

广东梅平矿业有限公司和生石场
矿区生态修复方案
(公示稿)

广东梅平矿业有限公司

2026 年 4 月

广东梅平矿业有限公司和生石场 矿区生态修复方案

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

方案编制负责人：黄福海

主要编制人员：陈文强 范小辉 于松财

李启龙 梁 冲 王明辉

矿区生态修复方案编制信息表

采矿 权人 信息	采矿权人名称	广东梅平矿业有限公司				
	统一社会信用代码	914414*****0T	联系人	肖杰		
	联系地址	平远县大柘镇超南村上角66号	联系电话	138*****35		
	采矿权证证号	/	开采方式	露天开采		
	采矿权面积	0.2680 平方公里	采矿权拐点坐标	1, ***** 2, ***** 3, ***** 4, ***** 5, ***** 6, ***** 7, ***** 8, ***** 9, *****		
	采矿权有效期限	20 年				
	开采主矿种	建筑用凝灰岩	其他矿种	水泥配料用粘土矿		
	方案编制情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更开采方式 <input type="checkbox"/> 变更开采主矿种 <input type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 其他				
方案 编制 单位	单位名称	广东锦城矿山设计研究有限公司				
	统一社会信用代码	914414*****4H	联系人	朱业意		
	联系地址	梅州市梅江区三角镇正兴路8号宏基大厦	联系电话	137*****89		
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	黄福海	4414***** ****33	水工环地质	助理工程师	135*****68	
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	陈文强	4414***** ****18	地质	高级工程师	137*****95	
	范小辉	4414***** ****55	采矿	工程师	137*****71	
	于松财	4524***** ****15	地质	助理工程师	188*****79	
李启龙	4414***** ****16	采矿	助理工程师	135*****27		
梁 冲	4414***** ****17	施工管理	助理工程师	181*****07		
王明辉	3607***** ****31	地下水科学与 工程	技术员	191*****20		

目 录

前 言	1
一、编制目的.....	1
二、服务年限.....	5
三、编制依据.....	5
第一章 矿山基本情况	13
一、矿业权人基本情况.....	13
二、地理位置与区域概况.....	13
三、矿山开采历史及现状.....	15
第二章 矿区基础信息	28
一、矿区自然条件.....	28
二、社会经济概况.....	37
三、矿区地质环境背景.....	38
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况.....	48
五、矿区生态状况.....	51
六、矿山及周边人类重大工程活动.....	55
七、矿区生态修复工作情况.....	56
八、矿区基本情况调查监测指标.....	59
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	61
一、问题识别与受损预测.....	61
二、生态修复可行性分析.....	128
三、生态修复分区及修复时序安排.....	144
四、采矿用地与复垦修复安排.....	147
第四章 生态修复措施与工程内容	151

一、保护与预防控制措施.....	151
二、修复措施.....	151
三、主要工程量.....	162
第五章 监测与管护.....	173
一、监测目标与措施.....	173
二、管护目标与措施.....	185
第六章 工程部署与经费估算.....	191
一、总体部署.....	191
二、总体经费估算.....	195
三、阶段工作任务与经费安排.....	215
第七章 保障措施与公众参与.....	227
一、保障措施.....	227
二、公众参与.....	229
三、效益分析.....	232
第八章 结论和与建议.....	234
一、结论.....	234
二、建议.....	235

附表：

- 1、矿区土地利用现状表
- 2、矿区土地利用权属表
- 3、矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表
- 4、矿区现状损毁程度评价表
- 5、矿区损毁程度综合评价表
- 6、受损区块（生态修复区块）拐点坐标表
- 7、矿区生态修复目标及土地利用变化表
- 8、矿区表土处置工程汇总表
- 9、矿区生态修复投资估算总表
- 10、工程施工费单价估算表
- 11、工程施工费估算表
- 12、设备费估算表
- 13、其他费用估算表
- 14、前三年度矿区生态修复工作计划表
- 15、矿区生态修复工程量与经费安排表

附图：

- 1、平远县 2024 年度土地利用现状图（局部）
- 2、广东梅平矿业有限公司和生石场矿区地质环境问题现状图
- 3、广东梅平矿业有限公司和生石场矿区土地损毁现状图
- 4、广东梅平矿业有限公司和生石场矿区地质环境问题预测图
- 5、广东梅平矿业有限公司和生石场矿区土地损毁预测图
- 6、广东梅平矿业有限公司和生石场矿区生态修复工程部署图
- 7、平远县国土空间总体规划图（2021-2035 年）
- 8、平远县三区三线套合图（局部）

附件：

- 1、矿区现状照片
- 2、县政府常务会议决定事项通知书（平府办会函[2022]230号）
- 3、梅州市公共资源交易中心矿业权网上挂牌出让成交确认书
- 4、非油气采矿权出让合同（合同编号：202503）
- 5、矿区生态修复方案编制委托书
- 6、矿区生态修复方案公众参与调查表
- 7、水样、土壤检测报告
- 8、土地权属人意见
- 9、矿区生态修复工作承诺函
- 10、内审意见
- 11、储量核实报告评审结果的函及评审意见书
- 12、开采方案专家审查意见
- 13、名树古木查询证明

前 言

一、编制目的

（一）任务的由来

2024年12月27日，广东梅平矿业有限公司依法竞得了广东省平远县大柘镇超南矿区建筑用凝灰岩矿采矿权，签订了网上挂牌出让成交确认书。2025年5月13日，广东梅平矿业有限公司与平远县自然资源局签订了采矿权出让合同，采矿权出让年限为20年。

根据《中华人民共和国矿产资源法》第四十六条“开采矿产资源前，采矿权人应当依照法律、法规和国务院自然资源主管部门的规定以及矿业权出让合同编制矿区生态修复方案，随开采方案报原矿业权出让部门批准。”的相关要求，采矿权人（广东梅平矿业有限公司）于2026年1月17日委托广东锦城矿山设计研究有限公司承担《广东梅平矿业有限公司和生石场矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）的编制工作。

（二）编制目的

一是通过对矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题进行评估，确定适宜的非工程和工程治理措施，使矿山地质环境得以基本恢复、矿山生态环境影响和破坏程度降到最低，为矿山地质环境恢复治理提供科学的指导与依据；二是通过分析项目区开采活动对土地利用可能造成的影响，提出适宜的土地损毁预防控制与复垦措施，使拟建项目对土地的不利影响降低到最小程度，为损毁土地的地貌重塑、土体再造与生态环境恢复提供科学的指导与依据；三是为自然资源主管部门实施依法监管、矿山企业申请采矿许可登记提供依据。

本方案仅作为采矿权人实施矿山地质环境治理、土地复垦、生态系统功能恢复等生态修复活动的总体部署和基本技术依据，不代替相关工程勘查、工程设计等。

（三）编制情形

1、工作经过

（1）项目启动阶段：（2026年1月17日~1月20日）进行相关文件的研究，全面收集矿区及周围地区的地质、矿山开采及土地资源等相关资料，进行初步分析、编写工作大纲。

（2）野外调查阶段：（2026年1月21日~2月12日）开展矿区生态野外调查，确定问题识别范围，查明矿区自然条件、矿山生产建设情况、矿山地质环境现状、土地损毁与复垦修复现状以及生态状况。

（3）资料整理、方案编制阶段：（2026年2月13日~3月30日）根据调查情况，预测问题识别范围内矿产资源开采可能引发的矿区地质环境破坏、土地损毁、植被损毁等矿区生态破坏问题，明确生态修复目标任务、工程布局、技术措施、时序安排、经费概算、保障措施等。完成矿区生态修复方案的编写和图件绘制，提交编制成果评审。

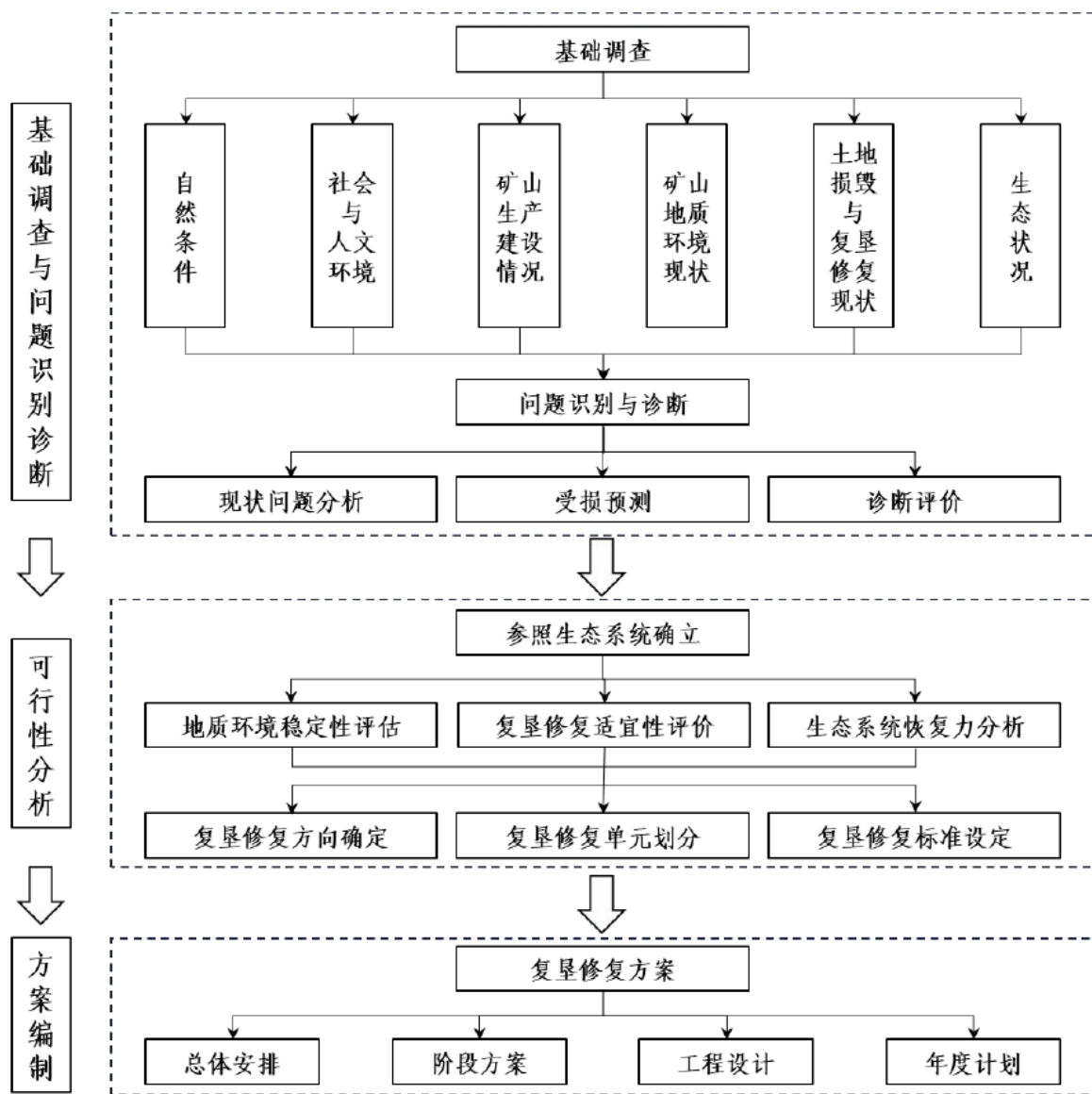


图 0-1 工作程序框图

2、主要工作量

(1) 工作量

本方案编制过程中，主要收集区域地质、水工环地质资料 6 份，矿区地质、开采技术资料 4 份，土壤、土地类型资料 3 份。

矿山地面调查面积约 2.24km²，调查路线约 5.1km，地质灾害调查点 3 个，地质调查点 15 个，地貌调查点 5 个，水文地质调查点 3 个，土地破坏调查点 8 个，废水废渣调查点 4 个，公众参与调查 6 份，野外数码摄影 352 张，完成文字报告 1 份，附图 11 幅，详见表 0-1。

表 0-1 完成的主要实物工作量统计表

工作内容		单位	工作量
主要收集资料	区域地质、水工环地质资料	份	6
	矿区地质、开采技术等资料	份	4
	土壤、土地类型等资料	份	3
矿山地质环境综合调查	地质环境影响调查面积	km ²	2.24
	土地损毁调查面积	km ²	2.24
	生态损毁调查面积	km ²	2.24
	动植物物种调查面积	km ²	2.24
	调查线路长度	km	5.10
	地质灾害调查点	个	3
	地质调查点	个	15
	地貌调查点	个	5
	水文地质调查点	个	3
	土地破坏调查点	个	8
	废水废渣调查点	个	4
	公众参与调查	个	6
	现场拍照片/附件照片	张	352/16
水土样品采集	件	3	
编制成果	广东梅平矿业有限公司和生石场矿区生态修复方案文字报告	份	1
	平远县 2024 年土地利用现状图（局部）	幅	2
	广东梅平矿业有限公司和生石场矿区地质环境问题现状图	幅	1
	广东梅平矿业有限公司和生石场矿区土地损毁现状图	幅	1
	广东梅平矿业有限公司和生石场矿区地质环境问题预测图	幅	1
	广东梅平矿业有限公司和生石场矿区土地损毁预测图	幅	1
	广东梅平矿业有限公司和生石场矿区生态修复工程部署图	幅	1
	平远县国土空间总体规划图（2021-2035 年）	幅	2
	平远县三区三线套合图（局部）	幅	2
	方案文本及附图电子文档	份	1

二、服务年限

根据《广东梅平矿业有限公司和生石场开采方案》（广东锦城矿山设计研究有限公司，2026年1月），矿山综合服务年限为20年。考虑矿山闭坑后生态修复期与管护期约3年，因此，确定本方案的适用年限为23年，基准期以相关部门批准本方案之日算起。

本方案自自然资源主管部门审查结果公告之日起生效，经审查通过的《方案》每5年修编一次。涉及采矿权延续、扩大矿区范围、变更开采方式或开采主矿种等情形的，应当重新编制方案。

经评审通过的方案，涉及用地（含用林用草）范围、使用期限、损毁类型等发生变化的，应当于取得相关批复文件后半年内进行修编，报矿业权出让部门本案；设计开采方案调整的，应当重新编制方案并随开采方案报矿业权出让部门批准。

三、编制依据

（一）法律、法规及部门规章

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订，2025年7月1日起施行）；
- 2、《中华人民共和国农业法》（1993年7月2日起施行，2013年修订）；
- 3、《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日起施行）；
- 4、《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月1日起施行，2018年修订）；
- 5、《中华人民共和国水土保持法》（1991年6月29日通过并施行，2010年12月25日修订，2011年3月1日起施行）；
- 6、《中华人民共和国大气污染防治法》（1988年6月1日起施行，2018年修正）；
- 7、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日起施行）；

8、《中华人民共和国水污染防治法》（1984年5月11日通过，2017年6月27日第二次修正，2018年1月1日正式施行）；

9、《中华人民共和国土地管理法》（1987年1月1日起施行，2019年修正）；

10、《中华人民共和国森林法》（1985年1月1日起施行，2019年修订）；

11、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1995年10月30日发布，2020年修订）；

12、《中华人民共和国安全生产法》（2002年11月1日起实施，2021年修订）；

13、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年9月1日起施行）；

14、《土地复垦条例》（2011年3月5日国务院令 第592号）；

15、《地质灾害防治条例》（2004年3月1日国务院令 第394号）；

16、《建设项目环境保护管理条例》（1998年11月29日国务院令 第253号，2017年7月16日修订）；

17、《矿产资源开采登记管理办法》（1998年2月12日国务院令 第241号发布，2014年7月29日国务院令 第653号修订）；

18、《土地复垦条例实施办法》（2012年12月27日国土资源部 第56号令，根据2019年7月16日自然资源部第2次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正）；

19、《矿山地质环境保护规定》（2009年3月2日，国土资源部令 第44号；根据2019年7月16日自然资源部第二次会议《自然资源部关于废止修改的部门规章的决定》第三次修订）。

（二）国家政策性文件

1、《国务院关于促进集约节约用地的通知》（国发〔2008〕3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）；

- 3、《国务院办公厅关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见》（国办发〔2021〕40号）；
- 4、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号）；
- 5、《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）；
- 6、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；
- 7、《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202号）；
- 8、《自然资源部办公厅关于加强国土空间生态修复项目规范实施和监督管理的通知》（自然资办发〔2023〕10号）；
- 9、关于印发《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》的通知（自然资办发〔2020〕38号）；
- 10、《自然资源部办公厅关于严守土石料利用政策底线进一步完善矿山生态修复激励措施的通知》（自然资办发〔2024〕39号）；
- 11、《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规〔2019〕6号）；
- 12、《国家林业和草原局关于制定恢复植被和林业生产条件、树木补种标准的指导意见》（林办发〔2020〕94号）；
- 13、《国家重点保护野生植物名录》（国家林业和草原局 农业农村部公告2021年第15号）；
- 14、《财政部 国土资源部关于印发<土地开发整理项目预算定额标准>的通知》（财综〔2011〕128号）；
- 15、《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）；

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

17、《国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知》（矿安〔2023〕119 号）；

18、自然资源部关于公开征求《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知（征求意见稿）》意见的公告（自然资源部，2024 年第 53 号）；

19、《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）。

（三）地方法规、规章及政策性文件

1、《广东省自然资源厅关于做好《中华人民共和国矿产资源法》实施过渡期矿区生态修复方案评审工作的公告》（广东省自然资源厅，2025 年 10 月 29 日）；

2、广东省国土资源厅《关于加强矿山环境保护管理工作的通知》（粤国土资发〔2002〕74 号），2002 年 4 月 9 日；

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

4、《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）；

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

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

9、《关于印发广东省推进矿山地质环境恢复和综合治理工作方案的通
知》（粤国土资地环发〔2016〕154 号）；

11、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（粤自然资发〔2020〕6号）；

14、《广东省人民政府关于公布广东省重点保护野生植物名录的通知》（粤府函〔2023〕30号）；

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

16、广东省林业局关于印发《广东省重点保护陆生野生动物名录》的通知（广东省林业局，2021年7月1日）。

（四）国家标准、行业标准及技术规范

1、《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（自然资源部，2025年9月）；

2、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB 12719-2021）；

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

4、《量和单位》（GB 3100-3102-1993）；

5、《地表水环境质量标准》（GB 3838-2022）；

6、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009版）；

7、《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）；

8、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

9、《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

10、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；

11、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2020）；

12、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；

13、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

14、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；

15、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453-2008）；

- 16、《生态公益林建设技术规程》（GB/T 18337.3-2001）；
- 17、《土地基本术语》（GB/T 19231-2003）；
- 18、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 19、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32846-2016）；
- 20、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；
- 21、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 22、《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
- 23、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- 24、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；
- 25、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 26、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- 27、《矿山土地复垦信息基础调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- 28、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；
- 29、《矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山》（TD/T 1070.4-2022）；
- 30、《全国生态状况调查评估技术规范—森林生态系统野外观测》（HJ1167-2021）；
- 31、《全国生态状况调查评估技术规范—草地生态系统野外观测》（HJ1168）；
- 32、《耕地质量监测技术规程》（NY/T 1119）；
- 33、《草地资源调查技术规程》（NY/T 2998）；
- 34、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342）；
- 35、《地质图地理底图编绘规范（1:50000）》（DZ/T 0157-1995）；
- 36、《地质图用色标准及用色原则（1:50000）》（DZ/T 0179-1997）；
- 37、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
- 38、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 39、《地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

- 40、《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；
- 41、《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；
- 42、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；
- 43、《矿山地质环境调查评价规范》（DD 2014-05）；
- 44、《滑坡防治设计规范》（GT/T 38509-2020）；
- 45、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；
- 46、《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/ACGHP 011-2018）；
- 47、《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/ACGHP 032-2018）；
- 48、《矿山生态环境修复工程技术规范》（T/CSOTE 0003-2023）；
- 49、《建材露天矿山生态修复技术规范（试行）》（T/CAGHPER 092-2024）；
- 50、《露天采石矿山高陡台阶边坡生态修复工程技术规范》（T/GBMA001-2020）；
- 51、《矿山地质环境监测技术要求（试行）》（T/CAGHP 088-2022）；

（五）地方标准与其他技术资料

1、地方标准

- （1）《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2025年版）》（广东省地质灾害防治协会，2025年9月）；
- （2）《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）；
- （3）《广东省矿山生态修复技术指南（试行）》（广东省地质环境监测总站，2023年1月）。

2、区域地质、水工环地质资料

- （1）《1:20万梅县幅区域水文地质普查报告》，广东省地质局水文工程地质二大队，1982年10月；
- （2）《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；
- （3）《广东省地震烈度区划图（1:1800000）》，国家地震局，2015

年；

(4) 《平远县大柘镇和生石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》，平远县大柘镇和生石场，2018年2月；

(5) 《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；

(6) 《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、矿区地质、开采技术等资料

(1) 《广东省矿产资源总体规划（2021-2025年）》；

(2) 《梅州市矿产资源总体规划（2021-2025年）》；

(3) 《广东省平远县大柘镇超南矿区建筑用凝灰岩矿资源储量核实报告》，广东锦城矿山设计研究有限公司，2023年10月；

(4) 《广东梅平矿业有限公司和生石场开采方案》，广东锦城矿山设计研究有限公司，2026年1月。

4、土壤、土地类型等资料

(1) 《广东土壤》（广东省土壤普查办公室编著）；

(2) 《梅州市国土空间总体规划（2021-2035年）》；

(3) 《平远县国土空间总体规划（2021-2035年）》。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

广东梅平矿业有限公司成立于 2021 年 08 月 17 日，注册地位于平远县大柘镇超南村上角 66 号，注册资本 3000 万元人民币。企业性质为其他有限责任公司，公司主要经营范围包括非金属矿及制品销售；建筑用石加工；建筑砌块制造；建筑砌块销售；建筑材料销售；水泥制品销售；建筑用钢筋产品销售；建筑工程机械与设备租赁；非居住房地产租赁。

二、地理位置与区域概况

矿区位于广东省平远县城区 160°方位，直距约 8km，行政区隶属平远县大柘镇管辖。矿区地理坐标：东经 *** °**'***" ~ 东经 *** °**'***"，北纬 ** °**'***" ~ 北纬 ** °**'***"，矿区中心地理坐标：东经 *** °**'***"，北纬 ** °**'***"。

矿区有约 0.2km 简易矿山道路与国道 G206 线相接，经国道 G206 线北至平远县城约 8km、南至梅州市市区约 36km，距梅平高速 S66 长田入口约 10km 运距，距济广高速 G35 石正入口约 7.5km 运距，交通比较便利(图 1-1)。

矿区范围周边 3km 范围内无其它采矿权分布；矿区 4 号拐点东侧 275m 外为 G206 国道，矿区范围东侧 300m 外沿 G206 国道两侧零星分布民房 23 栋，近年来人口生育下降，青壮年外出务工，常住居民 19 户约 41 人。

图 1-1 矿区交通位置图

三、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

1、平远县大柘镇和生石场

平远县大柘镇和生石场于 2004 年 11 月首次取得采矿许可证，证号 4414*****03，采矿权人为平远县大柘镇和生石场，生产规模为 26 万 t/a，开采方式为露天开采，开采矿种为砂岩，开采深度由+300~+210m 标高，矿区面积 0.03046km²，有效期自 2004 年 11 月至 2008 年 11 月，矿区范围由 4 个拐点坐标圈定（详见表 1-1）。

表 1-1 平远县大柘镇和生石场 2004 年采矿证范围拐点坐标表

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****
开采标高: +335m 至+200m, 面积 0.0851km ²					
2000 国家大地坐标					

矿山 2008 年至 2022 年先后完成采矿权变更、延续 5 次，现持平远县自然资源局 2022 年 8 月 5 日核发采矿许可证，证号 C4414*****09；采矿权人为平远县大柘镇和生石场，生产规模为 5.00 万 m³/a，开采方式为露天开采，开采矿种为砂岩，开采深度由+335~+200m 标高，矿区面积为 0.0851km²，有效期为自 2022 年 8 月 5 日~2029 年 12 月 5 日，矿区范围由 8 个拐点坐标圈定（详见表 1-2）。

表 1-2 平远县大柘镇和生石场现持采矿证范围拐点坐标表

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	5	*****	*****
2	*****	*****	6	*****	*****
3	*****	*****	7	*****	*****
4	*****	*****	8	*****	*****
开采标高: +335m 至+200m, 面积 0.0851km ²					
2000 国家大地坐标					

2、广东梅平矿业有限公司和生石场

2022年9月21日平远县人民政府常务会议决定事项通知书（平府办会函〔2022〕230号），会议原则同意平远县大柘镇和生石场进行扩大范围并提高产能，出让年限为20年。根据平远县自然资源局《地质勘查委托书》，平远县大柘镇超南矿区建筑用凝灰岩采矿权范围由9个拐点圈定，矿区面积0.2680km²，开采标高由+380~+200m，开采矿种为建筑用凝灰岩、水泥配料用粘土矿，矿区范围拐点坐标详见表1-3，设置采矿权矿区范围与周边采矿权相对位置关系见图1-2。

表 1-3 新设采矿权矿区范围拐点坐标表

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	6	*****	*****
2	*****	*****	7	*****	*****
3	*****	*****	8	*****	*****
4	*****	*****	9	*****	*****
5	*****	*****			
开采标高：+380m 至+200m，面积 0.2680km ²					
2000 国家大地坐标					

图 1-2 申请开采区域与原采矿权平面范围叠合图

矿山经多年开采，矿体部分已揭露，目前形成一个采坑，大致呈椭圆形展布，北东~南西向长 300~436m，北西~南东宽约 219m~362m，面积约 10.7440hm²，现形成+215m、+233m、+247m、+260m、+276m、+300m、+307m、+320m 共 8 级合阶，台阶高度不等，坡角 45~80°，局部较陡，最低平台标高+208m。

（二）矿山开采现状

广东梅平矿业有限公司和生石场为采矿权新立矿山，根据 2022 年 9 月 21 日经县政府常务会议决定事项通知书（平府办会函〔2022〕230 号），并结合 2022 年 12 月 5 日平远县自然资源局的勘查委托书，矿区范围由 9 个拐点圈定，矿区面积：0.2680km²，开采深度：+380m 至+200m。

矿山目前正处于申请办理采矿许可证阶段，采矿权人为广东梅平矿业有限公司，属其他有限责任公司，矿区面积 0.2680km²，开采深度+380m 至+200m，开采矿种为建筑用凝灰岩、水泥配料用粘土矿，开采方式为露天开采，生产规模 43 万 m³/a（其中：建筑用凝灰岩矿 38 万 m³/a、水泥配料用粘土矿 5 万 m³/a），矿山综合服务年限为 20 年。

根据广东锦城矿山设计研究有限公司 2023 年 10 月提交的《广东省平远县大柘镇超南矿区建筑用凝灰岩矿资源储量核实报告》，并结合《资源储量报告评审意见书》（粤资储评审字〔2023〕184 号），经审查：平远县大柘镇超南矿区范围内（标高+380~+200m）累计查明建筑用凝灰岩矿资源量矿石量 1072.76 万 m³（其中现采矿许可证范围内累计查明 309.85 万 m³）；历年累计开采动用（消耗）探明资源量矿石量 143.97 万 m³；矿区范围（现采矿许可证外）开采动用（消耗）探明资源量矿石量 16.47 万 m³。

根据广东锦城矿山设计研究有限公司 2026 年 1 月编制的《广东梅平矿业有限公司和生石场开采方案》，露天开采境界内可采矿、岩土体积总量 1102.50 万 m³，其中：残坡积层可采资源量 16.14 万 m³，水泥配料用粘土矿（全风化层）可采储量 Q₂粘土矿：94.87 万 m³（折合 132.82 万 t），半风化凝

灰岩层（作回填石使用）可采资源量 195.25 万 m^3 ，凝灰岩夹石层可采资源量 83.06 万 m^3 ，建筑用凝灰岩可采储量 $Q_{2\text{凝灰岩}}$ ：713.18 万 m^3 。

图 1-3 基建终了及平面布置图

资料来源：《广东梅平药业有限公司和生石场开采方案》，广东锦城矿山设计研究有限公司，2026年1月

图 1-4 开采终了平面图

资料来源：《广东梅平药业有限公司和生石场开采方案》，广东锦城矿山设计研究有限公司，2026年1月

图 1-5 最终境界剖面图（A—A'、B—B'）

资料来源：《广东梅平矿业有限公司和生石场开采方案》，广东锦城矿山设计研究有限公司，2026 年 1 月

（三）矿山开采方案

1、建设规模

矿山生产规模 43 万 m³/a，其中：建筑用凝灰岩矿 38 万 m³/a，水泥配料用粘土矿（全风化层）7 万 t/a。开采方式为露天开采。根据矿山生产建设规模分类，属大型生产规模。

产品方案为建筑用凝灰岩原矿、水泥配料用粘土矿（全风化层），半风化凝灰岩（回填石）。

2、工程布局

矿区工程布局主要包括：露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2。

露天采场：矿区面积为 0.2680km²，开采标高为+380~+200m，根据矿区地形和露天采场现状，采场+220m 标高以上为山坡露天采场，采场+220~+200m 标高为凹陷露天采场，最终边坡划分 19 级台阶：+375m、+370m、+360m、+350m（清扫）+340m、+330m、+320m（清扫）、+310m、+300m、+290m（清扫）、+280m、+270m、+260m（清扫）、+250m、+240m、+230m（清扫）、+220m（封闭圈）、+210m、+200m（底场）。设计开采最终边坡角 49°。

综合服务区：位于矿区外东侧 230m 山坡处，场地标高约+220m，占地面积约 0.1135hm²，建设有二层钢筋水泥结构房，建筑面积约 500m²，设置办公室、会议室等办公设施和员工生活服务设施，并配套停车场。

工业场地：位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁，占地面积约 0.0764m²，场地标高约+202m，包括仓库、机修设施等。

破碎加工厂：位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁，占地面积约 0.7793m²，场地标高约+210m，包括破碎加工生产线、原材料堆放区、产品堆放区等。

矿山道路：矿山现有道路自矿区东侧 G206 国道往西，经简易碎石路 70m

到达矿山工业场地，工业场地往西 120m 后，继续往西 200m 到到达矿区范围边界，折向东南 110m 可达综合服务区。其中：G206 国道至工业场地为碎石路，路面宽约 4m，长 70m；工业场地至综合服务区为水泥硬底化路面，路面宽约 4m，长 230m；工业场地至矿区范围边界前半段为水泥硬底化路面，路面宽 4m，长 120m，后半段为碎石路，路面宽 4~6m，长 200m。工业场地至矿区的矿山道路一侧已布设排水沟、涵管。新开拓道路主要开拓至采场至高剥离开采点，连接露天采场和临时表土堆场、排土场等区域，设计新开拓运输道路长度约 3300m，新设道路宽 8m。

原排土场：位于矿区东北侧山窝，呈东西展布，占地面积约 0.7713hm²，堆排量 5.40 万 m³，分 6 层堆放，堆放标高+212.65m~+238.45m，现形成堆放平台+217m、+220m、+225m、+228m、+232m、+238m，台阶坡度 13° ~ 37°，整体的边坡角 21.96°，平台宽 2~3m。设置袋装土挡土墙、水泥预制涵管、简易土质排水沟。

临时表土堆场：因矿山开采及闭坑复绿治理需要，在矿区范围内外设置 4 个临时表土堆场，便于矿山复垦复绿用土。临时表土堆场具体位置及情况为：在矿区范围内中北部+310m 标高挖掘一平台设置临时表土堆场 1，占地面积 0.27 万 m²，容量 1.19 万 m³；在矿区内西南部+286~+294m 标高山窝处设置临时表土堆场 2，占地面积 0.30 万 m²，容量 0.77 万 m³；在矿区内中南部+276~+284m 标高山窝处设置临时表土堆场 3，占地面积 0.08 万 m²，容量 0.43 万 m³；在矿区外北部+246~+278m 标高山窝处设置临时表土堆场 4，占地面积 0.67 万 m²，容量 6.29 万 m³；以上 4 个临时表土堆场总容量 8.68 万 m³。

排土场 1：在矿区外东中南部 50m 的山窝处，占地面积 4.5363hm²，容量 96.95 万 m³，用于堆存矿山剥离废土石。

排土场 2：在矿区外西北部山窝处，占地面积 3.1772hm²，容量 52.9 万 m³，用于堆存全风化凝灰岩层综合利用后的废料。

3、其他工程布置

1) 矿山供水

生活用水：在综合服务区修建生活、消防蓄水池，水源从矿区外引用山泉水，生活饮用水采用桶装水。

生产、消防用水、复垦复绿用水：在矿区西侧约+383m 标高处设置移动水箱，从矿区外北部山沟约+273m 标高处设置 1 个水池，作为移动水箱的取水点，利用抽水泵抽水补给移动水箱，作为采场内防尘和复绿治理用水。

2) 矿山供电

石场供电采用外接电源，由当地 10kV 农网供电线路至矿山变配电站，石场目前设置有容量 100kVA 变压器 1 台，变电所设置在矿区外东侧 255m 处约+218m 标高处，分别输出 380V 和 220V 供电线路，再由各配电箱分供各用电设备和服务区。

3) 矿山通讯

矿山通讯主要依靠移动电话，现矿区有信号全覆盖；同时，使用对讲机、警铃传递信息。

4、矿山拟开采的层位

矿区处于永梅～惠阳拗陷、永梅凹褶断束、梅县山字型构造体系西翼反射弧以东，平远县大柘镇至梅县区大坪镇断裂构造西端，属大柘熔岩层西边缘，该熔岩主要沿断裂构造带展布。区内大面积出露凝灰岩，岩性岩性主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩，少量绢云母化流纹质凝灰岩。矿体赋存于侏罗系中～上统高基坪群（J₂₋₃gj）地层中。详见图 1-3 基建终了及平面布置图、图 1-4 开采终了平面图、图 1-5 最终境界剖面图（A—A'、B—B'）。

5、开采接替顺序

开采顺序：从上到下，采剥作业必须遵守“自上而下，分水平台阶开采”的原则，采矿工作面由西最高点开始剥离，剥采方向往东推进。

6、开采方式及采矿方法

根据矿体赋存及矿区地形地貌条件、开采深度、矿山开采技术条件以及所选用的采装设备等，设计采用露天开采方式，自上而下分台阶剥离开采。

7、固体废弃物及处置

矿山固体废弃物主要包括剥离土、夹石和生活垃圾。

(1) 采场固体废弃物

根据《开采方案》（2026年1月），矿山的剥离土是主要的固体废弃物，露天开采境界内可采矿、岩土体积总量 1102.50 万 m³，其中：残坡积层 16.14 万 m³，水泥配料用粘土矿（全风化层）94.87 万 m³（折合 132.82 万 t），半风化凝灰岩层（作回填石使用）195.25 万 m³，凝灰岩夹石层 83.06 万 m³，建筑用凝灰岩 713.18 万 m³。

矿山为储存各场地复垦复绿用土，在矿区范围内外设置临时表土堆场 4 个用于堆放复垦用土；同时，在矿区外东中南部 50m 的山窝处和矿区外西北部山窝处各设置一个排土场，堆放部分不能利用的凝灰岩夹石层及部分残坡积层剥离物。

矿山闭坑后，将排土场堆存的废石土和剩余的残坡积层约 90 万 m³ 回填采坑，底场按 12.2327hm² 计，回填约 8m，回填后底场标高+208m。复垦后底场排水方案建议沿用矿山开采方案的排洪涵管方案，把原设计的排洪涵管标高（+210m）降低到 208m 标高以下即可。

(2) 生活垃圾

综合服务区设置生活垃圾配套设施，使生活垃圾应该有序、合理堆放，并委托镇村环卫部门统一定期清运。

(3) 危险废弃物

废机油、润滑油属于危险废弃物，废机油部分回用于矿山机械设备润滑，不能回用的暂存在危废暂存间，交由资质单位处理。

根据《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环办公告 2017 年第 43

号），本项目产生的废机油、废润滑油属危险固废，部分回用于机械设备润滑，不能回用的交由资质单位处理。危废收集后建议采用废桶收容包装，并进行密封，收容器外侧贴上危险废物标签。按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求建议企业在机修车间内建设单独的危险废物暂存间占地约 2m²，暂存间四侧及顶部密闭，有四防措施（防风、防雨、防晒、防渗漏）。暂存间门外设置危险废物暂存间标示，注明暂存的危险废物种类、贮存量、危险废物类别、代码、贮存方式、贮存能力、贮存周期、危险特性等。

依据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）规范建设危险废物贮存场所并设置危险废物标识。加强危险废物贮存期间的环境风险管理，危险废物贮存时间不得超过一年。严格执行危险废物转移联单制度，禁止将危险废物提供或委托给无危险废物经营许可证的单位从事收集、贮存、利用、处置等经营活动。严禁委托无危险货物运输资质的单位运输危险废物。自建危险废物贮存、利用、处置设施的，应当符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）、《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598）、《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484）等相关标准的要求，依法进行环境影响评价并遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定；按照所在地环保部门要求定期对利用处置设施污染物排放进行监测。要将危险废物的产生、贮存、利用、处置等情况纳入生产记录，建立危险废物管理台账，如实记录相关信息并及时依法向环保部门申报。”

8、矿山的废水及处置

矿山境界内所有汇水，包括矿山开采过程中的清浊水、生活污水。

（1）清水：石场采场、排土场和临时表土堆场周边地表水，通过设置截水沟，将上部汇水截留，引流至场外自然沟谷；工业场地设置排水沟，引排场地内的地表水。

（2）浊水：采场内台阶根据实际设置简易排水沟和排水吊沟，将台阶

积水集中向下疏排；该矿终了采场形成了上部山坡露天采场、下部凹陷露天采场。采场内在+220m 封闭圈标高设置截排水沟，将+220m 以上汇水通过截排水沟自流至沉砂池，经沉砂池处理达标排放；凹陷露天采坑由于无法自流排水，在凹陷开采区底场东侧设置集水池，安装 2 台水泵排水至矿区东侧的排水沟，经沉砂池处理达标排放。排土场和临时表土堆场根据实际设置沉砂池，尺寸 5.0×4.0×3.0（长×宽×高），池体是 C20 混凝土浇筑而成。

（3）生活污水：经化粪池处理后直接外排，或回用于矿区内绿化。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 流域水文状况

1、水文状况

矿区内支状水系发育，山沟小溪交错，地表水总体自西向东、自北向南汇入主河道。矿区内无山塘水库等较大地表水体，地形有利于大气降水排泄，小水沟为地表水的自然排泄良好通道。

矿区内及周边主要有四条溪沟：①号溪沟位于矿区外北东侧，总体自北西向南东流，有多条支流汇入，季节性溪流，枯水期流量明显减少；②号溪沟位于矿区北面，自西向东流，于矿区 2 号拐点西侧经地下排水管在矿区外北东面汇入①号溪沟，季节性溪流，枯水期接近断流；③号溪沟位于矿区中部，总体自南西向北东流，有多条支流汇入，于矿区东面汇入①号溪沟，季节性溪流，枯水期则断流；④号溪沟位于矿区外南西面，总体自南西往北东流，于矿区外东面汇入①号溪沟，季节性溪流，枯水期流量明显减少。

区内最低侵蚀基准面标高约+185m（矿区外东面溪沟）。现场勘察期间，①号、②号和③号仍有较小水量。

矿山所在流域的地表水系详见图 2-1 流域水系分布图。

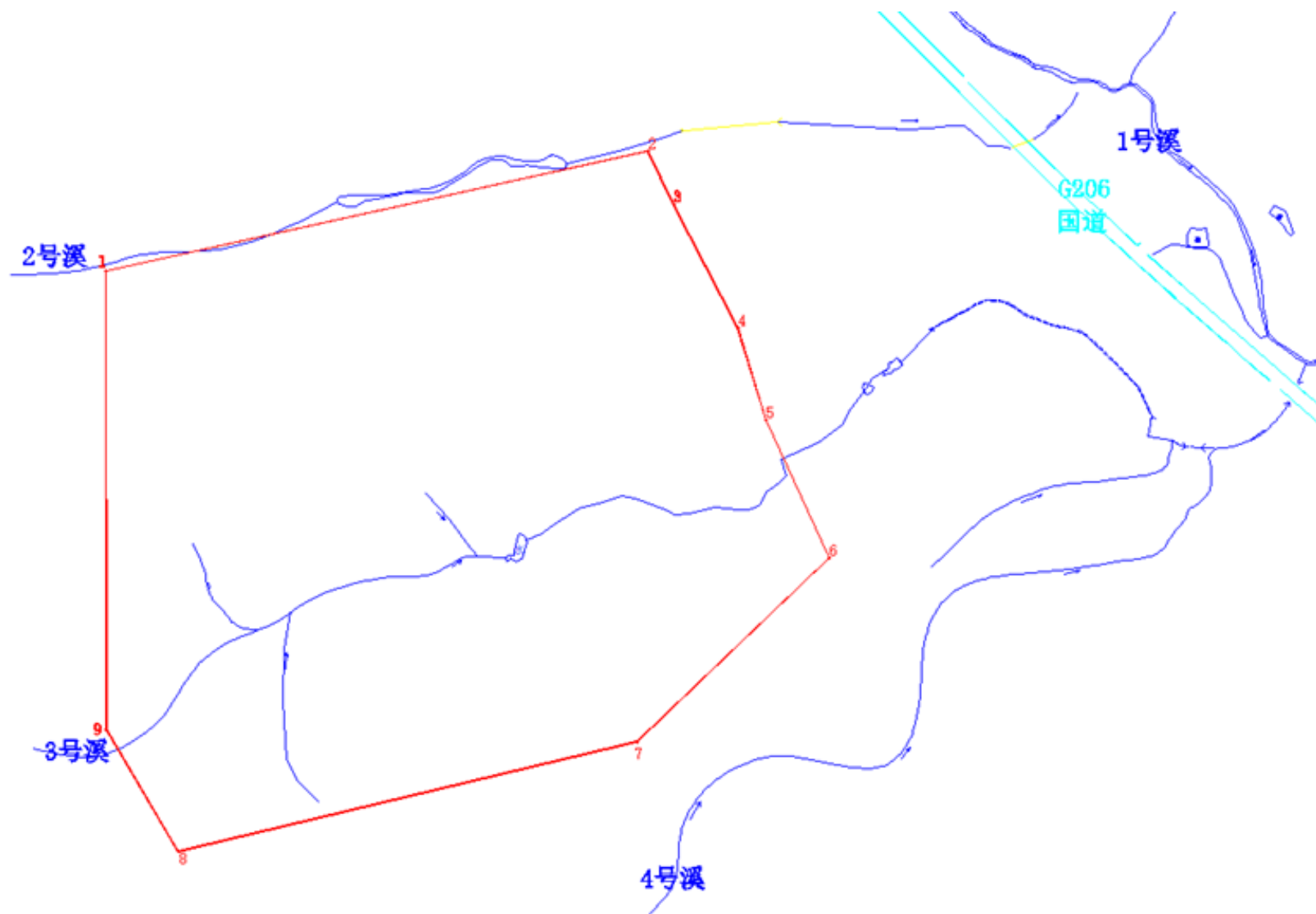


图 2-1 流域水系分布图

2、地表水特征

矿区内及周边主要有四条溪沟，①号溪沟位于矿区外北东侧，总体自北西向南东流，两侧有多条溪沟汇入，主要补给来源为大气降雨，丰水期流量约 142.5L/s（2023 年 7 月 15 日，浮标法），枯水期流量明显减少；②号溪沟位于矿区北面，起源于 1 号拐点北面，自西向东流，于矿区 2 号拐点西侧经地下排水管在矿区外北东面汇入①号溪沟，主要补给来源为大气降雨，次为下降泉水，丰水期流量 22.3L/s（2023 年 7 月 15 日，浮标法），枯水期接近断流；③号溪沟位于矿区中部，起源于 ZK001 南面，总体自南西向北东流，有 2 条小溪沟汇入，于矿区东面汇入①号溪沟，主要补给来源为大气降雨，次为下降泉水，丰水期流量 15.3L/s（2023 年 7 月 15 日，浮标法），枯水期则断流；④号溪沟位于矿区外南西面，起源于 ZK402 南面，总体自南西往北东流，于矿区外东面汇入①号溪沟，主要补给来源为大气降雨，次为下降泉水，丰水期流量 25.4L/s（2023 年 7 月 15 日，浮标法），枯水期流量明显减少。

表 2-1 溪流概况一览表

编号	流向	补给来源	流量
①号溪沟	自北西向南东	降雨	丰水期流量 142.5L/s
②号溪沟	自西向东	降雨、泉水	丰水期流量 22.3L/s
③号溪沟	自南西向北东	降雨、泉水	丰水期流量 15.3L/s
④号溪沟	自南西向北东	降雨、泉水	丰水期流量 25.4L/s

矿区北部（1~2 号拐点坐标附近）为 2 号溪沟汇水形成的季节性积水洼地，矿区中部为 3 号溪沟汇水形成的季节性积水洼地，矿区北东面采坑（4~5 号拐点坐标附近）现有少量积水，现状降雨汇水基本向东排出区外，自然排泄条件良好。

矿区最低开采标高为 200m，位于矿区东面最低标高 216m 以下，未来开采会形成深 16m 的凹陷采坑，采坑大气降雨汇水需要机械排水。

3、地下水水位

2023年3月至7月储量核实期间施工的7个钻孔，施工过程中无漏水和涌水现象，施工钻孔 ZK301、ZK302、ZK001、ZK002、ZK401、ZK403 微-未风化凝灰岩上部裂隙面见铁质侵染，裂隙密度多 2~8 条/m，局部多达 15 条/m，裂隙宽多 < 1mm。地下水水位埋深 15.37m~45.40m，水位标高一般 242.37m~331.97m，在山脊处水位埋深一般较深，坡脚处埋深较浅，地下水水位埋深随地形变化较大，一般来说地下水山脊处相较于坡脚处更为贫乏；钻孔揭露的水位标高均位于拟开采矿体标高之上。

表 2-2 钻孔静止水位观测结果表

钻孔编号	井口标高(m)	水位埋深(m)	静止水位标高(m)
ZK301	370.17	38.20	331.97
ZK302	285.47	37.01	248.46
ZK001	302.53	29.46	273.07
ZK003	262.83	15.37	247.46
ZK401	310.22	45.40	264.82
ZK402	314.72	35.40	279.32
ZK403	259.88	17.51	242.37

据储量核实期间调查，ZK402 南面出露泉水 1、ZK401 东面出露泉水 2、ZK001 南面出露泉水 3、ZK001 北东面附近出露泉水 4、4 号拐点北面出露泉水 5，流量分别为 0.36L/s、0.10L/s、0.25L/s、0.05L/s、0.30L/s（测定时间 2023 年 7 月下旬），说明矿区地下水富水性弱，水量贫乏，地下水对矿山开采影响较小，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{K}$ 型，pH 值 6.74。

4、矿区涌水量

矿山矿坑涌水量主要来源为大气降雨，区内地表水主要由大气降雨汇入，不考虑其影响。矿坑涌水量估算根据《矿坑涌水量预测计算规程（DZ/T 0342-2020）》 $Q=F\cdot P\cdot a/1000$ 预测；

式中：Q—地表水汇入采坑的水量（ m^3d ）；

F—采坑上游汇水面积（ m^2 ），根据地形条件、《矿产资源开采方案》（2024 年 1 月）设计的截排水沟综合圈定地表水汇入采坑的面积，

$F=496580\text{m}^2$;

P—历年雨季日最大（或日平均）降雨量（mm），采用多年平均降雨量1683.6mm/365d 的日平均值 4.61mm/d，日最大降雨量 H 取 427mm;

a—地表径流系数，取 0.7。

代入公式计算降雨时矿山日平均涌水量约为 $1602\text{m}^3\text{d}$ ；矿山采场日最大涌水量约 $148428\text{m}^3\text{d}$ ，是矿山日平均涌水量的 92.65 倍。矿山采区地势较高，区内矿体设计开采最低控制标高+200m，最高控制标高为+380m，全部位于矿区侵蚀基准面（标高约+185m，矿区外东面溪沟）以上，采场具备自流排泄条件。

预测矿坑最大降雨汇水量较大，对矿坑排水和生产有一定影响，建议在矿山建设开采过程中，采场外设置截排水措施，采场内在封闭圈标高设置截排水沟，将封闭圈以上汇水通过截排水沟自流至矿区境界外，封闭圈以下涌水通过机械排水方式排水，减小暴雨洪流涌入量的同时并加速区内汇水排出。

（二）地形地貌状况

矿区位于平远县大柘镇，属丘陵地貌，地形总体西高东低。区域内最高标高为+433.29m（矿区外西部），最低标高约为+185m（矿区外东面），最大相对高差约 248.29m，地形切割一般，冲沟多呈“V”字型，地形坡度 $15^\circ \sim 45^\circ$ 。详见图 2-2 矿区无人机正射影像图。

图 2-2 矿区无人机正射影像图（拍摄时间：2026 年 4 月）

(三) 气象状况

矿区属南亚热带海洋性季风气候区，气候温暖潮湿，雨量充沛，春季潮湿多雨，夏秋季节炎热，常有台风、暴雨，冬季较寒冷干旱，常有霜冻。据平远县气象站资料统计，多年平均气温 21.7℃，极端最低气温-2.4℃，极端最高气温 39.2℃。年降雨量在 1400~1700mm，多年平均降雨量 1683.6mm，多年最大年降水量为 2858.2mm（2006 年），日最大降雨量 427.00mm（2009 年 6 月），多年平均相对湿度在 80%左右。历年最低相对湿度 41%，多年平均蒸发量 1640.7mm。多年平均风速 1.5-1.8m/s，最大风速 10.0m/s。主要自然灾害性天气有台风、暴雨、雷电、霜冻和干旱。有关气象特征值见表 2-3。

表 2-3 平远县气象特征统计表(至 2025 年)

项目	特征值	项目	特征值
多年平均气温	21.7℃	多年平均年日照时数	1859.8h
极端最高气温	39.2℃	多年平均蒸发量	1640.7mm
极端最低气温	-2.4℃	多年平均雨日数	158d
多年平均气压	1001.7hPa	多年平均雷暴日数	75.6d
多年平均相对湿度	80%	多年平均冰雹日数	0.1d
历年最小相对湿度	41%	多年平均霜日数	5.9d
多年平均降雨量	1683.6mm	多年平均风速	1.5-1.8m/s
历年最大降雨量	2858.2mm	历史最大风速	10.0m/s
历年最小降雨量	1400mm	50 年一遇设计风速	22.6m/s

(四) 土壤状况

矿区的土壤类型为赤红壤，土层主要为松散坡残积土层，广泛分布于矿区及其周围，有效土层厚度约 50cm；土体构型为 Ah—Bs—Cs 型，主要为砂质壤土，具疏松的散体结构；土壤成分弱碱性，pH 值 7.8；母质原岩在高温多雨条件下，物理风化和化学风化都较为强烈。

按照土壤剖面可分为以下几层：

O 层，枯枝落叶层（有机层）：为未分解的凋落物和已分解的有机物质

层，厚度 3-5cm，整体呈黑-灰黑色，土质较湿润，松散。上部叶、细枝、草茎、树皮等凋落物原型尚可辨识，向下腐质化程度逐渐加深。

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

B 层，淀积层，厚度 30-50cm，呈棕色-深棕色，有机质含量较低，偶见木本植物根系，土壤发育程度较强，整体质地为粘壤土-粘土，保留少量母质特征。层内含有部分砾石，多为风化残留石英，整体结构较坚实，孔隙弱发育。

C 层，母质层，多位于地表 50-80cm 以下，呈棕色-红棕色，有机质含量低，少见植物根系，土壤发育程度弱-中等，整体质地为含砾中-重粘壤土，保留部分母质特征。层内砾石含量较高，多风化残留石英及半风化母岩，整体结构呈块状，孔隙弱发育。

在本次调查过程中，于露天采场内采取了 1 个土壤样品进行检测分析，样品编号为 SY260128005。

根据土壤检测结果，土壤环境质量低于《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中的农用地土壤风险筛选值，对农产品质量安全、农作物生长或土壤生态环境的风险低，详见后述现状土壤污染分析及附件 7。

表 2-4 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	
SY260128005 矿区土壤	pH	7.80	pH>7.5	无量纲	
	有机质	1.04	—	%	
	土壤容重	1.07	—	g/cm ³	
	机械组成	粘粒 D<0.002mm	0	—	%
		粉(砂)粒 0.02mm≥D>0.002mm	23	—	%
		砂粒 2.0mm≥D>0.02mm	77	—	%
	镉	ND	0.8 (水田)	mg/kg	
	铜	14	100 (其他)	mg/kg	
	铅	33	240 (其他)	mg/kg	
	铬	21	350 (其他)	mg/kg	
	锌	117	300	mg/kg	
	镍	ND	190	mg/kg	
汞	0.299	1.0 (水田)	mg/kg		
砷	1.36	20 (水田)	mg/kg		
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 农用地土壤污染风险筛选值(基本项目);土壤质地评价标准参照国际制土壤质地分类标准。				

(五) 植被状况

矿区原生地带性植被为南亚热带常绿针、阔叶混合林。矿区植被常见的乔木物种有松树、杉树、桉树、荷树等。常见灌木物种有桃金娘、梅叶冬青、毛稔、青皮竹等。常见的草本植物有芒草、鹧鸪草、野古草、芒萁等。常见的藤本植物有寄生藤、酸藤子、菝葜等。

调查期间未发现珍稀濒危物种和具有重要经济、景观和科学研究价值的动植物种属。

(六) 地下水基本状况

根据调查, 矿区范围属较完整的次级水文地质单元, 地下水类型主要为

松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水。

(1) 松散岩类孔隙水：主要分布于坡残积砂质粘土和全风化凝灰岩孔隙中，没有稳定含水层，以上层滞水为主，丰水期沟谷两侧低平处局部形成季节性含水层，枯季基本无水。综上所述，松散岩类岩层总体属透水而不含水岩层，富水性弱，对矿山开采影响不大。

(2) 块状岩类裂隙水：块状岩类裂隙水赋存于侏罗系中~上统高基坪群（J₂₋₃gj）凝灰岩风化裂隙和构造裂隙中，基本为潜水；含水层主要为半风化凝灰岩风化裂隙和构造裂隙带；含水层主要位于矿体上部，富水性受季节影响明显，主要含水层多与半风化凝灰岩底板基本一致。

(3) 断裂构造裂隙水：矿区内采场中断裂带未见渗水、涌水现象，其富水性弱，水量贫乏。

二、社会经济概况

（一）社会经济

1、根据《平远县 2022 年度政府工作报告》（[2023·2] 县十六届人大三次会议文件），全县实现地区生产总值 85.66 亿元、比增 5.9%，居民人均可支配收入 25428 元、比增 10%，一般公共预算收入 5.28 亿元、比增 1.8%，规上工业增加值 12.26 亿元、比增 11.1%；项目投资比增 4.8%、工业投资比增 46.9%，增速均为全市第一；社会消费品零售总额 33.3 亿元、比增 4.1%，增速居全市第二；固定资产投资增速居全市第三；全年争取上级资金 24.53 亿元，比增 2.4%。

2、根据《平远县 2023 年度政府工作报告》（[2024·3] 县十六届人大四次会议文件），2023 年全县实现地区生产总值 93.72 亿元、比增 6.6%、超额完成亮诺目标，增速居全市第四；规上工业增加值 11.08 亿元、比增 20.6%，增速居全市第二；一般公共预算收入 6.38 亿元、比增 19.4%，增速居全市第二（剔除留抵退税因素后为 6.71 亿元、比增 12.7%、增速居全市第

一)；全体居民人均可支配收入 27927 元、比增 4.2%；社会消费品零售总额 35.07 亿元、比增 5.2%。全县固定资产投资实现 46.11 亿元、比增 6.5%，其中工业投资 20.42 亿元、比增 13.6%，是 2019 年的近三倍。

3、根据《平远县 2024 年度政府工作报告》（[2025·2] 县十六届人大五次会议文件），2024 年全年实现规上工业总产值 65.4 亿元、比增 10.5%。地区生产总值历史性突破百亿关口，实现 103.66 亿元、比增 6%、增速居全市第二，一般公共预算收入 7.03 亿元、比增 10.1%、增速居全市第三。高新区基础设施建设加快推进，全年实现规上工业总产值 57.41 亿元、税收 1.87 亿元，分别占全县的 87.8%、69.1%。

（二）人文环境

根据调查，矿区开采活动区域内未见地质遗迹、文物古迹、古村落，未涉及历史文化保护地、风景名胜区等。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、地层

（1）区域地层

本区位于永梅～惠阳拗陷、永梅凹褶断束、梅县山字型构造体系西翼反射弧以东，平远县大柘镇至梅县区大坪镇断裂构造西端，属大柘熔岩层西边缘，该熔岩主要沿断裂构造带展布。区域地质条件简述如下（区域地质图详见图 2-1）：

区域内出露地层主要有：二叠系下统栖霞组（P_{1q}）、二叠系上统龙潭组（P_{2l}）、侏罗系下统（J₁）、侏罗系中～上统高基坪群（J_{2-3gj}）、白垩系下统官草湖群（K_{1gn}）、白垩系上统南雄群（K_{2nn}）、下第三系丹霞群（Edn）及第四系（Q）。由老至新分述以下：

1) 二叠系下统栖霞组（P_{1q}）：小面积出露于区域北西面，下部为灰黑

色灰岩含燧石条带；上部为灰黑色薄层灰岩，间夹碳质页岩，厚度 70m。

2) 二叠系上统龙潭组 (P_2l)：小面积出露于区域南面，底部为灰黑色砂质页岩及页岩，往上分两个含煤组，第一个含煤组由石英砂岩、砂质页岩、页岩夹薄层煤；第二个含煤组为灰白色中粒石英砂岩，灰色砂质页岩、黑色碳质页岩夹煤层，产植物化石，厚度 310m~540m。

3) 侏罗系下统 (J_1)：小面积出露于区域南面、北西面，底部为灰色砾岩，往上为灰色含砾石英砂岩，夹粉砂岩、碳质页岩及砂质页岩，厚度 150m~200m。

4) 侏罗系中~上统高基坪群 ($J_{2-3}gj$)：大面积出露于区域中部、北面 and 东-北东面，底部为凝灰质砾岩、基性凝灰岩、安山玢岩；上部为辉绿岩、石英斑岩及岩碎状凝灰岩，含植物化石，厚度 1560m。

5) 白垩系下统官草湖群 (K_1gn)：大面积出露于区域中偏东面及北西面，底部为紫红色砾岩，夹紫红色粉砂岩及页岩；往上为灰白色中粒长石石英砂岩，夹粉砂质页岩、石英砂岩及页岩，厚度 >790m。

6) 白垩系上统南雄群 (K_2nn)：

① (K_2nn^a)：出露于区域中偏南面、南西面及北西面，紫红色花岗质砾岩、砾岩夹紫红色含砾砂岩、石英砂岩，局部夹有紫红色页岩、流纹岩，厚度 100m~2410m。

② (K_2nn^b)：小面积出露于区域南西面，灰红色流纹岩、石英斑岩，往上为紫红色含砾砂岩、页岩夹少量砂岩，厚度 30m~200m。

7) 下第三系丹霞群 (Edn)：小面积出露于区域南西面，底部为浅灰紫色火山质砾岩、紫红色砾岩；上部为紫红色页岩、粉砂岩夹少量含砾砂岩、砂岩，厚度 >2500m。

8) 第四系 (Q)：小面积出露于区域北西面，灰黄、棕黄褐、棕黄、土黄色砂砾层、粉砂层及亚砂土、粘土。分布于低洼地带，一般厚度 2m~15m。

(2) 矿区地层

矿区地层仅有侏罗系中~上统高基坪群 ($J_{2-3}gj$) 及第四系(Q^{el+d1})。

(1) 侏罗系中~上统高基坪群 ($J_{2-3}gj$) : 分布于全矿区, 褐色、灰褐色夹灰绿色、浅棕灰色, 岩性主要主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩, 少量绢云母化流纹质凝灰岩, 凝灰(熔岩)结构, 假流纹构造。

矿体上部覆盖层较厚, 分布于除采场外整个矿区范围, 厚度不均一。根据钻孔揭露, 覆盖层总厚 8.00~23.90m, 平均约 17.30m。其中, 残坡积层厚 0.50~4.40m, 平均约 1.29m; 全风化层厚 0.80~21.70m, 平均约 5.23m, 半风化层厚 1.20~20.70m, 平均约 10.78m。

(2) 第四系(Q^{el+d1}) 残坡积层: 分布于山坡和地形平缓地段, 岩性为褐黄、浅红、紫红色砂质粘土, 含风化岩石碎屑, 厚度 0.50~4.40m, 平均 1.29m。

图 2-2 区域地质图（资料来源：1：20 万兴宁幅区域地质资料）

2、岩浆岩

（1）区域岩浆岩

本区域内主要为火山碎屑岩、熔岩，辉绿岩等侵入岩。

（2）矿区岩浆岩

矿区内大面积出露凝灰岩，岩性岩性主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩，少量绢云母化流纹质凝灰岩。

本区火山喷发类型可能以裂隙式喷发为主，另外在北东段伴有中心式喷发。

（二）地质构造

（1）区域地质构造

本区位于永梅～惠阳拗陷、永梅凹褶断束、梅县山字型构造体系西翼反射弧以东，平远大柘至梅县大坪断裂构造西端。区域内断裂构造较发育，主

要以近南北向、近东西向为主，矿区远离断裂构造，但受断裂构造影响本区域内节理裂隙较发育。

(2) 矿区地质构造

矿区内主要为断裂构造发育，主要见断层 F_1 ，发育于矿区北部，走向北东~南西，倾向北西，倾角约 75° ，采场揭露宽约 22m；次为断层 F_2 发育于矿区中偏南西部，走向北西~南东，倾向北东，倾角约 85° 。受断裂构造影响，岩石整体节理裂隙较发育。据《资源储量核实报告》，岩石节理裂隙面结合较紧密，局部略张开，其宽度约数毫米；岩石主要发育二组节理，第一组产状 $105^\circ \sim 162^\circ \angle 59^\circ \sim 89^\circ$ ；第二组产状 $16^\circ \sim 54^\circ \angle 44^\circ \sim 79^\circ$ ，单位体积节理数多 4~11 条/ m^3 ，岩矿石多沿节理裂隙面破碎呈碎块状。

(3) 区域地壳稳定性

据地震局资料记载，广东省历史上曾发生过两次 7 级以上地震，分别在 1600 年和 1918 年，而且均发生在南澳。因此，广东省并不处于地震高发区。根据《广东省地震烈度区划图》，梅州地区为小 VI 度区，历史上未发生较大地震，区域稳定性较好。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18036-2015) 附录 C，本区域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，得本区域对应地震烈度为 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，区域地壳基本稳定。

综上所述：矿区断裂构造较发育，岩石整体节理裂隙较发育，矿区地质构造条件中等，区域地壳基本稳定。

(三) 水文地质

1、概述

矿区地处南亚热带与中亚热带过渡的气候区，雨量充足，根据广东省平远县气象局资料：区内多年平均气温 21.7°C ；多年年平均降水量为 1683.6mm

（年均降雨天数 165d），最大日降雨量为 427mm（2009 年 6 月）。降水主要集中在 4-9 月，占全年总降水量的 83%，年降雨约 165 天。

矿区内及周边主要有四条溪沟，①号溪沟位于矿区外北东侧，总体自北西向南东流，有多条支流汇入，季节性溪流，水位标高一般 190m~184m，最高洪水位 185.9m（矿区外东面），枯水期流量明显减少；②号溪沟位于矿区北面，自西向东流，于矿区 2 号拐点西侧经地下排水管在矿区外北东面汇入①号溪沟，季节性溪流，枯水期接近断流；③号溪沟位于矿区中部，总体自南西向北东流，有多条支流汇入，于矿区东面汇入①号溪沟，季节性溪流，枯水期则断流；④号溪沟位于矿区外南西面，总体自南西往北东流，于矿区外东面汇入①号溪沟，季节性溪流，枯水期流量明显减少。区内最低侵蚀基准面标高约 185m（矿区外东面溪沟）。

2、区域地下水类型及富水性

区域地下水类型主要为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水。其中松散岩类孔隙水主要分布于上部残坡积砂质粘土和全风化凝灰岩孔隙中，没有稳定含水层，富水性弱；块状岩类裂隙水赋存于侏罗系中-上统高基坪群（J_{2-3gj}）凝灰岩风化裂隙和构造裂隙中，含水层主要为半风化凝灰岩风化裂隙和构造裂隙带，富水性受季节影响明显。

3、地下水动态特征及其补给、径流与排泄

矿区为地下水补给-径流-排泄区。矿区地下水补给来源主要为大气降雨，降雨汇水范围较大，地形切割一般，有利于降雨下渗补给，矿区地下水整体自西向东流。

根据矿区地形和钻探资料，松散岩类孔隙水接受大气降雨补给后，下渗形成孔隙水，主要沿着矿区内西部地形高处向东面两侧沟谷径流运动，至低洼处排泄于沟谷（②号溪沟、③号溪沟、④号溪沟）；部分由矿区边界外北侧、南西侧山坡高处经沟谷汇入矿区，主要至低洼处排泄于②号、④号溪沟；

部分在地形低洼处以泉的形式排出地表；部分消耗于植物蒸腾和叶面蒸发；部分孔隙水下渗补给块状岩类裂隙水。

块状岩裂隙水接受孔隙水下渗补给后，沿网状风化裂隙运移，其流向大致从西面地形高处往低处流，至低洼处排泄于沟谷，部分继续下渗补给深层地下水，随着深部裂隙发育强度减弱，下渗补给深部有限，其径流方向和排泄方式与孔隙水大体一致。总体看来，自然状态下，矿区地下水具有径流路途短、就地补给和排泄的特点。

由于矿区地下水主要补给来源为大气降雨，地下水动态变化受季节变化影响明显，每年4~9月丰水期地下水水位上升，10月以后因降雨减少，地下水水位缓慢下降，每年3月份地下水水位最低。地下水动态变化呈现明显的季节性周期变化。整体而言矿区地下水补给、径流及排泄条件简单。

4、矿床充水条件

矿区主要充水因素为矿区地表水、地下水及大气降雨。

(1) 地表水

矿区及附近主要有4条常年流水溪流（①号溪沟、②号溪沟、③号溪沟、④号溪沟），其汇水区基本位于矿区周边（①号溪沟），均为季节性溪流，受降雨影响较大。前期矿山建设剥离开采过程中，由于地形地貌随矿山开采发生改变，矿山汇水条件也会随之改变，截排水措施需结合各次级分水岭情况进行调整。开采后期大部分采场汇水可从矿区4~5号拐点东面附近最低点自然排泄，凹陷部分可通过机械抽水排出，随着矿山开采标高不断降低，④号溪沟、③号溪沟、②号溪沟依次断流，①号溪沟水流量减少。

(2) 地下水

地下水类型有松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水，松散岩类岩层总体属透水而不含水岩层，富水性弱，对矿山开采影响不大。块状岩类裂隙水含水层主要位于矿体上部，矿山投入生产后，随着含水层被挖断，矿区范围内地下水将会被疏干，但矿体位于当地侵蚀基准面（标高约+185m，矿区外东面

溪沟)之上,开采 216m 标高以上矿体时,对周边地下水影响较小;开采 216m 标高以下矿体时,矿山开采过程中由于需采用机械排水,将以凹陷采坑为中心形成降落漏斗,但影响范围主要集中在地下水降落漏斗影响半径内,对周边地下水影响不大。区内泉水流量不大,说明矿区地下水总体富水性弱,水量贫乏,对矿山开采总体影响较小。

(3) 大气降雨

矿区地处南亚热带与中亚热带过渡的气候区。多年平均气温 21.7℃;多年年平均降水量为 1683.6mm(年均降雨天数 165d),最大日降雨量为 427mm(2009 年 6 月)。降水主要集中在 4-9 月,占全年总降水量的 83%。

综上所述,矿床为以裂隙含水层为主的直接充水矿床,主要含水层富水性弱,水量贫乏。矿区地形分水岭明显,地势落差较大,有利于矿床自然排水,矿区水文地质勘查类型为第二类,水文地质条件复杂程度简单。

(四) 工程地质

1、岩土体工程地质特征

根据矿区岩土体类型和物理力学性质,结合场地收集的地质资料,将其划分为松散岩组、较坚硬岩组、坚硬岩组三组。

(1) 松散岩组

松散岩组主要为第四系残坡积层砂质粘土和全风化凝灰岩层。

残坡积层:厚度为 0.50m~4.40m,平均约 1.29m;主要成分为砂质粘土及少量的岩石碎块,结构疏松。一般沿山坡相对较薄,而谷地与山脚相对较厚。

全风化凝灰岩层厚 0.80m~21.70m,平均约 5.23m,主要由火山尘、粘土、晶屑等组成。

(2) 较坚硬岩组

较坚硬岩组主要为半风化凝灰岩,全区总体厚度 1.20m~20.70m,平均约 10.78m,岩心破碎,裂隙较发育,断口及裂面多见水流侵蚀痕迹。

(3) 坚硬岩组

坚硬岩组主要为微~未风化凝灰岩，岩矿石岩心锤击声较清脆，有回弹，震手，较难击碎，结构较完整，属硬质岩石，致密、强度高，野外判定岩石属坚硬岩。

2、矿区工程地质条件

原露天采场：采场范围上部为第四系残破积及全风化凝灰岩，较松散，已经基本剥离，采场边坡基本稳定；中部半风化凝灰岩，节理裂隙较发育，岩体中等完整，物理力学性质一般，结构较紧密，形成的边坡较稳定；下部微~未风化凝灰岩，岩石坚硬，整体完整，岩石的稳定性较好。

原排土场：位于采场北面，最高堆土超过 26m，形成 7 个台阶，边坡角 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，台阶高度 3m~8m，堆土区边坡高度较大，整体较不稳定，在土体自重增加、爆破振动、雨水侵蚀等因素的作用下，引发崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性较大。

其他区域：矿区范围内除原露天采场、原排土场外的其他区域，原始地貌为主，未造成开挖。引发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的可能性极小。

3、不良地质现象

矿区除采坑外原始地形完整，整体稳定。目前矿区未进行基建，调查期间未发现地质灾害，不良地质现象不发育，主要为残积层，矿山开采可对其清除，影响小。

矿区内岩体节理裂隙较发育，易形成危岩，由其组成的边坡稳定性差，局部易发生崩塌、滑坡等不良工程地质问题，其对露天采场的采掘面和终采边坡稳定有一定的威胁。

综上所述，矿山为露天开采，主要不良地质为上部第四系覆盖层较松散，遇水易崩解，开采时应注意防范上部土质崩塌或滑坡；综合评价矿区工程地质条件属中等类型，对矿山建设影响较大。

(五) 矿体（层）地质特征

1、矿体特征

矿体赋存于侏罗系中-上统高基坪群（J₂₋₃gj）地层中，矿体岩性主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩，少量绢云母化流纹质凝灰岩，矿体呈似层状产出。

流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩分布于全矿区，矿体连续性好，质量稳定，岩石节理裂隙较发育，节理裂隙面结合较紧密，局部略张开，其宽度一至数毫米不等。

绢云母化流纹质凝灰岩采场内不均匀分布，多呈条带状，位于矿区北西面，岩石节理裂隙较发育，节理裂隙面结合较紧密，局部略张开，其宽度一至数毫米不等。

受矿区边界的限制，矿体平面上呈不规则多边形，空间上总体呈倒梯形。矿体上部覆盖层较厚，分布于除采场外整个矿区范围，厚度不均一。覆盖层总厚 8.00m~23.90m，平均约 17.30m。其中，残坡积层厚 0.50m~4.40m，平均约 1.29m；全风化层厚 0.80m~21.70m，平均约 5.23m，半风化层厚 1.20m~20.70m，平均约 10.78m。

2、矿石特征

矿区凝灰岩矿石类型主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩，少量绢云母化流纹质凝灰岩。矿石为建筑用石料，不分品级。

3、矿体围岩和夹石

矿体为侏罗系中~上统高基坪群（J₂₋₃gj）凝灰熔，岩性主要为凝灰岩矿石类型主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩，少量绢云母化流纹质凝灰岩，围岩与矿体岩性相同。

矿区内矿体夹石发育一般，主要在断层 F1 发育地段，受构造影响，岩石较为破碎，局部蚀变强烈，资源量估算时作为夹石剔除。矿区内岩石受构造影响，节理裂隙、微裂隙较发育，个别饱和抗压强度偏低，但不影响建筑用石料使用按矿体圈定。ZK001 岩石饱和抗压强度达不到矿石要求，作为夹

石剔除。

综上所述，矿床规模为中型，矿床复杂程度中等。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）矿区范围土地利用现状

矿区范围面积为 0.2680km²（26.8006hm²），根据查询“平远县 2024 年度土地利用现状”结果显示，矿区范围土地利用现状包括：乔木林地（0301）18.2735hm²，采矿用地（0602）8.5271hm²。根据查询“平远县国土空间总体规划三区三线图”结果显示，矿区范围土地未涉及城镇开发边界、生态保护红线、永久基本农田保护红线。

表 2-5 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（%）
编码	名称	编码	名称		
03	林地	0301	乔木林地	18.2735	68.18
		小计		18.2735	68.18
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	8.5271	31.82
		小计		8.5271	31.82
合计				26.8006	100.00

（二）已损毁范围土地利用现状

矿山已损毁单元主要包括露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场，已损毁土地总面积为 13.9132hm²。根据查询“平远县 2024 年度土地利用现状”结果显示，确定已损毁的土地类型为乔木林地（0301）、采矿用地（0602）、农村宅基地（0702）、公路用地（1003）、农村道路（1006），根据查询“平远县国土空间总体规划三区三线图”结果显示，已损毁范围土地未涉及城镇开发边界、生态保护红线、永久基本农田保护红线。

表 2-6 已损毁单元土地利用现状表

损毁单元	损毁土地类型	面积 hm ²	小计 hm ²	合计 hm ²
露天采场	乔木林地 (0301)	1.0040	10.7440	13.9132
	采矿用地 (0602)	9.7400		
综合服务区	采矿用地 (0602)	0.1135	0.1135	
工业场地	采矿用地 (0602)	0.0198	0.0764	
	农村宅基地 (0702)	0.0566		
破碎加工厂	乔木林地 (0301)	0.0441	0.7793	
	采矿用地 (0602)	0.7196		
	农村宅基地 (0702)	0.0156		
矿山道路	乔木林地 (0301)	0.0668	1.4287	
	采矿用地 (0602)	1.2975		
	公路用地 (1003)	0.0002		
	农村道路 (1006)	0.0642		
原排土场	乔木林地 (0301)	0.0406	0.7713	
	采矿用地 (0602)	0.7307		

(三) 拟损毁范围土地利用现状

根据《广东梅平矿业有限公司和生石场开采方案》（广东锦城矿山设计研究有限公司，2026年1月）及开采终了平面图，预测矿山拟损毁单元包括露天采场、矿山道路、临时表土堆场、排土场1、排土场2，拟损毁土地总面积为23.4254hm²。根据查询“平远县2024年度土地利用现状”结果显示，确定拟损毁的土地类型为乔木林地（0301）、采矿用地（0602），根据查询“平远县国土空间总体规划三区三线图”结果显示，拟损毁范围土地未涉及城镇开发边界、生态保护红线、永久基本农田保护红线。

表 2-7 拟损毁单元土地利用现状表

损毁单元	损毁土地类型	面积 hm ²	小计 hm ²	合计 hm ²
露天采场	乔木林地 (0301)	14.0639	14.1326	23.4254
	采矿用地 (0602)	0.0687		
矿山道路	乔木林地 (0301)	0.7408	0.7408	
临时表土堆场	乔木林地 (0301)	0.8321	0.8385	
	采矿用地 (0602)	0.0064		
排土场 1	乔木林地 (0301)	4.5363	4.5363	
排土场 2	乔木林地 (0301)	3.1772	3.1772	

(四) 矿山开采总计损毁土地利用现状

矿山开采总计损毁土地面积为 37.3386hm²，根据查询“平远县 2024 年土地利用现状”结果显示，土地利用现状包括：乔木林地 (0301) 24.5058hm²，采矿用地 (0602) 12.7118hm²，农村宅基地 (0702) 0.0566hm²，公路用地 (1003) 0.0002hm²，农村道路 (1006) 0.0642hm²。根据查询“平远县国土空间总体规划三区三线图”结果显示，矿山开采总计损毁土地未涉及城镇开发边界、生态保护红线、永久基本农田保护红线。

表 2-8 矿山开采总计损毁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 (%)
编码	名称	编码	名称		
03	林地	0301	乔木林地	24.5058	65.63
		小计		24.5058	65.63
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	12.7118	34.04
		小计		12.7118	34.04
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0566	0.15
		小计		0.0566	0.15
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.0002	0.00
		1006	农村道路	0.0642	0.17
		小计		0.0644	0.17
合计				37.3386	100.00

（五）土地权属状况

矿山开采总计损毁土地面积 37.3386hm²，土地权属归平远县大柘镇超南村集体所有，即平远县大柘镇上角股份经济合作社、平远县大柘镇岌上股份经济合作社、平远县大柘镇高塘股份经济合作社、平远县大柘镇新生股份经济合作社，由矿山企业向当地经济合作社（村民）临时租用。整个生产项目土地权属清楚，不存在权属纠纷。

表 2-9 矿区土地利用权属表

权属		地类					合计
		03 林地	06 工矿仓储用地	07 住宅用地	10 交通运输用地		
		0301	0602	0702	1003	1006	
		乔木林地	采矿用地	农村宅基地	公路用地	农村道路	
梅州市 平远县	大柘镇 超南村	24.5058	12.7118	0.0566	0.0002	0.0642	37.3386
合计		24.5058	12.7118	0.0566	0.0002	0.0642	37.3386

五、矿区生态状况

（一）生态本底状况

本次生态本底调查面积约 2.24km²，调查路线约 5.1km，调查过程中，收集了最新实测地形地质图、历史生态资料、平远县 2024 年度土地利用现状图、平远县国土空间总体规划图（2021-2035 年）、平远县三区三线套合图，获取无人机正射影像，采集 3 个地表水样、1 个土样，并通过当地村民以及相关部门查询了解，本次生态本底调查基本满足方案编制的要求。

1、生态系统群落

矿区所在地属南亚热带，地带性植被为亚热带季风常绿阔叶林，经人类活动干扰后，形成次生林或人工桉树林。按照中国植被区划，调查区植被整体属于人工林植被型组。人工林主要为桉树林，整体可分为 2 种植被群落。

（1）“桉树-禾草”群落：主要分布于调查区的南部、西部、西南部，也即矿区西南部未开采区域以及矿区外非开采区域。群落外貌常绿，林相完

好，林冠较为整齐，郁闭度在 30~70%，主体为矿区人工种植的桉树，构成群落的乔木层，高度在 10~15m 的范围，种植密度比较大。草本层以禾本科杂草为主，有狗尾草(*Setaria viridis*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、芒草(*Miscanthus sinensis*)等，覆盖度达到 85%，大多数的杂草是一年生，到了秋冬季即枯黄死亡，平均高度在 0.5m 左右。



照片 1 “桉树-禾草”群落实地照片

(2) “村落周边农田作物”群落：该群落分布在调查区村落附近，即沿 G206 国道两侧居民区附近，包括农耕地和蔬菜地，是当地居民为维持基本生活需要而发展出来的人工演替植被。蔬菜地的作物种类主要有番薯叶 (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)、地瓜 (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb)、芋头 (*Colcasia esculenta* (L.) Schott)、落花生 (*Arachis hypogaea*)、南瓜 (*Cucurbitamoschata*) 及其它常见瓜果蔬菜类。农耕地有水田、水浇地、旱地，此外，水田周边还种植有香蕉 (*Musa nana*)、玉米 (*Zeamays*)、番木瓜 (*Carica papaya*) 等农作物。



照片 2 “村落周边农田作物”群落实地照片

2、野生动物

根据调查，矿区所在地及周边野生动物分布较少，主要有鼠类、青蛙、壁虎、山雀、八哥、黄鼠狼等。其余为居民所养家禽、家畜，如猪、鸡、鸭、狗；附近居民开挖的池塘，饲养少量的常见鱼类，主要为鲫鱼、鲤鱼、草鱼等；区域内其他动物为生活在林地草地中的鸟类、蛙类、蛇、黄鼠狼等小型动物。

3、重点保护物种

(1) 重点保护、珍稀濒危植物

根据《广东平远龙文-黄田自然保护区珍稀濒危植物》、《平远县野生动物资源监测报告》等文献显示，云豹、白鹇、伯乐树、闽楠等国家重点保护物种仅记录于平远县北部、中北部山区的两大自然保护区内，距离矿区所在地超南村约 40 公里，在超南村无重点保护、珍稀濒危植物分布记录。

参照《国家重点保护野生植物名录》（2021）、《广东省重点保护野生植物名录》（2023）、《IUCN 红色名录》（2018）等，调查期间，采矿权范围及采矿活动影响范围未发现珍稀濒危保护野生植物。若未来开采过程中发现重点保护、珍稀濒危植物，应按规定上报相关主管部门，并依照指示采取相关的保护措施。

（2）古树名木

根据平远县大柘镇林业站查询结果（详见附件 13 名树古木查询证明），矿区范围及其周边 500m 范围内无挂牌古树名木。

参照《古树名木鉴定规范》（LY/T 2737-2016）和《古树名木普查技术规范》（LY/T2738-2016），调查期间，采矿权范围及采矿活动影响范围内未发现古树名木。若未来开采过程中发现古树名木，应按规定上报相关主管部门，并依照指示采取相关的保护措施。

（3）重点保护动物

参照《广东省重点保护陆生野生动物名录》（广东省林业局，2021 年 7 月 1 日），调查期间，采矿权范围及采矿活动影响范围未发现重点保护野生动物。若未来开采过程中发现重点保护动物，应按规定上报相关主管部门，并依照指示采取相关的保护措施。

（二）生态功能定位

根据平远县 2024 年度土地利用现状及平远县国土空间总体规划（2021-2035 年），当地生态功能定位属“农业空间”。

（三）生态系统类型

根据平远县 2024 年度土地利用现状、平远县国土空间总体规划（2021-2035 年）、无人机正射影像和实地调查，项目区内主要有 3 种生态系统类型：森林生态系统、工矿生态系统、居住与交通生态系统。

项目区生态系统类型及特征见表 2-9。

表 2-10 项目区生态系统类型及特征表

生态系统类型	面积 hm ²	百分比%
森林生态系统	24.5058	65.63
工矿生态系统	12.7118	34.04
居住与交通生态系统	0.1210	0.33

1、森林生态系统

项目区内的森林生态系统广泛分布在项目区，主要植物为桉树，草本层以禾本科杂草为主。该生态系统受采矿活动的影响，面积大量减少，主要功能主要为水源涵养和水土保持。该生态系统的面积为 24.5058hm²，占项目区面积的 65.63%。

2、工矿生态系统

项目区内的工矿生态系统主要为采矿用地，该生态系统的面积为 12.7118hm²，占项目区面积的 34.04%。

3、居住与交通生态系统

项目区内的居住与交通生态系统主要包括农村宅基地、公路用地、农村道路，该生态系统的面积为 0.1210hm²，占项目区面积的 0.33%。

六、矿山及周边人类重大工程活动

（一）矿产资源开发

根据现场调查，矿产资源开发主要为矿区范围内平远县大柘镇和生石场开采、场地建设以及矿石加工等。

（二）城镇建设

根据现场调查，矿区范围东侧 300m 外沿 G206 国道两侧零星分布民房 23 栋，近年来人口生育下降，青壮年外出务工，常住居民 19 户约 41 人，矿山周边居民的主要工程活动为民房建设、村道的修筑、耕种等。

七、矿区生态修复工作情况

（一）生态修复完成情况

2018年2月，由广东煤炭地质一五二勘探队编制了《平远县大柘镇和生石场矿山地质环境保护与土地复垦方案》。根据原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，评估级别为一级，矿区面积为0.082km²，矿区划为地质灾害重点防治区和一般防治区。矿山地质环境防治措施为：全站仪观测点布设13个、全站仪观测点观测702次、取水样分析108个、土壤污染化学分析108个。复垦责任范围为露天采场、工业办公场地、排土场及矿山道路，面积为5.4933hm²，复垦方向为林地。土地复垦措施为：表土回填1.3974hm²、场地平整3.7422hm²、台阶外侧挡墙499.32m³、采场底环场截排水沟130.5m³、灌木4472株、乔木3597株、草籽75kg。矿山地质环境治理工程经费估算为111.90万元，土地复垦工程经费估算为112.12万元，矿山地质环境保护与土地复垦工程经费总费用估算为224.02万元。

矿山地质环境治理方面，已开展矿山地质环境治理工作包括日常人工巡查1次/天、道路内侧边坡铺设防护150m²、露天采场危岩清理2000m³、设置安全警示牌8块、彩条警戒线300m、排水涵管380m、沉砂池2个、排土场拦渣坝1座，主要治理区域为露天采场、工业办公场地、排土场及矿山道路。

土地复垦方面，已复垦面积0.8730hm²，已开展土地复垦工作包括矿山道路一侧浆砌石排水沟145m、露天采场土质排水沟360m、露天采场入口左侧边坡复垦治理800m²、露天采场内部道路边缘植树复绿100m、矿山道路内侧花圃复绿治理180m²、办公场地花圃复绿治理50m²、排土场复绿治理7700m²。

针对已复垦区域，露天采场内部道路绿化随着后续矿山开采存在二次损毁，办公场地的花圃在闭坑后需要拆除，并重新植树进行复垦，排土场需要

进行补植灌木、撒播草籽。因此，已复垦区域面积 0.8730hm² 仍将纳入本次方案的修复范围，在后续的设计中补充相应的修复措施。

矿山采矿权人严格按照《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）规定，建立了基金账户，与平远县自然资源局、监管银行共同签订了《矿山地质环境治理恢复基金使用监管协议》，截至 2026 年 3 月，计提基金总额 35.9 万元。因矿山日常复绿、管护尚未进行验收，目前未提取基金。



照片 3 露天采场入口左侧边坡治理



照片 4 露天采场内部道路边缘植树



照片 5 矿山道路排水沟及复绿



照片 6 矿山道路一侧花圃绿化



照片 7 办公场地花圃绿化



照片 8 原排土场复垦及排水管涵

(二) 生态修复取得成效

矿区生态修复工作的实施，能增强当地百姓、矿山企业的地质环境保护意识，普及环境保护知识，改变环境治理观念，对社会和谐和稳定起到积极作用。

矿区生态修复，改善和保护了局部小环境，保证矿产开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

通过土地复垦，减少了水土流失和土地退化面积，保护林地，防止土地生态条件恶化，促进林业良性循环。

矿区生态修复实施后，将使矿区水文地质条件进一步优化，地下水资源得到有效保护；矿山破坏土地采取生态恢复措施后，改善了土地生产利用条件，经生态恢复后成为林地，产出林木产品，提高土地使用价值，另一方面也减少土地资源的破坏范围。

(三) 存在问题

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，露天采场、排土场区域需在 2018 年开展监测系统建设工作，2018 年至 2025 年期间完成地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流）监测、水土污染监测等工作，目前矿山仅进行简单人工巡查监测。矿山正式生产后，将按新方案开展治理复垦工作，于 2026 年开展监测系统建设工作，2026 年至 2049 年期间完成地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染监测等工作。

排土场区域仅在平台处种植灌木，边坡裸露，现状坡面冲沟明显，水土流失较严重。矿山正式生产后，将按新方案开展治理复垦工作，于 2026 年对排土场坡面补植灌木、撒播草籽进行复绿。

（四）工作经验

根据以往生态修复工作的实施情况，现将相关经验总结如下，为后续生态修复提供参考与基础：

加强水土流失预防：在开采前，应于各场地周边提前修筑截排水沟，避免雨水直接冲刷采场边坡及场地。同时，需定期清理并疏通截排水沟及下游沉淀池，减少泥沙随雨水外排，防止造成下游溪流淤塞。

加强监测措施：应严格按照通过后的《矿区生态修复方案》，开展地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染监测等工作。

八、矿区基本情况调查监测指标

根据上述矿区基础信息，本矿区基本情况调查指标见下表。矿山企业应根据下表内容开展矿区开采中生态修复监测。

表 2-11 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
损毁现状 与拟损毁 监测	地质环境 损毁	不稳定边坡	地表形变	DZ/T 0287 DT/T 0388	
			地下形变		
			地下水位		
			降水量		
	地下水 (含水层)	含水层破坏类型	地下水	GB/T 14848	结构破坏
			地下水水质		
			地下水水质		
	土地资源 损毁	挖损面积	乔木林地	TD/T 1049 TD/T 1055 TD/T 1031	15.0679hm ²
			采矿用地		9.8087hm ²
		压占面积	乔木林地		9.4379hm ²
			采矿用地		2.9031hm ²
			农村宅基地		0.0566hm ²
			公路用地		0.0002hm ²
	生态系统 破坏	生态用地损毁	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	24.5058hm ²
工矿生态系统			12.7118hm ²		
居住与交通生态系统			0.1210hm ²		
地表水		地表水水质	GB/T 3838-2002		
生态恢复 效果监测	地质环境 治理	不稳定边坡	恢复治理率	DZ/T 0287 DZ/T 0388	
		地下水	地下水位		
			地下水水质		
		复垦修复土地 (林地)	地形	GB/T 32740	
			配套设施	GB/T 36393	
			生产力水平	GB/T 42489 NY/T 1119	
	土地复垦率		TD/T 1010 TD/T 1049		
	生态系统 恢复	地表水	地表水水质	GB/T 3838-2002	
		生态系统服务	土壤质量	HJ 1173 LY/T 2988	
		生态系统质量	植被覆盖度	GB/T 42340	
水质					

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

(一) 问题识别

根据现场调查以及收集资料分析,将现状受损区域分为六个区块进行问题识别,六个区块分别为:露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场。

主要对现状受损区域及其影响范围内的地质环境问题、土地资源问题和生态问题进行识别:

(1) 地质环境问题: 主要包括不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等。

(2) 土地资源问题: 主要包括土地挖损、压占、塌陷损毁等。

(3) 生态受损与退化: 主要包括植被损毁与支撑生态服务功能的生物多样性丧失,水土流失,环境污染等问题。

图 3-1 问题识别区块位置示意图

1、地质环境问题

(1) 不稳定地质体

按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2025 年版）》（广东省地质灾害防治协会，2025 年 9 月）要求，地质灾害危险性评估的灾种主要包括崩塌、滑坡、泥石流等，同时，对与矿山工程建设相关的其他灾害。

根据对露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场区域的现状地质灾害调查，现状条件下未见有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降和地裂缝等不良地质现象，自然地形较稳定。

(2) 地形地貌景观破坏

根据现场调查，现状地形地貌景观破坏主要发生在露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场区域。本方案将根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对以上区域的地形地貌景观影响进行评价。

表 3-1 矿山地质环境影响程度分级表（地形地貌景观）

严重	较严重	较轻
1、对原生地形地貌景观影响和破坏程度大。 2、对各类自然保护地、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、对原生地形地貌景观影响和破坏程度较大。 2、对各类自然保护地、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	1、对原生地形地貌景观影响和破坏程度小。 2、对各类自然保护地、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。
注：评估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一条符合者即为该级别		

①露天采场：石场自 2004 年 11 月矿区首次获得采矿证，经多年开采，矿体部分已揭露，目前形成一个采坑，大致呈椭圆形展布，北东～南西向长 300~436m，北西～南东宽约 219m~362m，面积约 10.7440hm²，现形成+215m、+233m、+247m、+260m、+276m、+300m、+307m、+320m 共

8级合阶，台阶高度不等，坡角 $45\sim 80^\circ$ ，局部较陡，最低平台标高+208m。该区域剥离表土层（腐殖层）、风化层后采场及本身裸露，不适植物生长，同时因土地贫瘠，不适植物生长，经矿山复绿治理和多年的自然恢复，复绿治理效果一般。露天采场对原生地形地貌景观影响和破坏程度大，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。露天采场未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对露天采场地形地貌景观影响进行评价，可知露天采场对地形地貌景观影响程度为严重。因此，露天采场地形地貌受损程度为重度。

②综合服务区：位于矿区外东侧 230m 山坡处，场地标高约+220m，占地面积约 0.1135hm²，建设有二层钢筋水泥结构房，建筑面积约 500m²，设置办公室、会议室等办公设施和员工生活服务设施，并配套停车场。构筑物占地面积 205m²，其余为配套停车场。综合服务区对原生地形地貌景观影响和破坏程度小，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。综合服务区未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对综合服务区地形地貌景观影响进行评价，可知桥综合服务区对地形地貌景观影响程度为较轻。因此，综合服务区地形地貌受损程度为轻度。

③工业场地：位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁，占地面积约 0.0764hm²，场地标高约+202m，包括仓库、机修设施等。工业场地对原生地形地貌景观影响和破坏程度小，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。工业场地未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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) 中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对工业场地地形地貌景观影响进行评价, 可知工业场地对地形地貌景观影响程度为较轻。因此, 工业场地地形地貌受损程度为轻度。

④破碎加工厂: 位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁, 占地面积约 0.7793m², 场地标高约+210m, 包括破碎加工生产线、原材料堆放区、产品堆放区等。破碎加工厂对原生地形地貌景观影响和破坏程度中等, 对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重。破碎加工厂未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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) 中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对破碎加工厂地形地貌景观影响进行评价, 可知破碎加工厂对地形地貌景观影响程度为较严重。因此, 工业场地地形地貌受损程度为中度。

⑤矿山道路: 矿山现有道路自矿区东侧 G206 国道往西, 经简易碎石路 70m 到达矿山工业场地, 工业场地往西 120m 后, 继续往西 200m 到达矿区范围边界, 折向东南 110m 可达综合服务区。其中: G206 国道至工业场地为碎石路, 路面宽约 4m, 长 70m; 工业场地至综合服务区为水泥硬底化路面, 路面宽约 4m, 长 230m; 工业场地至矿区范围边界前半段为水泥硬底化路面, 路面宽 4m, 长 120m, 后半段为碎石路, 路面宽 4~6m, 长 200m。矿山道路对原生地形地貌景观影响和破坏程度较严重, 对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重。矿山道路未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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) 中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对矿山道路地形地貌景观影响进行评价, 可知矿山道路对地形地貌景观影响程度为较严重。因此, 矿山道路地形地貌受损程度为中度。

⑥原排土场: 位于矿区东北侧山窝, 呈东西展布, 占地面积约

0.7713m²,堆排量 5.40 万 m³,分 6 层堆放,堆放标高+212.65m~+238.45m,现形成堆放平台+217m、+220m、+225m、+228m、+232m、+238m,台阶坡度 13° ~37° ,整体的边坡角 21.96° ,平台宽 2~3m。主要表现在对地表植被和土地的压占,压占土地面积较大,很大程度改变场地的原有自然景观,地表植被不复存在,区内地形起伏大程度地改变。原排土场对原生地形地貌景观影响和破坏程度严重,对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。原排土场未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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)中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对原排土场地形地貌景观影响进行评价,可知原排土场对地形地貌景观影响程度为严重。因此,原排土场地形地貌受损程度为重度。

(3) 含水层破坏

根据现场调查,现状含水层破坏主要发生在露天采场区域。本方案根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对各区块的含水层破坏危害程度进行评价。

表 3-2 矿山地质环境影响程度分级表 (含水层)

严重	较严重	较轻
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、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、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。
注:评估分级确定采取上一级别优先原则,只要有一条符合者即为该级别		

据现有资料，目前露天采场最低平台标高+208m，最低侵蚀基准面为+185m，位于侵蚀基准面之上，高于地下水位、地表水位，上部含水层主要为风化裂隙水及残坡积弱透土层。现场勘查未发现有地下水溢出，开采导致地下水位下降较小，导致含水层结构的改变程度较小，对含水层的给、径流、排泄条件影响不大。

采场周边沟溪、小水塘，冬季调查期间水量极少甚至干涸了，矿区地下水主要为基岩风化带裂隙水，主要的补给来源为大气降雨，其含水层富水性弱；现采场中断裂带未见渗水、涌水现象，其富水性弱，水量贫乏。同时，据矿山周边群众反馈，除气候干旱年度，周边的水系的水位常年基本保持不变，日常使用的井水、地势低洼山沟渗流出的泉水无异常现象，水质基本上未发生变化。判断矿山采场现状基本不会导致地下水位下降，未改变补径排条件，对区域地下水均衡未造成较大的影响。

矿山地下水的补给来源主要是大气降雨，局部渗入地下后沿岩体节理裂隙顺坡排泄，以泉流形式排入下部沟谷中。矿山现状基本不会对地下水资源造成影响。

据矿山开采资料和现场调查，矿区附近无河流经过，无水库、山塘等大的地表水体，仅在矿区外东部存在若干个小水塘、西南部存在一个小水塘。根据《资源储量报告》和现场调查，矿区内含水层主要为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水两类含水层，基岩隔水性能较好，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。

综上，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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对露天采场含水层影响进行评价，可知露天采场对含水层影响程度为较轻。因此，露天采场含水层受损程度为轻度。

2、土地资源问题

根据现场调查分析,现状已损毁区域内主要的土地资源问题为土地挖损和土地压占。

本方案对土地挖损、土地压占的问题识别判断以定量分析法为主,把土地挖损、土地压占的破坏程度等级数确定为3级标准,分别为:轻度损毁、中度损毁、重度损毁。本方案是根据我省类似工程的土地损毁因素调查情况,参考相关学科的经验数据,采用数学计算法进行评价及划分等级。具体做法是首先给每种损毁程度规定一个综合损毁评估等级指数(轻度指数1、中度指数1.3、重度指数1.5),然后将因子权重与所占分值相乘,再对比所规定的损毁程度分值,得出某损毁土地单元的损毁程度。

结合矿区实际,土地挖损选择判断因子分别为土地类型、挖损面积、挖掘深度或台阶高度、挖损时长、恢复原地类难易程度等,土地压占选择判断因子为土地类型、压占面积、压占时长、恢复成原地类的难易程度等。

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

表 3-3 矿山土地挖损程度评价系统表

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

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

表 3-4 矿山土地压占程度评价系统表

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

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

已损毁范围内，各单元土地利用现状地类如下：

表 3-5 已损毁单元土地利用现状表

损毁单元	损毁土地类型	面积 hm ²	小计 hm ²	合计 hm ²
露天采场	乔木林地 (0301)	1.0040	10.7440	13.9132
	采矿用地 (0602)	9.7400		
综合服务区	采矿用地 (0602)	0.1135	0.1135	
工业场地	采矿用地 (0602)	0.0198	0.0764	
	农村宅基地 (0702)	0.0566		
破碎加工厂	乔木林地 (0301)	0.0441	0.7793	
	采矿用地 (0602)	0.7196		
	农村宅基地 (0702)	0.0156		
矿山道路	乔木林地 (0301)	0.0668	1.4287	
	采矿用地 (0602)	1.2975		
	公路用地 (1003)	0.0002		
	农村道路 (1006)	0.0642		
原排土场	乔木林地 (0301)	0.0406	0.7713	
	采矿用地 (0602)	0.7307		

(1) 土地挖损

根据现场调查，土地挖损问题主要存在于露天采场。由于综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场区域现状都以土地压占的形式损毁土地，因此本方案仅以土地压占的破坏程度评估此区域的土地损毁程度。

露天采场：经多年开采，现形成+215m、+233m、+247m、+260m、+276m、+300m、+307m、+320m 共 8 级台阶，台阶高度 8~16m 不等。挖损面积 10.7440hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地，根据查询矿山历史，矿山建矿时间为 2004 年，因此，现状挖损期限为 2004 至 2025 年，共计 21 年。恢复成原地类的难易程度为难。

土地挖损综合程度=1.5×1.5×1.5×1.5=5.0625，因此，露天采场的土地

挖损程度为重度。



照片 9 露天采场无人机航拍照片



照片 10 露天采场实地照片



照片 11 露天采场实地照片

(2) 土地压占

土地压占问题主要存在于综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场。

①综合服务区

综合服务区位于矿区外东侧 230m 山坡处，场地标高约+220m，建设有二层钢筋水泥结构房，建筑面积约 500m²，设置办公室、会议室等办公设施和员工生活服务设施，并配套停车场。压占土地面积约 0.1135hm²，损毁土

地类型为采矿用地，根据历史影像图判断，综合服务区建成时间为 2004 年，因此，现状压占期限为 2004 至 2025 年，共计 21 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占综合程度=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，综合服务区的土地压占程度为中度。



照片 12 综合服务区实地照片



照片 13 综合服务区实地照片

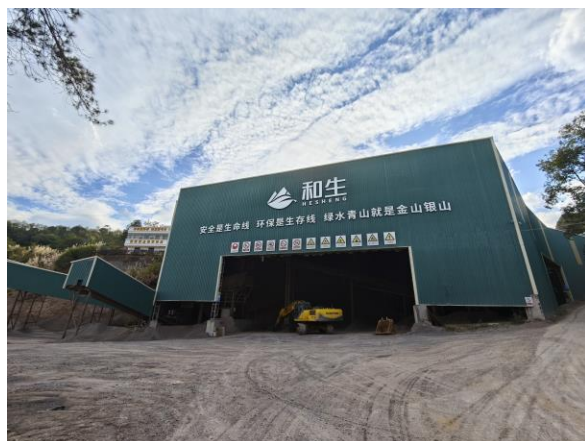
②工业场地

工业场地位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁，场地标高约 +202m，包括仓库、机修设施等。压占土地面积约 0.0764hm²，损毁土地类型为采矿用地、农村宅基地，根据历史影像图判断，工业场地建成时间为 2004 年，因此，现状压占期限为 2004 至 2025 年，共计 21 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占综合程度=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，工业场地的土地压占程度为中度。



照片 14 工业场地实地照片



照片 15 破碎加工厂实地照片

③破碎加工厂

破碎加工厂位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁，场地标高约+210m，包括破碎加工生产线、原材料堆放区、产品堆放区等。压占土地面积约 0.7793hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地、农村宅基地，根据历史影像图判断，破碎加工厂建成时间为 2004 年，因此，现状压占期限为 2004 至 2025 年，共计 21 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占综合程度=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，破碎加工厂的土地压占程度为中度。

④矿山道路

矿山现有道路自矿区东侧 G206 国道往西，经简易碎石路 70m 到达矿山工业场地，工业场地往西 120m 后，继续往西 200m 到到达矿区范围边界，折向东南 110m 可达综合服务区。其中：G206 国道至工业场地为碎石路，路面宽约 4m，长 70m；工业场地至综合服务区为水泥硬底化路面，路面宽约 4m，长 230m；工业场地至矿区范围边界前半段为水泥硬底化路面，路面宽 4m，长 120m，后半段为碎石路，路面宽 4~6m，长 200m。压占土地面积约 1.4287hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地、公路用地、农村道路，根据历史影像图判断，矿山道路建成时间为 2004 年，因此，现状压占期限为 2004 至 2025 年，共计 21 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

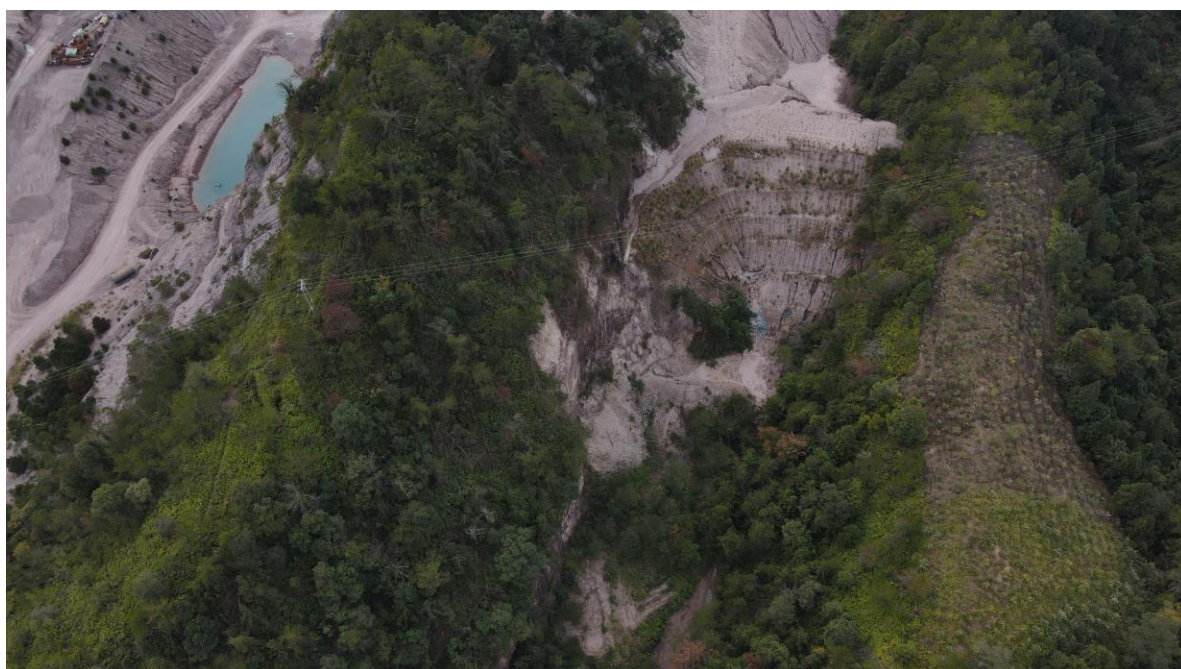
土地压占综合程度=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，矿山道路的土地压占程度

为中度。

⑤原排土场

原排土场位于矿区东北侧山窝，呈东西展布，分 6 层堆放，堆放标高 +212.65m~+238.45m。压占土地面积为 0.7713hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地，根据历史影像图判断，原排土场启用时间为 2022 年，因此，现状压占期限为 2022 至 2025 年，共计 3 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占综合程度=1.0×1.3×1.0=1.3，因此，原排土场的土地压占程度为中度。



照片 16 原排土场无人机航拍照片

3、生态受损与退化

(1) 植被损毁与生物多样性丧失

露天开采活动对矿区植被造成了系统性破坏。露天采场直接剥离地表植被与土壤，导致原生植被损毁殆尽，形成大面积裸露地块，损伤植物根系，加剧植被退化甚至死亡。自开采以来，矿区生态自然恢复进程缓慢，目前仅零星分布耐贫瘠的先锋植物（如芒草等），植被覆盖度与开采前相比仍处于

极低水平。

生境的严重破坏使得原有连续生态系统被切割为孤立斑块，阻碍了物种迁移与基因交流。依赖本地植被的动物（如部分爬行类和鸟类）因栖息地丧失而被迫迁徙，土壤微生物与节肢动物多样性也因土壤结构恶化而显著降低。矿区及周边区域生物多样性整体衰退，生态系统服务功能受损，受损程度为重度。

（2）水土流失与土地退化

矿区内的露天采场、原排土场等区域地表长期裸露，缺乏植被覆盖，在降水与风力作用下土壤侵蚀加剧，造成土层变薄、沟壑发育。

采矿活动严重破坏了土壤结构，导致有机质流失、土壤板结与肥力显著下降，土地基本丧失农业及生态功能。此外，土壤保水能力减弱进一步加剧了干旱化趋势，严重阻碍植被的自然恢复与演替进程，受损程度为重度。

（3）环境污染

①对地表水环境污染

在本次的调查工作中，于 1 号沟溪、2 号沟溪、3 号沟溪矿山下游各取得一件水样进行化验，样品编号分别为 SY260128002、SY260128003、SY260128004。送检分析后，将检测结果与按《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）对比分析评价，结果如下：

表 3-6 地表水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
SY260128002 1 号沟溪	pH	7.9	无量纲	6~9	否
	五日生化需氧量	1.7	mg/L	4	否
	化学需氧量	8	mg/L	20	否
	高锰酸盐指数	2.12	mg/L	6	否
	氨氮	0.135	mg/L	1.0	否
	总磷	0.04	mg/L	0.2	否
	总氮	0.18	mg/L	—	—
	阴离子表面活性剂	ND	mg/L	0.2	否

	石油类	ND	mg/L	0.05	否
	粪大肠菌群	ND	个/L	10000	否
	氟化物	ND	mg/L	1.0	否
	氰化物	ND	mg/L	0.2	否
	挥发酚	ND	mg/L	0.005	否
	硫化物	ND	mg/L	0.2	否
	六价铬	ND	mg/L	0.05	否
	砷	ND	mg/L	0.05	否
	汞	ND	mg/L	0.0001	否
	硒	ND	mg/L	0.01	否
	铜	ND	mg/L	1.0	否
	锌	ND	mg/L	1.0	否
	镉	ND	mg/L	0.005	否
	铅	ND	mg/L	0.05	否
	pH	7.4	无量纲	6~9	否
	五日生化需氧量	3.7	mg/L	4	否
	化学需氧量	19	mg/L	20	否
	高锰酸盐指数	2.19	mg/L	6	否
	氨氮	0.170	mg/L	1.0	否
	总磷	0.03	mg/L	0.2	否
	总氮	0.25	mg/L	—	—
	阴离子表面活性剂	ND	mg/L	0.2	否
	石油类	ND	mg/L	0.05	否
	粪大肠菌群	ND	个/L	10000	否
	氟化物	ND	mg/L	1.0	否
	氰化物	ND	mg/L	0.2	否
	挥发酚	ND	mg/L	0.005	否
	硫化物	ND	mg/L	0.2	否
	六价铬	ND	mg/L	0.05	否
	砷	ND	mg/L	0.05	否
	汞	ND	mg/L	0.0001	否
	硒	ND	mg/L	0.01	否
	铜	ND	mg/L	1.0	否
	锌	ND	mg/L	1.0	否
	镉	ND	mg/L	0.005	否
	铅	ND	mg/L	0.05	否
SY260128003 2号沟溪	pH	7.2	无量纲	6~9	否
	五日生化需氧量	2.4	mg/L	4	否
SY260128004 3号沟溪	pH	7.2	无量纲	6~9	否
	五日生化需氧量	2.4	mg/L	4	否

	化学需氧量	11	mg/L	20	否
	高锰酸盐指数	2.30	mg/L	6	否
	氨氮	0.113	mg/L	1.0	否
	总磷	0.03	mg/L	0.2	否
	总氮	0.20	mg/L	—	—
	阴离子表面活性剂	ND	mg/L	0.2	否
	石油类	ND	mg/L	0.05	否
	粪大肠菌群	ND	个/L	10000	否
	氟化物	ND	mg/L	1.0	否
	氰化物	ND	mg/L	0.2	否
	挥发酚	ND	mg/L	0.005	否
	硫化物	ND	mg/L	0.2	否
	六价铬	ND	mg/L	0.05	否
	砷	ND	mg/L	0.05	否
	汞	ND	mg/L	0.0001	否
	硒	ND	mg/L	0.01	否
	铜	ND	mg/L	1.0	否
	锌	ND	mg/L	1.0	否
	镉	ND	mg/L	0.005	否
	铅	ND	mg/L	0.05	否
备注	1、“ND”表示检测结果低于检出限； 2、“—”表示无此监测项目的标准限值； 3、评价标准参照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）表1中的III类标准限制。				

1号沟溪：按照《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）III类水标准进行评价，各项指标未超过III类水标准的最高限值。初步判断，1号沟溪水质较好，矿山建设及采矿活动对1号沟溪污染程度为轻度。

2号沟溪水：按照《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）III类水标准进行评价，各项指标未超过III类水标准的最高限值。初步判断，2号沟溪水质较好，矿山建设及采矿活动对2号沟溪污染程度为轻度。

3号沟溪水：按照《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）III类水标准进行评价，各项指标未超过III类水标准的最高限值。初步判断，3号沟溪水质较好，矿山建设及采矿活动对3号沟溪污染程度为轻度。

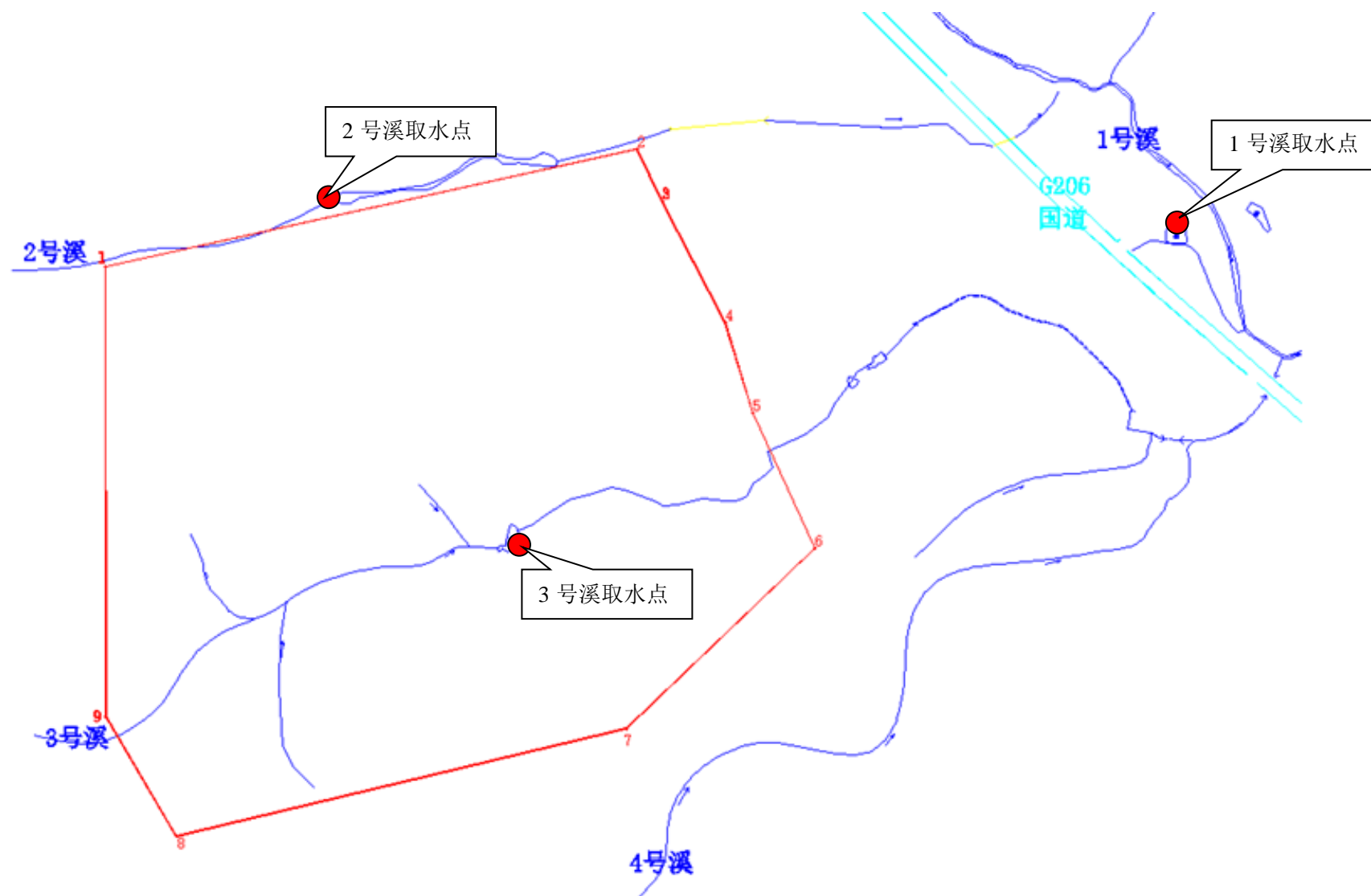


图 3-2 矿山取水点位示意图



照片 17 1 号溪取水点照片



照片 18 2 号溪取水点照片



照片 19 3 号溪取水点照片



照片 20 露天采场取土点照片

②对地下水环境污染

根据《广东省平远县大柘镇超南矿区建筑用凝灰岩矿资源储量核实报告》（广东锦城矿山设计研究有限公司，2023年10月）取得的地下水水样，将检测结果与按《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）对比分析评价，结果如下：

表 3-7 地下水水质检测分析一览表

化验项目	《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)					检测结果
	I类	II类	III类	IV类	V类	
臭和味	无	无	无	无	无	无
肉眼可见物	无	无	无	无	无	无
pH值	6.5~8.5			5.5~6.5 8.5~9.0	<5.5 >9.0	6.74
总硬度(以CaCO ₃ 计)mg/L	≤150	≤300	≤450	≤650	>650	12.83
溶解性总固体,mg/L	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000	53.00
锰(Mn),mg/L	≤0.05	≤0.05	≤0.10	≤1.50	>1.50	0.012
铜(Cu),mg/L	≤0.01	≤0.05	≤1.00	≤1.50	>1.50	0.006L
锌(Zn),mg/L	≤0.05	≤0.5	≤1.00	≤1.50	>1.50	0.009L
亚硝酸盐(以NO ₂ -计), mg/L	≤0.01	≤0.10	≤1.00	≤4.80	>4.80	0.0096
氨氮(NH ₄),mg/L	≤0.02	≤0.10	≤0.50	≤1.50	>1.50	0.14
氟化物(以F ⁻ 计),mg/L	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0	0.04
砷(As),mg/L	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	>0.05	0.0003L
镉(Cd),mg/L	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	>0.01	0.001L
铬(六价),mg/L	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1	0.004L
铅(Pb),mg/L	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.1	>0.1	0.010L

按照《地下水质量标准》(GB/T 14848) I类水标准进行评价,各项指标未超过I类水标准的最高限值。初步判断,地下水水质较好,矿山建设及采矿活动对地下水污染程度为轻度。

总体上,矿区范围内地表水和地下水水量一般,地表水和地下水水质较好,区内不存在重大污染源,地表及地下水水质良好。矿坑排水无有害杂质,对周围水体无甚影响,矿石和废弃物化学成分稳定,对周围环境无影响。矿山建设及采矿活动对水环境污染程度为轻度。

③土壤污染

在本次的调查工作中,在露天采场采集土壤样品检测,样品编号为SY260128005。送检分析后,将检测结果与《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)对比分析评价,各指标均满足农用地土壤污染风险管控标准,矿山建设及采矿活动对土环境污染程度为轻度。

表 3-8 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		
SY260128005 矿区土壤	pH	7.80	pH>7.5	无量纲		
	有机质	1.04	—	%		
	土壤容重	1.07	—	g/cm ³		
	机械组成	粘粒 D<0.002mm	砂质壤土	0	—	%
		粉(砂)粒 0.02mm≥D>0.002mm		23	—	%
		砂粒 2.0mm≥D>0.02mm		77	—	%
	镉	ND	0.8 (水田)	mg/kg		
	铜	14	100 (其他)	mg/kg		
	铅	33	240 (其他)	mg/kg		
	铬	21	350 (其他)	mg/kg		
	锌	117	300	mg/kg		
	镍	ND	190	mg/kg		
	汞	0.299	1.0 (水田)	mg/kg		
砷	1.36	20 (水田)	mg/kg			
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 农用地土壤污染风险筛选值(基本项目);土壤质地评价标准参照国际制土壤质地分类标准。					

(二) 问题识别结论

基于问题识别,矿区现状受损总面积 13.9132hm²,划分为 6 个受损区块,其中受损区块 1(露天采场)10.7440hm²,受损区块 2(综合服务区)0.1135hm²,受损区块 3(工业场地)0.0763hm²,受损区块 4(破碎加工厂)0.7793hm²,受损区块 5(矿山道路)2.1696hm²,受损区块 6(原排土场)0.7713hm²。

基于破坏类型、程度与空间分布,评价划分为 2 个生态破坏等级区:

(1) 重度受损区(面积: 11.5153hm²)

范围: 包括受损区块 1(露天采场)、受损区块 6(原排土场)。

(2) 中度受损区 (面积: 3.1387hm²)

范围: 包括受损区块 2 (综合服务区)、受损区块 3 (工业场地)、受损区块 4 (破碎加工厂)、受损区块 5 (矿山道路)。

表 3-9 矿区现状损毁程度评价表

序号	问题类型	现状受损状况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	现状损毁程度	
受损区块 1 (露天采场)	地质环境问题	详见附表 6	10.7440	现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象, 受损程度为轻度; 地形地貌受损程度为重度; 含水层受损程度为轻度。	重度
	土地损毁		10.7440	土地挖损, 土壤完全丧失, 受损程度为重度。	
	生态受损与退化		10.7440	受损程度为重度。	
受损区块 2 (综合服务区)	地质环境问题	详见附表 6	0.1135	现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象, 受损程度为轻度; 地形地貌受损程度为轻度; 含水层受损程度为轻度。	中度
	土地损毁		0.1135	土地压占, 土壤板结, 受损程度为中度。	
	生态受损与退化		0.1135	受损程度为中度。	
受损区块 3 (工业场地)	地质环境问题	详见附表 6	0.0763	现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象, 受损程度为轻度; 地形地貌受损程度为轻度; 含水层受损程度为轻度。	中度
	土地损毁		0.0763	土地压占, 土壤板结, 受损程度为中度。	
	生态受损与退化		0.0763	受损程度为中度。	
受损区块 4 (破碎加工厂)	地质环境问题	详见附表 6	0.7793	现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象, 受损程度为轻度; 地形地貌受损程度为轻度; 含水层受损程度为轻度。	中度
	土地损毁		0.7793	土地压占, 土壤板结, 受损程度为中度。	
	生态受损与退化		0.7793	受损程度为中度。	
受损区块 5	地质环境问题	详见附表 6	2.1696	现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质	中度

序号	问题类型	现状受损状况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	现状损毁程度	
(矿山道路)				现象, 受损程度为轻度; 地形地貌受损程度为中度; 含水层受损程度为轻度。	
	土地损毁		2.1696	土地压占, 土壤板结, 受损程度为中度。	
	生态受损与退化		2.1696	受损程度为中度。	
受损区块 6 (原排土场)	地质环境问题	详见附表 6	0.7713	现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象, 受损程度为轻度; 地形地貌受损程度为重度; 含水层受损程度为轻度。	重度
	土地损毁		0.7713	土地压占, 土壤完全丧失, 受损程度为重度受损。	
	生态受损与退化		0.7713	受损程度为重度。	

（三）受损预测

根据《开采方案》，本方案将受损预测区域分为九个区块进行问题识别，九个区块分别为：露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2。

主要对受损预测区域及其影响范围内的地质环境问题、土地资源问题和生态问题进行识别：

（1）地质环境问题：主要包括不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等。

（2）土地损毁：主要包括土地挖损、压占、塌陷损毁等。

（3）生态受损与退化：主要包括植被损毁与生态服务功能退化等问题。

图 3-3 受损预测区块位置示意图

1、地质环境问题

(1) 不稳定地质体

在现状分析评估的基础上，根据《开采方案》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：广东梅平矿业有限公司和生石场设计采用露天台阶式开采。结合矿山《开采方案》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：崩塌、滑坡和泥石流等。

按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2025年版）》（广东省地质灾害防治协会，2025年9月）的要求，进行地质灾害危险性评价。

表 3-10 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	潜在经济损失/万元
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

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”“潜在经济损失”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（2025年版）》

表 3-11 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（2025年版）》

表 3-12 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

矿区在生产建设过程中，将对原始地形地貌造成开挖、压覆，人为形成的人工边坡，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。结合矿山现状及开采设计的工程布局，人工边坡主要位于露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2，以上区域可能会引发崩塌、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、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2。

矿山边坡稳定性判别标准（表 3-13），按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2025年版）执行。

表 3-13 挖方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

①露天采场崩塌、滑坡预测评估

根据矿体赋存形态和地形条件，开采最终形成的露天矿场边坡有两类：

一是剥离覆土形成的土质边坡，边坡由风化残坡积土构成，具有饱水状态下软化崩解的特性，抗侵蚀能力差，在雨水的作用下，边坡可能发生崩塌、滑坡。

露天采场土质边坡稳定性计算分析采用基于理正岩土简化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。矿区覆盖层平均厚 17.30m，其中：残坡积层厚 1.29m，全风化层厚 5.23m，半风化层厚 10.78m。计算时土质边坡坡高拟定为 9m，开采方案台阶高度 4m、5m，坡度为 45°，岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。分析正常工况下及暴雨工况下露天采场边坡的稳定性。计算参数见表 3-14，计算结果见图 3-4 及表 3-15。

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)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
露天采场	21.5	22.5	25	23	15.5	15.0	45	9

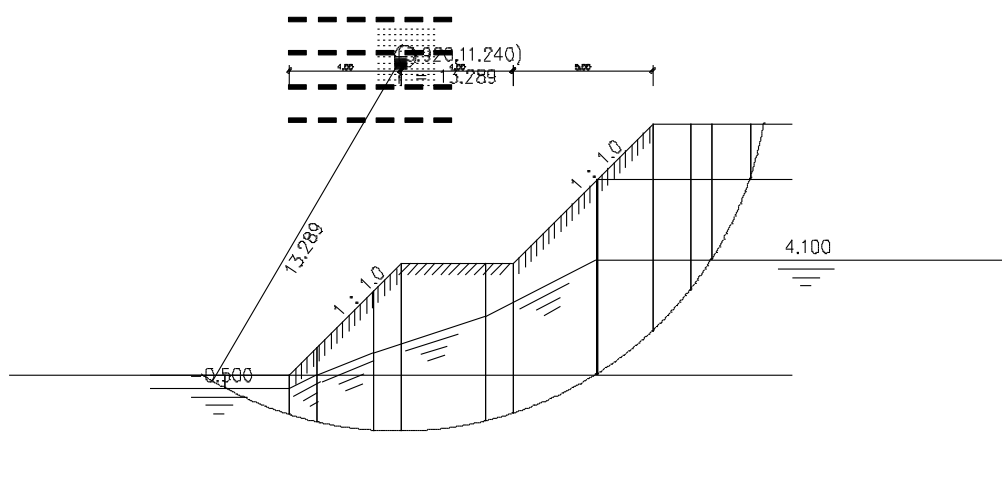


图 3-4 边坡稳定性计算结果图

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	1.680	1.118
滑动圆心	(0.800,19.200)(m)	(4.800,11.600)(m)
滑动半径	19.217(m)	14.206(m)
总的下滑力	573.567(kN)	1188.186(kN)
总的抗滑力	963.534(kN)	1328.056(kN)

根据表 3-13 挖方边坡稳定性判别标准，从计算结果可知，露天采场边坡稳定性属基本稳定，正常工况下边坡稳定性的安全系数 $K=1.680$ ，大于 1.30，属稳定；饱和状态下边坡稳定性的安全系数 $K=1.118$ ， $1.05 \leq K < 1.15$ ，属基本稳定，发生崩塌、滑坡的可能性小。预测露天采场土质边坡崩塌、滑坡危害程度为小，危险性小，受损程度为轻度。

二是由不同程度的风化岩组成的岩质边坡，也是终采边坡的主体。

据《资源储量核实报告》，矿体岩石节理裂隙面结合较紧密，局部略张开，其宽度约数毫米；岩石主要发育二组节理，第一组产状 $105^\circ \sim 162^\circ \angle 59^\circ \sim 89^\circ$ ；第二组产状 $16^\circ \sim 54^\circ \angle 44^\circ \sim 79^\circ$ ，单位体积节理数多 4~11 条/ m^3 ，岩矿石多沿节理裂隙面破碎呈碎块状。

本矿山是露天开采的建筑用凝灰岩矿为主，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（岩石台阶高度 10m，台阶坡面角 70° ，安全平台宽度 4m），矿体围岩与矿体岩性相同，主要为流纹质岩屑晶屑凝灰熔岩、流纹质岩屑晶屑凝灰岩，少量绢云母化流纹质凝灰岩，矿石较完整，质量较好，工程性能良好。根据现利用上半球赤平投影分析其稳定性。

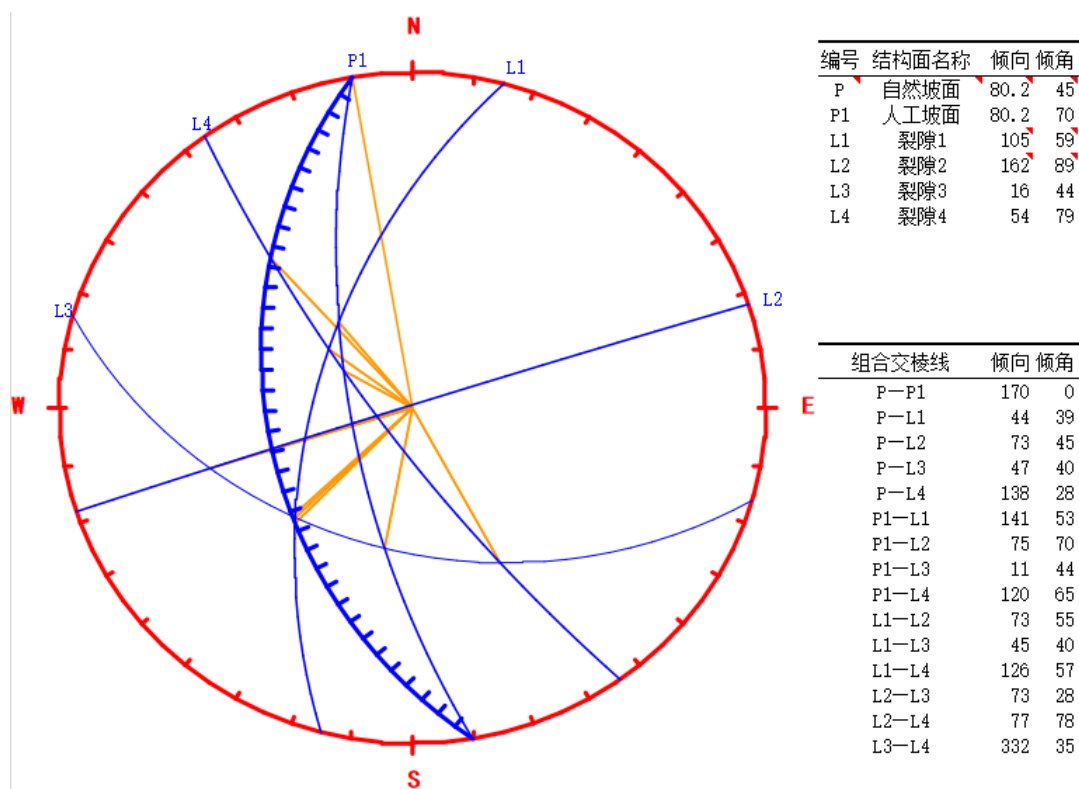


图 3-5 采场西面边坡①赤平投影分析图

采场西面边坡①的坡向 80.2° ，自然边坡角 45° ，终了台阶边坡角 70° ，由图 3-5 可知：结构面 L1 和 L2、L1 和 L3、L1 和 L4 交点位于结构面的交点与边坡投影弧在同一侧，处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，边坡处于较不稳定状态；结构面 L2 和 L3 交点和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，边坡处于较稳定状态；结构面 L2 和 L4 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交线滑落，边坡处于稳定状态；结构面 L3 和 L4 交点位于人工边坡及天然边坡投影弧的对侧，这时结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体为倾向坡内的稳定结构，边坡处于最稳定状态。因此，采场西面边坡①为较不稳定状态。

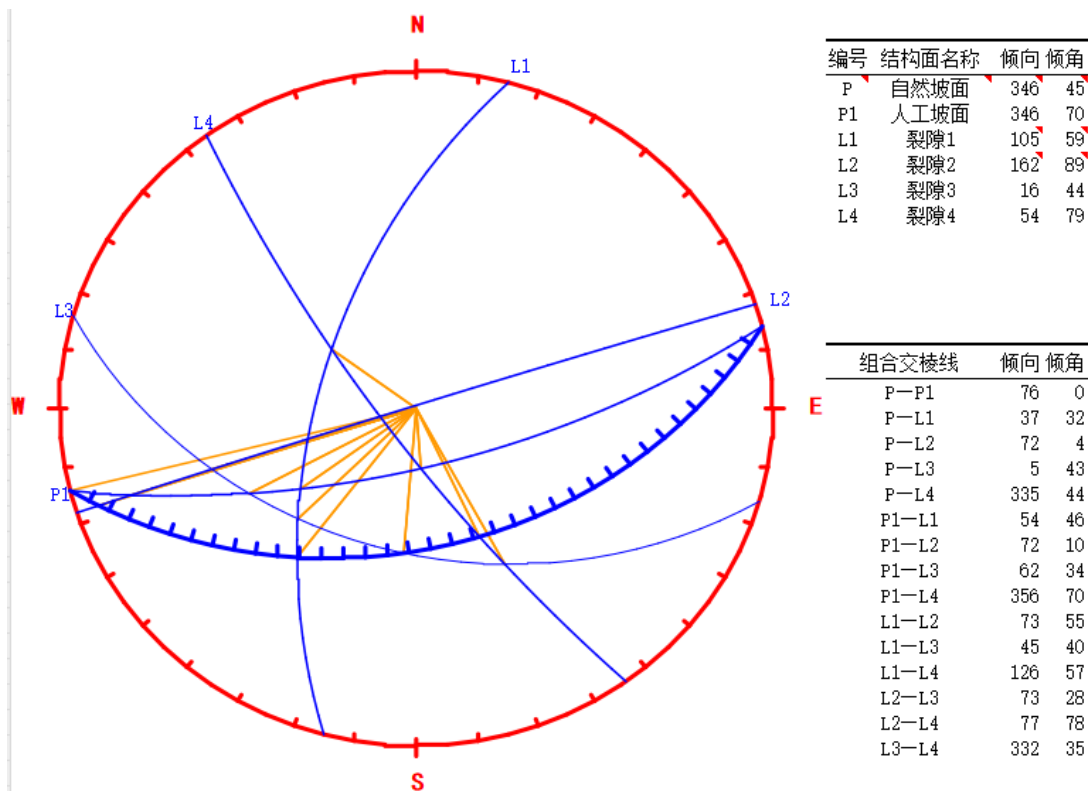


图 3-6 采场西南面边坡②赤平投影分析图

采场西南面边坡②的坡向 346° ，自然边坡角 45° ，终了台阶边坡角 70° ，由图 3-6 可知：L1 和 L2、L2 和 L3 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交线滑落，边坡处于稳定状态；L1 和 L3 交点位于结构面的交点与边坡投影弧在同一侧，处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，边坡处于较不稳定状态；L1 和 L4、L2 和 L4 交点位于人工边坡及天然边坡投影弧的对侧，这时结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体为倾向坡内的稳定结构，边坡处于最稳定状态；结构面 L3 和 L4 交点和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，边坡处于较稳定状态；因此，采场西南面边坡②为较不稳定状态。

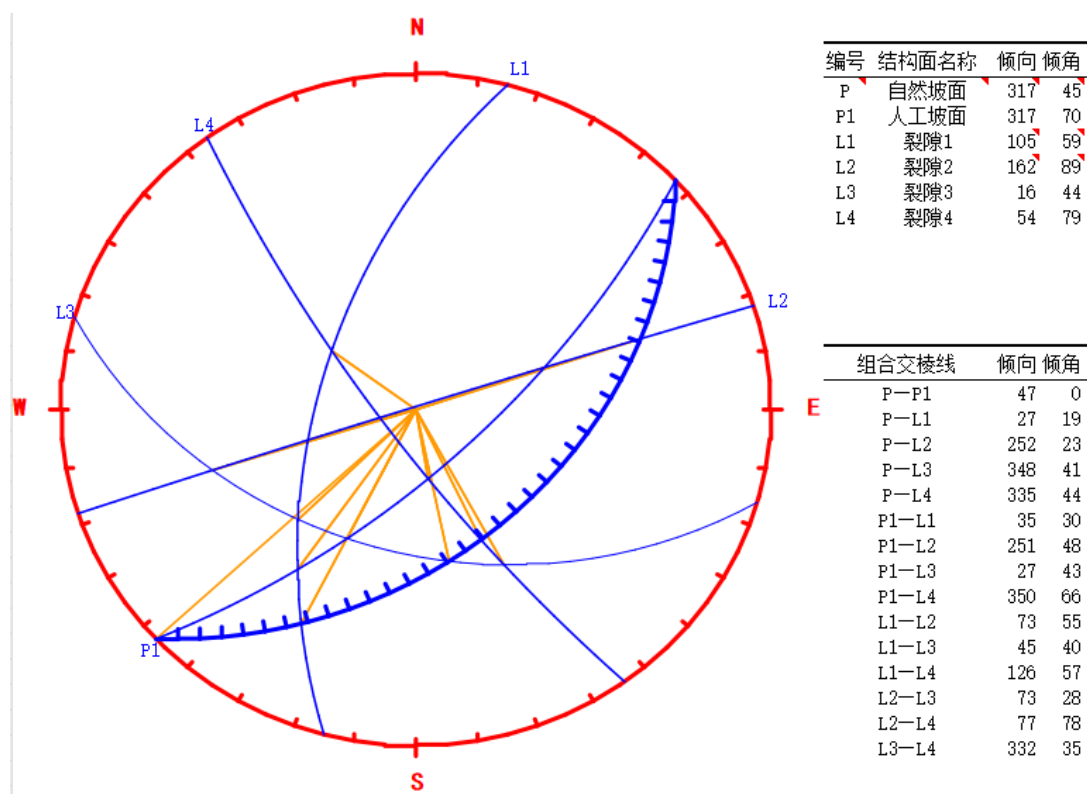


图 3-7 采场东南面边坡③赤平投影分析图

采场东南面边坡③的坡向 317°，自然边坡角 45°，终了台阶边坡角 70°，由图 3-7 可知：L1 和 L3 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交线滑落，边坡处于稳定状

态；L1 和 L2、L1 和 L4、L2 和 L3、L2 和 L4 交点位于人工边坡及天然边坡投影弧的对侧，这时结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体为倾向坡内的稳定结构，边坡处于最稳定状态；L3 和 L4 交点和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，边坡处于较稳定状态；因此，采场东南面边坡③为较稳定状态。

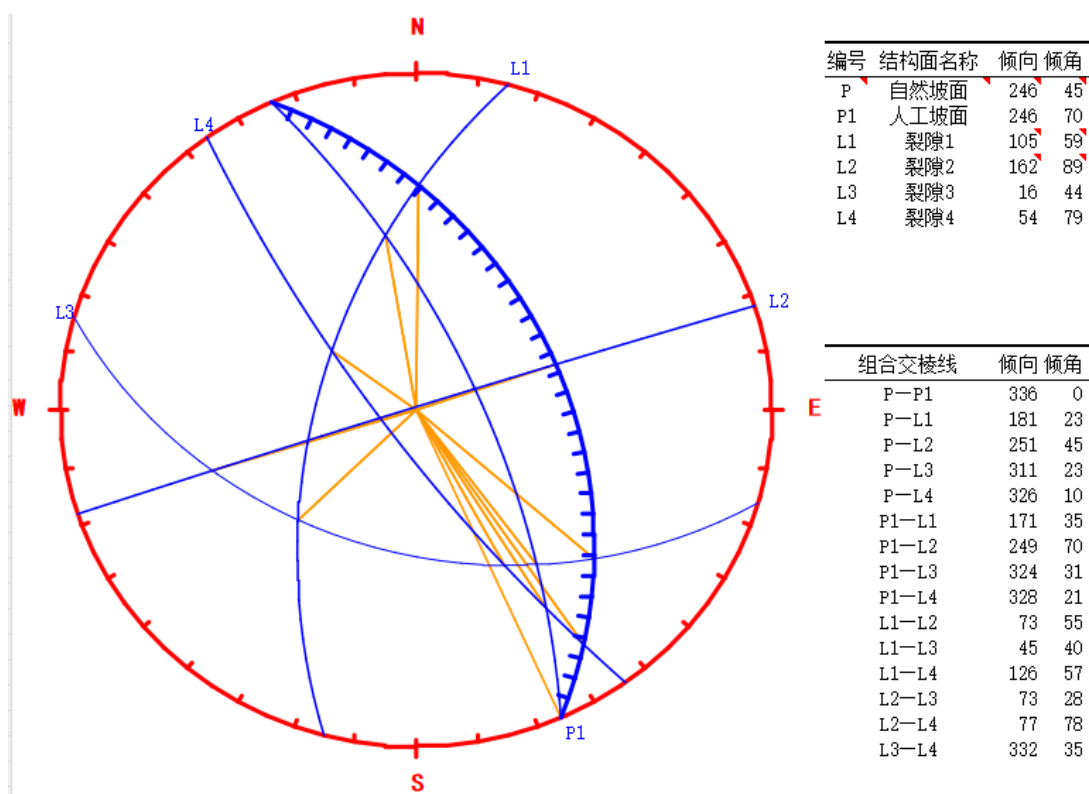


图 3-8 采场东北面边坡④赤平投影分析图

采场东北面边坡④的坡向 246° ，自然边坡角 45° ，终了台阶边坡角 70° ，由图 3-8 可知：L1 和 L2、L1 和 L3、L1 和 L4、L2 和 L3、L2 和 L4 交点位于人工边坡及天然边坡投影弧的对侧，这时结构面的交线与边坡倾向相反，结构面组合切割体为倾向坡内的稳定结构，边坡处于最稳定状态；L3 和 L4 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交线滑落，边坡处于稳定状态；因此，采场东北面边坡④为稳定状态。

综上所述，根据边坡稳定性计算结果，采场西面边坡①、采场西南面边坡②为较不稳定状态，采场东南面边坡③、采场东北面边坡④为稳定状态；在极端天气情况下也有可能发生崩塌、滑坡，主要危害对象主要为采场作业人员、设备（采剥装载设备 7 台）、机械车辆（运输车辆 8 辆）等；受威胁人数约 28 人，潜在经济损失约 710 万元，预测其危害程度严重，危险性大，受毁程度为重度。

②综合服务区、工业场地和破碎加工厂崩塌、滑坡预测评估

根据现状调查，综合服务区位于矿区外东侧，工业场地和破碎加工厂位于矿区东侧 200m 外山窝平整处的进矿道路旁。综合服务区、工业场地和破碎加工厂土质边坡稳定性计算分析采用基于理正岩土简化 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 7m，坡度为 65°，岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。分析正常工况下及暴雨工况下综合服务区、工业场地和破碎加工厂边坡的稳定性。计算参数见表 3-16，计算结果见图 3-9 及表 3-17。

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 (°)	水下粘 聚力 (kPa)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
综合服务区、工业场地和破碎加工厂	21.5	22.5	25	23	15.5	15.0	65	7

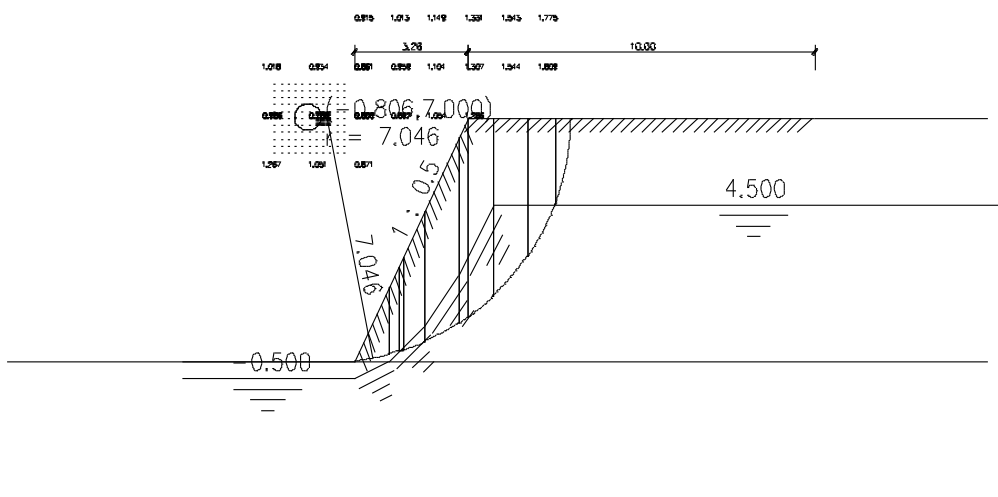


图 3-9 边坡稳定性计算结果图

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	1.391	0.775
滑动圆心	(-2.526,8.200)(m)	(-0.806,7.000)(m)
滑动半径	8.580(m)	7.046(m)
总的下滑力	251.508(kN)	333.170(kN)
总的抗滑力	349.844(kN)	258.185(kN)

根据表 3-13 挖方边坡稳定性判别标准，从计算结果可知，综合服务区、工业场地和破碎加工厂边坡稳定性属稳定，正常工况下边坡稳定性的安全系数 $K=1.391$ ，大于 1.30，属稳定；饱和状态下边坡稳定性的安全系数 $K=0.775$ ，小于 1，属不稳定，发生崩塌、滑坡的可能性较大。预测受威胁建构物 1 栋，人数 5 人，车辆 5 辆，潜在经济损失约 250 万元。预测综合服务区、工业场地和破碎加工厂土质边坡崩塌、滑坡危害程度为中等，危险性中等，受损程度为中度。

③ 矿山道路崩塌、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

路边坡土体主要为残坡积层、半风化层，土体较松散，在长期雨水冲刷下易软化崩解，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°，岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。计算参数见表 3-18，计算结果见图 3-10 及表 3-19。

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 (°)	水下粘 聚力 (kPa)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
矿山道路	21.5	22.5	25	23	15.5	15.0	45	6

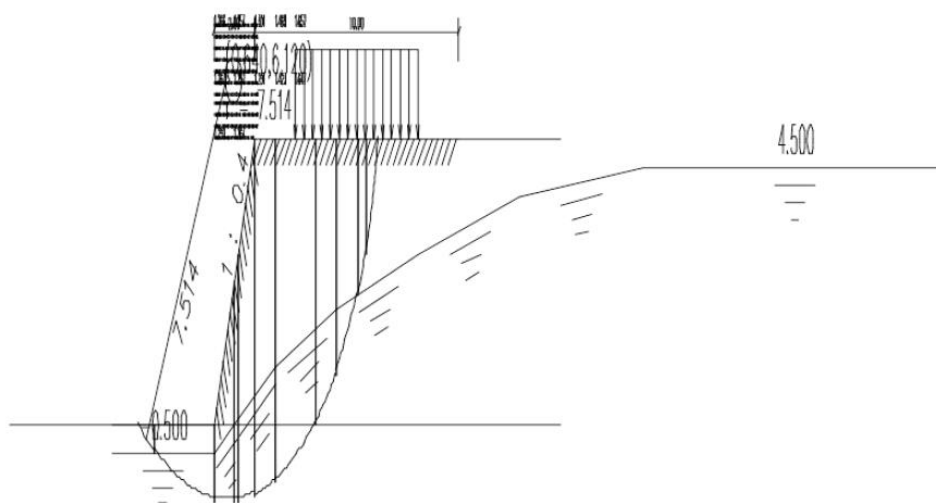


图 3-10 边坡稳定性计算结果图

计算结果：

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 3-13 挖方边坡稳定性判别标准，从计算结果可知，矿山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 $K=1.350$ ，大于 1.30，属稳定；但饱和状态下安全系数较低 $K=0.995$ ，小于 1.0，属不稳定，发生崩塌、滑坡的可能性较大。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，预测矿山道路挖方边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻，危险性小，受损程度为轻度。

④原排土场崩塌、滑坡预测评估

原排土场位于矿区东北侧山窝，呈东西展布，分 6 层堆放，堆排量 5.40 万 m^3 ，堆放标高+212.65m~+238.45m，现形成堆放平台+217m、+220m、+225m、+228m、+232m、+238m，台阶坡度 $13^\circ \sim 37^\circ$ ，整体的边坡角 21.96° ，平台宽 2~3m，下游为沟溪，175m 外为 G205 国道，无民房。

原排土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为 26m，坡度为 21.96° ，岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。分析正常工况下及饱和工况下原排土场边坡的稳定性。计算参数见表 3-20，计算结果见图 3-11 及表 3-21。

表 3-20 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)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
原排土场边坡	19.6	22.5	15	30	18	35	21.96	26

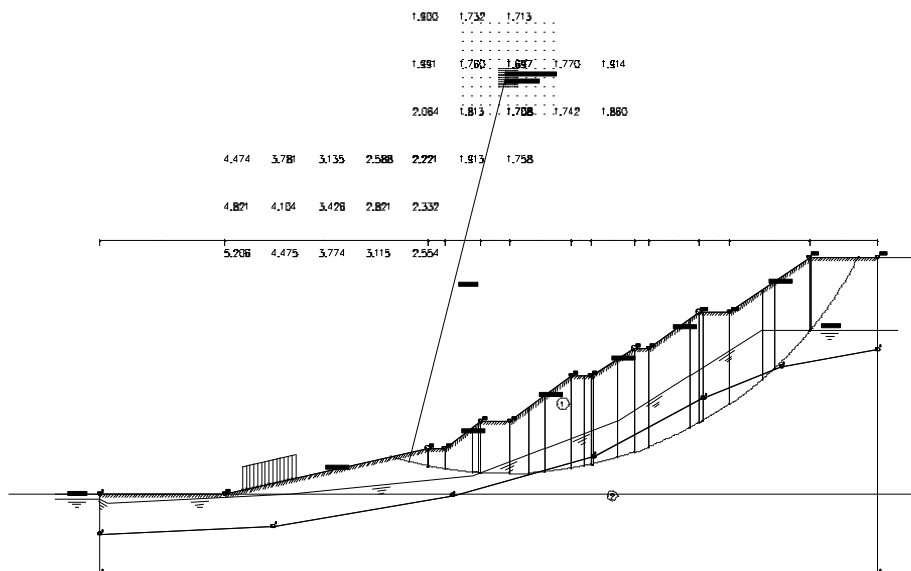


图 3-11 边坡稳定性计算结果图

计算结果:

表 3-21 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	1.746	1.696
滑动圆心	(40.153,58.000)(m)	(44.753,45.800)(m)
滑动半径	53.043(m)	43.661(m)
总的下滑力	1869.336(kN)	3753.593(kN)
总的抗滑力	3263.580(kN)	6367.734(kN)

根据表 3-13 挖方边坡稳定性判别标准，从计算结果可知，原排土场边坡稳定性好，正常工况下安全系数 $K=1.746$ ，饱和状态下边坡稳定 $K=1.696$ ，均大于 1.30，属稳定，发生崩塌、滑坡的可能性小。威胁对象为矿山人工巡查监测和复绿复垦管护的人员，威胁人员 2 人，潜在经济损失约 40 元，预测原排土场边坡崩塌/滑坡危害程度为较轻，危险性小，受损程度为轻度。

⑤临时表土堆场崩塌、滑坡预测评估

矿山开采过程中设置 4 个临时表土堆场（分布示意图详见图 3-12），4 个临时表土堆场总容量 8.68 万 m^3 ，其中：临时表土堆场 1 设置在矿区范围内中北部+310m 标高，单层堆放，占地面积 0.27 万 m^2 ，容量 1.19 万 m^3 ；临时表土堆场 2 设置在矿区内西南部+286~+294m 标高山窝处，单层堆放，占地面积 0.30 万 m^2 ，容量 0.77 万 m^3 ；临时表土堆场 3 设置在矿区内中南部+276~+284m 标高山窝处，单层堆放，占地面积 0.08 万 m^2 ，容量 0.43 万 m^3 ；临时表土堆场 4 设置在矿区外北部+246~+278m 标高山窝处，四层堆放，堆放坡度 35° ，平台宽 3m，分别为+246m（拦挡坝面）、+254m、+262m、+270m、+278m 标高，占地面积 0.67 万 m^2 ，容量 6.29 万 m^3 ，堆排后的整体边坡角 31.64° 。

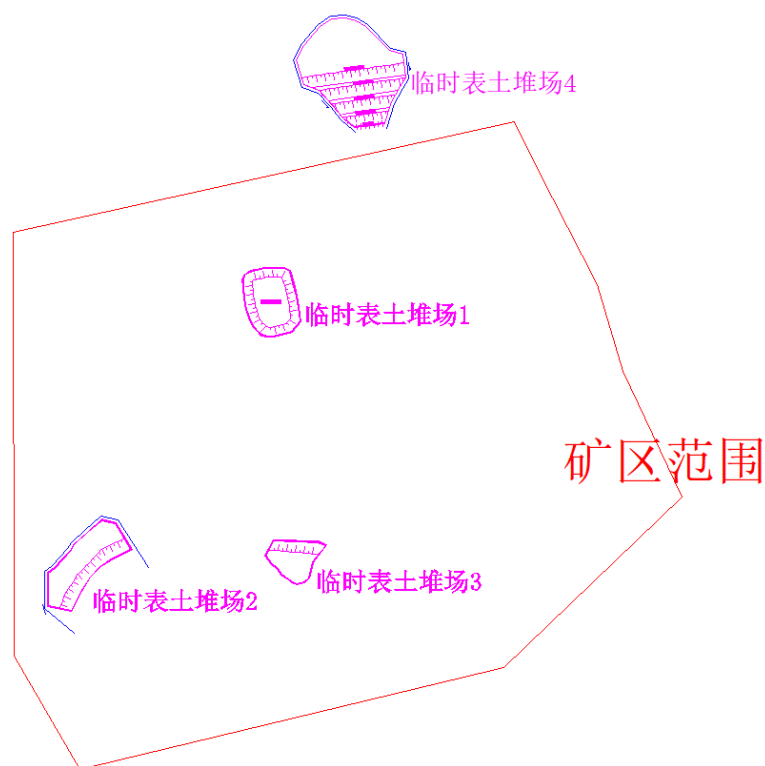


图 3-12 临时表土堆场分布示意图

根据《开采方案》设计情况，临时表土堆场 1、2、3 为单层堆放，堆放量远小于临时表土堆场 4，同时堆放周期短，因此，预测仅对临时表土堆场 4 堆置终了边坡稳定性进行分析，分析评估采用基于理正岩土简化 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。计算时土质边坡单层坡高拟定为 8m，总高度 32m，坡度为 35°，岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。分析正常工况下及暴雨工况下临时表土堆场 4 边坡的稳定性。计算参数见表 3-22，计算结果见图 3-13 及表 3-23。

表 3-22 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)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
临时表土堆场 4	21.5	22.5	30	20	28	18.5	35	32

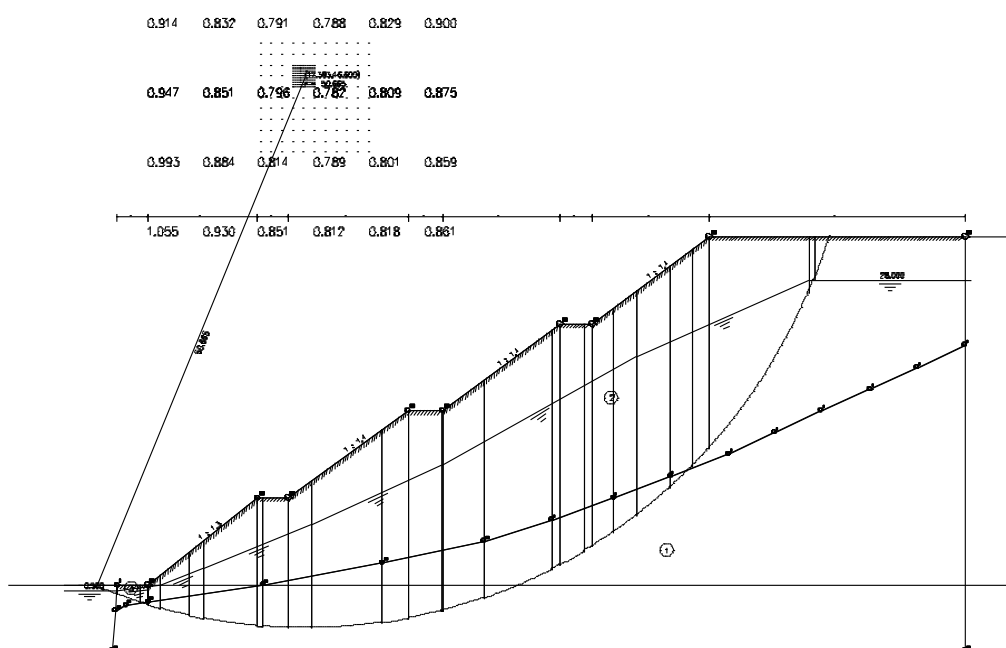


图 3-13 边坡稳定性计算结果图

计算结果：

表 3-23 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	1.114	0.782
滑动圆心	(10.073,57.200)(m)	(17.393,46.600)(m)
滑动半径	57.655(m)	50.665(m)
总的下滑力	5652.789(kN)	11179.570(kN)
总的抗滑力	6299.998(kN)	8742.683(kN)

根据表 3-13 挖方边坡稳定性判别标准，从计算结果可知，临时表土堆场 4 边坡稳定性不稳定，正常工况下安全系数 $K=1.114$ ， $1.05 \leq K < 1.30$ ，属基本稳定；但饱和状态下安全系数较低 $K=0.782$ ，小于 1.0，属不稳定，发生崩塌、滑坡的可能性较大。边坡主要为人工填土边坡，崩塌、滑坡的危害对象为林地、堆排作业的设备、工作人员、运输作业的车辆、工作人员，预测受威胁人数约 3 人，设备 1 台、车辆 1 辆，潜在经济损失约 80 万元。预测临时表土堆场 4 崩塌、滑坡危害程度为小，危险性小，受损程度为轻度。

⑥排土场 1 崩塌、滑坡预测评估

排土场 1 设置在矿区外中南部山窝处，五层堆放，堆放坡度 35° ，平台宽 5m，分别为+246m（拦挡坝面）、+256m、+266m、+276m、+286m、+296m 标高，占地面积 4.5363hm^2 ，容量 96.95 万 m^3 ，堆排后的整体边坡角 35° 。

排土场 1 堆置终了边坡稳定性计算分析采用基于理正岩土简化 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。计算时土质边坡单层坡高拟定为 10m，总高度 50m，坡度为 35° ，岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。分析正常工况下及暴雨工况下排土场 1 东北面和东南面边坡的稳定性。计算参数见表 3-24，计算结果见图 3-14、图 3-15 及表 3-25。

表 3-24 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)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
排土场 1	21.5	22.5	40	30	37	27.5	35	50

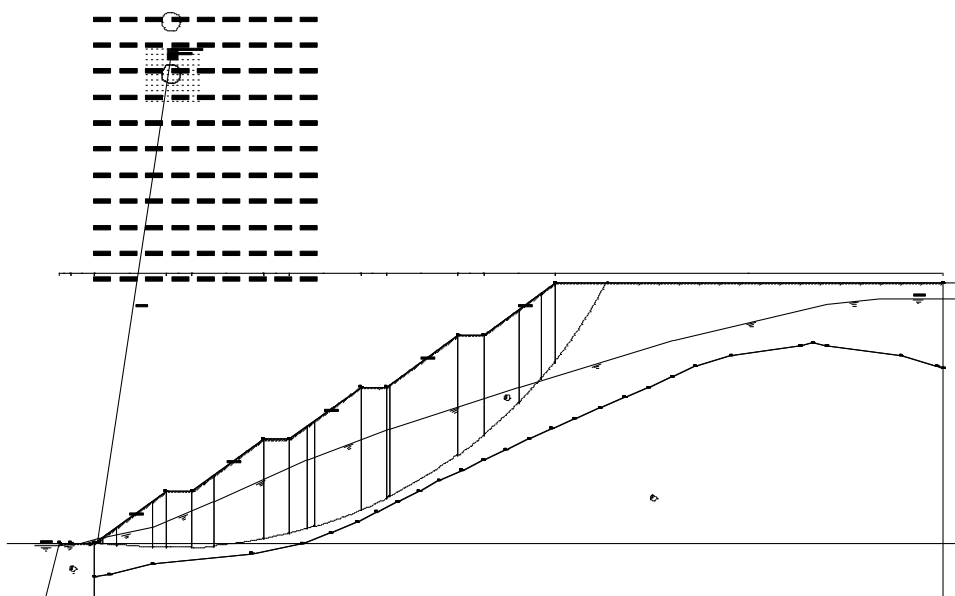


图 3-14 排土场 1 东北面边坡稳定性计算结果图

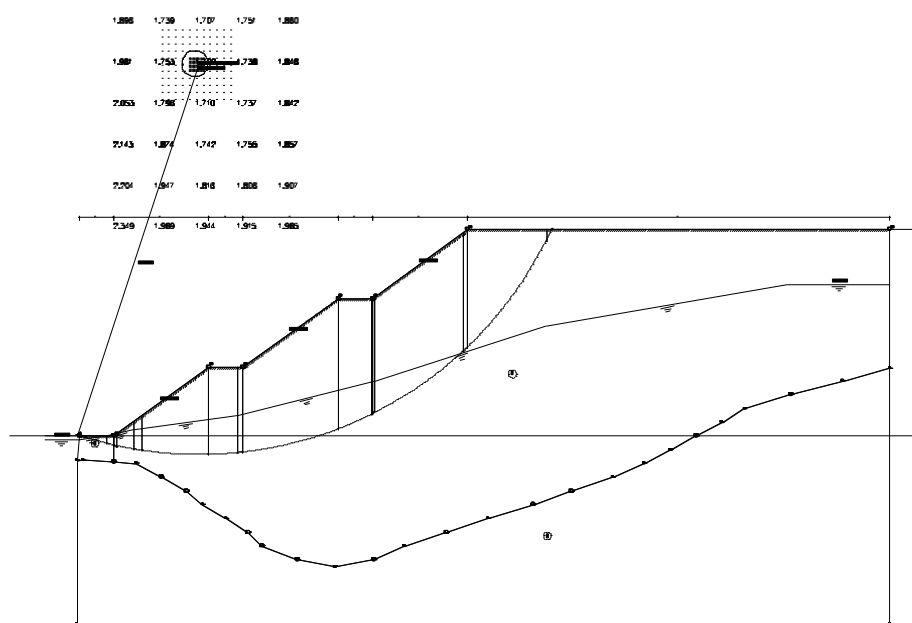


图 3-15 排土场 1 东南面边坡稳定性计算结果图

计算结果:

表 3-25 计算结果表

计算项目	排土场1东北面		排土场1东南面	
	工况一 (正常情况下)	工况二 (暴雨情况下)	工况一 (正常情况下)	工况二 (暴雨情况下)
安全系数	1.653	1.256	1.882	1.700
滑动圆心	(6.059,126.000)(m)	(21.659,94.400)(m)	(8.804,66.000)(m)	(17.404,53.800)(m)
滑动半径	125.996(m)	95.553(m)	66.110(m)	56.695(m)
总的下滑力	11406.103(kN)	17039.652(kN)	4664.425(kN)	7382.613(kN)
总的抗滑力	18859.541(kN)	21409.676(kN)	8780.772(kN)	12551.154(kN)

根据表 3-13 挖方边坡稳定性判别标准,从计算结果可知,排土场 1 边坡稳定性稳定,正常工况下安全系数 $K=1.653/1.882$, $K \geq 1.3$,属稳定;饱和状态下安全系数 $K=1.256/1.700$, $K \geq 1.15$,属稳定,发生崩塌、滑坡的可能性小。边坡主要为人工堆排废土石形成的边坡,崩塌、滑坡的危害对象为林地、堆排作业的设备、工作人员、运输作业的车辆,预测受威胁人数约 3 人,设备 1 台、车辆 1 辆,潜在经济损失约 80 万元。预测排土场 1 崩塌、滑坡危害程度为小,危险性小,受损程度为轻度。

⑦排土场 2 崩塌、滑坡预测评估

排土场 2 设置在矿区外西北部山窝处,七层堆放,堆放坡度 40° ,平台宽 5m,分别为+278m(拦挡坝面)、+286m、+294m、+302m、+310m、+318m、+326m、+334m 标高,占地面积 3.1772hm^2 ,容量 52.9 万 m^3 ,堆排后的整体边坡角 30° 。

排土场 2 堆置终了边坡稳定性计算分析采用基于理正岩土简化 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。计算时土质边坡单层坡高拟定为 8m,总高度 56m,坡度为 30° ,岩土体工程力学参数取同类型矿山经验值。分析正常工况下及暴雨工况下排土场 2 边坡的稳定性。计算参数见表 3-26,计算结果见

图 3-16 及表 3-27。

表 3-26 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)	水下内 摩擦角 (°)	边坡 坡度 (°)	边坡 高度 H (m)
排土场 2	21.5	22.5	40	30	37	27.5	30	56

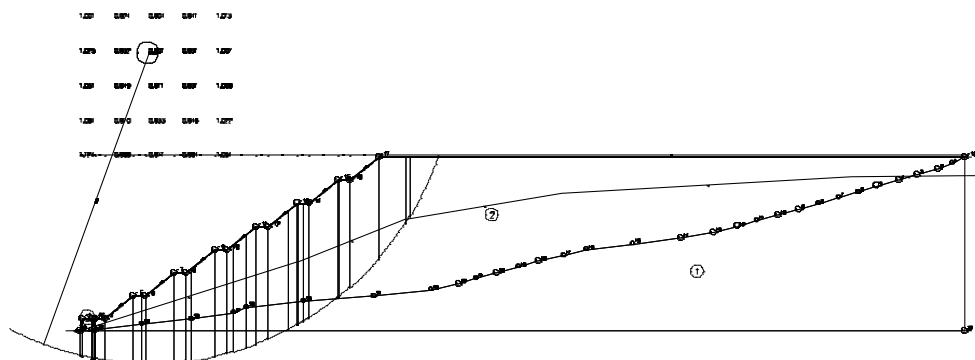


图 3-16 边坡稳定性计算结果图

计算结果：

表 3-27 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	1.368	0.901
滑动圆心	(0.000,289.379)(m)	(48.230,192.919)(m)
滑动半径	280.779 (m)	216.420 (m)
总的下滑力	46935.547 (kN)	153605.563 (kN)
总的抗滑力	64271.992 (kN)	138672.078 (kN)

根据表 3-13 挖方边坡稳定性判别标准，从计算结果可知，排土场 2 边坡稳定性稳定，正常工况下安全系数 $K=1.368$ ， $K \geq 1.3$ ，属稳定；饱和状态下安全系数 $K=0.901$ ，小于 1.0，属不稳定，发生崩塌、滑坡的可能性较大。边坡主要为人工堆排废土石形成的边坡，崩塌、滑坡的危害对象为林地、堆排作业的设备、工作人员、运输作业的车辆、采场作业人员、采剥装载设、机械车辆运输车辆，预测受威胁人数约 7 人，设备 3 台、车辆 4 辆，潜在经济损失约 450 万元。预测排土场 2 崩塌、滑坡危害程度为中等，危险性中等，

受损程度为中度。

⑧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《开采方案》设计了 4 个临时表土堆场、2 个排土场，其中：临时表土堆场 1、2、3 为单层堆放，堆放量远小于临时表土堆场 4，同时堆放周期短，因此，针对临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2 以及原排土场进行泥石流预测分析。

临时表土堆场 4：设置在矿区外北部+246~+278m 标高山窝处，四层堆放，堆放坡度 35°，平台宽 3m，分别为+246m（拦挡坝面）、+254m、+262m、+270m、+278m 标高，占地面积 0.67 万 m²，容量 6.29 万 m³，堆排后的整体边坡角 31.64°。

排土场 1：排土场 1 设置在矿区外中南部山窝处，五层堆放，堆放坡度 35°，平台宽 5m，分别为+246m（拦挡坝面）、+256m、+266m、+276m、+286m、+296m 标高，占地面积 4.5363hm²，容量 96.95 万 m³，堆排后的整体边坡角 35°。

排土场 2：排土场 2 设置在矿区外西北部山窝处，七层堆放，堆放坡度 40°，平台宽 4m，分别为+286m（拦挡坝面）、+294m、+302m、+310m、+318m、+326m、+334m 标高，占地面积 3.1772hm²，容量 52.9 万 m³，堆排后的整体边坡角 30°。

原排土场：位于矿区东北侧山窝，呈东西展布，占地面积约 0.7713hm²，堆排量 5.40 万 m³，分 6 层堆放，堆放标高+212.65m~+238.45m，现形成堆

放平台+217m、+220m、+225m、+228m、+232m、+238m，台阶坡度 $13^{\circ} \sim 37^{\circ}$ ，整体的边坡角 21.96° ，平台宽 2~3m。

设置的临时表土堆场 4 用于堆存复垦用土，排土场 1、排土场 2 和原排土场用于堆存废土石，均属松散堆积物，为泥石流的形成提供了物质来源。矿区地处丘陵区，临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2、原排土场两侧为山坡，坡度较陡，区内雨季长（4~9 月份），雨量大（日最大降雨量约 427mm），汇水面积较大。根据现场踏勘，临时表土堆场 4 上部汇水面积约 17000m^2 ，排土场 1 上部汇水面积约 55000m^2 ，排土场 2 上部汇水面积约 42000m^2 ，原排土场上部汇水面积约 223300m^2 ，为泥石流的发生提供了动力来源；表土、废土石松散，抗压抗剪强度低，在连续强降雨的作用下临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2、原排土场堆存物受水饱和可能发生泥石流，临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2、原排土场下部为沟谷，较为平缓，为泥石流的发生提供了堆积场地。泥石流可能损害下游林地区域。

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 3-28），临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2、原排土场对泥石流的数量化综合评价得分为 80 分、75 分、81 分、80 分（表 3-29），根据规范划分易发程度等级为弱发育。

表 3-28 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, 冲沟充分发育	21	崩塌、滑坡发育。多层滑坡和中小型崩塌, 有零星植被覆盖冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比 (%)	>60%	16	60%~30%	12	30%~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河形弯曲或堵塞, 主流受挤压偏移	14	主河河形无变化, 仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化, 主流在高水位时偏, 低水位时不偏	7	主河无河形变化, 主流不偏	1
4	河沟纵坡(‰)	>12° (21.3%)	12	12°~6° (21.3%~10.5%)	9	6°~3° (10.5%~5.2%)	6	<3° (5.2%)	1
5	区域构造影响程度	强抬升区, 6级以上地震区, 断层破碎带	9	抬升区, 4~6级地震区, 有中小支断层	7	相对稳定区, 4级以下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率(%)	<10%	9	10%≤~<30%	7	30%≤~<60%	4	≥60%	1
7	河沟近期一次变幅	≥2m	8	1m≤~<2m	6	0.2m≤~<1m	4	<0.2m	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	≥10	6	5≤~<10	5	1≤~<5	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(°)	>32° (62.5%)	6	25°≤~<32° (46.6%~62.5%)	5	15°≤~<25° (26.8%~46.6%)	3	<15° (26.8%)	1
11	产沙区沟槽横断面	V型、U型谷、谷中谷	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度(m)	≥10m	5	5m≤~<10m	4	1m≤~<5m	3	<1m	1
13	流域面积(km ²)	0.2≤~<5	5	5≤~<10	4	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	

临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2、原排土场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 3-29 泥石流预测易发程度量化表

序号	影响因素	临时表土堆场 4		排土场 1		原排土场		原排土场	
		量级划分	得分	量级划分	得分	量级划分	得分	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	有零星崩塌弱发育（C）	12	有零星崩塌弱发育（C）	12	有零星崩塌弱发育（C）	12	有零星崩塌弱发育（C）	12
2	泥沙沿程补给长度比（%）	60%~30%中等发育（B）	12	30%~10%弱发育（C）	8	60%~30%中等发育（B）	12	30%~10%弱发育（C）	8
3	沟口泥石流堆积活动程度	弱发育（C）	7	弱发育（C）	7	弱发育（C）	7	弱发育（C）	7
4	河沟纵坡（‰）	>12°强发育（A）	12	>12°强发育（A）	12	>12°强发育（A）	12	>12°强发育（A）	12
5	区域构造影响程度	相对稳定区弱发育（C）	5	相对稳定区弱发育（C）	5	相对稳定区弱发育（C）	5	相对稳定区弱发育（C）	5
6	流域植被覆盖率（%）	>60%不发育（D）	1	>60%不发育（D）	1	>60%不发育（D）	1	30%≤~<60%弱发育（C）	4
7	河沟近期一次变幅（m）	0.2m不发育（D）	1	0.2m不发育（D）	1	0.2m≤~<1m弱发育（C）	4	0.2m≤~<1m弱发育（C）	4
8	岩性影响	软岩、黄土强发育（A）	6	风化强烈和节理发育硬岩弱发育（C）	4	风化强烈和节理发育硬岩弱发育（C）	4	风化强烈和节理发育硬岩弱发育（C）	4
9	沿沟松散物储量（10 ⁴ m ³ /km ² ）	5≤~<10中等易发（B）	5	≥10强发育（A）	6	5≤~<10中等易发（B）	5	5≤~<10中等易发（B）	5
10	沟岸山坡坡度（‰）	15°≤~<25°弱发育（C）	3	15°≤~<25°弱发育（C）	3	15°≤~<25°弱发育（C）	3	15°≤~<25°弱发育（C）	3
11	产砂区沟槽横断面	V型强发育（A）	5	V型强发育（A）	5	V型强发育（A）	5	V型强发育（A）	5
12	产砂区松散物平均厚度（m）	10m~5m中等易发（B）	4	10m~5m中等易发（B）	4	10m~5m中等易发（B）	4	10m~5m中等易发（B）	4
13	流域面积（km ² ）	10≤~<100弱发育（C）	3	10≤~<100弱发育（C）	3	10≤~<100弱发育（C）	3	10≤~<100弱发育（C）	3
14	流域相对高差（m）	300~100m弱发育（C）	2	300~100m弱发育（C）	2	300~100m弱发育（C）	2	300~100m弱发育（C）	2
15	河沟堵塞程度	轻微弱发育（C）	2	轻微弱发育（C）	2	轻微弱发育（C）	2	轻微弱发育（C）	2
16	/	合计得分	80	合计得分	75	合计得分	81	合计得分	80

预测临时表土堆场 4 泥石流的危害对象为林地、堆排作业的设备、工作人员、运输作业的车辆、工作人员，预测受威胁人数约 3 人，设备 1 台、车辆 1 辆，潜在经济损失约 80 万元。预测临时表土堆场 4 泥石流危害程度为小，危险性小，受损程度为轻度。

预测排土场 1 泥石流的危害对象为林地、堆排作业的设备、工作人员、运输作业的车辆、工作人员，预测受威胁人数约 3 人，设备 1 台、车辆 1 辆，潜在经济损失约 80 万元。预测排土场 1 泥石流危害程度为小，危险性小，受损程度为轻度。

预测排土场 2 泥石流的危害对象为林地、堆排作业的设备、工作人员、运输作业的车辆、采场作业人员、采剥装载设、机械车辆运输车辆，预测受威胁人数约 7 人，设备 3 台、车辆 4 辆，潜在经济损失约 450 万元。预测排土场 2 泥石流危害程度为中等，危险性中等，受损程度为中度。

(2) 地形地貌景观破坏

根据《开采方案》，预测地形地貌景观破坏主要发生在露天采场、矿山道路、临时表土堆场、排土场区域。本方案将根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”（见表 3-1）对以上区域的地形地貌景观影响进行评价。

①露天采场：根据《开采方案》，估算终了形成露天采场总破坏面积 24.8766hm²，长 540~650m，宽 370~490m，设计露天采场上部表土台阶高度为 5m，台阶坡面角 45°；风化岩石台阶高度为 8m，台阶坡面角为 60°；岩石台阶高度 10m，台阶坡面角为 70°；安全平台宽度 4m，人工清扫平台宽度 6m，每隔 2~3 个安全平台设置一个人工清扫平台。设计露天采场自上

而下设置 19 级台阶：+375m、+370m、+360m、+350m（清扫）+340m、+330m、+320m（清扫）、+310m、+300m、+290m（清扫）、+280m、+270m、+260m（清扫）、+250m、+240m、+230m（清扫）、+220m（封闭圈）、+210m、+200m（底场）。其损毁土地面积大，基本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，且横跨范围较大，对原生地形地貌景观影响和破坏程度大，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。露天采场未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对露天采场地形地貌景观影响进行评价，可知露天采场对地形地貌景观影响程度为重度。因此，露天采场地形地貌受损程度为重度。

②矿山道路：新开拓道路主要开拓至采场至高剥离开采点，连接露天采场和临时表土堆场、排土场等区域，设计新开拓运输道路长度约 3300m，新设道路宽 8m。预测对区内原生自然景观影响较大，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较严重。矿山道路未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对矿山道路地形地貌景观影响进行评价，可知矿山道路对地形地貌景观影响程度为较严重。因此，矿山道路地形地貌受损程度为中度。

③临时表土堆场：根据《开采方案》，矿山开采过程中设置 4 个临时表土堆场，4 个临时表土堆场总容量 8.68 万 m³，其中：临时表土堆场 1 设置在

矿区范围内中北部+310m 标高，单层堆放，占地面积 0.27 万 m²，容量 1.19 万 m³；临时表土堆场 2 设置在矿区内西南部+286~+294m 标高山窝处，单层堆放，占地面积 0.30 万 m²，容量 0.77 万 m³；临时表土堆场 3 设置在矿区内中南部+276~+284m 标高山窝处，单层堆放，占地面积 0.08 万 m²，容量 0.43 万 m³；临时表土堆场 4 设置在矿区外北部+246~+278m 标高山窝处，四层堆放，堆放坡度 35°，平台宽 3m，分别为+246m（拦挡坝面）、+254m、+262m、+270m、+278m 标高，占地面积 0.67 万 m²，容量 6.29 万 m³，堆排后的整体边坡角 31.64°。临时表土堆场损毁土地面积较大，未来将很大程度改变场地的原有自然景观，地表植被将不复存在。预测对原生地形地貌景观影响和破坏程度大，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。露天采场未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对临时表土堆场地形地貌景观影响进行评价，可知临时表土堆场对地形地貌景观影响程度为严重。因此，临时表土堆场地形地貌受损程度为重度。

④排土场 1：根据《开采方案》，排土场 1 设置在矿区外中南部山窝处，五层堆放，堆放坡度 35°，平台宽 5m，分别为+246m（拦挡坝面）、+256m、+266m、+276m、+286m、+296m 标高，占地面积 4.5363hm²，容量 96.95 万 m³，堆排后的整体边坡角 35°。其损毁土地面积较大，未来将很大程度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。预测对原生地形地貌景观影响和破坏程度大，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。排土场 1 未涉及各类自然保护地、人文景观、风景旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对排土场 1 地形地貌景观影响进行评价，可知排土场 1 对地形地貌景观影响程度为严重。因此，排土场 1 地形地貌受损程度为重度。

⑤排土场 2：根据《开采方案》，排土场 2 设置在矿区外西北部山窝处，七层堆放，堆放坡度 40° ，平台宽 4m，分别为+286m（拦挡坝面）、+294m、+302m、+310m、+318m、+326m、+334m 标高，占地面积 3.1772hm^2 ，容量 52.9 万 m^3 ，堆排后的整体边坡角 30° 。其损毁土地面积较大，未来将很大程度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。预测对原生地形地貌景观影响和破坏程度大，对主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。排土场 2 未涉及各类自然保护地、人文景观、风景名胜旅游区。

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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对排土场 2 地形地貌景观影响进行评价，可知排土场 2 对地形地貌景观影响程度为严重。因此，排土场 2 地形地貌受损程度为重度。

（3）含水层破坏

根据《开采方案》，预测含水层破坏主要发生在露天采场区域。本方案根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对各区块的含水层破坏危害程度进行评价。

矿坑涌水量主要来源为大气降雨，区内地表水主要由大气降雨汇入，矿

坑涌水量估算根据《矿坑涌水量预测计算规程（DZ/T 0342-2020）》 $Q=F \cdot P \cdot a/1000$ 预测，日平均涌水量约为 $1602\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据《开采方案》设计最低开采标高+200m，最低开采标高位于该区最低侵蚀基准面+185m 之上，不易导致地下水位下降的改变。地下水主要补给来源主要是大气降雨，采矿过程中不存在抽排地下水，基本不会导致地下水资源枯竭。

据矿山开采资料和现场调查，矿区周边为林地，矿区附近无河流经过，无水库、山塘等大的地表水体，仅在矿区外东部存在若干个小水塘、西南部存在一个小水塘。根据《资源储量报告》和现场调查，矿区内含水层主要为松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水两类含水层，基岩隔水性能较好，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，矿山开采对地表水漏失影响评估结果为较轻。

综上，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）中的“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”对露天采场含水层影响进行评价，预测露天采场对含水层影响程度为较轻。因此，预测露天采场含水层受损程度为轻度。

2、土地资源问题

结合本矿实际，土地挖损选择判断因子分别为土地类型、挖损面积、挖掘深度或台阶高度、挖损时长、恢复原地类难易程度等，土地压占选择判断因子为土地类型、压占面积、压占时长、恢复成原地类的难易程度等。判断指标见表 3-3、表 3-4。

表 3-30 拟损毁单元土地利用现状表

损毁单元	损毁土地类型	面积 hm ²	小计 hm ²	合计 hm ²
露天采场	乔木林地 (0301)	14.0639	14.1326	23.4254
	采矿用地 (0602)	0.0687		
矿山道路	乔木林地 (0301)	0.7408	0.7408	
临时表土堆场	乔木林地 (0301)	0.8321	0.8385	
	采矿用地 (0602)	0.0064		
排土场 1	乔木林地 (0301)	4.5363	4.5363	
排土场 2	乔木林地 (0301)	3.1772	3.1772	

(1) 土地挖损

根据《开采方案》，预测土地挖损问题主要存在于露天采场区域，由于矿山道路、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2 区域最终都以土地压占的形式损毁土地，因此本方案仅以土地压占的破坏程度评估这些区域的土地损毁程度。

露天采场：根据《开采方案》，开采终了时形成的露天采场，设计开采标高为+380~+200m，根据矿区地形和露天采场现状，采场+220m 标高以上为山坡露天采场，采场+220~+200m 标高为凹陷露天采场，最终边坡划分 19 级台阶：+375m、+370m、+360m、+350m（清扫）+340m、+330m、+320m（清扫）、+310m、+300m、+290m（清扫）、+280m、+270m、+260m（清扫）、+250m、+240m、+230m（清扫）、+220m（封闭圈）、+210m、+200m（底场），设计开采最终边坡角 49°。预测挖损面积为 14.1326hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地，预测挖损期限为 2026 至 2046 年，共计 20 年。恢复成原地类的难易程度为难。

土地挖损综合程度=1.5×1.5×1.5×1.5=5.0625，因此，预测露天采场的土地挖损程度为重度。

(2) 土地压占

预测土地压占问题主要存在于矿山道路、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2。

① 矿山道路

根据《开采方案》，新开拓道路主要开拓至采场至高剥离开采点，连接露天采场和临时表土堆场、排土场等区域，设计新开拓运输道路长度约 3300m，新设道路宽 8m。预测压占损毁面积为 0.7408hm²，损毁土地类型为乔木林地，预测压占期限为 2026 至 2046 年，共计 20 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占程度综合评估指数=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，矿山道路的土地压占程度为中度。

② 临时表土堆场

根据《开采方案》，在矿区范围内外设置 4 个临时表土堆场，便于矿山复垦复绿用土。临时表土堆场具体位置及情况为：在矿区范围内中北部+310m 标高挖掘一平台设置临时表土堆场 1，占地面积 0.27 万 m²，容量 1.19 万 m³；在矿区内西南部+286~+294m 标高山窝处设置临时表土堆场 2，占地面积 0.30 万 m²，容量 0.77 万 m³；在矿区内中南部+276~+284m 标高山窝处设置临时表土堆场 3，占地面积 0.08 万 m²，容量 0.43 万 m³；在矿区外北部+246~+278m 标高山窝处设置临时表土堆场 4，占地面积 0.67 万 m²，容量 6.29 万 m³；以上 4 个临时表土堆场总容量 8.68 万 m³。除露天采场内设置的堆土场外，场外为临时表土堆场 2 和临时表土堆场 4，预测压占损毁面积为 0.8385hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地，压占期限为 2026 至 2046

年，共计 20 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占程度综合评估指数=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，临时表土堆场区域的土地压占程度为中度。

③排土场 1

根据《开采方案》，在矿区外中南部山窝处设置排土场 1，容量 96.95 万 m³，分 5 层堆排，排放高程自+246m~+296m。预测压占损毁面积为 4.5363hm²，损毁土地类型为乔木林地，预测压占期限为 2026 至 2046 年，共计 20 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占程度综合评估指数=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，排土场 1 的土地压占程度为中度。

④排土场 2

根据《开采方案》，在矿区外西北部山窝处设置排土场 2，容量 52.90 万 m³，分 7 层堆排，排放高程自+278m~+334m。预测压占损毁面积为 3.1772hm²，损毁土地类型为乔木林地，预测压占期限为 2026 至 2046 年，共计 20 年。恢复成原地类的难易程度为容易。

土地压占程度综合评估指数=1.0×1.5×1.0=1.5，因此，排土场 2 的土地压占程度为中度。

3、生态受损与退化

(1) 植被损毁与生物多样性丧失

矿山未来生产将在现有生态破坏基础上，进一步加剧植被损毁与生物多样性丧失。一方面，新增露天采场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2 将直接挖损和压占土地，形成新的植被破坏区块。另一方面，未来开采活动将使本已孤立的生境斑块进一步破碎化，阻隔效应加剧，物种迁移与基因交流

的通道将被切断。新建工程将持续压缩野生动物（如爬行类与鸟类）的栖息空间，导致其种群数量下降乃至局部消失。同时，土壤微生物与节肢动物群落也将因生境扰动加剧而持续退化，生态系统自我恢复能力进一步削弱。

综上，未来矿山生产可能使区域植被覆盖度持续维持在低水平，生物多样性持续衰退，生态系统服务功能面临进一步退化的风险，受损程度为重度。

（2）水土流失与土地退化

矿山未来生产活动将加剧现有水土流失与土地退化问题。新增露天采场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2 等将形成新的地表扰动区，增加土地挖损与压占面积，破坏原有表层结皮和残存植被，在降水与风力作用下引发更严重的土壤侵蚀。

未来工程扰动将持续破坏土壤结构，造成有机质加速流失、土壤板结加剧与肥力进一步下降，使土地生态功能持续丧失。综合预测，矿山未来生产可能显著扩大水土流失范围与强度，加深土地退化程度，对区域生态安全构成持续威胁，受损程度为重度。

（3）环境污染

矿山采用露天开采方式，生产过程中主要污染源包括废石和矿坑涌水。

①对水环境污染

矿坑涌水影响：开采过程中汇集的矿坑水与矿体及围岩接触，可能携带悬浮物和溶解性污染物。若污染防治措施不到位，可能导致下游地表水体（如季节性冲沟）pH 下降，硫酸盐、总溶解固体及重金属离子浓度升高，可能超出《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准限值，进而引起局部地表水、地下水水质恶化。

②对土环境污染

根据储量报告中矿石化学成分分析结果，矿石主要化学组分稳定，矿石和废石不易分解出有害成份。矿山固体废物可能形成酸性矿山排水（AMD），构成主要潜在污染源。

受污染水体若用于灌溉，可能引起土壤酸化，超出《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）风险筛选值，影响土壤生态功能和周边农田安全。

矿山生产期间污水主要为办公区、工业场地生活污水和矿山涌水。根据《开采方案》，各类污水将进行专项处理，实现达标排放。

工业场地生活污水排入旱厕，定期清掏，对环境的影响较小。生活污水中COD浓度范围为120-150mg/L，浓度整体较低。旱厕定期消毒、清掏，由当地农民用作农肥；盥洗废水回用于场区洒水降尘，对周边环境的影响轻微。

矿山设计加强长期监测，以保障水质安全。

综上所述，矿石和废石不易分解出有害成份，其对地表水、地下水和土壤环境的影响较轻。因此，预测矿区环境污染受损程度为轻度。

（四）问题诊断评价结论

基于问题识别与受损预测分析，矿区受损总面积37.3386hm²，划分为9个受损区块，其中受损区块1（露天采场）24.8766hm²，受损区块2（综合服务区）0.1135hm²，受损区块3（工业场地）0.0763hm²，受损区块4（破碎加工厂）0.7793hm²，受损区块5（矿山道路）2.1696hm²，受损区块6（原排土场）0.7713hm²，受损区块7（临时表土堆场）0.8385hm²，受损区块8（排土场1）4.5363hm²，受损区块9（排土场2）3.1772hm²。

基于破坏类型、程度与空间分布，评价划分为2个生态破坏等级区：

（1）重度受损区（面积：34.1999hm²）

范围：包括受损区块1（露天采场）、受损区块6（原排土场）、受损区块7（临时表土堆场）、受损区块8（排土场1）、受损区块9（排土场2）。

特征：露天采场引发崩塌、滑坡的危害程度严重，危险性大，受损程度为重度；地形地貌受损程度为重度；土地挖损，土壤完全丧失，受损程度为重度；是生态修复的重点与难点区域。

（2）中度受损区（面积：3.1387hm²）

范围：包括受损区块 2（综合服务区）、受损区块 3（工业场地）、受损区块 4（破碎加工厂）、受损区块 5（矿山道路）。

特征：综合服务区、工业场地和破碎加工厂引发崩塌、滑坡的危害程度较严重，危险性中等，受损程度为中度；矿山道路地形地貌受损程度为中度；土地压占，土壤暂时丧失，损毁程度为中度，土壤板结，但破坏程度相对可控，具备工程修复条件。

表 3-31 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	损毁程度	
受损区块 1 (露天采场)	地质环境问题	详见附表 6	24.8766	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为重度；含水层受毁程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡的危害程度严重，危险性大，受损程度为重度；地形地貌受损程度为重度；含水层受损程度为轻度。	重度
	土地损毁		24.8766	现状：土地挖损，土壤完全丧失，受损程度为重度。 预测：土地挖损，土壤完全丧失，受损程度为重度。	
	生态受损与退化		24.8766	现状：受损程度为重度。 预测：受损程度为重度。	
受损区块 2 (综合服务区)	地质环境问题	详见附表 6	0.1135	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为轻度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡的危害程度较严重，危险性中等，受损程度为中度；地形地貌破坏损毁程度为轻度；含水层影响程度为轻度。	中度

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	损毁程度	
	土地损毁		0.1135	现状：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。 预测：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。	
	生态受损与退化		0.1135	现状：受损程度为中度。 预测：受损程度为中度。	
受损区块 3 (工业场地)	地质环境问题	详见附表 6	0.0763	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为轻度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡的危害程度较严重，危险性中等，受损程度为中度；地形地貌破坏损毁程度为轻度；含水层影响程度为轻度。	中度
	土地损毁		0.0763	现状：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。 预测：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。	
	生态受损与退化		0.0763	现状：受损程度为中度。 预测：受损程度为中度。	
受损区块 4 (破碎加工厂)	地质环境问题	详见附表 6	0.7793	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为轻度；含水层受损程度为轻度。	中度

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果	
		范围	面积 (hm ²)	损毁程度		
				预测：引发崩塌、滑坡的危害程度较严重，危险性中等，受损程度为中度；地形地貌破坏损毁程度为轻度；含水层影响程度为轻度。		
	土地损毁			0.7793		现状：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。 预测：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。
	生态受损与退化			0.7793		现状：受损程度为中度。 预测：受损程度为中度。
受损区块 5 (矿山道路)	地质环境问题	详见附表 6	2.1696	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为中度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡的危害程度较轻，危险性小，受损程度为轻度；地形地貌破坏损毁程度为中度；含水层影响程度为轻度。	中度	
	土地损毁			2.1696		现状：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。 预测：土地压占，土壤板结，受损程度为中度。
	生态受损与退化			2.1696		现状：受损程度为中度。 预测：受损程度为中度。

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	损毁程度	
受损区块 6 (原排土场)	地质环境问题	详见附表 6	0.7713	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为重度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡、泥石流的危害程度较轻，危险性小，受损程度为轻度；地形地貌破坏损毁程度为重度；含水层影响程度为轻度。	重度
	土地损毁		0.7713	现状：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。 预测：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。	
	生态受损与退化		0.7713	现状：受损程度为重度。 预测：受损程度为重度。	
受损区块 7 (临时表土堆场)	地质环境问题	详见附表 6	0.8385	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为重度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡、泥石流的危害程度较轻，危险性小，受损程度为轻度；地形地貌破坏损毁程度为重度；含水层影响程度为轻度。	重度
	土地损毁		0.8385	现状：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。	

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	损毁程度	
	生态受损与退化		0.8385	预测：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。 现状：受损程度为重度。 预测：受损程度为重度。	
受损区块 8 (排土场 1)	地质环境问题	详见附表6	4.5363	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为重度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡、泥石流的危害程度较轻，危险性小，受损程度为轻度；地形地貌破坏损毁程度为重度；含水层影响程度为轻度。	重度
	土地损毁		4.5363	现状：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。 预测：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。	
	生态受损与退化		4.5363	现状：受损程度为重度。 预测：受损程度为重度。	
受损区块 9 (排土场 2)	地质环境问题	详见附表 6	3.1772	现状：现状条件下未见有崩塌、滑坡等不良地质现象，受损程度为轻度；地形地貌受损程度为重度；含水层受损程度为轻度。 预测：引发崩塌、滑坡、泥石流的危害程	重度

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积(hm ²)	损毁程度	
				度较轻，危险性小，受损程度为轻度；地形地貌破坏损毁程度为重度；含水层影响程度为轻度。	
	土地损毁		3.1772	现状：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。 预测：土地压占，土壤完全丧失，受损程度为重度受损。	
	生态受损与退化		3.1772	现状：受损程度为重度。 预测：受损程度为重度。	

二、生态修复可行性分析

(一) 技术经济可行性分析

1、预防控制及修复治理的技术可行性分析

(1) 稳定性监测措施技术可行性分析

①技术成熟度及可靠性

目前，矿山稳定性监测技术已非常成熟，形成了“天-空-地-地下”一体化的技术体系，可根据需求灵活选用。技术选择取决于监测精度、频率、范围和预算。成熟、可靠、多样化的监测技术完全可以满足矿山地质灾害稳定性监测的所有需求。

②实施与技术集成可行性

设备安装与供电：市电、太阳能+蓄电池组合供电方案成熟可靠，可保证野外长期运行。可行。4G/5G 网络覆盖区可直接传输，方案完全可行。

数据采集与传输：数据采集模块（DAQ）自动采集传感器数据，并通过通信模块传输至云平台。技术标准化，可行。

数据处理与平台集成：云平台：可接收、存储、管理、可视化多源监测数据。技术非常成熟。数据分析：平台内置算法可自动生成变形曲线、速率曲线，并进行趋势预测。预警发布：可自动触发短信、邮件、声光报警。功能完备，可行。

③精度与预警可靠性分析

精度：GNSS 可达毫米级，完全满足滑坡预警所需的精度要求（厘米级变形即可有效预警）。可靠性：通过多源数据融合技术，交叉验证不同设备的监测结果，可极大提高数据的可靠性。

综上所述，对矿山地质灾害进行稳定性监测在技术上是完全可行的。当前多种监测技术均已高度成熟、稳定可靠，且能够通过物联网云平台进行有效集成，实现“实时采集、自动传输、智能分析、精准预警”的全流程自动化。技术层面不存在不可逾越的障碍。

（2）无人机监测技术可行性分析

无人机监测技术经过多年发展，已成为地理信息获取的成熟、可靠工具。从数据采集到处理的整个技术链条均已高度成熟和商业化，技术可靠性极高。

利用无人机技术对矿山地形地貌景观破坏进行监测在技术上是完全可行且高度成熟的。其在效率、安全、数据丰富性和成本效益方面相比传统方法具有革命性优势。它不仅能够实现精细化、量化的监管，更能为矿山的“开发-修复-闭坑”全生命周期提供不可或缺的数据链条。

（3）地下水水位监测措施技术可行性分析

本方案设计采用便携式水位计（电接触式、压力式）进行地下水水位变化人工监测，此方法为一项非常传统且成熟的技术。实施矿山地下水水位监测没有任何不可逾越的障碍，技术上完全可行。

2、土地复垦、植被恢复的技术可行性分析

（1）技术成熟性与可靠性分析

技术体系成熟：本方案将损毁土地复垦为林地，是我国长期实践且技术体系最为成熟的复垦方向之一。相关土壤重构、植被重建、灌溉排水等技术均有大量的成功案例和规范化的操作流程作为支撑。

规范依据充分：国家及行业层面已颁布系列技术标准，对复垦为林地和

园地的立地条件、土壤质量、植被配置、栽培养护等关键环节提出了明确的技术指标和控制要求，为项目实施提供了全面、系统的技术依据。

因地制宜可操作：复垦方案可根据项目区气候、原有土壤条件、损毁程度及周边生态系统特征，科学选择适生、抗逆性强的乡土树种及经济林果品种，并配套相应的土壤改良、节水灌溉及水土保持措施，技术针对性强，可操作性好。

（2）关键技术环节可行性

土壤重构可行性：通过表土剥离与回覆、客土覆盖、土壤平整等措施，可重建植被生长所需的土壤基质。根据土壤检测结果，针对性采用增施有机肥、绿肥、土壤调理剂等方式，有效改良土壤理化性质，提升肥力，使其达到《土地复垦质量控制标准》中林地和园地土壤质量的相应指标，技术手段常规且有效。

植被重建可行性：依据《造林技术规程》，可选择适应性强的乡土乔木、灌木树种，采用容器苗或带土坨苗木栽植，配合保水剂、生根粉等应用，提高成活率。采用乔灌草复层配置模式，可加速形成稳定、高效的森林群落，增强生态功能。

依据园林及经济林栽培规范，可选择适宜当地气候和市场前景的经济果树品种。通过规范化的园地规划、定植坑挖掘、苗木处理、水肥一体化及树形修剪管理等技术，可保障果园早期成活与中长期丰产稳产。

（3）外部条件保障分析

苗木供应有保障：项目所在地及周边地区苗木市场繁荣，良种苗圃众多，能够稳定提供符合质量标准和品种要求的各类造林苗木及经济林果苗木。

技术力量支持：相关的规划设计、林业园艺技术指导、施工及养护队伍专业且充足，具备完成复垦工程并保障后期管护的技术能力。

3、经济可行性分析

根据《矿产资源法》（2025年7月1日施行）、《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）等文件要求，矿山企业应设立矿山地质环境治理恢复基金，并按照“谁破坏、谁治理”的原则，开展矿区生态修复工作。

本矿山属于固体矿山。根据《办法》，固体矿山基金按年度计提，年度基金计提按照核定的治理基金总额、占用资源矿石总量，实际生产矿石量确定。

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。

根据《开采方案》经济分析，项目总投资估算为2260.9万元，项目达产销售收入1423万元/年，税后利润177.75万元/年。矿区生态修复总投资为1305.8958万元，生态修复年限23年，生态修复投资约56.7781万元/年，占矿山年利润的比值较小（31.94%），因此在经济上是可行的。

（二）目标方向可行性分析

1、复垦修复适宜性评价

矿区待复垦土地的适宜性评价，是在对复垦责任范围土地总体质量调查与损毁土地进行科学分析与预测的基础上，评价待复垦土地对于特定利用类

型的适宜性，从而确定其合理的利用方式，为采取相应的复垦措施提供科学依据。

(1) 评价原则

①符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

在确定待复垦土地的适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，还应考虑区域性的土地利用总体规划、国土空间规划和农业规划，统筹考虑本地区的社会经济和矿区的生产建设发展，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。

②因地制宜原则

土地利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须有与环境特征相适应的配套设施。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，确定合理的利用方向。

③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

复垦后的土地，根据土地利用总体规划和生态建设规划，尊重权利人意愿的基础上，宜农则农、宜林则林，宜牧则牧、宜渔则渔。

④主导性限制因素与综合平衡原则

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

⑤复垦后土地可持续利用原则

在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开

发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

⑥社会因素和经济因素相结合原则

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

2、评价单元划分

根据上一节问题识别与受损预测，矿区受损总面积 37.3386hm²，为本矿山的复垦责任范围。本方案根据采矿权范围及采矿活动影响范围内的土地利用现状及受损预测情况，将复垦责任范围划分为 9 个评价单元，结合水土资源条件、土地复垦质量控制要求进行复垦修复适宜性评价。

评价单元划分见下表：

表 3-32 复垦修复适宜性评价单元划分表

评价单元	损毁土地面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	土地利用现状
露天采场	15.0679	挖损	重度	乔木林地 (0301)
	9.8087			采矿用地 (0602)
综合服务区	0.1135	压占	中度	采矿用地 (0602)
工业场地	0.0198	压占	中度	采矿用地 (0602)
	0.0566			农村宅基地 (0702)
破碎加工厂	0.0441	压占	中度	乔木林地 (0301)
	0.7196			采矿用地 (0602)
	0.0156			农村宅基地 (0702)
矿山道路	0.0668	压占	中度	乔木林地 (0301)
	1.2975			采矿用地 (0602)
	0.0002			公路用地 (1003)
	0.0642			农村道路 (1006)

原排土场	0.0406	压占	重度	乔木林地（0301）
	0.7307			采矿用地（0602）
临时表土堆场	0.8321	压占	重度	乔木林地（0301）
	0.0064			采矿用地（0602）
排土场 1	4.5363	压占	重度	乔木林地（0301）
排土场 2	3.1772	压占	重度	乔木林地（0301）

3、初步复垦方向分析

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

（1）政策因素分析

①土地利用现状

现状复垦责任范围内土地利用类型主要为乔木林地、采矿用地、农村宅基地、公路用地、农村道路，不涉及永久基本农田。

②国土空间总体规划

初步复垦方向的确定必须符合项目区的国土空间规划，且与其他规划相协调。根据平远县 2024 年土地利用现状图（局部）、平远县国土空间总体规划图（2021-2035 年），复垦责任范围内用地用海分类包括林地、公路用地、农业设施建设用地、采矿用地。因此，从政策因素分析，为实现土地资源的永续利用，并与社会、经济、环境协调发展。

结合矿区土地利用现状地类及土地规划，综合考虑项目所在地区的实际情况，本方案拟定复垦方向为乔木林地和灌木林地。

（2）自然因素分析

矿区所在地气候温暖湿润，植被繁茂，种类繁多。典型土壤类型以砖红壤或红壤为主，土体深厚，构型好，地表植被发育，较好的自然条件成就了矿区农林业发展的基础，同时也为矿山的生态恢复提供了良好的基础条件。

(3) 分析结果

根据上述分析，确定复垦责任范围初步复垦方向为：

表 3-33 复垦单元初步复垦方向结果

评价单元	损毁土地面积 (hm ²)	损毁类型	损毁程度	初步复垦方向
露天采场	24.8766	挖损	重度	灌木林地
综合服务区	0.1135	压占	中度	乔木林地
工业场地	0.0763	压占	中度	乔木林地
破碎加工厂	0.7793	压占	中度	乔木林地
矿山道路	2.1696	压占	中度	乔木林地
原排土场	0.7713	压占	重度	灌木林地
临时表土堆场	0.8385	压占	重度	灌木林地
排土场 1	4.5363	压占	重度	灌木林地
排土场 2	3.1772	压占	重度	灌木林地

4、适宜性评价

(1) 评价方法

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（土壤侵蚀、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、排灌条件等）的影响。根据多年的土地复垦经验，共选出 8 项参评因子，分别为：地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、排水条件、灌溉条件、岩土污染、土体容重和土壤有机质组成。

通过将参评因素状态值对农、林、草（牧）的影响状况及改良程度的难

易与《中国 1: 100 万土地资源图》对因子等级划分指标相对应作对比研究,基本吻合,故以《中国 1: 100 万土地资源图》等级划分标准作参照,进一步又对该项目特有的对土地适宜性影响明显的因子进行等级划分,得出土地适宜性评价各参评因素的分级指标和对农林牧适宜性的等级标准,详见表 3-34。

表 3-34 土地适宜性主要限制因素的农林牧业等级标准

限制因素及分级指标		农业评价	林业评价	草（牧业）评价
地形坡度（°）	<3	1	1	1
	4~7	1 或 2	1	1
	8~15	2	1	1
	16~25	3	2 或 1	2
	26~35	不	2	3
	>35	不	3 或 2	不或 3
地表物质组成	壤土	1		
	粘土、砂壤土	2		
	重粘土、砂土	2 或 3		
	砂质土、砾质	不	不或 3	3
	石质	不	不	不
有效土层厚度（cm）	>100	1	1	
	99~60	2	1	
	59~30	3	1	
	29~10	不	2 或 3	
	<10	不	3 或不	
排水条件	不淹没或偶然淹没、排水好	1	1	1
	季节性短期淹没、排水较好	2	2	2
	季节性长期淹没、排水差	3	3	3 或不
	长期淹没、排水条件很差	不	不	不
	有稳定灌溉条件的干旱、半干旱土地	1	1	
	灌溉水源保证差的干旱、半干旱土地	2	2	
	无灌溉水源保证干旱、半干旱土地	3	3	
岩土污染	不	1	1	1
	轻度	2	2	2
	中度	3	2 或 3	3
	重度	不	不	不
土体容重（gcm ⁻³ ）	1.3~1.4	1	1	1
	1.2~1.3 或 1.4~1.5	2	2	2
	<1.2 或 >1.5	3 或不	3 或不	3 或不
土壤有机质（g.kg ⁻¹ ）	>10	1	1	1
	10~6	2 或 3	1	1
	<6	3 或不	2 或 3	2 或 3

注：1：适宜、2：较适宜、3：勉强适宜、不：不适宜。

（2）评价结果

矿区生产建设过程中被损毁土地经过平整和土壤改良，将具有一定的生产力，但由于复垦年限不同，适宜性也不同。通过将评价单元土地质量状况见表 3-34 与表 3-35 的土地适宜性主要限制因素的农林牧评价等级标准进行

逐项配比，得出矿区复垦土地适宜性评价结果。根据土地适宜性主要限制因素的农业、牧业等级标准适宜性评价，各设施单元的地形坡度、有效土层、土壤质地、土壤容重、有机质含量、水分条件等方面，农业评价结果为不适宜，林业评价和草业评价结果为勉强适宜。详见表 3-35、3-36、3-37。

表 3-35 矿区土地评价单元的土地质量状况

指标体系	土地复垦分区				
	露天采场	综合服务区	工业场地	破碎加工厂	矿山道路
地形坡度 (°)	10-70	2-3	3-5	3-5	5-10
地表物质组成	砂质壤土	砂质壤土	砂质壤土	砂质壤土	砂质壤土
有效土层厚度 (cm)	50	50	50	50	50
排水条件	季节性长期淹没，排水差	排水良好	排水良好	排水良好	排水良好
土体容重 (g cm ⁻³)	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
岩土污染	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
土壤有机质 (g kg ⁻¹)	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04

表 3-35 矿区土地评价单元的土地质量状况 (续表)

指标体系	土地复垦分区			
	原排土场	临时表土堆场	排土场 1	排土场 2
地形坡度 (°)	13-37	10-35	10-35	10-40
地表物质组成	砂质壤土	砂质壤土	砂质壤土	砂质壤土
有效土层厚度 (cm)	50	50	50	50
排水条件	排水良好	排水良好	排水良好	排水良好
土体容重 (g cm ⁻³)	1.07	1.07	1.07	1.07
岩土污染	轻度	轻度	轻度	轻度
土壤有机质 (g kg ⁻¹)	1.04	1.04	1.04	1.04

表 3-36 待复垦土地质量各指标分值结果

评价指标		地形 坡度	土壤 质地	有效土 层厚度	土壤 容重	有机质 含量	岩土污 染	排水条 件
露天采场	农业评价等级	不	2	3	3或不	3或不	1	3
	林业评价等级	3或2	-	1	3或不	2或3	1	3
	草业评价等级	不或3	-	-	3或不	2或3	1	3或不
综合服务 区	农业评价等级	2或1	2	3	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	1	-	1	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	1	-	-	3或不	2或3	1	-
工业场地	农业评价等级	2或1	2	3	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	1	-	1	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	1	-	-	3或不	2或3	1	-
破碎加工 厂	农业评价等级	2或1	2	3	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	1	-	1	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	1	-	-	3或不	2或3	1	-
矿山道路	农业评价等级	2	2	3	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	1	-	1	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	1	-	-	3或不	2或3	1	-
原排土场	农业评价等级	不	-	不	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	3或2	-	3或不	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	不或3	-	-	3或不	2或3	1	-
临时表土 堆场	农业评价等级	不	-	不	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	2	-	3或不	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	3	-	-	3或不	2或3	1	-
排土场 1	农业评价等级	不	2	3	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	2	-	1	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	3	-	-	3或不	2或3	1	-
排土场 2	农业评价等级	不	2	3	3或不	3或不	1	2
	林业评价等级	3或2	-	1	3或不	2或3	1	1
	草业评价等级	不或3	-	-	3或不	2或3	1	-

注：1：适宜、2：较适宜、3：勉强适宜、不：不适宜、-：忽略。

表 3-37 待复垦土地评价单元的适宜性评价结果表

适宜性单元		适宜性		
分项名称	面积 (hm ²)	农业评价	林业评价	草业评价
露天采场	24.8766	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
综合服务区	0.1135	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
工业场地	0.0764	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
破碎加工厂	0.7793	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
矿山道路	2.1695	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
原排土场	0.7713	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
临时表土堆场	0.8385	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
排土场 1	4.5363	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
排土场 2	3.1772	不适宜	勉强适宜	勉强适宜
合计	37.3386	不适宜	勉强适宜	勉强适宜

适宜性评定结果表表明：项目区各损毁土地单元中，农业评价结果为不适宜，林业评价和草业评价结果为勉强适宜。

根据适宜性评价结果，结合《平远县国土空间总体规划(2021-2035年)》，规划将综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路单元复垦为乔木林地；露天采场、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2 单元复垦为灌木林地。

5、参照生态系统类型

根据本矿区工程布置占用土地利用类型，现状矿区及其周围生态系统类型，及复垦修复适宜性评价结果，本矿区生态修复方向为乔木林地和灌木林地。

本矿区周围乔木林地主要为人工经济林，主要物种为速生桉（尾叶桉），具有人工林的集约化特点，也存在独特的生态问题。

物种组成简单：桉树林多为单一种植，群落结构仅含乔木层（桉树）和稀疏草本层，缺乏灌木层和藤本植物，形成“单层化”植被结构。

生物多样性匮乏：相比自然林或混交林，桉树林的动物栖息地功能弱，

鸟类、昆虫、土壤微生物的种类和数量显著减少，生态系统的自我调节能力较弱。

土壤酸化与板结：桉树落叶分解慢（富含单宁），且人工林长期缺乏凋落物覆盖，加之化肥（尤其是氮肥）的大量施用，导致土壤 pH 值下降，同时土壤黏粒含量增加，透气性和保水性下降，易引发板结。

水土流失敏感：桉树林林下缺乏草本层固土，雨季易发生水土流失；虽覆盖度较高，但根系较浅，固土能力弱于深根系乔木。

集约化经营模式：为追求经济收益，桉树林多采用“高密度种植 + 化肥农药滥用+短轮伐期”模式，导致生态系统自然属性被削弱，病虫害易爆发。近年来多地已出台“桉树退改”政策（如限制在 25° 以上坡地种植，推广混交林模式）。



照片 21 乔木林地生态系统示意图



照片 22 灌木林地生态系统示意图

（三）边开采、边修复可行性分析

基于本矿山的开采设计、工艺流程、开采进度，以及前述已识别的生态问题与受损预测，对本矿区实施“边开采、边修复”的条件进行综合分析如下：

1、开采工艺与时空布局为动态修复提供了基础条件

（1）开采方式与顺序

矿山设计采用露天开采方式，采用自上而下分台阶开采顺序。这种分台阶、分区段的固有开采模式，在空间上形成了独立的开采单元，为在前序台阶结束后立即启动生态修复工程提供了先天的空间基础。上部台阶的终了平台和边坡可作为独立的修复单元，与下部台阶的生产作业在空间上自然分离。

（2）用地周期

根据开采进度计划，单个台阶的开采周期明确。这意味着每个台阶的作

业周期是有限且可预测的，一般为 1-2 年。一旦某个台阶开采结束，其用地功能即可向“修复用地”转化，具备了实施修复的时间窗口。

2、主要生态问题的可控性与修复措施的衔接性

针对矿山即将产生的主要生态问题，多项关键修复措施具备与开采作业协同推进的条件：

（1）水土流失与地质灾害预防

对于露天采场边坡和排土场边坡，其稳定性是动态变化的。可以在开采过程中，对已形成的终了边坡，及时实施清理坡面危岩、修建截排水沟等工程措施，实现“形成一段、加固一段”，动态控制地质灾害风险，而非全部留待闭坑后处理。

（2）土地资源压占与植被恢复

对于排土场，可以采用“分层排弃、分段整形、及时复垦”的工艺。即对已达到设计标高的排土场平台区域，无需等待全部排弃完成，即可进行场地平整、覆土及植被恢复。对于终了的采场平台，也可在确保与生产区安全隔离后，立即进行土壤重构和以乡土先锋树种的植被重建，显著缩短土地裸露时间。

（3）含水层保护

通过在生产过程中建立矿坑涌水的收集、处理与回用系统，将处理达标的水资源用于修复区的灌溉，实现水资源在“开采-修复”系统内的循环利用，既可减轻对含水层的影响，也为修复提供水源保障。

3、实施“边开采、边修复”的保障条件分析

（1）技术可行性

上述提及的边坡加固、土地复垦、植被恢复等技术均为成熟技术，且能与开采工艺无缝衔接。矿山已有的施工设备（如挖掘机、推土机、洒水车）可统筹用于修复工程。

（2）经济合理性

实施“边开采、边修复”可将庞大的修复工程总量分解到整个生产期，平滑资金投入，避免闭坑时产生巨大的资金压力。同时，早期修复成功的生态系统能发挥水土保持等生态功能，反向降低生产过程中的环境风险与治理成本。

（3）管理协同性

矿山可将生态修复纳入日常生产管理体系，制定与开采计划相匹配的年度修复计划，实现“生产与修复同部署、同施工、同检查”。

综上所述，本矿山在开采工艺上具备分区实施的空间条件，在用地周期上具备交替利用的时间窗口，在技术措施上具备与开采作业协同推进的成熟方案，在经济与管理上具备统筹实施的可行性。因此，本矿区完全具备实施“边开采、边修复”的条件。推行此原则，是缩短生态受损周期、降低闭坑修复压力、实现开发与保护协调统一的必要且有效途径。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区

根据矿区工程布置情况，结合复垦修复方向及其适宜性分析结果，将本矿区分为 9 个生态修复分区，分别为生态修复区 1（露天采场）、生态修复区 2（综合服务区）、生态修复区 3（工业场地）、生态修复区 4（破碎加工厂）、生态修复区 5（矿山道路）、生态修复区 6（原排土场）、生态修复区 7（临时表土堆场）、生态修复区 8（排土场 1）、生态修复区 9（排土场 2）。

生态修复分区范围坐标详见附表 6。

（二）修复时序安排

根据生态修复分区及修复时序安排，将生态修复工程的实施计划分为 3 个阶段，即：近期、中期、远期。

1、近期（5 年内）实施计划

近期阶段包括基建期 2 年，生产期第 1~3 年。主要涉及的生态修复区块为生态修复区 1（露天采场）、生态修复区 2（综合服务区）、生态修复区 3（工业场地）、生态修复区 4（破碎加工厂）、生态修复区 5（矿山道路）、生态修复区 6（原排土场）、生态修复区 7（临时表土堆场）、生态修复区 8（排土场 1）、生态修复区 9（排土场 2）。

在基建期内，矿山道路、原排土场的土壤重构、植被重建，以及地下水环境背景、土壤环境背景、土地资源、地表水水质、生态系统维护功能的监测。

根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 1 年可完成+375m、+370m、+360m、+350m、+340m 的开采活动，因此在生产期第 1 年，生态修复工程主要包括露天采场+375m、+370m、+360m、+350m、+340m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 2 年可完成+330m、+320m 的开采活动，因此在生产期第 2 年，生态修复工程主要包括露天采场+330m、+320m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 3 年可完成+310m 的开采活动，因此在生产期第 3 年，生态修复工程主要包括露天采场+310m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境

破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

2、中期（6~10年）实施计划

中期阶段为生产期第4~8年，主要涉及的生态修复区块为生态修复区1（露天采场）、生态修复区2（综合服务区）、生态修复区3（工业场地）、生态修复区4（破碎加工厂）、生态修复区5（矿山道路）、生态修复区6（原排土场）、生态修复区7（临时表土堆场）、生态修复区8（排土场1）、生态修复区9（排土场2）。

矿山生产期第4~8年可完成+300m、+290m、+280m的开采活动，因此在生产期第4~8年，生态修复工程主要包括露天采场+300m、+290m、+280m开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

3、远期（10年后至采矿权到期及管护期结束）实施计划

远期阶段为生产期10年，监测管护期3年。主要涉及的生态修复区块为生态修复区1（露天采场）、生态修复区2（综合服务区）、生态修复区3（工业场地）、生态修复区4（破碎加工厂）、生态修复区5（矿山道路）、生态修复区6（原排土场）、生态修复区7（临时表土堆场）、生态修复区8（排土场1）、生态修复区9（排土场2）。

在生产期，主要对各生态修复区进行全面复垦，以及进行不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

在监测管护期，主要工作为地下水环境恢复、土壤环境恢复、土地资源、地表水水质和生态系统功能维护的监测，以及管护措施。

四、采矿用地与复垦修复安排

1、采矿用地情况

根据《自然资源部办公厅关于明确存量采矿用地复垦修复土地验收有关要求的通知》（自然资办发〔2023〕26号），存量采矿用地是指义务人灭失的历史遗留废弃采矿用地（简称“历史遗留废弃采矿用地”）和存在义务人的已办理建设用地审批手续的采矿用地（简称“企业存量采矿用地”）。

依据全国历史遗留矿山核查成果，对照本矿区设计用地范围，区域内不存在义务人灭失且未治理的图斑，无历史遗留废弃采矿用地情况。

经调查，本区域内不存在已办理建设用地审批手续的采矿用地。

2、拟复垦修复方向及目标

矿山开采损毁土地面积为 37.3386km²，复垦责任范围为 37.3386hm²。按照土地利用现状和国土空间规划的要求，根据前述的定性分析以及待复垦土地质量各指标分值结果，结合土地权属人意见，依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件，依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目土地复垦的目标任务是复垦为乔木林地 3.1387hm² 和灌木林地 34.1355hm²，保留公路用地 0.0002hm² 和农村道路 0.0642hm²，复垦总面积 37.3386hm²，复垦率为 100%。

表 3-38 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		生态修复目标		面积增减 (hm ²)
				面积(hm ²)	质量	面积(hm ²)	质量	
03	林地	0301	乔木林地	24.5058	III等	3.1387	III等	-21.3671
		0305	灌木林地	0.0000		34.1355	III等	+34.1355
		小计		24.5058	III等	37.2742	III等	+12.7684
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	12.7118		0.0000		-12.7118
		小计		12.7118		0.0000		-12.7118
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0566		0.0000		-0.0566
		小计		0.0566		0.0000		-0.0566
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.0002		0.0002		0.0000
		1006	农村道路	0.0642		0.0642		0.0000
		小计		0.0644		0.0644		0.0000

3、复垦修复标准

本次方案将复垦责任范围内土地复垦方向定为林地（乔木林地、灌木林地），以《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中对土壤环境质量标准的要求为前提，结合当地实际情况，并参考复垦区周边土地的土壤质量与生产力水平确定土地复垦质量。本次复垦土壤质量不低于损毁前状况。

本矿区位于华南沿海地区，对应《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），采用东南沿海山地丘陵土地复垦质量控制标准。

（1）复垦质量控制标准（乔木林地）

土壤质量：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂质壤土至壤质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，pH值 5.0~8.0，有机质 $\geq 1\%$ ；

配套措施：道路达到本地各行业工程建设标准要求；

生产力水平：定植密度（株/hm²）满足《造林作业设计规程》（LY/T1670）要求，郁闭度 ≥ 0.35 。

表 3-39 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准-乔木林地

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 30
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤ 1.5
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤ 25
			pH值	5.0~8.0
			有机质/%	≥ 1
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	
	生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	
郁闭度		≥ 0.35		

(2) 复垦质量控制标准（灌木林地）

土壤质量：有效土层厚度 $\geq 20\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂质壤土至壤质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，pH 值 5.0~8.0，有机质 $\geq 1\%$ ；

配套措施：道路达到本地各行业工程建设标准要求；

生产力水平：定植密度（株/hm²）满足《造林作业设计规程》（LY/T1670）要求，郁闭度 ≥ 0.40 。

表 3-40 东南沿海山地丘陵区土地复垦质量控制标准-灌木林地

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 20
			土壤容重/(g/cm ³)	≤ 1.5
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤ 25
			pH 值	5.0~8.0
			有机质/%	≥ 1
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求
		生产力水平	定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
			郁闭度	≥ 0.40

(3) 复垦及抚育时间

本方案矿山闭坑后生态修复期与管护期为 3 年，按三年期限计，第一年春季进行种植，秋季抚育一次；第二年春季进行抚育与补植，秋季抚育一次；第三年春、秋季各抚育一次。

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感目标保护

根据《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024），敏感保护目标包括耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、水源地、文物、铁路、公路、地下水、地表水体及城镇等。

1、避让措施

根据《开采方案》中的采矿权范围及采矿活动影响范围，结合平远县 2024 年度土地利用现状、平远县国土空间总体规划等数据进行分析，本矿区的开采设计已避让耕地、永久基本农田、基本草原、公益林、自然保护区、生态保护红线、水源地、文物、铁路、公路及城镇等敏感目标。对未能避让的地下水和地表水体敏感目标，将通过下述减缓措施严格把控。

2、减缓措施

（1）控制矿山建设、开采扰动量和扰动范围

根据《开采方案》，矿山开采设计已按照保障安全和节约集约利用矿产、土地资源的总体原则，科学确定开采范围。

（2）优化矿山开采工艺流程

开采方式和方法合理、先进，能最大限度减少对自然环境的扰动和破坏，实现资源分级利用、优质优用、综合利用，资源集约节约开发。

（3）优化矿山生产技术

生产技术工艺装备现代化，加强技术工艺装备的更新改造，采用高效节能新技术、新工艺、新设备和新材料，及时淘汰高能耗、高污染、低效率的工艺和设备，符合《矿产资源节约与综合利用鼓励、限制和淘汰技术目录》。

通过上述措施，能有效控制矿山开采活动对地下水、地表水体的影响，同时能有效提高土地利用效率，实现集约节约用地，最大限度减少地质环境

问题、土地资源和生态系统受损。

3、重要物种人文保护

根据现场调查，采矿权范围及采矿活动影响范围内未见有重点保护野生植物、特有植物以及在册名木古树等重要物种，未见地质遗迹、人文景观等需重点保护的目标。

(二) 表土剥离与植被移植利用

1、表土剥离

矿山未来生产中，新增损毁面积 23.4254hm²，损毁土地类型为乔木林地、采矿用地。按照“应剥尽剥”要求，表土剥离工程属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量，剥离厚度及剥离表土量见表 4-1。

表 4-1 剥离厚度及剥离表土量

剥离区	地类	剥离面积 hm ²	剥离厚度 m	剥离量 m ³
露天采场	乔木林地	14.0639	0.3	42192
	采矿用地	0.0687	0	0
小计		14.1326	0~0.3	42192
矿山道路	乔木林地	0.7408	0.3	2222
小计		0.7408	0.3	2222
临时表土堆场	乔木林地	0.8321	0.3	2496
	采矿用地	0.0687	0	0
小计		0.8385	0~0.3	2496
排土场 1	乔木林地	4.5363	0.3	13609
小计		4.5363	0.3	13609
排土场 2	乔木林地	3.1772	0.3	9532
小计		3.1772	0.3	9532
合计		23.4254	0~0.3	70051

2、表土堆存

按照“分区堆存、就近堆存、就近利用”要求，设计将剥离表土就近堆

存，《开采方案》在矿区范围内外设置 4 个临时表土堆场，便于矿山复垦复绿用土。临时表土堆场具体位置及情况为：在矿区范围内中北部+310m 标高挖掘一平台设置临时表土堆场 1，占地面积 0.27 万 m²，容量 1.19 万 m³；在矿区内西南部+286~+294m 标高山窝处设置临时表土堆场 2，占地面积 0.30 万 m²，容量 0.77 万 m³；在矿区内中南部+276~+284m 标高山窝处设置临时表土堆场 3，占地面积 0.08 万 m²，容量 0.43 万 m³；在矿区外北部+246~+278m 标高山窝处设置临时表土堆场 4，占地面积 0.67 万 m²，容量 6.29 万 m³；以上 4 个临时表土堆场总容量 8.68 万 m³。

依据堆存区地势条件，由低到高的顺序分层回填。由于剥离土壤存储设计无压实度要求，采用铲运机推平即可。坡面采用 1m³ 铲运机按设计坡比进行削坡，坡比采用 1: 1。回填时层面向坡外做成百分之三的坡度以利用排水，避免施工范围内形成积水，保证边坡稳定。堆土达到设定的范围和高度后，在表面铺设土工布。土工布铺设采用斜铺（边坡）1:2.0，铺设土工布工程量 28425.69m²，铺设土工布工程属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量。

表 4-2 铺设土工布工程量统计表

编号	分项	单位	工程量
1	临时表土堆场 1 铺设土工布	100m ²	38.18
2	临时表土堆场 2 铺设土工布	100m ²	42.43
3	临时表土堆场 3 铺设土工布	100m ²	11.31
4	临时表土堆场 4 铺设土工布	100m ²	94.75

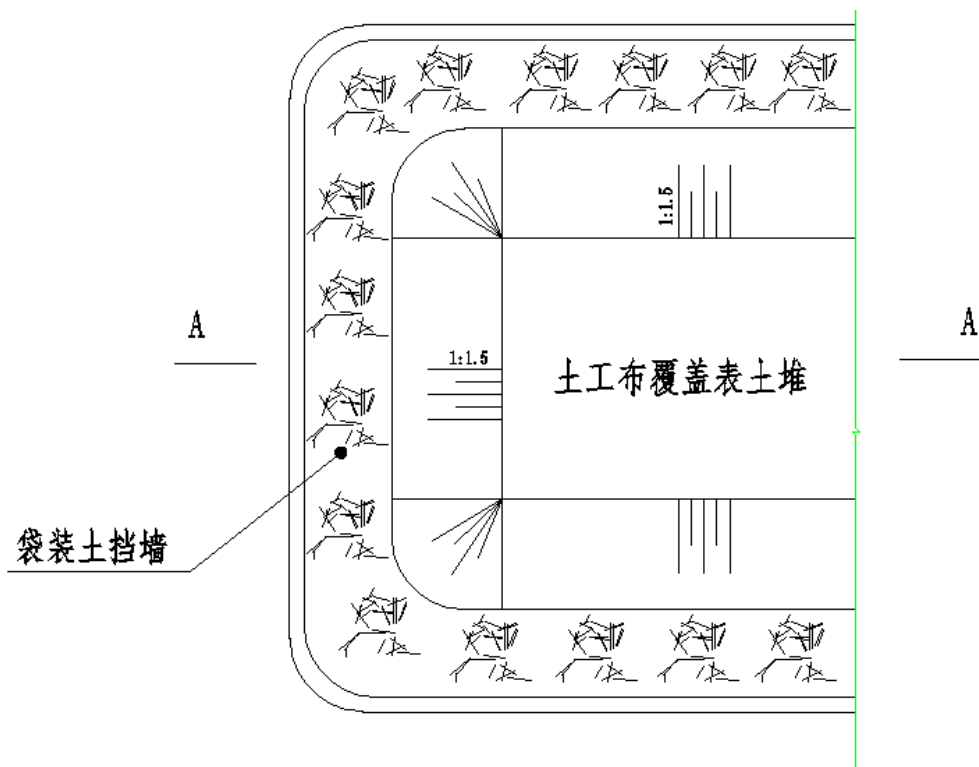


图 4-1 临时表土堆场平面示意图

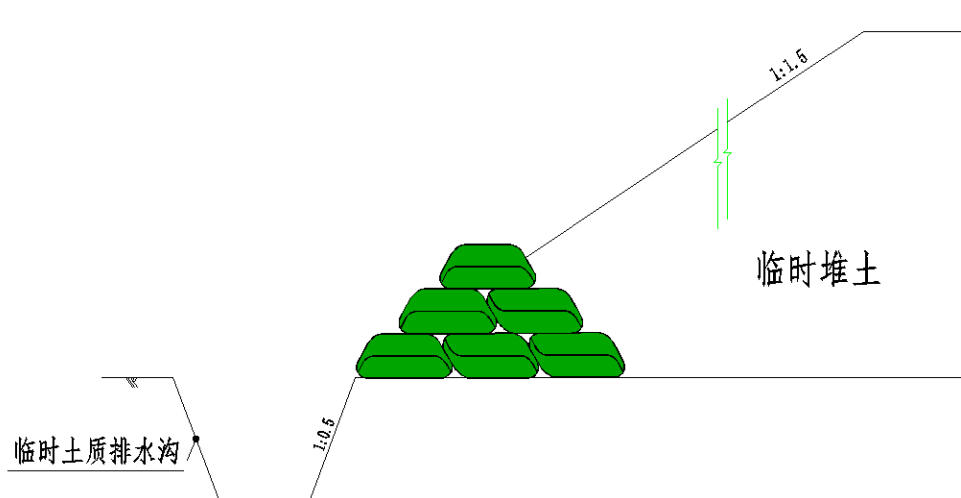


图 4-2 临时表土堆场剖面示意图

3、植被移植利用

本项目采矿权及采矿活动影响范围内，无重点保护野生植物、特有植物以及在册名木古树等重要物种，因此不对采矿权及采矿活动影响范围内的生长植被进行移植利用。

表 4-3 表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积 hm ²	表土剥离			表土储存		表土利用	
				时间段	厚度 m	土方量 m ³	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	乔木林地 采矿用地	露天采场	14.1326	2026.6- 2031.5	0-0.3	42192	临时表土 堆场	表面铺设土 工布	用于露天采 场上部台阶 复垦	2026.6- 2031.5
2	乔木林地	矿山道路	0.7408	2026.2- 2027.2	0.3	2222	临时表土 堆场	表面铺设土 工布	用于露天采 场上部台阶 复垦	2026.6- 2031.5
3	乔木林地 采矿用地	临时表土堆 场	0.8385	2026.2- 2027.2	0-0.3	2496	临时表土 堆场	表面铺设土 工布	用于露天采 场上部台阶 复垦	2026.6- 2031.5
4	乔木林地	排土场 1	4.5363	2026.2- 2027.2	0.3	13609	临时表土 堆场	表面铺设土 工布	用于露天采 场底场复垦	2046.6- 2047.5
5	乔木林地	排土场 2	3.1772	2026.2- 2027.2	0.3	9532	临时表土 堆场	表面铺设土 工布	用于露天采 场底场复垦	2046.6- 2047.5

（三）相关协同措施

1、地质灾害预防与控制

为了加强地质灾害防治知识的宣传教育，防止地质灾害不必要的经济财产损失，造福于社会，造福于人民，促进国民经济、社会环境协调发展，使得地方经济和矿山企业可持续发展，制定以下地质灾害防治措施：

（1）截排水工程

可能发生的崩塌、滑坡地段主要为露天采场、综合服务区、工业场地、矿山道路、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2 边坡，应按设计采取合理的坡率、设计简单的截排水沟。截排水沟工程属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量。

①露天采场

按《开采方案》在采场设置截排水沟可满足露天采场内外的截排水要求。根据截排水能力，设计采用倒梯形断面的简易土质截排水沟，上宽 0.6m，下宽 0.5m，深 0.5m，其挖掘横截面积为 0.275m²。经对露天采场周边截排水沟设置情况进行测算，截水沟长 992m，开挖方量 272.80m³；排水沟长 5198m，开挖方量 1429.45m³。截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。

②原排土场

原排土场已设置排水涵管、排水沟，涵管为水泥钢筋材质，管径（外直径）600mm，排水沟为开挖的简易土质排水沟，排水沟为倒梯形断面，上宽 0.8m，下宽 0.5m，深 0.3m。为确保该区域截排水的正常使用，应加强疏浚管理工作。

③排土场 1、排土场 2、临时表土堆场 4

在排土场 1、排土场 2、临时表土堆场 4 外围设计截水沟，设计圈定边界完成外部截水，防止山坡径流冲蚀堆场，根据截排水能力，设计采用倒梯形断面的简易土质截排水沟，上宽 0.6m，下宽 0.5m，深 0.5m，其挖掘横截

面积为 0.275m^2 。经对排土场 1、排土场 2、临时表土堆场 4 周边截水沟设置情况进行测算，排土场 1 截水沟长 711m，开挖方量 195.53m^3 ；排土场 2 截水沟长 764m，开挖方量 210.1m^3 ；临时表土堆场 4 截水沟长 303m，开挖方量 83.33m^3 。设计排土场 1、排土场 2、临时表土堆场 4 的截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 矿山道路

矿山采场内部的运输道路傍山侧设计采用矩形断面排水沟，该排水沟宽 0.5m，深 0.3m，其挖掘横截面积为 0.15m^2 ，经测算长 123m，开挖方量 18.45m^3 。设计矿山道路傍山侧设置明沟在矿山主体工程中涉及，具体断面尺寸以开采设计为准。

表 4-4 截排水沟工程量统计表

位置	项目	计算方式	计量单位	工程量	备注
露天采场	截水沟开挖	0.275×992	m^3	272.80	
	排水沟开挖	0.275×5198	m^3	1429.45	
原排土场	/	/	/	/	已设置
排土场 1	截水沟开挖	0.275×711	m^3	195.53	
排土场 2	截水沟开挖	0.275×764	m^3	210.10	
临时表土堆场 4	截水沟开挖	0.275×303	m^3	83.33	
矿山道路	截水沟开挖	0.15×123	m^3	18.45	
合计	开挖	/	m^3	1999.56	

(2) 沉砂池

为了防止雨水冲刷场地，造成泥沙堵塞沟溪，在露天采场、工业场地、排土场 1 和排土场 2 下游各新建 1 座沉砂池，每座沉砂池规格为 $8\text{m} \times 5\text{m} \times 1\text{m}$ （长 \times 宽 \times 高），池内侧用水泥、块石浇砌。沉砂池开挖量为 94.5m^3 ，水泥砂浆抹面 22.5m^3 。

各沉砂池中的汇水经沉淀达到排放标准后，接入附近自然排水系统或其他排水系统进行外排。沉砂池由采矿权人安排人员定期进行清理。沉砂池属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量。

表 4-5 沉砂池工程量统计表

编号	工作内容	分项	单位	工程量
1	新建沉砂池	沉砂池开挖	m ³	378
		沉砂池水泥砂浆抹面	m ³	90

(3) 拦渣坝

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。在排土场 1、排土场 2、临时表土堆场 4 各新建 1 座拦渣坝，拦渣坝设计采用梯形断面，主体为堆砌石坝，拦挡高度 5m，具体参数为上宽 2m，下宽 6m、高 3.5m。墙背铺设土工布滤网，墙体布置 0.50m 泄水孔。截引地表水，固化泥石流物源。拦渣坝属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量。

表 4-6 拦渣坝工程量统计表

位置	项目	计算方式	计量单位	工程量	备注
排土场 1	堆砌石坝	14×38	m ³	532	
排土场 2	堆砌石坝	14×24	m ³	336	
临时表土堆场 4	堆砌石坝	14×30	m ³	420	
合计	堆砌石坝	/	m ³	1288	

(4) 警示牌

在易发生崩塌、滑坡、泥石流的区域（露天采场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、原排土场、排土场 1、排土场 2、临时表土堆场）增设警示工程。露天采场设置 7 块警示牌，工业场地设置 1 块警示牌、破碎加工厂设置 1 块警示牌、矿山道路设置 2 块警示牌、原排土场设置 1 块警示牌、临时表土堆场设置 1 块警示牌、排土场 1 设置 1 块警示牌，排土场 2 设置 1 块警示牌，共计设置警示牌 15 块。警示牌属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量。

表 4-7 警示牌工程量统计表

编号	工程措施	单位	工程量
1	警示牌安装	块	14

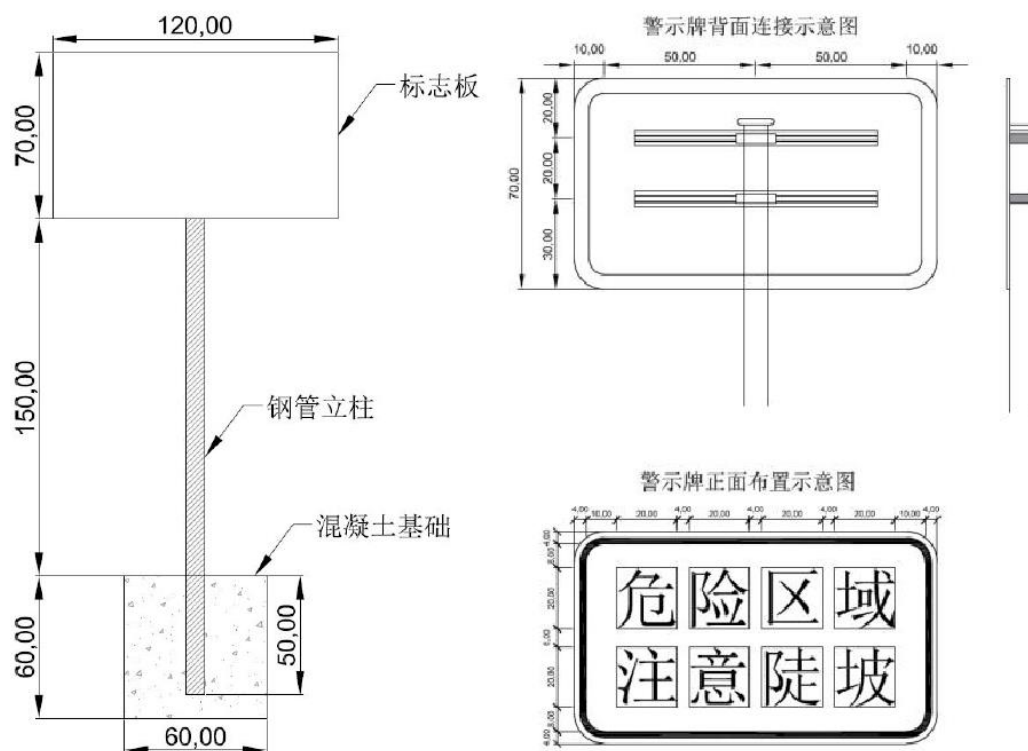


图 4-3 警示牌布置示意图

2、水土流失预防与控制

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

3、环境污染预防与控制

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

以下预防措施。

(1) 露天采场区域开采过程中做好地下水监测，开采结束后做好采场周边防护措施。矿山基建期及生产期所产生的污废水均应实现资源化管理，循环利用不外排，同时严格落实水污染防治及污废水回用措施，加大环保管理力度，确保项目污废水处理达标循环利用。

(2) 矿区在开采生产期间应布置水土污染监测点，加强对水土的跟踪监测。

(3) 矿山企业在开采生产过程中必须严格管理，杜绝污水随意排放。

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

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

二、修复措施

(一) 地貌重塑

1、砌体拆除

矿山开采生产活动结束后，拆除工业场地、综合服务区的地面硬化。拆除综合服务区的建构筑物，并将拆除的砌体外运至建筑垃圾填埋场处理或有矿山企业自行处理。

根据《开采方案》及矿山企业开采计划，破碎加工设备拆除工作属于矿山开采主体工程，本次方案不再重复计算工程量。

2、平整工程

在各场地完成建筑物拆除与基础清理后，使用推土机将场地平整至坡度 $\leq 10^\circ$ ，为后续土地利用或复绿创造条件。

(二) 土壤重构

1、表土回覆

利用复垦用土临时堆场内堆存的土壤对露天采场台阶平台和底场、工业场地、综合服务区、矿山道路等区域进行表土回覆，以满足植被重建需要。

为避免平台覆土受降水影响导致水土流失，在台阶外缘处采用袋装土石围堰布置挡土墙，保证覆土留存。

2、土壤肥力改良

向回覆表土中施加有机肥、复合肥，提高土壤肥力。本方案设计在进行植被重建时，同时进行有机肥及复合肥的施放。本工程将纳入植被重建工程中，不再单独计算工程量。

（三）植被重建

在地貌重塑和土壤重构基础上，依据按照生态系统的生物种群特点，考虑矿山生态重建的植被适官性、结构布局合理性和物种多样性，合理配置植物种群组成和结构，借助人工支持和诱导，重建与周边生态系统相协调的生态系统，保障植物群落持续稳定。

1、复垦为灌木林地的区域

根据前述土地复垦方向的确定，复垦为灌木林地的区域为露天采场、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2。

针对露天采场区域采用灌/草/爬藤相结合的方式复垦。

针对原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2 区域采用灌/草相结合的方式复垦。

2、复垦为乔木林地的区域

根据前述土地复垦方向的确定，复垦为乔木林地的区域为综合服务区、工业场地以及矿山道路。

针对综合服务区、工业场地区域采用乔/灌/草相结合的方式复垦。

针对矿山道路区域在道路两侧采用乔/灌相结合的方式复垦。

（四）景观营造

从景观尺度进行矿区受损的水系廊道、生物多样性廊道和景观廊道的生态重建，恢复其连通性和功能性，并与本底原生态系统相连通。本方案设计通过地貌重塑、土壤重构、植被重建等一系列工程措施，梳理矿区水系网络，疏通绿脉、水脉，优化矿区景观格局，重建矿区植被群落，完善矿区公共空间系统。

为兼顾工程安全与生态美学，复垦后底场排水系统在沿用矿山既有排洪涵管的基础上进行优化提升。具体措施为：将《开采方案》设计排洪涵管进口标高由+210m 降至+208m 以下，使场区内大部分地表径流及浅层地下水可自流排出，避免长期滞水或沼泽化。与此同时，为防止单一排水导致场地过干、丧失水景与生境，在涵管进口处设置溢流式生态排水口：当水位低于+208m 时，水流通过涵管有序排出；当水位介于+208m 至+210m 之间时，多余水量自然溢排，而常水位维持于+208m 左右，从而在底场低洼区形成稳定的浅水湿地或季节性蓄水景观。围绕这一排水控制高程，重塑底场微地形：以涵管进口为集水最低点，场地坡向统一放缓至 0.5%~1.0%，坡面布设蜿蜒的植草浅沟与旱溪，既疏导地表径流，又营造自然溪流意趣。最终，该方案将工程排水与海绵调蓄、生物栖息地修复相融合，使原本单一的排洪构筑物转化为可参与、可观赏、可净化的生态水景廊道，实现矿区从“工程排水”向“生命水网”的景观化演进。

三、主要工程量

（一）地貌重塑

1、砌体拆除

（1）地面硬化拆除

根据《开采方案》，工业场地混凝土硬化面积为 0.0764hm²，综合服务区混凝土硬化面积为 0.1135hm²，硬化厚度按 20cm 计算，共计混凝土硬化面积 0.1899hm²，需拆除混凝土体积 379.8m³。

(2) 建构筑物拆除

根据《开采方案》，综合服务区分建构筑物总占地面积约 500m²，按绿色矿山建设标准，建构筑物多为框架结构，取经验系数 0.15，计算可得需拆除的建构筑物砌体体积为 75m³。

表 4-8 砌体拆除及外运工程量统计表

编号	分项	单位	工程量
1	工业场地、综合服务区分地面硬化拆除及外运	m ³	379.8
2	综合服务区分建构筑物拆除及外运	m ³	75

2、场地平整

露天采场（底场）平整面积为 24.4654hm²，露天采场（台阶平台）平整面积为 6.2364hm²，综合服务区分平整面积为 0.1135hm²，工业场地平整面积为 0.0764hm²，破碎加工厂平整面积为 0.7793hm²，临时表土堆场平整面积为 0.8385hm²，排土场 1 平整面积为 4.5363hm²，排土场 2 平整面积为 3.1772hm²。

表 4-9 场地平整工程量统计表

编号	场地平整区域	单位	工程量
1	露天采场（底场）	100m ²	2446.54
2	露天采场（台阶平台）	100m ²	623.64
3	综合服务区分	100m ²	11.35
4	工业场地	100m ²	7.64
5	破碎加工厂	100m ²	77.93
6	临时表土堆场	100m ²	83.85
7	排土场 1	100m ²	453.63
8	排土场 2	100m ²	317.72

(二) 土壤重构

1、表土回覆

各场地经平整后使用，整体地势平坦。根据《广东省林业局关于恢复植被和林业生产条件、树木补种标准有关问题的通知》（粤林规〔2021〕3号）

规定：“如有岩石裸露需要回填土壤至满足种植条件，回填土层厚度不少于50cm”。本次方案设计土壤回覆厚度0.5m，考虑表土的松散系数、二次沉降率、前期流失等因素。

(1) 露天采场

露天采场面积24.8766hm²，其中底场面积12.2327hm²，台阶平台面积6.2364hm²，平台长度约12465m，边坡面积6.4075hm²。

露天采场台阶平台呈长条状沿边坡分布，空间窄小，不利于覆土保存。本次方案设计在平台外缘采用生态布袋堆砌修筑挡土墙，设计生态布袋长0.8m，宽0.4m，布袋应错层堆砌，堆砌高度0.5m。挡土墙横截面整体呈梯形，顶宽0.4m、底宽1.2m、高0.5m，横截面积0.4m²。

露天采场平台长度约12465m，共需对其生态布袋挡土墙12465m，堆砌体积4986m³。

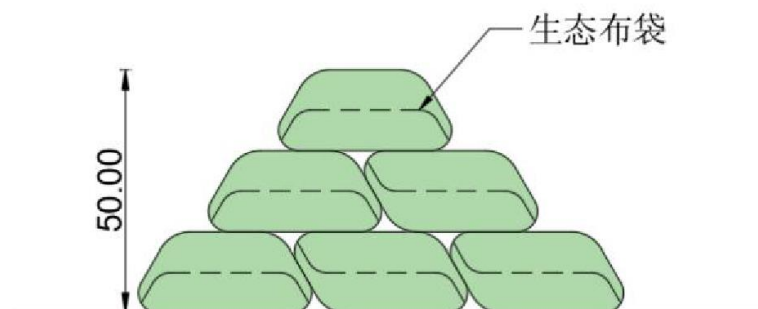


图 4-4 台阶外缘生态布袋挡土墙截面示意图

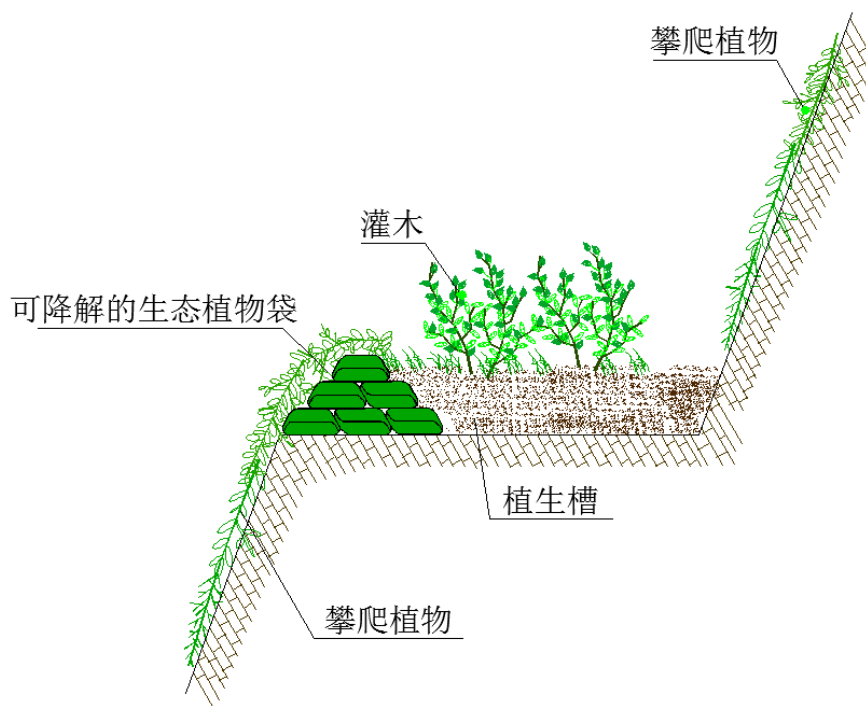


图 4-5 平台剖面绿化示意图

矿山闭坑后，为避免凹陷采坑的风险，通过将矿山剥离的废石土和剩余的残坡积层进行回填，回填至+208m 形成底场平整后进行复绿治理。回填工程量 90 万 m^3 ，回填废石土和残坡积层来自于排土场，取土方便，运距小于 1km。

露天采场（底场）面积 12.2327 hm^2 ，由于回填后底场废石土裸露，不适宜直接复垦复绿，复垦前需要对回填后底场进行覆土，土壤回覆厚度 0.5m，回填表土量约 61163.5 m^3 。覆土来源位于临时表土堆场，取土方便，运距小于 1km。

露天采场（台阶平台）面积 6.2364 hm^2 ，由于开采终了台阶平台基岩裸露，复垦前需要对露天采场台阶平台进行覆土，土壤回覆厚度 0.5m，回填表土量约 31182 m^3 。覆土来源位于临时表土堆场，取土方便，运距小于 1km。

（2）综合服务区

综合服务区面积 0.1135 hm^2 ，土壤回覆厚度 0.5m，回填表土量约 568 m^3 。覆土来源位于临时表土堆场，取土方便，运距小于 1km。

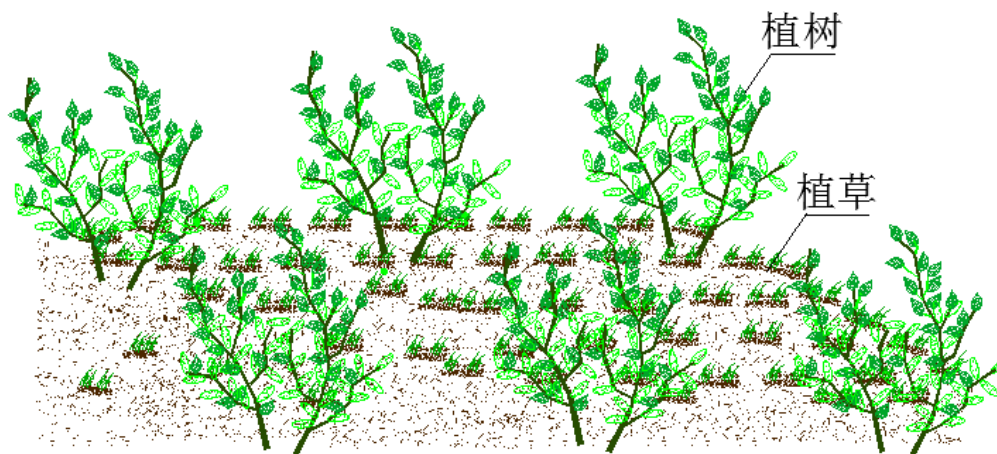


图 4-6 覆土平、坡地绿化示意图

(3) 工业场地

工业场地面积 0.0764hm²，土壤回覆厚度 0.5m，回填表土量约 382m³。覆土来源位于临时表土堆场，取土方便，运距小于 1km。

(4) 破碎加工厂

破碎加工厂面积 0.7793hm²，土壤回覆厚度 0.5m，回填表土量约 3897m³。覆土来源位于临时表土堆场，取土方便，运距小于 1km。

表 4-10 表土回覆工程量统计表

编号	表土回覆区域	单位	工程量
1	露天采场（凹陷采坑）	100m ³	9000.00
2	露天采场（底场平台）	100m ³	611.64
3	露天采场（台阶平台）	100m ³	311.82
4	综合服务区	100m ³	5.68
5	工业场地	100m ³	3.82
6	破碎加工厂	100m ³	38.97
合计		100m ³	9971.93

表 4-11 生态布袋挡土墙工程量统计表

编号	布设区域	单位	工程量
1	露天采场台阶平台外缘	100m ³	49.86

2、土壤肥力改良

本方案设计土壤肥力改良措施主要为施放复合肥及有机肥。土壤肥力改良措施在进行植被种植时同步进行，详见下述“植被重建”。土壤肥力改良工程量也一并纳入“植被重建”中统计，此处不再重复计算。

（三）植被重建

1、复垦为乔木林地的区域

（1）乔木种植

①树种选择：本方案设计乔木采用黑木相思、木荷、枫香树 3 个以上品种混交搭配种植，种植比例为 1:1:1。

②苗木规格：采用 1-2 年生、高 50cm 以上的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、芽饱满、无病虫害。

③为快速实现复绿效果，应适当密植，行株距 2.0m×2.0m，穴坑大小为 40cm×40cm×30cm。

④每穴施放有机肥 300g，复合肥 250g。

（2）灌木种植

①树种选择：本方案设计灌木采用桃金娘、夹竹桃、红花檵木等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主，种植比例为 1:1:1。

②苗木规格：采用 1-2 年生、30-50cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、芽饱满、无病虫害。

③行株距 2.0m×2.0m，穴坑大小为 40cm×40cm×30cm。

④每穴施放有机肥 300g，复合肥 250g。

（3）撒播草本

①草种选择：本方案设计草本采用猪屎豆、山毛豆、狗牙根等适应性强、耐干旱、易萌芽的品种，种植比例为 1:1:1。

②播撒密度 20kg/hm²。

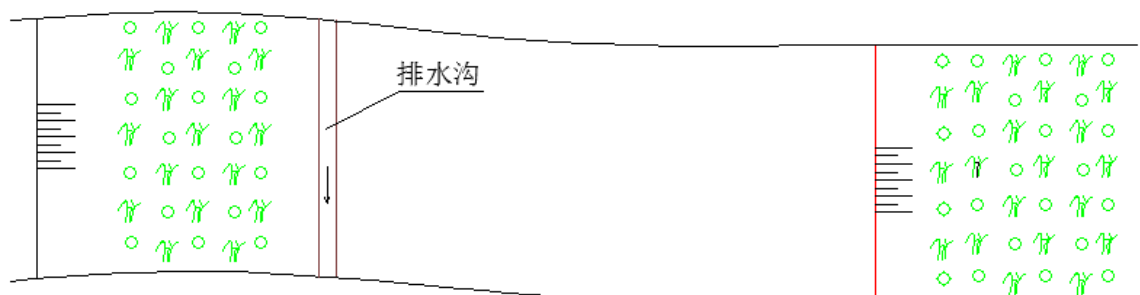


图 4-7 矿区道路平面绿化示意图

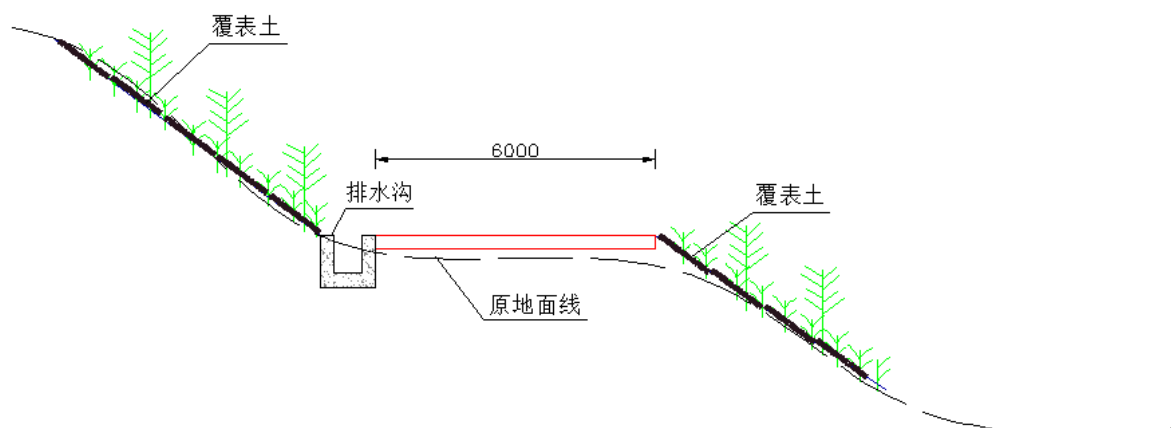


图 4-8 矿区道路剖面绿化示意图

2、复垦为灌木林地的区域

(1) 灌木种植

①树种选择：本方案设计灌木采用桃金娘/红欏木/勒杜鹃等适应性强、抗逆性强、根系发达的灌木为主，种植比例为 1:1:1。

②苗木规格：采用 1-2 年生、30-50cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、芽饱满、无病虫害。

③行株距 2.0m×2.0m，穴坑大小为 40cm×40cm×30cm。

④每穴施放有机肥 300g，复合肥 250g。

(2) 撒播草本

①草种选择：本方案设计草本采用猪屎豆/山毛豆/狗牙根等适应性强、

耐干旱、易萌芽的品种，种植比例为 1:1:1。

②播撒密度 20kg/hm²。

(3) 爬藤种植

①藤本选择：本方案设计沿开挖平台内外边缘以 0.8m 株距种植攀爬植物葛藤/鸡血藤等幼苗，使其沿边坡向下生长，种植比例为 1:1。

②幼苗两支以上，长度 60cm 以上，一年生。

③穴坑大小为 30cm×30cm×30cm。

④每穴施放有机肥 150g，复合肥 100g。

表 4-12 植被重建工程量统计表

编号	工程措施	单位	工程量
复垦为乔木林地			
1	综合服务区		
(1)	乔木种植	100 株	2.84
(2)	灌木种植	100 株	2.84
(3)	撒播草籽	hm ²	0.1135
2	工业场地		
(1)	乔木种植	100 株	1.91
(2)	灌木种植	100 株	1.91
(3)	撒播草籽	hm ²	0.0764
3	破碎加工厂		
(1)	乔木种植	100 株	19.49
(2)	灌木种植	100 株	19.49
(3)	撒播草籽	hm ²	0.7793
4	矿山道路		
(1)	乔木种植	100 株	34.66
(2)	灌木种植	100 株	34.66
复垦为灌木林地			
1	露天采场		
(1)	灌木种植	100 株	461.73

(2)	撒播草籽	hm ²	18.4691
(3)	爬藤种植	100 株	155.82
2	原排土场		
(1)	灌木种植	100 株	19.29
(2)	撒播草籽	hm ²	0.7713
3	临时表土堆场		
(1)	灌木种植	100 株	20.97
(2)	撒播草籽	hm ²	0.8385
4	排土场 1		
(1)	灌木种植	100 株	113.41
(2)	撒播草籽	hm ²	4.5363
5	排土场 2		
(1)	灌木种植	100 株	79.43
(2)	撒播草籽	hm ²	3.1772

(四) 景观营造

具体工程措施见前述，此处不再重复计算。

(五) 工程量汇总

根据前述，本方案生态修复工程主要分为 3 个部分，分别为地貌重塑、土壤重构、植被重建。地貌重塑工程包括砌体拆除及外运、场地平整。土壤重构工程包括表土回覆、开采平台外缘挡土墙。植被重建工程包括乔木种植、灌木种植、撒播草籽等。

表 4-13 生态修复工程量汇总表

序号	分项工程	单位	工程量
一	地貌重塑		
(一)	砌体拆除及外运		
1	工业场地、综合服务区地地面硬化拆除及外运	100m ³	3.80
2	综合服务区建构筑物拆除及外运	100m ³	0.75
(二)	场地平整		

序号	分项工程	单位	工程量
1	露天采场（底场）	100m ²	2446.54
2	露天采场（台阶平台）	100m ²	623.64
3	综合服务区	100m ²	11.35
4	工业场地	100m ²	7.64
5	破碎加工厂	100m ²	77.93
6	临时表土堆场	100m ²	83.85
7	排土场 1	100m ²	453.63
8	排土场 2	100m ²	317.72
二	土壤重构		
(一)	表土回覆		
1	露天采场（凹陷采坑）	100m ³	9000.00
2	露天采场（底场平台）	100m ³	611.64
3	露天采场（台阶平台）	100m ³	311.82
4	综合服务区	100m ³	5.68
5	工业场地	100m ³	3.82
9	破碎加工厂	100m ³	38.97
(二)	开采平台外缘挡土墙		
1	生态布袋挡土墙	100m ³	49.86
三	植被重建		
(一)	复垦为乔木林地		
1	综合服务区		
(1)	乔木种植	100 株	2.84
(2)	灌木种植	100 株	2.84
(3)	撒播草籽	hm ²	0.1135
2	工业场地		
(1)	乔木种植	100 株	1.91
(2)	灌木种植	100 株	1.91
(3)	撒播草籽	hm ²	0.0764
3	破碎加工厂		
(1)	乔木种植	100 株	19.49

序号	分项工程	单位	工程量
(2)	灌木种植	100 株	19.49
(3)	撒播草籽	hm ²	0.7793
4	矿山道路		
(1)	乔木种植	100 株	34.66
(2)	灌木种植	100 株	34.66
(二)	复垦为灌木林地		
1	露天采场		
(1)	灌木种植	100 株	461.73
(2)	撒播草籽	hm ²	18.4691
(3)	爬藤种植	100 株	155.82
2	原排土场		
(1)	灌木种植	100 株	19.29
(2)	撒播草籽	hm ²	0.7713
3	临时表土堆场		
(1)	灌木种植	100 株	20.97
(2)	撒播草籽	hm ²	0.8385
4	排土场 1		
(1)	灌木种植	100 株	113.41
(2)	撒播草籽	hm ²	4.5363
5	排土场 2		
(1)	灌木种植	100 株	79.43
(2)	撒播草籽	hm ²	3.1772

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

(一) 监测目标

1、监测目的

在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测，掌握矿山生态修复实施效果，为后期管护和成效评估提供依据。

2、监测范围

以矿山生态修复实施区域为主，适当扩展到矿山周边地区。

3、监测内容

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024)，结合本矿山的实际情况，本矿山的监测内容包括矿山地质环境、土地资源、生态系统三部分。

(1) 矿山地质环境

本矿山开采方式为露天开采，开采矿种为建筑用凝灰岩矿，根据《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T 0287-2015)，结合矿山的实际情况，矿山地质环境监测分为基建、生产、闭坑三个阶段，各阶段主要监测对象如下：

表 5-1 矿山地质环境监测对象

生产阶段	重点保护方面	开采方式	开采矿种	监测要素
			金属和非金属	
基建	矿山地质环境背景		地下水环境背景	地下水水位、 地下水水质
			土壤环境背景	土壤矿物质全量、 土壤微量元素
生产	矿山地质环境现状	露天开采	不稳定边坡	地表变形、 地下变形、 地下水水位
			地下水环境破坏	地下水水位、 地下水水质
			土壤环境破坏	土壤粒径、 土壤绝对含水量、 土壤电率率、 土壤酸碱度、 土壤碱化度、 土壤重金属、 无机污染物、 有机污染物
			地形地貌景观破坏	植被损毁面积、 降雨量
闭坑	矿山地质环境治理成效		地下水环境恢复	地下水水位、 地下水水质
			土壤环境恢复	土壤酸碱度、 土壤水溶性盐、 土壤重金属
			地形地貌景观恢复	绿化面积及盖度

(2) 土地资源

以监测期最新的全国国土变更调查成果为基础，提取监测范围内土地利用类型、面积、权属等信息，查清监测范围内基本农田的分布范围及面积。

(3) 生态系统

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024)，生态系统监测主要包括地表水监测、植被管护监测、生态系统功能维护监测 3 个部分。

①地表水监测：在河流水系进入采矿活动影响区前设置河流入境断面、在河流水系流出采矿活动影响区出境设置河流出境断面；在潜在污染风险区（点）、排污口下游，污水与地表水基本混匀处设置监测点。

②植被管护监测：包括植被补植、抚育、修枝、病虫害防治等。

③生态系统功能维护监测：根据《全国生态状况调查评估技术规范——森林生态系统野外观测》，结合本矿区的实际情况，本方案设计对复垦为灌木林地、乔木林地的区域进行生态系统功能维护监测，主要监测指标如下：

表 5-2 生态修复工程量汇总表

观测内容	观测指标	指标定义
基本情况	海拔	地面地点高出海平面的垂直距离
	地形类型	分为平原、丘陵、山地
	坡度	地表单元陡缓的程度，通常把坡面的垂直高度和水平距离的比叫做坡度
	坡向	坡面法线在水平面上的投影的方向，可理解为坡面所面对的方向
	坡位	调查样地所处的地貌部位，如脊部，上、中、下坡，山谷，平地
	土壤类型	土壤可以分为砂质土、黏质土、壤土三种类型
	腐殖质厚度	土壤腐殖质的厚度，根据厚度分为厚、中、三个等级
	小气候	森林生态系统的降雨、风速/风向、辐射、温湿度等
	径流量	某一时段内通过河流某一过水断面的水量（监测站连续观测；或人工观测，一年两次，分别选择汛期前后）
森林类型	阔叶林	阔叶树种蓄积占林分蓄积 80%以上
每木检尺	树种	单株树木的种类
	胸径	林木胸高（距地面 1.3m）处的直径，林木调查起测胸径为 5.0cm
	树高	单株树地面至树梢的高度
	树龄	单株树木的年龄
	冠幅	树冠垂直于地面的投影大小。通常测量东南西北四个方向至树干的距离，近似椭圆的方法计算冠幅大小
	生物量	某一时刻单位面积内实存生活的有机物质总量
林分指标	林分起源	根据起源可将森林划分为天然林和人工林
	优势树种	某一林分内，在数量（株数或蓄积量）占优势地位的树种
	林龄/平均年龄	乔木林的龄级与龄组根据优势树种（组）的平均年龄确定，主要树种（组）的龄级期限和龄组的划分
	平均胸径	反映林分粗度的基本指标，以林分平均胸高断面对应的直径为林分平均胸径
	平均高	反映林分高度的平均水平，以具有平均胸径的林木的高度作为平均高
	郁闭度	乔木树冠在阳光直射下在地面的总投影面积与此林地总面积之比
	叶面积指数	单位土地面积上植物叶片总面积与土地面积的比值
林下植被	林下植被物种数	根据不同的林下植物种类统计相应的林下植被物种数量
	林下植被高度	调查单元内林下植被层内所有或部分植被的平均高度
	林下覆盖度	林下植被（包括叶、茎、枝）在地面的垂直投影面积占统计区总面积的百分比

（二）监测措施

1、矿山地质环境监测措施

（1）监测点布设

①监测点布设密度及频率

采矿影响范围内主要为农村道路，属四级公路；矿区范围东侧 300m 外沿 G206 国道两侧零星分布民房 23 栋，常住居民 19 户约 41 人；采矿影响范围内无水利水电工程，无自然保护区及旅游景区，无供水水源地。矿山开采总计损毁土地面积为 37.3386hm²，损毁土地不涉及耕地，损毁林地 24.5058hm²（约 367.587 亩）。根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）中的“附录 E 矿业活动影响对象重要程度分级表”，本矿区的矿业活动影响对象重要程度为重要。

表 5-3 矿业活动影响对象重要程度分级表

影响对象	重要	较重要 √	一般
居民区	300 人以上的居民居住区	100~300 人居民居住区	100 人以下居民居住区 √
交通干线	铁路、高速公路、一级公路	二级公路、三级公路	四级公路 √
水利水电设施	中型以上水利水电工程	小型以上水利水电工程	无以上水利水电工程 √
自然保护区	国家级自然保护区、地质公园、风景名胜区或重要旅游景区	省级及以下自然保护区、地质公园、风景名胜区或较重要旅游景区	无自然保护区及旅游景区 √
供水水源地	大型集中式供水水源地	小型集中式供水水源地	分散式供水水源地 √
耕地林地	面积大于 500 亩	面积 200 亩~500 亩 √	面积小于 200 亩

本矿区开采方式为露天开采，矿山生产建设规模为 43 万 m³/a，属大型矿山。根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）中的“表 3 矿山地质环境监测级别”，本矿山各生产阶段的地质环境监测级别如下：

表 5-4 矿山地质环境监测级别

生产阶段	矿业活动影响对象重要程度	开采方式	矿山生产建设规模		
			大型 √	中型	小型
基建	重要		一级	二级	三级
	较重要 √		二级 √	三级	三级
	一般		三级	三级	三级
生产	重要	混合	一级	一级	一级
		露天	一级	二级	二级
		地下	一级	二级	三级
	较重要 √	混合	一级	一级	一级
		露天 √	一级 √	二级	二级
		地下	二级	二级	二级
	一般	混合	一级	二级	二级
		露天	一级	二级	三级
		地下	二级	三级	三级
闭坑	重要		二级	二级	三级
	较重要 √		二级 √	三级	三级
	一般		三级	三级	三级

按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）中的要求，根据监测对象、监测要素、监测级别，结合矿区的实际情况，确定的监测点密度及监测频率如下：

表 5-5 矿山地质环境监测点密度和监测频率

生产阶段	监测对象	监测要素	监测级别	监测点密度	监测频率
基建	地下水环境背景	地下水水位	二级	2 个/矿	人工监测 3 次/月
		地下水水质		2 个/矿	2 次/年
	土壤环境背景	土壤矿物质全量及土壤微量元素		4 个/矿	2 次/年
生产	不稳定边坡	地表形变	一级	4 个/体	4 次/月
		地下形变		2 个/体	4 次/月
		地下水水位		1 个/体	人工监测 10 次/月
		人工巡查		1 个/体	人工巡查 1 次/季
	地下水环境破坏	地下水水位		6 个/km ²	人工监测 10 次/月
		地下水水质		4 个/km ²	6 次/年
	土壤环境破坏	土壤重金属		6 个/km ²	4 次/年
		有机物污染		4 个/km ²	3 次/年
		土壤粒径 土壤绝对含水量 土壤导电率 土壤酸碱度 土壤碱化度		4 个/km ²	2 次/年
	地形地貌景观破坏	植被损毁面积		高分辨率影像或照片	3 次/年
		降雨量		1 个/矿	自动监测 48 次/天
闭坑	地下水环境恢复	地下水水位	二级	2 个/km ²	人工监测 2 次/月
		地下水水质		2 个/km ²	2 次/年
	地形地貌景观恢复	绿化面积		高分辨率影像	2 次/年
	土壤环境恢复	土壤水溶性盐		2 个/km ²	2 次/年

① 监测点布设位置

基建阶段地下水环境背景监测点：地下水环境背景监测点共布设 2 个，利用勘探期间的 ZK001 水文孔（临时表土堆场 1 附近），在矿区东侧汇水口附近（矿山道路一侧）+214.37m 处增设一个 JS01 水文孔（孔深 25m），进

行地下水环境背景监测。

基建阶段土壤环境背景监测点：土壤环境背景监测点共布设 5 个，分别位于露天采场 2 个、排土场 2 个及临时表土堆场 1 个，监测未进行矿产资源开采前矿区及预测堆土区域的土壤环境背景状况。

生产阶段不稳定边坡监测点：不稳定边坡监测点布设位置结合第三章中不稳定地质体分析结果，露天采场西面和西南面边坡处于较不稳定状态，预测其危害程度严重，危险性大。根据地形条件，在露天采场西面边坡布设 4 个位移监测点，同时监测地表形变与地下形变，1 个地下水位监测点；在露天采场西南面边坡布设 4 个位移监测点，同时监测地表形变与地下形变，1 个地下水位监测点；在原排土场、综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路、临时表土堆场 4、排土场 1、排土场 2 边坡各布设 1 个人工巡查点。共计布设 8 个位移监测点，2 个地下水位监测点，8 个人工巡查点。

生产阶段地下水环境破坏监测点：在生产阶段，地下水环境破坏监测点共布设 2 个，布设位置与地下水环境背景监测点相同。将地下水环境破坏监测值与背景值作对比，分析矿山开采生产活动对地下水的影响。

生产阶段土壤环境破坏监测点：土壤环境破坏监测点共布设 5 个，分别位于露天采场 2 个、工业场地 1 个及排土场 2 个，监测矿产资源开采活动主要破坏和堆占区域的土壤环境破坏情况。将土壤环境破坏监测值与背景值作对比，分析矿山开采生产活动对土壤环境的影响。

生产阶段地形地貌景观破坏监测点：植被损毁面积监测以卫星遥感影像监测为主，摄像、摄影、人工测量方法并用，对预测的采矿权范围及采矿活动影响范围内的植被损毁情况进行全面监测。布设降雨量监测点 1 个，位于露天采场西侧最高点处。

闭坑阶段地下水环境恢复监测点：在闭坑阶段，地下水环境破坏监测点共布设 2 个，布设位置与地下水环境背景监测点、地下水环境破坏监测点相同，监测地下水水位和水质的恢复情况。

闭坑阶段土壤环境恢复监测点：土壤环境破坏监测点共布设 5 个，分别位于露天采场 2 个、工业场地 1 个及排土场 2 个，监测土壤环境恢复进展。

闭坑阶段地形地貌景观恢复监测点：在采矿活动结束后或矿区地形地貌景观破坏恢复治理后，对地形地貌景观破坏及已经治理的区域进行监测，监测地形地貌景观恢复进展。

(2) 监测方法

本方案本着科学、高效的原则，根据矿山地质环境监测要素的动态特征，选取矿山地质环境监测方法和监测仪器，以保证监测精度和监测时效性。矿山地质环境监测方法及仪器如下表：

表 5-6 矿山地质环境监测方法及仪器表

监测要素	监测方法	监测仪器
地下水水位	手动监测法	测绳、测钟、万用表、温度计
地下水水质	采样送检测试法	采样器、添加药品、水样容器
土壤矿物质全量		采样器、样品袋
土壤微量元素		
土壤粒径		
土壤绝对含水量		
土壤导电率		
土壤酸碱度		
土壤碱化度		
土壤重金属		
无机污染物		
有机污染物		
地表形变		
地下形变		
地下水水位	手动监测法	测绳、测钟、万用表、温度计
降水量	降雨量测量法	翻斗式雨量计
植被损毁面积	影像监测法	无人机影像监测

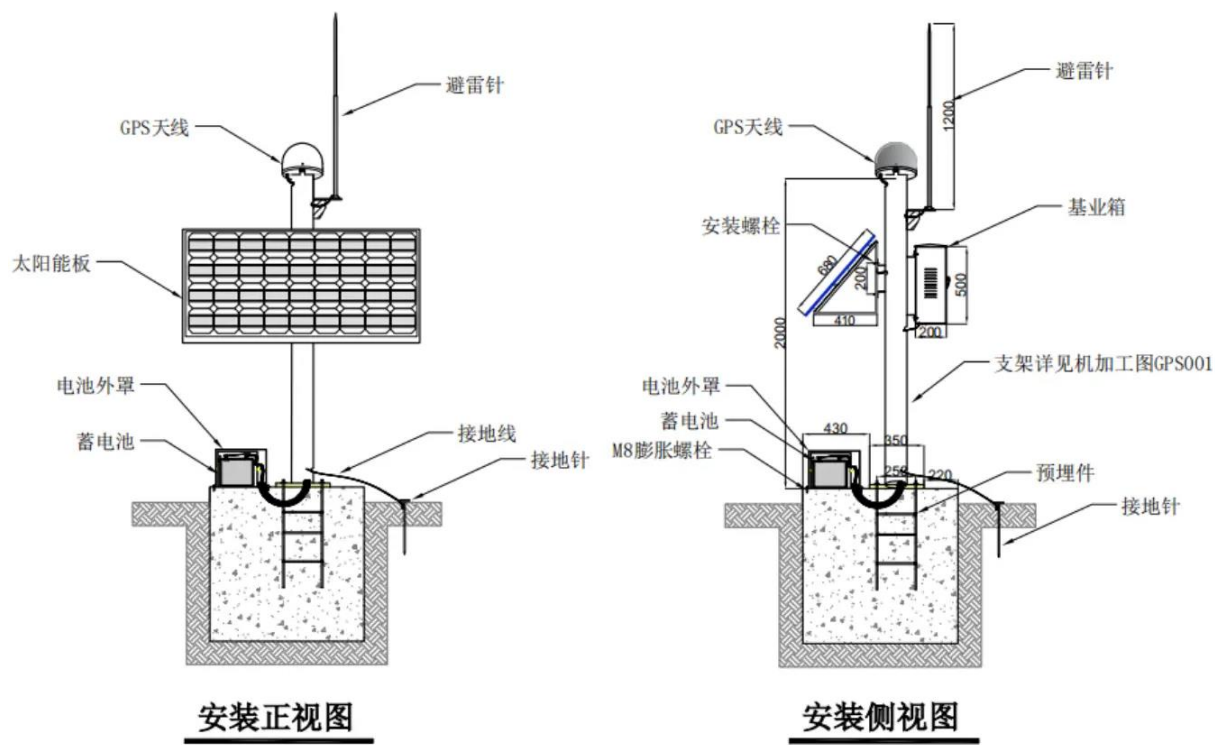


图 5-1 GNSS 监测站大样图

(3) 监测期限

根据《开采方案》，采矿权出让期限为 20 年，其中基建期 2 年，生产期 18 年。本方案设计在采矿权到期后的生态修复工程管护期限为 3 年。

表 5-7 矿山地质环境监测期限

生产阶段	监测对象	监测期限 (年)
基建	地下水环境背景	2
	土壤环境背景	
生产	不稳定边坡	18
	地下水环境破坏	
	土壤环境破坏	
闭坑 (含管护期)	地下水环境恢复	3
	地形地貌景观恢复	
	土壤环境恢复	

2、土地资源监测措施

(1) 监测点布设

对采矿权范围及采矿活动影响范围进行全面监测。监测频次为1年1次。土地资源监测应选在土地生物量高峰时期，宜在6~10月。

(2) 监测方法

基于基础控制资料和两个及以上时相的遥感影像制作数字正射影像图；结合土地利用数据库、土地利用规划与基础地理等相关信息，主要依据遥感影像纹理结构和光谱信息的一致性与差异性特征及土地利用类型和分布区位等要素，采用变化信息自动识别与人机交互相结合的方法，对比发现、综合分析并提取土地利用变化信息；通过实地调查，掌握相应时段、监测区内的土地利用变化状况。

(3) 监测期限

本方案设计土地资源监测时长为23年。

3、生态系统监测措施

(1) 监测点布设

①地表水监测

为全面把控矿山开采生产活动对地表水的影响，本方案设计地表水监测点4个，分别布设于露天采场沉砂池出水口处、工业场地沉砂池出水口处、排土场1沉砂池出水口处、排土场2沉砂池出水口处，监测频率2次/年。

②植被管护监测

对矿区复垦责任范围内复垦为林地的区域进行全面监测。监测工程量纳入前述矿山地质环境监测中的地形地貌景观恢复监测，此处不再重复计算工程量。

③生态系统功能维护监测

本方案设计对复垦为林地的区域进行生态系统功能维护监测，每个地类布设2个样方进行简单随机抽样代替整体分布，监测频次为1次/年。

(2) 监测方法

①地表水监测

采用采样送检测试法。监测项目分析方法应优先选用《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中规定的标准分析方法。

②植被管护监测

采用现场管护方法。

③生态系统功能维护监测

监测方法见下表。

表 5-8 生态功能维护监测方法

观测内容	观测指标	监测方法	监测仪器
基本情况	海拔	无人机测量监测	无人机
	地形类型		
	坡度		
	坡向		
	坡位		
	土壤类型	采样送检测试法	采样器、样品袋
	腐殖质厚度	现场测量	标尺
森林类型	阔叶林	现场观察法	/
每木检尺	树种	目测法	/
	胸径	实测法	测径尺
	树高		测高仪
	树龄		生长锥
	冠幅		标尺
	生物量		/
	林分指标		平均胸径
平均高			测高仪
郁闭度		/	
叶面积指数		叶面积指数仪器	
林下植被	林下植被物种数	计数法	/
	林下植被高度	实测法	标尺
	林下覆盖度	计算法	/

(3) 监测期限

地表水监测时长为 23 年，植被管护、生态系统功能维护监测时长为 3 年。

二、管护目标与措施

(一) 管护目标

1、管护目的

为实现矿山生态修复工程长效、持续、稳定，矿山生态修复工程验收合格后，根据矿山生态修复目标，需做好后期管护工作。

2、管护范围

以矿山生态修复实施区域为主，可适当扩展到矿山周边地区。

3、管护内容

管护内容主要包括工程设施维护和植被养护。

(1) 工程设施维护：主要对地貌重塑工程、土壤重构工程等，按照工程设计和运行要求进行定期检查和维修；发现工程设施运行不正常或损毁，应及时修复或替换。

(2) 植被养护：主要采取定期或不定期喷水，追肥、清除杂草，防治病虫害、补植、补种等措施，对复绿植被进行养护。

(二) 管护措施

1、工程设施维护

加强地表形变监测和巡查，发现坡体出现裂缝、位移，分析原因，及时采取防护措施。对工程产生的崩塌、滑坡、泥石流、水土流失等灾害应及时按相关要求整治。

定期检查排水沟直线段、转弯处、边坡点的断面状况。排水沟沟壁破损后应立即修复，及时清理落入沟内的障碍物，保持水流通畅。

2、植被养护

植被养护分为成活期、生长期、管护期3个阶段。

(1) 成活期养护

①成活期养护时间为 6 个月。工作内容主要为补水、扶正、补植、松土、除草、防治病虫害、设施维护等。

②依据当地气候环境变化及植物需水量，及时补水，满足植物成活期基本需水要求。

③全面普查植被生长状况，对生长不良、病枯死植物及时更换或补植同规格树种。

④病虫害防治以预防为主，一经发现受害症状，及时彻底治愈，定期做好喷药防治工作。

⑤及时疏通、维修截排水设施及灌溉设备，确保排水畅通和养护灌溉系统运行完好。

⑥活期结束后，乔灌成活率应 $>95\%$ ，藤蔓生长量达 1~2m，草本覆盖率应 $>95\%$ 。

(2) 生长期养护

①生长期养护时间为 12 个月，主要工作内容为补水、补肥、修剪、病虫害防治、设施维护等。

②及时清除死株、枯枝等杂物。

③根据植被生长情况补水、补肥，适时修剪并注重病虫害防治。

④生长期结束后，乔灌成活率应 $>90\%$ ，藤蔓生长量达 2~3m，草本覆盖率应 $>90\%$ 。

(3) 管护期养护

①管护期养护时间为 18 个月，主要工作内容为补水、补肥、修剪、病虫害防治、设施维护等。

②根据植被生长情况浇水和施肥，主要靠自然降水养护，若遇干旱应遵循“多量少次”的原则适时浇水。

③视植被生长情况，每年初春、夏末施复合肥一次，确保植物生长健康、旺盛。目标群落物种成活率 $>90\%$ ，乔灌保存率 $>85\%$ ，藤蔓垂直绿化覆盖率 $>60\%$ ，草本覆盖率 $>85\%$ 。

3、防火措施

(1) 清理地表可燃物：定期对复垦区域内枯草、枯枝落叶、荒草等易燃物进行清理，从源头上消除火灾隐患。

(2) 设置防火警示标志：在复垦区域周边及出入口设置清晰醒目的防火警示标志和防火宣传牌，标明防火要求和应急联系方式，提醒进入人员遵守防火规定。

(3) 建设防火通道：结合复垦区域生产道路建设，将矿山道路同时打造成防火通道，适当拓宽道路宽度，保证消防车辆能够顺利通过。道路两侧清理出一定宽度的隔离带，阻隔火势蔓延。

(4) 加强火源管控：在防火期内，严格执行野外用火管理规定，严禁在复垦区域内烧田埂、烧杂草、烧秸秆等行为，严禁携带火种进入林草复垦区域。同时，加强野外动火作业管理，进入生态修复区域作业的人员严禁携带火种，禁止野外吸烟。

三、主要工程量

根据前述，矿山监测与管护的总工程量见下表：

表 5-9 矿山监测与管护总工程量汇总表

序号	分项工程	监测点数量	监测频率	单位	工程量
一	监测措施				
(一)	矿山地质环境监测				
1	地下水环境背景				
(1)	水文钻孔施工			m	25
(2)	地下水水位	2 个	3 次/月	点·次	144
(3)	地下水水质	2 个	2 次/年	点·次	8
2	土壤环境背景				
(1)	土壤矿物质全量、土壤微量元素	5 个	2 次/年	点·次	20
3	不稳定边坡				
(1)	位移监测	8 站	4 次/月	站·年	144
(2)	地下水水位	2 个	10 次/月	点·次	4320
(3)	人工巡查	8 个	1 次/季	点·次	576
4	地下水环境破坏				
(1)	地下水水位	2 个	10 次/月	点·次	4320
(2)	地下水水质	2 个	6 次/年	点·次	216
5	土壤环境破坏				
(1)	土壤重金属	5 个	4 次/年	点·次	360
(2)	有机物污染	5 个	3 次/年	点·次	270
(3)	土壤粒径、酸碱度等	5 个	2 次/年	点·次	180
6	地形地貌景观破坏				
(1)	植被损毁面积		3 次/年	km ² ·年	20.1625
(2)	降雨量	1 站	48 次/天	站·年	18
7	地下水环境恢复				
(1)	地下水水位	2 个	2 次/月	点·次	144
(2)	地下水水质	2 个	2 次/年	点·次	12
8	土壤环境恢复				
(1)	土壤水溶性盐	5 个	2 次/年	点·次	30
9	地形地貌景观恢复				
(1)	绿化面积及盖度		2 次/年	km ² ·年	2.2403

序号	分项工程	监测点数量	监测频率	单位	工程量
(二)	土地资源监测				
1	土地利用类型、面积、权属等监测		1次/年	km ² ·年	1.1201
(三)	生态系统监测				
1	地表水监测				
(1)	地表水水质	4个	2次/年	点·次	184
2	生态系统功能维护监测				
(1)	生态系统功能维护监测		1次/年	次·年	3
二	管护措施				
(一)	工程设施维护及植被养护			年	3

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）总体目标任务

按照财政部、国土资源部、环境保护部联合发布的《关于推进山水林田湖生态保护修复工作的通知》（财建〔2016〕725号）精神，推进土地整治，开展生态保护修复。综合矿山所在地的生态功能区划定位、《国土空间规划》中的土地用途管制、区域产业经济发展战略布局、特色产业经济及周边群众对矿山生态修复的诉求等多方面因素，以不破坏局部生态系统的生态功能为前提，提出矿山保护修复思路。按照宜耕则耕、宜园则园、宜林则林、宜水则水的原则，优先考虑能带动周边土地价值升值空间大的修复方式。结合本矿山的实际情况，本次提出的生态保护修复思路如下：

- 1、提出“山坡绿起来、平地种起来、环境好起来”的工作方针。针对不同的修复区域，做好设计、种植等工作，做到“三性兼顾”即植草种树的合理性、高低种植的层次性、不同季节的景观性，努力提高绿化档次和效果；
- 2、见缝插针扩大绿化范围，对已复绿区域进行监测和管护工作；
- 3、因地制宜绿化矿山。考虑到地形、地貌及土质，植物配置必须是耐旱、耐贫瘠、成活率高的树种，主要以常绿树种作为背景，疏密适当，高低错落，形成一定的层次感，选取耐旱、耐贫瘠的乔灌木进行搭配，采取培填覆土、土壤培肥措施，加强植被管护等工作，确保树木成活率；
- 4、加强矿区的水质监测、土壤监测、植被监测，未来植被修复后需加强管护工作。

（二）总工作量和实施计划

本方案的生态修复工程主要包括地貌重塑、土壤重构、植被重建以及监测管护等。生态修复工程的实施计划分为3个阶段，分别为：

近期：2026~2031 年（5 年），工程部署主要有露天采场开采平台、矿山道路、原排土场的土壤重构、植被重建，以及监测管护措施。

中期：2031~2036 年（5 年），工程部署主要有露天采场开采平台的土壤重构、植被重建，以及监测管护措施。

远期：2036~2050 年（13 年），工程部署主要是对各场地进行砌体拆除及外运、场地平整、表土回覆、植被重建，以及监测管护措施。

表 6-1 生态修复总工作量及实施计划

序号	分项工程	单位	工程量	近期	中期	远期
一	地貌重塑					
(一)	砌体拆除及外运					
1	工业场地、综合服务区地地面硬化拆除及外运	100m ³	3.80			●
2	综合服务区建构筑物拆除及外运	100m ³	0.75			●
(二)	场地平整					
1	露天采场（底场）	100m ²	2446.54			●
2	露天采场（台阶平台）	100m ²	623.64	●	●	●
3	综合服务区	100m ²	11.35			●
4	工业场地	100m ²	7.64			●
5	破碎加工厂	100m ²	77.93			●
6	临时表土堆场	100m ²	83.85			●
7	排土场 1	100m ²	453.63			●
8	排土场 2	100m ²	317.72			●
二	土壤重构					
(一)	表土回覆					
1	露天采场（凹陷采坑）	100m ³	9000.00			●
2	露天采场（底场平台）	100m ³	611.64			●
3	露天采场（台阶平台）	100m ³	311.82	●	●	●
4	综合服务区	100m ³	5.68			●
5	工业场地	100m ³	3.82			●
6	破碎加工厂	100m ³	38.97			●

序号	分项工程	单位	工程量	近期	中期	远期
(二)	开采平台外缘挡土墙					
1	生态布袋挡土墙	100m ³	49.86	●	●	●
三	植被重建					
(一)	复垦为乔木林地					
1	综合服务区					
(1)	乔木种植	100 株	2.84			●
(2)	灌木种植	100 株	2.84			●
(3)	撒播草籽	hm ²	0.1135			●
2	工业场地					
(1)	乔木种植	100 株	1.91			●
(2)	灌木种植	100 株	1.91			●
(3)	撒播草籽	hm ²	0.0764			●
3	破碎加工厂					
(1)	乔木种植	100 株	19.49			●
(2)	灌木种植	100 株	19.49			●
(3)	撒播草籽	hm ²	0.7793			●
4	矿山道路					
(1)	乔木种植	100 株	34.66	●		
(2)	灌木种植	100 株	34.66	●		
(二)	复垦为灌木林地					
1	露天采场					
(1)	灌木种植	100 株	461.73	●	●	●
(2)	撒播草籽	hm ²	18.4691	●	●	●
(3)	爬藤种植	100 株	155.82	●	●	●
2	原排土场					
(1)	灌木种植	100 株	19.29	●	●	●
(2)	撒播草籽	hm ²	0.7713	●	●	●
3	临时表土堆场					
(1)	灌木种植	100 株	20.97			●
(2)	撒播草籽	hm ²	0.8385			●

序号	分项工程	单位	工程量	近期	中期	远期
4	排土场 1					
(1)	灌木种植	100 株	113.41			●
(2)	撒播草籽	hm ²	4.5363			●
5	排土场 2					
(1)	灌木种植	100 株	79.43			●
(2)	撒播草籽	hm ²	3.1772			●
四	监测措施					
(一)	矿山地质环境监测					
1	地下水环境背景					
(1)	水文钻孔施工	m	25	●		
(2)	地下水水位	点·次	144	●		
(3)	地下水水质	点·次	8	●		
2	土壤环境背景					
(1)	土壤矿物质全量、土壤微量元素	点·次	20	●		
3	不稳定边坡					
(1)	位移监测	站·年	144	●	●	●
(2)	地下水水位	点·次	4320	●	●	●
(3)	人工巡查	点·次	576	●	●	●
4	地下水环境破坏					
(1)	地下水水位	点·次	4320	●	●	●
(2)	地下水水质	点·次	216	●	●	●
5	土壤环境破坏					
(1)	土壤重金属	点·次	360	●	●	●
(2)	有机物污染	点·次	270	●	●	●
(3)	土壤粒径、酸碱度等	点·次	180	●	●	●
6	地形地貌景观破坏					
(1)	植被损毁面积	km ² ·年	20.1625	●	●	●
(2)	降雨量	站·年	18	●	●	●
7	地下水环境恢复					
(1)	地下水水位	点·次	144			●

序号	分项工程	单位	工程量	近期	中期	远期
(2)	地下水水质	点·次	12			●
8	土壤环境恢复					
(1)	土壤水溶性盐	点·次	30			●
9	地形地貌景观恢复					
(1)	绿化面积及盖度	km ² ·年	2.2403			●
(二)	土地资源监测					
1	土地利用类型、面积、权属等监测	km ² ·年	1.1201			●
(三)	生态系统监测					
1	地表水监测					
(1)	地表水水质	点·次	184	●	●	●
2	生态系统功能维护监测					
(1)	生态系统功能维护监测	次·年	3			●
六	管护措施					
(一)	工程设施维护及植被养护	年	3			●

二、总体经费估算

(一) 经费估算依据

1、估算依据

- (1) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (2) 《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；
- (3) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）；
- (4) 《水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额》（广东省水利厅，2017年5月）；
- (5) 《工程勘察设计收费标准》（2002年修订本）；
- (6) 《地质调查项目预算标准（2021）》（自然资源部中国地质调查局，2021年7月）；
- (7) 《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》（中国勘察设计协会，2022年6月）；

(8) 《地质灾害普适型仪器监测预警点建设与运维预算标准（试行）》（自然资源部中国地质调查局）；

(9) 《土地复垦方案编制实务》（国土资源部土地整理中心，2011年7月）指出：可以参照《土地开发整理项目预算定额标准》计算方法，结合当地实际及劳动部门意见，合理确定甲类工和乙类工的日工资水平。故本次人工单价参考《土地开发整理项目预算定额标准》（2012）中有关规定并结合梅州市最新工资标准确定；

(10) 《广东省人民政府关于调整我省最低工资标准的通知》（粤府函〔2025〕23号）；

(11) 《梅州市 2025 年第四季度信息价》；

(12) 《2025 年广东省水利水电工程定额次要材料预算指导价格（除税价）》；

(13) 现场调查收集的数据和本次的工程数量。

2、费用组成

项目费用由工程施工费、设备购置费、其他费用、基本预备费和价差预备费组成。

(1) 工程施工费

工程施工费包括直接费、间接费、利润和税金。

1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

a、人工费

人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）；

本次方案根据《广东省人民政府关于调整我省最低工资标准的通知》（粤府函〔2025〕23号），经计算后人工单价分别按甲类工 186.37 元/工日，乙

类工 150.242 元/工日计取。

b、材料费

材料费=定额材料用量×材料预算单价

c、施工机械使用费

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元）台班

②措施费

措施费指完成工程项目施工，发生与该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。

a、临时设施费

临时设施费：施工企业为进行工程施工所必须的生活和生产用的临时建筑物、构筑物和其他临时设施费用等。具体费率标准见下表：

表 6-2 临时设施费费率表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率（%）
1	土方工程	直接工程费	2.00
2	石方工程	直接工程费	2.00
3	砌体工程	直接工程费	2.00
4	混凝土工程	直接工程费	3.00
5	农用井工程	直接工程费	3.00
6	其它工程	直接工程费	2.00
7	安装工程	直接工程费	3.00

b、冬雨季施工增加费

冬雨季施工增加费是在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。

冬雨季施工增加费按直接工程费的百分比计算，费率为 0.7~1.5%。其中：不在冬雨季节施工的项目取小值，部分工程在冬雨季的项目取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取最大值。

本次项目区不涉及冬雨季施工，费率取值 0.7%。

c、夜间施工费

夜间施工费在夜间施工而增加的费用。

夜间施工费按直接工程费的百分率计算：安装工程为 0.5%，建筑工程为 0.2%。

d、施工辅助费

施工辅助费包括已完工程及设备保护费、施工排水及降水费、检验测试费、工程定位复测费、工程点交费等费用。

施工辅助费按直接工程费的百分率计算：安装工程为 1%，建筑工程为 0.7%。

e、特殊地区施工增加费

特殊地区施工增加费是在高海拔、酷热、风沙等特殊地区施工而增加的费用。本次方案项目区不在高海拔、酷热、风沙等特殊区域，故不计算该方面费用。

f、安全施工措施费

安全施工措施费是根据国家现行的施工安全、施工现场环境与卫生标准和有关规定，购置和更新施工安全防护用具及设施，改善安全生产条件和作业环境所需要的费用。

安全施工措施费按直接工程费的百分率计算：安装工程为 0.3%，建筑工程为 0.2%。

2) 间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

不同工程类别的间接费费率见下表。

表 6-3 间接费费率计算表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率（%）
1	土方工程	直接费	5.00
2	石方工程	直接费	6.00

3	砌体工程	直接费	5.00
4	混凝土工程	直接费	6.00
5	农用井工程	直接费	8.00
6	其它工程	直接费	5.00
7	安装工程	人工费	65.00

3) 利润

利润=（直接费+间接费）×利润率

利润率取 3%。

4) 税金

税金=（直接费+间接费+利润）×税率。

税金按《财政部、税务总局关于调整增值税税率的通知》（财税〔2018〕32号）有关规定，税率取 9%。

（2）设备费

设备费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保险费。

（3）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管费。

1) 前期工作费

前期工作费指在工程施工前所发生的各项支出，取费基数为工程施工费，包括土地清查费（工程施工费的 0.5%）、项目可行性研究费（本项目中无需该项费用）、项目勘测费（工程施工费的 1.5%）、项目设计与预算编制费（工程施工费的 2.8%）、项目招标代理费（本项目中无需该项费用）。前期工作费按工程施工费的 4.80% 计算。计算公式为：前期工作费=工程施工费×4.80%。

2) 工程监理费

工程监理费指复垦义务人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过程的监督与管理所发生的费用。计算公式为：工程监理费=

工程施工费 $\times 2.40\%$ 。

3) 竣工验收收费

指土地开发整理项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费和标识设定费。

a、工程复核费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，根据《预算定额》，本方案工程复核费费率为 0.7% 。

b、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，根据《预算定额》，本方案工程验收费费率为 1.4% 。

c、项目决算编制与审计费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基准，根据《预算定额》，本方案项目决算编制与审计费费率为 1% 。

d、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，根据《预算定额》，本方案整理后土地重估与登记费费率为 0.65% 。

e、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，根据《预算定额》，本方案标识设定费费率为 0.11% 。

5) 业主管理费

指项目承担单位为项目的立项、筹建、建设等工作所发生的费用，包括工作人员的工资、工资性补贴、施工现场津贴、社会保障费用、住房公积金、职工福利金、工会经费、劳动保护费；办公费、会议费、交通差旅费、工具用具使用费、固定资产使用费、零星购置费；乡镇协调费、宣传费、培训费、咨询费、业务招待费、技术资料费、印花税和其他管理性开支等。

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、竣工验收收费之和作为计费标准，本方案业主管理费=（工程施工费+设备购置费+前期工作费+工程监理费+竣工验收收费） $\times 2.8\%$ 。

(4) 基本预备费

基本预备费又称为不可预见费，指在施工过程中因自然灾害、设计变更

及其他不可预见的变化而增加的费用。

基本预备费以工程施工费、设备费和其他费用之和的 3% 计算。计算公式为：不可预见费 = (工程施工费 + 设备购置费 + 其他费用) × 3%。

(5) 价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资及矿区生态修复工作安排进行价差预备费计算。

假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数 (r) 计算，若每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 …… a_n (万元)，则第 i 年的价差预备费 $W_i = a_i[(1+r)^n - 1]$ ，本方案最终确定价差预备费费率为 3%。

(二) 单项工程量及经费估算

工程施工费为 559.3164 万元，其中：地貌重塑工程 98.3627 万元，土壤重构工程 299.7554 万元，植被重建工程 161.1983 万元。

监测与管护费为 205.4675 万元，其中：监测工程 194.2659 万元，管护工程 11.2016 万元。

表 6-4 工程施工费估算表

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	地貌重塑				983626.52
(一)	砌体拆除及外运				298628.82
1	工业场地、综合服务区地地面硬化拆除及外运				230082.97
	40192 机械拆除无钢筋混凝土	100m ³	3.80	60548.15	230082.97
2	综合服务区建构筑物拆除及外运				68545.85
	40193 机械拆除有钢筋混凝土	100m ³	0.75	91394.47	68545.85
(二)	场地平整				684997.70
1	露天采场 (底场)				416645.76
	10330 一般平地	100m ²	2446.54	170.30	416645.76

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
2	露天采场 (台阶平台)				106205.89
	10330 一般平地	100m ²	623.64	170.30	106205.89
3	综合服务区				1932.91
	10330 一般平地	100m ²	11.35	170.30	1932.91
4	工业场地				1301.09
	10330 一般平地	100m ²	7.64	170.30	1301.09
5	破碎加工厂				13271.48
	10330 一般平地	100m ²	77.93	170.30	13271.48
6	临时表土堆场				14279.66
	10330 一般平地	100m ²	83.85	170.30	14279.66
7	排土场 1				77253.19
	10330 一般平地	100m ²	453.63	170.30	77253.19
8	排土场 2				54107.72
	10330 一般平地	100m ²	317.72	170.30	54107.72
二	土壤重构				2997554.08
(一)	表土回覆				2262856.51
1	露天采场 (凹陷采坑)				1810530.00
	10332 表土回填 松填不夯实, 包括 5m 以内运土	100m ³	9000.00	201.17	1810530.00
2	露天采场 (底场平台)				284651.14
	E1-1-8 填耕植土 机械	100m ³	611.64	465.39	284651.14
3	露天采场 (台阶平台)				145117.91
	E1-1-8 填耕植土 机械	100m ³	311.82	465.39	145117.91
4	综合服务区				2643.42
	E1-1-8 填耕植土 机械	100m ³	5.68	465.39	2643.42
5	工业场地				1777.79

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	E1-1-8 填耕植土 机械	100m ³	3.82	465.39	1777.79
6	破碎加工厂				18136.25
	E1-1-8 填耕植土 机械	100m ³	38.97	465.39	18136.25
(二)	开采平台外缘挡土 墙				734697.57
1	生态布袋挡土墙				734697.57
	Y10033 袋装土石 围堰 填筑 编织袋 装土	100m ³	49.86	14735.21	734697.57
三	植被重建				1611982.95
(一)	复垦为乔木林地				205917.18
1	综合服务区				9987.97
(1)	乔木种植				5522.44
	90001 换 栽植乔木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 乔 木树苗	100 株	2.84	1944.52	5522.44
(2)	灌木种植				4364.91
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	2.84	1536.94	4364.91
(3)	撒播草籽				100.62
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	0.1135	886.49	100.62
2	工业场地				6717.32
(1)	乔木种植				3714.03
	90001 换 栽植乔木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 乔 木树苗	100 株	1.91	1944.52	3714.03
(2)	灌木种植				2935.56

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	1.91	1536.94	2935.56
(3)	撒播草籽				67.73
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	0.0764	886.49	67.73
3	破碎加工厂				68544.49
(1)	乔木种植				37898.69
	90001 换 栽植乔木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 乔 木树苗	100 株	19.49	1944.52	37898.69
(2)	灌木种植				29954.96
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	19.49	1536.94	29954.96
(3)	撒播草籽				690.84
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	0.7793	886.49	690.84
4	矿山道路				120667.40
(1)	乔木种植				67397.06
	90001 换 栽植乔木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 乔 木树苗	100 株	34.66	1944.52	67397.06
(2)	灌木种植				53270.34
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	34.66	1536.94	53270.34
(二)	复垦为灌木林地				1406065.77

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
1	露天采场				1039540.05
(1)	灌木种植				709651.31
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	461.73	1536.94	709651.31
(2)	撒播草籽				16372.67
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	18.4691	886.49	16372.67
(3)	爬藤种植				313516.07
	Y09093 换 栽植攀 缘植物 藤长 0.5m~换: 有机肥 换: 复合肥	100 株	155.82	2012.04	313516.07
2	原排土场				30331.32
(1)	灌木种植				29647.57
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	19.29	1536.94	29647.57
(2)	撒播草籽				683.75
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	0.7713	886.49	683.75
3	临时表土堆场				32972.95
(1)	灌木种植				32229.63
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	20.97	1536.94	32229.63
(2)	撒播草籽				743.32
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	0.8385	886.49	743.32
4	排土场 1				178325.75
(1)	灌木种植				174304.37

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (元)
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	113.41	1536.94	174304.37
(2)	撒播草籽				4021.38
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	4.5363	886.49	4021.38
5	排土场 2				124895.70
(1)	灌木种植				122079.14
	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以 内)~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌 木树苗	100 株	79.43	1536.94	122079.14
(2)	撒播草籽				2816.56
	90030 撒播 不覆 土	hm ²	3.1772	886.49	2816.56
四	监测				1942659.11
(一)	矿山地质环境监测				1846735.00
1	地下水环境背景				24804.00
(1)	水文钻孔施工	m	25	500.00	12500.00
(2)	地下水水位				8640.00
	《工程勘察服务成 本要素信息(2022 版)》地下水水位 观测	点·次	144	60.00	8640.00
(3)	地下水水质				3664.00
	《工程勘察服务成 本要素信息(2022 版)》地下水取样	点·次	8	40.00	320.00
	《工程勘察服务成 本要素信息(2022 版)》地下水检测	点·次	8	418.00	3344.00
2	土壤环境背景				7760.00
(1)	土壤矿物质全量、 土壤微量元素				7760.00

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土壤取样	点·次	20	15.00	300.00
	《地质调查项目预算标准》土壤矿物质全分析	点·次	20	234.00	4680.00
	《地质调查项目预算标准》土壤微量元素分析	点·次	20	139.00	2780.00
3	不稳定边坡				750296.00
(1)	位移监测				404696.00
	《地质灾害普适型》GNSS 自动地表位移监测站 安装	站	8	2131.00	17048.00
	《地质灾害普适型》GNSS 自动地表位移监测站 运行维护	站·年	144	2692.00	387648.00
(2)	地下水水位				259200.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水水位观测	点·次	4320	60.00	259200.00
(3)	人工巡查	点·次	576	150.00	86400.00
4	地下水环境破坏				358128.00
(1)	地下水水位				259200.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水水位观测	点·次	4320	60.00	259200.00
(2)	地下水水质				98928.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水取样	点·次	216	40.00	8640.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水检测	点·次	216	418.00	90288.00

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
5	土壤环境破坏				411390.00
(1)	土壤重金属				262440.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土壤取样	点·次	360	15.00	5400.00
	《地质调查项目预算标准》土壤重金属分析	点·次	360	714.00	257040.00
(2)	有机物污染				133110.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土壤取样	点·次	270	15.00	4050.00
	《地质调查项目预算标准》土壤有机物污染分析	点·次	270	478.00	129060.00
(3)	土壤粒径、酸碱度				15840.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土壤取样	点·次	180	15.00	2700.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土壤粒径分析	点·次	180	44.00	7920.00
	《地质调查项目预算标准》土壤酸碱度分析	点·次	180	29.00	5220.00
6	地形地貌景观破坏				242368.00
(1)	植被损毁面积				201625.00
	《地质灾害普适型》正射影像图	km ² ·年	20.1625	10000.00	201625.00
(2)	降雨量				40743.00
	《地质灾害普适型》翻斗式雨量站安装	站	1.00	1719.00	1719.00
	《地质灾害普适型》翻斗式雨量站运行维护	站·年	18.00	2168.00	39024.00
7	地下水环境恢复				14136.00

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
(1)	地下水水位				8640.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水水位观测	点·次	144	60.00	8640.00
(2)	地下水水质				5496.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水取样	点·次	12	40.00	480.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》地下水检测	点·次	12	418.00	5016.00
8	土壤环境恢复				15450.00
(1)	土壤水溶性盐				15450.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土壤取样	点·次	30	15.00	450.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》土的易溶盐分析	点·次	30	500.00	15000.00
9	地形地貌景观恢复				22403.00
(1)	绿化面积及盖度				22403.00
	《地质灾害普适型》正射影像图	km ² ·年	2.2403	10000.00	22403.00
(二)	土地资源监测				11201.00
1	土地利用类型、面积、权属等监测				11201.00
	《地质灾害普适型》正射影像图	km ² ·年	1.1201	10000.00	11201.00
(三)	生态系统监测				84723.11
1	地表水监测				84272.00
(1)	地表水水质				84272.00
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》取样	点·次	184	40.00	7360.00

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
	《工程勘察服务成本要素信息（2022版）》检测	点·次	184	418.00	76912.00
2	生态系统功能维护监测				451.11
(1)	生态系统功能维护监测				451.11
	协商费	次·年	3.00	150.37	451.11
五	管护				112015.80
(一)	工程设施维护及植被养护				112015.80
	协商费	hm ² ·年	112.0158	1000.00	112015.80
总计					7647838.46

表 6-5 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	材料差价 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
1	10332 表土回填 松填不夯实, 包括 5m 以内运土	m ³	100	161.58	5.82	13.07	8.37	0.00	16.61	201.17
2	10330 一般平地	m ²	100	136.29	8.18	7.22	4.55	0.00	14.06	170.30
3	40192 机械拆除无钢筋混凝土	m ³	100	48501.57	2376.58	3052.69	1617.93	0.00	4999.39	60548.15
4	40193 机械拆除有钢筋混凝土	m ³	100	73210.74	3587.33	4607.88	2442.18	0.00	7546.33	91394.47
5	90001 换 栽植乔木 (带土球 20cm 以内) ~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 乔木树苗	株	100	1315.29	51.30	68.33	43.05	306.00	160.56	1944.52
6	90013 换 栽植灌木 (带土球 20cm 以内) ~换: 有机肥 换: 复合肥 换: 灌木树苗	株	100	1254.84	48.94	65.19	41.07	0.00	126.90	1536.94
7	90030 撒播 不覆土	hm ²	1	723.78	28.23	37.60	23.69	0.00	73.20	886.49
8	E1-1-8 填耕植土 机械	m ³	100	379.97	14.82	19.74	12.44	0.00	38.43	465.39

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	材料差价 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
9	Y09093 换 栽植攀缘 植物 藤长 0.5m~换:有机肥 换: 复合肥	株	100	1642.74	64.07	85.34	53.76	0.00	166.13	2012.04
10	Y10033 袋装土石围 堰 填筑 编织袋装土	m ³	100	12030.61	469.19	624.99	393.74	0.00	1216.67	14735.21

（三）总工程量及经费估算

本方案的矿区生态修复投资估算为 1305.8958 万元。其中：工程施工费 559.3164 万元，设备费 13.3524 万元，其他费用 79.9428 万元，监测与管护费 205.4675 万元，预备费 447.8167 万元。

表 6-6 矿区生态修复投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	费率（%）
一	工程施工费	559.3164	42.83
二	设备费	13.3524	1.02
三	其它费用	79.9428	6.12
四	监测与管护费	205.4675	15.73
五	预备费	447.8167	34.29
（一）	基本预备费	19.5783	1.50
（二）	价差预备费	428.2384	32.79
合计		1305.8958	100.00

表 6-7 设备费估算表

序号	设备名称	计量单位	数量	综合单价（元）	合计（万元）
1	自动地表位移监测站（GNSS）	站	8.00	15603.55	12.4828
2	翻斗式雨量站	站	1.00	8696.27	0.8696
合计					13.3524

表 6-8 其它费用估算表

序号	费用名称	费基 (万元)	费率 (%)	金额 (万元)
1	前期工作费	559.3164	4.80	26.8472
(1)	土地清查费	559.3164	0.50	2.7966
(2)	项目勘测费	559.3164	1.50	8.3897
(3)	项目设计与预算编制费	559.3164	2.80	15.6609
2	工程监理费	559.3164	2.40	13.4236
3	竣工验收费	586.1636	3.86	22.6259
(1)	工程复核费	586.1636	0.70	4.1031
(2)	工程验收费	586.1636	1.40	8.2063
(3)	决算编制与审计费	586.1636	1.00	5.8616
(4)	复垦后土地的重估与登记费	586.1636	0.65	3.8101
(5)	标识设定费	586.1636	0.11	0.6448
4	业主管理费	608.7895	2.80	17.0461
合计				79.9428

表 6-9 基本预备费估算表

序号	费用名称	费基 (万元)	费率 (%)	金额 (万元)
1	基本预备费	652.6116	3.00	19.5783

表 6-10 价差预备费估算表

年度		静态投资 (万元)	系数	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)
第一阶段 (第 1~5 年)	第 1 年	33.3366	0.0000	0.0000	33.3366
	第 2 年	1.7576	0.0300	0.0527	1.8103
	第 3 年	9.2471	0.0609	0.5631	9.8102
	第 4 年	13.8707	0.0927	1.2862	15.1568
	第 5 年	20.8069	0.1255	2.6114	23.4183
小计		79.0189	/	4.5135	127.3610

年度		静态投资 (万元)	系数	价差预备费 (万元)	动态投资 (万元)
第二阶段 (第6~10年)	第6年	37.8070	0.1593	6.0217	43.8287
	第7年	37.8070	0.1941	7.3365	45.1435
	第8年	37.8070	0.2299	8.6908	46.4978
	第9年	37.8070	0.2668	10.0858	47.8928
	第10年	37.8070	0.3048	11.5226	49.3296
小计		189.0350	/	43.6574	232.6924
第三阶段 (第11~23年)	第11年	37.8070	0.3439	13.0024	50.8094
	第12年	37.8070	0.3842	14.5267	52.3337
	第13年	37.8070	0.4258	16.0967	53.9037
	第14年	37.8070	0.4685	17.7139	55.5209
	第15年	37.8070	0.5126	19.3795	57.1865
	第16年	37.8070	0.5580	21.0951	58.9021
	第17年	37.8070	0.6047	22.8621	60.6691
	第18年	37.8070	0.6528	24.6822	62.4892
	第19年	37.8070	0.7024	26.5569	64.3639
	第20年	258.1388	0.7535	194.5091	452.6479
	第21年	3.7339	0.8061	3.0099	6.7438
	第22年	3.7339	0.8603	3.2123	6.9462
	第23年	3.7339	0.9161	3.4206	7.1545
小计		609.6035	/	380.0675	989.6710
合计		877.6574	/	428.2384	1305.8958

三、阶段工作任务与经费安排

(一) 阶段工作任务

根据生态修复分区及修复时序安排,将生态修复工程的实施计划分为3个阶段,即:近期、中期、远期。

近期阶段包括基建期2年,生产期第1~3年。主要涉及的生态修复区块为生态修复区1(露天采场)、生态修复区2(综合服务区)、

生态修复区 3（工业场地）、生态修复区 4（破碎加工厂）、生态修复区 5（矿山道路）、生态修复区 6（原排土场）、生态修复区 7（临时表土堆场）、生态修复区 8（排土场 1）、生态修复区 9（排土场 2）。

在基建期内，矿山道路、原排土场的土壤重构、植被重建，以及地下水环境背景、土壤环境背景、土地资源、地表水水质、生态系统维护功能的监测。

根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 1 年可完成+375m、+370m、+360m、+350m、+340m 的开采活动，因此在生产期第 1 年，生态修复工程主要包括露天采场+375m、+370m、+360m、+350m、+340m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 2 年可完成+330m、+320m 的开采活动，因此在生产期第 2 年，生态修复工程主要包括露天采场+330m、+320m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 3 年可完成+310m 的开采活动，因此在生产期第 3 年，生态修复工程主要包括露天采场+310m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

2、中期（6~10 年）实施计划

中期阶段为生产期第 4~8 年，主要涉及的生态修复区块为生态修复区 1（露天采场）、生态修复区 2（综合服务区）、生态修复区 3（工

业场地)、生态修复区 4 (破碎加工厂)、生态修复区 5 (矿山道路)、生态修复区 6 (原排土场)、生态修复区 7 (临时表土堆场)、生态修复区 8 (排土场 1)、生态修复区 9 (排土场 2)。

矿山生产期第 4~8 年可完成+300m、+290m、+280m 的开采活动,因此在生产期第 4~8 年,生态修复工程主要包括露天采场+300m、+290m、+280m 开采平台的土壤重构、植被重建,以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

3、远期(10 年后至采矿权到期及管护期结束)实施计划

远期阶段为生产期 10 年,监测管护期 3 年。主要涉及的生态修复区块为生态修复区 1 (露天采场)、生态修复区 2 (综合服务区)、生态修复区 3 (工业场地)、生态修复区 4 (破碎加工厂)、生态修复区 5 (矿山道路)、生态修复区 6 (原排土场)、生态修复区 7 (临时表土堆场)、生态修复区 8 (排土场 1)、生态修复区 9 (排土场 2)。

在生产期,主要对各生态修复区进行全面复垦,以及进行不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

在监测管护期,主要工作为地下水环境恢复、土壤环境恢复、土地资源、地表水水质和生态系统功能维护的监测,以及管护措施。

表 6-11 矿区生态修复工程量与经费安排表

序号	生态修复区块	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				修复措施	工程量	费用	实施时间	修复措施	工程量	费用	实施时间
1	露天采场	24.8766 hm ²	矿山地质环境破坏、土地损毁、植被损毁	场地平整	307018m ²	52.2852 万元	3~21 年	水文钻孔施工	25m	1.2500 万元	1~2 年
				表土回覆	992346m ³	224.0299 万元	3~21 年	地下水水位	4608 次	27.6480 万元	1~23 年
				生态布袋挡土墙	4986m ³	73.4698 万元	3~21 年	地下水水质	236 次	10.8088 万元	1~23 年
				灌木种植	46173 株	70.9651 万元	3~21 年	土壤矿物质全量、土壤微量元素	8 次	0.3104 万元	1~2 年
				撒播草籽	18.4691hm ²	1.6373 万元	3~21 年	自动地表位移监测站 (GNSS)	8 个	12.4828 万元	1~2 年
				爬藤种植	15582 株	31.3516 万元	3~21 年	位移监测站安装	8 个	1.7048 万元	1~2 年
								位移监测站运行维护	144 次	38.7648 万元	3~20 年
								地下水水位	4320 次	25.9200 万元	3~20 年
								人工巡查	576 次	8.6400 万元	3~20 年
								土壤重金属	144 次	10.4976 万元	3~20 年
								有机物污染	108 次	5.3244 万元	3~20 年
				土壤粒径、酸碱度等	72 次	0.6336 万元	3~20 年				

序号	生态修复区块	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				修复措施	工程量	费用	实施时间	修复措施	工程量	费用	实施时间
								植被损毁面积	4.4778km ²	4.4778 万元	3~20 年
								翻斗式雨量站	1 个	0.8696 万元	1~2 年
								雨量站安装	1 个	0.1719 万元	1~2 年
								雨量站运行维护	18 次	3.9024 万元	3~20 年
								土壤水溶性盐	12 次	0.6180 万元	21~23 年
								绿化面积及盖度	1.0968km ²	1.0968 万元	21~23 年
								土地资源监测	8.4088km ²	8.4088 万元	1~23 年
								地表水监测	46 次	2.1068 万元	1~23 年
								管护	10.9677km ²	10.9677 万元	21~23 年
				2	综合服务区	0.1135 hm ²	矿山地质环境破坏、土地损毁、植被损毁	地面硬化拆除及外运	380m ³	23.0083 万元	20~21 年
建构筑物拆除及外运	75m ³	6.8545 万元	20~21 年								
场地平整	1135m ²	0.1932 万元	20~21 年								
表土回覆	568m ³	0.2643 万元	20~21 年								
乔木种植	284 株	0.5522 万元	20~21 年								
灌木种植	284 株	0.4365 万元	20~21 年								
撒播草籽	0.1135hm ²	0.0101 万元	20~21 年								

序号	生态修复区块	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				修复措施	工程量	费用	实施时间	修复措施	工程量	费用	实施时间
3	工业场地	0.0764 hm ²	矿山地质环境破坏、土地损毁、植被损毁	场地平整	764m ²	0.1301 万元	20~21 年	土壤矿物质 全量、土壤微 量元素	4 次	0.1552 万 元	1~2 年
				表土回覆	382m ³	0.2643 万元	20~21 年	土壤重金属	72 次	5.2488 万 元	3~20 年
				乔木种植	191 株	0.3714 万元	20~21 年	有机物污染	54 次	2.6622 万 元	3~20 年
				灌木种植	191 株	0.2936 万元	20~21 年	土壤粒径、酸 碱度等	36 次	0.3168 万 元	3~20 年
				撒播草籽	0.0764hm ²	0.0068 万元	20~21 年	植被损毁面 积	0.0138km ²	0.0138 万 元	3~20 年
								土壤水溶性 盐	6 次	0.3090 万 元	21~23 年
								地表水监测	46 次	2.1068 万 元	1~23 年
4	破碎加 工厂	0.7793 hm ²	矿山地质 环境破坏、 土地损毁、 植被损毁	场地平整	7793m ²	1.3271 万元	20~21 年	植被损毁面 积	0.1403km ²	0.1403 万 元	3~20 年
				表土回覆	3897m ³	1.8136 万元	20~21 年				
				乔木种植	1949 株	3.7898 万元	20~21 年				
				灌木种植	1949 株	2.9954 万元	20~21 年				
				撒播草籽	0.7793hm ²	0.0691 万元	20~21 年				
5	矿山道 路	2.1695 hm ²	矿山地质 环境破坏、 土地损毁、 植被损毁	乔木种植	3466 株	6.7397 万元	1~2 年	植被损毁面 积	0.3905km ²	0.3905 万 元	3~20 年
				灌木种植	3466 株	5.3270 万元	1~2 年				
6	原排土 场	0.7713 hm ²	矿山地质 环境破坏、	灌木种植	1929 株	2.9648 万元	1~2 年	植被损毁面 积	0.1388km ²	0.1388 万 元	3~20 年

序号	生态修复区块	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				修复措施	工程量	费用	实施时间	修复措施	工程量	费用	实施时间
7	临时表土堆场	0.8385 hm ²	矿山地质环境破坏、土地损毁、植被损毁	撒播草籽	0.7713hm ²	0.0684 万元	1~2 年				
				场地平整	8385m ²	1.4280 万元	20~21 年	植被损毁面积	0.1509km ²	0.1509 万元	3~20 年
				灌木种植	2097 株	3.2330 万元	20~21 年				
8	排土场 1	4.5363 hm ²	矿山地质环境破坏、土地损毁、植被损毁	撒播草籽	0.8385hm ²	0.0743 万元	20~21 年				
				场地平整	45363m ²	7.7253 万元	21~22 年	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次	0.1552 万元	1~2 年
				灌木种植	11341 株	17.4304 万元	20~21 年	土壤重金属	72 次	5.2488 万元	3~20 年
								有机物污染	54 次	2.6622 万元	3~20 年
								土壤粒径、酸碱度等	36 次	0.3168 万元	3~20 年
								植被损毁面积	0.8165km ²	0.8165 万元	3~20 年
								土壤水溶性盐	6 次	0.3090 万元	21~23 年
9	排土场 2	3.1772 hm ²	矿山地质环境破坏、土地损毁、植被损毁					地表水监测	46 次	2.1068 万元	1~23 年
				场地平整	31772m ²	5.4108 万元	20~21 年	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次	0.1552 万元	1~2 年
				灌木种植	7943 株	12.2079 万元	20~21 年	土壤重金属	72 次	5.2488 万元	3~20 年
				撒播草籽	3.1772hm ²	0.2817 万元	20~21 年	有机物污染	54 次	2.6622 万	3~20 年

序号	生态修复区块	生态修复面积	主要治理修复问题	修复工程				监测与管护工程			
				修复措施	工程量	费用	实施时间	修复措施	工程量	费用	实施时间
										元	
								土壤粒径、酸碱度等	36 次	0.3168 万元	3~20 年
								植被损毁面积	0.5719km ²	0.5719 万元	3~20 年
								土壤水溶性盐	6 次	0.3090 万元	21~23 年
								地表水监测	46 次	2.1068 万元	1~23 年

（二）前三年工作任务与经费进度安排

前三年主要涉及的生态修复区块为生态修复区 1（露天采场）、生态修复区 2（综合服务区）、生态修复区 3（工业场地）、生态修复区 4（破碎加工厂）、生态修复区 5（矿山道路）、生态修复区 6（原排土场）、生态修复区 7（临时表土堆场）、生态修复区 8（排土场 1）、生态修复区 9（排土场 2）。

第 1 年为基建期，主要工作任务为矿山道路、原排土场的土壤重构、植被重建，以及地下水环境背景、土壤环境背景、土地资源、地表水水质、生态系统维护功能的监测。

第 2 年为基建期，主要工作任务为地下水环境背景、土壤环境背景、土地资源、地表水水质、生态系统维护功能的监测。

第 3 年为生产期，根据《开采方案》生产规模预测，矿山生产期第 1 年可完成+375m、+370m、+360m、+350m、+340m 的开采活动，因此在生产期第 1 年，生态修复工程主要包括露天采场+375m、+370m、+360m、+350m、+340m 开采平台的土壤重构、植被重建，以及不稳定边坡、地下水环境破坏、土壤环境破坏、地形地貌景观破坏、土地资源、地表水水质和生态系统维护功能的监测。

表 6-12 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	所属生态修复区块	是否为临时用地	主要工程措施	工程量	目标地类	面积	费用
1	第一年度	露天采场	否	水文钻孔施工	25m			1.2500 万元
				地下水水位	72 次			0.4320 万元
				地下水水质	4 次			0.1832 万元
				土壤矿物质全量、土壤微量元素	8 次			0.3104 万元
				自动地表位移监测站 (GNSS)	8 个			12.4828 万元
				位移监测站安装	8 个			1.7048 万元
				翻斗式雨量站	1 个			0.8696 万元
				雨量监测站安装	1 个			0.1719 万元
				地表水监测	2 次			0.0916 万元
		工业场地	否	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次			0.1552 万元
				地表水监测	2 次			0.0916 万元
		矿山道路	否	乔木种植	3466 株	乔木林地	2.1696hm ²	6.7397 万元
				灌木种植	3466 株			5.3270 万元
		原排土场	否	灌木种植	1929 株	灌木林地	0.7713hm ²	2.9648 万元
				撒播草籽	0.7713hm ²			0.0684 万元
		排土场 1	否	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次			0.1552 万元
				地表水监测	2 次			0.0916 万元
		排土场 2	否	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次			0.1552 万元
				地表水监测	2 次			0.0916 万元

2	第二年度	露天采场	否	地下水水位	72 次			0.4320 万元		
				地下水水质	4 次			0.1832 万元		
				土壤矿物质全量、土壤微量元素	8 次			0.3104 万元		
				地表水监测	2 次			0.0916 万元		
		工业场地	否	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次			0.1552 万元		
				地表水监测	2 次			0.0916 万元		
		排土场 1	否	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次			0.1552 万元		
				地表水监测	2 次			0.0916 万元		
		排土场 2	否	土壤矿物质全量、土壤微量元素	4 次			0.1552 万元		
				地表水监测	2 次			0.0916 万元		
		3	第三年度	露天采场	否	地下水水位	72 次			0.4320 万元
						地下水水质	4 次			0.1832 万元
位移监测站运行维护	8 次							2.1536 万元		
地下水水位	72 次							0.4320 万元		
土壤重金属	8 次							0.5800 万元		
有机物污染	6 次							0.3000 万元		
土壤粒径、酸碱度等	4 次							0.0200 万元		
雨量站运行维护	1 次							0.2168 万元		
地表水监测	2 次							0.0916 万元		
表土回覆	1691m ³					灌木林地	0.3381hm ²	0.3954 万元		
生态布袋挡土墙	80m ³							1.1708 万元		
灌木种植	846 株							0.6523 万元		
撒播草籽	0.3381hm ²							0.0154 万元		
爬藤种植	249 株							0.4992 万元		

	综合服务区	否	人工巡查	4次			0.0600万元
	工业场地	否	人工巡查	4次			0.0600万元
			土壤重金属	4次			0.2900万元
			有机物污染	3次			0.1500万元
			土壤粒径、酸碱度等	2次			0.0100万元
			地表水监测	2次			0.0916万元
	破碎加工厂	否	人工巡查	4次			0.0600万元
	矿山道路	否	人工巡查	4次			0.0600万元
	原排土场	否	人工巡查	4次			0.0600万元
	临时表土堆场	否	人工巡查	4次			0.0600万元
	排土场 1	否	人工巡查	4次			0.0600万元
			土壤重金属	4次			0.2900万元
			有机物污染	3次			0.1500万元
			土壤粒径、酸碱度等	2次			0.0100万元
			地表水监测	2次			0.0916万元
	排土场 2	否	人工巡查	4次			0.0600万元
			土壤重金属	4次			0.2900万元
			有机物污染	3次			0.1500万元
			土壤粒径、酸碱度等	2次			0.0100万元
			地表水监测	2次			0.0916万元

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

(一) 组织保障

健全的组织管理机构是矿区修复方案顺利实施的可靠保证，因此建立由厂长为组长、技术科长为副组长、项目区专职生态修复管理人员等技术骨干力量为成员组成的管理机构，以负责生态修复方案的具体施工、协调和管理的工作。矿区生态修复管理机构的主要工作职责如下：

1、认真贯彻、执行“预防为主、防治并重”的矿区生态修复方针，确保矿区生态修复工作的安全进行，充分发挥矿区生态修复工程的效益；

2、建立矿区生态修复目标责任制，将其列入工程进度、质量考核的内容之一，每年度向行政主管部门汇报矿区生态修复的治理情况，并制定下一阶段的矿区生态修复方案详细实施计划；

3、仔细检查矿山生产情况，并了解和掌握现阶段的矿区生态修复情况及其落实状况，为管理机构决策本阶段和下阶段的方案与措施的实施提供第一手基础资料，并联系、协调好管理部门和各方的关系，接受行政主管部门的检查与监督；

4、加强矿区生态修复有关法律、法规及条例的学习和宣传力度，组织有关工作人员进行环保、矿区生态修复知识的技术培训，做到人人自觉树立起矿区生态修复意识，人人参与矿区生态修复的行动中来；

5、在矿山生产和矿区生态修复施工过程中，定期或不定期地对在建或已建的矿区生态修复工程进行检测，随时掌握其施工、绿化成活及生长情况，并进行日常维护养护，建立、健全各项矿区生态修复的档案、资料，主动积累、分析及整编复垦资料，为矿区生态修复工程

的验收提供相关资料。

（二）技术保障

1、矿山矿区生态修复工作的实施应有充分的技术保障措施，因此，成立矿区生态修复技术科室，配备相应的专业技术队伍，并有针对性地加强专业技术培训，应强化施工人员的矿区生态修复意识，提高施工人员的矿区生态修复技术水平，以确保矿区生态修复按期保质保量完成。依据经审查通过的“矿区生态修复方案”，因地制宜因害设防，要优化防治结构，合理配置工程与生物防治措施，使工程措施与生物防治措施有机结合。

2、按国家颁发的 GB/T 32864-2016《滑坡防治工程勘查规范》、DZ/T0219-2006《滑坡防治工程设计与施工技术规范》、DZ/T0221-2006《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）等规范要求开展矿区生态修复工作。

3、采用先进的施工手段和合理的施工工艺，施工实施各工序层层报验制度，按矿区生态修复工程相关技术规程、规范、设计要求及验收标准对工程各部分进行质量验收，严格控制施工进度，确保矿区生态修复措施按时完成并取得成效。

4、矿山企业配备相关的专业技术人员，加强对相关人员的技术培训，确保在方案的实施、监测工作中能及时发现问题。同时加强与职能部门（市自然资源、水利、环保、林业、农业农村、应急）的沟通联系，定期邀请省、市专家对方案实施效果开展评估。

5、管理人员除具有相关知识外，还须具有一定的组织能力和协调能力，在方案实施过程中能够充分发挥作用，及时发现和解决问题。

（三）资金保障

矿山企业应按照《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）规定设立矿山地质环境治理恢复基金账户，按照企业会计准则等相关规定计提矿山地质环境治理恢复基金，计入，相关资产的入账成本，通过专户、转账核算。按照“企业计提、满足需求、专款专用、政府监管”的原则，以本方案确定的矿区生态修复结果为导向，合理使用该笔资金。

（四）监管保障

1、企业在建立组织机构的同时，加强与政府主管部门及相关职能部门的沟通联系，建立共管机制，自觉接受主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便矿区生态修复工程顺利实施。企业对相关部门的监督检查情况做好记录，对监督检查中发现的问题及时处理。

2、按照确定的年度安排，制定年度计划，并根据施工工艺和技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因矿山生产发生变化的工作计划。由矿山管理机构负责按照方案确定的年度工作计划统一安排管理。以确保各项工程落到实处。

3、加强对矿区生态修复政策宣传工作，提高社会对矿区生态修复工作在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。接受社会，特别是矿区所在地有关政府部门的监督。

4、加强对矿区生态修复的后期维护和管理。一是保证验收合格；二是使责任区的每一块土地确实实要发挥作用和产生良好的经济生态社会效益。

二、公众参与

本项目公众参与形式主要有三种形式：一是在方案编制前的现场调查过程中采用走访调查形式进行；二是在方案编制基本完成后，采取走访调查的形式进行；三是在方案实施与验收过程中采取土地权属

人与相关管理部门共同开展土地损毁调查评估，共同进行复垦规划确定与工程验收形式进行。

（一）方案编制期间的公众参与情况

由于矿山开采项目会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活。矿区生态修复规划要在充分了解当地人民群众意愿和观点的基础上，使建设项目更加民主化、公众化，以避免片面性和主观性，使该项建设的规划、设计、施工和运行更加完善，更加合理，从而有利于最大限度地发挥该项目的综合效益和长远效益，使经济效益、社会效益和环境效益得到统一。

矿区生态修复方案编制过程中，为使本方案做到因地制宜，保护与复垦工作切实可行，技术人员对当地群众和相关政府部门进行了公众参与调查。

1、项目区内村民、村集体及自然资源部门意见

在广东珠丰矿业股份有限公司相关负责人的陪同下，编制人员对项目区进行现场踏勘，并随机走访了保护与复垦影响区域的土地权利人，并以发放《矿区生态修复方案公众参与调查表》和走访的形式，积极听取了项目影响区域内土地权利人的意见，得到了他们的大力支持。

本次调查内容涉及公众对矿山开采项目矿区生态修复工作的态度、对该项目有利影响和不利影响的想法、公众的愿望和要求等。方案编制人员共发放《矿区生态修复方案公众参与调查表》6份，收回6份，回收率100%（附件8）。根据调查结果显示，通过调查走访，被调查人员均认为矿山开采对其生活、周边水体没有影响，希望复垦方向为林地，基本支持矿山开采，希望通过本方案保护自然环境。

2、项目区内相关政府部门参与情况

目前，在方案编制过程中主要以项目区内的自然资源部门为主，在听取业主及编制单位汇报后，平远县自然资源局经过讨论，同意本矿山办理采矿许可登记，并希望矿山企业要按照方案要求做好矿区生态修复工作。

由以上意见可以看出，群众和政府部门都希望保护与复垦工作能落到实处，在制定科学合理的保护与复垦措施基础上，进一步改善当地生态环境。

依据以上意见，方案编制人员实地调研了当地的保护与复垦工作，对于合理科学的保护与复垦技术在方案中已采纳，同时提出了更为先进的保护与复垦措施，另外还制定了严格的保护与复垦工作计划安排和保障措施，确保该项工程和费用按照规划设计来实施。

（二）矿区生态修复实施中的参与

为了增加项目民主和透明度，保护和尊重公众利益，体现项目决策的合理与公正，让项目区群众了解项目情况，复垦前应征求当地群众意见，在项目区复垦过程中，应做到以下工作：

（1）与地方行政村座谈，征求对土地复垦的意见。

（2）经常性召集矿区周边农户、住户开座谈会，征求他们对矿山环境保护、废水排放、固体废弃物排放、道路粉尘等方面的意见和建议，及时改进。

（3）矿山工人应人人参与绿化，个个爱护环境，建设绿色文明矿区。

（4）对于土地复垦方面的技术难题，要及时聘请自然资源局、生态环境局、水利局等职能部门的专家或聘请有资质的设计单位，制定技术方案，确保复垦效果。

三、效益分析

（一）社会效益

《矿区生态修复方案》的编制有利于矿山企业对矿山开采活动对地质环境的破坏进行事先预防和控制，根据《开采方案》设计开采情况，对采矿权及采矿活动影响范围的生态修复能起到减少地质灾害对矿山工作人员和设备的危害，起到改善矿山生态环境的作用。

大量实践证明，矿区生态修复在开采前的预防及开采中的控制要比事后的恢复治理效果、效益好得多。矿山前期矿区生态修复工作做得好，矿山产生的地质环境及生态问题将大大减少，经济和安全的损失将减轻。若不事先采区矿区生态修复措施，往往将对环境造成严重破坏，对人民群众生命财产安全造成威胁，引起各方面负面效应，甚至导致矿山提前闭坑，其社会影响和矿产资源损失是不可估量的。

若按照《开采方案》进行规范开采，并按照本方案进行矿区生态修复，可改善区内生态环境质量，减轻了对地质地貌景观的破坏，使得区内部分土地使用功能得到良好利用，提高矿山效益，矿区生态修复后产生的社会效益显著。符合习近平总书记提出的“绿水青山就是金山银山”的科学论断，能够促进经济和社会的可持续发展，有利于和谐矿区、和谐社会的建设。

（二）生态效益

1、提高植被覆盖率

矿区生态修复各项治理措施实施后，矿山生产建设所带来的各项水土流失均能得到有效的治理和改善。占用土地均在使用后得到复垦和绿化。

2、改善生态环境

开采生产过程中遭到损坏的植被在实施土地复垦措施后，复垦为

林地的区域经管护后，植被可基本恢复；复垦耕地区域经管护后可基本恢复原有土地生产力。

3、减少水土流失量

矿区生态修复各项措施实施后，可使水土流失得以控制，坡面土层裸露处水土流失强度明显下降。

综上，通过本方案的实施，矿山生产建设水土流失将基本得以控制，能有效控制因采矿活动造成的土地资源破坏、地形地貌景观破坏、地质灾害的发生，预防矿山建设及生产过程中带来的矿区生态问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的矿区生态问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。

（三）经济效益

矿山的生产可向当地社会提供就业机会，提高当地人民的生活水平，给国家和地方财政带来较好的经济效益。

虽然矿区生态修复费用增加了矿区投资，导致生产成本的增加，如若不进行矿区生态修复，矿山在生产过程中存在安全隐患，一旦发生事故，其带来的损失是不可估量的。

矿区生态修复方案的实施能很大程度上改善矿山及其周边自然生态环境，降低矿山部分地质环境问题发生的几率，减少或防止地质灾害的发生，保护矿山员工及周边群众生命财产安全，可避免巨大的浪费和损失，其潜在经济效益非常可观。

同时，在落实矿区生态修复方案时，可保证矿山的安全高效生产，提高矿山收益，是当地经济发展的一大助力。

第八章 结论和与建议

一、结论

1、本矿山为采矿权新立矿山，矿区面积为 0.2680km²，开采矿种为建筑用凝灰岩、水泥配料用粘土矿，开采方式为露天开采，生产规模 43 万 m³/a（其中：建筑用凝灰岩矿 38 万 m³/a、水泥配料用粘土矿 5 万 m³/a）。

2、本矿山综合服务年限为 20 年，其中包括基建期 1.8 年，生产期 18.2 年，加上采矿权到期后的生态修复工程管护期限为 3 年，本方案服务年限为 23 年。

3、基于问题识别与受损预测分析，矿山受损总面积 37.3386hm²，划分为 9 个受损区块，其中受损区块 1（露天采场）24.8766hm²，受损区块 2（综合服务区）0.1135hm²，受损区块 3（工业场地）0.0763hm²，受损区块 4（破碎加工厂）0.7793hm²，受损区块 5（矿山道路）2.1696hm²，受损区块 6（原排土场）0.7713hm²，受损区块 7（临时表土堆场）0.8385hm²，受损区块 8（排土场 1）4.5363hm²，受损区块 9（排土场 2）3.1772hm²。矿山生态受损情况主要有不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏、土地资源破坏、植被破坏、水土环境污染、生物多样性破坏等。

4、基于破坏类型、程度与空间分布，评价划分为 2 个生态破坏等级区：其中重度受损区面积 34.1999hm²，包括露天采场、原排土场、临时表土堆场、排土场 1、排土场 2；中度受损区面积 3.1387hm²，包括综合服务区、工业场地、破碎加工厂、矿山道路。

5、矿山开采损毁土地面积为 37.3386hm²，复垦为乔木林地 3.1387hm²和灌木林地 34.1355hm²，保留公路用地 0.0002hm²和农村道路 0.0642hm²，复垦总面积 37.3386hm²，复垦率为 100%。

6、矿区生态修复措施主要是地貌重塑、土壤重构、植被重建以及监测管护工程。

7、本方案估算矿区生态修复静态总投资为 877.6574 万元，价差预备费为 428.2384 万元，动态总投资为 1305.8958 万元。

二、建议

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

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

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

4、矿山开采过程中和采矿后，严格进行矿区生态修复工作，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区生态修复工作。

5、基本农田外围 50m 范围内严禁采矿，以防毁坏基本农田。

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。业主进行矿区生态修复时，除满足本方案要求外，还须满足《开采设计》、《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、加强对环境水污染、土壤（地）污染的监测工作，并采取确实可行的措施予以防治，需对下游水源地进行保护，建立地下水水质监视带，保护下游人们的生活用水安全。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。

