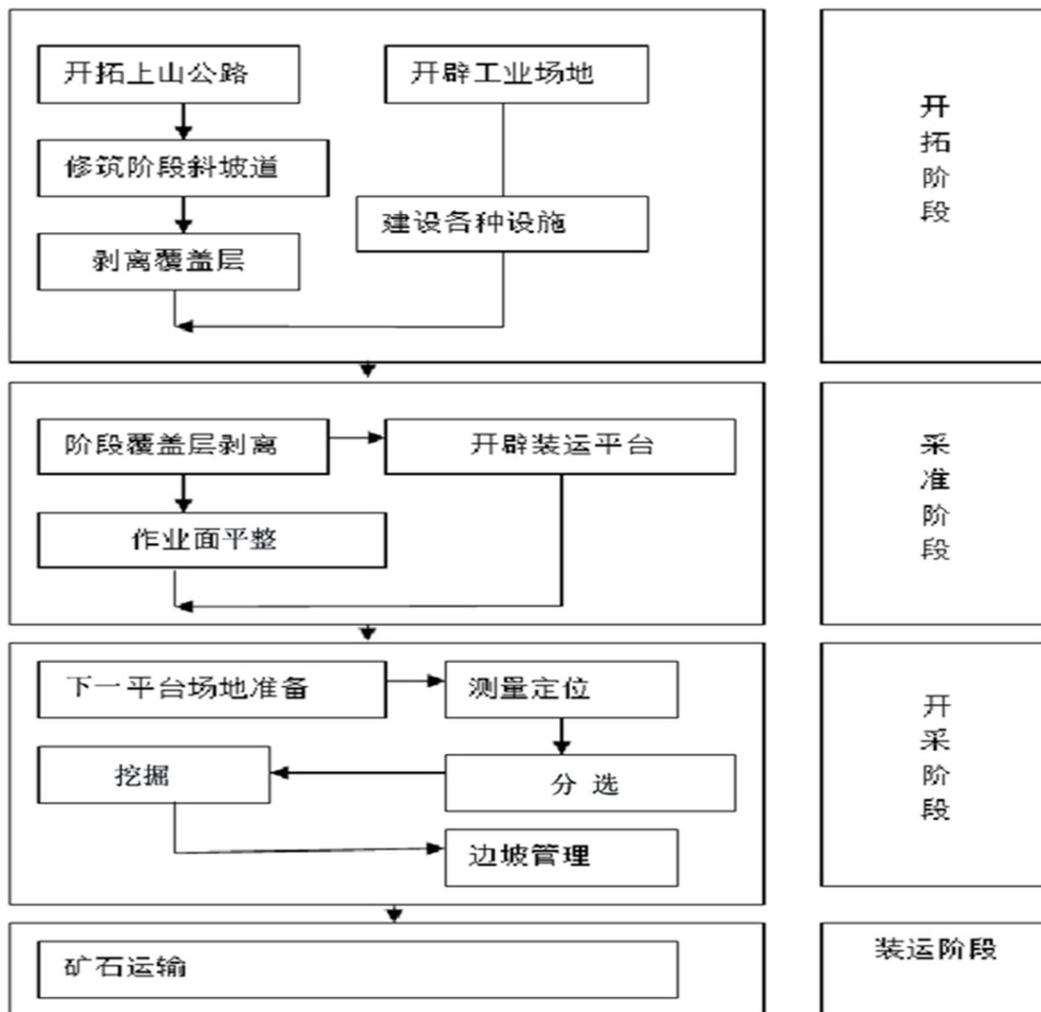


图 3-10 采矿工艺流程图

二、已损毁各类土地现状

拟设矿区范围内现有一个采矿权，即“平远县粤华矿产有限公司长窝里铁矿”采矿权，开采方式为地下开采，开采矿种为铁矿、白云岩。

长窝里铁矿硐口工业场地：长窝里铁矿硐口工业场地位于矿区范围内 3 号～4 号拐点范围之间，主要包括斜坡道硐口（已封堵）、井口值班室、配电机房、工业场地、办公区等，损毁面积约 1.82hm²。损毁土地类型为水田 0.05hm²、果园 0.12hm²、乔木林地 1.35hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 0.11hm²、公路用地 0.10hm²，所涉及的耕地为国家利用等 5 等。2021 年～2024 年，长窝里铁矿处于停产状态。现场设备尚未拆除，部分场地已自然复绿，杂草丛生。

矿山现状共计损毁土地面积为 1.82hm²，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 3-28 土地资源影响破坏情况现状表

区域范围	现状损毁地类与面积 hm ²							破坏方式	影响破坏程度	恢复治理难度
	水田	果园	乔木林地	工业用地	农村宅基地	公路用地	合计			
长窝里铁矿硐口工业场地	0.05	0.12	1.35	0.09	0.11	0.10	1.82	挖损、压占	轻度	易
合计	0.05	0.12	1.35	0.09	0.11	0.10	1.82	挖损、压占	轻度	易

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，预测最终损毁区域分为露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路，共计损毁面积为 98.41hm²，其中已损毁面积 1.82hm²，拟损毁面积 96.59hm²。

露天采场：根据《开发利用方案》设计开采终了时将形成长约 1290m、宽约 880m 的露天采场，拟损毁面积为 89.79hm²，损毁土地类型为水田 32.85hm²、水浇地 0.25hm²、旱地 0.18hm²、果园 28.14hm²、茶园 0.61hm²、其他园地 0.71hm²、乔木林地 15.93hm²、其他林地 0.2hm²、其他草地 0.52hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.29hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.29hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.58hm²、坑塘水面 0.68hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为重度。

工业场地：根据《开发利用方案》设计，工业场地拟损毁面积为 3.24hm²，

主要包括破碎站和机汽修车间。损毁土地类型为乔木林地 2.76hm²、竹林地 0.18hm²、其他草地 0.05hm²、农村宅基地 0.17hm²、坑塘水面 0.08hm²，损毁方式为挖损、压占，损毁程度为重度。

办公生活区：根据《开发利用方案》设计，办公生活区拟损毁面积 1.01hm²，设置了行政办公楼、员工宿舍、医务室、食堂和文娱设施等。损毁土地类型为乔木林地 0.87hm²、竹林地 0.14hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为中度。

外运转运场：根据《开发利用方案》设计，外运转运场拟损毁面积约 1.17hm²，位于矿区 1 号拐点西侧、采场边界附近。损毁土地类型为水浇地 0.19hm²、果园 0.2hm²、乔木林地 0.4hm²、农村宅基地 0.38hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为重度。

复垦用土临时堆场：根据《开发利用方案》设计，复垦用土临时堆场拟损毁面积 2.42hm²，设置在矿区范围内 10 号拐点西面山沟地带。损毁土地类型为果园 1.51hm²、茶园 0.17hm²、乔木林地 0.58hm²、农村宅基地 0.02hm²、坑塘水面 0.14hm²；损毁方式为挖损和压占，损毁程度为重度。

矿区道路：根据《开发利用方案》设计，矿区道路连接工业场地、办公生活区、复垦用土临时堆场及矿区外部，12m 路宽道路长约 380m，7m 路宽道路长约 240m，拟损毁面积约 0.78hm²。损毁土地类型为水田 0.1hm²、水浇地 0.13hm²、果园 0.05hm²、其他园地 0.07hm²、乔木林地 0.25hm²、其他林地 0.04hm²、农村宅基地 0.05hm²、公路用地 0.01hm²、农村道路 0.08hm²，损毁方式为挖损和压占，损毁程度为中度。

综上所述，到矿山开采终了期，共计损毁土地面积 98.41hm²，其中已损毁面积 1.82hm²，拟损毁面积 96.59hm²。损毁土地利用类型包括水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²、果园 29.9hm²、茶园 0.78hm²、其他园地 0.78hm²、乔木林地 20.79hm²、竹林地 0.32hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 0.57hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.91hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.3hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.66hm²、坑塘水面 0.9hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²；所涉及的耕地为国家利用等 5 等。损毁耕地面积大于 2hm²，损毁林地面积大于 4hm²，因此，预测矿山开采对土地资源影响为严重。

表 3-29 项目区损毁土地汇总表

项目位置	损毁地类与面积 hm ²																				总损毁面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	治理难易程度	
	水田	水浇地	旱地	果园	茶园	其他园地	乔木林地	竹林地	其他林地	其他草地	工业用地	农村宅基地	公用设施用地	公路用地	城镇村道路用地	交通服务场站用地	农村道路	坑塘水面	沟渠	空闲地					设施农用地
露天采场	32.85	0.25	0.18	28.14	0.61	0.71	15.93	0.00	0.2	0.52	0.09	6.29	0.09	0.29	0.02	0.02	1.58	0.68	1.27	0.03	0.04	89.79	挖损、压占	重度	较难
工业场地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76	0.18	0.00	0.05	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.24	挖损、压占	重度	较难
办公生活区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	挖损、压占	中度	较易
外运转运场	0.00	0.19	0.00	0.2	0.00	0.00	0.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	挖损、压占	重度	较难
复垦用土临时堆场	0.00	0.00	0.00	1.51	0.17	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	2.42	挖损、压占	重度	较难
矿区道路	0.1	0.13	0.00	0.05	0.00	0.07	0.25	0.00	0.04	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	挖损、压占	中度	较易
合计	32.95	0.57	0.18	29.9	0.78	0.78	20.79	0.32	0.24	0.57	0.09	6.91	0.09	0.3	0.02	0.02	1.66	0.9	1.27	0.03	0.04	98.41	挖损、压占	中度~重度	较易~较难

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

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》表 E 中矿山地质环境影响程度分级表，评估区现状评估结果如下：

（1）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）矿山开采对含水层的破坏现状较轻；矿山开采对地形地貌景观的破坏现状较轻；矿山开采对水土环境污染现状较轻。

综上所述，矿山开采对矿山地质环境影响程度较轻。

2、矿山地质环境影响现状分区

（1）现状分区结果

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

根据矿山地质环境影响分级表，对矿山地质环境影响现状评估分为一个区，即矿山地质环境影响较轻区（III），面积 2.5201km²，占评估区面积的 100.00%，主要分布于整个评估区范围。见表 3-29 及现状评估图（附图 1）。

（2）现状分区评述

1) 现状影响较轻（III）区

影响较轻区（III）主要分布于整个评估区范围，面积 2.5201km²，占评估区面积的 100.00%；该区矿山地质环境条件复杂，未发现的地质灾害，地质灾害对矿山地质环境影响较轻；矿山开采现状对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏影响较轻；对水土环境的污染较轻；矿山地质环境影响程度分级为较轻。

矿山地质环境影响现状分区情况详见表 3-30。

表 3-30 矿山地质环境影响现状评估分区表

区域范围	矿山地质环境影响现状评估				影响程度分级	分级别	分区面积 (km ²)	占评估区的百分率 (%)
	地质灾害影响	含水层影响与破坏	地形地貌景观影响与破坏	水土环境污染				
整个评估区范围	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻区 (III)	2.5201	100.00

(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

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

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能的地质灾害有：岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡和泥石流等，其中：预测崩塌、滑坡地质灾害危害程度严重，危险性大，对地质环境影响程度严重；预测岩溶地面塌陷、泥石流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；预测矿山开采对评估区含水层影响程度分级为严重；预测矿山开采对地形地貌景观影响程度严重；预测矿山开采对水土环境的污染程度为较轻。综合预测矿山地质环境影响程度为严重。

2、矿山地质环境影响预测分区

(1) 预测分区结果

依据矿山地质环境预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和矿山地质环境问题的分布、危险程度和受影响对象及社会经济属性等，确定判别区段影响程度的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性和半定量分析法，进行矿山地质环境影响等级分区。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）附录 C（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 3-4），对矿山地质环境影响预测评估分为三个区，矿山地质环境影响严重区（I）、较严重区（II）和较轻区（III）。严重区（I）面积 1.0836km²，占评估区面积的 42.99%，主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围；较严重区（II）面积 0.5396km²，

占评估区面积的 21.41%，主要分布于岩溶地面塌陷影响范围；较轻区（III）面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%，主要分布于评估区的其他地段。见表 3-30 及预测评估图（附图 3）。

（2）预测分区评述

1) 预测影响严重（I）区

影响严重区（I）主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围，面积 1.0836km²，占评估区面积的 42.99%；该区矿山地质环境条件复杂，预测的地质灾害主要有崩塌/滑坡、泥石流，预测崩塌/滑坡地质灾害危害程度严重，危险性大，对地质环境影响程度严重；预测泥石流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；预测对含水层影响严重，对地形地貌景观影响与破坏严重；对水土环境的污染程度较轻；对矿山地质环境影响程度分级为严重。

综合分析，预测矿山地质环境影响程度分级为严重。

2) 预测影响较严重（II）区

影响较严重区（II）主要分布于岩溶地面塌陷影响范围，面积 0.5396km²，占评估区面积的 21.41%；预测的地质灾害主要有岩溶地面塌陷、崩塌/滑坡，预测岩溶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；预测崩塌/滑坡地质灾害危害程度较轻，危险性小，对地质环境影响程度较轻；预测对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响与破坏较轻；对水土环境的污染程度较轻；对矿山地质环境影响程度分级为较严重。

综合分析，预测矿山地质环境影响程度分级为较严重。

3) 预测影响较轻（III）区

影响较轻区（III）位于评估区的其它地段，面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%；预测崩塌/滑坡潜在的危害程度较轻，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻；预测矿山建设及开采对评估区含水层影响与破坏程度较轻；对地形地貌景观影响与破坏程度较轻；对矿山开采对水土环境影响与破坏程度较轻。

综合分析，预测矿山地质环境影响程度分级为较轻。

矿山地质环境影响预测评估分区情况详见表 3-31。

表 3-31 矿山地质环境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	含水层影响与破坏	地形地貌景观影响与破坏	水土环境污染				
露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围	严重	严重	严重	较轻	严重	严重区 (I)	1.0836	42.99
岩溶地面塌陷影响范围	较严重	较轻	较轻	较轻	较严重	较严重区 (II)	0.5396	21.41
评估区的其它地段	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻区 (III)	0.8969	35.60

(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 3-32）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 3-32 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

① 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。

②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。

③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 3-32）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

1) 分区方法

①分区因素

评估区内已发及预测地质灾害的类型、规模，稳定性、危害程度、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。

②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、次重点防治区及一般防治区三个级别。

2、分区结果

根据矿山地质环境保护与恢复治理分区表（表 3-31），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，将评估区划分为重点防治区（A 区）、次重点防治区（B 区）和一般防治区（C 区）三个区（表 3-32），重点防治区（A 区）主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围，面积 1.0836km²，占评估区面积的 42.99%；次重点防治区（B 区）主要分布于岩溶地面塌陷影响范围，面积 0.5396km²，占评估区面积的 21.41%；一般防治区（C 区）主要分布于评估区的其他地段，面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%。详见表 3-33。

3、分区评述

(1) 重点防治区 (A 区)

重点防治区 (A 区) 主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围, 面积 1.0836km², 占评估区面积的 42.99%。区内地形地貌条件中等, 矿山地层岩性条件中等, 地质构造条件中等, 区域地壳稳定, 工程地质条件中等, 水文地质条件复杂; 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、土地资源的影响与破坏, 地质灾害现状弱发育。预测潜在的地质环境问题为严重; 地质环境条件复杂程度为复杂。

1) 地质环境现状影响程度

1、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, 地质灾害现状弱发育, 危险性小, 对地质环境影响程度较轻。

2、区内采矿活动对含水层影响程度为较轻; 地形地貌景观影响程度较轻, 对水土环境污染程度较轻。

2) 预测地质环境影响程度

1、预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害有: 崩塌/滑坡和泥石流等, 预测崩塌/滑坡地质灾害危害程度严重, 危险性大, 对地质环境影响程度严重; 预测泥石流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。

2、预测采矿活动对含水层影响程度为严重; 对地形地貌景观影响程度严重; 对水土环境影响程度较轻。

3、对含水层水质变化可能造成的环境水污染等矿山地质环境问题使用定点定期取样等监测措施进行监测。

4、对可能造成的岩溶地面塌陷、崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害进行监测措施, 修建拦渣坝对崩塌/滑坡、泥石流进行防治。

5、对水土环境污染, 可采用修筑排水沟、引流渠、防渗漏处理、定期取水样土样化验等措施, 防止或减少水土环境的污染。

6、对地形地貌景观破坏和土地破坏, 采用土地复垦工程措施、植树和植草等生物措施进行恢复。

(2) 次重点防治区 (B 区)

次重点防治区（B区）主要分布于岩溶地面塌陷影响范围，面积 0.5396km²，占评估区面积的 21.41%；详见表 3-32。

区内地形地貌条件中等，矿山地层岩性条件中等，地质构造条件中等，区域地壳稳定，工程地质条件中等，水文地质条件复杂；预测潜在的地质环境问题较轻；地质环境条件复杂程度为复杂。

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，地质灾害现状弱发育，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

2) 预测地质环境影响程度

1、预测的地质灾害主要有岩溶地面塌陷、崩塌/滑坡，预测岩溶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；预测崩塌/滑坡地质灾害危害程度较轻，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

2、预测对含水层、地形地貌和水土环境的影响程度均为较轻。

3、对含水层水质变化可能造成的环境水污染等矿山地质环境问题使用定点定期取样等监测措施进行监测。

4、对可能造成的崩塌、泥石流等地质灾害进行监测措施，修建拦渣坝对泥石流进行防治。

5、对水土环境污染，采用定期取水样、土样化验等措施，预防水土环境的污染。

6、对地形地貌景观破坏和土地破坏，采用土地复垦工程措施、植树和植草等生物措施进行恢复。

(3) 一般防治区（C区）

一般防治区（C区）主要分布于评估区的其它地段，面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%；详见表 3-32。

区内地形地貌条件中等，矿山地层岩性条件中等，地质构造条件中等，区域地壳稳定，工程地质条件中等，水文地质条件复杂；预测潜在的地质环境问题较轻；地质环境条件复杂程度为复杂。

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，地质灾害现状

弱发育，危险性小，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体，预测可能引发、加剧并可能遭受的地质灾害主要有自然山体及道路边坡小规模崩塌地质灾害，易治理；预测其潜在危害程度较轻，危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

2、预测对含水层、地形地貌和水土环境的影响程度均为较轻。

3、对含水层水质变化可能造成的环境水污染等矿山地质环境问题使用定点定期取样等监测措施进行监测。

4、对可能造成的崩塌、滑坡等地质灾害进行监测措施，修建拦渣坝对泥石流进行防治。

5、对水土环境污染，采用定期取水样、土样化验等措施，预防水土环境的污染。

6、对地形地貌景观破坏和土地破坏，采用土地复垦工程措施、植树和植草等生物措施进行恢复。

矿山地质环境保护与恢复治理分区具体情况详见表 3-33。

表 3-33 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	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	地质灾害影响	含水层影响	地形地貌景观影响	水土环境污染	土地损毁	影响程度分级	措施	手段	进度安排
重点防治区(A区)	露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围	1.0836	42.99	复杂	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	严重	严重	严重	较轻	严重	严重	工程措施 生物措施 监测措施	保护、恢复治理、 土地复垦	31年
次重点防治区(B区)	岩溶地面塌陷影响范围	0.5396	21.41	复杂	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施 生物措施	保护、恢复治理	31年
一般防治区(C区)	评估区的其它地段	0.8969	35.60	复杂	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施 生物措施	保护、恢复治理	31年

二、土地复垦区与复垦责任范围

1、土地复垦区

土地复垦区是由矿山开采损毁土地和永久性建设用地构成的区域。

根据前述分析可知，本矿山预测损毁土地总面积 98.41hm²，包括露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路；土地利用现状分为水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²、果园 29.9hm²、茶园 0.78hm²、其他园地 0.78hm²、乔木林地 20.79hm²、竹林地 0.32hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 0.57hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.91hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.3hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.66hm²、坑塘水面 0.9hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²；所涉及的耕地为国家利用等 5 等。因此，确定本次土地复垦区面积 98.41hm²。

2、土地复垦责任范围

土地复垦责任范围是复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。

依据上文土地损毁现状分析与预测结果，矿山开采共损毁土地面积 98.41hm²，区内无永久性建设用地，因此，确定本矿山土地复垦区责任范围面积为 98.41hm²，划分为露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路共 6 个单元，待复垦完毕后，将土地交还于土地权属人。

根据《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权挂牌出让公告》（梅市公资矿字〔2024〕第 7 号）第八款第五条“矿区及安全范围共有农房（建筑物、构筑物）约 555 栋（座），建设矿山公路约 10 公里，为推进“净矿”出让工作，解决矿区日常生活、生产经营以及确保矿区周边群众的安全问题，并为今后实现矿地和谐创造条件，采矿权竞得人需承担矿区开采范围内的土地以及受开采影响的农房搬迁、耕地占补、矿山公路、土地租金、其他费用等款项合计人民币 117211.96 万元”。耕地占补费用已纳入矿权出让资产包，本方案不在进行计算，具体的耕地占补方案、耕作层剥离再利用方案由县级人民政府及相关部门负责组织和实施。

表 3-34 矿山复垦单元与复垦责任范围

复垦责任范围	复垦单元	土地损毁面积 hm^2	现状用地类型	土地损毁程度	土地损毁方式
复垦责任范围	露天采场	89.79	水田、水浇地、旱地、果园、茶园、其他园地、乔木林地、其他林地、其他草地、工业用地、农村宅基地、公用设施用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、空闲地、设施农用地	重度	挖损、压占
	工业场地	3.24	乔木林地、竹林地、其他草地、农村宅基地、坑塘水面	重度	挖损、压占
	办公生活区	1.01	乔木林地、竹林地	中度	挖损、压占
	外运转运场	1.17	水浇地、果园、乔木林地、农村宅基地	重度	挖损、压占
	复垦用土临时堆场	2.42	果园、茶园、乔木林地、农村宅基地、坑塘水面	重度	挖损、压占
	矿区道路	0.78	水田、水浇地、果园、其他园地、乔木林地、其他林地、农村宅基地、公路用地、农村道路	中度	挖损、压占

三、土地类型与权属

1、复垦区土地利用类型

本矿山复垦区面积为 98.41hm^2 。根据平远县土地利用现状图（2023 年度），土地利用类型包括水田 32.95hm^2 、水浇地 0.57hm^2 、旱地 0.18hm^2 、果园 29.9hm^2 、茶园 0.78hm^2 、其他园地 0.78hm^2 、乔木林地 20.79hm^2 、竹林地 0.32hm^2 、其他林地 0.24hm^2 、其他草地 0.57hm^2 、工业用地 0.09hm^2 、农村宅基地 6.91hm^2 、公用设施用地 0.09hm^2 、公路用地 0.3hm^2 、城镇村道路用地 0.02hm^2 、交通服务场站用地 0.02hm^2 、农村道路 1.66hm^2 、坑塘水面 0.9hm^2 、沟渠 1.27hm^2 、空闲地 0.03hm^2 、

设施农用地 0.04hm²，所涉及的耕地为国家利用等 5 等。根据平远县国土空间总体规划图（2021—2035 年），矿区范围内未涉及永久基本农田和生态保护红线。

复垦区土地利用现状统计见表 3-35。

表 3-35 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
01	耕地	0101	水田	32.95	33.48
		0102	水浇地	0.57	0.58
		0103	旱地	0.18	0.18
02	园地	0201	果园	29.9	30.38
		0202	茶园	0.78	0.79
		0204	其他园地	0.78	0.79
03	林地	0301	乔木林地	20.79	21.13
		0302	竹林地	0.32	0.33
		0307	其他林地	0.24	0.24
04	草地	0404	其他草地	0.57	0.58
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.09
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91	7.02
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	0.09
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3	0.30
		1004	城镇村道路用地	0.02	0.02
		1005	交通服务场站用地	0.02	0.02
		1006	农村道路	1.66	1.69
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9	0.91
		1107	沟渠	1.27	1.29
12	其他土地	1201	空闲地	0.03	0.03
		1202	设施农用地	0.04	0.04
总计				98.41	100.00

2、复垦区土地权属情况

本矿山复垦区面积为 98.41hm²。复垦区土地权属涉及平远县东石镇太阳村 97.98hm²，平远县东石镇东汶村 0.43hm²，土地权属归村集体所有，权属清楚，无争议。复垦区土地利用权属表见表 3-36。

表 3-36 项目区土地现状利用权属表

土地权属		一级地类		二级地类		面积 hm ²
广东省 梅州市 平远县	东石镇 太阳村	01	耕地	0101	水田	32.95
				0102	水浇地	0.57
				0103	旱地	0.18
		02	园地	0201	果园	29.9
				0202	茶园	0.78
				0204	其他园地	0.78
		03	林地	0301	乔木林地	20.36
				0302	竹林地	0.32
				0307	其他林地	0.24
		04	草地	0404	其他草地	0.57
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09
		07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91
		08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09
		10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3
				1004	城镇村道路用地	0.02
				1005	交通服务场站用地	0.02
				1006	农村道路	1.66
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9
				1107	沟渠	1.27
	12	其他土地	1201	空闲地	0.03	
1202			设施农用地	0.04		
	东石镇 东汶村	03	林地	0301	乔木林地	0.43
总计						98.41

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) 矿山地质环境治理恢复可行性分析

根据本次现场调查、开发利用方案及收集的资料，矿山的主要地质环境问题是矿山开采可能引发的地质灾害影响、矿山开采对含水层的破坏与影响、对地形地貌景观的破坏与影响及对水土环境的破坏与影响。

1、矿山地质灾害恢复治理可行性分析

(1) 恢复治理的必要性

本次调查未发现评估区内地面塌陷、崩塌/滑坡、泥石流等地质灾害现象，地质灾害弱发育。现状地质灾害危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。

根据矿山开采现状及随着矿山的不断开采预测，采矿活动可能引发、加剧及遭受的地质灾害主要有岩溶地面塌陷、崩塌/滑坡、泥石流，预测崩塌/滑坡地质灾害危害程度为严重，危险性大，对地质环境影响程度为严重；预测岩溶地面塌陷、泥石流地质灾害危害程度为较严重，危险性中等，对地质环境影响程度为较严重；因此矿山有必要对可能产生地质灾害的区域进行恢复治理，防治地质灾害的发生造成不必要的经济损失和人员伤亡，防治给矿区附近居民带来恐惧心理和不安全感，防治给当地人民政府及相关单位造成了极大的社会压力和社会影响。

综上所述，为了确保矿区及附近居民的生命财产安全，避免地质灾害的发生所造成的经济损失，对矿山有可能发生地质灾害的区域进行工程治理是十分紧迫

和必要的。

(2) 恢复治理措施

由于通过预测分析，预测崩塌/滑坡地质灾害危害程度为严重，危险性大，对地质环境影响程度为严重；预测岩溶地面塌陷、泥石流地质灾害危害程度为较严重，危险性中等，对地质环境影响程度为较严重；恢复治理措施主要是针对矿区内可能发生崩塌、滑坡的边坡，以及对可能发生岩溶地面塌陷的区域进行定期监测，及时处理险情即可。

(3) 恢复治理的可行性

由于恢复治理措施简单，都属于常规措施，主要以监测措施为主，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) 恢复治理的必要性

矿山开采对含水层的破坏与影响主要为地下水资源枯竭、地表水漏失、区域地下水均衡破坏及含水层结构改变。含水层的破坏与影响对周边居民影响较小。地下水资源枯竭、地表水漏失会严重影响周边居民耕种作业；水质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) 恢复治理措施

含水层顶底板结构破坏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) 恢复治理的可行性

修筑排水沟、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、地形地貌景观破坏恢复治理可行性分析

(1) 恢复治理的必要性

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，露天采场、工业场地、办公生活区等都对地形地貌景观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，土地破坏性质主要有：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水土环境的污染进行防治是很有必要的。

(2) 恢复治理措施

矿区地形地貌为丘陵，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) 恢复治理的可行性

土地复垦及恢复治理措施工程量小，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

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

根据《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿矿产资源开发利用方案》（海南水文地质工程地质勘察院，2024年12月），矿山生产规模为700万吨/年（其中：熔剂用白云岩400万吨/年、粉料用大理岩140万吨/年、水泥用石灰岩矿160万吨/年），矿山在可利用矿产资源储量的范围内进行开采，矿山综合服务年限为28年。

矿山估算总投资为98461.10万元，正常年税后利润6469.01万元，总利润181132.28万元。矿山地质环境治理与土地复垦动态总投资为5807.39万元，占矿山年利润的比值较小（3.21%），因此在经济上是可行的。

三、生态环境协调性分析

（一）生态环境影响分析

1、土地破坏和水土流失

矿山生产活动中将挖损和压占一定量的土地，破坏原有的植被覆盖，使地表裸露，受风力、水力的侵蚀加剧，易发生水土流失。

2、废水污染

矿山在开采过程中会产生一定的废水，如生活污水及工业废水等，都可能造成矿区及周边的废水污染。矿山废水排放如处理不当会严重污染矿区及周边的生态环境，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。

3、固体废弃物污染

本矿山开采的剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩矿，只要分级开采即可满足生产要求，无需选矿，不设置尾矿库。但开采过程中部分表土需剥离，剥离表土运至外运转运场暂存，统一外运。故矿山无固体废弃物的堆存，对土壤环境的污染较轻。

4、诱发地质灾害

矿山开采过程中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。

5、对土壤和地下水的影响

本矿的土地损毁类型主要为土地挖损和土地压占，挖损区位于露天采场，其表层土全部损毁，有生产能力的富含腐殖质土被挖走，损毁严重；压占区位于工业场地、办公生活区和堆场，土壤承受重力，有些区域会进行工程密实，很大程度损毁了土壤的结构、通气性和含水性，对土壤的理化性质有不利影响，不利于重新栽培其他植被。

矿山采用凹陷露天开采，矿山开采对挖掘的地段的含水层的结构破坏很大，矿山开采对当地地下含水层的影响严重。

6、对溪流的影响

区内无大的地表水体，沟流亦不发育，沟谷仅在雨后形成暂时性水流。矿区西部小河自北往南流向。生产施工期间如防护不当、不及时，将不可避免有泥沙和废水排入小河，导致小河含沙量的增加，水质受污染。

7、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、水土环境污染进行预防治理。有效控制因采矿活动造成的水土环境污染、地形地貌景观破坏、含水层的破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受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。

（三）对区域耕地的影响分析

本矿山采矿活动对基本农田的影响主要体现在：未来开采活动诱发地质灾害、

地表水漏失、地下水枯竭以及矿山采矿活动对基本农田水环境、土环境造成污染等方面。

由于矿区周边基本农田分布在矿区西侧较平缓区域，预测受矿山开采引发的地质灾害影响主要为岩溶地面塌陷。根据预测，岩溶地面塌陷范围主要包含评估区中部、西部、南部的上覆地层第四系(Q)、中部的上石炭-下二叠统壶天组(C₂P_{1h})和西部的下-中二叠统栖霞组(P_{1-2q})。预测可能引发岩溶地面塌陷的范围较广，东侧、北侧至灰岩与砂岩分界线为界，西侧、南侧至评估区边界为界，圈定岩溶地面塌陷影响范围约 0.5396km²，覆盖范围包括省道 S332、村庄、水田、鱼塘、林地等（当开采标高低于基准侵蚀面时应特别注意）。

因此，预测未来采矿活动对矿区西侧基本农田的农业耕作造成一定的破坏，对地表基本农田的耕作层、土壤肥力、灌溉系统的影响较严重。具体的耕地占补方案、耕作层剥离再利用方案由县级人民政府及相关部门负责组织和实施。

第二节 矿区土地复垦可行性分析

一、复垦区土地利用现状

（一）复垦区土地利用类型

本矿山复垦区面积为 98.41hm²。根据平远县土地利用现状图（2023 年度），土地利用类型包括水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²、果园 29.9hm²、茶园 0.78hm²、其他园地 0.78hm²、乔木林地 20.79hm²、竹林地 0.32hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 0.57hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.91hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.3hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.66hm²、坑塘水面 0.9hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²，所涉及的耕地为国家利用等 5 等。根据平远县国土空间总体规划图（2021—2035 年），矿区范围内未涉及永久基本农田和生态保护红线。

复垦区土地利用现状统计见表 4-1。

表 4-1 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积的比例 %
01	耕地	0101	水田	32.95	33.48
		0102	水浇地	0.57	0.58

联系电话：13750569089（朱先生）

邮箱：344507500@qq.com

		0103	旱地	0.18	0.18
02	园地	0201	果园	29.9	30.38
		0202	茶园	0.78	0.79
		0204	其他园地	0.78	0.79
03	林地	0301	乔木林地	20.79	21.13
		0302	竹林地	0.32	0.33
		0307	其他林地	0.24	0.24
04	草地	0404	其他草地	0.57	0.58
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.09
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91	7.02
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	0.09
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3	0.30
		1004	城镇村道路用地	0.02	0.02
		1005	交通服务场站用地	0.02	0.02
		1006	农村道路	1.66	1.69
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9	0.91
		1107	沟渠	1.27	1.29
12	其他土地	1201	空闲地	0.03	0.03
		1202	设施农用地	0.04	0.04
总计				98.41	100.00

(二) 复垦区土地权属状况

本矿山复垦区面积为 98.41hm²。复垦区土地权属涉及平远县东石镇太阳村 97.98hm²，平远县东石镇东汶村 0.43hm²，土地权属归村集体所有，权属清楚，无争议。复垦区土地利用权属表见表 4-2。

表 4-2 项目区土地现状利用权属表

土地权属		一级地类		二级地类		面积 hm ²
广东省 梅州市 平远县	东石镇 太阳村	01	耕地	0101	水田	32.95
				0102	水浇地	0.57

			0103	旱地	0.18	
		02	园地	0201	果园	29.9
				0202	茶园	0.78
				0204	其他园地	0.78
		03	林地	0301	乔木林地	20.36
				0302	竹林地	0.32
				0307	其他林地	0.24
		04	草地	0404	其他草地	0.57
		06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09
		07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91
		08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09
		10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3
				1004	城镇村道路用地	0.02
				1005	交通服务场站用地	0.02
				1006	农村道路	1.66
		11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9
				1107	沟渠	1.27
		12	其他土地	1201	空闲地	0.03
				1202	设施农用地	0.04
	东石镇 东汶村	03	林地	0301	乔木林地	0.43
总计					98.41	

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《平远县国土空间总体规划（2021-2035年）》，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、土地复垦方向的初步确定

(1) 政策因素评价

根据平远县国土空间总体规划图（2021—2035年）（局部），复垦区的土地复垦工作应本着因地制宜、合理利用的原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合。为了实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展，在综合考虑到项目所在地区的实际情况，初步确定复垦方向。

(2) 自然和社会经济因素分析

项目区多年平均降雨量 1692.9mm，日最大降雨量达 178.4mm，年最高温度 38℃（1971 年 7 月 25 日），最低温度-2.3℃（1955 年 1 月 12 日），年平均气温 20.5℃。项目区典型土壤类型以山地黄壤为主，土体深厚，构型好，为本矿山的生态恢复提供了良好的条件。

(3) 公众因素分析

各级主管部门领导的意见以及矿区周边公众的意见、态度对复垦适宜性评价工作的开展具有十分重要的意义。本方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见。本次采用了多种公众参与方式，发放公众参与调查表、走访调查范围内村集体、复垦区村民。被调

查群众认为当地以林为主，对复垦方向持肯定态度。因此，本方案在充分考虑和尊重公众意愿的基础上，结合当地的实际，按照占补平衡原则，确定复垦方向。

5、适宜性评价

根据矿山土地损毁预测与评估，矿山损毁土地总面积为 98.41hm²，确定复垦责任范围为 98.41hm²，划分为露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路共 6 个单元，土地复垦区面积为 98.41hm²，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，划分为露天采场（+225m 以上）、露天采场（+225m 以下）、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路共 7 个单元，详见表 4-3。

表 4-3 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
露天采场 (+225m 以上)	18.53	挖损、压占	重度	水田、水浇地、旱地、果园、茶园、其他园地、乔木林地、其他林地、其他草地、工业用地、农村宅基地、公用设施用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、设施农用地
露天采场 (+225m 以下)	71.26	挖损、压占	重度	水田、果园、茶园、其他园地、乔木林地、农村宅基地、公路用地、农村道路、坑塘水

				面、沟渠、空闲地、设施农用地
工业场地	3.24	挖损、压占	重度	乔木林地、竹林地、其他草地、农村宅基地、坑塘水面
办公生活区	1.01	挖损、压占	中度	乔木林地、竹林地
外运转运场	1.17	挖损、压占	重度	水浇地、果园、乔木林地、农村宅基地
复垦用土临时堆场	2.42	挖损、压占	重度	果园、茶园、乔木林地、农村宅基地、坑塘水面
矿区道路	0.78	挖损、压占	中度	水田、水浇地、果园、其他园地、乔木林地、其他林地、农村宅基地、公路用地、农村道路
合计	98.41	挖损、压占	中度~重度	水田、水浇地、旱地、果园、茶园、其他园地、乔木林地、竹林地、其他林地、其他草地、工业用地、农村宅基地、公用设施用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、空闲地、设施农用地

(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：

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

式中： G_i -i 地块综合质量指数， P_{ij} -i 块 j 评价因子的权重， X_{ij} -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：

4-4 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

4-5 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

4-6 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

4-7 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	-

表 4-8 矿区土地复垦适宜性评价得分表

评价单元	宜耕地				宜林地				宜草地			
	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
露天采场 (+225m 以上)	损毁程度	0.25	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100
	坡度(°)	0.3	>25	0	坡度(°)	0.3	>25	100	坡度(°)	0.25	>35	100
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	一般	200	排水条件	0.2	一般	200
	灌排水条件	0.1	一般	200	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
	土地适宜类型	60 (IV不适宜)			土地适宜类型	115 (III基本适宜)			土地适宜类型	120 (III基本适宜)		
露天采场 (+225m 以下)	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
	损毁程度	0.25	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100
	坡度(°)	0.3	>25	0	坡度(°)	0.3	>25	100	坡度(°)	0.25	>35	100
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	差	100	排水条件	0.2	差	100
	灌排水条件	0.1	内涝	0	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
土地适宜类型	40 (IV不适宜)			土地适宜类型	100 (III基本适宜)			土地适宜类型	100 (III基本适宜)			
工业场地	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
	损毁程度	0.25	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100
	坡度(°)	0.3	2~6	300	坡度(°)	0.3	<10	300	坡度(°)	0.25	<15	300
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	一般	200	排水条件	0.2	一般	200
	灌排水条件	0.1	一般	200	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
土地适宜类型	150 (IV不适宜)			土地适宜类型	175 (II适宜)			土地适宜类型	170 (II适宜)			
办公生活 区	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
	损毁程度	0.25	中度	200	损毁程度	0.3	中度	200	损毁程度	0.3	中度	200
	坡度(°)	0.3	2~6	300	坡度(°)	0.3	<10	300	坡度(°)	0.25	<15	300
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	一般	200	排水条件	0.2	一般	200
	灌排水条件	0.1	一般	200	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
土地适宜类型	175 (IV不适宜)			土地适宜类型	205 (II适宜)			土地适宜类型	200 (II适宜)			
外运转运 场	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
	损毁程度	0.25	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100
	坡度(°)	0.3	≥25	0	坡度(°)	0.3	>25	100	坡度(°)	0.25	>35	100
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	一般	200	排水条件	0.2	一般	200
	灌排水条件	0.1	一般	200	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
土地适宜类型	60 (IV不适宜)			土地适宜类型	115 (III基本适宜)			土地适宜类型	120 (III基本适宜)			

表 4-8 矿区土地复垦适宜性评价得分表（续表）

评价单元	宜耕地				宜林地				宜草地			
	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
复垦用土临时堆场	损毁程度	0.25	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100	损毁程度	0.3	重度	100
	坡度(°)	0.3	≥25	0	坡度(°)	0.3	>25	100	坡度(°)	0.25	>35	100
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	一般	200	排水条件	0.2	一般	200
	灌排水条件	0.1	一般	200	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
	土地适宜类型	60 (IV不适宜)			土地适宜类型	115 (III基本适宜)			土地适宜类型	120 (III基本适宜)		
矿区道路	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分	评价因子	权重	等级	等级分
	损毁程度	0.25	中度	200	损毁程度	0.3	中度	200	损毁程度	0.3	中度	200
	坡度(°)	0.3	2~6	300	坡度(°)	0.3	<10	300	坡度(°)	0.25	<15	300
	耕作半径	0.15	≥5km	100	排水条件	0.15	一般	200	排水条件	0.2	一般	200
	灌排水条件	0.1	一般	200	有效土层厚度 cm	0.25	<20	100	有效土层厚度 cm	0.25	<10	100
	有效土层厚度 cm	0.2	≤15	0								
土地适宜类型	175 (IV不适宜)			土地适宜类型	205 (II适宜)			土地适宜类型	200 (II适宜)			

(4) 评价结果

土地适宜性等级评定表表明：项目区损毁土地各单元中，其中露天采场（+225m 以上）、露天采场（+225m 以下）、外运转运场、复垦用土临时堆场 4 个单元评价结果为：不适宜复垦为耕地、基本适宜复垦为林地、草地；工业场地、办公生活区、矿区道路 3 个单元评价结果为：不适宜复垦为耕地、适宜复垦为林地、草地。

根据平远县国土空间总体规划图（2021—2035 年），露天采场（+225m 以上）、露天采场（+225m 以下）单元规划用地为采矿用地、农村宅基地；外运转运场单元规划用地为农村宅基地、园地、林地；复垦用土临时堆场单元规划用地为农村宅基地、园地、林地、坑塘水面；工业场地单元规划用地为农村宅基地、林地、草地、坑塘水面；办公生活区单元规划用地为林地；矿区道路单元规划用地为耕地、农村宅基地、农业建设设施用地、园地、林地、沟渠、公路用地。

闭合圈+225m 以下露天采坑考虑保留为坑塘水面，具体分析如下：

1) 矿山开采为山坡转凹陷露天开采：根据因地制宜的原则，开采后采坑底板标高为 0m，与闭合圈平台形成 225m 的高程差，矿山开采完毕露天采场闭合圈+225m 以下台阶形成 71.26hm²的凹陷采坑。

2) 矿山开采损毁耕地 33.7hm²（其中水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²）零散分布于露天采场内，所涉及的耕地为国家利用等 5 等。开采后形成裸露台阶平台、边坡和底场，普遍坡度在 45° ~65°，无法在原来的平面空间位置上进行复垦耕地。根据《广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿采矿权挂牌出让公告》（梅市公资矿字〔2024〕第 7 号）第八款第五条“矿区及安全范围共有农房（建筑物、构筑物）约 555 栋（座），建设矿山公路约 10 公里，为推进“净矿”出让工作，解决矿区日常生活、生产经营以及确保矿区周边群众的安全问题，并为今后实现矿地和谐创造条件，采矿权竞得人需承担矿区开采范围内的土地以及受开采影响的农房搬迁、耕地占补、矿山公路、土地租金、其他费用等款项合计人民币 117211.96 万元”。耕地占补费用已纳入矿权出让资产包，本方案不在进行计算，具体的耕地占补方案、耕作层剥离再利用方案由县级人民政府及相关部门负责组织和实施。

3) 复垦资金问题：由于复垦的资金来源为企业自筹，以销售矿石部分利润支付土地复垦费用。如果将凹陷露天采坑回填复垦为林地，回填需要土方量非常

大，外购土方费用大，加重企业复垦工作的负担。

4) 改善当地灌溉条件：保留为坑塘水面的复垦单元将加强周边安全防护、警示措施，充分利用坑塘的有利条件，不但能改善周边自然生态环境，改善当地灌溉条件，还能产生一定的经济效益。

5) 露天采场+225m 以下保留为坑塘水面的可行性分析

根据平远县气象站资料统计，项目区多年平均降雨量 1692.9mm，日最大降雨量达 178.4mm，年最高温度 38℃（1971 年 7 月 25 日），最低温度-2.3℃（1955 年 1 月 12 日），年平均气温 20.5℃。

矿山闭坑后，采场上口汇水面积以 71.26hm² 计算，采场上口在日最大降雨量为 178.4mm 的情况下，90%自然降雨汇入 0m 坑底平台。

根据矿山储量核实报告的计算，终采 0m 水平的矿坑涌水量平均值为 15872 (m³/d)，最大值为 593659 (m³/d)。4~9 月为雨季，占全年降雨量 80%以上。

矿坑按正常涌水量，则 10 月~次年 3 月的半年期间正常涌水量为 15872 (m³/d) ×182 天×90%=2599833.6 (m³/a)。

4~9 月为雨季，占全年降雨量 80%以上。矿坑按最大涌水量，则 4~9 月的半年期间最大涌水量为 593659 (m³/d) ×183 天×90%=97775637.3 (m³/a)。

矿山闭坑后，按采场上口汇水面积为 71.26hm² 计算，多年平均降雨量 1692.9mm 计算，采场上口平均降雨年份时聚水量为：

$$Q=712578 \times 0.16929 = 120632 \text{ (m}^3/\text{a)}$$

全年 0m 矿坑正常涌水量半年期间的聚水量为 2599833.6 (m³/a)；矿坑最大涌水量半年期间的聚水量 97775637.3 (m³/a)；年平均降雨量的聚水量 120632 (m³/a)。坑底平台总容水量 = 2599833.6 + 97775637.3 + 120632 = 100496102.9 (m³/a)，坑底平台标高为 0m，预测年平均水深约 221.25m。

根据平远县多年平均蒸发量为 1466.2mm，坑底平台年蒸发量按平均蒸发量 1466.2mm 计，平均水位面积 69.3943hm²，蒸发量为 101745.92 (m³/a)，平均水深降低 1.54m，年最大平均水深将保持 219.71m。

根据露天采场+225m 以下保留为坑塘水面的可行性分析，充分征求矿山业主与土地权属人意见，将+225m 以下的采矿平台与坑底平台 71.26hm² 保留为坑塘水面是可行的。

6) 坑塘水面的安全预防措施

制定坑塘水面应急预案：制定科学、实用的水域安全事故应急预案，明确应急组织、应急程序、应急措施等，确保在发生安全事故时能够迅速应对。

设置警示标志和防护设施：在坑塘周边设置警示标志、防护栏、救生设备等，提高水域安全防护能力。

因此，露天采场+225m以上单元为山坡式露天开采，考虑复垦方向为乔木林地；露天采场+225m以下单元为凹陷式露天开采，考虑保留为坑塘水面；工业场地、办公生活区、矿区道路单元现状地类主要为林地，考虑复垦方向为乔木林地；外运转运场、复垦用土临时堆场单元现状地类主要为园地，确定复垦方向为果园。

结合实地情况和现场调查以及土地权属人意见，按照占补平衡原则，确定本项目复垦后的土地利用方向为果园和乔木林地（表 4-9），复垦果园 3.59hm²、复垦乔木林地 23.56hm²、保留坑塘水面 71.26hm²。

表 4-9 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
露天采场（+225m 以上）	18.53	水田、水浇地、旱地、果园、茶园、其他园地、乔木林地、其他林地、其他草地、工业用地、农村宅基地、公用设施用地、公路用地、城镇村道路用地、交通服务场站用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、设施农用地	乔木林地
露天采场（+225m 以下）	71.26	水田、果园、茶园、其他园地、乔木林地、农村宅基地、公路用地、农村道路、坑塘水面、沟渠、空闲地、设施农用地	保留坑塘水面
工业场地	3.24	乔木林地、竹林地、其他草地、农村宅基地、坑塘水面	乔木林地
办公生活区	1.01	乔木林地、竹林地	乔木林地
外运转运场	1.17	水浇地、果园、乔木林地、农村宅基地	果园
复垦用土临时堆场	2.42	果园、茶园、乔木林地、农村宅基地、坑塘水面	果园
矿区道路	0.78	水田、水浇地、果园、其他园地、乔木林地、其他林地、农村宅基地、公路用地、农村道路	乔木林地

表 4-10 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积 (hm ²)		增减
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
01	耕地	0101	水田	32.95	0.00	-32.95
		0102	水浇地	0.57	0.00	-0.57
		0103	旱地	0.18	0.00	-0.18
02	园地	0201	果园	29.9	3.59	-26.31
		0202	茶园	0.78	0.00	-0.78
		0204	其他园地	0.78	0.00	-0.78
03	林地	0301	乔木林地	20.79	23.56	+2.77
		0302	竹林地	0.32	0.00	-0.32
		0307	其他林地	0.24	0.00	-0.24
04	草地	0404	其他草地	0.57	0.00	-0.57
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.00	-0.09
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91	0.00	-6.91
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	0.00	-0.09
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3	0.00	-0.3
		1004	城镇村道路用地	0.02	0.00	-0.02
		1005	交通服务场站用地	0.02	0.00	-0.02
		1006	农村道路	1.66	0.00	-1.66
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9	71.26	+70.36
		1107	沟渠	1.27	0.00	-1.27
12	其他土地	1201	空闲地	0.03	0.00	-0.03
		1202	设施农用地	0.04	0.00	-0.04

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露天采场(+225m 以上)、露天采场(+225m 以下)、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路共 7 个单元,复垦后的利用方向包括果园、乔木林地,复垦果园 3.59hm²、复垦乔木林地 23.56hm²、保留坑塘水面 71.26hm²。

(1) 需水量计算

按照当地调查，复垦后每公顷果园需浇水六次，每公顷林地需浇水三次，待稳定后靠自然降水。故管护期间年需水： $60\text{m}^3/\text{次}\cdot\text{hm}^2\times 6\text{次}/\text{年}\times 3.59\text{hm}^2+60\text{m}^3/\text{次}\cdot\text{hm}^2\times 6\text{次}/\text{年}\times 23.56\text{hm}^2=9774\text{m}^3$ 。

(2) 可供量计算

高位水池年供水量：植树前期可从高位水池引水进行灌溉，高位水池储蓄的水由矿区排水沟、下游沉淀池储水或水沟抽取。根据《开发利用方案》，矿山高位水池属矿山建设工程，矿区终了采场 6 号拐点处设置采场生产及消防高位水池，容量为 200m^3 。

矿区年供水量：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—一年供水量（ m^3/a ）；

F—汇水面积（ m^2 ），面积为 15630m^2 ；

H—历年年均降雨量 1692.9mm ；

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 —水利用系数取 0.6。

代入上式计算得年均供水量约 12700m^3 。

根据以上供水量和需水量的计算，年需水量（ 9774m^3 ）< 供水量（ 12700m^3 ），土地复垦治理及养护需用水，水源从高位水池引用。因此，建议矿山闭坑时应保留高位水池及管路，为矿山土地复垦供给水源。根据供水量和需水量的计算，水资源可满足灌溉要求。

2、表土资源平衡分析

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

为了后期矿山复垦储备足够的腐殖质层，设计将露天采场、工业场地、办公生活区和外运转运场剥离 0.5m 的腐殖质层约 $29.99\text{万}\text{m}^3$ 储备于复垦用土临时堆

场。表土剥离工程属于矿山生产建设内容，因此归入矿山生产成本，不列入本方案复垦工程。表土保护工程见矿区土地复垦章节。

在矿产资源开采过程中，同步进行剥离和复垦工作，以确保土地资源的可持续利用和生态环境的保护。在开采过程中，应注重对土地的剥离工作。剥离是指将开采过程中产生的剥离物进行有序堆放，以便后续进行复垦利用。其次，开采后的台阶应及时进行复垦。复垦工作包括土地平整、土壤改良、植被恢复等多个环节。通过边采边剥边覆，实现矿产资源的合理开发利用与生态环境保护的双赢目标。

表 4-11 表土剥离工程量表

剥离单元	剥离面积 (hm^2)	剥离厚度 (m)	剥离表土量(万 m^3)
露天采场（扣除矿区范围内村庄民房、道路和裸露区域）	54.56	0.5	27.28
工业场地	3.24	0.5	1.62
办公生活区	1.01	0.5	0.51
外运转运场	1.17	0.5	0.58
合计			29.99

因此，预估本矿山复垦供土量为 29.99 万 m^3 。

(2) 需土量计算

根据工程设计，综合考虑到供土量，确定露天采场（+225m 以上）区域的覆土厚度为 80cm；露天采场（+225m 以下）、工业场地、办公生活区、外运转运场区域的覆土厚度为 50cm；计算矿山后续复垦共需土量约 23.86 万 m^3 ，覆土来源为复垦用土临时堆场堆存的表土。

表 4-12 表土回填工程量表

复垦单元	覆土面积 (hm^2)	回填厚度 (m)	回填表土量(万 m^3)
露天采场（+225m 以上）	9.1440	0.8	7.32
露天采场（+225m 以下）	27.6636	0.5	13.83
工业场地	3.24	0.5	1.62
办公生活区	1.01	0.5	0.51
外运转运场	1.17	0.5	0.58
合计			23.86

(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（23.86 万 m³）< 供土量（29.99 万 m³），通过以上分析，矿区供土量能满足矿山复垦用土。

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、土地复垦质量控制标准

复垦区位于广东省梅州市平远县东石镇太阳村，属东南沿海山地丘陵区，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，具体复垦工程标准如下。

(1) 园地(果园)复垦质量控制标准：

①地面坡度宜小于 25°；

②土壤质量有效土层厚度≥30cm；土壤具有较好的肥力，土壤容重≤1.5g/cm³；土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量≤15%；pH 值为 5.5~8.0；有机质≥1%；

③配套设施(包括灌溉、排水、道路等)应满足《灌溉与排水工程设计规范》(GB50288)等标准以及当地同行业工程建设标准要求，有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453)要求；

④3-5 年后，复垦区单位面积产量，达到周边地区同土地利用类型中等产量

水平，果实中有害成份含量符合《粮食卫生标准》(GB2715)；

⑤选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，当地主要种植沙田柚，栽植株行距 3.0m×3.0m，要求种植果苗时选择 2 年生苗木，管护期 3 年。

(2) 林地（乔木林地）复垦质量控制标准：

①地面坡度 $\leq 25^\circ$ ；

②有效土层厚度大于 30cm，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂质壤土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 25\%$ ；pH 值在 5.0~8.0 之间；有机质含量 $\geq 1.0\%$ ；

③配套设施（道路）等达到当地各行业工程建设标准要求。

④3~5 年后，植树成活率 85%以上，林地郁闭度 $\geq 35\%$ ，定植密度满足《造林作业设计规程》(LY/T1607) 要求。

⑤选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，可选择平远县本土耐干旱、贫瘠、耐寒的当地宜栽种的本土先锋植物作为主要的种植树种，如：黑木相思、红锥、木荷、湿地松、落羽杉，栽植株行距 2.5m×2.5m。要求种植树苗时选择 2 年生苗木，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上，管护期 3 年。

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

一、矿山地质灾害预防措施

1、基本要求

制定矿山地质环境保护与恢复治理措施应遵循以下基本原则；

- (1) 预防为主，防治结合的原则；
- (2) 在开发中保护，在保护中开发的原则，边开采，边治理的原则；
- (3) 统筹部署，边开采、边治理原则；
- (4) 依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山。

2、基本规定

(1) 矿山地质环境防治工程应与《开发利用方案》及相应的《水土保持方案》紧密衔接。

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

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

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

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

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

二、矿山地质环境保护

1、保护原则

(1) 矿业开发应贯彻矿产资源开发与环境保护并重，以防为主，保护优先的原则。

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

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

2、保护对象

(1) 矿山影响范围内的水资源、地形地貌景观、地质遗迹资源以及土地资源等。

(2) 矿业活动引发的崩塌、滑坡等地质灾害危害的对象。

3、预防措施

(1) 崩塌/滑坡、泥石流的预防措施

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

2) 对露天采场及堆场边坡，尤其是露天采场边坡，可采取降低台阶高度、减缓台阶坡面角等措施，最大限度降低发生的地质灾害的可能性；

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

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

5) 在堆场区域周边构筑截水、警示、拦挡等工程，进行地质灾害、水文、生态恢复等监测。

(2) 水资源的预防措施

矿区主要为露天开采，开采层位位于地下水位以上，对含水层结构改变影响较轻。

主要采取监测措施进行长期监控，监测水质变化情况，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。严格按设计进行开采，尽量少破坏地表植被，保持水土。

（3）矿区地形地貌景观的破坏预防措施

- 1) 优化开采方案尽量避免或少占用破坏耕地；
- 2) 合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少土地资源的占用和破坏；
- 3) 边开采边治理，及时恢复植被；
- 4) 在矿山的开采过程中应对矿山开采范围监测，避免矿山超设计、超范围的开采，避免增大地形地貌景观破坏，自然资源部门定期对矿山进行检查、测量。

（4）水土环境污染预防措施

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

三、土地复垦预防控制措施

- 1) 对露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路等土地资源破坏区域，结合破坏的土地类型，同时调查矿山周边的社会经济状况，提出土地资源复垦方案；
- 2) 在对矿区内的生态环境进行充分调查的基础上，建立矿区的水文、地质、土壤和动植物等生态环境和人文环境基础状况数据库；
- 3) 按照方案要求，对土地资源进行治理和恢复；
- 4) 根据方案预算费用按时缴纳治理费用，并用于土地复垦相关工程。

四、技术措施

1、矿山地质环境保护技术措施

- ①在存在崩塌/滑坡隐患的区域采矿，要消除隐患或采取避让措施；
- ②露天矿山开采应根据岩土层结构、构造条件，选择合理的坡角范围，必要时应采取加固措施或修筑拦挡、排水、防水工程。

（1）重点防治区的保护工程

较好，不需要机械排水，山坡露天采场场内汇水则采用设置在清扫平台的排水沟将汇水排出采场。

根据采场地形条件，设计在矿区外围设置截水沟。1号拐点至1号拐点及2号拐点中部最高处设置1#截水沟，水流方向为最高点至1号拐点，汇水进入1#沉砂池沉淀后外排；1号拐点及2号拐点中部最高处至2号拐点为2#截水沟，汇水从中部流至+258m排水沟后外排；3号拐点至4号拐点为3#截水沟，汇水从4号拐点附近流至+258m排水沟后外排；4号拐点及5号拐点中部最高处至4号拐点为4#截水沟，汇水从4号拐点附近流至+258m排水沟后外排；6#、7#、8#截水沟布置于5号拐点至7号拐点之间，汇水沿低点连接至+252平台排水沟或7号拐点附近沉淀池后排出；9#、10#截水沟布置于7号拐点至12号拐点之间，汇水沿低点连接至+252平台排水沟后排出；11#、12#截水沟布置于12号拐点至14号拐点之间，汇水沿低点连接至+252平台排水沟后排出；13#~17#截水沟在14号拐点至19号拐点之间，沿着矿区范围外围布置，汇水沿低点连接至+252平台排水沟后排出；18#截水沟从20号拐点沿着矿区范围外布置至生产水池。

排水沟在矿山主体工程中涉及，具体断面尺寸以开采设计为准。

④截排水沟设计

截水沟主要技术参数有以下几点：

(1) 水力坡度不小于3‰。

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

(3) 由高到低随汇水增加扩大截水沟过水断面。

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

(5) 冲击泄流部位要设置缓冲池（消能池）。

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

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

式中： Q_p —洪峰流量， m^3/s ；

C_2 —系数，随频率不同而不同，50年一遇（频率=2%）， $C_2=0.05$ ；

H_{24P} —设计暴雨强度，mm；

$$H_{24P} = H_{24} \times K_P = 109.6 \times 2.18 = 239 \text{mm}$$

H_{24P} —一年最大 24 小时点雨量均值，mm，根据《广东省年最大 24 小时点雨量均值等值线图》，平远县及其附近地区年最大 24 小时点雨量均值为 109.6mm；

K_P —横比系数，根据《广东省年最大 24 小时点雨量变差系数等值线图（ $C_S/C_V = 3.5$ ）》，平远县及其附近地区 $C_V = 0.5$ ，查取皮尔逊 III 型频率曲线的横比系数 K_P 值表（ $C_S = 3.5 C_V$ ），50 年一遇（频率=2%）， $K_P = 2.18$ ；

F—汇水面积， km^2 。

表 5-1 截排水沟断面尺寸计算表

水沟名称	汇水面积		设计暴雨强度	C ₂	计算洪	平均	计算过水	溢满	最小断	上宽 a	下宽 b	高 h	设计断
					峰流量	流速	断面积	系数	面积				面积
	m ²	km ²	mm		m ³ /s	m/s	m ²		m ²	m	m	m	m ²
1#截排水水沟	2732	0.003	239	0.05	0.08	1.5	0.06	0.8	0.07	0.5	0.3	0.3	0.12
2#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
3#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
4#截排水水沟	1702	0.002	239	0.05	0.06	1.5	0.04	0.8	0.05	0.5	0.3	0.3	0.12
5#截排水水沟	2553	0.003	239	0.05	0.08	1.5	0.05	0.8	0.07	0.5	0.3	0.3	0.12
6#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
7#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
8#截排水水沟	23767	0.024	239	0.05	0.52	1.5	0.34	0.8	0.43	1	0.6	0.6	0.48
9#截排水水沟	23767	0.024	239	0.05	0.52	1.5	0.34	0.8	0.43	1	0.6	0.6	0.48
10#截排水水沟	3476	0.003	239	0.05	0.10	1.5	0.07	0.8	0.09	0.5	0.3	0.3	0.12
11#截排水水沟	2844	0.003	239	0.05	0.09	1.5	0.06	0.8	0.07	0.5	0.3	0.3	0.12
12#截排水水沟	4929	0.005	239	0.05	0.14	1.5	0.09	0.8	0.11	0.5	0.3	0.3	0.12
13#截排水水沟	4500	0.005	239	0.05	0.13	1.5	0.09	0.8	0.11	0.5	0.3	0.3	0.12
14#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
15#截排水水沟										0.5	0.3	0.3	0.12
252m 平台排水沟	91000	0.091	239	0.05	0.80	1.5	0.53	0.8	0.66	1	0.8	0.8	0.72
其他平台排水沟										0.5	0.5	0.5	0.25
坑底排水沟										0.5	0.5	0.5	0.25

说明：截排水沟的过水断面适应了矿区的洪峰流量，截排水沟的泄洪对下游设施的安全不构成妨害。

⑤沉砂池工程

开发利用方案共设 2 座沉砂池。采用沉入式开挖方式设计的三级沉砂池，混凝土浇筑形成，矿山需派人对其进行经常检查、维护，发现问题及时处理。

⑥拦渣坝工程

开发利用方案在复垦用土临时堆场下游设计 2 座拦渣坝，拦渣坝采用碾压土石坝，坝外坡度 1:2，内坡度 1:1.5：1#拦渣坝坝顶标高为+240m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 70m；2#拦渣坝坝顶标高为+250m，坝高 5m，顶宽 5m，坝长仅约 55m。临时堆场堆填 3 个台阶，台阶高度均为 10m，堆积总高度为 30m，台阶坡面角为 40°，平台宽度 5m，终了帮坡角为 35°。拦渣坝在矿山主体工程中涉及，具体断面尺寸以开采设计为准。

堆场基底的稳定性是预防滑坡的先决条件。一般可采取的措施有：为增加堆场的稳定性，需要对堆场平缓地带进行平整处理，使堆场基面表层形成凹凸不平的抗滑面；拦截或疏导外部地表水不使其进入堆场，防止基底表面形成大量潜流产生较大的动水压力冲刷基底。

⑦护栏工程

闭合圈+225m 下部凹陷采坑留设为坑塘水面，为保证安全，防止人、畜跌落水塘发生淹溺事故，沿闭合圈外围安装铁丝网防护栏。铁丝网护栏采用低碳钢丝编织焊接而成，采用喷塑防腐形式，护栏高度 2.5m。安装铁丝网护栏工程量=闭合圈平台长度×护栏高度=3600×2.5=9000m²。

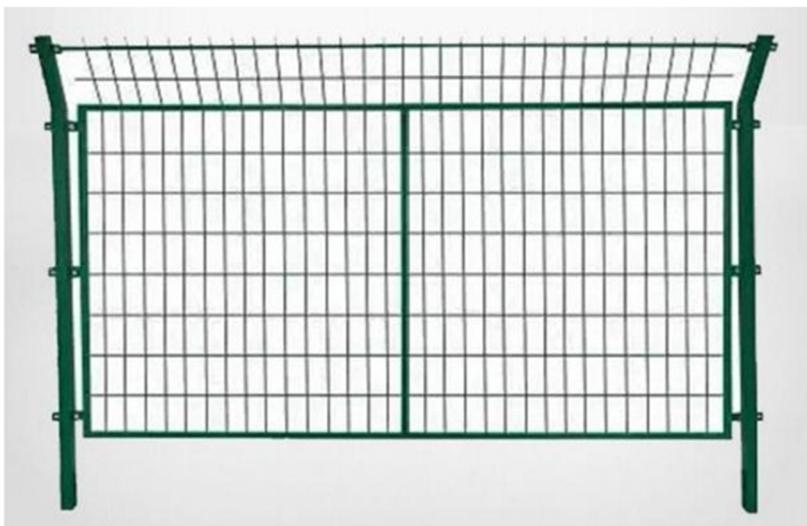


图 5-7 护栏示意图

2) 泥石流治理工程设计

泥石流为山区特有的一种突发性的地质灾害，形成泥石流的三个要件：大量失稳的松散固体物源、充足的水源条件和特定的地貌条件。预测发生的可能性中等，潜在的危害性较轻、危险性小，对矿山地质环境影响程度较轻。采取拦挡泥砂，截引地表水，固化泥石流物源。本评估区内泥石流预测区域主要为外运转运场、复垦用土临时堆场。

针对堆场泥石流的预防措施一般有：

①禁止在建筑物或排水沟上坡方向进行堆积储存。

②对堆场进行压实处理。

③清理剥临时堆场坡面悬石，对大于 35° 坡面进行安全整治削坡处理，保证临时堆场坡面不大于 35° 。同时在堆场拦渣坝下游（约 2 倍堆土总高度）设置围墙（栅栏），并在醒目位置设置“滚石危险，禁止入内”警示标志，避免无关人员进入该区域。

④按设计要求修筑堆场境外截、排水沟和场内排水沟。

⑤加强雨季检查工作，应及时疏导塞堵的堆场排水设施。

⑥暴雨季节防止水土流失的应急方案是防水塑膜覆盖。

（2）次重点防治区的保护工程

对岩溶地面塌陷的预防，采取以工程措施、监测措施为主（具体监测工程详见“本章监测工程”的叙述）。

1) 岩溶地面塌陷治理工程设计

①探放水工程

矿区西部溶洞裂隙水可通过北西向岩溶带侧向径流补给矿坑水，从而引起区域地下水水位下降，进而诱发地面塌陷。开采前建议做好矿区西侧的防治水工作，以防大量涌水及地面塌陷。

探放水设计：为了达到“安全第一，预防为主”的目的，应坚持“预测预报、有掘必探、先探后掘、先治后采”的原则，实施“物探先行、钻探验证、化探跟进”的三位一体探放水体系。

钻孔探查：通过钻孔探查岩溶裂隙水的分布情况，确定含水层的具体位置和水量大小。钻孔的深度和密度应根据地质勘探结果确定，确保能够全面覆盖目标区域。

具体依照实际情况进行设计，费用列入矿山生产成本。

②注浆堵水措施

注浆堵水法适用于各种含水岩层和裂隙的治理，尤其在水文地质条件复杂、水流强劲的岩溶地区。能够有效封堵水源，加固地层，减少水害事故的发生。

注浆材料选择：常用的注浆材料包括水泥浆和化学浆。水泥浆具有较高的强度和稳定性，适用于大多数工程；化学浆则具有更好的适应性和流动性，适用于复杂地质条件。

注浆工艺：注浆工艺包括前期准备、注浆孔钻进、注浆杆安装、注浆材料搅拌、注浆操作、固化和固结等阶段。具体操作时需确保注浆材料的粘度和适应性，以防止被水冲走并形成稳定的注浆体。

施工设备：注浆堵水所需的设备包括钻孔设备、注浆材料混合搅拌设备、注浆杆等。设备的选择和配置根据具体的施工要求进行。

具体依照实际情况进行设计，费用列入矿山生产成本。

③应急治理方案

编制应急预案：进行全区范围内的地质勘察，特别是针对岩溶塌陷类地质灾害易发区，要摸清其分布情况，为后续的防治工作提供基础数据。

启动应急预案：根据事先制定的应急预案，迅速组织救援力量，对塌陷区域进行封锁和警戒，防止人员伤亡和财产损失。

开展应急抢险：组织专业队伍对塌陷区域进行抢险救援，包括疏散人员、抢救物资、封堵塌陷口等。

加强监测与预警：在应急抢险的同时，加强对周边区域的监测和预警，及时发现并处理潜在的塌陷风险，防止灾害的进一步扩大。

2、土地复垦预防技术措施

(1) 矿区周边基本农田农业耕作保障措施

1) 规范矿山开采：严格按照《开发利用方案》要求进行采矿活动。

2) 灌溉用水保障：对原有的灌溉渠道进行定期的检查、维修，保障基本农田灌溉水源充足。

3) 定期巡查：矿山应成立专人巡查组，确定科学、合理的巡查计划和路线，定期对矿区范围内的基本农田进行巡查，发现隐患、问题及时解决。

4) 制定合理科学的方案，对矿山废水进行处理，经检测水质合格后排放。

5) 应急预案：若基本农田出现局部变化并影响耕作，立即投入资金采取复耕措施，确保基本农田的农业耕作不受影响。

(2) 控制对土地资源的占用破坏

1) 充分利用已有土地资源，做到布局合理、紧凑，不浪费土地资源；

2) 是尽量少用临时堆放措施，矿山采购的物资材料，要根据进度安排合理进货数量，合理安排堆放场地；同时，对采出矿石的分堆分存处理，要合理安排场地，能尽快处理的要及时处理；

3) 是合理安排矿山道路的修筑，尽量减少临时道路的修建，能不修临时道路的要尽量避免修建。

(3) 采矿活动控制

预防控制措施执行“统一规划、源头控制、防复结合”的原则。

在采矿活动过程中，依据采取各种防护措施，如表层土剥离防护以减少水土流失，在施工结束后立即对破坏的土地进行整治，恢复原利用功能。这些预防管理措施，对于减少工程建设造成的土地破坏具有重要意义。主要的预防控制措施有：

1) 基础建设使用的沙石、水泥，应使用不透水的蛇皮布或其它雨布或钢板隔垫，防止沙石、水泥散落进入土壤从而影响复垦；

2) 施工机械应维护良好、防止渗油，施工机械放置场地应采取隔垫措施防止渗油进入土壤从而污染土壤；

3) 场地施工时先确定施工场地的边界，施工时严格控制施工范围，保证在划定的边界范围内，进而减少施工过程中的临时占地，减少土地的扰动破坏。

五、主要工程量

根据对矿山地质环境保护与土地复垦预防工程的设计，进行主要工程量估算，其中警示牌、截排水沟、沉砂池、拦挡坝等已在矿山主体工程中涉及，具体断面尺寸以开采设计为准，本方案不再重复统计工程量。

表 5-2 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量说明表

防治分区		防治措施	单位	工程量
重点防治区 (A)	护栏工程	护栏	m	3600

第二节 矿山地质灾害治理

一、目标任务

1、目标

- (1) 评估区内地质灾害得到有效防治，治理率达到 100%；
- (2) 评估区内不存在地质灾害的隐患，减少经济损失，避免人员伤亡。

2、任务

- (1) 受破坏的地质环境得到有效恢复，恢复率达到 100%；
- (2) 矿山闭坑后矿山地质环境与周边生态环境相协调，达到与区位条件相适应的环境功能。

二、工程设计

1、崩塌/滑坡治理工程设计

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

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

2、岩溶地面塌陷治理工程设计

根据前文第三章第二节矿山地质灾害现状分析与预测，矿区内可能发生岩溶地面塌陷的可能性中等，潜在的危害程度较严重，危险性中等，矿山设计开采标高位于当地侵蚀面以下，坑道疏干排水必然会引起地下水位的下降，地下水位下降形成降落漏斗，整个区域都有可能由于地下开采抽排水引发岩溶地面塌陷，随着矿山的不断开采岩溶地面塌陷所带来的安全问题将日趋加重。

由于可能发生岩溶地面塌陷的范围较大，具体发生塌陷的位置和规模难以确定，可采用以下防治方案：

- (1) 在进出及易进出岩溶塌陷区域的通道旁树立“警示牌”；
- (2) 在岩溶塌陷区域上方地表合理布置监测点；

(3) 安排人员定时巡查，每月做一次巡查，雨季后加强巡查；监测和巡查期间，发现一处及时回填一处，以防治塌陷和险情的加剧。

三、技术措施

1、崩塌、滑坡治理技术措施

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

2、岩溶地面塌陷治理技术措施

(1)对岩溶区进行监测，在岩溶区上部地表按网格布设监测点，间距为 200m，定期安排人员巡视和监测，根据监测结果，定期分析地表是否发生地裂缝及地面沉降变形等岩溶地面塌陷前兆，同时应对每天的矿坑抽排水量进行记录,发现涌水量异常时应进行分析，查明原因，制定具体的防治措施。

(2) 确定岩溶地面塌陷的处理方法，针对性地进行处理方案设计，根据岩溶地面塌陷的空间、形状、规模大小，主要采用回填方法进行处理。

(3) 对岩溶地面塌陷及其形成的地裂缝等进行治理，发现一处及时处理一处。

(4) 在有可能发生岩溶地面塌陷的周边设置铁护栏或警示牌。

(5) 在矿山生产过程中，应进行超前钻探水。超前钻探水发现遇水时，应采取封堵措施，主要可采取灌注水泥浆进行封堵，禁止采用强排水，同时将开拓方向进行修改，绕开岩溶发育地段。

四、主要工程量

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

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、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，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，参照平远县国土空间总体规划，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，土地复垦责任范围内复垦的土地面积 98.41hm²，依据土地复垦适宜性评价结果，确定复垦果园 3.59hm²、复垦乔木林地 23.56hm²、保留坑塘水面 71.26hm²。土地复垦率为 100%。

$$\text{土地复垦率} = \frac{\text{复垦的土地面积}}{\text{复垦责任范围面积}} \times 100\% = \frac{98.41}{98.41} \times 100\% = 100\%。$$

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 5-3。

表 5-3 复垦前后土地利用结构对比表

一级类		二级类		面积 (hm ²)		增减
编号	名称	编号	名称	复垦前	复垦后	
01	耕地	0101	水田	32.95	0.00	-32.95
		0102	水浇地	0.57	0.00	-0.57
		0103	旱地	0.18	0.00	-0.18
02	园地	0201	果园	29.9	3.59	-26.31
		0202	茶园	0.78	0.00	-0.78
		0204	其他园地	0.78	0.00	-0.78
03	林地	0301	乔木林地	20.79	23.56	+2.77
		0302	竹林地	0.32	0.00	-0.32
		0307	其他林地	0.24	0.00	-0.24

04	草地	0404	其他草地	0.57	0.00	-0.57
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.00	-0.09
07	住宅用地	0702	农村宅基地	6.91	0.00	-6.91
08	公共管理与公共服务用地	0809	公用设施用地	0.09	0.00	-0.09
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3	0.00	-0.3
		1004	城镇村道路用地	0.02	0.00	-0.02
		1005	交通服务场站用地	0.02	0.00	-0.02
		1006	农村道路	1.66	0.00	-1.66
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	0.9	71.26	+70.36
		1107	沟渠	1.27	0.00	-1.27
12	其他土地	1201	空闲地	0.03	0.00	-0.03
		1202	设施农用地	0.04	0.00	-0.04

二、工程设计

根据第四章土地适宜性评价结果，土地复垦分为露天采场（+225m 以上）、露天采场（+225m 以下）、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路共 7 个复垦单元。

表土剥离工程：为了后期矿山复垦储备足够的腐殖质层，设计将露天采场、工业场地、办公生活区和外运转运场剥离 0.5m 的腐殖质层约 29.99 万 m³ 储备于复垦用土临时堆场。表土剥离工程属于矿山生产建设内容，因此归入矿山生产成本，不列入本方案复垦工程。具体的耕地占补方案、耕作层剥离再利用方案由县级人民政府及相关部门负责组织和实施。

表 5-4 表土剥离工程量表

剥离单元	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离表土量(万 m ³)
露天采场（扣除矿区范围内村庄民房、道路和裸露区域）	54.56	0.5	27.28
工业场地	3.24	0.5	1.62
办公生活区	1.01	0.5	0.51
外运转运场	1.17	0.5	0.58
合计			29.99

表土保护工程：在复垦用土临时堆场表面铺设土工布。土工布铺设采用斜铺

(边坡) 1:2.0, 铺设工程量 29000m²。

表 5-5 表土保护工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	土工布铺设	100m ²	290.00

根据本矿山破坏土地的土地条件, 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。

(一) 露天采场 (+225m 以上) 土地复垦工程设计

露天采场 (+225m 以上) 面积 18.53hm², 其中台阶平台面积 9.14hm², 边坡面积 9.39hm², 根据土地适宜性评价, 确定露天采场 (+225m 以上) 复垦为乔木林地 18.53hm²。

1、土壤重构工程

(1) 覆土回填工程

由于开采, 台阶平台基岩裸露, 复垦前需要对采场平台进行覆土, 参考当地土壤厚度和植被生长情况, 本方案确定露天采场 (+225m 以上) 平台覆土厚度为 0.8m, 覆土来源为复垦用土临时堆场堆存的表土, 台阶平台覆土面积 9.14hm², 覆土总工程量 73120m³。

(2) 土地平整工程

台阶平台覆土后, 采用人工推土形式将堆放在平台上的种植用土平整开, 平整度小于 5%, 以满足后期植被种植的需求。平整面积 9.14hm²。

(3) 土壤改良工程

土地平整过程中, 对回填表土使用有机肥进行土壤提质改造。根据土壤检测报告有机质含量为 1.4%, 综合评估 28 年后土壤有机质下降约 0.5%, 28 年后土壤有机质含量为 1.4%-0.5%=0.9%, 土壤改良目标为 1.00%, 需要每公顷增加 0.1% 有机质。覆土厚度为 0.5m, 土壤容重 1.15, 一公顷土壤的重量为 10000×0.5×1.15=5750t。有机肥中有机质农业部标准为 ≥45%, 以 50% 计算, 则每公顷土壤增加 0.1% 的有机质需要的施肥量为 0.1%×5750÷50%= 11.5t。有机肥土壤改良面积 9.14hm²。合计施用有机肥 105.11t。

(4) 生物与化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，主要针对乔木，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，露天采场（+225m 以上）种植乔木 14624 株，合计用复合肥 1462.4kg。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

露天采场平整完毕后，采取乔+灌+草+攀缘植物混交模式，乔木选用黑木相思、红锥、木荷等三种乡土树种混植，乔木种植密度为 1600 株/hm²，种植间距 2.5m×2.5m，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上；灌木选用三角梅、葛藤等进行混植，灌木种植密度为 10000 株/hm²，种植间距为 1.0m×1.0m；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²；爬山虎以 1 株/3m 的种植密度进行扦插。种植面积 9.14hm²，种植乔木 14624 株，种植灌木 91400 株，全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 9.14hm²。台阶平台总长度 17614m，种植爬山虎 5872 株。针对上部全风化层、中风化层边坡，坡面采用挂网喷播植草，坡面三维面积为 10882m²，挂网喷播植草工程量 10882m²。

3、配套工程

(1) 拦挡工程

对采场台阶边缘利用废石修建挡土墙进行拦挡。挡墙设计的规格：上宽 0.4m、下宽 0.6m、高 1.0m，砌筑截面积约 0.5m²（见图 5-1），台阶长度 17614m，总计砌筑工程量 8807m³。

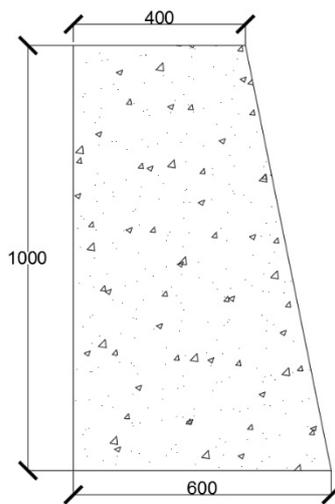


图 5-8 台阶挡土墙示意图

(2) 蓄水工程

设计在采场东部 5-6 号拐点之间、6-7 号拐点之间、13 号拐点附近、16-17 号拐点之间个设计一座高位水池，用于储蓄前期复垦用水，容量约 300m³，底面积约 120m²，高 2.5m，壁厚 0.2m。每个水池工程量 C10 混凝土 11.3m³、C20 混凝土 54m³。共计需 C10 混凝土 45.2m³、C20 混凝土 216m³。

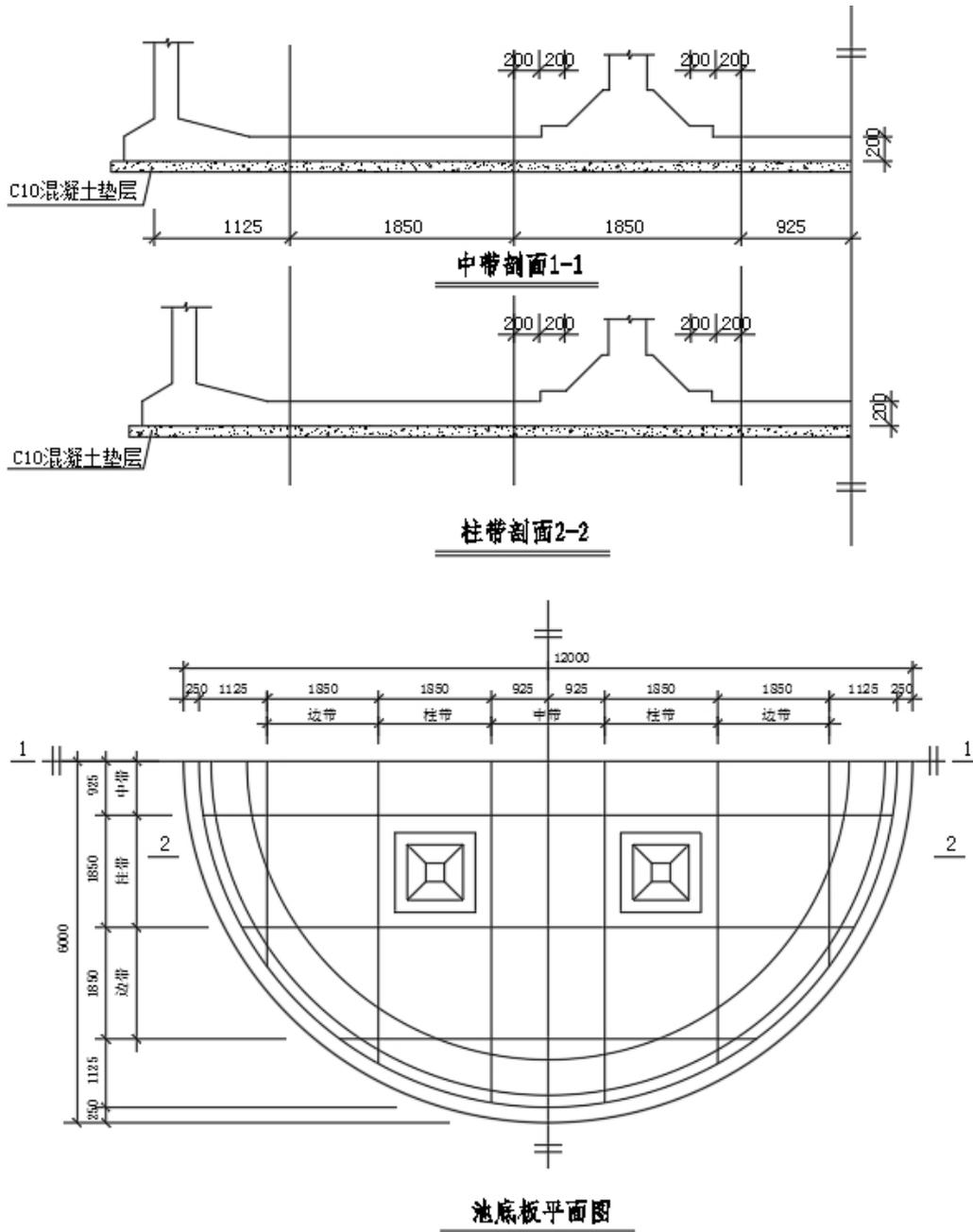


图 5-9 蓄水池断面示意图

(3) 灌排工程

植树前期可从东部高位水池引水灌溉，经 PVC 管道从中引水至各复垦区用于灌溉，PVC 管道内径 50mm，设计铺设长度 8700m。排水沟在“第一节 矿山

地质环境保护与土地复垦预防”已涉及，本小节不再赘述。

表 5-5 露天采场（+225m 以上）土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	100m ³	731.20
(2)	场地平整	hm ²	9.14
(3)	有机肥	t	105.11
(4)	复合肥	kg	1462.4
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	146.24
(2)	栽植灌木	100 株	914.00
(3)	撒播狗牙根	hm ²	9.14
(4)	栽植爬山虎	100 株	58.72
(5)	挂网喷播植草	100m ²	108.82
三	配套工程		
(1)	砌筑挡土墙	100m ³	88.07
(2)	C10 混凝土	m ³	45.20
(3)	C20 混凝土	m ³	216.00
(4)	PVC 管道	100m	87.00

（二）露天采场（+225m 以下）土地复垦工程设计

露天采场（+225m 以下）面积 71.26hm²，其中台阶平台面积 27.66hm²，边坡面积 34.20hm²，底场面积 9.40hm²，根据土地适宜性评价，确定露天采场（+225m 以下）保留为坑塘水面 71.26hm²。考虑到+225m 以下转入露天凹陷开采，且时间跨度长，设计在+225m~+12m 平台种植亲水植物，确保开采过程中上部边坡的稳定。

1、土壤重构工程

（1）覆土回填工程

由于开采，台阶平台基岩裸露，复垦前需要对采场平台进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，本方案确定露天采场平台覆土厚度为 0.5m，覆土来源为复垦用土临时堆场堆存的表土，台阶平台覆土面积 27.66hm²，覆土总工程量 138300m³。

(2) 土地平整工程

台阶平台覆土后，使用推土机将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，以满足后期植被种植的需求。平整面积 27.66hm²。

(3) 土壤改良工程

土地平整过程中，对回填表土使用有机肥进行土壤提质改造。根据土壤检测报告有机质含量为 1.4%，综合评估 28 年后土壤有机质下降约 0.5%，28 年后土壤有机质含量为 1.4%-0.5%=0.9%，土壤改良目标为 1.00%，需要每公顷增加 0.1% 有机质。覆土厚度为 0.5m，土壤容重 1.15，一公顷土壤的重量为 10000×0.5×1.15=5750t。有机肥中有机质农业部标准为≥45%，以 50%计算，则每公顷土壤增加 0.1%的有机质需要的施肥量为 0.1%×5750÷50%= 11.5t。有机肥土壤改良面积 27.66hm²。合计施用有机肥 318.09t。

(4) 生物与化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，主要针对乔木，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，露天采场（+225m 以下）种植乔木 44256 株，合计用复合肥 4425.6kg。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

露天采场平整完毕后，考虑到+225m 以下转入露天凹陷开采，且时间跨度长，设计在+225m~+12m 平台种植亲水植物，采取乔+灌+草+攀缘植物混交模式，乔木选用湿地松、落羽杉、木荷等三种亲水树种混植，乔木种植密度为 1600 株/hm²，种植间距 2.5m×2.5m，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上；灌木选用三角梅、葛藤等进行混植，灌木种植密度为 10000 株/hm²，种植间距为 1.0m×1.0m；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²；爬山虎以 1 株/3m 的种植密度进行扦插。种植面积 27.66hm²，种植乔木 44256 株，种植灌木 276600 株，全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 27.66hm²。台阶平台总长度 51435m，种植爬山虎 17145 株。



图 5-10 台阶复垦设计示意图

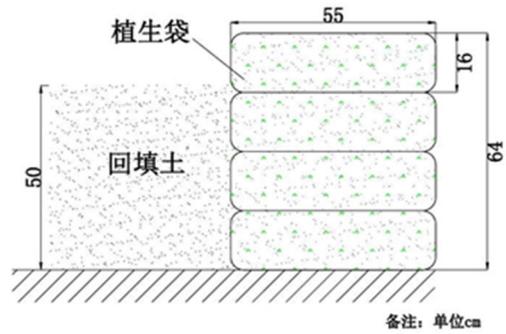


图 5-11 台阶平台挡土墙断面图

3、配套工程

(1) 拦挡工程

对采场台阶边缘实施可降解植生袋拦挡措施。目前植生袋规格一般为长 0.6m，宽 0.4m。装袋后规格：0.55×0.35×0.16m。台阶长度 51435m，拦挡高度 0.64m，总计需植生袋 586363 个。

(2) 灌排工程

植树前期可从上部高位水池引水灌溉，经 PVC 管道从中引水至各复垦区用于灌溉，PVC 管道内径 50mm，设计铺设长度 41000m。

表 5-6 露天采场（+225m 以下）复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	100m ³	1383.00
(2)	场地平整	hm ²	27.66
(3)	有机肥	t	318.09
(4)	复合肥	kg	4425.6
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	442.56
(2)	栽植灌木	100 株	2766.00
(3)	撒播狗牙根	hm ²	27.66
(4)	栽植爬山虎	100 株	171.45
三	配套工程		
(1)	植生袋	100 个	5863.63
(2)	PVC 管道	100m	410.00

(三) 工业场地土地复垦工程设计

工业场地面积 3.24hm²，根据土地适宜性评价，工业场地复垦为乔木林地 3.24hm²。

1、土壤重构工程

(1) 覆土回填工程

复垦前需要对区域内进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，确定本单元覆土厚度为 0.5m，覆土来源为复垦用土临时堆场堆存的表土，覆土面积 3.24hm²，覆土总工程量 16200m³。

(2) 土地平整工程

覆土后，使用推土机将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，测算平整面积 3.24hm²。

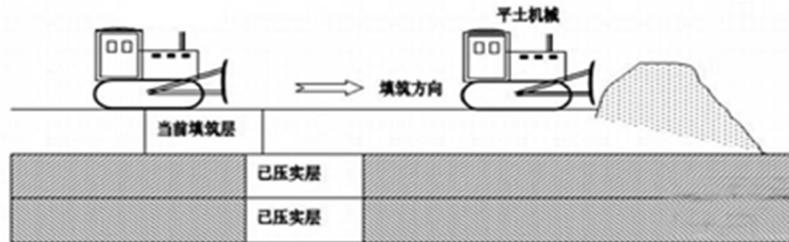


图 5-12 场地平整示意图

(3) 土壤改良工程

土地平整过程中，对回填表土使用有机肥进行土壤提质改造。根据土壤检测报告有机质含量为 1.4%，综合评估 28 年后土壤有机质下降约 0.5%，28 年后土壤有机质含量为 1.4%-0.5%=0.9%，土壤改良目标为 1.00%，需要每公顷增加 0.1% 有机质。覆土厚度为 0.5m，土壤容重 1.15，一公顷土壤的重量为 10000×0.5×1.15=5750t。有机肥中有机质农业部标准为 ≥45%，以 50% 计算，则每公顷土壤增加 0.1% 的有机质需要的施肥量为 0.1%×5750÷50%= 11.5t。有机肥土壤改良面积 3.24hm²。合计施用有机肥 37.26t。

(4) 生物与化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，主要针对乔木，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，种植乔木 5184 株，合计用复合肥 518.4kg。

(5) 清理工程

闭坑后对工业场地内的机械设备等进行清理，测算拆除工程量 6487m³，拆

除的工业垃圾运至凹陷采坑进行回填，运距约 430m。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用黑木相思、红锥、木荷等三种乡土树种混植，乔木种植密度为 1600 株/hm²，种植间距 2.5m×2.5m，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上；灌木选用三角梅、葛藤等进行混植，灌木种植密度为 10000 株/hm²，种植间距为 1.0m×1.0m；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²。种植面积 3.24hm²，种植乔木 5184 株；种植灌木 32400 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 3.24hm²。

表 5-7 工业场地土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	100m ³	162.00
(2)	场地平整	hm ²	3.24
(3)	有机肥	t	37.26
(4)	复合肥	kg	518.4
(5)	建筑物拆除清运	m ³	6487
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	51.84
(2)	栽植灌木	100 株	324.00
(3)	撒播狗牙根	hm ²	3.24

(四) 办公生活区土地复垦工程设计

办公生活区面积 1.01hm²，根据土地适宜性评价，办公生活区复垦为乔木林地 1.01hm²。

1、土壤重构工程

(1) 覆土回填工程

复垦前需要对区域内进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，确定本单元覆土厚度为 0.5m，覆土来源为复垦用土临时堆场堆存的表土，覆土面积 1.01hm²，覆土总工程量 5050m³。

(2) 土地平整工程

覆土后，使用推土机将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 5%，测算平整面积 1.01hm²。

(3) 土壤改良工程

土地平整过程中，对回填表土使用有机肥进行土壤提质改造。根据土壤检测报告有机质含量为 1.4%，综合评估 28 年后土壤有机质下降约 0.5%，28 年后土壤有机质含量为 1.4%-0.5%=0.9%，土壤改良目标为 1.00%，需要每公顷增加 0.1% 有机质。覆土厚度为 0.5m，土壤容重 1.15，一公顷土壤的重量为 10000×0.5×1.15=5750t。有机肥中有机质农业部标准为≥45%，以 50% 计算，则每公顷土壤增加 0.1% 的有机质需要的施肥量为 0.1%×5750÷50%= 11.5t。有机肥土壤改良面积 1.01hm²。合计施用有机肥 11.615t。

(4) 生物与化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，主要针对乔木，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，种植乔木 1616 株，合计用复合肥 161.6kg。

(5) 清理工程

闭坑后对材料仓库区内的建筑物等进行清理，测算拆除工程量 2026m³，拆除的建筑垃圾运至凹陷采坑进行回填，运距约 470m。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

平整完毕后，采取乔+灌+草混交模式，乔木选用黑木相思、红锥、木荷等三种乡土树种混植，乔木种植密度为 1600 株/hm²，种植间距 2.5m×2.5m，乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上；灌木选用三角梅、葛藤等进行混植，灌木种植密度为 10000 株/hm²，种植间距为 1.0m×1.0m；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²。种植面积 1.01hm²，种植乔木 1616 株；种植灌木 10100 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 1.01hm²。

表 5-8 办公生活区土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	100m ³	50.50
(2)	场地平整	hm ²	1.01
(3)	有机肥	t	11.615

(4)	复合肥	kg	161.6
(5)	建筑物拆除清运	m ³	2026
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	16.16
(2)	栽植灌木	100 株	101.00
(3)	撒播狗牙根	hm ²	1.01

(五) 外运转运场土地复垦工程设计

外运转运场面积 1.17hm²，清渣后场地内总体坡率约 8%，根据土地适宜性评价，外运转运场复垦为果园 1.17hm²。

1、土壤重构工程

(1) 覆土回填工程

外运转运场面积 1.17hm²，复垦前需要对区域内进行覆土，参考当地土壤厚度和植被生长情况，确定本单元覆土厚度为 0.5m，覆土来源为复垦用土临时堆场堆存的表土，覆土面积 1.17hm²，覆土总工程量 5850m³。

(2) 土地平整工程

覆土后，使用推土机将堆放在平台上的种植用土平整开，平整度小于 8%，测算平整面积 1.17hm²。

(3) 土壤改良工程

土地平整过程中，对回填表土使用有机肥进行土壤提质改造。根据土壤检测报告有机质含量为 1.4%，综合评估 28 年后土壤有机质下降约 0.5%，28 年后土壤有机质含量为 1.4%-0.5%=0.9%，土壤改良目标为 1.00%，需要每公顷增加 0.1% 有机质。覆土厚度为 0.5m，土壤容重 1.15，一公顷土壤的重量为 10000×0.5×1.15=5750t。有机肥中有机质农业部标准为 ≥45%，以 50% 计算，则每公顷土壤增加 0.1% 的有机质需要的施肥量为 0.1%×5750÷50%=11.5t。有机肥土壤改良面积 1.17hm²。合计施用有机肥 13.455t。

土地平整过程中，对回填表土使用生石灰进行土壤 pH 值改良。根据土壤检测报告土壤 pH 值为 5.07，土壤改良目标按照果园质量标准 5.5，根据经验值，考虑生石灰用量为 2000kg/hm²。合计施用生石灰 2000×1.17=2340kg=2.34t。

(4) 生物与化学工程

主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，主要针对果树，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，外运转运场种植乔木 1300 株，合计用复合肥 130kg。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

平整完毕后，采取果树+草混交模式，果树选用沙田柚，种植间距 3.0m×3.0m，果树幼苗规格：选择二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上；狗牙根草籽密度为 20kg/hm²。种植面积 1.17hm²，种植果树 1300 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 1.17hm²。

表 5-9 外运转运场土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	覆土回填	100m ³	58.50
(2)	场地平整	hm ²	1.17
(3)	有机肥	t	11.615
(4)	生石灰	t	2.34
(5)	复合肥	kg	130
二	植被重建工程		
(1)	栽植果树	100 株	13.00
(2)	撒播狗牙根	hm ²	1.17

(六) 复垦用土临时堆场土地复垦工程设计

复垦用土临时堆场面积 2.42hm²，闭坑后该区堆场表土运至各场地复垦，区内总体坡率约 8%，根据土地适宜性评价，复垦用土临时堆场复垦为果园 2.42hm²。

1、土壤重构工程

(1) 土地平整工程

使用推土机将堆放在场地内的种植用土平整开，平整度小于 5%，测算平整面积 2.42hm²。

(2) 土壤改良工程

土地平整过程中，对回填表土使用有机肥进行土壤提质改造。根据土壤检测报告有机质含量为 1.4%，综合评估 28 年后土壤有机质下降约 0.5%，28 年后土

壤有机质含量为 $1.4\%-0.5\%=0.9\%$ ，土壤改良目标为 1.00% ，需要每公顷增加 0.1% 有机质。覆土厚度为 0.5m ，土壤容重 1.15 ，一公顷土壤的重量为 $10000 \times 0.5 \times 1.15 = 5750\text{t}$ 。有机肥中有机质农业部标准为 $\geq 45\%$ ，以 50% 计算，则每公顷土壤增加 0.1% 的有机质需要的施肥量为 $0.1\% \times 5750 \div 50\% = 11.5\text{t}$ 。有机肥土壤改良面积 2.42hm^2 。合计施用有机肥 27.83t 。

土地平整过程中，对回填表土使用生石灰进行土壤 pH 值改良。根据土壤检测报告土壤 pH 值为 5.07 ，土壤改良目标按照果园质量标准 5.5 ，根据经验值，考虑生石灰用量为 $2000\text{kg}/\text{hm}^2$ 。合计施用生石灰 $2000 \times 2.42 = 4840\text{kg} = 4.84\text{t}$ 。

(3) 生物与化学工程

主要针对果树，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，复垦用土临时堆场种植果树 2689 株，合计用复合肥 268.9kg 。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

平整完毕后，采取果树+草混交模式，果树选用沙田柚，种植间距 $3.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ ，果树幼苗规格：选择二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上；狗牙根草籽密度为 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。种植面积 2.42hm^2 ，种植果树 2689 株；全面积撒播狗牙根草籽，撒播面积 2.42hm^2 。

表 5-10 复垦用土临时堆场土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	场地平整	hm^2	2.42
(3)	有机肥	t	27.83
(4)	生石灰	t	4.84
(4)	复合肥	kg	268.9
二	植被重建工程		
(1)	栽植果树	100 株	26.89
(2)	撒播狗牙根	hm^2	2.42

(七) 矿区道路土地复垦工程设计

矿区道路长约 620m ，路宽约 $7 \sim 12\text{m}$ ，面积 0.78hm^2 ，根据土地适宜性评价，复垦为乔木林地 0.78hm^2 。

1、土壤重构工程

(1) 生物与化学工程

根据土壤检测报告，矿区土壤质量与肥力较好，主要采取复垦地块植被措施完成后施用复合肥的方法，主要针对乔木，以化学肥料为主，植树前按经验值每株加 100g 复合肥，矿区道路种植乔木 496 株，合计用复合肥 49.6kg。

2、植被重建工程

(1) 林草恢复工程

在矿山道路两侧种植乔木，矿区内道路总长约 620m，采用挖穴植树，植树坑规格为 $0.6 \times 0.6 \times 0.5\text{m}$ ，种植株间距为 2.5m，工程量=道路长度 \times 2/间距=496 株。

表 5-11 矿山道路土地复垦工程量统计表

序号	工程名称	计量单位	工程量
一	土壤重构工程		
(1)	复合肥	kg	49.6
二	植被重建工程		
(1)	栽植乔木	100 株	4.96

三、技术措施

矿区土地复垦程序包括工程措施和生物化学措施两个阶段。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林地。

(一) 工程复垦技术

根据采矿后形成采场、占用破坏地的地形、地貌现状，按照规划的新复垦地利用方向的要求，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，回填覆土厚度应 $\geq 0.5\text{m}$ ，覆土来源为矿山剥离表土；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（乔木林地），故重点阐述土壤改良、植被恢复等生物复垦措施。

1、生物措施设计

结合本项目区的实际情况，造林类型、方法、技术和抚育措施如下：

（1）造林、造园树种生态学特性的适生环境分析

1) 黑木相思

黑木相思 (*Acacia melanoxylon R.Br.*) 是豆科，金合欢属常绿乔木，亦为相思类最高大乔木之一。树高可达 25 米，胸径 60 厘米，树皮坚硬、粗糙，棕灰色到深灰色，纵状开裂，鳞片纵状剥落；小枝具明显菱角；叶尖圆，很少锐尖，叶脉明显；总状花序短生于叶腋，由 3-5 球状头组成，长约 2-5 厘米，每个花球包含 30-50 朵白色到浅黄色的花；果荚扁平、薄状，6-10 厘米×0.4-0.6 厘米，成熟时棕色；种子黑色，卵形、扁平，每果荚直线排列 6-8 粒种子。生长于低谷、丘陵、山坡甚至裸露山巅。喜光、耐干旱、耐瘠薄，能耐-6℃低温。黑木相思有固氮根瘤，枯落物丰富，改土性能好，是荒山的优良绿化树种。

2) 红锥

红锥 (*Castanopsis hystrix Hook. f. & Thomson ex A. DC.*) 是壳斗科锥属的乔木。株高达 25 米；当年生枝紫褐色，均被或疏或密的微柔毛及黄棕色细片状蜡鳞，二年生枝暗褐黑色，无或几无毛及蜡鳞；叶纸质或薄革质，披针形，有时兼有倒卵状椭圆形；雄花序为圆锥花序或穗状花序；坚果宽圆锥形，果脐位于坚果底部；花期 4-6 月；果期翌年 8-10 月。喜湿润、温暖、多雨的季风气候，适宜生长在土层深厚、排水性良好的酸性壤土或轻黏土中，多生长在海拔 30-1600 米缓坡及山地常绿阔叶林中，稍干燥及湿润地方，红锥凋落物量多，是涵养水源的优良树种。

3) 木荷

木荷 (*Schima superba Gardner & Champ.*) 是山茶科，木荷属大乔木，高可达 25 米，嫩枝通常无毛。喜光，幼年稍耐庇荫。其分布于浙江、福建、台湾、江西、湖南、广东、海南、广西、贵州等地。木荷既是一种优良的绿化、用材树种，又是一种较好的耐火、抗火、难燃树种。木荷为中国珍贵的用材树种，树干

通直，材质坚韧，结构细致，耐久用，易加工，是纺织工业中制作纱锭、纱管的上等材料；又是桥梁、船舶、车辆、建筑、农具、家具、胶合板等优良用材，树皮、树叶含鞣质，可以提取单宁。木荷是很好的防火林种。

4) 湿地松

湿地松 (*Pinus elliottii Engelm.*) 是松科松属常绿大乔木，树干通直，高 25-35 米。树皮灰褐色，纵裂呈鳞状块片剥落。原产美国东南海岸，中国长江流域至华南地区广泛引种栽培。阳性树，喜光，忌荫蔽。耐寒，又能抗高温。耐旱亦耐水湿，可忍耐短期淹水。根系发达，抗风力强。可用播种和扦插等法繁殖。湿地松苍劲而速生，适应性强，其木材可供建筑、枕木、坑木以及木纤维、造纸工业原料用。

5) 落羽杉

落羽杉 (*Taxodium distichum (L.) Rich.*)，杉科落羽杉属木本植物。树干尖削度大，基部通常膨大，具膝状呼吸根，树皮棕色，裂成长条片。落羽杉为强阳性树种，喜温暖、湿润和阳光充足的环境，耐寒，忌碱性土，宜土层深厚、肥沃的酸性壤土中生长。落羽杉的树形优美，羽毛状的叶丛秀丽，入秋后树叶变为铜锈色，是良好的秋色观叶树种，常栽种于湖边、河岸、水网地区。落羽杉树形高大，木材重，纹理直，结构较粗，硬度适中，耐腐力强，可作建筑、电杆、家具、造船等用，对维护自然保护区生物链、保持水土、涵养水源等均能起到很好的作用。

6) 三角梅

三角梅 (*Bougainvillea spectabilis Willd.*)，紫茉莉科，属木质藤本状灌木，茎有弯刺，并密生绒毛。单叶互生，卵形全缘，被厚绒毛，顶端圆钝。喜温暖湿润、阳光充足的环境，不耐寒，耐干旱，耐修剪，生长势强，喜水但忌积水，土壤以排水良好的砂质壤土最为适宜。具有一定的抗二氧化硫功能，是一种很好的一环保绿化植物。

7) 葛藤

葛藤又名东京银背藤 (*Argyrea pierreana Bois.*)，是旋花科银背藤属的木质藤本植物。茎及分枝圆柱形，幼枝被长柔毛，老枝无毛或被微柔毛。喜温暖湿润的气候，喜生于阳光充足的阳坡，分布于海拔 300-1500 米处，常生长在草坡灌丛、疏林地及林缘等处，攀附于灌木或树上的生长最为茂盛，对土壤适应性广，

除排水不良之地都可生长，而以湿润和排水通畅的土壤为宜，较为耐酸、耐旱、耐寒。被覆度大，是公路护坡、干旱地区水土保持的良好植物。

8) 爬山虎

爬山虎是多种植物的别称。捆石龙、枫藤、小虫儿卧草、红丝草、红葛、趴山虎、红葡萄藤、巴山虎，葡萄科植物。夏季开花，花小，呈黄绿色，浆果紫黑色。常见攀缘在墙壁岩石上。爬山虎的根茎可入药，破瘀血、消肿毒。

9) 狗牙根

狗牙根是禾本科、属低矮草本植物，秆细而坚韧，下部匍匐地面蔓延甚长，节上常生不定根，高可达 30cm，秆壁厚，光滑无毛，有时略两侧压扁。其根茎蔓延力很强，广铺地面，为良好的的固堤保土植物。

(2) 树草种选择

根据项目区自然条件和当地有关部门的造林、造园的经验，并结合采矿区坡面及平台的条件，植树树种选用乔木（黑木相思、红锥、木荷）、灌木（三角梅、葛藤）、藤本（爬山虎）、草本（狗牙根）。乔木幼苗规格：选择乡土阔叶树种，二年生营养袋苗，苗高 1.0m 以上，地径 1.0cm 以上。

(3) 造林方法

矿区环境较为恶劣，造林有一定的难度，为提高造林成活率，并保障快速成林，矿区造林应实行密植措施，并应下覆草本，密植可以尽快形成森林环境，有利于提高树木的抗逆性，提高林地覆被率，减少水土流失，增加凋落物改善土壤的理化性状。

(4) 林地种植技术

块状整地，回填覆土，覆土厚度 0.5m，密植水保树种+水保植草，树种选用两年以上的幼苗，雨季造林，坡脚种植爬山虎，面上撒播草籽。行间混交，株行距 2.5m×2.5m，种植树种密度 1600 株/hm²。

在复垦林地面上行间撒播狗牙根草籽，播种时间为春末夏初。理论播种量为 20kg/hm²，初拟种籽纯净度 95%，发芽率 85%。

种籽处理：种籽先精选、去杂，播种前将种籽用温水浸种 8 小时，并拌粗砂用手搓伤种皮，然后放入 0.5%的高锰酸钾消毒液中消毒 8 小时，以促进种籽发芽出苗，防止病虫害。播撒前掺入 5 倍的潮湿砂土及腐熟的鸡牛粪拌和。经覆土整治后，用人工均匀撒播，再盖土 1~2cm，每天浇水 1~2 次，保证苗床湿润至

出苗。

2、土壤改良

矿区内采矿活动对土壤无污染,损毁土地复垦方向为林地,复垦种植耐酸作物,边利用边改造,通过整地、施肥、管理,使土壤活化,调整酸度,适应作物良好生长。

石灰类改良剂含有钙或镁,可中和土壤酸度而提高土壤 pH 值,是当前最经济且行之有效的酸性土壤改良措施。熟石灰可以与酸性土壤中的酸性成分起中和反应从而改良土壤,石灰中的钙可以改善土壤的团粒结构,使土壤更加疏松,增加通透性,同时石灰的碱性可以中和土壤的酸性,改善土壤中微量元素的有效性,解决因为土壤过酸造成的某些缺素症,还有石灰可以杀灭一些土壤中的病虫害,达到一个除菌的目的。故土壤改良加石灰中和酸性土是十分必要和可行的。

3、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。

矿区地处粤东山区,以亚热带气候为主。根据平远县气象局资料,项目区多年平均降雨量1692.9mm,日最大降雨量达178.4mm,年最高温度38℃(1971年7月25日),最低温度-2.3℃(1955年1月12日),年平均气温20.5℃。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油茶、芒萁、桃金娘、

岗茶、杜鹃花为主，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、木荷、枫香、山乌桕等。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0.3m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0.3m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.穴植乔木、藤本。结合工程措施沿边坡等高线挖种植穴（槽），利用常绿乔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，创造草类与乔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。复垦区具体工程量测算如下：

表 5-12 矿山土地复垦工程量统计表

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)	土工布铺设	100m ²	290.00
(2)	覆土回填	100m ³	2385.20
(3)	土地平整	hm ²	44.64
(4)	有机肥	t	511.52
(5)	生石灰	t	7.18
2	生物化学工程		
(1)	复合肥	kg	7016.5
3	清理工程		
(1)	砌体拆除清运	100m ³	85.13
二	植被重建工程		
1	林草恢复工程		
(1)	栽植乔木	100 株	661.76
(2)	栽植果树	100 株	39.89
(3)	栽植灌木	100 株	4105.00
(4)	栽植爬山虎	100 株	230.17
(5)	撒播狗牙根	hm ²	44.64

(6)	挂网喷播植草	100m ²	108.82
三	配套工程		
(1)	砌筑挡土墙	100m ³	88.07
(2)	C10 混凝土	m ³	45.20
(3)	C20 混凝土	m ³	216.00
(4)	植生袋	100 个	5863.63
(5)	PVC 管道	100m	497.00

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

矿山开采对地质环境及地下水资源影响小,预测影响亦不大,环境水污染程度弱,对矿山地质环境影响较轻。

矿区内汇水泥沙含量较高汇水为堆场及工业场地集水,在矿区下游汇水口处设置沉砂池进行污水处理,主要是沉淀泥砂、澄清水质。规格(长 10m×宽 10m×高 2m)容量不小于 200m³。根据环保要求,矿区废水排放指标应达到泥沙含量不大于 500g/m³,方可向外排放。

本方案采用水质监测措施,对矿坑排放水的水质进行挖沉淀池长期监测。对矿坑排放水采用沉淀后排放的方式,每半年取一组水样进行水质分析,根据水位、水质的变化情况,采取合理有效的处治措施。

三、技术措施

1、含水层顶底板结构破坏的治理

采取监测措施进行长期监控，（主要监测水质变化情况）根据监控结果，再行决定具体的防治措施。

2、地下水水位下降、水量减少（或疏干）的治理

采取监测措施进行长期监控，（主要监测水质变化情况）根据监控结果，再行决定具体的防治措施。

四、主要工程量

沉砂池设计为引用《开发利用方案》的设计，故不计入本方案的含水层破坏修复的工程量中。

第五节 水土环境污染修复

一、目标任务

1、水环境污染

水环境污染主要表现为水质污染(恶化),造成水质污染(恶化)的有:矿坑水、生活工业污水、堆场的淋漓排放水对环境水污染。

据本次地质环境调查和地质灾害调查时在矿区北部沟溪上游和下游、中部沟溪上游和下游各取样 1 件水样,共计 4 件水样进行分析。按照《地表水环境质量标准》(GB/T3838-2002) III类水标准进行评价,北部沟溪上游总磷含量为 0.71mg/L,超过 III类水标准总磷 (<0.2mg/L) 的最高限值和 V 类水标准总磷 (<0.4mg/L) 的最高限值;北部沟溪下游总氮含量为 3.12mg/L,超过 III类水标准总氮 (<1.0mg/L) 的最高限值和 V 类水标准总氮 (<2.0mg/L) 的最高限值;中部沟溪上游各项指标均未超过 III类水标准的最高限值;中部沟溪下游总氮含量为 6.94mg/L,超过 III类水标准总氮 (<1.0mg/L) 的最高限值和 V 类水标准总氮 (<2.0mg/L) 的最高限值。

检验结果表明,北部沟溪上游水质一般,总磷含量超过 V 类水标准的最高限值,流经集中居民区后外排,汇入下游沟溪,下游水总氮含量超过 V 类水标准的

最高限值，化学需氧量、氟化物含量相比于上游有所上升，pH 值、氨氮、粪大肠菌群、高锰酸盐指数、总磷等相比于上游有所下降。中部沟溪上游水质较好，各项指标均未超过Ⅲ类水标准的最高限值，下游水总氮含量超过Ⅴ类水标准的最高限值，化学需氧量、氟化物含量相比于上游有所上升，pH 值、氨氮、粪大肠菌群、高锰酸盐指数、总磷等相比于上游有所下降。

根据检验结果，结合目前矿山尚未进行开采，推测是居民的生活污水排放导致各项指标上升，表明现状对地表水环境影响较轻。

通过实地调查综合分析预测矿山开采造成的水环境污染较轻，本章第二节矿山地质灾害治理，已设计在下游修建容量 200m³ 的沉砂池进行沉淀，并通过监测措施，时刻了解矿山排放水是否对水环境造成污染。

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 件混合土样分析结果：土壤为砂壤土，pH 值为 5.07，有机质含量为 1.4%，详见表 3-23。

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一般，铅含量 80mg/kg，超过农用地土壤污染风险筛选值标准（70mg/kg），但未超过农用地土壤污染风险管制值标准（400mg/kg）。

根据检验结果，结合目前矿山尚未进行开采，推测可能造成铅含量超过农用地土壤污染风险筛选值标准的原因是矿区范围内居民生活垃圾随意排放对土壤造成污染，现状对土环境的影响较轻。

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) 周边水环境保护措施

矿坑水、工业污水、堆场的淋漓排放水等均经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溪流中。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。

(2) 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

在露天采场下游汇水口沉砂池和工业场地下游溪流处各设置 1 个地表水水质监测点，监测点详见附图 6。

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溪流中。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

1) 监测的内容

包括土壤质量监测、复垦植被监测及复垦配套设施监测。①土壤质量监测：对复垦为土地的有效土层厚度、酸碱度（pH）、有机质含量、有效磷含量、全氮含量及重金属元素等进行监测；②复垦植被监测：复垦为林地等的监测内容是长

势、高度、覆盖度等。③复垦配套设施监测：对排水沟进行巡视监测，必要时进行修复。

2) 监测点的布设

每半年进行一次取混合土样分析。取样位置可以结合矿山的开采进度适当调整。

3) 监测措施

土壤监测主要采用取样分析和人工巡视进行监测；植被监测采用样方随机调查法，巡视观测植被生长及水土流失情况；复垦配套设施监测主要采用人工巡视，对损毁地段进行修复。

四、主要工程量

水污染监测具体工程量见表 5-13：

表 5-13 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	62	每年 2 次， 时长 31 年
2	Js2	点·次	62	
合计			124	

土污染监测具体工程量见表 5-14：

表 5-14 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	31	每年 2 次， 时长 31 年
合计			31	

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（岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡、泥石流）、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，以避免或减轻损失为目标。主要任务如下：

- 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）矿山地质灾害监测

1、岩溶地面塌陷监测

（1）监测的内容

主要针对矿区周边岩溶分布区范围内进行监测，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

沿岩溶地面塌陷影响范围内每隔 300~500m 布置 1 个监测点，可以根据具体地形起伏适当移动，以提高监测覆盖率，共布置 9 个监测点（见附图 6）。

（3）监测方法

地面变形监测方法可采用 GPS 人工监测或使用全球卫星系统（GNSS）对边坡进行监测。辅以人工巡视巡查，定期拍照对比，雨季应加强监测频率。

2、边坡稳定性监测（崩塌/滑坡）

矿山属于高度 150 米及以上的金属非金属露天矿山采场边坡，根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）要求，应当建设露天矿山边坡监测系统。

（1）监测的内容

表面变形、视频图像、内部变形、应力、地下水、爆破振动、降雨量等。其中，表面变形和视频图像为必须监测项目。

（2）监测点的布设

边坡表面变形监测：考虑矿山总体开采边坡高差较大，且预测东西两侧台阶边坡属于较不稳定状态，存在崩塌/滑坡的可能性。按照每个平台间距不大于 200 米，测点垂直距离不大于 50 米布设 1 个监测点的原则进行布设监测点，其中露

天采场边坡 82 个，工业场地边坡 1 个，外运转运场边坡 1 个，复垦用土临时堆场边坡 1 个，矿区道路边坡 1 个，共计监测点 88 个，各点具体位置可根据现场情况合理布置。在矿山转入凹陷开采后，在开采范围外增设 3 台 360° 高清可视图像监测设备。

(3) 监测方法

边坡表面变形监测方法可采用 GPS 人工监测或使用全球卫星系统 (GNSS) 对边坡进行监测。

方案推荐采用 GNSS 对边坡表面变形进行连续自动监测。边坡监测点应严格按照《煤炭工业露天矿边坡工程监测规范》(GB 51214—2017) 和《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(AQ/T 2063-2018) 中相关条款要求布设；坡顶应设监测点，安装位置距离坡顶线不大于 30 米；年度边坡稳定性评价报告中鉴定为不稳定的边坡，监测线间距不大于 200 米，测点垂直距离不大于 50 米。

矿山开采环境条件复杂，边坡监测实施前，业主应按要求聘请相关单位编制《边坡监测及监控实施方案》，并按照评审通过后的《边坡监测及监控实施方案》开展监测工作。

3、泥石流的监测

(1) 监测的内容

外运转运场、复垦用土临时堆场易形成泥石流，本次方案在下游山坑设置拦渣坝，监测内容：①固体位置来源监测：固体物质来源于松散岩土层和人工弃石等堆积物。应监测其在受暴雨、洪流冲蚀等作用下的稳定状态。其监测内容同崩塌、滑坡监测内容相同；②气象水文条件监测：监测降雨量和降雨历时等；③汛期沿沟巡视，监测沟谷洪水排泄是否畅通，两边山坡是否能稳定，拦渣坝体是否稳定。

(2) 监测点布设：在外运转运场、复垦用土临时堆场下游布置一个 GPS 监测点，共计 2 个 GPS 监测点。

(3) 监测方法

监测方法可采用高精 GPS、全站仪相结合的方法进行监测。

(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

露天采场、工业场地、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路对地形地貌景观的破坏进行监测。

（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开采现状图进行对比来判断，或不同时期卫星照片进行对比。

（四）水土环境污染监测

（1）监测的内容

主要针对采矿活动引起的水土环境污染（包括地下水污染、地表水污染、土壤污染）进行监测。

（2）监测点的布设

在露天采场沉砂池、工业场地下游溪流各设置 1 个地表水水质监测点，在露天采场内布设 1 个混合土样监测点。

（3）监测方法

水质检测分析、土壤检测分析。

监测点监测频率和布设位置详见表 5-15。

表 5-15 监测点布设情况一览表

监测对象	监测点布置	监测点 (个)	监测 频率	监测方法	备注
岩溶地面塌陷 (地表变形监测)	沿岩溶地面塌陷影响范围内 每隔 300~500m 布置 1 个监 测点	9	连续自动监 测	GPS/GNSS 与人 工观测法相结合	在雨季时 节要加大 监测频率, 加大巡视 力度
露天采场 (边坡表面变 形监测)	按照每个平台间距不大于 200 米, 测点垂直距离不大于 50 米布设 1 个监测点的原则进 行布设监测点	82		GPS/GNSS	/
露天采场(边 坡视频图像监 测)	在矿山转入凹陷开采后, 在 开采范围外增设 3 台 360° 高 清可视图像监测设备	3		高清摄像头	
工业场地、外 运转运场、复 垦用土临时堆 场、矿区道路 (边坡表面变 形监测)	在工业场地、外运转运场、 复垦用土临时堆场、矿区道 路高陡边坡处各布置 1 个监 测点	4		GPS/GNSS	
外运转运场、 复垦用土临时 堆场(泥石流 监测)	在外运转运场、复垦用土临 时堆场下游各布置 1 个监测 点	2		GPS/GNSS	
水质监测点	在露天采场沉砂池、工业场地 下游溪流各设置 1 个地表水水 质监测点	2	一年 2 次	水质分析法	
土壤监测点	露天采场内布设 1 个混合土样 监测点(位置可随开采进度适 当调整)	1	一年 2 次	土壤分析法	
地形地貌、土 地资源监测	半年观测一次			简易现场 测量法	/
总计	地表变形监测点 9 个, 边坡表面变形监测点(GPS/GNSS) 88 个, 边坡视频图像监测 3 个, 水质监测点 2 个, 土壤监测点 1 个。				

三、技术措施

监测实施计划:

1、时间安排

总体时间跨度为第 1 年~第 31 年。

待监测点网应建设完成后对各监测点进行监测, 监测总时长为 31 年。

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。

矿山地质环境保护与恢复治理工程措施一览表见表 5-16。

表 5-16 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						
	岩溶地面塌陷治理工程	崩塌/滑坡、泥石流治理工程	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	<p>1) 工程措施: 根据塌陷区空间、形状、规模大小, 可采用回填土石的方式进行处理。</p> <p>2) 监测措施: 对可能发生塌陷的区域进行布置长期监测点, 是本方案主要采用的措施。</p>	<p>1) 对可能发生崩塌/滑坡、泥石流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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	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	已列入监测措施中。	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。	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

矿山地质环境监测工程量见表 5-17。

表 5-17 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	地面变形监测点布设	个	9	GPS/GNSS
	边坡表面变形监测点布设	个	88	GPS/GNSS
	边坡视频图像监测	台	3	使用高清摄像头，单台摄像头覆盖半径不超过 2000 米。
	水样分析 (水质监测点 2 处)	件	124	每年取 2 次水样进行污染项目和常量组分析
	土壤分析 (土壤监测点 1 处)	件	62	每年取 2 次土样进行污染项目和常量组分析
	地形地貌、土地资源监测	次	62	半年观测一次

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、矿区土地复垦监测

根据划分的土地复垦单元：林地单元，对各复垦单元进行土地损毁和复垦效果的监测。

(1) 土地损毁监测

1) 监测方法。采用水准测量对地表移动进行测量，利用 1985 年黄海高程系，作业前对仪器和标尺进行检查和测定。测量采用中丝法读数，直读数据，观测采

用后-后-前-前顺序，精度达到三等，观测中误差 $<25\text{mm/km}$ 。

2) 水准基准点的布设和建立。水准基准点是进行地面变形监测的起算基准点。设计在矿区外部的道路上设置两个水准基准点，采用二等水准基准测定其高程，对控制点应定期检测其稳定性。

(2) 复垦效果监测

1) 复垦植被监测

复垦为林地的监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。

监测方法为样方随机调查法，在治理期及管护期内每年监测 2 次。

2) 复垦配套设施监测

土地复垦的辅助设施，包括水利工程设施和交通设施两个方面。水利工程设施包括截水、排水及沉砂设施，交通设施包括道路等。

配套设施监测主要内容是各项配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及已损毁的辅助设施是否修复，能否满足生产生活需求等。配套设施监测每年 1 次。

2、矿区土地复垦管护

土地复垦管护对象为复垦责任范围，管护年限为 3 年，各复垦单元的管护方法如下：

(1) 林地管护

1) 水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭；次数为每月 1 次。

2) 养分管理

在植被损毁，幼林时期的抚育一般不宜锄草松土，应以施肥为主；次数为每月 1 次。

3) 林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于灌木或辅佐树种生长茂盛产生压迫主要树种的情况，要采取部分灌木（1/2 左右）平茬或辅佐树种修建，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种的生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证树木树冠有足够营养空间的条件下，可提高树木的干材质量和促进树木生长。关于修枝技术，群众有

丰富的经验，如“宁高勿低，次多量少，先上后下，茬短口尖”以及修枝高度不超过树木全高的 $1/3 \sim 1/2$ 等（即林冠枝下高，不超过全高的 $1/3$ 或 $1/2$ ）。次数为每月 1 次。

4) 树木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

5) 林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。次数为每月 1 次。

三、主要工程量

1、土地损毁及复垦效果监测点的布置。在区内设置观测点、变形观测点与基准点构成沉降监测网，按四等水准测量的要求进行测量。

委托有资质的单位专业人员及时监测。水准基准点监测频率为两个月 1 次，地表变形监测频率为两个月 1 次；地表变形监测点监测频率为每月 1 次。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

依据本《方案》服务年限 31 年，具体包括了综合服务年限（28 年）以及管护期（3 年）；确定对开采期和治理期进行监测，土地损毁监测期限为 31 年（第 1 年～第 31 年）。

2、安排 1 名人员对在完成林地复垦的治理区采取浇水、施肥、除虫防病等措施，以保证植被的成活率，从而保证工程达到预期效果，每月 1 次。

工程量详见经费估算章节。

第八节 矿山生态环境修复

一、目标任务

矿山生态环境修复的主要目的是恢复因矿山开采活动而受损的生态系统，使其接近于采矿前的自然生态环境，或者重建成符合人们某种特定用途的生态环境。这包括促进生态效益、社会效益与经济效益的统筹兼顾，推动经济社会发展，保障人民群众的环境权益。

二、工程设计

矿山生态环境修复工程设计已在“矿山地质环境保护与土地复垦预防”、“矿区土地复垦”中罗列。

三、技术措施

1、地形整理工程，对现场地形地貌进行整理，通过微地貌整形或地形重塑等方法，在消除或降低安全隐患的同时，规划好地表水系的排泄通道，为后续其他工程措施提供有利的条件，包括削坡、平整、清理、回填等土石方工程。

2、截排水工程，通过修建永久或临时性截排水设施，减少水土流失，增强边坡稳定性，为植被恢复创造土地条件。

3、土壤改良工程，通过直接客土或在现场原状土中添加肥料、保水剂、客土等对土壤进行改良，使其满足植被生长。

4、复绿工程，通过植树、植草等进行复绿，起到固砂固土、生物防护的作用。一般采用乔灌藤草相结合的方式，其中乔木一般选用耐干耐旱，萌蘖性、抗逆性强的阔叶与针叶林混交，优先使用当地及矿区周边生长的树种，具体选用则根据现场或改良后土壤中 pH 值、砂砾含量、土壤肥力等进行确定；灌木一般以豆科类的为主，如银合欢、山毛豆、猪屎豆等，具体选用可根据周边灌木植被生长情况而定，需要注意的是，由于灌木生长速度较快，容易对成长前的乔木形成压制，后期管护时需对其进行修剪；藤本植物一般种植于坡顶或坡脚，形成上爬下挂的效果，品种则优先选用当地常见的，藤本植物成活率较低，对种植土壤的要求较高，当现场土壤条件较好时，可直接进行种植，当现场条件

较差时，则建议购入专门的种植土进行种植；草本根据暖季型及冷季型、深根、耐旱性能进行选取，草籽一般采用多类型混合品种，其中狗牙根、黑麦草、狗尾草等较为常见，草籽种植后需覆盖无纺布，以便于后期的养护，当草本生长旺盛后需要揭开无纺布，防止其反向压制草本的生长。

5、其他围挡或警示工程，该类工程主要是针对高陡边坡附近，由于其易发生崩塌、坠石、坠落等风险，因此采用围挡或警示措施，起到预防的效果。

四、主要工程量

矿山生态环境修复具体工程量详见“矿山地质环境保护与土地复垦预防”、“矿区土地复垦”。

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、重点防治区（A区）

重点防治区（A区）主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围，面积 1.0836km²，占评估区面积的 42.99%；主要是土地资源挖损和占用、土地资源影响破坏严重，地形地貌景观影响破坏严重，以及积极预防可能发生的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，主要采取工程措施、监测措施、生物措施。

①含水层影响主要为地表水地下水水质变化（环境水污染），主要采取监测措施进行长期监控，根据监控结果，再行决定具体的防治措施。

②对可能发生的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，主要采取工程措施积极预防。

③矿区露天采场、工业场地、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路形成的不稳定边坡，以工程措施进行防治；其地形地貌景观的恢复主要采取生物

措施进行治理。

2、次重点防治区（B区）

次重点防治区（B区）主要分布于岩溶地面塌陷影响范围，面积 0.5396km²，占评估区面积的 21.41%；主要是积极预防可能发生的岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害，采取监测措施、生物措施。对可能发生的岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡等地质灾害，主要采取工程措施积极预防。

3、一般防治区（C区）

一般防治区（C区）主要分布于评估区的其它地段，面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%。主要对可能发生的崩塌、滑坡等地质灾害，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：第 1~5 年、第 6~10 年和第 11~31 年实施计划，其相对应的治理分期目标为近期治理区、中期治理区和远期治理区。年度实施计划的起始年以矿山正式投产之日算起，由于各个监测点需论证后布设、实施建设到真正运行需要一定的时间。

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
近期 (第 1~5 年)	建立监测网; 岩溶地面塌陷的预防监测; 崩塌、滑坡的预防监测; 泥石流的预防监测; 水质污染(恶化)的预防监测; 土壤污染的预防监测; 对矿区道路两侧进行植树复绿; 对露天采场形成终了台阶平台进行复绿; 对已复垦区域进行监测与管护。	近期 治理区
中期 (第 6~10 年)	岩溶地面塌陷的预防监测; 崩塌、滑坡的预防监测; 泥石流的预防监测; 水质污染(恶化)的预防监测; 土壤污染的预防监测; 对露天采场形成终了台阶平台进行复绿; 对已复垦区域进行监测与管护。	中期 治理区
远期 (第 11~31 年)	岩溶地面塌陷的预防监测; 崩塌、滑坡的预防监测; 泥石流的预防监测; 水质污染(恶化)的预防监测; 土壤污染的预防监测; 闭坑后进行对露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路进行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	治理区															
			近期（第 1~5 年）					中期（第 6~10 年）					远期（第 11~31 年）					
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	第 31 年	
土地复垦工程	露天采场	工程、生物、养护																
	工业场地、办公生活区																	
	外运转运场、复垦用土临时堆场																	
	矿区道路																	
监测网点建设	矿区及其周边影响范围	工程																
岩溶地面塌陷的防治与监测	岩溶地面塌陷影响范围	监测																
崩塌、滑坡的防治与监测	露天采场、工业场地、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路	监测																
泥石流的防治与监测	外运转运场、复垦用土临时堆场	监测																
水环境污染	露天采场、工业场地下游	监测																
土壤环境污染	矿区范围内	监测																
地形地貌景观、土地资源破坏	露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路	监测、工程、生物																

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第 1~5 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	复垦面积
第 1 年	建立监测网； 岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对矿区道路两侧进行植树复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.26hm ²
第 2 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对矿区道路两侧进行植树复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.52hm ²
第 3 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对矿区道路两侧进行植树复绿； 对采场+336m、+328m 终了台阶平台和边坡进行复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.11hm ²
第 4 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对采场+318m 终了台阶平台和边坡进行复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.29hm ²
第 5 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对采场+308m 终了台阶平台和边坡进行复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.58hm ²

第一年度实施计划：建立监测网；岩溶地面塌陷的预防监测；崩塌、滑坡的预防监测；泥石流的预防监测；水质污染（恶化）的预防监测；土壤污染的预防监测；对矿区道路两侧进行植树复绿；对已复垦区域进行监测与管护。

表 6-4 矿山地质环境保护与土地复垦第一年度实施计划

治理措施		第一年度工作安排												
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
工程措施	矿区道路两侧进行植树复绿											•	•	•
	生态管护											•	•	•
监测措施	监测点布设	•	•											
	对监测点定期监测			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	水样采集及化验			•						•				
	土样采集及化验			•						•				

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、《广东省营造林工程定额与造价》（2010）DB44/T 773—2010；
- 10、平远县 2024 年第二、三季度材料信息价及市场价；
- 11、现场调查收集的数据。

三、基础单价

本方案经费估算以定额单价为计算依据，定额单价表见 7-1。

表 7-1 定额单价表

工程名称	定额编号	计量单位	综合单价	
工程措施	土工布铺设	10005	100m ²	577.29
	砌体拆除清运	30072	100m ³	15389.84
	覆土回填	10332	100m ³	776.21
	人工回填、夯实	10333	100m ³	4434.58
	推土机推土	10313	100m ²	428.42
	有机肥	市场价	t	213.44
	生石灰	市场价	t	595.00
	敷设 PVC 管道	50070	100m	5114.22
	复合肥	市场价	kg	8.00
	C10 商品普通砼	市场价	m ³	411.68
	C20 商品普通砼	市场价	m ³	432.26
生物措施	栽植乔木	90004	100 株	1364.65
	栽植果树	90004	100 株	1552.89
	栽植灌木	90013	100 株	934.50
	栽植攀缘植物	90020	100 株	419.59
	狗牙根	90030	hm ²	449.59
	挂网喷播植草	09011	100m ²	6885.63
监测管护措施	水样分析	市场价	件	1800.00
	土壤分析	市场价	件	2000.00
	复垦监测费	工程措施费×0.6%		
	植被管护费	生物措施费×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

(一) 费用构成

费用由工程施工费、监测费、其他费用、预备费构成。

1、工程施工费

包括直接费、间接费、企业利润和税金。

(1)直接费

包括直接工程费和措施费。

1)直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=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。材料单价参照平远县2024年第二、三季度市场参考价格计算。

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平远县2024年第二、三季度市场参考价格计算。

2)措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版），临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率按直接工程费的3.60%计。

(2)间接费

间接费用由企业管理费、财务费用组成。根据工程类别不同，间接费按直接费的5.00%计。

(3)企业利润

依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，该项目利润率取3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4)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。

2、监测费

包括人工费和设施设备购置费，边坡表面变形监测点（GNSS）设备及安装费按15000元/个，边坡监测系统运行维护费按设备及安装的20%/年，边坡视频图像监测点布设按10000元/个，水质监测按1800元/个水样进行核算。土壤监测按2000元/个水样进行核算，地形地貌、土地资源测量按200元/次进行核算。

3、其他费用

包括勘察设计费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、方案编制费。

(1)勘察设计费

勘察设计费包括勘察和设计费，取费基数为工程施工费。依据矿区恢复治理特点，本《方案》勘察设计费按工程施工费的5.40%计算。

(2)工程监理费

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

(3)竣工验收费

竣工验收费指土地复垦项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，取费基数为工程施工费，费率为3.00%。

(4)业主管理费

指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。业主管理费按工程施工费、监测费、勘察设计费、工程监理费和竣工验收费之和的2.00%计取。

4、预备费

依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011版）规定，该项目预备费按工程施工费、监测费、其他费用之和的2.00%计取。

（二）矿山地质环境治理总工程量

矿山地质环境治理工程量汇总见表 7-2。

表 7-2 矿山地质环境治理工程量汇总表

防治措施	项目名称	计算单位	工程量合计	备注
工程措施	护栏	m	3600	/
监测措施	地面变形监测点布设	个	9	GPS/GNSS
	边坡表面变形监测点布设	个	88	GPS/GNSS
	边坡视频图像监测	台	3	使用高清摄像头，单台摄像头覆盖半径不超过 2000 米。
	水样分析 (水质监测点 2 处)	件	124	每年取 2 次水样进行污染项目和常量组分析

	土壤分析 (土壤监测点 1 处)	件	62	每年取 2 次土样进行 污染项目和常量组分 分析
	地形地貌、土地资源监测	次	62	半年观测一次

(三) 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 11537754.54 元，矿山地质环境治理工程动态总投资为 18610278.29 元，详见表 7-3。

表 7-3 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	见表 7-5	/	105110.28
二	监测费	见表 7-6	/	10865600.00
三	其他费用	1+2+3+4+5	/	230993.15
1	勘察设计费	工程施工费	5.40%	5675.96
2	工程监理费	工程施工费	2.40%	2522.65
3	竣工验收费	工程施工费	3.00%	3153.31
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%	219641.24
四	预备费	工程施工费+监测费+其他 费用	2.00%	336051.10
五	静态总投资 (元)	一+二+三+四	/	11537754.54
六	动态总投资 (元)	见表 7-4	/	18610278.29

(四) 矿山地质环境治理动态总投资估算

该项目矿山地质环境治理估算静态总投资为 11537754.54 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，31 年（综合服务年限 28 年+闭坑后监测期 3 年）后的矿山地质环境治理估算动态总投资为 18610278.29 元（表 7-4）。

表 7-4 矿山地质环境治理动态总投资估算表

年度		静态投资 (元)	价差预备费 (元)	动态投资 (元)
第一阶段 (第 1~5 年)	第 1 年	372185.64	0.00	372185.64
	第 2 年	372185.63	11165.57	383351.20
	第 3 年	372185.63	22666.10	394851.73
	第 4 年	372185.63	34511.66	406697.29
	第 5 年	372185.63	46712.58	418898.21
小计		1860928.16	115055.91	1975984.07
第二阶段 (第 6~10 年)	第 6 年	372185.63	59279.52	431465.15
	第 7 年	372185.63	72223.48	444409.11
	第 8 年	372185.63	85555.75	457741.38
	第 9 年	372185.63	99287.99	471473.62
	第 10 年	372185.63	113432.20	485617.83
小计		1860928.15	429778.94	2290707.09
第三阶段 (第 11~31 年)	第 11 年	372185.63	128000.73	500186.36
	第 12 年	372185.63	143006.33	515191.96
	第 13 年	372185.63	158462.08	530647.71
	第 14 年	372185.63	174381.52	546567.15
	第 15 年	372185.63	190778.53	562964.16
	第 16 年	372185.63	207667.45	579853.08
	第 17 年	372185.63	225063.05	597248.68
	第 18 年	372185.63	242980.51	615166.14
	第 19 年	372185.63	261435.49	633621.12
	第 20 年	372185.63	280444.13	652629.76
	第 21 年	372185.63	300023.02	672208.65
	第 22 年	372185.63	320189.28	692374.91
	第 23 年	372185.63	340960.52	713146.15
第 24 年	372185.63	362354.91	734540.54	
第 25 年	372185.63	384391.13	756576.76	
第 26 年	372185.63	407088.43	779274.06	

	第 27 年	372185.63	430466.65	802652.28
	第 28 年	372185.63	454546.22	826731.85
	第 29 年	372185.63	479348.17	851533.80
	第 30 年	372185.63	504894.19	877079.82
	第 31 年	372185.63	531206.58	903392.21
小计		7815898.23	6527688.91	14343587.14
合计		11537754.54	7072523.75	18610278.29

二、单项工程量与投资估算

1、矿山地质环境治理工程措施费投资估算

矿山地质环境治理工程量与投资估算详见表 7-5。

表 7-5 矿山地质环境治理工程措施投资表

序号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	工程施工费(元)	备注
1	护栏	100m	36.00	2919.73	105110.28	
合计					105110.28	

2、矿山地质环境治理监测工程费投资估算

矿山地质环境治理监测工程量与投资估算详见表 7-6。

表 7-6 矿山地质环境治理监测工程投资表

序号	项目名称	单位	工程量	单价(元)	工程施工费(元)	备注
1	地面变形监测点(GNSS)设备及安装费	个	9	15000.00	135000.00	单价参照市场价,其中地面变形、边坡监测系统年运行维护费按建设费用 20%计算。
2	地面变形监测系统运行及维护费	20%/年×31年		135000.00	837000.00	
3	边坡表面变形监测点(GNSS)设备及安装费	个	88	15000.00	1320000.00	
4	边坡监测系统运行及维护费	20%/年×31年		1320000.00	8184000.00	
5	边坡视频图像监测	台	3	10000.00	30000.00	

6	取水样分析	件	124	1800.00	223200.00	
7	取土壤分析	件	62	2000.00	124000.00	
8	地形地貌、土地资源测量	次	62	200.00	12400.00	
合计					10865600.00	

第三节 土地复垦工程经费估算

一、总工程量与投资估算

(一) 费用构成

费用由工程施工费、设备购置费、其他费用、监测与管护费、预备费构成。

1、工程施工费

工程施工费是指在复垦过程中采用工程措施和生化措施进行复垦而发生的一切费用的总和，由工程措施施工费和生化措施施工费组成。工程措施施工费和生化措施施工费均包含直接费、间接费、利润和税金这4项费用。

(1)直接费

包括直接工程费和措施费，费用皆按《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128号）计取。

1)直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量(工日)×人工单价(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。材料单价参照平远县2024年第二、三季度市场参考价格计算。

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平远县2024年第二、三季度市场参考价格计算。

2)措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。

依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年版），临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率按直接工程费的3.60%计。

(2)间接费

间接费用由企业管理费、财务费用组成。根据工程类别不同，间接费按直接费的5.00%计。

(3)企业利润

依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，该项目利润率取3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4)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。

2、设备购置费

本项目不涉及设备的购置。

3、其他费用

包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费组成。

(1)前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费，包括土地清查费、项目勘测费、项目设计与预算编制费。前期工作费按工程施工费的5.40%计算。

(2)工程监理费

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

(3)竣工验收费

竣工验收费指土地复垦项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出费用。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设定费。

1)工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-7。

表 7-7 工程复核费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)
1	≤500	0.70
2	500~1000	0.65
3	1000~3000	0.60
4	3000~5000	0.55
5	5000~10000	0.50
6	10000~50000	0.45
7	50000~100000	0.40
8	100000 以上	0.35

2)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，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-8。

表 7-8 工程验收费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)
1	≤500	1.4
2	500~1000	1.3
3	1000~3000	1.2
4	3000~5000	1.1
5	5000~10000	1.0
6	10000~50000	0.9
7	50000~100000	0.8
8	100000 以上	0.7

3)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数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-9。

表 7-9 项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)
1	≤500	1.0
2	500~1000	0.9

3	1000~3000	0.8
4	3000~5000	0.7
5	5000~10000	0.6
6	10000~50000	0.5
7	50000~100000	0.4
8	100000 以上	0.3

4)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，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-10。

表 7-10 整理后土地重估与登记费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.65
2	500~1000	0.60
3	1000~3000	0.55
4	3000~5000	0.50
5	5000~10000	0.45
6	10000~50000	0.40
7	50000~100000	0.35
8	100000 以上	0.30

5)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，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-11。

表 7-11 标识设定费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	0.11
2	500~1000	0.10
3	1000~3000	0.09
4	3000~5000	0.08
5	5000~10000	0.07
6	10000~50000	0.06

7	50000~100000	0.05
8	100000 以上	0.04

(4)业主管管理费

业主管管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、搬迁补偿费和竣工验收费之和作为基数，采用差额定律累进法计算，计费标准见表7-12。

表 7-12 业主管管理费计费标准

序号	计费基数（万元）	费率（%）
1	≤500	2.8
2	500~1000	2.6
3	1000~3000	2.4
4	3000~5000	2.2
5	5000~10000	1.9
6	10000~50000	1.6
7	50000~100000	1.2
8	100000 以上	0.8

4、监测与管护费

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%

(2)管护费

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

5、预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

(1)基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。基本预备费按工程施工费和其他费用之和的3.00%计取。

(2)价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、材料和设备价格）上涨、

国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。按工程施工费、其他费用和基本预备费的3.00%计算。

(3)风险金

风险金，按工程施工费、其他费用和基本预备费的 2.00%计算。

表 7-13 工程施工费单价估算表

单位：元

序号	单项名称	单位	直接费							间接费	利润	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	其他费用	直接工程费	措施费	合计				
一	土壤重构工程												
1	土壤剥覆工程												
(1)	砌体拆除清运	100m ³	13046.2	0.00	0.00	0.00	13046.2	479.06	13786.18	689.31	434.26	480.09	15389.84
(2)	覆土回填	100m ³	605.31	0.00	0.00	30.27	635.58	22.88	658.46	32.92	20.74	64.09	776.21
(3)	推土机推土（三类土）	100m ²	24.6	0.00	328.2	17.64	370.44	13.34	383.78	19.19	12.09	13.36	428.42
二	植被重建工程												
(1)	栽植乔木	100 株	585.5	536.7	0.00	0.00	1122.2	40.4	1162.6	58.1	36.6	40.5	1364.65
(2)	栽植灌木	100 株	247.38	514.00	0.00	3.81	765.19	27.55	792.73	39.64	24.97	77.16	934.50
(3)	种植爬山虎	100 株	130.20	212.00	0.00	1.37	343.57	12.37	355.94	17.80	11.21	34.65	419.59
(4)	撒播草籽	hm ²	136.71	224.20	0.00	7.22	368.13	13.25	381.38	19.07	12.01	37.14	449.59
(5)	挂网喷播植草	100m ²	2968.28	2043.09	170.83	259.11	5182.20	0.00	5441.31	462.51	413.27	568.54	6885.63
三	配套工程												
(1)	植生袋	100 个	181.80	200.00	0.00	0.27	382.07	13.75	395.82	19.79	12.47	38.53	466.61
(2)	PVC 管道	100m	91.02	3734.70	0.00	306.06	4131.78	506.59	4338.37	216.92	136.66	422.27	5114.22

(二) 矿山土地复垦工程总工程量

矿山土地复垦主要为露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路等的复垦，复垦措施包括工程措施、生物化学措施、监测和管护措施，土地复垦总工程量汇总详见表 7-14。

表 7-14 矿山土地复垦工程量汇总表

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)	土工布铺设	100m ²	290.00
(2)	覆土回填	100m ³	2385.20
(3)	土地平整	hm ²	44.64
(4)	有机肥	t	511.52
(5)	生石灰	t	7.18
2	生物化学工程		
(1)	复合肥	kg	7016.5
3	清理工程		
(1)	砌体拆除清运	100m ³	85.13
二	植被重建工程		
1	林草恢复工程		
(1)	栽植乔木	100 株	661.76
(2)	栽植果树	100 株	39.89
(3)	栽植灌木	100 株	4105.00
(4)	栽植爬山虎	100 株	230.17
(5)	撒播狗牙根	hm ²	44.64
(6)	挂网喷播植草	100m ²	108.82
三	配套工程		
(1)	砌筑挡土墙	100m ³	88.07
(2)	C10 混凝土	m ³	45.20
(3)	C20 混凝土	m ³	216.00
(4)	植生袋	100 个	5863.63
(5)	PVC 管道	100m	497.00

(三) 矿山土地复垦工程总投资估算

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 19394369.21 元，矿山土地复垦工程动态总投资为 39463578.92 元，详见表 7-15。

表 7-15 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	表 7-17	/	14599853.80
二	设备购置费	/	/	0.00
三	其他费用	1+2+3+4	/	2158804.46
1	前期工作费	工程施工费	5.40%	788392.11
2	工程监理费	工程施工费	2.40%	350396.49
3	竣工验收费	(1) + (2) + (3) + (4) + (5)	/	563554.36
(1)	工程复核费	工程施工费+设备购置费	0.70%	102198.98
(2)	工程验收费	工程施工费+设备购置费	1.40%	204397.95
(3)	项目决算编制与审核费	工程施工费+设备购置费	1.00%	145998.54
(4)	整理后土地重估与登记费	工程施工费+设备购置费	0.65%	94899.05
(5)	标识设定费	工程施工费+设备购置费	0.11%	16059.84
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%	456461.51
四	监测与管护费	表 7-18	/	1787722.84
五	预备费	1+2+3	/	847988.11
1	基本预备费	工程施工费+其他费用	3.00%	502759.75
2	风险金	工程施工费+其他费用+基本预备费	2.00%	345228.36
六	静态总投资（元）	一+二+三+四+五	/	19394369.21
七	动态总投资（元）	见表 7-16	/	39463578.92

(四) 矿山土地复垦工程动态总投资估算

该项目土地复垦估算静态总投资为 19394369.21 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，31 年（综合服务年限 28 年+管护

期为3年)后的土地复垦动态总投资为39463578.92元(表7-16)。

表7-16 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)
第一阶段 (第1~5年)	第1年	51240.08	0.00	51240.08
	第2年	102480.15	3074.40	105554.56
	第3年	21678.49	1320.22	22998.71
	第4年	57152.39	5299.57	62451.96
	第5年	114304.79	14346.26	128651.05
小计		346855.91	24040.45	370896.36
第二阶段 (第6~10年)	第6年	125735.27	20026.37	145761.63
	第7年	138308.79	26839.14	165147.93
	第8年	152139.67	34972.93	187112.61
	第9年	167353.64	44644.94	211998.58
	第10年	184089.00	56105.39	240194.40
小计		767626.37	182588.78	950215.15
第三阶段 (第11~31年)	第11年	202497.90	69642.35	272140.25
	第12年	222747.69	85587.21	308334.90
	第13年	245022.46	104320.98	349343.44
	第14年	269524.71	126281.41	395806.12
	第15年	296477.18	151971.16	448448.34
	第16年	326124.90	181967.07	508091.97
	第17年	358737.39	216930.81	575668.20
	第18年	394611.13	257620.94	652232.07
	第19年	434072.24	304906.69	738978.93
	第20年	477479.46	359783.67	837263.13
	第21年	525227.41	423391.72	948619.13
	第22年	577750.15	497035.32	1074785.47
	第23年	635525.17	582206.77	1217731.94
	第24年	699077.68	680612.60	1379690.29
	第25年	768985.45	794203.64	1563189.10

	第 26 年	845884.00	925209.25	1771093.25
	第 27 年	930472.40	1076176.25	2006648.65
	第 28 年	1023519.64	1250013.28	2273532.92
	第 29 年	7854334.74	10115815.09	17970149.83
	第 30 年	595907.61	808387.71	1404295.32
	第 31 年	595907.61	850516.57	1446424.18
小计		18279886.93	19862580.48	38142467.41
合计		19394369.21	20069209.71	39463578.92

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 7-17。

表 7-17 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				3517674.87
1	土壤剥覆工程				2151405.79
(1)	土工布铺设	100m ²	290.00	577.29	167414.10
(2)	覆土回填	100m ³	2385.20	776.21	1851416.09
(3)	推土机推土 (三类土)	100m ²	44.64	428.42	19124.67
(4)	有机肥	t	511.52	213.44	109178.83
(5)	生石灰	t	7.18	595.00	4272.10
2	生物化学工程				56132.00
(1)	复合肥	kg	7016.5	8.00	56132.00
3	清理工程				1310137.08
(1)	砌体拆除清运	100m ³	85.13	15389.84	1310137.08
二	植被重建工程				5667079.05
1	林草恢复工程				5667079.05
(1)	栽植乔木	100 株	661.76	1364.65	903070.78
(2)	栽植果树	100 株	39.89	1552.89	61944.78
(3)	栽植灌木	100 株	4105.00	934.50	3836122.50
(4)	栽植爬山虎	100 株	230.17	419.59	96577.03
(5)	撒播狗牙根	hm ²	44.64	449.59	20069.70

(6)	挂网喷播植草	100m ²	108.82	6885.63	749294.26
三	配套工程				5415099.88
(1)	砌筑挡土墙	100m ³	88.07	287.59	25328.05
(2)	C10 混凝土	m ³	45.20	411.68	18607.94
(3)	C20 混凝土	m ³	216.00	432.26	93368.16
(4)	植生袋	100 个	5863.63	466.61	2736028.39
(5)	PVC 管道	100m	497.00	5114.22	2541767.34
总计					14599853.80

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 7-18。

表 7-18 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	14599853.80	0.6	87599.12
2	管护费	5667079.05	30	1700123.72
合计				1787722.84

第四节 总费用汇总与年度安排

一、总费用构成与汇总

（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 18610278.29 元（折合 1861.03 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 39463578.92 元（折合 3946.36 万元）；矿山地质环境保护与土地复垦工程总费用为 58073857.21 元（折合 5807.39 万元）（详见表 7-19）。

表 7-19 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)	占比 (%)
矿山地质环境治理工程经费	11537754.54	18610278.29	32.05
土地复垦工程经费	19394369.21	39463578.92	67.95
总计	30932123.75	58073857.21	100.00

二、近期年度经费安排

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。

2、主要工作内容

- (1) 建立监测网；
- (2) 岩溶地面塌陷的预防监测；
- (3) 崩塌、滑坡的预防监测；
- (4) 泥石流的预防监测；
- (5) 水质污染（恶化）的预防监测；
- (6) 土壤污染的预防监测；
- (7) 对矿区道路两侧进行植树复绿；
- (8) 对已复垦区域进行监测与管护。

3、近期年度经费安排详见表 7-20。

表 7-20 近期年度经费安排表

年度	治理对象	复垦面积	投资估算
第 1 年	建立监测网； 岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对矿区道路两侧进行植树复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.26hm ²	42.34 万元
第 2 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对矿区道路两侧进行植树复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.52hm ²	48.89 万元
第 3 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对矿区道路两侧进行植树复绿； 对采场+336m、+328m 终了台阶平台和边坡进行复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.11hm ²	41.79 万元
第 4 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对采场+318m 终了台阶平台和边坡进行复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.29hm ²	46.91 万元
第 5 年	岩溶地面塌陷的预防监测； 崩塌、滑坡的预防监测； 泥石流的预防监测； 水质污染（恶化）的预防监测； 土壤污染的预防监测； 对采场+308m 终了台阶平台和边坡进行复绿； 对已复垦区域进行监测与管护。	0.58hm ²	54.75 万元

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保护与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，并接受地方自然资源行政主管部门对矿山地质环境保护与土地复垦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土地复垦技术水平，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采设计进行矿山生产。

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，对矿石堆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土地复垦技术水平，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

表 8-1 年度基金计提估算总表

年度		生产矿石量 (万 t)	单位产量预 存额 (万元/t)	年度基金 计提额 (万元)	基金计提标准
第一阶段 (第 1~5 年)	第 1 年	700	0.2963	207.41	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
	第 2 年	700	0.2963	207.41	
	第 3 年	700	0.2963	207.41	
	第 4 年	700	0.2963	207.41	
	第 5 年	700	0.2963	207.41	
第二阶段 (第 6~10 年)	第 6 年	700	0.2963	207.41	
	第 7 年	700	0.2963	207.41	
	第 8 年	700	0.2963	207.41	
	第 9 年	700	0.2963	207.41	
	第 10 年	700	0.2963	207.41	
第三阶段 (第 11~31 年)	第 11 年	700	0.2963	207.41	
	第 12 年	700	0.2963	207.41	
	第 13 年	700	0.2963	207.41	
	第 14 年	700	0.2963	207.41	
	第 15 年	700	0.2963	207.41	
	第 16 年	700	0.2963	207.41	
	第 17 年	700	0.2963	207.41	
	第 18 年	700	0.2963	207.41	
	第 19 年	700	0.2963	207.41	
	第 20 年	700	0.2963	207.41	
	第 21 年	700	0.2963	207.41	
	第 22 年	700	0.2963	207.41	
	第 23 年	700	0.2963	207.41	
	第 24 年	700	0.2963	207.41	
	第 25 年	700	0.2963	207.41	
	第 26 年	700	0.2963	207.41	
第 27 年	700	0.2963	207.41		
第 28 年	700	0.2963	207.41		
第 29 年	0	0	0		
第 30 年	0	0	0		
第 31 年	0	0	0		
合计		-	-	5807.39	-

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门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。

一、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。

二、经济效益

(1) 直接经济效益

实施方案实施后恢复园地 3.59hm²，恢复林地 23.56hm²，主要为林业效益、其他经济作物收益等。矿山破坏土地采取生态恢复措施后，改善了土地生产利用条件，提高土地使用价值。采矿用地基本上无使用价值，而经生态恢复后成为林地，产出农林产品，其使用价值提高，土地价格也相应提高。

(2) 间接经济效益

林地面积的增加，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，即为生态恢复的间接经济效益。

三、社会效益

(1) 减轻自然灾害

随着方案的实施，矿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，可减少崩塌、滑坡及泥石流的发生，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、生产规模、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

广东省平远县东石镇麻塘矿区熔剂用白云岩矿、水泥用石灰岩矿为采矿权新立矿山，开采方式为露天开采，开采矿种为熔剂用白云岩、粉料用大理岩、水泥用石灰岩，矿区面积为 0.8979km²，700 万吨/年（其中：熔剂用白云岩 400 万吨/年、粉料用大理岩 140 万吨/年、水泥用石灰岩矿 160 万吨/年），开采深度+343m 至 0m 标高。矿山生产建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，评估重要程度分级为重要区。

本方案基准期以矿山正式投产之日算起，方案服务年限为 31 年。如遇矿山企业扩大开采规模、变更矿区范围或用地位置、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

地质环境综合调查主要以现场地质测量法为主，调查范围 3.5km²，调查线路 5.1km；收集资料 9 份，评估精度采用 1: 2000；评估区面积为 2.5201km²。该矿山地质环境影响评估级别为一级。

(三) 现状评估和预测评估结论

1、现状评估

(1) 地质灾害现状

评估区内未发生过岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，地质灾害现状弱发育，危害程度小，危险性小，对地质环境影响程度较轻。

(2) 地质环境问题现状

评估区矿山开采地质环境问题主要为：含水层的破坏较轻、地形地貌景观的破坏较轻、水土环境污染现状影响程度为较轻。

(3) 地质环境现状分区

矿山地质环境影响现状评估分为一个区，即矿山地质环境影响较轻区(III)，面积 2.5201km²，占评估区面积的 100.00%，主要分布于整个评估区范围。

2、预测评估

(1) 地质灾害预测

预测矿山开采活动可能引发、加剧并可能的地质灾害有：岩溶地面塌陷、崩塌、滑坡和泥石流等，其中：预测崩塌、滑坡地质灾害危害程度严重，危险性大，对地质环境影响程度严重。预测岩溶地面塌陷、泥石流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。

(2) 地质环境问题预测

预测矿山开采地质环境问题主要有：含水层影响程度为严重；地形地貌景观影响程度严重；水土环境污染程度为较轻。

(3) 地质环境预测分区

矿山地质环境影响预测评估分为三个区，矿山地质环境影响严重区（I）、较严重区（II）和较轻区（III）。严重区（I）面积 1.0836km²，占评估区面积的 42.99%，主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围；较严重区（II）面积 0.5396km²，占评估区面积的 21.41%，主要分布于岩溶地面塌陷影响范围；较轻区（III）面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%，主要分布于评估区的其他地段。

(四) 矿山地质环境治理防治分区

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，将评估区划分为重点防治区（A区）、次重点防治区（B区）和一般防治区（C区）三个区。重点防治区（A区）主要分布于露天采场、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场、矿区道路及影响范围，面积 1.0836km²，占评估区面积的 42.99%；次重点防治区（B区）主要分布于岩溶地面塌陷影响范围，面积 0.5396km²，占评估区面积的 21.41%；一般防治区（C区）主要分布于评估区的其他地段，面积 0.8969km²，占评估区面积的 35.60%。

(五) 土地损毁现状评估

现状主要为长窝里铁矿硐口工业场地损毁土地面积 1.82hm²，损毁土地类型为水田 0.05hm²、果园 0.12hm²、乔木林地 1.35hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 0.11hm²、公路用地 0.10hm²。矿山现状共计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。

（六）土地损毁预测评估

预测到矿山开采终了期，共计损毁土地面积 98.41hm²，其中已损毁面积 1.82hm²，拟损毁面积 96.59hm²。损毁土地利用类型包括水田 32.95hm²、水浇地 0.57hm²、旱地 0.18hm²、果园 29.9hm²、茶园 0.78hm²、其他园地 0.78hm²、乔木林地 20.79hm²、竹林地 0.32hm²、其他林地 0.24hm²、其他草地 0.57hm²、工业用地 0.09hm²、农村宅基地 6.91hm²、公用设施用地 0.09hm²、公路用地 0.3hm²、城镇村道路用地 0.02hm²、交通服务场站用地 0.02hm²、农村道路 1.66hm²、坑塘水面 0.9hm²、沟渠 1.27hm²、空闲地 0.03hm²、设施农用地 0.04hm²；损毁耕地面积大于 2hm²，损毁林地面积大于 4hm²，因此，预测矿山开采对土地资源影响为严重。

（七）土地复垦区、复垦责任范围及复垦单元

根据矿区已损毁土地现状调查和拟损毁土地分区预测结果，损毁土地范围、损毁前后的土地利用情况，以及对损毁土地进行复垦的可能性分析，将本项目土地复垦适宜性评价单元划分为：露天采场（+225m 以上）、露天采场（+225m 以下）、工业场地、办公生活区、外运转运场、复垦用土临时堆场及矿区道路共 7 个单元，复垦后的利用方向包括果园、乔木林地。

土地复垦责任范围为 98.41hm²，根据土地复垦适宜性评价结果，确定复垦果园 3.59hm²、复垦乔木林地 23.56hm²、保留坑塘水面 71.26hm²，土地复垦率为 100%。

（八）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 年度实施计划阶段和 11~31 年度实施计划阶段，其相对应的治理部位分为近期治理区、中期治理区和远期治理区。主要采用的措施有工程措施、生物措施、监测措施。

（九）地质环境保护与土地复垦经费估算

矿山地质环境治理工程动态总投资为 18610278.29 元（折合 1861.03 万元）；矿山土地复垦工程动态总投资为 39463578.92 元（折合 3946.36 万元）；矿山地

质环境保护与土地复垦工程总费用为 58073857.21 元（折合 5807.39 万元）。

（十）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、拦挡坝的稳定性及结构安全关系到整个堆场及下游地段生命财产安全，建议在实施前应聘请有资质的单位进行专项设计。

2、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管理制度，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。

3、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。

4、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。

5、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿山地质环境治理工作，随时接受自然资源部门检查。同时，以超前的眼光和意识对待矿山地质环境保护与土地复垦工作。

6、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土地复垦工程时，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。

7、加强对水环境污染、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，矿坑水的氟化物有轻微的超标，轻微超过地表水质量排放标准，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。

8、为确保矿山临时堆土场的安全运作，负责矿山安全生产的部门要应加强临时堆土场的安全工作措施。

9、矿山应成立绿色矿山建设工作机构，分工明确，责任落实。从开采方式科学化、资源利用高效化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化、矿地和谐等方面做好绿色矿山的建设和运行管理工作。

10、矿山开采环境条件复杂，根据《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T 0287-2015)要求，边坡监测实施前，建议业主聘请相关单位编制《边坡监测及监控实施方案》，并按照评审通过后的《边坡监测及监控实施方案》开展监测工作。