

祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司

鸟江大岭铅锌矿矿山生态保护修复方案

湖南金石勘查有限公司

二〇二五年十一月

祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司

鸟江大岭铅锌矿矿山生态保护修复方案

项目负责：贺丽林
报告编写：马海冰 汪 敏
审核：陈 亮
总工程师：贺丽林
法人代表：董继荣

编制单位：湖南金石勘查有限公司
编制日期：二〇二五年十一月

目 录

1 基本情况	1
1.1 方案编制基本情况.....	1
1.2 矿山基本情况.....	7
1.3 矿山开采与生态保护修复现状.....	15
2 矿山生态环境背景	43
2.1 自然地理.....	43
2.2 地质环境.....	48
2.3 生物环境.....	60
2.4 人居环境.....	61
3 矿山生态问题识别和诊断	64
3.1 地形地貌景观破坏.....	64
3.2 土地资源占损.....	69
3.3 水资源水生态破坏.....	77
3.4 矿山地质灾害影响.....	86
3.5 生物多样性破坏.....	94
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 生态保护修复目标.....	96
4.3 生态保护修复工程及进度安排.....	97
5 经费估算与基金管理	124
5.1 经费估算.....	124
5.2 基金管理.....	133
6 保障措施	135
6.1 组织保障.....	135
6.2 技术保障.....	135
6.3 监管保障.....	136
6.4 适应性管理.....	136

6.5 公众参与.....	137
7 矿山生态保护修复方案可行性分析	138
7.1 经济可行性分析.....	138
7.2 技术可行性分析.....	141
7.3 生态环境可行性分析.....	142
8 结论与建议	143
8.1 结论.....	143
8.2 建议.....	145

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司鸟江大岭铅锌矿(以下简称:鸟江大岭铅锌矿)为2021年完成整合的合法矿山,现持采矿许可证由湖南省自然资源厅于2021年12月核发,证号:*****。采用地下开采方式开采铅矿、锌、综合回收铜、银;生产能力为**万t/a,矿区面积****平方公里,有效期自2018年1月8日至2026年1月8日,证即将到期。

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,矿山委托我单位对矿区地质环境、生态环境进行了调查,并编制《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、《中华人民共和国环境保护法》(2015.1.1);
- 3、《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);
- 4、《中华人民共和国森林法》(2019年修订);
- 5、《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月26日);

- 6、《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）
- 7、《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）；
- 8、《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订）。

1.1.2.2 有关政策依据

- 1、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国资发[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》（湘国资发[2010]13号）；
- 3、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国资规〔2017〕4号）；
- 4、《湖南省绿色矿山建设工作方案》（湘国资发〔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、《矿山生态环境保护规定》自然资源部令（2019.7.24）第5号；
- 9、《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）。
- 10、《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》（国办发〔2021〕19号）；
- 11、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年7月2日）；
- 12、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自然资规〔2022〕3号）。
- 13、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、《开发建设项目建设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、《生态公益林建设技术规程》（GB / T18337.3-2001）；
- 6、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 7、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）
- 8、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- 9、《区域生物多样性评价标准》（HJ623-2011）；
- 10、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 11、《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）》（HJ 651-2013）；
- 12、《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；
- 13、《湖南省工业废水铊污染物排放标准》DB43/968-2014；
- 14、《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）；
- 15、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；
- 16、《建筑变形测量规范》（JGJ 8-2016）
- 17、《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）；
- 18、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 19、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 20、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（后文简称《三下采煤规范》）国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局2017年5月发布；
- 21、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- 22、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 23、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）；
- 24、《农田灌溉水质标准》（GB 5084-2021）；
- 25、《工业废水铊污染物排放标准》（DB43/968-2021）；
- 26、《地质灾害危险性评估规范》应为 GB/T40112-2021；
- 27、《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022）；
- 28、《衡阳市国土空间生态修复专项规划（2021-2035 年）》（衡阳市自然资源和规划局，2022年12月）；

29、湖南省市场监督管理局 2023 年 12 月 20 日发布的《矿山生态保护修复验收规范》。

1.1.2.4 资料依据

1、2020 年 6 月，湖南省有色地质勘查研究院编制的《湖南省祁东县留书塘矿区鸟江大岭铅锌矿资源储量核实报告》；

2、2020 年 7 月，湖南省有色地质勘查研究院编制的《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿铅锌矿资源开发利用方案》；

3、2021 年 3 月，湖南轶顺工程技术服务有限公司编制的《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿矿山生态保护修复方案》；

4、2023 年 5 月，湖南有色金属研究院有限责任公司编制的《祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司大岭铅锌矿**万吨/年开采工程环境影响报告书》及批复（祁环评[2023]13 号）；

5、2025 年 7 月，湖南金石勘查有限公司编制的《祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司鸟江大岭铅锌矿矿山生态保护修复分期验收报告(2021 年 12 月～2025 年 12 月)》；

6、其它编制本《方案》需要的采矿许可证、矿业权设置范围相关信息分析结果简报、土地利用现状图（*****三调 2024 年数据）等。

1.1.3 目的任务

1.1.3.1 工作目的

《方案》编制的主要目的是通过矿山生态环境问题的识别和诊断，制定矿山企业在建设、开发、闭坑各阶段的生态保护修复方案，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，为矿山的生态保护修复基金的提取、验收与监督管理提供依据。

1.1.3.2 工作任务

1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展生态问题现状识别与诊断；根据矿山后续开采计划，对地形地貌景观破坏、土地资源损毁、水资源水生态

破坏、诱发加剧与遭受矿山地质灾害可能与危险程度进行生态问题发展趋势分析。

- 2、根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出生态保护修复思路、目标和措施。
- 3、拟定矿山生态保护修复实施内容的总体部署和进度安排。
- 4、对矿山生态保护修复工程经费进行估算。
- 5、提出保障矿山生态保护修复落实的措施。
- 6、对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。

1.1.4 完成的工作量

本次工作搜集资料包括有地质、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。

表 1-1-1 完成工作量表

工作项目	工作量	备注
调查时间	5天（2025年7月10日、11日、8月18日至20日、2025年11月18日现场核查）	
资料收集	矿山储量核实报告、开发利用方案等相关资料。	
调查生态区面积	4.1km ²	现场调查区
遥感解译面积	8.5km ²	
调查路线长度	16km	
调查植被覆盖情况	全工作区	
地质点	50个	
选厂	1个	
尾矿库	1个	
水样点	11个（地表水9个，地下水3个，共21点次）	委托检测
土壤取样点	9个	委托检测
调查民房	126栋/315人	
生态保护修复工程	水、土环境污染修复工程、复绿工程	
照片	186张（引用20张）	
编制报告	1	
编制附图	4	

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

经统计分析，本次野外调查工作、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，属大型矿山。根据《矿山生态保护修复

方案编制规范》（DB43/T 2298-2022），大型矿山的调查点数量不能少于 15 个。本矿山的调查点数为 50 个，满足规范要求。

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

1.1.5 方案适用范围

本方案的适用范围划分主要考虑以下几个因素：

- 1、以划定的采矿权范围为基础，即本方案的适用范围涵盖了全部采矿权范围；
- 2、以矿山的水文地质条件、工程地质条件为主要影响因素，考虑环境地质因素，以分水岭作为划分依据；
- 3、以矿山的生态环境作为控制因素，主要考虑植被分布情况、农田分布情况、人居因素等，并结合矿山具体情况，确定生态修复区范围。
- 4、以矿山地下开采引发的最大地下水降落漏斗半径来确定生态修复区范围。

结合本矿山具体情况，确定生态修复区范围如下：

东部以+114.9m、+118.3m、+121.6m、+119.3m、+128.9m、+121.4m、+135.2m 高地连线为界；南部以+140.2m、+138.1m、+129.4m、+127.1m、+126.5m、+122.4m、+120.9m 高地连线为界；西部以+148.2m、+137.6m、+124.6m、+130.5m、+128.5m、+192.5m、+202.4m、+196.7m 高地连线为界；北部以+121.2m、+120.7m、+116.8m、+121.4m、+121.2m、+119.5m、+133.5m 高地连线为界。其它地段以矿界外推 200~500m 为界。

综上所述，本次生态修复区面积约 4.1k m²（见附图 2）。

1.1.6 方案适用年限

根据 2020 年 5 月，湖南省有色地质勘查研究院编制的《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿铅锌矿资源开发利用方案》，设计矿山的生产能力为**万 t/a。自截至 2020 年 5 月 31 日起算，矿山服务年限为 19.8 年。

由于矿山取得采矿许可证时，其生产能力是按照 20 年所有权平均计算的，经计算的矿山的生产能力为**万 t/a，该生产能力与矿山的初步设计、环评批复不一致，也与矿山的实际生产能力不一致，本次按初步设计、环评批复的生产能力**万 t/a 并结

合开发利用方案的计算方式重新估算剩余服务年限。

截至本报告编制，矿山仍处于技改阶段，仅在开拓过程中采出少量矿石，未大规模生产，因此矿山的储量资源未发生变化。根据开发利用方案设计，矿山的可采储量为*****万 t。设计采矿贫化率为 10%。

矿山的服务年限计算如下：

$$T = Q_{\text{采}} / A \times (1 - K_1)$$

式中： T——矿山服务年限（a）；

Q_采——可采储量（万 t）；

A——生产能力（万 t/a）；

K₁——设计贫化率（%）。

经计算，矿山的服务年限为*** ÷ ** × 90% = 25.7a。

因此服务年限为 25.7 年，考虑本方案评审备案时间及办理采矿许可证周期，本次以 2026 年 1 月作为服务年限的基准期，则矿山生产服务期为 2026 年 1 月至 2051 年 8 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 29.7 年。故本方案的适用年限为 29.7 年（2026 年 1 月～2055 年 8 月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山交通情况及区位条件

1.2.1.1 矿山交通情况

矿区地处衡阳、永州两市交界处，矿山位于祁东县城 175° 方位直距 30km 处，行政隶属祁东县鸟江镇大岭村管辖；地理坐标：东经*****~****，北纬*****~*****。

矿山北距祁东火车站 30km，北东距衡阳市城区约 55km，S339 省道穿过矿区，与 G234 国道相通，经以上省道、国道可连通 S71 华常高速公路、G72 泉南高速公路。区内村道四通八达，交通较便利。

见插图 1-2-1、1-2-2。

插图 1-2-1 矿山区位条件图

插图 1-2-2 矿区交通位置图

1.2.1.2 矿山生态区位条件

以国家及湖南省国土空间生态修复分区为依据，衡阳市在省级生态修复分区中属于“湘江流域生态修复区”，根据《衡阳市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》本矿区范围位于衡阳市西部森林质量提升与山地丘陵生态修复区，见插图 1-2-3。

西部森林质量提升与山地丘陵生态修复区的生态主攻方向为提高森林质量，加强森林资源管理和监测力度，严格森林资源林政管理和野生动植物资源的保护管理。构建生态廊道和生物多样性保护网络，完善生物多样性监测和预警体系；进一步加强河湖生态保护修复，推进自然保护地整合优化，完善自然保护地结构和空间布局；以提高生态功能为目标，重点对区域启动实施通道绿化、河流绿化、环城林建设、重要生态廊道生态屏障等造林绿化工程，对临时占用林地、宜林未利用地限期造林，采伐迹地、火烧迹地应当于当年或次年完成造林更新。

插图 1-2-3 矿山与衡阳市国土空间生态修复分区布局之间的位置关系

1.2.1.3 国土空间规划区位

根据《衡阳市国土空间生态修复规划（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，总体符合衡阳市矿产资源总体规划。

1.2.1.4 产业区位条件

矿山所在的鸟江镇拥有 21460 亩耕地，其中水田面积为 195826 亩，林地总面积为 15100 亩，其中国有森林面积为 14000 亩。镇内主要以稻谷为农产品的主体，同时还有柑橘、柰李、蜜桃、花生、荸荠、菱角、鲜鱼、生猪、牛、羊等副业产品。

当地水利资源丰富，自 1991 年起，该镇注重水利设施建设，目前已建立了完善的灌溉系统。此外，该镇还硬化渠道 11000 米，硬化山平塘、骨干塘 1360 口。农业新技术得到了积极推广，如水稻地膜育秧、早稻旱地育秧、抛秧、小苗带土移栽等，实现了两季杂交化，良种推广面积达到 22000 亩。

近年来，该镇进行了农业产业结构调整，湘屏村在白河西岸建立了葡萄、朋棚蔬菜基地，面积为 100 亩，人均年增收为 110 元，成为全镇产业结构调整的样板基地。同时，建立了标准化农业席草种植基地 1000 亩，其他经济作物如油菜、花生、蔬菜等常年稳定在 2000 亩以上。

综上所述，区域产业主要以农业生产为主。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

鸟江大岭铅锌矿现持采矿许可证由湖南省自然资源厅于 2021 年 12 月核发，证号：*****。采用地下开采方式开采铅矿、锌、综合回收铜、银；生产能力为**万 t/a，采矿权范围由 23 个拐点坐标圈定，面积****k m²，准采高程为+150m 至-500m，有效期自 2018 年 1 月 8 日至 2026 年 1 月 8 日，证即将到期。

矿山范围见表 2-3-1

表 2-3-1 矿山范围拐点坐标表（CGCS2000 坐标系）

编号	X	Y	编号	X	Y
1	*****	*****	13	*****	*****
2	*****	*****	14	*****	*****
3	*****	*****	15	*****	*****
4	*****	*****	16	*****	*****
5	*****	*****	17	*****	*****
6	*****	*****	18	*****	*****
7	*****	*****	19	*****	*****
8	*****	*****	20	*****	*****
9	*****	*****	21	*****	*****
10	*****	*****	22	*****	*****
11	*****	*****	23	*****	*****
12	*****	*****			
面积：****km ² ，准采标高：+150m至-500m					

1.2.3 矿山生产经营情况及生态修复基金的计提

1.2.3.1 矿山生产经营情况

鸟江大岭铅锌矿采矿权属祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司，成立于 2007 年 12 月 23 日，注册地位于祁东县鸟江镇冲岭村，法定代表人为***。

该公司管理层共 8 人，雇佣员工 40 余人，注册资金 8000 万元，经营范围包括铅矿、锌矿、开采销售。该矿山 2021 年编制完储量核实报告及开发利用方案后，一直

处于技改停产状态，未产生经济效益。

1.2.3.2 矿山生态保护修复方案编制情况

2021年3月，矿山委托湖南铁顺工程技术服务有限公司编制了《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿矿山生态保护修复方案》，生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为修建沉淀池、截排水沟、监测和闭坑后对场地复垦等，矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，各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，矿山生态修复费用估算为5151.33万元。其中：工程施工费348.15万元；其它费用55.27万元；不可预见费12.1万元；监测与管护费320.61万元；预留费用1415.2万元。

1.2.3.2 生态修复基金计提情况

矿山已在中国建设银行股份有限公司祁东支行开设了地质环境恢复治理备用金基金专户，账号为*****，截止本方案编制，基金余额为411.94万元。矿山在近年的生态修复过程中实现了生态修复基金的滚动，详见后文“矿山生态环境保护修复现状”章节。

1.2.4 矿床特征

1.2.4.1 铅锌矿矿体特征

矿区在I、VIII矿带发现了6个铅锌矿体，均为隐伏矿体，其中I矿带4个，编号为I1、I2、I3、I4号矿体，VIII矿带2个，编号为VIII1、VIII2号矿体，其中：I2号矿体规模最大，I4号矿体次之，为以往矿山开采主矿体，其他矿体规模较小，特征如下：

1、I2号矿体

为区内规模最大的铅锌矿体，赋存于I矿带中上部，距上覆I1矿体10.52~20.57m，距下伏I3号矿体3.89~30.66m，据大岭铅锌矿生产巷道及钻孔工程控制，该矿体走向分布长2300m，即南起罗塘冲，北至留书塘；该矿体在留书塘附近尖灭，控制最大斜深900m（未见底）。矿体赋存标高各处不一，沿走向起伏较大，最高标高+39.10m，最低标高-396.16m。

矿体受 F1 构造破碎带控制，矿体产状与该破碎带基本一致，走向 NE~SE，倾向 65~120°，倾角 17~32°，沿走向矿体呈北陡南缓趋势，沿倾向浅部矿体倾角较缓，深部较陡。矿体沿走向、倾向均较连续，呈层状、似层状，局部为透镜状，该矿体局部沿走向、倾向具有膨大缩小，尖灭再现现象。矿体厚度 0.42~14.85m，平均厚度 4.44m，厚度变化系数 89%。

2、I4 号矿体

矿体赋存于 I 矿带中段下部，矿体规模、形态、产状受 F1 断层破碎带控制，矿体产状与该破碎带基本一致，走向 NE—SE，倾向 45°~105°，倾角 25~30°。矿体无次级构造影响。现矿山范围内该矿体由 1~12 中段控制，已控制走向长 550m，控制最大斜深 580m，矿体形态较简单，呈脉状、似层状，局部为透镜状，沿走向、倾向连续，区内和详查区多处具尖灭再现现象，为不连续矿体，区内单工程矿体厚 0.00~3.30m，平均厚 2.11m，厚度变化系数 124%。

3、I1 号矿体

赋存于 I 矿带中段上部，据钻探工程控制，矿体赋存最高标高 -29.62m、最低标高 -267.45m；矿体受 F1 构造破碎带控制，矿体产状与该破碎带基本一致，走向 NE~SE，倾向 60~115°，倾角 16~30°，沿走向矿体呈北陡南缓趋势，沿倾向浅部矿体倾角较缓，深部较陡；矿体呈透镜状，局部为似层状，沿走向、倾向均不连续，矿体厚度 1.10~7.12m，平均厚度 3.27m，厚度变化系数 138%。

4、I3 号矿体

赋存于 I 矿带中段中下部，距上覆 I2 矿体 3.98~24.37m，距下伏 I4 号矿体 5.67~19.87m，据钻孔控制，矿体赋存最高标高 -93.04m，最低标高 -438.35m；矿体受 F1 构造破碎带控制，矿体产状与该破碎带基本一致，走向 NE—SE，倾向 50~110°，倾角 21~33°；矿体呈透镜状，局部为似层状，沿走向、倾向均不连续，矿体厚度 0.60m~5.95m，平均厚度 2.14m，厚度变化系数 87%。

5、VIII1 号矿体

矿体赋存于 VIII 矿带中上部，据钻孔控制，矿体赋存最高标高 -80.88m，最低标高 -303.10m；矿体受 F15 构造破碎带控制，矿体产状与该破碎带基本一致，倾向 60°~120°，倾角 16~31°；矿体呈透镜状，沿走向、倾向均不连续，矿体厚度 0.66m~6.72m，平均厚度 2.80m，厚度变化系数 109%；矿体品位：Pb0.090~4.845%，平均 0.539%，

品位变化系数 103%；Zn0.530~4.240%，平均 1.960%，品位变化系数 89%。

6、VIII2 号矿体

矿体赋存于VIII矿带中下部，距上覆VIII1 号矿体 3.75m，矿体为单孔控制（ZK2315），呈透镜状，矿体厚度 1.02m，矿体倾向 117°，倾角 38°；矿体品位 Pb1.607%，Zn1.105%。

1.2.4.2 重晶石矿矿体特征

矿区除铅锌矿外，见重晶石矿，其分布于大胜铺—荷叶塘一带，严格受断裂破碎带控制，产于I、V、II、III、IV、VI、VII矿带中。本区已圈定的重晶石矿体是地表根据地质填图和部分槽探及露采坑圈定的，据已施工钻孔采样化验，深部均未见重晶石矿体，已圈定的重晶石矿体均为风化残积型矿体，且经当地村民多年乱采乱挖，大多数矿体已挖空殆尽，不具备规模开采效益。

1.2.4.3 矿石质量

1、矿石物质组成

铅锌矿矿石主要有用金属矿物为方铅矿、闪锌矿，次为黝铜矿、黄铜矿、斑铜矿、黄铅锌矿、辉银矿等，脉石矿物主要为方解石、石英、重晶石等。

2、矿石化学成分

矿石中含 26 种元素，其中金属元素有 Pb、Zn、Cu、Hg、WO₃、Sn、Mo、Mn、Sb、Bi、Al、TiO₂、Mg；非金属元素有 BaSO₄、P、S、AS、Ca、Na、K、CaF₂、SiO₂、H₂O⁺。贵金属元素有 Au、Ag；放射性元素有 U。

3、矿石风氧化带特征

区内矿体均为隐伏矿体，最小埋深 73.87m（I₂号矿体），一般超过 100m，位于地表风化带以下，风（氧）化程度相当低，仅在局部偶见少量斑铜矿氧化为孔雀石，一般矿石风（氧）化特征不明显。

1.2.5 矿山矿产资源储量

根据《湖南省祁东县鸟江大岭矿区铅锌矿资源储量核实报告》[湘自然资源储备（2020）60 号] 备案的矿产资源储量为：截至 2020 年 5 月 31 日止，拟划定采矿权范围内铅锌矿保有资源储量（122b+332+333+332 低+333 低）矿石量****万 t，金属量

铅*****t、锌*****t、伴生铜*****t、伴生银*****t。其中：122b 矿石量*****万 t，金属量铅*****t、锌*****t、伴生铜***t、伴生银***t；332 矿石量*****万 t，金属量铅*****t、锌*****t、伴生铜*****t、伴生银*****t；333 矿石量*****万 t，金属量铅*****t、锌*****t、伴生铜****t、伴生银***t；332 低矿石量*****万 t，金属量铅*****t、锌*****t、伴生铜*****t、伴生银*****t；333 低矿石量*****万 t，金属量铅*****t、锌*****t、伴生铜*****t、伴生银*****t。

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

本矿区原采矿权由祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司持有，其开采活动最早筹建于 2000 年，采矿权首次设立时间为 2002 年，由衡阳市国土资源局颁发采矿许可证。

2002 年 11 月 4 日湖南省地调院以国土资源大调查登记形式首次获得了该区探矿权。2005 年 10 月经湖南省国土资源厅批准同意将该区探矿权转让给湖南省地质矿产勘查开发局四一七队。2007 年 417 队决定对本矿区开展中外合资风险勘查，经协商，大韩矿业振兴公社、SK 株式会社、衡阳岩土工程勘察院（417 队）等三家单位各占股 33.33%，并经湖南省国土资源厅批准同意成立了湖南中韩矿业有限公司。

2007 年 1 月 417 队将本区探矿权转让给中韩矿业有限公司，从此湖南中韩矿业有限公司取得了本区探矿权。

2007 年后矿区探矿权历经几次延续，并于 2013 年 12 月将矿区“湖南省祁东县留书塘矿区铅锌矿详查”探矿权进行了分立，分立后的探矿权为“湖南省祁东县留书塘矿区大岭矿段铅锌矿详查”和“湖南省祁东县留书塘矿区百吉坳矿段铅锌矿详查”。

2020 年，祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司鸟江大岭铅锌矿采矿权与湖南省祁东县留书塘矿区大岭矿段铅锌矿详查探矿权实施资源整合。根据两矿权人签订的整合协议，整合后的采矿权人为祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司，原鸟江大岭铅锌矿采矿权为整合主体，原大岭矿段铅锌矿详查探矿权为被整合对象。整合后形成了现在的采矿权范围。

整合前原祁东县鸟江大岭铅锌矿业有限公司即在本区开采了探采工作，于 2002

年至 2009 年初完成了+45m 二中段斜井开拓并开始采矿。至 2016 年，采矿标高从+45m 二中段开拓到-235m 的十二中段，共掘进巷道 8000 余米。

1.3.1.2 矿山开采现状

1、开采方式、开拓方案及地面设施

矿山采用地下开采、斜井开拓方式，已形成主井、风井两个井筒，见表 1-3-1，其中：

主井：为斜井，担负矿井提升（矿石、废石、材料、设备）、管路敷设及人员上下，并作为矿山的进风井和一个安全出口。

风井：为斜井，担负矿井矿体开采的回风兼人员安全出口任务。

表 1-3-1 鸟江大岭铅锌矿现有井口坐标一览表

井口 名称	CGCS2000大地坐标系			方位	坡角	落底标高 (m)
	X	Y	Z			
主井	*****	*****	+129.62	119°	-29°	-30.00
风井	*****	*****	+110.40	21°	-29°	+45.18

矿山现有的地面设施主要有：工业广场、矿部、污水处理站、选厂、尾矿库、废石堆，地面设施占地情况如下：

- (1) 工业广场：占采矿用地约 0.68h m²。
- (2) 矿部：占采矿用地约 0.76h m²。
- (3) 污水处理站：占采矿用地约 0.73h m²。
- (4) 废石堆：占采矿用地约 0.53h m²，最大堆高约 20m，分两级堆放，最大分级高度约 12m，最大边坡角约 35°，堆放方量约 20000m³。

2、选厂、尾矿库

矿山选厂于 2000 年 2 月建成，选矿方法采用两段碎一段磨的浮选工艺流程。尾矿库位于选厂西面正下方，为一四面环山的封闭型天然洼地；2014 年 5 月，企业委托长沙有色冶金设计研究院有限公司对该库进行了加高扩容工程初步设计，2015 年 4 月加高扩容工程竣工；设计总坝高 17m，初级坝高 10m，堆积坝高 7m，设计总库容 110.58 万 m³，有效库容 94 万 m³。现已占库容约 40.5 万 m³。矿山选厂及尾矿库的占地情况如下：

- (1) 选矿厂：共占采矿用地约 1.85h m²。
- (2) 尾矿库：共占采矿用地约 6.21h m²，属傍山型尾矿库，正射投影近似五边形，

共布置三条库坝，累计堆放尾矿约 40.5 万 m³。

3、采空区及排水情况

矿山现状主矿体采空区投影面积约 5.67 万 m²，开拓系统最低已至-235m，但采空区主要分布于-100 以上。根据-235m 中段的实测，正常涌水量为 180m³/h，雨季最大为 260m³/h。

4、历史遗留问题的说明

另外，本次矿区有两个历史遗留矿山图斑区域，其中图斑一（历史遗留废弃矿山）总面积约 8.8h m²，图斑 2 总面积约 2.8h m²。目前图斑 2 区域随着矿山尾矿库区域的治理目前已基本修复，图斑 1 由于原采矿权人已承担了刑事责任，目前已无法继续追责，需要进行治理。

图斑一（历史遗留废弃矿山）为露采遗留，造成了大面积地形地貌景观破坏问题。

1.3.2 矿产资源开发利用方案

2020 年 7 月，矿山委托湖南省有色地质勘查研究院提交了《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿铅锌矿资源开发利用方案》，简介如下：

1.3.2.1 设计利用储量、可采储量

本次设计利用资源储量****万 t，扣除红卫水库防水矿柱量****万 t，按推荐的采矿方法及开且回采率（89%）计算的矿山可采储量****万 t。

1.3.2.2 矿山生产规模、服务年限

本次按**万 t/a 的产能进行计算，重新估算矿山的服务年限为 25.7 年。

1.3.2.3 矿床开采方式和采矿方法

1、开采方式及顺序

方案推荐采用地下开采方式，按前、后两期依序开采，前期（基建期）以开采北区（原矿界）区I4、-100m 标高以上I2 矿体为主，后期（生产正常期）以开采南区I2 矿体为主（开拓系统设计见后文）。

2、采矿方法

未来备采矿体属缓倾斜～倾斜、极薄～厚矿体（倾角 17～32°，厚度 0.42～14.85m），

根据矿山开采技术条件特征和绿色矿山建设要求，方案推荐采用垂直分条充填采矿法（占比约 36%）房柱嗣后充填采矿法（占比约 64%）开采；方案设计采矿回采率为 89%、贫化率 10%。

3、开拓方案、中段划分

前期（基建期）：方案推荐采用斜井开拓，设计主井、风井两个井筒；中段高度 30m，共划分一中段（+75m）、二中段（+45m）、三中段（+5m）、四中段（-30m）、五中段（-56m）、六中段（-75m）、七中段（-100m）、八中段（-125m）、九中段（-145m）、十中段（-175m）、十一中段（-205m）、十二中段（-235m）、十三中段（-265m）十三个开拓中段；I2 号主矿体开采共划分为+20m、-10m、-40m、-70m、-100m、-130m 六个开拓中段。

后期（生产正常期）：方案推荐采用竖井+盲斜井开拓，设计主井、副井、北风井、南风井四个井筒；中段高度 30m，共划分为+50m、+20m、-10m、-40m、-70m、-100m、-130m、-160m、-190m、-220m、-250m、-280m、-310m、-340m、-370m、-400m、-430m 十七个开拓中段。

1.3.2.4 开拓系统设计

1、前期（基建期）开拓方案设计

利用现矿山主斜井为扩界后矿山前期（基建期）主井，担负北区矿石、废石、材料、设备运输任务、排水、管路铺设及人员进出；利用现矿山风井为扩界后矿山前期（基建期）风井，担负前期（基建期）北区 I2、I4 号主矿体开采的回风兼人员安全出口任务。前期（基建期）开拓方案设计的主井、风井井筒特征见表 1-3-1。

2、后期（生产正常期）开拓方案设计

于拟设采矿权矿山南部罗塘冲北东侧 70m 处+106m 标高点开拓一竖井至-190m 标高作为扩界后矿山后期（生产正常期）开拓系统的主井，担负扩界后矿山后期（生产正常期）矿石的提升任务、进风、管路铺设及人员进出；利用扩界后矿山前期（基建期）主斜井为后期（生产正常期）副井，担负材料、设备运输任务、排水及人行安全井；利用扩界后矿山前期（基建期）风井为后期（生产正常期）北回风井，担负后期（生产正常期）北区 I2 号主矿体开采的回风兼人员安全出口任务；在矿山西南部选厂的东侧约 150m 新设后期（生产正常期）南风井，担负后期（生产正常期）南区 I2 号主矿体开采的回风兼安全井。后期（生产正常期）开拓方案设计的主井、副井、北风

井、南井筒的具体特征见表 1-3-2。

表 1-3-2 鸟江大岭铅锌矿后期开拓方案设计井筒特征简表

井筒名称	井口坐标 (80西安坐标)			方位角(度)	坡角(度)	落底标高(m)	备注
	X (m)	Y (m)	H (m)				
主竖井	*****	*****	+106.00	0°	-90°	-190	新设，直径4m
副斜井	*****	*****	+129.62	119°	-29°	-30.00	利用前期主井，断面积7.14m ²
北风井	*****	*****	+110.40	21°	-29°	+45.18	利用前期风井，断面积4.02m ²
南风井	*****	*****	+100.00	115°	-29°	+20	新设，断面积4.02m ²

1.3.2.5 运输方案

方案推荐采用轨道运输方案，中段平巷采用电机车牵引矿车运输，斜井串车提升、竖井罐笼提升；矿石卷扬提升至地面后由人工推至矿石场翻卸，经装载机装入汽车运输到选厂，小量出窿废石由人工推至废石场排弃。

1.3.2.6 通风、排水方案

1、通风方案

推荐采用机械抽出式通风方式，对角式通风系统。局部通风采取主导风流与局部通风机调节相结合的通风方式。

2、矿井排水方案

前期（基建期）开采矿井排水方案：采用三级接力式机械排水方式。

后期（生产正常期）开采矿井排水方案：采用三级接力式机械排水方式。

1.3.2.7 厂址方案

推荐充分利用矿山现有厂址通过改造完善可建设尾矿充填站，后期需新增新主竖井工业场地、南风井工业场地。

1.3.2.8 尾矿设施

1、尾矿量

方案推荐矿山生产规模扩大为**万 t/a（其中：前期（基建期）**万 t/a，后期（生产正常期）**万 t/a），按年生产日 300 天、尾矿排放率 87.65% 计算，矿山年尾矿量可达**万 t；按尾矿自然体重按 1.50t/m³ 计算，尾矿年产出量约为**万 m³。

根据方案推荐的尾砂充填法开采，充填骨料为尾矿；按照采空区底部 5m 高度的

灰砂比（水泥和尾砂）为 1:4、上部灰砂比（水泥和尾砂）为 1:6 的充填比例估算得出充填用尾矿量占产出尾矿量约 60%，则在设计矿山全部服务年限内（19.8a）仍剩余约 248.6 万 m³ 需排入已有尾矿库或寻找其它处置方案。

2、尾矿设施

矿山到新铺尾矿库位于选厂西面正下方，为一四面环山的封闭型天然洼地；

2014 年 5 月，企业委托长沙有色冶金设计研究院有限公司对该库进行了加高扩容工程初步设计，2015 年 4 月加高扩容工程竣工；设计总坝高 17m，初级坝高 10m，堆积坝高 7m，设计总库容 110.58 万 m³，有效库容 94 万 m³。据调查，现已占库容约 40.5 万 m³。前面计算可知，现尾矿库剩余库容（约 53.5 万 m³）无法满足设计服务年限内排入尾矿库的总尾矿量堆存需求。

据业主反映，当地不允许再建尾矿库，企业准备筹资建设尾砂制砖厂来解决今后面临的尾矿堆积问题。

因此，本次不另对尾矿库择址，建议矿山尾矿库运营严格按照当地环保、安监部门政策及规定执行，并加大采空区尾矿充填力度，同时做好尾砂放射性、含硫等符合相关指标检测，抓紧建设尾砂制砖厂。

1.3.2.9 废石场

据调查，矿山现有废石场 1 处，已按地质环境治理要求进行有效治理、规范堆放；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废石堆场中，本次不设计新的废石堆场。

1.3.2.10 充填方案

本矿矿石价值高，后期（生产正常期）新建尾矿库投资大、审批与征地困难，方案推荐采用全尾砂+高水速凝充填材料固化充填工艺方案。

1、充填工艺

高水速凝固化充填材料分为甲、乙两种，使用时，甲、乙两料分别与水或尾砂浆混合搅拌，各自形成悬浮浆液，并分别输送到充填现场的混合系统，经混合后很快凝结成含高结晶水的固体。利用这种新材料所配制的料浆浓度低，输送方便，制备简单；采场内不脱水，不污染井下作业环境；充填体凝固快，早期强度高，充填能力大。

由采矿方法确定，采空区宽 6m，对充填体强度要求不高，全尾砂+高水速凝材料固化充填能很好地满足这一要求。

根据类似矿山经验，高水固化材料随全尾砂浆浓度而变化，如全尾砂浓度为 40%~45%，固化材料掺量 13%~17%，即 1m^3 全尾砂浆掺入固化材料 135~159kg，平均 162kg/m^3 左右时，其 7 天强度可达 $1.53\sim 3.05\text{MPa}$ 。如砂仓结构参数合理，全尾砂浓度达 60% 以上，固化材料掺量可降至 9~13%，即 1m^3 砂浆掺入 104~140kg 固化材料，平均约 122kg/m^3 左右时，其 7 天强度也可达 $1.53\sim 3.05\text{MPa}$ ，均可满足该种采矿方法对充填体强度的要求。在实际应用中可按 120kg/m^3 左右的量加入固化材料。

2、充填系统

由选厂送来的全尾砂贮存于立式砂仓中，充填时从砂仓底部放出至 2 个搅拌桶，甲、乙两种固化材料从料仓放出，通过螺旋喂料机分别供给二个搅拌桶，与尾砂同步高速活化搅拌，形成合乎质量的胶结充填料浆，通过充填工业泵经管道输送至井下待充采空区；制浆与放浆连续进行。

3、充填系统主要参数

尾砂浓度（重量浓度）60%，高水速凝固化材料掺量 120kg/m^3 ，充填能力 $25\times 2\text{m}^3/\text{h}$ ，充填体强度 $1.3\sim 3.05\text{MPa}$ 。充填站由两个 $\varphi 6\text{m}$ 、高 17.4m 、有效容积 500m^3 的立式砂仓，两个 $\varphi 4\text{m}$ ，高 13m 、有效容积 100m^3 的固化材料仓，两个 $\varphi 1.5\text{m}\times 1.5\text{m}\times 1.5\text{m}$ 的搅拌桶及 3/2D-HH 碎浆泵组成，输送管路直径 $\varphi 100\text{mm}$ ，安装 2 套管路。由螺旋电子秤、料位计、浓度计、流量计等各类仪表控制浆的浓度与流量等参数。

4、井下充填

采场分条回采结束后，接着进行充填作业，首先封堵分条下部的漏斗口和切割平巷口，铺设充填管道，然后充填全尾砂+高水速凝固化充填料。

1.3.2.11 产品方案

现矿山铅锌矿石经选矿厂加工后，可得到铅精矿、锌精矿和铜精矿三个产品；从现有市场产品价格分析可知，铅精矿、锌精矿和铜精矿市场价格好，矿山与下游精矿加工产业销售畅通，所得回报满足矿山投入产出经济要求。因此，方案推荐的产品方案为销售铅精矿、锌精矿和铜精矿（银在铅精矿、铜精矿中通过冶炼回收）。

见插图 1-3-1、插图 1-3-2、插图 1-3-3

插图 1-3-1

插图 1-3-2

插图 1-3-3

1.3.3 矿山生态环境保护修复现状

矿山筹建于 2000 年，2021 年矿山进行了整合，形成了现在的开采范围，本次以 2021 年整合时间为节点，划分为以往的生态修复工程和本期的生态保护修复工程。

1.3.3.1 以往的生态修复工程

1、地形地貌景观和土地复垦和生物多样性修复工程

为美化工业场地区内环境，减少水土流失，矿山在办公区、矿山道路两侧、工业场地和选厂周边采取了景观绿化措施，起到美化矿区环境及防治烟尘、噪声污染的作用。栽植树木约 200 株（栽植树种主要为桂花、杉木、刚竹、毛竹、石楠、山茶花等等）。

据统计整合前综合绿化面积约 10000 m²，本工程于 2014 年 9 月和 2020 年 10 月两次完成，共计投资 15 万元。

道路两侧栽植行道树

采矿工业场地周边绿化

选矿厂周边绿化

矿部周边绿化

插图 1-3-4 矿山已有的景观修复工程

2、水资源水生态修复工程

(1) 截排水工程

2000 年至 2021 年间，为了排导上游来水的同时也防止对区域造成的水土流失，矿山在工业场地、选厂、尾矿库等地的周边修建了截排水沟，排水沟总计长 1000m，宽 0.5m，深 0.6m 的排水沟，块石浆砌衬护，花费资金约 100 万元。该工程的修建，有效的防止上游来水对区域造成的水土流失或泥石流，较好地保护了水土流失。

工业广场周边的截排水沟

选厂矿部周边排水沟

选矿厂周边排水沟

尾矿周边排水沟

尾矿库坝肩排水沟

插图 1-3-5 矿山的截排水沟

为控制雨水对废石的淋滤，矿山在废石堆北侧修建了长 150m，宽 0.5m，深 0.6m 的排水沟，块石浆砌衬护，花费资金约 15 万元。该工程的修建，减少了雨水对废石的淋滤，较好地保护了矿区地表水质。

为防止尾矿库库区汇水，保护坝体稳定性，在尾矿库周边修建截洪沟，截洪沟长 500m，工程投资 30 万元。该工程的修建，较好的排导了库区上游来水，较好地保护了矿区地表水质。

（2）污水处理工程

根据已有资料及现场调查，矿山正常涌水量为 $180\text{m}^3/\text{h}$ ，最大为 $260\text{m}^3/\text{h}$ ，其中有害组分以悬浮泥质为主，次为含量极少的重金属物质组分，对水环境污染较轻，但感观较差。矿山于 2010 年 7 月委托苏州科技大学环境学院编制了《祁东县鸟江大岭铅锌矿污水处理站工程方案》的方案，于 2012 年 11 月建设完工污水处理站一座，处理能力 $600\text{m}^3/\text{h}$ 。井下废水和选矿需要外排的废水经过处理后达标排放；在选场修建了一个容积约 300m^3 沉淀池，选矿废水经沉淀池沉淀中和后作为选矿循环用水。经污水处理站净化处理后的矿山废水感官清澈，能用于下方农田灌溉，农作物生长正常。矿山建立了一个废水在线监测系统，24 小时随时监测，水质达标排放。该项工程共花费 600 多万元。

插图 1-3-6 废水处理工程（左）出水口水质清澈（右）

2014 年 2 月 10 日、2015 年 12 月 28 日和 2016 年 1 月 28 日、2016 年 10 月（因矿山停产，后续未进行过矿坑水质监测工作），祁东县环境监测站、常宁市环境监测站、湖南中雁环保科技有限公司对矿山井下污水处理站外排废水水质分别进行了监测。结果表明，矿山井下废水经污水处理站处理后，水质可达到《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）及其修改单中表 2 规定的水污染物排放浓度限值要求。

该工程的修建，减少了矿山废水对周边环境的污染，较好地保护了矿区水环境。

3、矿山地质灾害防治工程

（1）废石流隐患消除工程

矿山目前共有 1 处废石堆，其位于工业广场内，占地约 1.22hm²、平均堆高 8m，堆放量约 20000m³，矿山废石仍在转移进行综合利用。为防治废石垮塌引发地质灾害，在废石堆外沿底端修建了挡石墙。挡石墙全长 60m，宽 3m，高 3m（其中基础埋深为 0.5m），为土砖砌并做了防渗处理，总方量为 540m³，该挡石墙结构稳定，有一定的抗滑及抗倾覆覆盖能力，挡渣效果良好，能防止废石垮塌。本工程投资 12.5 万元。该工程的实施，有效地防止废石流的发生，保护了下方的林地和水田。

为减少废石的堆放量，矿山对废石进行了综合利用，用于采空区回填及外赠用作建筑材料，废石堆存量显著减少，堆积边坡稳定。

插图 1-3-7 废石堆（左），挡石墙（右，长 600m）

插图 1-3-8 尾砂溃塌隐患消除工程

(2) 尾砂溃塌隐患消除工程

为了防止尾砂溃塌等地质灾害发生，矿山于 2012 年～2013 年 10 月共转移废渣 30015t，用作尾矿库筑坝，筑坝长约 70m，顶宽 10m，高约 13m，筑坝后坝体上播撒草籽进行稳固，并设置了在线监测点，工程投资约 67.5 万元。

插图 1-3-9 尾矿坝上的在线监测点

4、监测及后期管护工程

(1) 生态监测工程

矿山在红卫水库、斗塘小溪、回龙小溪和清河共设置了 8 个监测断面。监测因子在 8 个监测断面中均达到《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类水质标准要求。目前来看，红卫水库、斗塘小溪、回龙小溪和清河等水域的水质情况较好。所监测的井泉水中，各监测因子均达到《地下水环境质量标准》(GB/T14848-1993) III类水质要求。

插图 1-3-10 矿山废水在线监测系统

矿山近年来加强了矿山污水处理站的运行管理，安装了在线监测系统，使矿山井下废水能做到稳定达标外排。

（2）生态资源破坏监测工程

矿山今后不再增加破坏土地。如前所述，因停产原因，矿山仅于 2020 年 10 月采用人工现场量测方式进行了一次监测，并进行了补种。本次调查时，未出现大面积退化现象，效果较好。

5、小结

综上所述，矿山自 2010 年至 2020 年已累计投资约 840 万元对当地的生态环境开展了修复工作，通过绿化、截排水、修建污水处理站保护了当地的水土生态环境；通过修建挡石墙和转运尾矿消除了地质灾害隐患；通过监测和管护工作巩固了生态修复的工作成果。总体来说矿山的生态环境修复工作取得了良好成效。

2020 年，矿山通过遴选，成为省级绿色矿山。

插图 1-3-11 矿山的省级绿色矿山标牌

1.3.3.2 本期矿山生态保护修复工程及效果

1、地形地貌景观修复工程

为改善尾矿库、废石堆区域对地形地貌景观的破坏及土地资源的占损，2021 年，

矿山投资约 170 万元对尾矿库北部区域、废石堆的东部区域开展了复绿工作，累计复垦林地约 2.744h m^2 ，复垦草地约 1.9355h m^2 ，主要种植桂花、杉木、石楠、山茶花等，累计种植乔灌木约 3000 余株，播撒草籽共 4.6795h m^2 （林地部分也播撒了草籽）。目前已绿化的区域植物长势较好。矿区内的矿山尽量做到了绿化、美化及维护，整体环境整洁美观。

插图 1-3-12 尾矿库北部的林地修复区域

2、土地复垦和生物多样性恢复工程

矿山的各工业广场、废石堆、尾矿库均在使用，除上述的地形地貌景观修复工程外，本期矿山无土地复垦和生物多样性恢复工程。

插图 1-3-13 废石堆东部的修复工程

3、水资源水生态修复与改善工程

(1) 沉淀池（消力池）工程

2021 年至 2023 年，矿山累计投资约 80 万元修建了 10 个沉淀池（含消力池，部分消力池已加盖，本次无法拍摄照片），其中具有代表性的有废石堆淋滤水处理池、尾矿库北部的沉淀池及周边的消力池。

A、废石堆淋滤水处理池

考虑到废石堆淋滤水可能污染矿山周边水生态，2021 年至 2023 年矿山投资 10 万元，在废石堆下方修建了淋滤水处理池，该处理池采用废石围堰，深约 2m，面积约 1600m^3 ，容积大于 3000m^3 ，可以收集处理废石堆淋滤水，矿山废石堆淋滤水在该沉淀池沉淀处理后可以实现达标外排。

B、尾矿库沉淀池

2021 年至 2023 年矿山投资 30 万元，在尾矿库北部修建了沉淀池，该处理池采用地埋式浆砌砖结构，深约 3m，长约 8m，宽约 6m，容积约 120m^3 。该沉淀池用于收集尾矿水，沉淀池处理后泵回选厂进行选矿，杜绝了尾矿水外排，实现了达标排放。

C、其它沉淀池（含消力池）

除以上主要沉淀池外，矿山还修建了 8 个沉淀池（含消力池），主要配合截排水系统实现对分流的地表水进行集中沉淀。其主要分布于尾矿库和工业广场周边。

插图 1-3-14 废石堆下部的淋滤水处理池（上）及尾矿库西部的沉淀池（下）

插图 1-3-15 废石堆北部的消力池 1

插图 1-3-16 矿山主要的沉淀池及消力池

(2) 截排水沟

上文已述，在往年的修复工程中矿山已修建了累计约 1650m 截排水沟，其主要分布于尾矿库和工业广场、废石堆周边。2021 年至 2025 年，矿山又追加投资 78.72 万元在已有截排水工程的基础上完善了截排水系统，累计修建截排水沟约 2701m（新增截排水沟约 1051m）。经完善后的截排水系统可以有效实现雨污分流，做到了达标排放。

插图 1-3-17 矿山尾矿库的截排水沟

插图 1-3-18 矿山尾矿库的截排水沟

插图 1-3-19 矿山废石堆的截排水系统

插图 1-3-20 矿山废石堆的截排水沟

本次收集了矿山 2024 年和 2025 年度的水质分析结果，各项指标均具体见后文水资源水生态影响章节，根据地表水、地下水监测结果，各项监测指标均达标，说明矿山的水资源水生态修复工程取得了良好成效。

4、矿山地质灾害防治工程

(1) 废石堆挡石墙

上文已述，在以往的修复工程中，为防治废石垮塌引发地质灾害，在废石堆外沿

底端修建了挡石墙。挡石墙全长 60m，宽 3m，高 3m（其中基础埋深为 0.5m），为土砖砌并做了防渗处理，总方量为 540m³，该挡石墙结构稳定。

为了进一步加固挡石墙，2022 年至 2023 年，矿山投资约 17.5 万元对挡石墙进行了加固硬化。本轮硬化在土砖外侧加砌了浆砌石，并采用混凝土压顶，增强了防渗效果。

（2）道路护坡工程

矿山的进矿公路西侧约有 1200m 为切坡段，局部切坡较陡，上部的风化层时有垮落的现象，为防治崩塌、滑坡地质灾害。2023 年至 2025 年，矿山累计投资约 38.9 万元修建了 3 处护坡，护坡总长约 70m，砌体方量约 228m³。以上护坡工程加固了道路边坡，对防治地质灾害起到了重要作用。

插图 1-3-21 废石堆挡石墙加固前（左）和加固后（右）对照

插图 1-3-22 加固后的挡石墙全貌

插图 1-3-23 道路护坡 1

插图 1-3-24 道路护坡 2、道路护坡 3

插图 1-3-25 道路护坡 1（左）和道路护坡 2（右）

插图 1-3-26 道路护坡 3

5、其他修复工程

除了做好矿山开采引发生态问题的工作外，为改善矿地关系，切实做好服务地方经济和民生工作。2023年至2024年矿山累计投资约20.7万元为当地居民修建了617m引水管道及引水渠，解决部分当地居民饮水困难和农田灌溉困难的问题。

6、监测及后期管护工程

(1) 监测点的布设

上文已述，矿山在污水处理站设置了在线监测系统，可以实现污水排放的实时监控。

除上述监测点外，2021年至2023年，矿山累计投资约30万元在尾矿库库坝布设了两处浸润线监测点，在尾矿库上下游布设了三个地下水监测井，分别为地下水环境监测井、地下水环境监测对照井、地下水环境扩散监测井。以上工程可以实现对尾矿库地表水、地下水的及时监测。

本次收集了矿山2025年4月和8月三个监测井的水质分析结果，从分析结果（分析结果详见后文水资源水生态影响章节）看，矿山开采未对地下水造成污染问题。

(2) 水生态监测工程

2021年度，矿山累计投入9万元，开展了3次水生态监测；

2022年度，矿山累计投入9万元，开展了3次水生态监测；

插图 1-3-27 地下水环境监测井

插图 1-3-28 地下水环境监测对照井

2023 年度，矿山累计投入 22 万元，开展了 3 次水生态监测；

2024 年度，矿山累计投入 22 万元，开展了 3 次水生态监测；

2025 年，截至本方案编制，矿山累计投入 9 万元，开展了 2 次水生态监测；

综上所述，从 2021 年至 2025 年本方案编制，矿山累计投入约 71 万元开展了 14 次水生态监测工作。

（3）土壤监测工程

2025 年 9 月，为查明矿区的土壤污染情况，矿山投资 3 万元开展了土壤取样监测工作，本期共采取了 9 个取样点，分析结果见上文。

(4) 地质灾害巡查监测

为防治采空区地面变形地质灾害，2021 年至 2025 年矿山逐年进行了地质灾害的监测巡查工作，具体内容如下：

2021 年度，矿山累计投入 6 万元，开展了 3 次水生态监测；

2022 年度，矿山累计投入 6 万元，开展了 3 次水生态监测；

2023 年度，矿山累计投入 16 万元，开展了 3 次水生态监测；

2024 年度，矿山累计投入 12 万元，开展了 3 次水生态监测；

2025 年，截至本方案编制，矿山累计投入 10 万元，开展了 2 次水生态监测；

综上所述，从 2021 年至 2025 年本方案编制，矿山累计投入约 50 万元开展了 15 次地质灾害巡查监测工作，监测频率为每三个月一次。

(5) 管护工程

为改善尾矿库、废石堆区域对地形地貌景观的破坏及土地资源的占损，2021 年，矿山投资约 170 万元对尾矿库北部区域、废石堆的东部区域开展了复绿工作，累计复垦林地约 $2.744h\text{ m}^2$ ，复垦草地约 $1.9355h\text{ m}^2$ ，主要种植桂花、杉木、石楠、山茶花等，累计种植乔灌木约 3000 余株，播撒草籽共 $4.6795h\text{ m}^2$ （林地部分也播撒了草籽）。以上工程完成后，矿山逐年开展了管护工作，具体投入如下：

2022 年，矿山管护工程投入约 82.32 万元。

2023 年，矿山管护工程投入约 81.32 万元。

2024 年，矿山管护工程投入约 156.36 万元。

2025 年，截至本方案编制，矿山管护工程投入约 30 万元。

综上所述，从 2022 年至 2025 年本方案编制，矿山累计投入约 350 万元开展了复垦区域的管护工作。

1.3.3.3 本期矿山生态保护修复工程量汇总

综上所述，从 2021 年至 2025 年，矿山累计投入约 909.82 万元开展了矿山生态保护修复工作，本次按地形地貌景观修复工程、土地复垦和生物多样性恢复工程、水生态水环境修复工程、矿山地质灾害防治工程、其他修复工程、监测及后期管护工程等进行了分类统计。

本期矿山生态保护修复工程量汇总见表 1-3-3。

表 1-3-3 矿山生态保护修复工程统计一览表

工程类别	生态修复工程名称	工程量	投入资金 (万元)	时间
地形地貌景观 修复工程	尾矿库、废石堆 周边复绿	4.6795hm ²	170	2021
土地复垦和生物 多样性恢复工程	无	无	无	无
水生态水环境 修复工程	沉淀池	10处	80	2021-2023
	截排水沟	1051m	78.72	2021-2025
矿山地质灾害 防治工程	废石堆挡石墙	60m	17.5	2022-2023
	道路护坡	3处	38.9	2023-2025
其他修复工程	修建引水管道	617	20.7	2023-2024
监测及后期管护工程	在线监测点	1处	-	往期投入
	布设监测点	5处	30	2021-2023
	水生态监测	14次	71	2021-2025
	土壤监测	1次	3	2025
	地质灾害巡查监测	15次	50	2021-2025
	管护工程	4.6795	350	2021-2025
合计		/	909.82	/

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

矿区属构造、侵蚀、溶蚀丘陵地貌，总体地形西北部高，东南低。

插图 2-1-1 矿区北部（上）及南部（下）地形地貌

最高点位于矿区西北部的山包，高程+202.4m。最低点位于图幅东南部下游，海

拔标高约+100m（可视为当地最低侵蚀基准面）。相对最大高差约 100m，一般相对高差约为 20~50m。

矿区地形高差较小，边坡较缓，一般坡度在 15° 左右，局部最大约 30°。矿区位于一组轴向近南北向、背斜的核部位置。地层走向近南北向，倾向主要为东、西两个方向，倾角一般大于小于 30°。矿区内顺层坡、逆向坡、斜交坡均有分布，由于总体坡度较缓，边坡稳定性良好。

综上所述，矿区地形较复杂，高差较大，边坡较陡，矿区内顺层坡、逆向坡、斜交坡均有分布，由于总体坡度较缓，边坡稳定性良好。

2.1.2 气象

矿山行政隶属于衡阳市祁东县，本次收集了当地的气象资料。

本区属中亚热带湿润性季风气候区，具有四季分明，冬寒期短，炎热期长，春夏多雨，秋冬干旱之特点。根据祁东县气象资料（1951 年~2024 年），多年最大降雨量 1831.2mm（2002 年），最大月降雨量 409.8mm（1998 年 5 月），最大日降雨量 160.6mm（1983 年 6 月 3 日），最大瞬时降雨量 43.6mm（1983 年 6 月 3 日 15~16 时），最小年降雨量 986.6mm（1953 年），多年平均降雨量 1377.1mm，多年平均降雨天数 167 天，降雨多集中在 4~6 月。

2.1.3 水文

生态修复区内地表水系不发育，无大的地表径流，但池塘（水库）较多见，大部分池塘面积小于 2000 m²，容积小于 3000m³。相对较大的水体为红卫水库和石江水库，均为人工改造的山塘型小型水库。

红卫水库：位于区内南部，面积约 22000 m²，坝顶标高+95.5m，坝高 6.8m，正常水位+89.7m，最高水位+93.5m，一般库容量约 2 万 m³，最大库容量约 11 万 m³，主要用于农灌及养殖。

石江水库：位于矿区东北部，面积约 18000 m²，正常水位+96.5m，最高水位+98.4m，一般库容量约 1.8 万 m³，最大库容量约 8.4 万 m³，主要用于农灌及养殖。

区域上矿区属湘江水系（见插图 2-1-2），矿区西南部下游为青江河，青江向东南部下游径流约 10 公里注入湘江的一级支流归阳河，两条河流汇流后经短暂径流注

入湘江。矿山现状及未来外排废水全部经地表溪沟注入青江河并最终汇入湘江，因此未来矿山有必要加强废水处理工作，避免对下游湘江水系造成污染。

插图 2-1-2 矿区的红卫水库（上）及石江水库（下）

2.1.4 土壤

矿区的土壤类型和分布既受地带性生物气候条件的影响，又受地形、地貌、母质、水文地质条件以及人类耕作的影响，发育形成了红壤、山地黄壤、黄棕壤、潮土、水稻土等。

矿区主要土壤类型为红壤、山地黄壤和黄棕壤，其中红壤广泛分布于矿区范围内，约占项目土壤总面积的 52%，山地黄壤主要分布于林地下，约占矿区土壤总面积的 44%，矿区另有零星潮土等其他土壤分布。

插图 2-1-3 矿区水系分布图 比例尺 1:100000

插图 2-1-4 矿区水系分布图 比例尺 1:200000

矿区土壤 pH 值为 5.3~7.5，含水量 15~18%，容重一般在 1.13~1.50g/cm³，通气孔隙度多在 55% 左右，有机质含量 10.20~12.69g/kg，全氮含量 0.050~0.158%，速效磷含量 1.33~16.7ppm，速效钾含量平均 50~160ppm。

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

区内出露的地层主要为第四系、泥盆系和白垩系，次有石炭系及侏罗系零星分布，其岩性主要为碳酸盐岩和碎屑岩。其中白垩系广泛分布于矿区东部（F1 东侧），泥盆系在地表小范围出露矿区西部，在矿区深部含矿破碎带及底板连续出露。

区内主要地层特征见表 2-2-1。

表 2-2-1 鸟江大岭矿区地层特征表

地层单位				代号	厚度 (m)	岩性	接触关系
系	统	组	段				
白垩系	下统	神皇山组		K _{1s}	2012	紫红色厚层状长石砂岩、长石英砂岩、粉砂质泥岩、粉砂岩泥质粉砂岩。	与下伏地层不整合或断层接触
侏罗系				J	108	上部为杂色长石英砂岩，下部青灰色、灰黑色、灰绿色厚层状泥岩、含炭质泥岩夹薄层状粉砂质泥岩，局部夹炭质页岩。	与下伏地层不整合接触
石炭系	下统	石磴子组		C _{1s}	142	灰黑色中厚层状灰岩夹少量白云质灰岩。	与下伏地层整合接触
		孟公坳组	上段	C _{1m²}	25	浅黄色薄层状含钙质粉砂质泥岩。	与下伏地层整合接触
			下段	C _{1m¹}	138	深灰色中厚层状灰岩、白云质灰岩、生物碎屑灰岩。	与下伏地层整合接触
泥盆系	上统	锡矿山组	上段	D _{3x²}	54	浅灰—灰黄色薄—中层状泥质粉砂岩、石英粉砂岩及粉砂质页岩。	与下伏地层整合接触
			下段	D _{3x¹}	365	灰—深灰色灰岩、瘤状灰岩夹致密灰岩及泥灰岩。	与下伏地层整合接触
	中统	棋梓桥组		D _{2q}	199	深灰色中厚层状灰岩、厚层状白云质灰岩及含泥质灰岩。	与下伏地层整合接触
		跳马洞组		D _{2t}	123	浅黄色、浅灰色，局部紫红色粉砂岩、页岩夹石英砂岩。	与下伏地层不整合接触

2.2.2 地质构造

2.2.2.1 褶皱

区内构造以断裂为主，褶皱不发育，总体为一单斜构造，为羊角塘向斜的西翼，仅在黄角塘北东部出露一倒转背斜，轴向 320° ，轴面产状与地层产状基本一致，核部地层为跳马涧组石英砂岩；两翼均为棋梓桥组灰岩，地层产状：倾向南西，倾角土 45° ；北东翼为倒转翼。另有一些规模很小的层间褶皱和由于构造活动影响所形成的牵引褶皱。

2.2.2.2 断裂

断裂主要为区域性北东向长平断裂带的次级构造，发育有 F1、F6、F15、F2、F3、F4、F5、F12、F14，它们相互近于平行展布，相距 45—250m，走向北北东—近南北。其中 F1 为矿区主要控矿构造和容矿构造。F1：分布于矿区中部，经兰桥—大胜铺，由南往北呈北北东——近南北——北北西向的弧形展布，区内走向长 3600m，倾向东，倾角 $20^{\circ} \sim 64^{\circ}$ ，断裂东侧为白垩系神皇山组，西侧为侏罗系、泥盆系跳马涧组、棋梓桥组。表现为先压后张特征。断裂带表现为宽窄不一的硅化破碎带，水平出露宽 25~130m。由构造角砾岩、硅化碎裂岩、交代石英岩、构造透镜体、石英脉、重晶石脉等组成，地表圈定了 3 个重晶石矿体，深部赋存有 4 个铅锌矿体，并有铜银伴生。为一铅锌重晶石含矿带。

1、F6 断裂

分布于 F1 断裂的西部，与 F1 近于平行展布，区内出露长 3600m，倾向 $65\text{--}110^{\circ}$ ，倾角 $40\text{--}60^{\circ}$ ，断裂东侧为侏罗系、泥盆系棋梓桥组，西侧为侏罗系、泥盆系跳马涧组、棋梓桥组。表现为先压后张特征。断裂带为一宽窄不一的硅化破碎带，水平出露宽 16—60m。由构造角砾岩、硅化碎裂岩、交代石英岩、构造透镜体、石英脉、重晶石脉等组成。地表发现重晶石矿体 2 个，其深部未发现铅锌矿体。为一重晶石含矿带。

2、F15 断裂

位于 F1 东侧，与 F1 近于平行展布，区内出露长 1700m，往南、往北被残坡积覆盖，但在北部的 ZK1507、ZK1511 两孔均见到了该断裂破碎带，倾向 $90\text{--}110^{\circ}$ ，倾角 $20\text{--}50^{\circ}$ 之间，断层两侧均为神皇山组泥岩、砂岩。断裂带为一宽窄不一的硅化破碎

带，宽 1—10m。由硅化碎裂岩、构造角砾岩、石英脉组成。地表可见硅化、褐铁矿化，其深部发现了隐伏铅锌矿体。

3、F2 断裂

分布于矿区西部，区内出露长 3600m，倾向 65°~110°，倾角 40°~45°，断裂东侧为泥盆系棋梓桥组地层，西侧为锡矿山组地层。表现为先压后张特征。断裂带表现为宽窄不一的硅化破碎带，水平出露宽 8~44m。由构造角砾岩、硅化碎裂岩、交代石英岩、构造透镜体、石英脉、重晶石脉等组成。地表发现重晶石矿体 2 个。为一重晶石含矿带。

F3、F4、F5、F12、F14 紧邻 F6 西侧分布，相互近于平行展布，走向北北东—南南西，倾向东。走向长 360~3500m，破碎带宽 4~40m，带内发育构造角砾岩，硅化碎裂岩。重晶石化发育，部分构成重晶石矿体。

2.2.3 岩浆岩

矿区范围在历次勘探中未见岩浆活动迹象，地表未见岩浆岩露头，在矿井巷道开拓中也未见岩浆岩。

2.2.4 水文地质

2.2.4.1 含水层及特征

矿区内地层主要为泥盆系和白垩系，次有石炭系及侏罗系零星分布，其岩性主要为碳酸盐岩和碎屑岩。根据各地层岩性特征，矿区地下含水层主要为红层孔隙裂隙层间水含水层、基岩裂隙水含水层和碳酸盐岩岩溶裂隙水含水层，各含水层特征如下：

1、红层孔隙层间裂隙水含水层

地下水主要赋存于白垩系下统神皇山组 (K₁s) 红层孔隙裂隙中，岩性一般为紫红色粉砂质泥岩夹薄层砂岩，以节理裂隙发育为主要特征。地下水分布规律及富水程度受砂岩特性及裂隙发育程度控制，节理裂隙随深度增加而逐渐减弱，此含水层（带）一般埋藏于地表以下 30~220m 之间，最深达 378.80m，厚度 1.20~54.87m，含水层（带）延伸不稳定，多呈透镜状、楔状插入，地下水具承压性。

据 ZK1513、ZK2505 孔抽水试验，单位涌水量 0.0027~0.0032L/s·m，渗透系数

0.0067~0.0085m/d, 富水性弱, 且不均一, 水位一般埋深4.80~10.55m, 最深达25.30m。水化学类型为 $\text{SO}_4\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 、 $\text{HCO}_3\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水, PH值7.95~7.53。

矿层主要分布于白垩系下统神皇山组(K_{1s})红层下部, 其次分布于白垩系下统神皇山组(K_{1s})红层断层破碎带(F15)中, 红层孔隙层间裂隙水为矿坑充水的主要水源之一。

2、基岩裂隙水含水层

地下水主要赋存于侏罗系(J)、泥盆系上统锡矿山组上段(D_{3x^2})及中统跳马涧组(D_{2t})砂岩、长石石英砂岩及石英砂岩中, 岩石节理裂隙发育, 含基岩裂隙水, 由于岩石其呈长条状出露, 分布范围小, 地下水储存空间有限, 富水性弱, 地表未见泉水出露。水化学类型为 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Ca}$ 型水, PH值6.5~8.4。

3、碳酸盐岩裂隙溶洞水含水层

地下水主要赋存于石炭系下统孟公坳组下段(C_{1m^1})、泥盆系上统锡矿山组下段(D_{3x^1})及中统棋梓桥组(D_{2q})灰岩中, 岩石裂隙及溶洞发育, 含裂隙溶洞水, 矿区西侧地表冲沟常见泉水出露, 多为上升泉, 泉流量0.080~2.245L/s, 具承压性, 富水性弱~中等。水化学类型为 $\text{HCO}_3\cdot\text{Ca}$ 、 $\text{HCO}_3\cdot\text{Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水, PH值7.3。

本矿区, 揭露的碳酸盐岩以含炭质灰岩为主, 岩溶及裂隙发育弱, 富水性差, 对矿坑充水影响不大; 本矿区西侧碳酸盐岩以灰岩为主, 溶洞及岩溶裂隙发育, 含裂隙溶洞水, 富水性中等, 由于其位于本矿区西部, 距离矿体较远, 且西侧碳酸盐岩裂隙溶洞水含水层分布于铅锌矿体下部, 矿体与裂隙溶洞水含水层之间的水力联系弱, 其对矿坑充水影响小。

2.2.4.2 隔水层

生态修复区隔水层分布于区内第四系孔隙水含水层之下, 岩性为白垩系神皇山组(K_{rs})泥岩、粉砂质泥岩及泥质粉砂岩, 除浅部风化带节理裂隙发育而含弱风化裂隙水外, 深部岩石结构致密, 节理裂隙不发育, 岩体完整, 透水性较差, 其下粉砂质泥岩、泥岩的节理裂隙多被粘土质或方解石脉充填, 含水与透水能力弱, 形成相对隔水层。区内发育有F1断裂破碎带, 该断裂表现为先压后张, 形成了较宽的断裂破碎带, 带内发育硅化构造角砾岩、交代石英岩, 为相对隔水层。

2.2.4.3 构造含水性

区内断裂构造较发育，主要为区域性北东向长平断裂带的次级构造，主要发育有 F1 断层，是主要控矿构造和容矿构造，该断裂由南往北呈北北东—近南北—北北西向的弧形展布，区内走向长 700m，南北延伸至区外，倾向东，倾角 20~64°。

F1 断层表现为先压后张特征，裂隙空间较大，导水性较强，大气降水、上部地表水、红层孔隙裂隙层间水通过裂隙汇集于断层破碎带中，根据矿山开采情况，该断层导水性较好，富水性中等，其为矿坑充水的主要水源。由于 F1 断层向南东倾斜，且矿山沿 F1 断层向深部开采，地下水由北西往南东汇集，受矿坑水排水疏干影响，由北西向南东，富水性由弱变强，水位埋深由浅变深，水位埋深 13.00~291.80m，标高 100.93~-212.75m。该断层导水性及富水性差异性较大，一般北西浅部富水性弱，南东深部富水性中等。据钻孔抽水试验资料，单位涌水量 0.0078L/s·m，渗透系数 0.037m/d，水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水，PH 值 7.25。

2.2.4.4 地下水补给、径流、排泄特征

1、红层孔隙裂隙水

主要接受大气降水补给，其次为地表水沿风化裂隙渗入补给。地下水的径流和排泄受地形和地质构造的控制，地表分水岭与地下水分水岭基本一致，本矿区红层由于泥质含量较高，岩石本身富水性弱，岩石节理裂隙多被泥质物充填，渗透性弱，地下水循环交替迟缓，径流条件较差，其方向基本上与地表径流方向一致。地下水排泄方式主要是沿岩层倾向与残坡层接触带呈片状、带状分散排泄，雨季或大雨后，沿山坡、冲沟处是排泄场所。

2、基岩裂隙水含水层

主要补给来源为大气降水，其次为上部含水层补给，大气降水或地下水通过岩石风化裂隙渗透补给，岩石裂隙发育，径流条件较好，雨后沿岩石裂隙面有水呈下降泉方式流出，泉水流量受季节控制，一般雨季流量较大，旱季多干涸。

3、碳酸盐岩裂隙溶洞水

地下水补给来源主要是大气降水通过第四系松散堆积层向深部灰岩进行渗透补给，同时接受上部红层孔隙裂隙水垂向补给及同一地层侧向补给，地下水体受大气降水控制不明显。地下水以裂隙流为主，管道流次之，地下水主要汇集于网脉状裂隙通

道中流动，局部汇集于溶洞通道中流动，径流条件良好，循环交替较为频繁。地下水以泉和暗河的形式排泄于河流或沟谷低洼地带。

2.2.4.5 矿坑涌水量

1、矿坑充水来源

现矿山采用斜井开拓，开拓最低标高已达十二中段（-235m），已形成了面积为76200 m²的地下采空区；经调查，矿坑充水主要为红层孔隙裂隙层间水和F1构造裂隙水，主要补给来源为大气降水。根据矿山主井流量长期观测资料，目前十二中段（-235m）矿坑涌水量一般为180m³/h，最大为260m³/h。

2、矿坑涌水量预测

（1）矿坑进水条件分析

本矿区由I、VIII共2个矿带6个铅锌矿体组成，均为隐伏矿体，其中I矿带分4个矿体，即I1、I2、I3、I4号矿体，VIII矿带分2个矿体，即VIII1、VIII2号矿体，矿体呈条带状分布，其中I2号矿体规模相对较大，为今后矿山开采主矿体，其控制最大埋深为900m，最低标高为-396.16m，I2号矿体矿坑涌水量具有一定的代表性，因此，本次对I2号矿体矿坑涌水量进行计算。

根据矿区水文地质工作所取得的资料及水文地质条件，矿区I2号矿体主要分布于F1控矿构造和容矿构造带中，I2号矿体上部为白垩系下统神皇山组（K_{1s}）红层，下部为F1硅化构造角砾岩及泥盆系中统棋梓桥组（D_{2q}）含炭质、泥质灰岩。

矿坑充水主要补给来源为大气降水，其通过风化裂隙渗入红层及构造破碎带进入深部各矿坑系统，泥盆系（D）灰岩含碳酸盐岩裂隙溶洞水含水层分布于I2号矿体下部，一般情况下，其对矿坑充水影响不大。矿坑充水主要为大气降水、红层孔隙层间裂隙水和F1构造裂隙水。

（2）计算公式的选择

本次采用水文地质比拟法计算，矿山开采方式为地下水平（中段）坑采，开采时间已达10余年，最低开采深度达-235m，地下矿坑已形成规模，水文地质问题已基本暴露，矿坑涌水量与开采范围及降水关系密切，与开采深度关系不大，随着开采面积增大，汇入坑道的水量也会随之增加。

本次根据矿山主井排水量长期观测资料和旱雨季模数，采用水文地质比拟法对矿坑未来涌水量进行估算，计算公式如下：

$$Q = \omega \times F \quad \omega = Q_{\#} / F$$

式中：Q—矿坑未来涌水量（m³/h）

$Q_{\#}$ —矿坑实测排水量（m³/h）

ω —开采模数（m³/h·m²），

F—矿坑排水疏干面积(m²)，矿坑排水疏干影响实际面积及预测影响面积。

表 2-2-2 水文地质比拟法矿坑涌水量计算参数表

-235m实测涌水量Q排 (m ³ /h)		现采空区面 积S1(m ²)	未来采空区面 积S2(m ²)	现排水疏干 面积F1(m ²)	未来排水疏 干面积 F2(m ²)	正常开采模 数ω1(m ³ /h·m ²)	最大开采模 数ω2(m ³ /h·m ²)
一般	最大						
180	260	76200	541204	2898530	5626424	0.00006	0.00008

经计算，矿山未来正常涌水量为 350m³/h，最大为 505m³/h。

矿山地下开采时间已达 10 余年，最低开采深度达-235m，地下矿坑已形成规模，水文地质问题已基本暴露，矿坑涌水量与开采范围及降水关系密切，与开采深度关系不大，随着开采面积增大，汇入坑道的水量也会随之增加。因此，未来-390m 矿坑涌水量采用水文地质比拟法进行预测，未来正常涌水量为 350m³/h，最大为 505m³/h。

2.2.4.5 水文地质条件小结

区内地表水不发育，地下水含水层主要为红层孔隙裂隙层间水含水层和碳酸盐岩岩溶裂隙水含水层，其富水性弱—中等，区内断裂构造较发育，构造破碎带富水性中等；区内矿体位于当地侵蚀基准面以下，矿床充水主要因素为大气降水、池塘（水库）水、红层孔隙裂隙层间水和构造裂隙水，预测未来矿山正常涌水量为 350m³/h，雨季最大为 505m³/h。

综上所述，矿山水文地质条件复杂程度为中等类型。

2.2.5 工程地质条件

2.2.5.1 土体

主要为松散土层，工程地质岩组以残坡积层为主，分布于矿山冲沟及山坡表部，岩性为粘土、粉质粘土，底部夹基岩碎块，厚 1.30~16.08m，土层呈可~硬塑状，承载力特征值为 150~250kPa，工程地质性能较差，坑道揭露时需进行支护。

插图 2-2-1 矿山综合地质柱状图

插图 2-2-2

2.2.5.2 岩体

1、软弱工程地质岩组

主要由白垩系下统神皇山组（K_{1s}）泥岩、粉砂质泥岩、侏罗系（J）含炭质泥岩、炭质页岩等岩石组成，岩石层（页）理发育，风化强度大，岩质软，遇水浸泡易软化，岩石单轴饱和抗压强度 20.23MPa，属软弱岩类，工程力学性能差。

2、半坚硬工程地质岩组

由白垩系下统神皇山组（K_{1s}）紫红色泥质粉砂岩、青灰色钙质砂岩及侏罗系（J）石英长石砂岩、粉砂岩等组成，岩石为砂状结构，薄～厚层状构造，节理裂隙发育，岩石单轴饱和抗压强度为 37.68～41.57MPa，属半坚硬岩类，工程力学性能较好。

3、坚硬工程地质岩组

白垩系下统神皇山组（K_{1s}）紫红色含石膏泥质粉砂岩、青灰色钙质砂岩、石炭系下统（C1）灰岩、泥盆系（D）粉砂岩、石英砂岩及构造碎裂岩（硅化碎裂砂岩、硅化炭质灰岩）等组成。岩石坚硬致密，单轴饱和抗压强度大于 60MPa，一般为 70.4～11.5Mpa，工程力学性能好。

2.2.5.3 岩体风化及岩溶发育特征

1、岩体风化特征

区内岩石风化程度和风化深度较大，主要与岩石的岩性、所处地理位置及构造活动破坏程度有关，一般沿地形分水岭脊线风化较深，陡坡处风化较浅。一般来说，白垩系下统神皇山组（K_{1s}）红层及侏罗系（J）含炭质泥岩、炭质页岩等为陆相沉积，以泥质成分为主，加之风化裂隙发育，表层岩体支离破碎，因此，岩体易于软化与风化。而石炭系及泥盆系中灰岩、粉砂岩、石英砂岩等岩石岩质坚硬，抗风化能力强，则风化弱。

矿山内岩石风化深度一般 10～30m。由于风化作用，使地表岩石风化裂隙发育，有利于大气降水下渗，在雨水作用下，又促进风化作用的进行，从而使浅部岩体工程地质条件变差，影响浅部岩体的稳定，由于本矿山开采深度较大，浅部风化作用对矿层开采影响不大。

2、岩溶发育特征

区内碳酸盐岩地层主要出露于区内西侧石炭系下统孟公坳组下段 (C_1m^1)、泥盆系上统锡矿组下段 (D_{3x}^1) 及泥盆系中统棋梓桥组 (D_{2q}) 中，岩性以灰岩为主，岩石裂隙及溶洞发育，岩溶发育程度中等。矿山东侧大面积被白垩系下统神皇山组 (K_1s) 红层覆盖，下伏泥盆系中统棋梓桥组 (D_{2q})，岩性以炭质灰岩为主，钻孔揭露中未见溶洞，岩石结构致密，岩芯光滑，溶蚀裂隙少见，岩溶发育弱。

2.2.5.4 构造及岩体结构面

1、构造工程地质特征

依前述，区内构造以断裂为主，褶皱不很发育，总体为一单斜构造，断裂主要为区域性北东向长平断裂带的次级构造，发育有 F1、F6、F15、F2、F3、F4、F5、F12、F14 共 9 条断层，它们相互近于平行展布，相距 45~250m，走向近南北。其中：F1 为区内主要控矿构造和容矿构造，F1、F6、F2、F3 规模稍大，出露长度大于 3500m，出露宽一般 8~60m，最宽 80~130m；F15、F4、F5 规模次之，出露长度 1300~1700m，出露宽 1~26m；F12、F14 规模最小，出露长度为 360~380m，出露宽 4~10m。

2、岩体结构面特征

区内岩体结构面主要为原生软弱层，其次为节理裂隙。原生软弱层主要分布于白垩系下统神皇山组 (K_1s) 紫红色粉砂质泥岩与青灰色钙质砂岩交界部位，岩性以泥岩及粉砂质泥岩为主，岩石泥质含量高，风化强，在地下水作用下，岩石软化明显，钻孔钻至该部位时易垮孔，工程地质条件差，属软弱层，影响岩体的稳定。

此外，白垩系下统神皇山组 (K_1s) 红层岩质软，节理裂隙在浅部较发育，节理裂隙以垂直层面为主，根据钻探情况，节理发育深度一般在地表以下 220m 之上，最深达 378.80m，裂隙多为压性，常见泥膜，岩体为层状结构，钻孔岩心在裂隙发育带之下，岩心多为短柱状—长柱状，节理裂隙不发育，且无地下水活动。

2.2.5.5 井巷工程地质特征

区内主矿体为铅锌矿，由 I 矿带 3 个铅锌矿体组成，均为隐伏矿体。I 矿带赋存于 F1 构造破碎带中，矿体顶板围岩具多样性，为泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、钙质砂岩等“红层”及硅化构造角砾岩，岩石力学强度相差悬殊。其中：泥岩、粉砂质泥岩泥质含量高，岩质软岩石单轴饱和抗压强度为 20.23MPa，属软弱岩类，岩石节理裂隙发育，风化作用强，遇水浸泡易软化，力学强度降低，稳固性较差，工程地质条件

较差，局部有冒落现象，坑道需支护；泥质粉砂岩、钙质砂岩岩石单轴饱和抗压强度 $37.68\sim104.90\text{MPa}$ ，属半坚硬~坚硬岩石，岩石力学强度较高，稳固性较好，工程地质条件较好，坑道无需支护。

矿体底板为硅化构造角砾岩、硅化砂岩、硅化炭质灰岩，岩石硅质含量高，岩石单轴饱和抗压强度 $70.40\sim88.81\text{Mpa}$ ，属坚硬岩类，岩石力学强度高，稳固性好，工程地质条件好，巷道底板未见底鼓现象。

据调查，矿山生产巷道顶板除浅部泥岩、粉砂质泥岩因风化强度高、力学性质差，局部进行支护外，深部巷道及采场顶板为紫红色泥质粉砂岩、灰色钙质砂岩、灰一灰黑色硅化炭质灰岩及构造碎裂灰岩、角砾岩等，所有巷道均未支护，至今也未坍塌，仅局部地段顶板见有很小之裂缝，宽 $1\sim5\text{mm}$ ，长 $0.5\sim1.0\text{m}$ ；巷道底板未见底鼓现象。

2.2.5.6 矿体（层）围岩及夹石

1、矿体围岩

赋存于I号破碎带中的I1、I2、I3、I4 矿体其矿体顶板围岩为泥岩、砂岩、硅化砂岩，局部为硅化构造角砾岩，底板均为硅化构造角砾岩，属半坚硬-坚硬岩石，单轴饱和抗压强度 $\geq60\text{Mpa}$ 。赋存于VIII号破碎带中的VIII1、VIII2 矿体其矿体顶板围岩为泥岩、粉砂岩，属软弱岩石单轴饱和抗压强度 $<30\text{Mpa}$ 。底板均为硅化构造角砾岩，属半坚硬一坚硬岩石，单轴饱和抗压强度 $\geq60\text{Mpa}$ 。

2、夹石

矿体含夹石较少，其中：I1 矿体含夹石一层，为透镜状，最大厚度 2.50m ；I2 号矿体内含夹石一层，呈层状，局部为透镜状，最大厚度 3.01m ；I3 号矿体内含夹石一层，呈透镜状，最大厚度 3.35m ；VIII1 号矿体内含夹石一层，呈层状，最大厚度 3.60m ；I4、VIII2 号矿体内无夹石。

2.2.5.7 工程地质条件小结

区内地形地貌条件较简单，地层岩性较复杂，地质构造较发育，岩石风化强度较大，节理、裂隙较发育，碳酸盐岩中岩溶发育弱~中等，区内以软弱~半坚硬红层工程地质岩组为主，其次为坚硬灰岩工程地质岩组，矿体赋存于半坚硬红层工程地质岩组和坚硬构造碎裂（角砾）岩内，矿体直接顶底板岩石主要为红层或构造碎裂（角砾）岩，其稳固性一般较好，坑道一般无须支护，但在节理裂隙发育、岩芯破碎的断层泥

发育地段或红层软弱夹层中。总体来说综合评判，矿山的工程地质条件属中等类型。

2.3 生物环境

2.3.1 植物

根据祁东县志及生态区调查，矿山所在的鸟江镇有植物资源 82 科 222 属 504 种，其中乔木 55 科、214 种；裸子植物门 8 科 26 种；被子植物 74 科 478 种。树木种类主要有蔷薇科（32 种）、壳豆科（29 种）、樟科（26 种）、豆科（24 种）、木兰科（18 种）、山茶科（17 种）、芸香科等。

毛竹

山茶花

桂花

雪松

黄杨

插图 2-3-1 现场调查项目区植被情况

矿区属构造、侵蚀、溶蚀丘陵地貌，矿区的地形起伏较大，植被覆盖率大于 70%。

当地常见的乔木树种主要有杉木、柏树、马尾松、油茶、雪松、山茶、油茶、黄杨、水杉、玉兰、泡核桃等。常见的灌木主要有：桂花、杜鹃、红叶石楠、小叶黄杨、

大叶黄杨、金樱子、山胡椒等。当地常见的草种有葎草、翠云草、苘麻、牛筋草、泽漆、地肤草、丝茅草、黑麦草、蜈蚣草等。本生态修复区及周边未发现需保护的植物种类与品种。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。

2.3.2 动物

现场调查走访，当地一般常见的野生动物兽类仅有黄鼠狼、狗獾、松鼠、蛙、蛇、鸟类等；水生动物常见虾、蚌壳、田螺等，鱼类则以四大家鱼为主，生态修复区无国家重点保护的野生动物物种，矿山范围界线不涉及干流河道和滩涂，不涉及鱼类三场（鱼类产卵场、索饵场、越冬场）。

2.4 人居环境

2.4.1 矿区人口数量与分布

生态修复区位于衡阳市祁东县鸟江镇大岭村境内。大岭村辖 26 个村民小组，人口 1485 人，耕地面积 1526 亩，其中水田 1325 亩，旱地 201 亩。林地 853 亩。农业是该村的主要收入来源。生态修复区内有居民约 315 人，房屋 126 栋，多数为三层以下砖混或砖木结构。

插图 2-4-1 相邻矿山位置示意图

2.4.2 相邻矿山及占用土地资源现状

2.4.2.1 相邻矿山情况

矿山北部有祁东县留书塘矿区百吉坳矿段铅锌矿详查探矿权，与上述矿业权界线清晰，无矿业权纠纷（见插图 2-4-1）。

2.4.2.2 矿山占用土地资源现状

根据矿区土地利用现状图分析，矿区大部分为林地、采矿用地，矿区总占地面积约 205.56h m^2 ，其中林地约 71.47h m^2 、草地约 65.34h m^2 ，采矿用地约 4.12h m^2 ，水田及旱地约 57.67h m^2 ，农村宅基地约 3.56h m^2 ，其它为少量水域或农村道路用地。土地权属全部为祁东县鸟江镇大岭村。

2.4.3 矿区人类活动范围及强度

2.4.3.1 民用建筑

区内的民房均为 3 层以下砖混结构或轻质钢结构房屋，房屋一般修建于山坡下的平缓地段，最大切坡高度小于 3m，对矿区生态环境基本无影响。

区内的工业建筑大部分为 3 层以下砖混结构或轻质钢结构房屋，矿山建设则有 3~4 层的办公楼和宿舍楼。以上房屋修建于山坡下的平缓地段，最大切坡高度小于 5m，对矿区生态环境基本无影响。

2.4.3.2 道路及交通设施

S339 省道穿过矿区，为重要的交通设施。由于矿区地势相对平缓，S339 省道、农村道路依山就势而建，切坡高度小于 5m，边坡稳定，无深切坡与高填土现象，局部高切坡段矿山采取了拦挡措施，未造成滑坡及崩塌等地质灾害。对矿区生态环境基本无影响。

2.4.3.3 林业及农垦

矿山处于低山丘陵地区，主要地类为林地，水田及宅基地。农业耕作及林业活动对区内生态环境基本无影响。

2.4.4 矿业活动对当地居民生产生活的主要影响

本矿区有较多的居民区分布，矿山开采对当地居民生产生活的主要影响为对地形地貌景观的破坏，对土地资源的占损问题。

但同时矿山开采也发展了当地的经济，为改善矿地关系，切实做好服务地方经济和民生工作。2023 年至 2024 年矿山累计投资约 20.7 万元为当地居民修建了 617m 引水管道及引水渠，解决部分当地居民饮水困难和农田灌溉困难的问题。一定程度上改善了当地居民的生活条件。

2.4.3 社会经济概况

根据《祁东县 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，全体居民人均可支配收入*****元，增长 5.9%。

城镇居民人均可支配收入*****元，增长 5.2%；城镇居民人均消费性支出*****元，其中食品支出*****元，居住支出*****元，医疗保健支出*****元，文化教育娱乐服务支出*****元。城镇恩格尔系数为 17.2%。

农村居民人均可支配收入*****元，增长 6.3%；农村居民人均消费支出*****元，其中食品支出*****元、居住支出*****元、医疗保健支出*****元，文化教育娱乐服务支出*****元。农村居民家庭恩格尔系数为 22.8%。

矿山所在的鸟江镇大岭村，当地农村居民人均可支配收入约*****0 元，略低于当地的平均水平，这与矿区除农业外没有其它产业发展以及矿山停产相关。

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

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

在本次方案图幅内，S339 省道穿过矿区，为重要的交通设施。矿山的主要开采区及地面设施全部在 S339 省道的通视范围内，矿区的居民集中居住区较多，以上 S339 省道和居民集中居住区是矿山开采影响的主要对象。

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

3.1.1.1 各工业广场

本矿为地下井巷开采，对地表植被无大的破坏。但是 S339 省道穿过矿区，矿区的居民集中居住区较多，矿山的矿部、工业广场、污水处理站等占地面积大，且破坏了大面积植被，其房屋建筑与当地民房风格迥异，视觉冲突强烈。其全部在 S339 省道和周边居民点的可视范围内，因此各工业广场对地形地貌景观造成了破坏。

插图 3-1-1 矿山的矿部、废石堆

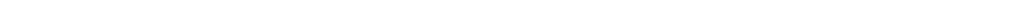


插图 3-1-2 矿山的工业广场、污水处理站（上）及选厂、尾矿库（下）

3.1.1.2 废石堆、尾矿库

矿山的废石堆占采矿用地约 1.22h m^2 ，最大堆高约 20m，分两级堆放，最大分级高度约 12m，最大边坡角约 35° ，堆放方量约 20000m^3 。尾矿库占地面积约 6.65h m^2 ，累计堆放尾矿约 40.5 万 m^3 。

矿山的废石堆尾矿库破坏了大面积植被，视觉冲突强烈，其全部在 S339 省道和周边居民点的可视范围内，因此废石堆、尾矿库对地形地貌景观造成了破坏。

插图 3-1-3 地形地貌景观破坏分布图（其它图例见附图 3）

3.1.1.3 历史遗留图斑

另外，本次矿区内有两个历史遗留矿山图斑区域，其中图斑一（历史遗留废弃矿山）总面积约 8.8h m^2 ，图斑 2 总面积约 2.8h m^2 。目前图斑 2 区域随着矿山尾矿库区域的治理目前已基本修复，图斑 1 由于原采矿权人已承担了刑事责任，目前已无法继续追责，需要进行治理。

图斑一为露采遗留，其全部在 S339 省道和周边居民点的可视范围内，造成了大面积地形地貌景观破坏问题，对地形地貌景观有影响。

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

3.1.2.1 各工业广场地形地貌景观破坏趋势

根据开发利用方案设计，未来已有的矿部及各工业广场均设计利用，对地形地貌景观的破坏情况与现状相同且有破坏的趋势。

本次规划后期需新增新主竖井工业场地、南风井工业场地。本次开发利用方案未具体确定占地面积，本次根据场地用途及矿山运输设备的规格，预计新增主竖井工业广场占草地约 1.2h m^2 ，新增南风井工业广场占林地约 0.03h m^2 。

插图 3-1-4 规划的矿山工业广场拟占地位置

类比矿山各工业广场地形地貌景观破坏现状，其场地建设会破坏大面积植被，视觉冲突强烈。其全部在 S339 省道和周边居民点的可视范围内，因此新增的各工业广

场对地形地貌景观有破坏的趋势。

3.1.2.2 废石堆、尾矿库地形地貌景观破坏趋势

根据开发利用方案设计，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废石堆场中，本次不设计新的废石堆场。近年来为减少废石的堆放量，矿山对废石进行了综合利用，用于采空区回填及外赠用作建筑材料。废石堆存量显著减少，堆积边坡稳定。矿山已在废石堆下部修建了挡石墙，控制了废石堆的堆放范围，预测未来废石堆占地情况与现状基本相同，对地形地貌景观的破坏也与现状相同，且有破坏的趋势。

根据开发利用方案分析可知，现尾矿库剩余库容（约 53.5 万 m³）无法满足设计服务年限内排入尾矿库的总尾矿量堆存需求。据业主反映，当地不允许再建尾矿库，企业准备筹资建设尾砂制矿厂来解决今后面临的尾矿堆积问题。因此尾矿库未来不会有新增占地，对地形地貌景观的破坏也与现状相同，且有破坏的趋势。

3.1.3 地形地貌景观破坏结论

现状矿部、工业广场、污水处理站、废石堆、尾矿库、图斑一（历史遗留废弃矿山）对地形地貌造成了破坏且有破坏趋势。预测新增主竖井工业广场、新增南风井工业广场对地形地貌景观有破坏的趋势，现状及预测累计影响面积约 20.79h m²。

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	破坏面积 (hm ²)	影响对象	是否对地形地貌景观造成破坏	
现状	趋势				是	是
已有	工业广场	丘陵	0.68	S339省道和周边居民点	是	是
	矿部	丘陵	0.76	S339省道和周边居民点	是	是
	污水处理站	丘陵	0.73	S339省道和周边居民点	是	是
	废石堆	丘陵	0.53	S339省道和周边居民点	是	是
	选矿厂	丘陵	1.85	S339省道和周边居民点	是	是
	尾矿库	丘陵	6.21	S339省道和周边居民点	是	是
	图斑一	丘陵	8.8	S339省道和周边居民点	是	是
新增	新增主竖井工业广场	丘陵	1.2	S339省道和周边居民点	是	是
	新增南风井工业广场	丘陵	0.03	S339省道和周边居民点	是	是
	合计		20.79			

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损及污染现状

3.2.1.1 土地资源占损现状

经过多年建设，矿山现有的地面设施主要有：工业广场、矿部、污水处理站、选厂、尾矿库、废石堆、图斑一（历史遗留废弃矿山）等，占地情况如下：

1、矿区的工业场地

(1) 工业广场：占采矿用地约 0.68hm^2 。

(2) 矿部：占采矿用地约 0.76hm^2 。

(3) 污水处理站：占采矿用地约 0.73hm^2 。

(4) 废石堆：占采矿用地约 0.53hm^2 ，最大堆高约 20m，分两级堆放，最大分级高度约 12m，最大边坡角约 35° ，堆放方量约 20000m^3 。

(5) 图斑一（历史遗留废弃矿山）：共占地约 8.8hm^2 。

2、选厂及尾矿库

(1) 选矿厂：共占采矿用地约 1.85hm^2 。

(2) 尾矿库：共占采矿用地约 6.21hm^2 ，属傍山型尾矿库，正射投影近似五边形，共布置三条库坝，累计堆放尾矿约 40.5 万 m^3 。

表 3-2-1 矿山占损土地现状一览表

名称	占损土地类别 (hm^2)	总计 (hm^2)	土地 权属
	采矿用地		
工业广场	0.68	0.68	大岭村
矿部	0.76	0.76	
污水处理站	0.73	0.73	
废石堆	0.53	0.53	
选矿厂	1.85	1.85	
尾矿库	6.21	6.21	
图斑一	8.8	8.8	
合计	19.56	19.56	

现状矿山开采共占地约 19.56hm^2 ，全部为采矿用地，土地权属为祁东县鸟江镇大岭村。

插图 3-2-1 土地资源占损分布图（其它图例见附图 3）

插图 3-2-2 矿区土地利用现状图 比例尺 1:10000

3.2.1.2 土地资源破坏污染现状

1、历史资料对土地资源破坏污染的结论

本次收集了 2021 年 3 月，湖南铁顺工程技术服务有限公司编制的《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿矿山生态保护修复方案》。根据该方案相关论述，2021 年，矿山选取了 10 个土壤环境监测点，矿山风井口北面约 350m 处的田土、矿山风井口东北面约 200m 处的田土、选矿厂东面约 130m 处的田土和尾矿库北面下游约 500m 处的田土均达到了《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）二级标准限值。因此矿山开采对当地的土壤生态环境基本无影响。

同一时期矿山选取了 8 个底泥环境监测点，所监测的红卫水库底泥多个监测因子含量较高；另外，所监测的其它断面底泥中的 Cd 含量也较高。其原因：鸟江大岭铅锌矿区过去存在的多家矿山不规范开采，废水随意排放，废渣随意堆存，导致周边水环境中的底泥受到不同程度的污染；过去矿区乱采滥挖导致废渣的流失最后主要集中在红卫水库，废渣随水流直接进入红卫水库使其底泥污染更严重，其下游斗塘小溪和清河也受到了影响。

2、本次现场调查收集的土壤监测结果

目前矿山已修建了完善的污水处理系统，基本杜绝了土壤污染源，为了解矿区土壤污染问题，本次收集了 2025 年 9 月长沙锐晟检测技术有限公司出具的土壤分析结果（取样时间为 8 月 20 日），本次共采取了 9 个取样点，分别编号为 T1~T9。

表 3-2-2 土壤取样分析结果

监测点位	监测日期	检测项目	检测结果	单位	筛选值	管制值
尾矿库东侧 (T1)	2025.08.20	pH	6.21	无量纲	-	-
		砷	54.4	mg/kg	60	140
		镉	0.9	mg/kg	65	172
		铬	65.8	mg/kg	-	-
		铜	59.6	mg/kg	18000	36000
		铅	195	mg/kg	800	2500
		汞	0.218	mg/L	38	82
		镍	22.6	mg/kg	900	2000
		锌	258	mg/kg	-	-
尾矿库西侧 (T2)	2025.08.20	pH	7.10	无量纲	-	-
		砷	47.0	mg/kg	60	140
		镉	1.2	mg/kg	65	172
		铬	48.0	mg/kg	-	-
		铜	110	mg/kg	18000	36000
		铅	255	mg/kg	800	2500

监测点位	监测日期	检测项目	检测结果	单位	筛选值	管制值
		汞	0.372	mg/kg	38	82
		镍	58.4	mg/kg	900	2000
		锌	489	mg/kg	-	-
尾矿库南侧 (T3)	2025.08.20	pH	7.21	无量纲	-	-
		砷	58.1	mg/kg	60	140
		镉	1.5	mg/kg	65	172
		铬	40:1	mg/kg	-	-
		铜	53.2	mg/kg	18000	36000
		铅	485	mg/kg	800	2500
		汞	0.225	mg/kg	38	82
		镍	26.8	mg/kg	900	2000
		锌	245	mg/kg	-	-
		pH	7.61	无量纲	-	-
厂界南侧 (T4)	2025.08.20	砷	32.6	mg/kg	60	140
		镉	2.8	mg/kg	65	172
		铬	71.3	mg/kg	-	-
		铜	82.1	mg/kg	18000	36000
		铅	360	mg/kg	800	2500
		汞	0.181	mg/kg	38	82
		镍	37.3	mg/kg	900	2000
		锌	443	mg/kg	-	-
		pH	6.96	无量纲	-	-
		砷	16.7	mg/kg	60	140
矿区南侧 (T5)	2025.08.20	镉	0.6	mg/kg	65	172
		铬	48.6	mg/kg	-	-
		铜	23.7	mg/kg	18000	36000
		铅	31.9	mg/kg	800	2500
		汞	0.319	mg/kg	38	82
		镍	14.6	mg/kg	900	2000
		锌	149	mg/kg	-	-
		pH	5.83	无量纲	-	-
		砷	40.1	mg/kg	60	140
		镉	2.1	mg/kg	65	172
矿区北侧 (T6)	2025.08.20	铬	46.0	mg/kg	-	-
		铜	77.7	mg/kg	18000	36000
		铅	748	mg/kg	800	2500
		汞	0.390	mg/kg	38	82
		镍	19.5	mg/kg	900	2000
		锌	270	mg/kg	-	-
		pH	5.99	无量纲	-	-
		砷	4.8	mg/kg	60	140
		镉	ND	mg/kg	65	172
		铬	6.1	mg/kg	-	-
污水处理站 排放口上游 (T7)	2025.08.20	铜	2.6	mg/kg	18000	36000
		铅	5.0	mg/kg	800	2500
		汞	0.285	mg/kg	38	82
		pH	5.99	无量纲	-	-
		砷	4.8	mg/kg	60	140
		镉	ND	mg/kg	65	172
		铬	6.1	mg/kg	-	-

监测点位	监测日期	检测项目	检测结果	单位	筛选值	管制值
污水处理站排放口中游 (T8)	2025.08.20	镍	3.9	mg/kg	900	2000
		锌	12.8	mg/kg	-	-
		pH	6.23	无量纲	-	-
		砷	13.8	mg/kg	60	140
		镉	ND	mg/kg	65	172
		铬	57.6	mg/kg	-	-
		铜	24.7	mg/kg	18000	36000
		铅	32.7	mg/kg	800	2500
		汞	0.367	mg/kg	38	82
		镍	24.8	mg/kg	900	2000
污水处理站排放口下游 (T9)	2025.08.20	锌	67.7	mg/kg	-	-
		pH	5.73	无量纲	-	-
		砷	37.2	mg/kg	60	140
		镉	6.7	mg/kg	65	172
		铬	68.6	mg/kg	-	-
		铜	58.8	mg/kg	18000	36000
		铅	750	mg/kg	800	2500
		汞	0.250	mg/kg	38	82
		镍	33.1	mg/kg	900	2000
		锌	522	mg/kg	-	-

备注：参考限值依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600-2018表1中筛选值、管制值第2类用地标准要求。

通过取样分析可知，矿区土壤均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》GB 36600-2018的相关标准（详见附件）。

3、土地资源破坏污染现状小结

综上所述，根据历史资料，鸟江大岭铅锌矿区过去存在的多家矿山不规范开采，废水随意排放，废渣随意堆存，导致周边水环境中的底泥受到污染。本次现场调查收集的土壤监测结果表明，现状矿山开采对土壤基本无污染问题。以上差异的原因主要是取样点和采取的评价标准不同造成的，总体来说矿区的开采活动对当地的土地资源有一定程度的污染。

3.2.2 土地资源占损及污染趋势

3.2.2.1 土地资源占损趋势

1、各工业广场土地资源占损趋势

根据开发利用方案设计，未来已有的矿部及各工业广场均设计利用，对土地资源占损情况与现状相同。

本次规划后期需新增新主竖井工业场地、南风井工业场地。本次开发利用方案未

具体确定占地面積，本次根据场地用途及矿山运输设备的規格，预计新增主竖井工业广场占草地约 1.2h m^2 ，新增南风井工业广场占林地约 0.03h m^2 。

2、废石堆、尾矿库土地资源占损趋势

根据开发利用方案设计，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废石堆场中，本次不设计新的废石堆场。近年来为减少废石的堆放量，矿山对废石进行了综合利用，用于采空区回填及外赠用作建筑材料。废石堆存量显著减少，堆积边坡稳定。矿山已在废石堆下部修建了挡石墙，控制了废石堆的堆放范围，预测未来废石堆占地情况与现状基本相同。

根据开发利用方案分析可知，现尾矿库剩余库容（约 53.5 万 m^3 ）无法满足设计服务年限内排入尾矿库的总尾矿量堆存需求。据业主反映，当地不允许再建尾矿库，企业准备筹资建设尾砂制矿厂来解决今后面临的尾矿堆积问题。因此尾矿库未来不会有新增占地。

预测矿山开采共占地约 20.79h m^2 ，其中林地约 0.03h m^2 ，采矿用地约 19.56h m^2 ，草地约 1.2h m^2 ，土地权属为祁东县鸟江镇大岭村。

3.2.2.2 土地资源破坏污染趋势

土壤本身具有较强的净化能力，但是当土壤中某些有害物质含量过高，超过了土壤净化的能力，土壤微生物的生命活动就受到抑制和破坏，从而使土壤遭受污染。当土壤中污染物的浓度超过植物的忍耐限度，就会破坏植物根系正常的吸收和代谢功能，使植物光合作用显著衰退，作物产量下降。而且一些污染物在植物体内积累残留，既影响植物的生长发育，又可能导致遗传变异，还可能将通过土壤—植物—动物—人体系统食物链进入人体，从而危害人类健康。

本工程为铅锌矿矿采工程，矿藏中含有的各类重金属在采矿过程不可避免的的迁移到环境中。粉尘、废水中带有不同程度的重金属，而这其中大部分重金属都迁移到较为稳定的土壤中，长此以往，土壤中的重金属含量越来越高。本项目重金属在迁移至土壤的途径为大气沉降。

根据原矿全成分分析，原矿中氧化铅及氧化锌的占比很低，氧化铅及氧化锌的年沉降量较低。上述两种氧化物仅在较强酸性条件下对土壤环境功能造成轻微影响。因此本项目粉尘对土壤环境的影响较小，同时企业应加强管理，防止非正常工况下的排放发生。

根据矿井井下涌水水质监测（见后文水生态章节）重金属含量较低，通过设置防渗沉淀池沉淀后回用或统一外排，对矿区及周边土壤影响较小。现状矿山已修建了多个沉淀池、截排水沟，可全面处理矿井水、选矿水、废石堆淋滤水、尾矿库回水。因此未来矿山只要严格按照相关要求达标排放废水，且按照设计尾矿部分用于回填减少堆积量的前提下，对下游土壤的污染破坏与现状基本相同，不会形成大规模污染问题。

根据历史资料，鸟江大岭铅锌矿区过去存在的多家矿山不规范开采，废水随意排放，废渣随意堆存，导致周边水环境中的底泥受到不同程度的污染。本次现场调查收集的土壤监测结果表明，现状矿山开采对土壤基本无污染问题。以上差异的原因主要是取样点和采取的评价标准不同造成的，总体来说矿区的开采活动对当地的土地资源有一定程度的污染。

根据矿山的环境影响评估报告结论，矿山需加强营运期固体废物的环境管理工作。项目固废主要为采矿废石、废水处理站污泥和生活垃圾。废石大部分用于井下充填，运出地表的废石在废石转运堆场暂存后通过汽车运出用于修路或作建材等；废水处理站污泥送往当地冶炼厂处置；生活垃圾厂区内的垃圾桶收集后由环卫部门处置。

本项目存在一定环境风险，为防范风险事故的发生，建设单位需制定突发环境事件应急预案，加强管理和监控，将风险事故率降至最低点，并采取相应安全防范措施。现状矿山已修建了多个沉淀池，可全面处理矿井水、选矿水、废石堆淋滤水、尾矿库回水。

综上所述，未来矿山需要严格按照相关要求达标排放废水，且按照设计废石、尾矿部分用于回填减少堆积量的前提下，对下游土壤的污染破坏与现状基本相同，不会形成大规模污染问题。

3.2.3 土地资源占损小结

现状矿山开采共占地约 19.56h m^2 ；预测矿山开采共占地约 20.79h m^2 ，其中林地约 0.03h m^2 ，采矿用地约 19.56h m^2 ，草地约 1.2h m^2 ，土地权属为祁东县鸟江镇大岭村。

现状矿山开采对土地资源有污染影响，主要表现为局部的镉元素超标。未来矿山只要严格按照相关要求达标排放废水，且按照设计尾矿部分用于回填减少堆积量的前提下，对下游土壤的污染破坏与现状基本相同，在局部会造成污染问题，但不会形成大规模污染。

表 3-2-7 矿山占损土地现状及预测一览表

名称	占损土地类别 (hm ²)						总计 (hm ²)	土地 权属		
	采矿用地		林地		草地					
	已占	拟占	已占	拟占	已占	拟占				
工业广场	0.68						0.68	大岭村		
矿部	0.76						0.76			
污水处理站	0.73						0.73			
废石堆	0.53						0.53			
选矿厂	1.85						1.85			
尾矿库	6.21						6.21			
图斑一	8.8						8.8			
主竖井工业广场						1.2	1.2			
南风井工业广场				0.03			0.03			
合计	19.56			0.03		1.2	20.79			

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

1、对地下水水源影响

根据矿区水文地质工作所取得的资料及水文地质条件，矿区I2号矿体主要分布于F1控矿构造和容矿构造带中，I2号矿体上部为白垩系下统神皇山组(K1s)红层，下部为F1硅化构造角砾岩及泥盆系中统棋梓桥组(D2q)含炭质、泥质灰岩。

矿坑充水主要补给来源为大气降水，其通过风化裂隙渗入红层及构造破碎带进入深部各矿坑系统，泥盆系(D)灰岩含碳酸盐岩裂隙溶洞水含水层分布于I2号矿体下部，一般情况下，其对矿坑充水影响不大。矿坑充水主要为大气降水、红层孔隙层间裂隙水和F1构造裂隙水。根据矿山主井流量长期观测资料，目前十二中段(-235m)矿坑涌水量一般为180m³/h，最大为260m³/h。

综上所述，矿山开采不会影响到矿区重要的地下含水层，但考虑到现状矿山的开采时的排水量较大，本次评价现状矿业活动对水生态有影响，但影响轻微。

2、对地表水漏失影响

生态修复区内地表水系不发育，地表水体主要为生态修复区南部一小型水库，该水库距矿山采空区最近距离为200m，经野外实地调查，未发现地表水体漏失，亦未发现井泉干涸现象，故现状矿业活动对地表水漏失无影响。

3、对区域地下水均衡的影响

矿坑充水主要补给来源为大气降水，其通过风化裂隙渗入红层及构造破碎带进入深部各矿坑系统。总体来说，矿山开采未影响到矿区重要的地下含水层，故现状评估矿山开采对区域地下水均衡基本无影响。

3.3.1.2 矿业活动对水生态影响

为查明矿区水生态污染情况，除收集了 2025 年 4 月、8 月的地表水、地下水水质分析结果和本次现场调查取样外，还收集了 2024 年的水质监测结果，取样点均按照相关规范和要求执行，监测结果如下：

表 3-3-1 2024 年废水检测结果

采样日期	点位名称	检测项目	单位	检测结果			标准值
				I	II	III	
2024.08.5	井下涌水（W1）	铊	mg/L	0.00002L	0.00002L	0.00002L	0.017
	尾矿库（W2）	铊	mg/L	0.00002L	0.00002L	0.00002L	0.017
	选矿区初期雨水收集池（W3）	铊	mg/L	0.00002L	0.00002L	0.00002L	0.017
	后期雨水收集池（W4）	铊	mg/L	0.00002L	0.00002L	0.00002L	0.017
	红卫水库（W5）	铊	mg/L		0.00002L		0.0001

参照《铅、锌工业污染物排放标准》(GB25466-2010)表2中标准限值及其修改单中限值要求及《工业废水铊污染物排放标准》(DB43/968-2021)。

表 3-3-2 2025 年 4 月废水检测结果

采样日期	点位名称	检测项目	检测结果	标准限值	单位				
2025.04.21	污水处理站总排口（W6）	镍	0.05L	0.5	无量纲				
		总磷	0.01L	1.0	mg/L				
		砷	3×10 ⁴ L	0.3	mg/L				
		悬浮物	17	50	mg/L				
		汞	3×10 ⁴ L	0.03	mg/L				
		总氮	1.15	15	mg/L				
		总铬	0.03L	1.5	mg/L				
		铊	0.00083L	0.002	mg/L				
		铜	0.003	0.5	mg/L				
		硫化物	0.01L	1.0	mg/L				
样品性状：无色清澈无气味									
	循环回用水（W7） 车间废水排口（W8） 初期雨水（W3） 后期雨水（W4）	铊	0.00083L	0.015	mg/L				
			0.00083L	0.005	mg/L				
			0.00083L	0.015	mg/L				
			0.00083L	0.005	mg/L				
			样品性状：淡黄微浊无气味						
备注：检测结果小于检测方法检出限，用检出限+L表示									
标准限值来源：《铅、锌工业污染物排放标准》(GB 25466-2010)表2中直接排放标准限值； 铊参考《工业废水铊污染物排放标准》(DB 43/968-2021)；									

表 3-3-3

2025 年 8 月废水检测结果

点位名称	监测时间	检测项目	检测结果	单位	参考限值
污水处理站总排口 (W6) 2025.08.20	污水处理站总排口 (W6)	悬浮物	11	mg/L	50
		总磷	0.20	mg/L	1.0
		总氮	13.5	mg/L	15
		氟化物	0.34	mg/L	8
		硫化物	0.01L	mg/L	1.0
		砷	0.00860	mg/L	0.3
		汞	0.00040	mg/L	0.03
		镍	0.0299	mg/L	0.5
		总铬	0.00118	mg/L	1.5
		铊	0.00021	mg/L	0.002
		铜	0.00544	mg/L	0.5
	车间废水排口 (W8) 循环回用水 (W7) 初期雨水 (W3) 后期雨水 (W4)	0.00035	mg/L	0.005	
		0.00043	mg/L	0.015	
		0.00018	mg/L	0.015	
		0.00064	mg/L	0.005	
样品状态		无色、弱异味、无悬浮、无油膜			

备注：铊参考限值依据《工业废水铊污染物排放标准》DB 431968-2021表1中直接排放标准要求，其余指标依据《铅、锌工业污染物排放标准》GB25466-2010表2中直接排放标准要求。

表 3-3-4

2025 年 4 月地下水监测结果

采样日期	检测项目	检测结果			建议参考标准限值	单位
		扩散井	监测井	对照井		
2025.04.21	pH	7.2	7.4	7.4	6.5~8.5	无量纲
	铅	0.010L	0.010L	0.010L	0.01	mg/L
	锌	0.05L	0.05L	0.05L	1.00	mg/L
	镉	0.001L	0.001L	0.001L	0.005	mg/L
	铜	0.001L	0.001L	0.001L	1.00	mg/L
	铊	8.3×10 ⁻⁴ L	8.3×10 ⁻⁴ L	8.3×10 ⁻⁴ L	0.0001	mg/L
	砷	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	3×10 ⁻⁴ L	0.01	mg/L
	氨氮	0.025L	0.088	0.030	0.50	mg/L
	高锰酸盐指数	0.19	0.25	0.37	3.0	mg/L

标准限值来源：《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 表1中III类排放标准限值。

表 3-3-5

2025 年 8 月地下水监测结果

监测点位	监测日期	检测项目	检测结果	单位	参考限值
扩散井	2025.08.20	pH	7.1	无量纲	6.5~8.5
		高锰酸盐指数	2.1	mg/L	≤3.0
		氨氮	0.324	mg/L	≤0.50
		铅	0.00023	mg/L	≤0.01
		锌	0.0187	mg/L	≤1.00
		镉	0.00018	mg/L	≤0.005
		铜	0.00088	mg/L	≤1.00
		砷	0.00660	mg/L	≤0.01
		铊	0.00002L	mg/L	≤0.0001
监测井	2025.08.20	pH	7.2	无量纲	6.5~8.5

监测点位	监测日期	检测项目	检测结果	单位	参考限值
对照井	2025.08.20	高锰酸盐指数	2.5	mg/L	≤3.0
		氨氮	0.355	mg/L	≤0.50
		铅	0.00035	mg/L	≤0.01
		锌	0.310	mg/L	≤1.00
		镉	0.00445	mg/L	≤0.005
		铜	0.0120	mg/L	≤1.00
		砷	0.00680	mg/L	≤0.01
		铊	0.00006	mg/L	≤0.0001
备注：参考限值依据《地下水质量标准》GB/T 14848-2017表1及表2中III类标准要求。					

根据取样结果分析，矿山排水的各项指标满足《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）及《工业废水铊污染物排放标准》（DB43/968-2021）；地下水水质满足《地下水质量标准》GB/T 14848-2017 表 1 及表 2 中III类标准限值，可得结论现状矿山开采对矿区水生态污染影响轻微。

3.3.2 水资源水生态影响预测

3.3.2.1 水资源影响预测

1、对地下水资源影响预测

根据矿区水文地质工作所取得的资料及水文地质条件，矿区I2号矿体主要分布于F1控矿构造和容矿构造带中，I2号矿体上部为白垩系下统神皇山组（K1s）红层，下部为F1硅化构造角砾岩及泥盆系中统棋梓桥组（D2q）含炭质、泥质灰岩。

矿坑充水主要补给来源为大气降水，其通过风化裂隙渗入红层及构造破碎带进入深部各矿坑系统，泥盆系（D）灰岩含碳酸盐岩裂隙溶洞水含水层分布于I2号矿体下部，一般情况下，其对矿坑充水影响不大。矿坑充水主要为大气降水、红层孔隙层间裂隙水和F1构造裂隙水。预测矿坑涌水量一般为350m³/h，最大为550m³/h。

插图 3-3-1 水资源水生态影响分布图（其它图例见附图 3）

当矿井在开采过程中大降深排水时，地下水的补、迳、排关系将发生明显的变化。在矿井排水影响范围内，地下水向矿井水仓径流。矿坑疏干排水是区内地下水主要排泄方式，因此预测未来矿山开采对地下水资源有影响。

2、引发地表水漏失的可能性

(1) 导水裂隙带、冒落带高度计算

据调查，未来矿体开采岩移范围内地表有红卫水库；为了判定地下开采对红卫水库的影响，方案拟按《“三下”开采规范》（2017年5月）中附表4.2选取进行导水裂隙带、冒落带高度计算。

依前述，I2号矿体为区内规模最大的铅锌矿体，呈层状、似层状，局部为透镜状，属缓一倾斜、极薄一厚矿体（倾角17~32°、厚度0.42~14.85m），其直接顶板围岩具多样性，为泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、钙质砂岩等“红层”及硅化构造角砾岩，主要为泥盆系上统锡矿山组上段（D3x3）砂岩、页岩、灰岩的互层；未来开采I2号矿体时产生的最大导水裂隙带、冒落带高度计算公式如下：

$$HLi=100M \div (1.2M+2.0) \pm 8.9$$

$$Hm=100M \div (4.7M+19) \pm 2.2$$

式中：HLi—最大导水裂隙带高度（m）；

Hm—冒落带高度（m）；

M—矿体最大厚度（m）。

代入上式，最大导水裂隙带 $HLi=100 \times 14.85 \div (1.2 \times 14.85 + 2.0) + 8.9 = 83.82m$ ，
冒落带高度 $Hm=100 \times 14.85 \div (4.7 \times 14.85 + 19) + 2.2 = 9.60m$ 。

红卫水库下的安全防水高度采用以下公式计算：

$$Hsh=HLi+Hb+Hfe=55.48+7 \times 14.85+15=174.43m$$

式中：Hsh—上伏水体下的安全防水最小高度（m）；

HLi—导水裂隙带最大高度（取83.82m）；

Hb—保护层厚度（根据“三下”规程附录六，按覆岩岩性为坚硬、松散层底部无粘土层的地质条件确定为7A， $A=\sum M \div n = 14.85 \div 1 = 14.85m$ ）；

Hfe—基岩风化带深度（区内全、强风化带平均厚度3m左右，中风化、微风化带厚度不详；此处取值15m）。

代入上式，求得地表红卫水库下的安全防水高度为174.43m。

根据储量估算图、开发方案采掘设计，未来I2号矿体最上部采掘区与地表红卫水库的垂直深度约90m，小于I2号矿体采空区上方安全防水高度（174.43m），说明未来开采时，地表红卫水库水将会通过导水裂隙带补给矿井，危及矿井安全。因此，方案推荐留设防水矿柱（现采空区对红卫水库无影响）。

（2）红卫水库外围维护带宽度确定

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，本次开发利用方案推荐红卫水库外围维护带宽度为20m。

（3）防水矿柱范围确定：依照《三下开采规范》将以红卫水库外20m边界按岩层移动角（即：下山移动角 $\beta=59^\circ$ 、上山移动角 $\lambda=65^\circ$ 与走向移动角 $\delta=70^\circ$ ）划定禁采区范围（见插图3-3-2），该范围内的资源储量列为永久矿柱。

插图3-3-2 红卫水库防水矿柱留设剖面示意图

综上所述，若不留设矿柱，未来矿山开采对红卫水库漏失有影响。但是本次开发利用方案对红卫水库留设防水矿柱，在确保不开采防水矿柱的前提下，未来对红卫水库漏失无影响。

3、对区域地下水均衡影响预测

矿坑充水主要补给来源为大气降水，其通过风化裂隙渗入红层及构造破碎带进入深部各矿坑系统。下面对地下水均衡进行简单计算：

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

$$\mu \Delta h = (Q_1 + Wr + fk + fv) - (Q_2 + Yb + Qp)$$

式中：

$\mu \Delta h$ —地下水储存量变化量 (m^3/d)

Q_1 —地下水入渗补给量 (m^3/d)；

Wr —大气降水入渗补给量 (m^3/d)

fk —地表水渗透补给量 (m^3/d)；

fv —灌溉水补给量 (m^3/d)

Q_2 —地下水总流出量 (m^3/d)；

Yb —地下水溢流量 (m^3/d)

Qp —地下水开采抽排水量。

式中：

$$Q_1 = KBIH$$

K —地下水渗透系数采用上文中的渗透系数平均值 $0.008m/d$;

B —过水断面取水文地质单元的周长约 $100000m$

I —水力坡度取 0.23 ;

H —含水层厚度取红层孔隙层间裂隙水含水层厚度 $25.30m$;

将上列参数代入得 $Q_1=4655.2 (m^3/d)$

式中 $Wr=a \times A \times F$

a —地面降雨渗入系数，在矿区范围取 0.15 ;

A : 多年平均降雨量 $0.004m/d$

F : 大气降水入渗区计算面积取疏干面积 $5626424m^2$ 。

将上列参数代入得 $Wr=3375.9 (m^3/d)$

式中 fk 地表水渗透补给量，因矿区范围地表水水量很小，本次计算补给量假定为 0 ;

式中 fv 为区内灌溉水田补给量，本次计算假定为 0 ;

式中 Q_2 地下水总流出量，本次计算取 0 ;

Yb 为溢流量，本次计算取 0 ;

Qp 为矿山抽出水量，本次取预测的一般涌水量为 $(274.8 \times 24) m^3/d$ 。

$$\text{计算结果: } \mu \Delta h = (4655.2 + 3375.9) - 8400 = -368.9 \text{ (m}^3/\text{d})$$

以上计算结果表明，在采用本矿山各参数的条件下，地下水的总流入量略小于未来矿山开采的排出量，呈负均衡状态。在矿井排水影响范围内，地下水向矿井水仓径流。矿坑疏干排水是区内地下水主要排泄方式，因此预测未来矿山开采对区域地下水均衡有影响。

3.3.2.2 对水生态影响趋势

现状矿山已修建了多个沉淀池、截排水沟，可全面处理矿井水、选矿水、废石堆淋滤水、尾矿库回水。

未来矿山仍将用污水处理设施处理矿坑水，达到环保要求后外排，因此，矿坑水不会对地表水产生污染。尾砂废水也和现状一样不会外排，重复利用于选矿。未来矿山终采闭坑后，尾矿废水汇集于尾矿坝下设置的沉淀池，经沉淀处理后排放。

矿山的废石堆露天堆放，目前矿山已在废石堆上游修建了截排水沟，下部修建了淋滤水收集池，未来不会对水生态造成污染。

根据矿山的环境影响评估报告结论，矿山需加强营运期废水的环境管理工作。项目废水主要生活废水和井下废水。井下废水经井下水仓澄清后，然后通过井下接力式排水最后统一抽排至风井水沟，自流进入下游的矿山井下废水处理站进一步处理后，部分返回至采矿生产水池作为采矿生产用水，部分进入选矿厂高位水池作为选矿生产用水，消耗于井下尾砂胶结充填中，剩余部分的水质需达到《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）污染物排放浓度限值要求后通过排污沟排入红卫水库。生活污水经沉淀、隔油和一体化生活污水处理设施处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准要求后用于厂区绿化浇水，或外排红卫水库。

总体来说本项目存在一定环境风险，为防范风险事故的发生，建设单位需制定突发环境事件应急预案，加强管理和监控，将风险事故率降至最低点，并采取相应的安全防范措施。

综上所述，目前矿山已修建了完善的污水处理设施，预测未来矿山严格按照相关环保要求对污水进行的处理的前提下，矿业活动对水生态影响轻微。

3.3.3 水资源水生态影响小结

现状及预测矿山开采对水资源有影响；现状，矿山开采对水生态基本无影响；预测未来矿山严格按照相关环保要求对污水进行的处理的前提下，矿业活动对水生态影响轻微。见表 3-3-1

表 3-3-1 水资源、水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水资源造成影响		是否对水生态造成影响	
		现状	趋势	现状	趋势
矿山地下开采抽排水	地下水	是	是		
矿井水、选厂水、废石堆淋滤水、尾矿库淋滤水	地表水			否	否

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害影响现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害危害小

据现场实地调查，生态修复区未发生过崩塌、滑坡、泥石流地质灾害，现状崩塌、滑坡、泥石流地质灾害危害小。

3.4.1.2 岩溶地面塌陷地质灾害危害小

本次生态修复区分布有灰岩，岩溶发育程度中等，现状调查未发生过岩溶地面塌陷地质灾害，故现状岩溶地面塌陷地质灾害危害小。

3.4.1.3 采空区地面变形及岩溶地面塌陷地质灾害危害小

矿山目前已形成 5.67h m^2 的地下采空区，采空区位于地下 50-200m，据实地调查，地下采空区上部地表及其周边未发生过房屋开裂、地裂缝、地面塌陷等变形破坏地质灾害现象，无损失。故现状矿山采空区地面变形破坏地质灾害危害小。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 崩塌、滑坡地质灾害预测

未来矿山系地下开采，对地表破坏程度低，且矿山地面设施、矿山公路已形成，

对地表边坡开挖少，引发崩塌、滑坡的可能性小，危险性小。

故预测未来矿业活动引发崩塌、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

本次生态修复区属丘陵地貌，地形起伏不大，相对高差一般 20~50m，边坡较缓，一般坡度在 15° 左右，局部最大约 30°。区内冲沟虽较发育，但一般开阔、平缓，纵坡降 2~12°。

矿山的废石堆布置了较为完善的截排水系统，下部修建了挡石墙，其上游汇水面积小，未来不会受到大量上游来水的冲刷，引发泥石流地质灾害的可能性小，危险性小。

矿山的尾砂库按建设特征为傍山型尾矿库，上游汇水面积小，其周边布置了较为完善的截排水设施，且矿山开展了库坝加固，植被固土的防治工程，并布置了位移监测点，尾矿坝的稳定性好，不易引发废石流地质灾害。以下采用泥石流沟谷严重程度（易发程度）数量化表对泥石流沟地质灾害问题进行分析。

见表 3-4-1、3-4-2。

表 3-4-1 泥石流沟谷严重程度（易发程度）数量化表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重	得分	中等	得分	轻微	得分	一般	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失的严重程度	0.159	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩坍，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩坍，有零星植被覆盖，冲沟发育	16	有零星崩坍、滑坡存在	12	无崩坍、滑坡、冲沟不发育	1
2	泥石沿程补给长度比（%）	0.118	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积程度	0.108	河形弯曲和堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水偏，低水不偏	7	无河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡（°，‰）	0.090	>12° (213)	12	12° ~6° (213~105)	9	6° ~3° (105~52)	6	<3° (52)	1
5	区域构造影响程度	0.075	强烈抬升区，6级以上地震	9	抬升区，4~6级地震，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	0.067	<10	9	10~30	7	30~60	5	>60	1
7	河谷近期一次变幅（m）	0.062	2	8	2~1	6	1~0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理	4	硬岩	1

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重	得分	中等	得分	轻微	得分	一般	得分
9	沿沟松散物贮量 ($10^4 \text{m}^3/\text{km}^2$)	0.054	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度 (°, %)	0.045	>32° (625)	12	32° ~25° (625~466)	9	25° ~15° (466~286)	6	<15° (286)	1
11	产沙区沟槽横断面	0.036	V型谷、谷中谷、U型谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度 (m)	0.036	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积 (km^2)	0.036	0.2~5	5	5~10	4	10~100	3	>100	1
14	流域相对高差 (m)	0.030	>500	4	500~300	3	300~100	3	<100	1
15	河谷堵塞程度	0.030	严重	4	中	3	轻	2	无	1

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

表 3-4-2 泥石流沟谷严重程度（易发程度）打分表

冲沟	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合计
尾矿库泥石流沟	1	1	1	1	1	1	1	4	6	1	1	1	5	1	1	27

经分析尾矿库泥石流沟的泥石流易发程度为不易发生，故预测未来矿业活动引发泥石流的可能性小，危险性小。

3.4.2.3 引发岩溶地面塌陷地质灾害的可能性小，危险性小

区内碳酸盐岩地层主要出露于区内西侧石炭系下统孟公坳组下段 (C_1m^1)、泥盆系上统锡矿组下段 (D_{3x^1}) 及泥盆系中统棋梓桥组 (D_{2q}) 中，岩性以灰岩为主，岩石裂隙及溶洞发育，岩溶发育程度中等。

未来矿山开采的矿体位于东侧，被大面积被白垩系下统神皇山组 (K_1s) 红层覆盖，下伏泥盆系中统棋梓桥组 (D_{2q})，其岩性以炭质灰岩为主，钻孔揭露中未见溶洞，岩石结构致密，岩芯光滑，溶蚀裂隙少见，岩溶发育弱。

因此未来矿山开采矿体上部地层无岩溶问题，矿业活动引发岩溶地面塌陷地质灾害的可能性小，危险性小。

3.4.2.4 引发采空区地面变形地质灾害预测

1、采空区地面变形的影响对象分析

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) 72° , 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, 岩石移动范围上有留书塘、双树坪、合塘、斗塘、大丰尾居民区分布, 是未来采空区地面变形的主要影响对象, 共有 41 栋房屋, 另外未来采空区上部还有大面积农田分布 (约 39h m^2 水田), 也是采空区地面变形的影响对象。

2、采空区地面变形的影响程度

按照开发利用方案设计, 推荐采用全尾砂+高水速凝充填材料固化充填工艺方案 (具体工艺流程见上文“矿产资源开发利用方案”简介章节)。一般来说水砂充填是可以较好实现接顶的, 按照相关行业标准, 水砂充填的接顶率在 90 以上, 本次取 90% 作为接顶率进行分析。

本次选取计算点 B1、B2、B3、B4、B5, 分别对地面变形进行计算, 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 ($10^{-3}/\text{m}$);

ε_{cm} ——地表移动水平变形最大值 (mm/m)。

计算结果见表 3-4-3。

表 3-4-3 矿山开采地表移动变形参数计算结果表

项目指标	B1	B2	B3	B4	B5
开采矿体的平均厚度 (m)	0.19	0.21	0.20	0.48	0.21
采深取实际平均采深 (m)	130	140	200	250	230

项目指标	B1	B2	B3	B4	B5
倾角 α (°) 取平均倾角	28	28	28	28	28
下沉系数 q	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
$tg\beta$	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42
水平移动系数 b	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
影响半径 r (m)	91.55	98.59	140.85	176.06	161.97
W_{cm} (mm)	127.50	140.92	134.21	322.10	140.92
i_{cm} (mm/m)	1.39	1.43	0.95	1.83	0.87
$K_{cm}10^{-3}/m$	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
ε_{cm} (mm/m)	0.53	0.54	0.36	0.69	0.33
对应地表	留书塘	双树坪	合塘	斗塘	大丰尾

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

表 3-4-5 开采沉陷土地破坏程度等级

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

V		>20	>40	重度破坏	地面严重塌陷破坏，出现塌方和小滑坡，农田、林地与植被破坏严重，水土流失严重，生态环境恶化。
---	--	-----	-----	------	---

地面变形对土地的影响程度、对砖混结构建筑物损坏程度评价标准见表 3-4-4、表 3-4-5。本次评估将本次计算结果与表中的取值进行对比可知：未来矿山地下开采引发采空区地面变形的可能性小，由于矿体厚度薄且采用充填法开采，其对土地的破坏程度轻微。但是考虑矿山生产服务年限长，影响区面积大，不可预测问题较多，本次评价采空区地面变形的危险性中等。

综上所述，预测未来矿山在严格按照设计采用充填法开采的前提下，引发采空区地面变形的可能性小，但是考虑矿山生产服务年限长，影响区面积大，不可预测问题较多，危险性中等。

3.4.2.5 矿山建设可能遭受地质灾害的危险性评估

经上文分析，现状及预测矿区发生各类地质灾害的可能性小，则矿山建设遭受各类地质灾害影响的可能性小，危险性小。

从岩石移动范围来看矿山的地面设施部分虽然位于岩石移动范围内，经上文计算分析，预测未来矿山在严格按照设计采用充填法开采的前提下，引发采空区地面变形的可能性小，因此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 矿山地质灾害影响小结

现状矿山开采未引发各类地质灾害。

预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡、泥石流及岩溶地面塌陷的可能性小，危险性小；预测未来矿山在严格按照设计采用充填法开采的前提下，引发采空区地面变形的可能性小，但是考虑矿山生产服务年限长，影响区面积大，不可预测问题较多，本次评价采空区地面变形的危险性中等。矿山建设遭受各类地质灾害的可能性小，危险性小。见表 3-4-6

表 3-4-6 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山开采期地质灾害现状			预测		
	是否有地质灾害	危险性	影响对象	可能性	危险性	影响对象
崩塌	否	否	否	小	小	无
滑坡	否	否	否	小	小	无
泥石流	否	否	否	小	小	无
岩溶地面塌陷	否	否	否	小	小	无

采空区地面变形	否	否	否	小	中等	岩石移动范围区的农田、房屋、水塘
---------	---	---	---	---	----	------------------

插图 3-4-1 矿山地质灾害影响分布图（其它图例见附图 3）

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

矿区属构造、侵蚀、溶蚀丘陵地貌，矿区的地形起伏较大，植被覆盖率大于 70%。

当地常见的乔木树种主要有杉木、柏树、马尾松、油茶、雪松、山茶、油茶、黄杨、水杉、玉兰、泡核桃等。常见的灌木主要有：桂花、杜鹃、红叶石楠、小叶黄杨、大叶黄杨、金樱子、山胡椒等。当地常见的草种有葎草、翠云草、苘麻、牛筋草、泽漆、地肤草、丝茅草、黑麦草、蜈蚣草等。本生态修复区及周边未发现需保护的植物种类与品种。

现场调查走访，当地一般常见的野生动物兽类仅有黄鼠狼、狗獾、松鼠、蛙、蛇、鸟类等；水生动物常见虾、蚌壳、田螺等，鱼类则以四大家鱼为主，生态修复区无国家重点保护的野生动物物种，矿山范围界线不涉及干流河道和滩涂，不涉及鱼类三场（鱼类产卵场、索饵场、越冬场）。

矿山生产建设占地造成的地表植被的损失将使现有自然生态体系的生物总量有所下降，对生态系统产生一定的影响，但由于其占损面积较小，不会对区域生态系统物种的丰度和生态功能产生大的影响。

3.5.2 生物多样性破坏趋势

3.5.2.1 矿区及周边植被破坏预测

现状及未来矿山地面工程建设有限，尽管工程建设会使原有植被遭到局部损失，植被减少面积约 11.99h m^2 。但总体工程规模较小，不会使整个评价区域植物群落和生物多样性发生明显变化，也不会造成某一植物物种的消失。

且在矿山闭采后，在人工辅助下，通过恢复植被等措施可逐渐弥补因矿山建设造成生物量和多样性减少的损失。

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

3.5.2.2 野生动物影响预测

未来矿山地面工程建设有限，对自然植被破坏程度有限。但人员活动以及机械生产、爆炸噪声震动等会使一些野生动物失去部分觅食地、栖息场所和活动区域，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。

开采期间人为干扰如工作人员滥捕乱猎等现象的出现，将直接影响到这一地区的某些野生动物种群数量，这种影响通过加强对员工的宣传教育和管理可以得到消除。

但矿业活动对野生动物影响原已存在，未来矿业活动不会使区域野生动物物种数量发生明显变化，其种群数量也不会发生明显变化。

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

3.5.3 生物多样性破坏小结

矿业活动现状对生物多样性基本无影响，预测造成生物多样性破坏的影响轻微且可修复，对区域生物多样性影响小。

见表 3-5-1。

表 3-5-1 生物多样性破坏影响及趋势一览表

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

4 生态保护修复工程部署

4.1 生态保护修复工程部署思路

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

- 1、矿山所在地下游有水田分布，本次提出矿山未来必须确保排水水质达标，避免对下游水、土生态环境造成污染；
- 2、必须严格按照设计采矿方法开采，避免引发采空区地面变形问题。本次预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性小，但是矿山仍需要充分做好监测工作，并预留足够的费用用于后期治理。
- 3、未来矿山闭坑后，根据周边地类的分布情况，将各工业广场全部进行修复，以提升土地的利用价值。

4.2 生态保护修复目标

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

- 1、本矿山无生态公益林分布，不是野生动物栖息地及觅食通道，也非具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等，本次无保护保育措施。
- 2、全面修复矿山开采造成的地形地貌景观的破坏以及土地资源的占用问题，修复或综合利用土地面积不应小于已占损及拟占损面积；
- 3、加强水质监测，确保不污染区域水生态。
- 4、必须严格按照设计的采矿方法进行开采，在未来的开采过程中需要采取措施，设置在线监测点，并定期监测，防治地质灾害。
- 5、通过监测预警，全面消除地质灾害，避免在开采期间和闭坑后对矿山工人

员及当地居民的生命财产安全造成威胁。

4.3 生态保护修复工程及进度安排

4.3.1 生态保护保育工程

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

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

现状矿山的各工业广场、废石堆、尾矿库、对地形地貌景观造成了破坏，未来仍有对地形地貌景观破坏的趋势。本次设计的景观修复工程则主要为选厂及各工业广场、废石堆、尾矿库的复绿，具体见后文土地复垦与生物多样性修复工程章节。

4.3.2.2 土地复垦与生物多样性修复工程

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

1、复垦方向的选择

(1) 复垦单元划分

现状及预测矿山土地资源占损的区域主要为工业广场、矿部、污水处理站、废石堆、选矿厂、尾矿库、图斑一、主竖井工业广场、南风井工业广场等，本次将其全部作为复垦单元。

(2) 根据当地公众意见确定复垦方向

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

(3) 根据当地的产业结构确定复垦方向

A、工业广场、矿部、选矿厂、图斑一、主竖井工业广场、南风井工业广场的复垦方向

矿山所在地耕地面积相对较少，可考虑将地表场地复垦为农田，但是本矿为金属

矿山，土壤重金属含量相对较高，而一般农作物具有将重金属元素富集于植物体内的特性，因此各场地无法复垦为农田。本次设计将各场地复垦为林地（林间为草地）。

B、污水处理厂的复垦方向

矿山的污水处理厂对于保护下游水生态起到重要作用，未来矿山闭坑后尾矿库将长期存在，即使表面复垦后，其淋滤水会持续产出，为避免下游水生态污染，本次设计污水处理厂全部保留并交由当地政府进行管理。

C、废石堆的复垦方向

矿山废石堆占地面积大，由于废石中含铅、锌等重金属元素的背景值含量较高，不宜复垦为农田，本次设计将其复垦为林地。

D、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 本次收集的湖南省内多个金属矿尾砂库复绿资料

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。

综上所述，本次设计矿山的尾矿库复垦为草地。

(4) 复垦方向的确定

综上所述，本次设计污水处理厂保留不复垦；各工业广场、废石堆复垦为林地（林间为草地），尾矿库复垦为草地。见表 4-3-1

表 4-3-1 各复垦单元复垦方向一览表

场地名称	占地面积 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)	复垦方向
工业广场	0.68	0.68	林地（林间为草地）
矿部	0.76	0.76	林地（林间为草地）
污水处理站	0.73	-	保留不复垦
废石堆	0.53	0.53	林地（林间为草地）
选矿厂	1.85	1.85	林地（林间为草地）
尾矿库	6.21	6.21	草地
图斑一	8.8	8.8	林地（林间为草地）
主竖井工业广场	1.2	1.2	林地（林间为草地）
南风井工业广场	0.03	0.03	林地（林间为草地）
合计	20.79	20.06	

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、草地，其基本概念如下：

林地：《中华人民共和国森林法》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。

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、草地的复垦标准归纳如下（见表 4-3-2）：

表 4-3-2 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准	
其它草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	
		土壤容重/ (g/cm ³)	≤1.45	
		土壤质地	砂土至壤粘土	
		砾石含量/%	≤20	
		pH值	6.0~8.5	
		有机质/%	≥1	
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	
林地	土壤质量	生产力水平	覆盖度%	≥40
		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	
	生产力水平	定植密度	2m×2m	
		郁闭度	≥0.3	

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

(1) 需土量分析

本区地表土壤厚度较大，矿山的矿部及各工业广场未来拆除后经过翻耕可直接复垦，不需覆土。矿山的尾矿库、废石堆无法直接栽植植被，复垦时需覆土。

本次设计尾矿库复垦草地时覆土厚度为0.3m；废石堆复垦林地时可采用坑载形式进行复垦。坑载时树坑大小为0.5m×0.5m×0.5，坑内填土，地表覆土厚度为0.5m。

需土量计算方法为：覆土面积×覆土厚度+植树数量×0.125。

另外图斑一废弃矿山破坏土地也需要复垦，但是其需要开展专项设计，本次按外购客土计算费用，每立方米外购客土费用按15元计算。

表 4-3-3 表土需求量表

场地名称	占地面积 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)	植树数量 (株)	植草面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	需土量 (m ³)
废石堆	0.53	0.6 (含斜面积)	600	0.6	0.5	3075
尾矿库	6.21	6.21		6.21	0.3	18630
合计	6.74	6.81	3050	6.74	0.6	21705

经分析计算，未来矿山复垦工程需土总量为 21705m³。

插图 4-3-2 矿区土壤剖面，矿区地表土壤普遍厚度较大

(2) 土源供应量分析

本区地表土壤厚度较大，一般厚度可达 2m 以上，未来矿部及生活区、炸药库、选矿厂、新增的主竖井工业广场、南风井工业广场均可作为取土场地。表土供应量见表 4-3-4。可知在剥离表土小于 0.55m 的情况下，表土的供应量大于需求量，未来矿山复垦不需外购客土。

表 4-3-4 表土供需平衡表

剥土区	占地面积 (hm ²)	剥土厚度 (m)	表土供应量	表土需求量
工业场地	0.68	0.48	21705	21705
矿部	0.76			
选矿厂	1.85			
主竖井工业广场	1.2			
南风井工业广场	0.03			
合计	4.52			

4、复垦植被的选择

当地常见的乔木树种主要有杉木、杉木、柏树、马尾松、椿树、油茶、黄柏、水

杉、玉兰、泡核桃等。常见的灌木主要有：桂花、杜鹃、红叶石楠、小叶黄杨、大叶黄杨、金樱子、山胡椒等。当地常见的草种有葎草、翠云草、苘麻、牛筋草、泽漆、地肤草、丝茅草、黑麦草、蜈蚣草等。

金属矿山的表土可能含有重金属元素，植被具有富集重金属的元素的特性，而当地常见的椿树、油茶、泡核桃、玉兰等均有一定的食用或药用价值，当地居民食用后可能存在一定风险。因此本次选择不具备食用价值的杉木、柏木、马尾松、杜鹃、红叶石楠作为主要的复垦树种。林间还可播撒草籽，本次选择湖南省普遍生长且市场可以购买到的丝茅草、黑麦草、蜈蚣草。

本次设计种植间距 $2m \times 2m$ ，三个乔木的种植比例均为 4:3:3。乔木、灌木均选择（带土球 20cm 以内）的容器苗，以保证成活率，种植比例均为 5:5。

表 4-3-5 土壤生物治理选种植物的生物特性

树（草）种名称	选种植物的生物学特性
杉木	较喜光。喜温暖湿润，多雾静风的气候环境，不耐严寒及湿热，怕风，怕旱。适应年平均温度15℃~23℃，极端最低温度-17℃，年降水量800~2000mm的气候条件。耐寒性大于它的耐旱能力，水湿条件的影响大于温度条件。怕盐碱，对土壤要求比一般树种要高，喜肥沃、深厚、湿润、排水良好的酸性土壤。
柏木	喜温暖湿润的气候条件，在年均气温13℃-19℃，年降雨量1000毫米以上，且分配比较均匀，无明显旱季的地方生长良好。柏木对土壤适应性广，喜生于温暖湿润的各种土壤地带，在中性、微酸及钙质土上均能正常生长，在上层浅薄的钙质紫色土和石灰土上也能正常生长，尤以在石灰岩山地钙质土上生长良好；耐干旱瘠薄，也稍耐水湿。需有充分上方光照方能生长，但能耐侧方庇荫。主根浅细，侧根发达。耐寒性较强，少有冻害发生。枝体散发的特殊香气，使它不易遭受病害、虫害。
马尾松	马尾松广泛分布于中国亚热带东部湿润区，并延至北热带。其水平分布区横跨中国东部亚热带的北、中、南3个亚带及北热带。其为亚热带适生树种，生于干旱、瘠薄的红壤、石砾土及沙质土，或生于岩石缝中，常组成次生纯林或与栎类、山槐、黄檀等阔叶树混生。马尾松为深根性树种，怕水湿，不耐盐碱，喜酸性和微酸性土壤，喜光，不耐庇荫，喜温暖湿润气候。
红叶石楠	红叶石楠环境适应性强，喜温暖湿润气候，耐寒、耐旱能力强，较耐瘠薄和盐碱，对土质要求不高，适宜在土壤肥沃、排水良好的砂质土壤中生长。同时，喜强光照，稍耐阴，在强光照的直射下，幼叶芽色彩更为艳丽。树种不仅对二氧化硫、一氧化碳等有害气体抗性较强，而且由于根系发达，树干强劲，抗风能力也较强。
杜鹃	杜鹃广泛分布于西南、华南地区，为中国中南及西南典型的酸性土指示植物。杜鹃花喜酸性肥沃土壤。耐阴凉喜温暖，常绿杜鹃在山地空气湿润凉爽处生长良好。
丝茅草	适应性强，生态幅度广，自谷地河床至干旱草地，是森林砍伐或火烧迹地的先锋植物，也是空旷地、果园地、撂荒地以及田坎、堤岸和路边的极常见植物和杂草。
黑麦草	耐寒能力很强，较耐旱，对土壤要求不严，可耐瘠薄瘦地。
蜈蚣草	是凤尾蕨科，凤尾蕨属陆生蕨类植物。植株高可达150厘米。根状茎直立，短而粗健，木质，密蓬松的黄褐色鳞片。生长在钙质土或石灰岩上，海拔2000米以下，也常生于石隙或墙壁上。

5、土地复垦与生物多样性修复工程

(1) 各工业广场的复垦工程

本次设计各工业广场复垦为林地，复垦工程包括：硬化物拆（清）除工程及垃圾外运、覆土及平整、土壤培肥、植树种草。

A、硬化物拆（清）除工程及垃圾外运

复垦工程开始时，需要将建筑物拆除和垃圾清除干净、地表硬化物进行清除。可采用挖掘机或人工对场地 5-15cm 硬化物地面清除，由于矿山的各工业广场大部分为轻质钢结构房屋，其拆除工程量较小，经综合分析本次场区地表需要清除的硬化物每平方米统一按 $0.3m^3$ 计算；

计算过程如下：占地面积 $\times 0.3m$ 。

垃圾外运主要是指将拆除的硬化物运至井筒回填，按照井筒面积和回填工程量估算，本次设计运距为 2km。

B、翻耕及平整

各工业广场下部表土未损失，复垦时不需覆土，翻耕后进行人工平整达到植被种植的条件即可。

C、土壤培肥

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状专用有机肥，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%。本次设计采用机械辅助培肥。

D、植树种草

插图 4-3-3 各工业广场区域植树示意图

林地树种选用具体前文已述。株行距根据具体树种确定，一般可取 $2m \times 2m$ ；乔

木中间穿插种植灌木，间距也是 $2m \times 2m$ 。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季。每公顷范围内种植苗木数量可根据下列公式计算。

$$K = nS / ha \cdot hb$$

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（ m^2 ）；

ha—株距（m）；

hb—行距（m）。

E、复垦工程量测算：复垦工程量见后文表 4-3-6。

（2）废石堆复垦工程设计及工程量测算

本次设计废石堆复垦为林地（林间为草地），复垦工程包括：防渗工程、覆土平整、土壤培肥、植树种草。

A、防渗工程

为避免雨水渗漏，本次设计在废石堆表面需铺设防渗膜，采用平铺方式施工，铺设面积和覆土面积一致。

B、覆土平整

本次设计将从各工业广场上剥取的表土按 0.3m 厚均匀的覆盖在研石上面并人工平整，达到植树种草的要求即可。

C、土壤培肥

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状艾专用有机肥，在深耕后、旋耕前，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%。

本次设计采用机械辅助培肥。

D、植树种草

林地树种选用具体前文已述。株行距根据具体树种确定，一般可取 $2m \times 2m$ ；乔木中间穿插种植灌木，间距也是 $2m \times 2m$ 。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季。每公顷范围内种植苗木数量可根据上文公式计算。

E、复垦工程量测算

复垦工程量见后文表 4-3-6。

(3) 尾矿库的复垦工程

本次设计尾矿库复垦为林地，但是尾矿库的复垦需经由有资质的单位进行专项设计，并经应急管理部门审查同意后方可开展修复工程，本次仅做规划性修复设计，考虑到矿山尾矿还可用于制砖，需进行放射性及有毒有害物质检测，因此复垦工程包括：放射性及有毒有害物质检测、覆土及平整、土壤培肥、种草。

A、放射性及有毒有害物质检测

本次设计预留 2 万元用于专项检测工作，检测费用计入后文监测管护工程中。

B、覆土及平整

本次设计将外购土方覆盖在尾矿库上，覆土后需推平并进行人工平整。

C、土壤培肥

有农家肥时，可结合犁耙整地一次性施足腐熟有机农家肥 30~45 吨/公顷；或用腐熟的稀人畜粪撒一层作底肥。无农家肥的，可选用颗粒状艾专用有机肥，在深耕后、旋耕前，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%。本次设计采用机械辅助培肥。

D、种草

覆土工程完成后可直接撒播草籽，栽植季节为春季。

E、复垦工程量测算

复垦工程量见后文表 4-3-6。

(4) 图斑一的复垦工程

矿区图斑一修复工程难度较大，本次暂按复垦林地的标准流程估算，但具体施工时需开展专项设计。本次复垦工程包括：覆土平整、土壤培肥、植树种草。

A、覆土平整

本次设计将外购的表土按 0.5m 厚均匀的覆盖在图斑一并人工平整，达到植树种草的要求即可。

B、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%。本次设计采用机械辅助培肥。

C、植树种草

林地树种选用具体前文已述。株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；乔木中间穿插灌木，间距也是 2m×2m。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡。栽植季节为春季。每公顷范围内种植苗木数量可根据上文公式计算。

D、复垦工程量测算：复垦工程量见后文表 4-3-6。

6、土地复垦修复工程量及年度安排

表 4-3-6 土地复垦工程量测算表

复垦区域	占地 面积	复垦 面积	硬化物 拆除	垃圾 外运	翻耕	防渗	覆土	推平	平整	培肥	植树、种草					
											乔木			灌木		草籽
											杉木	柏木	马尾松	红叶石楠	杜鹃	
hm ²	hm ²	m ³	m ³	hm ²	m ²	m ³	m ³	hm ²	hm ²	株	株	株	株	株	hm ²	
工业广场	0.68	0.68	2040	2040	0.68				0.68	0.68	680	510	510	850	850	0.68
矿部	0.76	0.76	2280	2280	0.76				0.76	0.76	760	570	570	950	950	0.76
选矿厂	1.85	1.85	5550	5550	1.85				1.85	1.85	1850	1388	1388	2313	2313	1.85
主竖井工业广场	1.2	1.2	3600	3600	1.2				1.2	1.2	1200	900	900	1500	1500	1.2
南风井工业广场	0.03	0.03	90	90	0.03				0.03	0.03	30	23	23	38	38	0.03
废石堆	0.53	0.6				6000	3075	3075	0.6	0.6	530	398	398	663	663	0.6
尾矿库	6.21	6.21				18630	18630	6.21	6.21							6.21
图斑一	8.8	8.8				44000	44000	8.8	8.8	8800	6600	6600	11000	11000	8.8	
合计	20.06	20.13	13560	13560	4.52	6000	65705	65705	20.13	20.13	13850	10388	10388	17314	17314	20.13

插图 4-3-4 土地复垦与生物多样性修复工程部署图（其它图例见附图 4）

根据矿山的开采规划，虽然矿山分前后两个阶段开采，但是前期的井口，工业广场均可继续利用，直至矿山闭坑，因此各工业广场均需使用到矿山闭坑，应在矿山闭坑后再开展复垦工程，修复工程年度安排见表 4-3-7。

表 4-3-7 土地复垦与生物多样性修复工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量	
2026	图斑一	覆土	m ³	44000
		推平	m ³	44000
		平整	hm ²	8.8
		培肥	hm ²	8.8
		种植杉木	株	8800
		种植柏木	株	6600
		种植马尾松	株	6600
		种植红叶石楠	株	11000
		种植杜鹃	株	11000
		播撒草籽	hm ²	8.8
2027-2051	-	-	-	
2052	工业广场 矿部 选矿厂 主竖井工业广场 南风井工业广场 废石堆 尾矿库	硬化物拆除	m ³	13560
		垃圾外运	m ³	13560
		翻耕	hm ²	4.52
		防渗	m ²	6000
		覆土	m ³	21705
		推平	m ³	21705
		平整	hm ²	11.33
		培肥	hm ²	11.33
		种植杉木	株	5050
		种植柏木	株	3788
		种植马尾松	株	3788
		种植红叶石楠	株	6314
		种植杜鹃	株	6314
		播撒草籽	hm ²	11.33

4.3.2.4 水资源水生态修复工程

前文已论述，现状及预测矿山开采对水资源有影响；现状，矿山开采对水生态基本无影响；预测未来矿山在严格按照规范开采，严格按照设计的污水处理工艺的前提下，矿山开采对水生态影响轻微。针对以上问题，本次分别设计修复工程。

1、水资源影响的修复工程

据本次现场调查，为改善矿地关系，切实做好服务地方经济和民生工作。2023 年至 2024 年矿山累计投资约 20.7 万元为当地居民修建了 617m 引水管道及引水渠，解决部分当地居民饮水困难和农田灌溉困难的问题。

未来矿山开采可能对水资源有影响，主要可能造成当地地下水位下降，居民饮水困难。但是具体的影响范围、影响程度很难预估，本次设计按照已有的修复工程预留水资源影响的修复费用。留设标准按照采空区面积进行比拟，目前矿山的采空区面积为 5.67 万 m²，矿山采空区最终面积为 62.73 万 m²，约为已有采空区的 11 倍。

矿山已有水资源影响的修复工程投资约为 21 万元，则本次设计预留 231 万元作为未来水资源影响的修复费用。

2、水生态修复工程

未来对水资源水生态问题主要以水污染监测为主。详见“监测章节”。未来矿山需严格按照环保部门的要求对矿井水进行处理。本次设计的水生态修复工程为预留污水处理费用。

根据矿山负责人介绍，已建的污水处理站的日常运行费用约为 50 万元/a。矿山的服务年限为 25.7 年，则污水处理费用共约 1285 万元。

3、费用计提

以上水资源水生态修复工程预留费用合计为 1306 万元，本次设计矿山的生态修复费用按 20 年计提完毕，水资源水生态修复工程预留费用也按 20 年平均计提。

水资源水生态修复工程年度安排见表 4-3-8。

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
2026	水资源水生态修复工程费用预留	万元	65.3
2027-2045	水资源水生态修复工程费用预留	万元	1240.7
合计			1306

4.3.2.5 地灾安全隐患消除工程

预测未来矿山开采引发采空区地面变形的可能性小，危险性中等。主要影响岩石移动范围内的 39h m²水田，41 栋房屋，需有针对性地设计地质灾害安全隐患消除工程。本次设计的地灾安全隐患消除工程主要包括费用预留和巡查监测工程。

1、费用预留

针对采空区地面变形地质灾害，由于未来矿山向深部开采，对地表的影响会相对减弱，对于可能影响的 39h m²水田（约 585 亩）。

参考 2024 年祁东县高标准农田建设项目投资，2024 年高标准农田项目建设任务 3.2 万亩，总投资 0.77 亿元，涉及 6 个乡镇（街道）21 个行政村。亩均投资为 2400

元。

由于采空区地面变形对地表影响相对较轻，本次按照每亩 2000 元预留防治费用，约 117 万元。

针对 41 栋民房，本次设计参考祁东县人民政府“我县加快推进老旧居民区危房改造”的投资规划，其危房改造按 3 档提供补助，分别为 1 万元，3 万元及 5 万元，参考该补助标准，本次按 5 万元/栋预留费用，约 205 万元。

另外对于核心区居民，本次预留 100 万元应急治理。

采空区地面变形地质灾害费用合计为 305 万元。

2、巡查监测工程

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

3、地灾安全隐患消除工程量统计及年度安排

以上地灾安全隐患消除工程防治费用共约 422 万元，本次设计矿山的生态修复费用按 20 年计提完毕，地灾安全隐患消除工程费用也按 20 年平均计提。

地灾安全隐患消除工程年度安排见表 4-3-9

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
2026	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	21.1
2027-2045	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	400.9
合计			422

4.3.3 监测和管护工程

4.3.3.1 地质灾害监测工程

未来矿山的主要地质灾害问题是采空区地面变形，本次设计对于采空区地面变形以控制性监测为主，以简易监测为辅。

1、简易监测

简易监测主要采取巡查方式进行，矿山可派专人对采空区及全部岩石移动范围上部进行定期巡查并及时反馈情况（主要监测手段是目测地面是否有位移、变形、开裂问题）。在巡查过程中需考虑安全因素，在矿体厚大的近地表可能发生突发性的塌陷坑，采空塌陷地裂缝地表一旦出现表征迹象，在巡查过程中应立即远离，并设置警示

标识。

矿山应派专人开展巡查工作，采用简易观测手段及时反馈情况。巡查频率应不少于每周一次，每月不少于四次，若逢雨季应每天进行。考虑到采空区地面变形的滞后期，巡查期为本方案的适用年限 29.7 年（2026 年 1 月～2055 年 8 月，共 356 个月）。

2、控制性监测

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。

（1）监测系统的建设原则

卫星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。

（2）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。

（3）监测点布设要求

A、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坝体或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。

（4）监测方案

根据矿山的工程水文地质条件、尾矿库库坝分布情况、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）。北斗、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 系统基准站由北斗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，结合北斗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，均匀地分布在整个测区。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，使用配备的 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。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

在采空区地面变形区，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1000m。

插图 4-3-5 左侧为岩石天线墩，右侧为土层天线墩

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。

表 4-3-11**基准点及工作基点网边长要求**

位移观测等级	边长 (m)	位移观测等级	边长 (m)
一等	≤300	三等	≤800
二等	≤500	四等	≤1000

考虑到矿区及各工业场地的地形复杂还受地下开采影响，地下开采地表变形影响区面积较大且地表有敏感目标，本次设计地面变形监测点观测距离为 400 米。

综上所述，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 400m，共布置 9 个监测点，其中位于岩石移动范围外的可作为基准点。

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 4-3-4 所示。

E、监测点工程量

参考《测绘事业单位财务制度》、《测绘事业单位会计制度》、《建筑变形测量规程》(JGJ/T 8-97 及 2024 年修订补充条款)，结合 2024~2025 年行业技术发展现状，经多地区实测数据测算、行业专家论证后制定了监测点的参考价格，见表 4-3-12。

表 4-3-12**监测点布设费用参考表**

项目等级	适用场景	监测点埋设成本	单点位年度变形监测成本
简单项目	普通民用建筑、小型基坑监测。	200-500 元	3800-6300
中等项目	高层建筑、市政道路监测。	500-800 元	1860-3520
复杂项目	桥梁、水库、矿山。	800-1200 元	3800-6300

本次为矿山监测，为复杂项目，本次监测点埋设成本、监测成本均取高值，即埋设成本按 1200 元计算，单点位年度变形监测成本按 6300 元计算。本次共设计埋设 9 个监测点，则监测点埋设成本为 10800 元，年监测费用为 56700 元，总监测时间为 30 年。

4.3.3.2 水生态监测工程

为确保达标排放，未来需在沉淀池下游定期采样分析水质。水质分析应按当地环保部门的要求进行。监测内容至少应包括 pH、COD、BOD、氨氮、悬浮物、高锰酸盐指数、氟化物、氰化物、硫化物、总磷、挥发酚、石油、铅、锌、铜、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、等。

本次设计监测频率为三个月一次，地表水监测点布置在沉淀池排水口、水库、水

塘及下游溪沟，共 6 个。监测期限为本方案的适用年限 29.7 年（2026 年 1 月～2055 年 8 月），监测次数共 714 点·次。

4.3.3.3 土壤监测工程

本次设计了尾矿库放射性及有毒有害物质检测工程，设计预留费用为 2 万元。

未来矿山应对矿区的土壤进行定期分析、监测，确保达标。监测点设置在工业广场及废石堆下游、尾矿库和尾矿库下游，共 3 处。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、镉、汞、砷、铅、铬（六价）铜、镍、锌、石油烃等。

本次设计监测频率为一年一次。监测方式为定期取样、分析。监测期限为本方案的适用年限 29.7 年（2026 年 1 月～2055 年 8 月），监测次数共 90 点·次。

4.3.3.4 植被监测工程

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

本次设计植被监测频率为一年一次，监测方式为定期人工巡查。监测期限为本方案的适用年限 29.7 年（2026 年 1 月～2055 年 8 月），监测次数共 30 次。

4.3.3.5 管护工程

本区的地面设施复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化，场地复垦、复绿后按绿化管护市场价 2 元/m²·年估算。本次设计复垦区（林地、草地）总面积为 20.13h m²全部为管护区，管护期为 2053 年至 2055 年。

4.3.3.6 矿山监测和管护工程量统计

表 4-3-13 矿山监测及管护工程量表

监测和管护工程	工程类别	单位	工程量
地质灾害监测工程	设置监测点	个	9
	专业监测次数	年	30
	人工巡查	月	356
水质监测	水质化验、分析	点·次	714
土壤监测	土壤化验分析	点·次	90

植被巡查	人工巡查植被	次	24
管护工程	林地、草地管护工程	hm ²	20.13

插图 4-3-6 设计监测工程部署图（其它图例见附图 4）

表 4-3-13 矿山监测工程年度安排

年度	工程或费用名称	单位	工程量
2026	设置监测点	个	9
	专业监测次数	年	1
	地质灾害人工巡查	月	12
	水质化验、分析	点·次	24
	土壤化验分析	点·次	3
	人工巡查植被	次	1
2027-2054	专业监测次数	年	28
	地质灾害人工巡查	月	336
	水质化验、分析	点·次	672
	土壤化验、分析	点·次	84
	植被巡查	次	28
2055	专业监测次数	年	1
	地质灾害人工巡查	月	8
	水质化验、分析	点·次	18
	土壤化验、分析	点·次	3
	植被巡查	次	1
	林地、草地管护工程	hm ²	20.13

4.3.4 其他工程

生产结束后对井口实施封堵，本矿山共涉及 4 个井口，其中一个竖井，三个斜井。具体设计方案如下：

4.3.5.1 斜井封闭工程

斜井井口封闭时，先用工业广场上硬化物或砾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 4-3-6、4-3-7。

表 4-3-14 井口封堵工程量统计表

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)
副斜井	7.14	4	142.8	28.56	7.14
北风井	4.02	4	80.4	16.08	4.02
南风井	4.02	4	80.4	16.08	4.02
合计			303.6	60.72	15.18
注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，在前文中已计入拆除硬化物外运。					

4.3.4.2 竖井封闭工程

参考《煤矿安全规程》第 94 条的规定，竖井封闭方案为：“报废的竖井应填实，或在井口浇注一个大于井筒断面的坚实的钢筋混凝土盖板，并应设置栅栏和标志”。

插图 4-3-7 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 4-3-8 斜井井口封堵示意图

1、竖井填充

本方案设计竖井填料为工业广场上拆除的硬化物以及废石、尾砂，填实后在井口浇注一个大于井筒断面的坚实的钢筋混凝土盖板

由于竖井落底后连接巷道为平巷，因此下部不需砌筑挡墙，可直接利用硬化废弃物内摩擦力达到稳定。废弃物的回填过程中可依靠重力势能逐层夯实，最终充填至地表。根据矿山竖井的长度及直径计算，总容积约 $2637m^3$ 。可利用矿山的工业广场硬化

废弃物充填，若硬化物不足，可利用尾砂充填，见插图 4-3-8。

2、浇筑混凝土板

本次设计浇筑钢筋混凝土盖板的直径应大于井口直径至少 1m，厚度至少为 0.3m。

插图 4-3-9 坚井封堵示意图

3、安装铁质栅栏

本次设计按照混凝土板周长安装铁制栅栏，栅栏高度不应低于 1.5m，该工程无预算定额，本次按当地市场价 1000 元每米计算。

表 4-3-15 井口封闭工程量表

井口名称	井口直径 (m)	断面积 (m ²)	井筒长度 (m)	填充方量 (m ³)	现浇混凝土板 (m ³)	安装铁质栅栏 (m)
主竖井	4.0	12.56	210	2637	20	16
合计				2637	20	16

注：本次设计工业广场复垦时硬化物全部回填井筒，在前文中已计入拆除硬化物外运。

4、禁止标志

禁止标志应安置在封闭井口，井口安置至少 2 个。本次设计禁止标志规格如下：

- (1) 禁止标志的基本形状为带斜杠的圆环，如图 4-3-10 所示。
- (2) 禁止标志的颜色，为白底，红圈、红斜杠，黑图形符号。
- (3) 禁止标志的基本尺寸应根据最大观察距离 (L) 确定，按以下说明表选取。

图 4-3-10 禁止标志制作样板图及禁止入内标志式样

表 4-3-16 禁止标志尺寸与最大观察距离的关系 单位：mm

标志尺寸	逆向反射标志		自发光标志	
	L=10m	L=15m	L=10m	L=15m
标志外径 D	250	375	250	320
红杠宽度 a	20	30	20	26
红环宽度 b	25	38	25	32
白边宽度 e	5	7	5	7

该工程无预算定额，本次按当地市场价 200 元每个计算。

4.3.5 生态保护修复工程量

4.3.5.1 生态保护修复工程进度安排

1、开采期

2026 年，完成图斑一历史遗留地块的修复工作，设置地质灾害监测点，预留水资源水生态修复工程费用和地灾安全隐患消除工程费用，开展污水处理及各类监测工作；

2026 年至 2045 年，预留水资源水生态修复工程费用和地灾安全隐患消除工程费用，开展污水处理及各类监测工作；

2046 年至 2051 年，开展各类监测工作，对矿山设施进行维护；

2、闭采期

2052 年，完成所有的土地复垦与生物多样性修复工程，开展各类监测工作；

3、管护期

2053 年至 2055 年，开展各类监测工作及管护工程。

4.3.5.2 生态保护修复工程量统计及年度安排

矿山生态修复工程量汇总见表 4-3-17；矿山生态保护修复进度安排见表 4-3-18；

表 4-3-17 矿山生态修复工程量汇总表

工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	硬化物拆除	m ³	13560
		垃圾外运	m ³	13560
		翻耕	hm ²	4.52
		防渗	m ²	6000
		覆土	m ³	65705
		推平	m ³	65705
		平整	hm ²	20.13
		培肥	hm ²	20.13
		种植杉木	株	13850
		种植柏木	株	10388
		种植马尾松	株	10388
		种植红叶石楠	株	17314
		种植杜鹃	株	17314
		播撒草籽	hm ²	20.13
水资源水生态修复工程	水资源水生态修复工程费用预留		万元	1306
	地灾安全隐患消除工程		万元	422
监测和管护工程	设置地质灾害监测点			个 9
	地质灾害人工巡查			月 356
	水质化验、分析			点·次 714
	土壤化验分析			点·次 72
	放射性及有毒有害物质检测			万元 2
	人工巡查植被			次 24
	林地、草地管护工程			hm ² 20.13
其它工程	井口封闭工程	斜井封闭	浆砌块石	m ³ 60.72
			外立面抹面	m ² 15.18
		竖井封闭	现浇混凝土板	m ³ 20
			安装铁质栅栏	m 16
			禁止标识牌	块 2

表 4-3-18 矿山生态保护修复进度安排表

年度	工程类别		工程或费用名称		单位	工程量
2026	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	图斑一	覆土	m ³	44000
				推平	m ³	44000
				平整	hm ²	8.8
				培肥	hm ²	8.8
				种植杉木	株	8800
				种植柏木	株	6600
				种植马尾松	株	6600
				种植红叶石楠	株	11000
				种植杜鹃	株	11000
				播撒草籽	hm ²	8.8
2027-2045	生态修复工程	水资源水生态修复工程	监测和管护工程	水资源水生态修复工程费用预留	万元	65.3
				地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	21.1
				设置监测点	个	9
				专业监测次数	年	1
				地质灾害人工巡查	月	12
				水质化验、分析	点·次	24
				土壤化验分析	点·次	3
				放射性及有毒有害物质检测	万元	2
				人工巡查植被	次	1
				水资源水生态修复工程费用预留	万元	1240.7
2046-2051	生态修复工程	地灾安全隐患消除工程	监测和管护工程	地灾安全隐患消除工程费用预留	万元	400.9
				专业监测次数	年	19
				地质灾害人工巡查	月	228
				水质化验、分析	点·次	456
				土壤化验分析	点·次	57
				人工巡查植被	次	19
				专业监测次数	年	6
				地质灾害人工巡查	月	72
				水质化验、分析	点·次	144
				土壤化验分析	点·次	18
2052	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	监测和管护工程	人工巡查植被	次	6
				硬化物拆除	m ³	13560
				垃圾外运	m ³	13560
				翻耕	hm ²	4.52
				防渗	m ²	6000
				覆土	m ³	21705
				推平	m ³	21705
				平整	hm ²	11.33
				培肥	hm ²	11.33
				种植杉木	株	5050
2053-2055	其它工程	井口封闭	监测和管护工程	种植柏木	株	3788
				种植马尾松	株	3788
				种植红叶石楠	株	6314
				种植杜鹃	株	6314
				播撒草籽	hm ²	11.33
				专业监测次数	年	1
				地质灾害人工巡查	月	12
				水质化验、分析	点·次	24
				土壤化验分析	点·次	3
				人工巡查植被	次	1
				斜井封闭	浆砌块石	m ³
				斜井封闭	外立面抹面	m ²
				竖井封闭	现浇混凝土板	m ³
				竖井封闭	安装铁质栅栏	m
				竖井封闭	禁止标识牌	块
				监测工程	专业监测次数	年
				监测工程	地质灾害人工巡查	月
				监测工程	水质化验、分析	点·次
				监测工程	土壤化验分析	点·次
				监测工程	人工巡查植被	次
				管护工程	林地、草地管护工程	hm 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、国土资源部文件《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128号）；
- 2、财政部、国土资源部《关于印发〈新增建设用地土地有偿使用费资金管理办法〉的通知》（财建〔2017〕423号）；
- 3、湖南省国土资源厅办公室文件关于发布《湖南省农村土地整治项目建设标准》的通知（湘国土资办发〔2014〕14号）；
- 4、湖南省财政厅、湖南省国土资源厅关于印发《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》的通知（湘财建〔2014〕22号）；
- 5、湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24号）；
- 6、《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自资办发〔2021〕39号）；
- 7、湖南省自然资源厅湖南省生态环境厅关于印发《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）；
- 8、《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（暂行）》的通知》（湘自资办发〔2022〕38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、《湖南省地方标准高標準农田建设》（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、湖南省建设工程造价管理站文件中衡阳市2025年第9月——10月建设工程材料价格。

5.1.3 基础预算单价计算依据

5.1.3.1 定额标准

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

5.1.3.2 人工单价

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

5.1.3.3 主要材料预算价格

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

对砂石料、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价，上述材料除块石在距离矿区10km购买。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格

时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。

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

表 5-1-1 主材规定价格表

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

表 5-1-2 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
				除税预算价	超运距费	取定预算价	
汽油	kg	8.64	12.95	7.65		5.00	5.00
柴油	kg	7.22	12.95	6.39		4.50	4.50
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	205.00	3.60	197.88		60.00	60.00
卵石20	m3	145.00	3.60	139.96		60.00	60.00
块石	m3	157.00	3.60	151.54		40.00	40.00
水泥32.5	kg	0.34	12.95	0.30		0.30	0.30
铁钉	kg	5.50	12.95	4.87		4.87	4.87
树苗	株	8.50	9.00	7.80		5.00	5.00
种籽	kg	50.00	9.00	45.87		45.87	45.87
复合土工膜	m2	2.00	16.93	1.71		1.71	1.71
工程胶	kg	4.20	16.93	3.59		3.59	3.59
锯材	m3	800.00	13.93	702.19		702.19	702.19
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
2	粗砂	m3	0.6	0.3
3	卵石40	m3	0.6	0.3
4	块石	m3	0.68	0.32

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
5	碎石	m ³	0.6	0.3
6	标准砖	千块	1.08	0.54
7	钢筋	t	0.4	0.2
8	水泥32.5	kg	0.4	0.2
9	中粗砂	m ³	0.6	0.3

5.1.3.4 电、风、水预算价格

1、施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

2、施工用风价格计算：

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

式中：K1—时间利用系数（一般取0.7-0.8）取0.80；

K2—能量利用系数一般取(0.7-0.85)取0.70；供风损耗率取8%；

单位循环冷却水费0.005元/m³；

供风设施维修摊销费0.002~0.003元/m³

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

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

3、施工用水基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

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

式中：K1—时间利用系数（一般取0.7-0.8），取0.8；

K2—能量利用系数，取0.85；供水损耗率取5%；

供水设施维修摊销费取0.02元/m³；

根据台班定额水泵组班总费用为109.63元，水泵额定容量之和为26.40；施工用

水价格=[109.63÷(26.40×8×0.8×0.85)]÷(1-5%)+0.02=0.824元/m³。

5.1.4 取费标准和计算方法说明

根据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准》(试行)，项目预算由工程施工费、设备购置费、其他费用(包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主

管理及乡村协调费)和不可预见费组成。

5.1.4.1 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

由直接工程费(人工费、材料费和施工机械使用费)和措施费组成。

人工费=定额劳动量×人工预算单价

材料费=定额材料用量×材料预算单价

施工机械使用费=定额机械使用量×施工机械台班费

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

2、间接费：间接费=直接费(或人工费)×间接费率

表 5-1-4 措施费费率表 单位：%

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

表 5-1-5 间接费费率表 单位：%

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

3、利润

依据规定，利润按直接费和间接费之和的3%计取，即：利润=(直接费+间接费)×3%。

4、税金

依据湘国土资发[2017]24号文规定，土地整治工程施工费中的税金是指按国家税

法规定应计入工程造价内的增值税销项税额。税金按建筑业适用的增值税率 9% 计算。
故有：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费）×9%。

5.1.3.2 设备购置费

本项目无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

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

5.1.4.4 不可预见费

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

5.1.4.5 监测与管护费用

1、监测费

本项目专业地质灾害监测点埋设及监测费用前文已有论述；水质监测监测费用按
2000 元每次计算；土壤分析本次按 2000 元每次计算；植被监测按 1000 元每次计算；
地质灾害人工巡查工程按每月 1000 元计算。

2、管护费

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

3、维护费

矿山的服务年限较长，矿山的地面设施需开展定期维护，根据矿山负责人介绍，
目前地面设施的总投资为 1000 万元，一般房屋的维修基金提取比例为 5~8%，本次
按总建设投资的 8% 预留 80 万元作为地面设施的维护费用。

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 29.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 3274.88 万元。其中：生态修复工程施工费 1200.72 万元；其它费用 144.08 万元；不可预见费 120.07 万元；预留费用 1810.0 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	生态保护保育工程施工费	-	
二	生态修复工程施工费	1200.72	
1	土地复垦与生物多样性修复工程	704.74	
2	监测和管护工程	49.14	
3	其它工程	4.62	
三	其他费用	144.08	
四	不可预见费	120.07	
五	预留费用	1810.0	水资源水生态修复工程费用预留 地灾安全隐患消除工程费用预留 维护费用预留
六	总投资	3274.88	

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	图斑一	覆土	100m3	440.00	1386.17	609914.85	73189.78	60991.49	744096.12	8597863.22	
			推平	100m3	440.00	648.14	285182.39	34221.89	28518.24	347922.52		
			平整	公顷	8.80	3609.06	31759.75	3811.17	3175.98	38746.90		
			培肥	公顷	8.80	1098.37	9665.65	1159.88	966.57	11792.09		
			种植杉木	100株	88.00	1051.53	92534.39	11104.13	9253.44	112891.96		
			种植柏木	100株	66.00	1051.53	69400.79	8328.09	6940.08	84668.96		
			种植马尾松	100株	66.00	1051.53	69400.79	8328.09	6940.08	84668.96		
			种植红叶石楠	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35		
			种植杜鹃	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35		
			播撒草籽	公顷	8.80	814.59	7168.40	860.21	716.84	8745.45		
	工业广场 矿部 选矿厂 主竖井工业广场 南风井工业广场 废石堆 尾矿库		硬化物拆除	100m3	135.60	32023.58	4342397.76	521087.73	434239.78	5297725.27		
			垃圾外运	100m3	135.60	2962.34	401692.78	48203.13	40169.28	490065.19		
			翻耕	公顷	4.52	2095.90	9473.46	1136.82	947.35	11557.62		
			防渗	100m2	60.00	704.06	42243.83	5069.26	4224.38	51537.47		
			覆土	100m3	217.05	1367.38	296789.92	35614.79	29678.99	362083.70		
			推平	100m3	217.05	648.14	140679.18	16881.50	14067.92	171628.60		
			平整	公顷	11.33	3609.06	40890.68	4906.88	4089.07	49886.63		
			培肥	公顷	11.33	1098.37	12444.52	1493.34	1244.45	15182.31		
			种植杉木	100株	50.50	1051.53	53102.12	6372.25	5310.21	64784.59		
			种植柏木	100株	37.88	1051.53	39831.85	4779.82	3983.19	48594.86		
			种植马尾松	100株	37.88	1051.53	39831.85	4779.82	3983.19	48594.86		
			种植红叶石楠	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35		
			种植杜鹃	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35		
			播撒草籽	公顷	11.33	814.59	9229.31	1107.52	922.93	11259.76		
	小计						7047428.87					
三	监测和管护工程											
四	监测和管护工程		设置地质灾害监测点	个	9	1200	10800	1296.00	1080.00	13176.00	5994592.00	
			专业监测次数	年	30	56700	1701000	204120.00	170100.00	2075220.00		
			地质灾害人工巡查	月	356	1000	356000	42720.00	35600.00	434320.00		
			水质化验、分析	点·次	714	2000	1428000	171360.00	142800.00	1742160.00		
			土壤化验分析	点·次	90	2000	180000	21600.00	18000.00	219600.00		
			人工巡查植被	次	30	1000	30000	3600.00	3000.00	36600.00		
			林地管护工程	hm ²	20.13	60000	1207800	144936.00	120780.00	1473516.00		
	小计						4913600					
四	其它工程											
五	井口封闭	斜井封闭	浆砌块石	100m3	0.61	25189.71	15295.19	1835.42	1529.52	18660.13	56335.88	
			外立面抹面	100m2	0.15	5007.73	760.17	91.22	76.02	927.41		
		竖井封闭	现浇混凝土板	100m3	0.20	68607.95	13721.59	1646.59	1372.16	16740.34		
			安装铁质栅栏	m	16.00	1000.00	16000.00	1920.00	1600.00	19520.00		
			禁止标识牌	个	2.00	200.00	400.00	48.00	40.00	488.00		
	小计						46176.95					
	总计						12007205.82					
五	预留费用											
	预留费用	水资源水生态修复工程费用预留		元	13060000		13060000			13060000	18100000	
		地灾安全隐患消除工程费用预留		元	4220000		4220000			4220000		

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
	放射性及有毒有害物质检测		元	20000		20000			20000	
			元	800000		800000			800000	
六	合计				30107205.82	1440864.69	1200720.64	32748791.1	32748791.1	

表 5-1-8

矿山生态修复工程费用年度安排表

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
2026	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	图斑一	覆土	100m³	440.00	1386.17	609914.85	73189.78	60991.49	744096.12	3210167.05
				推平	100m³	440.00	648.14	285182.39	34221.89	28518.24	347922.52	
				平整	公顷	8.80	3609.06	31759.75	3811.17	3175.98	38746.90	
				培肥	公顷	8.80	1098.37	9665.65	1159.88	966.57	11792.09	
				种植杉木	100株	88.00	1051.53	92534.39	11104.13	9253.44	112891.96	
				种植柏木	100株	66.00	1051.53	69400.79	8328.09	6940.08	84668.96	
				种植马尾松	100株	66.00	1051.53	69400.79	8328.09	6940.08	84668.96	
				种植红叶石楠	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35	
				种植杜鹃	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35	
				播撒草籽	公顷	8.80	814.59	7168.40	860.21	716.84	8745.45	
2027-2045	生态修复工程	水资源水生态修复工程	水资源水生态修复工程费用预留	设置监测点	个	9	1200	10800	1296.00	1080.00	13176.00	17969060.0
				专业监测次数	年	1	56700	56700	6804.00	5670.00	69174.00	
				地质灾害人工巡查	月	12	1000	12000	1440.00	1200.00	14640.00	
				水质化验、分析	点·次	24	2000	48000	5760.00	4800.00	58560.00	
				土壤化验分析	点·次	3	2000	6000	720.00	600.00	7320.00	
				放射性及有毒有害物质检测	元	20000		20000			20000	
				人工巡查植被	次	1	1000	1000	120.00	100.00	1220.00	
				专业监测次数	年	12407000		12407000			12407000	
				地灾安全隐患消除工程费用预留	元	4009000		4009000			4009000	
				地灾安全隐患消除工程费用预留	元	12407000		12407000			12407000	
2046-2051	生态修复工程	监测和管护工程	监测和管护工程	专业监测次数	年	19	56700	1077300	129276.00	107730.00	1314306.00	490440.0
				地质灾害人工巡查	月	228	1000	228000	27360.00	22800.00	278160.00	
				水质化验、分析	点·次	456	2000	912000	109440.00	91200.00	1112640.00	
				土壤化验分析	点·次	57	2000	114000	13680.00	11400.00	139080.00	
				人工巡查植被	次	19	1000	19000	2280.00	1900.00	23180.00	
				专业监测次数	年	6	56700	340200	40824.00	34020.00	415044.00	
				地质灾害人工巡查	月	72	1000	72000	8640.00	7200.00	87840.00	
				水质化验、分析	点·次	144	2000	288000	34560.00	28800.00	351360.00	
				土壤化验分析	点·次	18	2000	36000	4320.00	3600.00	43920.00	
				人工巡查植被	次	6	1000	6000	720.00	600.00	7320.00	
2052	生态修复工程	土地复垦与生物多样性修复工程	工业广场 矿部 选矿厂 主竖井工业广场 南风井工业广场 废石堆 尾矿库	硬化物拆除	100m³	135.60	32023.58	4342397.76	521087.73	434239.78	5297725.27	5091043.51
				垃圾外运	100m³	135.60	2962.34	401692.78	48203.13	40169.28	490065.19	
				翻耕	公顷	4.52	2095.90	9473.46	1136.82	947.35	11557.62	
				防渗	100m²	60.00	704.06	42243.83	5069.26	4224.38	51537.47	
				覆土	100m³	217.05	1367.38	296789.92	35614.79	29678.99	362083.70	
				推平	100m³	217.05	648.14	140679.18	16881.50	14067.92	171628.60	
				平整	公顷	11.33	3609.06	40890.68	4906.88	4089.07	49886.63	
				培肥	公顷	11.33	1098.37	12444.52	1493.34	1244.45	15182.31	
				种植杉木	100株	50.50	1051.53	53102.12	6372.25	5310.21	64784.59	
				种植柏木	100株	37.88	1051.53	39831.85	4779.82	3983.19	48594.86	
2053-2055	生态修复工程	监测和管护工程	监测和管护工程	种植马尾松	100株	37.88	1051.53	39831.85	4779.82	3983.19	48594.86	1699216.00
				种植红叶石楠	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35	
				种植杜鹃	100株	110.00	1008.62	110948.65	13313.84	11094.87	135357.35	
				播撒草籽	公顷	11.33	814.59	9229.31	1107.52	922.93	11259.76	
				专业监测次数	年	1	56700	56700	6804.00	5670.00	69174.00	
				地质灾害人工巡查	月	12	1000	12000	1440.00	1200.00	14640.00	
				水质化验、分析	点·次	24	2000	48000	5760.00	4800.00	58560.00	
				土壤化验分析	点·次	3	2000	6000	720.00	600.00	7320.00	
				人工巡查植被	次	1	1000	1000				

表 5-1-9

机械台班单价计算表

定额编号	机械名称及规格	台班费	一类费用小计	二类费													
				二类费合计	人工费(元/日)		动力燃料费小计	汽油(元/kg)		柴油(元/kg)		电(元/kw.h)		水(元/m3)		风(元/m3)	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1004	单斗挖掘机 油动 斗容1m3	785.91	296.15	489.76	2.00	82.88	324.00			72.00	4.50						
1013	推土机 功率 59kw	430.15	66.39	363.76	2.00	82.88	198.00			44.00	4.50						
1014	推土机 功率 74kw	595.80	182.54	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1020	履带式拖拉机 功率40~55kw	420.99	61.73	359.26	2.00	82.88	193.50			43.00	4.50						
1021	履带式拖拉机 功率59kw	499.93	86.67	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50						
1049	无头三铧犁	10.08	10.08														
1052	手持式风镐	58.17	3.77	54.40			54.40									320.00	0.17
3002	混凝土搅拌机 0.4m3	261.79	55.53	206.26	2.00	82.88	40.50					50.00	0.81				
3005	插入式振捣器 2.2kw	22.52	12.80	9.72			9.72					12.00	0.81				
4004	载重汽车 汽油型 载重量5t	310.89	78.01	232.88	1.00	82.88	150.00	30.00	5.00								
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														
5002	塔式起重机 起重量10t	606.55	335.49	271.06	2.00	82.88	105.30					130.00	0.81				
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C15 1级配 粒径20 水泥32.5 水灰比0.65	32.5	1级配	C15	270.00	0.30	0.57	60.00	0.70	60.00	0.17	0.76	0.00	0.00	157.33
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	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)	
	土地复垦与生物多样性修复工程												
	图斑一												
10224换	1m3挖掘机挖装自卸汽车运土 运距1.5~2km~自卸汽车8T	100m3	71.85	15.00	1019.76	1106.61	43.16	1149.77	62.66	36.37	137.37	1386.17	
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	64.23	648.14	
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70	357.65	3609.06	
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.21	103.65	608.00	876.85	34.20	911.05	49.65	28.82	108.85	1098.37	
90001换	栽植杉树(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	104.21	1051.53	
90001换	栽植柏树(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	104.21	1051.53	
90001换	栽植马尾松(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	104.21	1051.53	
90013换	栽植红叶石楠(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	99.95	1008.62	
90013换	栽植杜鹃(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	99.95	1008.62	
90030换	撒播 不覆土~III类土	公顷	182.48	467.83		650.30	25.36	675.67	36.82	21.37	80.73	814.59	
	各工业广场、废石堆、尾矿库												
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	13200.55			11882.98	25083.52	1229.09	26312.62	1697.16	840.29	3173.51	32023.58
20286换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴 运距2~3km~自卸汽车8T	100m3	182.44		2160.24	2342.68	91.36	2434.04	157.00	77.73	293.56	2962.34	
10044	土地翻耕 三类土	公顷	935.12		738.08	1673.20	65.25	1738.45	94.75	55.00	207.70	2095.90	
100009	土工膜铺设 平铺	100m2	371.74	190.32		562.07	21.92	583.99	31.83	18.47	69.77	704.06	
10224换	1m3挖掘机挖装自卸汽车运土 运距1.5~2km~自卸汽车8T	100m3	71.85		1019.76	1091.61	42.57	1134.18	61.81	35.88	135.51	1367.38	
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	64.23	648.14	
10386	人工细部平整	公顷	2881.19			2881.19	112.37	2993.56	163.15	94.70	357.65	3609.06	
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	165.21	103.65	608.00	876.85	34.20	911.05	49.65	28.82	108.85	1098.37	
90001换	栽植杉树(带土球20cm以内) ~III类土	100株	325.38	514.08									

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

本项目的各项生态保护修复费用均由矿山支付。

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

5.2.2 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（市、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（市、县）自然资源管理部门提出计提申请，其主管部门应及时办理基金计提手续。基金计提应在当年一季度完成。

3、监督管理

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

5.2.3 基金计提计划

通过计算，在方案的适用年限 29.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 3274.88 万元。其中：生态修复工程施工费 1200.72 万元；其它费用 144.08 万元；不可预见费 120.07 万元；预留费用 1810.0 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（湘国资规〔2022〕3号）等相关文件执行。

本矿山的剩余服务年限为25.7年，根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘国资规〔2022〕3号），基金计提实行一次性计提和分年计提两种方式。

1、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。

2、矿山剩余服务年限3年以上的，可以分年完成基金总额计提。

根据生态修复基金管理办法的相关规定，第一年度缴纳基金的数额不能低于总额的20%，本次根据以上基金计提方式设计按20年计提生态修复基金，其中第一年计提总额的20%，剩余部分在19年中均摊。

矿山已建立生态保护修复基金账户，现有余额411.94万元，可在第一年缴纳基金时抵扣，第一年实际应缴纳的基金额度为243.036万元。

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
1	2026	654.976	20%
2	2027	137.89	4.21%
3	2028	137.89	4.21%
4	2029	137.89	4.21%
5	2030	137.89	4.21%
6	2031	137.89	4.21%
7	2032	137.89	4.21%
8	2033	137.89	4.21%
9	2034	137.89	4.21%
10	2035	137.89	4.21%
11	2036	137.89	4.21%
12	2037	137.89	4.21%
13	2038	137.89	4.21%
14	2039	137.89	4.21%
15	2040	137.89	4.21%
16	2041	137.89	4.21%
17	2042	137.89	4.21%
18	2043	137.89	4.21%
19	2044	137.89	4.21%
20	2045	137.89	4.21%
	合计	3274.88	

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有重要作用的认识。

6.2 技术保障

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

设立专门办公室，具体负责恢复生态保护修复工程的规划指导、监督、检查、组织协调和工程实施，并对其实行目标管理，确保规划设计目标的实现。

6.3 监管保障

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

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

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

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

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

6.4 适应性管理

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

生态保护修复实施中，及时总结阶段性生态保护修复实践经验，制定适应性管理

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

6.5 公众参与

审查通过的《矿山生态保护修复方案》和年度生态修复计划应在省自然资源厅网站进行公示，接受当地群众的监督。

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

本项目在生态保护修复方案报告编制过程中，得到了省自然资源厅、市自然资源局、县自然资源局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 29.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 3274.88 万元。其中：生态修复工程施工费 1200.72 万元；其它费用 144.08 万元；不可预见费 120.07 万元；预留费用 1810.0 万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

7.1.2.1 投资分析

目前矿山通过技改工程已基本完成了基建投资，本次不予分析计算。

7.1.2.2 主要财务指标

1、基本参数

(1) 产品数量与质量品级

A、年产量及入选品位

按正常年份的生产规模、方案推荐的采矿贫化率 10%，矿石入选品位=地质品位 $\times (1 - \text{贫化率})$ ，则矿石入选品位计算结果如下：

$$\text{主产铅入选品位} = 1.19\% \times (1 - 10\%) = 1.07\%;$$

$$\text{伴生锌入选品位} = 2.45\% \times (1 - 10\%) = 2.21\%;$$

$$\text{主产铜入选品位} = 0.16\% \times (1 - 10\%) = 0.14\%;$$

$$\text{伴生银入选品位} = 23.44\text{g/t} \times (1 - 10\%) = 21.10\text{g/t}.$$

B、年产精矿量

矿山年产精矿量=年采出矿石量(t) \times 入选品位(%) \times 选矿回收率(%)，则年产精矿量计算如下：

$$\text{铅精矿量} = \text{*****t};$$

锌精矿量=*****t;

铜精矿量=*****t;

银金属量=*****g。

(2) 年销售收入

A、产品销售价

按目前市场情况调查及矿山近 5 年售价格测算，精矿（金属量）价格如下：

品位 50% 的铅精矿扣除冶炼成本平均销售价格 14500 元/金属吨左右；

品位 55% 的锌精矿扣除冶炼成本平均销售价格 18000 元/金属吨左右；

品位 17.5% 的铜精矿扣除冶炼成本平均销售价格 30000 元/金属吨左右；

铅、铜精矿中 Ag 金属量平均销售价格 3.00 元/g 左右。

B、年销售收入

按年销售收入= \sum (精矿×销售价格) 计算，则年销售收入=***** (万元)。

(3) 产品成本

项目生产期产品成本包括生产成本、管理费用、财务费用、销售费用及剩余采矿权出让收益 80% 的分摊费用等，按同类矿山情况调查及矿山近 5 年产品成本统计：采矿单位成本 80.0 元/t、出矿单位成本 50.0 元/t（含地面运输单位成本）、采空区充填成本 35.0 元/t、合计采矿成本为 160 元/t，选矿成本为 95.0 元/t、尾矿堆存成本 16.0 元/t、合计选矿成本为 116 元/t，管理费用 30 元/t、财务费用 4.0 元/t、销售费用 11.43 元/t（按照销售收入的 2% 计提）、剩余采矿权出让收益 80% 的分摊费用 18.0 元/t。具体成本详见表 7-1-1。

表 7-1-1 产品成本明细表

序号	项目名称	采矿	选矿	合计
1	生产成本	165	111	271
1.1	外购材料费	49.50	38.85	86.85
1.2	外购燃动力费	24.75	14.43	38.43
1.3	职工薪酬费	46.20	33.30	78.10
1.4	折旧维简费	16.50	13.50	30.00
1.5	安全费用	10.00		10.00
1.6	修理费	5.95	3.97	9.92
1.7	其他费用	12.10	6.95	17.70
2	管理费用	30.00		30.00
3	财务费用		4.00	4.00
4	销售费用		11.43	10.70

序号	项目名称	采矿	选矿	合计
5	采矿权摊销费	18.00		18.00
6	总成本费用	339.43		339.43

则矿山年总成本费用=*****万元。

(4) 增值税

按《中华人民共和国增值税暂行条例实施细则》，增值税率为13%，但考虑“矿山企业外购设备将纳入进项税额的抵扣”因素，一般纳税人增值税税率是根据销售收入除以1.03再乘以3%计算，则增值税=*****万元。

(5) 销售税金附加

A、资源税：依据2020年6月28日，为贯彻落实《中华人民共和国资源税法》，湖南省人民代表大会常务委员会关于资源税具体适用税率等事项的决定（2020年7月30日湖南省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过），实行从价计征，根据以上规定，铅、锌矿按3.5%税率计算，铜矿按3%税率计算，银矿按2%的税率计算。

则资源税=*****万元。

B、城市维护建设税：根据《中华人民共和国城市维护建设税法》，按“增值税、消费税、营业税”税额的5%，则城市维护建设税*****万元。

C、教育费附加税：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%+省2%，则教育费附加税=*****万元。

(6) 环境保护税

根据2018年1月1日起施行的《中华人民共和国环境保护税法》，参照有色矿山固体废弃物污染征收5~1000元/t的标准，按矿山固体废弃物污染征收10元/t估算，矿山环境保护税约*****万元/a。

(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) 其它

A、采矿权使用费：1000元/年·k m²；

B、矿山维简费：除国有大中型冶金矿山企业外的冶金矿山企业按15元/t提取；

C、矿山安全费用：根据国家安全生产监督管理总局《高危行业企业安全生产费用财务管理暂行办法》规定，并下矿山按 8 元/t 提取；

D、环境治理费用：5 元/t；

E、其它费用：按产值 6% 计。

2、效益分析

经上文分析，矿山在未来达产生产经营中，每年将为国家增收各种税费 2672.36 万元，企业也将获得 3307.88 万元的净利润，不仅为国家创造财富，而且可以增加就业岗位，大大促进地方经济的发展。

表 7-1-2 矿山主要财务指标表

序号	主要财务指标	单位	指标值	备注
1	年销售收入	万元	*****9	产品产量×售价
2	年成本费用	万元	*****	矿石直接成本
3	税金及附加	万元	*****	(3.1+3.2+3.3+3.4)
3.1	年增值税	万元	*****4	产值÷1.03×3%。
3.2	资源税	万元	*****	年销售收入×1%×50%
3.3	城市维护建设税、教育费附加	万元	*****	年增值税×(5%+3%+2%)。
3.4	环境保护税	万元	*****	外排固体废弃物10元/t。
4	其它费用	万元	*****	年销售收入×6%
5	税前利润	万元	*****	(1)-(2)-(3)-(4)
6	所得税	万元	*****	税前利润×25%
7	税后利润	万元	*****	税前利润—所得税

7.1.3 经济可行性结论

由上述分析可以看出，矿山企业每年净盈利约*****万元。矿山的服务年限约 25.7 年，即矿山的静态投资总收益约*****万元。

前文已述，目前矿山通过技改工程已基本完成了基建投资，本次不予分析计算。生态修复工程费用估算为 3274.88 万元，矿山 1.2 年的净利润即可覆盖生态修复工程费用。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良好的盈利，矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金。

7.2 技术可行性分析

本次设计的生态保护修复工程包括了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、监测与管护工程等。矿山建设、生产期间和闭坑后设置的生态修复工程工艺简单，难度小，场区土地复垦较适宜；按上述工程实施后，矿区环境会得到及时治理和恢复。矿区生态修复技术上可行。

7.3 生态环境可行性分析

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

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案适用年限

根据 2020 年 5 月，湖南省有色地质勘查研究院编制的《湖南省祁东县鸟江大岭铅锌矿铅锌矿资源开发利用方案》，设计矿山的生产能力为**万 t/a。自截至 2020 年 5 月 31 日起算，矿山服务年限为 19.8 年。

截至本报告编制，矿山仍处于技改阶段，仅在开拓过程中采出少量矿石，未大规模生产，因此服务年限仍为 19.8 年，考虑本方案评审备案时间及办理采矿许可证周期，本次以 2026 年 1 月作为服务年限的基准期，则矿山生产服务期为 2026 年 1 月至 2045 年 10 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 23.8 年。故本方案的适用年限为 23.8 年（2026 年 1 月～2049 年 10 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、工业广场、污水处理站、废石堆、尾矿库、图斑一（历史遗留废弃矿山）对地形地貌造成了破坏且有破坏趋势。预测新增主竖井工业广场、新增南风井工业广场对地形地貌景观有破坏的趋势，现状及预测累计影响面积约 20.79h m²。

2、土地资源占损

现状矿山开采共占地约 19.56h m²；预测矿山开采共占地约 20.79h m²，其中林地约 0.03h m²，采矿用地约 19.56h m²，草地约 1.2h m²，土地权属为祁东县鸟江镇大岭村。

现状矿山开采对土地资源有污染影响，主要表现为局部的镉元素超标。未来矿山只要严格按照相关要求达标排放废水，且按照设计尾矿部分用于回填减少堆积量的前提下，对下游土壤的污染破坏与现状基本相同，在局部会造成污染问题，但不会形成

大规模污染。

3、水资源水生态影响

现状及预测矿山开采对水资源有影响；现状，矿山开采对水生态基本无影响；预测未来矿山严格按照相关环保要求对污水进行的处理的前提下，矿业活动对水生态影响轻微。

4、矿山地质灾害影响

现状矿山开采未引发各类地质灾害。

预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡、泥石流及岩溶地面塌陷的可能性小，危险性小；预测未来矿山在严格按照设计采用充填法开采的前提下，引发采空区地面变形的可能性小，但是考虑矿山生产服务年限长，影响区面积大，不可预测问题较多，本次评价采空区地面变形的危险性中等。矿山建设遭受各类地质灾害的可能性小，危险性小。

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，预测造成生物多样性破坏的影响轻微且可修复，对区域生物多样性影响小。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本次设计的生态保护修复工程包括了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、监测与管护工程等。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 29.7 年内，矿山生态修复工程费用估算为 3274.88 万元。其中：生态修复工程施工费 1200.72 万元；其它费用 144.08 万元；不可预见费 120.07 万元；预留费用 1810.0 万元。

由经济分析可以看出，矿山企业每年净盈利约*****万元。矿山的服务年限约 25.7 年，即矿山的静态投资总收益约*****万元。

目前矿山通过技改工程已基本完成了基建投资，本次不予分析计算。生态修复工程费用估算为 3274.88 万元，矿山 1.2 年的净利润即可覆盖生态修复工程费用。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良好的盈利，矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金。

8.1.4 结论

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

8.2 建议

1、本方案现存的主要问题是采矿许可证核准的生产能力与环评报告批复的生产能力存在不一致的问题。目前环评报告批复及矿山的实际生产能力为**万 t/a，低于采矿许可证核准的**万 t/a。本次方案是在生产能力**万 t/a 的基础上进行诊断与设计的。未来矿山需严格按照环评报告批复的**万 t/a 开展生产，若计划提升产能，则需重新编制本方案及环境影响报告书。

2、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。

3、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。

4、本次次方案以矿山初步设计、环评批复的实际产能重新估算了剩余服务年限，并在此基础上安排了生态修复工程及基金计提方案。未来矿山产能若发生变化，本方案应重新编制。

5、做好水、土生态监测，矿山废水一定要达标排放，确保不污染下游水土环境，若发现有污染问题，则应立即采取相关措施。

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

7、矿山全部开采阶段需确保地表基本的农田的安全，发现问题及时处理。

8、矿山尾矿库的适用、闭库及闭库后的生态修复工作应执行应急管理部的规

定；矿山开采过程中应严格按照环保及应急管理部的要求开展水质、土壤的监测。

9、根据矿山尾矿产出量估算，现有尾矿库无法满足未来矿山生产需求，本次开发利用方案未规划新的尾矿库，后期若矿山新设尾矿库，本方案应重新编制；

10、矿山开采过程中应严格按照有关技术规范和管理规定，规范采矿废石综合利用和沉淀池污泥的处理，加强生产管理和风险防范。

11、未来矿山必须严格按照生态环境部门的要求对所有外排废水进行达标处理，避免对下游水、土生态造成污染问题；若发生重大水、土生态污染问题，本方案应重新编制。

12、本次估算的经费与基金计提可根据主管部门要求和实际需要进行动态调整。

13、矿山修复工程验收合格后应及时移交当地政府、集体或个人使用、管理。

14、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的标准。

15、针对局部的底泥重金属超标问题，矿山应按照生态环境部门的要求，查明原因，需要矿山进行修复的，矿山应积极承担修复责任。