

**湖南省永州市零陵区珠山镇长冲锰矿
矿山生态保护修复方案**

湖南省地质勘探院有限公司

二〇二六年二月

湖南省永州市零陵区珠山镇长冲锰矿 矿山生态保护修复方案

项目负责人：陈益平

报告主编：陈益平 王超文 李胜辉 谢雨军 谢志丞

审 核：周英爱

总工程师：唐瞻浩

单位负责人：江昌禄

提交报告单位：湖南省地质勘探院有限公司

提交报告时间：二〇二六年二月

目 录

1 基本情况	5
1.1 方案编制基本情况	5
1.2 矿山基本情况	14
1.3 矿山开采历史和现状	21
2 矿山生态环境背景	31
2.1 自然地理	37
2.2 地质环境	38
2.3 生物环境	46
2.4 人居环境	47
3 矿山生态问题识别和诊断	50
3.1 地形地貌景观破坏	50
3.2 土地资源占损	52
3.3 水资源水生态影响	58
3.4 矿山地质灾害影响	61
3.5 生物多样性破坏	72
4 生态保护修复思路与措施	74
4.1 生态保护修复思路	74
4.2 保护修复措施与目标	74
4.3 生态保护修复实施内容和进度安排	74
5 经费估算与基金管理	111
5.1 经费估算	121
5.2 基金管理	138
6 保障措施	141
6.1 组织管理保障	141
6.2 技术保障	141
6.3 监管保障	142
6.4 适应性管理	142

6.5 公众参与	142
7 矿山生态保护修复方案可行性分析	143
7.1 经济可行性分析	143
7.2 技术可行性分析	145
7.3 生态环境可行性分析	145
8 结论与建议	146
8.1 结论	146
8.2 建议	147
8.3 说明	148

1 基本情况

1.1 方案编制基本情况

1.1.1 任务由来

随着我国电解金属锰行业的迅速发展，选矿技术的提高，市场需求量的增加，目前开采低品位的碳酸锰有一定的经济效益，因此在东湘桥矿区非法盗采碳酸锰的行为较多。近年来零陵区人民政府在打击非法采矿，规范矿业开采秩序上做了大量工作，关停了非法采矿点，划定了合法矿山的矿区范围，基本上遏制了非法盗采的现象。但滥采滥挖对地质环境造成了较重破坏，急需进行治理恢复。

永州市零陵区珠山镇长冲锰矿是在专项整治中保留的合法矿山，现持采矿许可证号*****，有效期至****年**月**日，已过期，且矿山未按照现行《矿山生态保护修复方案编制规范》编制过方案，为办理采矿许可证延续登记手续，合理利用矿产资源、有效保护矿山地质环境。根据我省自然资源厅 2021 年颁布的《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（以下简称《通知》）湘自资办发（2021）39 号文件精神，矿山委托我司对矿区地质环境、生态环境进行了调查，并在以上资料的基础上编制《矿山生态保护修复方案》（以下简称《方案》）。

我司接受委托任务后，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，于 2026 年 1 月完成了该《方案》的编制工作。

1.1.2 目的任务

1.1.2.1 工作目的

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

1.1.2.2 工作任务

- 1、收集资料整理，确定矿山生态保护修复调查范围，开展矿山生态问题现状识别与诊断；根据矿山后续开采计划，对地形地貌景观破坏、土地资源损毁、水资源水生态破坏、诱发加剧与遭受矿山地质灾害可能与危险程度进行生态问题发展趋势分析。
- 2、根据矿山生态问题识别和诊断结果，提出矿山生态保护修复思路、目标和措施。
- 3、拟定矿山生态保护修复实施内容的总体部署和进度安排。
- 4、对矿山生态保护修复工程经费进行估算。
- 5、提出保障矿山生态保护修复落实的措施。
- 6、对矿山生态保护修复方案进行可行性分析。
- 7、为矿山制定年度生态保护生态保护修复计划，年度基金计提计划。

1.1.3 编制依据

1.1.3.1 法律法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（2025年7月施行）；
- 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、《湖南省地质环境保护条例》（2018.11.30）；
- 5、《矿山地质环境保护规定》自然资源部令（2019.7.24）第5号；
- 6、《中华人民共和国森林法》（2019年12月18日修订，2020年7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、《中华人民共和国民法典》（2020年5月28日颁布，2021年1月1日起施行）；

1.1.3.2 有关政策依据

- 1、《关于加强和改进土地开发整理工作的通知》（国土资发〔2005〕29号）；
- 2、《关于改进矿山地质环境保护与恢复治理工作的通知》（湘国土资发〔2013〕34

号)；

- 3、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》(国土资发〔2016〕63号)；
- 4、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》(国土资规〔2017〕4号)；
- 5、《湖南省国土资源厅等六部门关于印发〈湖南省绿色矿山建设方案〉》的通知(湘国土资发〔2018〕5号)；
- 6、《湖南省绿色矿山管理办法》(湘自然资规〔2019〕4号)；
- 7、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)；
- 8、《湖南省绿色矿山建设三年行动方案(2020-2022年)》(湘自然资发〔2020〕19号)；
- 9、《自然资源部办公厅、财政部办公厅、生态环境部办公厅关于印发〈山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)〉的通知》(自然资办发〔2020〕38号)；
- 10、《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)；
- 11、《关于做好新建和生产矿山生态保护年度验收工作的通知》(湘自资办发〔2021〕82号)；
- 12、《湖南省林业局关于印发〈湖南省林地恢复植被和林业生产条件、树木补种标准〉的通知》(湘林造〔2021〕3号)；
- 13、《国务院办公厅关于科学绿化的指导意见》(国办发〔2021〕19号)；
- 14、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》(湘自资规〔2022〕3号)；
- 15、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义(暂行)的通知》(湘自办资发〔2022〕28号)。

1.1.3.3 技术规范依据

- 1、《污水综合排放标准》(GB89781996)；
- 2、《开发建设项目水土保持方案技术规范》(SL204-98)；
- 3、《生态公益林建设技术规程》(GB / T18337.3-2001)；

- 4、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- 5、《地质灾害防治工程勘察规范》(DB50/143-2003)；
- 6、《水土保持综合治理技术规范沟壑治理技术》(GB/T16453.3-2008)；
- 7、《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；
- 8、《林业生态造林技术规程》(DB867-2013)；
- 9、《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB 51016-2014)；
- 10、《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；
- 11、《全国生态功能区划(修编版)》环境保护部、中国科学院(2015.11)
- 12、《湖南省地质灾害危险性评估报告编制与审查要点》(DZ/T0286-2015)；
- 13、《造林技术规程》(GBT 15776-2016)；
- 14、《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)；
- 15、《地下水质量标准》(GB14848-2017)；
- 16、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；
- 17、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)；
- 18、《冶金行业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0319-2018)；
- 19、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)；
- 20、《农田灌溉水质标准》(GB 5084-2021)；
- 21、《工业废水锰污染物排放标准》(DB43/2426-2022)；
- 22、《矿山生态保护修复方案编制规范》(DB43/T2298-2022)；
- 23、《矿山生态保护修复验收规范》(DB43/T 2889-2023)；
- 24、《矿山生态修复工程验收规范》(TD/T1092-2024)。

1.1.3.4 资料依据

- 1、2005年6月，湖南天源国土资源勘查有限公司编制的《湖南省永州市长冲锰矿矿山地质环境影响评估报告》；
- 2、2017年7月，湖南省地质矿产勘查开发局409队编制的《湖南省永州市零陵区东湘桥矿区长冲锰矿资源储量核实报告》，湘国土资储备字〔2018〕042号；

3、2018年12月，湖南省地质矿产勘查开发局四〇九队编制的《永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复工程试点(自然资源部分)实施方案(2018-2020年度)》；

4、2019年3月，永州市零陵长冲锰业开发有限公司编制的《湖南省长冲锰矿资源开发利用方案》；

5、2019年4月，湖南省地质环境监测总站编制的《零陵区珠山镇长冲锰矿矿山地质环境保护与恢复治理分期验收报告》；

6、2019年7月，湖南省地质勘探院编制的《湖南省永州市零陵区珠山镇长冲锰矿矿山地质环境综合防治方案》；

7、2017年7月，湖南省地质矿产勘查开发局409队编制的《永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复工程试点(自然资源部分)补充实施方案(2018-2020年度)》；

8、2022年11月，湖南省自然资源厅关于下达永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复项目总体验收意见的函《湘江流域和洞庭湖生态保护修复工程试点永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复项目竣工验收意见》；

9、2023年1月，湖南省地球物理地球化学调查所编制的《湖南省永州市零陵区东湘桥矿区长冲锰矿矿山储量年报(2017年9月~2022年12月)》；

10、2025年12月，湖南省地质勘探院编制的《零陵区珠山镇长冲锰矿矿山生态保护修复分期验收报告(2019年1月—2025年8月)》；

11、2025年3月，永州市零陵区发展和改革局，《零陵区锰产业园光伏产业布局规划书(2026—2030年)》；

12、零陵区珠山镇土地利用现状图(2019年)，比例尺1:10000。

1.1.4 工作概况

我司接到委托后，组织专业技术人员收集有关成果资料，并于2025年7月20日、11月21日至25日派出专业技术人员对矿山范围开展野外现场调查、采样和测量。现将方案编制工作程序及本项目调查工作概述如下：

1、工作程序

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

图 1-1-1 方案编制工作程序

2、工作内容

根据本项目的特点，本次主要工作内容为收集矿山现有资料、现场踏勘及野外调查、室内资料整理及方案交流与完善。

(1) 收集资料

本次收集资料主要包括有矿山分期验收报告、采矿权范围核查报告、开发利用方案、国土空间规划和土地利用现状图（三调成果）等地质、人文、社会经济、自然地理、规划及林业资源资料，主要为文字报告、图件及表格资料，共收集 7 份（套）。

(2) 现场踏勘以及野外调查

专业技术人员到现场了解了矿山位置、交通条件、矿区范围、矿山地面情况及其与外围的关系，运用调查访问、穿越法及追索法等方法，重点调查了地形地貌、地层岩性、土壤植被、生物多样性、矿山开采情况、矿体分布、水文地质、工程地质、近期及历史发生的地质灾害及矿山民采、土地损毁，矿山生态环境破坏及保护修复等情况，同时在矿山及周边区域采取地表水样 5 组，废水样 1 组，土壤样 5 组，固体废物 1 组，在矿山以往露天采场、底部露天采场、西南部以往废石堆旁、矿区东部尾矿库等可能受矿业活动影响区域采集土壤样品，矿区南部、东北部可能受影响的农田采集土壤样品；在矿区内沉淀池、库区南部以往采坑内积水、库区东部尾矿库、库区东南部外围山塘和库区北部山塘采集水质样品。调查时对矿区生态环境问题、矿区生态修复工程现状等进行了记录、拍照。野外调查工作满足生态修复规范要求。

(3) 室内资料整理及方案编制

在综合分析现有资料，对遥感图进行遥感解译工作，对矿区土地资源占损破坏范围进行圈定和实地调查结果的基础上，根据土地利用现状图、采矿权申请范围核查报告、勘查报告、开发利用方案等技术资料，确定方案的适用年限、适用范围，对矿山生态问题现状进行识别与诊断，进而确定矿山生态保护修复思路、目标和措施，确定矿山生态保护修复实施内容及总体部署与进度安排，以此为依据对矿山生态保护修复工程经费进行估算，明确基金管理或使用具体办法。最后对矿山生态保护修复方案进行可行性分析，确定矿山开采是否影响矿区局部生态系统的生态功能，并提出合理化建议。

(4) 方案交流与完善

《方案》编制按照“保障生态安全，恢复生态功能，兼顾生态景观”及“因地制

宜，边开采边修复”的原则。《方案》编制初稿完成后，认真听取土地所有权人、当地土地主管部门就矿山生态保护修复措施、资金投入等问题的意见，进一步完善《方案》的技术、经济可行性。

1.1.5 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、国土空间规划、产业规划、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。基本查明了矿山地质环境特征，基本查明了矿山生态问题及成因条件，为本次工作奠定了良好的基础。

完成工作量见表 1-1-1。

表 1-1-1 完成工作量表

工作性质	项目	单位	工作量	
资料收集	矿山地质环境影响评估报告	份	1	
	储量核实报告	份	1	
	矿山开发利用方案及相关附件	份	1	
	矿山地质环境综合防治方案	份	1	
	矿山储量年报	份	1	
	矿山分期验收报告及相关附件	份	1	
	矿业权设置范围相关信息分析结果简报	份	1	
	国土空间规划	份	1	
	土地利用现状资料	份	1	
	遥感影像资料	份	1	
野外调查	矿山生态背景调查	调查生态区面积	km ²	3.68
		调查路线长度	km	8.70
		调查地质点	个	8
		溪沟、河流、水塘	处	5
		植被覆盖情况		全工作区
	矿山基本情况	矿山公路	条	1
		矿山及周边井调查	处	2
		已建设工程点	处	3
		土样分析	组	6
		水样分析	组	6
	矿山生态保护修复综合调查	照片	张	20（采用8张）
		矿山生态问题调查表	份	1
		矿山生态保护修复公众意见征求表	份	5
室内综合	编制报告	份	1	
	编制附图	份	3	
	整理附件	份	10	

1.1.6 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、以自然地理单元和划定的采矿权范围为基础，即本方案的适用范围是涵盖了全部采矿权范围的自然地理单元；

2、以生态条件、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。

本次方案的适用范围包括露采场、工业广场、尾矿库全部范围，以周边范围第一分水岭为界，具体划分如下：东部以+173.5m、+193.0m 山包连线为界；南部以+193.0m、188.5m、211.1m 山包连线为界；西部以+223.9m、+223.6m 高地、梅溪河西岸、214.3m 高地连线为界；北部以+197.1m、+223.5m、198.3m、213.9m、203.4m、223.5m 高地连线为界；其它地段以矿界外推 200~300m 为界，评估区面积约 3.68km²（见附图 2）。

1.1.7 方案适用年限

1.1.7.1 矿山可采储量

根据永州零陵长冲锰业开发有限公司 2019 年 3 月提交的《永州市零陵区珠山镇长冲锰矿资源开发利用方案》，截至 2017 年 4 月 30 日，长冲锰矿矿山可采范围内保有锰矿石资源储量 111b 类**万吨、122b 类**万吨、332 类**万吨、333 类**万吨，合计保有量**万吨。

根据 2023 年 1 月湖南省地球物理地球化学调查所编制的《湖南省永州市零陵区东湘桥矿区长冲锰矿矿山储量年报（2017 年 9 月~2022 年 12 月）》，截至 2022 年 12 月底，矿山保有（TM+KZ+TD）氧化锰矿石量**万吨，其中探明资源量**万吨，控制资源量**万吨，推断资源量**万吨。2022 年度矿山动用了 68 号矿体中的 68-KZ-78 块段，采损矿石量**万吨。另外本矿山涉及已实施的山水工程区域不进行开采，主要保留区域为 Lc1-1、Lc4-2 的部分区域，现对该区域资源储量进行估算：

依据 2023 年 1 月湖南省地球物理地球化学调查所编制的《湖南省永州市零陵区东湘桥矿区长冲锰矿矿山储量年报》，Lc1-1 的块段号为 68-TD-136，资源储量类型为

TD，该块段体积为**m³，块段矿石量为**t，矿段平面投影面积**m²，扣除山水工程压覆后的面积为**m²，测算其压覆资源量为**。Lc4-2 的块段号为 70-TD-140，资源储量类型为 TD，该块段体积为**m³，块段矿石量为**t，矿段平面投影面积**m²，扣除山水工程压覆后的面积为**m²，测算其压覆资源量为**_***/**=**t。两区域共计压占推断资源量**吨，即**万吨。

根据开发利用方案，推断资源量，其勘探程度相对偏低，考虑到氧化锰矿为似层状、透镜状，且地表已经有露采揭露，本次设计按 80%利用，故设计利用氧化锰资源储量为： $**+**+(**_**)\times**\%=**$ （万吨）

可采储量计算是在设计依据的资源储量上进行的。考虑到矿体的工程控制程度，参照《采矿设计手册》及相关设计规范要求，并结合矿山采矿实际情况，设计氧化锰矿开采回采率为 92%。本矿山地表无重要的工程设施和居民点。其可采储量计算按下式计算：

$$Q_K = (Q_G - Q_a) \times \eta = (** - 0) \times 92\% = ** \text{ (万 t)}$$

Q_K —可采储量，万 t；

Q_G —设计利用矿产资源储量，万 t；

Q_a —境界外损失储量，万 t；

1.1.7.2 矿山剩余服务年限

根据开发利用方案，本次设计露天开采时，采矿贫化率为 10%，则矿山生产服务年限按以下公式计算：

$$T = Q_{\text{采}} / A / (1 - K_1)$$

$$\text{矿山服务年限 (a)} = ** / [** \times (1 - 0.1)] = ** \text{ (a)}$$

式中： T ——矿山服务年限（a）

$Q_{\text{采}}$ ——可采储量（万 t）

A ——生产能力（万 t/a）

K_1 ——设计采矿贫化率（%）

综上所述，本次计算矿山的的服务年限为 3.61 年，约 3.6 年。

1.1.7.3 本方案的适用年限

矿山自 2023 年以来一直处于停产状态，故矿山的剩余服务年限为**年（20**年**月—20**年**月），本方案设计矿山修复期为 1 年（修复工程完成后 3 年为监测管护期），因此本方案的适用年限为**年，即 20**年**月—20**年**月。

综上所述，本方案的适用年限为**年（即 20**年**月—20**年**月）。

1.2 矿山基本情况

1.2.1 矿山区位条件

1.2.1.1 矿山交通区位条件

长冲锰矿位于零陵区城区西南方向约 32km 处，属珠山镇管辖。西距湘桂铁路黄沙河车站 21km，322 国道、衡昆高速公路从矿山北侧通过，矿山内简易公路密布，交通方便（见图 1-2-1）。矿山地理坐标为：东经**°**′**″_**°**′**″，北纬**°**′**″_**°**′**″。

图 1-2-1 矿山交通区位图

矿山东距水口山镇约 12km，北距珠山镇 5km，距永州市零陵城区 32km。有简易公路向北可达珠山镇 G322 国道，向东 28km 可至 G207 国道；珠山镇往西 21km 为湘桂铁路的黄沙河火车站，往北 12.5km 为衡昆高速公路，区内简易公路密布，交通方便。

1.2.1.2 矿山生态区位条件

根据《全国生态功能区划（修编版）》环境保护部、中国科学院（2015.11），矿山位于国家重点生态功能区南方丘陵山地带，该区域的主攻方向以增强森林生态系统质量和稳定性为导向，立足南岭山地森林及生物多样性重点生态功能区，在全面保护常绿阔叶林等原生地带性植被的基础上，科学实施森林质量精准提升、中幼林抚育和退化林修复，大力推进水土流失和石漠化综合治理，逐步进行矿山生态修复、土地综合整治，进一步加强河湖生态保护修复，保护濒危物种及其栖息地，连通生态廊道，完善生物多样性保护网络，开展有害生物防治，筑牢南方生态安全屏障。

根据永州市人民政府关于实施永州市“三线一单”生态环境分区管控的意见，矿山所在的珠山镇属于一般管控单元。见图 1-2-2。主要属性为生态保护红线/一般生态空间（公益林/水土保持功能重要区/水源涵养重要区）；水生态工业污染重点管控区（城镇污水处理厂-零陵工业园区珠山片区污水处理厂/湖南零陵工业园外围汇水区）/其他水生态重点管控区（重金属矿-零陵区锰资源综合开发有限公司燕子冲锰矿、零陵区珠山镇长冲锰矿、零陵区珠山镇东湘桥锰矿、零陵区锰资源综合开发有限公司坦复-雨脚塘锰矿、永州市零陵区锰资源综合开发有限公司大科甸锰矿、零陵区珠山镇太婆冲锰矿、永州市零陵区锰资源综合开发有限公司程家-刘家锰矿）/水生态一般管控区；大气环境高排放重点管控区（东湘锰业、荣达锰业、上田工业区、万事达锰业-鸿鑫锰业、鑫城锰工业区、湖南零陵工业区珠山片区）/大气环境一般管控区；农用地优先保护区/其他土壤重点管控区（部省级采矿权/市县级采矿权）/土壤污染风险一般管控区即本区暂无明细的环境问题。

图 1-2-2 矿山在永州市环境管控单元图中的位置（2023 版）

经省自然资源事务信息中心查询，长冲锰矿不在“三线一单”禁止范围，不在城乡建设和国家重大工程建设规划区内。长冲锰矿范围内无基本农田，与各类自然保护地、生态保护红线、禁止开发区边界、已查询的建设项目等均无重叠，不涉及建设用地压覆矿产资源量和国家开采总量控制矿种。矿区与重要基础设施建设无冲突，周边 1000 米范围内无铁路、300 米范围内无高速公路、国道、省道、县道通过。

1.2.1.3 国土空间规划区位

经省自然资源事务信息中心查询及我所技术人员现场核查，长冲锰矿不属于禁采区。矿山采矿权属于延续矿权，开采规模在规划的现有开采量之内，符合《零陵区矿产资源总体规划（2021~2025 年）》。

矿山位于永州市零陵锰矿区，矿山生产工艺及处理规模不属于产业政策中的限制类和淘汰类，属于允许类，且项目使用的生产设备不属于《产业结构调整指导目录（2019）》淘汰类设备，符合国家产业政策。

2020年8月，根据《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）精神，永州市零陵区人民政府向湖南省自然资源厅以《关于由零陵区财政出资对永州市零陵区东湘桥矿区开展锰矿详查的请示》（零政〔2020〕25号文），拟对东湘桥勘查区内11个采矿权进行整合扩界。

1.2.1.4 产业区位条件

根据永州市人民政府关于实施永州市“三线一单”生态环境分区管控的意见，矿山所在的珠山镇经济产业布局为蔬菜种植、养殖、锰矿石深加工、精冶炼和建筑材料。

近几年来，永州市零陵区珠山镇充分利用毗邻湘粤桂的区位优势，大力发展粤港澳大湾区“菜篮子”基地，并把发展蔬菜产业作为全镇提升产业发展水平、增加农民收入的重要抓手，建立健全“菜篮子”一把手负责制，采取领导包点示范、干部驻村包户、党员带头种植、技术员上门服务、夯实以奖代补等措施，制定出台了《零陵区珠山镇蔬菜产业发展规划及措施》。

珠山镇每天可大面积输送给粤港澳市场新鲜绿色花菜苔5吨以上，入股农户户平增收1万元左右。目前，全镇已发展粤港澳大湾区“菜篮子”基地总面积10000余亩，“菜篮子”收入上亿元。

根据2023年11月，中车山东风电有限公司编制的《零陵区锰矿区新能源项目方案》，为助力永州市零陵区巩固优势产业领先地位，助力整个锰产业高端化、绿色化、集约化、一体化，推进锰产业集群发展；助力锰矿区及企业实现多能互补和能源管理，降低电力成本，盘活、增强本土锰矿企业产品竞争力。

当地政府拟针对永州市零陵区区内锰矿企业的多能互补、节能降耗、节能管理、降本增效等方面，根据矿区锰矿企业的实际情况进行光伏发电、综合能源管理等多能互补项目开发。按照每个企业实际情况合理确定建设规模、接网消纳和运营维护等工作，分别为每个企业做出合理科学的节能减排、能源管理方案，切实为企业节能降耗做好服务，增强企业市场竞争力，确保满足实际要求。变资源优势为经济优势，促进企业及区域经济的可持续发展，实现能源绿色化，发展环保化。

加快建设锰矿区光伏、风电等新能源项目，既是调整电源结构，又是实现锰矿区产业可持续发展的战略选择之一，该项目建成后可增加清洁上网电量，保护环境、发展低碳经济、促进零陵区产业经济可持续发展，社会影响效果是积极的。

目前，区农建投组织建设的零陵区工业园扶贫光伏发电项目（一期）已正式并网发电。零陵工业园扶贫光伏项目，于2017年12月15日开工，项目建设规模为1200千瓦，按照6.98元/瓦计算，总投资837.6万元。每栋发电量约1166度，全天可发电约7000度。全年收益预计约102万元，可节省标准燃煤389.2吨，可减排二氧化碳1038.71吨。可为零陵区20个贫困村每村每年增加4万元以上的村集体经济收入，极大地促进了全区精准扶贫、精准脱贫进程。

2018年后，珠山镇继续加大了31个贫困村光伏扶贫项目的建设力度，投资3700万元，完成总装机容量5280千瓦的光伏扶贫电站建设。

综上所述，矿山所在的零陵区珠山镇是一个有农业种植、政府产业扶贫的乡镇，当地居民的收入来源逐年增长，未来的矿山建设和生态修复需考虑与当地的特色产业经济相结合。

1.2.2 矿山采矿许可证及矿权范围

采矿许可证为*****，有效期限**年**月**日至**年**月**日。核定生产能力**万 t/a, 面积**km², 开采深度+**m~+**m, 矿山范围由12个拐点圈定, 见表1-2-1。

表 1-2-1 长冲锰矿坐标表

点号	2000 国家大地坐标系		点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
1	*****	*****	7	*****	*****
2	*****	*****	8	*****	*****
3	*****	*****	9	*****	*****
4	*****	*****	10	*****	*****
5	*****	*****	11	*****	*****
6	*****	*****	12	*****	*****
开采深度：+**m~+**m 总面积：**km ²					

1.2.3 矿床特征

1.2.3.1 矿体特征

矿区堆积氧化锰矿床分布于向斜盆地两翼的丘陵地带，呈北北东向断续展布25km, 矿体赋存层位主要为坡积亚粘土与粘土层中，少数见于坡积岩屑层和残积层中。矿体底板多为壶天群、坡积粘土层。矿体倾角缓，一般0-15°，近于水平。矿区勘探时全矿区圈定锰矿体148个，其中表内矿体144个，表外矿体4个。表内矿体平均厚度

2.92m，平均含矿量 313.45kg/m³，平均剥离比 1.2。单个矿体最大面积 0.5km²，最小面积 0.001km²，一般为 0.05-0.2km²。矿体最大厚度 10.1m，最小厚度 0.9m，平均厚度 2.92m，矿体最大长度 1950m，最大宽度 700m，平均长度 338m，平均宽度 116m。

矿体一般为一层，形态主要为似层状、透镜状、次为馒头状、不规则状，局部有分支复合现象，夹石一般一层，少数 2—3 层。

矿体规模、形态、产状主要受地貌形态及古剥蚀面和剥蚀程度控制，一是堆积锰矿体形成在孤峰组含锰岩层倾向相反的宽缓山坡地带，陡峭地带堆积矿不发育；二是古剥蚀面凹陷地带堆积物厚度大，堆积矿厚度亦大；三是矿体规模大，形态较简单，产状较稳定，矿体规模小，形态较复杂，产状不稳定。

长冲锰矿山范围内占有勘探时圈定的 4 个矿体，矿体编号分别为 64、67、68、70 号。4 个矿体均有块段压界延伸出矿山外。4 个矿体中 70 号矿体为东湘桥矿区勘探时圈定的单个第二大矿体，68 号矿体为勘探时圈定的大于 5 万吨以上储量矿体之一。现对长冲锰矿山范围内 4 个矿体简述如下：

70 号矿体：矿体面积约***km²，矿体赋存在第四系坡积亚粘土、粘土中，矿体呈似层状，产状 0~15°，近于水平，矿体厚度 3.02m，锰平均品位 26.16%，铁平均品位 14.12%，平均含矿量 288.1kg/m³。经过长时期开采 70 号矿体目前仅剩残余矿体 5 个，面积约***km²。

68 号矿体：矿体面积约***km²，矿体赋存在第四系坡积亚粘土、粘土中，矿体呈似层状，产状 0~15°，近于水平，矿体厚度 5.74m，锰平均品位 25.70%，铁平均品位 16.07%，平均含矿量 271.79kg/m³。经过长时期开采 68 号矿体目前仅剩残余矿体 2 个，面积约***km²。

67 号矿体：矿体面积约***km²，矿体赋存在第四系坡积亚粘土、粘土中，矿体呈透镜状，产状 0-15°，近于水平，矿体厚度 2.39m，锰平均品位 24.62%，平均含矿量 233.73kg/m³。该矿体压界，矿山内矿体面积***km²，该矿体尚未开采。

64 号矿体：矿体面积约***km²，矿体赋存在第四系坡积亚粘土、粘土中，矿体呈透镜状，产状 0~15°，近于水平，矿体厚度 2.63m，锰平均品位 25.72%，平均含矿量 376.37kg/m³。该矿体压界，矿山内矿体面积***km²，已开采完。

1.2.3.2 矿石质量

1、矿石物质组成

矿石主要矿物为钾硬锰矿、锂硬锰矿、恩苏矿，次为软锰矿、复水锰矿、锰土等。伴生矿物为针铁矿、褐铁矿及少量赤铁矿，脉石矿物为石英、绢云母及碳酸盐类矿物。

矿石具有粒状、胶状、环状、叶片状、纤维状、隐晶质和交代结构，致密块状、皮壳状、球粒状、肾状、葡萄状、角砾状等构造。

矿石中可见到几种交代现象：恩苏矿交代块状钾硬锰矿，这两种矿物又被脉状钾硬锰矿所交代；胶状锂硬锰矿交代恩苏矿，切穿脉状钾硬锰矿；胶状锂硬锰矿交代切穿脉状锂硬锰矿；块状钾硬锰矿与针铁矿共生，并被脉状钾硬锰矿交代；恩苏矿和块状钾硬锰矿被软锰矿交代切穿。

2、矿石化学成分

矿石中除主要有益组分 Mn 外，伴生有益组分有 TFe、CaO、MgO、Co、Ni，有害组分有 SiO₂、Al₂O₃、P、S、Pb、Zn、As。根据工业矿块组合分析资料进行统计，TFe13.75%，SiO₂13.72%，Al₂O₃11.38%，CaO0.21%，MgO0.24%，S0.010%、P0.192%，Co0.038%，Ni0.166%、Pb0.066%、Zn0.10%、As0.010%。

3、矿石风（氧）化特征

由于构造运动，二叠系孤峰组含锰岩层上升暴露地表，遭受强烈风化剥蚀，经过氧化、淋滤、破碎、搬运在第四系中形成了堆积型氧化锰矿床。此类型锰矿床完全是氧化条件下生成的，矿石由各种锰的次生氧化物、氢氧化物组成，赋存层位主要为第四系坡积亚粘土、粘土层。

4、矿石类型和品级

自然类型：按锰矿石锰矿物划分为氧化锰矿石。

工业类型：贫锰矿石。

工业品级：属贫矿石，没有划分品级。

5、矿体（层）围岩和夹石

矿体的顶板一般为亚粘土层，少部分为岩屑层；矿体的底板一般为粘土层和壶天群的白云岩、白云质灰岩，较少数的为残积层或者是测水组的砂页岩。

矿体夹石主要为岩屑层和亚粘土层，最大厚度为 8m，一般 1-3m，在矿体中常呈透镜状产出。

6、矿床共（伴）生矿产

在矿区勘探时,经对锰矿石组合样进行计算统计,有益组分 TFe 平均品位 13.75%, Co 平均品位 0.038%, Ni 平均品位 0.166%。有害组分 SiO₂ 平均含量 13.72%, P 平均含量 0.192%。

根据勘探资料 TFe 与 Mn 呈负相关关系, Co、Ni 虽与 Mn 伴生,但不存在消长关系, Co、Ni 的富集与锰矿石中硬锰矿的含量呈正相关关系。

1.2.3.3 矿石类型及品级

矿石自然类型为堆积型氧化铁锰矿石。

矿石工业类型属冶金用铁锰矿石。

堆积型氧化铁锰矿富集规律:堆积型氧化铁锰矿严格受地层、岩性及地形条件控制。

- 1、附近有孤峰组原生氧化铁锰矿存在,地表块状氧化铁锰发育地段;
- 2、只赋存于第四系残坡积层中;
- 3、向斜两翼丘陵区低洼地,有时在平缓的山脊或山顶处;
- 4、地形坡度小于 20°有利,陡坡则反之;特别是由陡变缓地段;
- 5、坡积层中间前缘地带及低洼处;
- 6、矿层下部多分布一层碎石土,含团块状氧化铁锰矿,同时含大量含锰硅质岩碎块;
- 7、矿体的形态较简单,产状稳定,矿体规模一般较小。

1.2.3.4 矿体围岩与夹石

矿体的顶板一般为亚粘土层,少部分为岩屑层;矿体的底板一般为粘土层和壶天群的白云岩、白云质灰岩,较少数的为残积层或者是测水组的砂页岩。

矿体夹石主要为岩屑层和亚粘土层,最大厚度为 8m,一般 1—3m,在矿体中常呈透镜状产出。

1.2.4 矿山矿产资源储量

根据 2023 年 1 月湖南省地球物理地球化学调查所提交的湖南省永州市零陵区东湘桥矿区长冲锰矿矿山储量年报(2017 年 9 月~2022 年 12 月)》,截至 2022 年 12

月底，矿山保有（TM+KZ+TD）氧化锰矿石量***万吨，其中探明资源量***万吨，控制资源量***万吨，推断资源量***万吨（另山水工程压覆***万吨）。

1.3 矿山开采历史和现状

1.3.1 矿山开采历史

1.3.1.1 历史开采状况

1957年至1959年以民采为主，以后发展到地区、县、社三级国营或者集体所有制矿山进行开采，1980年政府将不同所有制的矿山合并，成立国营零陵县东湘桥锰矿，拥有职工600余人，4个生产工区，开采水枪6台，洗矿机8台，设计生产能力10万吨/年，核定回采率85%，开采方式主要为露天开采。矿山所采锰矿石一部分用于自身冶炼加工，剩余部分以原矿销往省外。上个世纪90年代初，随着国内冶金行业不断提高冶炼加工技术，市场对贫锰矿石需求日益减少，加之采矿技术相应没有改进，开采成本增大，经营管理体制存在缺陷等原因，导致1995年以后矿山处于半停产状态。2005年3月，国营东湘桥锰矿由于资不抵债宣布破产。

这一阶段的开采活动较为无序，未开展地质环境保护与恢复治理工作，滥采乱挖形成的老采坑随处可见，尤其一些富矿地段非法采、洗矿较为严重，采矿秩序混乱，多为民间零星开采，采矿设备和工艺较为落后，采富弃贫和采块（矿）丢粉（矿）现象较为普遍，锰矿资源破坏和浪费较大。该时期，开采方式为露天水力开采，原矿经两次擦洗分级后直接销售，入选最低品位22%；剥离和水采洗矿，水耗多且造成大量的尾泥浆，由于未采取任何水处理措施，造成矿区水土流失严重，同时需占用面积大的尾泥库，且大量小粒径的锰渣随废水流入地表水体，造成河道淤积，水质污染严重。

1.3.1.2 现状开采状况

2005年8月，永州市国土资源局将零陵区东湘桥矿区4个矿段从北至南划分为12个矿山拟采用招、拍、挂方式出让采矿权，并向省国土资源厅请示。同年9月，省国土资源厅以湘国土资办函〔2005〕119号文批复同意将12个矿山采矿权公开出让，并在2008年全部竞拍成功，采矿权面积***km²。其中东湘桥锰矿、太婆冲锰矿，长冲锰矿为私人企业摘得，其余9个矿权属零陵区政府全资所有的永州市零陵区锰资源

综合开发有限公司，长冲锰矿属于 3 个私人企业矿权之一。2006 年由湖南省国土资源厅颁发了采矿许可证，2010 年办理了延续登记，证号 C*****，有效期限 20***年***月***日至 20***年***月***日，核定生产能力***万 t/a，面积***km²，开采深度+***m~+***m，矿山范围由 9 个拐点圈定。

矿山企业自领取采矿许可证至今，仅露天开采氧化锰矿石。永州市零陵长冲锰业开发有限公司于 2005 年通过拍卖取得了矿山的采矿权，由于和周边群众的关系一直没有理顺，生产时断时续。2009 年开始正式规模化生产，直至 2011 年因市场原因停产，除 2022 年采损矿石量***万吨，其余除日常的管理维护，无生产生产经营活动。

露天开采时采用挖掘机剥离表土、采矿，自卸汽车装载运输。形成的采坑一般深几米至十几米，采坑部分地段不分台阶开采，局部地段分台阶生产，见矿采矿，有矿采到无矿止，底板多为残积粘土，少量为基岩，很少残存矿体。锰矿开采出来后，由自卸汽车运输到洗矿厂，由螺旋洗矿机进行洗矿筛分，将块矿直接输送到堆矿场，粉矿再进行干式磁选，尾矿进入尾矿库。

2016 年，矿山进行采矿许可证延续，并调整了部分矿界，采矿证号为 C*****，现持有采矿证有效期限***年***月***日至***年***月***日，核定生产能力***万 t/a，面积***km²，开采深度+***m~+***m，矿山范围由 12 个拐点圈定。

1.3.1.3 露采场分布情况

露采场是矿山破坏土地的主要方面，由于长期的无序开采，缺乏总体开发规划，侵占破坏土地毁损植被较为严重，开采占用面积大大超出矿层赋存面积，由于没能对采坑采取及时的整治，部分矿坑边缘发生崩塌滑移，使受损土地扩展。

矿山生产采用挖掘机剥离表土，挖掘机采矿，自卸汽车装载运输，矿山现有 1.1m³、1.6 m³挖掘机各 2 台。露天开采一般见矿采矿，有矿采到无矿止，采后基本上基岩裸露，很少残存矿体，有些采坑（场）积水达几米深。

矿山在开采过程中，产生的废土全部用于矿区范围内采矿回填及生态修复用土。

据现场踏勘调查，矿山范围内已经形成的露采场主要可分为 3 个，总面积约***hm²，其中北部 Lc1 露采场面积约***hm²，开采标高+***m-***m，开采过程中有回填；西部 Lc2 露采场面积***h m²，开采标高***m-+***m；南部 Lc3 露采场面积约

hm²，该区域有两处采区，开采标高+m-***m。采坑不分台阶开采，局部深坑地段分台阶生产，各露采场特征见表 1-3-1。

为准确圈定矿山露采场的范围，本次收集了无人机正射影像图、矿山储量分布图以及土地利用现状图等，通过综合以上资料圈定了矿山的露采场，具体圈定方式如下：

现场调查测量→无人机正射影像图→矿山储量估算图→交叉比对互为补充→叠合土地利用现状图。

经过综合分析后，各露采场情况如下：

表 1-3-1 露采场特征表

露采场名称	位置	面积 h m ²	开采深度 m	边坡特征
Lc1 露采场	位于矿区北部	***	***	有 1 处边坡陡坎，高度约为***m
Lc2 露采场	位于矿区西部	***	***	存在边坡陡坎，最大高度约为***m
Lc3 露采场	位于矿区南部	***	***	较平缓无陡坎

1.3.1.4 选厂、尾矿库及工业广场情况

矿山现有螺旋洗矿机十多台，强磁选机多台，利用以上设备组建了选厂，具有***万 t/a 的生产能力。据矿山介绍，螺旋洗矿机选出的矿一般锰品位在 21%左右，再经过干式强磁选机选矿，锰品位可达到***%，选矿回收率达***%。

经过多年采选，现在矿区地表形成了一个尾矿库，尾矿库占地具体情况如下：共占地***h m²，设计有效库容***万 m³，已堆放尾砂约***万 m³。2014 年 12 月 31 日永州市安全生产监督管理局下发《关于永州零陵长冲锰业开发有限公司何家冲尾矿库建设工程安全设施竣工验收的批复》（永安监非煤【2015】1 号），项目具备安全生产条件，可以投入生产使用。

另外矿山还有建设场地 2 处区域，其中分别为矿部、矿部与选厂的连接区域，矿部：紧邻露采场 Lc2 的东南部，占地面积***m²，连接区域：用于临时堆放矿产品区域，目前基本无堆积，占地面积***m²。

1.3.1.5 矿山生产经营状况及生态修复基金的计提

2005 年通过拍卖取得了矿山的采矿权，由于和周边群众的关系一直没有理顺，生产时断时续。2009 年开始正式规模化生产，直至 2011 年因市场原因停产，除 2022 年

采损矿石量***万吨，除日常的管理维护，无生产生产经营活动。

根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自然资发〔2022〕3号）文件精神，矿山与永州市零陵区自然资源局、中国银行股份有限公司永州分行签订了《矿山生态恢复基金使用监管协议》，并在中国银行股份有限公司永州分行开设了矿山地质环境治理恢复基金专户，基金账号为：*****，截止***年***月***日，矿山生态恢复基金专户内余额为***万元，矿山未使用过矿山生态恢复基金，矿山以往生态保护修复措施工程费用均由矿山自筹。

1.3.2 矿山开发利用方案概述

根据 2019 年 3 月永州零陵长冲锰业开发有限公司编制的《湖南省永州市零陵区珠山镇长冲锰矿资源开发利用方案》，现简介如下：

1.3.2.1 设计利用储量

截至 2017 年 4 月 30 日，长冲锰矿矿山可采范围内保有锰矿石资源储量 111b 类***万吨、122b 类***万吨、332 类***万吨、333 类***万吨，合计保有量***万吨。截至 2022 年 12 月底，矿山保有（TM+KZ+TD）氧化锰矿石量***万吨，其中探明资源量***万吨，控制资源量***万吨，推断资源量***万吨。扣除山水工程区域压覆资源量***万吨，可采氧化锰矿石量***万吨。

1.3.2.2 设计生产能力及矿山服务年限

设计推荐氧化锰露天开采生产能力***万吨/年。2006 年-2022 年，矿山陆续开采了部分资源，根据目前可采储量，按照开发利用方案设计，矿山生产能力为***万 t/a，采矿贫化率为 10%，扣除山水工程压覆区域资源，则矿山生产服务年限为***年。

1.3.2.3 开采方案

设计氧化锰为露天开采。

1.3.2.4 采矿方法

根据矿床埋藏条件，含矿层土岩物理机械性质，并参考矿山邻近同类型矿山的多年生产实践，长冲锰矿氧化锰采用露天+水力开采。

1、露天开采境界、采矿方法及总剥离量

(1) 露天开采境界、采矿方法

长冲锰矿露天开采境界圈定的原则为开采总费用最小，开采总盈利最高，贫化损失率最低。

依据上述原则和矿层厚度、倾角及土岩物理机械性质，长冲锰矿露天开采以逆向冲采法为主，当矿层厚度超过 10m 时，则采用侧向冲采法，当矿层底板坡度小于 8% 时，采用堑沟顺向冲采法。露天开采境界范围为本次 111b、122b、332 及 333 类资源的赋存范围。

(2) 总剥离量计算

本区矿体开采时需剥离地表的覆土，据现场调查，覆土的平均厚度约为 6m；矿体夹石主要为岩屑层和亚粘土层，平均厚度分别约为 0.5m。

根据《地质勘探报告》资料，矿石和围岩的物理力学性质为：原矿体重平均为 1.83t/m³，其中表土层平均为 1.64t/m³，岩屑层平均为 1.93 t/m³，亚粘土层平均为 1.85t/m³。

本次估算，长冲锰矿设计利用储量为***万 t，估算区总面积为***平方米，矿体的平均厚度为***m。

现按照估算区总面积及矿层、覆土和夹石的平均厚度计算：预测未来矿山的平均剥采比为 $(*** \times *** + *** \times *** + *** \times ***) / (***) \times 1.83m$ ***t/t，根据矿山可采储量***万 t 计算，未来的总剥离量为***万 t。

2、技术参数

根据同类型矿山的实践经验和长冲锰矿矿体的特征，长冲锰矿露天采场最终边坡要素确定如下：

采掘带宽度：20~30m。

台阶高度：按含矿层厚度 3~8m。

台阶坡面角：60~70°。

终了边坡角：有行人按 30°，无行人按 45°，采空后有条件尽快地回填，复土复绿或用于堆放尾矿。

工作平盘坡度：7~8%，当不够时及时移泵。

开采贫化损失率：根据国土资源部关于部分矿种资源合理开发利用“三率”指标要求和周边同类矿山的开采经验，长冲锰矿设计采矿损失率 8%，回采率 92%。

1.3.2.5 洗矿与选矿

1、洗矿流程

采用两次擦洗流程：一台水枪配三台洗矿机，洗矿机成“品”字型配置，一次擦洗为两台，二次擦洗为一台，二次擦洗后的返砂经筛分，分为大于 5mm 的块矿和小于 5mm 的粉矿两种产品，分别用汽车运出堆存，经实测两次擦洗脱泥效率高达 97%，洗矿回收率可达 81%。

2、选矿流程

目前生产矿山的选矿方法为水力+磁选结合的方式选矿，即锰矿开采出来后，由螺旋洗矿机进行洗矿筛分，将块状矿直接送入到堆矿场，粉矿再进行干式强磁选，尾矿进入尾矿库。据矿山介绍，矿山入选的品位一般 15~20%，选矿后块矿品位在 20~25%，粉矿品位 20%，经过干式强磁选后，粉矿品位可达到 25%。选矿回收率 85%，最终产品为销售锰精矿。

当前生产矿山的选矿方法工艺简单，易于控制，选矿回收率较高，特别是对低品位的粉矿选别效果较好。因此本次推荐沿用现有的水力+磁选结合的方式选矿，生产工艺流程见下图。

图 1-3-1 生产工艺流程图

3、洗选矿用水量及水源

本工程设计日洗原矿（锰土）量约 223m³。根据区域洗矿现状调查，区域每洗***m³原矿需耗水约***m³，本次评价取工程每洗 1m³原矿需耗水约***m³，则工程本工程洗矿用水量约***m³/d。根据区域洗矿现状调查，洗矿新水的补充量一般为洗矿用水量的 15%，则本工程洗矿新水用量约为***m³/d，耗水量较大。选矿水源来自矿山西部的梅溪河。

本工程为简单的水洗脱泥工艺，不添加任何药剂，对水质要求不高，工程洗矿废水均自流进入尾矿库，并经简单澄清后全部回用，不外排。

4、矿山运输

水枪冲采下来的矿浆，根据地形和开拓方式的不同，采用两途中运输方法送到洗矿机：

(1) 自流运输

当地形条件允许，为了减少电耗，尽量采用自流运输，即洗矿机受矿标高低于采场冲采标高，自流运输坡度 4~6%。

(2) 压力运输

当采场冲采标高低于洗矿机标高时，采用平挂***型砂泵将矿浆送到洗矿机；当高程受到限制，砂泵一级输送困难时，可将洗矿机安装在含矿层底板最低处，冲采下来的矿浆自流到洗矿机，洗矿机溢流的唐泥再用泥浆泵送到尾矿场；洗后的净矿通过移动式皮带输送到振动筛标高。

5、洗矿厂

矿山现有螺旋洗矿机十多台，强磁选机多台，利用以上设备矿山已组建了***个选厂，具有***万 t/a 的生产能力。据矿山负责人介绍，螺旋洗矿机经过两次洗选，选出的矿一般锰品位在***左右，再经过干式强磁选机选矿，锰品位可达到***。

6、尾矿设施

该矿山氧化锰年生产能力为***万 t/a，氧化锰矿体平均含氧化锰矿量 275.47kg/m³，矿石（土）体重为 1.83t/m³。经计算年开采氧化锰原矿***万 m³，年产尾矿约***万 m³。按氧化锰开采年限***年计算，合计尾矿排放总量约为***万 m³。

经过多年采选，现在矿区地表形成了一个尾矿库，尾矿库总面积约***h m²，设计有效库容***万 m³，已有尾砂约***万 m³，剩余库容约***万 m³，锰矿尾矿库中的尾砂含有丰富的铁氧化物和硅酸盐等成分，这些成分在经过适当的处理后可以用于制备免烧砖，矿山未来将其超出库容部分出售至周边利用或者用于填埋露采场，因此本次不需设计新尾矿库，利用已有尾矿库即可。

1.3.2.6 排土情况

本矿山地表遗留 3 个露采场，未来治理需要大量回填土石。本次设计未来露天开采剩余矿体时剥离的少量表土以及开拓、开采出的废石土就近堆放于已有的露采场中。

前文已进行了计算，根据矿山平均剥采比及可采储量计算，未来的总剥离量为***万 t，按照粘土的平均密度 1.64t/m³及 1.9 的松散系数计算，总方量约***万 m³。

矿山范围内已经形成的露采场主要可分为 3 个，总面积约***h m²，其中北部 Lc1 露采场面积约***h m²，西部 Lc2 露采场面积约***h m²，南部 Lc3 露采场面积约***h m²。现按照一般深度 3m 计算，各露采场总容量可达***万 m³，因此矿山已有的露采场完全能够满足土方堆放。

1.3.2.7 产品方案

矿山建有选厂，其产品方案为氧化锰产品水洗后锰矿石，洗矿回收率 85%，精矿销往永州市零陵区锰资源综合开发有限公司，由该公司统一销售。

1.3.2.8 矿山的年度开采计划

矿山开采剩余服务年限为***年，本次从***年***月起计算服务期。即服务期为***年***月~***年***月。年度开采计划见表

表 1-3-2 矿山的年度开采计划表

序号	块段编号	原矿石量（万吨）	开采年度
1	68-KZ-78C、68-TD-136、67-TD-133、70-TD-165	***	***
2	70-TM-66、70-KZ-76-2、70-TD-143、	***	***
3	70-TM-65-1、70-KZ-76-3、70-KZ-76-4、70-TM-65-2、70-KZ-76-1	***	***
4	70-KZ-76-1、70-TD-167-1、70-TD-167-2、70-TD-167-3、70-TD-140	***	***
合计		***	

图 1-3-2 长冲锰矿采掘工程平面图

图 1-3-3 长冲锰矿最终境界图

图 1-3-4 长冲锰矿剖面图

1.3.3 已开展生态保护修复工程

1.3.3.1 绿色矿山建设情况

目前矿山尚未编制绿色矿山建设方案,但矿山后续会按照要求开展绿色矿山建设。

1.3.3.2 生态修复工程

(1) 矿山分期验收情况

矿山于 2022 年通过了分期验收,验收结论为**合格**,验收的主要工程为土地复垦工程,即年度新增土地修复面积***公顷,复垦类型为草地,矿山主要地质环境问题为矿山露采场、工业广场、尾矿库占用破坏土地资源。

矿山于 2025 年委托湖南省地质勘探院编制了《零陵区珠山镇长冲锰矿矿山生态保护修复分期验收报告(2019 年 1 月—2025 年 8 月)》,矿山生态保护修复的分期验收结论为**合格**。矿山主要生态问题为:①矿山工业广场、露天采场、尾砂库、废石堆等矿业活动区域破坏原始地形地貌景观和占损土地资源,破坏生态环境;②矿山长期停产,矿山露天采场、工业广场周边水资源水环境保护问题及矿区范围内水土流失问题;③矿山露天采场边坡高度较大,需做好分级放坡,边坡截排水工作,预防地质灾害的发生;④矿区内实施了大量土地复垦工程,需加强复垦区域管护工作。具体修复工程见下文。

(2) 湖南省湘江流域和洞庭湖山水林田湖草生态保护修复工程

2019 年 1 月,湖南省自然资源厅下发了《关于永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复工程试点(自然资源部分)实施方案(2018-2020)》的批复(湘自然资函(2019)39 号),明确了项目实施的主要任务和绩效目标,项目计划总投资金额为***万元。项目分两期十个标段组织实施,治理范围约***km²,绩效目标完成矿区历史遗留问题综合治理量 1 座、现有持证矿山参与矿山生态环境治理率***、新增或修复林地***亩、新增或修复草地***亩。

《永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复项目》是湘江流域和洞庭湖生态保护修复工程试点的子项目,实施期为 2018-2020 年,批复项目预算***万元,项目决算***万元。项目共计完成地灾隐患点工程治理***处,矿区历史遗留问题综合治理量 1 座、现有持证矿山参与矿山生态修复治理率 100%、新增修复

林地面积***亩、新增或修复草地面积***亩、新增或修复耕地面积***亩；完成***处水源地勘查，成井***口；完成了***处地质灾害点治理；治理露采场***处；治理废泥池***个；治理废弃（土）石堆***处；山塘清淤***个。

长冲锰矿周边范围内的山水林田湖草生态保护修复项目实施的修复图斑具体见修复图斑分布图。修复的区域主要集中在矿区北部和西部，实施时间为2018年-2020年，复垦面积约***亩，其中林地***亩，草地***亩。对于林地，主要种植的树种为栎树、油茶树，株间距***m×***m，草地主要为狗牙草等。2022年11月，湖南省自然资源厅下达《湘江流域和洞庭湖生态保护修复工程试点永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复项目竣工验收意见》，项目完成了绩效目标，实施效果良好，原则同意永州市零陵锰矿区山水林田湖草生态保护修复项目通过总体验收，并移交当地镇政府，后期监测和管护由当地镇政府负责实施。

长冲锰矿未来不对已修复的山水林田湖草修复区域进行露天开采，该区域的矿产资源进行保留。本次将山水林田湖草生态保护修复项目实施的修复图斑与矿山资源储量图斑进行叠加，其中露采场区域Lc1-1、Lc4-2的部分区域与山水图斑叠加，叠加面积***m²，经储量报告测算，该区域共计压占推断资源量***万吨。

(3) 矿山投入的生态保护修复工程

矿山目前投入的生态保护修复工程主要有生态保护工程、土地复垦和生物多样性恢复工程、水资源水生态修复和改善工程、地质灾害防治工程及监测工程。具体如下：

生态保护工程：矿山2018年设置警示标牌***处，2019年至今，在矿区内新增设置了较完善的生态保护宣传、警示标语，在矿山沉淀池处、露采矿等区域设置警示标识***处，共投入费用约***万元。

土地复垦与生物多样性恢复工程：复垦区①：该工程位于矿区北部，该区域原为矿山废石堆，未来不再利用，结合《矿山地质环境综合防治方案》，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于2019年11月开始组织对该区域堆土边坡分台阶修整，台阶面设置截排水沟并在边坡坡脚采取支挡措施，场地覆土后播撒草籽复垦为草地，该复垦区平面面积约***hm²，并进行管护，补种植被；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于0.4m，整体地形坡度约0~15°，目前植被成活率约90%，复垦效果良好，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少

了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

复垦区②：该工程位于矿区西部，该区域原为矿山尾砂库，未来不再利用，结合《矿山地质环境综合防治方案》，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2021 年 3 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，播撒草籽复垦为草地，该复垦区平面面积约***hm²，并进行管护，补种植被；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于 0.4m，整体地形坡度约 0~5°，目前植被成活率约 90%，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。该项工程永州市零陵区自然资源局于 2022 年 7 月组织生态保护修复年度验收合格。

复垦区③：该工程位于矿区南部，该区域原为矿山露天采场，未来不再利用，根据《矿山地质环境综合防治方案》，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2020 年 3 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，播撒草籽复垦为草地，该复垦区平面面积约***hm²，并进行管护，补种植被；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于 0.4m，整体地形坡度约 0~15°，目前植被成活率约 95%，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

复垦区④：该工程位于矿区北部，该区域原为以往矿业活动损毁区，未来不再利用，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2021 年 4 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，植树播撒草籽复垦为林地，目前植被成活率约 90%，该复垦区平面面积约***hm²，复垦完成后并进行管护，补种植被；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于 0.4m，整体地形坡度约 0~15°，目前植被成活率约 90%，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

复垦区⑤：该工程位于矿区北部，该区域原为以往矿业活动损毁区，未来不再利用，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2021 年 4 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，植树播撒草籽复垦为林地，该复垦区平面面积约***hm²，复垦完成后并进行管护，补种植被；现场调查，该复垦区平均覆土厚

度大于 0.4m，整体地形坡度约 0~15°，目前植被成活率约 90%，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

复垦区⑥：该工程位于矿区北部，该区域原为以往露天开采区，未来不再利用，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2021 年 4 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，植树播撒草籽复垦为林地，该复垦区平面面积约***hm²，并进行管护，补种植被；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于 0.4m，整体地形坡度约 0~15°，目前植被成活率约 90%，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

复垦区⑦：该工程位于矿区中部，该区域原为以往矿山开采区，未来不再利用，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2025 年 8 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，播撒草籽复垦为草地，该复垦区平面面积约***hm²；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于 0.4m，整体地形坡度约 10~20°，草籽种植方式为播撒并在坡面覆盖防雨布防止雨水冲刷，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。

复垦区⑧：该工程位于矿区中部，该区域原为矿山工业广场建设损毁区，未来不再利用，为保护矿区生态环境，减少土地损毁，矿山于 2025 年 8 月开始组织对该区域场地平整，覆土约 0.4m，播撒草籽复垦为草地，该复垦区平面面积约***hm²；现场调查，该复垦区平均覆土厚度大于 0.4m，整体地形坡度约 10~20°，草籽种植方式为播撒并在坡面覆盖防雨布防止雨水冲刷，投入治理费用约***万元；该区域通过治理后，减少了矿业活动对土地资源的占用损毁，美化亮化矿区环境的同时使破坏了的植被、生态环境得到了改善。（以上工程复垦区①-⑧修复工程按照永州市自然资源和规划局的要求进行整改后通过了 2025 年度分期验收，验收结论为合格）。2019 年 1 月矿山组织对停止使用的***处露天采场进行场地平整后覆土，植树播撒草籽复垦复绿，共投入治理费用约***万元，治理效果较好。（2019 年分期验收合格）

照片 1-3-1 矿山复垦区①无人机照片，原废石堆复垦为草地，面积约***hm²

照片 1-3-2 矿山复垦区②现状照片，原尾砂库复垦为草地，面积约***hm²

照片 1-3-3 矿山复垦区③无人机照片，原露天采场复垦为草地，面积约***hm²

照片 15 矿山复垦区③现状照片，原露天采场复垦为草地，面积约***hm²

照片 1-3-4 矿山复垦区④无人机照片，原露天采场复垦为草地，面积约***hm²

照片 1-3-5 矿山复垦区⑥无人机照片，原露天采场复垦为草地，面积约***hm²

照片 1-3-6 矿山工业广场旁设置的截排水沟现状照片，总长约***m

照片 1-3-7 矿山露天采场东部边缘处设置的安全围挡和标识标牌现状照片，总长***m

照片 1-3-8 矿山工业广场道路旁新增设置了喷淋装置用于减尘降尘

照片 1-3-9 永州市自然资源和规划局组织现场复核验收时损毁的排水沟、盖板、挡墙整改后照片

照片 1-3-10 永州市自然资源和规划局组织现场复核分期验收时复垦区①顶部裸露区整改后照片

照片 1-3-11 永州市自然资源和规划局组织现场复核验收时堆矿场整改区整改后照片

水资源水生态修复和改善工程：排水沟①：矿山于 2024 年 9 月在矿山办公生活区东部道路旁新建截排水沟 1 条，总长约***m，截排水沟断面为矩形，顶宽约 0.5m，深约 0.4m，排水沟采用砖砌，沟底采用水泥砂浆抹面，共投入治理费用***万元。排水沟②：矿山于 2025 年 9 月在矿山工业广场内新建截排水沟 1 条，总长约***m，截排水沟断面为矩形，顶宽约 0.5m，深约 0.4m，排水沟采用砖砌，沟底采用水泥砂浆抹面，共投入治理费用约***万元。排水沟③：矿山于 2025 年 9 月在矿山工业广场内新建截排水沟 1 条，总长***m，截排水沟断面近

U形，排水沟为简易排水沟，共投入治理费用约***万元。现有截排水沟能够较好的将矿山工业广场内地表汇水截流导引，较好的保护了矿区水生态水环境，且通过了2025年12月的矿山分期验收，但随着未来矿山开采，现有的水资源水生态修复工程的处理能力并不能满足未来生产需要。

地质灾害防治工程：矿山Lc1露天采场东部边缘处紧靠矿区内主要交通道路，为保护过往行人车辆安全，矿山于2024年9月在露天采场东部边缘处新建安全围挡，安全围挡采用预制铁皮板围挡，地面净高约2.0m，总长约***m，投入治理费用约***万元。2021年12月，矿山委托第三方对尾矿库进行安全评价及检测，结论为“何家冲尾矿库现状不存在一般生产安全事故隐患、不存在重大生产安全事故隐患和不存在重大险情，尾矿库安全生产条件满足安全生产法律法规和标准规范的要求，安全生产状况能满足安全生产活动的要求，具备生产运行的安全生产条件，具备申请非煤矿山尾矿库安全生产许可证的条件。”

监测及后期管护工程：①地质灾害监测工程：矿山为露天开采矿山，矿业活动区域高陡边坡较多，存在边坡失稳引发地质灾害的可能，矿山安排专人对矿区内高陡边坡进行每月巡查监测，共设置巡查监测点***处。②植被监测工程：矿区内地表植被主要为林地、草地，矿山安排专人对矿区内及周边植被进行监测，共设置巡查监测点***处，主要监测手段为人工巡查，巡查频率为每月***次。③水生态水环境监测工程：矿山安排专人对降雨期间矿山露天采场淋滤水水质和淋滤水周边植被等成活情况进行监测，共设置监测点***处，巡查监测频率为每月***次，较好的保护了矿区内水生态环境。

另外矿山自取得采矿许可证以来无环保督查相关情况，特此说明。

综上，矿山已实施的生态保护修复工程主要为生态保护工程、土地复垦和生物多样性恢复工程、水资源水生态修复与改善工程、地质灾害防治工程、监测工程等，共投入生态保护修复费用约***万元，以上生态保护修复工程及效果达到了《矿山生态保护修复验收规范》（DB43/T 2889-2023）要求，较好地保护了矿区生态环境，但未来矿山作为责任主体需要加强修复工程的管护，随着矿山继续开采，现有的生态保护修复工程不能满足矿山生产需要，仍需加强土地复垦、水资源水生态修复、地质灾害防治等工程的布设。

表 5-1 矿山生态保护修复工程及费用统计表

工程类别	分项工程	实施时间	工程量	投资额(万元)	生态保护修复成效	备注
生态保护工程	警示牌	2019年至今	***	***	良好	
		2018年	***	***	良好	
土地复垦和生物多样性恢复工程	草地(hm2)	2019年1月	***	***	良好	
	林地(hm2)	2019年11月	***	***	良好	复垦区①
	草地(hm2)	2021年3月	***	***	良好	复垦区②
	草地(hm2)	2020年3月	***	***	良好	复垦区③
	林地(hm2)	2021年4月	***	***	良好	复垦区④
	林地(hm2)	2021年4月	***	***	良好	复垦区⑤
	林地(hm2)	2021年4月	***	***	良好	复垦区⑥
	草地(hm2)	2025年8月	***	***	良好	复垦区⑦
	草地(hm2)	2025年8月	***	***	良好	复垦区⑧
水资源水生态修复与改善工程	截排水沟(m)	2024年9月	***	***	良好	排水沟①
		2025年9月	***	***	良好	排水沟②
		2025年9月	***	***	良好	排水沟③
地质灾害防治工程	安全围挡(m)	2024年9月	***	***	良好	
	尾矿库安全评价及检测	2021年12月	***	***	良好	
监测工程(处)	地质灾害监测	每月人工巡查1次	***	***	良好	
	水生态水环境监测	人工巡查	***	***	良好	
	植被生态监测	人工巡查每月一次	***	***		
合计				***		

图 1-3-4 生态修复图斑分布图

2 矿山生态环境背景

2.1 自然地理

2.1.1 地形地貌

矿区属侵蚀、溶蚀丘陵地貌，总体地势东部高，西部低。最高点为矿区中部的小山包，海拔标高+239.1m。最低点为矿山西部梅溪河下游，海拔标高约+131m（可视为当地最低侵蚀基准面），最大高差约 108.1m。一般相对高差小于 50m。受侵蚀、溶蚀作用的影响，区内山包多为圆顶状，坡度较缓，一般 10~15°，最大约 25°。

矿区地形较复杂，地貌单元类型较少，地形坡度一般 10~15°，最大约 20°。区内地势平缓，但微地形起伏较大，局部坡度稍陡，地形较复杂。

照片 2-1-1 矿区地形地貌

2.1.2 气象

本矿区地处亚热带季风湿润气候区，夏热冬寒，四季分明，雨水充沛，雨季多集中在 4~6 月份，约占全年总量的 46%。据零陵区气象局 1983 年~2025 年资料，该区域年平均气温 17.7°C。极端最高气温 43.7°C（2002.7.29），最低-13.5°C（2007.1.30），年平均降水量***mm，年降水量最大***mm（1976），月最大降水量***mm（1994.8），日最大降水量***mm（2000.5.26），时最大降雨量***mm（1994 年 8 月 6 日 22-23 时）。夏季以南风为主，冬季以北~西北风为主。平均风速 2.5m/s，最大风速 23m/s（1979），年平均相对湿度 78.5%，多年平均蒸发量***mm。

2.1.3 水文

矿区位于梅溪河流域附近，另外区内有一个小水库和零星水塘分布。

图 2-1-2 生态适用范围周边水系示意图

梅溪河：位于矿区西部外侧，矿山生态保护修复适用范围以外，绕过矿区后转向正北。属湘江的一级支流，河流流经矿山西部外侧，河床宽度 10~20m，除雨季外河

面宽度一般小于 5m，深度一般小于 3m，雨季最大流量约 35m³/s，旱季则一般小于 5m³/s。该河流距离矿山较远，不受矿山开采影响。

友谊水库：位于矿山南部，矿山生态保护修复适用范围以内，为一山塘型水库，总面积约 35000 m²，总库容约 15 万 m³，主要用于农灌及养殖。但该水库位于矿山下游，且汇水区域非矿山开采影响区域，故其不受矿山开采影响。

水塘：区内有零星水塘分布，面积 800~1200 m²，容积 3000~5000m³。主要由大气降水补给，一般用于养殖或农田灌溉。区内水塘矿山生态保护修复适用范围以内，但矿山开采时形成的露采场与水塘区域不重叠，且矿山属于露天开采，水塘未与露采场连通，且水塘汇水区域为非露采区，故地表水体受矿山开采影响较小。

矿山区域地表水体汇集至地势较低的尾矿库，通过尾矿库出水口向南部的溪沟排泄，最终汇入矿山西部区域的梅溪河。

2.2 地质环境

2.2.1 地层岩性

矿区出露地层有第四系（Q）、上二叠统龙潭组（P_{3l}）、中二叠统孤峰组（P_{2g}）、栖霞组（P_{2q}）、二叠系中统孤峰组（P_{2g}）、二叠系上统龙潭组（P_{3l}）、石炭系壶天群~二叠系（CPH）、下石炭统梓门桥组（C_{1z}）、测水组（C_{1c}）和石蹬子组（C_{1s}）。二叠系主要分布于太婆冲矿段和东湘桥矿段的向斜轴部附近。壶天群（CPH）下伏于堆积矿的底部，少数以零星露头产出。梓门桥组，测水组和石蹬子组常出露于矿区边部。第四系极为发育，在向斜两翼均有分布。其中坡积红土层是堆积矿的主要含矿层，该矿开采的主要对象是第四系堆积锰矿，现将第四系及下伏地层的岩性分述如下：

（1）第四系（Q）

区内第四系极为发育，主要可分为冲积层、洪积层、坡积层及残积层四个大类，各层位具体情况如下：

冲积层（Q^{al}）：亚砂土，见少量球锰与杂色岩屑碎块，厚 0~6m。

洪积层（Q^{pl}）：亚砂粘土夹岩屑碎块，见少量球锰及块锰，厚 0~5m。

坡积层（Q^{dl}）：又可分为坡积岩屑层、坡积亚粘土层及坡积粘土层。坡积岩屑层（Q^{dl-3}）：岩屑碎块和亚粘土，局部见有氧化锰矿块，有时形成小矿体。厚度 0~9.4m

坡积亚粘土层（ Q^{d1-2} ）：亚粘土较松散，富含堆积氧化锰矿和少量岩屑，为堆积氧化锰矿的主要含矿层位，厚 0~11m。坡积粘土层（ Q^{d1-1} ）：为坡积层的底层，结构紧密，粘性强，可塑性大，该层上部常富含堆积氧化锰矿和少量岩屑，局部形成锰矿体。厚度 0~11.6m。

残积层（ Q^{el} ）：由大小不同的岩石碎块组成，夹有亚粘土，有时见锰矿块组成的小矿体。向下渐变为灰岩，厚度 0~6m。

第四系与下伏地层不整合接触。

（2）二叠系~石炭系

二叠系上统龙潭组（ P_{3l} ）：杂色页岩，含结核砂质页岩、粉砂岩，底部夹有煤层。厚度 140m。

二叠系中统孤峰组（ P_{2g} ）：钙质页岩、硅质灰岩、含锰灰岩、薄层硅质岩，局部含有碳酸锰矿。厚度 86m。

二叠系中统栖霞组（ P_{2q} ）：灰黑色泥质灰岩、硅质粘土岩、灰岩。厚度 26m。

石炭系上统至二叠系下统壶天群（ CPH ）：灰色灰岩、白云岩、白云质灰岩。厚度 150-650m。

石炭系下统梓门桥组（ C_{1z} ）：深灰色白云岩、白云质灰岩、灰岩，厚度 211m。

石炭系下统测水组（ C_{1c} ）：砂质页岩、粉砂岩、石英砂岩、炭质页岩夹煤层。厚度 42m。

石炭系下统石碇子组（ C_{1s} ）：深灰色中层状灰岩，白云岩夹灰岩。厚度 360m。

2.2.2 地质构造

2.2.2.1 褶皱

东湘桥矿区位于荞麦冲—东湘桥复式向斜南段，该复式向斜轴向北北东（ $17^\circ\pm$ ），东翼倾向北西，倾角 $30^\circ-40^\circ$ ，西翼倾向南东，倾角 $30^\circ-40^\circ$ 。向斜核部地层一般为龙潭组，两翼依次为孤峰组、栖霞组、壶天群等。向斜北东，南西端扬起，遭受剥蚀强烈。长冲锰矿山处于东湘桥矿区中部，东湘桥矿段与太婆冲矿段分界线的北侧，矿山内仅见壶天群零星出露，其余地段均被第四系覆盖。

2.2.2.2 断层

区域内断裂构造较为发育，可分为以下几组：

北北东向断层：此组断层长 800-2300m，为压扭性断层，常造成地层的重复或缺失。北西西和北东东向断层：为共轭关系，此两组断层规模小，一般长 200-400m，为压扭性断层。东西向断层：此组断层长 900-1300m，横切向斜两翼地层和北北东向断层，为张扭性断层。北西向断层：主要发育在石炭系地层中，规模小，为张性断层。

综上所述，虽然区域地质构造条件较复杂，但矿山为露天开采，平面上距离露采场较远，褶皱及断裂对矿山开采无影响，矿山地质构造简单。

2.2.3 岩浆岩

本矿生态保护修复区范围内无岩浆岩出露。

2.2.4 水文地质

2.2.4.1 地下水类型

(1) 含水层

生态修复区地下水类型包括第四系松散岩类孔隙水及碳酸盐岩类裂隙岩溶水。

①碳酸盐岩岩溶裂隙水

矿区主要含水层为壶天群和梓门桥组的白云岩、白云质灰岩，含丰富的裂隙溶洞水，泉水出露较多，流量较大，旱季流量 0-15l/s，泉水出露标高 134~190m。其次为石蹬子组灰岩，亦含较丰富的裂隙溶洞水，泉水流量 0.1~9.58l/s，出露标高 137~195m。该层分布于矿层的下部，水位标高低于矿层底板，对矿床开采无影响。经水文孔试验，含水层渗透系数 6.22~6.41m/d，地下水化学类型为 HCO₃-Ca。

②第四系（Q）松散岩类孔隙水

孔隙水赋存于第四纪残坡积层中，由黄色粉质粘土、粉砂质粘土、碎石土等组成。主要分布在沟谷小盆地上，在坡脚或沟底有少量泉水出露，涌水量较小，一般 0.10~1.52L/s，随季节交替而变化。为含弱孔隙水含水层，富水性弱。据区内钻孔资料统计，土层厚度范围值 0~15m，平均值 5.6m。水化学类型以 HCO₃-Ca 型为主，其次为 HCO₃-Ca·Mg 型，局部出现 HCO₃-Na·Ca，总硬度 0.53-15.87 德度，PH 值 6.8-7.3。

粘性土透水性弱，渗透系数（k）一般小于 0.005m/d。但在丘陵斜坡、土质较疏

松、厚度较小的地段，透水性较强，是补给基岩地下水的主要区域。

(2) 隔水层

下统测水组相对隔水层：地表未出露，下伏于梓门桥组地层，为第四系所覆盖。以薄层状页岩为主，隔水性好，属隔水层。

2.4.4.2 断裂构造带含水导水特征

本矿山为露天开采，周边无大的断裂带分布，且区域断层平面上距离露采场较远，褶皱及断裂对矿山开采无影响，故无相关断裂构造带含水导水特征。

2.2.4.3 地下水的补给、径流、排泄条件

第四系更新统粉质粘土、含碎石粘土孔隙水主要靠大气降水垂直补给，其次是下伏岩溶裂隙水及地表水补给。该类孔隙水径流主要为渗流，流速较缓，径流距离短。总体上无明显的补、径、排区，一般为就地补给，就地排泄，常以下降泉的方式排泄于丘岗周围低洼地带。

矿区大气降水丰富，是区内地下水的主要补给来源。区内微地形有一定起伏，接受大气降水后地表水大部分沿山坡径流而下，注入沟谷，少量入渗后沿浅部断层破碎带、接触破碎带、风化破碎带向深部径流。矿区大气降水丰沛，地势相对较高。雨季，矿区接受大气降水后，地表水大部分沿山坡径流而下，注入下游的梅溪河。少量入渗后沿浅部风化破碎带向深部径流。旱季，梅溪河侧向补给地下水。区内地下水的总体运动方向是由东向西北部径流。

2.2.4.4 矿山充水因素及涌水量预测

1、矿坑充水因素分析

本矿山为露天开采，现状矿山开采主要充水因素是大气降水。已有的3个露采场及尾矿库总面积为***h m²，最低开采标高约+***m（Lc2露采场），高于当地最低侵蚀基准面（+***m），均可自然排水。

根据矿体的分布情况，未来Lc1、Lc2露采场，Lc3及新增的Lc4露采场将进一步扩大，预测总面积约***h m²，最低开采标高约为+***m，仍高于当地最低侵蚀基准面（+***m）。且露采场位于山包上，范围内存在零星的水塘且未与露采场连通，无泉水分布，因此地表水对矿坑充水影响较小，未来矿坑充水的主要因素仍然为大气降水。

2、露采场排水现状及预测

本次涌水量预测方案，根据本矿区的水文地质条件和充水因素分析，确定为水均衡法。本次涌水量按照采区分别进行计算。

1、公式选用

$$Q=Q_1+Q_2 \quad Q_1=A \cdot F_0(\text{米}^3/\text{日}) \quad Q_2=F \cdot A \cdot a(\text{米}^3/\text{日})$$

Q-采矿场疏干流量(米³/日)

Q₁-直接降入采矿场范围内的水量(米³/日)

Q₂-为采坑外渗入补给量(米³/日)

A-历年日最大降雨量（米）

F₀-采矿场面积（m²）

F-除去采矿场面积以外采矿场为中心的汇水面积（m²）

a-地表径流系数，根据系数的经验值 0.1-0.15，本矿区入渗系数为 0.125，则地表径流系数为 0.875。

2、汇水量计算

涌水量计算结果见表 2-1-1。

表 2-1-1 矿坑汇水量计算各参数特征表

汇水量	计算参数	单位	露采区 LC1	露采区 LC2	露采区 LC3	露采区 LC4
直接降入矿坑水量	F ₀	m ²	***	***	***	***
	A（日最大降雨量）	m	***	***	***	***
	A ₀ （日平均降雨量）	m	***	***	***	***
	Q ₁ （日最大汇水量）	m ³ /d	***	***	***	***
	Q ₀ （日平均汇水量）	m ³ /d	***	***	***	***
采坑外围渗入量	F	m ²	***	***	***	***
	A（日最大降雨量）	m	***	***	***	***
	A ₀ （日平均降雨量）	m	***	***	***	***
	a		***	***	***	***
	Q ₂ （日最大渗水量）	m ³ /d	***	***	***	***
	Q ₀ （日平均渗水量）	m ³ /d	***	***	***	***
矿坑日最大排水量	Q _{max}	m ³ /d	***	***	***	***
矿坑日平均排水量	Q 平均	m ³ /d	***	***	***	***

水量						
----	--	--	--	--	--	--

据此计算，从采区来看未来矿坑最大涌水量为***m³/h，矿坑平均涌水量为***m³/h。未来矿坑水主要以自然排水的形式在露采场出口处排出。

2.2.4.5 矿山水文地质条件结论

综上所述，从采区来看未来矿坑最大涌水量为***m³/h，矿坑平均涌水量为***m³/h。虽然最大排水量达到了《编制规范》中中等水文地质条件的标准，但本矿山采场位于当地侵蚀基准面以上，能够自然排水，其充水来源除大气降水外不受其它任何因素的影响。因此矿山水文地质条件本次评判为简单类型。

2.2.5 工程地质条件

2.2.5.1 岩土体工程地质条件

(1) 土体

① 单层结构土体

为矿山开采的主要区域，由残坡积粉质粘土及粘土组成，呈硬塑~可塑状。粉质粘土主要分布于矿山内山脊及坡地，含以块状为主的氧化锰，局部构成工业矿体。孔隙大，透水性强，抗剪强度大，厚度一般小于 15m。粘土层呈硬~可塑状，土质均匀，为坡积层底层，直接覆盖在白云岩之上或覆于灰岩之上。塑性指数 10.5~20.3，内摩擦角 25°~38.5°，压缩系数 0.03~0.55Mpa，孔隙比 0.54~1.18，凝聚力 26~80.0Kpa，允许承载力 125~250Kpa。厚 0~11.6m。

② 多层结构土体

主要分布于矿区及周边沟谷中，上部由棕黑、棕褐、棕灰或褐白色砂质粘土、含球状结核的氧化锰与杂色岩屑碎块组成。中部为中粗砂，下部为砾石层。该土类平均承载力特征值为 150-180Kpa。厚 0~10m，平均厚约 5m。

根据区域勘查成果及现状开采揭露的剖面来看，区内无土洞发育。

(2) 岩体

① 软弱~坚硬薄~中厚层状页岩岩性综合体

由石炭系下统测水组页岩组成。页岩的干抗压强度 5.0~15Mpa，软化系数 0.60-0.75，摩擦系数 0.60-0.74。本岩组为软弱~坚硬岩类，裂隙发育程度一般，透水

性弱，力学性质一般，工程性质较差。

②坚硬中厚层~巨厚状碳酸盐岩岩性综合体

由石炭系中上统壶天群白云岩、下统梓门桥组灰岩构成。其中白云岩为厚层状，岩性坚硬，干抗压强度 98.8~379.5Mpa。梓门桥组主要为灰色或黑色中厚层灰岩与泥质灰岩，干抗压强度 74.5~185.0Mpa。

本岩组为碳酸盐岩岩类，岩性坚硬且脆，工程性质较好，但岩溶裂隙发育，含岩溶裂隙水。

2.2.5.2 岩溶发育特征

由于本矿山锰矿床为氧化次生堆积型锰矿床，矿区施工钻孔主要为浅层钻孔，未深入至下覆岩溶地层中，故岩溶发育特征主要引用区域资料。据区域资料，本区地下岩溶主要为岩溶裂隙、溶洞及岩溶漏斗。溶洞规模不大，溶洞总高度为 0.8~4m，岩溶率为 0.25%。石炭二叠系壶天群灰岩岩溶中等发育，浅部岩溶及裂隙多为泥质充填。石炭系下统梓门桥组灰岩岩溶发育一般，岩溶裂隙多为泥质充填。另外根据现场调查，目前形成的露采场深度达 35m，未见下覆岩溶地层，且周边未发过岩溶地面塌陷相关灾害。

2.2.5.3 岩溶对矿床开采的影响

矿山主要露天开采堆积型锰矿床，开采浅地表资源，不会抽排地下水，因此，岩溶对矿床开采影响较轻。

2.2.5.4 边坡类型、特征及稳定性

矿山经过多年的开采，形成了大小不一的采坑，矿体顶板第四系红土层或浮土、矿体底板多为壶天群的白云岩、白云质灰岩和坡积粘土层，个别为测水组砂页岩，岩矿安息角为 33°50'。岩石强度较高，抗软化，抗风化及抗水性较好，岩石边坡一般较稳定；在山脚处和冲沟内开采时，因第四系粘性土发育，采用凹陷式开采的深度较大，且土体较为松散（原矿松散系数平均为 1.90，其中表土层为 1.69，岩屑层平均为 1.96，亚黏土层平均为 1.91，黏土层平均为 2.06），故开挖时需防止边坡土体坍塌或滑坡，尤其在雨季或暴雨时，易造成安全事故。因此，开挖角度不宜过陡。开采出的矿石因放在开阔平坦的地段，堆积高度不宜过大。

矿体顶板第四系红土层塑性指数 10.5~20.3，内摩擦角 25°~38.5°，压缩系数 0.03~0.55Mpa，孔隙比 0.54~1.18，凝聚力 26~80.0Kpa，允许承载力 125~250Kpa。

矿体底板多为石炭系下统测水组页岩、石炭系中上统壶天群白云岩、下统梓门桥组灰岩构成。页岩的干抗压强度 5.0~15Mpa，软化系数 0.60-0.75，摩擦系数 0.60-0.74。本岩组为软弱~坚硬岩类，裂隙发育程度一般，透水性弱，力学性质一般，工程性质较差。白云岩为厚层状，岩性坚硬，干抗压强度 98.8~379.5Mpa。灰色或黑色中厚层灰岩与泥质灰岩，干抗压强度 74.5~185.0Mpa。

2.2.5.6 矿区风化程度特征

矿区地表出露的强风化层为地表残坡积物，由粘土和少量残积及岩溶石块、腐殖质等组成，第四系残坡积物多在洼地、沟谷和溪沟两侧堆积。风化层厚度 0-36m，一般可达 10m 左右。

2.2.5.7 工程地质条件小结

区内地形切割不大，岩层风化厚度较小，中厚层-厚层较坚硬-坚硬白云岩岩、灰岩岩性综合体岩石整体完整性较好，力学强度较高，稳定性较好，根据地形、地貌、地层岩性、地质构造、岩体风化程度、第四系覆盖厚度、地下水等因素综合判断，矿区工程地质条件复杂程度为复杂。

图 2-2-1 矿区综合地质柱状图

2.3 生物环境

2.3.1 植被环境

修复区位于零陵区境内，属于南亚热带季风气候区。通过调查，修复区内的自然植被类型主要有常绿针叶林、灌草丛、作物植被 3 个植被类型。地带性指标为常绿针叶林；植被优势为松科、壳斗科、山茶科等。

修复区内作物植被主要为水稻、油菜。田大部分利用方法是栽一季中稻或晚稻，再种一季油菜，既解决了吃油问题，也有利于水稻高产和改良土壤性状，提高复种指数，收到用地与养地紧密结合，作物间互补和对土壤肥力合理利用与恢复提高的效果。现场调查矿区主要常见的乔灌木有：杉木、马尾松、樟树、桂花、山茶、油茶、杜英、春杜鹃、红花栲木、月月桂、石楠等，常见的灌草类植物有：毛竹、狗尾草、高羊茅、裂叶月见草、小蓬草、蕨灌草、苍耳草等。无珍稀植物分布。

马尾松	杉 树
女贞	乔木林

照片 2-2 区内主要的乔木

2.3.2 土壤环境

区内土壤主要为棕红色粘土及黄褐色的粉质粘土，局部为黑色耕植土。地表土壤厚度一般大于 5m，最厚可达 15m，10m 以下则含原岩碎块较多。据现场调查和对照土地利用现状图统计矿界范围内以采矿用地、林地及农田为主。

区内植被发育一般，以灌木林和杂木林为主。山包上和山坡一般为林地，土壤相对较为贫瘠，有机质含量少。在坡脚下，由于雨水从山坡上冲下大量有机质及细碎颗粒风化物，土壤厚度相对较大，以砂壤土为主，有机质含量相对增多，有农田分布。

本区耕地（水田、旱地）、林地（乔木林地）、草地及宅基地是矿区的主要地类及土壤类型，其理化特征，分述如下：

2.3.2.1 耕地（水田、旱地）土壤质量现状

矿区及周边，可分为耕作层、犁底层、心土层、底土层（母质层）四层。

其中耕作层（表土层）为黄褐色粘壤土，有机质含量高，疏松多孔，土层厚度因地形而异，厚度一般为 20~50cm，平均厚度为 35cm，pH 值 6.5 左右，土壤物理性较好，疏松易耕，土壤肥力较高，平均有机质含量 2.23%、碱解氮 110ppm、速效磷 3ppm、速效钾 91ppm，质地为砂壤或壤土；犁底层位于耕作层之下，颜色较耕作层浅，厚度 20~40cm，土层紧实；心土层位于犁底层以下，厚度 15~30cm，黄褐色较紧实，通透性差，砾石含量 20~40%，粒径 5~2cm；底土层（母质层）厚度 10~110cm，位于土体的最下部，为没有产生明显成土作用的土层。

2.3.2.2 林地（乔木林地、其它园地）土壤质量现状

区内乔木林地土壤为粉质粘土，有机质含量 10~19g/kg，土壤剖面可分为覆盖层、表土层、底土层三层，其中：覆盖层黄褐色砂质壤土，主要为枯枝落叶层和粗有机质层，土层厚度为 15~35cm 左右；表土层（淋滤层+淀积层）为黄红~黄褐色壤土，土壤质地为粘壤土，土壤颗粒稍紧，土层厚度为 20~40cm 左右，风化程度较强~中度；底土层（即母质层）棕褐色粉质壤土，厚度为 10~30cm 左右，由强风化灰岩形成，质地紧实，通透性差，下伏灰岩岩体完整，风化程度中等，成土条件好，强度较高。

2.3.3 动物环境

现场调查时走访当地村民，一般常见的野生动物兽类仅有鼠、蛙、蛇、鸟类常见，家畜家禽饲养猪、牛、羊、马、犬及鸡、鸭、鹅等；水生动物常见水虾、蚌壳、田螺、蛙类，鱼类则以四大家鱼为主。

由于矿区人类活动频繁，野生动物罕见，矿区国家重点保护的野生动物物种，矿山范围界线不涉及湘江（下游约 23 公里）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 矿区人类活动范围及强度

1、民用建筑：据调查区内人烟较多，居民点主要分布在矿界外围，较分散，其

中东北部斑竹塘村 14 栋 58 人，西北部欧家村 16 栋 61 人，东南部诸仙寺村 3 处居民点较分散，61 栋 221 人。民房多为 1~3 层砖混或砖木结构建筑物，其切填方边坡一般小于 3m。因此民用建筑对地质环境影响小。

2、道路建设：除矿山简易公路外无其它重要的道路建设，切坡高度一般小于 5m，边坡稳定，未对地质环境造成破坏性影响。

3、林业及农垦：矿山处于丘陵地区，主要地类为林地、采矿用地和农田。其中农田占矿山面积约 3%，农业和林业是区内主要的人类活动，以上活动对区内地质环境影响较轻。

4、周边矿业活动：

长冲锰矿位于东湘桥矿区的中部，行政区隶属永州市零陵区珠山镇诸仙寺村，相邻矿山有程家-刘家锰矿和大科甸锰矿。

程家-刘家锰矿位于本矿北部，其准采标高为+300~+50m，两矿间无边界争议和资源纠纷，两矿矿权界线最近距离约 150m，符合矿区总体开发的要求。两矿山开采的均属同层位锰矿，开采方法，采洗工艺大体一致，目前均为露天开采，开采过程中无相互影响。

大科甸锰矿位于本矿南部，其准采标高为+162~+146m，两矿间无边界争议和资源纠纷，两矿矿权界线最近距离约 65m，符合矿区总体开发的要求。两矿山开采的均属同层位锰矿，开采方法，采洗工艺大体一致，目前均为露天开采，开采过程中无相互影响。

总体上看，因长期的乱采滥挖已显现了一些环境地质问题，如在范围区内有多个露采场、尾矿库。造成了大面积植被毁损，土体裸露，对土石环境影响严重。

图 2-3-1 相邻矿山位置关系示意图

综上所述，本区人类工程经济活动对地质环境的影响以矿业活动为主，总体上其它人类工程经济活动对地质环境的影响较重。

2.4.2 社会经济概况

修复区内无风景名胜、地质公园、大中型水库、铁路、文物迹地等工程设施和人文景观。区内地类以采矿用地为主，占比达 30%以上，其次为林地、草地，占比分别

为 22.13%、18.28%。当地村民主要以农业、林业、采矿业为主。农业生产除水稻外，还有玉米、油菜、红薯等农作物。采矿业是当地村民的重要经济来源，有近四分之一的人口从事与矿山开采相关的工作，创造了当地约三分之一的社会财富。据统计，矿区人均年收入约 2~3 万元。

表 2-4-1 矿山及周边地类占比情况表

占地类型	面积（公顷）	占比
采矿用地	114.59	31.14%
城镇村道路用地	0.01	0.00%
沟渠	0.15	0.04%
灌木林地	29.50	8.02%
果园	0.03	0.01%
旱地	2.76	0.75%
河流水面	0.37	0.10%
坑塘水面	7.48	2.03%
农村道路	7.62	2.07%
农村宅基地	4.97	1.35%
其他草地	59.90	16.28%
其他林地	81.42	22.13%
其他园地	0.57	0.16%
乔木林地	21.83	5.93%
设施农用地	0.94	0.26%
水库水面	16.11	4.38%
水田	19.67	5.35%
合计	367.92	100.00%

3 矿山生态问题识别和诊断

3.1 地形地貌景观破坏

3.1.1 地形地貌景观破坏现状

矿业活动对地形地貌景观破坏主要表现为露采场开采、尾砂堆积、场地建设（工业广场区）。另外矿山公路均利用原有村组道路，无新建道路产出，故本章节不进行矿山公路分析。

3.1.1.1 露采场

据现场踏勘调查，由于长期的无序开采，缺乏总体开发规划，除个别小的露采场区域自然恢复植被外，其它露采场一般没能对采坑采取及时的整治，露采场主要可分为3个，总面积约***h m²，其中北部 Lc1 露采场面积约***h m²，西部 Lc2 露采场面积约***h m²，南部 Lc3 露采场面积约***h m²。采坑不分台阶开采，局部深坑地段分台阶生产，其中露采场 Lc1 和 Lc3 目前开采深度 1-2m，Lc2 形成了最大深度***m 的采坑。

照片 3-1-1 露采场 Lc2 航拍图

3.1.1.2 尾矿库

矿山进行了简单的洗选活动，由此产生的尾砂就近堆积，尾矿库矿业活动对景观影响主要表现为尾砂堆积破坏原有地形，破坏大面积植被，对生态保护区内地形、地貌及植被等自然景观有影响，目前形成的 1 处尾矿库面积***hm²，设计有效库容***万 m³，已堆积方量共计***万 m³，平均堆高 1-2m，目前正在使用。

照片 3-1-2 尾矿库航拍图

3.1.1.3 场地建设

本矿场地建设共有 3 处区域，其中分别为选厂、矿部及两个区域的连接区域，矿部（G1）：紧邻露采场 Lc2 的东南部，占地面积***m²，选厂（G2）：紧邻尾矿库西北部，占地面积 18368 m²，连接区域（G3）：用于临时堆放矿产品区域，目前基本无

堆积，占地面积 93482 m²。矿业活动对景观影响主要表现为场地建设挖高填低，场地硬化，破坏大面积植被，对生态保护区内地形、地貌及植被等自然景观有影响。

照片 3-1-3 矿部照片

照片 3-1-3 选厂及连接区域照片

3.1.2 地形地貌景观破坏趋势

未来选矿厂及矿部不会新增建设，选矿厂及矿部未来对地形地貌景观破坏不会扩大。

尾矿库利用现有规模，未来不会扩大，尾矿库未来对地形地貌景观破坏不会扩大。

露采场的破坏地形地貌面积将扩大至 36.50hm²，地形地貌景观在露采场区呈扩大趋势。

矿山公路将新建部分连接原有运输系统，依山就势或沿原有林间道路布置，无大挖大填，对地形地貌景观破坏影响不大。

3.1.3 地形地貌景观破坏小结

综上所述，矿山现状已通过工业广场、露采场及尾矿库对地形地貌景观造成了一定的破坏。未来工业广场、露采场和尾矿库仍会对地形地貌景观造成破坏，且露采场有增大趋势。

表 3-1-1 地形地貌景观破坏识别和诊断结果表

名称	地貌类型	影响对象	最近距离 (m)	是否对地形地貌景观造成破坏		
				现状	趋势	
已有	露采场	丘陵	居民点	289	是	增大
	尾矿库	丘陵	居民点	305	是	维持现状
	工业广场	丘陵	居民点	423	是	维持现状

图 3-1-1 地形地貌景观破坏分析图

3.2 土地资源占损

3.2.1 土地资源占损现状

土地资源占用分析：矿业活动对土地资源占损主要表现为露采场挖损、尾砂压占、矿山建设（工业广场区）压占。据统计，本矿现状矿业活动占用土地资源共计 57.10h m²。按照占用破坏土地类型具体情况为：采矿用地 31.62h m²，灌木林地 1.45h m²，农村道路 1.45h m²，农村宅基地 0.15h m²，其他林地 0.83h m²，乔木林地 0.06h m²，其他草地 5.48h m²，水库水面 16.06h m²。且未占用任何类型的耕地。按照占用破坏形式分：露采场占用破坏土地面积共计 25.97h m²（除去已建设为尾矿库部分的面积），占比最大，达到 49.69%，以采矿用地、其它草地为主。其次为尾矿库，占用破坏土地面积共计 19.05h m²，以水库水面、其它草地为主。最后为工业广场（含选厂、矿部），占用破坏土地面积共计 12.09h m²，以采矿用地为主。另外矿区区域的矿山公路已纳入工业广场，其余道路非矿山专用故未统计。具体统计见表 3-2-1。

表 3-2-1 矿业活动占用破坏土地现状表（单位：m²）

名称	采矿用地	灌木林地	农村道路	农村宅基地	其他草地	其他林地	乔木林地	水库水面	总计	权属	使用情况
G1	8272		788						9060	诸仙寺村	矿部
G2	13964	231	431		1260	2470		11	18368	诸仙寺村	选厂
G3	61765	12074	3790		15610	243			93482	诸仙寺村	矿部及选厂连接区域
Lc1	8734	1792							10526	诸仙寺村、欧家村	露采场
Lc2	165353	203	4234		5053	4807			179650	诸仙寺村、欧家村	露采场
Lc3	43884		1256	1458	22199	677			69474	诸仙寺村	露采场
Ws	14246	210	3982		10705	149	555	160626	190472	诸仙寺村、木塘村	尾砂库
总计	316219	14510	14481	1458	54827	8345	555	160637	571032		

土石环境破坏分析：本工程洗矿过程只是进行简单的擦洗脱泥，洗矿过程中不会添加任何的药剂，洗矿也是在常温常压的自然工况下进行，因此工程洗矿过程中不会改变锰土的固体废物属性，洗矿尾砂只是自然的泥砂土，本次评价认为工程洗矿尾砂为 I 类一般工业固体废物。

为全面了解本区的土壤污染情况，本次在矿山以往露天采场内（土样 1）、底部露天采场内（土样 2）、西南部以往废石堆旁（土样 3）和矿区东部尾矿库内（土样 5）等可能受矿业活动影响区域采集土壤样品并分析化验，根据广电计量检测（湖南）有限公司化验分析化验结果，底部露天采场内（土样 2）、西南部以往废石堆旁（土样 3）样品化验结果中各类元素的含量均未超出《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）风险筛选值限值，也未超过建设用地土壤风险管控值，其中锰限值参照湖南省永州地区土壤 Mn 的背景值（13-30mg/kg），详见表 3-2-2。

表 3-2-2 矿区土壤取样分析结果及标准限值对照表（单位 mg/kg）

土样名称	pH 值	六价铬	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌	锰
土样 1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
土样 2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
土样 3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
土样 5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
建设用地土壤污染风险筛选值（第二类用地）	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
建设用地土壤污染风险管制值（第二类用地）	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

根据本次采集的矿区南部可能受影响的农田内土壤（土样 4）、东北部农田内土样（土样 6）化验结果，矿区周边的农田内砷、镉元素超出了农田污染风险筛选值限值，除土样 6 镉元素外其他有毒有害重金属元素未超出《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中农用地土壤污染风险筛选值表中水田标准限值，详见表 3-2-3。

表 3-2-3 矿区周边农田内土壤取样分析及标准限值对照表（单位 mg/kg）

土样名称	pH 值	六价铬	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌	锰
土样 4	8.04	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
土样 6	6.44	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
农用地土壤污染风险筛选值	5.5 < pH ≤ 6.5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	pH > 7.5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
农用地土壤污染风险管制值	5.5 < pH ≤ 6.5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	pH > 7.5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

对于土样 4，其位于矿山尾矿库下游区域，砷含量***mg/kg，超过了农用地土壤污染风险筛选值，但低于农用地土壤污染风险管制，土样 6 位于矿山东北农田区域，该区域虽距离矿山较远，不在矿山地表水地下水径流的下游区域，但其在程家-刘家锰矿（停产状态）的下游，砷含量为***mg/kg，镉含量***mg/kg，均高于土样 4。矿区范围内底部露天采场内（土样 2）砷含量为***mg/kg、西南部以往废石堆旁（土样 3）砷含量为***mg/kg，矿区土壤与外围区域砷含量大致相同，说明矿区周边可能受矿业活动影响的农田内砷、镉元素超出了农田污染风险筛选值限值。

综上所述，矿业活动对土地资源占损主要表现为露采场挖损、尾砂压占、矿山建设（工业广场区）压占，共计占用破坏土地资源共计***h m²。现状条件下矿山停产，矿区范围内的各类元素的含量均未超出建设用地土壤污染风险管控标准风险筛选值限值。矿区周边可能受矿业活动影响，农田内砷、镉元素超出了农田污染风险筛选值限值。

3.2.2 土地资源占损趋势

土地资源占用预测分析：未来选矿厂、矿部及尾矿库不会新增建设，土地资源占损破坏不会扩大，对土地资源占损破坏主要为露天采场的扩大。

根据开发利用方案及《湖南省永州市零陵区东湘桥矿区长冲锰矿矿山储量年报（2017 年 9 月~2022 年 12 月）》，未来达到最终境界后，露采场的面积将由现在的 25.97h m²扩大至 36.50hm²，无耕地占用破坏，土地资源占损在露采场区呈扩大趋势，具体见土地资源占损现状及趋势一览表。

土石环境破坏预测分析：根据开发利用方案，矿山未来开采的洗矿工艺保持不变，

洗矿过程仍然只是进行简单的擦洗脱泥，洗矿过程中不会添加任何的药剂，洗矿也是在常温常压的自然工矿下进行，因此工程洗矿过程中不会改变锰土的固体废物属性，洗矿尾砂只是自然的泥砂土，工程洗矿尾砂为 I 类一般工业固体废物。但矿山未来生产中露天采场废水、废石堆淋滤水和选矿废水等携带的锰、砷等元素，在不规范的管理条件下，可能进入水体和土体，随着迁移可能形成对周边农田造成土石环境的破坏。

3.2.3 土地资源占损小结

矿山本矿现状矿业活动占用土地资源共计 57.10hm²，预测未来占损土地资源 67.64hm²。土地权属为永州市零陵区珠山镇诸仙寺村、欧家村、木塘村、斑竹塘村。现状条件下矿山停产，矿区范围内的各类元素的含量均未超出建设用地土壤污染风险管控标准风险筛选值限值，矿区周边可能受矿业活动影响，农田内砷、镉元素超出了农田污染风险筛选值限值。未来生产中露天采场废水、废石堆淋滤水和选矿废水等携带的锰、砷等元素，在不规范的管理条件下，可能进入水体和土体，随着迁移可能形成对周边农田造成土石环境的破坏。

表 3-2-3 矿山占损土地现状及趋势一览表（单位：m²）

名称	采矿用地	灌木林地	农村道路	农村宅基地	其他草地	其他林地	旱地	坑塘水面	城镇村道路用地	水田	乔木林地	水库水面	总计	权属	备注
Lc1-1	6279					244							6523	诸仙寺村、欧家村	新增
Lc3-1	266				3165								3431	诸仙寺村	
Lc3-2	10749	3228	1838	1355	4645	15125	940		19	1646			39546	诸仙寺村	
Lc3-3	11264		955		2021	316							14557	诸仙寺村	
Lc4-1	15563	440	1111		8246	10569		1666					37596	斑竹塘村、木塘村	
Lc4-2		1315	76			2351							3742	斑竹塘村	
G1	8272		788										9060	诸仙寺村	现状
G2	13964	231	431		1260	2470						11	18368	诸仙寺村	
G3	61765	12074	3790		15610	243							93482	诸仙寺村	
Lc1	8734	1792											10526	诸仙寺村、欧家村	
Lc2	165353	203	4234		5053	4807							179650	诸仙寺村、欧家村	
Lc3	43884		1256	1458	22199	677							69474	诸仙寺村	
Ws	14246	210	3982		10705	149					555	160626	190472	诸仙寺村、木塘村	
总计	360340	19494	18462	2813	72904	36951	940	1666	19	1646	555	160637	676427		

图 3-2-2 土地资源占损分析图

图 3-2-3 土地利用现状图

3.3 水资源水生态影响

3.3.1 水资源水生态影响现状

3.3.1.1 矿业活动对水资源影响

现状矿山主要为露采，露采场均位于山包高地上，矿山开采多在当地侵蚀基准面以上，地下水主要为灰岩岩溶水，矿业活动不抽排地下水，因此，目前矿山开采对当地的岩溶地下水资源和区域地下水均衡影响较轻。但其开采剥离第四系黏土，对第四系松散岩类孔隙水水资源有影响。

本工程设计日洗原矿（锰土）量约 223m³。根据区域洗矿现状调查，区域每洗 1m³原矿需耗水约 6~10m³，本次评价取工程每洗 1m³原矿需耗水约 8m³，则本工程洗矿用水量约 1784m³/d。根据区域洗矿现状调查，洗矿新水的补充量一般为洗矿用水量的 15%，则本工程洗矿新水用量约为 268m³/d，年耗水量约为 8.8 万 m³。新水水源为矿区内采坑积水、洼地积水及梅溪河上游溪沟水，根据前述，该区露采坑平均排水量 739m³/d 远大于新水用量，利用梅溪河上游溪沟水水量很少。且矿山为露天开采，不会导致溪沟发生漏失问题，对总体地表水资源影响较轻。

3.3.1.2 矿业活动对水生态影响

项目区无集中式供水水源地。

矿业活动造成水土污染主要包括两个方面的因素，一是水介质携带运移，体现在露天采场废水、废石堆淋滤水和选矿废水等携带的有害物质，进入水体或土体；二是灾害运移，体现在矿山废石堆固体中含有有害物质，进入水体或土体。

矿坑废水：本矿山为露天开采矿山，无矿坑废水排放。

淋滤水：矿山露天采场和矿石堆淋滤废水中有害物质的析出，在雨水的淋滤作用下，可能形成酸性水，有毒有害重金属元素、有机物对周围水环境将造成污染。淋滤液中含有少量硫等污染元素，对生物和人类健康都会造成危害，也会进入土壤，并向浅层地下水迁移，从而对地下水造成不同程度的污染，动态特点为随着时间推移逐渐减弱，随距离影响强度降低。

选矿废水：矿山选矿工艺为简单的水洗脱泥工艺，不添加任何药剂，对水质要求不高，矿山洗矿废水均自流进入尾矿库，并经简单澄清后全部回用，不外排。

本次于 2025 年 11 月 21 日系统补充采集了矿山矿业活动可能影响的水体样品，

并送广电计量检测（湖南）有限公司化验分析，根据化验结果，矿区内沉淀池内水体（水样 01）、库区南部以往采坑内积水（水样 02、水样 03）、库区东部尾矿库内水样（水样 04）、库区东南部外围山塘（水样 05）和库区北部山塘内水样（水样 06），本次采集的矿区内废水和周边可能受影响地表水体主要有毒有害元素含量均低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类地表水标准限值，矿山矿业活动未造成矿区周边地表水体污染，具体检测数据见表 3-3-1-1。另外根据 2025 年 4 月份永州市生态环境局零陵分局委托的针对矿山区域的地下水水质检测（尾矿库矿区生活用水水井监测 D1、尾矿库矿区生活用水水井监测 D2），其检测结果均未超出地下水质量标准（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准限值，矿业活动未造成矿区周边地下水体污染，具体检测数据见表 3-3-1-2。

图 3-3-1 监测点位与矿区的位置关系及水系图

表 3-3-1-1 2025 年 11 月矿区地表水水质取样分析结果（单位：mg/L，pH 值无量纲）

序号	检测项目	单位	检测结果						III类地表水标准限值
			水样 1	水样 2	水样 3	水样 4	水样 5	水样 6	
1	pH 值	无量纲	***	***	***	***	***	***	***
2	化学需氧量	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
3	磷酸盐	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
4	氟化物	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
5	硫化物	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
6	六价铬	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
7	铜	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
8	锌	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
9	铅	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
10	镉	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
11	锰	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
12	砷	mg/L	***	***	***	***	***	***	***
13	汞	mg/L	***	***	***	***	***	***	***

表 3-3-1-2 2025 年 4 月矿区地下水水质取样分析结果（单位：mg/L，pH 值无量纲）

检测项目	pH 值	悬浮物	耗氧量	总硬度	氨氮	硫酸盐	铜	锌	氟化物	砷	汞	镉	六价铬	铅	铁	锰
		(mg/L)														
D1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
D2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
地下水质量标准(GB/T14848-2017) III类标准限值	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

现场调查周边地表水体主要用于下游农田灌溉和渔业养殖等，水质符合灌溉用水及渔业养殖用水要求。结合现场调查目前矿山排放废水未见明显浑浊、变色现象，无明显异味，矿区周边农田、排水沟两侧植被未见明显枯萎、变黄现象。

综上，矿业活动未造成矿区周边地下水、地表水污染，未对矿区内主要地表、地下水用途造成改变，综上所述，现状矿山开采对水生态影响较轻。

3.3.2 水资源水生态影响趋势

3.3.2.1 对水资源影响趋势

本矿氧化锰矿矿体赋存于残坡积粉质粘土与粘土层，少数见于坡积岩屑层、洪积层及残积层中，部分甚至出露地表，可直接用挖掘机采掘。根据当地水文地质资料，未来氧化锰矿层开采境界最低标高高于当地侵蚀基准面，可自然排水，在采场内不需要抽排疏干地下水，对地下含水层扰动较小，但其开采剥离第四系黏土，对第四系松散岩类孔隙水水资源有影响。

另一方面地表水体平均水位标高低于采矿最低标高，且地表水体基底均为隔水良好的粘性土；洗矿用水量相对较少，矿业用水不会引起地下水与地表水补给、排泄方面失衡。露天开采会改变地表径流，但总体而言，大气降水补给总量不变，剥离的表土堆放后依然可以含蓄地下水资源，总体径流方向不变，流向下游地势低洼处溪沟或河流，对溪沟或河流两岸农田灌溉水资源影响不大。

未来矿山开采 Lc4-1 区域时，会将占损坑塘水面 1646 平方米，平均水深约 1.1m，开采过程中会对该地表水资源造成一定的破坏，但该水塘面积较小，且未用于当地农田灌溉，故未来开采对水资源影响较轻。

综上所述，矿山开采对地下含水层疏干、地下水位超常降低、区域水均衡破坏及地表水漏失影响均较轻，因此，预测评估未来露天开采矿业活动对地下水资源枯竭、区域水均衡破坏和地表水漏失影响均较轻。

3.3.2.2 对水生态影响趋势

1、露天氧化锰开采对地表水生态影响趋势

现状矿山未开采，但随着未来矿山开采，矿业活动对地表水环境影响主要表现：一是选矿废水未经达标处理排放入附近溪沟，导致重金属元素进入溪沟，泥砂等悬浮

物含量高，对地表水生态造成影响。本工程为简单的水洗脱泥工艺，不添加任何药剂，工程洗矿废水均自流进入尾矿库，洗矿废水量约为***m³/d。经简单澄清后全部回用，不外排。二是临近地表水体的露采区、尾矿库若未做好截排水设施，导致泥沙流入溪沟。露采坑平均涌水量为***m³/d。

未来矿业活动过程中若不采取截排水及沉淀设施，导致泥沙流入溪沟，则影响下游农田灌溉。露天采场废水、矿石堆淋滤水和选矿废水等可能携带的有害物质，进入下游溪沟水体，对地表水生态造成一定的影响。

2、露天氧化锰开采对地下水生态影响趋势

未来矿山开采过程中，对地下水生态的影响主要来自采洗矿污水的下渗。矿山露天采场和矿石堆淋滤废水中有害物质的析出，在雨水的淋滤作用下，可能形成酸性水，同时锰、砷等元素、有机物对周围水环境将造成污染。淋滤液废水及选矿废水中含有锰、砷等元素，对生物和人类健康都会造成危害，也会进入土壤，并向浅层地下水迁移，从而对地下水造成不同程度的污染，动态特点为随着时间推移逐渐减弱，随距离影响强度降低。

3.3.3 水资源水生态影响小结

现状矿山停产，对水资源、水生态影响较轻。预测未来矿山开采露天采场废水、矿石堆淋滤水和选矿废水等可能携带锰、砷等元素、有机物进入水体或土体，对水生态造成一定的影响。同时未来开采形成的露采场造成大面积植被破坏，地表土壤大面积暴露，抗冲刷能力降低，从而引发的悬浮物超标，主要污染对象是矿区下游的溪沟。另见表 3-3-2。

表 3-3-2 水资源水生态影响及趋势一览表

影响类别	影响对象	是否对水资源造成影响		是否对水生态造成影响	
		现状	趋势	现状	趋势
露天开采	溪沟	否	否	否	是
尾矿库	溪沟	否	否	否	是

图 3-3-2 矿山水资源、水生态问题分布图

3.4 矿山地质灾害影响

3.4.1 矿山地质灾害现状

3.4.1.1 崩塌、滑坡地质灾害现状

修复区为丘陵地貌，区内山包多为圆顶状，坡度较缓，一般 $10\sim 25^\circ$ ，局部最大约 30° ，均为土质边坡。自然条件下不具备发生崩塌、滑坡地质灾害的地形条件。矿山为露天开采，目前已有采坑最大深度 35m 。在开采过程中，局部出现了露采场边坡垮塌的情况，一般主要表现较陡的边坡土方下滑，垮入采坑中，但方量很小，自然稳定后不再继续垮塌。

总体来说，现状虽然局部有边坡垮塌的情况，但影响范围很小，故崩塌、滑坡地质灾害危险性小。

3.4.1.2 泥石流地质灾害现状

据现场实地调查，矿区未发生泥石流地质灾害，现状条件下可能性小，危险性小。

3.4.1.3 岩溶地面塌陷地质灾害现状

据调查访问，矿区内自矿山开采以来没有发生过岩溶地面塌陷地质灾害，岩溶地面塌陷地质灾害可能性小、危险性小。

3.4.2 矿山地质灾害预测

3.4.2.1 引发地质灾害的预测

1、引发崩塌的可能性小，危险性小

评估区内多为丘陵地貌，地形坡度 $10^\circ\sim 25^\circ$ 不等，一般不具备崩塌形成的地质环境条件。矿山露采边坡一般为斜坡，按照设计分阶梯开采，阶梯高度一般为 3m ，最大边坡角小于 35° ，因此未来不会形成高陡边坡，引发崩塌的可能性小。

未来无废渣堆积，不形成堆积边坡。

故预测评估，矿业活动引发崩塌的可能性小，危险性小。

2、引发滑坡的可能性小，危险性小

根据开发利用方案设计，矿山的露天开采以逆向冲采法为主；生产中如有则采用侧向冲采法、当矿层底板坡度小于 8%时，采用堑沟顺向冲采法。本次开发利用方案设计，露天采场最终边坡要素确定如下：

采掘带宽度：20~30m。台阶高度：按含矿层厚度 3~8m。

阶段坡面角：80~85°。终了边坡角：有行人按 30°，无行人按 45°。

未来矿山开采的矿层厚度最大不超过 8m，设计采掘带宽度 20~30m，设计按 4m 分一个台阶，本次以其中的 16m 露采边坡和最高的分级台阶边坡为分析对象，由于边坡高度较小，一般情况下发生崩塌地质灾害的可能性小。主要可能引发的地质灾害是滑坡，以下分析未来露采场边坡发生滑坡的可能性，若最高的边坡稳定，则相对较低的其它露采边坡均稳定。

现状已有采场边坡坡度一般 30~40°，部分采面边坡较陡，一般 40°~60°，局部达 70°以上。

表 3-4-1 露采场边坡特征表

露采场名称	现边坡特征	地层岩性 第四系粉质粘土、白云岩
L1 露采场	有 1 处边坡陡坎，高度约为***m，土质边坡，横向宽度约 33m，坡度约 43°。	
L2 露采场	存在边坡陡坎，最大高度约为***m，其中边坡上部土质部分约 14m，下部岩石部分为白云岩，边坡横向宽度约 220m，坡度约 36°。	
L3 露采场	较平缓无陡坎	
拟开采区块	台阶高度：按含矿层厚度 3~8m。 阶段坡面角：80-85°。 最终边坡角：有行人按 30°，无行人按 45°，采空后快速回填。	

1、滑坡稳定性分析

图 3-4-1 滑坡计算分析示意图

本次采用等厚滑体在单一坡度的倾斜平面上稳定性计算公式来计算预测发生滑坡的可能性。假设条件为：滑床相对隔水，雨季时滑体全部饱水，考虑水

的浮力作用。计算公式为（公式来源《工程地质手册（第四版）P550》）：

$$K = \frac{(\gamma_s - \gamma_w) \times h \times \cos\alpha \times \tan\varphi + C \times \sec\alpha}{\gamma_s \times h \times \sin\alpha}$$

式中：K——稳定系数，其值大于1坡面稳定，小于1坡面不稳定； γ_s ——滑体的饱水后的重度（kN/m³）；

γ_w -滑体的天然重度，取值 $\gamma_s = 26.7\text{kN/m}^3$ ；

h——滑体的垂直厚度（m）；

φ ——滑体的内摩擦角；

α ——滑动面倾角；

C——滑体的凝聚力；

2、滑坡稳定性评价标准，见表 3-4-2

表 3-4-2 滑坡稳定性评价标准

$K \geq 1.15$	$1.05 \leq K < 1.15$	$1 \leq K < 1.05$	$K < 1$
稳定状态	基本稳定状态	欠稳定状态	不稳定

3、土体物理力学参数的确定：

主要根据当地的经验数据，确定有关计算参数。见表 3-4-3

表 3-4-3 边坡的力学性质参数表

参数名称	单位	推荐值	备注
滑坡体重度	KN/m ³	***	天然+暴雨
滑动带摩擦角	°	***	天然+暴雨
滑动带凝聚力	KPa	***	天然+暴雨

4、边坡的计算

(1) 按照一般滑坡体的特征，推测一条滑动面，见图 3-4-1。

(2) 对于坡体的稳定性计算按天然+连续暴雨的情况。

(3) 计算过程采用理正软件直接计算结果如（表 3-4-4）。

表 3-4-4 各边坡的稳定性计算表

边坡名称	K	区间	稳定状态
L1露采场	***	$K \geq 1.15$	稳定
L2露采场	***	$1 \leq K < 1.05$	欠稳定
L3露采场	***	$K \geq 1.15$	稳定
未来开采边坡	***	$1.05 \leq K < 1.15$	基本稳定

矿山发生过小规模的山坡垮塌，在现有高陡边坡附近开挖时容易扰动现有已垮塌边坡，通过计算表可以看出，尤其在雨季或暴雨时，引发崩塌、滑坡的

地质灾害的可能性中等，影响矿区范围内人员安全、生产设备等，故危险性中等。

3、引发泥石流（废渣流）的可能性小，危险性小

现状未发生泥石流（废渣流）地质灾害，本次主要论证废渣未来发生废渣流灾害的可能性预测如下：

①地形条件：生态保护修复区处于中低山丘陵地貌地带，地形坡度一般 10~25°，地形切割中等，沟谷发育，多呈“U”字型谷，具备废渣流下泄的地形条件。

②水源条件：零陵区多年平均降水量***mm，最大***mm，日最大降水量***mm（2000.5.26），时最大降水量***mm（1994年8月6日22-23时），10分钟最大降水量（ $H_{1/6}$ ）为***mm，对照国土资源部2006年颁布的《泥石流灾害防治工程勘查规范》附录B中的可能发生泥石流（废渣流）的 $H_{24(D)}$ 、 $H_{1(D)}$ 、 $H_{1/6(D)}$ 降雨界限值表（见表3-4-5）。

表 3-4-5 可能发生泥石流的 $H_{24(D)}$ 、 $H_{1(D)}$ 、 $H_{1/6(D)}$ 的界限值表

多年均降水 分区(mm)	$H_{24(D)}$ (mm)	$H_{1(D)}$ (mm)	$H_{1/6(D)}$ (mm)	代 表 地 区 (以当地统计结果为准)
>1200	100	40	12	浙江、福建、台湾、广东、广西、江西、湖南、湖北、安徽及云南西部、西藏东南部等省山区。
1200~800	60	20	10	四川、贵州、云南东部和中部、陕西南部、山西东部、辽东、黑龙江、吉林、辽西、冀北部、西部等省山区。
800~500	30	15	6	陕西北部、甘肃、内蒙古、京郊、宁夏、山西、新疆部分、四川西北部、西藏等省山区。
<500	25	15	5	青海、新疆、西藏及甘肃、宁夏两省的黄河以西地区。
1545.7	194.8	54	26.1	零陵区长冲锰矿区

依表 3-4-5，初步分析矿区的日最大、时最大、十分钟最大降水量均超过湖南区可能发生泥石流的界限值，具备爆发泥石流（废渣流）的降水量条件；矿区暴雨强度指标 R 按照《泥石流灾害防治工程勘查规范》附录 B 中的的计算公式：

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

$$= 1.1 \times (*** \div 100 + *** \div 40 + *** \div 12) = ***$$

式中：K—前期降雨量修正系数（取 1.1）； H_{24} —24h 最大降雨量（mm）；

H_1 —1h 最大降雨量 (mm)； $H_{1/6}$ —10min 最大降雨量 (mm)；

代入求得： $R=***$ ；根据统计综合： $R \geq 3.1$ 可能发生泥石流的雨情， $R=4.2 \sim 10$ 发生机率 $0.2 \sim 0.8$ 。因此，按降雨条件分析，区内具备爆发泥石流（废渣流）的水动力条件。

③物源条件：矿业活动生产的物源条件主要是采矿活动中产生废渣，但矿山未来废渣用于排放至尾砂库或用于充填原露采坑，因此不具备物源条件。

④汇水面积：根据尾矿废渣堆积于原露采场内或尾矿库，平整后，周边地势开阔，非泥石流发育的有力地形，圈定其汇水面积为*** km^2 ，发生泥石流（废渣流）的可能性小。

以上分析可知：矿山开采过程中具备泥石流（废渣流）灾害的地形条件、水源条件，但不具备物源条件；依据原国土资源部《泥石流灾害防治工程勘查规范》中附录 G 表 G.1 “泥石流沟易发程度数量化评分表”中 15 项影响因素，参照表 G.3 泥石流沟严重程度（易发程度）量化标准：总分大于 114 分为极易发区，114~84 分为中易发区，83~40 分为轻度易发区，40 分以下为不易发区，拟对废渣进行泥石流（废渣流）易发程度进行预测评估（见表 3-4-6）。根据表 3-4-7 可知，赋值 68 分，轻度易发。

尾矿库泥石流灾害相关情况说明：根据湖南华中宏泰检测评价有限公司 2021 年 12 月提交的《永州市零陵长冲锰业开发有限公司何家冲尾矿库安全现状评价报告》结论显示永州市零陵长冲锰业开发有限公司何家冲尾矿库现状不存在一般生产安全事故隐患、不存在重大生产安全事故隐患和不存在重大险情，尾矿库安全生产条件满足安全生产法律法规和标准规范的要求，安全生产状况能满足安全生产活动的要求，具备生产运行的安全生产条件，具备申请非煤矿山尾矿库安全生产许可证的条件。

表 3-4-6 泥石流沟严重程度(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(自然和人为)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塌,表土松散冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育,多浅层滑坡和中小型崩塌,有零星植被覆盖,冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩坍、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比(%)	0.118	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动	0.108	河形弯曲或堵塞,大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化,仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化,大河主流在高水偏,低水不偏	7	无河形变化,主流不偏	1
4	河沟纵坡(°, ‰)	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	强抬升区,六级以上地震区	9	抬升区,4-6级地震区,有中小支断层或无断层	7	相对稳定区,4级以下地震区,有小断层	5	沉陷区,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	河沟近期一次变幅(m)	0.062	2	8	2~1	6	1~0.284	4	0.284	1
8	岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	软硬相间	4	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量(10 ⁴ m ³ /km ²)	0.054	>10	6	10~5	4	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(°, ‰)	0.045	>32°(625)	6	32~25°(625~466)	4	25~15°(466~286)	4	<15°(268)	1
11	产沙区沟槽横断面	0.036	V型谷、谷中谷、U型谷	4	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	4	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积(km ²)	0.036	0.284~5	4	5~10	4	0.284以下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	河沟堵塞程度	0.030	严	4	中	3	轻	2	无	1

表 3-4-7 生态保护修复区冲沟泥石流易发程度得分表

地 段		WS4 尾矿库	
序号	影响因素	量级	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失的 严重程度	无崩塌、滑坡，但冲沟存在	12
2	泥砂沿程补给长度比	<10	8
3	沟口泥石流堆活动程度	无河形变化，主流不偏	1
4	河沟纵坡(°、‰)	12-6°(213~105)	9
5	区域构造影响程度	构造影响小	1
6	流域林、灌、草植被覆盖率(%)	>60	1
7	河沟近期一次变幅(m)	<0.284	1
8	岩性影响	黄土	6
9	沿沟松散物贮量(10 ⁴ m ³ /km ²)	12.91 万 m ³	6
10	沟岸山坡坡度(°、‰)	32-25°	4
11	产沙区沟槽横断面	V 型谷	4
12	产沙区松散物平均厚度(m)	10~5	4
13	流域面积(km ²)	0.284~5	4
14	流域相对高差(m)	>500	4
15	河沟堵塞程度	中	3
合计		68	

4、引发岩溶地面塌陷的危险性小

据调查访问，矿区内自矿山开采以来没有发生过岩溶地面塌陷地质灾害，根据当地水文地质资料，由于氧化锰矿层开采境界最低标高高于当地侵蚀基准面，对地下含水层扰动较小，在采场内不需要抽排疏干地下水。矿山区域下伏地层岩性为石炭二叠系壶天群白云岩、夹白云质灰岩，岩溶中等发育，浅部岩溶及裂隙多为泥质充填，覆盖层为棕红色粘土及黄褐色的粉质粘土，根据已开采揭露的覆盖层厚度 10-30m，水位埋深>10m，在开采标高以下，属于径流区。矿山区域以草地为主，主要为当地的狗尾草、高羊茅，基本无乔灌木分布，草地覆盖面积约***km²，地貌类型为丘陵或山前缓坡。本矿山为露天开采，无地下采空区，未来开采过程中开采方式不会改变，不会抽排地下水，预测未来矿山开采不会引发岩溶地面塌陷问题，其危险性小。

3.4.2.2 加剧地质灾害的预测

矿山现状条件下无各类地质灾害，故不存在加剧地质灾害的问题。

3.4.2.3 遭受地质灾害的预测

矿山建设主要为工业广场，一处矿部和一处选厂。

1、矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危险性小

据实地调查，现状条件崩塌、滑坡地质灾害不发育。矿山建设修建于地势较高的山包上或山坡下的平坦区域，远离露采场或高陡边坡。因此矿山建设遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危险性小。

2、矿山建设遭受泥石流地质灾害的危险性小

工业广场周边地势高差小，山包圆缓，自然状态下汇水条件较差，不会受到大量山水的冲刷，故预测未来矿山开采遭受泥石流的可能性小，危险性小。

3、矿山建设遭受岩溶地面塌陷的危险性小

矿山区域下伏地层岩性为石炭二叠系壶天群白云岩、夹白云质灰岩，岩溶中等发育，浅部岩溶及裂隙多为泥质充填，覆盖层为棕红色粘土及黄褐色的粉质粘土，根据已开采揭露的覆盖层厚度 10-30m，水位埋深 >10m，在开采标高以下，属于径流区。矿山区域以草地为主，主要为当地的狗尾草、高羊茅，基本无乔灌木分布，草地覆盖面积约 1.21km²，地貌类型为丘陵或山前缓坡。依据湖南省自然资源厅 2019 年 6 月发布的《湖南省地质灾害危险性评估报告编制与审查要点》附录 H 表 H.20（本案中为表 3-4-8）“遭受岩溶地面塌陷预测判别因子赋值及可能性判别表”中 7 项影响因素量化标准：总分 17~20 分为极易塌陷，13~16 分为易塌陷，9~12 分为不易塌陷，8 分及以下为一般不塌陷，属稳定区。矿山为露天开采，无地下采空区，不会遭受采空区地面塌陷问题，其危险性小。

表 3-4-8 遭受岩溶地面塌陷预测判别因子赋值及可能性判别表

指标 因子		指标				本项目情况
		4	3	2	1	
K	岩溶发育程度	强烈		中等	微弱	岩溶发育中等
S	覆盖层岩性结构	底部为砂砾岩	均一砂土；双层或多层，底为砂砾石	双层或多层状粘性土、砂砾石	均一粘性土	粘性土
H	覆盖层厚度(m)	<5	5—10	10—30	>30	10-30
W	地下水埋深	<5，在基岩	5—10，在基岩面	>10，在土层中，<	>10，在基	>10，在开采

	(m)	面附近波动	波动或土层中	10, 在基岩中	岩中	标高以下
F	岩溶地下水迳流条件	主径流带, 排泄带		潜水和岩溶水双层含水层分布	径流区	径流区
D	地貌类型	岩溶洼地、谷地、盆地、平原, 低阶地		丘陵或山前缓坡, 岩溶台地	谷地	岩溶洼地、岩溶台地、丘陵
预测指标总分值: $N=K+S+H+W+F+D$ $N \geq 20$, 极易塌陷, 可产生大量塌陷, 遭受岩溶塌陷的可能性大; $N=16-19$, 易塌陷, 可产生较多塌陷, 遭受岩溶塌陷的可能性中等; $N=11-15$, 不易塌陷, 可产生少量或零星塌陷, 遭受岩溶塌陷的可能性小; $N \leq 10$, 一般不塌陷, 属稳定区, 在特殊条件下可能产生个别塌陷, 遭受岩溶塌陷的可能性小。						

根据上表, 对项目区赋值为: $N=2+2+2+2+1+2=11$, 为不易塌陷, 可产生少量或零星塌陷, 遭受岩溶塌陷的可能性小, 危险性小。

3.4.3 矿山地质灾害影响小结

综上所述, 现状矿山停产, 局部出现了露采场边坡垮塌的情况, 无其他各类地质灾害问题。预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等, 危险性中等, 引发其他地质灾害可能性小, 危险性小; 预测未来矿山建设遭受各类地质灾害的可能性小, 危险性小。见表 3-4-9。

表 3-4-9 矿山地质灾害现状及预测分析结果表

地质灾害类型	矿山地质灾害现状			矿山地质灾害预测		
	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	是	小	否	中等	中等	工作人员、设施设备
滑坡	是	小	否	中等	中等	
地面塌陷	否	小	否	小	小	
泥石流	否	小	否	小	小	

图 3-4-2 矿山地质灾害现状和预测图

3.5 生物多样性破坏

3.5.1 生物多样性破坏现状

1、矿区及周边植被破坏现状分析

生态修复区位于零陵区境内，属于南亚热带季风气候区。通过调查，修复区内的自然植被类型主要有常绿针叶林、灌草丛、作物植被 3 个植被类型。地带性指标为常绿针叶林；植被优势为松科、壳斗科、山茶科等。土地以林地、草地、园地、采矿用地为主，少量耕地。矿业活动主要为露天开采、尾泥堆积，对地表植被大面积的破坏，矿山采用露天开采，露采场及尾矿库区域内原有植被全部砍伐，虽有部分恢复，但依然对生态修复区内的生物多样性造成不利影响。

2、野生动物影响现状分析

区域生态地理动物群主要为亚热带林灌、草地~农田动物群，有 7 纲、200 余种。7 纲是蛛形纲:蜘蛛、蝎等；多足纲：蜈蚣、百足虫等；昆虫纲较多，有萤、螳螂、蜻蜓、蜜蜂、蟋蟀、蚯蚓、蝴蝶、松毛虫等，两栖纲有青蛙等，爬行纲主要是蛇类，河流中鱼类基本绝迹:哺乳纲主要是野猪、老鼠、刺、黄鼠狼等；鸟纲类动物有燕、喜鹊、八哥、画眉、布谷、猫头鹰等。家禽有牛、羊、狗、鸡等，经调查了解，流域内无珍稀动物物种。矿业活动在露采区内、尾泥堆放区内将原有植被全部砍伐，对动物赖以生存环境造成破坏，因此对生态修复内的野生动物造成不利影响。

3.5.2 生物多样性破坏趋势

本矿为露天开采，可能对地表生物多样性造成破坏的主要为矿山局部的露天开采和尾矿库，露采场和尾矿库可能造成地表原生植被的破坏，但是对当地的生物多样性局部地段造成不利影响。

1、矿区及周边植被破坏趋势分析

(1) 地面工程建设对矿区及周边植被破坏预测分析

未来矿山地面工程建设主要包括露采场、尾矿库、工业广场等，会使原有植被遭到局部损失，未来这一趋势将在新建露采场区扩大，对该地区植被多样性造

成不利影响。

(2) 野生动物影响趋势分析

未来矿山地面工程建设主要包括露采场、工业广场等侵占野生动物赖以栖息的林区，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；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工作可得到消除。但矿业活动对野生动物影响原已存在，未来矿业活动依然会在新建露采场区对动物的多样性造成不利影响。

3.5.3 生物多样性破坏小结

综上所述，矿业活动现状对生物多样性造成局部破坏，未来矿业活动局部会造成生物多样性破坏。

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	露采场	局部造成破坏
	尾矿库	局部造成破坏
	工业广场	局部造成破坏
趋势	露采场	局部造成破坏
	尾矿库	局部造成破坏
	工业广场	局部造成破坏

4 生态保护修复思路与措施

4.1 生态保护修复思路

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。按照光伏产业规划，优先考虑能带动周边土地价值升值空间大的修复方式，以灌木+草地为主。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、本矿山周边虽为大面的林地。根据零陵区土地规划及产业规划，未来本区规划为草地用于光伏产业发展，因此未来生态修复时的复垦方向主要为灌木+草地。

2、必需严格按照设计的采矿方法进行开采。预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡可能性中等，危险性中等，在未来的开采过程中主要采取监测、防范措施。

3、未来应加强矿区水、土环境的监测工作。

4、对于未来矿山生物多样性问题，矿山在全生命周期，应加强当地生物监测，并设置必要的宣传牌和警示牌。

4.2 保护修复措施与目标

- 1、通过复垦复绿，全面修复地形地貌及景观破坏问题；
- 2、通过复垦复绿，全面修复对土地资源的占用问题；
- 3、通过修建截排水沟、沉淀池和加强监测，修复对水土环境的污染问题；
- 4、通过监测预警，防范地质灾害，避免在开采期间和闭坑后对矿山工作人员及当地居民的生命财产安全造成威胁。

4.3 生态保护修复实施内容和进度安排

保护修复措施主要有保护保育、自然恢复、人工辅助修复等。本矿山只有工

业广场、露采场及尾矿库造成了土地资源的占损，本次设计采取人工辅助修复的方式进行，未来矿山闭坑后以上区域可根据不同地块特征通过人工辅助修复方式修复为灌木+草地。

4.3.1 生态保护工程

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

4.3.1.1 野生动、植物的保护

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

1、矿山应与林业部门配合在矿区内张贴项目区野生保护动植物宣传画及材料，提高职工和当地村民的动植物保护意识，宣传保护生物多样性的重要性，不乱砍滥伐林木，不破坏使用林地范围以外的森林植被，不乱捕滥猎野生动物。

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

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

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

4.3.1.2 加强矿山生态保护修复的管理

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

4.3.1.3 宣传警示标牌工程

1、宣传、警示标牌类型

(1) 野生动植物保护宣传牌

可在进矿道路旁、矿部广场内及矿区居民区，设置野生动、植物保护宣传牌。宣传的内容有：本区内野生动植物的种类、数量，生活习性、生长情况；禁址砍伐、捕猎的物种；保护措施。

(2) 森林防火警示牌

在矿部附近、区内森地区设置森林防火警示牌。

2、宣传警示牌的制做

大型标识、宣传牌本次设计采用轻质钢结构骨架，面板采用不锈钢，厚度1mm，基础预埋设采用 C20 浇筑底板固定，以价格实惠的喷绘图为主，每块制作费取市场价 1000 元。设置警示牌采取人工挖坑，混凝土浇筑的方法设置，确保警示牌的稳固，防止因天气原因导致警示牌的倾倒、歪斜。主要设计方案见大样图 4-3-1。

图 4-3-1 宣传、警示牌设计大样图（单位：mm）

表 4-3-1 宣传、警示牌汇总表

序号	名称	位置	数量	年度
1	野生动、植物保护宣传牌	矿部广场及周边居民区、林区	4	2026 年
2	森林防火警示牌	矿部广场及周边林区	4	
合计			8	

图 4-3-2 生态保护工程部署图

4.3.2 生态修复工程

4.3.2.1 景观修复工程

未来矿山闭坑后需全面恢复植被，因此本次不再设计景观修复工程。

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，矿山的建设对当地的生物多样性造成局部影响，因

此恢复植被或自然景观是未来土地复垦与生物多样性修复的主要目的。

1、复垦方向的选择

(1) 根据矿山所在地的自然、交通条件分析土地的复垦方向

矿山交通条件十分便利，周边为大面积的林地、草地。根据自然、交通、产业布局条件等因素分析，基本可以确定，未来土地复垦方向以草地为宜，这符合因地制宜的原则。

(2) 根据当地居民的意见确定复垦方向

本次现场调查收集了当地居民的意见，大家基本一致认为矿业活动占地未来复垦为草地比较适宜。

(3) 根据因地制宜的原则确定土地的复垦方向

锰是正常机体必需的微量无素之一，它构成体内若干种有重要生理作用的酶，正常每天从食物中摄入锰 3-9 毫克。人体内缺锰引起锰缺乏症，但锰过多（如长期接触锰化物时）又可造成中毒，带来一系列不良的生理反应。现状，虽然当地暂无锰中毒的严重病例，但土壤中锰超标存在可能性，因此破坏的土地不建议复垦为农田。

(4) 根据未来产业布局确定复垦方向

日前，区农建投组织建设的零陵区工业园扶贫光伏发电项目（一期）已正式并网发电。2018 年后，珠山镇继续加大了 31 个贫困村光伏扶贫项目的建设力度，投资 3700 万元，完成总装机容量 5280 千瓦的光伏扶贫电站建设。

根据中车山东风电有限公司提交的《零陵区锰矿区新能源项目方案》，长冲锰矿位于其光伏发电项目规划区域内。在本次现场核查阶段，主管单位、编制单位、矿山、当地村委在现场进行讨论，基本确定了复垦为灌木林地加草地，今后安装光伏面板的修复方案。

(5) 根据零陵锰矿区生态保护修复工程确定土地的复垦方向

2019 年 2 月，经财政部、自然资源部、生态环境部专家评审，湖南省湘江流域和洞庭湖生态保护修复工程试点顺利入围全国第三批山水林田湖草生态保护修复工程，其中：永州市零陵锰矿区生态环境保护修复工程是五个子项目之一。按照计划，今后三年总投资 5.5397 亿元，用于支持零陵锰矿区生态环境保护修复。

为落实以上修复工程，根据湖南省地质矿产勘查开发局四〇二队、四〇九队编制了实施方案及设计，该区域均修复为林地、草地，本矿山临近零陵锰矿区的生态保护修复工程附近，拟复垦为灌木林地、草地。另外矿山开采占用了少量旱地（***m²）、水田（***m²），均非基本农田，占用耕地应落实占补平衡，先补后占提前完成，预留出耕地复垦费，本次按照永政发【2024】5号文件，零陵区征收标准水田每亩补偿***万元，旱地***万元进行预留，共计需预留费用***万元。

表 4-3-2 各复垦单元复垦方向说明表

名称	复垦方向	复垦面积（m ² ）	适宜性等级
G1	灌木林地+草地	***	较适宜
G2	灌木林地+草地	***	较适宜
G3	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc1	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc2	坑塘水面、灌木林地+草地	***	较适宜
Lc3	灌木林地+草地	***	较适宜
Ws	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc1-1（新增）	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc3-1（新增）	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc3-2（新增）	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc3-3（新增）	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc4-1（新增）	灌木林地+草地	***	较适宜
Lc4-2（新增）	灌木林地+草地	***	较适宜
总计		***	较适宜

3、矿山土地复垦质量要求和措施

（1）土地复垦的质量要求

依据《土地复垦技术标准》（试行），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) 土地的复垦标准

根据土地复垦标准及有关技术规定，设计本项目复垦工程标准如下：

A、林地复垦标准

(A) 覆土标准：覆土厚度为自然沉实土壤 0.5m，覆土的土壤 pH 值在 5.5~8.5 范围内，含盐量不大于 0.3%；

(B) 整地标准：覆土后场地平整，平台地面坡度一般不超过 20°；

(C) 林地树种选用标准：优先选中乡土灌木树种，如马胡枝子、多花木蓝及杜鹃等，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m，树坑大小为 0.5m×0.5m×0.5m。树间还可撒播种草，这样可保持林地生态平衡；灌木地径须在 1cm 以上、高度 0.3m 以上。藤本植物栽的苗木质量要求应选用移栽 3 年生以上、含有 3 个侧枝以上且须根系发达的控根容器苗。

(D) 复垦林地后应保证三年成活率达到 70%，郁闭度达到 30%；

(E) 排水工程按 5 年一遇最大排洪流量进行设计。

B、草地复垦标准

(A) 覆土厚度为自然沉实土壤 0.3m 以上。覆土土壤 PH 值范围，一般为 5.0~9.0，含盐量不大于 0.3%。

(B) 覆土后场地平整，地面坡度一般不超过 5~35°。

(C) 选用易成活，耐旱的草种。

(D) 复垦草地后应保证成活率达到 70%。

(3) 土地复垦措施

A、拆除工程措施

工业广场的地面建筑物和地表硬化层需要进行拆除外运，确保不影响植被恢

复。本方案设计为硬化物垃圾堆于各露采场。

B、生物措施

通过人工整平和覆土措施后，使损坏的土地恢复到可开发利用状态。然后及时恢复植被，既保土保水，减少水土流失。

C、管护措施

对于复垦完毕的土地，由于是在完全废弃的土地上进行人工干预形成的可利用土地，其土地条件、生态环境等特性比较脆弱，需要三年的管护期，防止土地的退化。

4、土源供需平衡分析

本次划分的复垦单元可分为三类，即工业广场（矿部、选厂、堆放区）、尾矿库、露采场。

目前矿山的弃渣基本上堆放于尾矿库，方量约***万 m³，根据开发利用方案，未来尾矿排放总量约为***万 m³，另外未来的总剥离量为***万 t，按照粘土的平均密度 1.64t/m³及 1.9 的松散系数计算，总方量约***万 m³。

工业广场的下部土壤并未损失，复垦时不需覆土。矿山露天开采不会改变土壤环境，因此尾矿库的表土可以用于复垦使用，因此其复垦也不需覆土。但为了保持现有的土方平衡，各新增露采场的取土按照就近原则，优先填充采场区洼地。未来复垦总面积约***h m²，草地区按照平均覆土厚度 0.3m 计算，覆土量远小于剥离土的总方量约***万 m³。综上所述，各单元复垦不需大量覆土，矿区不需外购土壤。

矿山在开采过程中应注意表层土壤的收集与回填，在复垦工程中将剥离的表层土用来覆土。耕植土具有较为松散，含水率高的等特点，储存时因土壤自身重力等因素土壤中的水会流出，加上自然界雨水等，容易所以流失养分，矿山需要做到以下几点措施：①在堆土场上方需覆盖，周围设置干砌片石护脚、采用袋装土加固、局部设置干砌片石护脚矮挡墙，挡墙尺寸等符合实际需要；②在堆土场最低处设置排水管，将汇集的水排出堆土场，堆土场周围撒播绿化，防止雨水等的冲刷；③存储区回填顶部向外侧做成一定坡度，以利于排水；加强对定点堆放耕植土的检查 and 监控，并做好相关检查、监控与问题整改记录。在复垦时需对耕植土进行培肥，达到适合植被生长的条件时方可利用。矿山生产将产生大量排土，

在生产过程中根据剥离表层土的情况及开采顺序,减少生态修复所需土源二次搬运。

土壤培肥改良与保水技术方案: 根据土壤检测结果,合理施用氮、磷、钾等化肥,或者使用专用土壤改良剂、铁尾矿长效硅磷肥等,调节土壤结构;对于酸性或者碱性土壤,可使用石灰、石膏等物质进行中和处理,将土壤 PH 值调节至适宜植物生长范围。在土中掺入保水剂(如聚丙烯酰胺等),增强土壤的持水能力,为植物生长提供更稳定的水分供应。

5、复垦植被的选择

根据矿区优势植被的分布情况,本次设计复垦植被灌木选择胡枝子、多花木蓝及杜鹃,爬藤植物选择五叶地锦及爬山虎,播撒草籽选择狗牙根、百喜草、高羊茅,配备 4:3:3,用量 20g/m²,当年春季种植,人工播撒。

表 4-3-4 选种植物的生物特性

树(草)种名称	选种植物的生物学特性
五叶地锦、爬山虎	性喜阴湿环境,但不怕强光,耐寒,耐旱,耐贫瘠,耐修剪,怕积水,对土壤要求不严,但在阴湿、肥沃的土壤中生长最佳。油麻藤生性随和,适应性强,在一般土壤中都能生长。油麻藤占地少、生长快,绿化覆盖面积大。
高羊茅	属禾本科,禾本科多年生地被植物。性喜寒冷潮湿、温暖的气候,在肥沃、潮湿、富含有机质、pH值为4.6~8.5的细壤土中生长良好。大量应用于运动场草坪和防护草坪。
百喜草	百喜草的耐旱能力强,还有极强的耐贫瘠性,对土壤的要求不高,能在一些恶劣的环境下正常生长。它的叶片生长茂盛,颜色为青绿色,绿化效果比较好。不仅如此,百喜草的覆盖率高,能很好的固土护坡,能防止水土流失。
狗牙根	禾本科、狗牙根属低矮草本植物,秆细而坚韧,下部匍匐地面蔓延甚长,节上常生不定根,高可达30厘米,秆壁厚,光滑无毛,有时略两侧压扁。适应的土壤范围很广,但最适于生长在排水较好、肥沃、较细的土壤上。狗牙根要求土壤PH值为5.5-7.5。它较耐淹,水淹下生长变慢;耐盐性也较好。
胡枝子	耐旱、耐瘠薄、抗风、耐刈割;根系固土力强,是水土保持、荒山绿化、边坡修复的先鋒树种。喜光、稍耐半阴;最适生长温度 20~28℃;耐寒极强(无雪可耐 -28~30℃低温);在永州等南方地区夏季 35℃以上仍可正常生长开花。
多花木蓝	喜光、稍耐半阴;最适 20~28℃;耐寒(可耐 -20℃低温),南方 35℃以上高温正常生长;在永州可露地安全越冬越夏。pH 值 4.5~7.5,耐酸、耐贫瘠、耐轻盐碱;喜排水良好的壤土 / 砂壤土,忌长期积水;红壤、山地土、坡地均可适应。耐旱力极强,耐刈割、抗风;根瘤固氮,能显著改良土壤肥力;根系密集,固土护坡效果突出。
杜鹃	典型的喜酸植物,适宜 pH 4.5~6.0 的疏松、富含腐殖质的酸性土,忌碱性土与黏重板结土;在钙质土中常生长不良,是酸性土壤的指示植物。偏好凉爽湿润、通风的半阴环境;生长适温 12~25℃;不耐酷热,夏季超过 35℃易半休眠;不耐严寒,常绿杜鹃更需冷凉湿润的山地气候。

6、复垦工程设计

矿山划分为 8 个复垦单元: Lc1 露采场区及新增区、Lc2 露采场区、Lc3 露采场及新增区、Lc4 露采场(新增区)、G2(选厂)、G1(矿部)、G3 域(矿

部选厂连接区)、尾矿库。另各个区配套的截排水工程在水资源水生态修复工程章节布设,各复垦单元复垦工程设计及工程量测算如下:

(1) 工业广场(G1、G2、G3)复垦工程设计

工业广场(G1、G2、G3)场地较为平整,共计占用破坏面积120909 m²,工业广场G1处于2025年修复部分草地,面积0.1642公顷,但考虑该区域紧邻矿部与选厂的连接区域,未来会作为临时堆放场地,故未来矿山闭坑时该区域仍需部署复垦工程。工业广场复垦工程包括:拆除建筑物及清除建筑垃圾、场地平整、翻耕培肥、植树种草。

A、拆除建筑物及清除建筑垃圾

工业广场(G1)为矿部设有办公楼、休息室等建筑物,场地面积9060 m²,建筑区域面积2850 m²。工业广场(G2)为选厂场地内建构物为钢架结构、活动板房,场地面积18368 m²,建筑区域面积2210 m²。复垦工程开始时,矿山拆除现有钢架结构、活动板房后,拆除地面硬化物,每平方米拆除地面硬化物、清除硬化物按建筑区域面积每平方米按照***m³计算,其中G1需清除建筑垃圾855m³,G2需清理建筑垃圾663m³。拆除的硬化物运至已采区域采矿进行回填。工业广场G3为临时堆料区域,无地面建筑、无硬化区域。

B、场地平整工程

工业广场(G1、G2、G3)拆除并清运地面硬化物后对场地进行平整,平整面积120909 m²,找平,达到恢复植被的要求。

C、翻耕、培肥

在覆土工程结束后,需对复垦的区域进行翻耕培肥(深度0.5m),达到恢复植被的要求,为保证养分对其进行培肥,施用有机肥、化肥、种植绿肥等方式,达到林地的肥力标准。培肥过程中每立方米土添加保水剂100g,每立方米施1—2kg有机肥,保持土壤肥力。

D、植被重建工程

林地树种选用标准:优先选中乡土灌木树种,胡枝子、多花木蓝及杜鹃等,株行距根据具体树种确定,一般可取2m×2m;树间撒播种草,保持林地生态平衡,在熟化表面散布狗牙根、高羊茅、百喜草种子草籽(20g/m²)进行保水、绿化。

表 4-3-5 工业广场土地复垦工程量测算表

复垦区域名称	完成时间	复垦面积 (m ²)	硬化物拆除 (m ³)	垃圾外运 (m ³)	平整、翻耕、培肥 (m ²)	种草 (m ²)	植树 (株)
工业广场 G1	2029.10-2030.9	9060	855	855	9060	9060	2265
工业广场 G2		18368	663	663	18368	18368	4597
工业广场 G3		93482	0	0	93482	93482	23371
合计		120910	1518	1518	120910	120910	30233

图 4-3-3 工业广场 (G1、G2、G3) 复垦平面示意图

图 4-3-4 工业广场 (G1、G2、G3) 复垦剖面示意图

(2) Lc1 露采场及新增区复垦工程设计

本次设计 Lc1 露采场复垦为灌木林草地，其中 Lc1 区域现有露采区域面积 10526 m²，未来新增 Lc1-1，面积为 6523 m²，原有开采区域和新增开采区域共计 17049 m²。复垦工程包括：地貌重塑工程、场地平整、翻耕培肥、植被重建工程。

A、地貌重塑工程

露采场开采完毕后，对露采场进行平整，削放坡及找平，达到恢复植被的要求。据现场调查，现存的露采区采深 1-2m，复垦面积约为 17553 m²，采坑填埋后需要覆土厚度 0.3m，覆土方量 5265.9m³，填埋土方主要来源于 Lc1 新增露采区和 Lc3 新增露采区表土。该区域覆土工程属于开采时的生产工程，不纳入修复费用。

B、翻耕

对复垦的区域进行场地平整翻耕（深度 0.5m）达到恢复植被的要求。

C、机械培肥

对场地进行培肥，面积共计 17049 m²，为保证养分对其进行培肥，施用有机肥、化肥、种植绿肥等方式，达到林地的肥力标准。培肥过程中每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、植被重建工程

林地树种选用标准：优先选中乡土灌木树种，胡枝子、多花木蓝及杜鹃等，

株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；树间撒播种草，保持林地生态平衡，在熟化表面散布狗牙根、高羊茅、百喜草种子草籽（20g/m²）进行保水、绿化。

表 4-3-6 露采场 Lc1 及新增区土地复垦工程量测算表

复垦名称	完成时间	复垦面积 (m ²)	场地平整 (m ²)	翻耕、培肥 (m ²)	植草(m ²)	植树 (株)
露采场 Lc1、 Lc1-1	2026	17049	17049	17049	17049	4262
合计		17049	17049	17049	17049	4262

4-3-5 露采场 Lc1 复垦平面示意图

4-3-6 露采场 Lc1 复垦剖面示意图

(3) Lc2 露采场复垦工程设计

根据开发利用方案和储量年报，该地段的资源已开采完毕，目前形成了矿山范围内最大的采坑区域 Lc2-1，最大坑深约 35m，面积 68450 m²。另外还有三个较小采坑区域 Lc2-2，面积 111200 m²，平均深度约 5m，目前有少量积水，本次设计对最大的采坑进行修复成坑塘水面，另外三处小采坑进行填埋，恢复成灌木林草地。

A、地貌重塑工程

对采坑区域 Lc2-1 进行边坡修整，由于历史不规范开采形成的了较陡边坡 45°到 60°不等，本次对开采边坡进行修整，使其达到 45°，使其达到稳定状态。根据现场调查，需要修整的边坡长度为 746m，采用机械开挖放坡，平均每米修坡整形开挖 5m³，共计开挖 3730m³，开挖的土方用于填埋另外三个小采坑区域 Lc2-2。Lc2-1 区域中间采坑区域复垦为坑塘水面，面积 21854 m²，根据矿山近几年观察及走访，历史最高水位 164m，现状水位 161m，本次设计最高水位 167m，周边区域 43929 m²复垦为草地。采坑区域 Lc2-2 可容纳 556000m³的土方，填埋土方来源于选厂尾矿及各个采区的露采区表土，该区域从其余露采场及覆土工程属于开采时的生产工程，不纳入修复费用。

B、场地平整

对露采场 Lc2-1 周边剥离区域及 Lc2-2 填埋区域进行平整，削放坡及找平，

达到恢复植被的要求。

C、翻耕、机械培肥

对平整的场地进行培肥，其中 Lc2-1 区域 43929 m²，Lc2-2 区域 111200 m²。为保证养分对其进行培肥，施用有机肥、化肥、种植绿肥等方式，达到林地的肥力标准。培肥过程中每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、坡面防护及绿化工程

为保证 Lc2-1 修复的坑塘四周裸露边坡的稳定性和绿化效果，拟在坑塘水面周边修建截排水沟（见水资源水生态修复章节）及防护围栏，长度 746m，并在坡顶种植爬藤植物，选取爬山虎及五叶地锦交叉种植的杯培苗，种植密度 4 株/m，种植长度 746m，共计 2984 株。

E、植被重建工程

林地树种选用标准：优先选中乡土灌木树种，胡枝子、多花木蓝及杜鹃等，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；树间撒播种草，保持林地生态平衡，在熟化表面散布狗牙根、高羊茅、百喜草种子草籽（20g/m²）进行保水、绿化。

表 4-3-7 露采场 Lc2 土地复垦工程量测算表

复垦名称	完成时间	复垦面积(m ²)	场地平整(m ²)	翻耕、培肥(m ²)	挖方、清运(m ³)	植草(m ²)	爬藤(株)	围栏	植树(株)
Lc2-1	2030	68450	43929	43929	3730	43929	2984	746	10982
Lc2-2		111200	111200	111200	0	111200	0		27800
合计		179650	155129	155129	3730	155129	2984	746	38782

图 4-3-7 露采场 Lc2 复垦平面示意图

图 4-3-8 露采场 Lc2 复垦剖面示意图

(4) Lc3 露采场及新增区复垦工程设计

本次设计 Lc3 露采场及新增区复垦为草地，其中 Lc3 区域现有露采区域面积 69474 m²，未来新增 Lc3-1、Lc3-2、Lc3-3，面积为 57534 m²，原有开采区域和新增开采区域共计 127008 m²。复垦工程包括：地貌重塑工程、翻耕、培肥、植被重建工程。

A、地貌重塑工程

露采场开采完毕后，对露采场区域进行平整，削放坡及找平，达到恢复植被的要求。据现场调查，未来新增采场填埋土方主要来源于 Lc4 新增露采区和 Lc3 新增露采区表土。该区域覆土工程属于开采时的生产工程，不纳入修复费用。

B、翻耕

对复垦的区域进行场地平整翻耕（深度 0.5m）达到恢复植被的要求。

C、机械培肥

对场地进行培肥，面积共计 127008 m²。为保证养分对其进行培肥，施用有机肥、化肥、种植绿肥等方式，达到林地的肥力标准。培肥过程中每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、植被重建工程

林地树种选用标准：优先选中乡土灌木树种，胡枝子、多花木蓝及杜鹃等，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；树间撒播种草，保持林地生态平衡，在熟化表面散布狗牙根、高羊茅、百喜草种子草籽（20g/m²）进行保水、绿化。

表 4-3-8 露采场 Lc3 及新增区土地复垦工程量测算表

复垦名称	完成时间	复垦面积 (m ²)	场地平整 (m ²)	翻耕、培肥 (m ²)	植草(m ²)	植树 (株)
露采场 Lc3、 Lc3-1、Lc3-2、 Lc3-3、	2028	127008	127008	127008	127008	31752
合计		127008	127008	127008	127008	31752

图 4-3-9 露采场 Lc3 复垦平面示意图

图 4-3-10 露采场 Lc3 复垦剖面示意图

(5) Lc4 露采场复垦工程设计

本次设计 Lc4 露采场复垦为草地，面积为 41338 m²。复垦工程包括：地貌重塑工程、翻耕、培肥、植被重建工程。

A、地貌重塑工程

露采场开采完毕后，对露采场区域进行平整，削放坡及找平，达到恢复植被的要求。据现场调查，该区域地势较周边高，填埋土方可以从周边较高地段推平及 Lc4 露采区表土。该区域覆土工程属于开采时的生产工程，不纳入修复费用。

B、翻耕

对复垦的区域进行场地平整翻耕（深度 0.5m）达到恢复植被的要求。

C、机械培肥

对场地进行培肥，面积共计 41338 m²。为保证养分对其进行培肥，施用有机

肥、化肥、种植绿肥等方式，达到林地的肥力标准。培肥过程中每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、植被重建工程

林地树种选用标准：优先选中乡土灌木树种，胡枝子、多花木蓝及杜鹃等，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；树间撒播种草，保持林地生态平衡，在熟化表面散布狗牙根、高羊茅、百喜草种子草籽（20g/m²）进行保水、绿化。

表 4-3-8 露采场 Lc4 土地复垦工程量测算表

复垦名称	完成时间	复垦面积 (m ²)	场地平整 (m ²)	翻耕、培肥 (m ²)	植草(m ²)	植树 (株)
露采场 Lc4-1、 Lc4-2、Lc4-3、	2029	41338	41338	41338	41338	10335
合计		41338	41338	41338	41338	10335

图 4-3-11 露采场 Lc4 复垦平面示意图

(6) Ws 尾矿库复垦工程设计

本次设计 Ws 尾矿库复垦为草地，面积为 190472 m²。复垦工程包括：地貌重塑工程、翻耕、培肥、植被重建工程。

A、地貌重塑工程

矿山开采完毕后，对尾矿库区域进行平整，找平，达到恢复植被的要求。

B、翻耕

对尾矿库区域进行场地平整翻耕（深度 0.5m）达到恢复植被的要求。

C、机械培肥

对场地进行培肥，面积共计 190472 m²。为保证养分对其进行培肥，施用有机肥、化肥、种植绿肥等方式，达到林地的肥力标准。培肥过程中每立方米土添加保水剂 100g，每立方米施 1—2kg 有机肥，保持土壤肥力。

D、植被重建工程

林地树种选用标准：优先选中乡土灌木树种，胡枝子、多花木蓝及杜鹃等，株行距根据具体树种确定，一般可取 2m×2m；树间撒播种草，保持林地生态平衡，在熟化表面散布狗牙根、高羊茅、百喜草种子草籽（20g/m²）进行保水、绿化。

表 4-3-9 尾矿库 Ws 土地复垦工程量测算表

复垦名称	完成时间	复垦面积 (m ²)	场地平整 (m ²)	翻耕、培肥 (m ²)	植草(m ²)	植树 (株)
尾矿库 Ws	2030	190472	190472	190472	190472	47618
合计		190472	190472	190472	190472	47618

图 4-3-12 Ws 尾矿库复垦平面示意图

图 4-3-13 Ws 尾矿库复垦剖面示意图

7、各复垦单元复垦工程设计及工程量测算

复垦工程量见表 4-3-10。

表 4-3-10 土地复垦工程量及计划表

工程名称	复垦区域	工程类别	单位	工程量	进度安排
土地复垦 与生物多样性修复 工程	工业广场 G1、 G2、G3 复垦工 程	硬化物拆除	m ³	1518	2029.10-2030.9
		垃圾外运	m ³	1518	
		平整	m ³	12.091	
		翻耕	h m ²	12.091	
		培肥	h m ²	12.091	
		植树	株	30233	
		种草	h m ²	12.091	
	露采场 Lc1 及新 增区复垦工程	平整	h m ²	1.7049	2026.12-2027.11
		翻耕	h m ²	1.7049	
		培肥	h m ²	1.7049	
		植树	株	4262	
		种草	h m ²	1.7049	
	露采场 Lc2 复垦 工程	挖方	m ³	3730	2029.10-2030.9
		清运	m ³	3730	
		平整	h m ²	15.5129	
		翻耕	h m ²	15.5129	
		培肥	h m ²	15.5129	
		种草	h m ²	15.5129	
		植树	株	38782	
		爬藤	株	2984	
	露采场 Lc3 及新 增区复垦工程	围栏	m	746	2027.12-2028.11
平整		h m ²	12.7008		
翻耕		h m ²	12.7008		
培肥		h m ²	12.7008		
植树		株	31752		
种草	h m ²	12.7008			

	露采场 Lc4 及新增区复垦工程	平整	h m ²	4.1338	2029.10-2030.9
		翻耕	h m ²	4.1338	
		培肥	h m ²	4.1338	
		植树	株	10335	
		种草	h m ²	4.1338	
	尾矿库 Ws	平整	h m ²	19.0472	2029.10-2030.9
		翻耕	h m ²	19.0472	
		培肥	h m ²	19.0472	
		植树	株	47618	
		种草	h m ²	19.0472	

图 4-3-14 土地复垦与生物多样性修复工程部署图

4.3.2.3 水资源水生态修复工程

本次设计的水资源水生态修复工程为露采场截排水及沉淀池工程、工业广场截排水及沉淀池工程、尾矿库积水收集及沉淀池工程。其主要包括截排水沟及沉淀池处理工程。

1、生态沟工程

为防止水土流失，保证植被恢复成果持续稳定，设计布置生态沟 3022m，生态沟连接浆砌石截排水沟主沟，规格如图 4-3-15，水沟最终汇入与当地排水系统或坑塘。工程具体布置及工程量详见相关图纸及表格。

① 地表汇水流量计算

地表汇水流量是进行截(排)水沟水力设计必不可少的基本参数，地表雨水设计流量按以下公式计算：

$$Q=q\Phi F$$

式中: Q—雨水设计流量 m³/s,

Φ—径流系数，取 0.8;

q—设计暴雨强度(mm/h);

F—汇水面积m²，根据 1:1000 地形图圈定;

设计选择露采场修复最大的片区内接入当地沟渠的排水沟按上述公式计算出的各段渠道的设计流量，结果见下表。

表 4-3-11 排水工程各沟段流量表

径流系数φ	汇水面积 Fkm ²	10 年一遇小 时最大降雨 强度 Spmm/h	20 年一遇小 时最大降雨 强度 Spmm/h	设计流量 Q _s m ³ /s	校核流量 Q _j m ³ /s
0.8	0.008	35.8	42.5	0.23	0.27

② 排水工程水力设计

I水力计算公式的选择

由于渠道较长，可以选择均匀计算公式进行各项水力要素的计算。

明渠均匀流的基本计算公式：

A、流速计算公式： $V = C\sqrt{Ri}$

式中：V—平均流速(m/s)；R—水力半径(m)；i—渠底纵坡；

C—流速系数，可采用满宁公式计算：
$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

式中 n—糙率，本设计排水工程采用生态沟，取 n=0.027。

B、渠道排水能力计算

$$Q = V \cdot W = WC\sqrt{Ri}$$

式中 W—过水断面面积(m²)

对于梯形过水断面： $W = (b + mh)h$ ；
$$R = \frac{W}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$$

式中：b—渠道底宽(m)；h—水深(m)；m—边坡系数； $m = \tan\alpha$ ，对于矩形渠道 m=0。

II排水沟水力和断面设计

本设计采用对称的梯形断面形状，渠道采用生态袋铺设，其最大允许流速为 4m/s。

经计算，水沟的断面设计和过流量、流速计算结果如下：

表 4-3-12 排水沟各沟段水力计算结果和断面设计表

设计流量 Q 设	校核流量 Q 较	计算流量 Q 计	断面参数				渠道水力计算					
			渠宽 b	水深 h0	糙率 n	渠道平均比降 i	过水断面面积 A	湿周 X	水力半径 R	谢才系数 C	流速 V	
m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m	m			m ²	m	m		(m/s)	
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

③ 结构设计

设计水沟采用生态沟，梯形断面，沟内净尺寸为底宽 220mm，高 300mm，两侧坡比 1:0.75。所有水沟底面及侧面均采用生态袋码铺，生态袋采用聚丙烯或聚酯纤维材料制成的无纺土工布制作，单个袋长宽高尺寸为 60×30×15cm。生态袋错缝堆码，堆码整齐直顺，采用人工堆码，生态袋层与层之间采用连接扣连接，保证层与层之间连接紧密牢固，生态袋下方采用土工膜进行沟渠防渗。

⑥ 工程量表

表 4-3-13 各区域生态沟工程量表

生态沟区域	长度 (m)	开挖 (m ³)	外运 (m ³)	无纺布生态袋 (m ²)	耕植土 (m ³)	土工防渗膜 (m ²)
Lc1 生态沟	241	70.61	70.61	759.15	32.54	342.22
Lc2 生态沟	848	248.45	248.45	2671.20	114.50	1204.16

Lc3 生态沟	183	53.62	53.62	576.45	24.71	259.86
工业广场生态沟	1006	294.75	294.76	3168.90	135.81	1428.52
尾矿库生态沟	744	217.98	217.99	2343.60	100.44	1056.48
合计	3022	885.41	885.43	9519.30	408.00	4291.24

图 4-3-15 生态水沟示意图

2、浆砌截排水沟工程

拟在 Lc2-1 周边及 Lc2-2 中间区域布设截排水沟 J1、Lc3 与 Lc2-2 连接区域修建截排水沟 J2、尾矿库设置截排水沟 J3，露采场 Lc4 区域设置截排水沟 J4，露采场 Lc2 修复水域向外排水泄洪，修建截排水 J5，露采场 Lc3-2 区域设置截排水沟 JP6。主要用于连通矿山露采场、工业广场及自然沟渠，汇集露采场上游、工业广场汇集的雨水。

根据地形实际，J1 长度 1305m，J2 长度 732m，J3 长度 754m，J4 长度 956m，J5 长度 626m，JP6 长度 512m。设计采用浆砌石结构，混凝土垫底，防水砂浆抹面，每 10m 设置一条伸缩缝。

①对于 Lc2-1 周边及 Lc2-2 中间区域布设截排水沟 J1，设计尺寸底宽 0.7m，深 0.6m，混凝土底板 0.1m。

为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中：Q——最大洪水洪峰流量（P=10%），m³/s；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.80；

i——最大 1h 降雨强度（P=10%），54mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.12km²。

经校核验算，上游的最大排洪流量 Q=1.80m³/s

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m³/s)；

A 为渠道过水断面面积（m²）；

R 为水力半径(m)；R=A/X X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数，C=n⁻¹R^{1/6}，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.023；

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 Q=1.80m³/s，满足“水域”的最大

汇水面积的排洪需求。截排水沟 J1 工程量计算如下：

$$\text{挖方} = (1.34 + 1.74) \times 0.7 \div 2 \times 1305 = 1406.79 \text{m}^3$$

$$\text{浆砌石} = 0.3 \times 0.6 \times 2 \times 1305 = 469.8 \text{m}^3$$

$$\text{底板} = 1.34 \times 0.1 \times 1305 = 174.87 \text{m}^3$$

$$\text{砂浆抹面(平面m}^2\text{)} = (0.32 \times 2 + 0.70) \times 1305 = 1748.7 \text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(立面m}^2\text{)} = 0.6 \times 2 \times 1305 = 1566 \text{m}^2$$

$$\text{伸缩缝} = (0.32 + 0.32 + 0.6 + 0.6 + 0.7) \times (1305 \div 10) = 331.47 \text{m}$$

$$\text{回填} = 0.2 \times 0.7 \times 1305 = 182.7 \text{m}^3$$

$$\text{弃方} = \text{挖方} - \text{回填} = 1406.79 \text{m}^3 - 182.7 \text{m}^3 = 1224.09 \text{m}^3。$$

图 4-3-16 设计截排水沟示意图（单位：cm）

表 4-3-16 设计截水沟工程量测算

治理工程	长度(m)	挖方(m ³)	浆砌石 (m ³)	底板(m ³)	砂浆抹面 (平面m ²)	砂浆抹面 (立面m ²)	伸缩 缝(m)	填方 (m ³)	弃方 (m ³)
截排水沟 J1	1305	1406.79	469.8	174.87	1748.7	1566	331.47	182.7	1224.09

②Lc3 与 Lc2-2 连接区域修建截排水沟 J2 长度 732m，设计尺寸底宽 0.6m，深 0.5m，混凝土底板 0.1m。

为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中：Q——最大洪水洪峰流量（P=10%），m³/s；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.80；

i——最大 1h 降雨强度（P=10%），54mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.08km²。

经校核验算，上游的最大排洪流量 Q=0.978m³/s

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m³/s)；

A 为渠道过水断面面积 (m²) ；

R 为水力半径(m)；R=A/X X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数， $C=n^{-1}R^{1/6}$ ，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.023；

经校核算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 Q=0.98m³/s，满足“水域”的最大汇水面积的排洪需求。截排水沟 J2 工程量计算如下：

$$\text{挖方} = (1.24 + 1.64) \times 0.6 \div 2 \times 732 = 632.448 \text{m}^3$$

$$\text{浆砌石} = 0.3 \times 0.5 \times 2 \times 732 = 219.6 \text{m}^3$$

$$\text{底板} = 1.24 \times 0.1 \times 732 = 90.768 \text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(平面m}^2\text{)} = (0.32 \times 2 + 0.60) \times 732 = 907.68 \text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(立面m}^2\text{)} = 0.5 \times 2 \times 732 = 732 \text{m}^2$$

$$\text{伸缩缝} = (0.32 + 0.32 + 0.5 + 0.5 + 0.6) \times (732 \div 10) = 163.968 \text{m}$$

$$\text{回填} = 0.2 \times 0.6 \times 732 = 87.84 \text{m}^3$$

$$\text{弃方} = \text{挖方} - \text{回填} = 632.448 \text{m}^3 - 87.84 \text{m}^3 = 544.608 \text{m}^3。$$

图 4-3-17 设计截排水沟示意图（单位：cm）

表 4-3-17 设计截水沟工程量测算

治理工程	长度(m)	挖方(m ³)	浆砌石 (m ³)	底板(m ³)	砂浆抹面 (平面m ²)	砂浆抹面 (立面m ²)	伸缩缝 (m)	填方 (m ³)	弃方 (m ³)
截排水沟 J2	732	632.448	219.6	90.768	907.68	732	163.96 8	87.84	544.60 8

③尾矿库设置截排水沟 J3 长度 754m，设计尺寸底宽 1.2m，深 0.9m，混凝土底板 0.1m。

为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中：Q——最大洪水洪峰流量（P=10%），m³/s；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.80；

i——最大 1h 降雨强度（P=10%），54mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.28km²。

经校核验算，上游的最大排洪流量 Q=3.42m³/s

设计截排水沟允许最大排洪水量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m³/s)；

A 为渠道过水断面面积（m²）；

R 为水力半径(m)；R=A/X X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数，C=n⁻¹R^{1/6}，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.023；

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 Q=3.42m³/s，满足“水域”的最大汇水面积的排洪需求。截排水沟 J3 工程量计算如下：

$$\text{挖方} = (1.84 + 2.24) \times 0.6 \div 2 \times 754 = 1538.16\text{m}^3$$

$$\text{浆砌石} = 0.3 \times 0.9 \times 2 \times 754 = 407.16\text{m}^3$$

$$\text{底板} = 1.84 \times 0.1 \times 754 = 138.736\text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(平面m}^2\text{)} = (0.32 \times 2 + 1.20) \times 754 = 1387.36\text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(立面m}^2\text{)} = 0.9 \times 2 \times 754 = 1357.2\text{m}^2$$

$$\text{伸缩缝} = (0.32 + 0.32 + 0.9 + 0.9 + 1.2) \times (754 \div 10) = 274.456\text{m}$$

$$\text{回填} = 0.2 \times 1.0 \times 754 = 150.8\text{m}^3$$

$$\text{弃方} = \text{挖方} - \text{回填} = 1538.16\text{m}^3 - 150.8\text{m}^3 = 1387.36\text{m}^3。$$

图 4-3-18 设计截排水沟示意图（单位：cm）

表 4-3-18 设计截水沟工程量测算

治理工程	长度(m)	挖方(m ³)	浆砌石	底板(m ³)	砂浆抹面	砂浆抹面	伸缩缝	填方	弃方
------	-------	---------------------	-----	---------------------	------	------	-----	----	----

			(m ³)		(平面m ²)	(立面m ²)	(m)	(m ³)	(m ³)
截排水沟 J3	754	1538.16	407.16	138.736	1387.36	1357.2	274.45 6	150.8	1387.3 6

④露采场 Lc4 区域设置截排水沟 J4 长度 956m，设计尺寸底宽 0.5m，深 0.5m，混凝土底板 0.1m。

为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中：Q——最大洪水洪峰流量（P=10%），m³/s；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.80；

i——最大 1h 降雨强度（P=10%），54mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.06km²。

经校核验算，上游的最大排洪流量 Q=0.733m³/s

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m³/s)；

A 为渠道过水断面面积（m²）；

R 为水力半径(m)；R=A/X X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数，C=n⁻¹R^{1/6}，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.023；

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 Q=0.733m³/s，满足“水域”的最大汇水面积的排洪需求。截排水沟 J4 工程量计算如下：

$$\text{挖方} = (1.14 + 1.54) \times 0.6 \div 2 \times 956 = 768.624 \text{m}^3$$

$$\text{浆砌石} = 0.3 \times 0.5 \times 2 \times 956 = 286.8 \text{m}^3$$

$$\text{底板} = 1.14 \times 0.1 \times 956 = 108.984 \text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(平面m}^2\text{)} = (0.32 \times 2 + 0.5) \times 956 = 1089.84 \text{m}^2$$

砂浆抹面(立面 m^2)= $0.5*2*956=956m^2$

伸缩缝= $(0.32+0.32+0.5+0.5) * (956\div 10) =204.584m$

回填= $0.2*0.6*956=114.72m^3$

弃方=挖方-回填 $768.624m^3-114.72m^3=653.904m^3$ 。

图 4-3-19 设计截排水沟示意图 (单位: cm)

表 4-3-19 设计截水沟工程量测算

治理工程	长度(m)	挖方(m^3)	浆砌石 (m^3)	底板(m^3)	砂浆抹面 (平面 m^2)	砂浆抹面 (立面 m^2)	伸缩缝 (m)	填方 (m^3)	弃方 (m^3)
截排水沟 J4	956	768.624	286.8	108.984	1089.84	956	204.58 4	114.7 2	653.90 4

⑤露采场 Lc2 修复水域向外排水泄洪修建截排水 J5。长度 626m，设计尺寸底宽 1.4m，深 1.0m，混凝土底板 0.1m。

为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中：Q——最大洪水洪峰流量 (P=10%)， m^3/s ；

k——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.80；

i——最大 1h 降雨强度 (P=10%)，54mm/h；

F——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.36km²。

经校核验算，上游的最大排洪流量 $Q=4.4m^3/s$

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m^3/s)；

A 为渠道过水断面面积 (m^2)；

R 为水力半径(m)； $R=A/X$ X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数， $C=n^{-1}R^{1/6}$ ，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.023；

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 $Q=4.4\text{m}^3/\text{s}$ ，满足“水域”的最大汇水面积的排洪需求。截排水沟 J5 工程量计算如下：

$$\text{挖方} = (1.84+2.24) \times 1.1 \div 2 \times 626 = 1404.744\text{m}^3$$

$$\text{浆砌石} = 0.3 \times 1 \times 2 \times 626 = 375.6\text{m}^3$$

$$\text{底板} = 1.84 \times 0.1 \times 626 = 115.184\text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(平面}\text{m}^2\text{)} = (0.32 \times 2 + 1.20) \times 626 = 1151.84\text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(立面}\text{m}^2\text{)} = 1 \times 2 \times 626 = 1252\text{m}^2$$

$$\text{伸缩缝} = (0.32 + 0.32 + 1.0 + 1.0 + 1.2) \times (626 \div 10) = 240.384\text{m}$$

$$\text{回填} = 0.2 \times 1.1 \times 626 = 137.72\text{m}^3$$

$$\text{弃方} = \text{挖方} - \text{回填} = 1404.744\text{m}^3 - 137.72\text{m}^3 = 1267.024\text{m}^3。$$

图 4-3-20 设计截排水沟示意图（单位：cm）

表 4-3-20 设计截水沟工程量测算

治理工程	长度(m)	挖方(m ³)	浆砌石 (m ³)	底板(m ³)	砂浆抹面 (平面m ²)	砂浆抹面 (立面m ²)	伸缩缝 (m)	填方 (m ³)	弃方 (m ³)
截排水沟 J5	626	1404.744	375.6	115.184	1151.84	1252	240.38 4	137.7 2	1267.02 4

⑥Lc3-2 区域修建截排水沟 J6 长度 512m，设计尺寸底宽 0.6m，深 0.5m，混凝土底板 0.1m。

为保障排洪能力需进行计算验证：

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》公式确定：

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

式中： Q ——最大洪水洪峰流量（ $P=10\%$ ）， m^3/s ；

k ——径流系数，按当地水文地质手册中的有关参数确定，取 0.80；

i ——最大 1h 降雨强度（ $P=10\%$ ）， $54\text{mm}/\text{h}$ ；

F ——集水面积，以最大的汇水面积计算约 0.079km^2 。

经校核验算，上游的最大排洪流量 $Q=0.978\text{m}^3/\text{s}$

设计截排水沟允许最大排洪流量的确定：（按《灌溉排水学》公式计算）

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

式中：Q 为渠道设计流量(m³/s)；

A 为渠道过水断面面积（m²）；

R 为水力半径(m)；R=A/X X 为湿周

i 为渠底比降；本截水沟近似取值为 10/100

C 为谢才系数，C=n⁻¹R^{1/6}，其中 n 为渠床糙率。

本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.023；

经校核验算，本设计排洪沟的最大排洪流量为 Q=0.98m³/s，满足“水域”的最大汇水面积的排洪需求。截排水沟 J6 工程量计算如下：

$$\text{挖方} = (1.24 + 1.64) \times 0.6 \div 2 \times 512 = 442.368 \text{m}^3$$

$$\text{浆砌石} = 0.3 \times 0.5 \times 2 \times 512 = 153.6 \text{m}^3$$

$$\text{底板} = 1.24 \times 0.1 \times 512 = 63.488 \text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(平面m}^2\text{)} = (0.32 \times 2 + 0.60) \times 512 = 634.88 \text{m}^2$$

$$\text{砂浆抹面(立面m}^2\text{)} = 0.5 \times 2 \times 512 = 732 \text{m}^2$$

$$\text{伸缩缝} = (0.32 + 0.32 + 0.5 + 0.5 + 0.6) \times (512 \div 10) = 512 \text{m}$$

$$\text{回填} = 0.2 \times 0.6 \times 512 = 61.44 \text{m}^3$$

$$\text{弃方} = \text{挖方} - \text{回填} = 442.368 \text{m}^3 - 61.44 \text{m}^3 = 380.93 \text{m}^3。$$

图 4-3-21 设计截排水沟示意图（单位：cm）

表 4-3-21 设计截水沟工程量测算

治理工程	长度(m)	挖方(m ³)	浆砌石 (m ³)	底板(m ³)	砂浆抹面 (平面m ²)	砂浆抹面 (立面m ²)	伸缩缝 (m)	填方 (m ³)	弃方 (m ³)
截排水沟 J6	512	442.368	153.6	63.488	634.88	512	114.68 8	61.44	380.92 8

3、沉淀池工程

①尾矿库下方沉淀池

本次设计在尾矿库下游修建沉淀池，前文已进行了计算分析，本工程洗矿用水量

约 1784m³/d, 流入到尾矿库的约为 1516m³/d (189.5m³/h), 由于废水中主要为悬浮物, 无重金属元素和有害物质, 一般经过 1 至 2 个小时沉淀即可实现澄清。根据地形条件, 该水处理池采用全埋结构, 尺寸为 21m×5m×4m, 总容积为 420m³, 完全满足矿山最大排水量的需求。该沉淀池分为两级沉淀, 池体为块石衬砌, 以防水砂浆抹面, 抹面厚度为 2cm, 现浇混凝土底板厚 0.15m, 并在沉淀池四周安装安全护栏。工程示意图见 4-3-21、4-3-22 所示。

图 4-3-22 沉淀池断面示意图

图 4-3-23 沉淀池平面示意图

表 4-3-22 尾矿库下方沉淀池工程总量统计表

工程名称	分项工程	工程内容	单位	工程量
沉淀池工程	水泥砂浆砖砌沉淀池	砖砌工程	m ³	$0.24*4*5*3+0.24*4*(21-0.48)*2=53.79$
		挖方工程	m ³	$(5+0.75+0.48)*4.2*(21+0.75+0.48)=581.67$
		混凝土底板	m ³	$0.1*21*5=10.5$
		粗砂垫层	m ³	$0.1*(21+0.48)*(5+0.48)=11.77$
		回填工程	m ³	$0.75*4.1*21.1+0.75*21.1*5.1=145.59$
		砂浆抹面(立)	m ²	$4*5*2*4+4*21*2=328$
		弃方工程	m ³	$581.67-145.59=436.08$
		防护栏	m	$(21+5)*2=52$

②露采场及工业广场下游沉淀池

本次设计在工业广场、露采场下游区修建沉淀池, 由于废水中主要为悬浮物, 无重金属元素和有害物质, 一般经过 1 至 2 个小时沉淀即可实现澄清。根据地形条件, 该水处理池采用全埋结构, 根据矿山露采场及工业广场汇水面积, 尺寸为 10m×4m×2.5m, 总容积为 80m³, 完全满足矿山最大排水量的需求。该沉淀池分为两级沉淀, 池体为块石衬砌, 以防水砂浆抹面, 抹面厚度为 2cm, 现浇混凝土底板厚 0.15m, 并在沉淀池四周安装安全护栏。工程示意图插见 4-3-23、4-3-24 所示。

图 4-3-24 沉淀池断面示意图

图 4-3-25 沉淀池平面示意图

表 4-3-23 露采场及工业广场下游沉淀池工程总量统计表

生态修复工程	分项工程	工程内容	单位	工程量（单个）	6个合计
沉淀池工程	水泥砂浆砖砌沉淀池	砖砌工程	m ³	0.24*4*2.5*3+0.24*2.5*(10-0.48)*2=18.62	111.72
		挖方工程	m ³	(4+0.50+0.48)*2.7*(10+0.5+0.48)=147.64	885.84
		混凝土底板	m ³	0.1*10*4=4	24
		粗砂垫层	m ³	0.1*(10+0.48)*(4+0.48)=4.70	28.2
		回填工程	m ³	0.5*2.6*10.1+0.5*10.1*4.1=33.84	203.04
		砂浆抹面(立)	m ²	2.5*4*2*4+2.5*10*2=130	780
		弃方工程	m ³	147.64-33.84=113.8	682.8
		防护栏	m	(10+4)*2=28	140

4、沉淀池、截排水沟清淤

沉淀池按照其容量规格估算约***m³/m³·a，截水沟按照***m³/m·a。则每年的沉淀池、截排水沟的清淤量为(420+80*6)***+4885***=***m³/a，本次计算按照每年***m³来计算，第一年开始修建沉淀池等，故从第二年开始，共计***年=***m³。

5、预留污水处理费用

未来矿山应预留污水处理费用，预测未来露采场的正常排水量为***m³/h，根据同类矿山的污水处理经验，废水的污水处理费用一般***元/m³，本次取中位数***元/m³。则年污水处理费用约为***万元。

矿山的剩余服务年限为***年，则污水处理费用总计为***万元。

6、水资源水生态修复工程量汇总及进度安排

水生态水环境修复工程量见表 4-3-24。

表 4-3-24 水资源水生态修复工程量汇总及年度安排

工程或费用名称		单位	工程量	年度安排
Lc1 生态沟	基础土方开挖	m ³	***	2027.1-2027.12
	外运	m ³	***	
	无纺布生态袋	m ²	***	
	耕植土	m ³	***	
	土工防渗膜	m ²	***	
Lc2 生态沟	基础土方开挖	m ³	***	2029.1-2029.12
	外运	m ³	***	
	无纺布生态袋	m ²	***	
	耕植土	m ³	***	
	土工防渗膜	m ²	***	
Lc3 生态沟	基础土方开挖	m ³	***	2028.1-2028.12

	外运	m ³	***	
	无纺布生态袋	m ²	***	
	耕植土	m ³	***	
	土工防渗膜	m ²	***	
工业广场生态沟	基础土方开挖	m ³	***	2029.1-2029.12
	外运	m ³	***	
	无纺布生态袋	m ²	***	
	耕植土	m ³	***	
	土工防渗膜	m ²	***	
尾矿库生态沟	基础土方开挖	m ³	***	2029.1-2029.12
	外运	m ³	***	
	无纺布生态袋	m ²	***	
	耕植土	m ³	***	
	土工防渗膜	m ²	***	
截排水沟 J1 (Lc2)	挖方	m ³	***	2029.10-2030.9
	浆砌石	m ³	***	
	底板	m ³	***	
	砂浆抹面(平面)	m ²	***	
	砂浆抹面(立面)	m ²	***	
	伸缩缝	m	***	
	填方	m ³	***	
	弃方	m ³	***	
截排水沟 J2(Lc3)	挖方	m ³	***	2028.1-2028.12
	浆砌石	m ³	***	
	底板	m ³	***	
	砂浆抹面(平面)	m ²	***	
	砂浆抹面(立面)	m ²	***	
	伸缩缝	m ³	***	
	填方	m	***	
	弃方	m ³	***	
截排水沟 J3 (尾矿库)	挖方	m ³	***	2029.10-2030.9
	浆砌石	m ³	***	
	底板	m ³	***	
	砂浆抹面(平面)	m ²	***	
	砂浆抹面(立面)	m ²	***	
	伸缩缝	m ³	***	
	填方	m	***	
	弃方	m ³	***	
截排水沟 J4 (Lc4)	挖方	m ³	***	2029.10-2030.9
	浆砌石	m ³	***	
	底板	m ³	***	

	砂浆抹面(平面)	m ²	***		
	砂浆抹面(立面)	m ²	***		
	伸缩缝	m ³	***		
	填方	m	***		
	弃方	m ³	***		
截排水沟 J5 (Lc2 水域 泄洪)	挖方	m ³	***	2029.10-2030.9	
	浆砌石	m ³	***		
	底板	m ³	***		
	砂浆抹面(平面)	m ²	***		
	砂浆抹面(立面)	m ²	***		
	伸缩缝	m ³	***		
	填方	m	***		
弃方	m ³	***			
	截排水沟 J6 (Lc3-2 区 域)	挖方	m ³	***	2028.1-2028.12
		浆砌石	m ³	***	
		底板	m ³	***	
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	
		伸缩缝	m ³	***	
填方		m	***		
弃方	m ³	***			
	尾矿库下游 沉淀池	砖砌工程	m ³	***	2026.3-2026.12
		挖方工程	m ³	***	
		混凝土底板	m ³	***	
		粗砂垫层	m ³	***	
		回填工程	m ³	***	
		砂浆抹面(立)	m ²	***	
弃方工程		m ³	***		
防护栏	m	***			
沉淀池 (6 个)	砖砌工程	m ³	***	2026.3-2029.8	
	挖方工程	m ³	***		
	混凝土底板	m ³	***		
	粗砂垫层	m ³	***		
	回填工程	m ³	***		
	砂浆抹面(立)	m ²	***		
	弃方工程	m ³	***		
防护栏	m	***			
清淤工程	清淤	m ³	***		
预留污水处理费用		万元	***	***	

图 4-3-26 水资源水生态修复修复工程部署图

4.3.2.4 地质灾害安全隐患消除工程

防护栏和警示牌工程：在露采场外侧选择某一起点埋设 1 根水泥桩，水泥桩规格为 0.15m×0.15m×2.00m，每隔 5m 间距布设 1 根，地下 0.5m，地上 1.5m，依次埋设；然后，在水泥桩外侧围设钢丝金属网，钢丝规格为Φ2.50mm、网孔规格为 25mm×50mm，并将钢丝网固定在埋好的水泥桩上，最终使钢丝网首尾相接。根据各采区的面积的大小情况，拟在露采场 Lc2、Lc3 外围设置护栏。露采场 Lc2 区域围栏长度 3221m，露采场 Lc3 区域围栏长度 2498m 共计长度 5719m。根据市场调查，网围栏每米建设费用约 100 元。

在露天采场网围栏外每隔 100m 设置 1 块警示牌，警示牌的构架主要由 2 根固定在地表的金属管和一面矩形铁皮构成，其中金属管长度 1.50m，铁皮边长为：1.00m×1.50m（矩形），厚 0.5m；警示牌板面用油漆绘制提醒标语和警示符号。要求警示效果明显，并具备一定的抗风能力。根据调查，警示牌每块建设费用约 500 元。

根据地质灾害预测章节，预测未来矿山露采场发生崩塌、滑坡的可能性中等、危险性中等，矿山开采过程中存在的边坡稳定性较差，在降雨、自重等条件的影响下，边坡存在滑坡的可能性。为消除此类隐患，因此设计对矿山对有隐患的露采边坡均进行坡面平整、夯实等措施，本次按照每年***万元进行预留，共计***万元。

另外严格按照尾矿库设计库容进行排放尾矿，不得超库容使用尾矿库，同时严格按照应急管理部门要求做好相关安全生产工作。另外未来矿山应开展地质灾害监测巡查工作，并派专人定期巡查监测，具体见监测章节。

图 4-3-27 地质灾害防治工程部署图

4.3.3 监测和管护工程

4.3.3.1 地质灾害监测工程

未来矿山应派专人对开采形成的露采场和尾矿库共计 5 个地段开展监测工作。本次设计以人工巡查方式进行，矿山应派专人进行巡查并及时反馈情况。采用简易观测手段及时反馈情况。巡查期为本方案的服务年限 7.6 年（共 91 个月），巡查按照参照当地其他矿山，按照每月 800 元标准。

监测方法和内容：监测方法采取以人工巡查为主，辅以边坡位移监测相结合的方法。人工巡查主要是指派具有地质灾害专业知识的专门人员对采场边坡、尾矿库坝体

进行巡查，观测地表变形情况，并做好巡查记录。如发现边坡或坝体开裂变形，应记录变形特征、位置，同时立即通知矿方疏散受威胁人员，撤离财产，确保人员安全和减少财产损失。由矿方制定处置措施，在隐患未消除之前，不得在威胁区范围内从事生产活动。

监测频率：矿山露天开采受天气影响较大，一般雨季开采时间稍短，参考矿方每年平均生产天数及开采设计方案，设计监测频率为 8 次 1 月，根据矿山开采活动强度进行调整，特别是雨季生产和开采进度较快期间需要加密监测。

4.3.3.2 水生态监测工程

未来矿山需在矿区范围内进行取样检测水质，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、BOD₅、氨氮、SS、TP、铜、锌、铅、砷、镉、总铬、锰、六价铬、汞、氟化物、石油类、硫化物等。

地表水要满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类地表水标准限值，地下水要满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)规定的限值，矿山需委托有资质单位现场采样和分析，并出具有效报告。

本次设计监测频率为三个月一次，地表水监测点布置在矿山区域水体（露采坑形成的水域、尾矿库内水域），地下水监测考虑矿山范围内无水井，故在其下游村庄的水井进行监测。监测期限为本案服务年限 7.6 年，取整后为 8 年，取样分析共计 96 件。

表 4-3-25 水质监测点布置表

类型	采样点位	监测因子	工作量表	监测时段
水质	露采场水体	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、SS、TP、铜、锌、铅、砷、镉、总铬、锰、六价铬、汞、氟化物、石油类、硫化物	4*3*8=96	2026 年 3 月~ 2033 年 9 月
	尾矿库			
	民井			

4.3.3.3 土壤监测工程

矿山应对矿区影响的土壤进行定期分析、监测，确保达标。本次设计的监测点设置在尾矿库下游的农田。设计采用取样监测，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、铁、锰、石油烃等，其它参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》的相关要求。

设计监测频率为一年一次。监测方式为定期取样、分析。监测期限为本案的服务年限 7.6 年，取整后为 8 年，监测次数共 8 次。

表 4-3-26 土壤监测点布置表

类型	采样点位	监测因子	工作量	监测时段
土壤	尾矿库下方农田	pH、镉、汞、砷、铅、铬(六价)铜、镍、锌、铁、锰、石油烃	1*8=8	2026年3月~2033年9月

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，监测点为各露采场、工业广场、尾矿库，共计6个点。主要监测内容为：矿区的植被是否有退化或植被种类减少的现象，植被覆盖面积是否有缩减的现象等，主要监测指标包括植物数量、种类、高度、地径、生长情况等。

设计监测频率为一年一次，监测位置为复垦区域，监测方式为定期人工巡查、无人机航拍。监测期限为本方案的服务年限7.6年（2026年3月-2033年9月），取整后为8年，监测次数共48次，按照每年。

表 4-3-27 植被监测点布置表

类型	采样区域	工作量	监测时段
植被监测	L1 露采场	6*8=48	2026年3月-2033年9月
	L2 露采场		
	L3 露采场		
	L4 露采场		
	工业广场		
	尾矿库		

4.3.3.5 管护工程

管护的范围为整个生态保护修复适用范围，涉及面积约***km²，管护的对象为矿山已实施和未来实施的各类生态保护修复工程，主要为露采场（四处露采场区域）、尾矿库、选矿厂及工业广场（矿部及连接区域）的灌木林地、各类水资源水生态改善工程等。

本区的工业广场、露采场及尾矿库复垦工程完成后，均需要后期的管护与培育，以防止复垦土地的退化，场地复垦、复绿后按绿化管护市场价草地按照0.667元/m²·年估算。管护分为施工期管护和验收后管护，施工期管护即矿山完成施工至分期验收阶段应做好相对于的管护措施，矿山完成施工验收后应进行至少三年的管护。

管护包括浇水养护、追施肥料等，具体措施如下：①保苗浇水：复垦灌木林地，播撒草籽或种植季节应为春季。在第一年保苗期内，平均每月浇灌一次。对未成活的区域，应及时补种。对生长状况不好的区域，进行施肥。②施肥：根据土壤中的营养

物质是否能够满足植被生长需要再施复合肥、有机肥。当出现明显的缺素症状时，亦应及时追肥。当年不进行追肥，第2、3年，每年追肥1次，每次追肥300kg/h m²。

管护注意事项：①要对抚育管理的工作人员进行培训，使其掌握基本的抚育管理方法和步骤。

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

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

④对坡度大、土壤易受冲刷的坡面，暴雨后要认真检查，尽快恢复原来平整的坡面。部分植物死亡，应及时补植。补植的草皮，要与周围正常生长的植被一致，以保证绿化的整齐性。

本次设计复垦区草地总面积为***h m²（除去修复成坑塘水面面积），管护期为各个区域复垦后的三年，管护频次每月1次。

图 4-3-27 监测工程部署图

4.3.4 其他工程

鉴于矿山下游农田存在潜在污染的可能性，矿山应在开采过程中需做好以下工作：**一是做好矿山废水处理与循环利用**。矿山的沉淀池处理后水质应符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类地表水标准限值，另外矿山洗选的废水应回收利用，用于矿山生态修复及防尘降尘，临近地表水体的露采区、尾矿库需按照工程部署做好截排水设施，防止泥沙流入溪沟；**二是做好固体废物安全处置**。矿山在开采过程中形成的陈品矿石应做好堆放管理，避免雨水冲刷产生淋滤水下渗，另外做好尾矿的填埋，严禁随意堆放；**三是做好水土监测工作**。严格按照水土监测的要求开展监测工作，同时落实好生态环保部门的要求，发现下游农田水土环境存在异常立即处置。

未来矿山在开采及加工过程中产生粉尘、扬尘等大气污染。矿山生活区也会产生一定量的生活污水，矿山应加强粉尘、扬尘及生活污水防治及废水的综合利用，以上治理措施均会在绿色矿山建设方案中进行设计，本方案不再设计。

矿山在进行生态保护修复时与绿色矿山建设同步设计、同步进行，本方案设计的

工程满足绿色矿山建设要求。

在严格实施上述工程后，本矿山无其它生态修复工程设计。

4.3.5 生态保护修复年度计划及工程量

4.3.5.1 生态保护修复年度计划

1、开采期

2026年3月至2029年9月，分年度完成洼地区的回填和露采场的复垦工作。开展各类监测工作及地质灾害巡查工作。

2、闭采期

2029年10月至2030年9月，完成各工业广场、露采场、尾矿库的修复工作，开展地质灾害巡查工作。

3、管护期

2030年10月至2033年9月，开展管护工作，开展地质灾害巡查工作及各类监测工作。

4.3.5.2 生态保护修复工程量汇总及年度安排

见表 4-3-28、4-3-29

表 4-3-28 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
生态保护工程	野生动、植物保护宣传牌		块	***
	森林防火警示牌		块	***
土地复垦与生物多样性修复工程	工业广场 G1、G2、G3 复垦工程	硬化物拆除	m ³	***
		垃圾外运	m ³	***
		平整	hm ²	***
		翻耕	h m ²	***
		培肥	h m ²	***
		植树	株	***
		种草	h m ²	***
	露采场 Lc1 及新增区复垦工程	平整	h m ²	***
		翻耕	h m ²	***
		培肥	h m ²	***
		植树	株	***
		种草	h m ²	***
	露采场 Lc2 复垦工程	挖方	m ³	***

		清运	m ³	***
		平整	h m ²	***
		翻耕	h m ²	***
		培肥	h m ²	***
		植树	株	***
		种草	h m ²	***
		爬藤	株	***
		围栏	m	***
	露采场 Lc3 及新增区复垦工程	平整	h m ²	***
		翻耕	h m ²	***
		培肥	h m ²	***
		植树	株	***
		种草	h m ²	***
	露采场 Lc4 及新增区复垦工程	平整	h m ²	***
		翻耕	h m ²	***
		培肥	h m ²	***
		植树	株	***
		种草	h m ²	***
	尾矿库 Ws	平整	h m ²	***
		翻耕	h m ²	***
培肥		h m ²	***	
植树		株	***	
种草		h m ²	***	
占补平衡	预留	万元	***	
水资源水生态修复工程	Lc1 生态沟	基础土方开挖	m ³	***
		外运	m ³	***
		无纺布生态袋	m ²	***
		耕植土	m ³	***
		土工防渗膜	m ²	***
	Lc2 生态沟	基础土方开挖	m ³	***
		外运	m ³	***
		无纺布生态袋	m ²	***
		耕植土	m ³	***
		土工防渗膜	m ²	***
	Lc3 生态沟	基础土方开挖	m ³	***
		外运	m ³	***
		无纺布生态袋	m ²	***
		耕植土	m ³	***
		土工防渗膜	m ²	***
	工业广场生态沟	基础土方开挖	m ³	***

		外运	m ³	***
		无纺布生态袋	m ²	***
		耕植土	m ³	***
		土工防渗膜	m ²	***
	尾矿库生态沟	基础土方开挖	m ³	***
		外运	m ³	***
		无纺布生态袋	m ²	***
		耕植土	m ³	***
	截排水沟 J1 (Lc2)	土工防渗膜	m ²	***
		挖方	m ³	***
		浆砌石	m ³	***
		底板	m ³	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***
		伸缩缝	m	***
		填方	m ³	***
	截排水沟 J2(Lc3)	弃方	m ³	***
		挖方	m ³	***
		浆砌石	m ³	***
		底板	m ³	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***
		伸缩缝	m ³	***
		填方	m	***
	截排水沟 J3 (尾矿库)	弃方	m ³	***
		挖方	m ³	***
		浆砌石	m ³	***
		底板	m ³	***
砂浆抹面(平面)		m ²	***	
砂浆抹面(立面)		m ²	***	
伸缩缝		m ³	***	
填方		m	***	
截排水沟 J4 (Lc4)	弃方	m ³	***	
	挖方	m ³	***	
	浆砌石	m ³	***	
	底板	m ³	***	
	砂浆抹面(平面)	m ²	***	
		砂浆抹面(立面)	m ²	***

		伸缩缝	m ³	***	
		填方	m	***	
		弃方	m ³	***	
	截排水沟 J5 (Lc2 水域泄洪)	挖方	m ³	***	
		浆砌石	m ³	***	
		底板	m ³	***	
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	
		伸缩缝	m ³	***	
		填方	m	***	
		弃方	m ³	***	
		截排水沟 J6 (Lc3-2 区域)	挖方	m ³	***
			浆砌石	m ³	***
	底板		m ³	***	
	砂浆抹面(平面)		m ²	***	
	砂浆抹面(立面)		m ²	***	
	伸缩缝		m ³	***	
	填方		m	***	
	弃方		m ³	***	
	尾矿库下游沉淀池	砖砌工程	m ³	***	
		挖方工程	m ³	***	
		混凝土底板	m ³	***	
		粗砂垫层	m ³	***	
		回填工程	m ³	***	
		砂浆抹面(立)	m ²	***	
		弃方工程	m ³	***	
		防护栏	m	***	
	沉淀池 (6 个)	砖砌工程	m ³	***	
		挖方工程	m ³	***	
		混凝土底板	m ³	***	
		粗砂垫层	m ³	***	
		回填工程	m ³	***	
		砂浆抹面(立)	m ²	***	
		弃方工程	m ³	***	
		防护栏	m	***	
	预留水污染处理费用		万元	***	
	清淤工程	清淤	m ³	***	
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
		围栏		m	***
		警示牌		个	***

	灾害预留	元	***
监测和管护工程	地表水质监测	个	***
	地下水监测	个	***
	土壤监测	个	***
	植被监测	次	***
	管护工程	m ²	***

表 4-3-29 生态修复工程量汇总表（按年度分）

年度	工程类别	工程或费用名称		单位	工程量
2026	生态保护工程	野生动、植物保护宣传牌		块	***
		森林防火警示牌		块	***
	土地复垦与生物多样性修复工程	占补平衡	预留	万元	***
	水资源水生态修复工程	尾矿库下游沉淀池	砖砌工程	m ³	***
			挖方工程	m ³	***
			混凝土底板	m ³	***
			粗砂垫层	m ³	***
			回填工程	m ³	***
			砂浆抹面(立)	m ²	***
			弃方工程	m ³	***
			防护栏	m	***
		清淤工程	清淤	m ³	***
		预留污水处理费用		元	***
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
		围栏(Lc2)		m	***
		警示牌		个	***
		预留		元	***
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
植被监测		次	***		
管护工程		m ²	***		
2027	土地复垦与生物多样性修复工程	露采场 Lc1 及新增区复垦工程	平整	h m ²	***
			翻耕	h m ²	***
			培肥	h m ²	***
			植树	株	***
			种草	h m ²	***
	水资源水生态修复工程	Lc1 生态沟	基础土方开挖	m ³	***
			外运	m ³	***
			无纺布生态袋	m ²	***

			耕植土	m ³	***
			土工防渗膜	m ²	***
		清淤工程	清淤	m ³	***
		预留污水处理费用		元	***
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
		围栏 (Lc3)		m	***
		警示牌		个	***
		预留		元	***
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
		植被监测		次	***
	2028	土地复垦与生物多样性修复工程	露采场 Lc3 及新增区复垦工程	平整	h m ²
翻耕				h m ²	***
培肥				h m ²	***
植树				株	***
种草				h m ²	***
水资源水生态修复工程		Lc3 生态沟	基础土方开挖	m ³	***
			外运	m ³	***
			无纺布生态袋	m ²	***
			耕植土	m ³	***
			土工防渗膜	m ²	***
		截排水沟 J2(Lc3)	挖方	m ³	***
			浆砌石	m ³	***
			底板	m ³	***
			砂浆抹面(平面)	m ²	***
			砂浆抹面(立面)	m ²	***
			伸缩缝	m ³	***
			填方	m	***
			弃方	m ³	***
		截排水沟 J6 (Lc3-2 区域)	挖方	m ³	***
			浆砌石	m ³	***
			底板	m ³	***
			砂浆抹面(平面)	m ²	***
			砂浆抹面(立面)	m ²	***
伸缩缝	m ³		***		
填方	m		***		

		沉淀池 (1 个)	弃方	m ³	***
			砖砌工程	m ³	***
			挖方工程	m ³	***
			混凝土底板	m ³	***
			粗砂垫层	m ³	***
			回填工程	m ³	***
			砂浆抹面(立)	m ²	***
			弃方工程	m ³	***
			防护栏	m	***
	清淤工程	清淤	m ³	***	
	预留污水处理费用			元	***
	地质灾害隐患 消除工程	灾害巡查		月	***
		预留		元	***
	监测和管护工 程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
		植被监测		次	***
管护工程		m ²	***		
2029	土地复垦与生 物多样性修复 工程	工业广场 G1、G2、G3 复垦工程	硬化物拆除	m ³	***
			垃圾外运	m ³	***
			平整	hm ²	***
			翻耕	h m ²	***
			培肥	h m ²	***
			植树	株	***
			种草	h m ²	***
		露采场 Lc4 及新增区复垦工程	平整	h m ²	***
			翻耕	h m ²	***
			培肥	h m ²	***
	植树		株	***	
	水资源水生态 修复工程	Lc2 生态沟	基础土方开挖	m ³	***
			外运	m ³	***
			无纺布生态袋	m ²	***
			耕植土	m ³	***
			土工防渗膜	m ²	***
		截排水沟 J4 (Lc4)	挖方	m ³	***
浆砌石			m ³	***	
底板			m ³	***	
砂浆抹面(平 面)			m ²	***	

			砂浆抹面(立面)	m ²	***	
			伸缩缝	m ³	***	
			填方	m	***	
			弃方	m ³	***	
		工业广场生态沟	基础土方开挖	m ³	***	
			外运	m ³	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	
			耕植土	m ³	***	
			土工防渗膜	m ²	***	
		尾矿库生态沟	基础土方开挖	m ³	***	
			外运	m ³	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	
			耕植土	m ³	***	
			土工防渗膜	m ²	***	
		沉淀池 (3 个)	砖砌工程	m ³	***	
			挖方工程	m ³	***	
			混凝土底板	m ³	***	
			粗砂垫层	m ³	***	
			回填工程	m ³	***	
			砂浆抹面(立)	m ²	***	
			弃方工程	m ³	***	
			防护栏	m	***	
		清淤工程	清淤	m ³	***	
		预留污水处理费用			元	***
		地质灾害隐患消除工程	灾害巡查	月	***	
			预留	元	***	
		监测和管护工程	地表水质监测	个	***	
地下水监测	个		***			
土壤监测	个		***			
植被监测	次		***			
管护工程	m ²		***			
2030	土地复垦与生物多样性修复工程	露采场 Lc2 复垦工程	挖方	m ³	***	
			清运	m ³	***	
			平整	h m ²	***	
			翻耕	h m ²	***	
			培肥	h m ²	***	
			植树	株	***	
			种草	h m ²	***	
			爬藤	株	***	
			围栏	m	***	

水资源水生态 修复工程	尾矿库 Ws	平整	h m ²	***	
		翻耕	h m ²	***	
		培肥	h m ²	***	
		植树	株	***	
		种草	h m ²	***	
	截排水沟 J1 (Lc2)	挖方	m ³	***	
		浆砌石	m ³	***	
		底板	m ³	***	
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	
		伸缩缝	m	***	
		填方	m ³	***	
		弃方	m ³	***	
		截排水沟 J5 (Lc2 水域泄洪)	挖方	m ³	***
			浆砌石	m ³	***
			底板	m ³	***
			砂浆抹面(平面)	m ²	***
			砂浆抹面(立面)	m ²	***
			伸缩缝	m ³	***
			填方	m	***
	弃方		m ³	***	
	截排水沟 J3 (尾矿库)	挖方	m ³	***	
		浆砌石	m ³	***	
		底板	m ³	***	
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	
		伸缩缝	m ³	***	
		填方	m	***	
		弃方	m ³	***	
	沉淀池 (Lc2 区域 2 个)	砖砌工程	m ³	***	
		挖方工程	m ³	***	
		混凝土底板	m ³	***	
粗砂垫层		m ³	***		
回填工程		m ³	***		
砂浆抹面(立)		m ²	***		

			弃方工程	m ³	***
			防护栏	m	***
		清淤工程	清淤	m ³	***
		预留污水处理费用		元	
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
		植被监测		次	***
		管护工程		m ²	***
2031	水资源水生态修复工程	清淤工程	清淤	m ³	***
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
		植被监测		次	***
		管护工程		m ²	***
2032	水资源水生态修复工程	清淤工程	清淤	m ³	***
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
		植被监测		次	***
		管护工程		m ²	***
2033	水资源水生态修复工程	清淤工程	清淤	m ³	***
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***
		地下水监测		个	***
		土壤监测		个	***
		植被监测		次	***
		管护工程		m ²	***

5 经费估算与基金管理

5.1 经费估算

5.1.1 经费估算原则

- 1、符合国家有关法律、法规规定的原则；
- 2、确保生态保护修复需要并进行动态调整的原则；
- 3、资金安排先于保护修复工程安排的原则；
- 4、遵循行业规范要求的原则；

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）；

4、湖南省国土资源厅办公室文件关于发布《湖南省农村土地整治项目建设标准》的通知（湘国土资办发〔2014〕14号）；

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

5、湖南省国土资源厅办公室关于增值税条件下调整土地整治项目预算计价依据的通知（湘国土资办〔2017〕24号）；

6、《关于进一步加强新建和生产矿山生态保护修复工作的通知》（湘自资办发〔2021〕39号）。

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

5.1.2.2 行业技术标准

- 1、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

- 2、《湖南省土地开发整理项目工程建设标准》（试行）；
- 3、2014年湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）；
- 4、《湖南省地方标准高标准农田建设》（DB43/T876.1-2014）；
- 5、土地整治工程建设标准编写规程（TD/T1045-2016）；
- 6、土地整治权属调整规范（TD/T1046-2016）；
- 7、永州市建设工程造价管理站文件 2026 年第 1 期材料预算价格。

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，人工预算单价计算见表5-1。

表 5-1 人工费单价计算表

甲类工预算工日单价计算表			
地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	甲类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准(元/月)×地区工资系数×12月÷(年应工作天数-年非工作天数)	46.03
2	辅助工资	以下四项之和	7.27
(1)	地区津贴	津贴标准(元/月)×12月÷(年应工作天数-年非工作天数) (100%)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准(元/月)×365天×辅助工资系数÷(年应工作天数-年非工作天数) (100%)	5.06
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)÷2×辅助工资系数 (100%)	0.80
(4)	节日加班津贴	(基本工资(元/工日))×2×11÷年应工作天数×辅助工资系数 (100%)	1.42
3	工资附加费	以下七项之和	29.58
(1)	职工福利基金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日))×费率 (14%)	7.46
(2)	工会经费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日))×费率 (2%)	1.07

(3)	养老保险费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (20%)	10.66
(4)	医疗保险费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (8%)	4.26
(5)	工伤、生育保险费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (1.5%)	0.80
(6)	职工失业保险基金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (2%)	1.07
(7)	住房公积金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (8%)	4.26
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	82.88
乙类工预算工日单价计算表			
地区类别	六类及以下地区	定额人工等级	乙类工
序号	项目	计算式	单价(元)
1	基本工资	基本工资标准(元/月)×地区工资系数×12月÷(年应工作天数-年非工作天数)	40.22
2	辅助工资	以下四项之和	3.62
(1)	地区津贴	津贴标准(元/月)×12月÷(年应工作天数-年非工作天数) (100%)	0.00
(2)	施工津贴	津贴标准(元/月)×365天×辅助工资系数÷(年应工作天数-年非工作天数) (100%)	2.89
(3)	夜餐津贴	(中班+夜班)÷2×辅助工资系数 (100%)	0.20
(4)	节日加班津贴	(基本工资(元/工日)) ×2×11÷年应工作天数×辅助工资系数 (100%)	0.53
3	工资附加费	以下七项之和	24.33
(1)	职工福利基金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (14%)	6.14
(2)	工会经费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (2%)	0.88
(3)	养老保险费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (20%)	8.77
(4)	医疗保险费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (8%)	3.51
(5)	工伤、生育保险费	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (1.5%)	0.66
(6)	职工失业保险基金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (2%)	0.88
(7)	住房公积金	(基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)×费率 (8%)	3.51
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	68.16

5.1.3.3 主要材料预算价格

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

对砂石料、水泥及钢筋等十一类主要材料进行限价，上述材料除块石在距离

矿区 10km 购买。当上述材料预算价格等于或小于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，直接计入工程施工费单价；当材料预算价格大于“主材规定价格表”中所列的规定价格时，超出限价部分单独计算材料价差（只计取材料费和税金），不参与取费。

表 5-2 主材规定价格表

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

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

表 5-3 材料预算价格表

名称及规格	单位	含税预算价	税率（%）	预算价			主材限价	价差
				除税预算价	超运距费	取定预算价		
砂	m ³	90.51	3.60	87.36		67.57	***	7.57
柴油	kg	9.20	12.95	8.15		8.15	***	3.65
电	kW.h	0.81		0.81		0.81	***	
风	m ³	0.17		0.17		0.17	***	
水	m ³	0.82	9.00	0.76		0.76	***	
粗砂	m ³	103.39	3.60	99.80		67.57	***	7.57
卵石40	m ³	80.10	3.60	77.32		86.87	***	26.87
块石	m ³	70.28	3.60	67.84		77.22	***	37.22
沥青	t	4200.00	12.95	3718.46		3718.46	***	
水泥	t	0.35	3.80	0.34		0.39	***	
水泥32.5	kg	0.35	12.95	0.31		0.36	***	0.06
铁钉	kg	5.50	12.95	4.87		4.87	***	
铁丝	kg	5.30	12.95	4.69		4.69	***	
种籽	kg	50.00	9.00	45.87		45.87	***	
锯材	m ³	1200.00	13.93	1053.28		1053.28	***	

表 5-4

主材超运距费标准

序号	材料名称	单位	超运距费标准	
			(元/公里、m ³ 、t、千块)	
			超运距离20km以内	超运距离20km以外
1	砂	m ³	***	***
2	粗砂	m ³	***	***
3	卵石40	m ³	***	***
4	块石	m ³	***	***
5	碎石	m ³	***	***
6	标准砖	千块	***	***
7	钢筋	t	***	***
8	水泥32.5	kg	***	***
9	中粗砂	m ³	***	***

5.1.3.4 电、风、水预算价格

1、施工用电基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

2、施工用风价格计算：

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

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8）取 0.80；

K2—能量利用系数一般取（0.7-0.85）取 0.70；

供风损耗率取 8%；

单位循环冷却水费 0.005 元/m³；

供风设施维修摊销费 0.002~0.003 元/m³

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

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

3、施工用水基准价格取建设工程材料预算价格公布的价格；

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

式中：K1—时间利用系数（一般取 0.7-0.8），取 0.8；

K2—能量利用系数，取 0.85；供水损耗率取 5%；

供水设施维修摊销费取 0.02 元/m³;

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

5.1.4 取费标准和计算方法说明

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

5.1.4.1 工程施工费

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

1、直接费

由直接工程费（人工费、材料费和施工机械使用费）和措施费组成。

人工费 = 定额劳动量 × 人工预算单价

材料费 = 定额材料用量 × 材料预算单价

施工机械使用费 = 定额机械使用量 × 施工机械台班费

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

2、间接费

间接费 = 直接费（或人工费） × 间接费率

表 5-5 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 5-6 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

$$\text{利润} = (\text{直接费} + \text{间接费}) \times 3\%$$

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：

$$\text{税金} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润} + \text{材料价差} + \text{未计价材料费}) \times 9\%$$

5.1.4.2 设备购置费

本项无设备购置费。

5.1.4.3 其他费用

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

5.1.4.4 不可预见费

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

5.1.4.5 监测与管护费用

1、监测费

本项目有水质分析，费用按***元/样计算，土壤分析按照***元/样计算，灾害巡查监测及植被巡查监测按照当地市场***元/月计算。

2、管护费

对于草地区域，本次设计按照每平方米每3年***元计算管护费用，主要为了防止复垦草地的退化。

5.1.5 矿山生态修复工程估算

通过计算，在方案的适用年限7.6年内，矿山生态修复工程费用估算为***万元。其中：生态保护工程费用为***万元，生态修复工程费用为***万元；监测与管护费***万元；其它费用***万元；不可预见费用***万元；占补平衡预留***万元；灾害预留***万元；污水处理预留***万元。（见表5-7~表5-12）。

表5-7 矿山生态修复工程费用（按类别分）估算总表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	费用（万元）
一	工程施工费=（1+2+3）	***
1	生态保护工程费用	***
2	生态修复工程施工费	***
3	监测和管护工程	***
二	其它费用	***
三	不可预见费用	***
四	占补平衡预留	***
五	灾害预留	***
六	污水处理预留	***
七	总投资	***

表 5-8

方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表（按工程类型）

单位：元

编号	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)
1	生态保护工程	野生动、植物保护宣传牌	块	***	***	***	***	***	***
		森林防火警示牌	块	***	***	***	***	***	***
2	土地复垦与生物多样性修复工程	工业广场G1、G2、G3复垦工程	硬化物拆除	m ³	***	***	***	***	***
			垃圾外运	m ³	***	***	***	***	***
			平整	hm ²	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***
			植树	株	***	***	***	***	***
		露采场Lc1及新增区复垦工程	种草	hm ²	***	***	***	***	***
			平整	hm ²	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***
			植树	株	***	***	***	***	***
		露采场Lc2复垦工程	种草	hm ²	***	***	***	***	***
			挖方	m ³	***	***	***	***	***
			清运	m ³	***	***	***	***	***
			平整	hm ²	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***
			植树	株	***	***	***	***	***
			爬藤	株	***	***	***	***	***
		露采场Lc3及新增区复垦工程	围栏	m	***	***	***	***	***
			平整	hm ²	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***
			植树	株	***	***	***	***	***
		露采场Lc4及新增区复垦工程	种草	hm ²	***	***	***	***	***
			平整	hm ²	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***
		尾矿库Ws	植树	株	***	***	***	***	***
			种草	hm ²	***	***	***	***	***
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***
		占补平衡	预留	万元	***	***	***	***	***
平整	hm ²		***	***	***	***	***		
3	水资源水生态修复工程	Lc1生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	
			耕植土	m ³	***	***	***	***	
			土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	
		Lc2生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	
			耕植土	m ³	***	***	***	***	
			土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	
		Lc3生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	
			耕植土	m ³	***	***	***	***	
			土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	
		工业广场生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	

		耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***
		土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	***	***
尾矿库生态沟		基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	***	***
		外运	m ³	***	***	***	***	***	***
		无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	***	***
		耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***
		土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	***	***
截排水沟J1 (Lc2)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		伸缩缝	m	***	***	***	***	***	***
		填方	m ³	***	***	***	***	***	***
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***
截排水沟J2(Lc3)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***
		填方	m	***	***	***	***	***	***
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***
截排水沟J3 (尾矿库)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***
		填方	m	***	***	***	***	***	***
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***
截排水沟J4 (Lc4)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***
		填方	m	***	***	***	***	***	***
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***
截排水沟J5 (Lc3水域泄洪)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***
		伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***
		填方	m	***	***	***	***	***	***
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***
截排水沟J6 (Lc3-2区域)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***

			砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***	
			伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			填方	m	***	***	***	***	***	***	***
			弃方	m ³	***	***	***	***	***	***	***
		尾矿库下游沉淀池	砖砌工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			挖方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			混凝土底板	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			粗砂垫层	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			回填工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***	***	***	***	***
			弃方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
		沉淀池(6个)	防护栏	m	***	***	***	***	***	***	***
			砖砌工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			挖方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			混凝土底板	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			粗砂垫层	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			回填工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***	***	***	***	***
		清淤工程	弃方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***
			防护栏	m	***	***	***	***	***	***	***
清淤工程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
预留污水处理费用		元	***	***	***	***	***	***	***		
4	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***	
		围栏		m	***	***	***	***	***	***	
		警示牌		个	***	***	***	***	***	***	
		灾害预留		元	***	***	***	***	***	***	
5	监测和管护工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***	
		地下水监测		个	***	***	***	***	***	***	
		土壤监测		个	***	***	***	***	***	***	
		植被监测		次	***	***	***	***	***	***	
		管护工程		m ²	***	***	***	***	***	***	***
合计							***	***	***	***	

表 5-9 方案适用年限内矿山生态修复工程费用估算分类表 (按年度分)

单位: 元

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(元)
2026	生态保护工程	野生动、植物保护宣传牌		块	***	***	***	***	***	***	***
		森林防火警示牌		块	***	***	***	***	***	***	
	土地复垦与生物多样性修复工程	占补平衡	预留		万元	***	***	***	***	***	
			尾矿库下游沉淀池	砖砌工程	m ³	***	***	***	***	***	
	挖方工程	m ³		***	***	***	***	***	***		
	混凝土底板	m ³		***	***	***	***	***	***		
	粗砂垫层	m ³		***	***	***	***	***	***		
	回填工程	m ³		***	***	***	***	***	***		
	砂浆抹面(立)	m ²		***	***	***	***	***	***		
	弃方工程	m ³		***	***	***	***	***	***		
	防护栏	m		***	***	***	***	***	***		
	清淤工程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***		
	预留污水处理费用		元	***	***	***	***	***	***		
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***	
		围栏(Lc2)		m	***	***	***	***	***	***	
		警示牌		个	***	***	***	***	***	***	
		预留		元	***	***	***	***	***	***	
	监测和管护工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***	
		地下水监测		个	***	***	***	***	***	***	
		土壤监测		个	***	***	***	***	***	***	

		植被监测	次	***	***	***	***	***	***		
		管护工程	m ²	***	***	***	***	***	***		
2027	土地复垦与生物多样性修复工程	露采场Lc1及新增区复垦工程	平整	hm ²	***	***	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***	***	
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***	
			植树	株	***	***	***	***	***	***	
			种草	hm ²	***	***	***	***	***	***	
	水资源水生态修复工程	Lc1生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	***	***	
			耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***	
			土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	***	***	
		清淤工程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	
		预留污水处理费用	元		***	***	***	***	***		
	地质灾害隐患消除工程	灾害巡查	月	***	***	***	***	***	***		
		围栏(Lc3)	m	***	***	***	***	***	***		
		警示牌	个	***	***	***	***	***	***		
		预留	元	***	***	***	***	***	***		
	监测和管护工程	地表水质监测	个	***	***	***	***	***	***		
		地下水监测	个	***	***	***	***	***	***		
		土壤监测	个	***	***	***	***	***	***		
		植被监测	次	***	***	***	***	***	***		
2028	土地复垦与生物多样性修复工程	露采场Lc3及新增区复垦工程	平整	hm ²	***	***	***	***	***	***	***
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***	***	
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***	
			植树	株	***	***	***	***	***	***	
			种草	hm ²	***	***	***	***	***	***	
	水资源水生态修复工程	Lc3生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	***	***	
			耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***	
			土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	***	***	
		截排水沟J2(Lc3)	挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	
			浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***	
			底板	m ³	***	***	***	***	***	***	
			砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***	
			砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***	
			伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***	
			填方	m	***	***	***	***	***	***	
			弃方	m ³	***	***	***	***	***	***	
		截排水沟J6(Lc3-2区域)	挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	
			浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***	
			底板	m ³	***	***	***	***	***	***	
			砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***	
			砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***	
			伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***	
			填方	m	***	***	***	***	***	***	
		弃方	m ³	***	***	***	***	***	***		
		沉淀池(1个)	砖砌工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
			挖方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
	混凝土底		m ³	***	***	***	***	***	***		

2029			板								
			粗砂垫层	m ³	***	***	***	***	***	***	
			回填工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
			砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***	***	***	***	
			弃方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	
			防护栏	m	***	***	***	***	***	***	
		清淤工程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	
		预留污水处理费用	元	***	***	***	***	***	***		
		地质灾害隐患消除工程	灾害巡查	月	***	***	***	***	***	***	
			预留	元	***	***	***	***	***	***	
	监测和管护工程	地表水质监测	个	***	***	***	***	***	***		
		地下水监测	个	***	***	***	***	***	***		
		土壤监测	个	***	***	***	***	***	***		
		植被监测	次	***	***	***	***	***	***		
		管护工程	m ²	***	***	***	***	***	***		
	土地复垦与生物多样性修复工程	工业广场G1、G2、G3复垦工程	硬化物拆除	m ³	***	***	***	***	***	***	
			垃圾外运	m ³	***	***	***	***	***	***	
平整			hm ²	***	***	***	***	***	***		
翻耕			hm ²	***	***	***	***	***	***		
培肥			hm ²	***	***	***	***	***	***		
植树			株	***	***	***	***	***	***		
露采场Lc4及新增区复垦工程		平整	hm ²	***	***	***	***	***	***		
		翻耕	hm ²	***	***	***	***	***	***		
		培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***		
		植树	株	***	***	***	***	***	***		
		种草	hm ²	***	***	***	***	***	***		
水资源水生态修复工程		Lc2生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	***	***	
			外运	m ³	***	***	***	***	***	***	
			无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	***	***	
			耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***	
			土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	***	***	
		截排水沟J4(Lc4)	挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	
	浆砌石		m ³	***	***	***	***	***	***		
	底板		m ³	***	***	***	***	***	***		
	砂浆抹面(平面)		m ²	***	***	***	***	***	***		
	砂浆抹面(立面)		m ²	***	***	***	***	***	***		
	伸缩缝		m ³	***	***	***	***	***	***		
	填方		m	***	***	***	***	***	***		
	弃方		m ³	***	***	***	***	***	***		
	工业广场生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	***	***		
		外运	m ³	***	***	***	***	***	***		
		无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	***	***		
		耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***		
土工防渗膜		m ²	***	***	***	***	***	***			
尾矿库生态沟	基础土方开挖	m ³	***	***	***	***	***	***			
	外运	m ³	***	***	***	***	***	***			
	无纺布生态袋	m ²	***	***	***	***	***	***			
	耕植土	m ³	***	***	***	***	***	***			

		土工防渗膜	m ²	***	***	***	***	***	***			
	沉淀池 (3个)	砖砌工程	m ³	***	***	***	***	***	***			
		挖方工程	m ³	***	***	***	***	***	***			
		混凝土底板	m ³	***	***	***	***	***	***			
		粗砂垫层	m ³	***	***	***	***	***	***			
		回填工程	m ³	***	***	***	***	***	***			
		砂浆抹面(立)	m ²	***	***	***	***	***	***			
		弃方工程	m ³	***	***	***	***	***	***			
		防护栏	m	***	***	***	***	***	***			
	清淤工程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***			
	预留污水处理费用		元	***	***	***	***	***	***			
地质灾害隐患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***			
	预留		元	***	***	***	***	***	***			
监测和管护工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***			
	地下水监测		个	***	***	***	***	***	***			
	土壤监测		个	***	***	***	***	***	***			
	植被监测		次	***	***	***	***	***	***			
	管护工程		m ²	***	***	***	***	***	***			
2030	土地复垦与生物多样性修复工程	露采场 Lc2复垦 工程	挖方	m ³	***	***	***	***	***	***		
			清运	m ³	***	***	***	***	***	***		
			平整	hm ²	***	***	***	***	***	***		
			翻耕	hm ²	***	***	***	***	***	***		
			培肥	hm ²	***	***	***	***	***	***		
			植树	株	***	***	***	***	***	***		
			种草	hm ²	***	***	***	***	***	***		
			爬藤	株	***	***	***	***	***	***		
		围栏	m	***	***	***	***	***	***			
		尾矿库 Ws	平整	hm ²	***	***	***	***	***	***	***	
	翻耕		hm ²	***	***	***	***	***	***	***		
	培肥		hm ²	***	***	***	***	***	***	***		
	植树		株	***	***	***	***	***	***	***		
	种草		hm ²	***	***	***	***	***	***	***		
	水资源水生态修复工程	截排水 沟J1 (Lc2)	挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***
			浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***	***	
			底板	m ³	***	***	***	***	***	***	***	
			砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***	***	
砂浆抹面(立面)			m ²	***	***	***	***	***	***	***		
伸缩缝			m	***	***	***	***	***	***	***		
填方			m ³	***	***	***	***	***	***	***		
弃方			m ³	***	***	***	***	***	***	***		
截排水 沟J5 (Lc2水 域泄洪)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
		砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***	***		
		砂浆抹面(立面)	m ²	***	***	***	***	***	***	***		
		伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
		填方	m	***	***	***	***	***	***	***		
截排水 沟J3(尾 矿库)		挖方	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
		浆砌石	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
		底板	m ³	***	***	***	***	***	***	***		
	砂浆抹面(平面)	m ²	***	***	***	***	***	***	***			
	砂浆抹面	m ²	***	***	***	***	***	***	***			

			(立面)																	
			伸缩缝	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
			填方	m	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
			弃方	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		沉淀池 (Lc2区 域2个)	砖砌工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
			挖方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			混凝土底 板	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			粗砂垫层	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			回填工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			砂浆抹面 (立)	m ²	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			弃方工程	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			防护栏	m	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
			清淤工 程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		预留污水处理费用		元	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	地质灾害隐 患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	监测和管护 工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		地下水监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		土壤监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		植被监测		次	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		管护工程		m ²	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
2031	水资源水生 态修复工程	清淤工 程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	地质灾害隐 患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	监测和管护 工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		地下水监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		土壤监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		植被监测		次	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
管护工程		m ²	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
2032	水资源水生 态修复工程	清淤工 程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	地质灾害隐 患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	监测和管护 工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		地下水监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		土壤监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		植被监测		次	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
管护工程		m ²	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
2033	水资源水生 态修复工程	清淤工 程	清淤	m ³	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	地质灾害隐 患消除工程	灾害巡查		月	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	监测和管护 工程	地表水质监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		地下水监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		土壤监测		个	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
		植被监测		次	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
管护工程		m ²	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		
合计							***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***		

表 5-10

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/m ³)		风 (元/m ³)	
					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1m ³	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							
1021	履带式拖拉机 功率59kw	499.93	86.67	413.26	2.00	82.88	247.50			55.00	4.50							
1039	蛙式打夯机 功率2.8kw	186.49	6.15	180.34	2.00	82.88	14.58					18.00	0.81					

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

表 5-11 混凝土、砂浆单价计算表

编号	混凝土(砂浆)等级	水泥强度等级	级配	水泥标号	水泥		粗砂		碎石		水		外加剂		单价(元)
					kg	单价	m3	单价	m3	单价	m3	单价	kg	单价	
1	纯混凝土C15 2级配 粒径40 水泥32.5 水灰比0.65	32.5	2级配	C15	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
2	砌筑砂浆 M7.5 水泥42.5	32.5	M7.5		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

表 5-12 工程施工费单价汇总表

定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	税金	综合单价
			人工费	材料费	机械使用费	直接工程费	措施费	合计					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)	(15)
	土地复垦与生物多样性修复工程												
40257	机械拆除无钢筋混凝土	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
20283换	1m3挖掘机装自卸汽车运石碴 运距0.5~1km 自卸汽车8T	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10327换	推土机推土(三类土) 推土距离70~80m 推土机74KW	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10044	土地翻耕 三类土	公顷	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10391	机械地力培肥 三类土	公顷	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10386	人工细部平整	公顷	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
90030换	撒播 不覆土~III类土	公顷	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	爬藤	株	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	灌木	株	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	水资源生态修复工程		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	设计沉淀池		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
30022换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥42.5	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40097换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土C15 2级配 粒径40 水泥42.5 水灰比0.65	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40269	防水层 抹防水砂浆(平面)	100m2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40268	防水层 抹防水砂浆(立面)	100m2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10344	建筑物土方回填 机械夯填	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10320换	推土机推土(三类土) 推土距离0~10m 推土机74KW	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	护栏	m	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	设计截水沟		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10377	小型挖掘机挖沟渠土方 三类土	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
30022换	浆砌块石 排水沟~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥42.5	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40097换	现浇混凝土渠道底板~换:纯混凝土C15 2级配 粒径40 水泥42.5 水灰比0.65	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40280换	伸缩缝 沥青砂浆 1:3~换:砌筑砂浆 M7.5 水泥32.5	100m2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40269	防水层 抹防水砂浆(平面)	100m2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

40268	防水层 抹防水砂浆(立面)	100m2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10344	建筑物土方回填 机械夯填	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
40280换	伸缩缝 沥青砂浆 1:3~ 换:砌筑砂浆 M7.5 水泥 42.5	100m2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
10320换	推土机推土(三类土) 推 土距离0~10m ~推土机 74KW	100m3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

5.2 基金管理

5.2.1 资金来源

经分析可知（见后文章节），由表 7-1 可以看出，矿山在未来开采达产经营中，若达设计生产能力，则每年将为国家增收各种税费***万元，企业也将获得***万元的净利润。按照矿山的服务年限计算，总利润约***万元，扣除投资和***万元的矿山生态修复工程费用，矿山开发具有一定的经济效益和社会效益，因此矿山在经济上完全有能力提取治理恢复基金，本项目的各项生态保护修复费用均由矿山支付。

5.2.2 资金管理

矿山应根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3号）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

矿山应将采矿许可证有效期限起始日至次年当日作为一个周期，自发证之日起一个月内按照《方案》，制定矿山生态保护修复年度计划，按照确保可满足当年矿山生态保护修复年度任务的原则，明确基金年度拟计提额，报矿山所在地县级自然资源主管部门审核通过后，一个月内完成当年度基金计提，今后每年依此类推。

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***年内，矿山生态修复费用估算为***万元，由于矿山的服务年限仅为***年，第一年治理经费估算为***万元，故本次计划该基金分 2 年计提完毕，平均每年为***万元。

表 5-13 矿山生态修复基金计提年度计划表

项目阶段	提取年度	生产规模	计提标准	资金计提额（万元）	计提比例
生产期 (3.6 年)	2026 年	3 万 t/a	***元/t	***	***
	2027 年	3 万 t/a	***元/t	***	***
	合 计			***	***

备注：基金计提根据政策动态变化及当地主管部门动态调整，本计划表仅做参考。

5.2.4 基金使用计划

参照《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3号）：

1、采用第三方监管共管账户管理是保证资金安全、复垦工作顺利实施的切实保障，基金核定储存采取县级自然资源主管部门、矿山企业、银行三方监管的制度。

2、资金的支出管理预存的治理基金遵循“土地复垦义务人所有，自然资源主管部门监管，专户储存专款使用”的原则。共管账户内的资金专门用于本项目复垦工作实施，专款专用。管账户内的资金由银行根据监管协议，只有获取相关付款指令后方可实施资金的划转。

3、资金使用

(1) 矿山需按照矿山生态修复方案确定的工作计划和费用使用计划，向所在地县级自然资源主管部门申请出具生态保护修复费用支取通知书。建设单位凭生态保护修复费用支取通知书，从治理恢复基金专门账户中支取生态保护修复费用，专项用于生态保护修复工程。

(2) 自然资源主管部门负责组织对年度生态保护修复实施情况的监督检查和工用程竣工验收，核实修复后的土地类型、面积和质量等情况，并核定费用，及时返还预存的矿山治理恢复基金。

(3) 施工单位每年根据矿山生态保护修复实施规划和年度计划，做出下一年度的资金使用预算。建设单位缴纳的治理恢复基金专项用于矿山生态保护修复，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

4、年度计划安排

基金应根据工作量估算落到实处，具体使用计划应根据正式施工时，具体某时段

修复工程预算使用。基金年度计划安排应根据工程量估算使用。

表 5-13 矿山生态修复基金年度计划安排表

年度	工程或费用名称（元）	使用额（万元）
2026	生态保护工程、水生态保护工程、监测工程	***
2027	露采场 Lc1 及新增区复垦工程、生态沟、监测和管护工程	***
2028	露采场 Lc3 及新增区复垦工程、生态沟、沉淀池、监测和管护工程	***
2029	工业广场 G1、G2、G3 复垦工程、露采场 Lc4 及新增区复垦工程、生态沟、沉淀池、监测和管护工程	***
2030	露采场 Lc2、尾矿库复垦工程、截排水沟工程、沉淀池、监测和管护工程	***
2031	灾害巡查、监测和管护工程	***
2032	灾害巡查、监测和管护工程	***
2033	灾害巡查、监测和管护工程	***
合计		***

6 保障措施

6.1 组织管理保障

6.1.1 组织保障

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

6.1.2 管理保障

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

2、矿山已承诺按照本矿山生态保护修复方案确定的年度进度安排，逐地落实，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。

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

6.2 技术保障

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

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

6.3 监管保障

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

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

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

6.4 适应性管理

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

6.5 公众参与

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

本项目在生态保护修复方案报告编制过程中，得到了省自然资源厅、市自然资源局、县自然资源局、地方等相关部门的指导和大力支持。通过广泛调查和征求项目区周边当地人民群众的意见和建议，根据项目区的社会经济发展状况，结合可持续发展的要求，和谐发展的理念，使本生态保护修复方案报告书更加科学、合理，各项措施操作性更强。

7 矿山生态保护修复方案可行性分析

7.1 经济可行性分析

7.1.1 矿山生态保护修复费用

通过计算，在方案的适用年限***年内，矿山生态修复工程费用估算为***万元。

7.1.2 矿山经济效益分析

7.1.2.1 投资估算

矿山建设工程投资主要包括：矿业权出让费用、主要生产工程费用（建设工程费、新增设备费及管理费等）、建设管理费、可行性研究费及安全生产费等。项目已经投产运行，不需要新增大的建设投资。

7.1.2.2 矿山经营期间的各项基本参数

根据目前市场情况调查，氧化锰净矿量价格为***元/吨，露天开采时每开采一吨原矿成本为***元，每选一吨原矿成本为***元/吨。

1、矿山生产规模

矿山生产规模为氧化锰***万 t/a。

2、产品销售价

根据目前市场情况调查，氧化锰净矿量价格为***元/吨。则年销售收入=***×***=***万元。

3、产品成本

根据同类矿山情况调查及矿山近年产品成本统计，露天开采时每开采一吨净矿成本***元，每选出一吨净矿成本为***元。

4、增值税

根据《中华人民共和国增值税暂行条例实施细则》，税率 13%按计算，考虑抵扣因素。

5、资源税

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

6、销售税金附加

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

7、所得税

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

8、采矿权使用费：1000元/km²；

9、矿山维简费：***元/t；

10、矿山安全费用：根据《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》（财资〔2022〕136号），露天开采为***元/t，地下开采为***元；

11、其它费用：按产值3%计。

、P1727.1.2.3 主要财务指标

矿山主要财务指标见表7-1。

表 7-1 矿山主要财务指标统计表

序号	主要财务指标	单位	指标值	备注
1	年销售收入	万元	***	产品产量×价格
2	年成本费用	万元	***	年采矿成本
3	年增值税	万元	***	增值税税率13%（1-35%）
4	年销售税金附加	万元	***	增值税×（5+3+2）%
5	年资源税	万元	***	原矿税率3%
6	采矿权使用费	万元	***	采矿权面积×1000元/km ²
7	矿山安全费用	万元	***	年产量×5元/t
8	矿山维简费	万元	***	年产量×2元/t
9	其它费用	万元	***	产值的3%

10	税前利润	万元	***	1-2-3-4-5-6-7-8-9
11	所得税	万元	***	税前利润×25%
12	税后利润	万元	***	税前利润-所得税

7.1.3 经济可行性结论

根据市场数据，矿山在未来开采达产经营中，若达设计生产能力，则每年将为国家增收各种税费***万元，企业也将获得***万元的净利润。按照矿山的年限计算，总利润约***万元，扣除投资和***万元的矿山生态修复工程费用，矿山开发具有一定的经济效益和社会效益，同时可增加当地的就业岗位，带动地方运输、商业服务等行业的发展，有利于促进社会稳定和地方经济的发展。但矿山开采会对环境造成一定破坏，政策的不确定性和矿产品价格的波动也会给投资者带来一定风险。

7.2 技术可行性分析

本生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为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，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。如周边的山水林田湖草工程造林示范工程，通过长期实践和研究，筛选和培育了造林植草的树木和优质苗木及草种，探索出了复垦的最佳模式，可作为参考借鉴，因此，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，将恢复草地***hm²，复垦方向与周边自然环境和景观相协调；复垦后可大幅减少水土流失，不会造成滑坡、泥石流地质灾害隐患；各露采场在闭坑后按照规范要求管理，确保边坡稳定，其余场地安全稳定，对人类和动植物无威胁；对周边环境不产生污染；恢复了土地基本功能，因地制宜地实现土地可持续利用。通过矿山生态修复形成了绿色经济产业链，持续带动地方经济发展，还给群众另一座绿水青山、金山银山。

8 结论与建议

8.1 结论

8.1.1 方案适用年限

矿山的剩余服务年限为***年，考虑到后续办证周期等因素，本次从***年***月起计算服务期，即服务期为（***年***月~***年***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***年，故本方案的适用年限为***年（***年***月~***年***月）。

8.1.2 矿山生态问题识别和诊断

1、地形地貌景观破坏

现状矿山的选厂及工业广场、露采场、尾矿库对地形地貌景观造成了破坏。预测未来矿山的选厂及工业广场、露采场、尾矿库对地形地貌景观均有影响。

2、土地资源占损

矿山本矿现状矿业活动占用土地资源共计***h m²，预测未来占损土地资源***h m²。土地权属为永州市零陵区珠山镇诸仙寺村、欧家村、木塘村、斑竹塘村。现状条件下矿山停产，矿区周边可能受矿业活动影响，农田内砷、镉元素超出了农田污染风险筛选值限值。未来生产中露天采场废水、废石堆淋滤水和选矿废水等携带的锰、砷等元素，可能形成对周边农田造成土石环境的破坏。

3、水资源水生态影响

现状矿山停产，对水资源、水生态影响较轻。预测未来矿山开采露天采场废水、矿石堆淋滤水和选矿废水等可能携带锰、砷等元素、有机物进入水体，对水生态造成一定的影响。同时未来开采形成的露采场造成大面积植被破坏，地表土壤大面积暴露，抗冲刷能力降低，从而引发的悬浮物超标，主要污染对象是矿区下游的溪沟。

4、矿山地质灾害影响

现状矿山停产，局部出现了露采场边坡垮塌的情况，无其他各类地质灾害问题。预测未来矿山开采引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等，危险性中等，

引发其他地质灾害可能性小，危险性小；预测未来矿山建设遭受各类地质灾害的可能小，危险性小。

5、生物多样性破坏

矿业活动现状对生物多样性造成局部破坏，预测未来矿业活动同样会造成局部生物多样性破坏。

8.1.3 主要生态修复方案及经费估算

本方案设计的生态修复工程主要为土地复垦与生物多样性修复工程、水资源水生态修复工程、地质灾害安全隐患消除工程、监测及管护工程等，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***年内，矿山生态修复工程费用估算为***万元。其中：生态保护工程费用为***万元，生态修复工程费用为***万元；监测与管护费***万元；其它费用***万元；不可预见费***万元；占补平衡预留***万元；灾害预留***万元；污水处理预留***万元。

8.1.4 结论

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

8.2 建议

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

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

3、做好水生态监测，生产期间采场、工业广场等废水需全面收集并处理后，

达到地表水Ⅲ类水质标准限值后排放。

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

5、严格按生态环境主管部门要求做好矿山环境污染工作，固废处置合规、废水达标排放。

6、按应急主管部门要求做好尾矿库使用、地灾防治、闭库及生态保护修复工作。

7、矿山保护修复与绿色矿山建设、水土保持等工作统筹部署。

8、基金计提、使用与管理按主管部门要求动态调整。

9、若矿山修复方向不转型利用为光伏用地，本案需要重新编制。

10、基金计提需根据主管部门要求与生态保护修复需要动态调整。

11、矿山闭坑修复后工程交由当地使用与管护。

8.3 说明

对于尾矿库的复垦，应在取得安监部门的许可同意后方可实施，本方案的设计方案仅供矿山施工时参考。