

湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿 矿山生态保护修复方案

湖南蓝天勘察设计有限公司

二〇二五年二月

湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿 矿山生态保护修复方案

项目负责：徐 苔

报告编写：曾智勇 申高强 彭 勇

审 核：许 鸣

总工程师：李向阳

法人代表：高小兵

提交报告单位：湖南蓝天勘察设计有限公司

提交报告时间：二〇二五年二月

目 录

1 基本情况	1
1.1 方案编制基本情况.....	1
1.2 矿山基本情况.....	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	27
2.1 自然地理.....	27
2.2 地质环境.....	30
2.3 生物环境.....	41
2.4 人居环境.....	42
3 矿山生态问题识别和诊断	46
3.1 地形地貌景观破坏.....	46
3.2 土地资源占损.....	53
3.3 水资源水生态破坏.....	58
3.4 矿山地质灾害影响.....	64
3.5 生物多样性破坏.....	72
4 生态保护修复工程部署	74
4.1 生态保护修复工程部署思路.....	74
4.2 生态保护修复目标.....	75
4.3 生态保护修复实施工程及进度安排.....	75
5 经费估算与基金管理	103
5.1 经费估算.....	103
5.2 基金管理.....	112
6 保障措施	114
6.1 组织保障.....	114
6.2 技术保障.....	114
6.3 监管保障.....	115
6.4 适应性管理.....	115

6.5 公众参与.....	116
7 方案可行性分析	117
7.1 经济可行性分析.....	117
7.2 技术可行性分析.....	119
7.3 生态环境可行性分析.....	119
8 结论与建议	121
8.1 结论.....	121
8.2 建议.....	123

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿（以下简称为“浦市铜矿”）为省级发证的合法矿山。现持采矿许可证证号为：*****，采用地下开采方式，开采矿种为铜矿，生产规模为**万 t/a。矿区范围由 4 个拐点圈定，准采标高：+130~-22m，面积为*****k m²，有效期为 2018 年 7 月 10 日至 2020 年 10 月 10 日，现已过期。

2009 年 9 月，矿山委托湖南正和矿山勘察设计有限公司编制了《泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿产资源开发利用方案》；2010 年 8 月，矿山委托湖南远景勘察设计有限公司编制了《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山地质环境影响评估报告（附矿山地质环境保护与治理恢复及土地复垦方案）》。矿山的历史资料齐全，本次在以上资料的基础上开展工作。

为办理采矿许可证延续登记手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山地质环境。根据我省自然资源厅 2021 年颁布的《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（以下简称《通知》）湘自资办发〔2021〕39 号文件精神，矿山委托我单位对矿区地质环境、生态环境进行了调查，并在以上资料的基础上编制《矿山生态保护修复方案》（以下简称《方案》）。

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

1.1.2 编制依据

1.1.2.1 法律法规

1、《中华人民共和国民法典》（2020 年 5 月 28 日颁布，2021 年 1 月 1 日起施行）；

- 2、《中华人民共和国水污染防治法》（2008 年 6 月）；
- 3、《中华人民共和国矿产资源法》（2016.12.24）；
- 4、《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）；
- 5、《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 7 月 27 日修订，2018 年 1 月 1 日施行）；
- 6、《中华人民共和国森林法》（2019 年修订）；
- 7、《矿山地质环境保护规定》自然资源部令（2019.7.24）第 5 号；
- 8、《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日）；
- 9、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 10 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日施行）；
- 10、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021 年 7 月 2 日）。

1.1.2.2 有关政策依据

- 1、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国土资发[2007]81 号）；
- 2、《关于精简采矿权审批相关矿山地质环境资料的通知》（湘国土资发[2010]13 号）；
- 3、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）；
- 4、《湖南省绿色矿山建设工作方案》（湘国土资发）〔2018〕5 号；
- 5、《湖南省绿色矿山管理办法》（湘自然资规〔2019〕4 号）；
- 6、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）；
- 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》（以下简称《通知》）湘自资办发〔2021〕39 号文件；
- 8、《关于做好新建和生产矿山生态保护修复年度验收工作的通知》（湘自资办发〔2021〕82 号）；
- 9、《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19 号）；
- 10、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3 号）；

11、关于印发《湖南省国土空间生态保护修复项目预算编制指导意见》（湘自资办发〔2022〕28号）。

1.1.2.3 技术规范依据

- 1、《地下水动态监测规程》（DZ/T 0133-1994）；
- 2、《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；
- 3、《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）；
- 4、《灌溉与排水工程设计规范》GB50288-1999；
- 5、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 6、《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB50069-2002）；
- 7、《地质灾害防治工程勘察规范》（DB50/143-2003）；
- 8、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）
- 9、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- 10、《区域生物多样性评价标准》（HJ623-2011）；
- 11、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 12、《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）；
- 13、《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》2014年4月省财政厅、省国土资源厅编制；
- 14、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；
- 15、《南方有色金属矿区废弃地植被生态修复技术规程》（LY/T 2770-2016）；
- 16、《地下水质量标准》GB/T 14848-2017；
- 17、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 18、《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；
- 19、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- 20、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 21、《矿山地质环境保护与恢复治理验收标准》（DB43T 1393-2018）；

- 22、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）；
- 23、《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）；
- 24、《地质灾害危险性评估规范》应为 GB/T40112-2021；
- 25、《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022）；
- 26、《湘西州国土空间生态修复专项规划（2021-2035 年）》湘西州自然资源和规划局 2023 年发布；
- 27、《矿山生态保护修复验收规范》（2023 年 12 月发布，2024 年 3 月实施）。

1.1.2.4 资料依据

- 1、2009 年 9 月，湖南正和矿山勘察设计有限公司编制的《泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山资源开发利用方案》（湘矿开发评字[2010]133 号）；
- 2、2010 年 8 月，湖南远景勘察设计有限公司编制的《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山地质环境影响评估报告（附矿山地质环境保护与治理恢复及土地复垦方案）》；
- 3、2014 年 4 月，湖南省地质调查院编制的《湖南省泸溪县浦市矿区铜矿矿山储量年报（2010 年 1 月～2013 年 11 月）》；
- 4、2019 年 5 月，湖南核工业岩土工程勘察设计院湘西分院编制的《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿地下开采对基本农田影响论证报告》；
- 5、2024 年 9 月，湖南省悦信勘测设计有限公司编制的《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山生态保护修复分期验收报告（2018 年 9 月～2024 年 9 月）》；
- 6、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

态保护修提供技术支撑，为矿山的生态保护修基金提取、验收与监督管理提供依据。

1.1.3.2 工作任务

1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展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。

2、根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出矿山生态保护修复思路、目标和措施。

3、拟定矿山生态保护修复实施内容的总体部署和进度安排。

4、对矿山生态保护修复工程经费进行估算。

5、提出保障矿山生态保护修复落实的措施。

6、对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。

1.1.4 完成的工作量

本次工作组织了地质、采矿、工程地质、水文地质、环境地质等五个工作组，共12人赴现场调查。搜集资料包括有地质、采矿、工程地质、水文地质及生态环境、人文、社会经济、自然地理及林业资源等资料，主要为文字报告、图件及表格资料。

野外实际调查识别内容包括地形地貌、地层、构造、矿床及矿床开发、地表水、井泉、人居环境、水生态及水环境、土地资源及土石环境、地质灾害、重要工程建设设施、矿山开采情况、矿区水文及工程地质情况、矿山生态环境破坏及保护修复情况，矿山交通情况等。

通过资料收集与野外调查，基本查明了矿山地质环境特征，基本查明了矿山环境地质问题及成因条件，为本次工作奠定了良好的基础，见表 1-1-1。

经过室内总结归纳，本次收集的资料、野外调查工作以、遥感解译面积大于矿山开采对生态环境影响的最大面积。本矿山生产规模为**万 t/a 每年，属小型矿山。根据《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022），小型矿山的调查点数量不能少于 3 个。本矿山的调查点数为 10 个，满足规范要求。

表 1-1-1

完成工作量表

工作项目	工作量	备注
资料收集	矿山开发利用方案、地质环境影响评估报告、储量年报、地下开采对基本农田影响论证报告等相关资料。	
遥感解译面积	5.6km ²	
调查生态区面积	3.38km ²	
调查路线长度	23km	
调查道路	7.5m	
水文点	17个	
地质点	10个	
水样点	4个	
土壤取样点	5个	
调查尾矿库	1个	
河流溪沟	2条（2500m）	
调查风化层厚度	3处	
调查房屋	257栋/1077人	
照片	110（采用24张）	

1.1.5 方案适用范围

本方案的适用范围划分主要考虑以下几个因素：

1、以划定的采矿权范围为基础，即本方案的适用范围涵盖了全部采矿权范围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；

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

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

4、以矿山地下开采引发的最大地下水降落漏斗半径来确定生态修复区范围。

5、结合本矿山具体情况，确定生态修复区范围如下：

本矿分为矿区和尾矿库两个区域，具体生态修复区范围如下：

矿区生态修复区范围：北部沿 S320 省道为界，东部以浦水东岸为界，南部以矿区外的浦水南岸为界，西部以+156.4m、+152.7m 高地连线为界，总面积约 3.1k m²。

尾矿库生态修复区范围：北部以+198.3m、+192.1m、+196.8m 高地连线为界；东部以+183.5m 高地为界；南部以沅江为界；西部以+197.4m、+193.5m 高地连线为界，总面积约 0.48k m²

以上生态修复区总面积约 3.58k m²（见附图 2）。

1.1.6 方案适用年限

根据 2009 年 9 月，湖南正和矿山勘察设计有限公司编制的《泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山资源开发利用方案》，自 2008 年 12 月底起算，在生产能力为**万 t/a 的前提下，矿山服务年限为 3.7 年。

2009 年开发利用方案设计探明储量按 100%利用，推断资源量按 70%利用，难利用和低品位矿石补利用，设计回采率为 85%，无矿柱损失，设计贫化率 10%。由于矿山停产，开发利用方案计算的服务年限无法满足本方案的变质需求。本次根据开发利用方案的设计参数和最新的储量年报重新计算剩余服务年限。

根据 2014 年 4 月，湖南省地质调查院编制的《湖南省泸溪县浦市矿区铜矿矿山储量年报（2010 年 1 月～2013 年 11 月）》，截至 2023 年 11 月底，矿山基础储量为***万 t，资源量为***万 t。

则矿山的可采储量为：

***万 t；

矿山的剩余服务年限为：

$*** \div 3 \times (1-10\%) = 3.7a$ ；

经计算，从 2013 年 11 月底起算，矿山的剩余服务年限为 3.7 年，这说明 2008 年 12 月至 2013 年 11 月，矿山基本未开采。从 2013 年 11 月矿山的储量平衡表可知，矿山期间采损资源量仅 0.25 万 t。截止本方案编制，矿山一直未生产，故矿山的剩余服务年限仍为 3.7 年。

据矿山负责人介绍，目前矿山计划办证后逐步恢复生产，考虑到办证周期及恢复生产准备期，本次从 2025 年 4 月作为服务年限的基准期，也是矿山计提生态修复基金的起始周期，因此矿山服务期为 2025 年 4 月至 2028 年 11 月。

本次设计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 7.7 年。故本方案的适用年限为 7.7 年，即适用期为（2025 年 4 月～2032 年 11 月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山区位条件

1.2.1.1 矿山交通区位条件

矿山位于泸溪县浦市镇西南方向，距浦市镇直线距离约 1.5km。行政区划隶属泸溪县浦市镇黄家桥村管辖。地理坐标：东经*****~*****，北纬*****~*****。

矿山尾矿库位于矿区北部直距约 3km 的沅江北岸，行政区划隶属泸溪县浦市镇印家桥村管辖。地理坐标：东经*****~*****，北纬*****~*****。

矿区北部直距约 19 公里为泸溪县，南部直距约 10 公里为辰溪县。泸溪县有 G56 高速公路、S95 高速公路、G319 国道通过。

辰溪县有 S95 高速公路、G354 国道通过。矿区周边则有 S252、S320 省道与以上道路相连。矿山北东侧约 300m 处为沅江，逆水而上可至辰溪县城，顺流而下可抵白沙、沅陵等地。交通较为方便，见插图 1-2-1。

1.2.1.2 矿山生态区位条件

根据《湘西州国土空间生态修复专项规划（2021-2035 年）》，矿山位于沅江中上游水土保持生态修复分区。尾矿库位于泸溪沅江干流浦市段水土保持及水环境综合治理重点区域。该区包括泸溪县全域，凤凰县木江坪镇、沱江镇、廖家桥镇、水大田乡、林峰乡、新场镇、茶田镇、阿拉营镇、落潮井镇、麻冲乡、千工坪镇。总面积 2645.74 平方公里。该区域的主要生态问题是水土流失和石漠化问题，生物多样性保护形势严峻，矿区开采和不当的农林生产造成原生植被破坏，对生物多样性造成了威胁。

主攻方向是合理开发利用自然资源，重点加强沅江主要支流源头水源地涵养与保护，强化生态安全屏障。建立生态廊道，加强公益林保护修复、天然林保护修复，通过实施天然林保护、森林质量精准提升工程，限制陡坡垦殖，合理开发自然资源，保护和恢复自然生态系统，增强区域水土保持能力。针对矿产资源开发活动集中的地区，加强矿山生态修复，推进矿山水污染问题治理。

插图 1-2-1 矿山区位条件图

综上所述，本矿矿区部分位于沅江中上游水土保持生态修复分区，尾矿库位于泸溪沅江干流浦市段水土保持及水环境综合治理重点区域，未来的主要工作目标是保护当地的水、土环境。

插图 1-2-2 矿山与湘西州国土空间生态修复专项规划区的位置示意图

1.2.1.3 国土空间规划区位

根据《湘西自治州国土空间总体规划（2021～2035 年）》和采矿权信息核查，本矿区范围未涉及限制开采区/限制勘查区，不在环保、林业、水利、农业、住建等相关部门划定的各类保护区，与省生态环境厅自然保护区、自然资源部下发自然保护区、风景区信息、国家级自然保护区、生态保护红线信息、禁止开发区边界信息均无重叠，地表无重大水体或重要工程，总体符合泸溪县矿产资源总体规划。

根据当地的生态修复专项规划、林业发展规划，矿区属于生物多样性保护与水源涵养重要区，主要的修复措施是以自然恢复，恢复常绿阔叶林的乔、灌、草植被体系，优化森林生态系统结构。

矿区查询范围 300m 内有 X082 通过。根据采矿权信息核查，矿区范围内基本农田面积约 288720.63 平方米。

插图 1-2-3 矿山与基本农田位置关系示意图

1.2.1.4 产业区位条件

矿山所在的浦市镇的第一产业为农业。2012 年粮食总产量 26319 吨；烤烟种植面积 6500 亩，烤烟年产量过万担；有椪柑种植面积 12856 亩。其中挂果 7382 亩，年产椪柑 2.2 万吨；有荸荠 2000 亩，莲藕 1500 亩，有西瓜 2300 亩，板栗 1200 亩。油料产量 1900 吨，生猪出栏 2.1 万头。

浦市铁骨猪属于湘西黑猪类群，原产泸溪县浦市镇，是湖南省地方猪优良品种，因其骨质紧密、坚硬如铁而得名，经测定它的骨强度列全省地方猪之最。2006 年浦市铁骨猪被列为湖南省地方优良品种，并列入了《国家级遗传资源保护名录》，荣获农业农村部优质农产品地理标志，并成功注册了“浦市铁骨猪”商标。

浦市甜橙为传统名果，主产于泸溪县浦市镇，至今已有一千多年的栽培历史，果形端美观，果皮色泽橙红鲜艳，果肉细嫩化渣，汁多籽少，风味香甜浓郁，其可溶性固形物为 11.8~12.2%，含糖量 9.09~9.83%，含酸量 0.92~1.29%，维生素 C 含量每 100 毫升果汁含 5.5 毫克，是鲜食佳品。

第二产业为工业 2014 年，浦市镇工业总产值 3.16 亿元，有化工、矿产、加工、建材生产、耐火材料等厂矿企业 42 家，其中规模以上工矿企业 11 家。

综上所述，矿山所在的浦市镇是一个粮食种植、烤烟种植、椪柑种植等特色农业种植等综合发展的乡镇，未来矿山的修复需考虑当地产业发展方向。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

浦市铜矿为省级发证矿山，现持采矿许可证证号为：*****，采用地下开采方式，开采矿种为铜矿，生产规模为**万 t/a，矿区范围由 4 个拐点圈定，准采标高：+130~-22 米，面积为****k m²，有效期至 2020 年 10 月 10 日，现已过期。矿山范围拐点坐标见表 1-2-1。

表 1-2-1 矿山范围拐点坐标表（CGCS2000 坐标系）

点号	X	Y	点号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****
开采标高：由+130米至-22米标高；			面积：****km ²		

1.2.3 矿山生产经营情况及生态修复基金的计提

自 2007 年 8 月泸溪县天阳矿业有限公司取得该矿矿权后一直处于断断续续开采中。2008 年，矿山的主要精力放在了选矿厂的选址和筹建上，选矿厂建成后，铜矿市场低迷一直处于低迷时期。因此，自 2013 年以后，矿山一直处于停产状态。

矿山已设立了生态修复基金专户，开户行为中国农业银行股份有限公司泸溪县支行，账号为*****，截止本方案编制，账户剩余基金 18725.25 元。

1.2.4 矿床特征

矿区含矿层为白垩系第三岩组红色细粒砂岩浅色层，矿化好的有 6 层，呈层状、透镜状产出。

矿权范围内共占有 5 个可采矿层 12 个矿块，矿层编号分别为 V₁₁、V₁₉、V₂₀、V₂₃、V₂₄，矿块编号为 11-1、19-1、19-2、20-1、20-2、23-1、23-2、23-3、23-4、23-5、23-6、24-1。埋藏深度变化在 0~150m 范围内，呈多层矿体分布，大多为盲矿体。主要为透镜状，次为长条状。在空间上矿体多呈北东~南西向展布的透镜体，中心厚，四周变薄，有时有数个 1~10cm 不含矿的紫红色泥岩夹层。矿权区内矿体厚度一般为 1~2m，最大厚度 4.35m，平均 1.54m；含铜品位最高为 4.06%，一般为 0.5~1.0%，平均品位 0.76%。

矿山自 2000 年底建矿以来，主要开采矿块是 23-1、23-2、20-1、19-2 四个。除 19-2 矿块尚保有矿石外，其余三个已经采空。

1.2.4.1 矿石特征

1、矿物组份及结构构造

矿石中碎屑矿物以石英为主，占 50~70%，其次有长石（少量~7%），玉髓（1~4%），绢云母、白云母和黑云母，再次有微量电气石、锆石等矿物。矿石中有用组份主要为铜。

原生矿石以浸染状矿石为主，有时呈条带状或由较粗的自然铜集合体组成的斑点状矿石。含矿砂岩为砂状结构，充填式胶结，自然铜和方解石充填于石英粒间，胶结石英砂粒。

氧化矿石以浸染状、条带状为主，孔雀石、兰铜矿胶结脉石碎屑，为胶结充填结构和充填结构。

2、矿石自然类型

根据矿物组合划分，本区矿石类型属含铜砂岩系列。

根据氧化程度可将区内的铜矿石划分为氧化矿石和原生矿石等两种自然类型。氧化矿石中以孔雀石为主，次有少量的兰铜矿和粉末状赤铜矿。孔雀石主要呈薄膜状或细片状沿层理或裂隙而产生。原生矿石中以自然铜为主，其次有少量的辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿和黄铁矿。自然铜为古铜色，呈细粒集合体或团块状，星点状产于砂粒间，分布较均匀。

1.2.4.2 矿石质量

1、矿石的矿物成分

矿石中碎屑矿物以石英为主，占 50~70%，其次有长石（少量~7%），玉髓（1~4%），绢云母、白云母和黑云母，再次有微量电气石、锆石等矿物。矿石中有用组份主要为铜。

2、矿石的结构、构造

原生矿石以浸染状矿石为主，有时呈条带状或由较粗的自然铜集合体组成的斑点状矿石。含矿砂岩为砂状结构，充填式胶结，自然铜和方解石充填于石英粒间，胶结石英砂粒。

氧化矿石以浸染状、条带状为主，孔雀石、兰铜矿胶结脉石碎屑，为胶结充填结

构和充填结构。

3、矿石化学成分

(1) 矿石化学成分

根据样品化学分析结果，矿石主要为 Cu，样品分析结果见下表：

表 1-2-2 样品分析结果表

序号	工程编号	样品编号	厚度 (m)	Cu品位 (%)	备注
1	5/CK8		1.20	0.32	
2	22/CK1		0.99	0.49	
3	4/CK2		1.60	0.62	
4	4/CK9		1.12	0.42	
5	0/CK6		0.82	0.65	

(2) 共生组合及相互关系

矿物共生组合简单，辉铜矿脉全系辉铜矿组成，呈浸染状者也多为单个含铜矿物。但某些自然铜颗粒边缘有时也见少许斑铜矿、兰辉铜矿生长，未见明显交代关系。在辉铜矿中往往有兰辉铜矿连晶，见辉铜矿渐向兰辉铜矿过渡（节理中常见），兰辉铜矿与斑铜矿有时也互相过渡。但无明显界线，有时在一条细脉中，一截为辉铜矿，一截为斑铜矿，相间分布。

组合类型有下面四种：①辉铜矿—兰辉铜矿；②辉铜矿—兰辉铜矿—斑铜矿—铜兰；③自然铜—辉铜矿—兰辉铜矿；④铜兰—孔雀石—兰矿

1.2.4.3 矿石类型

根据矿物组合划分，本区矿石类型属含铜砂岩系列。

根据氧化程度可将区内的铜矿石划分为氧化矿石和原生矿石等两种自然类型。氧化矿石中以孔雀石为主，次有少量的兰铜矿和粉末状赤铜矿。孔雀石主要呈薄膜状或细片状沿层理或裂隙而产生。原生矿石中以自然铜为主，其次有少量的辉铜矿、斑结铜矿、黄铜矿和黄铁矿。自然铜为古铜色，呈细粒集合体或团块状，星点状产于砂粒间，分布较均匀。

1.2.4.5 矿体围岩及夹石

矿体产于浅色细粒砂岩之中，浅灰色砂岩透镜体的膨大部位通常就是矿体或矿化部位。矿体与不够工业要求的浅色砂岩之间无明显的分界线，矿体与浅灰色砂岩透镜体的形态基本一致，只是大小有所不同。含矿浅色层中常有厚度 1~10cm 的紫红色泥岩夹层，常见褪色或部分退色的泥砾和层内冲刷面。

总之，矿体、围岩及夹石力学性能较强，岩石较坚硬，胶结紧密，裂隙不发育，属稳固坚硬之岩石。

1.2.4.6 矿石的加工技术性能

矿区以往地质工作未进行过可选性试验，但与本矿矿床成因、矿石类型完全相同的相邻九曲湾铜矿曾做过选矿试验。采用浮选工艺流程，原矿配矿比例为：自然铜 65%，辉铜矿 33%，孔雀石 2%，破碎到-200 目后进行浮选，选矿回收率为 93.22%，铜精矿品位为 24.97%，尾矿品位为 0.087%。

2008 年 8 月，矿山选矿厂建成后，曾取少量矿石进行过试选，选矿回收率在 93% 以上，铜精矿品位 20% 以上，尾矿品位在 0.1% 以下。本矿山矿石加工技术性能良好。

1.2.5 矿山矿产资源储量

根据 2014 年 4 月，湖南省地质调查院编制的《湖南省泸溪县浦市矿区铜矿矿山储量年报（2010 年 1 月～2013 年 11 月）》，矿山截止到 2013 年 11 月底止，保有资源储量 122b+333+333（难）+333（低）类****万吨，铜金属量****吨。其中 122b 资源储量矿石量****万吨，铜金属量****吨，保有 333 类矿石量****万吨，铜金属量****吨。保有 333（难）类矿石量****万吨，铜金属量****吨。保有 333（低）类矿石量****万吨，铜金属量****吨。

1.3 矿山开采与生态保护修复现状

1.3.1 矿山开采历史与现状

1.3.1.1 矿山开采历史

浦市铜矿于 2000 年底建成，2001 年开始投产，断断续续开采已达 7 年之久，原设计年产铜矿石量**万 t/a。截至 2007 年，主要开采矿块是 23-1、23-2、20-1、19-2 四个。除 19-2 矿块尚保有矿石外，其余三个已经采空。

2007 年 8 月，泸溪县天阳矿业有限公司取得该矿矿权，湘西州国土资源局为矿山颁发了采矿许可证，证号为*****。有效期 2 年，自 2007 年 8 月至 2009 年 8 月。矿区范围由 4 个拐点圈定，面积****km²。

2008 年 8 月，矿山投资建设了一座选厂，设计选矿能力 200t/d，采用机械浮选法

选矿，最终产品为铜精矿。

2009 年 9 月，因发现所有矿井井口标高均越界（位于准采标高以上），专家意见：“经核实后的矿山准有标高为+110~-22m，故所有井筒不能再用，地面也无低于+110之处，故请先进行扩界，然后再作设计”。为此，矿山立即着手进行调界申请。因该矿自治州颁发的采矿证已于 2009 年 8 月到期，为了不影响矿山，湖南省国土资源厅于 2009 年 10 月为该矿延了壹年的证，证号*****，有效期截止 2010 年 10 月 15 日，矿区范围拐点坐标数据沿用原采矿证的独立坐标系数据。

2010 年 6 月，湖南省国土资源厅以湘采划发[2010]0041 号文批复了该矿变更矿区范围的申请。变更后平面范围不变，准采高程调整为+130m~-22m。

2018 年 9 月 25 日由湖南省自然资源厅核发采矿许可证，证号：*****，有效期自 2018 年 7 月 10 日至 2020 年 10 月 10 日。

1.3.1.2 矿山开采现状

1、开拓方式及井筒布置

目前矿山采用地下开采，房柱法采矿，轨道运输，斜井绞车提升。矿山采用斜井开拓方式，已建有一对斜井。其井筒特征如表 1-3-1：

表 1-3-1 浦市铜矿现有井筒特征一览表

井筒名称	坐标		高程(H)	方位角(a)	坡度(β)	备注
	X	Y				
主井	*****	*****	125.80	123°	31°	已有
风井	*****	*****	128.16	122°	30°	已有

主斜井位于矿区中部，从 V23 矿层底板掘进，井口标高+125.80m，落底标高+79.17m，坡度-31°。落底后沿走向施工了+80m 中段运输平巷，已开采完 23-1、23-2、20-1 矿块。风井位于矿山北东角，井口标高+128.16m，落底标高+84.13m，坡度-30°。为开采 V19 矿层，矿山已从其顶板施工了暗斜井，暗斜井变坡点标高+80.06m，落底标高-17.36，坡度-29°。目前开拓系统已至 V19 矿层，19-2 矿块-5m 标高以下矿体已基本采空。

2、矿山的地面建设情况

围绕的两个井筒，目前矿山形成了矿部及工业广场、风井工业广场，其占地情况如下：

矿部及工业广场：共占采矿用地约 0.63h m²；

风井工业广场：占水田约 0.004h m²；

3、废石排放

本次实地调查，矿山早期的废石已被当地村民用于修路建房，现状地表没有废石堆放。

插图 1-3-1 矿区和尾矿库相对位置示意图

4、选厂、尾矿库

2008 年 8 月，矿山投资建设了一座选厂，选厂及尾矿库位于矿区北部直距约 3km 的沅江北岸。初期坝（基坝）系采用透水堆石坝，坝顶宽 4m，高 15m，坡比 1:1.8，

防、排洪管道与设施已完善。尾矿库设计库容 30 万 m³。选厂及尾矿库占地情况如下：

选厂：共占地约 1.9h m²，其中采矿用地约 1.8h m²，林地约 0.1h m²；

尾矿库：共占地约 2.1h m²，其中采矿用地约 1.9h m²，林地约 0.2h m²，现已堆放尾矿约 10 万 m³。

5、矿山排水及采空区分布情况

目前矿山井下最低开采标高为-22m，已达到了准采的最低标高。据矿山负责人介绍和历史资料统计，开采期间正常涌水量约 20m³/h，雨季最大约 100m³/h。矿坑废水排出地表后排放于沉淀池，废水经沉淀后用于矿山生产。

2000 年至 2013 年间，矿山的主要开采矿块是 23-1、23-2、20-1、19-2 四个。除 19-2 矿块尚保有矿石外，其余三个已经采空。已有采空区总面积约 2.6 万平方米。

1.3.2 矿产资源开发利用方案

依据 2009 年 9 月，湖南正和矿山勘察设计有限公司编制的《泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山资源开发利用方案》，现简介如下：

1.3.2.1 设计利用资源储量、可采储量

根据湖南省有色地勘局二四五队 2009 年 3 月编制《湖南省泸溪县浦市矿区铜矿资源储量检测报告》及备案书，矿山共保有（122b+333+333 难+333 低）铜矿石量****万 t，铜金属量****t。

开发利用方案设计探明储量按 100%利用，推断资源量按 70%利用，难利用和低品位矿石补利用，考虑到矿柱不回采，设计回采率为 85%，设计贫化率 10%。经计算设计利用矿产资源储量****万 t，可采储量****万 t。

1.3.2.2 矿山设计规模、服务年限

矿山设计生产能力为**万 t/a，矿山服务年限为 3.7 年。

1.3.2.3 开采方式、方法、顺序及首采地段

1、开采方式、方法及顶板管理

现状矿山已采用地下开采系统，因此方案推荐沿用地下开采方式。

方案设计采用浅孔房柱法开采，留设的矿柱不得回采。在局部顶板不稳固地段必

须采取锚杆护顶、增设矿柱或加密矿柱等措施管理顶板。并必须积极推行废石回填工艺，将生产中产生的废石及时回填采空区，必要时须从地表返运废石回填，回填率不得小于 75%。

2、开采顺序

根据矿体赋存状态、围岩稳固程度、选定的开拓方案和采矿方法，为确保矿山安全生产，开采总顺序为：在矿层之间，先采上部矿层，后采下部矿层，为下行式；在中段之间，先采上部中段，后采下部中段，为下行式；在中段内，先采翼部矿块，为后退式。

1.3.2.4 开拓方案

1、开拓及运输方案

目前矿山已建有一对斜井，开拓系统已形成，各开拓巷道施工较规范，能满足生产的要求。本次设计利用现有的开拓系统，考虑到后期通风能力不足，本次新设二风井，原风井改为一风井，形成中央对角式通风系统。井筒特征见表 1-3-2。

表 1-3-2 井筒特征表

井筒名称	坐标		高程 (H)	方位角 (α)	坡度 (β)	备注
	X	Y				
主井	*****	*****	125.80	123°	31°	已有
一风井	*****	*****	128.16	122°	30°	已有
二风井	*****	*****	128.0	150°	30°	设计

1.3.2.5 通风及排水

设计采用中央对角式通风系统，机械抽出式通风方式。

设计采用机械排水方式，在主斜井及暗斜井底部设置水仓，矿坑涌水通过各巷道边缘的排水沟集体汇集于水仓内，再用水泵排出地表。

1.3.2.6 选矿及尾矿设施

为充分利用国家资源，增加企业效益和企业现状及铜矿石目前的选矿工艺，本方案采用浮选工艺选矿。工艺流程为：原矿→二段开路破碎→一段闭路磨矿→螺旋分级机分级→浮选（二粗二精三扫）→铜精矿→浓缩→干燥→销售。

据矿山负责人介绍，在当地环保、安监部门的要求下，未来矿山将采用干堆法堆放尾矿，即尾矿经浓缩、压滤或过滤后滤饼以汽车或其他输送方式运至尾矿堆场。

按 200t/d 的选矿规模，年生产天数 300 天，铜精矿产率 3.2%计算，选厂每年产生的尾砂量约 58080t。矿山服务年限为 3.7 年，选厂设计生产年限按 4 年，则尾矿库所需库容约 15 万 m³。

矿山的尾矿库现已建成，防、排洪管道与设施已完善。未来矿山计划尾矿在尾矿库中临时堆存，并全部外卖出售，作为建筑材料或充填料加以利用，因此尾矿库的剩余库容完全满足未来堆放尾矿的需求。

插图 1-3-2 尾矿库堆放现状（上）及最终堆积线（下）

1.3.2.8 废石排放

根据矿山开采规模、开拓系统及采矿方法，未来矿山废石为井下开采产生，大多用于充填井下采空区，少量外排废石须按规范集中堆放在现堆场中。

1.3.2.9 厂址选择

本矿山选厂、尾矿库、地面办公、职工宿舍、机修、配电房、矿坪、废石堆等均已设置完毕，完全能满足今后矿山生产需要，方案不需再考虑厂址位置。

1.3.2.10 产品方案

产品方案为矿山已建选厂，设计选矿能力 200t/d，满足矿山选矿要求。类比同类矿山，该矿石属易选矿石，选别指标较好。因此，本方案设计产品方案为铜精矿。

见插图 1-3-3、1-3-4。

插图 1-3-3

插图 1-3-4

1.3.4 矿山生态保护修复现状

2013 年以来,矿山一直处于停产状态,为达到当地环保和省绿色矿山建设的要求,矿山仍然投入了大量资金开展了生态修复工程,主要包括地形地貌景观修复及土地复垦工程、水生态的保护修复工程、地质灾害隐患消除工程等。

1.3.4.1 地形地貌景观修复及土地复垦工程

2022 年,矿山投资约 50 万元对尾矿库开展了复垦工作。主要复垦工程为:对库面进行覆土、播撒草籽,复垦地类为草地,复垦面积约 2.1h m²。据本次现场调查,尾矿库周边地块复垦效果较好,植被长势较好,但库面中心有部分裸露地块。

插图 1-3-5 矿山尾矿库复垦情况

1.3.4.2 水生态的保护修复工程

1、修建截排水沟

2009 年至 2022 年，为保证尾矿库排水通畅，矿山分阶段累计投资约 30 万元，在尾矿库内部和周边修建了截排水沟，总长度约 1200m。

插图 1-3-6 矿山尾矿库排水沟分布

排水沟采用块石浆砌，宽约 0.5m，深约 0.5m，壁厚 0.2m 左右。截排水沟用于拦截山坡上流向库内的水，保护边坡不受水流冲刷，防止雨水滞留导致坝体受损，保持坝体的干燥和稳定。截水沟通过在山坡与坝坡结合部设置，浆砌块石较稳定，有效地防止山坡暴雨汇流冲刷坝肩，从而保护坝体的安全，并达到雨污分流的作用。

2、修建沉淀池

插图 1-3-7 矿山已建的沉淀池

2008 年，矿山投资约 10 万元在主井口修建了一个沉淀池。该沉淀池为浆砌砖结构，长约 12m，宽 6m，深度 2m，容积约 144m³。该沉淀池分为两级，可以通过添加硫酸铝、硫酸亚铁、聚丙烯酰胺等药剂的方式对矿井水进行沉淀处理，达到排放标准。经处理后的矿井水可用于矿区的绿化植被灌溉、喷淋降尘以及井下生产等。

1.3.4.3 绿色矿山建设情况

目前绿色矿山建设方案的初稿已完成编制，尚未通过评审。矿山已按照绿色矿山建设的要求开展了部分工作。

1.3.4.4 地质灾害隐患消除工程

矿区地表为大面积基本农田，为了充分论证矿山开采对地表基本农田的影响，2019 年 5 月，矿山委托湖南核工业岩土工程勘察设计院湘西分院编制了《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿地下开采对基本农田影响论证报告》，该报告的结论为：

现状条件下，基本农田没出现塌陷、开裂、漏水、污染等现象。

插图 1-3-8 现状矿区地表的水塘可正常蓄水，农田可正常耕种

未来矿山开采活动，根据保护层厚度计算，矿山开采需留设的保护层最小厚度为 29.2m，因此，矿山今后停采保护层厚度应小于 29.2m 的浅部矿层，设置限采区。也就是说，矿山停采浅部矿层后，矿业活动对基本农田影响小，不会引起农田塌陷、开

裂、漏水、污染等不良情况。

综上所述，本次论证矿山地下开采活动不影响基本农田质量。

1.3.4.5 矿山生态保护修复分期验收情况

根据 2024 年 9 月，湖南省悦信勘测设计有限公司编制的《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿矿山生态保护修复分期验收报告（2018 年 9 月～2024 年 9 月）》中的验收意见为：**矿山生态保护修复分期验收合格。**

1.3.4.6 矿山生态修复基金缴纳情况

矿山已设立了生态修复基金专户，开户行为中国农业银行股份有限公司泸溪县支行，账号为*****，截止本方案编制，账户剩余基金 18725.25 元。

1.3.4.7 小结

矿山已累计投入约 90 余万元开展了地形地貌景观修复及土地复垦工程、水生态的保护修复工程、地质灾害隐患消除工程等，并取得了良好效果。累计完成复垦面积 2.1h m²，累计修建截排水沟 1200m，修建沉淀池 1 座；通过尾矿库的复垦工程，改善了对土地资源的占损和对地形地貌景观的破坏问题；通过修建截排水沟和沉淀池实现了尾矿库区的水生态保护和矿井水的达标排放。通过编制基本农田影响论证报告确定了矿山开采现状及未来开采中需采取的措施。矿山已设立了生态修复基金账户，并通过了生态修复分期验收。

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

本矿区位于沅麻盆地边缘，属侵蚀剥蚀丘陵地貌和河流冲积平原地貌，地形较平坦，总体地势西高东低。最高点位于矿区西部山包，标高+160m，最低点位于矿区东南侧浦溪旁，标高约+109m，为当地最低侵蚀基准面。矿区海拔高程一般在 110~150m 之间，外围最高山为 163.04m，地形高差一般小于 50m。

插图 2-1-1 矿区西部的丘陵地貌（上）和东部的冲积平原地貌（下）

矿区地形起伏不大，山坡平缓，一般为 $10\sim 15^{\circ}$ ，残坡积层厚度一般小于 5m，地面植被发育，覆盖率 85%。矿区地层走向北东，以中部向斜轴线为界，地层倾向为南东或北西，但本区地表基本无基岩裸露，边坡无明显的倾向。

总体来说，矿山地形地貌条件简单。

2.1.2 气象

矿山属亚热带季风气候区，四季分明，气候温暖，降水充沛。

据泸溪县气象局 1973~2023 年气象资料，春夏时有雷雨大风和冰雹，夏季气候炎热，阳光充足，雨量充沛，四季分明。年平均气温 16.9°C ；最高气温 41.0°C （1995.8.29）；最低气温 -12.3°C （1977.1.30）；年平均降雨量 1326mm；年最大降雨量 1983mm（1970 年）；年最小降雨量 1030.2mm（1960 年）；月最大降雨量 497.5mm（1989.7）；日最大降雨量 203.5mm（1980.1.30）；年平均蒸发量 1484.2mm；时最大降雨量 34.5mm。主导风向为偏北风，平均风速 1.1m/s，最大风速为每年 8~9 月，可达 15m/s，月平均相对湿度 78%，冬季气候寒冷。

2.1.3 水文

矿区地表水系发育，主要为分布于矿山南部的浦溪，位于尾矿库南部的沅江。

沅江：是湖南四大水系之一，为长江流域洞庭湖支流。总长度约 1033km，流域面积近 9 万 km^2 ，落差约 1462 米，河口多年平均流量 2170 立方米每秒，年径流量 668 亿立方米。在本次图幅内河床海拔标高约 +110.0m 左右，河面宽约 300~500m。据泸溪县水文站资料，沅江河多年平均水位标高为 110.07m，最高洪水标高 117.3m（1996 年 5 月 8 日），多年平均河水为 $160.00\text{m}^3/\text{s}$ ，最大为 $578\text{m}^3/\text{s}$ ，（1996 年 6 月），每年 10 月~来年 2 月河水最小，一般为 $88.54\text{m}^3/\text{s}$ 。矿区附近沅江最高洪水位低于矿山的主井口标高、风井口标高，无淹井风险。矿区无断层通过，对矿坑充水影响小。

浦溪：从矿山西南侧向东北汇入沅江，为沅江的一级支流。浦溪发育于矿区南东侧，在本次图幅内河床海拔标高约 +109.0m 左右，河面宽约 30~40m。浦溪流量夏季为 $60\text{m}^3/\text{s}$ ，冬季为 $5.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

本矿矿区部分位于沅江中上游水土保持生态修复分区，尾矿库位于泸溪沅江干流浦市段水土保持及水环境综合治理重点区域，未来的主要工作目标是保护当地的水、土环境。

插图 2-1-2 矿区水系分布图

插图 2-1-3 矿山尾矿库及其南部的沅江

插图 2-1-4 矿区南部的浦溪

2.1.4 土壤

矿区的土壤主要是黄壤，成土母质为砂岩等风化残坡积物及河流的冲积物，土壤表土层的厚度一般为 0.5~13m，土壤呈酸性反应，pH 值 5.5 左右，风化淋溶系数 0.17。土层厚度因地形而异，一般山顶部较薄（约 0.5m）、坡脚较厚（约 5~10m）。由于植被茂密，土壤有机质含量较为丰富；据区域土壤测定资料：有机质含量 4g/kg 左右，全氮 0.5~0.8g/kg，全磷 0.2~0.4g/kg，速效钾 20~40mg/kg。

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

矿山出露地层主要为第四系和白垩系第三岩组。

2.2.1.1 第四系（Q）

分布于矿区全区，厚度 0~13m 不等。上部为灰色、黄色、棕黄色之粉砂质粘土，下部为古河床砾石。砾石成份复杂，以板岩、石英、砂岩及燧石为主，呈滚圆状，分选性中等，大者直径可达 0.3 米左右，一般在 0.1 米以下，砾石层间为细砂、粉砂或泥质充填。

2.2.1.2 白垩系第三岩组 (K3)

分布于图幅西部及南部，厚度约 1120m。矿山内所见为该岩组之上部，出露厚度 52.0m 左右，为本矿的含矿层位，由紫红色泥岩与浅灰～棕灰色中细粒砂岩组成。

2.2.2 地质构造

矿山构造较简单。浦市“船形”向斜为主要褶皱构造，向斜轴向为 $225^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，长 3000m。两翼岩层倾角一般为 20° 左右，轴部在 10° 以下。并有次一级的小扭曲。浦市背斜位于矿山西北部，向南西倾没。

矿山断裂构造不发育。历年来所开采的 20-1、23-1、23-2、19-2 四个矿块坑道内均未见断裂构造破坏矿体现象。因此，矿井内构造属简单类型。

2.2.3 岩浆岩

区内无岩浆岩分布。

2.2.5 水文地质

2.2.5.1 含水层与隔水层

1、含水层

(1) 富水性中等的松散岩类孔隙水含水层

为第四系冲积、坡积层，含水性随大气降水及洪水的变化而变化。第四系地层厚度在 13m 以内，上部一般为残坡积之粉砂土层，透水性较好，在粉砂土层之下，石层之上，部分地层夹有一层透镜体之砂质亚粘土，透水性差，造成局部承压。第四系底部，为砾石层，其厚度不等，一般 3.0m 以下，呈透镜体存在。砾石层透水性较好，为本区的主要含水层位。

据区域水文资料，泉水涌水量 0.014~5.21 l/s，动态变化较大，地下水类型属低矿化度 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Na}$ 型水，富水性中等。

另见插图 2-2-1、2-2-2。

插图 2-2-1 原图比例尺 1:2000，缩放后 1:5000

插图 2-2-2 矿山综合地质柱状图

（2）富水性弱的基岩裂隙含水层

由白垩系第三岩组基岩组成，岩性致密完整，节理不发育。几乎全部钻孔的冲洗液均返出井口，冲洗液消耗最大的 14/CK2 孔，孔深 329m，经简单注水试验，单位注水量 0.1038L/S。12/CK2 孔深 257.61m，单位注水量为 0.0535 L/S，可见其岩层含水量较差。

据附近钻井资料，单孔涌水量 200m³/d 左右。钻孔地下水水位埋藏深度在 15m 以内，一般在 5m 左右，埋藏标高为 271.95m~295.57m，属裂隙微承压水，部分地段为裂隙渗水，富水性弱。

2、隔水层

矿区内无隔水层。

2.2.5.2 断层构造水文地质特征

矿权范围内断裂构造不发育，与开采有关的断层规模均小，破碎带内泥质充填较密，浅部含弱裂隙水，深部含水性差，对矿层开采无大威胁。

2.2.5.3 地下水补、迳、排条件

该区地下水主要是直接接受大气降水的补给，地势较低地带的地下水在直接接受大气降水补给的同时还接受地表水的补给。大气降水的补给是与降水强度、降水量、地形地貌、岩石透水性以及构造发育条件等因素有关。矿区溪沟发育，有利于排水，岩层的透水性较差，大气降水易变成地表迳流而不利于补给地下水。

该区地下水的迳流方向主要受地形的控制，一般情况迳流方向与溪流方向垂直，地表分水岭就是地下水的分水岭，矿区地下水主要由南向北迳流。

泉水是矿区地下水的主要排泄方式。山前及沟谷残坡积层地下水一般沿基岩的接触面或人工边坡以泉和分散流形式排泄。风化裂隙水多在低处以股状泉水排泄；承压水一般在山前和谷地中以泉或涌水井的形式排泄。

2.2.5.4 老窿水水文地质特征

区内采矿始于 2000 年，至 2013 年停产，已有采空区面积较大，由于矿山停产未抽水，井下老窿积水严重。未来矿山开采矿体位于老窿采空区的，需先抽排老窿水。由于区内矿体赋存条件相对简单，老窿位置较明晰，积水位置明确。因此虽然老窿水

对矿山开采有影响，但对矿山开采威胁不大。

2.2.5.5 矿坑充水因素及排水量预测

1、矿床充水因素分析

矿坑充水因素包括充水来源、充水通道、充水强度等；浦市铜矿矿坑充水来源有大气降水、地表水、地下水等几个方面。

（1）大气降水

区内湿润多雨，雨量充沛，且区内地形有利于地下水下渗，大气降水沿着围岩裂隙渗入未来矿坑，是地下水主要补给来源，矿坑排水量的变化受大气降水制约。

（2）地表水

浦溪是区内较大的地表水体，从矿山界外南西向北流淌而过。矿山开采标高低于当地最低侵蚀面，以下分析未来矿山开采引发浦溪入渗的可能性。

矿山矿体围岩为白垩系第三岩组上部紫红色泥岩和浅灰色砂岩。岩石的工程力学强度较好，新鲜岩石极限抗压强度 60.9~112Mpa，浅部按风化强度的不同，强度有所降低。矿体倾角最大为 10°，采矿方法为浅孔房柱法，因此按我国煤炭部门总的经验公式计算，公式如下：

$$H_f = 100M \div (5.1n + 5.2) + 5.1$$

H_f —导水裂缝带最大高度（m）；

M —矿体厚度（复采最大厚度取 1.54m）；

n —矿体分层层数，本次取 1。

经计算，导水裂缝带最大高度为 20.0m。

按《新编矿山采矿设计手册》表 2-2-17 中覆岩性质为中硬，无粘性土层，矿体倾角 0~10° 条件计算（计算公式为 $H_1 = 6M/n$ ， H_1 为保护层厚度）。采区矿体保护层厚度为 $6 \times 1.54 \div 1 = 9.2m$ 。

根据《新编矿山采矿设计手册》公式 2-2-4，留设防水矿（岩）柱最小尺寸应满足下列条件：

$$H \geq H_1 + H_2 + h$$

H_1 —保护层厚度，m；

H_2 —导水裂隙带高度，m；

h —采动引起的地表裂隙深度，m。

根据保护层厚度选取情况第二类，松散层底部粘土层很薄（小于采高的 1 倍），或整个松散层为厚度很薄的粘性土层时，导水裂隙带离松散层底面应有一定距离，保护层厚度按表 2-2-17 选取。因此矿体保护层厚度 $H \geq H_1 + H_2 + h \geq 20.0 + 9.2 = 29.2\text{m}$ 。

矿山已有的采空区 20-1、23-1、23-2、19-2 矿体赋存高度在 76~80m，矿区地面标高为 116~128m，保护层厚度大于理论值。因此，矿山开采未造成浦溪水漏失、农田塌陷或开裂、漏水等有损基本农田的情况。

根据《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿地下开采对基本农田影响论证报告》结论，“**矿山今后停采保护层厚度应小于 29.2m 的浅部矿层，设置限采区。也就是说，矿山停采浅部矿层后，矿业活动对基本农田影响小，不会引起农田塌陷、开裂、漏水、污染等不良情况**”。

因此未来矿山开采深部矿体时，在留设了足够厚度的保护层的前提下，引发浦溪溃入井巷的可能性小，对矿坑仅存在轻微的渗流补给，不会造成顶板透水。

（3）地下水

在开采条件下，矿井水主要来源于矿层顶部的白垩系第三岩组基岩的裂隙水，其富水性弱，是矿井水的直接补给来源。

综上所述，在未来矿山近地表预留大于 29.2m 厚度的保护层的前提下，引发浦溪透水的的天可能性小，对矿坑仅存在轻微的渗流补给，不会造成顶板透水。因此基岩裂隙水是矿井水的直接补给来源，大气降水是矿井水的主要补给来源。

2、矿坑涌水量预测

（1）矿井现状涌水量

目前矿山井下最低开采标高为-22m，已达到了准采的最低标高。据矿山负责人介绍和历史资料统计，开采期间正常涌水量约 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，雨季最大约 $100\text{m}^3/\text{h}$ 。矿坑废水排出地表后排放于沉淀池，废水经沉淀后用于矿山生产。

目前矿山的主要开采矿块是 23-1、23-2、20-1、19-2 四个。除 19-2 矿块尚保有矿石外，其余三个已经采空。已有采空区总面积约 2.6 万平方米。

（2）矿坑涌水量预测

目前矿山井下最低开采标高为-22m，已达到了准采的最低标高。未来矿山的采空区总面积约 13.4 万平方米，本次采用比拟法按以下公式预测：

$$Q_1 = Q_0 \times \sqrt{\frac{S_1}{S_0}} \times \sqrt{\frac{h_1}{h_0}}$$

式中：Q1：未来正常瞬时涌水量（ m^3/h ）；

Q0：目前正常瞬时涌水量（ m^3/h ）；

S1：未来矿井采空区面积（ 13.4 万 m^2 ）；

S0：目前矿井采空区面积（ 2.6 m^2 ）；

h1：未来矿井水位降深（m）（目前矿山井下最低开采标高为-22m，已达到了准采的最低标高，本次取 1）；

h0：目前矿井水位降深（m）（目前矿山井下最低开采标高为-22m，已达到了准采的最低标高，本次取 1）；

将以上参数代入计算公式，预测矿山未来矿山的正常涌水量为 $46\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量为 $230\text{m}^3/\text{h}$ ，供矿山生产建设时参考。上述计算结果不包括瞬时溃入矿井的涌水及突水量。

2.2.5.6 水文地质条件小结

在未来矿山近地表预留大于 29.2m 厚度的保护层的前提下，引发浦溪透水的可能性小，对矿坑仅存在轻微的渗流补给，不会造成顶板透水。因此基岩裂隙水是矿井水的直接补给来源，大气降水是矿井水的主要补给来源。预测矿山未来矿山的正常涌水量为 $46\text{m}^3/\text{h}$ ，最大涌水量为 $230\text{m}^3/\text{h}$ ，矿山水文地质条件属于中等类型。

2.2.5 工程地质条件

2.2.5.1 岩土体结构类型

根据矿区内分布的地层、岩性、结构特征，并参考有关岩、土体物理力学特征，区内岩土体分为土体和岩体两大类。其工程地质特征概况如下：

1、土体工程地质条件

（1）第四系残坡积粘土土体

区内分布普遍，主要为残坡积粉质粘土层，由强风化板岩碎块夹粘土组成，结构性较差，含植物根须，夹少量石英碎石，厚 0.90~5.00m，平均 3m；粘性土表现为湿、可塑状、中等干强度及韧性，切面稍有光泽、无摇振反应；据区内工勘报告，其岩土物理力学性质为：承载力特征值（ f_{ak} ）150kPa，压缩模量（ E_s ）6.0MPa，内摩擦角（ φ ） 18° ，粘聚力（ C ）35KPa，基底摩擦系数（ μ ）0.2；开挖时易出现崩塌、滑坡，

工程地质性质较差。

(2) 第四系冲洪积双层结构土体

主要分布于区内河沟两岸和低洼处，具双层结构，灰至黄灰色，下部为砂层及砂砾层，厚度约 5m 左右，局部 13m；上部为粉质粘土及砂质粘土，厚度约 2~3m 左右。粘土抗压强度低；据区域资料，含水量一般为 26~43%，液限为 43~54%，塑限 24~27%，塑性指数 17~28，抗压强度为 0.149~0.25Mpa。

(3) 人工填土

主要为尾矿堆积物，分布范围局限尾矿库附近；废石（土）结构较为松散，粒径大小不一，细粒至岩块均有，部分已碾压呈半压实状态；尾矿囤积在库内，结构较为松散。

2、岩体工程地质条件

矿区岩体为砂岩夹泥岩，岩体类型属坚硬~软弱薄层层块状砂砾岩夹泥岩岩组。其中砂岩属于坚硬岩层，其干抗压强度 60.9~112.0Mpa，软化系数 0.97，摩擦系数 0.997。泥岩为软弱层，干抗压强度 4.1~Mpa，易软化。矿层厚 1.20~2.50m，平均厚 1.87m，适合矿车进出，采矿操作较为方便。

矿床为隐伏盲矿床，矿层顶板为中厚层泥岩，其强度较低，地下开采时要注意矿坑顶板塌陷、冒顶等地质灾害的发生。

2.2.5.2 构造工程地质条件

矿山构造较简单。浦市“船形”向斜为主要褶皱构造，向斜轴向为 225~75°，长 3000m。两翼岩层倾角一般为 20°左右，轴部在 10°以下。并有次一级的小扭曲。浦市背斜位于矿山西北部，向南西倾没。

矿山断裂构造不发育。历年来所开采的 20-1、23-1、23-2、19-2 四个矿块坑道内均未见断裂构造破坏矿体现象。因此，矿井内工程地质条件属简单类型。

2.2.5.3 岩体风化特征

区内的丘陵区，残坡积层薄，碎屑岩强风化层在 2~5m 左右，区内弱风化深度可达 8~13m。

2.2.5.4 矿井工程地质特征

区内为斜井开拓，矿体顶底板岩层的稳定性好，稳固性亦较好，开采时生产巷道一般不需要支护，仅在基岩与第四系不整合接触面（上层矿体）及挤压破碎带部位结构松散，力学性能差，开采易塌陷，需要支护加固，留足矿柱，采取必要的保护措施。局部背帮、背顶，支护较密，一般变形中等，需要定期维修。

矿层顶板多为Ⅱ级顶板，底板有底鼓现象。

矿山顶底板工程地质条件整体为中等类型。

2.2.5.5 边坡类型、特征及稳定性

区内边坡可分为自然坡、人工切坡和人工堆积坡。

1、自然坡

生态修复区属剥蚀堆积的丘陵、岗丘和河流冲积平原地貌区，地形起伏不大，山坡平缓，一般为 $10\sim 15^\circ$ ，残坡积层厚度一般小于 5m，地面植被发育，覆盖率 85%，自然边坡主要受雨水营力的破坏，一般呈基本稳定状态，未发生过崩塌、滑坡地质灾害。

2、人工切坡

生态修复区人工切坡主要为道路修建、矿山工程建设与居民建筑切坡，其中：

（2）道路修建切坡

在矿区范围及周边由于地势平缓，道路修建无 3m 以上的切坡工程。

尾矿库南侧为 S252 省道，公路切坡依山就势，切坡高度均小于 5m，切坡多为岩土质切坡，局部为土质切坡，坡面经夯固，基本稳定，坡面及上缘区未发生引张裂缝，也未发生过崩塌、滑坡地质灾害。

（3）矿山工程建设与居民建筑切坡

矿区范围及周边由于地势平缓，矿山工程建设与居民建筑后缘切坡面较小，切坡高度均小于 1m 或无切坡。

尾矿库区选厂有小规模土质切坡，切坡高度一般小于 3m，坡面上方未发现有滑坡地质灾害及其他地面变形迹象，基本稳定。

3、人工堆积坡

主要为尾矿堆积坡，

区内只有 1 座尾矿库，位于选厂北侧的山坳中，属五等小型库，设计库容约 30 万 m^3 ，已堆放尾矿约 10 万 m^3 ，尾矿库拦挡坝体稳固，未发生过溃坝泄漏事故及尾矿流地质灾害。

插图 2-2-3 矿区基本无切坡（上），选厂有 3m 以下的土质切坡（下）

因此，区内自然坡、人工切坡及人工堆积坡稳定性较好。

2.2.5.6 工程地质条件小结

综上所述，矿区岩土体地质条件一般，无可溶岩类分布，地表残积层厚度一般小于 5m，冲积层最大厚度约 13m。区内风化层厚度较大，但由于地势平缓，边坡的稳

定性良好；矿层顶底板工程地质条件中等。总体来说矿区工程地质条件中等。

2.3 生物环境

据调查，本次生态修复区内，无需要特殊保护的珍稀野生动植物。具体的植被环境、动物环境如下。

2.3.1 植被环境

矿山地处亚热带湿润区，生态环境条件优越，本区地带性植被主要为常绿阔叶林、各类针阔灌丛混交林等，属亚热带常绿阔叶林区。矿区内大部分为水田，乔灌木分布相对稀疏，矿区西部及南部有小范围的乔、灌林地分布。尾矿库周边则为大面积的乔、灌林地。

见插图 2-3-1-、2-3-2

插图 2-3-1 矿山选厂附近的苦楝树和苍耳

经过现场调查和资料查阅，生态修复区范围内未发现国家保护的珍稀、濒危植物，总体而言，生态修复区内植被生态较好。

当地的优势树种为杉树、香樟树、马尾松、苦楝树、青冈树、椿树、油茶树、杨

梅树、橡树等。当地常见的灌草丛主要有毛竹、蓬草丛、蕨灌草丛、狗尾草丛、月见草丛、冬茅草丛等。当地的绿化的树种主要为苦楝、樟树、桂花、女贞等。

插图 2-3-2 尾矿库的冬茅草

2.3.2 动物环境

区域野生动物种类较少，无大型野生哺乳动物，矿山范围内无特殊保护的珍稀和濒危野生动物。现有的野生动物多为一些常见的鸟类、蛙类及昆虫等，未发现珍稀野生保护动物区域内常见野生动物，以鼠、蛙、蛇、鸟类为主，区内无大型渔业、自然保护区。

生态保护修复区域也无大型渔业、水产养殖业，无自然保护区和名胜古迹。

2.4 人居环境

2.4.1 矿区人口数量与分布

矿区内分布有刘家坳一个居民区，矿区周边居民主要分布有灰石坳、园艺场、连溪湾、土祥溪、桐木龙、黄家桥村居民区，本次生态修复区及周边共有房屋 257 栋，

居民 1077 人。

矿区人口数量与分布见表 2-4-1。

表 2-4-1 生态修复区人口数量分布一览表

居民区	相对矿山位置	房屋栋数	人数
刘家坳	矿区内西部	7	22
灰石坳	矿区外南部	8	23
园艺场	矿区外西部	2	4
连溪湾	矿区外西部	12	30
土祥溪	矿区外北部	86	310
桐木龙	矿区外北部	115	580
黄家桥村	矿区外北部	27	108
合计		257	1077

2.4.2 相邻矿山及占用土地资源现状

2.4.2.1 相邻矿山分布

矿山周边查询范围内无探矿权，无矿界重叠，无资源纠纷。

2.4.2.2 矿山占用土地资源现状

矿区总占地面积约 46.00h m²，大部分为耕地、园地，其他为林地、采矿用地、宅基地、旱地、工矿仓储用地等，有少量草地分布。据统计，其中耕地 31.22h m²，园地 5.52h m²，宅基地 1.23h m²，旱地 1.78h m²，草地 0.31h m²，工矿仓储用地 0.46h m²，林地 0.27h m²，采矿用地 0.76h m²，水域 3.45h m²，其它为少量的道路占地。

2.4.3 矿区人类活动范围及强度

2.4.3.1 民用建筑

矿区内有刘家坳居民区，矿区周边居民主要分布有灰石坳、园艺场、连溪湾、土祥溪、桐木龙、黄家桥村居民区。居民区的民房一般为 1~5 层砖混建筑，房屋一般依道路修建，切坡高度一般在 1~3m，人类活动强度较强烈。

2.4.3.2 工业建筑

矿区内的工业建筑主要为矿部及工业广场区域的办公室、职工宿舍等，选厂区域的选厂设施；办公室、职工宿舍一般为一层砖瓦结构的普通民房；选厂区域的选厂设

施主体为轻钢结构房屋。由于当地地势平缓，切坡高度一般小于 3m，但占地面积较大，人类活动强度较强烈。

插图 2-4-1 矿区的民房建筑

2.4.3.3 道路及交通设施

本次图幅内的道路及设施主要为乡村公路和农村道路，道路一般沿山坡下的平缓地段修建，道路的切填坡高度一般小于 5m，人类活动强度较强烈。

2.4.3.4 林业及农垦

矿山处于丘陵地区，主要地类为耕地。根据采矿权设置范围相关信息分析结果简报，矿区内的基本农田面积为 28.87h m²，耕地所占面积与矿区面积比约 67.8%，农业耕作及林业活动较强。

2.4.4 矿业活动对当地居民生产生活的主要影响

矿山周边分布有居民集中居住区，现状矿山的地面设施对当地的地形地貌及景观造成了破坏外，对当地居民生产生活无其它影响。

2.4.5 社会经济概况

矿区行政上隶属湘西自治州泸溪县，根据《泸溪县 2023 年国民经济和社会发展

统计公报》，2023 年，全年全县居民人均可支配收入*****元，增长 5.9%。其中，城镇居民人均可支配收入*****元，增长 4.2%；农村居民人均可支配收入*****元，增长 7.1%。全县居民人均生活消费支出*****元，增长 5.8%。其中，城镇居民人均生活消费支出*****元，增长 4.3%；农村居民人均生活消费支出*****元，增长 6.8%。全县居民食品消费支出占消费总支出的比重（恩格尔系数）为 26.6%。

矿区所在的浦市镇农村居民人均可支配收入近*****元，这与当地矿业经济较为发达相关。

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

根据采矿权信息查询结果，本矿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现象。但矿区 300m 内北部有居民集中生活区；矿区周边有省道 S252、S320 省道分布，矿区中部为 X043 县道，选厂和尾矿库南部为省道 S252 和沅江航道。以上交通线路和居民集中生活区是未来矿山开采影响的主要对象。

插图 3-1-1 矿区范围、选厂、尾矿库和周边交通线路、居民点的相对位置

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

矿业活动对地形地貌的破坏一方面是指对原生的地形地貌景观影响和破坏，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影响。

矿山为地下开采，且多年停产，地表设施缺乏维护。目前主要占地为矿部及工业广场、风井工业广场、选厂及尾矿库。

插图 3-1-2 矿部及工业广场、风井工业广场对地形地貌景观有影响

3.1.1.1 矿部及工业广场、风井工业广场地形地貌景观破坏现状

矿部及工业广场有 6 栋房屋，全部为 1 层砖混结构房屋。由于长期缺乏维护，随着周边居民生活水平的提高，当地民房建筑标准已远高于矿山建筑水平。矿部及工业广场占地约 0.63h m²，全部位于附近居民区、X043 县道的可视范围内，对地形地貌景观造成了破坏。

矿山的风井工业广场周边全部为农田，工业广场建设破坏了原生植被，全部位于附近居民区的可视范围内，对地形地貌景观造成了破坏。

3.1.1.2 尾矿库和选厂地形地貌景观破坏现状

尾矿库和选厂位于矿区北部约 3km 的沅江北岸，选厂有 5 栋砖混结构房屋，占地约 1.9h m²。该区域大部分已采用混凝土硬化，选厂与当地的民房风格迥异，较大面积建设彻底改变了原生地形地貌景观，破坏了原生植被，且全部位于省道 S252 和沅江航道的可视范围内，对地形地貌景观有影响。

尾矿库位于选厂北部，占地面积约 2.1h m²。尾矿库对周围环境产生不良影响，彻底改变了原生地形地貌景观，视觉冲突强烈，且全部位于省道 S252 和沅江航道的可视范围内，对地形地貌景观有影响。

插图 3-1-3 矿山选厂和尾矿库全貌

综上所述，现状矿部及工业广场、风井工业广场、选厂及尾矿库均对地形地貌景观有影响，其分布于县道、省道、沅江航道的可视范围内，主要影响对象为周边的居

民区。

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

3.1.2.1 已有地面设施地形地貌景观破坏趋势

现状矿山已基本完成了工业广场的布置，矿山尾矿库的设计库容完全满足未来的尾矿堆放需求，因此未来已有地面设施对地形地貌景观的影响与现状相同。

3.1.2.2 新增工业广场、废石堆地形地貌景观破坏趋势

1、新增工业广场地形地貌景观破坏趋势

根据开发利用方案设计，未来需新增一个风井工业广场（二风井工业广场），风井工业广场一般仅安装风机，占地面积很小，但是其周边为大面积农田，且附近有大范围的居民区分布，预测二风井工业广场对地形地貌景观有破坏的趋势。

插图 3-1-4 二风井工业广场拟占地

2、废石堆地形地貌景观破坏趋势

矿山的开发利用方案未设计废石堆，但未来矿山开采必然会产生废石。经矿山负责人介绍，按照应急管理部门的要求，未来矿山的爆破工作将由民爆公司负责，矿山自身不再需要储备炸药。因此规划工业广场上现有的炸药库将废弃，作为废石堆放场。一般来说，金属矿山的废石量为可采储量的 10%，本次计算矿山的可采储量为*****万 t，废石密度按照 2.5 计算，未来废石总量约 4000m³。

插图 3-1-5 矿区地貌工业广场相对位置示意图

矿山的炸药库及周边空地总面积约 2000 m²，完全满足未来废石堆放需求，预计未来废石堆最大堆高小于 5m，平均堆厚 2m。

废石堆全部位于附近居民区、X043 县道的可视范围内，对地形地貌景观有破坏的趋势。

插图 3-1-6 未来的废石堆放场地

综上所述，未来新增二风井工业广场、废石堆地形地貌景观有破坏的趋势。

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

综上所述，现状矿部及工业广场、风井工业广场、选厂及尾矿库均对地形地貌景观有破坏影响也有破坏趋势，未来新增二风井工业广场、废石堆地形地貌景观有破坏的趋势。其分布于县道、省道、沅江航道的可视范围内，主要影响对象为周边的居民区。

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	是否对地形地貌景观造成破坏	
			现状	趋势
已有	矿部及工业广场	冲积平原	是	是
	风井工业广场	冲积平原	是	是
	尾矿库	丘陵	是	是
	选厂	丘陵	是	是
新增	二风井工业广场	冲积平原		是
	废石堆	冲积平原		是



插图 3-1-7 地形地貌景观破坏分布图

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损及破坏现状

3.2.1.1 土地资源占损现状

围绕的两个井筒，目前矿山形成了矿部及工业广场、风井工业广场；2008 年 8 月，矿山投资建设了一座选厂，选厂及尾矿库位于矿区北部至距约 3km 的沅江北岸，尾矿库设计库容 30 万 m³。以上地面设施占地情况如下：

矿部及工业广场：共占采矿用地约 0.63h m²；

风井工业广场：占水田约 0.004h m²；

选厂：共占地约 1.9h m²，其中村庄约 0.28h m²，林地约 1.04h m²，其他草地 0.58h m²；

尾矿库：共占地约 2.1h m²，其中其他草地约 1.28h m²，林地约 0.82h m²，现已堆放尾矿约 10 万 m³。

表 3-2-1 矿业活动压占破坏土地资源情况表（单位：h m²）

名称	占用（破坏、污染）土地情况（ha）					总计（hm ² ）	土地权属
	采矿用地	林地	水田	村庄	其他草地		
矿部及工业广场	0.63					0.63	黄家桥村
风井工业广场			0.004			0.004	
选厂		1.04		0.28	0.58	1.9	印家桥村
尾矿库		0.82			1.28	2.1	
合计	0.63	1.86	0.004	0.28	1.86	4.634	

经分析统计，现状矿山共占地 4.634h m²，其中采矿用地 0.63h m²，林地 1.86h m²，水田 0.004h m²，村庄 0.28h m²，其他草地 1.86h m²，土地权属为浦市镇黄家桥村、印家桥村。

3.2.1.2 土地资源破坏现状

本矿山为采选铜的金属矿，矿山的开采和选别均可能造成土壤的污染问题。

为了了解矿山所在区域土壤现状情况，本次收集了湖南品标华测检测技术有限公司于 2024 年 10 月的检测报告，该报告共采集了 5 个土样点（T1~T5）见表 3-2-2。

经过土壤分析结果可知，各监测点位各环境要素监测因子监测值均符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 中第二类用

地土壤污染风险管制值。现状土壤对土地资源破坏基本无影响。

监测结果见表 3-2-3。

表 3-2-2 土壤环境质量现状监测采样点

采样点	位置	采样时间
T1	井口	2024年9月28日10: 05
T2	工业广场	2024年9月28日10: 20
T3	工业广场下游	2024年9月28日10: 40
T4	选厂	2024年9月28日11: 30
T5	尾矿库下游	2024年9月28日12: 10

表 3-2-3 土壤环境质量现状监测结果（T1~T5） 单位：mg/kg、pH：无量纲

项目	T1	T2	T3	T4	T5	筛选值	管制值	达标情况
镉	0.3	0.28	0.21	0.22	0.23	65	172	达标
铜	26	38	46	42	45	18000	36000	达标
铅	21	149	88	81	81	800	2500	达标
汞	0.392	0.5	0.4	0.48	0.246	38	82	达标
镍	30	34	47	42	32	900	2000	达标
氰化物	ND	0.04	0.05	0.05	ND	135	270	达标
氟化物	19	18	18	17	15	/	/	/
pH	6.52	6.98	6.67	6.61	6.15	/	/	/

3.2.2 土地资源占损及破坏趋势

3.2.2.1 土地资源占损趋势

现状矿山已基本完成了工业广场的布置，矿山尾矿库的设计库容完全满足未来的尾矿堆放需求，未来已有地面设施对土地资源的占损与现状相同（根据设计，已有的风井工业广场未来为一风井工业广场，下文不再进行说明），以下分析新增场地的占地情况。

1、新增工业广场土地资源占损趋势

根据开发利用方案设计，未来需新增二风井工业广场，风井工业广场一般仅安装风机，占地面积很小，预测占地面积与一风井工业广场相同，预测占用旱地面积约 0.004h m²。

2、废石堆土地资源占损趋势

矿山的开发利用方案未设计废石堆，但未来矿山开采必然会产生废石。上文已分析计算了未来废石堆的总方量和堆放位置，未来废石总量约 4000m³。矿山的炸药库及周边空地总面积约 2000 m²，完全满足未来废石堆放需求，预计未来废石堆最大堆高小于 5m，平均堆厚 2m。

从本矿所处的位置来看，由于周边为大面积农田，未来废石不应长期堆放，矿山开采完毕后应回填井筒，加之废石堆场全部位于矿部及工业广场上，后文不再统计其占地面积，其修复工程计入矿部及工业广场的修复工程中。

插图 3-2-1 矿区土地利用现状图

插图 3-2-2 矿山尾矿库土地利用现状图

3.2.3 土地资源破坏趋势

土壤污染是一个长期过程，未来矿山的服役年限有限，仅 3.7 年。目前矿山已经修建了沉淀池，尾矿库已修建了截排水沟，实现了雨污分流，因此未来短期内不会造成大面积土壤污染。

总体来说，预测未来矿山土地资源破坏情况与现状相同，仍集中在选厂区域。

3.2.4 土地资源占损小结

现状矿山共占地 4.634h m²，其中采矿用地 0.63h m²，林地 1.86h m²，水田 0.004h m²，村庄 0.28h m²，其他草地 1.86h m²。预测未来矿山新增占用旱地约 0.004h m²，预测矿山总占地面积为 4.638h m²，土地权属为浦市镇黄家桥村、印家桥村。现状及预测矿山选厂区域对土地资源有破坏问题及破坏趋势。

插图 3-2-3 土地资源占损分布图

表 3-2-1 矿业活动压占破坏土地资源情况表（单位：h m²）

名称	占用（破坏、污染）土地情况（ha）												总计 (hm ²)	土地 权属
	采矿用地		林地		水田		旱地		村庄		其他草地			
	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占		
矿部及工业广场	0.63												0.63	黄家桥村
一风井工业广场					0.004								0.004	
二风井工业广场								0.004					0.004	
选厂			1.04						0.28		0.58		1.9	印家桥村
尾矿库			0.82								1.28		2.1	
合计	0.63		1.86		0.004			0.004	0.28		1.86		4.638	

3.3 水资源水生态破坏

3.3.1 水资源水生态破坏现状

3.3.1.1 矿业活动对水资源影响

1、对地下水资源枯竭和区域地下水均衡的破坏

区内湿润多雨，雨量充沛，且区内地形有利于地下水下渗，大气降水沿着围岩裂隙渗入未来矿坑，是地下水主要补给来源，矿坑排水量的变化受大气降水制约。在开采条件下，矿井水主要来源于矿层顶部的白垩系第三岩组基岩的裂隙水，其富水性弱，是矿井水的直接补给来源。

矿山 2000 年建矿，2013 年停产，井下已达到最大的准采标高，在开采期间未引发地表井水干涸，对地下水资源枯竭和区域地下水均衡基本无影响。

2、对地表水漏失影响

浦溪是区内较大的地表水体，从矿山界外南西向北流淌而过；矿区地表有面积基本农田，以上地表水体是矿山地下开采影响的主要对象。前文水文地质章节已进行了分析，当浅部保护层厚度大于 29.2m 时，矿业活动对基本农田影响小，不会引起农田塌陷、开裂、漏水、污染等不良情况。

矿山已有的采空区 20-1、23-1、23-2、19-2 矿体赋存高度在 76~80m，矿区地面标高为 116~128m，保护层厚度大于理论值。因此，矿山开采未造成浦溪水漏失、农田塌陷或开裂、漏水等有损基本农田的情况。

因此，现状矿业活动对地表水漏失基本无影响。

3.3.1.2 矿业活动对水生态破坏

矿山开采活动对水环境影响主要来源于矿山废水（矿坑废水、废石堆淋滤水、选矿废水、尾矿淋滤水），主要直接的污染对象为下游的浦溪和沅江。

2008 年，矿山投资约 10 万元在主井口修建了一个沉淀池。该沉淀池为浆砌砖结构，长约 12m，宽 6m，深度 2m，容积约 144m³。该沉淀池分为两级，可以通过添加药剂的方式对矿井水进行沉淀处理，达到排放标准。

2009 年至 2022 年，为保证尾矿库排水通畅，矿山分阶段累计投资约 30 万元，在尾矿库内部和周边修建了截排水沟，总长度约 1200m。截排水沟用于拦截山坡上流向库内的水，保护边坡不受水流冲刷，防止雨水滞留导致坝体受损，保持坝体的干燥和稳定。截水沟通过在山坡与坝坡结合部设置，浆砌块石较稳定，有效地防止山坡暴雨汇流冲刷坝肩，从而保护坝体的安全，并达到雨污分流的作用。

为了了解项目所在区域地下水水质现状情况，湖南中润恒信检测有限公司于 2024 年 9 月对矿区开展了现状检测。本次监测先后共设置了 4 个监测点，分别为 D1~D4，地下水及地表水环境质量现状监测数据结果统计与评价见表 3-3-1，各监测点监测因子均满足 GB/T 14848-2017《地下水质量标准》III类标准要求。

表 3-3-1		地下水水质现状监测结果		单位：mg/L（pH 无量纲）	
点位名称	检测项目	检测结果	标准限值	单位	
		2024-09-29			
居民点水井D1	pH	6.94	6.5~8.5	无量纲	
	氨氮	0.08	0.50	mg/L	
	硝酸盐	1.59	20.0	mg/L	
	亚硝酸盐	0.003L	1.00	mg/L	
	挥发酚	0.0003L	0.002	mg/L	
	砷	0.001L	0.01	mg/L	
	汞	0.0001L	0.001	mg/L	
	总硬度	104.1	450	mg/L	
	铅	0.0025L	0.01	mg/L	
	镉	0.0005L	0.005	mg/L	
	铁	0.03	0.3	mg/L	
	锰	0.08	0.10	mg/L	
	锌	0.05L	1.00	mg/L	
	耗氧量	0.23	3.0	mg/L	
	溶解性总固体	110	1000	mg/L	
	总大肠菌群	<2	3.0	MPN/100mL	
	六价铬	0.004L	0.05	mg/L	
	硫酸盐	7.68	250	mg/L	
	氟化物	0.642	1.0	mg/L	

点位名称	检测项目	检测结果	标准限值	单位
		2024-09-29		
居民点水井D2	pH	6.92	6.5~8.5	无量纲
	氨氮	0.06	0.50	mg/L
	硝酸盐	1.52	20.0	mg/L
	亚硝酸盐	0.003L	1.00	mg/L
	挥发酚	0.0003L	0.002	mg/L
	砷	0.001L	0.01	mg/L
	汞	0.0001L	0.001	mg/L
	总硬度	106.1	450	mg/L
	铅	0.0025L	0.01	mg/L
	镉	0.0005L	0.005	mg/L
	铁	0.06	0.3	mg/L
	锰	0.01	0.10	mg/L
	锌	0.05L	1.00	mg/L
	耗氧量	0.27	3.0	mg/L
	溶解性总固体	124	1000	mg/L
	总大肠菌群	<2	3.0	MPN/100mL
	六价铬	0.004L	0.05	mg/L
	硫酸盐	9.49	250	mg/L
	氟化物	0.517	1.0	mg/L
浦溪地表水D3	pH	6.95	6~9	无量纲
	COD	17	20	mg/L
	石油类*	0.01L	0.05	mg/L
	氰化物	0.004L	0.02	mg/L
	氟化物	0.46	1.0	mg/L
	六价铬	0.004L	0.05	mg/L
	总铜	0.05	1.0	mg/L
	总锰	0.06	0.1	mg/L
	总镉	0.001	0.005	mg/L
	总铅	0.01	0.05	mg/L
	总锌	0.05	1.0	mg/L
	总硒	0.009	0.01	mg/L
	总汞	0.00004L	0.0001	mg/L
	总砷	0.0014	0.5	mg/L
沉江地表水D4	pH	7.01	6~9	无量纲
	COD	13	20	mg/L
	石油类*	0.01L	0.05	mg/L
	氰化物	0.004L	0.02	mg/L
	氟化物	0.48	1.0	mg/L
	六价铬	0.004L	0.05	mg/L
	总铜	0.03	1.0	mg/L
	总锰	0.03	0.1	mg/L
	总镉	0.001	0.005	mg/L
	总铅	0.01	0.05	mg/L
	总锌	0.04	1.0	mg/L

点位名称	检测项目	检测结果	标准限值	单位
		2024-09-29		
	总硒	0.005	0.01	mg/L
	总汞	0.00004L	0.0001	mg/L
	总砷	0.0014	0.5	mg/L

综上所述，现状矿山开采对水生态基本无破坏影响。

3.3.2 水资源水生态破坏趋势

3.3.2.1 对水资源破坏趋势

1、对地下水资源枯竭和区域地下水均衡的破坏趋势

区内湿润多雨，雨量充沛，且区内地形有利于地下水下渗，大气降水沿着围岩裂隙渗入未来矿坑，是地下水主要补给来源，矿坑排水量的变化受大气降水制约。在开采条件下，矿井水主要来源于矿层顶部的白垩系第三岩组基岩的裂隙水，其富水性弱，是矿井水的直接补给来源。

由于当地降水充沛，地表水系发育，地下水可通过入渗、侧流的方式快速得到补给。当矿山开采时，由于井下抽排会形成一定范围的地下水降落漏斗。一旦矿山停止抽排，地下水位可以在较短的时间内快速恢复。

因此在矿山短暂的开采期内，矿山开采对地下水资源枯竭和区域地下水均衡基本无破坏影响。

2、地表水漏失影响

浦溪是区内较大的地表水体，从矿山界外南西向北流淌而过；矿区地表有大面积基本农田，以上地表水体是矿山地下开采影响的主要对象。前文水文地质章节已进行了分析，当浅部保护层厚度大于 29.2m 时，矿业活动对基本农田影响小，不会引起农田塌陷、开裂、漏水、污染等不良情况。

矿山已有的采空区 20-1、23-1、23-2、19-2 矿体赋存高度在 76~80m，矿区地面标高为 116~128m，保护层厚度大于理论值。因此，矿山开采未造成浦溪水漏失、农田塌陷或开裂、漏水等有损基本农田的情况。

根据《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿地下开采对基本农田影响论证报告》结论，“矿山今后停采保护层厚度应小于 29.2m 的浅部矿层，设置限采区。也就是说，矿山停采浅部矿层后，矿业活动对基本农田影响小，不会引起农田塌陷、开裂、漏水、污染等不良情况”。

因此未来矿山开采深部矿体时，在留设了足够厚度的保护层的前提下，不会引发地表水漏失，对水资源基本无影响。

3.3.2.2 对水生态破坏趋势

矿山未来开采活动对水环境影响主要来源于矿山废水（矿坑废水、废石堆淋滤水、选矿废水、尾矿淋滤水），主要直接的污染对象为下游的浦溪和沅江。

1、矿坑废水

矿山已修建了沉淀池，容积约 144 m³，预测未来矿山的最大涌水量约 230m³/h，一般情况下，在添加药剂的情况下，金属矿山废水半个小时即可实现达标排放，因此已建沉淀池可以满足未来最大排水量的污水处理需求。

2、选矿废水、尾矿淋滤水

未来矿山采用干堆法堆放矿，选厂的选别、压滤废水可以循环利用，不需外排，选厂废水不会造成下游水生态的污染问题。在尾矿库区，矿山修建了完善的截排水系统，并对尾矿库覆土复绿，实现了雨污分流，截断了污染源头。

矿山的尾矿库虽已覆土复绿，但是未来干堆法堆放尾矿时会破坏现有的截排水系统，尾矿库有一定汇水面积，且下游为沅江，若不采取措施，尾矿库淋滤水可能造成下游沅江水生态的污染问题。

3、废石堆淋滤水

未来开采时，矿部及工业广场区域地表有废石堆积，虽然堆放量不大，但是其周边为大面积基本农田，废石堆淋滤水可能造成下游水生态的污染，并间接污染浦溪水生态。

综上所述，预测未来废石堆淋滤水可能造成下游水生态的污染，并间接污染浦溪水生态。尾矿库淋滤水可能造成下游沅江水生态的污染问题。

3.3.3 水资源水生态影响小结

现状矿业活动对水资源、水生态基本无影响。未来矿山开采深部矿体时，在留设了足够厚度的保护层的前提下，不会引发地表水漏失，对水资源基本无影响。预测未来废石堆淋滤水可能造成下游水生态的污染，并间接污染浦溪水生态。尾矿库淋滤水可能造成下游沅江水生态的污染问题。

插图 3-3-1 水资源水生态影响分布图

未来矿山需全按照湘西自治州生态环境局的批复或相关标准执行，采矿区实行完全雨污分流、采矿生产废水、矿坑水实行清污分流，加强废水排放的监测，尤其暴雨时尾矿脱水的排放管理。

表 3-3-2 水资源水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水生态造成破坏		是否对水环境造成破坏	
		现状	趋势	现状	趋势
矿山地下开采	地下水资源	否	否		
	区域地下水均衡	否	否		
	地表水漏失	否	否		
废石堆淋滤水	地表水			否	是
选矿废水	地表水			否	否
尾矿库淋滤水	地表水			否	是

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害影响

本矿区位于沅麻盆地边缘，属侵蚀剥蚀丘陵地貌和河流冲积平原地貌，地势平缓，无陡崖分布，自然条件下未发生过崩塌、滑坡地质灾害。矿山主要为地下开采，在地表无深挖高填边坡。矿山选厂区域最大人工土质切坡高度小于 3m。根据现场调查，生态修复区内未发生过崩塌、滑坡地质灾害，崩塌、滑坡地质灾害危害小。

3.4.1.2 泥石流地质灾害

本区自然地形相对平缓，无规模大、流程长的冲沟。矿山的尾矿库是区内的松散堆积物，但是尾矿库没有大面积的汇水条件，自然排水通畅，现状区内未发生过泥石流地质灾害，泥石流地质灾害危害小。

需要说明的是，矿山的尾矿库已闭库并已通过验收，本次对尾矿库库坝的稳定性不进行评价，见插图 3-4-1。

3.4.1.3 采空区地面变形地质灾害

2000 年至 2013 年间，矿山的主要开采矿块是 23-1、23-2、20-1、19-2 四个。除 19-2 矿块尚保有矿石外，其余三个已经采空。已有采空区总面积约 2.6 万平方米。目

前矿山井下最低开采标高为-22m，已达到了准采的最低标高。

据现场调查及收集以往资料，矿山已有的采空区上部未发生过采空区地面变形迹象，现状采空区地面塌陷地质灾害危害小。

插图 3-4-1 尾矿库闭库公示牌

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 崩塌、滑坡地质灾害预测

本矿区位于沅麻盆地边缘，属侵蚀剥蚀丘陵地貌和河流冲积平原地貌，地势平缓，无陡崖分布，自然条件下未发生过崩塌、滑坡地质灾害。未来矿山主要为地下开采，在地表无深挖高填边坡。矿山选厂区域最大人工土质切坡高度小于 3m，目前选厂已建成，未来不需扩建。

综上所述，由于矿区地势较平缓，未来主要为地下开采，矿山地面设施无扩建需求，未来矿山开采引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.2.2 泥石流地质灾害预测

泥石流的发生主要应具备三个条件：第一，具备高差大，有利于泥石流下泄的地形条件；第二，具备充足的水源，且水流易于淤积的水源条件；第三，具备充足的松散堆积物，在水力作用下形成大量泥、石、水的混合物。以上三个条件在共同作用下

则会发生泥石流。本区现状及未来有大量松散堆积物的区域主要为尾矿库。

矿山的尾矿库几乎无汇水条件，也不在冲沟中，地势也无较大落差，因此未来矿业活动引发泥石流地质灾害的可能性小。

3.4.2.3 采空区地面变形的影响预测

矿权范围内共占有 5 个可采矿层 12 个矿块，矿层编号分别为 V11、V19、V20、V23、V24。矿体编号为 11-1、19-1、19-2、20-1、20-2、23-1、23-2、23-3、23-4、23-5、23-6、24-1。目前开采矿块是 23-1、23-2、20-1、19-2，其它矿块为未来的开采对象。矿体产状平缓，埋藏深度在 0~150m 范围内。

1、采空区地面变形的影响范围

本矿为地下开采，本次参考《“三下”采煤规程》确定矿山开采岩层上山移动角（ γ ） 70° ，下山移动角（ β ） 55° ，走向移动角（ δ ） 72° ，圈出了未来矿山地下开采的岩石移动范围，见附图 3。

从附图 3 可以看出，矿区上部及周边约 30 公顷农田（含基本农田）和刘家坳居民区的 8 栋房屋、县道及乡村公路是未来采空区地面变形的主要影响对象，以下通过定量分析的方式来确定采空区地面变形的影响程度。

2、采空区地面变形的影响程度

本次开发利用方案设计矿柱不回采，以下假定矿山采用空场采矿法，矿柱全部回采来分析采空区地面变形的影响程度，本次针对以上地面区域选取计算点，计算公式为：

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

式中： W_{cm} ——地表移动最大下沉值（mm）；

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

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

H ——矿层采深（m）； $\tan \beta$ ——地表移动影响角正切，取 $\tan \beta = \tan 55^\circ = 1.42$

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

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）。

采空区地面变形计算结果见表 3-4-1。

表 3-4-1 矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目指标	B1	B2	B3	B4	B5
主采矿体平均厚度 (m)	1.95	1.83	3.06	5.0	2.95
采深取实际平均采深 (m)	80	70	120	100	100
倾角 α (°) 取平均倾角	10	10	10	10	10
下沉系数q	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
$\text{tg}\beta$	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
水平移动系数b	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
影响半径r (m)	56.34	49.30	84.51	70.42	70.42
Wcm (mm)	1459.49	1369.67	2290.27	3742.27	2207.94
icm (mm/m)	25.91	27.78	27.10	53.14	31.35
Kcm $10^{-3}/\text{m}$	0.70	0.86	0.49	1.15	0.68
εcm (mm/m)	8.55	9.17	8.95	17.54	10.35
对应矿块	23-6	23-5	19-2	23-1	23-4
对应地表位置	刘家坳	刘家坳北部	中部水田	西北部水田	西南部水田

表 3-4-2 开采沉陷土地破坏程度等级

破坏等级	地表下沉与变形值			破坏分类	地表破坏程度
	下沉 W/mm	水平变形 ε /mm·m ⁻¹	倾斜i /mm·m ⁻¹		
I	≤500	≤6	≤3	轻微破坏	地面有轻微变形，但不影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失基本上没有增加。
II	≤2000	≤10	≤20	轻度破坏	地面有轻微变形，轻微影响农田耕种、林地、植被生长，水土流失略有增加。
III	>2000	≤20	≤40	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		>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 3-4-3 砖混结构建筑物损坏等级表

损坏等级	建筑物 破坏程度	地表变形值			损坏分类	结构处理
		ε /mm·m ⁻¹	Kcm 10^{-3} /m	icm (mm/m)		
I	自然间砖墙上出现宽度1~2mm的裂缝	≤2.0	≤0.2	≤3.0	极轻微损坏	不修
	自然间砖墙上出现宽度小于4mm的裂缝；多条裂缝总宽度小于10mm				轻微损坏	简单维修
II	自然间砖墙上出现宽度小于15mm的裂缝，多条裂缝总宽度小于30mm；钢筋混凝土梁、柱上裂缝长度小于1/3截面高度；梁端抽出小于20mm；砖柱上出现水平裂缝，缝长大于1/2截面边长；门窗略有歪斜	≤4.0	≤0.4	≤6.0	轻度损坏	小修
III	自然间砖墙上出现宽度小于30mm的裂缝，多条裂缝总宽度小于50mm；钢筋混凝土梁、柱上裂	≤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
		ε /mm·m ⁻¹	Kcm10 ⁻³ /m	icm (mm/m)		
	缝长度小于1/2截面高度；梁端抽出小于50mm；砖柱上出现小于5mm的水平错动；门窗严重变形					
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

本次评估将本次计算结果与 3-4-1、3-4-2 表中的取值进行对比。根据表 3-4-1、3-4-2 的标准，假定矿山采用空场采矿法，矿柱全部回采，则采空区地面变形对水田的影响程度为中度～重度破坏，对民房的影响程度为严重损坏或极度严重损坏。因此矿山需严格按照开发利用方案的设计采用浅孔房柱法开采，留设的矿柱不得回采。在局部顶板不稳固地段必须采取锚杆护顶、增设矿柱或加密矿柱等措施管理顶板。并必须积极推行废石回填工艺，将生产中产生的废石及时回填采空区，必要时须从地表返运废石回填，回填率不得小于 75%。

为了充分论证矿山开采对地表基本农田的影响，2019 年 5 月，矿山委托湖南核工业岩土工程勘察设计院湘西分院编制了《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿地下开采对基本农田影响论证报告》，该报告的结论为：

现状条件下，基本农田没出现塌陷、开裂、漏水、污染等现象。

未来矿山开采活动，根据保护层厚度计算，矿山开采需留设的保护层最小厚度为 29.2m，因此，矿山今后应停采保护层厚度小于 29.2m 的浅部矿层，设置限采区。也就是说，矿山停采浅部矿层后，矿业活动对基本农田影响小，不会引起农田塌陷、开裂、漏水、污染等不良情况。

综上所述，为减轻或避免采空区地面变形问题，矿山需采取以下措施：

- （1）矿山需严格按照开发利用方案的设计采用浅孔房柱法开采，留设的矿柱不得回采。
- （2）在局部顶板不稳固地段必须采取锚杆护顶、增设矿柱或加密矿柱等措施管理顶板。
- （3）积极推行废石回填工艺，将生产中产生的废石及时回填采空区，必要时须从地表返运废石回填，回填率不得小于 75%。

插图 3-4-1 《湖南省泸溪县天阳矿业有限公司浦市铜矿地下开采对基本农田影响论证报告》设计的限采区位置

(4) 矿山今后应停采保护层厚度小于 29.2m 的浅部矿层，设置限采区。

在采取以上措施后可以减轻或避免采空区地面变形的影响，但为了稳妥起见，本次预测未来采空区地面变形的可能性中等，主要影响矿区上部及周边约 30 公顷农田（含基本农田）、刘家坳居民区的 8 栋房屋以及约 2000m 县道及乡村公路，对农田（含基本农田）的影响程度为轻度破坏，对民房的影响程度为轻度损坏。

3.4.2.6 矿山建设遭受地质灾害的影响预测

矿山的选厂远离采矿区，其地势相对平缓，人工切坡的土质边坡最大高度小于 3m，未来遭受崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。矿部及工业广场周边地势平坦开阔，未来遭受崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。

矿部及工业广场全部位于岩石移动范围内，为了稳妥起见，本次预测未来采空区地面变形的可能性中等，因此其遭受采空区地面变形的可能性中等，采空区地面变形对矿部及工业广场的建筑影响程度为轻度损坏。

3.4.3 矿山地质灾害影响小节

现状矿山开采未引发各类地质灾害；预测矿山引发崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。

预测未来在充分采取措施后，可以减轻或避免采空区地面变形的影响，但为了稳妥起见，本次预测未来采空区地面变形的可能性中等，危险性小，主要影响矿区上部及周边约 30 公顷农田（含基本农田）、刘家坳居民区的 8 栋房屋以及约 2000m 县道及乡村公路，对农田（含基本农田）的影响程度为轻度破坏，对民房的影响程度为轻度损坏。矿山建设遭受采空区地面变形的可能性中等，危险性小，采空区地面变形对矿部及工业广场的建筑影响程度为轻度损坏。

表 3-4-4 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山开采期地质灾害现状			预测		
	是否有地质灾害	危险性	影响对象	可能性	危险性	影响对象
崩塌、滑坡	否	否	否	小	小	无
泥石流	否	否	否	小	小	无
采空区地面变形	否	否	否	中等	小	矿山上部及周边的基本农田、民房、矿部及工业广场

插图 3-4-2 矿山地质灾害影响分布图

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

矿区范围为侵蚀剥蚀丘陵地貌和河流冲积平原地貌，农业条件良好，自然植被发育。当地的优势树种为杉树、香樟树、马尾松、苦楝树、青冈树、椿树、油茶树、杨梅树、橡树等。区域野生动物种类较少，无大型野生哺乳动物，矿山范围内现有的野生动物多为一些常见的鸟类、蛙类及昆虫等，未发现珍稀野生保护动物区域内常见野生动物，以鼠、蛙、蛇、鸟类为主，区内无大型渔业、自然保护区。

现状，矿山的各工业广场共占地约 4.634h m²，现有的占地区域原地类为林地、采矿用地等，因此矿山破坏了已占地区域的植被。矿区植被较发育，周边为大面积林地分布区，矿山的破坏面积相对较小，对原生植被有一定破坏，但是生物的多样性基本无影响。

3.5.2 生物多样性破坏趋势

未来矿山基本无新增地面设施（新增二风井工业广场占地面积很小），矿山的各工业广场总体来说占地面积小对自然植被破坏程度有限。但人员活动以及机械生产、爆炸噪声震动等会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。

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，区域野生动物种类较少，无大型野生哺乳动物，矿山范围内现有的野生动物多为一些常见的鸟类、蛙类及昆虫等，未发现珍稀野生保护动物，这种不利影响是轻微的，能在矿山闭采后通过生态修复，目前存在的常见野生动物也将重新得到生存空间。

未来，矿山开采占地区域会造成小面积的植被损毁，但是对当地生物多样性影响轻微，且随着未来矿山闭坑修复工作的开展，对生物多样性的影响可以得到修复。

3.5.3 生物多样性破坏小结

矿业活动现状对生物多样性基本无影响。

未来，矿山开采占地区域会造成小面积的植被损毁，但是对当地生物多样性影响轻微，且随着未来矿山闭坑修复工作的开展，对生物多样性的影响可以得到修复。

表 3-5-1 生物多样性破坏影响及趋势一览表

影响类别		是否对生物多样性造成破坏
现状	矿山地面建设	否
	废石堆、尾矿库	否
趋势	矿山地面建设	否
	废石堆、尾矿库	否

4 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

根据《湘西州国土空间生态修复专项规划（2021-2035 年）》，矿山位于沅江中上游水土保持生态修复分区。尾矿库位于泸溪沅江干流浦市段水土保持及水环境综合治理重点区域。该区域的主要生态问题是水土流失和石漠化问题，生物多样性保护形势严峻，矿区开采和不当的农林生产造成原生植被破坏，对生物多样性造成了威胁。

主攻方向是合理开发利用自然资源，重点加强沅江主要支流源头水源地涵养与保护，强化生态安全屏障。建立生态廊道，加强公益林保护修复、天然林保护修复，通过实施天然林保护、森林质量精准提升工程，限制陡坡垦殖，合理开发自然资源，保护和恢复自然生态系统，增强区域水土保持能力。针对矿产资源开发活动集中的地区，加强矿山生态修复，推进矿山水污染问题治理。

总体来说，未来生态修复的主要工作目标是保护当地的水、土环境。

未来矿山的主要生态环境问题是：

矿山开采对地形地貌景观有影响，造成了土地资源占损；未来矿山开采废石堆淋滤水可能造成下游水生态的污染，并间接污染浦溪水生态。尾矿库淋滤水可能造成下游沅江水生态的污染问题。预测未来采空区地面变形的可能性中等，主要影响矿区上部及周边约 30 公顷农田（含基本农田）和刘家坳居民区的 8 栋房屋、矿部及工业广场。

本次提出的生态保护修复思路如下：

1、矿山及尾矿库所在地下游为农田、浦溪、沅江，本次提出矿山未来必须确保排水水质达标，避免对周边农田灌溉水、下游地表水体造成污染。矿山的开采也需完全建立在达标排放，不对下游水土生态造成污染的前提下进行。

2、矿山上部分布大面积基本农田及民房，未来矿山必须严格按照设计采矿方法开采，避免引发采空区地面变形问题。矿山需要充分做好监测工作，并预留足够的费用用于后期治理。

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

4.2 生态保护修复目标

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

2、采取水生态防治措施，加强水质监测，确保排水水质达标，避免对周边农田灌溉水、浦溪、沅江造成污染；

3、消除采空区地面变形地质灾害隐患，为采空区地面变形地质灾害预留充足的防治资金。

4、未来矿山闭坑后（或工业场地使用完毕后），根据周边地类的分布情况，将各工业广场、废石堆全部修复为林地，以提升土地的利用价值。

5、矿区生态环境保护方面能达标绿色矿山建设要求，能全面消除灾害安全隐患，实现可复垦率 100%，能保持区域生态系统功能稳定。

4.3 生态保护修复实施工程及进度安排

保护修复措施主要有保护保育、自然恢复、人工辅助修复等。本矿山只有各工业广场、废石堆、尾矿库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，未来矿山闭坑后以上区域均修复为林地。

4.3.1 生态保护保育工程

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

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

本次设计矿山未来闭坑后需全面恢复植被，目前矿山正在开展绿色矿山建设工作，矿山的绿化率已基本达到了绿色矿山的要求，因此本次不再设计景观修复工程。根据本次现场调查，已有的生态修复区植被长势较好，但需加强管护及美化工程，确

保植被的存活率及生态平衡。

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，考虑到矿区附近为全部为林地，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

(1) 复垦单元的划分

现状及预测矿区占地单元为矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场、选厂、尾矿库等造成的植被的破坏，占用了大面积土地资源，本次将其划分为复垦单元。本次确定的复垦单元为：矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场、选厂、尾矿库。

(2) 根据当地的新兴产业发展状况确定复垦方向

矿山所在的浦市镇是一个粮食种植、烤烟种植、椪柑种植等特色农业种植等综合发展的乡镇，未来矿山的修复需考虑当地产业发展方向。矿山的采矿区地表为大面积农田，因此未来采空区的各场地复垦方向可以农田为主；选厂和尾矿库位于山坡林地上，附近有省道和沅江航道通过，保护生态环境是主要的工作方向，可考虑复垦为林地。

(3) 各场地的复垦方向分析

A、矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场复垦方向

本矿山为金属矿，在生产过程中会产生重金属元素的污染，矿山的矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场生产使用后可能存在重金属元素污染问题，不适宜复垦为耕地，本次设计全部复垦为林地。

B、选厂的复垦方向

选厂位于山坡林地上，附近有省道和沅江航道通过，保护生态环境是主要的工作方向，可考虑复垦为林地（林间为草地）。

C、尾矿库的复垦方向

对于尾矿库复垦方向可选择林地或草地。但本次参考了省内的普遍做法，一般尾砂库闭库后复垦为草地。

插图 4-3-1 为湖南省内多个金属矿山复绿的尾砂库，左上为湖南柿竹园有色金属

有限责任公司多金属矿尾砂库，右上为湖南省临武县南方矿业有限责任公司玉岭铅锌锡多金属矿尾砂库，左下为湖南新龙矿业有限责任公司龙山金锑矿尾砂库，右下为湖南省郴州金旺矿业有限公司玛瑙山多金属矿尾砂库，均复垦为草地。据调查，仅株洲县有极个别金属矿山将尾砂库复垦为林地，但成活率不高，效果不好。

插图 4-3-1 本次收集的湖南省内多个金属矿尾砂库复绿资料

综上所述，本次设计矿山的尾矿库复垦为草地。

表 4-3-1 各复垦单元复垦方向说明表

名称	面积 (hm ²)	复垦方向
矿部及工业广场	0.63	林地
一风井工业广场	0.004	林地
二风井工业广场	0.004	林地
选厂	1.9	林地
尾矿库	2.1	草地
合计	4.638	

2、土地复垦的质量要求和标准

(1) 土地复垦的质量要求

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

- A、复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- B、复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；

C、不同的破坏类型标准应不一样；

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

E、复垦场地要有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求；

F、复垦场地有控制水土流失的措施；

G、复垦场地有控制污染的措施，包括空气、地表水和地下水等；

H、复垦场地的道路、交通干线布置合理；

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

(2) 土地复垦方向的基本概念

本次设计的复垦方向为林地、其它草地、水田、旱地，其基本概念如下：

林地：《森林法》规定，林地是指县级以上人民政府规划确定的用于发展林业的土地。包括郁闭度 0.2 以上的乔木林地以及竹林地、灌木林地、疏林地、采伐迹地、火烧迹地、未成林造林地、苗圃地等。

旱地：根据土地利用现状分类（GB/T21010-2017），旱地一般指无灌溉设施，主要靠天然降水种植旱生农作物的耕地，包括没有灌溉设施，仅靠引洪淤灌的耕地。

水田：根据土地利用现状分类（GB/T21010-2017），水田指用于种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地。包括实行水生、旱生农作物轮种的耕地。

其它草地：根据土地利用现状分类（GB/T21010-2017），其它草地指树木郁闭度<0.1，表层为土质，不用于放牧的草地。

(3) 土地的复垦标准

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

表 4-3-2 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/(g/cm ³)	≤1.45
		土壤质地	砂土至粉粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH值	6.0~8.5
		有机质/%	≥2
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
其它草地	生产力水平	定植密度	2m×2m
		郁闭度	≥0.3
	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
		土壤容重/(g/cm³)	≤1.45
		土壤质地	砂土至壤粘土
		砾石含量/%	≤20
		pH值	6.0~8.5
		有机质/%	≥1
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
	生产力水平	覆盖度%	≥40
根据《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》表D.7； 《造林技术规程》（GB/T 15776-2016）			

3、土源供需平衡分析

区内的丘陵区，残坡积层薄，碎屑岩强风化层在 2~5m 左右，区内弱风化深度可达 8~13m。冲积平原区沉积层厚度大，最大可达 13m。总体来说，矿区的风化层厚度较大，各工业广场下部表土未损失，复垦时不需覆土。

矿山的尾矿库无法直接种植植被，复垦时需覆土。

由于尾矿库本身为矿石破碎筛分后形成的砂土，本次设计尾矿库复垦草地时覆土厚度为 0.3m，需土量计算方法为：覆土面积×0.3。

经计算可知，未来复垦工程需土量为 7000m³，表土需求量见表 4-3-3。

表 4-3-3 表土需求量表

场地名称	占地面积（hm²）	覆土面积（hm²）	覆土厚度（m）	需土量（m³）
尾矿库	2.1	2.1	0.3	7000

插图 4-3-2 选厂及尾矿库区地表风化层厚度大

插图 4-3-3 矿部及工业广场地表冲积层厚度大

前文已述，矿区风化层厚度大，尾矿库所需土方可从选厂区域剥离。选厂的占地面积约 1.9h m²，仅剥离不足 0.4m 即可满足复垦需求（剥离覆土前需对表土进行分析，达到耕地土壤要求时才能取土复垦，必要时需进行论证或另行选址取土），因此未来矿山复垦工程不需外购客土。

4、复垦植被的选择

本次设计矿山的选厂区域复垦为林地，当地的绿化的树种主要为苦楝、樟树、桂花、女贞等，尤其是选厂区域现已有苦楝树形成了生态优势，现不再进行分析选种，以选厂周边较多的苦楝树（乔木）、桂花树（灌木）、女贞（灌木）作为林地的修复树种。本次设计乔灌混交，均选用带土球 20cm 以内的容器苗，混交比例为 4:3:3，混交方式为行状或株间。考虑到生态平衡，植树完成后在林间播撒草籽，草籽选择狗牙根、高羊茅。

表 4-3-4 选种植物的生物特性

树(草)种名称	选种植物的生物学特性
苦楝	为阳性树种，喜温暖湿润气候，喜光，不耐庇荫，耐寒力较强。对土壤要求不严，在酸性、中性、钙质土及盐碱土(含盐量0.3%以下)均可生长，但不如在肥沃湿润的壤土或砂壤土上生长快；在干旱、积水严重、土壤贫瘠的土地上生长不良。
桂花	桂花适应于亚热带气候地区。性喜温暖，湿润。抗逆性强，既耐高温，也较耐寒。较喜阳光，亦能耐阴，在全光照下其枝叶生长茂盛，开花繁密，在阴处生长枝叶稀疏、花稀少。桂花性好湿润，切忌积水，但也有一定的耐干旱能力。桂花对土壤的要求不太严，除碱性土和低洼地或过于粘重、排水不畅的土壤外，一般均可生长，但以土层深厚、疏松肥沃、排水良好的微酸性砂质壤土最为适宜。桂花疏有一定的抗性。
女贞	耐寒性好，耐水湿，喜温暖湿润气候，不耐贫瘠，以砂质壤土和粘质壤土为宜。女贞采用播种、扦插、压条等方法繁殖。

树(草)种名称	选种植物的生物学特性
高羊茅	属禾本科，禾本科多年生地被植物。性喜寒冷潮湿、温暖的气候，在肥沃、潮湿、富含有机质、pH值为4.6~8.5的细壤土中生长良好。大量应用于运动场草坪和防护草坪。
狗牙根	别名狗尾草，属禾本科、狗尾草属一年生草本植物。适生性强，耐旱耐贫瘠，酸性或碱性土壤均可生长。生于海拔4000米以下的荒野、道旁，为旱地作物常见的一种杂草。

5、水源供需平衡分析

矿山地处亚热带季风气候区，四季分明，气候温暖，降水充沛。本次设计的林地区域不需考虑水源供需平衡问题。矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场设计复垦为旱地和水田。矿区地处沅江西岸，浦溪穿过矿区，当地水网密集，是浦溪镇重要的粮食产区。矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场周边为大面积基本农田，已有完善的灌排设施，因此本次不需分析水源供需平衡。

6、土地复垦修复工程

(1) 矿部及工业广场、一风井工业广场、二风井工业广场、选厂的复垦工程设计

未来矿山的废石全部堆放在矿部及工业广场上，矿部及工业广场周边为大面积水田，废石的长期堆放不利于景观修复和水土资源保护的要求。根据开发利用方案设计废石应尽量回填井巷和采空区。因此，矿部及工业广场的复垦工程中，首先应回填废石，前文已进行了计算，预测未来废石总方量约 4000m³。

综上所述，矿部及工业广场的复垦工程主要包括：废石回填、硬化物拆除及垃圾外运、翻耕及平整、土壤培肥，植树种草。一风井工业广场、二风井工业广场、选厂的复垦工程则不需要废石回填，其它工程措施与矿部及工业广场相同。

A、废石回填

复垦工程开始前，需要将矿部及工业广场地表废石全部清理运回井巷或采空区回填，回填工程量为 4000m³。

B、硬化物拆除及垃圾外运

复垦工程开始时，需要将各工业广场部分地表的硬化物清除干净。可采用挖掘机对场地地面进行清除。矿部及工业广场上共有 6 栋砖混结构房屋，地表的硬化面积约 50%，估算各工业广场地表需要清除的硬化物每平方米约有 0.3m³（含沉淀池）。垃圾外运主要是指将拆除的硬化物运至井筒用于封堵巷道，运距按照 500m 计算。

C、翻耕及平整

矿部及工业广场不需覆土，但是由于场地长期压占，需对场地进行翻耕及平整，达到种植植被的要求。

D、土壤培肥

为保证复垦区域土壤有机质达到种植植被的要求，需对土壤进行培肥，本次规划可采用拖拉机牵引三铧犁翻耕的方式进行机械培肥。

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状艾专用有机肥，在深耕后、旋耕前，均匀撒施 750 公斤/公顷左右。有效元素含量指标：有机氮磷钾含量 20%以上，氨基酸类含量超过 20%，有机质超过 20%，腐植酸大于 5%，硫元素含量大于 10%。本次设计可采用拖拉机牵引三铧犁翻耕的方式进行机械培肥。

插图 4-3-5 各工业广场区域植树示意图

E、植树种草

林地树种前文已进行了选取，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；乔木中间穿插种灌木，间距也是 2m×2m。树间还可撒播种草，本次设计采用撒播狗牙根、高羊茅等混合草籽复绿这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季或秋冬季。每公顷范围内种植苗木数量可根据下列公式计算。

$$K=nS/h \text{ m}^2 \text{ hb}$$

式中：

K—苗木数量（株）；

n—平台面或边坡面积占总面积比例；

S—总面积（m²）；

$h m^2$ —株距 (m) ;

hb —行距 (m) 。

F、复垦工程量测算：见表 4-3-5。

(2) 选厂的复垦工程设计

本次设计选厂复垦为林地，复垦工程包括：硬化物拆除及垃圾外运、翻耕及平整、土壤培肥、植树种草。

A、硬化物拆除及垃圾外运

复垦工程开始时选厂区域地表的硬化物需清除干净。可采用挖掘机对场地地面进行清除，选厂占地区域硬化面积约 50%，估算选厂地表需要清除的硬化物每平方米约有 $0.2m^3$ 。垃圾外运是指将拆除的硬化物运至尾矿库中回填，运距按照 500m 计算。

B、翻耕及平整

选厂区域复垦工程不需覆土，但是由于场地长期压占，需对场地进行翻耕及平整，达到恢复植被的要求。

C、土壤培肥

为保证复垦林地区域林木可快速恢复，对复垦林地区域需进行土壤培肥。

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状艾专用有机肥，在深耕后、旋耕前，均匀撒施 750 公斤/公顷左右。有效元素含量指标：有机氮磷钾含量 20%以上，氨基酸类含量超过 20%，有机质超过 20%，腐植酸大于 5%，硫元素含量大于 10%。本次设计可采用拖拉机牵引三铧犁翻耕的方式进行机械培肥。

D、复垦工程量测算

见表 4-3-5。

(3) 尾矿库复垦设计

本次仅提供尾矿库的复垦思路，具体复垦修复工作需在征得当地应急管理部門的允许后，尾矿库方能开展复垦工作。本次设计尾矿库复垦为草地，复垦工程包括：覆土及推平、种草。

A、覆土及推平

尾矿库闭库时需在表面覆土，覆土土源为选厂的表土。覆土后需用推土机推平，局部需人工细部平整，达到恢复植被的需求。

B、土壤培肥

为保证复垦草地区域植被可快速恢复，对复垦草地区域需进行土壤培肥。

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状艾专用有机肥，在深耕后、旋耕前，均匀撒施 750 公斤/公顷左右。有效元素含量指标：有机氮磷钾含量 20%以上，氨基酸类含量超过 20%，有机质超过 20%，腐植酸大于 5%，硫元素含量大于 10%。本次设计可采用拖拉机牵引三铧犁翻耕的方式进行机械培肥。

C、种草

本次设计采用撒播狗牙根、高羊茅等混合草籽复绿这样可保持林地生态平衡。

D、复垦工程量测算：见表 4-3-5。

表 4-3-5 土地复垦工程量测算

复垦区名称	占地面积	复垦面积	废石回填	硬化物拆除	垃圾外运	翻耕	覆土	推平	细部平整	土壤培肥	植树、种草		
											乔木	灌木	种草
单位	hm ²	hm ²	m ³	m ³	m ³	hm ²	m ³	m ³	hm ²	hm ²	株	株	株
矿部及工业广场	0.63	0.63	4000	1890	1890	0.63			0.63	0.63	788	788	0.63
一风井工业广场	0.004	0.004		12	12	0.004			0.004	0.004	5	5	0.004
二风井工业广场	0.004	0.004		12	12	0.004			0.004	0.004	5	5	0.004
选厂	1.9	1.9		9500	9500	1.9			1.9	1.9	2375	2375	1.9
尾矿库	2.1	2.1					7000	7000	2.1	2.1			2.1
合计	4.638	4.638	4000	11414	11414	2.538	7000	7000	4.638	4.638	3173	3173	4.638

表 4-3-6 土地复垦与生物多样性修复工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2025-2029	-	-	-	-
2029	各工业广场	废石回填	m ³	4000
		硬化物拆除	m ³	11414
		垃圾外运	m ³	11414
		土地翻耕	hm ²	2.538
		人工平整	hm ²	2.538
		土壤培肥	hm ²	2.538
		种植乔木	株	3173
		种植灌木	株	3173
		种草	hm ²	2.538
	尾矿库	覆土	m ³	7000
		推平	m ³	7000
		人工平整	hm ²	2.1
		土壤培肥	hm ²	2.1
		种草	hm ²	2.1

插图 4-3-6 土地复垦与生物多样性修复工程

4.3.2.3 水资源水生态修复工程

预测未来废石堆淋滤水可能造成下游水生态的污染，并间接污染浦溪水生态。尾矿库淋滤水可能造成下游沅江水生态的污染问题。

本次设计的水资源水生态修复工程主要为：修建截排水沟、修建污水处理站、预留污水处理及清淤费用。未来矿山应加强水质监测工作，具体工程量见后文。

1、修建截排水沟

（1）修建截排水沟

未来矿山的尾矿堆放会破坏已有的截排水系统，本次设计需在尾矿库上游修建截排水沟，以满足未来堆放尾矿后的雨污分流需求。矿部及工业广场未来有废石堆积，本次设计在矿部及工业广场上游修建截排水沟以实现雨污分流。

A、洪峰流量估算和排水沟的初步设计

本次按照矿区最大汇水面积来初步估算矿山排水沟的洪峰流量，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=5%），m³/s；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.70；

i——最大 1h 降雨强度（P=10%），54mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.2k m²。

经校核验算，露采场上游的最大排洪流量 Q=0.58m³/s

本次暂按统一规格设计截排水沟，设计截水沟断面为矩形，宽 0.5m，深 0.5m，采用浆砌石结构（砌筑砂浆 M7.5，水泥 32.5），混凝土垫底（纯混凝土 C15，2 级配，粒径 40，水泥 32.5，水灰比 0.65），防水砂浆抹面，每 10m 设置一条伸缩缝。截排水沟布置在露采场排水口，实际建设时可根据具体情况调整截水沟规格。

为保障排洪能力需进行计算验证：

设计截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， $C=n^{-1}R^{1/6}$ ，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 0.017。

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 $Q=2.23\text{m}^3/\text{s}$ ，满足露采场的最大汇水面积的排洪需求。

插图 4-3-7 设计截水沟示意图（单位：cm）

B、截排水沟

根据上文分析计算，本次暂按照统一规格设计截排水沟，尾矿库的截排水沟（截水沟 1）总长度约 1000m，截排水沟出水口设置消力池（消力池 1、消力池 2）。矿部及工业广场上游截排水沟约 250m（截排水沟 2），截排水沟排水口连接道路排水渠。消力池采用浆砌石结构（砌筑砂浆 M7.5，水泥 32.5），长度 1m，宽度 1m，尺寸为 $1\text{m}\times 1\text{m}\times 1\text{m}$ ，池体为块石衬砌，以防水砂浆抹面，抹面厚度为 2cm，现浇混凝土底板厚 0.15m。

表 4-3-7 设计截水沟及消力池工程量测算

修复工程	长度/数量 (m/个)	挖方 (m^3)	浆砌石 (m^3)	底板 (m^3)	砂浆抹面 (平面 m^2)	砂浆抹面 (立面 m^2)	填方 (m^3)	伸缩缝 (m^2)	弃方 (m^3)
截水沟1	1000	1148.0	300.0	228.0	1100.0	1000.0	350.0	54.3	798.0
截水沟2	200	160.8	60.0	22.8	220.0	200.0	24.0	8.2	136.8
消力池1	1	4.7	0.5	2.4	3.0	9.0	1.2		3.5
消力池2	1	4.7	0.5	2.4	3.0	9.0	1.2		3.5
合计		1318.2	360.9	255.6	1326.1	1218.0	376.4	62.5	941.8

插图 4-3-8 设计消力池平、剖面图 单位：m

2、修建污水处理站

未来矿山虽然采用干堆法堆放尾矿，但是仍可能造成下游水生态的污染问题，参考已有的矿山经验，采用干堆法堆放尾矿的工艺，在尾矿坝下部修建污水处理站是较为普遍的做法。插图 4-3-9 为醴陵市潘家冲萤石矿技改后干堆尾矿库下部升级改造的污水处理站；插图 4-3-10 为宜章县界牌岭多金属矿尾矿库下部的沉淀池，技改为干堆尾矿库后对沉淀池进行了升级改造，可以达到污水处理站的效果。

因此本次设计未来矿山应在尾矿库下部修建污水处理站，用于处理尾矿库淋滤水。参考同类矿山经验，本次设计预留 60 万元用于污水处理站的修建工作。污水处理费用未来可计入矿山的生产成本，本次不计算。

3、水资源水生态修复工程量汇总及年度安排

水资源水生态修复工程量及年度安排见表 4-3-8

插图 4-3-9 醴陵市潘家冲萤石矿干堆排放尾矿后升级改造的污水处理站

插图 4-3-10 宜章县界牌岭多金属矿干堆尾矿库下部的污水处理站

表 4-3-8 水资源水生态修复工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2025	设计截排水沟1、 设计截排水沟2、 消力池1、 消力池2	挖方	m ³ 1318.2
		浆砌石	m ³ 360.9
		底板	m ³ 255.6
		砂浆抹面（平面）	m ² 1326.1
		砂浆抹面（立面）	m ² 1218.0
		填方	m ³ 376.4
		伸缩缝	m ² 62.5

年度	工程或费用名称		单位	工程量
		弃方	m ³	941.8
	修建污水处理站		万元	60
2026-2028	-		-	-

插图 4-3-11 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

预测未来采空区地面变形的可能性中等，危险性小，主要影响矿区上部及周边约 30 公顷农田（含基本农田）、刘家坳居民区的 8 栋房屋以及约 2000m 县道及乡村公路，对农田（含基本农田）的影响程度为轻度破坏，对民房的影响程度为轻度损坏。矿山建设遭受采空区地面变形的可能性中等，危险性小，采空区地面变形对矿部及工业广场的建筑影响程度为轻度损坏。

对于可能影响的 30h m²农田（含基本农田）（约 450 亩），参考当地的基本农田的建设费用标准（平均 1500 元/亩），则对基本农田的防治费用约 68 万元。

对于可能影响的 2000m 公路，本次参考当地的公路建设费用预留维修费用。据调查当地乡村公路的建设费用约为 40 万元/公里，其大部分费用为硬化道路的铺装，本次按照建设费用的 20%预留道路的维修基金，2000m 公路的维修费用约为 16 万元。

对于未来影响区域的 8 栋民房本次设计按每栋 5 万元预留防治费用，共约 40 万元。矿山建设为临时性建筑，本次不预留防治费用。

以上费用合计为（68+16+40）124 万元，本次设计生态修复基金按 2 年计提，以上费用也应在两年内计提完毕。

表 4-3-9 地灾安全隐患消除工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2025	预留采空区地面变形防治费用	万元	62
2026	同上	万元	62
合计		万元	124

4.3.4 监测和管护工程

4.3.4.1 监测工程

根据前文矿山生态问题识别和诊断，矿山的各工业广场、尾矿库对地形地貌及景观造成破坏，未来也有破坏的趋势，因此需加强植被监测工作；未来矿井水、尾矿库淋滤水有可能对下游水体造成污染，因此需加强土壤和表水水质监测工作；未来矿山开采有引发采空区地面变形的可能性，需开展采空区地面变形监测工作。

1、植被监测工程

在开采期间矿山应对矿区的植被进行定期的巡查监测，监测点位于各工业广场、

矸石堆上游。主要监测内容是矿区植被的数量、高度、多度等，植被是否有退化或植被种类减少的现象，植被覆盖面积是否有缩减的现象等，设计监测频率为一年一次，监测方式为定期人工巡查。监测期限应直至矿山闭坑（2025 年 4 月至 2028 年 11 月），监测次数共 4 次。

2、水生态监测工程

矿山应对其排水水量和水质定期分析、监测，确保开采安全和达标排放。本次设计监测点位于矿山的沉淀池、污水处理站的排水口和下游，共设置四个监测点。

水质分析应按当地环保部门的要求进行，水质分析应按当地环保部门的要求进行。监测内容至少应包括 pH、化学需氧量、氨氮、悬浮物、氟化物、石油类、砷、镉、铜、铅、锌等。设计监测频率为三个月一次，枯水期可适当增加一次监测，监测期限应直至矿山闭坑（2025 年 4 月至 2028 年 11 月），监测次数共 60 点·次。

3、土壤监测工程

矿山应对矿区的土壤进行定期分析、监测，确保达标。监测点设置在矿部及工业广场、尾矿库及选厂下游，共两个监测点。可采用取样监测，取样深度不应小于 30cm。土壤分析应按当地环保部门的要求进行。监测内容至少应包括 pH、砷、镉、铬、铜、锌、铅、汞、镍等。设计监测频率为一年一次。监测方式为定期取样、分析。监测期限应直至矿山闭坑（2025 年 4 月至 2028 年 11 月），监测次数共 8 点·次。

4、采空区地面变形的监测工程

（1）巡查工程设计

本次设计未来矿山应对预测的采空区地面变形进行巡查。矿山需安排派专人并联合当地居民开展巡查工作，主要监测手段是目测地面是否有变形、塌陷坑、房屋开裂、地裂缝问题，发现问题及时向矿山反映。

本次设计巡查频率不少于每周一次，雨季时应每天进行。未来矿山的服务年限为 3.7 年，考虑到地面变形的滞后期，本次按适用年限 7.7 年设计巡查工程，共 92 个月。

（2）监测工程设计

本次设计采用《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2009）布置矿山的监测工程。

A、监测系统的建设原则

GPS 位移在线监测系统建设中应坚持“技术先进、高效可靠、经济实用”的原则，

系统建设应保证建成后系统的可扩展性，即随着地表移动范围的扩大，增加新的监测点，能为今后系统升级改造后使用。

B、位移监测系统建设目的

根据监测任务和目的，位移监测系统建设工作主要是监测地表沉降观测线范围内的建（构）筑物与基础设施的沉降和位移，以保证圈定的地表沉降观测线范围内的建（构）筑物安全。

C、监测点布设要求

（A）国家冶金矿山监测点布设依据

a、应对观测环境进行调查，调查埋设地点的地质条件，监测点的标志必须与岩体牢固结合在一起，每一观测点必须埋设混凝土观测墩。

b、地表变形监测应满足下列要求：

（a）观测基点必须定期进行检验，确定其可能出现的位移；

（b）在选择监测点点位时，必须考虑测量的方便和监测人员的安全。

（B）GPS 基准点和监测点的选择依据

根据中华人民共和国国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2009）中第 7.2 节的规定，选点的具体要求为：

a、周围应便于安置接收设备和操作，视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过 15° ；

b、远离大功率无线电发射源（如电视台、电台、微波站等），其距离不小于 200m；远离高压输电线和微波无线电信号传送通道，其距离不得小于 50m；

c、附近不应有强烈反射卫星信号的物件（如大型建（构）筑物等）；

d、交通方便，并有利于其他测量手段扩展和联测；

e、地面基础稳定，易于标石的长期保存；

f、充分利用符合要求的原有控制点；

g、选站时应尽可能使测站附近的局部环境（地形、地貌、植被等）与周围的大环境保持一致，以减少气象元素的代表性误差。

（3）监测方案

根据矿山的工程水文地质条件、沉陷观测区地表建（构）筑物设施的位置与监测要求，监测方案可选择实时动态测量（RTK）。GPS RTK 测量系统主要由基准站和流

动站两部分组成。

A、基准站

RTK 系统基准站由 GPS 接收机及卫星接收天线、无线电数据链电台及发射天线、直流电源等组成。根据基准站观测点的选择原则和现有的控制点，结合 GPS 设备的各项参数以及矿区的面积，基准站观测点应该选在沉陷区之外。

基准站上空应尽可能开阔，让基准站尽可能跟踪和观测到所有在视野中的卫星，在基准站 GPS 天线的 $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 高度角以上不能有成片的障碍物。在基准站周围约 200m 的范围内不能有强电磁波干扰源，如大功率无线电发射设施、高压输电线等。

B、控制点

为了保证流动站的测量精度和可靠性，应在整个测区选择高精度的控制点进行检测校对，选择的控制点应有代表性，均匀地分布在整個测区。在安置好基准站并启动流动站后，必须用流动站分别到已知点上进行定位测量，以求得该点的坐标，然后与该点的原有坐标相比较，求出其差值。如差值很小则不需修正；否则必须将该点的原有坐标输入到 TCS1 控制器中进行修正。

C、监测点

流动站从基准站接收到的信号由流动站电台接收，流动站同时也接收相同的卫星信号，用配备的 TSC1 控制器进行实时解算。在地表布设监测点应考虑到主矿体与地表建（构）筑物的位置，再根据点位的布设依据和设计原则，在矿区地表移动界线范围内布设监测点位。矿区应根据以上监测点和基准点布设原则，在地表重点保护建（构）筑物位置布设监测点。

（A）设计监测点的等级

根据《建筑变形测量规范》（JGJ 8-2016），建筑物变形共分为四个等级，见表 4-3-10。矿山采空区地面变形破坏的主要为民用建筑，本次设计监测等级为四等。

（B）监测点的网度及位置设计

根据《建筑变形测量规范》（JGJ 8-2016），采用全站仪进行位移监测时，四等级别的监测点观测距离应小于等于 500m。

若按照 500m 布置监测点，根据本矿的实际情况，则岩石移动范围内仅能布置不到 5 个监测点。结合本次岩石移动范围的宽度与长度，本次设计监测点的网度为 300m，共布置 6 个监测点，其中 2 个作为基准点位于岩石移动范围外。见附图 4。

表 4-3-10 建筑变形测量的等级、精度指标及其适用范围

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

D、监测点设计

中华人民共和国国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2009）中规定的岩石中和土层中天线墩如图 4-3-11 所示。

插图 4-3-12 左侧为岩石天线墩，右侧为土层天线墩

（4）监测点工程量

根据目前的市场价格，每个监测点按照 2 万元计算工程投资费用。由于监测工程可实现全自动化管理，成本很低，本次不计算监测费用。

4.3.4.2 管护工程

本区的地面设施、尾矿库复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化。保证植树三年后成活率 85% 以上、郁闭度 30% 以上，保证复垦的农田可以正常耕种。本次设计复垦总面积为 4.638h m²，均为管护区域。

4.3.4.3 矿山监测和管护工程量统计

表 4-3-11 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
采空区地面变形监测	设置监测点	点	6
	采空区地面变形人工巡查	月	92
水质监测	水质化验、分析	点·次	60
土壤监测	土壤化验分析	点·次	8
植被巡查	人工巡查植被	次	4
管护工程	农田、林地管护工程	hm ²	4.638

表 4-3-12 矿山监测工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2025	设置监测点	点	6
	采空区地面变形人工巡查	月	9
	水质化验、分析	点·次	12
	土壤化验、分析	点·次	2
	植被巡查	次	1
2026-2027	采空区地面变形人工巡查	月	24
	水质化验、分析	点·次	32
	土壤化验、分析	点·次	4
	植被巡查	次	2
2028	采空区地面变形人工巡查	月	11
	水质化验、分析	点·次	16
	土壤化验、分析	点·次	2
	植被巡查	次	1
2029-2032	采空区地面变形人工巡查	月	48
	农田、林地管护工程	hm ²	4.638

4.3.5 其他工程

本矿山的其它工程为井口封闭工程，矿山未来共有三个井口需封闭，全部为斜井，斜井井口封闭时，先用工业广场上硬化物或废石对各井筒进行充填。

井口封闭时采用浆砌块石的方式进行，浆砌块石厚度应大于 1m。本次设计封闭浆砌石的厚度为 2m。

见插图 4-3-13、4-3-14。工程量见表 4-3-13。

插图 4-3-13 矿山井口封闭浆砌石墙示意图，左为正视图，右为侧视图

插图 4-3-14 斜井井口封堵示意图

表 4-3-13 井口封闭工程量表

井口名称	断面积 (m ²)	封堵厚度 (m)	废石充填 (m ³) 按充填20m计算	浆砌块石 (m ³)	外立面抹面 (m ²)
主井	6.27	4	125.4	25.08	6.27
一风井	6.02	4	120.4	24.08	6.02
二风井	6.02	4	120.4	24.08	6.02
合计			607	182.6	48.66

注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，前文已计入拆除硬化物外运。

表 4-3-14 其它工程年度安排

年度	工程或费用名称		单位	工程量
2025-2027	无			
2028	井口封闭	浆砌块石	m ³	182.6
		外立面抹面	m ²	48.66

4.3.6 生态保护修复工程量

4.3.6.1 生态修复工程进度安排

本次设计的生态修复工程包括土地复垦与生物多样性修复工程、水资源水生态修复工程、地灾安全隐患消除工程、监测和管护工程和其他工程，年度安排如下：

1、开采期

（1）2025 年，完成设计的截排水沟及消力池、污水处理站的修建，提取采空区地面变形防治费用及污水处理、清淤费用，开展各项监测工作；

（2）2026 年，提取采空区地面变形防治费用及污水处理、清淤费用，开展各项监测工作；

（3）2025 年至 2028 年，开展各项监测工作；

2、闭采期

2029 年，完成所有场地的复垦工作；

3、管护期

2030 年至 2032 年开展管护工程。

4.3.6.2 生态修复工程汇总

矿山生态修复工程量汇总见表 4-3-15、矿山生态修复工程年度安排见表 4-3-16。

表 4-3-15

矿山生态修复工程量汇总表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
土地复垦与生物多样性修复工程	各工业广场	废石回填	m ³	4000
		硬化物拆除	m ³	11414
		垃圾外运	m ³	11414
		土地翻耕	hm ²	2.538
		人工平整	hm ²	2.538
		土壤培肥	hm ²	2.538
		种植乔木	株	3173
		种植灌木	株	3173
		种草	hm ²	2.538
	尾矿库	覆土	m ³	7000
		推平	m ³	7000
		人工平整	hm ²	2.1
		土壤培肥	hm ²	2.1
		种草	hm ²	2.1
水资源水生态修复工程	设计截排水沟1、 设计截排水沟2、 消力池1、 消力池2	挖方	m ³	1318.2
		浆砌石	m ³	360.9
		底板	m ³	255.6
		砂浆抹面（平面）	m ²	1326.1
		砂浆抹面（立面）	m ²	1218.0
		填方	m ³	376.4
		伸缩缝	m ²	62.5
		弃方	m ³	941.8
	修建污水处理站		万元	60
地灾安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用		万元	124
监测和管护工程	设置监测点		点	6
	采空区地面变形人工巡查		月	92
	水质化验、分析		点·次	60
	土壤化验分析		点·次	8
	人工巡查植被		次	4
	农田、林地管护工程		hm ²	4.638
其它工程	井口封闭工程	块石砌体	m ³	182.6
		砂浆抹面（立面）	m ²	48.66

插图 4-3-15 监测点部署图

表 4-3-16 矿山生态保护修复进度安排表						
年度	工程类别		工程或费用名称		单位	工程量
2025	生态修复工程	水资源水生态修复工程	设计截排水沟1、设计截排水沟2、消力池1、消力池2	挖方	m³	1318.2
				浆砌石	m³	360.9
				底板	m³	255.6
				砂浆抹面（平面）	m²	1326.1
				砂浆抹面（立面）	m²	1218.0
				填方	m³	376.4
				伸缩缝	m²	62.5
			弃方	m³	941.8	
		修建污水处理站		万元	60	
		地灾安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用		万元	62
	监测和管护工程		设置监测点		点	6
			采空区地面变形人工巡查		月	9
水质化验、分析			点·次	12		
土壤化验、分析			点·次	2		
植被巡查			次	1		
2026	生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用		万元	62
	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查		月	12
			水质化验、分析		点·次	16
			土壤化验、分析		点·次	2
			植被巡查		次	1
2027	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查		月	12
			水质化验、分析		点·次	16
			土壤化验、分析		点·次	2
			植被巡查		次	1
2028	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查		月	11
			水质化验、分析		点·次	16
			土壤化验、分析		点·次	2
			植被巡查		次	1
	井口封闭		浆砌块石		m³	182.6
			外立面抹面		m²	48.66
2029	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	各工业广场	废石回填	m³	4000
				硬化物拆除	m³	11414
				垃圾外运	m³	11414
				土地翻耕	hm²	2.538
				人工平整	hm²	2.538
				土壤培肥	hm²	2.538
				种植乔木	株	3173
				种植灌木	株	3173
				种草	hm²	2.538
			尾矿库	覆土	m³	7000
				推平	m³	7000
				人工平整	hm²	2.1
				土壤培肥	hm²	2.1
				种草	hm²	2.1
	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查		月	12
2030-2032	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查		月	36
			农田、林地管护工程		hm²	4.638

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、符合现行政策、法规、办法的原则；
- 2、全面、合理、科学和准确的原则；
- 3、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、自然资源部文件《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、自然资源部《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）；
- 4、湖南省国土资源厅办公室文件关于发布《湖南省农村土地整治项目建设标准》的通知（湘国土资办发〔2014〕14号）；
- 3、湖南省财政厅、湖南省国土资源厅关于印发《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》的通知（湘财建〔2014〕22号）；
- 5、湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24号）；
- 6、《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自资办发〔2021〕39号）。
- 7、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）；

5.1.2.2 行业技术标准

- 1、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

- 2、《湖南省土地开发整理项目工程建设标准》（试行）；
- 3、2014 年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）；
- 4、《湖南省地方标准高标准农田建设》（（DB43/T876.1-2014））；
- 5、土地整治工程建设标准编写规程（TD/T1045-2016）；
- 6、土地整治权属调整规范（TD/T1046-2016）；
- 7、湘西自治州建设工程造价管理站文件 2024 年第 6 期建设工程材料价格预算的通知。

5.1.3 基础预算单价计算依据

5.1.3.1 定额标准

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

5.1.3.2 人工单价

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

5.1.3.3 主要材料预算价格

本项目预算工程施工费用按同类型工程造价指标。钢材、水泥、木材、砂石料等主要材料的预算价格均以当地工程造价管理站提供的最新造价文件为准，根据湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24 号）扣除税率。设备安装工程按有关定额指标计算；工程其它费用按有关规定计算。

对砂石料、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价，上述材料除块石在距离矿区 10km 购买。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。

表 5-1-1 主材规定价格表

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

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

表 5-1-2 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		
砂	m3	143.00	3.60	138.03		138.03	60.00	78.03
柴油	kg	8.10	12.95	7.17		7.17	4.50	2.67
电	kW.h	0.81		0.81		0.81	0.81	
风	m3	0.17		0.17		0.17	0.17	
水	m3	0.82	9.00	0.76		0.76	0.76	
粗砂	m3	143.00	3.60	138.03		138.03	60.00	78.03
卵石20	m3	120.00	3.60	115.83		115.83	60.00	55.83
块石	m3	63.00	3.60	60.81		60.81	40.00	20.81
沥青	t	4100.00	12.95	3629.92		3629.92	3629.92	
水泥	t	0.35	3.80	0.34		0.34	0.34	
水泥32.5	kg	0.41	12.95	0.36		0.36	0.30	0.06
铁钉	kg	5.50	12.95	4.87		4.87	4.87	
铁丝	kg	5.30	12.95	4.69		4.69	4.69	
树苗	株	8.50	9.00	7.80		7.80	5.00	2.8
种籽	kg	50.00	9.00	45.87		45.87	45.87	
锯材	m3	900.00	13.93	789.96		789.96	789.96	
肥料	项	120.00	16.93	102.63		102.63	102.63	

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、m3、t、千块)	
			超运距离20km以内	超运距离20km以外
1	砂	m3	0.6	0.3

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

5.1.3.4 电、风、水预算价格

1、施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

2、施工用风价格计算：

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

式中：K1—时间利用系数(一般取0.7-0.8)取0.80；

K2—能量利用系数一般取(0.7-0.85)取0.70；

供风损耗率取8%；

单位循环冷却水费0.005元/m³；

供风设施维修摊销费0.002~0.003元/m³

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

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

3、施工用水基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

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

式中：K1—时间利用系数(一般取0.7-0.8)，取0.8；

K2—能量利用系数，取0.85；供水损耗率取5%；

供水设施维修摊销费取0.02元/m³；

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

5.1.4 取费标准和计算方法说明

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

5.1.4.1 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

由直接工程费（人工费、材料费和施工机械使用费）和措施费组成。

人工费=定额劳动量×人工预算单价

材料费=定额材料用量×材料预算单价

施工机械使用费=定额机械使用量×施工机械台班费

措施费：由临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费、安全施工措施费组成：

2、间接费

间接费=直接费（或人工费）×间接费率

表 5-1-4 措施费费率表 单位：%

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

表 5-1-5 间接费费率表 单位：%

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
1	土方工程	直接费	5.45
2	石方工程	直接费	6.45
3	砌体工程	直接费	5.45
4	混凝土工程	直接费	6.45
5	农用井工程	直接费	8.45
6	其他工程	直接费	5.45
7	安装工程	人工费	65

3、利润

依据规定，利润按直接费和间接费之和的 3% 计取，即

利润=（直接费+间接费）×3%。

4、税金

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

税金=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费）×9%。

5.1.3.2 设备购置费

本项无设备购置费。

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 500 元每点/次计算；土壤监测费用按照每点/次 1000 元计算，植被监测按 1000 元每点/次计算，地质灾害巡查按照 1000 元每月计算。

2、管护费

对于林地和耕地区域，本次设计按照每平方米每年 1 元计算管护费用，主要为了防止复垦土地的退化。

5.1.5 矿山生态修复工程估算

通过计算，在方案的适用年限 7.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 527.02 万元。其中：生态修复工程施工费费用 235.98 万元；监测与管护费 39.31 万元；其它工程费用 5.87 万元；其它费用 33.74 万元；不可预见费用 28.12 万元，预留费用 184.0 万元。

见表 5-1-6～表 5-1-11

表 5-1-6 矿山生态修复工程费用（按类别分）预算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）	备注
一	工程施工费	281.16	
1	生态保护保育工程施工费	-	
2	生态修复工程施工费	235.98	
3	监测和后期管护工程	39.31	
4	其它工程	5.87	
二	其它费用	33.74	
三	不可预见费	28.12	
四	预留费用	184.00	污水处理费用 预留采空区地面变形防治费用
五	总投资	527.02	

表 5-1-7 方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表

编号	工程方案或 费用名称			单位	工程量	单价	合价 (元)	其他费用	不可预见 费投资	投资 (元)	总计
1	2	3	4	5	6	7	8=6*7	9=8*12%	10=8*10%	11=8+9+10	12
一	生态保护保育工程施工费										
二	生态修复工程施工费										
1	土地复垦与生物 多样性修复工程	各工业广场	废石回填	100m3	40.00	2800.45	112017.91	13442.15	11201.79	136661.85	2878945.83
			硬化物拆除	100m3	114.14	10567.78	1206206.65	144744.80	120620.67	1471572.11	
			垃圾外运	100m3	114.14	3161.29	360829.35	43299.52	36082.94	440211.81	
			土地翻耕	公顷	2.54	2330.62	5915.12	709.81	591.51	7216.45	
			人工平整	公顷	2.54	3609.06	9159.80	1099.18	915.98	11174.96	
			土壤培肥	公顷	2.54	2561.19	6500.30	780.04	650.03	7930.37	
			种植乔木	100株	31.73	1368.54	43423.87	5210.86	4342.39	52977.12	
			种植灌木	100株	31.73	1325.64	42062.56	5047.51	4206.26	51316.32	
			种草	公顷	2.54	814.68	2067.65	248.12	206.77	2522.53	
		尾矿库	覆土	100m3	70.00	1390.32	97322.74	11678.73	9732.27	118733.74	
			推平	100m3	70.00	773.64	54154.67	6498.56	5415.47	66068.70	
			人工平整	公顷	2.10	3609.06	7579.03	909.48	757.90	9246.42	
			土壤培肥	公顷	2.10	2561.19	5378.49	645.42	537.85	6561.76	
			种草	公顷	2.10	814.68	1710.82	205.30	171.08	2087.20	
2	水资源水生态 修复工程	设计截排水沟1、 设计截排水沟2、 消力池1、 消力池2	挖方	100m3	13.18	1395.57	18396.40	2207.57	1839.64	22443.61	
			浆砌石	100m3	3.61	34651.42	125056.99	15006.84	12505.70	152569.53	
			底板	100m3	2.56	46938.38	119974.50	14396.94	11997.45	146368.89	
			砂浆抹面（平面）	100m2	13.26	4067.39	53937.61	6472.51	5393.76	65803.88	
			砂浆抹面（立面）	100m2	12.18	5636.78	68656.04	8238.72	6865.60	83760.37	
			填方	100m3	3.76	2917.26	10980.58	1317.67	1098.06	13396.31	
			伸缩缝	100m2	0.63	11119.47	6949.67	833.96	694.97	8478.60	
			弃方	100m3	9.42	160.43	1510.90	181.31	151.09	1843.30	
	小计						2359791.65				
三	监测和管护工程										
1	监测工程	设置监测点	点	6	20000	120000	14400.00	12000.00	146400.00	479630.80	
		采空区地面变形人工巡查	月	92	1000	92000	11040.00	9200.00	112240.00		
		水质化验、分析	点·次	60	500	30000	3600.00	3000.00	36600.00		
		土壤化验分析	点·次	8	1000	8000	960.00	800.00	9760.00		
		人工巡查植被	次	4	1000	4000	480.00	400.00	4880.00		
2	管护工程	农田、林地管护工程	hm²	4.638	30000	139140	16696.80	13914.00	169750.80		
	小计						393140				
四	其它工程										
	井口封闭	块石砌体	100m3	1.83	31618.00	57734.46	6928.14	5773.45	70436.04	71582.00	
砂浆抹面（立面）		100m2	0.49	1930.35	939.31	112.72	93.93	1145.96			
	小计						58673.77				
	合计						2811605.42				
五	预留费用										
	预留费用	修建污水处理站	元	600000		600000			600000	1840000	
		预留采空区地面变形防治费用	元	1240000		1240000			1240000		
六	合计						4651605.42	337392.66	281160.56	5270158.63	5270158.63

表 5-1-8 矿山生态修复工程费用估算年度安排表													
年度	工程类别		工程或费用名称		单位	工程量	单价	合价 (元)	其他 费用	不可预见 费投资	投资 (元)	总计	
2025	生态修复工程	水资源水生态修复工程	设计截排水沟1、 设计截排水沟2、 消力池1、 消力池2	挖方	100m3	13.18	1395.57	18396.40	2207.57	1839.64	22443.61	1903024.49	
				浆砌石	100m3	3.61	34651.42	125056.99	15006.84	12505.70	152569.53		
				底板	100m3	2.56	46938.38	119974.50	14396.94	11997.45	146368.89		
				砂浆抹面（平面）	100m2	13.26	4067.39	53937.61	6472.51	5393.76	65803.88		
				砂浆抹面（立面）	100m2	12.18	5636.78	68656.04	8238.72	6865.60	83760.37		
				填方	100m3	3.76	2917.26	10980.58	1317.67	1098.06	13396.31		
				伸缩缝	100m2	0.63	11119.47	6949.67	833.96	694.97	8478.60		
				弃方	100m3	9.42	160.43	1510.90	181.31	151.09	1843.30		
	修建污水处理站			元	600000		600000			600000			
	地灾安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用			元	620000		620000			620000		
		设置监测点			点	6	20000	120000	14400.00	12000.00	146400.00		
	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查			月	9	1000	9000	1080	900		10980
			水质化验、分析			点·次	12	500	6000	720	600		7320
			土壤化验、分析			点·次	2	1000	2000	240	200		2440
			植被巡查			次	1	1000	1000	120	100		1220
2026	生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	预留采空区地面变形防治费用			元	620000		620000			668060	
	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查			月	12	1000	12000	1440	1200		14640
			水质化验、分析			点·次	16	500	8000	960	800		9760
			土壤化验、分析			点·次	2	1000	2000	240	200		2440
			植被巡查			次	1	1000	1000	120	100		1220
2027	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查			月	12	1000	12000	1440	1200	14640	28060
			水质化验、分析			点·次	16	500	8000	960	800	9760	
			土壤化验、分析			点·次	2	1000	2000	240	200	2440	
			植被巡查			次	1	1000	1000	120	100	1220	
2028	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查			月	11	1000	11000	1320	1100	13420	98422
			水质化验、分析			点·次	16	500	8000	960	800	9760	
			土壤化验、分析			点·次	2	1000	2000	240	200	2440	
			植被巡查			次	1	1000	1000	120	100	1220	
	井口封闭		浆砌块石			100m3	1.83	31618.00	57734.46	6928.14	5773.45	70436.04	
			外立面抹面			100m2	0.49	1930.35	939.31	112.72	93.93	1145.96	
2029	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	各工业广场	废石回填	100m3	40.00	2800.45	112017.91	13442.15	11201.79	136661.85	2435449.02	
				硬化物拆除	100m3	114.14	10567.78	1206206.65	144744.80	120620.67	1471572.11		
				垃圾外运	100m3	114.14	3161.29	360829.35	43299.52	36082.94	440211.81		
				土地翻耕	公顷	2.54	2330.62	5915.12	709.81	591.51	7216.45		
				人工平整	公顷	2.54	3609.06	9159.80	1099.18	915.98	11174.96		
				土壤培肥	公顷	2.54	2561.19	6500.30	780.04	650.03	7930.37		
				种植乔木	100株	31.73	1368.54	43423.87	5210.86	4342.39	52977.12		
				种植灌木	100株	31.73	1325.64	42062.56	5047.51	4206.26	51316.32		
			种草	公顷	2.54	814.68	2067.65	248.12	206.77	2522.53			
			尾矿库	覆土	100m3	70.00	1390.32	97322.74	11678.73	9732.27	118733.74		
				推平	100m3	70.00	773.64	54154.67	6498.56	5415.47	66068.70		
				人工平整	公顷	2.10	3609.06	7579.03	909.48	757.90	9246.42		
				土壤培肥	公顷	2.10	2561.19	5378.49	645.42	537.85	6561.76		
				种草	公顷	2.10	814.68	1710.82	205.30	171.08	2087.20		
	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查			月	12	1000	12000	1440	1200		14640
2030-2032	监测和管护工程		采空区地面变形人工巡查			月	36	1000	36000	4320	3600	43920	213670.8
			农田、林地管护工程			hm²	4.638	30000	139140	16696.80	13914.00	169750.80	
合计								4651605.42	337392.66	281160.56	5270158.63	5270158.63	

表 5-1-9			机械台班单价计算表															
定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用小计	二类费														
				二类费合计	人工费 (元/日)		动力 燃料费 小计	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)		电 (元/kw.h)		水 (元/m3)		风 (元/m3)		
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	
1004	单斗挖掘机 油动 斗容1m3	785.91	296.15	489.76	2.00	82.88	324.00			72.00	4.50							
1013	推土机 功率 59kw	430.15	66.39	363.76	2.00	82.88	198.00			44.00	4.50							
1014	推土机 功率 74kw	595.80	182.54	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50							
1020	履带式拖拉机 功率40～55kw	420.99	61.73	359.26	2.00	82.88	193.50			43.00	4.50							
1021	履带式拖拉机 功率59kw	499.93	86.67	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50							
1039	蛙式打夯机 功率2.8kw	186.49	6.15	180.34	2.00	82.88	14.58					18.00	0.81					
1049	无头三铧犁	10.08	10.08															
1052	手持式风镐	58.17	3.77	54.40			54.40									320.00	0.17	

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
1053	小型挖掘机 油动 斗容0.25m3	369.68	111.67	258.01	2.00	82.88	92.25			20.50	4.50						
3005	插入式振捣器 2.2kw	22.52	12.80	9.72			9.72					12.00	0.81				
4012	自卸汽车 柴油型 载重量8t	557.06	179.80	377.26	2.00	82.88	211.50			47.00	4.50						
4040	双胶轮车	2.85	2.85														
6001	电动空气压缩机 移动式3m3/min	192.15	25.84	166.31	1.00	82.88	83.43					103.00	0.81				

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C20 1级配 粒径20 水泥32.5 水灰比0.55	32.5	1级配	C20	321.00	0.30	0.54	60.00	0.72	60.00	0.17	0.76	0.00	0.00	172.03
2	砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	32.5	M7.5		261.00	0.30	1.11	60.00	0.00	0.00	0.16	0.76	0.00	0.00	145.02

表 5-1-11 工程施工费单价汇总表

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	税金	综合单价
			人工费	材料费	机 械使用费	直 接工程费	措施费	合计					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
	土地复垦与生物多样性修复工程												
	各工业广场尾矿库复垦工程												
20283换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴 运距0.5～1km~自卸汽车8T	100m3	182.80		1691.47	1874.27	73.10	1947.37	125.61	62.19	387.76	277.52	2800.45
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	4356.18		3921.38	8277.56	405.60	8683.16	560.06	277.30		1047.26	10567.78
20285换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴 运距1.5～2km~自卸汽车8T	100m3	182.78		1930.63	2113.40	82.42	2195.83	141.63	70.12	440.43	313.28	3161.29
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	211.46	230.96	2330.62
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70		357.65	3609.06
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	330.41	207.29	1216.00	1753.70	68.39	1822.10	99.30	57.64	328.33	253.81	2561.19
90001换	栽植乔木（带土球20cm以内）~III类土	100株	325.38	514.08		839.46	32.74	872.20	47.53	27.59	285.60	135.62	1368.54
90013换	栽植灌木（带土球20cm以内）~III类土	100株	291.13	514.08		805.21	31.40	836.61	45.60	26.47	285.60	131.37	1325.64
90030换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.50	467.87		650.37	25.36	675.74	36.83	21.38		80.73	814.68
	尾矿库复垦工程												
10222换	1m3挖掘机挖装自卸汽车运土 运距0.5～1km~自卸汽车8T	100m3	72.42		865.50	937.92	36.58	974.50	53.11	30.83	194.11	137.78	1390.32
10327换	推土机推土(三类土) 推土距离70～80m ~推土机74KW	100m3	35.78		481.64	517.43	20.18	537.60	29.30	17.01	113.06	76.67	773.64
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70		357.65	3609.06
	水资源水生态修复工程												
	设计截排水沟及消力池												
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m3	654.56		392.15	1046.71	40.82	1087.53	59.27	34.40	76.06	138.30	1395.57
30022换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m3	13022.76	9463.57		22486.33	876.97	23363.30	1273.30	739.10	5841.80	3433.92	34651.42
40097换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土C20 1级配 粒径20 水泥32.5 水灰比0.55	100m3	8286.03	19172.29	210.61	27668.94	1355.78	29024.72	1872.09	926.90	10463.11	4651.55	46938.38
40269	防水层 抹防水砂浆(平面)	100m2	2165.19	480.29	9.29	2654.77	130.08	2784.85	179.62	88.93	610.90	403.07	4067.39
40268	防水层 抹防水砂浆(立面)	100m2	3113.48	612.22	11.81	3737.51	183.14	3920.65	252.88	125.21	779.45	558.60	5636.78
10344	建筑物土方回填 机械夯填	100m3	1900.21		428.70	2328.91	90.83	2419.74	131.88	76.55		289.10	2917.26
40280换	伸缩缝 沥青砂浆 1：3~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m2	2689.86	5805.54		8495.40	416.27	8911.67	574.80	284.59	246.48	1101.93	11119.47
10320换	推土机推土(三类土) 推土距离0～10m ~推土机74KW	100m3	7.16		100.09	107.25	4.18	111.43	6.07	3.53	23.50	15.90	160.43
	其它工程												
30020换	浆砌块石 挡土墙~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m3	10717.83	9391.64		20109.48	784.27	20893.75	1138.71	660.97	5791.25	3133.31	31618.00
30076换	砌体砂浆抹面 平均厚2cm 立面~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m2	988.38	344.22		1332.59	51.97	1384.56	75.46	43.80	235.23	191.30	1930.35

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

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

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

5.2.2 资金管理

矿山应根据《湖南省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》的通知要求，建立基金专户、核定存储、按时提取、高效使用的长效机制。

1、基金核定储存

矿山在银行建立基金专户，由所在的（州、县）自然资源管理部门和矿山企业双控管理；并与银行签订监管协议。矿山按照综合方案及发证年限要求足额存入资金。

2、基金的计提

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

3、监督管理

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

5.2.3 基金计提计划

通过计算，在方案的适用年限 7.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 527.02 万元。其中：生态修复工程施工费费用 235.98 万元；监测与管护费 39.31 万元；其它工

程费用 5.87 万元；其它费用 33.74 万元；不可预见费用 28.12 万元，预留费用 184.0 万元。

对于基金计提，一般根据《土地复垦条例实施办法》、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》等相关文件执行。

本矿山的剩余服务年限为 3.7 年，根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》，矿山剩余服务年限不足 3 年（含 3 年）的，应当一次性完成基金总额计提，矿山剩余服务年限 3 年以上，可以分年完成基金总额计提。本矿山的剩余服务年限为 3.7 年，考虑到矿山长期停产，资金不足，本次设计生态修复基金应在 2 年内平均计提完毕。

表 5-2-1 项目区矿山地质环境保护治理基金计提安排表

年份（年）	生产规模（万t/a）	提取金额（万元）	提取比例
2025	**	263.51	50%
2026	**	263.51	50%
合计		527.02	

6 保障措施

6.1 组织保障

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

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

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

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

4、加强矿山生态保护修复宣传，深入开展我国土地基本国情和国策教育，调动生态保护修复的积极性。提高社会对矿山生态保护修复在保护生态环境和经济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，具体负责恢复生态保护修复工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

6.3 监管保障

本方案经批准后不得擅自变更。后期方案有重大变更的，矿山需向自然资源主管部门申请、湖南省自然资源厅主管部门批准，州自然资源局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，并主动与区自然资源主管部门取得联系，加强与区自然资源主管部门合作，自觉接受区自然资源主管部门的监督管理。

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

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

2、提交年度验收申请：在每个年度验收周期的最后一个月内，矿山企业在监管系统中向县自然资源局提交年度验收申请。在现场实地验收时，向验收组提供矿山生态修复基金计提和使用台账及票据、《矿山生态保护修复方案》等相关资料。

县自然资源局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区自然资源主管部门及有关部门处罚。

6.4 适应性管理

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

生态保护修复实施中，及时总结阶段性生态保护修复实践经验，制定适应性管理制度，监测矿区水质、粉尘、噪声、生物多样性是否发生新的变化，并根据变化情况及时调整生态保护修复方案及管理方式。

6.5 公众参与

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

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

本项目在生态保护修复方案报告编制过程中，得到了省自然资源厅、州自然资源局、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 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 7.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 527.02 万元。其中：生态修复工程施工费费用 235.98 万元；监测与管护费 39.31 万元；其它工程费用 5.87 万元；其它费用 33.74 万元；不可预见费用 28.12 万元，预留费用 184.0 万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

7.1.2.1 投资估算

本项目按照国家计委、建设部 2006 年发布的《建设项目经济评价方法与参数》第三版计算经济效益。根据计投资[1999]1340 号文：投资价格指数为 0，因此按现行价格进行项目经济评价。据财税字[1999]299 号文：自 2000 年 1 月 1 日起新发生的投资额，暂停征收投资方向调节税。根据本次设计的矿山掘进巷道长度，新建工业广场面积及配套设施，参考当地市场价格及其它矿山投资情况，同时考虑开发利用方案的设计工程量，矿山建设投资估算如下：

本工程固定资产总投资为 352.3 万元，其中：建筑工程费 28.38 万元，设备购置费 164.57 万元，安装工程费 12.94 万元，井巷工程费 93.56 万元，其他费用 52.85 万元。

7.1.2.1 基本参数

根据矿方资料，矿山年生产经营成本由下列项目组成。

- 1、年产量：矿石量**万 t/年，铜精矿产率为 3.86%，年产 28%铜精矿：****吨；
- 2、精矿销售价：据网络上发布的湖南衡阳地区的产品价格、业主提供的价格以及同类型矿山的精矿销售价格：矿山交货，28%铜精矿 14000 元/吨；

3、采矿成本：130 元/吨；

4、增值税

根据 2019 年政府工作报告，增值税税率按 13%计算，考虑抵扣因素。

5、资源税

根据《湖南省财政厅湖南省地方税务局关于全面实施资源税改革有关问题的通知》，按销售收入的 3%计算。

6、销售税金附加

包括城市维护建设税和教育费附加。城市维护建设税根据《中华人民共和国资源税暂行条例》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 5%；教育费附加根据国务院《关于教育费附加征收问题的紧急通知》，按“增值税、消费税、营业税”税额的 3%，地方教育费附加为 2%；

7、所得税

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

8、采矿权使用费：1000 元/km²；

9、矿山维简费：10 元/t；

10、矿山安全费用：根据财资〔2022〕136 号文件，本矿属于金属矿山，本次按 15 元/t 计算；

11、其它费用：按产值 6%计。

7.1.2.2 主要财务指标

矿山财务指标预算见表 7-1-1

表 7-1-1 矿山主要财务指标表 单位：万元

序号	项目	计算式	计算结果
1	年销售收入	矿山生产规模×产品销售价	****
2	年成本费用	矿山生产规模×产品成本	****
3	年增值税	年销售收入×13%×（1-35%）	****
4	年销售税金附加	增值税×10%	****
5	年资源税	年销售收×4%	****
6	采矿权使用费	0.1	****
7	矿山维简费	矿山生产规模×吨维简费	****
8	矿山安全费用	矿山生产规模×吨安全费用	****
9	其它费用	年销售收入×6%	****

序号	项目	计算式	计算结果
10	年税前利润	年销售收入-年成本费用-年增值税（考虑抵扣）-年销售税金附加-年资源税-采矿权使用费-采矿权使用费-矿山安全费用-环境治理费用-其它费用	****
11	所得税	税前利润×25%	****
12	税后利润	税前利润-所得税	****
13	缴纳税费	年增值税+年销售税金附加+年资源税+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，矿山每年为国家缴纳各种税费达****万元，矿山净盈利****万元。前文已述，矿山建设项目总投资约 352.3 万元，当年即可收回投资。矿山的服役年限约 3.7 年，即矿山的静态投资总收益约****万元，矿山生态修复工程费用估算为 527.02 万元。在考虑到经济的自然增长率的基础上，矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金。

综上所述，本项目开发利用收益可观，且满足投资回收的要求，项目可行；但是矿山开采会对环境造成破坏，价格的波动和品位的变化，也为给投资者带来风险。

7.2 技术可行性分析

本次设计的矿山生态修复工程有：各工业广场、尾矿库的复垦工程；修建污水处理站、截排水沟全面处理淋滤水；为采空区地面变形区预留地灾防治费用；未来应加强植被、水环境、土壤及采空区地面变形的监测工作，复垦工程结束后加强复垦区域的管护工作以及井口封闭等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复。矿区生态修复技术上可行。

7.3 生态环境可行性分析

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

山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案适用年限

经计算，矿山的剩余服务年限仍为 3.7 年。

据矿山负责人介绍，目前矿山计划办证后逐步恢复生产，考虑到办证周期及恢复生产准备期，本从 2025 年 4 月作为服务年限的基准期，也是矿山计提生态修复基金的起始周期，因此矿山服务期为 2025 年 4 月至 2028 年 11 月。本次设计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 7.7 年。故本方案的适用年限为 7.7 年，即适用期为（2025 年 4 月~2032 年 11 月）。

8.1.2 矿山生态问题识别和诊断

1、地形地貌景观破坏

现状矿部及工业广场、风井工业广场、选厂及尾矿库均对地形地貌景观有破坏影响也有破坏趋势，未来新增二风井工业广场、废石堆地形地貌景观有破坏的趋势。其分布于县道、省道、沅江航道的可视范围内，主要影响对象为周边的居民区。

2、土地资源占损

现状矿山共占地 4.634h m²，其中采矿用地 0.63h m²，林地 1.86h m²，水田 0.004h m²，村庄 0.28h m²，其他草地 1.86h m²。预测未来矿山新增占用旱地约 0.004h m²，预测矿山总占地面积为 4.638h m²，土地权属为浦市镇黄家桥村、印家桥村。现状及预测矿山选厂区域对土地资源有破坏问题及破坏趋势。

3、水资源水生态影响

现状矿业活动对水资源、水生态基本无影响。未来矿山开采深部矿体时，在留设了足够厚度的保护层的前提下，不会引发地表水漏失，对水资源基本无影响。预测未来废石堆淋滤水可能造成下游水生态的污染，并间接污染浦溪水生态。尾矿库淋滤水可能造成下游沅江水生态的污染问题。

未来矿山需全按照湘西自治州生态环境局的批复或相关标准执行，采矿区实行完全雨污分流、采矿生产废水、矿坑水实行清污分流，加强废水排放的监测，尤其暴雨时尾矿脱水的排放管理。

4、矿山地质灾害影响

现状矿山开采未引发各类地质灾害；预测矿山引发崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。预测未来在充分采取措施后，可以减轻或避免采空区地面变形的影响，但为了稳妥起见，本次预测未来采空区地面变形的可能性中等，危险性小，主要影响矿区上部及周边约 30 公顷农田（含基本农田）、刘家坳居民区的 8 栋房屋以及约 2000m 县道及乡村公路，对农田（含基本农田）的影响程度为轻度破坏，对民房的影响程度为轻度损坏。

矿山建设遭受采空区地面变形的可能性中等，危险性小，采空区地面变形对矿部及工业广场的建筑影响程度为轻度损坏

5、生物多样性破坏

矿业活动现状对生物多样性基本无影响。

未来，矿山开采占地区域会造成小面积的植被损毁，但是对当地生物多样性影响轻微，且随着未来矿山闭坑修复工作的开展，对生物多样性的影响可以得到修复。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本次设计的矿山生态修复工程有：各工业广场、尾矿库的复垦工程；修建污水处理站、截排水沟全面处理淋滤水；为采空区地面变形区预留地灾防治费用；未来应加强植被、水环境、土壤及采空区地面变形的监测工作，复垦工程结束后加强复垦区域的管护工作以及井口封闭等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复。矿区生态修复技术上可行。

通过计算，在方案的适用年限 7.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 527.02 万元。其中：生态修复工程施工费费用 235.98 万元；监测与管护费 39.31 万元；其它工程费用 5.87 万元；其它费用 33.74 万元；不可预见费用 28.12 万元，预留费用 184.0 万元。

通过经济效益分析可知，矿山每年为国家缴纳各种税费达****万元，矿山净盈利****万元。前文已述，矿山建设项目总投资约 352.3 万元，当年即可收回投资。矿山的年限约 3.7 年，即矿山的静态投资总收益约****万元，矿山生态修复工程费用估算为 527.02 万元。在考虑到经济的自然增长率的基础上，矿山在提取了生态修复基金的基础上仍可实现较好的盈利，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金。

综上所述，本项目开发利用收益可观，且满足投资回收的要求，项目可行；但是矿山开采会对环境造成破坏，价格的波动和品位的变化，也为给投资者带来风险。

8.1.4 结论

结合前面所诊断的矿山生态问题，经对方案的经济、技术、环境可行性分析，矿山采取科学合理的生态保护修复措施后，不影响矿区局部生态系统的生态功能，矿山可继续开采。

8.2 建议

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

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

3、矿山需严格按照开发利用方案的设计采用浅孔房柱法开采，留设的矿柱不得回采。在局部顶板不稳固地段必须采取锚杆护顶、增设矿柱或加密矿柱等措施管理顶板。积极推行废石回填工艺，将生产中产生的废石及时回填采空区，必要时须从地表返运废石回填，回填率不得小于 75%。矿山今后应停采保护层厚度小于 29.2m 的浅部矿层，设置限采区。

4、搞好水环境监测，矿山废水一定要达标排放。

5、本次仅提供尾矿库的复垦思路，具体复垦修复工作需在征得当地应急管理部的允许后，尾矿库方能开展复垦工作。

6、根据相关规定，金属矿山占地一般不复垦为耕地。考虑到本矿矿山的矿部及

工业广场、各风井工业广场周边为大面积农田，为与周边地类保持一致，本次设计以上单元复垦为耕地，但是在复垦前需对土壤进行分析论证，在达到标准的前提下，开采开展复垦工程，必要时需另行选址取土。

7、未来矿山需要严格按照开发利用方案、开采设计进行开采，严禁超深越界，以避免造成对沅江、首溪河的影响。

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

9、经费估算与基金计提根据主管部门要求和实际需要进行动态调整。