

福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用) 开采方案

宁化县自然资源局

2026 年 6 月

福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)

开采方案

编制单位：福建省 196 地质大队

法定代表人：刘复焜

项目负责人：杨立普

主要编制人员：杨立普 刘陪添 王雪荣 董泾鑫 何忆 涂详彬

编制时间：2026 年 6 月



开采方案编写人员名单表

方案负责人				
姓名	职务	专业	技术职称	签名
杨立普		地质矿产	高级工程师	杨立普
方案主要编写人员				
序号	编写人	专业	技术职称	签名
1	杨立普	地质矿产	高级工程师	杨立普
2	刘陪添	采矿工程	助理工程师	刘陪添
3	王雪荣	水文地质与 工程地质	高级工程师	王雪荣
4	董泾鑫	地质工程	助理工程师	董泾鑫
5	何忆	水文地质与 工程地质	助理工程师	何忆
6	涂详彬	水文地质与 工程地质	工程师	涂详彬

矿产资源开采方案编制信息及承诺书

开采方案名称		福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)开采方案			
矿 业 权 人	名 称				
	通信地址			邮政编码	
	联系人		联系电话		传 真
	电子邮箱				
编 制 单 位	名 称	福建省 196 地质大队			
	通信地址	福建省漳州市龙文区水仙大街 176 号		邮政编码	363000
	联系人	杨立普	联系电话	13055885182	传 真
	电子邮箱	297192173@qq.com			
开采方案 编制情形		☒ 首次申请采矿权 ☐ 延续申请采矿权 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更主要开采矿种 ☐ 变更开采方式			
矿 业 权 信 息		探矿权 信息	探矿权人		
			不动产权证书 (探矿权) 证号		
			探矿权有效期		
		采矿权 信息	矿业权人		
			不动产权证书 (采矿权) 证号		
			采矿权有效期		
矿 业 权 人 承 诺		我单位已按要求编制开采方案，现承诺如下： 1. 方案内容真实、符合技术规范要求。 2. 将按照本方案做好矿产资源合理开发利用和保护工作，严格按照批准的开采区域、开采方式、开采矿种等进行开采。矿产资源开采回采率和综合利用率达到国家有关标准要求。自觉接受相关部门监督管理。 3. 严格遵守矿产资源法律法规、相关矿业权管理政策，依法有效保护、合理开采、综合利用矿产资源，依法保护生态环境，建设绿色矿山。 采矿权人（盖章）：			

矿产资源开采方案综合信息表

企业名称						
矿山名称						
方案基本情况	开采方案名称	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)开采方案				
	开采方案编制情形	☒ 首次申请采矿权 ☐ 延续申请采矿权 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更主要开采矿种 ☐ 变更开采方式				
	探矿权信息	探矿权人				
		不动产权证书(探矿权)证号				
		探矿权有效期				
	采矿权信息	矿业权人				
		不动产权证书(采矿权)证号				
		采矿权有效期				
	矿产资源情况	评审备案资源量(保有)	主矿产与 共伴生矿产	序号	矿石量 (万米 ³)	矿物量 (万吨)
建筑用片麻岩			1	1776.6		
			2			
共生矿产			1			
			2			
伴生矿产			1			
			2			
勘查程度			☒ 普查 ☐ 详查 ☐ 勘探			
资源量规模		☐ 大型 ☒ 中型 ☐ 小型				
估算设计 利用资源量		<u>1312.53</u> (单位: 万米 ³)				
估算可采储量		<u>1260.03</u> (单位: 万米 ³)				
开采矿种		开采主矿种	片麻岩矿(建筑用)			
		共生矿种	-			
	伴生矿种	-				
建设方案	开采方式	☒ 露天 ☐ 地下 ☐ 露天+地下				
	拟建设生产 规模(计量 单位/年)	<u>72</u> 万米 ³ /年(实际生产建设规模在矿山初步设计和安全设施设计中确定, 计量单位按照《福建省人民政府办公厅关于进一步加强矿产资源管理促进矿业高质量发展的通知》(闽政办〔2024〕24号)中规定)。				
	估算服务年限 (年)	20				

拟申请开采区域(具体以自然资源主管部门批准的开采区域为准)	点号	X 坐标	Y 坐标
	1	2900956.61	39474898.20
	2	2900810.61	39474836.21
	3	2900599.66	39474820.70
	4	2900415.42	39474743.49
	5	2900239.53	39474646.01
	6	2900222.60	39474685.89
	7	2900131.97	39474705.91
	8	2900015.44	39474590.66
	9	2900084.63	39474508.97
	10	2900024.04	39474425.57
	11	2900059.81	39474372.41
	12	2900215.31	39474288.92
	13	2900242.54	39474224.20
	14	2900391.73	39474287.43
	15	2900604.99	39474296.76
	16	2900585.66	39474403.57
	17	2900725.33	39474434.47
	18	2900747.55	39474472.16
	19	2900771.14	39474464.85
	20	2900801.14	39474494.47
	21	2900822.88	39474448.66
	22	2900998.13	39474394.45
	23	2901148.52	39474464.99
	面积(km ²)	0.4295	
	开采标高	+525m~+344m	
露天剥离标高	+525~+344m		
2000 国家大地坐标系			
备注	矿产资源储量评审备案按照相关规定执行。		

目 录

前 言	1
0.1 任务来源及编制目的	1
0.2 编制工作概况	1
0.3 编制依据	1
第一章 矿山基本情况	5
1.1 矿山位置及交通情况	5
1.2 采矿权设置情况	5
1.3 矿山勘查开采历史及现状	7
第二章 矿区地质与矿产资源情况	9
2.1 矿床地质与矿体特征	9
2.2 矿床开采技术条件	15
2.3 矿产资源储量情况	37
第三章 开采区域	38
3.1 符合矿产资源规划情况	38
3.2 可供开采矿产资源的范围	38
3.3 露天剥离范围	39
3.4 区域环境条件及对敏感目标的影响分析	39
3.5 申请开采区域	42
第四章 矿产资源开采与综合利用	43
4.1 开采矿种及产品方案	43
4.2 开采方式	43
4.3 拟建生产规模及矿山服务年限	47
4.4 资源综合利用	49
4.5 开采区域外功能区布置	50
第五章 结论与建议	53
5.1 设计利用资源储量、可采储量	53
5.2 申请开采区域	53
5.3 开采矿种及产品方案	53
5.4 开采方式、开采顺序、采矿方法	53
5.5 拟建生产规模、矿山服务年限	54
5.6 综合利用情况，采矿回采率	54
5.7 主要敏感目标及其影响，矿山采取的防治措施	54
5.8 意见及建议	56
5.9 综合技术经济指标表	57

附件目录

序号	附件
1	福建省政府采购合同(服务类)
2	《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》矿产资源储量评审意见书(闽自然资储审字〔2026〕6号)

附图目录

顺序号	图号	图名	比例尺
1	1	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)矿山位置卫星影像图	1:5000
2	2	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)叠合图	1:2000
3	3-1	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)3线开采终了剖面图	1:1000
4	3-2	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)A-A'开采终了剖面图	1:1000
5	4	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)矿山总平面布置图	1:2000
6	5	福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)露天采矿最终境界图	1:2000

前 言

0.1 任务来源及编制目的

为了有效解决宁化县对建筑用石料矿的需求,满足宁化县经济建设的需要,宁化县自然资源局委托福建省 196 地质大队对肖家矿区片麻岩矿(建筑用)开展普查地质工作,于 2026 年 2 月提交了《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》,查明截止 2026 年 1 月 31 日,矿区估算片麻岩矿(建筑用)推断资源量共 1776.6 万 m^3 。

为了有序开发该处片麻岩矿(建筑用),受宁化县自然资源局的委托,由福建省 196 地质大队承担对《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)开采方案》的编制工作,为该采矿权招投标及新立登记、矿业权出让收益的评估、编制矿区生态修复方案及今后自然资源部门对矿山开发利用监督管理提供依据。

0.2 编制工作概况

由福建省 196 地质大队独立承担本开采方案的编制工作。

福建省 196 地质大队接受委托后,及时组织有关人员到矿山进行现场踏勘、收集资料,并根据部、省自然资源部门有关要求,组织编制本开采方案。

0.3 编制依据

0.3.1 主要法律、法规、政策性文件规范、技术标准等

一、法律法规

(1)《中华人民共和国矿产资源法》(2024 年 11 月 8 日修订,2025 年 7 月 1 日起施行);

(2)《中华人民共和国矿产资源法实施条例》(2026 年 5 月 9 日通过,

2026 年 6 月 15 日起施行);

(3)《中华人民共和国土地管理法》(2020 年 1 月 1 日起实施);

(4)《中华人民共和国安全生产法》(2021 年);

(5)《中华人民共和国矿山安全法》(2009 年);

(6)《福建省矿产资源监督管理办法》(福建省人民政府令第 226 号)。

二、政策文件

(1)《自然资源部办公厅关于印发矿产资源(非油气)开发利用方案编制指南的通知》(自然资办发〔2024〕33 号);

(2)《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(2023 年 9 月 6 日);

(3)《自然资源部 生态环境部 财政部 国家市场监督管理总局 国家金融监督管理总局 中国证券监督管理委员会 国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》(自然资规〔2024〕1 号);

(4)《自然资源部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);

(5)《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);

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

(7)《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》(国土资发〔2004〕208 号);

(8)国家矿山安全监察局《关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》(矿安〔2022〕4 号);

(9)《福建省人民政府办公厅关于进一步加强矿产资源管理促进矿业高质量发展通知》(闽政办〔2024〕24 号);

(10)《福建省应急管理厅 福建省自然资源厅 国家矿山安监局福建局关于进一步加强矿产资源安全监督管理联动工作的通知》(闽应急〔2022〕68号);

(11)《福建省应急管理厅 国家矿山安监局福建局 福建省自然资源厅 福建省公安厅贯彻〈中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见〉》;

(12)《中共福建省委办公厅 福建省人民政府办公厅关于印发〈福建省进一步加强矿山安全生产工作的若干措施〉的通知》(闽委办发〔2024〕31号);

(13)《〈福建省进一步加强矿山安全生产工作的若干措施〉有关事项的通知》(闽应急〔2025〕9号);

(14)《福建省矿产资源开采方案临时编制指南(非油气矿产)》(闽自然资源办〔2025〕13号)。

三、主要标准与技术规范

- (1)《固体矿产资源储量分类》(GB/T 17766-2020);
- (2)《矿产资源综合利用技术指标及其计算方法》(GB/T 42249-2022);
- (3)《矿产资源储量规模划分标准》(DZ/T 0400-2022);
- (4)《区域地质图图例》(GB/T 958-2015);
- (5)《非煤矿山采矿术语标准》(GB/T 51339-2018);
- (6)《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》(DZ/T 0340-2020);
- (7)《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020);
- (8)《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012);
- (9)《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87);
- (10)《金属非金属矿山排土场安全生产规则》(AQ2005-2005);

(11)《露天矿山岩质边坡工程设计规范》(T/CSRME 009-2021);

(12)《爆破安全规程》(GB6722-2014);

(13)《矿产资源“三率”指标要求 第14部分：饰面石材和建筑用石材矿产》(DZ/T 0462.14-2024)。

0.3.2 主要基础性资料

(1)福建省 196 地质大队于 2026 年 2 月编制的《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》;

(2)福建省自然资源评审中心于 2026 年 4 月 10 日出具的《〈福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告〉矿产资源储量评审意见书》(闽自然资储审字〔2026〕6 号);

(3)《福建省宁化县矿产资源总体规划(2021-2025 年)》;

(4)宁化县自然资源局提供的矿区范围及周边三调图;

(5)现场调查有关资料。

第一章 矿山基本情况

1.1 矿山位置及交通情况

肖家矿区位于宁化县城关南东 120° 方向, 直距约 11.5km 处, 工作区范围极值地理坐标东经: $116^{\circ} 44' 23.854''$ - $116^{\circ} 45' 10.402''$, 北纬: $26^{\circ} 12' 27.837''$ - $26^{\circ} 13' 25.796''$, 面积 1.0902km^2 。行政区隶属宁化县城南镇肖家村管辖。矿区南东部已有简易公路通往国道 356 线连接, 距离约 1.2km, 矿区与国道 356 连接线处距离宁化城关约 13.5km, 清流域关约 10.0km, 交通方便(见图 1-1)。

1.2 采矿权设置情况

本次为采矿权拟新立登记项目, 拟申请开采矿种为片麻岩矿(建筑用); 拟申请矿区范围由 23 个拐点坐标圈定, 矿区面积: 0.4295km^2 , 开采标高: $+525\text{m} \sim +344\text{m}$, 矿区范围拐点坐标详见表 1-1。

拟申请矿区范围拐点坐标表 表 1-1

拐点号	X 坐标	Y 坐标	拐点号	X 坐标	Y 坐标
1	2900956.61	39474898.20	13	2900242.54	39474224.20
2	2900810.61	39474836.21	14	2900391.73	39474287.43
3	2900599.66	39474820.70	15	2900604.99	39474296.76
4	2900415.42	39474743.49	16	2900585.66	39474403.57
5	2900239.53	39474646.01	17	2900725.33	39474434.47
6	2900222.60	39474685.89	18	2900747.55	39474472.16
7	2900131.97	39474705.91	19	2900771.14	39474464.85
8	2900015.44	39474590.66	20	2900801.14	39474494.47
9	2900084.63	39474508.97	21	2900822.88	39474448.66
10	2900024.04	39474425.57	22	2900998.13	39474394.45
11	2900059.81	39474372.41	23	2901148.52	39474464.99
12	2900215.31	39474288.92			
拟开采标高: $+344 \sim +525\text{m}$, 面积 0.4295km^2 (2000 国家大地坐标系)					



图 1-1 交通位置图

1.3 矿山勘查开采历史及现状

一、勘查历史情况

1、1957 年江西省有色工业管理局勘探公司 220 队在本区进行 1:20 万重砂测量，编有“福建省清流宁化区域地质普查报告”。

2、1958—1960 年南大地质系在清流、宁化等地进行 1:20 万区域地质草测，编有“福建省清宁一带 1:20 万地质简测报告”。

3、1970—1972 年福建省区调队开展 1:20 万宁化幅区调工作，编有 1:20 万“宁化幅区域地质调查报告”。

4、1987—1991 年福建省闽西地质大队开展 1:5 万宁化县幅、石城县幅、中沙幅、小松幅区域调查工作，1991 年 6 月提交了“1:5 万宁化县幅、石城县幅、中沙幅、小松幅区域地质调查报告”。同年 9 月，提交了“1:5 万宁化县幅、石城县幅区域地质图说明书”。

5、2018 年福建省闽西地质队在肖家矿区(原采矿证范围)开展普查工作，提交《福建省宁化县肖家矿区建筑用砂岩普查地质报告》已通过福建省国土资源评估中心评审(闽国土资储评明字(2018)12 号)，主要投入工作量：1:2000 地质草测 0.0632km²、1:2000 水文地质草测 0.410km²、剥土编录剥土 75.00m /6 个及测试、测量等工作。共圈定 1 个片麻岩(建筑用)矿体，估算片麻岩矿(建筑用)推断资源量(TD)154.56 万 m³。

6、根据肖家矿区 2023 年储量年度报告，2023 年年初保有资源量 65 2.18 千 m³，2023 年度共动用资源储量 155.14 千 m³，矿山采出量为 147.3 8 千 m³，损失量 7.76 千 m³，回采率 95%。截至 2023 年 12 月底，矿山保有推断资源量 497.04 千 m³，累计查明资源量 1545.60 千 m³。

7、2024 年 11 月福建省 196 地质大队进驻肖家矿区开展了 1:2000 地质填图、地质剖面测量、钻探工程和取样工程等地质工作，2025 年 5 月完成各项野外工作，2026 年 2 月提交《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建

筑用)普查地质报告》，查明截止 2026 年 1 月 31 日，矿区估算片麻岩矿(建筑用)推断资源量共 1776.6 万 m^3 。并于 2026 年 4 月 10 日经福建省自然资源评审中心以“闽自然资储审字〔2026〕6 号文”评审确认。

二、开采历史及开采现状情况

2019 年，福建省宁化县罗生才石料经营有限公司通过公开挂牌方式，取得该矿山采矿权，并于 2019 年 5 月 24 日取得采矿许可证，开采矿种：片麻岩矿(建筑用)，开采标高：从+445.9m 到 +343m，矿区面积：0.0632 km^2 ，有效期限：2019 年 5 月 24 日至 2024 年 5 月 24 日。矿区范围拐点坐标及标高详见表 1-2。

表 1-2 原矿区范围拐点坐标一览表
(2000 国家大地坐标系)

拐点号	X 坐标	Y 坐标
1	2900141.9174	39474400.9878
2	2900230.9174	39474338.9878
3	2900364.9174	39474515.9878
4	2900131.9174	39474705.9878
5	2900023.9174	39474679.9878
开采标高：从 445.9m 到 343m，面积 0.0632 km^2		

目前矿山已形成一个露天采场，采场长约 300m，宽约 250m，采场标高+430.2~+344m，已形成+420m、+410m、+395m、+375m、+355m、+344m 共 6 个终了台阶，原业主已对采场进行了矿山(闭坑)地质环境恢复治理，并经宁化县自然资源局组织专家验收通过。目前该矿山已注销了采矿许可证。

第二章 矿区地质与矿产资源情况

2.1 矿床地质与矿体特征

2.1.1 矿床地质及构造特征

一、地层

矿区出露地层简单，主要有新元古代黄潭(岩)组($Pt_3^{1-2}h$)和第四纪全新统(Qh)。

1、新元古代黄潭(岩)组($Pt_3^{1-2}h$)

分布全矿区。主要岩性为黑云二长变粒岩、黑云斜长变粒岩、斜长变粒岩，夹钾长变粒岩，主要分布在矿区南部和北西部，分布面积约 0.97km²，次为斜长二云石英片岩、钾长二云石英片岩夹二云二长片麻岩，主要分布在矿区东北角，分布面积约 0.12km²等。地层倾向南东，倾角 40-80°，厚度大于 1885.3m。赋矿岩层主要为变粒岩，新鲜岩石为呈青灰色、浅灰色，岩石坚硬，具鳞片粒状变晶结构，块状构造，岩石矿物组分为斜长石(4-11%)、钾长石(6-27%)、石英(11-60%)、黑云母(11-18%)及少量暗色矿物组成。矿物颗粒在 0.03-0.76mm 之间，其中颗粒≤0.4mm 的占 80-90%，颗粒>0.4mm 的占 10-20%。岩石风化强度受地形影响，风化强度不一。沟谷及其两侧经风化剥蚀、流水冲刷后常出露新鲜基岩，山沟边坡风化层一般小于 20-30m，山脊风化层较厚，一般在 30-60m，局部可能更厚。

2、第四纪全新统(Qh)

第四纪全新统(Qh)：分布于矿区地表山脊、沟谷中，为残坡积层，呈土黄色、浅褐红色，主要由残积黏性土、粉质粘土、变粒岩碎石组成，植物根系发育，腐殖层在 0.1—0.5m 之间，平均 0.30m±。

二、构造

受矿区外南东侧北北东向逆冲推覆断裂影响，矿区断裂构造发育，多为次生逆断层形成挤压破碎带。

主要 断裂构造 F_1 ，地表由 CT05 控制，根据 CK1 采场编录情况揭示为正断层，断层产状 $115^\circ \angle 70^\circ$ ，断层内部挤压破碎带宽度 0.5-0.7m，断层下盘岩层产状： $110^\circ \angle 58^\circ$ ，走向与断层产状接近，倾角略小。深部由 ZK005、ZK1205 控制，走向约 25° ，产状 $115^\circ \angle 70^\circ$ ，延伸长约 1300m，采场和钻孔揭露情况看出露宽约 0.5-1.5m，延伸至地表时呈尖灭趋势，故为隐伏断层，地表填图路线穿越未能发现该断层。带内岩性为构造角砾岩，角砾多呈次棱角-次圆状，围岩多为变粒岩、片岩。岩石裂隙较为发育，节理裂隙面较为平滑，规模大小不一。

三、 岩浆岩

根据本次 1:2000 地质测量和钻探施工情况，矿区内未见岩浆岩出露。

四、变质作用和围岩蚀变

区内围岩蚀变主要为弱绿泥石化和弱绿帘石化，少量弱碳酸盐化、高岭土化和绢云母化，主要受低级区域变质作用影响，分布在黄潭组变粒岩、片岩中。

2.1.2 矿体地质特征、空间分布范围、分布规律及相互关系

一、矿体特征

矿区圈定片麻岩矿(建筑用)体 1 个，编号 I 号，母岩为新元古代黄潭组($Pt_3^{1-2}h$)变粒岩，总体呈北北东向，岩体长轴受地层走向控制，隐伏于地表风化层以下的新鲜基岩，矿体走向、倾向与黄潭组走向、倾向基本一致，走向北东，倾向南东，在 $87^\circ -133^\circ$ ，平均值 115° ，倾角 $31^\circ -70^\circ$ ，平均值 53° 。

I 号矿体主要由 ZK1101、ZK001、ZK002、ZK003、SZK004、ZK005、ZK006、ZK007、ZK1201、ZK1202、ZK1203、ZK1204、ZK1205 钻孔控制，圈定的矿体分布面积约 0.2871km^2 ，长约 901m，宽 66-410m，厚度 10.60-125.90m，平均厚度 72.62m，矿体赋存标高 340-472m。

矿体形态规则、规模大小受拟设采区范围和地层岩性限制。

二、矿体覆盖层特征

本次工作对覆盖层按 $200\text{m} \times 100\text{m}$ 的网度进行加密控制，区内矿体覆盖层除了 5 个深部控制工程外，浅部主要由 BZK302、BZK303、BZK304、BZK305、BZK401、BZK402、BZK403、BZK404、BZK501、BZK502、BZK503、BZK504、BZK505、BZK801、BZK802、BZK803 控制。根据钻孔揭露，矿体覆盖层厚度为 12.07-57.20m，平均厚度 29.26m。依据《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)结合矿区实际情况，矿体覆盖层自上而下分为：第四系残坡积层(由原编录表中的素填土、坡积粉质黏土和残积黏性土合并为一层)、全风化层、强风化层和中风化层，特征如下：

(1)第四系残坡积层：位于地表，灰黄、灰黑等色，厚度 0.00-11.45m，以黏性土为主，砂砾、碎石含量约 10-30%不等，粒径一般为 1-30mm，成份为强风化状变粒岩、片岩，含少量植物根茎，呈松散、湿状态。

(2)全风化层：位于残坡积土、地表及以下，厚度 0.00-6.30m，厚度变化稍大。呈褐红色、灰黄等色，呈多砂土状、松散状结构，原岩结构已全部风化；可见少量风化碎石，手握或轻敲后呈松散砂土状，主要矿物成分为亚黏土矿物、黏土矿物及石英。

(3)强风化层：位于全风化层及地表之下，厚度 2.80-28.60m，厚度变化较大。呈土黄色、灰黄色，岩石中部分长石、泥质已风化，但原岩的结构大致保留，裂隙发育；主要矿物成分为长石、泥质风化而成的粘土矿物、石英颗粒和变粒岩、片岩风化碎块。

(4)中风化层：位于强风化层之下，2.45-26.60m，厚度变化较大。岩石呈浅灰色、灰白色和灰黄等色，钻孔岩芯呈短柱状，局部为长柱状。岩石中少量长石已风化，原岩结构未受破坏，裂隙较为发育，裂隙面可见铁

锰质浸染。与下伏新鲜基岩层呈渐变过渡关系。

三、矿石特征

(一) 矿石类型

自然类型：矿石自然类型单一，为变粒岩为主的砂矿石。

工业类型：矿石可加工成机制砂和碎石，矿石工业类型为机制砂用变粒岩矿石、碎石用变粒岩矿石。

(二) 矿石结构、构造及矿物成分

根据普查地质报告岩矿鉴定数据，矿石呈灰色，青灰色，鳞片粒状变晶结构，厚层状-块状；岩石碎屑含量 75%-85%，由石英、钾长石、斜长石、黑云母、白云母等矿物组成，矿物粒径在 0.03-0.69mm 之间，石英含量 46-57%、钾长石含量 20-27%、斜长石含量 4-8%、黑云母含量 12-18%、白云母含量 8-20%；岩石中部分矿物已蚀变成为绿泥石和绿帘石，少量高岭土、绢云母和碳酸盐，绿帘石含量 5-10%、绿泥石含量 10-18%。石英无色，粒状，略具定向；钾长石无色，板状，轻微泥化；斜长石无色，板状，轻微泥化、弱绢云母化；黑云母呈片状，已全部绿泥石化，基本一致定向；白云母无色，鳞片状，局部略具定向。

(三) 矿石化学成分

根据普查地质报告岩矿鉴定数据，矿石岩性为变粒岩。 SO_3 质量分数 0.00-0.10%，均小于 0.5%。

变粒岩岩石化学平均含量： SiO_2 68.91%、 Al_2O_3 14.68%、 Fe_2O_3 3.36%、 K_2O 4.27%、 Na_2O 3.60%、 CaO 1.71%、 MgO 1.19%、 TiO_2 0.56%、 P_2O_5 0.09%、 SO_3 0.056%、烧失量 1.73%、 Cl < 0.005%。

(四) 矿体围岩与夹石

1、围岩

矿体顶板一般为中风化岩石，岩性以变粒岩为主，偶夹片岩。厚度 2.

45-26.60m, 平均厚度为 8.04m。岩石较破碎-较完整, 呈碎块状、块状, 部分呈短柱状, 岩石饱和抗压强度在 25-40MPa, 分布于整个矿区, 可以破碎成机制砂综合利用。

2、夹石

矿石母岩类型为变粒岩, 夹石主要为微风化状变粒岩夹片岩, ZK110 1 号钻孔有揭示, 揭示深度 22.67-34.02m, 厚度 11.35m, 岩石破碎-较完整, 呈碎块状、块状, 部分呈短柱状, 岩石饱和抗压强度在 34-59MPa, 可以破碎成机制砂综合利用, 夹石是否可利用为矿石需进行相关专项测试。

(五)矿石物理性能

矿石物理性能包括抗压强度(水饱和)、表观密度、吸水率、坚固性(质量损失)、压碎指标等 5 项指标。

1、抗压强度(水饱和)

根据普查报告测试结果, 本次依据《建筑用卵石、碎石》(GB/T14685-2022)的技术要求(变质岩 ≥ 60 MPa), 考虑到剥采比, 圈入的矿体抗压强度 60-122MPa。

2、其它物理性能样

根据普查报告测试结果, 矿石坚固性(质量损失)3-4%, 压碎指标 4-6%, 表观密度 2700-2720kg/m³, 吸水率 0.4-0.7%, 测试结果符合建设用砂岩矿 I 类技术要求。

(六)矿石碱活性

根据普查报告测试结果, 矿石的碱活性矿物来源主要为粒度较粗的变余石英碎屑、微粒变晶石英和 SiO₂ 变成的碎屑石英再生边, 少量云英岩化中新生石英, 碱性矿物含量 5-25%; 在岩相法检测的基础上进行了矿石碱硅酸反应(快速法), 检测结果显示, 碱集料反应为试件无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象, 14d 的膨胀率为 0.07-0.09%(技术要求 14d 的膨胀率应 $\leq 0.10\%$), 判定样品碱活性无潜在危险, 碱集料反应符合 GB/T14685—2022《建设用卵石、

碎石》中的技术要求。

(七)矿石放射性核素限量

根据普查报告测试结果，矿石内照射指数 $I_{Ra}=0.1-0.2$ (标准要求 $I_{Ra} \leq 1.0$)；外照射指数 $I_r=0.5-0.7$ (标准要求 $I_r \leq 1.0$)，未发现放射性异常，符合建筑主体材料要求。

四、矿石加工选冶技术性能

为了解矿石加工技术性能，矿区采集代表性矿石样品送实验室进行轧制试验，分别加工成机制砂和碎石，并对加工的机制砂和碎石进行测试。

矿石加工方法及测试结果如下：

1、建设用碎石

采用实验室简易加工流程：矿石先由破碎机进行初次破碎，后送到反击式破碎机进一步破碎，细碎后的石料筛分出大于 4.75mm 以上规格的石子，石子经清洗后制成 成品碎石。加工流程碎石产率高，产率约 92%，节能，产量大，污染少。采集的样品经检测矿石符合 GB/T14685-2022《建筑用卵石、碎石》中碎石 II 类质量技术要求。矿石饱和抗压强度为 60-122MPa，矿石致密坚硬，抗风化能力强，抗压强度高。根据矿石放射性检测结果，矿石符合建筑主体材料要求；根据矿产品碱集料反应试验结果，试件无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，碱活性无潜在危险；适合作为普通建筑石料使用。

2、建设用砂

采用实验室简易流程进行加工，制砂设备由颚式破碎机、圆锥式破碎机、洗砂机设备等组成。矿石先进入颚式破碎机粗碎，粗碎后的物料进入圆锥式破碎机进行细碎，细碎后的物料进行筛分，不合格的石料返回圆锥式破碎机进行再次破碎，筛分洗砂后制成机制砂成品，经计算，全风化岩产率约 44.42%，强风化岩产率 62.63-64.52%；中风化岩产率 82.71-96.48%。

根据普查报告测试数据，全、强风化岩经测试为二区粗砂，检测结果符合 GB/T14684-2022《建设用砂》中机制砂Ⅲ类质量技术要求。

中风化岩经测试均符合 GB/T14684-2022《建设用砂》中Ⅲ类及以上质量技术要求。

2.2 矿床开采技术条件

2.2.1 矿床水文地质条件

一、矿区水文地质单元

矿区自西向东主要划分为①、②、③、④、⑤五个水文地质单元，各水文地质单元之间以分水岭为单元边界。其中水文地质单元①主要沿 XG04 号沟自流排泄至矿区南部的小溪沟；水文地质单元②主要沿 XG05 号沟自流排泄至矿区东南部的小溪沟；水文地质单元③主要沿 XG03 号沟自流排泄至矿区东部的小溪沟；水文地质单元四主要沿 XG01 号沟自流排泄至矿区东北部的小溪沟；水文地质单元五主要沿 XG02 号沟自流排泄至矿区西北部的小溪沟。矿坑后期排水最低点位于坑口南侧水沟处，正常排泄面标高为+339.20m。矿区内主要两条溪沟为西侧的 XG04 号沟，因 XG04 号被居民引流，故本次测得 XG04-3 号沟流量 4.029-6.970L/S，平均流量 5.169L/S，及东侧 XG03 号沟，流量 3.902-6.290L/S，平均流量 4.885L/S。

二、岩层富水性

矿区内出露地层为地层为新元古代黄潭组($Pt_3^{1-2}h$)，在矿区内大面积出露，整体呈北东向展布，地层走向北东，倾向南东，倾角 40-80°。岩性主要为灰-青灰色薄层-厚层状(中)变粒岩、片岩。根据地层岩性含水空间介质不同及岩石富水性差异，把矿区岩石富水性划分为以下四种类型。

1、松散岩类孔隙裂隙含水岩组

以第四系残坡积层和全(强)风化层为赋水岩层，残坡积层岩性一般由浅黄色粘性土、砂砾及碎块石等组成，结构松散，厚度 0-20.15m，平均厚

度为 5.16m，北部少部分地区未分布；全(强)风化层主要地层岩性为新元古代黄潭组变粒岩、片岩，局部片麻岩，呈砂土-碎块状，裂隙极发育，局部见水蚀小孔洞发育，厚度 2.80-70.15m，平均厚度为 22.04m，矿区内均有分布。直接接受大气降水入渗补给，地下水受大气降水影响，水位呈明显的季节性变化特征，该层多为透水层，水力特征为潜水，富水性弱。

2、风化层裂隙水含水岩组

大面积出露于矿区内，岩性为变粒岩、片岩，局部片麻岩，风化程度强-中等，鳞片粒状变晶结构，块状构造为主，局部片麻状构造。地表主要出露于 CK1 采场附近，钻孔内普遍揭示。岩心完整性不均匀，呈碎块-柱状，局部长柱状，岩石裂隙较发育，呈张开-微张开状，裂面粗糙、陈旧，见黄褐色铁锰质浸染现象，局部见水蚀小孔洞发育。含水层厚度变化较大，多为潜水，根据本次对两个水文钻孔 SZK004 和 ZK1204 抽水试验的结果，该层为透水性弱，富水性一般~弱。主要受大气降水补给，雨季时的渗透水易顺着坡降方向自然流出区外。该含水层为矿区主要含水层，本次施工所有钻孔均有揭露该含水层。本次施工钻孔揭露单层最大厚度 56.40m，最小厚度 3.80m，平均厚度 21.32m。水质类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ 型。

3、基岩裂隙含水岩组

主要分布矿区风化层以下，岩性主要为变粒岩。该层厚度大小不均一，呈透镜状分布，含水层厚度 2-5m。含水层岩石裂隙一般较发育，呈张开-微张状，裂隙面粗糙、陈旧，见少量铁泥质充填，富水性弱。

4、隔水层

分布矿区风化层以下大部分新鲜岩石中，岩石一般坚硬、致密、完整，连续性好，裂隙不发育，呈闭合状，裂隙面平整新鲜，隔水性能好。

三、断层导水性

受矿区外南东侧北北东向逆冲推覆断裂影响，矿区断裂构造发育，未

见大的断裂构造。次生小断裂较多，主要次生断裂构造为 F_1 ，地表由 CK1 采场编录点 CT05 控制，深部由 ZK005、ZK1205 控制，走向约 25° ，产状 $115^\circ \angle 70^\circ$ ，延伸长约 1300m，采场和钻孔揭露情况看出露宽约 0.5-1.5m，带内岩性为构造角砾岩，角砾多呈次棱角-次圆状。根据岩芯观测推测该断层导水性弱，富水性差。

四、地表(下)水动态变化特征

本次在矿区中部 XG03 和 XG04-3 号沟布设地表水动态长期观测站，在 SZK004 和 ZK1204 布设地下水动态长期观测孔，进行地表水、地下水动态长期观测。根据矿区地表水、地下水动态长期观测结果，地表水流量、地下水水位随大气降水变化明显，其变化规律与大气降水变化基本一致，具有一定滞后性。由于矿区工作周期较短，且水文孔施工较晚，本次地下水动态观测时间较短，未满一个水文年，但已控制丰水期和枯水期，未来矿山应继续观测钻孔地下水位变化，了解地下水位随季节变化情况。

五、矿坑涌水量预测

(一)矿坑充水因素

1、大气降水

大气降水是矿区地下水的主要补给来源，降至地表后，大部分受地形影响形成地表径流在势差作用下沿沟谷排泄，少部分入渗补给松散岩类孔隙、裂隙水。大气降水主要通过风化带渗入补给含水层，故大气降水量的变化直接影响矿坑涌水量的大小，根据收集的气象资料显示：3-8 月为雨季，其中 5、6 月为暴雨季，月平均降雨量可达 222.4mm，10-12 月至翌年 1 月为旱季，月平均最大降雨量仅为 62.9mm。

2、地表水

矿区地形起伏较大，地表自然排泄条件良好，主要溪流为 XG03 号沟、XG04 号沟，流量受季节影响。XG04 号沟流量约 4.029-6.970L/S，流量较

大，由矿区西部外围排泄至矿区南侧，为地表水对矿床的主要充水来源，对未来露天采场开采的影响较大；XG03 号沟流量约 3.902-6.290L/S，流量较大，由矿区中部排泄至矿区东侧外，故对矿床充水影响小。

3、地下水

矿区为露天开采矿山，最低开采标高位于最低侵蚀基准面以上，且开采矿体变粒岩为相对隔水岩组，地下水对矿坑充水无影响。

4、导水断层

区内未见较大的断裂构造，但次级构造、节理、裂隙发育，具有一定导水性，其导水性弱，富水性差。对矿坑充水基本无影响。

(二)矿坑涌水量预测

矿区内共圈定了 1 个矿体(I 号矿体)，拟采用露天开采，最低开采标高为 340m。根据矿坑涌水量预测计算规程(DZ/T 0342-2020)，露天矿山一般应预测露天矿坑地下水涌水量(Q_1)、地表水汇入采坑水量(Q_2)、降水渗入采坑水量(Q_3)，本次涌水量预测标高为 340m。因矿区深部基岩主要为相对隔水层，富水性极弱，故露天采坑地下水涌出量(Q_1)近似为 0。

综上所述，地表水汇入采坑水量(Q_2)与降雨入渗采坑量(Q_3)之和即为矿坑涌水量。

1、地表水汇入采坑水量(Q_2)

(1)计算方法

采用地表径流系数法预测矿区地表水汇入采坑水量(Q_2)，以水文地质边界为补给区域，其集水面积为采坑上游汇水面积。

(2)计算公式及参数选择

采用公式： $Q_2 = F \times P \times \alpha$

Q_2 ：地表水汇入采坑水量(m^3)；

F：采坑上游汇水面积(m^2)；

P：降水量(m)；

α ：地表径流系数。

参数选用：根据规范，本矿区沟谷特征植被稀疏、岩石裸露、坡度较陡，径流系数取值范围为 0.45-0.65，本次径流系数选用 0.55；历年日平均降水量为 0.0048m，历年日最大降水量为 0.1575m；汇水面积为 333341m²。

(3)计算结果

把各参数代入公式，矿区地表水汇入采坑水量：

$$Q_{2cp}=333341 \times 0.0048 \times 0.55=880.02\text{m}^3/\text{d};$$

$$Q_{2max}=333341 \times 0.1575 \times 0.55=28875.66\text{m}^3/\text{d}$$

2、降雨入渗采坑量(Q_3)

(1)计算方法

采用大气降雨入渗法预测矿区大气降水直接渗入采坑水量(Q_3)，以矿区边界为补给区域，其集水面积为矿区面积。

(2)计算公式及参数选择

采用公式： $Q_3=F \times X$

Q_3 ：降水渗入采坑水量(m³)；

F：露天矿坑面积(m²)；

X：降水量(m)。

参数选用：历年日平均降水量为 0.0048m，历年日最大降水量为 0.1575m；拟设露天矿坑面积 305509m²。

(3)计算结果

把各参数代入公式，矿区降水渗入采坑水量：

$$Q_{3cp}=305509 \times 0.0048=1466.44\text{m}^3/\text{d};$$

$$Q_{3max}=305509 \times 0.1575=48117.67\text{m}^3/\text{d}$$

3、矿坑涌水量

预测矿坑平均涌水量： $Q_{cp}=Q_1+Q_{2cp}+Q_{3cp}=2346.46\text{m}^3/\text{d}$

矿坑最大涌水量： $Q_{max}=Q_1+Q_{2max}+Q_{3max}=76993.33\text{m}^3/\text{d}$

4、计算结果评价

矿坑水主要来源于大气降水。因此,采用地表径流系数法及大气降水入渗法预测肖家矿区涌水量,其计算方法正确,预测矿坑最低开采标高以上的平均涌水量为 $2346.46\text{m}^3/\text{d}$,最大涌水量为 $76993.33\text{m}^3/\text{d}$,涌水量与实际相对吻合,真实可靠,可作为未来矿坑涌水量的设计依据。

六、矿区水资源综合利用评价

矿区内未见较大的泉水。因此矿区可作为供水水源的主要是 XG03 号沟、XG04-3 号沟。调查时沟口流量枯水期分别为 4.132L/s 、 3.922L/s ,丰水期分别为 6.970L/s 、 6.290L/s 。矿区地表水正常时的物理性质良好,无色透明,无嗅、无味,2025 年 1 月 20 日在 XG03、XG04-3 号和 XG05-3 号沟取样,据实验室化验结果,各指标均未超出《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)II 类水质标准, pH 为 7.39-7.86,矿化度 $31.47\text{-}33.59\text{mg/L}$,水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ 。所检测项目与《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)限值进行对比,均满足《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)限值要求。综合认为,矿区地表水水质较好,可作为未来矿山的生产用水,经杀菌、沉淀等处理后,可作为未来矿山的生活用水。

2025 年 4 月 25 日在 SZK004 采集地下水样,据实验室化验结果,除了 COD(4.39mg/L , III 类标准限值 3.0mg/L)各指标均符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III 类水质标准, pH 为 7.17,矿化度 27.52mg/L ,水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ 。所检测项目与《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2022)限值进行对比,均满足《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)限值要求。根据本次对两个水文钻孔 SZK004 和 ZK1204 抽水试验的结果,平均涌水量在 $67.05\text{-}109.84\text{m}^3/\text{d}$,水量一般,水质较好,该地下水经杀菌、消毒等处理后可作为未来矿山的生产生活用水备用水源。

七、矿区水文地质条件

矿区主要矿体均位于当地侵蚀基准面以上，矿区内无大的地表水体，附近地表水体不构成矿床的主要充水因素，地形有利于自然排水；充水含水层补给条件差；第四系残坡积层构成的覆盖剥离体厚度较小；矿区水文地质单元以分水岭为边界，水文地质边界条件简单；充水含水层富水性较弱；开采矿体隔水性能良好；矿区为露天开采矿山，无老空水分布；矿区疏干排水不会产生塌陷、沉降。大气降水是地下水和矿坑充水的主要来源，地下水对矿坑充水影响小。矿区水文地质勘查类型属以裂隙含水层充水为主的矿床，水文地质条件属简单类型。

2.2.2 矿床工程地质条件

一、岩石工程地质特征

(一)工程地质岩组的划分

1、松散软弱工程地质岩组

该类岩组分布广，位于地表素填土、残坡积土、全风化带、强风化带，主要岩性为褐黄色-灰黄色粘土，全-强风化变粒岩、片岩等。受地形控制厚度变化较大，厚度 3.80-52.95m，平均厚度为 26.33m。岩石破碎呈砂土状，夹部分块状、碎块状，力学强度低，岩石饱和单轴抗压强度 $f_r \leq 10\text{MPa}$ 。该类岩组松散软弱、破碎，强度低，工程地质性能差。

2、较坚硬工程地质岩组

主要分布中风化带中，中风化带岩性为变粒岩、片岩，局部片麻岩，岩心多数较破碎-较完整，多呈短柱状、块状、短柱状，少量柱状。中风化带厚度 1.40-45.60m，平均厚度为 13.29m。岩石饱和单轴抗压强度一般为 $30 < f_r \leq 60\text{MPa}$ ，岩石质量指标(RQD)一般 0-100%，岩石较软，极破碎-完整，较不均匀，工程地质性能中等。

3、坚硬工程地质岩组

分布于矿区风化带以下新鲜基岩，岩性主要为变粒岩等。岩心完整，呈长柱状、柱状，少量呈短柱状和碎块状，岩石普遍坚硬、致密、完整，钻孔揭露岩心多呈长柱状、柱状，岩石质量指标(RQD) $>75\%$ ，局部较破碎，岩石饱和单轴抗压强度 $f_r > 60\text{MPa}$ ，岩石质量好。

(二)结构面特征

原生结构面：原生结构面即岩石层面、接触面等。矿区岩性以变粒岩、片岩为主，风化带以下岩石多数完整，层面、接触面结合紧密，稳定性好。

次生结构面：次生结构面即节理裂隙片理(IV、V级结构面)、风化裂隙、滑坡等。节理裂隙、风化裂隙主要分布于岩石风化带中，风化裂隙较发育，破坏岩体的稳定性和完整性，易形成地下水通道，影响岩体力学性质和局部稳定性，局部地段易产生崩塌、落石等现象。风化带以下岩石裂隙一般不发育，以小于 3 条/m 为主，完整性较好，整体稳定性较好。未来生产过程中应留足保护带，防止地质灾害的发生。本次调查过程中未见滑坡现象。

断裂带结构面：矿区内存在一条次一级断裂带 F1(II级结构面)，产状 $15^\circ \angle 70^\circ$ ，走向延伸长约 1300m，倾向垂深超过百米，CK1 采场和钻孔揭露情况看出露宽 0.5-1.5m，延伸至地表时呈尖灭趋势，断层内部挤压破碎带宽度 0.5-0.7m，带内岩性为构造角砾岩，角砾多呈次棱角-次圆状，岩石抗压强度、抗剪强度低，对边坡稳定性影响较大。

(三)风化带特征

根据工程揭露，自上而下分为残坡积层(含素填土层)、全风化带、强风化带、中风化带和新鲜基岩五带。矿区覆盖层、风化层厚度详见表 7-6。素填土层分布在矿区南侧，第四系残坡积层和风化层在山脊和山坡处分布相对较厚，沟谷处分布较薄。矿区内岩石主要为变粒岩、片岩，局部片麻岩，风化作用较强烈，主要以物理风化为主，岩石的风化程度主要受地形控制，地形高处风化强烈，风化较深，反之则浅，局部地段岩石风化程度

不均匀。

1、残坡积层(含素填土层)

残坡积层(含素填土层)分布于地表，出露厚度为 0-20.15m，平均 5.16 m，呈褐红色或灰黄色，结构松散，成分主要以粉质粘土为主，含少量石英、长石和云母颗粒夹风化岩碎块等，遇水易软化。残坡积土层与下覆全、强风化带一般呈渐变过渡接触。

2、全风化带

分布于近地表，岩性为变粒岩、片岩。根据钻孔揭露情况，全风化带厚度为 0-7.30m，平均厚度为 4.47m。岩石结构基本破坏，有残余结构强度，岩心多呈土状、砂土状，岩石质量极劣，分布不均匀，较多钻孔缺失，稳定性差，人工边坡易产生滑塌现象。与下覆强风化带呈渐变接触。

3、强风化带

主要分布于全风化带以下，岩性主要为变粒岩、片岩。根据地表调查、钻孔揭露资料，强风化带厚度分布不均匀，变化较大，厚度为 2.80-70.15m，平均厚度 21.17m。岩石风化呈砂土状、碎块状，岩石软弱，风化裂隙发育，裂隙中多为粘土、硅质等充填，岩石质量劣-极劣，稳定性差，人工边坡易产生滑塌现象。与下覆中风化带接触界线明显或渐变过渡接触。

4、中风化带

矿区以物理风化为主，岩性主要为变粒岩、片岩。本次施工的钻孔均揭露中风化带，钻孔揭露厚度为 1.40-45.60m，平均厚度为 13.29m。岩石较破碎-较完整，呈碎块状、块状，部分呈短柱状。RQD 值一般在 20-70%，岩石饱和抗压强度一般在 25-40MPa，以较软为主，少量较硬，裂隙较发育，裂隙面均有少量铁锰渲染，稳定性较差。未来矿山开采时应严格按照设计要求放坡，雨季加强边坡变形监测，必要时采取相应的防护措施。与下覆新鲜基岩具明显的接触界线。

5、新鲜岩石

分布矿区风化带以下，岩性主要为变粒岩，岩石较完整-完整，呈块状结构，局部碎块状，RQD 值一般在 65-100%，岩石致密，较硬-坚硬，裂隙一般不发育，局部较发育，岩石饱和抗压强度 $>60\text{MPa}$ ，稳定性较好-好，一般不容易发生较大规模的崩塌、滑坡等地质灾害，未来生产过程中仍应做好边坡变形监测。

二、工程地质评价

(一)岩石的物理性质

根据普查报告数据，矿体测试成果显示抗压强度(水饱和) $60-122\text{MPa}$ ，全区矿体平均值 78MPa 。因矿区矿体岩性较单一稳定，本次未采集岩石抗压缩、抗剪切试样，岩石物理力学性能采用地区经验值，见表 2-1。

表 2-1 岩石物理力学性能试验成果

岩性	弹性模量 (GPa)	泊松比	凝聚力 (MPa)	摩擦系数
中风化变粒岩	17.00	0.26	1.62	0.65
变粒岩	29.13	0.20	4.00	0.70

(二)矿体的稳固性

1、岩石质量指标 RQD%值

根据钻孔岩芯 RQD 统计结果：风化带以下新鲜岩石 RQD 值多数 65%-100%，局部小于 50%，全区矿体 RQD 平均值 71%，岩石质量中等-极好，岩体中等完整-完整。

2、岩体质量指标(M)法

公式采用： $M=f_r/30 \times \text{RQD}$

式中：M—岩体质量指标；

f_r —岩石抗压强度，单位为兆帕(MPa)。

根据以上公式，求得矿体： $M=78 \times 71\% / 30 \approx 1.84$ ；

通过计算，得出矿区岩体质量指标 $M=1.84$ ，根据矿区水文地质工程

地质勘查规范“岩体质量分级表”划分，矿体岩体质量良。

3、岩体质量系数法

公式采用： $Z=I \times \mu \times fr/10$

式中：Z—岩体质量系数；

I—岩体完整系数(以 RQD 值代替)；

μ —结构面摩擦系数；

fr—岩石抗压强度，单位为兆帕(MPa)。

矿体 RQD 值为 71%，结构面摩擦系数 0.7，岩石抗压强度 78，计算可得岩体质量系数 $Z=0.39$ ，岩体质量等级一般。

三、边坡工程地质评价

(一)现状边坡稳定性评价。

矿区属低山丘陵地貌构造侵蚀地貌单元，地势北高，往南逐步降低。区内最高点位于矿区北部，最高标高为 543.30m，最低点为南侧，最低标高约 339.20m，相对高差约 204.10m，采场后方汇水面积约 363482m²；矿体赋存标高 340-472m，均位于矿区最低侵蚀基准面以上。区内沟谷较发育，地形坡度一般 10°-25°，历史上未发生大规模滑坡、崩塌及泥石流地质灾害。

(二)露天采场开采后终了边坡工程地质特征

设计未来采场开采台阶高度 15m，工作台阶坡面角：终了台阶高度+344m 水平以上，残坡积层(含素填土层)层最大厚度 20.15m，风化带 82.95m、新鲜岩体 145m；终了台阶坡面角：覆盖层 $\leq 45^\circ$ ，新鲜岩体 $\leq 60^\circ$ ；安全平台宽度 $\geq 5m$ 。

根据钻探揭示的岩土层分布情况，露天开采边坡整体属于岩土混合边坡，其中边坡顶部属于土质边坡，下部属于岩质边坡。

(三)影响边坡稳定性环境因素评价

(四) 影响边坡稳定性的环境因素较多,主要有地形地貌、边坡岩土体结构特征、降雨、地震和人类活动等因素,现分析如下:

1、边坡岩土体结构特征

本次勘察范围内边坡岩土混合边坡,坡顶素填土、残坡积粘性土层、全风化层、砂土状强风化层,土层强度低,尤其是全风化和砂土状强风化层浸水后强度降低,且坡脚坡形成临空面,易发生滑坡和崩塌。

中下部为中风化岩质坡,主要受节理裂隙控制,存在顺坡向节理裂隙区域易发生顺层岩质崩塌或滑坡,裂隙组合切割易发生楔形体掉块。

2、降雨

降雨不但可渗入岩土层且可增加渗透力或孔隙水压力,致使岩土体崩解泥化,导致斜坡破坏,而且可形成强大的地表迳流将物质带走,从而引起新的更大面积破坏。其主要影响力表现以下六个方面:

- ①坡体产生冲刷、冲蚀作用,严重时表现为崩塌、滑塌;
- ②地下水的下渗加大土体的重度,降低土体的力学强度,增大其下滑力,降低抵抗力;
- ③水下渗转化为地下水时,对岩土体内部结构具潜蚀作用;
- ④水下渗使地下水压升高,减少有效应力;
- ⑤下水的下渗加大土体的重度,降低土体的力学强度,增大其下滑力,降低抵抗力;
- ⑥降水形成地下水,水位的变化时,动、静水压力的作用。

3、地震

地震易促进坡体中的裂隙发展,引起孔隙水压力急剧增高,产生高孔隙水压力。

4、人类活动

场地内的人类活动对边坡的影响较为严重,主要为矿山开采爆破开挖对边坡影响较大,改变坡体内部应力,发生应力重分布,边坡土体内部应

力环境发生破坏，易产生崩塌、滑坡等地质灾害。

四、边坡稳定性评价

(一)赤平投影法稳定性验算

根据现场调查，矿区内构造简单，未见断裂构造；矿体上部中风化带中风化节理发育，节理产状主要为 $130^{\circ} \angle 72^{\circ}$ 、 $165^{\circ} \angle 10^{\circ}$ 、 $220^{\circ} \angle 53^{\circ}$ 、 $208^{\circ} \angle 76^{\circ}$ 、 $239^{\circ} \angle 68^{\circ}$ 、 $190^{\circ} \angle 69^{\circ}$ 。

根据露天采矿最终境界图，在开采过程将形成东、西、北三面人工边坡，本次选取东侧和西侧代表性边坡段进行稳定性分析，西侧开采边坡产状 $113^{\circ} \angle 60^{\circ}$ (新鲜岩石)，东侧开采边坡产状 $293^{\circ} \angle 60^{\circ}$ (新鲜岩石)，边坡稳定性主要受结构面或裂隙面控制，进一步发生破坏模式可能为岩质崩塌或楔形体掉块。

赤平极射投影分析法是利用节理裂隙线、面以及边坡在赤平极射投影图中的方位和相互间的角距关系等来初步判断边坡的稳定性，根据对上面投影图的分析，节理裂隙对边坡稳定的影响大致为以下四种情况：

- 1、当裂隙结构面或结构面交线的倾向与边坡倾向相反时，边坡为稳定结构；
- 2、当裂隙结构面或结构面交线的倾向与坡面倾向基本一致，但其倾角大于边坡坡角时，边坡为基本稳定结构；
- 3、当裂隙结构面或结构面交线的倾向与坡面倾向基本一致；但其倾角小于边坡坡角时，边坡为不稳定结构；
- 4、当裂隙结构面或结构面交线的倾向与坡面倾向相交，且夹角小于 45° ，倾角小于坡角时，边坡为不稳定结构。

现对野外实测结构面对场地边坡稳定性的影响进行分析，分析方法：采用赤平投影分析单条结构面的稳定性，再分析岩石出露区域内岩石结构面组合的稳定性。

西侧开采边坡稳定性分析结果： $130^{\circ} \angle 72^{\circ}$ 结构面和边坡走向、倾向均相同，其倾角小于坡角结构面属于不稳定结构，易发生顺层滑坡或崩塌，部分结构面与结构面组合交线位于边坡投影弧外侧，说明交线倾向与边坡倾向相同，且倾角小于 60° ，处于不稳定状态，组合形成楔形体，易发生崩塌和楔形掉块，开采过程中应根据实际开挖断面揭示的节理、裂隙发育情况采取加固措施。

东侧开采边坡稳定性分析结果：该区域不存在顺层结构面，不易产生顺层滑坡或崩塌，部分结构面与结构面组合交线位于边坡投影弧外侧，说明交线倾向与边坡倾向相同，且倾角小于 60° ，处于不稳定状态，组合形成楔形体，易发生崩塌和楔形掉块，开采过程中应根据实际开挖断面揭示的节理、裂隙发育情况采取加固措施。

(二)坡顶土质边坡稳定性风险

根据计算结果露天开采边坡土质边坡段按台阶高度 10m 、 $1:1$ 进行放坡(边坡角为 45°)时，计算所得 5 线安全系数 $F_{\text{天然}}=1.075>1.05$ ， $F_{\text{饱和}}=0.815<1.00$ ，坡顶段土质边坡天然情况下处于基本稳定状态，在暴雨情况下处于不稳定状态，潜在滑动面位于土层内部软弱面；0 线安全系数 $F_{\text{天然}}=1.277>1.05$ ， $F_{\text{饱和}}=1.091>1.05$ ，坡顶段土质边坡天然或暴雨情况下处于基本稳定状态，潜在滑动面位于风化层和基岩交界面，综上所述土质边坡段建议边坡角 $\leq 45^{\circ}$ ，填土层的放坡比建议小于 $1:1.50$ ，台阶高度 $\leq 10\text{m}$ 。若坡度大于 45° 时应根据边坡开挖高度和坡度采用其他锚杆、框架等加固处理措施；岩质边坡段建议边坡角 $\leq 75^{\circ}$ ，最终边坡角 $\leq 60^{\circ}$ 。

五、工程地质问题预测

预测工程地质问题主要表现为露天开采引发边坡失稳地质现象。

区内残坡积层及风化层广泛分布，厚度大，风化层以粉质粘土为主，遇水易软化，风化层岩体节理裂隙发育，地形坡度大，如果未按规范施工，

开采将形成高陡边坡和坡面无支护的露采边坡，由于上部土层较松散，下部岩体局部较为破碎，在自重压力和地表径流冲刷作用下，易形成滑塌、坍塌、局部发育成滑坡等不良工程地质现象。在采取相应防治措施后预测其地质灾害危害性小，危险性小。

六、矿区工程地质条件

矿区地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，地层岩性单一，风化层厚度较大，地质构造简单，岩体结构以块状结构为主，结构面稳定性整体较好，局部较差；矿体顶板稳定性较差，矿体及底板岩石整体稳定性中等-较好，矿区浅部岩石风化较强烈，局部地段工程地质性能差，开采过程中应注意防范。矿区工程地质勘查类型属以块状岩类为主，工程地质条件中等类型。

2.2.3 矿床环境地质条件

一、区域稳定性

据历史资料，本区未发生 5 级以上破坏性地震，区域地壳稳定性较好，矿区未见较大地质构造，属侵蚀剥蚀低山地貌类型，未来矿山生产拟采用露天开采。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)福建省区划一览表，本区抗震设防烈度属 6 度区，地震动峰值加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组，反应谱特征周期 0.35s，区域稳定性较好。

二、环境地质现状

矿区自然环境较好，矿区远离居民区，且矿区周边植被较发育，矿区开采过程中所产生的噪音和少量粉尘可以自然净化；该矿区矿石放射性核素限量未超标，所产生的废弃物亦属无毒、无味物质，对周边环境不产生严重影响。

1、地质灾害

矿区为低山丘陵地貌，地形切割较深，地形坡度一般为 10-25°，局

部 25° 以上, 植被较发育。据访问调查, 历史未发生过较大的崩塌、滑坡、泥石流地质灾害。

原废弃 CK1 采场边坡目前未发现大规模的滑坡、坍塌等地质灾害, 仅局部采坑地段因前期区域性强降雨产生微小型滑塌和坡面水蚀冲刷现象, 边坡暂时处于稳定状态,

因原矿区开采过程中产生的弃土未选择适宜场地进行堆放, 矿区内形成了三处填方区, 1 号填方区位于 CK1 采场北东侧约 150m 处, 填方面积约 18600m^2 , 长度约 243m, 宽度 40-15m, 填土边坡坡度 $30-50^{\circ}$; 场地整体为半挖半填, 填土区厚度一般 1-20m, 东南部边坡坡顶边缘厚度最大, 最大厚度约 25m。在降雨和人工活动条件下, 已发生过滑坡, 目前暂时处于稳定状态, 但填方区内存在 4 处主要裂缝, 裂隙宽度 5-30cm, 延伸长度 5-20m 不等; 2 号填方区紧靠着 CK1 采场北东侧, 填方面积约 590m^2 , 长度约 47m, 宽度 1-25m, 中部厚度最大, 最大厚度约 7m, 目前尚未发生滑坡和崩塌; 3 号填方区填方面积约 21086m^2 , 长度约 400m, 宽度 6.5-40m, 中部和西部厚度最大 10-20m, 北部和南部厚度 7-9m, 东部为半挖半填区, 填方厚度在 2-7m, 沟道位置布设了排水管道, 沟口设置了挡土坝, 目前尚未发生大规模滑坡, 仅东部见小规模崩塌和坡面冲刷现象, 暂时处于稳定状态。

2、地表(下)水水质

(1)采样地点及测试

对区内沟谷进行调查, 地表水多数水质清澈。本次于 2025 年 1 月在矿区内三条长年有流水的溪沟 XG03 号沟、XG04-3 号沟及 XG05-3 号沟分别采集水样 1 件, 于 2025 年 4 月 25 日在 SZK004 采集地下水样, 测试单位为福建省 121 地质大队。

(2)水质类型

由矿区水样水质全分析结果, 可知矿区内地表(下)水质类型均为 HCO

$3\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ 。

(3)地表(下)水质量标准限值对照

根据《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)取地表水样 SY01-SY03 进行检测,检测结果初步表明所检测指标各指标均未超出《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)II类水质标准, pH 为 7.39-7.86, 矿化度 31.47-33.59mg/L。综合认为, 矿区地表水水质较好。

根据地下水质量标准(GB/T 14848-2017)取地下水样进行检测, 检测结果初步表明矿区内地下水除了 COD(4.39mg/L, III类标准限值 3.0mg/L)各指标均符合《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类水质标准, pH 为 7.17, 矿化度 27.52mg/L, SY04 水质为IV类(耗氧量)。

3、矿区污染物

矿区开采的矿体为变粒岩, 其主要化学成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 、 P_2O_5 、 FeO 、 MnO 等组分, 矿石化学成分性质不活泼, 不会释放有毒有害物质污染地表水体。矿石成品的放射性核素限量检测结果显示放射性强度未见异常, 对矿区环境无影响。

矿区主要污染源及污染物为剥离及开采过程中产生的废土、石、粉尘以及凿眼爆破时产生的高分贝噪声等, 但矿区远离居民点, 对居民的生活影响不大。生产过程中采用洒水降尘、消声减震等措施, 可减少粉尘、噪音等污染。而剥离的废土石应尽可能综合利用, 实现零排放。

4、矿区放射性强度

本次矿石放射性检测由福建省建研工程检测有限公司龙岩分公司进行, 根据测试成果, 区内矿石放射性为: 内照射指数 I_{Ra} : 0.10-0.20, 平均 0.15; 外照射指数 I_r : 0.60-0.70, 平均 0.63, 符合《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2010)标准中 A 类装修材料放射性要求。

本次工作在地表、钻孔岩心分别进行了放射性 γ 测量。对矿区内地表 0 线和 12 线进行了剖面放射性 γ 强度测量, 工作量 1.58km, 放射性强

度最高 $0.16 \mu\text{Sv/h}$, 最低 $0.05 \mu\text{Sv/h}$, 一般 $0.05\text{-}0.16 \mu\text{Sv/h}$ 。小于我国和国际标准的 $0.52 \mu\text{Sv/h}$, 未发现放射性异常。对矿区内 15 个钻孔的全部岩(矿)心进行了放射性测量, 工作量 1.90km 。放射性强度最高 $0.16(\mu\text{Sv/h})$, 最低 $0.06(\mu\text{Sv/h})$, 一般 $0.07\text{-}0.16(\mu\text{Sv/h})$ 。小于我国和国际标准的 $0.52 \mu\text{Sv/h}$, 未发现放射性异常。

5、矿区的社会环境和自然地理环境

(1)社会环境

矿区位于宁化县肖家村, 周边最近的居民点为北东测的小基头村, 常住人口不到 100 人, 与矿区直距大于 1.50km , 且二者之间有一条东西向山脉阻隔, 矿山开采对该村村民生活无影响。

(2)自然地理环境

矿区距离兴泉铁路、泉南高速公路及 356 国道直线距离均在 500m 以上, 且不在其可视范围之内。

矿区周边无地质遗迹、人文景观、自然保护区、旅游景点、生态林等敏感目标, 未涉及生态红线。

6、植被

矿区属低山丘陵地貌, 地貌形态主要有山地、沟谷等形态, 矿区处于植被发育的山坡地, 植物主要为杉木、杂(阔叶)树等, 植被覆盖率约 85% 以上, 自然生态环境较好。

三、矿区环境地质问题预测

1、矿山开采对周边敏感目标的影响情况

矿区周边距离最近的北东侧小基头自然村居民点较为集中, 但直距约 1500m , 且与其相隔连绵起伏大型山体, 对其基本无影响。

矿山周边最近交通干线为 G356 国道(清流-宁化), 该公路位于矿山南部外围, 与矿山最近直距约 570m , 且有山体阻隔, 矿山开采对该公路没

有影响；兴泉铁路最近的石林寨隧道口与矿山直距约 1.6km，矿山开采对铁路没有影响；泉南高速公路与矿山直距约 3.5km，矿山开采对高速公路没有影响。青水塘-小基头村水泥路从矿区东侧经过，直距约 600m，来往车辆、行人相对不密集，且有山体阻隔，矿山开采对来往车辆和行人没有影响。

2、矿山开采对土地资源的影响与破坏情况

未来矿山开采过程中土地占用的类型主要为杉木、杂(阔叶)林地，采矿用地和空闲地，矿山开采对原有地形地貌的影响改变较大并造成大面积的裸露，其中露天采场影响严重、工业场地影响较严重、矿山道路影响较轻。

由于矿区所处地理位置情况，植被较发育，矿区闭矿后露天采场及工业场地将全部绿化或复垦成林地，因此矿山开采不会使整个区域的地质环境状况发生改变，也不会使区域植物群落的物种组成发生明显变化，不会对造成永久性不可恢复的影响。

3、矿山开采对地表水体及含水层的影响和破坏情况

矿区最低开采水平 340m 位于当地最低侵蚀基准面(+325m)之上，含水层主要为孔隙潜水、风化裂隙潜水及基岩裂隙水，富水性弱，矿区内未见大断裂构造。露天采场矿坑汇水面积为 419931m²，与区域含水层和地表水联系不密切，地下水的补给主要靠大气降水，且地下水埋藏较深，进行露天采矿对含水层影响较轻。

4、矿山开采产生的主要污染源及污染物

矿山开采矿石为变粒岩，矿石本身溶解淋溶极其缓慢，不易对地表水产生影响。生产废水主要有降尘用水、石场开采范围内的部分泥浆水和开挖场地与道路周围区域被雨水冲刷产生的泥浆水等，为简单污染，污染表现形式为增加水体中的泥沙含量，使水体浑浊度增加，是一种简单污染，在露天采场及工业场地下游设置沉淀池，再经过漫长的沟道浸率，其不会

影响区域水环境质量。

5、矿石(渣)及建筑用石料堆放对周围环境的影响评价

弃土、弃渣及建筑用石料临时堆放，超高超量堆填可能发生滑坡等地质灾害，应严格按设计要求建设使用，严禁超高超量堆填，建议集中择址临时堆存，同时实时监测灾害，及时采取相应措施防治。

此外，矿区范围内存在一处废弃露天采场 CK1，高度 25-94m，开挖坡度 50-80°，坡度较陡，覆盖层厚度大，5-30m，土质较松散，遇水易软化，局部岩石较破碎，多组节理裂隙结构面倾向坡外，在持续强降雨条件下，上部土层及风化层可能发生大规模的滑坡或崩塌，破碎岩石可能发生坠落和掉块等地质灾害。矿区投产时，首先进行清表工程，一次性剥离覆盖层后清理坡脚堆积体。同时根据本区开发利用方案设置安全边坡角，并按照相关露天矿山安全操作规程进行规范设置后，发生地质灾害的可能性极小。

场地存在 3 处填方区，3 号填方区沟道位置布设了排水管道，沟口设置了挡土坝，且填方区上游溪沟水被居民引流，下游流量较小，枯水期甚至未见流水，不易发生大规模的滑坡和泥石流；1 号和 2 号填方区未设置截排水措施，坡脚未设置挡土坝，在持续强降雨条件下，有引发滑坡和泥石流的可能，建议进行专项勘察设计治理，设置有效的截排水和支护措施。

四、矿区环境地质类型

矿山与最近村庄距离大于 1.5km；矿区天然状态下边坡稳定，植被发育，矿区内填方区和林业路见小型崩塌地质灾害现象；远离工业区，附近无污染源，矿区范围内无名胜古迹，旅游景点等重要地面建筑设施，矿石和废石不易分解出有害组分；地表水水质较好；矿山露天开采对环境的主要影响主要为对开采范围内的植被造成破坏，以及矿山开采产生的废土

(弃石)堆放对矿区地质环境有一定的影响，故矿区地质环境质量中等。

2.2.4 结论

一、矿区水文地质条件

矿区主要矿体均位于当地侵蚀基准面以上，矿区内无大的地表水体，附近地表水体不构成矿床的主要充水因素，地形有利于自然排水；充水含水层补给条件差；第四系残坡积层构成的覆盖剥离体厚度较小；矿区水文地质单元以分水岭为边界，水文地质边界条件简单；充水含水层富水性较弱；开采矿体隔水性能良好；矿区为露天开采矿山，无老空水分布；矿区梳干排水不会产生塌陷、沉降。大气降水是地下水和矿坑充水的主要来源，地下水对矿坑充水影响小。矿区水文地质勘查类型属以裂隙含水层充水为主的矿床，水文地质条件属简单类型，即第二类第一型。

二、矿区工程地质条件

矿区地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，地层岩性单一，风化层厚度小，地质构造简单，岩体结构以块状结构为主，岩体较完整，饱和抗压强度 60-122MPa，属坚硬类岩石；岩体质量指标 1.84，岩体质量良；岩体质量系数 $Z=0.39$ ，岩体质量等级一般；岩层边坡稳定性较好。矿体顶板的素填土层、残坡积层及全、强风化层属松散软弱岩类，厚度为 5.70-70.15m，平均厚度 27.20m，土层边坡稳定性较差，建议土层边坡角小于等于 45° ，填土层的放坡比建议小于 1 : 1.50，边坡高度 $\leq 10\text{m}$ ，安全平台宽度为 3-5m；矿体顶板中风化层属较硬岩类，厚度 1.40-45.60m，平均厚度约 13.29m，矿山开采前均需先行剥离，在软弱带、裂隙密集带的个别地段易发生边坡滑塌等矿山工程地质问题，建议岩质边坡坡角为 $65-70^\circ$ ，边坡高度 $\leq 15\text{m}$ ，安全平台宽度为 4-8m；矿区工程地质勘查类型属以软弱岩类为主，工程地质条件属中等类型。

三、矿区环境地质条件

矿山与最近村庄距离大于 1.5km；矿区天然状态下边坡稳定，植被发育，矿区内填方区和林业路见小型崩塌地质灾害现象；远离工业区，附近无污染源，矿区范围内无名胜古迹，旅游景点等重要地面建筑设施，矿石和废石不易分解出有害组分；地表水水质较好；矿山露天开采对环境的主要影响主要为对开采范围内的植被造成破坏，以及矿山开采产生的废土(弃石)堆放对矿区地质环境有一定的影响，故矿区地质环境质量中等。

四、总体评价

矿区通过开展各项水工环地质工作，工作程度能够满足《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB/T12719-2021)勘探阶段的要求，详细查明矿区水文地质工程地质环境地质条件。矿区水文地质条件为简单类型，工程地质条件为中等类型，地质环境质量中等，矿山开采技术条件为以工程地质环境地质复合问题的中等类型矿床(Ⅱ-4)。

五、存在问题及建议

1、建议矿区松散(岩)层最终边坡角为 $\leq 45^\circ$ ，填土层的放坡比建议小于 1 : 1.50；较硬以上岩层最终边坡角为 $\leq 60^\circ$ ，并分为多个台阶。矿山的主要工程地质问题为局部地段原始边坡高陡，遇强降雨会产生小规模垮塌。建议矿山今后开采应先清理地表滚石，并按安全边坡角放坡，确保生产安全。

2、矿山填方区内易发生大规模滑坡等地质灾害，开采之前应采取设置挡土墙、设置截、排水沟等有效支护措施，确保生产和周边环境的安全。

3、矿山开采损毁土地类型为林地，矿山开采产生的污染源及污染物主要为粉尘及噪音，可通过洒水降尘、消声防震等措施进行防护。

4、矿区水文地质工作是一项长期的工作，应建立完善的观测、给排水、巡查、防治等工作，确保矿区的安全生产。随着开拓的延伸，地表水、

地下水的补、径、排条件会发生变化，从而影响到矿区的水文地质条件，建议开展水文地质的持续、延续等工作。

5、本矿区矿山开采边坡高度大于 100m，建议按照《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)等有关要求建立监测、评价体系，确保矿山生产安全。

2.3 矿产资源储量情况

根据福建省 196 地质大队于 2026 年 2 月提交了《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》，查明截至 2026 年 1 月 31 日，矿区估算片麻岩矿(建筑用)推断资源量共 1776.6 万 m^3 。并于 2026 年 4 月 10 日经福建省自然资源评审中心以“闽自然资储审字〔2026〕6 号文”评审确认。

第三章 开采区域

3.1 符合矿产资源规划情况

本项目为宁化县自然资源局拟按有关国家政策将采矿权新立的矿山。该矿山属于《福建省宁化县矿产资源总体规划(2021-2025 年)》中的开采规划区块。该规划于 2023 年 4 月 27 日经三明市自然资源局以“明自然资发〔2023〕14 号文”批复同意。

3.2 可供开采矿产资源的范围

一、矿区资源量估算范围

根据福建省 196 地质大队于 2026 年 2 月提交的《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》，矿区资源量估算平面范围由 18 个拐点坐标圈定，估算面积 0.2871km²，估算标高：+525~+340 米，矿区资源量估算平面范围拐点坐标见表 3-1。

表 3-1 矿区资源量估算范围坐标一览表

序号	X	Y	序号	X	Y
1'	2900967.74	39474844.96	10'	2900586.82	39474339.69
2'	2900831.50	39474787.00	11'	2900562.51	39474457.73
3'	2900604.30	39474809.65	12'	2900710.04	39474490.89
4'	2900426.21	39474718.07	13'	2900727.02	39474520.53
5'	2900244.15	39474635.12	14'	2900750.92	39474512.76
6'	2900294.44	39474516.63	15'	2900801.11	39474543.69
7'	2900219.20	39474310.04	16'	2900829.36	39474487.26
8'	2900244.95	39474249.36	17'	2900979.44	39474438.47
9'	2900383.02	39474307.97	18'	2901121.14	39474498.59
估算标高：+340~+525m，面积 0.2871km ² (2000 国家大地坐标系)					

二、拟申请的矿区范围

本次拟申请矿区范围由 23 个拐点坐标圈定，矿区面积 0.4295km²，开采标高：+525m~+344m。矿区范围拐点坐标详见表 1-1。

三、设计开采范围

经现场核查，矿区南侧老采场目前最低标高约为+344m，而矿区资源量估算范围最低标高为+340m，根据有关要求，新立露天建筑用石料矿山不得采用凹陷露天开采。故本次设计开采范围为拟申请矿区范围内已估算资源量的片麻岩(建筑用)矿体，扣除 344m 标高以下的矿体，设计开采标高+525~+344m。

3.3 露天剥离范围

3.3.1 露天剥离范围的合规性说明

本次拟露天剥离范围位于拟申请开采区域(矿区范围)内，拟申请开采区域(矿区范围)位于《福建省宁化县矿产资源总体规划(2021-2025 年)》中确定的矿产资源开采规划区块内，合规性满足要求。

3.3.2 露天剥离范围的科学合理性技术论证

本矿区采用露天开采，申请开采区域(矿区范围)完全包含资源量估算范围及露天剥离范围，且全部位于《福建省宁化县矿产资源总体规划(2021-2025 年)》中确定的矿产资源开采规划区块内；考虑到剥离物可综合利用，本次设计的矿山剥采比 0.621:1 小于本矿山确定的经济合理剥采比 1:1；本次设计采场底盘长度 720m，宽度 94-272m，采场工作面宽度大于最小工作平台宽度 30m 的要求。综上所述，本次设计露天剥离范围的科学合理。拟申请开采区域(矿区范围)、资源储量估算范围和露天剥离范围之间空间位置关系详见叠合图(附图 2)。

3.4 区域环境条件及对敏感目标的影响分析

矿山在拟申请的矿区范围之内，占用扰动地类主要为杉木、杂(阔叶)林地、采矿用地和空闲地等，项目建设未占用基本农田、生态公益林、文物古迹、自然保护区、风景名胜区、重要生态功能区、森林公园等地质环

境敏感区，拟申请开采区域(矿区范围)与其他已设矿业权没有重叠交叉。根据现场调查，矿山开采对周边敏感目标的影响情况分析如下：

1、拟设矿区范围外南侧、紧邻 10-11 矿界存在生态红线，原矿山公路部分位于生态红线内，生态红线面积约 2.05hm^2 。本次设计停产使用该生态红线内的原矿山公路，并在矿区拐点 8 西南侧 346m 标高处新开拓一条矿山公路连接至青水坑-小基头水泥路，矿山生产的矿石从新开拓的矿山公路外运销售，不会对该生态红线造成影响。

2、矿山影响范围内存在 2 处基本农田，其中①号基本农田(面积约 2.51hm^2)位于矿区范围外东南侧，距矿区拐点 8 最近距离约 140m,位于爆破警戒范围之外，但矿坑水会流经该处。②号基本农田(面积约 3.24hm^2)位于矿区范围外东南侧，距矿区拐点 7 最近距离约 16m，其中约 1.99hm^2 位于爆破警戒线以内。只需按照安全规程进行开采，做好爆破安全警戒，并采取外围水沟截水，矿坑水经处理达到环保排放要求后排放，不会对基本农田灌溉水质及农作安全造成影响。

3、拟申请矿区范围西侧紧邻 16-17 矿界处有养猪场，拟由政府牵头协调做好养猪场的拆迁后，不会造成影响。此外无其他建、构筑物。

4、拟申请矿区范围中部 5 线附近分布有南东东走向的高压电线，其中有一个基站位于矿区范围内 BZK502 钻孔附近。拟由政府牵头协调做好杆线迁移，迁移后，矿山开采对高压电线及基站无影响。

5、拟申请矿区范围外西南侧距矿界最近距离约 400m 处有 G356 国道(清流-宁化)经过；东南侧距矿界最近距离约 500m 处有青水塘-小基头村水泥路经过。该 2 条公路均位于爆破警戒线以外，且与矿山之间均有山体阻隔，矿山开采对来往车辆和行人没有影响。

6、矿区南部有一条地表水系由西北流向东南，最后经拐点 8 附近向南流出矿区①号基本农田区域；矿区东北部有一条地表水系往东南方向流出矿区②号基本农田区域。采取矮挡墙、截排水沟、沉沙池等措施完善排

水系统后,可以有效地将区内淋溶水处理达到当地水环境质量要求后排放,矿山开采不会对下游溪沟淤积、排洪等造成较大影响。

7、矿区及周边现有人类工程活动主要为农村道路和农林耕种活动等,其活动规模与强度一般,按照安全规程进行开采及做好爆破安全警戒,对人类工程活动造成的影响小。具体分布情况详见附图 1 及下表 3-2。

矿区范围及周边敏感目标防治措施分析表

表 3-2

序号	名称	方位、距离	敏感因素	分析结果及防治措施
1	生态红线区	拟设矿区范围外南侧、紧邻 10-11 矿界有存在生态红线,生态红线区面积约 2.05hm^2 (爆破警戒线内)。	原矿山公路部分位于生态红线区内	设计停止使用生态红线区原矿山公路,并新开拓一条矿山公路外运矿石。
2	基本农田	①号基本农田位于矿区范围外东南侧,距矿区拐点 8 最近距离约 140m 处(面积约 2.51hm^2)。	开采、水质	按照安全规程进行开采及做好爆破安全警戒,本矿山开采区不占用基本农田,经采取外围水沟截水,矿坑水经处理达到环保排放要求后排放,不会对基本农田灌溉水质及农作安全造成影响。
		②号基本农田(面积约 3.24hm^2)位于矿区范围外东南侧,距矿区拐点 7 最近距离约 16m 处。	开采、水质	
3	构筑物	拟申请矿区范围西侧紧邻 16-17 矿界处有养猪场。	开采	由政府牵头协调做好养猪场拆迁,不会造成影响。
4	高压线路	拟申请矿区范围中部 5 线附近分布有南东东走向的高压电线,其中有一个基站位于矿区范围内 BZK502 钻孔附近。	开采	由政府牵头协调做好杆线迁移,不会造成影响。
5	公路	拟申请矿区范围外西南侧距矿界最近距离约 400m 处有 G356 国道(清流-宁化)经过;东南侧距矿界最近距离约 500m 处有青水塘-小基头村水泥路经过。	开采	2 条公路均位于爆破警戒线以外,且与矿山之间均有山体阻隔,矿山开采对来往车辆和行人没有影响。
6	水系	矿区南部有一条地表水系由西北流向东南,最后经拐点 8 附近向南流出矿区①号基本农田区域;矿区东北部有一条地表水系往东南方向流出矿区②号基本农田区域。	堆放、水质、淤积、排洪	采取矮挡墙、截排水沟、沉沙池等措施完善排水系统后,可以有效地将区内淋溶水处理达到当地水环境质量

				要求后排放, 矿山开采不会对下游溪沟淤积、排洪等造成较大影响。
7	人类工程活动	农村道路和农林耕种活动等。	开采	按照安全规程进行开采及做好爆破安全警戒, 对人类工程活动造成的影响小。

3.5 申请开采区域

本次拟申请开采区域拐点坐标及开采标高详见表3-3。

申请开采区域拐点坐标表(2000国家大地坐标系) 表3-3

拐点号	X坐标	Y坐标	拐点号	X坐标	Y坐标
1	2900956.61	39474898.20	13	2900242.54	39474224.20
2	2900810.61	39474836.21	14	2900391.73	39474287.43
3	2900599.66	39474820.70	15	2900604.99	39474296.76
4	2900415.42	39474743.49	16	2900585.66	39474403.57
5	2900239.53	39474646.01	17	2900725.33	39474434.47
6	2900222.60	39474685.89	18	2900747.55	39474472.16
7	2900131.97	39474705.91	19	2900771.14	39474464.85
8	2900015.44	39474590.66	20	2900801.14	39474494.47
9	2900084.63	39474508.97	21	2900822.88	39474448.66
10	2900024.04	39474425.57	22	2900998.13	39474394.45
11	2900059.81	39474372.41	23	2901148.52	39474464.99
12	2900215.31	39474288.92			
拟开采标高: +525m~+344m, 面积 0.4295km ² (2000 国家大地坐标系)					
露天剥离标高: +525m~+344m					

第四章 矿产资源开采与综合利用

4.1 开采矿种及产品方案

4.1.1 开采矿种

根据福建省 196 地质大队于 2026 年 2 月编制的《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》、福建省自然资源评审中心于 2026 年 4 月 10 日出具的《〈福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告〉矿产资源储量评审意见书》(闽自然资储审字〔2026〕6 号), 本次设计开采矿种为片麻岩矿(建筑用)。

4.1.2 产品方案

本矿开采的片麻岩矿(建筑用), 大部分加工成碎石, 部分加工成机制砂, 故矿山产品方案为片麻岩(建筑用)碎石和机制砂。

4.2 开采方式

4.2.1 开采方式分析论证

本次圈定的矿体分布面积约 0.2871km^2 , 长约 901m, 宽 66-410m, 厚度 10.60-125.90m, 平均厚度 72.62m, 矿体赋存标高 340-472m; 矿体覆盖层厚度为 12.07-57.20m, 平均厚度 29.26m。矿区水文地质条件属简单类型, 工程地质、环境地质条件均属中等类型。拟开采、剥离范围不涉及基本农田、公益林等敏感目标。综上因素, 该矿床采用露天开采方式明显优于采用地下开采方式。为此, 本次矿床开采方式设计推荐采用露天开采。

4.2.2 矿区开采顺序及开拓运输方案

根据矿区地形、矿体赋存特征, 本次设计采用自上而下分水平台阶正规开采, 即组合台阶采矿法。

根据矿区地形地貌、矿床赋存条件, 本次设计矿山开拓运输方案采用公路开拓—汽车运输方案。

根据矿体赋存状况,本次设计使用机械铲装正常生产,根据普查地质报告及现场勘察,矿体致密坚硬,强度高,稳定性好,本次设计工作台阶高度为 10-15m,工作平台宽度不小于 30m。本次设计分+515m、+505m、+495m、+485m、+475m、+465m、+455m、+445m、+435、+425m、+415m、+400m、+385m、+370m、+355m、+344m 共 16 个水平台阶正规剥离、开采,采矿工作面推进方向为由南向北。

根据矿山地形地质条件,矿山的第一剥离标高: +525~+445m,第一开采水平设计标高: +445m。

目前矿山已有简易公路通至矿区西侧+429m 标高原养猪场位置,但现有简易公路路面偏小,且 3 个转弯处曲率半径也偏小。本次设计充分利用现有简易公路,对简易公路进行拓宽修整,对 3 个转弯处重新设计,并在简易公路 428.03m 标高处新开拓一条矿山公路至采场+445m 标高水平;在简易公路 392.92m 标高处新开拓一条矿山公路至拟设工业场地;另外,由于矿区西南侧原矿山公路部分位于生态红线范围内,本次设计在矿区拐点 8 西南侧 346m 标高处新开拓一条矿山公路连接至青水塘-小基头水泥路,形成完整的开拓运输系统。

采场采出的矿石用挖掘机装上自卸汽车,直接运往拟设工业场地加工成碎石或机制砂;残坡积层部分运往排土场堆放,后期用于矿山生态环境恢复治理和土地复垦,其余外运用于制砖;强风化层(含全风化层)可运往工业场地用于淘洗加工制砂,或直接用于矿山公路、附近村镇或公路建设作为建筑下脚料或其它用途;中风化层可全部运往工业场破碎加工成机制砂;夹石可直接外运用于水利、铺设公路等基建用途。

4.2.3 露天开采

(一)露天开采境界圈定的原则

(1)以矿区范围为基础,以资源储量估算边界为依据;

(2)采场最终边坡角: 不大于 55° ;

(3)经济合理剥离比：考虑到剥离物可综合利用，故本次设计剥离物与矿石量之比不大于 1 : 1；

(4)最低开采标高：+344m；

(5)采场底部最小工作平台宽度：不小于 30m；

(6)综合考虑地形地质条件、开采工艺、安全、环保、消防等因素进行圈定。

(二)确定露天采场最终边坡要素

终了台阶高度：10-15m；

终了台阶坡面角：覆盖层 $\leq 45^{\circ}$ ，

新鲜岩体 $\leq 70^{\circ}$ ；

安全平台宽度：3-5m；

清扫平台：8m(每 2-3 个台阶设置 1 个清扫平台)；

最终边坡角：41-46°；

最终境界边坡最高台阶标高：+515m；

最终境界边坡最低台阶标高：+344m。

(三)圈定露天开采境界

最低开采标高：+344m；

最高开采标高：+525m；

终了边坡高度：181m；

矿石量：1260.03 万 m^3 ；

剥离量：782.1 万 m^3 ；

剥采比：0.621:1 m^3/m^3 ；

采坑底盘：长度 720m，宽度 94-272m。

(四)采剥工艺

1.采剥工艺

采用单斗挖掘机剥离表土—风动凿岩机凿岩穿孔—中深孔爆破采矿

一单斗挖掘机装车—自卸汽车运往工业场地破碎加工。

采矿工艺：剥离—穿孔—爆破—铲装—运输—排卸—加工

工作台阶的主要参数：

工作台阶高度：10-15m；

工作台阶坡面角：覆盖层 $\leq 45^{\circ}$ ，新鲜岩体 $\leq 70^{\circ}$ ；

工作平台最小宽度：30m；

最小工作线长度：100m；

同时工作台阶数：1-2 个；

开采顺序：从上而下；

工作面推进方向：由南向北；

工作面阶段回采率： $\geq 96\%$ ；

固体废弃物综合利用率 100%。

4.2.4 设计利用资源量及可采储量

1、矿区范围内查明(保有)资源储量

根据福建省 196 地质大队于 2026 年 2 月提交的《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》，查明截至 2026 年 1 月 31 日，矿区估算片麻岩矿(建筑用)推断资源量共 1776.6 万 m^3 。并于 2026 年 4 月 10 日经福建省自然资源评审中心以“闽自然资储审字〔2026〕6 号文”评审确认。

2、设计损失

经现场核查，矿区南侧老采场目前最低标高约为+344m，而矿区资源量估算范围最低标高为+340m，根据有关要求，新立露天建筑用石料矿山不得采用凹陷露天开采，故本次设计+344m 标高以下资源量作为设计损失不予利用。经估算，矿区+344m 标高以下压矿量(推断资源量)约 90.4 万 m^3 ；本次设计最终境界边坡角 41-46 $^{\circ}$ ，而资源量估算时终了台阶边坡角按剥离层 45 $^{\circ}$ 、岩体 60 $^{\circ}$ 计算，故计算设计利用储量时应扣除终了台阶

边坡压矿量。由于矿山上部山体倾角较大，且剥离层较厚，造成终了台阶边坡压矿量较大。按照普查地质报告对矿区资源量的估算方法(垂直平行断面法)，经估算整个矿山终了台阶边坡压矿量(推断资源量)约 373.67 万 m^3 ，故本次设计损失资源量(推断)共约 464.07 万 m^3 。

3、设计利用储量

推断资源量可靠程度相对较低，鉴于该矿有老采场，根据经验，矿石可靠性较高，本次推断资源量可信度系数取 1.0。

$$\begin{aligned}\text{设计利用储量} &= \text{推断资源量} - \text{设计损失} \\ &= (1776.6 \times 1) - (464.07 \times 1) \\ &= 1312.53 \text{ 万 } \text{m}^3\end{aligned}$$

4、可采储量

根据《矿产资源“三率”指标要求 第 14 部分：饰面石材和建筑用石材矿产》和周边类似矿山的实际开采回采率，本次设计矿山回采率按 96% 计算，则可采储量为 1260.03 万 m^3 ，采矿损失量为 52.50 万 m^3 。

4.2.5 确定开采回采率

矿石回采率： $\geq 96\%$ ；

综合利用率：100%。

4.3 拟建生产规模及矿山服务年限

4.3.1 拟建生产规模

1、拟建生产规模

根据矿区范围内矿石资源量、开采技术条件、业主委托和“闽政办〔2024〕24 号文”，本次设计矿山生产规模为 72 万 m^3 /年。

2、生产能力验证

按可能布置的挖掘机台数

$$A = N \times n \times Q$$

N——一个采矿台阶可能布置的挖掘机台数；

n——同时进行采矿的台阶数；

Q—— 2.0m^3 挖掘机台年生产能力， $25\text{万 m}^3/\text{台年}$ 。

①先求 N

采场： $N=L\text{ 采}/L\text{ 铲}=420/100=4.2$ ，取 4 台。

L 采——采矿台阶的工作线长度， 420m ；

L 铲——挖掘机正常工作线长度， 100m 。

②根据矿山的生产能力及实际情况，布置 1 个台阶进行作业，故 n 取 1；

则生产时 $A=4\times 1\times 25=100\text{ 万 m}^3/\text{a}>72\text{ 万 m}^3/\text{a}$ 。

通过上述计算结果显示，年开采 72 万 m^3 片麻岩矿(建筑用)的生产能力是可以实现的。

3、工作制度

根据企业性质和当地地理气候条件，本方案确定矿山采用工作制为：年工作 250 天，每天 1 班，每班 8 小时。

4.3.2 矿山服务年限

$$T=Q\cdot \varepsilon / A=1312.53\times 96\%/72=17.5$$

式中：

Q：设计利用资源储量， 万 m^3 ；

ε ：矿山回采率，取 96%；

A：设计生产规模， $72\text{ 万 m}^3/\text{年}$ 。

从以上计算结果显示，矿山稳产期约 17 年，基建期约 2 年，加上减产扫尾期约 1 年。故本设计矿山服务年限 20 年。

4.3.3 生产计划矿石量

本方案根据分层矿岩量进行计算，设计可采储量 1260.03 万 m^3 ，剥离量： 782.1 万 m^3 ，剥采比： $0.621:1\text{m}^3/\text{m}^3$ 。设计各台阶可采储量详见表 4-1。

采场各台阶开采资源量汇总表

表4-1

台阶标高(m-m)	矿石量(万 m ³)	剥离量(万 m ³)	矿岩总量(万 m ³)
455m 标高以上	12.37	300.36	312.73
455-445	34.95	85.14	120.09
445-435	48.68	80.91	129.59
435-425	63.23	76.52	139.75
425-415	82.13	72.90	155.03
415-400	145.95	79.85	225.80
400-385	225.65	49.31	274.96
385-370	256.85	29.63	286.48
370-355	238.13	4.87	243.00
355-344	152.09	2.61	154.70
合 计	1260.03	782.1	2042.13

根据各阶段的矿岩量，编制采剥进度计划如下：

第 0-2.0 年：剥离 445m 标高以上剥离物；开采 455m 标高以上矿石；

第 2.1-3.0 年：剥离 445-425m 标高剥离物；开采 455-435m 标高矿石；

第 3.1-5.0 年：剥离 435-400m 标高剥离物；开采 445-415m 标高矿石；

第 5.1-7.0 年：剥离 415-385m 标高剥离物；开采 425-400m 标高矿石；

第 7.1-10 年：剥离 400-370m 标高剥离物；开采 415-385m 标高矿石；

第 10.1-13.5 年：剥离 385-355m 标高剥离物；开采 400-370m 标高矿石；

第 13.6-16.5 年：剥离 370-344m 标高剥离物；开采 385-355m 标高矿石；

第 16.6-20 年：剥离 355-344m 标高剥离物；开采 370-344m 标高矿石。

4.4 资源综合利用

根据福建省 196 地质大队于 2026 年 2 月提交的《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》，查明截至 2026 年 1 月 31 日，矿区估算残坡积层(含素填土层)、强风化层、中风化层、夹石剥离量分别为 145.9 万 m³、421.2 万 m³、265.9 万 m³、28.6 万 m³，剥离物体积共 861.6 万 m³。

根据本次设计露天开采最终境界,依据原报告估算方法排除台阶压占及开采损失后,估算总剥离量约为 782.1 万 m^3 ,其中残坡积层(含素填土层)142.1 万 m^3 ,强风化层(含全风化层)401.0 万 m^3 ,中风化层 239.0 万 m^3 ,夹石 28.6 万 m^3 。

1、残坡积层综合利用

本次设计残坡积层部分堆放在 3 个设计排土场内,后期用于矿山生态环境恢复治理和土地复垦外,其余可外运用于制砖。

2、强风化层(含全风化层)、中风化层、夹石综合利用

根据《福建省宁化县肖家矿区片麻岩矿(建筑用)普查地质报告》数据,矿区全风化层含砂率为 44.42%;强风化层含砂率为 62.63-64.52%,平均值为 63.58%;中风化层含砂率为 82.71-96.48%,平均值为 88.53%。因此强风化层(含全风化层)可运往工业场地用于淘洗加工制砂,或用于矿山公路、附近村镇或公路建设作为建筑下脚料或其它用途;中风化层可全部运往工业场破碎加工成机制砂;夹石可用于水利、铺设公路等基建用途。根据强风化层(含全风化层)、中风化层的含砂率进行计算,强风化层(含全风化层)、中风化层经淘洗加工后可生产砂共约 466.54 万 m^3 。

根据福建省自然资源厅《关于印发福建省规范和完善砂石开采管理暂行规定的通知》(闽自然资发〔2023〕51 号)要求,除矿山自用外,剩余表土及废石,由宁化县自然资源局报宁化县人民政府组织纳入公共资源交易平台公开有偿处置。故本次设计废石土充分综合利用,固体废弃物综合利用率设计达 100%,以充分利用资源、减少堆放场地和提高经济效益。

4.5 开采区域外功能区布置

1、露天采场

设计采场工作台阶高度 10-15m,工作台阶边坡角覆盖层 $\leq 45^\circ$,新鲜岩体 $\leq 70^\circ$,工作平台最小宽度 30m,为山坡露天开采。闭坑后,终了

台阶高度 10-15m，终了台阶台阶边坡角覆盖层 $\leq 45^\circ$ 、新鲜岩体 $\leq 70^\circ$ ，采矿场最终境界边坡角 41-46°，采坑底盘：长度 720m，宽度 94-272m。边坡下部岩体完整，总体稳定性较好。综上所述，基本适宜露天采场布设。

2、工业场地

经现场勘查，本次设计拟在矿区范围西南侧爆破警戒线以外、距采场约 250m 处设置工业场地(包含办公生活区、破碎车间、机制砂生产车间、风化层淘洗车间、值班室、工具房等)，占地面积约 4.658hm²。拟设工业场地由 6 个拐点圈定，各拐点坐标：a(2900415, 39474015); b(2900153, 39474015); c(2900153, 39473941); d(2900221, 39473907); e(2900221, 39473811); f(2900415, 39473811)。工业场地具体各建筑物、构筑物及平台布设的安全距离，由下一阶段矿山初步设计确定并取得当地应急管理局同意后方可布设实施。

3、排土场

经现场踏勘，本次设计拟在矿区范围东侧 3 线附近设置 I[#]排土场，I[#]排土场有效面积约 4.28 万 m²，平均堆高约 13m，则 I[#]排土场有效库容约 55.64 万 m³；设计拟在矿区范围北东侧、0 线北侧设置 II[#]排土场，II[#]排土场有效面积约 2.55 万 m²，平均堆高约 10m，则 II[#]排土场有效库容约 25.5 万 m³；设计拟在矿区范围北侧、A-A'线东侧设置 III[#]排土场，III[#]排土场有效面积约 1.18 万 m²，平均堆高约 13m，则 III[#]排土场有效库容约 15.34 万 m³。以上 3 个排土场有效库容共约 96.48 万 m³，主要堆放后期用于矿山生态环境恢复治理和土地复垦的残坡积层，以及暂时无法综合利用的剥离量。3 个排土场的拦渣坝位置、有效范围及库容，由下一阶段矿山初步设计经论证后具体确定。

4、矿山道路

目前矿山已有简易公路通至矿区西侧+429m 标高原养猪场位置，但现有简易公路路面偏小，且 3 个转弯处曲率半径也偏小。本次设计充分利用

现有简易公路，对简易公路进行拓宽修整，对 3 个转弯处重新设计，并在简易公路 428.03m 标高处新开拓一条矿山公路至采场+445m 标高水平；在简易公路 392.92m 标高处新开拓一条矿山公路至拟设工业场地；另外，由于矿区西南侧原矿山公路部分位于生态红线范围内，本次设计在矿区拐点 8 西南侧 346m 标高处新开拓一条矿山公路连接至青水塘-小基头水泥路，形成完整的开拓运输系统。矿山公路按露天矿山Ⅲ级道路标准进行设计，平均纵坡 6.5%，最大纵坡 9%。且开拓道路应展线上山，并连通至各个开采平台，形成畅通的开拓运输系统。本矿山道路基本适宜生产运输要求。矿山公路设计应符合有关露天开采的相关规定。

5、供水、供电

矿山开采采用机械化铲装，矿山生产用水、用电很少。矿山附近有供水水源及供电设施，矿山供水、供电没有问题。设计在矿区范围北侧约 +525m 标高处设置一座高位水池，高位水池容量为 100m³。水源取自矿区附近的山沟水抽至高位水池内，再由高位水池引出供水管道供应各生产用水点和消防用水点使用。

第五章 结论与建议

5.1 设计利用资源储量、可采储量

设计利用储量1312.53万 m^3 ;

可采储量1260.03万 m^3 。

5.2 申请开采区域

本次拟申请开采区域拐点坐标及开采标高详见表5-1。

拟申请开采区域拐点坐标表(2000 国家大地坐标系) 表 5-1

拐点号	X 坐标	Y 坐标	拐点号	X 坐标	Y 坐标
1	2900956.61	39474898.20	13	2900242.54	39474224.20
2	2900810.61	39474836.21	14	2900391.73	39474287.43
3	2900599.66	39474820.70	15	2900604.99	39474296.76
4	2900415.42	39474743.49	16	2900585.66	39474403.57
5	2900239.53	39474646.01	17	2900725.33	39474434.47
6	2900222.60	39474685.89	18	2900747.55	39474472.16
7	2900131.97	39474705.91	19	2900771.14	39474464.85
8	2900015.44	39474590.66	20	2900801.14	39474494.47
9	2900084.63	39474508.97	21	2900822.88	39474448.66
10	2900024.04	39474425.57	22	2900998.13	39474394.45
11	2900059.81	39474372.41	23	2901148.52	39474464.99
12	2900215.31	39474288.92			
拟开采标高: +340-+525m, 面积 0.4295 km^2 (2000 国家大地坐标系)					

5.3 开采矿种及产品方案

开采矿种: 片麻岩矿(建筑用);

产品方案: 片麻岩矿(建筑用)碎石和机制砂。

5.4 开采方式、开采顺序、采矿方法

开采方式: 露天开采;

开采顺序: 采用自上而下分水平台阶正规开采;

采矿方法：组合台阶采矿法。

5.5 拟建生产规模、矿山服务年限

拟建生产规模：72万m³/年；

矿山服务年限：20年。

5.6 综合利用情况，采矿回采率

综合利用方案：根据本次设计露天开采最终境界，矿区估算总剥离量约为782.1万m³，其中残坡积层(含素填土层)142.1万m³，强风化层(含全风化层)401.0万m³，中风化层239.0万m³，夹石28.6万m³。本次设计残坡积层部分堆放在3个设计排土场内，后期用于矿山生态环境恢复治理和土地复垦外，其余可外运用于制砖；强风化层(含全风化层)可运往工业场地用于淘洗加工制砂，或用于矿山公路、附近村镇或公路建设作为建筑下脚料或其它用途；中风化层可全部运往工业场破碎加工成机制砂；夹石可用于水利、铺设公路等基建用途。

采矿回采率：96%；

综合利用率100%。

5.7 主要敏感目标及其影响，矿山采取的防治措施

主要敏感目标及其影响，矿山采取的防治措施详见表 5-2。

矿区范围及周边敏感目标防治措施分析表

表 5-2

序号	名称	方位、距离	敏感因素	分析结果及防治措施
1	生态红线区	拟设矿区范围外南侧、紧邻 10-11 矿界有存在生态红线，生态红线区面积约 2.05hm ² 。	原矿山公路部分位于生态红线区内	设计停止使用生态红线区原矿山公路，并新开拓一条矿山公路外运矿石。
2	基本农田	①号基本农田位于矿区范围外东南侧，距矿区拐点 8 最近距离约 140m 处(面积约 2.51hm ²)。	开采、水质	按照安全规程进行开采及做好爆破安全警戒，本矿山开采区不占用基本农田，经采取外围水沟截水，矿坑水经处理达到环保排放要求后排放，不会对基本农田灌溉水质及农作安全造成影响。
		②号基本农田(面积约 3.24hm ²)位于矿区范围外东南侧，距矿区拐点 7 最近距离约 16m 处。	开采、水质	
3	构筑物	拟申请矿区范围西侧紧邻 16-17 矿界处有养猪场。	开采	由政府牵头协调做好养猪场拆迁，不会造成影响。
4	高压线路	拟申请矿区范围中部 5 线附近分布有南东东走向的高压电线，其中有一个基站位于矿区范围内 BZK502 钻孔附近。	开采	由政府牵头协调做好杆线迁移，不会造成影响。
5	公路	拟申请矿区范围外西南侧距矿界最近距离约 400m 处有 G356 国道(清流-宁化)经过；东南侧距矿界最近距离约 500m 处有青水塘-小基头村水泥路经过。	开采	2 条公路均位于爆破警戒线以外，且与矿山之间均有山体阻隔，矿山开采对来往车辆和行人没有影响。
6	水系	矿区南部有一条地表水系由西北流向东南，最后经拐点 8 附近向南流出矿区①号基本农田区域；矿区东北部有一条地表水系往东南方向流出矿区②号基本农田区域。	堆放、水质、淤积、排洪	采取矮挡墙、截排水沟、沉沙池等措施完善排水系统后，可以有效地将区内淋溶水处理达到当地水环境质量要求后排放，矿山开采不会对下游溪沟淤积、排洪等造成较大影响。
7	人类工程活动	农村道路和农林耕种活动等。	开采	按照安全规程进行开采及做好爆破安全警戒，对人类工程活动造成的影响小。

5.8 意见及建议

(1)本方案仅依据矿山目前的状况编制、制定，应随着矿山开发的进程和地质环境的变化，不断修订、完善、优化开采方案。

(2)在矿山道路、工业场地设计过程中应充分按照福建省国土资源厅、省财政厅、省环境保护厅、省质量技术监督局、中国银监会福建监管局、中国证监会福建监管局《关于做好福建省绿色矿山建设工作的通知》(闽国土资文〔2017〕289号)和中国自然资源经济研究院2019年7月出版绿色矿山建设评估指导手册的规范要求进行建设。

(3)本方案仅设计拟申请矿区范围内片麻岩矿(建筑用)矿产资源的开发利用，对该矿山的环保和安全生产要求，请业主按生态环境部门、应急管理部门批准的有关方案执行。

(4)拟申请矿区范围西侧紧邻16-17矿界拐点处有养猪场，矿山动工开采前，必须与该养猪场充分协商，签订拆迁协议后，方可动工开采。

(5)拟申请矿区范围中部5线附近分布有近东西走向的高压电线，其中有一个基座位于矿区范围内BZK502钻孔附近。必须由政府牵头协调做好杆线迁移工作。待杆线迁移后，方可动工开采。

(6)在开采过程中按有关技术规范开采，并做好安全生产工作。根据实际情况，必要时对采场参数进行调整，以免造成事故及浪费。通过科学合理的设计方案和合理的施工方案设计，减少土地占用和植被破坏。

5.9 综合技术经济指标表

综合技术经济指标表

表 5-3

序号	项 目	单 位	数量、指标
1	矿体特征		矿体长约 901m, 宽 66-410m, 平均厚度 72.62m, 矿体赋存标高 340-472m, 矿体覆盖层平均厚度 29.26m。
2	矿石类型		片麻岩矿(建筑用)
3	地质资源量	万 m ³	1776.6
4	设计利用储量	万 m ³	1312.53
5	可采储量	万 m ³	1260.03
6	采矿回采率	%	96
7	固体废弃物综合利用率	%	100
8	拟建生产规模	万 m ³ /a	72
9	剥离量	万 m ³	782.1
10	剥采比	m ³ /m ³	0.621: 1
11	工作制度	天/班/时	250/1/8
12	服务年限(适用年限)	年	20
13	开采方式		露天开采
14	采矿方法		组合台阶采矿法
15	开拓运输方案		公路开拓—汽车运输
16	工作台阶高度	m	10-15
17	最终台阶坡面角	度	覆盖层≤45°, 新鲜岩体≤70°
18	最终边坡稳定角	度	41-46°