

湖南省衡东县甘溪穰家垅萤石矿 矿山生态保护修复方案

湖南省自然资源调查所

二〇二四年八月

湖南省衡东县甘溪穰家垅萤石矿 矿山生态保护修复方案

资质等级：甲级地质灾害危险性评估单位

证书编号：432023110016

资质等级：甲级地质灾害治理工程设计单位

证书编号：432023130006

编写单位：湖南省自然资源调查所

编写人员：曹新顺 彭建源 罗建波

项目负责：曹新顺

审 核：彭桥梁

审 查：王滨清 王光奇

总工程师：吴迎春

所 长：李晴日

提交报告单位：湖南省自然资源调查所

提交报告时间：二〇二四年八月

目 录

第一章 基本情况	1
1.1 方案编制工作概况.....	1
1.2 矿山基本情况.....	8
1.3 矿山开采与生态保护修复现状.....	13
第二章 矿山生态环境背景	33
2.1 自然地理.....	33
2.2 地质环境.....	35
2.3 生物环境.....	47
2.4 人居环境.....	48
第三章 矿山生态问题识别和诊断	49
3.1 地形地貌景观破坏.....	49
3.2 土地资源占损.....	52
3.3 水资源水生态破坏.....	58
3.4 矿山地质灾害影响.....	65
3.5 生物多样性破坏.....	76
第四章 生态保护修复工程部署	78
4.1 生态保护修复工程部署思路.....	78
4.2 生态保护修复目标.....	79
4.3 生态保护修复工程及进度安排.....	79
第五章 经费估算与基金管理	114
5.1 经费估算.....	114
5.2 基金管理.....	139
第六章 保障措施	141

6.1 组织保障.....	141
6.2 技术保障.....	141
6.3 监管保障.....	141
6.4 适应性管理.....	142
6.5 公众参与.....	142
第七章 矿山生态保护修复方案可行性分析	144
7.1 经济可行性分析.....	144
7.2 技术可行性分析.....	146
7.3 生态环境可行性分析.....	146
第八章 结论与建议.....	147
8.1 结论.....	147
8.2 建议.....	148

第一章 基本情况

1.1 方案编制工作概况

1.1.1 任务由来

衡东县甘溪穰家垅萤石矿为湖南金龙蓬源实业集团有限责任公司所属的合法矿山（下文简称“穰家垅萤石矿”），现持采矿许可证为衡阳市自然资源和规划局核发，证号：C*****，有效期至 2025 年 12 月 16 日。

因矿山工业指标经过论证后大幅下调，矿山储量发生重大变化，新增资源超过了 50%，矿山生产规模由*万吨/年提升到**万吨/年，采矿证延续主管部门级别变更为湖南省自然资源厅。矿山委托相关单位编制了《湖南省衡东县穰家垅矿区萤石矿资源储量核实报告（截止 2023 年 12 月 31 日）》、《湖南省衡东县穰家垅矿区穰家垅萤石矿资源开发利用方案》。

为办理采矿许可证登记手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山生态环境，根据湖南省自然资源厅印发的《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》（湘自资办发〔2021〕39 号）和湖南省自然资源厅、湖南省生态环境厅印发的《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自然资规〔2022〕3 号）等文件精神，矿山委托湖南省自然资源调查所（以下简称“我所”）对矿区生态环境进行调查分析，在资料搜集、野外调查和室内综合整理基础上完成本方案的编制工作。

1.1.2 方案编制的依据

（一）国家法律、行政法规

- 1、《中华人民共和国水法》（2016.7 修订）；
- 2、《中华人民共和国农业法》（2012.12.28 修订）；
- 3、《中华人民共和国环境保护法》（2014.4.24 修订）；
- 4、《中华人民共和国森林法》（2019.12.28 修订）；

- 5、《中华人民共和国水土保持法》（2010.12.25 修订）；
- 6、《中华人民共和国土地管理法》（2019.8.26 修订）；
- 7、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第 44 号，2019.7.16 第三次修订）；
- 8、《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令[2003]）；
- 9、《土地复垦条例》（国务院第 592 号令[2011]）；
- 10、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；
- 11、《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订）。

（二）地方性法规

- 1、《湖南省土地复垦实施办法》（2003 年）；
- 2、《湖南省土地开发整理条例》（2020 年 7 月修订）；
- 3、《湖南省地质环境保护条例》（2018.11.30 修订）；
- 4、《湖南省林业条例》（2021 第二次修订）；

（三）主要政策文件

- 1、《关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1 号）；
- 2、《关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见（试行）》（自然资源规〔2019〕7 号）；
- 3、《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）；
- 4、湖南省自然资源厅关于印发《湖南省绿色矿山标准（试行）》的通知（湘自然资发〔2019〕23 号）；
- 5、湖南省生态环境厅、湖南省市场监督管理局关于印发《湖南省绿色矿山管理办法》的通知（湘自然资规〔2019〕4 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、《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）；

8、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（湘自然资规〔2022〕3号）；

9、湖南省自然资源厅关于印发《湖南省采矿项目用地管理指导意见（试行）》的通知（湘自然资规〔2023〕37号）。

（四）技术标准

- 1、《土地利用现状分类》（GB/T21010 - 2017）；
- 2、《土地复垦质量技术控制标准》（DT/1036 - 2013）；
- 3、《土地复垦方案编制规程》（中华人民共和国国土资源部，2011年4月）；
- 4、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012 - 2000）；
- 5、《造林技术规程》（DB43/T 140-2023）；
- 6、《林业生态造林技术规程》（DB43/T 867-2013）；
- 7、《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288 - 2018）；
- 8、《防洪标准》（GB50201 - 2014）；
- 9、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1-16453.6-1996）；
- 10、《地表水环境质量标准》（GB3838 - 2002）；
- 11、《地下水质量标准》（GB/T 14848 - 2017.11）；
- 12、《农田灌溉水质标准》（GB5084 - 2021）；
- 13、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618 - 2018）；
- 14、《土壤环境质量 - 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600 - 2018）；
- 15、《区域生物多样性评价标准》（HJ623 - 2011）；
- 16、《污染场地土壤修复、场地环境监测技术导则》（2011.8）；
- 17、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112 - 2021）；
- 18、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017.5）；
- 19、《矿山生态保护修复验收规范》（湖南省地方标准 DB43/T 2889-2023）；
- 20、《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T2298 - 2022）。

（五）技术资料

- 1、《湖南省衡东县粮家垅萤石矿普查报告》（湖南省有色地质勘查局二一四队，2005.8）；
- 2、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅矿区采选项目水土保持方案报告书》（衡阳兴欣水土保持咨询有限公司，2017.10；备案于衡东县水利局）；
- 3、《衡东县金龙矿业穰家垅萤石矿水文地质调查报告》（湖南省有色地质勘查局二一七队，2019.10）；
- 4、《湖南省衡东县金龙矿业有限公司穰家垅萤石矿绿色矿山建设方案》（湖南省地质矿产勘查开发局四〇二队，2020.9；经评审备案于衡东县自然资源局）；
- 5、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目环境影响报告书》（湖南绿鸿环境科技有限责任公司，2020.10；批复号东环评[2021]13号；备案于衡东县环保局）；
- 6、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目竣工环境保护验收报告》（衡阳市宇创工程咨询有限公司，2024.5；备案于衡东县环保局）；
- 7、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司+220水平以上采空区地面塌陷区地质灾害风险辨识与管控治理措施报告》（湖南安泰安全咨询评价有限公司，2021.9）；
- 8、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿井下采空区充填治理尾砂膏体充填系统工程设计》（湖南中大设计院有限公司，2022.7）；
- 9、《衡阳市衡东县甘溪穰家垅萤石矿矿山生态保护修复方案》（株洲渠成地质勘查技术服务有限公司，2022.4；经评审备案于衡东县自然资源局）；
- 10、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司冬茅冲尾矿库安全风险评估报告（2024年度）》（中奇安环科技有限公司，2024.5.28；备案于衡东县应急管理局）；
- 11、《湖南省衡东县穰家垅矿区萤石矿资源储量核实报告(截止2023年12月31日)》（湖南省自然资源调查所，2024.4；湘评审[2024]017号；备案号：湘自资储备字[2024]016号）；
- 12、《湖南省衡东县穰家垅矿区穰家垅萤石矿资源开发利用方案》（湖南省水文地质环境地质调查监测所，2024.7；湘矿开发评字[2024]14号）。

1.1.3 目的与任务

(一) 目的

通过矿山生态环境背景调查、生态环境问题的识别和诊断，制定矿山企业在开发、闭坑各阶段的矿山生态保护修复措施和任务要求，最大限度地减轻矿业活动对生态环境的负面影响，推进矿山边生产边修复，使受矿业活动破坏的生态环境得到尽快恢复。为企业实施矿山生态保护修复提供技术支撑，促进矿山企业落实生态修复义务，为矿山生态保护修复基金提取、工程验收与监督管理提供依据。

(二) 任务

1、收集矿山自然地理、生态规划、交通运输、社会经济活动等资料，确定矿山生态环境影响范围，开展矿山生态环境调查，查明矿区生态环境背景（地理环境、地质环境、水环境、生物环境、人居环境）；

2、开展矿山生态问题现状识别与诊断，根据矿山开发利用方案，对矿山生态问题的发展趋势进行定性 - 定量分析；

3、针对目前已存在和预测今后可能产生的生态环境问题，提出科学合理的生态保护修复技术措施，并做出由近及远的部署安排；

4、按相关标准进行生态修复总费用估算和年度费用估算，并明确基金管理或使用具体办法、保障措施；

5、从经济、技术、生态环境等方面开展可行性分析，进行矿山建设适宜性评价，并提出合理建议。

1.1.4 完成的工作量

项目组在分析研究穰家垆萤石矿的勘查报告、开发利用方案、环评报告等相关资料基础上，初步确定矿山生态保护修复区范围，面积为 2.60km²，约为矿界范围的 3.4 倍。2024 年 7 月 24 日至 25 日，项目组成员到穰家垆萤石矿进行野外调查和访问，在对矿区生态环境问题进行初步的识别和诊断后，针对矿业活动对生态环境影响与土地使用权人、所有权人进行讨论，提出生态保护修复思路与措施，并初步

确定拟采取的保护修复工程及目标。项目组依据本次调查成果，征求了当地村委、居民意见，在室内综合整理分析的基础上完成本报告的编制。

表 1-1 现场调查工作量统计表

调查内容	单位	工作量	工作方法 with 具体调查对象	
收集资料	地质勘查报告	份	2	《湖南省衡东县穰家垅萤石矿普查报告》（2005.8）； 《衡东县金龙矿业穰家垅萤石矿水文地质调查报告》（2019.10）。
	开发利用方案	份	1	《湖南省衡东县穰家垅矿区穰家垅萤石矿资源开发利用方案》（2024.7）。
	地质环境报告	份	3	《湖南蓬源鸿达矿业有限公司+220水平以上采空区地面塌陷区地质灾害风险辨识与管控治理措施报告》（2021.9） 《衡阳市衡东县甘溪穰家垅萤石矿矿山生态保护修复方案》（2022.4）； 《湖南省衡东县金龙矿业有限公司穰家垅萤石矿绿色矿山建设方案》（2020.9）。
	环境影响报告	份	1	《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目环境影响报告书》（2020.10） 近5年废水、地表水和土壤检测报告、竣工验收报告
	安全评价报告	份	2	《湖南蓬源鸿达矿业有限公司冬茅冲尾矿库安全风险评估报告（2024年度）》（2024.5.28）； 《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿井下采空区充填治理尾砂膏体充填系统工程设计》（2022.7）。
	储量核实	份	1	《湖南省衡东县穰家垅矿区萤石矿资源储量核实报告(截止2023年12月31日)》（2024.4）
	图件	张	4	土地利用现状图、地形图、卫星影像图、三区三线
生态背景	调查面积	km ²	2.60	沿谷地穿越矿区，对调查区内地质、动植物、地表水、地质灾害、地貌景观、人居环境等定点观测和记录
	调查线路	km	15	根据已有山区道路结合沿规划路线穿越保护修复区
	地质	点	15	岩性、地质构造和岩溶构造
	水文	点	8	坑塘、溪沟、泉点
	植被	点	5	矿区内及周边的本地植被
	动物	点	4	在矿区四周布置静态观察动物种类，并访问当地居民
	土壤	点	4	在生产区周边陡坎处调查土壤分布范围、厚度及质量
居民点	处	5	对可能受矿山开采和加工影响的民房进行观测、调访	
矿山生态问题	生产生活区	处	1	职工宿舍、办公楼、充填站、废水处理站、选矿车间
	井口	个	3	+220井口、副井、风井
	巷道	km	2.50	+70、+120、+170、+220巷道等
	排水沟(涵)	m	5600	已建混凝土排水沟和涵管
	水池	座	12	已建沉淀池、雨水收集池、高位水池

1.1.5 方案适用范围与服务年限

(一) 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及现状和预测生态问题分布范围为依据；

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、岩石移动范围等，并结合矿山具体情况，确定生态修复区范围。

矿山生态保护修复区范围如下：北部以+360.0m 高地山脊线为界；南部以生产加工区外围山脊线及可能影响范围为界；东西两侧以矿界外推 300m 及局部山脊线为界，生态保护修复区面积约 2.60km²。

方案适用于矿山开采至闭坑阶段的生态保护修复和监测管护，主要包含矿业活动可能引发的矿山地质灾害、地形地貌景观破坏、土地资源占损、水环境破坏等修复治理以及矿山生态环境监测。

(二) 服务年限

据储量核实报告，截至 2023 年 12 月底，穰家垅萤石矿资源储量估算结果为保有 (KZ+TD) 资源量：控制资源量矿石量***.*万吨，CaF₂ 矿物量**.*万吨，平均品位 24.19%，推断资源量矿石量***.*万吨，CaF₂ 矿物量***.*万吨，平均品位 23.33%。

开发利用方案设计利用资源量=***.*×1.0+***.*×0.8=***.*万 t，开采回采率 91%，采矿贫化率为 13.16%，设计生产能力**万吨/年，矿山服务年限 24.51 年。

本矿山处于在生产状态，截止 2024 年 9 月底剩余服务年限 23.8 年。矿山闭坑后生态修复工程期限 1 年，主要工程为土地资源修复、井口封闭和矿山生态环境监测等，修复工程完成后管护期 3 年。综合确定本方案适用年限 27.8 年（生产期 2024 年 10 月初~2048 年 4 月底；修复期：2048 年 5 月初~2049 年 4 月底；监测和管护期：2049 年 5 月初~2052 年 4 月底）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山区位条件

(一) 交通区位

矿山位于湖南省衡阳市衡东县甘溪镇境内，县城北东 22° 方向，直距约 16.5km 处，行政隶属衡东县甘溪镇新东村、石桥村和石岗村，矿山地理坐标为东经 $113^{\circ} 32' 30'' \sim 113^{\circ} 32' 30''$ ，北纬 $27^{\circ} 32' 30'' \sim 27^{\circ} 32' 30''$ 。

矿山南东约 1.4 公里有省道 S315，矿山有简易公路与省道 S315 相接，向东 35km 至攸县与醴茶线铁路相接，向西南 16km 与泉南高速公路 G72 相连，矿区交通便利。

(二) 生态区位

穰家垅萤石矿侵蚀丘陵地貌，矿界内土地类型为林地。居民点和耕地多分布于矿区以东侧穰家垅小溪两岸，与矿区直距 1.2km 以上。据《环境影响评价技术导则—生态影响》，本矿山属于影响区域生态敏感性一般区域。

根据《矿业权设置范围相关信息分析结果简报》（附件 12），采矿权范围及附属的生产生活区未落入城乡建设和国家重大工程建设规划区，与其他自然保护区、风景名胜保护区、森林公园、地质遗迹保护区、水源地保护区等自然保护地及生态红线、城镇开发边界不重叠，无公益林和永久基本农田，1000m 内无铁路、县级以上公路通过。

(三) 规划区位

依据《衡东县国土空间总体规划（2021-2035）》，矿山位于工业发展区，周边为林业发展区和一般农业区，临近甘溪镇与洙水镇交界处，远离城镇开发区。

经查《衡阳市矿产资源总体规划（2021~2025 年）》，矿界全部位于湖南东岗山钨锡矿重点勘查区内，未涉及限制勘查区和限制开采区，符合规划要求。矿区范围外 300m 范围内无其它勘查区和探采矿权，本矿山范围没有矿权纠纷和资源纠纷。

(四) 产业区位

衡东县矿产资源丰富，全县已开发利用矿产有铅、锌、钨、金、普通萤石、建筑材料灰岩、砂砖瓦页岩、高岭土等 10 种，年产固体矿石量 330 万吨，其中钨矿石 1.5 万吨，普通萤石矿 1.5 万吨，是全国乡镇企业中最大的钨化学品加工出口基地。衡东县拟

建设成新型工贸和生态旅游县，萤石矿开发符合产业发展规划。

图 1-1 矿山区位条件图

图 1-2 矿山生态区位图

1.2.2 矿权设置

矿山现持采矿许可证为衡阳市自然资源和规划局核发，证号：C*****，有效期自 2017 年 12 月 16 日至 2025 年 12 月 16 日。矿区面积为*.*平方公里，开采方式为地下开采，开采矿种为萤石（普通），生产规模为*.*万吨/年，开采深度由+***m~-***m 标高。

表 1-2 矿山范围拐点坐标表（国家 2000 坐标系）

拐点号	X	Y	拐点号	X	Y
1	*****.**	*****.**	5	*****.**	*****.**
2	*****.**	*****.**	6	*****.**	*****.**
3	*****.**	*****.**	7	*****.**	*****.**
4	*****.**	*****.**	8	*****.**	*****.**
开采深度：+***m~.***m；矿区面积：*.***km ²					

1.2.3 矿体特征

（一）矿体

矿体赋存于银矿冲断裂之硅化角砾岩中，形态较复杂，呈似层状，具分支复合现象。可圈定矿体一个，即 V1 矿体。矿区控制的萤石矿体为隐伏矿体，且严格受银矿冲断裂控制。已控制矿体走向长 640m，倾斜延深 405m，工程控制标高 45~340m，埋深 20~330m。形态较复杂，呈似层状，含多个不连续夹层。矿体为具萤石矿化硅化角砾岩，与围岩没有明显的界线，可见裂隙或角砾发育处萤石矿化较强，局部充填交代有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿及萤石。

220 中段以上已基本采空，保有资源量主要分布于 220 中段以下。220 中段以下单工程矿体厚度**.**~**.**m，平均**.**m，变化系数 29%，厚度稳定。矿体无断层或岩脉穿切。矿体倾角 50°~75 度，平均倾角 60°（其中 50°~55° 的矿体占比不到 2%），矿体倾角较陡，矿石及围岩稳固性好，开采或掘进时巷道一般不需支护。

表 1-3 矿体特征表

矿体	220中段以下矿体形态							单工程平均品位		
	形态	走向长(m)	倾向延深(m)	保有矿体面积(m ²)	厚度(m)最小-最大	平均厚度(m)	厚度变化系数(%)	最小-最大CaF ₂ (%)	平均品位(%)	品位变化系数(%)
V1	板状,复脉状,局部具分支复合现象	640	405	***** *	**.**~**.** **.**	**.**	29	**.**~**.**	**.**	15

(二) 矿石质量

1、矿石物质组成

(1) 矿石矿物

①主要矿物：萤石。主要呈团块状产于硅质胶结物及石英脉中，局部产于硅化砂质板岩角砾中。萤石主要呈绿色、无色，少量呈紫色，偶见蓝色。

②次要矿物：黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、电气石等。

(2) 脉石矿物：主要为石英。

2、矿石化学成分

主要有用组分为萤石，共伴生有益组分Pb、Zn。有害元素组分为SiO₂和S等，SiO₂含量为24.42%~70.40%，S含量0.039%~0.099%，P含量0.016%~0.039%。

表 1-4 穰家垅矿区矿石多元素分析结果表

分析样号	样品组成	分析结果								
		SiO ₂	CaF ₂	CaCO ₃	Al ₂ O ₃	Fe	MnO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O
		%	%	%	%	%	%	%	%	%
穰家垅原矿 1	入选矿石	**.*	**.*	*.*	*.*	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***
分析样号	样品组成	K ₂ O	S	P	As	Cu	Pb	Zn	Ag	
		%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	
穰家垅原矿 1	入选矿石	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	*.***	

(三) 矿石类型

按矿石的主要矿物组合划分，矿区矿石类型主要为萤石—石英型，其次有少量石英—萤石型，矿石品级属贫矿。矿石为含有害杂质SiO₂较高的萤石矿石。

(四) 矿体围岩和夹石

矿体顶底板围岩主要为硅化角砾岩，局部为硅化碎裂化砂质板岩，含少量萤石。顶底板围岩与矿体无明显界线，需通过样品分析结果区分。

夹层主要为硅化角砾岩和含萤石硅化角砾岩，局部为硅化碎裂化砂质板岩，与矿体没有明显的界线，开采时易混入矿石中，使矿石贫化。共圈定夹层10个，编号为G1~G10。

表 1-5 矿区夹石特征表

夹石 编号	揭露位置	规模 (m)		单工程夹石厚度 (m)		平均品位
		走向长	倾向延深	最小-最大	平均厚度	CaF ₂ (%)
G1	3线至0线, 170分段至 120分段	275	125	2.62~8.11	4.84	6.61
G2	3线, 170分段	75	75	2.69	2.69	10.1
G3	3线至5线, 170分段至 70中段	210	200	2.92~6.72	4.44	8.01
G4	3线, 170分段	75	75	3.36	3.36	6.37
G5	0线, 170分段至120分 段	75	125	5.00~5.31	5.16	6.42
G6	0线, 170分段	50	75	3.54	3.54	8.27
G7	0线与1线之间, 70中段	50	75	6.3	6.3	5.14
G8	0线与2线之间, 70中段	50	75	2.6	2.6	6.96
G9	4线, 70中段	70	75	2.44	2.44	5.73
G10	1线, 120分段	50	50	2.68	2.68	7.76

1.2.4 矿山生产经营状况

矿山始建于 2008 年 2 月, 由衡东县金龙矿业有限公司控股 65%, 中国五矿湖南有色控股集团参股 35%, 合资成立的湖南蓬源鸿达矿业有限公司共同开发、经营穰家垅萤石矿。2016 年, 湖南金龙蓬源实业集团有限责任公司成为矿山的实际控制人。

湖南金龙蓬源实业集团有限责任公司成立于 2001 年 08 月 13 日, 注册地位于衡东县甘溪镇石岗村, 注册资金 1 亿元, 经营范围包括开采、加工、销售萤石矿及有色金属矿石和精矿。

矿山已设置“矿山地质环境治理恢复基金专户”, 开户银行为: 湖南省衡东农村商业银行股份有限公司, 账户名称为: 湖南金龙矿业有限公司矿山地质环境治理恢复基金专户, 账号为*****, 账户余额: 256.39 万元(说明: 湖南金龙矿业有限公司为湖南金龙蓬源实业有限责任公司的母公司)。

1.3 矿山开采与生态保护修复现状

1.3.1 矿山开采历史及现状

(一) 开采历史

穰家垅萤石矿于 2008 年取得采矿许可证, 2009 年 10 月建成投产。该矿在 2009 年 10 月正式建矿投产之前, 民间采矿活动已是非常活跃, 2009 年正式建矿投产后矿

山对采矿活动进行了大刀阔斧的整改、规范，逐步扩大了采矿规模，形成现今较为完善的采矿、选矿生产体系。

(二) 开采现状

矿山采矿证发证规模为*万 t/a，矿山近五年实际生产能力达到了**万 t/a，开采方式为地下开采，开拓方式为斜井开拓，采矿方法为分段矿房法（分段凿岩阶段空场法）和浅孔留矿法，近三年将采矿方法改进为分段凿岩阶段出矿空场嗣后充填法。

1、矿山开拓

矿山已形成的生产水平中段有+70m 中段和已开采完毕水平+220m 中段、+270m 中段、+320m 中段、+370m 中段，配套有主斜井、副斜井、斜坡道，井巷特征见下表：

表 1-6 井筒特征表（2000 国家大地坐标系）

井筒名称	井口中心坐标			长度 (m)	断面积 (m ²)	倾角 (°)
	X	Y	Z			
主斜井	*****.***	*****.***	***.***	400	12.87	30
副斜井	*****.***	*****.***	***.***	340	10.23	30
风井	*****.***	*****.***	***.***			
220平硐口	*****.***	*****.***	***.***			

矿山采用平硐+斜坡道+斜井联合开拓。

主斜井：井筒斜长 400m，倾角 30°，方位角 186.5°。井筒按双轨断面设计，净断面积 12.87m²。主要用于提升矿石。

副斜井：为直接通地表的安全出口，并作为进风井。井筒斜长 340m，倾角 30°，方位角 186.5°，净断面 10.23m²。

220 平硐口：主斜井上部设有卸矿仓、装车站，+70m 水平设立井底车场，矿石经提升机提升到井口卸矿仓，再由矿用 UQ-8 汽车经 220 平硐进入装车站装车外运至选厂原矿仓。

斜坡道为辅助运输巷道，主要担负运输废石和设备、材料输送及出入井人员通道。斜坡道净断面积 7.85m²，最大坡度不超过 12°，运输设备为矿用 UQ-8 汽车。

2、地面基础设施建设情况

矿山已有的地面设施有办公楼、食堂、澡堂、宿舍、主斜井工业广场、副井工业广场、选厂、充填站、提升机房、变电所、空压机房、仓库、废水处理站等，拟建设碎石加工线。配套设施齐全，能够满足矿山的生产生活需求。

3、排水情况

矿山在+70m井底车场附近设有水仓和水泵房，水泵房安装有3台150D30x8型水泵和无缝钢管排水管。地面工业广场设水池和排水沟排水。

井下涌水部分返回井下用于生产，部分储存在高位水池用于选厂用。地表实行雨污分流，工业广场和尾矿库外围截水沟内干净雨水直排溪沟，工业广场内的地表水进入收集池和雨污分离池，可循环利用。选矿厂废水、尾矿库渗水全部进入废水处理站达标处理后循环利用，多余部分外排至坑塘，最终进入穰家垅小溪。因矿山选矿耗水量较大，非降雨条件下，基本无多余废水外排。

4、废石

矿山在开采过程中共形成了两个废石堆，分别位于320平硐口和主井口。

FS1废石堆：位于副斜井口附近，为顺坡堆积形成，目前该废石堆已经停用。矿山已将废石堆顶进行平整，建设成碎石加工区。废石堆形成的边坡平面面积1.101hm²，矿山正开展边坡整治和生态修复。

FS2废石堆：位于沟谷上游，面积0.332hm²，平均堆厚约4m，总方量约1.33万m³。该废石堆于10年前停用，坡脚修建了干砌挡土墙，地表已大部分自然复绿。

5、采空区情况

矿山正在开采+70m~+220m之间的矿体，+220m以上已基本采空，+70m以上1线两侧50m范围、2线两侧50m范围基本已采空。已有采空区垂直投影面积约54500m²（图1-3），平面投影宽度70~100m，面积44640m²。220m以上中段的采场已停采，局部已封闭和充填。

图 1-3 穰家垅萤石矿采空区纵投影图（阴影部分为采空区，引自《开发利用方案》附图“矿山开拓系统纵投影图”）

6、尾矿库的建设情况

尾矿库位于生产加工区的南侧沟谷处，该尾矿库由长沙化工设计院设计，衡东水电工程施工队施工，为四等库。设计总库容为 190 万 m³，初期坝高 30m、坝顶宽 4m，最终堆积坝高 55m，目前堆积坝高度接近设计坝高。矿山拟开展尾矿的综合利用工程，主要利用方向为采空区充填，在满足年产**万吨原矿的采空区充填后剩余部分尾砂外售，不再向尾矿库排放尾砂。

7、充填系统

矿山建设有充填能力为 60m³/h 的充填系统，矿山年产出尾矿**万 t，粗尾砂年产出量为**.*万 t/a，细尾砂**.*万 t/a，设计细尾砂全部利用，按照 1:1 的混合比例，需要粗尾砂**.*万 t/a，年充填尾砂**.*万 t，剩余**.*万 t/a 粗尾砂可作为资源外销。

（三）环保相关现状

1、环保手续的履行

矿山企业委托湖南绿鸿环境科技有限责任公司于 2020 年 10 月完成了《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目环境影响报告书》的编制，后由衡阳市生态环境局衡东分局下达该环评文件的审批意见（东环评〔2021〕13 号）。主体工程建设期间，环境设施基本做到了与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。项目于 2023 年 5 月进行验收，2023 年 7 月验收专家组出具了通过验收意见。2024 年 5 月衡阳市宇创工程咨询有限公司提交了《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目竣工环境保护验收报告》。

2、矿山排污许可证的申请与核发情况

本项目行业类别及代码为 B1013 耐火土石开采，根据《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019 年版）中相关分类，综合厂内所有生产工序（包括工业炉窑、水处理等通用工序），本企业属于排污许可的重点管理。2020 年 8 月 4 日，湖南蓬源鸿达矿业有限公司通过全国排污许可证管理信息平台进行了排污许可重点管理的申请，许可证编号：91430424670753167T001Q。有效期限为 2020 年 8 月 4 至 2023 年 8 月 3 日。本项目在取得环评文件的审批意见后，于 2023 年 7 月 14 日进行了重新

申请，重新申请后，有效期为 2023 年 8 月 4 至 2028 年 8 月 3 日（附件 13-5）。

3、项目所属环境区划

根据湖南省有关环境功能区划，项目选址周边评价范围内环境功能区划如下表，矿山环保管理按生态环境分区管控标准进行。

表 1-7 矿山生态环境问题现状及治理工程概况

序号	环境要素	功能区划
1	环境空气	环境空气二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准
2	地表水	执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。
3	地下水	评价区域地下水执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准。
4	声环境	声环境功能 2 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。
5	生态环境	本项目生态环境不敏感，不涉及生态红线
6	土壤	本项目红线范围内执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准，红线范围外的农业用地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）

4、选矿工艺流程及选矿方法

穰家垅萤石矿采取“原矿→破碎→过筛→球磨→分解机→搅拌→浮选→过滤→烘干→成品”选矿工艺。

浮选用的药剂为--捕收剂：丁黄药，pH 调整剂：碳酸钠（pH 为 8），起泡剂：松醇油。脱硫一次浮选后的尾矿进入萤石浮选系统，选出的含硫矿物进入二次脱硫浮选，脱硫二次浮选后的尾矿进入尾矿库，选出的含硫矿物进入浓缩池。浓缩池的溢流水进入收集池经车间废水处理站处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后再泵送至选烘厂高位水池回用于生产，浓缩池的底流通过真空过滤器过滤后进行集中收集（产品水分为 10%）得到混合硫化物，集中销售至铅锌选矿厂为原料。

部分需要烘干的萤石精矿，经皮带输送至干燥回转窑，燃煤经皮带送入燃烧炉进行燃烧，燃烧的热风经引风机引至回转窑，转窑转速为 7 转/min，温度约为 750-800℃。干燥尾气经布袋收尘器收尘后，经 27m 排气筒排放。燃煤燃烧的热风炉渣用作建筑材料。

5、固体废弃物处置

本项目产生的一般工业固废，尾砂暂存于尾砂堆场中，后废旧利用井下充填工程。

热风炉炉渣则外售作建筑材料，或回用于厂内矿区井下充填。烘干废水布袋除尘系统收尘回收的粉尘则作萤石矿产品外售。水泥筒仓中滤筒除尘器收集的粉尘用作充填原料回用于充填生产中。厂内所产生废矿物油和废油桶、在线监测废液则暂存于危险废物暂存间内，后统一交由湖南嘉绿环境科技有限公司进行处置。生活垃圾交由当地环卫部门进行处置，日产日清。

表 1-8 固体废弃物产生和处置措施一览表

固废名称	产生点	属性	产生量	处理方式	落实情况
烘干工序除尘器中粉尘	烘干车间	一般工业固废	约 428t/a	作为产品进行外售	已落实
废石	采矿区	一般工业固废	约 18000t/a	用于采空区嗣后充填、对地表错动区进行充填和用作建材综合利用	已落实
尾砂	选矿厂	一般工业固废	约 47000t/a	尾砂废旧利用井下充填	已落实
筒仓除尘系统收集的粉尘	充填车间	一般工业固废	约 5.1t/a	返回充填站使用	已落实
燃煤热风炉炉渣	烘干车间	一般工业固废	约 8.6t/a	作为建材外售其他建筑单位或回用于厂内矿区井下充填	已落实
废水处理系统污泥	废水处理系统	一般工业固废	约 32.4t/a	高频振动脱水筛后与尾砂一起外售	已落实
废矿物油	选矿厂	危险废物	约 0.2t/a	经收集后暂存于厂内危险废物暂存间，后交由湖南嘉绿环境科技有限公司进行处置	已落实
废油桶	选矿厂	危险废物	约 0.05t/a		已落实
在线监测废液	在线监测	危险废物	约 0.1t/a		已落实

说明：上表引自《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目竣工环境保护验收报告》（2024.5）

6、废水处理

本项目产生的废水主要为生产废水。废水主要为硫化混合物浓密过滤尾水、废石淋溶水、选矿废水、车间冲洗水、尾矿库渗滤液、浓缩池溢流水、压滤水以及充填膏体泌水、搅拌工序除尘废水等。

现有废水处理系统采用“絮凝、沉淀、过滤吸附--尾水澄清”的工艺，设计处理水量为 20m³/h，设计出水水质为《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表 1 中标准限值。该套废水处理系统已建成并投入使用，药剂添加采用自动加药系统。该废水

处理工艺中，先使用片碱调整废水 pH 为 9-11，再加入絮凝剂（离子交换剂）、沉淀剂为硫化钠，然后在沉淀后排入清水池，后回选厂回用。对各种重金属离子的去除率可达到 90% 以上，满足本项目选矿废水回用要求。

厂内废水经现有废水处理设施处理后的达标后，泵入选厂循环水池储存，回用于选厂生产中。富余的达标废水，由废水一体化处理设施管道排入泄洪排水斜槽，进入穰家垌小溪，最终流入沘水。由于该套废水处理系统已于 2016 年 12 月，通过衡阳市环境保护局的竣工环境保护验收（衡环发[2016]174 号）。

表 1-9 废水排放及环保措施一览表

污水类型	来源	要求治理措施	现状治理措施	排放方式	落实情况
硫化混合物浓密过滤尾水	选矿工序	新建单独的车间废水处理站，确保铅、锌等重金属达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 限值要求，并安装铅、锌等重金属在线监测设备	项目所产生的硫化混合物浓密过滤尾水经厂内新建的车间废水处理系统处理后，泵入高位水池回用，不外排。 厂内已新建车间废水处理站一套，设计处理能力为 4t/d，“采用絮凝沉淀+清水”的处理工艺，并在出水口设有在线监测设备（铅、锌在线监测设备），可确保此类废水处理满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 限值要求。	不外排	已落实
废石淋溶水	选矿厂	依托原有一体化废水处理设施处理达标后尽量循环使用，富余部分外排入穰家垌小溪。	依托现有收集管网进行收集，收集后排入现有工程的废水处理系统进行处理，处理达标后废水回用于选矿生产和厂内洒水抑尘，富余部分废水达标后外排穰家垌小溪。	富余部分直接排放	已落实
选矿废水	选矿厂				已落实
车间冲洗水	选矿厂				已落实
尾矿库渗滤液	尾矿库				已落实
浓缩池溢流水	尾砂干排系统	收集后送入高位水池，回用于选矿系统	废水收集管道已铺设，通过管道收集后泵送至高位水池中，后回用于厂内生产（选矿系统）	不外排	已落实
压滤水	尾砂干排系统			不外排	已落实
充填膏体泌水	尾砂填充	经地下水仓收集处理后，与井下涌水一起抽至地面高位水池，用至各选矿厂。	经地下水仓收集处理后，与井下涌水一起抽至地面高位水池，用至各选矿厂	不外排	已落实
搅拌工序除尘废水	水喷淋塔	/	经水喷淋塔下方的收集池收集后循环使用	不外排	/

1.3.2 矿山开发利用方案概述

据湖南省水文地质环境地质调查监测所 2024 年 7 月编制的《湖南省衡东县穰家垅矿区穰家垅萤石矿资源开发利用方案》，方案概述如下：

1、可采储量及矿山服务年限

截至 2023 年 12 月底，穰家垅萤石矿资源储量估算结果为保有(KZ+TD)资源量：控制资源量矿石量***.*万吨，推断资源量矿石量***.*万吨。开发利用方案设计利用资源量=***.* \times 1.0+***.* \times 0.8=***.*万 t, 开采回采率 91%，采矿贫化率为 13.16%，设计生产能力**万吨/年，矿山服务年限**.*年。

2、开拓方案、采矿方法及开采顺序

沿用地下开采方式，设计开采沿用分段空场嗣后充填法。

设计自上而下开采，先采上中段，再采下中段，后退式回采。首期开采矿段选择 V1 号矿体，首采区选择 V1 号矿体+70m 中段北部区域的矿块。

3、矿块结构要素

设计矿房沿走向布置长 50m，宽度为矿体水平厚度，阶段高 150m，分段高度 12.5m，最下一分段为堑沟，堑沟所在底柱底柱高 12.5m，最上一分段上部留顶柱高度 12.5m；一步矿房宽度为 50m，二步矿柱宽度为 12m。

5、采空区的处理

采场集中出矿完毕后，及时进行充填，避免因空区暴露时间过长，而引起周围采场或充填体垮塌，影响贫损指标。一步回采矿房，先高强度打底充填，第二层采用胶结充填；二步回采矿柱，高强度胶结充填，形成人工胶结体柱。

6、排水设计

本次设计一级机械排水方式。设计在+70m 中段布置水仓，采用一级机械排水方式将井下水经主斜井排出地表。水仓有效容积按能容纳 8h 的正常涌水量设计，在+20m 主斜井井底车场设置水仓，水仓由左右两个独立的巷道系统组成，水仓容积为 5800m³。

7、充填系统

矿山已有充填系统能力为 60m³/h。充填材料是一、二段旋流器产出的皮带粗尾砂

及三级干排细尾砂，而充填的对象是矿山开采产生的空区。

按照年充填料浆需求量 $2000 \times 10 \times 2.7 = 54000 \text{ m}^3$ 计算，每年充填消耗的尾砂量约为 $54000 \times 1.6 = 86400 \text{ t}$ 。按照年采选能力 2000 万 t ，尾矿产出率 80% 计算，矿山年产出尾矿 $2000 \times 0.8 = 1600 \text{ 万 t}$ ，粗尾砂 $1600 \times 0.8 = 1280 \text{ 万 t/a}$ ，细尾砂 $1600 \times 0.2 = 320 \text{ 万 t/a}$ 。设计细尾砂全部利用，按照 1:1 的混合比例，故而需要粗尾砂 320 万 t/a ，年充填尾砂 320 万 t ，剩余 $1280 - 320 = 960 \text{ 万 t/a}$ 粗尾砂可作为资源外销。

废石充填：估算年产生废石量约为 $2000 \times 10 \times 2.7 = 54000 \text{ t}$ 。矿山的废石大部分能够作为建筑骨料用，矿山爆破后松散的废石体积密度按照 1.6 t/m^3 计算，废石回填量约为 $2000 \times 10 \times 1.6 = 32000 \text{ t}$ ，剩余 $54000 - 32000 = 22000 \text{ t}$ 废石通过公共资源交易平台处置后作为建筑骨料用。矿山配套有 2000 万 t/a 的骨料生产线，能够满足废石加工的需求。

8、厂址选择

穰家垅萤石矿基础设施完善，地面已有办公生活区、选矿区、炸药库等及配套生产生活设施，本次设计对地面已有设施都予以利用。

尾矿库：现状选矿年产生的尾砂全部利用，未来不会再向尾矿库排放尾砂。

废石堆场：矿山目前主要产生的废石为巷道掘进，预计年生产废石约 2 万 m^3 (3200 万 t)，井下巷道充填 60%，加工成骨料外售约占 40%，故不设置废石场。

9、产品方案

穰家垅萤石矿建有处理能力 1000 t/d 的选矿厂，采用一般浮选法，充分利用矿山现有选厂设备。本矿产品方案确定为 CaF_2 精矿 (FC97)，精矿品位 CaF_2 为 97% 。

图 1-4 穰家垅萤石矿采掘工程平面图

图 1-5 穰家垅萤石矿采掘工程布置 1 线剖面图

1.3.3 矿山生态环境保护修复现状

根据绿色矿山建设方案和分期验收报告，结合本次实地调查，矿山生态修复现状如下：

1、矿山土地复垦工程及效果

2008 年至今，矿山在矿容矿貌方面有了较大改进，保留了部分原始绿地，在矿区种植大量景观树木，对厂区部分边坡也进行了绿化。绿化乔木还有香樟树、玉兰树、海桐等，矿山的边坡或空地植草的种类繁多，多为本土植物，总的绿化面积约 12600m²。

照片 1-1 办公生活区的景观绿化成果

照片 1-2 矿山部分边坡绿化效果

照片 1-3 矿山的景观绿化带

2、排水工程及效果

(1) 井下涌水

井下主要为风化裂隙水充水，目前正常涌水量约 $374\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量约 $414\text{m}^3/\text{d}$ 。矿井水抽至地表后直接送入下游的选厂进行选矿，多余的部分排入高位水池储存，处理后作为生产生活用水，部分回用井下生产。

照片 1-4 地表已建的储水池

（2）地表排水系统

矿山排水系统按雨污分流设计，在边坡的坡脚、道路内侧、建构物周边均配套建设了截排水沟，总计约 5600m。工业广场和尾矿库外围截水沟内干净雨水直排溪沟，工业广场内的地表水进入收集池和雨污分离池循环利用。选矿厂废水、尾矿库渗水全部由专用管道抽排至废水处理站处理达标后循环利用，多余部分外排至坑塘，最终进入穰家垌小溪。地表排水系统较为完善，有效地减轻了外界水体的污染，并循环利用水资源。

照片 1-5 地表排水沟分布图

（3）污水处理系统

矿山建设有选矿废水预处理系统，处理能力 $230\text{m}^3/\text{h}$ ，日处理 5500m^3 ，经预处理系统处理后达到选矿用水标准后循环利用。剩余未能进行预处理的由污水、尾矿库渗水等由废水处理站进行处理，处理站的处理能力 $200\text{m}^3/\text{h}$ ，日处理 4800m^3 ，处理后循环利用，多余部分经处理达标后外排。另外矿山建设有雨污分离池、应急池等，均为临时存储污水，不外排。

3、地灾防治工程

（1）采空区地面塌陷坑地灾防治

矿体产在断裂带中，320 中段采空区于 2013 年发生地表塌陷。最初为两个塌陷坑，距离 14m，塌陷区面积分别为 1458m^2 、 6565m^2 ，深 40m 左右。在采动效应及雨水浸蚀下，两个塌陷坑进一步扩大，至 2024 年 7 月，塌陷坑面积进一步扩大至约 13600m^2 。

照片 1-6 采空区地表塌陷坑外围设置的围栏

矿山于 2020 年 7 月在塌陷区周边设立了安全围栏（710m）及警示标识，并定期进行地表变形监测工作。

（2）滑坡地质灾害隐患治理

1) 废石堆 FS2 治理

废石堆 FS2 位于沟谷处，为防止滑坡发生，矿山于 2009 年至 2012 年间在废石堆外围修建了简易排水沟（底宽 0.4m、顶宽 0.7m、深 0.6m，长 200m），下方修建了砖混结构排水沟（矩形断面，深 0.2m、宽 0.5m，长 60m）。在坡脚修建了干砌挡土墙，长 25m，顶宽 1.5m、底宽 2m、高 2m，未见墙体变形。

照片 1-7 废石堆 FS2 滑坡防治工程

2) 进矿公路边坡治理

在进矿公路岔路口，矿山修路形成了两处总落差达 30m 的高陡切坡，上部道路通

照片 1-8 进矿道路外侧斜坡处修建了挡土墙

往矿山办公区，下部道路通往选厂。为消除滑坡隐患，矿山于 2008 年在以上两处边坡的坡脚建设钢筋混凝土结构重力式挡墙。上部挡土墙长 21m，下部挡土墙方量长约 40m，墙上设置有排水孔，墙下设有截排水沟。以上两处挡土墙对于保持进矿公路外侧边坡稳定起到了重要作用。

4、矿山生态环境监测工程及效果

(1) 尾矿库安全监测

矿山设置专门安全管理机构，在尾矿库堆积坝处建立了人工变形监测和在线变形监测点，设置有监测井对地下浸润线长期监测，并请有资质单位进行尾矿库年度安全评估。《湖南蓬源鸿达矿业有限公司冬茅冲尾矿库安全风险评估报告（2024 年度）》结论：冬茅冲尾矿库不存在重大生产安全事故隐患。

(2) 塌陷区变形监测

矿山在距离塌陷区边缘 23-47.5m 处呈环形设置了 6 个变形监测点（编号 JC1~JC6），采用全站仪三联脚架法观测，监测周期为每月进行一次。据 2023 年 11 月至 2024 年 4 月连续 6 个月的测量数据，记录的最大沉降值为 2.6mm，由于测量精度的原因，记录的沉降值在-2.6mm~+3.4mm 之间波动。另外，在塌陷坑西侧直距 65m 处，矿山设置了太阳能视频监控。

照片 1-9 塌陷区实时监控视频照片（2024.8.7）

(3) 水土监测

矿山按照环保部门要求，建立了较为完善的地下水、地表水和废水、土壤监测，监测平面图见后图 3-4。

1) 地下水监测

监测点位：已建监测井 5 口。

监测因子：pH 值、溶解性总固体、钠、总硬度、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总铜、总锌、氨氮（NH₃-N）、氟化物（以 F⁻计）、氯化物（Cl⁻计）、硫酸盐（SO₄²⁻计）、耗氧量。

监测频次：一年 1 次。

2) 地表水监测

监测点位：尾矿坝下游。

监测因子：水温、PH、COD_{Cr}、NH₃-N、氟化物、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr、石油类。

监测频次：一年 1 次。

监测点位：雨水排放口。

监测因子：悬浮物、化学需氧量、氨氮；

监测频次：每季度一次，一年 4 次。

3) 废水监测点：

监测点位：位于废水总排口；

监测因子：pH、SS、五日生化需氧量、氨氮（NH₃-N）、COD_{Cr}、磷酸盐、总镉、总砷、总铅、总铜、总锌、氟化物，监测频次：（每月 1 次）；石油类（半年测 1 次）。

4) 土壤监测

监测点位：尾矿库东南侧 100m 农田、厂区大门前居民菜地；

监测因子：pH 值、总汞、总镉、总铬、总砷、总铅、总镍、总铜、总锌；

监测频次：一年 1 次。

矿山生态环境保护修复现状小结：

矿山按照绿色矿山建设方案、环保部门要求进行了土地复垦、水环境治理、地灾防治和矿山环境监测，对矿山生态问题现状及已实施的治理工程见下表。

表 1-10 矿山生态环境问题现状及治理工程概况

生态问题类别	矿山生态现状	已实施的治理工程及措施	主要工程量	工程效果
地形地貌景观破坏	选厂、炸药库建设改变了原始斜坡地貌，破坏区在省道和居民区可视范围外。	保留了部分原始绿地，种植景观树木，对厂区部分边坡绿化。	绿化面积 1.26hm ² 。	绿化效果较好，但局部边坡裸露。
土地资源占损	矿山共占损土地面积 23.043hm ² ，主要为采矿用地、乔木林地、工业用地等。	矿山对不再利用的两个废石堆进行播撒草籽。已部分自然复绿。	播撒草籽 0.40 hm ²	零星绿化，未形成片状绿地。
水资源生态破坏	矿山废水和尾矿库淋滴水如未达标排放，可能造成下游溪沟污染。	矿山按环保要求建设了废水处理站，地表实行雨污分流。按环保要求进行地下水、地表水和土壤监测。	废水处置站 1 座，截排水沟 5600m。按环保要求监测水土。	经过了环保部门验收。
矿山地质灾害	废石堆 FS1：总体稳定，浅表土层局部失稳。	暂未采区治理措施，已委托单位进行边坡修复设计	/	/
	废石堆 FS2：总体稳定。	分级降坡、修建截排水沟和修建挡墙	排水沟 260m、干砌挡土墙 25m	废石堆稳定。
	进矿公路边坡：在重车加载下存在滑坡隐患。	修建混凝土挡土墙	挡土墙 61m	边坡现状稳定
	采空塌陷坑：面积 13600m ² ，坑壁欠稳定。	设置警示牌和围栏封闭，在周边建立变形监测点和视频监控。	围栏 710m、警示牌 3 块、视频监控 1 个、地面变形监测点 6 个。	仅能作为临时安全防治辅助手段

第二章 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

矿区属侵蚀丘陵地貌，山脊走向呈北东向，矿区和生产生活区位于山脊线东侧。地势为中部高、东西两翼低。最高点位于矿区中北部的山脊，海拔约 399.96m，最低点位于矿区东侧 1.5km 处的穰家垌小溪，标高约 70m（为当地最低侵蚀基准面），全区最大高差约 329.96m，地形坡度一般 15~25°，最大约 35°。矿区地形切割较强烈，山脊线两侧坡面沟谷发育，呈梳状排列，多为浅长“V”型谷，地表水易自然排泄。

图 2-1 穰家垌萤石矿航拍图

2.1.2 气象

本区属亚热带季风气候，四季分明，雨量充沛。春季寒潮频繁，仲夏多雨易涝，夏末秋初多旱，冬寒期短，根据县气象站 1981~2022 年的气象资料，多年平均降雨量为 1474.49mm，年最大降雨量 1818.70mm（1980 年），最小降雨量 937.2mm/a（2001 年）；日最大降雨量 178.30mm（1980 年 8 月 4 日）。最大小时降雨量 80.30mm（1984

年7月7日22:20~23:20)。多年年均降水日168.3天，春夏两季降雨量占年总降雨量的70%，其中4~9月，占年降雨量的72%。

2.1.3 水文

矿区位于分水岭附近，区内无地表水体，两侧坡面有多条冲沟，呈梳状分布，仅雨季有短时水流。附近地表水体主要有牛栏冲小溪和穰家垅小溪，汇入南侧沱水。

图 2-2 矿山地表排水与外部水体关系图

因生产加工区位于分水岭东侧，与矿区联系密切的水体为牛栏冲小溪和穰家垅小溪。牛栏冲小溪位于尾矿库下游，为穰家垅小溪支流，水量较小，宽约 0.5~1m，雨季最大流量约 $6\text{m}^3/\text{s}$ ，旱季流量甚微，近于干涸；穰家垅小溪位于矿区南东宽缓谷地，与尾矿库直距 1.2km，为涿水一级支流，宽 2~3m，雨季最大流量约 $20\text{m}^3/\text{s}$ ，旱季流量约 $1\sim 1.5\text{m}^3/\text{s}$ 。2 条小溪水体功能主要为农田灌溉。

涿水是湘江一级支流，距牛栏冲小溪与穰家垅小溪交叉口 4.5km。涿水发源于炎陵县天障冲，从衡东县涿坪村入境，于涿河口注入湘江。全长 296km，流域面积 1222km^2 ，河床平均比降 1.01%，河宽 200~300m，平水期平均流量 $197\text{m}^3/\text{s}$ ，枯水期平均流量 $113\text{m}^3/\text{s}$ ，终年通航。

穰家垅小溪位于采区东侧约 1.75km 的处谷底，标高+70m，涿水位于采区南侧约 5.5km，地表水系距离矿山较远，且所在区域为大面积板岩分布区，加之矿区位于山脊线处，地表水对矿山开采影响小。

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

矿区及附近出露地层为中元古界冷家溪群第一岩组上部与第二岩组下部的一套浅变质砂岩、板岩系，具典型的复理石建造特点。由新至老分述如下：

第四系(Q)：以残坡积层粉质粘土为主，含少量砂砾、碎石，层厚 0.4-2m，广泛分布于斜坡区。冲洪积砂砾层分布于矿区以外东侧的穰家垅小溪两岸。

中元古界冷家溪群第二岩性组第二岩性段 (Ptln²⁻²)：下部为灰色砂质板岩夹浅变质砂岩；中部为灰色板岩、砂质板岩与浅变质石英砂岩互层；上部为夹不等粒含砾砂岩。厚度大于 325 m。

中元古界冷家溪群第二岩性组第一岩性段 (Ptln²⁻¹)：下部为灰色浅变质石英砂岩与砂质板岩；上部为灰绿色板岩与紫色钙质板岩（泥质灰岩）夹少量砂质板岩。厚度 333 m。

中元古界冷家溪群第一岩性组第四段 (Ptln¹⁻⁴)：灰色板岩、粉砂质板岩夹浅变

质砂岩与紫色钙质板岩。厚度大于 190m。

图 2-3 矿区综合地质柱状图

2.2.2 地质构造

矿区位于山阳峰倒转背斜之东翼（倒转翼）及银矿冲断裂之上盘。矿区构造为一山阳峰倒转背斜东侧倒转翼。断裂构造除贯穿全区的银矿冲断裂外，未见较大的断裂，小裂隙比较发育，构造复杂程度为中等。

银矿冲断裂：为一区域性断裂构造。矿区内挤压破碎带宽达 40—200m。断裂走向北东 20°，倾向北西—北西西，倾角 50°—75°。为多次活动的产物，具先压后张最后再显复合断裂特点。矿区除形成宽大的挤压带外，其中部有宽 7—60m、长达 1.4km 的含萤石矿硅化角砾岩带，产状与银矿冲断裂基本一致。硅化角砾岩带由构造角砾岩夹硅化碎裂化砂质板岩透镜体组成，顶底部一般以石英脉带向挤压破碎带过渡。矿区矿体均赋存于银矿冲断裂之硅化角砾岩中。

山阳峰倒转背斜：矿区为山阳峰倒转背斜之倒转翼（东翼），轴向北北东—南南西，轴面倾向北西西，核部地层为冷家溪第二岩性组第一岩性段（Ptln²⁻¹），核部与翼部地层总体倾向北西，倾角 60°—80° 不等。局部发育次级褶曲。

2.2.3 岩浆岩

矿区范围内无岩浆岩分布。

图 2-4 区域地质图

2.2.4 土壤

区内土壤类型有红壤、菜园土、山地黄棕壤等类型，红壤和山地黄棕分布在丘陵岗地、山地，水稻土、菜园土仅分布于坡脚的沟谷地带。区内地势较高陡，斜坡处土壤厚度一般 0.4~2m，残坡积成因，含较多细碎颗粒风化物及板岩碎石，质地为砂壤至壤土，PH 值 5.5~7.0，呈微酸性至微碱性，土壤容重 1.38~1.45g/cm³，砾石含量 10~25%，有机质含量 14.3~15.1g/kg，土壤表层 0.2~0.5m 为耕植土，肥力等级 3~4 级，植被发育良好。

2.2.5 水文地质

矿区位于北东走向的山脊线处，相对高差大，地形切割较强烈，有利于地表水的径流排泄，不利于地下水的补给。区域最低点位于矿区东侧 1.5km 处的穰家垅小溪，侵蚀基准面标高约 70m。

（一）含水层特征

根据地下水赋存状态可分为第四系松散层孔隙水含水层、基岩风化裂隙弱含水层和构造破碎带裂隙弱含水层。

1、第四系松散层孔隙水含水层

为残坡积层，多沿山坡、沟谷分布，由黄-黄褐色亚粘土组成。结构较松散，孔隙度高，透水性较强，厚度 0.4~2m，含孔隙潜水，水量总体较贫乏，随降水量动态变化，与地表水水力联系密切。

2、基岩风化裂隙水弱含水层

冷家溪群板岩、浅变质砂岩在地表出露较好，据 3 个普查钻孔（2005 年）简易水文地质观测资料的分析，风化带的厚度一般为 12.81-62.62 米（见表 2-1），其风化强度、深度受地形和岩性控制，山顶、山坡大于沟谷地段，板岩大于砂岩。据钻孔简易水文观测，风化层中未见明显漏水、涌水现象，导水性较弱。据普查报告和区域水文地质资料，地表裂隙水流量为 0.02~0.79L/S，钻孔单位涌水为 1.3-181.0 吨/日，水质为 HCO₃-Mg 型水，含水微弱，水呈透明、无色，水温 19° 度，为矿区主要含水层。

表 2-1 普查期间钻孔揭露风化带厚度、漏水情况汇总表

序号	钻孔编号	孔深(m)	风化层厚度(m)	静止水位埋深(m)	硅化角砾岩(矿脉)位置(m)	备注
1	ZK3001	162.09	62.62	146	***. **~ ***. **	113.4m 处漏水(矿脉顶部)
2	ZK4001	251.07	12.81	16.1	***. **~ ***. **	181-184m 漏水(矿脉顶部) 74-82m 漏水(顶板变质砂岩 中小型构造破碎带)
3	ZK8001	251.3	29.77	36.7	***. **~ ***. **	35.43m 处漏水(顶板变质砂 岩小型断裂)

3、构造破碎带裂隙水弱含水层

主要包括矿床及矿床顶底板挤压破碎带或层间小破碎带。总厚数十米至二百余米。矿床赋存于硅化角砾岩内，其顶底板围岩为挤压破碎带，裂隙呈闭合状态或被脉石充填。硅化角砾岩胶结紧密，可视为相对隔水层。但由于后期构造活动，使矿脉和围岩产生不同程度的小的破碎带和裂隙，而这些小破碎带胶结差，裂隙多数无充填，钻孔钻进时有漏水现象。硅化角砾岩顶部与围岩交接部位裂隙较为发育，岩石较破碎，局部发育厚 10-20cm 的断层泥，断层泥常年保持湿润状态，未见明显涌水现象，钻孔

中该部位有漏水现象。据坑道调查情况，除联通地表的采空区及硐口区域外，坑道中岩体总体较干燥，仅矿脉及其两侧岩体具潮湿现象，局部有滴水现象，平均单位涌水量在 0.02-0.028L/s.m，坑道日正常排水量一般 374m³，因此区内矿脉及破碎带透水性总体较弱、富水性弱。

区内板岩、砂质板岩、钙质板岩、含砾砂岩、浅变质砂岩等除浅部风化裂隙发育而含风化裂隙水外，深部岩石结构致密，透水性弱，为良好的隔水层。

（二）地下水补给、迳流、排泄特征

1、天然条件地下水补、迳、排特征

以大气降水补给为主，降水沿上覆松散层孔隙下渗。受地形地貌总格局的控制，径流途径短，无一定流动方向，就地补给、就地排泄，交替循环强烈。以附近溪沟、陡坎为排泄场所，以下降泉或渗流的形式排泄于溪沟中。基岩裂隙水的补给来源主要是大气降水，大气降水沿风化裂隙、节理构造渗入地下，赋存于基岩裂隙中。地下水径流途径较短，流动方向与地形坡度一致，水力坡度稍缓于地形坡度，部分地下水向附近山麓坡脚地带运动，补给浅层地下水，或以下降泉形式就近排进附近沟谷。因近源排泄，径流途径短，泉水流量与降水关系密切，雨季流量大，旱季流量小甚至干枯。另有部分地下水沿裂隙、断裂带等继续向深部运移，参与到区域性中、深层地下水的循环体系，汇集形成富水带，并成为中、深层地下水系统的组成部分。

2、开采条件下地下水补、迳、排特征

矿山开采形成大面积采空区，井下排水成为地下水的重要排泄途径。据矿山观测资料，该矿井下开采期的正常涌水量约 374m³/d，最大涌水量约 414m³/d。矿井目前充水水源主要为基岩风化裂隙水。矿井排水和形成裂隙带对地下水局部范围内的补、迳、排形成一定影响，排水增加了采空区一带的地下水的水力梯度，有利于矿区内降雨下渗量，向采空区径流，汇聚至坑道内经抽排至地表。通过矿山涌水量及水文地质条件分析，矿山开采对区域地下水的径流、排泄影响不大，矿区范围内的地下水补给水源为大气降水，矿井补给水源亦以大气降水为主，区域上地下水径流方向为南东向，向穰家垅小溪方向运动排泄。

（三）矿坑充水因素

1、大气降水对矿井充水的影响

矿区内浅部第四系松散岩类孔隙水含水层与下伏基岩风化裂隙水含水层、构造破碎带裂隙水含水层形成统一含水层。区内大气降水量大，降水强度高，大气降水将直接进入第四系松散层并入渗补给基岩风化裂隙水，通过硅化角砾岩带及两侧破碎带渗入矿坑。但由于风化裂隙联通性较差，硅化角砾岩带多为硅质胶结，裂隙不发育，从地表入渗矿井内水量不大。

2、含水层对矿井充水的影响

矿体赋存于构造破碎带裂隙弱含水层中，局部地段直接被第四系覆盖，各含水层富水性弱。据坑道水文地质调查，坑道穿过破碎带时，以零散滴水为主，大部分坑道潮湿无水，自然状态下断裂构造的富水性和导水性弱。断裂带对矿坑充水影响不大。

3、地表塌陷区对矿井充水的影响

目前塌陷区面积 13600m²，位于山峰顶部，其汇水面积为 14280m²，塌陷坑呈漏斗状，坑底联通+220 巷道。考虑极端暴雨的影响，日最大降雨量 178.30mm、最大小时降雨量 80.30mm，进入上部采空区内的雨水量可达 2546m³/d（1147m³/d）。由于 220 中段与+70 中段之间有底板阻隔，上部采空区内积水可通过 220 中段自然排水，对下部采区的涌水影响较小。

（四）坑道水文地质特征及动态变化

矿区地势较高，且无重要含水层分布，井下主要为风化裂隙水充水，坑道进水形式，主要是顶板滴水、两壁渗水，未见底板涌水。220 中段以上地下水集中到 220 中段水仓后排出地表水。220 中段~70 中段的地下水集中到 170 中段水仓后排出地表水。据矿山 2023 年连续的坑道涌水抽水记录，详见表 2-5，日最大涌水量 414 吨（8 月份），日最小涌水量 331 吨（2 月份），全年日平均涌水量 374 吨，见下图。

图 2-5 矿井排水量曲线图

表 2-2 矿坑涌水抽水记录统计表

2023 年月份	220 中段排水量(t)	70 中段排水量(t)	合计排水量(t)	2023 年月份	220 中段排水量(t)	70 中段排水量(t)	合计排水量(t)
1	月计	4309	6696	7	月计	4309	7254
	日平均	139	216		日平均	139	234
	日最大	148	224		日最大	150	248
	日最小	130	208		日最小	127	220
2	月计	4216	6634	8	月计	4619	7626
	日平均	136	214		日平均	149	246
	日最大	144	216		日最大	159	255
	日最小	128	211		日最小	138	236
3	月计	4495	6851	9	月计	4526	7471
	日平均	145	221		日平均	146	241
	日最大	153	232		日最大	153	249
	日最小	136	209		日最小	138	233
4	月计	4340	6882	10	月计	4123	7161
	日平均	140	222		日平均	133	231
	日最大	155	236		日最大	147	244
	日最小	125	207		日最小	118	218
5	月计	4526	7037	11	月计	4030	6944
	日平均	146	227		日平均	130	224
	日最大	159	241		日最大	140	234
	日最小	132	213		日最小	120	213
6	月计	4340	7006	12	月计	3999	7068
	日平均	140	226		日平均	129	228
	日最大	149	244		日最大	143	240
	日最小	130	208		日最小	115	216

(五) 矿坑涌水量计算

综上所述，本矿山为裂隙充水矿床，目前矿山已完成+70m 的开拓工程，目前采空区面积按纵投影计算为 54500 m²，开采期的正常涌水量约 374m³ /d，最大涌水量约

414m³/d。据普查钻孔观测资料和风化裂隙层一般厚度，开采前平均静止水位埋深 35m（标高+294m）左右，目前矿井水位埋深按+70m，水位降深 224m。未来随着矿山开采范围的扩大和加深，矿床充水因素不会发生变化，涌水量可能会进一步增加。目前资源量估算最低标高+20m，未来最低开采标高按+20m 计，水位降深约 274m，最终采空区纵投影面积约 147500m²，现采用比拟法按以下公式预测：

$$Q_{\text{未}} = Q_{\text{现}} \sqrt{\frac{F}{F_0}} \sqrt{\frac{S}{S_0}}$$

式中：Q 未：未来涌水量（m³/h）；

Q 现：目前涌水量（m³/h）（正常涌水量为 374m³/d，最大涌水量 414m³/d）；

F：未来采空区面积（m²）（未来采空区面积 147500m²）；

F0：现状采空区面积（m²）（现状采空区面积 54500m²）；

S：未来矿井水位降深（m）（未来最大水位降深为 274m）；

S0：目前矿井水位降深（m）（目前矿井水位降深为 224m）；

经计算，预测未来矿井正常涌水量 647m³/d，最大为 716m³/d。

综上所述，矿区矿体主体部分位于侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水。含水层以浅部的第四系松散岩类孔隙水、基岩风化弱裂隙水为主，透水性、富水性弱，主要补给来源为大气降水，周边无地表水体补给。此外，矿区矿脉及破碎带亦富水性弱，地表塌陷区无积水现象，预测矿坑正常涌水量 667m³/d。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021），**矿区水文地质复杂程度为简单。**

图 2-6 矿区水文地质剖面图（据核实报告 3 线地质剖面综合整理）

2.2.6 工程地质

(一) 岩体结构类型

1、土体工程地质条件

为第四系残坡积层，以灰黄色粉质粘土为主，厚度一般 0.4~2m。可塑~硬塑状，含少量砂砾石。据区域资料，粘土压缩模量 8~9Mpa，粘聚力 48~58Kpa，内摩擦角 21~26°，承载力特征值为 150~250Kpa，工程地质类型属强粘结性松散土体。

2、岩体工程地质条件

(1) 较坚硬~坚硬薄~中厚层状板岩、砂质板岩、钙质板岩、含砾砂岩、石英砂岩岩性综合体

由中元古界冷家溪群第一岩组上部 (Ptln1) 与第二岩组下部 (Ptln2) 地层组成，岩性为浅变质板岩、砂质板岩、钙质板岩、含砾砂岩、石英砂岩，为泥质、砂状结构，薄~中厚层层状构造。岩体的节理裂隙较为发育，多被泥质物充填，岩石单轴饱和抗压强度为 30~70Mpa，属较坚硬~坚硬岩类，岩体完整程度为较破碎~较完整，岩体质量等级为 III~IV 级。

(2) 坚硬块状硅化构造角砾岩岩性综合体

为构造挤压破碎带中的硅化角砾岩，本岩体岩石致密、坚硬，岩石单轴饱和抗压强度为 92.10~114.67MPa，属坚硬岩类，岩体完整程度为较破碎~较完整，岩石质量等级为 II~III 级，工程力学性能好。

照片 2-1 +220 巷道砂质板岩

照片 2-2 硅化角砾岩 (中间为萤石矿脉)

（二）岩体结构面特征

根据区内构造发育情况，区内结构面可划分为 I、III、IV、V 三级。

1、I 级结构面

为银矿冲断裂，其为一区域性断裂构造，断裂走向北东 20° ，倾向北西~北西西，倾角 $50\sim 75^{\circ}$ ，延长数千米，矿区内长 1.4km，宽 40~200m，控制区域稳定，为区内 I 级结构面。

2、III 级结构面

为板理面、层面，走向大体为北东 20° ，倾向北西~北西西，倾角 $40\sim 80^{\circ}$ ，延长数百米。层面一般紧闭，呈舒缓波状起伏，靠近地表处受风化影响，层面微张。

3、IV 级结构面

浅部节理裂隙为区内岩体的 IV 级结构面。岩体中节理裂隙发育，既有构造裂隙，也有风化裂隙，破坏浅部岩体的完整性。

4、V 级结构面

区内 V 级结构面为微小的节理劈理及不发育的片理，呈闭合状，分布于深部岩层中，对岩体破坏程度小。

（三）岩体风化带特征

风化带的厚度 12.81-62.62 米，一般在 35m 左右。岩石风化强度受岩性、地形、地貌等多因素控制，以板岩受风化相对较强，丘顶较丘坡、冲沟处基岩风化厚度大。由于风化作用，使地表岩石风化裂隙发育，有利于大气降水下渗，在雨水作用下，又促进风化作用的进行，从而使浅部岩体工程地质条件变差，影响岩体的稳定。但矿体赋存于银矿冲断裂硅化破碎带硅化角砾岩中，对矿体开采影响小。

（四）生产井巷工程地质特征

矿体产于银矿冲断裂之硅化角砾岩带，因后期成矿作用，断裂多被萤石矿脉、石英脉充填胶结，硅化强，矿体稳固性好。矿体顶板主要为砂质板岩，具挤压破碎特征，具硅化，稳定性较好。矿体和底板主要为硅化角砾岩，硅化强，抗压强度高，稳固性好。矿体顶部局部较破碎，需注意防护。矿体及其顶底板岩石物理力学性质表见下表。

表 2-3 穰家垌矿区矿体及其顶底板岩石物理力学表

岩石类型	受力方向	抗压强度 (饱和)	抗拉强度 (天然)	内摩擦角	凝聚力 C	弹性模量
		(MPa)	Ro (MPa)	Φ	(MPa)	Es (MPa)
砂质板岩 (顶板)	平行	68.33	2.36	43.20	4.61	3.89×10^4
砂质板岩 (顶板)	平行	79.60	2.63	43.50	4.83	4.32×10^4
砂质板岩 (顶板)	平行	82.33	2.91	44.90	5.25	4.56×10^4
硅化角砾岩	平行	92.10	3.15	45.30	5.67	4.81×10^4
硅化角砾岩	平行	114.67	3.46	47.30	6.87	5.54×10^4
硅化角砾岩	平行	109.00	3.26	46.70	6.32	5.23×10^4

注：试验数据来自核实报告取样测试成果。

脉外运输巷道一般开拓于底板砂质板岩中，坚硬稳定，一般不需要支护。矿体赋存于硅化角砾岩中，抗压强度大、稳定性较好，开采时一般不需要支护。由于矿山长期采用分段矿房法采矿，采场规模大，最宽处达到 30m 以上，采场跨度达到 50m，岩体在长期荷载和时间效应下的流变破坏造成顶板不稳。因风化、雨水侵蚀等原因，近地表断裂带结构较为松散，220 中段以上采空区顶板已出现了垮塌现象，地表出现露天塌陷坑。目前矿山已对部分采空区进行了充填。

(五) 边坡特征

区内边坡类型可分为自然斜坡和人工边坡两类。

(1) 自然斜坡

区内多为斜坡，坡度 15~25°，最大约 35°。岩层走向北东，整体倾向北西，倾角一般 50°-55°。区内以逆向坡或斜交坡为主，局部有顺层边坡，但岩层倾角大于斜坡坡度，对斜坡稳定性有利。区内植被较发育，自然排水通畅，斜坡较稳定。

(2) 人工边坡

区内的人工边坡分布在生产生活区，主要为修路、建房形成，高度一般 2~8m，部分边坡达 20m。坡顶土层厚度一般 0.5~1.5m，下部为强至中风化砂质板岩，较坚硬至坚硬，较完整，且多与边坡坡面反向或大角度斜坡，边坡总体稳定。仅在进矿公路岔路口处切坡高陡，加之岩体风化严重和坡顶车辆加载，存在滑坡地质灾害隐患，矿山于 2008 年在该处边坡外侧修建了挡土墙。

综上所述，穰家垅萤石矿工程地质条件复杂。

2.3 生物环境

1、植物环境

本矿山生态保护修复区为丘陵地貌，降雨丰沛，土壤较厚，属亚热带常绿阔叶林带，植被多样，树种资源丰富。主要植被有常绿阔叶林、针阔混交林、针叶林、灌林、高山草地等。常绿阔叶林主要以壳斗科、樟科、竹林为主，针叶林以杉、松两科为主，灌林木以油茶为主，乌饭树、映山红次之。

通过现场实地调查和查询资料，矿区内未发现国家重点保护植物和古树名木。

火炬松

毛泡桐

杉木

映山红

油茶

芒草

照片 2-3 矿山生态修复内主要乔木、灌木和草

2、动物环境

矿区地处东洋界，动物区系特征与矿区所属地理区划一致，在本项目生态影响范围区的陆生脊椎动物主要有：两栖类、爬行类、鸟类、兽类等。

矿区两栖动物有 1 目 2 科 3 种，包括中华蟾蜍、黑斑侧褶蛙和泽陆蛙，矿区内两栖类中，优势种为中华蟾蜍和泽陆蛙。矿内爬行类中，优势种为多疣壁虎和铜蜓蜥。矿区分布的鸟类中，以雀形目鸟类最多，主要有白鹭、环颈雉、黑水鸡、大杜鹃、普通翠鸟、灰头绿啄木鸟、金腰燕、金翅雀等。矿区兽类主要有普通伏翼和黄鼬。

据调查，当地水塘渔获物中较多的种类依次为：斑鳊、沙塘鳢、黄颡鱼和大鳍鱮、鲢鱼、鲤鱼等。

2.4 人居环境

本矿山生态保护修复区内位于山脊处，地势较高，区内绝大部分为林地、采矿用地。常住人口主要为矿山职工（约***人），本地民房 8 栋、居民 30 人。居民均为汉族，房屋以 2 层砖混结构为主，多建在沟谷缓坡处。居民多以务农或外出务工、矿山工作为主要收入来源，整体经济水平一般，人均可支配收入 2.2 万元左右。

区内耕地的灌溉水源依赖山塘水和溪沟水，除矿山房屋及民房，无其它水利、交通、通讯、电力等重要民用工程设施，仅有一条乡村公路进出矿山，距离东侧坡脚处省道 S315 直距 1.4km。

矿山按照环保部门要求，定期进行废水、废气和噪音等监测，据收集的检测报告，各项指标符合环保要求。加之矿山与居民点之间多有山丘阻隔，矿山生产对周边人居环境影响总体较小。未来开采过程中，矿山规模不会再提升，在采取良好的环保措施和严格的监测管理情况下，人居环境不会有较大的变化，预测未来开采对周边人居环境影响较小。

第三章 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

矿区周边无自然保护区、风景名胜区和大型河流湖泊分布，省道 S315 位于矿区东侧 1.2km。原始微地貌为斜坡和沟谷组成，斜坡区为茂密林地，沟谷底部平缓区零星分布耕地、草地。矿山为井工开采，对地形地貌景观破坏为办公生活区、生产加工区、尾矿库、废石堆及塌陷坑等人类工程活动改变了原始地貌。

办公生活区：该地块原为坡度 15~25° 的“C”字形斜坡区，中部为谷地。为建设办公楼对斜坡上方进行了挖方，土方就近回填于下方沟谷低部，形成现今上窄下宽缓的两级平地。区内建有 5 栋楼房（3~6 层砖混结构），为办公楼、职工宿舍、食堂等，房屋依坡而建，屋后切坡高度一般 5~15m，面积 0.926hm²。

生产加工区：该地块长度方向大致同等高线走向，为斜坡地形，坡度 15~20°。矿山采用内挖外填的方式平整场地，挖填方高度一般 5~15m。加工区内建筑物多为钢架厂棚，少量砖结构平房，约 10 余座，带状分布，部分建筑物后方斜坡的切坡高度 3~12m，面积 7hm²。

尾矿库：该处原为沟谷地形，矿方在沟谷下方修建堆石坝，建造尾矿库，改变了沟谷地貌。现尾矿库的堆高约 50m，库尾较平整开阔，大面积裸露灰白色选矿尾砂，面积 12.037hm²。

废石堆 FS1：该处原为斜坡，斜坡约 30°，斜坡平面走向呈弧形。从+220 井口运出的废石就近顺坡堆积在沟谷上游，废石顶部形成平台，前缘边坡的坡度 30°~35°，高差 45m，坡面局部已复垦，面积 1.101hm²。

废石堆 FS2：该处原为沟谷地形，处于沟谷上游，谷底纵坡 15~18°，谷底宽 5~10m，两侧斜坡约 20°。320m 中段生产的井下废石就近顺坡堆积在沟谷上游，已填平沟头形成平地，废石堆前缘则为坡度约 30° 的填土边坡，面积 0.332hm²。废石堆 FS2 地表已部分复绿。

炸药库：靠近山脊处，原始斜坡的坡度约 18° ，矿山下切山体，建造三座小库房（砖结构）及道路、消防水池等附属设施，切坡高度 3~6m，面积 0.285hm^2 。

塌陷坑：原为呈北东走向的山脊线，为地下采矿顶板塌陷形成，平面呈椭圆形，底深约 45m，面积 1.362hm^2 。

办公生活区、生产加工区、废石堆、炸药库、尾矿库等连片分布（面积 21.681hm^2 ），对原始斜坡进行了切坡和堆填，人工建构物和工业设施替代了原始植被绿地，改变了自然景观。塌陷坑处原为山脊，塌陷形成的裸露凹坑改变了原始地形，破坏了地表植被。不过由于以上破坏区所处地势高，较平坦，切建构物高度普遍低矮，且有原始植被和微地貌遮挡，而周边居民稀少，因此破坏区在东侧 1.2km 处的居民聚集区和省道 S315 可视范围之外。

图 3-1 穰家垌萤石矿矿区三维影像图

3.1.2 地形地貌景观破坏发展趋势分析

穰家垌萤石矿地表设施已满足矿山生产、办公需求，无扩建计划。预测未来矿山对地形地貌景观破坏同现状基本一致。

地形地貌景观破坏小结：办公生活区、生产加工区、废石堆、尾矿库、塌陷坑

等共 23.043 hm²，破坏了原始斜坡和沟谷地貌。因微地貌遮挡，周边居民少，因此破坏区在东侧 1.2km 处的居民聚集区和省道 S315 可视范围之外。矿山无扩建计划，预测未来矿山对地形地貌景观破坏同现状基本一致。

图 3-2 穰家垅萤石矿地形地貌景观破坏分布图

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损破坏现状

1、矿山对土地资源占损影响分析

穰家垅萤石矿地表功能区见下图，各功能区对土地资源占损情况如下：

图 3-3 穰家垅萤石矿占损土地斜拍图

(1) 办公生活区：占损土地资源总面积 0.926hm^2 ，其中乔木林地 0.018hm^2 、工业用地 0.497hm^2 、机关团体新闻出版用地 0.263hm^2 、城镇村道路用地 0.084hm^2 和农村道路 0.064hm^2 ，土地权属均为石桥村。

(2) 生产加工区：占损土地资源总面积 7hm^2 ，其中乔木林地 1.151hm^2 、其他林地 0.009hm^2 、其他草地 0.085hm^2 、采矿用地 2.143hm^2 、工业用地 3.101hm^2 、坑塘水面 0.060hm^2 、城镇村道路用地 0.025hm^2 和农村道路 0.425hm^2 ，土地权属为石桥村、新东村和石岗村。

(3) 尾矿库：占损土地资源总面积 12.037hm^2 ，其中乔木林地 2.574hm^2 、其他林地 0.072hm^2 、采矿用地 8.884hm^2 、工业用地 0.026hm^2 、农村宅基地 0.020hm^2 、农村道路 0.400hm^2 、公用设施用地 0.040hm^2 、坑塘水面 0.011hm^2 和城镇村道路用地 0.011hm^2 ，土地权属为石桥村和新东村。

(4) 废石堆 FS1: 占损土地资源总面积 1.101hm², 其中乔木林地 0.079hm²、采矿用地 1.022hm², 土地权属为新东村和石岗村。

(5) 废石堆 FS2: 占损土地资源总面积 0.332hm², 其中乔木林地 0.008hm²、灌木林地 0.324hm², 土地权属为新东村。

(6) 炸药库: 占损土地资源总面积 0.285hm², 其中乔木林地 0.081hm²、农村道路 0.083hm²、农村宅基地 0.121hm², 土地权属为新东村。

(7) 塌陷坑: 总面积 1.362hm², 其中乔木林地 1.358hm²、农村道路 0.004hm², 土地权属为新东村和石岗村。

矿山共占损土地面积 23.043hm², 主要为采矿用地 12.049hm²、乔木林地 5.269hm²、工业用地 3.624hm²、农村道路 0.976hm², 土地权属为新东村、石桥村和石岗村。

表 3-1 穰家垅萤石矿土地资源占损表

功能区	占损土地类型 (hm ²)							合计 (hm ²)	破坏土地方式
	乔木林地	其他林地	采矿用地	工业用地	农村宅基地	农村道路	其他		
办公生活区	0.018			0.497		0.064	0.347	0.926	挖损、压占
生产加工区	1.151	0.009	2.143	3.101		0.425	0.171	7.000	
尾矿库	2.574	0.072	8.884	0.026	0.020	0.400	0.061	12.037	压占
废石堆 FS1	0.079		1.022					1.101	压占
废石堆 FS2	0.008						0.324	0.332	压占
塌陷坑	1.358					0.004		1.362	采空塌陷
炸药库	0.081				0.121	0.083		0.285	挖损、压占
合计	5.269	0.081	12.049	3.624	0.141	0.976	0.903	23.043	

说明: 以上地类数据来源第三次全国土地调查成果。

图 3-4 穰家垌萤石矿土地资源占损分布图

图 3-5 穰家垌萤石矿土地利用现状图

第三次全国土地调查成果图（国家 2000 坐标系）

2、矿山对土地污染影响分析

本矿山采用浮选法加工，对土地污染集中在浮选车间、尾矿烘干系统车间和尾矿库。因浮选车间和尾矿烘干系统车间附近地坪已硬化，废水由专用管道抽至废水处理站处理，对车间附近土地污染影响小。尾矿库内的底部为粘土层，受库底积水浸润，底部粘土层可能受砷、镉、铜、铅、汞、镍、锌等重金属污染。

本次收集了近年 5 份土壤监测报告，编号依次为编号 HNQC(HP2019-08)、BG-19080010、HNZYC(2022.08)021、HNZYC(2022.11)17、HNZYC(2022.10)24（见附件 2），为 2019 年至 2022 年间由环报评部门委托及矿山自行委托监测，针对建设区内的监测因子有砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、锌、氟化物等，针对周边农业区土壤监测因子 pH 值、总汞、总镉、总铬、总砷、总铅、总镍、总铜、总锌。

表 3-2 土壤主要检测成果数据统计表（PH 无量纲，mg/Kg）

检测项目	PH	汞	锌	砷	镉	铜	镍	铅
尾矿库东侧农田	6.86	0.053	110	8.64	0.10	76.4	68.4	31.8
尾矿库收集池旁	/	0.074	/	18.4	0.21	80	70.5	32.6
废水排放口底泥	7.48	0.131	116.3	21.61	0.16	28.45	22	105.2
附近民宅后山土	7.53	0.204	70.2	11.39	0.21	19.76	31	87.3
尾矿库东侧农田	5.46	0.459	157	16.0	0.30	35.4	13.5	42.7
磨浮段车间	5.78	0.498	0.002	18.2	4.14	269	16.4	0.004
污水处理区	6.38	0.500	135	28.0	0.25L	54.6	51.4	46.6
磨浮段车间	7.13	1.94	190	22.9	3.59	50.4	7.09	98.4
破碎车间	6.37	2.47	442	22.7	3.26	64.6	10.6	172

据环评报告，项目周边存在农田，土壤环境敏感程度为敏感，评价范围为选厂和尾矿库外延 0.05km 范围内。项目建设区内执行《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准，建设区外的农业用地执行《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB15618-2018）》。以上 5 份报告的监测结果均在相应管控标准范围内。

考虑以上土壤监测取样点位于尾矿库周边，而本矿山矿石化学成份较复杂，含有铜、铅、锌、汞、砷等重金属，尾矿的长期堆积可能会造成库底重金属富集。

据固废监测报告（编号 HNZYC-(2023.10)024），该报告对选矿过程产生的尾矿进行了浸出毒性试验，进行重金属及有毒元素提取，对提取的浸出液进行成分分析，

以分析其在自然环境下重金属及有毒元素等的释放情况。检测结果显示，尾矿浸出的有毒有害元素均在国家相关标准限值内，不属于危险废物。

表 3-3 尾砂浸出毒性试验结果

样品标识	浸出方法	检测成分	检测结果	检测国标	限值 (mg/L L)
尾砂	硫酸硝酸法	镉	0.212	《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》GB 5085.3-2007	1
		总铬	0.144		15
		砷	2.83		5
		铅	4.63		5
		镍	0.153		5
		铜	28.9		100
		锌	36.9		100
		汞	0.00252		0.1
		六价铬	0.004L		5
	平振荡法	镉	0.0932		1
		总铬	0.0633		15
		砷	1.22		5
		铅	2.07		5
		镍	0.0674		5
		铜	13.0		100
		锌	16.6		100
		汞	0.00124		0.1
		六价铬	0.004L		5

综合上述检测值，结合对生产加工区、尾矿库周边土地植被生长、农田耕作情况调查，矿山未对造成显著的自然功能失调、土壤质量恶化现象。尾矿库的底部黏土层可能重金属富集，但黏土层渗透性较差，重金属迁移范围有限。

3.2.2 土地资源占损发展趋势

1、对土地资源占损发展趋势

据开发利用方案，矿山利用现有设施可满足生产要求，未来无扩建计划。废石堆停止使用并将修复。塌陷坑因坑壁高陡，边部可能发现倾覆坍塌，扩大地表破坏面积，但矿山已停采并拟进行回填整治。因此，矿山对土地资源占损总体不会增加。

2、矿山对土地污染发展趋势

按照开发利用方案设计的生产工艺流程和产品方案同现状，穰家垅萤石矿按照环保要求严格管理，未来对土地环境影响同现状。

土地资源占损小结： 矿山共占损土地面积 23.043hm²，主要地类为采矿用地

12.049hm²、乔木林地 5.269hm²、工业用地 3.624hm²，土地权属为新东村、石桥村和石岗村。矿山对土地的污染限于尾矿库，但因库底为黏土层，重金属迁移范围有限。未来矿山对土地资源占损总体不会增加，对土地环境影响同现状。

3.3 水资源水生态破坏

至 2019 年矿山已生产约 10 年，开拓工程已延伸到 70m 中段。为查明穰家垅萤石矿采矿以来对矿区及周边水资源及水环境的影响，湖南省有色地质勘查局二一七队（现湖南省遥感地质调查监测所）受衡山县甘溪镇政府及衡山县安监局的委托，对穰家垅萤石矿开展水文地质调查，目的是查明穰家垅萤石矿水文地质现状，并根据调查情况评价矿业活动对矿区及周边水资源、水环境所造成的影响及其程度。2019 年 10 月提交的《衡东县金龙矿业穰家垅萤石矿水文地质调查报告》结论为“1、根据本次调查及矿坑排水资料，穰家垅萤石矿开采对矿区水资源的影响极其有限，表明矿床开采对水资源影响程度低。2、虽然水的类别较高，但都主要是感官指标和一般化学指标含量较高，表明矿床开采对水环境污染影响程度只是一般。”

根据收集的水文地质调查报告、环评资料及实地调查，矿山对水资源水生态影响分析如下。

3.3.1 水资源水生态破坏现状

1、对水资源破坏现状

（1）对地表水漏失影响轻

矿区位于山顶，地势高，地表水系不甚发育。最近的山塘位于采区东侧约 850m，穰家垅小溪位于采区东侧约 1750m 的谷底，水田多分布穰家垅小溪两岸。据下节计算结果，现状矿井疏排水影响半径 320m，岩移范围主要在山脊线西侧斜坡区，地表水体在矿山开采影响范围外。且区域上为板岩，基岩顶部以粘性土为主，不利于地表水渗漏。经调查访问，矿区附近的山塘、水田均能正常蓄水，地表水漏失影响轻。

（2）对地下水资源影响较轻

萤石矿体赋存在硅化角砾岩中的，硅化角砾岩胶结紧密，可视为相对隔水层。

硅化角砾岩的顶底板围岩为挤压破碎带，裂隙呈闭合状态或被脉石充填，局部破碎，钻孔钻进时有漏水现象。破碎带两侧为浅变质板岩、砂质板岩、钙质板岩、含砾砂岩等，浅部风化裂隙发育含风化裂隙水，深部裂隙减少，透水性变弱。

本矿山为裂隙充水矿床，矿体陡倾（ $50^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ），+220m 以上采空，目前矿山已完成+70m 的开拓工程，采空区平面投影面积约为 44640m^2 。据抽水台账统计，开采期的正常涌水量约 $374\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量约 $414\text{m}^3/\text{d}$ 。矿井疏排水影响半径按下述公式计算，结果为 320m。

$$R=r_0+10S\times K^{1/2}$$

式中：R—为+70m 中段地下水疏干影响半径（m）。

r_0 —矿井现采空区范围引用半径（m），按 $r_0=0.565F^{1/2}$ 为现采空区 44640m^2

S—+70 中段地下水位降深（224m）

K—为板岩渗透系数（区域值 $0.008\text{m}/\text{d}$ ）。

目前矿山附近建有 5 口监测井，井深 70m 左右，地下水埋深一般 21-33m，随旱、雨季变化略有波动。距离矿山 1000m 范围内的民井（为第四系潜水）水位和水量在矿山开采前后变化不大。矿界外沟谷处的三个泉点在雨季流量 $0.02\sim 0.65\text{L}/\text{s}$ ，旱季断流，为浅层风化岩裂隙水沿岩土界面渗出。

综上分析，矿井抽排水对采空区上部的浅层风化裂隙水含水层有疏干影响，但因板岩层为弱含水层，影响范围有限，对地下水资源影响较轻。

（3）对区域地下水均衡影响较轻

依前述，开采区域在中元古界冷家溪群泥质板岩、砂质板岩、板岩、砂岩组成的相对隔水层中，该层总厚度 848m 以上。矿区东西侧的板岩地层宽度达 3 公里左右。区域构造走向为北东向，结构面产状陡倾，地下水侧向补给受阻，以垂向运动为主。而本矿山位于分水岭处，当地最低侵蚀基准面+70m（东侧穰家垅小溪），目前井下最低标高为+70m，因此受矿坑排水疏干形成的降水漏斗在采空区上部。当地降水充沛（年均降水量 $1474.49\text{mm}/\text{a}$ ），基岩浅部风化裂隙较发育，易得到大气降雨补给。区内植被茂盛，坡脚沟谷处地表水系发育，有利于地表水蓄积和补给区域地下水。

因此，现状对区域地下水均衡影响小。

2、对水生态影响分析

矿山经处理后的外排水直接进入牛栏冲小溪，汇入 1.2km 外的穰家垅小溪，最终进入南侧 5.5km 外的洙水。调查期间，矿山处于停产状态，在尾矿库渗井及废水总排放口采取的水样经检测符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

据环评报告及现场调查，矿山排放水分类如下：

（1）矿坑涌水：经井下水仓澄清后部分用于采矿生产，其余经泵送至地表回水池经简单沉淀处理后，部分用于设备冷却、选场抑尘，其余全部补充选矿用水。

（2）废石淋溶水和尾矿库渗漏水：废石淋溶水汇集后流入尾矿库，尾矿库渗漏水在收集池内经泵入废水处理站处理，进入高位水池回用于选矿，富余部分外排。

（3）选矿废水：选矿废水部分直接回用，其余经废水处理站处理后回用。

（4）生活废水：矿山的生活废水全部由旱厕收集，在化粪池中处理后用于绿化工作，不造成对环境的污染。

（5）初期雨水：为降雨时间冲刷生产加工区，携带泥沙的雨水由截水沟直排，造成附近溪沟泥沙量增加。

图 3-6 废水收集、处理走向图（引自环评报告）

矿山按照环保部门要求，定期对废水、地表水、地下水监测，并在废水处理站建有在线监测系统，监测点位见下图。

图 3-7 穰家垅萤石矿环境监测点位平面图

废水：位于废水总排口，监测因子：SS、五日生化需氧量、氨氮（NH₃-N）、COD_{Cr}、磷酸盐、总镉、总砷、总铅、总铜、总锌、氟化物，频次：（每月测 1 次）；石油类（半年测 1 次）。水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。地表水：监测点位于尾矿坝下游，监测因子：水温、PH、COD_{Cr}、NH₃-N、氟化物、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr、石油类，监测频次：一年 1 次。执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准。

地下水：监测井，监测因子：pH 值、溶解性总固体、钠、总硬度、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总铜、总锌、氨氮（NH₃-N）、氟化物（以 F⁻计）、氯化物（Cl⁻计）、硫酸盐（SO₄²⁻计）、耗氧量，监测频次：一年 1 次。执行《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类标准。

本次收集了近 5 年的部分水质监测报告，编号依次为编号 HNQC(HP2019-08)、BG-19080010、HNZYC(2022.08)021、HNZYC(2022.11)17、HNZYC(2022.10)24、HNZYS-(2023.07)066、(2024.5)132，并在 1 号渗井、废水总排放口采样（见附件 2）。

HNQC(HP2019-08)报告显示，穰家垅小溪上下游采取的地表水样存在氟化物超标，超过倍数 0.412~0.63 倍，其余检测结果均符合相应标准。环保报告评价“污水处理站处理工艺国内目前较为先进的“絮凝、沉淀、过滤吸附—微水澄清水处理技术”，该工艺对本项目产生的重金属、氟化物等有较好的处理效果。根据衡阳环境保护局出具的验收批复《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程项目竣工环保验收的意见》（衡环发[2016]174 号）中的结论“外排废水各污染物均能满足 GB8978-1996 中表 4 中一级标准。根据现场调查分析及与建设单位相关技术人员沟通，断面中氟化物短暂超标原因可能是本项目污水处理站在运营过程中管理不严格，导致处理效果出现短暂的不达标情况，加之该断面距离本项目厂区污水排口较近从而造成下游地表水水质氟化物短暂超标。”

据《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目竣工环境保护验收报告》（2024.5）总体结论：“综上所述，项目符合国家相关产业政策和衡东县总体规划和土地利用规划，平面布置合理。项目在建设和运营中将产生一定程

度的废气、污水、噪声、固废的污染，在严格采取本项目环评报告中提出的各项措施以后，项目对周围环境的影响较小。该工程基本落实环境影响报告书及环评批复的各项要求，废水、废气、噪声均达到了国家各项污染物排放标准，各类环保设施也建设到位。”

本次对废水处理站处理后的外排废水及尾矿坝渗井内地下水各采取水样一样，显示 Pb、Hg、Cd、As、F 等 12 指标符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准（见附件 2024-HXDZ-166 批水质检验，调查期间矿山处于停产状态）。

综上取样检验结果、环保部门意见和矿山介绍，矿山基本满足项目用水平衡要求，一般在雨季才存在外排水情况，矿山外排水主要影响牛栏冲小溪、穰家垅小溪。矿山如严格遵照环保部门相关要求进行处理，保证环保设施有效运行，做好环保管理工作，对水生态影响较轻。

3.3.2 水资源水生态破坏发展趋势分析

1、水资源破坏趋势分析

（1）对地表水漏失影响轻

未来开采至+20m 后，矿井疏排水影响半径 434m，岩移边界逐渐西移，最终岩移边界在矿界 1-2 拐点附近。而矿区位于分水岭，地表水系不甚发育，且矿井疏排水和岩移影响边界距离坡脚的坑塘、水田距离多在 1km 以上，对地表水漏失影响轻。

（2）对地下水资源影响较轻

据上节水文地质，未来开采至+20m 后，采空区平面投影面积约为 11.20 万 m²。预测矿井正常涌水量 647m³/d，最大 716m³/d，未来矿井疏排水影响半径为 434m。分析认为，本矿山的矿体陡倾，往深部板岩逐渐趋于完整，隔水性增强，矿井抽排水对采空区上部的浅层风化裂隙水含水层有疏干影响，对地下水资源影响总体较轻。

（3）对区域地下水均衡影响较轻

依前述，未来矿井疏排水量总体较小，仅局限在降落漏斗内对冷家溪群砂质板岩、板岩裂隙水造成疏干影响，而区内地下水侧向互补能力差，多为相对隔水层，无重要含水层分布。当地降水充沛，基岩浅部风化裂隙较发育，易受大气降雨补给，

沟谷底部均有溪沟、河流，有利于补给地下水。预测对区域地下水均衡影响较轻。

图 3-8 穰家垌萤石矿水资源水生态破坏问题分布图

2、对水生态破坏趋势分析

未来矿山的生产规模和工艺同现状基本一致，仅因采空区面积增加，预测涌水量略增加，废水量增加较少。矿山已建设充填站，未来边开采边充填，有利于减少涌水，减轻上覆岩体移动变形。未来尾矿库不再增加尾矿排放，渗滤水浓度将逐渐降低，处理成本减少。矿山按照环保部门要求做好雨污分流、废水处理和相关环保管理工作，持续监测，未来对生态影响同现状基本一致。建议后续对水生态的影响以生态环境部门的监测数据为依据。

水资源水生态影响小结：矿山现状未造成地表水漏失，对地下水资源和区域地下水均衡影响较轻。矿山排放水类主要为矿坑涌水、选矿废水、尾矿库渗漏水等，矿山基本满足项目用水平衡要求，一般在雨季才存在外排水情况。矿山如严格遵照环保部门相关要求进行处理，做好环保管理工作，对水生态影响较轻。未来尾矿库不再增加尾矿排放，渗滤水浓度将逐渐降低，处理成本减少。矿山按照环保部门要求做好雨污分流、废水处理和相关环保管理工作，持续监测，未来对生态影响同现状基本一致。

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

据调访，矿区目前存在 2 处小型滑坡隐患点、1 处采空地面塌陷，分述如下：

1、进矿公路滑坡隐患点（H1）

在进矿公路岔路口处，矿山修路切坡形成两级边坡，单级高约 15m，平台处为宽 5~8m 的矿山公路，边坡坡度 45~60°，长约 27m。因切坡较陡，坡表土层断续滑塌。滑坡发生于 2008 年的年初，为浅层滑坡，长约 35m、宽约 25m，平均厚度约 1.5m，滑坡隐患体的体积约 1300m³，威胁进矿道路通行安全。为消除滑坡隐患，矿山当年在以上两处边坡的坡脚建设钢筋混凝土结构重力式挡墙，上部挡土墙长 21m，下部挡土墙方量长约 40m，墙高 4-5m，墙脚设有截排水沟。以上两处挡土墙对于保持进矿公路外侧边坡稳定起到了重要作用，修建以来，墙顶路面和挡土墙均未出现开裂变形，运行良好。

照片 3-1 进矿道路外侧斜坡处修建了挡土墙

2、废石堆 FS1 隐患点（H2）

废石堆 FS1 靠近副井口，为开凿井巷、采矿形成的块石、碎石顺坡堆积形成，堆积厚度 3~10m，高差 40m，平均坡度 35°，堆存时间约 10 年。受原沟谷地形控制，废石堆 FS1 平面呈扇形，碎石场处堆积厚度相对较大。2024 年 6 月底至 7 月初强降雨期间，废石堆顶部发生浅层滑坡，主滑方向长 30m、宽 20m，滑体厚度约 1.2m，滑体约 720m³。滑坡未造成财产损失，但破坏了原复绿坡地。滑坡顶部拟搭建碎石生产线，后期加载可能加剧滑坡失稳，威胁拟建钢架厂棚安全。

矿山在滑坡区的中上部和下部各打入一排槽钢和钢管柱进行支挡，在坡顶修建了截水沟，对稳定表土起到了积极作用，但尚未治理到位。目前矿山已委托具备地灾防治资质单位进行地灾防治设计。

照片 3-2 废石堆 FS1 航拍平面图

3、采空地面塌陷

穰家垅萤石矿已开采十余年，原开采水平高度在+220m~+370m 之间。在外荷载作用下，老采空区上覆岩层产生垮落，于 2013 年发展至地表。最初为两个塌陷坑，距离 14m，塌陷区面积分别为 1458m²、6565m²，深 40m 左右。在采动效应及雨水侵蚀下，两个塌陷坑进一步扩大，至 2024 年 7 月，塌陷坑面积扩大至约 1.36 万 m²，平均深度约 45m。塌陷坑位于山脊，表土层稀薄，四周坑壁形成高陡的岩质边坡，坡度 70~90°，岩性为强至中风化砂质板岩。

照片 3-3 塌陷坑斜拍图（镜头方向正东）

照片 3-4 塌陷坑斜坡图（镜头方向正偏东）

+220m 中段以上资源已采完，塌陷位于人迹罕至的山脊线处，采空塌陷未造成人员伤亡、财产损失，但破坏了地貌景观和林地资源。矿山于 2020 年 7 月在塌陷区周边设立了安全围栏（710m）及警示标识，在距离塌陷区边缘 23m~47.5m 处呈环形设置了 6 个变形监测点（编号 JC1~JC6），在塌陷坑西侧直距 65m 处，矿山设置了太阳能视频监控。以上措施以防止人蓄进入和地表监测为主，尚未治理到位。

3.4.2 矿山地质灾害影响发展趋势分析

在“2.2.6 工程地质”边坡特征中已分析，矿山建设工程切坡一般在 15m 以内，多为反向的岩质边坡，边坡的工程地质条件总体较好。未来矿山无基建计划，废石、尾矿砂均资源化利用，无新建（增）废石堆等计划，尾矿库已接近闭库，未来矿山地表的环境地质条件同现状基本一致。

废石堆 FS2 位于沟谷顶部，已堆存 10 余年，成分以块石、碎石为主，后期拟将该堆废石回填塌陷坑，整平复垦后恢复原始地貌。尾矿库为矿山重要的安全设施，需遵照专项安全管理要求。矿山已按应急管理部门专门要求建立了安全管理机构、坝体变形监测系统、浸润线监测系统，《湖南蓬源鸿达矿业有限公司冬茅冲尾矿库安全风险评估报告（2024 年度）》结论：冬茅冲尾矿库不存在重大生产安全事故隐患。目前仅有上述 2 处小型滑坡隐患点。

综合矿山基建计划、开发利用方案和地质环境条件，本方案针对现有 2 处小型滑坡隐患点、采空地面塌陷和采空地面变形进行预测分析。

1、进矿公路滑坡隐患点（H1）

该滑坡隐患点所处边坡为永久边坡，且于 2008 年建设挡土墙治理，治理以来，未发生过路面和墙体开裂问题，边坡稳定。但由于墙顶道路是矿山唯一进出的主干道路，上部往来重型车辆通行频繁，加之表层岩体风化逐年加剧，一旦发生地质灾害，损失较大。因此是矿山需要重点监测的地段。

2、废石堆 FS1 滑坡隐患点（H2）

废石堆主要是由块石、碎石和少部分砂质土组成，组分不均匀，顺坡溜滑堆积形成现状直线型斜坡，坡度 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，高差 45m，堆存时间约 10 年。经验分析该

废石堆总体稳定，但由于企业拟在废石堆顶部搭建钢架厂棚，而厂棚外侧临近坡顶边缘，未来还将堆放砂石料，对边坡稳定性有不利影响。以下采用《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013 平面滑动面边坡稳定性评价公式对加载后的边坡稳定性定量评价。

$$F_s = \frac{R}{T}$$

$$R = [(G + G_b) \cos \theta - Q \sin \theta - V \sin \theta - U] \tan \varphi + cL$$

$$T = (G + G_b) \sin \theta + Q \sin \theta + V \sin \theta$$

式中：F_s：稳定系数；

R：滑体单位宽度重力及其他外力引起的抗滑力（kN/m）；

T：滑体单位宽度重力及其他外力引起的下滑力（kN/m）；

c：滑面的黏聚力（kPa），取 0kPa；

ψ：滑面的内摩擦角（°），废石堆内摩擦角取 35°；

G：滑体单位宽度自重（kN/m），按公式 $W = S \times \rho \times g$ 计算，其中 S 为滑体断面面积，ρ 为滑体密度，取 2100kg/m³，g 为重力加速度；

G_b：滑体单位宽度竖向附加荷载（kN/m），堆载按 50kN/m 计；

Q：滑体单位宽度水平荷载（kN/m）取 0kN/m；

θ：滑面倾角（°），理正软件搜索最危险滑动面；

U：沿滑面单位宽度总水压力，矿山已建截排水沟，H 取值为 0。

V：后缘陡倾裂隙面上的单位宽度总水压力取值为 0。

边坡稳定性评价标准参考下表：

表 3-4 边坡稳定性状态划分表

边坡稳定性系数K _f	K _f <1.00	1.00≤K _f <1.05	1.05≤K _f <1.15	K _f ≥1.15
边坡稳定性状态	不稳定	欠稳定	基本稳定	稳定

注：本表摘自《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）表 5.3.1。

图 3-9 废石堆稳定性分析计算简图

经理正岩土边坡分析软件计算，不进行堆载条件下，废石堆 FS1 的稳定性系数为 1.13，基本稳定；按堆载 50kN/m 计，稳定性系数为 1.03，欠稳定。

综上所述，拟钢架厂棚外侧柱脚距离坡顶 3~4m，且后期棚内将堆存砂石料，坡顶加载可能导致边坡外侧发生滑坡地质灾害，威胁碎石生产线作业安全。

3、采空地面塌陷稳定性和发展趋势分析

(1) 参考采空区地面塌陷区专项分析报告分析

“为判定矿山地下采空区与地面贯通的塌陷区的安全性提供科学依据，为采矿企业治理采空区、塌陷区提供科学依据。”矿山企业委托湖南安泰安全咨询评价有限公司编制了《湖南蓬源鸿达矿业有限公司+220 水平以上采空区地面塌陷区地质灾害风险辨识与管控治理措施报告》（2021.9）。该报告结论“（1）露天塌陷区边坡存在于构造断裂带中，坡面无植被，边坡高又陡，局部地带边坡接近 90°。在长期重力作用和外荷载扰动作用下，塌陷区边坡容易发生滑坡或倾覆性破坏；（2）由于岩石的流变特性，且塌陷区暴露时间已达长达十余年，边坡岩石强度弱化，边坡的稳定性减小，塌陷区的面积会继续增大。”

以上专项报告分析，由于塌陷坑壁近直立且高陡，是塌陷区的面积增大的主要影响因素之一。结合本次调查，塌陷坑北壁和东壁为近直立岩质边坡，西壁和南壁的坡度约 45°，均具有上陡下部略缓的特点。坑壁岩体为较坚硬、较破碎的中厚层砂质板岩，现状边坡高度按平均 45m、坡度 85°，坍塌后的稳定边坡角按 70°，根据三角函数关系得到北壁和东壁可能向外围扩展 8~12m，平均 10m。另外根据巷道分布位置，北壁下方存在采空区，航拍图上可见北壁下方存在空洞，估算北壁向北侧坍塌发展距离 20~30m。综上所述，未来塌陷区的面积可能增大至 17800m²。

图 3-10 塌陷坑稳定性分析工程地质剖面图（据核实报告 0 线地质剖面综合整理）

(2) 参考塌陷区监测数据分析

矿山在距离塌陷坑外边缘 23-47.5m 处呈环形设置了 6 个变形监测点(编号 JC1~JC6)，采用全站仪三联脚架法观测，监测周期为每月进行一次。据 2023 年 11 月至 2024 年 4 月连续 6 个月的测量数据，记录的最大沉降值为 2.6mm，由于测量精度的原因，记录的沉降值在-2.6mm~+3.4mm 之间波动。

据矿山提供的地面变形监测数据，说明塌陷坑外缘 23-47.5m 一线稳定性较好。

(3) 根据塌陷坑发展规律分析

地表塌陷始发于 2013 年，最初为两个塌陷坑，总面积 8023m²，深 40m 左右。至 2024 年 7 月，塌陷坑面积扩大至约 13600m²，坑深约 45m。塌陷坑主要向北侧发展，塌陷面积年增加 507m²。按照 4 年内治理完毕，塌陷区可能增大至 15628m²。2023 年之前，矿山主采+220 中段以上资源，现+220 中段已采空，目前矿山已建成充填站，后期拟用废石和尾砂膏体充填采空区，塌陷扩展速度在后期可能会降低。

图 3-11 塌陷坑发展趋势分析平面图

综合采空区分布、塌陷坑外围监测资料、专项报告、塌陷坑发展规律和矿山开发利用方案等因素分析，采空地面塌陷现状稳定性较差，可能向北侧扩展。

需要特别说明的是，受本方案编制阶段的调查深度限制，对塌陷坑稳定分析仅为定性分析。建议矿山委托具有矿山安全评价资质的单位在专项勘查基础上进行定量分析。矿山应对采空塌陷区尽早治理，即可控制塌陷区范围，同时降低治理成本。

4、引发采空区地面变形的预测分析

本矿开采赋存于银矿冲断裂之硅化角砾岩中的 V1 矿体，呈似层状，220 中段以上已基本采空，220 中段以下单工程矿体厚度 11.34~41.26m，平均 24.78m。矿体倾角 50°~75 度，平均倾角 60°（其中 50°~55° 的矿体占比不到 2%）。

(1) 采空区地面变形范围

根据三下采煤规程类似矿山经验值，上山移动角取 65°，下山移动角取 70°，走向移动角取 75° 圈定计算地表岩移范围（见附图 2），面积 0.24km²。由圈定的岩石移动范围可知，未来采空变形区位于矿体上盘，即山脊线以西，区内均为无人迹罕至的林地，无居民、坑塘等。

2) 采空区地面塌陷变形程度分析

地表移动的状态可用垂直移动和水平移动进行描述，常用的定量指标有：下沉、水平移动、倾斜、曲率、水平变形。在预计地表移动与变形时，依据《煤矿采空区岩土工程勘察规范》（GB51044-2014）推荐公式计算，计算变形值的公式见下表。

表 3-5 地表移动和变形预测计算公式表

变 形	最大变形值
下沉W	$W_{cm}=q.M.\cos \alpha$
倾斜i	$i_{cm}=W_{cm}/r$
曲率K	$K_{cm}=\pm 1.52W_{cm}/r^2$
水平变形 ε	$\varepsilon_{cm}=\pm 1.52bW_{cm}/r$
水平位移U	$U_{cm}=bW_{cm}$
影响半径r	$r=H/\tan \beta$
公式中：q——下沉系数，取 $q_{初}=0.63$ ； $q_{复}=(1+0.2)q_{初}=0.76$ ； M——采出矿层厚度（m）；r——地表移动影响半径（m）；H——开采深度（m）； b——水平移动系数，取 $b=0.2 \times (1+0.0086 \alpha)$ ； β ——主要影响角（度），取55°； α ——矿层倾角（度）。	

本次在勘探线上分别取点 B1、B2、B3、B4，按充分采空考虑，对照上述参数计算结果见下表。

表 3-6 地表移动和变形预测计算公式表

位置	计算参数				计算结果					
	矿层厚度 M(m)	矿层埋深 H(m)	矿层块段倾角 α (°)	q/b	W_{cm} (mm)	i_{cm} (mm/m)	K_{cm} (mm/m ²)	ζ_{cm} (mm/m)	U_{cm} (mm)	r (m)
B1	11.34	95	60	0.76/0.3032	4309	64.8	1.48	29.86	1306.5	66.5
B2	32.7	188	50	0.76/0.2860	15975	121.4	1.40	52.1	4568.9	131.6
B3	34.0	175.6	75.6	0.76/0.3300	6426	52.2	0.65	2.87	2120.6	123.0
B4	21.7	240.8	60.6	0.76/0.3042	8095	48.0	0.43	22.2	2462.5	168.6

表 3-7 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。

前述对采空地面变形是在非充填、层状矿床全陷落法开采的三下采煤规程做的定量评价，结果为破坏等级 V，会造成地面严重塌陷破坏，生态环境恶化。

根据开发利用方案，采矿方法为分段矿房法中的分段凿岩分段出矿嗣后充填采矿法（分段空场嗣后充填法），未来往深部开采，对地表影响将逐步减轻。根据现状采空区分布及地表变形特征分析，矿山严格按照开发利用方案和安全设计开采，并加强地表监测，可以避免对地表造成重度及以上破坏。

图 3-12 矿山地质灾害问题分布平面图

矿山地质灾害影响小结：矿区目前存在 2 处小型滑坡隐患点（H1 和 H2）、1 处

采空地地面塌陷。滑坡隐患点 H1 体积约 1300m³，已实施挡土墙治理，处于稳定状态。后期车辆加载和边坡风化对隐患点有不利影响，需加强监测；滑坡隐患点 H2 体积约 720m³，浅表松散土体滑脱，处于欠稳定状态。该隐患点上部拟建钢筋厂棚和堆放碎石，可能导致滑坡体失稳，需进行工程治理；采空地地面塌陷坑位于山脊，面积 1.36 万 m²，四壁高陡，欠稳定，塌陷范围可能扩大，需进行专项分析和治理设计；未来井工开采可能引发采空区地面变形，不支护条件下破坏等级 V，矿山严格按照开发利用方案和安全设计开采，避免对地表造成重度及以上破坏。

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

1、植物环境

据现场调查，穰家垅萤石矿共占损土地面积 23.043hm²，主要为采矿用地 12.049hm²、乔木林地 5.269hm²、工业用地 3.624hm²、农村道路 0.976hm²。矿业活动破坏了地表植被，在一定程度上加剧水土流失，对周围生态环境产生不利影响。破坏的植物为当地的常见的树种，如樟树、竹林、杉、松、油茶、乌饭树、映山红等。植被数量虽减少，可通过积极的复垦复绿措施得到恢复。现状占损土地面积较小，未造成生物多样性指数的明显变化。

2、动物环境

矿区人类活动干扰强烈程度一般，野生动物主要为当地常见的鸟类、啮齿类动物，无野生保护动物，无动物栖息地和迁徙通道，也无觅食区分布，未造成动物多样性减少，但是井下爆破震动使得一些常在此活动的啮齿类动物和鸟类受惊吓而避开矿区活动。

3.5.2 生物多样性破坏发展趋势

1、植物环境

据矿山开发计划，未来矿山不会增加土地破坏面积，不会破坏区域植物的多样性。矿山严格遵照“边生产、边修复”的原则，随着尾矿库、废石堆、塌陷坑等逐步修复，植物环境将逐渐改善。

2、动物环境

生产期间，矿区人类活动干扰持续，会对在附近活动的啮齿类动物和鸟类造成惊扰，但井下爆破震动影响范围和强度有限，且随着向深部开采，爆破震动会减弱，不会造成动物种群的减少或灭绝。

矿山关闭后，强烈的人类工程活动停止，植物环境持续改善，动物环境将得到恢复。

生物多样性破坏：穰家垅萤石矿共占损土地面积 23.043hm²，其中乔木林地 5.269hm²、其他林地 0.081hm²，未造成生物多样性指数的明显变化。井下爆破震动，对采区及周边啮齿类动物和鸟类有一定影响。未来随着地表逐步修复，矿山向深部开采，对地表生物影响将减轻。

第四章 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

矿山周边为林业发展区和一般农业区，土地利用规划为林地，修复区的灌溉条件、地形条件和交通条件一般。基于矿山生态背景、区位条件，并结合政府和当地群众意见，按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，本矿山生态修复模式定位为“矿山+林草地”，技术模式采用人工修复法。

矿山生态修复工程部署总体思路如下：

1、地形地貌景观修复思路：通过土地复垦工程、采空塌陷坑回填工程等逐步修复地形地貌景观。

2、土地资源占损修复思路：除拟保留的办公生活区，对塌陷坑、废石堆等不再利用地块及时复垦为林地，如尾矿库达到闭库条件则尽早复垦为草地，闭坑后将生产加工区、炸药库等恢复为林地。

3、水生态水环境保护思路：矿山目前建设有较完整的截排水系统、废水处理站和地下水监测井，因此本矿山水生态水环境保护以管理和监测为主，加强雨污分流、废水处理、水资源循环利用等日常环保管理工作，节余水资源，确保外排水达标才能排放。

4、矿山地质灾害治理思路：现有滑坡隐患点H1已进行治理，后期以监测为主；滑坡隐患点H2、采空地面塌陷以工程治理为主。鉴于采空地面塌陷复杂性，本方案暂定以回填为治理手段，建议进行专项论证和制定专项治理方案。对于可能引发的采空地面变形，矿山以监测为主，遵照专项安全设计进行生产作业。

5、生态环境监测布置思路：针对地表水、地下水、外排废水、土壤、地灾隐患点、地面变形区等布置全面的监测点，采用取样监测、人工巡排查、测量等手段定期进行监测。

6、生物多样性保护思路：通过修复地形地貌景观和修复土地资源，保护水生态环境和避免地质灾害的发生，降低对生物环境的不利影响。

4.2 生态保护修复目标

坚持生态优先、科学发展，最大限度的避免、减轻因矿山开采造成的矿山生态问题，减少对土地资源的占损破坏，减轻对矿山生态环境的影响，实现资源开发与生态环境相协调，努力创建绿色矿山，促进矿业经济持续、科学、和谐发展。

本矿山生态保护修复目标如下：

1、通过对废水、地表水和地下水的长期系统监测促进环保管理工作，控制矿业活动对水环境的影响范围和程度，外排处理后的废水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，牛栏冲小溪、皂角冲溪沟内的地表水满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准，矿山周边的地下水满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III 类标准。

2、对岩移盆地地面进行变形监测，为井下开采设计提供参考，避免因采矿不当造成大面积地表沉降或塌陷，保护矿山地表的生态环境。

3、边生产、边修复，闭坑后矿山复垦率100%，生物多样性得到恢复，地形地貌景观显著优化，水环境明显改善，地质灾害隐患消除。

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

本矿山与风景名胜区、森林公园、地质遗迹保护区、水源地保护区等自然保护地及生态红线不重叠，矿区及周边无珍稀野生动植物，本节不设计保护保育工程。

矿山在后续生产过程中应严格按设计开采，确保采空区稳定，严格控制占损土地范围，保护好矿山生态环境，将生态保护理念贯穿至矿山开采全生命周期。

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

本矿山已建成10余年，地面生产生活设施完善，未来不新增用地。建设区周边保留了部分原始林地，办公室生活区附近人工绿化带景观效果较好。但是地表建设

照片4-1 生产生活区全景航拍图

照片4-2 滑坡隐患点H1附近边坡裸露

切坡工程量较大，2m以上切坡长度约950m，少部分边坡较高陡且裸露，影响矿区景观。本方案采用藤本植物绿化边坡，设计种植槽总长度150m，种植槽高、宽均为50cm，槽内培土45cm，种植爬山虎、油麻藤、野蔷薇等，设计说明见下图。矿山应按绿化矿山建设方案维护和完善其它零星景观工程。

图 4-1 种植槽设计平面图和剖面图

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性恢复工程

1、矿山土地复垦可行性分析

(1) 矿山土地破坏程度分析

矿山土地破坏程度评价等级数分为三级标准：轻度破坏、中等破坏和重度破坏，见下表4-1。

表 4-1 土地破坏程度评价因素及等级划分标准表

破坏因素	评价因子	评价等级		
		轻度破坏（I）	中度破坏（II）	重度破坏（III）
挖损、压占、沉陷、占用	挖、切、下陷、排弃物堆砌高度/m	<6	6-10	>10
	地表材质	素土	碎石、泥结石、砂石等	砣
污染	污染物毒性	无化学有害物质	有少量化学有害物质	有化学有害物质
	污染面积/亩	<30	30-60	>60

依据土地占损趋势分析，至开采末期各功能分区的土地破坏程度见下表4-2：

表 4-2 矿区土地破坏程度评价

分区名称	破坏面积(hm ²)	破坏类型	挖、切深度、排弃岩土高度（m）	破坏的主要土地类型	破坏等级
办公生活区	0.926	挖损/压占	最大高度 18m	工业用地、道路用地	III级
生产加工区	7.000	挖损/压占	最大高度 15m	采矿用地、工业用地、林地	III级
尾矿库	12.037	压占	排土高度 70m	采矿用地、乔木林地	III级
废石堆 FS1	1.101	压占	排土厚度 10m	采矿用地、乔木林地	II级
废石堆 FS2	0.332	压占	排土厚度 12m	灌木林地	III级
塌陷坑	1.362	采空塌陷	塌陷深度 45m	乔木林地	III级
炸药库	0.285	挖损/压占	挖损高度 4m	农村宅基地、农村道路	I级

(2) 矿山土地复垦适宜性评价

a、土地复垦原则

因地制宜原则、主导因素原则、综合分析原则、动态性和持续发展的原则、可耕性和最佳综合效益原则、自然属性与社会属性相结合的原则、结合地区土地利用总体规划的原则。

b 土地复垦方向的确定与适宜性评价

①土地复垦适宜性评价单元的划分

根据穰家垅萤石矿土地破坏特点、各分区地形条件，将破坏区细分为 7 个复垦单元：办公生活区、生产加工区、尾矿库、废石堆、塌陷坑和炸药库等。

②各复垦单元适宜性分析

复垦单元将其土地质量分别与复垦土地主要评价因子及等级标准对比：

表 4-3 土地复垦主要评价因子及等级标准

限制因素及分级指标		草地等级	林地等级	旱地等级	水田等级
地形坡度 (°) 权重 (0.20)	<5	1	1	1	1
	5-25	1	1	1	2
	25-45	2	2	3	4
	>45	4	3	4	4
地表物质 组成 权重 (0.15)	壤土	1	1	1	1
	砂壤土	1	1	1	2
	岩土混合物	2	2	2	3
	砂土、砾质	2	2	2	4
灌溉条件 权重 (0.20)	有稳定灌溉条件	1	1	1	1
	灌溉水源保证一般	1	1	1	2
	灌溉水源保证差	2	2	2	3
	无灌溉水源	2	2	2	4
土源保证率 (%) 权重 (0.15)	80-100	1	1	1	2
	60-80	1	1	1	3
	40-60	1	2	2	4
	<40	2	2	3	4
土壤有机质 (g.kg ⁻¹) 权重 (0.10)	>10	1	1	1	1
	10-6	1	1	2	2
	6-2	1	2	3	3
	<2	3	3	4	4
交通条件 (m) 权重 (0.20)	<500	1	1	1	1
	500-1000	1	1	2	2
	1000-5000	2	2	3	3
	>10000	2	2	3	3

说明：1-4 分别表示适宜、较适宜、不适宜、难利用四个等级。

参照以上土地复垦评价因子，假定各复垦单元按规划进行了重塑后的地形条件对各复垦单元情况简要分析。表中地表物质为覆土之后的回填土成分，交通条件结合距离和地形便利性评价，灌溉条件考虑距离水源距离、水源可靠性及复垦单元储水能力等分析。

表 4-4 各复垦单元土地复垦主要评价因子特征简表

复垦单元	地形条件分	地表物质组成	灌溉条件	交通条件
办公生活区	5° -15°	砂壤土	无灌溉水源	<500, 路况一般
生产加工区	5° -18°	砂壤土	无灌溉水源	<500, 路况一般
尾矿库	10° -30°	砂壤土	灌溉水源保证差	<500, 路况一般
废石堆 FS1	30° -40°	砂壤土	无灌溉水源	<500, 路况一般
废石堆 FS2	8° -30°	砂壤土	无灌溉水源	<500, 路况一般
塌陷坑	60° -70°	砂壤土	无灌溉水源	<500, 路况一般
炸药库	5° -15°	砂壤土	无灌溉水源	<500, 路况一般

综上，穰家垅萤石矿各复垦单元土地复垦适宜性评价结果如下表 4-5：

表 4-5 穰家垅萤石矿各复垦单元土地复垦适宜性评价结果

复垦单元分区名称	草地	林地	旱地	水田
办公生活区	1	1	3	4
生产加工区	1	1	3	4
尾矿库	1	2	3	4
废石堆 FS1	1	1	4	4
废石堆 FS2	1	1	3	4
塌陷坑	1	2	4	4
炸药库	1	1	3	4

③各单元复垦方向

根据土地复垦原则和适宜性分析，并结合当地村委会、群众的公众意见及拟复垦区周边生态环境现状，拟保留办公楼、职工宿舍楼等建筑物及部分矿山道路（移交石桥村），拟保留面积 0.926hm²（见附件 13），尾矿库复垦为草地，其余复垦为林地。

表 4-6 穰家垅萤石矿各复垦单元复垦方向表

复垦单元	拟复垦方向	植被恢复模式
办公生活区	建设用地	对房屋进行安全鉴定、完善用地手续，移交石桥村村委
生产加工区	其他林地	以乔木为主，乔灌草结合
尾矿库	草地	混播草籽
废石堆 FS1	灌木林地	灌草混播，表层覆盖椰纤维毯
废石堆 FS2	其他林地	以乔木为主，乔灌草结合
塌陷坑	其他林地	以乔木为主，乔灌草结合
炸药库	其他林地	以乔木为主，乔灌草结合

说明：在本方案编制期间，矿山正在申请办理办公生活区的建设用地手续，拟完善房屋产权手续。矿山在移交前应具备用地和产权合法手续，并进行房屋安全鉴定后再进行移交。

2、矿山土地复垦质量要求与复垦措施

（1）矿山土地复垦质量要求

本矿山土地复垦标准按照《土地复垦质量控制标准》和《矿山生态保护修复验收规范》（DB43/T 2889-2023）的相关要求如下：

林地复垦质量控制标准：

- ①复垦为林地后的地面坡度宜小于岩土自然休止角。
- ②全部覆土复垦为林地的，有效土层厚度大于 30cm。
- ③不全部覆土复垦为林地的，宜采用坑栽或播籽。所选有林地、灌木林、其他有林地的种类宜与周边环境相适应，坑深为 50-100cm。
- ④林地的种植密度应满足《造林技术规程》（GB/T 15776—2016）。
- ⑤林地成活率当年应大于造林株数的 40%，3 年以后成活率达到 85%以上或株数保存率达 80%以上。3-5 年后，有林地、灌木林地郁闭度应高于 0.3。
- ⑥高陡边坡复垦为藤本植物的，应根据边坡高度、坡度分阶梯种植。

表 4-7 林地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
林地	灌木林地	有效土层厚度/cm	≥30	
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	
		土壤质地	砂土粉质粘土	
		砾石含量/%	≤30	
		pH 值	5.5~8.5	
		有机质/%	≥1	
	配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	
	生产力水平	定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求	
		郁闭度	≥0.35	
	其他林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5
			土壤质地	砂土至粉粘土
			砾石含量/%	≤30
			pH 值	5.5-8.5
有机质/%			≥1	
配套设施		道路	达到当地本行业工程建设标准要求	
生产力水平		定植密度/(株/hm ²)	满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求	
	郁闭度	≥0.35		

说明：本表摘录自《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）D.7 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准，下同。

（2）土地复垦措施

a、工程措施

通过一定的工程措施进行造地、整地，为生态重建创造有利条件。本矿山土地复垦采用的工程技术措施有：

①拆除和硬化层剥离：除周边拟保留的路段外，拆除拟复垦地块内的全部构筑物，对地表水泥层和碎石板结层剥离。

②场地平整：依据微地形进行分级、分块平整。

③土地翻耕：对场地土壤深厚地段，将地表板结层剥离后进行表土翻耕。

④灌排工程：拟复垦区已有完善的排水系统，予以保留，配套少量生态沟即可。

⑤道路工程：为方便后期管护，保留进矿山公路，可满足中小型机械进出。

b、生物措施

①植被种类筛选：优选乡土树种，并结合破坏后的复垦条件选择适宜的树种，保持生物的多样性，提高修复区的景观性，采取“乔木+灌木+草本”相结合的绿化模式。乔木树种可选杉树、樟树、木荷、枫树，四者混交比为 1:1:1:1，灌木树种可选油茶、火棘、杜鹃，三者混交比 4:3:3。草种可选择狗牙根、冬茅草、黑麦草，配备 3:2:2，用量 20g/m²。

②苗木规格：乔木宜为地径 2-4cm 或高度 0.8~1m，灌木的冠径宜在 40cm 左右。

③初始种植密度：乔木行距×列距：2m×2m，2500 株/公顷；在乔木间种植灌木，灌木行距×列距：2.0m×2.0m，2500 株/公顷。

④树坑规程：乔木树坑为方形坑，长、宽均为 0.5m，深 0.6m；灌木树坑为方形坑，长、宽、深均为 0.4m。

c、化学措施

需对拟复垦用土的含砾量、有机质、PH 值等指标进行检测，根据检测指标和拟复垦地类进行化学改良。本方案按全面积培肥计算费用，施工中应根据土质和复垦单元调配培肥量。

图 4-2 人工植树设计平面图和剖面图

图 4-3 人工植树设计剖面图

（3）需土量分析

矿山建设工程多为半挖半填，原挖方残坡积土填筑在生产加工区、废石堆 FS1，未设置专门堆土场，后期复垦用土需外购收集。矿山距离甘溪镇和老乡政府 4.5km，距离较近的枣园采石场 8.5km，衡东县城区 15km。衡东县地处低山丘陵，城镇扩建、县城产业园建设以挖方为主，采石场一般有富裕表土，均可作为土方来源地。矿方应提前做好取土规划，充分利用就近的弃土，既利于当地的环境保护，也有可以减

少土方采集和运输成本，本方案外运土方运距按平均 9km 计。土方回填厚度应根据现场开挖的基底条件和地形条件进行调整。

表 4-8 复垦需土量分析

复垦单元	面积 (hm ²)	修复地类	平均覆土厚度 (m)	表土体积 (万 m ³)	基底条件
废石堆 FS1	1.101	灌木林地	0.3	0.33	含碎石粉质粘土
废石堆 FS2	0.332	其他林地	老土翻耕	0	残坡积粉质粘土
塌陷坑	1.362	其他林地	0.8	1.09	块石、碎石
尾矿库	11.460	草地	0.2	2.292	含泥质石英砂
生产加工区	7.000	其他林地	0.8	5.60	半填半挖
炸药库	0.285	其他林地	老土翻耕	0	大部分有表土覆盖
合计	21.540			9.312	

3、矿山土地复垦方案设计及工程量估算

本方案将拟修复区划分为生产加工区、炸药库、废石堆 FS1、废石堆 FS2、塌陷坑和尾矿库等 6 个复绿单元，废石堆 FS1、废石堆 FS2、塌陷坑和尾矿库在生产期间完成修复，生产生活区、炸药库在矿山闭坑后 1 年内修复完毕。

图 4-4 土地复垦与生物多样性恢复工程部署图

(1) 废石堆 FS1

废石堆 FS1 为碎石、块石顺坡堆积形成,坡面呈直线,坡度 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$,高度 40~45m,

坡表为含碎石粉质粘土层，坡面局部已复垦。考虑边坡的坡度较大、局部裸露碎石等条件，设计全面积平均覆土 30cm，撒播灌草混合植物种。撒播后为防止雨水冲刷，保持水分，采用椰纤维植被毯覆盖。

图 4-5 撒播灌草植物种+椰纤维植被毯设计剖面图

表 4-9 废石堆 FS1 复垦主要工程量表（复垦时间 2025.2-2025.3）

复垦地类	面积 (hm ²)	覆土 (万 m ³)	细部平整 (hm ²)	灌草混播 (hm ²)	铺植被毯 (m ²)
灌木林地	1.101	0.33	1.101	1.101	11010

(2) 废石堆 FS2

废石堆 FS2 为井内废石顺沟谷堆积形成，设计将废石全部挖运至塌陷坑内回填。废石堆与塌陷坑之间有土路连接，运距约 350m。废石堆 FS2 的面积 0.332hm²，平均

堆厚 4m，方量约 1.33 万 m³。对底部受压实的老土进行翻耕，翻耕深度 0.3m，然后植树复绿。按上述生物措施，乔木、灌木的行距×列距：2m×2m，初始种植密度 2500 株/公顷，共计乔木和灌木各 830 株，全面播撒草籽。在沟谷底部开挖排水工程，工程量列入“水资源水生态修复与改善工程”。

图 4-6 废石堆 FS2 复垦横纵示意剖面图

估算主要工程量如下：

表 4-10 废石堆 FS2 复垦主要工程量表（复垦时间 2024.10-2025. 2）

复垦地类	面积 (hm ²)	废石堆挖运 (万 m ³)	土地翻耕 (hm ²)	乔木 (株)	灌木 (株)	播撒草籽 (hm ²)
其他林地	0.332	1.33	0.332	830	830	0.332

说明：废石运至塌陷坑，平均运距 350m。

(3) 塌陷坑

为防止塌陷坑扩展，矿山已建成充填站，拟对采空区进行充填加固，同时对地表已形成的塌陷坑回填治理。塌陷坑空间形态近似椎体，平面面积 1.362hm²，深 45m。拟回填的土石方量按 4 年后预测面积 15268m² 计，按椎体体积公式估算塌陷坑体积 $V=15268 \times 45/3=22.90$ 万 m³。回填至正地形后覆表土 0.8m，对底部 0.2m 压实防渗。对回填表土平整、地力培肥后植树复绿。

表 4-11 塌陷坑复垦主要工程量表（复垦时间 2025.1-2029. 3）

复垦地类	面积 (hm ²)	回填废石 (万 m ³)	覆土 (万 m ³)	细部平整 (hm ²)	乔木 (株)	灌木 (株)	播撒草籽 (hm ²)
其他林地	1.362	20.48	1.09	1.362	3405	3405	1.362

说明：塌陷坑需填方 22.90 万 m³，扣除废石堆 FS2 填方 1.33 万 m³，另需 21.57 万 m³，其中土方 1.09 万 m³（平均厚 0.8m），废石 20.48 万 m³。

据开发利用方案，未来因井巷开拓生产年产废石 2 万 m³、尾砂 12 万 m³，加之

目前尾矿库内储存的大量尾砂，可满足回填需要。生产加工区与采空塌陷区之间有简易道路（现覆盖杂草）连接，平均运距 650m。

图 4-7 塌陷坑复垦工程示意剖面图

(4) 尾矿库

按《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局令第 38 号）第八条“鼓励生产经营单位应用尾矿库在线监测、尾矿充填、干式排尾、尾矿综合利用等先进适用技术。鼓励生产经营单位将尾矿回采再利用后进行回填。”第二十八条“尾矿库运行到设计最终标高或者不再进行排尾作业的，应当在 1 年内完成闭库。”

目前尾矿库堆积坝高度已接近设计标高。由于尾矿库内存储的尾砂为质量较好的石英砂，矿山未来有对尾矿库进行利用的计划，因此暂不确定具体的闭坑时间点。尾矿库作为矿山重大安全工程，国家出台了专项管理规定，矿山应遵守严格相关的回采、运行、闭库等规定。本方案对尾矿库堆积坝面和坝后沉积滩进行生态修复设计，在实施前应将修复工程纳入闭库安全设计中，并取得应急管理部门批准。

拟将尾矿库修复为草地，全面积播撒草籽，主要工程量如下：

表 4-12 尾矿库复垦主要工程量表（复垦时间 2030.1-2030.4）

复垦地类	面积 (hm ²)	覆土 (万 m ³)	细部平整 (hm ²)	播撒草籽 (hm ²)
其他林地	11.460	2.292	11.460	11.460

说明：1、以上时间为假定，具体时间依矿山规划和政府部门管理规定执行，生态修复宜早进行；
2、本方案仅涉及覆土、植树等基础工程量，不含闭坑安全设计工程。

图 4-8 尾矿库土地复垦平面图

(5) 生产加工区

生产加工区面积 7hm^2 ，区内多为钢架厂棚，4 座砖结构平房。拆除构筑物后，剥离地表硬化层、板结层，全面积平均覆土 0.8m ，进行地力培肥后植树、播撒草籽。

①地表清理：钢架厂棚拆除费用由钢材回收价值抵扣，不计拆卸费用。拆除砖结构房屋 4 座，砌体方量约 300m^3 ；据现场估算剥离水泥层面积约 0.50hm^2 、平均厚度 0.10m ，方量 500m^3 ；剥离碎石板结层碎石层面积 5.5hm^2 、平均厚度 0.10m ，方量 5500m^3 。剥离物和建筑垃圾共 6300m^3 ，全部运至井巷内充填，平均运距约 350m 。

②回填覆土：场区较平整，全面积回填表土，平均厚 0.8m，需表土 5.6 万 m³。

③细部平整：在机械推平回填土后，采用人工细部平整，使各地块平整，排水顺畅，平整面积 7hm²。

④植树复绿：按上述生物措施，乔木、灌木的行距×列距：2m×2m，初始种植密度 2500 株/公顷，共计乔木和灌木各 17500 株，全面播撒草籽。

⑤排水工程：生产加工区的坡脚地带建设有完善的排水系统，需保留周边形成排水系统的沟道、管涵。为防止复垦初期雨水冲刷造成水土流失，设置简易排水沟。

图 4-9 生产加工区土地复垦示意剖面图

生产加工区土地复垦主要工程量如下：

表 4-13 生产加工区复垦主要工程量表（复垦时间 2048.8-2049.3）

复垦地类	面积 (hm ²)	碎石层剥离 (m ³)	水泥层剥离 (m ³)	砌体拆除 (m ³)	覆土 (万 m ³)	细部平整 (hm ²)	乔木 (株)	灌木 (株)	播撒草籽 (hm ²)
其他林地	7.00	5500	500	300	5.6	7.0	17500	17500	7

说明：剥离物和建筑垃圾共 6300 m³，全部运至井巷内充填，平均运距约 350m。

(6) 炸药库

炸药库面积 0.285hm²，区内建有 5 座 1 层砖结构库房，库房前道路硬化，库房后方斜坡为原始地形，库房后为原始坡地，无需覆土。将地表硬化物剥离后，对底部受压实的老土进行翻耕，翻耕深度 0.3m，然后植树复绿。复垦措施同上生产加工区，估算主要工程量如下：

表 4-14 炸药库复垦主要工程量表（复垦时间 2048.10-2048.12）

复垦地类	面积 (hm ²)	水泥层剥离 (m ³)	砌体拆除 (m ³)	土地翻耕 (hm ²)	乔木 (株)	灌木 (株)	播撒草籽 (hm ²)
其他林地	0.285	100	100	0.285	713	713	0.285

说明：剥离物和建筑垃圾共 200 m³，全部运至井巷内充填，平均运距约 300m。

复垦单元土地复垦与生物多样性修复工程量汇总如下表：

表 4-15 土地复垦与生物多样性修复工程汇总及进度安排表

复垦单元名称	复垦地类 (hm ²)	碎石层剥离 (m ³)	水泥层剥离 (m ³)	砌体拆除 (m ³)	废渣 (石) 挖运 (万 m ³)	覆土 (万 m ³)	细部平整 (hm ²)	土地翻耕 (hm ²)	乔木 (株)	灌木 (株)	播撒草籽 (hm ²)	灌草混播 (hm ²)	进度安排 (年.月)
废石堆 FS1	灌木林地 (1.101)	/	/	/	/	0.33	1.101	/	/	/	/	1.101	2025.2-2025.3
废石堆 FS2	其他林地 (0.332)	/	/	/	1.33	/	/	0.332	830	830	0.332	/	2024.10-2025.2
塌陷坑	其他林地 (1.362)	/	/	/	20.48	1.09	1.362	/	3405	3405	1.362	/	2025.1-2029.3
尾矿库	草地 (11.46)	/	/	/	/	2.292	11.460	/	/	/	11.460	/	2030.1-2030.4
生产加工区	其他林地 (7.00)	5500	500	300	0.63	5.6	7.000	/	17500	17500	7.000	/	2048.8-2049.3
炸药库	其他林地 (0.285)	/	100	100	0.02	0.111	/	0.285	713	713	0.285	/	2048.10-2048.12
合计	21.540	5500	600	400	22.46	9.423	20.923	0.617	22448	22448	20.439	1.101	

说明：1、矿区破坏土地总面积 23.043hm²，复垦面积 21.540hm²，其余为拟保留办公生活区 0.926hm²、尾矿库初期坝（石坝）0.577hm²。

2、考虑初期坝的坝面透水和变形监测等安全要求，通常坝面未进行覆土或采用藤蔓植物全覆盖。

3、土地复垦配套的排水沟工程纳入了下节“水资源水生态修复与改善工程”。

4、剥离的地表板结碎石层和硬化层均运至井下采空区内充填，运距 300~350m。

4.3.2.3 水资源水生态修复与改善工程

本矿山已建成约 15 年，雨水沿截水沟排入溪沟，废水和渗漏水则由专用管道抽排至废水处理站处理和循环利用，场地内截排水系统总体较为完善。生产期间的水资源水生态保护工作以据条件变化维护和完善现有排水系统、保证环保设施有效运营和加强环保管理工作为主，以监测作为辅助手段。

场区修复后，为防治复垦初期雨水冲刷，布置了简易排水沟，尾矿库面积较大，增加了混凝土排水沟。

图 4-10 水资源水生态修复与改善工程部署图

1、近期排水系统设计

考虑矿山拟建碎石场（位于生产加工区内），碎石场地表泥沙较多，生产加工区排至皂角冲的雨水未经沉淀，导致泥沙超标。参考矿山已建地位蓄水池规格和运行情况，设计建设 2 座沉淀池接纳地表水，也可兼做蓄水池，可用于绿化带浇灌。

图 4-11 沉淀池设计平剖面结构图

新建沉淀池 C1 和 C2 工程统计量见下表：

表 4-16 新建沉淀池 C1 和 C2 工程量统计表（实施时间 2024.11）

工程类型及编号	土方开挖 (m ³)	土方回填 (m ³)	C20 底板现浇 (m ³)	标准砖 (m ³)	砂浆抹立面 (m ²)	砂浆抹平面 (m ²)	栅格盖板 (m ²)
C ₁ 、C ₂	120.26	48.60	5.00	18.48	95.88	33.34	17

说明：栅格盖板材质为镀锌不锈钢焊接成品，需加设锁具。

2、闭坑后排水系统设计

闭坑后可保留生产加工区、炸药库、尾矿库等周边截排水沟，考虑复垦初期植被覆盖率低，宜造成水土流失，在复垦区内布置简易排水沟和混凝土水沟，并入已建排水系统内。

1、混凝土排水沟 P1

拟修复尾矿库的外围已建截水沟，库尾已建排洪涵管。考虑拟复垦的沉积滩面积大，为将地表水及时排出，设计混凝土排水沟 P1，过水断面宽×高=600mm×600mm，接入尾矿库外围截水沟内。

参数	数值	说明
设计频率地表水汇流量 $Q_L(m^3/s)$	1.017	$Q_p = \phi S_p F$
径流系数(ϕ)	0.6	
设计降雨强度 $S_p(mm/h)$	80.3	
汇水面积 $F(m^2) < 3km^2$	76000	
安全超高 (m)	0.2	
过水断面上宽 b_1 (m)	0.6	
水沟下宽 b_2 (m)	0.6	
水深 h (m)	0.4	
坡比 m_1	0	
坡比 m_2	0	
水力半径 R (m)	0.171	
过水断面面积 W (m^2)	0.32	
粗糙系数 n	0.014	
水力坡降 I	0.05	
流水系数 $C(m/s)$	53.24	$C = R^{1/6}/n$
水沟过水流量 Q_s (m^3/s)	1.577	$Q = WC(Ri)^{1/2}$

经验算，拟设排水沟 P1 的最大过水流量为 $Q=1.577m^3/s$ ，满足排水满足要求。

排水沟 P1 长 800m，工程量如下：

表 4-17 新建排水沟 P1 工程量统计表（实施时间 2030.3）

排水沟编号	长度 (m)	土方开挖 (m^3)	土方回填 (m^3)	底板现浇 (m^3)	侧墙现浇 (m^3)	伸缩缝 (m^2)
P1	800	764.8	224.80	108	144	25.2

新建排水沟 P1 结构断面图如下：

图 4-12 排水沟 P1 设计断面图

(2) 简易排水沟

简易排水沟布置于露天采场底盘，目的为加快排水，防止复垦区局部积水，减轻复垦初期地表水土流失。通过平面量算估测简易排水沟总长度共计约 2000m。简易排水沟具体位置可依据露天底盘回填平整后的地形进行适当调整。

图 4-13 简易排水沟设计断面图

简易排水沟工程统计量见下表：

表 4-18 简易排水沟工程量统计表（实施时间 2025.1-2048.12）

工程类型	长度 (m)	土方开挖 (m ³)	底和壁夯实 (m ²)	塑料薄膜平铺 (m ²)	塑料薄膜斜铺 (m ²)
简易排水沟	2000	160	1532	800	1132

水资源水生态修复与改善工程工程量汇总如下表：

表 4-19 水资源水生态修复与改善工程汇总及进度安排表

工程名称	分项工程	单位	工程量	时间安排
新建排水沟 P1 (长 800m) (净断面：0.6m×0.6m)	土方开挖	m ³	764.80	2030.3
	土方回填	m ³	224.80	
	底板现浇	m ³	108	
	侧墙现浇	m ³	144	
	伸缩缝	m ²	25.2	

工程名称	分项工程	单位	工程量	时间安排
新建沉淀池 C1、C2	土方开挖	m ³	120.26	2024.11
	土方回填	m ³	48.60	
	C20 底板现浇	m ³	5.00	
	标准砖	m ³	18.48	
	砂浆抹立面	m ²	95.88	
	砂浆抹平面	m ²	33.34	
	栅格盖板	m ²	17	
简易排水沟 (长 2000m) (梯形断面: 上宽 0.6m、 下宽 0.3m、深 0.3m)	土方开挖	m ³	160	2025.1- 2048.12
	底和壁夯实	m ²	1532	
	塑料薄膜平铺	m ²	800	
	塑料薄膜斜铺	m ²	452.8	

矿山需做好废水处理和循环利用，力争废水零排放。闭坑后需取得环保部门批准，确定闭坑后尾矿库渗漏水达标排放后才能拆除废水处理站。

4.3.2.4 矿山地质灾害防治工程

据前节“矿山地质灾害影响发展趋势分析”，矿山存在 4 个地质灾害隐患点（区）：进矿公路滑坡隐患点（H1）、废石堆 FS1 滑坡隐患点（H2）、采空地面塌陷坑、采空区地面变形，各隐患点（区）防治措施及工程如下：

1、进矿公路滑坡隐患点（H1）

该滑坡隐患点规模小，且已建有挡土墙工程，影响因素主要为重型货车加载，防治措施以监测和预防为主。引导重型货车靠道路内侧行驶，加强雨季巡查，观测路面和挡土墙开裂变形情况。

2、废石堆 FS1 滑坡隐患点（H2）

该滑坡隐患点规模小，目前表现为浅层堆积土局部滑坡。由于拟建碎石生产线位于废石堆 FS1 顶部，虽然废石堆总体稳定，但未来矿山在坡顶搭建钢架厂棚和堆料加载，可能导致废石堆边坡顶部变形失稳，威胁生产线安全。建议矿山在上部结构搭建前，进行场地勘察和稳定性分析，设计必要的支挡工程稳定边坡，消除滑坡隐患。

本方案暂定采用钢管桩治理，在边坡顶部的钢架厂棚基础一线布置排桩。排桩为内埋桩，桩顶位于地面以下 0.2m，平面布置长度为 60.0m，采用钢管桩，设计单根桩长 8.0m；钢管桩成孔直径为 150mm，成孔后放入直径 108mm 壁厚 4.5mm 经防

腐处理的无缝钢管，注浆成桩，基础持力层为中风化砂质板岩。钢管排桩由两排桩组成，桩纵向间距 1m（沿坡顶一线方向），横向间距 0.8m，共需钢管桩 122 根（总长 976m）。

图 4-14 钢管桩布置平面图和横断面图

表 4-20 废石堆 FS1 治理工程量统计表（实施时间 2025.2）

工程类型	成孔 (m)	无缝钢管 (m)	注浆 (m ³)
钢管桩	1000.4	976	7.51

说明：1、由于填土厚度不详，具体治理方案建议勘察后，结合钢架厂棚设计进行。

2、以下费用估算按钢管桩长每米综合单价计。

3、采空地地面塌陷坑

经与矿山初步讨论，暂定采用塌陷坑回填方式治理，在土地复垦章节已估算回填方量 22.90 万 m³，该工程已计入塌陷坑复垦工程量中。据开发利用方案，未来因井巷开拓生产年产废石 2 万 m³、尾砂 12 万 m³，加之目前尾矿库内储存的大量尾砂，可满足回填需要。因治理工程量较大，暂按 4 年内治理完毕。本项费用估算并入到土地复垦章节中。

由于塌陷坑下方为采空区，需井下、地表协同治理，涉及矿山作业安全。目前矿山已编制《湖南蓬源鸿达矿业有限公司+220 水平以上采空区地面塌陷区地质灾害风险辨识与管控治理措施报告》、《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿井下采空区充填治理尾砂膏体充填系统工程设计》等专项报告，并已建成充填站一座，计划进行采空区充填。宜优先进行+220m 以上采空区充填加固，确保采空区稳定后，再进行地表回填作业。

为消除塌陷坑的安全隐患，保证井下生产安全和恢复地表生态，矿山于 2024 年 9 月与中南大学签订了“穰家垅萤石矿采空区稳定性分析及安全专项论证研究”合同，合同目标“分析采空区与开采区域工程的相互影响，开展采空区稳定性专项论证，明确采场、井巷工程与历史采空区的相互影响范围和影响程度，确认在历史采空区影响条件下采掘工程的基本安全条件，并提出采空区治理等安全技术措施，为矿山开采设计与安全管理提供依据和技术支撑”（附件 13-6）。

建议矿山在安全论证研究基础上，委托具备资质单位进一步对塌陷坑进行专项勘察，制定安全、经济的专项治理方案，并尽早实施。

4、采空区地面变形

据上节地灾预测分析，假定在非充填、层状矿床全陷落法开采情况下，定量评价认为可能会造成地面严重塌陷破坏，生态环境恶化。

针对采空区地面变形可能引发的地面开裂、地面塌陷等问题，应以预防为主。矿山需严格按照开发利用方案和安全设计开采，留足矿柱，保证充填质量，同时加强地表监测，避免对地表造成显著破坏，形成新的地灾隐患。

4.3.3 监测和后期管护工程

4.3.3.1 监测工程

根据穰家垅萤石矿对生态环境影响特点，参考环评报告，设置废水监测点、地表水监测点、地下水监测点、土壤监测点、地质灾害监测和生物监测点。

1、废水监测

（1）监测点位：废水总排口

（2）监测因子和频率：pH、SS、五日生化需氧量、氨氮（NH₃-N）、COD_{Cr}、磷酸盐、总镉、总砷、总铅、总铜、总锌、氟化物，监测频次：（每月测 1 次）；石油类（半年测 1 次）。

2、地表水水质监测

（1）地表水监测点 1

图 4-15 矿山生态环境监测工程部署图

- 1) 监测点位：尾矿坝下游坑塘出水口
- 2) 监测因子：水温、PH、COD_{Cr}、NH₃-N、氟化物、硫化物、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr、石油类。
- 3) 监测频次：平均每年 4 次（每季度各一次）

(2) 地表水监测点 2

- 1) 监测点位：雨水排放口
- 2) 监测因子：化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、混浊度、PH 值
- 3) 监测频次：平均每年 2 次，枯水期和丰水期各一次

3、地下水监测

(1) 监测点位：监测井 J1、J2、J3、J4、J5

(2) 监测因子：pH 值、溶解性总固体、钠、总硬度、总汞、总镉、六价铬、总砷、总铅、总铜、总锌、氨氮（NH₃-N）、氟化物（以 F 计）、氯化物（Cl⁻计）、硫酸盐（SO₄²⁻计）、耗氧量及地下水位。

(3) 监测频次：一年 2 次，随机抽取 4 个监测井各取 1 件水样；地下水位每年监测 4 次。

4、土壤监测

(1) 监测布点：牛栏冲、皂角冲

(2) 监测因子：pH 值、总汞、总镉、总铬、总砷、总铅、总镍、总铜、总锌

(3) 监测频次：一年 1 次。

5、地灾监测

矿山企业有专业测量人员，对尾矿库、塌陷坑等已布置监测点，在矿山监测基础上，本方案主要采用人工巡查监测和 GNSS 地面变形在线监测相结合的监测手段，必要时采用仪器监测。

(1) 监测点位：布置滑坡隐患点 H1、H2 和办公楼后高陡边坡处，以及岩移盆地、尾矿库等位置。人工定期进行全面巡查，GNSS 位移监测点布置在岩移盆地。

(2) 监测方法和内容

人工巡查：矿山指派专人，携带皮尺、钢卷尺、相机等简易工具，对边坡的坡面和坡顶变形情况进行观测，对采空地地面变形隐患区按照垂直等高线的线路进行巡查，观测地面开裂、塌陷等变形情况。每个观测点应有连续的影像和文字记录，必要时采用专业的监测仪器。如发现监测人员需及时上报主管领导。由矿方制定处置措施，在隐患未消除之前，不得在威胁区范围内从事生产活动。

GNSS 位移在线监测：购设 GNSS 位移在线监测设备 7 台，对岩移盆地的地表平面位移和沉降进行实时监测，系统完全自动运行，如数据自动传输、数据自动处理及自动网平差、数据自动分析、自动报警等。

(3) 监测频率：参考矿方每年平均生产天数及开采设计方案，设计监测频率为平均每 15 天一次，根据矿山开采活动强度进行调整，特别是雨季生产和开采进度较快期间需要加密监测。另外矿山监测应与井下监测联动进行，一旦井下出现顶板变形加剧或局部坍塌等变形加剧问题，要加密地表监测，并做好预警工作。

6、生物监测

(1) 监测点位：在岩移盆地及生产加工区不同方位、远近不同距离共布置 6 个监测点，并可利用地形地貌景观监测的无人机航拍图分析矿区植被的宏观变化，以此为依据调整监测点。

(2) 监测方法和内容：在每个监测点划定 10m×10m 范围，选取代表性乔木、灌木和草本进行专门标记。专人定期记录划定区内植被种类、比例、密度、存活率、郁闭度和胸径等代表性植物生长变化数据，观察监测点及周边动物的种类、数量，形成文字和影像资料。

(3) 监测频率：设计监测频率为一年一次，监测方式为人工定期巡查和观测，监测期限应至矿山闭坑。

7、地形地貌景观监测

主要针对采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏进行监测，矿山地形地貌景观的破坏采用无人机航拍影像图结合年度矿山地形测量图对比监测，每年检测 1 次，监测景观破坏或修复状况。

表 4-21 穰家垅萤石矿矿山生态环境监测工程汇总表

监测类型	监测频率	监测时间	监测总次数	工作内容	工作量
废水监测	12 次/年	2024.10-2048.4	286	水样 1 件/次	286 件
地表水监测	4 次/年	2024.10-2052.4	112	水样 2 件/次	224 件
地下水水质监测	2 次/年		56	水样 4 件/次	224 件
地下水位监测	4 次/年	2024.10-2048.4	96	水位 5 口井/次	480 次
土壤监测	1 次/年		24	土壤样 2 件/次	48 件

地灾监测	24次/年		576	人工巡查	576次
	在线实时		23.8年	监测设备	7台
生物监测	1次/年		24	人工巡查	24次
地形地貌景观监测	1次/年		24	无人机航拍	24次

说明：1、本方案中的水质检测、土壤监测参考《湖南蓬源鸿达矿业有限公司穰家垅萤石矿采选工程技术改造项目环境影响报告书》（2020.10），如后期变化，矿山应按照环保部门要求执行。2、尾矿库作为矿山重大工程，需按照应急部门管理要求建立浸润线、坝体变形等各项长期监测，矿山应进行专项监测和管理。

4.3.3.2 管护工程

1、管护对象

破坏土地总面积23.043hm²，复垦面积21.540hm²，其余为拟保留办公生活区0.926hm²、尾矿库初期坝（石坝）0.577hm²。管护对象为至闭坑末期的矿山全部复垦区范围。

2、管护时间

矿山遵循“边开采、边修复”的原则，生产期内完成废石堆FS1、废石堆FS2、塌陷坑、尾矿库复垦，闭坑后一年内完成生产加工区、炸药库的复垦。各复垦地块的管护期均为3年。

3、管护措施

管护包括浇水养护、追施肥料、病虫害防治等，具体措施如下：

①保苗浇水：复垦林地，栽植季节应为春季。在第一年保苗期内，平均每月浇灌一次。对未成活的苗木，应及时补栽。对生长状况不好的区域，进行施肥。针对乔木，栽植当年抚育2次以上，不松土，并进行苗木扶正，适当培土。第2、3年，每年抚育1次即可。本复垦区降雨量较充沛，且紧邻溪沟，可采用水泵抽水或小型洒水车运水灌溉，不单独设置灌溉系统。

②施肥：根据土壤中的营养物质是否能够满足植物生长需要再施复合肥、有机肥。当出现明显的缺素症状时，亦应及时追肥。针对乔木，栽植当年不进行追肥，第2、3年，每年追肥1次，每次追肥300kg/hm²。

③林木修枝：通过修枝，在保证树木树冠有足够营养空间的条件下，可提高树木的干材质量和促进树木生长。关于修枝技术，群众有丰富的经验，如“宁高勿低，

次多量少，先上后下，茬短口尖”以及修枝高度不超过树木全高的 1/3~1/2 等（即林冠枝下高，不超过全高的 1/3 或 1/2）。

④树木密度调控：林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间（3 年左右）对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等；

⑤林木病虫害防治：对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

4、管护注意事项：

①要对抚育管理的工作人员进行培训，使其掌握基本的抚育管理方法和步骤。

②抚育养护期间植被的浇水受场地地形条件限制，采用移动设备浇灌。在抚育过程中，应加强病虫害的防治工作，发现病害及时喷洒杀虫剂。

③抚育养护期间，如发生绿化植被因土壤板结、缺素导致生长情况不佳，应及时进行施肥、松土等措施。

④对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，暴雨后要认真检查，尽快恢复原来平整的坡面。部分植物死亡，应及时补植。补植的苗木或草皮，要在高度（为栽植后高度）、粗度或株丛数等方面与周围正常生长的植株一致，以保证绿化的整齐性。

5、管护工程量

根据矿山各复垦单元的复垦面积、时序和管护计划，管护工程量如下表：

表 4-22 穰家垅萤石矿管护工程量汇总及计划安排表

复垦单元名称	复垦地类	复垦面积 (hm ²)	计划复垦时间	管护时间	管护时长 (年)
废石堆 FS1	其他林地	1.101	2025.2-2025.3	2025.4-2028.3	3
废石堆 FS2	灌木林地	0.332	2024.10-2025.2	2025.3-2028.2	3
塌陷坑	其他林地	1.362	2025.1-2029.3	2029.4-2032.3	3
尾矿库	草地	11.46	2030.1-2030.4	2030.5-2033.4	3
生产加工区	其他林地	7.00	2048.8-2049.3	2049.4-2052.3	3
炸药库	其他林地	0.285	2048.10-2048.12	2049.1-2051.12	3
合计		21.540			

4.3.4 其他工程

矿山未来共有 3 个地面井口需封闭，有斜井和平硐两种井型。平硐和斜井井口封闭时，先用工业广场（生产加工区、炸药库）拆除砌体和剥离硬化层对各井筒进行充填。井口封闭时采用浆砌石墙，墙厚 2m，外立面采用 M30 砂浆抹面，厚度 2cm。

表 4-23 地面井口封闭工程量表

井口名称	断面积 (m ²)	封堵厚度 (m)	废石(渣)充填(m ³) 按充填20m计算	浆砌块石 (m ³)	外立面抹面 (m ²)
+220井口	12.87	4	257.4	51.48	12.87
副斜井	10.23	4	204.6	40.92	10.23
风井口	5.5	4	110	44	5.5
合计			729	167.8	36.45

注：土地复垦时地表剥离硬化物和拆除砌体全部回填井筒，在前文中已计入废渣充填挖运费。

图 4-16 矿山井口封闭浆砌石墙示意图，左为正视图，右为侧视图

图 4-17 平硐井口封堵示意图（左）斜井井口封堵示意图（右）

4.3.5 生态保护修复工程进度安排

根据前节矿山生态修复工程、监测和后期管护工程及其他工程等分项工程汇总，矿山生态保护修复工程汇总表如下：

表 4-24 矿山生态保护修复工程汇总表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
景观修复工程	办公区和生产区零星裸露边坡	种植槽（150m）	浆砌砖	m ³	18
			回填种植土	m ³	33.75
			栽种藤本	株	300
土地复垦与生物多样性恢复工程	废石堆 FS1	灌木林地（1.101hm ² ）	覆土	万 m ³	0.33
			细部平整	hm ²	1.101
			灌草混播	hm ²	1.101
			铺植被毯	hm ²	1.101
	废石堆 FS2	其他林地（0.332hm ² ）	废石挖运	万 m ³	1.33
			土地翻耕	hm ²	0.332
			乔木	株	830
			灌木	株	830
			播撒草籽	hm ²	0.332
	塌陷坑	其他林地（1.362hm ² ）	回填废石	万 m ³	20.48
			覆土	万 m ³	1.09
			细部平整	hm ²	1.362
			乔木	株	3405
			灌木	株	3405
			播撒草籽	hm ²	1.362
尾矿库	草地	覆土	万 m ³	2.292	

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量		
土地复垦 与生物多 样性恢复 工程	尾矿库	草地 (11.460hm ²)	细部平整	hm ²	11.460	
			播撒草籽	hm ²	11.460	
	生产加工区	其他林地 (7.00hm ²)	砌体拆除	m ³	300	
			水泥层剥离	m ³	500	
			碎石板结层剥运	m ³	5500	
			废石渣外运	m ³	6300	
			覆土	万 m ³	5.60	
			细部平整	hm ²	7.00	
			乔木	株	17500	
			灌木	株	17500	
			播撒草籽	hm ²	7.00	
			炸药库	其他林地 (0.285hm ²)	砌体拆除	m ³
	水泥层剥离	m ²			1000	
	废石渣外运	m ³			200	
	土地翻耕	hm ²			0.285	
	乔木	株			713	
	灌木	株			713	
	播撒草籽	hm ²			0.285	
	水资源水 生态修复 工程	新建排水沟 P1	(长 800m) (净断面: 0.6m ×0.6m)	土方开挖	m ³	764.80
				土方回填	m ³	224.80
底板现浇				m ³	108	
侧墙现浇				m ³	144	
伸缩缝				m ²	25.2	
新建沉淀池 C1、C2		砖混结构, 砂浆抹面	土方开挖	m ³	120.26	
			土方回填	m ³	48.60	
			C20 底板现浇	m ³	5.00	
			标准砖	m ³	18.48	
			砂浆抹立面	m ²	95.88	
			砂浆抹平面	m ²	33.34	
			栅格盖板	m ²	17	
简易排水沟		(长 2000m)(梯 形断面: 上宽 0.6m、下宽 0.3m、深 0.3m)	土方开挖	m ³	160	
			底和壁夯实	m ²	1532	
			塑料薄膜平铺	m ²	800	
			塑料薄膜斜铺	m ²	1132	
矿山地质 灾害防治 工程	内埋式钢管桩	122 根 (单根长 8m, 总长 976m)	钢管桩	m	976	
监测工程	废水监测	12 次/年	取水样	件	286	
	地表水监测	4 次/年	取水样 2 件/次	件	224	

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量
监测工程	地下水水质监测	2次/年	取水样4件/次	件	224
	地下水位监测	4次/年	测地下水位	次	480
	土壤监测	1次/年	土壤样	件	48
	地灾监测	24次/年	人工巡查	次	576
		在线监测	GNSS位移监测	台	7
	生物监测	1次/年	人工巡查	次	24
	地形地貌景观监测	1次/年	无人机航拍	次	24
管护工程	废石堆 FS1		其他林地	hm ²	1.101
	废石堆 FS2		灌木林地	hm ²	0.332
	塌陷坑		其他林地	hm ²	1.362
	尾矿库		草地	hm ²	11.46
	生产加工区		其他林地	hm ²	7.00
	炸药库		其他林地	hm ²	0.285
其他工程	井口封堵	浆砌石封堵,厚2m	浆砌石方量	m ³	167.8
			外立面抹面	m ²	36.45

按照年度对各工程安排如下:

表 4-25 矿山生态保护修复工程 2024-2025 年安排表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量
景观修复工程	办公区和生产区零星裸露边坡	种植槽(150m)	浆砌砖	m ³	18
			回填种植土	m ³	33.75
			栽种藤本	株	300
土地复垦与生物多样性恢复工程	废石堆 FS1	灌木林地(1.101hm ²)	覆土	万 m ³	0.33
			细部平整	hm ²	1.101
			灌草混播	hm ²	1.101
			铺植被毯	hm ²	1.101
	废石堆 FS2	其他林地(0.332hm ²)	废石挖运	万 m ³	1.33
			土地翻耕	hm ²	0.332
			乔木	株	830
			灌木	株	830
			播撒草籽	hm ²	0.332
水资源水生态修复工程	新建沉淀池 C1、C2	砖混结构	土方开挖	m ³	120.26
			土方回填	m ³	48.60
			C20 底板现浇	m ³	5.00
			标准砖	m ³	18.48
			砂浆抹立面	m ²	95.88
			砂浆抹平面	m ²	33.34
			栅格盖板	m ²	17

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
	简易排水沟	(长 200m)(梯形断面: 上宽 0.6m、下宽 0.3m、深 0.3m)	土方开挖	m ³	16.0
			底和壁夯实	m ²	153.2
			塑料薄膜平铺	m ²	80.0
			塑料薄膜斜铺	m ²	113.2
矿山地质灾害防治工程	内埋式钢管桩	122 根(单根长 8m, 总长 976m)	钢管桩	m	976
监测工程	废水监测	12 次/年	取水样	件	15
	地表水监测	4 次/年	取水样 2 件/次	件	10
	地下水水质监测	2 次/年	取水样 4 件/次	件	10
	水位监测	4 次/年	测地下水位	次	25
	土壤监测	1 次/年	土壤样	件	1
	地灾监测	24 次/年	人工巡查	次	30
		在线监测	GNSS 位移监测	台	7
	生物监测	1 次/年	人工巡查	次	1
地形地貌景观监测	1 次/年	无人机航拍	次	1	
管护工程	废石堆 FS1		其他林地	hm ² /年	1.101/0.75
	废石堆 FS2		灌木林地	hm ² /年	0.332/0.75

表 4-26 矿山生态保护修复工程 2026-2030 年安排表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
土地复垦与生物多样性恢复工程	塌陷坑	其他林地 (1.362hm ²)	回填废石	万 m ³	20.48
			覆土	万 m ³	1.09
			细部平整	hm ²	1.362
			乔木	株	3405
			灌木	株	3405
			播撒草籽	hm ²	1.362
	尾矿库	草地 (11.460hm ²)	覆土	万 m ³	2.292
			细部平整	hm ²	11.460
			播撒草籽	hm ²	11.460
水资源水生态修复工程	简易排水沟	(长 1000m)(梯形断面: 上宽 0.6m、下宽 0.3m、深 0.3m)	土方开挖	m ³	80
			底和壁夯实	m ²	766
			塑料薄膜平铺	m ²	400
			塑料薄膜斜铺	m ²	566
	新建排水沟 P1	(长 800m)(净断面: 0.6m×0.6m)	土方开挖	m ³	764.80
			土方回填	m ³	224.80
			底板现浇	m ³	108
			侧墙现浇	m ³	144
			伸缩缝	m ²	25.2

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量
监测工程	废水监测	12次/年	取水样	件	60
	地表水监测	4次/年	取水样 2 件/次	件	40
	地下水水质监测	2次/年	取水样 4 件/次	件	40
	地下水位监测	4次/年	测地下水位	次	100
	土壤监测	1次/年	土壤样	件	10
	地灾监测	24次/年	人工巡查	次	120
	生物监测	1次/年	人工巡查	次	5
	地形地貌景观监测	1次/年	无人机航拍	次	5
管护工程	废石堆 FS1		其他林地	hm ² /年	1.101/2.25
	废石堆 FS2		灌木林地	hm ² /年	0.332/2.25
	塌陷坑		其他林地	hm ² /年	1.362/1.75
	尾矿库		草地	hm ² /年	11.46/0.7

表 4-27 矿山生态保护修复工程 2031-2047 年安排表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量
监测工程	废水监测	12次/年	取水样	件	204
	地表水监测	4次/年	取水样 2 件/次	件	136
	地下水水质监测	2次/年	取水样 4 件/次	件	136
	地下水位监测	4次/年	测地下水位	次	340
	土壤监测	1次/年	土壤样	件	34
	地灾监测	24次/年	人工巡查	次	408
	生物监测	1次/年	人工巡查	次	17
	地形地貌景观监测	1次/年	无人机航拍	次	17
管护工程	塌陷坑		其他林地	hm ² /年	1.362/1.25
	尾矿库		草地	hm ² /年	11.46/2.3

表 4-28 矿山生态保护修复工程 2048 年年度安排表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量
土地复垦与生物多样性恢复工程	生产加工区	其他林地 (7.00hm ²)	砌体拆除	m ³	300
			水泥层剥离	m ³	500
			碎石板结层剥运	m ³	5500
			废石渣外运	m ³	6300
			覆土	万 m ³	5.60
			细部平整	hm ²	7.00
	炸药库	其他林地 (0.285hm ²)	砌体拆除	m ³	100
			水泥层剥离	m ²	1000
			废石渣外运	m ³	200
			土地翻耕	hm ²	0.285
			乔木	株	713

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
			灌木	株	713
			播撒草籽	hm ²	0.285
水资源水生态修复工程	简易排水沟	(长 800m)(梯形断面: 上宽 0.6m、下宽 0.3m、深 0.3m)	土方开挖	m ³	64
			底和壁夯实	m ²	612.8
			塑料薄膜平铺	m ²	320
			塑料薄膜斜铺	m ²	452.8
监测工程	废水监测	12 次/年	取水样	件	7
	地表水监测	4 次/年	取水样 2 件/次	件	8
	地下水水质监测	2 次/年	取水样 4 件/次	件	8
	地下水位监测	4 次/年	测地下水位	次	15
	土壤监测	1 次/年	土壤样	件	2
	地灾监测	24 次/年	人工巡查	次	24
	生物监测	1 次/年	人工巡查	次	1
	地形地貌景观监测	1 次/年	无人机航拍	次	1

表 4-29 矿山生态保护修复工程 2049 年年度安排表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
土地复垦与生物多样性恢复工程	生产加工区	其他林地 (7.00hm ²)	乔木	株	17500
			灌木	株	17500
			播撒草籽	hm ²	7.00
	地表水监测	4 次/年	取水样 2 件/次	件	8
	地下水水质监测	2 次/年	取水样 4 件/次	件	8
管护工程	炸药库		其他林地	hm ² /年	0.285/1
	生产加工区		其他林地	hm ² /年	7.00/0.75
其他工程	井口封堵	浆砌石封堵, 厚 2m	浆砌石方量	m ³	167.8
			外立面抹面	m ²	36.45

表 4-30 矿山生态保护修复工程 2050-2052 年年度安排表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	
监测工程	地表水监测	4 次/年	取水样 2 件/次	件	22
	地下水水质监测	2 次/年	取水样 4 件/次	件	22
管护工程	炸药库		其他林地	hm ² /年	0.285/2
	生产加工区		其他林地	hm ² /年	7.00/2.25

第五章 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、符合国家财经法律、法规规定；
- 2、所有生态修复投资应进入工程估算中，确保生态保护修复的需要；
- 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

（一）国家及有关各部门的政策性文件

- 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、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）；
- 7、《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)。

(二) 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、衡阳市建设工程造价管理站文件2024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。

表 5-1 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m3	40
2	砂子、石子	m3	60
3	条石、料石	m3	70
4	水泥	t	300
5	标砖	千块	240
6	钢筋	t	3500
7	柴油	t	4500
8	汽油	t	5000
9	锯材	m3	1200
10	生石灰	t	180
11	树苗	株	5

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 5-2 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、 m3、 t、 千块）	
			超运距离 20km以内	超运距离 20km以外
1	砂	m3	0.6	0.3
2	粗砂	m3	0.6	0.3
3	卵石40	m3	0.6	0.3
4	块石	m3	0.68	0.32
5	碎石	m3	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42.5	kg	0.4	0.2
9	中粗砂	m3	0.6	0.3

表 5-3 主材预算价格表

序号	名称及规格	单位	含税预算价	税率(%)	预算价		
					除税预算价	超运距费	取定预算价
1	砂	m ³	129.5	3.60	125.00		125.00
2	柴油	kg	10.70	12.95	9.00		9.00
3	粗砂	m ³	129.5	3.60	125.00		125.00
4	块石	m ³	113.96	3.60	110.00		110.00
5	碎石	m ³	124.32	3.60	120.00		120.00
6	水泥42.5	kg	0.52	12.95	0.46		0.46
7	标准砖	千块	349.80	6.00	330.00		330.00

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= $[109.63 \div (26.40 \times 8 \times 0.8 \times 0.85)] \div (1-5\%) + 0.02 = 0.824$ 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=税前工程造价×（1+9%）；其中：9%为增值税税率。税前工程造价为人工费、材料费、施工机械使用费、措施费、间接费、利润、材料价差、未计价材料费之和，各费用项目均以不包含增值税可抵扣进项税额的价格计算；税前工程造价以不含增值税价格为计算基础，计取各项费。

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 5-4 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 5-5 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。

税金 = (直接费 + 间接费 + 利润 + 材料价差 + 未计价材料费) × 9%。

5.1.4.2 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、业主管理及乡村协调费等，本次按工程施工费的 12% 计算，统筹使用。

5.1.4.3 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。

5.1.4.4 监测与管护费用

1、监测费

本矿山监测项目综合样品检测单价和取送样成本计费，废水 1800 元、地表水 1000 元/件、地下水 1500 元/件、土样 1000 元/件，水位监测 50 元/次/口井，生物监测 1000 元/次，地质灾害人工巡查 200 元/次，地形地貌景观监测 3000 元/次，GNSS 位移监测仪 10000 元/台。

2、管护费

为防止林草地退化，复垦地后期进行管护，林地管护费标准 12000 元/hm²·年，草地管护费标准 6000 元/hm²·年。

5.1.5 矿山生态修复工程估算

(一) 矿山生态修复工程总费用

通过计算，在方案的适用年限 27.8 年内，矿山生态修复工程总费用估算为 1372.00 万元，其中：土地复垦与生物多样性修复工程、矿山地质灾害防治工程、监测与管护工程施工费 1124.59 万元，其他费用 134.95 万元，不可预见费用 112.46 万元（见表 5-6）。

表 5-6 矿山生态修复工程费用（按类别分）估算总表（单位：元）

序号	工程或费用名称	计算式	造价（元）
一	工程施工费	1.1+1.2+1.3+1.4+1.5+1.6	11245865.49
1.1	景观修复工程	9919.49	
1.2	土地复垦与生物多样性修复工程	8407464.09	
1.3	水生态水环境修复工程	204560.46	
1.4	矿山地质灾害防治工程	585600.00	
1.5	监测及管护工程	1997160.00	
1.6	其他工程	41161.44	
二	其他费用	工程施工费×12%	1349503.86
三	不可预见费用	工程施工费×10%	1124586.55
	总 投 资		13719955.90

表 5-7 矿山生态修复工程费用（按类别分）估算总表（单位：元）

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）	
景观修复工程	厂区零星裸露边坡	种植槽（150m）	浆砌砖	100m ³	0.34	3301.11	1114.13	133.70	111.41	1359.23	12101.78
			回填种植土	100m ³	0.18	42054.35	7569.78	908.37	756.98	9235.13	
			栽种藤本	100株	3.00	411.86	1235.58	148.27	123.56	1507.41	
土地复垦与生物多样性恢复工程	废石堆 FS1	灌木林地（1.101hm ² ）	覆土	100m ³	33.03	3301.11	109035.79	13084.29	10903.58	133023.66	10257106.19
			细部平整	公顷	1.10	3547.45	3905.74	468.69	390.57	4765.00	
			灌草混播	公顷	1.10	21408.19	23570.42	2828.45	2357.04	28755.91	
			铺植被毯	100m ²	110.10	4128.79	454579.37	54549.52	45457.94	554586.83	
	废石堆 FS2	其他林地（0.332hm ² ）	废石挖运	100m ³	133.00	1486.75	197737.20	23728.46	19773.72	241239.38	
			土地翻耕	公顷	0.33	2512.47	834.14	100.10	83.41	1017.65	
			乔木	100株	8.30	1300.84	10796.96	1295.64	1079.70	13172.29	
			灌木	100株	8.30	598.41	4966.77	596.01	496.68	6059.46	
			播撒草籽	公顷	0.33	2063.56	685.10	82.21	68.51	835.82	
	塌陷坑	其他林地（1.362hm ² ）	挖运废石	100m ³	2048.00	1725.76	3534366.60	424123.99	353436.66	4311927.25	
			挖运土方	100m ³	108.96	3301.11	359689.36	43162.72	35968.94	438821.02	
			回填土方	100m ³	108.96	248.33	27057.73	3246.93	2705.77	33010.43	
			细部平整	公顷	1.36	3547.45	4831.62	579.79	483.16	5894.58	
			乔木	100株	34.05	1300.84	44293.55	5315.23	4429.35	54038.13	
			灌木	100株	34.05	598.41	20375.73	2445.09	2037.57	24858.39	
			播撒草籽	公顷	1.36	2063.56	2810.57	337.27	281.06	3428.90	
	尾矿库	灌木林地（11.460hm ² ）	挖运土方	100m ³	229.20	3301.11	756615.29	90793.83	75661.53	923070.66	
			回填土方	100m ³	229.20	248.33	56916.58	6829.99	5691.66	69438.23	
			细部平整	公顷	11.46	3547.45	40653.73	4878.45	4065.37	49597.55	
			播撒草籽	公顷	11.46	2063.56	23648.41	2837.81	2364.84	28851.06	
	生产加工区	其他林地（7.00hm ² ）	砌体拆除	100m ³	3.00	16116.49	48349.47	5801.94	4834.95	58986.35	
			水泥层剥离	100m ³	5.00	33204.63	166023.14	19922.78	16602.31	202548.23	
			碎石层剥离	100m ³	55.00	332.23	18272.72	2192.73	1827.27	22292.72	
			废石渣外运	100m ³	63.00	1137.68	71674.08	8600.89	7167.41	87442.37	
			挖运土方	100m ³	560.00	3301.11	1848623.75	221834.85	184862.37	2255320.97	
			回填土方	100m ³	560.00	248.33	139063.20	16687.58	13906.32	169657.11	
			细部平整	公顷	7.00	3547.45	24832.12	2979.85	2483.21	30295.19	
			乔木	100株	175.00	1300.84	227646.72	27317.61	22764.67	277728.99	
			灌木	100株	175.00	598.41	104721.06	12566.53	10472.11	127759.70	
			播撒草籽	公顷	7.00	2063.56	14444.93	1733.39	1444.49	17622.81	
炸药库	其他林地（0.285hm ² ）	砌体拆除	100m ³	1.00	16116.49	16116.49	1933.98	1611.65	19662.12		
		水泥层剥离	100m ³	1.00	33204.63	33204.63	3984.56	3320.46	40509.65		
		废石渣外运	100m ³	2.00	1137.68	2275.37	273.04	227.54	2775.95		
		土地翻耕	公顷	0.29	2512.47	716.05	85.93	71.61	873.59		
		乔木	100株	7.13	1300.84	9274.98	1113.00	927.50	11315.47		
		灌木	100株	7.13	598.41	4266.64	512.00	426.66	5205.30		
		播撒草籽	公顷	0.29	2063.56	588.11	70.57	58.81	717.50		
水资源生态修复工程	新建排水沟 P1	（长 800m）（净断面：0.6m×0.6m）	土方开挖	100m ³	7.65	903.86	6912.69	829.52	691.27	8433.48	249563.77
			土方回填	100m ³	2.25	4411.85	9917.83	1190.14	991.78	12099.75	
			底板现浇	100m ³	1.08	48595.77	52483.43	6298.01	5248.34	64029.79	
			侧墙现浇	100m ³	1.44	66854.50	96270.48	11552.46	9627.05	117449.99	

续表 5-7 矿山生态修复工程费用（按类别分）估算总表（单位：元）

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）
	新建沉淀池 C1、C2	砖混结构	伸缩缝	100m ²	0.25	12455.76	3138.85	376.66	313.89	3829.40	
			土方开挖	100m ³	1.20	903.86	1086.98	130.44	108.70	1326.11	
			土方回填	100m ³	0.49	4411.85	2144.16	257.30	214.42	2615.87	
			底板现浇	100m ³	0.05	43880.96	2194.05	263.29	219.40	2676.74	
			标准砖	100m ³	0.18	39389.40	7279.16	873.50	727.92	8880.58	
			砂浆抹立面	100m ²	0.96	2550.28	2445.21	293.43	244.52	2983.16	
			砂浆抹平面	100m ²	0.33	2198.63	733.02	87.96	73.30	894.29	
	栅格盖板	m ²	17.00	100.00	1700.00	204.00	170.00	2074.00			
	简易排水沟	(长 2000m) (梯形断面:上宽 0.6m、下宽 0.3m、深 0.3m)	土方开挖	100m ³	1.60	1953.33	3125.34	375.04	312.53	3812.91	
			底和壁夯实	100m ²	15.32	655.89	10048.26	1205.79	1004.83	12258.88	
			平铺薄膜	100m ²	8.00	238.28	1906.27	228.75	190.63	2325.65	
			斜铺薄膜	100m ²	11.32	280.45	3174.74	380.97	317.47	3873.18	
	矿山地质灾害防治工程	内埋式钢管桩	122 根	钢管桩	m	976.00	600.00	585600.00	70272.00	58560.00	
监测工程	废水监测	12 次/年	取水样	件	286.00	1800.00	514800.00	61776.00	51480.00	628056.00	1742160.00
	地表水监测	4 次/年	取水样	件	224.00	1000.00	224000.00	26880.00	22400.00	273280.00	
	地下水水质监测	2 次/年	取水样	件	224.00	1500.00	336000.00	40320.00	33600.00	409920.00	
	地下水水位监测	4 次/年	测地下水位	件	480.00	50.00	24000.00	2880.00	2400.00	29280.00	
	土壤监测	1 次/年	土壤样	次	48.00	1000.00	48000.00	5760.00	4800.00	58560.00	
	地质灾害监测	24 次/年	人工巡查	件	576.00	200.00	115200.00	13824.00	11520.00	140544.00	
		实时在线	GNSS 监测	个	7.00	10000.00	70000.00	8400.00	7000.00	85400.00	
	生物监测	1 次/年	人工巡查	次	24.00	1000.00	24000.00	2880.00	2400.00	29280.00	
地形地貌景观监测	1 次/年	无人机航拍	次	24.00	3000.00	72000.00	8640.00	7200.00	87840.00		
管护工程	废石堆 FS1		其他林地	hm ² /年	1.101/3	12000.00	39636.00	4756.32	3963.60	48355.92	694375.20
	废石堆 FS2		灌木林地	hm ² /年	0.332/3	12000.00	11952.00	1434.24	1195.20	14581.44	
	塌陷坑		其他林地	hm ² /年	1.362/3	12000.00	49032.00	5883.84	4903.20	59819.04	
	尾矿库		草地	hm ² /年	11.46/3	6000.00	206280.00	24753.60	20628.00	251661.60	
	生产加工区		其他林地	hm ² /年	7.00/3	12000.00	252000.00	30240.00	25200.00	307440.00	
	炸药库		其他林地	hm ² /年	0.285/3	12000.00	10260.00	1231.20	1026.00	12517.20	
其他工程	井口封堵	浆砌石封堵,厚 2m	浆砌石	100m ³	1.68	24059.35	40371.60	4844.59	4037.16	49253.35	50216.96
		外立面抹面	100m ²	0.36	2166.93	789.85	94.78	78.98	963.61		
合计							11245865.49	1349503.86	1124586.55	13719955.90	13719955.90

(二) 矿山生态修复工程年度费用估算

根据年度工程安排，各年度工程施工费详见下表。

2024-2025 年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）	
景观修复工程	场区零星裸露边坡	种植槽（150m）	浆砌砖	100m ³	0.34	3301.11	1114.13	133.70	111.41	1359.23	12101.78
			回填种植土	100m ³	0.18	42054.35	7569.78	908.37	756.98	9235.13	
			栽种藤本	100 株	3.00	411.86	1235.58	148.27	123.56	1507.41	
土地复垦与生物多样性恢复工程	废石堆 FS1	灌木林地（1.101hm ² ）	覆土	100m ³	33.03	3301.11	109035.79	13084.29	10903.58	133023.66	983456.01
			细部平整	公顷	1.10	3547.45	3905.74	468.69	390.57	4765.00	
			灌草混播	公顷	1.10	21408.19	23570.42	2828.45	2357.04	28755.91	
			铺植被毯	100m ²	110.10	4128.79	454579.37	54549.52	45457.94	554586.83	
	废石堆 FS2	其他林地（0.332hm ² ）	废石挖运	100m ³	133.00	1486.75	197737.20	23728.46	19773.72	241239.38	
			土地翻耕	公顷	0.33	2512.47	834.14	100.10	83.41	1017.65	
			乔木	100 株	8.30	1300.84	10796.96	1295.64	1079.70	13172.29	
			灌木	100 株	8.30	598.41	4966.77	596.01	496.68	6059.46	
			播撒草籽	公顷	0.33	2063.56	685.10	82.21	68.51	835.82	
水资源修复工程	新建沉淀池 C1、C2	砖混结构	土方开挖	100m ³	1.20	903.86	1086.98	130.44	108.70	1326.11	22783.52
			土方回填	100m ³	0.49	4411.85	2144.16	257.30	214.42	2615.87	
			底板现浇	100m ³	0.05	43880.96	2194.05	263.29	219.40	2676.74	
			标准砖	100m ³	0.18	39389.40	7279.16	873.50	727.92	8880.58	

续 2024-2025 年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）	
水资源水生态修复工程	新建沉淀池 C1、C2	砖混结构	砂浆抹立面	100m ²	0.96	2550.28	2445.21	293.43	244.52	2983.16	
			砂浆抹平面	100m ²	0.33	2198.63	733.02	87.96	73.30	894.29	
			栅格盖板	m ²	17.00	100.00	1700.00	204.00	170.00	2074.00	
	简易排水沟	(长 200m)	土方开挖	100m ³	0.16	1953.33	312.53	37.50	31.25	381.29	
			底和壁夯实	100m ²	1.53	655.89	1004.83	120.58	100.48	1225.89	
			平铺薄膜	100m ²	0.80	238.28	190.63	22.88	19.06	232.56	
			斜铺薄膜	100m ²	1.13	280.45	317.47	38.10	31.75	387.32	
地灾防治	钢管桩	122 根	钢管桩	m	976.00	600.00	585600.00	70272.00	58560.00	714432.00	714432.00
监测工程	废水监测	12 次/年	取水样	件	15.00	1800.00	27000.00	3240.00	2700.00	32940.00	
	地表水监测	4 次/年	取水样 2 件/次	件	10.00	1000.00	10000.00	1200.00	1000.00	12200.00	
	地下水水质监测	2 次/年	取水样 4 件/次	件	10.00	1500.00	15000.00	1800.00	1500.00	18300.00	
	地下水水位监测	4 次/年	测地下水水位	件	25.00	50.00	1250.00	150.00	125.00	1525.00	
	土壤监测	1 次/年	土壤样	次	1.00	1000.00	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
	地质灾害监测	24 次/年	人工巡查	件	30.00	200.00	6000.00	720.00	600.00	7320.00	
		在线监测	GNSS 监测	台	7.00	10000.00	70000.00	8400.00	7000.00	85400.00	
										163785.00	

续 2024-2025 年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）
监测	生物监测	1次/年	人工巡查	次	1.00	1000.00	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
	地形地貌景观监测	1次/年	无人机航拍	次	1.00	3000.00	3000.00	360.00	300.00	3660.00	
管护工程	废石堆 FS1		其他林地	hm ² /年	1.101/0.75	12000.00	9909.00	1189.08	990.90	12088.98	15734.34
	废石堆 FS2		灌木林地	hm ² /年	0.332/0.75	12000.00	2988.00	358.56	298.80	3645.36	
合计							1567452.98	188094.36	156745.30	1912292.64	1912292.64

2026年-2030年年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）	
土地复垦与生物多样性恢复工程	塌陷坑	其他林地 (1.362hm ²)	挖运废石	100m ³	2048.00	1725.76	3534366.60	424123.99	353436.66	4311927.25	5942936.18
			挖运土方	100m ³	108.96	3301.11	359689.36	43162.72	35968.94	438821.02	
			回填土方	100m ³	108.96	248.33	27057.73	3246.93	2705.77	33010.43	
			细部平整	公顷	1.36	3547.45	4831.62	579.79	483.16	5894.58	
			乔木	100株	34.05	1300.84	44293.55	5315.23	4429.35	54038.13	
			灌木	100株	34.05	598.41	20375.73	2445.09	2037.57	24858.39	
	尾矿库	草地 (11.460hm ²)	播撒草籽	公顷	1.36	2063.56	2810.57	337.27	281.06	3428.90	
			挖运土方	100m ³	229.20	3301.11	756615.29	90793.83	75661.53	923070.66	
			回填土方	100m ³	229.20	248.33	56916.58	6829.99	5691.66	69438.23	
			细部平整	公顷	11.46	3547.45	40653.73	4878.45	4065.37	49597.55	
水资源水生态修复工程	新建排水沟 P1	(长800m)(净断面:0.6m×0.6m)	土方开挖	100m ³	7.65	903.86	6912.69	829.52	691.27	8433.48	216977.72
			土方回填	100m ³	2.25	4411.85	9917.83	1190.14	991.78	12099.75	
			底板现浇	100m ³	1.08	48595.77	52483.43	6298.01	5248.34	64029.79	
			侧墙现浇	100m ³	1.44	66854.50	96270.48	11552.46	9627.05	117449.99	
			伸缩缝	100m ²	0.25	12455.76	3138.85	376.66	313.89	3829.40	
	简易排水沟	(长1000m)(梯形断面:上宽0.6m、下宽0.3m、深0.3m)	土方开挖	100m ³	0.80	1953.33	1562.67	187.52	156.27	1906.45	
			底和壁夯实	100m ²	7.66	655.89	5024.13	602.90	502.41	6129.44	
			薄膜平铺	100m ²	4.00	238.28	953.13	114.38	95.31	1162.82	

续 2026 年-2030 年年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)	其他费用 (元)	不可预见费 (元)	投资 (元)	合计 (元)
	简易排水沟		薄膜斜铺	100m ²	5.66	280.45	1587.37	190.48	158.74	1936.59	
监测工程	废水监测	12次/年	取水样	件	60	1800.00	108000.00	12960.00	10800.00	131760.00	325740.00
	地表水监测	4次/年	取水样 2 件/ 次	件	40	1000.00	40000.00	4800.00	4000.00	48800.00	
	地下水水质监测	2次/年	取水样 4 件/ 次	件	40	1500	60000.00	7200.00	6000.00	73200.00	
	地下水水位监测	4次/年	测地下水水位	次	100	50	5000.00	600.00	500.00	6100.00	
	土壤监测	1次/年	土壤样	件	10	1000	10000.00	1200.00	1000.00	12200.00	
	地质灾害监测	24次/年	人工巡查	次	120	200	24000.00	2880.00	2400.00	29280.00	
	生物监测	1次/年	人工巡查	次	5	1000	5000.00	600.00	500.00	6100.00	
	地形地貌景观监测	1次/年	无人机航拍	次	5	3000	15000.00	1800.00	1500	18300	
管护工程	废石堆 FS1		其他林地	hm ² /年	1.101/2.25	12000	29727	3567.24	2972.7	36266.94	140818.50
	废石堆 FS2		灌木林地	hm ² /年	0.332/2.25	12000	8964	1075.68	896.4	10936.08	
	塌陷坑		其他林地	hm ² /年	1.362/1.75	12000	28602	3432.24	2860.2	34894.44	
	尾矿库		灌木林地	hm ² /年	11.46/0.7	6000	48132	5775.84	4813.2	58721.04	
合计							5431534.755	651784.1707	543153.476	6626472.402	6626472.40

2030年-2047度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）
监测工程	废水监测	12次/年	取水样	件	204	1800.00	367200.00	44064.00	36720.00	447984.00	1107516.00
	地表水监测	4次/年	取水样2件/次	件	136	1000.00	136000.00	16320.00	13600.00	165920.00	
	地下水水质监测	2次/年	取水样4件/次	件	136	1500	204000.00	24480.00	20400.00	248880.00	
	地下水水位监测	4次/年	测地下水水位	次	340	50	17000.00	2040.00	1700.00	20740.00	
	土壤监测	1次/年	土壤样	件	34	1000	34000.00	4080.00	3400.00	41480.00	
	地质灾害监测	24次/年	人工巡查	次	408	200	81600.00	9792.00	8160.00	99552.00	
	生物监测	1次/年	人工巡查	次	17	1000	17000.00	2040.00	1700.00	20740.00	
	地形地貌景观监测	1次/年	无人机航拍	次	17	3000	51000.00	6120.00	5100	62220	
管护工程	塌陷坑		其他林地	hm ² /年	1.362/1.25	12000	20430	2451.6	2043	24924.6	217865.16
	尾矿库		草地	hm ² /年	11.46/2.3	6000	158148	18977.76	15814.8	192940.56	
合计							1086378	130365.36	108637.8	1325381.2	1325381.16

2048 年年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)	其他费用 (元)	不可预见 费(元)	投资 (元)	合计 (元)	
土地复垦与生物多样性恢复工程	生产加工区	其他林地 (7.00hm ²)	砌体拆除	100m ³	3.00	16116.49	48349.47	5801.94	4834.95	58986.35	2907602.50
			水泥层剥离	100m ³	5.00	33204.63	166023.14	19922.78	16602.31	202548.23	
			碎石层剥离	100m ³	55.00	332.23	18272.72	2192.73	1827.27	22292.72	
			废石渣外运	100m ³	63.00	1137.68	71674.08	8600.89	7167.41	87442.37	
			挖运土方	100m ³	560.00	3301.11	1848623.75	221834.85	184862.37	2255320.97	
			回填土方	100m ³	560.00	248.33	139063.20	16687.58	13906.32	169657.11	
	炸药库	其他林地 (0.285hm ²)	细部平整	公顷	7.00	3547.45	24832.12	2979.85	2483.21	30295.19	
			砌体拆除	100m ³	1.00	16116.49	16116.49	1933.98	1611.65	19662.12	
			水泥层剥离	100m ³	1.00	33204.63	33204.63	3984.56	3320.46	40509.65	
			废石渣外运	100m ³	2.00	1137.68	2275.37	273.04	227.54	2775.95	
			土地翻耕	公顷	0.29	2512.47	716.05	85.93	71.61	873.59	
			乔木	100 株	7.13	1300.84	9274.98	1113.00	927.50	11315.47	
			灌木	100 株	7.13	598.41	4266.64	512.00	426.66	5205.30	
水资源水生态修复工程	简易排水沟	(长 800m)(梯形断面:上宽 0.6m、下宽 0.3m、深 0.3m)	播撒草籽	公顷	0.29	2063.56	588.11	70.57	58.81	717.50	
			土方开挖	100m ³	0.64	1953.33	1250.13	150.02	125.01	1525.16	8908.25
			底和壁夯实	100m ²	6.13	655.89	4019.30	482.32	401.93	4903.55	
			薄膜平铺	100m ²	3.20	238.28	762.51	91.50	76.25	930.26	
薄膜斜铺	100m ²	4.53	280.45	1269.90	152.39	126.99	1549.27				

续 2048 年年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）
监测工程	废水监测	12 次/年	取水样	件	7.00	1800.00	12600.00	1512.00	1260.00	15372.00	53863.00
	地表水监测	4 次/年	取水样	件	8.00	1000.00	8000.00	960.00	800.00	9760.00	
	地下水水质监测	2 次/年	取水样	件	8.00	1500.00	12000.00	1440.00	1200.00	14640.00	
	地下水水位监测	4 次/年	测地下水水位	次	15.00	50.00	750.00	90.00	75.00	915.00	
	土壤监测	1 次/年	土壤样	件	2.00	1000.00	2000.00	240.00	200.00	2440.00	
	地质灾害监测	24 次/年	人工巡查	次	24.00	200.00	4800.00	576.00	480.00	5856.00	
	生物监测	1 次/年	人工巡查	次	1.00	1000.00	1000.00	120.00	100.00	1220.00	
	地形地貌景观监测	1 次/年	无人机航拍	次	1.00	3000.00	3000.00	360.00	300.00	3660.00	
合计							2434732.6	292167.91	243473.3	2970373.7	2970373.74

2049 年年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）	
土地复垦	生产加工区	其他林地 (7.00hm ²)	乔木	100 株	175.00	1300.84	227646.72	27317.61	22764.67	277728.99	423111.50
			灌木	100 株	175.00	598.41	104721.06	12566.53	10472.11	127759.70	
			播撒草籽	公顷	7.00	2063.56	14444.93	1733.39	1444.49	17622.81	
监测工程	地表水监测	4 次/年	取水样	件	8	1000	8000.00	960.00	800.00	9760.00	
	地下水水质监测	2 次/年	取水样	件	8	1500	12000.00	1440.00	1200.00	14640.00	
管护工程	生产加工区		其他林地	hm ² /年	7.00/0.75	12000	63000	7560	6300	76860	81032.40
	炸药库		其他林地	hm ² /年	0.285/1	12000	3420	410.4	342	4172.4	
其他工程	井口封堵	浆砌石封堵，厚 2m	浆砌石	100m ³	1.68	24059.35	40371.59652	4844.591583	4037.159652	49253.34776	50216.96
			外立面抹面	100m ²	0.36	2166.93	789.8477279	94.78172735	78.98477279	963.614228	
合计						474394.153	56927.298	47439.415	578760.867	578760.87	

2050-2052 年年度矿山生态修复工程费用（按类别分）估算表

工程类别	工程或费用名称			单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）	其他费用（元）	不可预见费（元）	投资（元）	合计（元）
监测工程	地表水监测	4次/年	取水样	件	22	1000.00	22000.00	2640.00	2200.00	26840.00	67100.00
	地下水水质监测	2次/年	取水样	件	22	1500	33000.00	3960.00	3300.00	40260.00	
管护工程	生产加工区		其他林地	hm ² /年	7.00/2.25	12000	189000	22680	18900	230580	238924.80
	炸药库		其他林地	hm ² /年	0.285/2	12000	6840	820.8	684	8344.8	
合计							250840	30100.8	25084	306024.8	306024.80

工程施工费单价汇总表

序号	定额编号	工程或费用名称	单位				间接费	利润	材料 价差	税金	综合 单价
				直接工程 费单价	措施费	合计					
	(1)	(2)	(3)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)	(15)
		景观修复工程									
		边坡复绿(种植槽)	m	46.19	1.85	48.04	2.62	1.52	8.49	5.46	66.13
1	10231 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 8~9km~自卸汽车 5T 一、二类土	100m3	1836.27	73.45	1909.72	104.08	60.41	954.33	272.57	3301.11
2	30062 换	浆砌砖 挡土墙、桥台、闸墩~换:接缝砂浆 M30 水泥 42.5	100m3	29475.83	1179.03	30654.86	1670.69	969.77	5286.65	3472.38	42054.35
3	90013 换	栽植灌木(带土球 20cm 以内)~换:藤本植物	100 株	334.51	13.38	347.89	18.96	11.01	0.00	34.01	411.86
		土地复垦与生物多样性恢复工程									
		废石堆 FS1	m2	41.07	1.64	42.71	2.33	1.35	2.86	4.43	53.69
4	10231 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 8~9km~自卸汽车 5T 一、二类土	100m3	1836.27	73.45	1909.72	104.08	60.41	954.33	272.57	3301.11
5	10386	人工细部平整	公顷	2881.19	115.25	2996.44	163.31	94.79	0.00	292.91	3547.45
6	90030 换	撒播 不覆土~换:狗牙根 换:紫穗槐 换:多花木蓝 换:木 豆 换:苜蓿 换:伞房决明 换:杜鹃 换:紫薇 换:白三叶 换:野蔷薇	公顷	17387.47	695.50	18082.97	985.52	572.05	0.00	1767.65	21408.19

7	90033 换	草皮满铺~换:椰纤维植被毯 换:U型铆钉 $\phi=8\text{mm}$, L=500mm	100m ²	3353.35	134.13	3487.48	190.07	110.33	0.00	340.91	4128.79
		废石堆 FS2									
8	10221 换	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0~0.5km~自卸汽车 5T 四类土	100m ³	860.76	34.43	895.19	48.79	28.32	391.69	122.76	1486.75
9	10044	土地翻耕 三类土	公顷	1673.20	66.93	1740.13	94.84	55.05	415.01	207.45	2512.47
10	90001 换	栽植乔木(带土球 20cm 以内)~III类土 换:乔木	100 株	845.23	33.81	879.03	47.91	27.81	238.68	107.41	1300.84
11	90013 换	栽植灌木(带土球 20cm 以内)~III类土 换:灌木	100 株	486.02	19.44	505.46	27.55	15.99	0.00	49.41	598.41
12	90030 换	撒播 不覆土	公顷	1676.00	67.04	1743.04	95.00	55.14	0.00	170.39	2063.56
		塌陷坑	m ²	168.57	6.74	175.31	9.55	5.55	78.58	24.21	293.20
13	10222 换	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0.5~1km~自卸汽车 5T 四类土	100m ³	990.39	39.62	1030.01	56.14	32.58	464.54	142.49	1725.76
14	10231 换	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 8~9km~自卸汽车 5T 一、二类土	100m ³	1836.27	73.45	1909.72	104.08	60.41	954.33	272.57	3301.11
15	10314 换	推土机推土(一、二类土) 推土距离 20~30m~推土机 74KW 推土机推松土	100m ³	146.58	5.86	152.44	8.31	4.82	62.25	20.50	248.33
16	10386	人工细部平整	公顷	2881.19	115.25	2996.44	163.31	94.79	0.00	292.91	3547.45
17	90001 换	栽植乔木(带土球 20cm 以内)~III类土 换:乔木	100 株	845.23	33.81	879.03	47.91	27.81	238.68	107.41	1300.84
18	90013 换	栽植灌木(带土球 20cm 以内)~III类土 换:灌木	100 株	486.02	19.44	505.46	27.55	15.99	0.00	49.41	598.41

19	90030 换	撒播 不覆土	公顷	1676.00	67.04	1743.04	95.00	55.14	0.00	170.39	2063.56
		尾矿库									
20	10231 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 8~9km~自卸汽车 5T 一、二类土	100m3	1836.27	73.45	1909.72	104.08	60.41	954.33	272.57	3301.11
21	10314 换	推土机推土(一、二类土) 推土距离 20~30m~推土机 74KW 推土机推松土	100m3	146.58	5.86	152.44	8.31	4.82	62.25	20.50	248.33
22	10386	人工细部平整	公顷	2881.19	115.25	2996.44	163.31	94.79	0.00	292.91	3547.45
23	90030 换	撒播 不覆土	公顷	1676.00	67.04	1743.04	95.00	55.14	0.00	170.39	2063.56
		生产加工区									
24	30087	砌体拆除 水泥浆砌砖	100m3	13089.61	523.58	13613.20	741.92	430.65	0.00	1330.72	16116.49
25	40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	26460.61	1323.03	27783.64	1792.05	887.27	0.00	2741.67	33204.63
26	10206 换	挖掘机挖土(三类土)~挖掘机 1M3	100m3	209.71	8.39	218.10	11.89	6.90	67.91	27.43	332.23
27	10221 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0~0.5km~自卸汽车 5T 一、二类土-废渣运至井巷	100m3	658.67	26.35	685.01	37.33	21.67	299.73	93.94	1137.68
28	10231 换	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 8~9km~自卸汽车 5T 一、二类土	100m3	1836.27	73.45	1909.72	104.08	60.41	954.33	272.57	3301.11
29	10314 换	推土机推土(一、二类土) 推土距离 20~30m~推土机 74KW 推土机推松土	100m3	146.58	5.86	152.44	8.31	4.82	62.25	20.50	248.33
30	10386	人工细部平整	公顷	2881.19	115.25	2996.44	163.31	94.79	0.00	292.91	3547.45
31	90001 换	栽植乔木(带土球 20cm 以内)~III类土 换:乔木	100 株	845.23	33.81	879.03	47.91	27.81	238.68	107.41	1300.84

32	90013 换	栽植灌木（带土球 20cm 以内）~III类土 换:灌木	100 株	486.02	19.44	505.46	27.55	15.99	0.00	49.41	598.41
33	90030 换	撒播 不覆土	公顷	1676.00	67.04	1743.04	95.00	55.14	0.00	170.39	2063.56
		炸药库									
34	30087	砌体拆除 水泥浆砌砖	100m3	13089.61	523.58	13613.20	741.92	430.65	0.00	1330.72	16116.49
35	40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	26460.61	1323.03	27783.64	1792.05	887.27	0.00	2741.67	33204.63
36	10044	土地翻耕 三类土	公顷	1673.20	66.93	1740.13	94.84	55.05	415.01	207.45	2512.47
37	90001 换	栽植乔木（带土球 20cm 以内）~III类土 换:乔木	100 株	845.23	33.81	879.03	47.91	27.81	238.68	107.41	1300.84
38	90013 换	栽植灌木（带土球 20cm 以内）~III类土 换:灌木	100 株	486.02	19.44	505.46	27.55	15.99	0.00	49.41	598.41
39	90030 换	撒播 不覆土	公顷	1676.00	67.04	1743.04	95.00	55.14	0.00	170.39	2063.56
		水资源水生态修复与改善工程									
		新建排水沟 P1	m	152.10	7.44	159.54	10.12	5.09	18.74	17.41	210.90
40	10376	小型挖掘机挖沟渠土方 一、二类土	100m3	652.25	26.09	678.34	36.97	21.46	92.46	74.63	903.86
41	10343	建筑物土方回填 人工夯实	100m3	3583.25	143.33	3726.58	203.10	117.89	0.00	364.28	4411.85
42	40097 换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土 C20 1 级配 粒径 20 水泥 42.5 水灰比 0.6~卵石换为碎石~水?	100m3	33863.00	1693.15	35556.15	2293.37	1135.49	5598.27	4012.49	48595.77
43	40007 换	明渠（边坡陡于 1:0.5）衬砌厚度 5~10cm~换:纯混凝土 C20 1 级配 粒径 20 水泥 42.5 水灰比 0.6~卵石换为碎石~水?	100m3	48349.46	2417.47	50766.93	3274.47	1621.24	5671.77	5520.10	66854.50
44	40279	伸缩缝 沥青木板	100m2	9687.07	484.35	10171.42	656.06	324.82	275.00	1028.46	12455.76
		简易排水沟	m	7.41	0.30	7.71	0.42	0.24	0.00	0.75	9.13

45	10029	人工挖沟渠(一、二类土) 上口宽 4m 以内	100m3	1586.47	63.46	1649.93	89.92	52.20	0.00	161.28	1953.33
46	10341	原土夯实	100m2	532.71	21.31	554.02	30.19	17.53	0.00	54.16	655.89
47	100001	塑料薄膜铺设 防渗(反滤) 平铺	100m2	193.53	7.74	201.27	10.97	6.37	0.00	19.67	238.28
48	100004	塑料薄膜铺设 斜铺(边坡) 1:1.0	100m2	227.78	9.11	236.89	12.91	7.49	0.00	23.16	280.45
		新建沉淀池 C1、C2	座	5627.05	231.72	5858.77	326.28	185.55	914.98	655.70	8791.29
49	10376	小型挖掘机挖沟渠土方 一、二类土	100m3	652.25	26.09	678.34	36.97	21.46	92.46	74.63	903.86
50	10343	建筑物土方回填 人工夯实	100m3	3583.25	143.33	3726.58	203.10	117.89	0.00	364.28	4411.85
51	40097 换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土 C20 2 级配 粒径 40 水泥 42.5 水灰比 0.6	100m3	26564.26	1328.21	27892.47	1799.06	890.75	9675.48	3623.20	43880.96
52	30068 换	砖砌墙 墙厚 1 砖~换:接缝砂浆 M30 水泥 42.5	100m3	27437.15	1097.49	28534.64	1555.14	902.69	5144.60	3252.34	39389.40
53	30076 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 立面~换:防水砂浆 1:3^卵石 换为碎石^水泥 32.5 换成水泥 42.5	100m2	1872.08	74.88	1946.96	106.11	61.59	225.05	210.57	2550.28
54	30075 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 平面~换:防水砂浆 1:3^卵石 换为碎石^水泥 32.5 换成水泥 42.5	100m2	1603.79	64.15	1667.94	90.90	52.77	205.48	181.54	2198.63
		其他工程									
		井口封堵									
55	30020	浆砌块石 挡土墙	100m3	15059.43	602.38	15661.81	853.57	495.46	5061.96	1986.55	24059.35
56	30076 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 立面~换:接缝砂浆 M30 水泥 42.5	100m2	1575.28	63.01	1638.30	89.29	51.83	208.60	178.92	2166.93

主要材料预算价格表

序号	名称及规格	单位	含税预算价	税率 (%)	预算价			主材限价	价差
					除税预算价	超运距费	取定预算价		
1	砂	m3	125.00	3.60	120.66		120.66	60.00	60.66
2	柴油	kg	11.00	12.95	9.74		9.74	4.50	5.24
3	电	kW.h	0.75	12.95	0.66		0.66	0.66	
4	水	m3	4.10	12.95	3.63		3.63	3.63	
5	木柴	t	1350.51	9.00	1239.00		1239.00	1239.00	
6	粗砂	m3	125.00	3.60	120.66		120.66	60.00	60.66
7	块石	m3	90.00	3.60	86.87		86.87	40.00	46.87
8	碎石	m3	125.00	3.60	120.66		120.66	60.00	60.66
9	卡扣件	kg	10.89	12.95	9.64		9.64	9.64	
10	标准砖	千块	336.00	12.95	297.48		297.48	240.00	57.48
11	沥青	t	3495.00	12.95	3094.29		3094.29	3094.29	
12	组合钢模板	kg	6.00	12.95	5.31		5.31	5.31	
13	板枋材	m3	1444.25	9.00	1325.00		1325.00	1200.00	125
14	水泥 42.5	kg	0.40	12.95	0.35		0.35	0.30	0.05
15	防水剂	kg	50.00	12.95	44.27		44.27	44.27	
16	六角空心钢	kg	5.00	12.95	4.43		4.43	4.43	
17	铁钉	kg	3.50	12.95	3.10		3.10	3.10	
18	铁件	kg	8.42	12.95	7.46		7.46	7.46	
19	预埋铁件	kg	11.93	12.95	10.56		10.56	10.56	
20	电焊条	kg	28.00	12.95	24.79		24.79	24.79	
21	藤本植物	株	1.00	9.00	0.92		0.92	0.92	
22	灌木	株	2.00	9.00	1.83		1.83	1.83	
23	乔木	株	8.00	9.00	7.34		7.34	5.00	2.34
24	种籽	kg	25.00	9.00	22.94		25.00	25.00	
25	椰纤维植被毯	m2	21.00	9.00	19.27		21.00	21.00	
26	塑料薄膜	m2	1.00	9.00	0.92		0.92	0.92	
27	型钢	kg	5.73	12.95	5.07		5.07	5.07	
28	锯材	m3	1536.90	9.00	1410.00		1410.00	1200.00	210
29	合金钢钻头 (一字型)	个	79.07	12.95	70.00		70.00	70.00	

注: 除税预算价=含税预算价/(1+税率); 本方案中乔木、灌木采用不同树种按比例搭配, 费用估算单价按均价计。

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

经分析可知（见后文章节），矿山在未来开采达产经营中，按设计生产能力，则每年将为国家增收各种税费****. **万元，企业也将获得****. **元的净利润。按照矿山的的服务年限计算，总利润约*. **亿元，远高于矿山生态修复工程费用，矿山开发具有较好的经济效益和社会效益，因此矿山在经济上有能力提取生态修复基金，本项目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 资金管理

矿山应根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自然资规〔2022〕3号）的要求，建立基金专户、核定存储、按时提取、高效使用的长效机制。

1、基金核定储存矿山在银行建立基金专户，由所在的（市、县）自然资源主管部门、银行和矿山企业三方管理，签订三方监管协议。矿山按照生态保护修复方案及发证年限要求足额存入资金。

2、基金的计提矿山按照年度治理恢复计划，向所在的（市、县）自然资源管理部门提出计提申请，其主管部门应及时办理基金计提手续。基金计提应在当年一季度完成。

3、监督管理矿山所在的（市、县）自然资源管理部门，应根据矿山的治理情况进行实地核查，确保基金专款专用。

5.2.3 基金计提计划

矿山剩余服务年限 23.8 年，矿山生态修复工程费用估算为 1372.00 万元。由于矿山的剩余服务年限较长，本次计划该基金分 8 年计提完毕，各年度基金计提额计划见

下表：

表 5-8 矿山生态修复基金计提年度计划表

年度	工程或费用名称	单位	年度费用
2024	生态修复基金	万元	266
2025	生态修复基金	万元	158
2026	生态修复基金	万元	158
2027	生态修复基金	万元	158
2028	生态修复基金	万元	158
2029	生态修复基金	万元	158
2030	生态修复基金	万元	158
2031	生态修复基金	万元	158
合计			1372.00

第六章 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，同时制订严格的工作制度，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。

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。

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。

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持续发展 and 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。

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。

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。

县级自然资源主管部门从监管系统接收到年度验收申请后，在5个工作日内组织形成验收组，开展现场验收。验收专家根据现场验收情况出具年度验收专家个人意见，验收组共同商定形成的年度验收意见，由县级自然资源主管部门填报至监管系统。按照“谁验收、谁公示”的原则，年度验收意见由矿山所在地县级自然资源主管部门在门户网站及时公示，公示期为5个工作日。如验收意见不合格，责令矿山企业在规定整改期限内整改。

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

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，监测矿区生物多样性、占损土地情况、地质灾害、水环境水生态是否发生新的变化，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

因矿山开采会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接地影响当地人民群众生活，本次矿山生态保护修复方案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、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。

第七章 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

在方案的适用年限 27.8 年内，矿山生态修复工程总费用估算为 1372.00 万元，其中：土地复垦与生物多样性修复工程、矿山地质灾害防治工程、监测与管护工程施工费 1124.59 万元，其他费用 134.95 万元，不可预见费用 112.46 万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

根据开采利用方案，结合本矿山近年的财务报表等资料，经济效益分析如下：

1、基本参数

(1) 产品数量与质量品级

年产萤石精矿 = $Q \times \text{品位} \times \text{回收率} / \text{品位} = Q \times \text{回收率}$ 万 t

(2) 产品销售价

精矿销售价格按照 P 元/t 计算（含税价）。

(3) 产品成本

根据矿山井下采矿（掘进、采矿、出矿）、选矿等生产经营成本统计数据：井下采矿成本（掘进、采矿、出矿）约 C_1 元/t、选矿成本约 C_2 元/t（扣除了尾砂出售价）、经营成本（销售、管理（含租地费）与财务费用）约 C_3 元/t；另外预计增加充填成本 C_4 元/t；合计单位矿石分摊总成本费用约 C 元/t。

(4) 增值税

考虑抵扣因素按产值的 13% 计算。

(5) 采矿权出让收益

按《矿业权出让收益征收办法》，萤石综合按销售收入的 2.4% 计算。

(6) 销售税金附加

包括城市维护建设税和教育费附加。城市维护建设税按“增值税、消费税、营业税”税额的 5%；教育费附加按“增值税、消费税、营业税”税额的 3%，地方教育费附加 2%。

(7) 所得税

依据 2008 年元月 1 日起实行的《中华人民共和国企业所得税法》规定，所得税率按销售利润的 25% 计取，企业属于高新技术企业，所得税率为 15%。

(8) 采矿权使用费：1000 元/km²（不足 0.5km² 按 0.5km² 计算）。

(9) 矿山维简费：15 元/t。

(10) 矿山安全费用：根据财资【2022】136 号文地下矿山取 8 元/t。

(11) 环境治理费用：5 元/t。

(12) 其它费用:按产值 6% 计。

2、主要财务指标

表7-1 经济评价指标汇总表

序号	指标名称	单位指标	计算基础	单价（元/t）	价值（万元）
1	销售收入	万t	5.73	****	*****.**
2	成本费用	万t	30	***	*****.**
3	增值税	13%	1项		*****.**
4	各项税金附加	10%	3项		***.**
5	采矿权出让收益	2.4%	1项		***.**
6	采矿权使用费	km ²	1	****	*.**
7	矿山维简费	万t	30	**	***.**
8	矿山安全费用	万t	30	*	***.**
9	环境治理费	万t	30	*	***.**
10	其它费用	6%	1项		***.**
11	税前利润		1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11		*****.**
12	所得税	15%	12项		***.**
13	税后利润	万元	12项13项		*****.**

3、效益分析

从计算过程可以看出，矿山在未来的生产经营中，每年将为国家增收各种税费****.**万元，企业也将获得****.**元的净利润。按照矿山剩余服务年限（23.8 年）计算，至开采末期，矿山可为国家增收各种税费*.**亿元，企业可获得*.**亿元的净利润。所获取的净利润远大于矿山生态保护修复工程的费用，经济上可行。

7.2 技术可行性分析

本方案设计的生态修复工程主要为监测工程和闭坑后对场地复垦等，矿山生产期间和闭坑后设置的生态修复工程主要包括砌体拆除、井口封堵、塌陷坑回填、修建排水沟和土地整理等，以上工程的工艺简单，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的各场地安全稳定，对人类和动植物无威胁；严格执行环保要求，对周边环境不会产生污染；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。

第八章 结论与建议

8.1 结论

1、本矿山生态修复方案是在对矿山自然环境、生态环境、社会经济环境调查基础上，结合矿区生态环境现状，对矿山存在的环境问题进行识别、诊断和预测分析的基础上编制。矿山剩余服务年限约为 23.8 年，矿山闭坑后生态修复工程期限 1 年，修复工程完成后 3 年为管护期。综合确定本方案适用年限为 27.8 年，适用期限为 2024 年 10 月初~2048 年 4 月底。

2、方案通过矿山生态问题识别和诊断，并结合矿山开发方案分析认为：

(1) 穰家垅萤石矿的办公生活区、生产加工区、塌陷坑、尾矿库等共占损土地面积 23.043hm²，在居民聚集区和省道 S315 可视范围之外，破坏了地形地貌景观。

(2) 穰家垅萤石矿共占损土地面积 23.043hm²，主要为采矿用地、乔木林地、工业用地和农村道路等，土地权属为新东村、石桥村和石岗村。

(3) 穰家垅萤石矿现状对水生态水环境影响总体较轻。矿山按环保要求做好雨污分流、废水处理和相关环保管理工作，持续监测，未来对生态影响同现状基本一致。

(4) 穰家垅萤石矿现存 1 处采空地面塌陷、2 处小型滑坡隐患点。滑坡隐患点在车辆加载、坡顶堆载等影响下可能失稳，塌陷坑现状稳定性较差，可能向北侧扩展。未来矿山采矿可能引发采空区地面变形，矿山需严格按照开发利用方案和安全设计开采，并加强地表监测。

(5) 矿业活动现状未破坏生物多样性，无造成生物多样性加剧破坏的趋势。

3、《方案》生态修复措施有土地复垦工程、地灾防治工程以及监测工程，对复垦区进行管护，能达到保护修复生态环境的效果。

4、《方案》估算方案适用年限（27.8 年）内，穰家垅萤石矿的矿山生态保护工程估算总投资 **1372 万元**。矿山剩余服务年限为 23.8 年，生态保护修复基金计划分 8 年计提完毕，第 1 年前计提 266 万元，后 7 年每年计提 158 万元。

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、工程估算不能替代施工图，矿山实施治理工程前，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、本方案对尾矿库堆积坝面和坝后沉积滩进行生态修复设计，在实施前应将修复工程纳入闭库安全设计中，并取得应急管理部门批准。

4、由于塌陷坑下方为采空区，需井下、地表协同治理。为确保施工安全，矿山宜根据采空区安全论证报告和安全设计，委托有资质单位编制专项治理方案，经专家论证后再行施工。

5、随着矿山向深部开采，地压增大，建议矿山开采时，严格执行安全设计，及时对采空区进行充填，做好井上井下联合监测，确保顶部安全、防范引发地表塌陷或严重变形。

6、矿山在水工环方面勘查程度低，建议加强深部水文地质勘探，做好探水工作，防范涌水事故。

7、建议碎石加工厂棚建设前进行工程地质勘察，针对场地稳定性进行专门分析。

8、建议矿山对复垦土源进行调查，充分利用附近工程建设形成的挖方表土，既利于当地的环境保护，也利于减少复垦成本。

9、本方案有关地面变形监测、水土污染监测等为针对矿山生态环境保护的基础监测，环保、应急等部门针对水土污染、尾矿库安全等专项监测要求应遵照执行。后续对水生态的影响以生态环境部门的监测数据为依据。

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

11、矿山应对回填井下剩余部分废石通过合法处置后才能加工成骨料外售。