

郴州市三和有色金属有限公司柳塘岭铅锌矿  
矿山生态保护修复方案

湖南省生态地质调查监测所

二〇二四年三月

# 郴州市三和有色金属有限公司柳塘岭铅锌矿

## 矿山生态保护修复方案

主 编：肖健健

编制人员：肖健健 熊沈浜 杨忠鼎

审 核：郭克林

技术负责：肖振华

单位负责：于辉胜

送评单位：郴州市三和有色金属有限公司

编制单位：湖南省生态地质调查监测所

提交日期：二〇二四年三月

矿山生态保护修复方案摘要表

矿山名称	郴州市三和有色金属有限公司柳塘岭铅锌矿						
开采矿种	铅、锌	开采方式	地下开采	开采规模	*. *万 t	采矿许可证期限	2019年3月4日至2023年10月4日
生态保护修复现状及效果	<p>矿山在矿区内设置了生态保护宣传、警示标语；修建排水沟、沉淀池，工程完善矿区内排水系统，在矿区闲置区域复垦绿化，总体绿化效果较好，现阶段主要对绿化区域进行管护，保障植被存活率。对主井口旁边坡、废石堆修建浆砌片石挡墙维护边坡、废石堆的稳定性。全期开展矿区内生态环境进行监测。总计投资约 182.5 万元。现已实施生态保护修复措施效果良好，矿山生态环境得到了改善。</p>						
矿山生态问题识别和诊断	<p>1、地形地貌景观破坏                      矿山地面建设及矿山道路使原有的地形地貌景观被取代，使区域内原有的农林景观演化为工矿景观，现状分析矿业活动对矿区地形地貌景观造成了破坏，面积约 2.67ha；未来新建休闲区、抛废区破坏趋势面积呈增大趋势，新增破坏面积破坏 3.35ha；趋势分析破坏地形地貌景观总面积 6.02ha。</p> <p>2、土地资源占损                      矿山地面建设及矿山道路对土地资源进行占损，现状占损总面积 2.67ha；未来新建休闲区、抛废区、拟建排土场对土地资源占损新增占损土地面积 3.35ha；开采期末占损土地资源总面积 6.02ha，占损地类为林地、采矿用地、公路用地、坑塘水面；未对土地资源造成污染。</p> <p>3、水资源水生态影响                      矿业活动现在未造成地表水漏失、地下水疏干，对水资源影响较浅；现状未造成地表水污染、未对下伏裂隙弱含水层地下水水质造成污染影响，对地下水环境影响较轻。趋势分析，矿业活动对水资源、水环境影响趋势与现状基本一致。</p> <p>4、矿山地质灾害影响                      矿山原发生过岩溶地面塌陷，危险性中等；其余地质灾害不发育，对矿山地质环境影响可控。预测未来矿业活动引发和加剧岩溶塌陷的可能性中等，危险性中等，引发和加剧崩塌、滑坡、泥石流等其他地质灾害的可能性小。未来矿山建设遭受地质灾害的危险性小。</p> <p>5、生物多样性破坏                      矿业活动现状对生物多样性无破坏，也无造成生物多样性破坏的趋势。</p>						
生态保护修复工程	<p>办公生活区对办公楼和主要道路及已复垦区保留利用，其他老旧宿舍、平房、工棚等拆除，翻松、覆土后种植山茶树，复垦为林地，面积 0.26ha；工业广场已复垦区保留利用，地表建筑物、构筑物全部拆除，翻松、覆土后种植山茶树，复垦为林地，面积 1.10ha；待建抛废区处理完地表废石对及硬物，翻耕后种植山茶树复垦为林地，面积 2.14ha；污水处理站对沉淀池硬物及附属建筑构筑物进行拆除，沉淀池进行填埋平整，后复垦为林地，面积 0.15ha；风井区地表建筑物全部拆除，对场地进行翻耕后复垦为林地，面积 0.58ha；取土场取土后进行挖松复垦为林地，面积 0.58ha；拟建员工休闲建筑物及矿山公路保留利用。修复后对林地进行管护 3 年，管护面积 4.73ha。</p> <p>矿山闭坑后，完善修复区排水沟；对各井筒进行封闭。生产期间持续对矿山废水进行治理，达标后排放；对水质、土壤、地质灾害及生态环境进行监测。</p>						

<p>进度安排</p>	<p>①开采期：2024年4月-2033年5月，根据“边生产、边治理、边复垦”的原则。对不利用的废弃建筑进行拆除复垦，对已经复垦区域进行管护，对矿山采空区建立变形、位移实时动态监测系统，进一步做好水质监测、生态环境监测和土壤监测工作；确保矿山开发与矿山生态环境保护与治理恢复及土地复垦同步进行。</p> <p>②闭坑期：2033年6月-2034年5月，做好建筑拆除建筑垃圾清运和各个复垦单元的土地复垦工作。</p> <p>③管护期：2034年6月-2037年5月，开展复垦区域林地的管护工作，以防止复垦土地的退化，保证第二年全面复绿，三年后成活率90%以上，郁闭度0.3以上。</p>
<p>经费估算与基金管理</p>	<p>本次生态修复总费用为***. *万元，其中工程措施费为***. **万元，其他费用**. **万元，不可预见费用**. **万元，预留费用*. *万元。矿山生态保护修复逐年基金根据年度工程安排，分四年计存全部基金，每年计存**. **万元。</p>

# 目 录

<b>第一章 基本情况</b> .....	<b>1</b>
一、方案编制工作概况.....	1
二、矿山基本情况.....	9
三、矿山开采与生态保护修复现状.....	16
<b>第二章 矿山生态环境背景</b> .....	<b>- 38 -</b>
一、自然地理.....	- 38 -
二、地质环境.....	- 40 -
三、生物环境.....	- 54 -
四、人居环境.....	- 55 -
<b>第三章 矿山生态问题识别和诊断</b> .....	<b>- 60 -</b>
一、地形地貌景观破坏.....	- 60 -
二、土地资源占损.....	- 67 -
三、水资源水生态影响.....	- 72 -
四、矿山地质灾害影响.....	- 80 -
五、生物多样性破坏.....	- 84 -
<b>第四章 生态保护修复工程部署</b> .....	<b>- 86 -</b>
一、生态保护修复工程部署思路.....	- 86 -
二、生态保护修复目标.....	- 86 -
三、生态保护修复工程及进度安排.....	- 86 -
<b>第五章 经费估算与基金管理</b> .....	<b>- 112 -</b>
一、经费估算.....	- 112 -
二、基金管理.....	- 128 -
<b>第六章 保障措施</b> .....	<b>- 130 -</b>
一、组织保障.....	- 130 -
二、技术保障.....	- 130 -
三、监管保障.....	- 130 -
四、适应性管理.....	- 131 -
五、公众参与.....	- 131 -
<b>第七章 方案可行性分析</b> .....	<b>- 132 -</b>
一、经济可行性分析.....	- 132 -
二、技术可行性分析.....	- 134 -
三、生态环境可行性分析.....	- 134 -
<b>第八章 结论与建议</b> .....	<b>- 135 -</b>
一、结论.....	- 135 -
二、建议.....	- 136 -

# 第一章 基本情况

## 一、方案编制工作概况

### （一）任务由来

柳塘岭铅锌矿为郴州市三和有色金属有限公司下属矿山企业，现持采矿许可证（证号 C4300002010123210102447）有效期 2019 年 3 月 4 日至 2023 年 10 月 4 日，现已到期。2013 年 10 月，矿山委托湖南天源国土资源勘查有限公司编制了《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿矿山地质环境保护与治理恢复（含土地复垦）方案》，现该方案适用年限已过期。

根据湖南省自然资源厅《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自资办发[2021]39 号）（以下简称《通知》）等文件的要求，为深入贯彻落实习近平生态文明思想，统筹做好矿产资源开发和生态保护修复，严格开发准入、严格过程监管、严格责任监督，贯彻落实生态优先、保护优先的重要理念，强化矿业开发生态保护源头管控，进一步科学合理优化我省矿产资源开发布局，加强管理矿山生态环境修复基金的计提和使用，同时为矿山延续换发采矿许可证审批做好准备，矿山委托湖南省生态地质调查监测所（以下简称“我单位”）编制矿山生态保护修复方案。

我单位接受委托任务后，严格按照《通知》及相应的生态修复调查工作程序与委托书的要求开展工作，收集有关技术资料及人文社会经济资料，并赴现场进行了野外调查及访问，经室内综合分析整理，完成了《郴州市三和有色金属有限公司柳塘岭铅锌矿矿山生态保护修复方案》（以下简称“《方案》”）的编制工作。

### （二）编制依据

#### 1、法律依据

- （1）《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）；
- （2）《中华人民共和国土地管理法实施条例（2021 年修订）》（2021 年 08 月 24 日）；
- （3）《湖南省地质环境保护条例》（2018.11.30）；

- (4) 《土地复垦条例实施办法》（2022-05-13）
- (5) 《湖南省土地复垦实施办法》（2003）；
- (6) 《湖南省土地整理条例》（2006）；
- (7) 《矿山地质环境保护规定》自然资源部令（2019.7.24）第5号。
- (8) 《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》（国土资发[1999]36号）；
- (9) 《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）；
- (10) 《湖南省绿色矿山建设工作方案》（湘国土资发）〔2018〕5号；
- (11) 《湖南省绿色矿山管理办法》（湘自然资规〔2019〕4号）。
- (12) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）；
- (13) 《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）；
- (14) 《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自然办发〔2021〕39号）
- (15) 《关于做好新建和生产矿山生态保护修复年度验收工作的通知》（湘自资办发〔2021〕82号）

## 2、技术标准

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 8978 污水综合排放标准

GB 11607 渔业水质标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 36600 土壤环境质量

GB/T 21010 土地利用现状分类

GB/T 16453 水土保持综合治理技术规范

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50288 灌溉与排水设计规范

GB50292 民用建筑可靠性鉴定标准

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB / T 15776 造林技术规程

DZ/T 0133 地下水动态监测规程  
DZ/T 0157 1: 50000 地质图地理底图编绘规范  
DZ/T 0219 滑坡防治工程设计与施工技术规范  
DZ/T 0220 泥石流灾害防治工程勘查规范  
DZ/T 0221 崩塌、滑坡、泥石流监测规范  
DZ/T 0245 建设用地地质灾害危险性评估技术要求  
DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程  
SL/T 183 地下水监测规范  
SL277 水土保持监测技术规程  
LY / T 2770 南方有色金属矿区废弃地植被生态修复技术规程  
TD/T 1012 土地开发整理项目规划设计规范  
TD/T 1036 土地复垦质量控制标准  
HJ 2015-2012 水污染治理工程技术导则  
HJ 623 区域生物多样性评价标准  
HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范  
NY/T 1342 人工草地建设技术规程  
DB43/T 876.2 高标准农田建设（土地平整）  
DB43/T 1393 矿山地质环境保护与恢复治理验收标准  
GB15618-2018 农用地土壤污染风险管控标准  
DB43\_T 2298-2022 矿山生态保护修复方案编制规范

### **3、技术资料依据**

1、《湖南省桂阳县柳塘岭矿区柳塘岭铅锌矿资源储量核实报告》（截至2023年9月底）·湖南省生态地质调查监测所·2023年10月提交（湘自资储备字（2024）004号）；

2、《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿资源开发利用方案》·湖南省生态地质调查监测所·2024年1月，（湘矿开发评字（2024）6号）；

3、《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿矿山地质环境保护与治理恢复（含土地复垦）方案》.2013年11月，湖南天源国土资源勘查有限公司，以下简称为“环境保护与治理恢复方案”；

4、《湖南省郴州市三和有色金属有限公司桂阳县柳塘岭铅锌矿绿色矿山建设》湖南省建筑材料研究设计院有限公司 2020 年 8 月，以下简称“绿色矿山建设报告”；

5、《郴州市三和有色金属有限公司柳塘岭铅锌矿矿山地质环境恢复治理与分期验收报告》（2014 年 1 月~2023 年 6 月）。2023 年 7 月，以下简称为“分期验收报告”；

6、桂阳县柳塘岭铅锌矿土地利用现状分布图（\*\*\*三调数据库），比例尺 1:10000；

7、\*\*\*\*\*  
(局部)。

### (三) 目的、任务

#### 1、目的

《方案》编制的目的是通过矿山生态问题的识别和诊断，制定矿山企业在建设、开发、闭坑各阶段的矿山生态保护修复方案，实现矿山“边开采、边修复”，落实矿山企业对矿山生态保护修复义务，为矿山企业实施生态保护修复提供技术支持，并为政府行政主管部门对矿山生态保护修复的有效监督管理提供依据。

#### 2、任务

(1) 收集整理资料，开展矿山生态环境调查，查明矿区生态环境背景（自然环境、地质环境、生物环境和人居环境），确定矿山生态保护修复范围，开展矿山生态问题现状及发展趋势的识别与诊断。

(2) 根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出矿山生态保护修复思路、目标和措施。

(3) 确定矿山生态保护修复实施内容及总体部署和进度安排。

(4) 对矿山生态保护修复工程经费进行估算，明确基金管理或使用具体办法。

(5) 制定生态保护修复保障措施，对矿山生态保护修复方案进行可行性分析，确定矿山开采是否影响矿区局部生态系统的生态功能，并提出合理化建议。

#### （四）调查工作概况

我单位接到委托后，组织专业技术人员收集有关成果资料，并于2023年6月5日、12月17日和2024年1月12日-13日派出专业技术人员对矿山范围开展野外现场调查、测量及水质、土壤取样。现将方案编制工作程序及本项目调查工作概述如下：

##### 1、工作程序

《方案》编制工作严格按照《矿山生态保护修复方案编制规范》[DB43/T 2298—2022]规定程序进行（见图 1-1）。

图 1-1 《方案》编制工作程序框架图

##### 2、工作内容

根据本项目的特点，本次主要工作内容为收集矿山现有资料、现场踏勘及野外调查、室内资料整理及方案交流与完善。

### （1）资料收集

接受本次工作任务后，我单位迅速组织专业技术人员着手收集矿区地质勘查、开发利用案、资源储量报告、矿山地质环境影响评估报告、有关人文和社会经济资料、矿山开采历史及现状资料，主要为文字报告、图件及表格资料。

### （2）现场踏勘以及野外调查

本次调查是在与矿方技术人员配合下完成的，部分为单独调查访问，调查时间为2023年6月5日、2024年1月12日-13日，调查内容主要为人居因素、土壤、植被、井（泉）及地表水、地形地貌、地层岩性、地质构造、矿体分布、矿山建设工程设施、水文地质、工程地质条件等地质情况，矿山开采现状、近期、历史发生的矿山地质灾害占用破坏土地、矿山环境污染等矿山地质环境影响问题及治理恢复情况。

### （3）室内资料整理及方案编制

在综合分析现有资料和实地调查结果的基础上，根据土地利用现状图、矿山储量年报、开发利用方案、环评报告等技术资料，确定方案的适用年限、适用范围，对矿山生态问题现状进行识别与诊断，进而确定矿山生态保护修复思路、目标和措施，确定矿山生态保护修复实施内容及总体部署与进度安排，以此为依据对矿山生态保护修复工程经费进行估算，明确基金管理或使用具体办法。最后对矿山生态保护修复方案进行可行性分析，确定矿山开采是否影响矿区局部生态系统的生态功能，并提出合理化建议。

### （4）方案交流与完善

按照“边生产、边治理、边复垦”及“谁损毁、谁治理、谁复垦”的原则，《方案》编制初稿完成后，认真听取权利人、当地土地主管部门就矿山生态保护修复措施、资金投入等问题的意见，进一步完善《方案》的技术、经济可行性。

## 3、调查工作量

矿山生态保护修复方案工作严格按相关规范进行，完成工作量见表1-1。

表 1-1 完成工作量表

工作项目	单位	工作量	主要内容	备注
主要资料收集	套	1	《湖南省桂阳县柳塘岭矿区柳塘岭铅锌矿资源储量核实报告》（截至2023年9月底）	
	套	1	《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿资源开发利用方案》	
	套	1	《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿矿山地质环境保护与治理恢复（含土地复垦）方案》	
	套	1	《郴州市三和有色金属有限公司柳塘岭铅锌矿矿山地质环境恢复治理与分期验收报告》	
	套	1	《湖南省郴州市三和有色金属有限公司桂阳县柳塘岭铅锌矿绿色矿山建设》	
野外调查	调查面积	km <sup>2</sup>	3.0	矿区及周边生态环境调查，包括地形地貌、土壤、植被、地表水体，工农业建设，耕地作物等
	调查线路长	km	4.5	
	矿部、工业场地	处	6	测量各工区、污水处理站等场地的面积
	废石堆	处	1	测量矿石堆放点面积及周边植被；
	植被与土壤	处	5	区内植物群落、植物种类，本地优势植物；自然土壤结构、厚度。
	挡墙	处	3	测量挡墙尺寸、结构、质量
	井口	个	2	主井，副井
	沉淀池	个	3	测量沉淀池大小，调查其功能
	地质地貌点	个	6	地层界线、矿层露头、断层、地貌点
	照片	张	50	采用24张
	调查表	张	10	野外调查表、公众意见征求表

#### 4、工作质量评述

本次修复方案调查工作按照《通知》（湘自资办发〔2021〕39号）以及《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T2298-2022）（以下简称《编制规范》）要求进行，在充分收集、分析和研究区域资料的前提下，调查时通过无人机遥感航测、皮尺及钢卷尺等测量方法，获得了矿山生态问题的范围、面积、方量，已有修复工程的规模、工程量等数据；现场对重要的地质现象、矿区生态环境破坏情况等进行了记录、拍照，共有调查点 26 处，满足中型矿山调查点不少于 9 个的要求；采集水质土壤样品的采集并委托有资质专业检测机构检测分析。野外调查工作按相关规程规范要求和技术标准进行，可满足修复方案编制的要求。

### （五）方案适用范围与年限

#### 1、适用范围

1) 以采矿权范围为基础，即本方案的适用范围涵盖了全部采矿权范围；

2) 以矿山的水文地质条件、工程地质条件为主要影响因素, 考虑环境地质因素, 以次要分水岭作为划分依据;

3) 以矿山的生态环境作为控制因素, 主要考虑植被分布情况、农田分布情况、人居因素等, 并结合矿山具体情况, 具体生态修复区范围如下: 北部以县电解厂南部山包为界, 南部以桂阳大道两侧山脊为界; 东部以 214 省道为界, 西部桂阳大道西侧山脊为界; 生态修复区面积约\*. \*\*km<sup>2</sup>。

本方案适应于柳塘岭铅锌矿矿业活动过程和关闭后, 土地资源、水资源水环境影响到坡地、谷地范围与地质灾害影响范围的生态保护修复。

## 2、适用年限

(1) 矿山于 2023 年 10 月编制了资源储量核实报告, 截止 2023 年 9 月底, 柳塘岭铅锌矿采矿许可证范围内保有资源量: 铅锌银矿石量\*\*. \*万吨, 铅金属量\*\*\*\*\*吨, 锌金属量\*\*\*\*\*吨, 银金属量\*\*吨。其中, 控制资源量 (KZ): 矿石量\*. \*万吨, 铅金属量\*\*\*\*吨, 铅品位\*. \*\*%; 锌金属量\*\*\*\*吨, 锌品位\*. \*\*%, 银金属量\*吨, 银品位\*\*. \*\*g/t; 推断资源量 (TD): 矿石量\*\*. \*万吨, 铅金属量\*\*\*\*\*吨, 铅品位\*. \*\*%; 锌金属量\*\*\*\*\*吨, 锌品位\*. \*\*%, 银金属量\*\*吨, 银品位\*\*. \*\*g/t。

(2) 据 2024 年 1 月开发利用方案, 推断资源量可信度系数取 0.8, 开发利用方案设计利用矿产资源储量 (Q<sub>s</sub>) 为:

$$Q_s = (Q_{\text{控制}} \times 1.0 + Q_{\text{推断}} \times 0.8) = *. * \times *. * + *. * \times *. * = *. * \text{ (万 t)}。$$

开发利用方案通过类比同采矿方法的周边同类矿山的采矿经验, 结合方案推荐的采矿方法推荐本矿回采率为\*\*%, 采矿损失率为\*\*%, 采矿贫化率为\*\*%, 可采资源储量 (Q<sub>k</sub>) 为:

$$Q_k = (Q_s - P) \times \eta = (**. *-*) \times **\% = *. * \text{ (万 t)}$$

矿山生产规模\*万吨/年, 采矿贫化率\*\*%, 矿山服务年限 (T) 为:

$$T = Q_k / A \times (* - K_*) = *. * / [* \times (* - **\%)] = *. * \text{ a}$$

(3) 矿山服务年限为\*. \*年, 即 2024 年 4 月—2033 年 5 月。考虑大部分保护与治理及复垦工程需闭坑后才能实施, 加上土地复垦工作有季节性限制, 预计滞后 1 年, 复垦管护期 3 年, 本方案适用期为\*\*. \*年, \*\*\*\*年\*月—\*\*\*\*年\*月 (含复垦管护期 3 年)。

## 二、矿山基本情况

### (一) 矿山区位条件

#### 1、矿山交通

柳塘岭铅锌矿位于桂阳县城南\*\*km 的桂阳县黄沙坪街道上银山村（原太和乡）境内，行政隶属桂阳县黄沙坪街道管辖。省道临武-桂阳 S214 线从矿区东面穿过，南距 G76 夏蓉高速公路桂阳枢纽\*公里。矿区至郴州市 40 公里，交通极为方便，详见图 1-1。其地理坐标为：东经\*\*\*° \*\*' \*\*" ~\*\*\*° \*\*' \*\*" ，北纬\*\*° \*\*' \*\*" ~\*\*° \*\*' \*\*" 。

图 1-2 矿山区位条件图

#### 2、矿山生态、规划区位

依据 2024 年 3 月 20 日经查询“矿业权设置范围相关信息分析结果简报”分

析：

(1) 经查生态保护红线关系信息：无重叠。

(2) 经查城镇开发边界关系信息：查询范围内有桂阳县(行政名称)城镇集中建设区\*\*\*\*\*. \*\*平方米。

(3) 经查永久基本农田保护图斑关系信息：查询范围内有永久基本农田保护图斑\*\*\*\*\*. \*\*平方米。

(4) 与自然保护地(省林业局 2023) 关系信息：无重叠。

(5) 与自然保护地-风景名胜区(省林业局 2023) 关系信息：无重叠。

矿界范围清晰明了，无边界、资源纠纷。周边无禁止和各类限制开采区亦无重点勘查区和资源评价区块，符合桂阳县矿产资源总体规划(2021-2025 年)。

## (二) 采矿许可证及矿权范围

柳塘岭铅锌矿当前采矿许可证(证号 C4300002010123210102447) 为湖南省自然资源厅颁发。有效期限为伍年，有效期限为 2019 年 3 月 4 日至 2023 年 10 月 4 日。矿山范围由 5 个拐点圈定(表 1-2)，面积为\*. \*\*\*\*km<sup>2</sup>，开采深度为+\*\*\*m~ -\*\*\*m，开采矿种为铅矿、锌矿，综合回收银，开采方式为地下开采，开采规模为\*万吨/年。

表 1-2 柳塘岭铅锌矿矿区范围拐点坐标表

拐点编号	CGCS2000 坐标系	
	X	Y
1	*****. **	*****. **
2	*****. **	*****. **
3	*****. **	*****. **
4	*****. **	*****. **
5	*****. **	*****. **
面积为*. ****km <sup>2</sup> ，开采深度：+***m~-***m。		

## (三) 矿床特征

### 1、矿体特征

矿区现已发现大小铅锌矿体 18 个(I、I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、II、III、IV、I<sub>1-1</sub>、I<sub>2-1</sub>、I<sub>2-2</sub>、I<sub>3</sub>、I<sub>4</sub>、I<sub>5</sub>、I<sub>6</sub>、I<sub>7</sub>、I<sub>8</sub>、II<sub>1</sub>、II<sub>2</sub>、II<sub>3</sub>)，分破碎带型及矽卡岩型铅锌

矿，破碎带型铅锌矿（I、I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、IV、I<sub>1-1</sub>、I<sub>2-1</sub>、I<sub>2-2</sub>、I<sub>3</sub>、I<sub>4</sub>、I<sub>5</sub>、I<sub>6</sub>、I<sub>7</sub>、I<sub>8</sub>、II<sub>1</sub>、II<sub>2</sub>、II<sub>3</sub>）主要呈脉状、透镜状或似层状产于石炭系下统石磴子组（C<sub>1s</sub>）碳酸盐岩中，受断裂构造控制，矿体走向主要为2组，I号矿体为\*\*°～\*\*°，IV号矿体为\*\*\*°～\*\*\*°，矿体赋存在-\*\*-\*\*\*米标高，矿体倾角普遍较陡，一般为\*\*°～\*\*°；矽卡岩型铅锌矿（II、III）主要呈脉状、透镜状产于石炭系下统石磴子组（C<sub>1s</sub>）碳酸盐岩与花岗斑岩接触带外带矽卡岩中，体走向主要为\*组，II号矿体走向\*\*°～\*\*°，III号矿体走向\*\*\*°～\*\*\*°，矿体赋存在-\*\*\*～-\*\*\*米标高，矿体倾角普遍较陡，一般为\*\*°～\*\*°。主要根据现有工程控制情况，矿体多但规模较小，矿体走向长度一般不大于\*\*\*m，单个矿体倾向长度大于走向长度，厚度\*. \*\*~\*. \*\*m 之间，铅的品位\*. \*\*%~\*. \*\*%，平均品位\*. \*\*%，锌的品位为\*. \*\*%~\*. \*\*%，平均品位\*. \*\*%，Ag 的品位为\*\*. \*\*g/t~\*\*. \*\*g/t，平均品位\*\*. \*\*g/t。现控制程度较高的有 I、I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、II、III、IV号铅锌银矿体等，其均有探采坑道控制，其中 I 号矿体规模最大，其次为 I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、II、III、IV号铅锌银矿体规模较大，为主要矿体：

#### （1）破碎带型铅锌矿

1) I 号矿体赋存于层间破碎带，呈脉状展布，经探采坑道控制展布于\*~\*\*线之间，在矿山已探采的每个中段都有出露，走向长为\*\*~\*\*\*m，倾向延深为\*\*\*m，控矿标高为-\*\*\*~-\*\*m，垂幅\*\*\*m。矿体呈 NE\*\*°～\*\*°展布，整体倾向 NW，倾角为\*\*°～\*\*°，平均倾角为\*\*°，与岩层产状几乎一致，由-\*\*-\*\*\*等\*\*个中段控制。矿体厚度\*. \*\*~\*. \*\*m，其平均真厚度为\*. \*\*m，厚度变化系数为\*\*%，厚度较稳定；铅品位\*. \*\*~\*. \*\*%，平均品位\*. \*\*%，品位变化系数为\*\*%，分布较均匀；锌品位\*. \*\*~\*. \*\*%，平均品位\*. \*\*%，品位变化系数为\*\*%，分布较均匀；银品位\*\*. \*\*~\*\*. \*\*g/t，平均品位\*\*. \*\*g/t；估算累计查明资源量\*\*. \*\*t，其中大部分矿体已开采，共计开采\*\*. \*\*万吨矿石量。

2) I<sub>1</sub>号矿体存在于沿层间破碎带充填的 I 号脉状矿带，呈脉状、板状展布，经探采坑道控制主要展布于\*~\*\*线之间，在已探采的-\*\*-\*\*\*、-\*\*\*、-\*\*\*中段出露，走向长为\*\*\*m，倾向长为\*\*\*m，控矿标高为-\*\*\*~-\*\*m，垂幅\*\*\*m。矿体呈 NE\*\*°～\*\*°展布，倾向 NW，平均倾角为\*\*°，由-\*\*-\*\*\*等4个中段和 ZK1801 控制，其平均真厚度为\*. \*\*m，厚度变化系数为\*\*%，厚度稳定；矿体

铅平均品位\*. \*\*%, 品位变化系数为\*\*\*%, 分布较均匀; 锌平均品位\*. \*\*%, 品位变化系数为\*\*\*%, 分布均匀; 银\*\*. \*\*g/t, 估算出控制+推断资源量\*. \*万 t, 此矿体几乎已采损完毕。

表 1-3 I 号矿体特征一览表

中段	分布范围	走向长 (m)	厚度 (m)	品位		
				Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)
-**	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. *
-**	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	**	*, **	*, **	*, **	**
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **	*, **	**, **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **	*, **	**, **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***. **
-***	**-*线	***	*, **~*, **	*, **~*, **	*, **~*, **	**, **~***

3) I<sub>2</sub>号矿体存在于沿层间破碎带充填的 I 号脉状矿带, 呈脉状、板状展布, 经探采坑道控制主要展布于\*~\*\*线之间, 在已探采的-\*\*\*、-\*\*\*中段出露, 走向长为\*\*\*m, 倾向长为\*\*m, 控矿标高为-\*\*\*~-\*\*\*m, 垂幅\*\*m。矿体呈 NE\*\*° ~ \*\*° 展布, 倾向 NW, 平均倾角为\*\*°, 由-\*\*\*~-\*\*\*等\*个中段和 ZK2201、ZK3001 控制, 其平均真厚度为\*. \*\*m, 厚度变化系数为\*\*\*%, 厚度不稳定; 矿体铅平均品位\*. \*\*%, 品位变化系数为\*\*\*%, 分布较均匀; 锌平均品位\*. \*\*%, 品位变化系数为\*\*\*%, 分布均匀; 银\*\*. \*\*g/t, 估算出控制+推断资源量\*\*. \*万 t, 此矿体已采损大半。

4) IV号矿体存在于隐伏的花岗斑岩岩体东侧与石磴子组 (C<sub>1sh</sub>) 接触带外带, 呈近垂直柱状展布, 经探采坑道控制主要展布于\*线附近, 在已探采的-\*\*\*、-\*\*\*、-\*\*\*中段出露, 其截面积在-\*\*\*中段为\*\*. \*\*m<sup>2</sup>, 在-\*\*\*中段为\*\*. \*\*m<sup>2</sup>, 在-\*\*\*中段为\*\*\*. \*\*m<sup>2</sup>, 控矿标高为-\*\*\*~-\*\*\*m, 垂幅\*\*m。矿体呈 NE\*\*° ~ \*\*° 展布, 倾向 NW, 平均倾角为\*\*°, 由-\*\*\*~-\*\*\*等\*个中段控制, 其平均真厚度为\*. \*\*m, 矿体平均品位铅\*. \*\*%、锌\*. \*\*%, 银\*\*. \*\*g/t, 估算出控制+推断资源量\*. \*万 t, 此矿体-\*\*\*中段以上已大部分采损。

## (2) 矽卡岩型铅锌矿

1) II号矿体存在于隐伏的花岗斑岩岩体东侧与石磴子组(C<sub>2</sub>sh)接触带,呈脉状、板状展布,经探采坑道控制主要展布于\*~\*\*线之间,在已探采的-\*\*\*、-\*\*\*、-\*\*\*中段出露,走向长为\*\*\*m,倾向长为\*\*m,控矿标高为-\*\*\*~-\*\*\*m,垂幅\*\*m。矿体呈NE\*\*°~\*\*°展布,倾向NE,平均倾角为\*\*°,由-\*\*\*~-\*\*\*等\*个中段控制,其平均真厚度在-\*\*\*和-\*\*\*中段为\*.\*\*m,在-\*\*\*中段变为\*.\*\*m,矿体平均厚度\*.\*\*m,厚度变化系数为\*\*\*%,厚度不稳定;矿体铅平均品位\*.\*\*%,品位变化系数为\*\*\*%,分布均匀;锌平均品位\*.\*\*%,品位变化系数为\*\*\*%,分布均匀;银平均品位\*\*.\*\*g/t,估算出控制+推断资源量\*\*.\*万t,此矿体为今后矿山探采的重点之一。

2) III号矿体存在于隐伏的花岗斑岩岩体西侧与石磴子组(C<sub>1</sub>sh)接触带,呈脉状、板状、透镜状展布,经探采坑道控制主要展布于\*\*~\*\*线之间,在已探采的-\*\*\*、-\*\*\*、-\*\*\*、-\*\*\*中段出露,走向长为\*\*m,倾向长为\*\*m,控矿标高为-\*\*\*~-\*\*\*m,垂幅\*\*m。矿体呈SE\*\*°~\*\*°展布,倾向SW,平均倾角为\*\*.\*°,由-\*\*\*~-\*\*\*等\*个中段和ZK\*\*\*\*控制,其平均真厚度为\*.\*\*m,厚度变化系数为\*\*\*%,厚度不稳定;矿体铅平均品位\*.\*\*%,品位变化系数为\*\*\*%,分布不均匀;锌平均品位\*.\*\*%,品位变化系数为\*\*%,分布均匀;银平均品位\*\*.\*\*g/t,估算出控制+推断资源量\*.\*\*万t,目前矿山探采坑道对该矿体的控制还不够,在-\*\*\*中段及以下均为单工程见矿,此矿体为今后矿山探采的重点之一。

## 2、矿石质量

### (1) 矿石矿物组成

矿物共生组合:矿石矿物成分较简单。金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、纤维锌矿,其次有黄铁矿、白铁矿、硫锑铅矿、黄铜矿等;脉石矿物主要有方解石、石英、白云石,其次有石榴石、绿泥石、萤石、绢云母、粘土矿物等。

### (2) 主要有用矿物特征

矿区的主要有用矿物有方铅矿、闪锌矿、银黝铜矿、黄铁矿、铁闪锌矿等。

①方铅矿 PbS: 铅灰色,强金属光泽,立方体自形晶、半自形晶及他形晶粒状结构。粒径0.03~1.5毫米不等。节理发育,具阶梯状断口,镜下常见黑三角形孔。方铅矿多呈浸染状、团块状、细脉状、致密块状构造。方铅矿与闪锌矿连

生。方铅矿为本区的主要载银矿物。本区方铅矿至少有两次成矿世代，常见先期形成的方铅矿被构造破坏呈角砾状而被后期生成的方铅矿胶结。

②闪锌矿  $ZnS$ ：浅黄色、黄褐色、褐黄色、黄棕色、深棕黄色；金属光泽，半自形、他形粒状结构。粒径 0.02~4 毫米；细脉状、团块状、浸染状、角砾状构造；常见与方铅矿互相包裹且与方铅矿连生；常见先期形成的闪锌矿被构造破坏呈角砾状而被后期生成的闪锌矿浸染状填隙状胶结。

③黄铁矿  $FeS$ ：浅黄铜色，自形立方晶或半自形—他形晶粒状；晶粒大小 0.05~6 毫米，部分晶粒裂隙发育，边缘常熔蚀呈港湾状、团块状、浸染状、角砾状构造，角砾大小 2~10 毫米，岩屑结构。黄铁矿亦可独立形成黄铁矿石。

④银黝铜矿  $(CuAg)_{12}(SbAg)_4S_{13}$ ：为目前矿区所见银矿物，该矿物反光镜下呈灰色，微带橄榄色，均质体。在矿石中常与方铅矿、银锑黝铜矿、淡红银矿、黄铜矿、黄锡矿共生。

⑤铁闪锌矿  $(FeZn)S$ ：颜色褐红色、暗褐色、黑褐色、粉末暗褐色，镜下为半自形晶或它形晶粒状，常呈不规则的粒状集合体和细脉沿裂隙充填分布，与方铅矿共生，常包裹毒砂、磁铁矿、黄铁矿等早期形成的矿物。嵌布粒度范围较广，一般粒径 2~0.074 毫米，最小粒径在 0.01 毫米以下，集合体粒径大于 3 毫米。

### (3) 矿石结构与构造

矿石结构主要有自形晶结构、半自形—他形晶结构、交代结构、乳滴状结构、碎裂结构、放射状结构。矿石构造主要有浸染状构造、脉状构造、块状构造、角砾状构造。

### (4) 矿石中主要有益组分、伴生组分含量及变化规律

铅锌矿石、铅锌银矿石中主要有益组分有铅、锌、银。据光谱和化学资料分析表明：本矿床含铅矿物有方铅矿、硫锑铅矿、白铅矿，铅主要赋存在方铅矿中。含锌矿物有闪锌矿、纤维锌矿、硅锌矿、铁闪锌矿，锌主要赋存在闪锌矿中。本矿区仅局部可见银黝铜矿这一银的独立矿物，银在方铅矿中的含量最高，故认为本矿区银主要赋存在方铅矿中。对于独立的黄铁矿体来说，硫主要以黄铁矿形式出现。

本次储量核实铅锌银矿体\*\*个，其平均品位  $Pb$  \*.\*\*%、 $Zn$  \*.\*\*%、 $Ag$  \*\*. \*\*g/t，属中等品位，黄铁矿体\*个，硫矿体品位  $S$  \*\*. \*\*%。伴生组分变化规

律是：

主要有益组分的含量矿化带上部含量高，相对富集，而黄铁矿中的硫含量则相反；就单个矿体而言，在走向上，南端比北端，铅、银相对好，锌相对差。在垂直方向上，上部铅、银好，锌往深部变富；铅、银关联密切，变化一致，而锌的富集中心与铅、银有所分离。

### 3、矿石类型

矿石自然类型按结构构造可分为浸染状矿石、脉状矿石、细脉浸染状矿石、角砾状矿石、致密块状矿石。矿石类型按有用组分不同可分为：铅锌矿石、铅锌银矿石、黄铁矿矿石，这些共生矿物多呈细脉浸染状、块状硫化物分布，为铅锌硫化物矿石。

矿床工业类型为脉状铅锌银矿；区内铅锌多金属矿石中矿物成分较简单，主要矿物成分有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和银黝铜矿等，矿石的结构构造不复杂；主要有用组分铅锌以硫化物形式存在。故矿区内铅锌多金属矿石均属中等品位的易选矿石。

### 4、矿体围岩与夹石

铅锌多金属矿体主要赋存于钙质角砾岩中，矿体围岩除砂卡岩型接触带矿体外主要有三类，一类矿体顶板为砂质砾岩，具硅质或钙质条带，底板为钙质角砾岩；另一类矿体的顶、底板均为钙质角砾岩；再一类矿体顶板为钙质角砾岩，底板为泥质灰岩。夹石的岩性为钙硅角砾岩。

### （四）矿产资源量

根据湖南省生态地质调查监测所于 2023 年 10 月提交，截止 2023 年 9 月，柳塘岭铅锌矿采矿许可证范围内保有资源量：

矿山保有资源量(KZ+TD)：铅锌银矿石量\*\*.\*万吨，铅金属量\*\*\*\*\*吨，锌金属量\*\*\*\*\*吨，银金属量\*\*吨。其中，控制资源量(KZ)：矿石量\*.\*万吨，铅金属量\*\*\*\*\*吨，铅品位\*.\*\*%；锌金属量\*\*\*\*吨，锌品位\*.\*\*%，银金属量\*吨，银品位\*\*.\*\*g/t；推断资源量(TD)：矿石量\*\*.\*万吨，铅金属量\*\*\*\*\*吨，铅品位\*.\*\*%；锌金属量\*\*\*\*\*吨，锌品位\*.\*\*%，银金属量\*\*吨，银品位\*\*.\*\*g/t。

保有伴生有益组分总矿石资源量为\*\*.\*万 t，铋金属量\*\*\*t、铈金属量\*\*\*\*t、镉金属量\*\*\*t、铟金属量\*t、镓金属量\*\*t、碲金属量\*\*t、铊金属量\*\*t、

金金属量\*\*\*kg。矿山累计采损伴生有益组分矿石资源量为\*\*.\*万 t，铋金属量\*\*t、铈金属量\*\*\*\*t、镉金属量\*\*t、铟金属量\*t、镓金属量\*t、碲金属量\*t、铊金属量\*\*t、金金属量\*\*kg。

### （五）生产经营状况

柳塘岭铅锌矿 2023 年生产经营情况：截止 2023 年 6 月 30 日，资产总额\*\*\*\*.\*万元，其中流动资产\*\*\*\*.\*万元，非流动资产\*\*\*\*.\*万元；负债总额\*\*\*\*.\*万元，其中流动负债\*\*\*\*.\*万元，非流动负债\*万元；所有者权益\*\*\*\*.\*万元，实现营业收入\*\*\*\*.\*万元，发生成本费用\*\*\*\*.\*万元，实现利润总额-\*\*.\*万元，净利润-\*\*.\*万元。

根据湖南省自然资源厅、湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（湘自然资规[2019]22 号）文件精神，矿山在长沙银行桂阳支行已开设了矿山地质环境治理恢复基金专户，帐号为\*\*\*\*\*，截止到 2023 年 3 月 31 日，基金专户内有余额\*\*.\*万元。

## 三、矿山开采与生态保护修复现状

### （一）矿山开采历史与现状

#### 1、矿山历史

郴州市三和有色金属有限公司桂阳县柳塘岭铅锌矿，于 2004 年 8 月 18 日经桂阳县工商行政管理局批准成立，隶属于桂阳县黄沙坪街道上银山村，法定代表人\*\*，注册资本壹亿贰仟万元整，是一家民营采矿公司，主要销售铅精矿与锌精矿。

1959 年 6 月 20 日湖南省地质局桂阳县地质队对本区南部蒋家村北的柳塘岭地段浅部氧化淋滤型锰矿体进行了普查勘探，投入了槽、井探工程，提交了《桂阳县太和公社柳塘岭锰矿普查勘探地质报告及补充报告》；1990 年至 2002 年 12 月湖南省湘南地质勘察院对柳塘矿区深部铅锌银矿体进行了普查，提交了《湖南省桂阳县柳塘矿区铅锌银矿普查报告》（湘地审字[2002]13 号），其经湖南省地质矿产勘查开发局审批备案；2004 年 4 月探矿权人郴州银海贸易有限责任公司曾委托湖南有色地质勘查局二三八队，在原普查报告的基础上，通过系统的资

料收集、综合整理，按新的规范要求重新估算了资源储量，编制了《湖南省郴州市桂阳县柳塘矿区铅锌银矿资源储量报告》（郴州市国土资储备字【\*\*\*\*】\*\*\*号，由湖南省矿产资源储量评审中心评审，湘评审【\*\*\*\*】\*\*\*号），探获铅锌银（333）矿石量储量\*\*.\*\*万吨。

矿山 2005 年始建，矿山自建矿以来至 2010 年一直在进行筹建及矿井开拓和生产探矿（坑探）阶段，所以基本没有开采，2010 年 12 月获得了由湖南省国土资源厅核发的采矿许可证，证号为 C4300002010123210102447，有效期自 2010 年 12 月 31 日至 2013 年 12 月 31 日，2011 年至 2013 年矿山进行了小规模开采活动，动用矿石量\*.\*万 t。2013 年 1 月和 2013 年 7 月，郴州市矿产开发综合服务中心承担了柳塘岭铅锌矿资源储量的核实工作，编制了《湖南省郴州市桂阳县柳塘矿区铅锌银矿资源储量报告》（湘国土资储备字【2013】135 号备案证明），累计查明资源储量：铅锌银矿总矿石量(122b+333+333 低)\*\*.\*万 t，金属量：铅\*\*\*\*t、锌\*\*\*\*t、银\*\*t；2013 年委托郴州天成勘察设计有限公司编制《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌银矿资源开发利用方案》（湘国土资储备字【2013】109 号备案证明）；于 2014 年 3 月 4 日延期取得由湖南省国土资源厅核发的采矿许可证，证号为 C4300002010123210102447，有效期至 2019 年 3 月 4 日；2018 年委托湖南省核工业地质局三 0 三大队编制了《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌银矿资源储量核实报告》（郴国土资储年报备字【2018】32 号备案证明）；于 2019 年 3 月 4 日延续了采矿权证，由湖南省自然资源厅核发，证号 C4300002010123210102447，有效期为 2019 年 3 月 4 日~2023 年 10 月 4 日，矿山范围由 5 个拐点圈定，面积为\*.\*\*\*\*\*km<sup>2</sup>，开采深度为+\*\*\*m~-\*\*\*m，开采矿种为铅矿、锌矿，综合回收银，开采方式为地下开采，开采规模为\*万吨/年。

2023 年 9 月，委托湖南省生态地质调查所编制了《湖南省桂阳县柳塘岭矿区柳塘岭铅锌矿资源储量核实报告》（湘自资储备字【\*\*\*\*】\*\*\*号），矿山保有资源量(KZ+TD)：铅锌银矿石量\*\*.\*万吨，铅金属量\*\*\*\*吨，锌金属量\*\*\*\*吨，银金属量\*\*吨。其中，控制资源量(KZ)：矿石量\*.\*万吨，铅金属量\*\*\*\*吨，铅品位\*.\*%；锌金属量\*\*\*\*吨，锌品位\*.\*%，银金属量\*吨，银品位\*\*.\*g/t；推断资源量(TD)：矿石量\*\*.\*万吨，铅金属量\*\*\*\*吨，铅品位\*.\*%；锌金属量\*\*\*\*吨，锌品位\*.\*%，银金属量\*\*吨，银品位\*\*.\*g/t；保有伴生有

益组分总矿石资源量为\*\*.\*万 t, 铋金属量\*\*\*\*t、铈金属量\*\*\*\*t、镉金属量\*\*\*\*t、铟金属量\*t、镓金属量\*\*t、碲金属量\*\*t、铊金属量\*\*t、金金属量\*\*\*kg。矿山累计采损伴生有益组分矿石资源量为\*\*.\*万 t, 铋金属量\*\*t、铈金属量\*\*\*\*t、镉金属量\*\*t、铟金属量\*t、镓金属量\*t、碲金属量\*t、铊金属量\*\*t、金金属量\*\*kg。

2024 年 1 月, 委托湖南省生态地质调查所编制了《湖湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿资源开发利用方案》(湘矿开发评字(\*\*\*\*)\*号), 设计利用资源量\*\*.\*万 t, 可采资源量\*\*.\*万 t, 推荐矿山的生产能力为\*万 t/a, 矿山服务年限为\*\*.\*年, 采矿回采率\*\*%, 贫化率\*\*%。矿山开采方式为地下开采, 采矿方法为浅孔留矿嗣后废石充填采矿法。按矿山生产能力\*万 t/a 计算, 矿山年产值为\*\*\*\*.\*万元, 每年将为国家增收各种税费\*\*\*\*.\*万元, 企业也将获得\*\*\*.\*万元的净利润。本矿山开发可为当地提供较多的就业机会, 增加当地居民收入, 支援地方经济建设, 具有良好的社会效益。

## 2、矿山开采现状

### (1) 矿山开采方式、开拓方式

采用地下开采方式; 矿井采用斜井+盲斜井开拓, 共布置有主斜井和回风两个井筒, 井下采用 3#、4#、5#、6#盲斜井延深至-230m、-305m、-440m、-500m 中段, 矿井共划分 13 个中段, 中段高度 20m 至 50m, 开拓有-45m、-90m、-139m、-185m、-230m、-265m、-305m、-342m、-378m、-420m、-440m、-470m、-500m 中段。平巷断面为三心拱, 尺寸一般为宽×高: 2.3m×2.2m。井下采用有轨运输, 矿石、废石采用 KFU0.75 型翻斗式矿车运输, 使用蓄电池电机车牵引, 通过斜井串车提升至主井口地面运出至地表矿仓、地表废石仓。

### (2) 采矿方法

设计矿房长 30~50 米, 宽度为矿体厚度, 高度为 20~50 米, 一般留有顶、底柱, 厚度 3~4 米, 底部沿矿房走向每隔 6~8 米设漏斗, 从中段运输平巷出矿。

### (3) 通风系统

矿井采用中央边界式通风方式, 机械抽出式通风方法。新鲜风流从主斜井进入井下, 通过盲斜井进入到采场, 清洗工作面后, 污风经回风天井汇至-45m 中

段回风巷，然后通过风井，由设在回风井井口的主通风机将污风抽至地表。

#### （4）供风及供水系统

供风：主斜井口安装了三台螺杆式空压机；

供水：主斜井口附近设置了 1 个高位水池，总容积约 216m<sup>3</sup>，集中供水。

#### （5）排水系统

地表排水：矿区地形坡度较大，有利于大气降水的自然排泄。为防止地表水对矿井开采的影响，采用各井口上部开挖截水沟，将大气降水引出井口两侧。

井下排水：井下排水采用多级机械排水，井下涌水经各中段排水设备及排水沟自流至各中段水仓后，经中段水仓和排水设备排至地面。井下排水经沉淀池处理后，抽排至沉淀池用于生产用水和达标后排放。

#### （6）废石（渣）排放

根据实地调查，矿山的废石部分充填采空区，其它全部被附近村民运走用于铺路等。

#### （7）污水处理

矿区建立了污水处理系统，实现雨污分流、清污分流，有效的控制了污水的排放。浓密机溢流水返回生产系统循环利用，避免了水资源的浪费；废料排至沉淀池，进行清淤集中统一处理，解决了随意处置带来的地表环境破坏。矿区生活污水与生产废水分开收集、处理，矿山建有 1 座规模为 2000m<sup>3</sup>/d，井下矿坑废水及矿石淋滤水处理站（图 1-3）、厂区初期雨水收集池。污水 100%达标排放。

图 1-3 污水处理站照片

污水处理流程见流程图：

图 1-4 污水处理流程图

(8) 选矿能力及工艺

矿山共用桂阳县合力矿业有限公司选矿厂，距离矿山约 13km，年处理能力约\*\*万吨。选矿方法：浮选，工艺流程：磨矿—浮选—浓集—过滤，根据选厂实际生产数据：铅精矿品位平均\*\*.\*%的、锌精矿品位平均\*\*.\*%的；矿石中铅回收率\*\*.\*%、锌回收率为\*\*.\*\*%，银的综合总回收率达到\*\*.\*%。

### (9) 尾矿库

矿山在用尾矿库距离矿山 13km, 位于桂阳县鹿峰街道富阳村东北面约 1100m 的天然 U 型山谷内, 为三家企业共同使用(见附件 21); 矿山使用的选厂、尾矿库责任主体均为桂阳县合力矿业有限责任公司。

桂阳县合力矿业有限责任公司尾矿库采取上游法尾砂筑坝, 坝底标高+267.5m, 坝顶标高+286.0m, 坝高 18.5m, 上、下游边坡率分别为 1:2.0、1:2.3, 总库容  $98.53 \times 10^4 \text{m}^3$ , 有效库容  $83.75 \times 10^4 \text{m}^3$ , 为五等库, 剩余库容  $57.6 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

### 3、矿山建设情况

矿区位于桂阳县黄沙坪街道, 矿权面积  $*.****\text{km}^2$ , 矿权地表规划有工业园区, 有 S214 省道及桂阳大道从矿区穿过, 有桂阳县(行政名称)城镇村及工矿用地、林地、种植园用地、耕地、交通用地、草地、水域及水利设施用地及其他土地等均有分布。

矿山地面基础设施在矿区东南部, 矿区内其他地表破坏单元为当地工业园建设及其他建设造成, 并非为柳塘岭铅锌矿建设和生产造成。柳塘岭铅锌矿矿山建设和生产现状造成的土地资源占用主要为: 工业广场、办公生活区、污水处理站、风井区及矿山公路五个单元。

### (二) 矿山开发利用方案概述

2024 年 1 月, 湖南省生态地质调查监测所编制了《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿资源开发利用方案》(湘矿开发评字(2024)6 号)。

#### 1、矿山开采储量

##### (1) 设计利用资源储量

设计利用矿产资源量为:

$$Q_S = (Q_{\text{控制}} \times 1.0 + Q_{\text{推断}} \times 0.8) = *. * \times *. * + *. * \times *. * = *. * (\text{万 t})。$$

##### (2) 可采储量

开发利用方案通过类比同采矿方法的周边同类矿山的采矿经验, 结合方案推荐的采矿方法推荐本矿回采率为 89%, 采矿损失率为\*\*%, 采矿贫化率为\*\*%, 可采资源储量 ( $Q_k$ ) 为:

$$Q_k = (Q_S - P) \times \eta = (**. *-*) \times **\% = *. * (\text{万 t})$$

## 2、矿山开采方式

根据该矿山的地质情况，矿体埋深及矿体形态综合考虑，确定该矿山开采方式采用斜井+盲斜井开拓方式。

## 3、采矿方法

(1) 采矿方法选择：保证回采过程中安全和作业条件良好的前提下，尽量提高生产能力，提高生产效率、提高矿石回收率、提高出矿品位减小贫化率，降低生产成本。根据矿体赋存条件，考虑保护地表环境的需要，地表不允许陷落，设计不考虑崩落法。矿山开采矿体主要为薄~中厚矿体，平均厚度\*.\*m，平均倾角\*\*°，根据矿体赋存的地质特征、开采技术条件，设计考虑采用浅孔留矿嗣后废石充填采矿法。

(2) 开采顺序：矿山范围内主要矿体为 I 号铅锌矿体，设计先开采 I 号矿体-185m、-230m 中段。

同一矿体内开采顺序总体要求为：自上而下的开采原则，先采上中段，后采下中段；相邻二个中段同时回采时，上中段的超前距离应大于下中段 1~2 个矿块的长度。上中段采完开采下中段时，应及时封闭上中段不再利用的井巷。中段内采用后退式回采。

(3) 开采技术参数：

1) 矿块布置参数：矿块沿走向布置，阶段高度 20~50m，水平长度 30~50m，矿房宽度为矿体水平厚度，顶柱高度为 3m，底柱高 3m，间柱宽度 5m，在采场两侧设一个漏斗。矿房内根据顶板围岩情况留设点柱。

2) 采准切割：采准切割工程主要有采场沿脉平巷、通风人行上山、采场联络巷、放矿漏斗和拉底巷等。运输平巷沿脉掘进，采准天井布置在矿房两端间柱中，规格为 2.0m×2.0m。在采准天井内每隔 6m 掘断面为 2.0m×2.0m 的联络道通往采场，以便于人员、设备、材料、风水管和新鲜风流进入矿房。采场两端的人行联络道应错开布置。拉底巷布置在漏斗口上部，拉底高度一般为 2.0m，宽度为矿体厚度，以利于形成补偿空间和矿石下放。斗颈规格为 2.0m×2.0m。掘进顺序为先掘拉底巷，再掘漏斗，漏斗连通拉底巷后，然后把拉底巷扩帮成拉底层。

3) 回采工艺: 采准切割工程完成后自下而上分层回采。分层高度 2~2.5m, 回采工作面多为梯段布置。其工艺过程有凿岩、装药、爆破、通风、松石处理、放矿、平场和破碎大块等作业工序。

4) 采空区管理: 矿房开采完后采用废石充填, 未采取充填措施的情况下不对顶柱、底柱及间柱进行回收, 充填处理后的采空区基本以封闭方式进行处理, 及时采用密闭隔离墙封闭进入采空区的通道, 使其隔绝采空区, 并在底部预留泄水孔。同时还应加强采空区日常管理及监测, 消除安全隐患, 确保矿山开采安全。

#### (4) 回采率

矿山采矿回采率为\*\*%;

贫化率为\*\*%;

损失率\*\*%。

### 4、生产规模、服务年限及产品方案

(1) 矿山生产规模: 本方案推荐矿山生产规模为\*. \*万 t/a。

(\*) 服务年限: 方案计算矿山的 service 年限为\*. \*年。

### 5、矿山开拓、运输方案

#### (1) 矿山开拓

##### 1) 矿山开拓方式的确定

矿山为生产矿井, 采用斜井+盲斜井联合开拓方式, 布置有主斜井和回风两个井筒, 井下采用 3#、4#、5#、6#盲斜井延深至-230m、-305m、-440m、-500m 中段, 已经形成完整的生产系统。本次方案沿用原有的开拓系统, 不进行方案比选, 采用斜井+盲斜井联合开拓方式。

主斜井: 用作全矿人员、矿石、废石运输巷道, 兼作进风井及安全出口。

回风斜井: 用作回风通道, 兼作安全出口。

3#盲斜井、4#盲斜井、5#盲斜井、6#盲斜井: 用作人员、矿石、废石、材料运输井, 兼作进风井及中段安全出口。

3#盲斜井已布置有-90m、-139m、-185m、-230m 中段, 4#盲斜井已布置有-265m、-305m 中段, 5#盲斜井已布置有-342m、-378m、-420m、-440m 中段, 6#盲斜井已布置有-470m、-500m 中段。

设计利用-45m、-90m、-139m、-185m、-230m、-265m、-305m、-342m、-378m、

-420m、-440m、-470m、-500m 各中段平巷，-45m 中段平巷作为总回风巷，相邻中段之间布置回风行人天井联通，各中段有主（盲）斜井、回风行人天井作为中段的两个安全出口，并同通往地面的安全出口相通。

## 2) 中段划分

根据矿山现有中段划分情况以及各矿体形态特征、地表地形条件及所选用的采矿方法等因素综合确定矿区划分为-45m、-90m、-139m、-185m、-230m、-265m、-305m、-342m、-378m、-420m、-440m、-470m、-500m 中段。

## 3) 矿井通风

矿井通风方式为中央边界式，通风方法为机械抽出式。

主要通风线路如下：

新鲜风：主斜井→-45m 中段运输巷→盲斜井→中段运输巷→采场。

污风：回风天井→中段平巷→通风人行上山→回风天井→回风井→地表。

## 4) 矿山排水

井下排水采用多级机械排水，在-45m 中段、-230m 中段、-440m 中段、-500m 中段分别设置水仓和泵房，-440m 中段、-500m 中段涌水排至-230m 中段水仓，-230m 中段涌水先排至-45m 中段水仓，再排至地面。井下排水经沉淀池处理后，抽排至沉淀

## 5) 压风系统

目前主斜井井口附近设置了空压机站，安装了三台螺杆式空压机，其中 1 台 0G-250S 型螺杆式压风机，排气量为  $42\text{m}^3 / \text{min}$ ，工作压力为 0.7MPa，配 Y2-355M-2 型 250KW 的电机；1 台 JN220-47/8-II 型螺杆式压风机，排气量为  $47\text{m}^3 / \text{min}$ ，工作压力为 0.8MPa，配 Y2-355M-2 型 220KW 的电机；1 台 LG-10.5/8G 型螺杆式压风机，排气量为  $10.5\text{m}^3 / \text{min}$ ，工作压力均为 0.8MPa，配 55KW 的电机。矿山井下压风管路主管采用  $\Phi 120 \times 4$  的无缝钢管，分管采用  $\Phi 89 \times 3.5$  的无缝钢管，支管采用  $D28 \times 2.5$  的钢管对用风地点供风，可满足矿山生产和压风自救的需要。池用于生产用水和达标后排放。

## (2) 运输方案

各中段开采的矿石经漏斗装矿→各中段运输平巷（电机车）→盲斜井→-45m 中段运输平巷→主斜井→地面堆矿场→原矿由汽车经矿山公路运往选厂。

图15 采掘工程设计平面图

图 1-6 开拓系统纵投影图

图1-7 柳塘岭铅矿22号勘探剖面图

## 6、选矿流程及技术指标

- 1) 选矿方法为：浮选。
- 2) 工艺流程为：磨矿—浮选—浓集—过滤（见图 1-8）。

图 1-8 选矿流程图

### 3) 选矿技术指标：

矿山铅锌金属矿石中矿物成分较简单，主要矿物成分有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿和银黝铜矿等，矿石的结构构造不复杂；主要有用组分铅锌以硫化物形式存在。故矿区内铅锌多金属矿石均属中等品位的易选矿石。矿山选矿现状指标：平均选矿入选品位铅\*. \*\*%、锌\*. \*\*%，精矿品位铅\*\*. \*\*%、锌\*\*. \*\*%；铅回收率\*\*. \*\*%、锌回收率\*\*. \*\*%，银的综合回收率\*\*. \*\*%。开发利用方案推荐铅回收率指标：\*\*. \*\*%，锌回收率指标：\*\*. \*\*%，银综合回收率\*\*. \*\*%。选矿工艺流程简单，回收率高，属易选矿石。选矿后获得的产品其质量可达国标。

## 7、尾矿库选址

矿山在用尾矿库距离矿山 13km, 位于桂阳县鹿峰街道富阳村东北面约 1100m 的天然 U 型山谷内, 为三家企业共同使用(见附件 21); 矿山使用的选厂、尾矿库责任主体均为桂阳县合力矿业有限责任公司。

桂阳县合力矿业有限责任公司尾矿库采取上游法尾砂筑坝, 坝底标高+267.5m, 坝顶标高+286.0m, 坝高 18.5m, 上、下游边坡率分别为 1:2.0、1:2.3, 总库容  $98.53 \times 104 \text{m}^3$ , 有效库容  $83.75 \times 104 \text{m}^3$ , 尾矿库为五等库, 剩余库容  $57.6 \times 104 \text{m}^3$ 。开发利用方案设计尾砂排放量为 36.6 万  $\text{m}^3$ , 选矿尾砂全部输送到尾矿库, 尾矿库库容满足生产需要。

### (三) 矿山生态保护修复实施情况

#### 1、以往方案编制及执行情况及其与本方案的接续关系

矿山于 2020 年通过了《湖南省郴州市三和有色金属有限公司桂阳县柳塘岭铅锌矿绿色矿山建设方案》, 矿山投入大量资源进行了绿色矿山建设, 取得了较好的成效, 绿色矿山建设达标, 纳入了第湖南省第一批绿色矿山名录库, 于 2020 年 9 月 14 日进行了公告(湖南省自然资源厅公告 2021 年第 11 号)。

2013 年 11 月委托湖南天源国土资源勘查有限公司编制了《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿矿山地质环境保护与治理恢复(含土地复垦)方案》, 按照 2013 年矿山地质环境保护与治理恢复(含土地复垦)方案及 2020 年绿色矿山建设方案要求进行了生态保护修复工作, 于 2023 年 7 月编制《郴州市三和有色金属有限公司桂阳县柳塘岭铅锌矿矿山生态保护修复分期验收报告》(2019 年 3 月~2023 年 7 月)并通过了分期验收, 生态保护修复工作取得了较好的效果。

根据现场调查及上述报告矿山生态保护修复措施有: 对矿区内不再利用的区域进行土地复垦工作; 在矿区内完善排水系统, 规范矿区内废水排放; 在矿区内修建挡墙, 消除安全隐患; 对矿区内水体质量采取监测措施; 在矿区内设置标识标牌, 修建安全防护墙; 矿山生态问题得到了较好的治理修复。

报告及方案中认为矿业活动存在的主要生态环境问题为矿山为地下开采, 矿山开拓最低标高已达-500m, 采空面积大, 需加强对已采空区和未来采空区岩移动范围内的地面及附属建筑进行监测, 发现地面变形及建筑物受损, 及时采取有效措施, 确保居民生命和财产安全。

上述方案及报告为本次方案编制提供矿山生态问题识别及诊断方向以及侧

重点。

## 2、矿山已开展的生态保护修复工程现状

本次现场调查，矿山编制了绿色矿山建设方案，按照绿色矿山建设要求，设置了标志标牌、安全防护墙等生态保护工程；对矿区周边进行了绿化，对矿山占损土地进行了复垦；通过修建沉淀池及排水沟对区内水资源水生态进行了修复；通过对主井口旁边坡、废石堆修建浆砌片石挡墙，消除了崩塌滑坡地质灾害隐患；对区内水土环境进行定期监测。矿山生态环境得到了改善，取得了较好的成效。矿山已采取生态保护修复措施如下：

### (1) 生态保护工程

#### 1) 标识标牌

本验收期内矿山在矿区内新设生态环境保护警示标示，矿山坚定走生态优先、绿色发展之路，把生态环境保护工作摆在更加突出的位置，为引导引导矿山职工牢固树立绿色发展、生态保护理念，2022年5月矿山在矿区内新增设置了较完善的生态保护宣传、警示标语9处，每处警示标语平均费用约0.5万元，共投入费用约4.5万元，既有效引导教育了矿山职工，又美化亮化了矿区环境，较好的保护了矿区生态环境。

图 1-9 矿山增设标志标牌

#### 2) 安全防护墙

矿山于2022年3月在矿区设置了安全防护墙，砖砌结构，水泥抹面，长度约1000m，综合单价按200元/m，投入资金约20.0万元。该工程的实施为矿区人员及车辆起到了一定的安全防护作用。

图 1-10 矿山新建防护墙及大门

## (2) 水生态水环境修复工程

矿山于 2020 年 3 月至 2022 年 4 月在主井口、风井口道路旁修建了排水沟，截面 0.4\*0.4m，长度约 1430m（包括涵管约 380m），其中截排水沟综合单价按 120 元/m，涵管综合单价按 300 元/m，共计投入资金约 24.0 万元。

矿山于 2020 年 3 月至 2022 年 5 月修建了沉淀池 3 处，并与矿山大门右侧的 3#沉淀池处修建了污水处理站，污水处理站沉淀池 30m\*20m\*2m，矿区废水在经过污水处理站处理达到排放标准后进行外排，共计投入资金约 87.4 万元。矿山沉淀池外排水每月进行自检，县环保局不定期抽检，外排水经检验均达到排放标准。

上述工程的实施完善矿区内排水系统，确保了矿区内排水及沉淀池的正常运行，保护了区内水生态环境。

图 1-11 矿山污水处理站

### (3) 矿山土地复垦工程及效果

矿山于 2022 年 4 月对工业广场、办公区、主井口旁闲置区域复垦绿化，种植桂花树、红叶石楠并撒播混合草籽，共复垦绿化面积  $0.337\text{hm}^2$ ，共计投入资金约 27.9 万元。总体绿化效果较好，现阶段主要对绿化区域进行管护，保障植被存活率，投入资金约 2.0 万元。

图 1-12 已复垦区

#### **(4) 地质灾害隐患消除工程及效果**

矿山于 2019 年 5 月至 2020 年 5 月对主井口旁边坡、废石堆修建浆砌片石挡墙，挡墙长约 77m，共计投入资金约 12.7 万元，该项工程的实施对维护边坡、废石堆的稳定性起到了较好的效果。

图 1-13 井口废石堆旁浆砌石片石挡墙

#### **(5) 矿山生态环境监测工程及效果**

本验收期内矿山除在矿区内完善废水治理系统，较好的保护了矿区生态环境，除以上生态环境保护工程外，矿山组织对矿区内生态环境进行监测，委托专业检测机构对矿区内排放废水、矿区周边地表水体、地下水质量取样化验检测，检测频率为每月一次，较好的保护了矿区内水生态环境。2022 年委托检测费用约 4.0 万元。2022 年 5 月矿山委托中介机构对风井口沉淀池、矿山污水处理站沉淀池及下游河道 3 个断面的水质进行了水质取样检测，检测结果如下：

表 1-4 风井口沉淀池

监测时间	水温 ℃	PH	悬浮物 mg/L	高锰酸盐 指标 mg/L	化学需氧量 mg/L	五日生化需氧量 mg/L	氯化物以 CL计 mg/L	全盐量 mg/L	蛔虫卵数 个/10L	铜 mg/L	锌 mg/L
6月12日	16	6.8	16	2.5	48	17.6	0.08	83	ND	ND	ND
评价标准	≤35	5.5-8.5	≤100	≤10	≤200	≤100	≤350	≤1000	≤20	≤1.0	≤2.0
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 1-4 风井口沉淀池

监测时间	氟化物以 F计 mg/L	硒 mg/L	砷 mg/L	汞 mg/L	镉 mg/L	六价铬 mg/L
6月12日	0.099	ND	ND	ND	ND	ND
评价标准	≤0.5	≤0.02	≤0.1	≤2.5	≤0.01	≤0.1
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 1-4 风井口沉淀池

监测时间	铅 mg/L	氰化物 mg/L	挥发酚 mg/L	石油类 mg/L	阴离子表面活性剂 mg/L	硫化物 mg/L	粪大肠菌落 个/L
6月12日	ND	ND	ND	ND	0.05	ND	790
评价标准	≤0.2	≤0.5	≤1	≤10	≤8	≤1.0	≤40000
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

表 1-5 污水处理站沉淀池

监测时间	水温 ℃	PH	悬浮物 mg/L	高锰酸盐 指标 mg/L	化学需氧量 mg/L	五日生化需氧量 mg/L	氯化物以 CL <sup>-</sup> 计 mg/L	全盐量 mg/L	蛔虫卵数 个/10L	铜 mg/L	锌 mg/L
6月12日	16	6.2	9	1.6	26	10.7	111	51	ND	ND	ND
评价标准	≤35	5.5-8.5	≤100	≤10	≤200	≤100	≤350	≤1000	≤20	≤1.0	≤2.0
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 1-5 污水处理站沉淀池

监测时间	氟化物以 F <sup>-</sup> 计 mg/L	硒 mg/L	砷 mg/L	汞 mg/L	镉 mg/L	六价铬 mg/L
6月12日	0.181	ND	ND	ND	ND	ND
评价标准	≤0.5	≤0.02	≤0.1	≤2.5	≤0.01	≤0.1
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 1-5 污水处理站沉淀池

监测时间	铅 mg/L	氰化物 mg/L	挥发酚 mg/L	石油类 mg/L	阴离子表面活性剂 mg/L	硫化物 mg/L	粪大肠菌落 个/L
6月12日	ND	ND	ND	ND	0.05	ND	1100
评价标准	≤0.2	≤0.5	≤1	≤10	≤8	≤1.0	≤40000
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

表 1-6 下游河道

监测时间	水温 ℃	PH	悬浮物 mg/L	高锰酸盐 指标 mg/L	化学需氧量 mg/L	五日生化需氧量 mg/L	氯化物以 CL计 mg/L	全盐量 mg/L	蛔虫卵数 个/10L	铜 mg/L	锌 mg/L
6月12日	16	6.4	10	3.1	63	24.0	105	74	ND	ND	ND
评价标准	≤35	5.5-8.5	≤100	≤10	≤200	≤100	≤350	≤1000	≤20	≤1.0	≤2.0
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 1-6 下游河道

监测时间	氟化物以 F计 mg/L	硒 mg/L	砷 mg/L	汞 mg/L	镉 mg/L	六价铬 mg/L
6月12日	0.156	ND	ND	ND	ND	ND
评价标准	≤0.5	≤0.02	≤0.1	≤2.5	≤0.01	≤0.1
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

续表 1-6 下游河道

监测时间	铅 mg/L	氰化物 mg/L	挥发酚 mg/L	石油类 mg/L	阴离子表面活性剂 mg/L	硫化物 mg/L	粪大肠菌落 个/L
6月12日	ND	ND	ND	ND	0.06	ND	940
评价标准	≤0.2	≤0.5	≤1	≤10	≤8	≤1.0	≤40000
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

水质达到了《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）水质标准。满足林地用水的需求。

经走访、调查当地村民，并召开当地村民座谈会，认为现状条件下矿山采取

以上生态保护修复工程及监测工程后，矿山开采所造成的生态问题对矿区周边人居环境的生产生活影响较小。

综上所述，矿山投入大量资源进行了绿色矿山建设，取得了较好的成效，绿色矿山建设达标，纳入了第湖南省第一批绿色矿山名录库；于 2023 年 7 月通过了分期验收，生态保护修复工作取得了较好的效果。已采取的保护修复措施有：对矿区内不再利用的区域进行土地复垦工作；在矿区内完善排水系统，规范矿区内废水排放；在矿区内修建挡墙，消除安全隐患；对矿区内水体质量采取监测措施；在矿区内设置标识标牌，修建安全防护墙。总计投资约 182.5 万元（详见表 1-7）。

为保证在矿山在今后开采的过程中和闭坑后其生态系统能够长久、可持续地维持下去，矿山要对矿山水、土、植被、地质灾害情况进行监测。矿山应严格按照“边生产边治理”的原则，高度重视地质环境保护与恢复治理，对造成破坏的土地资源在停止使用后及时复垦复绿。

表 1-7 本验收期内矿山生态保护修复工程及费用统计表

工程类别	分项工程	实施时间	工程量	投资额 (万元)	生态保护 修复成效
生态保护工程	标识标牌(处)	2022年5月	9	4.5	良好
	安全防护墙(m)	2022年3月	1000	20.0	良好
水生态水环境 修复工程	沉淀池(个)	2020年3月至 2022年5月	3	87.4	良好
	排水沟(m)	2020年3月至 2022年4月	1050	12.6	良好
	涵管(m)	2020年3月至 2022年4月	380	11.4	良好
土地复垦	林地(公顷)	2022年4月	0.337	27.9	良好
矿山地质灾害 隐患消除	挡墙(m)	2019年5月至 2022年5月	77.1	12.7	良好
监测工程(处)	水生态水环境监测	2022年	1	4.0	良好
其他工程	管护工程	2022年	1	2.0	良好
费用合计				182.5	

## 第二章 矿山生态环境背景

### 一、自然地理

#### (一) 气象

本区属亚热带湿润季风气候，其特点是气候温暖，四季分明，热量充足，雨水集中，春温多变，夏秋多旱，严寒期短，暑热期长。根据桂阳县气象站 1990 年至 2020 年气象资料，多年统计气象参数如下：

年平均气温：17.8℃；

冰冻持续日数在 14.7 天左右，最大积雪深度为 22cm；

多年平均降水量为：1385.3mm；

月最大降水量：585.2mm（1989 年 8 月）；

日最大降水量：327mm（1999 年 8 月 1 日）；

小时最大降雨量：43.6mm/h（2006 年 7 月 15 日）；

月最小降水量为 0.9mm(1987 年 12 月)；

多年平均降水日为 166 天；

主要降雨期每年 4~9 月，占全年降水量 70.94%；

年蒸发量：1493.0mm；

区内夏季多东南风，冬季多东北风。

#### (二) 水文

矿区属湘江流域耒水水系舂陵河一级支流官溪河二级支流，河流溪沟较为发育，主要常年性水流河谷有官溪河及支流，官溪河是桂阳县第二大河流，发源于太和乡神塘墟附近，流域面积较大，自南向北流经矿区东侧，相距 600-1000m。河流宽度在 20—40m 之间，最大深度约 4.m。据当地水文资料，官溪河平均年径流量 2.84 亿立方米，平均流量约 9.2m<sup>3</sup>/s，枯水期最小流量约 3.6m<sup>3</sup>/s，雨季最大流量约 38m<sup>3</sup>/s,水化学类型是 HC03-Ca·Mg 型。官溪河矿区河床最低标高 226m，可视为当地最低侵蚀基准面。

矿区范围内地表水系较发育，主要有金狮溪及零星水塘。金狮溪属官溪河支流，发源于图区西南部外侧的金狮岗一带,自西向东流经矿区后汇入官溪河，溪沟宽度 0.5-1.2m,深度 0.5m 左右。一般流量 0.3m<sup>3</sup>/s,雨季最大流量 1.1m<sup>3</sup>/s，旱季有断流现象。

矿区内及附近共见有大小水塘 20 多处，面积 400-1000m<sup>2</sup>，容积在 600-2000m<sup>3</sup> 之间，主要水源为大气降水，枯季无水。

图 2-1 矿山水系图

### （三）地形地貌

矿区处于南岭中段北缘，低矮山丘陵地形，属构造侵蚀低山丘陵地貌，地势总体为南高北低，海拔标高在+226.0~+365.2m 之间，最高点为南部山包，海拔标高+365.2m，最低点位于东部官溪河谷，海拔标高+226.0m，最大相对高差为 139.2m 左

右。地形切割较为强烈，地形坡度在 10~30° 之间，冲沟较发育，有利于地表水的排泄。区内植被发育，灌木杂草丛生，生长茂盛，局部基岩裸露，植被覆盖率达 75%以上，主要为灌木以及零星分布杂木。

照片 2-2 矿区周边地形地貌远观图

## 二、地质环境

### (一) 地层岩性

#### 1、地层

矿区出露地层为石炭系下统~二叠系上统的浅海相碳酸盐和碎屑岩。现将各地层分述如下：

##### (1) 石炭系下统石磴子组 (C<sub>1s</sub>)

地表仅出露于矿区南部。上部为深灰~灰黑色，中厚层~厚层状生物屑泥晶灰岩、粒屑泥晶灰岩、泥质灰岩及白云质灰岩，层间夹紫灰色薄层泥灰岩或钙质页岩，层理清晰，含燧石条带状或团块；中部为灰~深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩、泥质灰岩，厚~巨厚层状，层理不清晰，本段地层含钙质角砾岩两层，均见有铅锌矿，铅锌矿体附近岩石褪色化明显，呈灰白色；下部为深灰~灰黑色中厚层状生物屑亮晶灰岩，薄层状泥灰岩、钙质页岩。局部受热力影响蚀变为灰白色大理岩、大理岩化灰岩。本层厚度>200 米。

##### (2) 石炭系下统测水组 (C<sub>1c</sub>)

出露于矿区西部和南部。岩性主要为粉砂岩、粉砂质泥岩、中细粒石英砂岩、炭质灰岩。下部见有一层鲕粒状泥质粉砂岩，鲕粒由同心圆层的黏土矿物组成。该地层中常见夹 1~4 层灰岩透镜体，单层厚 0.1~0.7 米。深部受热力影响常形成绢云母化

粉砂岩、浅变质石英砂岩，近岩体接触带常出现角岩化蚀变。厚度 80~100 米。

(3) 石炭系下统梓门桥组 (C<sub>1z</sub>)

主要出露于矿区中部，在西北部和南东部有少许出露。上部岩性主要为深灰色微晶白云岩，夹少量细晶白云岩；下部岩性主要为中细晶夹微晶白云岩。局部夹数层厚 0.08~0.30 米的泥岩。地表岩石风化面呈暗灰色并具刀砍状。厚度 130~143 米。

(4) 石炭系中上统壶天群 (C<sub>2+3ht</sub>)

出露于矿区中部、东部。上部主要为灰色浅灰色，局部肉红色的中粗晶白云岩夹白色中细晶白云岩；中部主要为灰白色浅灰色中细晶、细晶粉晶白云岩；下部为灰白色浅灰色细晶粉晶白云岩，局部夹中晶白云岩。该地层岩石质较纯，白云石含量一般达 96~99%。厚度大于 400 米。

(5) 二叠系下统栖霞组 (P<sub>1q</sub>)

出露于矿区北东部。岩性主要为灰色，深灰色厚层状灰岩、含碳泥质生物屑灰岩，中下部夹中厚层状白云质灰岩，以含燧石结核和条带为特征。厚度 70~90 米。

(6) 二叠系下统孤峰组 (P<sub>1g</sub>)

仅出露于矿区北东部。上部岩性主要为灰黑色含锰硅质岩。夹薄层硅质页岩；下部岩性主要为炭质页岩、钙质页岩、含硅质泥岩，底部夹泥质灰岩。厚度 27~56 米。

(7) 二叠系上统龙潭组 (P<sub>2l</sub>)

仅出露于矿区北东角。上部为薄层粉砂岩、页岩、石英砂岩、粉砂质页岩及炭质页岩，夹 1~4 层煤；中下部为粉砂质页岩、炭质页岩、粉砂岩夹石英砂岩，厚度约 400 米。

表 2-1 柳塘岭矿区地层表

界	系	统	群	组	段	代号	厚度 (m)	岩性特征
上古生界	二叠系	上统		龙潭组		P <sub>2l</sub>	307	上部为灰色薄层粉砂岩、石英砂岩夹浅灰色粉砂质页岩及少量黑色炭质页岩，见无烟煤 1—4 层。下部为灰黑色粉砂质页岩、石英砂岩、炭质页岩夹粉砂岩，产大羽羊齿、菊石等化石。
				当冲组		P <sub>1d</sub>	22~56	灰色、灰黑色薄层、中层状砂质页岩、钙质页岩、炭质泥岩、泥灰岩、上部产蜓、腕足、菊石等化石。
		下统		栖霞组		P <sub>1q</sub>	70~90	深灰—灰黑色厚层状生物碎屑灰岩夹白云质灰岩，中下部含燧石结核及条带，产蜓化石。

上 古 生 界	石 炭 系	中 上 统	壶 天 群		$C_{2+3ht}$	540	上部为灰白色、灰色中厚层状生物屑泥质灰岩，中粗晶白云岩，偶见燧石结核，产蜓及珊瑚化石。下部为灰白色块状细—粗晶白云岩。
				下 统	梓 门 桥 组	$C_{1z}$	115~ 143
		测 水 组	$C_{1c}$		50~ 100	灰色石英砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩，黑色炭质泥岩等，局部夹1-2层劣质煤，常见夹灰岩透镜体。	
		石 磴 子 组	$C_{1s}$		>230	灰色、深灰色薄层至中厚层状灰岩，生物碎屑灰岩，夹灰质、泥质灰岩，产珊瑚、腕足类化石。	

## (二) 地质构造

1、褶皱：自西向东主要有候家向斜，蒋家倒转背斜，氮肥厂向斜等。是区内III级短轴褶皱构造。

(1) 候家向斜：位于矿区西部。背斜走向北东  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，西翼正常，东翼被F69走向断层破坏。核部出露地层为石炭系中上统壶天群，西翼依次为石炭系下统石磴子组，测水组和梓门桥组，东部地层不完整，西翼地层倾向  $100 \sim 200^{\circ}$  度，倾角  $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。

(2) 蒋家倒转背斜：位于矿区中南部。背斜走向北东  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，为向北倾伏的倒转背斜。核部地层为石磴子组灰岩，两翼分别受F69和F26走向断层切割，地层出露不完整。该背斜在南部发生倒转，西倒东倾，在北部属正常背斜。南部倒转翼（西翼）地层倾角  $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，北部西翼西倾，倾角  $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，整个背斜东翼东倾，倾角  $25^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。该背斜在南北分别被F68和F46断层错断。矿区隐伏斑状花岗岩和隐伏铅锌银矿体主要受该背斜控制。

(3) 氮肥厂向斜：位于矿区东部。向斜轴向北东南  $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。向斜核部地层为壶天群白云岩。西翼为梓门桥组白云岩和测水组砂页岩。向斜东西两翼分别遭F27和F26切割，而在南北部又分别被F68和F46破坏，使其形态复杂。向斜东西两翼分别向西向东倾斜，倾角约为  $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。该向斜向南扬起，向北倾伏。

2、断裂：矿区断裂构造十分发育，主要有两组，一组为走向北北东，另一组为走向北西西。两组构造在矿区构成“井”字形，具有活动时间长、构造规模大、切割地层深、控岩控矿的特点。各断裂的特征详见表2-2。

### (1) 北东向断层组

北东向断层主要有 F<sub>69</sub>、F<sub>26</sub>、F<sub>67</sub>、F<sub>66</sub>、F<sub>0</sub>、F<sub>3</sub> 等 6 条，其中 F<sub>69</sub>、F<sub>26</sub>、F<sub>67</sub>、F<sub>66</sub> 出露地表，F<sub>0</sub>、F<sub>3</sub> 隐伏于沉积盖层之下。其中 F<sub>26</sub>、F<sub>67</sub>、F<sub>66</sub>、F<sub>0</sub>、F<sub>3</sub> 剖面上呈向东凸起的弧形；断层上部倾向南东，表现为逆冲断层，断层下部倾向北西，表现为正断层。F<sub>69</sub> 为逆冲断层。

### (2) 北西向断层组

北西向断层主要有 F<sub>46</sub>、F<sub>68</sub>、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 等 4 条，其中 F<sub>46</sub>、F<sub>68</sub> 横贯矿区为平推正断层；F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 为正断层，产于基底石磴子组中。北西向一般呈 300m 左右的间隔等间距出现，切穿北东向断层，使矿区构造构成“井”字形。

表 2-2 柳塘岭矿区断裂构造一览表

序号	断层编号	断层性质	断距(m)	规模			产状	充填物	备注
				走向长	倾向延伸	宽			
1	F <sub>69</sub>	逆冲断层	150~350m	3000m	-500m 标高以下	0.2~2.5m	走向 10~20° 倾角 40~60°。	构造角砾岩	不含矿、控岩且穿层，被北西向构造错断。
2	F <sub>26</sub>	上部逆冲，下部正断层	60m	3600m	-500m 标高以下	2~10m	南段走向 10°，中段走向 30°，北段中段走向 160°；上部倾向东，下部倾向西。	构造角砾岩	不含矿、穿层，被北西向构造错断。
3	F <sub>66</sub>	上部逆冲，下部正断层	60m	1400m	-200m 标高以上	0.5~14m	南段走向 10°，中段走向 30°，北段中段走向 160°；上部倾向东，下部直立。	构造角砾岩	不含矿、控岩且穿层，被北西向构造错断。
4	F <sub>67</sub>	上部逆冲，下部正断层	60m	1000m	-500m 标高以下	2~10m	南段走向 10°，中段走向 30°，北段中段走向 160°；上部倾向东西，下部倾向西。	构造角砾岩	不含矿、穿层，被北西向构造错断。
5	F <sub>0</sub>	上部逆冲，下部正断层	60m	1000m	-200m 标高以上	2~10m	南段走向 10°，中段走向 30°，北段中段走向 160°；上部倾向东，下部直立。	构造角砾岩	不含矿、穿层，被北西向构造错断。
6	F <sub>3</sub>	上部逆冲，下部正断层	60m	1000m	-500m 标高以下	2~10m	南段走向 10°，中段走向 30°，北段走向 160°；倾向西，下部直立。	构造角砾岩	不含矿、控岩且穿层，被北西向构造错断。
7	F <sub>46</sub>	平推正断层	60m	2500m	-500m 标高以下	3.3m	走向 270°~290° 倾向北东 10°~20°，倾角较陡，约为 65°~80°。	构造角砾岩	有脉岩充填
8	F <sub>68</sub>	平推正断层		2000m					
9	F <sub>1</sub>	正断层	60m	700m	-500m 标高以下	2~10m	走向 270°~290° 倾向北东 10°~20°，倾角较陡，约为 75°~85°。	无充填物或少量构造角砾岩	
10	F <sub>2</sub>	正断层	60m	700m					

### （三）岩浆岩

区内岩浆活动频繁，主要为燕山早期第二阶段酸性浅成、超浅成侵入体。地表出露 6 个花岗斑岩小岩体，分布于矿区中部，呈近东西向展布。

矿区深部有隐伏花岗斑岩岩体，整体往北东倾伏，在-342 中段至-90 中段呈近圆柱体状展布，在-45 中段未见其出露，在-139 中段其横截面约 1.3 万平方米（图 2-3）。在矿区南部的 ZK3801、ZK3001 中分别见到隐伏辉绿玢岩岩脉。脉宽 0.6~25 米。

通过对本区的岩浆岩化学成分的测定，地表花岗斑岩属弱酸性铝过饱和富钾岩石，隐伏花岗斑岩属酸性铝过饱和和低钠富钾岩石。花岗斑岩和隐伏花岗岩中微量元素 Cu、Pb、Zn、W、Mo、Bi、As、Sb、Ag 等大大超过维氏值，表明成矿元素在岩浆岩中富集，亦说明本区成矿与隐伏花岗斑岩关系密切。

图 2-3 矿区地质构造示意图

### （四）变质作用与围岩蚀变特征

区内地表岩石变质作用和围岩蚀变都不强，深部岩石变质作用和围岩蚀变则多种多样。

1、变质作用：随着岩浆侵入，深部岩石受热力影响，岩石发生大理岩化，砂页

岩发生了黑云母和角闪化。与矿体较为密切的是大理岩化，发育在矿体旁侧。主要矿物成分为方解石、白云石，自形、半自形等轴粒状变晶结构。

2、围岩蚀变：矿区深部围岩蚀变也不强。气成热液阶段主要有矽卡岩化、云英岩化；矽卡岩化主要分布于隐伏斑状花岗岩的上下盘接触带，主要矿物有石榴石、符山石、绿帘石。云英岩化在斑状花岗岩前锋部位及接触带，呈脉状、团块状产出。

中低温热液阶段围岩蚀变主要有硅化、萤石化等。硅化常见于矿体及其围岩中；萤石化在铅锌矿体中可见，呈填隙状、脉状产出，在围岩中则呈小团块状或细脉状。

一个值得注意的现象是：白云石化、方解石化、绢云母化、粘土化等浅色蚀变，在矿体周围叠加出现，常形成一个复杂的蚀变圈带。

## （五）土壤

### 1、耕地（旱地）土壤

矿山内无耕地，矿区周边耕地主要分布于矿山大门南东侧冲沟中，主要为旱地。耕地土壤类型主要砂壤土，该土层厚度约 1~3m，可分为耕作层、犁底层、心土层、底土层（母质层）四层。

其中耕作层（表土层）为黄褐色粘壤土，有机质含量高，疏松多孔，土层厚度因地形而异，厚度一般为 30~50cm，平均厚度为 35cm，pH 值 6.5 左右，土壤物理性较好，疏松易耕；土壤肥力较高，平均有机质含量 2.24%、碱解氮 110ppm、速效磷 3ppm、速效钾 91ppm，质地为砂壤或壤土；犁底层位于耕作层之下，颜色较耕作层浅，厚度 20~40cm，土层紧实；心土层位于犁底层以下，厚度 15~30cm，黄褐色较紧实，通透性差，砾石含量 20~40%，粒径 5~2cm；底土层（母质层）厚度 10~100cm，位于土体的最下部，由含砾砂壤土或砾土层构成。

### 2、林地土壤

区内林地土壤为含砾黏土，有机质含量 10~18g/kg，可分为覆盖层、底土层两层，其中：覆盖层灰黑色含砾质壤土，主要为枯枝落叶层和粗有机质层，土层厚度为 15~35cm 左右；底土层为黄红~红褐色砾质黏土，土层厚度为 2~5cm 左右，硬塑-可塑状，稍湿，质地紧实，通透性差。据调查，矿区及附近以杉木为主，杂木主要是芒、盐肤木及竹子等。

## （六）水文地质条件

### 1、含水层水文地质特征

#### （1）第四系松散岩类孔隙弱含水层

主要分布在山前斜坡、河流、河谷两岸、地形低洼地段，岩性为泥砾、砂砾、粘土及砂、砾石等残积及冲积层，局部含铁锰质结核。根据地表及钻孔资料，厚度 10m 左右，最厚达 30m。该含水层透水性中等，富水性弱，主要依靠大气降水补给，与地表水有密切的水力联系，地下水多以季节性泉出露，雨季有少量泉水出露，泉流量甚微，枯季无水，动态变化很大。

#### （2）石炭系石磴子组岩溶裂隙中等含水层

该层分布于矿区南部，多隐伏在背斜核部，厚度 >200m，是主要的含矿层位。岩性主要是深灰色灰岩、泥质灰岩，岩溶不发育，钻孔单位涌水量 0.04~1.0L/s.m，泉水流量 0.1~3.0L/s，富水性中等至弱。

#### （3）石炭系梓门桥组岩溶裂隙富含水层

该层分布于矿区中部，在西北部和南东部有少许出露，厚度 130~143m。岩性为深灰色白云岩，地表溶沟、溶槽等溶蚀现象较发育，泉水流量 1.0~3.7L/s，钻孔揭露该层岩溶裂隙较发育，富水性强，是矿坑充水的主要来源。

#### （4）石炭系壶天群岩溶裂隙富含水层

该层分布于矿区中部和东部，岩性是浅灰色白云岩，厚度 >400m。岩性为浅灰色、肉红色晶质白云岩，地表溶沟、溶槽等溶蚀现象较发育，泉水流量 1.0~20.0L/S，钻孔揭露该层岩溶裂隙较发育，单位涌水量 5.0L/s.m 左右，该含水层富水性强，是矿坑充水的主要水源。

#### （5）二叠系栖霞组岩溶裂隙中等含水层

该层分布于矿区北东部，厚度 70~90m。岩性主要为灰色，深灰色厚层状灰岩、含碳泥质生物屑灰岩，中下部夹中厚层状白云质灰岩，地表溶沟、溶槽等溶蚀现象较发育，泉水流量 0.001~10.0L/s，富水性弱-强，分布不均匀。

### 2、隔水层水文地质特征

#### （1）石炭系测水组相对隔水层

该层分布于矿区西部和南部，厚度 80~100m。岩性为粉砂岩、石英砂岩和页岩，下部见有一层鲕粒状泥质粉砂岩，岩石致密坚硬，裂隙、节理不发育，透水性差，相对隔水性能较好，为相对隔水层，组成了矿区南部的东西向和西部的南北向地形分水

岭，并且是矿区的地下水隔水边界。

#### (2) 二叠系孤峰组相对隔水层

该层仅出露于矿区北东角，厚度 27~56m。上部岩性主要为灰黑色含锰硅质岩。夹薄层硅质页岩；下部岩性主要为炭质页岩、钙质页岩、含硅质泥岩，底部夹泥质灰岩。岩石致密坚硬，裂隙不发育，透水性差，相对隔水性能较好，为相对隔水层。

#### (3) 二叠系龙潭组相对隔水层

该层仅出露于矿区北东角，厚度约 400m。岩性为石英砂岩和页岩，厚度约 400 米。上部岩性为薄层粉砂岩、页岩、石英砂岩、粉砂质页岩及炭质页岩，夹 1~4 层煤；中下部岩性为粉砂质页岩、炭质页岩、粉砂岩夹石英砂岩，岩石裂隙不发育，透水性较差，相对隔水性能较好，为相对隔水层。

#### (4) 燕山期花岗斑岩隔水层

矿区中北部及其外围的东部、北部分布有 8 条花岗斑岩岩脉，大致呈近东西向展布，为燕山早期第二阶段酸性浅成、超浅成侵入体，矿区深部有隐伏花岗斑岩岩体及辉绿玢岩岩脉，整体往北东倾伏，岩石坚硬致密，裂隙不发育，透水性差，相对隔水性能较好，为相对隔水层。

### 3、断裂构造带水文地质特征

矿区断裂构造十分发育，主要有两组，一组为走向北北东，另一组为走向北西西。两组构造在矿区构成“井”字形，具有活动时间长、构造规模大、切割地层深、控岩控矿的特点。

(1) 北北东向断层组走向北东  $10\sim 20^\circ$ ，倾向南东东，为逆冲断层，主要有  $F_{69}$ 、 $F_{26}$ 、 $F_{66}$ 、 $F_{67}$ 、 $F_0$ 、 $F_3$  等 6 条，其中  $F_{69}$ 、 $F_{26}$ 、 $F_{66}$ 、 $F_{67}$  出露地表， $F_0$ 、 $F_3$  隐伏于沉积盖层之下。

① 断层  $F_{69}$ 、 $F_{66}$ 、 $F_{67}$ 、 $F_0$ 、 $F_3$  被后期北西向断层构造错断，充填构造角砾岩，胶结物主要为岩屑、泥炭质，胶结较紧密，裂隙不发育，富水性弱，微透水性，不导水或导水性弱。

② 断层  $F_{26}$  上部为逆冲断层，下部为正断层，在南北分别被  $F_{68}$ 、 $F_{46}$  错断。断层破碎带宽一般 2.0~10m，充填构造角砾岩，胶结物主要为泥质，胶结一般松散，局部紧密，含构造裂隙水，富水性弱，弱透水性，为局部导水构造，导水性一般，是矿山目前及今后开采过程中坑道充水的主要水源之一。

(2) 北西向断层组走向北西  $270^\circ \sim 290^\circ$ ，倾向北北东，主要有  $F_{46}$ 、 $F_{68}$ 、 $F_1$ 、

F<sub>2</sub>等4条,一般呈300m左右的间隔等间距出现,切穿北东向断层,使矿区构造构成“井”字形。

① 断层 F<sub>46</sub>、F<sub>68</sub>横贯矿区为平推正断层,断距60m,充填构造角砾岩、花岗斑岩及辉绿玢岩岩脉,裂隙不发育,富水性弱,微透水性,不导水或导水性弱。

② 断层 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>为正断层,产于基底石磴子组中,无充填物或少量构造角砾,裂隙不发育,富水性弱,微透水性,不导水或导水性弱。

#### 4、老窿水

矿区浅部已形成一定规模的采空区,采空区及老窿现已与开采坑道贯通,一般情况下无积水。但大气降水可通过老窿及采空区渗透间接进入矿坑,成为矿坑充水的因素之一。

#### 5、岩溶发育特征

矿区主要岩溶地层为石炭系下统梓门桥组及中上壶天群白云岩地层。地表可见明显的溶蚀洼地,碟地,基本未见基岩出露,矿区属覆盖型岩溶分布区。在候家谷有一处泉水,出露于壶天群地层,流量约4L/s。

据普查报告资料,钻孔岩溶率为15%。根据勘探资料,矿区北、东部较南、西部岩溶发育,在空间分布上,因倒转背斜和断层作用,隔水层下降或升高,使岩溶发育深度受到较大影响,区内188m标高以上岩溶发育,而188m标高以下不发育。石炭系下统梓门桥组岩溶裂隙含水层(C<sub>1z</sub>)泉水流量1.0~3.7L/s。石炭系中上统壶天群岩溶裂隙含水层(C<sub>2+3</sub>)泉水流量1.0~20.0L/s,钻孔单位涌水量5.0L/s.m左右。2006年,矿山开拓间在-45m中段曾发生过岩溶透水事故,直接对400m外的候家谷泉水流量造成了影响(流量减少约三分之一)。这说明在岩溶含水层中,地下水的连通性及渗透性较强;矿区岩溶发育程度中等。

#### 6、地下水的补给、迳流、排泄条件及水文地质边界条件

矿区气候温暖潮湿,降水较充沛,是构成地表水和地下水的最主要来源。从地形地貌条件来看,区内以丘陵地貌为主,山坡圆缓,谷地宽平,比较容易集流。出露岩组以碳酸盐岩为主,岩层组的裂隙,溶沟、溶槽为吸收大气降雨创造了有利条件,因此大气降雨是上述含水层的最主要补给来源,补给量受地形、含水层赋存空间等因素影响。

区内地下水的径流条件严格受含水层岩性、构造及地形条件的控制,其径流方向总体为自南西向北东和南方向径流,于山麓低洼处以季节性下降泉排泄出地表,汇入

附近金狮溪及官溪河中，水文地质边界条件一般。

## 7、生产矿坑水文地质条件

矿山现采用斜井开拓，主要采掘 I、I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、IV号铅锌矿体，分-45m、-90m、-139m、-185m、-230m、-265m、-305m、-342m、-378m、-420m、-440m、-470m、-500m中段开拓，开拓最低标高已达-500m，已形成了面积为 42475m<sup>2</sup>的地下采空区。

矿山坑内工程多在石碇子组岩溶裂隙中等含水层中，通过坑道水文地质调查，坑道在穿越破碎带中，岩石裂隙较发育，以滴水为主，局部以淋水为主；矿体与顶底板岩石的接触界面，以“冒汗”为主，局部出现滴水现象。

经调查，矿坑充水主要为岩溶裂隙水和构造裂隙水，目前，矿山在-45m、-230m、-440及-500m水平设置了水仓，井下排水采用多级机械排水，井下涌水经各中段排水设备及排水沟自流至各中段水仓后，经中段水仓和排水设备排至地面。井下排水经沉淀池处理后，抽排至沉淀池用于生产用水和达标后排放。根据矿山资料及流量观测资料，矿坑-45m中段进入水仓正常水量为 80m<sup>3</sup>/h(含-45m中段以下的水量)，最大涌水量为 140m<sup>3</sup>/h(含-45m中段以下的水量)。

## 8、矿坑充水因素及涌水量预测

### (1) 矿坑充水因素

矿山为以溶蚀裂隙为主的岩溶充水矿床，开采方式为地下开采，地表水对矿井开采充水影响较轻。现矿山开采矿体位于石碇子组岩溶裂隙含水层中，该组含水层富水性中等。因此，石碇子组岩溶裂隙水是矿井直接充水含水层。

矿区断裂较发育，深部沿断裂带坑内有滴水及淋水现象，局部大气降雨剧烈时，巷道有岩溶涌水现象，断层带水是矿井充水因素之一。

综上，矿井充水因素为石碇子组岩溶裂隙水和断层水。

### (2) 矿坑涌水量预算

矿井直接充水含水层为石碇子组岩溶裂隙承压水，大气降水为地表水及地下水主要补给来源。矿山已开采至-500m标高，矿井正常涌水量为 80m<sup>3</sup>/h，最大涌水量为 140m<sup>3</sup>/h。

矿山已开采至最低标高-500m。矿山开拓系统已形成，矿山未来开采水文地质条件与现状近似，充水来源相似。因此，矿坑涌水量预测采用水文地质比拟法计算，计算公式为：

$$Q = Q_1 \times \sqrt{\frac{F}{F_1}} \times \sqrt{\frac{S}{S_1}}$$

式中：Q——矿井开采至-500m标高，预测矿井一般涌水量（m<sup>3</sup>/h）；

Q<sub>1</sub>——矿井已开采至-500m标高，实际矿井涌水量（m<sup>3</sup>/h），一般为80m<sup>3</sup>/h，最大为140m<sup>3</sup>/h；

F——矿井未来开采至-500m标高，采空区纵投影总面积（m<sup>2</sup>），取157887m<sup>2</sup>；

F<sub>1</sub>——矿井已开采至-500m标高，实际已采空区纵投影面积（m<sup>2</sup>），取71234m<sup>2</sup>；

S——矿井未来开采至-500m标高，地下水位最大降深（m），取455m；

S<sub>1</sub>——矿井已开采至-500m标高，地下水位最大降深（m），取455m。

计算结果：Q<sub>正常</sub>=119m<sup>3</sup>/h，Q<sub>最大</sub>=208m<sup>3</sup>/h。

上述计算结果不包括瞬时溃入矿井的涌水及突水量。

水文地质比拟法是基于矿山长期开采实践数据进行比拟计算，矿山开采时间较长，地下矿坑已形成规模，水文地质问题已基本暴露，水文地质比拟法预测的涌水量具有较高的可信度，其结果比较符合实际。

### 9、未来开采后水文地质条件的变化

矿山主要矿体位于当地侵蚀基准面（+226m）以下，开采方式为地下开采。石磴子组岩溶裂隙水是矿井直接充水含水层，钻孔单位涌水量0.04~1.0L/s.m，泉水流量0.1~3.0L/s，富水性中等至弱，主要受大气降水补给，无强导水构造，补给条件一般，地表水体对矿井开采充水影响较轻。矿区浅部已形成一定规模的采空区，采空区及老窿现已与开采坑道贯通，一般情况下无积水。矿区水文地质类型以溶蚀裂隙为主的水文地质条件中等的岩溶充水矿床。

综上所述：矿山开采的铅锌矿均赋存石炭系石磴子组地层中。矿山探采坑道均处于石磴子组中等富水性的灰岩层中，矿坑充水因素为石磴子组裂隙岩溶水和断层水。据以往钻孔资料，矿区北、东部较南、西部岩溶发育，在空间分布上，因倒转背斜和断层作用，隔水层下降或升高，使岩溶发育深度受到较大影响，区内188m标高以上岩溶发育，而188m标高以下不发育，石磴子组裂隙岩溶含水层的富水性减弱。矿山边采边疏干，开采采深不再增加，采空区面积逐步增大，矿山涌水量增加有限。按照《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719—2021），本矿区水文地质条件为岩溶裂隙充水为主的水文地质条件中等的矿床。

## （七）工程地质条件

### 1、岩主体工程地质条件

#### （1）土体工程地质特征

##### ①单层结构土体

分布于矿区中西部丘陵地区的坡脚及冲沟中，主要由残坡积红色粘土组成，呈单层结构，厚度 2~5m，下部含较多原岩碎块。在地势较平缓地带，最大可达 10m 左右。据区域资料承载力为 125~200Kpa。该层分布不连续，厚度变化大，由未固结的坡积物和风化残积物组成，结构疏松，稳定性差，工程地质条件差。

##### ②多层结构土体

分布于东部官溪河两岸，主要由冲洪积粘土、砂质粘土、砂土及卵石组成。呈多层结构，上部为粘土、砂质粘土，中间夹砂土，下部为卵石层总厚度可达 15m~20m。

以上土体工程地质条件差，但本矿山为地下开采，对矿山开采影响小。

#### （2）岩体工程地质条件

##### ①软弱薄层状砂岩、页岩岩组

由石炭系下统测水组(C<sub>1c</sub>)组成，出露于矿区西部和南部。其岩石物理力学参数见表 4-1。测水组砂页岩主要为矿体围岩。岩性特点是易碎、易风化，且风化后呈碎块状和粘土状，页岩中片理发育，沿片理面易产生滑动。其物理力学测试结果表明该岩组工程地质条件差。

##### ②坚硬中厚层一厚层状灰岩、白云质灰岩岩组

由石炭系下统石磴子组(C<sub>1s</sub>)地层组成，仅出露于矿区南部。其岩石物理力学参数见表 4-1。钻孔岩芯试样物理力学性质测试结果：硬度系数 8f，抗压强度 73.75~119MPa，抗剪强度 11~60C (KPa) 27.5~29Φ (度)，其结果表明该岩组工程地质条件良好。

##### ③坚硬厚层状白云岩岩组

由石炭系下统梓门桥组(C<sub>1z</sub>)及石炭系中上统壶天群(C<sub>2+3</sub>)地层组成，在矿区大面积出露，岩溶发育。岩石物理力学参数（见表 2-3）。灰岩是主要的矿体顶底板围岩和次要的含矿层。岩性特点是致密、坚硬、钻孔岩芯完整。钻孔岩芯试样物理力学性质测试结果表明该岩组工程地质条件良好。

表 2-3 岩石物理力学参数测定结果表

岩类	抗压强度	抗剪强度		备注
		C (MPa)	$\Phi$ (度)	
灰岩、白云质灰岩	73.75~119	11~60	29~27.5	钻孔岩芯试样
白云岩 (1)	134.855~176.30	24.39	53.13	坑道采样实测
白云岩 (2)	98.48~159.30		51.17	坑道采样实测, 试样中裂隙发育
砂岩	25.7	9.82	19.61	坑道采样实测
页岩	30.5	7.6		区域资料数据
花岗岩	189.22	15.56	63.88	坑道采样实测

④坚硬中细粒花岗岩岩组

地表出露 4 个花岗斑岩小岩体，分布于矿区中部，矿区深部亦有隐伏斑状花岗岩岩脉，其岩石物理力学参数见表 4-1。花岗岩组岩石坚硬致、致密，工程地质条件好。

⑤断裂构造带组

矿区断裂构造十分发育，主要有两组，一组为走向北北东，另一组为走向北西西。两组构造在矿区构成“井”字形，具有活动时间长、构造规模大、切割地层深、控岩控矿的特点。破碎角砾一般呈块状、碎块状，胶结不紧密。沿破碎带易形成掉块、片邦、坍塌、冒顶等工程地质问题，其工程地质条件差。

(4) 坑道及围岩的稳定性

通过对开采坑道的调查得知，现有坑道稳定性好，未发生冒顶和片邦现象，部分坑道需支护。矿山未来开采往深部进行，其采空区的面积将会不断扩大，可能诱发或加剧的主要工程地质问题是地压灾害，如顶板崩落、塌陷等。

(5) 边坡类型、特征及稳定性

矿区内边坡类型可分为自然坡和人工坡两类。

①自然坡

矿区内相对高差不大，植被较发育。山包圆缓，沟谷宽平。总体来说自然边坡比较稳定。

②人工坡

矿区内人工切坡一般为修路、建房形成。切坡高度一般小于 3m，边坡基本稳定区内人工堆积坡主要为废石堆边坡。废石堆堆高在 6-15m 之间，坡度一般为 30° 左右。且废石堆堆放条件较好，各废石堆均较为稳定，未发生过滑塌现象。

2、工程地质条件预测评价

图 2-4 矿区地质水文工程综合柱状图

矿山地形地貌属构造侵蚀低山丘陵地貌，地形坡度在  $10\sim 30^\circ$  之间；矿山岩体结构为层状碳酸盐岩岩体；矿山地质构造较复杂，分布一些褶皱、断层，地震动峰值加速度为  $0.05g$ ；滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害不发育，工程地质问题危

害小。

通过对已有坑道的工程地质调查和岩体质量系数的计算，微风化和弱风化的花岗斑岩和灰岩、白云岩岩体质量指标  $M$  为  $0.12\sim 3.0$ ，岩体质量属于中等—良好级，为 II~III 级岩体。现有坑道大多无需支护，未发生冒顶和片帮现象，稳定性较好。

矿山未来开采往深部进行，其采空区的面积将会不断扩大，可能诱发或加剧的主要工程地质问题是地压灾害，如顶板崩落、塌陷、岩移等，其防治措施：a. 回填；b. 支护；c. 留设保安矿、岩柱。

综上所述，依据《工程地质调查规范（1: 50000）》（DZ/T 0097-2021）表 2 山地丘陵地区工程地质条件复杂程度划分，矿区工程地质条件复杂程度为中等。

### 三、生物环境

#### 1、植物

组成本区植被的上层乔木多以柏科、槭树科、樟科、山茶科、漆树科、冬青科等这些种类为主；灌木层多为山茶科、唇形科、紫金牛科、茜草科等的一些种类，草本植物则以五节芒、早园竹、蕨类、沿阶草等为主。现状植被多为次生林。现状占用区主要损毁的植物类型为杉树、盐肤木和早园竹等。

#### 2、动物

(1)、爬行、两栖类动物：壁虎、四脚蛇、蛇；两栖类动物有蛤蟆、青蛙等；昆虫类有：蚂蚁、蜻蜓、蚊子、甲壳虫、卷叶蛾等。

(2)、鸟类动物：麻雀、乌鸦、山麻雀等。

(3)、哺乳动物：老鼠、猫、狗、猪、兔等。

(4)、水生生物：修复区内无名小溪内主要浮游植物有绿藻、硅藻等；浮游动物主要有水蚤、轮虫等，底栖动物主要有小型的虾、螃蟹和河蚌等；调查期间发现无名小溪鱼类资源稀少，偶尔才能发现几条小型鱼类。现场调查，未发现需特殊保护的鱼虾产卵地分布。区域内未见国家重点保护野生动物，无大的渔业、水产养殖业，无自然保护地和风景名胜古迹。

图 2-5 矿山植被

## 四、人居环境

### （一）矿区及周边自然资源权属

2019年3月，经矿山申请，湖南省自然资源厅审查批准延续登记办理了采矿许可证，证号 C4300002010123210102447。采矿权人为郴州市三和有色金属有限公司，有效期限自2019年3月4日至2023年10月4日。生产规模为\*. \*\*万吨/年，开采方式为地下开采，矿山主采矿种为铅矿、锌矿，综合回收银，开采标高+\*\*\*m~-\*\*\*m，开采范围\*. \*\*\*km\*。

根据经矿业权查询及核查结果，本矿山与周边开采矿山及探矿权在平面范围上无重叠，不存在矿业权纠纷，矿业活动可顺利进行。本矿山矿权与周边矿山相互关系详见图 2-6。

图 2-6 柳塘岭铅锌矿矿区与周边矿山矿权关系平面图

## (二) 人类活动范围、强度及基础建设

### 1、矿业活动

本区矿业活动主要是对地下铅锌矿、有色多金属矿的开采。柳塘岭铅锌矿西面为黄沙坪铅锌矿，两矿山边界相距大于 500m，相距较远，无坑道连通，坑道之间无较大断裂穿过，地下水相互之间水力联系弱，补给关系不明显，其采矿活动对本矿区地质环境影响小。因此，矿山矿权设置明确，矿界清楚，现开采区无越界情况，与近邻矿山无采矿权纠纷，矿区范围内可顺利从事采矿活动。

### 2、民用建筑

生态修复区地势较平坦，区内多有居民区和工业园区等建筑分布，有矿山办公生活区、主井工业广场区、风井工业广场等建筑物，建在半山缓坡地段，未出现切坡引发的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，对地质环境影响轻微。

2006年，矿山发生突水事故后，候家谷居民区发生了次生岩溶塌陷地质灾害，导致4栋房屋受损，有轻度开裂现象，候家谷居民区北部农田，出现了一个岩溶塌陷坑，塌坑直径约5m，深度约1.5m，影响农田约1亩。当年矿山及时对受损房屋进行了加固修缮，对岩溶塌陷坑进行了回填处理，农田已恢复耕种。根据现场核实调查，候家谷居民区房屋基本完好，农田恢复耕种。除此以外，矿区无其他岩溶塌陷地质灾害问题。因此，在矿山采取了恢复治理措施后，岩溶塌陷地质灾害的危害小。

### 3、道路建设

区内公路主要为城镇公路网及矿山硬化公路，矿山公路长约1100m，基本沿山谷、山坡修建，切坡高1-2m，坡度55-75°，坡面多为黏土层及灰岩，边坡稳定性较好，未发现崩塌、滑坡等地质灾害，对地质环境影响较轻。

### 4、农业、林业

矿山为地下井巷开采，选厂及尾砂库均不在区内，区内未发现开垦荒地现象，无高切坡，无林业活动引发的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，也未造成水土流失等不良环境地质问题，对地质环境影响较轻。

5、生态修复区内除省道S214外，无其他重要的工程建筑物、设施，无自然保护区、无重要的历史古迹等，矿业活动对建筑物及工程、设施和自然保护区影响较轻。

## （三）社会经济发展水平

桂阳县位于郴州市西部，资源丰富，素有“有色金属之乡”的美誉。桂阳县境内已查明的矿种有60余种。其中：有色金属矿有铅、锌、铜、锡、钼、铋、锑、钨、镁等；黑色金属有铁、锰等；贵金属有金、银；能源矿产有煤；冶金辅助原料矿产有耐火粘土、白云石、硅石、石灰岩、萤石等；非金属矿产有砷、硫等；建材类有水泥用灰岩、瓷泥、砖瓦粘土、大理石等。煤炭保有储量\*\*\*\*万吨，石墨保有储量\*\*\*\*万吨，铅金属量\*\*.\*\*万吨，锌金属量\*\*.\*\*万吨，锰\*\*万吨，铁\*\*\*\*.\*万吨，铜\*\*.\*\*万吨，锡\*\*\*\*吨。

有武广高速铁路、厦蓉高速公路、衡武高速公路、桂道高速公路过境而过。2022年末，桂阳县公路通车里程\*\*\*\*.\*千米。年末机动车保有量\*\*.\*\*万辆，其中私人汽车保有量\*\*.\*\*万辆。桂阳县地下水资源丰富，全县地下储量为\*.\*\*\*\*亿立方米，每公里\*\*\*.\*\*万立方米。有耕地面积\*\*.\*\*万公顷，基本农田保护面积\*\*.\*\*万公顷。

2022年桂阳县上下在县委县政府的坚强领导下，深入贯彻党的二十大、十九大及

十九届历次全会精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，坚决落实抓好“三件大事”、营造“三个环境”的重要要求，紧扣市委督战桂阳赋予的“千年古郡、产业高地、冠军之城、全国百强”发展定位，积极应对持续加大的经济下行压力、严峻复杂的新冠肺炎疫情形势和历史罕见的极端干旱天气，全力推进“三大支撑八项重点”和“十大重点工作”，用高质量的实干实效，确保了全县经济稳中向好，社会安定和谐，开创了桂阳高质量发展新局面。

\*\*\*\*年全年全县地区生产总值\*\*\*. \*\*亿元，按可比价格计算，比上年增长\*. \*%。其中，第一产业增加值\*\*. \*\*亿元，增长\*. \*%；第二产业增加值\*\*\*. \*\*亿元，增长\*. \*%；第三产业增加值\*\*\*. \*\*亿元，增长\*. \*%。按常住人口计算，全县人均地区生产总值\*\*\*\*\*元，增长\*. \*%。三次产业比重调整为\*. \*. \*\*：\*. \*. \*\*：\*. \*. \*\*。其中，第一产业增加值占 GDP 的比重比上年下降\*. \*\*个百分点，第二产业增加值占 GDP 的比重比上年下降\*. \*\*个百分点，第三产业增加值占 GDP 的比重比上年提高\*. \*个百分点。

2022 年桂阳县跻身乡村振兴全国百强县，入选中国县域发展潜力百强县，获评全省医养结合示范县、全省农业社会化服务试点县、全省城乡客运一体化示范县、全省食品安全先进县。中央电视台特别栏目《走进县城看发展》专题报道我县高质量发展实践，优化营商环境、农村房屋全生命周期综合管理机制、市场化推进历史遗留矿山生态修复模式、法治建设、财源建设、“279”工作机制破解欠薪难题等典型经验在全省、全国推介。桂阳文化园上榜全省首批“文艺两新”聚集区实践基地。宝山国家矿山公园、翔龙航天航空科普体验中心入列“2022-2027 年度湖南省科普教育基地”。争资立项成效显著，先后争取到 10 万亩高标准农田建设、老旧小区改造、农村人居环境整治等一批重大项目。

#### （四）土地利用类型及现状

##### 1、矿区土地利用结构

区内矿业活动对土地资源影响主要表现为地面构筑物对土地的挖损、压占。项目区土地利用现状结构良好，水土保持功能较强，生态环境质量较好，具有较强的自调节能力。

据本次调查，结合北湖区土地利用现状图，矿山现状地面建设总计占地面积 5.52ha，其中林地 0.99ha，采矿用地 3.91ha，公路用地 0.32ha，坑塘水面 0.30ha，占损土地均与当地村委签订了用地协议，未曾发生过矿地土地纠纷事件。

表 2-4 矿区范围土地利用现状表

地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	权属
一级地类		
林地	0.99	桂阳县黄沙坪街道
采矿用地	3.91	桂阳县黄沙坪街道
公路用地	0.32	桂阳县黄沙坪街道
坑塘水面	0.30	桂阳县黄沙坪街道

## 2、矿区土地权属状况

依据矿区土地利用现状图，结合实地调查结果，明确了矿业活动占损土地权属为湖南省桂阳县黄沙坪街道。

## 第三章 矿山生态问题识别和诊断

### 一、地形地貌景观破坏

2024年3月，经矿业权系统查询的《矿业权设置范围相关信息分析结果简报》（详见附件），经查询规划“三区”信息，柳塘岭铅锌矿未涉及限制开采区和限制勘查区。与探矿权和其他采矿权没有重叠，不存在矿业权争议；采矿权范围内有多块建设用地和已查询的建设用地项目，项目为地表建设项目，不在未来开采可能形成地面塌陷影响区范围内，地下开采对其无影响；采矿权范围内没有铁路通过，有S214及桂阳大道通过矿区；与自然保护区、风景区、与禁止开发区边界、生态保护红线、与自然保护地-风景名胜区分区无重叠。

#### （一）地形地貌景观破坏现状

柳塘岭铅锌矿为地下开采，矿业活动对景观影响主要为工业广场、办公生活区、风井区、污水处理厂、和矿山道路。这些现有地面设施损坏了土地资源，破坏了自然面貌，造成视觉污染。

矿山在用尾矿库距离矿山约13km，位于桂阳县鹿峰街道富阳村东北面约1100m的一天然U型山谷内，为三家企业（桂阳县合力矿业有限公司、桂阳县宝岭矿业有限公司、桂阳县大坊矿业有限公司）共同使用（见附件）；而矿山（郴州市三和有色金属有限公司）使用的选厂、尾矿库实际责任主体为桂阳县合力矿业有限责任公司，已签订相关协议；未来尾矿库及选厂修复责任主体为桂阳县合力矿业有限责任公司，其生态保护修复设计不包含在本生态修复方案中，由责任主体另行编制有关的专项生态保护修复方案。

##### （1）工业广场

工业广场布置在矿区南东面，主要由井口场地、井口值班室、机修室、材料库、空压机房、变电所、高位水池、地表矿仓、废石仓等区块组成，地面建设对原有山体进行切坡，高度1-3m，已支护，损毁原有植被景观，破坏地形地貌景观面积约1.14ha，演化为工矿景观，造成与周边地形地貌景观不协调，造成的视觉污染明显。

图 3-1 工业广场现状景观(近北东视角)

图 3-2 工业广场现状景观(北西视角)

(2) 办公生活区

位于主井口南面，主要由办公楼、食堂、宿舍等组成；根据现场调查，地面建设对平整过程形成小规模切填方边坡，高度 1-2m，已支护，地面建设损坏原有植被、破坏地形地貌景观面积约 0.48ha。

图 3-3 办公生活区现状景观

(3) 污水处理厂

位于主井口东面，主要为污水处理设备房以及沉淀池等，场地较平整，无明显切填方工程，破坏地形地貌景观面积约 0.15ha。

图 3-4 污水处理厂现状景观

(4) 风井区

位于矿权范围南部，主要为通风机房、值班室、风井场地，场地平整及井口建设对山体切片，形成高 0.5-2m 的边坡，已支护，地面建设损坏原有植被，破坏地形地貌景观面积 0.58ha。

图 3-5 风井区东南视角

图 3-6 风井口现状

(5) 矿山道路

主要用于进矿及连接各生产工业场地等，矿山公路呈线性展布，建设中依山就势，虽存在一定程度削坡、回填工程，但切坡、回填区高度一般小于 2m，且坡面稳固，并局部已修建挡墙，总体上对原生的地形地貌景观影响有限，破坏地形地貌景观面积 0.32ha。

图 3-7 局部矿山公路现状景观

综上，矿山地面建设及矿山道路使原有的地形地貌景观被取代，对原有地形地貌景观进行分隔，造成地形地貌景观生态系统在空间上的非连续性，使区域内原有的农林景观演化为工矿景观，现状分析矿业活动对矿区地形地貌景观造成了破坏，面积约2.67ha。

## （二）矿区地形地貌景观破坏趋势分析

据《开发利用方案》结合矿山实际情况，后期矿山工业广场、办公生活区、风井区、污水处理厂和矿山公路单元均无新增破坏地形地貌景观面积，地面建设主要为在现有工业广场北面新建员工休闲区、东面设置抛废区，及为了满足矿山闭坑后土源要求，拟在临近抛废区西北侧设取土场一处。

### （1）员工休闲区：

主要建设内容为拟建休闲中心、企业文化长廊、运动场、健身区等，预测分析休闲区对地形地貌景观破坏面积约0.71ha。

### （2）抛废区：

主要建设内容为临时堆放开拓掘进废石以及回采工作面的废石，后期用于充填巷道及采空区，预测分析抛废区对地形地貌景观破坏面积约2.14ha。

### （3）取土场：

矿山闭坑后需要进行土地复垦，由于前期的基建工程并未进行表土剥离储存。经

现场勘察，在拟建员工休闲区北部附近设一取土场，新增占地面积约0.5ha。

综上，未来矿业活动休闲区、抛废区、取土场对将对矿区地形地貌景观造成新的破坏，总面积约3.35ha。

### （三）小结

综上，矿山地面建设及矿山道路使原有的地形地貌景观被取代，对原有地形地貌景观进行分隔，现状分析矿业活动对矿区地形地貌景观造成了破坏，破坏总面积2.67ha,未来新建休闲区、抛废区破坏趋势面积呈增大趋势，新增破坏面积破坏3.35ha；趋势分析破坏地形地貌景观总面积6.02ha。

表 3-1 地形地貌景观破坏识别和诊断一览表

破坏单元	现状破坏面积 (ha)	预测破坏趋势面积 (ha)	破坏面积 (ha)
工业广场	1.14		1.14
办公生活区	0.48		0.48
污水处理站	0.15		0.15
风井区	0.58		0.58
矿山公路	0.32		0.32
员工休闲区（待建）		+0.71	0.71
抛废区（待建）		+2.14	2.14
取土场（拟建）		+0.5	0.5
合计	2.67	3.35	6.02

图 3-8 地形地貌景观破坏分布图

图 3-9 矿区工业广场及主井周边地形地貌景观全景照片

## 二、土地资源占损

### （一）占损土地资源现状

矿山建设和生产不可避免要占用破坏一定的土地资源，现状矿山开采对土地资源的影响主要表现在地面建设等对土地的压占，现分述如下：

（1）工业广场占损土地面积共计 1.14ha，占用土地类型为采矿用地和林地，其中采矿用地 1.13ha、林地 0.01ha。

（2）办公生活区占损土地面积共计 0.48ha，占用土地类型为采矿用地和林地，其中采矿用地 0.34ha、林地 0.14ha。

（3）污水处理站占损土地面积共计 0.15ha，占用土地类型全为坑塘水面。

（4）风井区占损土地面积共计 0.58ha，占用土地类型为林地和采矿用地，其中采矿用地 0.36ha、林地 0.22ha。

（5）矿山公路占损土地面积共计 0.32ha，占用土地类型全为公路用地。

综上，现状矿山共占损土地资源面积 2.67ha，占用地类为采矿用地、林地、坑塘水面、公路用地；其中采矿用地 1.83ha，林地 0.37ha，公路用地 0.32ha，坑塘水面 0.15公顷，详见表 3-5。

### （二）污染土地资源现状

矿山于 2023 年 6 月委托中介机构对风井口附近，主井口附近、风井口附近及拟建员工休闲区附近取土场等 3 个地方取土壤进行了检测。检测结果如下：

表 3-2 主井口附近土壤（总量）检测结果

监测时间	铜 mg/kg	铅 mg/kg	镉 mg/kg	六价铬 mg/kg	镍 mg/kg	砷 mg/kg	汞 mg/kg	锌 mg/kg	pH 值
6月12日	46	39	0.20	ND	49	19.6	0.414	126	7.16
筛选值	50	90	0.3	150	70	40	1.8	200	-
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

表 3-3 风井口附近土壤（总量）检测结果

监测时间	铜 mg/kg	铅 mg/kg	镉 mg/kg	六价铬 mg/kg	镍 mg/kg	砷 mg/kg	汞 mg/kg	锌 mg/kg	pH 值
6月12日	54	106	0.22	ND	63	26	1.56	172	7.03
筛选值	50	90	0.3	150	70	40	1.8	200	-
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

表 3-4 拟建员工活动中心附近取土场土壤（总量）检测结果

监测时间	铜 mg/kg	铅 mg/kg	镉 mg/kg	六价铬 mg/kg	镍 mg/kg	砷 mg/kg	汞 mg/kg	锌 mg/kg	pH 值
6月15日	50	ND	0.10	ND	51	15.9	0.721	133	6.53
筛选值	50	90	0.3	150	70	40	1.8	200	-
达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

根据监测结果，所有检测元素均没有超过《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中标准限值，矿山无因污染土地造成土地损毁。

矿山占损土地资源现状见图 3-10（来源桂阳县土地利用现状图，政府版三调数据）。现状占用土地详见表 3-5。

表 3-5 矿山占损土地资源现状一览表

占地名称	总计 (ha)	占地类型				占用 (破坏、污染)	土地权属
		林地	采矿用地	公路用地	坑塘水面		
工业广场	1.14	0.01	1.13			压占	桂阳县 黄沙坪街道
办公生活区	0.48	0.14	0.34			压占	
污水处理站	0.15				0.15	压占	
风井区	0.58	0.22	0.36			压占	
矿山公路	0.32			0.32		压占	
合计	2.67	0.37	1.83	0.32	0.15		

图 3-10 柳塘岭铅锌矿土地利用现状图（来源：桂阳县土地利用现状图，政府版三调数据）

### （三）占损土地资源趋势分析

据《开发利用方案》结合矿山实际情况，后期矿山地面建设主要为在现有工业广场北面新建员工休闲区、东面设置抛废区、取土场。

#### （1）休闲区：

主要建设内容为拟建休闲中心、企业文化长廊、运动场、健身区等，预测分析休闲区对土地资源占损面积0.71ha，占损林地0.34ha、占损采矿用地0.37ha。

#### （2）抛废区：

主要建设内容为临时堆放开拓掘进废石以及回采工作面的废石，后期用于充填巷道及采空区，预测分析抛废区对土地资源占损面积约2.14ha，占损林地0.28ha、占损采矿用地1.71ha、占损坑塘水面0.15ha。

#### （3）取土场：

矿山闭坑后需要进行土地复垦，由于前期的建设工程并未进行表土剥离储存。经现场勘察，在拟建员工休闲区北部附近设一取土场，预测分析新增占损土地资源面积约0.5ha，占损林地0.5ha。

综上，未来矿业活动休闲区、抛废区、取土场对将对矿区土地资源造成新的占损，总面积约3.35ha，占损地类为林地、采矿用地。

占损土地趋势见图 3-11。 占损总占用土地资源详见表 3-6。

图 3-11 柳塘岭铅锌矿土地资源占损问题分布图

表 3-6 矿山土地资源占损预测一览表

序号	名称	总计	占用（破坏、污染）土地情况												占用方式	土地权属
			单位：ha													
			林地			采矿用地			公路用地			坑塘水面				
			现状	增加	小计	现状	增加	小计	现状	增加	小计	现状	增加	小计		
1	工业广场	1.14	0.01	0	0.01	1.13	0	1.13							压占	桂阳县 黄沙坪 街道
2	办公生活区	0.48	0.14	0	0.14	0.34	0	0.34							压占	
3	风井区	0.58	0.22	0	0.22	0.36	0	0.36							压占	
4	矿山公路	0.32							0.32	0	0.32				压占	
5	污水处理站	0.15										0.15	0	0.15	压占	
6	员工休闲区	0.71	0	0.34	0.34	0	0.37	0.37							压占	
7	抛废区	2.14	0	0.28	0.28	0	1.71	1.71				0	0.15	0.15	压占	
8	拟建取土区	0.5	0	0.5	0.5										挖损	
合计		6.02	0.37	1.12	1.49	1.83	2.08	3.91	0.32	0	0.32	0.15	0.15	0.3		

#### （四）污染土地资源趋势分析

现状对矿区土壤进行了监测，矿山无因污染土地造成土地损毁；未来矿山开采矿种及废石类型不变，污染源不变，故趋势分析未来矿山开采不会对土地资源造成污染。

#### （五）小结

综上，矿山地面建设及矿山道路对土地资源进行占损，现状占损总面积2.67ha，占损地类为林地、采矿用地、公路用地、坑塘水面；未来新建休闲区、抛废区、拟建排土场对土地资源占损趋势面积呈增大趋势，新增占损土地面积3.35ha，占损地类为林地、采矿用地、坑塘水面；开采期末占损土地资源总面积6.02ha，占损地类为林地、采矿用地、公路用地、坑塘水面；未对土地资源造成污染。

### 三、水资源水生态影响

#### （一）水资源水生态影响现状

矿山开采中对水资源水生态的破坏主要表现为两方面：一方面是矿业活动疏排水造成的地下含水层疏干、地下水水位下降、地表水漏失等水资源破坏，另一方面是对地表水、地下水水质污染等水生态破坏。

#### 1、现状矿业活动对水资源影响

##### （1）地下含水层疏干现状分析影响

矿山为地下开采，已发现大小铅锌矿体 18 个（I、I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、II、III、IV、I<sub>1-1</sub>、I<sub>2-1</sub>、I<sub>2-2</sub>、I<sub>3</sub>、I<sub>4</sub>、I<sub>5</sub>、I<sub>6</sub>、I<sub>7</sub>、I<sub>8</sub>、II<sub>1</sub>、II<sub>2</sub>、II<sub>3</sub>），其中 I 号矿体规模最大，期次为 I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、II、III、IV 号铅锌银矿体规模较大，为主要矿体。目前开拓-500m 标高，每 20~40m 一个中段，矿山共有-45m、-90m、-139m、-185m、-230m、-265m、-305m、-342m、-378m、-420m、-440m、-470m、-500m 等 13 个中段，主采 I 矿体已大部分采完；I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub> 矿体-230m 中段以上已基本采完；矿区地表水系较发育，主要含水层为石磴子组岩溶裂隙含水层，富水性中等至弱，新鲜基岩灰岩结构致密、坚硬，有上覆地层有石炭系测水组相对隔水层。矿山开采只是局部破坏了地下水赋存条件及径流条件，未造成大范围的含水层疏干，未波及第四系潜水及地表水体。

据调查，开拓巷道、采空区内一般干燥无水，但在坑道在穿越破碎带中，岩石裂隙较发育，以滴水为主，局部以淋水为主；矿体与顶底板岩石的接触界面，以“冒汗”为主，局部出现滴水现象。目前，矿山在-45m、-230m、-440及-500m 水平设置了水仓，

井下排水采用多级机械排水，井下涌水经各中段排水设备及排水沟自流至各中段水仓后，经中段水仓和排水设备排至地面。井下排水经沉淀池、污水处理站处理后，抽排至沉淀池用于生产用水和达标后排放。

矿区外围的泉点未发生干枯现象，只是流量呈季节变化，没有受矿坑疏排水影响，矿区周边居民饮用水使用自来水厂供水，不使用地下水，未受到矿山开采影响。

#### (2) 地下水位超常降低现状分析

根据矿山矿坑涌水量统计，矿区范围内现有采空区常年无积水分布。矿坑涌水是经各中段水仓和排水设备排至地表，现最上部中段(-45m)距离地表高差约310m，同时矿区范围内无较大地表水体，主要分布零散山塘；经调查，开拓巷道基本干燥无滴水，仅穿过破碎带时出现滴水、淋水现象；各中段无较大涌水，-45m中段进入水仓正常水量为 $80\text{m}^3/\text{h}$ （含-45m中段以下的水量），最大涌水量为 $140\text{m}^3/\text{h}$ （含-45m中段以下的水量）。

地表水未受矿坑排水影响，地下水降落漏斗限于开采区，受影响的含水层通过大气降水及地表水补给容易恢复。矿山开采只对矿床附近的岩溶裂隙水造成影响，影响范围有限，未造成地下水位超常降低。

#### (3) 井泉水疏干现状分析

矿区属覆盖型岩溶分布区，据调查，在候家谷有一处泉水，出露于壶天群地层，流量约 $4\text{L}/\text{s}$ 。据当地村民介绍，自矿山开采以来其水量一直比较稳定，即使在旱季水量变化相对也不大。在2006年矿坑突水事故发生期间，泉水流量大概减少至 $3\text{L}/\text{s}$ ，矿山在井下封堵了涌水点后，泉水流量恢复正常。

矿区外围居民点未发生井泉水干涸现象，且矿山职工和矿区周边居民饮用水使用自来水厂供水，不使用地下水，矿山职工和周边居民用水有保证。

#### (4) 区域地下水均衡现状分析

矿区梓门桥组及壶天群岩溶含水层厚度大，水量丰富。测水组隔水层可有效起到阻止梓门桥组及壶天群岩溶水直接进入矿坑的作用；矿山疏干的主要是采空区影响范围内的石磴子组的岩溶裂隙水。由于裂隙含水层的含水性及透水较弱，因此矿山开采引起的地下含水层疏干范围不大。加之区内雨量充沛，被矿山疏排的少量地下水很容易得到补给。

本矿山开采活动影响范围和程度有限，现状矿山矿坑涌水量小，均循环利用于矿山生产，多额外排至周边低洼处，主要由岩层裂隙或者区域断层破碎带渗入补充至

影响有限的岩溶裂隙水中，故现状采矿活动对区域地下水均衡未造成破坏。

#### （5）地表水漏失现状分析

矿区地表水体主要为水塘，此外无大的河流、水库等地表水体分布。矿区东、西部分布有水田，矿权范围内农田部分正常耕作，部分休耕。据调查及走访，2006年，矿山开拓期间，在-45m中段发生透水事故，引发了候家谷居民区附近农田出现塌坑，影响农田约1亩，当年矿山对受损农田塌坑进行了回填，恢复了农田。

现状矿业活动主要在富水性中等至弱的新鲜石磴子灰岩中进行，距离地表水高差大，与地表水水力联系较弱。据本次现场调查，矿区内水塘、灌溉水田未发生地表水漏失现象。

## 2、现状矿业活动对水生态水环境影响

### （1）地表水生态水环境

区内地表水体主要为水塘。现状矿山使用的选厂及尾砂库距离矿区13km，其责任主体不是该矿山采矿权人，无选矿废水、尾矿淋滤水。矿区现有采坑常年无积水分布；矿坑涌水是经各中段水仓和排水设备排至地表，井下排水经沉淀池处理后，抽排至沉淀池及污水处理站处理后，用于生产用水和达标后排放至下游河沟，经官溪河进入春陵江汇入耒水。

### （2）地下水生态水环境

矿业活动对地下水环境污染的主要污染源是矿坑水。矿井开采主要在富水性中等至弱的新鲜基岩(灰岩)中进行，一般涌水较小，与地下水联系较弱。矿坑内涌水是经各中段水仓和排水设备排至地表，经沉淀池及污水处理站处理后，循环利用于矿山生产、养护、抑尘，其余外排。根据《郴州市三和有色金属责任有限公司送样检测报告》（湖南中胜检测技术有限公司，2023年6月20日）中检测结果分析，详见表1-4至表1-6，风井沉淀池、污水处理站沉淀池及池外排小溪内水质均达到《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）水质标准。

综上所述，现状矿业活动未对水生态水环境造成破坏。

## （二）水资源水生态影响预测

### 1、未来矿业活动对水资源影响预测分析

#### （1）地下含水层疏干预测分析

矿山开采主要疏干的是岩溶裂隙水含水层，未来矿区开采采用斜井+盲斜井开拓，

开采矿体标高-50m~-500m，根据矿井提供的图纸资料，现状共形成采空区18处，采空区面积为14569m<sup>2</sup>，未来矿山继续开采采空区将继续扩大，根据开发利用方案图纸，未来采空区面积42475m<sup>2</sup>。当地最低侵蚀基准面+226m，由于矿山深部岩石致密坚硬，岩溶裂隙不发育，可视为相对隔水层。根据地下含水层疏干影响范围计算： $R=r_0+10S\sqrt{K}$ ， $r_0=0.565\sqrt{F}$ ，R为影响半径，r<sub>0</sub>为引用半径，S为水位降深，K为渗透系数0.012m/d，F为未来采空区面积。通过计算，矿体疏干影响范围半径详见下表：

表 3-7 矿体疏干影响范围半径计算表

矿体编号	采空区面积 (m <sup>2</sup> )	引用半径(m)	水位降深 (m)	渗透系数 (m/d)	影响半径 (m)
I号矿体	42475	116.44	726	0.012	911.73

通过疏干半径圈定矿体的疏干影响范围可得矿区疏干影响总面积约 261.01hm<sup>2</sup>，影响范围较大。受疏干影响的岩溶裂隙水含水层虽然是区域含水层，但不是区域主要供水层，一般无供水意义，区内居民生产生活用水和灌溉水源主要为浅部第四系孔隙水及地表水，且含水层受大气降水和地表水补给，区内降雨量较丰富，易于补给地下水，矿业活动不会造成地下含水层被疏干。矿山关闭后停止抽排水，地下水位在一定时间内可以恢复。

### (2) 地下水位超常降低预测分析

依前文所述预测未来-500m中段矿山最大涌水量 208m<sup>3</sup>/h，一般为 119m<sup>3</sup>/h。据以往钻孔资料，钻孔单位涌水量 0.04~1.0L/s.m，泉水流量 0.1~3.0L/s，富水性中等至弱，区内 188m 标高以上岩溶发育，而 188m 标高以下不发育，矿坑直接疏排对象为矿坑排水主要疏干灰岩岩溶裂隙含水层；揭露深部碳酸盐岩基本完整，无裂隙发育，富水性弱，可视为相对隔水层；未来矿山开采主要位于在完整基岩进行；且地下水降落漏斗限于开采区，受影响的含水层通过大气降水及地表水补给容易恢复。因此预测矿山造成地下水位超常降低的可能性小。

### (3) 未来矿业活动对区域地下水均衡预测分析

现状条件下矿业活动对区域地下水均衡未造成影响。依前文所述预测未来矿井最大涌水量 208m<sup>3</sup>/h，一般为 119m<sup>3</sup>/h。经调查，区内未发生井泉水干涸、地表水漏失等现象，因此可以用上数据为依据，通过计算来判断未来矿区开采对地下水均衡的影响情况。

矿山建设对地下水均衡破坏的影响采用一般简化形式的地下水均衡方程进行预测评估，计算式如下：

$$\mu \Delta h = (Q_1 + W_r + f_k + f_v) - (Q_2 + Y_b + Q_p)$$

式中： $\mu \Delta h$ —地下水储存量变化量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$Q_1$ —地下水入渗补给量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )； $W_r$ —大气降水入渗补给量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$f_k$ —地表水渗透补给量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )； $f_v$ —灌溉水补给量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$Q_2$ —地下水总流出量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )； $Y_b$ —地下水溢流量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

$Q_p$ —地下水开采抽排水量。

式中  $Q_1 = KBIH$

$K$ —地下水渗透系数采用  $0.012$  ( $\text{m}/\text{d}$ )；

$B$ —过水断面的取矿区外围边界的周长之和约  $2450\text{m}$

$I$ —水力坡度取  $0.17$

$H$ —含水层平均厚度取  $200\text{m}$

将上列参数代入得  $Q_1 = 999.6$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

式中  $W_r = a \times A \times F$

$a$ ：地面降雨渗入系数，取  $0.15$ ；

$A$ ：多年平均降雨量取  $0.0041\text{m}/\text{d}$

$F$ ：大气降水入渗区计算面积取整个矿区汇水面积约  $404600\text{m}^2$ 。

将上列参数代入得  $W_r = 248.83$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

式中  $f_k$  为地表水渗透补给量。本矿区未发生地表溪沟漏失入渗的问题，故本次计算补给量假定为  $0$ 。

式中  $f_v$  为灌溉水补给量，本区内矿山范围内分布有基本农田，均进行了较长时间的人工引渗回灌，故本次计算灌溉水补给量取值为  $1$ 。

式中  $Q_2$  地下水总流出量，本次计算取  $0$ 。

式中  $Y_b$  为溢流量，本次调查无明显溢流量；

式中  $Q_p$  按预测的一般涌水量，取整个矿区  $119\text{m}^3/\text{d}$ ；

计算结果：

$$\mu \Delta h = (999.6 + 248.83 + 0 + 1) - (0 + 0 + 119) = 1130.43\text{m}^3/\text{d}$$

通过以上计算可说明，未来矿区地下水的总流入量远大于矿山的抽排量，预测未来矿业活动不会对区域地下水均衡造成破坏。

#### (4) 井泉水疏干预测分析

依前述，未来矿坑疏排水波及到区内其他含水层可能性小，且矿区周边居民饮用

水使用自来水厂供水，不使用地下水，矿山职工和周边居民用水有保证。

(5) 未来矿业活动地表水漏失预测分析

按《开发利用方案》设计，结合矿山实际情况，根据矿床开采技术条件和采矿方法特点，参照类似矿山的资料，矿岩移动角确定为：矿体上盘  $60^\circ$ 、下盘为  $65^\circ$ 、走向移动角  $\delta = 70^\circ$ ，松散层安息角  $\phi = 45^\circ$ 。矿体一般厚度  $0.65\text{m} \sim 8.27\text{m}$ ，平均  $2.13\text{m}$ ，各中段矿体依据最大厚度取值。

1、按《开发利用方案》设计，结合矿山实际情况，参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》推荐的公式、参数计算各矿体冒落带高度。

① 垮落带高度  $H_m$

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2$$

式中： $\sum M$ -矿体最大厚度， $H_m$ -冒落带高度(m)

② 导水裂缝带高度  $H_{li}$

$$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

式中： $\sum M$ -矿体最大厚度， $H_{li}$ -导水裂缝带高度(m)

各矿体顶板岩层冒落带高度、导水裂隙带高度计算结果详见下表：

表 3-8 顶板岩层冒落带高度、导水裂隙带高度计算结果表

中断编号	矿体厚度 (m)	冒落带高度 $H_m$ (m)	导水裂隙带高度 $H_{li}$ (m)	$H_m + H_{li}$ (m)	地表最低标高 (m)	最高地采安全标高 (m)	分布范围
-45 中断	1.42	7.73	29.78	37.51	259	-7.49	14-20 线
-90 中断	1.61	8.26	31.67	39.93	254	-50.07	14-20 线
-139 中断	3.39	11.9	43.17	55.07	268	-83.93	14-24 线
-185 中断	1.08	6.69	25.87	32.56	264	-152.44	16-24 线
-230 中断	1.25	7.23	27.92	35.15	253	-194.85	20-26 线
-265 中断	1.52	8.01	30.8	38.81	253	-226.19	20-26 线
-305 中断	0.62	5.03	19.1	24.13	262	-280.87	22-24 线
-342 中断	1.23	7.16	27.69	34.85	254	-307.15	16-26 线
-378 中断	1.16	6.94	26.86	33.8	258	-344.2	14-22 线
-420 中断	1.47	7.87	30.3	38.17	267	-381.83	10-18 线
-440 中断	1.15	6.91	26.74	33.65	259	-406.35	10-24 线

依据上表计算结果可知，-440m 中断至-45m 中断矿体赋存标高均低于最高地下开采安全标高，引发地表水漏失的可能性小；预测分析“冒落带+导水裂隙”最大高度为  $55.07\text{m}$ ，距离地表最近标高  $-7.49\text{m}$ ，其不会通达地表，引发地表水漏失的可能性小。

综上所述，本次预测矿山开采导致地表水漏失的可能性小，危害程度小。

表 3-9 矿业活动地表水漏失危害程度预测表

损毁程度	分布位置	影响与危害对象	损失情况	危害程度
轻度	岩移影响范围内	大部分林地，少量水塘	<100 万元	小

## 2、未来矿业活动对水生态水环境影响预测分析

### (1) 地表水水质污染预测影响趋势

据柳塘岭铅锌矿现状生产情况和地质环境特征分析，目前柳塘岭铅锌矿使用的选厂及尾矿库位于矿区外 13km，矿区范围内无选厂废水、尾矿废水，矿山地表水污染源仍为矿坑废水。现状矿坑废水主要是悬浮物含量较高，水量小，矿坑废水水质因铅锌矿体及其矿化围岩时溶解有害元素含量低，生态修复区内地表溪流水较清澈、透明，对地表水水质污染影响较轻。因此，预测评估对地表水水质污染影响趋势保持不变。

### (2) 地下水水质污染预测影响趋势

矿山未来开采矿坑废水主要是含悬浮物较多，经平硐流入沉淀池，再经污水处理站处理达标后部分用于矿山用水，多余部分向下游排泄，因矿坑外排水量占地下水径流量比例较小，且抽取的为地下构造裂隙水本身，在地下渗透铅锌矿体及其矿化围岩时溶解有害元素含量低，据采集的废水样，送具有相应资质的湖南中胜检测技术有限公司进行测试分析，矿区废水中铜、锌、汞、镉、铬、铅、铊、镍等有毒有害重金属元素均没有超标。故预测矿坑废水对地下构造裂隙水水质的污染影响趋势保持不变；矿坑废水处理达标后排入溪沟，沿途主要流经第四系分布区，因地表残坡积风化粘土层覆盖较厚，排水量小，污染地下水可能性小，故预测矿坑废水对地下水水质的污染影响趋势保持不变。

综上所述，未来矿山开采对水资源影响趋势保持不变、对水环境污染影响趋势保持不变。矿山水环境影响现状及趋势见图 3-12。

图 3-12 柳塘岭铅锌矿矿区水生态水环境影响趋势图

(三) 小结

综上：矿业活动现在未造成地表水漏失、地下水疏干，对水资源影响较浅；现状未造成地表水污染、未对下伏含水层地下水水质造成污染影响，对地下水环境影响较轻。趋势分析，矿业活动对水资源、水环境影响趋势与现状基本一致。

表 3-10 水资源水生态影响现状及趋势一览表

影响类别		是否对水资源造成影响	是否对水生态水环境造成影响
现状	地下水资源、区域地下水均衡	否	
	地表水漏失	否	
	矿井水		否
趋势	地下水资源、区域地下水均衡	否	
	地表水漏失	否	
	矿井水		否

## 四、矿山地质灾害影响

### （一）地质灾害影响现状

#### 1、崩塌、滑坡灾害危害小

根据现场核实调查，矿区未发生过崩塌、滑坡地质灾害。

#### 2、泥石流、废石流灾害危害小

根据现场核实调查，矿区未发生过泥石流、废石流地质灾害。

#### 3、矿坑突水灾害危害中等

2006年，矿山开拓期间，在-45m中段发生透水事故，短时间内涌水量激增。造成直接经济损失约20万元，间接经济损失逾百万元。同时还造成了侯家谷居民区的次生岩溶塌陷地质灾害。根据《技术规范》判定，其危害中等。

#### 4、采空区地面变形破坏危害小

矿体赋存在+13~-500米标高，位于当地侵蚀基准面（+226m）以下，矿体埋藏深，采用地下开采方式，矿山开采形成的采空区位于-45m标高以下，地面高程250m以上，地表保安矿柱厚度大于300m。矿业活动未引起明显的采空区地面变形，对周边环境影响小，因此采空区地面变形破坏的危害小。

#### 5、岩溶塌陷地质灾害危害中等

2006年，矿山发生突水事故后，侯家谷居民区发生了次生岩溶塌陷地质灾害，导致4栋房屋受损，有轻度开裂现象，侯家谷居民区北部农田，出现了一个岩溶塌陷坑，塌坑直径约5m，深度约1.5m，影响农田约1亩。当年矿山及时对受损房屋进行了加固修缮，对岩溶塌陷坑进行了回填处理，农田已恢复耕种。

根据现场核实调查，原有受损房屋已拆除，已全部搬迁，侯家谷居民区剩余4栋2层砖混房屋，目前已无人居住，农田恢复耕种。除此以外，矿区无其他岩溶塌陷地质灾害问题。因此，在矿山采取了恢复治理措施后，岩溶塌陷地质灾害的危害中等。

### （二）地质灾害影响趋势分析

#### 1、矿业活动可能引发、加剧地质灾害的趋势

预测未来矿山开采地段岩层稳定性好，矿体围岩稳固，且单个矿体规模小，采空

区面积不大，开采深度大，因此地下开采形成的空场造成地表崩塌、滑坡等地质灾害的可能性小。地下开采对区内地下水有一定的影响，对岩溶裂隙水有一定程度疏干。矿业活动引发和加剧岩溶塌陷的可能性中等、潜在威胁上部侯家谷房屋 4 栋，威胁财产 110 万元，危险性中等。

总之，矿山采取边治理边开发的原则，其矿业开发对地质环境的影响和破坏会减小到最低程度，矿山开采基本适宜，矿区环境地质条件复杂程度为中等。

## 2、矿山建设可能遭受地质灾害的趋势

柳塘岭铅锌矿地面建设简单，现居住和办公设施主要有职工宿舍、办公房，位于办公生活区、工业广场、风井区及拟建员工休闲区。

### (1) 矿山建设可能遭受崩塌、滑坡的趋势

矿山现状环境条件下未发生矿业活动引发崩塌、滑坡发生，未来矿业活动引发崩塌、滑坡的可能性小。矿山为生产多年的老矿山，基础设施建设基本完善，局部欠稳定的切、填方边坡已建有挡墙。故矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的趋势与现状基本一致。

### (2) 矿业活动引发废石流的危险性趋势

现状条件下生态修复区内现状条件下无矿山地面建设遭受泥石流灾害，矿山其它地段无大型工程活动、无乱采滥挖乱排乱放，未来矿业活动引发泥石流的可能性小。故矿山建设遭受采空区地面塌陷地质灾害趋势同现状。

因此，预测评估矿山矿业活动引发废石流的趋势将减小。

### (3) 矿山活动可能引发采空区地面塌陷、变形的趋势

前述已知，现状曾发生地质灾害的区域已经治理。未来主要开采深部矿块，矿业活动可能引发采空区地面塌陷、变形的趋势具体如下：

#### 1)、采空地面岩移边界计算

$W_{fm}=qMncos\alpha$  (非充分采动)

$$n=\sqrt{n_1 \cdot n_3} \quad n_1=k_1 \frac{D_1}{H_0} \quad n_2=k_2 \frac{D_3}{H_0}$$

式中： $q$ —下沉系数，取 0.55， $\alpha$ —矿体倾角， $n$ —地表采动程度系数， $n_1$ —倾斜方向采动系数； $n_3$ —走向方向采动系数； $n_1$ 和  $n_3$  大于 1 时取 1； $k_1$ 、 $k_3$ —与覆岩岩性有关的系数，坚硬型覆岩的  $k_1$ 、 $k_3=0.7$ ，中硬型覆岩的  $k_1$ 、 $k_3=0.8$ ，软弱型覆岩的  $k_1$ 、 $k_3=0.9$ 。设计矿房长 30~50 米，宽度为矿体厚度，高度为 20~50 米， $D_1$ 、 $D_3$ —采区

工作面沿倾斜方向和走向方向（ $D_1$  取矿房宽度 50m）的实际长度（m），倾斜方向取采区工作面长度（53m）； $H_0$ —（-45m 中断）工作面平均采深（m）为 304m。

最大倾斜值  $i_{cm}$ 、最大曲率值  $K_{cm}$ 、最大水平移动值  $\varepsilon_{cm}$  和最大水平变形值  $u_{cm}$  按下公式计算：

$$i_{cm} = W_{cm} / r \quad (\text{mm/m}) \quad K_{cm} = 1.52W_{cm} / r^2 \quad \varepsilon_{cm} = bW_{cm} \quad (\text{mm})$$

$$u_{cm} = 1.52bW_{cm} / r \quad (\text{mm/m}) \quad r \text{—地表影响区半径。} \quad r = H / \tan \beta$$

$$H_0 \text{—开采深度 (m)} \quad b \text{—水平移动系数, 按表 F.1 取值 0.25。}$$

$$\beta \text{—移动角, 取 } \beta = 70^\circ, \text{ (上盘 } 60^\circ, \text{ 下盘 } 65^\circ \text{)}$$

$$\text{计算得出 } n_1 = 0.7 * 50 / 304 = 0.12; \quad n_2 = 0.7 * 53 / 304 = 0.12, \quad n = 0.12。$$

表 3-11 采空区地表变形预测值计算表

矿体	矿体倾角均值	平均采厚	下沉系数 q	地表影响最大半径 r	水平移动系数 b	最大下沉值 $W_{cm}$	最大倾斜值 $i_{cm}$	最大曲率值 $K_{cm}$	最大水平移动值 $\varepsilon_{cm}$	最大水平变形矿体值 $U_{cm}$
	°	m		m		m	mm/m	mm/m <sup>2</sup>	mm	mm/m
1号矿体	70	1.2	0.55	110.65	0.25	0.027	0.244	0.003	6.75	0.37

表 3-12 采空区地表变形预测值计算表

发育程度 (可能性)	判别指标				
	地面移动变形值			开采深厚比	地面与建筑物变形特征
	倾斜 (mm/m)	水平变形 (mm/m)	地形 (mm/m <sup>2</sup> )		
强(大)	>6	>4	>0.3	>40	陡倾斜厚煤层露头区、沉陷可导致边坡失稳区、可能出现非连续变形的构造带，地表存在塌陷和裂缝；地表(构)筑物变形开裂明显。
中等	3-6	2-4	0.2-0.3	40-80	地表存在变形及地裂缝；地表(构)筑物有开裂现象。
弱(小)	<3	<2	<0.2	>80	地表无变形及地裂缝；地表(构)筑物无开裂现象。

由以上计算可知，矿体开采后，如采用陷落法管理顶板，地表将产生变形和移动，整个矿井开采结束后，地表将出现沉陷和水平位移，地表最大下沉值为 27mm，最大水平移动值为 6.75mm。圈出了未来矿山地下开采的岩石移动范围。（见插图 3-13，未来采空地面岩移边界）。

现场调查，采空区地表沉陷范围内无民房分布，为林业、养殖管护用房，地表沉陷范围内的地类主要为林地、水塘，根据表 3-8 计算结果，参考《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）中的采煤沉陷土地损毁程度分级

标准（见表 3-13）可知，I 矿体开采最大下沉值 $<2.0\text{m}$ ，最大水平变形值 $<8.0\text{mm/m}$ ，因此预测地下开采采空塌陷变形对土地资源的损毁程度较轻，可能直接经济损失 $<100$  万元，危害程度小。经现场核查，岩移范围内没有受影响的居民点；有林地 $5733.60\text{m}^2$ 。位于矿区范围内的南部，地表标高在 $+250\text{m}$  以上，后期在该处开采为 $-45\text{m}$  至 $-440\text{m}$  左右，其最高安全标高为 $-7.49\text{m}$ ，其开采不会造成塌陷开裂破坏。

表 3-13 土地损毁程度分级标准

损毁程度	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉值 m	沉陷后水位埋深 m	生产力降低%
轻度	$\leq 8$	$\leq 20$	$\leq 2$	$\geq 1$	$\leq 20$
中度	8-20	20-50	2-6	0.3-1.0	20-60
重度	$>20$	$>50$	$>6$	$<0.3$	$>60$

#### （4）矿山建设可能遭受岩溶塌陷的趋势

矿山 2006 年发生的塌陷区的经治理后候家谷居民区房屋基本完好，农田恢复耕种。除此以外，矿区无其他岩溶塌陷地质灾害问题。因此，在矿山采取了恢复治理措施后，岩溶塌陷地质灾害的危害小。

矿山闭坑后，不存在开采、抽水与废石排放，地下水位逐渐上升，回到自然状态，巷道及采空区因岩石应力释放而空间逐渐变小，废石场经整理后覆土植树，故矿山闭坑后，引起或遭受地质灾害的趋势进一步减弱。

### （三）小结

现状评估矿山原发生过岩溶地面塌陷，危险性中等；其余地质灾害不发育，对矿山地质环境影响可控。预测未来矿业活动引发和加剧岩溶塌陷的可能性中等，危险性中等，引发和加剧崩塌、滑坡、泥石流等其他地质灾害的可能性小，引发采空区地面塌陷可能性小，未来矿山建设遭受地质灾害的危险性小。

图 3-13 柳塘岭铅锌矿矿区地质灾害现状及发展趋势图

表 3-14 矿山地质灾害现状及趋势一览表

地质灾害类型	矿山地质灾害现状			矿山地质灾害预测		
	是否有地质灾害	危险性	影响对象	可能性	危险性	影响对象
崩塌	否	无	无	小	小	无
滑坡	否	无	无	小	小	无
泥石流	否	无	无	小	小	无
采空地面塌陷	否	无	无	小	小	无
岩溶地面塌陷	有	中等	房屋、农田	中等	中等	房屋 4 栋

## 五、生物多样性破坏

### (一) 生物多样性破坏现状

组成本区植被的上层乔木多以柏科、槭树科、樟科、山茶科、漆树科、冬青科等这些种类为主；灌木层多为山茶科、唇形科、紫金牛科、茜草科等的一些种类，草本植物则以五节芒、早园竹、蕨类、沿阶草等为主。现状植被多为人工林。

爬行、两栖类动物：壁虎、四脚蛇、蛇；两栖类动物有蛤蟆、青蛙等；昆虫类有：蚂蚁、蜻蜓、蚊子、甲壳虫、卷叶蛾等。鸟类动物：麻雀、乌鸦、山麻雀等。哺乳动物：老鼠、猫、狗、猪、兔等。水生生物：修复区内无名小溪内主要浮游植物有绿藻、硅藻等；浮游动物主要有水蚤、轮虫等，底栖动物主要有小型的虾、螃蟹和河蚌等；调查期间发现无名小溪鱼类资源稀少，偶尔才能发现几条小型鱼类。现场调查，未发现需特殊保护的鱼虾产卵地分布。区域内未发现国家重点保护野生动物，无大的渔业、水产养殖业，无自然保护地和风景名胜古迹。

## （二）生物多样性破坏趋势分析

柳塘岭铅锌矿为地下开采老矿山，矿区道路、生活办公区、工业广场等地面建设完善，未来矿石临时堆放将建设抛废区临时堆放点，废石堆放在拟建抛废区后转运，并拟建员工休闲区。新增占地面积 2.85ha，多为林地和采矿用地，将对地表原生植被有影响，但对当地的生物多样性破坏影响趋势保持不变。

图 3-14 待建员工休闲中心区域山坡植被情况

## （三）小结

综上所述：矿业活动现状对生物多样性无破坏，也无造成生物多样性破坏的趋势。

表 3-15 生物多样性破坏影响现状及趋势一览表

影响类别		是否对生物多样性造成破坏
现状	矿山地面建设	无
	地下开采	无
趋势	矿山地面建设	无
	地下开采	无

## 第四章 生态保护修复工程部署

### 一、生态保护修复工程部署思路

结合桂阳县生态红线保护、生态林保护、基本农田保护、矿产资源保护与开发和城镇规划和周边群众对矿山生态修复的意见与建议，按照“边开采、边修复”和“宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林”的原则，优先考虑修复为林地，其次考虑修复为建设用地的思路，柳塘岭铅锌矿生态保护修复工程部署思路为：

加强监测，及时治理修复；对矿区现有绿化景观持续管护；闭坑后将工业广场、铁轨、污水处理站、风井区炸药库等建筑物进行硬物拆除；工业广场区、抛废区、污水处理站、风井区复为林地。

本矿山主要道路为矿山公路，该公路给附近村组生产交通提供了很大的便利，现状办公生活区有办公楼 1 栋，3 层，砖混结构；宿舍楼 2 栋，1-2 层，砖混结构，老旧；另还有厕所、工具房等平方三间，砖混结构，简易工棚一座。根据矿山与当地村组、镇行政管理部门商议矿山办公楼和主要道路需要保留，其他老旧宿舍、平房、工棚等拆除，复垦为林地。工业广场所有建筑物拆除，复垦为林地；拟建的员工休闲区及主要道路保留；抛废区全部复垦为林地；污水处理站全部拆除，复垦为林地；风井区全部拆除，复垦为林地。

### 二、生态保护修复目标

矿区生态环境保护与修复目标为：

- (1) 利用已经运行的废水处理站持续对矿山废水进行治理，达标后排放；
- (2) 生产期间对拟建的员工休闲区及抛废区进行建设，宜先行复垦绿化区进行绿化；
- (3) 建设采空区变形动态监测系统。
- (4) 闭坑后对各井筒进行封闭，全面消除灾害安全隐患，封闭井筒 2 个；将工业广场、抛废区、污水处理站、风井区等修复为有林地，新增林地 4.28ha。

实现不利用区域复垦率 100%，环境宜人。

### 三、生态保护修复工程及进度安排

#### (一) 生态保护修复工程

##### 1、生态保护保育工程

矿区及周边无国家及地方重要保护动植物，亦无野生动物迁徙路径，位于“三区二线”范围以外，无须生态保护工程。

## **2、生态修复工程**

### **(1) 地形地貌景观修复工程**

矿山对矿区道路进行了硬化，道路两边和矿部周围进行了景观绿化，本次不再设计景观修复工程。

图 4-1 办公生活区植树绿化工程

图 4-2 工业广场道路硬化及路边绿化工程

## (2) 土地复垦与生态多样性修复工程

### 1) 土地复垦工程设计

土地复垦工程部署见附图 3—矿山生态保护修复工程部署图。

根据待复垦的土地资源现状特征，结合本区的国民经济、社会发展的长远规划及土地利用总体规划，经过综合分析论证，土地复垦规划依据技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型，选择土地复垦后的用途，因地制宜，综合治理。宜耕则耕、宜林则林、宜园则园、宜建设则建设的原则，科学安排以农、林为主的各项用地，实现土地资源的可持续利用，促进项目区经济的持续、稳定、健康发展。

根据桂阳县国土空间规划和当地村民的意见，方案对矿山办公生活区的办公楼和主要道路需要保留，其他老旧宿舍、平房、工棚等拆除，复垦为林地。工业广场所有建筑物拆除，复垦为林地；拟建的员工休闲区及主要道路保留；抛废区全部复垦为林地；污水处理站全部拆除，复垦为林地；风井区全部拆除，复垦为林地。

区内优势树种主要是樟树、荷树、杜鹃、山茶树、海棠树、泡桐、檫树等，考虑经济和生态效益，结合矿区成土母岩为中生代以来海相沉积碳酸盐岩，本方案选择全部栽植山茶树。株距为 2.0m×2.0m。坑栽，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m。为减少水土流失，尽快复绿，在树间点播混合草籽。

#### ①办公生活区复垦

矿山办公生活区作为矿山职工生活办公场所，地面多硬化，且有较多建筑物，前期该区内已进行了局部的复垦复绿，已复垦的面积 0.19ha。根据当地村民委员会和矿山意见，该区的办公楼和主要道路需要保留，保留利用面积 0.03ha；其他老旧宿舍、平房、工棚等拆除，拆除后清除地表硬物回填至矿井内，再对场地进行翻松、覆土 0.5m，挖坑植树，树间种草，复垦为林地。根据矿山设置的土样监测结果可知本矿山区域的土壤没有受到污染所有检测元素均没有超过《土壤环境质量 农田地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中标准限值，满足林地复垦要求，因此硬物处理完后直接对场地进行翻耕，挖坑植树，树间种草。栽植山茶树，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m，株距为 2.0m×2.0m。植树后，为尽快复绿，减少水土流失，对场地挖穴点播适应性强的混合草籽。为提高树、草的成活率，向树坑和表土施加一定的有机肥。复垦为有林地面积 0.26ha。办公生活区除保留利用的办公楼和道路外，其余复垦为林地工程部署平面图和典型设计见图 4-3、图 4-4。

图 4-3 办公生活区复垦工程部署分布图

图 4-4 种草植树设计断面图

## ②工业广场复垦工程设计

矿山工业广场作为矿山生产的主要场所，地面多建筑物，多硬化，且有较多机械设备，前期该区内已进行了少部分的复垦复绿，已复垦的面积 0.04ha。该区地表建筑物、构筑物全部拆除，拆除后清除地表硬物，除后清除地表硬物回填至矿井内，并对井口进行封堵，再对场地进行翻松、覆土 0.5m，挖坑植树，树间种草，复垦为林地。栽植山茶树，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m，株距为 2.0m×2.0m。植树后，为尽快复绿，减少水土流失，对场地挖穴点播适应性强的混合草籽。为提高树、草的成活率，向树坑和表土施加一定的有机肥。复垦为有林地面积 1.10ha。复垦为林地工程部署平面图和典型设计见图 4-5、4-4。

图 4-5 工业广场复垦工程部署分布图

### ③待建抛废区复垦工程设计

待建抛废区作为矿山过程中废石临时堆放区，地面浮土层未清除，该区闭坑后对废石进行综合利用处理后，处理完地表废石对及硬物后，复垦为林地。硬物处理完后直接对场地进行翻耕挖松，挖松深度不小于 0.5m，挖坑植树，树间种草。栽植山茶树，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m，株距为 2.0m×2.0m。植树后，为尽快复绿，减少水土流失，对场地挖穴点播适应性强的混合草籽。为提高树、草的成活率，向树坑和表土施加一定的有机肥。复垦为有林地面积 2.14ha。复垦为林地工程部署平面图和典型设计见图 4-6、4-4。

图 4-6 抛废区复垦工程部署分布图

#### ④污水处理站复垦工程设计

污水处理站作为矿山污水处理中心，其沉淀池大小为 30m\*20m\*2m，容量为 1200m<sup>3</sup>，另有管理用房一座，占地面积 0.15ha。该区闭坑后对沉淀池硬物及附属建筑构筑物进行拆除，处理完硬物后，沉淀池进行填埋平整，后复垦为林地。首先场地进行翻耕挖松，挖松深度不小于 0.5m，挖坑植树，树间种草。栽植山茶树，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m，株距为 2.0m×2.0m。植树后，为尽快复绿，减少水土流失，对场地挖穴点播适应性强的混合草籽。为提高树、草的成活率，向树坑和表土施加一定的有机肥。复垦为有林地面积 0.15ha。复垦为林地工程部署平面图和典型设计见图 4-7、图 4-4。

图 4-7 污水处理站复垦工程部署分布图

### ⑤风井区复垦工程设计

风井区作为矿山通风、抽水工区，设有炸药库、设备用房、管理用房、沉淀池，还附有一系列机械设备，占地面积 0.58ha。该区闭坑后对地表建筑物、构筑物及机械设备进行拆除，对硬物进行清除，对风井进行封堵，处理完硬物后对场地进行翻耕，后复垦为林地。后挖坑植树，树间种草。栽植山茶树，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m，株距为 2.0m×2.0m。植树后，为尽快复绿，减少水土流失，对场地挖穴点播适应性强的混合草籽。为提高树、草的成活率，向树坑和表土施加一定的有机肥。复垦为有林地面积 0.58ha。复垦为林地工程部署平面图和典型设计见图 4-8、图 4-4。

图 4-8 风井区复垦工程部署分布图

#### ⑤拟建员工休闲建筑物及矿山公路复垦工程设计

拟建员工休闲建筑物区已完成了场地平整工作，根据其设计文件，该区将建设员工休闲用房一栋及地面体育休闲活动设施，并高标准配套该区园林景观的建设，打造成人与自然协调的员工休闲区，根据当地村民委员会及矿山意见，该区完建后待矿山闭坑移交当地村委会，进行保留利用；矿山公路为该矿山生产区域的主要交通道路，已硬化，矿山闭坑后根据当地村民委员会及矿山意见矿山道路还可满足当地村民农用、林业生产需要，予以保留利用，见图 4-9、图 4-4。

图 4-9 拟建员工休闲区及矿山公路保留利用

#### ⑥取土场土地复垦工程设计

将取土场的土壤挖松平整。将土壤挖松，挖松深度不小于 0.5m，挖坑植树，树间种草。栽植山茶树，树坑规格 0.6m×0.60×0.5m，株距为 2.0m×2.0m。植树后，为尽快复绿，减少水土流失，对场地挖穴点播适应性强的混合草籽。为提高树、草的成活率，向树坑和表土施加一定的有机肥。复垦为有林地面积 0.50ha。其复垦为有林地的典型设计见图 4-10、图 4-4。

图 4-10 取土点复垦工程部署分布图

## 2) 土源供需平衡分析

### ① 需土量分析

表土需求量 = 覆盖面积 × 表土厚度

参考复垦标准，本方案设计对 1 处工业广场、1 处办公生活区、1 处抛废区、1 处污水处理站、1 处风井区栽植树的方法复垦为林地。根据报告编制技术人员现场测量得出以下复垦面积。

工业广场为挖损占压土地面积 1.14ha，其中已修复 0.04ha，未来复垦为林地时需要进行覆土，覆土厚度 0.5m，需土量  $11000\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 5500\text{m}^3$ 。

办公生活区为挖损占压土地面积 0.48ha，其中已修复 0.19ha，保留利用 0.03ha，未来复垦为林地时需要进行覆土，覆土厚度 0.5m，需土量  $2600\text{m}^2 \times 0.5\text{m} = 1300\text{m}^3$ 。

抛废区为压占土地面积 2.14ha，此处土层厚大于 1.0m（图 4-11），未来复垦为林地时只需将其上的废石清除，进行土地翻松即可，不需客土。

污水处理站为挖损占压土地面积 0.15ha，未来复垦为林地时只需将其上的建筑物清除，沉淀池需掩埋填平，需土量  $1200\text{m}^3$ 。

风井区为挖损压占土地，占用土地面积  $0.58\text{hm}^2$ ，其中  $0.45\text{hm}^2$  为压占土地，此处土层厚大于 1.0m（图 4-12），未来复垦为林地时只需将其上的废石清除，进行土地翻松即可，不需客土， $0.13\text{hm}^2$  为挖损压占土地，未来复垦为林地时需要进行覆土，覆土厚度 0.5m，需土量  $650\text{m}^3$ 。

矿山公路及员工休闲区（待建）为保留利用区，不需覆土复耕。

矿区土地复垦共需要覆土为  $8650\text{m}^3$ ，详见表 4-1。

表 4-1 矿区土地复垦需土量汇总表

复垦区域	面积 (hm <sup>2</sup> )	覆土厚度 (m)	覆土面积 (m <sup>2</sup> )	覆土量 (m <sup>3</sup> )	备注
工业广场	1.14	0.5	11000	5500	需清除地面硬化物，再覆土，覆土面积 1.1ha
办公生活区	0.48	0.5	2600	1300	需清除地面硬化物，再覆土，覆土面积 0.26ha
污水处理站	0.15	-		1200	填埋沉淀池
风井区	0.58	0.5	1300	650	需清除地面硬化物，再覆土，覆土面积 0.13ha
抛废区	2.14				只需要翻耕，不需要覆土
员工休闲区	0.71				保留利用
矿山公路	0.32				
取土区	0.5				
合计	6.02			8650	

## ②土源供应量分析

现场勘察,拟设取土场土层厚度测量一般大于 3.5m,贮藏丰富(图 4-13、图 3-14)。根据 2023 年 6 月 20 日完成的土壤检测报告,对拟建员工休闲区北部附近进行了采样,样本深度为 0-200cm,土壤颜色为红棕色,土壤质地为壤土,PH 值 6.53,各重金属元素均在标准限值以下。土壤质量满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)表 1 中农用地土壤污染风险筛选值。本方案在拟建员工休闲区北面附近设一面积约 5000m<sup>2</sup> 的取土场,采用油动单斗挖掘机、推土机、柴油型自卸汽车取土,取土厚度 1.75m,可满足生态修复区的覆土需求。

图 4-11 拟设抛废区土层厚度测量

图 4-12 风井区土层厚度测量

图 4-14 拟设取土场

图 4-13 拟设取土场土层厚度测量

## 3) 工程量测算

### ①场地硬化物清除工程

地面硬化拆除，按区域面积×0.15m厚来估算硬化物的方量。工业广场全部硬化，需拆除硬化面积 11000 m<sup>2</sup>，有建筑物 20 座全部拆除，多为一层砖混结构和少量钢结构，建筑面积 1684m<sup>2</sup>，铺设了铁轨 110m 需拆除；办公生活区多已硬化，除保留利用外需拆除硬化面积为 2600 m<sup>2</sup>，建筑物除办公室保留，其余 6 座建筑物（宿舍、厕所、工具房等）拆除，多为一层砖混结构和少量钢结构，拆除房屋建筑面积 1005m<sup>2</sup>；风井区部分建筑物区硬化，硬化面积 1062m<sup>2</sup>，有设备用房、门房、员工宿舍、炸药库、沉等建筑物 8 座，多为一层砖混结构和一座钢结构，建筑面积 662m<sup>2</sup>；污水处理站硬化面积 980m<sup>2</sup>，1 栋 1 层建筑，占地面积 380m<sup>2</sup>，沉淀池 1 座占地面积 600 m<sup>2</sup>，回水沉淀池深 2m，壁厚 0.15m。另在矿山外围建设了围墙，围墙长度 1025m，墙高 3.5m，墙厚 0.3m。砖混结构及钢结构的房屋硬化物拆除量，考虑松散系数，按经验值每层 0.95m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> 计算，围墙、水沟按测量数据直接取 1.2 的膨胀系数计算硬化物体积；硬化物的方量见表 4-2：

表 4-2 复垦单元硬化物清除工程量

项目位置	工程量			备注
	面积 (m <sup>2</sup> )	单位方量 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	方量 (m <sup>3</sup> )	
工业广场	硬化面积 11000	0.15	1650	
	房屋面积 1684	0.95	1599.8	
	铁轨长度 110m	0.3×0.5	16.5	
	围墙 1025m	3.5×0.3×1.2	1291.5	
办公生活区	硬化面积 2600	0.15	390	
	房屋面积 1005	0.95	954.7	
风井区	硬化面积 1062	0.15	159.3	
	房屋面积 662	0.95	628.9	
污水处理站	硬化面积 980	0.15	147	
	房屋面积 380	0.95	361	
合计			7198.7	

②土壤重构工程

覆土 8650m<sup>3</sup>，土地翻松 44500 m<sup>2</sup>；场地平整 15500 m<sup>2</sup>。

表 4-3 复垦单元土壤重构工程量表

项目位置	覆土 (m <sup>3</sup> )	土地翻松 (m <sup>2</sup> )	场地平整 (m <sup>2</sup> )	备注
工业广场	5500	11000	11000	
办公生活区	1300	2600	2600	
污水处理站	1200		600	
风井区	650	4500	1300	
抛废区		21400		
员工休闲区				
矿山公路				
取土区		5000		
合计	8650	44500	15500	

③植被重建工程

本方案共植树 13716 棵，其中均为山茶树。撒播狗混合草籽 4.73hm<sup>2</sup>，每公顷撒播混合草籽 30kg。

表 4-4 复垦单元植被重建工程量表

项目位置	树种	栽植规格 (m)	树坑规格 (m)	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	苗木量 (棵)
工业广场	山茶树	2.0×2.0	0.6×0.6	1.1	3190
办公生活区				0.26	754
污水处理站				0.15	436
风井区				0.58	1682
抛废区				2.14	6206
员工休闲区				0	0
矿山公路				0	0
取土区				0.50	1450
合计					

土地复垦工程量测算见表 4-5。

表 4-5 土地复垦工程量测算

项目位置	覆土(m <sup>3</sup> )	土地翻松	场地平整 (m <sup>2</sup> )	硬物拆除 (m <sup>3</sup> )	渣土清运 (m <sup>3</sup> )	种草 (hm <sup>2</sup> )	种植山茶树 (棵)
工业广场	5500	11000	11000	4557.8	4557.8	1.1	3190
办公生活区	1300	2600	2600	1344.7	1344.7	0.26	754
污水处理站	1200	900	600	508	508	0.15	436
风井区	650	4500	1300	788.2	788.2	0.58	1682
抛废区		21400				2.14	6206
员工休闲区							0
矿山公路							0
取土区		5000				0.50	1450
合计	8650	44500	15500	7198.7	7198.7	4.73	13716

### (3) 水资源水生态修复与改善工程

根据前文分析矿山投入了大量的资金修建了较完善的污水处理系统，本方案不再新增相关工程措施，由于矿山服务年限较长，污水处理站需要持续运行，需要预留污水处理费用，根据现场调查，矿山产生的废水、井下涌水均循环利用、只在汛期（大约 2 个月）有多余废水需要进污水处理站进行处理，依据矿山历年处理经验，年处理费用约 1 万元，本次设计预留污水处理费 9.2 万元。

矿山现状已有截排水沟 1430m、沉淀池 3 处，为保证排水系统通畅，矿山沉淀池拟定期清淤（2 次/a），水质处理时间为 9 年，三个沉淀池容积 1272m<sup>3</sup>，沉淀池每次清淤工程量为 254.4m<sup>3</sup>，另加排水沟每次零星清淤量 5.6m<sup>3</sup>。工程量测算见表 4-6。

表 4-6 沉淀池清淤工程量表

治理恢复单元	年数	清淤 (m <sup>3</sup> /次)	清淤频率 (次/点.a)	清淤工程量 (m <sup>3</sup> )
水质处理	9	260	2	4680

注：沉淀池的清淤方量每次按淤积达到池容积 20%时估算，另加排水沟零星清淤量。

#### (4) 地质灾害安全隐患消除工程

##### 1) 混凝土截排水沟工程

###### ①截排水沟工程设计

为了防治西面山坡汇水冲刷复垦区域及外围土地，需要在取土区-抛废区北东外围沿线修建排水沟，汇水区划分至西部分水岭，上部汇水区面积约 0.04 km<sup>2</sup>，为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

$$Q = 0.278 \times k \times i \times F \quad (\text{公式 4-3-1})$$

式中： $Q$ ——最大洪水洪峰流量（ $P=10\%$ ）， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$k$ ——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.68；

$i$ ——最大 1h 降雨强度（ $P=10\%$ ），43.6mm/h；

$F$ ——集水面积，0.11km<sup>2</sup>。

经校核验算，上游最大排洪流量  $Q=0.32\text{m}^3/\text{s}$ 。

设计修建模板浇筑混凝土截排水沟，设计截排水沟共长约 380m，截排水沟矩形断面，沟宽 500mm，深 500mm，壁厚 150mm，混凝土采用现浇 C25 砼，截排水沟设计成果详见表 4-7 及图 4-15。

排水沟采用矩形断面，渠道的横断面设计采用明沟均匀流公式进行计算，计算公式为：

$$Q=AC\sqrt{Ri}$$

式中：

$A$ ——过水断面面积（ $\text{m}^2$ ）；

$R$ ——水力半径， $R=A/X$ ， $X$  为湿周；

$C$ ——谢才系数，采用公式  $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$  进行计算；

$n$ ——为沟底糙率，取 0.017；

$Q$ ——设计流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

$i$ ——沟底比降。

设计尺寸： $b=0.5\text{m}$ ， $h=0.5\text{m}$

代入假定参数计算：

$$A = (b+h \times m) \times h = 0.25\text{m}^2$$

$$X = b+2 \times h = 1.5\text{m}$$

$$R = A/X = 0.17\text{m}$$

$$C = 1/0.017 \times (0.17)^{1/6} = 43.637$$

$$Q = AC\sqrt{Ri} = 0.40\text{m}^3/\text{s}$$

表 4-7 截排水沟横断面设计成果表

名称	断面类型	设计流量	边坡系数	比降 i	糙率 n	底宽	水深	安全超高
		m <sup>3</sup> /s				m		
截排水沟	矩形	0.40	0	0.02	0.017	0.5	0.4	0.1

图 4-15 取土区-抛废区截排水沟断面示意图 (单位:mm)

## ②截排水沟工程量

设计混凝土截排水沟共长约 380m，工程量表详见表 4-8。

表 4-8 混凝土排水沟单位长度工程量表

截排水沟	土方开挖	底板夯实	C25砼压顶	C25砼侧壁	C25砼底板	伸缩缝
	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>				
总长度	380					
单位长度工程量	0.329	0.48	0.03	0.12	0.08	0.015
总工程量	125.02	182.4	11.4	45.6	30.4	5.7

## 2) 排水毛沟工程

为防止取土场及抛废区复垦单元水土流失，使场地内部水流汇集排除至外围排水沟，拟建场地内部水沟，沟型为梯形生态沟，生态沟规格为 0.4m×0.2m×0.3m。生态沟表面覆植草皮，从而达到既环保又可作为截水沟使用的双重效果，总长约 300m。

插图 4-16 复垦区生态沟示意图(单位:mm)

排水毛沟工程量见表 4-9:

表 4-9 排水毛沟工程量统计表

防治区	工程类型	长度 (m)	挖方工程 (m <sup>3</sup> )	素土夯实 (m <sup>2</sup> )
拟取土区	生态沟	45	4.06	25.2
拟抛废区	生态沟	255	22.96	142.8
小计			27.02	168

### (5) 监测与管护工程

#### 1) 水质监测工程设计及工程量测算

矿山后期开采仍需定期对矿山排放废水进行水质监测，达标排放。设置地表水监测点 3 个，分别布置在风井口下游办公生活区南西部池塘处、抛废区下游汇水沟、矿界外溪沟下游（见图 4-17）。

监测因子以水温，PH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群为主。

水质监测频率按每季度一次，即每年 4 次。监测期为 9.2 年，合计监测 37 次，

计 111 个水样。

#### 2) 土壤质量监测工程设计

考虑到矿山开采过程中的矿石堆放，可能会导致土壤重金属污染，及时掌握土壤受污染程度和采取合理的补救措施的目的出发，土壤监测设计方案主要为矿界外溪沟下游、抛废区和风井口附近的表土，设计 3 处进行监测（具体位置见附图 5）。监测因子主要为 pH 值、铜、锌、铅、镉、六价铬、砷、汞、镍、六六六、滴滴涕、苯并[a]芘、容重、有机质、含盐量、电导率。

监测期为矿山的剩余服务年限 9.2 年，监测频率为每年 2 次，合计监测 18 次，计 54 个土样。

#### 3) 地质灾害监测工程

矿山未来应采动态监测的方式对地下采空区的稳定性进行监测（监测内容包括变形监测、应力受力监测），监测应贯穿整个矿山生产期（即 2023 年 3 月~2032 年 5 月），动态工作会产生一定费用，本次设计按照 20000 元的系统安装费，每月预留 500 的维护费，未来监测期为 110 个月，费用为 74500 元。

#### 4) 生态环境监测工程

为了进一步加强对矿区生态环境的保护，了解植被和动物的生长趋势，本次在矿区内设置了 1 个生态监测点，监测周期为每季度一次，监测期内共监测 37 点/次。

#### 5) 管护工程

主要针对植被重建工程进行设置，是对植被和复垦区域土地等进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥、浇水。本复垦项目管护主要是林业巡查，确保林木存活，使其原有的水土保持功能得到恢复。管护面积 4.73hm<sup>2</sup>，管护期限为 3 年。

图 4-17 监测工程部署分布图

## (6) 其他工程

### 1) 井口封堵工程方案设计及工程量测算

现状矿山有 2 个井口，主井、风井，均未封堵。井口在矿山闭坑时应予以封闭。应封闭的井口按闭坑矿山井筒封堵要求执行。井口封闭时在井口下长 24m 处砌筑 1 座浆砌片石墙，厚 2m，然后采用废石填至井口 2m 处，长 20m，井口采用浆砌片石封闭，厚 2m；为了防止填渣段的淋滤水聚积，造成挡墙坍塌，在下部封闭挡墙底部留设渗水孔，孔径  $\Phi 100\text{mm}$ ，孔距为 390mm，共 5 个孔。孔的上方可用较大的大块石堆积，防止孔径堵塞。井口封闭工程部署、封闭断面典型设计见图 4-18—图 4-19。井口封闭工程量见表 4-10。

图 4-18 井口封堵工程部署分布图

表 4-10 井口封闭工程量表

治理工程单元	分项工程	断面积 (m <sup>2</sup> )	封堵厚度 (m)	废石充填 (m <sup>3</sup> ) 按充填20m计算	浆砌块石 (m <sup>3</sup> )	外立面抹面 (m <sup>2</sup> )
井口封堵	主井	7.28	4	145.6	29.12	7.28
	风井	7.28	4	145.6	29.12	7.28
	合计				290.12	58.24

图 4-19 井口封闭断面图

## （二）进度安排

### 1、总体部署

根据本项目的开采方式及时序，本方案的矿山生态保护修复工程必须严格按照国家有关法律、法规和技术规程、规范要求，循序渐进，精心施工，工程总体部署分为三期：

（1）开采期：2024 年 4 月-2033 年 5 月，根据“边生产、边治理、边复垦”的原则。对不利用的废弃建筑进行拆除复垦，对已经复垦区域进行管护，对矿山采空区建立变形、位移实时动态监测系统，进一步做好水质监测、生态环境监测和土壤监测工作；确保矿山开发与矿山生态环境保护与治理恢复及土地复垦同步进行。

（2）闭坑期：2033 年 6 月-2034 年 5 月，做好建筑拆除建筑垃圾清运和各个复垦单元的土地复垦工作。

（3）管护期：2034 年 6 月-2037 年 5 月，开展复垦区域林地的管护工作，以防止复垦土地的退化，保证第二年全面复绿，三年后成活率 90%以上，郁闭度 0.3 以上。

2、矿山生态保护修复工程量汇总见下表 4-11。

表4-11 矿山生态保护修复工程量汇总表

修复单元	土地复垦与生物多样性修复工程									监测与管护工程			其他工程(井口封堵)		
	覆土(m <sup>3</sup> )	土地翻松(m <sup>3</sup> )	场地平整(m <sup>2</sup> )	硬物拆除(m <sup>2</sup> )	渣土清运(m <sup>3</sup> )	种草(hm <sup>2</sup> )	山茶树(棵)	混凝土沟(m)	生态沟(m)	水质监测	土壤监测	管护	废石充填(m <sup>3</sup> )	浆砌块石(m <sup>3</sup> )	外立面抹面(m <sup>2</sup> )
工业广场	5500	11000	11000	4557.8	4557.8	1.1	3190					1.1			
办公生活区	1300	2600	2600	1344.7	1344.7	0.26	754					0.26			
污水处理站	1200	900	600	508	508	0.15	436					0.15			
风井区	650	4500	1300	788.2	788.2	0.58	1682					0.58			
抛废区		21400				2.14	6206	380	255			2.14			
员工休闲区							0								
矿山公路							0								
取土区		5000				0.50	1450		45			0.50			
合计	8650	45400	15500	7198.7	7198.7	4.73	13716			110	54	4.73	290.12	58.24	14.56

详细工程量进度安排表见下表 4-12。

年度	工程类别	工程或费用名称	单位	工程量	
2024	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2025	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2026	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2027	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2028	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2029	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2030	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	
	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析	次	12	
		土壤监测	次	6	
		生态监测	次	4	
2031	水资源水生态修复与改善工程	预留污水处理费用	万元	1	
		排水系统清淤	m <sup>3</sup>	520	

	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析		次	12
		土壤监测		次	6
		生态监测		次	4
2032年 1月	水资源水生态修 复与改善工程	预留污水处理费用		万元	1.2
		排水系统清淤		m <sup>3</sup>	520
-2023 年5月	监测及管护工程	采空区变形、应力动态监测系统维护		动态	
		水质化验、分析		次	15
		土壤监测		次	6
		生态监测		次	5
2033年 5月 -2034 年5月	土地复垦与生物 多样性修复工程	工业广场复垦	建筑硬物拆除	m <sup>3</sup>	4557.8
			渣土清运	m <sup>3</sup>	4557.8
			覆土	m <sup>3</sup>	5500
			场地平整	m <sup>2</sup>	11000
			翻耕	m <sup>2</sup>	11000
			种植山茶树	株	3190
			播种混合草籽	m <sup>2</sup>	11000
			建筑硬物拆除	m <sup>3</sup>	1344.7
		办公生活区复垦	渣土清运	m <sup>3</sup>	1344.7
			覆土	m <sup>3</sup>	1300
			场地平整	m <sup>2</sup>	2600
			翻耕	株	2600
			种植山茶树	株	754
			播种混合草籽	m <sup>2</sup>	2600
			建筑硬物拆除	m <sup>3</sup>	508
			渣土清运	m <sup>3</sup>	508
		污水处理站复垦	覆土	m <sup>3</sup>	1200
			场地平整	m <sup>2</sup>	600
			翻耕	m <sup>2</sup>	900
			种植山茶树	株	436
			播种混合草籽	m <sup>2</sup>	1500
			建筑硬物拆除	m <sup>3</sup>	788.2
			渣土清运	m <sup>3</sup>	788.2
			覆土	m <sup>3</sup>	650
		风井区复垦	场地平整	m <sup>2</sup>	1300
			翻耕	m <sup>2</sup>	4500
			种植山茶树	株	1682
			播种混合草籽	m <sup>2</sup>	5800
			翻耕	m <sup>3</sup>	21400
			种植山茶树	m <sup>3</sup>	6206
			播种混合草籽	m <sup>2</sup>	21400
		抛废区复垦	翻耕	m <sup>3</sup>	5000
			种植山茶树	m <sup>3</sup>	1450
			播种混合草籽	m <sup>2</sup>	5000
		取土区复垦	挖方工程	m <sup>3</sup>	125.02
			底板夯实	m <sup>3</sup>	182.4
地灾安全隐患消 除工程	取土场-抛废区外围截 排水沟修建	挖方工程	m <sup>3</sup>	125.02	
		底板夯实	m <sup>3</sup>	182.4	

			C25 砼压顶	m <sup>2</sup>	114.4
			C25 砼侧壁	m <sup>3</sup>	45.6
			C25 砼底板	m <sup>3</sup>	30.4
			伸缩缝	m <sup>3</sup>	5.7
		取土场-抛废区排水毛沟	挖方工程	m <sup>2</sup>	27.02
			素土夯实	m <sup>2</sup>	168
	其他工程	主井、风井封闭	废石充填	m <sup>3</sup>	290.12
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	58.24
			砂浆抹面	m <sup>2</sup>	14.56
后三年	监测及管护工程		复垦区	m <sup>2</sup>	47300

## 第五章 经费估算与基金管理

### 一、经费估算

#### (一) 经费估算依据

##### 1、估算原则

- (1) 符合国家有关法律、法规规定；
- (2) 治理恢复及土地复垦投资应进入工程估算中；
- (3) 工程建设与治理恢复及复垦设计同步设计，同步建设投资；
- (4) 科学、合理、高效的原则。

#### (二) 经费估算依据

##### 1、国家及有关各部门的政策性文件

①财政部、国土资源部《关于印发《新增建设用地土地有偿使用费资金管理办法》的通知》【财建[2017]423 号】；

②湖南省国土资源厅办公室文件关于发布《湖南省农村土地整治项目建设标准》的通知【湘国土资办发（2014）14 号】

③财政部、国土资源部文件《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】

④湖南省财政厅、湖南省国土资源厅关于印发《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》的通知【湘财建(2014)22 号】；

⑤湖南省国土资源厅办公室《关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知》【湘国土资办〔2017 月 24 号】；

⑥《湖南省矿山地质环境恢复治理基金管理办法》【湘自然资规（2022）3 号】。

##### 2、行业技术标准

①《土地整治项目规划设计规范》【TD/T1012-2016】；

②《湖南省土地开发整理项目工程建设标准（试行）》；

③《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》(2014 年)

④《湖南省地方标准高标准农田建设》【DB43/厅 876.1-2014】，

⑤《土地整治工程建设标准编写规程》【TD/T1045-2016】，

⑥《土地整治权属调整规范》【TD/厅 1046-2016】；

⑦《郴州市市建设工程造价》(二〇二四年第一期)。

⑧汽油、柴油价格采用全省统一价计取。

## (二) 取费标准和计算方法

根据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（湘财建[2014]22号），项目费用由工程施工费、设备购置费、其它费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、拆迁补偿费）、复垦监测与管护费和不可预见费等几个部分构成。

根据《湖南省省以上投资地质环境工程类项目和地质灾害勘查设计项目计费暂行标准》（湘财建函〔2014〕30号），地质环境类工程项目计费包括可行性研究报告编制费、设计费、预算编制费、项目招标代理服务费、工程勘察费、工程施工费、工程监理费、搬迁避让补助、竣工验收费和不可预见费。

本方案中，工程施工费依据湘财建[2014]22号《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》，其余费用依据湘财建函〔2014〕30号《湖南省省以上投资地质环境工程类项目和地质灾害勘查设计项目计费暂行标准》。在计算中，单位以元计，取两位小数（计到分），汇总后取整到元。

### 1、工程施工费

工程施工费是指在复垦过程中采用工程措施和生化措施进行复垦而发生的一切费用的总和，由工程措施施工费和生化措施施工费组成。工程施工费包括直接费、间接费、利润、税金。

#### 1) 直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动，由直接工程费、措施费组成。直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

##### (1) 直接工程费

###### ①人工费

人工费 = 定额劳动量（工日）× 人工预算单价（元/工日）

人工预算单价（元/工日） = 基本工资 + 辅助工资 + 工资附加费

人工预算单价计算标准中基本工资标准结合劳动部有关工作区域的划分规定，湖南省取六类工资区计算。

工预算单价根据《湖南省水利水电工程设计概估算编制规定》（2015年）人工预算单价标准进行调整，甲类工按水利工程的高级工标准 82.88 元/工日、乙类工按中级工标准 68.16 元/工日。

### ②材料费

材料费=定额材料用量×材料预算单价

材料用量及材料费定额参照《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（湘财建〔2014〕22号）；其中的材料费用则主要根据郴州市建设工程造价管理站文件《关于印发2024年第1期建设工程材料预算价格的通知》确定。

对于用量多、对工程造价影响大的主要材料，如钢材、木材、水泥、砂、石等，可按规定编制材料预算价格，也可直接参考工程所在地区的工业与民用建筑安装工程发布的材料预算价格或信息价格。主要材料选用材料价格管理部门发布的预算价格时，若发生超运距费，超运距费可按下表计取。材料取定预算价格=材料发布预算价格+材料超运距费。主材超运距费标准见表 5-1。

表 5-1 主材超运距费标准

序号	材料名称	单位	超运距费标准（元/千米、m <sup>3</sup> 、t、千块）	
			超运距离20千米以内	超运距离20千米以外
1	块石、片石	m <sup>3</sup>	0.68	0.32
2	砂子、石子	m <sup>3</sup>	0.60	0.30
3	条石、料石	m <sup>3</sup>	1.00	0.50
4	水泥	m <sup>3</sup>	0.40	0.20
5	标准砖	千块	1.08	0.54
6	钢筋	t	0.40	0.20
7	生石灰	t	0.40	0.20

本项目无主材超运距和二次转运费用。

主材限价：对块石、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于《主材规定价格表》中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。主材限定价格见表 5-2。

表 5-2 主材限定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m <sup>3</sup>	40
2	砂子、石子	m <sup>3</sup>	60
3	条石、料石	m <sup>3</sup>	70
4	水泥	t	300
5	标准砖	千块	240
6	钢筋	t	3500
7	柴油	t	4500
8	汽油	t	5000
9	锯材	m <sup>3</sup>	1200
10	生石灰	t	180
11	树苗	株	5

电、风、水的预算价格采用如下计算方法：

本方案工程施工无需用风，墙体、地面硬化物拆除采用挖机。用电、用水采用郴州市基准电价，基本电价 1.35 元/kw·h、基本水价 4.51 元/t。

### ③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）

机械使用费按台班依据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（湘财建〔2014〕22号）编制，其中第一类费用（折旧费、修理费和安装拆卸费）按《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（湘财建〔2014〕22号）计取，第二类费用（人工费、燃料费等）按现行省市发布的价格计取。

### （2）措施费

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

#### ①临时设施费

指施工企业为进行工程施工所必需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。按直接工程费的百分率计算。

#### ②冬雨季施工增加费

在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。按直接工程费的百分率计算，费率为 0.7~1.5%。其中：不在冬雨季施工的项目取小值，部分工程在冬雨季施工

的项目中取中值，全部工程在冬雨季施工的项目取大值。

### ③夜间施工增加费

在夜间施工而增加的费用(农用井工程需连续工作部分计取此项费用)。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%。本项目不计取此类费用。

### ④施工辅助费

包括已完成工程及设备保护费、施工排水及降水费、检验试验费、工程定位复测费、工程点交等费用。按直接工程费的百分率计算：其中安装工程为 1.0%，建筑工程为 0.7%。

### ⑤特殊地区施工增加费

指在高海拔、酷热、风沙等特殊地区施工而增加的费用。高海拔地区的高程增加费，按规定直接计入定额；其它特殊增加费（如酷热、风沙等），按工程所在地区规定的标准计算。本项目无此项费用。

### ⑥安全施工措施费

指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。按直接工程费的百分率计算，其中：安装工程为 0.3%，建筑工程为 0.2%。

依据上述规定并结合本项目的实际其他直接费按下表（表 5-3）计取：

表 5-3 措施费费率表

计费基础：	直接工程费		费率（%）				
	临时设施费	冬雨季施工增加费	夜间施工增加费	施工辅助费	特殊地区施工增加费	安全施工措施费	合计
土方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
石方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
砌体工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
混凝土工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5.0
农用井工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5.0
其他工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4.0
安装工程	3	1.1	0	1	0	0.3	5.4

## 2) 间接费

间接费包括企业管理费和规费。依据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（2014）及《湖南省国土资源厅关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知》（湘国土资发〔2017〕24号）规定，间接费=直接费(或人工费)×

间接费率。根据工程性质不同间接费费率标准见表 5-4:

表 5-4 间接费费率表

序号	工程类别	计费基础	间接费率 (%)
1	土方工程	直接费	5.45
2	石方工程	直接费	6.45
3	砌体工程	直接费	5.45
4	混凝土工程	直接费	6.45
5	农用井工程	直接费	8.45
6	其他工程	直接费	5.45
7	安装工程	人工费	65.00

### 3) 利润

依据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（2014）规定，利润按直接费和间接费之和的 3%计取，即：利润=（直接费+间接费）×3%。

### 4) 税金

依据《湖南省国土资源厅关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知》湘国土资发〔2017〕24 号，《湖南省住房和城乡建设厅关于调整建设工程销项税额税率和材料价格综合税率计费标准的通知》（湘建价〔2019〕47 号）进行取费。

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料）×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管费。按《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（2014）中规定计算：

设备购置费=设备原价+运杂费+采购及保管费。

其中：运杂费=设备原价×0.05

采购及保管费=（设备原价+运杂费）×0.007

本项目未涉及设备购置，无此项费用。

## 3、监测与管护费

### 1) 监测费

本项目为生产建设项目，不涉及复垦监测工程，无该项费用。

### 2) 管护费

管护费是指对复垦后的一些重要的工程措施、植被和复垦区域土地进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥浇水、修枝、喷药等管护工作所发生的费用。主要包括管

理和养护。

根据《湖南省建设项目临时用地土地复垦方案编制指南（试行）》（湘国土资办发〔2017〕265号），林地管护费用计取如表 5-5。

表 5-5 林地管护费用测算表

单位:元/公顷.年

序号	名称	单位	消耗量	单价	小计	
一	直接成本费	元	/	/	18319.40	
1	人工费（乙类工）	工日	100	68.16	6816.00	
2	材料费	补植树苗	棵	500	5	2500.00
		肥料	kg	1500	0.6	900.00
		水	m <sup>3</sup>	1500	4.51	6765.00
3	机械	台班	10	133.84	1338.40	
二	间接费	%	/	5.45	998.41	
三	材料价差		500	4.2	2100.00	
四	合计	元	/	/	21417.81	

本项目管护林地面积 4.73 公顷，管护年限为 3 年。

林地管护费=21417.81（元/公顷.年）×4.73（公顷）×3（年）=303918.72（元）。

#### 4、其他费用

包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费。其中前期工作费和工程监理费及竣工验收费三项按施工费的 12%计算，统筹使用。

##### ①前期工作费

指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与概算编制费、项目招标费和重大工程规划编制费等。

##### ②工程监理费

工程监理费是指委托具有工程资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程监督与管理所发生的费用。

③竣工验收费主要包括项目工程验收费、项目决算的编制与审计费，整理后土地的重估与登记费，基本水田补划与标记设定费等。

#### 5、不可预见费

不可预见费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预计因素的变化而增加的费用。不可预见费按工程施工费的 10.0%计取。

不可预见费=（工程施工费）10%。

### （三）矿山生态保护修复经费估算

本次未设计保护保育工程、景观修复工程、矿山水生态水环境修复工程、地质灾害隐患消除工程，矿山生态保护修复工程包括土地复垦与生态多样性修复工程、水资源水生态修复与改善工程、监测与管护工程、其他工程（井口封堵）。本次生态修复总费用为\*\*\*.\*万元，其中工程措施费为\*\*\*.\*\*万元，其他费用\*\*.\*\*万元，不可预见费用\*\*.\*\*万元，预留费用\*.\*万元。

表 5-6 方案适用年限内矿山生态保护修复工程费用估算总表

计量单位：万元

序号	工程项目名称或费用名称	费用或计算基数	计费比例	合计	备注
一	工程施工费	***.**			
1	生态保护保育工程施工费				
2	生态修复工程施工费	***.**			
3	水资源水生态修复与改善工程	**.**			
4	地质灾害隐患消除工程	**.**			
5	监测和后期管护工程	**.*			
6	其他工程	*.**			
二	其他费用	-	*.**	**.**	
三	不可预见费	-	*.*	**.**	
四	预留费用			*.*	
五	总费用			***.*	

表5-7 方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表

序号	工程方案或费用名称			单位	工程量	单价	合价(元)	其他费用	不可预见费投资	投资(元)	
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10	
<b>总计</b>							<b>2787709.38</b>	<b>334525.13</b>	<b>278770.95</b>	<b>3493005.46</b>	
<b>一</b>	<b>生态修复工程</b>			<b>合计</b>			<b>1788942.14</b>	<b>214673.07</b>	<b>178894.22</b>	<b>2182509.42</b>	
1	土地复垦与生态多样性修复工程	工业广场	(1) 土壤重构工程	小计			897611.44	107713.37	89761.14	1095085.96	
			① 硬物拆除	m <sup>3</sup>	4557.8	150.49	685903.32	82308.40	68590.33	836802.05	
			② 覆土	m <sup>3</sup>	5500	37.19	204545.00	24545.40	20454.50	249544.90	
			③ 土地翻耕	ha	1.1	3368.72	3705.59	444.67	370.56	4520.82	
			④ 场地平整	ha	1.1	3143.21	3457.53	414.90	345.75	4218.19	
			(2) 植被重建工程	小计			84587.16	10150.46	8458.72	103196.33	
			① 植树山茶树	株	3190	25.53	81440.70	9772.88	8144.07	99357.65	
			② 种草工程	ha	1.1	2860.42	3146.46	377.58	314.65	3838.68	
			<b>合计1</b>						<b>982198.60</b>	<b>117863.83</b>	<b>98219.86</b>
		办公生活区	(1) 土壤重构工程	小计				252404.00	30288.48	25240.40	307932.89
			① 硬物拆除	m <sup>3</sup>	1344.7	150.49	202363.90	24283.67	20236.39	246883.96	
			② 覆土	m <sup>3</sup>	1300	37.19	48347.00	5801.64	4834.70	58983.34	
			③ 土地翻耕	ha	0.26	3368.72	875.87	105.10	87.59	1068.56	
			④ 场地平整	ha	0.26	3143.21	817.23	98.07	81.72	997.03	
			(2) 植被重建工程	小计				19993.33	2399.20	1999.33	24391.86
			① 植树山茶树	株	754	25.53	19249.62	2309.95	1924.96	23484.53	
			② 种草工程	ha	0.26	2860.42	743.71	89.25	74.37	907.33	
			<b>合计2</b>						<b>272397.33</b>	<b>32687.68</b>	<b>27239.73</b>
		污水处理站	(1) 土壤重构工程	小计				121568.69	14588.24	12156.87	148313.80
			① 硬物拆除	m <sup>3</sup>	508	150.49	76448.92	9173.87	7644.89	93267.68	
			② 覆土	m <sup>3</sup>	1200	37.19	44628.00	5355.36	4462.80	54446.16	
			③ 土地翻耕	ha	0.09	3368.72	303.18	36.38	30.32	369.88	
			④ 场地平整	ha	0.06	3143.21	188.59	22.63	18.86	230.08	
			(2) 植被重建工程	小计				11560.14	1387.22	1156.02	14103.38
			① 植树山茶树	株	436	25.53	11131.08	1335.73	1113.11	13579.92	
			② 种草工程	ha	0.15	2860.42	429.06	51.49	42.91	523.46	
			<b>合计3</b>						<b>133128.83</b>	<b>15975.46</b>	<b>13312.89</b>
		风井区	(1) 土壤重构工程	小计				144714.26	17365.71	14471.42	176551.39
			① 硬物拆除	m <sup>3</sup>	788.2	150.49	118616.22	14233.95	11861.62	144711.79	
			② 覆土	m <sup>3</sup>	650	37.19	24173.50	2900.82	2417.35	29491.67	
			③ 土地翻耕	ha	0.45	3368.72	1515.92	181.91	151.59	1849.42	
			④ 场地平整	ha	0.13	3143.21	408.62	49.03	40.86	498.51	
			(2) 植被重建工程	小计				44600.50	5352.07	4460.05	54412.62
			① 植树山茶树	株	1682	25.53	42941.46	5152.98	4294.15	52388.59	
② 种草工程	ha		0.58	2860.42	1659.04	199.09	165.90	2024.03			
<b>合计4</b>						<b>189314.76</b>	<b>22717.78</b>	<b>18931.47</b>	<b>230964.01</b>		
抛废区	(1) 土壤重构工程	小计				7209.06	865.09	720.91	8795.05		
	土地翻耕	ha	2.14	3368.72	7209.06	865.09	720.91	8795.05			
	(2) 植被重建工程	小计				164560.48	19747.26	16456.05	200763.78		
	① 植树山茶树	株	6206	25.53	158439.18	19012.70	15843.92	193295.80			
	② 种草工程	ha	2.14	2860.42	6121.30	734.56	612.13	7467.98			

			合计5				171769.54	20612.35	17176.96	20958.83
		取出区	(1) 土壤重构工程	小计			1684.36	202.12	168.44	2054.92
			土地翻耕	ha	0.5	3368.72	1684.36	202.12	168.44	2054.92
			(2) 植被重建工程	小计			38448.71	4613.85	3844.87	46907.43
			(1) 植树造林	株	1450	25.53	37018.50	4442.22	3701.85	45162.57
			(2) 种草工程	ha	0.5	2860.42	1430.21	171.63	143.02	1744.86
			合计6				40133.07	4815.97	4013.31	48962.35
二	水资源生态修复与改善工程						192722.40	23126.69	19272.24	235121.33
2	水资源生态修复与改善	沉淀池	清淤	m <sup>3</sup>	4680	41.18	192722.40	23126.69	19272.24	235121.33
三	地质灾害隐患消除工程						108414.10	13009.68	10841.42	132265.20
1	截排水工程	取出区-抛废区外沿	(1) 排水沟				106579.49	12789.53	10657.96	130026.98
			挖方工程	m <sup>3</sup>	125.02	32.52	4065.65	487.88	406.57	4960.10
			底板夯实	m <sup>2</sup>	182.4	5.69	1037.86	124.54	103.79	1266.19
			C25砼顶板	m <sup>2</sup>	114.4	584.95	66918.28	8030.19	6691.83	81640.30
			C25砼侧壁	m <sup>2</sup>	45.6	708.8	32321.28	3878.55	3232.13	39431.96
			C25砼底板	m <sup>2</sup>	30.4	55.165	1677.02	201.24	167.70	2045.96
			伸缩缝	m <sup>2</sup>	5.7	98.14	559.40	67.13	55.94	682.47
	排水毛沟	取出区-抛废区	(2) 生态沟				1834.61	220.15	183.46	2238.22
			挖方工程	m <sup>2</sup>	27.02	32.52	878.69	105.44	87.87	1072.00
			素土夯实	m <sup>2</sup>	168	5.69	955.92	114.71	95.59	1166.22
四	监测和管护工程						655018.72	78602.25	65501.87	799122.84
1	监测工程	生态环境监测工程	(1) 水质监测工程	次	111	1000	111000	13320	11100	135420
			(2) 土壤质量监测	次	54	1700	91800	11016	9180	111996
			(3) 生物监测	次	37	900	33300	3996	3330	40626
		地质灾害监测工程	(1) 系统安装	套	3	2000	6000	7200	6000	73200
			(2) 采空区应力变形监测	月	110	500	55000	6600	5500	67100
2	管护工程	生态环境管护工程	生态修复管护工程(3年)	ha	4.73	64253.43	303918.72	36470.25	30391.87	370780.84
五	其他工程						42612.02	5113.44	4261.2	51986.66
1	其他工程	井口封堵工程	(1) 井口封堵工程	小计	小计		42612.02	5113.44	4261.21	51986.67
			废石充填	m <sup>3</sup>	290.12	81.3	23586.76	2830.41	2358.68	28775.85
			浆砌块石	m <sup>3</sup>	58.24	317.74	18505.18	2220.62	1850.52	22576.32
			外立面抹面	m <sup>2</sup>	14.56	35.72	520.08	62.41	52.01	634.5
六	预留费用			不计算其他费用和不可预见费		92000	0	0	0	
	预留费用	预留污水处理费用		元		92000				

1、该表的工程量与表 8 工程量表的总工程量是一一对应的；2、单价是与表 4 的单价一一对应的

表5-8 矿山生态保护修复工程年度经费安排表

工程项目	工程名称	单位	单价	2024年度		2025年度		2026年度		2027年度		2028年度		2029年度		2030年度		2031年度		2032年1月-2033年5月		闭歇后一年		后二年		
				工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	工程量	费用(元)	
	年度总投资				147189.9		75209.6		75209.6		75209.6		75209.6		75209.6		75209.6		75209.6		85017.6		2366816.39		370780.84	
一、生态 修复工程	合计=1+2+3+4+5..																						2182564.51			
	(1)土壤重构工程	小计																					1738789.11			
	①障碍物拆除	m³	150.49																				7199	1321720.56		
	②覆土	m³	37.19																				8650	392466.07		
	③土地翻耕	ha	3368.72																				4.54	18658.67		
	④场地平整	ha	3143.21																				1.55	5943.817		
	(2)植被重建工程	小计																						443775.40		
	①植树																								427269.06	
山茶树	株	25.53																				13718	427269.06			
②种草工程	ha	2860.42																				4.73	16506.34			
二、水资源 生态 修复 与 改善 工程	合计=1+2+3+4+5..				21413.6		21413.6		21413.6		21413.6		21413.6		21413.6		21413.6		21413.6		21413.6					
沉淀池清淤	m³	41.18	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6	520	21413.6				
二、地质 灾害 隐患 消除 工程	合计 =1+2+3+4+5..																						137228.28			
	(1)排水沟																							130026.98		
	挖方工程	m³	125.02																				32.52	4960.1		
	底板夯实	m²	182.4																				5.69	1266.19		
	C25砼顶	m²	114.4																				584.95	81640.3		
	C25砼侧壁	m³	45.6																				708.8	39431.96		
	C25砼底板	m³	30.4																				55.165	2045.96		
	伸缩缝	m³	5.7																				98.14	682.47		
	(2)排水毛沟																							7201.3		
	挖方工程	m²	27.02																				32.52	1072.02		
素土夯实	m²	168																				5.69	1166.22			
三、监测 和 管护 工程	合计=1+2+3+4+5..				61976		38796		38796		38796		38796		38796		38796		38796		46604				370780.84	
	1、监测工程	小计			61976		38796		38796		38796		38796		38796		38796		38796		46604					
	(1)水环境监测工程																									
	①水样检验	次	1000	12	14640	12	14640	12	14640	12	14640	12	14640	12	14640	12	14640	12	14640	15	18300					
	(2)土壤质量监测工程																									
①土壤样检验	次	1700	6	12444	6	12444	6	12444	6	12444	6	12444	6	12444	6	12444	6	12444	6	12444						



表 5-9 矿山生态保护修复分项工程施工单价估算一览表

工程或费用名称	定额编号	计量单位	直接费						间接费		利润(3%)	材料价差	未计价材料费	税金(9%)	合计	
			直接工程费				措施费		合计	费率%						费用
			人工费	材料费	机械费	合计	费率%	费用								
人工挖土	10029	100m³	2981.48			2981	4	119.26	3100	5.45	168.9	98.09			292	3252
砌块沟渠	30065	100m³	7209.95	21040		28249	4	1130.0	29379	5	1469	925.47			2859	31774
砂浆抹面	30082	100 m²	1715.88	1460		3175.8	4	127.04	3302	5	165.1	104.04			321.49	3572
场地平整	10386	ha	2794.56			2794	4	111.78	2906.	5	145.	91.55			282.89	3143.2
土地翻耕	10391	ha	163.58		2831	2995	4	119.80	3114	5	155	98			303.19	3368
砌体拆除	30069	100m³	12077			12711	4	508.47	13220	5	661	416			1354	15049
撒播草籽	90030	ha	143.14	2400		2543.1	4	101.73	2644.	5	132.24	83.31			257	2860
栽植山樟树	90010	100 株	688.42	549.24	6.19	1243.84	4	49.75	1293.6	5.45	70.50	40.92	634.62		184.38	2233.0
栽植山茶树	90010	100 株	688.42	549.24	6.19	1243.84	4	49.75	1293.6	5.45	70.50	40.92	937.38		210.82	2553.2
覆土	10335	100m³	3307			3307	4	132.28	3439.	5	171.9	108			334.0	3719
土方回填	10344	100m³	1818.56		56.34	1874.9	4	75.00	1949.90	5.45	106.27	61.68			190.61	2308.46
素土夯实	10341	100m³	241.52		220.71	462.23	4	18.49	480.72	5.45	26.20	15.21			46.99	569.12
C25 砼压顶	40309	100m³	5581.95	30275	239.09	36096.04	5	1804.80	37900.84	6.45	2444.60	1210.36	12109.73		4829.90	58495.44
C25 砼侧壁	40007	100m³	9025.88	30521	6290.88	45837.76	5	2291.89	48129.65	6.45	3104.36	1537.02	12256.66		5852.49	70880.18
C25 砼底板	40097	100m³	5519	28563	248.8	34330.8	5	1716.54	36047.34	6.45	2325.05	1151.17	11087.20		4554.97	55165.73

沥青伸缩缝	40214	100m <sup>2</sup>	1860.38	5959.9		7820.28	5.00	391.01	8211.29	6.45	529.63	262.23	1860.38		810.28	9813.43
清淤	10005	100m <sup>3</sup>	3344.93			3344.93	4	133.80	3478.73	5.45	189.59	110.05			340.05	4118.42

未计价材料费是指安装工程中只计取材料费和税金的管材、管件、闸阀等构件的材料费

表 5-10 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价 (元)	序号	材料名称	单位	限价 (元)
1	块石、片石	m <sup>3</sup>	40	7	柴油	t	4500
2	砂子、石子	m <sup>3</sup>	60	8	汽油	t	5000
3	条石、料石	m <sup>3</sup>	70	9	铝材	m <sup>3</sup>	1200
4	水泥	t	300	10	生石灰	t	180
5	标砖	千块	240	11	树苗	株	5
6	钢筋	t	3500				

表 5-11 材料预算价格表

序号	名称及规格	单位	含税预算价	税率 (%)	预算价			主材限价	价差
					除税预算价	超运距费	取定预算价		
1	柴油	kg	7.2	15.93	6.21		6.21	4.5	1.71
2	吨	kw. h	0.98		0.98		0.98	0.98	
3	粗砂	m <sup>3</sup>	313.63	3.8	302.15		302.15	60	242.15
4	块石	m <sup>3</sup>	125.46	3.8	120.87		120.87	40	80.87
5	水泥 32.5	kg	0.46	3.8	0.44		0.44	0.3	0.14
6	山茶树 树苗	株	16.27	12.76	14.19		14.19	5	9.19
7	樟树苗	株	11.31	12.76	9.87		11.31	5	6.31
8	种籽	kg	55	12.76	48.78		48.78	48.78	

表 5-12 主材超运距费标准

序号	材料名称	单位	超运距费标准（元/公里、m <sup>3</sup> 、t、千块）	
			超运距离 20km 以内	超运距离 20km 以外
1	砂	m <sup>3</sup>	0.6	0.3
2	卵石 40	m <sup>3</sup>	0.6	0.3
3	块石	m <sup>3</sup>	0.68	0.32
4	碎石	m <sup>3</sup>	0.6	0.3
5	标准砖	千块	1.08	0.54
6	钢筋	t	0.4	0.2
7	水泥 32.5	kg	0.4	0.2

表 5-13 工程措施费费率表

单位：%

工程类别	临时设施费率	冬雨季施工增加费率	夜间施工增加费	施工辅助费率	特殊地区施工增加费	安全施工措施费	合计
土方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4
石方工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4
砌体工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4
混凝土工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5
农用井工程	3	1.1	0	0.7	0	0.2	5
其他工程	2	1.1	0	0.7	0	0.2	4
安装工程	3	1.1	0	1	0	0.2	5.4

表 5-14 间接费费率表

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

## 二、基金管理

### 1、基金管理及使用方法

矿山应根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规【2022】3号文）的通知要求，在银行设立基金专户，足额存入基金，并实行专账核算，单独、据实反映基金的计提和使用情况，按照“企业所有、确保需求、规范计提、依规使用、三方监管”的原则进行管理。

#### （1）基金核定储存

矿山在银行建立基金专户，由所在地（市、县）自然资源管理部门与采矿权人及基金专户银行签订三方监管协议。矿山按照生态保护修复方案及发证年限要求足额存入资金。

#### （2）基金的计提

采矿权人应将采矿许可证有效期限起始日至次年当日作为一个周期，矿山按照年度治理恢复计划，向所在地（市、县）自然资源管理部门提出计提申请，其主管部门应及时办理基金计提手续。基金计提应在当年年度修复计划报主管部门审核通过后，一个月内完成当年度基金计提，今后每年以此类推。

#### （3）基金使用

基金由采矿权人专项用于矿业活动产生的地形地貌景观破坏、土地资源占损、水资源水生态破坏、矿山地质灾害、生物多样性破坏等生态问题的修复治理以及矿山生态保护保育、监测与后期管护等。

#### （4）监督管理

矿山所在地（市、县）自然资源管理部门负责与采矿权人及基金专户开户银行签订三方监管协议，按照本办法规定明确基金计提与使用的程序、条件和违约责任等；负责组织矿山生态保护修复年度验收工作。

## 2、基金提取

对于基金计提，有实行一次性计提和分年计提两种方式。

矿山剩余服务年限不足3年（含3年）的，应当一次性完成基金总额计提。

矿山剩余服务年限3年以上的，可以分年完成基金总额计提；生产服务年限5~10年（含10年）的，基金按小于等于4年计提。

本矿山的生产剩余服务年限为\*. \*年，本次设计基金按照四年计提完毕，依四年总费用平摊；符合《湖南省生态修复基金管理办法》（湘自然规【2022】3号文）基础上进行计提，修复工程费用提取安排表见山生态保护修复逐年基金根据年度工程安排，矿山闭坑的前三年不计提基金。故矿山应该在2024年-2028年完成基金计提。具体安排如下：

表 5-15 矿山生态保护修复逐年基金提取表

基金提取年度	基金提取金额 (万元)	备注
2024 年	**. **	
2025 年	**. **	
2026 年	**. **	
2027 年	**. **	
合计	***. *	

## 第六章 保障措施

### 一、组织保障

#### (1) 组织保障

为保证生态保护修复及土地复垦工程顺利实施，要求矿山指定了一名专门负责安全环保人员，专门负责矿区范围内的环境安全管理工作。

#### (2) 管理保障

①矿山企业在建立机构的同时，应加强与政府主管部门的合作，自觉接受地方主管部门的监督管理，对监督检查中发现的问题应及时处理，以便复垦工作顺利实施。企业对主管部门的监督检查应做好记录。监督部门对于不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求。

②矿山已承诺按照本矿山生态保护修复工程方案确定的年度进度安排，逐地落实，及时调整因矿山生产产生变动的计划。对矿山生态保护修复工程实施统一管理。

③加强矿山地质环境综合防治宣传，深入开展我国土地基本国情和国策教育，调动开发恢复治理与复垦的积极性。提高社会对矿山地质环境综合防治在保护生态环境和经济持续发展和重要作用的认识。

### 二、技术保障

区内矿山生态保护修复及土地复垦的方法要经济、合理、可行、达到合理高效利用土地的标准。恢复治理及土地复垦所需的各类材料，一部分就地取材，其它所需材料及设备均可由市场购买，有充分的保障。项目一经批准，项目实施单位必须严格按照总体规划执行，并确保资金、人员、机械、技术服务到位，设立专门办公室，具体负责恢复治理及复垦工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

### 三、监管保障

柳塘岭铅锌矿每年 12 月 31 日前，向桂阳县自然资源主管部门申报生态保护修复年度方案计划。下一年的 12 月份向主管部门申请对上一年度的生态保护修复工作进行验收。接受桂阳县自然资源主管部门对矿山生态保护修复实施的监督检查。同时，明确将矿山本年度实施的生态保护修复工作内容在黄沙坪街道政府宣传栏公示，接受

社会监督。公示内容包括采矿许可证期限、开采规模、开采深度、本年度实施的工作、投入经费、下一年度工作计划等。

在施工过程中，矿山应当委托具有资质的单位和人员，对生态修复工程的施工过程进行监理。监理单位应将生态修复工程及施工合同中规定的各项土地复垦措施作为监理工作的重要内容，对土地复垦工程质量严格把关，并监督施工单位落实施工中应采取的各项措施。

县级自然资源主管部门建立定期检查制度，对矿山生态保护修复工程进行全程监管，督促矿山按照《生态保护与修复方案》和施工设计实施生态保护修复工程。

#### 四、适应性管理

1、监测工程：未来矿山开采，按方案进行监测，若正常监测发现水质监测数据超出规范标准，应及时调整增加监测频次。

2、治理工程：生产期间，矿山应根据废石场的实际情况，及时调整开采方法和对地质灾害的治理方法。闭坑后，根据实际情况，调整井口封闭方案等。

3、修复工程：生产期间，根据实际对景观（工业广场、生活办公区及员工休闲区）进行管理；闭坑后，根据最新土地利用规划、生态红线保护规划、城镇发展规划等桂阳县空间总体规划，结合矿山实际，调整生态及生物多样性修复工程。

#### 五、公众参与

矿山开采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，本次矿山生态保护修复方案编制过程中始终遵循公众参与的原则。

本项目在矿山生态保护修复方案编制过程中，得到了省自然资源厅、郴州市自然资源与规划局、桂阳县自然资源局、矿山等相关部门的指导和大力支持。通过调查和征求农业、林业、水利等相关部门的意见和建议，根据项目区的社会经济发展状况，结合可持续发展的要求，和谐发展的理念，使本方案更加科学、合理，各项措施操作性更强。

同矿山工程技术人员一起进行实地踏勘，充分听取业主及周边当地人民群众的意见，获得矿区的基础资料，经综合分析、整理后形成本方案简本，并再次征求项目业主及项目区周边当地人民群众的意见，使项目设计方案更加切合实情。

## 第七章 方案可行性分析

### 一、经济可行性分析

根据 2024 年 1 月，湖南省生态地质调查监测所编制的《湖南省桂阳县柳塘岭铅锌矿资源开发利用方案》，按年产\*万吨矿石量计算。

#### (一) 基本参数

##### 1、产品数量与质量品级

正常年份年产矿石量 6 万吨，矿山年产精矿量：

铅精矿 = \*\*\*\*\* × \*. \*\*% × \*\*. \*\*% = \*\*\*\*\*. \*t；

锌精矿 = \*\*\*\*\* × \*. \*\*% × \*\*. \*\*% = \*\*\*\*\*. \*t。

##### \*、产品售价

结合目前市场交易行情及当地企业实际销售情况调查，产品销售价为：

铅精矿（含银）价格：\*. \*万元/t；

锌精矿价格：\*. \*万元/t。

\*、原矿成本：\*\*\*元/t，选矿成本：\*\*\*元/t。

##### 4、增值税

根据财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号：增值税一般纳税人(以下称纳税人)发生增值税应税销售行为或者进口货物，原适用 16%税率的，税率调整为 13%；原适用 10%税率的，税率调整为 9%。成本中的原材料、燃料及动力进项税率为 16%，成本中可抵扣部分约为\*\*\*元/t。

##### 5、销售税金附加

包括城市维护建设税和教育费附加。城市维护建设税根据《中华人民共和国资源税暂行条例》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 5%；教育费附加根据国务院《关于教育费附加征收问题的紧急通知》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 3%。

##### 6、资源税

根据《湖南省人民代表大会常务委员会关于资源税具体适用税率等事项的决定》（2020 年 7 月 30 日湖南省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过），对铅锌矿（选矿）适用税率 3.5%。

## 7、所得税

依据 2008 年元月 1 日起实行的《中华人民共和国企业所得税法暂行条例》规定，所得税率按销售利润的 25% 计取。

8、采矿权使用费：1000 元/km<sup>2</sup>；

9、生态修复费用：5 元/t；

10、管理费用：按销售收入 3% 提取。

## (二) 主要财务指标

### 1、年销售收入

年销售收入=\*\*\*\*\*元/t×\*\*\*\*. \*t+\*\*\*\*\*元/t×\*\*\*\*. \*t=\*\*\*\*. \*万元

### 2、年成本费用

年成本费用=吨矿成本×年产量=\*\*\*元/t×\*万 t =\*\*\*\*万元

### 3、年增值税

年增值税=年产值×13%=\*\*\*\*. \*×\*\*%-\*\*\*×\*×\*\*%=\*\*\*\*. \*万元

### 4、年销售税金附加

年销售税金附加=增值税×8%=\*\*\*\*. \*×\*\*%=\*\*.\*万元

### 5、年资源税

年资源税=\*\*\*\*. \*×3.5% =\*\*\*\*. \*万元

### 6、采矿权使用费

采矿权使用费=\*.\*\*\*\*\*×0.1=\*.\*万元

### 7、生态修复费用

环境治理费用=年产量×5 元/t=\*\*万元

### 8、管理费用

管理费用=年产值×3%=\*\*\*\*. \*×3%=\*\*\*\*. \*万元

### 9、年税前利润

税前利润=1-2-3-4-5-6-7-8=\*\*\*\*. \*万元

### 10、年所得税

所得税=税前利润×25%=\*\*\*\*. \*万元

### 11、年税后利润

税后利润=税前利润-所得税=\*\*\*\*. \*-\*\*\*\*. \*=\*\*\*\*. \*万元

矿山正常生产每年可以获得税后利润\*\*\*.\*万元，投资收益好，经济上可行。

## 二、技术可行性分析

依据桂阳县矿规、土规、生态红线和城镇规划等，结合矿山实际，本方案采用“监测+保护+治理恢复”的生态保护修复措施，具有可操作性、技术上可行。

1、水环境保护治理：矿坑水经井下沉淀处理后再排至地表沉淀池进行处理，经检测达标后排放，流入地表沟渠，结论以生态环境部门的为准，具有可操作性、技术上可行。

2、土地资源保护修复：工业广场、办公生活区、污水处理站、风井区、抛废区、取土区等用地修复为林地。充分体现了“宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林”的原则，具有可操作性、技术上可行。

3、生态修复区种植油茶树，并撒播混合草籽，修复为林地，充分考虑了植物的本地性、适应性和及时复绿，又修复为林地和植物的多样性，具有可操作性、技术上可行。

## 三、生态环境可行性分析

方案提出生产阶段以监测为主；矿山闭坑后，人工辅助修复为主的保护修复措施，即：对井口进行封闭，消除了安全隐患；保留矿山道路、办公楼及员工休闲区，其他生态修复区复垦为林地，考虑了“宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林”的原则；种植本土植物，适宜性强，既快速复绿，又考虑了生物的多样性。矿山、地方和当地居民亦有此想法。因此，方案采取的矿山生态环境保护修复措施，能改善矿区局部生态系统的生态功能，周边居民满意，生态环境上可行。

## 第八章 结论与建议

### 一、结论

1、《柳塘岭铅锌矿矿山生态保护修复方案》是在矿山生态环境现状调查的基础上，按照省厅《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》精神，根据《矿山生态保护修复方案编制规范》编制提纲（试行）编制。

2、矿山剩余生产服务年限为\*. \*年。本方案适用年限为\*\*.\*年（2024年4月—2037年5月），其中2024年4月-2033年5月为矿山生产服务年限期，2033年6月-2034年5月为矿山闭坑期（地面建设拆除、土地修复），2034年6月-2037年5月为林地管护期。

#### 3、矿山生态问题及趋势：

地形地貌景观破坏：矿山地面建设及矿山道路使原有的地形地貌景观被取代，对原有地形地貌景观进行分隔，现状分析矿业活动对矿区地形地貌景观造成了破坏，破坏总面积2.67ha,未来新建休闲区、抛废区破坏趋势面积呈增大趋势，新增破坏面积破坏3.35ha。开采期末地形地貌景观总面积6.02ha。

土地资源占损：矿山地面建设及矿山道路对土地资源进行占损，占损总面积2.67ha,占损地类为林地、采矿用地、公路用地、坑塘水面；未来新建休闲区、抛废区、拟建排土场对土地资源占损趋势面积呈增大趋势，新增占损土地面积3.35ha，占损地类为林地、采矿用地、坑塘水面；开采期末占损土地资源总面积6.02ha，占损地类为林地、采矿用地、公路用地、坑塘水面；未对土地资源造成污染。

水资源水生态影响：矿业活动现在未造成地表水漏失、地下水疏干，对水资源影响较浅；现状未造成地表水污染、未对下伏含水层地下水水质造成污染影响，对地下水环境影响较轻。趋势分析，矿业活动对水资源、水环境影响趋势与现状基本一致。

矿山地质灾害影响：现状评估矿山原发生过岩溶地面塌陷，危险性中等；其余地质灾害不发育，对矿山地质环境影响可控。预测未来矿业活动引发和加剧岩溶塌陷的可能性中等，危险性中等，引发和加剧崩塌、滑坡、泥石流等其他地质灾害的可能性小，引发采空区地面塌陷可能性小，未来矿山建设遭受地质灾害的危险性小。

生物多样性破坏：柳塘岭铅锌矿属地下开采，地表占用破坏面积小，对生物多样

性破坏没有影响。未来矿山开采预测增加取土场面积 0.5ha，新增占地面积占用时间短，矿山继续开采对生物多样性破坏影响趋势与现状一致。

4、依据桂阳县相关规划，结合矿山实际及发展趋势，《方案》中采取“监测+保护+修复”的矿山生态保护修复措施技术上可行。

5、《方案》估算矿山生态保护修复工程费用\*\*\*. \*万元，矿山服务年限按\*. \*年计，矿山按四年计提完毕，平均每年矿山生态保护修复工程费用\*\*.\* \*\*万元。矿山按年产矿石量\*万吨/年，可支配净利润\*\*\*.\*万元；每年矿山生态保护修复工程费用占矿山成本费用的\*. \*\*%，经济上可行。

结合前面所诊断的矿山生态问题，经对方案的经济、技术、环境可行性分析，矿山采取科学合理的生态保护修复措施后，矿区生态系统得到保护，生态功能得到恢复，矿山可开采。

## 二、建议

1、矿山在今后开采过程中若矿山开发利用方案及采矿权界线等发生变化时，本方案需重新编制。

2、本方案中所涉及的工程设计图、工程估算不能代表实际施工过程中施工图及费用估算，矿山实施复垦工作前，应该聘请有专业资质的单位对工程进行重新设计及费用预算等。

3、做好水环境监测，矿山废水一定要达标排放。

4、本方案对于矿山的环境问题、安全生产问题只做定性评价，矿山开采对水土环境的污染应遵守环保部门的标准，安全生产问题应遵守应急管理部的标准。

5、矿山应向主管部门提供详细的采场分布情况数据（包括测量坐标及图纸），以供矿山闭坑后开展治理工作。

### 特别说明：

1、方案在适用期内，如果矿山开发利用方案和矿山生态问题与本方案有明显变化时，需重新编制方案。

2、方案到期后，矿山生态问题如果仍未得到有效修复时，应继续监测和修复。

3、本方案未考虑暂不能利用资源的开发利用。

4、本方案不能代替施工设计，实施保护修复工程时，应进行专门设计

5、水环境、土壤污染监测数据和结论引用生态环境部门相关评价报告，水环境、土壤污染以生态环境部门的为准；

6、闭坑后矿山协议约定移交的生活办公区办公楼、员工休闲区及矿山道路，必须通过专业机构安全鉴定合格后方可移交给当地使用。

7、选厂及尾矿库建在矿区本矿区 13 公路以外，责任主体为桂阳县合力矿业有限责任公司，且为三家矿山企业共用，不包含在本生态修复方案以内，建议另行编制专项生态保护修复方案。