

公示稿

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 矿产资源开发利用与保护总体方案

提交单位：广西陆川县福田瓷土有限公司

提交日期：二〇二五年六月

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 矿产资源开发利用与保护总体方案

提交单位：广西陆川县福田瓷土有限公司

法人代表：杜中杰

编制单位：广西海荣工程勘察设计有限公司

编写人：黄敦杰 刘景阳 龙丽英 黄 森
盘龙平 何婳敏 蓝 岚 陆小金

审核人：林振冬

项目负责人：黄敦杰

技术负责人：林振冬

法人代表：陈巧莲

测量单位：广西捷荣工程咨询有限公司

法人代表：何光曼

测绘资质：乙测资字 45504978

测量人员：廖昆琪 黄开毅

测量日期：2025 年 2 月 24 日

提交日期：2025 年 6 月

**陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿
矿产资源开发利用与保护总体方案编制人员分工表**

姓名	性别	年龄	职称/职务	职称专业/毕业专业	职称证书编号/毕业证编号	承担的主要工作	签字
黄敦杰	男	35	高级工程师	矿业工程	*****	野外调查、项目负责、报告主编	
刘景阳	男	55	高级工程师	水工环	*****	野外调查、资料整理、报告主编	
龙丽英	女	44	-	植物保护	*****	资料整理、制图、报告主编	
盘龙平	男	24	助理工程师	矿物资源工程	*****	野外调查、资料整理、报告主编	
黄 森	男	36	工程师	市政道路与桥梁	*****	野外调查、资料整理、报告参编	
蓝 岚	女	31	助理工程师	地质资源与地质工程	*****	野外调查、资料整理、报告参编	
陆小金	男	30	工程师	土木工程	*****	资料整理、报告参编	
何婳敏	女	34	-	资源管理	*****	资料整理、报告参编	
林振冬	男	42	工程师	建筑工程管理	*****	报告审核	
陈巧莲	女	-	总经理	-	-	报告审定	

摘 要

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿采矿权有效期已届满（有效期至 2025 年 2 月 6 日），目前采矿权人正在办理采矿权延续登记的相关手续。根据相关政策、规定要求，需编制该矿山矿产资源开发利用与保护总体方案。2025 年 2 月 10 日，广西陆川县福田瓷土有限公司公司委托广西海荣工程勘察设计有限公司承担《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿产资源开发利用与保护总体方案》的编制工作。

本次野外工作累计完成主要实物工作量：1:2000 地形测量 1.99km²，1:2000 地质测量 0.20km²，1:50000 区域水文地质调查 25km²，1:5000 专项水文地质 5km²、工程地质 5km²、环境地质 5km²，机械岩心钻探 444.80m，采集和分析测试了化学基本分析样、光谱半定量样、化学全分析样、组合分析样、砂指标样、含砂率样、稀土分析样、小体重样、放射性样、薄片鉴定样等样品，各项工作已按量或超额完成。

通过本次核实地质工作，基本查明矿区地层、构造特征，基本查明高岭土矿体的数量、规模、厚度、形态等特征，基本查明矿石类型、矿物成分、化学成分、结构与构造等矿石质量特征，基本查明了矿床开采技术条件。本次工作共探获了 3 个工业高岭土矿体（编号：I-1、I-2、II 号），其中 I-1 和 I-2 号矿体赋存于强风化黑云二长花岗岩中，II 号赋存于半风化黑云二长花岗岩中。矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈连片状展布，在剖面上呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体间呈渐变过渡的关系。

经估算，截止 2025 年 3 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获保有工业高岭土矿资源量（控制+推断）438.24 万 t，平均品位 Al₂O₃ 16.45%，Fe₂O₃ 1.26%、TiO₂ 0.104%，Fe₂O₃+TiO₂ 1.364%，其中控制资源量为 280.63 万 t，占比 64.04%；推断资源量为 157.61 万 t，占比 35.96%；矿床储量规模为中型。另外探获保有低品位高岭土矿资源量（控制+推断）394.36 万 t；动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90 万 t；累计查明高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量（探明+控制+推断）845.50 万 t。可综合利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）832.60 万 t，按含砂率 57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

边坡压占工业高岭土矿资源量（控制+推断）176.33 万 t，边坡压占低品位高岭土矿资源量（控制+推断）184.79 万 t，合计 361.12 万 t；边坡压占建筑用砂原矿资源量（控制+推断）361.12 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 206.71 万 t）。扣除边坡压占后，可利用的工业高岭土矿资源量（控制+推断）为 261.91 万 t，可利用的低品位高岭土矿资源量（控制+推断）为 209.57 万 t，合计 471.48 万 t；可利用的建筑用砂原矿

资源量（控制+推断）471.48 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t）。另，因矿山布设安全生产平台需要，需剥离微风化花岗岩总量为 27.7548 万 m³，可作为建筑用石料综合利用。

本次工作矿区内查明矿产资源类别有高岭土（包括工业高岭土和低品位高岭土）、建筑用砂和建筑用花岗岩三种类别，根据《财政部 自然资源部 税务总局关于印发矿业权出让收益征收办法的通知》（财综〔2023〕10 号）、《资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资规〔2023〕57 号），高岭土按出让收益率的形式征收矿业权出让收益，对于项目伴生的建筑用砂及弱风化花岗岩（作为建筑用石料综合利用）部分资源量，由陆川县自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，矿山企业不得非法私自处置。

根据矿体赋存情况和开采技术条件，设计矿山采用自上而下分台阶开采，公路开拓-汽车运输方案，挖掘机采掘以及凿岩爆破开采两种开采工艺；控制和推断资源量可信度系数均取 1.0，矿山设计高岭土矿生产规模为 30.0 万 t/a，矿山总服务年限为 17.0 年（含 1.3 年基建期），产品方案为高岭土粗精矿；综合利用建筑用砂净矿，矿山开发可实现年利润总额 1328.64 万元，年净利润 996.48 万元，投资收益率 16.51%，税后投资回收期 6.1a，该矿床开发具有一定的经济效益。

预测采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重，未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm²，其中乔木林地 15.4075hm²、其他林地 0.5593hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路 0.0919hm²，不涉及基本农田，复垦责任范围面积 27.1428hm²。方案设计采取的矿山地质环境防治工程主要有边坡浮土石清除，修建表土场挡土墙、临时排土场挡土墙、截水沟、露天采场台阶平台小挡墙、开挖沉砂池，布设崩塌、滑坡和泥石流地质灾害监测工程，布设地形地貌景观破坏监测工程；矿山土地复垦工程主要有：表土收集及养护固化、土方回填、建（构）筑物拆除、废渣清理、覆土工程、植被恢复，布设土地复垦效果监测与管护工程等，通过实施全部复垦工程，获得乔木林地 15.7138hm²、其他草地 4.6175hm²、农村道路 0.1729hm²，合计 20.5042hm²，土地复垦率 75.54%。经预算，本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资为 690.9560 万元，其中静态投资 489.0442 万元，价差预备费 201.9118 万元。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 324.8712 万元，土地复垦费用 366.0848 万元。

通过对矿床开发经济意义概略研究表明，矿山开采具有较好的经济效益和社会效益。

关键词：陆川县 清湖镇塘寨村 高岭土矿 资源量 开发利用与保护

目 录

第一章 前 言	1
第一节 任务由来及编制目的	1
一、任务由来	1
二、编制目的	1
第二节 方案编制概况	2
一、编制工作概况	2
二、编制依据	6
三、方案的服务年限	12
第二章 矿山基本情况	13
第一节 采矿权概况	13
一、矿区位置、交通	13
二、采矿权设置情况	14
第二节 矿山自然概况	16
一、地形地貌	16
二、气象、水文	16
三、土壤、植被	17
第三节 社会经济概况	19
第四节 以往地质工作评述	19
一、以往区域地质工作	19
二、以往矿产勘查工作	20
第五节 矿山开采历史与现状	22
一、矿山原设计情况	22
二、矿山实际开采情况	22
第六节 矿山土地资源与地质环境调查情况	25
一、矿区土地利用现状	25
二、矿山地质环境调查	25
第三章 矿区地质报告	27
第一节 区域地质	27
一、地层	28
二、构造	31
三、岩浆岩	32
四、变质作用	32
五、区域矿产	33
第二节 矿区地质	33

一、地层	33
二、构造	33
三、岩浆岩	33
四、赋矿风化壳特征	34
第三节 矿体地质	35
一、矿体特征	35
二、矿石质量	39
三、矿石类型	43
四、矿体围岩和夹石	43
五、共（伴）生矿产	44
六、矿床成因及控矿因素	45
第四节 矿石加工技术性能	46
第五节 矿床开采技术条件	47
一、水文地质条件	47
二、工程地质条件	57
三、环境地质	60
四、开采技术条件小结	69
第六节 勘查工作及质量评述	69
一、勘查方法及工程布置	69
二、地形测量及其质量评述	71
三、地质测量及其质量评述	74
四、钻探工程及其质量评述	75
五、水文、工程、环境地质工作及其质量评述	77
六、采样测试及其质量评述	83
七、地质编录、综合整理及其质量评述	87
八、绿色勘查	89
第七节 资源量估算	90
一、资源量估算范围、对象	90
二、资源量估算的工业指标	91
三、资源量估算方法的选择及其依据	91
四、资源量估算参数的确定	92
五、矿体圈定的原则	94
六、资源量类型及块段划分	96
七、资源量估算结果	97
八、共伴生矿产资源量估算	97

九、资源量估算结果的可靠性	104
十、资源量估算中需要说明的问题	105
十一、资源量变化情况评述	105
第四章 矿产资源开发利用	107
第一节 建设方案	107
一、建设规模及产品方案	107
二、开采方式	107
三、可采资源量	107
四、矿山服务年限	109
五、开拓运输方案及厂址选择	109
六、防治水方案	111
第二节 矿山开采	112
一、开采范围及开采顺序	112
二、露天开采境界的圈定	112
三、开采方案	116
四、矿石加工及排土设施	125
五、给排水	129
六、供电	129
七、矿山安全设施	130
八、安全管理	141
九、绿色矿山建设	144
第五章 矿山地质环境保护与土地复垦	156
一、矿山地质环境影响评估范围	156
二、矿山地质环境影响评估级别	156
三、生产工艺流程分析	159
四、现状评估	159
五、预测评估	167
第二节 矿山地质环境保护治理分区和土地复垦责任范围划分	176
一、地质环境保护治理分区	176
二、土地复垦区与复垦责任范围确定	177
第三节 矿山地质环境保护治理与土地复垦可行性分析	181
一、矿山地质环境治理可行性分析	181
二、矿区土地复垦可行性分析	181
第四节 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程设计	190
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防工程	190

二、地质环境治理工程设计	196
三、矿区土地复垦工程	201
四、矿山地质环境监测工程	210
五、矿区土地复垦监测和管护	212
第五节 经费预算	215
一、预算说明	215
二、矿山地质环境防治工程经费预算	222
三、土地复垦工程经费预算	242
四、预算结果	261
第六节 矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署及进度安排	261
一、总体工程部署	261
二、年度实施计划	262
第六章 保障措施及效益分析	263
第一节 保障措施	263
一、组织保障措施	263
二、技术保障措施	263
三、资金保障措施	263
四、监管保障措施	264
五、公众参与	265
六、土地权属调整方案	265
第二节 效益分析	266
一、经济效益	266
二、社会效益	271
三、环境效益	272
第七章 结论与建议	- 1 -
第一节 结论	- 1 -
一、地质勘查报告	- 1 -
二、开发利用方案	- 2 -
三、矿山地质环境保护与土地复垦方案	- 3 -
第二节 存在问题	- 5 -
第三节 建议	- 5 -

第一章 前言

第一节 任务由来及编制目的

一、任务由来

陆川县清湖镇塘寨村垆尾高岭土矿采矿权有效期已届满（有效期至 2025 年 2 月 6 日），采矿权人已提交延迟申请采矿权登记材料的申请，目前采矿权人（广西陆川县福田瓷土有限公司）正在办理采矿权延续登记的相关手续。根据《广西壮族自治区自然资源厅关于储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类矿山合并编制地质报告（储量核实报告）、开发利用方案、地质环境保护与土地复垦方案的通知》（桂自然资发〔2019〕68 号）文件第二条要求“从 2020 年 1 月 1 日起，全区新设的储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类采矿权应当编制《总体方案》；已设的储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类采矿权在办理延续、变更登记时，不能全部沿用原地质报告（储量核实报告）、矿产资源开发利用方案和矿山地质环境保护与土地复垦方案的，应当编制《总体方案》”的要求，依法编制该矿山矿产资源开发利用与保护总体方案。2025 年 2 月 10 日，广西陆川县福田瓷土有限公司公司委托广西海荣工程勘察设计院有限公司承担《陆川县清湖镇塘寨村垆尾高岭土矿矿产资源开发利用与保护总体方案》的编制工作。

二、编制目的

本方案编制目的任务：在收集矿区以往地质勘查资料的基础上，通过对矿区高岭土矿开展核实地质工作，采用地形测量、地质测量、水工环测量、钻探工程及取样分析测试等工作手段，基本查明矿山与成矿有关的岩浆岩类型、岩性、产状、风化程度、分布规律及相互关系等特征；基本查明矿山高岭土矿体的形态、产状、厚度、规模以及矿体的数量、空间分布范围，研究矿体的赋存规律，基本确定矿体的连续性；基本查明矿石的矿物组合及含量、结构、构造、化学成分及物性特征，划分矿石自然类型及工业类型；基本查明矿石的加工技术性能；基本查明矿区的开采技术条件；对采矿权范围内的高岭土矿资源量进行科学合理的估算，为下步依法办理采矿权延续，持续进行矿山采矿生产提供地质依据。

明确矿山设计开采范围，开采方式，开拓方案和采矿方法，确保矿山安全生产，及有效保护矿山地质环境，以提高矿山的矿产资源利用率，实现矿山规范化开采。

为矿山地质环境治理及土地复垦的提供指导性文件，落实矿山地质环境保护、土地复垦有关法律法规和政策要求，对矿山破坏土地进行复垦，恢复治理矿山地质环境问题，

保证矿山地质环境恢复治理和土地复垦义务的落实，保证矿山地质环境保护与土地复垦的任务、措施、计划和资金等落到实处，为自然资源主管部门实施监管、办理采矿权延续提供依据。

第二节 方案编制概况

一、编制工作概况

（一）本次工作概况

我公司接受委托任务后，立刻组建精干力量成立项目组，由黄敦杰作为项目负责、林振冬作为技术负责协助统筹安排整个项目工作，刘景阳、黄森、龙丽英、盘龙平、蓝岚等工程师完成项目野外工作以及报告编制等工作。本次工作主要分四个阶段：

第一阶段：2025年2月10日至2025年2月13日，收集矿区资料，对资料可利用程度做出评价，查阅区域地质、矿产报告等资料，对项目组成员进行培训以对整个矿区的地质和矿产概况有个整体把握，做好各项准备工作。

第二阶段：2025年2月14日至2025年2月15日，对矿区现场进行踏勘，同时进行实施方案编写等工作。

第三阶段：2025年2月16日至2025年3月25日，按照实施方案开展1:2000地形测量、1:2000地质测量、1:5000水工环地质测量、钻探施工以及样品采集化验等工作。

第四阶段：2025年3月26日至2025年5月25日，进行室内资料整理、数据分析、编制图表、野外验收、报告编制等工作。

（二）完成的实物工作量

本次核实野外工作累计完成主要实物工作量：1:2000地形测量 1.99km²，1:2000地质测量 0.20km²，1:50000区域水文地质调查 25km²，1:5000专项水文地质 5.0km²、工程地质 5.0km²、环境地质 5.0km²，机械岩心钻探 444.80m，采集和分析测试了化学基本分析样、光谱半定量样、化学全分析样、组合分析样、砂指标样、含砂率样、稀土分析样、小体重样、放射性样、薄片鉴定样等样品，各项工作已按量或超额完成。

具体完成工作量见表 1-2-1。

表 1-2-1 本次工作完成工作量表

工作手段	技术条件	计量单位	设计工作量	完成工作量	完成率(%)
一、地形测绘					
(一)地形测量					
1.控制测量					
E 级网	困难类别Ⅲ	点	3	3	100
2.地形测量					
1:2000 地形测量	困难类别Ⅲ	km ²	1.5	1.99	132.67
(二)制图					
1:2000 地形图数字化	困难类别Ⅳ	幅	1	1	100
1:50000 地质图数字化	困难类别Ⅲ	幅	1	1	100
平面地质图（全开）	困难类别Ⅲ	幅	1	1	100
区域地质图	困难类别Ⅲ	幅	1	1	100
剖面图	困难类别Ⅲ	cm	200	218	109
钻探索描图	困难类别Ⅲ	cm	400	444.8	111.20
二、地质测量					
(一)专项地质测量					
1.专项地质测量					
1:2000 地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	0.2	0.2	100
(二)区域水文地质					
1:50000 区域水文地质调查	地质复杂程度Ⅱ	km ²	25	25	100
(三)专项水文地质测量					
1:5000 专项水文地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	5	5	100
1:5000 专项工程地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	5	5	100
1:5000 专项环境地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	5	5	100
三、钻探					
(一)矿产地质钻探					
机械岩芯钻探	岩石级别Ⅲ级	m	400	444.8	111.20
四、岩矿测试					
1.基本分析样	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	件	150	193	128.67
2.内检样	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	件	30	30	100
3.外检样	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	件	15	15	100
4.光谱半定量样		件	2	2	100
5.化学全分析样		件	2	2	100
6.组合分析样		件	10	10	100
7.砂指标样		件	5	5	100
8.含砂率样		件	15	18	120
9.稀土分析样		件	5	91	1820
10.小体重样		件	10	30	300
11.大体重样		件	3	3	100
12.放射性样		件	2	2	100
13.薄片鉴定样		件	5	5	100
14.饮用水样		件	2	2	100
15.土壤有毒有害元素分析样		件	2	2	100

工作手段	技术条件	计量单位	设计工作量	完成工作量	完成率(%)
16.土常规试验试验样		件	3	3	100
17.抗剪试验样		件	5	6	120
18.抗压试验样		件	5	6	120
五、其他地质工作					
(一)地质勘查工作测量					
1.工程点测量	钻探孔口测量	点	12	12	100
(二)地质编录					
1.钻探		m	400	444.8	111.20
2.钻孔水文地质编录		m	400	444.8	111.20
(三)采样					
(四)岩矿心保管		m	360	438.4	121.78
(五)水工环测量					
1.长期水文动态观测		点	4	4	100
2.钻孔抽水试验		台班	4	4	100
(六)综合研究及编写报告					
总体方案		份	1	1	100
(七)报告印刷出版					
矿产评价		份	1	1	100

(四) 取得的主要成果

1、地质勘查方面：通过本次核实地质工作，基本查明矿区地层、构造特征，基本查明高岭土矿体的数量、规模、厚度、形态等特征，基本查明矿石类型、矿物成分、化学成分、结构与构造等矿石质量特征，基本查明了矿床开采技术条件。本次工作共探获了3个高岭土矿体（编号：I—1、I—2、II号），其中I—1和I—2号矿体赋存于强风化黑云二长花岗岩中，II号赋存于半风化黑云二长花岗岩中。矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈连片状展布，在剖面上呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体间呈渐变过渡的关系。经估算，截止2025年3月25日，采矿权+325m~+150m标高范围内共探获保有工业高岭土矿资源量（控制+推断）438.24万t，平均品位 Al_2O_3 16.45%， Fe_2O_3 1.26%、 TiO_2 0.104%， $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 1.364%，其中控制资源量为280.63万t，占比64.04%；推断资源量为157.61万t，占比35.96%；矿床储量规模为中型。另外探获保有低品位高岭土矿资源量（控制+推断）394.36万t；动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90万t；累计查明高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量（探明+控制+推断）845.50万t。可综合利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）832.60万t，按含砂率57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为476.59万t。

边坡压占工业高岭土矿资源量（控制+推断）176.33万t；边坡压占低品位高岭土矿

资源量（控制+推断）184.79 万 t；边坡压占建筑用砂原矿资源量（控制+推断）361.12 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 206.71 万 t）。扣除边坡压占后，可利用的工业高岭土矿资源量（控制+推断）为 261.91 万 t；可利用的低品位高岭土矿资源量（控制+推断）为 209.57 万 t；可利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）471.48 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t）。

2、开发利用方面：根据矿体的赋存条件、产状因素、地形地貌等特征，采用公路开拓-汽车运输方案；基建期设计从工业场地（卸矿口）+173m 标高起坡修路，由南向北开拓至矿区东北部最高点附近的+280m 标高，再修建机械道路至矿区最高点，对山坡进行开挖平整，形成+290m 首采平台和+280m 装载平台（最小工作平台宽度 $\geq 30\text{m}$ ）。矿山运输道路长 1257m，高差 107m，道路平均纵坡 8.5%。完成基建工作后即可开始正常采矿工作。矿石采出后，采用挖掘机装入自卸载重汽车运往工业场地加工，矿产资源可信度系数均取 1.0，矿石回采率取 95%，则设计采出的资源储量为：设计采出的高岭土原矿资源量为 471.48 万 t；综合利用建筑用砂原矿资源量为 471.48 万 t，净矿 268.88 万 t。产品方案为：高岭土粗精矿、综合利用建筑用砂净矿。设计矿山生产规模为高岭土原矿 30.0 万 t/a，矿山总服务年限为 17.0 年（含 1.3 年基建期）。本矿山生产建设规模为大型，其内外部建设条件较好，矿石加工技术可行，矿山开发可实现年利润总额 1328.64 万元，年净利润 996.48 万元，投资收益率 16.51%，税后投资回收期 6.1a，说明该矿床开发具有一定的经济效益。

3、矿山地质环境保护与土地复垦方面：矿山地质环境及土地损毁现状调查以收集资料和现场调查为主，调查范围包括矿区范围和采矿活动可能影响的范围，调查内容包括气象、水文条件，地形地貌，地层岩性、地质构造、工程地质条件、水文地质条件及人类工程活动、地质灾害、土地资源利用状况等。现场调查工作以查明矿山地质环境问题的发育特征为原则，采用定点调查为主，路线调查为辅的调查方法，现场调查采用 RTK 测量仪和无人机对矿山损毁土地进行测量，采用地质罗盘对地层及边坡产状进行测量，采用专用记录本进行记录，对评估区的地形、地貌、地质点、地质灾害点等进行详细的描述、拍照。方案编制过程中，走访矿区附近村屯的当地群众，就方案编制内容与矿山用地土地权属人及陆川县自然资源局部门相互交流，并得到相关的代表或部门的认可，工作程序见图 1-2-1 所示：

图 1-2-1 工作程序框图

（五）人员组成和分工

本项目组主要由地质组、测量组、探矿组组成，野外地质勘查人员主要黄敦杰、刘景阳、黄森、龙丽英、盘龙平、蓝岚等组成；测量人员由廖昆琪、黄开毅组成；室内资料整理及综合分析主要有黄敦杰、盘龙平、蓝岚。成果报告由黄敦杰主编，主要编写人员有黄敦杰、刘景阳、黄森、龙丽英、盘龙平、蓝岚，相关图件及表格由盘龙平、蓝岚、何婳敏完成。报告审核由林振冬负责。

中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心、广西壮族自治区第四地质队实验室、中化地质矿山总局中心实验室、南宁地矿地质工程勘察院实验室为本项目提供了高质量的样品分析数据。

二、编制依据

（一）法律法规

- 1、《中华人民共和国矿山安全法》（主席令第 65 号，1993 年 5 月 1 日施行，2009 年 8 月 27 日修正）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（主席令第 18 号，2024 年 11 月 8 日修订，2025 年 7 月 1 日实施）；
- 3、《地质灾害防治条例》（国务院第 394 号令，2004 年 3 月 1 日起施行）；

- 4、《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日第三次修正，2020年1月1日起施行）；
- 5、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日第二次修订）；
- 6、《中华人民共和国消防法》（2009年5月1日起施行，2021年4月29日修正）；
- 7、《中华人民共和国水土保持法》（主席令第39号，2011年3月1日起施行）；
- 8、《土地复垦条例》（国务院令第592号，2011年3月5日起施行）；
- 9、《中华人民共和国安全生产法》（2021年6月10日第三次修正，自2021年9月1日起施行）；
- 10、《中华人民共和国环境保护法》（主席令第9号，2015年1月1日起施行）；
- 11、《广西壮族自治区地质环境保护条例》（自2006年5月1日起施行）；
- 12、《广西壮族自治区矿产资源管理条例》（2016年11月30日修正）；
- 13、《土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）；
- 14、《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订）。

（二）部门规章

- 1、《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（劳动部令〔1996〕第4号；1996年10月30日施行）
- 2、《矿山地质环境保护规定》（2009年国土资源部令第44号令，2015年5月6日修正）；
- 3、《土地复垦条例实施办法》（国土资源部第56号令，2013年3月1日）。

（三）政策性文件

- 1、《财政部、国家税务总局关于全面推开营业税改征增值税试点的通知》（财税〔2016〕36号）；
- 2、《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局<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）；
- 3、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；
- 4、《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；
- 5、《财政部 税务总局 海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告2019年39号）；

6、《广西壮族自治区国土资源厅关于加强土地复垦管理工作的通知》（桂国土资发〔2013〕91号）；

7、《广西壮族自治区国土资源厅关于贯彻落实<国务院关于第一批清理规范89项国务院部门行政审批中介服务事项的决定>的通知》（桂国土资发〔2016〕1号）；

8、《广西壮族自治区国土资源厅办公室关于实行广西矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案公示制度的通知》桂国土资发〔2016〕439号；

9、《广西壮族自治区国土资源厅关于印发广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求的通知》（桂国土资规〔2017〕4号）；

10、《广西壮族自治区国土资源厅关于停止收缴矿山地质环境治理恢复保证金的通知》（桂国土发〔2017〕56号）；

11、《广西壮族自治区国土资源厅办公室关于推进绿色矿山建设的通知》（桂国土资办〔2018〕176号）；

12、《广西壮族自治区国土资源厅办公室<关于做好广西2018年绿色矿山建设工作的补充通知>》（桂国土资办〔2018〕433号）；

13、《广西壮族自治区自然资源厅关于印发<广西壮族自治区绿色矿山建设管理办法>的通知》（桂自然资规办〔2019〕5号）；

14、《广西壮族自治区自然资源厅 广西壮族自治区财政厅 广西壮族自治区生态环境厅关于印发广西壮族自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）的通知》（桂自然资规〔2019〕4号）；

15、《广西壮族自治区自然资源厅关于印发广西壮族自治区矿业权出让管理办法（试行）的通知》（桂自然资规〔2019〕10号）；

16、《广西壮族自治区自然资源厅办公室关于进一步规范矿山地质环境保护与土地复垦方案编制和审查要求的通知》（桂自然资办〔2019〕232号）；

17、《广西壮族自治区自然资源厅关于储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类矿山合并编制地质报告（储量详查报告）、开发利用方案、地质环境保护与土地复垦方案的通知》（桂自然资发〔2019〕68号）；

18、《广西壮族自治区人民代表大会常务委员会 关于广西壮族自治区资源税具体适用税率等事项的决定》（2020年7月24日广西壮族自治区第十三届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过）；

19、《关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4

号)；

20、《自然资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》(自然资规〔2023〕57号)；

21、《中共中央办公厅国务院关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(厅字〔2023〕21号)；

22、《广西壮族自治区自然资源厅关于进一步规范矿产资源勘查开采登记管理的通知》(桂自然资规〔2024〕1号)；

23、《广西壮族自治区自然资源厅关于深化矿产资源管理改革有关事项的通知》(桂自然资规〔2024〕3号)；

24、《广西壮族自治区自然资源厅办公室关于执行广西地方标准《地质灾害危险性评估规程》(DB45/T1625-2024)的通知》(桂自然资办〔2024〕157号)。

(四) 技术标准与规范

1、《综合工程地质图图例及色标》(GB/T12328-1990)；

2、《综合水文地质图图例及色标》(GB/T14538-1993)；

3、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006)；

4、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 0221-2006)；

5、《县(市)地质灾害调查与区划基本要求》实施细则(修订稿)(国土资源部, 2006年4月)；

6、《固体矿产资源储量类型的确定》(中国矿业权评估师协会矿业权评估准则-指导意见-CMV13051-2007)；

7、《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)；

8、《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1-2010)；

9、《矿山地质环境恢复治理要求及验收规范》(DB45/T701-2010)；

10、《土地复垦方案编制规程第1部分:通则》(TD/T 1031.1-2011)；

11、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)；

12、《土地复垦技术要求及验收规范》(DB45/T892-2012)；

13、《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)；

14、《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)；

15、《矿产资源工业要求手册》(2014版)；

16、《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB51016-2014)；

17、《区域地质图图例》(GB/T 958-2015)；

- 18、《固体矿产勘查原始地质编录规程》（DZ/T0078-2015）；
- 19、《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》（DZ/T 0079-2015）；
- 20、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 21、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 22、《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）；
- 23、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 24、《地下水水质标准》（DZ/T0290-2015）；
- 25、《固体矿产勘查地质图件规范图式》（DZ/T 0079-2015 指定参见图式，地质出版社，2009 年 10 月第 1 版）；
- 26、《造林技术规程》（GB/T15776-2016）；
- 27、《固体矿产勘查工作规范》（GB/T 33444-2016）；
- 28、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；
- 29、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 30、《土地利用现状分类和编码表》（GB/T21010-2017）；
- 31、《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》（2017 年 7 月 7 日）；
- 32、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 33、《县（市）地质灾害调查与区划规范》（TCAGHP 017-2018）；
- 34、《地质灾害调查技术要求（1:50000）》（DD 2019-08）；
- 35、《砂石矿绿色矿山建设规范》（DB45/T1945-2019）；
- 36、《广西壮族自治区自然资源厅关于储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类矿山合并编制地质报告（储量详查报告）、开发利用方案、地质环境保护与土地复垦方案的通知》（桂自然资发〔2019〕68 号）附件 1《<矿产资源开发利用与保护总体方案>编制大纲（试行）》；
- 37、《固体矿产资源/储量分类》（GB/T 17766-2020）；
- 38、《固体矿产地质勘查规范 总则 4》（GB/T13908-2020）；
- 39、《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）；
- 40、《固体矿产资源量估算规程第 1 部分：通则》（DZ/T0338.1-2020）；
- 41、《固体矿产资源量估算规程第 2 部分：几何法》（DZ/T0338.2-2020）；
- 42、《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020）；
- 43、《矿产地质勘查规范高岭土、叶腊石、耐火黏土》（DZ/T 0206-2020）；

- 44、《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/0340-2020）；
- 45、《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）；
- 46、《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）；
- 47、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）；
- 48、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- 49、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-2021）；
- 50、《地质勘查测量规范》（GB/T 18341-2021）；
- 51、《建设用砂》（GB/T14684-2022）；
- 52、《建筑用卵石、碎石》（GB/T14685-2022）；
- 53、《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T 0204-2022）；
- 54、《矿产资源储量规模划分标准》（DZ/T 0400-2022）；
- 55、《矿产资源综合勘查评价规范》（GB/T 25283-2023）；
- 56、《固体矿产勘查采样规范》（DZ/T 0429-2023）；
- 57、《固体矿产勘查钻孔质量要求》（DZ/T 0486-2024）；
- 58、《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 1625-2024）。

（五）其他相关资料

- 1、《区域地质测量报告（1:20 万 玉林幅）》（广西壮族自治区地质局区域地质测量队，1967）；
- 2、《区域水文地质普查报告（1:20 万 玉林幅）》（广西壮族自治区水文工程地质队，1969）；
- 3、《广西壮族自治区区域地质志》（广西壮族自治区区域地质调查研究院、广西壮族自治区地球物理勘察院，2017）；
- 4、《陆川县清湖镇土地利用现状图（2025 年）》；
- 5、《陆川县矿产资源总体规划（2021-2025 年）》；
- 6、《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量核实报告》（南宁荣达矿业咨询有限公司，2020）；
- 7、《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿产资源开发利用方案》（南宁荣达矿业咨询有限公司，2021）；
- 8、《陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿矿产资源开发利用与保护总体方案》（广西壮族自治区地质环境监测站，2022）；

9、现场收集的基础资料。

三、方案的服务年限

本矿山为延续矿山，根据本方案“矿产资源开发利用”一章确定矿山生产服务年限为 17.0 年，考虑矿山开采结束后，矿山地质环境保护治理与土地复垦工程期 1.0 年，以及监测管护期 3.0 年，因此本方案的服务年限为 21.0 年（预计自 2026 年 1 月至 2046 年 12 月，具体时间根据申请获得采矿许可证发证日期进行调整）。

当矿山开采项目性质、规模、范围或采用的生产工艺发生重大变化时，矿山企业应重新提交矿产资源开发利用与保护总体方案，并报主管的自然资源部门审批实施。

第二章 矿山基本情况

第一节 采矿权概况

一、矿区位置、交通

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿位于陆川县清湖镇 10°方向的塘寨村北东侧，直线距离清湖镇 10km，距离陆川县城城区直线距离约 23.5km，行政区划属陆川县清湖镇塘寨村管辖。矿区中心地理坐标：东经***°**'***.***"，北纬***°**'***.***"。矿区面积 0.1990km²，由 11 个拐点圈定，坐标见表 2-1-1。

矿区位于清湖镇北东侧面，清湖镇塘寨村通往广东化州文楼镇陆丰村的乡村道路从矿区南面约 70m 处经过，可通行农用运输车。矿区东距文楼镇县道 X803 约 6.5km，北距县道 X620 约 4.3km，西距玉湛高速 S79 约 17.0km，沿着玉湛高速往北可至陆川县、玉林市等地，往南可达广东遂溪县、湛江市等地。矿区内有简易的乡村道路相通，交通较为便利（见图 2-1-1）。

图 2-1-1 矿区交通位置图

二、采矿权设置情况

（一）现采矿权情况

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿为在生产矿山，最近一次于 2021 年 9 月 20 日获得由玉林市自然资源局颁发的采矿许可证。采矿许可证号*****，矿区面积 0.1990km²，开采深度由+325m 至+150m 标高，开采矿种为高岭土，开采方式为露天开采，生产规模为 5.00 万 t/年，有效期限 2020 年 9 月 6 日至 2025 年 2 月 6 日。采矿权设置情况如下：

采矿许可证证号：*****；

采矿权人：广西陆川县福田瓷土有限公司；

地 址：陆川县清湖镇塘寨村埇尾；

矿山名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿；

经济类型：私营股份有限公司；

开采矿种：高岭土；

开采方式：露天开采；

生产规模：5.00 万 t/年；

矿区面积：0.1990 平方公里；

开采深度：由+325m 至+150m 标高；

采矿证有效期限：肆年零伍月，自 2020 年 9 月 6 日至 2025 年 2 月 6 日。

矿区范围由 11 个拐点圈定，矿区范围拐点坐标见表 2-1-1

表 2-1-1 矿区范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家坐标系	
	x	y
1	*****. **	*****. **
2	*****. **	*****. **
3	*****. **	*****. **
4	*****. **	*****. **
5	*****. **	*****. **
6	*****. **	*****. **
7	*****. **	*****. **
8	*****. **	*****. **
9	*****. **	*****. **
10	*****. **	*****. **
11	*****. **	*****. **
矿区面积：0.1990km ² ； 开采深度：由+325m 至+150m		

（二）采矿权申请情况

本矿山采矿许可证有效期已届满，现采矿权人正在办理采矿权延续手续，已向自然资源主管部门提交延迟申请采矿权登记的说明。经本次核实勘查后，发现矿区范围内仍剩余有较大的资源量可供开采，达中型储量规模，为最大化利用矿产资源，因此拟向玉林市自然资源局申请将矿山生产规模由 5.00 万 t/年扩大变更为 30.00 万 t/年，矿区范围、面积、开采深度等要素均与现采矿许可证一致。

经核查，本矿山采矿权设置符合《陆川县矿产资源总体规划（2021-2025 年）》要求，矿区位于“陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿开采规划区块（CQY19）”范围内。矿区不在城镇开发边界线、永久基本农田保护红线、生态保护红线及各类自然保护区等敏感限制区域内。

经核实，矿区周边 300m 范围内无国道、省道、县道等交通干线经过，无石油天然气管道经过；周边 500m 范围内无通讯电缆、主干公路、学校、文物、工厂、名胜古迹、其他重要建筑物等，无高压线路和高压电塔；周边 1000m 范围内无国家铁路、水利设施、风景区、水源地、自然保护区和军事设施等。

矿区北侧新设置有陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿（有效期 2020 年 10 月 28 日至 2049 年 10 月 28 日），直线距离约 10m；南侧有化州市文楼镇岭咀村瓷土矿（有效期 2019 年 7 月 17 日至 2024 年 12 月 17 日），直线距离约 148m。本矿区与上述 2 个矿业权界线清楚，不存在矿权纠纷问题。矿区西侧分布有一处居民点为杨桃垌村，直线距离 215m；东侧 482m 处为下合水村，矿区西南方向约 150m 存在几处居民房屋。由于矿区未来部分区域将采用爆破开采方式，以上企业以及部分房屋设施等位于 300m 爆破警戒范围线内，为满足安全生产条件，矿区目前已于矿区西南部居民房屋签订租赁协议，并已与陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿采矿权人陆川岭南矿业有限公司以及化州市文楼镇岭咀村瓷土矿采矿权人化州市宝地瓷土有限公司签订安全生产管理协议。

矿山及周边敏感点分布情况具体见图 2-1-2。

图 2-1-2 矿山周边敏感点分布图

第二节 矿山自然概况

一、地形地貌

矿区属低山丘陵地貌区，区内海拔一般 150~250m，高差 10~100m，最高山位于矿区东北部 6~7 号拐点之间，海拔+323.47m，最低点位于矿区南西侧 2 号拐点附近，海拔+134.00m，整体为北高南低的山坡地形，区域侵蚀基准面标高约+100m。矿区地形切割一般，沟谷不发育，山体自然坡度一般为 16°~35°，局部地段达 40~72°之间。未开采的区域植被较为发育，遍生杂草、灌木，大部已种植桉树。覆盖层主要为残坡积层，厚 0.00~3.50m 不等，平均 1.18m，岩性主要为砂质粘性土。矿区及周边地貌类型单一，总体上，矿区及周边地形条件复杂，微地貌中等，矿区地形条件有利于自然排水。

二、气象、水文

（一）气象

矿区地处北回归线南侧，属亚热带海洋型季风气候。春季温暖，夏季炎热，气候较潮湿；秋冬季温凉，气候较干燥。据陆川县气象站多年统计资料，县城一带多年（1954~2009 年）平均气温 21.7℃，最高气温 37.5℃，最低气温-2.7℃；年降雨量 1019.4mm（2007 年）~3037mm（1981 年），平均年降雨量为 1893.5mm，最大年降雨量为 3037mm（1981 年）、最小年降雨量为 1019.4mm（2007 年），降雨多集中在每年的 4~8 月份，一般占年降水量的 80%，暴雨强度高达 100mm/小时以上。最长连续降雨天数为 20 天（1973 年 8 月 16 日至 9 月 4 日），过程雨量为 284.8mm，平均每天降雨 14.24mm；最长连续无雨天数为 82 天（1958 年 10 月 17 日至 1959 年 1 月 6 日）；历年最大日降雨量为 430mm（2006 年 7 月 15 日），最大时降雨量为 100.70mm。年蒸发量为 2215mm（1971 年）~1668.4mm（1959 年）；平均年蒸发量 1881mm，平均年相对湿度 80%。

夏秋季受湿热的季风影响，多刮偏南风，每年 7~9 月份常有台风影响，最大风力达 6~7 级，风、雨、雷电交加。常年无霜，霜期最多 3~5 天。

（二）水文

本区地表水属广东省第三大独立水系—鉴江水系，鉴江最大的一级支流罗江流域，其地表水系较发育，呈树枝状分布，本区即为罗江支流上游补给区。此外，矿区附近主要地表河流还有平定水、垌尾冲等。

罗江，发源于广西陆川县的丫髻顶北麓，流经化州市文楼、平定镇，在合江墟与陵江汇合，再经江湖、林尘镇至化州市市区区汇入鉴江，全长 143km，集水面积 2618km²，

总落差 54.6m，平均坡降 0.644‰。罗江于矿区东侧自北向南径流，与矿区最近直距约 28km，为矿区在内的本区域地表水和地下水的最终排泄面，区域最低侵蚀基准面位于文楼镇汇入罗江汇入口河床一带，标高约 46m。

平定水：罗江一级支流，发源于北流市六靖镇柴头岭，向南流入广东化州市文楼镇、平定镇，于化州市合江镇注入罗江，全长约 85km，流域面积约 452km²，年平均流量 1.16m³/s，年径流 4826 万 m³，最大流量 273m³/s，最枯流量 0.06m³/s。排亭水流经矿区南西侧，与矿区最近直距约 6.62km。

三水河，平定水一级支流，发源于矿区西侧的冲沟中，总体自北西向南东径流，流经塘寨、三水村、河龙村等村屯，最终在平定镇山口坡村汇入平定水，沿途有多条冲沟水汇入。全长 21.8km，流域面积 21.2km²，年平均流量 25L/s，最大流量 100L/s，最枯流量 5L/s。三河水上游垌尾冲流经矿区西侧，与矿区最近直距约 50m。

垌尾冲，三水河一级支流，分布于矿区西侧山间冲沟中，发源于矿区北西侧冲沟中，总体自北向南径流，最终在三水村北侧汇入三水河。该冲全长 5.5km，流域面积 5.4km²。据访，该冲流量一般 2~8L/s，暴雨最大流量约 15L/s，枯水期流量 0.9L/s。矿区附近一带垌尾冲河床标高约+98m，为矿区所在地当地侵蚀基准面标高。

三、土壤、植被

（一）土壤

矿区所在区域土壤的成土母质主要为细粒黑云二长花岗岩，形成的土壤类型有土黄色壤土、花岗岩母质潴育水稻土等。其中大部分是土黄色壤土，土壤表层富含铝铁；酸性至强酸性，在阔叶林下，植被好的地表常有一层枯枝落叶层，肥力较高，有机质达 3~7%。但在植被破坏的丘陵地，表土大部被雨水冲走，土黄色底土裸露，有机质含量一般只有 1%左右。项目区周边的水田 pH 值 6.8~7.2，有机质含量约 2.5%，主要种植水稻，水稻单产在 600kg/亩。旱地 pH 值 6.9~7.2，有机质含量约 2.0%，主要种植甘蔗和花生，甘蔗亩产约 4.0t，花生亩产 650kg。水田地的耕作层厚 15~25cm，旱地的耕作层厚 10~25cm，土壤呈微酸性，土壤普遍缺磷，土壤质量一般。矿区的土壤层 pH 值 6.9~7.2，有机质含量一般 1.0~1.2%，厚 0~3.50m 不等，平均 1.18m。矿区土壤结构剖面图详见图 2-2-1。

图 2-2-1 矿区土壤剖面（矿区道路旁）

（二）植被

矿区一带坡面多为林地及园地，谷底则以旱地为主，局部为稻田，作物主要有水稻、玉米、木薯等，但由于村民多数外出务工，沟谷内旱地及水田大多已经撂荒多年，现杂草丛生。区内未开采的区域植被生长较为浓密，植被覆盖率约为 80%（含灌木林地）。自然植被有：马尾松、速生桉、竹子、桃金娘、黄牛木、岗松、映山红、野古草、金茅、白茅、鸭咀草等。园地内种植有荔枝树，水田主要种植水稻，旱地主要种植木薯、黄豆、蔬菜等农作物。矿区内无《国家重点保护野生植物名录》中的珍惜植物分布。

图 2-2-2 矿区主要植被

第三节 社会经济概况

陆川县总面积 1554.32km²；辖 14 个乡镇 164 个行政村（社区）；截止 2023 年末，陆川县常住人口为 111.14 万人，汉族人口占 99.33%，彝族、白族、傣族、壮族、苗族、回族等 26 个少数民族人口占 0.67%。农业人口 72.3 万人，占 86.5%。

2024 年，陆川县实现地区生产总值（GDP）251.59 亿元，同比增长 1.6%；第一、二、三次产业增加值的比例为 21.54:23.7:54.76；财政收入 9.87 亿元，同比下降 25.5%。一般公共预算收入 5.83 亿元，同比下降 16.0%。一般公共预算支出 46.24 亿元，同比增长 2.2%；固定资产投资同比下降 1.4%；全体居民人均可支配收入 29300 元，同比增长 5.1%；城镇居民人均可支配收入 39222 元，同比增长 3.6%；农村居民人均可支配收入 21286 元，同比增长 7.0%。

矿区所在地清湖镇位于广西玉林市陆川县的东南部，与良田镇、古城镇、乌石镇以及广东省化州市的平定镇毗邻，行政区域面积达 127.19km²。清湖镇是两广三县市的商品交易要地和交通要冲，省道 S313 陆川清湖至 浦北石垌二级公路贯穿全境，并与即将建设的浦北石垌至钦州公路相连通。

截至 2024 年末，清湖镇户籍总户数 2.78 万户，总人口 9.54 万人，下辖 1 个社区和 12 个行政村，镇政府驻清湖西街 13 号。2024 年，清湖镇有工业企业 16 个，其中规模以上 2 个，有营业面积超过 50m² 以上的综合商店或超市 19 个；有耕地面积 2534.84hm²，林地面积 7092.36hm²；矿产资源有钛铁矿、磁铁矿、石英矿、稀土等；中药材有橘红等；粮食种植面积 3166hm²，粮食总产量 1.84 万 t；经济作物种植面积 431hm²；有初中 2 所，在校学生 2531 人，教职员工 137 人，村小学 12 个，卫生院 1 所，村卫生所 12 所。

清湖镇参加城镇社会养老保险 1.60 万人，参合率 99%；参加城乡居民医疗保险 5.75 万人，参合率 98.01%；农村最低生活保障户 2331 户、保障人口 5972 人，发放最低生活保障金 815 万元；城镇最低生活保障户 89 户、保障人口 114 人，发放最低生活保障金 34.35 万元；发放综合补贴资金 341 万元。

第四节 以往地质工作评述

一、以往区域地质工作

1、1960~1967 年，广西区域地质测量队进行了 1:20 万玉林幅区域地质测量，提交了《玉林幅区域地质测量报告书》，报告系统阐明了调查区内地层、构造及矿产的分布特征，较详细地说明了矿产类型、规模及分布规律。

2、1969 年，广西壮族自治区水文工程地质队进行了 1:20 万玉林幅区域水文地质调查，提交有《1:20 万玉林幅区域水文地质调查报告》。

3、1975~1976 年，国家地质总局航空物探大队开展了桂东南地区航空磁力和放射性测量。

4、1979~1985 年，广西第六地质队开展了包括本矿区在内的 1:5 万水系沉积物测量，圈定了区域的化探异常区。

5、1986~1989 年，广西壮族自治区区域地质调查研究院完成了 1:5 万平定幅区域地质调查工作，对区内的地层、构造、岩浆岩和矿产作了比较系统地工作，建立了地层层序，岩浆岩划分了单元、超单元，并提供了丰富的地质构造等资料。

6、2015~2017 年，广西壮族自治区区域地质调查研究院及广西壮族自治区地球物理勘察院共同完成《广西壮族自治区区域地质志》数字地质图编制及其说明书编写，对区域地层、构造、岩浆岩等按最新资料进行修改补充，侵入岩按时代加岩性表示。增加了新发现的推覆构造、伸展构造、滑脱型韧性剪切带、同构造沉积不整合等要素，重新建立了数字地质图图层拓扑关系，为广西数字地质图增添了新的内容。

以上资料为本次详查工作提供了一定的地质依据。

二、以往矿产勘查工作

1、2011 年 5 月，业主委托广西壮族自治区北海水文工程矿产地质勘察研究院对本矿区进行地质简测工作，编制了《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量简测地质报告》，提交矿区范围内+325m~+150m 标高的高岭土矿资源储量（333）为 24.43 万 t。该报告资源量已经原玉林市国土资源局审查并以“玉国土资备储字（2011）101 号”备案登记。

2、2013 年 1 月，业主委托玉林市地质工程勘察研究院对本矿区进行地质简测工作，编制了《广西陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 2012 年度矿山储量年报》，提交矿区范围内+325m~+150m 标高的高岭土矿资源储量（333）为 20.83 万 t。该报告资源量已经原陆川县国土资源局审查并以“陆国土资备储字（2013）5 号”备案登记。

3、2013 年 12 月，来宾市地质勘察院对本矿区进行了储量年报编制，提交了《广西陆川县福田瓷土有限公司陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 2013 年度矿山储量年报》。由该储量年报：该年度采空矿量为 4.30 万 t，矿区范围内+325m~+150m 标高间高岭土矿保有资源量为 16.53 万 t。该报告资源量已经原陆川县国土资源局审查并以“陆国土资备储字（2014）4 号文件”备案登记。

4、2015 年 1 月，来宾市地质勘察院对本矿区进行了储量核实报告编制，提交了《广西陆川县福田瓷土有限公司陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量核实地质报告》。由该核实报告：该矿区范围内+325m~+150m 标高间高岭土矿保有资源量为：13.01 万 t。该报告资源量已经陆川县国土资源局审查并以“陆国土资备储字（2015）18 号”登记。

5、2017 年 12 月广西陆川县铜州矿业技术服务有限公司对本矿区进行了储量年报编制，提交了《广西陆川县福田瓷土有限公司陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 2017 年度矿山资源储量年报》。由该储量年报：该年度采空矿量为 1.34 万 t，矿区范围内+325m~+150m 标高间高岭土矿保有资源量为：11.67 万 t。该报告资源量已经陆川县国土资源局审查并以“陆国土资备储字（2017）27 号”登记。

6、2018 年 6 月，广西陆川县铜州矿业技术服务有限公司对本矿区进行了资源储量核实并提交了《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量核实报告》。由该资源储量核实报告：截止至 2018 年 2 月 28 日止，矿区范围内+325m~+150m 标高间，保有高岭土矿资源量（333）为 24.05 万 t，消耗资源量为 13.01 万 t，累计查明总资源量 37.06 万 t，该保有资源量已经陆川县国土资源局备案（陆国土资备储字（2018）14 号文件）。

7、2019 年 9 月，广西陆川县铜州矿业技术服务有限公司对本矿区进行了储量年报编制，提交了《广西陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 2019 年度矿山储量年报》。根据该储量年报：该年度采空矿量为 0 万 t，截止 2019 年 9 月 30 日，矿区范围内+325m~+150m 标高间高岭土矿保有资源量为：24.05 万 t。该报告资源量已经陆川县自然资源局备案，备案文号：陆自然资备字（2019）10 号。

8、2020 年 11 月，南宁荣达矿业咨询有限公司对本矿区进行了资源储量核实并提交了《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量核实报告》。由该资源储量核实报告：截止至 2020 年 7 月 2 日止，矿区范围内+325m~+150m 标高间，保有高岭土矿推断资源量为 24.05 万 t，伴生建筑用砂矿推断资源量 12.07 万 t，消耗资源量为 13.01 万 t，累计查明总资源量 37.06 万 t。该报告已通过广西壮族自治区玉林地质环境监测站评审，评审意见书文号：玉储审字（2020）11 号，玉林市自然资源局备案，备案文号：玉自然资备储字（2021）17 号。

9、2022 年 12 月，广西宝树工程勘察设计有限公司对本矿区进行了储量年报编制，提交了《广西陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 2022 年度矿山储量年报》。根据该储量年报：该年度采空矿量为 0 万 t，截止 2022 年 12 月 31 日，矿区范围内+325m~+150m 标高间高岭土矿保有资源量为 24.05 万 t，伴生建筑用砂矿 12.07 万 t。

10、2022 年 6 月，陆川县自然资源局为优化矿产资源开发布局，在本矿区的北部新设置了“陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿”，广西壮族自治区地质环境监测站对该矿权进行了地质勘查工作，并提交了《陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿矿产资源开发利用与保护总体方案》，圈定了 4 个高岭土矿体，矿体赋存于全风化层和半风化层二长花岗岩中，矿石工业类型为砂质高岭土。经估算，截至 2022 年 5 月 26 日，松木矿区砂质高岭土矿保有资源量总矿石量为 1054.97 万 t（全风化 875.46 万 t+半风化 179.51 万 t），平均品位 Al_2O_3 14.55%、 Fe_2O_3 0.82%、 TiO_2 0.10%、 $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)$ 0.92%。其中：控制资源量矿石量为 391.98 万 t（全风化 338.96 万 t+半风化 53.02 万 t），占 37.16%；推断资源量矿石量为 662.99 万 t（全风化 536.50 万 t+半风化 126.49 万 t），占 62.84%。该报告已通过广西壮族自治区三〇七核地质大队评审，评审意见书文号：核-玉矿开总体审〔2022〕02 号。

第五节 矿山开采历史与现状

一、矿山原设计情况

2021 年 2 月，南宁荣达矿业有限公司编制提交了《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿产资源开发利用方案》，该方案设计开采标高：自+325.0m 至+150.0m 标高。开采方式为露天开采。采用公路-汽车运输开拓方案。采矿方法为露天台阶式开采。生产规模 5.0 万 t/a。开采方法：自上而下分台阶开采，采用挖掘机进行采剥。开采台阶参数为：台阶高度 8m，台阶坡面角 45° ，安全平台宽 4m，清扫平台宽 6m，最小工作平台宽度不小于 30m。设计的“三率”指标：采矿回采率为 95%，矿石贫化率为 0。

二、矿山实际开采情况

本矿山为生产矿山，自 2011 年办理采矿许可证后陆陆续续进行开采，其中 2014、2016 年矿山由于外在原因处于停产状态，2019 年矿山主要工作为开挖露天边坡，并未动用到高岭土矿资源量。经过多年开采后，根据现场调查，结合测量成果，现状矿山由北至南已形成长条状不规则的采空区（见照片 2-5-1），采空区长约 870m，宽约 47~198m，面积约 0.0860km^2 ，开采标高在+325m~150m 间，采空区自上而下可分划分最大共 11 级开采平台：其中矿区北部采空区可分为+285m、+276m 共两级平台；矿区北西部采空区可分为+265m、+255m、+250m、+240m、+230m 共 5 级平台；矿区中西部采空区可分为+235m、+230m、+225m、+220m、+214m、+212m、+205m、+190m 共 7 级平台；矿区南部采空区可分为+210m、+205m、+200m、+195m、+190m、+187m、+181m、+170m、

+165m、+160m、+150m 共 11 级平台。各台阶平台宽 2.5~60m，边坡高 4~18m，坡度 35~75°，局部边坡较高陡。整体边坡及开采台阶、安全平台等基本上未按照原《开发利用方案》进行开采和预留边坡。现状已开拓有矿山道路至+275m 标高平台。

据统计，截至 2022 年 11 月 03 日，矿区+325m~+150m 标高范围内累计动用高岭土原矿资源量 13.01 万 t，开采回采率为 95.53%，损失率 4.47%，期间未超深、越界开采，未造成资源破坏以及浪费等。详见表 2-5-1。

矿山工业场地布置于矿区南侧平缓区域，包括加工场、堆矿场等，工业场地东南部设置有矿山办公室及生活区，生产生活设施建设齐全，本方案设计沿用原有工业场地以及办公生活区等设施。矿山工程建设改变了露天采场、工业场地等原始地形地貌、植被景观，现状采矿活动对矿区地形地貌景观破坏较严重；由于本矿山开采矿种为高岭土，矿石无有毒有害组分，现状采矿活动对矿区水土环境污染影响较轻。

照片 2-5-1 矿山开采现状（拍摄角度 25°）

表 2-5-1 矿山历年资源量开采情况表

报告名称	保有资源量	累计消耗资源量	三率指标	备注
2011 年储量核实	24.43			陆川县科达矿业技术咨询服务
2012 年度储量年报	20.83	3.6	回采率：95% 损失率：5% 贫化率：0%	玉林市地质工程勘察研究院
2013 年度储量年报	16.53	4.3	回采率：95.4% 损失率：4.6% 贫化率：0%	来宾市地质勘察院
2015 年核实	13.01	11.63		来宾市地质勘察院
2017 年度储量年报	11.67	12.97	回采率：96.1% 损失率：3.9% 贫化率：0%	广西陆川县铜州矿业技术服务有限公司
2018 年储量核实	24.05	13.01		广西陆川县铜州矿业技术服务有限公司
2019 年储量年报	24.05	13.01		广西陆川县铜州矿业技术服务有限公司
2020 年储量核实	24.05	13.01		南宁荣达矿业咨询有限公司
2022 年度储量年报	24.05	13.01		广西宝树工程勘察设计有限公司
2023 年至今	24.05	13.01		矿山企业进行开采技术的升级和设备更新,因此未进行采矿活动。

第六节 矿山土地资源与地质环境调查情况

一、矿区土地利用现状

矿区面积为 0.1990km²，根据陆川县自然资源局提供的《土地利用现状局部图》（2024 年变更，图幅号：F49F023019），矿区范围内土地类型为乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地及农村道路。矿区范围外现状已有前期露天采场部分开采范围以及生产辅助设施，包括工业场地、表土场以及临时排土场，面积共 8.7635hm²，其土地类型有乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地及农村道路。经核实，矿区范围内外均无基本农田，土地权属人均均为陆川县清湖镇塘寨村。矿区范围内外土地利用类型和数量详见表 2-6-1、表 2-6-2。

表 2-6-1 矿区范围内土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）	土地权属	占总面积比例（%）
编码	名称	编码	名称			
03	林地	0301	乔木林地	14.8300	清湖镇塘寨村	74.54
		0307	其他林地	0.0235		0.12
04	草地	0404	其他草地	0.0023		0.01
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	5.0117		25.19
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0285		0.14
合计				19.8960		100.00

表 2-6-2 矿区范围外土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）	土地权属	占总面积比例（%）
编码	名称	编码	名称			
03	林地	0301	乔木林地	0.8323	清湖镇塘寨村	9.50
		0307	其他林地	0.5358		6.11
04	草地	0404	其他草地	0.0804		0.92
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.2231		82.42
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0919		1.05
合计				8.7635		100.00

二、矿山地质环境调查

在充分收集矿区及周边资料后，对矿区进行野外踏勘并开展野外地质工作，现对矿山现状地质环境调查情况概述如下：

矿山现状地质灾害主要为崩塌。根据现场调查，结合测量成果，前期开采由北至南已形成长条状不规则的采空区，采空区长约 870m，宽约 47~198m，面积约 0.0860km²，开采标高在+325m~150m 间，采空区自上而下可划分最大共 11 级开采平台：其中矿区北部采空区可分为+285m、+276m 共两级平台；矿区西北部采空区可分为+265m、+255m、+250m、+240m、+230m 共 5 级平台；矿区中西部采空区可分为+235m、+230m、

+225m、+220m、+214m、+212m、+205m、+190m 共 7 级平台；矿区南部采空区可分为+210m、+205m、+200m、+195m、+190m、+187m、+181m、+170m、+165m、+160m、+150m 共 11 级平台。各台阶平台宽 2.5~60m，边坡高 4~18m，坡度 35~75°，局部边坡较高陡。整体边坡及开采台阶、安全平台等基本上未按照原《开发利用方案》进行开采和预留边坡。现状已开拓有矿山道路至+275m 标高平台。

其中，位于矿区 10 号拐点与 11 号拐点之间的采空区周边存在 3 处崩塌点，崩塌规模较小，约 10m³~200m³，崩塌体主要为原采空边坡土体，经现场调查，现状以上崩塌体已形成，较为稳定，不存在二次崩塌隐患。经排查，现状矿区开采对矿区地质环境影响主要表现为原采空区经开挖后基岩裸露，植被消失，矿区地形地貌景观破坏严重；现状矿区及周边未发现其他地质灾害隐患。同时由于采空区局部边坡岩体较破碎，形成不稳定岩体，在遇强降雨冲刷坡面和附近矿山开采扰动等不利因素情况下，坡体易发生崩塌、滑坡等地质灾害现象；因此，在后期采矿过程中，必须做好防范措施及加强崩塌、滑坡地质灾害的监测。

矿山前期开采未揭露地下水，现状采场各边坡未见到地下水流出，开采矿体不需要抽排地下水，矿区地处罗江补给径流区，区内出露的岩性主要为中-细粒斑状黑云二长花岗岩（ $\eta\gamma K_1^a$ ）及第四系残坡积层(Q)，前者含花岗岩裂隙水，富水性弱，第四系孔隙水厚度小，富水性弱，矿区主要充水含水层的补给条件差；矿床露天开采，充水因素主要是大气降水，其次为地下水，地下水、地表水对矿坑充水影响小；矿床最低开采标高（+150.0m）高于当地侵蚀基准面标高，矿山具备自然排水的地形条件，且人工疏干排水条件也较好。

矿区及采矿影响范围内无集中居民区、自然保护区、地质遗迹、人文景观、风景旅游区（点），矿山开采对地质遗迹、人文景观产生影响和破坏较轻。

矿山采取露天开采方式，前期形成的采场虽规模不大，但挖损形成的边坡局部高度较大，且不可复原，造成基岩裸露，改变了原有自然景观，对地形地貌景观的影响和破坏严重。

经现场调查，现状矿区及周边区域内地下水水质总体一般，区域地质背景和周边环境一般，未发现矿区土壤污染现象。

第三章 矿区地质报告

第一节 区域地质

矿区区域构造处于一级构造羌塘—扬子—华南板块，二级构造属华夏新元古代—早古生代造山带，三级构造属罗霄—云开弧盆系，四级构造属云开岩浆弧（见图 3-1-1 及表 3-1-1）。大地构造位置为华南加里东褶皱系西南端，属于云开台隆与钦州残余地槽构造接合部位。以博白~岑溪深断裂带为界，北为岑溪~杨梅断褶带，南为天堂山隆起带，区域大部分属为岑溪~杨梅断褶带，该区自早古生代以来，经历了加里东运动、华力—印支运动、燕山运动、喜山运动等多期次构造运动。主体构造属加里东构造层。区内广泛出露加里东至喜马拉雅多期次酸性—中酸性侵入岩、变质岩，以及上元古界震旦系和下古生界以来的沉积岩系，岩相丰富，蚀变作用较强，构造复杂。

图 3-1-1 广西构造单元划分示意图

表 3-1-1 广西构造单元划分简表

一级	二级	三级	四级	五级
羌塘—扬子—华南板块	扬子克拉通 (IV-4)	雪峰-四堡古岛弧 (Pt ₃) (IV-4-1)	四堡古岛弧 (Pt ₃) (IV-4-1-1)	
			罗城-环江拗陷 (Pz ₂) (IV-4-1-2)	
		湘桂被动陆缘 (Pt ₃ -Pz ₁) (IV-4-2)	龙胜陆缘裂谷 (Pt ₃) (IV-4-2-1)	
			资源陆缘沉降带 (Pt ₃ -Pz ₁) (IV-4-2-2)	
			桂中-桂东北拗陷 (Pz ₂) (IV-4-2-3)	
			大瑶山陆缘沉降带 (Pt ₃ -Pz ₁) (IV-4-2-4)	
		滇黔桂被动陆缘 (Pz ₂) (IV-4-3)	南盘江-右江裂谷盆地 (Pz ₂ -T ₁) (IV-4-3-1)	南丹拗陷 (IV-4-3-1-1)
				都阳山隆起 (IV-4-3-1-2)
				桂西北拗陷 (IV-4-3-1-3)
				灵马拗陷 (IV-4-3-1-4)
				大明山—昆仑关隆起 (IV-4-3-1-5)
			富宁-那坡陆缘沉降带 (Pz ₂ -T ₁) (IV-4-3-2)	那坡-八渡拗陷 (IV-4-3-2-1)
				西-田东隆起 (IV-4-3-2-2)
				下雷拗拉谷 (IV-4-3-2-3)
				西大明山隆起 (IV-4-3-2-4)
				凭祥拗拉谷 (IV-4-3-2-5)
			十万大山断陷盆地 (T ₃ -K) (IV-4-3-3)	
	华夏新元古代—早古生代造山带 (IV-5)	钦防结合带 (Pz ₁) (IV-5-1)	钦防残留洋盆 (S-D ₁ ¹) (IV-5-1-1)	
			六万大山岩浆弧 (P ₂ -T) (IV-5-1-2)	
			博白-岑溪俯冲增生杂岩带 (O-S) (IV-5-1-3)	
		罗霄—云开弧盆系 (Pt-Pz ₁) (IV-5-2)	罗霄岩浆弧 (Pt-Pz ₁) (IV-5-2-1)	
			云开岩浆弧 (Pt-Pz ₁) (IV-5-2-2)	
		北部湾拗陷 (E-Q) (IV-5-3)		

一、地层

区域内出露地层有：天堂山岩群、云开岩群及第四系（Q）。由老到新简述如下：

1、天堂山岩群

(1) 天堂山岩群片麻岩 (Pt₁T₁^{gn})：该岩群主要分布在区域的北部，主要岩性由黑云斜长（二长）片麻岩夹少量条带状（条纹状）混合岩、阴影状混合岩、云母片岩、云母石英片岩、长石黑云（石英）片岩等组成，岩石混合岩化强烈，沿面理方向见有较多长英质脉体贯入，多平行面理分布，有的和面理一起发生剪切流变褶皱，或者发生变形呈透镜状、石香肠状分布于岩石中。岩石变质程度高，普遍含有矽线石、蓝晶石、十字石、石榴石、堇青石等特征变质矿物。厚度大于 515m。

(2) 天堂山岩群变粒岩 (Pt_1T^{ent})：该岩群主要分布在区域的西部，受到岩体侵入破坏，呈零星状分布。主要由浅灰黄色、灰黄白色薄—厚层状黑云二长（钾长）变粒岩、黑云斜长变粒岩、辉石（角闪）斜长变粒岩、浅粒岩夹少量长石石英岩、长石黑云（石英）片岩、云母石英片岩、片麻岩、变质碳酸盐岩（多已变为方解绿帘透辉石岩、方解阳起透辉石岩等）、石榴辉石岩、透辉石岩等组成。岩石中含较多矽线石、堇青石、十字石等特征变质矿物，局部岩石混合岩化强烈，沿面理方向常见有一些长英质脉体贯入，有时见其与面理一起发生剪切流变褶皱现象。厚度大于 687m。

(3) 天堂山岩群片岩 (Pt_1T^{sch})：区域上沿北部至西部均有出露，主要由灰—灰黄色薄—中层状黑云（石英）片岩、二云（石英）片岩、白云母（石英）片岩、长石云母（石英）片岩及少量片麻岩、浅粒岩、变粒岩、石榴辉石岩等组成。沿片理方向常见有长英质脉体贯入，局部岩石褶皱强烈。岩石中普遍含有矽线石、蓝晶石、十字石、石榴石、堇青石、红柱石等特征变质矿物。与天堂山岩群片麻岩和天堂山岩群变粒岩相比较，均以片岩为主，且岩石中变质矿物、长英质脉体及伟晶岩脉相对偏少，混合岩化作用不强。厚度大于 791m。

2、云开岩群

(1) 丰洞口组 (Pt_{2-3f})：在区域上大面积出露，主要由灰、深灰、紫红色、灰绿色绢云千枚岩、绢云石英千枚岩、（含）长石云母石英片岩、云母片岩、石英岩、含云母含长石石英岩、含炭千枚岩夹云母片岩、含炭片岩等组成。岩石受变形改造较强烈，沿片理面充填有许多呈透镜状、无根勾状或石香肠状的同构造分沁石英脉，顺层掩卧褶皱发育。原岩应为次深海槽盆环境沉积的薄层砂泥岩组合，与下伏天堂山岩群呈韧性剪切带接触，厚度 308~1180m。

(2) 兰坑组 (Pt_{2-3lk})：区域上有东北部至中部具有出露，主要由灰色、灰褐色、黄褐色、红褐色、紫红色云母石英片岩、云母片岩、长石云母石英片岩、长石二云片岩、石英岩、云母石英岩、长石云母石英岩、长石石英岩、绢云千枚岩、绢云石英千枚岩和少量含磷灰石片岩、含炭质（长石）云母片岩、条带状磁铁矿层及大理岩、钙质泥岩等组成，为一套含铁、磷的变质碎屑岩。局部岩石含较多的石榴石、红柱石、堇青石、矽线石等特征变质矿物。炭质片岩中产微古植物化石，原岩为一套陆源碎屑岩夹碳酸盐岩沉积，厚度 372~3138m。

(3) 射广组 (Pt_{2-3sg})：主要由灰色、浅灰色、灰黄色、紫红色、深灰色薄—中层状含长石石英岩、千枚状页岩、千枚状粉砂质页岩、绢云石英千枚岩、变质细砂岩、变

质石英砂岩和少量绢云母千枚岩等岩石组成。局部受变形改造，岩性已变为石英质糜棱岩。石英岩中顺层劈理发育；片岩中沿片理有较多同构造分泌石英脉贯入，并多与片理发生褶皱，或被改造成石香肠状或透镜体状分布于岩石中。与上覆早古生代地层呈韧性断层接触。厚度>400m。

3、奥陶系

上奥陶统兰瓮组（ O_3l ）：出露于区域的北西一带，为灰、浅红色泥岩夹砂质泥岩及少量砂岩，出露厚 1207m。

4、志留系（S）

（1）兰多弗里统连滩组第一段（ S_{1l}^1 ）：下部为泥岩、粉砂质泥岩夹薄层砂岩，上部为中—厚层状砂岩夹薄层泥岩。在纵向上具下细上粗的特征。厚度 823m。

（2）兰多弗里统连滩组第二段（ S_{1l}^2 ）：岩性以薄层泥岩、粉砂质泥岩为主夹薄层砂岩，下部为粉砂质泥岩夹白色薄层砂岩，顶部中薄层状砂岩夹少量灰色薄层页岩。厚度 471m。

5、泥盆系（D）

（1）下泥盆统莲花山组（ D_{1l} ）：主要为一套以紫红色、暗紫色坚硬的砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩夹少量碳酸盐岩的碎屑岩组合。

（2）下泥盆统贺县组（ D_{1-2xd} ）：岩性为灰—深灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹泥质砂岩、粉砂岩，局部夹白云质灰岩。与下覆莲花山组整合接触。厚度 68~392m。

（3）中泥盆统信都组（ D_{2x} ）：下部为灰白、黄褐色中厚层状石英砂岩、细砂岩夹泥质粉砂岩；上部为深灰色泥质粉砂岩夹灰白色石英砂岩、细砂岩，产腕足、瓣鳃类化石。厚 419~743m。

6、泥盆系（K）

上白垩统罗文组（ K_{2lw} ）：零星出露于区域上，分三个岩性段，岩性为杂色细砂岩、粉砂岩夹泥岩，其中一、二两段底部均为砾岩，产少量介形类化石，厚度>1207m。

7、第四系（Q）

桂平组（ Q_{hg} ）：分布于丘陵缓坡、山脚山前及河流沟谷地形低洼之处，主要由残坡积层（腐植土、砾质粘性土、砂土、岩屑）和河流冲积物（砾石、砂及砂土）组成。该组岩性较为稳定，厚度变化较大。具典型二元结构，大部分由二个二元结构组成，由下往上沉积物粒度、厚度变细、变薄。厚度 2~10m。

二、构造

区域构造位于钦州残余地槽北东缘，大地构造属于博白-陆川-岑溪区域特大断裂南东盘，天堂山复式背斜主体构造之陆川背斜地带，褶皱断裂构造错综复杂。褶皱构造主要发育一组轴向北东的紧密线状褶皱；北东向和北西向断裂较为发育，此类断裂为陆川-岑溪深大断裂的次级构造，断裂产状变化大，反映断裂带的多旋回活动性。

1、褶皱

区内运动强烈，主要经历了吕梁运动、加里东、华力西—印支、燕山及喜马拉雅四期构造运动阶段。其中吕梁运动使本区出现两套变形变质特征上迥然不同的岩石，下部为深变质的片麻岩、片岩，称天堂山岩群；上部为浅变质的砂、泥岩—千枚岩，称云开群，两者之间为滑脱型韧性剪切带相接触，具典型的双基底结构，前者构成结晶基底，后者为褶皱基底。加里东运动，使全区形成强烈的挤压褶皱，同时还有断裂活动。华力西—印支运动使盖层发生剧烈褶皱并伴有断裂作用。主要褶皱有天堂山复式背斜。北西部的基底褶皱呈紧密线状，轴面多直立，变质花岗岩内流褶曲发育。

2、断裂

北东向断裂（陆川-岑溪断裂带）：此断裂位于区域的北西侧，是划分云开地块与钦州褶皱系构造单元的分界线，由多条近平行的断裂组成。断裂倾向以南东为主，倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，亦有倾向北西，倾角 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，多以逆断层性质出现，压性、压扭性特征甚为明显，沿断裂带常出现志留系的同斜倒转褶皱群、糜棱岩化带、片理化带、构造凸镜体，左行剪切擦痕和牵引褶皱，或千糜岩又发生揉皱；亦有右行水平擦痕，断裂面呈舒缓波状，表明断裂经过先期多次构造运动而形成极为复杂的断层性质，最后形成断层角砾岩、硅化等现象为张性活动之特点，对早期形成的压性、压扭性及剪切特征破坏较大。该断裂开始形成时间应该比较早，据现有地质资料分析，在 Rodnia 超大陆解体时即开始活动，在断裂以东，大面积分布新元古代早中期花岗岩，同位素年龄为 900 多百万年，其后历经多次构造运动，断裂活动随之剧烈而频繁，造成多期次岩浆侵入或喷发，又被破坏；同时控制着各时代地层的沉积，亦遭严重破坏，使之断裂带上的各时代地层残缺不全，面目全非。

北西向断裂：该断层由博白延伸至乌石镇，大区域上的石窝断层，从东南角石窝进入本区域，经中部六南、大甬口，向西北部延伸，长度约 32km，宽度 5.0m~26.6m，一般 7m 左右。断层走向 $290^{\circ}\sim 320^{\circ}$ ，倾向南西为主，倾角 $65^{\circ}\sim 83^{\circ}$ ，局部倾向北东。断层面较平直，略具波状起伏。断层切割云开群、天堂山岩群、白垩纪侵入岩体等。断层岩

性有硅化压碎岩、断层角砾岩、硅化岩，绢英岩和脉石英岩等。角砾岩中角砾成分为压碎花岗岩、绢英岩及脉石英岩等，呈棱角—次棱角状，部分呈透镜状。粒度几 mm 至几十 mm，一般 25mm~48mm；充填胶结物为岩屑及硅质等。断层具先压扭后张扭性质。

三、岩浆岩

区域内先后经历了雪峰旋回、加里东期、华力西期、印支期和燕山期岩浆侵入活动，发育众多不同时期花岗岩类岩体。由老至新可划分为新元古代青白口纪的片麻状花岗岩 ($g\eta\gamma Pt_3^{1b1}$)，分布于区域东北部至中部，呈条带状分布；志留纪的片麻状细粒二长花岗岩 ($g\eta\gamma S_3^{a1}$)、中细粒二长花岗岩 ($\eta\gamma S_3^{b3}$)、片麻眼球状中细粒黑云二长花岗岩 ($g\eta\gamma S_3^{c2}$)、片麻眼球状中粒黑云二长花岗岩 ($g\eta\gamma S_3^{c3}$)、片麻眼球状细粒黑云二长花岗岩 ($g\eta\gamma S_3^{c4}$)，主要分布于区域的东部及西南部；侏罗纪的细中粒石英二长岩 (ηOI_2)、细粒石英闪长岩 (δOI_2)，分布于区域的东南部；白垩纪的细-中粒（粗粒）斑状黑云二长花岗岩 ($\eta\gamma K_1^a$)、细粒（斑状）黑云二长花岗岩 ($\eta\gamma K_1^b$)、中粒钾长（二长）花岗岩 ($\xi\gamma K_1^c$)、细粒钾长（二长）花岗岩 ($\xi\gamma K_1^d$)、细粒斑状角闪花岗岩 ($\eta\gamma H K_1^a$)、花岗闪长斑岩 ($\gamma\delta\pi K_1$)、含紫苏石英二长斑岩 ($\eta O\pi_{H_2} K_2$)、花岗斑岩 ($\gamma\pi K_2$)，大面积广泛分布于区域上。各期岩浆岩主要沿褶皱轴部或大断裂侵入，长轴方向与褶皱轴部或大断裂大致平行，明显受各期构造控制，对成矿较有利。

岩体侵入中-新元古界天堂山岩群、云开群，接触变质现象受后期变质作用的叠加而复杂化，仅有部分保留。如古桑侵入体片麻状中细粒含矽线石黑云母二长花岗岩侵入天堂山岩群，两者界线截然，较平直，接触面稍切割变粒岩的变余层理，具 150m 宽的角岩化带。

岩体中含较多表壳岩残留体和捕虏体。据统计，包体约占主岩的 0.2~0.6%，其大小一般长 5~40cm，个别达 80cm，长宽比 3:1 为多，主要有石榴黑云二长变粒岩、阳起石黑云长英质角岩、黑云石榴石英岩、石英斜长黑云角闪岩等，以前者较多。主岩与包体多为突变接触的截然关系，也有渐变混染的过渡关系，包体长轴与主岩的片麻理走向基本一致而形成在空间上十分和谐的关系。

四、变质作用

区域上变质作用主要受韧性剪切带控制，混合岩化、角岩化等变质作用强烈，分布于韧性剪切带一侧，在空间上具渐变过渡关系，且由于混合岩化程度的不同而呈现一定的分带性，但因受后期构造作用及岩浆作用影响分带连续性较差，总体上呈近南北向分

布。在岩体外接触带形成不同类型的递增变质带，混合岩化普遍发育，花岗质脉体大小规模不等，或呈脉状、不规则囊状，脉体宽小至几厘米，大至宽百余米~几百米不等。花岗岩体与外接触围岩变粒岩呈渐变过渡接触关系，岩体内接触带为混合质花岗岩，具花岗结构和花岗变晶结构的双重特征，且岩石中发育较多变粒岩残余体，残余体边缘和内部均显示有熔融迹象；外接触带围岩为混合质含矽线黑云变粒岩、混合质含红柱黑云变粒岩、混合岩化斜长变粒岩等，含有较多花岗质脉体或岩囊，其或大致平行于变粒岩面理呈脉状或带状，或切割围岩面理呈囊状产出，表明其为原地出熔、无根的花岗质脉（囊）出熔体。

五、区域矿产

本区区域地质构造复杂，成矿地质条件良好，区域矿产丰富，以内生金属矿产为主。主要有与燕山期侵入岩关系密切的钨、钼多金属矿床，与变质岩有关的金、银、铅、锌及钾长石、滑石矿床，与区域岩浆岩有关的风化壳型稀土和高岭土矿床等。金属矿的矿床类型主要为岩浆热液蚀变岩型，非金属矿的矿床类型主要为花岗岩风化壳残坡积型。

第二节 矿区地质

一、地层

矿区出露地层主要为云开群丰洞口组（Pt_{2-3f}）及第四系（Q）地层。

第四系（Q）：为残坡积层，分布矿区周边沟谷及矿体上部，厚 0.00~3.50m 不等，平均 1.18m。主要以土黄色、棕黄杂色的砂质粘土、粉质粘土及腐殖土为主。

云开群丰洞口组（Pt_{2-3f}）：分布于整个矿区，大部分被第四系覆盖，岩性为长石云母片岩，呈灰色、灰白色等，风化后呈土黄色、黄褐色，变余结构，块状构造。主要矿物成分为石英（22~36%）、长石（28~42%）、云母（6~15%），次要矿物成分为粘土物质。

二、构造

在矿区范围内未发现明显的褶皱和断裂现象，但局部节理裂隙较发育，主要产状为 322°∠73°，少量裂隙面铁质渲染并被石英（细）脉充填。矿区地质构造简单。

三、岩浆岩

矿区出露的岩浆岩属于陆川复式岩体东南部花垌岩体的一部分，岩性以中—细粒斑状黑云二长花岗岩（ $\eta\gamma K_1^a$ ）为主，是矿区高岭土矿的成矿母岩。

区内岩浆岩呈岩基状产出，岩石新鲜呈浅灰色、灰色为主，风化多呈土黄色、黄褐

色，局中—细粒花岗结构，显微镜下部分具条纹长石结构，块状构造。主要矿物成分为石英（40~50%）、斜长石（20~25%）、钾长石（20~30%）、黑云母（3~8%）及白云母（4~6%），次要矿物成分为：石榴子石（<1%）、铁质矿物（<1%）。石英呈他形不规则状，部分呈不规则粒状；斜长石呈半自形板柱状，往往被绢云母、绿帘石等交代；钾长石呈半自形板柱状，部分强烈高岭石化。黑云母、白云母多呈片状，常被绿泥石、绿帘石、金红石、白钛石、榍石等交代。此外，局部岩石中出现角闪石、堇青石及石榴子石，后者呈红褐色，交代部分斜长石，本身部分被绿泥石取代。

岩体侵入于区内的云开群丰洞口组（Pt_{2-3f}）地层后与长石云母片岩发生重熔融，因此区内的岩性多为黑云二长花岗岩。

四、赋矿风化壳特征

矿区裸露于地表或接近地表的岩体在温度变化、水的作用、大气及生物作用下发生破坏，矿物经历风化、分解及元素迁移、聚积后，形成厚度数米至几十米的花岗岩风化壳，本矿区的高岭土矿赋存于黑云二长花岗岩风化壳中。据本次施工的 12 个钻孔统计，矿区风化层厚度 9.50m~49.20m，平均厚度为 27.02m。风化壳厚度变化一般与地形地貌相关，一般地形较高处及低洼处，风化壳厚度较薄，一般在山脊山坡等部位风化壳厚度较大，风化壳基底呈舒缓波状起伏，与地形起伏大体一致。据风化壳岩石的结构构造、矿物成分、化学成分的不同，从上而下可分为强风化层、半风化层，层间呈渐变过渡关系。叙述各层特征如下：

（一）强风化层

强风化层位于残坡积层（表土层）之下，矿区范围内均有分布。该层呈浅黄、黄白色，局部浅灰白色，砂泥质结构、残余他形粒状结构、碎粒状结构，土状构造、疏松状构造。主要矿物成分为石英、高岭石，次为钾长石、斜长石、黑云母，少量白云母、铁质，微量石榴子石、电气石、绿帘石等。岩石外观呈砂质土状，疏松易碎，用手可折断，捏碎，用镐可挖，干钻可钻进；碎块可以用手捏碎，遇水具弱粘性。石英基本保留原岩晶粒；岩石浸水后具可塑性，松软而易崩解。与上覆残坡积层呈渐变的过渡关系。根据本次施工的 12 个钻探工程揭露，该层厚度 8.00m~42.20m，平均约 22.08m。该层是矿区 I-1、I-2 号砂质高岭土矿的赋存层，也是综合利用做建筑用砂矿的主要层位。根据稀土元素分析结果，原矿石、稀土元素总量（SREO）为 0.001%~0.010%，未达到综合利用指标要求。

（二）半风化层

位于上覆强风化层与下伏的新鲜基岩之间，为不太疏松的砂质粘土层，属基岩半风化的原地堆积物，风化程度中等，往下部减弱。呈浅灰白色，浅灰黄白色等，残余花岗岩结构、显微鳞片结构，疏松似层状构造、疏松块状构造、块状构造。矿物成分以石英、高岭石、斜长石、钾长石为主，少量黑云母、白云母、绿泥石、磷灰石、锆石、褐铁矿、等。岩石多呈团块—碎块状，碾压后成砂土状，部分残留原岩的结构特征，局部有弱风化岩石团块，石质较松软，用锤子轻敲即断，用镐难挖，干钻不容易钻进。节理裂隙密布，常有铁质沿裂隙渲染扩散。与上覆强风化层和下伏新鲜基岩均呈渐变过渡接触关系。该层厚度 1.50m~11.88m，平均厚度约 4.94m。该层是矿区Ⅱ号砂质高岭土矿的赋存层，稍加破碎后亦可综合利用做建筑用砂矿。

各钻孔揭露的残坡积层、强风化层、半风化层厚度见表 3-2-1。

表 3-2-1 各钻孔风化层厚度一览表

工程编号	强风化层(m)	半风化层(m)	合计(m)
ZK001	8.00	1.50	9.50
ZK201	9.10	4.74	13.84
ZK401	22.90	3.99	26.89
ZK402	24.00	11.88	35.88
ZK501	32.40	2.20	34.60
ZK503	24.95	6.52	31.47
ZK601	20.14	2.73	22.87
ZK602	*****	3.85	16.75
ZK603	27.40	1.80	29.20
ZK604	29.94	4.32	34.26
ZK701	11.10	8.71	19.81
ZK703	42.20	7.00	49.20
平均	22.08	4.94	27.02

第三节 矿体地质

一、矿体特征

本次核实共圈定工业高岭土矿体 3 个；分为上下两层，上部为强风化工业高岭土矿，下部为半风化工业高岭土矿，矿体编号为Ⅰ-1、Ⅰ-2、Ⅱ号。其中Ⅰ-1 号为主矿体，Ⅰ-2、Ⅱ号为次要矿体，矿体界线呈渐变过渡关系（详见照片 3-3-1）。本次施工的 12 个钻探工程均系统的揭露到了高岭土矿体，矿体铅垂厚度及平均品位见表 3-3-1。各矿体特征分述如下。

表 3-3-1 各钻孔揭露矿体厚度统计表

矿石类型	矿体编号	工程编号	矿体铅垂厚度(m)	单工程平均品位(%)			夹石厚度(m)	备注
				Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂		
砂质高岭土	I-1 号工业矿体	ZK001	5.00	14.73	1.38	0.068	0.00	本次核实施工
		ZK201	5.00	17.20	1.55	0.077	0.00	
		ZK401	10.35	15.61	1.39	0.071	9.85	
		ZK402	24.00	18.91	1.39	0.079	0.00	
		ZK501	23.30	15.78	1.46	0.071	0.00	
		ZK503	21.30	17.70	1.48	0.083	0.00	
		ZK601	12.00	20.03	1.37	0.078	0.00	
		ZK602	9.15	15.78	1.42	0.074	0.00	
		ZK603	27.40	17.47	1.55	0.092	0.00	
		ZK604	28.00	17.73	1.40	0.073	0.00	
		ZK701	7.20	17.18	1.79	0.091	0.00	
		ZK703	21.58	20.90	1.65	0.093	0.00	
		ZK301	6.20	15.15	1.14	0.069	0.00	2020 年核实施工
		ZK502	7.00	20.58	1.78	0.100	0.00	
		ZK702	6.80	17.55	1.07	0.077	0.00	
	I-2 号工业矿体	ZK703	2.80	15.82	1.25	0.071	0.00	本次核实施工
	II 号工业矿体	ZK201	3.00	14.41	1.19	0.058	0.00	
		ZK402	11.88	14.35	1.09	0.067	0.00	
		ZK501	2.20	14.50	1.46	0.063	0.00	
		ZK503	6.52	14.22	1.04	0.055	0.00	
		ZK601	3.17	14.74	1.19	0.055	0.00	
		ZK603	1.80	16.27	1.44	0.092	0.00	
		ZK604	2.21	14.19	0.97	0.054	0.00	
		ZK701	8.71	14.10	1.30	0.071	0.00	
		ZK703	7.00	14.93	1.01	0.066	0.00	

照片 3-3-1 矿区采面揭露的分带现象

I-1 号强风化层工业高岭土矿体：分布于矿区北部至南部一带，呈南北走向，往北延伸至矿区范围外（即松木高岭土矿区）。本次工作施工的 ZK001、ZK201、ZK401、ZK402、ZK501、ZK503、ZK601、ZK602、ZK603、ZK604、ZK701、ZK703 及 2020 年施工的 ZK301、ZK502、ZK702 等 15 个钻探工程均揭露到了该层矿体，矿区范围内南北向控制长度约 833m，东西向宽 105~443m，展布面积约 0.1395km²，延展规模为中型。矿体赋存于黑云二长花岗岩风化壳内，呈浅灰白色、灰黄色，呈强风化状，结构松散（见照片 3-3-2），矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈连片状展布，在剖面上，呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体边界被矿证切割较规则，形态较完整。矿体赋存标高+166.03m~+302.41m，最小埋深 0.00m，最大埋深 8.00m，单工程控制矿体铅垂厚度 5.00~28.00m，平均厚 15.86m，厚度变化系数 61.55%，厚度变化较有规律；原矿品位 Al₂O₃ 14.73~20.90%，平均 17.00%，变化系数 11.06%；Fe₂O₃ 1.07~1.79%，平均 1.30%，变化系数 13.60%；TiO₂ 0.068~0.100%，平均 0.103%，变化系数 12.44%；Fe₂O₃+TiO₂ 1.147~1.881%，平均含量 1.403%，变化系数 13.38%，矿体有用组分稳定，品位变化不大。矿体中仅有一层夹石（评价为低品位高岭土矿体），厚度 9.85m（Al₂O₃ 13.86%、Fe₂O₃ 1.78%、TiO₂ 0.066%），夹石岩性与矿体相同，一般以颜色与工业矿体区分，夹石颜色较深，多呈黄褐色，矿体内部结构复杂程度属简单型。经估算，该矿体保有资源量为 373.86 万 t，其中控制资源量 264.99 万 t，占比 70.88%；推断资源量 108.87 万 t，占比 29.12%。

照片 3-3-2 ZK501 揭露的强风化层 I-1 号工业高岭土

I-2 号强风化层工业高岭土矿体：分布于矿区北东角，由 ZK703 钻探工程控制，隐伏于 I-1 号矿体与 II 号矿体之间，单工程控制，展布面积约 2778m²，延展规模为小型。含矿岩性为强风化黑云二长花岗岩，呈浅灰黄色，结构松散，板状产出。矿体赋存标高 +261.81m~+264.81m，埋深 43.20m。矿体铅垂厚度 2.80m，原矿品位 Al₂O₃ 15.82%，Fe₂O₃ 1.25%，TiO₂ 0.071%，Fe₂O₃+TiO₂ 1.321%，无夹石。经估算，该矿体保有推断资源量为 1.31 万 t。

II 号半风化层工业高岭土矿体：主要分布于矿区的西北部、北东部以及中部，往北延伸至矿区范围外（即松木高岭土矿区）。主要由 ZK201、ZK402、ZK501、ZK503、ZK601、ZK603、ZK604、ZK701、ZK703 等 9 个钻探工程控制，矿体不连续，5~7 勘探线之间均从中间断开，主要原因为局部地段的基岩风化程度不足，长石矿物未充分风化分离，难以富集沉积形成高岭石。矿体赋存于云黑云二长花岗岩半风化壳内，呈浅灰白色、灰黄色，结构较松散（见照片 3-3-3），矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈透镜状展布，在剖面上，呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体边界被矿证切割较规则，形态较完整。矿体赋存标高 +154.73m~+265.16m，最小埋深 10.10m，最大埋深 45.10m，单工程控制矿体铅垂厚度 1.80~11.80m，平均厚 12.58m，厚度变化系数 68.57%，厚度变化较有规律；原矿品位 Al₂O₃ 14.10~16.27%，平均 14.59%，变化系数 4.57%；Fe₂O₃ 0.97~1.46%，平均 1.08%，变化系数 15.20%；TiO₂ 0.054~0.092%，平均 0.099%，变化系数 18.51%；Fe₂O₃+TiO₂ 1.024~1.532%，平均含量 1.179%，变化系数 15.01%，矿体有用组分稳定，品位变化不大。矿体中无夹石，内部结构复杂程度属简单型。经估算，该矿体保有资源量为 63.07 万 t，其中控制资源量 15.64 万 t，占比 24.80%；推断资源量 47.43 万 t，占比 75.20%。

照片 3-3-3 ZK201 揭露的 I-1 号矿体和 II 号矿体

二、矿石质量

（一）矿石矿物组成

矿体赋存于黑云二长花岗岩风化壳中，矿石主要矿物成分为石英、钾长石、斜长石、黑云母，次要矿物成分为白云母（详见照片 3-3-4），其中石英含量 40~50%，钾长石 20~30%，斜长石 20~25%，黑云母 3~8%，白云母 2~6%；铁质和石榴子石含量极少。主要矿物特征如下：

石英：呈他形粒状结构，部分见波状消光，大小在 0.2-1.0mm 左右，少部分粒度较小，在 0.1mm 左右，局部可见石英颗粒互相紧密镶嵌，构成局部镶嵌结构，均匀嵌布于长石粒间。

钾长石：呈半自形板柱状，为具格子双晶的微斜长石与具条纹的条纹长石，大小为 0.2-1.6mm 左右，部分强烈高岭石化。

斜长石：呈半自形板柱状，大小在 0.3-2.0mm 左右，可见聚片双晶，弱-中等绢云母化。

高岭石：呈显微鳞片状，多以集合体状出现，也有部分与绢云母混杂组成较松散的碎粒出现，或以单体出现。

黑云母、白云母：呈片状，大小在 0.2-2.4mm 左右。

偶见铁质，零星分布。偶见石榴石，呈等轴粒状，颗粒内裂隙极发育，零星分布。

照片 3-3-4 显微镜下高岭石

（二）矿石的结构、构造

强风化层工业高岭土矿石呈强风化状态，呈浅黄、黄白、浅灰白等颜色，含铁较高的矿石颜色呈偏黄-褐黄色。矿石质地疏松，易碎。矿石的结构主要有砂泥质结构、残余他形粒状结构、碎粒状结构。矿石的构造主要是土状构造、疏松状构造。

半风化层工业高岭土矿石大部分为半风化状态，呈灰白色、浅灰黄白色、浅黄色、浅褐红色。矿石较疏松易碎，多保留母岩结构构造形态。矿石的结构主要有残余花岗结构、残余片状结构、显微鳞片结构、砂泥质结构。矿石的构造主要是疏松块状构造、局部块状构造。

（三）矿石化学成分

本次核实工作采集了 211 件基本分析样、10 件组合分析样。分析结果表明，高岭土矿石中的 SiO_2 含量最高，一般为 55.24~71.64%，平均 66.64%； Al_2O_3 含量次之，一般为 10.86~29.26%，平均 17.14%； K_2O 含量一般为 2.28~7.21%，平均 3.64%； Fe_2O_3 含量一般为 0.85~2.16%，平均 1.41%； SO_3 一般为 0.162~0.281%，平均 0.215%； Na_2O 一般为 0.117~0.347%，平均 0.206%； MgO 一般为 0.140~0.291%，平均 0.196%； TiO_2 含量一般为 0.044~0.215%，平均 0.078%；原矿烧失量一般为 4.87~9.08%，平均 6.04%；其余成分含量很少。分析结果见表 3-3-2。

表 3-3-2 高岭土矿石化学成分统计结果表

化学成分	$\text{SiO}_2(\%)$	$\text{Al}_2\text{O}_3(\%)$	$\text{K}_2\text{O}(\%)$	$\text{Fe}_2\text{O}_3(\%)$
范围	55.24~71.64	10.86~29.26	2.28~7.21	0.85~2.16
平均	66.64	17.14	3.64	1.41
化学成分	$\text{SO}_3(\%)$	$\text{Na}_2\text{O}(\%)$	$\text{MgO}(\%)$	烧失量(%)
范围	0.162~0.281	0.117~0.347	0.140~0.291	4.87~9.08
平均	0.215	0.206	0.196	6.04

（四）原矿石淘洗率

本次核实从基本分析的正余样中采集了 10 件淘洗率样品，经-325 目的水筛进行淘洗，淘洗后 Al_2O_3 含量为 24.57~35.05%，平均 28.47%； Fe_2O_3 含量为 0.96~2.28%，平均 1.88%； TiO_2 含量为 0.040~0.159%，平均 0.102%；白度在 47.0~66.2%之间，平均 55.4%；精矿淘洗率在 16.1%~31.0%之间，平均值为 24.9%。

（五）矿石的稀土元素含量

本次核实工作在强风化层中采集了 91 件稀土样。采用全相法分析稀土氧化物总量（SREO）。根据分析结果，本矿区的稀土氧化物总量（SREO）为 0.000~0.010，平均 0.003%（详见表 3-3-3），达不到《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T 0204-2022）风化

壳离子吸附型轻稀土边界品位下限值 ($\geq 0.035\%$)，说明本区不含稀土矿产。

表 3-3-3 稀土氧化物总量测试结果表

序号	工程 编号	样品 编号	样长 L(m)	取样 方法	样品描述	化验编号	分析结果 SREO(%)
1	ZK001	稀土-1	1.30	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W364	0.002
2		稀土-2	1.40	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W365	0.003
3		稀土-3	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W366	0.003
4		稀土-4	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W367	0.004
5	ZK201	稀土-1	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W368	0.002
6		稀土-2	1.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W369	0.002
7		稀土-3	0.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W370	0.002
8		稀土-4	1.20	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W371	0.001
9		稀土-5	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W372	0.001
10	ZK401	稀土-1	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1702	0.006
11		稀土-2	1.20	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1703	0.006
12		稀土-3	1.30	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1704	0.008
13		稀土-4	1.20	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1705	0.010
14		稀土-5	2.20	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1706	0.004
15		稀土-6	2.25	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1707	0.003
16		稀土-7	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1708	0.003
17		稀土-8	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1709	0.001
18		稀土-9	1.85	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1710	0.001
19		稀土-10	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1711	0.003
20		稀土-11	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1712	0.001
21		稀土-12	1.60	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1713	0.002
22		稀土-13	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1714	0.002
23	ZK501	稀土-1	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1715	0.002
24		稀土-2	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1716	0.000
25		稀土-3	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1717	0.000
26		稀土-4	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1718	0.002
27		稀土-5	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1719	0.000
28		稀土-6	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1720	0.003
29		稀土-7	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1721	0.007
30		稀土-8	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1722	0.006
31		稀土-9	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1723	0.005
32		稀土-10	1.95	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1724	0.005
33		稀土-11	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1725	0.004
34		稀土-12	1.75	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1726	0.001
35		稀土-13	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1727	0.004
36		稀土-14	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1728	0.004
37		稀土-15	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1729	0.002
38		稀土-16	1.85	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1730	0.000
39		稀土-17	1.85	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1731	0.007
40	ZK602	稀土-1	1.85	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1732	0.001
41		稀土-2	1.75	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1733	0.001
42		稀土-3	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1734	0.003

序号	工程 编号	样品 编号	样长 L(m)	取样 方法	样品描述	化验编号	分析结果 SREO(%)
43		稀土-4	1.75	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1735	0.000
44		稀土-5	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1736	0.001
45		稀土-6	1.85	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1737	0.001
46		稀土-7	1.90	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1738	0.001
47	ZK604	稀土-1	1.90	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1739	0.000
48		稀土-2	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1740	0.007
49		稀土-3	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1741	0.006
50		稀土-4	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1742	0.003
51		稀土-5	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1743	0.000
52		稀土-6	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1744	0.008
53		稀土-7	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1745	0.008
54		稀土-8	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1746	0.007
55		稀土-9	1.75	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1747	0.008
56		稀土-10	1.25	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1748	0.004
57		稀土-11	1.30	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1749	0.008
58		稀土-12	1.90	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1750	0.003
59		稀土-13	1.85	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1751	0.003
60		稀土-14	1.90	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1752	0.001
61		稀土-15	2.15	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1753	0.009
62		稀土-16	1.94	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1754	0.002
63	ZK701	稀土-1	1.60	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1755	0.003
64		稀土-2	1.60	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1756	0.000
65		稀土-3	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1757	0.000
66		稀土-4	2.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1758	0.001
67		稀土-5	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1759	0.000
68		稀土-6	1.90	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1760	0.001
69	ZK703	稀土-1	1.60	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1761	0.003
70		稀土-2	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1762	0.001
71		稀土-3	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1763	0.009
72		稀土-4	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1764	0.002
73		稀土-5	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1765	0.003
74		稀土-6	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1766	0.000
75		稀土-7	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1767	0.000
76		稀土-8	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1768	0.001
77		稀土-9	2.20	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1769	0.000
78		稀土-10	1.70	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1770	0.001
79		稀土-11	1.70	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1771	0.003
80		稀土-12	2.48	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1772	0.001
81		稀土-13	1.92	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1773	0.001
82		稀土-14	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1774	0.002
83		稀土-15	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1775	0.001
84		稀土-16	1.60	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1776	0.006
85		稀土-17	1.60	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1777	0.006
86		稀土-18	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1778	0.008
87		稀土-19	2.00	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1779	0.000

序号	工程 编号	样品 编号	样长 L(m)	取样 方法	样品描述	化验编号	分析结果 SREO(%)
88		稀土-20	1.80	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1780	0.007
89		稀土-21	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1781	0.006
90		稀土-22	1.50	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1782	0.007
91		稀土-23	1.30	劈心	强风化黑云二长花岗岩	25W1783	0.002
平均							0.003

(六) 矿石的放射性能

本次详查工作在采集放射性样品 2 件,送广西壮族自治区第四地质队实验室进行天然放射性核素检测分析,并计算了内照射指数 I_{Ra} 及外照射指数 I_{γ} ,样品分析结果见表 3-3-4。由检测结果可知,高岭土矿体样品均满足《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566-2010)标准规定的 A 类装饰材料的要求,矿石及其产品的产销和使用范围不受限制。因此,本区的高岭土矿石放射性水平较低,放射性环境条件较好。

表 3-3-4 放射性核素检测结果表

序号	工程编号	样品编号	化验编号	镭-226 放射性比活度(Bq/Kg)	钍-232 放射性比活度(Bq/Kg)	钾-40 放射性比活度(Bq/Kg)	I _{Ra} 内照射指数	I _γ 外照射指数	判定
1	ZK603	放射性 H1	25W375	181	176	1038	0.91	1.22	A 类
2	ZK503	放射性 H2	25W376	136	51.8	1139	0.68	0.84	A 类

三、矿石类型

（一）自然类型

根据岩矿鉴定结果,结合矿体露头 and 探矿工程中矿石风化程度,将矿石划分为两种自然类型:强风化层高岭土矿石、半风化层高岭土矿石。前者矿石质地松散-疏松,多呈砂泥土状,可塑性较差,本区的I-1、I-2号砂质高岭土矿体即为该类型矿石。后者矿石质地稍硬,敲打易碎;在II号砂质高岭土矿体即为为该类型矿石。

（二）工业类型

矿石工业类型属于含砂率大于 45% 的砂质高岭土，矿山在高岭土粗料生产过程中，可综合回收利用建筑用砂矿。

四、矿体围岩和夹石

(一) 围岩

1、I-1 号高岭土矿体

矿体顶板（表土层）以残坡积层为主，部分为强风化层。矿体底板以半风化层（Ⅱ号高岭土矿体）为主，局部为强风化层。

矿体顶板（表土层）岩性主要为砂土、砂质粘土、粉质粘土，局部为强风化黑云二长花岗岩（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 > 2\%$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 < 14\%$ ）。底板岩性主要为半风化黑云二长花岗岩，局部为强风化黑云二长花岗岩（ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 > 2\%$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3 < 14\%$ ）。岩性特征见第“第二节 矿区地质 四 赋矿风化壳特征”叙述。

在剖面上，矿体顶（底）板接触面呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角较平缓，矿体与围岩的接触界线不明显，多呈渐变过渡关系，需根据工业指标圈定矿体时划定。

矿体顶板（表土层）厚度 0.00~3.50m，平均厚度 1.43m；矿体表土层剥离系数为 0.19，总剥离量为 284512.8m³。表土层的建筑用砂含量相对较低，为保持表土层土壤结构，表土层中的建筑用砂不做评价，所剥离的表土层直接用于矿山生产过程中的土地复垦回填，更有利于植被生长复绿。

2、I-2 号高岭土矿体

矿体顶板为强风化层，岩性为强风化层黑云二长花岗岩。矿体底板为半风化层（II 号高岭土矿体），岩性为半风化层黑云二长花岗岩。

3、II 号高岭土矿体

矿体顶板为强风化层，岩性为强风化层黑云二长花岗岩。矿体底板为新鲜的黑云二长花岗岩，矿物成分主要为石英、钾长石、斜长石及少量黑云母等，有用、有害组分与矿体基本相同。本次工作在 ZK402、ZK501、ZK603、ZK701 中对新鲜的黑云二长花岗岩采集了基本分析样， Al_2O_3 11.93~14.67%，平均 13.97%； Fe_2O_3 1.18~1.49%，平均 1.34%； TiO_2 0.046~0.081%，平均 0.069%。但由于岩石致密坚硬，无可塑性，不可作为砂质高岭土进行利用，其 Al_2O_3 含量则小于 18%，达不到《矿产地质勘查规范高岭土、叶腊石、耐火黏土》（DZ/T 0206—2020）硬质高岭土的工业指标要求，因此本区的新鲜黑云二长花岗岩不可做高岭土矿。

（二）夹石

本区 I—2、II 号工业矿体中无夹石，矿体内部结构简单。I—1 号工业矿体仅存在一层夹石（评价为低品位高岭土矿体），由 ZK401 钻孔揭露，产于矿体中部，厚度 9.85m，呈透镜状产出，岩性与矿体相同，一般以颜色与矿体区分，夹石颜色较深，多呈黄褐色。

五、共（伴）生矿产

本区砂质高岭土矿赋存于黑云二长花岗岩风化壳中，共（伴）生矿产为建筑用砂矿。它与高岭土矿的分布范围基本一致，呈同体共生或异体共生关系。砂质高岭土矿及其夹

石经搅拌或破碎，用水冲洗过筛后即可得到建筑用砂矿。本次核实在风化层中采集了 5 件砂指标样进行测试，根据测试结果，本矿区风化层的各项质量指标均符合《中华人民共和国国家标准 建设用砂》（GB/T 14684-2022）中规定的建设用砂Ⅲ类品级的质量技术指标要求，详见表 3-3-5。

表 3-3-5 建筑用砂质量技术指标要求与本矿区风化层相应指标对照表

类别 指标	表观 密度 (kg/m ³)	堆积 密度 (kg/m ³)	空隙 率	含泥 量	泥块 含量	有害元素含量(%)					坚固 性	压碎 指标
						氯化物 含量	云 母	有机 质	SO ₃	轻物 质		
I类	≥2500	≥1400	≤44	≤1.0	≤0.2	≤0.01	≤1.0	合格	≤0.5	≤1.0	≤8	≤20
II类	≥2500	≥1400	≤44	≤3.0	≤1.0	≤0.02	≤2.0	合格	≤0.5	≤1.0	≤8	≤25
III类	≥2500	≥1400	≤44	≤5.0	≤2.0	≤0.06	≤2.0	合格	≤0.5	≤1.0	≤10	≤30
本矿 区	2552	1430	40	2.9	1.2	0.004	0.6	合格	0.32	0.2	8	25

六、矿床成因及控矿因素

（一）矿床成因

矿区高岭土矿体呈层状、似层状赋存于黑云二长花岗岩体的风化壳中，在垂向上，由地表坡积土层往下过渡到风化壳的强风化层，再到半风化层，基底为黑云二长花岗岩基岩。已知高岭土矿体赋存于强风化层和半风化层中，故推断矿床的形成与岩体经长期风化作用有关，并且与黑云二长花岗岩的矿物成分有着十分密切的关系。

在矿区地处亚热带，气候温暖-炎热、干燥-潮湿季节性交替，雨量充足，植被发育的自然条件下，成矿母岩在有利风化的气候、构造、地貌等条件下，经风化作用形成厚度较大的粘土质型风化壳，风化壳中高岭土化较明显，区内高岭土矿正是由黑云二长花岗岩经风化作用形成。形成过程大致为：富含长石矿物的岩浆岩侵入形成黑云二长花岗岩→岩石风化崩解→长石等矿物分解粘土化→K₂O、Na₂O、SiO₂、FeO 等分解、迁移→高岭石等粘土矿物相对残余富集成矿。因此，矿床成因类型应属花岗岩风化残积型砂质高岭土矿床。

（二）控矿因素

矿区高岭土矿体的形成控矿因素主要由以下几方面：

1、岩浆岩控矿

矿区高岭土矿赋存于黑云二长花岗岩体的风化壳中，严格受其下的基岩控制。岩体矿物成分主要为长石、绢云母、石英、黑云母等，且铁、钛等有害成分含量低，岩石经过长期风化作用和酸性水介质作用下，形成了强风化~半风化层。

2、气候作用控矿

自晚第三纪以来广西为潮湿炎热气候，本区属雨量充沛的湿热的亚热带气候，干湿交替，适合高岭石的形成。

3、化学风化作用控矿

高岭土矿形成是富含长石、绢云母的黑云二长花岗岩经强烈化学风化作用后铝、硅分离的结果。矿区处于山间盆地的低矮丘陵区，剥蚀作用不明显，地下水位低，水的垂直循环和淋滤作用强烈。长期强烈的化学风化作用，使富含钾长石、斜长石的黑云二长花岗岩中的硅、铝分离形成大量的高岭石，为本区高岭土矿床提供了丰富的成矿物质。

第四节 矿石加工技术性能

本矿山属在生产矿山，矿山开采后直接将粗精矿销售到附近陶瓷工业园，作为陶瓷企业的瓷砖基体原料，并不需进一步的选矿加工。经业主取样送有关厂家试制一般陶瓷产品，本矿山的原料符合厂家生产一般陶瓷的要求。

本矿山矿石属砂质高岭土，质软易松散，呈白色~浅黄色粉砂状，具含砂泥质结构，土状构造，矿石易于选矿及加工。矿山采用露天开采方式，采矿方法为自上而下分层台阶式开采，堑沟开拓、运矿溜槽和管道运输矿浆的运输方案。矿山遵循“先剥离后采矿”的原则，在超前剥离表土层后，采用挖掘机采挖矿石，矿石堆集到台阶底平台，采用水枪水力逆向冲采高岭土矿石，矿石经运矿溜槽和管道运输到选矿车间，经淘洗、筛分、沉淀后形成高岭土产品和建筑用砂产品。根据矿山生产数据，本矿区高岭土矿经选矿后所获得的粗精矿产品 Al_2O_3 含量在 26.73~38.66%，平均 30.76%； Fe_2O_3 含量为 0.44~1.65%，平均 1.28%； TiO_2 含量为 0.02~0.45%，平均 0.26%；白度在 53.2~68.7%之间，平均 58.8%；回收率达到 85%以上。矿山加工工艺流程图详见图 3-4-1。

图 3-4-1 矿石加工工艺流程图

第五节 矿床开采技术条件

一、水文地质条件

（一）区域水文地质条件

1、地下水类型及富水性

区域上矿区位于鉴江流域内，鉴江流域地下水主要由北向南径流，与地表水的径流方向大致相同。地表水系较发育，山谷冲沟、小溪季节性流水。区域上最低潜水侵蚀面及排泄基准面标高为 46m。根据区域地下水的赋存条件、含水介质特征，区域地下水类型可划分为：松散岩孔隙水、变质岩构造裂隙水和花岗岩风化网状裂隙水三种。

（1）第四系孔隙水，赋存于第四系松散岩含水岩组中，主要岩性由第四系桂平组（Qhg）由残坡积层（腐植土、砾质粘性土、砂土、岩屑）和河流冲积物（砾石、砂及砂土）组成，分布于丘陵缓坡、山脚山前及河流沟谷地形低洼处，分布面积较广泛，岩层厚度 2~10m。山顶斜坡上的松散层属透水不含水，补给来源为大气降水垂直入渗，再下渗补给下伏含水层，而分布于溪沟、河流河床及两岸的第四系松散岩层直接接受地表水的补给，其次是上一级阶梯谷地潜流补给下一级阶梯谷地。地下水获得补给后，一部份于沟谷低洼处分散渗出地表，另一部分潜流补给裂隙水。根据水文地质调查结合区域水文地质资料，测区内该层地下水富水性弱，水量贫乏。据区域水文地质资料，该类地下水水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型，矿化度一般为 50-100mg/L。

（2）变质岩构造裂隙水，赋存于云开岩群丰洞口组（ Pt_{2-3f} ）、兰坑组（ Pt_{2-3lk} ）变质岩构造含水岩组中，分布于本测区西部和南部范围内，云开岩群丰洞口组（ Pt_{2-3f} ）岩性主要为灰、深灰、紫红色、灰绿色绢云千枚岩、绢云石英千枚岩、（含）长石云母石英片岩、云母片岩、石英岩、含云母含长石石英岩、含炭千枚岩夹云母片岩、含炭片岩；兰坑组（ Pt_{2-3lk} ）岩性主要为灰色、灰褐色、黄褐色、红褐色、紫红色云母石英片岩、云母片岩、长石云母石英片岩、长石二云片岩、石英岩、云母石英岩、长石云母石英岩、长石石英岩、绢云千枚岩、绢云石英千枚岩和少量含磷灰石片岩、含炭质（长石）云母片岩、条带状磁铁矿层及大理岩、钙质泥岩。根据水文地质调查结合区域水文地质资料：该类地下水泉流量 1~5L/s，地下水径流模数为 $<12\sim 18\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ ，属富水性中等，水量中等；据区域水文地质资料，该类地下水水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Na}$ 、 $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 型，矿化度 $<50\text{mg/L}$ 。该类地下水以降雨入渗补给为主。大气降水在山顶、山脊处，直接渗入构造裂隙或风化裂隙，而在谷地坡地处，大气降水通过坡残积层或冲洪积层垂向入渗补

给地下水，其补给强度视覆盖层透水性强弱而定，其降雨入渗系数一般约为 0.03 左右。地下水获得补给后，由山顶或山脊向沟谷作隙流运动，在沟谷底洼处以分散面流或小泉形式排泄地表成地面溪流。

(3) 花岗岩风化带网状裂隙水，主要赋存于侵入中-新元古界天堂山岩群、云开群地层中的志留纪的片麻眼球状中细粒黑云二长花岗岩 ($g\eta\gamma S_3^{e2}$)、侏罗纪的细中粒石英二长岩 (ηOJ_2)、细粒石英闪长岩 (δOJ_2) 和白垩纪的细-中粒 (粗粒) 斑状黑云二长花岗岩 ($\eta\gamma K_1^a$) 风化带网状裂隙含水岩组中。根据水文地质调查结合区域水文地质资料：该类地下水泉流量 $<1.0L/s$ ，地下水径流模数为 $<12\sim 18L/s\cdot km^2$ ，属富水性弱，水量贫乏区；据区域水文地质资料，该类地下水水化学类型为 $HCO_3-Ca\cdot Na$ 、 $HCO_3-Na\cdot Ca$ 型，矿化度 $<50mg/L$ 。该类地下水以降雨入渗补给为主。大气降水在山顶、山脊处，直接渗入构造裂隙或风化裂隙，而在谷地坡地处，大气降水通过坡残积层或冲洪积层垂向入渗补给地下水，其补给强度视覆盖层透水性强弱而定，其降雨入渗系数一般约为 0.03 左右。地下水获得补给后，由山顶或山脊向沟谷作隙流运动，在沟谷底洼处以分散面流或小泉形式排泄地表成地面溪流。

资料来源：《区域水文地质普查报告》(1:20 万 玉林幅)

图 3-5-1 区域水文地质图

2、水文地质单元特征

本区属罗江自然流域单元，山间沟谷相对发育，呈树枝状分布，其中部分沟谷常年流水，沟谷河水最终均汇入罗江。

勘查区及附近地下水与地表水流向基本一致，即地下水分水岭与地表水分水岭基本一致，故地形边界即为水文地质单元的地表边界。勘查区区域上属罗江水文地质单元；矿区一带则属于平定水次级水文地质单元；矿区及附近又进一步细分为 2 个最低一级水文地质单元：高涧次级水文地质单元、垆尾次级水文地质单元。区域地层以花岗岩为主，水文地质单元边界基本与地表水分水岭一致。矿区所处次级水文地质单元即为垆尾次级水文地质单元，汇水面积 $5.4km^2$ ，矿区西部地表水、地下水最终均往垆尾冲排泄，矿区处于该水文地质单元补给径流区，地下水接受大气降水补给，地下水获得补给后，由山顶或山脊向沟谷作隙流运动，在沟谷底洼处以分散面流的形式排泄地表成为溪流。矿区及其附近地下水与地表水流向基本一致，矿区西部地下水及地表水自北向南径流，汇入三水河，最终汇入平定水。

3、区域地下水的补、径、排条件

根据地下水储存空间、流动、补给条件，本区域地下水分为孔隙水及裂隙水2个系统。

孔隙水主要接受大气降水、河沟的渗透补给，在沟谷部位接受裂隙地下水补给，地下水的补给主要为大气降水，其次为河流侧向补给、渠道及农田中地表水下渗补给。其径流特征主要为沿孔隙分散垂直向下渗透，排泄特征主要是以分散渗流的形式下渗补给下伏含水层或在低洼处排泄出地表。孔隙水系统流程短，受季节影响明显，加上其结构松散，储水能力差，排泄条件较好。

裂隙水具有分布面积较广，水量少，补给径流排泄简单等特征，主要接受大气降水补给，其埋藏、分布、运动规律主要受岩石的风化发育程度、裂隙类型、裂隙性质、裂隙发育程度及岩性、地质构造、地形地貌等因素控制。本区域岩浆岩地形切割一般，小溪沟比较发育，有利于地下水的流动与排泄，地表径流条件好，使区域基岩裂隙地下水具有渗透浅，径流途径短，就地补给，就地排泄的特点。雨水渗入地下后大部分于浅部风化带沿山坡作短程径流后，即于山沟中排出地表，地下水流向与地形坡向一致，山间溪流自上而下流量逐渐增大；小部分渗入深部地下径流补给下伏含水层或缓慢流出区外。裂隙水具有埋藏浅、分布不均一的特点，一般没有统一的地下水面，地下水主要赋存于风化裂隙中。

由于本区域地下水主要受大气降水的补给，因而都具有季节性动态变化特征其动态变化与降雨量关系十分密切，地下水动态具有随降雨量的变化而变化的特点，地下水动态出现滞后现象，一般大雨过后，地下水的最大洪峰值滞后降雨峰值在2~4天左右。

（二）矿山水文地质条件

1、矿区含水岩组特征

矿区内出露地层单一，仅为第四系残坡积层（ Q^{el+dl} ）；第四系下伏即为侵入云开岩群丰洞口组的中-细粒斑状黑云二长花岗岩（ $\eta\gamma K_1^a$ ）。根据岩性组合特征、含水类型及其富水性将它们划分为第四系松散岩孔隙含水岩组及花岗岩风化带网状裂隙含水岩组2个含水岩组和1个相对隔水层。各含（隔）水岩组主要特征为：

（1）第四系松散岩孔隙含水岩组

由第四系残坡积层组成，广泛分布于矿区坡地及山脚洼地中，分布不甚均匀，一般在陡坡和矿（岩）体露头处较薄，在山坡平缓处较厚，据野外调查及钻孔资料，该层厚度0~3.5m不等，平均厚约1.18m。主要岩性为砂质粘土、粉质粘土，偶夹花岗岩风化碎屑物等。该层雨季含潜水，枯水期时透水不含水，主要接受大气降水补给，总体贮水条

件差，为松散岩类孔隙水，富水性弱，水量贫乏。

为求取第四系残坡积层粘土渗透系数，本次野外工作在矿区范围内采用双环法分别做了3组渗水试验。试验时采用内外环水面高度保持10cm，用量筒按一定时间加水到固定的10cm高度，并记录渗水量，当单位时间渗水量相对稳定持续时间达两小时以上时终止试验。求取渗透系数采用的公式为：

$$K=Q/F(H_K'+Z+l) \quad (\text{水文地质手册P384})$$

式中：Q—稳定的入渗量（ cm^3/min ）；

F—试坑（内环）渗水面积（ cm^2 ）；

Z—试坑（内环）中水层厚度（cm）；

H_K' —毛细压力，相对于内环水柱高度，忽略不计；

l—试验结束时水的渗入深度（cm）。

根据上述公式，计算出各水文井的渗透系数，具体见表表3-5-1。

表 3-5-1 第四系残坡积层渗水试验成果表

试验编号	试验层岩性	试验深度（m）	试验坑直径（m）	内外环控水瓶直径（m）	内外环水柱高度（m）	内环稳定时段耗水量（ml/s）	渗透系数k（cm/s）	平均渗透系数 k_1 （cm/s）
SWJ1	粘土	0.40	1.0	0.21	0.10	0.2661	7.69×10^{-4}	9.23×10^{-4}
SWJ2	粘土	0.50	1.0	0.21	0.10	0.2839	8.20×10^{-4}	
SWJ3	粘土	0.45	1.0	0.21	0.10	0.4072	1.18×10^{-3}	

从试验结果来看，该层平均渗透速度 $K=9.23 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，根据《水利水电工程地质勘察规范》GB50487-2008 附录 F 中岩土体透水性分级表划分，第四系砾质粘性土透水性中等，即矿区第四系残坡积层属中等透水层。

（2）花岗岩风化带网状裂隙含水岩组

侵入云开岩群丰洞口组的中-细粒斑状黑云二长花岗岩（ $\eta\gamma K_1^a$ ），含风化带网状裂隙水，主要赋存于靠近地表强风化、半风化花岗岩裂隙中，为矿床主要含水层。根据实地调查，矿区附近该类含水岩组中分布下降泉枯季涌水量为 $0.01 \sim 0.86 \text{L/s}$ ；本次野外工作在 ZK0401 钻孔进行抽水试验，共进行 2 次降深试验，据本次抽水试验成果，该类含水岩组钻孔单位涌水量 $q=0.038 \sim 0.0421 \text{L/s} \cdot \text{m}$ ，平均 $0.0404 \text{L/s} \cdot \text{m}$ ；渗透速度 $4.94 \times 10^{-4} \sim 5.72 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $K=5.33 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，根据上述调查及试验成果，再结合 1/20 万区域水文地质资料（玉林幅）分析，确定矿区及附近风化带网状裂隙水富水性弱，水量贫乏，透水性中等。

据勘查期钻孔稳定水位测量情况（矿区钻孔地下水位埋深情况见表 3-5-2）可知：

该含水岩组地下水位在山脊埋藏相对较大，在坡底沟谷埋藏则较小；该含水岩组勘查期地下水位为埋深 8.40~45.43m，地下水位标高 165.16~261.48m，水位起伏总体较大，水力坡度总体较大，钻孔水位测量时间在主要集中在 2 月至次年 4 月份之间，基本属于枯水期；据访，矿区内丰水期地下水位要高于枯水期 2.5~4.5m，平均 3.5m，即丰水期地下水位标高 168.66~264.98m 之间，矿区设计最低开采标高+150.0m，故矿区内设计开采的部分矿体大多位于地下水位之下。

表 3-5-2 钻孔稳定水位统计一览表

钻孔编号	孔口标高 (m)	孔深 (m)	勘查期稳定水位埋深 (m)	勘查期稳定水位标高 (m)	稳定水位观测日期	丰水期稳定水位埋深 (m)	丰水期稳定水位标高 (m)
ZK001	189.12	31.9	8.40	180.72	2025.3.15	4.90	184.22
ZK201	214.33	18.4	12.22	202.11	2025.3.17	8.72	205.61
ZK401	216.28	50.1	17.61	198.67	2025.3.17	14.11	202.17
ZK402	245.75	40.1	30.01	215.74	2025.3.17	26.51	219.24
ZK501	190.03	49.6	24.87	165.16	2025.3.17	21.37	168.66
ZK503	266.7	43.7	30.56	236.14	2025.3.17	27.06	239.64
ZK601	208.17	25.1	18.08	190.09	2025.3.17	14.58	193.59
ZK602	217.84	26.4	15.67	202.17	2025.3.18	12.17	205.67
ZK603	239.33	35	26.44	212.89	2025.3.17	22.94	216.39
ZK604	293.26	42.3	/	/	2025.3.18	/	/
ZK701	257.95	27.1	18.17	239.78	2025.3.18	14.67	243.28
ZK703	306.91	55.1	45.43	261.48	2025.3.17	41.93	264.98

据钻探资料（具体见表 3-5-3），该花岗岩体近地表强风化、半风化层平均厚度仅约 28.20m，该厚度可视为含水层厚度。

表 3-5-3 矿区钻孔风化层厚度一览表 单位：m

钻孔编号	全-强风化层	半风化层	合计	平均厚度
ZK001	8.00	1.50	9.50	28.20
ZK201	10.10	4.74	14.84	
ZK401	26.30	3.99	30.29	
ZK402	25.00	11.88	36.88	
ZK501	33.10	2.20	35.30	
ZK503	26.45	6.52	32.97	
ZK601	20.00	3.17	23.17	
ZK602	13.70	3.85	17.55	
ZK603	28.00	1.80	29.80	
ZK604	30.04	4.32	34.36	
ZK701	*****	8.71	21.61	
ZK703	45.10	7.00	52.10	

（3）相对隔水层

矿区微风化层、新鲜花岗岩（矿体）岩石结构致密，节理裂隙相对弱发育、或虽较发育但大多呈闭合状，透水性极差，隔水性能良好，将其视为相对隔水层。

2、地下水补给、径流、排泄特征

(1) 松散岩类孔隙水

赋存于第四系的残坡积层孔隙中，主要接受大气降雨的渗入补给，溪沟附近还接受地表水直接补给，孔隙水沿残坡积层中的孔隙渗流，向低洼地方排泄，流程较短，部分沿风化裂隙或节理裂隙下渗补给下伏裂隙水，受季节影响明显，加上其结构松散，储水能力差，排泄条件较好。

(2) 裂隙水

具有分布面积较广，水量少，补给径流排泄简单等特征，主要接受大气降水补给，溪沟附近的裂隙含水层，亦接受地表水的直接或间接补给（通过第四系孔隙含水层间接补给），其埋藏、分布、运动规律主要受岩石的裂隙类型、裂隙性质、裂隙发育程度、风化程度及地层岩性、地质构造、地形地貌等因素控制。矿区属低山丘陵地貌，表层残坡积土厚度小，且具中等透水性，地形切割中等，溪沟发育，有利于地下水的流动与排泄，地表径流条件好。雨水渗入到地下后，河床标高以上地下水大部分于浅部风化带沿山坡作短程径流后，以泉的形式排泄补给地表水，具有径流途径短、就地补给就地排泄的特点，小部分缓慢流出区外。

由于矿区地下水主要受大气降水的补给，因而都具有季节性动态变化特征其动态变化与降雨量关系十分密切，地下水动态具有随降雨量的变化而变化的特点，地下水动态出现滞后现象，一般大雨过后，地下水的最大洪峰值滞后降雨峰值在2~4天左右。

3、矿坑充水因素分析

(1) 大气降水和地形条件对矿床充水的影响

矿区地面标高+323.47m~+134.0m之间，坡度16°~35°，局部地段达40°~72°之间，属低山丘陵地貌，地形起伏较大，地形地貌上不利于大气降水补给地下水，矿区内松散岩区残坡积层厚度0~3.5m不等，平均1.18m，覆盖层分布不均匀且厚度较小，加上矿区沟谷发育且深切，地形有利大气降水的排泄，地表径流条件好，但由于岩性为砾质粘性土，具中等透水性，且浅部岩石风化裂隙发育，从而导致大气降水通过覆盖层及风化裂隙含水层向下渗透补给矿坑。

矿区未来采用露天开采方式，开采在最低开采标高以下均为新鲜的微风化花岗岩，新鲜的微风化花岗岩，透水性极差，极具隔水作用，遇大强度降雨时，若排水不及时，易造成矿坑大量积水，影响矿山生产。因此，大气降水是露天采坑充水的主要影响因素。

(2) 地表水对矿坑充水的影响

矿区内无地表水体分布，附近主要地表水为西侧垆尾冲。垆尾冲分布于矿区西侧山间冲沟中，总体自北向南径流，最终在三水村北侧汇入三水河。该冲全长 5.5km，流域面积 5.4km²。据访，该冲流量一般 2~8L/s，暴雨最大流量约 15L/s，枯水期流量 0.9L/s。矿区附近一带垆尾冲河床标高约 98m，矿区拟最低开采标高+150.0m，故东冲对矿坑充水基本无影响。

综上，总体上矿区附近主要地表水对矿坑充水影响极小。

（3）断裂构造带水文地质特征及其对矿区充水的影响

根据地质资料及野外调查显示，矿区内无断裂通过，矿区外围 1km 范围内亦无断裂构造发育，矿区地质构造以节理裂隙构造为主。矿区基岩节理裂隙中等发育，但节理裂隙规模大多较小，且期间有碎石土充填，对矿区充水的影响小。

综上，断裂构造带对矿坑充水基本无影响。

（4）地下水对矿坑充水影响

矿区为花岗岩分布区，花岗岩近地表层风化网状裂隙中赋存花岗岩风化网状裂隙水，富水性弱，水量贫乏，透水性中等，该类地下水在矿区范围以泉及散流形式在冲沟边渗出。矿体最低开采标高为+150m，本矿区开采部分矿体位于该类地下水之下，开采揭露地下水。因此，花岗岩风化网状裂隙水为露天采场直接充水来源。

4、矿坑洪量预测

矿区为开采+180m 标高以上属山坡型露天开采，北部开采+180m~+150m 标高间矿体属凹陷开采，大气降水、花岗岩风化网状裂隙水为矿坑充水的直接来源。

（1）大气降水直接降落在露天采场内的涌水量

矿体分布于整个矿区，未来采用露天开采，以最低开采标高（+150.0m）为基础，根据矿区地形地貌，按照坡脚至山顶的范围考虑，采矿场汇水面积要大于矿区面积，根据 1:2000 地形图圈定采矿场汇水面积约 255623m²。矿坑降水汇水量按下式计算：

$$Q = F \cdot A \cdot \varphi$$

式中：Q—矿坑降水汇入量，m³/d；

F—采矿场的汇水面积，m²；

A—日降雨量，m/d；

φ—正常降雨时的地表径流系数，0.8（查《水文地质手册》）；

预测大气降雨洪水量最大值时采用各年日最大降雨量的平均值，预测大气降雨洪水量正常值时采用多年雨季（5~9 月）日降雨量平均值。根据陆川县气象站 2000~2020 年的

资料, 矿山多年雨季日降雨量平均值为 14.24mm、矿山各年日最大降雨量平均值为 430mm。

计算得矿坑雨季正常大气降水汇入量: $Q=2912\text{m}^3/\text{d}$;

计算得矿坑雨季最大日大气降水汇入量: $Q=87934\text{m}^3/\text{d}$ 。详见下表:

表 3-5-4 大气降水直接进入采场的涌水量估算表

采场编号	露天采场汇水面积 F	正常涌水量		最大涌水量	
		雨季日平均降雨量 A	正常涌水量 $Q_{\text{正常}}$	日最大降雨量 A_{max}	最大涌水量 Q_{max}
	(m^2)	(m)	(m^3/d)	(m)	(m^3/d)
采场	255623	0.01424	2912	0.43	87934

(2) 露天采场地下水涌水量计算

1) 计算范围: 未来矿山采用露天开采的方式, 形成一个凹陷采坑, 因此凹陷采坑作为矿山矿体的矿坑涌水量计算范围。

2) 计算水平: 以矿山最低开采标高+150m 作为计算水平。

3) 计算时期: 矿坑正常涌水量及雨期最大涌水量。

4) 计算方法: 采用稳定流计算法。

A、水文地质概念模型

区内矿体主要含矿层位为黑云二长花岗岩 ($\eta\gamma K_1^a$), 地下水主要赋存于强-半风化带网状裂隙中, 富水性弱, 水量贫乏, 透水性中等, 为矿坑的充水岩层。本次计算矿坑涌水量将矿体看作均一无限含水层的边界条件。在未来矿坑疏干情况下, 地下水主要呈潜水层流状态, 因而计算中按潜水完整井处理。

根据前述概化的水文地质边界条件、计算参数, 采用“大井法”公式计算露天采场平水期、雨季的正常及最大涌水量。将采场等效为开采面积相同的“大井”。计算公式如下:

$$Q = \frac{1.366K (2H - S)}{\lg R_0 - \lg r_0} \quad (\text{公式 3-5-1})$$

式中: Q —露天采场地下水涌水量 (m^3/d);

K —含水层渗透系数 (m/d);

H —含水层厚度 (m);

S —水位降深 (m);

R_0 —引用影响半径 (m);

r_0 —引用半径 (m)。

B、各计算参数取值的确定

①渗透系数（K）：根据矿山 ZK001 抽水试验求得渗透系数，渗透系数 $4.94 \times 10^{-4} \sim 5.72 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $K=5.33 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

②含水层厚度（H）

地下水主要赋存于强-半风化带网状裂隙中，富水性弱，微-未风化花岗岩基本不含水，本次含水层厚度按全-半风化带厚度取值。据钻探资料（具体见表 3-5-3），该花岗岩体近地表强风化、半风化层平均厚度仅约 28.20m，该厚度可视为丰水期含水层厚度；钻孔水位测量时间主要集中在 3 月份，基本属于枯水期，据访，矿区内丰水期地下水位要高于枯水期 2.5~4.5m，平均 3.5m，则枯水期含水层厚度为 24.70m。

③水位降深（S）：本矿山矿体最低开采标高 150m 已基本位于微风化的相对隔水层中，因此其水位降深与含水层厚度一致，水位降深 $S=H$ 。

④影响半径 R：计算公式 $R = 2S\sqrt{H \cdot K}$ （公式 3-5-2）

⑤“大井”的引用半径 r_0 计算公式如下：

$$r_0 = 0.565 \sqrt{F} \quad (\text{公式 3-5-3})$$

式中：F—坑道/采区系统分布范围所圈定的面积，单位 m^2 ，经测算，本矿区 $F=177042 \text{m}^2$ ， $r_0=237.73 \text{m}$ 。

⑥引用影响半径 R_0 ：由影响半径及大井引用半径确定即： $R_0=R+r_0$ 。

矿山露天开采矿坑涌水量预测计算表如下：

表 3-5-5 矿坑涌水量预测计算表

位置	计算水平(m)	含水层厚 H(m)	渗透系数 K(m/d)	水位降深 S(m)	影响半径 R(m)	“大井”的引用半径 r_0 (m)	“大井”的引用影响半径 R_0 (m)	涌水量 Q(m^3/d)	涌水量计算时期
采场	150	24.7	0.0533	24.7	56.68	237.73	294.41	478.29	正常涌水量
	150	28.2	0.0533	28.2	69.15	237.73	306.88	522.19	最大涌水量

三、露天采场矿坑总涌水量

露天采坑涌水量包括大气降水直接进入量和地下水涌水量，露天矿坑正常、最大涌水量见表 3-5-6。

表 3-5-6 露天采场矿坑涌水量计算结果表

采场编号	大气降水涌水量		地下水涌水量		总涌水量	
	正常涌水量	最大涌水量	正常涌水量	最大涌水量	正常涌水量	最大涌水量
	$Q_{\text{正常}}$	Q_{max}	$Q_{\text{正常}}$	Q_{max}	$Q_{\text{正常}}$	Q_{max}
	(m^3/d)	(m^3/d)	(m^3/d)	(m^3/d)	(m^3/d)	(m^3/d)
采场	2912	87934	478.29	522.19	3390.29	88456.19

根据上述计算结果，矿坑正常涌水量为 $3390.29\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $88456.19\text{m}^3/\text{d}$ 。

本次工作在矿区内开展单孔抽水试验，但参与计算的参数为根据水文地质和气象等条件取经验值，根据《固体矿产勘查工作规范》（GT/33444-2016），估算的矿井涌水量应属 E 级精度，可信系数为 0.1。

5、矿床疏干排水条件

矿区分布于半坡至坡顶一带，区内地面标高+323.47~+134.00m 之间，山体自然坡度一般为 $16^\circ\sim 35^\circ$ ，局部地段达 $40^\circ\sim 72^\circ$ 之间，属低山丘陵地貌，地形起伏中等。矿体设计最低开采标高为+150.0m，矿区当地侵蚀基准面位于其西侧垌尾冲一带，标高约+98.0m，矿区当地侵蚀基准面低于矿体设计最低开采标高，且矿区北东高，南西低，地形坡度较大，地形条件对矿坑自然排水极为有利，主要生产期具备自然排水的地形条件。且矿区内及附近村屯拉有电网，若需机械排水，矿床的人工疏干排水条件也较好。

经分析，矿坑降雨汇水量为动态变化的过程，一般在开采初期水量小，随着开采面积的增大，水文地质条件将发生变化，水量也随着增大。因此建议矿山在生产过程中，根据矿坑实际汇水量资料，对预测汇水量数据加以修正完善，使其更符合开采区水文地质条件。另，矿山在开采矿体均位于当地侵蚀基准面以上，开采+180m 标高以上的矿体时基本都可利用地形自然排水，一般不形成矿坑积水，但随采坑深度加深，开采+180m 标高以下，北部采区将形成凹陷坑，可能会形成矿坑积水；经分析矿坑涌水量主要以大气降水为主，矿山生产建设过程中需做好露天采场截排水设施，避免雨季大气降水集中汇入露天采坑中。

另外，当矿山开采至设计最低开采标高时，地下水将疏干整个含水层直至设计最低开采标高。根据前述分析计算，按照采用库萨金经验公式（ $R = 2S\sqrt{H \cdot K}$ ）计算地下水疏干影响半径得 R 在 56.68m~69.15m，矿山开采疏干排水影响半径较小，基本只影响到矿区北侧、东侧外缘一带，矿山停采后地下含水层自动恢复。

6、矿山供水条件

矿山生活用水：矿山办公室南东一侧已开钻进有一机井，深度约50m，流量约0.5L/s 可满足矿区生活用水需求。

矿山生产用水：本矿山为露天开采高岭土矿，生产用水主要用于降尘、高岭土粗选等，高岭土粗选用水可循环试验，用水量不是很大。经现场调查及了解，前期矿山矿坑开采用水主要引自矿区西侧的垌尾冲和水塘，垌尾冲流域面积 5.4km^2 ，流量一般 $2\sim 8\text{L/s}$ ，暴雨最大流量约 15L/s ，枯水期流量 0.9L/s 。基本可满足矿山需求。

（三）开采后矿区水文地质条件变化分析

本矿区水文地质勘查类型为裂隙水充水矿床，矿坑主要充水水源为大气降水、花岗岩风化网状裂隙水。矿山开采主要破坏局部地段地下水正常的补、径、排条件，对含水层结构破坏只限于局部，对其所在的水文地质单元的地下水流场不会产生明显改变。矿区属于地下水补给、径流区，地下水补给条件差，水文地质边界简单，开采后对矿区水文地质条件影响不大，后续应注重环保工作。

（四）矿区水文地质勘查类型及水文地质条件的复杂程度

本矿山矿层赋存于侵入云开群丰洞口组（ Pt_{2-3f} ）的中-细粒斑状黑云二长花岗岩（ $\eta\gamma K_1^a$ ）风化层中，矿区内主要地下水类型为花岗岩风化网状裂隙水，富水性弱（钻孔单位涌水量小于 $0.1L/s\cdot m$ ），水量贫乏，是以裂隙含水层充水为主的矿床，矿体位于当地侵蚀基准面以上；地下水的补给来源主要是大气降水，补给条件差，水文地质边界简单；矿区自然排水标高为+180m，矿体设计开采标高在+323.47m~+150m间，后期开采局部将形成凹坑。即矿山开采+180m标高以上可自然排水，+180m标高以下需机械排水；矿区第四系覆盖层较薄；开采后对矿区水文地质条件影响较小。

因此，本矿区水文地质勘查类型为裂隙充水矿床，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）表1 充水矿床勘查的复杂程度分型表，综合判定矿床水文地质条件属简单类型。

二、工程地质条件

（一）矿区工程地质岩组划分

根据矿区地层岩性、地质构造、地貌和岩体结构以及岩土强度、透水性、工程地质特性，将矿区地层组合归并，划分为2个工程地质岩组，按照风化程度又将黑云二长花岗岩细分为3个亚组。自上而下描述如下：

1、砾质粘性土单层结构土体

主要分布于矿区沟谷、缓坡及低洼地带。厚度0~3.5m不等，平均厚1.18m。该层岩性为砾质粘性土，呈土黄色，呈松散状结构，结合周边矿山资料，土体含水量24.7~26.1%、质量密度 $1.69\sim 1.78g/cm^3$ 、孔隙比0.913~1.044、饱和度68~74%、液性指数0.24~0.33、塑性指数15.3~16.8、粘聚力31.9~40.6KPa、内摩擦角 $11\sim 14^\circ$ 、压缩模量6.39~7.65MPa。该层厚度随地形起伏变化，为矿体间接顶板，未发现该层存在原生、次生结构面；土体呈可塑-硬塑状，结构松散，力学强度低，压缩性高，工程力学性能差，自由膨胀率为20%~30%，胀缩总率为1.65%~1.88%，50kpa大气压下相对膨胀率为

0.01%~0.02%，按照《广西膨胀土地区建筑勘察设计施工技术规程》成因类型判定标准，本矿区土层不属于膨胀土；在边坡较陡处，容易发生生小型崩塌、滑坡地质灾害，但矿区该土体较薄，露天开采形成的边坡对矿山开采影响较小。

2、极软~坚硬花岗岩岩组

细分为土状极软全-强风化黑云二长花岗岩、块状软弱-较坚硬半风化黑云二长花岗岩、块状为弱风化坚硬黑云二长花岗岩 3 个亚组。

（1）土状极软全-强风化黑云二长花岗岩岩组

全-强风化层：厚度 8.0~45.100m 不等，平均厚约 23.22m。该层为黑云二长花岗岩风化形成，呈浅黄、黄褐色，局部浅灰白色，结构构造已被完成风化，长石已被风化为粘土物质，仍可见石英颗粒，大小一般在 0.1~0.3cm，结构松散，呈土状、碎裂状。因风化较强烈，已无法辨别节理裂隙的发育情况。岩石风化呈砂土状，稳定性差，粘聚力 61.9~109.9KPa、内摩擦角 17.7~25.7°，临空处易发生崩塌、滑坡等地质灾害。

（2）块状软弱-较坚硬半风化黑云二长花岗岩岩组

半风化层：厚度 1.5~11.88m 不等，平均厚约 4.94m。为黑云二长花岗岩半风化形成，呈黄色、红褐色，具砂泥质结构，残余花岗结构，局部残余似斑状结构，疏松块状构造。矿物成分主要为石英、长石、粘土，次为云母等，该层外观保持原岩状态，局部残留原岩板状长石斑晶晶形，用手可折断，捏碎；石英基本保留原岩晶粒；裂隙密布；常有铁质沿裂隙渲染扩散。根据采样测试结果（单轴饱和抗压）统计，半风化花岗岩岩石饱和单轴抗压强度值 17.0~32.0MPa，平均 25.9MPa，属软弱-较坚硬岩。根据抗剪试验测试结果，半风化花岗岩粘聚力 9.39~14.58MPa，平均 12.38MPa，内摩擦角 36.91~46.88°，平均 41.60°。该层厚度随地形起伏变化，该层风化节理裂隙较发育，稳定性较差，临空处较易发生崩塌、滑坡等地质灾害。

（3）块状弱风化坚硬黑云二长花岗岩岩组

新鲜岩石具中细粒花岗结构，块状构造。矿物胶结好，岩质坚硬，岩块手折不断，锤击不易碎，岩体完整性好，岩芯多呈长柱状。根据采样测试结果（单轴饱和抗压）统计，弱风化花岗岩岩石饱和单轴抗压强度值为 50.8~86.0Mpa，平均 68.4MPa，属坚硬岩。根据抗剪试验测试结果，弱风化花岗岩粘聚力 12.34~19.18MPa，平均 15.76MPa，内摩擦角 46.88~59.16°，平均 53.02°。该层原生节理裂隙相对发育，但规模均不大，总体稳定性较好，临空处有一定可能发生崩塌、滑坡等地质灾害。

（二）不良结构面特征

矿区内无断层发育，区内不良结构面主要为基岩节理裂隙面等。岩体的节理中等发育，按性质可分为原生节理裂隙和次生节理裂隙。

原生节理主要为后期的构造或区域性的断裂影响使矿区的岩石受到应力作用形成，此类节理延伸较长，节理面平直，倾角 $68^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 之间。经现场踏勘，原生节理主要有两组节理，第一组产状 $35^{\circ}\sim 53^{\circ}/62^{\circ}\sim 81^{\circ}$ ，间距 $3\sim 5\text{m}$ ，局部 $1.5\sim 2.5\text{m}$ ；第二组产状 $135^{\circ}\sim 168^{\circ}/72^{\circ}\sim 83^{\circ}$ ，该组节理多以平行状产出，间距一般 $1.5\sim 2.5\text{m}$ ，局部 0.5m 。另外，岩石中发育少量隐裂隙。

次生节理主要为风化节理裂隙，分布较为普遍，发育于矿体表层和浅部，在这一范围常与原生节理裂隙共存，形成网脉状，横向及纵向延伸均不大。次生的风化节理裂隙随深度加大逐渐减少。

节理裂隙面破坏了岩石的完整性，影响局部岩体的稳定性，未来容易引发露采坑边坡崩塌、滑坡地质灾害。

（三）现状自然斜坡及人工边坡的稳定性分析

矿区内自然斜坡较陡，调查未见有滑坡现象和滑坡痕迹，也未见有崩塌发生。矿区内自然斜坡基本稳定。

矿区内的人工边坡主要为旧采空区边坡。边坡坡高一般边坡高度 $4\sim 18\text{m}$ ，坡度 $35^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ，局部边坡较高陡，边坡岩性主要为残坡积层，局部上部为残坡积层，下部出露为强风化花岗岩。调查未见有滑坡现象和滑坡痕迹，也未见有崩塌地质灾害发生。

综合上述，矿区内自然斜坡基本稳定；矿区人工边坡地质灾害弱发育，处于基本稳定状态。

（五）矿区主要工程地质问题

矿区地形标高 $+323.47\text{m}\sim +150\text{m}$ ，未来矿山开采拟采用露天开采方式，设计最低开采标高 $+150.0\text{m}$ ，则待矿山完成开采后在矿区内四周边缘将形成高露采坑边坡，根据矿区四周地形高度初步判断，露采坑边坡高度 $10\sim 172\text{m}$ 不等，边坡高度大且陡峭。因边坡上部的残坡积层及强风化层厚度较大，强~半风化基岩次生节理（主要为风化节理裂隙较为发育），结构松散，遇水易软化，岩土体工程地质性亦较差，边坡稳定性较差，下部弱风化基岩在原生节理较为发育，在边坡开挖、机械振动，降雨、雨水入渗，自重，加上坡度较大共同作用下，易引发崩塌、滑坡地质灾害。

（六）矿区工程地质勘查类型及工程地质条件复杂程度

矿区地形地貌起伏变化较大，岩性变化均一，自上而下岩性为第四系砾质粘土层、

全-强风化花岗岩层、半风化花岗岩层、弱风化花岗岩层及新鲜花岗岩层。砾质粘土层~全-强风化层属极软岩类，半风化层属软弱-较坚硬岩类，新鲜岩层属坚硬岩类，但岩石节理裂隙中等发育，破坏了岩石的完整性，影响局部岩体的稳定性。未来采用露天开采方式，采坑边坡较高，且残坡积层、基岩风化破碎带总厚度大于 10m，易引发崩塌、滑坡等工程地质问题。

结合上述，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）第 6.1.1 条，本矿区工程地质勘查类型属第三类：块状岩类；第 6.1.2 条，确定矿山工程地质条件属中等类型。

三、环境地质

（一）区域稳定性评价

矿区区域上处于一级构造羌塘—扬子—华南板块，二级构造属华夏新元古代—早古生代造山带，三级构造属罗霄—云开弧盆系，四级构造属云开岩浆弧。大地构造位置为华南加里东褶皱系西南端，属于云开台隆与钦州残余地槽构造接合部位。

据《陆川县志》和《广西地震志》等资料记载，陆川县一带受陆川-岑溪深断裂带的影响，从 1408 年至今，陆川县境内共发生 3 级以上的有感地震 22 次，其中最大地震等级为 2019 年 10 月 12 日发生的北流市 5.2 级地震。近年来，乌石-大桥-陆川一带亦常发生地震，仅 1978 年 1 月至 8 月，陆川县就发生地震 810 次，但震级大于 3 级的有感地震仅 3 次，矿区周边地区（波及项目区）历史最大地震震级 5.2 级。根据《中国地震动峰值加速度区划图（1:400 万）》（GB18306-2015 图 A1）（见图 3-5-2），矿区地震动峰值加速度为 0.10g，相当于地震烈度为 7 度区；根据《中国地震动反应谱特征周期区划图（1:400 万）》（GB18306-2015 图 B1）（见图 3-5-3），调查区地震动反应谱特征周期为 0.35s。

根据上述，矿区 50km 范围内发生过 5 级地震，距离矿区 20km 范围的全新世微弱活动断裂的为陆川-岑溪断裂，矿山拟采用挖掘机+爆破采挖工艺，爆破震动以及降雨水动力等影响偶有诱发地质灾害发生，规模较小，矿区及周边无水库蓄水等工程，岩土体上部主要为风化软弱岩浆岩，下部主要为坚硬的新鲜岩浆岩，构造地貌处于低山丘陵地貌，根据《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）“表 5、表 6、表 7”（具体详见表 3-5-7~表 3-5-9）的规定，矿区所在区域构造次稳定，地表次稳定，区域地壳稳定性分级为次稳定。

图 3-5-2 地震动峰值加速度区划图

图 3-5-3 地震动反应谱特征周期区划图

表 3-5-7 构造稳定性评价基本指标及分级标准

表 3-5-8 地表稳定性评价指标及分级标准

表 3-5-9 依据地表稳定性和构造稳定性划分的区域地壳稳定性

区域地壳稳定性分级	构造稳定性	地表稳定性
稳定	稳定	稳定
	稳定	次稳定
次稳定	稳定	次不稳定
	次稳定	稳定
	次稳定	次稳定
次不稳定	稳定	不稳定
	次稳定	次不稳定
	次稳定	不稳定
	次不稳定	次不稳定
	次不稳定	不稳定
	不稳定	稳定
不稳定	次不稳定	次不稳定
	次不稳定	不稳定
	不稳定	次稳定
	不稳定	次不稳定
	不稳定	不稳定

(二) 矿区环境地质现状评价

1、地表水、地下水环境

本次野外工作共采集了 2 个水样，水样采集位置、时间等情况见表 3-5-10，水质分析送由中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心检测。

表 3-5-10 水样采集原始记录表

样品编号	采样地点	采样日期	采样时间	温度℃	备注
SY01	上雷岭北侧约 120m 冲沟中 (S04)	2025.3.17	15: 10	20	地表水
SY02	ZK001	2025.3.17	16: 26	20	地下水

(1) 地表水环境

本次野外工作所采集的 2 个水样中，其中 SY01 为地表水样。根据检测结果，按照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)进行单因子评价，检测及评价结果见表 3-5-11。检测及评价结果显示，本次所采集的地表水水样 SY01 除达到耗氧量 CODMn 量外，其他项目均达Ⅲ类水标准。

表 3-5-11 矿区地表水水质监测结果及质量评价表

单位：mg/L

序号	检测项目	标准值 (Ⅲ类)	检测结果 (SY02)
1	pH 值 (无量纲)	6~9	6.26
2	总硬度	≤450	205.2
3	溶解性固体总量	/	438
4	耗氧量 COD _{Mn}	≤3.0	8.80
5	钾 K ⁺	/	1.70
6	钠 Na ⁺	/	9.32
7	钙 Ca ²⁺	/	79.1
8	镁 Mg ²⁺	/	1.78
9	铁 Fe ³⁺ +Fe ²⁺	/	0.068
10	铝 Al ³⁺	/	0.003
11	氨 NH ₄ ⁺	/	0.07
12	氯 Cl ⁻	≤250	6.70
13	硫酸根 SO ₄ ²⁻	≤250	4.60
14	碳酸氢根 HCO ₃ ⁻	/	210
15	碳酸根 CO ₃ ²⁻	/	0.00
16	硝酸根 NO ₃ ⁻	≤10	0.68
17	亚硝酸根 NO ₂ ⁻	/	0.02
18	氟化物 F ⁻	≤1.0	0.26
19	游离 CO ₂	/	13.1
20	氰化物 CN ⁻	≤0.2	<0.002
21	挥发酚	≤0.005	<0.002
22	锰 Mn	≤0.1	0.001
23	铜 Cu	≤1.0	0.001
24	铅 Pb	≤0.05	0.001
25	锌 Zn	≤1.0	0.019
26	镉 Cd	≤0.005	<0.0001
27	铬 Cr	≤0.05	0.0028
28	汞 Hg	≤0.0001	<0.00004
29	钡 Ba	≤1.0	0.007
30	铍 Be	≤0.002	<0.0005
31	砷 As	≤0.05	<0.0003

序号	检测项目	标准值 (Ⅲ类)	检测结果 (SY02)
32	硒 Se	≤ 0.01	0.0005
33	钼 Mo	≤ 0.1	0.020
34	镍 Ni	≤ 0.05	0.0001
备注: 检测结果加粗表示超出标准值 (Ⅲ类)			

(2) 地下水环境

本次野外工作所采集的 2 个水样中, 其中 SY02 为地下水样, 根据检测结果, 按照《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 评分法, 按单指标评价结果最差的类别确定, 并指出最差类别的指标。地下水检测结果见表 3-5-12。

表 3-5-12 矿区地下水现状环境质量评价结果表

单位: mg/L

序号	检测项目	地下水Ⅲ类标准	SY02
1	pH 值 (无量纲)	6.5~8.5	6.72
2	色度 (CU)	≤ 15	<5
3	浑浊度 (NTU)	≤ 3.0	<1
4	臭和味	无	无
5	肉眼可见物	无	无可见物
6	总硬度	≤ 450	33.2
7	溶解性固体总量	1000	245
8	耗氧量 COD_{Mn}	≤ 3.0	31.5
9	钾 K^+	/	1.10
10	钠 Na^+	/	3.89
11	钙 Ca^{2+}	/	11.6
12	镁 Mg^{2+}	/	1.04
13	铁 $\text{Fe}^{3+}+\text{Fe}^{2+}$	≤ 0.3	0.276
14	铝 Al^{3+}	≤ 0.2	0.503
15	氨 NH_4^+	/	0.09
16	氯 Cl^-	≤ 250	8.5
17	硫酸根 SO_4^{2-}	≤ 250	16.8
18	碳酸氢根 HCO_3^-	/	40.8
19	碳酸根 CO_3^{2-}	/	0.00
20	硝酸根 NO_3^-	≤ 20	0.95
21	亚硝酸根 NO_2^-	≤ 1.0	0.03
22	氟化物 F^-	≤ 1.0	1.78
23	游离 CO_2	/	2.2
24	氰化物 CN^-	≤ 0.05	<0.002
25	挥发酚	≤ 0.002	<0.002
26	锰 Mn	≤ 0.1	0.094
27	铜 Cu	≤ 1.0	0.001
28	铅 Pb	≤ 0.01	0.003
29	锌 Zn	≤ 1.0	0.023
30	镉 Cd	≤ 0.005	<0.0001
31	铬 TCr	≤ 0.05	0.0072
32	汞 Hg	≤ 0.001	<0.00004
33	钡 Ba	≤ 0.70	0.007
34	铍 Be	≤ 0.002	<0.0005
35	砷 As	≤ 0.01	0.0003
36	硒 Se	≤ 0.01	0.0006
37	钼 Mo	≤ 0.07	0.007
38	镍 Ni	≤ 0.02	0.0004

序号	检测项目	地下水Ⅲ类标准	SY02
39	银 Ag	≤0.05	0.0003
40	锑 Sb	≤0.005	<0.0001
41	铊 Tl	≤0.0001	<0.0001
备注：检测结果加粗表示超出地下水Ⅲ类标准			

从水质现状检测结果看，SY02 地下水样的检测项目超过地下水Ⅲ类标准值，“耗氧量 CODMn”、“铝 Al^{3+} ”和“氟化物 F⁻”超标，矿区及周边区域内地下水水质一般，区域地质背景和周边环境一般。

3、地形地貌景观与土地损毁情况调查

矿区周边 300m 范围内无自然保护区、旅游景区（点）、人文景观和风景旅游区，采矿活动对此无影响。由于前期采矿活动开挖及压占破坏，现状采矿活动主要对地形地貌景观和土地资源影响和破坏主要为露天采场、工业场地、临时排土场、表土场和办公生活区五个单元，因采矿开挖压占，原有的植被景观均已遭受不同程度的破坏，已损毁土地面积 13.3630hm²，其中乔木林地 2.1989hm²、其他林地 0.5358hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 10.4560hm²、农村道路 0.0919hm²，总体上，现在采矿活动对矿区地形地貌景观与土地损毁严重。

4、放射性元素地质环境

本次工作在采集放射性样品 2 件，送广西壮族自治区第四地质队实验室进行天然放射性核素检测分析，并计算了内照射指数 I_{Ra} 及外照射指数 I_{γ} ，样品分析结果见表 3-3-4。由检测结果可知，高岭土矿体样品均满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）标准规定的 A 类装饰材料的要求，矿石及其产品的产销和使用范围不受限制。因此，本区的高岭土矿石放射性水平较低，放射性环境条件较好。

5、土壤质量现状

为确定勘查区的土壤质量环境，本次野外工作采集了位于矿区北部林地及南西侧耕地土壤样 2 件，采集 0-20cm 的表层土壤。样品送至中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心进行检测（检测结果见表 3-5-13），化验测试重金属元素有：As、Hg、Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、Ni（8 项元素），以及 pH 值。

根据《土地环境质量农用地土壤污染风险管控标准》（GB 15618-2018）及测试报告结果显示，勘查区土壤主要呈酸性特征，所采土壤样 TR01、TR02 中 Cd、As、Hg、Pb、Cr、Cu、Ni、Zn 元素含量均未达风险筛选值。

综上，总体上项目区土壤受污染较轻。

表 3-5-13 矿区土壤有害元素检测结果表

污染物项目		风险筛选值	风险管制值	检 测 结 果	
				TR01	TR02
		6.5<pH≤7.5		6.98	6.81
Cd（μg/g）	水田	0.6	3.0		0.049
	其它	0.3		0.073	
Hg（μg/g）	水田	0.6	4.0		0.107
	其它	2.4		0.110	
As（μg/g）	水田	25	120		7.17
	其它	30		8.28	
Pb（μg/g）	水田	140	700		27
	其它	120		26	
Cr（μg/g）	水田	300	1000		26
	其它	200		26	
Cu（μg/g）	果园	200	/		3.7
	其它	100		3.7	19.3
Ni（μg/g）		100	/	7.1	7.0
Zn（μg/g）		250	/	48	57

6、岩石有毒有害元素

本次详查采集 4 组高岭土矿石样进行有害元素浸出试验（试验结果见表 3-5-14），根据试验结果，矿区开采的高岭土矿石浸出液有毒有害元素含量极低，达Ⅲ类地表水质量标准，矿山开采矿石堆在大气降水的淋滤作用不会影响矿区附近的地下水及地表水水质。

表 3-5-14 矿区岩石浸出液有毒有害元素检测结果表 单位：mg/L

序号	检测项目	YH01 检测值	YH02 检测值	YH03 检测值	YH04 检测值	标准值（Ⅲ类）
1	pH 值 (无量纲)	7.58	7.66	7.62	7.47	6~9
2	汞 Hg	0.000095	0.000073	0.000041	0.000093	≤0.0001
3	砷 As	0.00103	0.000873	0.000565	0.000725	≤0.05
4	镉 Cd	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	≤0.005
5	镍 Ni	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	≤0.05
6	铜 Cu	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤1.00
7	铅 Pb	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	≤0.05
8	锌 Zn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	≤1.00
9	铬 Cr	<0.004	<0.004	0.01	0.008	≤0.05
10	锰 Mn	0.020	0.013	<0.01	0.01	≤0.10
评判结果		Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	Ⅲ类	

7、地质灾害发育特征

矿区属低山丘陵区非岩溶工程地质区，覆盖层主要为残坡积层，厚度 0~3.5m 不等，平均厚约 1.18m，植被发育。

根据实地调查，矿区内自然斜坡及人工边坡均未发现崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，矿区内自然斜坡、人工边坡稳定性较好。总体上属地质灾害弱发育区。

（三）矿山开采对环境地质问题影响预测评价

矿山设计开采方式为露天开采。根据矿山地形地貌、开采技术条件、岩土体工程地质特征及设计开采方式，预测矿山建设开采可能会引发或遭受崩塌、滑坡、地下水污染、含水层破坏等环境地质问题。

1、矿山建设矿山道路边坡引发生崩塌、滑坡地质灾害危险性预测

矿山设计采用公路开拓-汽车运输方案，在建设过程中将形成 3~10m 的边坡，边坡岩性主要为全-强风化~半风化花岗岩，矿山基建期工程建设中，在机械振动、开挖扰动和降雨等因素影响下，矿山道路边坡可能发生崩塌、滑坡地质灾害，预测矿山建设引发崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等~大，造成直接经济损失小于 100 万元，预估受威胁人数小于 10 人，危害程度小，危险性小~中等。

2、矿山建设引发崩塌、滑坡地质灾害危险性预测

（1）露天采场边坡

矿区内山体坡度山体自然坡度一般为 16° ~ 35° ，局部地段达 40° ~ 72° 之间，自然斜坡以土质边坡为主，局部为岩质边坡，调查时矿区内自然斜坡及人工边坡均未见有滑坡现象和滑坡痕迹，矿区内自然斜坡、人工边坡基本稳定。未来矿山拟采用露天开采方式，对地表破坏极大；随着露天采场不断加深，边坡高度越来越大，边坡工程安全等级要求也随之提高，对边坡的稳定性和边坡变形的控制难度随之加大。高边坡局部中上部为结构松散的第四系覆盖层及强风化花岗岩层，下部基岩则因开采过程震动等导致基岩破碎，在上述诸多影响边坡稳定的因素叠加下，很可能造成露天采场高边坡的滑坡或崩塌，后果较严重。

未来设计开采标高+325m~+150m，拟由高到低进行采掘，根据矿区内各山体顶部及矿区范围界线附近地面标高分析，未来矿山在开采结束后在矿区四周边缘大部分地段将形成的永久性露采坑边坡高度约 10~170m，预测矿山开采引发露采坑边坡发生崩塌、滑坡的可能性大，造成直接经济损失小于 100 万元，预估受威胁人数小于 10 人，危害程度小，危险性中等。

（2）表土场

矿山为保证后期土地复垦土方来源，前期对表土进行剥离收集，表土以分层式往上堆放于表土场内，其结构极为松散，强度极低，若拟建的挡土墙不够牢固，预测表土场发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性大，崩塌体、滑坡体方量在 $500\sim 3000\text{m}^3$ 之间，属小型规模，损毁下游 500m 内林地的安全，造成直接经济损失小于 100 万元，预估受威胁人

数小于 10 人，危害程度小，危险性中等。

3、矿山开采对地下水（地表水）污染的预测

矿区的污染源主要来自于矿山采矿活动及矿山建设所排放的矿坑废水和生活污水，矿坑内废水及生活废水呈点源、连续排放，矿石淋滤水分散、面源的排放形式，排放规律一般表现为与降雨量相关。

区内属亚热带海洋型季风气候，温暖潮湿，雨量充沛，由于雨季雨水对废石土的冲刷、淋溶作用，如遇到暴雨便形成泥浆、泥石流，污水流入矿区各方下游，渗入地下污染附近及下游地下水水质，从而破坏当地植被和污染周围的水环境，对地质生态环境构成破坏影响，通过对矿区附近村屯生活用水情况调查可知，矿区西侧下游冲尾村的部分居民饮用水取自矿区影响范围内的冲沟水、下降泉等。预测矿区生产废水若发生泄露，影响冲尾村部分居民生活饮用水水质，危及下游居民饮用水安全，造成直接经济损失小于 1000 万元，预估受威胁人数小于 100 人，其危害程度中等，危险性中等。

4、矿坑排水对含水层结构破坏的影响预测

矿山露天开挖规模包括整个矿区，面积大，导致大范围基岩裸露，植被破坏；矿山将开采至下部微风化花岗岩，而矿区及附近地下水则主要赋存于地表及近地表的第四系覆盖层及风化带网状裂隙中，故未来采矿将对矿区及附近的含水层造成部分破坏，但总体上不会改变矿区及附近地下水补给条件。

矿区周边部分村民饮用水源点均分布于矿区疏干影响范围之外，因此矿山开采疏干排水对周边村民生活饮用水源无影响。矿坑疏干排水仅对矿区及附近含水层造成较大影响或破坏，对区域地下水位影响较小，引起的地面变形可能性较小，其危害程度小，危险性小。

5、开采产生噪音、扬尘对环境的影响

矿山设计露天开采，拟采用挖掘机+爆破采挖工艺，该工艺产生的噪音较大、扬尘较多，对矿山及附近造成较大影响。有可能影响到矿区西侧村屯。

（四）矿山地质环境保护与综合治理措施

矿床的开发可直接增加当地的收入，还可推动相关产业的发展，对当地经济发展起促进作用，但对当地环境也会产生一些如地质环境等负面影响。通过对矿区的地质环境条件和可能引发和加剧的地质灾害分析。矿山建设过程中的地质灾害防治主要是针对这些地质灾害类型及其可能发生灾害的地质环境条件，结合工程建设特点和不同地质灾害类型产生原因，采取不同的防治措施和办法，以达到有效减少和防止地质灾害的发生，

使建设工程安全可靠。建议采取以下防治措施：

1、露天采场边坡崩塌滑坡、表土场泥石流等地质环境问题的防治措施建议

(1) 严格按照开采设计的安全边坡角、台阶高度和安全平台宽度进行采矿作业，并在采场周围修建截排水沟。

(2) 排土场的选址应尽量避免容易发生地质灾害的陡坡及冲沟地段，并在其下游修建拦挡坝，在其周围修建截排水沟。

(3) 严格执行有关采矿安全规定，加强地质灾害监测，以便在发生险情时，及时采取处理措施。

2、地表水地下水污染的防治措施建议

(1) 矿山生产用水尽量采用矿坑涌水，生产废水可收集沉淀后循环利用，或者沉淀后排放。

(2) 按照相关规范定期监测矿区及其下游地下水水质。设置水文调查点作为矿区及下游水位、水质监测点进行长期观测点，监测整合区开采过程对周边地下水、地表水水量水质的动态变化情况。矿山应定期按季度采集水样进行分析，以监测下游水质变化，发现污染问题及时处理，避免或减轻矿山开采对下游地下水环境及村屯用水造成影响。

(3) 在矿山闭坑后，严格按矿山地质环境恢复与治理方案、土地复垦方案的要求，对矿山各种工业场地进行恢复，减少土地资源的破坏。在矿山生产过程中，应将矿山的生产与土地复垦方案相结合，尽量减少土地破坏总量。建议矿区在闭坑后对排土场进行科学的处理，同时建立急响应措施，一旦发现地下水污染事故，立即启动应急预案、采取应急措施控制地下水污染，实施水环境监测方案，并使水污染得到治理。

3、矿坑排水对含水层结构破坏及对周边村屯饮用水影响的防治措施建议

(1) 合理控制开采强度，制定科学有序的开采方案，采空区及时回填，及时复垦。

(2) 对可能受影响的村屯，应帮助其寻找备用水源，避免在发生污染泄露后影响居民饮用水安全。

4、环境保护措施

在矿山初建时期，在矿区、路边、宅旁等零星空地种植树草，实现矿区园林化。矿区绿化，在保护和改善环境方面具有重要的意义，它具有较好的调温、调湿、吸尘、改善气候、净化空气、减少噪音等功能。因此，大力开展绿化造林，对于保护环境、改善劳动条件，增强人民的身体健康，增加经济效益等具有重要的意义。

在矿山开采完毕后，对表土场要及时平整复土，植树造林，尽快恢复其生态平衡。

（五）环境地质勘查类型

矿区地处花岗岩低山丘陵地貌区，地貌及地质构造简单，地形较复杂，区域地壳次不稳定，自然条件下生态、环境良好，地质灾害弱发育，但矿山开采，可能引发露天采场高边坡崩塌或滑坡、表土场泥石流及崩塌、滑坡等地质灾害；矿山废水、废渣若未经处理直接排放将对矿区及其下游地下水造成污染。因此，矿区环境地质质量中等。

四、开采技术条件小结

综上所述，矿山未来采用露天方式进行开采，矿区拟开采最低标高在当地侵蚀基准面以上，矿坑主要充水水源为大气降水，水文地质条件属简单类型；岩石节理裂隙中等发育，影响局部岩体的稳定性，采坑边坡较高，残坡积层、基岩风化带厚度大于 10m，易引发崩塌、滑坡等工程地质问题，工程地质条件属中等类型；未来矿山开采可能引发滑坡、排土场泥石流等地质灾害，且矿山废水、废渣若未经处理可能对矿区及其下游地下水造成污染，矿区地质环境质量中等。

第六节 勘查工作及质量评述

一、勘查方法及工程布置

（一）勘查类型及勘查间距的确定

划分矿床勘查类型主要是根据矿体延展规模、矿体形态复杂程度、矿体厚度稳定程度、矿体内部结构复杂程度、构造复杂程度等五个地质因素来确定。

矿区内高岭土矿体南北向控制长度约 833m，东西向宽 105~443m，延展面积约 0.1395km²，延展规模为中型；矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈连片状展布，在剖面上，呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体边界被矿证切割较规则，形态复杂程度属规则型；矿体连续性好，厚度随地形呈有规律变化，与风化层关系密切，厚度变化系数 61.55%，厚度稳定程度属较稳定型；矿石质量稳定，本次施工的 12 个钻孔中仅有一层夹石（评价为低品位高岭土矿体），厚度 9.85m，夹石岩性与矿体相同，一般以颜色与矿体区分，夹石颜色较深，多呈黄褐色，矿体内部结构复杂程度属简单型；矿区内未发现断裂，构造复杂程度属简单型。

根据中华人民共和国自然资源部发布的《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火黏土》（DZ/T 0206-2020），矿区高岭土只有矿体延展规模、厚度稳定程度两项未达到Ⅰ勘查类型，所以将矿区勘查类型定为第Ⅱ类，控制资源量的勘查工程间距为 100×100m，推断的勘查工程间距确定为 200×200m。

表 3-6-1 矿床勘查类型对照表

项目对比	勘查类型	矿体延展规模	矿体形态复杂程度	矿体厚度稳定程度	矿体内部结构复杂程度	构造复杂程度
《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火黏土》(DZ/T 0206-2020)	I	多为大型	规则	稳定	简单	简单
	II	多为大、中型	较规则	较稳定	简单-中等	简单-中等
	III	多为中、小型	较规则—不规则	较稳定—不稳定	中等-复杂	中等-复杂
本矿区	II	中型	规则	较稳定	简单	简单

(二) 勘查手段选择

根据矿区矿床地质和矿体形态产状分布特征，参照有关技术标准规范规定要求，结合以往高岭土的勘查经验，本次采用地形测量，地质测量，钻孔施工、编录，水工环地质测量，样品的采集、加工、分析与测试等工作，基本查明矿区地层、构造、岩浆岩等地质特征；基本查明高岭土矿体的分布范围、形态、产状、厚度、规模、空间位置、矿石质量等特征，基本查明矿体的加工技术性能，基本查明矿区开采技术条件。从矿区勘查工作效果看，勘查手段的选择比较合理，满足本次核实工作的要求。

(三) 工程布置原则

勘查工程布置采用勘探线形式，勘探线方位确定为 90°(正东向)，间距为 100m，基本垂直矿体长轴方向，由北往南勘探线的编号依次为 07、06、05、04、03、02、00 线，共计 7 条，探矿工程基本布置于线上。根据本次详查目的及任务的要求，结合本区地质矿产特征，本次勘查工程布置遵循由已知到未知，由疏到密、由浅到深及重点揭露、点面结合的原则。

工程布置以已知见矿工程为依据，原则上先布置稀疏工程，后加密工程，所有工程布设在勘探线上。本次施工的工程大部分分布在勘探线上，部分工程因受地形地貌和地表植被影响，偏离了勘探线，但偏线距均小于 10m。本次施工钻孔 12 个，见矿钻孔 12 个，见矿率为 100%。所有钻孔均揭穿矿体底板或控制至最低开采标高，基本控制了矿体底部边界。

总体而言，本次核实勘查工程布置基本满足了勘查工程间距的要求，基本控制了工作区矿体分布范围，圈定了矿体四周边界和底部边界，勘查工程基本满足本次核实地质勘查要求。

(四) 控制程度及勘查间距合理性评述

本次核实工作探求控制资源量地段探矿工程勘查间距实际为：93~104m×92~116m，基本达到了“控制资源量(100×100m)”工程间距要求。边部单工程控制的矿体按“推断资

源量(200×200m)”按1/4工程间距（当外推至矿区边界超过“推断资源量(200×200m)”的1/4工程间距时，则外推至矿区边界）原则进行外推的部分为推断资源量。本次工作的勘查网度基本合理，较好地控制了矿区高岭土矿沿走向、倾向延伸，达到了核实工作目的和工程控制程度要求。工程间距对比表详见表3-6-2。

表 3-6-2 勘查工程间距对比表

矿种	勘查类型	规范要求勘查工程间距(m)		实际勘查工程间距(m)	
砂质高岭土	II	控制的		控制的	
		沿走向	沿倾向	沿走向	沿倾向
		100	100	93~104	92~116

二、地形测量及其质量评述

矿区的地形测量、工程点测量工作均由广西捷荣工程咨询有限公司承担，其具有测绘乙级资质，资质证书号码为：乙测资字 45504978，有效期至 2026 年 12 月 27 日。

（一）作业依据

- 1、《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》CH/T2009-2010；
- 2、《低空数字航空摄影规范》CH/Z 3005-2021；
- 3、《低空数字航空摄影测量内业规范》CH/Z 3003-2021；
- 4、《低空数字航空摄影测量外业规范》CH/Z 3004-2021；
- 5、《基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字线划图》CH/T 9008.1-2010；
- 6、《基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字正射影像图》CH/T 9008.3-2010；
- 7、《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分：1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》GB/T 20257.1-2017；
- 8、《测绘成果质量检查与验收》GB/T 24356-2023；
- 9、《测绘技术总结编写规定》CH/T 1001-2005；
- 10、《无人机航摄系统技术要求》CH/Z3002-2010；
- 11、《地质矿产勘查测量规范》GB/T 18341-2021；
- 12、《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量内业规范》GB/T 7931-2008；
- 13、《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量外业规范》GB/T7931-2008；
- 14、《1:500 1:1000 1:2000 地形图航空摄影测量数字化测图规范》GB/T15967-2008；
- 15、《城市测量规范》CJJ/T8-2011。

（二）采用的设备仪器

本次测量工作采用是设备仪器见表 3-6-3。

表 3-6-3 测量工作设备仪器

序号	设备名称	规格型号	数量	用途及精度	备注
1	GPS	中海达 V90	2 台	定位精度： 静态：2.5mm+1ppm， RTK：8mm+1ppm。	
2	无人机	大疆精灵 4RTK	1 台	最大飞行高度：500m 分辨率：0.05m/像素宽	
3	计算机	联想	5 台	高性能计算机	
4	车辆	三菱越野车	1 辆		
8	软件 1	CASS9.0	1 套	地形图编辑	
9	软件 2	ContextCapture Center	1 套	用于实景三维模型生产	

（三）测量基准

1、本次测绘工作平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系，3 度带高斯-克吕格正形投影，中央子午线经度为 111 度。

2、高程系统采用 1985 国家高程基准。建立控制网时利用国家级 C 级网点起算。

（四）控制测量

像控点平面控制测量采用 RTK 测量，利用广西 CORS 系统的参考站进行全天候连续的 GPS 观测和数据存储，并通过通讯网络将数据实时传输到数据处理中心进行数据处理，产生 CMR+和 RTCM2.3 等格式的 GPS 差分改正信息。在进行 RTK 作业时，GPS 接收机通过网络通信接收广西 CORS 数据中心发布的 GPS 差分改正数据，得到 CGCS2000 坐标系下的三维坐标。观测时等待网络 RTK 固定解后，先在布设在矿区周边的已知一级控制点进行精度校核，经过已知点的坐标校核，已知点坐标和检核测量得到的坐标、高程较差均小于 7CM，精度满足本次测量需求。随后对像控点每一点位观测三次且观测值较差小于 4CM，取满足指标要求的三次量测值的平均值作为最终结果。

图根点均采用不埋石图根点方式布设，图根点选点在测区水泥硬化地面布设，先用电动冲击钻开孔后再用带十字中心的自攻螺丝用锤子捶打平于地面，开孔深度为自攻螺丝长度一半以保证点位牢固保存，在点四周用红色喷漆喷绘矩形框并喷绘点号。图根点测量作业时调整强制对中脚架使对中气泡居中。图根点测量采用多测回图根点测量方式测取平面坐标及大地高程，每一测回采样数为十秒，测回结束后复位 GPS-RTK 主板测下一个测回，图根点测量测回数为 3 次每测回平面及高程坐标差值要求均优于 5cm，如测回间差值大于 5cm 则需按照作业规程重测该点直至数据符合要求。

（五）航测业内

1、实景三维模型的制作

本项目三维建模采用 ContextCapture Center Master 自动建模系统进行真三维模型的

制作，该系统是基于摄影测量原理，对大重叠度的倾斜影像进行空三加密，密集匹配等过程，最终生成真三维模型。整个过程人工干预量较少，具有快速、简单、全自动等特点，广泛的数据源兼容性和多种数据输出格式使其优势明显。模型成果所有建筑物的空间关系和纹理，均采用分层显示技术（LOD），分层多达 20 层以上，以保证任何配置的计算机均能流畅地显示地物模型，充分详细地表达建筑物细部特征。

运用倾斜摄影技术获取的影像数据导入 ContextCapture Center Master 自动建模系统进行处理。人工只需对质量控制和三维模型编辑修饰工作。

（1）自动化空三加密。在 ContextCapture Center Master 自动建模系统中加载摄区影像，人工给定一定数量的控制点，软件采用光束法区域网整体平差，以一张像片组成的一束光线作为一个平差单元，以中心投影的共线方程作为平差单元的基础方程，通过各光线束在空间的旋转和平移，使模型之间的公共光线实现最佳交会，将整体区域最佳地加入到控制点坐标系中，从而恢复地物间的空间位置关系。

（2）三维成果修改。对模型明显的拉伸变形、纹理漏洞和贴图模糊处进行处理，直到满足真三维模型制作精度要求。

（3）成果输出。一次处理，输出多种成果是 ContextCapture Center Master 软件的最大特点，因此软件可以输出 CGCS2000 坐标系下的 OSGB 格式实景三维模型成果和真正射影像成果。

2、数字线划图的制作

（1）技术要求。利用 EPS 软件平台加载实景三维模型，采用二三维联动一体化测图模式进行地形、地物采集和编辑，最后按照该项目测区的要求对地形图进行图面处理。在实景三维模型上进行地形图立体采集是真正意义上的裸眼 3D 采集，其摆脱了传统的 3D 眼镜采集的复杂模式，可以从多角度多窗口对真实地形进行准确采集，尤其是对植被密集区域，基于高分辨率的实景三维模型，作业人员可以准确采集到植被间隙的真实地表高程，对传统的密集植被高程采集难题实现了技术大突破，对于野外地形测量精度质量有了极大的提高，完全能满足一般矿山测量地形图的基本需求。

（2）成图质量。在外业测量中，为了进行后期地形图精度检验，需选取一些明显地物和制作专门的标志点来做成图精度检查，平高点采取和像控点一样的布设和测量方案，在测区内均匀分布，并制作明显中心点，便于图上刺点检查，本次测量的平高检查点而高程点一般选取比较平缓的地形，可以避免因平面位置的偏差而造成的地形高程误差，使用野外实地特征地物测量的方式对成果进行检验，其中高程误差最大 0.03m，最

小误差 0.01m，平面位置最大误差为 0.03m，最小为 0.01m，平面及高程中误差均符合要求。

根据成图比例尺为 1:2000，地形为山地，检验结果证明，同一平面坐标位置下的高程中误差均小于规范的限差要求。总体上地表测量精度达到 1:2000 航空摄影测量精度要求。该测区航测数字线划图，经查图员全面检查后，总图质量情况良好，经综合评定该测区提交的图件质量合格。

（七）完成工作量

本次地形测量主要完成的工作量如下：

表 3-6-4 地形测量工作量汇总表

序号	成果名称	数量	比例尺	备注
1	数字线划图 DLG	1 套	1:2000	电子数据
2	工程点测量	12 个	-	电子数据
3	测量报告	一份	-	-

（八）质量评述

1、外业采集质量综述

（1）仪器设备在使用前进行了检验和校正，其精度及各项检定指标符合要求，仪器性能良好，精度优良，符合规定要求。仪器设备及软件使用操作方法正确，各项参数设置正确。

（2）外业测量、检测数据的方法符合规范的要求，数学基础及数据采集精度良好，能够满足 1:2000 DLG 的要求。

（3）平面精度符合任务需求和《低空数字航空摄影测量内业规范》的要求，图幅接边精度良好。

2、成果质量综述

（1）数字线划模型（DLG）数学基础符合项目要求，坐标为 CGCS2000。

（2）数字线划模型（DLG）符合合同要求 1:2000 平面中误差精度要求。

（3）成果数量完整、无缺失。

综上所述，项目测量工作严格执行规范要求，测量成果资料齐全，测量成果精度满足限差要求，地形地物取舍合理，图面整饰情况良好。测量成果可供有关部门使用。

三、地质测量及其质量评述

本次地质填图目的是为研究区内岩体、岩石、构造等各种地质体的分布及特征，重点在于圈定地表岩体分布范围，圈定自然风化壳与基岩露头分界线。本区的岩体出露连

续，形态稳定、分布均匀，岩性单一，根据本次勘查的矿种类型，将矿区的填图单位按风化程度分为强风化层、半风化层和基岩层，岩性均为黑云黑云二长花岗岩。

本次地质测量以新测绘的矿区 1:2000 地形图为底图，开展同比例尺的填图工作。根据本区矿床地质特征，本次采用穿越法为主，追索法为辅的填图方法，观测路线 50~100m 不等，点距 48~123m 不等，均用油漆在岩石上标明点位和点号（见照片 3-6-1）。地质点定位采用 GPS 定位仪、罗盘交汇法、特征地形地物定点。位置基本准确可靠，符合规范要求。

地质观测点文字描述包括日期、点号、岩性、产状、构造以及地质体接触关系等。在野外岩、矿石定名准确，描述内容包括颜色（新鲜面、风化面）、结构、构造、矿物成份、岩石坚硬程度及风化度、节理裂隙发育程度等。完成填图面积 0.20km²，野外定点 27 个，钻探工程点 12 个，平均 195 点/km²。其中岩性界线点 22 个，占比 56.41%。通过地质填图基本查明矿区岩体分布特征、构造特征、岩石类型，基本能够满足本阶段的工作要求。

照片 3-6-1 野外地质填图标记

四、钻探工程及其质量评述

钻探是本次勘查工作的主要手段之一，目的是为了查明深部高岭土矿体的产状、形态、厚度、矿石质量等地质特征，同时也为了查明矿层顶底板、风化层厚度等地质信息，为探求高岭土矿控制资源量提供依据。

本次钻探设备为 XY-200-2A 型钻机钻进,采用 95mm 口径对浮土层及风化层直接冲击钻进,大部分岩矿心保存完好,仅少部分由于冲击作用发生挤压,穿过风化层后用 75mm 的口径采用双旋回钻进方式钻进原生基岩直至终孔。钻探施工各项技术工作指标满足设计要求。钻探施工过程中,地质人员均能根据工作进展及时对钻孔进行地质编录和样品采集工作。各钻孔终孔后采用 RTK 对孔口位置进行测定。钻探质量严格按《固体矿产勘查钻孔质量要求》(DZ/T0486—2024)和项目设计质量要求执行。

本次详查采用勘探线法,共施工 12 个矿产地质钻孔(见照片 3-6-2),均为直孔,总进尺 444.80m。施工的钻孔最深为 ZK703/55.10m,最浅为 ZK201/18.40m,平均孔深 37.07m,钻孔均见矿,见矿率为 100%。按岩心钻探八大指标进行验收,钻孔合格率为 100.00%,其质量均为优质孔。

(1) 岩矿芯采取率:钻机采用冲击钻进和双旋回钻进取芯工艺,岩矿芯采取率高,所采岩矿心绝大部分呈完整圆柱状,只有少部分破碎呈棱角状。所采岩矿心均洗净自上而下按次序装箱,按回次填写岩心牌并放好岩心隔板。经统计,本次施工的 12 个钻孔,岩矿心采取率为 96.36~100%,满足规范规定质量要求。

(2) 钻孔弯曲与测量间距:根据规范要求,直孔每钻进约 100m 及终孔要求进行了弯曲度测量,因此本次施工的钻孔在终孔位置均进行弯曲度测量。采用 CQ 测斜仪,测量前仪器都用校正台进行了校正,施测时,用铜质仪器套同时装入两台仪器,下到井内预定测点后,停机半小时以上,两仪器读数天顶角误差不超过 1°,方位角误差不超过 3°视为合格,所得数据取两仪器的平均值。从测量结果看,弯曲度测量结果误差为 0°,未见有超差现象,合格率 100%。其质量符合相关规范要求。

(3) 钻孔简易水文地质观测:本次施工的 12 个钻孔全部进行了简易水文地质观测。每观测回次,提钻后、下钻前各测量一次水位,记录于原始班报表上。对钻进过程中遇到的涌水、漏水、坍塌、掉块及钻具掉落等异常现象亦作了如实记录。钻孔终孔后静置 24 小时后进行稳定水位测量并如实记录。

(4) 孔深误差校正测量:本次施工的 12 个钻孔在终孔位置均进行孔深测量,测量时使用钢尺丈量。12 个钻孔孔深误差均为 0m,未出现超差的现象,合格率为 100%。质量符合相关规范要求。

(5) 原始班报表:各班均设有兼职记录员在现场及时填写原始班报表,采用水性笔记录。钻进及岩矿心采取过程中记录回次进尺、孔深、岩矿心长度及返水情况、岩心破碎情况等,班报表、岩心牌及岩、矿心编号填写做到真实、齐全、准确、整洁。但个

别班次记录有涂改或签名不全的现象。

(6) 封孔：各钻孔验收合格终孔后，下达终孔及封孔通知书，均为全孔封孔，用水泥浆（水与水泥比=0.5:1），并在孔口用水泥桩设立孔口标，注明孔号、孔深、开孔日期及终孔日期等信息。对封孔方法、封孔过程、封孔材料及其消耗量均作了详细记录，质量符合要求。

(7) 钻孔测井条件：钻探开孔及孔径按设计要求进行，开孔孔径为 95mm，终孔直径 75mm，完全满足测井条件。

(8) 生态环境保护：在钻探施工结束后，对钻机坪台进行填土，种植植被，保持水土，恢复原有生态环境。钻机场地的垃圾、油污、废液、沉渣及其它固体废物统一进行分类清理、收集，并按照相关规定进行焚烧、消毒、沉淀、固化等处理。

钻探施工严格按有关规范要求执行，达到地质设计目的。按岩心采取、测斜、孔深校正、简易水文观测、原始记录、封孔等钻孔质量的六大指标综合评定，各项指标均达到规范质量要求。经质量综合评定，各孔均达到了优质的要求。详见附表 3。

照片 3-6-2 钻孔施工机台

五、水文、工程、环境地质工作及其质量评述

(一) 1:50000 区域水文地质测绘（修测）

1:50000 区域水文地质测绘采用 1:50000 地形图作为手图，以 1:20 万区域水文地质调查成果为基础，对矿区所在各水文地质单元的边界条件、地下水类型及分布特征、地下水补径排条件等进行了调查，重点调查区域地下水的分布特征，区域含水层与矿区含水层的关系及对矿床充水的影响。水文地质测绘的观测路线，宜垂直岩层（岩体）和构造线走向；或顺河谷、沟谷、地貌形态变化显著和地下水露头较多的方向布置；为追索含水层或地质构造，可沿含水层和构造线走向布置；水文地质点应布置在地质、水文地质有意义的地点，不应平均布置。大致查明了区域地貌特征及地下水的补给、径流、排泄条件，划分地下水类型，圈定了区域水文地质边界。调查面积 25km²，调查路线长度 28km，填写水文地质调查卡片 7 张，达到测绘精度要求。基本查明了区域地貌特征及地下水的补给、径流、排泄条件，划分了地下水类型，圈定了区域水文地质边界。质量符合要求。

（二）1:5000 矿区水文地质工程地质环境地质测量

1、1:5000 矿区水文地质测量

1:5000 矿区水文地质调查范围以矿体为中心，适当外扩至其所在的整个次一级水文地质，基础地质及矿体分布等内容直接利用地质成果。野外调查采用路线调查为主，点线结合，调查路线必须穿越全部勘查矿体所在的坡地、沟谷。基本查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件，确定其汇水边界；基本查明含（隔）水层分布、含水性质、构造破坏与含水层间的水动力联系情况；并对主要构造破碎带、风化带的分布及其导水性进行了分析研究；确定矿床开采主要充水因素、充水方式和途径，建立水文地质模型，结合矿床可能的开拓方案，估算矿坑涌水量。调查的内容包括：

- （1）矿区地形地貌特征，岩性特征等。
- （2）含（隔）水层层数岩性、厚度、产状与分布范围，含水层裂隙发育情况与富水性、隔水层的隔水性能。
- （3）地下水补给、径流、排泄条件，地下水物理化学成份，各含水层间及其与地表水的水力联系，圈定勘查区水文地质边界。
- （4）泉出露标高、层位、岩性、出露方式，测量流量，水位，水温，水的物理化学性质及其动态变化；井水位标高、取水层位、含水层厚度、岩性、水量、水温，开采现状，动态变化。
- （5）地表水分布，平水位与洪水位标高，洪水淹没范围和淹没时间，对开采有影响的地表水（水库、池塘）的水深、面积、蓄水量。

(6) 收集供水水源、水量、水位、水质资料与开采现状与动态

(7) 对有代表意义的地表水、地下水采取水样分析。

(8) 调查矿山开采自然排水条件及人工疏干排水条件。

野外调查时，将实地调查与访问当地群众相结合，将野外调查与地下水动态观测、钻孔水文地质资料收集等工作密切配合，要特别注意各水点的相互关系和矿体与地下水的关系的分析研究。对调查点水位埋深数据应用皮尺或钢卷尺量取，流量用堰板或流速仪测量。调查面积 5km²，调查路线长度 31km，调查路线长度达 6.2km/km²，水文地质调查 25 个点，包括民井 6 个、机井（本矿区勘查期间施工的 12 个钻孔）12 个、溪流（或汇流点）等地表水体 3 个、下降泉 4 个，调查点数达 5/km²，调查路线长度和水文地质观测点数均 GB/T 12719-2021 表 4 达到测绘精度要求。质量符合要求。

2、1:5000 矿区工程地质测量

采用 1:5000 地形图作底图，基础地质及矿体分布等内容直接利用地质勘查成果，采用路线调查为主，点线结合，调查路线穿越整个工作区范围，与矿区水文地质调查同步进行。主要围绕露天采矿场边坡稳定性评价开展，对调查路线沿途以及访问当地群众所知的崩塌、滑坡等各种工程地质点均进行了实地调查，收集相邻矿山资料，重点调查露天采矿场的边坡岩性、结构、稳定性等工程地质资料。

调查的内容主要为：①工程地质岩组的岩性、厚度、分布特征，软弱夹层以及各类不良结构面的分布，物质组成，胶结程度，组合关系；②岩崩、滑坡、危岩等不良工程地质现象的分布地点、基本特征、形成条件、稳定性；③自然斜坡的岩性、稳定性，斜坡坡高与坡角的关系，岩体质量；④矿体围岩特征，露采场的形态，边坡岩性、坡度、稳定性及影响因素。

对自然边坡的研究应充分利用大比例尺地形图测量成果，将野外调查与图上测量统计相结合。对露采场边坡的研究应充分利用钻孔工程地质资料，并注意分析地下水对边坡稳定性的影响。对调查路线沿途以及访问当地群众所知的危岩、崩塌等各种工程地质点均进行了实地调查并填写了记录卡片。此外，收集了 12 个地质钻孔的资料，分析岩体质量指标等，对矿体的岩性分布特征和覆盖层结构特征以及矿体采场边坡稳定性进行了分析研究。质量符合要求。调查面积 5km²，调查路线长度 31km，调查工程地质调查点 3 个，包括矿区及附近公路切坡等，质量符合要求。

3、1:5000 矿区环境地质测量

采用 1:5000 地形图作底图，基础地质及矿体分布等内容直接利用地质勘查成果，采

用路线调查为主，点线结合，调查路线穿越整个工作区范围，测量的范围重点调查矿区中心及外围。要求收集勘查区附近历史地震和新构造活动资料，对区域的稳定性作出评价。野外调查与勘查区水文地质工程地质调查联合进行，调查的内容为：①调查勘查区的社会环境（建筑物的类型、密度、勘查区内居住人口）和自然地理环境（旅游区、文物保护单位、自然保护区等）；②调查地表水、地下水的环境背景值。对矿山开发影响范围的滑坡、崩塌、地面塌陷等地质现象进行实地调查；③预测矿山开采引起地面塌陷、山体失稳对地质环境的破坏情况。调查由于矿山排水而引起的地下水位下降，井泉枯竭对当地用水的影响和地下水补给，径流、排泄条件的变化；④调查未来矿山开采对当地经济环境的破坏以及可能的复垦还田情况；⑤调查未来矿山尾矿和废土堆放场地稳定性，分析废渣，废液外泄污染的可能；⑥调查矿山开采引起地下水环境变化对附近村屯供水的影响。调查面积5km²，调查路线长度31km，调查环境地质调查卡片4张，包括地形地貌点、居民分布点等，质量符合要求。

（三）试坑渗水试验

矿区进行试坑渗水试验3处，求取残坡积层及强风化花岗岩矿层的的渗透系数K值。试验采用双环法，外环直径0.5m，内环直径0.21m，按试验规程在矿区上覆第四系地层中及强风化花岗岩矿层中进行试验。试验时内外环水柱始终保持同一高度，读取内环单位时间内加水量，直到单位时间内加水量稳定2小时以上。试验资料记录完整、数据可靠。

4个试坑渗水试验均是开始每隔1min或2min量测1次，连续量测5次以上，之后每隔5min量测1次，连续量测5次以上，再到每隔10min或20min量测1次，连续量测5次以上，以后每隔30min量测一次，直到单位时间内加水量稳定2小时以上，当连续4次观测的注入量之差不大于最后一次注入量的10%才结束试验。

试坑渗水试验符合SL-2007规范要求。

（四）钻孔抽水试验

矿区预测富水性弱，故采用稳定流（定降深）方式进行全孔混合抽水。

ZK001为专门水文地质孔，孔深31.90m，终孔后充分洗孔，待水位稳定后进行抽水试验。采用深井潜水泵（型号为90QJD2-69/15-0.75Y、功率0.75KW、电源220V/50HZ、额定出水量2t/小时、扬程69m、最大外径88mm、出水管直径为25mm胶管）进行试验。抽水试验过程中水位下降、稳定时段延续时间、稳定时段内钻孔水位、流量、水温和水位恢复均连续观测。本次抽水试验采用完整井稳定流抽水试验方法，共进行两个降深抽

水，第一个降深抽水时间约 10 小时、稳定时间约 5 小时，第二个降深抽水时间约 9 小时、稳定时间约 6 小时，测量水位误差均不超 0.5cm、流量（以三角堰读数记）误差 0.1cm。抽水试验过程，抽水时间等及数据记录整理均符合《水利水电工程钻孔抽水试验规程》（SL320-2005）要求，抽水试验合格。

从钻孔抽水试验结果看，矿区地下水受地形和岩石风化程度控制，沟谷地段、岩石风化厚度大的地段地下水埋藏较浅，单位涌水量很小。

（五）钻孔简易水文地质观测

对详查期间施工的所有钻孔 12 个进行简易水文地质观测，主要观测内容：

①钻进过程中，应测定钻孔的动水位，在提钻后，下钻前各测一次孔内动水位；如果是涌水钻孔，则应在孔口加接引管，测定涌水水头高度及孔口涌水量。

②观测和详细记录钻进中涌（漏）水、掉钻、掉块、坍塌、缩（扩）径、逸气、涌砂等现象发生的层位和深度。

③测定终孔稳定水位，在 2 小时内，水位变化不超过 2cm 时为稳定水位。

（六）钻孔水文地质工程地质编录

矿区本次详查工作总共施工了 12 个钻孔。收集全部钻孔的终孔稳定水位；水文地质工程地质编录 12 个孔，共 444.8m，符合固体矿产水文地质工程地质勘查规范的精度要求。水文地质工程地质编录与地质编录同时进行，编录方法是在地质编录的基础上增加水文地质工程地质方面的内容。

钻孔水文地质编录

水文地质方面，详细记录钻进中涌（漏）水、掉块、涌砂、掉钻等现象发生的层位和深度，涌水钻孔观测涌水量。描述岩芯的岩性、结构构造、裂隙性质、密度、岩石的风化程度和深度。

钻孔工程地质编录

工程地质编录时，描述岩芯的岩性、结构构造、裂隙性质、密度、岩石的风化程度和深度，岩溶形态、大小、充填情况、发育深度，确定钻孔中破碎带、裂隙密集带、风化带与软弱夹层的位置和深度。

（七）水样、岩土样样品采取及送样分析

样品采取按《地质矿产样品采集送样规程》的有关规定采集、送样。

土样：目的是为了查明勘查区第四系土层（砂土、粉土、粘土）的物理力学性质，按有关规范山坡及沟谷处的采集土样。采样方法为：在 108mm 管中装入采样盒，连接

好采样器后，将采样器插入粘土层中，然后往下放加压力，使其进入粘土中的深度大于 1 个样的长度（1 个样长度为 30cm）后提起采样器，取出样品，盖好采样盒并用封口胶密封好样盒，24 小时内送南宁地矿地质工程勘察院实验室做抗剪强度试验。共采集 3 组土样（样号 LX01-LX03），求取矿区第四系残坡积层的物理性质。试验依据 DB45/T396-2007，质量符合要求。

岩土有毒有害元素检测样：对矿区及附近范围的林地取土壤污染样，取样规格 1.0kg~1.5kg，对矿区矿石（含半风化层砂质高岭土）。本次共采取样品 6 件，其中土壤采取样品 2 件，矿石（岩石）岩芯样 4 件，样品送至有资质的实验室承担。土壤化验测试重金属元素有：As、Cd、Cr、Cu、Pb、Zn、Hg、Ni（8 项元素），以及 pH 值；矿石化验测试重金属元素有：Hg、As、Cd、Ni、Cu、Pb、Zn、Cr、Mn（9 项元素），以及 pH 值。样品送至中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心检测。

岩（矿）石物理力学性质试验样：目的是了解勘查区矿体及其顶、底板岩矿石的破碎性能，按有关规范于矿体及其顶、底板中采取不同矿石类型、不同岩性的样品进行岩石力学性质等物理测定。一般试样规格为 15×15×15cm， $\phi 75\text{mm}$ 岩芯试样长度应为 15cm。岩（矿）石力学试验项目为：饱和抗压。共采取岩芯样品 6 组，送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心测试。

水样：共 2 个水样送至中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心检测，检测项目为生活饮用水全分析。系统分析矿区现状地表水、地下水的污染现状。质量符合要求。

（八）地表水、地下水动态观测

各含水层视地下水出露情况，对有可能作为供水水源的水点及矿山开采可能影响到的敏感水源点（地表水、井、钻孔及泉水），通常将其列为长期观测点。本次详查共布置长期观测点 4 个。

对地表水、地下水的动态观测点，要进行水位、流量的动态观测，连续观测时间不少于 1 个水文年，每隔 10 天观测一次，雨季适当加密。

地下水动态观测设施应采取有效措施予以保护，勘查工作结束后由矿山相关部门继续观测。

根据野外调查资料、勘查工程资料及室内综合研究，分别编制了 1:5000 矿区综合水文地质图等，图面内容齐全，重点突出，能客观反映矿区水文、工程、环境地质特征，各项指标达到规范要求，能满足详查报告对水文地质、工程地质、环境地质的要求。

六、采样测试及其质量评述

本次核实工作采集样品种类有基本分析样、内检样、外检样、光谱半定量分析样、全分析样、组合样、砂指标样、含砂率样、稀土样、放射性样、小体重样、大体重样、岩矿鉴定样等。

（一）样品测试依据及完成情况

本次核实工作样品的采集、加工、测试工作，严格执行《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T 0130-2006）、《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火黏土》（DZ/T 0206-20/0）、《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T 0204-2022）、《建设用砂》（GB/T14684-2022）、《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）的相关样品采集与测试规范。

担任本矿区样品分析测试任务的中煤（广西）地质工程有限公司试验测试中心（证书编号：222016043160）、南宁地矿地质工程勘察院实验室（证书编号：222001043117）、广西壮族自治区第四地质队实验室（证书编号：232016040714）、中化地质矿山总局中心实验室（证书编号：240016239894）均通过省级质量技术监督部门的计量认证，具有向社会出具公正科学数据的法律地位和能力。设备、人力、技术资源满足所承担的测试项目的要求。同时严格执行国家的标准规范。日常生产质量措施严密，生产过程中样品加工的损耗率、缩分误差、重复制样合格率都达到规范的各项指标。故本矿区样品分析测试质量完全满足详查地质工作的要求。

（二）基本分析样质量评述

1、样品采集

通过采取样品进行化学分析，了解矿石中有益或有害组分的种类和含量，确定矿石质量，确定矿体与夹石、围岩的界线，研究各组分间的相互关系和空间变化规律。

本次采集的基本分析样为劈心样。根据岩矿石的颜色、成分、结构构造及风化程度的差异分段连续采取，采集后分别做标记、装袋、称重、记录后随送样单交实验室加工，质量满足要求。

钻孔岩矿心取样用劈心法，把取上来的岩矿心进行仔细观察描述后，由地质编录员作好分样标志，确定分段长度与劈开方向后，用切割机把岩矿心对切两半，一般沿矿心长轴与倾向一致方向对等切开，但标志不明显时，则尽量考虑将矿化可辨部分一分为二，以提高样品的代表性。取样长度根据风化程度、颜色及矿化均匀程度分段采集，样长1.00~2.50m之间，以采穿矿体到顶、底板一个样为原则，若在此范围内有用组分含量

仍达到最低工业要求，则连续往外补取样，直至控制矿体边界为止。

本次探矿工程共采集基本分析样 211 件。从检查结果看，样品的代表性较好，质量满足要求。

2、样品加工、测试

样品送至化验单位后由化验室人员清点接收，进行加工分析。实验碎样间设有专人负责对来样进行验收登记。组长负责编制加工流程表和正副样袋，统一安排加工。分析过程严格按照《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T 0130-2006）要求进行；样品在分析全过程中总损失率不大于 5%，样品的缩分误差不大于 3%。

本次基本分析检测项目为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 。样品加工制备严格按切乔特公式 $Q=kd^2$ 公式进行缩减，K值取0.2。野外所送样品经测试单位验收后，将样品烘烤或晒干，称原始样重后，用鄂式破碎机进行破碎，全部过20目筛后，缩分为正、副样两部分，并保留粗副样；正样采用盘磨机进行细磨至全部过200目筛，且不少于20g。装分析副样和分析正样，正样用于基本分析测试，粗、细副样装箱保存，不少于200g。样品的分析加工、化验按有关规范要求执行，样品分析准确度精密度高，结果真实、可靠。

（三）内、外检样质量评述

为确保测试分析成果数据的准确性，按规定分批、分期对样品进行内、外部检查。本次内检样由地质人员从基本分析样副样中抽取 30 件，占 211 个基本分析样的 14.22%，密码编号后送原实验室分析，实验室采取不同方法、不同仪器检查或同一方法不同人检查的方式进行复检，内检分析项目和基本分析相同。

外检样由地质人员从基本分析样正样中抽取，共抽取外检样品 15 件，外检率 7.11%，检测单位由中化地质矿山总局中心实验室承担，外检分析项目和基本分析相同。

本次核实内、外检样品数量及合格率均符合《地质矿产实验室测试质量管理规范》的要求。内、外检情况详见表 3-6-5。

表 3-6-5 本次核实内、外检情况统计表

检验类别	检测项目	检测数量	抽检率 (%)	合格样品 数量	合格率 (%)	检测机构
内检	Al_2O_3	30	14.22	28	93.33	中煤（广西）地质勘查 有限公司检测中心
	Fe_2O_3	30	14.22	30	100	
	TiO_2	30	14.22	27	90	
外检	Al_2O_3	15	7.11	15	100	中化地质矿山总局中 心实验室
	Fe_2O_3	15	7.11	15	100	
	TiO_2	15	7.11	14	93.33	

（三）淘洗样质量评述

为了解高岭土淘洗精矿的矿石品位、白度和淘洗率，本次工作在 10 个不同的钻探工程中采集了 10 件淘洗样，送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心进行测定。检测流程为：原矿→烘干（晒干）→称重→缩分→浸泡→淘洗→高岭土精矿→精矿沉淀→过滤沥水→烘干→称重并计算淘洗率。采样及检测质量符合规范要求。

（四）光谱半定量样质量评述

用以确定组合分析、化学全分析项目和对矿床进行综合评价提供参考资料，本次核实工作在 ZK501、ZK603 矿心中采取了 2 个光谱定性半定量分析样（粗精矿），送广西壮族自治区第四地质队实验室进行测定。经检查，采样质量合格。

（五）化学全分析样质量评述

目的是为了了解矿石的化学成分。本次在 ZK503、ZK603 钻孔中采集了 2 件化学全分析样，采用岩心截取法取样。样品采集后及时检查、编号、登记，分析项目为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 MnO 、 P_2O_5 、 SO_3 、 H_2O 、烧失量。由中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心承担加工、分析测试。所采取的样品代表性好，符合采样有关规范要求。

（六）组合样质量评述

为了解矿石伴生的有益组分和有害组分含量，为综合利用评价提供依据。本次工作采集的 10 件组合样，取样的原则是从同一块段、一个或几个相邻探矿工程中提取若干个基本分析副样，按矿体分矿石类型，依样品长度的比例提取样品重量组合成一个样品。单个组合分析样品质量在 304g~438g 之间。根据矿石全分析资料并结合矿床地质特点，选择有实际意义的伴生组分（有益的或有害的）确定分析项目为 SiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 SO_3 、烧失量。本次组合样取样方法及测试过程按相关规范要求执行，质量真实可靠。

（七）砂指标样质量评述

为了评价综合利用建筑用砂矿，本次工作在 5 个钻探工程中采集了 5 件砂指标样，按不同的风化程度采取，钻孔中采用劈心法取样。样品测试由中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心承担，试验项目为：颗粒级配、表观密度、堆积密度、空隙率、含泥量、泥块含量、云母、轻物质、有机质、硫酸盐及硫化物（按 SO_3 计）、氯化物（ Cl^- ）、坚固性、压碎指标等。测试依据《中华人民共和国国家标准 建设用砂》（GB/T 14684-2022）规范执行。测试结果真实可靠，质量符合要求。

（八）含砂率样质量评述

为了评价综合利用的建筑用砂矿的含砂率，本次详查在 8 个不同的钻探工程中共采集了 18 件含砂率样品，采用劈心法取样，即在风化层中沿岩心长轴方向对半切开，一半作分析样品，另一半按原顺序放回原岩心箱并放入相应取样编号牌。样品采取后由地质人员负责记录样品的编号、样长、采样日期、岩性等；样品采集后称重并送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心进行加工、分析测试。

测试方法采用重量法，即将原样在 105℃ 温度下烘干 18~24 小时后称重，然后进行筛分，将粒径 0.15~4.75mm 之间的精矿干重量除以原矿重量即为含砂率。经测定，本矿区风化层含砂率为 57.24%。质量符合要求。

（九）稀土分析样质量评述

为了解矿区内风化层是否伴生稀土矿产，本次核实工作在 8 个不同的钻孔工程中采集了 91 件稀土分析样，沿岩心长轴按劈心法进行采取，样长 0.80~2.50m 之间。送广西壮族自治区第四地质队实验室进行加工化验，检测项目为：稀土氧化物总量。样品的采集和分析符合相关要求。

（十）小体重样质量评述

由于本矿区的半风化层多成块状构造，因此本次核实针对半风化层采集小体重样的目的是为了测定半风化层控制的矿石体重。本矿区小体重样品在 9 个不同的钻探工程中的不同部位，按不同矿石类型、结构分段采取，保证样品具有充分的代表性；采样方法为打块法，本次核实共采集小体重样 30 件，送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心及广西第四地质队实验室进行测试。首先对样品进行烘干至衡重，再用阿基米德原理采用封蜡排水法进行测定。平均体重采用算术平均法求得，即所采的小体重样品的体重值之和除以小体重样的个数即为矿区半风化层的平均体重。经测定，本矿区半风化层矿石体重 2.33~2.53/m³，平均 2.44t/m³；水份 0.27~0.59/m³，平均 0.39t/m³。测试结果真实可靠，质量符合要求。

（十一）大体重样质量评述

根据本区花岗岩风化特征，本次核实在强风化层花岗岩中采集 3 件大体重样品。采样前，先将表面铲平，然后按大致 50×50×50cm 规格采取（见照片 3-6-3），所采的全部样品放置在彩条布上晒干并现场称重，然后根据体积和体重，最后计算出矿石大体重。经测定，本区强风化层花岗岩的大体重平均值为 1.68t/m³。

照片 3-6-3 大体重样采样标记

（十二）放射性样质量评述

为了解矿石的放射性的水平情况,以便对矿床进行综合评价。本次工作在 ZK503、ZK603 钻孔中采集了 2 件放射性样品。采样方法为岩心截取法,测试由广西壮族自治区第四地质队实验室承担,依据《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2010)执行检测。测试结果真实可靠,质量符合要求。

（十三）薄片鉴定样质量评述

岩矿鉴定的目的是为确定岩石名称,了解矿石的结构、构造,查明矿石的矿物成分特征及共生组合,为划分矿石类型提供依据和对矿床研究提供微观资料。本次核实工作在钻探工程中共采取薄片鉴定样 5 件,采用打块法取样。所采集的样品有充分的代表性。样品均采自具有代表性的层位,按矿石不同的颜色、结构、构造采取。采集样品编号后送广西壮族自治区第四地质队实验室进行鉴定。矿区岩矿鉴定报告详细地描述了岩矿石的结构、构造、矿物组分特征并附有镜下照片,内容齐全,基本满足本次详查工作的地质要求。

（十四）样品包装、送验

样品采完后,及时装袋,称重,在样袋外用红油漆写上样号。按统一格式现场填写样笺并及时检查验收,放入样袋内,样笺的主要内容有工程编号、样品编号、采样人、采样日期等。用尼龙编织袋打包样品与填制好的送样单进行托运或派专人送至实验室,进行交接验收,没有因送样途中震动、挤压、受潮造成包装布袋破损,没有样品编号不清,缺样,重样和样品受沾污的现象。样品送检及时,符合规范要求。

七、地质编录、综合整理及其质量评述

（一）原始地质编录

本次详查工作原始地质编录包括地质填图、钻探、采样、水工环等,原始地质编录

严格执行《固体矿产勘查原始地质编录规程》（DZ/T 0078-2015），随工作进程或施工进度及时进行。地质编录的图表真实，客观反映实际，图、文、表吻合。编录成果进行100%自检、互检，作业组长100%检查，技术负责人室内抽检35%，野外抽检28%，并按规定逐项填写质量检查卡片。在项目实施过程中，公司级不定期对野外资料进行质量检查，室内和野外抽检均达20%以上。

（1）地质填图编录

填图地质观察点及路线观察点采用地质记录表记录。详细记录了各种地质、裂隙、矿产现象和特征，并附必要的素描图，地质图上的界线在野外实地填绘，按实地走向连线。地质观察点一般布置在最有地质意义的地方，并按顺序统一编号。编录内容包括点号、位置、露头描述、路线描述等，记录内容齐全。

地质填图逐日整理原始的现场编录资料，对重要数据整理并着墨，编制实际材料图，并根据综合研究成果，编出矿区地形地质图。

（2）钻孔编录

在钻探施工现场通过岩矿心的观察研究，对所揭示的各种地质现象按孔深进行编录，重点是强风化层、半风化层、岩性特征、界线、构造现象等。地质人员逐日到现场对岩矿心进行观察，用规定表格进行编录、采样；编录时随时检查核对岩矿心摆放顺序及采取率、孔斜、简易水文观察质量指标。终孔后，及时整理资料，建立孔口标志。钻孔的原始地质记录经系统观察对比后，归并为矿区的统一分层。在检查、复合岩心的基础上，在岩心箱内放置分层标签，并整理成钻孔地质综合表和编制钻孔柱状图。钻孔柱状图比例尺为1:200。

（3）采样编录

采集的各种样品按规范要求记录各项内容。采样的原始编录均进行现场检查，验收合格后提供使用。探矿工程采样，除在素描图及探矿工程记录表中标示外，还按要求填写了样品登记表及样品标签。

（二）室内整理及研究工作

资料的综合整理及综合研究工作贯穿于整个勘查过程。工作中严格按照《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求》（DZ/T 0079—2015）的要求，对各种技术方法获得的第一性资料、数据及时进行了检查验收和综合整理，制图、制表，并通过对各种基础资料的综合研究分析，不断总结成矿地质规律，及时指导施工。野外工作结束后，根据取得的各种资料，及时编制相关图件、附表，最终编写总体方案。

（1）1:2000 地形地质及工程分布图

在 1:2000 地质填图的基础上,充分利用探矿工程资料并结合勘探线剖面对 1:2000 地形地质实际材料图进行修改、补充、完善,详细地反映矿区或矿床地质、构造和矿体产出情况,然后根据 1:2000 地形地质实际材料图编绘形成 1:2000 地形地质及工程分布图,地质图反映内容较齐全,其质量基本符合规范要求。

（2）勘探线剖面图

利用 1:2000 地质测量成果,结合工程揭露、样品分析数据及矿区工业指标,参照《饰面石材矿产地质勘查规范》(DZ/T 0291-2015),根据地质现象及地质规律圈连矿体,及时绘制勘探线剖面图。根据钻孔揭露的情况,对残坡积层、强风化层、半风化层采用自然曲线圈连。其质量符合规范要求,可为矿区资源量估算提供依据。

（3）1:2000 矿体资源量估算平面图

采用水平投影地质块段法进行资源量估算。图上表示内容有:座标网,勘探线,探矿工程,块段界线,不同资源量类型,列表表示各块段的厚度、面积、体积、资源量等,内容齐全,真实可靠,质量基本符合规范要求。

八、绿色勘查

按照《绿色勘查指南》(T/CMAS 0001-2018)要求构建和谐勘查氛围,将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于勘查设计、施工、验收的全过程,勘查工作布置和施工合理避让生态环境敏感地段,及时进行场地平整和土地复垦。

1、地形地质测量

测量场地在满足仪器安放及人员操作需求时,优先选择在无植被或植被稀少的位置,尽可能不破坏表土、农作物和植被。地形测量,采用先进的无人机技术尽量避免测量工作砍伐树木及土地植被的压占破坏。地质填图和剖面测量工作,充分利用天然露头,避免没必要的人工开挖。

2、钻探工程

依据钻探施工现场地形条件,对现场进行分区布置,减小对环境影响,规范安全文明施工,严格控制场地平整使用土地面积。在钻机平台的选择上,优先采用模块化、轻便化、小型化、集成度高的液压钻探设备,达到生产效率高、工程质量好、节能、环保的目的。

3、和谐勘查

在勘查实施过程中,积极宣传绿色勘查的理念,规范作业人员勘查活动,言行文明

有礼，尊重当地宗教信仰及风俗习惯，遵守矿区所在地的乡约民俗，最大程度争取当地社会的理解与支持。加强与矿产矿区的利益相关者交流互动，正确处理好社会关系，避免产生矛盾，及时化解纠纷。接受社会监督，建立重大环境、健康、安全和社会风险事件申诉-回应机制。

4、绿色勘查管理

积极建立绿色勘查监管制度，在施工过程中及时做好相关施工技术及管理工作的记录、收集、整理及编制归档工作，并做到真实、齐全、规范。在钻探和化学测试方面，及时督促受委托单位认真执行绿色勘查设计要求及规范标准，并对其绿色勘查工作进行动态监管。特别是钻探在施工结束后，对钻机坪台进行填土，种植植被，保持水土，恢复原有生态环境。钻机场地的垃圾、油污、废液、沉渣及其它固体废物统一进行分类清理、收集，并按照相关规定进行焚烧、消毒、沉淀、固化等处理。

第七节 资源量估算

一、资源量估算范围、对象

本次资源量估算截止日期为 2025 年 3 月 25 日，估算的对象为采矿权+150m~+325m 标高范围内的主矿种高岭土矿和共伴生的建筑用砂矿。高岭土矿体有 3 个，分别为I—1、I—2、II号矿体，矿体埋深 0.00~45.10m，估算面积 0.1526km²，估算标高+323.47m 至+150m。资源量估算范围拐点坐标见表 3-7-1。

表 3-7-1 资源量估算范围坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
A1	*****	*****
A2	*****	*****
A3	*****	*****
A4	*****	*****
A5	*****	*****
A6	*****	*****
A7	*****	*****
A8	*****	*****
A9	*****	*****
A10	*****	*****
A11	*****	*****
A12	*****	*****
A13	*****	*****
资源量估算面积：0.1526km ² ； 估算标高：由+323.47m 至+150m		

二、资源量估算的工业指标

本矿区的高岭土矿赋存于花岗岩风化壳中，工业矿体和低品位矿体肉眼难以区分，因此矿山在实际生产过程中将矿区的强风化层和半风化层全部开采，经淘洗、筛分、沉淀后形成高岭土产品和建筑用砂产品。根据矿山开采的实际情况及本次核实工作获得的地质资料，参考中华人民共和国自然资源部发布的《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火黏土》（DZ/T 0206-2020）中砂质高岭土矿石类型的一般工业指标要求，并结合合同类矿山工业指标，确定本次资源量估算采用的工业指标如下表 3-7-2：

表 3-7-2 砂质高岭土矿资源量估算工业指标表

矿石类型	原矿	化学成分质量分数（%）			最小可采厚度（m）	夹石剔除厚度（m）
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +TiO ₂		露天开采	
			总质量分数	其中 TiO ₂	中型以上矿山	
砂质高岭土	工业矿体	>14	<2.0	<0.6	>2	>2
	低品位矿体	>10	<2.5	<0.6		
开采技术条件	露天开采标高不低于采区侵蚀基准面以下 50m；露天开采剥采比小于或者等于 4.78m³/m³；露天开采最终边坡角为 45°；露天开采最终底盘最小宽度不小于 20m。					

三、资源量估算方法的选择及其依据

1、保有砂质高岭土矿资源量估算方法

本矿区砂质高岭土矿体均呈似层状，产状近于水平，无明显倾向，厚度变化不大，在空间上呈现二维延展矿体特征；钻孔等采样工程分布较均匀，故选择地质块段法，利用矿体水平投影图分别估算各矿体资源量。在矿体水平投影图上，依据勘查工程控制程度，将矿体划分成若干块段，分别计算各块段水平投影面积、铅垂厚度、体积、品位及资源量。资源量估算主要公式如下：

$$Q_{\text{块}} = S_{\text{块}} \times H_{\text{块}} \times D \div 10000; Q = Q_{\text{块1}} + Q_{\text{块2}} + \dots + Q_{\text{块n}}$$

式中：Q——高岭土矿体总矿石量(万 t，万 t)；

$Q_{\text{块1}}$ 、 $Q_{\text{块2}}$ 、 $Q_{\text{块n}}$ ——各块段矿石量(万 t，万 t)

$Q_{\text{块}}$ ——块段矿石量(万 t，万 t)；

$S_{\text{块}}$ ——块段水平投影面积(平方米，m²)；

$H_{\text{块}}$ ——块段平均铅垂厚度(米，m)；

D——矿石体重(t/立方米，t/m³)。

2、综合利用建筑用砂矿资源量估算方法

本矿区砂质高岭土矿赋存于风化壳中，经搅拌或破碎，用水冲洗过筛后即可综合利用建筑用砂矿。因此共伴生的建筑用砂矿的资源量估算方法和砂质高岭土矿一致，采用地质块段法估算资源量。在矿体水平投影图上，依据勘查工程控制程度，将矿体划分成若干块段，分别计算各块段水平投影面积、铅垂厚度、体积和资源量。资源量估算主要公式如下：

$$Q_{\text{块}} = S_{\text{块}} \times H_{\text{块}} \times D \times \beta \div 10000; Q = Q_{\text{块}1} + Q_{\text{块}2} + \dots + Q_{\text{块}n}$$

式中：Q——建筑用砂矿体总矿石量(万 t，万 t)；

$Q_{\text{块}1}$ 、 $Q_{\text{块}2}$ 、 $Q_{\text{块}n}$ ——各块段矿石量(万 t，万 t)

$Q_{\text{块}}$ ——块段矿石量(万 t，万 t)；

$S_{\text{块}}$ ——块段水平投影面积(平方米， m^2)；

$H_{\text{块}}$ ——块段平均铅垂厚度(米，m)；

D——矿石体重(t/立方米， t/m^3)

β ——含砂率(%)。

3、边坡压占资源量估算方法

边坡压占资源量根据开采台阶参数（台阶高度：10m；强风化台阶坡面角为 45°；半风化层台阶坡面角 60°；安全平台宽度：4m；清扫平台宽度：8m）进行勾绘压占界线，将勾绘的压占界线投影至资源量估算图中，将压占的砂质高岭土矿体、建筑用砂矿分割出来即可，压占资源量的块段参数和估算方法与保有资源量的块段参数和估算方法仍保持一致。

四、资源量估算参数的确定

（一）面积

在计算机上利用 Mapgis 制图软件在 1：2000 资源储量估算平面图上直接求得。

本次资源量估算运用地理信息系统（GIS）属性提取各块段面元面积具体操作步骤：将矿区开采标高以内的矿体采取 GIS 系统点对点无偏联线的原则圈定构成封闭多边形，此多边形所圈范围即是 GIS 系统中的面元，面元面积是 GIS 系统自动根据各联结点进行计算获取，面积单位 mm^2 。换算公式如下：

$$\text{块段面积} = \left(\frac{\text{数字制图比例尺分母}}{1000} \right)^2 \times \text{面元面积}, \text{式中：“块段面积”单位 } m^2, \text{“面元}$$

面积”单位 mm^2 。

运用 GIS 系统技术进行投影面积圈定具有快速、精度高、无度量误差及人为误差等

优点，运用 GIS 系统属性提取面元面积计算断面面积，其精度可达 0.001m^2 以上。

（二）厚度

1、单工程矿体厚度

因矿体近于水平，故将矿体铅垂厚度视为矿体厚度。在单工程中，参与矿体平均品位计算的各样品或样品段的铅垂长度之和，即为单工程矿体厚度。计算结果保留 2 位小数，单位为 m。计算公式：

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

式中：M—单工程矿体厚度； m_1 、 m_2 、 m_n —各样品的铅垂长度。

2、块段平均厚度

块段平均厚度为该块段内所有单工程矿体厚度的算术平均值。计算公式：

$$M_{\text{块}} = (M_1 + M_2 + \dots + M_n) \div n$$

式中：M 块——块段矿体厚度； M_1 、 M_2 、 M_n ——工程矿体厚度；n——块段内参与计算的工程数量。

3、矿体平均厚度

矿体平均厚度用矿体内各块段矿体矿石量与厚度加权平均求得。

4、矿床平均厚度

矿床平均厚度用各矿体矿石量与厚度加权平均求得。

（三）品位

1、单工程矿体平均品位

用圈定矿体的各样品厚度与其品位加权平均求得。计算公式：

$$c = \frac{\sum(mi \cdot ci)}{\sum mi}$$

式中：C—单工程矿体平均品位（%）；

mi —单个样品厚度（m）；

ci —样品品位（%）。

2、块段平均品位

以组成该块段工程矿体厚度与其矿体平均品位加权平均求得。计算公式：

$$c = \frac{\sum(mi \cdot ci)}{\sum mi}$$

式中：C—块段平均品位（%）；

m_i —单工程矿体厚度 (m) ;

c_i —单工程矿体平均品位 (%) 。

3、矿体平均品位

以各块段矿石量与其品位加权平均求得。

(四) 矿石体重

强风化层：本次探获I—1、I—2 号砂质高岭土矿体赋存于强风化层中，矿石质软、疏松，钻探矿心受机械力压缩，改变了矿石原始状态，故采取小体重样缺乏代表性。因此，本次工作在强风化层砂质高岭土矿层中采集了 3 件大体重进行测试，测定结果 1.68t/m^3 。采用该数据对本区的I—1、I—2 号矿体进行资源量估算。

半风化层：本次探获II号砂质高岭土矿体赋存于半风化层中，矿石仍保留原始状态呈块状结构，因此，本次工作在半风化层中采集了 30 件小体重样送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心进行测试。经测定，本矿区半风化层矿石体重 $2.07\sim 2.63\text{t/m}^3$ ，平均 2.41t/m^3 ；水份 $0.13\sim 1.39\text{t/m}^3$ ，平均 0.72t/m^3 。采用该数据对本区的II号矿体进行资源量估算。

(五) 含砂率

本次详查工作在全风化层中采集了 13 件含砂率样品，平均含砂率为 61.26%；在半风化层采集了 5 件含砂率样品，平均含砂率为 46.80%；总体平均含砂率为 57.24%，采用该数据进行建筑用砂矿资源量估算。

(六) 资源量估算单位及数据修约

本次资源量估算采用的单位及数据修约为：块段面积用 m^2 ，体积用万 m^3 ，厚度用 m，矿石量单位用万 t。面积取整数，体积、厚度、体重、矿石量取两位小数。数据修约按“四舍五入”法取舍。

五、矿体圈定的原则

本区的高岭土矿体与围岩无明显界线，单工程矿体主要根据分析结果进行圈定，剖面图及资源量估算图根据单工程矿体位置、并结合相邻工程见矿位置、岩性、品位及厚度等因素综合考虑进行圈连。

(一) 单工程矿体圈定的原则

在单工程中优先圈定工业矿体，将符合表 3-7-2 中高岭土原矿工业矿指标要求的样品或样品段圈定为工业矿体。在不否定单工程工业矿体的前提下，可将厚度 $\leq 2\text{m}$ 的非矿样品或样品段带入矿体计算矿体厚度及平均品位；否则作夹石剔除，被剔除的低品位样

品圈定为“低品位矿”。

（二）工程间矿体的圈连

矿体的连接遵循矿体赋存在花岗岩风化壳内，呈层状、似层状展布的规律，先连接赋矿层界线，后连接矿体界线。相邻工程间矿体连接，一般考虑矿体产状随地形变化的特点，用平行于地形线的自然曲线连接，并且工程间矿体厚度不大于见矿工程实际控制的矿体厚度。

（三）矿体零点边界的圈定

矿体四周边界，原则上以工程控制圈定，当见矿工程外缘为无矿工程或无工程控制矿体时，运用矿体外推方法确定。外推点不超出黑云二长花岗岩风化层（赋矿层）范围。以下原则主要是针对工业矿体的圈定，低品位矿体则是在圈定工业矿体后剩余的风化层。

1、在工程分布图、勘探线剖面图上外推

（1）在见矿工程之间，根据工程间的地质现象和控矿地质特征进行矿体连接，矿体厚度采用自然变化趋势法，工程间的矿体厚度不允许大于两工程见矿的最大矿体厚度。

（2）见工业矿工程与无工业矿工程尖推两工程间距 $1/2$ 作为矿体零点边界，若两工程间距超过推断资源量的勘查工程间距时，则按推断资源量的勘查工程间距的 $1/2$ 尖推矿体零点边界。

（3）边缘见矿工程无限外推时，尖推该矿体推断资源量的勘查工程间距的 $1/2$ 作为矿体零点边界。

2、资源量估算边界的外推

矿区内的矿体赋存于黑云二长花岗岩风化壳中，根据开采技术要求，矿体外推总原则如下：

地表边界：对采矿权范围进行资源量估算时地表边界为采矿权范围。

深部边界：采矿权的深度范围为+325m~+150m。

（1）有限外推：见工业矿工程与无工业矿工程之间，当两个工程间距小于推断资源量的勘查工程间距时，从见矿工程等厚外推两个工程间距的 $1/4$ 作为资源量估算边界；当两个工程间距大于推断资源量的勘查工程间距时，从见工业矿工程等厚外推推断资源量勘查工程间距的 $1/4$ 作为资源量估算边界。

（2）无限外推：边缘见工业矿工程无限外推时，等厚外推该矿体推断资源量的勘查工程间距的 $1/4$ 作为资源量估算边界。如果外推超过拟设采矿权范围边界时，则以拟设采矿权边界作为外推边界线。

（四）采空区圈定的原则

根据本次已修测的矿区 1:2000 地形图并结合采场地形现状，在原始地形图上作图切剖面，增加采场现状地形线，原地形线与现状地形线圈闭范围的矿体确定为剖面上的采空区；以现状地形图上当前采场边界圈定采空区面积，作为矿山动用（采空）资源量的平面投影面积。

六、资源量类型及块段划分

（一）资源量分类

本次资源量的分类主要是根据本次工作工程控制程度、地质可靠程度及可行性评价来划分。本次工作对矿区范围内的高岭土矿体的形态产状、分布范围及连续性已基本控制；基本查明了矿床地质特征、矿石类型，工程控制程度已达到详查要求并进行了概略研究。因此，根据《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020），将本矿床的高岭土矿体资源量类别划分为：控制资源量和推断资源量。

探明资源量：将以往消耗动用的资源量划分为探明资源量。

控制资源量：勘查工程间距基本达到 100×100m 左右，经系统取样工程控制圈定并估算的资源量，矿体的空间分布、形态、产状和连续性已基本确定，其矿石质量是基于较多的取样工程等控制，其勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度较高。本区控制资源量主要集中于 03 线至 07 线勘探线施工的钻孔分布范围内。

推断资源量：边缘见矿工程，经稀疏取样工程圈定并估算的资源量，以及控制资源量合理外推的部分，矿体的空间分布、形态、产状和连续性是合理推测的，其数量、品位或质量是基于有限的取样工程和信息数据来估算的，其勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度较低。本区推断资源量主要分布于控制资源量外推部分。

（二）块段划分

根据工程控制程度、资源储量分类的不同分别划分为控制、推断资源量块段。控制资源量块段由钻探工程相连构成；推断资源量块段由边缘工程及其外推点相连构成。划分原则如下：

（1）在同一矿体中，原则上矿石类型相同，矿石品位和厚度相近的相邻见矿工程划分为同一块段。

（2）块段划分以两条勘探线间相应网度见矿工程相连为基本块段。

块段的编号原则：资源类别+顺序号，同一矿体顺序号按高等级类别控制资源量到低等级类别推断依次编号。

七、资源量估算结果

(一) 工业矿

1、保有资源量

经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获保有工业高岭土矿资源量（控制+推断）438.24 万 t，平均品位 Al_2O_3 16.45%， Fe_2O_3 1.26%、 TiO_2 0.104%， $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 1.364%。其中控制资源量为 280.63 万 t，占比 64.04%；推断资源量为 157.61 万 t，占比 35.96%。矿床储量规模为中型。

累计动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90 万 t，则累计查明工业高岭土矿资源量（探明+控制+推断）451.14 万 t。砂质高岭土矿资源量估算结果详见表 3-7-3。

表 3-7-3 工业高岭土矿资源量估算结果表

利用类型	矿体编号	矿石类型	矿石类型	资源量类别	块段编号	块段平均铅垂厚度(m)	平 均 品 位(%)			块段面积(m²)	块段体积(万 m³)	体重(t/m³)	矿石量(万 t)
							Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
保有高岭土矿	I-1	砂质高岭土(强风化层)	工业矿	控制资源量	KZ-1	10.00	15.63	1.12	0.093	2894	2.89	1.68	4.86
					KZ-2	15.99	18.09	1.24	0.093	4809	7.69	1.68	12.92
					KZ-3	14.14	16.38	1.13	0.087	9642	13.63	1.68	22.90
					KZ-4	12.64	17.13	1.50	0.087	11030	13.94	1.68	23.42
					KZ-5	21.35	18.50	1.50	0.086	10234	21.84	1.68	36.69
					KZ-6	17.96	15.89	1.20	0.428	10705	19.23	1.68	32.31
					KZ-7	16.71	16.98	1.52	0.083	10829	18.10	1.68	30.41
					KZ-8	20.93	17.88	1.50	0.084	9580	20.05	1.68	33.68
					KZ-9	20.35	15.04	1.17	0.084	4882	9.93	1.68	16.68
					KZ-10	16.16	17.43	1.46	0.077	9765	15.78	1.68	26.51
					KZ-11	17.43	18.64	1.48	0.083	4724	8.24	1.68	13.84
					KZ-12	13.52	17.49	1.35	0.075	4740	6.41	1.68	10.77
					小计	16.81	17.15	1.36	0.116	93834	157.73	1.68	264.99
					工业矿	推断资源量	TD-1	17.13	14.93	0.93	0.096	319	0.55
			TD-2	13.60			14.92	0.83	0.094	2218	3.02	1.68	5.07
			TD-3	20.59			18.18	1.27	0.096	3057	6.29	1.68	10.57
			TD-4	25.59			19.18	1.53	0.083	4896	12.53	1.68	21.05
			TD-5	24.65			17.72	1.43	0.077	2680	6.61	1.68	11.10
			TD-6	22.65			18.34	1.43	0.081	2040	4.62	1.68	7.76
			TD-7	15.10			18.14	1.34	0.077	3213	4.85	1.68	8.15
			TD-8	7.40			17.27	1.44	0.081	8366	6.19	1.68	10.40
			TD-9	5.00			15.97	1.47	0.073	9264	4.63	1.68	7.78
			TD-10	9.18			16.66	1.40	0.078	4511	4.14	1.68	6.96
			TD-11	20.35			15.04	1.17	0.084	994	2.02	1.68	3.39
			TD-12	22.80			15.24	0.94	0.098	1328	3.03	1.68	5.09
			TD-13	23.07			15.48	0.91	0.096	2745	6.33	1.68	10.63
			小计	14.20			16.83	1.22	0.087	45631	64.81	1.68	108.87
			合计					15.96	17.00	1.30	0.103	139465	222.54
	I-2	砂质高	工业	推断	TD-1	2.80	15.82	1.25	0.071	2778	0.78	1.68	1.31

利用类型	矿体编号	矿石类型	矿石类型	资源量类别	块段编号	块段平均铅垂厚度(m)	平 均 品 位(%)			块段面积(m²)	块段体积(万 m³)	体重(t/m³)	矿石量(万 t)	
							Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂					
		岭土 (强风化层)	矿	资源量										
			合计				2.80	15.82	1.25	0.071	2778	0.78	1.68	1.31
	II	砂质高岭土 (半风化层)	工业矿	控制资源量	KZ-1	3.67	15.00	1.07	0.068	5202	1.91	2.41	4.60	
					KZ-2	3.51	14.56	1.09	0.061	4878	1.71	2.41	4.12	
					KZ-3	6.46	14.49	1.07	0.076	4437	2.87	2.41	6.92	
					小计	4.47	14.65	1.08	0.132	14517	6.49	2.41	15.64	
				工业矿	推断资源量	TD-1	5.00	14.75	0.93	0.074	5270	2.64	2.41	6.36
						TD-2	4.61	14.75	1.00	0.063	4892	2.25	2.41	5.42
						TD-3	4.37	14.21	1.02	0.055	2680	1.17	2.41	2.82
						TD-4	9.20	14.30	1.07	0.063	5427	4.99	2.41	12.03
						TD-5	4.16	14.66	1.13	0.063	2350	0.98	2.41	2.36
						TD-6	4.40	15.20	1.10	0.071	2638	1.16	2.41	2.80
						TD-7	8.11	14.44	1.05	0.080	702	0.57	2.41	1.37
						TD-8	5.94	14.27	1.27	0.067	2453	1.46	2.41	3.52
						TD-9	2.69	14.64	1.30	0.058	7137	1.92	2.41	4.63
						TD-10	3.09	14.50	1.09	0.087	1488	0.46	2.41	1.11
						TD-11	4.56	14.68	0.90	0.088	2745	1.25	2.41	3.01
						TD-12	3.00	14.41	1.19	0.058	2775	0.83	2.41	2.00
						小计	4.85	14.54	1.08	0.069	40557	19.68	2.41	47.43
			合计				4.75	14.59	1.08	0.099	55074	26.17	2.41	63.07
	合计		工业矿	控制资源量		15.16	16.62	1.30	0.119	108351	164.22	1.71	280.63	
				推断资源量		9.58	16.19	1.19	0.081	88966	85.27	1.85	157.61	
				控制+推断资源量		12.64	16.45	1.26	0.104	197317	249.49	1.76	438.24	
采空高岭土矿	I-1	砂质高岭土(强风化层)	工业矿	探明资源量	TM-1	15.10	18.14	1.34	0.077	1687	2.55	1.68	4.28	
					TM-2	7.40	17.27	1.44	0.081	1770	1.31	1.68	2.20	
					TM-3	5.00	15.97	1.47	0.073	7643	3.82	1.68	6.42	
合计				6.92	17.51	1.39	0.077	11100	7.68	1.68	12.90			
累计查明高岭土矿	总计		工业矿	探明资源量		6.92	17.51	1.39	0.077	11100	7.68	1.68	12.90	
				控制资源量		15.16	16.62	1.30	0.119	108351	164.22	1.71	280.63	
				推断资源量		9.58	16.19	1.19	0.081	88966	85.27	1.85	157.61	
				探明+控制+推断资源量		12.34	16.68	1.29	0.098	208417	257.17	1.75	451.14	

2、边坡压占资源量

经估算，采矿权+325m~+150m 标高范围内边坡压占工业高岭土矿资源量（控制+推断）176.33 万 t。资源量估算结果详见表 3-7-4。

表 3-7-4 边坡压占工业高岭土矿资源量估算结果表

利用类型	矿体编号	矿石类型	矿石品级	资源量类别	块段编号	块段平均铅垂厚度(m)	平均品位(%)			压占块段面积(m ²)	压占块段体积(万 m ³)	体重(t/m ³)	压占矿石量(万 t)
							Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
边坡压占	I-1	砂质高岭土(强风化层)	工业矿	控制资源量	压 KZ-1	10.00	15.63	1.12	0.093	978	0.98	1.68	1.65
					压 KZ-2	15.99	18.09	1.24	0.093	1183	1.89	1.68	3.18
					压 KZ-3	14.14	16.38	1.13	0.087	1329	1.88	1.68	3.16

利用类型	矿体编号	矿石类型	矿石品级	资源量类别	块段编号	块段平均铅垂厚度(m)	平均品位(%)			压占块段面积(m ²)	压占块段体积(万 m ³)	体重(t/m ³)	压占矿石量(万 t)
							Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂				
					压 KZ-5	21.35	18.50	1.50	0.086	1867	3.99	1.68	6.70
					压 KZ-6	17.96	15.89	1.20	0.428	1772	3.18	1.68	5.34
					压 KZ-8	20.93	17.88	1.50	0.084	7089	14.83	1.68	24.91
					压 KZ-9	20.35	15.04	1.17	0.084	1550	3.15	1.68	5.29
					压 KZ-11	17.43	18.64	1.48	0.083	3060	5.33	1.68	8.95
					小计	18.71	17.10	1.31	0.131	18828	35.23	1.68	59.18
			工业矿	推断资源量	压 TD-1	17.13	14.93	0.93	0.096	284	0.49	1.68	0.82
					压 TD-2	13.60	14.92	0.83	0.094	1287	1.75	1.68	2.94
					压 TD-3	20.59	18.18	1.27	0.096	2200	4.53	1.68	7.61
					压 TD-4	25.59	19.18	1.53	0.083	4310	11.03	1.68	18.53
					压 TD-5	24.65	17.72	1.43	0.077	2680	6.61	1.68	11.10
					压 TD-6	22.65	18.34	1.43	0.081	1676	3.80	1.68	6.38
					压 TD-7	15.10	18.14	1.34	0.077	308	0.47	1.68	0.79
					压 TD-8	7.40	17.27	1.44	0.081	983	0.73	1.68	1.23
					压 TD-10	9.18	16.66	1.40	0.078	672	0.62	1.68	1.04
					压 TD-11	20.35	15.04	1.17	0.084	642	1.31	1.68	2.20
					压 TD-12	22.80	15.24	0.94	0.098	1033	2.36	1.68	3.96
					压 TD-13	23.07	15.48	0.91	0.096	1762	4.06	1.68	6.82
					小计	21.17	16.84	1.22	0.087	17837	37.76	1.68	63.42
			合计	控制+推断		19.91	16.96	1.26	0.108	36665	72.99	1.68	122.60
	I-2	砂质高岭土(强风化层)	工业矿	推断资源量	压 TD-1	2.80	15.82	1.25	0.071	2778	0.78	1.68	1.31
			合计	推断		2.80	15.82	1.25	0.071	2778	0.78	1.68	1.31
II		砂质高岭土(半风化层)	工业矿	控制资源量	压 KZ-1	3.67	15.00	1.07	0.068	5202	1.91	2.41	4.60
					压 KZ-2	3.51	14.56	1.09	0.061	4878	1.71	2.41	4.12
					压 KZ-3	6.46	14.49	1.07	0.076	3457	2.23	2.41	5.37
					小计	4.32	14.65	1.08	0.132	13537	5.85	2.41	14.09
			工业矿	推断资源量	压 TD-1	5.00	14.75	0.93	0.074	5270	2.64	2.41	6.36
					压 TD-2	4.61	14.75	1.00	0.063	4892	2.25	2.41	5.42
					压 TD-3	4.37	14.21	1.02	0.055	2680	1.17	2.41	2.82
					压 TD-4	9.20	14.30	1.07	0.063	4910	4.52	2.41	10.89
					压 TD-5	4.16	14.66	1.13	0.063	2350	0.98	2.41	2.36
					压 TD-6	4.40	15.20	1.10	0.071	2638	1.16	2.41	2.80
					压 TD-7	8.11	14.44	1.05	0.080	702	0.57	2.41	1.37
					压 TD-8	5.94	14.27	1.27	0.067	468	0.28	2.41	0.67
					压 TD-9	2.69	14.64	1.30	0.058	1772	0.48	2.41	1.16
					压 TD-10	3.09	14.50	1.09	0.087	1339	0.41	2.41	0.99
					压 TD-11	4.56	14.68	0.90	0.088	2629	1.20	2.41	2.89
					压 TD-12	3.00	14.41	1.19	0.058	827	0.25	2.41	0.60
					小计	5.22	14.54	1.08	0.069	30477	15.91	2.41	38.33
			合计	控制+推断		4.94	14.59	1.08	0.098	44014	21.76	2.41	52.42
	合计		工业矿	控制资源量		12.69	16.64	1.27	0.131	32365	41.08	1.78	73.27
				推断资源量		10.66	16.33	1.2	0.082	51092	54.45	1.89	103.06
				控制+推断资源量		11.45	16.5	1.24	0.109	83457	95.53	1.85	176.33

3、可利用资源量

采矿权+325m~+150m 标高范围内可利用工业高岭土矿资源量=保有工业高岭土矿资源量-边坡压占工业高岭土矿资源量=438.24-176.33=261.91 万 t。

(二) 低品位矿

1、保有资源量

矿区高岭土矿赋存于花岗岩强风化层和半风化层中，矿体优先圈定工业矿体，因此本次低品位高岭土矿资源量估算是采用地质块段法将矿区的强风化层和半风化层估算出来后减去工业高岭土矿即可得到低品位高岭土矿。

经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获保有高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量（控制+推断）832.60 万 t（详见表 3-7-5）。

则低品位高岭土矿资源量=高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量-工业高岭土矿资源量=832.60-438.24=394.36 万 t。

表 3-7-5 （工业矿+低品位矿）高岭土矿资源量估算汇总表

范围类型	矿石类型	矿石品级	资源量类别	块段编号	块段矿体铅垂厚度(m)	块段面积(m ²)	块段体积(万 m ³)	体重(t/m ³)	矿石量(万 t)
采矿权+150m~+325m 范围内	砂质高岭土(强风化层)	工业矿+低品位矿	控制资源量	Q-KZ-1	18.43	319	0.59	1.68	0.99
				Q-KZ-2	18.09	9643	17.44	1.68	29.30
				Q-KZ-3	17.13	5791	9.92	1.68	16.67
				Q-KZ-4	33.18	5202	17.26	1.68	29.00
				Q-KZ-5	23.21	10705	24.85	1.68	41.75
				Q-KZ-6	24.23	5833	14.13	1.68	23.74
				Q-KZ-7	27.43	4878	13.38	1.68	22.48
				Q-KZ-8	27.57	4882	13.46	1.68	22.61
				Q-KZ-9	26.43	4870	12.87	1.68	21.62
				小计	23.77	52123	123.90	1.68	208.16
		工业矿+低品位矿	推断资源量	Q-TD-1	23.10	7140	16.49	1.68	27.70
				Q-TD-2	25.40	2798	7.11	1.68	11.94
				Q-TD-3	30.10	3057	9.20	1.68	15.46
				Q-TD-4	25.78	2744	7.07	1.68	11.88
				Q-TD-5	26.90	10254	27.58	1.68	46.33
				Q-TD-6	36.07	4891	17.64	1.68	29.64
				Q-TD-7	25.51	1328	3.39	1.68	5.70
				Q-TD-8	28.25	9289	26.24	1.68	44.08
				Q-TD-9	27.45	2680	7.36	1.68	12.36
				Q-TD-10	24.07	994	2.39	1.68	4.02
				Q-TD-11	27.12	10027	27.19	1.68	45.68
				Q-TD-12	24.48	2074	5.08	1.68	8.53
				Q-TD-13	17.97	6702	12.04	1.68	20.23
				Q-TD-14	18.67	9695	18.10	1.68	30.41

范围类型	矿石类型	矿石品级	资源量类别	块段编号	块段矿体铅垂厚度(m)	块段面积(m ²)	块段体积(万 m ³)	体重(t/m ³)	矿石量(万 t)
				Q-TD-15	16.55	9993	16.54	1.68	27.79
				Q-TD-16	8.55	24630	21.06	1.68	35.38
				Q-TD-17	8.00	27532	22.03	1.68	37.01
				小计	18.15	135828	246.51	1.68	414.14
		合计	控制+推断		19.71	187951	370.41	1.68	622.30
	砂质高岭土(半风化层)	工业矿+低品位矿	控制资源量	B-KZ-1	6.40	319	0.20	2.41	0.48
				B-KZ-2	5.70	9643	5.50	2.41	13.26
				B-KZ-3	4.79	5791	2.77	2.41	6.68
				B-KZ-4	4.37	5202	2.27	2.41	5.47
				B-KZ-5	5.20	10705	5.57	2.41	13.42
				B-KZ-6	2.62	5833	1.53	2.41	3.69
				B-KZ-7	4.21	4878	2.05	2.41	4.94
				B-KZ-8	6.06	4882	2.96	2.41	7.13
				B-KZ-9	6.02	4870	2.93	2.41	7.06
				小计	4.95	52123	25.78	2.41	62.13
		工业矿+低品位矿	推断资源量	B-TD-1	6.24	7140	4.46	2.41	10.75
				B-TD-2	4.33	2798	1.21	2.41	2.92
				B-TD-3	5.00	3057	1.53	2.41	3.69
				B-TD-4	4.41	2744	1.21	2.41	2.92
				B-TD-5	5.84	10254	5.99	2.41	14.44
				B-TD-6	5.66	4891	2.77	2.41	6.68
				B-TD-7	5.91	1328	0.78	2.41	1.88
				B-TD-8	3.51	9289	3.26	2.41	7.86
				B-TD-9	5.42	2680	1.45	2.41	3.49
				B-TD-10	6.33	994	0.63	2.41	1.52
				B-TD-11	6.87	10027	6.89	2.41	16.60
				B-TD-12	9.20	2074	1.91	2.41	4.60
				B-TD-13	3.91	6702	2.62	2.41	6.31
				B-TD-14	6.87	9695	6.66	2.41	16.05
				B-TD-15	8.31	9993	8.30	2.41	20.00
				B-TD-16	3.12	24630	7.68	2.41	18.51
				B-TD-17	1.50	27532	4.13	2.41	9.95
				小计	4.53	135828	61.48	2.41	148.17
		合计	控制+推断		4.64	187951	87.26	2.41	210.30
	总计	工业矿+低品位矿	控制资源量		14.36	104246	149.68	1.81	270.29
			推断资源量		11.34	271656	307.99	1.83	562.31
			控制+推断资源量		12.18	375902	457.67	1.82	832.60

2、边坡压占资源量

经估算,截止 2025 年 03 月 25 日,采矿权+325m~+150m 标高范围内边坡压占高岭土矿(工业矿+低品位矿)资源量 361.12 万 t(详见表 3-7-6),则边坡压占低品位高岭土矿资源量=边坡压占高岭土矿(工业矿+低品位矿)资源量-边坡压占工业高岭土矿资源量=361.12-176.33=184.79 万 t。

表 3-7-6 边坡压占（工业+低品位）高岭土矿资源量估算结果表

利用类型	范围类型	矿石类型	矿石品级	资源量类别	块段编号	块段矿体铅垂厚度(m)	压占块段面积(m ²)	压占块段体积(万 m ³)	体重(t/m ³)	矿石量(万 t)
边坡压占	采矿权+150m~+325m范围内	砂质高岭土(强风化层)	工业矿+低品位矿	控制资源量	压 Q-KZ-1	18.43	317	0.58	1.68	0.97
					压 Q-KZ-2	18.09	1523	2.76	1.68	4.64
					压 Q-KZ-4	33.18	2627	8.72	1.68	14.65
					压 Q-KZ-5	23.21	1827	4.24	1.68	7.12
					压 Q-KZ-7	27.43	4245	11.64	1.68	19.56
					压 Q-KZ-8	27.57	1859	5.13	1.68	8.62
					小计	26.67	12398	33.07	1.68	55.56
			工业矿+低品位矿	推断资源量	压 Q-TD-1	23.10	3334	7.70	1.68	12.94
					压 Q-TD-2	25.40	2798	7.11	1.68	11.94
					压 Q-TD-3	30.10	3057	9.20	1.68	15.46
					压 Q-TD-4	25.78	1611	4.15	1.68	6.97
					压 Q-TD-6	36.07	4891	17.64	1.68	29.64
					压 Q-TD-7	25.51	846	2.16	1.68	3.63
					压 Q-TD-8	28.25	3293	9.30	1.68	15.62
					压 Q-TD-9	27.45	2680	7.36	1.68	12.36
					压 Q-TD-10	24.07	629	1.51	1.68	2.54
					压 Q-TD-11	27.12	4737	12.85	1.68	21.59
					压 Q-TD-12	24.48	1758	4.30	1.68	7.22
					压 Q-TD-13	17.97	2595	4.66	1.68	7.83
					压 Q-TD-15	16.55	2698	4.47	1.68	7.51
					压 Q-TD-16	8.55	2993	2.56	1.68	4.30
					压 Q-TD-17	8.00	16134	12.91	1.68	21.69
					小计	19.96	54054	107.88	1.68	181.24
			合计	控制+推断		21.21	66452	140.95	1.68	236.80
		砂质高岭土(半风化层)	工业矿+低品位矿	控制资源量	压 B-KZ-1	6.40	319	0.20	2.41	0.48
					压 B-KZ-2	5.70	5078	2.89	2.41	6.96
					压 B-KZ-3	4.79	685	0.33	2.41	0.80
					压 B-KZ-4	4.37	5202	2.27	2.41	5.47
					压 B-KZ-5	5.20	2927	1.52	2.41	3.66
					压 B-KZ-6	2.62	1113	0.29	2.41	0.70
					压 B-KZ-7	4.21	4878	2.05	2.41	4.94
					压 B-KZ-8	6.06	2750	1.67	2.41	4.02
					压 B-KZ-9	6.02	105	0.06	2.41	0.14
					小计	4.89	23057	11.28	2.41	27.17
			工业矿+低品位矿	推断资源量	压 B-TD-1	6.24	6930	4.32	2.41	10.41
					压 B-TD-2	4.33	2798	1.21	2.41	2.92
					压 B-TD-3	5.00	3057	1.53	2.41	3.69
					压 B-TD-4	4.41	2613	1.15	2.41	2.77
					压 B-TD-5	5.84	3919	2.29	2.41	5.52
					压 B-TD-6	5.66	4891	2.77	2.41	6.68
					压 B-TD-7	5.91	1246	0.74	2.41	1.78
					压 B-TD-8	3.51	8857	3.11	2.41	7.50
					压 B-TD-9	5.42	2680	1.45	2.41	3.49

利用类型	范围类型	矿石类型	矿石品级	资源量类别	块段编号	块段矿体铅垂厚度(m)	压占块段面积(m ²)	压占块段体积(万 m ³)	体重(t/m ³)	矿石量(万 t)
					压 B-TD-10	6.33	850	0.54	2.41	1.30
					压 B-TD-11	6.87	9406	6.46	2.41	15.57
					压 B-TD-12	9.20	2074	1.91	2.41	4.60
					压 B-TD-13	3.91	4680	1.83	2.41	4.41
					压 B-TD-14	6.87	536	0.37	2.41	0.89
					压 B-TD-15	8.31	7465	6.20	2.41	14.94
					压 B-TD-16	3.12	6476	2.02	2.41	4.87
					压 B-TD-17	1.50	16076	2.41	2.41	5.81
					小计	4.77	84554	40.31	2.41	97.15
			合计	控制+推断	4.79	107611	51.59	2.41	124.32	
		总计	工业矿+低品位矿	控制资源量	12.51	35455	44.35	1.87	82.73	
				推断资源量	10.69	138608	148.19	1.88	278.39	
				控制+推断资源量	11.06	174063	192.54	1.88	361.12	

3、可利用资源量

采矿权+325m~+150m 标高范围内可利用低品位高岭土矿资源量=保有低品位高岭土矿资源量-边坡压占低品位高岭土矿资源量=394.36-184.79=209.57 万 t。

(三) 资源量汇总

资源量估算汇总见表 3-7-7。

表 3-7-7 砂质高岭土矿资源量估算汇总表

范围类型	矿种类型	矿石品级	利用现状	矿石量(万 t)		备注
				边坡压占资源量	可利用资源量	
采矿权+150m~+325m 范围内	砂质高岭土	工业矿	保有	176.33	261.91	
				438.24		
			采空	12.90		
			累计查明	451.14		
		低品位矿	保有	184.79	209.57	
				394.36		
			采空	0.00		
			累计查明	394.36		
		合计(工业矿+低品位矿)	保有	361.12	471.48	
				832.60		
			采空	12.90		
			累计查明	845.50		

八、共伴生矿产资源量估算

本矿床可综合利用的共伴生矿产为建筑用砂矿，可综合利用的建筑用砂矿原岩为强风层和半风化层，它可在高岭土矿选矿流程中综合回收利用。本次只估算本次核实资源量估算范围内的建筑用砂矿，估算对象包含高岭土矿（工业矿+低品位矿）中共伴生的

建筑用砂。

(一) 保有资源量

经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获可综合利用的建筑用砂原矿资源量 832.60 万 t（详见表 3-7-5），按含砂率 57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

(二) 边坡压占资源量

经估算，采矿权+325m~+150m 标高范围内边坡压占建筑用砂原矿资源量 361.12 万 t（详见表 3-7-6），按含砂率 57.24%计算，边坡压占建筑用砂净矿资源量为 206.71 万 t。

(三) 可利用资源量

采矿权+325m~+150m 标高范围内可利用建筑用砂原矿资源量=保有建筑用砂原矿资源量-边坡压占建筑用砂原矿资源量=832.60-361.12=471.48 万 t（净矿资源量为 269.88 万 t）。

(四) 资源量汇总

资源量估算汇总见表 3-7-8。

表 3-7-8 建筑用砂矿资源量估算汇总表

范围类型	矿种类型	矿石品级	利用现状	原矿石量(万 t)		含砂率(%)	净矿石量(万 t)	
				边坡压占资源量	可利用资源量		边坡压占资源量	可利用资源量
采矿权+150m~+325m 范围内	建筑用砂	Ⅲ类	保有	361.12	471.48	57.24	206.71	269.88
				832.60			476.59	
			采空	0			0	
			累计查明	832.60			476.59	

九、资源量估算结果的可靠性

本报告采用地质块段法进行资源量估算，为了验证本次资源量估算的结果可靠性，选用垂直平行剖面法对I-1号工业高岭土矿体进行验算。经验算，采用垂直平行剖面法验算资源量估算范围的I-1号工业高岭土矿体资源量为 358.54 万 t（详见表 3-7-9），与本报告采用的地质块段法估算的I-1号工业高岭土矿体资源量 373.86 万 t 相比，两者相对误差为 4.10%，即两者差别不大，表明本报告采用地质块段法估算资源量是准确、合理、可靠的。

表 3-7-9 垂直平行剖面法验算I-1号矿体资源量结果表

矿体编号	剖面线编号	断面面积(m ²)	相邻面积比(%)	剖面间距(m)	体积计算公式	矿石体积(万 m ³)	矿石体重(t/m ³)	矿石量(万 t)
I-1	07 线	4395		80	V=S1*L/2	17.58	1.68	29.53
	07 线	4395	38.08	100	V=(S1+S2)*L/2	57.47	1.68	96.55

06 线	7098						
06 线	7098	41.52	100	$V=(S1+S2+SQRT(S1*S2))*L/3$	55.59	1.68	93.39
05 线	4151						
05 线	4151	5.31	100	$V=(S1+S2)*L/2$	42.68	1.68	71.70
04 线	4384						
04 线	4384	79.49	100	$V=(S1+S2+SQRT(S1*S2))*L/3$	24.23	1.68	40.71
03 线	899						
03 线	899	56.51	100	$V=(S1+S2+SQRT(S1*S2))*L/3$	6.28	1.68	10.55
02 线	391						
02 线	391	19.71	200	$V=(S1+S2)*L/2$	8.78	1.68	14.75
00 线	487						
00 线	487		50	$V=S1*L/3$	0.81	1.68	1.36
合计					213.42	1.68	358.54

十、资源量估算中需要说明的问题

1、本矿区的北部新设置了“陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿”，新设置的矿山进行了详查地质工作并施工了钻探工程，揭露的高岭土矿体赋存于强风化层和半风化层黑云二长花岗岩中，与本矿区一致。因此本矿区圈连矿体进行资源量估算时充分利用了陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿的钻孔揭露的资料，如I-1 和II号矿体的北部和西部。

2、由于矿区强风化层的矿石质软、疏松，因此采用冲击钻进的取芯工艺，钻探矿心受机械力压缩，改变了矿石原始状态，采取小体重样缺乏代表性，因此赋存于强风化层的I-1 和I-2 号砂质高岭土矿体采用现场测定的大体重结果 1.68t/m³ 进行资源量估算。而赋存于半风化层的II号砂质高岭土矿体则采用小体重样结果 2.41t/m³ 进行资源量估算。

3、本次估算的动用砂质高岭土矿资源量根据矿区原始地形与现状地形相结合圈定，估算的参数采用相邻工程的参数，估算结果基本与矿山年报数据保持一致。

4、本矿区主矿种为高岭土矿，建筑用砂矿为共（伴）生矿产，因此本次未对建筑用砂矿动用资源量进行估算。

十一、资源量变化情况评述

矿区最近一次提交的资源储量核实报告为 2020 年的《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量核实报告》（南宁荣达矿业咨询有限公司，2020.11），该报告已通过广西壮族自治区玉林地质环境监测站评审，评审意见书文号：玉储审字〔2020〕11 号；玉林市自然资源局备案，备案文号：玉自然资备储字〔2021〕17 号。根据该核实报告，截止至 2020 年 7 月 2 日止，矿区范围内+325m~+150m 标高间，保有工业高岭土矿推断资源量为 24.05 万 t，伴生建筑用砂矿推断资源量 12.07 万 t，消耗资源量为 13.01 万 t，累计查明总资源量 37.06 万 t。

本次核实，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获保有工业高岭土矿资源量（控制+推断）438.24 万 t，累计动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90 万 t，累计查明工业高岭土矿资源量（探明+控制+推断）451.14 万 t。另外探获可供综合利用的共伴生建筑用砂原矿资源量 832.60 万 t。矿山资源量增减对比结果见表 3-7-10。

对比情况说明：

1、本次核实保有高岭土矿资源量增加了 414.19 万 t，累计查明高岭土矿资源量增加了 414.08 万 t。其变化原因是：（1）本次核实工作新增了 12 个钻探工程，探获的矿体分布范围和厚度均发生了较大的变化；（2）本次核实共探获了 3 个高岭土矿体，矿体数量与规模均发生了较大的变化；（3）强风化层控制的 I-1、I-2 号矿体估算的大体重为 1.68 t/m^3 ，半风化层控制的 II 号矿体估算的小体重为 2.41 t/m^3 ，体重增大。基于上述原因，因此出现了保有资源量和累计查明资源量大幅增加的情况。

2、本次核实动用的高岭土矿资源量较少了 0.11 万 t，主要原因是本次估算的动用砂质高岭土矿资源量根据矿区原始地形与现状地形相结合圈定，估算的参数采用相邻工程的参数，因此估算结果出现少量误差。

3、本次核实建筑用砂矿增加了 820.53 万 t，主要原因是：（1）本次工作新增了 12 个钻探工程，探获花岗岩风化层分布范围和厚度均发生了较大的变化；（2）本次建筑用砂矿估算对象包含高岭土矿中共伴生的建筑用砂、夹石以及未圈入高岭土矿的风化层（包括强风化层和半风化层），而 2020 年仅估算高岭土矿中共伴生的建筑用砂矿

表 3-7-10 本报告与最近一次报告资源量增减变化情况对比表

最近一次核实报告名称	2020 年《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿资源储量核实报告》			
评审文号	玉储审字〔2020〕11 号			
备案文号	玉自然资备储字〔2021〕17 号			
对比项目	矿石类型	资源储量类型		
		保有资源量 (万 t)	采空资源量 (万 t)	累计查明 (万 t)
2020 年核实报告	高岭土	24.05	13.01	37.06
	建筑用砂	12.07	0	12.07
本次核实报告	高岭土	436.07	12.90	448.97
	建筑用砂	833.19	0	833.19
资源量增、减变化 (+、-)	高岭土	412.02	-0.11	411.91
	建筑用砂	821.12	0	821.12

第四章 矿产资源开发利用

第一节 建设方案

一、建设规模及产品方案

本矿山开采矿种为高岭土矿，根据矿山开采技术条件、矿山储量规模，结合矿山周边市场需求，拟定矿山生产规模由 5.00 万 t/a 扩大至为 30.00 万 t/a。产品方案为：高岭土矿粗精矿，建筑用砂净矿，其中建筑用砂综合回收利用。

二、开采方式

根据矿区内矿体的赋存情况及矿区开采技术条件，设计均采用露天开采方式。

三、可采资源量

根据本方案“第三章 矿区地质报告”章节内容，拟设采矿权范围内累计查明资源量如下：

（一）保有资源量

1、保有高岭土原矿（工业矿+低品位矿）

经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获保有高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量（控制+推断）832.60 万 t（合 457.67 万 m³）。其中，控制资源量为 270.29 万 t（合 149.68 万 m³），推断资源量为 562.31 万 t（合 307.99 万 m³），保有工业高岭土原矿与低品位高岭土原矿划分如下：

（1）保有工业高岭土原矿

经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，矿区+325m~+150m 标高范围内保有工业高岭土原矿资源量（控制+推断）438.24 万 t（合 249.49 万 m³），其中控制资源量为 280.63 万 t（合 164.22 万 m³），推断资源量为 157.61 万 t（合 85.27 万 m³）。

（2）保有低品位高岭土原矿

低品位高岭土原矿资源量=高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量-工业高岭土原矿资源量=832.60 万 t-438.24 万 t=394.36 万 t（208.18 万 m³）。

2、保有建筑用砂原矿

本矿床可综合利用的共伴生矿产为建筑用砂矿体，可综合利用的建筑用砂矿原岩为强风层和半风化层，它可在高岭土矿选矿流程中综合回收利用。经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获可综合利用的建筑用砂原矿资源量

832.60 万 t，按含砂率 57.24% 计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

（二）边坡压占资源量

1、边坡压占高岭土原矿（工业矿+低品位矿）

经估算，矿区范围露天开采终了境界内压占高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量 361.12 万 t（合 192.54 万 m³）。其中，压占工业高岭土原矿资源量（控制+推断）176.33 万 t（合 95.53 万 m³），压占低品位高岭土原矿资源量=边坡压占高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量-边坡压占工业高岭土原矿资源量=361.12 万 t-176.33 万 t=184.79 万 t（合 97.01 万 m³）。

2、边坡压占建筑用砂原矿

经估算，矿区范围露天开采终了境界内压占建筑用砂原矿资源量 361.12 万 t。

（三）可利用资源量

1、可利用高岭土原矿（工业矿+低品位矿）

可利用高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量=保有高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量-边坡压占高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量=832.60 万 t-361.12 万 t=471.48 万 t，其中，可利用工业高岭土原矿=保有工业高岭土原矿资源量-边坡压占工业高岭土原矿资源量=438.24 万 t-176.33 万 t=261.91 万 t；可利用低品位高岭土原矿=保有低品位高岭土原矿资源量-边坡压占低品位高岭土原矿资源量=394.36 万 t-184.79 万 t=209.57 万 t。

2、可利用建筑用砂原矿

可利用建筑用砂原矿资源量=保有建筑用砂原矿资源量-边坡压占建筑用砂原矿资源量=832.60 万 t-361.12 万 t=471.48 万 t，以含砂率 57.24% 计算，则可综合利用建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t。

（四）可采出资源量

本矿区矿体成矿条件简单，为山坡露天矿，矿石质量稳定，属显性矿体，可信度系数取 1.0，根据周边类似矿山开采情况，设计矿石回采率取 95%，贫化率取 5%，则采出矿石量=设计可利用资源量×可信度系数×矿石回采率÷（1-贫化率）。

因此本矿山在扣除预留采场安全边坡压占资源量后可采出高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量=471.48 万 t×1.0×95%÷（1-5%）=471.48 万 t；可采出综合利用建筑用砂原矿量=471.48 万 t×1.0×95%÷（1-5%）=471.48 万 t，以含砂率 57.24% 计算，则可采出综合利用建筑用砂净矿石量为 269.88 万 t。矿区可利用及可采出资源量统计表如下：

表 4-1-1 矿区可利用及可采出资源量统计表

矿产类型		保有资源量 (万 t)	边坡压占资源量 (万 t)	可利用资源量 (万 t)	可采出资源量 (万 t)
高岭土矿 (工业矿+低品位矿)		832.60	361.12	471.48	471.48
工业高岭土矿		438.24	176.33	261.91	261.91
低品位高岭土矿		394.36	184.79	209.57	209.57
建筑用砂	原矿	832.60	361.12	471.48	471.48
	净矿	476.59	206.71	269.88	269.88

四、矿山服务年限

本矿山设计可利用高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量为 471.48 万 t，生产规模 30.00 万 t/a，参照附近矿山生产经验，按回采率 95%，贫化率 5% 计算，则矿山服务年限由以下公式计算：

$$T = QK / [A(1-r)]$$

$$= 471.48 \times 95\% / [30 \times (1-5\%)] \approx 15.7a$$

式中：Q—设计利用资源量（矿石量），Q=471.48 万 t

K—采矿回采率，取 95%

A—矿山生产规模，30.00 万 t/a

r—采矿贫化率，5%

考虑基建期 1.3a，故本方案确定矿山的服役年限约 17.0a，经反算，平均综合利用建筑用砂原矿 27.73 万 t/a。

五、开拓运输方案及厂址选择

（一）开拓运输条件

矿区及周边地处低山丘陵地貌区，区内海拔一般+150~+250m，高差 10~100m，最高山位于矿区东北部 6~7 号拐点之间，海拔+323.47m，最低点位于矿区南西侧 2 号拐点附近，海拔+134.00m，整体为北高南低的山坡地形，总体上开拓运输线路较容易形成，运输条件较好。

（二）开拓运输方案

本矿山属山坡露天矿，根据矿体的赋存条件、矿山建设规模、地形地貌等特征，采用公路开拓-汽车运输方案。

本矿山为生产矿山，工业场地、办公生活区、临时排土场和表土场均布置于矿区南面，已有矿山道路连接各功能区。基建期设计从工业场地（卸矿口）+173m 标高起坡修

路，由南向北开拓至矿区东北部最高点附近的+280m 标高，再修建机械道路至矿区最高点，对山坡进行开挖平整，形成+290m 首采平台和+280m 装载平台（最小工作平台宽度 $\geq 30\text{m}$ ）。矿山运输道路长 1257m，高差 107m，道路平均纵坡 8.5%。

完成基建工作后即可开始正常采矿工作。矿石采出后，采用挖掘机装入自卸载重汽车运往工业场地加工。

本方案设计运输道路采用III级露天矿山道路，双车道路面宽度 $\geq 6.5\text{m}$ ，加上内侧截、排水沟 1.0m，路肩 1.5m（含车挡），路基计算宽度为 9.0m，泥结碎石路面，设计行车速度：20km/h，道路纵坡 $\leq 9\%$ ，每隔 200m 设道路缓和坡段，缓和坡段长度不小于 60m，缓和坡段纵坡 $\leq 3\%$ ，道路最小圆曲线半径为 15m。

（三）厂址布置

1、总平面布置原则。

- （1）满足生产工艺和对内对外运输的要求，减少人、货流间相互平面交叉；
- （2）合理利用、改造原有设施，力求通过改建、扩建，使工总平面布置更趋于合理；
- （3）充分利用地形、注意工程地质条件，因地制宜地进行布置；
- （4）避开采场滑坡、边坡坍塌和边坡浮石滚落的威胁；
- （5）考虑气象、朝向、自然通风、排雨水等要求，有利环境保护，满足卫生要求；
- （6）尽量减少粉尘和噪声对居民和职工的影响和危害。
- （7）节约用地、合理紧凑地进行总平面布置；
- （8）考虑防火等要求，确保生产安全。

2、主要场地布置

矿山工业场地（含加工区、处理池和沉淀池等）位于矿区南部 1 号拐点附近；办公生活区位于工业场地南东侧约 120m 处，该场地位于广东省界内，此前已办理用地手续，未来将延续使用；临时排土场和表土场分别位于工业场地南侧、西侧，均为矿山采矿权人此前使用排土场地。各功能区相距较近，并有矿山道路相连通。矿山主要场地布置位置详见附图 51。

3、占用土地

（1）工业场地：位于于矿区南部 1 号拐点附近，该单元占用土地面积合计 3.2790hm²，土地类型为乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地和农村道路，土地权属人为陆川县清湖镇塘寨村。

(2) 办公生活区：位于工业场地南东侧约 120m 处。因该单元用地范围行政区划隶属广东省化州市，且该场地范围与化州市文楼镇岭咀村陶瓷土矿有重叠，因此该单元不纳入本矿山的治理复垦责任范围内。

(3) 临时排土场：位于矿区南面 80m 处的洼地，单元占用土地面积合计 1.7852hm²，土地类型为乔木林地、其他林地和采矿用地，土地权属人为陆川县清湖镇塘寨村。

(4) 表土场：位于矿区南面 1 号拐点附近的洼地，单元占用土地面积合计 0.7623hm²，土地类型为乔木林地、其他草地和采矿用地，土地权属人为陆川县清湖镇塘寨村。

六、防治水方案

1、本矿山水文地质条件属简单类型，采场最低开采标高+150m，高于当地侵蚀基准面。其中+180m 标高以上的采坑高于矿区周边地形，雨水可自然排泄，在矿区四周设置截排水沟，在矿区北部最终境界图上+180m 标高台阶内侧开挖内排水沟，设置截水沟断面为梯形，上底宽 0.73m，下底宽 0.4m，深 0.5m。内排水沟断面为矩形，宽为 0.5m，深为 0.3m。

矿区北部开采+180m~+150 标高间矿体属凹陷开采，大气降水、花岗岩风化网状裂隙水为矿坑充水的直接来源。根据前文“矿坑涌量预测”章节计算结果，矿坑正常涌水量为 3390.29m³/d，最大涌水量为 88456.19m³/d。根据计算出的采坑最大涌水量，设计于凹陷采坑+150m 标高南侧设置集水坑，排水口出口位于+180m 标高处，设计采用 300WQ1200-50-315 型多级离心泵，配电机 315kW，流量为 1200m³/h，扬程 50m，根据采坑最大涌水量，设计配备 3 套，实际使用时按照实际水量开动。在雨季要做好防雨工作，防止设备被淹，抽干采坑积水后才能继续开采。总的来说，矿山防治水问题比较简单。但是运输矿石的公路距离较长，公路内侧需要挖好防水沟，避免山上雨水集中冲击路面。

2、矿区南侧 1 号拐点处的工业场地旁边有道路排水沟，不存在洪水淹没危险。矿山水文地质条件属简单类型，影响矿山生产的主要水源是大气降水，设计在设施周边设置排水沟（断面规格为 0.5m×0.5m），以及时将大气降水排出。

3、本矿山现设的临时排土场和表土场排水系统和防治水方案另行单独设计。

4、矿坑水无有害物质，由水泵排出坑外外排或汇集后作为矿区绿化用水、道路洒水等。采场防治水应采取以下措施：

(1) 大雨、暴雨期间要停止开采，坚持雨后检查工作面和边坡以及矿山道路的稳定情况，发现隐患及时整改。

(2) 雨季时生产需派人 24 小时查看采场内的涌水情况，遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 7d，淹没前应撤出人员和重要设备。

(3) 露天开采从山顶开始往下采剥，在开采境界外合理布设截水沟，并在各平台的台阶坡角处布设排水沟（断面规格为 $0.5\text{m} \times 0.3\text{m}$ ），以减少大气降雨对坡面的冲刷破坏作用。

(4) 矿区废水外排时应经三级沉淀池后才能外排，外排水应与矿区外水沟相连，未经沉淀的生产废水不得外排，防止对矿区周边环境造成污染。

第二节 矿山开采

一、开采范围及开采顺序

(一) 开采范围

根据本方案“第三章 矿区储量详查报告”章节内容及矿山现场调查情况，本次矿产资源开发利用设计开采范围即为资源储量估算范围，开采对象为资源储量估算范围内具有工业利用价值的高岭土原矿，设计开采标高为 $+325\text{m} \sim +150\text{m}$ 。

(二) 开采顺序

根据矿体赋存状态、矿区地形条件、选用的开采方式及开拓公路的布置，为了保障生产安全、便于展开采矿工作面、方便矿石运输，遵循自上而下开采的原则，设计于矿区东北部最高点完成首采平台及装载平台的建设后即开始进行开采，故矿山总的开采总顺序为：

竖直方向：自上而下分台阶开采，自首采平台按 10m 的台阶高度自上而下开采，直至矿山开采的最低标高 $+150\text{m}$ 。

水平方向：矿山总体开采顺序为横向由西向东推进，纵向由南向北。

二、露天开采境界的圈定

(一) 露天开采境界圈定的原则

- 1、在已划定的采矿范围及开采深度范围内圈定；
- 2、设计确定的露天采场最终边坡角，应使其在矿山服务年限内保证采场边坡稳定，确保露天采矿场的安全生产；
- 3、采场底平面标高高于当地历史最高洪水位、当地侵蚀基准面标高；
- 4、符合有关法律、法规、规程、规范的要求。

（二）露天开采境界圈定的方法

- 1、在拟申请采矿权范围内根据矿体赋存条件及采场合理布置要求，圈定地表境界；
- 2、采用在拟申请采矿权范围内据当地历史最高洪水位、采场地形情况、当地最低侵蚀基准面，剥采比及采场合理布置要求，确定开采深度；
- 3、确定露天开采境界，是以经济合理剥采比作为主要依据，实质上是对剥采比大小的控制，使其不超过经济合理剥采比，即紧邻露采境界的矿岩的开采成本不大于地下开采成本，从而使整个矿床开采的总经济效益最佳。

（三）开采境界的圈定

1、露天开采境界几何参数

根据露天开采境界圈定原则，按选定的露天采场边坡参数，先在地质横剖面图上初步确定开采深度，再在纵投影图上调整露天矿底部标高，将各横剖面、纵投影图上的露天矿底部周界投影到分层平面上，逐层圈定露天采场开采境界，本方案圈定的露天开采境界几何参数如下：

- （1）地表境界：最长 880m，最宽 430m；
- （2）采场底部：最长 180，最宽 93m；
- （3）最高开采台阶标高：+310m；
- （4）露天采场最低标高：+150m；
- （5）开采终了边坡最高标高：+320m；
- （6）开采终了边坡最大高度：170m。

2、露天开采境界内采剥矿岩总量

根据圈定的最终境界，采用水平分层投影法估算矿山开采最终采剥的矿岩总量为 308.76 万 m^3 ，详细计算过程详见表 4-2-1，采用的体积计算公式如下：

- （1）当相邻截面上的矿岩之相对面积比 $(S_1 - S_2) / S_1 \leq 40\%$ 时，采用公式：

$$V = (S_1 + S_2) \div 2 \times h$$

- （2）当相邻两截面上的矿岩之相对面积比 $(S_1 - S_2) / S_1 > 40\%$ 时，采用公式：

$$V = [S_1 + S_2 + (S_1 \times S_2)^{1/2}] \div 3 \times h$$

- （3）当相邻两截面只有一个截面面积参加估算，另一截面的面积呈锥形尖灭时，采用公式：

$$V = S_1 \div 3 \times h$$

- （4）当相邻两截面只有一个截面面积参加估算，另一截面的面积呈楔型尖灭时，

采用公式：

$$V=S1\div 2\times h$$

矿岩资源量计算公式：

$$Q=V\times D$$

式中：V—块段体积（ m^3 ）；

S1、S2—相邻截面矿岩断面积（ m^2 ）；

h—相邻截面的平均高差（m）；

D—矿岩体重（ t/m^3 ）；

Q—矿岩资源量（t）。

表 4-2-1 矿区采剥总量计算表

分段	断面高程 (m)	分层投影面积 (m ²)	分层间距 (m)	采剥量 (万 m ³)	计算公式
矿区+320m~+180m 境界					
+320m~+310m	+320	349	10.00	0.97	截椎形体积公式
	+310	1775			
+310m~+300m	+310	1474	10.00	2.34	截椎形体积公式
	+300	3324			
+300m~+290m	+300	2893	10.00	4.25	截椎形体积公式
	+290	5770			
+290m~+280m	+290	4534	10.00	8.03	截椎形体积公式
	+280	12144			
+280m~+270m	+280	10569	10.00	12.24	梯形体积公式
	+270	13911			
+270m~+260m	+270	12460	10.00	13.43	梯形体积公式
	+260	14406			
+260m~+250m	+260	11794	10.00	13.64	梯形体积公式
	+250	15478			
+250m~+240m	+250	12812	10.00	16.00	梯形体积公式
	+240	19184			
+240m~+230m	+240	15909	10.00	17.46	梯形体积公式
	+230	19003			
+230m~+220m	+230	16012	10.00	19.77	梯形体积公式
	+220	23519			
+220m~+210m	+220	22320	10.00	30.00	梯形体积公式
	+210	37672			
+210m~+200m	+210	31129	10.00	35.45	梯形体积公式
	+200	39762			
+200m~+190m	+200	33869	10.00	36.51	梯形体积公式
	+190	39146			
+190m~+180m	+190	36743	10.00	42.38	梯形体积公式
	+180	48024			
矿区北部+180m~+150m 境界					
+180m~+170m	+180	15186	10.00	17.85	截椎形体积公式

分段	断面高程 (m)	分层投影面积 (m ²)	分层间距 (m)	采剥量 (万 m ³)	计算公式
	+170	20522			
+170m~+160m	+170	8983	10.00	10.79	梯形体积公式
	+160	12602			
+160m~+150m	+160	3429	10.00	4.65	梯形体积公式
	+150	5981			
矿区南部+180m~+150m 境界					
+180m~+170m	+180	5859	10.00	7.18	梯形体积公式
	+170	8507			
+170m~+160m	+170	5493	10.00	6.81	椎体体积公式
	+160	8125			
+160m~+150m	+160	6668	10.00	9.02	截椎形体积公式
	+150	11600			
合计				308.76	

3、剥采比的确定

(1) 经济合理剥采比

根据本次详查工作钻孔资料以及设计开采终了境界剖面图可知，由于需按安全规程要求留设边坡、安全台阶，以及采掘作业自上而下台阶式开采以确保最小工作平台满足要求，矿区开采至最终境界时将采出部分高岭土矿体以下的微风化层。

根据圈定的最终开采境界，矿山开采需剥离表土面积约 13.4536hm²，矿山表土层厚度平均约 1.18m，则矿山开采需剥离表土量=13.4536hm²×1.18m=15.8752 万 m³，矿山设计开采高岭土原矿共 471.48 万 t（合 265.13 万 m³），由表 4-2-1 可知矿山露天开采终了境界时共采出岩矿总量 308.76 万 m³，则扣除采出岩矿与表土量后剩余部分即为采出的微风化层量，即为 308.76 万 m³—265.13 万 m³—15.8752 万 m³=27.7548 万 m³。根据周边同地质类型矿山生产资料，该微风化层部分属于建筑用花岗岩矿体，不属于本矿山采矿证开采矿产，由于该部分属于有价矿产，不得作废石处置，后续采出后需设置专用场地堆放，并陆川县自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，矿山企业不得非法私自处置。

因此以平均剥采比小于经济合理剥采比为原则确定露天开采境界，实质上是对露天开采剥采比大小的控制，使其不超过经济合理剥采比，从而使整个矿床开采的总经济效益最佳，设计选用价格法计算本矿山的经济合理剥采比。

$$n_{GE} = \frac{\delta k_l'}{\delta' b} (R_l P - D_l) = 1.82 \times 95\% \times (95\% \times 200 - 23) / 16 \times 2.75 = 6.6 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

式中：n_{GE}—经济合理剥采比，t/t；

δ——矿石体重，γ=1.82t/m³；

δ' ——剥离岩土体重， $\gamma=2.75\text{t/m}^3$ （经验值）；

k'_l ——采矿回收率，95%；

b ——露天开采单位剥离成本， $b=16$ 元/t；

R_l ——单位原矿选矿综合回收率，95%；

D_l ——单位原矿的采选成本（不含剥离），23 元/t；

P ——精矿产品销售价格。最近三年高岭土粗精矿平均价格约 200 元/t；

根据目前市场情况及矿山多年的生产资料，取经济合理剥采比为 $6.6\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

（2）露天开采平均剥采比

露天采场境界内可利用高岭土原矿（工业矿+低品位矿）共 471.48 万 t（合 265.13 万 m^3 ），露天采场境界内岩土剥离总量为 $308.76\text{万 m}^3 - 265.13\text{万 m}^3 = 43.63\text{万 m}^3$ ，则矿山平均剥采比为 $43.63\text{万 m}^3 \div 265.13\text{万 m}^3 \approx 0.16\text{m}^3/\text{m}^3$ 。小于经济合理剥采比 $6.6\text{m}^3/\text{m}^3$ ，因此设计的采场露天开采境界是合理的。

三、开采方案

（一）露天开采工作制度

根据当地气候条件和矿山企业的生产实际，设计推荐采用年工作 250 天，每天 1 班，每班 8 小时制度。

（二）露天采场主要参数的确定

1、台阶高度

矿山开采岩矿属松软岩土~坚硬稳固的矿岩，设计采用机械开采和深孔凿岩爆破，本矿山设计采用太原重工 TZ500 挖掘机进行采掘作业。根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020），开采的矿石属松软岩土~较坚硬稳固的矿岩，采用爆破作业、机械铲装时，台阶高度不大于挖掘机挖掘最大高度的 1.5 倍，根据选择的挖掘机技术性能（最大高度为 10.8m）结合类似矿山经验，确定本矿区开采台阶高度为 10m。

2、工作台阶坡面角

工作台阶坡面角与岩矿的物理力学性质、阶段高度以及采矿工艺等因素有关，本矿区地质构造简单，矿区内均为花岗岩风化体，高岭土矿赋存于花岗岩风化壳中，采用挖掘机机械开采。依照《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020），参考类似矿山的经验，确定高岭土原矿（强风化层）采掘作业工作台阶坡面角 45° ，终了台阶坡面角为 45° ；高岭土原矿（半风化层）爆破作业工作台阶坡面角 60° ，终了台阶坡面角为 60° 。

3、最小工作平台宽度

该矿山属山坡露天矿，采用挖掘机采装矿岩，汽车运输。根据矿山采用的设备及生产工艺，以确保采矿、运输设备安全为原则，参照《采矿设计手册》有关公式计算确定矿区阶段采矿运输平台最小宽度。运输汽车采用折返式调车时，采用下面公式计算采矿运输平台最小宽度：

$$B_{\min} = R_{\min} + 0.5Ka + 2E + Lc + S = 15 + 0.5 \times 2.5 + 2 \times 1.0 + 9.8 + 1.5 = 29.55\text{m}$$

式中： B_{\min} —最小工作平台宽度，m；

R_{\min} —汽车转弯最小半径，取 $R_{\min} = 15\text{m}$ ；

Ka —汽车车身宽度， $Ka = 2.5\text{m}$ ；

E —汽车道路两侧预留的安全距离，取 $E = 1.0\text{m}$ ；

Lc —汽车长度， $Lc = 9.8\text{m}$ ；

S —台阶边缘挡土墙的底宽， $S = 1.5\text{m}$ 。

经计算，长度 9.8m，宽 2.5m，载重量为 50t 的自卸翻斗车运输、采用折返式调车时，采矿运输最小工作平台宽度为 29.55m，但按相关设计规定，采矿运输最小工作平台宽度最小不得小于 30m，故本方案中设计最小工作平台宽度取 30m。

4、综上所述，根据矿床的开采技术条件、岩矿物理力学性质及设计确定的最大开采深度、开采工艺、露天采场服务年限等因素并参考类似矿山实践经验合理选定。本方案选定的露天采场主要参数如下：

（1）台阶参数

1）高岭土原矿强风化层（挖掘机采掘工艺）

台阶高度：10m；

台阶坡面角：45°；

安全平台宽度：4m；

清扫平台宽度：8m（每隔 2 个安全平台设置 1 个机械清扫平台）；

最小工作平台宽度：30m。

2）高岭土原矿半风化层（爆破工艺）

台阶高度：10m；

台阶坡面角：60°；

安全平台宽度：4m；

清扫平台宽度：8m（每隔 2 个安全平台设置 1 个机械清扫平台）；

最小工作平台宽度：30m；

本矿山最终边坡角： $\leq 39^\circ$ 。

（三）矿山道路设计

（1）汽车运输道路选择

矿山运输道路参数与生产规模、运输设备型号、运输工作制度和外部运输条件等有关。根据道路小时单向行车密度确定道路等级。本矿山高岭土矿生产规模 30.00 万 t/a。矿山生产建设规模为大型，设计矿山运输公路为双车道，矿山采出高岭土原矿运输均选用额定载重量为 50t 的自卸汽车运输，运输道路单向小时交通量计算过程如下：

$$Z = \frac{QK_3}{nSCHGK_1K_2} = \frac{36.47 \times 10000 \times 1.1}{2 \times 8 \times 1 \times 250 \times 50 \times 0.85 \times 0.9} \approx 3$$

式中：Z—汽车单向小时交通量，辆/小时；

Q—通过的年运输量，万 t/a；

n—运输道路车道数，车道数，取 2；

G—汽车载重量，t；

S—班工作时数，h，取 8h；

C—日工作班数，班，每天 1 班；

K₁—汽车工作时间利用系数，取 0.85；

H—年工作日，d/a，取 250d/a；

K₂—汽车载重利用系数，取 0.9；

K₃—运输不均匀系数，一般为 1.05~1.15，取 1.1。

由于矿山所有矿石运输均共用相同运输道路，则矿山运输道路汽车单向小时交通量 N=3（辆/小时）。

方案推荐矿石（高岭土矿、建筑用砂原矿）运输选用自卸汽车，载重量 50t，整车长 9800mm，整车宽 2500mm，车辆总高 3500mm，货箱尺寸 7700×2300×1500（mm）。

方案选用的运输车辆车宽类型为二类，矿山运输道路汽车单向小时交通量为 3 辆/小时。根据《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87），汽车小时单向交通量在 25 辆以下的生产干线、支线，可采用三级露天矿山道路。

因此本方案设计矿山运输道路采用Ⅲ级露天矿山道路，双车道路面宽度 $\geq 6.5\text{m}$ ，加上内侧截、排水沟 1.0m，路肩 1.5m（含车挡），路基计算宽度为 9.0m，泥结碎石路面，设计行车速度：20km/h，道路纵坡 $\leq 9\%$ ，每隔 200m 设道路缓和坡段，缓和坡段长度不小于 80m，缓和坡段纵坡 $\leq 3\%$ ，道路最小圆曲线半径为 15m。

（2）机械（上山）道路设计

挖掘机上山道路设计路宽 4m，顺山坡较缓处设置，坡度最大 25%，道路圆曲线半径大于 10m。

（四）开采回采率

根据矿体赋存条件及采剥工艺，结合周边同类型矿山生产经验，设计矿山矿石回采率为 95%，贫化率为 5%。

（五）露天采剥工艺及设备选型

1、采矿方法

（1）地表残坡积层及高岭土强风化层采剥

根据开采技术条件及类似矿山生产实践经验，方案设计矿山开采时先用对残积层进行剥离，残积层剥离后对高岭土强风化层进行开采，采用自上而下台阶式进行（剥离过程中地表残积层超前高岭土强风化层剥离境界 20m 以上），挖掘机采挖直接装车，自卸汽车运输的采剥工艺。为保证矿山土地复垦来源，剥离残坡积层时先将表土单独收集堆放于矿区南面 1 号拐点附近的表土场。

采剥台阶高度 5m、台阶坡面角 45°，安全平台宽 4m，清扫平台宽 8m（隔 2 设 1），最小工作平台宽 30m。

（2）高岭土半风化层开采

根据开采技术条件及类似矿山生产实践经验，方案设计矿山在采剥残积层和高岭土强风化层后再对高岭土半风化层进行开采，本方案设计对高岭土半风化层开采采用自上而下台阶式进行，采用深孔爆破工艺，采出的矿石采用挖掘机装车，自卸式汽车外运。

台阶高度 10m、台阶坡面角 60°，安全平台宽 4m，清扫平台宽 8m（隔 2 设 1），最小工作平台宽 30m。

2、设备选型

根据矿山开采技术条件、采矿工艺、年采矿量等情况，本方案设计参考矿山比较常用的机械设备进行设置和验算，具体由矿山根据实际需要进行确定。本方案矿山主要采剥设备配置见表 4-2-1：

表 4-2-1 主要采剥生产及配套设备表

设备名称	型号	规格	数量	备注
潜孔钻	KG910B		1 台	
挖掘机	太原重工 TZ500	斗容 2.60m ³	2 台	
液压破碎锤			1 台	
装载机	LG-50CN		1 台	
变压器	S13-2000/10-0.4		1 台	
自卸汽车	矿用	50t	1 辆	用 3 备 1
洒水车			1	

(六) 爆破工程设计、爆破器材设施选择等

高岭土半风化层采用深孔爆破法，开山履带式 KG910B 型潜孔钻机进行凿岩穿孔作业，采用乳化炸药、电子数码雷管，在台阶平面上按设计的孔距和排距合理布置炮孔位置，打倾斜炮孔，确定适宜的装药量，选用反向微差爆破工艺：采用双排孔爆破，连接方式为排内并联，排间串联；所有炮孔采用逐孔微差起爆。具体爆破设计方案需业主委托有资质的爆破公司根据项目具体情况进行专项设计，并报主管部门批准。

1、爆破工程设计

1) 穿孔爆破参数

①台阶高度： $h=10\text{m}$ ；

②炮孔倾角： $\alpha=60^\circ$ ；

③炮孔直径： $D=100\text{mm}$ ；

④最小抵抗线 W ： $W=(25\sim40)D=(25\sim40)\times100\text{mm}=2.5\sim4.0\text{m}$ ，取 $W=3.5\text{m}$ ；

⑤底盘抵抗线： $WP=W/\sin\alpha=3.5/\sin60^\circ=4\text{m}$ ；

⑥炮孔孔距： $a=R\cdot W=1.14\times3.5=4\text{m}$ (R —炮孔邻近系数，一般取 $1\sim1.5$ ，取 $R=1.14$)；

⑦炮孔排距： $b=(0.87\sim1)\cdot a=(0.8\sim1)\times4=3.2\sim4$ ，取 $b=3.5\text{m}$ ；

⑧炮孔超钻深度： $L'=(0.15\sim0.3)WP=(0.15\sim0.3)\times4=0.6\sim1.2\text{m}$ ，取 $L'=1.0\text{m}$ ；

⑨炮孔长度： $L=h/\sin\alpha+L'=10/\sin60^\circ+1.0=12.5\text{m}$ ；

⑩堵塞长度： $L_2=(0.8\sim1.0)WP=(0.8\sim1.0)\times4=3.2\sim4\text{m}$ ，取 $L_2=3.5\text{m}$ ；

⑪装药长度： $L_1=L-L_2=12.5-3.5=9\text{m}$ ；

⑫单孔装药量：

前排单孔装药量： $Q_{\text{前}}=q\cdot a\cdot W_p\cdot h=0.45\times4\times4\times10=72\text{kg}$ ；

后排单孔装药量： $Q_{\text{后}}=K\cdot Q_{\text{前}}=1.1\times72=79.2\text{kg}$ ；

式中 q —单位炸药消耗量。根据该矿区采用乳化炸药，按岩石物理力学性质，参照

有关资料，取 $q=0.45\text{kg/m}^3$ 。

单孔装药量验证：

$$Q_{\text{验}}=\pi D^2 L_1 \gamma / 4=3.14 \times 0.1^2 \times 9 \times 1200 \div 4=84.78 \text{kg}$$

式中： r 为乳化炸药比重， $r=1200\text{kg/m}^3$ 。

经验算： $Q_{\text{后}} < Q_{\text{验}}$ ，单孔装药量合理。

⑬单个炮孔崩矿量

$$\text{根据公式：} V=a \cdot W \cdot (L-L')=4.0 \times 3.5 \times (12.5-1)=161 \text{m}^3$$

式中： V —为单孔崩矿量 (m^3)；

a —炮孔孔距 (m)；

W —最小抵抗线 (m)；

L —炮孔长度(m)；

L' —炮孔超钻深度(m)。

以上穿孔爆破参数可根据实际爆破条件进行优化设计、调整，改善爆破效果。

2) 爆破器材选择

爆破器材选用乳化炸药、数码雷管起爆。

3) 爆破周期、每次爆破矿量、炮孔数量、总装药量

设计矿山平均每 5 天爆破 1 次，矿山年开采高岭土半风化层 30.0 万 t，合 16.48 万 m^3 ，工作制度为每年工作 250 天，则矿山每次爆破矿岩量为： $164800 \div (250 \text{天} \div 5) = 3296 \text{m}^3$ 。矿山每次爆破孔数为：每次爆破采矿量 \div 单个炮孔崩矿量 $= 2272 \text{m}^3 \div 161 \approx 21$ 个。

3、起爆网路及起爆顺序

为了减少爆破飞石对设备造成的危害，及保证阶段内各台阶开采的矿石大部分抛掷到阶段底部运输平台上，采用数码雷管微差爆破，使布置在同一平台的所有炮孔依次微差起爆。每个孔装 2 枚数码雷管，数码雷管装于孔下部，数码雷管脚线从孔内引出后，与爆破母线连接，爆破母线再连接起爆器，最后由起爆器起爆。采矿工作面每次布置炮孔，采用三角形布孔。

4、爆破安全距离计算机安全警戒范围

(1) 爆破地震波安全距离

根据《爆破安全规程》，考虑保护对象所在地安全允许质点振速 v ：当 $v=2\text{cm/s}$ 时，一般建筑物完好。

$$R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} Q^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{250}{2}\right)^{\frac{1}{1.8}} \times 79.2^{\frac{1}{3}} \approx 62.79 \text{ m}$$

式中：

R—爆破振动安全允许距离，单位为米（m）；

K—与岩土性质、爆破条件和爆破方法有关的系数。根据该矿区岩石力学性质，取 K=250；

V—保护对象所在地安全允许质点振动，cm/s，取 V=2；

α —爆破地震波随距离的衰减系数，爆破中硬岩石时， α 取值为 1.5~1.8，取 $\alpha=1.8$ ；

Q——炸药量，最大一段炸药量（kg）， $Q_{\max}=79.2\text{kg}$ 。

（2）空气冲击波安全距离

根据《爆破安全规程》及《工程爆破使用手册》，一般松动爆破时，不考虑空气冲击波的安全距离。本矿山采用深孔松动爆破进行采矿，采用破碎锤进行破大块，不使用炸药进行二次爆破解大块，故本设计不进行空气冲击波安全距离的计算。

（3）个别飞石安全距离

根据《爆破安全规程》13.6 节的规定，浅孔爆破时，个别飞散物的最小安全允许距离为 300m，深孔爆破时，不小于 200m。对设备和建筑物的安全距离，计算方法尚不规范，一般不小于人员安全距离的一半。本矿山采用的是深孔爆破，最小安全允许距离取 200m，因沿山坡爆破时，下坡方向的个别飞散物安全允许距离应增大 50%，故本设计确定个别飞石安全距离为 300m。

（4）矿山爆破安全距离

根据以上计算，并参照《爆破安全规程》(GB6722-2014)及《工程爆破使用手册》的相关规定，确定本矿爆破安全距离为 300m。

矿区北侧新设置有陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿，直线距离约 10m；南侧有化州市文楼镇岭咀村瓷土矿，直线距离约 148m。本矿区与上述 2 个矿业权界线清楚，不存在矿权纠纷问题。矿区西侧分布有一处居民点为杨桃垌村，直线距离 215m；东侧 482m 处为下合水村，矿区西南方向约 150m 存在几处居民房屋。以上企业以及部分房屋设施等位于 300m 爆破警戒范围线内，为满足安全生产条件，矿区目前已于矿区西南部居民房屋签订租赁协议，并已与陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿采矿权人陆川岭南矿业有限公司以及化州市文楼镇岭咀村瓷土矿采矿权人化州市宝地瓷土有限公司签订安全生

产管理协议。

由于本矿山工业场地、办公生活区与矿区距离较近，位于 300 爆破警戒线范围内，未来在爆破作业前必须对工业场地、办公生活区等重要设施设备以及房屋按要求进行覆盖保护，爆破时必须通知所有与爆破无关的人员全部撤离至爆破警戒范围外。

（七）生产能力验证

矿山生产规模为高岭土原矿 30.00 万 t/a，则年运输最大矿石量为 30.0 万 t（合 16.48 万 m³）。

1、凿岩设备生产能力

根据矿山设计工作制度，设计矿山使用开山履带式 KG910B 型潜孔钻机作业，KG910B 型潜孔钻机凿岩效率为 15m/小时，时间效率取 85%，单台凿岩机台班效率约 102m/台班。矿山每个爆破循环周期为 5 天，凿岩进尺合计 15×12.5m=187.5m，因此需 2 台潜孔钻机即可满足矿山生产要求。

2、采掘设备生产能力验证

矿山在采场配备液压型挖掘机作为铲装设备，根据采用挖掘机的性能及参数，挖掘机台班生产能力按下式计算：

太原重工 TZ500 履带式（斗容 2.60m³）液压型挖掘机

$$Q_B = \frac{3600TEKm\eta}{tKs} = \frac{3600 \times 8 \times 2.6 \times 0.8 \times 0.7}{35 \times 1.4} = 855.8 \text{ m}^3$$

其中：Q_B—挖掘机台班生产能力，m³/台班；

T—每班作业小时数，小时，T=8h；

E—铲斗容积，m³，E=2.6m³；

Km—铲斗满斗系数，Km 取 0.9；

η—挖掘机工作时间利用系数，η取 0.7；

t—挖掘机装车的一次循环时间，取 35s；

Ks—物料在铲斗中的松散系数，Ks 取 1.4。

矿山年最大铲装矿石量为 16.48 万 m³，按年工作 250 天，每天 1 班，每班 8 小时，则每班铲装矿石 16.48 万 m³÷250d÷1 班/d=659.2m³<855.8m³，因此，矿山布置 1 台太原重工 TZ500 履带式（斗容 2.60m³）液压挖掘机铲装作业完全可达到设计的生产能力。

3、按采场台阶可布置采矿设备进行验证

设计矿山投产时为 1 个平台生产，采场台阶最小工作线长度为 180m，单台挖掘机

工作台阶长度 50m，工作台阶可布置的挖掘机数量计算如下：

$$m_1 = \frac{L_T}{L_C} = \frac{180}{50} \approx 3$$

式中：m—可布置挖掘机台数，台；

L_T —正式投产时采场台阶最小工作线长度，m；

L_C —单台挖掘机工作台阶长度，m；

由上式计算可知，采场可同时布置 3 台挖掘机作业。经本节“2、采掘设备生产能力验证”计算表明，采场布置 1 台太原重工 TZ500 履带式（斗容 2.60m³）液压挖掘机可满足矿山生产能力。

4、按汽车运输能力进行验证

方案设计矿山配备载重 50t 的自卸汽车进行矿岩的运输，平均每年最大运输矿岩量为 30.00 万 t（折合 1200t/d）。

（1）汽车台班运输能力

汽车台班运输能力可按下式计算：

$$A = \frac{60qT}{t} K_1 \eta = \frac{60 \times 50 \times 8}{30} \times 0.85 \times 0.9 = 612 \text{ t/台班}$$

式中：A—自卸汽车台班生产能力，t/台班；

q—自卸汽车载重量，t；

T—班工作时间，8h；

K_1 —自卸汽车工作时间利用系数，取 0.85；

t—自卸汽车运输周期，min；矿区场内平均运距约 2.0km，运输周期取 30min；

η —自卸汽车台班时间利用系数，取 90%。

表 4-2-2 自卸汽车工作时间利用系数（ K_1 ）

矿岩容重（t/m ³ ）	工作时间利用系数
≥3	0.90~0.95
2.6~3.0	0.85~0.90
2.0~2.5	0.75~0.85
<2.0	0.75 以下

表 4-2-3 自卸汽车台班时间利用系数（ η ）

工作制	班工作时间（h）	班时间利用系数（%）
一	7.0~7.5	87.5~93.7
二	6.5~7.0	81.0~87.5
三	6.0~6.5	75.0~81.0

（2）汽车需用数量

$$N = \frac{K_2 Q_B}{AK_3} = \frac{1.1 \times 1200}{612 \times 90\%} \approx 3 \text{辆}$$

式中：N—自卸汽车数量，台；

K_2 —自卸汽车运输不均衡系数，1.1~1.15，取 1.1；

K_3 —出车率；取 90%；

Q_B —一班矿岩产量，约 1200t/班。

A—自卸汽车台班生产能力，612t/台班。

经计算，矿山配备 3 辆 50t 自卸式汽车即可达到设计的运输能力。为保障矿山生产的连续性，需配备 1 辆作为备用，设计矿山共配载重 50t 的自卸式汽车 4 辆。

（八）基建期工程量及时间安排

根据矿山实际地形情况，矿山基建开拓主要包括矿山运输公路的开拓、装载平台和首采平台的开拓，工业场地的平整建设，表土场、临时排土场的挡墙修筑等。基建工程量计算如下：

1、需开拓的矿山主运输道路总长 1700m，需开拓的矿山道路工程量约为 7.0 万 m^3 ，基建期约 0.5 年；

2、首采平台开拓工程量约 7.56 万 m^3 ，基建期约 0.3 年；

3、装载平台开拓工程量约 4.02 万 m^3 ，基建期约 0.2 年；

4、挡墙修筑、截水沟，生产辅助设施等其他基建工作，基建期约 0.5 年。

各矿山基建工程量不大，部分工程可同时进行，因此综合估算矿山基建期为 1.3 年，建设过程中如若基建期不够，可及时向主管部门申请适当延长基建期。

四、矿石加工及排土设施

（一）选矿方案

1、选矿工艺流程

本矿山高岭土矿石质量较好，经业主取样送有关厂家试制一般陶瓷产品，该矿山的原料符合厂家生产一般陶瓷的要求。而产品的加工技术也相当成熟可靠，选矿加工流程为：高岭土原矿—初级破碎—分级机分级筛分淘洗—脱水—高岭土矿产品、建筑用砂产品，矿石加工的主要设备有颚式破碎机、分级机、脱水机等。矿山加工工艺流程详见图 4-2-1。

2、生产能力

选矿的生产能力与采矿生产能力相匹配，矿山年处理高岭土原矿石 30.00 万 t。

3、工作制度

工作制度采用：全年生产工作日为 250 天。破碎工段每天一班制，每班工作 6-7 个小时；选矿工段每天三班制，每班工作 8 个小时。

4、选矿技术经济指标

根据《矿产资源“三率”指标要求 第 13 部分：黏土类矿产》（DZ/T 0462.13-2023）中关于高岭土矿的最低指标要求“露天开采高岭土回采率不低于 90%，选矿回收率不低于 85%”，因此结合矿山实际情况，本方案设计矿山选矿回收率为 95%。

5、矿山产品方案

本矿山产品方案为高岭土粗精矿、建筑用砂净矿，根据矿山以往生产经验，结合矿山北侧陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿选矿试验结果，本矿山矿石分选高岭土粗精矿产率约为 29.4%，高岭土选矿回收率为 95%，矿山设计采出高岭土矿原矿 471.48 万 t，则矿山矿石共能选出高岭土粗精矿产品： $471.48 \text{ 万 t} \times 29.4\% \times 95\% = 131.68 \text{ 万 t}$ ；建筑用砂原矿则作为共伴生矿产综合利用。

图 4-2-1 矿石加工工艺流程图

（二）共伴生矿产、废石综合利用情况

1、共伴生矿产

本矿床为高岭土矿床，其中高岭土矿可综合利用的共（伴）生矿产为建筑用砂原矿，为自然砂，工业类型为建筑用砂。根据“第三章 矿区地质报告”，经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获可综合利用的建筑用砂原矿资源量 832.60 万 t，按含砂率 57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

2、废石

根据本方案所圈定的最终开采境界，矿山开采将采出一部分微风化层，根据前文计算，该部分总量为 27.7548 万 m³，根据周边同地质类型矿山生产资料，该微风化层部分属于建筑用花岗岩矿体，不属于本矿山采矿证开采矿产，由于该部分属于有价矿产，不得作废石处置，因此未来采矿权人采出该部分矿产后需由陆川县自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，矿山企业不得非法私自处置。

（三）排土场

1、矿山尾泥及废石土总量

根据前文计算可知，矿山开采需剥离表土量 15.8752 万 m³，采出的微风化层量为 27.7548 万 m³。根据周边同地质类型矿山生产资料，微风化层部分属于建筑用花岗岩矿体，不属于本矿山采矿证开采矿产，由于该部分属于有价矿产，不得作废石处置；而剥离出的表土需堆存部分至表土场用于矿山复垦，根据第五章“矿区土地复垦可行性分析”可知未来复垦土方需求量为 8.2415 万 m³，根据现场调查，矿区地类以林地和草地为主，可用作后期复垦用土层厚度约 0.7m，经计算，矿山生产期间约可收复垦用土 =13.4536hm²×0.7m=9.4175 万 m³，剔除该部分后，矿山还需处置的废石土量为 15.8752 万 m³-9.4175 万 m³=6.4577 万 m³。

矿山设计采出高岭土原矿量为 471.48 万 t（折合 265.13 万 m³），考虑选矿回收率 95%，高岭土精矿淘洗率 29.4%，平均含砂率 57.24%，则高岭土原矿经选矿后剩余尾泥含量为：265.13 万 m³×（1-0.294-0.5724）×95%=33.65 万 m³；

综上所述，考虑岩土碎胀系数 1.15，矿山生产过程中实际总共产生废石土总量为：处置表土量+选矿尾泥量=（33.65 万 m³+6.4577 万 m³）×1.15=46.1239 万 m³。

2、排土场布置

为便于矿山生产剥离过程中产生的废石土及选矿尾泥处置外运，本方案拟沿用原矿山排土场地，该场地位于矿区南部 1 号拐点南西侧约 80m 处一洼地中，现状有积水形成

三处水塘，地形标高+128m~+136m 之间，此前未建挡土墙，具体位置详见附图 42。本方案设计将其作为临时排土场对矿山剥离所产生的废石土以及后续生产过程中选矿产生的尾泥进行转运堆存使用，设计平均堆高 8m，最高堆至+140m，经计算，该场地库容量约 9.56 万 m³。

由于此前该场地仅被矿山作为临时排土场地使用，未修建挡墙及截排水沟，因此为满足长期使用条件，防止该排土场出现崩塌、滑坡等地质环境问题，需在临时排土场下游修建浆砌石挡墙，周边开挖截水沟。考虑矿山地质条件为复杂类型，矿山需委托相关资质单位对施工地段的地质条件进一步勘察，并进行专项设计后再施工。

3、土方平衡分析

临时排土场库容量约为 9.56 万 m³。矿山生产总共产生弃土 46.1239 万 m³，因此排土场无法满足矿山所有尾泥及废石土的排放工作，考虑周边地形限制，同时该部分废石土跟随开采进度产生，矿山生产年限为 17.0 年，年产生废石土方量约 2.5 万 m³，经与矿山业主沟通，矿山生产所产生的废石土将外运处置，供应至陆川县永通建材经营部，因此该排土场作为临时土方周转堆放场地基本上可以满足矿山生产排土需求。

（四）表土场

为保证后期复垦覆土来源，开采过程中需对表土进行收集。据现场调查，矿区地类以林地和草地为主。可用作后期复垦用土层厚度约 0.7m，经计算，矿山生产期间约可收集 9.4175 万 m³，因此本矿山土方供应量 9.4175 万 m³ 大于土方需求量 8.2415 万 m³，满足矿山复垦工程表土需求，考虑矿山采取边开采边复垦原则，表土剥离可跟随生产进度进行。

本方案设计沿用位于矿区南面 1 号拐点附近的洼地中的矿山原用表土场（具体位置详见附图 42），用于堆存（中转）矿山生产过程中收集的表土，地形标高在+123m~+126m 之间，现状已形成水塘，此前未建挡土墙。该场地上游集雨面积不大，前期合理布设截排水沟，可有效防治雨水冲刷引起的土方崩塌、滑坡等地质灾害。经统计，表土场面积约 0.7623hm²，平均堆高约 7m，表土场库容约为 1.78 万 m³。矿山边开采边复垦，表土场主要起到中转作用，基本上可以满足矿山复垦需求。

由于此前该场地仅被矿山作为临时排土场地使用，未修建挡墙及截排水沟，因此为满足长期使用条件，并防止表土场引发崩塌、滑坡等地质环境问题，本方案设计在表土场下游修建挡墙，场地上游修建截水沟，挡土墙、截水沟工程设计具体详见“主要预防工程”章节内容。考虑矿山地质条件为复杂类型，矿山需委托相关资质单位对施工地段

的地质条件进一步勘察，并进行专项设计后再施工。

五、给排水

（一）供水

根据现场调查，现状矿山生活用水取自办公生活区旁的水井，矿山生产用水取自矿区东侧溪沟，工业用水量约为 $80\text{m}^3/\text{d}$ ，通过 50mm 水管将水输送到用水点。

（二）矿山防排水

本矿山水文地质条件属简单类型，采场最低开采标高+150m，高于当地侵蚀基准面。其中+180m 标高以上的采坑高于矿区周边地形，雨水可自然排泄，在矿区四周设置截排水沟，在矿区北部最终境界图上+180m 标高台阶内侧开挖内排水沟，设置截水沟断面为梯形，上底宽 0.73m，下底宽 0.4m，深 0.5m。内排水沟断面为矩形，宽为 0.5m，深为 0.3m。

矿区北部开采+180m~+150 标高间矿体属凹陷开采，大气降水、花岗岩风化网状裂隙水为矿坑充水的直接来源。根据前文“矿坑涌水量预测”章节计算结果，矿坑正常涌水量为 $3390.29\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $88456.19\text{m}^3/\text{d}$ 。根据计算出的采坑最大涌水量，设计于凹陷采坑+150m 标高南侧设置集水坑，排水口出口位于+180m 标高处，设计采用 300WQ1200-50-315 型多级离心泵，配电机 315kW，流量为 $1200\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 50m，根据采坑最大涌水量，设计配备 3 套，实际使用时按照实际水量开动。在雨季要做好防雨工作，防止设备被淹，抽干采坑积水后才能继续开采。总的来说，矿山防治水问题比较简单。但是运输矿石的公路距离较长，公路内侧需要挖好防水沟，避免山上雨水集中冲击路面。

（三）工业场地防治水

矿山工业场地为矿石加工区域，布置于矿区南部，为预防上游地表径流汇入工业场地对矿山生产设施造成破坏，需在场地周边合理布置截排水沟。

六、供电

本设计为矿山采矿用电，因工业场地加工用电量大，业主需委托相关部门进行专项设计。

矿山为露天矿山，无一级用电负荷，预计主要用电负荷有矿石加工用电（1000kW）、生活用电（10kW）、机械维修用电（100kW），其他用电（100kW），总用电负荷约为 1210kW。矿山电源从附近的 10kV 电网引入，设计采用 1 台 S13-2000/10-0.4 型变压

器降压后供矿山各用电点使用。低压配电室装设 GGD2 型低压配电装置，以 380/220V 电压向矿山各用电设备供电。

矿山的固定式电气设备和装置的金属框架或外壳、电缆和金属包皮及电缆配件等，应按有关规定进行保护接地。移动式电气设备应使用橡胶软电缆并利用电缆的第四芯专用接地芯线接地或接零。矿山还应在供电变压器低压侧各回路设置能自动断开电源的漏电保护装置和过流保护装置。

七、矿山安全设施

矿山开采属于高危险性行业，必须重视安全生产。矿山应制定相应的安全规章制度，配备专职安全员负责安全生产，同时矿长即为安全第一责任人。对于矿山易发生的滑坡、坍塌、高处坠落和车辆伤害等事故，应制定有安全对策措施，并且成立有相应的事故应急机制，确保发生事故后能及时处理，减少人身、财产损失。在事故发生后及时总结经验教训，尽可能杜绝发生类似事故。影响矿山安全的主要因素及防范措施如下：

（一）崩塌、滑坡、危岩地质灾害

1、发生崩塌、滑坡、危岩地质灾害的主要原因

不按设计开采，工作面坡度较大；采场边坡岩石不完整破碎，泥层较多，结构不稳定等。此外，根据矿区四周地形高度初步判断，露采坑边坡高度 10~172m 不等，边坡高度大且陡峭。因边坡上部的残坡积层及强风化层厚度较大，强~半风化基岩次生节理（主要为风化节理裂隙较为发育），结构松散，遇水易软化，岩土体工程地质性亦较差，边坡稳定性较差，下部弱风化基岩在原生节理较为发育，在边坡开挖、机械振动，降雨、雨水入渗，自重，加上坡度较大共同作用下，易引发崩塌、滑坡地质灾害。

2、防治措施

- （1）根据矿山实际情况合理设计各边坡要素值；
- （2）严格按设计由上到下分台阶开采，严禁掏采；
- （3）注意保护边坡不受到损坏，必要时采取支护，在采区采动范围以外挖防洪沟，预防雨水对边坡的破坏影响；
- （4）加强边坡的日常检查及监测，特别是雨后的检查，发现异常情况及时撤出人员，再处理险情；雨天停止生产，雨后必须对边坡检查，确认安全后才能开始作业，同时有专人进行安全监护；
- （5）对个别松动岩石，要由有经验的人员进行处理；制定松石工的操作规程和岗位职责，定期检查处理边坡的松石，发现松石必须及时处理，暂时处理不掉的，必须设

定危险区范围和设置警示标志，做好警戒工作，并加强该点的巡视；

（6）矿山生产边坡，在进行装车时，作业面应有专人进行安全监护，发现异常情况，所有人员必须立即停止作业，撤退到安全地点；

（7）对开挖后不稳定部分边坡必须进行加固处理，保护好边坡；

（8）矿山终了边坡最大高度已超过 150m，须在采场边坡设置动态监控监测点，定期对测量数据进行分析，对可能出现的隐患点进行排险、整治；

（9）露天采场台阶坡面角、最终边坡角应符合设计规范要求，对边坡的稳定应进行可靠性分析，且在最不利的条件下其抗滑力不小于其下滑力；

（10）最终边坡应设置位移监测设施，并应定期进行监测；

（11）定期开展矿区周边危岩排查处理，避免受机械震动影响危岩掉落；

（12）加强地质勘探工作，探测矿区内可能存在的断裂构造。

（二）触电

1、触电的主要原因

场内线路架设高度不够，连接不规范，临时用电架设采用 TN-S 系统、达不到“三级配电两级保护”要求；雨天露天电焊作业；不遵守手持电动工具安全操作规程；照明灯具金属外壳未作接地保护，潮湿作业未采用安全电压；高大机械设备未设防雷接地等。

2、预防采场触电事故的措施主要有：

（1）供电设备应当装设接地、过流、漏电保护装置；

（2）供电变压器应当有防雷保护和防火的措施；

（3）矿山工业场地建筑物、构筑物应当有可靠的避雷设施；

（4）矿山应当加强用电管理工作，严禁带电作业，必须把供电线路、电气设备的检查和隐患整改工作落实到位，消除电线、开关裸露的现象；

（5）供电线路、电气设备检修必须遵守有关安全规程，断开电源后要放电、验电并挂接地线，确认安全后方可进行检修，而且必须挂警示牌，上闭锁，杜绝出现误送电的现象；

（6）生产使用的电气设备，需要送电、停电或启动操作时，操作人员必须认真检查所要启用的设备，确认安全无误后方可进行操作；

（7）供配电场所所有可能被人触及的裸露带电部位应设置安全警示标志；

（8）防雷电伤害的主要措施是在建筑物、构筑物上安装防雷装置，防直击雷的装置一般是由接闪器、引下线和接地装置三部分组成；

(9) 雷雨时，人体最好离开可能传来雷电侵入波的线路和设备 1.5m 以上，尽量暂时不用电器，最好拔掉电源插头，不要打电话，不要靠近室内的金属设备如暖气片；自来水管、下水管要尽量离开电源线、电话线、广播线，以防止这些线路和设备对人体的二次放电；另外，不要穿潮湿的衣服，不要靠近潮湿的墙壁；

(10) 矿山电气设备、线路，必须设有可靠的避雷、接地装置，并定期进行全面检查和监测，不合格的应及时更换或修复；

(11) 坚持电工持证上岗，坚持按规程操作，按章作业；

(12) 选用合格的带有矿山安全标志的电气设备，电气设备应装设灭火设施；

(13) 机电设备安装布置要符合规定，各类保护齐全；

(14) 工业构筑物 and 供电设施应按防雷规范设置避雷设施；

(15) 电气设备可能被人触及的裸露带电部分，应设置保护罩或遮栏及警示标志；

(16) 供电设备和线路的停电和送电，应严格执行工作票制度；

(17) 在电源线路上断电作业时，该线路的电源开关把手，应加锁或设专人看护，并悬挂“有人作业，不准送电”的警示牌；

(18) 两个以上单位共同使用和检修输电网路时，应共同制定安全措施，指定专人负责，统一指挥；

(19) 采场的每台设备，应设有专用的受电开关；停电或送电应有工作牌；

(20) 矿山电气设备、线路，应设有可靠的防雷、接地装置，并定期进行全面检查和监测，不合格的应及时更换或修复；

(21) 移动式电气设备，应使用矿用橡套电缆；

(22) 绝缘损坏的橡套电缆，应经修理、试验合格后，方准使用；在长度 150m 范围内，橡套电缆接头应不超过 10 个，否则应予以报废；

(23) 变电所应有独立的防雷系统和防火、防潮及防止小动物窜入带电部位的措施；

(24) 线路跳闸后，不应强行送电，应立即报告调度，并与用户联系，查明原因，排除故障后，方可送电；

(25) 停电作业时，应进行验电、挂接地线、加锁和挂警示牌，并将工作牌交给作业人员；

(26) 联系和办理停送电时，应执行使用录音电话和工作票制度；

(27) 夜间工作时，所有作业点及危险点，均应有足够的照明。

露天矿照明使用电压，应为 220V，行灯或移动式电灯的电压应不高于 36V，在金

属容器和潮湿地点作业，安全电压应不超过 12V。

（三）火灾

1、火灾的主要原因

电气线路超过负荷或线路短路引起火灾；电热设备、照明灯具使用不当引起火灾；大功率照明灯具与易燃物距离过近引起火灾；电弧、电火花等引起火灾；电焊机、点焊机使用时电气弧光、火花等会引燃周围物体，引起火灾，民工生活、住宿临时用电拉设不规范，有乱拉乱接现象；民工在宿舍内生火煮吃、取暖引燃易燃物质等。

2、预防矿山火灾的措施主要有：

（1）根据电器设备的用电量正确选择导线截面，导线架空敷设时其安全间距必须满足规范要求；

（2）电气操作人员要认真执行规范，正确连接导线，接线柱要压牢、压实；

（3）现场用的电动机严禁超载使用，电机周围无易燃物，发现及时解决，保证设备正常运转；

（4）施工现场内严禁使用电炉子，使用碘钨灯时，灯与易燃间距要大于 30cm，室内不准使用功率超过 60W 的灯泡；

（5）使用焊机时要执行用火证制度，并有人监护、施焊周围不能存在易燃物体，并配备防火设备。电焊机要放在通风良好的地方；

（6）施工现场的高大设备做好防雷接地工作；

（7）存放易燃气体、易燃物仓库内的照明、装置一定要采用防爆型设备，导线敷设、灯具安装、导线与设备连接均应满足有关规范要求；

（8）各防火地点，均按规定设有灭火器材、报火警仪器等。矿山设有消防水池，一旦发生火灾可作为消防水源。电缆沟、配电室均按防火规范要求进行设计；

（9）车辆、电气设备、机械设备等应装设灭火器。设备加注燃油时，不应吸烟或采用明火照明。不应在采掘设备上存放汽油和其他易燃易爆材料，不应用汽油擦洗设备。易燃易爆器材，不应放在电缆接头、轨道接头或接地极附近。废弃的油、棉纱、布头、纸和油毡等易燃品，应妥善管理；

（10）主要仓库、厂房、生活区应按《建筑设计防火规范》装设消防设施；

（11）应结合生活供水管设计地面消防水管系统，水池容积和管道规格应考虑两者的需要；

（12）矿山企业应规定专门的火灾信号，并应做到发生火灾时，能通知作业地点的

所有人员及时撤离危险区。安装在人员集中地点的信号，应声光兼备；

(13) 任何人员发现火灾，应立即报告调度室组织灭火，并迅速采取一切可能的方法直接扑灭初期火灾；

(14) 防护用品仓库、氢和乙炔瓶库、石油液化气站和油库等场所，应建立防火制度，采取防火措施，备足消防器材。

(四) 车辆伤害

1、火灾的主要原因

常见的车辆伤害主要是由于超速、违章操作、无证人员驾驶车辆，驾驶装置不全的车辆或酒后开车造成的。

2、车辆伤害的防范措施主要有：

(1) 提高员工安全意识，严禁与车辆抢道及爬跳车；

(2) 开车前要检查车辆的完好情况，带病车辆不准出车，特别是刹车系统和转向系统；

(3) 作业人员必须持证上岗，严格遵守安全操作规程；精心操作，杜绝操作失误；

(4) 自卸汽车严禁运载易燃、易爆物品。驾驶室外平台、脚踏板和自卸汽车车斗不准载人，禁止在运行中起落车斗；

(5) 装车时，禁止检查、维护车辆；驾驶员不得将头和手臂伸出驾驶室外；

(6) 下坡行驶严禁空档滑行；

(7) 车辆在矿区道路上行驶时，宜采用中速；在急弯、陡坡、危险地段应限速行驶；在养路地段应减速通过，急转弯处严禁超车；矿山应依据情况具体规定各地段的车速，并设置路标；

(8) 山坡弯道，坡度较大的地段以及高堤路基地段外侧应设护栏、挡车墙等，确保运矿汽车刹车及方向转向系统意外时使用，并于运矿道路两侧间隔 10m 设有反光路肩标志，确保夜间或大雾期间行车安全；

(9) 加强安全管理，严禁违章作业、违章调度、无证上岗、酒后行车等行为；

(10) 两台以上的挖掘机在同一平台上作业时，挖掘机的间距不得小于其最大挖掘半径的 3 倍，且不得小于 50m；

(11) 两阶段同时作业的挖掘机必须沿阶段方面错开一定的距离，在上阶段边缘安全带进行辅助作业的挖掘机必须超前下阶段正常作业的挖掘机最大挖掘半径 3 倍的距离，且不小于 50m；

(12) 掘机工作时，其平衡装置外形的垂直投影到阶段坡底的水平距离，应不小于 1m；

(13) 掘机必须在作业平台的稳定范围内行走，挖掘机上下坡时，驱动轴应始终处于下坡方向；铲斗要空载，并下放与地面保持适当距离；悬臂轴线应与行进方向一致；

(14) 掘机、前装机铲装作业时，禁止铲斗从车辆驾驶室上方通过；

(15) 严禁挖掘机在运转中调整悬臂架的位置；

(16) 车辆在矿区道路上宜中速行驶，急弯、陡坡、危险地段应限速行驶，养路地段应减速通过，急转弯处严禁超车；

(17) 双车道的路面宽度，应保证会车安全；陡长坡道的尽端弯道，不宜采用最小平曲线半径；弯道处会车视距若不能满足要求，则应分设车道；

(18) 雾天和烟尘弥漫影响能见度时，应开亮车前灯与标志灯，并靠右侧减速行驶，前后车间距不得小于 30m。视距不足 20m 时，应靠右暂停行驶，并不得熄灭车前、车后的警示灯；

(19) 冰雪和多雨季节，道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶；前后车距不得小于 40m；禁止急转方向盘、急刹车、超车或拖挂其他车辆；必须拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥；

(20) 对主要运输道路及联络道的长大坡道，可根据运行安全需要设置汽车避难道；

(21) 禁止采用溜车方式发动车辆，下坡行驶严禁空档滑行。在坡道上停车时，司机不能离开，必须使用停车制动并采取安全措施；

(22) 卸矿平台要有足够的调车宽度，卸矿地点必须设置牢固可靠的挡车设施，并设专人指挥，挡车设施的高度不得小于该卸矿点各种运输车辆最大轮胎直径的五分之二；

(23) 露天矿场汽车加油站，应设置在安全地点，不应在有明火或其他不安全因素的地点加油；

(24) 挖掘机汽笛或警报器应完好，进行各种操作时，均应发出警告信号，夜间作业时，车下及前后的所有信号、照明灯应完好；

(25) 运输设备应选用本质安全型设备；

(26) 矿山道路的坡度、宽度、曲线最小半径等应符合矿山运输设备的安全性能要求，边坡分路的外侧应设车挡；

(27) 加强运输工作的安全管理，操作人员按章作业；

(28) 制定场内车辆行驶的安全操作规程；加强管理，严格执行；

(29) 使用安全性能良好的运输工具；

(30) 露天开采运输线路扬尘污染大气及附近生活环境，对运输线路采用洒水降尘。在运输线路沿线安装自动喷头或使用洒水车，定时对路面进行洒水。

(五) 机械伤害

1、发生机械伤害的主要原因

机械设备未按说明安装，未按技术性能使用；机械设备缺少安全装置或安全装置失效，对运行中的机械进行维修、保养、调整，未按操作规程操作；机械设备带病工作；压风设备或送风管路接头脱落等。

2、机械伤害事故的防范措施

(1) 机械设备应按其技术性能的要求正确使用，缺少安全装置或安全装置已失效的机械设备不得使用；

(2) 按规范要求对机械进行验收，验收合格后方可使用；

(3) 机械操作工持证上岗，工作期间坚持守岗位，按操作规程操作，遵守劳动纪律；

(4) 处在运行和运转中的机械严禁对其进行维修、保养或调整等作业；

(5) 机械设备应按时进行保养，当发现有漏油、失修或超载带病运转等情况时，有关部门应停止使用；

(6) 作业人员要严格执行和遵守各种设备的相应操作规程和安全规程，对各类设备的转动件裸露部分，均按《机械设备防护罩安全要求》（GB8196）的规定要求，防止机械伤害事故的发生。

(六) 高处坠落

1、发生高处坠落的主要原因

高处排除险等作业不系安全带；高处移动设备和搬运材料失足；维修传送设备不系安全带；危险位置不设防护栏杆；不遵守劳动纪律，酒后上岗。

2、预防高处坠落的主要措施有：

(1) 在距坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）的高处或坡度超过 30°的坡面上作业时，必须设置安全桩、佩带安全带或设置安全网、护栏等防护设施。坡面作业安全桩、安全带的设置使用符合下列规定：

1) 安全桩应采用直径不小于 32mm 的圆钢，并加设防止绳索脱落的装置。设在山顶上的安全桩与开采边缘的距离应不少于 3m，打入地层深度坚实土层不少于 1m，石层

不少于 0.5m；设在斜坡上的安全桩应适当加深，土坡上另加附桩；

2) 安全绳直径应不少于 25mm，安全带直径应不少于 16mm。在安全桩上栓好后的剩余绳头不短于 1m，不长于 3m；

3) 一个安全桩只准栓一根安全绳，一根安全绳只准一个人使用；

4) 使用安全绳（含安全桩）前应认真进行检查，确认完好（安全系数不得小于 5）后，方可使用。使用时左右移动距离不得大于绳长的 1/3，亦不得超过 5m；

5) 排险作业必须由有经验的工人进行，作业时要系好安全带，戴好安全帽，并经常检查安全绳的完好情况，作业人员不得站在危石、浮石上及悬空作业。

(2) 修好施工便道，搞好危险地段的防护，移动设备和搬运材料时要量力而行，互相照顾，搬运大设备要有专人指挥；

(3) 维修传送设备到高处时，要搭好防护架，系好安全带；

(4) 严禁酒后上岗和施工中打闹；

(5) 不断改善劳动条件和环境，保障员工身心健康，员工定期进行体验，发现身体状况不宜高处作业时，应及时调离高处作业岗位。经常组织员工进行学习和培训，提高作业人员的作业技能，提高全体员工的安全意识；

(6) 因遇大雾、炮烟、尘雾和照明不良而影响能见度，或因暴风雨、或有雷击危险时，应立即停止作业；

(7) 提高人员素质，采取各种劳动卫生措施，不断改善劳动条件和环境，保障员工身心健康，员工定期进行体验，发现身体状况不宜高处作业时，应及时调离高处作业岗位。经常组织员工进行学习和培训，提高作业人员的作业技能，提高全体员工的安全意识；

(8) 完善各种安全设施：为作业人员提供必要的防护用品，在台阶、坑线的临边作业，必须设置有效的安全设施；

(9) 加强安全管理：设立专门的安全管理机构或配备专职安全管理人员，矿长和安全管理人员应参加安全生产监督管理部门的培训，考核合格后持证上岗，以提高矿山安全管理水平。

(七) 物体打击

1、发生物体打击事故的主要原因

工作面高处危石滚落；破碎机操作不当；装车时石料堆放过高；违反操作规程上下交叉作业。

2、预防物体打击的主要措施有：

(1) 作业前要注意检查工作上部有无松石，有松石时必须及时清理，作业过程中相邻位置要互相照应；

(2) 严禁进行上下交叉作业；

(3) 破碎机要安装好防护设施，由专人进行操作，严禁违章操作，非经过培训的熟练工人不能操作破碎机；

(4) 装车时要把石料装好，不要超高超宽；

(5) 一切进入施工现场的人员，都必须按要求穿戴好劳动安全防护用品；

(6) 工作时间内，安全员要对施工现场进行经常性的巡视，密切注意工作面的安全情况和是否有违章操作现象。

(八) 防水

对矿区雨水及地下水处理不当，将会导致洪涝灾害的发生，威胁采场安全生产。设计对采场防洪排水做了认真考虑；本矿床上游无汇水区，地形有利于自然排水，最低开采标高高于当地侵蚀基准面，对大气降水有足够的排泄能力，因此地表水体对矿山充水不会造成影响。

主要的防治水措施有：

(1) 修建矿山道路排水沟，防止雨水损坏简易运矿公路路面；

(2) 开采工作面及开采平台不能形成积水洼地；

(3) 堆矿场及矿山设施不能设在冲沟口，以免山洪毁坏设施及设备；

(4) 矿山生产过程中要定期检查道路边沟、截洪沟、引水沟等排水设施通畅，对于堵塞的部位及时清理，以便雨水及时排出，保证采场、道路、人员及设备安全；

(5) 露天矿山每年应制定防排水措施，并定期检查措施执行情况；

(6) 露天采场的总出入沟口和工业场地等处，应采取妥善的防洪措施；

(7) 矿床疏干过程中出现陷坑、裂缝以及可能出现的地表陷落范围，应及时圈定、设立标志，并采取必要的安全措施；

(8) 各排水设备，应保持良好的工作状态；

(9) 矿山所有排水设施及其机电设备的保护装置，未经主管部门批准，不应任意拆除。

(九) 通风防尘

粉尘是指矿山在生产过程中所产生的各种矿岩微尘的总称，又称矿尘；粉尘是造成

矿工职业病的主要有害物质，使矿工丧失劳动能力，以致寿命缩短；粉尘的物理化学性质，如粒度、分散度及游离二氧化硅含量的不同，对人体的危害程度也不同

粉尘危害主要发生在剥离、凿岩、破碎和矿石装卸、运输的过程中，矿山防尘的主要措施有：

- (1) 采用湿式凿岩，或凿岩机安装干式捕尘器；
- (2) 在装、卸矿、破碎站等主要产生尘地点进行喷雾洒水，沉降粉尘；
- (3) 在破碎站设密闭的操作室；
- (4) 运输道路应采用洒水方式防尘；
- (5) 作业人员应佩戴合格口罩；
- (6) 挖掘机、矿用自卸汽车的司机驾驶室，应配备空气调节装置，不应开窗作业。

(十) 中毒窒息

1、发生中毒窒息的主要原因

现场焚烧有毒物质；食堂采购的食物中含有毒物质或工人食用腐烂、变质食品；工人冬季取暖时发生煤气中毒；在房内放置液化气瓶，晚上液化气泄漏。

2、预防物体打击的主要措施有：

- (1) 严禁现场焚烧有害物质；
- (2) 工人生活设施符合卫生要求，不吃腐烂、变质食品。炊事员持健康证上岗；
- (3) 保持室内一定的通风量，不要在室内放置液化气瓶。

(十一) 压力容器爆炸

1、发生压力容器爆炸事故的主要原因

购买不符合国家标准和行业要求的空压机；空压机未定期检测、检验；人员操作不当。

2、预防压力容器爆炸的主要措施有：

- (1) 购买符合国家标准和行业要求的空压机，且空压机储气罐必须经当地压力容器安全监察机构登记注册，并发给注册编号后方可使用；
- (2) 必须定期对压力容器进行检测；
- (3) 空压机操作人员必须持证上岗。

(十二) 爆破伤害事故安全防范措施

- (1) 爆破作业须委托具有爆破作业资质的专业爆破公司承担；
- (2) 装药、连线期间，企业员工应服从爆破公司的警戒安排，全部自觉撤离到爆

破安全警戒范围外；

(3) 爆破后，待爆破公司解除安全警报后，员工方可进入爆破区域进行作业；

(4) 铲装期间如发现未爆炸的盲炮，应停止该区域的铲装作业，及时通知爆破公司，由爆破公司的专业技术人员进行处置；

(5) 凿岩期间发现地质条件等发生变化，应及时与爆破公司沟通，便于爆破公司根据实际情况调整爆破参数，确保爆破和安全效果。

(6) 要在矿山及其周边各主要路口、主要的人员流动场所、重要所等均应设置固定的爆破告示牌，用于提前公布爆破信息。爆破作业前 2 天在周边村屯、交通路口的各个固定的爆破告示牌上张贴好、发布爆破公告，内容包括：爆破地点、爆破时间、安全警戒范围、警戒标识、起爆信号等，同时还将每次爆破信息告知周边各相关单位。

(7) 实施爆破装药前，要严格检查作业场所及其周边环境的安全情况：严格检查上部边坡的安全情况，发现有松石、危岩及伞檐体的，要认真清除、处理所有安全隐患，确保安全后才能进入装药爆破。

(8) 爆破作业必须严格按照具体爆破设计要求进行施工。严格控制爆破同段起爆炸药量；严格控制爆破方向；加强炮孔堵塞，确保炮孔堵塞长度和堵塞质量；用砂袋（凿岩石砂即可）或覆盖孔口，以减少爆破个别飞散物对相关高压输电设备的危害。

(9) 爆破前，在做好矿山周边范围内的爆破安全警戒工作。①爆破点安全警戒范围内的相关作业人员（包括周边群众、周边田地中耕种的农民、矿山内作业人员及爆破警戒范围内其它无关人员）必须全部撤离至爆破点的安全警戒范围外。②爆破员应移动到安全距离外并在有掩体的地点进行起爆，防止爆破飞石对人体造成伤害。

(10) 爆破结束 15 分钟以后，确定炮烟排尽的情况下，应当由爆破公司现场安全管理人员与矿山现场安全管理人员先到现场检查爆破效果，确认有无盲炮，检查爆堆中是否有残存、未爆破尽的爆破物品；检查爆堆是否稳定、清除边坡上的松石、浮石，待清除完成后，方可进入现场进行铲装作业；出矿前还要做好爆堆的洒水降尘工作。

(11) 矿山在爆破作业中要特别注意警戒，用药量要合理适中，控制飞石方向及距离，确保安全生产。

(12) 矿山必须委托有资质的爆破设计公司对爆破工艺进行爆破设计后才可以进行爆破。

(13) 为确保爆破安全，采用预防和控制爆破振动、爆破个别飞散物的技术措施如下：

1) 爆破振动的控制措施包括: a.采用毫秒延期爆破, 限制一次爆破的最大用药量; b.采用预裂爆破或开挖减振沟槽; c.在爆破设计中选择最优的最小抵抗线方向、增加布药的分散性和临空面、采用低爆速、低密度的炸药或选择合理的装药结构、进行爆破振动监测。

2) 爆破飞石控制措施包括: a.合理确定临空面, 合理选定抵抗线方向, 使被保护对象避开飞石主方向, 从而最大限度地使被保护对象免受飞石危害; b.合理的装药结构、爆破参数和排间起爆时间; c.当存在与临空面贯穿的断层带或其他软弱破碎带时, 应当调整装药位置, 通过间隔装药即在结构面与钻孔贯通处用炮泥填塞方式来防止爆生气体沿该软弱面冲出而形成飞石; d.确保填塞质量, e.采用覆盖材料覆盖防飞石;

3) 爆破噪声控制措施包括: a.采用多分段的装药爆破方式, 尽量减小一次起爆药量, 从而降低爆破噪声的初始能量, 从声源上控制; b.尽量避免在地面铺设雷管和导爆索, 当不能避免时, 应采取覆盖的措施; c.采用延期爆破, 不仅能降低爆破的振动效应, 还能降低爆破噪声; d.采用水封爆破; e.控制钻孔精度, 孔间距、排距均匀一致, 以防出现后爆破炮孔抵抗线过小而加大噪声; f.严密填塞炮孔和加强覆盖。

八、安全管理

为了强化安全生产管理, 建设一个行之有效的管理团队, 以便能更好落实矿山各项工作部署, 企业必须按照国家的相关规定, 设置安全生产管理机构, 完善各级机构的人员配制, 建立并完善各级机构、岗位及各级人员的安全生产责任制, 建立并落实各项安全管理制度, 制定各岗位、工种、工序及各项生产工艺的安全操作规程。所有制度、规程均必须文件化, 规范化; 企业还要加强培训管理, 将制度、规程中的工作要求落实到矿山实践中。

(一) 安全管理机构及安全教育培训

(1) 安全管理机构设置及人员配备

矿山设安全管理科, 安全管理科设科长, 由注册安全工程师担任, 负责矿山安全生产管理工作; 配备专职安全员, 协助科长落实矿山安全生产管理的具体工作; 包括日常安全检查、督促落实洒水防尘、灾害监测等, 定期有针对性地对职工进行安全教育、培训, 并按规程、规范进行监督和落实, 协助落实企业安全生产标准化建设。

(2) 安全教育和培训

矿山的安全教育与培训工作由副矿长监督, 由专职安全员负责落实, 要求定期对所有员工进行安全教育与培训工作, 主要负责人、安全生产管理人員和特种作业人员初次

安全培训时间不得少于 48 学时，每年再培训时间不得少于 16 学时。新进矿山的作业人员，应接受不少于 72 学时的“三级”安全教育，经考试合格，方可上岗作业。工人转岗之前，必须接受相应岗位的安全教育。所有生产作业人员，每年至少接受 20 学时的在职安全教育。

矿山主要负责人必须取得非煤矿山安全生产管理负责人资格证，专职安全管理人员必须取得非煤矿山安全管理人员资格证，其它特种作业人员等必须经过专业技能培训并考核合格、取得相应的特种作业资格证后方可上岗作业。

特种作业操作证每 3 年复审 1 次。特种作业人员在特种作业操作证有效期内，连续从事本工种 10 年以上，严格遵守有关安全生产法律法规的，经原考核发证机关或者从业所在地考核发证机关同意，特种作业操作证的复审时间可以延长至每 6 年 1 次。特种作业操作证申请复审或者延期复审前，特种作业人员应当参加必要的安全培训并考试合格。安全培训时间不少于 8 个学时。离开特种作业岗位 6 个月以上的特种作业人员，应当重新进行实际操作考试，经确认合格后方可上岗作业。

（二）矿山安全管理制度

矿山应建立、健全主要负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度、消防安全制度和劳保用品发放制度、安全活动日制度、安全目标管理制度、安全办公会议制度等规章制度。

（三）矿山安全生产责任制度

矿山应建立、健全安全生产责任制，落实矿山主要负责人对矿山的安全生产全面负责。安全生产责任制应落实到各职能部门和各岗位工种，务必做到全员覆盖。即分别与主要负责人、各职能部门及个人签订安全生产责任书，安全生产责任宜采取一定的奖惩制度以激励矿山员工和各职能部门积极参与到安全生产管理中来。

（四）矿山安全技术操作规程

矿山各工种岗位应建立安全技术操作规程，各作业人员应严格遵守，安全技术操作规程主要有：挖掘机安全技术操作规程、液压破碎锤安全技术操作规程、装载机安全技术操作规程、汽车驾驶安全技术操作规程、电工安全技术操作规程、焊工安全技术操作规程、机修工安全技术操作规程及其他岗位安全技术操作规程等。

（五）矿山救护

矿山应建立兼职的应急救援小组，成立应急救援委，由矿长、副矿长和矿山安全员组成。矿山须配备必要的应急救援器材和设备，并就近的有资质的救援队伍签订救护协议，一旦发生事故，矿山应急救援小组必须立即采取措施进行现场抢救并通过移动电话打 120、119 等电话进行报警和联系临近的有资质的事故应急救援组织进行救援，并根据规定及时向上级有关部门汇报。

矿山兼职应急救援小组由矿长、副矿长、技术人员、安全员及各班组长组成，成立应急委员会，其职责主要有：了解事故情况，及时向有关部门和公司领导汇报事故情况，制定救援方案；进行突发事故救援行动，初步确定事故性质和事故责任，提出对事故及有关人员的处理建议。为保证矿山救护有效进行，矿山必须配备下表基本救护医药设备。

（六）事故应急救援预案

矿山应按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）的要求，针对各种危险事故编写本矿山的应急救援预案，针对各个重要岗位、主要设施设备应编制事故现场处置方案。需编制应急救援预案的危险事故种类包括滑坡与坍塌、触电、火灾、车辆伤害、机械伤害、高处坠落等事故，矿山还应根据其实际环境和生产情况增加相应的危险事故应急救援预案。

根据《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安监总局令第 88 号，自 2016 年 7 月 1 日起施行，根据 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》修正，2019 年 9 月 1 日起施行）第三十三条：生产经营单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。易燃易爆物品、危险化学品等危险物品的生产、经营、储存、运输单位，矿山、金属冶炼、城市轨道交通运营、建筑施工单位，以及宾馆、商场、娱乐场所、旅游景区等人员密集场所经营单位，应当至少每半年组织一次生产安全事故应急预案演练，并将演练情况报送所在地县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门。县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门应当对本行政区域内前款规定的重点生产经营单位的生产安全事故应急救援预案演练进行抽查；发现演练不符合要求的，应当责令限期改正。

根据《生产安全事故应急条例》（国令第 708 号）第四条：生产经营单位应当加强生产安全事故应急管理工作，建立、健全生产安全事故应急工作责任制，其主要负责人对本单位的生产安全事故应急工作全面负责。

矿山编制应急救援预案后应组织专家对应急救援预案进行评审，并到当地应急管理部门备案。并按要求对应急救援预案进行演练。

应急预案需经过矿山应急救援委员会充分讨论和内部审核，并通过本行业相关专家外审，外审通过后由本单位主要负责人签署，并向本单位从业人员公布，同时矿山相关部门负责人应认真开展好该应急预案的培训、演练工作，并根据预案演练、矿山人员机构变化以及生产现场实际改变等情况适时进行修订，以保证所编预案能科学地指导生产现场的事故救援工作。

九、绿色矿山建设

为践行“绿水青山就是金山银山”重要思想，根据《广西壮族自治区国土资源厅 财政厅环境保护厅质量技术监督局 广西银监局 广西证监局关于印发广西壮族自治区加快建设绿色矿山工作方案的通知》（桂国土资发〔2017〕49号）、《广西壮族自治区自然资源厅关于印发〈广西壮族自治区绿色矿山建设管理办法〉的通知》（桂自然资规〔2019〕5号）等文件的要求，采矿权人要按照绿色矿山标准《砂石行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0316-2018）、《广西砂石矿绿色矿山建设规范》（DB45/T 1945-2019）进行规划、设计和经营管理，须在取得《采矿许可证》后编制绿色矿山建设实施方案，并根据绿色矿山建设实施方案中确定的时间完成绿色矿山建设工作。未按期通过绿色矿山创建验收的，自然资源主管部门可责令其停产整顿，整改完成后方可恢复开采。结合实际，本矿山绿色矿山建设主要任务及建设项目如下：

（一）建设目标

绿色矿山分为自治区级绿色矿山和市级绿色矿山两个层级，本矿山生产规模为大型，故本矿山应建设区级绿色矿山，力争在矿山开始生产满1年内建设成区级绿色和谐矿山。

（二）建设指标设定

1、依法开发资源，规范管理矿山

根据国家统一规划和产业结构合理布局进行开发建设，在生产经营过程中，坚持依法办矿与合法经营，遵守国家各项相关法律法规，认真执行《矿产资源开发利用方案》、《矿山地质环境保护与土地复垦方案》、《矿产资源开发利用与保护总体方案》等方案制度；自觉接受各级行政主管部门监督审查，不做违法违规事；按时真实上报矿山统计年报（表）；足额缴纳采矿权使用费、矿产资源税和矿山地质环境恢复治理基金等相关税费，做到按时、不拖欠。

在生产经营各环节中严格遵守《绿色矿山公约》，进一步建立健全、充实完善一系

列安全生产、环境保护与治理、生态环境建设等方面的规章制度，并建立相应的内控体系和预警，预案机制，完善安全环保管理和指标考核与应急救援体系，事故整改率 100%，安全专项工作实现率达到 100%。使绿色矿山建设“有法可依、有章可循”，规范化管理机制贯穿全程。

2、综合利用

通过提高设备机械化、现代化程度，采用先进的技术、工艺来提高资源综合利用效率。

采矿生产围绕实现采矿技术的安全、高效、低成本的总体目标，基本实现采选技术管理信息化、生产技术机械化的转变；优化生产布局，进一步合理利用资源，依据矿石质量指标要求，合理搭配采掘夹有的废渣，做到物尽其用，使矿产资源开发利用率达到 90%以上；废弃物处置率保持在 100%。

3、技术创新与节能减排

技术创新方面，加强与科研单位的合作，不断改进和优化采矿与加工工艺流程，提高矿山自动化控制水平，淘汰落后工艺装备；保持生产技术和综合利用水平位居同类矿山领先水平，加大矿山科技投入，实现年科技投入资金占矿山产值的比例 1%。

节能减排方面，加强能耗管理，实现综合电耗每年同比下降 5%，t 矿成本同比每年下降 1.5%；认真落实清洁生产工作，做好矿山粉尘控制、监测和三废排放控制工作，工作场所粉尘监测率、合格率达到 100%；实现粉尘排放合格率达到 100%、污水排放达标率 100%，废气每年减排 1%以上，废水每年减排 5%。

4、矿山地质环境恢复治理与土地复垦

加大矿山环境治理力度，治理矿区内土石裸露区域、地形地貌破坏区域，及时进行覆土绿化，恢复矿山生态环境，破坏的土地和植被恢复率达到 80%以上；做好地质灾害隐患的监测与防治，从地质环境角度考虑，清除不稳定的地质体，使矿山地质环境达到基本稳定，有效遏制矿山地质灾害的发生，对边坡及边坡平台等进行生态环境恢复治理，对矿山土地资源的损毁情况及水土保持情况进行实时监测；及时掌握矿山地质情况，防治水土流失，做好各种地质灾害的防治预案；确保矿山闭坑后达到矿山地质环境与周边生态环境相协调，建立与矿区条件相适应的环境功能。

5、社区和谐发展

履行社区责任，积极参与社会公益活动，通过扎实的工作和持续的改进树立更加优秀的企业形象；密切配合地方政府，构建村企和谐沟通机制，采取多种方式，妥善解决

各类矛盾；提供各类优质就业岗位，优先为当地百姓就业创造条件，把搞好村企和谐工作放在重要位置，使经济效益与社会效益并重发展；根据企业自身优势，加大对周边村屯的扶持力度，为当地新农村建设提供力所能及的物质支持，协助其搞好社区基础设施更新建设，营造良好的社区环境。

6、企业文化建设

优秀的企业文化不仅是公司的灵魂，也是公司不断发展的动力源泉。按照绿色和谐矿山建设对矿山企业提出的新要求，完善企业制度，丰富企业文化，矿山将继续注重和加强人才培养与团队建设，加强技术人才及全体员工为技能培训和教育，不断提高员工队伍的素质；继续开展形式多样、丰富多彩的文体活动，重视员工生活条件改善，关心员工身体健康，保障企业员工的合法权益，增强员工的归属感，营造和谐的工作氛围。

（三）绿色矿山建设主要任务

表 4-2-6 绿色矿山建设项目（工程）汇总表

序号	考核项目	指标名称	建设任务
1	矿区环境	矿区功能布局	按《工业企业平面设计规范》（GB50187）要求设计和施工。
		矿区标识标牌标志达标率	矿山部分建设标志、标识、标牌按 GB/T13306 的规定制作；安全警示标志符合 GB14161。
		矿区绿化覆盖率	按地质环境治理和土地复垦方案进行治理和绿化。矿区绿化率达到可绿化面积的 100%。
		矿区主干道路硬化、环境整治	完成主要道路硬化、在道路两侧设置隔离带、防护栏、标志牌等。
		矿区水、粉尘、噪音控制	按 GB12348-2008 和 GBZ2.1-2007 等规定，修建沉砂池，生产用水循环利用，破碎和筛分生产线设置密闭厂棚，设置除尘器、使用降音设备；破碎机、筛分机开口处安装密闭防尘罩，皮带机运输过程封闭。
		环保设施“三同时”制度执行情况	按《环境保护表》相关要求，制订环境污染事故应急预案，落实环境应急措施；矿山环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产使用。
2	绿色开发	安全设施“三同时”制度执行情况	按《安全设施设计》相关要求，安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产使用。
		矿山生产设备和生产工艺先进	使用成熟的生产工艺，主要着重于使用国家鼓励技术、不使用限制和淘汰技术。
		开采回采率	按开发利用方案设计开采，使开采回收率达到 95%。
		矿山地质环境治理恢复情况	矿山在基建和开采过程中，按《矿山地质环境保护与土地复垦方案》设计要求，采取边开采边治理。表土收集和表土场防护，修建截排水沟和沉淀池，设置地质灾害的监测点等工作

序号	考核项目	指标名称	建设任务
		矿山土地复垦率	矿山在基建和开采过程中，按《矿山地质环境保护与土地复垦方案》设计要求，采取边开采边复垦。
3	废渣综合利用	废渣综合利用率	本矿山采出未达到粉体工业指标的大理岩可销售至附近废渣综合处理单位进行综合利用。
4	节能降耗	单位产品能耗	建立矿山开采、砂石生产、产品运输全过程能耗核算体系，对各开采工艺、电力消耗、油（气）消耗、水消耗未进行单独核算。
		固体废弃物处置率	剥离的表土用于治理和复垦覆土，产生的废石可用于回填平整场地和修整矿山道路，剩余的废石集中堆放于废石场；生活垃圾废弃物设置垃圾桶，集中收集后运至垃圾回收站统一处理；
5	科技创新与数字化矿山	科技投入比例	每年安排部分资金开展科技创新和技术革新，更新部分生产和加工设备。
		企业管理信息化系统	在资源管理、采矿生产过程安全监控监测
6	企业文化与企业形象	企业诚信	达标
		管理制度完备度	建立和健全矿山相关安全、生产、环保等管理制度；绿色矿山建设实行企业法定代表人负责制，明确绿色矿山建设的内设机构，专人负责，责任到人，并形成制度性文件。
		职工职业健康与文化	为职工缴纳工伤保险，按时发放劳保用品，对特殊工种发放相应的防护用品。
		与周边长效合作机制	建立地方政府、群众代表与企业议事协调机制，明确辅助矿山矛盾排查和协调处理的机构和人员
		共同发展机制	优先安排当地村民就业，积极主动参加当地风俗节日，每年对新联村进行帮扶补助，免费提供一定量的建设矢量给当地村民修房建路。

创建绿色矿山的具体任务和内容如下：

1、基本条件

按照绿色矿山建设基本条件要求，矿山企业应具有企业法人营业执照、采矿许可证、安全生产许可证、排污许可证等相关证照，矿山企业应按规定办理相关证照。成立安全生产、环境保护等管理机构，做好安全生产、环境保护、水土保持监测保护工作，按规定向管理部门报送相关资料向社会公布矿区环境指标数据，接受监督。

2、矿区环境

（1）矿区功能布局

按《工业企业平面设计规范》（GB50187）要求设计工业场地各功能布置。

（2）矿区标识标牌标志达标率

矿山生产标志、标识、标牌按 GB/T13306 的规定制作，安全警示标志按《矿山安全标志》GB14161-93 的规定制作，使矿区标识标牌标志达标率 100%。设置绿色矿山建设

相关标牌。

（3）矿区绿化覆盖率

对矿厂区等区域按地质环境治理和土地复垦方案进行治理和绿化美化，设立专职绿化管理员负责矿区园林绿化工作的规划管理工作和日常养护工作，保证可绿化面积绿化覆盖率达 100%，使矿区整体景观得到改善，基本达到“园林式”、“花园式”矿山的感官要求。

（4）矿区主干道路硬化、环境整洁

对主干道进行硬化，修建运输车辆轮胎冲洗池，运输车辆驶入交通公路前要冲洗车身、轮胎，做好车辆保洁工作，减少车辆带泥上路。产（成）品公路运输时采取篷布覆盖等必要措施减少粉尘污染和碎石掉落、遗洒、飘散污染损坏公路。做到绿色贮存、绿色运输。

（5）矿区污水、粉尘、噪音控制

按 GB12348-2008 和 GBZ2.1-2007 等规定：

1）采区废气、粉尘处理措施及设备

采矿工作面进行洒水抑尘、裸露岩面进行加盖苫布、降低挖斗卸料高度。采场、破碎加工场出、卸矿口上风处设置矿场除尘喷雾机。

2）主干道路硬化，按时对道路进行洒水抑尘，车辆采用全密闭遮盖方式，在大门处建车辆冲洗平台，对运输车辆进行冲洗。

3）采区排水、废水处理措施

凡处于山坡分水线下部的开采坡面均设置截排水沟。为防暴雨对采场的影响，并实现雨污分流，保证场外汇水不能进入矿区采场，并在截排水沟下端设置雨水沉淀池。

4）噪声处理措施

项目产生高噪声的设备主要有：挖掘机、运输车辆等。露天采场内各类机械设备产生的噪声为固定声源，运矿车辆产生的交通噪声为流动声源。项目作业在白天进行，矿区内各高噪设备安装减震基础，对设备安装各类消声、吸声装置，定期对机械设备进行注油润滑，以降低机械噪声。建设房屋封闭隔声，管道及风机出风口安装消音器等措施，噪声经距离衰减和山体屏蔽后，项目噪声可以达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）、GBZ/T189.8 和 GB12523 中规定的 2 类标准限值，噪声达标率在 90% 以上。

5）环保设施“三同时”

按有关法律法规的要求，完善环保审批手续的同时，严格执行环保“三同时”制度，矿山环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产使用，做好矿山开采、生产期的噪声、废气（扬尘、粉尘）、废渣等处理工作，防止对周边环境的污染影响而引发矿群纠纷。并按《环境保护表》相关要求，制订环境污染事故应急预案，落实环境应急措施。

3、绿色开发

（1）安全设施“三同时”制度

按《安全设施设计》相关要求，严格执行安全设施“三同时”制度，使安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产使用。

成立矿山安全生产领导小组，负责安全生产的领导和管理工作的；配备有专职安全员，保证安全生产工作监管到位。

严格执行安全管理制度和规程，推行安全标准化建设，制定各岗位安全标准化作业流程，强化标准化作业。对员工进行安全宣传和教育，做好员工工种变动及新员工的安全教育情况登记，做好特殊工种作业人员上岗证的年度审验和换证工作，每年应有至少一次对特殊工种的技能评价及考核。确保安全投入，按规定足额提取安全专项资金。

（2）矿山生产设备和生产工艺先进

根据矿山条件和生产规模，选择成熟、先进的生产工艺和生产设备。矿产资源开发利用应用先进或适用的技术、工艺、设备和材料，禁止使用列入淘汰目录的技术、工艺、设备和材料。

（3）开采回采率

严格按照设计方案进行开采，矿山开采过程中进行规范的矿山管理记录，准确及时填报矿产资源开发利用统计年报等有关报表，资源储量台账等资料齐全。

资源开发利用方面，埋设矿区拐点界桩，安排专人定期检查界桩完好情况，防止发生越界开采。聘请有测量资质的单位测量编制矿山资源储量年报。矿山在开采过程中，需严格按照开采设计进行台阶开采，严禁从下往上掏采。工作面开采回采率达到设计回采率 95%以上，废石、废渣、尾泥土等固体废弃物不得扩散到贮存、处置场所外造成环境污染，固体废弃物妥善处置率达到 100%。

4、共伴生矿产资源综合利用

矿山在建设、生产和开采过程中遵循减量化、资源化、再利用的循环经济原则，按照国家相关标准进行砂石生产工艺的优化设计，提高资源综合利用水平。废石等固体废

物按规范分类处理，实现合理利用，综合利用率达到规定要求。

矿山开采剥离出来的覆盖层表土运至临时表土场堆存，作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦使用。

5、节能降耗

矿山企业开展节能减排是企业提高管理水平、降低成本，增强企业核心竞争力，转变企业经济增长方式的客观要求，是矿山企业发展的必经之路。清洁生产是实现节能减排的最佳途径，矿山企业通过清洁生产，实现节能、降耗、减排、增效的目的，是建设生态文明的绿色矿山的必然选择。矿山在建设和生产中，应建立矿山生产全过程能耗核算体系，对矿山开采电耗、砂石运输能耗、生产用水消耗进行单独核算，采取节能减排措施，达到节约能源，减少“三废”排放的目的。矿山严禁采用工业和信息化部《高耗能落后机电设备(产品)淘汰目录》中的设备进行生产。

6、技术创新和数字化矿山

(1) 科技投入比例

积极开展科技创新和技术革新，矿山每年科技资金投入不低于矿山上年主营业务收入的 1.5%。根据生产规模和生产计划，购置足够采矿、运矿设备。改进和优化工艺流程，淘汰落后工艺与产能，更换或维修矿山老旧设备，保持矿山生产设备的先进性，生产技术居区内同类矿山先进水平。

(2) 企业管理信息化系统

在资源管理、采矿生产过程安装安全监控监测系统，对资源开采和采矿生产进行全程监测监控，实时掌握矿山生产情况。

7、企业文化与企业形象

(1) 管理制度完备度

建立和健全矿山相关安全、生产、环保等管理制度；绿色矿山建设实行企业法定代表人负责制，明确绿色矿山建设的内设机构，专人负责，责任到人，并形成制度性文件。建立质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系，重视产品质量、环境、职业卫生防治、安全等工作的过程管理控制。

(2) 职工职业健康与文化

以“诚实守信”为企业的核心价值观，倡导诚信于公司、诚信于客户、诚信于员工、诚信于社会的全面诚信观，坚持“务实、激情、专业、创新”的企业精神，在继承文化传统、凝聚各方共识的基础上，经过高度概括和凝练，使其在矿山深入人心，为职工创造

了尊重、坦诚、公开、正直、诚信的良好文化氛围。

积极参与社会公益活动，主动展示良好的企业形象，经常以黑板报或内部报刊等形式向员工宣传报道企业的各种先进事迹、生产业绩、新技术等，鼓励企业员工积极参加宣传报道工作，丰富企业文化。不定期组织开展了文体娱乐活动和外地户外拓展活动等，增强职工的团结协作精神。建设娱乐设施，丰富员工和当地群众文化生活，为建设和谐矿山营造了温馨的家园氛围。为职工缴纳工伤保险，按时发放劳保用品，对特殊工种发放相应的防护用品。

（3）与周边长效合作机制

建立地方政府、群众代表与企业议事协调机制，明确辅助矿山矛盾排查和协调处理的机构和人员。

（4）共同发展机制

优先安排当地村民就业，积极主动参加当地风俗节日，每年对当地村屯进行帮扶补助，免费提供一定量的建设数量给当地村民修房建路。

（四）建设项目（工程）

（1）矿区环境

1）截排水工程

为改善露天采场水利条件，重点建设截排水配套设施，确保矿区排水通畅，有效减少水土流失，同时达到废水循环利用。

依据地形合理布置截排水沟，并在截排水沟出口设立沉淀池，避免雨水带泥沙对外围环境造成影响，截排水沟设计详见“第五章 第四节 （二）主要预防工程”章节，该项工程与地质环境保护治理工程重叠，计入地质环境保护治理工程。

2）可绿化工程

根据矿区总平面布置，对拟建矿山道路两侧进行绿化，设计种植周边常见树木，树苗品种按树，矿山道路种植线单侧长度 1700m，种植密度 3m/株，则种植按树工程量 1134 株。进度安排：2027 年 2 月前完成。

3）喷淋工程

在矿山主干道路两侧加装喷淋设施，降低粉尘的污染。在矿区出口处设立洗车槽，改善车辆对环境污染，避免扬尘满天飞。进度安排：2026 年 7 月前完成。

4）其他工程

采场周围及其他危险区域设置安全围栏及标识牌，防止人畜进入危险区域。安全围

栏设置在采场边界、矿山道路较陡区域及供配电系统设施附近。矿山道路拐弯处安装道路急弯反光镜共 15 个。标识牌具体名称、数量、设置位置如下表 4-2-7。进度安排：2026 年 9 月前完成。

表 4-2-7 安全标志警示牌使用表

序 号	名 称	数量	设置位置
1	入场须知	2	矿区入口
2	限速标志	20	矿区入口、工业场地、 矿山运矿道路
3	进入矿区必须戴好安全帽	5	矿区入口、采场工作面、工业场地
4	高空作业必须系好安全绳	5	采场工作面、工业场地
5	有电危险、当心触电	5	变压器、水泵房、工业场地
6	当心高处坠落	10	采场工作面、工业场地
7	当心机械伤害	15	机修房、采场工作面、工业场地
8	当心坍塌、当心落石	10	采场工作面、采空区附近、陡坡附近
9	危险勿近	5	采空区附近、陡坡附近、变压器
10	当心火灾	5	工业场地
11	绿色矿山建设宣传牌	2	矿区入口、工业场地
12	道路急弯反光镜	15	矿山道路拐弯处
小计		99	

（2）绿色开发

矿山开采、选矿使用成熟的生产工艺，主要着重于使用国家鼓励技术、不使用限制和淘汰技术，矿山在基建和开采过程中，按《矿山地质环境保护与土地复垦方案》设计要求，采取边开采边治理，该项工程分别计入矿山地质环境保护治理与土地复垦工程中，不计入绿色矿山建设方案工程内。

（3）科技创新与数字化矿山

采矿权人购置一批电子摄像头、电脑等设备，建设监控中心，布置监控点 15 处，专人负责通过在线监控视频全天候监控，把整个矿山的开采、加工运输环境保护安全生产通过信息化管理，进行全程监控，使科学开采和信息化管理水平达到先进行列。

（4）矿地和谐工程

采矿权人将建立绿色矿山小组，构建企业与民众的沟通平台，解决群众生活中的实际困难，将具体任务落实到到个人，有针对性地解决当地民众的问题，制定设立专项资金解决相应问题的有关规定，真正做到矿地和谐建设工作有章可循。

（五）工程部署

根据《广西壮族自治区绿色矿山建设管理办法》（桂自然资规〔2019〕5 号）文件

要求，绿色矿山建设从矿山开始正常生产时开始计算（即完成基建工程），结合本矿山建设及基建安排，预计绿色矿山建设时间为2027年1月-2027年6月（具体时间根据申请获得采矿许可证发证及基建完成日期进行调整）。2026年10月完成绿色矿山建设实施方案初稿，11月报市自然资源局审核备案等，企业提前做好各项准备工作，建立组织机构，制定有关制度和人员分工，积极筹措资金。1月中旬施工队伍进矿区开展工作。2027年4月前完成主体工程任务。2027年5月组织材料编写自评报告上报市自然资源局，力争2027年6月底完成建设任务。

表 4-2-8 绿色矿山建设项目（工程）汇总表

序号	考核项目	工程名称	工程量	预期指标	投资估算 (元)	完成 时间
1	矿区环境	种植乔木	1134 株	完成	15000	2027.1
		轮胎冲洗设备	2 套	完成	10000	2027.1
		外运车辆轮胎冲洗池	2 座	完成	6000	2027.1
		洒水车	1 台	实现	80000	2027.1
2	绿色开发	工程与矿山地质环境保护与土地复垦工程重叠，计入矿山地质环境保护与土地复垦工程				
3	共伴生矿产资源综合利用					
4	节能降耗					
5	科技创新与数字化矿山	购买电脑	2 台	实现	10000	2027.1
		购买摄像头	15 套	实现	30000	2027.1
6	企业文化与企业形象	绿色矿山建设宣传牌	2 个	实现	3000	2027.1
		矿山限速标志牌	20 个	实现	2000	2027.2
		矿山安全警示牌	60 个	实现	6000	2027.2
		道路急弯反光镜	15 个	实现	3000	2027.2
合计					165000	

（六）效益分析

（1）经济效益

绿色矿山的建设工作将使矿山面目焕然一新，矿区生产效率得到提高，生态环境得到改善，将给企业经济效益的提高带来极大的帮助，主要表现在以下几个方面：

- 1）建设绿色矿山规范矿山开采方法，提高了矿产资源利用率，实现 t 耗资源经济效益的最大化；
- 2）实现矿山开采科学化、加工工艺环保化，减少各种负面支出，降低了矿山企业生产经营成本；
- 3）建设绿色矿山，实现矿产资源可持续开采，扩大矿山生产规模，提高矿山年生产能力，增加经济效益；

4) 通过创建绿色矿山并达标后, 矿山可以享受市自然资源局、市财政局对创建绿色矿山资金奖励, 矿山地质环境恢复保证金使用或返还等优惠政策, 减少了企业财务费用的支出。

(2) 生态效益

生态环保是绿色矿山的一项重要特征。矿山在建设效益分析绿色矿山的过程中将在减少污染物的排放、减轻水土流失、恢复矿区植被等方面作大量而细致的工作, 生态效益主要表现有以下几个方面:

1) 污染物达标排放可以有效控制矿区生产对周边生态环境的破坏, 使矿区生态自我恢复能力得到增强;

2) 水土流失的减轻保持了矿区土地养分, 为矿区植被恢复提供了先决条件;

3) 固体废弃物经过再利用, 提高矿产资源综合利用率, 将减少土地浪费, 保护耕地和环境。

4) 矿区植被恢复使矿区得到绿化, 生态物种群得以建立, 使矿区从初步绿化逐步转向生态和谐。

(3) 社会效益

绿色矿山创建工作完成后, 随着生态环境的逐步改善和矿山生产管理工作的日益规范, 矿山企业形象得以改善, 矿业发展的思路得以开拓。其产生的社会效益主要表现在以下几个方面:

1) 保障矿区及周边人员生命财产安全, 消除地质灾害隐患, 树立矿山企业良好社会形象;

2) 减少粉尘、噪音、废水及固体废弃物的排放, 有利于矿地共建、和谐相处;

3) 改善自然景观, 建设和宣传了矿山企业文化, 树立了矿山企业品牌。

(七) 保障措施

(1) 组织保障措施

建立绿色矿山领导小组, 由法定代表人任组长。形成自上而下严密的绿色矿山建设管理机制, 定期调度和平衡重点工作进度, 注重领导干部个人责任。小组对绿色矿山建设全过程进行控制, 保障绿色矿山建设工作的正常运作, 使绿色和谐矿山建设过程中的职责范围更加立体全面。制定科学化、精细化的考核制度, 确保绿色和谐矿山建设的顺利进行, 为绿色矿山建设做好组织保障。

(2) 制度保障措施

绿色矿山建设实行企业法人负责制，明确内设机构，专人负责，责任到人。矿山应将制度形成文件，绿色矿山建设工作按月或季度进行内部考核。建立完善的资源管理、生态环境保护、安全生产和职业病防治等规章制度，工作机制明确，责任落实到位。建立完善的职工培训制度，培训计划明确培训记录明晰。

（3）资金保障措施

矿山按照绿色矿山建设工程的内容制订合理的投资计划，并按照其工程部署和年度安排做好年度投资计划，同时制定和完善绿色矿山建设资金管理制度和办法，并设立专门账户，确保所需资金专项专用，安全有效。

各项工程所需费用应及时落实，费用不足时应及时追加，确保所需费用及时足额到位，保证工程按时保量完成。

（4）技术保障措施

针对绿色和谐矿山的科技创新要求，将积极引进先进技术、生产工艺流程，及时更新先进的矿山技术设备；充分发挥员工的智慧和创新能力，积极开展多层次的技术创新研究；围绕提升管理人员的组织管理能力和员工的业务能力抓好教育培训；制定科技研发计划，实施科技立项，加强与科研机构合作，实行产学研联合，落实科研责任，对项目实施全过程管理。通过这些途径，形成以应用技术为核心的技术创新体系，为绿色和谐矿山建设提供强有力的技术支撑。

建设工程实施时，加强规范化管理，定期召开专题会议，研究解决工程技术、施工、监理等问题，确保工程保质保量完成；抓好开拓布局的优化设计，实现合理集中生产，抓好设备维护和新装备的推广应用；逐项核定工作量、鉴定工程质量和完成效果；根据工程进展情况，定期做好阶段性总结，对于出现的疑难问题要集体会议提出解决方案。

本方案设计的侧重点是矿产资源的合理开发利用，对矿山绿色矿山建设方面的内容仅进行概括性论述。采矿权人要按照绿色矿山标准《砂石行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0316-2018）、《广西砂石矿绿色矿山建设规范》（DB45/T 1945-2019）、《广西壮族自治区绿色矿山建设管理办法》（桂自然资规〔2019〕5号）进行规划、设计和经营管理，须在取得《采矿许可证》后编制绿色矿山建设实施方案，并根据绿色矿山建设实施方案中确定的时间完成绿色矿山建设工作。

第五章 矿山地质环境保护与土地复垦

一、矿山地质环境影响评估范围

根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》（以下简称《方案编制技术要求》）有关规定，矿山地质环境影响评估的范围除矿山用地范围外，还应包括采矿活动影响范围及其受影响因素存在的范围。通过实地调查及对地质资料分析研究，考虑到采矿活动引发崩塌、滑坡、危岩等地质灾害影响范围，方案评估范围东部、西部、南部以矿界为基础外扩 50~250m，南部以临时排土场、表土场边界为基础外扩 30~100m，据此圈定评估区面积 64.9506hm²，评估区范围拐点坐标表见表 5-1-1，具体范围详见附图 50：矿山地质环境影响与土地损毁现状评估图。

表 5-1-1 评估区范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
P1	*****	*****	P12	*****	*****
P2	*****	*****	P13	*****	*****
P3	*****	*****	P14	*****	*****
P4	*****	*****	P15	*****	*****
P5	*****	*****	P16	*****	*****
P6	*****	*****	P17	*****	*****
P7	*****	*****	P18	*****	*****
P8	*****	*****	P19	*****	*****
P9	*****	*****	P20	*****	*****
P10	*****	*****	P21	*****	*****
P11	*****	*****	P22	*****	*****

二、矿山地质环境影响评估级别

根据《方案编制技术要求》，矿山地质环境影响评估级别根据评估区重要程度、矿山生产建设规模及矿山地质环境复杂程度等综合确定。

（一）评估区重要程度

评估区范围远离各级自然保护区及旅游景区（点）、重要交通干线、水源地，居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下，采矿活动破坏土地资源地类有林地、草地、工矿仓储用地和交通运输用地。依据《方案编制技术要求》中的附录 B“评估区重要程度分级表”（详见表 5-1-2）确定，评估区重要程度属**较重要区**。

表 5-1-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区分等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）
有集中供水水源地和饮用天然矿泉水、淡水、地、温泉等水源地及其保护区	有分散居民饮用水水源地；集中供水水源地和饮用天然矿泉水、淡水、地、温泉等水源地及其保护区外的上游补给区	无水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其它地类

（二）矿山生产建设规模

矿山设计开采高岭土矿 30.00 万 t/a，依据《方案编制技术要求》中的附录 D：“矿山生产建设规模分类一览表”，判定生产建设规模属大型。

（三）矿山地质环境条件复杂程度

根据《方案编制技术要求》，结合《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 1625-2024）（以下简称《评估规程》），矿山地质环境条件复杂程度根据对矿山开采影响较大的 7 个主要要素，即区域地质背景、地形地貌、地层岩性和岩土工程地质性质、地质构造、水文地质条件、地质灾害及不良地质现象以及人类工程活动对地质环境的影响等，划分为复杂、中等、简单三个级别。采取就上原则，7 个要素条件中只要有一个满足某一级别，应定为该级别。本矿山开采方式为露天开采，矿山地质环境条件复杂程度需参考《方案编制技术要求》附录 C 表 C.2《露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表》以及《评估规程》附录 C 表 C.1《地质环境条件复杂条件程度分类表》确定。

1、区域地质背景：根据本矿区区域地质背景，结合《活动断层与区域地壳稳定性调查评价规范》（DD2015-02）“表 5、表 6、表 7”的规定，矿区所在区域构造次稳定，地表次稳定，区域地壳稳定性分级为次稳定，因此该要素评定为中等级别。

2、地形地貌：矿区地处低山丘陵地貌区，区内海拔一般 150~250m，高差 10~100m，最高山位于矿区东北部 6~7 号拐点之间，海拔 323.47m，最低点位于矿区南西侧 2 号拐点附近，海拔 134.00m，整体为北高南低的山坡地形。矿区地形切割一般，沟谷不发育，山体自然坡度一般为 16°~35°，局部地段达 40~72°。矿区及周边地貌类型单一，微地貌形态较为简单，地形条件有利于自然排水，因此该要素评定为复杂级别。

3、岩土体工程地质条件：本矿山岩性变化均一，自上而下岩性为第四系砂质粘土层、强风化~半风化花岗岩层、弱风化花岗岩层及新鲜花岗岩层。砾质粘土层~半风化层属极软~软弱岩类，新鲜岩层属坚硬岩类。未来采用露天开采方式，采场边坡较高，且土体厚度大，结构松散、易崩解，其工程性质较差，易引发崩塌、滑坡等工程地质问题。综合判定矿山工程地质条件复杂程度为中等类型，因此该要素评定为中等级别。

4、地质构造：矿区内无断裂构造通过，矿区地质构造简单，因此该要素评定为简单级别。

5、水文地质条件：本矿区主要地下水类型为松散岩类孔隙水，透水性差，富水性弱，与区域含水层关系不密切；矿床露天开采，充水因素主要是大气降水，其次为地下水，地下水、地表水对矿坑充水影响小；矿床最低开采标高（+150m）高于当地侵蚀基准面，露天采场汇水面积较小，且人工疏干排水条件较好。综合判定矿床水文地质条件属简单类型，因此该要素评定为简单级别。

6、地质灾害的发育情况：现状条件下，评估区范围内未发现有滑坡、泥石流、不稳定斜坡等地质灾害，主要发育崩塌地质灾害，综合评估矿区及周边崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，因此该要素评定为简单级别。

7、矿山开采情况及采动影响方面：矿山现状开采面积较大，局部形成边坡高度较高，边坡稳定性较差，易产生地质灾害，因此该要素评定为复杂级别。

综上所述，依据《方案编制技术要求》附录 C 表 C.2《露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表》以及《评估规程》附录 C 表 C.1《地质环境条件复杂条件程度分类表》确定矿山地质环境条件复杂程度属**复杂类型**。

（四）矿山地质环境影响评估级别确定

综上所述，评估区重要程度属**较重要区**，矿山生产规模属**大型**，矿山地质环境条件复杂程度属**复杂类型**，按“矿山地质环境影响评估分级表”（表 5-1-3），矿山地质环境影响评估级别确定为**一级**。

表 5-1-3 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级

评估区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

三、生产工艺流程分析

本矿山为生产项目，开采矿种为高岭土矿，开采方式为露天开采，矿山生产过程中，采出的高岭土矿运输至工业场地经加工后直接销售。矿山开采过程中剥离出的废土部分运至表土场堆存，选矿分离出的尾泥土经筛分后集中堆放至排土场中。矿山开采过程对矿山地质环境和土地造成影响或损毁的主要方式是开采过程中及开采后，可能引发边坡崩塌、滑坡地质灾害，以及采场开挖和生产设施场地修建对地形地貌景观破坏、土地资源的挖损损毁等。

高岭土矿生产工艺流程：开拓→表土收集和覆盖层剥离→采掘（开采挖损土地）→矿石加工（生产设施场地压占土地）→外销，详见图 5-1-1：

图 5-1-1 生产工艺及土地损毁方式流程图

四、现状评估

（一）地质灾害现状评估

1、地质灾害危险性评估与级别

本矿山生产规模为**大型**，根据《评估规程》附录 B.1 确定本矿山属**重要建设项目**，本矿山地质环境条件复杂程度划为**复杂**类型，对照《评估规程》中有关地质环境条件复杂程度及重要性分类划分标准（见表 5-1-4），确定本矿山地质灾害危险性评估级别为**一级**。

表 5-1-4 地质灾害危险性评估分级表

类别		地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
建设工程	重要	一级	一级	二级
	较重要	一级	一级	二级
	一般	一级	二级	二级
规划区		一级	一级	二级
注:规划区是指城镇及村庄规划区、城镇开发区、园区,其中园区指政府集中统一规划区域,如工业园区、农业园区、科技园区、物流园区、文化创意产业园区等。				

2、地质灾害类型特征

根据现场调查,位于矿区 10 号拐点与 11 号拐点之间的采空区周边存在 2 处崩塌点,编号为崩塌点 1、2,矿区 11 号拐点东北侧约 110m 处存在一处崩塌点 3。崩塌点分布详见图 5-1-2,各崩塌点现状详见照片 5-1-1~5-1-3。以上崩塌规模较小,崩塌点 1、2 的崩塌体主要为原采空边坡土体,崩塌点 3 的崩塌体主要为原始山坡土体。评估区地表浅部强风化带岩石呈松散结构,稳固性差,属碎裂或散体结构岩体,基岩以土状极软全风化花岗片麻岩、块状软弱强风化花岗片麻岩为主,由于近地表风化强烈,原生节理裂隙发育,岩体被多组节理裂隙切割,岩石局部破碎。在降雨及岩体自重作用下,边坡失稳而形成崩塌。上述崩塌发生具体时间不详,崩塌体平面形态呈扇形堆积,崩塌体平均长约 20m,平均宽约 10m,厚约 2m,坡度为 30°~44°,体积约 10m³~200m³。

图 5-1-2 崩塌点分布情况**照片 5-1-1 崩塌点 1 现状****照片 5-1-2 崩塌点 2 现状****照片 5-1-3 崩塌点 3 现状**

3、地质灾害危险性现状评估

根据现场调查评估区范围内发育崩塌地质灾害,地质灾害诱发因素、危害程度、危险性大小和易发程度依据《评估规程》中表 3、表 4、表 5、表 6 进行评估(见下表 5-1-5~5-1-8)。崩塌地质灾害的发育程度依据《评估规程》中表 D.3 进行评估(见下表 5-1-9)。地质灾害现状评估如下:

表 5-1-5 地质灾害诱发因素分类表

地质灾害类型	滑坡	崩塌（危岩）	泥石流	采空塌陷
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈、雷击	降水、融雪、融冰、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震
人为因素	开挖扰动、爆破、震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿、沟渠溢流或渗水	开挖扰动、爆破、机械震动、加载、抽排水、灌水、灌浆、采矿	水库溢流或垮坝、弃渣加载、沟渠溢流、植被破坏	开挖扰动、震动、加载、抽排水、灌水、采矿

注：不稳定斜坡的诱发因素根据其变形破坏方式参照滑坡、崩塌地质灾害进行分析

表 5-1-6 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	>10	>500	>100	>500
中等	3~10	100~500	10~100	100~500
小	<3	<100	<10	<100

注1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价
 注2：险情：指可能发生的地质灾害（地质灾害隐患），采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价
 注3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价

表 5-1-7 地质灾害危险性现状评估分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

表 5-1-8 评估区地质灾害易发程度分级表

易发程度分级	评价指标		
	单体地质灾害发育程度	单体地质灾害规模	地质灾害发育数量（点/km ² ）
高易发	以强发育为主	中、大型为主	多（>5）
中等易发	以中等发育为主	小~中型	中等（2~5）
低易发	以弱发育为主	小型为主	少（<2）

注：按就高原则，有二项指标符合较高级别则判定为该级别。

表 5-1-9 崩塌发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	崩塌处于欠稳定~不稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布多，发育密度每平方千米大于5点；崩塌体坡度>55°，上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，裂隙内近期有碎石土流出或掉块，底部岩（土）体有压碎或压裂状；崩塌上方平行沟谷的新生裂隙明显；坡体岩体破碎~极破碎或存在软硬相间岩层、软弱结构面或外倾结构面
中等发育	崩塌处于基本稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，发育密度每平方千米2点~5点；崩塌体坡度35°~55°，危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄，上部充填杂土生长灌木杂草，裂面内近期有碎石土流出或掉块现象；崩塌上方有新生的细小裂隙分布；岩体较破碎~较完整，局部较破碎，存在结构面与坡向斜交

弱发育	崩塌处于稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布极少，发育密度每平方千米小于2点；崩塌体坡度 $<35^{\circ}$ ，危岩体破裂面直立，上部充填杂土，灌木年久茂盛，多年来裂面内无掉块现象；崩塌上方无新裂隙分布；岩体完整，结构面内倾或近水平，或不存在结构面
1: 外倾结构面指倾向与坡向夹角小于 30° 的结构面； 2: 岩体完整程度按GB/T 50218确定。	

(1) 崩塌地质灾害危险性现状评估

根据《评估规程》表 D.3 崩塌发育程度分级表，崩塌处于基本稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，发育密度每平方千米 2 点~5 点；崩塌体坡度 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，崩塌体上部充填杂土生长灌木杂草；崩塌上方有新生的细小裂隙分布；岩体较破碎~较完整，局部较破碎，存在结构面与坡向斜交，因此，现状评估崩塌地质灾害中等发育。根据《评估规程》表 3 地质灾害诱发因素 分类表（表 5-1-5），降水是崩塌地质灾害的主要诱发因素。结合《评估规程》表 4 地质灾害危害程度分级表（表 5-1-6）、表 5 地质灾害危险性现状评估分级表（表 5-1-7）及表 6 地质灾害易发程度分级表（表 5-1-8），结合现场调查及走访，崩塌发生至今未造成人员伤亡及财产损失，现状该崩塌主要威胁边坡下方过往的车辆及人员，现状受威胁人数 <10 人，可能直接经济损失 <100 万元，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害。

(2) 其他地质环境问题现状评述

根据现场调查，现状未发现临时排土场、表土场等设施存在崩塌、滑坡、泥石流等其他地质环境问题。

综上，现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度为较轻。

(二) 地形地貌景观影响和破坏现状评估

矿区周边 300m 范围内无自然保护区、旅游景区（点）、人文景观和风景旅游区，采矿活动对此无影响。现状采矿活动主要对地形地貌景观的影响和破坏包括露天采场、工业场地、临时排土场、表土场和办公生活区五个单元，其现状评估如下：

1、露天采场：由北至南已形成长条状不规则的露天采场，长约 870m，宽约 47~198m，开采标高在+325m~+150m 间，面积约 7.5365km²。采矿活动主要表现为挖损破坏，改变了原有地形地貌，部分基岩裸露，破坏了原有地表植被及土壤结构，对地形地貌构成极大的反差和视觉的不协调。因此现状采矿活动对露天采场地形地貌的影响和破坏程度严重。

2、工业场地：该单元位于矿区南部，面积 3.2790hm²。该场地经开挖山体建成，现

状建有矿石加工设备,机械厂房、沉淀水池等。该单元对地形地貌景观主要表现为挖损、压占破坏,破坏了原有的植被景观,局部改变了原有的地形,对地形地貌景观的影响和破坏严重。

3、临时排土场:该单元位于矿区南面 80m 的洼地中,面积约 1.7852m²,用于堆存转运矿山生产过程中产生废石土及尾泥。现状有积水形成三处水塘,地形标高 +128m~+136m 之间,该单元对地形地貌景观主要表现为压占破坏,破坏了原有的植被景观,局部改变了原有的地形,对地形地貌景观的影响和破坏严重。

4、表土场:该单元位于矿区南面 1 号拐点附近处洼地,面积 0.7623hm²,用于堆存转运矿山生产过程中收集的复垦用表土,地形标高在+123m~+126m 之间,现状已形成水塘。该单元对地形地貌景观主要表现为压占破坏,破坏了原有的植被景观,局部改变了原有的地形,对地形地貌景观的影响和破坏严重。

5、办公生活区:该单元位于矿区南面约 145m 处,布置的设施含办公楼、员工宿舍、停车场及部分矿山道路等,该单元对地形地貌景观主要表现为压占破坏,因办公生活区范围行政区划隶属广东化州市管辖,且用地范围与化州市文楼镇岭咀村陶瓷土矿有重叠,因此办公生活区不纳入本矿山治理复垦责任范围,因此该单元本方案将不再评估。

综上,现状采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重。

(三) 含水层的影响和破坏现状评估

矿山地下水含水层分为第四系松散岩类孔隙水和岩浆岩风化带网状裂隙水,主要接受大气降雨的补给。矿区采用露天开采,矿山开采最低标高位于当地最低侵蚀基准面以上,前期开采活动仅局部破坏了浅层含水层的结构,但对矿区周围深部主要含水层和区域地下水位影响较小,不会造成大范围的区域地下水位下降。根据现场调查访问,矿区及周围地表水体未发现漏失。因此,现状采矿活动对含水层结构的影响和破坏程度较轻。

(四) 矿区水土环境污染现状评估

矿山采用露天开采方式开采,最低开采标高位于当地最低侵蚀基准面之上,开采过程中不抽排地下水。本矿山开采的矿体为非金属矿(砂质高岭土矿),矿石无化学毒性。因此,现状矿山采矿活动对矿区水土环境污染的影响或破坏程度较轻。

(五) 土地损毁现状评估

根据现场调查,采矿活动对土地的损毁主要表现为露天采场的挖损损毁,工业场地、排土场和表土场的压占损毁。结合项目土地利用现状图,矿山现状采矿活动对土地损毁程度评价因子及等级标准根据表 5-1-10 确定。现状采矿活动对露天采场、工业场地、临

时排土场、表土场四个单元土地损毁的具体分析如下：

表 5-1-10 土地损毁程度评价因子及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁（Ⅰ级）	中度损毁（Ⅱ级）	重度损毁（Ⅲ级）
挖损、压占、塌陷、污染	塌、挖、填深（高）度	<6 米	6-10 米	>10 米
	面积	林地或草地≤2 hm ² ，荒山或未开发利用土地≤10 hm ²	耕地≤2 hm ² ，林地或草地2~4 hm ² ，荒山或未开发利用土地 10~20 hm ²	基本农田，耕地 > 2 hm ² ，林地或草地 > 4 hm ² ，荒地或未开发利用土地 > 20 hm ²

1、露天采场：现状矿山由北至南已形成长条状不规则的露天采场，长约 870m，宽 47~198m，开采标高在+325m~+150m，面积约 0.0860km²。采场自上而下可划分为+275m、+265m、+250m、+240m、+225m、+210m、+205m、+195m、+185m、+175m、+150m 等 11 个开采平台，剥离深度约 15m。经测算，该单元现状已损毁土地面积合计 7.5365hm²，其中乔木林地 1.7485hm²、采矿用地 5.7880hm²，损毁土地方式为挖损损毁，结合表 5-1-10 确定该单元损毁程度为重度损毁，土地权属为陆川县清湖镇塘寨村。

2、工业场地：位于矿区南部，在平整过程中开挖高度大于 10m，随后在平整场地上进行厂房建设，建筑面积约 2500m²，经测算，该单元已损毁土地面积 3.2790hm²，其中乔木林地 0.0273hm²、其他林地 0.1591hm²、其他草地 0.0023hm²、采矿用地 2.9984hm²、0.0919hm²，损毁土地方式为压占和挖损损毁，结合表 5-1-10 确定该单元损毁程度为重度损毁，土地权属为陆川县清湖镇塘寨村。

3、临时排土场：设置于矿区南面 80m 处的洼地中，现状有积水形成三处水塘，地形标高+128m~+136m。经测算，该单元已损毁土地面积 1.7852m²，其中乔木林地 0.2424hm²、其他林地 0.3767hm²、采矿用地 1.1661hm²，损毁土地方式为压占损毁，结合表 5-1-10 确定该单元损毁程度为中度损毁，土地权属为陆川县清湖镇塘寨村。

4、表土场：设置于矿区南面 1 号拐点附近的洼地中，现状有积水已形成水塘，地形标高在+123m~+126m 之间。经测算，该单元已损毁土地面积 0.7623hm²，其中乔木林地 0.1807hm²、其他草地 0.0781hm²、采矿用地 0.5035hm²，损毁土地方式为压占损毁，结合表 5-1-10 确定该单元损毁程度为中度损毁，土地权属为陆川县清湖镇塘寨村。

经统计，矿山现状已损毁土地面积 13.3630hm²，其中乔木林地 2.1989hm²、其他林地 0.5358hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 10.4560hm²、农村道路 0.0919hm²，矿山已损毁土地地类面积详见表 5-1-11。据《方案编制技术要求》附录 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”可知，矿山损毁林地面积大于 2.0hm²，开挖高度大于 10m，因此现状采矿

活动对土地资源影响和破坏程度严重。

表 5-1-11 矿山已损毁土地地类面积统计表

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类					土地权属
					林地(03)		草地(04)	工矿仓储用地(06)	交通运输用地(10)	
					乔木林地(0301)	其他林地(0307)	其他草地(0404)	采矿用地(0602)	农村道路(1006)	
露天采场	挖损	重度	2012-2025	7.5365	1.7485	0	0	5.7880	0	清湖镇塘寨村
工业场地	挖损	重度	2012-2025	3.2790	0.0273	0.1591	0.0023	2.9984	0.0919	
临时排土场	压占	重度	2012-2025	1.7852	0.2424	0.3767	0	1.1661	0	
表土场	压占	重度	2012-2025	0.7623	0.1807	0	0.0781	0.5035	0	
合计				13.3630	2.1989	0.5358	0.0804	10.4560	0.0919	

(六) 现状评估小结

根据以上现状评估结果，现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对地下含水层的影响和破坏程度较轻；对矿区水土环境污染影响较轻；现状矿山已损毁土地面积 13.3630hm²，其中乔木林地 2.1989hm²、其他林地 0.5358hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 10.4560hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。矿山地质环境影响现状评估结果归纳见表 5-1-12：

表 5-1-12 矿山地质环境影响现状评估结果表

矿山地质环境问题现状		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
含水层	结构破坏	露天采场	-	-	较轻
	地表水漏失	-	-	-	
	疏干影响	-	-	-	
	水质污染	-	-	-	
土地资源	矿山建设压占	临时排土场、表土场	土壤结构及原生植被	乔木林地 0.4231hm ² 、其他林地 0.3767hm ² 、其他草地 0.0781hm ² 、采矿用地 1.6696hm ² ，合计 2.5475hm ²	严重
	地面变形损毁	-	-	-	
	矿山建设挖损	露天采场、工业场地	土壤结构及原生植被	乔木林地 1.7758hm ² 、其他林地 0.1591hm ² 、其他草地 0.0023hm ² 、采矿用地 8.7864hm ² 、农村道路 0.0919hm ² ，合计 10.8155hm ²	
	地质灾害损毁	-	-	-	

矿山地质环境问题现状		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
	土壤污染损毁	-	-	-	
地质灾害	滑坡、崩塌	露天采场	采场工作人员及采矿设备、过往的车辆及人员	-	较轻
	危岩	-	-	-	
	泥石流	-	-	-	
	采空区地面塌陷（地裂、沉陷）	-	-	-	
	岩溶塌陷	-	-	-	
	老窑突水、突泥	-	-	-	
地形地貌景观	原生地形地貌	露天采场及各用地单元	原生地形地貌及景观	改变原生地形地貌，原有的景观消失，面积 13.3630hm ²	严重
	自然保护区、人文、风景旅游区景观	-	-	-	
	主要交通干线	-	-	-	

（七）现状评估影响程度分级

根据《方案编制技术要求》附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，采矿活动对矿山地质环境的影响程度分级由矿山地质灾害危害程度和危险性、破坏土地面积类型、大小等条件判定。结合现状评估结论，本方案将矿区现状地质环境评估划分为地质环境影响严重区和较轻区两个级别分区。具体见矿山地质环境影响与土地损毁现状评估图（附图 51）。其基本特征描述如下：

1、地质环境影响严重区：露天采场、工业场地、临时排土场和表土场 4 个用地单元，面积 13.3630hm²，现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对地下含水层的影响和破坏程度较轻；对矿区水土环境污染影响较轻；现状矿山已损毁土地面积 13.3630hm²，其中乔木林地 2.1989hm²、其他林地 0.5358hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 10.4560hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度为严重；综合评估该分区采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

2、地质环境影响较轻区：该分区范围为评估区范围内除上述严重区外的其它范围，面积 51.5876hm²，现状评估区范围内地质灾害弱发育，危害程度小，危险性小，属于低易发地质灾害；现状采矿活动对地形地貌景观破坏影响破坏程度较轻；现状采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染较轻；现状采矿活动对土地资源影响和破坏较轻。总之，现状采矿活动对该区地质环境影响程度为较轻。

五、预测评估

预测评估是在现状评估的基础上，根据矿山“矿产资源开发利用”章节内容，以及矿山地质环境条件，预测分析采矿活动可能引发或加剧和遭受的地质灾害、矿区地形地貌破坏、含水层、水土环境污染、土地资源的影响和破坏等地质环境问题及其危害，评估矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响。

（一）地质灾害预测评估

1、地质灾害类型特征

根据评估区的地形地貌、地层岩性、地质构造、岩土体工程地质特征、水文地质条件和工程建设对地质环境的影响，结合各类地质灾害发育规律及形成条件，预测本矿山采矿活动可能引发的地质灾害有崩塌地质灾害。

根据现场调查，位于矿区 10 号拐点与 11 号拐点之间的采空区周边存在 2 处崩塌点，编号为崩塌点 1、2，矿区 11 号拐点东北侧约 110m 处存在一处崩塌点 3。以上崩塌规模较小，崩塌点 1、2 的崩塌体主要为原采空边坡土体，崩塌点 3 的崩塌体主要为原始山坡土体。评估区地表浅部强风化带岩石呈松散结构，稳固性差，属碎裂或散体结构岩体，基岩以土状极软全风化花岗片麻岩、块状软弱强风化花岗片麻岩为主，由于近地表风化强烈，原生节理裂隙发育，岩体被多组节理裂隙切割，岩石局部破碎。在降雨及岩体自重作用下，边坡失稳而形成崩塌。上述崩塌发生具体时间不详，崩塌体平面形态呈扇形堆积，崩塌体平均长约 20m，平均宽约 10m，厚约 2m，坡度为 30°~44°，体积约 10m³~200m³。

2、地质灾害危险性预测评估

根据现场调查评估区范围内发育崩塌地质灾害，工程建设与崩塌的位置关系、引发崩塌的可能性和危险性大小依据《评估规程》中表 7、表 8、表 9（见表 5-1-13~表 5-1-15）进行评估。地质灾害诱发因素、危害程度、发育程度依据《评估规程》中表 3（见表 5-1-5）、表 4（见表 5-1-6）、表 D.3（见表 5-1-9）中进行评估，地质灾害预测评估分工程建设中和建成后，因此对于工程建设中和建成后引发崩塌地质灾害的危险性预测评估如下：

表 5-1-13 建设工程与地质灾害的位置关系确定表

建设工程与地质灾害的位置关系	判 别 依 据
位于地质灾害的影响范围内	建设工程位于地质灾害体可能威胁到边界内
临近地质灾害的影响范围	建设工程位于地质灾害影响范围的边界外扩灾点中心至影响边界的最大距离之 2 倍的区域
位于地质灾害的影响范围外	建设工程位于临近地质灾害影响范围之外

表 5-1-14 工程建设引发崩塌地质灾害的可能性分级表

工程建设与地质灾害的位置关系	工程活动影响程度		
	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响大	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响中等	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小
位于地质灾害的影响范围内	可能性大	可能性大	可能性中等
临近地质灾害的影响范围	可能性大	可能性中等	可能性小
位于地质灾害的影响范围外	可能性中等	可能性小	可能性小

注：危岩影响范围指危岩崩落的影响范围，宜根据落石最大滚落距离计算确定

表 5-1-15 工程建设引发地质灾害危险性预测评估分级表

可能性	发育程度	危害程度	危险性
可能性大	强发育	危害大	危险性大
	中等发育		危险性大
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害中等	危险性大
	中等发育		危险性大
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害小	危险性大
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
可能性中等	强发育	危害大	危险性大
	中等发育		危险性大
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害中等	危险性大
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性中等
	强发育	危害小	危险性中等
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
可能性小	强发育	危害大	危险性大
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
	强发育	危害中等	危险性中等
	中等发育		危险性中等
	弱发育		危险性小
	强发育	危害小	危险性中等
	中等发育		危险性小
	弱发育		危险性小

(1) 工程建成中引发崩塌地质灾害危险性预测评估

根据现状崩塌点所处位置结合矿区总平面布置图，露天采场开采范围西南侧位于崩塌点 1 的影响范围内、临近崩塌点 2 的影响范围；根据“矿产资源开发利用”章节内容，本矿山采用露天开采，主要开采方式为机械开采+爆破开采，在机械、爆破震动以及降雨的影响下，未来工程建设中（开采）对两处崩塌地质灾害点的稳定性影响大，因此结合

表 5-1-13、5-1-14，工程建设中（开采）引发崩塌地质灾害的可能性大；若引发崩塌地质灾害，主要威胁下方过往的开采机械、运输车辆及工作人员，预计受威胁人数 <10 人，可能直接经济损失 <100 万元，危害程度小，危险性小；根据现场调查结合表 5-1-9 分析，崩塌体现处于基本稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，发育密度每平方千米 2 点~5 点；崩塌体坡度 $35^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，崩塌体上部充填杂土生长灌木杂草；崩塌上方有新生的细小裂隙分布；岩体较破碎~较完整，局部较破碎，存在结构面与坡向斜交，因此，评估区崩塌地质灾害中等发育。

综上，根据表 5-1-15，预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。

（2）工程建成后引发崩塌地质灾害危险性预测评估

根据现状崩塌点所处位置结合矿区开采终了平面图，露天采场开采终了后崩塌点 1 消失，西南侧采空区临近崩塌点 2 的影响范围；根据“矿产资源开发利用”章节内容，本矿山采用露天开采，主要开采方式为机械开采+爆破开采，工程建成后（开采结束），机械、爆破震动等影响因素消失，主要影响因素为降雨，未来工程建成后（开采结束）对崩塌地质灾害点 2 的稳定性影响小，因此结合表 5-1-13、5-1-14，工程建成后（开采结束）引发崩塌地质灾害的可能性小；若引发崩塌地质灾害，主要威胁下方过往的开采机械、运输车辆及工作人员，预计受威胁人数 <10 人，可能直接经济损失 <100 万元，危害程度小，危险性小；根据现场调查结合表 5-1-9 分析，崩塌体现处于基本稳定状态，评估区崩塌地质灾害中等发育。

综上，根据表 5-1-15，预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性小。

3、建设工程遭受已存在地质灾害危险性预测评估

根据“现状地质灾害评估结论”，本矿山为生产矿山，根据现场调查结果，未发现有滑坡、泥石流、不稳定斜坡等地质灾害及隐患点，主要地质灾害隐患为 3 处崩塌点，根据现状崩塌点所处位置结合矿区总平面布置图，露天采场开采范围西南侧位于崩塌点 1 的影响范围内、临近崩塌点 2 的影响范围；根据《评估规程》表 19（见表 5-1-16），预测工程建设遭受已存在地质灾害的可能性大，本矿山采用露天开采，主要开采方式为机械开采+爆破开采，主要影响因素为机械、爆破震动以及降雨，根据现场调查结合表 5-1-9 分析，崩塌体现处于基本稳定状态，评估区崩塌地质灾害中等发育；若引发崩塌地质灾害，主要威胁下方过往的开采机械、运输车辆及工作人员，预计受威胁人数 <10 人，可

能直接经济损失<100 万元，危害程度小，危险性小。

综上，根据表 5-1-15，预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。

表 5-1-16 遭受已存在地质灾害的可能性分级表

可能性	判 别 特 征	
	工程建设	规划区
大	位于地质灾害的影响范围内	位于地质灾害影响范围内的规划地段
中等	临近地质灾害的影响范围	临近地质灾害影响范围的规划地段
小	位于地质灾害的影响范围外	位于地质灾害影响范围外的规划地段

4、地质灾害危险性预测评估小结

综上，预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等；预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性小；预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。

根据《方案编制技术要求》附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，预测矿山采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较严重。

（二）其它地质环境问题

根据《评估规程》中“4.1 工作要求的 4.1.6”相关规定，露天矿山开采过程中边坡发生的崩塌、滑坡，临时排土场和表土场发生的崩塌、滑坡、泥石流涉及生产安全，属特殊工程地质问题、地质环境问题，因此本方案只按其它地质环境问题评价。

1、采场边坡崩塌、滑坡地质环境问题

矿山开采形成的采场边坡自上而下工程地质岩组分为砾质粘性单层结构土体、土状极软全风化花岗岩组、块状软强风化花岗岩组及块状较坚硬半风化花岗岩组。矿体表层节理裂隙发育，节理裂隙将对边坡稳定性产生影响，开采过程中可形成高度大于 30m 的边坡，在开采过程中受开挖扰动、爆破震动、机械振动、降雨等因素影响，边坡岩土体的抗剪强度降低，对边坡稳定性影响较大，引发边坡局部崩塌、滑坡地质灾害的可能性较大，根据类似矿山工程经验，发生崩塌、滑坡的形式主要为小规模土质或岩质崩塌，主要威胁采场工人、机械设备等，受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性中等。

2、表土场、临时排土场崩塌、滑坡、泥石流地质环境问题

本方案设计沿用位于矿区南面 1 号拐点附近的洼地中的矿山原用表土场及临时排土场，用于堆存矿山收集的表土及堆存转运生产过程中产生的废石土，表土场面积 0.7623hm^2 ，堆土标高 $+123\text{m}\sim+130\text{m}$ 之间，平均堆高约 7m，库容量约 1.78 万 m^3 ，平均坡度不大于 27° ；临时排土场面积 1.7852hm^2 ，堆土在 $+128\text{m}\sim+140\text{m}$ 之间，平均堆高约 8m，库容量约 9.56 万 m^3 。由于以上场地所堆存土体结构松散，受雨水冲刷与矿山开采机械振动、爆破震动影响，土体自重增大，抗剪强度变小，发生崩塌、滑坡、泥石流等地质环境问题的可能性中等，主要威胁过往行人，受威胁人数小于 10 人，可能造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性小。建议矿山设置该类型排土地点时应在上游修建截排水沟，下游修建挡土墙，同时布设地质环境问题监测，预防场地边坡发生崩塌、滑坡、泥石流等地质环境问题。

（三）地形地貌景观影响和破坏预测评估

本矿山周边 300m 范围内无自然保护区及旅游景区（点），人文景观、风景旅游区，采矿活动对此无影响。根据矿山总平面布置，未来矿山开采新增破坏单元主要为露天采场，工业场地、临时排土场和表土场三个单元设计沿用，其对地形地貌景观影响和破坏程度仍为严重，因此露天采场新增损毁单元对地形地貌景观影响和破坏的预测评估如下：

露天采场：设计开采范围为矿区范围内 $+325\text{m}\sim+150\text{m}$ 标高之间具有工业开采价值的高岭土矿体，结合剖面看，最大开采深度 170m，开采终了时将形成一个长约 880m，宽约 430m，面积 21.3163hm^2 的采坑，露天采场开挖破坏将改变原有地形地貌，使矿区岩石裸露，破坏原有地表植被及土壤结构，对地形地貌构成极大的反差和视觉的不协调，因此预测未来矿山采矿活动对露天采场地形地貌的影响和破坏程度严重。

因此，预测采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重。

（四）含水层的影响和破坏预测评估

根据矿山水文地质资料，本矿区主要含水层主要为第四系松散岩孔隙含水和岩浆岩类风化带网状裂隙含水，主要赋存于近地表残坡积层、强风化、半风化花岗岩裂隙中，本矿山为露天矿，最低开采标高位于当地侵蚀基准面，采矿活动破坏含水层仅限于矿区范围，对矿山含水层影响和破坏较大，对区域地下水影响较轻。因此，预测评估采矿活动对地下含水层结构的影响和破坏程度局部较严重。

（五）矿区水土环境污染预测评估

未来矿山采用露天开采方式，最低开采标高位于当地最低侵蚀基准面之上，开采过程中不抽排地下水。本矿山开采的矿体为非金属矿（花岗岩风化壳型高岭土矿），矿石

无化学毒性。因此，预测未来采矿活动对矿区水土环境污染影响较轻。

（六）土地损毁预测评估

根据矿山总平面布置，未来采矿活动新增土地损毁单元主要为露天采场，工业场地、临时排土场和表土场三个单元设计沿用，其对土地损毁程度与现状一致，仍为严重。因此结合项目土地利用现状图及土地损毁程度评价因子及等级标准表（表 5-1-10），未来矿山采矿活动对露天采场单元土地损毁的具体分析如下：

根据“矿产资源开发利用”章节内容，矿山采用自上而下分台阶开采，设计残坡积层及高岭土强风化层台阶高度 10m，台阶坡面角 45°；高岭土半风化层台阶高度 10m，台阶坡面角 60°。矿山设计采用机械开采和爆破开采，安全平台宽度 4m，清扫平台宽度 8m（每隔二个安全平台设一个清扫平台），设计开采范围为矿区范围内+325m~+150m 标高之间具有工业开采价值的高岭土矿体，结合剖面看，最大开采深度 170m，开采终了时将形成一个长约 880m，宽约 430m，面积 21.3163hm²的采空区。露天采场经开挖之后岩石裸露，使原生的土壤结构遭受破坏，原生植被消失殆尽，在后期复垦工程中需回覆表土，总体上，该单元复垦条件一般。经测算，预测露天采场拟损毁土地面积 13.7798hm²，其中乔木林地 13.2086hm²、其他林地 0.0235hm²、采矿用地 0.5477hm²，损毁土地方式为挖损损毁，结合表 5-1-10 确定该单元损毁程度为重度损毁，土地权属为陆川县清湖镇塘寨村，矿山拟损毁土地地类面积及具体权属情况详见表 5-1-17。

经统计，未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm²，其中乔木林地 15.4075hm²、其他林地 0.5593hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；无基本农田，土地权属为陆川县清湖镇塘寨村，不涉及三区三线。各用地单元累计损毁土地面积、地类、损毁方式、损毁程度统计见表 5-1-18，据《方案编制技术要求》附录 E“表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表”可知，矿山损毁林地面积大于 4.0hm²，因此矿山采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重。

表 5-1-17 矿山拟损毁土地地类面积统计表 **单位：hm²**

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类			土地权属
					林地 (03)		工矿仓储用地 (06)	
					乔木林地 (0301)	其他林地 (0307)	采矿用地 (0602)	
露天采场	挖损	重度	2012-2035	13.7798	13.2086	0.0235	0.5477	清湖镇塘寨村
合计				13.7798	13.2086	0.0235	0.5477	

表 5-1-18 矿山累计损毁土地地类面积统计表 单位: hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类					土地权属
					林地(03)		草地(04)	工矿仓储用地(06)	交通运输用地(10)	
					乔木林地(0301)	其他林地(0307)	其他草地(0404)	采矿用地(0602)	农村道路(1006)	
露天采场	挖损	重度	2012-2035	21.3163	14.9571	0.0235	0	6.3357	0	清湖镇塘寨村
工业场地	挖损	重度	2012-2035	3.2790	0.0273	0.1591	0.0023	2.9984	0.0919	
临时排土场	压占	重度	2012-2035	1.7852	0.2424	0.3767	0	1.1661	0	
表土场	压占	重度	2012-2035	0.7623	0.1807	0	0.0781	0.5035	0	
合计				27.1428	15.4075	0.5593	0.0804	11.0037	0.0919	

(七) 预测评估小结

根据以上预测评估结果, 预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大, 评估区崩塌地质灾害中等发育, 危害小, 危险性中等; 预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小, 评估区崩塌地质灾害中等发育, 危害小, 危险性小; 预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大, 评估区崩塌地质灾害中等发育, 危害小, 危险性中等。因此预测矿山采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较严重; 预测采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重; 对含水层的影响和破坏程度局部较严重; 对矿区水土环境污染影响较轻; 未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm², 其中乔木林地 15.4075hm²、其他林地 0.5593hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路 0.0919hm², 采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重; 综合评估未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。矿山地质环境影响预测评估结果归纳如表 5-1-19 所示:

表 5-1-19 矿山地质环境影响预测评估结果表

矿山地质环境问题预测		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
含水层	结构破坏	露天采场	局部原含水层	原含水层消失	较严重
	地表水漏失	-	-	-	-
	疏干影响	露天采场	-	-	较轻
	水质污染	-	-	-	-
土地资源	矿山建设压占	临时排土场、表土场	土壤结构及原生植被	乔木林地 0.4231hm ² 、其他林地 0.3767hm ² 、其他草地 0.0781hm ² 、采矿用地 1.6696hm ² , 合计 2.5475hm ²	严重
	地面变形损毁	-	-	-	-

矿山地质环境问题预测		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响程度级别
	矿山建设挖损	露天采场、工业场地	土壤结构及原生植被	乔木林地 14.9844hm ² 、其他林地 0.1826hm ² 、其他草地 0.0023hm ² 、采矿用地 9.3341hm ² 、农村道路 0.0919hm ² ，合计 21.3163hm ²	严重
	地质灾害损毁	-	-	-	-
	土壤污染损毁	-	-	-	-
地质灾害	滑坡、崩塌	露天采场	采矿设备、车辆、人员	受威胁人数小于 10 人，直接经济损失小于 100 万元	较严重
	泥石流	-	-	-	-
	采空区地面塌陷（地裂、沉陷）	-	-	-	-
	不稳定斜坡	-	-	-	-
	危岩	-	-	-	-
	岩溶塌陷	-	-	-	-
	老窑突水、突泥	-	-	-	-
地形地貌景观	原生地形地貌	露天采场及各用地单元	原生地形地貌及景观	改变原生地形地貌，原有的景观消失，面积 27.1428hm ²	严重
	自然保护区、人文、风景旅游区景观	-	-	-	-
	主要交通干线	-	-	-	-

（八）预测评估影响程度分级

根据《方案编制技术要求》附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，结合地质灾害对矿山地质环境影响程度、采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度、对含水层、水土环境影响程度和矿山损毁土地类型及面积等条件判定，本方案将矿区地质环境预测评估划分为地质环境影响严重和较轻两个级别两个区，具体见矿山地质环境预测评估图（附图 51），各分区的基本特征描述如下：

1、地质环境影响严重区：露天采场、工业场地、排土场和表土场 4 个用地单元，面积 27.1428hm²，预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等；预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性小；预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。因此预测矿山采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较严重；预测采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对含水层的影响和破坏程度局部较严重；对矿区水土环境污染影响较轻；未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm²，其中乔木林地 15.4075hm²、其他林地 0.5593hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动

对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估该分区未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

2、地质环境影响较轻区：该分区范围为评估区范围内除上述严重区外的其它范围，面积 37.8078hm²，预测评估采矿活动引发地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；预测采矿活动对地形地貌景观破坏影响破坏程度较轻，对含水层的影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染影响较轻，对土地资源影响和破坏程度较轻；总之，预测采矿活动对该区地质环境影响破坏程度为较轻。

第二节 矿山地质环境保护治理分区和土地复垦责任范围划分

一、地质环境保护治理分区

(一) 分区原则及方法

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响现状与预测评估结果，进行矿山地质环境保护治理分区。当同一区内存在不同的矿山地质环境问题，根据问题的类型及治理方法的需要，进一步细分为亚区，以便于防治工程布署。为了给矿山地质环境问题及地质灾害防治提供依据，拟对评估区内地质环境影响程度及地质灾害危险性进行分区分级，其分区分级的原则为：

- 1、综合矿山地质环境条件和矿山地质环境影响现状评估、预测评估结果，当现状评估与预测评估结果不一致时，综合评估取影响高值确定；
- 2、分区分级应反映区内地质环境影响程度及地质灾害程度；
- 3、分区分级必须对各类地质灾害进行有针对性的单因素评估；
- 4、对分区有重叠部分，采取去就高原则，重叠部分划分为高一级的影响区。

结合矿山地质环境背景条件，依据《方案编制技术要求》附录 F“矿山地质环境保护与治理恢复分区表”见表 5-2-1 所示：

表 5-2-1 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

(二) 分区评述

根据上述分区原则，本矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为两个大区，即重点防治区和一般防治区，各分区的基本特征描述如下：

- 1、重点防治区(I区)：为露天采场、工业场地、排土场和表土场范围，面积 27.1428hm²，占评估区总面积的 58.21%。综合评估为矿山地质环境影响程度为严重。

现状评估：现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；现状采矿活动对矿山地形地貌景观影响和破坏程度严重，对含水层的影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染较轻，对土地资源影响和破坏程度严重。因此，现状采矿活动对矿山地质环境影响和破坏程度严重。

预测评估：预测采矿活动引发地质灾害/问题对矿山地质环境影响程度较严重，预测采矿活动对矿山地形地貌景观的影响和破坏严重，对矿区局部含水层的影响和破坏程度较严重，对矿区水土环境污染影响较轻；对土地资源影响和破坏严重。因此，预测采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。

重点防治区范围内各单元主要的防治工作如下：

(1) 露天采场：基建期即对开展表土收集等工作；开采过程中及时清除边坡危岩、根据台阶参数修坡，针对露天采场边坡崩塌、滑坡和危岩等地灾/地质问题布设相应监测工程，布设地形地貌景观破坏、土地损毁监测工程，对已开采至终了境界的露天采场台阶及平台开展全面的复垦工作，包括平台修筑小挡土墙修建工程、截排水沟工程、回覆表土层、种植植被等；在矿山开采结束后即开始对露天采场底部平台实施全面的治理复垦工程，包括回覆表土、种植植被以及相应的监测管护工程。

(2) 工业场地：在矿山开采结束后即开始实施全面的治理复垦工程，包括建构筑物拆除、硬化层清除、废渣清理、回覆表土、种植植被以及相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

(3) 临时排土场：基建期修建挡土墙，周边开挖截水沟，布设地形地貌景观破坏监测工程，矿山开采结束后即开始对排土场实施全面的治理复垦工程，包括回覆表土、种植植被以及相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

(4) 表土场：基建期修建挡土墙，周边开挖截水沟，布设地形地貌景观破坏监测工程，在矿山开采结束后即对表土场实施全面的治理复垦工程，包括建构筑物拆除、废渣清理、回覆表土、种植植被以及相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

2、一般防治区（Ⅲ区）：上述域外的其它评估范围，面积 37.8078hm²，占评估区总面积的 41.79%。综合评估为矿山地质环境影响程度为较轻。

该区地质灾害/问题对矿山地质环境影响程度较轻，对地形地貌景观影响和破坏程度较轻，对含水层影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境影响较轻，对土地资源损毁程度较轻。该分区在矿山开采过程中只需加强对地质环境影响的监测和保护即可。

矿山地质环境保护与恢复治理分区及工程部署详见附图 55。

二、土地复垦区与复垦责任范围确定

土地复垦区由生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成，土地复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地共同构成的区域。本矿山在生产建设过程中用地土地的单元为露天采场、工业场地、临时排土场和表土场，面积合计

27.1428hm²，无占用永久性建设用地，后期复垦工程无留续使用的永久性建设用地，因此，本矿山土地复垦区即为土地复垦责任范围，均为矿山采矿活动损毁土地范围（具体详见表 5-2-2），土地复垦责任人为采矿权人广西陆川县福田瓷土有限公司，土地复垦责任范围拐点坐标表详见表 5-2-3。

表 5-2-2 复垦区和复垦责任范围

单位：hm²

序号	单元	土地复垦区		复垦责任范围	
		损毁	永久性建设用地	损毁	留续使用的永久性建设用地
1	露天采场	21.3163	0	21.3163	0
2	工业场地	3.2790	0	3.2790	0
3	临时排土场	1.7852	0	1.7852	0
4	表土场	0.7623	0	0.7623	0
小 计		27.1428	0	27.1428	0
合 计		27.1428		27.1428	

表 5-2-3 复垦责任范围拐点坐标表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
单元名称：露天采场；面积：21.3163hm ²					
J1	*****	*****	J31	*****	*****
J2	*****	*****	J32	*****	*****
J3	*****	*****	J33	*****	*****
J4	*****	*****	J34	*****	*****
J5	*****	*****	J35	*****	*****
J6	*****	*****	J36	*****	*****
J7	*****	*****	J37	*****	*****
J8	*****	*****	J38	*****	*****
J9	*****	*****	J39	*****	*****
J10	*****	*****	J40	*****	*****
J11	*****	*****	J41	*****	*****
J12	*****	*****	J42	*****	*****
J13	*****	*****	J43	*****	*****
J14	*****	*****	J44	*****	*****
J15	*****	*****	J45	*****	*****
J16	*****	*****	J46	*****	*****
J17	*****	*****	J47	*****	*****
J18	*****	*****	J48	*****	*****
J19	*****	*****	J49	*****	*****
J20	*****	*****	J50	*****	*****
J21	*****	*****	J51	*****	*****

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
J22	*****	*****	J52	*****	*****
J23	*****	*****	J53	*****	*****
J24	*****	*****	J54	*****	*****
J25	*****	*****	J55	*****	*****
J26	*****	*****	J56	*****	*****
J27	*****	*****	J57	*****	*****
J28	*****	*****	J58	*****	*****
J29	*****	*****	J59	*****	*****
J30	*****	*****	J60	*****	*****
单元名称：工业场地；面积：3.2790hm ²					
J61	*****	*****	J78	*****	*****
J62	*****	*****	J79	*****	*****
J63	*****	*****	J80	*****	*****
J64	*****	*****	J81	*****	*****
J65	*****	*****	J82	*****	*****
J66	*****	*****	J83	*****	*****
J67	*****	*****	J84	*****	*****
J68	*****	*****	J85	*****	*****
J69	*****	*****	J86	*****	*****
J70	*****	*****	J87	*****	*****
J71	*****	*****	J88	*****	*****
J72	*****	*****	J89	*****	*****
J73	*****	*****	J90	*****	*****
J74	*****	*****	J91	*****	*****
J75	*****	*****	J92	*****	*****
J76	*****	*****	J93	*****	*****
J77	*****	*****			
单元名称：临时排土场；面积：1.7852hm ²					
J94	*****	*****	J107	*****	*****
J95	*****	*****	J108	*****	*****
J96	*****	*****	J109	*****	*****
J97	*****	*****	J110	*****	*****
J98	*****	*****	J111	*****	*****
J99	*****	*****	J112	*****	*****
J100	*****	*****	J113	*****	*****
J101	*****	*****	J114	*****	*****
J102	*****	*****	J115	*****	*****
J103	*****	*****	J116	*****	*****

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
J104	*****	*****	J117	*****	*****
J105	*****	*****	J118	*****	*****
J106	*****	*****			
单元名称：表土场；面积：0.7623hm ²					
J119	*****	*****	J126	*****	*****
J120	*****	*****	J127	*****	*****
J121	*****	*****	J128	*****	*****
J122	*****	*****	J129	*****	*****
J123	*****	*****	J130	*****	*****
J124	*****	*****	J131	*****	*****
J125	*****	*****			

第三节 矿山地质环境保护治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

1、崩塌、滑坡、危岩和泥石流预防措施及治理工程

矿山开采期间对开采区边坡浮土石进行清除；修建排土场和表土场的浆砌石挡土墙，修建截排水沟、沉砂池等；此外，生产期期间定期进行崩塌、滑坡、危岩和泥石流等地质灾害监测。本方案设计的工程措施技术成熟，是现阶段常用的崩塌防治工程措施，技术难度不大，技术上可行。

2、地形地貌景观破坏的预防及治理工程

根据现状及预测评估分析，本矿山采矿活动对矿区地形地貌景观影响和破坏程度严重，方案设计露天采场台阶砌筑小挡墙，回覆土层种植植被，通过在边坡脚种、坡顶植攀缘植物对采场边坡掩盖覆绿，同时在整个服务年限内布置地形地貌景观破坏监测工程。以上工程措施简单，施工难度不大，技术上可行。

（二）经济可行性分析

根据对项目投资预算结果，本矿山地质环境保护与土地复垦工程总投资为 690.9560 万元，其中矿山地质环境保护治理费用 324.8712 万元，土地复垦费用 366.0848 万元，项目工程投资全部由采矿权人承担支付。矿山生产规模 30 万 t/a，年销售收入 2187.00 万元，扣除生产成本、年销售税金及相关的附加费，年净利润额 996.48 万元，总的来说，矿山经济效益较好，矿山地质环境治理费用有保障，本方案在经济上的可承受性上分析是可行的。

（三）生态环境协调性分析

矿山开采结束后，通过矿山地质环境治理工程的实施，采取种树植草绿化的恢复措施，品种优选矿山周边植被物种，使矿山生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，并向良性方向发展，有利于空气、土地质量的提高，这样的环境基本维持原来的生态平衡或优于原来的生态环境，同时与周边生态环境协调，适宜人、动物的活动及植物的生长。使环境得到和谐、持续的发展。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）土地复垦区土地利用现状及权属情况

本矿山复垦区范围即为采矿活动损毁土地范围，合计 27.1428hm²，地类有乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地及农村道路，不涉及基本农田，土地权属人为陆川县清

湖镇塘寨村，复垦区土地利用现状表具体详见表 5-3-1：

表 5-3-1 矿山复垦区（复垦责任范围）土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	土地权属	占总面积比例 (%)
编码	名称	编码	名称			
03	林地	0301	乔木林地	15.4075	清湖镇 塘寨村	56.76
		0307	其他林地	0.5593		2.06
04	草地	0404	其他草地	0.0804		0.30
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	11.0037		40.54
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0919		0.34
合计				27.1428		100.00

（二）土地复垦适宜性评价

1、土地复垦适宜性评价原则

（1）综合分析原则：待复垦土地除受区域气候、地貌、土壤、水文、地质等自然成土因素的影响外，还要受人为因素的影响，如土地破坏类型、破坏程度和利用方式等，故复垦后土地质量状况是各种因素综合作用的结果。

（2）主导因素原则：在土地利用中，土地质量可能因某一个因素的影响而有较显著的差异。这种情况下，在综合分析的基础上，要对主导因素做出较为准确的判断并对其影响重点考虑，以消除这种因素的影响。

（3）综合效益原则：复垦应当充分考虑国家和企业经济条件承受能力，以适度的复垦投入获得最佳的经济、生态和社会效益。

（4）农业用地优先原则：在评价被破坏土地复垦适宜性时，应当分别根据所评价土地的区域性和差异性具体条件确定其复垦利用方向，一般情况下原有农业用地仍应优先考虑复垦为农业用地，以贯彻保护农田的基本国策。

（5）复垦方向原则：复垦单元最终确定的复垦方向应符合当地国土空间规划和所涉及的土地权属人的意愿。

2、土地复垦适宜性评价依据

土地复垦适应性评价在详细分析项目区自然条件、社会经济以及土地利用现状的基础上，结合当地土地利用总体规划，依据国家和地方法律及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取可行性的办法，确定复垦利用方向，参考的主要依据如下：

（1）《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012）；

（2）《农用地定级规程》（GB/T 28405-2012）；

(3) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)。

3、初步复垦方向的确定

本方案复垦责任范围损毁土地原地类为乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地及农村道路，用地单元为露天采场、工业场地、临时排土场和表土场。矿山在生产过程中对土地损毁的方式主要表现为挖损损毁和压占损毁，土地损毁后，地表植被被破坏，土壤质地发生了变化，含砂量有所增加。本方案在确定复垦土地用途时，结合矿山实际情况，尊重土地权属人及主管部门的意见，根据《土地复垦技术要求与验收规范》(DB45/T 892-2012)并结合矿区特点及周边植被特点进行复垦规划。工业场地较平缓，拟复垦为乔木林地，同时部分复垦为农村道路；临时排土场为堆放矿山尾泥土的场地，其尾泥土作为复垦的有效土层，拟复垦为乔木林地；表土场为表土堆存区，后期表土运离后复垦为乔木林地；露天采场经采矿开挖后基岩裸露、表土缺失，覆土后其底部平台拟复垦为乔木林地，台阶平台复垦为其他草地。对于露天采场及工业场地内存在大于 35°的边坡，根据《土地复垦技术要求与验收规范》(DB45/T 892-2012)，不宜种植植被，方案设计采取于边坡坡脚处种植爬山虎，因此边坡范围不计入土地复垦面积。

4、土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价是土地复垦利用方向决策和改良途径选择的基础。按照一般土地适宜性评价步骤，首先对需进行评价的土地作土地质量调查编制图表，并依据国土空间规划方案，提出土地利用类型，两者进行匹配后，调节土地适宜性评价结果，最终确定复垦后土地利用类型。

(1) 复垦土地适宜性评价单元的划分

评价单元是土地适应性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农业畜牧业利用类型的适应性和适宜程度及其他地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据本矿山已损毁土地现在和拟损毁土地预测结果。在土地复垦适应性评价单元的划分上，根据各损毁土地的特征进行评价单元划分。评价单元应按以下原则进行划分：

- 1) 单元内部性质相对均一或相近；具有一定的可比性。
- 2) 单元之间具有差异性，能客观反映土地在一定时空上的差异性。
- 3) 单元内部的特征、复垦所采取的工程措施相似。

依据以上划分原则，本方案对复垦土地的评价单元划分结果见表 5-3-2。

表 5-3-2 待复垦土地适宜性评价单元划分结果

编号	评价单元					
	单元类型	原地类	损毁方式	损毁程度	面积 (hm ²)	主导限制因素
1	露天采场	乔木林地、其他林地、采矿用地	挖损	重度	21.3163	土壤含砂量增加、 有机质下降
2	工业场地	乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路	压占	重度	3.2790	
3	临时排土场	乔木林地、其他林地、采矿用地	压占	轻度	1.7852	
4	表土场	乔木林地、其他草地、采矿用地	压占	轻度	0.7623	
部分矿山道路保留农村道路，对采场边坡大于 35°的范围采取种植爬山虎复绿，不进行复垦适宜性评价						

(2) 待复垦土地单元适宜性评价

根据我国土地复垦技术标准要求，结合初步复垦方向、复垦措施及当地的自然条件，因本方案选定复垦为灌木林地的评价因子作为评价单元的参评因子，参评因子包括：土层厚度、土壤质地、地形坡度、pH 值、灌排条件、土壤有机质。提取各评价因子的特征值，再根据特征值求评价因子权重，得出的结果如表 5-3-3 所示。

评价因子权重计算公式： $R'=(B_i/\sum B_i)\times 100$

其中：

R' —为评价因子权重；

B_i —为评价因子特征值

$\sum B_i$ —为各评价因子特征值之和

表 5-3-3 适宜性评价参评因子权重

评价因子	坡度	土层厚度	土壤质地	pH 值	排灌条件	有机质含量
特征值	1.2011	0.9941	1.0332	0.8571	1.1714	0.9342
权重	19.40	16.06	16.69	13.84	18.92	15.09
调整后权重 (%)	19	16	17	14	19	15

不同的土地利用方向，其影响因素也不同，各因素之间的重要性也存在差异性。本方案初步设计复垦方向为乔木林地、其他草地和农村道路，复垦地类参评因子赋值分别如表 5-3-4 和表 5-3-5：

表 5-3-4 林地复垦适宜性评价参评因子赋值表

参评因子	高等适宜	中等适宜	勉强适宜	不适宜
地形坡度 (°)	<15	15~25	25~30	>30
分值	100	80	60	20
土层厚度 (cm)	>50	30~50	10~30	<10
分值	100	80	60	20
土壤质地	壤土	粘壤土、砂土	砂砾质	砾质

参评因子	高等适宜	中等适宜	勉强适宜	不适宜
分值	100	80	60	20
PH 值	6.0~7.5	5~6 或 7.5~8	4~5 或 8~9	<4 或 >9
分值	100	80	40	20
排水条件	有保证	基本保证	困难	无法排水
分值	100	80	60	20
有机质含量 (%)	>1.50	1.0~1.5	0.5~1.0	<0.5
分值	100	80	40	20

表 5-3-5 其他草地复垦适宜性评价参评因子赋值表

参评因子	高等适宜	中等适宜	勉强适宜	不适宜
地形坡度	<10	10~25	25~35	>35
分值	100	80	60	20
土层厚度 (cm)	>30	20~30	10~20	<10
分值	100	80	60	20
土壤质地	粘壤土	粘土	砂质土	砂土
分值	100	80	60	20
PH 值	6.0~7.5	5~6 或 7.5~8	4~5 或 8~9	<4 或 >9
分值	100	80	40	20
排水条件	有保证	基本保证	困难	无法排水
分值	100	80	60	20
有机质含量 (%)	>1.0	0.7~1.0	0.5~0.7	<0.5
分值	100	80	40	20

根据上述分析和对项目区各评价单元的实地考察,参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《农用地质量分等规程》(GB/T 28407-2012)、《农用地定级规程》(GB/T 28405-2012)中关于农用地的评价标准,对各评价因子进行分类,针对各单元、各评价因子进行打分,再采用加权平均的方法进行综合打分,按得分从高到低分为四级,依次为高等适宜(85~100分),中等适宜(70~85分),勉强适宜(60~70分),不适宜(<60分)。本项目土地适宜性评价采取以下评价模型评定各单元等级:

$$S=\sum P_i W$$

式中: S —各评价单元适宜性得分值

W —该评价因子权重

P_i —评价单元因子得分值

根据被评价单元各参评因子的基本特征(见表 5-3-6),引用上述公式对各个复垦单元的适宜性评价进行计算,计算结果见下表 5-3-7 所示:

表 5-3-6 复垦单元土地质量基本特征表

评价因子	评价单元					
	露天采场台阶平台	采场矿届外台阶平台	露天采场底部平台	工业场地	临时排土场	表土场
地形坡度(°)	2~5	2~10	2~10	2~5	2~10	2~10

土层厚度 (cm)	30 (覆土)	60 (覆土)	60 (覆土)	>60	>60	>60
土壤质地	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土	粘壤土
pH 值	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0	5.5~6.0
排水条件	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证	基本保证
有机质含 (g/kg)	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7	1.5~1.7

表 5-3-7 复垦单元适宜性评价分值表

评价因子	权重值	露天采场台阶平台		露天采场 底部平台	工业场地	临时排土 场	表土场
		其他草地	乔木林地	乔木林地	乔木林地	乔木林地	乔木林地
地形坡度	0.19	100	80	80	100	100	100
土层厚度	0.16	100	100	100	100	100	100
土壤质地	0.17	80	80	80	80	80	80
pH 值	0.14	80	80	80	80	80	80
排水条件	0.19	80	80	80	80	80	80
有机质含 量	0.15	100	100	100	100	100	100
适宜性评价最终得分		90	86.2	86.2	90	90	90
评价结果		高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜	高等适宜

5、最终复垦方向确定

根据表 5-3-7 计算表明,项目区各个复垦单元拟复垦为相应的地类的适宜性等级均为中等适宜及以上,本方案初定的复垦方向合理,本方案最终确定的复垦方向如表 5-3-8 所示:

表 5-3-8 评价单元评价结果及最终复垦方向汇总表

编号	评价单元				
	单元类型	原地类	最终复 垦方向	面积 (hm ²)	复垦措施
1	采场台阶平台	乔木林地、其他林地、采矿用地	乔木林地、其他草地	6.8216	回覆表土、种植乔木、撒播草籽
2	采场底部平台	乔木林地、其他林地、采矿用地	乔木林地	8.0727	回覆表土、种植乔木、撒播草籽
3	工业场地	乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地、农村道路	乔木林地	2.8895	回覆表土、种植乔木、撒播草籽
4	临时排土场	乔木林地、其他林地、采矿用地	乔木林地	1.7852	回覆表土、种植乔木、撒播草籽
5	表土场	乔木林地、其他草地、采矿用地	乔木林地	0.7623	回覆表土、种植乔木、撒播草籽
部分矿山道路保留农村道路,采场边坡大于 35°,均不种植被,不进行复垦适宜性评价					

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

根据土地复垦规划,本方案设计将各用地单元复垦地类有乔木林地、其他草地和农

村道路，不涉及水田，因此不进行水资源平衡分析。

2、采坑回填土方平衡分析

(1) 回填土料土方需求量

根据对矿山开采区地形条件，结合矿山剥离的废石土方量分析，为使采场复垦单元地形满足自然排水条件，设计露天采场北中部凹陷采坑在开采结束后回填至+180m 标高，本方案结合采场境界形态，采用水平分层法，对各采区容积进行估算，考虑岩土碎胀系数 1.15，经测算，露天采场回填土方需求量为 $33.29 \text{ 万 m}^3 \times 1.15 = 38.29 \text{ 万 m}^3$ ，具体计算详见表 5-2-9。

表 5-3-9 采坑回填土方量计算表

分段	断面高程 (m)	分层投影面积 (m ²)	分层间距 (m)	库容 (万 m ³)	计算公式
+150m~+160m	+150	3429	10.00	4.65	截椎形体积公式
	+160	5981			
+160m~+170m	+160	8983	10.00	10.79	梯形体积公式
	+170	12602			
+170m~+180m	+170	15186	10.00	17.85	梯形体积公式
	+180	20522			
合计			30.00	33.29	

(2) 回填土料土方平衡分析

矿区北部矿权陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿生产规模为 30 万 t/a，开采矿种为高岭土，采矿许可证有效期自 2022 年 10 月 28 日至 2049 年 10 月 28 日，生产期共 27 年，由于该矿权与本矿区临近，地质条件相似，且其生产期长于本矿山生产年限（21 年），因此后期本矿山回填采坑土方可采用该矿权生产废石土/尾泥。经了解，该矿山年产生废石土/尾泥约 10 万 m³，考虑本矿山开采顺序为由北至南，因此采坑回填工程在开采至矿区南部区域时即可开始实施，回填土方由本矿山业主与陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿签订协议后运至矿区北部采坑进行回填，平均运距约 2km，该工程在本矿山生产期内完成。因此，本矿山采坑回填土料基本有保证。

3、复垦用土需求量计算

(1) 露天采场：根据土地复垦规划，露天采场复垦为乔木林地和其他草地，其中露天采场底部平台复垦为乔木林地，设计回覆 0.60m 厚度的表土即可满足植被生长需求和验收要求，复垦为乔木林地面积 8.0727hm²，部分位于矿届外的采空平台范围复垦为乔木林地，设计回覆 0.60m 厚度的表土即可满足植被生长需求和验收要求，该部分复垦面积为 2.2041hm²；露天采场台阶平台复垦为其他草地，设计回覆 0.30m 厚的表土即可满足植被生长需求和验收要求，复垦为其他草地面积 4.6175hm²。经统计，考虑 7%的损失率，

则露天采场复垦表土需求量为 8.1197 万 m³。

(2) 工业场地：根据土地复垦规划，工业场地复垦为乔木林地的区域，设计采用表土回填树坑即可满足植被生长需求和验收要求，回填树坑规格为 0.60m×0.60m×0.60m，复垦密度为 6m²/株，复垦为乔木林地面积 2.8895hm²，经计算，考虑 7%的损失率，则工业场地复垦表土需求量为 0.0647 万 m³。

(3) 临时排土场：根据土地复垦规划，临时排土场复垦为乔木林地，因临时排土场为矿山尾泥土堆放周转区，尾泥土可作为有效土层，故设计采用表土回填树坑即可满足植被生长需求和验收要求，回填树坑规格为 0.60m×0.60m×0.60m，复垦密度为 6m²/株，复垦为乔木林地面积 1.7852hm²。经计算，考虑 7%的损失率，临时排土场复垦表土需求量为 0.0400 万 m³。

(4) 表土场：根据土地复垦规划，表土场复垦为乔木林地，设计采用表土回填树坑即可满足植被生长需求和验收要求，回填树坑规格为 0.60m×0.60m×0.60m，复垦密度为 6m²/株，复垦为乔木林地面积 0.7623hm²。经计算，考虑 7%的损失率，则表土场复垦表土需求量为 0.0171 万 m³。

经统计，本项目表土土方需求量为 8.2415 万 m³，具体计算详见表 5-3-10：

表 5-3-10 复垦工程土方需求量计算表

复垦单元	复垦地类	复垦面积 (hm ²)	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	损失率 (%)	土方需求量 (万 m ³)
露天采场底部平台	乔木林地	8.0727	8.0727	0.60	7.00	5.2082
露天采场台阶平台	乔木林地	2.2041	2.2041	0.60		1.4220
	其他草地	4.6175	4.6175	0.30		1.4895
工业场地	乔木林地	2.8895	2.8895	回填树坑		0.0647
临时排土场	乔木林地	1.7852	1.7852	回填树坑		0.0400
表土场	乔木林地	0.7623	0.7623	回填树坑		0.0171
合计		20.3313	20.3313			8.2415

3、土方供求平衡分析

据现场调查，项目为开采范围内土地地类林地、草地面积较大。未来采矿权人需在基建期及生产期按需收集表土，根据现场调查，矿区地类以林地和草地为主，可用作后期复垦用土层厚度约 0.7m，经计算，矿山生产期间约可收复垦用土 = 13.4536hm² × 0.7m = 9.4175 万 m³。根据以上土方需求量和土方供应量分析，本矿山土方供应量 9.4175 万 m³ 大于土方需求量 8.2415 万 m³，满足矿山复垦工程表土需求，考虑矿山采取边开采边复垦原则，表土剥离可跟随生产进度进行。

（四）土地复垦质量要求

根据复垦适宜性和可行性分析结果确定复垦利用方向，依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《土地复垦技术要求与验收规范》（DB45/T 892-2012）和《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016），结合本复垦方案及当地实际情况，制定本方案土地复垦标准，具体如下：

1、林地复垦标准

- （1）坡度 $\leq 25^\circ$ ；
- （2）土壤质地砂粘适中、壤土（轻、中、重质）；
- （3）有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤石砾含量 $\leq 20\%$ ；
- （4）土壤 PH 值 5.0~8.0，有机质 1.0~1.5%；
- （5）排水设施满足排水要求，防洪标准为 10 年一遇；
- （6）植被（树苗、草苗）恢复效果：一年后苗木成活率 85%以上；
- （7）产量：三年后基本达到周边地区同等土地利用类型水平。

2、其他草地复垦标准

- （1）地面坡度 $\leq 35^\circ$ ；
- （2）有效土层厚度 $\geq 20\text{cm}$ ，石砾含量 $\leq 20\%$ ；
- （3）土壤 pH 值 5~8；
- （4）排水设施满足排水要求，防洪标准为 10 年一遇；
- （5）土壤有机质 0.5~1.0%；
- （6）植被恢复效果：三年后覆盖率 85% 以上。

3、边坡生态复绿标准

- （1）爬山虎种植密度 2 株/m；
- （2）种植槽有效土层厚度 $\geq 20\text{cm}$ ，石砾含量 $\leq 20\%$ ；
- （3）土壤 pH 值 5.0~8.0；
- （4）土壤有机质 5~10 g/kg；
- （5）植被恢复效果：三年后覆盖率 85%以上。

第四节 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程设计

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防工程

（一）目标任务

1、目标

预防控制露天采场及生产辅助设施发生崩塌、滑坡、不稳定斜坡、危岩和泥石流等地质灾害，采取相应措施减少采矿活动对地形地貌景观、土地资源等地质环境的破坏和损毁。

2、任务

（1）矿山开采过程中必须严格按《开发利用方案》设计要求开采，严禁在坡脚从下到上进行掏挖，工作面禁止形成伞檐和空洞，严格控制边坡角度及高度，确保矿山开采安全性和可靠性。

（2）露天采场边坡浮土石清除、修坡。

（3）修建排土场、表土场挡土墙，修建矿区各场地上游截排水沟。

（4）布设矿山各边坡崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害/问题的监测工程。

（二）主要预防工程

1、矿山地质灾害/问题的预防措施

根据“矿山地质环境影响评估和土地损毁评估”章节评估结论，本方案设计的崩塌、滑坡等地质灾害及其他地质环境问题防治工程如下：

（1）边坡防护工程

1）矿山在开采过程中必须严格按照《开发利用方案》中设计的由上至下台阶式开采，开采过程中需控制爆破的药量，避免产生过大的震动引发边坡崩塌、滑坡崩塌地质灾害。

2）矿山公路开拓过程中采用合理的坡比和坡形进行切坡，避免形成高陡边坡，当边坡较高时应该采用梯形坡形，降低坡度，坡顶、坡脚修建排水沟，坡面采用草皮护坡。

3）在生产过程中，若发现滑坡、崩塌隐患的区域，要消除隐患或采取避让措施。

4）矿山开采应根据岩土层结构、构造条件，选择合理的坡角范围，严格按矿山开发利用方案设计的开采要素进行开采。

5）预防崩塌、滑坡等地质灾害的根本措施还在于加强矿山管理，严格按照科学合理的程序进行开采。

6）对形成高陡边坡的露天采场，应在采场边坡顶边界处内设置地质灾害警示牌，

避免人畜误入跌落。

7) 矿山在开采过程中, 需严格按《开发利用方案》设计边坡参数进行修坡, 采用机械清除坡面松动浮石、浮土, 防止开采时或开采结束后松动的浮土可能沿坡面滚落, 造成人员伤害和经济损失, 根据同等矿山开采经验, 结合矿山生产规模, 预计每年工程量为 1000m^3 , 矿山服务年限为 17.0 年, 合计 17000m^3 。清除开采过程中形成的浮土、浮石跟随矿山开采进度实施, 属矿山安全开采主体工程, 工程量及相应的投资不计入本节中。

8) 生产过程中做好边坡崩塌、滑坡的巡视监测工程 (详见“地质灾害监测”一节)

9) 露天采场边坡平台排水沟修筑工程

考虑采场上层边坡岩性均为残破积层-高岭土强风化层, 其结构构造已被完成风化, 结构松散, 呈砂土状, 稳定性差, 临空处易发生崩塌、滑坡等地质灾害。因此为防止采场上层土质边坡汇水冲刷边坡坡面引发地质灾害, 本方案设计在每级采场边坡形成后于坡底线处开挖排水沟将边坡汇水引入周边截水沟中。考虑排水沟汇水面积仅为上方边坡的面积, 面积不大, 故本方案不再对其过水能力进行验算, 根据类似矿山工程经验, 设计排水沟采用方形 M7.5 砂浆、MU30 块石浆砌结构, 宽为 0.5m, 深为 0.3m, 水沟底部采用碎石垫层, 垫层厚度 0.1m, 水沟两侧和底部采用砂浆抹面, 厚度 0.02m, 每 10m 设一道宽 2cm 的变形缝 (变形缝采用沥青麻筋充填)。露天采场台阶平台排水沟土方开挖断面为 $0.9\text{m} \times 0.4\text{m} = 0.36\text{m}^2$, 浆砌块石断面 0.12m^2 。台阶平台排水沟施工大样图详见附图 59, 修筑位置详见附图 55。

该工程跟随生产期进度进行, 各阶段施工工程量明细如下表 5-4-1:

表 5-4-1 露天采场台阶平台水沟修筑工程量分阶段统计表

实施阶段	排水沟修筑长度 (m)	水沟挖槽工程量 (m^3)	碎石垫层工程量 (m^3)	浆砌石工程量 (m^3)	变形缝工程量 (m^2)	砂浆抹面平面工程量 (m^2)	砂浆抹面立面工程量 (m^2)	实施时间
第一阶段	1778.2	640.2	160.0	213.4	53.3	889.1	1066.9	2027.1-2030.12
第二阶段	2667.3	960.2	240.1	320.1	80.0	1333.7	1600.4	2031.1-2035.12
第三阶段	4445.5	1600.4	400.1	533.5	133.4	2222.8	2667.3	2036.1-2042.12
合计	8891.0	3200.8	800.2	1066.9	266.7	4445.5	5334.6	

(2) 其他地质环境问题的预防措施

1) 截水沟修筑工程

结合矿区地形条件分析, 为防止露天采场、临时排土场及表土场上游汇水直接冲刷

场地引发边坡崩塌、滑坡和泥石流等地质环境问题，本方案设计在露天采场、临时排土场及表土场上游开挖修建共 4 条截水沟（编号 1~4#），截断场地上游季节性地表径流，并将其疏导至下游沟谷（具体位置详见附图 55）。

截水沟初步设计：截水沟均采用 M7.5 浆砌 MU30 块石梯形结构，底部采用 M7.5 水泥砂浆抹处理，水泥砂浆抹面厚度为 2.0cm，以达到保护截水沟及防渗的目的，截水沟尽量沿山坡等高线修筑，沟底纵向坡降（i）不大于 0.025。

截排水沟设计的流量为截排水沟上游控制的山坡集雨汇流面积形成的地表径流量，截排水沟设计流量采用《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ-T0219-2006）中的汇水面积设计流量公式计算即：

$$Q_p = 0.278 \phi S_p F$$

式中： Q_p —设计频率地表水汇流量（ m^3/s ）；

ϕ —当地径流系数，本项目区取 0.5；

S_p —设计降雨强度，十年一遇 1h 降雨强度，本项目区取 100.70mm/h；

F —排水沟控制的山坡集雨汇水面积（ km^2 ）；

0.278—单位换算系数。

根据矿区地形条件分析，设计修建的各截排水沟汇水面积及相应的洪峰流量计算结果见表 5-4-2：

表 5-4-2 截排水沟洪峰流量计算结果表

水沟名称	汇水面积 (km^2)	径流系数	设计降雨强度 (mm/h)	洪峰流量 (m^3/s)
1#截水沟	0.029	0.5	100.70	0.41
2#截水沟	0.018	0.5	100.70	0.25
3#截水沟	0.009	0.5	100.70	0.13
4#截水沟	0.014	0.5	100.70	0.20

根据各截排水沟的洪峰流量，设计的截排水沟保证不冲不淤的前提，采用明渠均匀流公式计算确定截排水沟的断面。

$$Q = \omega c \sqrt{Ri}$$

式中： Q —排水沟最大过流量（ m^3/s ）；

ω —过流断面面积（ m^2 ）；

C —流速系数，（ $C = \frac{1}{\eta} R^{1/6}$ ）；

η —糙率，浆砌沟取 0.03；

R —水力半径，m；

i —渠底纵坡；

此外，排水沟的弯曲段弯曲半径不应小于最小容许半径及沟底宽的 5 倍，其计算公式如下：

$$R_{\min}=1.1v^2A^{1/2}+12$$

式中： R_{\min} —最小容许半径（m）；

v —沟道水流流速（m/s）；

A —沟道过流断面面积（m²）。

将拟选的计算参数代入明渠均匀流公式，进行多次试算确定合理的截排水沟参数，截排水沟水力计算成果见表 5-4-3，截排水沟参数见表 5-4-4，截排水沟工程量计算见表 5-4-5，截水沟施工断面图详见附图 59。

经计算，截水沟挖土方工程量 655.29m³，浆砌石工程量 1436.97m³，变形缝工程量 143.70m²，砂浆抹面（平面）工程量 1008.40m²，砂浆抹面（立面）工程量 2657.13m²，矿山地质环境保护治理工程施工完成后，保留截水沟。工程实施时间：2026 年 1 月~2026 年 6 月。

表 5-4-3 截水沟水力计算成果表

水沟名称	下底宽 b (m)	边坡系数	沟深 H (m)	水深 h (m)	过流断面 (m ²)	湿周 (m)	水力 半径	糙率	水力坡降	流速系数	流速 (m/s)	最小弯曲半 径 (m)
1#截水沟	0.40	0.33	0.50	0.45	0.25	1.35	0.18	0.03	0.025	25.12	1.70	13.58
2#截水沟	0.40	0.33	0.40	0.35	0.18	1.14	0.16	0.03	0.025	24.53	1.54	13.11
3#截水沟	0.40	0.33	0.40	0.35	0.18	1.14	0.16	0.03	0.025	24.53	1.54	13.11
4#截水沟	0.40	0.33	0.40	0.35	0.18	1.14	0.16	0.03	0.025	24.53	1.54	13.11

表 5-4-4 截水沟参数表

参数 水沟名称	集雨面积 (km ²)	洪峰流量 (m ³ /s)	设计流量 (m ³ /s)	长度 (m)	水力坡降 (i)	糙率 (n)	截排水沟截面					
							上底宽 B (m)	底宽 b(m)	沟深 H(m)	水深 h (m)	净断面 (m ²)	砂浆抹面 厚度 (m)
1#截水沟	0.029	0.41	0.42	307	0.025	0.025	0.73	0.40	0.50	0.45	0.28	0.05
2#截水沟	0.018	0.25	0.28	574	0.025	0.025	0.66	0.40	0.40	0.35	0.21	0.05
3#截水沟	0.009	0.13	0.28	1611	0.025	0.025	0.66	0.40	0.40	0.35	0.21	0.05
4#截水沟	0.014	0.20	0.28	1835	0.025	0.025	0.66	0.40	0.40	0.35	0.21	0.05

表 5-4-5 截水沟工程量计算表

水沟编号	长度 (m)	断面面积 (m ²)	挖土方工程量 (m ³)	每米延长浆砌石 工程量 (m ³)	浆砌石工程量 (m ³)	变形缝工程量 (m ²)	砂浆抹面平 面工程量 (m ²)	砂浆抹面立 面工程量 (m ²)
1#截水沟	1257	0.28	372.86	0.57	716.49	71.65	502.80	1324.88
2#截水沟	476	0.21	106.36	0.57	271.32	27.13	190.40	501.70
3#截水沟	67	0.21	14.97	0.57	38.19	3.82	26.80	70.62
4#截水沟	721	0.21	161.10	0.57	410.97	41.10	288.40	759.93
合计	2521		655.29		1436.97	143.70	1008.40	2657.13

备注：截排水沟开挖断面为水沟断面×1.05

2) 沉砂池工程设计

为防治雨季露天采场、排土场、表土场地等中的地表水流夹带泥质颗粒物对下游地表水造成浑浊，本方案根据开采地形条件，设计于截水沟出水口开挖沉砂池用于处理采场废水，经过沉淀处理后方可外排（具体位置详见附图 55）。沉砂池采用矩形断面结构（详见附图 59），容积为 $8.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 2.0\text{m} = 64.0\text{m}^3$ 。

沉砂池入水口、出水口的断面尺寸与截排水沟的断面尺寸一致，均采用梯形断面结构，与截排水沟的衔接处采用 M7.5 砂浆浇筑，并于各个沉砂池附近要竖立 1 个不锈钢警示标志。沉砂池采用 M7.5 浆砌 MU30 片石砌筑，厚度约 0.3m，中间设一道回水墙，长×高为 $3.4\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，厚度 0.3m，沉砂池内侧采用 M7.5 砂浆抹面，厚度 2.0cm，则 1 个沉砂池开挖土方量为 $8.6\text{m} \times 4.6\text{m} \times 2.3\text{m} \times 1.1 = 100.09\text{m}^3$ ，砌体体积约 $8.6\text{m} \times 4.6\text{m} \times 2.3\text{m} - 8.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 2.0\text{m} + 3.4\text{m} \times 2.0\text{m} \times 0.3\text{m} = 29.03\text{m}^3$ ，M7.5 砂浆砂浆抹面（平面） $8.0\text{m} \times 4.0\text{m} = 32.0\text{m}^2$ ，抹面（立面）面积约 $(8.0\text{m} + 4.0\text{m}) \times 2.0\text{m} \times 2 + 3.4\text{m} \times 2.0\text{m} \times 2 = 61.60\text{m}^2$ 。

经计算，修建 4 个沉砂池需挖土方工程量为 400.36m^3 ，砌筑片石工程量为 116.12m^3 ，水泥砂浆抹面（平面）为 128.0m^2 ，水泥砂浆抹面（立面）为 246.40m^2 ，不锈钢警示牌 4 个。项目矿山地质环境保护治理工程施工完成后，保留沉砂池。工程实施时间 2026 年 1 月~2026 年 2 月。

3) 临时排土场、表土场挡土墙修筑工程

此前矿山已于矿区南西侧布置一临时排土场及一表土场，用于堆存矿山开采过程中产生的土方转运堆存，其中临时排土场占地面积约 1.7852hm^2 ，为一坑塘地形，堆土标高在 $+128\text{m} \sim +140\text{m}$ 之间，平均堆高约 8m，堆至 $+140\text{m}$ 时与周边地形齐平，库容量约 9.56 万 m^3 ；表土场占地面积约 0.7623hm^2 ，为一坑塘地形，堆土标高在 $+123\text{m} \sim +130\text{m}$ 之间，平均堆高约 7m，堆至 $+130\text{m}$ 时与周边地形齐平，库容量约 1.78 万 m^3 。

以上场地堆存的土方结构松散，遇雨水容易崩解，在自身重力、暴雨冲刷、及机械震动的影响下，可能引发崩塌、滑坡等地质环境问题，因此需在下流修筑挡土墙进行防护。挡土墙地基承载力要求 $\geq 200\text{kPa}$ ，墙体采用 M7.5 浆砌 MU30 片石结构，设计墙体高度为 2.0m，顶宽 0.5m，墙背坡率 1:0.4，墙趾台阶宽度 0.3m，基础深 0.5m，墙体设一排泄水孔，采用 110PVC 排水管，纵横间距为 1.5m，基础垫层需压实，开挖断面面积 0.8m^2 ，挡土墙断面积 2.0m^2 （挡土墙断面图详见附图 59）。挡墙设计为重力式挡墙，经北京理正软件详细验算，正常运行滑移最小安全系数 $K_c = 4.160$ ，大于规范要求的 1.3；倾覆最小安全系数 $K_0 = 9.967$ ，大于规范要求的 1.5，墙体的稳定性符合《滑坡防治工程

设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）的规定。经测算，两个场地的挡土墙总长度约 197m，挡土墙基础挖土方共 157.6m³，砌筑工程量共 394m³，伸缩缝工程量共 39.4m³。工程实施时间为 2026 年 1 月。考虑矿山地质条件复杂程度为复杂类型，矿山业主需委托相关资质单位对临时排土场以及表土场的工程地质条件进行勘察后再对该挡墙进行专项设计与施工，因此该部分工程投资计入主体工程，本方案不再计算投资。

2、含水层破坏的预防措施

根据预测评估结果，未来矿山采矿活动开挖强-半风化砂质高岭土将破坏含水岩组，采矿活动对局部含水层破坏和影响严重，对区域含水层影响程度较轻。

未来矿山需严格按“矿产资源开发利用”章节设计要求开采，合理控制开采强度，不超层开采，及时复垦，尽可能减轻影响。

3、水土环境污染的预防措施

根据预测评估结果，采矿活动对环境水源污染较轻，对周边地下水水质影响较轻。本矿山开挖的矿石为强-半风化砂质高岭土，矿石中的有益、有害组分很低对周边环境无污染。本方案针对矿山实际情况提出以下预防措施：

（1）生活用水采用化粪池处理。

（2）矿区内的工业垃圾、生活垃圾等要进行集中堆放，及时拉走处理，防止对水体等造成二次污染。

4、矿区地形地貌景观破坏和土地损毁的预防措施

（1）严格按照“矿产资源开发利用”章节设计要求进行开采，尽量避免或减少破坏土地资源。

（2）合理堆放固体废弃物，充分利用现有场地选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌的破坏，同时应加强相应的监测工程。

二、地质环境治理工程设计

（一）目标任务

（1）目标：坚持科学发展，最大限度地避免或减轻采矿活动引发的矿山环境地质问题和地质灾害危害，减少对地质环境的影响和破坏，减轻对地形地貌景观及含水层的影响和破坏，恢复矿山生产用地单元生态环境，掩盖采矿痕迹，最大限度和修复矿山地质环境。

（2）任务：采用边开采边治理的方式，各治理区种植植被，恢复地形地貌景观。

（二）地质灾害治理工程

矿山开采结束后,为防止露天采场边坡部分再生裂隙切割形成的边坡浮石、浮土对矿山地质环境影响,本方案设计对矿山最终形成的露天采场边坡实施一次全面的检查清理工作,据同等矿山开采经验,结合矿山生产规模,则预计需开采结束后边坡清除浮石工程量约为 4012m^3 。清除方式采用机械结合人工撬动方式清除,工程实施时间 2043 年 1 月。

(三) 含水层破坏治理工程

根据预测评估结果,未来矿山采矿活动开挖强-半风化砂质高岭土将破坏含水岩组,对局部含水层有影响严重,对区域含水层影响程度较轻,矿山需严格按照设计进行开采,不超层开采。本方案针对含水层破坏不部署专门的治理工程。

(四) 水土环境污染治理工程

根据预测评估结果,采矿活动对环境水源污染较轻,对周边地下水水质影响较轻。本矿山开挖矿体为强-半风化砂石高岭土,矿石中的有益、有害组分很低对周边环境无污染。

矿坑充水来源主要为大气降水,经沉淀处理后可外排,对下游地下水水质污染较轻;矿区生活、生产过程中产生一定的生活污水及机器油污水等,不得与雨水一同排放,需收集统一处理,经水质检测合格后方可排放,实现雨污分流。采场机器产生的油污可采用移动水灌收集,工业场地的加工设备油污及生活污水可修建专门的污水处理池,因采面动态变化和工业场地具体布置还未确定,故本方案不做具体部署。

矿石经开采后运至工业场地加工、破碎后销售,矿山开采加工过程中对土壤不存在污染,因此,本方案针对水土环境污染不部署专门的治理工程。

(五) 地形地貌景观破坏治理工程

1、露天采场台阶平台外侧挡墙砌筑工程

为防止各露天采场台阶平台复垦区在土壤重构后因雨水冲刷造成水土流失,设计在露天采场每一级平台外侧位置砌筑一道挡土墙,外侧小挡墙与采场边坡组合形成储土槽,在回填表土后可防止水土流失,配合土地复垦工程,对地形地貌景观进行有效防治。外侧挡墙采用干砌 MU30 片石结构(干砌可利用片石之间空隙泄水),砌筑高度为 0.30m,宽度为 0.30m,修筑位置需与边坡坡顶线保存 0.5m 的安全

经统计,总需要砌筑长度约为 8496m,砌筑工程量为 764.64m^3 。(施工大样图详见图 5-4-5,各阶段砌筑采场台阶平台外侧挡墙工程量统计详见表 5-4-6。

表 5-4-6 露天采场外挡墙修筑工程量分阶段统计表

实施阶段	外侧挡墙修筑长度 (m)	干砌石工程量 (m ³)	实施时间
第一阶段	1699	152.93	2027.1-2030.12
第二阶段	2549	229.39	2031.1-2035.12
第三阶段	4248	382.32	2036.1-2042.12
合计	8496	764.64	

图 5-4-5 采场台阶外侧挡墙施工大样图

2、露天采场底部平台挡墙排水沟砌筑工程

矿山开采过程中，为防止露天采场底部平台覆土流失，同时将场地积水有效地疏导至外围排水系统，本方案设计在露天采场底部平台边缘修筑两道小挡墙，内侧（靠近边坡一侧）的小挡墙与边坡组合形成爬山虎种植槽，上部预留 0.4m 的宽度；两道小挡墙组合形成内排水沟，可将采场内部边坡地表径流疏导至场地外（具体布置详见附图 54），挡墙均采用 M7.5 砂浆浆砌 MU30 片石结构，采用 M7.5 砂浆抹面，厚度 2.0cm。采场底部平台挡墙砌筑高度为 0.6m，宽度为 0.3m，经统计，露天采场底部平台排水沟长度合计 1495m，浆砌石工程量合计为 538.2m³，砂浆抹面（平面）工程量为 598m²，砂浆抹面（立面）工程量为 1794m²。施工时间为 2043 年 2 月。

（六）地质环境防治工程量统计

表 5-4-7 矿山地质环境防治工程量统计表

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程（2026 年 1 月-2030 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	预防工程				
1	截水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	655.29	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	浆砌石水沟	m ³	1436.97	等于水沟断面×长度	
(3)	砂浆抹面（平面）	m ²	1008.40	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(4)	砂浆抹面（立面）	m ²	2657.13	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(5)	变形缝	m ²	143.70	等于截排水沟断面×数量	
2	沉砂池修筑工程				
1)	人工挖土方	m ³	400.36	8.6m×4.6m×2.3m×1.1×4=400.36m ³	
2)	砌筑片石	m ³	116.12	(8.6m×4.6m×2.3m-8.0m×4.0m×2.0m+3.4m×2.0m×0.3m)×4=116.12m ³	
3)	砂浆抹面（平面）	m ²	128	8.0m×4.0m×4=128m ²	厚度 2.0cm
4)	砂浆抹面（立面）	m ²	246.40	((8.0+4.0)m×2.0m×2+3.4m×2.0m×2)×4=246.40m ²	厚度 2.0cm
5)	警示牌	个	4	每个沉砂池 1 个	
3	露天采场台阶平台排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	640.20	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	碎石垫层	m ³	160.00	等于水沟底面×长度	
(3)	浆砌块石	m ³	213.40	等于水沟断面×长度	
(4)	变形缝	m ²	53.30	等于排水沟断面×数量	
(5)	砂浆抹面（平面）	m ²	889.10	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(6)	砂浆抹面（立面）	m ²	1066.90	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	治理工程				
1	露天采场台阶平台外侧小挡墙工程				
1)	浆砌片石	m ³	152.93	等于小挡墙断面×长度	
二	第二阶段防治工程（2031 年 1 月-2035 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	预防工程				
1	露天采场台阶安全平台排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	960.20	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	碎石垫层	m ³	240.10	等于水沟底面×长度	

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
(3)	浆砌块石	m ³	320.10	等于水沟断面×长度	
(4)	变形缝	m ²	80.00	等于排水沟断面×数量	
(5)	砂浆抹面（平面）	m ²	1333.70	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(6)	砂浆抹面（立面）	m ²	1600.40	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	治理工程				
1	露天采场台阶安全平台外侧小挡墙工程				
1)	浆砌片石	m ³	229.39	等于小挡墙断面×长度	
三	第三阶段防治工程（2036年1月-2042年12月，共7.0年）				
(一)	预防工程				
1	露天采场台阶安全平台排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	1600.40	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	碎石垫层	m ³	400.10	等于水沟底面×长度	
(3)	浆砌块石	m ³	533.50	等于水沟断面×长度	
(4)	变形缝	m ²	133.40	等于排水沟断面×数量	
(5)	砂浆抹面（平面）	m ²	2222.80	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(6)	砂浆抹面（立面）	m ²	2667.30	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	治理工程				
1	露天采场台阶安全平台外侧小挡墙工程				
1)	浆砌片石	m ³	382.32	等于小挡墙断面×长度	
四	第四阶段防治工程（2043年1月-2046年12月，共4.0年）				
(一)	治理工程				
1	边坡浮土石清除工程	m ³	4012	需清除边坡面积×厚度 面积按边坡 50%计	
2	采场底部平台挡墙排水沟砌筑工程				
1)	浆砌块石	m ³	538.20	等于小挡墙断面×长度×2	
2)	砂浆抹面（平面）	m ²	598.00	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
3)	砂浆抹面（立面）	m ²	1794.00	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm

三、矿区土地复垦工程

（一）目标任务

根据当地土地利用总体规划、土地权属人意见以及与周边地类相协调等因素，确定矿山各损毁单元最终复垦方向及复垦工程实施前后地类面积对照表详见表 5-4-8；通过实施全部复垦工程，获得乔木林地 15.7138hm²、其他草地 4.6175hm²、农村道路 0.1729hm²，合计 20.5042hm²，土地复垦率 75.54%。对于露天采场边坡大于 35°的区域，根据《土地复垦技术要求与验收规范》（DB45/T 892-2012），不宜种植植被复垦，方案设计于坡顶和坡底种植爬山虎进行复绿，此部分范围不计入复垦面积，且因该部分面积较大（> 6.6386hm²），使得整体复垦率不足 80%。

表 5-4-8 矿山土地复垦前后地类及面积对照表

面积单位: hm²

场地名称				露天采场		工业场地		临时排土场		表土场		合计		面积 增减
地类														
一级地类		二级地类		损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	损毁	复垦	
03	林地	0301	乔木林地	14.9571	10.2768	0.0273	2.8895	0.2424	1.7852	0	0.7623	15.4075	15.7138	0.3063
		0307	其他林地	0.0235	0	0.1591	0	0.3767	0	0	0	0.5593	0	-0.5593
04	草地	0404	其他草地	0	4.6175	0.0023	0	0	0	0.0781	0	0.0804	4.6175	4.5371
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	6.3357	0	2.9984	0	1.1661	0	0.5035	0	11.0037	0.0000	-11.0037
10	交通运输用地	1006	农村道路	0	0	0.0919	0.1729	0	0	0	0	0.0919	0.1729	0.0810
损毁合计				21.3163		3.2790		1.7852		0.7623		27.1428		-6.6386
复垦合计				14.8943		3.0624		1.7852		0.7623		20.5042		
复垦率%				75.54										

（二）土地复垦工程设计

1、表土收集及存放工程

（1）表土收集

根据“土方平衡分析”章节，为保证后期复垦覆土来源，未来采矿权人需在基建期及生产期收集表土。

（2）表土堆放及养护固化工程

矿山此前设置一表土场于矿区南西侧 1 号拐点附近的洼地中，用于堆存矿山生产过程中收集的表土。表土场面积 0.7623hm^2 ，堆土标高在 $+127\sim+130\text{m}$ 间，平均堆高 7m ，表土场库容 1.7787万 m^3 ，考虑矿山随着生产进度边开采边复垦，因此每阶段仅需收集至表土场盈满即可，该场地基本上满足每阶段的复垦用土堆存需求。

由于表土存放时间超过一个水文年，为防止水土流失，并保护有益的土壤微生物群活跃，在堆置表土表面撒播草籽，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，可采取混播方式，撒播面积 0.7623hm^2 ，该表土场服务年限至矿山开采结束，即 17.0 年，撒播标准为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ ，每阶段撒播一次（共 17 次），撒播草籽工程量合计 10.6722hm^2 ，草籽需求量为 320.16kg ，工程实施时间为 2026 年 1 月~2042 年 12 月。

2、露天采场台阶复垦工程

根据土地复垦规划，露天采场台阶平台复垦为其他草地，面积为 4.6175hm^2 ，位于矿区界外的采空平台复垦为乔木林地，面积为 2.2041hm^2 ，根据绿色矿山建设要求，本方案设计采用“边开采，边治理复垦”的方式进行，即露天采场每级台阶开采至终了时即刻开始实施土地复垦工程，结合矿山开采进度，设计在 2027 年 1 月开始实施工程，具体工程设计如下：

（1）覆土工程

露天采场台阶平台复垦为其他草地，设计回覆 0.30m 厚度的表土即可满足植被生长需求和验收要求，复垦为其他草地面积 4.6175hm^2 ，露天采场矿届外采空平台复垦为乔木林地，设计回覆 0.6m 厚度的表土即可满足植被生长和验收要求，复垦为乔木林地面积 2.2041hm^2 ，考虑 7% 的损失率，则露天采场台阶平台覆土工程量 2.9115万 m^3 ，平均运距 1.0km 。各阶段覆土工程量统计见表 5-4-9：

表 5-4-9 露天采场台阶平台覆土工程量分阶段统计表

实施阶段	复垦面积 (hm^2)	损失率 (%)	表土覆土工程量 (万 m^3)	实施时间
第一阶段	3.1276	7	1.7199	2027.1-2030.12
第二阶段	1.3853		0.4469	2031.1-2035.12
第三阶段	2.3088		0.7448	2036.1-2042.12
合计	6.8216		2.9115	

(2) 植被恢复工程

1) 露天采场矿届外采空平台复垦为乔木林地范围设计种植周边常见且市场上可购买的乔木品种，树苗品种选松树，种植密度为 $6.0\text{m}^2/\text{株}$ (株距 \times 行距= $2.0\text{m}\times 3.0\text{m}$)，松树树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm，按穴坑规格挖坑深 0.5m 左右，施加商品有机肥 1.0kg (有机质含量 $\geq 45\%$) 和 1kg 复合肥，肥料不可直接接触树根，根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。露天采场矿届外采空平台拟复垦为乔木林地面积 2.2041hm^2 ，需种植松树 3674 株。于基建期结束后开始实施复垦工程，工程实施时间为 2027 年 1 月~2027 年 3 月。

2) 露天采场台阶平台复垦为其他草地，草籽撒播标准为 $30\text{g}/\text{hm}^2$ ，面积 6.8216hm^2 ，共需草籽 204.65kg，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草，为达到复垦要求，可采取混播方式。各阶段草籽工程量统计见表 5-4-10：

表 5-4-10 露天采场台阶平台撒播草籽工程量分阶段统计表

实施阶段	复垦面积 (hm^2)	撒播草籽 (hm^2)	实施时间
第一阶段	3.1276	3.1276	2027.1-2030.12
第二阶段	1.3853	1.3853	2031.1-2035.12
第三阶段	2.3088	2.3088	2036.1-2042.12
合计	6.8216	6.8216	

3) 种植爬山虎

当露天采场台阶平台绿化槽内回填表土后，采用“上爬下挂”的方法在露天采场边坡的上、下边沿接触线处种植爬山虎，种植方法：以项目的回填表土为爬山虎扦插基质，将处理后的插条直接插入基质中，压实后及时喷、灌水。经测算，该单元需种植爬山虎的边坡总长 20673m，按 $0.5\text{m}/\text{株}$ 的密度进行栽种，需栽种爬山虎 41346 株。各阶段爬山虎种植工程量统计见表 5-4-11：

表 5-4-11 露天采场台阶平台种植爬山虎工程量分阶段统计表

实施阶段	边坡线长度 (m)	种植密度 (株)	栽种爬山虎 (株)	实施时间
第一阶段	6264	2 株/m	12528	2027.1-2030.12
第二阶段	5403		10807	2031.1-2035.12
第三阶段	9006		18011	2036.1-2042.12
合计	20673		41346	

3、露天采场底部平台复垦工程

根据土地复垦规划，露天采场底部平台复垦为乔木林地，面积为 8.0727hm^2 ，其中矿区北中部+150m~+180m 凹陷开采所形成的采坑需在开采结束后采用废石土回填采坑至满足自然排水条件的标高（+180m）后方可开展全面的复垦工程，因此露天采场底部平台在矿山开采结束后即开始实施土地复垦工程（第四阶段），具体工程设计如下：

（1）采坑回填工程

根据前文计算，矿山开采结束后需对矿区北中部的凹陷采坑进行回填以满足自然排水条件，回填废石土工程量 38.29 万 m^3 ，该工程为计入矿山主体工程投资中，工程实施时间 2043 年 1 月~2043 年 3 月。

（2）土地平整工程

为使矿区北中部采场底部平台在回填后场地地形条件满足复垦需要，在实施表土回覆前需采取土地平整工程措施，主要为挖高填低。平整厚度平均按 0.5m 计算，回填区域面积为 2.0534hm^2 ，则土地平整工程量 $2.0534\text{hm}^2 \times 0.5\text{m} = 1.0267 \text{ 万 m}^3$ 。工程实施时间为 2043 年 4 月。

（3）覆土工程

露天采场底部平台复垦为乔木林地，设计回覆 0.60m 厚的表土即可满足植被生长需求和验收要求，复垦乔木林地面积 8.0727hm^2 ，则露天采场底部平台覆土工程量为 5.2082 万 m^3 ，平均运距 1.0km。工程实施时间为 2043 年 5 月。

（4）植被恢复工程

1) 种植乔木

露天采场底部平台拟复垦为乔木林地，根据当地植被种植情况，设计种植周边常见且市场上可购买的乔木品种，树苗品种选松树，种植密度为 $6.0\text{m}^2/\text{株}$ （株距×行距=2.0m×3.0m），松树树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm，按穴坑规格挖坑深 0.5m 左右，施加商品有机肥 1.0kg（有机质含量≥45%）和 1kg 复合肥，肥料不可直接接触树根，根部不

能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。露天采场底部平台拟复垦为乔木林地面积 8.0727hm^2 ，需种植松树 13455 株。工程实施时间为 2043 年 5 月~2043 年 6 月。

2) 撒播草籽

露天采场底部平台复垦为乔木林地设计采取乔草结合方式，草籽撒播标准为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需撒播草籽范围即为复垦乔木林地范围，面积 8.0727hm^2 ，需撒播草籽 242.18kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草。工程实施时间为 2043 年 5 月~2043 年 6 月。

4、工业场地复垦工程

根据土地复垦规划，工业场地拟复垦为乔木林地面积 2.8895hm^2 ，复垦为矿山道路 0.1729hm^2 ，该单元在矿山开采结束后实施，具体工程设计如下：

(1) 临时建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，需对工业场地中临时建（构）筑物的砌体进行拆除，拆除方式采用机械方式，结合类似矿山经验，估算拆除工程量约 1500m^3 。工程实施时间为 2043 年 7 月。

(2) 地面硬化层铲除

预计该场地范围内局部采用水泥砂浆硬化，厚平均约为 10cm ，总硬化面积约占该单元复垦为乔木林地面积的 50%，本方案设计在进行覆土之前，需对场地地面水泥硬化层进行彻底铲除，经计算，该单元地面水泥硬化层铲除方量约为 1000m^3 。工程实施时间为 2043 年 7 月。

(3) 废渣清理

对拆除的建（构）筑物除可重复回收利用的块石及部分材料外，其它废渣（约占拆除工程量的 30%）和场地铲除出的硬化层废渣需进行清理，清理的废渣运至露天采场回填在底部平台中，则清理废渣工程量： $1500\text{m}^3 \times 30\% + 1000\text{m}^3 = 1450\text{m}^3$ 。工程实施时间为 2043 年 7 月。

(4) 覆土工程

根据土地复垦规划，工业场地复垦为乔木林地范围采用表土回填树坑即可满足植被生长要求。经计算，该单元覆土工程量 0.0647 万 m^3 。工程实施时间为 2043 年 8 月。

(5) 植被恢复工程

1) 种植乔木

根据当地植被种植情况，复垦为乔木林地范围按株行距 $2.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ 交叉坑栽乔木，

选种乔木树苗品种为松树。松树树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm，按穴坑规格挖坑深 0.5m 左右，施加商品有机肥 1.0kg（有机质含量 $\geq 45\%$ ）和 1kg 复合肥，肥料不可直接接触树根，根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。工业场地拟复垦为乔木林地面积 2.8895hm²，需种植松树 4816 株。工程实施时间为 2043 年 8 月。

2) 撒播草籽

本方案设计对工业场地采取乔草结合方式防止水土流失，草籽撒播面积 2.8895hm²，撒播标准为 30kg/hm²，需草籽 86.69kg，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草。工程实施时间为 2043 年 8 月。

5、临时排土场复垦工程

根据土地复垦规划，临时排土场拟复垦乔木林地面积 1.7852hm²，该单元服务于矿山整个生产年限，即开采结束后立即实施复垦工程，工程设计如下：

(1) 覆土工程

根据土地复垦规划，临时排土场复垦为乔木林地采用表土回填树坑即可满足植物生长要求。经统计，排土场覆土工程量 0.0400hm²，平均运距 0.5km。工程实施时间为 2043 年 9 月。

(2) 植被恢复工程

1) 种植乔木

根据当地植被种植情况，复垦为乔木林地范围按株行距 2.0m \times 3.0m 交叉坑栽乔木，选种乔木树苗品种为松树。松树树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的袋装苗木，径粗大于 3.0cm，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm，按穴坑规格挖坑深 0.5m 左右，施加商品有机肥 1.0kg（有机质含量 $\geq 45\%$ ）和 1kg 复合肥，肥料不可直接接触树根，根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。临时排土场复垦为乔木林地面积 1.7852hm²，需种植松树 2975 株。工程实施时间为 2043 年 9 月。

2) 撒播草籽

本方案设计对临时排土场复垦为乔木林地范围采取撒播草籽的乔草结合方式防止水土流失，草籽撒播面积 1.7852hm²，撒播标准为 30kg/hm²，需草籽 53.56kg，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草。工程实施时间为 2043 年 9 月。

6、表土场复垦工程

根据土地复垦规划，表土场拟复垦乔木林地面积 0.7623hm²，该单元服务于矿山整个生

产年限，即矿山开采结束后实施复垦工程，具体工程设计如下：

（1）建（构）筑物拆除

矿山开采结束后，采用机械方式拆除表土场挡土墙，拆除的工程量 102m^3 ，工程实施时间为 2043 年 10 月。

（2）废渣清理

拆除的废渣可运露天采场底部平台中填埋（运距约 0.5km ），则清理废渣工程量 102m^3 ，工程实施时间为 2043 年 10 月。

（3）覆土工程

表土场复垦为乔木林地，设计采用表土回填树坑即可满足植被生长需求和验收要求，树坑规格为 $0.60\text{m}\times 0.60\text{m}\times 0.60\text{m}$ ，复垦为乔木林地面积 0.7623hm^2 ，考虑 7% 的损失率，则表土场复垦覆土工程量 0.0171 万 m^3 。工程实施时间为 2043 年 10 月。

（4）植被恢复工程

1）种植乔木

根据当地植被种植情况，复垦为乔木林地范围按株行距 $2.0\text{m}\times 3.0\text{m}$ 交叉坑栽乔木，乔木树苗品种松树。松树树苗要求及种植方法：苗高约 70cm 的苗木，径粗大于 3.0cm ，带土团，土团直径和高度分别不小于 15cm 和 25cm ，按穴坑规格挖坑深 0.5m 左右，施加商品有机肥 1.0kg （有机质含量 $\geq 45\%$ ）和 1kg 复合肥，肥料不可直接接触树根，根部不能露出地面，然后回覆表土，踩实，浇水。表土场复垦为乔木林地面积 0.7623hm^2 ，需种植松树 1271 株。工程实施时间为 2043 年 10 月。

2）撒播草籽

方案设计该单元复垦采取乔草结合方式防治水土流失，草籽撒播面积 0.7623hm^2 ，撒播标准为 $30\text{kg}/\text{hm}^2$ ，需草籽 22.87kg ，草籽品种选择适合当地生长的草种，如糖蜜草、蜈蚣草。工程实施时间为 2043 年 10 月。

（三）矿区土地复垦工程量统计

表 5-4-12 矿山土地复垦工程量统计表

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段复垦工程（2026 年 1 月-2030 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	复垦工程				
1	表土收集	m ³	17787	等于表土场面积×堆土高度	运距 1.0km
2	表土存放及固化（撒播草籽）	hm ²	3.8115	等于表土场面积×5 次	
3	露天采场台阶复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	17199	等于复垦面积×覆土厚度÷（1-7%损失率）	运距 0.5km
2)	种植乔木	株	3674	种植密度为 6.0m ² /株	松树
3)	撒播草籽	hm ²	3.1276	等于台阶复垦面积	糖蜜草、蜈蚣草
4)	种植爬山虎	株	12528	按为 0.5m/株的密度种植	
二	第二阶段复垦工程（2031 年 1 月-2035 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	复垦工程				
1	表土收集	m ³	17787	等于表土场面积×堆土高度	运距 1.0km
2	表土存放及固化（撒播草籽）	hm ²	3.8115	等于表土场面积×5 次	
3	露天采场台阶复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	4469	等于复垦面积×覆土厚度÷（1-7%损失率）	运距 0.5km
2)	撒播草籽	hm ²	1.3853	等于台阶复垦面积	糖蜜草、蜈蚣草
3)	种植爬山虎	株	10807	按为 0.5m/株的密度种植	
三	第三阶段复垦工程（2036 年 1 月-2042 年 12 月，共 7.0 年）				
(一)	复垦工程				
1	表土收集	m ³	17787	等于表土场面积×堆土高度	运距 1.0km
2	表土存放及固化（撒播草籽）	hm ²	5.3361	等于表土场面积×7 次	
3	露天采场台阶复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	7448	等于复垦面积×覆土厚度÷（1-7%损失率）	运距 0.5km
2)	撒播草籽	hm ²	2.3088	等于台阶复垦面积	糖蜜草、蜈蚣草
3)	种植爬山虎	株	18011	按为 0.5m/株的密度种植	
四	第四阶段复垦工程（2043 年 1 月-2046 年 12 月，共 4.0 年）				
(一)	复垦工程				
1	露天采场底部平台复垦工程				
1)	采坑回填	m ³	332900.00		计入主体

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
					工程
2)	土地平整	m ³	10267	等于平整面积×平整厚度 0.5m	
3)	覆土工程	m ³	52082	等于复垦面积×覆土厚度÷ (1-7%损失率)	运距 0.5km
4)	种植乔木	株	13455	种植密度为 6.0m ² /株	松树
5)	撒播草籽	hm ²	8.0727	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
2	工业场地复垦工程				
1)	构筑物拆除	m ³	1500	等于砌体体积之和	
2)	地面硬化层清除	m ³	1000	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	1450	等于构筑物拆除方量 30%+ 地面硬化层清除方量	运距 1.0km
4)	覆土工程	m ³	647	等于复垦面积×回填树坑规 格	运距 0.5km
5)	种植乔木	株	4816	种植密度为 6.0m ² /株	松树
6)	撒播草籽	hm ²	2.8895	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
3	临时排土场复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	400	等于复垦面积×回填树坑规 格	运距 0.5km
2)	种植乔木	株	2975	种植密度为 6.0m ² /株	松树
3)	撒播草籽	hm ²	1.7852	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草
4	表土场复垦工程				
1)	挡土墙拆除	m ³	102.0	等于砌体体积之和	
2)	废渣清理	m ³	102.0	等于砌体体积之和	运距 0.5km
3)	覆土工程	m ³	171	等于复垦面积×回填树坑规 格	运距 0.5km
4)	种植乔木	株	1271	种植密度为 6.0m ² /株	松树
5)	撒播草籽	hm ²	0.7623	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、 蜈蚣草

四、矿山地质环境监测工程

(一) 目的任务

矿山开采过程中要切实加强矿山地质环境监测工作，明确监测的内容，适时监测，及时发现问题，调整矿山开采方案或部署相应的治理工程，防患于未然。

(二) 地质灾害监测

本矿山设计采用露天开采方式开采，未来受采矿活动开挖扰动、机械振动影响，局部可能存在崩塌、滑坡、危岩和泥石流等地质灾害隐患，地质灾害监测的对象主要为露

天采场、工业场地、表土场、排土场和矿山道路等用地单元边坡。

1、监测点布设：布置于露天采场、工业场地、表土场、临时排土场和矿山道路等用地单元，共布设 24 个地质灾害监测点（详见附图 55）。

2、监测内容：主要为矿山生产期间人工巡视，雨季定期对浮石进行排查。通过定期目视监测、记录地质灾害/问题监测点有无异常变化，了解地质灾害演变特征，及时发现边坡是否存在开裂、拉张等微观变化，及时捕捉地质灾害前兆信息。

3、监测方法：宏观变形监测，即采用人工巡视监测结合测量仪器测量（钢卷尺、全站仪），监测边坡变形情况。

4、监测频率：每月巡视 1 次，每次 5 人，雨季加密适当加密，尤其是强降雨过后及时巡查。

5、技术要求：监测的技术要求应符合《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）有关规定。

6、监测时限：监测时限为本方案的服务年限，即自 2026 年 1 月至 2046 年 12 月。

（三）含水层监测

1、监测项目及监测点布设

根据对矿山含水层的现状及预测评估结果，预测矿山的地下采矿活动对地下水含水层影响和破坏程度较严重，预测采矿活动对矿区水土环境污染较轻，未来矿山在按设计要求开挖沉砂池、淋滤水集中处理的同时，仍需加强矿区及周边地下水、地表水水质和水位监测。

（1）水质监测：根据对采矿活动对地表水、地下水水质影响分析，本方案设计共布置 4 个水质监测点（详见附图 55），分别位矿区下游两处水塘及周边溪流、村庄溪流各一处监测点。监测矿区及配套设施排水对周边地下水和地表水的水质影响情况。选取参加评分的项目为色度、浊度、PH、总硬度（ CaCO_3 ）、固溶物、硫酸盐（ SO_4^{2-} ）、氨氮（ NH_4^+ ）、铁（Fe）、锰（Mn）、锌（Zn）、镉（Cd）、铅（Pb）、高锰酸钾指数 COD_{Mn} 、硝酸盐 NO_3^- 、亚硝酸盐 NO_2^- 、氟化物 F^- 、砷 As、硒 Se 等。

（2）水位水量监测：根据对采矿活动对地表水、地下水水位影响分析，本方案设计布置 5 个水位监测点（详见附图 55），分别位矿区下游两处水塘、矿区东侧水塘及周边溪流、村庄溪流各一处监测点。监测地表水、地下水水位水量。

2、监测方法及监测频率

地下水、地表水水质采取水样分析，地表水参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）

III类标准，地下水参照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准；水位监测采用人工电位水位计测量。每年枯、平、丰水期各监测一次，即每年取样3次，监测时间为2026年1月至2046年12月。

（四）地形地貌景观监测

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），地形地貌景观监测包括生产过程中对矿区地形地貌景观破坏的监测和闭坑后对地形地貌景观恢复的监测。

地形地貌景观监测点：布置在各个破坏单元。

监测项目：各破坏单元的范围、面积和程度。

监测方法：以地形图测量法为主，全站仪人工实地测绘，测量精度不小于1:500。

监测频率：1次/年。

监测技术要求：执行《1:500、1:1000、1:2000地形图数字化规范》（GB/T17160-1997）及《工程测量规范》（GB 50026-2007）。

监测工程量及时限：对各个用地单元的地形地貌景观破坏情况进行每年测量一次，监测面积27.1428hm²，监测年限为本方案的服务年限，即2026年1月至2046年12月（共21次），监测工程量合计5.7000km²。

（五）主要工程量

根据上述地质环境监测设计，测算矿山地质环境监测工程量统计见表5-4-13：

表 5-4-13 矿山地质环境监测工程量统计表

监测位置	点数	监测内容	监测方法	监测频率	监测时限	工程量
露天采场工作面边坡及终了边坡、排土场等边坡	24	地质灾害监测	巡视监测、位移监测	1次/月，每次5工日	2026.1-2046.12	1260工日
矿山用地单元	4	地形地貌景观破坏监测	采用全站仪人工实地测量	每年1次	2026.1-2046.12	5.7000km ²
分别位矿区下游两处水塘及周边溪流、村庄溪流	4	水质监测	取水样化验	每年3次	2026.1-2046.12	252组
分别位矿区下游两处水塘、东侧水塘及周边溪流、村庄溪流、	5	地表水位和流量监测、地下水位监测	人工皮尺、流速仪、电位水位计实地测量	每年3次	2026.1-2046.12	315次

五、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

在矿山生产过程中对土地损毁的监测目的是为了掌握矿山生产建设用地范围面积、地类及权属情况，是否超出本方案预测损毁土地范围或存在二次损毁土地情况，根据监

测成果尽可能地减少矿山用地范围；矿区土地复垦工程实施后对土地复垦效果监测目的是为了监测种植植被的生长情况，同时根据植被生产情况对其进行开展管护工作，使项目所复垦的地类达到复垦质量要求，按时向自然资源主管部门提出验收申请。

（二）土地复垦监测

本矿山土地复垦监测内容包括土地损毁与土地复垦效果监测两方面。

1、土地损毁监测

监测内容：监测各损毁土地单元每年的损毁范围、面积、地类等情况，与预测损毁土地结果进行对比分析。

监测范围：每个损毁土地单元。

监测方法：用卷尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照预测图、土地利用现状图记录损毁地类、面积和权属等情况。

监测频率：每年 1 次，每次 5 人。

监测时间：为本方案的服务年限，2026 年 1 月至 2046 年 12 月。

2、土地复垦效果监测

（1）监测内容

本项目主要为复垦植被监测，主要对种植的植物长势、覆盖度进行监测，并记录数据。

（2）监测点的布设

复垦效果监测共布置 9 个监测点（详见附图 54）。

（3）监测方法

采用抽样方随机调查法，巡视观测植被生长情况；主要对植被长势、覆盖度进行巡视监测。

4）监测频率及时间

每个单元每年 1 次，每次 5 人，监测时间为实施土地复垦工程结束后的 3.0 年，监测时间为 2044 年 1 月至 2046 年 12 月。

（三）土地复垦管护

（1）林地管护

1）本矿山复垦林地乔木林地，管护措施主要包括在幼林时期以防旱施肥、补植一级防止人畜破坏，每年追肥 1 次。

2）植被补种：本项目管护期 3.0 年，每年管护 1 次，种植的乔木和草籽每年补种率

按复垦工程植入量的 10%计，工程实施时间为 2044 年 1 月至 2046 年 12 月。

（2）爬山虎管护设计

对种植爬山虎的管护主要是对种植的爬山虎苗进行补种，管护期 3.0 年，补种率按复垦工程植入量的 10%计，工程实施时间 2044 年 1 月至 2046 年 12 月。

（四）主要工程量

根据上述土地复垦监测设计，测算土地复垦复垦监测与管护工程量汇总见表 5-4-14:

表 5-4-14 土地复垦监测与管护工程量统计表

监测/管护项目及内容	监测/管护频率	监测/管护时限	工程量
土地损毁监测	每年 1 次，每次 5 人	2026.1-2046.12	105 工日
土地复垦效果监测	每年 1 次，每次 5 人	2044.1-2046.12	60 工日
林地管护	每年管护 1 次，共 3 年	2044.1-2046.12	120 工日
松树补种	1 次/年，按 10%补种	2044.1-2046.12	7857 株
草籽补种	1 次/年，按 10%补种	2044.1-2046.12	6.0994hm ²
爬山虎补种	1 次/年，按 10%补种	2044.1-2046.12	12404 株

第五节 经费预算

一、预算说明

（一）投资预算的依据及费用计算说明

本方案投资预算根据《方案编制技术要求》要求，主要参照广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额的有关规定进行编制。本方案投资预算费用暂时参考相关依据如下：

1、原则上以 2007 年《广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额》、《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》（桂水基〔2007〕38 号）及相关配套文件为主。如部分工程中所选择的主要定额标准无定额标准的，则可参照其他定额标准作为依据，无定额标准的可参照同类或类似商品（服务）市场价，并作说明；

2、《广西壮族自治区国土资源厅关于印发广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》的通知（桂国土资规〔2017〕4 号）；

3、《关于发布<广西壮族自治区水利水电工程概（预）算补充定额>的通知》（桂水基〔2014〕41 号）；

4、《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》（桂水基〔2016〕1 号）；

5、《自治区水利厅关于调整水利工程增值税计算标准的通知》（桂水建设〔2019〕4 号）；

6、《广西壮族自治区人力资源和社会保障厅广西壮族自治区财政厅关于印发降低社会保险费率实施方案的通知》（桂人社规〔2019〕9 号）；

7、方案编制委托合同；

8、《玉林市建设工程造价信息》（2025 年 5 月）；

9、当地材料市场价格；

10、《广西壮族自治区水利水电工程概（预）算补充定额》（2015 版）；

11、《财政部国土资源部关于印发土地开发整理项目概算定额标准的通知》（财综〔2011〕128 号文）；

12、《广西壮族自治区财政厅国土资源厅<国土资源部关于印发土地开发整理项目概算定额标准的通知>》（桂财建〔2012〕21 号）；

13、《广西壮族自治区人民政府关于降低实体经济企业成本若干措施的意见》（桂政发〔2016〕20 号）；

14、《广西壮族自治区水利厅关于调整水利工程安全文明施工措施费费率的通知》（桂水建设〔2023〕4 号）。

（二）费用项目组成

水利水电工程建设项目预算划分为工程部分和移民与环境部分，本项目不涉及移民与环境部分，工程部分由建筑工程、机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、临时工程、独立费用、预备费和建设期融资利息等七项组成。本项目工程主要为建筑工程，结合本项目特点，不涉及机电设备及安装工程、金属结构设备及安装工程、临时工程和建设期融资利息等内容。

（三）费用计算

1、建筑及安装工程费

工程费由直接工程费、间接费、企业利润、价差和税金组成。

（1）直接工程费

直接工程费由直接费、其他直接费、现场经费组成。

1) 直接费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

①人工费的计算按《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》（桂水基〔2016〕1号）等有关规定计取，工人预算单价为7.46元/工时，其中3.46元/工时进入直接费，超过部分（4.0元/工时）的人工预算单价在工程单价计算表的价差项内计算。

②主要材料费预算价格计算公式为：材料费预算价格=（材料原价+包装费+运杂费）×（1+采购保管费率）+运输保险费。

柴油、汽油、水泥、砂石、水、电等材料价格及其他材料预算价格均参考《玉林市建设工程造价信息》（2025年第5期）中的陆川县除税信息价。

③施工机械使用费定额的计算：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) 其他直接费

其他直接费=直接费×其他直接费率之和。

其它直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费和其他。

冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。按直接费的0.5%~1.0%算，其中不计冬季施工增加费的地区取0.5%，计算冬季施工增加费的地区取1.0%。结合项目实际情况，冬雨季施工增加费费率按1.0%计取，取费基础为直接费。

夜间施工增加费：指施工场地和公用施工道路的照明费用。实行一班制作业的工程，不得计算此项费用。本项目没有夜间作业工程。

安全文明施工措施费：指为保证施工现场安全、文明施工所发生的各种措施费用。
按直接费的百分率计算，建筑工程取 1.5%，植物措施取 0.5%，安装工程取 1.0%。

其他：按直接费的百分率计算，其中建筑工程、植物措施取 1.0%，安装工程取 1.5%。

因此，其他直接费=直接费×其他直接费率之和，建筑工程费率=1.0+1.5+1.0=3.5%；
植物工程费率=1.0+0.5+1.0=2.5%。

3) 现场经费。

根据工程性质不同现场经费标准分为枢纽工程、其他水利水电工程两部分标准，对于一些施工条件复杂的其他水利水电工程（如小水电站、中型以上泵站）可执行枢纽工程的费率标准。根据本项目性质，现场经费费率应执行其他水利水电工程现场经费标准，如表 5-1-1 所示。

表 5-5-1 现场经费费率表

序号	工程类别	计算基础	现场经费费率（%）		
			合计	临时设施费	现场管理费
一	建筑工程				
1	土方工程	直接费	4	2	2
2	石方工程	直接费	6	2	2
3	土石填筑工程	直接费	6	2	4
4	混凝土浇筑工程	直接费	6	3	3
5	模板工程	直接费	6	3	3
6	钻孔灌浆及锚杆工程	直接费	7	3	4
7	疏浚工程	直接费	5	2	3
8	其他工程	直接费	5	2	3
二	机电、金属结构设备安装工程	人工费	45	20	25

（2）间接费

间接费=管理费+社会保障及企业计缴费

1) 管理费=人工费×间接费率

2) 社会保障及企业计缴费=人工费×费率

根据工程性质不同，间接费标准分为枢纽工程、其他水利水电工程两部分标准。对于一些施工条件复杂的其他水利水电工程（如小水电站、中型以上泵站）可执行枢纽工程的费率标准。根据本项目性质，间接费率应执行其他水利水电工程现场经费标准，如表 5-5-2 和表 5-5-3 所示。

表 5-5-2 管理费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率 (%)
			其他水利水电工程
一	建筑工程		
1	土方工程	直接工程费	3.7
2	石方工程	直接工程费	5.7
3	土石填筑工程	直接工程费	5.8
4	混凝土工程	直接工程费	3.7
5	模板工程	直接工程费	5.7
6	钻孔灌浆及锚固工程	直接工程费	6.6
7	疏浚工程	直接工程费	4.6
8	植物措施	直接工程费	3.8
9	其他工程	直接工程费	4.8
二	机电、金属结构设备安装工程	人工费	47

表 5-5-3 社会保障及企业计提费费率表

序号	名称	费率 (%)	序号	名称	费率 (%)
1	养老保险费	16	5	生育保险费	0.5
2	失业保险费	0.5	6	住房公积金	5
3	医疗保险费	6	7	工会经费	2
4	工伤保险费	1.3	8	职工教育经费	1.5
合计			32.8		

(3) 企业利润

依据《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》（桂水基〔2007〕38号），企业利润按直接工程费和间接费之和的 7.0% 计算。

(4) 价差

《玉林市建设工程造价信息》（2025 年第 5 期）中的陆川县除税信息价与《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》中的材料基价计算。

材料价差=材料用量×（材料预算价-材料基价）。

工人预算单价为 7.46 元/工时，其中 3.46 元/工时进入直接费，超过部分（4.0 元/工时）的人工预算单价在工程单价计算表的价差项内计算。

(5) 税金

税金 =（工程费+间接费+企业利润+材料价差）×税率。

根据“桂水建设〔2019〕4 号”文，自 2019 年 4 月 1 日起，一般计税方法的增值税税率调整为 9%，结合矿山企业性质（为一般纳税人）及项目情况，本项目适用一般计税方法，故本方案税金费率取 9%。

2、设备费

本项目不涉及设备的购置。

3、临时工程费

包括导流工程、施工交通工程、施工场外供电工程、缆机平台工程、施工房屋建筑工程以及其他施工临时工程六部分组成。结合本项目工程特点，本项目不计临时工程费。

4、独立费用

独立费用由建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费、建设及施工场地征收费和其他组成。

(1) 建设管理费

建设管理费包括项目建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、前期工作咨询服务费和项目技术经济评审费等。根据《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》，结合本项目性质，各项费用取费情况如下：

1) 项目建设管理费

①建设单位开办费取 0 万元；

②建设单位管理费，建设单位管理费请参照“财建〔2016〕504 号”文说明收取，本项目工程总预算小于 1000 万元，费率取 1.5%；

③工程管理经常费，本项目建筑及安装工程费小于 500 万元，费率取 2.0%，即建筑及安装工程费的 2.0%。

2) 工程建设监理费：按照国家发展和改革委员会、建设部发改价格〔2007〕670 号文的规定计算，详见表 5-5-4。该项费用土地复垦工程与矿山地质环境防治工程共用，计入土地复垦工程中。

表 5-5-4 施工监理服务收费基价表

序号	计费额	收费基价	序号	计费额	收费基价
1	≤100	4.63	10	40000	708.2
2	300	11.25	11	60000	991.4
3	500	16.5	12	80000	1255.8
4	1000	30.1	13	100000	1507
5	3000	78.1	14	200000	2712.5
6	5000	120.8	15	400000	4882.6
7	8000	181.0	16	600000	6835.6
8	10000	218.6	17	800000	8658.4
9	20000	393.4	18	1000000	10390.1

3) 联合试运转费

本项目无机电安装工程，不计联合试运转费。

4) 前期工作咨询服务费

项目施工前不再需编制《项目建议书》及《项目可行性研究报告》，本方案不计该

项费用。

5) 项目技术经济评审费

以建筑及安装工程费、永久设备费、建设征地和移民安置补偿费之和为计费基础，按 0.1%~0.5% 计算。技术复杂、建设难度大的项目取上限，反之取下限，本项目技术经济评审费费率取值 0.5%。

表 5-5-5 项目技术经济评审费费率表

序号	计费额（万元）	计算基础	费率（%）
1	300	建筑及安装工程费、永久设备费、建设征地和移民安置补偿费之和	0.5
2	500		0.42
3	1000		0.35
4	3000		0.3
5	5000		0.2
6	10000		0.15
7	20000		0.1

（2）生产准备费

生产准备费指项目的生产、管理单位为准备正常的生产运行或管理发送的费用，包括生产及管理单位提前进厂费、生产职工培训费、管理用具购置费、备品备件购置费和工器具及生产家具购置费。

1) 生产及管理单位提前进厂费

本项目属改扩建工程，不涉及生产及管理单位提前进厂费。

2) 生产职工培训费

本项目属改扩建工程，不涉及生产职工培训费。

3) 管理用具购置费

根据本项目施工特点，按建筑及安装工程费的 0.02% 计算。

4) 备品备件购置费

本项目不涉及设备费，故不考虑备品备件购置费。

5) 生产家具购置费

本项目不涉及设备费，故不考虑备品备件购置费。

（3）科研勘察设计费

科研勘察设计费为工程建设所需的科研、勘察和设计等费用，包括工程科学研究试验费和工程勘察设计费。

1) 工程科学研究试验费：结合本项目施工特点，不涉及工程科学研究试验费。

2) 工程勘察设计费：按建筑及安装工程费的 3% 计算。

（4）建设及施工场地征用费

本项目无建设及施工场地征用费。

（5）其他

由工程平行检测费、工程保险费、招标业务费、工程验收抽检费、其他税费等组成。

1）工程平行检测费：按建筑及安装工程费的 0.2%~0.4% 计算，本项目取 0.4%。

2）工程保险费：按建筑及安装工程费的 4.5‰~5‰ 计算，本项目取 5‰。

3）招标业务费

本项目不涉及招标业务费。

4）工程验收抽检费：按建筑及安装工程费的 0.3%~0.6% 计算，本项目取 0.4%。

5）其他税费

其他税费主要包括建筑工程意外伤害保险费、水资源报告评价费、地质灾害及地震安全性评价费、工程安全鉴定费、水利工程确权划界费等，根据本项目性质，只计建筑工程意外伤害保险费，按一至四部分建筑及安装工程费的 3‰ 计算。

5、预备费

预备费包括基本预备费和价差预备费。

（1）基本预备费主要为解决在工程施工过程中，经上级批准的设计变更和国家政策性变动增加的投资以及为解决意外事故而采取的措施所增加的工程项目和费用，按工程一至五部分投资合计的 5% 计算。

（2）价差预备费

价差预备费是指目在建设期内因价格等变化引起工程造价变化的预留费用。费用内容包括人工、设备、材料、施工机械等的价差费。

价差预备费的测算方法，一般根据国家规定的投资综合价格指数，按预算年份价格水平的投资额为基数，采用复利的方法计算，其计算公式为：

$$PC = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^t - 1]$$

式中：PC—涨价预备费；

I_t —第 t 年的各项投资之和；

n —建设期；

f —建设期价格上涨指数

根据广西壮族自治区统计局网站查询的相关数据，2015~2024 年广西壮族自治区居

民消费物价指数（CPI）年度涨幅分别为 1.5%、1.6%、1.6%、2.3%、3.7%、2.25%、0.9%、1.9%、-0.2%、0.2%，平均 1.58%，综合考虑本方案动态投资价差预备费率取 3.0%。

6、建设期融资利息

根据国家财政金融政策规定，工程在建设期内需偿还并应计入工程总投资的融资利息。本项目不涉及融资利息计算。

二、矿山地质环境防治工程经费预算

（一）矿山地质环境防治总工程量

矿山地质环境防治工程包括矿山地质环境预防工程量、治理工程量、监测工程量，本项目矿山地质环境防治工程量汇总详见表 5-5-6。

表 5-5-6 矿山地质环境防治工程量汇总表

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段防治工程（2026 年 1 月-2030 年 12 月，共 5.0 年）				
（一）	预防工程				
1	截水沟修筑工程				
（1）	水沟挖土方	m ³	655.29	等于水沟开挖断面×长度	
（2）	浆砌石水沟	m ³	1436.97	等于水沟断面×长度	
（3）	砂浆抹面（平面）	m ²	1008.40	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
（4）	砂浆抹面（立面）	m ²	2657.13	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
（5）	变形缝	m ²	143.70	等于截排水沟断面×数量	
2	沉砂池修筑工程				
1)	人工挖土方	m ³	400.36	$8.6\text{m} \times 4.6\text{m} \times 2.3\text{m} \times 1.1 \times 4 = 400.36\text{m}^3$	
2)	砌筑片石	m ³	116.12	$(8.6\text{m} \times 4.6\text{m} \times 2.3\text{m} - 8.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 2.0\text{m} + 3.4\text{m} \times 2.0\text{m} \times 0.3\text{m}) \times 4 = 116.12\text{m}^3$	
3)	砂浆抹面（平面）	m ²	128	$8.0\text{m} \times 4.0\text{m} \times 4 = 128\text{m}^2$	厚度 2.0cm
4)	砂浆抹面（立面）	m ²	246.40	$((8.0 + 4.0)\text{m} \times 2.0\text{m} \times 2 + 3.4\text{m} \times 2.0\text{m} \times 2) \times 4 = 246.40\text{m}^2$	厚度 2.0cm
5)	警示牌	个	4	每个沉砂池 1 个	
3	露天采场台阶平台排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	640.20	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	碎石垫层	m ³	160.00	等于水沟底面×长度	
(3)	浆砌块石	m ³	213.40	等于水沟断面×长度	
(4)	变形缝	m ²	53.30	等于排水沟断面×数量	

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
(5)	砂浆抹面（平面）	m ²	889.10	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(6)	砂浆抹面（立面）	m ²	1066.90	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	治理工程				
1	露天采场台阶平台外侧小挡墙工程				
1)	浆砌片石	m ³	152.93	等于小挡墙断面×长度	
(三)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	240	每个月 1 次，每次 4 工日	
2	地下（表）水水位计流量监测	次	75	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
3	地下（表）水水质监测	组	60	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
4	地形地貌景观监测	km ²	1.3571	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	
二	第二阶段防治工程（2031 年 1 月-2035 年 12 月，共 5.0 年）				
(一)	预防工程				
1	露天采场台阶安全平台排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	960.20	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	碎石垫层	m ³	240.10	等于水沟底面×长度	
(3)	浆砌块石	m ³	320.10	等于水沟断面×长度	
(4)	变形缝	m ²	80.00	等于排水沟断面×数量	
(5)	砂浆抹面（平面）	m ²	1333.70	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(6)	砂浆抹面（立面）	m ²	1600.40	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	治理工程				
1	露天采场台阶安全平台外侧小挡墙工程				
1)	浆砌片石	m ³	229.39	等于小挡墙断面×长度	
(三)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	240	每个月 1 次，每次 4 工日	
2	地下（表）水水位计流量监测	次	75	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
3	地下（表）水水质监测	组	60	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
4	地形地貌景观监测	km ²	1.3571	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	
三	第三阶段防治工程（2036 年 1 月-2042 年 12 月，共 7.0 年）				
(一)	预防工程				

序号	防治工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
1	露天采场台阶安全平台排水沟修筑工程				
(1)	水沟挖土方	m ³	1600.40	等于水沟开挖断面×长度	
(2)	碎石垫层	m ³	400.10	等于水沟底面×长度	
(3)	浆砌块石	m ³	533.50	等于水沟断面×长度	
(4)	变形缝	m ²	133.40	等于排水沟断面×数量	
(5)	砂浆抹面（平面）	m ²	2222.80	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
(6)	砂浆抹面（立面）	m ²	2667.30	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	治理工程				
1	露天采场台阶安全平台外侧小挡墙工程				
1)	浆砌片石	m ³	382.32	等于小挡墙断面×长度	
(三)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	336	每个月 1 次，每次 4 工日	
2	地下（表）水水位计流量监测	次	105	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
3	地下（表）水水质监测	组	84	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
4	地形地貌景观监测	km ²	1.9000	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	
四	第四阶段防治工程（2043 年 1 月-2046 年 12 月，共 4.0 年）				
(一)	治理工程				
1	边坡浮土石清除工程	m ³	4012	需清除边坡面积×厚度 面积按边坡 50%计	
2	采场底部平台挡墙排水沟砌筑工程				
1)	浆砌块石	m ³	538.20	等于小挡墙断面×长度×2	
2)	砂浆抹面（平面）	m ²	598.00	等于水沟长度×宽度	厚度 2.0cm
3)	砂浆抹面（立面）	m ²	1794.00	等于水沟长度×高度×2	厚度 2.0cm
(二)	监测工程				
1	地质灾害监测	工日	192	每个月 1 次，每次 4 工日	
2	地下（表）水水位计流量监测	次	60	每年监测 3 次，共 5 个监测点	
3	地下（表）水水质监测	组	48	每年监测 3 次，共 4 个监测点	
4	地形地貌景观监测	km ²	1.0857	每年监测 1 次，范围为各个用地单元	

(二) 投资预算及单项工程费用构成

经预算，本矿山地质环境防治工程动态总投资为 324.8712 万元，其中，静态总投资 244.4088 万元，价差预备费 80.4624 万元，费用明细见下列表：

表 5-5-7 矿山地质环境防治工程投资预算结果表

阶段	年度	静态投资 (元)	价差预备费 (元)	动态投资 (元)
第一阶段工程 (2026.1-2030.12)	2026 年	597851	17936	615787
	2027 年	79817	4861	84678
	2028 年	79817	7401	87219
	2029 年	79817	10018	89835
	2030 年	79817	12713	92530
小计		917121	52928	970049
第二阶段工程 (2031.1-2035.12)	2031 年	90186	17501	107687
	2032 年	90186	20731	110917
	2033 年	90186	24059	114245
	2034 年	90186	27486	117672
	2035 年	90186	31016	121202
小计		450929	120794	571723
第三阶段工程 (2036.1-2042.12)	2036 年	102029	39203	141231
	2037 年	102029	43440	145468
	2038 年	102029	47804	149832
	2039 年	102029	52299	154327
	2040 年	102029	56929	158957
	2041 年	102029	61697	163726
	2042 年	102029	66609	168638
小计		714200	367981	1082181
第四阶段工程 (2043.1-2046.12)	2043 年	277822	195152	472974
	2044 年	28005	21102	49107
	2045 年	28005	22575	50580
	2046 年	28005	24092	52097
小计		361837	262921	624758
合计		2444088	804624	3248712

注：价差预备费的计费基数由每阶段的静态投资按月分摊计算

表 5-5-8 工程项目预算总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	206.8181			206.8181
(一)	第一阶段防治工程	77.6066			77.6066
(二)	第二阶段防治工程	38.1575			38.1575
(三)	第三阶段防治工程	60.4355			60.4355
(四)	第四阶段防治工程	30.6186			30.6186
二	机电设备及安装工程				
三	金属结构设备及安装工程				
四	临时工程				
五	独立费用				25.9522
(一)	建设管理费			16.4385	
(二)	生产准备费				
(三)	科研勘察设计费			6.2045	
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			3.3092	
	一至五部分投资合计	206.8181		25.9522	232.7703
	基本预备费(5%)				11.6385
	静态总投资				244.4088
	价差预备费				80.4623502
	建设期融资利息				
	工程部分总投资				244.4088
II	移民与环境投资				
一	征地移民补偿				
二	水土保持工程				
三	环境保护工程				
	移民与环境总投资				
III	工程投资总计				
	静态总投资				244.4088
	总投资				324.8712

表 5-5-9 工程部分总预算表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垆尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：万元

编号	工程或费用名称	建筑工程费	安装工程费	设备购置费	独立费用	合计	占总投资比例(%)
一	建筑工程	206.8181				206.8181	88.85
(一)	第一阶段防治工程	77.6066				77.6066	
(二)	第二阶段防治工程	38.1575				38.1575	
(三)	第三阶段防治工程	60.4355				60.4355	
(四)	第四阶段防治工程	30.6186				30.6186	
二	机电设备及安装工程						
三	金属结构设备及安装工程						
四	临时工程						
五	独立费用				25.9522	25.9522	11.15
(一)	建设管理费				16.4385	16.4385	
(二)	生产准备费						
(三)	科研勘察设计费				6.2045	6.2045	
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				3.3092	3.3092	
	一至五部分投资合计	206.8181			25.9522	232.7703	100
	基本预备费					11.6385	
	静态总投资					244.4088	
	价差预备费					80.4624	
	建设期融资利息						
	总投资					324.8711502	

表 5-5-10 建筑工程预算表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垆尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
第一部分 建筑工程						2068180.82
一		第一阶段防治工程				776065.52
(一)		预防工程				624133.03
1		截水沟修筑工程				436612.30
(1)	1	挖掘机挖渠道土方，Ⅲ类土	m ³	655.29	27.36	17928.73
(2)	2	浆砌块石，排水沟	m ³	1436.97	237.97	341955.75
(3)	3	常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油	m ²	143.7	88.81	12762.00
(4)	4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	1008.4	14.87	14994.91
(5)	5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	2657.13	18.43	48970.91
2		沉砂池修筑工程				45590.20

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
(1)	1	挖掘机挖渠道土方，Ⅲ类土	m ³	400.36	27.36	10953.85
(2)	2	浆砌块石，排水沟	m ³	116.12	237.97	27633.08
(3)	4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	128	14.87	1903.36
(4)	5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	246.4	18.43	4541.15
(5)	7	设立警示牌	个	4	139.69	558.76
3		露天采场台阶平台排水沟修筑工程				141930.53
(1)	1	挖掘机挖渠道土方，Ⅲ类土	m ³	640.2	27.36	17515.87
(2)	6	人工铺筑碎石垫层（混凝土）	m ³	160	225.09	36014.40
(3)	2	浆砌块石，排水沟	m ³	213.4	237.97	50782.80
(4)	3	常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油	m ²	53.3	88.81	4733.57
(5)	4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	889.1	14.87	13220.92
(6)	5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	1066.9	18.43	19662.97
(二)		治理工程				33444.26
1		露天采场台阶平台外侧小挡墙工程				33444.26
(1)	13	干砌块石，排水沟	m ³	152.93	218.69	33444.26
(三)		监测工程				118488.23
1	8	地质灾害监测	工日	240	79.05	18972.00
2	11	水质监测	组	60	1077.58	64654.80
3	12	地下水位、水量监测工程	次	75	349.41	26205.75
4	9	地形地貌景观监测	km ²	1.3571	6378.07	8655.68
二		第二阶段防治工程				381575.20
(一)		预防工程				212921.67
1		露天采场台阶平台排水沟修筑工程				212921.67
(1)	1	挖掘机挖渠道土方，Ⅲ类土	m ³	960.2	27.36	26271.07
(2)	6	人工铺筑碎石垫层（混凝土）	m ³	240.1	225.09	54044.11
(3)	2	浆砌块石，排水沟	m ³	320.1	237.97	76174.20
(4)	3	常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油	m ²	80	88.81	7104.80
(5)	4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	1333.7	14.87	19832.12
(6)	5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	1600.4	18.43	29495.37
(二)		治理工程				50165.30
1		露天采场台阶平台外侧小挡墙工程				50165.30
(1)	13	干砌块石，排水沟	m ³	229.39	218.69	50165.30
(三)		监测工程				118488.23
1	8	地质灾害监测	工日	240	79.05	18972.00
2	11	水质监测	组	60	1077.58	64654.80
3	12	地下水位、水量监测工程	次	75	349.41	26205.75
4	9	地形地貌景观监测	km ²	1.3571	6378.07	8655.68
三		第三阶段防治工程				604354.54
(一)		预防工程				354861.08

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
1		露天采场台阶平台排水沟修筑工程				354861.08
(1)	1	挖掘机挖渠道土方，Ⅲ类土	m ³	1600.4	27.36	43786.94
(2)	6	人工铺筑碎石垫层（混凝土）	m ³	400.1	225.09	90058.51
(3)	2	浆砌块石，排水沟	m ³	533.5	237.97	126957.00
(4)	3	常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油	m ²	133.4	88.81	11847.25
(5)	4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	2222.8	14.87	33053.04
(6)	5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	2667.3	18.43	49158.34
(二)		治理工程				83609.56
1		露天采场台阶平台外侧小挡墙工程				83609.56
(1)	13	干砌块石，排水沟	m ³	382.32	218.69	83609.56
(三)		监测工程				165883.90
1	8	地质灾害监测	工日	336	79.05	26560.80
2	11	水质监测	组	84	1077.58	90516.72
3	12	地下水位、水量监测工程	次	105	349.41	36688.05
4	9	地形地貌景观监测	km ²	1.9	6378.07	12118.33
四		第四阶段防治工程				306185.56
(一)		治理工程				211394.85
1		边坡浮土石清除工程				41363.72
(1)	10	挖掘机开挖一般石方，V 级岩石	m ³	4012	10.31	41363.72
2		露天采场底部平台挡墙排水沟砌筑工程				170031.13
(1)	2	浆砌块石，排水沟	m ³	538.2	237.97	128075.45
(2)	4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	598	14.87	8892.26
(3)	5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	1794	18.43	33063.42
(二)		监测工程				94790.71
1	8	地质灾害监测	工日	192	79.05	15177.60
2	11	水质监测	组	48	1077.58	51723.84
3	12	地下水位、水量监测工程	次	60	349.41	20964.60
4	9	地形地貌景观监测	km ²	1.0857	6378.07	6924.67

表 5-5-11 独立费用预算表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：万元

编号	工程或费用名称	金额	计算式
第五部分	独立费用	25.9522	
一	建设管理费	16.4385	
(一)	项目建设管理费	7.2387	
1	建设单位开办费		开办费=0 人
2	建设单位管理费	3.1023	建管费=按四部分投资加开办费插值=206.8181*1.5%
3	工程管理经常费	4.1364	经常费=建安工程费*2%=206.8181*2%
(二)	工程建设监理费	8.1657	工程建设监理费=4.63+(11.25-4.63)/(300-100)*(建安工程费-100)=4.63+(11.25-4.63)/(300-100)*(206.8181-100)
(三)	联合试运转费		试运转费=0*0
(四)	前期工作咨询服务费		前期咨询费=0 万元
(五)	项目技术经济评审费	1.0341	一至四部分投资*0.5%=206.8181*0.5%
二	生产准备费		
(一)	生产及管理单位提前进场费		不涉及
(二)	生产职工培训费		不涉及
(三)	管理用具购置费		不涉及
(四)	备品备件购置费		不涉及
(五)	工器具及生产家具购置费		不涉及
三	科研勘察设计费	6.2045	
(一)	工程科学研究试验费		不涉及
(二)	工程勘察设计费	6.2045	工程勘察设计费=建安工程费*3%=206.8181*3%
四	建设及施工场地征用费		不涉及
五	其他	3.3092	
(一)	工程保险费	1.0341	一至四部分投资*0.5%=206.8181*0.5%
(二)	招标业务费		不涉及
(三)	工程抽检费	1.6546	
1	工程竣工验收抽检费	0.8273	建安工程费*0.4%=206.8181*0.4%
2	工程平行检测费	0.8273	建安工程费*0.4%=206.8181*0.4%
(四)	其他税费	0.6205	
1	建筑工程意外伤害保险费	0.6205	建安工程费*0.3%=206.8181*0.3%
2	水资源报告评价费		
3	地质灾害及地震安全性评价费		
4	工程安全鉴定费		
5	水利工程确权划界费		
(五)	水库安全蓄水鉴定费		

表 5-5-12 建筑工程单价汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

单价 编号	名称	单位	单价	其中									
				人工费	材料费	机械 使用费	嵌套项	其他 直接费	现场 经费	间接费	企业 利润	材料 价差	税金
1	挖掘机挖渠道土方，Ⅲ类土	m ³	27.36	2.56	1.71	8.81		0.52	0.52	1.67	1.11	8.21	2.26
2	浆砌块石，排水沟	m ³	237.97	15.57	50.06	1.75		2.70	4.04	9.50	5.85	128.85	19.65
3	常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油	m ²	88.81	3.92	57.99	0.01		2.48	3.72	3.80	5.03	4.53	7.33
4	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面	m ²	14.87	2.27	2.64	0.09		0.20	0.30	1.07	0.46	6.62	1.23
5	砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面	m ²	18.43	3.19	2.90	0.09		0.25	0.37	1.45	0.58	8.08	1.52
6	人工铺筑碎石垫层（混凝土）	m ³	225.09	12.49	59.00			2.86	4.29	8.66	6.11	113.10	18.59
7	设立警示牌	个	139.69	27.68	50.00			3.11		9.08	6.29	32.00	11.53
8	地质灾害监测	工日	79.05	27.68				1.11		9.08	2.65	32.00	6.53
9	地形地貌景观监测	km ²	6378.07	1384.00		2000.00		135.36		453.95	278.13	1600.00	526.63
10	挖掘机开挖一般石方，V 级岩石	m ³	10.31	0.38	0.45	4.12		0.20	0.30	0.52	0.42	3.07	0.85
11	水质监测	组	1077.58	55.36	100.00	600.00		30.21	30.21	48.34	60.49	64.00	88.97
12	地下水位、水量监测工程	次	349.41	27.68	5.00	200.00		9.31	9.31	18.38	18.88	32.00	28.85
13	干砌块石，排水沟	m ³	218.69	20.66	35.15	0.63		2.26	3.39	10.38	5.07	123.10	18.06

表 5-5-13 主要材料预算价格汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	预算价格	其中				
				原价	包装费	运杂费	运输保管费	采购及保管费
C030005	水泥 32.5MPa	t	411.50					
C030007	水泥 42.5MPa	t	464.60					
C051001	柴油	kg	7.39					
C120038	块石	m ³	115.53					
C120099	碎石	m ³	123.30					

表 5-5-14 次要材料预算价格汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	原价	运杂费	合计
C130025	木柴	t			685.00
C141001	沥青	t			3980.00
C142186	油毛毡	m ²			5.20
C142197	粗砂	m ³			137.86
C142198	中砂	m ³			154.37
C1800	警示牌	1			50.00

表 5-5-15 施工机械台时费汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山地质环境防护工程

单位：元

编号	名称及规格	台时费	其中			
			一类费用	人工费	动力燃料费	三类费用
J1008	单斗挖掘机 液压 斗容 0.6m ³	87.07	49.23	9.34	28.50	
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容 1.6m ³	144.53	79.39	9.34	55.80	
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	11.94	4.10	4.50	3.34	
J3077	双胶轮车	0.81	0.81			
J9901	测量设备	10.00	10.00			

表 5-5-16 混凝土、砂浆单价计算表

基础单价编号：C8013

名称：C20 纯混凝土 42.5MPa 1 级配 水灰比 0.6 最大粒径 20mm

定额单位：m³

编号	材料名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
C0002	水	m ³	0.17	4.27	0.73
C030007	水泥 42.5MPa	kg	294	0.25	73.50
C120099	碎石	m ³	0.71	30.00	21.30
C142197	粗砂	m ³	0.56	30.00	16.80
	合计				112.33

混凝土、砂浆单价计算表

基础单价编号：C8146

名称: M7.5 水泥砂浆

定额单位: m³

编号	材料名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
C0002	水	m ³	0.157	4.27	0.67
C030005	水泥 32.5MPa	kg	261	0.25	65.25
C142198	中砂	m ³	1.11	30.00	33.30
	合计				99.22

表 5-5-17 建筑工程单价计算表

挖掘机挖渠道土方, III类土工程

建筑单价编号: 1

定额编号: 01216

定额单位: 100m³

施工方法: 挖松、堆放、人工配合修底边。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1411.76
1	直接费	元			1307.18
(1)	人工费	元			256.04
A0001	人工	工时	74	3.46	256.04
(2)	材料费	元			170.50
C9003	零星材料费	%	15	1136.68	170.50
(3)	机械使用费	元			880.64
J1008	单斗挖掘机 液压 斗容 0.6m ³	台时	10	87.07	870.70
J3077	双胶轮车	台时	12.27	0.81	9.94
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	1307.18	52.29
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	1307.18	52.29
二	间接费	元			166.86
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	1411.76	52.24
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	349.46	114.62
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1578.62	110.50
四	价差	元			821.05
A0001	人工	工时	74	4.00	296.00
A0002	机械工	工时	27	4.00	108.00
C051001	柴油	kg	95	4.39	417.05
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2510.17	225.92
	合计	元			2736.09
	单价	元			27.36

建筑工程单价计算表

浆砌块石, 排水沟工程

建筑单价编号: 2

定额编号: 03094

定额单位: 100m³

施工方法: 选石、修石、冲洗、拌浆、砌筑、勾缝。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
----	-------	----	----	-------	-------

一	直接工程费	元			7411.51
1	直接费	元			6737.74
(1)	人工费	元			1557.00
A0001	人工	工时	450	3.46	1557.00
(2)	材料费	元			5006.17
C120038	块石	m ³	66	30.00	1980.00
C8146	M7.5 水泥砂浆	m ³	30	99.22	2976.60
C9001	其他材料费	%	1	4956.60	49.57
(3)	机械使用费	元			174.57
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	6.48	11.94	77.37
J3077	双胶轮车	台时	120	0.81	97.20
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	6737.74	269.51
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	6737.74	404.26
二	间接费	元			950.13
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	7411.51	429.87
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1586.15	520.26
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	8361.64	585.31
四	价差	元			12884.75
A0001	人工	工时	450	4.00	1800.00
A0002	机械工	工时	8.424	4.00	33.70
C030005	水泥 32.5MPa	t	7.83	161.50	1264.55
C120038	块石	m ³	66	85.53	5644.98
C142198	中砂	m ³	33.3	124.37	4141.52
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	21831.70	1964.85
	合计	元			23796.55
	单价	元			237.97

建筑工程单价计算表

常态混凝土伸缩缝，沥青油毛毡，一毡二油工程

建筑单价编号：3

定额编号：04452

定额单位：100m²

施工方法：清洗缝面、熔化、涂刷沥青、铺油毡。刷沥青、铺面毡。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			6810.91
1	直接费	元			6191.74
(1)	人工费	元			391.67
A0001	人工	工时	113.2	3.46	391.67
(2)	材料费	元			5798.71
C130025	木柴	t	0.42	685.00	287.70
C141001	沥青	t	1.22	3980.00	4855.60
C142186	油毛毡	m ²	115	5.20	598.00
C9001	其他材料费	%	1	5741.30	57.41

(3)	机械使用费	元			1.36
J3077	双胶轮车	台时	1.68	0.81	1.36
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	6191.74	247.67
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	6191.74	371.50
二	间接费	元			380.47
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	6810.91	252.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	391.67	128.47
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	7191.38	503.40
四	价差	元			452.80
A0001	人工	工时	113.2	4.00	452.80
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	8147.58	733.28
	合计	元			8880.86
	单价	元			88.81

建筑工程单价计算表

砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，平面工程

建筑单价编号：4

定额编号：03158

定额单位：100m²

施工方法：冲洗、抹灰、罩面、压光等。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			549.21
1	直接费	元			499.28
(1)	人工费	元			226.63
A0001	人工	工时	65.5	3.46	226.63
(2)	材料费	元			263.98
C0002	水	m ³	2	4.27	8.54
C8013	C20 纯混凝土 42.5MPa 1 级配 水灰比 0.6 最大粒径 20mm	m ³	2.1	112.33	235.89
C9001	其他材料费	%	8	244.43	19.55
(3)	机械使用费	元			8.67
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	0.38	11.94	4.54
J3077	双胶轮车	台时	5.1	0.81	4.13
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	499.28	19.97
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	499.28	29.96
二	间接费	元			106.75
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	549.21	31.85
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	228.34	74.90
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	655.96	45.92
四	价差	元			662.42
A0001	人工	工时	65.5	4.00	262.00
A0002	机械工	工时	0.494	4.00	1.98

C030007	水泥 42.5MPa	t	0.6174	214.60	132.49
C120099	碎石	m ³	1.491	93.30	139.11
C142197	粗砂	m ³	1.176	107.86	126.84
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1364.30	122.79
	合计	元			1487.09
	单价	元			14.87

建筑工程单价计算表

砌体砂浆抹面，平均厚 2cm，立面工程

建筑单价编号：5

定额编号：03159

定额单位：100m²

施工方法：冲洗、抹灰、罩面、压光等。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			680.27
1	直接费	元			618.42
(1)	人工费	元			319.36
A0001	人工	工时	92.3	3.46	319.36
(2)	材料费	元			289.63
C0002	水	m ³	2.3	4.27	9.82
C8013	C20 纯混凝土 42.5MPa 1 级配 水灰比 0.6 最大粒径 20mm	m ³	2.3	112.33	258.36
C9001	其他材料费	%	8	268.18	21.45
(3)	机械使用费	元			9.43
J2002	砂浆搅拌机 出料 0.4m ³	台时	0.41	11.94	4.90
J3077	双胶轮车	台时	5.59	0.81	4.53
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	618.42	24.74
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	618.42	37.11
二	间接费	元			144.81
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	680.27	39.46
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	321.20	105.35
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	825.08	57.76
四	价差	元			807.72
A0001	人工	工时	92.3	4.00	369.20
A0002	机械工	工时	0.533	4.00	2.13
C030007	水泥 42.5MPa	t	0.6762	214.60	145.11
C120099	碎石	m ³	1.633	93.30	152.36
C142197	粗砂	m ³	1.288	107.86	138.92
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1690.56	152.15
	合计	元			1842.71
	单价	元			18.43

建筑工程单价计算表

人工铺筑碎石垫层（混凝土）工程

建筑单价编号：6

定额编号：03062

定额单位：100m³

施工方法：运料、分层铺筑、压实、整平与修坡，基本运距 30m。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			7863.50
1	直接费	元			7148.63
(1)	人工费	元			1249.06
A0001	人工	工时	361	3.46	1249.06
(2)	材料费	元			5899.57
C8013	C20 纯混凝土 42.5MPa 1 级配 水灰比 0.6 最大粒径 20mm	m ³	52	112.33	5841.16
C9001	其他材料费	%	1	5841.16	58.41
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	7148.63	285.95
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	7148.63	428.92
二	间接费	元			865.77
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	7863.50	456.08
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1249.06	409.69
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	8729.27	611.05
四	价差	元			11310.32
A0001	人工	工时	361	4.00	1444.00
C030007	水泥 42.5MPa	t	15.288	214.60	3280.80
C120099	碎石	m ³	36.92	93.30	3444.64
C142197	粗砂	m ³	29.12	107.86	3140.88
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	20650.64	1858.56
	合计	元			22509.20
	单价	元			225.09

建筑工程单价计算表

设立警示牌工程

建筑单价编号：7

定额编号：B1

定额单位：个

施工方法：设置支撑柱等。确保基础稳固后，将支架固定在支撑柱上。使用螺丝钉或其他适当的固定方式，确保支架稳固可靠，并与基础设施紧密连接。将警示牌牌放置在支架上，并使用螺丝或其他固定方式将其固定在支架上。注意调整标志牌的方向和角度，使其面对行人方向，并确保警示牌水平、平直。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			80.79
1	直接费	元			77.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68

(2)	材料费	元			50.00
C1800	警示牌	1	1	50.00	50.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	77.68	3.11
3	现场经费=直接费*费率	元	0%	77.68	0.00
二	间接费	元			9.08
1	管理费=直接工程费*费率	元	0%	80.79	0.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	89.87	6.29
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	128.16	11.53
	合计	元			139.69
	单价	元			139.69

建筑工程单价计算表

地质灾害监测工程

建筑单价编号：8

定额编号：B2

定额单位：工日

施工方法：巡视监测

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			28.79
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
3	现场经费=直接费*费率	元	0%	27.68	0.00
二	间接费	元			9.08
1	管理费=直接工程费*费率	元	0%	28.79	0.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	37.87	2.65
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	72.52	6.53
	合计	元			79.05
	单价	元			79.05

建筑工程单价计算表

地形地貌景观监测工程

建筑单价编号：9

定额编号：B3

定额单位：km²

施工方法：测量设备测量					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			3519.36
1	直接费	元			3384.00
(1)	人工费	元			1384.00
A0001	人工	工时	400	3.46	1384.00
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			2000.00
J9901	测量设备	台时	200	10.00	2000.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	3384.00	135.36
3	现场经费=直接费*费率	元	0%	3384.00	0.00
二	间接费	元			453.95
1	管理费=直接工程费*费率	元	0%	3519.36	0.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	1384.00	453.95
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	3973.31	278.13
四	价差	元			1600.00
A0001	人工	工时	400	4.00	1600.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	5851.44	526.63
	合计	元			6378.07
	单价	元			6378.07

建筑工程单价计算表

挖掘机开挖一般石方，V级岩石工程

建筑单价编号：10

定额编号：YB0201

定额单位：100m³

施工方法：挖掘机开挖一般石方，V级岩石					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			544.47
1	直接费	元			494.97
(1)	人工费	元			38.06
A0001	人工	工时	11	3.46	38.06
(2)	材料费	元			45.00
C9003	零星材料费	%	10	449.97	45.00
(3)	机械使用费	元			411.91
J1010	单斗挖掘机 液压 斗容 1.6m ³	台时	2.85	144.53	411.91
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	494.97	19.80
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	494.97	29.70

二	间接费	元			52.25
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.7%	544.47	31.03
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	64.68	21.22
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	596.72	41.77
四	价差	元			307.49
A0001	人工	工时	11	4.00	44.00
A0002	机械工	工时	7.695	4.00	30.78
C051001	柴油	kg	53.01	4.39	232.71
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	945.98	85.14
	合计	元			1031.12
	单价	元			10.31

建筑工程单价计算表

水质监测工程

建筑单价编号：11

定额编号：B4

定额单位：组

施工方法：取水样化验

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			815.78
1	直接费	元			755.36
(1)	人工费	元			55.36
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
(2)	材料费	元			100.00
C9002	其他材料费	元	100	1.00	100.00
(3)	机械使用费	元			600.00
J9901	测量设备	台时	60	10.00	600.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	755.36	30.21
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	755.36	30.21
二	间接费	元			48.34
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	815.78	30.18
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	55.36	18.16
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	864.12	60.49
四	价差	元			64.00
A0001	人工	工时	16	4.00	64.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	988.61	88.97
	合计	元			1077.58
	单价	元			1077.58

建筑工程单价计算表

地下水位、水量监测工程

建筑单价编号：12

定额编号: B5

定额单位: 次

施工方法: 测量仪测量					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			251.30
1	直接费	元			232.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			5.00
C9002	其他材料费	元	5	1.00	5.00
(3)	机械使用费	元			200.00
J9901	测量设备	台时	20	10.00	200.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	232.68	9.31
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	232.68	9.31
二	间接费	元			18.38
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	251.30	9.30
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	269.68	18.88
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	320.56	28.85
	合计	元			349.41
	单价	元			349.41

建筑工程单价计算表

干砌块石, 排水沟工程

建筑单价编号: 13

定额编号: 03073

定额单位: 100m³

施工方法: 运石(预制块)、选石、修石、砌筑、填缝、找平。					
编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			6208.61
1	直接费	元			5644.19
(1)	人工费	元			2065.97
A0001	人工	工时	597.1	3.46	2065.97
(2)	材料费	元			3514.80
C120038	块石	m ³	116	30.00	3480.00
C9001	其他材料费	%	1	3480.00	34.80
(3)	机械使用费	元			63.42
J3077	双胶轮车	台时	78.3	0.81	63.42
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	5644.19	225.77
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	5644.19	338.65
二	间接费	元			1037.74

1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	6208.61	360.10
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	2065.97	677.64
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	7246.35	507.24
四	价差	元			12309.88
A0001	人工	工时	597.1	4.00	2388.40
C120038	块石	m ³	116	85.53	9921.48
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	20063.47	1805.71
	合计	元			21869.18
	单价	元			218.69

三、土地复垦工程经费预算

(一) 土地复垦总工程量

表 5-5-18 土地复垦工程量汇总表

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
一	第一阶段复垦工程 (2026 年 1 月-2030 年 12 月, 共 5.0 年)				
(一)	复垦工程				
1	表土收集	m ³	17787	等于表土场面积×堆土高度	运距 1.0km
2	表土存放及固化 (撒播草籽)	hm ²	3.8115	等于表土场面积×5 次	
3	露天采场台阶复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	17199	等于复垦面积×覆土厚度÷ (1-7%损失率)	运距 0.5km
2)	种植乔木	株	3674	种植密度为 6.0m ² /株	松树
3)	撒播草籽	hm ²	3.1276	等于台阶复垦面积	糖蜜草、蜈蚣草
4)	种植爬山虎	株	12528	按为 0.5m/株的密度种植	
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	25	每年监测 1 次, 每次 5 工日, 共 5 次	
二	第二阶段复垦工程 (2031 年 1 月-2035 年 12 月, 共 5.0 年)				
(一)	复垦工程				
1	表土收集	m ³	17787	等于表土场面积×堆土高度	运距 1.0km
2	表土存放及固化 (撒播草籽)	hm ²	3.8115	等于表土场面积×5 次	
3	露天采场台阶复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	4469	等于复垦面积×覆土厚度÷ (1-7%损失率)	运距 0.5km

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
2)	撒播草籽	hm ²	1.3853	等于台阶复垦面积	糖蜜草、蜈蚣草
3)	种植爬山虎	株	10807	按为 0.5m/株的密度种植	
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	25	每年监测 1 次,每次 5 工日,共 6 次	
三	第三阶段复垦工程 (2036 年 1 月-2042 年 12 月, 共 7.0 年)				
(一)	复垦工程				
1	表土收集	m ³	17787	等于表土场面积×堆土高度	运距 1.0km
2	表土存放及固化 (撒播草籽)	hm ²	5.3361	等于表土场面积×7 次	
3	露天采场台阶复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	7448	等于复垦面积×覆土厚度÷ (1-7%损失率)	运距 0.5km
2)	撒播草籽	hm ²	2.3088	等于台阶复垦面积	糖蜜草、蜈蚣草
3)	种植爬山虎	株	18011	按为 0.5m/株的密度种植	
(二)	监测工程				
1	土地损毁监测	工日	35	每年监测 1 次,每次 5 工日,共 7 次	
四	第四阶段复垦工程 (2043 年 1 月-2046 年 12 月, 共 4.0 年)				
(一)	复垦工程				
1	露天采场底部平台复垦工程				
1)	采坑回填	m ³	332900.00		计入主体工程
2)	土地平整	m ³	10267	等于平整面积×平整厚度 0.5m	
3)	覆土工程	m ³	52082	等于复垦面积×覆土厚度÷ (1-7%损失率)	运距 0.5km
4)	种植乔木	株	13455	种植密度为 6.0m ² /株	松树
5)	撒播草籽	hm ²	8.0727	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
2	工业场地复垦工程				
1)	构筑物拆除	m ³	1500	等于砌体体积之和	
2)	地面硬化层清除	m ³	1000	等于硬化层厚度×面积	
3)	废渣清理	m ³	1450	等于构筑物拆除方量 30%+ 地面硬化层清除方量	运距 1.0km
4)	覆土工程	m ³	647	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 0.5km

序号	复垦工程项目	计量单位	工程量	计算方法	备注
5)	种植乔木	株	4816	种植密度为 6.0m ² /株	松树
6)	撒播草籽	hm ²	2.8895	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
3	临时排土场复垦工程				
1)	覆土工程	m ³	400	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 0.5km
2)	种植乔木	株	2975	种植密度为 6.0m ² /株	松树
3)	撒播草籽	hm ²	1.7852	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
4	表土场复垦工程				
1)	挡土墙拆除	m ³	102.0	等于砌体体积之和	
2)	废渣清理	m ³	102.0	等于砌体体积之和	运距 0.5km
3)	覆土工程	m ³	171	等于复垦面积×回填树坑规格	运距 0.5km
4)	种植乔木	株	1271	种植密度为 6.0m ² /株	松树
5)	撒播草籽	hm ²	0.7623	等于复垦乔木林地面积	糖蜜草、蜈蚣草
(二)	监测与管护工程				
1	土地损毁监测	工日	20	每年监测 1 次, 每次 5 工日, 共 4 次	
2	土地复垦效果监测	工日	60	每年 1 次, 每次 20 工日, 共监测 3.0 年	
3	林地管护	工日	120	每年管护 1 次, 每次 40 个工日, 共管护 3 年	
4	乔木补种	株	7857	每年按 10%补种, 共管护 3.0 年	松树
5	草籽补种	hm ²	6.0994	每年按 10%补种, 共管护 3.0 年	糖蜜草、蜈蚣草
6	爬山虎补种	株	12404	每年按 10%补种, 共管护 3.0 年	

(二) 投资预算及单项工程费用构成

经预算, 本矿区土地复垦工程动态总投资为 366.0848 万元, 其中, 静态总投资 244.6354 万元, 价差预备费 121.4494 万元, 费用明细见下列表:

表 5-5-19 土地复垦工程投资预算结果表

阶段	年度	静态投资 (元)	价差预备费 (元)	动态投资 (元)
第一阶段工程 (2026.1-2030.12)	2026 年	222171	6665	228836
	2027 年	70006	4263	74269
	2028 年	70006	6491	76497
	2029 年	70006	8786	78792
	2030 年	70006	11150	81156
小计		502193	37356	539550
第二阶段工程 (2031.1-2035.12)	2031 年	62049	12041	74090
	2032 年	62049	14263	76312
	2033 年	62049	16553	78602
	2034 年	62049	18911	80960
	2035 年	62049	21340	83388
小计		310244	83107	393352
第三阶段工程 (2036.1-2042.12)	2036 年	52551	20192	72742
	2037 年	52551	22374	74924
	2038 年	52551	24622	77172
	2039 年	52551	26937	79487
	2040 年	52551	29321	81872
	2041 年	52551	31778	84328
	2042 年	52551	34307	86858
小计		367854	189531	557385
第四阶段工程 (2043.1-2046.12)	2043 年	1120428	787026	1907454
	2044 年	48545	36579	85124
	2045 年	48545	39133	87677
	2046 年	48545	41763	90308
小计		1266063	904500	2170562
合计		2446354	1214494	3660848

注：价差预备费的计费基数由每阶段的静态投资按月分摊计算

表 5-5-20 工程项目预算总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	212.7132			212.7132
(一)	第一阶段复垦工程	43.6663			43.6663
(二)	第二阶段复垦工程	26.9761			26.9761
(三)	第三阶段复垦工程	31.9853			31.9853
(四)	第四阶段复垦工程	110.0855			110.0855
二	机电设备及安装工程				
三	金属结构设备及安装工程				
四	临时工程				
五	独立费用				20.2729
(一)	建设管理费			16.8694	
(二)	生产准备费				
(三)	科研勘察设计费				
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			3.4035	
	一至五部分投资合计	212.7132		20.2729	232.9861
	基本预备费(5%)				11.6493
	静态总投资				244.6354
	价差预备费				121.4494
	建设期融资利息				
	工程部分总投资				244.6354
II	移民与环境投资				
一	征地移民补偿				
二	水土保持工程				
三	环境保护工程				
	移民与环境总投资				
III	工程投资总计				
	静态总投资				244.6354
	总投资				366.0848

表 5-5-21 工程部分总预算表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：万元

编号	工程或费用名称	建筑工程费	安装工程费	设备购置费	独立费用	合计	占总投资比例(%)
一	建筑工程	212.7132				212.7132	91.30
(一)	第一阶段复垦工程	43.6663				43.6663	
(二)	第二阶段复垦工程	26.9761				26.9761	
(三)	第三阶段复垦工程	31.9853				31.9853	
(四)	第四阶段复垦工程	110.0855				110.0855	
二	机电设备及安装工程						
三	金属结构设备及安装工程						
四	临时工程						
五	独立费用				20.2729	20.2729	8.70
(一)	建设管理费				16.8694	16.8694	
(二)	生产准备费						
(三)	科研勘察设计费						
(四)	建设及施工场地征用费						
(五)	其他				3.4035	3.4035	
	一至五部分投资合计	212.7132			20.2729	232.9861	100
	基本预备费					11.6493	
	静态总投资					244.6354	
	价差预备费					121.4494448	
	建设期融资利息						
	总投资					366.0848448	

表 5-5-22 建筑工程预算表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

编号	单价编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
第一部分 建筑工程						2127131.99
一		第一阶段复垦工程				436662.74
(一)		复垦工程				434686.49
1		表土收集及养护工程				196947.09
(1)	2	3m³装载机挖装土自卸汽车运输，运距 1km	m³	17787	10.78	191743.86
(2)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm²	3.8115	1365.14	5203.23
2		露天采场台阶复垦工程				237739.40
(1)	5	3m³装载机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km	m³	17199	9.89	170098.11

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
(2)	6	栽植带土球乔木，土球直径 30cm，(挖坑直径×坑深)50cm×40cm	株	3674	9.44	34682.56
(3)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	3.1276	1365.14	4269.61
(4)	3	栽植攀缘植物，3 年生	株	12528	2.29	28689.12
(二)		监测工程				1976.25
1	4	土地损毁监测	工日	25	79.05	1976.25
二		第二阶段复垦工程				269760.91
(一)		复垦工程				267784.66
1		表土收集及养护工程				196947.09
(1)	2	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 1km	m ³	17787	10.78	191743.86
(2)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	3.8115	1365.14	5203.23
2		露天采场台阶平台复垦工程				70837.57
(1)	5	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km	m ³	4469	9.89	44198.41
(2)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	1.3853	1365.14	1891.13
(3)	3	栽植攀缘植物，3 年生	株	10807	2.29	24748.03
(二)		监测工程				1976.25
1	4	土地损毁监测	工日	25	79.05	1976.25
三		第三阶段复垦工程				319852.88
(一)		复垦工程				317086.13
1		表土收集及养护工程				199028.38
(1)	2	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 1km	m ³	17787	10.78	191743.86
(2)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	5.3361	1365.14	7284.52
2		露天采场台阶平台复垦工程				118057.75
(1)	5	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km	m ³	7448	9.89	73660.72
(2)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	2.3088	1365.14	3151.84
(3)	3	栽植攀缘植物，3 年生	株	18011	2.29	41245.19
(二)		监测工程				2766.75
1	4	土地损毁监测	工日	35	79.05	2766.75
四		第四阶段复垦工程				1100855.46
(一)		复垦工程				973829.29
1		露天采场底部平台复垦工程				781566.72
(1)	11	55kW 推土机推土，推土距离 100m	m ³	10267	12.51	128440.17
(2)	5	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距 0.5km	m ³	52082	9.89	515090.98
(3)	6	栽植带土球乔木，土球直径 20cm，(挖坑直径×坑深)40cm×30cm	株	13455	9.44	127015.20
(4)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	8.0727	1365.14	11020.37
2		工业场地复垦工程				138927.27

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价	合计
(1)	7	挖掘机拆除砌体，浆砌砖，水泥浆	m ³	1500	12.89	19335.00
(2)	8	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	1000	30.44	30440.00
(3)	9	3m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距≤1km	m ³	1450	22.60	32770.00
(4)	2	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	647	10.78	6974.66
(5)	6	栽植带土球乔木，土球直径 20cm，(挖坑直径×坑深)40cm×30cm	株	4816	9.44	45463.04
(6)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	2.8895	1365.14	3944.57
3		临时排土场复垦工程				34833.05
(1)	2	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	400	10.78	4312.00
(2)	6	栽植带土球乔木，土球直径 20cm，(挖坑直径×坑深)40cm×30cm	株	2975	9.44	28084.00
(3)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	1.7852	1365.14	2437.05
4		表土场复垦工程				18502.25
(1)	7	挖掘机拆除砌体，浆砌砖，水泥浆	m ³	102	12.89	1314.78
(2)	9	3m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距≤1km	m ³	102	22.60	2305.20
(3)	2	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	171	10.78	1843.38
(4)	6	栽植带土球乔木，土球直径 20cm，(挖坑直径×坑深)40cm×30cm	株	1271	9.44	11998.24
(5)	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	0.7623	1365.14	1040.65
(二)		监测与管护工程				127026.17
1	4	土地损毁监测	工日	20	79.05	1581.00
2	10	土地复垦效果监测	工日	60	79.05	4743.00
3	12	林地管护	工日	120	81.67	9800.40
4	6	栽植带土球乔木，土球直径 50cm，(挖坑直径×坑深)70cm×50cm	株	7857	9.44	74170.08
5	1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	6.0994	1365.14	8326.53
6	3	栽植攀缘植物，3 年生	株	12404	2.29	28405.16

表 5-5-23 独立费用预算表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：万元

编号	工程或费用名称	金额	计算式
第五部分 独立费用		20.2729	
一	建设管理费	16.8694	
(一)	项目建设管理费	7.4450	
1	建设单位开办费		开办费=0 人
2	建设单位管理费	3.1907	建管费=建安工程费*1.5%=212.7132*1.5%
3	工程管理经常费	4.2543	经常费=建安工程费*2%=212.7132*2%
(二)	工程建设监理费	8.3608	工程建设监理费=4.63+(11.25-4.63)/(300-100)*(建安工程费-100)=4.63+(11.25-4.63)/(300-100)*(212.7132-100)
(三)	联合试运转费		试运转费=0*0
(四)	前期工作咨询服务费		前期咨询费=0 万元
(五)	项目技术经济评审费	1.0636	一至四部分投资*0.5%=212.7132*0.5%
二	生产准备费		
(一)	生产及管理单位提前进场费		不涉及
(二)	生产职工培训费		不涉及
(三)	管理用具购置费		不涉及
(四)	备品备件购置费		不涉及
(五)	工器具及生产家具购置费		不涉及
三	科研勘察设计费		
(一)	工程科学研究试验费		不涉及
(二)	工程勘察费		已计入防治工程
四	建设及施工场地征用费		不涉及
五	其他	3.4035	
(一)	工程保险费	1.0636	一至四部分投资*0.5%=212.7132*0.5%
(二)	招标业务费		不涉及
(三)	工程抽检费	1.7018	
1	工程竣工验收抽检费	0.8509	建安工程费*0.4%=212.7132*0.4%
2	工程平行检测费	0.8509	建安工程费*0.4%=212.7132*0.4%
(四)	其他税费	0.6381	
1	建筑工程意外伤害保险费	0.6381	建安工程费*0.3%=212.7132*0.3%
2	水资源报告评价费		
3	地质灾害及地震安全性评价费		
4	工程安全鉴定费		
5	水利工程确权划界费		
(五)	水库安全蓄水鉴定费		

表 5-5-24 建筑工程单价汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

单价 编号	名称	单位	单价	其中									
				人工费	材料费	机械 使用费	嵌套项	其他 直接费	现场 经费	间接费	企业 利润	材料 价差	税金
1	直播种草，撒播，不覆土	hm ²	1365.14	51.90	927.00			39.16	39.16	57.19	78.01	60.00	112.72
2	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距1km	m ³	10.78	0.10	0.16	5.12		0.22	0.22	0.31	0.43	3.33	0.89
3	栽植攀缘植物，3年生	株	2.29	0.26	1.17			0.06	0.06	0.14	0.12	0.30	0.19
4	土地损毁监测	工日	79.05	27.68				1.11		9.08	2.65	32.00	6.53
5	3m ³ 装载机挖装土自卸汽车运输，运距0.5km	m ³	9.89	0.10	0.14	4.68		0.20	0.20	0.29	0.39	3.07	0.82
6	栽植带土球乔木，土球直径30cm，(挖坑直径×坑深)50cm×40cm	株	9.44	1.59	3.63			0.21	0.21	0.74	0.45	1.84	0.78
7	挖掘机拆除砌体，浆砌砖，水泥浆	m ³	12.89	0.14	0.35	5.62		0.24	0.37	0.59	0.51	4.01	1.06
8	挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆	m ³	30.44	0.55	1.07	12.79		0.58	0.87	1.45	1.21	9.40	2.51
9	3m ³ 挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距≤1km	m ³	22.60	0.21	0.22	10.79		0.45	0.67	0.92	0.93	6.55	1.87
10	土地复垦效果监测	工日	79.05	27.68				1.11		9.08	2.65	32.00	6.53
11	55kW 推土机推土，推土距离≤20m	m ³	12.51	0.14	0.50	4.90		0.22	0.22	0.53	0.46	4.50	1.03
12	林地管护	工日	81.67	27.68				1.11	1.11	10.22	2.81	32.00	6.74

表 5-5-25 主要材料预算价格汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	预算价格	其中				
				原价	包装费	运杂费	运输保管费	采购及保管费
C051001	柴油	kg	7.39					

表 5-5-26 次要材料预算价格汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	单位	原价	运杂费	合计
C053008	攀缘植物	株			1.00
C130012	草籽	kg			20.00
C130033	乔木(带土球)	株			3.50
C1801	商品有机肥	kg			2.20

表 5-5-27 施工机械台时费汇总表

工程名称：陆川县清湖镇塘寨村垌尾高岭土矿矿山土地复垦工程

单位：元

编号	名称及规格	台时费	其中			
			一类费用	人工费	动力燃料费	三类费用
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m³	111.26	57.22	9.34	44.70	
J1013	单斗挖掘机 液压 斗容 3m³	344.65	231.51	9.34	103.80	
J1031	装载机 轮胎式 斗容 3m³	154.65	79.05	4.50	71.10	
J1041	推土机 功率 55kW	49.91	17.91	8.30	23.70	
J1044	推土机 功率 88kW	96.58	50.48	8.30	37.80	
J1045	推土机 功率 103kW	114.73	62.03	8.30	44.40	
J3019	自卸汽车 载重量 12t	92.90	51.20	4.50	37.20	
J3022	自卸汽车 载重量 20t	126.63	73.53	4.50	48.60	

表 5-5-28 建筑工程单价计算表

直播种草，撒播，不覆土工程

建筑单价编号：1

定额编号：09051

定额单位：hm²

施工方法：种子处理、人工撒播草籽、不覆土或用耙、耢、碌子碾等方法覆土。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1057.22
1	直接费	元			978.90
(1)	人工费	元			51.90
A0001	人工	工时	15	3.46	51.90
(2)	材料费	元			927.00
C130012	草籽	kg	45	20.00	900.00
C9001	其他材料费	%	3	900.00	27.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	978.90	39.16

3	现场经费=直接费*费率	元	4%	978.90	39.16
二	间接费	元			57.19
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	1057.22	40.17
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	51.90	17.02
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1114.41	78.01
四	价差	元			60.00
A0001	人工	工时	15	4.00	60.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1252.42	112.72
	合计	元			1365.14
	单价	元			1365.14

建筑工程单价计算表

3m³装载机挖装土自卸汽车运输，运距 1km 工程

建筑单价编号：2

定额编号：01303

定额单位：100m³

施工方法：挖装、运输、卸除、空回。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			581.40
1	直接费	元			538.34
(1)	人工费	元			10.38
A0001	人工	工时	3	3.46	10.38
(2)	材料费	元			15.68
C9003	零星材料费	%	3	522.66	15.68
(3)	机械使用费	元			512.28
J1031	装载机 轮胎式 斗容 3m³	台时	0.65	154.65	100.52
J1044	推土机 功率 88kW	台时	0.33	96.58	31.87
J3022	自卸汽车 载重量 20t	台时	3	126.63	379.89
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	538.34	21.53
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	538.34	21.53
二	间接费	元			31.20
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	581.40	21.51
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	29.53	9.69
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	612.60	42.88
四	价差	元			333.39
A0001	人工	工时	3	4.00	12.00
A0002	机械工	工时	5.537	4.00	22.15
C051001	柴油	kg	68.163	4.39	299.24
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	988.87	89.00
	合计	元			1077.87
	单价	元			10.78

建筑工程单价计算表

栽植攀缘植物, 3 年生工程

建筑单价编号: 3

定额编号: 09121

定额单位: 100 株

施工方法: 挖坑、栽植、回土、捣实、浇水、覆土地、整理、施肥。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			154.12
1	直接费	元			142.70
(1)	人工费	元			25.95
A0001	人工	工时	7.5	3.46	25.95
(2)	材料费	元			116.75
C0002	水	m ³	0.62	4.27	2.65
C053008	攀缘植物	株	102	1.00	102.00
C1801	商品有机肥	kg	5.5	2.20	12.10
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	142.70	5.71
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	142.70	5.71
二	间接费	元			14.37
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	154.12	5.86
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	25.95	8.51
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	168.49	11.79
四	价差	元			30.00
A0001	人工	工时	7.5	4.00	30.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	210.28	18.93
	合计	元			229.21
	单价	元			2.29

建筑工程单价计算表

土地损毁监测工程

建筑单价编号: 4

定额编号: B5

定额单位: 工日

施工方法: 人工巡视

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			28.79
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
3	现场经费=直接费*费率	元	0%	27.68	0.00

二	间接费	元			9.08
1	管理费=直接工程费*费率	元	0%	28.79	0.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	37.87	2.65
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	72.52	6.53
	合计	元			79.05
	单价	元			79.05

建筑工程单价计算表

3m³装载机挖装土自卸汽车运输, 运距 0.5km 工程

建筑单价编号: 5

定额编号: 01302

定额单位: 100m³

施工方法: 挖装、运输、卸除、空回。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			532.11
1	直接费	元			492.69
(1)	人工费	元			10.38
A0001	人工	工时	3	3.46	10.38
(2)	材料费	元			14.35
C9003	零星材料费	%	3	478.34	14.35
(3)	机械使用费	元			467.96
J1031	装载机 轮胎式 斗容 3m³	台时	0.65	154.65	100.52
J1044	推土机 功率 88kW	台时	0.33	96.58	31.87
J3022	自卸汽车 载重量 20t	台时	2.65	126.63	335.57
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	492.69	19.71
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	492.69	19.71
二	间接费	元			28.86
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	532.11	19.69
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.96	9.17
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	560.97	39.27
四	价差	元			306.67
A0001	人工	工时	3	4.00	12.00
A0002	机械工	工时	5.082	4.00	20.33
C051001	柴油	kg	62.493	4.39	274.34
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	906.91	81.62
	合计	元			988.53
	单价	元			9.89

建筑工程单价计算表

栽植带土球乔木，土球直径 30cm，(挖坑直径×坑深)50cm×40cm 工程
定额编号：09107

建筑单价编号：6
定额单位：100 株

施工方法：挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、整形、清理。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			563.92
1	直接费	元			522.14
(1)	人工费	元			159.16
A0001	人工	工时	46	3.46	159.16
(2)	材料费	元			362.98
C0002	水	m ³	1.4	4.27	5.98
C130033	乔木(带土球)	株	102	3.50	357.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	522.14	20.89
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	522.14	20.89
二	间接费	元			73.63
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	563.92	21.43
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	159.16	52.20
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	637.55	44.63
四	价差	元			184.00
A0001	人工	工时	46	4.00	184.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	866.18	77.96
	合计	元			944.14
	单价	元			9.44

建筑工程单价计算表

挖掘机拆除砌体，浆砌砖，水泥浆工程
定额编号：YB0310

建筑单价编号：7
定额单位：100m³

施工方法：挖掘机拆除砌体，浆砌砖，水泥浆

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			671.26
1	直接费	元			610.24
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			34.54
C9003	零星材料费	%	6	575.70	34.54
(3)	机械使用费	元			561.86
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m ³	台时	5.05	111.26	561.86
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	610.24	24.41

3	现场经费=直接费*费率	元	6%	610.24	36.61
二	间接费	元			58.94
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	671.26	38.93
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	61.02	20.01
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	730.20	51.11
四	价差	元			400.87
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	13.635	4.00	54.54
C051001	柴油	kg	75.245	4.39	330.33
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1182.18	106.40
	合计	元			1288.58
	单价	元			12.89

建筑工程单价计算表

挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆工程

建筑单价编号：8

定额编号：YB0308

定额单位：100m³

施工方法：挖掘机拆除砌体，浆砌石，水泥浆

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1585.81
1	直接费	元			1441.64
(1)	人工费	元			55.36
A0001	人工	工时	16	3.46	55.36
(2)	材料费	元			106.79
C9003	零星材料费	%	8	1334.85	106.79
(3)	机械使用费	元			1279.49
J1009	单斗挖掘机 液压 斗容 1m ³	台时	11.5	111.26	1279.49
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	1441.64	57.67
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1441.64	86.50
二	间接费	元			145.38
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.8%	1585.81	91.98
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	162.79	53.40
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1731.19	121.18
四	价差	元			940.43
A0001	人工	工时	16	4.00	64.00
A0002	机械工	工时	31.05	4.00	124.20
C051001	柴油	kg	171.35	4.39	752.23
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2792.80	251.35
	合计	元			3044.15
	单价	元			30.44

建筑工程单价计算表

3m³挖掘机装石碴，汽车运输，露天作业，运距≤1km 工程
定额编号：02554

建筑单价编号：9
定额单位：100m³

施工方法：挖装、运输、卸除、空回。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			1234.13
1	直接费	元			1121.93
(1)	人工费	元			20.76
A0001	人工	工时	6	3.46	20.76
(2)	材料费	元			22.00
C9003	零星材料费	%	2	1099.93	22.00
(3)	机械使用费	元			1079.17
J1013	单斗挖掘机 液压 斗容 3m³	台时	1.07	344.65	368.78
J1045	推土机 功率 103kW	台时	0.54	114.73	61.95
J3019	自卸汽车 载重量 12t	台时	6.98	92.90	648.44
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	1121.93	44.88
3	现场经费=直接费*费率	元	6%	1121.93	67.32
二	间接费	元			92.21
1	管理费=直接工程费*费率	元	5.7%	1234.13	70.35
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	66.64	21.86
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	1326.34	92.84
四	价差	元			654.61
A0001	人工	工时	6	4.00	24.00
A0002	机械工	工时	13.259	4.00	53.04
C051001	柴油	kg	131.566	4.39	577.57
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	2073.79	186.64
	合计	元			2260.43
	单价	元			22.60

建筑工程单价计算表

土地复垦效果监测工程

建筑单价编号：10

定额编号：B6

定额单位：工日

施工方法：人工巡视

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			28.79
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			0.00

(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
3	现场经费=直接费*费率	元	0%	27.68	0.00
二	间接费	元			9.08
1	管理费=直接工程费*费率	元	0%	28.79	0.00
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	37.87	2.65
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	72.52	6.53
	合计	元			79.05
	单价	元			79.05

建筑工程单价计算表

55kW 推土机推土，推土距离≤20m 工程

建筑单价编号：11

定额编号：01186

定额单位：100m³

施工方法：推松、运输、卸除、拖平、空回。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			598.11
1	直接费	元			553.81
(1)	人工费	元			13.84
A0001	人工	工时	4	3.46	13.84
(2)	材料费	元			50.35
C9003	零星材料费	%	10	503.46	50.35
(3)	机械使用费	元			489.62
J1041	推土机 功率 55kW	台时	3.56	49.91	177.68
J1041	推土机 功率 55kW	台时	3.27	49.91	163.21
J1041	推土机 功率 55kW	台时	2.98	49.91	148.73
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	553.81	22.15
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	553.81	22.15
二	间接费	元			53.39
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.7%	598.11	22.13
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	95.30	31.26
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	651.50	45.61
四	价差	元			450.40
A0001	人工	工时	4	4.00	16.00
A0002	机械工	工时	23.544	4.00	94.18
C051001	柴油	kg	77.499	4.39	340.22
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	1147.51	103.28
	合计	元			1250.79

	单价	元			12.51
--	----	---	--	--	-------

建筑工程单价计算表

林地管护工程

建筑单价编号：12

定额编号：B7

定额单位：工日

施工方法：补植、修枝、施肥、间伐、病虫害防治、防火及防止人畜践踏、毁坏和自然灾害造成的损毁修复。

编号	名称及规格	单位	数量	单价(元)	合价(元)
一	直接工程费	元			29.90
1	直接费	元			27.68
(1)	人工费	元			27.68
A0001	人工	工时	8	3.46	27.68
(2)	材料费	元			0.00
(3)	机械使用费	元			0.00
(4)	嵌套项	元			0.00
2	其他直接费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
3	现场经费=直接费*费率	元	4%	27.68	1.11
二	间接费	元			10.22
1	管理费=直接工程费*费率	元	3.8%	29.90	1.14
2	社会保障及企业计提费=人工费*费率	元	32.8%	27.68	9.08
三	企业利润=(一+二)*费率	元	7%	40.12	2.81
四	价差	元			32.00
A0001	人工	工时	8	4.00	32.00
五	税金=(一+二+三+四)*税率	元	9%	74.93	6.74
	合计	元			81.67
	单价	元			81.67

四、预算结果

本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资为 690.9560 万元，其中静态投资 489.0442 万元，占投入总资金的 70.78%，价差预备费 201.9118 万元，占投入总资金的 29.22%。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 324.8712 万元，土地复垦费用 366.0848 万元，费用明细见下列表：

表 5-5-29 矿山地质环境保护治理与土地复垦工程预算汇总表 金额单位：万元

序号	费用名称	预算金额		合计	占总费用的比例 (%)
		地质环境保护治理工程	土地复垦工程		
一	建筑工程	206.8181	212.7132	419.5313	60.72
二	设备购置费	0	0	0	0.00
三	临时工程费	0	0	0	0.00
四	独立费用	25.9522	20.2729	46.2251	6.69
五	基本预备费	11.6385	11.6493	23.2878	3.37
六	静态总投资	244.4088	244.6354	489.0442	70.78
七	价差预备费	80.4624	121.4494	201.9118	29.22
八	动态总投资	324.8712	366.0848	690.9560	100.00

第六节 矿山地质环境保护治理与土地复垦工作部署及进度安排

一、总体工程部署

根据方案所划分的重点防治区、一般防治区及本次工作的目标和任务，结合本矿山开采服务年限和资金投入等实际情况，以及矿山开采进度、开采顺序安排及生产工艺流程，统筹安排，将矿山地质环境保护与土地复垦工作总体布置划分为 4 个阶段实施。

第一阶段：（生产前期，5.0 年，即 2026 年 1 月~2030 年 12 月），

修建表土场、临时排土场挡土墙、修建截水沟、沉砂池，开展表土收集及养护工程、对采场台阶平台开展土地复垦工作，布设崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第二阶段：（生产中期，5.0 年，即 2031 年 1 月~2035 年 12 月），主要工作有边坡浮石、危岩巡视排查和清除，开展表土收集及养护工程、对采场台阶平台开展土地复垦工作，布设崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第三阶段：（生产后期，7.0 年，即 2036 年 1 月~2042 年 12 月），主要工作有边坡浮石、危岩巡视排查和清除，开展表土收集及养护工程、对采场台阶平台开展土地复垦

工作，布设崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏和土地资源损毁监测；

第四阶段：（治理复垦+监测管护期，4.0 年，即 2043 年 1 月~2046 年 12 月），主要工作有全面清除边坡浮土、浮石，采场底部平台修建排水沟，临时建（构）筑物拆除，对采场底部平台、工业场地、临时排土场和表土场进行复垦工作，主要包括覆土工程和植被恢复工程等，布设崩塌、滑坡和泥石流等地灾监测工程，布设崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害监测、水质水位监测工程、地形地貌景观破坏、土地资源损毁监测，对复垦工程种植的植被进行管护，土地复垦效果监测等；

二、年度实施计划

本矿山地质环境保护治理与土地复垦方案服务年限为 21.0 年，即从 2026 年 1 月至 2046 年 12 月，根据该矿山地质环境保护治理与土地复垦工作总体部署，划分为 4 个阶段实施，矿山地质环境保护治理与土地复垦工程年度实施进度安排表详见表 5-6-1 和表 5-6-2:

表 5-6-1 矿山地质环境保护治理年度实施进度安排表

表 5-6-2 矿区土地复垦年度实施进度安排表

第六章 保障措施及效益分析

第一节 保障措施

一、组织保障措施

根据“谁开发、谁保护；谁破坏，谁恢复”，“谁损毁，谁复垦”原则，矿山生产建设单位应成立项目实施管理机构，由法人代表直接领导，抽调人员组成，并吸收设计、施工单位加入，负责治理工程任务的施工、组织、管理和落实，做到责任明确、奖惩分明。当地自然资源局监督、协调和技术指导、检查、竣工验收工作，成立项目实施督察小组，采用抽查方式，不定期对工程情况进行抽检，并负责组织地质环境保护与土地复垦工作的竣工验收。

二、技术保障措施

1、方案编制阶段中，矿山成立专业技术人员组成的技术小组，与方案编制单位密切合作，对矿山地质环境保护和土地复垦方案进行专门研究、咨询，确保施工质量。

2、方案实施阶段中，根据各项工程的技术要求，技术指导小组对项目进行全面的指导，并且提供技术支持，以保证项目的顺利实施。技术指导小组按方案实施计划和年度计划开展恢复治理工作，并及时总结阶段性治理与复垦实施经验，及时修订更符合实际方案。因此，该工程的矿山地质环境保护和土地复垦方案在技术上是有所保证的。

3、矿山单位应定期培训技术人员，咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态观测和评价。

三、资金保障措施

1、矿山地质环境治理恢复资金保障措施

根据《广西壮族自治区自然资源厅 广西壮族自治区财政厅 广西壮族自治区生态环境厅关于印发<广西壮族自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）>的通知》，按照“谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理”的原则，凡在广西壮族自治区行政区域内从事矿产资源开采活动的采矿权人，按照本办法规定，应设立矿山地质环境治理恢复基金。矿山企业根据经自然资源行政主管部门批复的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，将其中的矿山地质环境保护与治理费用，按照企业会计准则等相关规定预计和计提，计入相关资产的入账成本，通过专户、专账核算，用于矿山地质环境治理恢复的专项资金。

根据《广西壮族自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法（试行）》第二章第九条第三款规定：（一）采矿许可证有效期在3年以内（含3年），或者治理恢复资金总

额在 30 万元以下（含 30 万元）的，采矿权人必须一次性将恢复治理资金足额计提存入基金账户；（二）采矿许可证有效期 3 年至 5 年（含 5 年）且恢复治理资金总额超过 30 万元的，采矿权人应在采矿许可证有效期前三年内分期完成基金计提并存入基金账户，首次计提存入基金不得低于治理恢复资金总额的 40%，余额按年度平均计提存入基金账户；（三）采矿许可证有效期在 5 年以上的，可按照《方案》以 5 年为一个阶段分期计提存入基金账户。每个阶段计提存入的基金为《方案》对应阶段的治理恢复资金总额，且应在每个阶段前 3 年内分期计提完成该阶段基金并存入基金账户；下一阶段不足 5 年的，按（一）或（二）计提基金，且应在采矿许可证有效期届满前两年足额计提全部的矿山地质环境治理保护基金并存入基金账户。

矿山地质环境治理恢复基金由企业自主使用，基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复工程，不得挤占和挪用。按《方案》要求完成年度或阶段的矿山地质环境治理恢复工程经验收合格后，结余的基金可以结转为下年度或下一阶段使用。当基金不能够满足矿山地质环境治理恢复工作需要或因矿山地质环境变化、治理恢复方案变更资金加大时，矿山企业要按实际需要补充计提基金或者自筹资金实施矿山地质环境治理。

2、矿山土地复垦工程资金保障措施

采矿权人申领采矿许可证之前，需与陆川县自然资源局签订《土地复垦监管协议书》；矿山企业应落实资金，严格按照批准的《方案》开展矿山土地复垦工作，履行土地复垦义务。土地复垦费用需按照批准《方案》中预算确定的复垦工程投资结果及计划，存入与陆川县自然资源局约定的银行的土地复垦费用专门账户中，确保专款专用。

根据《土地复垦条例实施办法》（2019 年修正）第十八条：土地复垦义务人应当在项目动工前一个月内预存土地复垦费用。土地复垦义务人按照本办法第七条规定补充编制土地复垦方案的，应当在土地复垦方案通过审查后一个月内预存土地复垦费用。土地复垦义务人按照本办法第十三条规定修改土地复垦方案后，已经预存的土地复垦费用不足的，应当在土地复垦方案通过审查后一个月内补齐差额费用；第十九条：土地复垦费用预存实行一次性预存和分期预存两种方式，生产建设周期在三年以下的项目，应当一次性全额预存土地复垦费用，生产建设周期在三年以上的项目，可以分期预存土地复垦费用，但第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的百分之二十。余额按照土地复垦方案确定的土地复垦费用预存计划预存，在生产建设活动结束前一年预存完毕。

四、监管保障措施

本方案经批准后，若矿山开采方式、开采范围、生产规模有变更时，矿山业主应向

自然资源主管部门报告，征得同意后，组织编制单位或者技术人员对方案修编，修编后的方案经自然资源主管部门同意的组织评审单位评审通过再经备案后，方可施行。矿山应强化施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

采矿权人应当根据方案、编制并实施阶段治理与土地复垦计划和年度实施计划，定期向自然资源主管部门报告治理与当年进度情况，接受自然资源主管部门对实施情况监督检查，接受社会对实施情况监督。

五、公众参与

本方案编制前期，方案编制人员走访了矿区附近的村屯的当地群众，充分征求了土地权属人以及当地自然、水利、农业、环保等部门或代表意见，将方案规划的目标和内容与他们相互交流，明确损毁土地的复垦方向、治理复垦标准和实施措施，得到他们的帮助和大力支持，复垦工作具有较好的社会基础。

项目建设过程中积极邀请当地群众代表和相关部门对治理复垦工作进行指导，确保工作顺利开展。工程实施结束后，业主向自然资源主管部门提出验收申请时，除组织相关专家外，也将邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正、公开

六、土地权属调整方案

本项目土地复垦责任范围内进行原地复垦，土地权属关系未发生改变，因此本方案不涉及土地权属的调整。

第二节 效益分析

一、经济效益

（一）矿山开发经济效益分析

1、矿床开发经济意义概略研究

（1）国内高岭土市场需求现状及预测

根据中国非金属矿工业协会粘土矿物专业委员会有关资料统计，我国已探明 200 多个高岭土矿点，总储量约 30 亿 t，主要分布在广东、广西、福建、江苏、江西、湖南、河南、山西和内蒙古等省。其中与煤伴生的沉积型硬质高岭土（煤系高岭土）储量约 17 亿 t，占高岭土总储量的 56.7%，主要分布在我国北方地区。我国的高岭土矿床分类大致有热液蚀变型、风化型和沉积型三大类，而石康矿区高岭土矿属风化型矿床。

目前，全国高岭土开采和加工企业约 700 多个，大部分是年产量不到 1 万 t、以开采原矿和粗加工为主的小企业，能够生产精选高岭土的企业不到 100 家。全国能真正生产造纸涂料级的高岭土产品并上规模的生产厂家只有十几家。2023 年我国高岭土产量为 840 万 t（美国调查局数据）。广东茂名、湛江和广西北海一带是我国水洗高岭土矿产资源的主要产地，属风化残积型矿床，最终产品普遍为粘度偏高，磨耗值偏高。现该地区生产的高岭土产品主要销往造纸、涂料、油漆、橡胶、塑料、陶瓷等行业

据有关资料统计，目前我国高岭土总产量的 55%以上用于陶瓷和电瓷工业，22%左右用于造纸工业（占造纸市场份额不到 50%，造纸用高岭土需大量进口解决），其他工业为 23%左右。

1）造纸工业的应用状况

高岭土具有片状结构、优质的亲水性和对纸张的复盖率高等特点，是造纸工业的首选涂料。虽然近几年国内重质碳酸钙对高岭土市场有所冲击，但高岭土的国内市场仍呈增长趋势。

造纸工业是世界高岭土的主要消费领域。我国造纸工业在国家“八五”、“九五”发展规划期间发展迅猛，并且以每年大于 10%的速度在增长；2023 年全国造纸工业的生产量为 14405.5 万 t、同比增长 6.63%，全国纸及纸板消费量为 13165 万 t、同比增长 6.14%；目前我国的纸张生产量和消费量均居世界第二位。随着我国国民经济的高速发展和人民生活水平的不断提高，我国纸张的消费总量持续增加。

根据我国造纸行业的发展趋势和消费量的增长，我国高岭土用量也必然在不断增加。2023 年造纸用高岭土 354 万 t，其中高档瓷原料约为 85 万 t。由于我国造纸用高岭土产

量有限，故每年需从美国、巴西、英国等地大量进口。

2) 油漆、涂料的应用状况

近几年，我国油漆、涂料工业也发展迅速，并每年以大于 12% 的速度增长。2023 年我国涂料、油漆工业产量为 3577.2 万 t，高岭土需求量为 301 万 t；据初步统计，2024 年高岭土需求量达 335 万 t，高岭土需求量增长速度快，市场前景十分乐观。

3) 橡胶、塑料和电缆工业的应用状况

高岭土在橡胶、塑料和电缆等工业中能起到补强、半补强、抗耐磨、抗撕裂、提高电绝缘性、降低生产成本并具有较强的红外线等阻隔性能，故此，近几年来它在橡胶行业的使用量越来越大。据有关资料统计，高岭土在功能性塑料和橡胶制品以及农用塑料薄膜行业的需求量也在不断增加，2023 年这些行业的需求量为 168 万 t 左右，初步统计 2024 年需求量达 172 万 t 以上。

4) 建筑卫生陶瓷工业的应用状况

建筑卫生陶瓷工业历来是我国高岭土的主要消费行业，年用量达数百万 t 以上。据陶瓷行业有关资料统计，我国的建筑卫生陶瓷工业的产量已雄居世界第一，目前我国年生产建筑陶瓷墙地砖约 30 亿 m²，年生产卫生洁具 6000 万件，年生产日用陶瓷 160 亿件。

5) 其他行业

另外，我国的耐火材料行业和近几年迅速发展的玻璃纤维行业等也需用一定量的高岭土产品。

(2) 区内高岭土需求状况

广西及周边市场需要用到高岭土的基地主要有：①广西北流市日用瓷生产基地，该基地是我国目前西南地区最大的日用瓷生产基地，年需陶瓷级高岭土（含釉料）十几万 t，现原料大多从贵州、广东、云南等地购进。②佛山陶瓷工业生产基地，广东佛山是我国陶瓷工业生产基地，陶瓷土需求量巨大。本矿区高岭土矿质量稳定，且由于本矿山位于广东广西交界，交通较为便利，产品无论销往区内或广东省运输成本均较低廉，由此可见，本项目的建设具有良好的区域优势和广阔的市场前景。

(3) 区内建筑用砂需求状况

近年来受房地产经济下行以及基建饱和等因素影响，2021 年以来广西地区砂石需求量出现较大下滑，同比下滑 31.4%，2024 年广西房地产开发投资仅 1034.88 亿元，2025 年上半年新项目因资金短缺延迟开工，存量工程推进但支撑有限，民用市场恢复不足。

4-6 月频繁降雨叠加高温，工地开工率不足；同时项目回款困难，搅拌站接单量锐减，部

分企业亏本销售，导致目前建筑用砂市场较为艰难。2025 年 1-5 月全国基础设施投资同比增长 5.6%，广西依托平陆运河、黄百铁路等重大项目支撑部分需求。黄百铁路广西段 2024 年完成投资 18 亿元，超额完成目标；平陆运河青年枢纽船闸主体封顶，工程进入关键阶段。但基建资金“直达终端”机制尚未完全畅通，且广西专项债分配额度有限，难以全面抵消房地产下滑缺口。基建对建筑用砂需求的支撑呈现“局部集中、总量不足”的特点，仅能缓解部分龙头企业压力。

根据市场情况，建筑用砂价格随着建筑业的需求减少有大幅度降低。查询砂石骨料网数据统计，广西地区 2021 年至 ~2025 年建筑砂的价格整体呈震荡下行走势，目前价格约 45~50 元/t。

2、矿山生产经济效益分析

矿山设计高岭土原矿生产规模为 30.00 万 t/a、综合利用建筑用砂原矿 27.73 万 t/a，产品方案：高岭土粗精矿；综合利用建筑用砂净矿。考虑矿石分选高岭土粗精矿产率为 29.4%，矿岩平均含砂率 57.24%，选矿回收率为 95%，则年产高岭土粗精矿=30.00 万 t×29.4%×95%=8.38 万 t；年产建筑净矿=27.73×57.24%×95%=15.08 万 t。

根据周边市场调查和分析预测，高岭土粗精矿产品近三年在当地矿山交货价格约 180 元/t，综合利用建筑用砂净矿矿山交货价约为 45 元/t。

高岭土粗精矿、综合利用建筑用砂净矿采矿及加工综合成本分别为 23.0 元/t、19.5 元/t（包括人工费、水电费、动力费、折旧费等），综合成本结构详见表 6-1-1。

表 6-1-1 每 t 矿石采选综合生产成本明细表

序号	成本项目	高岭土（粗精矿） 单位生产成本 （元/t）	建筑用砂（净矿） 单位生产成本（元/t）
1	采选制造成本	18	14.5
1.1	直接材料费	2	1.5
1.2	直接燃料及动力费	5	3
1.3	直接人工费	5	4
1.4	折旧费	1	1
1.5	修理费	1	1
1.6	维简费	2	2
1.6.1	其中：折旧性质的维简费	1	1
1.6.2	更新性质的维简费	1	1
1.7	其他制造费用	2	2
2	财务费用	1	1
3	管理费	1	1
4	安全费用	3	3
总成本		23.0	19.5

本方案只进行静态经济效益评价，评价指标有总利润、投资利润率、投资回收期。

(1) 年销售收入 A(矿山产销率按 100%):

$$A=Q_1 \cdot P_1 + Q_2 \cdot P_2$$

式中: A——年销售收入(万元);

Q_1 ——年产高岭土粗精矿量, 8.38 万 t/a;

P_1 ——高岭土粗精矿价格, 180 元/t;

Q_2 ——年产建筑用砂净矿石量, 15.08 万 t/a;

P_2 ——建筑用砂净矿价格, 45 元/t;

则年销售收入: $A=Q_1 \cdot P_1 + Q_2 \cdot P_2$

$$=8.38 \text{ 万 t} \times 180 \text{ 元/t} + 15.08 \text{ 万 t} \times 45 \text{ 元/t}$$

$$=2187.00 \text{ 万元。}$$

(2) 年生产成本费用 (S)

$$S=Q_1 \cdot S_1 + Q_2 \cdot S_2$$

式中: S——年生产成本费用(万元);

Q_1 ——年产高岭土净矿石量, 8.38 万 t/a;

S_1 ——高岭土粗精矿生产成本, 23.0 元/t;

Q_2 ——年产建筑用砂净矿石量, 15.08 万 t/a;

S_2 ——建筑用砂净矿生产成本, 19.5 元/t;

则年生产成本费用: $S=Q_1 \cdot S_1 + Q_2 \cdot S_2$

$$=8.38 \text{ 万 t} \times 23 \text{ 元/t} + 15.08 \text{ 万 t} \times 19.5 \text{ 元/t}$$

$$=486.80 \text{ 万元。}$$

(3) 年销售税金及附加:

包括增值税、城市维护建设税、教育费附加、资源税等。

增值税: 为销售收入的 13%, 即 $2187.00 \text{ 万元} \times 13\% = 284.31 \text{ 万元}$;

城市维护建设税: 根据《城市维护建设税暂行条例》规定, 纳税人所在地城市维护建设税税率为 5%, 计税基数为应交增值税额。

则城市维护建设税 = 应交增值税 \times 税率 (5%) = $284.31 \text{ 万元} \times 5\% = 14.22 \text{ 万元}$ 。

教育费附加: 根据《国务院关于修改〈征收教育费附加的暂行规定〉的决定》(国务院令 448 号), 教育费附加费率为 3%, 根据财政部《关于统一地方教育附加政策有关问题的通知》(财综〔2010〕98 号), 统一地方教育附加征收标准。地方教育附加征收标准统一为 2%。因此, 本方案教育费附加按应纳增值税额的 5% 计税 (=3%+2%)。

计税基数为应交增值税额。

则教育费附加=应交增值税×税率（5%）=284.31 万元×5%=14.22 万元。

资源税：根据《广西壮族自治区人民代表大会常务委员会 关于广西壮族自治区资源税具体适用税率等事项的决定》（2020 年 7 月 24 日广西壮族自治区第十三届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过）附件“广西资源税税目税率表”，开采高岭土的资源税税率应为原矿 5%，选矿 3%。砂石矿的资源税税率应为原矿 3%，选矿 2.5%，同时根据第三条第二点“纳税人开采伴生矿，分开核算伴生矿与主矿产品销售额的，对伴生矿按其应纳税额的 20%减征资源税”，本矿山销售产品为高岭土粗精矿、建筑用砂净矿，因此，本次计算资源税为高岭土粗精矿销售收入的 3%+建筑用砂净矿销售收入的 2.5%×（1-20%），即 $Q_1 \cdot P_1 \cdot 3\% + Q_2 \cdot P_2 \cdot 2.5\% \cdot (1-20\%) = 58.82$ 万元

式中：Q₁——年产高岭土粗精矿量，8.38 万 t/a；

P₁——高岭土净矿价格，180 元/t；

Q₂——年产建筑用砂净矿量，15.08 万 t/a；

P₂——建筑用砂净矿价格，45 元/t；

则：矿山年销售税金及附加=284.31 万元+14.22 万元+14.22 万元+58.82 万元=371.57 万元。

（4）年利润总额

年销售收入—年总成本费用—销售税金及附加

=2187.00 万元—486.80 万元—371.57 万元=1328.64 万元。

（5）年所得税

年利润总额×25%=1328.64 万元×25%=332.16 万元。

（6）年净利润

年利润总额—年所得税=1328.64 万元—332.16 万元=996.48 万元。

（7）投资利润率=年净利润÷投资×100%=996.48 万元÷6036 万元×100%=16.51%

矿山投资约 6036 万元，投资估算详见表 6-1-2 所示。

表 6-1-2 矿山投资估算表

序号	项目名称	单位（万元）
1	生产、生活辅助设施建设	100
2	矿山运输道路开拓	250
3	首采平台开拓	300
4	供电设施	350
5	挖掘装载设备	300
6	矿石运输设备	500
7	矿石加工设备投资	500
8	申办费、土地征收及环保费	500
9	复垦及地环恢复治理	690
10	采矿权出让收益款	1036
11	水土保持费用	200
12	林地占补费用	300
13	职业卫生费用	60
14	安全工程及设施	200
15	绿色矿山建设	150
16	监理费用	100
17	其他（流动资金）	500
18	总投资	6036

（8）税前投资回收期=投资总额÷年利润总额=6036 万元÷1328.64 万元≈4.5 年

（9）税后投资回收期=投资总额÷年净利润=6036 万元÷996.48 万元≈6.1 年

本矿山生产规模为大型，其内外部建设条件较好，矿石加工技术可行，矿山开发可实现年利润总额 1328.64 万元，年净利润 996.48 万元，投资收益率 16.51%，税后投资回收期 6.1a，生产服务年限为 17.0a（含基建期 1.3a），说明该矿床开发具有一定的经济效益。

（二）矿山地质环境保护与土地复垦工程实施经济效益分析

按本方案完成全部复垦工程后，获得乔木林地 15.7138hm²、其他草地 4.6175hm²、农村道路 0.1729hm²，合计 20.5042hm²，土地复垦率 75.54%。所复垦的土地以恢复生态环境为主，不产生直接的经济效益。

二、社会效益

通过对本项目矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施，一是采矿活动引发的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害/问题得到有效预防，避免或尽可能地减少矿山地质灾害对矿山及周围矿山地质环境的危害，确保人民群众生命和财产安全；二是在充分利用矿产资源的同时，通过土地复垦使土地利用结构更加合理，合理利用了土地，提高了环境容量，促进了生态良性循环，维持了生态平衡，保障了社会的和谐发展；三是在矿区内营造适

生的植被，有效地防止和减少了区域水土流失，改良了地貌景观，为区域生态环境、农业生产环境的改造创造了有利条件，将会提高当地群众的生产、生活质量。总之，矿山地质环境保护与土地复垦工程实施对社会安定团结和稳定发展起着重要作用。

三、环境效益

按本方案实施后，获得的土地类型为乔木林地、其他草地和农村道路，恢复其原有的土地功能，乔木林地采取种植松树结合撒播草籽进行绿化，通过实施相应的复垦工程和措施，使矿山原有的生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，并向良性方向发展。有利于空气、土地质量的提高，这样的环境基本维持原来的生态平衡或优于原来的生态环境，最大程度减少了水土流失破坏程度，适宜人、动物的活动及植物的生长，使环境得到和谐、持续的发展。

第七章 结论与建议

第一节 结论

一、地质勘查报告

本次详查工作通过对矿区开展的 1:2000 地形测量、1:2000 地质测量、1:50000 区域水文地质调查、1:5000 专项水工环地质测量、钻探工程以及相关分析测试，基本查明了矿区地层、构造、岩浆岩特征；基本查明了矿区内矿体的数量、赋存部位、岩性特征、分布范围；基本查明矿体规模、形态、内部结构、厚度及其变化特点，确定矿体的连续性；基本查明了矿石的物质成份、结构构造、矿石类型。基本查明矿石的赋存状态和分布规律；基本查明了矿区水文地质、工程地质、环境地质等开采技术条件，水文地质条件属简单类型，工程地质条件属中等类型，矿区地质环境质量中等。根据中华人民共和国自然资源部发布的《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火黏土》（DZ/T 0206-2020），将矿区勘查类型定为第Ⅱ类，控制的勘查工程间距确定为 100×100m，推断的勘查工程间距确定为 200×200m。本次详查工作采用勘探线形式布设勘查工程，勘探线基本垂直矿体长轴方向，探矿工程布置于勘探线上。地表选用地质测量、深部选用钻探工程对矿体进行系统控制，达到核实阶段求取控制+推断资源量的要求。

经估算，截止 2025 年 3 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获保有工业高岭土矿资源量（控制+推断）438.24 万 t，平均品位 Al_2O_3 16.45%， Fe_2O_3 1.26%、 TiO_2 0.104%， $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 1.364%，其中控制资源量为 280.63 万 t，占比 64.04%；推断资源量为 157.61 万 t，占比 35.96%；矿床储量规模为中型。另外探获保有低品位高岭土矿资源量（控制+推断）394.36 万 t；动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90 万 t；累计查明高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量（探明+控制+推断）845.50 万 t。可综合利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）832.60 万 t，按含砂率 57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

边坡压占工业高岭土矿资源量（控制+推断）176.33 万 t；边坡压占低品位高岭土矿资源量（控制+推断）184.79 万 t；边坡压占建筑用砂原矿资源量（控制+推断）361.12 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 206.71 万 t）。扣除边坡压占后，可利用的工业高岭土矿资源量（控制+推断）为 261.91 万 t；可利用的低品位高岭土矿资源量（控制+推断）为 209.57 万 t；可利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）471.48 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t）。另，因矿山布设安全生产平台需要，需剥离微风化花岗岩总量为

27.7548 万 m^3 ，可作为建筑用石料综合利用。

本次工作矿区内查明矿产资源类别有高岭土（包括工业高岭土和低品位高岭土）、建筑用砂和建筑用花岗岩三种类别，根据《财政部 自然资源部 税务总局关于印发矿业权出让收益征收办法的通知》（财综〔2023〕10号）、《资源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资规〔2023〕57号），高岭土按出让收益率的形式征收矿业权出让收益，对于项目伴生的建筑用砂及弱风化花岗岩（作为建筑用石料综合利用）部分资源量，由陆川县自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，矿山企业不得非法私自处置。

矿山未来采用露天方式进行开采，矿区开采最低标高低于地下水位，矿坑充水水源为大气降水，水文地质条件属简单类型；岩石节理裂隙中等发育，影响局部岩体的稳定性，采坑边坡较高，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，易引发崩塌、滑坡、泥石流等工程地质问题，工程地质条件属中等类型；未来矿山开采可能引发表土场、排土场滑坡、崩塌等地质灾害，且矿山废水、废渣若未经处理可能对矿区及其下游地下水造成污染，矿区地质环境质量中等。

本次详查工作采用的方法手段恰当有效，勘查类型及工程间距合适，工作部署基本合理，各项工作质量基本符合有关的国家标准及行业标准、规范、规定要求，原始资料齐全、真实、可靠，资料综合整理按照有关规范进行，资源量估算采用的相关参数可靠，估算方法恰当，估算的数据准确，较为全面、客观地反映了矿区勘查工作成果，符合有关的国家标准、行业标准以及规范要求。

二、开发利用方案

1、根据矿体赋存特征，方案设计控制和推断资源量可信度系数取 1.0，设计回采率 95%，扣除边坡压占量后，设计采出高岭土原矿资源量 471.48 万 t（合 265.13 万 m^3 ），综合可利用建筑用砂原矿资源量 471.48 万 t。产品方案为高岭土粗精矿以及综合利用建筑用砂净矿。

2、本矿山属山坡露天矿，根据矿体的赋存条件、产状因素、地形地貌等特征，采用公路开拓-汽车运输方案；基建期设计从工业场地（卸矿口）+173m 标高起坡修路，由南向北开拓至矿区东北部最高点附近的+280m 标高，再修建机械道路至矿区最高点，对山坡进行开挖平整，形成+290m 首采平台和+280m 装载平台（最小工作平台宽度 $\geq 30\text{m}$ ）。矿山运输道路长 1257m，高差 107m，道路平均纵坡 8.5%。完成基建工作后即可开始正常采矿工作。矿石采出后，采用

挖掘机装入自卸载重汽车运往工业场地加工。

根据开采技术条件及矿山生产实践经验，本设计确定采用自上而下分台阶顺序开采，挖掘机采挖和深孔凿岩爆破相结合的采矿工艺。

4、矿区总平面布置：矿山工业场地（含加工区、处理池和沉淀池等）位于矿区南部1号拐点附近；办公生活区位于工业场地南东侧约120m处，该场地位于广东省界内；临时排土场和表土场分别位于工业场地南侧、西侧，均为矿山采矿权人此前使用排土场地。各功能区相距较近，并有矿山道路相连通。

5、本矿山生产规模为大型，其内外部建设条件较好，矿石加工技术可行，矿山开发可实现年利润总额1328.64万元，年净利润996.48万元，投资收益率16.51%，税后投资回收期6.1a，生产服务年限为17.0a（含基建期1.3a），说明该矿床开发具有一定的经济效益。

三、矿山地质环境保护与土地复垦方案

1、本《方案》“矿山地质环境保护与土地复垦方案”是严格按照《方案编制技术要求》的要求进行编制的。工作过程中充分收集了与本方案编制工作有关的矿产地质、水文地质、矿区土地利用现状等资料，通过野外实地调查和室内综合研究，基本掌握矿区地质环境条件，主要矿山地质环境问题类型、成因、规模、分布特征、危害对象、影响程度等，针对矿区地质环境问题提出了经济可行的地质环境保护与土地复垦方案，完成了预期任务。

2、方案评估范围东部、西部、南部以矿界为基础外扩50~250m，南部以临时排土场、表土场边界为基础外扩30~100米，据此圈定评估区面积64.9506hm²，本矿山开采方式为露天开采，评估区重要程度属**较重要区**，矿山地质环境复杂程度为**复杂类型**，矿山设计开采高岭土矿30.0万t/a，属大型，为**重要建设项目**，因此，本矿山地质环境影响评估级别为**一级**，矿山地质灾害危险性评估级别为**一级**。

3、现状评估：现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对地下含水层的影响和破坏程度较轻；对矿区水土环境污染影响较轻；现状矿山已损毁土地面积13.3630hm²，其中乔木林地2.1989hm²、其他林地0.5358hm²、其他草地0.0804hm²、采矿用地10.4560hm²、农村道路0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估该分区采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。现状评估将评估区划分为地质环境影响严重区、较轻两个等别分区，其中，严重区为露天采场、工业场地、临时排土

场、表土场 4 个单元用地单元，面积 13.3630hm²，较轻区为评估区范围内除严重区外的其它范围，面积 51.5876hm²。

4、预测评估：预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等；预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性小；预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。因此预测矿山采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较严重；预测采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对含水层的影响和破坏程度局部较严重；对矿区水土环境污染影响较轻；未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm²，其中乔木林地 15.4075hm²、其他林地 0.5593hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估未来采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。预测评估将评估区划分为地质环境影响严重区、较轻两个等别分区，其中，严重区为露天采场、工业场地、排土场和表土场 4 个用地单元，面积 27.1428hm²，较轻区为评估区范围内除严重区外的其它范围，面积 37.8078hm²。

5、根据现状评估和预测评估结论，本方案将矿山地质环境保护和治理分区划分为重点防治区和一般防治区两个分区，其中重点防治区面积 27.1428hm²，一般防治区面积 37.8078hm²；矿山在开采结束后无留续使用永久性建设用地，本矿山土地复垦区即为土地复垦责任范围，即损毁土地范围，面积 27.1428hm²。

6、本矿山地质环境保护与治理工程主要有：矿山开采过程中清除边坡浮土石、危岩，修建表土场、临时排土场挡土墙，截水沟修筑工程，开挖沉砂池，露天采场台阶平台小挡墙修筑工程；矿山开采结束后，修建露天采场底部平台内排水沟，布设崩塌、滑坡地质灾害监测工程，布设地形地貌景观破坏监测工程等。矿山土地复垦工程主要有：表土收集及养护固化、土方回填、建（构）筑物拆除、废渣清理、覆土工程、植被恢复，布设土地复垦效果监测与管护工程等，通过实施全部复垦工程，获得乔木林地 15.7138hm²、其他草地 4.6175hm²、农村道路 0.1729hm²，合计 20.5042hm²，土地复垦率 75.54%。

7、本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资为 690.9560 万元，其中静态投资 489.0442 万元，价差预备费 201.9118 万元。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 324.8712 万元，土地复垦费用 366.0848 万元。

8、通过对矿山实施地质环境保护与恢复治理工程，无论从社会效益方面还是环境效益方

面分析，都可取得良好的效果，这将使矿山地质环境得到良性、和谐、持续的发展。

第二节 存在问题

1、本次核实工作未对矿石开展选矿试验研究，通过类比的方式对矿石的加工技术性能进行评价。

2、由于本区砂质高岭土矿体在平面上呈连片状展布，因此本次工作没有施工槽探工程揭露矿体。

3、矿床开发经济意义研究是以当前经济指标进行评价，随着我国经济的高速发展，市场经济进一步完善，市场价格、成本、利润等都有很大变化，成本、利润等都将随之变动，实际的收益可能与本次意义研究有出入。

4、由于本矿区的强风化层的资源量估算体重采用现场实测的大体重结果 1.68t/m^3 ，可能存在一定误差。

5、本《方案》预测评估不代替地质灾害评估报告，矿山采场边坡涉及生产安全问题，且后续终了边坡最大高度 170m，因此需矿山后期进行安全设施设计并进行相应安全评价，并明确完善边坡在线监测措施。

第三节 建议

1、继续对矿区地表水、地下水长观点进行观测，为今后矿山开发环评工作提供详实的水文地质资料。

2、建议矿山在矿产资源的开发利用过程中，充分利用矿产资源，做好开采计划，按设计要求合理、科学地进行采掘，提高采矿的回采率，降低损失率。

3、矿山在今后的开采过程中，应建立健全安全环保规章制度，确保矿山安全生产，并避免对环境造成污染。

4、建议开采过程中及时清除开采面浮土石，并做好矿山安全警戒，确保安全生产，评估区范围内，定期开展矿区周边危岩排查处理，避免受机械震动影响危岩掉落。

5、本矿山保有可利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）471.48 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t）；此外根据本方案所圈定的最终开采境界，矿山开采将采出一部分微风化层，总量为 27.7548 万 m^3 ，可作为建筑用石料综合利用。对于项目伴生的建筑用砂及弱风化花岗岩（作为建筑用石料综合利用）部分资源量，根据《资源部关于规范和

完善砂石开采管理的通知》（自然资规〔2023〕57号），由陆川县自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，矿山企业不得非法私自处置。

6、矿山建设及开采过程中，应按照矿山地质环境保护及土地复垦方案要求，做到“在开发中保护”和“在保护中开发”，最大限度地减少矿产资源开发对地质环境的影响，促进矿业活动健康发展。

7、本《方案》不代替矿山开采设计、安全设施设计和环境评价报告，也不能作为施工依据。在方案实施之前，建议委托有资质的单位编制相应设计和报告，并取得相关部门批准。

8、矿区西侧分布有一处居民点为杨桃垌村，直线距离 215m；东侧 482m 处为下合水村，矿区西南方向约 150m 存在几处居民房屋。矿山企业应采用控制爆破方式进行开采，同时具体爆破设计方案建议业主委托有资质的爆破公司根据项目周边环境情况进行专项设计，并报主管部门批准。

9、如矿山扩大开采规模、变更开采范围或者开采方式，需重新进行矿产资源开发利用与保护总体方案的编制工作。

10、由于此前临时排土场及表土场仅被矿山作为临时排土地地使用，未修建挡墙及截排水沟，因此为满足长期使用条件，防止该排土场出现崩塌、滑坡等地质环境问题，需在临时排土场下游修建浆砌石挡墙，周边开挖截水沟。考虑矿山地质条件为复杂类型，矿山需委托相关资质单位对施工地段的地质条件进一步勘察，并进行专项设计后再施工。

11、本矿山开采涉及林地，矿山业主应按相关政策办理审批手续。

《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿 矿产资源开发利用与保护总体方案》

评 审 意 见 书

玉矿开总体方案审[2025]07 号

组织评审机构：广西壮族自治区三〇七核地质大队

二〇二五年六月



方案名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿
矿产资源开发利用与保护总体方案

提交单位：广西陆川县福田瓷土有限公司

编写单位：广西海荣工程勘察设计有限公司

法定代表人：陈巧莲

项目负责人：黄敦杰

编写人：黄敦杰 刘景阳 龙丽英 黄 森
盘龙平 何婵敏 蓝 岚 陆小金

审 核：林振东

提交日期：2025 年 06 月

委托评审单位：玉林市自然资源局

审查组织单位：广西壮族自治区三〇七核地质大队

审查专家：

张厚云（地质矿产勘查 高级工程师）、凌酋（地质矿产勘查 高级工程师）、陈孙文（水工环 高级工程师）、赵秉理（采矿工程 高级工程师）、孙贵强（土地复垦 研究员）、黄惠（测量 高级工程师）、池丽平（工程造价 高级工程师）

审查方式：会 审

评审会议日期：2025 年 06 月 27 日

评审基准日：2025 年 06 月 27 日

评审（会议）地点：玉林市自然资源局

受玉林市自然资源局的委托，广西壮族自治区三〇七核地质大队根据《广西壮族自治区自然资源厅关于储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类矿山合编制地质报告（储量核实报告）、开发利用方案、地质环境保护与土地复垦总方案的通知》（桂自然资发〔2019〕68号文）精神，于2025年06月27日在玉林市自然资源局召开《陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿矿产资源开发利用与保护总体方案》评审会。评审会上，专家按照《矿产资源开发利用与保护总体方案审查要点》（试行）要求对报告进行了认真地审查，在综合专家组及与会代表意见的基础上，提出本审查意见书，报送玉林市自然资源局审批备案。

一、《总体方案》基本情况

（一）编制目的

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿采矿权有效期已届满（有效期至2025年2月6日），采矿权人已提交延迟申请采矿权登记材料的申请，目前采矿权人（广西陆川县福田瓷土有限公司）正在办理采矿权延续登记的相关手续。编制目的是在收集矿区以往地质勘查资料的基础上，通过对矿区高岭土矿开展核实地质工作，采用地形测量、地质测量、水工环测量、钻探工程及取样分析测试等工作手段，基本查明矿山与成矿有关的岩浆岩类型、岩性、产状、风化程度、分布规律及相互关系等特征；基本查明矿山高岭土矿体的形态、产状、厚度、规模以及矿体的数量、空间分布范围，研究矿体的赋存规律，基本确定矿体的连续性；基本查明矿石的矿物组合及含量、结构、构造、化学成分及物性特征，划分矿石自然类型及工业类型；基本查明矿石的加工技术性能；基本查明矿区的开采技术条件；对采矿权范围内的高岭土矿资源量进行科学合理的估算；明确矿山设计开采范围，开采方式，开拓方案和采矿方法，确保矿山安全生产及有效保护矿山地质环境，以提高矿山的矿产资源利用率，实现矿山规范化开采；为矿山地质环境治理及土地复垦的提供指导性文件，落实矿山地质环境保护、土地复垦有关法律法规和政策要求，对矿山破坏土地进行复垦，恢复治理矿山地质环境问题，保证矿山地质环境恢复治理和土地复垦义务的落实，保证矿山地质环境保护与土地复垦的任务、措施、计划和资金等落到实处，为自然资源主管部门实施监管、办理采矿权延续提供依据。

（二）矿区位置及交通、采矿权设置情况

陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿位于陆川县清湖镇10°方向的塘寨村北东侧，直线距离清湖镇10km，距离陆川县城城区直线距离约23.5km，行政区划属陆川县清湖镇塘寨村管辖。矿区中心地理坐标：东经110°21'31.681"，北纬22°07'21.733"。矿区面积0.1990km²，交通条件

尚属便利。

1、现采矿权情况

采矿许可证证号：C4509222012047130123900；
采矿权人：广西陆川县福田瓷土有限公司；
地 址：陆川县清湖镇塘寨村埇尾；
矿山名称：陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿；
经济类型：私营股份有限公司；
开采矿种：高岭土；
开采方式：露天开采；
生产规模：5.00 万 t/年；
矿区面积：0.1990 平方公里；
开采深度：由+325m 至+150m 标高；
采矿证有效期限：肆年零伍月，自 2020 年 9 月 6 日至 2025 年 2 月 6 日。
矿区范围由 11 个拐点圈定，矿区范围拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标

拐点 编号	2000 国家坐标系	
	x	y
1	2446999.21	37433771.17
2	2447205.21	37433724.17
3	2447492.21	37433792.17
4	2447859.21	37433574.17
5	2447977.21	37433836.17
6	2447999.21	37433964.17
7	2447819.21	37434016.17
8	2447667.21	37433901.17
9	2447554.21	37433916.17
10	2447394.21	37433856.17
11	2447047.21	37433956.17
矿区面积：0.1990km ² ；开采深度：由+325m 至 +150m		

2、采矿权申请情况

本矿山采矿许可证有效期已届满，现采矿权人正在办理采矿权延续手续，已向自然资源主管部门提交延迟申请采矿权登记的说明。经本次核实勘查后，发现矿区范围内仍剩余有较

大的资源量可供开采，达中型储量规模，为最大化利用矿产资源，因此拟向玉林市自然资源局申请将矿山生产规模由 5.00 万 t/年扩大变更为 30.00 万 t/年，矿区范围、面积、开采深度等要素均与现采矿许可证一致。

（三）矿区周边环境

经核查，本矿山采矿权设置符合《陆川县矿产资源总体规划（2021-2025 年）》要求，矿区位于“陆川县清湖镇塘寨村埇尾高岭土矿开采规划区块（CQY19）”范围内。矿区不在城镇开发边界线、永久基本农田保护红线、生态保护红线及各类自然保护区等敏感限制区域内。矿区周边 300m 范围内无国道、省道、县道等交通干线经过，无石油天然气管道经过；周边 500m 范围内无通讯电缆、主干公路、学校、文物、工厂、名胜古迹、其他重要建筑物等，无高压线路和高压电塔；周边 1000m 范围内无国家铁路、水利设施、风景区、水源地、自然保护区和军事设施等。

矿区北侧新设置有陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿（有效期 2020 年 10 月 28 日至 2049 年 10 月 28 日），直线距离约 10m；南侧有化州市文楼镇岭咀村瓷土矿（有效期 2019 年 7 月 17 日至 2024 年 12 月 17 日），直线距离约 148m。本矿区与上述 2 个矿业权界线清楚，不存在矿权纠纷问题。矿区西侧分布有一处居民点为杨桃垌村，直线距离 215m；东侧 482m 处为下合水村，矿区西南方向约 150m 存在几处居民房屋。由于矿区未来部分区域将采用爆破开采方式，以上企业以及部分房屋设施等位于 300m 爆破警戒范围线内，为满足安全生产条件，矿区目前已于矿区西南部居民房屋签订租赁协议，并已与陆川县清湖镇塘寨村松木高岭土矿采矿权人陆川岭南矿业有限公司以及化州市文楼镇岭咀村瓷土矿采矿权人化州市宝地瓷土有限公司签订安全生产管理协议。

（四）矿山开采现状

本矿山为生产矿山，自 2011 年办理采矿许可证后陆陆续续进行开采，其中 2014、2016 年矿山由于外在原因处于停产状态，2019 年矿山主要工作为开挖露天边坡，并未动用到高岭土矿资源量。经过多年开采后，根据现场调查，结合测量成果，现状矿山由北至南已形成长条状不规则的采空区（见照片 2-5-1），采空区长约 870m，宽约 47~198m，面积约 0.0860km²，开采标高在+325m~150m 间，采空区自上而下可划分最大共 11 级开采平台：其中矿区北部采空区可分为+285m、+276m 共两级平台；矿区北西部采空区可分为+265m、+255m、+250m、+240m、+230m 共 5 级平台；矿区中西部采空区可分为+235m、+230m、+225m、+220m、+214m、

+212m、+205m、+190m 共 7 级平台；矿区南部采空区可分为+210m、+205m、+200m、+195m、+190m、+187m、+181m、+170m、+165m、+160m、+150m 共 11 级平台。各台阶平台宽 2.5~60m，边坡高 4~18m，坡度 35~75°，局部边坡较高陡。整体边坡及开采台阶、安全平台等基本上未按照原《开发利用方案》进行开采和预留边坡。现状已开拓有矿山道路至+275m 标高平台。

（五）资源量估算范围对象

本次资源量估算截止日期为 2025 年 3 月 25 日，估算的对象为采矿权+150m~+325m 标高范围内的主矿种高岭土矿和共伴生的建筑用砂矿。高岭土矿体有 3 个，分别为I-1、I-2、II 号矿体，矿体埋深 0.00~45.10m，估算面积 0.1526km²，估算标高+323.47m 至+150m。资源量估算范围拐点坐标见表 1-2。

表 1-2 资源量估算范围拐点坐标

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
A1	2447169.82	37433866.27
A2	2447219.77	37433816.25
A3	2447420.97	37433797.42
A4	2447431.778	37433777.83
A5	2447492.21	37433792.17
A6	2447859.21	37433574.17
A7	2447977.21	37433836.17
A8	2447999.21	37433964.17
A9	2447819.21	37434016.17
A10	2447667.21	37433901.17
A11	2447554.21	37433916.17
A12	2447394.21	37433856.17
A13	2447212.201	37433908.61
资源量估算面积：0.1526km ² ；估算标高：由+323.47m 至 +150m		

二、勘查工作质量

（一）完成实物工作量

本次核实野外工作累计完成主要实物工作量：1:2000 地形测量 1.99km²，1:2000 地质测量 0.20km²，1:50000 区域水文地质调查 25km²，1:5000 专项水文地质 5.0km²、工程地质 5.0km²、环境地质 5.0km²，机械岩心钻探 444.80m，采集和分析测试了化学基本分析样、光谱半定量样、化学全分析样、组合分析样、砂指标样、含砂率样、稀土分析样、小体重样、放射性样、薄片鉴定样等样品，各项工作已按量或超额完成。详见表 2-1。

表 2-1 累计完成实物工作量统计表

工作手段	技术条件	计量单位	设计工作量	完成工作量	完成率(%)
一、地形测绘					
(一)地形测量					
1.控制测量					
E 级网	困难类别Ⅲ	点	3	3	100
2.地形测量					
1:2000 地形测量	困难类别Ⅲ	km ²	1.5	1.99	132.67
(二)制图					
1:2000 地形图数字化	困难类别Ⅳ	幅	1	1	100
1:50000 地质图数字化	困难类别Ⅲ	幅	1	1	100
平面地质图(全开)	困难类别Ⅲ	幅	1	1	100
区域地质图	困难类别Ⅲ	幅	1	1	100
剖面图	困难类别Ⅲ	cm	200	218	109
钻探索描图	困难类别Ⅲ	cm	400	444.8	111.20
二、地质测量					
(一)专项地质测量					
1.专项地质测量					
1:2000 地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	0.2	0.2	100
(二)区域水文地质					
1:50000 区域水文地质调查	地质复杂程度Ⅱ	km ²	25	25	100
(三)专项水工环文地质测量					
1:5000 专项水文地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	5	5	100
1:5000 专项工程地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	5	5	100
1:5000 专项环境地质测量	地质复杂程度Ⅱ	km ²	5	5	100
三、钻探					
(一)矿产地质钻探					
机械岩芯钻探	岩石级别Ⅲ级	m	400	444.8	111.20
四、岩矿测试					
1.基本分析样	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	件	150	193	128.67
2.内检样	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	件	30	30	100
3.外检样	Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	件	15	15	100
4.光谱半定量样		件	2	2	100
5.化学全分析样		件	2	2	100
6.组合分析样		件	10	10	100
7.砂指标样		件	5	5	100
8.含砂率样		件	15	18	120
9.稀土分析样		件	5	91	1820
10.小体重样		件	10	30	300
11.大体重样		件	3	3	100
12.放射性样		件	2	2	100

工作手段	技术条件	计量单位	设计工作量	完成工作量	完成率(%)
13.薄片鉴定样		件	5	5	100
14.饮用水样		件	2	2	100
15.土壤有毒有害元素分析样		件	2	2	100
16.土常规试验试验样		件	3	3	100
17.抗剪试验样		件	5	6	120
18.抗压试验样		件	5	6	120
五、其他地质工作					
(一)地质勘查工作测量					
1.工程点测量	钻探孔口测量	点	12	12	100
(二)地质编录					
1.钻探		m	400	444.8	111.20
2.钻孔水文地质编录		m	400	444.8	111.20
(三)采样					
(四)岩矿心保管		m	360	438.4	121.78
(五)水工环测量					
1.长期水文动态观测		点	4	4	100
2.钻孔抽水试验		台班	4	4	100
(六)综合研究及编写报告					
总体方案		份	1	1	100
(七)报告印刷出版					
矿产评价		份	1	1	100

(二) 测量工作质量评述

矿区地形测量、工程点测量由广西捷荣工程咨询有限公司（测绘资质证书：乙测资字 45504978，属有效期内）具体实施，测量工作符合测绘技术规范要求，测量成果图可作为矿区基本图件使用和资源量估算依据。

(三) 地质测量工作质量评述

采用穿越法为主，追索法为辅的填图方法，观测路线 50~100m 不等，点距 48~123m 不等，均用油漆在岩石上标明点位和点号。地质点定位采用 GPS 定位仪、罗盘交汇法、特征地形地物定点。位置基本准确可靠，符合规范要求。

地质观测点文字描述包括日期、点号、岩性、产状、构造以及地质体接触关系等。在野外岩、矿石定名准确，描述内容包括颜色（新鲜面、风化面）、结构、构造、矿物成份、岩石坚硬程度及风化度、节理裂隙发育程度等。完成填图面积 0.20km²，野外定点 27 个，钻探工程点 12 个，平均 195 点/km²。其中岩性界线点 22 个，占比 56.41%。通过地质填图基本查明

矿区岩体分布特征、构造特征、岩石类型，基本能够满足本阶段的工作要求。

（四）钻探工程质量评述

采用勘探线法，共施工 12 个矿产地质钻孔，均为直孔，总进尺 444.80m。施工的钻孔最深为 ZK703/55.10m，最浅为 ZK201/18.40m，平均孔深 37.07 米，钻孔均见矿，见矿率为 100%。按岩心钻探八大指标进行验收，钻孔合格率为 100.00%，其质量均为优质孔。

1、岩矿芯采取率：钻机采用冲击钻进和双旋回钻进取芯工艺，岩矿芯采取率高，所采岩矿心绝大部分呈完整圆柱状，只有少部分破碎呈棱角状。所采岩矿心均洗净自上而下按次序装箱，按回次填写岩心牌并放好岩心隔板。经统计，本次施工的 12 个钻孔，岩矿心采取率为 96.36~100%，满足规范规定质量要求。

2、钻孔弯曲与测量间距：根据规范要求，直孔每钻进约 100m 及终孔要求进行了弯曲度测量，因此本次施工的钻孔在终孔位置均进行弯曲度测量。采用 CQ 测斜仪，测量前仪器都用校正台进行了校正，施测时，用铜质仪器套同时装入两台仪器，下到井内预定测点后，停机半小时以上，两仪器读数天顶角误差不超过 1°，方位角误差不超过 3°视为合格，所得数据取两仪器的平均值。从测量结果看，弯曲度测量结果误差为 0°，未见有超差现象，合格率 100%。其质量符合相关规范要求。

3、钻孔简易水文地质观测：本次施工的 12 个钻孔全部进行了简易水文地质观测。每观测回次，提钻后、下钻前各测量一次水位，记录于原始班报表上。对钻进过程中遇到的涌水、漏水、坍塌、掉块及钻具掉落等异常现象亦作了如实记录。钻孔终孔后静置 24 小时后进行稳定水位测量并如实记录。

4、孔深误差校正测量：本次施工的 12 个钻孔在终孔位置均进行孔深测量，测量时使用钢尺丈量。12 个钻孔孔深误差均为 0m，未出现超差的现象，合格率为 100%。质量符合相关规范要求。

5、原始班报表：各班均设有兼职记录员在现场及时填写原始班报表，采用水性笔记录。钻进及岩矿心采取过程中记录回次进尺、孔深、岩矿心长度及返水情况、岩心破碎情况等，班报表、岩心牌及岩、矿心编号填写做到真实、齐全、准确、整洁。但个别班次记录有涂改或签名不全的现象。

6、封孔：各钻孔验收合格终孔后，下达终孔及封孔通知书，均为全孔封孔，用水泥浆（水与水泥比=0.5:1），并在孔口用水泥桩设立孔口标，注明孔号、孔深、开孔日期及终孔日期等

信息。对封孔方法、封孔过程、封孔材料及其消耗量均作了详细记录，质量符合要求。

7、钻孔测井条件：钻探开孔及孔径按设计要求进行，开孔孔径为 95mm，终孔直径 75mm，完全满足测井条件。

8、生态环境保护：在钻探施工结束后，对钻机坪台进行填土，种植植被，保持水土，恢复原有生态环境。钻机场地的垃圾、油污、废液、沉渣及其它固体废物统一进行分类清理、收集，并按照相关规定进行焚烧、消毒、沉淀、固化等处理。

钻孔施工质量符合规范要求，钻孔合格率为 100.00%，均为优质孔。

（五）1：5000 水工环地质工作质量评述

主要全面收集矿区以往勘查水工环资料，开展矿区水文、工程、环境地质现状调查工作。水文地质调查以基本查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件和查明矿床充水因素及矿区水文地质边界条件为重点开展工作，对工作区的水点进行调查，有流量的水点采用流速仪或三角堰测流；工程地质调查主要系统开展收集勘查工程资料，对各矿体矿层及顶、底板岩性稳定性、分布特征进行分析，对自然斜坡和人工边坡进行实地测定，调查人工边坡变形特征、变形类型、形成条件和影响因素，对施工的钻探进行工程地质编录；环境地质调查内容包括矿区社会环境、地理环境、地下水地表水环境以及不良地质现象的调查，分析研究矿山开发引起的耕地、山体破坏及水质污染、自然保护区等的影响阐述的内容。

野外调查资料数据、勘查工程资料及室内综合研究，能客观反映矿区水文、工程、环境地质特征，各项指标达到规范要求。

（六）试样采集及分析测试质量评述

1、样品测试单位及依据

担任本矿区样品分析测试任务的中煤（广西）地质工程有限公司试验测试中心、南宁地矿地质工程勘察院实验室、广西壮族自治区第四地质队实验室、中化地质矿山总局中心实验室均通过省级质量技术监督部门的计量认证，具有向社会出具公正科学数据的法律地位和能力。设备、人力、技术资源满足所承担的测试项目的要求。分析过程严格按照《分析测试质量管理规范》（2006）、《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130-2006）中第三部分“分析过程的质量控制”进行质量监控，要求进行；样品的分析加工、化验按有关规范要求执行，样品分析准确度精密度高，结果真实、可靠。

2、基本分析样质量评述

（1）样品采集

本次采集的基本分析样为劈心样。根据岩矿石的颜色、成分、结构构造及风化程度的差异分段连续采取，用切割机把岩矿心对切两半，一般沿矿心长轴与倾向一致方向对等切开，但标志不明显时，则尽量考虑将矿化可辨部分一分为二，以提高样品的代表性。取样长度根据风化程度、颜色及矿化均匀程度分段采集，样长 1.00~2.50m 之间，以采穿矿体到顶、底板一个样为原则，若在此范围内有用组分之含量仍达到最低工业要求，则连续往外补取样，直至控制矿体边界为止。采集后分别做标记、装袋、称重、记录后随送样单交实验室加工，本次核实共采集基本分析样 211 件，质量满足要求。

（2）样品加工、测试

样品送至化验单位后由化验室人员清点接收，进行加工分析。样品加工制备严格按切乔特公式 $Q=kd^2$ 公式进行缩减，K 值取 0.2。野外所送样品经测试单位验收后，将样品烘烤或晒干，称原始样重后，用鄂式破碎机进行破碎，全部过 20 目筛后，缩分为正、副样两部分，并保留粗副样；正样采用盘磨机进行细磨至全部过 200 目筛，且不少于 20g。装分析副样和分析正样，正样用于基本分析测试，粗、细副样装箱保存，不少于 200g。样品的分析加工、化验严格按照《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T 0130-2006）要求进行，分析准确度精密度高，结果真实、可靠。

3、内外检样质量评述

本次内检样由地质人员从基本分析样副样中抽取 30 件，占 211 个基本分析样的 14.22%，密码编号后送原实验室分析，实验室采取不同方法、不同仪器检查或同一方法不同人检查的方式进行复检，内检分析项目和基本分析相同。外检样由地质人员从基本分析样正样中抽取，共抽取外检样品 15 件，外检率 7.11%，检测单位由中化地质矿山总局中心实验室承担，外检分析项目和基本分析相同。检查数量及合格率均符合《地质矿产实验室测试质量管理规范》的要求。

4、淘洗样质量评述

为了解高岭土淘洗精矿的矿石品位、白度和淘洗率，本次工作在 10 个不同的钻探工程中采集了 10 件淘洗样，送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心进行测定。检测流程为：原矿→烘干（晒干）→称重→缩分→浸泡→淘洗→高岭土精矿→精矿沉淀→过滤沥水→烘干→称重并计算淘洗率。采样及检测质量符合规范要求。

5、光谱半定量样质量评述

用以确定组合分析、化学全分析项目和对矿床进行综合评价提供参考资料，本次核实工作在 ZK501、ZK603 矿心中采取了 2 个光谱定性半定量分析样（粗精矿），送广西壮族自治区第四地质队实验室进行测定。经检查，采样质量合格。

6、化学全分析样质量评述

目的是为了了解矿石的化学成分。本次在 ZK503、ZK603 钻孔中采集了 2 件化学全分析样，采用岩心截取法取样。样品采集后及时检查、编号、登记，分析项目为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 MnO 、 P_2O_5 、 SO_3 、 H_2O^- 、烧失量。由中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心承担加工、分析测试。所采取的样品代表性好，符合采样有关规范要求。

7、组合样质量评述

为了解矿石伴生的有益组分和有害组分含量，为综合利用评价提供依据。本次工作采集的 10 件组合样，取样的原则是从同一块段、一个或几个相邻探矿工程中提取若干个基本分析副样，按矿体分矿石类型，依样品长度的比例提取样品重量组合成一个样品。单个组合分析样品质量在 304g~438g 之间。根据矿石全分析资料并结合矿床地质特点，选择有实际意义的伴生组分（有益的或有害的）确定分析项目为 SiO_2 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 SO_3 、烧失量。本次组合样取样方法及测试过程按相关规范要求执行，质量真实可靠。

8、砂指标样质量评述

为了评价综合利用建筑用砂矿，本次工作在 5 个钻探工程中采集了 5 件砂指标样，按不同的风化程度采取，钻孔中采用劈心法取样。样品测试由中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心承担，试验项目为：颗粒级配、表观密度、堆积密度、空隙率、含泥量、泥块含量、云母、轻物质、有机质、硫酸盐及硫化物（按 SO_3 计）、氯化物（ Cl^- ）、坚固性、压碎指标等。测试依据《中华人民共和国国家标准 建设用砂》（GB/T 14684-2022）规范执行。测试结果真实可靠，质量符合要求。

9、含砂率样质量评述

为了评价综合利用的建筑用砂矿的含砂率，在 8 个不同的钻探工程中共采集了 18 件含砂率样品，采用劈心法取样，即在风化层中沿岩心长轴方向对半切开，一半作分析样品，另一半按原顺序放回原岩心箱并放入相应取样编号牌。样品采取后由地质人员负责记录样品的编

号、样长、采样日期、岩性等；样品采集后称重并送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心进行加工、分析测试。测试方法采用重量法，即将原样在 105℃ 温度下烘干 18~24 小时后称重，然后进行筛分，将粒径 0.15~4.75mm 之间的精矿干重量除以原矿重量即为含砂率。经测定，本矿区风化层含砂率为 57.24%。质量符合要求。

10、稀土分析样质量评述

为了解矿区内风化层是否伴生稀土矿产，本次核实工作在 8 个不同的钻孔工程中采集了 91 件稀土分析样，沿岩心长轴按劈心法进行采取，样长 0.80~2.50m 之间。送广西壮族自治区第四地质队实验室进行加工化验，检测项目为：稀土氧化物总量。样品的采集和分析符合相关要求。

11、小体重样质量评述

由于本矿区的半风化层多成块状构造，因此本次核实针对半风化层采集小体重样的目的是为了测定半风化层控制的矿石体重。本矿区小体重样品在 9 个不同的钻探工程中的不同部位，按不同矿石类型、结构分段采取，保证样品具有充分的代表性；采样方法为打块法，本次核实共采集小体重样 30 件，送中煤（广西）地质工程有限公司实验测试中心及广西第四地质队实验室进行测试。首先对样品进行烘干至衡重，再用阿基米德原理采用封蜡排水法进行测定。平均体重采用算术平均法求得，即所采的小体重样品的体重值之和除以小体重样的个数即为矿区半风化层的平均体重。经测定，本矿区半风化层矿石体重 2.33~2.53/m³，平均 2.44t/m³；水份 0.27~0.59/m³，平均 0.39t/m³。测试结果真实可靠，质量符合要求。

12、大体重样质量评述

根据本区花岗岩风化特征，本次核实在强风化层花岗岩中采集 3 件大体重样品。采样前，先将表面铲平，然后按大致 50×50×50cm 规格采取，所采的全部样品放置在彩条布上晒干并现场称重，然后根据体积和体重，最后计算出矿石大体重。经测定，本区强风化层花岗岩的大体重平均值为 1.68t/m³。

13、放射性样质量评述

为了解矿石的放射性的水平情况，以便对矿床进行综合评价。本次工作在 ZK503、ZK603 钻孔中采集了 2 件放射性样品。采样方法为岩心截取法，测试由广西壮族自治区第四地质队实验室承担，依据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）执行检测。测试结果真实可靠，质量符合要求。

14、薄片鉴定样质量评述

岩矿鉴定的目的是为确定岩石名称，了解矿石的结构、构造，查明矿石的矿物成分特征及共生组合，为划分矿石类型提供依据和对矿床研究提供微观资料。本次核实工作在钻探工程中采取薄片鉴定样 5 件，采用打块法取样。所采集的样品有充分的代表性。样品均采自具有代表性的层位，按矿石不同的颜色、结构、构造采取。采集样品编号后送广西壮族自治区第四地质队实验室进行鉴定。矿区岩矿鉴定报告详细地描述了岩矿石的结构、构造、矿物组分特征并附有镜下照片，内容齐全，基本满足工作的地质要求。

三、取得主要成绩

（一）地质勘查

基本查明矿区地层、构造、岩浆岩、矿体特征、矿石质量、矿床开采技术条件、矿石加工技术性能、资源量估算等主要地质成果。

1、地层

第四系（Q）：为残坡积层，分布矿区周边沟谷及矿体上部，厚 0.00~3.50m 不等，平均 1.18m。主要以土黄色、棕黄杂色的砂质粘土、粉质粘土及腐殖土为主。

云开群丰洞口组（Pt_{2-3f}）：分布于整个矿区，大部分被第四系覆盖，岩性为长石云母片岩，呈灰色、灰白色等，风化后呈土黄色、黄褐色，变余结构，块状构造。主要矿物成分为石英（22~36%）、长石（28~42%）、云母（6~15%），次要矿物成分为粘土物质。

2、构造

在矿区范围内未发现明显的褶皱和断裂现象，但局部节理裂隙较发育，主要产状为 322°∠73°，少量裂隙面铁质渲染并被石英（细）脉充填。矿区地质构造简单。

3、岩浆岩

矿区出露的岩浆岩属于陆川复式岩体东南部花埔岩体的一部分，岩性以中—细粒斑状黑云二长花岗岩（ $\eta\gamma K_1^a$ ）为主，是矿区高岭土矿的成矿母岩。

区内岩浆岩呈岩基状产出，岩石新鲜呈浅灰色、灰色为主，风化多呈土黄色、黄褐色，局中—细粒花岗结构，显微镜下部分具条纹长石结构，块状构造。主要矿物成分为石英（40~50%）、斜长石（20~25%）、钾长石（20~30%）、黑云母（3~8%）及白云母（4~6%），次要矿物成分为：石榴子石（<1%）、铁质矿物（<1%）。石英呈他形不规则状，部分呈不规则粒状；斜长石呈半自形板柱状，往往被绢云母、绿帘石等交代；钾长石呈半自形板柱状，

部分强烈高岭石化。黑云母、白云母多呈片状，常被绿泥石、绿帘石、金红石、白钛石、榍石等交代。此外，局部岩石中出现角闪石、堇青石及石榴子石，后者呈红褐色，交代部分斜长石，本身部分被绿泥石取代。

岩体侵入于区内的云开群丰洞口组 (Pt_{2-3f}) 地层后与长石云母片岩发生重熔融，因此区内的岩性多为黑云二长花岗岩。

4、赋矿风化壳特征

矿区裸露于地表或接近地表的岩体在温度变化、水的作用、大气及生物作用下发生破坏，矿物经历风化、分解及元素迁移、聚积后，形成厚度数米至几十米的花岗岩风化壳，本矿区的高岭土矿赋存于黑云二长花岗岩风化壳中。据本次施工的 12 个钻孔统计，矿区风化层厚度 9.50m~49.20m，平均厚度为 27.02m。风化壳厚度变化一般与地形地貌相关，一般地形较高处及低洼处，风化壳厚度较薄，一般在山脊山坡等部位风化壳厚度较大，风化壳基底呈舒缓波状起伏，与地形起伏大体一致。据风化壳岩石的结构构造、矿物成分、化学成分的不同，从上而下可分为强风化层、半风化层，层间呈渐变过渡关系。

5、矿体特征

本次核实共圈定工业高岭土矿体 3 个；分为上下两层，上部为强风化工业高岭土矿，下部为半风化工业高岭土矿，矿体编号为 I-1、I-2、II 号。其中 I-1 号为主矿体，I-2、II 号为次要矿体，矿体界线呈渐变过渡关系。

I-1 号强风化层工业高岭土矿体：分布于矿区北部至南部一带，呈南北走向，往北延伸至矿区范围外（即松木高岭土矿区）。本次工作施工的 ZK001、ZK201、ZK401、ZK402、ZK501、ZK503、ZK601、ZK602、ZK603、ZK604、ZK701、ZK703 及 2020 年施工的 ZK301、ZK502、ZK702 等 15 个钻探工程均揭露到了该层矿体，矿区范围内南北向控制长度约 833m，东西向宽 105~443m，展布面积约 0.1395km^2 ，延展规模为中型。矿体赋存于黑云二长花岗岩风化壳内，呈浅灰白色、灰黄色，呈强风化状，结构松散（见照片 3-3-2），矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈连片状展布，在剖面上，呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体边界被矿证切割较规则，形态较完整。矿体赋存标高 +166.03m~+302.41m，最小埋深 0.00m，最大埋深 8.00m，单工程控制矿体铅垂厚度 5.00~28.00m，平均厚 15.86m，厚度变化系数 61.55%，厚度变化较有规律；原矿品位 Al_2O_3 14.73~20.90%，平均 17.00%，变化系数 11.06%； Fe_2O_3 1.07~1.79%，平均 1.30%，变化系数 13.60%； TiO_2 0.068~0.100%，平均

0.103%，变化系数 12.44%； $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ 1.147~1.881%，平均含量 1.403%，变化系数 13.38%，矿体有用组分稳定，品位变化不大。矿体中仅有一层夹石（评价为低品位高岭土矿体），厚度 9.85m（ Al_2O_3 13.86%、 Fe_2O_3 1.78%、 TiO_2 0.066%），夹石岩性与矿体相同，一般以颜色与工业矿体区分，夹石颜色较深，多呈黄褐色，矿体内部结构复杂程度属简单型。经估算，该矿体保有资源量为 373.86 万 t，其中控制资源量 264.99 万 t，占比 70.88%；推断资源量 108.87 万 t，占比 29.12%。

I-2 号强风化层工业高岭土矿体：分布于矿区北东角，由 ZK703 钻探工程控制，隐伏于 I-1 号矿体与 II 号矿体之间，单工程控制，展布面积约 2778m²，延展规模为小型。含矿岩性为强风化黑云二长花岗岩，呈浅灰黄色，结构松散，板状产出。矿体赋存标高 +261.81m~+264.81m，埋深 43.20m。矿体铅垂厚度 2.80m，原矿品位 Al_2O_3 15.82%， Fe_2O_3 1.25%， TiO_2 0.071%， $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ 1.321%，无夹石。经估算，该矿体保有推断资源量为 1.31 万 t。

II 号半风化层工业高岭土矿体：主要分布于矿区的西北部、北东部以及中部，往北延伸至矿区范围外（即松木高岭土矿区）。主要由 ZK201、ZK402、ZK501、ZK503、ZK601、ZK603、ZK604、ZK701、ZK703 等 9 个钻探工程控制，矿体不连续，5~7 勘探线之间均从中间断开，主要原因为局部地段的基岩风化程度不足，长石矿物未充分风化分离，难以富集沉积形成高岭石。矿体赋存于云黑云二长花岗岩半风化壳内，呈浅灰白色、灰黄色，结构较松散（见照片 3-3-3），矿体呈板状、似层状产出，在平面上矿体呈透镜状展布，在剖面上，呈缓波状延伸，随地形起伏，无明显的倾向性，倾角平缓，矿体边界被矿证切割较规则，形态较完整。矿体赋存标高 +154.73m~+265.16m，最小埋深 10.10m，最大埋深 45.10m，单工程控制矿体铅垂厚度 1.80~11.80m，平均厚 12.58m，厚度变化系数 68.57%，厚度变化较有规律；原矿品位 Al_2O_3 14.10~16.27%，平均 14.59%，变化系数 4.57%； Fe_2O_3 0.97~1.46%，平均 1.08%，变化系数 15.20%； TiO_2 0.054~0.092%，平均 0.099%，变化系数 18.51%； $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ 1.024~1.532%，平均含量 1.179%，变化系数 15.01%，矿体有用组分稳定，品位变化不大。矿体中无夹石，内部结构复杂程度属简单型。经估算，该矿体保有资源量为 63.07 万 t，其中控制资源量 15.64 万 t，占比 24.80%；推断资源量 47.43 万 t，占比 75.20%。

6、矿石质量

（1）强风化工工业矿石具砂泥质结构、残余他形粒状结构、碎粒状结构，土状构造、疏松状构造；半风化工工业矿石具残余花岗结构、残余片状结构、砂泥质结构，疏松块状构造、局

部块状构造。

(2) 矿石主要成分为石英、钾长石、斜长石、黑云母，次要矿物成分为白云母，其中石英含量 40~50%，钾长石 20~30%，斜长石 20~25%，黑云母 3~8%，白云母 2~6%；铁质和石榴子石含量极少。

(3) 矿石化学成分 SiO_2 含量平均 66.64%； Al_2O_3 含量平均 17.14%； K_2O 含量平均 3.64%； Fe_2O_3 含量平均 1.41%； SO_3 含量平均 0.215%； Na_2O 含量平均 0.206%； MgO 含量平均 0.196%； TiO_2 含量平均 0.078%；原矿烧失量平均 6.04%。

(4) 原矿石淘洗率

本次核实从基本分析的正余样中采集了 10 件淘洗率样品，经-325 目的水筛进行淘洗，淘洗后 Al_2O_3 含量为 24.57~35.05%，平均 28.47%； Fe_2O_3 含量为 0.96~2.28%，平均 1.88%； TiO_2 含量为 0.040~0.159%，平均 0.102%；白度在 47.0~66.2%之间，平均 55.4%；精矿淘洗率在 16.1%~31.0%之间，平均值为 24.9%。

(5) 矿石的稀土元素含量：本次核实工作在强风化层中采集了 91 件稀土样。采用全相法分析稀土氧化物总量（SREO）。根据分析结果，本矿区的稀土氧化物总量（SREO）为 0.000~0.010，平均 0.003%（详见表 3-3-3），达不到《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T 0204-2022）风化壳离子吸附型轻稀土边界品位下限值（ $\geq 0.035\%$ ），说明本区不含稀土矿产。

(6) 矿石的放射性能：矿体内照射指数 I_{Ra} 0.68~0.91，外照射指数 I_γ 0.84~1.22。满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）标准规定的 A 类装饰材料要求，

7、矿石类型

矿体的顶板为砂土、砂质粘土、粉质粘土，底板为新鲜的黑云二长花岗岩。

8、矿体围岩和夹石

(1) 建筑用石料花岗岩矿加工工艺流程为：凿岩开采→运至加工场地→破碎→筛分→不同粒级的石料产品。

(2) 建筑用砂矿生产加工工艺流程为：剥离风化层→水枪冲刷→溜槽淘洗→二次破碎→筛分淘洗→不同粒级的砂料产品。

9、共伴生矿产

本区砂质高岭土矿赋存于黑云二长花岗岩风化壳中，共（伴）生矿产为建筑用砂矿。它与高岭土矿的分布范围基本一致，呈同体共生或异体共生关系。砂质高岭土矿及其夹石经搅

拌或破碎，用水冲洗过筛后即可得到建筑用砂矿。

10、矿石加工技术性能

矿山采用露天开采方式，采矿方法为自上而下分层台阶式开采，堑沟开拓、运矿溜槽和管道运输矿浆的运输方案。矿山遵循“先剥离后采矿”的原则，在超前剥离表土层后，采用挖掘机采挖矿石，矿石堆集到台阶底平台，采用水枪水力逆向冲采高岭土矿石，矿石经运矿溜槽和管道运输到选矿车间，经淘洗、筛分、沉淀后形成高岭土产品和建筑用砂产品。

11、矿床开采技术条件

矿床水文地质条件属简单类型、工程地质条件属中等类型、环境地质条件属中等类型。

12、资源量估算

(1) 工业指标

矿区的高岭土矿赋存于花岗岩风化壳中，工业矿体和低品位矿体肉眼难以区分，因此矿山在实际生产过程中将矿区的强风化层和半风化层全部开采，经淘洗、筛分、沉淀后形成高岭土产品和建筑用砂产品。根据矿山开采的实际情况及本次核实工作获得的地质资料，参考中华人民共和国自然资源部发布的《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火黏土》(DZ/T 0206-2020) 中砂质高岭土矿石类型的一般工业指标要求，并结合同类矿山工业指标，确定资源量估算采用的工业指标如下表 3-1：

表 3-1 砂质高岭土矿资源量估算工业指标表

矿石类型	原矿	化学成分质量分数（%）			最小可采厚度（m）	夹石剔除厚度（m）
		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +TiO ₂		露天开采	
			总质量分数	其中 TiO ₂	中型以上矿山	
砂质高岭土	工业矿体	>14	<2.0	<0.6	>2	>2
	低品位矿体	>10	<2.5	<0.6		
开采技术条件	露天开采标高不低于采区侵蚀基准面以下 50m；露天开采剥采比小于或者等于 4.78m ³ /m ³ ；露天开采最终边坡角为 45°；露天开采最终底盘最小宽度不小于 20m。					

(2) 估算方法及依据

矿区砂质高岭土矿体均呈似层状，产状近于水平，无明显倾向，厚度变化不大，在空间上呈现二维延展矿体特征，钻孔等采样工程分布较均匀，资源量估算方法采用地质块段法。

(3) 资源量估算参数的确定

1) 面积：在计算机上利用 Mapgis 制图软件在 1:2000 资源量估算平面图上直接求得。

2) 厚度：①单工程矿体厚度：在单工程中，参与矿体平均品位计算的各样品或样品段的铅垂长度之和，即为单工程矿体厚度；②块段平均厚度：块段平均厚度为该块段内所有单工程矿体厚度的算术平均值；③矿体平均厚度：矿体平均厚度用矿体内各块段矿体矿石量与厚度加权平均求得；④矿床平均厚度：矿床平均厚度用各矿体矿石量与厚度加权平均求得。

3) 品位：①单工程矿体平均品位：用圈定矿体的各样品厚度与其品位加权平均求得；②块段平均品位：以组成该块段工程矿体厚度与其矿体平均品位加权平均求得；③矿体平均品位：以各块段矿石量与其品位加权平均求得。

4) 矿石体重：强风化层平均干体重为 1.68t/m^3 ；半风化层平均干体重为 2.41t/m^3 。

5) 含砂率：根据采样送检结果，总体平均含砂率为 57.24%。

(4) 矿体圈定原则

1) 单工程矿体圈定的原则

在单工程中优先圈定工业矿体，将符合高岭土原矿工业矿指标要求的样品或样品段圈定为工业矿体。在不否定单工程工业矿体的前提下，可将厚度 $\leq 2\text{m}$ 的非矿样品或样品段带入矿体计算矿体厚度及平均品位；否则作夹石剔除，被剔除的低品位样品圈定为“低品位矿”。

2) 工程间矿体的圈连

矿体的连接遵循矿体赋存在花岗岩风化壳内，呈层状、似层状展布的规律，先连接赋矿层界线，后连接矿体界线。相邻工程间矿体连接，一般考虑矿体产状随地形变化的特点，用平行于地形线的自然曲线连接，并且工程间矿体厚度不大于见矿工程实际控制的矿体厚度。

3) 矿体零点边界的圈定

矿体四周边界，原则上以工程控制圈定，当见矿工程外缘为无矿工程或无工程控制矿体时，运用矿体外推方法确定。外推点不超出黑云二长花岗岩风化层（赋矿层）范围。以下原则主要是针对工业矿体的圈定，低品位矿体则是在圈定工业矿体后剩余的风化层。

①在工程分布图、勘探线剖面图上外推

A、在见矿工程之间，根据工程间的地质现象和控矿地质特征进行矿体连接，矿体厚度采用自然变化趋势法，工程间的矿体厚度不允许大于两工程见矿的最大矿体厚度。

B、见工业矿工程与无工业矿工程尖推两工程间距 $1/2$ 作为矿体零点边界，若两工程间距超过推断资源量的勘查工程间距时，则按推断资源量的勘查工程间距的 $1/2$ 尖推矿体零点边界。

C、边缘见矿工程无限外推时，尖推该矿体推断资源量的勘查工程间距的 1/2 作为矿体零点边界。

②资源量估算边界的外推

矿区内的矿体赋存于黑云二长花岗岩风化壳中，根据开采技术要求，矿体外推总原则地表边界：对采矿权范围进行资源量估算时地表边界为采矿权范围；深部边界：采矿权的深度范围为+325m~+150m。

A、有限外推：见工业矿工程与无工业矿工程之间，当两个工程间距小于推断资源量的勘查工程间距时，从见矿工程等厚外推两个工程间距的 1/4 作为资源量估算边界；当两个工程间距大于推断资源量的勘查工程间距时，从见工业矿工程等厚外推推断资源量勘查工程间距的 1/4 作为资源量估算边界。

B、无限外推：边缘见工业矿工程无限外推时，等厚外推该矿体推断资源量的勘查工程间距的1/4作为资源量估算边界。如果外推超过拟设采矿权范围边界时，则以拟设采矿权边界作为外推边界线。

(5) 资源量类型确定

执行《固体矿产资源储量分类》(GB/T 17766-2020) 标准，根据勘查工作程度，结合矿山开采情况，本次估算的资源储量划分为探明资源量、控制资源量和推断资源量。

探明资源量：将以往消耗动用的资源量划分为探明资源量。

控制资源量：勘查工程间距基本达到 100×100m 左右，经系统取样工程控制圈定并估算的资源量，矿体的空间分布、形态、产状和连续性已基本确定，其矿石质量是基于较多的取样工程等控制，其勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度较高。

推断资源量：边缘见矿工程，经稀疏取样工程圈定并估算的资源量，以及控制资源量合理外推的部分，矿体的空间分布、形态、产状和连续性是合理推测的，其数量、品位或质量是基于有限的取样工程和信息数据来估算的，其勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度较低。

13、申报资源量情况

截止 2025 年 3 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内申报资源量如下：

保有工业高岭土矿资源量(控制+推断)438.24 万 t, 平均品位 Al_2O_3 16.45%, Fe_2O_3 1.26%、 TiO_2 0.104%, $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 1.364%, 其中控制资源量为 280.63 万 t, 占比 64.04%; 推断资源量

为 157.61 万 t，占比 35.96%；矿床储量规模为中型；另外探获保有低品位高岭土矿资源量（控制+推断）394.36 万 t，保有工业高岭土矿+低品位高岭土矿合计 832.60 万 t；动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90 万 t；累计查明高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量（探明+控制+推断）845.50 万 t。砂质高岭土矿可综合利用的共伴生矿产为建筑用砂矿，按含砂率 57.24% 计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

边坡压占工业高岭土矿资源量（控制+推断）176.33 万 t，边坡压占低品位高岭土矿资源量（控制+推断）184.79 万 t，合计 361.12 万 t。扣除边坡压占后，可利用的工业高岭土矿资源量（控制+推断）为 261.91 万 t，可利用的低品位高岭土矿资源量（控制+推断）为 209.57 万 t，合计 471.48 万 t，高岭土原矿含砂率 57.24%，可综合利用建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t。另，因矿山布设安全生产平台需要，需剥离建筑石料用花岗岩矿总量为 27.7548 万 m³（折合 73.55 万 t），可作为建筑用石料综合利用。

（二）开发利用方案部分

1、设计开采范围

设计开采面积为 0.1990km²，矿山设计开采标高为+325.00m~+150.00m，设计开采范围同矿区范围及资源量估算范围。

2、可利用资源量

（1）可利用高岭土原矿（工业矿+低品位矿）

可利用高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量=保有高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量-边坡压占高岭土原矿（工业矿+低品位矿）资源量=832.60 万 t-361.12 万 t=471.48 万 t，其中，可利用工业高岭土原矿=保有工业高岭土原矿资源量-边坡压占工业高岭土原矿资源量=438.24 万 t-176.33 万 t=261.91 万 t；可利用低品位高岭土原矿=保有低品位高岭土原矿资源量-边坡压占低品位高岭土原矿资源量=394.36 万 t-184.79 万 t=209.57 万 t。

（2）可利用建筑用砂原矿

可利用建筑用砂原矿资源量=保有建筑用砂原矿资源量-边坡压占建筑用砂原矿资源量=832.60 万 t-361.12 万 t=471.48 万 t，以含砂率 57.24% 计算，则可综合利用建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t。

3、矿山生产建设规模、产品方案、矿山生产服务年限

本矿山开采矿种为高岭土矿，根据矿山开采技术条件、矿山储量规模，结合矿山周边市

场需求,拟定矿山生产规模由 5.00 万 t/a 扩大至为 30.00 万 t/a。产品方案为:高岭土矿粗精矿,建筑用砂净矿,其中建筑用砂综合回收利用。

本矿山设计可利用高岭土原矿(工业矿+低品位矿)资源量为 471.48 万 t,生产规模 30.00 万 t/a,设计矿石回采率 95%,贫化率取 5%,经计算,矿山生产服务年限 17.0 年(含基建期 1.3 年)。

4、矿床开采方式、开拓运输方案

方案确定矿床开采方式为露天开采,采矿方法为由上而下分台阶开采,采用公路开拓-汽车运输方案。

5、矿山基建场地

(1) 主要工业场地布置:矿山工业场地(含加工区、处理池和沉淀池等)位于矿区南部 1 号拐点附近;办公生活区位于工业场地南东侧约 120m 处,该场地位于广东省界内,此前已办理用地手续,未来将延续使用;临时排土场和表土场分别位于工业场地南侧、西侧,均为矿山采矿权人此前使用排土场地。各功能区相距较近,并有矿山道路相连通。

(2) 占用土地

1) 工业场地:位于矿区南部 1 号拐点附近,该单元占用土地面积合计 3.2790hm²,土地类型为乔木林地、其他林地、其他草地、采矿用地和农村道路,土地权属人为陆川县清湖镇塘寨村。

2) 办公生活区:位于工业场地南东侧约 120m 处。因该单元用地范围行政区划隶属广东省化州市,且该场地范围与化州市文楼镇岭咀村陶瓷土矿有重叠,因此该单元不纳入本矿山的治理复垦责任范围内。

3) 临时排土场:位于矿区南面 80m 处的洼地,单元占用土地面积合计 1.7852hm²,土地类型为乔木林地、其他林地和采矿用地,土地权属人为陆川县清湖镇塘寨村。

4) 表土场:表土场:位于矿区南面 1 号拐点附近的洼地,单元占用土地面积合计 0.7623hm²,土地类型为乔木林地、其他草地和采矿用地,土地权属人为陆川县清湖镇塘寨村。

6、矿山开采

(1) 开采顺序

根据矿体赋存状态、矿区地形条件、选用的开采方式及开拓公路的布置,为了保障生产安全、便于展开采矿工作面、方便矿石运输,遵循自上而下开采的原则,设计于矿区最高山

头完成首采平台及装载平台的建设后即开始进行开采，故矿山总的开采总顺序为：

竖直方向：自上而下分台阶开采，自首采平台按 10m 的台阶高度自上而下开采，直至矿山开采的最低标高+150m。

水平方向：矿山总体开采顺序为横向由西向东推进，纵向由南向北。

（2）露天采场主要参数

本方案选定的露天采场主要参数如下：

1) 工作台阶参数

①残坡积层和高岭土原矿强风化层（挖掘机采掘工艺）：工作台阶高度：10m；工作台阶坡面角：45°；安全平台宽度：4.0m；清扫平台宽度：8m（每隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台）；最小工作平台宽度：30m。

②高岭土原矿半风化层（爆破工艺）：工作台阶高度：10m；工作台阶坡面角：60°；安全平台宽度：4.0m；清扫平台宽度：8m（每隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台）；最小工作平台宽度：30m。

2) 最终边坡台阶参数：本矿山最终边坡角： $\leq 39^\circ$ 。

7、开采回采率

设计矿石回采率为 95%，贫化率 5%。

8、矿石加工工艺

本矿山高岭土矿石质量较好，经业主取样送有关厂家试制一般陶瓷产品，该矿山的原料符合厂家生产一般陶瓷的要求。而产品的加工技术也相当成熟可靠，选矿加工流程为：高岭土原矿—初级破碎—分级机分级筛分淘洗—脱水—高岭土矿产品、建筑用砂产品，矿石加工的主要设备有颚式破碎机、分级机、脱水机等。

9、共伴生矿产、废石综合利用情况

（1）共伴生矿产

本矿床为高岭土矿床，其中高岭土矿可综合利用的共（伴）生矿产为建筑用砂原矿，为自然砂，工业类型为建筑用砂。根据“矿区地质报告”，经估算，截止 2025 年 03 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内共探获可综合利用的建筑用砂原矿资源量 832.60 万 t，按含砂率 57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

（2）废石

根据本方案所圈定的最终开采境界，矿山开采将采出一部分微风化层，该部分总量为 27.7548 万 m^3 ，体重参考周边矿山计取， $2.65\text{t}/\text{m}^3$ ，折合 7.55 万 t。根据周边同地质类型矿山生产资料，该微风化层部分属于建筑石料用花岗岩矿体，不属于本矿山采矿证开采矿产，由于该部分属于有价矿产，不得作废石处置，因此未来采矿权人采出该部分矿产后需依法上报自然资源主管部门，作好采出量统计并置于专门场地放置，待自然资源主管部门核算同意后于政府公共交易平台处置，不得非法私自处置。

10、排土场及临时表土场设置

(1) 排土场

1) 矿山尾泥及废石土总量

根据前文计算可知，矿山开采需剥离表土量 15.8752 万 m^3 ，采出的微风化层量为 27.7548 万 m^3 。根据周边同地质类型矿山生产资料，微风化层部分属于建筑石料用花岗岩矿体，不属于本矿山采矿证开采矿产，由于该部分属于有价矿产，不得作废石处置；而剥离出的表土需堆存部分至表土场用于矿山复垦，根据第五章“矿区土地复垦可行性分析”可知未来复垦土方需求量为 8.2415 万 m^3 ，根据现场调查，矿区地类以林地和草地为主，可用作后期复垦用土层厚度约 0.7m，经计算，矿山生产期间约可收复垦用土= $13.4536\text{hm}^2 \times 0.7\text{m} = 9.4175$ 万 m^3 ，剔除该部分后，矿山还需处置的废石土量为 15.8752 万 $\text{m}^3 - 9.4175$ 万 $\text{m}^3 = 6.4577$ 万 m^3 。

矿山设计采出高岭土原矿量为 471.48 万 t（折合 265.13 万 m^3 ），考虑选矿回收率 95%，高岭土精矿淘洗率 29.4%，平均含砂率 57.24%，则高岭土原矿经选矿后剩余尾泥含量为： 265.13 万 $\text{m}^3 \times (1 - 0.294 - 0.5724) \times 95\% = 33.65$ 万 m^3 ；

综上所述，考虑岩土碎胀系数 1.15，矿山生产过程中实际总共产生废石土总量为：处置表土量+选矿尾泥量= $(33.65$ 万 $\text{m}^3 + 6.4577$ 万 $\text{m}^3) \times 1.15 = 46.1239$ 万 m^3 。

2) 排土场布置

为便于矿山生产剥离过程中产生的废石土及选矿尾泥处置外运，本方案拟沿用原矿山排土场地，该场地位于矿区南部 1 号拐点南西侧约 80m 处一洼地中，现状有积水形成三处水塘，地形标高+128m~+136m 之间，此前未建挡土墙，具体位置详见附图 42。本方案设计将其作为临时排土场对矿山剥离所产生的废石土以及后续生产过程中选矿产生的尾泥进行转运堆存使用，设计平均堆高 8m，最高堆至+140m，经计算，该场地库容量约 9.56 万 m^3 。

由于此前该场地仅被矿山作为临时排土场地使用，未修建挡墙及截排水沟，因此为满足

长期使用条件，防止该排土场出现崩塌、滑坡等地质环境问题，需在临时排土场下游修建浆砌石挡墙，周边开挖截水沟。考虑矿山地质条件为复杂类型，矿山需委托相关资质单位对施工地段的地质条件进一步勘察，并进行专项设计后再施工。

3) 土方平衡分析

临时排土场库容量约为 9.56 万 m^3 。矿山生产总共产生弃土 46.1239 万 m^3 ，因此排土场无法满足矿山所有尾泥及废石土的排放工作，考虑周边地形限制，同时该部分废石土跟随开采进度产生，矿山生产年限为 17.0 年，年产生废石土方量约 2.5 万 m^3 ，经与矿山业主沟通，矿山生产所产生的废石土将外运处置，供应至陆川县永通建材经营部，土方供应合同详见附件 20，因此该排土场作为临时土方周转堆放场地基本上可以满足矿山生产排土需求。

(2) 表土场

为保证后期复垦覆土来源，开采过程中需对表土进行收集。据现场调查，矿区地类以林地和草地为主。可用作后期复垦用土层厚度约 0.7m，经计算，矿山生产期间约可收集 9.4175 万 m^3 ，因此本矿山土方供应量 9.4175 万 m^3 大于土方需求量 8.2415 万 m^3 ，满足矿山复垦工程表土需求，考虑矿山采取边开采边复垦原则，表土剥离可跟随生产进度进行。

本方案设计沿用位于矿区南面 1 号拐点附近的洼地中的矿山原用表土场，用于堆存（中转）矿山生产过程中收集的表土，地形标高在 +123m~+126m 之间，现状已形成水塘，此前未建挡土墙。该场地上游集雨面积不大，前期合理布设截排水沟，可有效防治雨水冲刷引起的土方崩塌、滑坡等地质灾害。经统计，表土场面积约 0.7623 hm^2 ，平均堆高约 7m，表土场库容约为 1.78 万 m^3 。矿山边开采边复垦，表土场主要起到中转作用，基本上可以满足矿山复垦需求。

由于此前该场地仅被矿山作为临时排土场地使用，未修建挡墙及截排水沟，因此为满足长期使用条件，并防止表土场引发崩塌、滑坡等地质环境问题，本方案设计在表土场下游修建挡墙，场地上游修建截水沟，挡土墙、截水沟工程设计具体详见“主要预防工程”章节内容。考虑矿山地质条件为复杂类型，矿山需委托相关资质单位对施工地段的地质条件进一步勘察，并进行专项设计后再施工。

11、矿床开发经济效益评价

本矿山生产规模为大型，其内外部建设条件较好，矿石加工技术可行，矿山总投资 6036 万元。矿山开发可实现年利润总额 1328.64 万元，年净利润 996.48 万元，投资收益率 16.51%，

税后投资回收期 6.1a，生产服务年限为 17.0a（含基建期 1.3a），说明该矿床开发具有一定的经济效益。

（三）矿山地质环境保护与土地复垦方案

1、评估范围、评估级别

矿山地质环境影响评估范围为：东部、西部、南部以矿界为基础外扩 50~250m，南部以临时排土场、表土场边界为基础外扩 30~100m，据此圈定评估区面积 64.9506hm²。

评估区重要程度属**较重要区**，矿山生产规模属**大型**，矿山地质环境条件复杂程度属**复杂类型**，按“矿山地质环境影响评估分级表”，矿山地质环境影响评估级别确定为**一级**。

2、现状评估

现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对地下含水层的影响和破坏程度较轻；对矿区水土环境污染影响较轻；现状矿山已损毁土地面积 13.3630hm²，其中乔木林地 2.1989hm²、其他林地 0.5358hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 10.4560hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，采矿活动对矿山地质环境的影响程度分级由矿山地质灾害危害程度和危险性、破坏土地面积类型、大小等条件判定。结合现状评估结论，本方案将矿区现状地质环境评估划分为地质环境影响严重区和较轻区两个级别分区。其基本特征描述如下：

（1）地质环境影响严重区：露天采场、工业场地、临时排土场和表土场 4 个用地单元，面积 13.3630hm²，现状评估矿山崩塌地质灾害中等发育，危害程度小，危险性小，属低易发地质灾害，现状地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对地下含水层的影响和破坏程度较轻；对矿区水土环境污染影响较轻；现状矿山已损毁土地面积 13.3630hm²，其中乔木林地 2.1989hm²、其他林地 0.5358hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 10.4560hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度为严重；综合评估该分区采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

（2）地质环境影响较轻区：该分区范围为评估区范围内除上述严重区外的其它范围，面积 51.5876hm²，现状评估区范围内地质灾害弱发育，危害程度小，危险性小，属于低易发地

质灾害；现状采矿活动对地形地貌景观破坏影响破坏程度较轻；现状采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染较轻；现状采矿活动对土地资源影响和破坏较轻。总之，现状采矿活动对该区地质环境影响程度为较轻。

3、预测评估

预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等；预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性小；预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。因此预测矿山采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较严重；预测采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对含水层的影响和破坏程度局部较严重；对矿区水土环境污染影响较轻；未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm²，其中乔木林地15.4075hm²、其他林地0.5593hm²、其他草地0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，结合地质灾害对矿山地质环境影响程度、采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度、对含水层、水土环境影响程度和矿山损毁土地类型及面积等条件判定，本方案将矿区地质环境预测评估划分为地质环境影响严重和较轻两个级别两个区，各分区的基本特征描述如下：

(1) 地质环境影响严重区：露天采场、工业场地、排土场和表土场 4 个用地单元，面积 27.1428hm²，预测评估工程建设中引发崩塌地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等；预测评估工程建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性小；预测评估建设工程遭受已存在地质灾害的可能性大，评估区崩塌地质灾害中等发育，危害小，危险性中等。因此预测矿山采矿活动引发地质灾害对矿山地质环境影响较严重；预测采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度严重；对含水层的影响和破坏程度局部较严重；对矿区水土环境污染影响较轻；未来矿山累计损毁土地面积 27.1428hm²，其中乔木林地 15.4075hm²、其他林地 0.5593hm²、其他草地 0.0804hm²、采矿用地 11.0037hm²、农村道路 0.0919hm²，采矿活动对土地资源影响和破坏程度严重；综合评估该分区未来采矿活动对矿山地质环境影响程度为严重。

(2) 地质环境影响较轻区：该分区范围为评估区范围内除上述严重区外的其它范围，面

积 37.8078hm^2 ，预测评估采矿活动引发地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小；预测采矿活动对地形地貌景观破坏影响破坏程度较轻，对含水层的影响和破坏程度较轻，对矿区水土环境污染影响较轻，对土地资源影响和破坏程度较轻；总之，预测采矿活动对该区地质环境影响破坏程度为较轻。

4、治理分区

将矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为两个大区，即重点防治区和一般防治区。

(1) 重点防治区(Ⅰ区)：为露天采场、工业场地、排土场和表土场范围，面积 27.1428hm^2 ，占评估区总面积的 58.21% 。综合评估为矿山地质环境影响程度为严重。

重点防治区范围内各单元主要的防治工作如下：

1) 露天采场：基建期即对开展表土收集等工作；开采过程中及时清除边坡危岩、根据台阶参数修坡，针对露天采场边坡崩塌、滑坡和危岩等地灾/地质问题布设相应监测工程，布设地形地貌景观破坏、土地损毁监测工程，对已开采至终了境界的露天采场台阶及平台开展全面的复垦工作，包括平台修筑小挡土墙修建工程、截排水沟工程、回覆表土层、种植植被等；在矿山开采结束后即开始对露天采场底部平台实施全面的治理复垦工程，包括回覆表土、种植植被以及相应的监测管护工程。

2) 工业场地：在矿山开采结束后即开始实施全面的治理复垦工程，包括建构筑物拆除、硬化层清除、废渣清理、回覆表土、种植植被以及相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

3) 临时排土场：基建期修建挡土墙，周边开挖截水沟，布设地形地貌景观破坏监测工程，矿山开采结束后即开始对排土场实施全面的治理复垦工程，包括回覆表土、种植植被以及相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

4) 表土场：基建期修建挡土墙，周边开挖截水沟，布设地形地貌景观破坏监测工程，在矿山开采结束后即对表土场实施全面的治理复垦工程，包括建构筑物拆除、废渣清理、回覆表土、种植植被以及相应的监测工程等保护治理与复垦工作。

(2) 一般防治区(Ⅲ区)：上述域外的其它评估范围，面积 37.8078hm^2 ，占评估区总面积的 41.79% 。综合评估为矿山地质环境影响程度为较轻。

5、采矿活动损毁土地资源及土地复垦

(1) 土地复垦区及复垦责任范围

土地复垦区由生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成，土地复垦责任范围为复垦

区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地共同构成的区域。本矿山在生产建设过程中用地土地的单元为露天采场、工业场地、临时排土场和表土场，面积合计 27.1428hm²，无占用永久性建设用地，后期复垦工程无留续使用的永久性建设用地，因此，本矿山土地复垦区即为土地复垦责任范围，均为矿山采矿活动损毁土地范围，土地复垦责任人为采矿权人广西陆川县福田瓷土有限公司。

（2）矿区土地复垦工程

通过实施全部复垦工程，获得乔木林地 15.7138hm²、其他草地 4.6175hm²、农村道路 0.1729hm²，合计 20.5042hm²，土地复垦率 75.54%。对于露天采场边坡大于 35°的区域，根据《土地复垦技术要求与验收规范》（DB45/T 892-2012），不宜种植植被复垦，方案设计于坡顶和坡底种植爬山虎进行复绿，此部分范围不计入复垦面积，且因该部分面积较大（>6.6386hm²），使得整体复垦率不足 80%。

6、投资估算

本矿山地质环境保护治理与土地复垦工程总投资为 690.9560 万元，其中静态投资 489.0442 万元，占投入总资金的 70.78%，价差预备费 201.9118 万元，占投入总资金的 29.22%。该投资预算总额包含矿山地质环境保护治理费用 324.8712 万元，土地复垦费用 366.0848 万元。

四、主要审查意见

（一）评审依据

本次评审报告依据的主要文件和技术标准有：

- 1、《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6号）；
- 2、《自然资源部办公厅关于矿产资源储量评审备案管理若干事项的通知》（自然资办发〔2020〕26号）；
- 3、自然资源部办公厅关于做好矿产资源储量新老分类标准数据转换工作的通知（自然资办函〔2020〕1370号）；
- 4、广西壮族自治区自然资源厅关于加强矿产资源管理改革有关事项的通知（桂自然资规〔2020〕6号）；
- 5、广西壮族自治区自然资源厅关于储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类矿山合并编制地质报告（储量核实报告）、开发利用方案、地质环境保护与土地复垦方案的通知》（桂自然资发〔2019〕68号）；

6、《广西壮族自治区国土资源厅关于印发广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求的通知》（桂国土资规〔2017〕4号）；

7、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；

8、《固体矿产勘查工作规范》（GB/T33444-2016）；

9、《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；

10、《建筑用砂》（GB/T14684-2022）；

11、《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T0204-2022）；

12、《矿产地质勘查规范 高岭土 叶蜡石 耐火黏土》（DZ/T0206-2020）；

13、《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）；

14、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）

15、《地质矿产勘查测量规范》（GB/T18341-2001）；

16、《固体矿产勘查原始地质编录规程》（DZ/T0078-2015）；

17、《固体矿产勘查原始地质资料综合整理综合研究技术要求》（DZ/T0079-2015）；

18、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

19、《固体矿产资源量估算规程第2部分：几何法》（DZ/T0338.2-2020）；

20、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

21、《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 1625-2024）；

22、地质矿产《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T030-2006）；

23、《非金属矿行业绿色矿山建设规范》（DB45/T 1956-2019）。

（二）主要评审意见

1、对矿区资源量地质勘查报告的审查

（1）勘查程度

工作选用 1:2000 矿区地质填图、1:2000 地形测量、钻探工程以及采样分析等工作，基本查明矿区地层、构造、岩浆岩、矿体特征、矿石质量、矿石加工技术性能、资源量估算等主要地质成果。依据矿区地质条件确定勘查类型为第Ⅱ类，控制工程间距为 100m×100m。勘查程度基本达到详查规定要求。

（2）开采技术条件查明程度、矿石性能试验研究

工作开展 1:5000 矿区水工环地质调查，基本查明矿床水文地质条件属简单类型、工程地

质条件中等类型、环境地质条件属中等类型。矿山已开采多年，矿石加工工艺流程：矿山遵循“先剥离后采矿”的原则，在超前剥离表土层后，采用挖掘机装车，自卸汽车运输的运输方案，运输到选矿车间，经淘洗、筛分、沉淀后形成高岭土产品和建筑用砂产品。

（3）资源储量估算的科学准确性

工作采用地质块段法进行资源量估算，矿石体重为实测测试结果、矿体厚度和品位为取样工程计算确定，资源量估算参数选择基本合理，资源量估算方法科学，估算结果较为准确。

（4）边坡压占、设计利用的资源储量计算的合理性

工作开采台阶勾绘压占界线，将勾绘的压占界线投影至资源量估算图从而进行边坡压占资源量估算，设计利用的资源储量计算较为合理。

2、对开发利用方案的审查

（1）开采储量确定的合理性审查：《方案》中使用的矿产资源储量是由有相应资质单位组织评审，可作设计依据。符合有关规定。

（2）矿山建设规模的审查：主产品为高岭土原矿，可采出矿石量 471.48 万 t，设计生产规模 30.00 万 t/a，矿山服务年限为 17 年（含基建期 1.3 年），服务年限合适。

（3）开采方案的审查：《方案》中根据矿体赋存状况及开采技术条件，矿山采用露天开采方式、采用公路开拓-汽车运输方案是可行的，采用自上而下分台阶开采，所选用的经济技术指标合理。

（4）选矿加工方案的审查：《方案》采用的矿石加工工艺可行，生产生活设置总图布置合理。

（5）矿山环护和矿山安全的审查：《方案》中设有矿山环护、矿山安全章节，对相关事项作了论述，并明确要报相关主管部门审批，做法恰当。

（6）总体方案中列述了目前矿山绿色矿山建设方面的成果并提出今后绿色矿山建设要求，矿山应编制绿色矿山建设专篇。

3、对矿山地质环境保护与土地复垦审查

（1）方案将矿区地质环境条件复杂程度定为复杂级别，矿山地质环境影响评估级别为一级，符合《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》。

（2）方案对矿区地质环境影响现状评估为：地质灾害危险性评估级别为一级，将评估区地质环境现状评估划分为矿山地质环境影响较轻区（III）1 个级别。地质环境现状对采矿占用土地、采矿固体废弃物排放、含水层破坏、地形地貌破坏、采矿引起的地质灾害等情况调查

真实、全面。

(3) 方案对矿区地质环境影响预测评估为：矿山地质环境影响程度预测评估分区为严重、较轻 2 个区较为合理和全面。分区治理符合《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》

(4) 《总体方案》土地权属明确，损毁土地地类、面积等调查真实全面、统计正确，设计复垦地类、复垦率以及复垦工程符合有关《规范》要求。

(5) 矿山地质环境治理工程、土地复垦工程以及监测、管护工程部署总体工作部署、年度安排体现了“边开采、边治理”的要求；实施计划安排可行，经费估算基本符合有关规定。

4、对投资估算及效益分析的审查

投资估算费用参考的相关依据符合《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》。服务年限内年利润总额 1328.64 万元，矿山地质环境保护与土地复垦资金有保障，具有一定的经济效益。对矿山开发的经济可行性分析基本合理。

五、存在问题及建议

1、矿区砂质高岭土矿体在平面上呈连片状展布，工作没有施工槽探工程揭露矿体，建议矿山在开采过程中注意探采结合，以提高矿山资源量级别可信度。

2、矿床开发经济意义研究是以当前经济指标进行评价，随着我国经济的高速发展，市场经济进一步完善，市场价格、成本、利润等都有很大变化，成本、利润等都将随之变动，实际的收益可能与本次意义研究有出入。

3、由于本矿区的强风化层的资源量估算体重采用现场实测的大体重结果 1.68t/m^3 ，实测的数据偏少，可能存在一定误差。

4、矿区西侧分布有一处居民点为杨桃垌村，直线距离 215m；东侧 482m 处为下合水村，矿区西南方向约 150m 存在几处居民房屋。矿山企业应采用控制爆破方式进行开采，同时具体爆破设计方案建议业主委托有资质的爆破公司根据项目周边环境情况进行专项设计，并报主管部门批准。

5、本矿山保有可利用的建筑用砂原矿资源量（控制+推断）471.48 万 t（含砂率 57.24%，建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t）；此外根据本方案所圈定的最终开采境界，矿山开采将采出一部分微风化层，总量为 27.7548万 m^3 （折合 73.55 万 t），可作为建筑用石料综合利用。对于项目伴生的建筑用砂及弱风化花岗岩（作为建筑用石料综合利用）部分资源量，根据《资

源部关于规范和完善砂石开采管理的通知》（自然资规〔2023〕57号），后续采出后需设置专用场地堆放，由陆川县自然资源主管部门报县级以上地方人民政府组织纳入公共资源交易平台处置，矿山企业不得非法私自处置。

6、如矿山扩大开采规模、变更开采范围或者开采方式，需重新进行矿产资源开发利用与保护总体方案的编制工作。

7、《方案》预测评估不代替地质灾害评估报告，矿山采场边坡涉及生产安全问题，且后续终了边坡最大高度 170m，因此需矿山后期进行安全设施设计并进行相应安全评价，并明确完善边坡在线监测措施。

8、《方案》不代替矿山开采设计、安全设施设计和环境评价报告，也不能作为施工依据。在方案实施之前，建议委托有资质的单位编制相应设计和报告，并取得相关部门批准。

9、由于此前临时排土场及表土场仅被矿山作为临时排土场地使用，未修建挡墙及截排水沟，因此为满足长期使用条件，防止该排土场出现崩塌、滑坡等地质环境问题，需在临时排土场下游修建浆砌石挡墙，周边开挖截水沟。矿山需委托相关资质单位对施工地段的地质条件进一步勘察，并进行专项设计后再施工。

9、本矿山开采涉及林地，矿山业主应按相关政策办理审批手续。

六、评审专家的主要分歧意见

《总体方案》评审过程中不存在评审专家的分歧意见。

七、评审结论

（一）评审通过的资源量

截止 2025 年 3 月 25 日，采矿权+325m~+150m 标高范围内保有工业高岭土矿资源量（控制+推断）438.24 万 t，平均品位 Al_2O_3 16.45%， Fe_2O_3 1.26%， TiO_2 0.104%， $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 1.364%，其中控制资源量为 280.63 万 t，占比 64.04%；推断资源量为 157.61 万 t，占比 35.96%；矿床储量规模为中型；另外探获保有低品位高岭土矿资源量（控制+推断）394.36 万 t，保有工业高岭土矿+低品位高岭土矿合计 832.60 万 t；动用工业高岭土矿资源量（探明）12.90 万 t；累计查明高岭土矿（工业矿+低品位矿）资源量（探明+控制+推断）845.50 万 t。砂质高岭土矿可综合利用的共伴生矿产为建筑用砂矿，按含砂率 57.24%计算，可综合利用的建筑用砂净矿资源量为 476.59 万 t。

边坡压占工业高岭土矿资源量（控制+推断）176.33 万 t；边坡压占低品位高岭土矿资源量（控制+推断）184.79 万 t，合计 361.12 万 t。

扣除边坡压占后，可利用的工业高岭土矿资源量（控制+推断）为 261.91 万 t，可利用的低品位高岭土矿资源量（控制+推断）为 209.57 万 t，合计 471.48 万 t；高岭土原矿含砂率 57.24%，可综合利用建筑用砂净矿资源量为 269.88 万 t。另，因矿山布设安全生产平台需要，需剥离微风化花岗岩总量为 27.7548 万 m³（折合 73.55 万 t），可作为建筑用石料综合利用。

（二）结论

该《总体方案》编制的依据较充分，内容较齐全，基本上达到《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T 13908-2020）、自然资源部《矿产资源开发利用方案编写内容要求》《广西壮族自治区国土资源厅关于印发广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》的通知（桂国土资规〔2017〕4 号）、《广西壮族自治区自然资源厅关于储量规模中型（含）以下露天开采砂石土类矿山合并编制地质报告（储量核实报告）、开发利用方案、地质环境保护与土地复垦总体方案的通知》（桂自然资发〔2019〕68 号）的要求，予以通过。存在的一些不足，编写单位已根据审查专家组的意见进行修改，并将修改补充后的《总体方案》送专家组及组织审查单位复核确认。同意将《总体方案》报送自然资源主管部门审批，作为矿山建设的依据。

评审组组长签名：汪之

组织评审单位：广西壮族自治区三〇七核地质大队（盖章）

2025 年 07 月 25 日

附件：

1. 评审专家组签名表
2. 评审会签到表
3. 评审反馈表