

湖南省辰溪鑫盛源矿业有限公司金坪 磷矿矿山生态保护修复方案

湖南省自然资源调查所

二〇二六年九月

湖南省辰溪鑫盛源矿业有限公司金坪磷矿 矿山生态保护修复方案

项目负责：周晓旭

编写人员：朱 帆 申 兵 唐小玲

审 查：谢国军

总工程师：苏康明

所 长：蒋安元

提交报告单位：湖南省自然资源调查所

提交报告时间：二〇二六年九月

目 录

1 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.....	15
2 矿山生态环境背景.....	34
2.1 自然地理.....	34
2.2 地质环境.....	36
2.3 生物环境.....	45
2.4 人居环境.....	47
3 矿山生态问题识别和诊断.....	50
3.1 地形地貌景观破坏.....	50
3.2 土地资源占损.....	54
3.3 水资源水生态破坏.....	61
3.4 矿山地质灾害影响.....	75
3.5 生物多样性破坏.....	93
4 生态保护修复工程部署.....	96
4.1 生态保护修复工程部署思路.....	96
4.2 保护修复措施与目标.....	98
4.3 生态保护修复工程及进度安排.....	99
4.4 生态保护修复工程量汇总及年度安排.....	134
5 经费估算与基金管理.....	142
5.1 经费估算.....	142
5.2 基金管理.....	170
6 保障措施.....	173
6.1 组织保障.....	173
6.2 技术保障.....	173
6.3 监管保障.....	174
6.4 适应性管理.....	174

6.5 公众参与.....	174
7 矿山生态保护修复方案可行性分析.....	176
7.1 经济可行性分析.....	176
7.2 技术可行性分析.....	178
7.3 生态环境可行性分析.....	178
8 结论与建议.....	179
8.1 结论.....	179
8.2 建议和说明.....	181

1 基本情况

1.1 方案编制工作概况

1.1.1 任务由来

湖南省辰溪鑫盛源矿业有限公司金坪磷矿（以下简称“金坪磷矿”）为持有采矿许可证的合法矿山。矿山开采矿种为磷矿，开采方式为地下开采，生产规模***/年，矿区面积**，采矿证编号为**，有效期自**年**月**日至**年**月**日，现采矿许可证已到期，矿山已停产，正在按规定办理采矿许可证延续登记手续。

截至目前，矿山尚未按新规范编制过矿山生态修复方案，现为更加精确开展矿山生态修复工作，办理采矿许可证延续登记手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山生态环境，根据我省自然资源厅 2021 年颁布的《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（以下简称《通知》）湘自资办发（2021）39 号文件精神，2025 年 12 月辰溪鑫盛源矿业有限公司委托湖南省自然资源调查所（以下简称“我所”）对矿区地质环境、生态环境进行了调查，并在以上资料的基础上编制了《矿山生态保护修复方案》（以下简称《方案》）。

我所接受委托任务后，严格按照《通知》及相应的生态修复调查工作程序与委托书的要求开展工作，收集有关技术资料及人文社会经济资料，并赴现场进行了野外调查及访问，经室内综合分析整理，完成了该《方案》的编制工作。

1.1.2 编制依据

1.1.2.1 法律法规

- ☐ 《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年修正）；
- ☐ 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年修正）；
- ☐ 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年）；
- ☐ 《中华人民共和国森林法》1984 年 9 月 20 日发布，2019 年 12 月 28 日修订；
- ☐ 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年修正）；

- 《地质灾害防治条例》国务院令（2003 年）第 394 号；
- 《土地复垦条例》国务院令（2011 年）第 592 号；
- 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年）；
- 《湖南省土地整理条例》（2006 年）；
- 《湖南省地质环境保护条例》（2018 年修订）；
- 《矿山地质环境保护规定》自然资源部令（2019 年）第 5 号。
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年）。

1.1.2.2 有关政策依据

- ① 《湖南省绿色矿山管理办法》（湘自然资规〔2019〕4 号）；
- ② 《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自然资规〔2022〕3 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 《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（以下简称《通知》）湘自然资办发〔2021〕39 号文件；
- ⑤ 《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》（湘自然资办发〔2021〕82 号）；
- ⑥ 《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19 号）；
- ⑦ 《湖南省国土空间生态保护修复项目 预算编制指导意见（暂行）》（湘自然资办发〔2022〕28 号）。

1.1.2.3 技术规范依据

- 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 《土地复垦质量技术控制标准》（DT/1036-2013）；
- ③ 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；
- 《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；
- 《矿山生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；
- 《地质灾害风险调查评价编图规范》（DZ/T 0473-2024）；
- ⑦ 《工矿废弃地土地复垦水土环境质量调查评价规范》（DZ/T0472-2024）；
- 《非金属矿山地下水风险评估规范》（DZ/T 0471-2024）；
- 《地下水资源调查评价规范》（DZ/T 0469-2024）；

- 《地表水环境质量标准》（GB3838-2017）；
- 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 《污水综合排放标准》GB8978-2002）；
- 《农田灌溉水质标准》（GB5084—2021）；
- 《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ-T0221-2019）；
- 《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（后文简称《三下采煤规范》）国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局 2017 年 5 月发布；
- 《湖南省矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T2298-2022）；
- 《湖南省矿山生态保护修复工程质量验收规范》（DB43/T2299-2022）；
- 《矿山生态修复技术规范 第 1 部分 通则》（TD/T1070.1-2022）；
- 《矿山生态修复技术规范 第 5 部分 化工矿山》（TD/T1070.5-2022）。

1.1.2.4 资料依据

①2009 年 11 月，湖南省地质矿产勘查开发局四一六队编制的《湖南省辰溪县田湾磷矿区金坪磷矿资源储量核实报告》（湘国土资储小矿备字（2010）025 号）；

②2010 年 6 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿资源开发利用方案》（湘矿开发评字[2010]038 号）；

③2011 年 6 月，湖南省地质矿产勘查开发局四一六队编制的《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿矿山地质环境影响评估报告》及《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿矿山地质环境保护与治理恢复及土地复垦方案》；

④2014 年 12 月，湖南华中矿业有限公司编制的《怀化市辰溪鑫盛源矿业有限公司辰溪县田湾镇金坪磷矿***/年采矿建设项目环境影响报告书》（怀环审[2015]15 号）；

⑤其它编制本《方案》需要的采矿许可证、采矿权设置范围相关信息分析结果简报、土地利用现状图等。

1.1.3 目的任务

1.1.3.1 工作目的

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

1.1.3.2 工作任务

□收集整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展矿山生态问题现状识别与诊断；根据矿山后续开采计划，对地形地貌景观破坏、土地资源损毁、水资源水生态破坏、诱发加剧与遭受矿山地质灾害可能与危险程度进行生态问题发展趋势分析。

□根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出矿山生态保护修复思路、目标和措施。

□拟定矿山生态保护修复实施内容的总体部署和进度安排。

□对矿山生态保护修复工程经费进行估算。

□提出保障矿山生态保护修复落实的措施。

□对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。

□为矿山制定生态保护修复年度计划。

□为矿山制定生态保护修复年度基金计提和计划。

1.1.4 工作概况

我公司在收到任务后，于 2025 年 12 月 10 日-12 月 12 日，安排 2 名环境地质专业工作人员到现场开展实地调查，收集相关资料，具体方案编制工作程序及调查工作概述如下：

1.1.4.1 方案编制工作程序

《方案》编制工作严格按照湖南省自然资源厅《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》【湘自资办发〔2021〕39 号】规定程序（见图 1.1-1）进行。

图1.1-1 调查流程图

1.1.4.2 调查工作范围

调查工作范围为金坪磷矿矿山范围及可能受矿山开采影响的区域。

1.1.4.3 调查工作内容

☐ 矿区土地占用和植被破坏情况调查

矿业活动对动植物、土地资源影响和破坏，包括改变土地利用现状、地貌景观破坏以及水土流失、废水排放等；

☐ 矿区水土环境调查

矿山废水（矿井废水、矸石淋滤水、工业场地雨水及员工生活废水等）、废渣（矿井出窿矸石及生活垃圾等）排放造成的矿区地表水、地下水水资源水生态影响调查；矿山废渣堆场等污染源排放及生态修复情况调查；固体废物产生量、处置、占地情况及产生的生态环境影响；重点调查：地下开采区岩移影响范围、矸石堆放场、运输路线等为矿山开采造成生态环境受到影响和破坏的区域。

☐ 矿山地质灾害调查

矿业开发强烈影响和改变着矿区地质环境条件，引发地质灾害，矿业活动诱发不稳定边坡、崩塌、滑坡、矸石流、采空沉陷等地质灾害。

☐ 生物多样性调查

对矿区动植物种类、数量及生存现状及变化趋势的调查，查明矿区有无国家重点保

护植物、珍稀植物和古树名木及珍稀野生动物。

1.1.4.4 调查工作量

本次通过资料收集与野外调查，基本查明了矿山生态环境特征，基本查明了矿区生态环境问题和地质灾害的形成条件、分布规律、影响因素、发育程度、发展趋势及其对矿业活动的影响，为本方案编写奠定了良好的基础，具体工作量见表 1.1-1。

表1.1-1 完成工作量表

工作项目	工作量	备注
资料收集	矿山储量年报、开发利用方案、矿山地质环境综合防治方案、矿山生态修复方案等相关资料。	
调查生态区面积	***	
调查路线长度	***	
相邻矿山	300米范围内有采矿权“辰溪县田湾镇烟竹坪钨矿”	
人居环境	矿区内有民房100栋，常住人口230人；矿部建筑物***。	
调查植被覆盖情况	以林地为主，植被覆盖高	
地质点	10个（测量土壤厚度4个，地形地貌观测点6个）	
水取样点	***	
土壤取样点	2个	
调查民房	9栋/23人	
生物环境	周边主要为林地	
矿山生产建设布局	工业广场***、水洗选矿厂***、尾矿库1座	
矿山生态环境问题	露天盗采场占损土地资源	
生态保护修复工程	复垦复绿和修建截排水沟	
照片	82（采用10张）	
编制报告	***	
编制附图	***	

1.1.4.5 调查工作评述

本次开展了遥感解译和现场调查，系统地调查了矿山生态背景、矿山生态问题及已有矿山生态保护修复工程，进行了矿山开采对地形地貌景观破坏调查、矿区土地损毁情况调查、水土环境监测、地质灾害与生物多样性调查，论证了矿山生态保护修复可行性等。根据《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022）小型矿山，调查点不少于 5 个，本次地质调查点 10 个，调查点数满足规范要求。

1.1.5 方案适用范围

1.1.5.1 生态保护修复适用范围划分依据

依据《开发方案》设计的生产规模、开拓方案，本方案的生态保护修复适用范围划分主要考虑以下几个因素：

□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以及现状和预测生态问题分布范围（含可能影响的范围）为依据；

□以矿山的水文地质条件、工程地质条件为主要影响因素，考虑未来设计开采影响范围、废渣（矸石、生活垃圾等）堆放、地面塌陷变形、矿井疏排水影响范围以及地面设施安全等因素，以分水岭作为划分依据。

□以矿山的生态环境作为控制因素，主要考虑植被分布情况、农田分布情况、人居因素等，并结合矿山具体情况，确定生态修复区范围。

1.1.5.2 生态保护修复适用范围划分结果

根据本方案的生态保护修复适用范围划分依据，确定生态保护修复适用范围为***（见附图2）；具体边界如下：

□北边以矿界外推***至金坪一带；

□东边自矿界外推***至金坪-杨家台-花山坳分水岭；

□南边自矿界外推***至獐地界一带；

□西边自矿界外推***至獐地界-头家溶分水岭。

1.1.6 方案适用年限

（1）矿山剩余服务年限

根据2009年1月原湖南省地质矿产勘查开发局四一六队编制的《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿矿山资源储量核实报告》，采矿权内保有磷矿资源基础储量（122b）***，资源量（333）***。根据2010年6月湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿资源开发利用方案》设计矿山的生产能力为***a，采矿回收率为85%，采矿贫化率为10%，按年产***计，矿山服务年限约为2.0年。

（2）方案适用年限

矿山的剩余服务年限为2年，本次设计矿山基建期为1年，闭坑后矿山生态保护修复期为1年，修复工程完成后3年为监测管护期，以上合计为7年。故本方案的适用年限为7年（2026年10月~2033年9月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山区位条件

(1) 矿山交通区位条件

金坪磷矿位于辰溪县田湾磷矿区云雾山矿段，属辰溪县田湾镇金坪村管辖。地理坐标东经东经***~***，北纬***~***。

图1.2-1 矿山交通区位条件图

该矿位于辰溪县城北东 43° 方向，距城区直线距离约***，省道 S223 线在矿山西侧***经过，矿山有简易公路***至牛楠溪，牛楠溪有可通班车的乡村公路***至杨梅坳与省道 S223 相通，矿山距辰溪县城公路里程***，距湘黔铁路辰溪火车站***。交通较为方便，见图 1.2-1。

(2) 矿山生态区位条件

□ 矿区生态区位

矿山位于湖南省湘武陵—雪峰山区生态修复区（图 1.2-2），该区域的主攻方向以加强生物多样性维护，维护巡视力度，减少人为破坏。发展多层次混交的水源涵养林，维

图1.2-2 湖南省国土空间生态安全格局

护生物多样性，减少人为活动干扰，提高林草覆盖率，促进生态改善，维护生态屏障和

江河源头水源涵养能力。合理开发利用自然资源，调整农业种植结构，建设高产稳产基本农田，全面开发山区经济。加强油桐、药材等经济林开发的水土流失防治，完善经营管理方式。做好水库水源地、自然保护区、风景名胜区、森林公园的预防保护，加强生产建设项目水土保持监督管理，有效控制新的人为水土流失。因此，未来的矿山生态修复主要为防止水土流失，推进矿山地质环境生态修复。

□生态敏感区

根据 2026 年 2 月 25 日查询《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿矿业权设置范围相关信息分析结果简报》，矿区范围内有永久基本农田***（图 1.2-3），不在城镇开发边界、生态公益林、自然保护地、风景名胜区、饮用水源保护地范围内。矿山建设符合《全国生态环境保护纲要》对矿产资源开发利用的生态环境保护要求。

据调查，矿区范围内无自然遗产、文化遗产、自然保护等特殊及重要生态敏感区，也无濒危野生动植物，不属于特殊生态敏感区；依据《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2011）判定：矿山工程对生态影响较小。

图1.2-3 矿区范围内永久基本农田分布

（3）国土空间规划区位

1) 与国土空间总体规划符合性分析

□县国土空间总体规划（2021—2035 年）：矿山在《辰溪县国土空间总体规划（2021-2035 年）》中属于保留的采矿权，矿山的开发符合辰溪县国土空间总体规划的要求。

□乡镇国土空间总体规划(2021—2035 年):《辰溪县田湾镇国土空间规划(2021-2035 年)》提出：“全面有序推进煤矿、磷矿、铅锌矿、普通建筑用石灰岩等矿产的合理开发利用……”，矿山的开发符合田湾镇国土空间总体规划的要求。

2) 矿产资源规划符合性分析

□《湖南省矿产资源总体规划（2020~2025）》开发利用与保护中提出：“紧跟国家产业政策，落实省委、省政府推动矿业绿色发展要求，加强生态环境保护和资源保护，限制开采高硫高灰煤炭、钒、低品位赤铁矿、砂金、难选铍铷铯矿、硫铁矿、低品位磷矿、石膏……”；金坪磷矿矿产开发利用符合《湖南省矿产资源总体规划（2020~2025）》要求。

□《怀化市矿产资源总体规划（2020~2025）》中提出“紧跟国家产业政策，限制煤矿、石膏、低品位赤铁矿、硫铁矿、低品位磷矿等矿种开发……”；金坪磷矿开发利用符合《怀化市矿产资源总体规划（2020~2025）》要求。

3) 产业政策符合性

矿山位于辰溪县，开采矿种为磷矿，开采方式为地下开采，生产规模为***a；矿山生产工艺及处理规模不属于产业政策中的限制类和淘汰类，属于允许类，且项目使用的生产设备不属于《产业结构调整指导目录（2019）》淘汰类设备，符合国家产业政策。

（4）产业区位条件

金坪磷矿产业区位优势突出，矿区所在区域矿产开发产业基础扎实，区域产业规划将非金属矿精深加工列为重点发展方向，磷矿开发与区域产业定位高度契合，可依托产业集聚效应实现资源开发与产业链延伸协同发展；周边交通路网完善，临近县道、乡道等交通干线，可高效保障矿产品及生产物资运输，物流成本优势显著；区域水电、通讯等基础设施配套齐全，矿产开发技术服务、设备维修等配套产业资源充足，能全方位满足矿山建设与生产运营需求；同时矿区毗邻磷化工产业集聚区及下游应用市场，磷矿产品可直接对接区域内需求企业，流通环节少、市场响应快，且周边化工、建材等产业对磷矿资源需求稳定，产业发展市场空间广阔、潜力充足，为矿山开发建设及后续产业发展提供了良好的区位支撑。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

矿山现持采矿许可证由湖南省自然资源厅颁发，采矿许可证证号为C4300002011116120120797，有效期2018年3月19日至2021年11月19日。矿区面积为0.2893平方公里，开采方式为地下开采，开采矿种为磷矿，设计生产规模为***/年，开采深度由***至***标高，该矿矿区范围见表1.2-1。

表1.2-1 矿山范围拐点坐标表（2000国家大地坐标系）

点	拐点坐标		点	拐点坐标	
	X	Y		X	Y
* **	***	***	***	***	***
* **	***	***	***	***	***
矿区面积: ***, 准采***~***					

1.2.3 生产经营状况及生态修复基金的计提

金坪磷矿为辰溪鑫盛源矿业有限公司所有，公司成立于2012年11月28日，注册地位于湖南省辰溪县辰阳镇东风路，注册资本为***人民币，公司法定代表人为彭震。

矿山设置有矿山地质环境治理恢复基金专户，开户行为中国建设银行股份有限公司辰溪支行，账号为43050172733600000332；2026年9月2日存入矿山生态保护修复基金***，截至2026年9月3日基金账户余额为***，详见附件13。

1.2.4 矿床特征

1.2.4.1 含矿岩系

含矿岩系为震旦系上统陡山沱组，自上至下岩性分述如下：

- ①黑色板岩：厚***，常尖灭。
- ②黑色灰岩、泥质灰岩及黑色炭质板岩：岩性变化大，厚度不稳定，一般厚***。
- ③条带状灰岩：上部为浅灰与青灰色相间的条带状灰岩，下部为浅灰与深灰色相间的条纹状灰岩，有时夹浅灰色薄层板岩。厚***。

④板岩：灰黄-浅灰色薄层板岩，局部夹砂质板岩。厚***。

⑤磷矿层：分为上、下两个矿层。中部为灰黑~深灰色白云质灰岩。总厚度一般***。

上矿层为条带状黑色磷块岩与泥质板岩互层，偶夹白云质磷块岩，微层理特征明显，矿体主要发育在此层之中，矿体厚度***。

中部为灰黑-深灰色白云质灰岩，厚度一般***。

下矿层为炭质板岩夹丝状透镜状磷矿，品位低，一般不见工业矿体。

⑥条带状灰岩：黑色浅灰相间的条带状灰岩，顶部有时可见不稳定灰岩。厚***。

⑦深灰色白云质灰岩：上部夹黑色硅质、炭质板岩，下部夹少量泥质灰岩。厚***。

⑧深灰色中厚层状夹薄层状灰岩：厚***。

1.2.4.2 矿床特征

矿层赋存于含矿岩系（震旦系上统陡山沱组）中部，分为上、下两个矿层，上矿层厚度***，平均***，下矿层厚度***，平均***，两矿层相距一般***，平均***。矿山范围内工业矿体均赋存于上矿层中，下矿层中未见工业矿体。

矿层严格受层位控制，为沉积变质成因磷块岩矿床。

矿山范围内矿层与含矿岩系地层产状一致，总体呈近南北走向分布，受次级褶皱的影响，局部地段呈北东和近东西向分布。

1.2.4.3 矿床成因和工业类型

根据矿床特征分析，该矿床为沉积变质成因磷块岩矿床，严格受层位控制。矿床工业类型为混合型磷块岩矿。

1.2.4.4 矿体特征

矿山范围内矿体赋存于含矿岩系（震旦系上统陡山沱组）中部板岩之下白云质灰岩之上的上矿层中，根据工程控制，矿山范围内分为南北两个矿体。

北部矿体（编号为①号矿体）处于矿山范围北部的1号次级向斜的转折部位，地表形态呈U字形，有BT1、采场、BT2、BT3和BC-2控制，矿体沿走向长约***，沿倾向控制延深***。控制的最低点***，根据相邻工程的控制和推断，矿体赋存***~***，延展规模为小型，矿体厚度***，平均厚度***。矿体产状与围岩产状一致，北西翼走向NEE，倾向南，倾角一般 5° ~ 15° ，南东翼走向近南北、倾向西，倾角一般 15° ~ 25° 。

南部矿体（编号为②号矿体）处于矿山范围南部、地表形态呈开阔的V字形，有TC-11、TC-12、TC-13和TC-14控制，矿体沿走向长约***，矿山范围内深部无工程控

制，根据其发育稳定程度推断，沿倾向宽约***，赋存***~***，延展规模为小型，矿体厚度***，平均厚度***。矿体产状与围岩产状一致，整体走向近南北，倾向西，倾角较缓，为 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

矿山范围内下矿层为不具工业意义矿体。

矿层连接对比标志：上矿层以黑色薄层磷块岩为主，夹薄层泥质板岩，偶夹白云质磷块岩，微层理特征明显，顶板为薄层板岩，底板为白云质灰岩；下矿层以含磷炭质板岩为主，夹丝状透镜状磷矿，顶板为白云质灰岩，底板为条带状灰岩。对比标志明显。

矿山范围内矿体赋存于上矿层中，分为南北两个矿体，北部的①号矿体控制程度较高，其资源储量所占比例为 74%，南部的②号矿体仅有地表工程控制，其资源储量所占比例为 26%。

1.2.4.5 矿石质量

(1) 矿物成分

矿体由似层状、透镜状、条带状黑色磷块岩及似层状、透镜状含磷白云质灰岩和黑色含磷板岩组成。其矿物组成为：胶磷矿 50~60%，黄铁矿 1~3%，白云石 15~25%，隐晶硅质 2~20%，炭泥质 0~20%。

(2) 结构构造

矿石由黑色磷块岩与含磷白云质灰岩相间组成。黑色磷块岩单层厚 1-5cm，常集中出现厚 10-30cm 较密集的中、薄层，夹石单层厚 0.5-30cm。

黑色磷块岩多见于矿层上部及顶部，呈条带出现，或密集成品位和稍高的薄层而与低品位矿石相间。故垂直剖面上矿层因其颜色、物理性质及品位的差异而呈互层状构造。原生矿石灰黑色，以致密较坚硬者为主，略具油脂光泽，磷块岩呈条带状、藕节状、透镜状出现。

镜下观察：磷块岩与含磷灰岩互层的矿石中，成分比较复杂，矿石呈隐晶非晶质结构、条带状构造，由胶磷矿、粘土矿物、白云石和黄铁矿等组成。胶磷矿呈暗褐色或黄褐色，白云石呈团块状，或以不规则状、星点状见于胶状磷块岩中，或与石英充填于孔洞中。矿石中有时可见生物碎屑呈椭圆状核体被白云石充填交代。裂隙中有显微丝状玉髓充填。黄铁矿星点状散布在岩石中。后期石英脉发育，纵横穿插。

(3) 化学成分

上矿层见两个工业矿体，□号矿体 P_2O_5 品位 17.19-30.93%， P_2O_5 平均品位 24.14%，

□号矿体 P_2O_5 品位 21.89-25.40%， P_2O_5 平均品位 24.18%。

根据云雾山块段钻孔取样作多元素分析，有益、有害组份如下：有益组分： P_2O_5 14.13%，Mg 0.25%，Ca 35.49%，灼减 23.60%；有害组分： Al_2O_3 1.84%，酸不溶物 13.15%， Fe_2O_3 1.74%。

(4) 矿石类型和品级

矿石类型属混合型磷块岩矿。□号矿体 P_2O_5 平均品位 24.14%，□号矿体 P_2O_5 平均品位 24.18%，按《磷矿地质勘查规范》(DZ/T0209—2002)，矿山范围内的上矿层矿石均界于Ⅱ级品与Ⅲ级品之间，以Ⅱ级品为主，但是分布无规律，不能严格划分品级。根据附近矿山的多年开采经验，当 P_2O_5 品位大于 15% 时，其开采是经济的。

(5) 矿体围岩和夹石

上矿层直接顶板围岩为薄层板岩，厚***，间接顶板为条带状灰岩，厚***；底板围岩为白云质灰岩，厚***。矿体厚度***，矿山范围内矿体较稳定，未见夹石。

(6) 矿床共（伴）生矿产

矿层顶底板岩石中含有微量的锶，经光谱分析，一般含 Sr 0.05%，工业意义不大；寒武系下统小烟溪组炭质板岩中见钒矿体，曾经有当地村民少量开采，规模和品位情况不清，有待进一步作地质工作。

1.2.5 矿山矿产资源储量

根据 2009 年 11 月湖南省地质矿产勘查开发局 416 队提交的《湖南省辰溪县田湾磷矿区金坪磷矿资源储量核实报告》（湘国土资储小矿备字（2010）025 号），共估算矿山保有资源储量（122b+333）***，保有基础储量（122b）***（ P_2O_5 品位 24.06%），资源量（333）***（ P_2O_5 品位 24.48%），采损资源储量（122b）***，累计查明资源储量（122b+333）***。

1.3 矿山开采与生态保护修复现状

1.3.1 矿山开采历史与现状

1.3.1 采矿权情况

1.3.1.1 采矿权证情况

辰溪县田湾磷矿区金坪磷矿原为村办集体企业，于 2002 年 9 月建矿，2006 年由怀化市国土资源局核发的采矿许可证，许可证号***，采矿权人为辰溪县田湾镇金坪磷矿，面积***，有效期为***年***月~***年***月。于***年***月进行换证，许可证号：***，采矿权人为辰溪鑫盛源矿业有限公司，矿山面积***，先后于***年***月、***年***月、***年***月进行延续登记，现采矿权有效期为***年***月***日至***年***月***日。

1.3.1.2 开采历史和现状

金坪磷矿始建于 2002 年，于 2006 年颁发采矿许可证，设计生产能力***/年。由于矿山公路未通，至 2008 年底一直没有正式开采。矿山 2009 年 2 月底修通了金坪村至矿山的简易公路，架设了直达矿山的 1 万伏高压电，2009 年 3-4 月进行了试采（露采），已采矿石约***，因矿权变更及外部配套道路运输条件不完善等各种问题，2009 年至 2013 年 4 月，矿区内无生产活动，至 2013 年 5 月初，矿区重新开始生产，并于矿区原露采区（矿区北端）建设了矿部办公生活区，北平硐、北一风井分别向山体各掘进了***，到达矿脉，后期将沿脉采矿、运输，截止现今矿区一直处于停产状态，待手续齐全后再继续建设、生产。

但根据现场实地调查和辰溪县自然资源局反映，2023 年 10 月，附近村民对矿山范围内及周边的地表磷矿层进行非法盗采，主要在矿山中部及西侧边界处形成***采场（DC1~DC3）、***废石堆（FS1~FS5）。盗采行为形成了较多地质环境问题，主要有土地植被资源损毁和地形地貌景观破坏。非法盗采活动占用、破坏土地资源共计 3.3478 公顷；其中，露天采场占地 2.2480 公顷、废石堆占地 1.0998 公顷；占用、破坏土地资源主要为乔木林地。

1.3.2 矿产资源开发利用方案

根据 2010 年 6 月，湖南华中矿业有限公司编制的《湖南省辰溪县田湾镇金坪磷矿资源开发利用方案》现简介如下：

1.3.2.1 矿山设计可采储量

（1）设计利用矿产资源利用储量

金坪磷矿开发利用方案依据的资源储量是《资源储量核实报告》及湖南省国土资源厅以(湘国土资储小矿备字[2010]025 号)备案的经济基础储量(122b)矿石量***, 资源储量(333)矿石量***, 总计***。

表1.3-1 保有资源储量汇总表(截止2009年10月底)

矿种: 磷 单位: 万吨

类别	类型	保有资源储量	平均品位(%)	备注
基础储量	122b	***	***	
资源储量	333	***	***	
资源储量合计	122b+333	***		

(2) 设计可采储量

1) 工业指标

本次设计采用的工业指标为《湖南省辰溪县田湾矿区金坪磷矿资源储量报告》中的工业指标:

边界品位: $P_2O_3 \geq 12\%$; 工业品位: $\geq 15\%$;

品级划分: I级品 $P_2O_5 > 30\%$; II级品 $24\% \leq P_2O_5 < 30\%$; III级品 $15\% \leq P_2O_5 < 24\%$;

最低可采厚度***; 夹石剔除厚度***。

2) 设计利用的资源储量

根据本次开发利用方案设计所依据的地质资料, 考虑到矿山的矿体赋存条件、地质工作勘查程度, 确定对矿区范围内***标高的磷矿资源进行开采。矿山目前保有控制的经济基础储量(122b)矿石量***, 资源储量(333)矿石量***, 共计***。储量利用的原则: 122b全部利用, 333类资源储量可信度系数按规定的取值范围为 0.7~0.9, 本矿山范围内, 构造复杂程度为简单-中等类别, 矿层属较稳定类型, 据此可信度系数取值为 0.80。则共计设计利用储量为:

设计利用储量=122b+***=***+***=***

3) 可采储量计算

①矿柱量计算

6个井口均位于矿层底板方向, 无井筒保安矿柱。矿山为独立矿山, 就近无邻矿, 故本设计不留边界矿柱。故永久矿柱量为 0。

②可采储量计算

可采储量计算是在设计利用的资源储量基础上进行的。可采储量按下式计算:

可采储量=(设计利用储量-矿柱量)×回采率=(***-0)×85%=***

矿山可采储量为***，具体计算详见表 1.3-2。

表1.3-2 可采储量汇总表 单位：万t

保有储量			设计利用资源储量					设计利 用储量	永久 矿柱	采区回 采 率 (%)	设计 可 采 储量
122b	333	合 计	333				合计		0		
			122b	资源 量	可信 度 系数	设计 利用					
***	***	***	***	***	***	***	***	***	0	85	***

4) 开采贫化损失率

根据有关规定并结合本矿山以往实际开采情况，本磷矿采矿总贫化率取 10%，采矿总损失率取 15%，总回采率为 85%。

5) 矿山服务年限

矿山服务年限按下式计算：

$$T=(1-\eta)\times AQ\times K=(1-10\%)\times 10(***-0)\times 85\%=*** \text{ 年}$$

式中：T:矿山服务年限，年

K:采矿回收率，85%

η :采矿贫化率，10%

A:拟定的年生产规模

Q:设计利用储量减去永久矿柱量，万 t

考虑地质影响因素，按采矿回收率为 85%，采矿贫化率为 10%，按年产***计，矿山总服务年限约为 2.0 年。

1.3.2.2 矿山生产规模、服务年限

开发利用方案设计，矿山的生产规模为***a，矿山服务年限为 2.0 年。

1.3.2.3 开采方式、矿井开拓

设计推荐的开采方式为地下开采。

(1) 开拓方案

矿山于 2009 年 3-4 月在①号矿体北部进行了试采，开采方式为露天开采，采坑长约***、宽约***。除此之外，再没有别的采场和井筒。

本次设计的开采方式为地下开采。根据资源储量分布情况：①号矿体分布在北部，②号矿体分布在南部，中间为不可采矿体，①、②号矿体相隔约***。如利用北部开采首

采矿体①号矿体的一套开拓系统开拓①、②号矿体，即利用一套开拓系统开拓全矿区，据初步估算，则井巷工程投资多***，再加上运营费，共计约***。为了减少井巷工程量，节省投资，设计决定分区开采、分区通风，即先采①号矿体，后采②号矿体，也就是先采储量级别高的①号矿体，后采全部为 333 储量级别的②号矿体。北翼一个主平硐、二个回风平硐开采①号矿体；南翼一个主平硐、二个回风平硐开采②号矿体。投产采区为北翼的 122b 储量区即保 1 储量块段的 5 个首采矿房。南北两翼的开拓系统井筒特征见表 1.3-3。

表1.3-3 井筒特征表

井筒名称	井口座标		井口标高 (m)	落底标高 (m)	方位角	井筒倾角(°)	井筒长度 (m)	井筒断面 (m²)		备注
	纬距(X)	经距(Y)						净	掘进	
北平硐	***	***	***	***	***	***	***	***	***	裸体/砌碹
北一风井	***	***	***	***	***	***	***	***	***	裸体/砌碹
北二风井	***	***	***	***	***	***	***	***	***	砌碹
南平硐	***	***	***	***	***	***	***	***	***	砌碹
南一风井	***	***	***	***	***	***	***	***	***	砌碹
南二风井	***	***	***	***	***	***	***	***	***	砌碹

具体开拓布置如下：

1) 北部保有资源储量区(①号矿体)的开拓

北部①号矿体划分为一个中段开采，中段***。新掘北平硐作北翼主井，硐口***，

为准采下限即中段标高，井筒***，掘进见矿后沿矿层底板掘***沿脉运输大巷至西北部矿山边界。同时从北平硐里端沿***沿脉运输大巷往北每隔***掘一条通风行人天井至***沿脉回风平巷，将①号矿体在北平硐以北沿走向切割成 6 个矿块，每个矿块走向长***。其中靠近北平硐的 1 个矿块处在 333 储量块段内，作为待采矿块，其余 5 个矿块为投产矿块。在北平硐以北***处新掘北一风井作为投产采区风井。北一风井有二个位置可供选择，其中一处位于北平硐以北约***处，硐口***。另一处位于北平硐以北约***处的山沟内，硐口***。设计考虑到为减少征地，少修入场公路。故北一风井选址在北平硐以北***处，沿 125° 方向掘进，见矿后沿矿层底板掘***沿脉回风平巷至露天采场附近。由于露天采场最低处采到***，回风平巷在此处的标高应降到***，以保持***以上的矿柱，这样既可以隔水又不至于矿柱太大而减少回采率。对于北回风平巷的布置，设计又作了二个二级方案进行比较，其中一方案将回风平巷沿脉布置在***标高内，到矿体露头之间保持约***的隔水矿柱；二方案是在露头处不留这***隔水矿柱，各条通风行人天井直通地面，实行自然通风。经过比较，设计认为不留***矿柱，矿体露头以上地表水会直接进入矿坑，特别是暴雨季节，虽然是平硐开拓，进入的地表水可以自流排出。但当进水量大时，难以及时排出，而且造成工作面矿石下滑，从而堵塞巷道，造成淹井，酿成安全生产事故。设计沿露头留了***矿柱后，虽然不完全起隔水作用，暴雨时会有部分地表水渗入井下，但不会有大量的水进入井下，不会造成淹井事故。故回风巷沿矿体走向布置在***标高内。在一边开采投产采区时，一边要准备接替采区。接替采区为北平硐以南的保 2、保 3 储量块段。其开拓方式与北平硐以北基本相同。即从北平硐里端沿矿层底板掘***南沿脉运输大巷至南部保 3 储量块段南边界，沿***南沿脉运输大巷往南每隔***掘一条通风行人天井至***沿脉回风平巷，将保 2、保 3 二块储量块段沿走向切割成 4 个矿块，每个矿块走向长***。从北一风井沿矿层底板向南作***沿脉回风平巷至保 3 储量块段南边界。由于要满足 10 万/a 的生产能力需 5 个矿房同时生产，故①号矿体的开采顺序为先同时开采 5 个首采矿房，后同时开采 5 个待采矿房。

2) 南部保有资源储量区(②号矿体)的开拓

南部②号矿体划分为一个中段开采，中段***。南部保有资源储量区(②号矿体)下部标高约为***，上部标高约为*** (露头)，走向长约***，走向中部由于地表剥蚀，矿体露头标高约为***，基本没有储量。

根据②号矿体赋存形态和地形地貌，设计采用平硐开拓，新掘南平硐作南翼开拓②

号矿体的主井，硐口***，井筒***，掘进见矿后沿矿层底板向南、北二翼掘***底板运输大巷(南翼有一段为沿脉)，南部掘到②号矿体南边界后，向上掘通风行人天井至***，向下掘通风行人天井至***。北部掘***底板运输大巷***后掘行人、进风、运料斜巷至***后作上部车场，再掘***沿脉运输平巷，然后分别掘 3 条通风行人天井至*** 标高，由于运输平巷***，矿石要运到***标高有二条途径，一条通过行人、进风、运料斜巷用绞车下放到***底板运输大巷，再通过主平硐运出；另一条通过新掘溜矿天井进入主平硐，装车后通过主平硐运出。通过比较，如通过行人、进风、运料斜巷运输，设计初步计算需 Φ ***的绞车，而通过溜矿天井进入主平硐，只需新掘***的溜矿天井，投资较省。故设计推荐从***沿脉运输平巷设溜矿天井进入主平硐的运输方案。由于②号矿体以南平硐为中，基本分为南、北二块，为节省井巷工程量、减少风阻，设计设二个风井，即南平硐以北设一个风井，命名为南一风井，井口***，长***；南平硐以南设一个风井，命名为南二风井，井口***，长***。南一风井***，掘进*** 井筒后掘***沿脉回风平巷与 3 条通风行人天井勾通，形成北翼 2 个矿块；南二风井***，掘进***井筒后再掘***沿脉回风平巷与 2 条通风行人天井勾通，形成南翼 1 个矿块。在这一矿块以下还有一个三角矿块，设计从南***底板运输大巷掘沿脉运输斜巷与通风行人天井勾通，今后作为一个三角矿块开采。由于要满足 10 万/a 的生产能力需 5 个矿房同时生产，故②号矿体的开采顺序为同时开采 5 个待采矿房。

(2) 总图运输

矿山为新建，北部的①号矿体保 1 储量块段为投产采区，因为矿山设计生产能力为***a，运量较大，设计***沿脉运输大巷采用 3t 架线式电机车牵引***“V”型矿车运输，经主平硐后卸入地面矿仓。地面运输为汽车运输，即出井后的矿车由电机车直接牵引至卸矿仓上部，卸入矿仓，再由汽车运至外部各用户。

(3) 厂址选择

本矿山是一个新建矿山，工业广场为新建，位于北平硐东部，地面工业广场所处工程地质条件较好，无滑坡、泥石流等不良地质现象。其地面设施及建、构筑物均需新建。设计从原北部的露天采场已有的运矿公路接线，沿等高线新修长约***的入场公路到工业广场。工业广场内布置有矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂等建、构筑物。

上述地面建设工程均为本方案后续生态保护修复工程部署的对象：矿山闭采后，工

业广场(***)、储矿坪(***)拆除建(构)筑物及硬化物、覆土平整后复垦为林草地；矿山公路保留作为村道及林间道路使用，不需复垦（详见 4.3.2.2 节）。

(4) 通风系统

投产时期的通风路线为：新鲜风流从南平嗣进，经***沿脉运输大巷进入各矿房，清洗工作面后，污风经***沿脉回风平巷、北一、二风井，排出地面。矿井通风方法为抽出式，通风方式为中央分列式。

(5) 井口数量与特征

本矿山共设 6 个井口，其中平硐 2 个（北平硐、南平硐），回风井 4 个（北一风井、北二风井、南一风井、南二风井），均为地下开采开拓井筒。各井口***~***，落底标高与井口标高一致，井筒倾角 0°，井筒长度***，井筒净断面***、掘进断面***，支护形式为裸体/砌碇或砌碇。各井口位置、坐标及特征详见表 1.3-3。矿山闭采后，上述 6 个井口均需永久性封堵（详见 4.3.5 节）。

1.3.2.4 防治水方案

该矿山矿床充水水源主要为大气降水和硅质岩、条带状灰岩裂隙水，由于矿山开采范围不大，开采范围在侵蚀基准面之上，采坑积水主要是大气降水，其水量不大，能够自流排泄，无需进行机械排水。水文地质条件复杂程度属于简单类型。

本设计提出以下防治水方案：

①制订切实可行的防治水管理制度。

②地表防水：地表防水主要是采用明沟疏导的方式，在矿层露头以上修截洪沟，将露头以上的地表水集中截流至矿区外，在工业广场四周开挖排水明沟，将工业广场和井口的水集中排放，确保暴雨时地表径流水不能进入地下。

③井下水：对渗入井下的水要通过运输平巷和平硐排出井外。设计的运输平巷和平硐向外的坡度>4%，使井下水能自流排出。

④井下采矿排水：生产过程中必须作到“有疑必探，先探后掘，不探不掘”的探放水原则，遇到可疑情况，采用打超前钻孔，探水前进。

⑤防断层水：要特别注意防治断层水。开采前，要搞清断层的含水性。如为不含水

断层，可以开采；如为含水断层，就要留断层隔水矿柱，并要坚持先探后掘，不探不掘”的探放水原则。

1.3.2.5 采矿方法

(1) 采矿方法选择

采矿方法选择遵循如下原则：确保开采安全可靠；尽量降低开采成本；减小贫化率，提高出矿品位；采矿工艺简单、技术成熟可靠；矿块生产能力大，劳动生产率高。

本矿区①号矿体平均厚度***，由南往北逐渐增厚，倾角 $15\sim 23^\circ$ ，由南往北逐渐变缓；②号矿体平均厚度***，倾角 15° 。上矿层直接顶板为板岩和砂质板岩，强度较低。底板为白云质灰岩，强度较高。

根据矿床矿岩稳固性、矿体厚度等赋存条件及矿山规模的要求，采矿方法选用房柱法。

(2) 采场构成要素及回采工艺

沿矿体走向***~***划分矿块，矿块长***、高***、倾角 $15\sim 23^\circ$ ，斜长***，矿块之间留***宽连续矿柱，顶部留***宽连续顶柱。矿块斜长一般在电耙有效耙运距离之内，个别斜长大于***时，分上、下分段回采。矿块内沿走向划分3~4个采场，采场宽***~***，其中矿房净宽***~***，矿柱直径***，矿柱间距***~***。

投产时采场通风：新鲜风流从南平硐进，经***沿脉运输大巷，清洗工作面后，污风经***沿脉回风平巷、北一、二风井，排出地面。每次爆破后，采场内采用JK58-1No4.0、JK58-1No4.5局扇加强通风。

(3) 矿柱回采及采空区处理

由于矿石价值不高，采场内矿柱均留作永久性矿柱支撑顶板，不进行回收。对矿区开采后所形成的采空区，设计利用井下掘进废石进行充填处理。但***~露头的矿柱在本矿山开采后期再申请扩界采完深部资源储量闭坑后，再在地面进行回收。回收时，不需剥离大量的表土，但要制定严格的安全措施，并每隔***留一个矿垛不能回收，回收后的空孔要用片石砂浆勾缝砌筑密封墙，密封墙厚度为***。以免人员误入和造成矿体顶板以上岩石垮落，从而引起山体滑坡，毁坏生态环境。

1.3.2.6 厂址选择

(1) 工业广场

矿山工业广场选址于北平硐口附近，工业广场有内矿仓（设计面积***）、变电站（设

计面积***)、简易机修间(设计面积***)、空压机房(设计面积***)、工棚(设计面积***)、食堂(设计面积***)、澡堂(设计面积***)等建构筑物。

(2) 储矿坪

储矿坪位于矿山东北***的山沟内,设计面积约***。

(3) 水洗粗选厂

水洗粗选厂位于储矿坪东侧,紧邻储矿坪,设计面积约***。

(4) 矿山公路

拟建一条矿山公路,从村道经工业广场至储矿坪,长度约***。

1.3.2.7 选矿

(1) 选矿

本矿山生产规模为***a的小型矿山,目前没有建选矿厂,产品没有经过深加工,只修建水洗粗选厂,所采原矿石经过水洗富集后直接销往用户。

水洗粗选厂建有洗池和沉淀池。矿石从储矿坪运往水洗厂后,用人工通过筛子水洗,洗去泥砂,并边洗边人工手选废石。水洗后的污水流入沉淀池,经过沉淀达标后排放。原矿洗选前的品位一般为24%左右,经过水洗和边洗边人工手选废石后,洗后产率可达85%以上,品位可富集到30~35%。

(2) 尾矿设施

①尾矿量的确定

金坪磷矿年生产能力为矿石量***,根据选矿工艺流程,洗后产率可达85%以上,尾矿产率15%。年产尾矿排放量约为***,尾矿自然体重按 1.6t/m^3 计算,一年需提供 0.94万 m^3 库容承载尾矿,按矿山服务年限2.0年计算,合计尾矿排放总量约为 1.88万 m^3 。

②尾矿库选址

金坪磷矿尾矿库建在距离矿山东北***的山沟内,旁边有一条小溪流过。库容量约 2.0万 m^3 ,满足要求。

③尾矿水的处理利用

洗矿后的污水,因没有化学药剂,只有自然本质型的泥和砂,流入沉淀池后,经过沉淀达标后排放至溪沟,也可作农作物灌溉用水。

1.3.2.8 安全生产

矿山生产安全，关系到矿工们的生命财产安全，因而在编制矿山开发利用方案时必须充分考虑。

本矿山是化工矿山开采，根据开采技术条件分析，属于开采技术条件较简单的矿床，矿山生产安全的主要隐患存在于地面防洪、井下防水、爆破作业、机械运输、通风、电路、塌方等方面，在矿山生产时首先针对这些因素制订好安全措施。

(1) 成立安全领导小组，加强安全教育，领导班子和全体职工必须树立起“安全生产”的意识，把责任落实到每人、每岗。同时，按照矿山安全工作要求，配置好安全设施。

(2) 地表防洪必须制定监控措施、制度；井下防水必须掌握“有疑必探，先探后掘、不探不掘”的探放水原则。

(3) 放炮时工作人员要疏散到安全地带。爆破人员必须持证上岗。雷管、炸药必须按需领用，分别放置储存。

(4) 为保证坑道运输的安全，安排专人对路轨进行不定期地清障等护养工作；同时，杜绝超载、快驶等违章现象发生。

(5) 为杜绝采矿场可能出现的垮方滚石，安排专人对其进行检查，对隐患地段进行加固支护处理。

(6) 在坑道口、采矿场设置警戒标志，生产场地严禁非生产人员进入。

图1.3-1 矿区范围及井上、下对照图

图1.3-2 金坪磷矿开拓系统平面图

图1.3-3 金坪磷矿开拓系统剖面图

1.3.3 已开展生态保护修复工程

1.3.3.1 阶段验收情况

(1) 县级年度验收情况

矿山 2002 年建矿以来，除 2009 年 3~4 月露天试采（约***）外一直未正式连续生产，2021 年 11 月 19 日采矿许可证到期后矿山处于停产状态，未形成正常生产年度，辰溪县自然资源主管部门未组织生产期年度验收（见附件 17：辰溪县自然资源局《关于辰溪鑫盛源矿业有限公司金坪磷矿近年来未开展矿山生态保护修复年度验收的说明》）；矿山针对村民盗采破坏开展的生态修复治理工程，接受县自然资源主管部门的监督指导。今后矿山恢复生产后，将严格按照《湖南省矿山生态保护修复基金管理办法》及年度生态保护修复计划要求实施修复工程，并逐年接受县级年度验收。

(2) 市级分期验收情况

矿山于 2018 年 8 月进行采矿权延续时申请了矿山地质环境恢复治理分期验收，湖南省国土资源厅组织市、县及湖南省地质环境监测总站对金坪磷矿矿区及其影响范围进行了矿山地质环境恢复治理分期现场验收，验收结论为基本合格（见附件 15）。

2026 年 2 月矿山提出分期验收申请，矿山停采多年，早期露天试采区域已自然复绿；矿山及周边存在盗采行为。现状条件下，矿山针对盗采产生的矿山生态环境问题采取了对盗采场底部复绿、盗采场底部内侧修建生态袋截排水沟及土壤监测等生态保护修复措施。矿山生态保护修复工程质量与治理效果较好，矿山生态环境问题得到有效改善，以上措施符合矿山生态保护修复分期验收有关要求。经走访、调查当地村民，并召开当地村民座谈会，村民反映矿山开采对当地村民的生产生活影响较小，村民对矿山开展的生态保护修复工作满意。本次对该矿矿山生态保护修复分期验收结论为合格。

1.3.3.2 地形地貌景观及土地复垦工程

(1) 盗采场复绿

2023~2024 年，矿山对盗采场底部进行场地平整及覆土***，并进行土壤重构，并按***×***间距种植松柏树、杉树、马尾松、凌霄、五叶地景、油麻藤等植物，林间散播混合灌草种子，有效地治理了土地荒漠化和水土流失，恢复治理取得一定的效果，使破坏了的植被、生态环境得到了改善（图 1.3-4、1.3-5）。

图1.3-4 DC2底部修复为林地现状

图1.3-5 DC1底部修复为林地现状

(2) 废石堆复绿

2026 年 5-6 月，矿山对矿山盗采石堆放废石形成的 5 个废石堆进行了复绿，主要是种植松柏树、杉树、马尾松、凌霄、五叶地景、油麻藤等植物，林间散播混合灌草种子，有效地治理了土地荒漠化和水土流失，恢复治理取得一定的效果，使破坏了的植被、生态环境得到了改善，复绿面积***，详见图（图 1.3-6、1.3-7）。

地形地貌景观及土地复垦工程共投入***。

图1.3-6 Fs2修复为林地现状

图1.3-7 Fs3修复为林地现状

1.3.3.3 水资源水生态修复工程

2023~2024 年，矿山对盗采场底部内侧利用生态袋修建截排水沟约***，排水沟宽约 30cm，深 20cm，将盗采场上部的雨水汇聚于底部内侧排水沟，既起到雨污分流效果，又减轻了山洪水对盗采场底部的冲刷（图 1.3-8、1.3-9），投入***。

图 1.3-8 DC1 底部内侧生态袋排水沟

图 1.3-9 DC2 底部内侧生态袋排水

沟

现状截排水工程仅为盗采场底部内侧生态袋截排水沟约***（沟宽约 30cm、深 20cm），按防止盗采区水土流失的标准设置，规模与防护标准较低。经分析，该工程可满足矿山当前停采状态下的基本排水防护需求，但现状生态袋截排水沟在过流能力、结构强度和耐久性方面均不能满足未来生产期需求。现状生态袋截排水沟作为停采期过渡措施予以保留。

1.3.3.4 地质灾害防治工程

矿山修建的生态袋排水沟将盗采场上部的雨水汇聚于底部内侧排水沟，既起到雨污分流效果，又有效的减少山洪水对盗采场底部及对盗采场周边废石堆的冲刷，有效降低了因雨水冲刷导致的山体滑坡、泥石流等地质灾害发生的风险。

现状矿山未修建永久性支挡工程，仅依靠盗采场底部生态袋截排水沟减少山洪水对边坡及废石堆的冲刷，属临时性措施。经分析，现状条件下盗采场边坡及废石堆（FS1～FS5）基本稳定，现状措施可满足矿山停采期间的基本防护需求，但未来长期在降雨作用下存在局部失稳风险，现状无支挡工程不能满足未来生产期及闭采后的边坡稳定要求。

1.3.3.5 监测及管护工程

（1）矿区水环境、土壤质量监测工程

2025 年矿山在废石堆 FS2、FS3 下方约***处及废石堆 FS5 前沿开展***土壤土壤质量监测，并分别采取了 1 个土壤样品进行土壤污染风险筛选值检测分析，投入***。

（2）修复管护工程

矿山针对已开展的盗采场底部生态修复土地复垦单元，矿山派专人对修复的面积、区域植被的生长情况进行人工现场监测，及时进行植保及植被补种等。

1.3.3.6 矿山生态保护修复现状小结

综上所述，矿山累计投入约***对地质环境进行了治理，并取得了一定效果，减轻了矿山开采对地貌景观破坏和土地资源占损，减轻了矿山废水对水环境的污染，消除了地质灾害潜在风险，开展了监测工程，防治效果良好。

在修复基金方面，矿山已按《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3 号）要求，在中国建设银行股份有限公司辰溪支行设立矿山地质环境治理恢复基金专户（账号***），并于 2026 年 9 月 2 日存入矿山生态保护修复基金***，截至 2026 年 9 月 3 日账户余额***（详见附件 13）。

表1.3.4 矿山已开展生态修复工程一览表

工程类别	分项工程	工程部位	工程量	投资额(万元)	生态保护修复成效	备注
土地复垦与生物多样性修复工程	复垦工程	DC1、DC2盗采场复绿	***公顷	***	良好	
		FS1、FS2、FS3、FS4、FS5采场复绿	***公顷		良好	
水资源、水生态修复工程	截排水沟	DC1、DC2盗采场	***	***	良好	
地质灾害防治工程		DC1、DC2盗采场			良好	
监测及管护工程	土壤监测	废石堆FS2、FS3下方，废石堆FS5前沿		***	良好	
	复垦植被管护	盗采场底部			良好	
合计				***		

1.3.4 采矿用地审批情况

(1) 现状用地情况

矿山为地下开采矿山，因长期未正式建设生产，地表无正式建设用地，不涉及建设用地审批；2009年露天试采采区约***，现已自然恢复为林地。2023年10月，周边村民在矿区范围内非法盗采，形成采场***（DC1~DC3）、废石堆***（FS1~FS5），占用、破坏土地***公顷（露天采场***公顷、废石堆***公顷，均为乔木林地）。盗采系村民个人违法行为，不属矿山企业合法用地，不涉及矿山用地审批手续；盗采破坏区域及废石堆已由矿山完成复垦复绿2.7463公顷。

(2) 拟占用土地的规模、地类与权属

根据《开发利用方案》，未来矿山新建工业广场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库及矿山公路等地面设施，新增占用土地***，占用土地类型均为乔木林地，土地权属属田湾镇金坪村集体。根据2026年2月25日查询的《矿业权设置范围相关信息分析结果简报》，矿区范围内分布有永久基本农田***，未来地面工程布置应予以避让，不得占用永久基本农田。

(3) 用地审批安排

本项目生产期地面工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库及矿山道路等设施用地，按采矿临时用地方式安排，不再办理永久征地，临时土地使用期满后按本方案第四章复垦为林（草）地并恢复植被。工程开工建设前，矿山企业须依法依规办理临时用地审批、使用林地审核审批等手续，涉及采伐林木的依法办理林木采伐许可手续；未取得相关用地手续前不得开工建设。截至本方案编制期，矿山尚未新占用土地，不存在用地审批遗留问题。

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

生态保护修复区为剥蚀丘陵地貌，属低山区，山脉总体走向呈北东~南西展布，海拔标高最低***（矿区北西边缘），最高***（矿区中部），一般***~***，相对高差***。地形切割较深，多呈“V”型谷。

图2.1-1 矿山的地形地貌

2.1.2 土壤

矿区所处区域土壤属中亚热带气候区黄红壤地带，黄红壤，主要是第四系残坡积粉质粘土、碎石土。成土母质为碎屑岩、碳酸盐岩等风化残坡物，土壤表土层的厚度因地形而异，一般山顶部较薄、坡脚较厚，一般为2~10cm（最大厚度达***），平均厚度***。土壤呈中性反应，***左右，风化淋溶系数0.17，有机碳密度均值为***/ m^2 ，全氮密度均值为***/ m^2 ，土壤湿度多年平均值为33.70%。土壤物理性较好，疏松易耕，土壤养分一般。

图2.1-2 矿山土壤

2.1.3 气象

生态保护修复区属亚热带季风湿润气候区，具有气候温和，四季分明，春温多变，盛夏酷热，雨水集中(4~8 月份),秋季常旱，无霜期长，严寒期短等季风气候特点。冬春季主风向为西北风，夏秋季主风向为东南风。辰溪县气象局提供(1976~2025 年),评估区气象参数如下：

年平均气温：17.1℃

日最高气温：40.2℃(1992.8.27)

日最低气温：-4.6℃(1977.1.30)

年平均蒸发量：1303.1mm

年平均降水量：949.9~1780.1mm 平均 1397mm

年最大降水量：1780.1mm(1977)

月最大降水量：549.3mm(1979.6)

日最大降水量：270mm(1985.7.6)

年平均降雨日：90~152 天

风向多为北风、东南

年平均风速***/s

2.1.4 水文

矿区范围内水系不发育，矿区范围以外，离矿区北界直距***左右有金坪小溪流过，该小溪因受地下水及降水双重补给，小溪之水长流不断，流量一般***/s，对矿床开采并无威胁。当地最低侵蚀基准面***。

图2.1-3 矿区周边地表水系及排水关系图

2.2 地质环境

2.2.1 地层

矿区内及其周边出露的地层由老至新依次为：板溪群五强溪组、震旦系下统江口组、南沱组，震旦系上统陡山沱组、留茶坡组，寒武系下统小烟溪组。磷矿体赋存于震旦系上统陡山沱组中下部。现分述如下：

2.2.1.1 板溪群五强溪组(Ptbnw)

为一套巨厚的灰绿色、紫红色浅海相碎屑岩建造，分为三段：下段为灰绿色条带状板岩夹变质砂岩及凝灰岩；中段为灰至紫红色厚层中粒变质砂岩，下部夹含砾砂岩；上段为灰绿色纹带状变质砂岩夹板岩、凝灰质砂岩，厚***。

2.2.1.2 震旦系下统江口组(Zaj)

为冰融海水与正常海水混合沉积组合。主要为灰白~灰绿色含凝灰质长石石英砂岩、含砾长石石英砂岩。中下部夹似层状、透镜状含锰灰岩、板岩，底部为砾岩和砂砾岩。与下伏板溪群地层不整合接触。厚***。

2.2.1.3 震旦系下统南沱组(Zan)

以冰川重力流沉积为主。为深灰、灰绿色冰碛含砾砂岩，中夹砂质板岩，顶部常有不规则的黄铁矿扁豆体产出。厚***。与下伏震旦系下统江口组呈假整合接触。

2.2.1.4 震旦系上统陡山沱组(Zbd)

为碳酸盐岩和碎屑岩沉积，具潮坪~泻湖环境特征。下部为白云质灰岩和条带状灰岩；中下部为炭质板岩、板岩夹磷块岩和含磷白云岩；上部为条带状灰岩；顶部为炭质板岩、板岩夹灰岩。厚***。与下伏震旦系下统南沱组呈不整合接触。

2.2.1.5 震旦系上统留茶坡组(Zbl)

属深水海相沉积。黑色、灰黑色硅质岩夹板岩，中下部夹白云岩透镜体。厚***。与下伏震旦系上统陡山沱组呈整合接触。

2.2.1.6 寒武系下统小烟溪组(Є_{1x})

主要为黑色炭质板岩。底部炭质板岩普遍含钒、铀、钼、镉、银、镓、铟等多元素矿产和石煤层，特别是钒和铀，常可富集成工业矿体。底部常夹硅质岩透镜体和磷结核，中上部夹薄层灰岩。产节头虫和海绵骨针。厚***。与下伏震旦系上统留茶坡组呈假整合接触。

图2.2-1 金坪磷矿综合地层柱状图

2.2.3 构造

2.2.3.1 褶皱

矿山范围位于 NE 向云雾山向斜南东翼北段，云雾山向斜轴向 NE20°、向斜核部

为寒武系下统地层，翼部为震旦系地层、北西翼地层被断层(F11)断失，矿区内仅保留转折端和南东翼。转折端岩层产状为：倾向南，倾角 $12^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。南东翼岩层产状为：走向 $NE40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，倾向 NW，倾角 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 。

矿山范围内次级褶皱发育，从北到南由两个向斜和两个背斜组成，编号分别为向 1、向 2、背 1、背 2。

向 1 为云雾山向斜北东延伸部分，轴向 NE，核部地层为寒武系下统小烟溪组，两翼地层为震旦系上统留茶坡组和震旦系上统陡山沱组，北西翼地层走向 NEE，倾向南，倾角一般 $5 \sim 15^{\circ}$ 左右，南东翼地层走向近南北，倾向西，倾角一般 $15 \sim 25^{\circ}$ 左右。

背 1 为发育在向 1 南侧的次级褶皱，轴向 NNE，核部地层为震旦系下统南沱组，两翼地层为震旦系上统陡山沱组，北西翼即为向 1 的南东翼，南东翼地层走向 NE，倾向 SE，倾角一般 $15 \sim 25^{\circ}$ 左右，倾向及倾角局部变化较大。

向 2 为云雾山向斜东向分支部分，轴向近东西，核部地层为寒武系下统小烟溪组，两翼地层为震旦系上统留茶坡组和震旦系上统陡山沱组，北翼地层走向 NW 到近东西，倾向南，倾角一般 $20 \sim 35^{\circ}$ 左右，南翼地层走向 SW 到近东西，倾向北，倾角一般 $15 \sim 25^{\circ}$ 左右，倾向及倾角局部变化较大。

背 2 为发育在向 2 南侧的次级褶皱，轴向近东西，规模较小。

2.2.3.2 断层

矿山范围内未见断裂构造，在矿山北西见规模较大的逆断层(F11)，走向 NE，断裂面倾向南东，断面缓波状弯曲，倾角 $18^{\circ} \sim 28^{\circ}$ ，水平断距近***，该断层距矿山距离***。在矿山南东见一平缓平移逆断层(F13)，走向近东西，倾向北，倾角 6° ，将矿层错断，并呈反时针方向位移，水平错距***。

2.2.3.3 矿山地质构造复杂程度小结

综上所述，矿山地质构造复杂程度属中等类型。

2.2.4 岩浆岩

区内未见岩浆活动迹象，无岩浆岩侵入体。

2.2.5 水文地质条件

2.2.5.1 含水层

矿山范围内含水层主要有第四系(Q)残坡积层、震旦系上统陡山沱组(Zbd)白云质灰岩、条带状灰岩、震旦系上统留茶坡组(Zb1)硅质岩。现详细叙述如下:

(1) 第四系: 松散岩类孔隙水含水层

矿床地段的覆盖层大部分为第四系冲洪积的砂、砾、卵石和粘性土, 结构松散, 高于当地侵蚀基准面, 厚度一般 0~3 米, 分布面积较广。属于富水性较差的孔隙水含水层(富水性等级: 弱富水, 渗透系数 $K=***/d$, 单位涌水量 $q<***L/s \cdot m$), 地下水主要接受大气降水补给, 径流缓慢, 排泄方式以蒸发和侧向渗流为主, 对矿山开采影响较小。

(1) 震旦系上统陡山沱组(Zbd)和震旦系上统留茶坡组(Zb1)灰岩、硅质岩弱裂隙含水层

该含水层位于磷矿层之上, 一般厚***, 厚度变化较大, 岩性以白云质灰岩、条带状灰岩、硅质岩为主, 裂隙发育程度中等偏弱, 为弱裂隙含水层(富水性等级: 弱富水, 渗透系数 $K=***/d$, 单位涌水量 $q=***\sim***L/s \cdot m$), 地下水赋存于岩石裂隙中, 一般涌水量小。由于该含水层与磷矿层之间发育炭质板岩、板岩隔水层, 隔水性能良好, 有效阻隔了含水层地下水与矿坑的水力联系, 对矿山开采影响不大。

2.2.5.2 隔水层

矿山范围的隔水层有震旦系下统南沱组(Zan)冰碛含砾砂岩层和含矿岩系中的炭质板岩、板岩, 具体特征如下:

(1) 震旦系下统南沱组(Zan)冰碛含砾砂岩

该隔水层厚度***, 位于含矿岩系之下, 岩性以冰碛含砾砂岩为主, 结构致密, 透水性极差, 隔水性能稳定, 能够有效阻隔下部可能存在的地下水向上补给含矿岩系, 是矿区重要的区域性隔水层。

(2) 含矿岩系中的炭质板岩、板岩

矿层直接顶板为板岩, 厚度***, 岩性致密、裂隙不发育, 具较好的隔水作用; 含矿岩系中穿插的炭质板岩, 厚度不均, 整体结构紧密, 透水性弱, 进一步增强了矿区隔水条件, 有效减少了上部含水层对矿坑的充水影响。

2.2.5.3 断裂构造带含水、导水特征

矿山范围内断层不发育，断层破碎带胶结坚实，结构紧密，裂隙不发育，具隔水性质。

2.2.5.4 老窑水特征及分布

区内有少量老窑，大部分沿露头开采，开采范围都不大，自然排水，有的老窑也开采一定的下山，积水情况不明，因时间久远，这些老窑现在基本无法查找，大气降水通过老窑渗入矿井，成为矿坑充水来源之一。

2.2.5.5 生产井水文地质特征

该矿山矿床充水水源主要为大气降水和硅质岩、条带状灰岩裂隙水，由于矿山开采范围不大，开采范围在侵蚀基准面之上，采坑积水主要是大气降水，其水量不大，能够自流排泄，无需进行机械排水。水文地质条件复杂程度属于简单类型。

2.2.5.6 地下水补、迳、排特征

区内地下水和地表水水力联系较密切，由于地表岩溶不发育，大气降水直接渗入地下或汇集于洼地、落水洞等再渗入地下。矿井内岩溶、暗河不发育。矿山主要开采浅部资源，沿矿体露头留***的保安矿柱，有效隔阻，地表水会直接进入矿坑，因此，矿山采用平硐开拓，进入的地表水可以以自流方式排出。

2.2.5.7 矿坑充水因素及涌水量预测

(1) 矿坑充水因素

金坪磷矿开采标高位于当地最低侵蚀基准面（约***）以上，开采矿体赋存标高范围为***，属浅部开采。矿坑充水主要因素为大气降水，大气降水通过地表裂隙、老窑遗迹及岩层孔隙渗入地下，补给浅层地下水后进入矿坑；矿坑充水主要来源是震旦系上统陡山沱组、留茶坡组灰岩、硅质岩弱裂隙水，其次是少量老窑渗水；区内断层含水性弱、导水性较差，地下水静储量较小，无稳定地下径流补给，不会形成大规模矿坑充水。

(2) 涌水量预测

本次结合矿区水文地质条件、补充的水文基础数据及湘西同类浅部磷矿勘查经验，采用潜水完整井大井法预测坑道涌水量：

① 计算公式：采用潜水完整井大井法通用公式：

$$Q = 1.366Q \cdot \frac{(2H - H_0) \cdot K}{H_0 - H_0}$$

式中：

Q 为预测涌水量 (m^3/d) ;

K 为渗透系数 (m/d) , 第四系松散岩类孔隙水含水层渗透系数 $K=***/\text{d}$, 震旦系基岩弱裂隙含水层渗透系数 $K=***/\text{d}$;

H 为潜水含水层厚度 (m) , 综合潜水含水层厚度 $H=***$;

s 为设计水位降深 (m) , 水位降深 $s=***$;

r_0 为坑道引用半径 (m) , 南北矿体整合开采, 开采区域概化为长***、宽***, 开采总面积 $F=***$, 周长 $P=***$, 按矩形坑道引用半径公式 $r_0 = P/(2\pi)$, 计算得 $r_0 \approx ***$;

R 为地下水影响半径 (m) , 按潜水含水层经验公式 $R=2s\sqrt{(KH)}$, 代入参数计算得地下水影响半径 $R \approx ***$, 取整为***;

② 预测参数确定: 本次计算采用震旦系基岩弱裂隙含水层渗透系数 $K=***/\text{d}$ (对应弱富水等级, 贴合其裂隙发育特征及区域类比结果) , 潜水含水层厚度 $H=***$, 设计水位降深 $s=***$, 坑道引用半径 $r_0 \approx ***$, 地下水影响半径 $R \approx ***$, 参数取值均贴合矿区实际水文地质特征, 与补充数据、各含水层富水性描述完全一致。

③ 预测结果: 矿区地下坑道正常涌水量约 $***/\text{d}$, 最大涌水量约 $***/\text{d}$, 涌水量为极小型。

2.2.5.8 矿山水文地质条件复杂程度

综上所述, 该矿山矿床充水水源主要为大气降水和硅质岩、条带状灰岩裂隙水, 由于矿山开采范围不大, 开采范围在侵蚀基准面之上, 采坑积水主要是大气降水, 其水量不大, 能够自流排泄, 无需进行机械排水。水文地质条件复杂程度属于简单类型。

图2.2-2 金坪磷矿A线水文地质剖面图

2.2.6 工程地质条件

2.2.6.1 岩土体工程地质类型及特征

根据矿区出露岩石的岩性、结构特征及成因，参考有关岩、土体的物理力学性质参数，区内岩土体可分为土体和岩体两大类。现将其工程地质特征概述如下：

(1) 土体

上部为表土，下部为砂性土。岩性为粘土、砂土及砂砾石组成，一般松散～稍密，中等偏高压缩性。厚度一般***。

(2) 岩体

①软质～较坚硬中～厚层状板岩、绢云母：系震旦系上统顶部、陡山沱组，中～厚层状，岩石软质～较坚硬，强度高。其抗压强度一般 3～58Mpa,软公系数大于 0.56,比重 2.70g/cm³。岩石中含泥质万分往往会降低岩石的抗压强度,泥质板岩压强度一般 20 Mpa 左右，软公系数 0.40。

②较坚硬～坚硬中～厚层状砂岩、燧石岩、冰碛岩岩组：分布于震旦系留茶坡组、南沱说碛岩组、南沱砂岩组。冰碛岩垂直层理方向的平均抗压强度 45.17 Mpa,平行层理方向的平均抗压强度为 44.84Mpa,弹性系数为 10000Mpa。砂岩岩石抗压强度 79.00 Mpa,普氏强度系数为 8,弹性系数为 20000 Mpa,抗张拉强度 1～3 Mpa。

③软质～较坚硬含锰黑色板岩、黑色炭质板岩岩组：分布于震旦系陡山沱组和寒武系下段。

2.2.6.2 生产井巷工程地质特征

矿山具开采价值的矿层为上矿层，直接顶板为板岩和砂质板岩，强度较低，采用机械剥离较为有利；底板为白云质灰岩，强度较高。

2.2.6.3 边坡类型、特征及稳定性

区内边坡类型可分为自然坡和人工坡两类。

(1) 自然坡

区内地势起伏一般，自然坡度 15～25°，且坡面植被发育，自然排水通畅，无松散堆积物，自然边坡较稳定。

(2) 人工坡

区内人工切坡一般为修路、修桥、建房形成。切坡高度一般小于***，边坡基本稳定。

2.2.6.4 工程地质条件小结

综上所述，矿井工程地质条件属中等类型。

2.3 生物环境

2.3.1 植被环境

生态保护修复区属亚热带季风湿润气候，森林覆盖率高，植物种类丰富。地带性植被以亚热带常绿阔叶林、针阔混交林为主，常见杉木、马尾松、枫香、樟树、青冈栎等乔木，另有杜鹃、火棘、菝葜、金银花等灌木与藤本，以及蕨类、车前草、鱼腥草等草本植物；区域内还分布有小八角莲等国家二级保护植物，人工植被以水稻、玉米、红薯、油菜及板栗、油桐等经济林木为主）。

图23-1 矿区内树木

图2.3-2 矿区内灌木

图2.3-3 矿区内草本植物

2.3.2 动物环境

区内山地、溪流、农田交错，动物资源多样。常见兽类有野猪、赤鹿、野兔、松鼠、鼬獾等；鸟类以麻雀、白头鹎、画眉、雉鸡、斑鸠、啄木鸟为主，包含红腹锦鸡等保护种类；两栖爬行类有黑斑蛙、蟾蜍、乌梢蛇、石龙子等，局部溪流分布大鲵、虎纹蛙等国家二级保护动物；水生生物以稻花鱼、鲤鱼、鲫鱼、泥鳅、黄鳝及虾、螺、蚌等为主，昆虫种类繁多，生态系统完整。

2.4 人居环境

2.4.1 矿区人口数量与分布

生态保护修复区内共有 9 栋房屋 23 人居住，杨家台有 1 栋房屋 3 人居住，花山坳有 8 栋房屋 20 人居住。

2.4.2 相邻矿山及占用土地资源现状

根据实地调查，拟设矿区范围内及周边***范围无铁路、高速公路、大型电力、通讯设施、军事设施、大型水体等工程，***范围内无国道、省道、县道及居民集居区等。拟设矿区范围内属丘陵地貌，无国家公园、自然保护区、森林公园、风景名胜区、饮用水源一级保护区、湿地公园、地质公园、水产种质资源保护区等禁止开发区。

矿区范围未涉及磷矿禁止开采区，不在“三线一单”禁止范围，远离重要交通干线和人口聚集区，矿区范围安全、环保条件较好，空间布局合理。

2.4.2.1 相邻矿权

本矿范围西部为辰溪县田湾镇烟竹坪钨矿。本矿在平面上与其他矿山无矿界重叠和资源纠纷，矿权关系见图 2.4-1。

图2.4-1 金坪磷矿与相邻矿权位置关系图

2.4.2.2 占用土地资源现状

生态修复区范围面积***，矿界面积***，其中露采场和废石堆占用地面积为***，破坏土地的地类为林地和农村道路。

矿区及周边主要为林地，分布有阔叶林、针叶林、竹林、灌丛和灌草丛，绝大部分为次生林，林分复杂多样，以低矮灌木为主，分布比较稀疏，属辰溪县田湾镇金坪村，土地权属为集体。

根据矿区土地利用现状图分析，矿山占地总面积约***，矿山开采境界内大部分为林地，土地权属为金坪村。

2.4.3 矿区人类活动范围及强度

(1) 民用建筑

区内的民用建筑均为一～二层砖瓦结构，规模小，切坡高度小，对地质环境破坏影

响小，目前没有发生因民房修筑引起的地质灾害。

(2) 工业建筑

生态修复区范围内未开展大规模开发建设，现状无工业建（构）筑物。

(3) 道路及交通设施

矿区内主要依托农村道路连接县级公路与分散居民点，道路为水泥路面，宽度一般小于***。线路多依山就势布设，最大切坡高度小于***，对区域地质环境影响较轻。

(3) 林业及农垦

根据《矿业权设置范围相关信息分析结果简报》，矿山范围内有基本农田***。矿山处于丘陵地区，主要地类为水田和采矿用地。农业活动对区内生态环境有一定影响，但已形成了人与自然和谐共生的生态环境，不需开展大范围的修复工程。

2.4.4 社会经济发展水平

矿山所在的田湾镇属于以农业为主、特色产业带动的山区乡镇，经济整体处于县域中等水平，农业与林业为支柱，工业基础薄弱，第三产业以乡村文旅与商贸服务为主；全镇以粮食生产为基础，重点发展稻花鱼、中药材、油茶、高山茶、柑橘等特色种养，依托“稻花鱼之乡”品牌打造特色农业与乡村旅游，村集体经济稳步提升，农村基础设施持续完善，居民收入以农业经营、务工为主，乡村振兴成效逐步显现。

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

矿业活动对地形地貌的破坏影响一方面是指对原生的地形地貌景观影响和破坏，对另一方面指对重要自然保护区、景观区、居民集中生活区、重要交通干线、河流湖泊直观可视范围内地形地貌景观影响。

根据采矿权信息查询结果，本次采矿权范围与省生态环境厅自然保护区、自然资源部下发自然保护区、风景区信息、国家级自然保护区、禁止开发区边界、自然保护地均无重叠，矿区与重要基础设施建设无冲突，周边 1000 米范围内无铁路、300 米范围内无县级以上公路通过。

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

3.1.1.1 矿山地面建设及生产设施对地形地貌景观破坏现状分析

据调查，现状矿山因未进行正式开采，暂未有地面建设及生产设施，因此未对地形地貌景观破坏。

3.1.1.2 矿山开采对地形地貌景观破坏现状分析

本矿仅在 2009 年 3 至 4 月进行了露天试采，采区面积约***，因开采面积较小，又因长期未进行开采现已自然恢复，现未对地形地貌景观造成破坏。2023 年 10 月期间，附近村民对矿山范围内及周边的地表磷矿层进行非法盗采，形成了***采场（DC1～DC3）、***废石堆（FS1～FS5），***采场和***废石堆已进行复垦复绿。

现状矿山***采场的边坡未曾绿化修复；废石堆放及盗采场边坡对地形地貌景观的影响主要为改变原始地貌形态，与周围景观不协调。其中 DC1 边坡占地面积***（平面投影面积），DC2 边坡占地面积***（平面投影面积）；DC3 边坡占地面积***（平面投影面积）。

3.1.2 未来地形地貌景观破坏趋势

3.1.2.1 矿山地面建设及生产设施对地形地貌景观破坏预测分析

本矿山是一个新建矿山，根据《开发利用方案》，未来矿山建开采需要新建工业广

场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂建构筑物）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路。

本项目工业广场内矿仓（设计面积***）、变电站（设计面积***）、简易机修间（设计面积***）、空压机房（设计面积***）、工棚（设计面积***）、食堂（设计面积***）、澡堂（设计面积***）等建构筑物建成后，将改变原有地形地貌，分割原生地表景观，使区域农林景观转化为工矿景观，对原有地形地貌及景观生态产生一定影响。

项目开采的原矿石经水洗富集后外售，需新建水洗粗选厂（设计面积***）及储矿坪（设计面积***）；上述工程建成后将改变原有地形地貌，分割原生地表景观，使区域农林景观转变为工矿景观，对原有地形地貌及景观生态产生一定影响。

矿山未来建有尾矿库建在距离矿山东北***的山沟内，尾矿库设计面积***，矿尾矿库将直接改变原地表形态、破坏原有植被，产生一定视觉影响，对原有地形地貌及景观生态产生影响。

矿山设计从原北部的露天采场已有的运矿公路接线，沿等高线新修长约***的入场公路到工业广场，设计面积***，建设过程将直接扰动原地表、损毁植被，并产生一定视觉影响，对区域原有地形地貌及景观生态造成影响。

3.1.2.2 矿山开采对地形地貌景观破坏预测分析

未来矿山新建工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库等地面设施将直接改变原生地形地貌景观（新增占损土地资源***，其中尾矿库***）；地下开采局部引发采空区地面变形的可能性中等，盗采点高陡边坡仍存在崩塌隐患。因此，预测未来矿山开采对原生地形地貌景观存在一定破坏，破坏程度较轻～中等。

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

综上，现状矿山***采场的边坡未曾绿化修复对原生地形地貌及景观生态造成影响。根据《开发利用方案》，预测未来矿山新建工业广场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂建构筑物）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路，对原生地形地貌及景观生态造成影响。

表 3.1-1 地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

名称		地貌类型	影响对象	最近距离（m）	是否对地形地貌景观造成破坏	
					现状	趋势
现有	DC1边坡	丘陵	杨家台居民点	***	是	是

	DC2边坡	丘陵		***	是	是
	DC3边坡	丘陵		***	是	是
新增	矿仓	丘陵	杨家台居民点	***	否	是
	变电站	丘陵		***	否	是
	简易机修间	丘陵		***	否	是
	空压机房	丘陵		***	否	是
	工棚	丘陵		***	否	是
	食堂	丘陵		***	否	是
	澡堂	丘陵		***	否	是
	水洗粗选厂	丘陵	长叶垅居民点	***	否	是
	储矿坪	丘陵		***	否	是
	尾矿库	丘陵		***	否	是
	矿山公路	丘陵	杨家台居民点	***	否	是

图 3.1-1 地形地貌景观破坏与周边影响对象位置关系图

3.2 土地资源占损

本次利用矿山的正射影像图和土地利用现状图叠合，圈定了矿山各单元的位置及占地范围、面积，对于未来矿山拟占地区域，本次采用土地利用现状图和开发利用方案涉及的平面图叠合的方式进行圈定（以下各区域的占地范围与面积的确定均采用本方法，不再进行说明）。

3.2.1 土地资源占损现状

3.2.1.1 矿山地面建设及生产设施区占损土地资源现状分析

据调查，现状矿山因未进行正式开采，暂未有地面建设及生产设施，因此未占损土地资源。

3.2.1.2 矿山矿业活动造成土地资源破坏现状分析

据调查，矿山目前仅在 2009 年开展了露天试采，采区面积约***，占用土地类型为乔木林地，现已自然恢复恢复为林地。据调查，矿山目前仅在 2009 年开展了露天试采，采区面积约***，占用土地类型为乔木林地，现已自然恢复恢复为林地。

2023 年 10 月期间，附近村民对矿山范围内及周边的地表磷矿层进行非法盗采，形成了***采场（DC1~DC3）、***废石堆（FS1~FS5），***采场和***废石堆已进行复垦复绿为林地。

现状矿山***采场的边坡未曾绿化修复，其中：

DC1 边坡占地面积***（平面投影面积），占用土地类型为乔木林地；

DC2 边坡占地面积***（平面投影面积），占用土地类型为乔木林地；

DC3 边坡占地面积***（平面投影面积），占用土地类型为乔木林地。

综上，现状矿山占损破坏土地资源***，占用土地类型为乔木林地，土地权属田湾镇金坪村。

3.2.2 土地资源占损趋势

3.2.2.1 矿山地面建设及生产设施区占损土地资源趋势分析

根据《开发利用方案》，未来矿山建开采需要新建工业广场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂建构筑物）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿

山公路。

- 矿仓设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 变电站设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 简易机修间设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 空压机房设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 工棚设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 食堂设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 澡堂设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 水洗粗选厂设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 储矿坪设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 尾矿库设计面积***，占用土地类型为乔木林地；
 - 矿山公路设计面积***，占用土地类型主要为乔木林地；
- 综上，矿山未来新增地面建设及生产设施区占损土地资源***，占用土地类型为乔木林地，土地权属田湾镇金坪村。

3.2.2.2 矿山矿业活动造成土地资源破坏趋势分析

根据《开发利用方案》及下章节地质灾害预测分析，未来矿山开采局部引发采空区地面变形的可能性中等（详见 3.4 节），由此导致土地资源破坏，新增占损乔木林地***。

表3.2-1 矿山占损土地趋势一览表

名称		总计 (m²)			占地类型 (m²)			能否恢复	土地权属
		现在面积	新增面积	小计	乔木林地	采矿用地	农村道路		
现状	DC1边坡	***		***	***				田湾镇金坪村
	DC2边坡	***		***	***				
	DC3边坡	***		***	***				
新增	矿仓		***	***	***			能	
	变电站		***	***	***			能	
	简易机修间		***	***	***			能	
	空压机房		***	***	***			能	
	工棚		***	***	***			能	
	食堂		***	***	***			能	
	澡堂		***	***	***			能	
	水洗粗选厂		***	***	***			能	
	储矿坪		***	***	***			能	

	尾矿库		***	***	***			能	
	矿山公路		***	***	***			能	
	地面变形		***	***	***				
	总计	***	***	***	***				

图 3.2-1 土地利用现状图（三调成果图）

图3.2-2 土地资源占损问题分布图

3.2.3 土石环境污染现状及预测分析

3.2.3.1 土石环境污染现状

根据《怀化市辰溪鑫盛源矿业有限公司辰溪县田湾镇金坪磷矿***年采矿建设项目环境影响评价报告书》，2013年8月19日湖南华中矿业有限公司对矿区设置4个土壤监测点，其中B1为北部矿区内山地土壤，B2为北部矿区以北矿区外农田本底土壤，B3为南部矿区内山地土壤，B4为南部矿区以北矿区外农田本底土壤，监测因子为pH、Cd、Cr、Pb、As、V共6项，检测结果见表3.2-2。

表3.2-2 土壤环境监测结果及分析（单位：mg/kg，pH为无量纲）

检测项目		检测结果				二级标准	三级标准
		B1: 北部矿区内山地土壤	B2: 北部矿区以北农田土壤	B3: 南部矿区内山地土壤	B4: 南部矿区以北农田土壤		
pH	(无量纲)	***	***	***	***	***	***
Cd	(mg/kg)	***	***	***	***	***	***
Cr	(mg/kg)	193	180	136	208	***	***
Pb	(mg/kg)	***	***	***	***	***	***
As	(mg/kg)	***	***	***	***	***	***
V	(mg/kg)	***	***	***	***	/	/

该监测所取土壤分别为矿界内的山地地表土壤及矿界外农田土壤，所监测点位可代表区域内的土壤本底情况。

从表3.2-2可以看到，各监测点监测因子中Cd、As含量均超过《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准限值；对照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值，Cd、As亦超过筛选值要求。各监测点V、Cr含量较高，据区域地质研究成果，湘西地区新元古界—寒武系地层显著富集砷（As）、锑（Sb）等毒性元素，属砷的高区域地球化学异常区，且区域地层中的砷以易迁移相态为主（易迁移相态占比约67.45%，锑约55.91%），其风化形成的土壤中砷含量相应较高，因此，矿区土壤中镉（Cd）、砷（As）含量超过农用地土壤污染风险筛选值，主要与区域地层元素高背景有关，属区域本底特征。

矿山于2025年11月3日采集土壤样品2件，采样点分别位于废石堆FS2、FS3下方约***处（T1）及废石堆FS5前沿（T2），经湖南省天宇工程检测有限公司分析测试，结果见表3.2-3。根据《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），在pH>7.5时的农用地“其他”地类风险筛选值条件下，汞、铅、铬、

铜、镍、锌等元素含量均低于筛选值要求；镉、砷含量超出筛选值要求，与 2013 年环评本底监测结果一致，主要与区域土壤中 Cd、As 本底值较高有关；但磷矿矿业活动仍存在土壤重金属富集的叠加风险，需在方案实施期内持续监测。

表 3.2-3 金坪磷矿委托检测土壤检测结果

采样点位	采样日期	检测结果 (mg/kg, pH 值: 无量纲)								
		pH	Cd	Hg	As	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
FS2、FS3下方约***处及T1	2025.11.3	***	***	***	***	***	***	***	***	***
废石堆FS5前沿T2	2025.11.3	***	***	***	***	***	***	***	***	***
风险管控标准值 其他 (GB15618-2018)		***	***	***	***	***	***	***	***	***

综上，对照 2013 年环评本底调查（表 3.2-2）与 2025 年委托检测结果（表 3.2-3），矿区土壤中镉、砷含量均超过《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）农用地土壤污染风险筛选值，区域土壤本底值较高是主要原因，矿山开采活动对其存在一定的叠加影响；

现状矿山开采对土地资源造成一定污染。

3.2.3.2 土石环境污染预测

根据《开发利用方案》，未来矿山可能对土石环境的影响主要为生产废水、废石淋滤水、生活污水的影响；现预测分析如下：

（1）生产废水、生活污水对矿区土石环境污染预测分析：根据《开发利用方案》，未来矿山生产废水、生活污水均建设有处理设施，处理设施均采用混凝土结构，对池底、池壁等进行防渗、防腐及外废水沟畅通与监测等措施，以防止污水、废水的垂直入渗土壤造成污染矿山下游土地；未来在正常情况下，生产废水、生活污水经处理，不会对土壤环境产生不利影响；未来非正常工况下，污水管线发生渗漏时或废水在进入污水处理系统前发生渗漏，将会进入地面漫流，影响矿区土壤环境，但影响概率较小。因此，预测分析生产废水、生活污水对矿区土地资源污染风险程度低，不会发生因土地资源污染破坏矿区土地资源的情形。

（2）废石淋滤水对矿区土石环境污染预测分析：根据《开发利用方案》，未来矿山采用脉内开拓，废石产生量较少。生产期废石不出坑，全部回填采空区，可防止废石对矿山土石环境的污染；项目矿石堆场采用避雨棚遮挡，四周围挡，库内地面硬化，矿石

堆产生的少量雨水冲刷废水全部收集经沉淀处理后回用，可有效防止污水、废水的垂直入渗土壤造成污染矿山下游土地。

综上，未来矿业活动存在土壤重金属污染的风险：正常工况下生产废水、废石淋滤水经处理回用，对矿区土石环境污染影响较小；非正常工况下（污水管线渗漏、废水未进入处理系统）存在污染土壤的风险。本方案已布置淋滤水池、除磷设施、防渗处理及土壤监测等防控工程（详见 4.3.3 节、4.3.4.4 节），预测采取上述措施后，矿业活动对矿区土石环境的污染风险可控。

3.2.4 土地资源占损小结

综上，现状矿山占损破坏土地资源***，占用土地类型为乔木林地，土地权属田湾镇金坪村。根据《开发利用方案》，未来矿山建开采需要新建工业广场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂建构筑物）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路，新增地面建设及生产设施区占损土地资源***，占用土地类型均为乔木林地，土地权属田湾镇金坪村。未来矿山开采局部引发采空区地面变形由此导致土地资源破坏，新增占损乔木林地***。

现状矿区土壤中镉、砷含量超过农用地土壤污染风险筛选值，区域土壤本底值较高是主要原因，矿山开采活动对其存在一定的叠加影响，对土地资源造成一定污染；鉴于磷矿矿石及顶底板围岩为含黄铁矿的炭质板岩，预测未来矿业活动存在土壤重金属污染风险。

3.3 水资源水生态破坏

3.3.1 水资源水生态影响现状

3.3.1.1 矿业活动对水资源影响现状

（1）地下水资源枯竭的影响现状

矿山目前未进行开采，现状评估矿业活动对地下水资源枯竭未造成影响。

（2）地表水漏失影响现状

矿山目前未进行开采，因此，现状矿业活动对地表水未造成影响。

（3）对区域地下水均衡影响较轻

矿山目前未进行开采，因此，现状矿业活动对区域地下水均衡破坏未造成影响。

3.3.1.2 对水生生态影响的现状

(1) 对地表水生态影响现状

矿山于 2013 年 8 月 19 日至 8 月 21 日对矿区地表水进行监测，连续采样三天，每天采样二次，监测项目为 pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N、总磷、Cd、Cr⁶⁺、Pb、As、V、COD_{Mn}；监测点位见表 3.3-1，监测结果见表 3.3-2。

表3.3-1 地表水环境监测布点

编号	监测断面位置	备注
1#	S1: 项目北面小溪金坪村下游***	
2#	S2: 项目南面小溪烟竹坪村上游约***	
3#	S3: 项目南面小溪烟竹坪村下游约***	
4#	S4: 思通溪北面小溪、南面小溪汇合口下游***	
5#	S5: 思通溪北面小溪、南面小溪汇合口下游***	

表3.3-2 地表水水质监测结果 单位: mg/L

检测项目	采样时间	检测结果					III类标准
		S1	S2	S	S4	S5	
pH(无量纲) (6~9)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
SS(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	/
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
COD _{Cr} (mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
BOD ₅ (mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
NH ₃ -N(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
总磷(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
Cd(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
六价铬(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	

	2013.8.21	***	***	***	***	***	
Pb(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
As(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	***
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	
V(mg/L)	2013.8.19	***	***	***	***	***	/
	2013.8.20	***	***	***	***	***	
	2013.8.21	***	***	***	***	***	

根据分析结果，pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N、总磷、Cd、Cr⁶⁺、Pb、As、V、COD_{Mn}在5个监测点均全部达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

2026年8月29日在我所在金坪小溪（SY01）、烂泥田水库（SY02）、金坪村居民水井（SY03）进行了水质监测，分析结果见表3.3-3，其中SY01和SY02为地表水，共设置了20个测试项目，包括：pH值、悬浮物（SS）、化学需氧量（COD_{Cr}）、五日生化需氧量（BOD₅）、氨氮（NH₃-N）、总磷（TP）、总氮（TN）、氟化物（F⁻）、硫化物、挥发性酚类（以苯酚计）、阴离子表面活性剂（LAS）、氰化物（CN⁻）以及六价铬（Cr⁶⁺）、硒（Se）、铅（Pb）、镉（Cd）、铜（Cu）、锌（Zn）、砷（As）、汞（Hg）等重金属及类金属指标，根据测试结果，各项指标均全部达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

表3.3-3 地下水水质监测结果（单位：mg/L，pH值除外）

检测项目	SY01（金坪小溪）	SY02（烂泥田水库）	SY03（金坪村居民水井）	III类标准
pH值	***	***	***	***
COD _{Cr}	***	***	***	***
BOD ₅	***	***	***	***
COD _{Mn}	***	***	***	***
NH ₃ -N	***	***	***	***
TP	***	***	***	***
TN	***	***	***	***
Cr ⁶⁺	***	***	***	***
F	***	***	***	***
磷酸盐	***	***	***	***
总硬度(以CaCO ₃ 计)	***	***	***	***
TDS	***	***	***	***
HCO ₃	***	***	***	***
CO ₃ ²⁻	***	***	***	***

Se	***	***	***	***
Pb	***	***	***	***
Cd	***	***	***	***
Cu	***	***	***	***
Zn	***	***	***	***
As	***	***	***	***
Hg	***	***	***	***
Fe	***	***	***	***
Mn	***	***	***	***
硫化物	***	***	***	***
挥发性酚类 (以苯酚计)	***	***	***	***
LAS	***	***	***	***
CN	***	***	***	***
SS	***	***	***	***

注：L 表示检测结果低于最低检出浓度

综上，矿业活动对地表水生态影响较轻。

(2) 对地下水生态影响现状

2013 年 8 月 19 日对矿山金坪村居民水井（U1）、烟竹村居民水井（U2）、项目北部矿井井下涌水（U3）进行了地下水监测，监测项目为 pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、NH₃-N、总磷、Cd、Cr⁶⁺、Pb、As、V 共 11 项，分析结果见表 3.3-4。

表3.3-4 地下水水质监测结果（单位：mg/L，pH值除外）

检测项目	检测结果			标准
	U1	U2	U3	
pH(无量纲)	***	***	***	***
SS	***	***	***	***
COD _{Cr}	***	***	***	***
BOD ₅	***	***	***	***
NH ₃ -N	***	***	***	***
总磷	***	***	***	***
Cd	***	***	***	***
Cr	***	***	***	***
Pb	***	***	***	***
As	***	***	***	***
V	***	***	***	***

根据地下水环境质量现状监测结果可知，pH、SS、COD、BOD₅、NH₃-N、总磷、Cd、Cr⁶⁺、Pb 等监测因子满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准要求；砷（As）、钒（V）两项高于评价标准，主要与区域地层元素高背景有关（详见本节分析）。

2026年8月29日在我所在水井（SY03）进行了地下水水质监测，共设置了17个测试项目，包括：pH值、总硬度（以CaCO₃计）、溶解性总固体（TDS）、高锰酸盐指数（COD_{Mn}）、氨氮（NH₃-N）、磷酸盐、重碳酸盐（HCO₃⁻）、碳酸盐（CO₃²⁻）、铁（Fe）、锰（Mn）、挥发性酚类（以苯酚计），以及六价铬（Cr⁶⁺）、铅（Pb）、镉（Cd）、铜（Cu）、砷（As）、汞（Hg）等重金属及类金属指标，分析结果见表3.3-3，各项指标均全部达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求。

综上，矿业活动对地下水生态影响有限。

3.3.1.3 水资源水生态影响现状小结

现状未进行开采，矿业活动对地下水资源枯竭未造成影响，对地表水漏失未造成影响，对区域地下水均衡破坏未造成影响，对地表水生态未造成影响，对地下水生态未造成影响。

3.3.2 水资源水生态影响趋势

3.3.2.1 开采期对矿区水资源水生态破坏预测分析

（1）水资源破坏预测分析

□地下水资源枯竭预测分析

未来矿山开采最低标高控制在***，高于当地最低侵蚀基准面（约***），属浅部开采。结合矿区水文地质特征，地下水补给以大气降水垂直补给为主，主要通过上覆第四系松散岩类孔隙水含水层和震旦系基岩风化裂隙含水层渗入地下，无稳定地下径流补给，地下水静储量较小。地下水资源枯竭主要体现在地下含水层疏干、地下水位超常降低和井泉干涸三个方面，其中，未来开采对地下含水层的疏干影响预测如下：

A.地下含水层疏干影响

矿区地下水以潜水为主，含水层透水性弱，疏干影响半径采用潜水含水层疏干影响半径通用经验公式（适配弱富水、慢径流条件），结合矿区实测及推测参数计算，公式如下：

$$R_s = 2.5 \times s \times \sqrt{K \times H}$$

式中各参数含义及取值：

□□：疏干影响半径（m）；

$\square$: 设计水位降深 (m), 取值***;

$\square$: 渗透系数 (m/d), 取震旦系基岩弱裂隙含水层中间值***d;

$\square$: 潜水含水层综合厚度 (m), 取值***。

计算得到, 疏干影响半径 $\square_{\square} = ***$;

疏干影响范围以开采区域中心为圆心, 疏干影响半径 $\square_{\square} = 11\square$ 为半径的圆形区域, 同时叠加开采区域本身, 采用圆形面积公式计算, 公式如下:

$$S = \pi \times s_2^R$$

计算得到, 疏干影响面积为 $S = ***$ 。

综上, 未来开采对地下含水层的疏干影响半径约为***, 疏干影响面积约为***, 不会形成大范围含水层疏干区域, 且疏干范围不会持续向外扩散, 仅随开采进度同步推进, 局限于采矿活动影响区。因此, 预测未来矿业活动对地下含水层疏干无影响。

B. 地下水位超常降低预测分析

本次地下水位降低预测以潜水含水层水位变化规律为基础, 结合矿区水文参数, 采用潜水含水层水位降低计算公式, 明确不同区域的水位降低幅度。

采用潜水含水层径向水位分布公式, 计算疏干影响范围内不同距离处的水位降低幅度, 公式如下:

$$s_x = s \times \frac{\lg \frac{R_s}{x}}{\lg \frac{R_s}{r_0'}}$$

式中各参数含义及取值:

$\square_{\square}$: 距离开采区域中心 x 处的水位降低幅度 (m);

$\square$: 设计水位降深 (m), 取值***;

$\square_{\square}$: 疏干影响半径 (m), 取值***;

$\square$: 计算点距离开采区域中心的距离 (m);

$\square_{\square}'$: 开采区域等效半径 (m), 由开采总面积 $F = ***$ 计算, $\square_{\square}' = \sqrt{\frac{\square}{\square}} = \sqrt{\frac{18000}{3.14}} \approx 75.7\square$ (因开采区域等效半径***大于疏干影响半径***, 说明水位降低仅局限于开采区域内部及周边极近范围)

计算结果及分析:

开采区域内部 ($x \leq ***$, 即开采范围宽***内): 因开采区域等效半径大于疏干影

响半径，区域内水位降低幅度基本一致，接近设计降深***，地下水位标高降至***左右（与坑道底板标高持平），满足开采疏干要求；

疏干影响范围内（***<x≤***，因开采区域等效半径大于疏干影响半径）：实际水位降低仅分布于开采区域内部及周边***范围内，距离开采中心***处，水位降低幅度 $s_x \approx ***$ ，几乎可忽略；

疏干影响范围外（x>***）：水位降低幅度趋近于0，地下水位维持天然***左右，无明显降低。

综上，未来矿山开采（最低***）不会导致地下水位超常降低，地下水位降低仅局限于开采区域内部及周边***范围内，最大降低幅度***，影响范围小、幅度低，且可在开采结束后逐步恢复，不会对区域地下水水位体系造成破坏，也不会引发因水位超常降低导致的岩土体变形、地下水补给失衡等衍生问题。因此，预测未来矿业活动对地下水位超常降低无影响。

C.井泉干涸预测分析

结合矿区水文地质条件、井泉分布特征、前文疏干影响与水位降低定量结果，未来矿山开采至最低***（高于当地最低侵蚀基准面 + ***），不会导致矿区及周边井泉干涸。因此，预测对井泉干涸无影响。

综上，预测未来矿业活动对地下水资源枯竭无影响。

□对区域地下水均衡影响

区域地下水均衡是指一定时期内，区域地下水补给量、储存量与排泄量之间的动态平衡关系（均衡方程：补给量=排泄量±储存量变化量）。结合矿区水文地质特征、未来开采规划（最低***）及前文定量计算结果分析如下：

矿区属浅部潜水含水层系统，无稳定地下径流补给，地下水均衡以“大气降水补给—蒸发+侧向渗流排泄”为主，天然状态下均衡关系稳定；未来开采期间，新增“矿坑疏干排泄”项，但其排泄量极小，对区域地下水均衡各分项的影响均在可控范围，具体如下：

A.对补给项的影响：开采仅疏干浅部潜水含水层，不破坏大气降水入渗补给通道，也不会改变降水入渗系数；保留***保安矿柱，可有效阻隔地表水直接入渗矿坑，避免地表水补给路径破坏，因此，区域地下水补给量基本无变化，仍以大气降水入渗补给为主，维持天然补给规模。

B.对排泄项的影响：新增矿坑疏干排泄量，正常情况下为***/d（年排泄量约***），

最大情况下为 $***\text{d}$ （年排泄量约 $***$ ）。结合区域含水层分布特征，估算区域天然地下水年排泄量约为 $***5\text{ m}^3/\text{年}$ ，矿坑疏干排泄量仅占区域天然排泄量的 $1.04\%\sim 1.24\%$ ，占比极低，不会改变区域排泄结构。

C.对储存量的影响：开采疏干影响仅局限于 $***$ 半径、 $***$ 范围内的浅层含水层，疏干体积约为 $***\times ***=***$ ，仅占区域浅层地下水总储存量的 $0.17\%\sim 0.21\%$ 。开采期间，储存量仅局部轻微减少，区域整体储存量仍维持稳定；开采结束后，受大气降水持续补给，局部疏干区域储存量可快速恢复，储存量变化量趋近于 0 ，不会出现区域地下水储存量透支现象。

综上，未来矿山开采对区域地下水均衡的影响极小，仅对开采区域内部及周边 $***$ 范围内的局部浅层地下水均衡产生轻微扰动，不会破坏区域整体地下水均衡状态。因此，预测未来矿业活动对区域地下水均衡破坏无影响。

□地表水漏失预测分析

生态保护修复区地表水可分为地表水系、水体及地表水田三类，结合矿区水文地质条件、未来开采规划及前文定量计算结果，未来矿山开采导致区域地表水漏失的风险极低，仅可能对开采区域内部及周边极近范围的少量地表水产生轻微影响，无大规模漏失现象，具体预测分析如下：

地表水系：矿区范围内无规模化地表水系，周边主要地表水系为金坪小溪，该小溪位于矿区北界直距 $***$ 以外，距离开采区域远超疏干影响半径（ $***$ ），且受地下水及降水双重补给、长流不断，流量稳定在 $***/\text{s}$ ，对矿床开采无威胁。区域内所有地表水系（含金坪小溪、小型溪沟）地下水位无明显降低，且水系底部岩土体完整、无导水通道，地表水漏失量趋近于 0 ，无断流、漏失风险；仅暴雨期，开采区域周边少量坡面汇流可能通过地表裂隙轻微入渗，但入渗量仅占水系流量的 $0.3\%\sim 0.5\%$ ，可忽略不计。

地表水体：主要为小型坑塘、洼地积水，分布于平缓地形区域，水深 $***$ ，水域面积较小（单个体积 $<***$ ），主要接受大气降水补给和周边坡面汇流，排泄方式以蒸发和少量侧向渗流为主；水体底部多为粘性土层（厚度 $***$ ），透水性极差，可有效减少下渗，且均分布于疏干影响范围外（距离开采中心 $>***$ ）。开采期间，水体水位、水域面积基本维持稳定，受大气降水补给可完全弥补少量自然渗漏。

地表水田：分布于生态保护修复区周边平缓区域，种植依赖大气降水和浅层地表水灌溉，水田田面 $***\sim ***$ ，高于开采影响区水位；水田底部土层为耕作土+粘性土层（总

厚度***），透水性弱，下渗量极小，且水田与开采区域距离均>***，不受疏干作用影响。

综上，预测未来矿业活动对地表水漏失影响可能性较小。

(2) 水生态破坏预测

①地表水生态破坏预测分析

A.矿井涌水对地表水生态破坏预测分析

根据《开发利用方案》，未来矿山采用平硐开拓，开采标高位于当地最低侵蚀基准面(***)以上，开采范围不大，矿坑充水以大气降水入渗和震旦系上统陡山沱组、留茶坡组灰岩、硅质岩弱裂隙水为主，其水量不大，能够自流排泄，无需机械排水。据 2.2.5.7 节预测，矿坑正常涌水量***/d、最大涌水量***/d，主要污染物为悬浮物(SS)，其次为少量总磷、砷。矿坑积水经沉淀处理后用作井下凿岩降尘、工业广场及运输道路洒水降尘和绿化灌溉。

根据 3.3.1 节矿井井下涌水(U3)现状监测结果(表 3.3-4)，pH、SS、COD、NH₃-N、总磷、Cd、Cr⁶⁺、Pb 等指标均满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准要求，pH 呈中性，无重金属累积特征；本矿山为磷块岩矿山，矿石及围岩为天然磷酸盐矿物与炭质板岩、板岩，水洗粗选不添加任何化学药剂，矿井涌水无酸性、无有毒有害组分。

矿坑水经运输平巷、平硐(坡度>4%)自流排出地表后进入矿井涌水沉淀池，沉淀处理后优先回用于井下凿岩降尘、水洗粗选厂补水及工业广场、储矿坪、运输道路洒水降尘，剩余部分经工业广场四周的排水明沟排入矿区北界以外的金坪小溪。金坪小溪受地下水及降水双重补给，长流不断，流量一般***/s。本次重点预测矿坑水外排对金坪小溪水质的影响(不考虑污染物的衰减)。

a.预测因子

根据矿山排污特征及磷矿废水污染特点，本次选取 COD、总磷、砷 3 项作为预测因子。

b.预测范围

矿井涌水沉淀池排水口汇入金坪小溪处至其下游约***的金坪小溪河段。

c.预测方法

根据金坪小溪的纳污环境特征及地面水导则要求，本次采用河流均匀混合模式(不

考虑污染物的衰减) 进行预测, 其预测公式如下:

$$C=(C_pQ_p+C_hQ_h)/(Q_p+Q_h)$$
 式中: C—污染物浓度, mg/L;

C_p—污染物排放浓度, mg/L; Q_p—污水排放量, m³/s;

C_h—河流上游污染物浓度, mg/L; Q_h—河流流量, m³/s。

d.预测源强

本次地表水预测源强如下表所示:

表3.3-4 预测源强一览表										
预测时期	河流	Qh(m³/s)	Ch(mg/L)			Qp(m³/s)		Cp(mg/L)		
			COD	总磷	砷			COD	总磷	砷
丰水期	金坪小溪	***	***	***	***	矿井涌水	***-5	30	***	***
枯水期		***	***	***	***		***-5	30	***	***

注: Ch取金坪小溪现状监测最大值(表3.3-2); Qp为最大涌水量***d, 合***-5 m³/s; Cp为矿坑水经沉淀池处理后的排放浓度, 按同类磷矿类比保守取值。

e.预测及评价结果

本次矿区排水对金坪小溪水质影响预测结果如下表所示:

表3.3-5 矿区排水对金坪小溪水质影响的预测结果 单位: mg/L				
河流	项目	COD	总磷	砷
金坪小溪	现状监测最大值	***	***	***
	丰水期预测结果	***	***	***
	枯水期预测结果	***	***	***
金坪小溪	(GB3838-2002) III类标准	20	***	***

由以上预测结果可知, 正常情况下, 丰水期及枯水期金坪小溪 COD、总磷、砷浓度分别为 13.60~***、0.080~***、0.0033~***, 均低于《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准限值(COD ***、总磷***、砷***); 与现状监测最大值相比, COD 最大增加***、总磷最大增加***、砷最大增加***, 分别仅占标准限值的 0.8%、0.6%和 0.12%, 增量极小。因此, 预测未来矿坑涌水外排对金坪小溪水质影响较小。鉴于沅江流域对总磷的管控目标(≤***) 严于 GB3838-2002III类标准限值(***), 且矿体顶底板围岩为含黄铁矿的炭质板岩, 根据表 3.3-4 中砷(As)、钒(V) 两项检测结果分别为 0.056~***和 0.076~***, 其中砷高于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准限值(As≤***), 超标倍数约 4.6~5.6 倍; 钒在该标准中未列限值, 参照《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022) 附录 A 钒的参考指标(***) 评价, 亦高于参考值。主要由于矿区含矿岩系为震旦系上统陡山沱组至寒武系下统小烟溪组, 区域地层显著富集砷、钒等元素(详见 3.2.3 节), 地下水与含矿岩层长期接触, 砷、钒以天然背景溶出

为主，属区域地下水化学背景特征。鉴于砷属毒理学指标，虽现状超标倍数较小，仍需引起重视，为防范总磷长期累积影响，建议矿坑水、矿石堆淋滤水、洗矿车间洗矿水经收集沉淀后增加除磷工艺，将总磷控制在***以内后回用或排放。

B.尾矿库尾矿水及矿石（废石）堆场淋滤水对地表水生态破坏预测分析

根据《开发利用方案》，本矿山不设永久性废石堆场，井下掘进废石全部用于充填采空区，地表不另设废石堆；矿山采用水洗粗选工艺，年产尾矿约***（约0.94万m³），全部堆存于矿山东北***山沟内的尾矿库（设计面积***、库容约2.0万m³）。洗矿废水除含天然泥砂外不添加任何化学药剂，经水洗粗选厂配套的沉淀池沉淀并除磷处理达标后排放至溪沟，也可作为农作物灌溉用水；尾矿库周边设置截排洪沟及防渗设施，尾矿水经库内澄清后由排水设施排出。尾矿产自磷块岩及其围岩，属第Ⅰ类一般工业固体废物，淋滤水中主要污染物为SS和少量总磷，不含重金属及有毒有害组分。依3.2.3.1节分析，矿山在废石堆FS2、FS3下方及FS5前沿布设的土壤监测点监测结果表明矿区土石环境未受污染，也间接说明废石（尾矿）淋滤水污染物含量低。本方案要求在尾矿库、水洗粗选厂及储矿坪下游设置截排水沟和沉淀池（详见4.3.2.3节），淋滤水经收集沉淀处理达标后排放。因此，预测未来尾矿库尾矿水及矿石（废石）堆场淋滤水对周边地表水生态影响较小。

C.工业广场初期雨水对地表水生态破坏预测分析

未来矿山工业广场、储矿坪、水洗粗选厂及矿山公路等新增地面建设及生产设施区占地面积***，其中硬化地面及建构筑物区为主要汇水面。按初期降雨厚度15mm、径流系数0.9估算，初期雨水量约为***/次。工业广场、储矿坪因矿石转运、堆存会散落少量矿粉，初期雨水中主要污染物为SS及少量总磷。依《开发利用方案》，工业广场四周开挖排水明沟，矿层露头以上修筑截洪沟，并在地势最低处设置沉淀池，池底、池壁及周边采用高标号水泥硬化防渗，初期雨水经收集沉淀处理后回用于晴天工业场地及运输道路洒水降尘，不外排。因此，预测未来矿山工业广场初期雨水对周边地表水生态影响较小。

D.生活污水对地表水生态破坏预测分析

类比同类小型地下磷矿，矿山劳动定员一般30~50人，生活污水产生量按100L/（人·d）计，约为***/d（***/a），主要污染物为COD、NH₃-N、总磷。未来矿山生活污水经化粪池及一体化生活污水处理设施处理，出水水质满足《污水综合排放标准》

(GB8978-1996)一级标准要求后,用于矿区绿化及林地浇灌,不外排。又据 3.3.1 节地表水环境质量现状监测结果,金坪小溪各监测断面各监测因子均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准要求。因此,预测未来矿山生活污水对金坪小溪等地表水体水生态影响较小。

综上,未来矿业活动对地表水生态有一定影响,但矿坑涌水量小(正常***d、最大***d),各类废水经沉淀或处理后回用、达标排放,污染物增量极小,影响范围局限于排水口下游金坪小溪近岸河段,预测对地表水生态有影响,但影响较轻、范围较小。

②矿区地下水生态破坏预测分析

A.矿井废水对矿区地下水生态破坏预测分析:虽然矿井废水受矿(岩)粉的污染,增加了水体悬浮物和SS的含量,但矿区岩层地下水渗透性能弱,污染物不易随下渗水进入含水层,对污染物的阻滞、吸附、分解等自然净化能力也较强,地下水的防护条件较好,矿井废水下渗污染仅局限于矿山开采区附近;排出地表的矿井废水沿排水沟、管道流至沉淀池,正常情况下对矿区周边地下水污染影响有限,不会对周边地下水水生态造成明显的不利影响;虽然可能有少部分向下渗入,但矿区地表多为含碎石粘土,渗透性差,粘土充当了悬浮物的过滤层,矿井废水渗入地下量少,流入含水层的量更少,污染地下水的程度较轻,不会对矿区含水层水质产生明显影响,对地下水生态影响有限。

B.尾矿库尾矿水(淋滤水)对地下水生态破坏预测分析:依前述,矿山尾矿属第I类一般工业固体废物,浸出有害物质含量满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)要求;与现状分析一样,未来在正常降雨条件下形成的浸出液水质要比浸出毒性试验水质好得多,即使尾矿库尾矿水、废石(矿石)堆场淋滤水渗入压占区及周边地下,因水量少,流入含水层的量更少,污染地下水的程度较轻,不会对矿区含水层水质产生明显影响,对地下水生态影响有限。

C.工业广场初期雨水对地下水生态破坏预测分析:未来工业广场初期雨水经截排水沟收集汇入沉淀池处理后回用、不外排,正常情况下对矿区周边地下水污染影响有限,不会对周边地下水水生态造成明显的不利影响;即使部分渗入地下量少,流入含水层的量更少,污染地下水的程度较轻,不会对矿区含水层水质产生明显影响,对地下水生态影响有限。

D.生活废水对矿区地下水生态破坏预测分析:与现状分析类似,员工生活废水污染矿区地下水的可行性小。因此,预测分析对矿区地下水生态破坏的可能性小。

综上，预测未来矿业活动对地下水生态影响较轻。

3.3.2.2 闭采后对矿区水资源水生态破坏预测分析

(1) 矿山关闭后对矿区水资源破坏预测分析

依 1.1.6 节，矿山剩余服务年限 2.0 年，基建期 1 年，本方案适用年限为 7 年（2026 年 10 月~2033 年 9 月）。未来矿山闭坑后井下开采停止，矿坑疏干排水随之停止，矿区地下水资源枯竭（含水层疏干、地下水位超常降低、井泉干涸）将得到缓解；坑道边界外约***范围内被疏干的浅层含水层在大气降水补给下逐步回充，地下水位恢复至天然标高，区域地下水均衡将得到恢复，地表水漏失将得到遏制。矿山经过生态修复及 3 年监测管护期后，矿区水资源将逐渐恢复至开采前状况。

(2) 矿山关闭后对矿区水生态破坏预测分析

未来矿山闭坑后，矿山 6 个井筒（北平硐***、北一风井***、北二风井***、南平硐***、南一风井***、南二风井***，硐口标高均高于当地最低侵蚀基准面***）采用浆砌块石永久性封堵，采空区及巷道停止疏干后逐渐充水，矿井废水停排、无外流；尾矿库实施闭库并覆土复垦为林草地，水洗粗选厂建构筑物拆除，尾矿水、洗矿废水、工业广场初期雨水及员工生活污水等污染源随之消失。与开采期预测分析一样，矿山经过生态修复及 3 年监测管护期后，对矿区水生态产生的影响有限，水质将逐渐恢复至开采前状况。

3.3.3 水生态水资源影响小结

现状，矿山未进行正式开采，矿业活动对地下水资源枯竭、地表水漏失、区域地下水均衡破坏均未造成影响，对地表水生态、地下水生态影响较轻。预测未来矿业活动对地下水资源枯竭无影响，对区域地下水均衡破坏无影响，对地表水漏失影响可能性较小；对地表水生态、地下水生态有一定影响，但影响较轻、范围较小。

表 3.3-6 水资源水生态影响及趋势一览表

影响对象	是否对水资源造成影响		是否对水生态造成影响	
	现状	趋势	现状	趋势
地表水	否	否	否	是（影响较轻）
地下水	否	否	否	是（影响较轻）

图 3.3-1 矿山水资源、水生态影响趋势分析图

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌地质灾害

据现场实地调查，现状生态保护修复区内没有发生过崩塌地质灾害。

3.4.1.2 滑坡地质灾害

据现场实地调查与走访，现状生态保护修复区内没有发生过滑坡地质灾害。

3.4.1.3 泥石流地质灾害

据现场实地调查，现状生态保护修复区内未发生过泥石流地质灾害。

3.4.1.4 岩溶地面塌陷地质灾害

据现场调查，现状生态保护修复区内没有发生过岩溶地面塌陷地质灾害。

3.4.1.5 采空区地面变形地质灾害

据现场调查，现状生态保护修复区内没有发生过岩溶地面塌陷地质灾害。

(5) 小结

现状，现状生态保护修复区内没有发生过崩塌、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷和采空区地面变形等地质灾害。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 矿业活动可能引发地质灾害的预测分析

(1) 矿业活动可能引发崩塌、滑坡地质灾害预测分析

①未来开采活动引发崩塌、滑坡分析

本矿山采用地下开采方式，平硐开拓、房柱法采矿，开采活动均位于地下，未来在地表不会形成新的高陡边坡；设计矿山工业广场均位于冲沟低洼地段，场地建设过程中无高陡切坡工程，进一步消除了诱发崩塌、滑坡地质灾害的地形及工程诱因。结合矿区基础地质、工程地质及水文地质条件综合分析，矿区虽存在板岩、炭质板岩（抗压强度 3~58MPa，裂隙间距***，遇水易软化）等不良岩土体性质、次级褶皱发育的地质构造及自然坡度 15~25° 的"V"型谷地形地貌，但因未来开采不新增高陡边坡、高陡切坡，矿业活动对地表岩体、坡体的扰动极小，叠加年平均 1397mm 降水量的暴雨冲刷、地下水软化等自然辅助因素，也难

以形成有效诱发条件。综上，未来矿山开采活动本身引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性小。

②现状遗留盗采场边坡引发崩塌、滑坡分析

2023 年 10 月，附近村民对矿山范围内及周边的地表磷矿层进行非法盗采，形成***采场（DC1~DC3）及***废石堆（FS1~FS5），其中 DC1 采场边坡高约***、DC2 采场边坡高约***、DC3 采场边坡高约***，均为未经支护的岩质陡坡。盗采场底部已于 2023~2024 年完成场地平整、覆土及复垦复绿（复垦面积 1.6465 公顷），坡脚修建生态袋截排水沟约***，但三处采场边坡尚未实施削坡卸载及复绿治理，仍存在高***的临空面。边坡岩性以板岩、炭质板岩为主，裂隙发育（间距***），遇水易软化，在年平均降水量 1397mm、日最大降水量 270mm 的暴雨冲刷及裂隙水长期软化作用下，边坡局部岩体存在失稳的可能，威胁坡脚已复垦区植被及坡体下方人员、设施安全。边坡岩体受裂隙切割，其失稳模式以块体崩落、倾倒为主，属崩塌类隐患；而滑坡需具备贯通性滑面与顺向坡结构相组合的条件，矿层及围岩倾角 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，盗采采坑沿矿层露头走向展布、边坡以斜交坡~横向坡为主，矿区范围内未见断裂构造发育，坡体无贯通性软弱滑面出露，整体滑移条件不足，引发滑坡地质灾害的可能性小；仅 FS1~FS5 废石堆松散堆积体在暴雨冲刷下存在小型坍塌可能。预测治理前盗采场边坡引发崩塌地质灾害的可能性中等、危害程度中等，引发滑坡地质灾害的可能性小。

③采空区地面变形引发崩塌、滑坡分析

矿区属剥蚀丘陵地貌，山坡坡角一般 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，相对高差***。矿山采用房柱法采矿、全面陷落法管理顶板，采空区形成后上覆岩层产生移动变形并向地表传递，使采空区上方及周边地面产生沉降、倾斜与水平变形。经前述计算，采空区地面变形量级总体较小，但在地表坡度较陡地段，采空变形引起的岩土体应力状态调整仍可能降低局部边坡的稳定性，尤其对盗采场边坡（DC1~DC3）及废石堆（FS1~FS5）边坡存在不利影响。预测采空区地面变形引发地面边坡崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等、危害程度中等。

综上所述，预测未来矿山开采活动引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等、危害程度中等。

（2）矿业活动可能引发泥（废）石流地质灾害预测分析

泥（废）石流地质灾害的形成必须同时具备地形条件（有利于贮集、运动和

停淤的地形条件)、物源条件(有丰富的松散碎屑固体物质来源)、水源条件(短时间内可提供充足的水源)。

本矿山矿区属相对稳定区,山坡坡角较缓,坡角一般为 $15\sim 25^{\circ}$, 相对高差一般***, 风化残坡积层中等 (***) , 区内植被较发育, 覆盖率 75% 以上, 区内沟谷发育、丘包浑圆, 冲沟纵坡一般小于 3° , 长度小于***, 沟槽顺直, 且汇水面积小、冲沟内无松散堆积物, 先天缺乏泥石流地质灾害形成的有利地形及初始物源条件。

需要说明的是, 矿山尾矿库尚未正式设计建设, 尚未开展安全评价。按照管理职责划分, 尾矿库自身的稳定性及其可能引发的地质灾害, 由尾矿库安全评价和安全设施设计专门论证, 并以应急管理部门审查结论为准, 本方案不重复开展相关分析评价。以下分析仅针对矿区天然地形地貌与降水条件下的自然沟谷, 不涉及尾矿库工程本身。

结合矿区无废石堆放(废石全部充填采空区)的实际情况, 矿山引发泥石流灾害的主要潜在来源为尾矿库, 本次重点对尾矿库引发泥石流的地质灾害进行综合分析:

①地形条件

依前述, 矿区冲沟低洼地段(拟建尾矿库场址)地形平缓, 周边冲沟纵坡 $< 3^{\circ}$, 汇水面积***, 无明显临空面及陡峻沟谷, 距离周边主要冲沟出口较远, 不具备泥石流贮集、运动的有利地形, 无法形成泥石流流动所需的势能条件, 地形上不利于泥石流的形成。

②水源条件

从矿区所在区域多年降水情况来看, 年平均降水量 $949.9\sim 1780.1\text{mm}$ 、平均 1397mm , 年最大降水量 1780.1mm (1977 年), 月最大降水量 549.3mm (1979.6), 日最大降水量 270mm (1985.7.6); 对照国土资源部 2006 年颁布的《泥石流灾害防治工程勘查规范》附录 B 中的可能发生泥石流的 24 小时 (H24D)、1 小时 (H1D)、10 分钟 (H1/6D) 降雨界限值表 (见表 3.4-1):

表3.4-1 可能发生泥石流的H24 (D)、H1 (D)、H1/6 (D) 的界限值表

多年均降水分区 (mm)	H24(D) (mm)	H1(D)(mm)	H1/6(D) (mm)	代表地区 (以当地统计结果为准)
>1200	100	40	12	浙江、福建、台湾、广东、广西、江西、湖南、湖北、安徽及云南西部、西藏东南

				部等省山区。
1200~800	60	20	10	四川、贵州、云南东部和中部、陕西南部、山西东部、辽东、黑龙江、吉林、辽西、冀北部、西部等省山区。
800~500	30	15	6	陕西北部、甘肃、内蒙古、京郊、宁夏、山西、新疆部分、四川西北部、西藏等省山区。
<500	25	15	5	青海、新疆、西藏及甘肃、宁夏两省的黄河以西地区。
1397	270	63.7	15.2	本矿山矿区

依表 3.4-1，初步分析矿区的日最大、时最大、十分钟最大降水量均超过湖南省山区可能发生泥石流的界限值，其中日最大降水量 270mm 远超界限值 100mm，具备暴发泥石流的降水量条件；矿区暴雨强度指标 R 按照《泥石流灾害防治工程勘查规范》附录 B 中的计算公式：

$$R=K(H_{24}\div H_{24D}+H_1\div H_{1D}+H_1/6\div H_1/6D)$$

式中：K—前期降雨量修正系数（取 1.1）；H₂₄—24h 最大降雨量（mm）；H₁—1h 最大降雨量（mm）；H_{1/6}—10min 最大降雨量（mm）；

代入求得：R=***×（270÷100+***÷40+***÷12）=***；根据统计综合：R≥***可能发生泥石流的雨情，R=***~10 发生机率***~***。因此，按降雨条件分析，区内尾矿库周边沟谷具备暴发泥石流的水动力条件，但结合地形、物源条件综合判断，无法形成有效泥石流灾害。

③物源条件

本矿山废石全部用于充填采空区，无任何废石堆放，不存在废石堆引发泥石流的物源隐患。尾矿库采用规范设计，库内堆放尾矿经脱水处理后，颗粒密实度较高，不易被水流冲刷裹挟，且尾矿库设置完善的排洪、防渗设施，可有效避免尾矿流失；同时，尾矿库周边无其他松散堆积物补充，尾矿总量可控且堆放规范，无法形成泥石流所需的充足松散固体物源，物源条件匮乏。此外，尾矿库周边植被覆盖率>75%，可有效固定地表土体、减少水土流失，进一步降低物源补给可能性。

本次采用《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）中关于泥石流沟严重程度（易发程度）数量化表的标准，结合矿区尾矿库周边沟谷实际特征，对未来矿山泥石流隐患（仅涉及尾矿库周边沟谷）的地质灾害危险性进行预测分析

(评判标准见表 3.4-3)。

表3.4-2 矿区废石流沟主要特征汇总表

沟谷名称	纵坡(°)	物源类型	沟口泥石流堆积程度	植被覆盖率(%)	岩性	松散物平均厚度(m)	流域面积(km ²)	流域相对高差(m)
尾矿库周边沟谷	***	尾矿堆	河形无变化,主流不偏,沟口无明显堆积物	>75	风化和节理发育的硬岩	***	***	***

表3.4-3 泥石流易发程度划分标准

危险性级别	极易发	中等易发	轻度易发	不易发
综合评分总计	>114	84—114	40—83	<40

表3.4-4 泥石流沟严重程度（易发程度）数量化表

序号	影响因素	严重 (A)		中等 (B)		轻微 (C)		一般 (D)	
		量级划分	得分	量级划分	得分	量级划分	得分	量级划分	得分
1	崩塌滑坡及水土流（自然和人为）的严重程度	崩塌滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥砂沿程补给长度比	>60%	16	60~30%	12	30~10%	8	<10%	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水偏，低水不偏	7	无河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡	>12°(21.3%)	12	12~6° (21.3~10.5%)	9	6~3° (10.5~5.2%)	6	<3°(5.2%)	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，六级以上地震区	9	抬升区，4~6级地震区，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10~30%	7	30~60%	5	>60%	1
7	河沟近期一次变幅（m）	2	8	2~1	6	1~0.2	4	<***	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量(10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度	>32°(62.5%)	6	32~25° (62.5~46.6%)	5	25~15° (46.6~28.6%)	4	<15°(26.8%)	1

11	产沙区沟槽横断面	V型谷、谷中谷、U型谷	5	宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度(m)	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积(km ²)	***	5	***	3	***以下、***	3	>***	1
14	流域相对高差(m)	>500	4	500~300	3	300~100	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

表3.4-5 泥石流易发程度综合评分表

序号	影响因素	权重	量化得分
			山沟
1	崩塌滑坡及水土流失（自然和人为的）严重程度	0.159	***
2	泥沙沿程补给长度比（%）	0.118	***
3	沟口泥石流堆积活动程度	0.108	***
4	河沟纵坡度（‰）	0.090	***
5	区域构造影响程度	0.075	***
6	流域植被覆盖率（%）	0.067	***
7	河沟近期一次变幅（m）	0.062	***
8	岩性影响	0.054	***
9	沿沟松散物贮量（***km ² ）	0.054	***
10	沟岸山坡坡度（‰）	0.045	***
11	产沙区沟槽横断面	0.036	***
12	产沙区松散物平均厚度（m）	0.036	***
13	流域面积（km ² ）	0.036	***
14	流域相对高差（m）	0.030	***
15	河沟堵塞程度	0.030	***
合计			***

根据上述易发程度评分结果，矿山矸石堆堆沟综合评分<40，所在沟谷均为泥石流低易发区，其泥石流易发性低。

综上，预测未来矿业活动引发泥（废）石流地质灾害的可能性小。

（3）引发岩溶地面塌陷地质灾害的影响预测

岩溶地面塌陷地质灾害的形成，主要受岩溶发育程度、岩土体性质、地下水动力条件及人类工程活动四大核心因素控制，需结合矿区基础地质、水文地质条件，结合矿山开采工艺及尾矿库运行特征，综合预测矿业活动引发岩溶地面塌陷的可能性及影响范围。

① 矿区岩溶发育基础条件分析

结合本次矿区勘查资料及区域地质背景，矿区地层主要为板岩、炭质板岩，局部发育灰岩夹层（厚度***），灰岩夹层分布于地下开采水平以下***，属浅埋藏型岩溶地层。经钻孔勘查验证，矿区灰岩夹层岩溶发育程度较弱，主要以小型溶蚀裂隙、溶孔为主，溶蚀裂隙宽度0.1~0.5cm，溶孔直径0.5~2cm，无大型溶洞、地下暗河发育，岩溶连通性较差；灰岩夹层顶板为厚度***的炭质板岩，质地较致密，遇水虽易软化，但整体性较好，可形成有效的隔水、隔层屏障，能有效抑制岩溶塌陷的向上传导，为岩溶地面塌

陷的形成提供了不利的基础地质条件。

矿区岩土体结构中，表层为***的风化残坡积层（粉质黏土、碎石土），承载力较低（100~150kPa），但分布均匀，无明显松散堆积层；下部板岩、炭质板岩及灰岩夹层整体性较好，抗压强度 3~58Mpa，抗剪强度满足工程要求，无大规模岩土体失稳、塌落的隐患，进一步降低了岩溶地面塌陷的诱发概率。

② 地下水动力条件影响分析

矿区地下水类型主要为孔隙潜水、裂隙水及岩溶水，其中岩溶水主要赋存于灰岩夹层溶蚀裂隙、溶孔中，受大气降水补给，径流速度缓慢，地下水位埋深***，年水位变幅***，水位相对稳定。矿山采用地下开采方式（平硐开拓、房柱法采矿），开采水平主要位于板岩、炭质板岩地层，未触及灰岩夹层及岩溶水分布区，采矿活动不会直接扰动岩溶水赋存地层，也不会导致岩溶水水位急剧下降、径流通道改变；同时，尾矿库采用规范防渗设计，设置防渗膜及防渗沟，可有效避免尾矿库渗漏水渗入地下、污染岩溶水，也不会引发岩溶水动力条件突变，消除了地下水动力条件改变诱发岩溶地面塌陷的核心诱因。

此外，矿区周边无大规模地下水开采、引水工程，区域地下水位稳定，无地下水疏干、降落漏斗形成的现象，进一步保障了岩溶地层的稳定性，减少了岩溶地面塌陷的形成可能性。

③ 矿业活动对岩溶地面塌陷的诱发影响分析

结合前文对矿区岩溶发育基础条件及地下水动力条件的分析，矿业活动作为人为诱发因素，其对岩溶地面塌陷的影响主要集中在地下开采和尾矿库运行两个方面，具体分析如下：

本次重点分析矿山地下开采、尾矿库运行两大矿业活动对岩溶地面塌陷的诱发作用，结合前文地质条件及工程特征，具体分析如下：

一是地下开采活动影响：矿山采用房柱法采矿，采矿回采率符合规范要求，采空区采用废石充填（废石全部来源于井下掘进，无外部弃土、弃石），充填密实度较高，可有效控制采空区顶板下沉、岩体变形，避免采空区顶板塌落引发地表沉降、塌陷；同时，开采水平未触及灰岩夹层及岩溶水分布区，采矿掘进、矿块回采过程中，不会扰动岩溶地层，也不会产生大规模岩体扰动、裂隙扩展，无法诱发岩溶地面塌陷。经测算，采空区顶板最大下沉量 $\leq 5\text{cm}$ ，远低于地表塌陷的临界值，不会对地表及岩溶地层稳定性造

成影响。

二是尾矿库运行影响：矿山尾矿库目前尚未正式设计建设，尚未开展安全评价。按照管理职责划分，尾矿库自身的稳定性及其可能引发的地质灾害，由尾矿库安全评价和安全设施设计进行专门论证，并以应急管理部门审查结论为准，本方案不重复开展相关分析评价。矿山在尾矿库建设及运行期间，应严格执行经审批的安全设施设计和安全评价意见，落实相应的地质灾害防治措施。

④ 岩溶地面塌陷易发程度预测及影响范围评估

为科学量化矿区岩溶地面塌陷的易发程度，本次采用（《1:50000 岩溶塌陷调查规范》综合指数法）中岩溶地面塌陷易发程度数量化评估标准，根据岩溶塌陷致灾地质环境条件的相关性，初步确定基岩、土层、地下水、人类活动、岩溶塌陷现状 5 个评价因子（《1:50000 岩溶塌陷调查规范》综合指数法），建立评估指标体系，对矿区岩溶地面塌陷易发程度进行综合评判（评判标准见表 3.4-6，综合评估表见表 3.4-7）。

表3.4-6 岩溶塌陷评价因子分级表

影响因素	量级划分							
	标准	得分	标准	得分	标准	得分	标准	得分
基岩	岩溶发育程度以强烈发育为主；覆盖型岩溶区	9	岩溶发育程度以中等为主；浅埋藏型岩溶区	6	岩溶发育程度以微弱-不发育为主；裸露型岩溶区	3	非岩溶地层	1
土层	厚度≤***，多层或双层结构，软塑-可塑状砂土-粉砂-粉土	9	厚度***，单层结构，可塑-硬塑状粉土-粉质粘土-粘土	6	厚度>***，单层结构，硬塑-坚硬状碎石土、粉质粘土、粘土	3	无土层覆盖，裸露区	1
地下水	水位变化幅度≥*** /年，且在基岩面上下反复波动	9	水位变化幅度*** /年，且在基岩面以下波动	6	水位变化幅度<*** /年，且在基岩面以上波动	3	水位无变幅或在无地下水赋存	1
人类工程活动	主要国家交通干线、聚集居住的乡镇、煤矿开采等人类工程活动影响范围内	9	次要国家交通干线、聚集居住的乡村等人类工程活动影响范围内	6	普通交通干线、分散居住的乡村、露天开采等人类工程活动影响范围内	3	乡村道路、人烟稀少区、无采矿等人类工程活动影响范围内	1
塌陷坑密度	≥10个/***	9	2-10个/***	6	<2个/***	3	0个	1

表3.4-7 评价因子权重表

一级指标层	权重	二级指标层	权重
基岩	0.48	岩溶等级	0.36
		岩溶类型	0.12
土层	0.14	土层厚度	0.04
		土层结构	0.10
地下水	0.26	水位变化幅度	0.26
人类活动	0.07	交通	0.02
		矿区	0.01
		人类工程活动	0.04
岩溶塌陷现状	0.05	岩溶塌陷现状	0.05

岩溶塌陷易发程度计算公式如下： $Z_t =$

根据岩溶塌陷易发性综合指数值（ Z_t ），按照以下分区标准划分岩溶塌陷易发区：

当 $Z_t > 7.5$ 时，为岩溶塌陷地质灾害高易发； $7.5 \geq Z_t > 6$ ，为岩溶塌陷地质灾害中易发； $6 \geq Z_t > 3.5$ 为岩溶塌陷地质灾害低易发； $Z_t \leq 3.5$ 时为岩溶塌陷地质灾害不易发。

矿区岩溶弱发育，岩体较完整，地表覆盖土层厚度适中、密实度中等，地下水水位稳定、潜蚀作用弱；同时，矿山采用地下开采、房柱法采矿，开采扰动小，无大规模地下水疏干排水工程，且矿区及周边无历史岩溶塌陷点，岩溶地质环境整体稳布。综上，各评价因子取值如表 3.4-8。

表3.4-8 矿区岩溶区评价因子取值表

一级指标层	权重	二级指标层	分值	权重
			弱岩溶区	
基岩	0.48	岩溶等级	***	0.36
		岩溶类型	***	0.12
土层	0.14	土层厚度	***	0.04
		土层结构	***	0.10
地下水	0.26	水位变化幅度	***	0.26
人类活动	0.07	交通	***	0.02
		矿区	***	0.01
		人类工程活动	***	0.04
岩溶塌陷现状	0.05	岩溶塌陷现状	***	0.05
综合指数值			***	

依前述，现状条件下，矿山未发生过岩溶地面塌陷地质灾害。综合矿区岩溶地质条件及未来开采计划，区内岩溶区综合指数值为***，为岩溶塌陷地质灾害低易发，即引发岩溶地面塌陷可能性小。

（4）矿业活动可能引发采空区地面变形地质灾害预测分析

矿山未来开采至***标高，开采过程中需对地下矿体进行分层回采，随着矿体被逐步采出，地下将形成一定规模的采空区，导致采空区上部岩体的应力平衡状态被打破，原有的应力分布发生重新调整，会导致地表岩层移动，形成地表沉降、塌陷及地裂缝，完成采空区地面变形的全过程演化。现对未来采空区地面变形地质灾害预测分析如下：

1) 岩移边界的预测

据《开发利用方案》总体布置图，参考中等稳固致密岩石地质条件相似矿山经验值类比，按上山移动角（ γ ）取 70° 、下山移动角（ β ）取 59° 、走向移动角（ δ ）取 63° ，圈定计算地表岩移范围（见附图 2）。

圈定的岩移范围系按顶板充分垮落的最不利工况考虑，作为留设保护矿柱、划定危险区、布置地表移动监测的边界依据。岩移范围内的 I、II 级保护对象（井口、重要建（构）筑物等）应按《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》另加围护带宽度（I 级***、II 级***）。若采区上覆第四系松散层发育，松散层内应按松散层移动角 ϕ 单独圈定。

2) 计算方法及前提条件说明

本次采用概率积分法进行地表移动变形预测，其适用前提及本报告计算口径说明如下：

①顶板管理方式，全面陷落法

概率积分法下沉系数（ $q=***$ ）建立在采空区顶板采用全面陷落法（垮落法）管理的基础上，即顶板充分垮落、上覆岩层“垮落带—导水裂缝带—弯曲带”充分发育并传导至地表、形成地表移动盆地。

本矿山设计采用留设矿柱开采。矿柱长期稳定条件下，顶板不发生大面积垮落，地表实际变形将明显小于计算值；但矿柱在长期荷载、风化软化、爆破震动及采动应力集中作用下存在渐进失效可能，一旦失效将诱发顶板大面积冒落，地表变形趋于全面陷落情形。故本次计算按“矿柱失效、顶板充分垮落”的最不利等效工况取值，结果为地表变形上限值，用于圈定危险范围偏于安全。若后续采用充填法管理顶板（ q 一般取 $0.1 \sim 0.3$ ），实际变形将显著减小。

②充分采动假定：

计算值为充分（超充分）采动条件下的最大变形值，非充分采动时实际值小于计算值。

③缓倾斜条件

矿层倾角 $15^{\circ} \sim 18^{\circ}$ ($< 50^{\circ}$)，满足适用条件；计算区无大的贯穿性构造破坏。

重复采动：矿体分层回采、多中段重复开采时下沉系数较初采增大(约 10%~20%)， $q=***$ 系类比相似矿山（全面陷落、重复采动条件）经验值，已含一定重复采动影响。

3) 计算点选取与最不利工况

为避免单一“平均参数”计算掩盖局部危险，按下列原则选取计算点：

①按开采中段（采深）分带

各矿段分别按浅部首采中段（最小采深）与主采块段（平均采深）取点。

②按采厚分区

分层回采时 M 取同一竖直剖面上各分层累计法线厚度（即矿体总真厚度），分别取最大累计采厚部位与块段平均厚度；

③最不利组合校核

以“最小采深 H_{min} + 最大累计采厚 M_{max} + 该部位实际倾角 α ”组合点作为校核点（其采深采厚比 H/M 最小，变形最剧烈）。

据此选取 4 个计算点：B1（北矿段主采块段代表点）、B2（南矿段主采块段代表点）、B3（北矿段最不利组合点）、B4（南矿段最不利组合点）。

④ 地表移动变形计算（公式修正）

$$W_{cm} = M \cdot q \cdot \cos \alpha ;$$

$$r = H / \tan \beta_0 ;$$

$$i_{cm} = W_{cm} / r ;$$

$$K_{cm} = 1.52 \cdot W_{cm} / r^2 ;$$

$$U_{cm} = b \cdot W_{cm} ;$$

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

$$b = *** \times (1 + 0.0086 \alpha)$$

q ——下沉系数，参考相似矿山经验，取 $q=***$ ；

M ——矿层厚度（m）；

H ——矿层采深（m）；

α ——矿层倾角（ $^{\circ}$ ）；

r ——地表移动影响半径（m）；

$\operatorname{tg} \beta$ ——地表移动影响角正切, 取 $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} 55^{\circ} = ***$

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

i_{cm} ——地表移动倾斜最大值 (mm/m);

K_{cm} ——地表移动曲率最大值 ($10^{-3}/m$);

ε_{cm} ——地表移动水平变形最大值 (mm/m)

计算结果见表 3.4-9, 地面变形破坏程度参考标准按照三下采煤规范中砖混结构建筑物损坏等级表, 见表 3.4-10; 地下开采沉陷土地破坏程度见表 3.4-11; 将本次计算结果与表中的取值进行对比 (表 3.4-12)。

表3.4-9 矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目	B1	B2	B3	B4
累计采厚M (m)	***	***	***	***
采深H (m)	***	***	***	***
倾角 α (°)	***	***	***	***
b	***	***	***	***
影响半径 r (m)	***	***	***	***
W_{cm} (mm)	***	***	***	***
i_{cm} (mm/m)	***	***	***	***
K_{cm} ($10^{-3}/m$)	***	***	***	***
ε_{cm} (mm/m)	***	***	***	***
深厚比H/M	***	***	***	***

表3.4-10 砖混结构建筑物损坏等级表

损坏等级	建筑物损坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		$\varepsilon / \text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$	$K_{cm} 10^{-3}/m$	$i_{cm}(\text{mm}/m)$		
I	自然间砖墙上出现宽度1~2mm的裂缝	≤ 2.0	≤ 0.2	≤ 3.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于4mm的裂缝; 多条裂缝总宽度小于10mm				轻微损坏	简单维修
II	自然间砖墙上出现宽度小于15mm的裂缝, 多条裂缝总宽度小于30mm; 钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于1/3截面高度; 梁端抽出小于20mm; 砖柱上出现水平裂缝, 缝长大于1/2截面边长; 门窗略有歪斜	≤ 4.0	≤ 0.4	≤ 6.0	轻度损坏	小修
III	自然间砖墙上出现宽度小于30mm的裂缝, 多条裂缝总宽度小于50mm; 钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于1/2截面高度; 梁端抽出小于50mm; 砖柱上出现小于5mm的水平错动;	≤ 6.0	≤ 0.6	≤ 10.0	中度损坏	中修

损坏等级	建筑物破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		$\varepsilon / \text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$	$K_{\text{cm}} 10^3 / \text{m}$	$i_{\text{cm}} (\text{mm}/\text{m})$		
	门窗严重变形					
IV	自然间砖墙上出现宽度大于30mm的裂缝,多条裂缝总宽度大于50mm; 梁端抽出小于60mm; 砖柱上出现小于25mm的水平错动	>6.0	>0.6	>10.0	严重损坏	大修
	自然间砖墙上出现严重交叉裂缝、上下贯通裂缝, 以及墙体严重外鼓、歪斜; 钢筋混凝土梁、柱裂缝沿截面贯通; 梁端抽出大于60mm, 砖柱出现大于25mm的水平错动; 有倒塌危险				极度严重损坏	拆建

表3.4-11 地下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 $W(\text{mm})$	水平变形 $\xi_{\text{max}} (\text{mm}/\text{m})$	倾斜 $I_{\text{max}} (\text{mm}/\text{m})$		
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	$500 < W \leq 2000$	$6 < \xi_{\text{max}} \leq 10$	$3 < I_{\text{max}} \leq 20$	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	$2000 < W \leq 5000$	$10 < \xi_{\text{max}} \leq 20$	$20 < I_{\text{max}} \leq 40$	中度破坏	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。
IV	> 5000	> 20	> 40	重度破坏	地面严重塌陷破坏, 出现塌方和小滑坡, 农田、林地与植被破坏严重, 水土流失严重, 生态环境恶化。

表 3.4-12 采空区地面沉陷变形破坏影响结果表

对象	$W(\text{mm})$	$i_{\text{cm}} (\text{mm}/\text{m})$	$K_{\text{cm}} (10^3/\text{m})$	$\xi_{\text{cm}} (\text{mm}/\text{m})$	砖混结构建筑物损坏等级	土地破坏程度等级
B1	***	***	***	***	***	***
B2	***	***	***	***	***	***
B3	***	***	***	***	***	***
B4	***	***	***	***	***	***

根据计算, 预测北矿段地面变形(沉降、地裂缝、局部塌陷)会破坏矿山巷道入口、地面辅助设施(如机房、仓库、运输道路), 影响采矿设备正常运行及人员通行安全; 地面变形属于轻度土地破坏, 会轻微影响周边农田耕种、林地植被生长, 导致水土流失略有增加, 影像面积 10.2400 公顷, 主要为林地。南矿段轻微变形也可能对地面小型设施造成影响, 干扰矿山正常生产秩序。同时, 地裂缝会成为地下水渗透的通道, 加剧采

空区顶板软化、冒落，形成恶性循环，提升地下采矿作业的安全风险。南矿段轻微土地破坏，对周边环境的影响较小。

4) 对基本农田影响分析

①基本农田分布与下伏开采条件

矿区东南角分布有永久基本农田(见附图 2,与最新永久基本农田数据库图斑叠加),地表***;其下伏矿体赋存于***标高(***中段坑道),矿体厚度***,铅垂采深约***。经现场调查,基本农田范围内目前未发现裂缝、塌陷等采动变形迹象。

②影响程度校核计算

按最不利工况(矿柱失效、顶板充分垮落)对基本农田下伏矿体回采进行校核,计算点 N1 设于基本农田中部,取厚度上限***、采深***、倾角***,计算结果见表 3.4-13。

表3.4-13 基本农田下伏开采地表变形校核计算表(N1点)

指标	M=***m	M=***m	等级判定
Wcm (mm)	***	***	500<W≤2000
icm (mm/m)	***	***	≤20
Kcm (10 ⁻³ /m)	***	***	—
ε cm (mm/m)	***	***	≤10
土地破坏等级(表3.4-11)	***	***	—

未来基本农田下伏矿体留设保安矿柱不予回采,周边采空区岩移范围不涉及基本农田图斑,预测未来采矿活动不影响基本农田。

因此,未来矿山在严格按照设计留设矿柱开采的前提下,局部引发采空区地面变形的可能性中等,危害程度中等。

3.4.2.2 矿山建设可能遭受地质灾害的预测分析

(1) 遭受崩塌、滑坡地质灾害的预测分析

生态保护修复区地貌类型为剥蚀丘陵地貌,自然条件下发生崩塌的可能性小;工业广场和其他建筑物所处位置,虽有丘包分布,但无陡崖,地势条件亦不易引发滑坡灾害。

故本次预测评估,未来矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小,危险性小。

(2) 遭受泥(废)石流、尾矿流地质灾害的预测分析

生态保护修复区内地势高差不大,地形坡度小,无高差大、流程长的冲沟,不具备发生大规模泥(废)石流、尾矿流的地形条件;且排水通畅,也不具备相应的水源条件。故本次预测评估,未来矿山建设遭受泥(废)石流、尾矿流地质灾害的可能性小,危险性小。

(3) 遭受岩溶塌陷地质灾害的预测分析

前文已述，本区大部分为砂岩、板岩地层，小范围的灰岩地层岩溶不发育。本次预测评估，未来矿山建设遭受岩溶地面塌陷的危险性小。

(4) 遭受采空区地面变形地质灾害的预测分析

矿山的矿部及各工业广场均位于岩石移动范围外，预测未来矿山建设遭受采空区地面变形的可能性小，危险性小。

3.4.3 矿山关闭后地质灾害影响预测分析

矿山关闭后，停止开采生产，除前一年的修复复垦期外，再无较大的矿业活动，引发地质灾害的矿业活动工程因素逐渐消失，伴随着矿山生态修复工程完成，矿区生态环境得到改善，引发矿山地质灾害的主要因素得以消除。

3.4.4 矿山地质灾害影响小节

现状矿山未进行过开采和建设，未发生过崩塌、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷和采空区地面变形等地质灾害。

预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等；引发泥（废）石流地质灾害的可能性小，引发岩溶地面塌陷可能性小；局部引发采空区地面变形的可能性中等，危害程度中等。

未来矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，遭受泥石流地质灾害的可能性小，遭受岩溶地面塌陷的危险性小，遭受采空区地面变形的可能性小。

表3.4-13 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山地质灾害现状			生产期矿山地质灾害预测			关闭后矿山地质灾害预测		
	是否发生	危险性	影响对象	发生可能性	危险性	影响对象	发生可能性	危险性	影响对象
崩塌	否	小	无	中	中	植被	小	小	无
滑坡	否	小	无	中	中	植被	小	小	无
泥石流	否	小	无	小	小	无	小	小	无
岩溶地面塌陷	否	小	无	小	无	无	小	小	无
采空区地面变形	是	小	无	中	中	地面辅助设施、设备	小	小	无

图3.4-1 矿山地质灾害影响问题分布图

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状分析

3.5.1.1 矿区及周边植被破坏现状分析

(1) 矿山建设区对矿区及周边植被破坏现状分析

据调查，现状矿山未进行开采，暂未有地面建设及生产设施，因此，现状矿山建设区未对矿区及周边植被造成破坏。

(2) 矿山开采对矿区及周边植被破坏现状分析

依前述，现状矿山未进行开采，未对矿区水资源水生态破坏造成明显不良影响，未对矿区及周边植被生存、生长发育等生境因子造成不利影响；现状未引发矿山地质灾害，未引发采空区上覆岩层位移，未对地表周边森林资源保护和林业生态建设等植被生态系统的完整性造成影响。因此，现状分析矿山未对对矿区及周边植被破坏造成负面影响。

3.5.1.2 野生动物影响现状分析

由于受人类活动的影响，区域现有野生动物资源较为单一和匮乏，常见野生动物有田间青蛙、鼠、蛇及麻雀、燕子等各种常见的鸟类；据查询，区内未见珍稀野生动物，也不是重要动物栖息地；现状矿山未进行开采，未对矿区及周边物种的迁移或数量造成影响。因此，现状分析矿业活动不会对区域动物多样性产生根本性的影响。

3.5.1.3 生物多样性影响现状分析

依前述，矿区气候属亚热带湿润季风气候，温湿多雨，四季分明，雨量充沛；矿山所处区充足的阳光、降水、温暖的气候、适宜的湿度，使得生物群落有一个很好的环境，有利于群落的稳定性，群落的结构和功能趋向完整，生态系统处于良性循环中，景观现状较好，动植物物种较多，生物多样性较好；现状矿山未进行开采，未对区域动、植物的种类和数量造成不利影响，未对区域生态环境功能造成影响。

3.5.2 生物多样性破坏预测分析

3.5.2.1 矿区及周边植被破坏预测分析

(1) 矿山建设区对矿区及周边植被破坏预测分析

未来矿山采用地下开采方式，根据《开发利用方案》，未来矿山建开采需要新建工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路，将导致原有生态环境结构发生一定调整，但区域总体上的植被、植物种类和群落分布以及动物区系的基本组成和性质不会发生大的改变，且在矿山闭采后，按有关规定对矿山建设区进行生态修复，并在人工辅助下，通过恢复植被等措施使区域植物资源、自然景观得到部分恢复。

（2）矿山开采对矿区及周边植被破坏预测分析

未来矿山开采对矿区及周边植被的破坏主要反映在土地资源损毁、水资源水生态破坏两个方面，现分述如下：

①土地资源损毁对矿区及周边植被破坏预测分析：未来矿山仍采用地下开采方式，依前述，预测分析未来矿业活动引发采空区地面变形地质灾害的可能性中等，沉陷土地破坏程度为Ⅱ级（轻度破坏），即地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加；可能对矿区植被生态环境造成局部影响，但不会改变区域植被、植物种类和群落分布以及动物区系的基本组成和性质，且在矿山开采过程中按有关规定对地下开采引发采空区地面变形地质灾害可能破坏的土地资源进行生态修复，并在人工辅助下，通过恢复植被等措施使区域植物资源、自然景观得到部分恢复。

②水资源水生态破坏对矿区及周边植被破坏预测分析：磷矿层直接顶板为板岩，矿区水文地质条件简单，矿坑涌水量小（正常***/d、最大***/d），采用平硐自流排水，开采引发的地下水位降低仅局限于坑道边界外约***范围，不会造成大范围土壤水分流失；未来矿山废水（矿井涌水、尾矿库尾矿水及废石堆场淋滤水、工业广场初期雨水、员工生活污水等）只要能规范排放、达标处理，污染矿区水资源、破坏水生态的可能性比较小，对区内生态植被生长影响有限。

3.5.2.2 野生动物影响预测分析

（1）矿山建设区对野生动物影响预测分析

矿山公路虽然对地面动物起着分离和阻隔的作用，使地面动物的生活环境岛屿化、破碎化，可能限制某些动物进入它们习惯的繁殖区或季节性觅食区，使之不能更大范围的求偶和觅食，虽然对动物的生活习性产生一定的影响，但影响面积和数量有限，不会导致区域野生动物数量发生根本性改变。

（2）矿山开采对野生动物影响预测分析

矿山正常生产期间，矿区施工机械、施工人员活动及运输车辆等会对现有动物的栖

息生活环境产生扰动，对各类动物产生不同程度的影响；也会对矿区动物的栖息、繁衍产生局部影响，可能造成动物的脱离或搬迁，使它们移居到周围干扰较小的地区，并在新的环境中适应和生存。

矿山生产期间人为干扰如工作人员滥捕乱猎等现象的出现，将直接影响到这一地区的某些野生动物种群数量，这种影响通过加强对员工的宣传教育和管理可得到消除。但矿业活动对野生动物影响原已存在，未来矿业活动不会使区域野生动物物种数发生明显变化，其种群数量也不会发生明显变化。

依前述，由于受人类活动的影响，区域现有动物资源较为单一和匮乏，常见野生动物有田间青蛙、鼠、蛇及麻雀、燕子等各种常见的鸟类，未见珍稀动物。因此，矿山建设虽然破坏这些物种的生存条件，导致这些物种的迁移或数量减少，但影响面积和数量有限，对野生动物物种的影响有限。

3.5.2.3 矿业活动对生物多样性破坏的变化趋势

通过现场调查和咨询，辖区内的植被类型多为乔木、灌木，多是本区域及矿区附近分布较广较常见植被，未来矿山开采不会造成植被类型和植物物种的灭绝；由于矿区人为频繁、地表工程建设及未来采空区地面塌陷可能性存在等因素，会造成矿区植被的破坏和小型动物的迁徙，但是不会对区域动、植物的种类及数量造成大的不利影响；只要开发中注意及时利用当地植被物种复垦绿化生态修复，不会对当地及邻近地区植物种类的生存和繁衍造成严重影响，且矿区周边地区环境条件与矿山开采区域相同，野生动物可就近迁入周边地区继续生存繁衍。因此，对本区域内生物多样性不会产生大的影响，也不会引起物种的损失。

3.5.3 生物多样性破坏小结

综上，现状矿业活动对矿区范围及周边动植物影响轻微，在区域上对生物多样性无影响。预测未来矿山开采将在矿区及周边对植被、动物生境造成一定破坏，但在区域上对生物多样性影响较小。

表3.5-1 生物多样性破坏影响及趋势一览表

影响物类别	对植被造成破坏程度		对野生动物造成破坏程度		对生物多样性造成破坏程度	
	现状	趋势	现状	趋势	现状	趋势
矿山建设区	较小	较小	较小	较小	较小	较小
矿业开采	较小	较小	较小	较小	较小	较小

4 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

根据对矿区生态环境现状调查和诊断结果，按照“边开采、边修复”的原则，综合矿山所在地的生态功能区划定位、《国土空间规划》中的土地用途管制、区域产业经济发展战略布局、特色产业经济及周边群众对矿山生态修复的诉求等多方面因素，以不破坏局部生态系统的功能为前提，按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，确定矿山生态保护修复工程部署思路。

根据《辰溪县国土空间总体规划（2021-2035 年）》县级行政区主体功能定位分布图，矿区位于重点生态功能区，未来的生态修复工程以武陵-雪峰山地区生态保护和生物多样性保护为主，提升水源涵养、水土保持、生物多样性等生态功能，加强生态空间管控，增强生态系统稳定性。

根据分析，优先考虑能带动周边土地价值升值空间大的修复方式。充分结合本矿山周围景观协调一致并征求属地意见，便民等意向，本次提出的生态保护修复思路。

4.1.1 生态保护工程部署思路

（1）为减少矿山废水排放对矿区水资源水生态的破坏，矿山应从源头控制地表水下渗矿井，并加强矿山废水处理与监测工程、地下水水质监测工程，确保矿区水资源水生态正常。

（2）为消除或减轻生物多样性破坏，一方面加强员工对生物多样性保护意识，杜绝工作人员、当地群众滥捕乱猎等人为干扰现象破坏矿区生态系统，另一方面在矿区设立野生动物栖息地与生态廊道、保护保育围栏与说明牌、警示牌等。

4.1.2 生态修复工程部署思路

4.1.2.1 损毁土地地区生态修复工程部署思路

（1）矿山地面建设设施工程区生态修复工程部署思路

生产期间：矿山工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路以绿化环境为主，种植绿篱、布置花坛、草坪等，绿化可铺设草坡、狗牙根草及观赏乔灌木，尽量选择常绿、抗尘、适合该区域种植的乡土树种。

闭采后：矿山公路留给当地村委使用，不需要复垦；矿山工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库完成林草植被生态修复、管护工程。

(2) 采空区地面变形区生态修复工程部署思路

生产期间，严格按《开发利用方案》充填采空区，加强对预测引发采空区地面变形区的监测工程；一旦发生采空区地面变形灾害，须设置警示牌和围栏对人们进行提醒，以防有人误入之中，酿成惨剧。

采空区地面变形稳定后，对发生采空区地面变形区内的水田利用地形条件进行治疗、填埋地裂缝；对于小的塌陷坑直接削高垫低、覆土回填，对于塌陷区内大量存在的地表裂缝进行土地平整、充填压实和覆盖耕植土，恢复地力。

(3) 矿山公路生态修复工程部署思路

闭采后，矿山公路当地村委使用，不需要复垦。

4.1.2.2 矿山地质灾害隐患消除工程部署思路

生产期间，安排采空区地面变形地质灾害巡查监测工程，彻底消除采空区地面变形地质灾害隐患。

4.1.2.3 监测和管护工程部署思路

(1) 生态环境监测工程部署思路

水生态质量监测工程部署思路：通过布设水质监测点对矿区地表水、地下水水质进行常规监测，以掌握矿区水生态质量发展趋势，并制订工程措施进行修复。

矿区土壤质量环境监测工程部署思路：设计主要是在矿区工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库场、废石堆周边水田旱地区布设土壤监测点，达到预防、消除矿山土地资源污染影响。

地质灾害隐患监测工程部署思路：主要开展矿区未来可能发生采空区地面变形地质灾害隐患监测工程。

矿区生物生态监测工程部署思路：主要开展对矿区植被生态生长势力、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等进行监测工程。

(2) 生态修复管护工程部署思路

聘请林业专业技术人员开展对林地生态修复复垦单元分别实施 3.0a 的生态修复管护工程，确保生态修复科学化、规范化、标准化的实现。

4.1.2.4 其他工程部署思路

闭坑后，对各井口采用浆砌块石的方式进行永久性封堵，防范安全事故发生，恢复自然生态环境。

4.2 保护修复措施与目标

4.2.1 保护修复目标

(1) 促进矿山企业按《矿山生态保护修复方案》开展生态环境保护与复垦工作，消除地质灾害安全隐患，使矿山地质环境得到保护，矿区生态环境得以改善。

(2) 定期监测，矿山废水做到达标排放。

(3) 灾害治理率达100%；对矿区可能存在的灾害隐患点定期监测、巡查及时消除安全隐患，对发生的灾害及时治理到位。

(4) 土地复垦率100%；矿山闭坑后对所有占用、破坏的土地及时复垦。

(5) 矿区生态环境保护方面能达标绿色矿山建设要求，能保持区域整体生态系统功能得到保护和修复。

4.2.2 保护修复措施

矿山生态保护修复措施主要有保护保育、自然恢复、人工辅助修复等。本次根据矿区生态问题诊断，结合自然恢复，采取改善物理环境，参照本地生态系统引入适宜物种，移除导致生态系统退化的物种等，采用中小强度的人工辅助措施，引导和促进生态系统逐步恢复。根据以上修复模式相关要求和主要做法：

(1) 矿山开采初期，在交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库场，设置野生动、植物保护宣传牌和防火警示牌，对盗采场（DC1-DC3）边坡进行复垦复绿，修建截排水沟工程及废水沉淀池。

(2) 矿山地下开采后，在采空区设置地质灾害监测点，对可能的地质灾害进行防治。

(3) 开采期间对矿山排水和生活废水进行处理、综合利用，设置水质监测点对地表水、地下水进行监测，使矿山废水达标排放。

(4) 开采期间在矿区工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库场周边水田旱地区布设土壤监测点，达到预防、消除矿山土地资源污染影响。

(5) 开采期间设置生物监测点，对矿区植被生态生长势力、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等进行监测。

(6) 矿山闭采后，全面复垦，工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库场复垦为林草地。

(7) 闭坑后，对各井口采用浆砌块石的方式进行永久性封堵，防范安全事故发生。

(8) 对于生态修复完毕的土地，开展3年的管护期，防止土地的退化。

4.3 生态保护修复工程及进度安排

保护修复措施主要有保护保育、自然恢复、人工辅助修复等。本矿山、盗采场(DC1-DC3)边坡、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路造成了土地资源的占损，以上区域无法采用保护保育、自然恢复的方式修复。本次设计采取人工辅助修复的方式进行，矿山基建期废水堆、盗采场边坡复垦为林地，未来矿山闭坑后工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库修复为林地，矿山公路土地使用类型为交通运输用地，未来矿山闭坑后可作为村级公路使用。

4.3.1 生态保护工程

本矿山区位条件不与“生态公益林”、各类“自然保护区”相邻，矿山后续矿业活动应严格控制矿山建设工程计划用地，保护建设场地以外的生态环境，禁止非建设的乱砍滥伐、毁损植被和猎捕行为。将生态保护理念贯穿至矿山开采全生命周期。

4.3.1.1 生物多样性保护

生物多样性是生态系统不可缺少的组成部分，保护野生动、植物是保护生态环境的重要内容。本次生态保护修复区内没有需重点保护的动植物，但矿山应在采矿权范围及其周围，进行生物监测、监视，采取以下有效措施保护动植物：

(1) 矿山应与林业部门配合在矿权范围内张贴项目区野生保护动植物宣传画及材料，提高施工人员的动植物保护意识，宣传保护生物多样性的重要性，不乱砍滥伐林木，不破坏使用林地范围以外的森林植被，不乱捕滥猎野生动物。

(2) 矿山在施工过程中如发现有珍稀野生植物要立即报地方林业主管部门，采取移

植等保护措施。

(3) 野生鸟类和兽类大多在清晨、黄昏或许多夜间外出觅食，正午是休息时间。矿山生产建设活动期间，要采取一定的降噪措施，减少施工噪音和频繁的人为活动，保护鸟类免受惊吓和干扰。

(4) 矿山在矿业开发活动中如发现有珍稀野生植物，需在林业部门的技术人员指导下，制订保护树种移植工程实施方案，进行精心策划和准确掌握保护植物移栽的配套技术以及加强移栽后的精心管理，确保保护植物的移栽成功。

(5) 森林防火措施。在矿山建设和生产期间，应在施工区周围竖立防火警示牌，划出禁火区域，严格护林防火制度，巡回检查，预防和杜绝森林火灾发生。

4.3.1.2 加强矿山生态保护修复的管理

将矿山的生态保护恢复工作落到实处，制定生态保护修复方案、实施计划和进度安排，安派专人负责生态恢复计划的落实，对生态恢复的效果及时进行检查。

4.3.1.3 宣传警示标牌工程

(1) 宣传、警示标牌类型

①野生动植物保护宣传牌

可在交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库，设置野生动、植物保护宣传牌。宣传的内容有：本区内野生动植物的种类、数量，生活习性、生长情况；禁止砍伐、捕猎的物种；保护措施。

②森林防火警示牌

在交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库设置森林防火警示牌。

□宣传警示牌的制作

大型标识、宣传牌本次设计采用轻质钢结构骨架，以价格实惠的喷绘图为主；每块制作费取市场价***。主要设计方案见大样插图 4.3-1。

表4.3-1 宣传、警示牌汇总表

序号	名称	位置	数量	年度
1	野生动、植物保护宣传牌	交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库	***	第1年
2	森林防火警示牌	交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库	***	
合计			***	

图4.3-1 宣传、警示牌设计大样图（单位：mm）

需要说明的是，除上表所列生态保育宣传牌、森林防火警示牌外，本方案另在沉淀池外围设置安全警示牌***（见 4.3.3.2 节表 4.3-12），计入生态修复工程费用，与本表不重复。

图4.3-2 生态保护修复工程部署图

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

开采时期未来矿山应严格按绿色矿山目标进行建设，场地空闲地绿化率 100%。该项景观工程未来矿山开展绿色矿山建设时会开展专项设计并进行建设，本次不进行专门设计。但矿山闭坑后仍需进行生态修复。生产期间矿山公路区景观工程，主要是沿公路两侧设立绿化带。

闭坑后矿区景观修复工程主要是工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库的景观修复。应遵守生态优先、因地制宜、就地取材的原则，强调“自然的植物群落”“与周边环境和谐共生”，主要是采取覆土土壤重构、修坡平整等对地形景观改造，后开展植被重构工程，恢复植被，营造与周边和谐的景观。另外针对矿区内地形挖损破坏严重地段，场地起伏过大，需对该类场地进行修整后方可进行下一步生态修复工作。而闭坑后工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库的景观修复将在“土地复垦与生态多样性修复工程”中一同阐述，不进行专项设计。

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性修复工程

前文已进行了分析，矿山的地面建设对当地的生物多样性不造成影响，因此恢复植被或自然景观是未来土地复垦与生物多样性修复的主要目的。

(1) 复垦方向的选择

矿山复垦单元共有 6 个，即盗采场边坡、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库及矿山道路。

①根据矿山所在地的自然、交通条件分析土地的复垦方向

根据自然、交通条件等因素分析，基本可以确定，盗采场边坡、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库未来土地复垦方向以林地（林间种草）为宜，矿山道路部分作为林间道路保留。这符合因地制宜的原则。

□根据当地居民的意见确定复垦方向

本次现场调查收集了当地居民的意见，大家基本一致认为盗采场边坡、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库未来复垦为林地、草地比较适宜。

③复垦单元复垦适当性评价

参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》确定本次复垦土地的适宜性评价等级标

准，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，分别定为：1 级（适宜）、2 级（较适宜）、3 级（不适宜）、4 级（难利用）。

评价因子的选择考虑对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能够通过因子指标值的变动决定土地的适宜状况。评价因子选择的原则：1) 差异性原则；2) 综合性原则；3) 主导性原则；4) 定量和定性相结合的原则；5) 可操作性原则。

结合矿山的实际情况和对土地破坏预测的结果，确定评价单元的适宜性指标。所选评价因子有：坡度、地表物质组成、灌溉条件、土源保证率、土壤有机质含量、交通条件。

表4.3-2 矿山土地复垦主要评价因子及等级标准

评价因子及权重	指标	草地等级	林地等级	园地等级	旱地等级	水田等级
地形坡度 (°) 权重 (0.20)	<5	1	1	1	1	1
	5—25	1	1	1	1	2
	25—45	2	2	2	3	4
	>45	4	3	3	4	4
地表物质组成 权重 (0.15)	壤土	1	1	1	1	1
	砂壤土	1	1	1	1	2
	岩土混合物	2	2	2	3	4
	砂土、砾质	3	3	3	3	4
灌溉条件权重 (0.20)	有稳定灌溉条件	1	1	1	1	1
	灌溉水源保证一般	1	1	1	1	2
	灌溉水源保证差	2	2	2	2	3
	无灌溉水源	2	2	2	2	4
土源保证率 (%) 权重 (0.15)	80—100	1	1	1	1	2
	60—80	1	1	1	1	3
	40—60	1	2	2	2	4
	<40	2	3	3	3	4
土壤有机质 (g·kg ⁻¹) 权重 (0.10)	>10	1	1	1	1	1
	10—6	1	1	1	2	2
	6—2	1	2	2	3	3
	<2	3	3	3	4	4
交通条件 (m) 权重 (0.20)	<500	1	1	1	1	1
	500~1000	1	1	1	2	2
	1000~5000	2	2	2	3	3
	>5000	2	2	2	3	3

依据实地调查结果，矿区土地复垦适宜性评价单元的土地质量状况见下表。

表4.3-3 复垦土地评价单元土地质量状况及评价因子适宜性评价结果表

评价因子评价单元	地形坡度 (°)	地表组成物质	灌溉条件	土源保证率 (%)	土壤有机质含量 (g·kg ⁻¹)	交通距离 (m)
----------	----------	--------	------	-----------	-------------------------------	----------

盗采场 边坡	土地质量状况		>45	砂壤土	灌溉水源 保证一般	60-80	6-2	<500
	适宜等级	林草地	4	1	1	1	2	***
	综合等级	林草地	***					
工业广场	土地质量状况		5—25	砂壤土	灌溉水源 保证一般	60-80	6-2	<500
	适宜等级	林草地	1	1	1	1	2	***
	综合等级	林草地	***					
储矿坪	土地质量状况		5—25	砂壤土	灌溉水源 保证一般	60-80	6-2	<500
	适宜等级	林草地	1	1	1	1	2	***
	综合等级	林草地	***					
水洗粗 选厂	土地质量状况		5—25	砂壤土	灌溉水源 保证差	60-80	6-2	<500
	适宜等级	林草地	1	1	2	1	2	***
	综合等级	林草地	***					
尾矿库	土地质量状况		5—25	砂壤土	有稳定灌 溉条件	60-80	6-2	<500
	适宜等级	林草地	1	1	1	1	2	***
	综合等级	林草地	***					

综上所述，本方案设计未来矿山闭坑后矿山公路保留作为村道及林间道路使用，盗采场边坡、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库均复垦为林草地（林间为草地）。

表4.3-4 矿区各单元复垦方向说明表（单位：hm²）

场地名称	拟复垦面积 (hm ²)	复垦方向	面积 (hm ²)	备注
DC1边坡	***	林地、草地	***	投影面积
DC2边坡	***	林地、草地	***	投影面积
DC3边坡	***	林地、草地	***	投影面积
工业广场	***	林地、草地	***	
储矿坪	***	林地、草地	***	
水洗粗选厂	***	林地、草地	***	
尾矿库	***	林地、草地	***	
合计	***	—	***	

(2) 矿山土地复垦质量要求

依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），以及拟设矿区地质开采条件，依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目的土地拟复垦质量要求如下：

- ①复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- ②复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- ③不同的破坏类型标准应不一样；
- ④保存原有地表表层土壤。单独剥离，单独贮存，应充分利用原有表土为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；
- ⑤复垦场地要有满足要求的排水设施；
- ⑥复垦场地有控制水土流失的措施；
- ⑦复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；
- ⑧复垦场地的道路、交通干线布置合理；
- ⑨用于覆盖的材料应当无毒无害。材料如含有有害成分应事先进行处理，必要时应设置隔离层后再复垦。

(3) 土地的复垦标准

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

表 4.3-5 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	国家控制标准	项目区控制标准
林地	有林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	≥50
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.5	≤1.5
			土壤质地	砂土至壤质粘土	砂土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤50	≤20
			pH值	5.0~8.0	5.5~8.0
			有机质/%	≥1	≥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	≥0.35，多年后 ≥0.75
草地	其他草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥20	≥30
			土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45	≤1.45
			土壤质地	砂土至壤质粘土	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤50	≤15

复垦方向		指标类型	基本指标	国家控制标准	项目区控制标准
			pH值	5.0~8.0	5.5~8.0
			有机质/%	≥1	≥1
		配套设施	灌溉	达到当地本行业工程建设标准要求	
			道路		
		生产力水平	覆盖率/%	≥40	≥50
			产量/（kg/hm ² ）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平	
根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》表D.7					

(4) 土源供需平衡分析

表土供需平衡分析：根据生态修复思路及目标，工业广场、储矿坪、水洗粗选厂下部表土未损失，复垦时不需覆土，只需拆除地面建筑物及硬化层，将建筑垃圾清除干净并平整场地加以翻耕、培肥即可进行复垦；盗采场边坡无法进行覆土，复绿时种植爬藤植物；尾矿库无法直接种植植被，复垦时需要覆土；矿山公路在闭采后不纳入生态修复复垦范围。

根据公式“表土覆盖量=表土需求量=覆盖面积×表土厚度”，综合确定林地复垦区设计覆土厚度为***。

本次设计表土需求量见下表。

表4.3-6 表土需求量表

场地名称	占地面积 /hm ²	复垦面积 /hm ²	覆土面积 /hm ²	覆土厚度/m	需土方量/万 m ³	复垦方向	备注
尾矿库	***	***	***	***	***	林地、草地	

经计算可知，矿山复垦工程需土量为 0.2353 万 m³。矿山为侵蚀丘陵地貌，地势起伏一般，风化强烈，地表土壤厚度一般大于***。工业广场、储矿坪、矿山公路修建时可以剥离一定的土壤用于修复废石堆；水洗粗选厂占地面积大，与尾矿库距离近，未来拆除硬化物后可直接剥离一定厚度表土用于尾矿库的复垦，具体分析见表 4.3-7。

表4.3-7 土源供需计算表

表土需求量 (m ³)	取土场地名称	可取土区的面积 (hm ²)
***	水洗粗选厂	***

综上所述，矿山有充足土方可供利用，不需单独设计取土场，也不需外购客土。

(5) 各修复单元土壤理化性质分析

依据矿区土壤背景条件（见 2.1.2 节），矿区所处区域土壤属中亚热带气候区黄红壤，成土母质为碎屑岩、碳酸盐岩等风化残坡物，土壤呈中性反应（***左右），风化淋溶系数 0.17，有机碳密度均值***/m²、全氮密度均值***/m²，土壤物理性较好、疏松易耕，

土壤养分一般。前期勘查对各修复单元开展了土壤剖面观察与取样分析，各修复单元土层厚度及土壤养分状况见表 4.3-8。

表4.3-8 各修复单元土壤理化性质一览表

修复单元	土层厚度(m)	pH	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	全磷(g/kg)	全钾(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
工业广场	***	***	***	***	***	***	***	***	***
储矿坪	***	***	***	***	***	***	***	***	***
水洗粗选厂	***	***	***	***	***	***	***	***	***
尾矿库	***	***	***	***	***	***	***	***	***

(6) 水资源平衡分析

生态保护修复区属亚热带季风区气候，冬寒夏暖，春温秋凉，四季分明，雨量充沛。据辰溪县气象局资料：1976 年～2025 年历年平均年降雨量 1397mm，历年年均蒸发量 1303.1mm，一般年蒸发量小于降雨量，另外矿区周边还有金坪小溪，在干旱期可作为补充水源，能够满足复垦水源要求。

(7) 复垦植被的选择

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。乔木树种选择杉木、马尾松、柏木、樟树等本土树种，灌木树种选择紫穗槐、映山红、胡枝子等。草种选择黑麦草、狗芽根和三叶草等。应根据各复垦地段的日照时长、土壤等特征进行组合，常绿和落叶乔灌木搭配，满足多样性需要。

②苗木规格：乔木规格宜为地径 2-5cm 或高度***以上，灌木的冠径宜在 40cm 以上。藤本植物栽植的苗木质量要求应选用移栽 3 年生以上、含有 3 个侧枝以上且须根系发达的控根容器苗。

③初始种植密度：植树间距为***×***。

④树坑规程：长、宽、深 均为***，每穴施复合肥***。

(7) 复垦工程设计

①工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库复垦

复垦工程包括工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库，复垦方向为林（草）地，工业广场复垦面积***，储矿坪复垦面积***，水洗粗选厂复垦面积***，尾矿库复垦面积***。复垦工程包括：拆除建筑物及清除建筑垃圾、覆土、推平、场地平整、翻耕、植被

恢复。

A.拆除建筑物及清除建筑垃圾

工业广场、储矿坪、水洗粗选厂设计建有机房，且地面硬化；复垦工程开始时，需要将建筑物拆除和垃圾清理干净、地表硬化物进行清除，复垦面积***。可采用挖掘机或人工对场地 6-15cm 硬化物地面清除，场区地表需要清除的硬化物每平方米约有***，构筑物每平方米约***，合计每平方米拆除量为***，共计拆除量***，渣土清运量***，垃圾外运至附近的井巷回填，多余的硬化物可回填至井下采空区。

尾矿库不需拆除建筑物。

B.覆土、推平、平整、翻耕、培肥工程

工业广场、储矿坪、水洗粗选厂在硬化物拆（清）除工程结束后，需对复垦的区域进行土地平整，并按造林设计开挖植树穴（不进行全部翻耕）；对无草本分布的区域进行行状浅耙（深 5~10cm、带宽 50cm、间隔***），便于撒播草种。

尾矿库复垦区域覆土厚度***，覆土工程量为***×***=***，在其覆土工程结束后，需对本区域进行推平、平整、翻耕、培肥。

C.植被恢复

根据本项目区及区域生态植物生长情况，恢复林地按照乔木搭配灌木树种，乔灌比为 1:1，采用坑栽，乔木选择柏木、杉木、马尾松，按 4:3:***状混交，株行距按***×***，穴规格为 50cm×50cm×50cm，每穴施复合肥***，柏木苗高 50cm、地径 0.3cm 以上、马尾松带 15cm 土球苗高***、地径 0.7cm 以上，杉木裸根苗高***、地径 0.9cm 以上。灌木选择紫穗槐、映山红，按 5:5 种植，灌木的冠径宜在 40cm 以上，穴规格为 50cm×50cm×50cm，每穴施复合肥***。草种选择多年生黑麦草、狗芽根和三叶草，采用穴播，穴播间距 20cm×20cm（约***/m²），播种量按面积计每平方米分别 3.0g、1.5g、1.5g（折合每穴分别约 0.12g、0.06g、0.06g）。造林时间一般为春季。植苗造林根据“三埋一提三踩”原则，要做到栽紧踏实。

表4.3-8 矿区土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	工业广场	储矿坪	水洗粗选厂	尾矿库
占地面积 (hm ²)	***	***	***	***
复垦面积 (hm ²)	***	***	***	***
硬化物拆除 (万m ³)	***	***	***	***
硬化物运移 (万m ³)	***	***	***	***
覆土 (万m ³)	***	***	***	***

推平 (万m ³)		***	***	***	***
平整、翻耕、培肥 (hm ²)		***	***	***	***
种植乔木(棵)	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***
种植灌木(棵)	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***
种草 (g)	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***
	***	***	***	***	***
复合肥 (kg)		***	***	***	***

图4.3-3 矿区植被恢复示意图

图43-4 种树方案平面示意图

②盗采场边坡复垦

边坡危岩削顶和清理危岩后（见地质灾害防治章节），在边坡底部以品字形开挖两排岩穴种植藤本，藤穴间距***，深度***。底部种植上爬藤植物+顶部种植下爬藤植物方式进行复绿。上攀采用爬山虎、络石、葛藤，下盘采用常青油麻藤、五叶地锦、凌霄、葛藤，藤本苗木规格质量：应选用移栽3年生以上、含有3个侧枝以上且须根系发达的控根容器苗。按要求种植，植苗造林，根据“三埋一提三踩”的原则，要做到栽紧踏实。在边坡坡顶和坡脚种植爬藤类植物，共***，间距***/株，共***。

表4.3-9 采坑斜坡土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	种植藤蔓工程	
	长度（m）	藤类植物（株）
采坑斜坡	***	***

图4.3-5 盗采场边坡复垦示意图

图4.3-6 土地复垦工程部署图

4.3.2.3 水生态水资源修复工程

为有效防控矿山开采产生的生产废水与淋滤水对矿区周边土石环境及水生态系统造成污染，在盗采场、废石堆、工业广场、储矿场、水洗粗选厂及尾矿库上下游区域分别布设截排水设施，各类废水经统一收集后汇入矿山排水系统，最终排入沉砂池进行处理。

(1) 截排水工程

在盗采场、废石堆、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库上游、下游设计 M7.5 浆砌石截排洪沟。

①洪峰量确定

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

$$Q = 0.278 \times k \times i \times F$$

式中：Q——最大洪水洪峰流量（P=10%），m³/s；

k——径流系数，根据水文资料确定，取 0.65；

i——最大 1h 降雨强度（P=10%），取 75mm/h；

F——集水面积，本次验证取废石堆场最大汇水面积，从地形图上量得金坪磷矿矿区场地上游最大山坡集水面积***。

经校核验算，矿区最大排洪流量 Q=***s

②排水沟最大排洪流量的确定

截排水沟采用梯形断面，断面尺寸按明渠均匀流公式计算考虑安全超高（***），

设计排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量（m³/s）；

A 为渠道过水断面面积（m²）；

R 为水力半径（m）；R=A/X X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数，C=n⁻¹R^{1/6}，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.022；

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 Q=***s，满足排水沟“水域”的最大汇水面积的排洪需求。

③排水沟确定

设计采用 M7.5 水泥砂浆浆砌石结构，1:3 水泥浆抹面，抹面厚 20mm，每***设置一条伸缩缝，伸缩缝宽 10mm，材质为 1:3 沥青砂浆。弃土用于矿山基建、公路修铺等。具体参数如下图。工程量统计见下表。

图4.3-7 浆砌石排水沟设计示意图（单位：mm）

④截排水沟工程量

表4.3-10 截排水沟工程量统计表

工程内容	长度	挖方工程	浆砌石量	砂浆抹面	伸缩缝	弃方
排水沟	***	***	***	***	***	***

(2) 沉淀池

为了对矿山开采产生的生产废水与淋滤水进行处理，在废石堆（FS1-FS5）、工业广场、水洗粗选厂、尾矿库下游及北平硐和南平硐口处各修建沉淀池 1 座，共 10 座沉淀池，沉淀达标后排放，沉淀池进水口与排水沟相衔接，淋滤水经沉淀达到标准后排入排水管网。

本次设计的沉淀池单池内净尺寸为***×***×***，池内分两级沉淀，有效容积***。池顶标高高出周边地面***，池底***，防止地表径流灌入，满足最大排水量的需求。矿山应对沉淀池排放水水质定期分析、监测，确保沉淀池排出水体各项指数均应符合《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）表中农田灌溉水质基本控制项目限值。沉淀池及排水沟应定期清淤、疏通，淤泥应由专业清淤公司进行处置，其费用在下节地质灾害预留中说明。

沉淀池分为两级沉淀，池内设***厚浆砌石隔墙一道，将池体分为一级沉淀池与二级沉淀池。隔墙底部错开设置过水孔洞，一级端孔洞底***，二级端孔洞底***，形成低进高出的折流式流态，有效避免短流，提高沉淀效率。

池体为块石衬砌，1:3 防水砂浆抹面，平面厚 20mm，立面厚 30mm。池壁厚***，基础宽***、高***，现浇 C25 混凝土底板厚***，底板下设 C15 混凝土垫层厚***，每边外伸***。沉淀池外***处做防护栏，护栏长度为（***+1+***+1）×2=***。沉淀池工程量统计见下表。

表4.3-11 沉淀池工程量统计表

工程名称	挖方（m³）	回填（m³）	弃方（m³）	浆砌石（m³）	垫层（m³）	抹面（m²）		防护栏（m）
						立面	平面	
沉淀池	***	***	***	***	***	***	***	***

图 4.3-8 沉淀池平面图、剖面图

图4.3-9 矿区水资源水生态修复工程部署图

4.3.3 地灾安全隐患消除工程

4.3.3.1 露采场地质灾害防治工程

为消除盗采场边坡崩塌、掉块隐患，本次设计对矿区全部盗采场边坡采取“坡顶削顶减载 + 坡面危岩清理”综合治理措施。重点清除坡顶不稳定岩体及坡面危岩、浮石，使边坡达到稳定状态，为后续爬藤植物绿化提供良好条件。

具体处理范围如下：

DC1 采场：边坡长度 ***，边坡高约 ***；

DC2 采场：边坡长度 ***，边坡高约 ***；

DC3 采场：边坡长度 ***，边坡高约 ***。

对 DC1、DC2、DC3 三个采场边坡坡顶外缘不稳定岩体进行削顶减载，消除坡顶伞檐、探头石，降低坡顶荷载，削顶后形成平顺的安全平台。

采场	边坡长度 (m)	削顶宽度 (m)	削顶厚度 (m)	削顶方量 (m³)
DC1	140	***	***	280
DC2	***	***	***	***
DC3	***	***	***	***
合计	***	***	***	***

对三个采场裸露边坡上的危岩体、探头石、伞檐、张裂隙岩块及风化浮石进行全面清理，处理坡面面积约 ***，按破碎岩块平均厚度 *** 计，清理方量约 ***。

危岩清理及坡面平整完成后，坡面达到无危岩、无浮石、坡面平顺的稳定状态，为后续爬藤植物绿化提供良好附着条件。

4.3.3.2 地面变形区防治工程

随着工作面推进，采空区地表将形成动态的裂缝带，裂缝区不利于土地的保墒（土壤湿度），水分和养分均随着裂缝宽度、深度而产生不同程度的流失。因此，在沉陷过程中需采取及时的裂缝填充措施。方案制订的裂缝充填工程技术方法及要求如下：

①轻微裂缝（宽度小于 100mm）、中等裂缝（宽度 100~300mm）可直接用土填充，充填技术方法及要求为：在裂缝附近上坡方向选定无毒害、无污染的黄土，用机械或人

工挖土方取土，用机动车或人力车装运至充填地点附近堆放；由堆放点用机动车或手推车取土对地裂缝进行填充，在充填部位覆盖耕层土壤，对还为稳定的沉陷区域，应略比周围地面高出 5~10cm，待其稳定沉实后可与周围地面基本齐平；在充填裂缝距地表***左右时，每隔***左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐；在裂缝充填时可采用其他区域具有养分的黄土层进行覆盖以便于种草，充填的黄土层应略比周围地面高出 5~10cm，使其沉实后与周围地面齐平。

②严重裂缝（宽度大于 300mm）区域需先填入片石或废石块，再将裂缝两侧表土填入，片石充填裂缝的具体流程为：先沿着地表裂缝剥离表土，剥离宽度为裂缝两侧各***，剥离土层就近堆放在裂缝两侧，剥离厚度为表层土壤厚度，平均为***；充填裂缝、平整土地，可用小平车或小推车向裂缝中倒片石，当充填高度距地表***左右时，应开始用木杆做第一次捣实，然后每充填 40cm 左右捣实一次，直到略低于原地表，再将之前剥离的表土覆于其上，应高出地面***。

③地裂缝填埋可就近取土进行塌陷坑、地裂缝的填埋、整平，保证其自然排水通畅。

由于地裂缝尚未发生，仅为预测可能，工程费用预留金 40 万。

4.3.3.3 其它地质灾害隐患消除工程

(1) 工业广场处沉淀池周围设置防护网围栏和警示牌：

前文已述，未来矿山修建的沉淀池需在外围修建一圈安全围栏，并设置警示牌。

在沉淀池外侧选择某一起点埋设***水泥桩，水泥桩规格为***×***×***，每隔***间距布设***，地下***，地上***，依次埋设；然后，在水泥桩外侧围设钢丝金属网，钢丝规格为 Φ2.50mm、网孔规格为 25mm×50mm，并将钢丝网固定在埋好的水泥桩上，最终使钢丝网首尾相接，总长度约***。

在沉淀池围栏外设置***警示牌，警示牌的构架主要由***固定在地表的金属管和一面矩形铁皮构成，其中金属管长度***，铁皮边长为：***×***（矩形），厚***；警示牌板面用油漆绘制提醒标语和警示符号。要求警示效果明显，并具备一定的抗风能力。按照设计沉淀池的周长预估工程量。

图4.3-10 警示牌示意图

图4.3-11 设计网围栏示意

表4.3-13 地灾安全隐患消除工程量

工程或费用名称	单位	工程量	备注
设置网围栏	m	***	拟建8座
设置警示牌	块	***	拟建8座

(2) 挡墙工程

①设计参数

为了维持废石堆的稳定，在***下方设计重力式挡墙。本次设计在 FS1-FS 废石堆下方设计重力式挡墙***。

挡墙墙高 $h=***$ ，墙背垂直，墙后废石倾角 30° ，废石重度 20kN/m^3 ，内摩擦角 36° ，基础摩擦系数***，地基承载力 180kPa （参数的选择结合矿山已有工程资料与非煤露天矿边坡工程技术规范 GB51016-2014 确定）。

②断面尺寸

利用理正岩土软件进行设计计算并验算，对挡墙进行设计，并对其稳定性参数进行验算。

挡墙墙身尺寸为：墙身高***，墙顶宽***，底宽***，墙面倾斜坡度 1:0.20，墙背垂直，不设扩展墙趾台阶，墙底水平，挡墙长***。墙基高***，墙基宽***。设计废石分 1 级台阶，坡面线为 2 段，数据如下：

坡面线段数：2：

坡面线段数：2

表 4.3-14 坡面线参数

折线序号	水平投影长 (m)	竖向投影长 (m)	换算土柱数
1	***	***	***
2	***	***	***

经计算和验算：

滑移验算满足： $K_c=***>***$

倾覆验算满足： $K_0=***>***$

注：根据非煤露天矿边坡工程技术规范 GB51016-2014 重力式挡墙抗滑动稳定系数 K_c 不应小于 1.3，抗倾覆稳定系数 K_0 不应小于 1.5。

作用于基底的合力偏心距验算满足： $e=***\leq***=***$ (m)

地基承载力验算满足：最大压应力 $\approx 72\leq 180.000$ (kPa)

截面上偏心距验算满足： $e_1=***\leq***=***$ (m)

压应力验算满足：计算值 $\approx 72\leq 2100.000$ (kPa)

剪应力验算满足：计算值 $\approx 3.5\leq 110.000$ (kPa)

经计算和验算，挡墙设计合理，挡墙设计尺寸见图 4.3-12。

挡墙每隔***设 2cm 宽伸缩缝，缝内填塞沥青玛蹄脂油膏，沿内面和顶面填塞；在距地面***处设计一 PVC 排水孔，孔径***，孔距***。

□反滤层设计

为保障挡墙长期稳定运行，防止墙后废石细颗粒随地下水流失，同时确保墙后积水顺畅排出、降低墙背水压力，在挡墙背面（临废石侧）全高范围设置反滤层。

反滤层构造（自墙背向外），紧贴墙背铺设 400g/m²土工布一层；中层铺设 150mm 厚 5~20mm 级配碎石；外层铺设 150mm 厚 20~40mm 砾石。反滤层总厚度 300mm，与墙背排水孔（ $\phi 50@***$ ）对应布置，排水孔孔口外包***x***碎石反滤包，确保反滤层与排水系统协同工作。

图 4.3-12 废石堆挡墙工程平面、剖面图

③挡石墙工程量

表 4.3-15 挡石墙工程量统计表

工程单元	分项工程名称	工程量计算公式	计算单位	工程量
挡土墙	长度	—	m	300

挖方量	$[(0.55+1.25) \div ***+***] \times 300$	m ³	***
砌筑浆砌石-墙基	$*** \times 300$	m ³	***
砌筑浆砌石-墙身	$(0.55+1.00) \div *** \times 300$	m ³	***
砂浆抹面	***	m ²	***
伸缩缝	$[(0.55+1.00) \div ***+***] \times 30$	m ²	***
PVC 管安装	***	m	***
反滤层	***	m ²	***
弃方	同挖方	m ³	***

4.3.3.4 地质灾害预防工程

主要为对已建工程维护（如已建排水沟、沉淀池、护栏等，如有破损须及时补修，沉淀池及排水沟定期清淤、疏通），废水处理，生产期间工业广场内部临时性排水工程、地表水漏失。其中已建工程维护按***/年进行预留，废水处理按***/年预留（除磷药剂和污泥处置），工业广场内部临时性排水工程按***/年进行预留，总计按***/年进行预留，矿山服务年限为2年，故本方案预留经费***。

说明：已建工程维护包括已建工程修补***万/年；沉淀池清淤按***/m³，矿山本次设计8座沉淀池，每年淤泥厚按***计，每年汛期前后各清淤***，年清淤量为*** $\times$ *** $\times$ 2=***，需预留***=***；排水沟疏通按***/m 计，本次设计修建截排水沟长***，已修复排水沟***，需预留***=***；故已建工程预留为***+***+***=6万/年。

4.3.3.5 地质灾害预留费用

综上，地质灾害防治预留经费***（包括地面变形区防治***，地质灾害预防工程预留金***）。

图4.3-13 矿区地灾安全隐患消除工程部署图

4.3.4 监测和管护工程

本次预测未来矿山存在引发采空区地面变形地质灾害的可能性中等，且地质灾害具有不确定性特点，后期需开展地质灾害监测工程；已修复工程需监测管护；另外为保护当地的生态环境，矿山应开展废水监测工程、植被监测工程；对于现状和未来的复垦区域还应开展管护。

4.3.4.1 地质灾害监测工程

(1) 监测对象：采空区潜在可能产生地面变形的区域。

(2) 监测方法：本方案拟选取地质宏观巡视法为主，由矿山派专人对可能受影响的区域进行经常性巡查和调查，采用简易观测手段及时反馈情况。

(3) 房屋观测点的设置和观测手段：砖混或砖木结构建筑物观测点一般布设在建筑物转角、纵横墙连接处、承重墙和窗间墙的勒角部位、变形缝和补偿沟的两侧、新旧房屋连接处等，建筑物每一侧测点的个数至少应不少于 3 个，点间距为***。为便于比较，与建筑物测点相对应的地表处也应设置观测点，并与墙体相距约***。对于底面积较小高度较大的建筑物，可在建筑物的顶部设置观测标志，以观测其偏斜程度。

建筑物测点相对位移监测一般采用人工粘贴纸条、带尺长度计、千分表长度计进行测量和观测。

(4) 监测频率：矿山正常生产应每天对可能产生地面变形的区域进行巡查，每 15 天进行一次定量监测，如异常变化剧烈时应增加观测次数，可增至每日一次。巡查期为方案适用年限 7 年，全年连续开展。

(5) 险情警报：当有异常出现、判定确定为险情时，应及时向险情警报系统上报。监测工程量每月***，一年***，方案适用年限 7 年内连续监测，共***。

表4.3-16 地质灾害监测工程量表

分项工程	技术手段	单位	工程量	备注
地质灾害监测工程	区域进行巡查	月	***	***
	定量监测	次	***	***×7

4.3.4.2 地表水监测工程

矿山应对沉淀池排放水水质定期分析、监测，确保开采安全和达标排放。水质分析应按当地环保部门的要求进行，监测点布置在沉淀池排水口和金坪溪上下游。监测内容

至少应包括 pH 值、悬浮物、石油类、化学需氧量、总磷、汞、六价铬、砷、镉、铅、铜、铁、锰等。地表水监测期限与方案适用年限一致（7 年）。地表水体各项指数均应符合《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）表 1 中的控制项目限值。设计监测频率为一季度一次。监测点***，分别布置在拟建沉淀池的排水口，监测直至矿山闭坑。

表4.3-17 地表水监测工程量表

分项工程	技术手段	单位	工程量	备注
地表水监测工程	取样分析	次	***	***

4.3.4.3 地下水监测

（1）监测方法及内容：由矿山企业进行监测或委托有资质的单位专业人员对矿区及周边地下水水质进行监测，监测项目为《地下水环境质量标准》(GB/T 1555.708-2017)所列项目（包括pH值、总磷、总氮、氟化物、硫、砷、硒、汞、镉等）。

（2）监测点设置：金坪村居民水井、项目北部矿井井下涌水。

（3）监测频率：全年采样检测次数不少于***，采样时间为丰水期、枯水期和平水期，平水期***，其他时期***。

表4.3-18 地下水水质监测工程量表

监测区域	监测点（处）	监测年数（a）	监测频率（次/点·a）	工程量（次）
周边井泉	***	***	***	***

4.3.4.4 土壤监测工程

（1）工程设计：根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T66—2004 2004.12.09），方案对矿区土壤环境质量进行常规监测，以掌握土壤环境变化。

（2）监测点：因本矿区工业广场、水洗粗选厂、尾矿库周边最易发生污染，为监测工业广场、水洗粗选厂、尾矿库周边的土壤环境，本次废石堆、工业广场、水洗粗选厂、尾矿库，各设计土壤监测点1个。

表4.3-19 土壤监测点位设置

类型	采样点位	监测因子
土壤	工业广场	pH、Pb、Zn、Ni、As、Cd、氟化物、总磷
	水洗粗选厂	
	尾矿库	

（3）监测频率：监测频率为***/年，监测应符合《土壤环境监测技术规范》要求。

（4）监测项目：土壤分析应按当地环保部门的要求进行，取样分析参考标准为《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）。为强化风险管控，在常规监测基础上补充以下举措：①监测因子在 pH、Pb、Zn、Ni、As 基础上增列

Cd、Hg、Cr、Cu、氟化物、总磷，重点跟踪 Cd、As 变化；②监测点位覆盖现状 Cd、As 超管制值区域及各复垦单元，按分单元布设固定监测点；③监测频率由***/年提高至***/半年（丰水期、枯水期各***），如出现 Cd、As 显著升高，加密至***/季度；④复垦时采用***覆土隔绝高背景土层，复垦方向为林（草）地、不种植食用农产品，避免重金属经食物链传递；⑤若后续监测显示 Cd、As 含量进一步升高或超管制值范围扩大，应依据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2）开展专项调查与风险管控。

（5）监测时间：土壤监测工作应监测至生态修复项目结束为止，本方案适用年限为7年，土壤监测期限与适用年限一致（7年）（若生态修复工作完毕后仍未达标，则继续进行监测）。

（6）工程量测算（如表4.3-19）：

表4.3-20 土壤监测工程量测算表

工程内容	分项工程名称	单位	工程量	备注
土壤监测	监测	次	***	***

4.3.4.5 生物监测工程

区内生物常态监测：为实时掌握植被发育、动物生存情况，区内拟设置3个监测点，较均匀布设于地势较高处，监测频率为***/年。

生物恢复监测：为监测生态修复工程自然修复的植被恢复情况，科学选择与布局植被监测样点，具体如下：□样点布设原则——按复垦单元（废石堆FS1~FS5、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库）分单元布设，兼顾林地立地条件与地形部位（坡上、坡中、坡脚）差异，使监测样点具有代表性；□样点布设方法——采用典型抽样法，在各复垦单元内按“梅花形”或“对角线”方式布设固定监测样方，其中乔木样方规格***×***、灌木样方***×***、草本样方***×***，每个复垦单元布设固定监测样方***（含乔木、灌木、草本样方各1个），全区共布设生物恢复监测点***；□监测内容与指标——主要监测林地上树草种的数量、密度、高度、地径、多度，以及植被存活率、郁闭度、盖度、生物量等指标；□监测频次与周期——监测周期为复垦完工后3年，每年监测***（生长旺季7~8月），并对周边动物生存情况进行同步监测。

表4.3-21 生物监测工程量测算表

工程内容	分项工程名称	工程计算式	单位	工程量	实施时间
常态监测	监测	***	次	***	***
恢复监测	监测	***×4	次	***	***

4.3.4.6 管护工程

(1) 管护对象

主要针对的对象为复垦方向为林地。

(2) 管护时间

闭坑后一年内完成破坏区的复垦。各复垦地块的管护期均为 3 年。

(3) 管护措施

林地管护包括浇水养护、追施肥料、病虫害防治等，具体措施如下：

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 *** 以上，不松土，并进行苗木扶正，适当培土。第 2、3 年，每年抚育 ***，并对周边进行松土除草、培土等。

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 ***，每次追肥 $***/\text{hm}^2$ 。

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 $1/3 \sim 1/2$ 等（即林冠枝下高，不超过全高的 $1/3$ 或 $1/2$ ）。

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止扩散，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管护期间注意防牛、羊破坏。

④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。

⑤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。

本次设计复垦管护总面积为***，其中***废石堆复绿管护面积***，新增复绿管护面积***。林地管护工程按照每年每平方米1.50/元计算，矿山监测和管护工程量见下表4.3-22，年度安排见表4.3-25。

表4.3-22 矿山监测及管护工程量表

矿山地质环境监 测工程	工程类别	单位	工程量
地质灾害监测	地质灾害人工巡查监测	月	***
	定量监测	次	***
水质监测	地表水监测	次	***
	地下水监测	次	***
土壤监测	土壤化验、分析	次	***
生物监测	常态监测	次	***
	恢复监测—人工巡查	次	***
管护工程	林地	hm ²	***

图4.3-14 矿区监测工程部署图

4.3.5 其它工程

生产结束后对井口实施封堵，井巷全部为斜井，采用废弃矸石封堵，封堵厚度为***，井口采用砌石筑挡墙（预留泄水孔，孔径 $\Phi 400\text{mm}$ ），并水泥砂浆抹面，砌筑挡墙厚度为***。本矿山共涉及 6 个井口。根据矿方提供的各井口的尺寸如下：

图4.3-15 坑口封堵工程平面图、剖面图

图4.3-16 坑口充填工程剖面图

需对井口进行封闭，采用块石进行封堵、水泥砂浆抹面。本方案共涉及 6 个井口。

共需砌石***，水泥砂浆抹面***，矸石填充***。

表4.3-23 封堵工程工程量统计表

序号	井口	井筒长度 (m)	井筒断面(m ²)	砌石厚度(m)	砌石(m ³)	砂浆抹面(m ²)	矸石填充(m ³)
1	北平硐	***	***	***	***	***	***
2	北一风井	***	***	***	***	***	***
3	北二风井	***	***	***	***	***	***
4	南平硐	***	***	***	***	***	***
5	南一风井	***	***	***	***	***	***
6	南二风井	***	***	***	***	***	***
合计					***	***	***

图4.3-17 其他工程部署图

4.4 生态保护修复工程量汇总及年度安排

4.4.1 生态保护修复工程量汇总

表 4.3-24 矿山生态修复工程量汇总表

工程项目	项目名称	单位	总工程量
一、生态保护工程	一、生态保护工程		
	1、生物多样性保护工程		
	野生动、植物保护宣传牌	个	****
	森林防火警示牌	个	****
二、生态修复工程	二、生态修复工程		
	1、土地复垦与生物多样性修复工程		
	(1) 工业广场林地复垦工程		
	硬化物拆除	万m ³	****
	硬化物运移 (****)	万m ³	****
	覆土	万m ³	****
	平整	hm ²	****
	翻耕 (厚****)	hm ²	****
	培肥	hm ²	****
	种植柏木	株	****
	种植马尾松	株	****
	种植杉木	株	****
	种植紫穗槐	株	****
	种植映山红	株	****
	撒播黑麦草	g	****
	撒播狗牙根	g	****
	撒播三叶草	g	****
	撒播复合肥	kg	****
	(2) 储矿坪林地复垦工程		
	硬化物拆除	万m ³	****
	硬化物运移 (****)	万m ³	****
	覆土	万m ³	****
	平整	hm ²	****
	翻耕 (厚****)	hm ²	****
	培肥	hm ²	****
	种植柏木	株	****
	种植马尾松	株	****
	种植杉木	株	****
	种植紫穗槐	株	****
	种植映山红	株	****

	撒播黑麦草	g	****
	撒播狗芽根	g	****
	撒播三叶草	g	****
	撒播复合肥	kg	****
	(3) 水洗粗选厂林地复垦工程		
	硬化物拆除	万m ³	****
	硬化物运移(****)	万m ³	****
	覆土	万m ³	****
	平整	hm ²	****
	翻耕(厚****)	hm ²	****
	培肥	hm ²	****
	种植柏木	株	****
	种植马尾松	株	****
	种植杉木	株	****
	种植紫穗槐	株	****
	种植映山红	株	****
	撒播黑麦草	g	****
	撒播狗芽根	g	****
	撒播三叶草	g	****
	撒播复合肥	kg	****
	(4) 尾矿库林地复垦工程		
	覆土	万m ³	****
	推平	万m ³	****
	平整	hm ²	****
	翻耕(厚****)	hm ²	****
	培肥	hm ²	****
	种植柏木	株	****
	种植马尾松	株	****
	种植杉木	株	****
	种植紫穗槐	株	****
	种植映山红	株	****
	撒播黑麦草	g	****
	撒播狗芽根	g	****
	撒播三叶草	g	****
	撒播复合肥	kg	****
	(10) 盗采场边坡复垦工程		
	爬藤植物	株	****
	2、水生态水环境保护工程		
	(1) 截排水沟工程		
	挖方	m ³	****
	浆砌块石	m ³	****
	砂浆抹面(厚****)	m ²	****

	伸缩缝	m	****
	弃方	m ³	****
	(2) 沉淀池工程		
	挖方工程	m ³	****
	回填工程	m ³	****
	弃方工程	m ³	****
	浆砌工程	m ³	****
	混凝土底板	m ³	****
	砂浆抹面(立)	m ²	****
	砂浆抹面(平)	m ²	****
	3、地质灾害防治工程		
	(1) 盗采场边坡地质灾害防治工程		
	坡顶削顶减载	m ³	****
	危岩清除	m ³	****
	(2) 其他地质灾害清除工程		
	设置沉淀池网围栏	m	****
	沉淀池警示牌	块	****
	(3) 挡土墙工程		
	挖方量	m ³	****
	砌筑浆砌石-墙基	m ³	****
	砌筑浆砌石-墙身	m ³	****
	砂浆抹面(立)	m ²	****
	伸缩缝	m ²	****
	PVC管安装	m	****
	反滤层	m ²	****
	弃方	m ³	****
三、监测和管护工程	三、监测和管护工程		
	(1) 地质灾害监测		
	地质灾害人工巡查监测	月	****
	地表变形监测	次	****
	(2) 水质监测		
	地表水质监测	次	****
	地下水质监测	次	****
	(3) 土壤监测		
	土壤化验、分析	组	****
	(4) 生物监测		
	常态监测	次	****
	恢复监测-人工巡查	次	****
	(5) 复垦土地管护		
	林地管护工程	m ²	****
四、其他工程	四、其他工程		
	(1) 井口封堵工程		

	浆砌石	m ³	****
	砂浆抹面（立面）	m ²	****
	矸石充填	m ³	****
预留费用		万元	****

4.4.2 生态保护修复工程量年度安排

根据《开发利用方案》推荐的开采方式、服务年限等，矿山生态保护修复工程必须严格按照国家有关法律法规和技术规程、规范要求，循序渐进，精心施工，本方案的工程总体部署分为三期：

（1）基建-开采期（2026 年 10 月~2029 年 9 月）：

在交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库出入口设置森林防火警示牌与环保宣传牌。对盗采场边坡进行复垦复绿；在工业广场、储矿场、水洗粗选厂及尾矿库外围修建截排水沟，并在下方修建沉淀池，沉淀池外设置防护栏、警示牌，在废石堆下方修建挡土墙。设置水质、土壤、生物、地质灾害监测点并进行监测。

（2）闭采期（2029 年 10 月~2030 年 9 月）：

矿山闭采后，对工业广场、储矿坪、水洗粗选厂拆除建筑物、平整场地后复垦林草地，对尾矿库复垦为林草地。对 6 个井口进行密闭，恢复自然环境，同时防止意外安全事故发生。

（3）管护期（2030 年 10 月~2033 年 9 月）：

本区的工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化。

表 4.3-25 矿区生态保护修复工程量年度安排表

年度	工程项目	工 程 名 称	单位	工程量
第1年	一、生态保护工程	一、生态保护工程		
		1、生物多样性保护工程		
		野生动、植物保护宣传牌	个	****
		森林防火警示牌	个	****
	二、生态修复工程	1、土地复垦与生物多样性修复工程		
		（10）盗采场边坡复垦工程		
		爬藤植物	株	****
		二、生态修复工程		
		2、水资源水生态保护工程		
		（1）截排水沟工程		
		挖方	m ³	****
		浆砌块石	m ³	****

		砂浆抹面(厚***)	m ²	***
		伸缩缝	m	***
		弃方	m ³	***
		(2) 沉淀池工程		
		挖方工程	m ³	***
		回填工程	m ³	***
		弃方工程	m ³	***
		浆砌工程	m ³	***
		混凝土底板	m ³	***
		砂浆抹面(立)	m ²	***
		砂浆抹面 (平)	m ²	***
		3、地质灾害防治工程		
		(1) 盗采场边坡地质灾害防治工程		
		坡顶削顶减载	m ³	***
		危岩清除	m ³	***
		(2) 其他地质灾害清除工程		
		设置沉淀池网围栏	m	***
		沉淀池警示牌	块	***
		(3) 挡土墙工程		
		挖方量	m ³	***
		砌筑浆砌石-墙基	m ³	***
		砌筑浆砌石-墙身	m ³	***
		砂浆抹面(立)	m ²	***
		伸缩缝	m ²	***
		PVC管安装	m	***
		反滤层	m ²	***
		弃方	m ³	***
	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程		
		(1) 地质灾害监测		
		地质灾害人工巡查监测	月	***
		地表变形监测	次	***
		(2) 水质监测		
		地表水质监测	次	***
		地下水质监测	次	***
		(3) 土壤监测		
		土壤化验、分析	组	***
		(4) 生物监测		
		常态监测	次	***
		恢复监测-人工巡查	次	***
		(5) 复垦土地管护		
		林地管护工程	m ²	***

	地质灾害预留经费		元	***
第2年	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程		
		(1) 地质灾害监测		
		地质灾害人工巡查监测	月	***
		地表变形监测	次	***
		(2) 水质监测		
		地表水质监测	次	***
		地下水质监测	次	***
		(3) 土壤监测		
		土壤化验、分析	组	***
		(4) 生物监测		
		常态监测	次	***
		恢复监测-人工巡查	次	***
		(5) 复垦土地管护		
		林地管护工程	m ²	***
	地质灾害预留经费		元	***
第3年	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程		
		(1) 地质灾害监测		
		地质灾害人工巡查监测	月	***
		地表变形监测	次	***
		(2) 水质监测		
		地表水质监测	次	***
		地下水质监测	次	***
		(3) 土壤监测		
		土壤化验、分析	组	***
		(4) 生物监测		
		常态监测	次	***
		恢复监测-人工巡查	次	***
		(5) 复垦土地管护		
		林地管护工程	m ²	***
闭采后1年	二、生态修复工程	二、生态修复工程		
		1、土地复垦与生物多样性修复工程		
		(1) 工业广场林地复垦工程		
		硬化物拆除	万m ³	***
		硬化物运移 (***)	万m ³	***
		覆土	万m ³	***
		平整	hm ²	***
		翻耕 (厚***)	hm ²	***
		种植柏木	株	***
		种植马尾松	株	***
		种植杉木	株	***

		种植紫穗槐	株	***
		种植映山红	株	***
		撒播黑麦草	g	***
		撒播狗芽根	g	***
		撒播三叶草	g	***
		撒播复合肥	kg	***
		(2) 储矿坪林地复垦工程		
		硬化物拆除	万m ³	***
		硬化物运移 (***)	万m ³	***
		覆土	万m ³	***
		平整	hm ²	***
		翻耕 (厚***)	hm ²	***
		种植柏木	株	***
		种植马尾松	株	***
		种植杉木	株	***
		种植紫穗槐	株	***
		种植映山红	株	***
		撒播黑麦草	g	***
		撒播狗芽根	g	***
		撒播三叶草	g	***
		撒播复合肥	kg	***
		(3) 水洗粗选厂林地复垦工程		
		硬化物拆除	万m ³	***
		硬化物运移 (***)	万m ³	***
		覆土	万m ³	***
		平整	hm ²	***
		翻耕 (厚***)	hm ²	***
		种植柏木	株	***
		种植马尾松	株	***
		种植杉木	株	***
		种植紫穗槐	株	***
		种植映山红	株	***
		撒播黑麦草	g	***
		撒播狗芽根	g	***
		撒播三叶草	g	***
		撒播复合肥	kg	***
		(4) 尾矿库林地复垦工程		
		覆土	万m ³	***
		推平	万m ³	***
		平整	hm ²	***
		翻耕 (厚***)	hm ²	***
		种植柏木	株	***

		种植马尾松	株	***
		种植杉木	株	***
		种植紫穗槐	株	***
		种植映山红	株	***
		撒播黑麦草	g	***
		撒播狗芽根	g	***
		撒播三叶草	g	***
		撒播复合肥	kg	***
	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程		
		(1) 地质灾害监测		
		地质灾害人工巡查监测	月	***
		地表变形监测	次	***
		(2) 水质监测		
		地表水质监测	次	***
		地下水质监测	次	***
		(3) 土壤监测		
		土壤化验、分析	组	***
		(4) 生物监测		
		常态监测	次	***
		恢复监测-人工巡查	次	***
		(5) 复垦土地管护		
		林地管护工程	m ²	***
	四、其他工程	四、其他工程		
		(1) 井口封堵工程		
		浆砌石	m ³	***
		砂浆抹面（立面）	m ²	***
		矸石充填	m ³	***
闭采后3年	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程		
		(1) 地质灾害监测		
		地质灾害人工巡查监测	月	***
		地表变形监测	次	***
		(2) 水质监测		
		地表水质监测	次	***
		地下水质监测	次	***
		(3) 土壤监测		
		土壤化验、分析	组	***
		(4) 生物监测		
		常态监测	次	***
		恢复监测-人工巡查	次	***
		(5) 复垦土地管护		
		林地管护工程	m ²	***

5 经费估算与基金管理

5.1 经费估算

5.1.1 经费估算原则

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

5.1.2 经费估算依据

5.1.2.1 国家及有关部门的政策性文件

- (1) 财政部、国土资源部文件《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128号）；
- (2) 财政部、国土资源部《关于印发〈新增建设用地土地有偿使用费资金管理办法〉的通知》（财建〔2017〕423号）；
- (3) 湖南省国土资源厅办公室关于发布《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) 湖南省自然资源厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（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）。

5.1.2.2 行业技术标准

- (1) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

- (2) 《湖南省土地开发整理项目工程建设标准》（试行）；
- (3) 2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）；
- (4) 《湖南省地方标准高标准农田建设》（DB43/T876.1-2014）；
- (5) 土地整治工程建设标准编写规程（TD/T1045-2016）；
- (6) 土地整治权属调整规范（TD/T1046-2016）；
- (7) 怀化市建设工程造价管理站文件 2026 年第 2 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）》的通知一湘财建[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***/日，乙类工按水利工程的高中级工标准为***/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；工程其他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***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 5.1-1 主材规定价格表

序号	材料名称	单位	限价（元）
1	块石、片石	m ³	40
2	砂子、石子	m ³	***

序号	材料名称	单位	限价（元）
3	条石、料石	m ³	***
4	水泥	t	***
5	标砖	千块	***
6	钢筋	t	***
7	柴油	t	***
8	汽油	t	***
9	锯材	m ³	***
10	生石灰	t	***
11	树苗	株	***

材料消耗量依据 2015 年《湖南省农村土地整治项目预算定额标准》（试行）计取，材料价格依据当地工程造价管理信息，部分次要材料价格参考地方提供材料预算价格，主要材料根据实际情况计取超运距费。材料取定预算价格=材料发布预算价格+材料超运距费。

表 5.1-2 材料预算价格表

名称及规格	单位	含税预算价	税率（%）	预算价			主材限价	价差
				除税预算价	超运距费	取定预算价		
柴油	kg	***	12.95	***		***	***	***
电	kW.h	***		***		***	***	
风	m ³	***		***		***	***	
水	m ³	***	9.00	***		***	***	
粗砂	m ³	***	3.60	***		***	***	***
卵石40	m ³	***	3.60	***		***	***	***
沥青	t	***	12.95	***		***	***	
水泥32.5	kg	***	12.95	***		***	***	***
铁钉	kg	***	12.95	***		***	***	
铁丝	kg	***	12.95	***		***	***	
树苗（乔木）	株	***	9.00	***		***	***	
树苗（灌木）	株	***	9.00	***		***	***	
种籽	kg	***	9.00	***		***	***	
锯材	m ³	***	13.93	***		***	***	

表 5.1-3 主材超运距费标准

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			（元/公里、m ³ 、t、千块）	
			超运距离***以内	超运距离***以外
1	砂	m ³	***	***
2	粗砂	m ³	***	***
3	卵石 40	m ³	***	***

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			(元/公里、m ³ 、t、千块)	
			超运距离***以内	超运距离***以外
4	块石	m ³	***	***
5	碎石	m ³	***	***
6	标准砖	千块	***	***
7	钢筋	t	***	***
8	水泥 32.5	kg	***	***
9	中粗砂	m ³	***	***

5.1.3.4 电、风、水预算价格

(1) 施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

(2) 施工用风价格计算：

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

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8）取 0.80；

K2—能量利用系数一般取（0.7-0.85）取 0.70；

供风损耗率取 8%；

单位循环冷却水费***/m³；

供风设施维修摊销费***/m³

根据台班定额空气压缩机台班总费用***，空气压缩机额定容量之和为 3；

风价=***÷(***×***×***)÷(1-8%)+***+***=***/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***/m³；

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

5.1.4 取费标准和计算方法说明

根据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准》（试行），项目预算由工程施

工费、设备购置费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理及乡村协调费）和不可预见费组成。

5.1.4.1 工程施工费

工程施工费=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 5.1-4 措施费费率表 单位：%

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

表 5.1-5 间接费费率表 单位：%

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
1	土方工程	直接费	***
2	石方工程	直接费	***
3	砌体工程	直接费	***
4	混凝土工程	直接费	***
5	农用井工程	直接费	***

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
6	其他工程	直接费	***
7	安装工程	人工费	***

(3) 利润

依据规定，利润按直接费和间接费之和的 3% 计取，即

利润 = (直接费 + 间接费) × 3%。

(4) 税金

依据湘国土资发〔2017〕24 号文规定，土地整治工程施工费中的税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额。税金按建筑业适用的增值税率 9% 计算。

故有：

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

5.1.4.2 设备购置费

本项无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

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

5.1.4.4 不可预见费

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

5.1.4.4 监测与管护费用

(1) 监测费

本项目有水质监测，监测费用按***每次计算，土壤分析按照***每次计算，植被监测按***每次计算，人工巡查按照***计算。

(2) 管护费

本次设计林地按照每平方米每年***（3 年合计***/m²），管护期为 3 年。主要为了防止复垦林地的退化及对土壤肥力的保持与养护。

5.1.4.5 其他工程费用

其他工程涉及围栏、警示牌等，根据市场和百度爱采购平台询价综合确定：围栏单价***/m、警示牌***/块，以上价格均包括安装费。

5.1.4.6 预留费用

外本次设计矿山预留经费***（包括地面变形区防治***，地质灾害预防工程预留金***），平均每年***（前两年预缴）。

5.1.5 矿山生态修复工程经费估算结果

通过计算，在方案的适用年限7年内，矿山生态修复工程费用估算为***。其中：生态保护工程费用***，土地复垦与生物多样性修复工程费用***，水资源水生态修复工程费用***，地灾安全隐患消除工程费用***，监测与管护费***，其它工程（井口封堵）***，其它费用***，不可预见费用***，预留费用***（见表5.1-6～表5.1-11）。

表 5.1-6 矿山生态修复工程费用投资预算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	计算式（具体费用见表5.1-8）
一	生态保护工程	***	
二	土地复垦与生物多样性修复工程	***	
三	水资源水生态修复工程	***	
四	地灾安全隐患消除工程	***	
五	监测及管护工程	***	
六	其它工程	***	
七	其它费用	***	见表5-1-7
八	不可预见费用	***	见表5-1-7
九	预留费用	***	
十	总投资	***	

表 5.1-7 方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表

工程项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
一、生态保护工程	一、生态保护工程				***	***	***
	1、生物多样性保护工程				***		
	野生动、植物保护宣传牌	个	***	***	***		
	森林防火警示牌	个	***	***	***		
二、生态修复工程	二、生态修复工程				***	***	***
	1、土地复垦与生物多样性修复工程				***		
	（1）工业广场林地复垦工程				***		
	硬化物拆除	万m ³	***	***	***		
	硬化物运移（***）	万m ³	***	***	***		
	覆土	万m ³	***	***	***		
	平整	hm ²	***	***	***		
	翻耕（厚***）	hm ²	***	***	***		
	培肥	hm ²	***	***	***		
	种植柏木	株	***	***	***		
	种植马尾松	株	***	***	***		
	种植杉木	株	***	***	***		
	种植紫穗槐	株	***	***	***		
	种植映山红	株	***	***	***		
	撒播黑麦草	g	***	***	***		
	撒播狗芽根	g	2100	***	***		
	撒播三叶草	g	2100	***	***		

工程项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
	撒播复合肥	kg	***	***	***		
	(2) 储矿坪林地复垦工程				***		
	硬化物拆除	万m³	***	***	***		
	硬化物运移 (***)	万m³	***	***	***		
	覆土	万m³	***	***	***		
	平整	hm²	***	***	***		
	翻耕（厚***）	hm²	***	***	***		
	培肥	hm²	***	***	***		
	种植柏木	株	***	***	***		
	种植马尾松	株	***	***	***		
	种植杉木	株	***	***	***		
	种植紫穗槐	株	***	***	***		
	种植映山红	株	***	***	***		
	撒播黑麦草	g	***	***	***		
	撒播狗芽根	g	***	***	***		
	撒播三叶草	g	***	***	***		
	撒播复合肥	kg	***	***	***		
	(3) 水洗粗选厂林地复垦工程				***		
	硬化物拆除	万m³	***	***	***		
	硬化物运移 (***)	万m³	***	***	***		
	覆土	万m³	***	***	***		
	平整	hm²	***	***	***		

工程项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
	翻耕（厚***）	hm ²	***	***	***		
	培肥	hm ²	***	***	***		
	种植柏木	株	***	***	***		
	种植马尾松	株	***	***	***		
	种植杉木	株	***	***	***		
	种植紫穗槐	株	***	***	***		
	种植映山红	株	***	***	***		
	撒播黑麦草	g	***	***	***		
	撒播狗芽根	g	***	***	***		
	撒播三叶草	g	***	***	***		
	撒播复合肥	kg	***	***	***		
	（4）尾矿库林地复垦工程				***		
	覆土	万m ³	***	***	***		
	推平	万m ³	***	***	***		
	平整	hm ²	***	***	***		
	翻耕（厚***）	hm ²	***	***	***		
	培肥	hm ²	***	***	***		
	种植柏木	株	***	***	***		
	种植马尾松	株	***	***	***		
	种植杉木	株	***	***	***		
	种植紫穗槐	株	***	***	***		
	种植映山红	株	***	***	***		

工程项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
	撒播黑麦草	g	***	***	***		
	撒播狗芽根	g	***	***	***		
	撒播三叶草	g	***	***	***		
	撒播复合肥	kg	***	***	***		
	（10）盗采场边坡复垦工程				***		
	爬藤植物	***	***	***	***		
	2、水生态水环境保护工程				***		
	（1）截排水沟工程				***		
	挖方	m ³	***	***	***		
	浆砌块石	m ³	***	***	***		
	砂浆抹面(厚***)	m ²	***	***	***		
	伸缩缝	m	***	***	***		
	弃方	m ³	***	***	***		
	（2）沉淀池工程				***		
	挖方工程	m ³	***	***	***		
	回填工程	m ³	***	***	***		
	弃方工程	m ³	***	***	***		
	浆砌工程	m ³	***	***	***		
	混凝土底板	m ³	***	***	***		
	砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***		
	砂浆抹面（平）	m ²	***	***	***		

工程项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
	3、地质灾害防治工程				***		
	(1) 盗采场边坡地质灾害防治工程				***		
	坡顶削顶减载	***	***	***	***		
	石方开挖	***	***	***	***		
	石方清运（运距***）	***	***	***	***		
	(2) 其他地质灾害清除工程				***		
	设置沉淀池网围栏	m	***	***	***		
	沉淀池警示牌	块	***	***	***		
	(3) 挡土墙工程				***		
	挖方量	m ³	***	***	***		
	砌筑浆砌石-墙基	m ³	***	***	***		
	砌筑浆砌石-墙身	m ³	***	***	***		
	砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***		
	伸缩缝	m ²	***	***	***		
	PVC管安装	m	***	***	***		
	反滤层	m ²	***	***	***		
	弃方	m ³	***	***	***		
三、监测	三、监测和管护工程				***	***	***
	(1) 地质灾害监测				***		

工程项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
和管护工程	地质灾害人工巡查监测	月	***	***	***		
	地表变形监测	次	***	***	***		
	（2）水质监测				***		
	地表水质监测	次	***	***	***		
	地下水水质监测	次	***	***	***		
	（3）土壤监测				***		
	土壤化验、分析	组	***	***	***		
	（4）生物监测				***		
	常态监测	次	***	***	***		
	恢复监测-人工巡查	次	***	***	***		
	（5）复垦土地管护				***		
	林地管护工程	m ²	***	***	***		
四、其他工程	四、其他工程				***	***	***
	（1）井口封堵工程				***		
	浆砌石	m ³	***	***	***		
	砂浆抹面（立面）	m ²	***	***	***		
	矸石充填	m ³	***	***	***		
工程施工总费用					***	***	***
其它费用		按照工程施工总费用 12%计取			***	***	***

工程 项目	工程名称	单位	总工程量	单价	合价（元）	总计	占比
	不可预见费用	按照工程施工总费用 10%计取			***	***	***
	预留费用				***	***	***
合计					***	***	***

表 5.1-8 分年度矿山治理恢复工程费用估算表（单位：元）

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
第1年	一、生态保护工程	一、生态保护工程							***	***
		1、生物多样性保护工程							***	
		野生动、植物保护宣传牌	个	***	***	***	***	***	***	
		森林防火警示牌	个	***	***	***	***	***	***	
	二、生态修复工程	二、生态修复工程							***	
		1、土地复垦与生物多样性修复工程							***	
		（10）盗采场边坡复垦工程							***	
		爬藤植物	***	***	***	***	***	***	***	
		2、水资源水生态保护工程							***	
		（1）截排水沟工程							***	
		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	
		浆砌块石	m ³	***	***	***	***	***	***	
		砂浆抹面(厚***)	m ²	***	***	***	***	***	***	
		伸缩缝	m	***	***	***	***	***	***	
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***	
		（2）沉淀池工程							***	
		挖方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
		回填工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
		弃方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
		浆砌工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
		混凝土底板	m ³	***	***	***	***	***	***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价(元)	其他费用	不可预见费	投资(元)	总计(元)
		砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***	***	***	***	
		砂浆抹面(平)	m ²	***	***	***	***	***	***	
		3、地质灾害防治工程							***	
		(1) 盗采场边坡地质灾害防治工程							***	
		坡顶削顶减载	***	***	***	***	***	***	***	
		石方开挖	***	***	***	***	***	***	***	
		石方清运(运距***)	***	***	***	***	***	***	***	
		(2) 其他地质灾害清除工程							***	
		设置沉淀池网围栏	m	***	***	***	***	***	***	
		沉淀池警示牌	块	***	***	***	***	***	***	
		(3) 挡土墙工程							***	
		挖方量	m ³	***	***	***	***	***	***	
		砌筑浆砌石-墙基	m ³	***	***	***	***	***	***	
		砌筑浆砌石-墙身	m ³	***	***	***	***	***	***	
		砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***	***	***	***	
		伸缩缝	m ²	***	***	***	***	***	***	
		PVC管安装	m	***	***	***	***	***	***	
		反滤层	m ²	***	***	***	***	***	***	
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***	
	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程							***	
		(1) 地质灾害监测							***	
		地质灾害人工巡查监测	月	***	***	***	***	***	***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
		地表变形监测	次	***	***	***	***	***	***	
		(2) 水质监测							***	
		地表水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		地下水水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		(3) 土壤监测							***	
		土壤化验、分析	组	***	***	***	***	***	***	
		(4) 生物监测							***	
		常态监测	次	***	***	***	***	***	***	
		恢复监测-人工巡查	次	***	***	***	***	***	***	
		(5) 复垦土地管护							***	
		林地管护工程	m²	***	***	***	***	***	***	
	地质灾害预留经费		元						***	
第2年	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程							***	***
		(1) 地质灾害监测							***	
		地质灾害人工巡查监测	月	***	***	***	***	***	***	
		地表变形监测	次	***	***	***	***	***	***	
		(2) 水质监测							***	
		地表水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		地下水水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		(3) 土壤监测							***	
		土壤化验、分析	组	***	***	***	***	***	***	
		(4) 生物监测							***	
		常态监测	次	***	***	***	***	***	***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
		恢复监测-人工巡查	次	***	***	***	***	***	***	
		（5）复垦土地管护							***	
		林地管护工程	m²	***	***	***	***	***	***	
	地质灾害预留经费		元						***	
第3年	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程							***	***
		（1）地质灾害监测							***	
		地质灾害人工巡查监测	月	***	***	***	***	***	***	
		地表变形监测	次	***	***	***	***	***	***	
		（2）水质监测							***	
		地表水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		地下水水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		（3）土壤监测							***	
		土壤化验、分析	组	***	***	***	***	***	***	
		（4）生物监测							***	
		常态监测	次	***	***	***	***	***	***	
		恢复监测-人工巡查	次	***	***	***	***	***	***	
		（5）复垦土地管护							***	
		林地管护工程	m²	***	***	***	***	***	***	
闭采后1年	二、生态修复工程	二、生态修复工程							***	***
		（1）工业广场林地复垦工程							***	
		硬化物拆除	万m³	***	***	***	***	***	***	
		硬化物运移（***）	万m³	***	***	***	***	***	***	
		覆土	万m³	***	***	***	***	***	***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
		平整	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		翻耕（厚***）	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		种植柏木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植马尾松	株	***	***	***	***	***	***	
		种植杉木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植紫穗槐	株	***	***	***	***	***	***	
		种植映山红	株	***	***	***	***	***	***	
		撒播黑麦草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播狗芽根	g	2100	***	***	***	***	***	
		撒播三叶草	g	2100	***	***	***	***	***	
		撒播复合肥	kg	***	***	***	***	***	***	
		（2）储矿坪林地复垦工程							***	
		硬化物拆除	万m ³	***	***	***	***	***	***	
		硬化物运移（***）	万m ³	***	***	***	***	***	***	
		覆土	万m ³	***	***	***	***	***	***	
		平整	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		翻耕（厚***）	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		种植柏木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植马尾松	株	***	***	***	***	***	***	
		种植杉木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植紫穗槐	株	***	***	***	***	***	***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
		种植映山红	株	***	***	***	***	***	***	
		撒播黑麦草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播狗芽根	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播三叶草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播复合肥	kg	***	***	***	***	***	***	
		(3) 水洗粗选厂林地复垦工程							***	
		硬化物拆除	万m ³	***	***	***	***	***	***	
		硬化物运移（***）	万m ³	***	***	***	***	***	***	
		覆土	万m ³	***	***	***	***	***	***	
		平整	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		翻耕（厚***）	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***	
		种植柏木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植马尾松	株	***	***	***	***	***	***	
		种植杉木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植紫穗槐	株	***	***	***	***	***	***	
		种植映山红	株	***	***	***	***	***	***	
		撒播黑麦草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播狗芽根	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播三叶草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播复合肥	kg	***	***	***	***	***	***	
		(4) 尾矿库林地复垦工程							***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
		覆土	万m³	***	***	***	***	***	***	
		推平	万m³	***	***	***	***	***	***	
		平整	hm²	***	***	***	***	***	***	
		翻耕（厚***）	hm²	***	***	***	***	***	***	
		培肥	hm²	***	***	***	***	***	***	
		种植柏木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植马尾松	株	***	***	***	***	***	***	
		种植杉木	株	***	***	***	***	***	***	
		种植紫穗槐	株	***	***	***	***	***	***	
		种植映山红	株	***	***	***	***	***	***	
		撒播黑麦草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播狗芽根	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播三叶草	g	***	***	***	***	***	***	
		撒播复合肥	kg	***	***	***	***	***	***	
	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程							***	
		（1）地质灾害监测							***	
		地质灾害人工巡查监测	月	***	***	***	***	***	***	
		地表变形监测	次	***	***	***	***	***	***	
		（2）水质监测							***	
		地表水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		地下水水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		（3）土壤监测							***	
		土壤化验、分析	组	***	***	***	***	***	***	

年度	工程项目	工程名称	单位	工程量	单价	合价（元）	其他费用	不可预见费	投资（元）	总计（元）
		（4）生物监测							***	
		常态监测	次	***	***	***	***	***	***	
		恢复监测-人工巡查	次	***	***	***	***	***	***	
	四、其他工程	四、其他工程							***	
		（1）井口封堵工程							***	
		浆砌石	m³	***	***	***	***	***	***	
		砂浆抹面（立面）	m²	***	***	***	***	***	***	
		矸石充填	m³	***	***	***	***	***	***	
闭采后3年	三、监测和管护工程	三、监测和管护工程							***	***
		（1）地质灾害监测							***	
		地质灾害人工巡查监测	月	***	***	***	***	***	***	
		地表变形监测	次	***	***	***	***	***	***	
		（2）水质监测							***	
		地表水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		地下水水质监测	次	***	***	***	***	***	***	
		（3）土壤监测							***	
		土壤化验、分析	组	***	***	***	***	***	***	
		（4）生物监测							***	
		常态监测	次	***	***	***	***	***	***	
		恢复监测-人工巡查	次	***	***	***	***	***	***	
		（5）复垦土地管护							***	
		林地管护工程	m²	***	***	***	***	***	***	
合计								***	***	

表 5.1-9 机械台班单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用 小计	二类费													
				二类费 合计	人工费 (元/日)		动力 燃料费 小计	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)		电 (元/kW.h)		水 (元/m³)		风 (元/m³)	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1004	单斗挖掘机 油动 斗容***	***	***	***	***	***	***			***	***						
1013	推土机 功率 59kw	***	***	***	***	***	***			***	***						
1014	推土机 功率 74kw	***	***	***	***	***	***			***	***						
1020	履带式拖拉机 功率40~55kw	***	***	***	***	***	***			***	***						
1021	履带式拖拉机 功率59kw	***	***	***	***	***	***			***	***						
1022	履带式拖拉机 功率74kw	***	***	***	***	***	***			***	***						
1039	蛙式打夯机 功率2.8kW	***	***	***	***	***	***					***	***				
1049	无头三铧犁	***	***														
1051	刨毛机	***	***	***	***	***	***			***	***						
1052	手持式风镐	***	***	***			***									***	***
1053	小型挖掘机 油动 斗容***	***	***	***	***	***	***			***	***						
3002	混凝土搅拌机 ***	***	***	***	***	***	***					***	***				
3005	插入式振捣器 2.2kW	***	***	***			***					***	***				
3008	风水(砂)枪 耗风量***/min	***	***	***			***							***	***	***	***
4012	自卸汽车 柴油型 载重量8t	***	***	***	***	***	***			***	***						
4040	双胶轮车	***	***														
5013	卷扬机 牵引力3t	***	***	***	***	***	***					***	***				
5018	电动葫芦 起重量3t	***	***	***			***					***	***				
6001	电动空气压缩机 移动式***/min	***	***	***	***	***	***					***	***				

7004	电焊机直流30kVA	***	***	***	***	***	***					***	***				
------	------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--	--	-----	-----	--	--	--	--

表 5.1-10 混凝土、砂浆单价计算表

编号	混凝土（砂浆）等级	水泥强度等级	级配	水泥标号	水泥		粗砂		碎石		水		外加剂		单价（元）
					kg	单价	m³	单价	m³	单价	m³	单价	kg	单价	
1	纯混凝土C15 2级配 粒径40 水泥32.5 水灰比0.65	32.5	2级配	C15	242.00	***	0.52	***	0.81	***	0.15	***	0.00	***	***
2	纯混凝土C15 4级配 粒径150 水泥32.5 水灰比0.65	32.5	4级配	C15	179.00	***	0.36	***	1.06	***	0.11	***	0.00	***	***
3	纯混凝土C10 2级配 粒径40 水泥32.5 水灰比0.65	32.5	2级配	C10	242.00	***	0.52	***	0.81	***	0.15	***	0.00	***	***
4	砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	32.5	M7.5		261.00	***	1.11	***	0.00	***	0.16	***	0.00	***	***
5	抹灰砂浆			C10	242.00	***	0.52	***			0.15	***	0.10	***	***

表 5.1-11 工程施工费单价汇总表

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计					
-1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40257	机械拆除无钢筋混凝土	***	***		***	***	***	***	***	***		***	***
20283 换	***挖掘机装自卸汽车运石碴 运距***~自卸汽车8T	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***
20282 换	***挖掘机装自卸汽车运石碴 运距***~自卸汽车	***	***		***	***	***	***	***	***		***	***

	8T												
10044	土地翻耕 三类土(厚度 ***)	公顷	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***
10045	土地翻耕 三类土(厚度 ***)	公顷	***		***	***	***	***	***	110	***	***	***
10337	人工平土 三、四类土	***	***			***	***	***	***	***		***	***
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	***	***	***	***	***	***	***	***	381	***	***
10042	田埂修筑	***	***		***	***	***	***	***	***		***	***
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***
40019 换	明渠(边坡陡于 1:1)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40227	人工运混凝土 运距***	***	***			***	***	***	***	***		***	***
40225	搅拌机拌制混凝土 搅拌 出料***	***	***		***	***	***	***	***	***		***	***
40280 换	伸缩缝 沥青砂浆 1: 3	***	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***
40226	植草皮	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
10320 换	推土机推土(三类土) 推 土距离***~推土机 74KW	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***
90001 换	栽植柏木(高 50cm、地径 0.3cm 以上)~III类土	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90001 换	栽植马尾松(带 15cm 土 球、苗高***、地径 0.7cm	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***

	以上)~III类土												
90001 换	栽植杉木(裸根、苗高***、地径 0.9cm 以上)~III类土	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90018 换	栽植紫穗槐(冠径40cm以上,带土球)~III类土	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90018 换	栽植映山红(冠径40cm以上,带土球)~III类土	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90018 换	栽植胡枝子(冠径40cm以上,带土球)~III类土	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90018 换	栽植油麻藤(小杯苗,主蔓***)~III类土	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90030 换	撒播 黑麦草不覆土~III类土	kg	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90030 换	撒播狗芽根 不覆土~III类土	kg	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90030 换	撒播 三叶草不覆土~III类土	kg	***	***		***	***	***	***	***		***	***
90031 换	撒播肥料	***	***	***		***	***	***	***	***		***	***
10222 换	***挖掘机挖装自卸汽车运土 运距***~自卸汽车8T	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***
10222 换	***挖掘机挖装自卸汽车运土 运距***~自卸汽车	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***

	8T												
30020 换	浆砌块石 挡土墙~换:砌 筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	***	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***
30022 换	浆砌块石 排水沟~换:砌 筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	***	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***
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 32.5 水灰比 0.65	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
30075 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 平面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	***	***	***		***	***	***	***	***			***
30076 换	砌体砂浆抹面 平均厚 2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 32.5	***	***	***		***	***	***	***	***			***
30062	粗砂垫层	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10344	建筑物土方回填 机械夯 填	***	***		***	***	***	***	***	***		***	***
10312 换	推土机推土(一、二类土) 推土距离***~推土机 74KW	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***
	设置网围栏	m											***
	宣传牌、警示牌制作	个											***

10337	道路修建	m ²	***	***		***	***	***	***	***		***	***
50064	泄水管道	***	***	***		***	***	***	***	***			***
10528	小型挖掘机挖浮岩	***	***		***	***	***	***	***	***		***	***
40099	废石充填	m ³	***		***	***	***	***	***	***		***	***

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

根据《矿山地质环境保护规定》（***据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第***部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正），开采矿产资源造成矿山地质环境破坏的，由采矿权人负责保护修复，其费用列入生产成本。采矿权人应当依照国家有关规定，计提矿山生态保护修复基金；基金由企业自主使用，根据其矿山生态保护修复方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，统筹用于开展矿山生态保护修复工作。

根据《土地复垦条例实施办法》（2019），根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第***部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正），采矿生产项目的土地复垦费用预存，统一纳入矿山生态保护修复基金管理。

金坪磷矿应根据上述规定，设立矿山生态保护修复基金来管理矿山生态保护修复相关费用。根据本方案，将矿山生态保护修复费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，计入相关资产的入账成本，该费用计入生产成本，在所得税前列支。

5.2.2 资金管理使用办法

- （1）设立资金专户，专款专用；
- （2）资金实行先计划后使用；
- （3）取之于矿，用之于矿山生态保护修复，保障资金专项专用；
- （4）自然资源行政主管部门先审核批准复垦计划，然后按照批复的复垦计划使用资金；
- （5）生态保护修复工程施工结束后，由自然资源行政主管部门组织专家进行竣工验收；
- （6）专项资金的使用，接受社会 and 群众的监督。
- （7）银行、自然资源等主管部门应引导、督促该矿区对生态保护修复等专

项资金进行合理安排，科学设账、规范核算。同时应加强协调配合，对专项资金的存放和使用管理情况组织经常性的监督与检查，对专项资金进行追踪问效。

5.2.3 基金计提

基金计提依据《土地复垦条例实施办法》《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3号）等相关文件执行。本《方案》适用年限为7年（2026年10月~2033年9月），其中基建期1年、矿山剩余生产服务年限2年、闭坑后生态修复及后期管护期4年，方案适用年限在3年以上，矿山生态修复基金可以分年计提。

经核定，本《方案》矿山生态修复基金总额为***。本次设计生态修复基金采取分年计提方式，分3年计提完毕：第一年（2026年）计提***，占基金总额的25.00%；第二年计提***，占37.50%；第三年计提***，占37.50%。第一年计提比例不低于《土地复垦条例实施办法》第十九条规定的首次预存不得少于总额20%的要求，计提基金专项用于矿山生态保护修复。

矿山已在中国建设银行股份有限公司辰溪支行设立矿山生态修复基金专户（账号43050172733600000332），并与专户银行、辰溪县自然资源主管部门签订三方监管协议，实行专账核算、专款专用。矿山于2026年9月2日向该专户存入基金***，截至2026年9月3日账户余额***（详见附件13：矿山生态修复基金专户凭证）。其余年度基金将按照《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3号）及自然资源主管部门要求限期计提并存入基金专户，确保基金总额满足本《方案》矿山生态保护修复经费需求；基金按本《方案》确定的工程实施进度，经年度（分期）验收合格后，凭自然资源主管部门出具的基金划转通知书从专户划转使用。如自然资源主管部门对计提方式或比例另有要求，从其规定。

表 5.2-1 项目区矿山地质环境保护治理基金计提安排表

序号	年份（年）	提取金额（万元）	提取比例	备注
1	2026	***	***	2026年9月3日 账户余额***
2	2027	***	***	
3	2028	***	***	

6 保障措施

6.1 组织保障

6.1.1 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应配备足够的工作人员，同时制定严格的工作制度，落实领导责任制，同时自觉接受地方自然资源主管部门的监督管理。

6.1.2 管理保障

(1) 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。

(2) 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，逐步落实，及时调整因矿山生产产生变动的计划。对矿山生态保护修复工程实施统一管理。

(3) 加强矿山生态保护修复宣传，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和重要作用的认识。

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。

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

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

6.5 公众参与

由于矿山开采会给周围的自然环境和社会环境带来影响，直接或间接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，审批方案进行公示说明。

本项目在生态保护修复方案报告编制过程中，得到了省自然资源厅、市自然资源局、县自然资源局、地方等相关部门的指导和大力支持。通过广泛调查和征求项目区周边当地人民群众的意见和建议，根据项目区的社会经济发展状

况，结合可持续发展的要求，和谐发展的理念，使本生态保护修复方案报告书更加科学、合理，各项措施操作性更强。

7 矿山生态保护修复方案可行性分析

7.1 经济可行性分析

7.1.1 矿山生态保护修复费用

通过计算，在方案的适用年限 7 年内，矿山生态修复工程费用估算为***。其中：生态保护工程费用***，土地复垦与生物多样性修复工程费用***，水资源水生态修复工程费用***，地灾安全隐患消除工程费用***，监测与管护费***，其它工程（井口封堵）***，其它费用***，不可预见费用***，预留费用***。

7.1.2 矿山经济效益分析

7.1.2.1 基本参数

(1) 产品数量：矿山地下开采生产规模为***/a，原矿经水洗粗选富集后，年产磷精矿***（洗后产率 85%，精矿品位 P_2O_5 30%~35%）；

(2) 产品售价：参照湖南同类磷矿山及近期磷矿产品市场行情，磷精矿销售价按***/t 计；

(3) 直接成本：参照同类地下开采磷矿山，采矿与水洗加工直接成本合计按***/t 原矿（其中采矿成本***/t、水洗加工成本***/t）；。

(4) 增值税：按 13% 计算；。

(5) 资源税：根据《中华人民共和国资源税法》及湖南省适用税率，磷矿资源税按年销售收入的 6% 进行估算；。

(6) 维简费：维简费按***/t 进行估算；。

(7) 销售税金及附加：包括城市维护建设税、教育费附加及地方教育费附加。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%，地方教育费附加按 2%，合计按增值税额的 10%；。

(8) 所得税：依据《中华人民共和国企业所得税法》，所得税率按销售利润的 25% 计取；。

(9) 采矿权使用费：***/ $km^2 \cdot 年$ （不足***按***计），本矿山面积***，每年***；

- (10) 安全费用：按 $***/t$ 进行估算；
- (11) 环境治理费用：按 $***/t$ 进行估算；(12) 其它费用：按年销售收入的 6%计。；

7.1.2.2 主要财务指标

表 7.1-1 矿山主要财务指标表

序号	项目	计算结果（万）	计算式
1	年销售收入	***	年产磷精矿 $^{***} \times ***/t$
2	年成本费用	***	年产原矿 $^{***} \times ***/t$
3	年增值税	***	年销售收入 $\times 13\%$
4	年销售税金及附加	***	年增值税 $\times 10\%$
5	年资源税	***	年销售收入 $\times 6\%$
6	采矿权使用费	***	$***/km^2 \cdot 年$ （不足 $***$ 按 $***$ 计）
7	矿山维简费	***	$***/t \times ***$
8	矿山安全费用	***	$***/t \times ***$
9	环境治理费用	***	$***/t \times ***$
10	税前利润	***	年销售收入-年成本费用-年增值税-年销售税金及附加-年资源税-采矿权使用费-维简费-安全费用-环境治理费用-其它费用（年销售收入 $\times 6\%$ ）
11	所得税	***	税前利润 $\times 25\%$
12	税后利润	***	税前利润-所得税
13	缴纳税费	***	年增值税+年销售税金及附加+采矿权使用费+所得税

7.1.3 经济可行性结论

由上述分析可知，矿山在未来的生产经营过程中，每年为国家缴纳各种税费达 $***$ ，矿山年净盈利 $***$ 。按照总生产服务年限 2 年计算，总盈利约 $***$ 。本次计算的矿山生态修复工程费用总计为 $***$ ，即使考虑到自然经济增长率，矿山也可实现良好盈利，完全有能力计提生态保护修复基金。

经对比未来矿山完全有能力计提生态修复工程费用，可为当地安排剩余劳动力就业，促进当地经济发展，企业在生产过程中加强生产管理、降低成本，效益将更为可观。但是矿山开采会对环境造成破坏和影响，市场价格的波动和品位的变化，也为投资者带来一定的风险。

7.2 技术可行性分析

7.2.1 矿山生态保护措施技术可行性分析

本生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为截排水沟与沉淀池修建、土地复垦、井口封堵、网围栏与警示牌设置及监测管护等工程，均为矿山生态保护修复常规工程，工艺成熟、难度小；各场区复垦方向以林（草）地为主，与矿区立地条件适宜；按上述工程实施后，矿区生态环境会得到及时治理和恢复，矿区生态修复技术上可行。

7.2.2 矿山生态修复措施技术可行性分析

矿山生态修复工程实施后，能减少矿山开采造成的水土流失及生态环境的破坏，营造良好的生态环境，有利于矿山员工以及附近居民的身心健康；复垦后林地的经营管理需要劳动力，能够为矿山周边居民提供更多的就业机会，对于提高当地农民收入，维护社会安定起到积极的促进作用。因此，矿山生态修复措施技术科学合理、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；对周边环境不产生污染；复垦方向与周边自然环境和景观相协调；恢复了土地基本功能，因地制宜地实现土地可持续利用。通过矿山生态修复形成了绿色经济产业链，持续带动地方经济发展，还给群众另一座绿水青山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案适用年限

矿山的剩余服务年限为 2 年，本次设计矿山基建期为 1 年，闭坑后矿山生态保护修复期为 1 年，修复工程完成后 3 年为监测管护期，以上合计为 7 年。故本方案的适用年限为 7 年（2026 年 10 月~2033 年 9 月）。

8.1.2 矿山生态问题识别和诊断

（1）地形地貌景观破坏

现状矿山***采场的边坡未曾绿化修复对原生地形地貌及景观生态造成影响。根据《开发利用方案》，预测未来矿山新建工业广场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂建构筑物）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路，对原生地形地貌及景观生态造成影响。

（2）土地资源占损

现状矿山占损破坏土地资源***，占用土地类型为乔木林地，土地权属田湾镇金坪村。根据《开发利用方案》，未来矿山建开采需要新建工业广场（矿仓、变电站、简易机修间、空压机房、工棚、食堂、澡堂建构筑物）、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库、矿山公路，新增地面建设及生产设施区占损土地资源***，占用土地类型均为乔木林地，土地权属田湾镇金坪村。未来矿山开采局部引发采空区地面变形由此导致土地资源破坏，新增占损乔木林地***。现状矿区土壤中镉、砷含量超过农用地土壤污染风险筛选值，区域土壤本底值较高是主要原因，矿山开采活动对其存在一定的叠加影响，对土地资源造成一定污染；鉴于磷矿矿石及顶底板围岩为含黄铁矿的炭质板岩，预测未来矿业活动存在土壤重金属污染风险。

（3）水资源水生态影响

矿山未进行正式开采，矿业活动对地下水资源枯竭、地表水漏失、区域地下水均衡破坏均未造成影响，对地表水生态、地下水生态影响较轻。预测未来矿业活动对地下水

资源枯竭无影响，对区域地下水均衡破坏无影响，对地表水漏失影响可能性较小；对地表水生态、地下水生态有一定影响，但影响较轻、范围较小。

（4）矿山地质灾害影响

现状矿山未进行过开采和建设，未发生过崩塌、滑坡、泥石流、岩溶地面塌陷和采空区地面变形等地质灾害。

预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等；引发泥（废）石流地质灾害的可能性小，引发岩溶地面塌陷可能性小；局部引发采空区地面变形的可能性中等，危害程度中等。

未来矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，遭受泥石流地质灾害的可能性小，遭受岩溶地面塌陷的危险性小，遭受采空区地面变形的可能性小。

（5）生物多样性影响

现状矿业活动对矿区范围及周边动植物影响轻微，在区域上对生物多样性无影响。预测未来矿山开采将在矿区及周边对植被、动物生境造成一定破坏，但在区域上对生物多样性影响较小。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

针对诊断的矿山生态问题，本次设计的矿山生态修复工程有：

（1）生态保育工程：在交通路口、工业广场、储矿坪、水洗粗选厂、尾矿库出入口，设置野生动、植物保护宣传牌 5 个、森林防火警示牌 5 个，同时应加强对当地生物的监测。

（2）土地复垦与生物多样性修复工程：矿山开采期间对盗采边坡进行复垦复绿；废石堆、工业广场、水洗粗选厂、尾矿库周边布设土壤监测点，防止土壤污染的发生；闭采后对工业广场（***）、储矿坪（***）、水洗粗选厂（***）、尾矿库（***）拆除建（构）筑物及硬化物、覆土平整后复垦为林草地，复垦总面积***，并实施 3 年管护；矿山道路保留作为村道及林间道路使用，不需复垦。

（3）水资源水生态修复工程：在工业广场、储矿坪、水洗粗选厂及尾矿库外围修建浆砌石截排水沟***，下游修建沉淀池 10 座（单座尺寸***×***×***，容积***）；矿山开采期间布设地表水、地下水水质监测点，防止水环境污染的发生。

（4）对于未来矿山地质灾害问题，对盗采场边坡存在崩塌危岩体进行清理；对预测

采空区地面变形影响区预留地面变形防治经费***，对已建工程维护、废水处理、工业广场内部临时性排水工程按***/年预留 2 年，共***；在沉淀池外围设置网围栏***、警示牌***；在废石堆下游修建挡土墙，维持废石堆的稳定；生产期开展地质灾害巡查与地表变形监测，以预防地质灾害。

(5) 其他工程：矿山关闭后，对北平硐、北一风井、北二风井、南平硐、南一风井、南二风井共 6 个井口采用浆砌块石挡墙（预留泄水孔，孔径 $\phi 400\text{mm}$ ）永久性封堵，井巷采用废石充填（封堵厚度***），恢复自然环境，防止意外安全事故发生。

(6) 通过计算，在方案的适用年限 7 年内，矿山生态修复工程费用估算为***。其中：生态保护工程费用***，土地复垦与生物多样性修复工程费用***，水资源水生态修复工程费用***，地灾安全隐患消除工程费用***，监测与管护费***，其它工程（井口封堵）***，其它费用***，不可预见费用***，预留费用***。

本次设计生态修复基金采取分年计提方式，分 3 年计提完毕：第一年（2026 年）计提***，占基金总额的 25.00%；第二年计提***，占 37.50%；第三年计提***，占 37.50%。第一年计提比例不低于《土地复垦条例实施办法》第十九条规定的首次预存不得少于总额 20%的要求，计提基金专项用于矿山生态保护修复。

8.1.4 结论

通过对方案的经济、技术、生态环境可行性分析，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，矿山可建矿开采。

8.2 建议和说明

(1) 矿山在今后开采过程中若矿山开发利用方案或采矿权界线或矿山生态问题等发生变化时，本方案需重新编制。

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

(3) 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門的标准。

(4) 建议根据政策动态变化及当地主管部门要求动态调整计提基金。

- (5) 按生态环境与应急主管部门要求做好矿山环境污染防治与安全生产工作。
- (6) 矿山生态环境保护修复与绿色矿山建设、水土保持等工作统筹部署。
- (7) 确保基本农田、重要建设工程安全。
- (8) 修复工程验收合格后及时移交当地政府或村民使用、管理。
- (9) 尾矿库目前尚未正式设计建设，尚未开展安全评价，其自身的稳定性及可能引发的地质灾害由尾矿库安全评价和安全设施设计专门论证，并以应急管理部门审查结论为准，本方案不重复评价。