

湖南省醴陵市潘家冲萤石矿 矿山生态保护修复方案

湖南华中矿业有限公司

二〇二六年六月

湖南省醴陵市潘家冲萤石矿

矿山生态保护修复方案

项目负责：邹慧斌

报告编写：邹慧斌 罗照华 祝晓明

审 核：刘悟辉

总工程师：周 涛

法人代表：刘正钧

提交报告单位：湖南华中矿业有限公司

提交报告时间：二〇二六年六月

目 录

1 基本情况	1
1.1 方案编制基本情况	1
1.2 矿山基本情况	7
1.3 矿山开采与生态保护修复现状	28
2 矿山生态环境背景	50
2.1 自然地理	50
2.2 地质环境	53
2.3 生物环境	65
2.4 人居环境	67
3 矿山生态问题识别和诊断	70
3.1 地形地貌景观破坏	70
3.2 土地资源占损	72
3.3 水资源水生态影响	79
3.4 矿山地质灾害影响	84
3.5 生物多样性破坏	92
4 生态保护修复工程部署	94
4.1 生态保护修复工程部署思路	94
4.2 生态保护修复目标	94
4.3 生态保护修复工程及进度安排	95
5 经费估算与基金管理	115
5.1 经费估算	115
5.2 基金管理	125
6 保障措施	128
6.1 组织保障	128
6.2 技术保障	128
6.3 监管保障	129
6.4 适应性管理	129

6.5 公众参与	130
7 矿山生态保护修复方案可行性分析	131
7.1 经济可行性分析	131
7.2 技术可行性分析	134
7.3 生态环境可行性分析	135
8 结论与建议	136
8.1 结论	136
8.2 建议	138

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

醴陵市潘家冲萤石矿（后文简称：潘家冲萤石矿）为省级发证的合法矿山，矿山现持采矿许可证证号：*****，开采矿种为萤石（普通）、铅、锌、铜、银，采用地下开采方式，生产规模为****万 t/a，矿区面积*****平方公里，准采范围由**个拐点圈定，准采标高*****。有效期为****年**月**日～****年**月**日。

现矿山的采矿权范围需进行深部扩界，扩界后导致保有资源储量发生变化，开拓系统需进一步调整完善。同时，矿山的规模由原来的小型矿山调整至中型矿山。按照相关规范矿山编制了采矿权范围核查报告、储量核实报告及开采方案，并通过了评审。

为办理采矿许可证延续登记手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山地质环境及顺利开展生态修复年度验收及分期验收工作。根据我省自然资源厅 2021 年颁布的《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》（以下简称《通知》）湘自资办发〔2021〕39 号文件精神，矿山委托我单位对矿区地质环境、生态环境进行了调查，并在以上资料的基础上编制《矿山生态保护修复方案》（以下简称《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，完成了该《方案》的编制工作。

1.1.2 编制依据

1.1.2.1 法律法规

- 1、《中华人民共和国民法典》（2020 年 5 月 28 日颁布，2021 年 1 月 1 日起施行）；
- 2、《中华人民共和国水污染防治法》（2008 年 6 月）；
- 3、《中华人民共和国矿产资源法》（2016.12.24）；

- 4、《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）；
- 5、《中华人民共和国水污染防治法》（2017年7月27日修订，2018年1月1日施行）；
- 6、《中华人民共和国森林法》（2019年修订）；
- 7、《矿山地质环境保护规定》自然资源部令（2019.7.24）第5号；
- 8、《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日）；
- 9、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年10月29日修订，2020年9月1日施行）；
- 10、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年7月2日）；
- 11、《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订）。

1.1.2.2 有关政策依据

- 1、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）；
- 2、《湖南省绿色矿山建设工作方案》（湘国土资发〔2018〕5号）；
- 3、《湖南省绿色矿山管理办法》（湘自然资规〔2019〕4号）；
- 4、湖南省人民政府办公厅关于全面推动矿业绿色发展的若干意见（湘政办发〔2019〕71号）；
- 5、《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》（以下简称《通知》）湘自资办发〔2021〕39号文件；
- 6、《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）；
- 7、《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19号）；
- 8、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）；
- 9、关于印发《湖南省国土空间生态保护修复项目预算编制指导意见》（湘自资办发〔2022〕28号）。

1.1.2.3 技术规范依据

- 1、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 2、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；
- 3、《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

- 4、《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）；
- 5、《灌溉与排水工程设计标准》GB 50288-2018；
- 6、《生态公益林建设技术规程》（GB / T18337.3-2001）；
- 7、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 8、《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；
- 9、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
- 10、《地下水污染源防渗技术指南（试行）》（2020 年发布）；
- 11、《地质灾害防治工程勘察规范》（DB50/143-2003）；
- 12、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）；
- 13、《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 25466-2010）；
- 14、《区域生物多样性评价标准》（HJ623-2011）；
- 15、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 16、《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》2014 年 4 月省财政厅、省国土资源厅编制；
- 17、《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- 18、《南方有色金属矿区废弃地植被生态修复技术规程》（LY/T 2770-2016）；
- 19、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 20、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（后文简称《三下采煤规范》）国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局 2017 年 5 月发布；
- 21、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- 22、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 23、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）；
- 24、《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）；
- 25、《地质灾害危险性评估规范》应为 GB/T40112-2021；
- 26、《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022）；
- 27、《矿山生态保护修复验收规范》（2023 年 12 月发布，2024 年 3 月实施）。

1.1.2.4 资料依据

- 1、2015 年 11 月，环境保护部、中国科学院发布的《全国生态功能区划（修编版）》；

- 2、2018 年 4 月，醴陵市国土资源局公示的《醴陵市矿产资源总体规划（2016～2020 年）调整方案》；
- 3、2018 年 11 月，长沙市玺成工程技术咨询有限公司编制的《醴陵市潘家冲萤石矿（原均楚萤石矿整合）采选项目环境影响报告书》；
- 4、2019 年 1 月，湖南省有色地质勘查局二一四队编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿地下开采对基本农田影响论证报告》；
- 5、2020 年 7 月，湖南省地质矿产勘查开发局四〇三队编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿绿色矿山建设方案》；
- 6、2020 年 12 月，《株洲市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》株政发〔2020〕4 号；
- 7、2023 年 3 月，湖南悦信勘测设计有限公司编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿矿山生态保护修复方案》；
- 8、2024 年 8 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省醴陵市潘家冲矿区潘家冲萤石矿资源储量核实报告》（湘自资储备字【2025】6 号）及评审意见书（湘评审【2024】063 号）；
- 9、2024 年 12 月，湖南省水文地质环境地质调查监测所编制的《湖南省醴陵市潘家冲矿区潘家冲萤石矿矿山储量年报》（评审意见书（株评审【2025】9 号））；
- 10、2025 年 3 月，醴陵市统计局《醴陵市 2024 年国民经济和社会发展统计公报》；
- 11、2025 年 7 月，湖南水文地质环境地质调查监测所编制的《醴陵市潘家冲萤石矿矿山生态保护修复分期验收报告》；
- 12、2025 年 7 月，湖南省地球物理地球化学调查所编制的《醴陵市潘家冲萤石矿采矿权申请范围核查报告》；
- 13、2025 年 10 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿开采方案》；
- 14、2026 年 1 月，湖南省水文地质环境地质调查监测所编制的《湖南省醴陵市潘家冲矿区潘家冲萤石矿矿山储量年报（2024 年 12 月-2025 年 11 月）》；
- 15、其它编制本《方案》需要的采矿许可证、采矿权设置范围相关信息分析结果简报、土地利用现状图（*****、*****，三调数据 2021 年数据）等。

1.1.3 目的任务

1.1.3.1 工作目的

《方案》编制的主要目的是通过矿山生态环境识别和诊断，制定矿山企业在建设、开发、闭坑各阶段的生态保护修复方案，最大限度地减轻矿业活动对生态环境的影响，实现矿山生态环境保护修复，落实矿山企业对生态保护修复义务，为矿山企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，为矿山生态保护修复基金提取、验收与监督管理提供依据。

1.1.3.2 工作任务

- 1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展生态问题现状识别与诊断；根据矿山后续开采计划，对地形地貌景观破坏、土地资源损毁、水资源水生态破坏、诱发加剧与遭受矿山地质灾害可能与危险程度进行生态问题发展趋势分析。
- 2、根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出生态保护修复思路、目标和措施。
- 3、拟定矿山生态保护修复实施内容的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。
- 5、提出保障矿山生态保护修复落实的措施。
- 6、对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。

1.1.4 完成的工作量

本次工作搜集资料包括地质、采矿、工程地质、水文地质及生态环境、人文、社会经济、自然地理及林业资源等资料，主要为文字报告、图件及表格资料。

野外实际调查识别内容包括地形地貌、地层、构造、矿床及矿床开发、地表水、井泉、人居环境、水资源及水生态、土地资源及土石环境、地质灾害、重要工程建设设施、矿山开采情况、矿区水文及工程地质情况、矿山生态环境破坏及保护修复情况，矿山交通情况等。通过资料收集与野外调查，基本查明了矿山地质环境特征，基本查明了矿山环境地质问题及成因条件，为本次工作奠定了良好的基础。

见表 1-1-1。

表 1-1-1

完成工作量表

工作项目	工作量	备注
调查时间	2 天（2025 年 11 月 6-7 日）；4 天（2026 年 4 月 14-17 日）； 实地核查（2026 年 6 月 18 日）	
资料收集	矿山储量核实报告、开采方案等相关资料	
调查生态区面积	7.75k m ²	现场调查区
遥感解译	8.54k m ²	
调查路线长度	15.5km	
调查植被覆盖情况	全工作区	
水文地质调查	两个含水层逐一调查	
工程地质调查	一组土体，一组岩性综合体逐一调查	
地质点	25 个	
选厂	1 个	
尾矿库	4 个（2012 年前已全面闭库复绿 3 个）	
地表水样点	1 个	收集资料
地下水样点	1 个	收集资料
土壤取样点	2 个	收集资料
调查民房	102 栋/325 人	
生态保护修复工程	水、土环境污染修复工程	
照片	28 张	
编制报告	1	
编制附图	3	

经过室内总结归纳，本次收集的资料、野外调查工作面积大于矿山开采对生态环境影响的最大面积，本次矿山属中型矿山。根据《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022），中型矿山的调查点数量不能少于 9 个。本矿山的调查点数 25 个，满足规范要求。

经过室内总结归纳，本次收集的资料和野外调查工作基本能够满足矿山生态保护修复方案编制规范的要求。

1.1.5 方案适用范围

本方案的适用范围划分主要考虑以下几个因素：

- 1、以划定的采矿权范围为基础，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，确定生态修复区范围。
- 4、以矿山地下开采引发的最大地下水降落漏斗半径来确定生态修复区范围。

本次生态保护修复区范围西部以君山庵子～芭蕉冲～罗汉冲一线山脊及山包为界，北部原 1 号尾矿库以北、+391.3m 山包、+603.4m 山包为界，东部以石门冲～栗树坡～何家屋场一线山包及自然分水岭为界，南部以+450.6m、+773.8m 高地为界，其它地段以矿界外推 400～1000m 为界，具体范围见附图 1 所示，生态保护修复范围面积为****k m²。

1.1.6 方案适用年限

根据 2025 年 10 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿开采方案》，自 2023 年 12 月 31 日储量估算截止日期起算，设计推荐矿山生产能力为**万 t/a，矿山服务年限为****年。

矿山在 2025 年 5 月 15 日至今一直处于停产状态。因此，矿山剩余服务年限为**年。

考虑到矿山办证时间，本次从 2026 年 10 月初起计算服务期，即矿山的 service 期为（****年**月～****年**月）。

本次设计闭坑后生态保护修复期为 1 年（修复工程完成后 3 年为监测管护期），以上合计为**年。故本方案的适用年限为**年（****年**月～****年**月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山交通情况及区位条件

1.2.1.1 矿山交通情况

潘家冲萤石矿位于醴陵市城区南西 224° 方向，直距约 33Km，行政区划隶属醴陵市均楚镇青山村管辖，离均楚镇直线距离约 12km。地理坐标为：东经*****～*****，北纬*****～*****。

矿山位于 G4 京港澳高速公路和 G0422 武深高速之间，距离两侧高速公路直距约 20km。矿区有乡村水泥公路通往均楚镇，直距约 10km。从均楚镇往西 7km 至喜鹊桥与省道 S207 相接；往东北 8km 至铺湾与省道 S329、醴茶铁路相接。

总体来说，矿山交通条件较为方便（见插图 1-2-1）。

插图 1-2-1 矿山区位条件图

1.2.1.2 矿山生态区位条件

1、生态功能区划

根据《全国生态功能区划（修编版）》环境保护部、中国科学院（2015.11），矿山位于罗霄山脉水源涵养与生物多样性保护重要区，该区气候温暖湿润，主要植被类型是常绿阔叶林，物种丰富，具有重要水源涵养与生物多样性保护功能。区内山地面积大，降雨丰富，水土流失敏感性高。

主要生态问题是天然森林植被破坏严重，次生林和人工林面积大，水源涵养和土壤保持功能退化，山洪灾害频发，矿产资源开发无序，局部地区工业污染蔓延速度加快。

结合本矿山所在区域的具体情况，矿区存在重金属污染问题，有尾矿库分布，有历史遗留问题，目前已基本解决。矿权范围明确，责任清晰。

2、生态环境分区管控意见

根据《株洲市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》，矿山所在的醴陵市均楚镇位于一般管控单元区域，见插图 1-2-2。醴陵市均楚镇经济产业布局为生态旅游、粮食生产、林业、矿山开采，电瓷、畜禽养殖类项目。辖区内涉重金属污染矿区环境问题较多。

1.2.1.3 国土空间规划区位

根据《醴陵市矿产资源总体规划（2016~2020 年）调整方案》和采矿权信息核查，本矿区范围未涉及限制开采区和限制勘查区，不在环保、林业、水利、农业、住建等相关部门划定的各类保护区，与省生态环境厅自然保护区、自然资源部下发自然保护区、风景区信息、国家级自然保护区、生态保护红线信息、禁止开发区边界信息、生态公益林等均无重叠，地表无重大水体或重要工程，总体符合醴陵市矿产资源总体规划。

官庄水库饮用水水源地保护区及醴陵官庄湖国家湿地公园是醴陵重要的水源地及湿地公园保护区，其位于矿山东北部，距离矿山直线距离约 50 公里外，不在矿山的开采影响区范围。

矿区范围内及周边无建设用地、基本农田及重要的交通线路分布。

醴陵市是一个森林资源和水资源丰富，生态本底较好的地区。但也是矿产资源相

对丰富的地区，矿产资源的开采和不合理利用现象的存在，一定程度上破坏了较好的自然生态环境。同时，较多的坡耕地，造成水土流失现象时有发生。因而，需要通过合理的规划和必要的工程措施，进一步改善醴陵市土地生态环境。

插图 1-2-2 株洲市生态环境管控单元图

1.2.1.4 产业区位条件

均楚镇位于醴陵市西南部，这里曾是全市脱贫攻坚重点乡镇之一，主要产业为传统的种植农业，全镇 13 个村（居委会）中曾有 4 个是省级贫困村，2017 年实现 4 个省级贫困村全部出列，现共有建档立卡一般脱贫户 705 户。

均楚镇采取了联村经济合作社全面带动、带贫合作社分别带动、贫困户个体重点发展的“三位一体”模式，通过流转土地、入股分红、直接帮扶、增加就业等方式促成“一村一品”全面覆盖。矿山所在的青山村发展桃李和猕猴桃产业，军山村发展玉米产业，周坊村发展养蜂与茶叶产业，大垅洲村发展桑叶、百合、黄花菜产业……

插图 1-2-3 青山村的艾草种植签约仪式及培训会

2021 年 2 月，湖南龙艾麒艾草制品有限公司与均楚镇青山村村委会举行了湖南省艾草种植乡村振兴项目推进签约仪式。签约活动当天，青山村村支两委带领 22 个村民小组组长一行实地参观湖南龙艾麒艾草制品有限公司的隆兴坳村生产基地、加工厂房和艾草产品。

艾草产业负责人对艾草产业目前状况、产业前景、市场供求情况、种植技术进行了系统培训，特别是对形成的“政府—社会组织—企业”合作模式进行了详细分析。通过眼见为实、深入细致的了解，广大村民对发展艾草产业都表示信心满满。自此艾草种植业在青山村扎根（见插图 1-2-3）。

综上所述，矿山所在的青山村的主要产业为传统的种植农业，近年来通过脱贫攻坚发展了桃形李和猕猴桃产业。2021 年 2 月，艾草种植业在青山村扎根。未来矿山生态修复工作可充分结合当地的产业结构及矿山重金属污染的生态问题进行规划。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

潘家冲萤石矿为省级发证的合法矿山，矿山现持采矿许可证证号：*****，开采矿种为萤石（普通）、铅、锌、铜、银，采用地下开采方式，生产规模为****万 t/a，矿区面积****k m²，准采范围由****个拐点圈定，准采标高*****m。有效期为有效期限****年**月**日～****年**月**日，矿山范围各拐点坐标见表 1-2-1。

表 1-2-1 矿区范围拐点坐标表

拐点号	直角坐标（CGCS2000）		拐点号	直角坐标（CGCS2000）	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	8	*****	*****
2	*****	*****	9	*****	*****
3	*****	*****	10	*****	*****
4	*****	*****	11	*****	*****
5	*****	*****	12	*****	*****
6	*****	*****	13	*****	*****
7	*****	*****	14	*****	*****
开采深度：+****m 至+****m，面积：****k m ²					

根据 2025 年 7 月，湖南省地球物理地球化学调查所编制的《醴陵市潘家冲萤石矿采矿权申请范围核查报告》，本核查建议拟设矿区调整最低开采标高至-250m，平面范围不变。因此，拟设矿区范围由 14 个拐点圈闭，开采标高+510m～-250m，矿区面积****k m²，拐点坐标见表 1-2-2。

表 1-2-2 拟设矿区范围拐点坐标表

拐点号	直角坐标（CGCS2000）		拐点号	直角坐标（CGCS2000）	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	8	*****	*****
2	*****	*****	9	*****	*****

拐点号	直角坐标 (CGCS2000)		拐点号	直角坐标 (CGCS2000)	
	X	Y		X	Y
3	*****	*****	10	*****	*****
4	*****	*****	11	*****	*****
5	*****	*****	12	*****	*****
6	*****	*****	13	*****	*****
7	*****	*****	14	*****	*****
开采深度: +510m 至-250m, 面积: 0.8251k m ²					

1.2.3 周边矿业权设置情况

经收集有关矿业权资料, 本次拟设矿区周边 10Km 范围内已有的设置采矿权为 3 个。设置情况见表 1-2-3, 矿业权空间位置关系见插图 1-2-4。

表 1-2-3 拟设矿区周边 10Km 范围内采矿权设置情况

序号	采矿权名称	开采矿种	开采方式
1	醴陵洪鑫矿业有限公司石景冲银矿	银矿	地下
2	株洲县大南港铅锌矿	铅矿	地下
3	株洲县前卫矿业有限公司毡帽山铅锌矿	铅矿	地下

1.2.4 矿山生产经营情况及生态修复基金的计提

醴陵市潘家冲萤石矿为醴陵市浙矿潘家冲矿业有限公司所属矿山, 成立于 2025 年 5 月 30 日, 注册地位于湖南省株洲市醴陵市均楚镇青山村胜利组, 法定代表人为郝青峰。经营范围包括许可项目: 非煤矿山矿产资源开采 (依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动, 具体经营项目以批准文件或许可证件为准) 一般项目: 金属废料和碎屑加工处理; 非金属废料和碎屑加工处理; 金属矿石销售; 非金属矿及制品销售; 选矿; 矿物洗选加工)。注册资本 10000 万元。

2019 年以前, 矿山能实现较好盈利, 年利润约 400 万元左右, 每年可为国家缴纳税费达 700 余万元。2020 年, 受疫情影响, 矿山未能实现既定产能, 年利润仅 300 万元左右。2021 年至 2022 年, 由于探矿和新增资源, 矿山一直处于停产技改阶段, 未正常生产。2025 年 5 月 15 日因伤亡事故原因矿山停止一切生产作业。矿山至今处于停产状态。

矿山已在中国农业银行开设了生态修复基金账户, 户名: 醴陵市潘家冲矿业有限公司生态修复基金专户, 账号: ****, 截至 2025 年 7 月, 矿山生态修复基金账户余额为*****元 (生态修复基金余额证明见附件), 矿山恢复生产后应按要求足额提取生态保护修复基金。

插图 1-2-4 拟设矿区周边 10Km 范围内采矿权位置关系图

1.2.4 矿床地质与矿体特征

1.2.4.1 矿床（体）地质特征

矿区铅锌萤石矿体产于青白口系下统冷家溪群潘家冲组（Qb_{1p}）砂质板岩，呈北

北东向展布的构造破碎带内。矿体严格受断裂构造控制，成群成带近平行密集分布，矿体与围岩界线清晰易辨。

矿区共圈定有 V_1 、 V_{13} 、 V_{1-1} 、 V_{13-1} 、 V_{13-2} 、 V_{13-3} 号共 6 个铅锌、萤石矿体（表 1-2-2），其中 V_1 、 V_{13} 号为矿区规模最大的主矿体，其它小矿体呈北西向近平行状展布于主矿体上盘，间距 1~70m。

表 1-2-2 潘家冲萤石矿矿体特征一览表

矿体 编号	矿体规模 (m)		产状 (°)			形态	矿体平均品位 (%)		
	长度	平均真厚度	走向	倾向	倾角		CaF ₂	Pb	Zn
V_1	300~2200	2.24	34°	NW	60° ~87°	脉状	32.62	1.29	1.24
V_{1-1}	300~500	1.64	30°	SE 转 NW	39° ~88°	脉状、 透镜状	45.78	2.58	0.74
V_{13}	500~900	3.51	28°	NW	65° ~80°	脉状	49.69	0.78	0.69
V_{13-1}	100~260	2.36	27°	NW	73° ~79°	脉状、 透镜状	40.45	0.86	0.91
V_{13-2}	100	1.20	26°	NW	78° ~86°	透镜状	49.86	4.39	4.83
V_{13-3}	100~200	1.42	26°	NW	68° ~82°	脉状、 透镜状	59.11	2.73	2.12

1、 V_1 号矿体

V_1 号矿体呈北北东向贯穿于矿区中北部。分布于李家湾至王家坡一带 0~22 线 F₁ 构造破碎带（硅化破碎带）中。2020 年，通过对 0m 标高 1~16 线沿脉工程进行重新编录、采样，结合钻探工程深部追索控制，不同标高控制矿体断续长 300~2200m，总体走向 34°，倾向北西，倾角 60° ~87°。

矿体单工程真厚度 1.12~3.83m，平均真厚度 2.24m，CaF₂ 平均品位 32.62%，Pb 平均品位 1.29%，Zn 平均品位 1.24%。

2、 V_{1-1} 号矿体

V_{1-1} 号矿体分布于矿区北东段 5~18 线， V_1 号矿体西侧与其近平行分布。总体呈脉状、透镜状断续分布。不同标高控制断续长 300~500m，总体走向 30°，上部倾向南东，倾角 41° ~86°。由施工钻探、硐探工程来看，深部矿体倾向扭转呈北西，倾角 39° ~88°。矿体单工程真厚度 0.42~4.82m，平均真厚 1.64m，CaF₂ 平均品位 45.78%，Pb 平均品位 2.68%，Zn 平均品位 2.63%。

3、 V_{13} 号矿体

V_{13} 号矿体分布于矿区南部封洞以南一带 24~35 线 F₁₃ 构造破碎带中，呈北北东向脉状产出，深部有钻孔、坑道工程控制。不同标高矿体控制长 500~900m，总体走

向 28° ，倾向北西，倾角 $65^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

矿体单工程真厚度一般 $1.10 \sim 7.55\text{m}$ ，平均真厚 3.51m ， CaF_2 平均品位 49.69% ， Pb 平均品位 0.78% ， Zn 平均品位 0.69% 。

4、 V_{13-1} 号矿体

V_{13-1} 号矿体位于 V_{13} 号矿体北西侧，与其近平行分布于 $26 \sim 29$ 线，呈脉状、透镜状，总体走向 27° ，不同标高控制长 $100 \sim 260\text{m}$ ，倾向北西，倾角 $73^{\circ} \sim 79^{\circ}$ 。

矿体单工程真厚度 $0.35 \sim 5.75\text{m}$ ，平均真厚度 2.36m ， CaF_2 平均品位 40.46% ， Pb 平均品位 0.86% ， Zn 平均品位 0.91% 。

5、 V_{13-2} 号矿体

V_{13-2} 号矿体位于 V_{13-1} 号矿体北西侧，与其近平行分布于 28 线，单勘查线见矿；呈透镜状，走向 26° ，控制长 100m ，倾向北西，倾角 $78^{\circ} \sim 86^{\circ}$ 。

矿体单工程真厚度 $0.76 \sim 2.29\text{m}$ ，平均真厚度 1.20m ， CaF_2 平均品位 49.86% ， Pb 平均品位 4.39% ， Zn 平均品位 4.83% 。

6、 V_{13-3} 号矿体

V_{13-3} 号矿体分布于 V_{13-2} 号矿体北西侧，与其近平行分布于 $27 \sim 28$ 线，呈脉状、透镜状，总体走向 26° 。不同标高控制矿体长 $100 \sim 200\text{m}$ ，倾向北西，倾角 $68^{\circ} \sim 82^{\circ}$ 。

矿体单工程真厚度 $0.76 \sim 2.14\text{m}$ ，平均真厚 1.42m ， CaF_2 平均品位 59.11% ， Pb 平均品位 2.73% ， Zn 平均品位 2.12% 。

1.2.4.2 矿石特征

1、矿石类型

(1) 按矿石主要矿物组合

按矿石主要矿物组合，矿石自然类型有石英-萤石型矿石、铅锌-萤石（硫化物-萤石）型矿石、石英铅锌矿石。其中：

石英-萤石型矿石：为矿区主要矿石，主要由萤石和石英组成，萤石含量大于石英；石英多呈细脉状、团块状与萤石呈基底式胶结。

萤石-石英型矿石：该类型矿石主要由石英和萤石组成，萤石含量小于石英或二者近乎相等；二者呈反相关性，一者高侧另一者低，十分明显；萤石呈脉状、团块状与石英呈接触式胶结。

单一萤石型矿石：由萤石脉体构成，纯度高、杂质少；CaF₂品位达 80%以上。

硫化物-萤石型矿石：矿石由方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、少量黄铁矿、萤石组成，金属硫化物多呈细脉状沿矿体与围岩接触带分布，局部呈团块状、浸染状沿矿层内部不均匀分布。方铅矿、闪锌矿、黄铜矿含量可达综合利用要求。

石英铅锌矿石：该类矿石由方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、少量黄铁矿、石英组成，金属硫化物多呈细脉状、团块状、浸染状沿石英脉石英团块分布。方铅矿、闪锌矿、黄铜矿含量可达综合利用要求。硫化物与分布于构造带及其附近的石英脉密切相关，远离构造带的石英脉干净无矿化，这与石英脉的多期性有关。

（2）按矿石的构造特征划分

按石英构造特征划分有角砾状、条带状、块状萤石型矿石。

（3）按工业类型划分

根据萤石矿选矿工艺结果，矿区萤石矿石总体可选性较好，属于较易选萤石矿石，按其用途划分为化学工业用普通萤石矿石（主要用于生产氢氟酸）。

（4）按化学成分划分

按化学成分划分为单-CaF₂型，CaF₂、Pb、Zn型。

2、矿物组成与结构构造

（1）矿石矿物成分

经显微鉴定，矿区矿石物质成分较为复杂，已查明矿物共计 12 种。其中矿石矿物 4 种、金属矿物 2 种、脉石矿物 6 种（表 1-2-3）。金属硫化物均分布于构造破碎带及其附近，远离构造带均无发现。

表 1-2-3 矿石矿物成份表

矿物 含量	矿石矿物		金属矿物	脉石矿物
	氟化物	硫化物		
主要	萤石			石英
次要		闪锌矿、方铅矿		绢云母
少量		黄铜矿	黄铁矿、白钛矿	电气石、碳质、锆石、石墨

（2）矿物特征

A、萤石

矿区的主要矿石矿物，微观上呈自形～半自形粒状，粒径 0.11～7.23mm。宏观上呈块状、团块状、角砾状、脉状、碎块状、糖粒状。颜色上以白色和淡绿色为主，局部蓝色、粉色、紫色和翠绿色。

萤石沿裂隙孔洞结晶完好，呈立方体晶形，易碎。萤石赋存状态有三种：一是呈块状纯萤石分布；二是呈脉状与石英相互交替分布；三是呈角砾状、团块状、碎粒状与石英、板岩角砾呈基底式胶结。

B、闪锌矿

是矿区的次要矿物，微观上呈显微～自形粒状，粒径 0.01～0.80 mm，与方铅矿共生。宏观上呈团块状、脉状，呈棕褐色。

闪锌矿赋存状态有四种：一是呈脉状与方铅矿共生沿硅化带（矿层）与围岩接触部位分布，为矿区主要赋存状态；二是呈单独脉状沿石英脉分布；三是呈脉状、团块状与方铅矿共生形成铅锌矿脉沿萤石裂隙分布；四是呈细小团块状与方铅矿形成铅锌矿脉沿次生石英脉及石英团块呈同心圆环状分布。

C、方铅矿

是矿区的次要矿物，微观上呈显微～自形粒状，粒径 0.01～0.48mm，多与闪锌矿共生。宏观上呈团块状、星点状、浸染状、脉状，呈钢灰色。

方铅矿赋存状态有五种：一是呈脉状与方铅矿共生沿硅化带（矿层）与围岩接触部位分布，为矿区主要赋存状态；二是呈脉状、团块状与方铅矿共生形成铅锌矿脉沿萤石裂隙分布；三是呈细小团块状与方铅矿形成铅锌矿脉沿次生石英脉及石英团块分布。四是呈单独脉状、星点状、团块状、浸染状沿石英脉分布；五是呈单独团块状、脉状、星点状、浸染状沿萤石分布。

D、黄铜矿

矿区中分布极不均匀，微观上呈显微～他形粒状，粒径 0.01～0.48mm，宏观上呈团块状、细脉状、星点状，呈黄铜黄色，偶见锍色。

黄铜矿与硅质（石英）密切相关，分布形式主要有三种，一是以细脉状、团块状沿次生石英脉或石英团块分布为主；二是呈细小团块状、浸染状与方铅矿闪锌矿共生仍然沿硅质（石英）分布；三是局部呈星点状、团块状分布于萤石与石英接触位置。

E、黄铁矿

矿区中多分布在构造破碎带附近，分布极不均匀，沿围岩及其次生石英脉分布为主。微观上呈显微～自形粒状，呈五角十二面体晶形，粒径 0.01～0.1mm。宏观上呈细脉状、团块状、粒状集合体状、星点状，呈暗黄铜黄色。分布形式有四种，一是呈粒状集合体细脉状沿围岩（砂质板岩）裂隙分布；二是呈团块状、细脉状沿硅质（石

英)脉分布;三是呈薄膜状沿砂质板面节理面分布;四是局部呈星点状、细脉状伴生于黄铜矿,团块状、星点状共伴生于铅锌矿分布。

F、白钛矿

白钛矿呈隐晶质沿硅化破碎带(矿层)中蚀变新生矿物绿泥石分布,分布极不均匀且含量较少。

G、石英

石英在构造破碎带、围岩均广泛发育且与成矿密切相关。石英在构造破碎带中微观呈自形~半自形粒状,粒径 0.24~1.61mm,见聚斑、熔蚀结构。在围岩中石英呈次棱角状,粒径 0.06~1.68mm,具定向排列;另有重结晶石英呈显微~他形粒状,粒径 0.01~0.03mm。构造破碎带中宏观呈脉状、团块状、碎块状、熔液状分布;在围岩中呈脉状分布,见有三期,前两期与铅锌萤石矿相关,第三期脉体干净,属成矿后石英脉。

H、绢云母

绢云母广泛分布于砂质板岩、千枚岩和硅化破碎带中,呈显微鳞片状,具定向排列。

I、电气石

电气石属高温蚀变新生矿物,在硅化破碎带(矿层)中呈次棱角状,粒径: 0.04~0.12 mm,分布不均匀、含量少。

J、碳质

呈隐晶质~丝状沿裂隙面分布,色黑污手,粒径 0.01~0.05mm,分布极不均匀。

K、锆石

锆石化学性质稳定,属于原岩残留矿物,呈次棱角状,粒径 0.04~0.06mm,分布不均匀、含量少。

L、石墨

原岩碳质成分经高温烘烤作用下形成,呈显微~他形片状,粒径 0.01~0.04mm,定向分布于板岩碎块裂隙内。

矿化蚀变矿物分布从横向具有分带特征,分别为:绢云母+黑云母化带→泥化带(碎裂带)→硅化带→硅化铅锌矿带→硅化萤石矿带→萤石矿带。从纵向(沿走向)同样具有分带特征,分别为:矿区北段硅化银铅锌矿化带→中北段硅化萤石铅锌矿带

→中南段硅化铅锌矿化带→南段硅化铅锌萤石矿带。

3、矿石结构、构造

矿床属沿构造破碎带气成热液充填成因矿床，矿石结构、构造较为简单。

(1) 矿石结构

矿石结构主要有角砾~他形粒状结构、镶嵌粒状结构、交代结构等。

角砾~他形粒状结构：矿物形成后经动力变质作用，发生破碎，形成角砾状，角砾间由石英充填胶结，石英晶体内部易见杂质形成的圈层构造。

镶嵌粒状结构：矿物之间彼此紧密镶嵌，粒径 0.11~7.23mm。

交代结构：萤石被石英交代，萤石在与石英接触处，萤石多为港湾状。在石英集中的地方，存有萤石晶体的残留。另有萤石交代石英，萤石包裹石英团块和板岩角砾、石英包裹萤石颗粒、碎块，并有萤石细脉穿插硅质团块等现象。

(2) 矿石构造

矿石构造主要有块状构造、角砾-团块状构造、细脉状构造、糖粒状构造等。

块状构造：多发育在矿脉中部及宽大的矿脉之中。由质量较纯的萤石组成，结晶粗大，彼此紧密镶嵌，色调单一，其矿石质量最佳。

角砾-团块状构造：多呈次棱角状、团块状，轮廓较清楚，角砾位移较明显。角砾主要由萤石、石英，其次为砂质板岩角砾组成，角砾大小 1~10mm 之间，个别大者达 2~3cm。

细脉状构造：成矿热液从断裂的两壁向中心发生周期性的不连续沉淀，形成平行脉壁的对称或不对称细脉状构造。脉宽 2mm~10cm 不等。

糖粒状构造：主要发育在纯度较高的萤石脉当中，萤石在动力变质作用下，裂隙发育，破碎呈松散糖粒状，颗粒粒度较均匀，大小在 1~3mm 之间。多分布在胶结差的松散状构造破碎带中。

4、矿石成分

矿区 V1 号矿体矿石以硅化破碎带萤石矿石为主，硅化破碎带铅锌矿石次之，少量纯萤石矿石和硅化破碎带铅锌萤石矿石；V13 号矿体以纯萤石矿石为主，硅化破碎带萤石矿石、硅化破碎带铅锌萤石矿石次之，少量硅化破碎带铅锌矿石。各矿石成分特征如下：

(1) 纯萤石矿石

显微～他形粒状结构，块状构造。矿物成分主要由萤石，少量石英组成。萤石呈自形～半自形粒状，粒径 0.11～4.23mm，含量 70%～90%；石英呈他形-次棱角状，粒径 0.01～2.33mm，具定向排列。CaF₂ 品位 50%～80%。

（2）硅化破碎带萤石矿石

角砾状～自形粒状结构，团块状、细脉状构造。岩石主要由气成热液矿物萤石、硅质成分和围岩（砂质板岩）角砾组成的动力变质岩石。萤石多呈角砾状、团块状、星散状被次生石英包裹；石英呈脉状和熔液状；围岩角砾呈棱角状，不规则状。CaF₂ 品位在 25%～45%。

（3）硅化破碎带铅锌矿石

角砾状～自形粒状结构，团块状、细脉状构造。岩石由石英脉、围岩角砾、脉状团块状铅锌矿被次生熔液状硅质胶结。石英脉具有多期性，早期与铅锌矿密切相关，局部含黄铜矿、黄铁矿等；晚期脉体较干净，无矿化。Pb、Zn 品位 1%～3%。

（4）硅化破碎带铅锌萤石矿石

角砾状～自形粒状结构，团块状、细脉状构造。岩石由石英脉、围岩角砾、角砾状团块状星散状萤石和脉状团块状铅锌矿被次生熔液状硅质胶结。石英脉具有多期性，早期与萤石、铅锌矿密切相关；晚期脉体较干净，无矿化。CaF₂ 品位 25%～30%；Pb、Zn 品位 1%～2%。

5、化学成分

（1）矿石有益组分

矿区矿石有益组分为 CaF₂、Pb、Zn。全区各勘查线 CaF₂ 品位 4.34%～62.53%，平均品位 35.47%，伴生 Pb 品位 0.32%～4.57%，平均品位 1.26%，伴生 Zn 平均品位 0.12%～2.05%，平均品位 0.94%。

（2）矿石伴生组分

矿区矿石伴生有益组分仅 Cu、Ag 元素含量较高，达到综合回收价值，其他元素含量微弱。Cu 单样品位 0.012%～0.46%，平均品位 0.15%，Ag 单样品位 2.60～82g/t，平均品位 15.46g/t。

（3）矿石有害组分

根据核实报告矿石有害组分为 S、P、SiO₂、Fe₂O₃、As。

6、风（氧）化带

矿区矿体绝大部分产于侵蚀基准面及氧化带之下，仅局部地表浅部有少量氧化矿。目前具有开采价值的矿体多为硫化物-萤石型矿石和单一萤石矿石，且分布于侵蚀基准面以下，均为原生矿石。

7、矿体围岩和夹石

(1) 围岩

矿体围岩以砂质板岩为主，局部为绢云千枚岩，与脉状、似层状矿体界线清晰易于分辨，其走向、倾向与矿体均具有一定的夹角，对矿体的完整性基本不影响。

围岩蚀变以硅化、绢云母化、绿泥石化、黑云母化为主，靠近断裂带（矿化带）地段硅化强烈，远离则硅化强度渐弱。

(2) 夹石

矿体中夹石主要为硅化砂质板岩和硅化破碎带（矿化带）。其中：

硅化砂质板岩：以捕虏体形式呈透镜状、条带状分布，与矿体界线清晰。

硅化破碎带：多呈透镜状、脉状、似层状分布。其中一种与矿体没有明显的界线，其特点为矿化分布不均匀和矿化富集程度低，只能依靠化验分析结果区分，开采时易混入矿石中，致其贫化；另一种为界线清晰，肉眼易区分，仅是硅化破碎带，无任何矿化发育。

8、共（伴）生矿产

矿床矿石为硫化物型萤石矿石、硫化物型铅锌矿石和单一萤石矿石，其主要有益组分为萤石，共生组分为铅、锌，伴生组分为铜、银。其中：萤石以单矿物产出；铅、锌则以方铅矿、闪锌矿单矿物形式产出；伴生组分为铜、银，铜以黄铜矿单矿物产出，银主要赋存于方铅矿、闪锌矿中。

矿体顶、底板为硅化砂质板岩，局部为绢云母千枚岩，与矿体界线截然，蚀变以硅化、泥化为主，其次绢云母化、黑云母化。受成矿热液影响，局部裂隙充填有萤石细脉、铅锌石英细脉，分布极不均匀。远离硅化破碎带（矿化带）则无任何矿化蚀变。

根据矿石化学全分析结果、组合分析结果，矿区除铜、银达伴生品位要求可综合利用外，其它元素均未达到共（伴）生矿产综合利用指标要求，无综合利用价值。

1.2.4.3 矿石加工选冶技术性能

1、选矿方案

(1) 矿石特征

A、矿石物质组成

矿石分矿石矿物和脉石矿物。其中矿石矿物有萤石、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿；脉石矿物有石英、绢云母，少量方解石、重晶石。

B、矿石结构构造

矿石结构有显微~他形粒状结构、自形-半自形粒状结构、填隙结构、乳浊状结构、交代残余结构、镶嵌粒状结构。

矿石构造有团块状构造、细脉状构造、块状构造、角砾状构造、浸染状构造、条带状构造及晶洞角砾状构造。

C、矿石类型

a、按矿石矿物组合划分

石英-萤石型矿石：为本矿区主要矿石，主要由萤石和石英组成，萤石含量大于石英；石英多呈细脉状、团块状与萤石呈基底式胶结。

萤石-石英型矿石：主要由石英和萤石组成，萤石含量小于石英或二者近乎相等；萤石呈脉状、团块状与石英呈接触式胶结。

单一萤石型矿石：由萤石脉体构成，纯度高、杂质少； CaF_2 品位达 80%以上。

硫化物-萤石型矿石：由方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、少量黄铁矿、萤石组成。金属硫化物多呈细脉状沿矿体与围岩接触带分布，局部呈团块状、浸染状沿矿层内部不均匀分布。方铅矿、闪锌矿、黄铜矿含量可达综合利用要求。

硫化物-石英型矿石：由方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、少量黄铁矿、石英组成。金属硫化物多呈细脉状、团块状、浸染状沿石英脉石英团块分布。方铅矿、闪锌矿、黄铜矿含量可达综合利用要求。

b、按矿石的构造特征划分

角砾状、条带状、块状萤石型矿石。

c、按工业类型划分

根据萤石矿选矿厂选矿工艺结果，该矿区萤石矿石总体可选性较好，属于较易选萤石矿石，按其用途划分为化学工业用萤石精矿石（主要用于生产氢氟酸）。

D、矿石化学成分

矿石有益成分主要为萤石， CaF_2 平均品位 42.69%。共生有益成分有铅、锌，Pb 平均品位 1.11%，Zn 平均品位 0.90%。伴生有益成分有银、铜，矿床 Ag 平均品位 15.46g/t，

Cu 平均品位 0.15%。萤石为目标矿物，回收铅、锌，银、铜在铅精粉中按品位计价。

(2) 选矿试验及评价

2011 年矿山开展了萤石矿生产性选矿试验，通过矿物工艺学性能测试、浮选工艺流程试验，取得了较好的选别技术指标。试验表明，单一萤石矿石由于含石英（SiO₂）极少，在通过一次粗选五次精选后，二氧化硅含量 0.10~0.93%之间，符合萤石矿精粉 A~B 级品质要求，属易选矿石；石英-萤石矿石、萤石-石英矿石因含石英（SiO₂）较高（达 10~20%），在通过一次粗选五次精选后，二氧化硅含量在 3~5%之间，二氧化硅含量高于萤石矿精粉 C 级品质要求，需要开展二次浮选除硅，因此属于难选矿石。

表 1-2-4 精矿多元素分析成果表

样品名称	送样日期	样品状态	分析结果（Ag、Au 单位 g/t, Pb、Cu%）						备注
			Pb	Ag	Au	Cu	Zn	Cd	
铅精矿-1	2020.11	粉	64.43	764	1.17	5.32			
铅精矿-2	2020.12	粉	59.47	821	0.93	7.48			
锌精粉-1	2022.7.11			96	0.68	2.3	38.76	0.17	
锌精粉-2				90	0.60	1.64	39.64	0.18	
铅精粉-3			66.32	794	0.64	5.93			
锌精矿	2022.7.20			90			41.75		
铅精矿			65.96	752	0.54	5.75			

表 1-2-5 尾矿多元素分析成果表

采样点	采样日期	检测项目	样品编号	检测结果	推荐限值	单位	备注
尾矿堆 1#	2023.2	铍	430424040378-Q	ND	0.005	mg/L	
		银	430424040378-Q	0.000188	0.5	mg/L	
		锌	430424040378-Q	0.00184	2.0	mg/L	
		硫化物	430424040378-Q	ND	1.0	mg/L	
		总 a 放射性	430424040378-Q	ND	1	Bq/L	
		水不溶性	430424040378-Q	0.08	2	%	
		铬	430424040378-Q	ND	1.5	mg/L	
		砷	430424040378-Q	0.0258	0.5	mg/L	
		苯并[a]芘	430424040378-Q	ND	0.00003	mg/L	
		铅	430424040378-Q	0.00262	1.0	mg/L	

本矿山属采选一体化企业，并且已采选多年，近年来采用的选矿流程和工艺技术均未发生变化，选冶技术可行、经济效益良好。通过对精矿产品和尾矿进行多元素分析，均符合产品品质要求和排污要求。

矿山属采选一体化企业，并且已采选多年。近年来选矿流程、工艺技术及选冶技术未发生变化，选冶技术可行、经济效益良好。

2、矿山选矿现状

矿山选厂距离出矿副井约 200m。2018 年，对原选矿厂设备进行了更新改造后一直运行至今，选矿流程、工艺不断更新迭代。采用了新工艺、新技术和新设备后，设

施齐全，设备运转高效、节能环保、操作简单。工艺流程适应矿石性质，符合矿山实际情况。

选矿规模 6 万 t/a，选冶矿种萤石（普通），综合回收 Pb、Zn，伴生银、铜存在于 Pb 精粉中，银品位一般 80~120g/t（100g/t 以上可计价），Cu 品位一般 0.012%~4%（2%以上可计价）。

矿山选厂未对伴生的银、铜进行单独回收，都是以品位作为计价增加到各精粉单价中。从而获得了较好的经济效益和环保节能成效。

3、选矿流程及技术指标

对矿石首先进行人工手选，目的在于剔除原矿中的夹石、贫矿及有害杂质，提高矿石纯度。人工手选流程：原矿水洗-手工分选。

经人工手选后原矿再次破碎送入选矿厂。选矿采用浮选工艺流程，在磨矿细度-200 目占 68%的条件下经一次粗选二次精选捕获铜精粉；一次粗选二次扫选捕获铅精粉；一次粗选二次精选捕获锌精粉；一次粗选二次扫选捕获萤石精矿。

选矿试验流程给出的矿石选矿入选平均品位 CaF₂: 26.50%、Pb: 1.52%、Zn: 1.65%；

表 1-2-6 矿山近三年矿石入选品位及回收率统计一览表

年份	矿石入选品位（%）			选矿回收率（%）		
	CaF ₂	Pb	Zn	CaF ₂	Pb	Zn
2021	30	1	1	90	87	87
2022	35	2	2	94	89	89
2023	33	1.2	1.4	92	88	88
平均	32.67	1.40	1.47	92	88	88

表 1-2-7 矿山近三年精矿及尾矿品位统计一览表

年份	精矿品位（%）			尾矿品位（%）		
	CaF ₂	Pb	Zn	CaF ₂	Pb	Zn
2021	96.6	52	42	3.65	0.051	0.027
2022	97.3	58	48	3.41	0.052	0.029
2023	97.1	55	45	3.54	0.048	0.033
平均	97	55	45	3.53	0.05	0.03

矿床深部矿体形态特征、共伴生元素含量、厚度变化甚微，矿石物质成份、类型与当前开采区域（+30m 标高）基本一致，矿石加工选冶技术无需变更，但需要注意提高选矿回收率。

1.2.5 矿山矿产资源储量

2026 年 1 月，湖南省水文地质环境地质调查监测所编制的《湖南省醴陵市潘家冲矿区潘家冲萤石矿矿山储量年报（2024 年 12 月-2025 年 11 月）》表明：

截至 2025 年 11 月底采矿权范围内保有萤石矿石量(控制+推断资源储量)****万吨, CaF_2 矿物量*****吨, 其中控制资源储量*****万吨, 矿物量****吨, 推断资源储量*****万吨, 矿物量*****吨。保有铅锌矿石量(控制+推断资源储量)****万吨, Pb 金属量*****吨, Zn 金属量****吨, 其中控制资源储量****万吨, Pb 金属量*****吨, Zn 金属量****吨, 推断资源储量****万吨, Pb 金属量****吨, Zn 金属量*****吨。本次年度消耗萤石矿石量(控制资源储量)****万吨, CaF_2 矿物量****吨。消耗铅锌矿石量(控制资源储量)****万吨, Pb 金属量****吨, Zn 金属量****吨。累计探明萤石矿石量(控制+推断资源储量)****万吨, CaF_2 矿物量****吨。累计探明铅锌矿石量(控制+推断资源储量)****万吨, Pb 金属量*****吨, Zn 金属量****吨。保有伴生 Cu 矿石量****万吨, Cu 金属量****9t, 本年度消耗伴生 Cu 矿石量****万吨, Cu 金属量****t, 累计探明 Cu 矿石量*****万吨, Cu 金属量****t; 保有伴生 Ag 矿石量****万吨, Ag 金属量****t, 本年度消耗伴生 Ag 矿石量****万吨, Ag 金属量****t, 累计探明 Ag 矿石量****万吨, Ag 金属量****t。

插图 1-2-5

1.3 矿山开采与生态保护修复现状

1.3.1 矿山开采历史与现状

1.3.1.1 矿山开采历史

潘家冲萤石矿隶属于醴陵市浙矿潘家冲矿业有限公司，为一家国有控股企业。其前身为潘家冲铅锌矿，该铅锌矿始建于 1954 年，其矿区开采历史最早可追溯至光绪二十九年，中华人民共和国成立后由醴陵县接管并成立潘家冲铅锌矿，主要开采矿区内的铅锌矿资源，对单独萤石矿资源开发利用程度很低。后因矿山铅锌资源枯竭，原潘家冲铅锌矿已于 2002 年初破产倒闭。

原潘家冲铅锌矿关闭后，当地民众采用股份制形式，于 2004 年成立了醴陵市三湖萤石矿开展开采工作。2010 年，株洲市国土局在潘家冲矿区设置了两个采矿权分别为原醴陵市均楚萤石矿、原醴陵市军山竹鸡湾萤石矿，主要对矿区内潘家冲段残留的萤石矿资源进行开发利用。

2012 年醴陵市进行矿产资源整合，根据株洲市人民政府关于《湖南省醴陵市潘家冲矿区萤石矿产资源整合实施方案》的批复（株政函[2012]128 号），原醴陵市均楚萤石矿和原醴陵市军山竹鸡湾萤石矿实行整合，保留均楚萤石矿矿山名称，形成了现在的矿山开采主体，也进入了矿山的规范开采阶段。矿山原开采阶段形成的一系列生态环境问题在 2012 年后逐步得到了解决。

由此可知，矿山开采历史较久，矿权人历经变更，主要脉络如下：

中华人民共和国成立前开采（1903 年～1949 年）→中华人民共和国成立后县办矿山开采（1954 年～2002 年）→民办矿山开采（2004 年～2009 年）→股份制改革期开采（2010 年～2011 年）→民营股份制企业开采（2012 年至今）。

2017 年 10 月 9 日，均楚萤石矿名称变更为潘家冲萤石矿，矿山开采也进入了新的阶段，全面对矿山开拓系统进行改造升级，提升了安全保障。改造了选厂，提升了选矿工业指标。

2019 年至 2021 年，受疫情影响，矿山未达到产能，其间大部分时间进行探矿及技改，2013 年至 2021 年矿山累计采损资源量****万吨。

2023 年 6 月，湖南省自然资源厅下发采矿许可证，生产规模**万吨/年，采用平

硐开拓，浅孔留矿法采矿。2023 年，开采对象为 V₁₋₁ 号矿体+30m~+70m 中段区域；V₁₃ 号矿体 26.5~28.5 勘查线+30m~+70m 中段区域。截止 2023 年 12 月 31 日，累计采损量：萤石矿石量****万吨，CaF₂ 矿物量****吨；铅锌矿石量****万吨，Pb 金属量****吨，Zn 金属量****吨。

2025 年 5 月 15 日因伤亡事故原因矿山停止一切生产作业。2026 年 2 月 9 日，矿山变更了采矿权人，由原“醴陵市潘家冲矿业有限公司”变更为“醴陵市浙矿潘家冲矿业有限公司”，统一社会信用代码：*****，有效期限至 2031 年 4 月 22 日。矿山至今处于停产状态。

1.3.1.2 矿山开采现状

1、开拓方式、采矿方法及井筒布置

矿井原开拓方式为平硐开拓，全矿井共有 5 个井筒投入使用，即主井、副井、南风井、东风井和南安全出口。矿山开采深度最低已至 0m 标高（其中 0m 中段为国营潘家冲铅锌矿已开拓中段，现已在+30m 中段车场对其进行封闭处理），多中段回采。

矿山运输方式为轻轨矿车运输，平硐大巷采用人力推车运输，盲斜井（盲竖井）上（下）矿山采用卷扬机提升。排水方式为机械排水方式。

采矿方法为浅孔留矿法。

矿山已建选矿厂及尾矿库等，其设施、设备较为完善。矿山现有选矿厂 1 座，选矿厂能力 200t/d。选矿方法均为浮选，矿石入选品位 CaF₂：39.3%，Pb：1.11%，Zn：1.02%，Cu：0.05%，Ag：1.7g/t，产品方案为萤石精矿、含银铅精矿、锌精矿和铜精矿销售；尾矿品位：CaF₂4.5%、Pb0.08%，Zn0.07%，Ag6g/t、Cu0.0002%。

矿山现有主要井筒特征见表 1-3-1。

表 1-3-1 潘家冲萤石矿井筒特征表（2000 大地坐标）

井筒名称	井口坐标			方位 (°)	坡度 (°)	长度	断面尺寸 (宽×高)
	X	Y	H				
主井	*****	*****	*****	141	3‰	180	3.6×3.6m
副井	*****	*****	*****	219	3‰	198	2.4×2.6m
东风井	*****	*****	*****	202	3‰	20	2.0×2.0m
南风井	*****	*****	*****	287	3‰	217	2.5×2.5m
南安全出口	*****	*****	*****	275	3‰	254	2.5×2.5m

2、中段划分

目前矿山共划分 5 个中段，即+220m 中段、+170m 中段、+120m 中段、+70m 中

段、+30m 中段。

3、矿山地面建设

经过多年建设，目前矿山已形成了办公生活区、选厂及工业广场等主要的地面生活、生产设施。

办公生活区：共占采矿用地约 0.37h m²，农村住宅用地 0.25h m²；

选厂及工业广场：共占地约 4.94h m²，其中采矿用地约 4.79h m²，林地约 0.15h m²。

尾矿库：占用采矿用地约 1.86h m²；

副井工业广场：共占地约 0.59h m²，其中林地约 0.31h m²，农村住宅用地 0.28h m²。

堆矿区：共占采矿用地约 0.2h m²。

矿山其它的风井井口、南安全出口的工业广场占地面积很小，一般小于 50 m²，未来可自然修复，本次不统计其占地。

4、选厂及尾矿库

矿山选厂距离出矿副井约 200m，2018 年对原选矿厂设备进行了更新改造。近年来经过技改后满足矿山的生产需求。

本次生态修复区共有 4 个尾矿库，其中 1 号、2 号、3 号尾矿库均位于矿区外北部的三湖村一带，为原潘家冲铅锌矿、三湖萤石矿、均楚萤石矿、竹鸡湾萤石矿各阶段开采堆积，2012 年前已全面闭库复绿。

4 号尾矿库（为现有的尾矿库，以下均以“尾矿库”称，不再说明）位于选厂及工业广场西侧，是矿山 2012 年后主要使用的尾矿库，共占地约 4.09h m²，其中采矿用地约 3.1h m²，林地约 0.99h m²，原有尾矿经回采用，现存尾矿量约 2.2 万 m³，大部分已充填利用。矿山累计充填利用约 3.7 万 m³。2024 年后，矿山的 4 号尾矿库已进入闭库流程，未来矿山产生的尾砂准备做充填处理，产品趋向为加气混凝土砌块，不再使用尾矿库。

5、废石（固废）的处置及堆放现状

矿山的原废石堆堆放于现有尾矿库的库尾和工业广场，2019 年前后废石量最大，约 5000m³ 左右。随着矿山回采尾矿、技改封闭井巷等多方面综合利用，现地表废石已基本清空。

由于矿山一直开展尾矿回采及废石利用工作（主要用于制砖），废石综合利用率可以达到 100%，因此本次不统计废石堆占地。

6、排水情况

目前，矿井+170m 中段水泵房共有三台水泵，一台工作，一台备用，一台检修；水泵型号为 D155-30×4，功率为 90kW，排量为 36m³/h，水泵扬程 105.6m，水仓有效容量为 300m³。+30m 中段水泵房共有三台水泵，一台工作，一台备用，一台检修。水泵型号为 D155-30×6，功率为 132kW，排量为 36m³/h，水泵扬程 193.5m，水仓有效容量为 450m³。

矿山最低生产中段为+30m 中段，矿井正常排水量 30m³/h，最大涌水量 140m³/h。

7、采空区分布情况

矿山开采深度最低已至 0m 标高(其中 0m 中段为国营潘家冲铅锌矿已开拓中段，现已在+30m 中段车场对其进行封闭处理)，目前矿山的最低排水中段为+30m，即最低开采标高为+30m。由于矿体倾角较陡，采空区平面投影面积仅 238000 平方米。

1.3.2 矿产资源开采方案

根据 2025 年 10 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿开采方案》，简介如下：

1.3.2.1 矿山可采储量、生产规模、服务年限

矿山可采储量为*****万 t，生产规模为*****万 t/a，开采贫化率 15%，矿山开采服务年限为*****a。

1.3.2.2 矿床开采矿种、开采方式、采矿方法

矿山开采矿种为萤石（普通）、综合回收铅、锌，伴生有用元素为铜、银。

开采方式采用地下开采。

推荐采用浅孔留矿嗣后充填采矿法。采矿回采率为 90%、贫化率 15%。

1.3.2.3 开拓方案、中段划分

矿山沿用平硐开拓方式。

根据备案的资源量赋存标高，设计规范并参照原设计方案，确定中段高度 30-50m，共划分 10 个中段，分别为+220m、+170m、+120m、+70m、+30m、0m、-50m、-100m、-150m、-200m。其中+220m 中段为回风中段。

1.3.2.4 开拓系统

采用平硐开拓，布置主井、副井、东风井、南风井、南安全出口五个井筒。主井担负矿山开采时的矿石、人员运输、进风任务，兼作安全出口。副井担负矿废石、材料、进风、供电、压风、排水通道任务，兼做安全出口。南风井担负矿山南翼开采时的回风任务，兼作安全出口。东风井担负矿山东翼开采时的回风任务，兼作安全出口。南安全出口担负矿山南翼开采时的辅助进风任务，兼作安全出口。

表 1-3-2 潘家冲萤石矿井筒特征表

井筒名称	井口中心坐标			方位角 (°)	坡度	长度 (m)	断面尺寸 (宽×高)
	X	Y	Z				
主井 (+248m 平硐)	****	****	****	141	3‰	180	3.6×3.6m
副井 (+252m 平硐)	****	****	****	219	3‰	198	2.4×2.6m
东风井 (+233m 平硐)	****	****	****	202	3‰	20	2.0×2.0m
南风井 (+299m 平硐)	****	****	****	287	3‰	217	2.5×2.5m
南安全出口 (+246m 平硐)	****	****	****	275	3‰	254	2.5×2.5m

1.3.2.5 开采顺序

设计先开采矿体 V1 和 V13，后采 V1-1、V13-1、V13-2、V13-3 矿体。按下行式开采，即先采上部中段，后采下部中段，由上而下逐个中段开采；多中段同时回采时，上中段超前下中段，其超前距离应以保证上部顶区的地压稳定为原则。同一中段内、按先远后近的顺序后退式回采。根据矿体赋存特点，首采地段为矿量集中的 0m 中段的 V1-1、V13 矿体。

1.3.2.6 厂址选择

设计利用已有厂址，原有工业广场宽阔，矿山办公室、宿舍、维修车间等地面设施完善。矿井的通风、运输、排水、供电、地面构筑及其他设施、设备齐全，矿山生产、生活设施及装备基本符合矿山行业生产标准要求。工业场地内无村民房屋，未占良田沃土，能满足矿井生产需要。本次新增斜坡道已位于副井工业场地内，无新增用地。其它无需另行设计。

1.3.2.7 运输方案

方案推荐采用轨道运输方案，中段平巷采用电机车牵引矿车运输，斜井采用矿车提升，地面汽车运输。

1.3.2.8 通风和排水

矿山通风方法为机械通风，通风方式为对角式。

矿山井下采用二段接力机械排水，最低开采标高为-250m，通过中段自流排水至2号盲斜井井底（-200m中段）车场，将-200m中段汇水排至-50m水仓，最终由-50m机械排水至地表。矿坑废水排出地表后，经引流至选矿厂沉淀池选矿用。矿坑废水排出地表后，经引流至选矿厂沉淀池，或排入污水处理站选矿用。

1.3.2.9 选矿及尾矿设施

1、选矿

矿山对矿石首先进行人工手选，目的在于剔除原矿中的夹石、贫矿及有害杂质，提高矿石纯度。人工手选流程：原矿水洗-手工分选。

经人工手选后原矿再次破碎送入选矿厂。选矿采用浮选工艺流程，在磨矿细度-200目占68%的条件下经一次粗选二次精选捕获铜精粉；一次粗选二次扫选捕获铅精粉；一次粗选二次精选捕获锌精粉；一次粗选二次扫选捕获萤石精矿。

2、尾矿设施

（1）尾矿库概况

矿山现有尾矿库有效容积为23.58万 m^3 ，经过多年萤石矿加工生产，尾矿库已堆尾砂 $15.26 \times 10^4 \text{m}^3$ ，矿山于2018年10月委托贵州新思维矿业工程设计评估有限公司对尾矿库尾砂回采工程进行了设计，株洲市应急管理局于2019年4月19日对《醴陵市潘家冲萤石矿尾矿库尾砂回采工程安全设施设计》进行了批复（株应急函[2019]14号）；于2021年3月委托贵州新思维矿业工程设计评估有限公司编制了《醴陵市潘家冲萤石矿尾矿库尾砂回采工程安全设施变更设计》并通过专家评审备案，将原设计库尾向坝前逐层开采调整为在滩面分两个大的区域进行回采，尾砂回采总量由 $15.26 \times 10^4 \text{m}^3$ 调整为 $8.16 \times 10^4 \text{m}^3$ ，回采后的尾砂全部综合利用，株洲市应急管理局以株应急非煤设计审字[2021]6号对其进行了批复。矿山委托湖南良泽安全科技有限公司编制了《醴陵市潘家冲萤石矿尾矿库尾砂回采工程安全设施验收评价报告》，于2021

年 10 月通过了回采工程安全设施竣工验收。

2024 年 8 月醴陵市潘家冲矿业有限公司委托长沙有色冶金设计研究院有限公司编制了《潘家冲萤石矿尾矿库闭库工程安全设施设计》，该设计于 2025 年 7 月 1 日获得湖南省应急管理厅批复，计划于 2027 年完成闭库。尾矿库闭库后矿山仍需要利用该场地。

(2) 尾矿量及用途

潘家冲萤石矿尾矿产率为 60.7%，矿山年产此类尾矿总量为****万 t，全部用于充填。

1.3.2.10 废石处理

矿山产生的废石用铺设道路、修堤筑坝及矿山基建用，矿山废石利用率要求达到 100%。

1.3.2.11 产品方案

萤石精粉（酸级）、含银铅精矿（三级）、锌精矿（三级）、铜精矿（二级）。

见插图 1-3-1、插图 1-3-2。

1.3.3 矿山生态环境保护修复现状

经过多年开采，矿区遗留了较多的生态环境问题，同时矿山也采取了一定的修复工程，修复方案包括了老窿及废弃采空区的封闭、地形地貌景观及土地资源占损的修复工程、水土生态环境修复工程等。

1.3.3.1 老窿及废弃采空区的封闭

2012 年醴陵市进行矿产资源整合，根据株洲市人民政府关于《湖南省醴陵市潘家冲矿区萤石矿产资源整合实施方案》，原醴陵市均楚萤石矿和原醴陵市军山竹鸡湾萤石矿实行整合，保留均楚萤石矿矿山名称，形成了现在的矿山开采主体，也进入了矿山的规范开采阶段。在整合过程中，对原有废弃老窿全面进行了清查、封闭，对于近地表采空区巷道也已全面进行了封堵，基本消除了地面老窿隐患及地下老窿可能相关问题。因此后文也不再对老窿问题进行分析。

1.3.3.2 地形地貌景观及土地资源占损的修复工程

1、场地硬化、绿化及美化

插图 1-3-3 矿山原办公楼及宿舍（2020 年 7 月）

插图 1-3-4 矿山翻新的办公楼及宿舍（2026 年 6 月）

插图 1-3-5 搭建防尘棚、硬化道路及绿化前（2020 年 7 月）

插图 1-3-6 矿山搭建的防尘棚，硬化的道路（2026 年 4 月）

2020 年至 2024 年，为达到绿色矿山建设标准，矿山加强了场地硬化、美化及绿化工作，对厂房进行了封闭，扬尘区域搭建了防尘棚。目前矿山生活、工作、生产环境优美。据统计在地形地貌景观及土地资源占损的修复方面，总投资约 500 万元，完成硬化面积约 4600 m²，绿化面积约 1500 m²，搭建防尘棚 1400 m²，翻新办公楼和宿舍楼三栋。

插图 1-3-7 矿山开展绿色矿山建设

2、尾矿和废石的利用

从 2018 年至今，矿山开展了对尾矿的回采工作（主要用于制作环保砖），通过回采尾矿加快闭库进度。矿山累计利用尾矿 12.96 万 m^3 ，减轻了尾矿库对地形地貌景观及土地资源占损的问题。

插图 1-3-8 矿山对尾矿进行回采，对废石进行综合利用

矿山的废石堆随着矿山回采尾矿、技改封闭井巷等多方面综合利用，现地表无废

石堆积，累计利用废石约 7500m³，废石利用率达到了 100%。减轻了废石堆对地形地貌景观及土地资源占损的问题。

1.3.3.3 水生态水资源修复工程

由于中华人民共和国成立前开采（1903 年～1949 年）→中华人民共和国成立后县办矿山开采（1954 年～2002 年）→民办矿山开采（2004 年～2009 年）→股份制改革期开采（2010 年～2011 年）的 100 多年期间，属于对资源的粗放利用阶段，对环境保护并不重视，积累了较为严重的水、土环境污染问题，潘家冲萤石矿也是当地各级环保部门、市政府挂牌督办的重点整治单位。但是在股份制改革前，由于各种利益纠葛，矿山资不抵债，无法大规模投入开展治理工作。矿山的生态环境彻底改变主要集中在 2012 年～2024 年，2024 年后现有尾矿库进入闭库阶段后，部分工程进行了改建和掩埋。

1、修建排水涵洞及截排水沟

2012 年前后，矿山投资约 250 万元在工业广场、尾矿库下部修建了排水涵洞，排水涵洞总长约 1000m，为浆砌石结构+混凝土盖板，高 2m，宽 2m。主要用于将潘家冲溪水引入下游，实现了雨污分流，减轻了对水土生态环境的污染问题。同时矿山还定期对排水涵洞进行检修、疏通。

插图 1-3-9 尾矿库西侧的截排水沟 1（部分已改建）

插图 1-3-10 尾矿库东侧的截排水沟 2 及库坝附近的跌水（部分已改建）

2015 年前后，矿山投资约 30 万元在尾矿库东西两侧均修建了截排水沟，其中西侧为截排水沟 1，总长约 600m，为浆砌石结构，宽约 1m，深 0.5~1m；东侧为截排水沟 2，总长约 400m，为浆砌石结构，宽约 0.5m，深约 0.5m；以上截排水沟实现了雨污分流，减轻了对水土生态环境的污染问题。随着矿山尾矿库的闭库，截排水沟 1、2 的部分段位已进行了调整、改建。

2、修建沉淀池、沉砂池及污水处理站

2023 年，矿山投入专项资金 30 万元，在尾矿库（原 4 号尾矿库）库坝顶部稳定区域新建两座淋滤水预处理沉淀池。池体结构采用浆砌砖砌筑，内壁作防渗抹面处理，单池有效容积分别为 880m³和 840m³，总有效容积达 1720m³。两座沉淀池呈并联布置，尾矿库淋滤水经坝面截水沟汇入池内，通过重力沉降作用去除悬浮物及粗颗粒尾砂，上清液经溢流管排入下游回水系统或外排管网。该设施的投用有效缓解了雨季淋滤水量激增带来的处理压力，提升了库区水环境风险防控能力。

2024 年，矿山投入专项资金 70 万元，在总结一期沉淀池运行经验基础上，于尾矿库原库坝内侧滩面区域新建两座大型沉砂（淀）池，单池有效容积分别为 2000m³和 2500m³，总容积达 4500m³。与 2023 年所建池体相比，二期工程在池容规模、结构强度及沉砂效率上均有显著提升。池体采用浆砌石与混凝土组合结构，池底设有沉砂斗及排砂阀门，便于定期清淤；池内设置隔流挡板以优化水力流态，提高悬浮物沉降

效率。该设施主要用于雨季高强度淋滤水的预处理，经沉淀后的清水可回用于生产系统或达标外排，同时有效减少了尾砂随淋滤水进入下游环境的风险，进一步夯实了尾矿库汛期环保安全保障体系。

插图 1-3-11 矿山尾矿库的沉（砂）淀池

2025 年，矿山追加投资至 150 万元对沉淀池进行了改造，将原有沉淀池进行了分级，并在下游新建了一个应急处理池，总容积约 1600m³，同时改进了污水处理工艺，增加了曝气工艺，设置了在线监测设备。以上形成了一套完备的污水处理设施，本次命名为污水处理站 1。污水处理站 1 主要用于全面处理矿井水、尾矿库淋滤水及选矿废水，该污水处理站的处理能力为 1400m³/d。

目前监测数据可实时反馈至环保部门，矿山无法控制监测数据，这样避免了人为篡改数据。一旦发生个别指标超标问题，矿山可立即得到报警通知，以便查明原因，及时处理问题。在线监测点建成以来，矿山尚未收到报警通知，说明污水处理质量良好。

2021 年，矿山陆续投资约 160 万元在选厂下部修建了污水处理站 2，该污水处理站主要用于处理尾矿库库尾废水和部分选矿废水，该污水处理站的处理能力为 400m³

/d。主要由调节池、中和反应池组成。承建单位为中机国际工程设计研究院有限责任公司。

插图 1-3-12 矿山的污水处理站 1 工艺流程图

插图 1-3-13 改造后的沉淀池（污水处理站 1，2026 年照片）

插图 1-3-14 污水处理站 2 的处理工艺

插图 1-3-15 污水处理站 2 的调节池、中和反应池

据矿山近年污水处理费用统计，矿山污水处理费用约 0.6 元/m³，年污水处理投入约 18 万元。经过近年来的大量投资和矿山重视，矿区的水生态污染问题已经得到了全面治理，2021 年 11 月，矿区的尾矿库污染问题整改已经在市级销号（见插图 1-3-16）。

目前矿区已做到雨污分流，各功能区的废水均引流至沉淀池或污水处理站，矿山定期对废水排水口进行检测，并设置了适时监测点，无明确的水资源水生态问题。

插图 1-3-16 尾矿库问题销号公示

3、尾矿库土壤污染治理工作

矿山开采期间对尾矿库下游的农田造成了较为严重的污染问题，主要表现为重金属超标，农田无法耕种，影响农田面积约 80 亩（ 5.28h m^2 ）。但是土壤污染问题主要集中于资源的粗放利用阶段，即 2012 年之前。2012 年后成立股份制公司后开采逐步规范，环保要求日益收紧，基本实现了达标排放。尤其是 2020 年后随着绿色矿山建设，矿山加大了投资，全面整治水、土污染问题。

2012 年前，矿山已对矿区内已对 1 号、2 号、3 号尾矿库进行了全面闭库，并开展了复绿工程。

对于尾矿库下游已污染的农田，经过环保和主管单位的现场调查和论证，认为污染的土壤无法在短期内彻底恢复，可通过土地流转的形式，将污染区域交由矿山种植可吸收重金属的植物逐步进行改良。矿山则按照污染面积出资对耕地进行异地补偿，并开展了复垦工程。主要为对该区域进行地形修整、覆土、种草、植树等工作。

根据 2025 年 7 月，湖南水文地质环境地质调查监测所编制的《醴陵市潘家冲萤石矿矿山生态保护修复分期验收报告》，矿山已累计出资约 50 万元对该区域复垦及定期日常维护，复绿效果较好，成活率大于 95%。（见插图 1-3-17、18）。

插图 1-3-17 矿山土壤污染区下游治理现状

插图 1-3-18 矿山土壤污染区边坡治理现状

插图 1-3-19 醴陵市人民政府关于矿山环境问题的整改公示

1.3.3.4 地质灾害隐患消除工程

1、尾矿库周边修建挡土墙

自 2024 年后，随着尾矿库进入闭库阶段后，矿山投资约 120 万元对尾矿库及周边进行了全面修复。除了对尾砂进行清理外，对场地内部全面硬化，对周边切坡均修建了挡墙，挡石墙为浆砌石结构，总长约 8180m，宽约 0.6~1.2m，高约 1~3m，断面有矩形和梯形，部分已分级，砌体总方量约 16600m³。现状尾矿库及周边视野开阔，边坡在 5m 及以下，周边及道路已全部修建了挡墙，无高陡边坡。

挡土墙起到了稳定尾矿库周边的坝体及两侧道路的作用，对尾矿库西侧临时废石堆起到了减轻和消除废石堆滑坡地质灾害的可能性。

插图 1-3-20 尾矿库周边修建挡土墙

2、副井工业广场修建挡土墙

2022 年至今，矿山在逐步扩大副井工业广场的同时，矿山投资约 70 万元副井工业广场两侧修建了挡土墙，挡土墙为浆砌石结构，长约 160m，宽约 1m，高约 1~2m，砌体方量约 240m³，该挡土墙可以起到防治切坡上方土方垮塌的作用。

插图 1-3-21 副井工业广场修建挡土墙

1.3.3.5 矿山监测工程

目前矿山开展的监测工程如下：

1、矿山在开采期间每年对截排水沟、排水涵洞进行定期的清理、监测。具体操作为每次雇佣当地居民 6~10 人，全面对截排水沟、排水涵洞进行人工巡查清理，避免堵塞，每次投入约 2000 元，监测频率为每年至少 1 次。

2、矿山的污水处理站排水口已设置有在线监测点（D2），目前监测数据可实时反馈至环保部门，矿山无法控制监测数据，这样避免了人为篡改数据。一旦发生个别指标超标问题，矿山可立即得到报警通知，以便查明原因，及时处理问题。并在矿区的潘家冲溪上游，设置了对照点（D1），在尾矿库下游设置了扩散点（D3）。在线监测点建成以来，矿山尚未收到报警通知，说明污水处理质量良好。

插图 1-3-20 水环境监测点

1.3.3.6 分期验收情况

根据 2025 年 7 月，湖南水文地质环境地质调查监测所编制的《醴陵市潘家冲萤石矿矿山生态保护修复分期验收报告》认为：在本次分期验收期内，该矿所进行的矿业活动未引发各类型地质灾害；矿山采坑排水没有对区域主要含水层构成资源枯竭和区域地下水位下降影响，也未引起区内地表水、塘坝、泉井干涸现象，当地居民生产生活用水正常；矿山开采活动相关手续齐全；相关治理工作取得了一定的效果，矿山生态环境问题得到了有效地恢复和改善。相关的未完全治理的矿山生态环境问题可以在后期工作中完成。

综上所述，醴陵市潘家冲萤石矿矿山生态保护修复分期验收结论为**合格**。

1.3.3.7 绿色矿山建设情况

本项目矿山为生产矿山，目前矿山已通过绿色矿山建设验收，名单公布于 2022 年第三批绿色矿山公示中。验收后提出的主要整改建议是加强水质处理，加强地质灾害监测。矿山承诺在后续生产过程中将严格按照《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）进行生产。

插图 1-3-21 湖南省 2022 年绿色矿山公示名单

1.3.3.8 小结

矿山已累计投入约 1430 余万元开展了地形地貌景观及水、土生态环境的修复工程、地质灾害防治工程，并取得了良好效果。减轻了对地形地貌景观的破坏，减轻了对水、土生态环境的污染，2021 年 11 月，矿区的尾矿库污染问题整改已经在市级销号，并对尾矿库下游进行了复垦。矿山现状未发生过地质灾害。目前矿山已通过绿色矿山建设验收，名单公布于 2022 年第三批绿色矿山公示中，2025 年 7 月，矿山已经通过了生态保护修复分期验收。

表 1-3-4

已开展生态保护修复工程统计表

工程名称		工程类型	单位	工程量	投资（万元）
地形地貌景观及 土石环境的修复工程	废石利用	堆积物清理	m ³	7500	-
	尾矿回采	堆积物清理	m ³	129600	-
	硬化工程	场地硬化	m ²	4600	500
	绿化	植草	m ²	1500	
	防尘工程	搭建防尘棚	m ²	1400	
	搭建翻新办公楼和宿舍楼		栋	3	
	尾矿库污染治理	植草	m ²	52800	50
水、土生态 修复工程	修建排水涵洞	浆砌石	m	1000	250
	修建截排水沟	浆砌石	m	1000	30
	修建沉淀池	浆砌石	个	2	30
	沉砂（淀）池	浆砌石	个	2	70
	修建污水处理站 1		座	1	150
	修建污水处理站 2		座	1	160
地质灾害隐患消除工程	尾矿库周边修建挡土墙	浆砌石	m	8180	120
	副井工业广场修建挡土墙	浆砌石	m	160	70
合计					1430
说明：1、由于早期矿权转移，领导班子更替，原有部分工程量及投资已无法准确核算，以上工程量和投资部分为矿山负责人提供，部分为根据工程量倒推概算。 2、矿山的尾矿库均已按照安监部门的要求建设了尾矿坝，各项指标均符合安监部门的要求，本次不纳入表中。					

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

矿山属侵蚀低山丘陵地貌，总体地势南高北低，山高谷深。最高点位于矿山西南部的君山，海拔标高为 775.8m，最低点位于矿山北部西南桥下游，海拔标高 170m，最大高差达 700m 左右，一般相对高差约 100~250m，当地侵蚀基准面标高为 150m。矿区地形自然坡度一般为 25° 左右，局部最大可达 45°。

插图 2-1-1 矿区的地形地貌，山高谷深，地形复杂

矿区范围内为单斜构造，地层总体走向北北东，倾向北西，倾角 20°~40°。区内自然边坡走向北西，坡向为北东或南西为主。以斜交坡和逆向坡为主，局部分布有顺层坡。

综上所述，区内地形高差大，自然坡度大，呈单斜结构，区内自然边坡以斜交坡和逆向坡为主，局部分布有顺层坡。总体来说矿区地形条件属复杂类型。

2.1.2 气象

本区属温暖潮湿的亚热带季风气候区，四季分明，雨量充沛。

据醴陵市气象站 1957 年至 2024 年统计资料表明，多年平均降雨量 1484.2mm，降雨多集中在每年 3~6 月份，占全年降雨量的 53.9%，年最大降雨量 2202.4mm（1997 年），年最小降雨量 886.3mm（1971 年），月最大降雨量 514.6mm（2017 年 6 月），日最大降雨量 181.8mm（2003 年 5 月 16 日），最大小时降雨量 40mm/h（1998 年 8 月 12 日 14 时至 15 时）；多年平均气温 17.3℃，年最高平均气温 22.6℃（1963 年），历年极端最高气温 40.3℃（2003 年 8 月 23 日），极端最低气温-9.9℃（1972 年 2 月 9 日）；区内风向多西北风，多年平均风速 1.8m/s，历年最大风速 24m/s；平均年日照时间为 1748.6h，全年无霜期平均 298 天；多年平均蒸发量 1547.8mm，月最大蒸发量 38.6mm（1957 年 7 月），一般 7~9 月平均蒸发量 658.8mm，占全年蒸发量的 42.6%。

2.1.3 水文

矿区内无大的地表水体存在，本次图幅内主要有三条平行分布的小溪。

封洞溪：位于本次修复区图幅东南部，沿冲沟分布，横穿越矿区，流向北东。汇水面积约 7.2k m²，一般流量小于 30L/s，雨季最大约 150L/s。

潘家冲溪：位于本次修复区图幅中部，沿冲沟分布，横穿越矿区，流向北东。汇水面积约 5.8k m²。一般流量小于 20L/s，雨季最大约 100L/s。

三湖村溪：位于本次修复区图幅东北部，沿冲沟分布，横穿越矿区，流向北东。汇水面积约 4.5k m²。一般流量小于 10L/s，雨季最大约 60L/s。

以上三条溪沟常年有水，一般不断流。但由于 2022 年夏季的长期旱情几乎断流，现场调查时溪水较少，但未断流。三条溪沟的规模不大，但是均在下流约 15 公里处注入湘江，因此做好矿区的水生态治理工作对于保护湘江水生态具有重要意义。

2.1.4 土壤

本区的土壤主要为红壤，成土母质为砂岩、板岩等。土壤表层的厚度一般为 70~120cm，根据本次收集的矿区土壤分析结果，土壤呈酸性反应，pH 值 6.5 左右，A 层盐基饱和度 20%左右，B 层降至 15%左右，B 层粘粒硅率 2.04，硅铁铝率 1.66，风化淋溶系数 0.17，土层厚度因地形而异，一般丘陵顶部较薄、坡脚较厚。

土壤物理性较好，疏松易耕，土壤质地轻而富含钾。有机质含量 4g/kg 左右，全氮 0.5~0.8g/kg，且磷 0.2~0.4g/kg，速效钾 20~40mg/kg。

插图 2-1-2 矿区周边水系分布图

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

矿区出露地层单一，主要为青白口系下统冷家溪群潘家冲组（Qb_{1p}），沿山前平台、沟谷冲积扇、河床两侧和低洼地段分布有一定范围第四系全新统残坡积物（Qh^{pal}）。现将区内主要岩性特征叙述如下：

2.2.1.1 第四系全新统残坡积物（Qh^{pal}）

分布于矿区中部北侧低洼滞水地带、沟谷河床区域，由大小不一，分选性差的砂砾石（砾石成分有板岩、砂质板岩、千枚岩及石英碎块）、砂土和砂质粘土等组成。总体结构较松散，厚 0.1~10m。

2.2.1.2 青白口系下统冷家溪群潘家冲组（Qb_{1p}）

岩性简单，主要为含有碳酸盐岩成份的板岩、砂质板岩夹薄层状千枚岩，反映为一套区域浅变质岩建造。地层整体为北西倾斜的单斜构造，地层产状以层理产状为主，倾向 290°~310°，倾角 20°~40°，根据区域地质资料，厚度 1852m。

板岩：深灰~灰黑色，变余结构，板状构造。外表呈致密隐晶质，矿物颗粒细小，外观肉眼难以辨别。由粘土质、粉砂质沉积岩经区域低温动力变质作用形成。在板面上常有少量绢云母矿物，使板面微显绢丝光泽。显微镜下可见一些分布不均匀的石英、绢云母、绿泥石、黑云母、白云母等矿物晶粒，但大部分为隐晶质。岩层层理普遍发育。

砂质板岩：灰~深灰色，残留砂状结构、显微鳞片状变晶结构；板状构造。矿物成分有：残留碎屑物石英约占 25%，锆石少量；新生矿物长英质约占 39%，不透明矿物约占 5%，黑云母约占 5%，电气石少量，绢云母约占 25%，白云母约占 1%，钾长石细脉约占 5%。

石英：次棱角状，0.06~1.68 mm，具定向排列；

黑云母：次棱角状，0.06~0.28 mm，具定向排列；

白云母：次棱角状，0.06~0.78 mm，具定向排列；

锆石：次棱角状，0.06~0.18 mm；

电气石：次棱角状，0.06~0.20 mm；

长英质：霏细状；

绢云母：显微鳞片状，具定向排列；

不透明矿物：隐晶质~自形粒状，0.01~0.08 mm，局部集合体呈短条带状具定向排列。

岩石后期又在脆性状态下，经动力变质作用，发生破碎，形成裂隙，裂隙由钾长石细脉充填，细脉延伸较长，较弯曲，宽 0.08~1.00 mm，局部含石英。

千枚岩：灰色，碎裂~显微鳞片状变晶结构，千枚状构造。矿物成分有：绢云母约占 63%，石英约占 15%，不透明矿物约占 12%，黑云母约占 10%，次生石英细脉、方解石细脉少量。

绢云母：显微鳞片状，具定向排列；

石英：显微~他形粒状，0.01~0.03 mm；

黑云母：显微~他形片状，0.01~0.10 mm，具定向排列；

不透明矿物：隐晶质~自形粒状，0.01~0.13 mm。

岩石属于具有千枚状构造的低级变质岩石，后期又在脆性状态下，经动力变质作用，发生破碎，形成裂隙，裂隙由细碎物质、石英细脉、方解石细脉（较早）充填，细脉延伸较长，较弯曲，石英细脉宽 0.02~0.14 mm，局部含方解石、不透明矿物；方解石细脉宽 0.02~0.14 mm。

冷家溪群潘家冲组地层受晚期区域构造影响，均发生了不同程度的扭曲，局部形成层间褶皱和揉皱。在构造破碎带附近岩层普遍破碎，局部呈松散泥状，石英脉十分发育。地层产状整体北西倾，层理显然，倾角变化较大，在 20°~45° 间。地层中广泛分布有不规则的石英脉，宽几毫米到几十厘米不等，一般延长不大，几米至十几米不等，具有多期次特征。石英脉分布形式主要有三种，分别为沿岩层层理近平行分布，斜交层理分布和垂交或大角度斜交层理分布。垂交或大角度斜交层理石英脉多在构造破碎带附近发育，其中含有铅锌矿、黄铜矿和黄铁矿；远离构造破碎带且与岩层近平行分布的石英脉脉体干净，无矿化现象。

2.2.2 地质构造

矿区范围内为单斜构造，地层总体走向北北东，倾向北西，倾角 20°~40°。区

内构造以断裂和层间褶皱为主。

2.2.2.1 断裂

矿区总体位于潘家冲背斜西翼，NNE 向断裂十分发育且与成矿关系密切。根据成矿关系可划分为成矿断裂和成矿后断裂两期，成矿后断裂对矿体破坏作用较小甚至基本无影响。

1、成矿断裂构造

矿床成矿断裂构造带共有 13 条，编号 F1~F13。其中 F1 和 F13 是本区主要赋矿构造。F1 为主断裂，规模最大，即油蒙山-潘家冲-封洞构造破碎带。在主断裂上下盘附近分布有规模较小的次级断裂带，均属正-平移断层；北段上盘有次级断裂 5 条，编号 F5、F6、F7、F9、F10，近平行分布，倾向北西；北段下盘有次级断裂 4 条，编号 F2、F3、F4、F8，除 F2 呈近南北走向，倾向东外，其余均与主断裂近平行分布，倾向北西。南段上盘有次级断裂 2 条，编号 F12、F13，与主断裂近平行分布，倾向北西；下盘有次级断裂 1 条，编号 F11，与主断裂近平行分布，倾向北西。成矿前断裂有利于成矿物质成分迁移、聚集充填、富集成矿，最终形成萤石铅锌矿脉。

(1) F1 构造破碎带

为矿区主要成矿构造，构造破碎带自矿区西南部起呈 35° 走向北北东，自油蒙山经潘家冲、银洞坡至封洞；倾向北西，倾角 60~85°，地表出露全长约 3500m。根据钻孔控制，深部自李家湾向北东仍然有延展，为一区域性断裂带，属多次构造活动的产物，具先压后张最后再显复合断裂特点，宽度各处不等，潘家冲-银洞坡段在 1~10m 之间，多为 3~4m；封洞段为 2~8m。破碎带形态呈弯曲状，但幅度不大，为一平滑曲线。在地表多表现为硅化角砾岩，局部地段可见方铅、闪锌矿化，是区内主要含矿构造，矿化较好的部位主要分布在潘家冲-银洞坡一带。

(2) F13 断裂破碎带

位于矿区西南部，与主断裂带 F1 呈右行侧现，走向北北东 30°，总体平直，局部弯曲；倾向北西，倾角 65~85°，走向长约 1500m，宽度 2~10m 不等，地表多表现为硅化角砾岩，局部可见方铅、闪锌矿化。该断裂带是矿区主要含矿构造。

(3) F2 断裂破碎带

位于矿区东北侧，与主断裂带 F1 呈 36° 夹角，走向北北东 5°，总体平直；倾向东，倾角 76°；出露长约 700m，宽度 1~3m 不等；含矿性欠佳。

（4）F11 断裂破碎带

位于矿区西南部，F13 东南侧约 250m 处，与其近平行分布；走向 20° ，倾向北西，倾角 72° ，出露长约 550m，宽度 0.5~2m 不等，北东段含矿性较好。

（5）F12 断裂破碎带

位于矿区西南部，东距 F1 断裂带 60~180m，西距 F13 断裂带 18~70m；与两者近平行分布；呈波浪状弯曲，总体走向 17° ，倾向北西，倾角 75° ，出露长约 880m，宽度 1~3m 不等，局部见矿化。

（6）其它断裂带

位于矿区东北端，F1 断裂带上盘较密集的分布有 F5、F6、F7、F9、F10 断裂带，相互间距在 10~90m，均近平行分布；多呈弯曲状，总体走向 40° ~ 60° ，倾向北西，倾角 70° ~ 84° ，长 60~760m 不等，宽度 0.5~2m 不等，含矿性欠佳。F1 断裂带下盘分布有 F3、F4、F8 断裂带。F3、F4 号与主断裂相距 25~70m，与其近平行分布，总体较为平直，总体走向 39° ~ 42° ，倾向北西，倾角 72° ~ 78° ，长 250~410m 不等，宽度 1~2m，局部含矿。F8 断裂带位于主断裂以东约 230m，呈直线 13° 走向，倾向北西，倾角 68° ，长约 300m，含矿性欠佳。次级小规模断裂多为推测隐伏断裂，与 F1 主断裂带属同期同一作用力形成。

2、成矿后断裂构造

成矿后断裂较为发育，主要有两组。一组产状与矿脉大致相同，常沿矿脉两侧发生，破碎带宽 0.2~0.5m。该组断层有时直接与矿体相邻，有时切割矿体，但断距一般在 1~2m 之间；有时延伸到围岩中，但离矿体不远。总的来看，该组断层规模小，以走滑正断层为主，也有走滑逆断层。另一组为斜交切割矿脉（图版 2-1），走向近东西，规模小、倾角陡峭。对矿体破坏影响不大，多属平移错断，断距 0.5~1m 间。成矿后断裂虽有发生，但规模均较小，对矿体形态、产状破坏较小。

2.2.2.2 褶皱

区内褶皱为规模较小的层间褶皱和揉曲。层间褶皱主要表现为多期次多应力作用下形成，从其枢纽产状来看，有“V”型平卧褶皱和“S”型揉曲。层间褶皱虽有发生，但规模小且与矿体无直接关系，对矿体的产状和形态无影响。

2.2.2.3 节理

矿区受构造应力挤压，次生节理普遍发育，以张节理为主，剪节理次之。主要有三组，一组为沿构造线走向一致的北北东向最为发育，属走向节理；其次为北北西向和北西向两组，属倾向节理和斜向节理。各节理相互切割，形成有“十”形、“X”形交叉。

综上所述，矿山的地质构造条件属中等类型。

2.2.3 岩浆岩

矿区范围内地表和采坑均未见花岗岩出露。根据 2016 年，湖南省地质调查院完成的《湖南潘家冲地区矿产地质调查》项目实施的 1:5 万水系沉积物测量成果显示，在区内有多处不连续 W、Mo 局部低缓异常分布，推测深部有岩浆岩活动或隐伏岩体存在，但埋藏较深，是区内主要成矿热液来源之一。

在 10 勘查线（潘家冲段）钻孔内见有脉状弱蚀变英安岩（火山岩），属于火山熔浆喷溢至地表经冷凝而成的酸性熔岩。受蚀变作用，新生成一些绿泥石、方解石、白钛矿等，含量>5%，属于弱蚀变。岩石后期又在脆性状态下，经动力变质作用，局部发生破碎，形成裂隙，裂隙由方解石细脉充填，细脉延伸较长，较平直，宽 0.05~0.10 mm。该火山岩的出现和矿石中的脉石矿物属高温成因矿物，以上两点均佐证了深部具有隐伏岩体的存在。

2.2.4 变质作用和围岩蚀变

2.2.4.1 变质作用

变质作用可划分为：区域变质作用、动力变质作用和气成热液变质作用，并形成相应变质矿物。区域变质作用反映了矿区早期的地质发展特征，动力变质作用和气成热液变质作用与萤石、铅、锌的成矿作用关系密切。

2.2.4.2 围岩蚀变

矿区岩石普遍具浅变质和动力变质，近矿围岩蚀变有硅化、绿泥石化、绢云母化、绿帘石化、碳酸岩化、褪色化，局部具黄铁矿化、方铅矿化、闪锌矿化、黄铜矿化等。硅化是矿区分布最广的围岩蚀变，其多沿破碎带形成硅化角砾。矿化作用往往与硅化

相伴，即有矿化时其中必发育硅化。绢云母化主要与区域变质作用有关，多见于板岩中，与热液作用有关的绢云母化仅见于裂隙及矿脉近缘；绿泥石化仅出现在矿脉两侧的围岩中，一般不显著。褪色化发育在石英脉的两侧或被胶结的硅化角砾中。碳酸岩化往往沿裂隙晶洞与硅化和萤石共生，形成石英、萤石和方解石晶簇。

2.2.5 水文地质

2.2.5.1 含、隔水层

1、含水层

(1) 富水性弱的第四系松散岩类孔隙水含水层

山脚及冲沟地带分布砂土和砂质粘土等，为残坡积物，厚 0.1~3m。小溪两侧有少量碎石土及砂砾石，为冲洪积物，厚 0.1~10m。砂砾石富水性弱，雨季有少量季节性泉水流出，流量小而时间短，一般小于 0.2L/s，为富水性弱的孔隙含水层。

(2) 富水性弱的裂隙水含水层

由青白口系下统冷家溪群潘家冲组浅部风化的板岩、砂质板岩组成，最大风化层深度约 5m，含弱裂隙水。泉水流量一般小于 0.05L/s，最大为 0.2 L/s，矿化度为 0.177g/L，富水性弱。深部未风化，可视为隔水层。

2、隔水层

青白口系下统冷家溪群潘家冲组板岩、砂质板岩深部可视为隔水层。矿体顶底围岩为一套硅化较强的板岩、千枚状板岩、砂质板岩，浅变质含钙砂岩，也是良好的隔水层。

2.2.5.2 断层带含、导水性特征

主含矿构造破碎带及旁侧次级构造破碎带含、导水性中等，是井下充水的主要来源，但发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水量较多。

据矿井井下观测，北段矿井巷道涌水与 F1 断裂有关，雨季涌水量 2.2L/s，旱季流量小于 1.0L/s，随降雨变化明显。南段井巷断裂涌水，雨季涌水量 1.8L/s。

2.2.5.3 老窿水

据原潘家冲铅锌矿资料，矿区地表沿矿脉走向分布较多老窿，计有 50 余处，其

插图 2-2-1 综合地质柱状图

中露头老窿有 4 处。老窿均以 6~10 线分布最为集中，深达 100m，长约 400m，露头老窿充填物以第四系浮土和废石为主，透水性好，积水多经破碎带渗入 165m、115m、70m 标高中段，存水很少，整个 165m、115m、70m 标高中段滴水甚微，因此，露头老窿积水对矿床开采影响不大。但在雨季，露头老窿有一定积水，对浅部的采掘作业带来一定的安全隐患（塌方），需适当防护疏通。

2.2.5.4 地下水补给、径流、排泄条件

矿山属侵蚀低山丘陵地貌，为大气降水补给区。区内降水充沛，大气降水是本区地下水主要补给来源，大气降水通过风化裂隙向深部渗流。区内植被发育，有利于大气降水对地下含水层补给。

区内大面积出露冷家溪群潘家冲组地层，其含水层埋藏浅，地下水循环不深，迳流程短，一般不能形成统一的径流带，接受补给之后多分散排泄，没有集中的排泄区，仅在沟谷及低洼地带以泉的形式零星排泄。地下水排泄方式主要为泉井或蒸发方式及矿坑机械排水。矿区平行分布的三条小溪为地下水的主要排出通道。

2.2.5.5 矿坑充水因素及涌水量预测

1、矿坑充水因素

矿区矿坑水的主要充水因素是大气降水和地表水，通过采空区补给矿坑，矿山将上部矿坑水从平硐疏排出矿坑，大气降水和地表水对深部开采的影响不大。

矿区构造断裂裂隙水是矿坑充水的主要因素，但发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水较多；另外矿体顶底围岩为一套硅化较强的板岩，起到了将矿床与其他地下水体隔开之作用。矿床深部开采不构成大的影响。

矿山现状最低生产中段为+30m 中段，矿井现状正常排水量 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量 $140\text{m}^3/\text{h}$ 。

2、矿坑涌水量预测

矿山未来最低准采深度为-250m，矿山+30m 及以上的开拓系统已全部形成，未来开采新增资源仅利用现有巷道延伸即可。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。

插图 2-2-2

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-250m 标高，预测矿井一般涌水量（m³/h）；

Q₁——矿井已开采至+30m 标高，实际矿井涌水量（m³/h），一般为 30m³/h，最大为 140m³/h；

F——矿井未来采空区水平投影总面积（m²），取 267030 m²；

F₁——矿井现状采空区水平投影面积（m²），取 238000 m²；

S——矿井未来地下水位最大降深（m），由于矿山的采深远大于含水层厚度，涌水量跟矿山采深影响不大，因此本次取 1（表示在现有涌水量 Q₁的基础上，仅按采空区面积的比例进行放大，不考虑降深增加的额外影响。）；

计算结果：Q 正常=34m³/h，Q 最大=157m³/h。

上述计算结果不包括瞬时溃入矿井的涌水及突水量。

2.2.5.6 矿山水文地质条件小结

矿区矿坑水的主要充水因素是大气降水和地表水，通过采空区补给矿坑，矿山将上部矿坑水从平硐疏排出矿坑，大气降水和地表水对深部开采的影响不大。

矿区构造断裂裂隙水是矿坑充水的主要因素，但发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水较多；另外矿体顶底围岩为一套硅化较强的板岩，起到了将矿床与其他地下水体隔开之作用。矿床深部开采不构成大的影响。

目前矿山已达到了准采的最大采深，未来采空区仅平面积有所增大，矿山涌水量增加有限，经计算未来矿山正常涌水量为 34m³/h，最大为 157m³/h。考虑到矿山还有老窿充水的影响，其水文地质条件为中等类型。

2.2.6 工程地质条件

2.2.6.1 岩土体结构类型

1、土体类型及工程地质特征

（1）单层结构土体

由第四系残坡积物组成，为褐红色粉质粘土、粘土及碎石土组成，分布于山地。

(2) 双层结构土体

上层为粉质粘土，下层为砂砾石，零星分布于冲沟及小溪两侧。据区域地质资料，粉质粘土、粘土的物理力学性质为：天然含水量 24~42%，湿容重 1.76~1.96g/c m²，比重 2.6~2.79g/c m²，液限 42~53，塑限 24~27，塑性指数 17.28，压缩系数 0.28~0.36Mpa，渗透系数 $3.78 \times 10^{-5} \sim 3.10 \times 10^{-4}$ cm/s，属弱渗透性土层，开挖易垮塌，工程地质条件较差。

2、岩体

矿区岩性较为简单，主要为较坚硬~坚硬块状或厚层状板岩、砂质板岩、千枚岩岩性综合体。广泛分布全区，板岩、砂质板岩干抗压强度 55.4~75.5MPa，千枚岩干抗压强度 33.3~67.1MPa，总体来说岩石强度高，稳定性好。

2.2.6.2 岩体风化带特征

本区湿润多雨，物理风化及化学风化都较为强烈，但本区岩石较为坚硬，风化深度一般较浅，强风化一般小于 1m，中等风化在 3m 以内，弱风化最大深度 5m 左右。总体来说本区风化程度较弱。

2.2.6.3 边坡稳固性

区内边坡可分自然斜坡、人工切坡及人工堆积物边坡。

1、自然斜坡

区内自然斜坡为山地斜坡，最高点位于矿山西南部的君山，海拔标高为 775.8m，最低点位于矿山北部西南桥下游，海拔标高 170m，最大高差达 700m 左右，一般相对高差约 100~250m，当地侵蚀基准面标高为 150m。矿区地形自然坡度一般为 25° 左右，局部最大可达 45°。多为凸形斜坡，残坡积层整体较薄，基岩为板岩、砂质板岩等，植被主要为灌木林，覆盖率较高，自然斜坡基本稳定，未见崩滑现象。

2、人工切坡

区内人工切坡：一是矿山开采时修建房屋及工业场地切坡，矿部房屋因地适宜而建，切坡很少，高度未超过 3m，为土质及岩质混合边坡，稳定性好；二是县道和农村道路修建人工切坡，区内道路主要沿斜坡就势而建，切坡很少，切坡高度一般在 5m 以下，主要为岩质边坡，稳定性好。

3、人工堆积边坡

区内人工堆积物边坡为尾矿库坝体边坡。

尾矿库坝体形成的人工边坡，是经有专业资质的勘察、设计、施工单位实施的，经现场调查发现，目前坝体稳定，未见裂缝、不均匀沉降、变形等现象。

因此，区内自然斜坡、人工切坡及人工堆积边坡稳定性较好。

2.2.6.4 井巷工程地质条件

矿山生产绝大部分运输在其国营时期就开拓的老巷道里进行，通过对井下巷道工程地质调查，巷道揭露的矿体及顶底板围岩，岩石绝大多数完整、稳固，无需支护，但是时间太久未进行维护，也存在崩塌、冒顶和片帮可能性；且局部地段受次级断裂影响破碎、松散、见有滴水、崩塌和冒顶现象，需要采用红砖砌碛或钢网锚钉支架接顶进行支护。

总体来看，矿井工程地质性质一般好。岩体变形破坏，受断裂、不整合面等结构面控制。破坏机制表现为顺层滑动、塌落，一般变形过程表现为脆性形变，在断裂带两侧表现为塑性变形，井巷围岩完整地段可发生岩爆、顺结构面垮塌，断裂带两侧岩层因爆破逐次松动、滑落、塌方。

从老巷道中观察，大多井巷无支护，巷道跨度和高度均在 1.8m 以上，井巷围岩基本稳定，但是时间太久未进行维护，不排除有崩塌、冒顶和片帮可能性。建议业主在生产中对老巷道进行检查及维护，不要轻易扩大井巷跨度和高度，严格按照矿山开采设计执行，断裂带附近视实际情况采取必要的支护措施，防止塌方、冒顶等事故的发生，确保矿山安全生产。

2.2.6.5 工程地质条件小结

矿区地层岩性单一，风化土（岩）层厚度小，岩体结构以块状或厚层状结构为主，岩石强度高，稳定性好。但是矿山生产绝大部分运输在其国营时期就开拓的老巷道里进行，且局部地段受次级断裂影响破碎、松散、见有滴水、崩塌和冒顶现象。

总体来说，本矿床属于层状岩类为主中等类型的工程地质条件矿床。

2.3 生物环境

2.3.1 植物

矿山属侵蚀低山丘陵地貌，矿区的地形起伏较大，山坡上部主要为竹林地。

矿区下游的农业条件较好，当地以种植水稻为主。田间有零星乔木、灌木生长，优势的自然树种为杉树、樟树、马尾松、盐肤木、毛泡桐等。矿区人工种植的乔木、灌木主要有樟树、桂花树、红花檵木等。

草本植被主要种类有：白茅、狗尾草、小蓬草、苍耳、鬼针草、蕨等，藤本植物主要种类有：爬山虎、凌霄，灌木-亚灌木有水麻、苎麻，调查区内未发现国家重点保护的珍稀植物。

2.3.2 动物

区域内常见野生动物以鼠、蛙、蛇、鸟类为主，区内无大型渔业、自然保护区，无国家重点保护野生动物。

插图 2-3-4 矿区当地的草本植物，以爬山虎、小蓬草、苎麻、蜈蚣草为主

插图 2-3-2 道路两侧的盐肤木、毛泡桐

插图 2-3-1 矿区两侧竹林和杉树为主

插图 2-3-3 尾矿库两侧的山包以竹林地为主

2.4 人居环境

2.4.1 矿区人口数量与分布

矿区的几个居民区主要分布于封洞溪、潘家冲溪、三湖村溪两岸的沟谷中，民房依山临水而建。形成了上屋场～封洞～周家湾居民区、潘家冲居民区、李家湾～胡家田居民区几个较大规模的居民点，共有民房 102 栋，居民 325 人，见表 2-4-1。

表 2-4-1 生态修复区人口数量分布一览表

居民区	相对矿山位置	房屋栋数	人数
何家屋场～封洞～周家湾	西南部	35	111
潘家冲居民区	中部	23	81
李家湾～胡家田居民区	东北部	44	133
合计		102	325

2.4.2 相邻矿山及占用土地资源现状

2.4.2.1 相邻矿山情况

插图 2-4-1 本矿与周边探矿权相对关系示意图

经矿业权信息查询，采矿权范围未涉及限制开采区和限制勘查区。矿山周边无其它采矿权分布，全部为探矿权。本矿与周边探矿权在平面范围上无重叠，矿权界限清晰，无任何边界争议和资源纠纷。矿山邻近矿权关系详见插图 2-4-1。

2.4.2.2 矿山占用土地资源现状

根据矿区土地利用现状图分析，矿区大部分为林地、采矿用地，矿区总占地面积约 82.51h m²，其中林地约 75.4h m²、采矿用地约 3.2h m²，农村宅基地约 1.11h m²、水田约 2.8h m²。土地权属全部为醴陵市均楚镇青山村。

2.4.3 矿区人类活动范围及强度

2.4.3.1 民用建筑

区内无其它重要工程设施，仅有居民建筑，住房一般为 1~3 层式砖木及砖混结构，建房人工切坡少，挖掘土方量不多，对矿区生态环境基本无影响。

矿山的建筑主要为办公楼和职工宿舍，为 4~5 层砖混结构房屋，房屋修建于潘家冲地势平缓地段，无深挖高填边坡，对矿区生态环境基本无影响。

2.4.3.2 道路及交通设施

矿区除县道、矿山公路外无其它重要的道路建设，公路依山就势而建，切坡高度小于 5m，边坡稳定，无深切坡与高填土现象，未造成滑坡及崩塌等地质灾害。

2.4.3.3 林业及农垦

矿山处于中低山地区，主要地类为林地，林业活动对区内地质环境影响较轻；区内耕地主要分布在山谷坡缓区，无重大农垦活动。

2.4.4 矿业活动对当地居民生产生活的主要影响

矿山开采区有小规模居民集中居住区，现状矿山除尾矿库对当地的地形地貌及景观造成了破坏问题外，对当地居民生产生活的主要影响是多年不规范开采造成的水、土生态污染问题。目前矿山通过修建污水处理站、土地流转的方式基本消除了水、土生态环境的污染问题。

但是土壤污染未来在一定的时间内将长期存在，需要持续开展治理工作。

2.4.5 社会经济概况

矿区附近的居民以农业、养殖业为主，部分在本矿务工。根据《醴陵市 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，2024 年，全市城乡居民人均可支配收入 48845 元，其中城镇居民人均可支配收入 55053 元，同比增加 1965 元，增长 3.7%；农民居民人均可支配收入 40359 元，同比增加 2177 元，增长 5.7%。城乡居民收入差距持续缩小，城乡居民人均可支配收入比为 1.36，比上年缩小 0.03。

矿山所在的醴陵市均楚镇青山村农村居民人均可支配收入约为*****元，略高于当地的平均水平，这与当地的矿山开采较为活跃有一定关系。

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

根据《采矿权设置范围相关信息分析结果简报》，采矿权范围与自然保护地、生态保护红线、禁止开发区边界均无重叠现象，未在重要城镇、历史文化名村、交通主干道、输电线等重大基础工程设置周边禁止矿业开发活动区域。

在本次方案图幅内，矿山周边无重要的交通设施，主要的地形地貌敏感点为附近的居民集中居住区。

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

本矿为地下开采，地表有尾矿堆积，且有布置有尾矿库、堆矿区、办公生活区、选厂及工业广场等。其均可能对地形地貌景观造成影响。

3.1.1.1 矿山地面设施对地形地貌景观破坏现状

矿山的工业广场占地面积大，且破坏了大面积植被，其房屋建筑与当地民房风格迥异，视觉冲突强烈，且附近有居民区分布。因此现状矿山的堆矿区、办公生活区、选厂及工业广场对地形地貌景观造成了破坏。

插图 3-1-1 矿山地面设施对地形地貌景观有影响

3.1.1.2 尾矿库对地形地貌景观破坏现状

本次生态修复区共有 4 个尾矿库，其中 1 号、2 号、3 号尾矿库均位于矿区外北部的三湖村一带，为原潘家冲铅锌矿、三湖萤石矿、均楚萤石矿、竹鸡湾萤石矿各阶段开采堆积，2012 年前已全面闭库复绿。1 号、2 号、3 号尾矿库对地形地貌景观的破坏已得到修复。

本次尾矿库（4 号）位于选厂及工业广场，是矿山 2012 年后主要使用的尾矿库，共占地约 1.86h m²。尾矿库破坏了大面积植被，视觉冲突强烈，因此，尾矿库对地形地貌景观造成了破坏。

插图 3-1-2 矿山的尾矿库对地形地貌景观有影响

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

根据开采方案，未来矿山地面设施办公生活区、选厂及工业广场设计利用，无新增占地，无新增建设工程，因此对地形地貌景观破坏趋势与现状相同，矿山地面设施对地形地貌景观有影响。

根据开采方案设计，矿山的尾矿库全部利用已有场地，尾矿库破坏了大面积植被，视觉冲突强烈，对地形地貌景观造成了破坏。

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

现状矿山已完成了办公生活区、选厂及工业广场等地面设施的布置，现状及预测

矿山地面设施对地形地貌景观有影响。矿山的尾矿库全部利用已有场地，尾矿库破坏了大面积植被，视觉冲突强烈，且附近有居民区分布，对地形地貌景观有影响。

表 3-1-1 地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

名称		地貌类型	影响对象	是否对地形地貌景观造成破坏	
				现状	趋势
已有	地面设施	丘陵	居民区、植被	是	是
	尾矿库	丘陵	居民区、植被	是	是
新增	-	丘陵	-	-	-

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损及污染现状

3.2.1.1 土地资源占损现状

经过多年建设，矿山地面设施目前基本完善，现主要由尾矿库、堆矿区、办公生活区、选厂及工业广场组成。

尾矿库：位于矿区北部，是矿山 2012 年后主要使用的尾矿库，现状已进入闭库阶段，尾矿库大部分被改建为工业广场，现状共占采矿用地约 1.86h m²，现存尾矿量约 2.2 万 m³。尾矿库闭库后矿山仍需要利用该场地。

办公生活区：共占采矿用地约 0.37h m²，农村住宅用地 0.25h m²；

选厂及工业广场：共占地约 4.94h m²，其中采矿用地约 4.79h m²，林地约 0.15h m²。

副井工业广场：共占地约 0.59h m²，其中林地约 0.31h m²，农村住宅用地 0.28h m²。

堆矿区：共占采矿用地约 0.2h m²。

矿山其它的风井井口、南安全出口的工业广场占地面积很小，一般小于 50 m²，未来可自然修复，本次不统计其占地。

需要说明的是，矿山进矿公路为县道，无专门的进矿公路。以上工业广场包含了矿山的内部道路，本次不再单独统计，也不再单独设计针对矿山公路的生态修复工程。

现状矿山开采共占地约 8.21h m²，其中林地约 0.46h m²，采矿用地约 7.22h m²，农村住宅用地 0.53h m²，土地权属全部为醴陵市均楚镇青山村。

插图 3-1-3 地形地貌景观破坏分析图

插图 3-1-4 矿山土地利用现状图 比例尺 1:10000

3.2.1.2 土地资源破坏现状

由于中华人民共和国成立前开采（1903 年～1949 年）→中华人民共和国成立后县办矿山开采（1954 年～2002 年）→民办矿山开采（2004 年～2009 年）→股份制改革期开采（2010 年～2011 年）的 100 多年期间，属于对资源的粗放利用阶段，对环境保护并不重视，积累了较为严重的水、土环境污染问题，潘家冲萤石矿也是当地各级环保部门、市政府挂牌督办的重点整治单位。

矿山开采对尾矿库下游的农田造成了较为严重的污染问题，主要表现为重金属超标，农田无法耕种，影响农田面积约 80 亩（约 5.28h m²）。但是土壤污染问题主要集中于资源的粗放利用阶段，即 2012 年之前。2012 年后成立股份制公司后开采逐步规范，环保要求日益收紧，基本实现了达标排放。尤其是 2020 年后随着绿色矿山建设，矿山加大了投资，全面整治水、土污染问题。截至本报告编制，矿山已累计出资约 103 万元的土地流转资金，基本解决了矿区的水、土污染问题。但是对于土壤的污染是无法短期修复的，目前仍然存在一定的污染现象。

本次收集了 2025 年 3 月、2026 年 1 月，中国检验认证集团湖南有限公司出具的检测结果分析，矿山的副井工业广场堆矿区的场地的土壤中总砷超标问题，主要影响堆矿区周边的场地，影响堆矿区面积约 0.2h m²。因此现状矿山开采对土地资源有污染影响。

表 3-2-1 土壤监测结果汇总表

测点编号及位置		检验项目 单位：mg/kg（pH 值无量纲）									检测日期
		pH	砷	总砷	铅	铜	六价铬	总汞	镍	镉	
选矿堆 T1	检验结果	4.70	0.796	47.6	49.8	60.6	ND	0.0602	47.6	0.29	2025 年 3 月
	标准	≤5.5	/	60	800	18000	5.7	38	900	65	
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
原矿堆 T2	结果	7.32	0.777	285	2720	451	ND	1.69	61.0	21.3	
	标准	≤5.5	/	60	800	18000	5.7	38	900	65	
	达标情况	达标	达标	超标	超标	达标	达标	达标	达标	达标	
□□□□ □□□□ □□□ T1	检验结果	4.47	0.80	93.5	63	126	ND	0.083	45	0.38	2026 年 1 月
	标准	≤5.5	/	60	800	18000	5.7	38	900	65	
	达标情况	达标	达标	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
选矿厂	结果	5.42	0.79	94.7	378	120	ND	0.075	44	2.25	

测点编号及位置		检验项目 单位: mg/kg (pH 值无量纲)									检测日期
		pH	砷	总砷	铅	铜	六价铬	总汞	镍	镉	
周边未硬化区域 T2	标准	≤5.5	/	60	800	18000	5.7	38	900	65	
	达标情况	达标	达标	超标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	
表中标准限值依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600- 2018）表 1 中第二类用地筛选值。											

3.2.2 土地资源占损及土石环境污染趋势

3.2.2.1 土地资源占损趋势

根据开采方案设计，未来矿山利用现有设施，地面的各工业场地无新增占地。矿山未来的尾矿全部利用，不产生尾矿堆积，现状尾矿库即将闭库，作为工业广场使用，不再新增用地。综上所述，预测未来矿山土地资源占损情况与现状相同。

3.2.2.2 土地资源破坏预测

上文已述，矿区多年开采积累了较为严重的水土污染问题。目前矿山已投入大量资金通过修建污水处理站、土地流转的方式基本消除了水、土生态环境的污染问题。但是土壤污染未来在一定的时间内将长期存在，需要持续开展治理工作。

因此，未来矿山开采对土壤的污染与现状基本相同。

3.2.3 土地资源占损小结

现状及预测开采共占地约 8.21h m²，其中林地约 0.46h m²，采矿用地约 7.22h m²，农村住宅用地 0.53h m²，土地权属全部为醴陵市均楚镇青山村。

矿区多年开采积累了较为严重的水土污染问题。前文 1.3.3 章已述，矿山原在尾矿库下游农田污染，经多年的治理，现状已无污染问题。根据矿山土壤监测报告，矿山堆矿区的土壤中仍有砷、铅超标问题，主要影响堆矿区周边，影响面积约 0.2h m²。

目前矿山已投入大量资金通过修建污水处理站、土地流转的方式基本消除了水、土生态环境的污染问题。但是土壤污染未来在一定的时间内将长期存在，需要持续开展治理工作。

表 3-2-2 矿山占损土地现状及趋势一览表

名称	占损土地类别 (h m ²)						总计 (h m ²)	土地 权属
	林地		采矿用地		农村住宅用地			
	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占		

办公生活区			0.37		0.25		0.62	青山村
选厂及工业广场	0.15		4.79				4.94	青山村
尾矿库			1.86				1.86	青山村
副井工业广场	0.31				0.28		0.59	青山村
堆矿区			0.2				0.2	青山村
合计	0.46		7.22		0.53		8.21	

插图 3-2-1 土地资源占损及土壤污染分析图

3.3 水资源水生态影响

3.3.1 水资源水生态影响现状

3.3.1.1 矿业活动对水资源影响

1、对地下水资源影响

矿区无重要的含水层，近地表孔隙水和风化裂隙水是矿区的主要地下水含水层，其富水性弱。

矿区矿坑水的主要充水因素是大气降水和地表水，通过采空区补给矿坑，矿山将上部矿坑水从平硐疏排出矿坑，大气降水和地表水对深部开采的影响不大。

矿区构造断裂裂隙水是矿坑充水的主要因素，但发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水较多；另外矿体顶底围岩为一套硅化较强的板岩，起到了将矿床与其他地下水体隔开之作用。矿床深部开采不构成大的影响。

现状矿山涌水量较小，且相对稳定。矿坑排水造成的地下水位超常降低仅影响构造断裂裂隙水，其发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水较多。

故现状矿业活动对地下水资源枯竭基本无影响。

2、对地表水漏失影响

本次图幅内主要有三条平行分布的小溪，分别为封洞溪、潘家冲溪及三湖村溪。

封洞溪位于本次修复区图幅西南部，沿冲沟分布，横穿越矿区，其下部无可采矿体分布。据调查，现状无漏失现象。

潘家冲溪位于本次修复区图幅中部，沿冲沟分布，横穿越矿区。为防止开采造成水生态污染问题，矿山已沿溪沟修建了排水涵洞，并有定期人工巡查的工作安排。排水涵洞在一定程度上避免了溪沟不受采空区地面变形的影响。据调查，现状无漏失现象。

三湖村溪位于本次修复区图幅东北部，沿冲沟分布，横穿越矿区。其下部无可采矿体分布。据调查，现状无漏失现象。

综上所述，现状矿山开采对地表水漏失无影响。

3、对区域地下水均衡影响

矿区构造断裂裂隙水是矿坑充水的主要因素，但发育程度不大，最厚仅数米，且

仅在雨季含水较多；另外矿体顶底围岩为一套硅化较强的板岩，起到了将矿床与其他地下水体隔开之作用。矿床深部开采不构成大的影响。

目前矿山最大采深已达+30m，相对采深近 400m，采空区面积达 23.8 万 m²，但矿山水量相对不大，一般仅 30m³/h。经过多年矿山开采水量统计分析，矿山井下充水常年保持稳定，和大气降水密切相关。

综合考虑矿区无重要含水层，矿山充水因素仅和构造断裂裂隙水相关，现状矿业活动对区域地下水均衡破坏基本无影响。

3.3.1.2 矿业活动对水生态影响

由于中华人民共和国成立前开采（1903 年～1949 年）→中华人民共和国成立后县办矿山开采（1954 年～2002 年）→民办矿山开采（2004 年～2009 年）→股份制改革期开采（2010 年～2011 年）的 100 多年期间，属于对资源的粗放利用阶段，对环境保护并不重视，积累了较为严重的水、土环境污染问题，潘家冲萤石矿也是当地各级环保部门、市政府挂牌督办的重点整治单位。

2012 年以来，矿山投入大量资金通过修建排水涵洞、截排水沟、污水处理站全面对矿井水、选矿废水、尾矿库溢流水进行处理，实现了雨污分流，实现了达标排放。本次收集了 2025-2026 年，矿山在各个阶段做的废水检测报告。

2025 年 3-6 月，中国检验认证集团湖南有限公司污水处理站对取样检测出具的监测结果，见下表。

表 3-3-1		废水监测结果汇总表（2025 年 3 月）				
采样点	采样日期	检测项目	检测结果	标准限值	单位	达标情况
废水总排口	2025 年 03 月 26 日	铅	0.00016	1.0	mg/L	达标
		悬浮物	4	70	mg/L	达标
		镉	0.00012	0.1	mg/L	达标
		钴	0.00004	—	mg/L	达标
		铜	0.00012	0.5	mg/L	达标
		锌	0.0141	2.0	mg/L	达标
		镍	0.00136	1.0	mg/L	达标
		化学需氧量	14	100	mg/L	达标
		氟化物	2.17	10	mg/L	达标
		硫化物	ND	1.0	mg/L	达标
		pH 值	8.3	6~9	无量纲	达标
		砷	0.00567	0.5	mg/L	达标
		汞	ND	0.05	mg/L	达标
		锑	0.00142	—	mg/L	达标
表中标准限值依据《污水综合排放标准》（GB8978-1996）						

表 3-3-2 废水监测结果汇总表（2025 年 6 月）

测点 编号及 位置	检验项目单位：mg/L（pH 值无量纲）												
	铅	镉	钴	铜	锌	镍	砷	汞	锑	氟化物	硫化物	悬浮物	pH 值
检验结果	0.00016	0.00012	0.00004	0.00012	0.0141	0.00136	0.00567	ND	0.00142	2.17	ND	4	8.3
标准	1.0	0.1	/	0.5	2.0	1.0	0.5	0.05	/	10	1.0	70	6~9
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	达标	达标
表中标准限值依据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中第二类用地筛选值。													

2026 年 1-5 月，中国检验认证集团湖南有限公司污水处理站对取样检测出具的监测结果，见下表。

表 3-3-3 废水检测结果（2026 年 1 月）

采样点	采样日期	检测项目	检测结果	标准限值	单位	达标情况
废水 总排口	2026 年 01 月 07 日	汞	ND	0.05	mg/L	达标
		镉	0.00077	0.5	mg/L	达标
		铜	0.00020	0.5	mg/L	达标
		氟化物	2.66	10	mg/L	达标
		pH 值	7.3	6~9	无量纲	达标
		锑	0.00204	—	mg/L	达标
		铅	ND	1.0	mg/L	达标
		铊	0.00012	—	mg/L	达标
		镍	0.00203	1.0	mg/L	达标
		化学需氧量	6	100	mg/L	达标
		悬浮物	6	70	mg/L	达标
		砷	0.0147	0.5	mg/L	达标
		硫化物	ND	1.0	mg/L	达标
		锌	0.0820	2.0	mg/L	达标
备注	表中标准限值依据《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 中一级标准。					

表 3-3-4 废水检测结果（2026 年 3 月）

采样点	采样日期	检测项目	检测结果	标准限值	单位	达标情况
废水 总排口	2026 年 03 月 03 日	砷	0.00099	0.5	mg/L	达标
		硫化物	ND	1.0	mg/L	达标
		铊	0.00006	—	mg/L	达标
		氟化物	2.19	10	mg/L	达标
		铜	0.00023	0.5	mg/L	达标
		化学需氧量	ND	100	mg/L	达标
		锌	1.63	2.0	mg/L	达标
		铅	ND	1.0	mg/L	达标
		镉	0.00949	0.5	mg/L	达标
		锑	0.00077	—	mg/L	达标
		镍	0.00208	1.0	mg/L	达标
		悬浮物	ND	70	mg/L	达标
		pH 值	7.1	6~9	无量纲	达标
		汞	ND	0.05	mg/L	达标
备注	表中标准限值依据《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 中一级标准。					

表 3-3-5

废水检测结果（2026 年 4 月）

样品名称	检测项目	检测结果	标准限值	单位	达标情况
废水总排口-1	pH 值	7.2	6~9	无量纲	达标
废水总排口-2	化学需氧量	12	60	mg/L	达标
废水总排口-3	悬浮物	ND	50	mg/L	达标
废水总排口-4	氟化物	1.34	8	mg/L	达标
废水总排口-5	硫化物	ND	1.0	mg/L	达标
废水总排口-6	汞	ND	0.03	mg/L	达标
废水总排口-7	砷	0.00155	0.3	mg/L	达标
废水总排口-7	铅	ND	0.5	mg/L	达标
废水总排口-7	铊	0.00010	—	mg/L	达标
废水总排口-7	铜	0.00130	0.5	mg/L	达标
废水总排口-7	锌	1.30	1.5	mg/L	达标
废水总排口-7	镉	0.00746	0.05	mg/L	达标
矿井涌水-1	pH 值	7.3	6~9	无量纲	达标
矿井涌水-2	化学需氧量	8	60	mg/L	达标
矿井涌水-3	悬浮物	ND	50	mg/L	达标
矿井涌水-4	氟化物	0.826	8	mg/L	达标
矿井涌水-5	硫化物	ND	1.0	mg/L	达标
矿井涌水-6	汞	ND	0.03	mg/L	达标
矿井涌水-7	砷	0.00632	0.3	mg/L	达标
矿井涌水-7	铅	0.00241	0.5	mg/L	达标
矿井涌水-7	铊	0.00007	—	mg/L	达标
矿井涌水-7	铜	0.00084	0.5	mg/L	达标
矿井涌水-7	锌	0.570	1.5	mg/L	达标
矿井涌水-7	镉	0.00435	0.05	mg/L	达标
表中标准限值依据《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）。					

表 3-3-6

废水检测结果（2026 年 5 月）

采样点	采样日期	检测项目	检测结果	标准限值	单位	达标情况
废水总排口	2026 年 05 月 07 日	总镉	0.00547	—	mg/L	达标
		化学需氧量	ND	100	mg/L	达标
		硫化物	ND	1.0	mg/L	达标
		pH 值	7.1	6~9	无量纲	达标
		总铊	0.00010	—	mg/L	达标
		总镉	0.00715	0.5	mg/L	达标
		悬浮物	5	70	mg/L	达标
		总锌	1.42	2.0	mg/L	达标
		总铅	0.00243	1.0	mg/L	达标
		总铜	0.00022	0.5	mg/L	达标
		总汞	ND	0.05	mg/L	达标
		总砷	0.00646	0.5	mg/L	达标
		总镍	0.00343	1.0	mg/L	达标
		氟化物	1.86	10	mg/L	达标
备注	表中标准限值依据《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 及表 4 中一级标准。					

表 3-3-7

地表水检测结果（2026 年 5 月）

采样点	采样日期	检测项目	检测结果	标准限值	单位	达标情况
尾矿库坝下居民村地表水采样点	2026 年 05 月 07 日	铜	0.00103	1.0	mg/L	达标
		硫化物	ND	0.2	mg/L	达标
		pH 值	7.4	6~9	无量纲	达标
		镉	0.00378	—	mg/L	达标
		镉	0.00320	0.005	mg/L	达标
		氟化物	1.02	1.0	mg/L	达标
		铊	0.00003	—	mg/L	达标
		镍	0.00123	—	mg/L	达标

		锌	0.377	1.0	mg/L	达标
		铅	0.00053	0.05	mg/L	达标
		砷	0.00732	0.05	mg/L	达标
		汞	ND	0.0001	mg/L	达标
备注	表中标准限值依据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中 III 类水质标准。					

以上监测为每月监测报告，已上仅展示部分监测结果，其他监测结果见附件。根据监测结果可知，经过大量资金投入，矿山实现了达标排放，对地表水和地下水水生态无影响。

综上所述，现状矿山开采对生态修复区水资源、水生态基本无影响。

3.3.2 水资源水生态影响预测

3.3.2.1 水资源影响预测

1、对地下水资源枯竭影响

矿区无重要的含水层，近地表孔隙水和风化裂隙水是矿区的主要地下水含水层，其富水性弱。

矿区矿坑水的主要充水因素是大气降水和地表水，通过采空区补给矿坑，矿山将上部矿坑水从平硐疏排出矿坑，大气降水和地表水对深部开采的影响不大。

预测矿井涌水量较小，与现状相比变化不大。矿坑排水造成的地下水位超常降低仅影响构造断裂裂隙水，其发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水较多。

故预测矿业活动对地下水资源枯竭基本无影响。

2、对地表水漏失影响

本次图幅内主要有三条平行分布的小溪，分别为封洞溪、潘家冲溪及三湖村溪。

封洞溪位于本次修复区图幅东南部，沿冲沟分布，横穿越矿区，其下部无可采矿体分布，预测未来无漏失问题。

潘家冲溪位于本次修复区图幅中部，沿冲沟分布，横穿越矿区。为防止开采造成水生态的污染问题，矿山已沿溪沟修建了排水涵洞，并有定期人工巡查的工作安排。排水涵洞在一定程度上避免了溪沟不受采空区地面变形的影响，从采空区地面变形的角度分析（见后文地质灾害章节），预测未来无漏失问题。

三湖村溪位于本次修复区图幅东北部，沿冲沟分布，横穿越矿区。其下部无可采矿体分布，预测未来无漏失问题。

综上所述，预测矿山开采对地表水漏失无影响。

3、对区域地下水均衡影响

矿区构造断裂裂隙水是矿坑充水的主要因素，但发育程度不大，最厚仅数米，且仅在雨季含水较多；另外矿体顶底围岩为一套硅化较强的板岩，起到了将矿床与其他地下水体隔开之作用。矿床深部开采不构成大的影响。

未来采空区面积相对现状变化不大，矿山相对隔水层较厚，预测未来水量增加不大。经过多年矿山开采水量统计分析，矿山井下充水常年保持稳定，和大气降水密切相关。

综合考虑矿区无重要含水层，矿山充水因素仅和构造断裂裂隙水相关，预测矿业活动对区域地下水均衡破坏基本无影响。

3.3.2.2 对水生态影响趋势

2012 年以来，矿山投入大量资金通过修建排水涵洞、截排水沟、污水处理站全面对矿井水、选矿废水、尾矿库溢流水进行处理，实现了雨污分流，实现了达标排放。

预测未来矿山在严格按照规范开采，严格按照设计的污水处理工艺的前提下，矿山开采对水生态基本无影响。

3.3.3 水资源水生态影响小结

现状及预测矿山在严格按照规范开采，严格按照设计的污水处理工艺的前提下，矿山开采对当地水资源、水生态基本无影响。见表 3-3-8。

表 3-3-8 水资源、水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水资源造成影响		是否对水生态造成影响	
		现状	趋势	现状	趋势
地下开采	地下水资源	否	否		
矿井水、选厂水及尾矿库淋滤水	地表水生态			否	否

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害危害小

矿区范围内为单斜构造，地层总体走向北北东，倾向北西，倾角 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。区

内自然边坡走向北西，坡向为北东或南西为主。以斜交坡和逆向坡为主，局部分布有顺层坡。矿区地层岩性单一，风化土（岩）层厚度小，岩体结构以块状或厚层状结构为主，岩石强度高，稳定性好。

矿山为地下开采，地表仅有矿部房屋建筑及工业场地建设，矿部及工业场地因地制宜建设，挖方切坡少，切坡高度较小，边坡稳定。

经调查，区内没有发生过崩塌、滑坡地质灾害，崩塌、滑坡地质灾害危害小。

3.4.1.2 泥石流地质灾害危害小

矿内地势高差大，地形坡度较大，矿山工业广场所在的潘家冲冲沟高差大、流程长，具备了发生大规模泥石流的地形条件。冲沟中有大量尾砂堆放，具备了发生泥石流的物源条件。目前，矿山已在工业广场和尾矿库下部修建了排水涵洞，尾矿库不会受到上游来水的直接冲刷。

经调查，区内没有发生过泥石流地质灾害，泥石流地质灾害危害小。

3.4.1.2 采空区地面变形地质灾害危害小

据现场实地调查，生态区未发生过采空区地面变形地质灾害。因此采空区地面变形地质灾害危害小。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 崩塌、滑坡地质灾害预测

矿区范围内为单斜构造，地层总体走向北北东，倾向北西，倾角 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。区内自然边坡走向北西，坡向为北东或南西为主。以斜交坡和逆向坡为主，局部分布有顺层坡。矿区地层岩性单一，风化土（岩）层厚度小，岩体结构以块状或厚层状结构为主，岩石强度高，稳定性好。

矿山为地下开采，地表仅有矿部房屋建筑及工业场地建设，矿部及工业场地因地制宜建设，挖方切坡少，切坡高度较小，边坡稳定。现状条件下未发生过崩塌、滑坡灾害。

未来矿业活动为地下深部开采，地面开挖工作很小，且未来开采区矿体围岩为较坚硬岩层，地面场地平缓，边坡较低，故预测未来矿业活动引发崩塌、滑坡灾害可能

性小。

3.4.2.2 泥石流地质灾害预测

矿区内地势高差大，地形坡度较大，矿山工业广场及尾矿库所在的潘家冲冲沟高差大、流程长，具备了发生大规模泥石流的地形条件。冲沟中有部分尾砂堆放，具备了发生泥石流的物源条件。

目前，矿山已在工业广场和尾矿库下部修建了排水涵洞，并在周边修建了挡土墙，尾矿库不会受到上游来水的直接冲刷。潘家冲冲沟上方汇水面积约 0.68km²，矿区 50 年一遇最大小时降雨量为 40mm/h，地表水径流系数取 0.8，因此，其上方地表水流量为 21760m³/h。

这些地表水均汇入潘家冲溪经 2m×2m 的排水涵洞导入下游，其有效过水断面面积约 3 m²。根据坡度估算，最大流速约 2m/s，即最大排水能力约 6m³/s，排水涵洞的最大瞬时排水量为 21600m³/h。经复核，上方地表水流量为 21760m³/h，排水涵洞最大瞬时排水量为 21600m³/h，两者基本持平，考虑到实际径流过程中部分地表水会沿坡面漫流下渗、植被截留及地表调蓄，实际进入涵洞的水量略小于计算值，故已建排水涵洞能够满足矿山内地表水的排洪要求。

区内残坡积物薄，植被覆盖率较高，无其他松散堆积物堆积于冲沟中，大气降雨引发泥石流灾害可能性小。

本次采用泥石流沟谷严重程度（易发程度）数量化表对以上的泥石流地质灾害问题分析结论进行验证，矿区的主要泥石流沟只有一条，即尾矿库所在的冲沟。

分析过程见表 3-4-1，分析结果见表 3-4-2。

表 3-4-1 泥石流沟谷严重程度（易发程度）数量化表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重	得分	中等	得分	轻微	得分	一般	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失的严重程度	0.159	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩坍，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩坍，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩坍、滑坡存在	12	无崩坍、滑坡、冲沟不发育	1
2	泥石流沿程补给长度比（%）	0.118	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积程度	0.108	河形弯曲和堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水偏，低	7	无河形变化，主流不偏	1

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重	得分	中等	得分	轻微	得分	一般	得分
							水不偏			
4	河沟纵坡 (°, ‰)	0.090	>12° (213)	12	12~6° (213~105)	9	6~3° (105~52)	6	<3° (52)	1
5	区域构造影响 程度	0.075	强烈抬升区, 6级以上地震	9	抬升区, 4~6 级地震, 有中 小支断层或无 断层	7	相对稳定 区, 4级以 下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响 小或无影 响	1
6	流域植被覆盖 率 (%)	0.067	<10	9	10~30	7	30~60	5	>60	1
7	河谷近期一次 变幅 (m)	0.062	2	8	2~1	6	1~0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理 发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮 量 (104m ³ /km ²)	0.054	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度 (°, ‰)	0.045	>32° (625)	12	32° ~25° (625~466)	9	25° ~15° (466~286)	6	<15° (286)	1
11	产沙区沟槽横 断面	0.036	V型谷、谷中 谷、U型谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物 平均厚度 (m)	0.036	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积 (km ²)	0.036	0.2~5	5	5~10	4	10~100	3	>100	1
14	流域相对 高差 (m)	0.030	>500	4	500~300	3	300~100	3	<100	1
15	河谷堵塞程度	0.030	严重	4	中	3	轻	2	无	1

注：总分>114分为极易发（严重）、总分84~114为中易发（中等），总分41~80为轻度易发（轻度），总分≤40为不易发生。

表 3-4-2 泥石流沟谷严重程度（易发程度）打分表（50 年一遇的降水条件）

冲沟	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合计
潘家冲冲沟	1	1	1	12	1	1	1	1	4	6	3	1	5	3	1	42

经分析，矿区泥石流易发程度为轻度易发，考虑到现状矿山已采取了复绿、排水涵洞等防治措施，预测发生泥石流的可能性小。

3.4.2.3 引发采空区地面变形地质灾害预测

近年，矿山采取了尾矿回填措施，累计充填约 3.7 万 m³ 尾矿。经充填和一定时间的地面沉降后该区域趋于稳定。对引发矿山采空区地面变形地质灾害消除一定的隐患。但未来仍需加强监测工作。以下对未来矿山引发采空区地面变形地质灾害进行预测评估：

1、采空区地面变形的影响范围

本矿为地下开采，本次参考《“三下”采煤规程》确定矿山开采岩层上山移动角（ γ ） 75° ，下山移动角（ β ） 55° ，走向移动角（ δ ） 70° ，圈出了未来矿山地下开采的岩石移动范围，见附图 2。

从矿区的土地利用现状图可以看出，岩石移动范围内除矿山的办公生活区、选厂及工业广场外，大部分为林地。

2、采空区地面变形的影响程度

本次针对以上地面设施选取四个计算点（B1、B2、B3、B4）来分析地面变形程度，其中 B1 计算点位于矿区北部，B2、B3、B4 计算点位于矿山中部及南部。

计算公式为：

$$W_{cm} = M \times q \times \cos \alpha \quad r = \frac{H}{\tan \beta} \quad icm = W_{cm}/r \quad K_{cm} = 1.52 \left(\frac{W_{cm}}{r^2} \right)$$

$$\varepsilon_{cm} = 1.52 \times b \times W_{cm}/r$$

式中：W_{cm}——地表移动最大下沉值（mm）；

q——下沉系数，取 q_初=0.63；q_复=(1+0.2)Q_初=0.76；

M——矿层厚度（m）； α ——矿层倾角（ $^\circ$ ）；r——地表移动影响半径（m）；

H——矿层采深（m）；

$\tan \beta$ ——地表移动影响角正切，取 $\tan \beta = \tan 55^\circ = 1.42$

b——水平移动系数，取 $b = 0.2 \times (1 + 0.0086\alpha)$ ；

icm——地表移动倾斜最大值（mm/m）；

K_{cm}——地表移动曲率最大值（ $10^{-3}/m$ ）；

ε_{cm} ——地表移动水平变形最大值（mm/m）。

采空区地面变形计算结果见表 3-4-3。

表 3-4-3 矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目指标	B1	B2	B3	B4
开采矿体的最大平均厚度（m）	3.09	2.18	3.51	4.91
采深取实际平均采深（m）	180	250	350	360
倾角 α （ $^\circ$ ）取平均倾角	73	64	76	82
下沉系数 q	0.76	0.76	0.76	0.76
$\tan \beta$	1.42	1.42	1.42	1.42
水平移动系数 b	0.33	0.32	0.33	0.34
影响半径 r（m）	133.80	190.14	246.48	253.52
W _{cm} （mm）	686.61	620.65	645.35	519.34
icm（mm/m）	5.13	3.26	2.62	2.05

项目指标	B1	B2	B3	B4
Kcm10-3/m	0.06	0.03	0.02	0.01
εm (mm/m)	2.54	1.57	1.32	1.06

表 3-4-4 开采沉陷土地破坏程度等级

破坏等级	地表下沉与变形值			破坏分类	地表破坏程度
	下沉 W/mm	水平变形 ε /mm • m-1	倾斜 i /mm • m -1		
I	≤500	≤6	≤3	轻微破坏	地面有轻微变形，但不影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失基本上没有增加。
II	≤2000	≤10	≤20	轻度破坏	地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。
III	>2000	≤20	≤40	重度破坏	地面塌陷破坏较严重，出现方向明显的拉裂缝，影响农田耕种，导致减产，影响林地与植被生长，水土流失有所加剧。
V		>20	>40	重度破坏	地面严重塌陷破坏，出现塌方和小滑坡，农田、林地与植被破坏严重，水土流失严重，生态环境恶化。

表 3-4-5 砖混结构建筑物损坏等级表

损坏等级	建筑物 破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		ε /mm • m -1	Kcm10- 3/m	icm (mm/m)		
I	自然间砖墙上出现宽度 1~2mm 的裂缝	≤2.0	≤0.2	≤3.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于 4mm 的裂缝；多条裂缝总宽度小于 10mm				轻微损坏	简单维修
II	自然间砖墙上出现宽度小于 15mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 30mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/3 截面高度；梁端抽出小于 20mm；砖柱上出现水平裂缝，缝长大于 1/2 截面边长；门窗略有歪斜	≤4.0	≤0.4	≤6.0	轻度损坏	小修
III	自然间砖墙上出现宽度小于 30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度小于 50mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于 1/2 截面高度；梁端抽出小于 50mm；砖柱上出现小于 5mm 的水平错动；门窗严重变形	≤6.0	≤0.6	≤10.0	中度损坏	中修
IV	自然间砖墙上出现宽度大于 30mm 的裂缝，多条裂缝总宽度大于 50mm；梁端抽出小于 60mm；砖柱上出现小于 25mm 的水平错动	>6.0	>0.6	>10.0	严重损坏	大修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝，以及墙体严重外鼓、歪斜；钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通；梁端抽出大于 60mm，砖柱出现大于 25mm 的水平错动；有倒塌危险				极度严重损坏	拆建

地面变形对土地的影响程度、对砖混结构建筑物损坏程度评价标准见表 3-4-4、表 3-4-5。

本次评估将计算结果与表中的取值进行对比可知，未来矿山开采对地面的影响程度为轻微破坏（B2、B2 计算点），地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植

被生长，水土流失略有增加，对砖混结构建筑物损坏程度为轻微损坏。

目前矿山已经完成了浅部矿体的开采，采空区已大部分进行了尾矿充填，并对采空区巷道进行了全面封闭，但矿山未来将进行深部开采，采空区顶板变形程度无法查明。

根据 4 个计算点的分析结果，矿山开采对地面的影响程度为轻度破坏，即地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。对砖混结构建筑物损坏程度为轻度损坏，即矿山开采引发采空区地面变形的可能性中等。

根据岩石移动范围上部无居民区分布，未来采空区地面变形的影响的对象为办公生活区、副井工业广场，另外林地总面积约 100h m²，主要可能引发办公生活区、副井工业广场的房屋受损，林地区域水土流失或植被破坏，其危险性中等。

综上所述，预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性中等，危险性中等，主要影响对象为办公生活区、选厂及工业广场，林地总面积约 100h m²。

3.4.2.5 矿山建设可能遭受地质灾害的危险性评估

经上文分析，现状及预测矿区地质灾害不发育，矿山开采引发各类地质灾害的可能性小。因此矿山建设遭受各类地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.3 矿山地质灾害影响小节

综上所述，现状矿区无各类地质灾害问题；预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性中等，危险性中等，主要影响对象为办公生活区、副井工业广场，影响林地总面积约 100h m²，见表 3-4-6。

表 3-4-6 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山开采期地质灾害现状			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	否	否	小	小	无
滑坡	否	否	否	小	小	无
泥石流	否	否	否	小	小	无
采空区地面变形	否	否	否	中等	中等	矿山建设及林地

插图 3-4-1 矿山地质灾害影响分析图

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

矿山属侵蚀低山丘陵地貌，矿区的地形起伏较大，山坡上部主要为竹林地。

矿区下游的农业条件较好，当地以种植水稻为主。田间有零星乔木、灌木生长，优势的自然树种为杉树、樟树、马尾松、桂花树等。矿区人工种植的乔木、灌木主要有樟树、桂花树、红花檵木等。草本植被主要种类有：白茅、狗尾草、小蓬草、苍耳、鬼针草、蕨等，藤本植物主要种类有：爬山虎、凌霄，灌木-亚灌木有水麻、苎麻，调查区内未发现国家重点保护的珍稀植物。

总体而言，生态修复区内植被生态较好。

本矿现状地下开采，地面建设仅有位于冲沟中的办公生活区、工业广场及尾矿库。据现场走访调查，总占地面积约 8.21h m²，该区域原为林地，主要植被为杉树、樟树、马尾松、桂花树等，主要野生草种为：白茅、狗尾草、小蓬草、水麻等。目前以上特征植被仍分布于矿山建设场地及尾矿库两侧的山坡上。因此，现状矿山开采未造成当地某一种植被或生物的毁灭性破坏，对生物多样性破坏不会发生明显变化，影响轻微。

3.5.2 生物多样性破坏趋势

3.5.2.1 矿区及周边植被破坏预测

现状及未来矿山地面工程建设有限，尽管工程建设会使原有植被遭到局部损失，植被减少。但总体工程规模较小，不会使整个评价区域植物群落和生物多样性发生明显变化，也不会造成某一植物物种的消失。且在矿山闭采后，在人工辅助下，通过恢复植被等措施可逐渐弥补因矿山建设造成生物量和多样性减少的损失。

依前述，未来矿山开采对水资源、水生态破坏有限，同时由于矿区雨量充沛，植被以灌木和草类为主，耐旱能力较强，这部分土壤水分的流失不会对植被造成明显不利。

3.5.2.2 野生动物影响预测

未来矿山地面工程建设有限，对自然植被破坏程度有限。但人员活动以及机械生

产、爆炸噪声震动等会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。

开采期间人为干扰如工作人员滥捕乱猎等现象的出现，将直接影响到这一地区的某些野生动物种群数量，这种影响通过加强对员工的宣传教育和管理可以得到消除。但矿业活动对野生动物影响原已存在，未来矿业活动不会使区域野生动物物种数量发生明显变化，其种群数量也不会发生明显变化。依前述，区域野生动物种类较少，无大型野生哺乳动物，矿山范围内现有的野生动物多为一些常见的鸟类、蛙类及昆虫等，未发现珍稀野生保护动物，这种不利影响是轻微的，能在矿山闭采后通过生态修复，目前存在的常见野生动物也将重新得到生存空间。

3.5.3 生物多样性破坏小结

矿业活动现状对生物多样性影响轻微，也无造成生物多样性破坏的趋势。

表 3-5-1 生物多样性破坏影响及趋势一览表		
影响类别		是否对生物多样性造成破坏
现状	矿山地面建设	否
	地下开采	否
趋势	矿山地面建设	否
	地下开采	否

4 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

按照“边开采、边修复”的原则，综合矿山所在地的生态功能区划定位（从不同尺度角度）、《国土空间规划》中的土地用途管制、区域产业经济发展战略布局、特色产业经济及周边群众对矿山生态修复的诉求等多方面因素，以不破坏局部生态系统的生态功能为前提，提出矿山保护修复思路。按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，优先考虑能带动周边土地价值升值空间大的修复方式。结合本矿山的实际情况，本次提出的生态保护修复思路如下：

1、矿山所在地下游为大面积农田，本次提出矿山未来必须确保排水水质达标，避免对周边农田灌溉水、土生态环境造成污染；

2、必须严格按照设计采矿方法开采，避免引发采空区地面变形问题。本次预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性小，但是矿山仍需要充分做好监测工作，并预留足够的费用用于后期治理。

3、未来矿山闭坑后，根据周边地类的分布情况，将各工业广场全部进行修复，以提升土地的利用价值。

4.2 生态保护修复目标

矿区生态环境保护方面能达到绿色矿山建设要求，能全面消除灾害安全隐患，复垦达到相关技术规范的要求，能保持区域生态系统功能稳定，具体目标如下：

1、本矿山无生态公益林分布，不是野生动物栖息地及觅食通道，也非具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等，本次无保护保育措施。

2、全面修复矿山开采造成的地形地貌景观的破坏以及土地资源的占用问题；

3、全面治理土壤污染区域的 0.2h m²土地。

4、加强水质监测，确保不污染区域水生态。

5、必须严格按照设计的采矿方法进行开采，在未来的开采过程中需采取措施，设置在线监测点，并定期监测，防治地质灾害。

6、通过监测预警，全面消除地质灾害，避免在开采期间和闭坑后对矿山工作人

员及当地居民的生命财产安全造成威胁。

4.3 生态保护修复工程及进度安排

4.3.1 生态保护保育工程

本矿山非水源涵养区，无生态公益林分布，不是野生动物栖息地及觅食通道，也非具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等，本次无保护保育措施。

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

现状矿山已完成了办公生活区、选厂及工业广场等地面设施的布置，现状及预测矿山地面设施对地形地貌景观有影响。未来仍有对地形地貌景观破坏的趋势。本次设计的景观修复工程主要为选厂及工业广场、尾矿库的复绿，具体见后文土地复垦与生物多样性修复工程章节。

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性修复工程

前文已进行了分析，矿山的地面建设对当地的生物多样性不造成影响，未来闭坑后主要应采取的措施是对地面建设进行复垦。

1、复垦方向的选择

(1) 办公生活区

矿山的办公生活区交通便利，北部和南部均有较大规模的居民区，其配套设施齐全，已建有办公室、食堂、澡堂等完善的生活设施，场地地面已全部硬化，且配套进行了绿化、美化。2024 年做了全面翻新（办公楼为 2004 年新建），按照一般建筑物 50 年使用年限计算，未来矿山闭坑后约 17 年的可使用期。因此本次设计保留办公生活区不复垦，未来可作加以利用。

(2) 尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场

尾矿库复垦方向可选择林地或草地。矿山现状在利用的尾矿库已经进入闭库阶段，尾矿大部分已经利用，剩余尾矿量约 2.2 万 m^3 ，未来矿山计划全部利用。现状尾矿库场地作为工业广场使用，不再堆放尾矿，可复垦为林地或草地为主。

矿山的选厂及工业广场、副井工业广场占用了大面积土地，或造成了地形地貌景观的破坏，根据矿山及当地公众的意见，未来的复垦的方向以林地或草地为主。

（3）根据当地的产业结构确定复垦方向

矿山所在的青山村的主要产业为传统的种植农业，近年通过脱贫攻坚发展了桃形李和猕猴桃产业，现已形成了一定规模。2021 年 2 月，艾草种植业在青山村扎根，考虑到尾矿库、选厂及工业广场区域可能有重金属污染，无法种植水果，但可以规划未来将尾矿库、选厂及工业广场作为（非食用）艾草的种植场地。而保留的办公生活区则可作为艾草种植基地的辅助设施加以利用。

艾草分布广，在中国除极干旱与高寒地区外，几乎遍及中国，适应能力极强。

艾草全草可入药，有温经、祛湿、散寒、止血、消炎、平喘、止咳、安胎、抗过敏等作用。艾叶晒干捣碎得“艾绒”，制艾条供艾灸用，又可作“印泥”的原料。此外全草作杀虫的农药或薰烟作房间消毒、杀虫药。嫩芽及幼苗作菜蔬。艾晒干粉碎成艾蒿粉，还可以作天然植物染料使用。民间认为艾草还有辟邪、招百福的作用，端午期间挂艾草于门上，相沿成习，遂成端午风俗。

尾矿库、选厂及工业广场区域可能有重金属污染，未来种植的艾草应避免食用，但可以作为艾灸使用，或加工成艾草产品。

本次搜集了湖南及周边利用艾草恢复土壤重金属超标场地的案例：

湖南省益阳市赫山区的南坝村。这里曾是因矿山开采而土壤镉超标的“生态伤疤”。转变的关键在于，他们联合湖南省农科院、中南林业科技大学等科研团队，探索出用艾草修复土壤的案例。修复效果显著，艾草的根系能有效富集土壤中的镉等重金属。实践表明，连续种植三年后，土壤中的镉含量可降低 15%，与周边未种植的土地相比，镉含量平均降低了 0.35 mg/kg。艾草对镉的富集系数可达 5.57，说明其吸收能力很强。

经济效益可观，艾草种植不仅修复了土地，还催生了完整的产业链。南坝村通过“村集体+合作社+农户”的模式，在 2022 年就给村集体带来了 65 万元的收入，预计 2023 年收入将超过 100 万元。目前当地已形成从种植、仓储、加工到康养体验的融合产业。被验证的可行模式。

南坝村的模式并非孤例，它在湖南多地得到了验证和推广：

怀化市：截至 2024 年底，怀化市艾草种植面积已达 800 公顷（约 12000 亩），培育了 20 余家合作社。其中，仅一家公司就带动了 526 户脱贫农户就业增收，年产

值达 175 万元。

江西横峰县：在受污染耕地严格管控区，同样通过种植艾草，让 300 余亩土地重获生机，吸纳了 200 余名村民参与，人均增收 3000 元以上。

成功的关键在于“生态修复+产业赋能”的组合模式：

A、科学依据：艾草不是超富集植物，但生物量大、耐性高，对多种重金属（如镉、铅、砷）有较强的耐受性和一定的吸收固定能力，是修复复合污染土壤的理想材料。

B、产业路径：利用艾草的药用和保健价值，发展深加工（艾绒、艾条、精油、洗护产品等），将修复成本转化为产业收益，形成可持续的商业模式。

C、组织保障：普遍采用“公司+合作社+农户”的模式，由政府引导、科研单位提供技术支持、企业负责市场运营，多方协作保障了项目的落地。

这个模式很好地回应了你的问题：它不仅证明了艾草在重金属污染区的可行性，更展示了通过产业思维实现“治理”与“增收”共赢的路径。

规划各场地的复垦方向，既与当地产业结构相结合，又避免造成土地资源的浪费，还可增加当地居民的经济收入，一举多得。

综上所述，因此本次设计矿部生活区作为保留利用作为艾草种植基地的管理房屋，尾矿库、选厂及工业广场则复垦为草地，用于种植艾草。

表 4-3-1 各复垦单元复垦方向一览表

场地名称	占地面积 (h m ²)	复垦面积 (h m ²)	原地类	复垦方向
办公生活区	0.62	-	采矿用地、农村住宅用地	保留不复垦
选厂及工业广场	4.94	4.94	采矿用地、林地	草地（种植艾草）
尾矿库	1.86	1.86	采矿用地	草地（种植艾草）
副井工业广场	0.59	0.59	采矿用地、林地、农村住宅用地	草地（种植艾草）
合计	8.01	7.39		

2、土地复垦的质量要求和标准

(1) 土地复垦的质量要求

依据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》，结合矿区的现状，依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目的土地复垦质量要求如下：

- A、复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- B、复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- C、不同的破坏类型标准应不一样；

D、保存原有地表表层土壤。单独剥离，单独贮存，应充分利用原有表土为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；

E、复垦场地要有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求；

F、复垦场地有控制水土流失的措施；

G、复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；

H、复垦场地的道路、交通干线布置合理；

I、用于覆盖的材料应当无毒无害。材料如含有有害成分应事先进行处理，必要时应设置隔离层后再复垦。

(2) 土地复垦方向的基本概念

本次设计的复垦方向为草地，其基本概念如下：

其它草地：指树木郁闭度<0.1，表层为土质，不用于放牧的草地。

(3) 土地的复垦标准

根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》，本矿山位于中部山地丘陵区，本项目草地的复垦标准归纳如下（见表 4-3-2）：

表 4-3-2 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
其它草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/（g/cm ³ ）	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH 值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度%	≥40
根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》表 D.7			

3、土源供需平衡分析

(1) 需土量分析

选厂及工业广场、副井工业广场下部采用废石平整，复垦时需要覆土。尾矿库无法直接种植植被，复垦时需覆土。为确保复垦区域的植被成活率，本次设计选厂及工业广场、尾矿库表面覆土厚度为 0.5m，需土量计算方法为：覆土面积×0.5。

表 4-3-3 表土需求量表

场地名称	占地面积 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)	植草面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	需土量 (m ³)
------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------	--------------------------

选厂及工业广场	4.94	4.94	4.94	0.5	24700
尾矿库	1.86	1.86	1.86	0.5	9300
副井工业广场	0.59	0.59	0.59	0.5	2950
合计	7.39	7.39	7.39		36950

(2) 土源供应量分析

矿区属低山丘陵地貌，地势起伏大，风化程度一般。地表土壤以红壤为主。厚度一般小于 2m，2m 以下则含原岩碎块较多。矿山的工业广场、尾矿库区域由于场地压占，下部土壤损失或板结，无法用于复垦。因此未来矿山需外购客土进行复垦。

据调查，当地村民以农业为主，大部分村民需开荒种植，矿区周边土源丰富，矿山可向周边村镇购土。当地居民为矿山运土至矿区一般距离 5 公里，费用按 20 元/m³。

4、复垦植被的选择

上文分析设计未来复垦区域全部种植艾草，建议选择湘艾，湘艾是湖南本地艾草的统称，其中的药姑艾已被列入湖南省道地药材目录。它在湖南有较长的种植历史和良好的适应性。植物的特点见表 4-3-4。

栽种时间：一般在 10 月至 12 月采收后进行。

种植方法：选取健壮、无病虫害的根状茎，按行距 110-140 厘米、株距 20-30 厘米开沟摆放，覆土 8-12 厘米厚，浇透水。

选地与整地：宜选土层深厚、排灌良好的中性土壤。移栽前深翻土地 20-30 厘米，并施足腐熟农家肥作为基肥。

田间管理：需注意及时中耕除草和排灌。2-3 月可追施复合肥。病虫害以防为主，如设置黄色粘虫板诱杀蚜虫。

表 4-3-4 选种植物的生物特性

树(草)种名称	选种植物的生物学特性
艾草	生于低海拔至中海拔地区的荒地、路旁河边及山坡等地，也见于森林草原及草原地区，局部地区为植物群落的优势种。艾极易繁衍生长，对气候和土壤的适应性较强，耐寒耐旱，喜温暖、湿润的气候，以潮湿肥沃的土壤生长较好。人工栽培在丘陵、低中山地区，生长繁盛期 24-30℃，气温高于 30℃时，茎秆易老化、抽枝、病虫害加重；冬季低温小于-3℃时，当年生宿根生长不好。

5、土地复垦修复工程

(1) 尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场复垦工程量测算

A、复垦工程设计

本次设计尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场复垦为草地，复垦工程包括：硬化物拆（清）除工程及垃圾外运、整地、土壤培肥、种植艾草。

（A）硬化物拆（清）除工程及垃圾外运

复垦工程开始时，需要将建筑物拆除和垃圾清除干净、地表硬化物进行清除。可采用挖掘机或人工对场地 5-15cm 硬化物地面清除，场区地表需要清除的硬化物每平方米约有 0.3m³，垃圾外运主要是指将拆除的硬化物运至井筒回填。

（B）整地

硬化物拆后先进行深耕，耕深 30cm 以上。深耕土地不仅可疏松土壤，提高土壤温度和保墒能力；还可以充分利用耕质土下积淀的氮、磷、钾元素；同时，也起到部分除草作用，使当年的草籽基本上深埋，可除掉翌年 50%左右的杂草。

翻耕工作结束后可将剥离的表土覆盖于工业广场上，并人工平整，达到种植艾草的要求。

（C）土壤培肥

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状艾专用有机肥，在深耕后、旋耙前，均匀撒施 750 公斤/公顷左右。用作艾有机肥的有效元素含量指标：有机氮磷钾含量 20%以上，氨基酸类含量超过 20%，有机质超过 20%，腐植酸大于 5%，硫元素含量大于 10%。本次设计采用机械辅助培肥。

（D）种植艾草

插图 4-3-1 艾草种植区域的行株距情况

艾适生性强，喜阳光、耐干旱、较耐寒，对土壤条件要求不严，但以阳光充足、

土层深厚、土壤通透性好、有机质丰富的中性土壤为佳，肥沃、松润、排水良好的砂壤及黏壤土生长良好。艾草种植可以选用播撒草籽或分株的方式，本次设计采用条播方式种植，行距 0.3m。

B、复垦工程量测算：

选厂及工业广场区复垦工程量见表 4-3-5。

插图 4-3-2 土地复垦与生物多样性修复工程剖面示意图

表 4-3-5 土地复垦工程量测算表

选厂及工业广场	4.94	4.94	14820	14820	4.94	24700	49400	4.94	4.94
尾矿库	1.86	1.86	5580	5580	1.86	9300	18600	1.86	1.86
副井工业广场	0.59	0.59	1770	1770	0.59	2950	5900	0.59	0.59
合计	7.39	7.39	22170	22170	7.39	36950	73900	7.39	7.39

表 4-3-6 土地复垦与生物多样性修复工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2026-2040	-	-	-	-
2041	尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场	硬化物拆除	m ³	22170
		垃圾外运	m ³	22170
		翻耕	h m ²	7.39
		覆土	m ³	36950
		平整	h m ²	73900
		培肥	h m ²	7.39
		种植艾草	h m ²	7.39

4.3.2.3 土壤污染生态修复工程

前文已述，根据 2025 年 3 月 26 日，中国检验认证集团湖南有限公司出具的监测结果（见附件）分析，矿山堆矿区的土壤中有砷、铅超标问题，主要影响副井工业广场堆矿区的场地，影响面积约 0.2h m²，影响地类为采矿用地。因此现状矿山开采对土地资源有污染影响。目前矿山已投入大量资金通过修建污水处理站、土地流转的方式基本消除了水、土生态环境的污染问题。但是土壤污染未来在一定的时间内将长期存

在，需要持续开展治理工作。经过环保和主管单位的现场调查和论证，认为污染的土壤无法在短期内彻底恢复，可通过土地流转的形式，将污染区域交由矿山种植可吸收重金属的植物逐步进行改良。

1、土壤污染的治理方式

对于土壤污染，一般可采用化学、物理学和生物学的技术与方法以降低土壤中污染物的浓度、固定土壤污染物、将土壤污染物转化成为低毒或无毒物质。本矿山下游土壤的锌、镉、砷超标程度并不严重，采用化学药剂中和施工工艺难度较大，采用物理方式换填土壤则投资过大。

本次参考了江苏省农业科学 2017 年第 45 卷第 14 期发表的《不同园林植物对土壤重金属的吸收及修复效应》（方松林）及植物学通报 2003 年第 20 期发表的《植物对重金属的吸收和分布》（罗春玲、沈振国）等多篇论文及目前我省已开展的重金属污染区域的土壤修复实践经验，最终确定目前成本较低，效果较好的方式是人工干预+生物防治。

主要原理是利用植物富集重金属元素的特性将土壤中的重金属元素富集在植物中，根据已有的治理经验，本次设计的生态修复工程如下：

- （1）对土壤污染区进行翻耕、平整，为植物修复做好准备。
- （2）使用有机肥培肥土壤。
- （3）种植灌木，并播撒草籽。
- （4）本次选择的灌木和草种均为多年生木本及草本植物，为使植株尽量成熟，可每年集中清理一次植被，经过翻耕、平整、培肥后复种一次。灌木选择紫穗槐、桑树、胡枝子等。

表 4-3-7 土壤生物治理选种植物的生物特性

树（草）种名称	选种植物的生物学特性	对重金属的吸收特性
紫穗槐	紫穗槐喜欢干冷气候，在年均气温 10℃至 16℃，年降水量 500 至 700 毫升的华北地区生长最好。耐寒性强，耐干旱能力也很强，能在降水量 200 毫升左右地区生长。也具有一定的耐淹能力，虽浸水 1 个月也不致死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。	对铜、铅、锌具有良好的吸附作用。
桑树	桑树对气候和土壤的适应性极强，既耐-40℃低温，也耐旱、耐贫瘠，根系发达且抗风，能在矿山废弃地等困难立地条件下生长。在吸收能力方面，桑树对镉、铅、锌、砷等多种重金属均有富集作用。桑树在修复土壤的同时还能产生蚕桑经济效益，是一种兼具生态与经济价值的修复树种。	桑树已被大规模应用于矿区修复，例如湘西花垣县尾矿库的桑树种植面积已超过 4000 亩。
胡枝子	胡枝子生于海拔 150~1000 米的山坡、林缘、路旁、灌丛及杂木林间；耐旱、耐瘠薄、耐酸性、耐盐碱、耐寒，再生能力很强；	对铜、铅、镉具有良好的吸附作用。

树（草） 种名称	选种植物的生物学特性	对重金属的吸收特性
	对土壤适应性强，但最喜疏松肥沃的壤土和腐植土；常用播种繁殖或扦插繁殖。	
丝茅草	适应性强，生态幅度广，自谷地河床至干旱草地，是森林砍伐或火烧迹地的先锋植物，也是空旷地、果园地、撂荒地以及田坎、堤岸和路边的极常见植物和杂草。	对铜、铅、锌具有良好的吸附作用，对锌具有超富集作用。
黑麦草	耐寒能力很强，较耐旱，对土壤要求不严，可耐瘠薄瘦地。	对铅、镉具有极强的富集能力。
蜈蚣草	是凤尾蕨科，凤尾蕨属陆生蕨类植物。植株高可达 150 厘米。根状茎直立，短而粗健，木质，密蓬松的黄褐色鳞片。生钙质土或石灰岩上，达海拔 2000 米以下，也常生于石隙或墙壁上。	对砷具有超强的富集能力。

桑树以采叶养蚕或采果为主。生产上多用嫁接苗栽植。栽前需挖宽深各 45 厘米以上的种植沟或大穴。紫穗槐主要用于水土保持和改良土壤。多采用播种或扦插育苗，常用 1 年生苗栽植。胡枝子常用于护坡和改良地力。多采用直播造林，亩用种量 1.5-2 公斤。栽植密度常用株行距 1 米×1 米，也可按 1 米×2 米种植。间距也是 2m×2m，种植比例为 4：3：3。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡，根据不同草种对不同重金属元素的吸收能力，本次选择丝茅草、黑麦草、蜈蚣草等。

2、土壤污染的治理工程

根据已有的论文分析及实践，通过种植植被富集重金属元素，预期可以取得良好的治理效果，矿山闭坑后经土壤检测合格后方可移交给当地村委处置。土壤污染生态修复工程量见下表。

表 4-3-8 土壤污染生态修复工程量汇总

工程类别	工程名称	单位	工程量
堆矿区土壤污染 生态修复工程	翻耕	h m ²	0.2
	平整	h m ²	0.2
	培肥	h m ²	0.2
	种植灌木	株	500
	种草	h m ²	0.2
	除草	h m ²	0.2

表 4-3-9 土壤污染生态修复工程量汇总

工程类别	年度	工程名称	单位	工程量
土壤污染生态 修复工程	2041	翻耕	h m ²	0.2
		平整	h m ²	0.2
		培肥	h m ²	0.2
		种植灌木	株	500
		种草	h m ²	0.2

插图 4-3-3 土地复垦与生物多样性修复工程平面图

4.3.2.4 水资源水生态修复工程

现状及预测矿山在严格按照规范开采，严格按照设计的污水处理工艺的前提下，矿山开采对当地水资源、水生态基本无影响。

据矿山近年污水处理费用统计，矿山污水处理费用约 0.6 元/m³，年污水处理投入约 20 万元，本次设计预留矿山的污水处理费用。按照未来 14.3 年的服务期计算，污水处理费用约 300 万元。本次设计该费用按服务年限计提，在 14.3 年的服务期内，每年计提 20 万元。

表 4-3-10 水资源水生态修复工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026	污水处理费用预留	万元	20
2027-2040	污水处理费用预留	万元	280
合计		万元	300

4.3.2.5 地灾安全隐患消除工程

现状矿区无各类地质灾害问题；预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性中等，危险性中等，主要影响对象为办公生活区、副井工业广场，影响林地总面积约 100h m²。本次设计的地灾安全隐患消除工程主要包括费用预留和巡查监测工程。

1、费用预留

对于矿山自用的办公生活区、副井工业广场其位于浅部采空区上部，由于属于矿山自用的建筑物，其维修维护工作可计入生产成本，本次不设计消除工程。

对于可能影响的 100h m²林地，由于没有相关标准，本次暂设计预留 70 万元用于塌陷区域的回填、平整、植被修复等工作。该费用应在 8 年内计提完毕，每年计提 8.75 万元。

表 4-3-11 地灾安全隐患消除工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	8.75
2027-2033	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	61.25
合计		万元	70

2、巡查监测工程

本次设计的巡查监测工作主要包括排水涵洞和采空区地面变形的巡查监测工作。主要采用人工巡查方式，具体工程量见后文监测和管护工程章节。

4.3.3 监测和管护工程

4.3.3.1 地质灾害监测工程

1、采空区地面变形的监测工程

(1) 采空区地面变形监测工程设计

针对地下开采形成采空区，监测地表塌陷的出现和监测其发展趋势。以便为采空区地面变形的治理工作提供基础资料。

A、观测点设计所用塌陷参数

据矿区资料，本次采用的矿体上、下盘和端部岩石移动角为 55° 和 70° 。

B、观测线的位置及长度

观测线位置：设置 8 条观测线，沿矿体走向方向布置 2 条和沿矿体倾向方向布置 6 条，观测线布置在采空区中央。

测线长度：

矿体走向方向观测线长度 $L_z = 2H_0 \bullet \text{ctg}(\alpha - \Delta\alpha) + D_0$

矿体倾向方向测线长度 $L_q = H_1 \bullet \text{ctg}(\alpha - \Delta\alpha) + H_2 \bullet \text{ctg}(\alpha - \Delta\alpha) + D_1$

式中： α —移动角； D_0 —矿体走向长度； D_1 —矿体倾向长度；

H_0 —平均开采深度； H_1 —矿体上盘开采深度； H_2 —矿体下盘开采深度。

插图 4-3-4 设计监测点大样图（单位：mm）

考虑到参数误差，本次设计走向方向观测线全长实际取 3000m，倾向方向观测线全长实际取 400m；为研究塌陷地表移动规律，可设置网状观测站。在掌握初期开采地表移动变形规律的基础上，采用“近细远粗”的原则。

C、测点埋设要求

本次共设计 12 个监测点，地表测点采用浇注式或混凝土预制件，要求测点埋设深度应不小于 0.6m，本次设计埋设 1.5m，中央设置螺纹钢刻记标记，以便于观测。

D、观测内容

地表移动观测站的观测包括联接测量、全面测量、常规沉降测量。

(A) 在观测站各点埋设 10~15 天后，进行矿井高程控制点与沉降观测工作基点联测。

(B) 工作基点与矿井控制网联测后，在开采前对观测站进行的两次全面观测，各工作基点和观测点的高程测量应组成水准网，按三等水准测量的要求进行。

(C) 当地表下沉达到 50~100mm 时，开始采动后的第一次全面观测。

(D) 常规测量系指测量各观测点的高程。当地表下沉值达到 10mm 时，开始进行水准测量，直到下沉值不超过 30mm 时为止，每条监测线直到监测到塌陷稳定为止。

(E) 进行采样后全面观测时，尽量在一日之内完成一条观测线上所有点的高程测量，按四等水准测量的要求进行。每次观测时，还必须实测回采位置、矿体厚度，并记录采矿、地质和水文地质情况等。

E、变形监测的等级确定

根据《建筑变形测量规范》(JGJ 8-2016)，建筑物变形共分为四个等级，见下表 4-3-6。矿山采空区地面变形破坏的主要为矿山房屋及林地，本次设计监测等级为四级，允许的误差见表 4-3-12。

(2) 建立联合监测巡查机制

未来矿山还可以联合当地居民开展监测巡查工作，主要监测手段是目测地面是否有变形、开裂问题，发现问题及时向矿山反映。

(3) 监测费用及监测时间

埋设的监测点可以实现在线监测，本次仅计算监测点的埋设费用，本次按 20000 元一个计算费用。

表 4-3-12 建筑变形测量的等级、精度指标及其适用范围

等级	沉降监测点测站 高差中误差 (mm)	位移监测点坐标 中误差 (mm)	主要适用范围
特等	0.05	0.3	特高精度要求的变形测量。
一等	0.15	1.0	地基基础设计为甲级的建筑的变形测量；重要的古建筑、历史建筑的变形测量；重要的城市基础设施的变形测量等。
二等	0.5	3.0	地基基础设计为甲、乙级的建筑的变形测量；重要场地的边坡监测，重要的是基坑监测；重要管线的变形测量，地下工程施工及运营中的变形测量，重要的城市基础设施的变形测量等。
三等	1.5	10.0	地基基础设计为乙、丙级的建筑的变形测量；一般场地的边坡监测，一般的基坑监测；地表、道路及一般管线的变形测量；一般的城市基础设施的变形测量；日照变形测量；风振变形测量等。
四等	3.0	20.0	精度要求低的变形测量。

2、巡查监测工程

预测未来矿山开采引发泥石流的可能性小。但是矿山仍应加强巡查监测工作；在矿山的开采阶段，需定期巡查尾矿库下部排水涵洞是否通畅，同时也可对采空区地面变形区开展巡查。本次设计以巡查方式进行，矿山应派专人对尾矿库下部排水涵洞和岩石移动范围进行巡查并及时反馈情况。

3、监测频率

矿山应派专人开展巡查工作，并按月支付工资，采用简易观测手段及时反馈情况。巡查频率应不少于每周一次，每月不少于四次，若逢雨季应每天进行。巡查期为矿山的适用年限为 18.3 年（2026 年 10 月～2044 年 12 月），共 219 个月。

4.3.3.2 水质监测工程

本矿山已在污水处理站设置了在线监测点，但是为确保达标排放，未来仍需在污水处理站下游定期采样分析水质。水质分析应按当地环保部门的要求进行。监测内容至少应包括 pH、COD、BOD、氨氮、悬浮物、高锰酸盐指数、氟化物、氰化物、硫化物、总磷、挥发酚、石油、铅、锌、铜、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、等。

设计监测频率为三个月一次，地表水监测点布置在污水处理站 1 排水口下游 200m 和 500m 处，监测期限为矿山的适用年限为 18.3 年（2026 年 10 月～2044 年 12 月），监测次数共 73 次（每次取样至少 2 个，本次按 2000 元每次计算监测费用）。

4.3.3.3 土壤监测工程

矿山应对矿区的土壤进行定期分析、监测，确保达标。监测点设置在工业广场复垦区、堆矿场复垦区和下游农田区各一个，共三个。采用取样检测，取样深度在 20-40cm。土壤分析应按当地环保部门的要求进行。监测内容至少应包括 pH、镉、汞、砷、铅、铬（六价）铜、镍、锌、石油烃等。设计监测频率为一年一次。监测方式为定期取样、分析。监测期限为矿山的适用年限为 18.3 年（2026 年 10 月～2044 年 12 月），监测次数共 19 次。

4.3.3.4 植被监测工程

在开采期间矿山应对矿区的植被进行定期的巡查监测，监测点位于复垦草地区，主要监测内容为：矿区的植被是否有退化或植被种类减少的现象，植被覆盖面积是否有缩减的现象等，主要监测指标包括植物数量、种类、高度、地径、生长情况等。

设计监测频率为一年一次，监测位置为复垦草地区，监测方式为定期人工巡查。监测期限应至矿山闭坑为矿山的适用年限为 18.3 年（2026 年 10 月～2044 年 12 月），监测次数共 19 次。

4.3.3.5 管护工程

本区的地面设施、尾矿库、土壤污染生态修复复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化，场地复垦、复绿后按绿化管护市场价 2 元/m²·年估算。本次设计复垦区（林、草地）总面积为 7.39h m²，管护期为 2042 年至 2044 年。

另外，土壤污染生态修复区的 0.2h m²需作为重点管护对象，需每年集中清理一次植被，经过翻耕、平整、培肥后复种一次。管护费用按 10000 元/年估算，管护期为三年（2042 年至 2044）。

4.3.3.6 矿山监测和管护工程量统计

矿山监测和管护工程量见表 4-3-13、4-3-14。

表 4-3-13 矿山监测及管护工程量表

监测和管护工程	工程类别	单位	工程量
地质灾害监测工程	设置监测点	个	12
	人工巡查	月	219
水质监测	水质化验、分析	次	73

土壤监测	土壤化验分析	次	19
植被巡查	人工巡查植被	次	19
管护工程	草、林地管护工程	h m ²	7.39
	土壤污染生态修复区管护工程	h m ²	0.2

表 4-3-14 矿山监测工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026	设置监测点	个	12
	地质灾害人工巡查	月	3
	水质化验、分析	次	1
	土壤化验、分析	次	1
	人工巡查植被	次	1
2027-2041	地质灾害人工巡查	月	180
	水质化验、分析	次	60
	土壤化验、分析	次	15
	人工巡查植被	次	15
2042-2044	地质灾害人工巡查	月	36
	水质化验、分析	次	12
	土壤化验、分析	次	3
	人工巡查植被	次	3
	草、林地管护工程	h m ²	8.21
	土壤污染生态修复区管护工程	h m ²	0.2

4.3.4 其他工程

本次设计的其它工程主要为井口封闭，矿山未来共有五个井口需封闭，全部为平硐，封堵方式相对简单。根据相关规范，井口封闭时，先用工业广场上硬化物或废石对各井筒进行充填。井口封闭时采用浆砌块石的方式进行，浆砌块石厚度应大于 1m。本次设计封闭浆砌石的厚度为 2m。

前文已述，矿山已在井口周边修建了挡墙，未来矿山闭坑可保留该挡墙，作为井口周边地灾防治工程。

表 4-3-15 井口封闭工程量表

井口名称	断面尺寸 (宽×高)	断面积 (m ²)	封堵厚度 (m)	废石充填 (m ³) 按充填 20m 计算	浆砌块石 (m ³)	外立面抹面 (m ²)
主井	3.6×3.6m	12.96	2	259.2	25.92	12.96
副井	2.4×2.6m	6.24	2	124.8	12.48	6.24
东风井	2.0×2.0m	4.0	2	80	8	4.0
南风井	2.5×2.5m	6.25	2	125	12.5	6.25
南安全出口	2.5×2.5m	6.25	2	125	12.5	6.25
合计				714	71.4	35.7
注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，在前文中已计入拆除硬化物外运。						

表 4-3-16

其它工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2026-2040	-		-	-
2041	斜井封闭	浆砌块石	m ³	71.4
		外立面抹面	m ²	35.7

插图 4-3-5 矿山井口封闭浆砌石墙示意图，左为正视图，右为侧视图

插图 4-3-6 平硐井口封堵示意图

4.3.5 生态保护修复工程量汇总及年度安排

4.3.5.1 生态保护修复工程年度安排

本次设计的矿山生态修复工程为：尾矿库、选厂及工业广场复垦为草地，堆矿区的污染区复垦为林地。对矿山设计预留污水处理费用，地灾安全隐患消除工程费用预留；设计对井口封闭，并加强全区的水质、植被、土壤监测工作及管护工程。

1、开采期

2026 至 2033 年，预提污水处理费用预留、地灾安全隐患消除工程费用，开展各类监测工作。

2034 年至 2040 年，预提污水处理费用预留，开展各类监测工作。

2、闭采期：2041 年，开展土壤生态环境的治理工程，完成所有场地的复垦工作及井口封闭工程，开展各类监测工作。

3、管护期：2042 至 2044 年，开展管护、各类监测工作。

4.3.5.2 生态保护修复工程量汇总

表 4-3-17 矿山生态修复工程量汇总表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量
生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场	硬化物拆除	m³	22170
			垃圾外运	m³	22170
			翻耕	h m²	7.39
			覆土	m³	36950
			平整	h m²	73900
			培肥	h m²	7.39
			种植艾草	h m²	7.39
		土壤污染生态修复工程	翻耕	h m²	0.2
			平整	h m²	0.2
			培肥	h m²	0.2
	种植灌木		株	500	
	种草		h m²	0.2	
水资源水生态修复工程	污水处理费用预留		万元	300	
地灾安全隐患消除工程	费用预留		万元	70	
监测和管护工程	设置监测点			个	12
	人工巡查			月	219
	水质化验、分析			次	73
	土壤化验分析			次	19
	人工巡查植被			次	19
	草、林地管护工程			h m²	7.39
	土壤污染生态修复区管护工程			h m²	0.2
其它工程	井口封闭工程	浆砌块石		m3	71.4
		外立面抹面		m²	35.7

表 4-3-18 矿山生态保护修复进度安排表

年度	工程类别		工程或费用名称	单位	工程量
2026	生态修复工程	水资源水生态修复工程	污水处理费用预留	万元	20
		地灾安全隐患消除工程	费用预留	万元	8.75

年度	工程类别		工程或费用名称		单位	工程量
	监测和管护工程		设置监测点		个	12
			地质灾害人工巡查		月	3
			水质化验、分析		次	1
			土壤化验、分析		次	1
			人工巡查植被		次	1
2027-2033	生态修复工程	水资源水生态修复工程	污水处理费用预留		万元	140
		地灾安全隐患消除工程	费用预留		万元	61.25
	监测和管护工程		地质灾害人工巡查		月	84
			水质化验、分析		次	28
			土壤化验分析		次	7
人工巡查植被			次	7		
2034-2040	生态修复工程	水资源水生态修复工程	污水处理费用预留		万元	140
	监测和管护工程		地质灾害人工巡查		月	84
			水质化验、分析		次	28
			土壤化验分析		次	7
			人工巡查植被		次	7
2041	监测和管护工程		地质灾害人工巡查		月	12
			水质化验、分析		次	4
			土壤化验、分析		次	1
			人工巡查植被		次	1
	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场	硬化物拆除	m³	22170
				垃圾外运	m³	22170
				翻耕	h m²	7.39
				覆土	m³	36950
				平整	h m²	73900
				培肥	h m²	7.39
				种植艾草	h m²	7.39
			土壤污染生态修复工程	翻耕	h m²	0.2
				平整	h m²	0.2
				培肥	h m²	0.2
				种植灌木	株	500
				种草	h m²	0.2
	其它工程	井口封闭	浆砌块石		m3	71.4
外立面抹面			m²	35.7		
2042-2044	监测和管护工程		地质灾害人工巡查		月	36
			水质化验、分析		次	12
			土壤化验、分析		次	3
			人工巡查植被		次	3
	管护工程	林、草地管护工程			h m²	7.39
		土壤污染生态修复区管护工程			h m²	0.2

插图 4-3-7 设计监测点分布示意图

5 经费估算与基金管理

5.1 经费估算

5.1.1 经费估算原则

- 1、符合国家有关法律、法规规定；
- 2、所有生态修复投资应进入工程估算中；
- 3、工程建设与生态修复措施同步设计、公布建设投资；
- 4、科学、合理、高效和准确的原则；
- 5、实事求是、依据充分、公平合理的原则。

5.1.2 经费估算依据

5.1.2.1 国家及有关部门的政策性文件

- 1、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）；
- 2、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）；
- 3、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）；
- 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〕24号）；
- 6、《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）。
- 7、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）。

5.1.2.2 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、2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）；
- 4、《湖南省地方标准高标准农田建设》（（DB43/T876.1-2014））；
- 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/T1046-2016）；
- 7、株洲市建设工程造价管理站文件 2026 年第 3 期建设工程材料价格预算的通知。

5.1.3 基础预算单价计算依据

5.1.3.1 定额标准

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。

5.1.3.2 人工单价

2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）中的人工预算单价已偏低，本项目按《湖南省水利水电工程设计概估算编制规定》（2015 年）的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为 82.88 元/日，乙类工按水利工程的高中级工标准为 68.16 元/日。

5.1.3.3 主要材料预算价格

本项目预算工程施工费用按同类型工程造价指标。钢材、水泥、木材、砂石料等主要材料的预算价格均以当地工程造价管理站提供的最新造价文件为准，根据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〕24 号）扣除税率。设备安装工程按有关定额指标计算；工程其它费用按有关规定计算。

对砂石料、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价，上述材料除块石在距离矿区 10km 购买。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。

材料消耗量依据 2014 年《湖南省农村土地整治项目预算定额标准》（试行）计取，材料价格依据当地工程造价管理信息，部分次要材料价格参考地方提供材料预算价格，主要材料根据实际情况计取超运距费。材料取定预算价格=材料发布预算价格+材料超运距费。

表 5-1-1 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 ³	40	7	柴油	t	4500
2	砂子、石子	m ³	60	8	汽油	t	5000
3	条石、料石	m ³	70	9	锯材	m ³	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	7	柴油	t	4500

表 5-1-2 材料预算价格表

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	确定预算价		
柴油	kg	8.30	12.95	7.35		8.15	4.50	3.65
电	kW.h	0.81		0.81		0.81	0.81	
风	m ³	0.17		0.17		0.17	0.17	
水	m ³	0.82	9.00	0.76		0.76	0.76	
粗砂	m ³	90.00	3.60	86.87		86.87	60.00	26.87
块石	m ³	80.00	3.60	77.22		77.22	40.00	37.22
水泥 32.5	kg	0.38	12.95	0.34		0.34	0.30	0.04
树苗	株	6.60	9.00	6.06		6.06	5.00	1.06
种籽	kg	50.00	9.00	45.87		45.87	45.87	

表 5-1-3 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 ³ 、t、千块）	
			超运距离 20km 以内	超运距离 20km 以外
1	砂	m ³	0.6	0.3
2	粗砂	m ³	0.6	0.3
3	卵石 40	m ³	0.6	0.3
4	块石	m ³	0.68	0.32
5	碎石	m ³	0.6	0.3
6	标准砖	千块	1.08	0.54
7	钢筋	t	0.4	0.2
8	水泥 32.5	kg	0.4	0.2
9	中粗砂	m ³	0.6	0.3

5.1.3.4 电、风、水预算价格

1、施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

2、施工用风价格计算：

风价=[（空气压缩机组（台）班总费用）/（空气压缩机额定容量之和×60 分钟×8 小时×K1×K2）]÷（1-供风损耗率）+单位循环冷却水费+供风管道维修摊销费

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8）取 0.80；

K2—能量利用系数一般取（0.7-0.85）取 0.70；供风损耗率取 8%；

单位循环冷却水费 0.005 元/m³；

供风设施维修摊销费 0.002~0.003 元/m³

根据台班定额空气压缩机台班总费用 117.93 元，空气压缩机额定容量之和为 3；

风价=117.93÷（3×60×8×0.8×0.8）÷（1-8%）+0.005+0.002=0.166 元/m³。

3、施工用水基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

施工用水价格=[水泵组（台）班总费用÷（水泵额定容量之和×8 小时×K1×K2）]÷（1-供水损耗率）+供水设施维修摊销费

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8），取 0.8；

K2—能量利用系数，取 0.85；供水损耗率取 5%；

供水设施维修摊销费取 0.02 元/m³；

根据台班定额水泵组班总费用为 109.63 元，水泵额定容量之和为 26.40；施工用水价格=[109.63÷（26.40×8×0.8×0.85）]÷（1-5%）+0.02=0.824 元/m³。

5.1.4 取费标准和计算方法说明

根据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准》（试行），项目预算由工程施工费、设备购置费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理及乡村协调费）和不可预见费组成。

5.1.4.1 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

由直接工程费（人工费、材料费和施工机械使用费）和措施费组成。

人工费=定额劳动量×人工预算单价

材料费=定额材料用量×材料预算单价

施工机械使用费=定额机械使用量×施工机械台班费

措施费：由临时设施费、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、安全施工措施费组成：

2、间接费：间接费=直接费（或人工费）×间接费率

表 5-1-4 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	4.0
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

表 5-1-5 间接费费率表 单位：%

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
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

3、利润

依据规定，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

依据湘国土资发[2017]24 号文规定，土地整治工程施工费中的税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额。税金按建筑业适用的增值税率 9% 计算。故有：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费）×9%。

5.1.3.2 设备购置费

本项目无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费等，本次按工程施工费的 12% 计算，统筹使用。

5.1.4.4 不可预见费

指在施工过程中因自然灾害、人工、材料、设备、工程量等的变化而增加的费用，本次不可预见费费率按工程施工费的 10% 计算，统筹使用。

5.1.4.5 监测与管护费用

1、监测费

本项目有水质监测，监测费用按 2000 元每次计算；土壤分析本次按 2000 元每次计算；植被监测按 1000 元每次计算；埋设的监测点本次按 20000 元一个计算费用。地质灾害巡查工程按每月 1000 元计算。

2、管护费

本区的地面设施、尾矿库复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化，场地复垦、复绿后按绿化管护市场价 2 元/m²·年估算。一般管护期为 3 年。

另外，土壤污染生态修复区的 0.2h m²需作为重点管护对象，需每年集中清理一次植被，经过翻耕、平整、培肥后复种一次。管护费用按 10000 元/年估算，管护期为三年（2042 年至 2044）

5.1.5 矿山生态修复工程估算

通过计算，在方案的适用年限 18.3 年内，矿山生态修复工程费用估算为***** 万元。其中：生态修复工程施工费*****万元；其它费用*****万元；不可预见费***** 万元；预留费用*****万元。见表 5-1-6～表 5-1-11。

表 5-1-6 矿山生态修复工程费用预算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	备注
一	生态保护保育工程施工费	-	
二	生态修复工程施工费	*****	
1	土地复垦与生物多样性修复工程	*****	
2	监测和管护工程	*****	
3	其它工程	*****	

三	其他费用	*****	
四	不可预见费	*****	
五	预留费用	*****	污水处理费用预留
		*****	地灾安全隐患消除工程费用预留
六	总投资	*****	

表 5-1-7

方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表

编号	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）	总计
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10	12
一	生态保护保育工程施工费										
二	生态修复工程施工费										
	土地复垦与生物多样性修复工程	尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广场	硬化物拆除	100m3	221.70	12809.43	2839851.28	340782.15	283985.13	3464618.56	6617127.2
			垃圾外运	100m3	221.70	2603.82	577266.14	69271.94	57726.61	704264.69	
			翻耕	公顷	7.39	2416.78	17859.97	2143.20	1786.00	21789.16	
			覆土	100m3	369.50	3680.12	1359804.42	163176.53	135980.44	1658961.39	
			平整	100m3	739.00	819.80	605833.07	72699.97	60583.31	739116.35	
			培肥	公顷	7.39	1347.58	9958.61	1195.03	995.86	12149.50	
			种植艾草	公顷	7.39	814.68	6020.45	722.45	602.05	7344.95	
		土壤污染生态修复工程	翻耕	公顷	0.20	2416.78	483.36	58.00	48.34	589.70	
			平整	公顷	0.20	3609.06	721.81	86.62	72.18	880.61	
			培肥	公顷	0.20	1347.58	269.52	32.34	26.95	328.81	
			种植灌木	100株	5.00	1128.64	5643.19	677.18	564.32	6884.69	
			种草	公顷	0.20	814.68	162.94	19.55	16.29	198.79	
	小计						650864.96	542387.48			
三	监测和管护工程										
	监测和管护工程	设置监测点	个	12	20000	240000	28800.00	24000.00	292800.00	1024556	
		人工巡查	月	219	1000	219000	26280.00	21900.00	267180.00		
		水质化验、分析	次	73	2000	146000	17520.00	14600.00	178120.00		
		土壤化验分析	次	19	2000	38000	4560.00	3800.00	46360.00		
		人工巡查植被	次	19	1000	19000	2280.00	1900.00	23180.00		
		草、林地管护工程	h m²	7.39	20000	147800	17736	14780	180316		
		土壤污染生态修复区管护工程	h m²/年	0.2	10000	30000	3600.00	3000.00	36600.00		
	小计						100776	83980			
四	其它工程										
	井口封闭	井口封闭	浆砌块石	100m3	0.71	31200.32	22277.03	2673.24	2227.70	27177.98	28335.67
			外立面抹面	100m2	0.36	2658.06	948.93	113.87	94.89	1157.69	
	小计							2787.11	2322.59		
	总计							754428.07	628690.07	7670018.87	
五	预留费用										
	预留费用	污水处理费用预留		元	3000000		3000000			3000000	3700000
		地灾安全隐患消除工程费用预留		元	700000		700000			700000	
	小计				3700000		3700000				
六	合计							754428.07	628690.07	11370018.87	11370018.87

表 5-1-8

矿山生态保护修复工程年度经费安排表

年度	工程类别		工程或费用名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费投资	投资（元）	总计
2026	生态修复工程	水资源水生态修复工程	污水处理费用预留	元	200000		200000			200000	590060
		地灾安全隐患消除工程	费用预留	元	87500		87500			87500	
	监测和管护工程		设置监测点	个	12	20000	240000	28800	24000	292800	
			地质灾害人工巡查	月	3	1000	3000	360	300	3660	
			水质化验、分析	次	1	2000	2000	240	200	2440	
			土壤化验、分析	次	1	2000	2000	240	200	2440	
			人工巡查植被	次	1	1000	1000	120	100	1220	
2027-2033	生态修复工程	水资源水生态修复工程	污水处理费用预留	元	1400000		1400000			1400000	2208920
		地灾安全隐患消除工程	费用预留	元	612500		612500			612500	
	监测和管护工程		地质灾害人工巡查	月	84	1000	84000	10080	8400	102480	
			水质化验、分析	次	28	2000	56000	6720	5600	68320	
			土壤化验分析	次	7	2000	14000	1680	1400	17080	
			人工巡查植被	次	7	1000	7000	840	700	8540	
2034-2040	监测和管护工程		污水处理费用预留	元	1400000		1400000			1400000	1596420
			地质灾害人工巡查	月	84	1000	84000	10080	8400	102480	
			水质化验、分析	次	28	2000	56000	6720	5600	68320	
			土壤化验分析	次	7	2000	14000	1680	1400	17080	
			人工巡查植被	次	7	1000	7000	840	700	8540	
2041	监测和管护工程		地质灾害人工巡查	月	12	1000	12000	1440	1200	14640	6673522.87
			水质化验、分析	次	4	2000	8000	960	800	9760	
			土壤化验分析	次	1	2000	2000	240	200	2440	
			人工巡查植被	次	1	1000	1000	120	100	1220	
	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	尾矿库、选厂及工业广场、副井工业广	硬化物拆除	100m3	221.70	12809.43	2839851.28	340782.15	283985.13	3464618.56
				垃圾外运	100m3	221.70	2603.82	577266.14	69271.94	57726.61	704264.69
				翻耕	公顷	7.39	2416.78	17859.97	2143.20	1786.00	21789.16
				覆土	100m3	369.50	3680.12	1359804.42	163176.53	135980.44	1658961.39
				平整	100m3	739.00	819.80	605833.07	72699.97	60583.31	739116.35

年度	工程类别		工程或费用名称		单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见 费投资	投资（元）	总计
			场	培肥	公顷	7.39	1347.58	9958.61	1195.03	995.86	12149.50	
				种植艾草	公顷	7.39	814.68	6020.45	722.45	602.05	7344.95	
			土壤污 染生态 修复工 程	翻耕	公顷	0.20	2416.78	483.36	58.00	48.34	589.70	
				平整	公顷	0.20	3609.06	721.81	86.62	72.18	880.61	
				培肥	公顷	0.20	1347.58	269.52	32.34	26.95	328.81	
				种植灌木	100 株	5.00	1128.64	5643.19	677.18	564.32	6884.69	
				种草	公顷	0.20	814.68	162.94	19.55	16.29	198.79	
	其它工程	井口封闭	浆砌块石		100m3	0.71	31200.32	22277.03	2673.24	2227.70	27177.98	
			外立面抹面		100m2	0.36	2658.06	948.93	113.87	94.89	1157.69	
2042-2044	管护工程	林草地管护工程			h m²	7.39	20000	147800	17736	14780	180316	301096
		土壤污染生态修复区管护工程			h m²	0.2	10000	30000	3600.00	3000.00	36600.00	
		地质灾害人工巡查			月	36	1000	36000	4320	3600	43920	
		水质化验、分析			次	12	2000	24000	2880	2400	29280	
		土壤化验、分析			次	3	2000	6000	720	600	7320	
		人工巡查植被			次	3	1000	3000	360	300	3660	
合计												11370018.87

表 5-1-9机械台班单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用 小计	二类费													
				二类费 合计	人工费 （元/日）		动力 燃料费 小计	汽油 （元/kg）		柴油 （元/kg）		电 （元/kW.h）		水 （元/m3）		风 （元/m3）	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1004	单斗挖掘机 油动 斗容 1m3	785.91	296.15	489.76	2.00	82.88	324.00			72.00	4.50						
1013	推土机 功率 59kw	430.15	66.39	363.76	2.00	82.88	198.00			44.00	4.50						
1014	推土机 功率 74kw	595.80	182.54	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1020	履带式拖拉机 功率 40～55kw	420.99	61.73	359.26	2.00	82.88	193.50			43.00	4.50						
1021	履带式拖拉机 功率 59kw	499.93	86.67	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1049	无头三铧犁	10.08	10.08														
1052	手持式风镐	58.17	3.77	54.40			54.40									320.00	0.17
4011	自卸汽车 柴油型 载重量 5t	371.75	86.02	285.73	1.33	82.88	175.50			39.00	4.50						
6001	电动空气压缩机 移动式 3m3/min	192.15	25.84	166.31	1.00	82.88	83.43					103.00	0.81				
1004	单斗挖掘机 油动 斗容 1m3	785.91	296.15	489.76	2.00	82.88	324.00			72.00	4.50						

表 5-1-10混凝土、砂浆单价计算表

编号	混凝土（砂浆）等级	水泥强 度等级	级配	水泥 标号	水泥		粗砂		碎石		水		外加剂		单价 （元）
					kg	单价	m3	单价	m3	单价	m3	单价	kg	单价	
1	砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	32.5	M7.5		261.00	0.30	1.11	60.00	0.00	0.00	0.16	0.76	0.00	0.00	145.02

表 5-1-11工程施工费单价汇总表

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	税金	综合 单价
			人工费	材料费	机 械 使用费	直 接 工程费	措施费	合计					
（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）	（8）	（9）	（10）	（11）	（12）	（13）	（14）
	土地复垦与生物多样性修复工程												
	尾矿库及各工业场地												
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	5280.22		4753.19	10033.41	491.64	10525.05	678.87	336.12		1269.40	12809.43
20282 换	1m3 挖掘机装自卸汽车运石碴 运距 0～0.5km~自卸汽车 5t	100m3	182.80		1428.24	1611.04	62.83	1673.87	107.96	53.46	510.49	258.04	2603.82
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	289.08	239.50	2416.78
10222 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0.5～1km~自卸汽车 8T	100m3	72.42	2000.00	865.50	2937.92	114.58	3052.50	166.36	96.57		364.70	3680.12
10327 换	推土机推土(三类土) 推土距离 70～80m ~推土机 74KW	100m3	35.78		481.70	517.49	20.18	537.67	29.30	17.01	154.58	81.24	819.80
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	224.44	133.54	1347.58
90030 换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38		80.73	814.68
	土壤污染生态修复工程												
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	289.08	239.50	2416.78
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70		357.65	3609.06
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	224.44	133.54	1347.58
90013 换	栽植灌木（带土球 20cm 以内）~III类土	100 株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	108.12	111.85	1128.64
90030 换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38		80.73	814.68
	其它工程												
	井口封闭												
30020 换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m3	10717.83	9391.64		20109.48	784.27	20893.75	1138.71	660.97	5414.97	3091.92	31200.32
30076 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m2	1482.56	516.33		1998.89	77.96	2076.85	113.19	65.70	138.92	263.41	2658.06
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	5280.22		4753.19	10033.41	491.64	10525.05	678.87	336.12		1269.40	12809.43
20282 换	1m3 挖掘机装自卸汽车运石碴 运距 0～0.5km~自卸汽车 5t	100m3	182.80		1428.24	1611.04	62.83	1673.87	107.96	53.46	510.49	258.04	2603.82
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	289.08	239.50	2416.78

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	税金	综合 单价
			人工费	材料费	机 械 使用费	直 接 工程费	措施费	合计					
10222 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0.5～1km~自卸汽车 8T	100m3	72.42	2000.00	865.50	2937.92	114.58	3052.50	166.36	96.57		364.70	3680.12
10327 换	推土机推土(三类土) 推土距离 70～80m ~推土机 74KW	100m3	35.78		481.70	517.49	20.18	537.67	29.30	17.01	154.58	81.24	819.80
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	224.44	133.54	1347.58
90030 换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38		80.73	814.68
	土壤污染生态修复工程												
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	289.08	239.50	2416.78
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70		357.65	3609.06
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.22	103.66	608.04	876.92	34.20	911.12	49.66	28.82	224.44	133.54	1347.58
90013 换	栽植灌木（带土球 20cm 以内）~III类土	100 株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	108.12	111.85	1128.64
90030 换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38		80.73	814.68
	其它工程												
	井口封闭												
30020 换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m3	10717.83	9391.64		20109.48	784.27	20893.75	1138.71	660.97	5414.97	3091.92	31200.32
30076 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	100m2	1482.56	516.33		1998.89	77.96	2076.85	113.19	65.70	138.92	263.41	2658.06
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	5280.22		4753.19	10033.41	491.64	10525.05	678.87	336.12		1269.40	12809.43
20282 换	1m3 挖掘机装自卸汽车运石碴 运距 0～0.5km~自卸汽车 5t	100m3	182.80		1428.24	1611.04	62.83	1673.87	107.96	53.46	510.49	258.04	2603.82

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

经分析可知（见后文章节），矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利。因此，矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金，本项目的各项生态保护修复费用均由矿山支付。

矿山企业应按照本《方案》估算的金额足额提取，根据经费估算核定基金确保满足矿山生态环境恢复需求，资金按照本《方案》实行一次核定、分年计提、逐年摊销按照企业会计准则等规定计算弃置费用，计入相关资产的入账成本。根据当年发生的费用计入生产成本，基金计提应在当年一季度完成。

5.2.2 基金使用

矿山应根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知要求，对于基金的使用要求如下：

1、使用范围

基金专项用于修复矿业活动造成的生态破坏，包括地形地貌、土地资源、水生态、地质灾害、生物多样性等问题，以及生态保护、监测与后期管护。

2、验收与划转

采矿权人须按修复方案完成任务并申请验收，验收合格后可申请划转基金。年度或分期验收的，划转额不超过年度计提额或修复工程投资额；关闭验收的，需预留足够余额保障后期管护，管护期满验收合格后方可划转剩余资金。

3、终止采矿的修复义务：因破产、吊销资质等原因终止采矿的，修复费用从已计提基金中列支，不足部分由采矿权人补足。

4、司法执行与查封：基金被法院执行偿债时，采矿权人须及时补足；被查封时，需提供等额担保。

基金使用严格遵循“专款专用、验收监管、责任兜底”原则，确保生态修复有效落实。

5.2.3 监督管理

5.2.3.1 部门监管职责

1、自然资源主管部门

(1) 审查与验收

负责组织本级发证矿山的生态修复方案审查，并对修复义务履行情况及基金计提、使用进行监管。验收专家费用由部门预算承担，不得向企业收取。

(2) 分级管理

县级：与采矿权人、银行签订三方监管协议，明确基金计提与使用规则；组织年度验收，负责县级发证矿山的分期及关闭验收。

市级：负责市级以上发证矿山的分期及关闭验收，并对县级年度验收工作进行监督。

省级：对全省矿山生态修复工作进行抽查。

2、生态环境主管部门

对修复中的生态环境保护工作进行指导监管，配合自然资源部门开展验收及抽查。

5.2.3.2 采矿权人义务

1、修复与验收：按《方案》开展修复工作，在采矿许可证有效期内申请年度验收；办理采矿权延续、变更或注销时，需申请分期或关闭验收；验收时需提供基金使用凭证等资料。

2、信息公开：将《方案》执行、基金计提及使用情况录入矿业权人信息公示系统，接受社会监督。

5.2.3.3 违规处理措施

1、基金计提违规：未按规定计提的，限期整改；逾期不改的，处 3 万元以下罚款，并暂停采矿权延续、变更申请。

2、修复义务未履行：未按《方案》或年度计划修复的，限期改正；拒不整改的，处 3 万元以下罚款，并暂停新采矿权或延续、变更申请。

3、拒不履行修复义务：责令限期治理；逾期不治理的，由政府部门组织治理，

费用由企业承担，并处 10 万~50 万元罚款；情节严重的吊销采矿许可证。

4、验收与信用惩戒：未通过验收的，不予办理相关手续，并在公示系统中标记为异常或严重违法名录；整改不到位的，纳入全国信用信息共享平台，实施联合惩戒，情节严重的，可启动公益诉讼。

5.2.3.4 监管重点

- 1、全过程监管：从方案审查、基金计提、修复验收到后期管护，形成闭环管理。
- 2、分级负责：省、市、县三级自然资源部门分工协作，确保监管无遗漏。
- 3、社会监督：通过信息公示和信用惩戒，强化企业自律。
- 4、核心目标：确保矿山生态修复责任落实，基金专款专用，形成“政府监管、企业主责、社会监督”的治理体系。

5.2.4 基金计提计划

通过计算，在方案的适用年限 18.3 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态修复工程施工费*****万元；其它费用*****万元；不可预见费*****万元；预留费用*****万元。对于基金计提，一般根据《土地复垦条例实施办法》、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3 号）等相关文件执行。

矿山的服务年限为 18.3 年，由于不定因素较多，本次设计按 8 年平均计提，每年计提 142.125 万元。

年份（年）	生产规模（万 t/a）	提取金额（万元）	提取比例
2026	15	142.125	12.5%
2027	15	142.125	12.5%
2028	15	142.125	12.5%
2029	15	142.125	12.5%
2030	15	142.125	12.5%
2031	15	142.125	12.5%
2032	15	142.125	12.5%
2033	15	142.125	12.5%
合计		1010.74	100

6 保障措施

6.1 组织保障

为了有效保障矿山生态保护修复工作实施，矿山设立生态保护修复管理机构，全面负责矿山生态保护修复工作。按照矿山生产规模，生态保护修复管理机构配备足够的工作人员，同时制定严格的工作制度，落实领导责任制，同时自觉接受地方自然资源主管部门的监督管理。

1、矿山设立的生态保护修复管理机构人员应接受培训，学习湖南省矿山生态保护修复监测监管系统的使用和上报操作。以确保在每年对矿山生态环境问题进行定期申报和上报。

2、矿山企业在建立机构的同时，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，以便生态保护修复工作顺利实施。矿山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。

3、矿山已承诺按照本矿山生态保护修复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。

4、加强矿山生态保护修复宣传，深入开展我国土地基本国情和国策教育，调动生态保护修复的积极性。提高社会对矿山生态保护修复在保护生态环境和经济可持续发展重要作用的认识。

6.2 技术保障

选择有技术优势及具有资质的单位对矿山生态保护修复进行设计、施工及监理，各项工作严格按照有关规定，按年度有序进行。生态保护修复实施中，根据本方案的总体框架，及时总结阶段性生态保护修复实践经验，修订本方案。加强对工作人员的技术培训，确保监测人员能及时发现和解决问题。

设立专门办公室，具体负责恢复生态保护修复工程的规划指导、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。

6.3 监管保障

本方案经批准后不得擅自变更。后期方案有重大变更的，矿山需向自然资源主管部门申请、湖南省自然资源厅主管部门批准，县自然资源主管部门有权依法对本方案实施情况进行监督管理。矿山应强化施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与县自然资源主管部门取得联系，加强与县自然资源主管部门合作，自觉接受县自然资源主管部门的监督管理。

为保障县自然资源主管部门实施监管工作，矿山应当根据方案编制并实施阶段计划和年度实施计划，定期向县自然资源主管部门报告当年进度情况，接受县自然资源主管部门对方案实施情况的监督检查和社会对方案实施情况监督，具体流程如下：

1、编制年度生态保护修复计划：在每个年度验收周期的第一个月内，矿山企业根据经审查并公示的《矿山生态保护修复方案》及矿山生态环境问题动态变化情况，在湖南省矿山生态保护修复监测监管系统（以下简称监管系统）中填报矿山生态保护修复年度计划，上传年度生态保护修复工程部署图，报矿山所在地县级自然资源主管部门审核。审核未通过的，县级自然资源主管部门在监管系统中注明原因，并退回矿山企业重新填报。

2、提交年度验收申请：在每个年度验收周期的最后一个月内，矿山企业在监管系统中向矿山所在地县级自然资源主管部门提交年度验收申请。在现场实地验收时，向验收组提供矿山地质环境治理恢复基金计提和使用台账及票据、《矿山生态保护修复方案》等相关资料。

县自然资源主管部门在监管中发现矿业权人不履行矿山生态保护修复义务的，按照法律法规和政策文件的规定，矿业权人应自觉接受县自然资源主管部门及有关部门处罚。

6.4 适应性管理

对可能导致偏离生态保护修复目标或者对生态系统造成新的破坏的保护修复措施和技术、子项目的空间布局和时序安排等按规定程序报批后进行相应调整修正。

生态保护修复实施中，及时总结阶段性生态保护修复实践经验，制定适应性管理

制度，监测矿区水质、粉尘、噪声、生物多样性是否发生新的变化，并根据变化情况及时调整生态保护修复方案及管理方式。

6.5 公众参与

审查通过的《矿山生态保护修复方案》和年度生态修复计划应在当地进行公示，接受当地群众的监督。

由于矿山开采会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接的影响当地人民群众生活，本次矿山生态保护修复方案报告编制过程中始终遵循公众参与的原则。

本项目在生态保护修复方案报告编制过程中，得到了省自然资源厅、市自然资源局、县自然资源局、地方等相关部门的指导和大力支持。通过广泛调查和征求项目区周边当地人民群众的意见和建议，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，使本生态保护修复方案报告书更加科学、合理，各项措施操作性更强。

7 矿山生态保护修复方案可行性分析

7.1 经济可行性分析

7.1.1 矿山生态保护修复费用

通过计算，在方案的适用年限 18.3 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态修复工程施工费*****万元；其它费用*****万元；不可预见费*****万元；预留费用*****万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

7.1.2.1 投资分析

本次直接引用开采方案估算的矿山新增的总投资，潘家冲萤石矿地面开拓系统、生产配套系统等已经建设完成。未来深部开拓主要涉及新增地下开拓系统，其投资可计入生产成本，本次不需计算新增投资。

7.1.2.2 基本参数

1、产品数量与质量品级

矿山年产矿石量***万 t，主要产品为 CaF_2 、Pb、Zn，综合回收 Cu、Ag。 CaF_2 平均品位为 46.67%，Pb 平均品位为 1.2%，Zn 平均品位为 1.26%，伴生 Cu 平均品位为 0.18%，伴生 Au 平均品位为 16.09g/t。

矿山实际选矿回收率 CaF_2 92%、Pb88%、Zn88%、Cu90%，Ag 主要在铅精矿中，本次不单独计算。

按照年产***万 t 萤石矿石计算，年产 CaF_2 精矿为*****万 t，年产 Pb 精矿为*****万 t，年产 Zn 精矿*****万 t，年产 Cu 精矿*****t。

2、产品销售价

根据矿山产品方案，最终产品为 CaF_2 97%、Pb55%、Zn45%、Cu28%。

根据目前市场情况调查及附近矿山近三年售价， CaF_2 精矿为*****元/t，Pb 精矿

为*****元/t, Zn 精矿*****元/t, Cu 精矿*****元/t。

3、产品成本

根据同类矿山情况调查及矿山近年产品成本统计, 采矿直接成本为***/元吨, 选矿成本为*****元/吨。

4、增值税

按《中华人民共和国增值税暂行条例实施细则》, 考虑抵扣因素按产值的 13% 计算。

5、销售税金附加

包括资源税、城市维护建设税和教育费附加。

依据 2020 年 6 月 28 日, 为贯彻落实《中华人民共和国资源税法》, 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), 实行从价计征, 根据以上规定, 萤石税率按选矿计, 为 5%; 铅、锌按选矿计, 为 3.5%, 铜按选矿计, 为 3%。

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%, 地方教育费附加为“增值税、消费税、营业税”税额的 2%。

6、所得税

依据 2008 年元月 1 日起施行的《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。

7、采矿权使用费: *****元/k m²;

8、矿山维简费: *****元/t;

9、矿山安全费用: 根据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》, 本次按*****元/t 提取, 计算依据为矿山年产萤石矿石量*****万 t;

10、其它费用: 按产值*****%计算。

7.1.2.3 主要财务指标

1、年销售额

年销售收入=精矿产量×价格=CaF₂ 精矿为*****万元, Pb 精矿为*****万元, Zn 精矿*****万元, Cu 精矿*****万元, 约*****万元。

2、年成本费用

年成本费用*****万元。

3、年增值税

年增值税*****万元。

4、年销售税金附加

年销售税金附加按 10%计算, 则年销售税金附加为*****万元。

5、年资源税

年资源税=年销售额×税率

萤石税率按选矿计, 为 5%; 铅、锌按选矿计, 为 3.5%, 铜按选矿计, 为 3%,

计算过程如下:

*****×5%+*****×3.5%+*****×3.5%+*****×3%=*****万元

6、采矿权使用费

采矿权使用费: *****万元

7、矿山维简费

矿山维简费: *****元/t×*****万 t/年=*****

8、矿山安全费用

矿山安全费用=**元/t×**万 t/年=*****

9、其它费用

其它费用=年销售额×6%=*****

10、税前利润

税前利润=1-2-3-4-5-6-7-8-9=*****万元

11、所得税

所得税=税前利润×25%=*****万元

12、税后利润

税后利润*****万元。

见表 7-1-1

表 7-1-1

矿山主要财务指标表单位：万元

序号	项目	计算式	计算结果
1	年销售收入	精矿产量×价格=*****+*****+*****+*****	*****
2	年成本费用	矿山生产规模×产品成本=15 万 t×（160+200）	*****
3	年增值税	年销售收入（*****）×13%	*****
4	年销售税金附加	增值税×10%	*****
5	年资源税	不同矿种年销售额×不同矿种税率 *****×5%+*****×3.5%+*****×3.5%+*****×3%	*****
6	采矿权使用费	0.1	*****
7	矿山维简费	矿山生产规模×吨维简费	*****
8	矿山安全费用	矿山生产规模×吨安全费用	*****
9	其它费用	年销售收入×6%=*****×6%	*****
10	年税前利润	1-2-3-4-5-6-7-8-9	*****
11	所得税	10（*****）×25%	*****
12	税后利润	10-11	*****
13	缴纳税费	3+4+5+6+11	*****

7.1.3 经济可行性结论

由上述分析可以看出，该企业效益较好，社会效益好，每年为国家缴纳各种税费达*****万元，矿山年净盈利润*****万元。矿山的服役年限约*****年，即矿山的静态投资总收益约*****万元。

前文已述，矿山生态修复工程费用估算为*****万元，仅为矿山 1-2 个月的盈利。在考虑到经济的自然增长率的基础上，矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金。

7.2 技术可行性分析

本生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为土地复垦与生物多样性修复工程、地灾安全隐患消除工程、土壤污染生态修复、监测及管护、闭坑后对场地复垦等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜。按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复，矿区生态修复技术上可行。

7.3 生态环境可行性分析

预期矿山按照本方案实施生态保护修复后可以减轻对矿山开采对生态环境的影响，减轻对人类和动植物无威胁；减轻对周边环境不产生污染；复垦方向与周边自然环境和景观相协调；恢复了土地基本功能，因地制宜地实现土地可持续利用。通过矿山生态修复形成了绿色经济产业链，持续带动地方经济发展，还给群众另一座绿水青山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案适用年限

根据 2025 年 10 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省醴陵市潘家冲萤石矿开采方案》，自 2023 年 12 月 31 日储量估算截止日期起算，设计推荐矿山生产能力为**万 t/a，矿山服务年限为**年。

矿山在 2025 年 5 月 15 日至今一直处于停产状态。因此，矿山剩余服务年限为 14.3 年。

考虑到矿山办证时间，本次从 2026 年 10 月初起计算服务期，即矿山的 service 期为（2026 年 10 月～2040 年 12 月）。

本次设计闭坑后生态保护修复期为 1 年（修复工程完成后 3 年为监测管护期），以上合计为 18.3 年。故本方案的适用年限为 18.3 年（2026 年 10 月～2044 年 12 月）。

8.1.2 矿山生态问题识别和诊断

1、地形地貌景观破坏

现状矿山已完成了办公生活区、选厂及工业广场等地面设施的布置，现状及预测矿山地面设施对地形地貌景观有影响。矿山的尾矿库全部利用已有场地，尾矿库破坏了大面积植被，视觉冲突强烈，且附近有居民区分布，对地形地貌景观有影响。

2、土地资源占损

现状及预测开采共占地约 8.21h m²，其中林地约 0.46h m²，采矿用地约 7.22h m²，农村住宅用地 0.53h m²，土地权属全部为醴陵市均楚镇青山村。

矿区多年开采积累了较为严重的水土污染问题，矿山堆矿区的土壤中有砷、铅超标问题，主要影响堆矿区周边的场地，影响面积约 0.2h m²。

3、水资源水生态影响

现状及预测矿山在严格按照规范开采，严格按照设计的污水处理工艺的前提下，

矿山开采对当地水资源、水生态基本无影响。

4、矿山地质灾害影响

现状矿区无各类地质灾害问题；预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性中等，危险性中等，主要影响对象为办公生活区、副井工业广场，影响林地总面积约100h m²。

5、生物多样性破坏

矿业活动现状对生物多样性影响轻微，也无造成生物多样性破坏的趋势。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为土地复垦与生物多样性修复工程、地灾安全隐患消除工程、土壤污染生态修复、监测及管护、闭坑后对场地复垦等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复。矿区生态修复技术上可行。

通过计算，在方案的适用年限 18.3 年内，矿山生态修复工程费用估算为*****万元。其中：生态修复工程施工费*****万元；其它费用*****万元；不可预见费*****万元；预留费用*****万元。

由上述分析可以看出，该企业效益较好，社会效益好，每年为国家缴纳各种税费达*****万元，矿山年净净利润*****万元。矿山的服役年限约*****年，即矿山的静态投资总收益约*****万元。

前文已述，矿山生态修复工程费用估算为*****万元，仅为矿山 1-2 个月的盈利。在考虑到经济的自然增长率的基础上，矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金。

8.1.4 结论

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，不影响矿区局部生态系统的生态功能，矿山可继续开采。

8.2 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、做好水生态监测，矿山废水要达标排放。

4、未来矿山开采时应严格按照开发利用方案设计进行开采。条件允许时，在确保安全及生态环境不受污染的前提下可考虑利用废石、尾砂对采空区进行充填。

5、矿山开采过程中应严格按照环保及安监部门的要求开展水质、土壤的监测，并确保尾矿库的安全。

6、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；井下开采等安全生产问题应遵守应急管理部門的标准。

7、本次设计种植的艾草在重金属检验合格前应避免食用，主要可以作为艾灸使用，或加工成艾草产品。

8、经费估算与基金计提根据主管部门要求和实际需要进行动态调整。