

湖南省泸溪县李家田铝土矿 矿山生态保护修复方案

湖南省地质调查所
二〇二四年八月

湖南省泸溪县李家田铝土矿 矿山生态保护修复方案

报告提交单位：泸溪县汇祥矿业有限责任公司

报告编制单位：湖南省地质调查所

报告提交时间：2024年8月

目 录

第一章 基本情况.....	5
一、方案编制工作概况.....	5
二、矿山基本情况.....	11
三、矿山开发利用与生态保护修复现状.....	17
第二章 矿山生态环境背景.....	24
一、自然地理.....	24
二、地质环境.....	25
三、生物环境.....	39
四、人居环境.....	40
第三章 矿山生态问题识别和诊断.....	42
一、地形地貌景观破坏.....	42
二、土地资源占损.....	42
三、水资源水生态破坏.....	46
四、矿山地质灾害影响.....	52
五、生物多样性破坏.....	59
第四章 生态保护修复工程部署.....	61
一、生态保护修复工程部署思路.....	61
二、矿山生态修复目标.....	61
三、生态保护修复工程及进度安排.....	62
第五章 经费估算与基金管理.....	90
一、经费估算.....	90
二、基金管理.....	103
第六章 保障措施.....	107
一、组织管理.....	107
二、技术保障.....	107
三、监管保障.....	108
四、适应性保障.....	108

五、公众参与.....	108
第七章 矿山生态保护修复方案可行性分析.....	110
一、经济可行性分析.....	110
二、技术可行性分析.....	112
三、生态环境可行性分析.....	112
第八章 结论与建议.....	113
一、结论.....	113
二、建议.....	115

第一章 基本情况

一、方案编制工作概况

（一）任务由来

泸溪县李家田铝土矿1988年由县乡镇企业办进行浅部铝土矿开采，由于经济效益不佳于2000年被迫停产，2004年泸溪县将李家田铝土矿转让给保靖县锌业开发有限责任公司，2004年湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队编制了《湖南省泸溪县李家田矿区铝土矿开发利用方案》，湘西自治州国土资源局于2004年7月5日对其进行评审和备案。2006年重建矿山，至2007年9月底停止巷道掘进。2007年10月至2019年5月，矿山一直处于停产状态。

采矿证经历次延续后泸溪县祥辉矿业有限公司李家田铝土矿于2019年9月取得新采矿许可证，采矿许可证号：C*，有效期伍年，自2019年9月23日至2024年9月30日止。

根据2019年9月湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队提交的《湖南省泸溪县李家田矿区铝土矿资源储量核实报告》，矿山保有铝土矿资源储量111b+122b+333类为*万吨，生产规模为*/a，服务年限约为16.8年。矿山于2019年取得采矿许可证后经过三年多的技改工作于2023年5月正式投产。因采矿许可证即将到期，根据《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），为办理采矿权延续，深入贯彻落实习近平生态文明思想，合理开发利用矿产资源、有效保护矿山生态环境，加强矿山生态保护修复工作，加强矿山生态修复的监督与管理，实现社会经济的可持续发展，泸溪县汇祥矿业有限责任公司委托湖南省地质调查所编制《湖南省泸溪县李家田铝土矿矿山生态保护修复方案》。

（二）编制依据

1、法律法规

- （1）《中华人民共和国矿产资源法》（2009年修正）；
- （2）《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订）；
- （3）《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正）；

- (4) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年修订）；
- (5) 《中华人民共和国森林法》（2020年修订）；
- (6) 《水土保持法实施条例》（国务院令 第120号，2011年修订）；
- (7) 《建设项目环境保护管理条例》，（国务院令 第253号，2017年修订）；
- (8) 《基本农田保护条例》（国务院令 第257号，2011年修订）；
- (9) 《地质灾害防治条例》（国务院令 第394号，2003年）；
- (10) 《土地复垦条例》（国务院令 第592号，2011年）；
- (11) 《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令 第44号，2019年修正）；
- (12) 《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令 第56号，2019年修正）；
- (13) 《湖南省矿山地质环境保护条例》（2018年修订）；
- (14) 《湖南省矿产资源管理条例》（2020年修正）。

2、政策文件

- (1) 《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）；
- (2) 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）；
- (3) 《关于做好新建和生产矿山生态保护修复年度验收工作的通知》（湘自资办发〔2021〕82号）；
- (4) 关于印发《湖南省国土空间生态保护修复项目预算编制指导意见（暂行）》的通知（湘自资办发〔2022〕29号）；
- (5) 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）。

3、执行的技术规范、标准、规程

- (1) 《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T2298-2022）；
- (2) 《矿山地质环境调查评价规范》（DD2014-05）；
- (3) 《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》（HJ651-2013）；
- (4) 《矿山地质环境保护与恢复治理验收标准》（DB43/T1393-2018）；
- (5) 《矿山生态保护修复工程质量验收规范》（DB43/T2299-2022）；
- (6) 《矿山地质环境影响评估技术规范》（DB43/T304-2006）；
- (7) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

- (8) 《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T0342-2020）；
- (9) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- (10) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- (11) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (12) 《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011）；
- (13) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (14) 《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准》（试行）（2014）；
- (15) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (16) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）；
- (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) 《地表水环境质量标准》（GB/T3838-2002）；
- (19) 《室外排水设计规范（2016年版）》（GB50014-2006）；
- (20) 《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）；
- (21) 《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；
- (22) 《造林技术规程》（DB43/T140-2014）；
- (23)《湖南省林地恢复植被和林业生产条件、树木补种标准》（湘林造[2021]3号，2021年1月29日）；
- (24) 土壤环境质量标准（GB 15618-1995）；
- (25) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (26) 地下水质量控制标准（GB/T14848-2017）。

4、主要基础资料依据

- (1) 《泸溪县李家田铝土矿开发及年产 10 万吨氧化铝生产线项目环境影响报告书》（长沙有色冶金设计研究院，2006 年 11 月）；
- (2) 《湖南省泸溪县李家田铝土矿资源开发利用方案》（湖南省地质矿产勘察开发局 405 队，2019 年 10 月）；
- (3) 《湖南省泸溪县李家田铝土矿矿山地质环境保护与恢复治理分期验收报告》（湘西土家族苗族自治州自然资源和规划局，2019 年 11 月）；
- (4) 《湖南省泸溪县李家田铝土矿矿山地质环境综合防治方案》（湖南省地质矿产勘察开发局 405 队，2019 年 12 月）；
- (5) 《湖南省泸溪县李家田铝土矿开采工程排水系统设计变更》（湖南蓝天

勘察设计有限公司，2021年7月）；

（6）《泸溪县汇祥矿业有限责任公司湖南省泸溪县李家田铝土矿开采工程安全设施验收评价报告》（中奇安环科技有限公司，2022年6月）；

（7）《湖南省泸溪县李家田铝土矿2022年度验收意见表》（*局，2022年8月）；

（8）《湖南省泸溪县李家田铝土矿2023年度验收意见表》（*局，2023年9月）；

（9）湖南省泸溪县李家田矿区铝土矿矿山储量年报（2019年5月~2022年12月），2023年1月；

（10）湖南省泸溪县李家田矿区铝土矿矿山储量年报（2023年1月~2023年12月），2024年3月，湖南省自然资源调查所；

（11）《湖南省泸溪县李家田铝土矿矿山生态保护修复分期验收报告》，2024年7月，湖南省地质调查所。

（三）目的任务

1、工作目的

《方案》编制的主要目的是通过矿山生态环境问题识别和诊断，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，为矿山生态保护修复基金提取、验收与主管部门监督管理提供依据。

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。

(四) 完成的工作量

我所接受李家田铝土矿《生态保护修复方案》撰写的工作委托后，立即成立了由水工环地质、地质矿产及其他相关专业的工程师 5 人组成的评估小组，搜集了矿山相关资料。搜集资料包括地质、采矿、工程地质、水文地质及环境地质、人文、社会经济、自然地理、林业资源、及相关规划等资料，主要为文字、图件、表格及遥感航拍资料。通过对搜集的资料综合分析，在搜集的航片上对矿区及附近的地形地貌、植被发育、水文、人居环境、交通情况、矿山开采及生态问题与修复现状进行了解译，遥感解译有效指导了野外调查工作的顺利开展。在遥感解译的基础上，相关专业技术人员分别于 2024 年 4 月 24 日~25 日、5 月 22 日派出专业技术人员对矿山及修复区进行了野外综合调查，首先听取了矿方就矿山生态保护修复工作所作的介绍；其次是现场察看了矿山生态环境现状和生态保护修复工程，同时走访当地群众并召开座谈会听取了当地村民对矿山开采引发的生态环境问题和生态修复工作的意见，重点调查了矿区及周围水文、土壤、地形地貌等自然地理条件，植被、动物等生物环境，地层岩性、矿体分布、水文地质、工程地质等地质环境条件，人居环境及交通情况，以及矿山开采、生态环境破坏及保护修复情况。

野外调查采用追索法，完成调查面积约 6.26km²，点位确定采用手持 GPS 采集的卫星数据结合微地貌，距离量测使用测距仪，精确距离的测量采用了钢尺与皮尺，所有点均采用数码相机拍照；调查路线长度约 19.2km，主要完成各类调查点 37 处，土样 2 件，水样 2 件，并对矿区内的土、石取样分析检测，调查与测试数据真实无误。调查精度满足矿山生态保护修复方案编制规范要求。2024 年 8 月完成了图件的编制和报告的编写。整个工作严格按相关规范进行，完成工作量见表 1-1。

(五) 方案的适用范围与年限

1、方案适用范围

本方案生态修复保护范围划分以划定的采矿权范围为基础，涵盖了全部采矿权范围；综合自然地理单元和水文地质单元等因素，且包括未来矿山开采可能引起的生态问题的分布范围，以北、西、东部以丘顶连线为界，且包含岩溶裂隙水可能的影响范围，南部多以生态环境作为控制因素，主要考虑农田及坑塘分布情况、人居

因素等，最终确定修复范围面积 6.26km²（见附图 2）。

表 1-1 完成工作量统计表

工作性质	工作项目	单位	完成工作量	备注
资料收集	2019 年分期验收报告、2019 年矿山地质环境综合防治方案、2019 年矿山开发利用方案、2022 年、2023 年年度验收报告、矿山储量年报、土地利用现状图、2006 年环境影响报告书、国土空间规划、生态保护修复规划等	份	10	矿山基本情况调查以资料收集为主
野外调查	调查面积	km ²	6.26	
	调查路线长度	km	19.2	
	调查地质点	个	10	
	调查工程地质点	个	3	
	调查地貌点	处	2	
	调查植被覆盖情况			遥感、DEM 图
	调查风化层、土壤厚度情况		全区	
	调查现有矿山	个	1	
	设计开采区范围内居民区	栋/人	8/32	
	矿部建设	处	2	原矿部
	矿山公路	条	2	
	附近耕地	km ²	0.01	
	溪沟	条	4	
	井泉	处	9	
	水塘	处	1	
	土样	件	2	
	水样	件	2	
	照片	张	65	采用 11 张
野外调查表	张	13		
对 2019 年 12 月综合防治方案中设计工程的复核	工业广场技改配套治理工程：截排水沟、排水涵管 FH1 挡石墙沉淀池地面硬化不稳定边坡支护	浆砌、挖方工程、砂浆抹面		
	采空区地面变形监测	个	5	
	水质监测	个	3	
	永久保安矿柱 (地表覆层很薄且为村庄、基本农田地段)	处	2	
	露天采场（为盗采、民采）	处	5	
室内综合	编制矿山生态保护修复方案	份	1	
	湖南省泸溪县李家田铝土矿矿山遥感图、生态问题分布图、生态保护修复工程部署图	张	3	附图

2、方案适用年限

根据 2024 年 3 月湖南省自然资源调查所提交的储量年报矿产资源保有量*，生产规模为*/a，根据开发利用方案可采储量、贫化、损失计算方法算得，截止 2023 年 12 月，矿山剩余服务年限 16.3 年。矿山采矿许可证到期时间为 9 月 30 日，根据实地对矿山开采情况和开采能力的调查，预估矿山自延证时间起服务年限为 15.4 年。矿山坚持“边开采、边修复”的原则，复垦工作逐年开展，矿山闭坑后预留 1 年进行全面复垦；闭坑后主要是林地复垦，林地复垦工程完成后 3 年为绿化管护期。故确定本方案的适用年限 19.4 年（即服务年限 15.4 年，闭坑后复垦期 1 年、管护期 3 年），矿山应在 19.4 年期限内开展必要的矿山生态保护修复工作，直至复垦完全结束。

二、矿山基本情况

（一）矿区地理位置及交通

1、矿区地理位置及交通

2、区位条件

泸溪县位于湘西州东南端，沅水中游，是武陵山片区区域发展与扶贫攻坚重点县、国家重点水利工程五强溪水电站移民库区县、国家级贫困县和革命老区县。泸溪交通便捷，319 国道、常吉高速公路穿境而过，武溪千吨级深水码头已建成，沿沅江而下经洞庭可通江达海，距州府吉首半小时车程，融入了省会长沙“3 小时经济圈”，形成水陆配套、相互贯通的交通网络。境内发现的矿产有 45 种，铝土矿、磷、石煤探明储量居全省首位。泸溪县地处武陵山脉向雪峰山脉过度地带，地貌自东向西南排成“川”字形状，西高东低，由西向东倾斜。浦市镇到县城白沙一带为喀斯特地貌，西部属于低山区，中部属于燕山运动隆起中低山区，东部为沅江流域冲积地带，有山地、丘陵、岗地、平原、水域 5 大类型。

矿山位于泸溪县浦市李家田和*交界处，属于乡村农林型经济圈，周边以农林

种植、农业养殖为主。根据矿区未划入生态保护红线内，无自然保护地，不属于风景名胜、自然公园，周边无人文景观，无水源保护地分布，无重大建设用地项目（见附件 12）。

图 1-1 矿山区位条件图

（二）矿山基本情况

1、采矿许可证及采矿范围

泸溪县铝土矿为湖南省自然资源厅发证矿山。矿权范围由6个拐点坐标圈定，准采高程+400~+265m（见表1-2），当前采矿证有效期为2019年9月23日至2024年9月30日。其范围拐点坐标详见表，矿区面积为*km²（采矿许可证：*）。本地区仅设立一个铝土矿采矿权，该采矿权包含了整个李家田矿区。经*局查询核实，该采矿权周边无矿权纠纷。根据开发利用方案，设计采矿范围面积为0.3536km²，主要位于矿区的南部（见附图1）。

表1-2 矿山拐点坐标一览表（CGCS2000坐标）

拐点 编号	CGCS2000 坐标		拐点 编号	经纬度坐标	
	X	Y		东经	北纬
1	*	*	1	*	*
2	*	*	2	*	*
3	*	*	3	*	*
4	*	*	4	*	*
5	*	*	5	*	*
6	*	*	6	*	*
*					

2、矿床特征

（1）矿床地质特征

矿区位于江南地轴西南部，黔川鄂古台坳东南侧，天台背斜北西翼之北东倾伏端，地层、构造走向整体呈NE向。区内褶皱、断裂构造不甚发育，断层多为正断层，大多系成矿后断层，常使矿层缺失。矿区西部因受区域性逆掩断层（F1）影响，地层发生倒转，造成局部矿层重复出现。矿山铝土矿赋存于二叠系梁山组（P₂l），矿层厚度较稳定。其直接底板为铁铝质页岩，顶板为铝土岩或栖霞灰岩，含矿层位较稳定。

（2）矿层（体）特征

含矿层二叠系下统梁山组（P₂l）：可分为上、下两段。

下段：铁铝质页岩段。紫红色、局部由紫红、灰白、浅绿组成花斑色，薄层状，层理一般清晰，但呈现花斑状者则层理不清晰。矿物成分主要为高岭石、绢云母，次为绿泥石及铁质物，泥质结构，条带状、块状及班块状构造。与上覆铝土矿层无明显界线，大部呈现过渡关系。与下伏寒武系地层呈平行不整合接触。当铁铝质页

岩直接与灰黑色炭质板岩接触时，则界面清晰，当铁铝页岩与粉砂岩或紫红色板岩接触时，则界面难以观察确定。局部可见到不规则的赤铁矿及紫～灰绿色含铁绿泥石透镜体，并见到清晰的侵蚀结构面。根据勘察钻孔所见的赤铁矿透镜体情况，含 Al_2O_3 : 13.92~22.85%， SiO_2 : 16.42~30.17%， Fe_2O_3 : 34.20~59.75%，厚度达 0.84~1.57m。本层厚度一般为 4~8m，最厚可达 20m，其厚度的大小主要受基底风化剥蚀起伏所控制。

上段：铝土矿层。本层包括铝土矿、铁矾土、粘土铝质页岩等（统称铝土岩）。颜色较杂，有紫红、暗紫、灰～灰白、黄绿～黄白等色、矿石结构有致密块状、豆状、角砾状及鲕状等。铁矾土分布于铝土矿的上、下及边部。粘土铝质页岩分布于铝土矿层的顶部。矿石类型变化很大，但从总的来看，角砾状矿石多分布于矿层底部，致密块状及鲕状矿石分布于矿层中部，豆状矿石多分布于矿层中下部和中上部。本段厚度一般是 3~5m，最厚达 20m。本矿山铝土矿赋存于该地层，矿层厚度较稳定。其直接底板为铁铝质页岩，顶板为铝土岩。

本区铝土矿矿体形态为似层状，矿体沿倾向斜长 1100m，沿走向长 1000m，在钻孔剖面上矿体厚度变化较大，最薄为 0.86m，最厚为 11.46m，平均为 3.31m，表现为豆夹状。从底板等高线图上可以看出，矿层厚度变化与次级北东东向褶皱有一定关系，向斜核部附近矿层较厚，背斜核部一般无矿。矿层基本受北东向向斜控制，品位变化与矿层厚度变化相关性明显，当矿层厚度增加时，其品位较好，厚度变薄时，一般其品位变低，品位与厚度具正相关关系。

矿体总体为一倾向北西的单层矿，总体倾向 310° ，平均倾角 10° 。但地表部分矿体较复杂，由于受断层影响，矿体重复出现，且倾角变陡和出现牵引皱曲。因受北北东向次级褶皱影响，致使矿体顶板起伏不平。

(3) 矿石特征

1) 矿石矿物质成分

含铝矿物以一水硬铝石最多，次为一水软铝石、高岭石、水白云母；含铁矿物以赤铁矿、褐铁矿、绿泥石居多，黄铁矿、针铁矿少量；还有金红石、锐钛矿、电气石、锆石、石英等矿物。其它还有极少量次生矿玉髓、迪凯石。矿物粒径极小，一水硬铝石、一水软铝石粒径小于 1.0mm。

2) 矿石结构构造：

矿石结构有胶状结构、显微鳞片变晶结构、变余泥质结构三种。

①胶状结构：主要是一水硬铝石，次为一水软铝石，高岭石等胶状集合体，或呈隐晶，微晶质集合体；

②显微鳞片变晶结构：主要为一水硬铝石，次为一水软铝石及少量水云母、高岭石，呈微层状聚合体，有的略具平行排列；

③变余泥质结构：主要为一水硬铝石，次为一水软铝石及少量水云母、高岭石，呈隐晶质聚合体，显变余泥质结，部分呈胶状。

矿石构造有角砾状构造、豆状构造、鲕状构造三种。

①角砾状构造：为极微小的叶片状胶凝体，角砾状，在角砾中有时可见少量豆状和鲕状的一水硬铝石和鲕绿泥石，外围为一水硬铝石及高岭石；

②豆状构造：一水硬铝石与一水软铝石显微鳞片集合体，呈豆状产出；

③鲕状构造：一水硬铝石之鲕集合体，为隐晶，少量隐晶质，为高岭石、水云母等。

此外还见有块状构造等。一般角砾状矿石多分布于铝土矿层的底部，致密块状及鲕状矿石分布于中部，豆状矿石多分布于中下部及中下部。

3) 矿石化学成分

矿石中主要有用成分为铝(Al_2O_3)。据统计(1976年)， Al_2O_3 含量46.1%~74.73%，平均55.04%，主要有害成分是铁和硫， Fe_2O_3 含量1.35%~36.15%，平均16.07%；S含量0.003%~1.81%，平均0.099%，此外， SiO_2 含量为1.10%~30.68%，平均9.85%。铝硅比值5.3~6.1、最大6.7、平均5.6。

主要有用、有益组分：

①铝(Al_2O_3)：主要以一水硬铝石最多，次为一水软铝石、高岭石形式存在，含量46.1%~74.73%，平均55.04%。

②镓：平均含量0.01%左右。

主要有害组分：

①氧化铁($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$)：主要以赤铁矿存在，最高达34.29%，最低3.63%，平均值16.07%；

②氧化钙(CaO)：含量0.1~1.1%，一般0.1~0.2%；

③二氧化钛(TiO_2)：含量1~3%；

④硫：以黄铁矿存在，含量最高5.12%，最低0.003%，平均0.099%左右；

⑤二氧化硅(SiO_2)：以鲕绿泥石、高岭石等硅酸盐矿物存在，含量高达18~

20%，最低 6.65%，平均 9.85%；

⑥烧失量最高 16.5%，最低 10.75%，一般 11~12%。

有害组分中除氧化铁稍高外，其它有害组分含量较低，对铝土矿的工业价值影响较小。

4) 矿石风（氧）化特征

本矿山所处地势高，且位于分水岭一侧斜坡处，矿山工业矿层位于侵蚀基准面以上，矿层出露部分大多处于地形较陡地段，不利于地表水、地下水聚集，因此风（氧）化带不发育。

5) 矿石类型和品级

矿石自然类型：根据矿石结构构造可分为致密块状矿石、豆状矿石、角砾状矿石及鲕状矿石四种自然类型：

①致密块状矿石为常见之矿石。为灰白色、淡黄色、淡红色，呈致密块状、土状。含三氧化二铝高，矿石质量最好，多分布在矿层的中部；

②豆状矿石亦为常见之矿石。多呈紫红色、暗紫色，少量呈暗蓝、黄绿、灰黄等色，豆粒直径一般为 2~5mm。矿石坚硬，比重较大，三氧化二铁含量较块状矿石高，多分布在矿层的中下部及上部；

③角砾状矿石为紫红色、暗红色。角砾状构造明显，角砾大小一般 5~8mm，一般含三氧化二铁相对较高，多分布于矿层下部；

④鲕状矿石一般少见，为浅灰、青灰、灰白、紫红及黄绿色，鲕粒构造明显，一般含三氧化二铝豆状矿石要高，质量较好，多分布在矿层中部。

矿石工业类型：根据有用矿物成份，本矿山总的来说是属于一水硬铝石型铝土矿，但根据次要有用矿物和杂质矿物又可细分为—水软铝石~一水硬铝石型、赤铁矿~一水铝石型、鲕绿泥石~一水铝石型和高岭石~一水铝石型等四种矿石类型。

(4) 矿体围岩和夹石

本区铝土矿层赋存二叠系下统梁山组（P₂l）底部铝土质粘土岩中，直接底板为铁铝页岩，厚度 4~8m，其厚度变化主要受基底岩层的起伏面制约，与下伏寒武系呈平行不整合接触，与其上覆铝土矿层呈渐变过渡关系，该层存在与否直接关系到铝土矿体的沉积，矿层顶板为灰岩，厚度 0~50m，其变化大；当该层灰岩厚度较大且稳定时，形成的铝土矿层厚度较大且稳定，反之矿层亦薄。

矿体顶板围岩为浅灰色中厚层灰岩，稳固性好。顶板围岩与铝土矿石界线明显。矿体底板围岩为铝土质岩或铝土质页岩，稳固性一般。矿层形态简单，为单层矿，厚度一般在 1.25~5.65m，最厚度 9.77~14.21m，平均厚度 3.31m，矿层中有达到剔除厚度的夹石。

(5) 共（伴）生矿产

本矿床除主矿产铝外，矿体中还伴生有镓，其平均品位 0.01%左右。

(三) 矿山生产经营状况

截止到 2023 年 12 月底，矿山保有铝土矿石资源储量累计查明探明+控制+推断*，其中：探明资源量*万吨、控制资源量*万吨、推断资源量*万吨。根据矿石加工利用研究、市场需求、资金状况，矿山开采的产品方案为铝土矿原矿石。目前矿山的生产能力约为*/年。

矿山生态修复基金账号为*，开户行为中国农业银行泸溪县支行。开户时间为 2018 年 12 月 20 日，启用时间为 2018 年 12 月 25 日，到期时间为 2026 年 7 月 12 日。账户初始基金总额为 139 万元，截至 2024 年 4 月累计计提额为 0 万元，账户余额为 141 万元。所存入基金专户、基金数额、核算方式等均符合《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3 号）。前期生态保护修复工程未使用该基金账户内所存资金，均为企业出资。

三、矿山开发利用与生态保护修复现状

(一) 矿山开采历史与现状

泸溪县李家田铝土矿 1988 年由县乡镇企业办进行浅部铝土矿开采，由于经济效益不佳，于 2000 年被迫停产，2000 年前已采出铝土矿石量约 40 万吨，矿区采空区面积约 0.06195km²。根据*对矿业开发的总体要求，决定对泸溪县李家田矿区铝土矿采用招商引资进行开发，2004 年泸溪县将李家田铝土矿转让给保靖县锌业开发有限责任公司，于 2006 年重建矿山，至 2007 年 9 月底停止巷道掘进。截至 2007 年 9 月底止，矿山掘进主、副井 800 余米，采准切割工程尚未实施，矿山处于井巷

工程掘进阶段。2007年10月至2019年5月，矿山一直处于停产状态。

自2019年5月之后，矿山经过三年多的基建，于2023年3月正式复工，5月正式投入生产。

（二）矿产资源开发利用方案

根据湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队2019年10月提交的《湖南省泸溪县李家田铝土矿资源开发利用方案》（开发利用方案图如下），简介如下：

1、设计利用储量

（1）保有资源储量

2019年开发利用方案资源储量基础为《湖南省泸溪县李家田矿区李家田铝土矿资源储量核实报告》及湘自然资储备字〔2019〕150号矿产资源储量评审备案证明的资源量，即截至2019年4月底保有铝土矿资源储量122b+332+333类： $*$ 万吨，矿山设计开采规模 $*$ ，三率指标：采矿设计贫化率10%，采矿设计损失率为25%，设计回采率为75%。

（2）设计利用储量

探明的111b资源量84.5万吨，可信度高100%利用；控制的122b资源量 $*$ 万吨，可信度高100%利用；推断的333资源量 $*$ 万吨，为单工程外推部分或122b矿块外推部分，其可靠程度相对低，按80%可信度利用。

设计利用资源量和可采资源量计算如下：

设计利用资源量=Q111b+Q122b+Q333×80%=*（万吨）；

泸溪县李家田矿区李家田铝土矿开采根据主矿体厚度1.5~8米为主，为薄~中厚矿体，采用空场法采矿，回采率75%（根据湖南省国土资源厅矿产开发管理处和湖南省国土资源厅矿产资源保护项目管理办编印的《关于部分主要矿产资源合理开发利用“三率”指标的要求》和参照2004年5月湖南省地质矿产勘查开发局四〇五队提交的《湖南省泸溪县李家田矿区铝土矿开发利用方案》的数值），主矿体倾向北西（山脊）深部，倾角5~20°为缓倾斜矿体。可采储量计算是在设计利用的资源储量基础上进行的。

可采资源量 QK=（QG-Qa）×η=*×75%=*（万吨）；

其中：QK：可采储量，万吨；

QG: 设计利用矿产资源储量, 万吨;

Qa: 设计保安矿柱资源储量, 万吨。

2、服务年限

根据 2024 年 3 月湖南省自然资源调查所提交的《湖南省泸溪县李家田矿区铝土矿矿山储量年报(2023 年 1 月~2023 年 12 月)评审意见》, 矿山保有资源储量*, 根据开发利用方案设计资源量和可采资源量计算方法得:

$$\begin{aligned} \text{设计利用资源量} &= Q_{111b} + Q_{122b} + Q_{333} \times 80\% \\ &= 73.3 + 186.2 + 164.7 \times 80\% = * \text{ (万吨)}; \end{aligned}$$

$$\text{可采资源量 } QK = (QG - Qa) \times \eta = * \times 75\% = * \text{ (万吨)};$$

矿山服务年限根据开发利用方案设计生产规模*/a 和矿石贫化率为 10%计算:

$$T = Q_{\text{采}} / A \times (1 - K1) = * / [20 \times (1 - 10\%)] = 16.3 \text{ (a)}$$

式中: T—矿山服务年限 (a)

Q 采—可采储量 (万吨)

A—生产能力 (万吨/a)

K1—设计贫化率 (%)

根据本年度初对矿山开采情况进行的调查核实情况, 以及对矿山取样检测的相关数据, 预估至 9 月估算开采量后, 矿山自延证起服务年限为 **15.4a**。

3、产品方案

矿山的方案为销售铝土矿原矿, 不存在选矿。

4、开采和运输方式

(1) 矿床的开采方式

矿石和围岩均稳固, 为缓倾斜层状矿体, 故开发利用方案推荐采用地下开采、房柱法采矿。

(2) 开拓方式及工程布置

采用平硐+盲斜坡道开拓联合开拓方案, 中段高度为 10~20m, 具体划分为+390m、+380m、+370m、+360m、+350m、+340m、+320m、+300m、+290m、+280m 等共 10 个中段 (详见 2019 年《开发利用方案》开拓系统平面图、开拓系统剖面图)。

（3）运输方式

根据运输方案确定的原则，本设计年产矿石量为*；井下运输量 670 吨/日，设计采场矿石通过铲车装入矿车，矿石由各采场经运输巷道通过矿用汽车运至主井口，最后转运至地面贮矿库，井下废石用铲运机运输到相邻矿房中充填采空区，井下废石不出井。

（4）矿山通风和废水废石（渣）排放

矿山通风：矿井通风采用机械通风、对角式通风系统；采掘工作面视需风量大小和线路长短，分别采用局扇进行风量调节和辅助通风。矿体开采时通风风路路线：新鲜风→主平硐、盲斜井→平巷→矿房→平巷→盲斜井→风井→地表。

矿山排水：+390m 以上采用自流排水，+390m 以下采用集中式机械排水，在+360m 中段、+330m 中段、+300 中段和采场底部 265m 设水仓（要求储水量均能容纳 8 小时以上正常涌水量），水仓处设水泵站（配三台水泵，工作一台、备用一台、检修一台），将井下废水逐级排至地表，排出地表的矿坑水经沉淀池沉淀后达标排入附近溪沟。

本方案矿山的最终产品为销售铝土矿原矿，无相关选矿设施，弃渣基本回填或被综合利用。

5、厂址选择

李家田铝土矿为已建矿多年的老矿山，2019 年 10 月矿山对主井前方的工业广场进行了重新设计并正在实施技改，技改完成后具备比较完善的办公和生活设施，据实地调查，矿区工业广场布置在主井坑口附近，井口附近工程地质条件较好，目前无崩塌、泥石流、地面沉降等不良地质现象。场内顺山势错落布置生产、生活设施，如压风机房、变电房、高位水池、废石场、堆矿场、废水净化池、矿仓、临时加油点、补胎加水点、工区食堂等、运输车作业平台等配套设施。原矿部目前主要用来堆放采矿用设备和临时停放运输车辆等。

6、开采总顺序

开采方案设计拟定的矿床开采标高为*之间铝土矿。开拓方案为斜坡道开拓方式，采矿方法为房柱法。同一中段，先采上矿体，后采下矿体。

中段的开采顺序

选择下行式，即先采上部中段，后采下部中段，由上而下逐个中段开采。

多中段同时回采

上中段应超前下中段，其超前距离应保证上部顶区的地压已稳定。

(3) 同一矿块开采顺序

①先采矿房，后采矿柱；在矿房中用浅眼逐层回采。

②开采顺序为从下至上，回采顺序为从中央至两端，先采矿房，后采矿柱。

7、顶板管理

矿体顶板主要为灰岩或粉砂岩，强度高，节理裂隙以弱发育为主，局部受断层影响较发育，岩石坚硬至极坚硬，顶板稳固性好，巷道穿过时一般不需要支护。对矿岩稳固性差的地段、采场顶板应及时进行支护和提高支护级别，可采用金属锚杆或锚杆金属网加固，加强顶板管理。加强对井筒、采场顶板以及采空区的监测，对顶板不稳定的采场应指定专人负责检查，确认安全后方准进行回采作业；对围岩松软不稳固的回采工作面、采准和切割巷道，必须采取支护措施。加强地压管理，及时进行现场检测，做好预测和预报工作，发现大面积地压活动预兆，必须立即停止作业，将人员撤至安全地点。为防止掘进巷道出现滑顶和片帮，采取光面爆破和临时支护措施。

8、保安矿柱

根据开发利用方案，李家田铝土矿拟开采矿体为缓倾斜矿体，倾角平均值为 13° ，本矿采用房柱法采矿。矿体倾斜阶段矿房宽度 16m，矿房斜长 40~60m，房间矿柱宽 5m、长 6~8m，矿柱间距 9~10m，顶柱宽 3m，底柱宽 3m，盘（采）区间柱宽 5m。平缓阶段矿房宽度 16m，矿房斜长 80~120m，房间矿柱宽 5、长 6~8m，矿柱间距 9~10m，顶柱宽 3m，底柱宽 3m，盘（采）区间柱宽 5m。保安矿柱与矿房面积比 20.25%-30.47%，矿柱总面积 20123m²-30279m²。

（三）生态保护修复现状

1、生态保护修复现状

矿区生态保护修复建设工程集中在工业广场及周边位置，包括堆矿仓、废石堆、停车场、矿部宿舍区、主井口及风井口。废石堆沿工业广场南侧冲沟分布，坡高约 8m，坡度约 25°，分布范围 1200m²，体积约为 600m³。地下采空区矿坑涌水经抽水泵均排入沉淀池内，经三级沉淀后经涵管汇入下游冲沟中。此外工业广场也分布有已建设生态保护修复建设工程，包括土地复垦区、沉淀池、截排水沟、挡渣墙等。矿区范围内 2006 年建设的老采洞硐口已被封堵，旧有矿部也被废弃，目前该废弃矿部用于运输车临时停放等用途。前一期生态修复工程总费用 100.7 万元。当前矿山现有生态保护修复工程见表（表 1-3）：

表 1-3 矿山生态保护修复工程及效果一览表

修复类型	工程类型	工程位置	数量	治理效果
占损土地复垦	工矿用地复垦至林地	工业广场	0.2933hm ²	矿山占用土地面积小，且针对工业广场闲置区域共 0.2933hm ² 进行植树，预期 3~5 年内恢复至功能正常林地。
水生态水环境修复	沉淀池	工业广场主井口附近	1 个	使得工业广场可进行有效的雨污分流，针对矿山排水进行有效沉淀处理。
	处理池	工业广场停车场附近	1 个	
	截排水沟	工业广场	65m/2 条	
矿山地质灾害和隐患防治	老硐封堵	废弃硐口	1 处	工程针对工业广场内边坡滑坡隐患，验收期内仅在极端降雨情况下发生一起小型滑坡，于矿部正后方边坡进一步实施加固工程。
	挡土墙	工业广场	87m	
	挡渣墙	工业广场南侧废石堆下游	20m+25m/2 处	
	护坡	工业广场矿部	145m/2 处	
	截排水沟	工业广场	73m+57m/2 条	
	警示标识	工业广场	8 处	
	安全围挡	工业广场矿部	60m	

此外，在 2019 年矿山取得采矿权证前矿区范围内存在 6 处民采、盗采点，盗采主要挖取浅部矿层中的矿体，开采行为导致的生态环境问题以土地资源挖损破坏，对地形地貌有一定影响，但对矿山主体地下采矿影响较小。*已于 2022 年将

其纳入增减挂钩项目复垦为耕地，土地利用现状也变更为耕地属性，后续也将进一步落实耕种任务。

2、生态监测现状

本矿自 2023 年 5 月开始生产以来，根据储量年报数据仅采出矿石 12.2 万吨，目前矿山仅设置了一处噪音监测点，尚未设置其他生态环境监测点开展监测。

综上，根据本年度分期验收情况，工业广场生态修复工程验收意见为合格，生态修复主要为 2022 年-2023 年间完成，植被恢复仍在管护期，个体工程矿山也将持续进行必要修缮和维护；今年 5 月矿山开展了“绿色矿山回头看”的检查，矿山目前符合绿色矿山建设要求。因此总体上现阶段矿山生态修复效果尚好。

第二章 矿山生态环境背景

一、自然地理

(一) 气象

评估区属亚热带温暖潮湿季风气候，四季分明，春季多寒潮，夏季雨水多，早秋晴热，晚秋阴雨较多，冬季寒冷。根据泸溪县气象站 1980~2023 年的气象资料，多年平均降雨量 1.3374mm，多集中在雨季 4~6 月，占全年降雨量的 41%，最大年降雨量 1983mm（1998 年），雨季（4~6 月）平均日降雨量 6.0926mm，日最大降雨量 206.2 mm（1998 年 7 月 16 日），最大小时降雨量 80.30mm（1984 年 7 月 7 日 22: 20~23: 20），多出现在 7~8 月间，多年平均蒸发量 1195.3mm，年平均气温 16.9℃，极端最高气温 40.6℃（2007 年 8 月 29 日），极端最低气温-12.3℃（2003 年 1 月 30 日）。主导风为北北东风，年平均风速 1.9m/s，最大风速为每年 8~9 月，可达 20m/s，相对平均湿度 81%。

(二) 水文

矿区内无较大的河流通过，地表水体补给来源主要为降水。根据前期调查报告，汇水区内建有小型水塘（库）四座，库容在 300 m³~14.5 万 m³；*水库位于矿山北东部山间，为区内最大的水库，库容 14.5 万 m³，为小（二）型水库，其所处位置低于矿层，对矿山开采影响不大；蓄水量为 224000m³，水质较好，主要为灌溉用水和渔业用水，亦可供生产生活用水。*水库和另外两座水库位于矿山北部山间，位置较高，库容小于 300~500m³，水库基底均为白垩系下统砂岩及粉砂质泥岩，为相对隔水层，对矿山开采影响不大。

地表水系弱发育，地表溪流主要有*溪和杨*两条，均为季节性小溪流，旱季频于枯竭，近呈干涸状态，降雨量大时短时水量剧增，水流来势凶猛，退时迅速，明显受降水影响。根据矿区原勘查时对*溪、杨*两条溪流量长期观测结果，*溪一般流量 0.2~4.0L/s，最大洪水流量 2172 L/s。杨*溪一般流量 0.2~4.0L/s，最大洪水流量 2077.02 L/s。因沟底为隔水层，地表水与地下水连通性差，可见地表水对地下水相互影响较弱。

(三) 地形地貌

矿区位于泸溪县南西部，地处湘西断褶侵蚀、剥蚀山地区中部，所处的地形地貌类型自北西向南东可分为侵蚀、剥蚀丘陵沟谷地形、侵蚀溶蚀丘陵地形和构造侵蚀、丘陵沟谷地形，海拔标高一般 400~500m，最高海拔标高 594.50m（鸡屎咀），最低当地相对侵蚀基准面为评估区南部，海拔标高为 322m，矿区内相对高差 100~200m。总体地势北西高、南东低。

1、侵蚀剥蚀型丘陵沟谷地貌

分布于评估区北部至西部一带，海拔标高 400~550m，最高海拔标高为 594.50m（鸡屎咀），由白垩系下统洞下场组粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩砂岩地层构成，北西向冲沟较发育，沟谷多呈“V”型，地形坡度 10~30°，局部 45°以上，山顶多呈浑圆状展布，坡上植被较发育，主要以灌木及柏树林为主，植被覆盖率约 75%。

2、剥蚀溶蚀型丘陵地貌

分布于评估区中部至南部（矿区中心位置）一带，海拔标高 400~470m，最高海拔标高为 475.10m，主要由二叠系栖霞组灰岩、含硅质团块状灰岩、豆荚状灰岩等碳酸盐岩类地层构成，地形坡度一般 5~20°，地表溶蚀沟槽、溶洞及洞穴较发育，局部形成悬崖峻壁的喀斯特地貌，植被较为发育，主要以灌木为主，植被覆盖率约 50%。

3、构造侵蚀、剥蚀丘陵沟谷地貌

分布于评估区南东部一带，海拔标高一般 370~420m，最高海拔标高 488.10m，最低海拔标高仅 322m，主要由寒武系黑色页岩、粉砂岩、泥质灰岩、白云质灰岩、白云岩地层构成，坡上植被较为发育，主要为灌木及草本，植被覆盖率 45~75%。

二、地质环境

（一）地层岩性

矿区一带出露的地层主要有震旦系上统留茶坡组、寒武系下~中统牛蹄塘组、中统清虚洞组、寒武系上统敖溪组，二叠系中统梁山组、栖霞组，白垩系及第四系，由老至新分述如下：

1、震旦系上统留茶坡组（Z₂l）

主要分布于评估区南东部地区，面积 0.50km²，岩性为灰黑色薄~中厚层状硅质岩，底部夹黑色炭质页岩，局部夹磷结核，岩石坚硬脆，节理裂隙较发育，厚 10~30m，与上覆地层呈整合接触。

2、寒武系

分布于评估区南东部地区，由下至上分为下统~中统牛蹄塘组、中统清虚洞组，上统敖溪组等三个地层单元，面积约 2.00km²。

(1) 牛蹄塘组 (C_{1-2n})

为灰黑色炭质页岩，地表风化后为灰白色，褶皱及劈理较发育，底部夹黑色薄层硅质岩及硅质页岩。厚度 310~490m。与上覆地层呈整合接触。

(2) 清虚洞组 (C_{2q})

为深灰~灰色薄层~中厚层泥质灰岩、白云岩及白云质灰岩夹黑色炭质页岩，厚度 180m。与上覆地层呈整合接触。

(3) 敖溪组 (C_{3a})

下部为炭质页岩夹粉砂岩、砂岩，厚 107m 左右，上部为灰~深灰色薄层白云质灰岩、泥质白云岩，厚度大于 160m。与上覆地层呈平行（或角度）不整合接触。

3、二叠系

评估区内仅出露二叠系中统梁山组和栖霞组，分布于矿区及评估区中部，面积约 0.90km²。

(1) 梁山组 (P_{2l})

下部为紫红色薄层状铁铝质页岩，局部由紫红、灰白、浅绿组成花斑状，矿物成份主要为高岭石、绢云母，次为绿泥石及铁泥质物，泥质结构，条带状、块状及斑块状构造，与上覆含铝土矿层无明显界线，大都呈过渡关系，厚度一般为 4~8m，最厚可达 20m；上部为含铝土矿层，本层包括铝土矿、铁矾土、粘土、铝质页岩等，颜色较杂，有紫红、暗紫、灰~灰白、黄绿~黄白等色，矿石结构有致密块状、豆状、角砾状及鲕状等，铁矾土及耐火粘土分布于铝土矿的上、下部，铝质页岩均分布于含铝土矿层的顶部。厚度一般 3~5m，最厚可达 20m。与上覆地层呈整合接触。

(2) 栖霞组 (P_{2q})

下部为灰~灰黑色薄~中厚层豆荚状灰岩，与含铝土矿层顶板有一套厚 0.2~2m 的条带状钙质粉砂岩，但为蠕虫状构造，黄铁矿增多，上部为灰~深灰色中~厚层灰岩，局部含硅质团块。厚度 20~50m。与上覆地层呈角度不整合接触。

4、白垩系 (K)

分布于评估区西北部地区，面积 3.55km²，岩性下部为杂色厚层底砾岩，一般为紫~灰色，砾石大小不一，一般为 1~5cm，大者可达 100cm，砾石成份为石英砂岩、

硅质岩、灰岩、铝土矿、页岩及砂岩等，为棱角状~次棱角状，胶结物为铁、泥砂质，厚 0~15m；上部为紫红色中厚~厚层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩夹粉~细砂岩，层理清楚，局部可见微斜层理，砂岩中节理裂隙发育，厚度大于 300m。

5、第四系（Q）

评估区内第四系主要为残坡积层（ Q^{el+dl} ）及冲洪积层（ Q^{al+pl} ）

（1）残坡积层（ Q^{el+dl} ）

分布于山坡坡脚及低缓处，上部为棕红色、紫红色、褐黄色粉质粘土及腐植土，一般为耕种地（稻田），含少量植物根茎，稍湿~湿，疏松；下部为褐黄~紫红色含粉砂质碎石土，碎石土成分为页岩、石英砂岩、粉砂岩、硅质岩、白云岩及灰岩，碎石粒径一般为 1~2cm，最大可达 50cm，碎石含量约 60~70%，一般厚 0.5~2m，最厚可达 5m 左右。

（2）冲洪积层（ Q^{al+pl} ）

分布于小溪沟中及溪沟两岸，上部为褐黄色、紫红色含少量砾石的粉质粘土，溪沟中为卵砾石由砂土所胶结，局部可见崩塌岩块；下部为砂土和砾石层组成，砾石成分复杂，多为砂岩、白云岩、灰岩、硅质岩等，砾石大小混杂，砾径 0.5~2cm，大者可达 50cm，大者一般为棱角状者居多，小者次圆状，砾石含量 35~50%，厚 0.3~1.5 m，最厚可达 2m。第四系与下伏地层呈不整合接触。

（二）地质构造

矿区所处大地构造位置为武陵山及雪峰山弧形构造带之间，即沅麻拗陷盆地中部，次一级褶皱、断裂较发育。

1、褶皱

褶皱构造位置属区域性天台拗背斜之北东端倾伏部位，背斜轴向为北东~南西，向北东倾伏，在矿区内南西起自岩头山，北东至李家田，矿区内延长 4km 左右。

2、断层

矿区及周边主要断层有 10 条，但规模不大，根据断裂走向可分为北东和北西两组，主要以正断层为主，次为平移断层，逆断层较少（见表 2-1）。以下除 F1 断层规模较大、与矿体有关外，其它断层规模均不大且与矿体关系不密切。F1 断层为逆掩断层，为压扭性质，破碎带宽 0.2~10m，带内充填有泥，导水性、含水性差。并且在错断地段亦无大的地表蓄水体，也就是说 F1 断层导水对未来矿床开采影响不大。综上所述：断层普遍规模较小，地表不易发现，对切穿矿层的断层，对未来矿井顶板管理会

有一定影响。

表 2-1 主要断裂构造特征表

断层编号	断层性质	断层产状	垂直断距 (m)	主要特征
F1	正断层	135°∠57°	大于 50	该断层南西起岩头山、北东至*，长 1100m，倾向南东，破碎带宽 1~5m，并见明显的角砾岩及片理化构造，为成矿前断层，控制了 1~8 勘探线之间的矿体向深部尖灭，其延展性强，为 II 结构面。
F2	不明		3~5	该断层走向 NEE~SWW，长约 350m，断层破碎带中充填有褐铁矿，为成矿前断层，与矿体无关系，断层结构面等级为 IV 级。
F3	平移断层	190°∠70°	0.5~1.0	断层走向北东 100°，长约 300m，切穿了下寒武统薄层灰岩，北盘向东平移，南盘向西平移，为成矿前断层，与矿体无关系，断层结构面等级为 IV 级。
F4	平移断层	100°∠65°	2.0~3.0	断层走向北东 10°，长约 160m，切穿了铝矿层，西盘向南移，东盘向北移，呈现矿层与铁铝页岩接触，断层结构面等级为 IV 级。
F5	正断层	140°∠60°	5.0	断层走向 60°，长约 200m，断层破碎带中见明显的断层角砾岩及次生铁矿。断层结构面等级为 IV 级。
F6	平移断层	210~260° ∠55~57°	5.0~10.0	断层走向 300~350°，长约 450m，横切了寒武系地层，由南而北东走向渐为北西，并切断了矿层与铁铝页岩；其延展性有限，断层结构面等级为 III 级。
F7	平移断层	110°∠59°	5~10	断层走向 15°，长约 150m，横切矿层及栖霞灰岩和白垩系紫红色砂岩，使之矿层向深部尖灭，为成矿后断层，断层结构面等级为 IV 级。
F8	平移断层	260°∠65°	15~20	断层走向 350°，长约 250m，切穿了寒武统灰岩，北盘向东平移，南盘向西平移，为成矿前断层，与矿体无关系。断层结构面等级为 IV 级。
F9	平移正断层	205°∠65°	10~15	断层走向 305°，长约 200m，切穿了矿层矿铁铝页岩，使其呈走向接触。断层结构面等级为 IV 级。
F10	正断层	330°∠65°	0.15~0.3	断层走向 60°，长约 350m，错动了 13~15 号勘探线之浅部矿体，使其向下断落，表现为北西盘下降，南东盘上升。其延展性有限，断层结构面等级为 III 级。

3、节理

矿区地层节理裂隙弱发育，以闭合型裂隙为主。区内节理主要发育地层为白垩系下洞下场组石英砂岩和二叠系下统梁山组中铝土矿层。按节理走向可划分为三组，以北东向、北西西向两组节理为主，节理面延伸几米至几十米不等，最大密度 8~15 条/ m^2 。在 F1 断层上盘矿体中节理裂隙发育，表现为岩矿体较破碎，因位于浅部，对矿床开采影响不大综合而言，评估区内构造（断裂、节理）较发育，对矿层顶板和帮墙的稳定性的影响，地质构造复杂程度属中等类型。

（三）水文地质条件

根据现场调查、区域水文地质等资料，修复区自安堂坡一带往北至矿区界点 6，往北西 500m 后往北东鸡屎咀一带，往南东至*水库形成一个向南东倾斜的“簸箕状”水文地质单元，地下水流向自北向南。

1、地下水类型及特征

根据现场调查、李家田铝土矿勘察资料、区域水文地质等资料，修复区地下水类型主要有松散岩类孔隙水、碎屑岩基岩裂隙水、碳酸盐岩岩溶水。

（1）松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要赋存于区内第四系冲洪积砂砾石层和基岩风化残坡积层中，主要分布在沟谷和斜坡坡脚。杨*溪见泉水露头，泉水流量 0.35~1.8L/s。据矿区以往地质勘探报告，为了解该层含水情况在*最低的稻田中，打井提水试验，单位涌水量为 0.008~0.12L/s·m，含水层富水性贫乏。该类地下水为矿区内的次要含水层。

（2）碎屑岩基岩裂隙水

主要赋存于白垩系砂岩、砂砾岩风化裂隙中；该地层上部主要为砂质泥岩、泥岩和砂岩，泥质含量高，富水性差，为较好的隔水层，下部多为砂砾岩，基地有 1-6m 的古风化壳，被紫红色砂泥质胶结或充填裂隙中。泉、井涌水量受季节控制明显，大部分在旱季干涸。本层含水层富水性弱，对采矿场充水影响不大。

（3）碳酸盐岩岩溶水

主要赋存于栖霞组溶蚀裂隙中，该层主要为灰白色、致密坚硬的厚层状的灰岩，隐伏于白垩系底砾岩之下，铝土矿层之上，厚 0~50m 不等。岩层走向北东，倾向北西，倾角 10°左右。栖霞灰岩是矿区主要含水层，为了确定栖霞组灰岩地下水径流含水量的大小，矿区普查时选择矿区中心灰岩较厚的 13/CK2 进行提水试验，作两次水

位降深，用裘布衣公式计算，求得渗透系数 $K=0.0088\text{m/d}$ ； $\sigma=0.00384\sim 0.00302\text{L/s}\cdot\text{m}$ 。另外，白垩系紫红色底砾岩层（K11），厚度 $0\sim 15\text{m}$ ，变化大，局部灰岩角砾溶蚀后，可形成溶蚀孔及溶洞，因其厚度小，分布不连续，不单独划出，与栖霞灰岩同属溶洞裂隙水层，为主要含水层。矿层下部为寒武系敖溪组白云质灰岩、泥质白云岩，富水性弱，底部为粉砂质页岩、含钾页岩，为隔水层。此类地下水体富水性均较弱，位于矿层顶板和底板，矿层主要位于寒武系梁山组地层中，开采采用平硐开采，因此未揭穿顶底板底层，且目前开采标高在侵蚀基准面以上，矿床冲水受此类水体的影响较小。

2、含、隔水层特征

（1）含水层

第四系（Q）：为残坡积层、由砂、砾、粘土、亚粘土组成，厚度 $0\sim 10\text{m}$ 。主要分布于*、前洞、杨*三个山谷的谷底。泉水流量 $0.35\sim 1.8\text{L/s}$ ，根据提水试验，单位涌水量为 $0.008\sim 0.12\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，属弱含孔隙水层，为次要含水层。

栖霞组（P_{2q}）：为灰白色、致密坚硬的厚层状的灰岩，分布面积 0.9km^2 ，隐伏于白垩系底砾岩之下，铝土矿层之上，厚 $0\sim 50\text{m}$ 不等。岩层走向北东，倾向北西，倾角 10° 左右。地面岩溶洼地、溶洞较发育，多见于 380m 以上，此段灰岩具有强裂隙岩溶裂隙透水性，栖霞组灰岩溶洞发育规律，受一定标高和一定范围的控制，主要见于标高 386m 以上，位于标高 386m 以下灰岩视为相对隔水层，位于 386m 以上灰岩为含水性较强的溶洞裂隙水岩层，为主要含水层，灰岩水位标高 $385\sim 410\text{m}$ ，动态变化大，主要受降雨补给。

（2）隔水层

白垩系（K）：为紫红色砂岩夹粉砂质泥岩，中厚层至厚层状，节理裂隙极不发育，厚度 318m ，出露标高均在 425m 以上。据矿区勘察资料钻孔冲洗液消耗量统计，单位涌水量为 $0\sim 0.0042\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，在矿区杨*的可见季节性的下降泉，其流量为 $0\sim 0.2\text{L/s}$ 。岩层产状平缓，岩性完整，含泥质高，为良好的隔水层。

二叠系梁山组（P_{2l}）：铝土矿层主要为紫红色、暗绿色以及黄色，亦有灰、白、黑、紫、暗蓝等色，具工业利用价值的铝土矿，与非工业利用价值的含铝铁矿石、粘土等组成，节理裂隙不发育，厚几 m 至 20m 。岩层倾向北西，倾角 10° 左右。根据冲洗液测定，耗水量 $0.0008\sim 0.001\text{L/s}\cdot\text{m}$ 。无泉井出露，为隔水层。铁铝页岩呈紫红色，具斑块状与灰色条带状构造，岩性致密，页理不清，节理不发育，一般厚 $4\sim 8\text{m}$ ，最厚可达 20m 。位于铝土矿层的底部，为隔水层。

寒武系中统敖溪组（ C_{3a} ）：出露于矿区西南部，出露标高 320~350m，低于矿层 50m，上部为灰~深灰色泥质、白云质灰岩，下部为薄层炭质页岩夹中厚层状灰岩及灰岩透镜体，出露厚度大不于 150m，该层地表泉水流量 0.00~0.20L/s，为季节性下降泉，岩石节理不发育，冲沟切割厉害，形成地下水排泄的良好条件，含基岩裂隙水，属于富水性弱的地层。

寒武系下统清虚洞组（ C_{2q} ）：以泥质灰岩为主，夹白云岩，白云质灰岩、炭质板岩，总厚 180m。地表未见溶蚀现象，泉水少见，从勘察资料钻孔岩芯上看，岩芯完整，无溶蚀现象，可见该层不含水，为相对隔水层（图 2-1）。

3、矿区地下水补给、径流、排泄条件

本矿区大气降水是区内地下水的主要补给来源，主要通过地表浅部风化带入渗补给，北部山区为补给区，南部为排泄区，一般以泉水形式向当地相对侵蚀基准面运移，沿风化带与基岩接触面经短途迳流后于地形低洼处或山坡脚以下降泉或渗流形式排泄地表。地下水补给源为大气降水，地下水分水岭与地表水基本一致（见图 2-2）。

4、断层带含、导水性特征

矿区为单斜构造，存在有 10 余条断层，除 F1 断层规模较大、与矿体有关外，其它断层规模均不大且与矿体关系不密切。F1 断层为逆掩断层，为压扭性质，破碎带宽 0.2~10m，带内充填有泥，导水性、含水性差，沿该断层未出露地下泉水。矿层上部地层以弱含水层或隔水层为主，即使 F1 断层错断了上部地层，因断层导水性差，并且在错断地段亦无大的地表蓄水体，也就是说 F1 断层导水对未来矿床开采影响不大。工业矿层位于侵蚀基准面以上，矿层底板含水性、透水性极差，断层导水性差，未来矿山因底板透水的可能性极小。总之未来矿山开采因断层导水导致矿坑涌水的可能性不大，断层导水对矿山开采影响小。

图 2-1 矿山综合地质柱状图

图 2-2 水文地质平、剖面

5、岩溶发育特征

矿区内矿层顶板 0.2~2m 之上为二叠系下统栖霞组灰岩，薄~厚层状，地表溶蚀沟槽、石芽、溶蚀裂隙较为发育，且分布不均匀。据前期资料，工业广场西部约 300m 处地表有落水洞 1 个，长 0.5m，宽 1.0m，可见深度 1.5m，工业广场北部西侧和东侧发现 3 个溶洞，宽度均小于 3m，高度 0.3-0.8m 之间。

据勘察资料，栖霞组灰岩溶洞发育规律受一定标高和一定范围的控制，主要沿白垩系下统底砾岩和栖霞组灰岩顶界发育。根据普查资料，栖霞组钻孔资料中，有四个钻孔见有溶洞，主要分布在勘探线的 9-10 号线附近，且 Y1 落水洞~Y2 溶洞出口处之间有一处长 194.2m，宽 0.3~3.1m，高 0.5~6.0m 的地下暗河，沟通了*至前洞的*溪及地下水通道，且溶洞均为有水溶洞，溶洞水流量 2.35~3.5L/s，属溶蚀裂隙型溶洞，洞底一般可见泥砂及碎石，属微充填型，以上溶洞均为地下暗河的排泄口，溶洞发育情况见表 2-2。

表 2-2 修复区岩溶特征一览表

编号	位置	分布高程 (m)	岩溶类型	规模 (m ²)	岩溶特征
Y1	*	420	落水洞	0.50	走向北东 25 度左右，长 0.5m，宽 1.0m，可见深度 1.5m，降雨时，水从落水洞流入地下暗河后经 Y2 溶洞流出，据普查资料，暗河长 194.2m，沟通了*至前洞的地表水及地下水通道。暗河宽 0.3~3.1m，高 0.5~6m，地下河岩性为二叠系下统栖霞组灰岩。落水洞之南西侧为稻田，北东侧为二叠系下统为稻田，北东侧为二叠系下统栖霞组灰岩，岩层产状 300°∠10°。
Y2	*	410	溶洞	1.40	走向南西 200 度左右，宽约 2m 左右，高 0.5~0.8m，为 Y1 落水洞地下河的出口处，溶洞中有泉水析出，流量 2.80L/s，洞底有少量泥砂及碎石。岩性为 P ₂ q 灰岩，基岩产状 290°∠10°。
Y3	*	383	溶洞	1.00	该溶洞为地下河水出口处，走向北东 45 度。宽 2.5m，高 0.3~0.5m，可见深度约 2m 溶洞中有泉水析出，流量 2.35L/s，洞底有少量泥砂及碎块，岩性为 P ₂ q 灰岩，基岩产状 300°∠15°。
Y4	*	400	溶洞	0.53	该溶洞为地下河水出口处，走向 280 度左右，宽 1.5m，高 0.35m，可见深度 1.5m，溶洞中有泉水析出，流量 3.5L/s，洞底有少量泥砂及碎块，岩性为 P ₂ q 灰岩，基岩产状 350°∠10°。

6、矿井充水及涌水量预测

(1) 矿井充水

根据《开发利用方案》及区域地质资料，拟开采的资源储量多分布在当地最低侵蚀基准面以上，利于开采。矿井充水因素主要是大气降水、栖霞组（P₂q）中岩溶裂隙水及小断裂构造带中的弱裂隙水。栖霞组厚层状灰岩，岩溶发育较弱，其地下水渗透或迳流速度较慢，矿坑涌水往往滞后大气降水时间1天甚至更长时间，对地下水的补给效应不明显，暴雨时日最大降雨量降水持续时间长，对地下水的补给效应比较明显。矿层直接底板为隔水层，且采矿层准采高度为+400m~+265m，显著高于地下水潜水面，地下水无法直接入渗至开采区域。尽管矿区位置存在大型断层F1，但此断层构造为压扭性质的逆掩断层，破碎带内存在断层泥，含水性、导水性差，且在错断地段亦无大的地表蓄水体，开采区域地表水、地下水入渗和排泄的可能性低。大气降水是矿坑水的主要来源，但所处地势高、周边地势低，有利于地表水、地下水排泄，矿层上部含水层含水量有限，矿坑涌水量较小，矿坑排水受季节变化影响明显。

(2) 涌水量计算

根据2019年《开发利用方案》，矿井涌水量预测采用入渗系数法计算，利用计算公式： $Q=F \cdot A \cdot \delta$ 。式中Q矿坑涌水量（t/h）；F为灰岩汇水面积（m²）；A为降雨量（m），取年均降雨量和时最大降雨量； δ 地下水入渗系数，根据《水文地质手册》 δ 取值0.11，计算未来矿坑涌水量一般5.49t/h，小时最大（日最大降雨强度平均值）达309.03 t/h（见表2-3）。因地表多为白垩系下统砂岩及粉砂质泥岩，为相对隔水层，地表水与地下水连通性差，对矿山开采影响不大。

表 2-3 涌水量计算结果表

矿坑涌水量（t/h）	汇水面积（m ² ）	降雨量（m）	入渗系数 δ	备注
5.49	326987.5	1.3374/年	0.11	一般
309.03	326987.5	0.2062/日	0.11	最大

根据《泸溪县汇祥矿业有限公司李家田铝土矿开采工程初步设计说明书》（代可研）（湖南蓝天勘察设计有限公司，2019年10月）；矿山现已掘进至+350m水平，根据以往矿方实测+350m水平正常涌水量为4.0t/h，最大涌水量为100t/h；《泸溪县汇祥

矿业有限公司李李家田铝土矿安全预评价》（湖南科大广通能源安全技术咨询服务有
限公司）结论中认可了《开发利用方案》（2019.11）对未来矿坑涌水量数据取值：涌
水量一般 5.49t/h，小时最大 309.43 t/h 的合理性。

本《方案》采用采用大井法对矿井未来开采矿坑涌水量进行验证计算；根据《湖
南省泸溪县李家田铝土矿浅部补充勘查报告》抽水试验参数， $K=0.072\text{m/d}$ ，矿坑内地
下水位设计降深 135m，根据 $R=10s\sqrt{K}$ 公式计算，影响半径为 362.2m；大井法引用
半径采用 $r_0=0.565\sqrt{F}$ 公式计算，引用半径 $r_0=335.97\text{m}$ ，因此矿坑排水引用影响半径
 $R_0=698.18\text{m}$ ；根据半经验公式： $Q=M_0F$ ，补给面积 $F=\pi R_0$ ，该矿含水层为碳酸盐岩，
根据地下水补给模数经验值 M_0Q 取值为 3，求得矿坑涌水量为 4.6t/h。计算结果实测
矿坑涌水量与一般矿坑涌水量接近。

（四）工程地质条件

1、岩土体工程地质类型及特征

（1）岩体工程地质类型及特征

评估区及矿区地表出露地层为震旦系上统留茶坡组硅质岩、硅质页岩，寒武系下
统牛蹄塘组的黑色炭质页岩，二叠系下统梁山组铁铝质页岩、粉砂质页岩，清虚洞组
灰岩、泥质白云岩夹页岩、铝土矿层、钙质粉砂岩，栖霞组灰岩、白云质灰岩、泥质
灰岩，白垩系下统洞下场组底砾岩（杂砾岩）、泥岩、粉砂岩、石英砂岩等。根据《湖
南地质灾害》及相邻区域岩土体工程资料统计，岩石的物理力学性质划分，区内岩体
类型可分为五大类（表 2-4）：

①软弱～坚硬薄～中厚层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、砂岩岩性综合体，由白垩
系下统洞下场组地层构成；

②坚硬薄～厚层灰岩，白云质灰岩岩性综合体，由二叠系下统栖霞组地层构成；

③软弱～坚硬薄～厚层铁铝页岩，铝土矿、钙质粉砂岩岩性综合体，由二叠系下
统梁山组地层构成；

④坚硬～软弱薄～中厚层状灰岩、白云质灰岩、泥质白云岩、页岩岩性综合体，
由寒武系中统敖溪组和下统清虚洞组地层构成；

⑤软弱~坚硬薄层状炭质页岩、硅质岩、硅质页岩岩性综合体，由寒武系下统牛蹄塘组和震旦系上统留茶坡组地层构成。

矿层顶板为厚 0.2~2m 的条带状钙质粉砂岩，干抗压强度 11.0~69.2Mpa，软化系数 0.35~0.75，摩擦系数 0.27~0.95，内聚力 7.8~11.5Kpa，地表浅部风化强烈，岩石破碎，抗压强度低，新鲜基岩相对较完整，节理裂隙不发育，层面较平整，属于软弱~坚硬岩石；矿层底板为铁铝质页岩，干抗压强度 33.1~35.6Mpa，软化系数 0.31~0.34，摩擦系数 0.23~0.32，内聚力 13~21Kpa，基岩中节理裂隙不发育，层面较平整，页理发育，属于半坚硬岩层。

(2) 土体工程地质类型及特征

矿区土体类型主要为残坡积层中的土黄~黄红色粉质粘土，局部含少量碎石和河流冲积相中的砂卵砾石层。其中粉质粘土，具单层或双层结构，厚 0.5~1.0m，主要物理力学性质特征是：塑性指数 10.5~20.3，内摩擦角 3.5° ~ 38.5° ，压缩系数 $0.03\sim 0.55\text{MPa}^{-1}$ ，孔隙比 0.54~1.18，凝聚力 5.0~80.0KPa，中密~密，硬塑~可塑性，为中高压缩性土；冲积相中的砂卵砾石，主要分布李家田河中及两岸，具多层结构，结构松散~稍密状，透水性强，厚 0.5~1.5m，最厚可达 2m。

2、岩体风化带特征

修复区北部白垩系砾岩、砂砾岩、泥岩、泥质粉砂岩强风化带厚度较大，一般 0.5-10m，岩石经强风化后原岩结构完全改变，含大量粘土矿物，干时多呈碎块状，遇水快速软化或泥化。新鲜岩石风化速度亦较快，岩体开挖后经二、三天风吹、雨淋或暴晒，岩体就会崩解，力学强度明显降低，易发生崩塌、滑坡。呈不整合接触的二叠系下统栖霞组以灰岩、白云质灰岩为主，根据勘察资料，该地层隐伏于白垩系底砾岩之下，铝土矿层之上，沿白垩系底砾岩的不整合面与栖霞组灰岩的裂隙，局部灰岩角砾溶蚀后，形成了溶蚀孔及溶洞。自然状况下，岩体强风化带深度一般为 0.5~1.0m，主要表现由岩体风化形成，呈土状、细碎状等，结构松散，强度较低，稳固性较差，强风化带以下基本保持保母岩结构，岩体稳固性较好，因表土层较薄，产生滑坡的可能性小。

3、岩体结构面特征

矿山地质构造简单，出露岩石为灰岩、泥质灰岩、含铝岩系（铝土矿和铝土质页岩）及炭质板岩。岩石中节理裂隙弱发育，以闭合型裂隙为主，按节理裂隙走向可划分为三组，以北东东向、北西向两组节理裂隙为主，次为北北东向节理裂隙，最大密度8~12条/m。在F1断层上盘矿体中节理裂隙发育，表现为岩矿体较破碎，因位于浅部，对矿床开采影响不大。

表 2-4 矿区岩体工程地质特征一览表

工程地质岩组名称	分布层位	岩性	主要岩石物理力学指标				主要工程问题
			干抗压强度 (Mpa)	软化系数	摩擦系数	内聚力 (KPa)	
软弱~坚硬薄~中厚层状粉砂质泥岩、泥岩、砂岩岩性综合体	K	粉砂质泥岩、泥质粉砂岩	4.1~35.9	0.11~0.38	0.20~0.35	12~28	区域上滑坡、崩塌、泥石流较发育，评估区内仅工业广场西侧见小型滑坡1处。
		细~粉砂岩	9.8~82.18	0.35~0.72	0.37~0.31	5~11.6	
		石英砂岩	79.1~98.1	0.43~0.86	0.40~0.56	21.3~98	
		底砾岩	9.2~78.8	0.48~0.78	0.49~0.88	6~10.2	
坚硬薄~厚层灰岩、白云质灰岩岩性综合体	P _{2q}	灰岩	83.1~185.0	0.75~1.00	0.47~1.02	13.5~52	区域上可见崩塌、岩溶塌陷等地质灾害，评估区内岩溶发育，见溶洞、落水洞4个。
		泥质灰岩	74.5~182.1	0.61~1.00	0.40~0.72	20~34	
		白云质灰岩	98.8~158.6	0.66~0.84	0.42~0.52	17.5	
软弱~坚硬薄~厚层铁铝页岩、铝土矿、钙质粉砂岩岩性综合体	P _{2l}	铁铝页岩	33.1~35.6	0.31~0.34	0.23~0.32	13~21	易沿顶板产生剥落、坍塌及塌陷等地质灾害。
		铝土矿层	100.0~158.3	0.78~1.00	0.51~0.61	10.3~14.6	
		钙质粉砂岩	11.0~69.2	0.35~0.75	0.27~0.95	7.8~11.5	
坚硬~软弱薄~中厚层状灰岩、白云质灰岩、泥质白云岩、页岩岩性综合体	C _{3a}	灰岩	83.1~185.0	0.75~1.00	0.47~1.02	5.2~13.5	白云岩、灰岩易形成喀斯特地貌及地面（岩溶）塌陷，页岩易形成滑动面而产生滑坡。
		泥质白云岩	71.4~164.8	0.70~0.89	0.40~0.67	34~62	
	C _{2q}	白云质灰岩	74.9~148.1	0.57~0.75	0.43~0.50	12.5~15.6	
		黑色页岩	22.5		0.849	9.2	
软弱~坚硬薄层状炭质页岩、页岩、硅质岩、硅质页岩岩性综合体	C _{1-2n}	炭质页岩	24.2~86.1	0.35~0.86	0.25~0.89	7.8~11.5	区域上滑坡、崩塌、泥石流发育。
		粉砂质页岩	25.5~39.0	0.57~0.75	0.54~4.25	18	
	Z _{2l}	硅质岩	72.6~281.9	0.88	0.73~9.90	29.9~27	
		硅质页岩	25.5~39		2.4~4.99		

注：据《泸溪县李家田矿区铝土矿总结报告》和《湖南地质灾害》

4、井巷工程地质特征

铝土矿层主要分布在二叠系梁山组(P21)中,铝土质页岩属矿山开采层直接底板,抗压强度平均值 331.0kg/cm²,属较坚硬岩石,但当遇水浸泡后,其抗压强度显著降低成软质岩,其稳固性变为较差或差,工程地质问题为矿井中底板膨胀。矿层底板为铁铝页岩,强度中等,较坚硬,节理裂隙不发育,所以底板较稳固;矿层顶板为灰岩或粉砂岩,强度高,节理裂隙以弱发育为主,局部受断层影响较发育,岩石坚硬至极坚硬,所以顶板稳固。从目前掘进的巷道可以看出,已掘进的巷道裸露有十余年了,除局部垮塌外,总体仍然完好。

目前矿山掘进的巷道主要为沿脉巷道(沿走向或倾向),除主井口顶板存在坍塌掉块,需采用人工支护外。其它地段均较完好,未见顶板塌落,未见地面塌陷。

矿山工程地质条件复杂程度属中等类型。

(五) 土壤

矿区周围地表一般有 5m 厚的第四系残坡积层分布,多为粘土及亚粘土。山脚、谷地多为稻田,部分为旱地及乡间公路、溪沟。矿区内土壤以岩层风化而成的红壤或黄壤为主,pH 值在 6.1~6.6 之间。土层较厚,多数在 60cm 以上,表土层有机质含量 2.42~5.29%,土壤结构疏松,通透性好。

三、生物环境

(一) 植物

泸溪县种子植物有 1082 种,其中经济植物有 489 种,药材植物有 188 种,淀粉植物有 12 种,水生浮游植物有 26 种,经济类有 85 种。根据二调数据统计,全县乔木、灌木的树种有 589 种。泸溪县植被覆盖情况并不十分均匀,集中分布在西北、北部、西南、西部等,而东南部林地较少。矿区内植被发育,多为灌木、杂草和杂木,少部分为松林,低山丘岗植被较发育,植被覆盖率 65%以上。

(二) 动物

动物资源有浦市铁骨猪、湘西黄牛以及引进品种成都麻羊、波尔山羊等。经济鱼

类有 85 种，分属于 6 目 13 科 57 属，其中主要经济鱼类有草、鲢、青、鳙、鲤等 34 种，国家重点保护的动物有娃娃鱼、穿山甲、香獐、水獭、云豹等，具有较高的经济价值。

四、人居环境

（一）矿区及其周边自然资源权属

根据现场调查，评估区有浦市镇岩头山、李家田两个行政村，共分五个自然寨。根据泸溪县矿产资源开发利用与保护规划，泸溪县李家田铝土矿位于浦市-李家田磷、铜、水泥灰岩鼓励开采区内，符合《泸溪县矿产资源总体规划》的要求。该矿山周边无采矿权重叠，不存在矿业权纠纷和重置问题。李家田寨，位于评估区南东部，房屋 40 栋，68 户 380 人；岩头山寨，位于评估区南西部，房屋 35 栋，59 户 365 人；*寨，位于矿区南西部边缘，房屋 25 栋，23 户 192 人；杨*寨，位于矿区中东部，房屋 12 栋，16 户 97 人；白岩头寨，位于矿区北东部，房屋 5 栋，8 户 32 人。矿区位于*至杨*寨一带，目前矿区内有岩头山居民 36 户，190 人；*23 户，110 人。

（二）矿区土地利用现状

土地利用现状调查主要技术方法是利用土地利用现状图叠加矿权分析。矿山总面积为 435.93hm²。在现状土地利用构成中，矿区范围主要为林地，面积约 385.55hm²，占矿山总面积的 88.44%，其次为耕地，面积约 36.9hm²，占矿山总面积的 8.46%，其他地类面积总和约 13.48hm²，占矿山总面积的 3.1%。土地权属为岩头山和*（见 2-5）。

（三）基础设施工程情况

矿山隶属湖南省泸溪县浦市镇*、*管辖，有简易公路与武溪镇至浦市镇县道相接，再向北东至武溪镇约 20km 与 G319 国道相连。矿区范围内无铁路，国道、省道、高速公路、重要的历史古迹等。矿山供电一回路取自泸溪县武溪镇变电站 35/10kv（20km）。该回路采用 LGJ-3×50mm² 架空线输送至矿。在地面安装一台 150kW（TFW-3-150 型）的柴油发电机组，升压至 10KV 作井下备用电源。

表 2-5 矿区土地利用现状表

一级地类	二级地类	矿部				土地权属
		面积 (hm ²)		比例 (%)		
耕地	水田	31.15	36.90	7.15%	8.46%	*、*
	旱地	5.75		1.32%		*、*
园地	其他园地	0.04	0.43	0.01%	0.10%	*
	可调整其他园地	0.39		0.09%		*、*
林地	乔木林地	13.14	385.55	3.02%	88.44%	*、*
	灌木林地	2.86		0.66%		*、*
	其他林地	369.55		84.74%		*、*
草地	其他草地	0.06	0.06	0.01%	0.01%	*、*
工矿仓储用地	工业用地	0.34	2.43	0.08%	0.56%	*
	采矿用地	2.10		0.48%		*、*
住宅用地	农村宅基地	3.83	3.83	0.88%	0.88%	*、*
特殊用地	特殊用地	0.02	0.02	0.01%	0.01%	*
交通运输用地	交通服务场站用地	0.07	0.07	0.02%	0.02%	*
	农村道路	3.23	3.23	0.74%	0.74%	*、*
水域及水利设施用地	水库水面	1.22	2.45	0.28%	0.56%	*
	坑塘水面	1.04		0.24%		*、*
	养殖坑塘	0.06		0.01%		*
	沟渠	0.13		0.03%		*、*
其他土地	设施农用地	0.95	0.95	0.22%	0.22%	*、*
总计			435.93			

资料来源：基于三调基础上的 2022 年土地利用变更调查数据

(四) 社会经济发展水平

当地居民以农、林业为主，粮食作物以稻谷为主，次为玉米、红薯及豆类，山多地少，粮食基本自给，当地经济不发达，经济作物主要有油茶、树木等。区内农业活动以水稻为主，辅以一些早熟作物和菜蔬，粮食供应基本自给。经济作物主要有林木、油菜、油桐等，并以养殖牛、羊、家禽家畜等作为家庭副业。

第三章 矿山生态问题识别和诊断

本次评估区范围以以矿区拐点坐标为基础，主要沿矿区外第一斜坡带为界，平均外扩 300m 左右，划定评估区面积 6.26km²，主要对评估范围内的地质环境和生态环境等进行了以点扫面的调查。现对矿区开采产生的矿山生态问题的总结如下：

一、地形地貌景观破坏

（一）地形地貌景观破坏现状

矿山开采形式为地下开采，对原始地形地貌的影响主要体现在工业广场对原始地貌的影响，工业广场的建设主要依据地形依山就势进行分级放坡，形成作业平台，且开采所产生的废石多数被回填，剩余部分被综合利用，因此矿山生产过程中排弃的废石数量有限，对地貌景观的影响较小。矿山所处位置为丘陵，区内无铁路、高速公路等其他交通干线，矿山不涉及生态保护红线，周边无风景名胜景观（含地质公园、风景名胜区分区）、重要旅游景区分布，矿山周边植被较发育，总体远离人居。

总体上看，矿业活动对地形地貌景观的影响小。

（二）地形地貌景观破坏趋势

目前矿区已基本完成工业广场的建设，矿山为地下开采，以出售原矿为主，未来新增用地的可能性较小，对地形地貌的影响扩大可能性较小。

（三）地形地貌景观破坏小结

综上所述，工业广场的建设对地形地貌景观破坏影响小。未来矿山为地下开采，不会对地形地貌景观造成破坏，对地形地貌景观破坏影响小，矿山闭坑后对地形地貌景观的破坏将得到修复。

二、土地资源占损

（一）矿业活动占损土地资源现状

工业广场（含废渣堆）占地面积 1.7336hm²，为矿山生产、办公、生活区。目前工业广场主要有办公、生活用房、堆矿仓和其他配置用房、厂区内部道路地面硬化，以及废石临时堆放区等。土地破坏形式以建构筑物压占和地面硬化为主，东南部冲沟中堆积少量废石。根据第三次国土调查最新变更调查数据，现工业广场使用范围均为采矿用地，为岩头村和*集体所有。原矿部位于工业广场的东南部，距离约 300m，占地面积共计 0.3786hm²，原址为矿山投建前生活办公区。根据第三次国土调查最新变更调查数据，该区域地类为工业用地，权属为*集体用地。原矿部破坏形式主要表现为建构筑物压占，矿部搬迁后，部分临时搭建的厂棚已损毁（见表 3-1、图 3-1）。

表 3-1 工业广场及原矿部土地占损面积统计表

占损方式	占损土地类型		面积 (hm ²)		土地权属
	一级地类	二级地类	分类	小计	
工业广场	工矿用地	采矿用地	1.5908	1.5908	*、*
废石（渣）堆	耕地	水田	0.0353	0.0353	*
	林地	其他林地	0.0098	0.0098	*
	工矿用地	采矿用地	0.0992	0.0992	*
原矿部	林地	其他林地	0.0913	0.0913	*
	工矿用地	工业用地	0.2873	0.2873	*
		合计	2.1137		

根据 2019 年分期验收报告，矿区范围内存在民采、盗采现象，且采用露天开采方式，存在开采挖损、剥离山体，致使岩石裸露、植被破坏，造成土地资源损毁的露天采场（民、盗采）共计 6 处，破坏面积 7.0166hm²。目前矿区内 6 处露天采场由县政府和盗采责任人负责进行人工复垦复绿，部分采点自然复绿，并对老硐进行了封堵。根据实地调查，上述 6 处盗采点部分区块裸露土体已部分自然复绿，部分复垦为旱地。由于盗采非李家田铝土矿矿权人所为，且发生在泸溪县祥辉矿业取得采矿权时间以前，*已于 2022 年将其纳入增减挂钩项目复垦为耕地，土地利用现状也变更为耕地属性，此前已进行过农作物种植，后续也将由有关乡镇自然资源所进一步落实耕种任务（附件 13、14）。

图 3-1 土地利用现状图

根据实地调查，矿区工业广场建设前全部为荒山、林地，工业广场建设以压占和硬化为主，且铝土矿原矿有毒有害元素较少，本次工作对附件土壤进行了检测，重金属指标在管控值范围内。因此矿山建设对附近土壤产生的污染的可能性较小，对土壤的影响主要表现在物理性的压实、土壤通透性变差等现象，暂无因污染造成的土地资源损失情况，占用土地原为荒地，有机质、氮磷钾等含量均较低。

（二）未来矿业活动占损土地资源预测分析

前文已述，目前基础设施已基本完成，就目前设计开采区域和开采量规模，预测

新增基础设施建设等占损土地的可能性较小。但由于矿山为地下开采，随着矿山采采空区逐渐变大，且随着开采层位的逐渐延伸，岩溶地层可能与上覆岩溶地层中的岩溶裂隙、溶洞等产生水力联系，使岩溶范围进一步扩大，可能引发因采空引起的岩溶或采空塌陷，进而破坏地表原始形态。因此预测未来矿业活动可能因地质灾害造成土地资源的损失。对矿区的影响将在矿山地质灾害影响评价中进一步确定可能破坏范围。

根据《土地环境质量农用地土壤污染风险管控标准》(GB15618-2018)，农用地土壤污染风险管控值项目包括，镉、汞、砷、铅、铬、铜等规定。本方案选择在矿区北部将来作为土源处的表层土壤取样 1 件 (TY-1)，在矿区南部外侧冲沟中取土样 1 件 (TY-2) 进行测试，其测试结果见表 3-2 和附件 3。根据测试结果，矿区土壤 pH 值为 5.17，冲沟中土样 pH 值为 6.51，各有害元素对照农用地土壤污染风险筛选值与管制值分别比照 $pH \leq 5.5$ 、 $6.5 < pH \leq 7.5$ ，2 个土壤样中各元素测试结果均低于农用地土壤污染风险筛选值，远低于农用地土壤污染管制值标准 (表 3-2)。本矿山铝土矿矿石其他组成成分主要为三氧化二铁和二氧化硅，矿山为原矿出售，矿坑涌水经沉淀池沉淀后排出，地表水水质检测均达到饮用水的标准，矿山开采一般情况下不会对当地的土壤造成污染，不会造成土地资源损毁。

表 3-2 铝土矿土壤中有毒重金属元素分析结果

检测编号	送样编号	样品类型	As	Hg	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	pH
		计量单位	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
2405088	TY-1	耕地土样	16.5	0.14	86.5	40.2	43.48	87.3	0.23	29.8	5.17
2405089	TY-2	林地土样	12.4	0.15	104	32.6	33.31	79.7	0.53	34.9	6.51
农用地土壤污染风险筛选值			40	1.3	150	60	50	200	0.3	70	$pH \leq 5.5$
			30	2.4	200	100	100	250	0.3	120	$6.5 < pH \leq 7.5$
农用地土壤污染风险管制值			200	2.0	800				1.5	400	$pH \leq 5.5$
			120	4.0	1000				3.0	700	$6.5 < pH \leq 7.5$

(三) 土地资源占损小结

综上所述，经分析统计矿山开采及建设共占损土地资源 2.1137hm²，占损地类主

要为工矿用地，面积 1.9773hm²，其次为林地 0.1011hm²，占损少量耕地（水田，非永久基本农田）0.0353hm²。

图 3-2 土地资源占损问题分布图

三、水资源水生态破坏

（一）水资源水生态影响现状

1、对水资源影响的现状评估

(1) 对地下水资源枯竭影响较轻

矿山 2023 年 3 月之前一直处于停产状态，未进行开采，在此期间矿山无废水外排。2023 年 3 月矿山复产，开采方式为洞采。2004 年《环评报告》中指出：“未来矿山开采由于抽排地下水，可能导致采矿区及附近 348m 以上地表泉水干涸及含水层一定程度的疏干，对矿区水资源影响较大，但对区域地下水均衡破坏影响程度较轻”。经现场调查，目前开采区大部分矿体分布在矿区侵蚀基准面以上，北段已掘进巷道还未进行开采，对地下水抽排影响尚轻，且矿层上下均有隔水层，因此目前矿山生产对地下水水位影响较小。经调查和访问村民目前未发现地下水（井、泉）枯竭、也无地表水漏失等情况。

(2) 对地表水漏失影响较轻

矿区范围内较大的溪流为*溪和杨*小溪，自北西向南东迳流，2 条小溪在评估区汇水面积约 2.5km²。矿区内*溪 1.5km，位于设计开采区的东南侧，并经工业广场沿冲沟向东南部径流，流出矿区和评估范围；杨*溪支流长 2km，位于设计开采区中偏北部，向东南径流，流入*水库后继续向南流出评估区；*水库目前位于设计开采区外约 500m 处，根据区域地质资料，设计采空区与水库之间未见断层出露，导水裂隙欠发育，地下水连通性较差，地下采矿对*水库的影响较小。经本次野外调查，评估区内小溪及 4 个水库（塘）水体均未遭受破坏。调查时小溪水及其它水库（山塘）均没有漏失现象，现状评估矿业活动对地表水漏失影响较小。

2、对水生态境影响的现状评估

根据调查，矿山的最终产品为铝土矿原矿，不考虑选矿问题，无尾矿排放，矿井水、废石淋滤水、生活污水水量均较小，渗入地下的水量小。根据土样采样检测，矿区内样检所有项目均达标，符合 II 类土壤环境质量标准（GB 15618-1995）；此外，矿山硐口水井进行随机抽样，所有检测项目也均达标，符合 III 类水环境质量标准（GB 3838-2002）。据现场走访调查，矿山正常生产期间，区内小溪和水塘均未发现受到污染，也未发现对周边村民生产生活取水水源造成影响。

(二) 未来矿业活动对水资源水生态影响

1、对水资源影响趋势

(1) 对地下水资源影响

1) 地下含水层疏干影响

矿山设计开采的范围内开采标高+400~+265m，未来矿业活动最低开采标高将达到 265m 标高段，矿层（体）顶部为 0.2~2m 的条带状钙质粉砂岩，其上部为含丰富的岩溶水栖霞组灰岩地层，厚度 20~50m。根据矿区设计开采方案分析，未来矿坑充水方式主要为岩溶水及裂隙水，采矿活动将对矿层顶板含水层一定程度的疏干。根据《湖南省泸溪县李家田铝土矿浅部补充勘查报告》抽水试验， $K=0.072\text{m/d}$ 。本矿区平均水位标高为 400m，水位降低将达 135m，梁山组（P_{2l}）、栖霞组（P_{2q}）及根据 $R=10s\sqrt{K}$ 公式计算，降落漏斗半径为 362.2m；未来矿坑最大涌水量将达 309.03m³/d，未未来矿山开采可能致使矿区及附近大范围的地下水被疏干和 348m 以上地表泉井水干涸或水位下降。

2) 区域地下水均衡破坏影响

根据以上情况，未来随着开采深度的加大，被疏干的弱裂隙含水层的富水性减弱，矿山开采矿坑内由于抽排地下水，该区域内地下水将出现负均衡，对矿区地下水资源影响较大，但对区域地下水均衡破坏影响程度较轻。

(2) 对地表水漏失影响

评估区属低山区，区内较大的溪流为*溪和杨*小溪；有*水库、**山塘等 4 个水（库）塘，最大为*水库。经本次现状评估地表水漏失影响较轻，对地表水体的影响主要来源于导水裂隙带的沟通范围。

据导水裂缝带高度（三下采煤规程，坚硬岩层经验公式）则为

$$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.2 \sum M + 2.0} \pm 8.9$$

式中：H_l 为导水裂缝带高度（m）

$\sum M$ 为矿层累积采厚（m），矿区内铝土矿层形态简单，为单层矿，厚度一般在 1.25~5.65m，最大厚度 9.77~14.21m，平均厚度 3.31m，属薄~中厚层矿体。带入式中：

算的导水裂缝带高度为 54.38m。根据各要素与矿层底板标高相对高差分述如下：

1) 矿区水塘：目前矿山在*水库下方不会有采空区，只在 15 线钻孔 CK10 至 CK7 有一处山塘，面积为 1196m²，水面标高约+432.5m，对应铝土矿顶板标高：+300~+290m。因山塘蓄水量较小，底部有泥，水库底与铝土矿层顶部有 120m 以上的间距，且山塘下方为隔水地层，矿山开采造成地表水体沟通漏失可能性较小。

2) 矿区设计开采区南部区段：根据勘察资料，位于

15 勘探线 CK3 附近地表为水田、溪沟，地面高程 389.2~450m、铝土矿标高 360.0~380m，覆层最小厚度 9.20m；

11 勘探线 CK10 一带地表为水田、溪沟，最低点高程 395m、铝土矿最低标高 390m，覆层最小厚度 7.0m；

13 勘探线 CK18 东北部冲沟主要为水田、耕地，地面高程 410~430m、铝土矿标高 365~380m，覆层最小厚度 30m。

以上区域主要集中在设计开采的南部，地面高程 360~450m 不等，覆层厚度约 7-30m，大部分覆层厚度均小于导水裂隙带高度，未来矿业活动会引起含水层疏干，因此，未来矿业活动井、泉水位影响可能性较大（见图 3-3）。

2、对水生态影响的预测评估

根据现场调查，矿山的最终产品为铝土矿原矿，不考虑选矿问题，无尾矿排放，矿井水、废石淋滤水、生活污水水量均较小，渗入地下的水量小，本矿的矿坑水由地面沉淀池处理后，经排水沟排放于附近的溪沟。据现场走访调查，矿山正常生产期间，区内小溪和水塘均未发现受到污染，也未发现对周边村民生产生活取水水源造成影响。根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和地下水质量控制标准（GB/T14848-2017），根据地表水环境质量标准基本项目标准限值和地下水常规指标及限值进行测试分析。本方案在矿洞中取地下水样 1 件（SHY-1），在矿区南部矿坑排水的下游冲沟中取水样 1 件（SHY-2）进行测试，其测试结果见表 3-3 和附件 2。根据测试结果，矿区土壤 pH 值为 7.61，冲沟中水样 pH 值为 7.69，各有害元素对照水体指标及限值分别比照 pH 值进行对比分析，2 个水样中各元素测试结果均小于地表水和地

下水限值，水质分类均为 I 类，地表水有害物质水质检测均达到饮用水的标准。因此
矿山开采一般情况下不会对地表水和地下水造成污染，对水资源环境的破坏甚微。

图 3-3 水资源水生态破坏问题分布图

表 3-3 铝土矿地下水和地表水中有害重金属元素分析结果

检测编号	送样编号	样品类型	pH	化学需氧量 (COD)	氨氮	总磷 (以 P 计)	Cd	Hg	As	Pb	Cr (六价)	Cu	Zn	硫化物
		计量单位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
2405090	SHY-1	水样 (地下水)	7.61	ND	ND	0.00166	0.00001	0.00007	0.00040	0.0001	ND	0.00071	0.00081	ND
2405091	SHY-2	水样 (地表水)	7.69	ND	ND	0.00278	0.00001	0.00001	0.00155	0.0001	ND	0.00109	0.00109	ND
地下水质量分类 (GB/T14848-2017)			6.5~8.5	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类
地表水环境质量分类 (GB3838-2002)			6~9	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类	I 类

（三）水资源水生态影响小结

综上所述，未来采矿场充水水源主要为大气降水，局部会涉及下部岩溶裂隙水，矿业活动有可能会造成面积约 0.04km² 范围的含水层疏干影响，从而导致井泉水量减少或枯竭，有可能造成区内水井水量减少或干涸。矿山开采铝土矿矿体无毒，有害物质含量低，对周边环境基本无污染，未来露采场排水会进行沉淀处理后达标排放，对水生态影响小。因此未来矿山开采期间有可能对水资源造成影响，闭坑后矿业活动对水资源影响会逐步降低。开采期和闭坑后对水生态不会造成影响。

四、矿山地质灾害影响

（一）矿山地质灾害现状

据历史记录，工业广场西侧水田边曾存在一处小型滑坡，滑坡距离井巷和采空区较远，原因应归结为长期开挖耕种使土体处于松散状态，发生了基岩与第四系残坡积层接触面的顺坡小型土质滑坡。目前滑坡现场经多年雨水冲洗和杂草生长已很难辨别，滑坡体历经多年仍处于稳定状态。此外，附近居民反映在老采空区范围内发现小型塌陷洞，深约 1.5m，面积约 1.5m²，除局部地表水漏失外，未造成财产损失和人员伤亡，现已填埋。老矿洞废弃后已封堵，亦未发现地表沉降、地裂缝等变形痕迹。

工业广场地处斜坡，矿部修建时在西侧形成一处高约 7m，长约 150m 的切坡。切坡形成初期修筑了挡土墙及简易防护网进行防护，预防第四系风化物滑塌及灰岩碎石滚落。2022 年 6 月 3 日，由于短时降雨量大，持续时间长，矿部生活区西侧边坡发生一起基岩与第四系残坡积层接触面的顺坡小型土质滑坡，滑动距离约 2~3m，滑塌规模约 200m³，未造成财产损失和人员伤亡，属小型滑坡。此次滑坡与矿山开采行为无关。后续对工业广场西侧边坡进行了锚杆支护，目前边坡较稳定。其他切坡位置也进行了挂网防护，坡脚设置了护脚墙和截排水沟，并按照绿色矿山建设进行了爬藤植物复绿，目前切坡较稳定（见照片 1）。

（二）矿山地质灾害影响趋势

根据评估区地质环境条件、矿山开采规模、开拓方案、开采铝土矿层厚度、分布

位置、矿层埋深与地表高度（覆层厚度）、地表（下）水体的关系等因素分析，矿山开采可能引发的地质灾害主要有采空区地面变形（地面塌陷）、突水突泥、滑坡、崩塌等地质灾害。

1、矿山引发地质灾害可能性预测

（1）矿山开采期、闭坑后引发崩塌、滑坡可能性预测

矿山为地下开采，地表仅有矿部房屋建筑及工业场地建设，矿部及工业场地因地制宜建设，挖方切坡分台阶施工，台阶高度一般小于 5m，边坡稳定。矿山内无陡崖及临空面危岩体分布，据调查与访问未发生过崩塌地质灾害。因此，现状评估矿业活动引发崩塌地质灾害的影响小。

（2）矿山开采期、闭坑后引发泥石流可能性预测

未来的采切工作均在矿体内展开、并在采场进行人工手选，废石直接用于充填采空区外运量极少。按矿山服务年限 16.8 年；生产规模*/年，产生的废石比例以 1.0%计： $20 \text{ 万/a} \times 1\% \times 16.8 = 3.36 \text{ 万吨}$ 。铝土矿为原矿出售，矿山开采过程中产生的废石（土）未来基本被回填或综合利用，故废石土在矿区及附近堆放量总体不大，两侧丘岗坡体植被发育，无崩塌、滑坡现象。根据前一期综合防治方案，冲沟下方设置了重力式挡土墙，预防可能产生的地质灾害，后矿山在设计挡土墙的上游又设置了一处挡渣墙，进行双重预防。此外，矿区及附近自然排水通畅，工业广场南部冲沟汇水面积小，发生泥石流的地形条件和水源条件有限，现状自然条件下发生泥石流地质灾害的可能性小。根据泥石流沟谷发育程度（易发程度）量化评分及评判等级标准表（表 3-4），对排土场所在沟谷进行易发程度评判，泥石流易发程度得分值为 42，属低易发生等级，故开采期间矿业活动引发废石流可能性小。矿山闭坑后水流通畅，基本无松散物堆积，闭坑后引发泥石流可能性小。

表 3-4 泥石流沟谷发育程度量化评分及评判等级标准表

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,冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育,多浅层滑坡和中小型崩塌,冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥石流沿程补给长度比(%)	0.118	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	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	1~0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量(10 ⁴ m ³ /km ²)	0.054	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(°, ‰)	0.045	>32°(625)	6	32~25°(625~466)	5	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	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度(m)	0.036	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积(km ²)	0.036	0.2~5	5	5~10	4	0.2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	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
易发程度综合评判等级标准										
综合得分			116~130			87~115			≤86	
易发程度等级			高易发			中易发			低易发	

(3) 矿山开采期、闭坑后引发地面塌陷可能性预测

矿层直接顶板以二叠系栖霞组 (P₂q) 中厚层灰岩为主, 岩石抗压强度在 30~60MPa 左右, 属较坚硬~坚硬岩类, 岩体稳固。局部顶板为白垩系粉砂质泥岩, 岩体稳固性一般, 裸露时间长, 存在坍塌掉块。矿体底板为铁铝质页岩, 岩石抗压强度平均值 331.0kg/cm², 属较坚硬岩石, 但当遇水浸泡后, 其抗压强度显著降低成软质岩, 其稳固性变为较差或差, 工程地质问题为矿井中底板膨胀, 工程地质性质较差。

根据储量核实相关资料, 未来采空区主要分布面积 0.3594km², 如果未来矿山开采未按开发利用方案废石回填采空区充填、或充填不到位, 采矿活动影响波及到地表, 可能引起局部地表变形、开裂形成地表塌陷、地裂缝等。根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》, 参照煤矿三下采煤规程类似矿山经验值, 上山移动角取 75°, 下山移动角取 70°, 走向移动角取 45°, 用作图法圈定计算地表岩移范围约 11.6hm²。本次方案拟在矿井上覆岩层变形范围区进行采空区地表移动变形简易计算, 借用三下采煤简单公式计算南采区回填范围厚矿层开采各变形参数, 计算公式如下:

最大下沉量: $W_{cm}=M*q*cosa$, mm;

地表影响区的半径: $r=H/tg\beta$, m;

最大倾斜: $i_{cm}=W_{cm}/r$, mm/m;

最大曲率: $k_{cm}=1.52*W_{cm}/r^2$, 10⁻³/m;

最大水平变形: $\varepsilon_{cm}=1.52*b*W_{cm}/r$, mm/m;

最大位移: $U_{cm} (mm) =b*W_{cm}$, mm;

开采深厚比= H/M ;

式中: q-下沉系数, 取 0.66;

M-矿层法向开采厚度 (mm); a-矿层倾角; H-开采深度/m;

tgβ-地表移动影响角正切, 取 1.73; b-水平移动系数, 取 0.2。

未来采空区地面变形计算根据钻孔资料对矿层厚度、埋深等参数进行取值 (见表 3-5), 针对未来采空区上方及岩移影响范围内的居民点 (T1)、农田 (T2)、地

表水体（T3）和自然斜坡（T4）等点位进行地面变形预测计算。

表 3-5 未来采空区地面变形影响参数取值、计算表

位置	参数取值						参数计算					
	矿层厚 (m)	采深 H(m)	倾角 α ($^{\circ}$)	下沉 系数 q	$\text{tg}\beta$	水平移 动系数 b	影响半径 r(m)	Wc (mm)	Icm (mm/m)	kcm (mm/m)	Ecm (mm/ m)	Uc (mm)
T1	5.1	43.5	5 $^{\circ}$	0.66	1.9	0.2	22.89	1683	73.51	0.0049	22.35	336.6
T2	2.2	51.9	1 $^{\circ}$	0.66	1.9	0.2	27.32	726	26.58	0.0015	8.08	145.2
T3	4	153.2	1 $^{\circ}$	0.66	1.9	0.2	80.63	1320	16.37	0.0003	4.98	264
T4	5.2	170.8	3 $^{\circ}$	0.66	1.9	0.2	89.89	1716	19.09	0.0003	5.8	343.2

注：相关参数非实测数据，预测结果仅能作本评估时参考用。

根据采空影响程度按采矿地表移动变形值判定表判断采空区影响程度（表 3-6），采空影响强烈（见表 3-7），地表移动稳定性差，地表变形可能性较大。根据矿山开发利用方案，矿体成层状，厚 2~14.2m，倾向北西，随着开采的深入，往北采矿顶板越来越厚，采矿范围南部、矿部的北侧开采顶板较薄，矿产开采后南部采掘区块出现地表变形的影响。

综上，预测矿山开采期地面塌陷可能性较大，但矿山闭坑后，随着开采行为停止，部分巷洞也会被回填，地下水位也会趋于稳定，采空对地面塌陷影响的可能趋于停止。

表 3-6 采空影响程度按采矿地表移动变形值判定

采空地表移动变形值	采空影响程度		
	强烈	较强烈	不强烈
斜率 i (mm/m)	>10	10~3	<3
曲率 k ($10^{-3}/m$)	>0.6	0.6~0.2	<0.2
水平变形 ε (mm/m)	>6.0	6.0~2.0	<2.0

影响程度按“就高不就低”的原则，有一条符合条件者即为该类程度类型。

表 3-7 预测未来采空区地面变形影响分析表

位置	计算结果			采空影响程度 判断
	Icm (mm/m)	kcm (mm/m)	Ecm (mm/m)	
T1	73.51	0.0049	22.35	强烈
T2	26.58	0.0015	8.08	强烈
T3	16.37	0.0003	4.98	强烈
T4	19.09	0.0003	5.8	强烈

矿山开采期、闭坑后可能引发岩溶塌陷。本区岩溶发育的主要控制因素为地层岩性（可溶岩），地形地貌条件也决定着矿区补给区与排泄区的分布以及水循环交替条件，从而对岩溶发育具有一定的控制作用，岩溶发育受当地相对侵蚀基准面的控制。未来矿业活动在遇岩溶发育地段，特别是遇地下溶洞时，可能会产生地面（岩溶）塌陷的危险性。

表3-8 引发岩溶塌陷可能性预测评判因素赋值表

序号	可能性标度分值主要影响条件标度及权重	标度分值 K=9	标度分值 K=6	标度分值 K=3
1	岩溶发育形态 A (权重: 0.1)	覆盖型	裸露型	埋藏型
2	地质条件 B (权重: 0.15)	岩性为厚层状灰岩、白云岩、质纯、褶曲、断裂发育	介于二者之间	岩性为泥灰岩, 泥质灰岩, 岩层倾角平缓, 褶曲、断裂不发育
3	岩溶发育程度 C (权重: 0.3)	发育强烈, 岩溶率在 20%以上	发育中等, 岩溶率 10~20%	微弱, 岩溶率在 10%以下
4	岩溶发育深度 D (权重: 0.2)	0~15m	15~30m	大于 30m
5	水文地质条件 E (权重: 0.15)	复杂	中等	简单
6	人类活动致灾因素 F (权重: 0.10)	活动频繁、致灾因素多	较频繁、致灾因素较多	不频繁、致灾因素少
可能性预测指标判别式: $N=0.1A+0.15B+0.3C+0.20D+0.15E+0.10F$ 可能性大小分级标准: $N>7$ 可能性大 $N>4\sim7$ 可能性中等 $N<4$ 可能性小				

依据矿层（体）赋存状态及其上部岩溶发育情况分析（表 3-8），结合该矿山建设工程的特点，采用半定量分析，其分析结果见表 3-9。根据表 3-9 预测评估结果，得分为 4.2 分，未来矿业活动、矿山建设引发岩溶塌陷的可能性中等。

表3-9 可能引发地面（岩溶）塌陷预测评估结果表

序号	影响因素	权重	得分	
1	岩溶发育形态	0.1	3	0.3
2	地质条件	0.15	6	0.9
3	岩溶发育程度	0.3	3	0.9
4	岩溶发育深度	0.2	3	0.6
5	水文地质条件	0.15	6	0.9
6	人类活动致灾因素	0.1	6	0.6
	地质灾害可能性指数总分	1.00	4.2	

2、矿山遭受地质灾害可能性预测

(1) 遭受崩塌、滑坡的可能性

本矿山主要为地下开采，地表破坏影响较轻，且地表破坏对矿山开采活动影响较小；可能产生影响的主要为工业广场及老矿部建设区。根据实地调查，原矿部修建在边坡坡脚，建设过程中对原始地形扰动不大，且周边未见滑坡或崩塌地质灾害，因此原矿部遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性较小。工业广场建设在矿部西侧形成一处高约 7m 的切坡，近年来曾出现两次规模小于 200m³ 的滑塌，2023 年矿山进行了锚杆支护，现状较稳定。

因此，预测评估矿山建设可能遭受崩塌、滑坡的可能性小，危险性小。

(2) 遭受泥（废）石流的危险性小，影响较轻

矿山所处地势较高，矿部修建于“U”型沟谷的西南侧，冲沟西北部植被发育，主要为林地和水田，附近无大规模的人类工程建设和采矿活动，碎屑物质有限；冲沟发育季节性溪流，水系经矿部排水涵管向东南部冲沟排泄，水流顺畅，工业广场遭受泥石流地质灾害的危险性小，原矿部位于边坡坡脚，坡面平坦，不属于泥石流型沟谷，且斜坡植被发育，人为扰动较小，遭受泥石流地质灾害的可能性较小因此，预测评估矿山建设可能遭受泥（废）石流的可能性小，危险性小。

(3) 遭受采空区地面变形的影响

根据矿层距地表高度（即：覆层厚度）和开发利用方案设计利用的资源储量分布，在局部地段覆层太薄，矿区开采过程中，会有一定规模的疏干排水活动，对岩溶含水层产生影响，未来采空区上方的地面变形会影响地下矿洞、人员和设施，随着地面变形的影响，地面村庄（房屋）和农田遭受影响的可能性亦较大。

(三) 矿山地质灾害影响小结

综上所述，矿山现状地质灾害影响小。未来矿山开采期间可能引发采空塌陷和岩溶塌陷地质灾害（见图 3-4），预测引发地面变形面积 0.47km²，要威胁开采作业人员和开采设备、当地居民 32 人、民房 8 栋、耕地、坑塘、公路、高压线杆，危害中等，危险性中等。闭坑后地质灾害的影响将逐渐减小。矿区内除设计开采范围外的其它地

区，矿业活动对地质环境影响较轻。

图 3-4 矿山地质灾害影响问题分布图

五、生物多样性破坏

（一）生物多样性破坏现状

矿区内植被较发育，多为灌木、杂草和杂木，少部分为松林，坡面植被较发育，植被覆盖率在 65%以上。由于矿山开采方式为地下开采，不会破坏原始地形地貌和地表植被，开采过程产生的扰动对动物栖息地和迁徙通道影响较小。目前，仅矿部及工

业广场对土地占用造成了对土地资源的压占，和地表植被的破坏，但范围有限，且呈点状分布，对生态系统的完整性影响较小。总体上看矿区生物多样性未造成破坏影响。

（二）生物多样性破坏趋势

矿山开采对生物多样性可能造成的影响主要表现为矿部建设对地表植被的破坏，矿山开采作业规模不大，矿区北部及外侧为连片的林地植被，部分野生动物会避开人类活动区向北栖息，逐渐适应新的环境；矿山开采会进行爆破扰动，对地下和地表产生震动，矿山开采噪音和车辆运输可能影响生物的栖息，但噪音持续时间有限，因此矿山开采对区域野生动物的种类和总量不会造成明显影响。待矿山关闭复垦后，生物繁衍栖息地会逐渐恢复。总体上看，矿山未来开采对生物多样性的影响甚微。

（三）生物多样性破坏小结

综上所述，矿山开采现状对生物多样性无破坏。未来矿业活动造成的开采区地表水漏失、植被退化等问题将对矿区内生态系统产生一定的影响，但影响小，属可控范围，对生物多样性影响有限。

第四章 生态保护修复工程部署

一、生态保护修复工程部署思路

（一）工程部署原则

按照“边开采、边修复”的原则，综合矿山所在地的生态功能区划定位、《国土空间规划》中的土地用途管制、区域产业经济发展战略布局、特色产业经济及周边群众对矿山生态修复的诉求等多方面因素，以不破坏局部生态系统的生态功能为前提，按照宜耕则耕、宜建则建、宜水则水、宜林则林的原则，提出矿山保护修复思路。

（二）工程部署思路

矿区及附近未位于重点生态功能区，当地的自然生态主要为林地为主，现状地类以林地和耕地为主。因此，本着生态优先、保护耕地的绿色发展思维，根据李家田和岩头村村委、矿山企业、及本地群众的意见，本矿山以复垦为林草地为主，投资小，生态修复工程简单，即符合相对经济又能快速修复植被保护周边人居环境的要求，也符合总体规划和生态规划要求。

二、矿山生态修复目标

1、增强对地表塌陷的预防及监测工作。需要按照《开发利用方案》中拟定的设计方案进行开采，按照计划在采空范围预留保安矿柱并对采出废渣及时进行回填。

2、矿区不位于生态保护红线范围内，矿山范围无生态公益林分布，无名木古树和需保护的野生植物，没有野生动物栖息地及觅食通道，也无具有重要科普意义的矿山开采遗迹、地质遗迹等，本修复方案中保护保育工程主要部署宣传栏和提示牌各 1 块，在工业广场北部设置保护围栏。

3、对土地占损区进行复垦，矿山关闭后工业广场、废石（渣）堆和原矿部修复主要包括建构筑物拆除，采用边坡生态修复、植树种草等措施完成占损土地的修复。恢复土地基本功能，保持区域整体生态系统功能得到保护和修复。

4、针对地面塌陷和岩溶塌陷影响范围布设塌陷监测点，在设计开采范围南部开采顶板厚度较小的区块以及开采边界周边，共布设地面变形监测点7处。岩溶塌陷影响区预留资金进行耕地修复、坑塘修缮等复垦工程。预留坑塘修缮资金和饮用水保障资金。岩溶塌陷影响区预留受损房屋、耕地、坑塘修缮治理资金。

5、合理布设截排水沟，保证地表水体排泄顺畅。对地下开采的主井、风井硐口进行封堵。

6、注意监测和维护，对可能引发地质灾害的地段进行警示标注。开展矿山生态环境预警监测工程，建立地下水动态监测网络，掌握和控制区域地下水动态变化情况。对矿区范围地下水动态（包括水位、水质、水温、水量等）进行长期跟踪监测。

7、对复垦为林地范围进行管护，管护面积15371m²，管护期3年。拟进行地质灾害监测1939次，开展地表水、地下水水位、水量的动态监测555次，取水样16组，取土样16件，植被遥感监测16次。

三、生态保护修复工程及进度安排

（一）生态保护保育工程

1、野生动、植物的保护

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施工营地内张贴项目区野生保护动植物宣传画及材料，提高施工人员的动植物保护意识，宣传保护生物多样性的重要性，不乱砍滥伐林木，不破坏使用林地范围以外的森林植被，不乱捕滥猎野生动物。

（2）矿山在矿业开发活动中如发现珍稀野生植物，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。

（3）野生鸟类和兽类大多在清晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是休息时间。矿山生产建设活动期间，要充分遵循动物的生活习性，采取一定的降噪措施，减少施工

噪音和频繁的人为活动，保护鸟兽类免受惊吓和干扰。

(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。

(5) 针对矿山基建等造成的裸露面做好绿化，与当地自然景观调和。

2、植被恢复生物多样性保护措施

针对矿山开采、基建等造成的采场及周围剥离裸露面，于每年秋季组织人力采集本地野生草籽，本地生植物树苗，或适合种植的草本植物，于采场内形成的终了边坡平台或其他矿山建设开挖剥离裸露范围广为播种，以期迅速恢复植被，保持本地物种及多样性，与当地自然景观调和。

3、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、工程措施

在矿部办公区设置生物多样性宣传栏 1 块，在采场入口设置加强生态环境保护提示牌 1 块（见表 4-1），在主井口上方公路沿线和矿部西侧边坡顶部分别设安全防护网，高度 1.8m，铁丝网围栏总长 279m，立柱预埋，法兰盘固定，每 3 米设置 1 个固定桩（图 4-1），具体工作量见表 4-2。

表 4-1 提示、标识牌设置情况及数量统计

分项工程	技术手段	单位	工程量	备注
提示牌	加强生态环境保护	块	1	工业广场入口
宣传栏	生物多样性保护宣传栏	块	1	工业广场北部路边
保护保育围栏	保护围栏	m	279m	西侧边坡至北部井口上方公路边

图 4-1 围挡工程示意图

表 4-2 各类警示、标识牌工程量测算表

分项工程及技术手段	单位	单个工程量	总工程量
一、提示牌（单悬臂 □3060*1650，共 1 个）			
钢管立柱	kg	55.08	55.08
钢管横梁	kg	20.18	20.18
标志板	kg	18.2	18.2
滑动槽铝	kg	6.25	3.25
抱箍	kg	10.60	1.60
其他配件(底座钢筋、法兰盘、螺栓、螺母等)	kg	34.20	34.20
C30 混凝土 浇筑基座	m ³	2.5	2.25
二、宣传栏（双立柱 □3060*1650，共 1 个）			
立柱	个	1	4
面板（铝板、反光米膜、滑槽、铆钉等）	个	1	1
灯箱视窗：5mm 钢化玻璃	个	1	1
宣传栏顶盖	个	1	1
电器等其他配件	套	1	1
预埋安装	个	1	4
三、保护保育围栏			
护栏网（低碳钢丝）	m	279	279
其他配件（立柱、法兰盘、螺栓、螺母等）	套	1/3m	94

（二）生态修复工程

1、地形地貌景观修复工程

地貌景观破坏主要为工业广场建设和原矿部建设对地形地貌景观的破坏；两处皆作为土地复垦一起完成景观修复工程。

2、土地复垦与生物多样性修复工程

前文所述，矿山开采对当地生物多样性不会产生较大影响。随着土地复垦的完成，植被恢复后将达到对生物多样性一定程度的修复。根据矿山开采情况，生态土地复垦将在矿山关闭后对工业广场和矿部两处土地资源占损区进行复垦。

(1) 土地复垦方向确定

1) 根据灌溉条件和交通条件分析土地复垦方向。工业广场中部截排水沟引流地表水，接涵管向南侧冲沟排泄，灌溉水源条件较好。但工业广场距离居民区较远，地形坡度大于 15°，不适宜复垦为水田。按要求可将工业广场和原矿部复垦为林地，南部冲沟部分区块复垦为旱地。

2) 根据当地居民意见确定土地复垦方向。本次现场调查收集了当地居民的意见，大家基本一致认为工业广场及原矿部土地复垦为林地。

3) 岩溶塌陷区系评估预测的地面塌陷影响区，存在不确定性，视将来破坏的土地类型复垦为原地类。水资源枯竭区主要影响区内坑塘，存在不确定性，视将来破坏的情况复垦为坑塘。

综上，矿山占损土地资源复垦方向为林草地（林间为草地）和耕地（旱地）。工业广场与废石（渣）堆可作为一个复垦单元进行复垦，原矿部作为一个复垦单元进行复垦。根据分期验收资料和实地调查，工业广场内已对未利用土地进行了复垦或绿化，矿山未来服务年限较长，不确定是否会在已复垦区域进行新的基础设施建设；南部已复垦乔木林地区域，地形坡度较大，未来进行基础设施建设的可能性较小，复垦林地植物选用桂花、楠木，目前长势良好，仍在管护期，后期仍由矿山承担管护责任，直到矿山关闭。因此，本次报告复垦计划将南部复垦林地区块调出，在闭坑验收时再将此区块一并验收。综上所述，本次矿山各复垦单元、复垦面积及复垦方向见表 4-3，复垦前后的地类对照表见 4-4。

表 4-3 矿山复垦单元和复垦方向

复垦单元名称或位置		复垦面积 (hm ²)	复垦方向	备注
工业广场 (含废石堆)	办公楼、矿山公路、矿仓等配套设施	1.1585	林草地 (乔木, 林间为草地)	复垦总面积为 1.7351hm ² , 调出已复垦林地面积 0.5314hm ² 。
	工业广场东南部	0.0451	旱地	
原矿部		0.3786	林草地 (乔木, 林间为草地)	
地面塌陷影响区		46.9581		视具体破坏情况复垦为原地类

表 4-4 矿山占损土地资源复垦前后对照表

复垦单元	占损土地类型		面积 (hm ²)	
	一级地类	二级地类	复垦前	复垦后
工业广场 (含废石堆)	耕地	水田	0.0353	/
		旱地		0.0451
	工矿用地	采矿用地	1.69	/
	林地	乔木林地		1.69
		其他林地	0.0098	/
	小计		1.7351	1.7351
原矿部	林地	乔木林地		0.3786
		其他林地	0.0913	/
	工矿仓储用地	工业用地	0.2873	
	小计		0.3786	0.3786
合计			2.1137	

(2) 土地复垦质量要求

根据《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)中的中部山地丘陵土地复垦质量控制标准、《造林技术规程》(GB/T15776-2016),依据土地复垦方向,结合矿区情况,本项目各地类复垦质量标准归纳如下:

1) 旱地复垦标准

①覆土标准:覆土厚度为自然沉实土壤 $\geq 0.40\text{m}$;覆土土壤 PH 值一般为 5.5~8.5,有机质 $\geq 1.5\%$,土壤容重 $\leq 1.4\text{g}/\text{m}^3$,砾石含量 $\leq 15\%$ 。

②整地标准:覆土后场地平整,田面坡度 $\leq 25^\circ$ 。

③排水沟设计标准:采用矩形断面,过水能力为 5 年一遇洪水频率,按 10 年一遇洪水频校核。

④生产力水平四年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

2) 林地复垦标准

①覆土标准：覆土厚度为自然沉实土壤 $\geq 0.30\text{m}$ ；覆土土壤 PH 值一般为 5.5~8.5，有机质 $\geq 1\%$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g}/\text{m}^3$ ，砾石含量 $\leq 30\%$ ，土壤质地为砂土或粉粘土。

②整地标准：覆土后场地平整，地面坡度一般不超过 20° 。

③排水沟设计标准：采用梯形断面，过水能力为 5 年一遇洪水频率，按 10 年一遇洪水频校核。

④树种选用及定植：乔木优先选择成活率高的当地树木，如马尾松、复羽叶栎树、杉树、红叶石楠等，株行距根据具体树种确定，一般可取 $2\text{m}\times 2.5\text{m}$ ，树坑大小为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.4\text{m}$ ；灌木树种可选择红叶石楠、女贞等，行距可取 $2\text{m}\times 2\text{m}$ ，树坑大小为 $0.2\text{m}\times 0.2\text{m}\times 0.2\text{m}$ ；

⑤复垦林地后应保证三年成活率达到 75%，郁闭度达到 30%。

根据前述采场范围所采岩、土样测试结果，工业广场附近的耕地土样 pH 值 5.17，林地土壤 pH 值 6.51，测试耕地土样的 pH 值稍低，覆土时也可在未来覆土时添加草木灰等改良土壤酸碱性。矿区范围现状植被发育，树种相对多样化，长势良好，针叶类乔木多见松树、杉树，阔叶林乔木可见樟树、泡桐、柑橘等，所采土样周边可能因松树落物影响而呈偏酸性，选择采场现状长势优良、适合酸性土壤的松树、杉树、樟树、石楠等树种，故土样 pH 值偏低对工业广场土地复垦质量影响不大。

(3) 土源供需平衡分析

1) 需土量分析

工业广场和矿部复垦为林地和旱地，表土覆土厚度取自然沉实土壤 50~60cm。岩溶塌陷区塌陷不可预知，方案预留复垦费用，暂不考虑覆土量。工业广场西部最高标高约 410m，东南部冲沟至挡渣墙处最低标高约为 370m，纵长约 160m，地形坡度约等于 14° （见图 4-2），因此覆土平整后可满足林地和耕地复垦坡度控制标准，复垦区不进行分级放坡。经最终核算，工业广场复垦林地 1.1585hm^2 ，旱地 0.0451hm^2 ，原矿部复垦林地面积 0.3786hm^2 。

原矿部建设时主要进行了土地平整，原地表土方基本无外运，建构筑物及地面硬

化后对原始土壤的影响主要为固结和压实，矿山停采后将地表构筑物进行拆除，在原始对原始地表土壤进行翻耕即可，无需外运土方。工业广场原为坡度较大的斜坡，在 2004 年进行工业广场建设时直接在原地用废弃矿渣进行了堆填，堆填厚度较大，原始地表熟土无法继续利用，因此两处复垦区仅工业广场复垦需要从南部据矿部约 5 km 外的村镇建设区外购土方进行复垦，需覆土量具体见表 4-5。

表 4-5 覆土需求量预测表

复垦单元或复垦部位	复垦方向	复垦面积 (hm ²)	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (万 m ³)
工业广场	乔木林草地	1.1585	1.1585	0.5	0.5793
	旱地	0.0451	0.0451	0.6	0.0271
原矿部	乔木林草地	0.3786	0.3786	/	/
合计		1.5823	1.5823		0.6064

图 4-2 工业广场复垦剖面示意图

2) 土源供应量分析

原矿部修建时主要对原始地形进行平整和压实，原始土方基本无外运，因此复垦时可直接在原地进行翻耕，翻耕面积 0.3786hm²；工业广场建设初期位于斜坡之上，现状压占区主要为废石堆填形成的平台，熟土土壤已无法使用，且根据周围切坡的调查，工业广场大部分地段第四系覆盖层较薄，工业广场范围内无法满足植被复垦所需土方量，因此需外购土方，外购土方量 0.6064 万 m³。

(4) 水资源平衡分析

矿区复垦以林地为主，少量旱地，矿区地处大陆性季风湿润气候区，地表有*溪作为灌溉水源。旱地农作物以种植豆类、蔬菜、旱作物为主，以旱用为主的灌溉保证率应为 75%~85%，矿区灌溉保证率基本满足灌溉需求。

1) 灌溉需水量

①作物布局：矿区农业生产旱地以油菜、玉米、薯类、豆类等作物为主。

②灌溉定额：依据《湖南省用水定额》（DB43/T388—2020），泸溪县位于湖南省划分的五个灌溉区中I区，其农田净灌溉用水定额表见 4-6。

表 4-6 矿区农林灌溉定额表 单位：m³/667m².a

定额代码	名称	灌溉分区 (I区)		
		灌溉保证率		
		P=50%	P=75%	P=90%
0115	玉米	39	65	88
116	薯类	41	64	92
117	油菜	50	69	93
118	豆类	36	41	66
131	苗木	51	75	94

③灌溉需水量计算

工业广场：矿区复垦为林地和旱地，旱地灌溉保证率为 75%，以保证率 75%灌溉定额量最大的玉米作为旱地需水量定额计算，林地需水量参考苗木计算，工业广场总净灌溉需水量=69m³×15×0.0451hm²+75m³×15×1.1585hm²=1350.1m³。复垦区的毛灌溉需水量=净灌溉需水量/灌溉水利用系数，灌溉水利用系数与各级渠道的长度、流量、水文地质条件、渠道工程状况和灌溉管理水平等有关，根据湖南省发展与改革委员会公布的数据，我省农业灌溉水利用系数平均为 0.47，复垦区的灌溉水利用系数取该平均值，故复垦区的总毛灌溉需水量=23141.9/0.47=49238.1m³。其中旱地毛灌溉需水量=36.5/0.47=77.7 m³，林地毛灌溉需水量=23107.5/0.47=49164.9m³。

原矿部：复垦为林地，旱地灌溉保证率为 75%，林地需水量参考苗木计算，复垦区净灌溉需水量=65m³×15×0.3786hm²=369.1m³，林地毛灌溉需水量=367.4/0.47=781.7 m³。

2) 供水量分析

工业广场：根据现场情况，复垦为林地范围基本不能通过直灌解决灌溉需要，因此复垦区可供选择的水源大多倚靠降雨。根据泸溪县气象资料，矿区设计降水量取多年平均降雨量 1342.4mm，降雨期与灌溉期基本一致。根据泸溪县的降雨特性、气象条件、土地和土壤特性等确定有效降雨系数取 0.51，工业广场有效降雨量（W）=承雨面积×典型年降水量×有效降雨系数。即： $W = 113750 \times 1.3424 \times 0.51 = 77875.98\text{m}^3$ 。根据项目区气候、土壤及农作物等因素分析，降水利用系数为 0.9，则矿区每年可利用的降水量为 70088.4m³。因此，工业广场复垦区水源可满足复垦需求。

原矿部：根据现场踏勘，原矿部出露自然泉水，流量 0.12L/s，平均年供给量 378 4.3m³。根据矿部复垦林地所需毛灌溉水量已满足复垦要求，加上降雨补给，水资源供给满足复垦区所需水量。

3) 水资源供需平衡分析

综上，工业广场和原矿部水源条件满足旱地和林地灌溉与养护需水量。

(5) 土地复垦措施

1) 工程技术措施

按照矿山所在地区自然环境条件和复垦方向要求，根据项目施工工艺、时序，结合土地复垦适宜性分析，矿山拟采用的各项土地复垦工程技术措施如下，包括土壤重构工程、植被恢复工程、排灌工程等。

①拆除工程措施

矿山关闭后，需对矿山地面建筑物、地面硬化物及其它设备等进行拆除和搬迁，对一些地表设施如蓄水池进行拆除，清除有碍或影响土地复垦的所有障碍物，使矿山生产、生活区等场地达到复垦前所需场地平整和使用条件。根据实地调查，原矿部主要建筑为砖砌平房、料棚等，料棚主要由矿山自行拆除后回收利用，同时对地面硬化物进行清除；工业广场目前办公生活和仓房为活动板房，料棚为金属框架，基础为混凝土石墙，矿山开采结束后自行拆除活动板房并对料场的架构筑物进行回收利用，需要拆除的主要是地面硬化物、处理池（洗车池）和料棚下方的混凝土墙体等。

②土地平整工程措施

土地平整指对废（矸）石堆、工业广场及生活办公区等地的平整，由于矿山开采和生产场地建筑物造成破坏，不具有种草、植树的条件，需要进行翻耕平整，再利用表土实施覆盖、压实平整。

③排水工程

考虑到项目区的气候特点，为保证复垦后的旱地和林地雨季能够避免雨水的冲刷导致其水土流失和破坏农作物及树木草籽的生长，在复垦区内需设计排水沟，满足其排水的需求。

2) 生物化学措施

①土地改良、增肥措施

对于复垦的耕地必须施加各类肥料以增强土地肥力，种植树苗时在种植坑内施基肥及化肥，基肥（主要包括商用有机肥、堆肥、饼肥等有机肥料）必须经济、充分腐熟后才能施用；化肥主要选用复合肥。基肥要与土充分混匀，然后充分浇水。植物复垦的基本原则是通过植物改良，增加土地覆盖，改善土壤环境，培肥地力，防治水土流失和风沙。

②植物措施

通过整平和覆土措施后，及时恢复植被，既保土保水，减少水土流失，又增加了绿化面积，改善了生态环境。由于露采区对边坡和表层的破坏，容易造成水土流失，采取播撒草籽（狗牙根、羊茅、多花木兰、刺槐混播）等办法以恢复植被及土体防冲刷能力。通过对本地区林地植被的实地考察，本方案确定复垦为林地的树木采用经济林—松树。根据本项目区及区域生态植物生长情况，恢复林地采用松树。

3) 管护措施

对复垦种植幼苗进行保土、保水、保肥，防牛、羊破坏，结合抚育去除乔木周边杂草、乔木第二、三年5月树兜周边松土除草、培土等管护措施，并定期熟化土壤，定期进行管护。

(6) 土地复垦工程设计

矿山闭坑后，主要复垦单元有工业广场、原矿部、地面变形影响区。

1) 工业广场

设计将主井口工业广场和矿部复垦成林地，复垦工程包括硬化物拆（清）除工程及垃圾回填矿硐、翻耕及平整、植树种草。

①硬化物拆（清）除工程及垃圾外运

需要将建筑物包括矿部用房、料棚、洗车池等地表构筑物拆除，垃圾清除干净、地表硬化物进行清除，需用拖式铲运机或人工对场地硬化物地面清除，其地表需要清除的硬化物每平方米按 $0.2\text{m}^3/\text{m}^2$ 计算，混凝土硬化地面厚度按平均 0.1m 计算。拆除后的硬化物运至各井巷道内用于回填坑道或采空区，运距小于 50m 。工业广场东南部的沉淀池可连接预设排水沟，将予以保留，沉淀池作为复垦后林地和耕地的蓄水（灌溉）池，在后期使用过程中注意进行清淤和围挡；南部冲沟的挡渣墙予以保留，发挥预防泥石流地质灾害和水土保持的作用。拆除工程主要有处理池，尺寸为 $1.5\text{m}\times 3\text{m}\times 1.5\text{m}$ ，厚度 0.15m ，拆除方量约 2.03m^3 ；料棚下方为混凝土挡墙，东、西两侧基本对称，墙体尺寸为 $45\text{m}\times 2\text{m}\times 1\text{m}$ ，两侧均需拆除，拆除方量 180m^3 ；还需对地面混凝土硬化物进行清除，清除面积 1.1585hm^2 ，混凝土硬化地面厚度按平均 0.1m 计算，共清理土方量 1158.5m^3 。工业广场共计清除混凝土土方 1340.5m^3 。

②土壤重构工程

对工业广场进行平整，由于矿山开采和生产场地建筑物造成破坏，不具有种草、植树的条件，需要进行平整，再利用表土实施覆土、平整。对工业广场南部废石堆放区进行覆土、平整、翻耕，北侧与工业广场一起复垦为林地，南侧恢复为旱地。

③植树种草

将土壤按 0.5m 厚覆盖于废石堆上方后，对覆土后的各区域进行植树、种草恢复植被。根据本项目区及区域生态植物生长情况，选择乔木红叶石楠，或当地成活率较高的马尾松、杉树等，植物种籽选择混合草籽（羊茅、百喜草、狗牙根、多花木兰、刺槐混播），以较快的恢复植被，防止水土流失。植树全部采用穴状整地栽植，树苗选胸径在 4cm 以内 1-2 年生幼苗（带土球），采用列植方式进行栽植。本方案设计乔木的株行距均为 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ，树坑大小为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ （图 4-3），栽植密度为每

公顷 2500 株。

图 4-3 土地复垦平地覆土植树设计断面图

④截排水工程

根据实地调查，工业广场西侧边坡有一处小型滑坡，边坡治理后在坡脚预留截排水沟，用于截排地表水，因此矿山闭坑复垦时应予以保留，由于目前排水沟出口为进场道路设置的洗车池，后期复垦时将对硬化路面进行拆除，因此截排水沟需要加长延伸至下方的水渠，因此需要延长截排水沟 P1 约 12m。工业广场西北部为*溪引水渠道，工业广场建成后接引涵管至挡渣墙，从挡渣墙下方预留的涵管排至下游冲沟中，工业广场闭坑后复垦需将涵管拆除，地表预留排水沟，将上游水系接引到下游与下游溪沟联通，形成顺畅的排水系统，因此需修建接排水沟 P2；北部坡脚为地表水体引排沟渠，目前主要用于引排北部地表水和矿井废水，接涵管至下游沉淀池后，继续由涵管引排至挡渣墙外冲沟，因此矿山复垦需要在北部坡脚预留排水沟 P3，引排北部边坡和降雨等地表水体。由于 P1 在边坡治理设计时已进行流量计算，本次不进行重复验算，仅对 P2、P3 排水设计进行验算，复垦所设排水沟规格统一为宽 0.5m，深 0.5m（见图 4-4），采用浆砌石结构（砌筑砂浆 M7.5，水泥 32.5），混凝土垫底（纯混凝土 C15，2 级配，粒径 40，水泥 32.5，水灰比 0.65），防水砂浆抹面，每 10m 设置一条伸缩缝。

设计标准：暴雨强度重现期设计按 10 年、校核为 20 年。

洪峰流量：按《开发建设项目水土保持方案技术规范》中确定：

$$Q=0.278 \times k \times i \times F \quad \text{式 4-1}$$

式中：Q-最大洪水洪峰流量， m^3/s ；

k -径流系数，按当地水文手册中的有关参数确定，取 0.60；

i -最大 1 小时降雨强度，10 年一遇取 41.7mm/h，20 年一遇取 62 mm/h； F -集水面积， km^2 。

排水沟的设计流量公式：用明沟均匀流公式进行计算：

$$Q = AC \times \sqrt{Ri} \quad \text{式 4-2}$$

式中： Q -设计流量（ m^3/s ）； A -过水断面面积（ m^2 ）； i -排水沟底比降；

C -谢才系数，采用公式 $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ 进行计算， n 为沟床糙率； R -水力半径， $R=A/X$ ；

X 为湿周， $X=b+2h \times \sqrt{1+m^2}$ ， b -沟道设计底宽（ m ）， h -沟道设计水深（ m ）；

m -沟道边坡系数。

P2排水沟设计

工业广场中部设计排水沟 P2：设计截水沟断面为矩形，总长 157m。设计工程量见表 4-8、4-9。

为保障排洪能力进行水力计算验证，按式 4-1 计算最大洪水洪峰流量，按①采区平台最大集水面积 113750m^2 计算，**经校核验算，最大汇水面积洪峰流量 $Q_{10\%}=0.22\text{m}^3/\text{s}$ ， $Q_{5\%}=0.33\text{m}^3/\text{s}$** 。设计排水沟允许最大排洪流量按式 4-2 计算，本设计排水沟本设计排水沟为粗糙的水泥护面，糙率取值 0.017，经校核验算，**设计排水沟的最大排洪流量为 $Q=1.06\text{m}^3/\text{s}$** ，大于该范围的最大洪峰流量，满足工业广场最大汇水面积的排洪需要。具体水力计算见表 4-7。设计工程量见表 4-8、4-9。

P3排水沟设计

工业广场东北部，截排地表水 P3 排水沟 1 条，总长约 172m，在雨季能够及时排放大气降水，同时可作为下游复垦旱地的排灌设施。设计工程量见表 4-8、4-9。

汇水面积约 15600m^2 ，按式 4-1 计算最大洪水洪峰流量，**经校核验算，最大汇水面积洪峰流量 $Q_{10\%}=0.03\text{m}^3/\text{s}$ ， $Q_{5\%}=0.05\text{m}^3/\text{s}$** 。设计排水沟允许最大排洪流量按式 4-2 计算，本设计排水沟为浆砌石沟，水泥砂浆抹面，糙率取值 0.017，经校核验算，**设计排水沟的最大排洪流量为 $Q=0.98\text{m}^3/\text{s}$** ，流量大于该集水范围的洪峰流量，设计的

排水沟符合项目旱地排水需求。具体水力计算见表 4-7。

图 4-4 排水沟结构图(单位:mm)

表 4-7 排水沟设计工程水力计算表

类型	设计水深(m)	湿周	过水断面(m ²)	水力半径	比降%	糙率	谢才系数	集水面积(m ²)	流速(m/s)	设计流量(m ³ /s)	洪峰流量(m ³ /s)	洪峰流量(m ³ /s)
P2	0.3	1.14	0.15	0.14	19.75	0.017	42.39	113750	7.05	1.06	0.22	0.33
P3	0.3	1.1	0.15	0.14	17.44	0.017	42.2	15600	6.51	0.98	0.03	0.045

表 4-8 排水沟单位长度工程量表

项目	挖方	填方	原土夯实	浆砌片石	伸缩缝	导渗管	水泥砂浆抹面
单位	m ³	m ³	m ²	m ³	m ²	m	m ²
P1、P2、P3 排水沟	0.975	0.225	1.00	0.50	0.50	0.60	1.5

表 4-9 排水沟主要工程量表

项目	长度(m)	挖方(m ³)	填方(m ³)	原土夯实(m ²)	浆砌片石(m ³)	伸缩缝(m ²)	导渗管(m)	水泥砂浆抹面(m ²)
P1 排水沟	12	11.7	2.7	12	6	0.6	7.2	18
P2 排水沟	157	153	35	157	78.5	7.85	94.2	235
P3 排水沟	172	168	39	172	86	8.6	103.2	258

2) 原矿部

设计将原矿部复垦成林地，复垦工程包括硬化物拆（清）除工程及垃圾外运、平整、植树种草，复垦面积 0.3786hm²（见图 4-5、表 4-10）。

①硬化物拆（清）除工程及垃圾外运

需要将建筑物拆除和垃圾清除干净、地表硬化物进行清除。需用拖式铲运机或人工对场地厂房、矿坪、房屋等硬化物地面清除，根据调查矿部房屋基本为砖混结构。建构物拆除每平方米按 $0.2\text{m}^3/\text{m}^2$ 计算，地面硬化物按照平均厚度 0.1m 计算，预计拆除硬化物 1135.8m^3 ，拆除后的硬化物运至各井巷道内用于回填坑道或采空区，运距小于 0.5km 。

②土壤重构工程

点处地形较为平缓，原矿部建设时剥离植被后就地夯实，硬化物运移后对原地土层进行翻耕。

③植树种草

将土壤按 0.5m 厚覆盖于废石堆上方后，对覆土后的各区域进行植树、种草恢复植被。根据本项目区及区域生态植物生长情况，选择女贞、复羽叶栎树、红叶石楠，按 4:3:3 块状混交，株行距按 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ，穴规格为 $50\text{cm}\times 50\text{cm}\times 50\text{cm}$ ，每穴施复合肥 0.25kg ，女贞带 20cm 土球苗、栎树裸根苗高 1.2m 、地径 0.9cm 以上、红叶石楠带 15cm 土球苗高 0.6m 、地径 0.4cm 以上；植物种籽可选择混合草籽（羊茅、狗牙根、多花木兰、刺槐混播），乔木的株行距均为 $2.0\text{m}\times 2.0\text{m}$ ，树坑大小为 $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ ，行距 $2.0\times 2.0\text{m}$ ，栽植密度为每公顷 2500 株。

④生态沟设计

原矿部位于山坡破坏，邻近农村道路，地形平缓，且地表水体汇水面积有限，目前地表水主要沿道路两侧排水沟向南侧的沟谷排泄。因此，复垦区可在复垦时外倾一定坡度，覆土平整时在两侧预留生态沟，作为简易排水设施。因此，此处不单独计入工程量。

岩溶塌陷区系评估预测的地面塌陷影响区，存在不确定性，本次方案不设计该范围的具体复垦工程，只预留资金用于后续复垦工程，水资源枯竭区主要影响区内坑塘，存在不确定性，本次方案不设计具体复垦工程，预留资金视将来破坏的情况进行水塘修缮。故工业广场与原矿部两个复垦单元具体工程设计综合如下（表4-10）：

表 4-10 占损土地复垦工程量表

复垦区名称	复垦面积 (hm ²)	工程内容	单位	工程量	备注
工业广场	复垦为林地 1.1585	硬化物拆除	m ³	1340.5	拆除处理池、料棚基础墙体；拆除地面硬化物拆除，11585m ² ，厚度平均按0.1m计算
		废弃物运移	m ³	1340.5	回填矿洞，运距小于0.5km
		覆土	m ³	5792.5	覆土厚度0.5m
		人工细部平整	hm ²	1.1585	
		植树	株	2896	每公顷2500株，女贞、复羽叶栾树、红叶石楠按照4:3:3栽种
		撒播草籽	hm ²	1.1585	混播
		P1排水沟	m	12	
		P2排水沟	m	157	
		P3排水沟	m	172	
	复垦为旱地 0.0451	覆土	m ³	271	覆土厚度0.6m
		翻耕	hm ²	0.0451	
		细部平整	hm ²	0.0451	
		人工地力培肥	hm ²	0.0451	
	原矿部	复垦为林地 0.3786	硬化物拆除	m ³	1135.8
废弃物运移			m ³	1135.8	回填矿洞
土地翻耕			hm ²	0.3786	
植树			株	947	每公顷2500株，女贞、复羽叶栾树、红叶石楠按照4:3:3栽种

图 4-5 土地复垦工程部署图

3、水资源水生态改善工程

在未来开采过程中对矿山开采可能引发水资源枯竭影响区内的坑塘进行日常巡视监测，发现地面开裂或塌陷，及时填实和修缮处理；在矿山周边位置较高的1个山塘设置监测点，若发现水塘水位下降、水塘地表开裂、地表水渗漏严重时，及时进行修缮处理；在矿山周边居民点1泉、1井设置监测点，发现水位下降或泉水枯竭及时采取措施，每年预留资金以预备水塘修缮，解决居民用水问题。开采期间在矿坑排水设置水质监测点（见图4-6），定期采取水样进行测试，测试项超标时及时进行水处理整改措施。

图 4-6 水资源水生态修复工程部署图

4、矿山地质灾害防治工程

针对前述矿山修复区地质灾害问题部署相应的防治工程，针对开采期间存在的采空或岩溶塌陷隐患主要部署针对性监测及警示标牌工程并完善相关防治措施（图4-7）。对可能发生岩溶塌陷、滑坡位置树立醒目的警示标志，并定期监测。具体监测工程见后文监测与管护一节。

（1）设计开采范围及周边设置7个监测点，对建筑物、地表、水塘等的变化情况进行长期监测。发现有产生岩溶塌陷的异常情况时，应立即采取紧急避让措施疏散民众，及时填埋夯实岩溶坑洞，建议采用物探或地质勘探方法，查明岩溶塌陷影响范围的工程地质条件、岩溶发育及分布状况，进行包括注浆、充填等方法在内的预处理措施，加固建筑物地基，预防灾害的发生。

（2）根据开采进度，严格按设计要求进行地下井工开采，对评估区内因首采区开采引起的地表塌陷等地灾进行治理，确保不出现因地质灾害造成人员伤亡、地面设施损坏等事故；

（3）在受影响的村庄、基本农田分布地段与矿山开采活动同步留设保护矿柱；

（4）重点对可能引发的地面塌陷等地质灾害进行监测，对评估区范围内的采动影响范围内含水层水位、水量等进行监测；对监测到的矿山地质灾害及时上报、处置。

（5）编制岩溶塌陷地质灾害应急预案，制定切实可行的避灾方案。预留岩溶塌陷防治资金，以未来修复受房屋、耕地、坑塘。

图 4-7 地质灾害防治工程部署图

(三) 监测与后期管护工程

1、监测工程

(1) 地质灾害监测工程

1) 设立动态监测点，对可能岩溶塌陷区布设 7 个监测点，均为简易监测，监测内容主要为地面或建筑开裂等迹象，避免在开采期间和闭坑后对矿山工作人员及当地居民财产安全造成威胁。对可能引发地质灾害的地段进行警示标注，拟设地质灾害警示牌 5 块。监测责任到人、到班组。发现险情及时报告并采取有效的避险措施。

2) 建立监测巡查制度，尤其在雨季要及时查验、监测，发现险情及时报告并采取有效的避险措施，减少损失。

3) 每月每处巡查监测一次，每月共 7 次，汛期加密，4-9 月每月 2 次，每年共计 126 次，遇特殊情况或发现发现地面塌陷迹象在采取有效措施的同时则应增加监测次数。矿山开采服务年限为 15.4 年，监测时间从矿山延证第一年度开始，共计 1

5.4 年，共计 185 个月，监测 1939 次（见表 4-11）。

表 4-11 地质灾害监测工程量测算表

分项工程	技术手段	监测点个数	单位	时间	工程量
地质灾害监测工程	定量监测	7	个/次/月， 汛期加密 每月 2 次	15.4 年	1939
警示牌	警示标注	5	个	15.4 年	5

(2) 水资源水生态监测工程

在矿区周围设井泉监测点 2 个，对地下水含水层疏干、井泉水量减少与干枯进行监测，设地表水漏失监测点 1 个，测量内容主要为定期测量水位，观测水量。每月每点监测一次，共计 3 次，每年共计 36 次。监测时间 15.4 年，共计监测 555 次。

本方案在矿井出口水沟设 1 个水质监测点，对沉淀池外排水进行水质监测，设计监测频率为 1 年一次，每次取水样 1 组，监测期为 15.4 年，取水样 16 组（见表 4-12）。

表 4-12 水资源水监测工程量表

分项工程	技术手段	监测点个数	单位	时间	工程量
地下水枯竭、地表水漏失监测工程	定量监测	3	个/次/月	15.4 年	555
地表水质监测工程	取样分析	1	组/次/年	15.4 年	16

(3) 复垦区监测工程

主要针对植被生长情况进行监测。本次监测主要采用遥感技术方法为主，辅以人工现场调查和量测方法。

1) 对于拟破坏土地的监测和年度复垦的监测采用实地调查和踏勘的方式。负责监测的相关人员在项目实施期间进行定期现场调查，对破坏范围内的植被破坏情况、土壤破坏情况、土地复垦和植被绿化的效果等进行调查。矿产品为铝土矿原矿出售，对地表压占范围较小，且矿物本身污染风险较小，主要对矿区井口周边或附近农田取土壤样进行分析检测；对复垦区生物、土壤进行监测，主要监测林地上土壤 pH 值、土壤有机质和 N、P、K 含量及树草种数量、高度、多度等。采矿服务年限 15.4 年，每年 1 次，共 16 件（见表 4-13）。

2) 为了明确开采复垦期间生态系统恢复现状，拟采用无人机对全区进行分辨率

优于 0.2m 的航拍摄影。通过生态宏观监测对矿区生态格局和生态环境进行空中（航拍）监测，每年度全域一次，剩余采矿服务年限 15.4 年，每年 1 次，共进行 16 次航拍，并提交航拍成果。

表 4-13 植被恢复监测工程量表

分项工程	技术手段	监测点个数	单位	时间	工程量
土壤质量监测	取样分析	/	件/次/年	15.4 年	16
植被恢复监测	遥感解译	/	次/年	15.4 年	16

2、管护工程

管护工程主要针对复垦林地，包括松土培土、修剪、施肥浇水、病虫害防治和补栽，防牲畜破坏。松土在春季进行，培土在入冬前进行。修剪，一年一次在冬季落叶后进行，在开春后入冬前进行施肥，施用肥料以有机复合肥为主。春季病虫高峰期喷洒保护剂，防治剂视病虫害发生情况适时喷洒，使用品种为无害农药。浇水主要在夏季节，排涝主要在梅雨季节，养护期 3 年（见表 4-14）。

（1）灌溉与施肥：灌溉周期一般为每星期一次，视气候情况进行调整；施肥周期一般为每年 3~4 次，采用人工进行挖坑松土施肥，施肥深度适当。水源主要采用电泵抽取附近的山塘水，人工浇水。

（2）除草、培肥。去除乔木周边杂草、乔木第二、三年 5 月树兜周边松土除草、培土等管护措施。

表 4-14 管护工程量表

分项工程	技术手段	单位	工程量	备注
管护工程	管护	m ²	15371	养护期 3 年

图 4-8 监测与管护工程部署图

(四) 其他工程

矿山从 2004 年取得采矿许可证以来一直未开采，矿山内不再利用的老硐坑口已封闭，未来矿山利用的矿硐坑口 2 个（见表 4-15）。

表 4-15 矿山井口现状情况表

井口	坐标（2000 大地坐标）			备注
	X	Y	H	
主井	3117465.56	37408681.75	372.45	正在利用
风（副）井	3117499.93	37408652.14	376.56	正在利用
老硐	3117753.35	37408824.31	385.20	已封堵

矿井服务年限内至期满后，井硐报废需炸塌或封闭。根据开发利用方案矿山设计矿井尺寸 3.2×2.8m，本方案设计井口采用浆砌石墙封闭，墙高 2.8m，宽 3.2m，墙厚 2.0m（见图 4-9）；按照 0.5m/个的距离在墙体中上方距离地面 1m 处预留横排泄

水孔，泄水孔可采用 PVC 管。具体工程量见表 4-16。

4-9 井口封堵工程平面、剖面设计示意图

表4-16 井口封闭工程量表

分项工程	技术手段	井口断面 积 (m ²)	封闭厚度 (m)	填渣 (m ³)	浆砌片石 (m ³)	抹面 (m ²)	备注
主井口封堵	浆砌石封堵	8.96	2.0	---	17.92	8.96	
风井口封堵	浆砌石封堵	8.96	2.0	--	17.92	8.96	

(五) 生态保护修复工程量

生态修复主要分项工程设计及工程量见表 4-17，分类工程量明细表见 4-18。

表 4-17 设计主要工程量汇总表

工程措施	分部分项工程		单位	工程量	说明
生态保护 保育	宣传提示牌工程	提示牌	块	1	加强生态环境保护
		宣传栏	块	1	生物多样性保护宣传
	围栏	保护围栏	m	279	西侧边坡至井口上方
生态修复	土地复垦与生物 多样性工程	工业广场、老矿部复垦	hm ²	1.5822	工业广场 1.1585hm ² 复垦为林地，0.0451hm ² 复垦为旱地；原矿部 0.3786hm ² 复垦为林地。
		P1 排水沟	m	12	配套设施
		P2 排水沟	m	157	配套设施
		P3 排水沟	m	172	配套设施
	矿山地质灾害防治工程	警示牌	块	5	示警措施
其他工程	主、风井口封堵	m ³	35.84	主、风井口断面 8.96m ² ，厚度 2m	
监测和管 护	地质灾害监测	采空区地质灾害监测	次	1939	每月每点 1 次，汛期加密，4-9 月每月 2 次共 15.4 年 7 点。

地下水枯竭、地表水漏失监测工程	井泉水位、坑塘水位与水量监测	次	555	每月每点1次，共15.4年3点
地表水水质监测工程	取样分析	组	16	每年1次
土壤监测工程	取样分析	件	16	每年1次
植被恢复监测	遥感测量	次	16	每年1次
管护工程	管护	m ²	15371	养护期3年

表 4-18 分类工程量明细表

分部分项工程		单位	工程量	说明	
保护保育工程 宣传提示牌		提示牌	块	1	加强生态环境保护
		宣传栏	块	1	生物多样性保护宣传栏
		保护围栏	m	279	西侧边坡至北部井口上方公路安全和保护保育围栏
土地复垦工程	土壤重构	表土覆土	m ³	271	工业广场南部
		翻耕	hm ²	0.0451	复垦为旱地区
		细部平整	hm ²	0.0451	复垦为旱地区
		人工地力培肥	hm ²	0.0451	复垦为旱地区
	植被恢复	硬化物拆除	m ³	2476.3	按0.2 m ³ /1 m ² ，厚度平均按0.1m
		废弃物运移	m ³	2476.3	回填矿洞
		表土覆土	m ³	5792.5	工业广场
		推土	m ³	1893	原矿部松土，松土厚度0.5m
		人工细部平整	hm ²	1.5371	工业广场和原矿部林地复垦区
		植乔木	株	3843	女贞、复羽叶栎树、红叶石楠，按照4:3:3比例进行栽种
	P1、P2、P3排水沟	撒播种草	hm ²	1.441	撒播草籽
		挖掘机挖沟渠	m ³	332.7	矩形断面，宽0.5m，沟深0.5m，设计水位0.3m，25cm M7.5浆砌石护壁、护底
		土方回填	m ³	76.7	
		原土夯实	m ²	341	
		浆砌片石砌筑	m ³	170.5	
		伸缩缝	m ²	17.05	
		导渗管	m	204.6	
水泥砂浆抹面	m ²	511			

地质灾害防治工程	设计开采区地面变形影响范围	警示牌	块	5	示警措施
其他工程	主、风井硐口封堵	浆砌片石	m ³	35.84	
		砂浆抹面	m ²	17.92	
监测与管护工程	地质灾害监测	采空区地面变形监测	次	1939	每月每点1次，汛期加密，共15.4年，7点
	水资源枯竭监测工程	井泉、坑塘水位水量监测	次	555	每月每点1次，共15.4年3点
	地表水水质监测工程	取样分析	组	16	每年1次，共15.4年
	土壤监测工程	取样分析	件	16	每年1次，共15.4年
	植被恢复监测	遥感测量	次	16	每年1次，共15.4年
	管护工程	管护	m ²	15371	养护期3年

(六) 生态保护修复进度安排

1、总体进度安排

按照《李家田矿区铝土矿矿山储量年报（2023年1月~2023年12月）》及现阶段矿产资源开采进度，自采矿许可证到期延续登记后，矿山服务年限约15.4年，矿山闭坑后生态修复保护工程实施时间1年，闭坑复垦后管护期3年，因此本生态修复方案适用年限为19.4年。矿山服务年限较长，矿山要严格按照绿的矿山建设标准在开采过程中做到边开采边修复，减少地质灾害的发生及周边地质环境的影响，对已完成的修复工程进行定期监测和维护。

工业广场经过三年的基础设施建设现已正式投入使用，其范围内裸露土地和边坡已采取工程和生物措施进行了修复。由于矿山为地下开采，原始地貌和地表植被损毁影响较轻，未来矿石开采形成大范围采空区，可能对地表水和地下水以及地面塌陷产生影响，因此生态修复计划前期以监测为主，待矿山服务年限到期再进行工业广场和原矿部的修复。结合矿山开采计划制定矿山生态保护修复工作，各分项保护修复工程进度安排见表4-19、4-20。

表 4-19 年度矿山生态保护修复工程表

年度	主要修复部位及面积	主要修复工程
第1年	工业广场、设计采矿范围及周边地表水土体、地面变形影响范围	1.在办公区修建生物多样性保护宣传栏、工业广场建加强生态环境保护牌各1块；地质灾害警示牌5块。 2.地质灾害监测126次，水资源枯竭监测36次，遥感监测1

		次，土样分析 1 件，水样分析 1 组。
第 2-15 年	设计采矿范围及周边地表水土体、地面变形影响范围	1.每年完成：地质灾害监测 126 次，水资源枯竭监测 36 次，遥感监测 1 次，土样分析 1 件，水样分析 1 组。 2.14 个年度内共完成：地质灾害监测 1764 次，水资源枯竭监测 504 次，遥感监测 14 次，土样分析 14 件，水样分析 14 组。
第 16 年	完成设计采矿范围及周边地表水土体、地面变形影响范围监测；全面修复工业广场（含废石堆）、原矿部	1.设置保护围栏 279m； 2.复垦工业广场 1.1585 hm ² 复垦为乔木林地，0.0451hm ² 复垦为旱地；原矿部 0.3786hm ² 复垦为林地。 3.修建 P1 排水沟 12m；P2 排水沟 157m；P3 排水沟 172m； 4.主井、风井硐口封堵，封堵 17.92m ² 。 5.完成地质灾害监测 49 次，水资源枯竭监测 15 次，遥感监测 1 次，土样分析 1 件，水样分析 1 组。
第 17-19 年		管护林地面积 15371m ² 。

表 4-20 生态修复工程进度安排表

工程措施	分部分项工程		单位	合计	年度工作量（第 N 年）			
					1	2.....15	16	17.....19
生态保护 保育	宣传提示牌工程	提示牌	块	1	1			
		宣传栏	块	1	1			
	保护保育	保护围栏	m	279			279	
生态修复	土地复垦与生物多样性工程	工业广场、老矿部复垦	m ²	15822			15822	
		P1 排水沟	m	12			12	
		P2 排水沟	m	157			157	
		P3 排水沟	m	172			172	
	地灾安全隐患消除工程	警示牌	块	5	5			
	其他工程	井口封堵	m ³	35.84			35.84	
监测和管护	地质灾害监测	采空区地质灾害监测	次	1939	126	1764	49	
	水资源枯竭监测、地表水流失监测	井泉、坑塘	次	555	36	504	15	
	地表水水质监测工程	取样分析	组	16	1	14	1	
	土壤监测	取样分析	件	16	1	14	1	
	植被恢复监测	遥感测量	次	16	1	14	1	
	管护工程	管护	m ²	15371				15371

2、年度工作任务

依据修复工程进度表，矿山年度（阶段）生态保护修复工程任务具体如下：

(1) 开采第 1 年：针对工业广场、设计采矿范围及周边地表水土体、地面变形影响范围设计修复任务。在办公区修建生物多样性保护宣传栏、工业广场建加强生态环境保护牌各 1 块；地质灾害警示牌 5 块。地质灾害监测 126 次，水资源枯竭监测 36 次，遥感监测 1 次，土样分析 1 件，水样分析 1 组。

表 4-21 矿山开采第 1 年工程量测算明细

工程措施	分部分项工程		单位	工程量	
生态保护保育	宣传提示牌工程		提示牌	块	1
			宣传栏	块	1
生态修复	地灾安全隐患消除工程	警示牌	块	5	5
监测与管护	地质灾害监测		边坡、地质灾害巡视	次	84
	水资源枯竭监测		井泉、坑塘测视	次	36
	地表水水质监测		取样分析	组	1
	土壤监测		取样分析	件	1
	植被恢复监测		遥感测量	次	1

(2) 开采第 2 至 15 年：在设计采矿范围及周边地表水土体、地面变形影响范围，连续 14 个年度按年度每年完成：地质灾害监测 126 次，水资源枯竭监测 36 次，遥感监测 1 次，土样分析 1 件，水样分析 1 组。

14 个年度内共完成：地质灾害监测 1764 次，水资源枯竭监测 504 次，遥感监测 14 次，土样分析 14 件，水样分析 14 组。

表 4-22 矿山开采第 2-15 年工程量测算明细

工程措施	分部分项工程		单位	工程量	
监测与管护	地质灾害监测		边坡、地质灾害巡视	次	1764
	水资源枯竭监测		井泉、坑塘测视	次	504
	地表水水质监测		取样分析	组	14
	土壤监测		取样分析	件	14
	植被恢复监测		遥感测量	次	14

(3) 开采第 16 年：完成设计采矿范围及周边地表水土体、地面变形影响范围监测；全面修复工业广场（含废石堆）、原矿部。设置保护围栏 279m；复垦工业广场 1.1585 hm² 复垦为乔木林地，0.0451hm² 复垦为旱地；原矿部 0.3786hm² 复垦为林地，修建 P1 排水沟 12m；P2 排水沟 157m；P3 排水沟 172m；主井、风井硐口封堵，封堵 17.92m²；完成地质灾害监测 35 次，水资源枯竭监测 15 次，遥感监测 1 次，土样分析 1 件，水样分析 1 组。

表 4-23 矿山开采第 16 年工程量测算明细

工程措施	分部分项工程		单位	工程量
生态保护保育	保护保育	保护围栏	m	279
生态修复	土地复垦与生物多样性工程	工业广场、老矿部复垦	hm ²	1.5822
		P1 排水沟	m	12
		P2 排水沟	m	157
		P3 生态排水沟	m	172
	其他工程	主、风井口封堵	m ³	35.84
监测和管护	地质灾害监测	采空区地质灾害监测	次	1939
	地下水枯竭、地表水漏失监测工程	井泉水位、坑塘水位与水量监测	次	49
	地表水质监测工程	取样分析	组	1
	土壤监测工程	取样分析	件	1
	植被恢复监测	遥感测量	次	1

(4) 开采第 17-19 年：管护林地面积 15371m²。

表 4-24 矿山开采第 17-19 年工程量测算明细

工程措施	分部分项工程		单位	工程量
监测与管护	管护工程	管护	m ²	15371

第五章 经费估算与基金管理

一、经费估算

（一）经费估算依据

- 1、《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准（试行）》（湘财建[2014]22号）
- 2、《湖南省土地开发整理项目施工机械台班费补充定额（试行）》；
- 3、《湖南省土地开发整理项目预算补充编制规定（试行）》；
- 4、财政部《重点生态保护修复治理资金管理办法》（财建(2019)29号）；
- 5、《湖南省国土资源厅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》（湘国土资发〔2017〕24号）；
- 6、《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的通知（湘自资规〔2022〕3号）
- 7、《湖南省国土空间生态保护修复和地质灾害防治专项资金管理办法》（湘财资环[2019]10号）；
- 8、湘西自治州建设工程造价管理站发布的2024年7月湘西州地方材料参考价；
- 9、当地市场询价。

设计方案估算编制采用湘西自治州2024年7月的材料价格水平，将根据工程的实际需要，参照上述标准计算复垦费用。如与工程开工时间不同年份，物价有变动，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整。

（二）计费标准

根据【湘财建〔2014〕22号】，本项目估算由工程施工费、设备费、其它费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、不可预见费等几个部分构成，计算单位以元为单位，取小数点后两位计到分，汇总后取整数到元。

1、工程施工费

工程施工费，是指项目工程施工发生的各项支出，工程施工费计价办法参照现

行省颁建设工程的计价办法和相关行业的定额标准执行。

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

(1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=定额劳动量(工日)×人工预算单价(元/工日)；

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(台班)×施工机械台班费(元/台班)。

2) 措施费

措施费是指为完成工程项目施工发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。该项目措施费主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费、安全施工措施费。项目措施费计算具体见表 5-1。

表 5-1 措施费费率表

序号	工程类别	计费基础	费率(%)				
			临时设施	冬雨季施	施工辅	安全施工	合计
1	土方工程	直接工程费	2	1.1	0.7	0.2	4.0
2	石方工程		2	1.1	0.7	0.2	4.0
3	砌体工程		2	1.1	0.7	0.2	4.0
4	混凝土工程		3	1.1	0.7	0.2	5.0
5	农用井工程		3	1.1	0.7	0.2	5.0
6	其他工程		2	1.1	0.7	0.2	4.0
7	安装工程		3	1.1	1.0	0.3	5.4

临时设施费注：①其他工程：指除上述工程以外的工程：如防渗、架线工程等；②安装工程：包括设备及金属结构件(钢管、铸铁管等)安装、PVC管、混凝土管安装工程等。

(2) 间接费

依据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准(试行)》(湘财建〔2014〕22号)，间接费=直接费(或人工费)×间接费率。依据《湖南省国土资源厅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》(湘国土资发〔2017〕24号)要求，将“城市维护建设税”、“教育费附加”和“地方教育费附加”调整到间接费的企业管理费中，相应的间接费率调增 0.45% (以人工费为计费基础的安装工

程费率不调整)。取费标准见表 5-2。

(3) 利润

依据《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准(试行)》(湘财建〔2014〕22号)规定,利润按直接费和间接费之和的3%计取,即:利润=(直接费+间接费)×3%。

表 5-2 间接费率表

序号	工程类别	计费基础	间接费率(%)
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

(4) 税金

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。依据《湖南省国土资源厅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》(湘国土资发〔2017〕24号)要求,税金按建筑业适用的增值税率9%计算。税金=(直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费)×9%。

2、设备费

设备费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。其计算应依据土地复垦的性质,复垦所需的设备选定。一般包括购置水泵、水管等永久性设备。

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。其他费用按施工费的12%计算,统筹使用。

(1) 前期工作费

指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出,包括:土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与估算编制费、项目招标费和重大工程规划编制费等。

(2) 工程监理费

工程监理费是指委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程监督与管理所发生的费用。

(3) 竣工验收费

竣工验收费主要包括项目工程验收费、项目决算的编制与审计费，整理后土地的重估与登记费，基本水田补划与标记设定费等。

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。不可预见费费率按工程施工费 10.00% 计取。

5、监测与管护费

(1) 监测费

本项目有水质监测、水位监测、地质灾害监测、复垦监测。

(2) 管护工程

对复垦区林地进行有针对性的巡查、补植、除草、施肥绕水、修枝、喷药等管护工作所发生的费用；以保证复垦植被的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。林地管护按 3 元/m²，管护时间 3 年计算。

6、预留费用

包括拆迁补偿费（对房屋拆迁、林木及青苗损毁等所发生的适当补偿费用）、房屋受损补偿预留费用、地灾隐患有可能发生预留的费用、耕地占补平衡等预留费用；采取适量一次补偿方式编制预算。前述矿山地下开始可能导致地面变形，影响耕地 2.8958hm²、威胁房屋 8 栋，平均每栋 15 万元的房屋修缮费，按 30% 损坏率作为未来可能受损房屋修缮的预留资金；耕地治理费按照湘西耕地每年两季综合产值 0.5 万元/亩预留耕地治理费用；每口水井每年预留 0.2 万元生活保障用水预留资金，按 50% 受影响房屋计。

根据上述方法以，矿山服务年限共 15.4 年，计算预留费用如下：

房屋修缮费=8*30%*15=36（万元）；

耕地治理费=0.5* (2.8958/666.7*10⁴) *15.4=334.45 (万元)；

饮用水预留资金=0.2*8*15.4*50%=12.32 (万元)。

预留费用总计约 382.77 万元。矿山根据后续开采过程中具体的治理恢复工程投资额，视具体情况可作相应调整。

7、基础单价

(1) 人工预算单价：《湖南省土地开发整理项目预算补充定额标准》计价的人工费 2014 年制定，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)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 82.88 元/工日、乙类工按中级工标准 68.16 元/工日计算。

(2) 材料估算单价：材料估算单价为湖南省湘西自治州建设工程造价站发布的 2024 年 7 月建设工程材料市场综合价。

(3) 施工机械台班费：按《湖南省土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算，台班费中人工费按甲类工计，施工机械台班费单价表见表 5-4。

8、费用标准工程施工费估算单价分析

以各单位分项工程为基础，在计算人工、用材量、施工机械台时量后，分别按人工预算单价、材料估算单价、施工机械台时费计算出直接工程费，再根据不同工程类别措施费费率、间接费费率、利润率和税金率，计算出分项工程施工费综合单价 (见表 5-3)。

表 5-3 施工机械台班单价计算表

编号	机型规格	费用构成														台班费	
		(一)				(二)											
		折旧费	修理及	安装	小计	人工		柴油		电		水		风			小计
			替换费	拆卸费		工日	金额	数量	单价	数量	单价	数量	单价	数量	单价		
元	元	元	元	工日	金额	数量	单价	数量	单价	数量	单价	数量	单价	元			
1004	挖掘机 1m³	159.13	163.89	13.39	336.41	2	82.88	72	4.5							489.76	826.17
1012	推土机 55kw	29.42	39.06	1.37	69.85	2	82.88	40	4.5							345.76	415.61
1013	推土机 59kw	33.52	40.42	1.52	75.46	2	82.88	44	4.5							363.76	439.22
1014	推土机 74kw	92.39	110.92	4.18	207.49	2	82.88	55	4.5							413.26	620.75
1020	履带式拖拉机 55kw	31.06	37.27	1.79	70.12	2	82.88	43	4.5							359.26	429.38
1021	履带式拖拉机 59KW	43.45	52.13	2.82	98.40	2	82.88	55	4.5							413.26	511.66
1022	履带式拖拉机 74kw	63.96	75.42	3.58	142.96	2	82.88	67	4.5							467.26	610.22
1025	铲运机拖式 6-8m³	30.24	37.16	3.39	70.79											0	70.79
1040	蛙式打夯机 功率 2.8kw	0.99	5.9		6.89	2	82.88			18	0.8					180.16	187.05
1042	风钻 手持式	7.18	6.21		13.39							1.1	0.8	795	0.16	128.08	141.47
1050	无头三铧犁	3.1	8.27		11.37											0	11.37
1052	刨毛机	33.28	43.27	1.55	78.10	2	82.88	37.4	4.5							334.06	412.16
1053	风镐 手持式	0.94	3.3		4.24							3.2	0.8	320	0.16	53.76	58.00
1054	小型挖掘机 油动 0.25m³	83.29	38.41	6.3	128.00	2	82.88	20.5	4.5							258.01	386.01
3002	混凝土搅拌机 0.4m³	21.07	34.19	6.85	62.11	2	82.88			50	0.8					205.76	267.87
3005	混凝土振捣器 2.2kw (插入式)	3.24	11.16		14.40					12	0.8					9.6	24.00
3008	风水(砂)枪	1.17	2.05		3.22		0			192	0.8					153.6	156.82
4011	自卸汽车 5t	66.15	33.1		99.25	1.33	82.88	39	4.5							285.7304	384.98
4012	自卸汽车 8t	74.57	78.05		152.62	1	82.88	35	4.5							240.38	393.00
4040	双胶轮车	0.93	2.29		3.22											0	3.22
6001	电动空气压缩机 (3m³/min)	8.65	17.82	2.45	28.92	1	82.88			103	0.8					165.28	194.20
7004	电焊机直流 30KVA	4.5	2.97	0.83	8.30	1	82.88			168	0.8					217.28	225.58
5013	卷扬机 3t	8.64	3.36	0.14	12.14	1	82.88			43	0.8					117.28	129.42
5018	电动葫芦 3t	4.36	2.67		7.03					18	0.8					14.4	21.43
1038	内燃压路机 8-10t	22.67	39.44		62.11	2	82.88	31	4.5							305.26	367.37

表 5-4 矿山生态修复分项工程施工费单价估算表（单位：元）

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	未计价 材料费	税金	综合 单价	工程 量	小计
				人工费	材料费	机 械 使用费	直 接 工程费	措施费	合计								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			
一		保护保育工程														37720.15	
		提示牌	块	280	1924.72	800	3004.72	120.19	3124.91	170.31	98.86			305.47	3699.54	1	3699.54
		宣传栏	块	260	2880.5		3140.50	125.62	3266.12	178.00	103.32			319.27	3866.72	1	3866.72
	F3-52	防护栏	m	40.63	46.86	0.29	87.78	3.51	91.29	4.98	2.89			8.92	108.08	279	30153.90
二		生态修复工程														1352345.69	
(一)		土地复垦工程															
1		土壤重构工程															
		覆土														3718.30	
	10221	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0~0.5km~自卸汽车 8t	100m ³	73.11		611.26	684.37	27.37	711.74	38.79	22.52			69.57	842.63	2.71	2283.52
	10316	推土机推土一、二类土 40~50m /推土机 74KW	100m ³	21.47		279.56	301.03	12.04	313.07	17.06	9.90			30.60	370.64	2.71	1004.44
	10043	土地翻耕 一、二类土	公顷	830.89		630.77	1461.66	58.47	1520.13	82.85	48.09			148.60	1799.66	0.0451	81.16
	10386	人工细部平整	公顷	3092.01			3092.01	123.68	3215.69	175.26	101.73			314.34	3807.01	0.0451	171.70
	10387	人工地力培肥	公顷	3157.85		38.42	3196.27	127.85	3324.12	181.16	105.16			324.94	3935.38	0.0451	177.49
2		植被恢复工程														1253851.33	
	10228	1m3 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 5~6 km~自卸汽车 8t	100m ³	73.11	1200.00	1161.8	2434.91	97.40	2532.31	138.01	80.11			247.54	2997.97	57.925	173657.12
	40257	机械拆除混凝土	100m ³	13200.5		18139.8	31340.3	1692.38	33032.68	1800.28	1044.99			3229.02	39106.96	24.763	968405.67
	20280	推土机推运石渣 100 m /推土机 74KW	100m ³	89.77		954.27	1044.04	56.38	1100.42	59.97	34.81			107.57	1302.77	24.763	32260.52
	10316	推土机推土一、二类土 40~50m /推土机	100m ³	21.47		279.56	301.03	12.04	313.07	17.06	9.90			30.60	370.64	18.93	7016.23

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	未计价 材料费	税金	综合 单价	工程 量	小计
				人工费	材料费	机 械	直 接	措施费	合计								
						使用费	工程费										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			
		74KW															
	10386	人工细部平整	公顷	3092.01				3092.01	123.68	3215.69	175.26	101.73		314.34	3807.01	1.5371	5851.76
	90001	栽种乔木女贞（带土球，土球直径在20cm以内）	100株	259.35	514.16			773.51	30.94	804.45	43.84	25.45	700	141.64	1715.38	15.37	26365.37
	90001	栽种乔木红叶石楠（带土球，土球直径在20cm以内）	100株	259.35	514.16			773.51	30.94	804.45	43.84	25.45	500	123.64	1497.38	11.53	17264.77
	90007	栽植乔木复羽叶栎树（裸根）	100株	102.58	514.16			616.74	24.67	641.41	34.96	20.29	1000	152.70	1849.36	11.53	21323.08
	90030	种草 撒播 不覆土	公顷	146	816			962.00	38.48	1000.48	54.53	31.65		97.80	1184.46	1.441	1706.80
3		P1、P2、P3 排水沟															81025.34
	10205	挖掘机挖土，一、二类土，就地堆放	100m³	47.03		152.02	199.05	7.96	207.01	11.28	6.55			20.24	245.08	3.327	815.38
	10343	建筑物土方回填夯实	100m³	3583.25			3583.25	143.33	3726.58	203.10	117.89			364.28	4411.85	0.767	3383.89
	10341	原土夯实	100m²	248.75		288.99	537.74	21.51	559.25	30.48	17.69			54.67	662.09	3.41	2257.72
	30022 换	浆砌石排水沟 毛石 M7.5 水泥砂浆	100m³	13024	15433.18		28457.18	1138.29	29595.47	1612.95	936.25	248.89		2915.42	35308.98	1.705	60201.82
	40279	伸缩缝 沥青木板	100m²	2645.38	5704.99	2.72	8353.09	417.65	8770.74	565.71	280.09			865.49	10482.04	0.1705	1787.19
	50065	PVC 导管安装 50mm 以内	100m	32.62	674.62		707.24	38.19	745.43	480.80	36.79			113.67	1376.69	2.046	2816.71
	30075	砌体砂浆抹面 1:2 水泥砂浆	100m²	796.94	521.23		1318.17	52.73	1370.90	74.71	43.37	263.77		157.75	1910.50	5.11	9762.64
(二)		矿山地质灾害防治工程															1803.46
	D5-92 5	警示牌	块	94.08	200		294.08	10.59	304.67	16.60	9.64			29.78	360.69	5	1803.46
(三)		其他工程															11947.27

序号	定额 编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	未计价 材料费	税金	综合 单价	工程 量	小计
				人工费	材料费	机 械	直 接	措施费	合计								
						使用费	工程费										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			
	30020 换	主风井硐口封堵 浆 砌石挡墙毛石	100m ³	10717.8	15360.3		26078.10	1043.12	27121.22	1478.11	857.98	248. 89		2673.56	32379.76	0.3584	11604.91
	30075	砌体砂浆抹面 1:2 水泥砂浆	100m ²	796.94	521.23		1318.17	52.73	1370.90	74.71	43.37	263. 77		157.75	1910.50	0.1792	342.36
三		监测和管护工程															252413.00
1		监测工程															206300.00
		简易监测	次												50.00	2494	124700.00
		遥感	次												4000.00	16	64000.00
		水质监测	组												500.00	16	8000.00
		土壤监测	件												600.00	16	9600.00
2		管护工程															46113.00
		林地、草地	m ² ·3年												3.00	15371	46113.00
1642478.85																	

(三) 生态保护修复工程费用估算

1、工程总投资费用估算

矿山生态保护修复工程总费用投资估算为 583.16 万元（表 5-5）。其中，工程施工费 164.25 万元（表 5-6），其他费用 19.71 万元，不可预见费 16.43 万元，预留费用 382.77 万元。

表 5-5 矿山生态修复工程费用估算汇总表（单位：万元）

序号	项目或费用名称	计算式	估算（万元）
一	工程施工费	1+2+3	164.25
1	生态保护保育工程		3.77
2	生态修复工程		135.24
3	监测工程和管护工程		25.24
二	其他费用	(一) *12%	19.71
三	不可预见费	(一) *10%	16.43
四	预留费用		382.77
1	房屋修缮费	8*30%*15	36.00
2	耕地治理费	10*2.9*15.4	334.45
3	饮用水保障金	0.2*8*15.4*50%	12.32
	合计	(一) + (二) + (三) + (四)	583.16

表 5-6 工程施工费预算表（单位：元）

序号	定额编号	单项名称	单位	综合单价	工程量	小计
	(1)	(2)	(3)	(15)		
一		保护保育工程				37720.15
		提示牌	块	3699.539	1	3699.54
		宣传栏	块	3866.717	1	3866.72
	F3-52	防护栏	m	108.078	279	30153.90
二		生态修复工程				1354507.64
(一)		土地复垦工程				
1		土壤重构工程				
		覆土				3718.30
	10221	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 0~0.5km~ 自卸汽车 8t	100m ³	842.626	2.71	2283.52
	10316	推土机推土一、二类土 40~50m /推土机 74KW	100m ³	370.641	2.71	1004.44
	10043	土地翻耕 一、二类土	公顷	1799.658	0.0451	81.16
	10386	人工细部平整	公顷	3807.015	0.0451	171.70

	10387	人工地力培肥	公顷	3935.384	0.0451	177.49
2		植被恢复工程				1256013.28
	10228	1m ³ 挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 5~6km~ 自卸汽车 8t	100m ³	2997.965	57.925	173657.12
	40257	机械拆除混凝土	100m ³	39106.961	24.763	968405.67
	20280	推土机推运石渣 100m / 推土机 74KW	100m ³	1302.771	24.763	32260.52
	10316	推土机推土一、二类土 4 0~50m /推土机 74KW	100m ³	370.641	18.93	7016.23
	10386	人工细部平整	公顷	3807.015	1.5371	5851.76
	90001	栽种乔木女贞 (带土 球, 土球直径在 20cm 以 内)	100 株	1715.378	15.37	26365.37
	90001	栽种乔木红叶石楠 (带 土球, 土球直径在 20cm 以内)	100 株	1497.378	11.53	17264.77
	90007	栽植乔木复羽叶栎树 (裸根)	100 株	1849.357	11.53	21323.08
	90030	种草 撒播 不覆土	公顷	1184.455	1.441	1706.80
3		P1、P2、P3 排水沟				81025.34
	10205	挖掘机挖土, 一、二类 土, 就地堆放	100m ³	245.079	3.327	815.38
	10343	建筑物土方回填夯实	100m ³	4411.850	0.767	3383.89
	10341	原土夯实	100m ²	662.088	3.41	2257.72
	30022 换	浆砌石排水沟 毛石 M 7.5 水泥砂浆	100m ³	35308.983	1.705	60201.82
	40279	伸缩缝 沥青木板	100m ²	10482.041	0.1705	1787.19
	50065	PVC 导管安装 50mm 以内	100m	1376.693	2.046	2816.71
	30075	砌体砂浆抹面 1:2 水泥 砂浆	100m ²	1910.496	5.11	9762.64
(二)		矿山地质灾害防治工程				1803.46
	D5-925	警示牌	块	360.691	5	1803.46
(三)		其他工程				11947.27
	30020 换	主风井硐口封堵 浆砌 石挡墙毛石	100m ³	32379.759	0.3584	11604.91
	30075	砌体砂浆抹面 1:2 水泥 砂浆	100m ²	1910.496	0.1792	342.36
三		监测和管护工程				252413.00
1		监测工程				206300.00
		简易监测	次	50.000	2494	124700.00
		遥感	次	4000.000	16	64000.00
		水质监测	组	500.000	16	8000.00
		土壤监测	件	600.000	16	9600.00
2		管护工程				46113.00
		林地、草地	m ² ·3 年	3.000	15371	46113.00
	合计					1642478.85

2、年度投资估算

根据年度工程量，各分项工程施工费单价，估算出矿山开采后分年度生态保护修复工程措施费。生态保护修复资金投入计划见（表 5-7），年度费用估算明细表详见表 5-8 至表 5-12。

表 5-7 矿山生态修复工程费用年度估算表（单位：万元）

序号	年度	工程措施费	费用投资	备注
1	第 1 年	2.25	61.270	费用投资包含其他费、不可预见费、预留费用
2	第 2 年	1.32	24.128	费用投资包含其他费、不可预见费、预留费用
3	第 3 年	1.32	24.128	
4	第 4 年	1.32	24.128	
5	第 5 年	1.32	24.128	
6	第 6 年	1.32	24.128	
7	第 7 年	1.32	24.128	
8	第 8 年	1.32	24.128	
9	第 9 年	1.32	24.128	
10	第 10 年	1.32	24.128	
11	第 11 年	1.32	24.128	
12	第 12 年	1.32	24.128	
13	第 13 年	1.32	24.128	
14	第 14 年	1.32	24.128	
15	第 15 年	1.32	24.128	
16	第 16 年	138.8995	178.46	
17	第 17-19 年	4.61	5.63	费用投资包含其他费
合计		164.25	583.16	

表 5-8 第 1 年度修复工程费用估算明细表（单位：元）

序号	分项工程	单位	工程量	综合单价	小计
1	提示牌	块	1	3699.54	3699.539
2	宣传栏	块	1	3866.72	3866.717
3	警示牌	块	5	360.69	1803.456
4	采空区地面变形监测	次	84	50.00	4200.00
5	井泉、坑塘水位监测	次	36	50.00	1800.00
6	取样分析	组	1	4000.00	4000.00
7	取样分析	件	1	500.00	500.00
8	遥感测量	次	1	600.00	600.00
一	工程措施费	1+2+3...+8			20469.71
二	其他费	(一) *12%			2456.37
三	不可预见费	(一) *10%			2046.97
四	预留费用	679825			679825
总计	(一) + (二) + (三) + (四)				704798.05

表 5-9 第 2-15 年度修复工程费用估算明细表（单位：元）

序号	分项工程	单位	工程量	综合单价	小计
1	采空区地面变形监测	次	126	50.00	6300.00
2	井泉、坑塘水位水量监测	次	36	50.00	1800.00
3	遥感	组	1	4000.00	4000.00
4	水质监测	件	1	500.00	500.00
5	土壤监测	次	1	600.00	600.00
一	工程措施费	1+2+...+5			13200.00
二	其他费	(一) *12%			1584.00
三	不可预见费	(一) *10%			1320.00
四	预留费用	225174			225174.00
总计	(一) + (二) + (三) + (四)				241278.00

表 5-10 第 16 年度修复工程费用估算明细表（单位：元）

序号	分项工程	单位	工程量	综合单价	小计
1	保护围栏	m	279	108.08	30153.90
2	表土覆土	m ³	271	8.43	2283.45
3	表土覆土	m ³	271	3.71	1005.41
4	翻耕	hm ²	0.0451	1799.66	81.16
5	细部平整	hm ²	0.0451	3807.01	171.70
6	人工地力培肥	hm ²	0.0451	3935.38	177.49
7	硬化物拆除	m ³	2476.3	391.07	968404.16
8	废弃物运移	m ³	2476.3	13.03	32260.49
9	推土	m ³	1893	3.706	7015.46
10	表土覆土	m ³	5792.5	29.98	173657.12
11	细部平整	hm ²	1.5371	3807.01	5851.76
12	植乔木女贞	株	1537	17.1539	26365.54
13	植乔木红叶石楠	株	1153	14.9738	17264.79
14	植乔木复羽叶栾树	株	1153	18.49	21323.12
15	撒播种草	hm ²	1.441	1184.46	1706.80
16	挖掘机挖沟渠	m ³	332.7	2.45	815.38
17	土方回填	m ³	76.7	44.12	3383.89
18	原土夯实	m ²	341	6.62	2257.73
19	浆砌片石砌筑	m ³	170.5	353.09	60201.85
20	伸缩缝	m ²	17.05	104.82	1787.19
21	导渗管	m	204.6	13.77	2816.71
22	水泥砂浆抹面	m ²	511	19.105	9762.64
23	浆砌片石	m ³	35.84	323.80	11604.91
24	砂浆抹面	m ²	17.92	19.11	342.36
25	采空区地面变形监测	次	49	50.00	2450.00
26	井泉、坑塘水位水量监测	次	15	50.00	750.00

27	遥感	次	1	4000.00	4000.00
28	水质监测	件	1	500.00	500.00
29	土壤监测	组	1	600.00	600.00
一	工程措施费	1+2+...+28			1388995.00
二	其他费	(一) *12%			166679.40
三	不可预见费	(一) *10%			138899.50
四	预留费用	90070			90070.00
总计	(一) + (二) + (三) + (四)				1784643.90

表 5-11 第 17-19 年度修复工程费用估算明细表 (单位: 元)

序号	分项工程	单位	工程量	综合单价	小计
1	管护工程	m ²	15371	3.00	46113.00
一	工程措施费	1+2+...+5			46113.00
二	其他费	(一) *12%			5533.56
三	不可预见费	(一) *10%			4611.30
总计	(一) + (二) + (三)				56257.86

二、基金管理

(一) 资金来源

根据《土地复垦条例实施办法》(2019, 根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正), 由采矿权人负责保护修复, 其费用列入生产成本。采矿权人应当依照国家有关规定, 计提矿山生态保护修复基金; 基金由企业自主使用, 根据其矿山生态保护修复方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等, 统筹用于开展矿山生态保护修复工作。采矿生产项目的土地复垦费用预存, 统一纳入矿山生态保护修复基金管理。

(二) 基金管理

矿山企业应当在银行设立基金专户, 专款专用, 足额存入基金, 并实行专账核算, 单独、据实反映基金的计提和使用情况, 按照“企业所有、确保需求、规范计提、依规使用、三方监管”的原则进行管理。矿山企业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本《方案》, 根据实际情况, 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。

1、基金计提

本方案按照《矿山生态保护修复方案编制规范》（DB43/T 2298-2022）要求，将《方案》适用年限内矿山生态保护保育、生态修复、监测与后期管护等费用足额列入经费估算，以此核定需计提基金总额，确保满足矿山生态保护修复需求。根据《湖南省矿山生态修复基金管理办法》（湘自资规〔2022〕3号），基金计提实行一次性计提和分年计提两种方式。矿山剩余服务年限不足3年（含3年）的，应当一次性完成基金总额计提。矿山剩余服务年限3年以上的，可以分年完成基金总额计提。本矿山剩余服务年限15.4年，前期矿山生态修复治理基金余额为141.03万元，扣除基金余额后按分年计提方式提取，8年内计提完成，生态修复基金计提年度计划见表5-12。

表 5-12 矿山生态修复基金计提年度计划表（单位：万元）

序号	年度	基金计提金额	备注
1	第1年	/	首年不计提，扣减基金余额141.03万后按年度计提
2	第2年	63.16	剩余442.13万元，在8年内计提完成。
3	第3年	63.16	
4	第4年	63.16	
5	第5年	63.16	
6	第6年	63.16	
7	第7年	63.16	
8	第8年	63.17	
合计		583.16	583.16

采矿权发生转让或整合时，矿山生态保护修复义务同时转移。受让人或整合主体应承担矿山生态保护修复主体责任与义务，重新设立基金专户，按照《湖南省矿山生态修复基金管理办法》的规定计提、使用和管理基金。原采矿权人已计提基金由其与受让人或整合主体双方协商处置。

本《方案》超过适用年限，或矿山变更开采矿种、开采方式、开采规模或开采范围，以及矿山实际开采和生态修复情况发生较大变化的，应当根据实际情况重新编制《方案》，重新核定需计提基金总额，并根据经审查通过的新《方案》，按《湖南省矿山生态修复基金管理办法》规定计提基金。

2、基金使用

基金由矿山企业专项用于矿业活动产生的地形地貌景观破坏、土地资源占损、水资源水生态破坏、矿山地质灾害、生物多样性破坏等生态问题的修复治理，以及矿山

生态保护保育、监测与后期管护等。矿井涌水及采矿地下水影响环境的按生态环境主管部门要求执行。

矿山企业应当按照本《方案》落实矿山生态保护修复任务，按有关规定适时向自然资源主管部门申请矿山生态保护修复验收。验收合格的，矿山企业向所在地县级自然资源主管部门提出资金划转申请。县级自然资源主管部门出具基金划转通知书，并明确可划转基金额。专户银行凭基金划转通知书划转基金。

经年度、分期验收合格的，可划转基金额不得高于矿山企业年度计提额和验收意见书中当年度矿山生态保护修复工程投资额。

经关闭验收合格的，县级自然资源主管部门在确定划转基金额时，应按照《方案》留足基金余额，以满足矿山关闭后仍可能产生的生态问题修复与后期管护。管护期满并经验收合格后，矿山企业按管理办法上述规定划转基金。

因破产、违法被吊销生产经营资质等自身原因终止采矿行为的矿山企业，应当依法履行矿山生态保护修复义务，所需费用从矿山企业已计提的基金中列支，不足部分由矿山企业补足。

基金被人民法院执行清偿债务时，矿山企业应当及时补足被划转的基金。基金被人民法院查封时，矿山企业应及时提供相应数额的担保。

3、监督管理

自然资源主管部门负责组织本级发证矿山《方案》审查；按职责对辖区内采矿权人履行矿山生态保护修复义务情况，以及矿山生态修复基金计提、使用和管理工作进行指导和监管。

县级自然资源主管部门负责与矿山企业及基金专户开户银行签订三方监管协议，按照基金管理办法规定明确基金计提与使用的程序、条件和违约责任等；负责组织矿山生态保护修复年度验收工作；负责县级发证矿山生态保护修复分期验收和关闭验收工作。

市级自然资源主管部门负责辖区内市级以上发证矿山生态保护修复分期验收和关闭验收工作，负责对县级自然资源主管部门矿山生态保护修复年度验收工作进行监督检查。

省自然资源厅适时对全省矿山生态保护修复工作进行抽查。

生态环境主管部门按职责对矿山企业履行矿山生态保护修复义务时涉及的生态环境保护工作进行指导和监管，根据需要适时配合自然资源主管部门开展矿山生态保护修复验收、抽查等相关工作。

矿山企业应按照《方案》有序开展矿山生态保护修复工作，在采矿许可证有效期内按周期申请矿山生态保护修复年度验收；在办理采矿许可证延续、变更、注销登记时，申请矿山生态保护修复分期或关闭验收；在矿山生态保护修复验收过程中，如实提供基金提取、使用的相关凭据、资料。采矿权人应当按要求将《方案》执行、基金计提和使用情况录入矿业权人勘查开采信息公示系统，及时向社会公示，接受社会监督。

矿山企业未履行矿山生态保护修复责任或履行不到位的，按下列规定处理：

（1）未按本办法规定计提基金，由县级以上自然资源主管部门责令限期计提；逾期不计提的，依据《矿山地质环境保护规定》，处3万元以下的罚款，不受理其采矿权延续变更申请。

（2）未按《方案》或矿山生态保护修复年度计划开展矿山生态保护修复的，由矿山所在地自然资源主管部门责令限期改正；拒不整改或整改不到位的，依据《矿山地质环境保护规定》，处3万元以下罚款，不受理其申请新的采矿权许可证或者申请采矿许可证延续、变更、注销。

（3）拒不履行矿山生态保护修复义务或履行不到位的，由县级自然资源主管部门根据《湖南省地质环境保护条例》第三十七条规定，责令限期恢复治理；逾期不恢复治理的，按照职责权限组织恢复治理，所需经费由采矿权人承担；对采矿权人处十万元以上五十万元以下罚款，造成严重后果的，吊销其采矿许可证。

（4）自然资源主管部门不得通过其矿山生态保护修复年度、分期、关闭验收，应当将其相关信息在矿业权人勘查开采信息公示系统中予以公示，并依法列入异常名录或严重违法名录，责令其限期整改。

（5）对经责令限期整改仍拒不及时全面履行矿山生态保护修复义务的，可将其违法违规情况建立信用记录，纳入全国信用信息共享平台，通过“信用湖南”“信用中国”网站、国家企业信用信息公示系统等向社会公布，为相关行业、部门实施联合惩戒提供信息；情节严重的，属地自然资源主管部门应当衔接相关部门启动公益诉讼。

第六章 保障措施

一、组织管理

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。

1、矿山企业在建立机构的同时，应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。以便复垦工作顺利实施。企业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、矿山应承诺按照本矿山生态保护修复方案确定的年度安排，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作实施统一管理。

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，调动开发复垦的积极性。提高社会对矿山生态保护修复工作在保护生态环境和经济持续发展和重要作用的认识。

二、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。

加强对矿山企业技术人员的培训，组织专家咨询研讨，引进先进技术，跟踪监测，及时评估生态保护修复效果。

三、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山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，矿山应自觉接受县自然资源主管部门及有关部门处罚。

四、适应性保障

生态保护修复实施中，矿山应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，并为相关技术管理人员提供长期的人力和物理支持和经费保障，定期监测矿区水质、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。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，因此其土地条件、生态环境等特性比较脆弱，需要3年的管护期，防止复垦土地的退化。

五、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。

本项目在矿山生态保护修复方案报告编制过程中，得到了市县自然资源主管部门、矿山等相关部门的指导和大力支持。通过广泛调查和征求农业、林业、水力等相关部门的意见和建议，根据矿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，使本矿山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。

同矿山企业工程技术人员一起进行实地踏勘，充分听取矿山企业及周边当地人民群众的意见，获得矿区的基础资料，经综合分析、整理后形成矿山生态保护修复方案报告书简本，并再次征求矿山企业及其周边当地人民群众的意见，使生态保护修复方案更加切合实情。

审查通过的《矿山生态保护修复方案》和年度生态修复计划将在当地进行公示，接受当地群众的监督，矿山企业将及时认真处理当地群众反映的问题。

第七章 矿山生态保护修复方案可行性分析

一、经济可行性分析

(一) 市场分析

铝土矿是一种重要的铝原料，广泛应用于铝冶炼、建筑材料、航空航天、汽车制造等行业。近年来，铝土矿作为铝工业的重要原料，其需求将随着相关行业的发展持续增加。受到中国等国家的铝工业发展和市场需求的增加影响，全球经济的快速发展和工业化进程的推进，铝土矿市场将继续保持良好的发展态势，铝土矿价格呈现出波动上升的趋势。铝土矿作为具有垄断性质资源，未来全球铝土矿市场将呈现出一定的竞争格局。

根据开发利用方案，矿山在未来的生产经营中，每年将为国家增收各种税费 1035.23 万元，企业也将获得 1414.8 万元的净利润，投资回收期为 1.2 年。根据矿山服务年限为 16.8 年，企业将获得总利润为 23768 万元，不仅为国家创造财富，而且可以增加就业岗位，大大促进地方经济的发展。

(二) 投资估算

根据开发利用方案，开发利用中考虑的投资范围包括采矿权价款、矿山安全费用、其它矿产附加费用、主要设备设施建设购置、建筑工程、征地和道路修建等；初步估算投资费用总额约为 1600.7 万元。该部分资金筹措全部采用企业自筹方式。

(三) 利润分析

根据开发利用方案，李家田铝土矿矿石年产量*；

根据目前市场情况调查及矿山近年售价，铝土矿石原矿销售价格按 200 元/吨计。

原矿直接成本：60.5 元/吨（见表 7-1）。

表 7-1 原矿吨成本构成估算表

吨矿工资	炸药雷管	电费	生产工具	维检费	低值易耗	其它	合计	备注
13.5 元/吨	15 元/吨	8 元/吨	5 元/吨	10 元/吨	3 元/吨	6 元/吨	60.5 元/吨	

税金：增值税 13%，税金附加 10%，资源税 2%；

采矿权使用费：1000 元/km²；

矿山安全费用：15 元/t;

环境治理费用：2 元/t;

矿山维简费：3 元/t;

销售收入：20 万×200=4000 万元

成本：20 万×60.5=1210 万元

增值税：(4000-1210) 万×13%=362.7 万元

税金附加（按增值税的 10%）：362.7 万×10%=36.3 万元

资源税：2%×200×20=80 万元

采矿权使用费：0.1 万元/km²×矿区面积=0.436 万元

矿山维简费：20×3 元/t=60 万元

矿山安全费用：20×15 元/t=300 万元

环境治理费用：20×2 元/t=40 万元

年管理费用：年销售收入×5%=200 万元

税前利润：4000-1210-362.7-36.3-80-0.436-60-300-40-200=1710.6 万元

所得税：1710.6×25%=427.6 万元

税后利润：1710.6-427.6=1283 万元

矿山在未来的生产经营中，每年将为国家增收各种税费 1079.4 万元后，企业将获得 1283 万元的净利润。在现有市场条件下的利润空间，根据矿山现有资源量服务年限 16.3 年计算，企业将获得总税后利润为 20912.9 万元。本矿山生态修复保护预期投入资金估算 583.16 万元。故矿山正常生产开发活动中，在做好生态保护修复以及其他环境治理工作等同时，能实现约 20329.74 万元的盈利，总体效益较好，经济可行性好。该矿开采可为国家增收各种税费总计约 17594.22 万元，而且可以增加就业岗位，促进地方经济的发展。同时，矿山开采发证前采滥挖的民众采挖现象较多，既造成国家矿产资源流失，也造成当地水土流失植被破坏，导致生态环境恶化，矿区设立矿权，既保护了矿产资源，又在保护中规范有序开采，并能有责任主体负责生态环境恢复和复垦。因此矿山开采的社会性效益较大。此外，矿山开采综合利用率高，不会产生较多土地资源和环境的破坏，经济效益和环境效益双收。

综上，矿山开采的经济可行性较好，同时具有较大的社会效益，兼有综合利用的较大经济潜力。

二、技术可行性分析

本矿山生态保护修复方案设计的生态修复工程主要为土地复垦及截排水沟等工程。复垦措施中的土壤重构主要拟采取土地剥离、覆土回填、平整和翻耕，都是机械或人工就可以完成的，施工难度小；植被恢复中工业广场、原矿部植树种草，施工难度均较小，树种选用女贞、复羽叶栎树、红叶石楠等，多为矿山范围自然生长的植物树种，成活率高。因此复垦措施经济合理，技术上可行。

复垦配套措施中的排水沟拟选用2种形式，第一种是用于复垦为乔木林地的工业广场，采用经济环保的土沟，在满足排水需求的同时能达到自然生态复垦的目的；第二种为边坡坡脚截排水沟，拟选用浆砌石结构水沟，即可就地取材，也能满足截排水防涝需要，也能保持沟坡稳定。故配套设施采取的修复措施工程科学合理又经济，可行性较好。

综上，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，又经济环保，较适宜各场区土地复垦；按上述工程实施后，矿区生态环境会得到及时治理和恢复，矿区生态修复技术上可行。

三、生态环境可行性分析

通过对土地复垦、造林绿化，提高了植被覆盖率，减少了水土流失，维护了当地良好的生态环境。生态修复后，复垦为旱地的范围位于冲沟内，水源能得到保证，交通方便，利于当地居民种植农作物，原地类就为耕地，与周围环境协调，适应性好；拟种植的乔木、撒播的草种均为当地植物，与周围环境适应性协调性较好。所复垦的地类、种植的植物听取了当地居民要求，符合他们对修复的预期要求与可接受度。

故预期矿山按照本方案实施生态保护修复后的各场地安全稳定，对人类和动植物无威胁；对周边环境不产生污染；生物多样性增加，与周边自然环境和景观相协调；恢复了土地基本功能，因地制宜地实现了土地可持续利用。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。

第八章 结论与建议

一、结论

1、地形地貌景观破坏

矿山开采对原始地形地貌的影响主要体现在工业广场和原矿部对原始地貌的影响。工业广场的建设主要依据地形依山就势进行分级放坡，形成作业平台。开采所产生的废石多数被回填，剩余部分被综合利用，因此矿山生产过程中排弃的废石数量有限，对地貌景观的影响较小。矿山所处位置为丘陵，区内无铁路、高速公路等其他交通干线，矿山不涉及生态保护红线，周边无风景名胜景观（含地质公园、风景名胜区）、重要旅游景区分布，矿山周边植被较发育，总体远离人居。总体上看，矿业活动对地形地貌景观的影响小。

目前矿区已基本完成工业广场的建设，矿山为地下开采，以出售原矿为主，未来新增用地的可能性较小，对地形地貌的影响扩大可能性较小。矿山闭坑后针对地面占损区域包括工业广场及矿部的复垦将使得地形地貌景观破坏得到修复。

2、土地资源占损

现状矿山开采及建设共占损土地资源 2.1137hm²，占损地类主要为工矿用地，面积 1.9773hm²，其次为林地 0.1011hm²，占损少量耕地（水田，非永久基本农田）0.0353hm²。目前基础设施已基本完成，预测新增基础建设设施等占损土地的可能性较小。未来矿山开采期间可能引发采空塌陷和岩溶塌陷地质灾害，预测引发地面变形面积 0.59km²。闭坑后将占损土地复垦，恢复原有生态功能，消除土地资源占损影响。

3、水资源水生态影响

现状矿山对水资源水生态影响小。未来矿业活动有可能会造成约 0.95km² 面积范围的含水层疏干影响，从而导致井泉水量减少或枯竭，有可能造成区内水井水量减少或干涸，造成水塘地表水减少或漏失的可能，影响水塘总面积 0.4365hm²。铝土矿矿体本身无毒，有害物质含量低，对周边环境基本基本无污染，未来工业广场排水会进行沉淀处理后达标排放，对水生态影响小。未来矿山开采期间有可能对水资源造成影

响，闭坑后矿业活动对水资源影响会逐步降低。本方案设计水资源监测工程将对矿区范围产生的水资源影响进行持续监测。

4、矿山地质灾害影响

矿山现状地质灾害影响小。未来矿山开采期间可能引发地面塌陷地质灾害，威胁开采作业人员和开采设备、当地居民 32 人、民房 8 栋、耕地、坑塘、公路、高压线杆。闭坑后地质灾害的影响逐渐减小，引发和遭受地质灾害的可能性小、危险性小。矿区内除设计开采范围外的其它地区，矿业活动对地质环境影响较轻。本方案设计地面变形监测工程将对矿区范围因地下开采可能产生的地面塌陷进行持续监测。

5、生物多样性破坏

现状条件下矿山开采对生物多样性影响较小。未来矿业活动造成的开采区地表水漏失、植被退化等问题将对矿区内生态系统及生物多样性产生一定的影响，但影响小，属可控范围。

6、修复措施

针对诊断的矿山生态问题，拟采取的生态保护修复工程有树立提示和宣传生物多样的标牌工程，设立工业广场和原矿部复垦区围挡等保护保育工程；设立警示牌等地质灾害防治工程；矿山采取边开采边复垦，恢复林地、恢复植被生态环境，加强截排水沟修建的措施工程；闭坑后主、风井口封堵工程；地质灾害、水资源、土壤和植被恢复监测及后期管护工程。

共拟复垦旱地 0.0451hm²，复垦林地 1.5371hm²，共拟修建浆砌石排水沟 184m，排水土沟 157m，防护围栏 279m，宣传栏 1 块，提示牌 1 块，主风井口封堵 35.84m³；拟进行地质灾害监测 1939 次，水资源枯竭监测 555 次，取土样 16 件，取水样 16 组，植被遥感监测 16 次，林地管护面积 15371m²。本方案估算矿山生态保护修复工程总费用为 583.16 万元，其中工程施工费 164.25 万元，其他费用 19.71 万元，不可预见费 16.43 万元，预留费用 382.77 万元。

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

二、建议

1、矿山未来开采过程中若矿山开发利用方案及设计开采范围或采矿权界线等发生变化时，本方案需重新编制。本次服务年限以储量年报剩余资源量为基础，扣除延证前预估开采资源和时间。后期储量核实资源量如有变化，建议根据剩余服务年限适当缩短监测时间，占损土地和其他复垦措施在矿山闭坑后开始实施。

2、矿山生态问题发生重大变化条件时应修编或重编生态保修方案。

3、基金计提建议根据政策动态变化及当地主管部门要求动态调整。

4、矿山开采前宜先对区内岩溶发育情况进行调查和论证，编制岩溶塌陷地质灾害应急预案，确保安全生产。科学留设保护矿柱，岩石破碎地段搞好防壁支护工作，在接近地表矿层或浅部风化带矿石禁止开采，防止地表水流渗入，当采空区达到一定宽度时，采用废矿石碴及时充填，回采时，矿柱不回收。

5、安排专人对矿业活动影响区内的房屋、山塘、溪渠及排土场堆稳定性等进行定期监测，发现问题应尽快及时处理。

6、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。

7、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，按生态环境主管部门要求做好矿山环境污染防治工作。

8、建议矿山生态环境保护修复与绿色矿山建设、水土保持等工作统筹部署。保护好矿山地质环境和生态环境，切实作好废石碴妥善处理及堆放管理，做好废水的达标排放。

9、切实加强已修建生态修复工程的管护工作，定期维护，确保工程的完好有效，监测工程需定期确认监测数据，确保开采活动产生的生态问题及早被发现和治理。并对整个矿权范围进行定期巡护，避免盗采民采事件的发生。

10、严格按开采顺序开采，在采空区矿柱支护较薄弱处按要求修筑人工矿柱，严禁在上部保安矿柱下部开掘巷道，注意围岩和裂隙水的变化，加强对地表水体的监测，避免水害事故。

※ ※ ※ ※ ※

因预测采空区地面变形可能破坏土地资源，村民房屋因无法确定其破坏的具体情况，只是存在破坏的可能性。所以，暂未进行治理恢复与工程设计。但预留了相关资金，未来矿方需视具体情况做相应调整。等矿山闭坑时，根据实际发生的相关矿山环境问题，补充编制生态修复方案。

本方案的恢复治理工程设计不能代替实际实施时的采矿设计、施工设计，工程实施时，请聘请 具专业资质的单位根据拟实施工程的实际情况进行专项工程施工设计及投资预算。