嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程

初步设计

（送审稿）

单　位　负 责 人：尉军耀

总　工　程　师：周　恒

项　目　负　责　人：李蕾蕾

编制单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

资质证书编号：**A161000186**

提交单位：嘉鱼县自然资源建设开发有限公司

提交日期：**2026** 年 **11**月

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程

初步设计

（送审稿）

单　位　负 责 人：尉军耀

总　工　程　师：周　恒

项　目　负　责　人：李蕾蕾

编制单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

资质证书编号：**A161000186**

提交单位：嘉鱼县自然资源建设开发有限公司

提交日期：**2026** 年 **11**月

企业名称	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司		
详细地址	陕西省西安市雁塔区丈八东路18号		
建立时间	1995年09月12日		
注册资本金	215000万元人民币		
统一社会信用代码（或营业执照注册号）	91610000623755629P		
经济性质	其他有限责任公司		
证书编号	A161000186-10/1		
有效期	至2028年12月22日		
法定代表人	尉军耀	职务	法定代表人
单位负责人	尉军耀	职务	董事长
技术负责人	周恒	职称或执业资格	正高级工程师

备注：

原企业名称：中国水电顾问集团西北勘测设计研究院
曾用名：中国水电顾问集团西北勘测设计研究院有限公司
原发证日期：2008年03月24日
原资质证书编号：260012

变更
变更
变更

青龟县自然资源建设开发有限公司九龙山煤炭
出矿区九龙出矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工
程报告专用

业务范围

工程设计综合资质甲级。
可承接各行业、各等级的建设工程设计业务。******

发证机关：（章）
2023 年 12 月 22日
No.AF 0481200

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程初步设计编制人员名单

项目名称	嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程			
设计单位	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司			
法人代表	尉军耀			
编制人员	姓 名	专 业	职 称	签 名
项目负责人	李蕾蕾	采矿	正高级工程师	
报告编制	王靖	地质	工程师	
	孟可	采矿	高级工程师	
	穆婷	选矿	工程师	
	马炜迪	安全	工程师	
	马加集	道路	工程师	
	吴朋	岩土	工程师	
	周昕玮	电气	工程师	
	武栋	机电	工程师	
	乔治	结构	工程师	
	樊心如	给排水	工程师	
	王燕	造价	高级工程师	
报告审核	吕佼佼	地质	高级工程师	
	冯泽平	采矿	高级工程师	
	李莉	安全	正高级工程师	
	刘顺	道路	高级工程师	
	高一方	电气	高级工程师	
	张玉	结构	高级工程师	
	秦青阳	岩土	高级工程师	
	谭蕾蕾	给排水	高级工程师	
	李星	造价	高级工程师	
报告审定	李蕾蕾	采矿	正高级工程师	
	薛旋	地质	高级工程师	
	郭卫锋	电气	高级工程师	

项目名称	嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程			
设计单位	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司			
法人代表	尉军耀			
编制人员	姓 名	专 业	职 称	签 名
报告审定	谢波	结构	高级工程师	
	何子龙	道路	正高级工程师	
	张宇超	给排水	高级工程师	

目 录

前 言 1
第 1 章 概述 3
1.1 矿山概况 3
1.2 设计的依据、内容及特点 18
第 2 章 地质 37
2.1 区域地质 37
2.2 矿区地质及构造特征 41
2.3 矿床（体）地质特征 44
2.4 矿床开采技术条件 54
2.5 资源储量 74
2.6 地质报告的评述 77
第 3 章 矿床开采 79
3.1 开采范围及开采方式 79
3.2 开采境界的确定 80
3.3 工作制度、生产规模及服务年限、产品方案 88
3.4 开拓运输 91
3.5 采剥工作 100
3.6 矿山基建 112
3.7 防排水 115
3.8 边坡管理 122
第 4 章 矿石加工及尾矿设施 156
4.1 矿石加工 156
4.2 尾矿设施概述 171
第 5 章 矿山电气 172
5.1 供电电源及输变电 172
5.2 用电负荷 173
5.3 供配电系统 173
5.4 防雷与接地 176
5.5 照明设计 177

5.6 通信及监控.....179
5. 7电气节能及环保措施..... 180
第 6 章 总图运输及公用辅助设施.....181
6.1 总图运输.....181
6.2 排土.....198
6.3 工业场地及办公区给排水.....212
6.4 其他公用辅助设施.....217
第 7 章 智能矿山建设.....219
7.1 智能矿山建设方案.....219
7.2 智能矿山建设规划.....251
第 8 章 环境保护与水土保持.....254
8.1 地质灾害.....254
8.2 环境影响.....257
8.3 水土保持.....261
8.4 矿山生态修复.....264
第 9 章 节能.....276
9.1 设计依据.....276
9.2 项目能源消耗.....276
9.3 能耗指标分析.....276
9.4 节能措施.....277
9.5 节能效果分析.....280
第 10 章 安全管理与职业卫生.....281
10.1 矿山开采主要安全风险.....281
10.2 安全机构设置与安全教育管理.....287
10.3 职业卫生.....291
第 11 章 技术经济.....294
11.1 建设工期与劳动定员.....294
11.2 投资概算.....295
11.3 成本费用.....328
11.4 财务评价.....330
11.5 风险防控.....338

第 12 章 问题与建议.....339

12.1 存在的问题.....339

12.2 建议.....339

第 13 章 附件与附图.....340

13.1 附件.....340

13.2 附图（单独装订）.....341

前 言

随着国家安全、环保整治力度加大，一些安全、环保不达标、手续不齐全的矿山生产企业已停产，嘉鱼县关停整顿了一批石灰岩矿山。2020年9月30日以后，全市非煤矿山采矿权数暂设24个（不含地热、矿泉水），其中嘉鱼县拟设4个，九龙山-碳坡山矿区属于嘉鱼县规划的4个非煤矿山采矿权之一。2023年9月5日，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司通过增价拍卖方式最终竞得该采矿权。嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿为新建矿山，位于嘉鱼县城区南西215°方向、直距约19km处的九龙村，矿区边界及中心地理坐标（2000国家大地坐标系）分别为：东经113°47′35″-113°49′08″，北纬29°49′00″-29°50′31″；东经113°48′27，北纬29°49′41″，行政区划隶属嘉鱼县高铁岭镇管辖。区内可与X035、X042县道、107国道、武深高速（G4E）、京珠高速（G4）连通，且紧邻长江黄金水道，水陆交通十分便利。2023年11月17日，咸宁市自然资源和规划局核发本矿山采矿许可证，证号：C4212002023116251000179，开采矿种：熔剂用石灰岩、白云岩矿、建筑石料用灰岩，开采方式：露天开采，开采规模：400万t/a，矿区面积：0.6545km^2，开采深度：自+140m至+39m，有效期：自2023年11月17日至2028年11月16日。

建设单位嘉鱼县自然资源建设开发有限公司成立于2021年10月18日，注册地位于湖北省咸宁市嘉鱼县鱼岳镇花园澥路8号，法定代表人为雷佳。经营范围包括许可项目：非煤矿山矿产资源开采，建设工程施工，地质灾害治理工程施工，矿产资源勘查，旅游业务，水泥生产。

2023年2月，嘉鱼县自然资源和规划局委托湖北省地质局第四地质大队九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案进行重编，并提交《嘉鱼县九龙山一碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》。咸宁市自然资源和规划局于2023年3月1日组织有关专家进行评审并出具了评审意见书。

2023年10月，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司委托贵州鸿豪矿产资源咨询服务有限公司对该项目进行安全预评价并编制《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩露天开采工程安全预评价报告》。2024年1月17日，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司组织有关专家进行评审并出具了评审意见书。

2024年7月，湖北煤炭地质物探测量队中标湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探项目随后并编制提交了《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山

矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》。2025年1月17日，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司组织矿产资源储量评审专家进行评审并出具了审查意见书。

为了认真贯彻落实“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，促进矿山企业加强安全基础管理，规范企业安全生产行为，提高非煤矿山开采的本质安全程度和安全管理水平，按照《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》和《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第77号）的规定，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司委托中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司编写《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程初步设计》。设计单位中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司（以下简称“西北院”）是世界500强企业中国电力建设集团（股份）有限公司的重要子企业，总部位于陕西西安，拥有工程勘察、设计、监理、咨询“四综甲”资质，满足该项目设计资质要求。西北院先后完成了数十个大中型露天矿山的设计和工程总承包。

收到建设单位委托后，为获得现场第一手资料，项目负责人多次带采矿、地质、总图和选矿专业人员到现场实地踏勘。本次初步设计主要根据《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》、《嘉鱼县九龙山一碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》、《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山—碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a 熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩露天开采工程安全预评价报告》等基础资料，辨识与分析建设项目潜在的危险、有害因素，确定其与《中华人民共和国安全生产法》、《金属非金属矿山安全规程》等相关安全生产法律法规、标准、行政规章、规范的符合性，预测发生事故的可能性及其严重程度，提出科学、合理、可行的设计方案和安全对策措施。本次设计范围主要为露天采场、采场防排水、矿运道路、排土场、矿石加工厂、供配电系统、智能矿山、总平面布置、环境保护及安全管理等方面的内容。2026年4月，设计单位组织地质、采矿、安全和经济等相关专家对该初步设计进行了内部评审，评审修改后报告达到初步设计深度要求，具备正式评审的条件。

第 1 章 概述

1.1 矿山概况

1.1.1 矿区交通位置

矿区位于嘉鱼县城区南西215°方向、直距约19km处的九龙村，矿区边界及中心地理坐标（2000国家大地坐标系）分别为：东经113°47′35″-113°49′08″，北纬29°49′00″-29°50′31″；东经113°48′27，北纬29°49′41″，行政区划隶属嘉鱼县高铁岭镇管辖。区内可与X035、X042县道、107国道、武深高速（G4E）、京珠高速（G4）连通，且紧邻长江黄金水道，水陆交通十分便利。矿区北北东36°方向距嘉鱼县客运中心约24km，运距28km；近东84°方向距武深高速（G4E）嘉鱼南收费站直距约8km，运距约11km；正北方向距武汉新港湖北嘉通码头直距约10km，运距约14km。交通位置见图1.1-1。

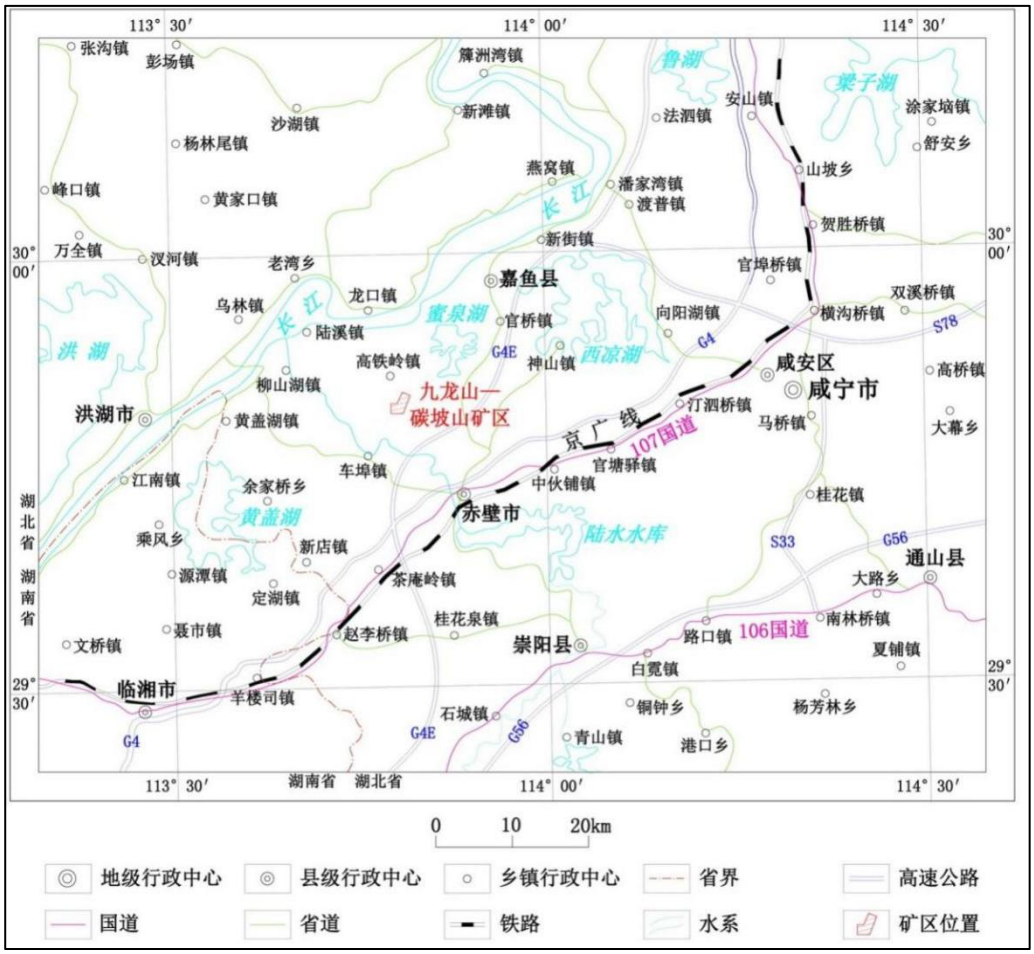


图 1.1-1 矿区位置与交通

1.1.2 自然地理与经济概况

嘉鱼县地处幕阜山脉与江汉平原结合部，可划为长江冲积平原，西南垅岗平原和切割残丘三种地貌，大体形成“一山三水四分田，两分道路和庄园”的地貌格局。地势从东向西北倾斜，海拔高程最低17.3m，最高243m，大部分高程在19～50m之间。东南部有鱼岳、大岩、牛头、蜀山等残丘39 座，最高大岩山海拔+243m。

本区地处嘉鱼县东南部，为鄂南丘陵山地与江汉平原过渡地带，属剥蚀残丘－垅岗湖盆堆积地貌。矿区地势总体呈“凹”字形，中部低、两侧高，南部低、北部高，西部低、东部高，北东部最高点九龙山山顶南侧海拔+134.80m，西部最低海拔高程约+38.00m。

嘉鱼县物产丰富，盛产蔬菜、鲜鱼螃蟹、芦苇、意杨和粮、棉、油等农产品；矿产主要有金、锰、石油、石灰石等。县域农业建成蔬菜、水产两大特色产业，工业形成以采矿、纺织、化工、建材、加工制造五大支柱产业为支撑的发展格局。蛇屋山金矿系“亚洲第一，世界第二”大型红土型金矿，第一期探明黄金储量60 吨。还探明储量47万吨的锰矿。

高铁岭镇为嘉鱼县工业重镇，国土面积122.09km^2，辖10个行政村、1个社区、52个村民小组，人口33373人（2019年末）。区内第一产业及第二产业发达，尤其是第二产业发展迅速，主要有湖北金盛兰冶金科技有限公司、葛洲坝嘉鱼水泥有限公司等其它企业，2021年，高铁岭镇累计完成工业产值113.16亿元，实现税收6.56亿元，累计完成固定资产投资7.05亿元。已开发利用的矿产资源主要为石灰岩、白云岩、锰。

1.1.3 采矿权设置情况

2023年9月5日，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司通过增价拍卖方式最终竞得该采矿权。后期咸宁市自然资源与规划局和嘉鱼县自然资源建设开发有限公司签订《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿采矿权出让合同》，同年11月17日，取得由咸宁市自然资源与规划局核发的采矿许可证（证号：C4212002023116251000179），矿区面积0.6545km^2，开采标高：+140m至+39m，生产规模：400.00万t/年，有效期5年，自2023年11月17日至2028年11月16日。

表 1.1-1 矿区拐点坐标表（2000国家大地坐标系）

拐点编号	大地 2000坐标		拐点编号	大地 2000坐标	
	X	Y		X	Y
J1	3300747.50	38480858.81	J7	3300044.94	38480972.76

拐点编号	大地2000坐标		拐点编号	大地2000坐标	
	X	Y		X	Y
J2	3300880.91	38481170.82	J8	3300044.93	38480252.04
J3	3300904.42	38481680.13	J9	3300499.67	38480252.04
J4	3300665.42	38481553.62	J10	3300499.67	38480528.83
J5	3300488.68	38481286.92	J11	3300747.53	38480528.83
J6	3300488.67	38480972.76			
面积0.6545km^2，开采标高：+140m至+39m。					

矿区内原设置的两宗采矿权，分别为嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场、嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场，目前这2个采矿权均已注销。矿区内及周边300m范围内无其他矿权。

1.1.4 企业基本情况及项目建设条件

1.1.4.1 企业基本情况

嘉鱼县自然资源建设开发有限公司成立于2021年10月18日，注册地位于湖北省咸宁市嘉鱼县鱼岳镇花园澥路8号，法定代表人为雷佳。经营范围包括许可项目：非煤矿山矿产资源开采，建设工程施工，地质灾害治理工程施工，矿产资源勘查，旅游业务，水泥生产。

1.1.4.2 项目建设背景

嘉鱼县立足自身矿产资源和区位优势，精心策划，务实推进，积极融入长江中游城市群一体化发展，发展矿产资源优势，加快转型。通过提升技术档次、适应市场需求、改变利用方式，实现矿产资源的全面、科学、合理利用，将矿产资源优势转化为经济优势。咸宁市政府对石灰岩资源的利用非常重视，要求不同品位石灰岩资源用于不同的行业，优质石灰岩资源要进行深加工。随着国家安全、环保整治力度加大，一些安全、环保不达标、手续不齐全的矿山生产企业已停产，嘉鱼县关停整顿了一批石灰岩矿山。2020年9月30日以后，全市非煤矿山采矿权数暂设24个（不含地热、矿泉水）。其中，咸安区2个、嘉鱼县4个、赤壁市4个、通城县4个、崇阳县4个、通山县6个。其中嘉鱼县拟设4个，九龙山-碳坡山矿区属于嘉鱼县规划的4个非煤矿山采矿权之一。

2023 年 9 月 5 日，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司通过增价拍卖方式最终竞得该采矿权。后期咸宁市自然资源与规划局与嘉鱼县自然资源建设开发有限公司签订《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿采矿权出让合同》，同年 11 月 17 日，取得由咸宁市自然资源与规划局核发的采矿许可证（证号：C4212002023116251000179），矿区面积 0.6545 km^2，开采标高：+140m 至+39m，生产规模：400.00 万吨/年，有效期 5 年，自 2023 年 11 月 17 日至 2028 年 11 月 16 日。

收到建设单位委托后，为获得现场第一手资料，项目负责人多次带采矿、地质、岩土和选矿专业人员到现场实地踏勘。对矿区、已有采坑和周边区域进行系统调查走访，项目负责人着重强调设计过程必须注意以下问题：（1）矿区剥离量较大，需设置堆存场地；（2）矿区内北侧白云岩下伏坟头组泥质粉砂岩、粉砂质页岩，工程地质条件差，未来将构成露天采坑的边坡，遇水软化作用显著，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎；（3）矿区西侧和南侧300m爆破安全距离内存在大量基本农田，后续矿山爆破开采对耕农和设备存在安全影响；（4）原有边坡施工过程中局部地段存在工作面窄，人员和设备存在高处坠落风险。



图 1.1-2 现场踏勘情况

目前矿山已完成《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》、《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》、《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩露天开采工程安全预评价报告》、《边坡稳定性分析报告》、《隐蔽致灾普查报告》和《矿山边坡、排土场、道路专项勘察岩土工程勘察报告》等专项报告。

1.1.4.3 项目建设基本条件

矿区距嘉鱼县城约19km，与X035、X042县道、107国道、武深高速（G4E）、京珠高速（G4）连通，且紧邻长江黄金水道，水陆交通十分便利。矿山建设需要的钢材、水泥、砂、石、砖等建筑材料供给良好，周边有嘉鱼水泥厂、湖北金盛兰冶金科技有限公司提供钢材、水泥等材料。

本项目生产及生活用水均为市政给水，市政给水接口位于加工区东侧九龙村，供水情况良好，供水压力大于0.30MPa。为防水质污染，在室外引入管起端设置低阻力倒流防止器。给水水质满足现行国家生活饮用水卫生标准的要求。

矿山用电暂定由高铁岭镇变电站架入2路10kV高压电源至配电室，最终接引方案以当地供电局批复为准。高铁岭镇变电站预留电量富裕。

矿区周边固定电话网络及移动电话网络已全面覆盖，通信条件较好。

矿区内原两家矿山为生产经营多年的老矿山，其基建设施、供水、供电等方面条件均已完备，未来开采企业可以利用现有的基础设施。爆破器材从湖北省或其他省份配送。

依据批后公布《嘉鱼县国土空间总体规划（2021-2035年）》和《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编)》，同时经嘉鱼县自然资源和规划局查询，采矿权范围未与生态保护红线重叠，未占用永久基本农田，不属旅游景区、地质公园、文物保护区，不在重要公路可视范围内，见图1.1-3。

矿区内所有27.8639公顷林地征用手续已办理完毕。矿区及爆破安全距离300m内的七个自然村庄，共涉及到村民住房128户和4家企业，高铁岭镇政府现正组织搬迁。本项目矿区及加工区西南侧紧邻九龙村，矿山开采、加工系统运行、产品外运将与其发生社会经济关系，项目建设期、运行期需处理好与村庄协调沟通工作，营造良好的外部社会环境。

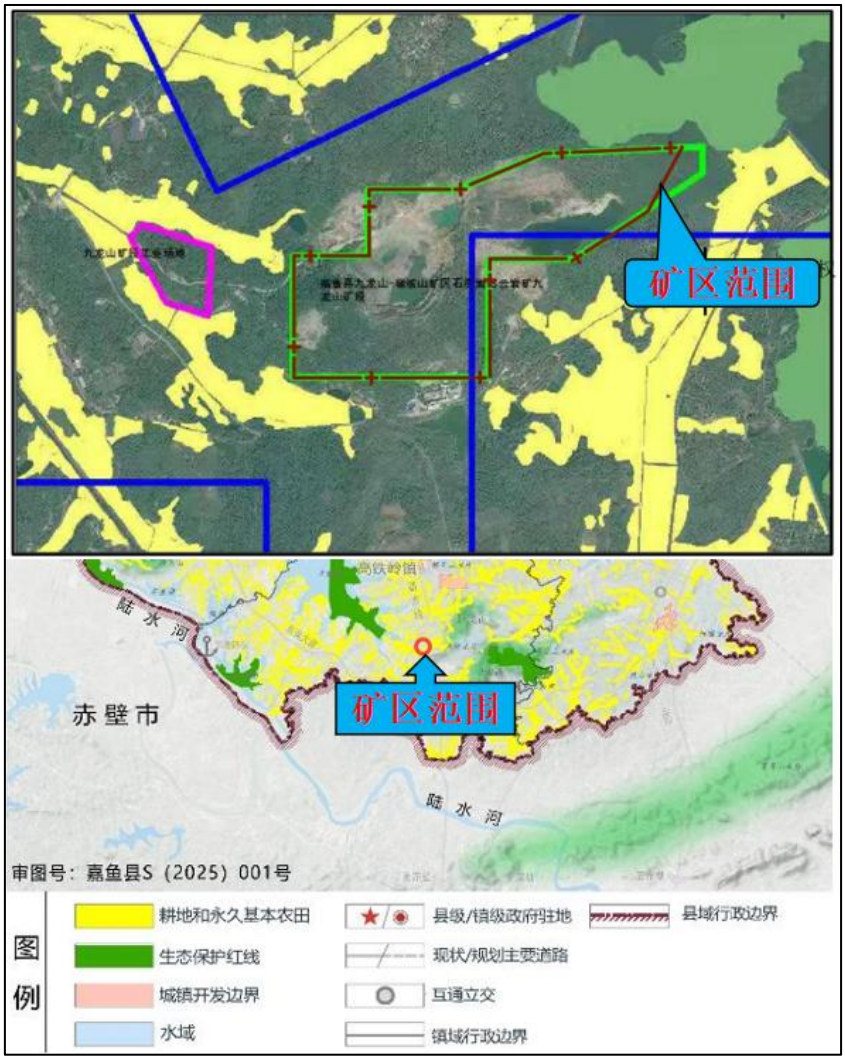


图 1.1-3 矿区范围与重要功能区叠合图（蓝色线为勘查区范围线，粉色为矿石加工区范围线）

1.1.4.4 开采现状及隐蔽致灾普查情况

（1）开采历史

九龙山矿段原设置有两宗采矿权。自2006年以来，开发利用石灰岩白云岩矿已十余年，矿区内原设置的两宗采矿权，从西至东矿山分别为嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场、嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场，各采矿许可证范围详见表1.1-2、1.1-3。现采矿权与原注销采矿权位置关系下图1.1-4。

表1.1-2 嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场采矿许可证范围拐点坐标表

采矿权人	嘉鱼县百合矿业有限责任公司					
矿山名称	嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场					
证 号	C4212212009047120011553					
2000国家大地坐标系	点号	X	Y	点号	X	Y
	J1	3300747.56	38480528.83	J4	3300402.18	38480767.60
	J2	3300747.54	38480858.83	J5	3300275.47	38480749.61
	J3	3300487.54	38480858.82	J6	3300275.38	38480528.83

开采矿种	建筑石料用灰岩
面积	0.1392km^2
开采标高	+141m至+50m

表1.1-3 嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场采矿许可证范围拐点坐标表

采矿权人	嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场					
矿山名称	嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场					
证 号	C4212212010067130067640					
1980西安坐标系	点	X	Y	点号	X	Y
	J1	3300731.073	38481062.088	J4	3300484.070	38481062.089
	J2	3300729.073	38481168.089	J5	3300544.070	38480907.087
	J3	3300509.071	38481169.090			
开采矿种	建筑石料用灰岩					
面积	0.044km^2					
开采标高	+100m至+40m					

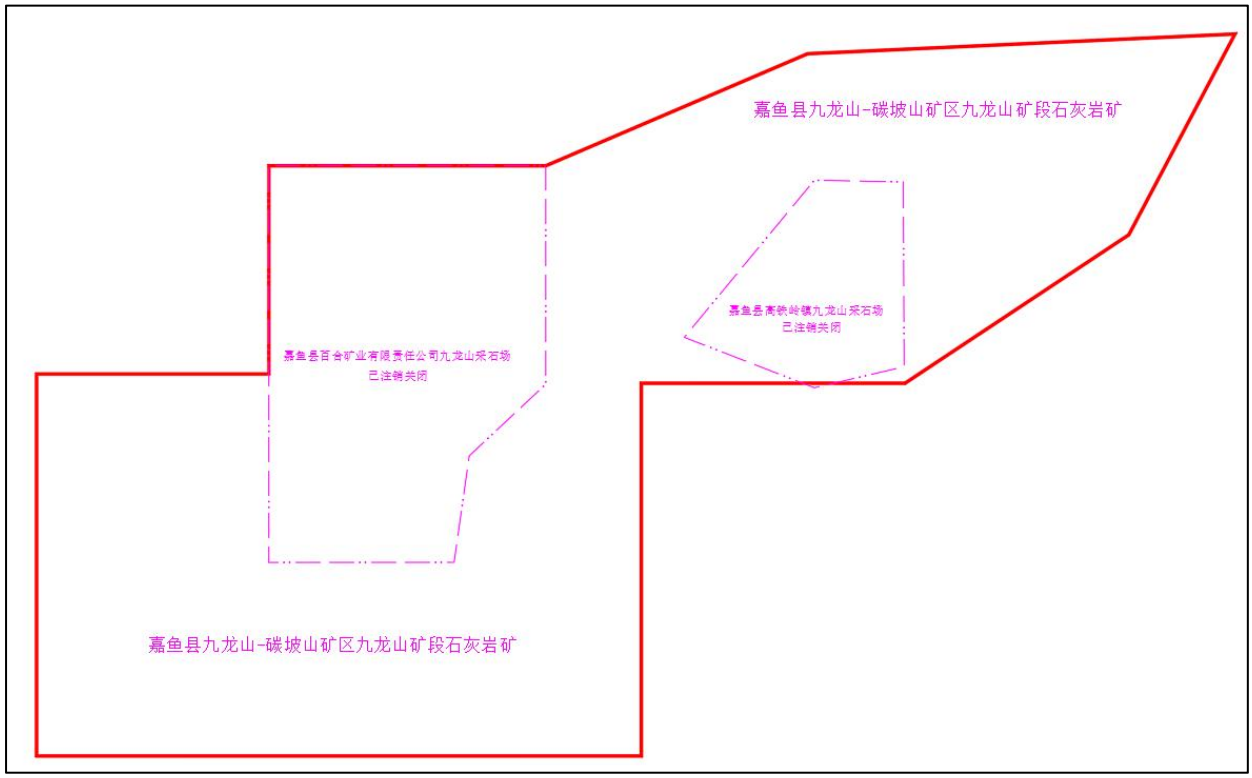


图 1.1-4 现采矿权与原注销采矿权位置关系

两家矿山采矿权通过分别转让、挂牌依法取得，开采方式均为露天开采，其中，嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场经济类型为有限责任公司，采矿许可证由原嘉鱼县国土资源局颁发，有效期2018年9月26日至2020年9月30日止，开采矿种为建筑石料用灰岩，生产规模200.00万吨/年，已于2020年9月30日关闭；嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场经济类型为私营企业，采矿许可证由原嘉鱼县国土资源局颁发，有效期2016年9月29日至

2017年9月29日，开采矿种为建筑石料用灰岩，生产规模45.00万吨/年，已于2018年停产关闭。目前2个采矿权均已经注销，注销证明材料见附件。

（2）开采现状

根据现场调查，矿区内分布有四个大小不一的采坑，其中矿区西部为CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、东侧为CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）、南部为CC3（历史遗留采坑）、西南部为CC4（历史遗留采坑），见图1.1-5。采坑情况详见2.4.3地质环境质量章节。



图1.1-5 矿区现有采坑分布图

（3）矿山隐蔽致灾普查情况

根据《国家矿山安全监察局综合司关于进一步加强矿山隐蔽致灾因素普查工作的通知》（矿安综函〔2024〕259）号等有关文件要求，嘉鱼县自然资源建设开发有限公司委托浙江久核地质生态环境规划设计有限公司对九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿进行相关隐蔽致灾因素普查工作并编制报告。浙江久核地质生态环境规划设计有限公司组成隐蔽致灾因素普查项目组赴该矿对矿山开采现状、地形地貌、矿山边坡等现状及周边作业环境等做实地调查。完成的实物工作量汇总见下表1.1-4。

表1.1-4 隐蔽致灾因素普查实物工作量汇总表

序号	隐蔽致灾因素	普查手段	普查目的	方法名称	工程量	单位	普查单位名称	备注
1	露天边坡	现场调查测绘	对收集的资料真实性、准确性进行对比验证	现场核查法	1.06	km^2	浙江久核地质生态环境规划设计有限公司	/
		地面物探	岩溶发育及分布	瞬变电磁法物探	365	点	武汉精图智网勘测有限公司	/
		矿井物探	/	/	/	/	/	/
		钻探	物探结果验证	地质取芯钻探	97.1	m	浙江久核地质生态环境规划设计有限公司	/
		水文钻探	对边坡主要岩体进行取样，进行压水试验获得边坡水文地质参数	水文地质钻探	95	m	浙江久核地质生态环境规划设计有限公司	
		现场测试	获取边坡岩层的渗透系数	压水试验	11	段	浙江久核地质生态环境规划设计有限公司	/
		实验室测试	获得边坡岩体的物理力学参数	岩土体物理力学试验	48	组	武汉地质工程勘察院有限公司检测分公司	/
		其他	定性分析现状边坡稳定性	赤平投影分析	4	组	浙江久核地质生态环境规划设计有限公司	/
			定量分析现状边坡稳定性	数值模拟分析	4	组		
2	排土场	现场调查测绘	观察排土场区域周边是否有出水点	现场核查法	0.03	km^2	浙江久核地质生态环境规划设计有限公司	现状为水塘
		地面物探	/	/	/	/	/	/
		矿井物探	/	/	/	/	/	/
		钻探	确定排土场地基岩性，取芯	钻探	51.5	m	湖北煤炭地质物探测量队	引用勘探报告
		水文钻探	/	/	/	/	/	/
		现场测试	/	/	/	/	/	/
		实验室测试	获取排土场地基抗压强度	单轴抗压试验	1	组	湖北煤炭地质物探测量队	引用勘探报告
		其他	/	/	/	/	/	/

本次普查经过资料收集、现场调查、复核，发现矿区内不存在采空区、强岩溶带、垮落带、火区/高温异常区等隐蔽致灾因素，存在软弱结构面、层理、地表水体、边坡岩体、地下水、含水层等隐蔽致灾因素：

1）矿区范围内历史上曾设有两个采矿权，均为自上而下露天开采，因此不存在因开采形成的地下采空区。矿区内地质钻孔共钻孔1678.37米/49孔，遇溶洞数量7处，最小溶洞高0.6m，最大溶洞高3.0m。6处溶洞为全充填，1处无充填，钻探工程所揭露钻孔见洞

隙率为10.2%，地下岩溶率1.01%，矿区岩溶发育程度属微弱等级，岩溶隐蔽致灾风险性低。

2）矿区范围内未见断裂构造，矿区岩层层理以厚层状构造为主，倾向175°～185°。岩石节理裂隙主要有两组：①倾向10°～15°，倾角65°～73°、②倾向270°～285°，倾角63°～75°。北侧边坡构成不利结构面，边坡岩体在暴雨工况下有沿着不利结构面发生楔形体滑动的可能，隐蔽致灾风险性中等。

3）矿区内边坡岩体主要为白云岩和泥质粉砂岩，在岩性界面存在一处软弱结构面，其抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，遇水软化作用显著。在降雨、爆破的影响下，局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡等不良工程地质问题，隐蔽致灾风险性为较大风险。

4）本次普查范围内共统计水塘7处、积水1处、水田2处，其中矿区范围内共有水塘2处，积水1处，积水面积为44330m^2，水塘面积约946~31221m^2，水面标高+32~+40m，地表水主要受大气降水补给，经径流主要汇集于周边的池塘、九垅山水库、大岩水库和沟渠等，无其他地表水体。地表水隐蔽致灾风险性低。

5）经压水试验结果可知，白云岩渗透系数基本在0.021~0.032m/d之间，透水率2.17~3.14，属于弱透水。泥质粉砂岩渗透系数为0.02m/d，透水率0.02，属于弱透水。枯水期边坡附近地下水位低于+23m，地下水隐蔽致灾风险性小。

6）矿区内共有勘探钻孔49个，均进行水泥封孔，封孔资料完整，经检查验收，符合设计及规范要求。矿区内无封闭不良钻孔。

7）矿区拟设排土场地基为灰岩，最大的承载能力允许堆置高度为247.36m，远高于排土场设计堆置高度14m，地基处于最大的承载能力之内，基岩稳定可靠；发生泥石流、滑坡的风险性小。

通过本次隐蔽致灾因素普查，九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿属于新建矿山，不存在禁采区、缓采区。普查结果表明，矿区北侧边坡存在影响安全生产的隐蔽致灾因素，如边坡裂缝、坡面堆积体和软弱夹层等，需要对该区域进行专项治理，当中风险区域完成治理后，矿山能够实现安全生产。针对存在的隐蔽致灾因素提出以下建议：

1）对开采揭露后的强风化区域及时封闭，减少暴露时间，封闭措施可采取细石混凝土素喷，并可加大水泥配比以形成渗浆效果，不宜采用客土喷播。

2）原台阶和坡面裂缝区域应先进行治理或排险后再开采，具体施工方案应委托资质单位设计后进行。

3）完善修建矿区截排水设施，加强巡查避免截排水沟堵塞，雨季应增加巡查频率。

4）在易造成人员淹溺的场所（如矿区周边水塘、集水池等）应设置安全警示标志和安全防护围栏，并加强矿山作业人员安全教育，在水塘附近开采时，应对水坑进行疏干。

5）矿区现状边坡整体稳定，但北侧边坡存在顺层结构和软弱夹层，局部可能发生落石、掉块、滑坡。在开采阶段应对该边坡开展日常巡查工作，一旦发现变形迹象，应及时采取相应的防治措施。

6）目前排土场容量远小于剥离物体积，建议在后期的设计中对排土场容量进行复核，并聘请有资质的设计单位进行排土场专项设计，确定排土参数，排土场阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、相邻阶段同时作业的超前堆置高度等参数。

7）矿山开采属于动态生产过程，安全条件会随隐蔽致灾因素的变化而变化，矿山必须根据隐蔽致灾因素随时调整安全设施与对策措施，以满足安全生产要求，实现安全生产目标。

1.1.4.5 矿区周边环境

矿区周边环境情况如下，见示意图1.1-6。

（1）与周边矿权关系

矿区内及周边300m范围内无其他矿权。矿区内原设置的两宗采矿权，分别为嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场、嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场，目前这2个采矿权均已注销。

（2）与重点工程关系

矿区周边500m范围内无其他重点工程。

（3）与周边住户及生产设施关系

对于爆破安全距离300m内的七个自然村庄，共涉及到村民住房128户和4家企业，对矿山开采影响较大。

（4）与良田山林及生态红线的关系

矿区范围内未涉及生态保护红线及基本农田。矿区爆破安全距离300m内西侧和东南侧分布有基本农田，矿山爆破过程中必须做好警戒。

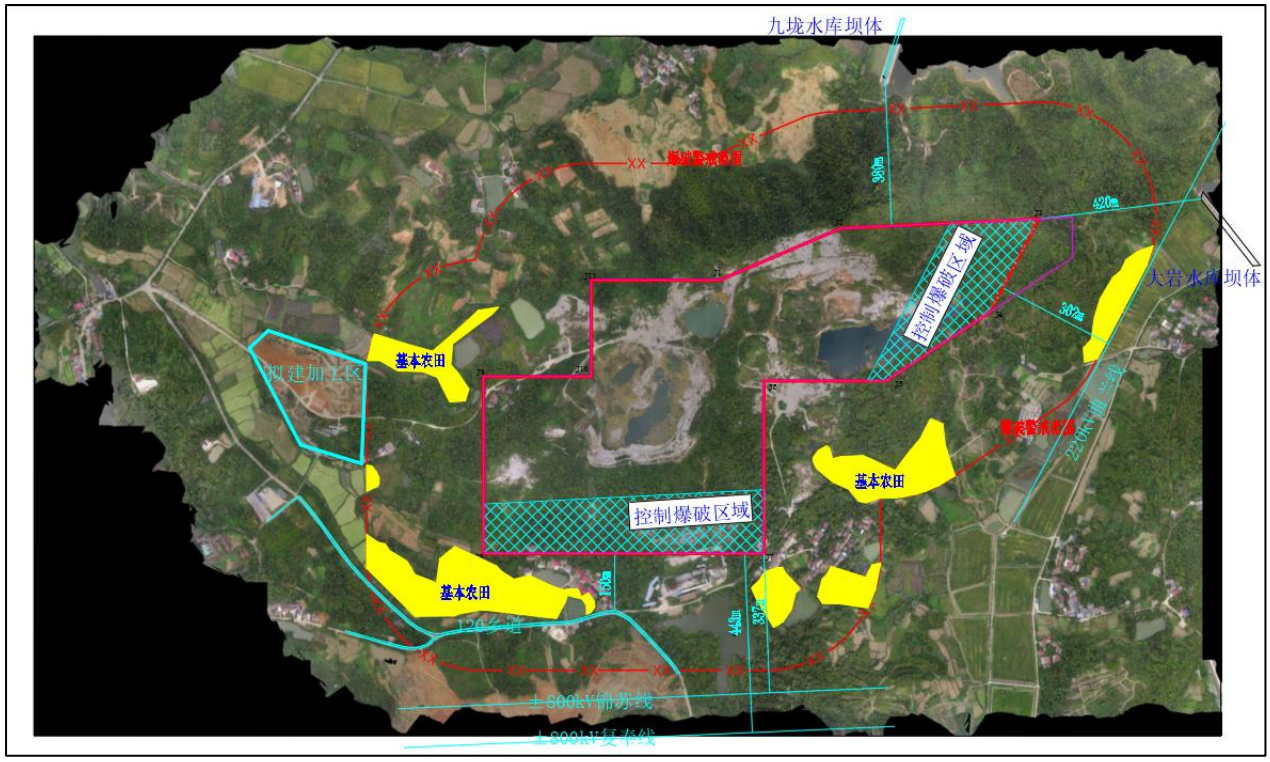


图1.1-6 矿区周边环境示意图

（5）与水体关系

矿区内及周边300m范围内无常流地表水体。矿区东侧420m处有大岩水库，矿区北侧380m处有九垅水库，与矿山开采相互无影响。依据《湖北省水库管理办法》中规定大型、中型、小（一）型、小（二）型水库工程保护范围为主坝两端各200米，禁脚地以外100米，矿区不在大岩水库和九垅水库工程保护范围内。矿山与北侧九垅水库距离远，且中间岩层为隔水层，水体相互无联系，不会污染水库水体。矿区位于东侧420m处有大岩水库的下游区域，矿山开采也不会污染水库水体。

（6）与公路关系

矿区周边500m范围内无省道、国道和县道。矿区距西南侧120乡道最近距离为150m。

（7）与风景区、旅游区、保护区关系

矿区所在地不属于风景名胜区、旅游区和自然保护区。

（8）与电力、电信设施关系

在矿区周边300m范围外西南侧有±800kv直流锦苏线、复奉线，锦苏线距矿区最近距离为337.5m，复奉线距矿区最近距离为443m。东南侧有220kv交流曲兰线，距矿区最近距离为302m。采矿权与高压线位置关系图见图1.1-7，现场调查见图1.1-8，三条高压线临近矿区基塔坐标见表1.1-5。

1）与南侧±800kV锦苏线和复奉线位置关系

±800kV锦苏线基座编号2617-2622位于九龙山矿段7、8拐点南侧，其中基座2618-2621位于九龙山矿段500m范围以内，锦苏线塔尖连线与矿区最近距离为337.5m。

±800kV复奉线基座编号2002-2007位于±800kV锦苏线南侧，其中基座2003-2005位于九龙山矿段外推500m范围以内，复奉线塔尖连线与矿区最近距离为443.3m。

2）与东侧220kV曲兰线位置关系

220kV曲兰线基座编号057-061位于九龙山矿段4-7拐点东侧，其中基座059-061位于九龙山矿段外推500m范围以内，曲兰线塔尖连线与矿区最近距离为302m。

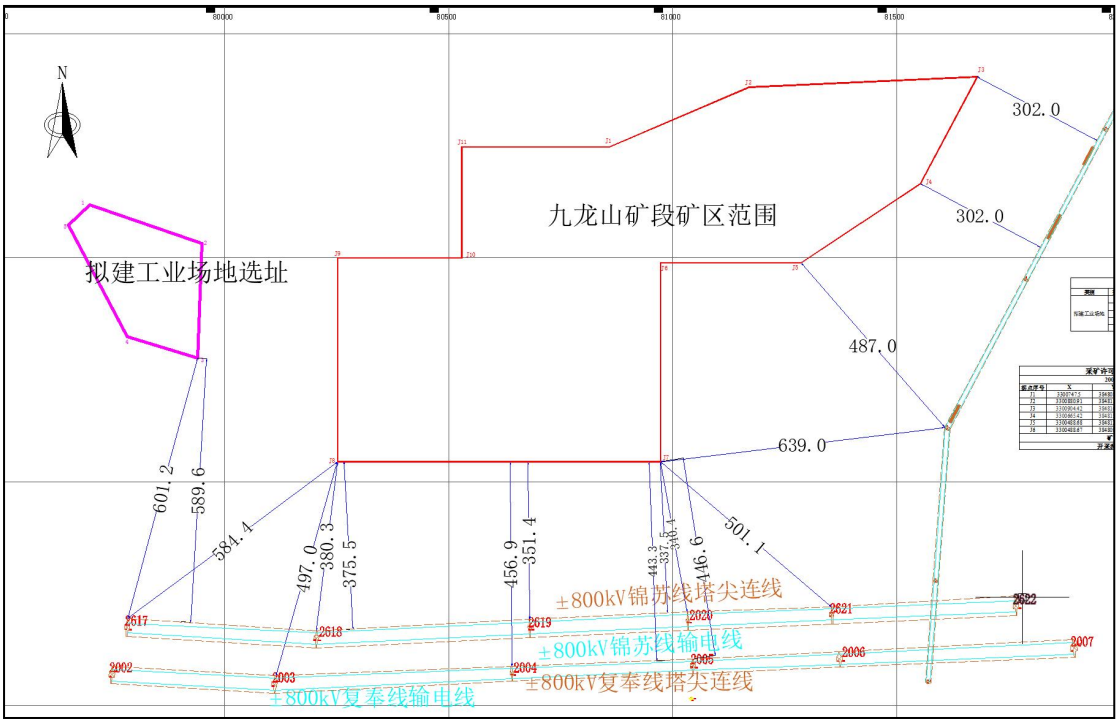


图 1.1-7 采矿权与高压线位置关系图



图 1.1-8 高压线现场调查图

表1.1-5 基塔坐标表（国家大地2000坐标）

线路名称	基塔编号	坐标 1	坐标 2	坐标 3	坐标 4
±800kV 锦苏线	2615	3299724.502	3299714.529	3299714.147	3299724.120
		478976.302	478975.679	478985.533	478986.156
	2616	3299703.940	3299692.516	3299691.954	299703.378
		479357.275	479356.634	479367.921	479368.562
	2617	3299680.950	3299669.526	3299668.964	3299680.388
		479776.650	479776.009	479787.296	479787.937
	2618	3299657.058	3299645.634	3299645.072	3299656.496
		480198.946	480198.305	480209.592	480210.233
	2619	3299677.653	3299669.328	3299669.164	3299677.279
		480677.273	480677.827	480685.020	480685.226
	2620	3299693.473	3299685.148	3299684.984	3299693.309
		481030.021	481030.513	481037.706	481037.214
	2621	3299708.147	3299697.778	3299700.171	3299709.354
		481350.250	481349.970	481359.443	481359.914
	2622	3299729.179	3299716.359	3299716.990	3299729.810
		481759.946	481760.883	481773.229	481772.292
±800kV 复奉线	2000	3299618.061	3299607.576	3299607.179	3299617.688
		479025.631	479024.948	479035.471	479036.095
	2001	3299610.557	3299600.048	3299599.579	3299610.184
		479324.954	479324.330	479334.107	479335.418
	2002	3299576.591	3299564.081	3299563.456	3299575.966
		479742.070	479741.086	479753.732	479754.716
	2003	3299554.198	3299542.774	3299542.212	3299553.636
		480105.540	480104.899	480116.186	480116.827
	2004	3299576.678	3299568.353	3299568.189	3299576.514
		480637.476	480637.788	480644.981	480644.489
	2005	3299595.259	3299585.197	3299584.501	3299594.563
		481039.647	481040.005	481050.659	481050.301
	2006	3299610.449	3299598.590	3299599.141	3299611.000
		481366.047	481366.641	481378.664	481378.070
	2007	3299634.421	3299621.475	3299624.238	3299637.184
		481888.533	481889.307	481903.425	481902.651
220kV 曲兰线	057	3299556.148	3299550.101	3299549.607	3299555.654
		481568.035	481567.539	481573.513	481574.009
	058	3299781.973	3299775.935	3299775.471	3299781.509
		481584.930	481584.458	481590.549	481591.021
	059	3300124.227	3300117.305	3300115.288	3300122.210
		481610.876	481608.901	481615.730	481617.705
	060	3300455.604	3300449.809	3300446.707	3300452.502
		481787.228	481784.152	481789.920	481792.996
	061	3300790.363	3300785.071	3300782.294	3300787.586
		481964.627	481961.879	481967.348	481970.096

	062	3301083.625	3301078.333	3301075.556	3301080.848
		482119.385	482116.637	482122.106	482124.854
	063	3301422.945	3301417.704	3301421.640	3301426.881
		482298.193	482302.298	482307.502	482303.396

（9）与铁路设施关系

矿区周边1000m范围内无铁路通过。

（10）与周边军事单位关系

矿区周边无军事单位划定的相应区域。

（11）与拟建加工区关系

拟建加工区位于矿区西侧外围300m处，与矿山开采相互无影响。

（12）与周边重大危险源、地质灾害区关系

本项目属新建矿山，无已形成的地下采空区。矿区内现有4个历史遗留废弃采坑，现状条件下边坡处于基本稳定状态，但部分边坡存在危岩体、堆积体和裂缝，有掉块、滚石的可能。目前矿区范围内没有已发生的地质灾害点。

与矿山开采有影响的周边环境主要有周边村庄企业和基本农田、120乡道、三条高压线和历史遗留采坑，采取的具体防治措施如下：

（1）对于爆破安全距离300m内的七个自然村庄，共涉及到村民住房128户和4家企业，现属地政府高铁岭镇正组织搬迁。搬迁后，对矿山开采不影响。

（2）对于爆破安全距离300m内西、南侧的基本农田，基建前必须对附近农户宣传矿山爆破时间、信号、安全距离等相关知识，并且在爆破警戒期间，确保农田中无人进行耕种作业。同时已与周边村民签订《安全协议书》，见附件14。具体防止措施如下：

1）基建期做好周边村民做好爆破知识宣传。

2）加强采场爆破现场警戒工作，要将爆破时间、警报信号规定，警戒范围确定，固定警戒哨位设置及安全注意事项进行公告。

3）警戒范围设置警戒带、警示旗，不能有盲区；报警器必须全面覆盖，不留死角。

4）矿区面积大，必须成立专门的巡护队伍，不间断在矿区周围巡查，爆破前1小时对危险范围的人或物劝返清场。待发出解除信号，方可解除警戒。

5）制定专门的应急预案，确保一旦发生震动超标或飞石失控，能够迅速评估对周边基本农田影响状态，并采取相应的应急措施。

（3）矿区西南侧有120乡道通过，距矿区最近距离为150m，在300m爆破安全范围内长度约1.3km。在道路沿线需设置爆破公示牌，明确爆破时间、信号，爆破作业前，在位

于爆破警戒范围内路段各路口设专人警戒，爆破作业时禁止行人和车辆通过，待爆破作业结束，检查无危险后方可放行。同时准备与县交管部门签订《安全协议书》。具体防止措施如下：

1）在120乡道进入爆破警戒区的所有路口设置警戒线、反光警示牌（标注“爆破作业”、“禁止通行”字样），并安排专人值守；

2）爆破前1小时封闭道路，禁止一切车辆和行人通行，由安全员驾驶巡逻车沿路排查滞留人员；

3）采用可移动式路障（如液压升降柱）封闭道路，配合电子显示屏实时发布爆破倒计时信息；

4）提前与村委会协调，在爆破时段引导村民绕行替代路线，设置临时指示牌和语音播报系统；

5）临近道路侧采用防护网防止飞石，调整爆破飞石方向，临近道路区域控制单孔装药量爆破。

6）除了爆破作业控制外，针对120乡道周围将加强震动监控系统，实时监测作业过程中的振动幅度，确保在爆破作业后，120乡道结构稳定性没有受到影响。如果震动值超过预定标准，将及时启动应急响应措施，防止120乡道任何潜在损害。

（4）在矿区周边300m范围外西南侧有±800kv锦苏线、复奉线，锦苏线距矿区最近距离为337.5m，复奉线距矿区最近距离为443m。东南侧有220kv曲兰线，距矿区最近距离为302m。目前，这三条高压线外围500m位于矿山内的范围均设为控制爆破区域，爆破设计保护方案正在编制。

（5）矿区内现有4个历史遗留废弃采坑，其中CC1采坑和CC2采坑北侧裸露大范围岩质边坡，部分边坡和危岩体位于矿界外，坡面岩体破碎、节理裂隙发育，部分区域存在崩塌、滑坡等地质灾害隐患，对周边生态环境及新设立采矿权单位矿山开发安全构成潜在威胁，亟待治理。目前设计方就界内外整体治理方案提出治理设计，详见章节8.1.1。

1.2 设计的依据、内容及特点

1.2.1 设计依据

1.2.1.1 法律、法规、规章和规范性文件

1、法律

（1）《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第65号，1993年5月1日起施行，根据2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》修正）；

（2）《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议于2024年11月8日修订通过，自2025年7月1日起施行）；

（3）《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第4号，2013年6月29日公布，自2014年1月1日起施行）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第39号，自2011年3月1日起施行）；

（5）《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，自2015年1月1日起施行）；

（6）《中华人民共和国职业病防治法》（主席令第48号，2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订，自2018年12月29日起施行）；

（7）《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第28号，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正）；

（8）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（中华人民共和国主席令第31号，2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订）；

（9）《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第29号，2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律的决定》第二次修正）；

（10）《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第13号，2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议关于修改《中华人民共和国安全生产法》的决定第三次修正，自2021年9月1日起施行）。

2、行政法规

（1）《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，自2004年3月1日起施行）；

（2）《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令第373号，2003年2月19日公布，自2003年6月1日起施行，2009年1月14日中华人民共和国国务院令第549号修正并公布，自2009年5月1日起施行）；

（3）《公路安全保护条例》（中华人民共和国国务院令第593号，2011年2月16日国务院第144次常务会议通过，现予公布，自2011年7月1日起施行）；

（4）《民用爆炸物品安全管理条例》（2006年5月10日中华人民共和国国务院令第466号公布，2014年7月29日中华人民共和国国务院令第653号修订）；

（5）《安全生产许可证条例》（中华人民共和国国务院令第397号，2004年1月13日公布并施行，2014年7月29日通过中华人民共和国国务院令第653号修正并公布，自2014年7月29日起施行）；

（6）《森林防火条例》（2008年11月19日国务院第36次常务会议修订通过，自2009年1月1日起施行）；

（7）《工伤保险条例》（2003年4月27日国务院发布，于2010年12月20日进行修订，自2011年1月1日起施行）；

（8）《电力设施保护条例》（国务院令第239号；根据2011年1月8日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第二次修订）；

（9）《安全生产事故应急条例》（中华人民共和国国务院令第708号，2019年2月17日公布，自2019年4月1日起施行）；

（10）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年4月21日国务院第132次常务会议修订，自2021年9月1日起施行）；

（11）《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（2026年5月9日国务院第85次常务会议通过2026年5月15日中华人民共和国国务院令第839号公布自2026年6月15日起施行）。

3、地方性法规

（1）《湖北省土地管理实施办法》（经1987年8月3日湖北省六届人大常委会第28次会议通过；1997年12月3日湖北省八届人大常委会第31次会议第1次修订；1999年9月27日湖北省九届人大常委会第12次会议第2次修订；根据2010年7月30日湖北省十一届人大常委会第17次会议通过的《湖北省人民代表大会常务委员会关于集中修改、废止部分省本级地方性法规的决定》第3次修订）；

（2）《湖北省安全生产条例》(2006年3月31日湖北省第十届人民代表大会常务委员会第二十次会议通过施行，2017年5月24日湖北省第十二届人民代表大会常务委员会第二

十八次会议修订后自2017年9月1日起施行，2022年11月25日湖北省第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议第二次修订，于2023年3月1日起施行）。

4、部门规章

（1）《电力设施保护条例实施细则》（1999年3月18日颁布实施，根据2011年6月30日国家发展和改革委员会令第10号修改）；

（2）《国家安全生产监督管理总局关于严防十类非煤矿山生产安全事故的通知》（安监总管一[2014]48号2014年5月28日）；

（3）《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第36号公布，国家安全生产监督管理总局令第77号修订，2015年5月1日起施行）；

（4）《生产经营单位安全培训规定》（国家安全生产监督管理总局令第63号国家安全生产监督管理总局令第80号修订，2015年07月01日起施行）；

（5）《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（2025年12月17日应急管理部令第19号公布，自2026年6月1日起施行）；

（6）《生产安全事故应急预案管理办法》（中华人民共和国应急管理部令第2号，自2019年9月1日起施行）；

（7）《矿山救援规程》（中华人民共和国应急管理部令第16号，自2024年7月1日起施行）。

5、地方政府规章

（1）《湖北省企业安全生产主体责任规定》（湖北省人民政府令第339号，自2010年12月1日起施行）；

（2）《湖北省生产安全事故报告和调查处理办法》（省政府令第354号）自2012年11月1日起施行）；

（3）《湖北省突发事件应对办法》（湖北省人民政府令第367号，自2014年3月1日起施行）；

（3）《湖北省水库管理办法》（2002年6月22日湖北省人民政府令第234号公布 根据2020年11月9日湖北省人民政府令第413号修订）；

（4）《湖北省生产安全事故应急实施办法》（湖北省人民政府令第414号，2021年2月1日起施行）。

6、规范性文件

（1）《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发［2010］23号）；

（2）《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山新型适用安全技术及装备推广目录（第一批）的通知》（安监总管一[2015]12号，2015年2月13日公布）；

（3）《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一[2015]13号，2015年2月13日公布）；

（4）《湖北省人民政府关于进一步加强非煤矿山安全生产工作的意见》（2015年7月22日，鄂政发〔2015〕53号）；

（5）《省安监局关于印发<湖北省生产安全事故应急救援预案管理实施细则>的通知》（鄂安监规［2017］1号，自2017年12月1日起实施）；

（6）《用人单位劳动防护用品管理规范》（安监总厅安健[2018]3号，自2018年1月15日起施行）；

（7）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，2022年2月8日发布）；

（8）《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕88号）；

（9）《湖北省安全生产委员会关于贯彻落实国务院安全生产委员会<关于进一步强化安全生产责任落实坚决防范遏制重特大事故的若干措施>的实施意见》（2022年5月8日，鄂安〔2022〕6号）；

（10）《财政部安全监管总局关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财资〔2022〕136号，自2022年11月21日起施行）；

（11）《国家矿山安全监察局关于印发<防范非煤矿山典型事故六十条措施>的通知》，（矿安〔2023〕124号）；

（12）《国家矿山安全监察局关于印发《矿山生产安全事故报告和调查处理办法》的通知》（矿安〔2023〕7号，2023年1月7日起施行）；

（13）《国家矿山安全监察局关于印发<开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作>的通知》（矿安〔2023〕119号）；

（14）《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》，（厅字〔2023〕26号文）；

（15）《国务院安委会办公室关于印发《安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026年）》子方案的通知-矿山安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026年）》（安委办［2024]1号）；

（16）《国家矿山安全监察局关于加强矿山应急救援工作的通知》（矿安〔2024〕8号，2024年3月1日发布）；

（17）《省应急管理厅办公室关于加快推进非煤矿山安全风险监测预警系统建设及联网工作的通知》（2024年3月1日，鄂应急办〔2024〕5号）；

（18）《国家矿山安全监察局关于印发2024年矿山安全先进适用技术及装备推广目录与落后工艺及设备淘汰目录的通知》（矿安〔2024〕68号，2024年6月17日发布）；

（19）国家矿山安监局等7部门联合印发《关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见》的通知（矿安〔2024〕42号，2024年4月24日发布）；

（20）国家矿山安全监察局综合司《关于进一步加强矿山隐蔽致灾因素普查工作的通知》（矿安综函〔2024〕259号，2024年10月23日）；

（21）《省委办公厅省政府办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的实施意见》（2024年12月6日，鄂办文〔2024〕60号）；

（22）《国家矿山安全监察局综合司关于明确矿山“五职”矿长和“五科”相关人员范围及相关要求的通知》（矿安综〔2025〕12号）；

（23）《爆破作业单位资质条件和管理要求》（GA990-2025，中华人民共和国公安部2025年4月14日发布，2025年7月1日起实施）；

（24）《爆破作业项目管理要求》（GA991-2025，中华人民共和国公安部2025年4月14日发布，2025年7月1日起实施）；

（25）《爆破作业人员资格条件和管理要求》（GA53-2025，中华人民共和国公安部2025年4月14日发布，2025年7月1日起实施）；

（26）国家矿山安全监察局综合司关于印发《金属非金属矿山智能化建设指南》（矿安综[2025]20号，2025年12月11日）；

（27）《省应急管理厅办公室关于加强推进非煤矿山安全风险监测预警系统建设和应用的通知》（2025年6月30日实施）；

（28）湖北省自然资源厅《关于做好非煤矿山采矿工程初步设计审查工作的通知》（2025年8月13日实施）；

（29）《湖北省非煤矿山开采工程初步设计编写提纲（试行）（湖北省自然资源厅，2025年8月13日实施）；

（30）《自然资源部国家林业和草原局关于进一步做好自然资源要素保障的通知》（自然资发〔2026]38号）；

（31）《国家矿山安全监察局关于印发2026年矿山安全生产工作要点的通知》（矿安〔2026〕1号）；

（32）应急管理部、财政部发布《关于做好2026年企业安全生产费用管理工作的通知》（应急厅函〔2026〕113号）；

（33）《应急管理部、住房城乡建设部、国家矿山安监局关于印发《特种作业目录》的通知》（应急〔2026〕45号）；

（34）《国家矿山安全监察局关于进一步加强矿山企业安全生产主体责任落实的指导意见》（矿安〔2026〕77号，2026年6月18日）。

1.2.1.2 采用的主要技术规范、规程、标准

1、国家标准

（1）《厂矿道路设计规范》（GBJ22-1987）1987年12月15日发布，1988年8月1日实施；

（2）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）1996年10月4日批准，1998年1月1日实施；

（3）《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）2002年04月28日发布，2002年06月01日实施；

（4）《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素》（GBZ 2.2-2007）；

（5）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2008年08月19日发布，2008年10月01日实施；

（6）《金属非金属矿山采矿制图标准》（GBT50564-2010）；

（7）《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）2014年7月13日发布，2015年5月1日实施；

（8）《非金属矿行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0312-2018）2018年6月22日发布，于2018年10月1日起实施；

（9）《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T 50062-2008）2008年12月15日发布，2009年6月1日实施；

（10）《3~110kV高压配电装置设计规范》（GB 50060-2008） 2008年12月15日发布，2009年6月1日实施；

（11）《矿山安全标志》（GB 14161-2008） 2008年12月11日发布，2009年10月1日实施；

（12）《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009）2009年11月11日发布，2010年7月1日实施；

（13）《水泥原料矿山工程设计规范》（GB 50598-2010）；

（14）《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）2010年01月22日发布，2010年08月01日实施；

（15）《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010） 2010年11月3日发布，2011年10月1日实施；

（16）《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）2012年03月30日发布，2012年08月01日实施；

（17）《低压配电设计规范》（GB 50054-2011） 2011年7月26日发布，2012年6月1日实施；

（18）《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）自2024年8月1日起实施；

（19）《爆破安全规程》（GB 6722-2014）2014年12月5日发布，2015年7月1日实施；

（20）《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）2015年5月15日发布，2016年6月1日实施；

（21）《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014） 2014年8月27日发布，2015年5月1日实施，2018年修订，2018年10月1日实施；

（22）《矿山工程基本术语标准》（GB/T 50501-2017）；

（23）《有色金属矿山排土场设计标准》（GB 50421-2018，2018年5月14日发布，2018年12月1日实施）；

（24）《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学因素》（GBZ2.1-2019）2019年08月27日发布，2020年04月01日实施；

（25）《矿山电力设计标准》（GB 50070—2020）2020年2月27日发布，2020年10月1日实施；

（26）《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）2020年9月29日发布2021年4月1日实施；

（27）《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020） 2020年10月11日发布，2021年9月1日实施；

（28）《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020） 2020年3月31日发布，2020年5月1日实施；

（29）《室外排水设计标准》(GB50014-2021），2021年4月9日发布，2021年10月1日实施；

（30）《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）；

（31）《建设用砂》（GB/T 14684-2022）；

（32）《建设用卵石、碎石》（GB/T 14685-2022）；

（33）《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）；

（34）《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010） 2024年4月24日发布，2024年8月1日实施；

（35）《安全色和安全标志》（GB 2894-2025）；

（36）《高处作业分级》（GB 3608-2025），2025年10月5日发布，2026年05月01日实施；

（37）《生产安全事故分类与编码》（GB6441—2025)；

（38）《大中型企业安全生产标准化管理体系要求》（GB/T 33000-2025）。

2、行业标准

（1）《作业场所空气中呼吸性岩尘接触浓度管理标准》（AQ4203-2008）；

（2）《金属非金属露天矿山在用矿用自卸汽车安全检验规范》（AQ2027-2010，2011年05月01日实施）；

（3）《降水观测规范》（SL21-2015）；

（4）《金属非金属矿山安全标准化规范露天矿山实施指南》（KA/T2050.3-2016）；

（5）《砂石行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0316-2018,自然资源部2018年6月22日发布，2018年10月1日实施）；

（6）《非金属行业绿色矿山建设规范》(DZ/T0312-2018，自然资源部2018年6月22日发布，2018年10月1日实施）；

（7）《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T2063-2018）；

（8）《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZ/T0213-2020）；

（9）《矿产地质勘查规范菱镁矿、白云岩》（DZ/T0348-2020）；

（10）《矿产地质勘查规范建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）；

（11）《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第1部分：总则》（KA/T22.1-2024）；

（12）《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第3部分：金属非金属矿山及尾矿库》（KA/T 22.3-2024）；

（13）《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（KA23—2025）；

（14）《湖北省非煤矿山安全生产风险监测预警系统建设技术指导书6.0版本》（2025年6月30日实施）。

1.2.1.3 其他设计依据

（1）《企业营业执照》（社会统一信用代码：91421221MA4F3L8W4U）；

（2）《采矿许可证》（证号：C4212002023116251000179）；

（3）《湖北省固定资产投资项目备案证》（代码：2305-421221-04-01-825200，待更新）；

（4）《设计服务合同》（嘉鱼县自然资源建设开发有限公司，2025年10月）；

（5）《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段东侧交流220kv曲兰线保护方案（修编）》和《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段南侧直流800kv锦苏线、复奉线保护方案（修编）》（湖北省地质矿业开发有限责任公司，2026年7月）；

（6）《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》（湖北省地质局第四地质大队，2023年2月）；

（7）《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》（湖北煤炭地质物探测量队，2024年12月）；

（8）《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a 熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩、建筑石料用灰岩露天开采工程安全预评价报告》（贵州鸿豪矿产资源咨询服务有限公司，2024年1月）；

（9）《矿山边坡、排土场、道路专项勘察岩土工程勘察报告》（核工业湖州勘测规划设计研究院股份有限公司，2026年1月）；

（10）《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿隐蔽致灾因素普查报告》（核工业湖州勘测规划设计研究院股份有限公司，2026年3月）；

（11）《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿露天开采边坡、排土场稳定性评价报告》（核工业湖州勘测规划设计研究院股份有限公司，2026年3月）；

（12）《关于嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山矿段矿区建设项目环境影响报告表审批意见的函》（咸环嘉审[2024]14号）；

（13）《关于九龙山矿段矿区建设项目范围内林地情况的回函》（嘉鱼县林业局，2026年3月20日印发）；

（14）企业提供的其他有关资料。

1.2.2 设计原则

本次设计遵循的原则：

（1）根据矿体赋存特征和开采现状，以经济合理、技术可行，易于实现为原则；

（2）尽可能把较多的矿石圈定在露天开采境界内，发挥露天开采的优越性；

（3）露天采矿场的最终边坡角不大于露天边坡稳定所允许的角度，保证露天采矿场的安全；

（4）各主要组成部分必须顺应生产流程进行布置，并从整体出发，全面考虑内部与外部、集中与分散、近期与远期等相互配合关系；

（5）按有利生产、方便生活、便于管理等原则规划各种设施；

（6）结合露天矿周边地形特点，尽量集中布置，减小水土流失，内外运输方便，同时减小各种管线的长度，以减少投资；

（7）结合矿区地形特点和气象条件，因地制宜，考虑风向、朝向、减少污染，保护环境。

1.2.3 设计主要内容及特点

1.2.3.1 建设规模与产品方案

结合市场对产品的要求、运输条件、产业规划，经过技术经济比较，最终确定矿山建设规模为400万t/a石灰岩、白云岩原矿。矿山年工作300d，每天2班，每班8h，爆破作业必须在白班进行。

本项目初步确定的产品方案如下：

（1）熔剂用灰岩：灰岩（平均CaO含量<48%）直接原矿（块度≤50cm）作水泥原料销售；灰岩（48%≤CaO≤54%）加工成20-50mm、50-80mm两种块料作为钙石进行销售，<20mm的主要加工成0-3mm作烧结石粉销售，同时出一部分5-10mm和10-20mm规格钙石销往周边粉体厂，后续可根据市场行情灵活调整是否进一步加工成0-3mm作烧结石粉，在此过程中选出250目/325目部分作脱硫石粉；灰岩（CaO>54%）加工成20-50mm、50-80mm块料作深加工原料，<20mm的进一步加工成0-3mm（3-5mm加工成0-3mm）作烧结石灰石粉销售，同时出一部分5-10mm和10-20mm规格钙石销往周边粉体厂，后续可根据

市场行情灵活调整是否进一步加工成0-3mm烧结石粉，在此过程中选出250目/325目部分作脱硫石粉。

（2）熔剂用白云岩：白云岩（MgO>15%）加工成0-3mm（3-10mm、10-20mm、20-31.5mm加工成0-3mm）作烧结白云岩。白云岩（MgO≤15%）按照正常砂石骨料规格0-5、5-10、10-20、20-31.5mm加工销售。

（3）建筑用灰岩：矿石进行简单破碎加工，用振动筛可筛分出规格0-5、5-10、10-20、20-31.5mm砂石骨料。

1.2.3.2 开采方式

矿区面积较大，周边环境条件简单，露天开采受限制较少。矿山采用一次性总体设计，采用山坡露天自上而下分台阶整体开采方式，不存在分区、分期开采情况。

1.2.3.3 开拓运输方式

矿山采用露天开采方式，自上而下分台阶开采，分层高度15m，开采标高为+140m～+39m。矿山开采高差小，矿区内分布两个山包，且矿区面积大，山包之间距离较远，不适宜溜井平硐。因此本项目矿山开采选用公路开拓、汽车运输的开拓运输方式。

1.2.3.4 采矿方法

矿山采用露天台阶式开采方法。由于矿区面积大，矿区开采采用自上而下分台阶开采，台阶高度为15m，北帮台阶坡面角（30°），其余帮（岩质60°、土质45°）。矿山实行深孔爆破。

1.2.3.5 工艺流程

采矿工艺过程按先后顺序可分为剥离、穿孔、爆破、装运四部分。

1.2.3.6 基建工程

基建内容主要有以下三方面：

（1）剥离削顶工程：矿山矿石年生产规模为400万t。根据现场作业条件及方案圈定的露天开采境界，矿山首采区基建完成后，将在东北侧山头形成129m清扫平台、114m安全平台和99m、84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。在西南侧山头形成114m削顶平台、99m和84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。

剥离削顶工程量约41.4万m^3，剥离物量约10万m^3，副产矿石量约31.4万m^3。剥离物主要由残坡积层、内部夹层组成。副产矿石临时堆存在表土堆场中，供投产初期使用。基建期共12个月，形成开拓矿量约313万t，保有期约10个月；备采矿量78万t，保有期约3个月。

（2）运输道路：运矿道路路线起点接45.5m粗碎平台，终点分别接东北侧和西南侧两个开拓平台，标高+99.0m，运矿全线全长2.3km。另修建排土场支线，长度约164m。运输路线全长约2.5km，采用露天矿山三级道路，双车道路面宽度为9.5m，矿区内挖方路肩宽度0.75m，填方路肩宽度1.5m，矿区外路肩宽度0.75m。排水沟规格为40cm×40cm，壁厚25cm。矿区99m标高处以上道路采用临时施工便道，路线最大纵坡不超9%，路面宽度5m。

（3）排土场工程：内部表土堆场为平地型排土场，基建工程主要有原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑内积水抽排、清淤；铺设厚度不低于300mm的排水碎石层，方量约0.94万m^3 。

1.2.3.7 防排水

本项目采场为山坡露天矿，地形有利于自然排水，为保证防洪安全，在露天终采境界外侧修筑截洪沟，拦截山坡洪水。采场汇水面积较小，截洪沟的断面为矩形结构形式，尺寸为宽0.6m，深0.6m，水沟用浆砌石砌筑，两侧厚度300mm、底板厚度300mm。在各截洪沟末端修建消能沉淀池，经沉降后的降雨流至自然沟道内。

采场内部经截洪沟截留外部汇水后，仅考虑采区范围内大气降水和岩溶地下水，本项目设计在各个终了平台的台阶坡脚处修筑平台排水沟，进行采场内部防排水，最终平台修建过程中内外侧形成一定的坡度，外高内低，排水沟纵向采取一定的水力坡降，分别从两侧沿采场边缘排出，防止产生积水，确保采场内部排水系统的正常运转。此外，在各平台修筑排水沟，排水沟设置于距台阶坡脚0.5m处，断面结构形式为等腰梯形，底宽40cm、顶宽120cm、高40cm，两侧坡比为1:1。水沟敷设复合土工膜，水泥砂浆抹面，砂浆厚度30mm，排水纵坡不小于0.5%。，需要在平台靠帮复垦后及时砌筑。

当开采至最低39m终采底板，采用集中排水形式。该底板应形成自中部向矿区南北侧形成0.3%的坡度，将坑内的水流引到南北侧排水沟中，同时在排水沟末端设置沉淀池，规格取长×宽×高为5m×4m×3m，收集矿区初期雨水，减轻对周边环境造成污染。经沉降后的降雨流至自然沟道内。

1.2.3.8 供配电系统

本工程用电负荷均按三级负荷考虑。暂定由高铁岭镇变电站架入2路10kV高压电源至配电室，设计分界面为变配电室高压进线柜接线端子处。最总接引方案以当地供电局批复为准。本矿山生活区及辅助生产区装机总功率约为1690kW，总计算有功功率为1452.5kW，功率因数按0.95记取，总计算视在功率约为1528.9kVA。

1.2.3.9 矿物加工

根据项目原料特性和产品方案，矿产品加工工艺可分为如下两大方向：

系统加工熔剂用灰岩矿时，主要产品为 20~50mm、50~80mm 两种块石料，采用“粗碎鄂破+中碎圆锥”两段破碎工艺，将矿山开采出来的原料破碎至 80mm 以下。粗碎工段采用开路生产并设半成品料堆进行物料缓存。中碎工段采用先筛后破的生产工艺，第一级筛分与中碎圆锥形成闭路循环生产，20~50mm、50~80mm 可从一级筛分直接出成品。一级筛分后＜20mm 物料可根据市场需求选择不同的生产工艺。一方面＜20mm 物料可通过细碎反击破开路生产后，通过二级筛分产出 5~10 和 10~20mm 的钙石或骨料。另一方面，如＜3mm 烧结石粉销量较好，＜20mm 物料也可全部进入制砂系统生产＜3mm 烧结石粉。制砂系统采用“柱碎机+三级筛分+复合选粉机”的闭路生产工艺，可通过复合选粉机分选出部分 325 目细度的石粉，作为脱硫石粉对外销售。

系统加工熔剂用白云岩时，主要产品为各级骨料或＜3mm烧结白云岩，采用“粗碎鄂破+中碎圆锥破+细碎反击破”三段破碎工艺，将矿山开采出来的原料破碎至80mm以下。粗碎工段采用开路生产并设半成品料堆进行物料缓存。中碎采用先破后筛的生产工艺，一级筛分与中碎形成闭路循环生产，将＞80mm物料返回中碎圆锥，20-80mm物料送至细碎反击破；二级筛分与细碎反击破形成闭路循环生产，二级筛分后＞31.5mm物料返回细碎反击破循环破碎，20~31.5mm、10~20mm直接出成品，＜10mm进入制砂系统。制砂系统采用“柱碎机+三级筛分”的闭路生产工艺。三级筛分后5~10mm物料可直接出成品，当市场销路不佳时也可部分返回制砂破碎机循环破碎；当最终产品为＜3mm熔剂料时，3~5mm物料返回制砂破碎机循环破碎，＜3mm直接出成品。当最终产品为＜5mm机制砂时，可通过调节3~5mm物料返回制砂破碎机比例调整机制砂级配和细度模数，＜5mm经复合选粉机选粉、拌湿机拌湿后出成品。

1.2.3.10 排土

本矿区周边多为农田和公益林，受条件限制，外部无修建排土场场地。矿区内东南侧为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑，其现状标高接近本项目开采底高程39m，不存

在压覆矿产情况，可充当矿区内部排土场，用于后期复垦用土堆存场地。排土场选择矿区范围内东侧原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑内。将现场积水抽排及清淤后铺设厚度不低于300mm的排水碎石层，碎石层上堆放残坡积土。设计为平地式排土场，排土场底标高为39.00m，顶标高为53.00m，总堆积高度为14m，台阶坡面角26°，总体边坡角26°。排土场边界外侧设置截水沟，边坡每级台阶内侧设置平台排水沟，台阶保持3%反坡。排水沟及截水沟最终将雨水汇流至下游沉淀池。

1.2.3.11 投资经评

建设项目总投资47445.27万元，其中建筑安装工程费14940.61万元、设备及工器具购置费7556.58万元、工程建设其他费用5247.58万元、征地及矿权费15572.08万元、预备费2774.48万元、建设期利息407.88万元、铺底流动资金946.06万元。

项目年销售收入20157.50万元、年税后净利润2440.98万元、投资回收期（税后）6.98年、内部收益率（税后）10.63%。经计算项目生产能力平衡点为66.82%，价格平衡点为81.85%，项目整体可行。

1.2.4 经济技术指标

表 1.2-1 主要经济技术指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	地质			
1.1	全矿区资源量/储量			
	累计查明资源量设计损失储量	万t/万m^3	267/99	
	保有资源量	万t/万m^3	3736.2/1362	
	设计利用储量	万t/万m^3	3518/1303	
	设计可采资源量	万t/万m^3	3342/1238	
1.2	矿岩物理力学性质			
	矿石体重	t/m^3	2.7	
	岩石体重	t/m^3	2.7	
	矿岩松散系数		1.50	

序号	指标名称	单位	数量	备注
	矿石抗压强度	MPa	81.57（白云岩） 94.82（灰岩） 70（建筑石料用灰岩）	
	岩石抗压强度	MPa	21.55（泥质粉砂岩、粉砂质页岩）	
	矿石抗剪强度	MPa	26.4（白云岩、灰岩）	
	岩石抗剪强度	MPa	19.2（泥质粉砂岩、粉砂质页岩）	
1.3	地质资料勘探程度		勘探	
	水文地质条件类型		中等	
	正常涌水量	m^3/d	17760	
	最大涌水量	m^3/d	137829	
	工程地质条件类型		中等	
	环境地质条件类型		中等	
2	采矿			
2.1	矿山规模			
	矿石量	万m^3/a	148	
	剥离量	万m^3/a	16	
	采剥总量	万m^3/a	164	
2.2	剥采比			
	平均剥采比		0.11	
2.3	设计服务年限	a	9	
2.4	设计基建时间	a	1	
	基建工程量	万m^3	41.4	
	其中：副产矿石量	万m^3	31.4	
2.5	开拓运输方式			

序号	指标名称	单位	数量	备注
	汽车型号		60t	
	数量	辆	10	
2.6	工作制度	d/a	300	
		班/d	2	
		h/班	8	
2.7	露天开采最终境界			
	上口尺寸（长、宽）	m	1300×310	
	坑底尺寸（长、宽）	m	950×210	
	总高度	m	106	与界外治理区边坡连接后
	最终边坡角	°	25.7°～30°（北侧） 50°～60°（南侧） 60°（西侧） 30°～60°（东侧）	
	采剥总量	万m^3	1449	
	剥采比	m^3m^3	0.11	
	最高开采台阶标高	m	129	
	最低开采台阶标高	m	39	
	封闭圈标高	m	无	
2.8	台阶参数			
	最终边坡台阶高度	m	106	
	台阶坡面角	°	北帮（30°）， 其余帮（60°）	
	并段高度	m	无	
	工作台阶高度	m	15	
	安全平台宽度	m	5	

序号	指标名称	单位	数量	备注
	清扫平台宽度	m	8	
	运输平台宽度	m		无
	工作台阶坡面角	°	70	
	工作帮坡角	°	<16	两个台阶推进
	最小工作平台宽度	m	45	
	同时开采的台阶数	个	1~2	北侧白云岩区域作业面台阶数为1个
	最小工作线长度	m	120	
2.9	排土场（表土堆场）			
	占地面积	hm^2	3.4	
	堆积总高度	m	14	
	总容量	万m^3	37	
	服务年限	a	8	
	排土方式		自下而上覆盖式排土	
	排土段高	m	10	
	推土机型号		3.5m^3	
	推土机数量	台	2	
	总边坡角	°	26	
	台阶边坡角	°	26	
	最小工作平台宽度	m	15	
3	供电			
3.1	用电设备安装功率	kW	1690	
3.2	用电设备工作功率	kW	1452.5	
3.3	计算一级负荷	kW		无

序号	指标名称	单位	数量	备注
	无功功率	kvar	477.3	
	视在功率	kVA	1528.9	
	功率因数		0.95	
3.3	年总用电量	kWh/a	360000	不含加工区
3.4	单位矿石耗电量	kWh/t	0.09	不含加工区
4	技术经济			
4.1	劳动定员	人	91	不含矿石加工区
4.2	总投资	万元	49916.04	
	其中建设投资	万元	46091.33	
	其中流动资金	万元	3417.98	
4.3	财务评价			
	年销售收入	万元	20157.50	
	年总成本费用	万元	15900.91	
	年销售税金及附加	万元	414.91	
	年税前利润	万元	4092.97	
	年企业所得税	万元	813.64	
	年税后净利润	万元	2440.93	
	投资回收期（税后）	a	6.98	
	财务内部收益率（税后）	%	10.63	
	资本金财务内部收益率	%	37.08	

第 2 章 地质

2.1 区域地质

2.1.1 区域地层

区域地层属扬子地层区下扬子分区，区域上以沉积岩分布为主体，岩浆岩不发育。区内第四系覆盖广泛，约占总面积80%，出露地层主要有志留系下统～中统、石炭系上统、二叠系阳新统、三叠系下统～中统、侏罗系下统～中统。区域地层层序、接触关系及岩性特征情况见表2.1-1。

表2.1-1 区域地层层序特征表

年代地层单位			岩石地层单位			厚度（m）	岩性特征
界	系	统	组	段	代号		
新生界	第四系	全新统	湖冲积层		Qh^{lal}	0～13	灰色粉质亚粘土、粉质亚砂土
			冲坡积层		Qh^{asl}	0～15	褐色泥砂砾石层、含砾亚粘土、粘土
		更新统	残积层		Qp^{el}	<20	紫红色网纹状粘土、土黄色粘土、含砾亚粘土
中生界	侏罗系	中统	花家湖组		J_2h	>100	灰黄、黄绿色及砖红色薄－中厚层细砂岩夹薄层状粉砂岩、粉砂质页岩
		下统	桐竹园组		J_1t	80～130	黄绿色薄层细砂岩，粉砂质页岩夹薄层粉砂岩
			王龙滩组		T_3J_1w	119	灰白色中厚－厚层石英粗砂岩、中细粒砂岩；黄绿色中－薄层细砂岩、粉砂岩
	三叠系	上统					
		下统	嘉陵江组	上段	$T_{1\text{-}2}j^3$	533	灰、灰白色薄－中厚层微晶白云岩、角砾状白云岩
				中段	$T_{1\text{-}2}j^2$	195	灰色薄-中厚层微晶灰岩
			大冶组		T_1d^1	46～432	灰色薄层含生物屑微晶灰岩，黄绿色钙质页岩夹薄层微晶灰岩
古生界	二叠系	中统	茅口组		P_2m	196	下部为灰色厚层－巨厚层含燧石团块生物屑微晶灰岩，中部为灰色中厚层状微晶灰岩夹燧石条带，上部为深灰色厚层－巨厚层含燧石团块或白云质团块生物屑微晶灰岩
			栖霞组		P_2q	197	下部为黑色中厚层状碳质瘤状含生物屑微晶灰岩夹碳质页岩，中部为灰色、深灰色中层－厚层含燧石团块（条带）、燧石结核生物屑碳质微晶灰岩夹少量碳质页岩，上部为深灰色中厚层－厚层含燧石结核微晶灰岩夹燧石条带

			梁山组		P_2l	11	灰黑色、黑色碳质粉砂岩，碳质页岩、碳质粉砂岩夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层
	石炭系	上统	黄龙组		C_2h	42～228	灰白色中厚层－巨厚层状亮晶粒屑灰岩、泥晶灰岩及生物屑灰岩
			大埔组		C_2d	0～80	浅灰色、灰白色厚层状细粉晶白云岩夹褐灰色硅质条带
	志留系	中统	坟头组	上段	S_2f^2	425	黄绿色中厚层石英细砂岩及粉砂岩
				下段	S_2f^1	310	黄绿色粉砂质页岩夹薄层泥质粉砂岩
		下统	新滩组		S_1x	＞755	黄绿色粉砂质页岩、页岩
	奥陶系	上统	龙马溪组		O_3S_1l	<21	灰黑色薄层状含粉砂质粘土岩、页岩、硅质页岩、硅质岩，含笔石

2.1.2 区域构造

本区大地构造位置为扬子准地台幕阜山被动边缘褶冲带咸宁台坪褶皱束大幕山复式背斜的北翼中的次级贾家山向斜近核部，见图2.1-1。区域地层属扬子地层区下扬子分区，出露地层主要有主要有志留系下统～中统、石炭系上统、二叠系阳新统、三叠系下统～中统、侏罗系下统～中统。

区域褶皱构造均形成于燕山早期，在南北向挤压应力作用下，形成了紧密线状倒转褶皱，东部及南部宽缓倒转褶皱，同时伴随着多层次的滑脱变形，形成顺层或近顺层的纵断裂。随着南北向挤压应力的持续作用，前期断裂延续活动成为深断裂导致岩体侵位。区内北部岩体侵位规模大，所产生的侧压应力形成局部应力场，将褶皱形迹改造成向南弯凸的弧形，形成嘉鱼-赤壁弧形构造带，同时伴生一组规模较大的北东向和北西向斜断裂，见图2.1-2。

（1）褶皱构造

区内第四系覆盖广泛，地表所见构造形迹较少，褶皱、断裂构造多为隐伏，见图2.1-2。矿区北侧为米埠～宝塔山倒转背斜（B4），褶皱轴迹走向总体呈北东～近东西向，构成向南弯凸的弧形。位于八斗-峡山-大屋李家，轴迹呈南西西-北东东方向，受后期斜向断裂切割分为东段、西段，西段核部地层为新滩组上段，东段核部地层为坟头组下段，两翼出露大埔组、黄龙组、梁山组、栖霞组、茅口组及大冶组地层，褶皱轴面产状180°∠65°，背斜北翼地层倒转，南翼地层正常，两翼地层均倾向南东，倾角20～40°，局部达60°。

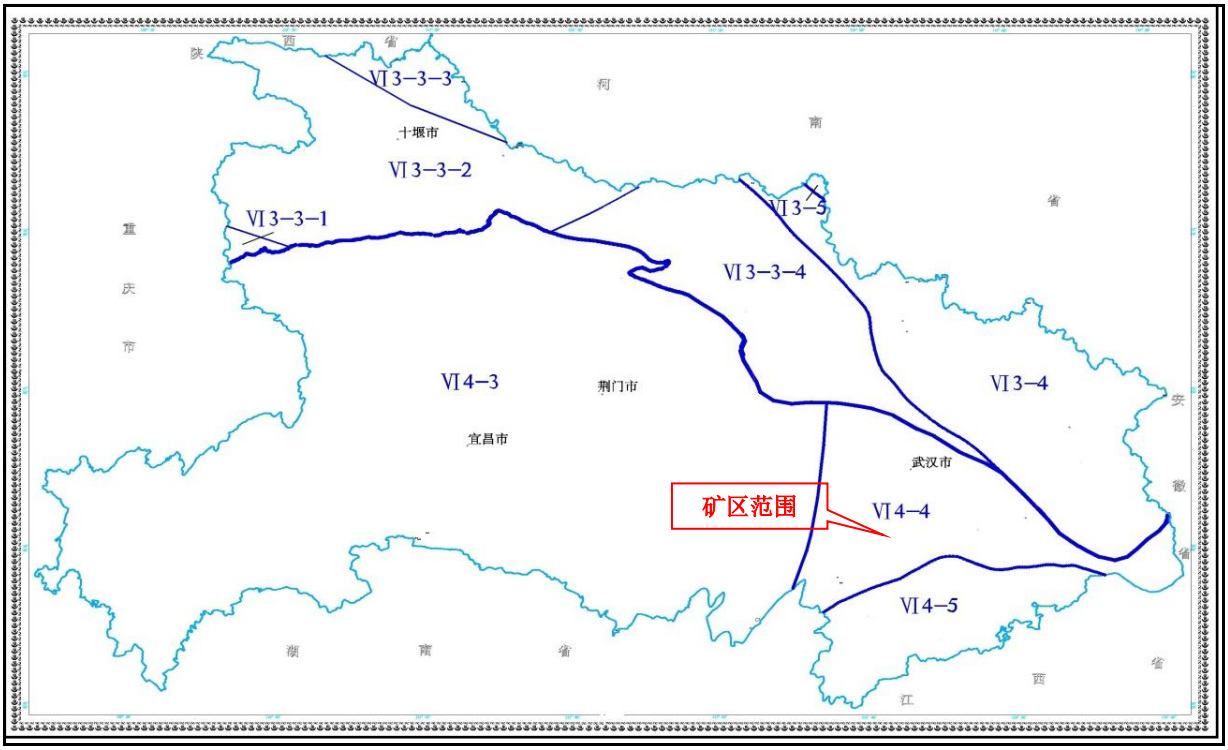


图2.1-1 湖北省大地构造简图

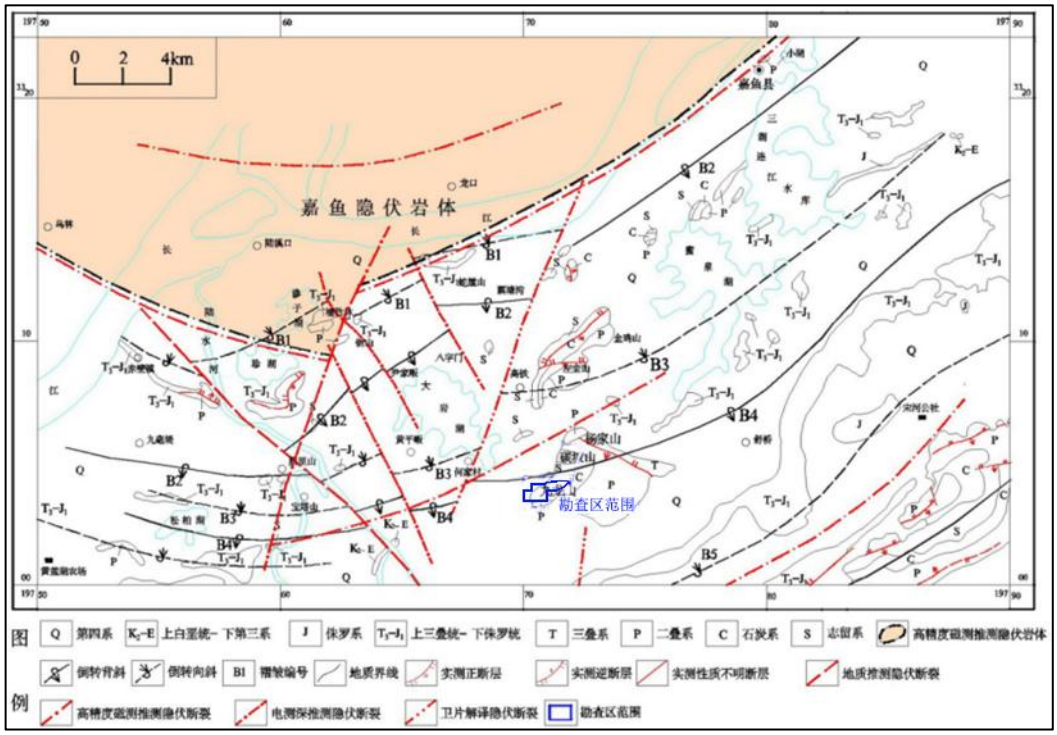


图2.1-2 区域地质构造纲要图

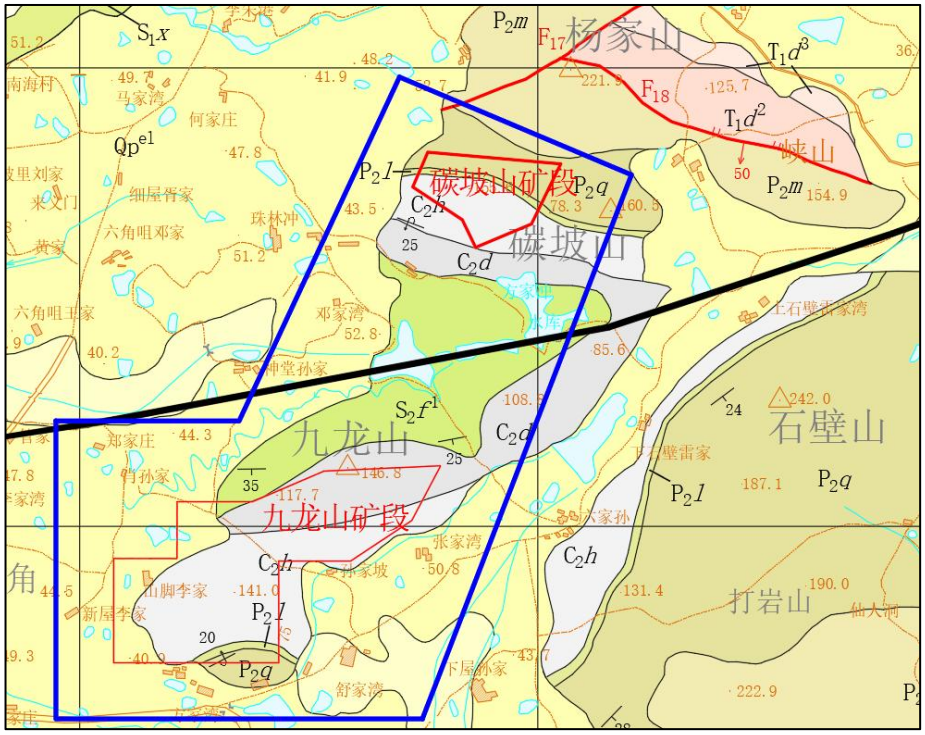


图2.1-3 矿区区域地质图

（2）断裂构造

根据图2.1-3，斜断裂F17、F18分别从矿区北侧、北东两侧边缘切过，造成矿区外围地层错位，对矿区内大埔组白云岩、黄龙组灰岩及栖霞组灰岩矿体层位的连续性无破坏影响。

1）杨家山断裂（F17）：分布于杨家岭一山顶杨一带，北东向斜贯杨家山，出露长度1000 m，具压性，其产状不明，造成地层错动。

2）峡山断裂（F18）：分布杨家山一峡山一带，呈北西向展布，长1500m。

2.1.3 区域岩浆岩

据区域物探推断，距本区北部约10km为嘉鱼隐伏岩体，据高精磁测推断该岩体规模较大，为多期次侵入的复式岩体，近直立，微向北东倾伏，倾角较大，深部存在着一个大的岩浆房，岩浆沿断裂上侵就位，为中酸性隐伏岩体，顶部埋深在2km左右，在后期构造活动中，岩浆在龙口附近或直接喷出地表形成次火山岩。

2.1.4 区域矿产

区域成矿区划属钦杭成矿带（Ⅲ）湖北段北缘外侧的嘉鱼-蒲圻金铜多金属成矿带（Ⅳ），区域共发现矿产地29处（包含矿化点），已发现的矿产资源有：金矿、锰矿、地热、煤炭、水泥用石灰岩、熔剂用石灰岩、建筑石料用灰岩等10种。

高铁岭镇内金属矿产为左金山、金鸡山锰矿点2处，目前已被利用；非金属矿产主要为石灰岩、白云岩，为本区开发利用优势矿种，多为中大型矿床，目前已被利用，并取得显著经济效益。

2.2 矿区地质及构造特征

2.2.1 地层

矿区地层层序较为简单，出露基岩地层为志留系下统坟头组（S_2f）、石炭系上统大埔组（C_2d）、黄龙组（C_2h），二叠系阳新统梁山组（P_2l）、栖霞组（P_2q）；其它区域主要为第四系残坡积层、冲坡积层覆盖，未见有基岩出露。各地层特征由老至新叙述如下：

（1）志留系下统坟头组（S_2f）

分布于矿区北部九垅山水库一带，岩性下部为灰黄、黄绿色页岩夹薄-中厚层状细砂岩，泥质粉砂岩，上部以灰黄、黄绿色泥质粉砂岩、粉砂质页岩为主夹磷块岩透镜体，含腕足类（图 2.2-1）。地层厚度 310～425m，与上覆石炭系大埔组呈平行不整合接触。



图2.2-1 坟头组泥质粉砂岩

（2）石炭系

1）上统大埔组（C_2d）

为本区熔剂用白云岩矿赋存层位，分布于矿区北部，岩性为浅灰、灰色厚层状含生物屑白云岩、灰质白云岩（图 2.2-2），单层厚 50～100cm。生物屑多为碎片状，以腕足类、有孔虫、海胆为主，杂乱分布。岩石风化面刀砍纹发育，遇 4%稀盐酸不起泡或局部微弱起泡。地层厚度 33.70～64.90m，与下伏志留系坟头组呈平行不整合接触。



图2.2-2 大埔组含生物屑白云岩、灰质白云岩

2）上统黄龙组（C_2h）

为本区熔剂用石灰岩矿赋存层位，分布于矿区中部大部分区域，岩性为浅灰、灰白色厚层状微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩（图 2.2-3），单层厚 50～100cm。生物屑多呈碎片状，以腕足类、层孔虫、蜓、海百合茎等。岩石遇 4%稀盐酸迅速起泡且剧烈。地层厚度 194.19～243.04m，与下伏大埔组呈整合接触。



图2.2-3 黄龙组厚层状微晶灰岩

（3）二叠系

区内二叠系地层划分为梁山组及栖霞组两个正式岩石地层单位，分布于矿区南部。

1）中统梁山组（P_2l）

地表出露不连续，常表现为负地形，岩性主要为灰黑色、黑色碳质页岩，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及薄煤层（图 2.2-4），煤层厚度 0.05-0.15m，小于最低可采厚度，不具备开采价值。碳质页岩局部含大量层孔虫、壳类等。地层厚度小于 11m，与下伏黄龙组呈平行不整合接触。为本区内剥离层。



图2.2-4 梁山组黑色碳质页岩

2）中统栖霞组（P_2q）

为本区建筑石料用灰岩矿赋存层位。岩性为深灰、灰黑色薄—中厚层状含碳质瘤状生物屑灰岩、局部夹碳质页岩，瘤体大小一般 7×20cm，含量约 70%，其形态不一，多呈次椭圆状、眼球状、透镜状，并多为顺层产出；岩层单层厚 6～40cm。生物屑为腕足、菊石、海百合茎、苔藓虫类等。该组岩石敲击具特殊臭味，遇 4%稀盐酸缓慢起泡且剧烈。地层厚度 18～120m，与下伏梁山组呈整合接触。



图2.2-5 栖霞组含碳质瘤状生物屑灰岩

（4）第四系（Q）：根据成因划分为更新统残坡积层、全新统冲坡积层及人工堆积层。更新统残坡积层，主要由黄褐-灰褐色粘土、亚粘土、含砾亚粘土组成，分布于地表山顶、山坡及溶蚀凹陷部位；全新统冲坡积层，主要由灰褐色含砾亚粘土、亚砂土、砂砾层组成（图 2.2-6），分布于坡底边缘、沟谷较宽缓区域及农田；人工堆积层主要分布于矿区原百合矿业有限责任公司九龙山采石场底盘，次为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场北部主要由岩石碎块及砂粘土等组成。冲坡积层厚度不详；矿区覆盖层层厚 0～7.0m，平均厚约 3.67m，人工堆积层厚 1.0～11.8m；残坡积层及人工堆积层均为本区剥离层。与下伏地层均呈角度不整合接触。



图2.2-6 第四系残坡积层

2.2.2 构造

矿区所处褶皱构造部位为米埠～宝塔山倒转背斜（B4）东段南翼，整体呈一缓倾的（近似）单斜构造，区内该倒转背斜轴迹呈近东西向，核部地层为志留系坟头组，依次出现石炭系大埔组、黄龙组，二叠系梁山组及栖霞组。地层总体倾向150°～185°，倾角25°～30°。

矿区内无断裂构造形迹，区域上杨家山纵断裂（F17）及峡山斜断裂（F18），分别从矿区北侧、北东两侧边缘切过，造成矿区外围地层错位，对矿区内大埔组白云岩、黄龙组灰岩及栖霞组灰岩矿体层位的连续性无破坏影响。

2.2.3 岩浆岩

矿区及周边2公里范围内无岩浆岩出露。

2.2.4 变质作用

矿区及周边2公里范围内无变质岩出露。

2.3 矿床（体）地质特征

2.3.1 矿体特征

矿区石灰岩和白云岩矿体，由北至南共划分为3个矿体（编号依次为Ⅱ、Ⅰ、Ⅲ），石灰岩及白云岩矿体位于米埠～宝塔山倒转背斜（B4）南翼，总体呈层状单斜构造，矿体倾向175°～185°，倾角25°～30°。Ⅱ矿体分布于矿区北部、Ⅰ矿体分布于矿区中部，两矿体平面上呈近东西向展布，空间上呈层状，两者呈整合接触，相互平行排列；Ⅲ矿体分布于矿区南部，平面上呈不规则状展布，空间上呈层状，与Ⅰ矿体呈平行不整合接触。大埔组及黄龙组沉积环境反映为滨海-浅海碳酸盐岩台地环境，梁山组沉积环境反映为滨

海沼泽相，栖霞组沉积环境反映为滨浅海半局限碳酸盐岩台地，而本矿区内控矿地层为石炭系上统大埔组、黄龙组和二叠系阳新统栖霞组，故最终在该区形成了滨海-浅海相化学沉积和生物沉积类石灰岩白云岩矿床。

各矿体特征如下：

（1）熔剂用石灰岩矿体（I号矿体）

Ⅰ矿体赋存于黄龙组（C_2h），岩性以厚层状微晶灰岩为主。该矿体分布于矿段中部，呈近东西向展布，由1、2、3、4、5、6、7、8、9共9条勘查线、8条探槽、2条剥土（以往BT1、BT2）、45个钻孔及以往17个取样钻控制。采矿权范围内矿体整体呈单斜层状产出，沿走向延伸720～1600m，沿倾向出露宽度65～490m；地表出露标高+40.84m～+120.00m，埋深0～90.00m，工程控制最低标高+39m。

根据勘查工程控制，矿体厚度194.19～243.04m，平均厚215.97m，厚度变化系数10.10%。矿体连续，厚度稳定。

（2）熔剂用白云岩矿体（II）

Ⅱ矿体赋存于大埔组（C_2d），岩性以厚层状白云岩为主，次为灰质白云岩。该矿体分布于矿段北部，呈近东西向展布，由2、3、4、5共4条勘查线、2条探槽、21个钻孔及以往3个取样钻（QZ205、QZ305、QZ403）控制。采矿权范围内矿体整体呈倒转单斜层状产出，沿走向延伸约1000m，沿倾向出露宽度110～260m；地表出露标高+41.05m～+140.00m，埋深0～36.00m，工程控制最低标高+39m。

根据勘查工程控制，矿体厚度33.70～64.90m，平均厚46.20m，厚度变化系数20.20%。矿体连续，厚度稳定。

（3）建筑石料用灰岩矿体（III）

Ⅲ矿体赋存于栖霞组（P_2q），岩性以薄－中厚层状含碳质瘤状灰岩为主，其中局部夹的碳质页岩，发育不稳定、不连续、厚度变化特征不详，不作夹石剔除。该矿体分布于矿段南部，呈不规则状展布，由2、3共2条勘查线、2条探槽、2个钻孔及1个取样钻控制。采矿权范围内矿体整体呈倒转单斜层状产出，沿走向延伸60～440m，沿倾向出露宽度86～170m；地表出露标高+49.07m～+110.00m，埋深0～38.00m，工程控制最低标高+39m。

根据勘查工程控制，矿区范围内矿体厚度18.40～41.81m，平均厚20.62m，厚度变化系数为11.43%。

2.3.2 矿石特征

（1）矿物组成和结构构造

1）熔剂用石灰岩矿体（I号矿体）

矿石结构构造简单，矿石结构主要为微晶结构、泥晶结构和泥晶生物屑结构。矿石构造主要为厚层状构造。①微晶结构：主要由方解石组成，方解石＞99%、有机质＜1%，含微量碳质。方解石主要以粒径0.01～0.03mm的微晶状方解石组成，于岩中均匀混杂，局部见少量方解石沿裂隙内充填，多以脉状形式产出，脉宽约0.04～1.2mm左右，部分脉体互相穿切，见少量弯钩状有孔虫及介形虫等生物碎屑零星散布。②泥晶结构：主要由方解石组成，方解石＞99%、碳质＜1%。方解石，多数呈泥晶，颗粒感不可见，具有高级白干涉色，大小小于0.02mm。还有少量方解石呈亮晶状不均匀分布，可能为不均匀沉积形成，大小0.02-0.5mm。不透明矿物呈粒状质点，零星分布，大小0.02-0.1mm。生物屑泥晶结构：岩石由生物碎屑、方解石组成，方解石＞98%、不透明矿物＜2%。生物屑呈环状、枝丫状不均匀分布，中心多数为单晶或者多晶，周围为泥晶，生物屑大小0.15-0.5mm。生物屑间为泥晶方解石，不均匀分布在碎屑间，多数为大小小于0.02mm。不透明矿物呈粒状质点，零星分布，大小0.02-0.1mm。岩石局部见少量方解石细脉不均匀分布，脉宽0.02-0.05mm。

矿石构造主要为厚层状构造，单层厚在50～100cm之间。次为中厚层状构造。

矿石矿物成分简单，根据矿石薄片鉴定结果，矿石矿物主要为方解石、次为生物碎屑，含极少量有机质、碳质。方解石以泥晶、微晶为主，含量95%以上，其大小在0.01～0.03mm之间，粒径多小于0.01mm。生物碎屑主要为珊瑚、有孔虫、棘皮类、海百合茎及介形虫等组成，含量13～50％。

2）熔剂用白云岩矿体（II）

矿石结构构造简单，矿石结构主要为微晶和粉晶结构，次为泥晶-微晶结构和亮晶砾屑结构。矿石构造主要为厚层状构造，少量中厚层状构造。① 微晶结构：岩石主要由白云石组成，含少量方解石及微量不透明矿物和石英，白云石98%、方解石2%。白云石则隐约可见颗粒感，个别菱形自形晶可见，具有闪突起，高级白干涉色，大小0.02-0.03mm。方解石，局部可见，脉状分布，脉宽大小0.02mm左右。石英，微粒状，微量，一级灰白干涉色可见，大小0.02mm左右。不透明矿物呈粒状质点，零星分布，大小0.02mm。② 粉晶结构：岩石主要由白云石组成，含微量不透明矿物，白云石99%、不透明矿物1%。白云石，颗粒感可见，具有高级白干涉色，大小0.02-0.03mm，属于粉晶。不透明矿物呈粒状质点，零星分布，大小0.01-0.02mm。

矿石构造主要为厚层状构造，单层厚在50～100cm之间；少量中厚层构造，单层厚度15-45cm之间。

矿石矿物成分简单，根据矿石薄片鉴定结果，矿石矿物主要为白云石、次为方解石，含极少量生物碎屑、有机质和微量不透明矿物。白云石以微晶为主，含量96～98%，其大

小在0.01～0.03mm之间，粒径多小于0.01mm。方解石含量2～4%。生物碎屑主要为有孔虫、棘皮类、藻团及腹足类、海百合茎碎片等组成。

3）建筑石料用灰岩矿体（III）

矿石结构构造简单，矿石结构主要为生物屑泥晶结构、亮晶砂-砾屑结构。矿石构造主要为薄-中厚层状构造。①生物屑泥晶结构：主要由方解石、生物屑、灰岩砂屑组成，少量不透明碳质，方解石55%、生物屑40%、灰岩砂屑5%、碳质＜1%。生物屑呈不规则圆状、环状、镰刀状，不均匀分布，多数为亮晶，生物屑大小0.05-0.75mm。灰岩内碎屑，少量呈次棱角状，高级白干涉色，含量相对较少，大小0.05-0.15mm。生物屑方解石多数为泥晶，颗粒感多不可见，高级白干涉色，大小小于0.02mm。少量黑色不透明碳质于岩中裂隙内相对集中分布，使其局部显得较为昏暗。②亮晶砂-砾屑结构：岩石主要由方解石质砂-砾屑、亮晶方解石组成，少量碳质物，方解石质砂-砾屑75%、亮晶方解石25%、不透明碳质约＜1%。岩石中白云石内碎屑，多数为砂屑-砾屑，内碎屑大小1.0-15.5mm，其中均为泥晶方解石，具有闪突起，高级白干涉色，大小小于0.02mm。碎屑间以亮晶方解石为主，具有闪突起，高级白干涉色，大小0.2-0.35mm。不透明矿物呈粒状质点，零星分布，大小0.02mm。

矿石构造主要为薄-中厚层状构造，单层厚在6～40cm之间。

矿石矿物成分简单，根据矿石薄片鉴定结果，矿石矿物主要为方解石、次为少量生物屑、砂屑、砾屑及碳质，含极少量有机质及铁质。方解石以泥晶、微晶为主，含量55～95%，其大小在0.01～0.06mm之间，粒径多小于0.01mm。生物碎屑主要为介形虫、棘皮类、有孔虫以及珊瑚、海百合茎碎片等组成，含量20～58%。碳质含量1～5%。

（2）化学成分

1）熔剂用石灰岩矿体（I号矿体）

矿石中CaO含量46.92～55.51%，平均53.91%，变化系数2.22%；MgO含量0.12～5.97%（个别样品含量较高），平均0.43%，变化系数136.44%；SiO_2含量0.01～8.51%（个别样品含量较高），平均0.42%，变化系数188.07%。矿石中S含量0.003～0.010，平均0.006%；P含量0.0003～0.01%，平均0.005%；Al_2O_3含量0.003～0.520%，平均0.104%；Fe_2O_3含量0.013～0.68%，平均0.081%；灼失量为41.58～43.79%，平均43.38%。

根据矿石单样基本分析和组合样组合分析结果，矿石化学成分以富CaO为特征，次为MgO、SiO2、Al_2O_3、Fe_2O_3；S、P含量极低。总体来看，矿石质量好，单样MgO、SiO_2、P、S含量少量超标，但上下样品加权后均不超标，对矿石质量的整体影响可忽略。矿体矿

石化学成分未超过《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213-2020）中对（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿规范要求的限定指标要求。

2）熔剂用白云岩矿体（II）

矿石中CaO含量28.19～54.93%（个别样品含量较高），平均33.28%，变化系数14.07%；MgO含量0.34～21.41%（个别样品含量低），平均17.41%，变化系数22.41%；SiO_2含量0.04～6.02%（个别样品含量较高），平均0.75%，变化系数119.9%。矿石中$Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4+SiO_2$含量0.10～7.17%（小于10%），平均1.01%；K_2O+Na_2O含量0.02～0.16%（小于0.3%），平均0.06%；S含量0.004～0.01，平均0.005%；P含量0.002～0.012%，平均0.005%；灼失量为43.01～46.98%，平均46.07%。

根据矿石单样基本分析和组合样组合分析结果，矿石化学成分以富CaO、MgO为特征，少量SiO_2，Al_2O_3、Fe_2O_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O；S、P含量极低。矿石有益组分MgO含量少量样品较低，有害组分SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O及S、P等含量均未超标，矿石化学成分质量指标达到《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》（DZ/T 0348-2020）中对熔剂用白云岩矿工业要求。

3）建筑石料用灰岩矿体（III）

矿石中CaO含量48.13～51.73%，平均49.62%；MgO含量0.79～0.90%，平均0.85%；SiO2含量2.56～5.32%，平均4.25%；SO3含量0.60～0.980%，平均0.773%。

根据矿石多元素样品分析及本次勘探光谱全分析结果，矿石化学成分以富CaO为特征，次为MgO、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、SO3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O；P_2O_5、Cl-、TiO_2含量极低。矿体矿石化学成分SiO_2超过《矿产地质勘查规范 石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213-2020）中对熔剂用石灰岩矿规范要求的限定指标要求。

（3）矿石物理性能

建筑石料用灰岩矿体（III）矿石物理性能见以下：

1）抗压强度（Mpa）

矿体矿石单样饱和抗压强度36.5～105.1Mpa，矿体平均70.0Mpa。达到建筑石料用灰岩矿的要求。

2）坚固性（%）

矿体矿石单样质量损失率3.93～4.33%，矿体平均4.08%。

3）压碎指标（%）

矿体矿石单样压碎指标10.50～11.50%，矿体平均11.10%。

4）矿石碱活性

据岩相法碱活性检验结果，矿石中均为非碱活性矿物，未见碱活性矿物。

5）矿石放射性

矿石测试结果显示其外照射指数IRa为0.19（小于1.0）；内照射指数Iγ为0.15（小于1.0）。满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）中建筑主体材料要求。

（4）矿石类型和品级

1）熔剂用石灰岩矿体（I号矿体）

矿石自然类型划分为厚层状微晶石灰岩矿、厚层状泥晶石灰岩矿、厚层状泥晶生物屑石灰岩矿。将本矿段内石灰岩矿矿石工业类型划分为（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿。未分品级。

2）熔剂用白云岩矿体（II）

矿石自然类型划分为厚层状微晶白云岩矿、粉晶白云岩矿、泥晶-微晶白云岩矿和厚层状亮晶砾屑白云岩矿。根据矿石工业用途，将本矿段内白云岩矿矿石工业类型划分为熔剂用白云岩矿。未分品级。

3）建筑石料用灰岩矿体（III）

本矿段内矿石自然类型划分为薄-中厚层状生物屑泥晶石灰岩矿、薄-中厚层状碎裂泥-微晶石灰岩矿。根据矿石工业用途，将本矿段内石灰岩矿矿石工业类型划分为建筑石料用灰岩矿。建筑石料用灰岩矿：深灰、灰黑色，生物屑微晶结构、碎裂泥-微晶结构，薄-中厚层状构造。一般CaO＞48.13%、SiO2＞2.56%、MgO＜0.90%、SO3＜0.980%。非碱活性；外照射指数IRa和内照射指数Iγ均＜1.0，满足建筑主体材料要求。

据《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T 0341-2020）中建筑石料用灰岩矿物理性能及化学成分一般要求，矿段内建筑石料用灰岩矿体矿石质量等级综合评定为II类（见表2.3-1）。

表2.3-1 建筑石料用灰岩矿石质量等级综合评定表

项 目	等 级 指 标			测试结果	等级评定
	I	II	III	P_2q	P_2q
抗压强度（Mpa）	≥45			70.0	
坚固性（%）	≤5	≤8	≤12	4.08	I
压碎指标（%）	≤10	≤20	≤30	11.1	II
SO3（%)	≤0.5	≤1.0	≤1.0	0.773	II

项 目	等 级 指 标			测试结果	等级评定
	I	II	III	P_2q	P_2q
碱活性	集料岩相法碱活性检验被评定为非碱活性时，作为最终结论；若评定为碱活性或可疑时，应作测长法检验，检验后试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，在规定试验龄期膨胀率应小于0.10%。			非碱活性	
等级综合评定					II

2.3.3 矿体围岩及夹石

矿区矿体矿石特征与围岩、夹层岩性截然不同，矿体与围岩、夹层接触界线分明，肉眼可辨。夹层为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩。各矿体围岩及夹层特征如下：

（1）矿体围岩

I矿体的顶板为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩，底板为II矿体；II矿体的顶板为I矿体，底板为志留系中统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩；III矿体的顶板为第四系（Q）更新统残坡积层，局部地段全部裸露无顶板，底板为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩。

（2）夹石（层）

1）夹石

夹石J_1分布于I号矿体中下部，区内长度约65m，夹石厚度13.60m，岩性主要为微晶白云岩、微-粉晶白云岩。

夹石J_2为区内规模最大的夹石，分布于矿体中部，区内长度约395m，深部延深较大。夹石厚度11.57-18.50m，岩性主要为微晶白云岩、粉晶白云岩。

夹石J_3：分布I号矿体中上部，夹石厚度12.94m，岩性主要为微晶灰岩、微-粉晶灰岩，CaO含量42.67～49.33%，平均45.24%，不能作为熔剂用石灰岩。

夹石J_4：分布于II号矿体中部，夹石厚度12.14m，岩性主要为微晶白云岩、微-粉晶白云岩，CaO含量35.58～42.53%，平均38.45%；MgO含量9.40～14.55%，平均12.73%，不能作为熔剂用白云岩。

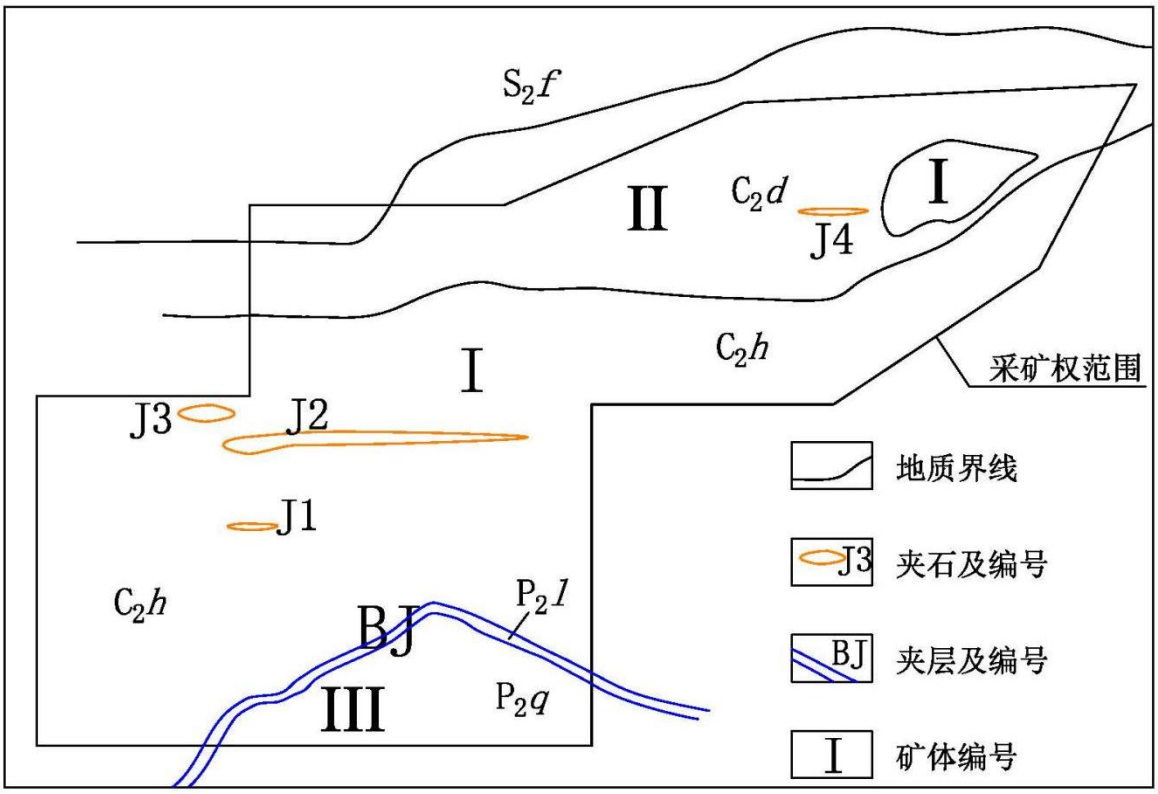


图2.3-1 矿体、围岩及夹石分布图

2）夹层

圈定夹层一处（编号BJ），为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩。夹层对矿体圈定的完整性、未来开采边坡的安全稳定性及未来开采的管控均有一定的影响，未来开采时全部予以剥离。

夹层（BJ）为I矿体的顶板、III矿体的底板，其岩性以灰黑色、黑色碳质页岩为主，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层。分布于矿区南部，平面上呈向北弯凸的弧形状，空间上似层状。采矿权范围内沿走向延伸约550m，沿倾向出露宽度8～13m，厚度＜11m；地表出露不连续，出露标高+49.07m～+112.00m，埋深0～82.00m，工程控制最低标高+39m。

（3）覆盖层

矿区内覆盖层主要有两部分，一部分为矿体表层残坡积层，另一部分为原采石场人工堆积物。矿区内残坡积层较发育，广泛覆盖于Ⅰ、Ⅱ及Ⅲ矿体表层，主要由粘土、亚粘土、含砾亚粘土组成。根据探槽工程、钻探与浅钻工程，以及矿山开采所揭露情况（表2.3-2），矿区覆盖层层厚0～7.0m，平均厚约3.67m，局部工程揭露的覆盖层较厚是由于该处位于原矿山的堆料场所致。

残坡积层岩性主要为粘土、亚粘土，粘性好，是宝贵的土壤层，未来开采企业对其剥离后应妥善安置，可应用于矿山复垦复绿和绿色矿山建设中。

表2.3-2 各工程覆盖层厚度统计表

勘查阶段	工程编号	覆层（m）	备注	勘查阶段	工程编号	厚度（m）	备注	勘查阶段	工程编号	厚度（m）
勘探	QZ601	5.30		勘探	ZK701	2.00		详查	ZK101	1.20
	QZ602	5.00			ZK702	2.80			ZK102	4.60
	QZ603	3.00			ZK703	2.40			ZK201	0.50
	QZ604	5.00			ZK704	3.60			ZK202	1.20
	QZ605	3.20			ZK705	5.10			ZK203	2.30
	QZ606	13.10	堆料		ZK706	1.20			ZK204	7.00
	QZ607	10.10	堆料		ZK707	13.50	堆料		ZK301	3.50
	QZ608	2.40			ZK801	5.00			ZK302	1.20
	QZ609	0.50			ZK802	0.60			ZK303	1.67
	QZ701	5.70			ZK803	0.60			ZK304	0.00
	ZK205	6.50			ZK804	0.60			ZK401	0.50
	ZK206	7.50	堆料		ZK901	3.00			ZK501	2.30
	ZK207	6.00			ZK902	2.80			TC2	0-1.33
	ZK402	0.20			ZK903	4.00			TC3	0-2.58
	ZK601	2.00			ZK904	0.40			TC4	0.00
	ZK602	2.60			TC6	0-4.41			TC5	0-2.3
	ZK603	2.40			TC7	0-2.61				
	ZK604	4.50			TC8	0-3.4				
	ZK605	8.00	堆料		TC9	0-2.6				
	ZK606	5.90	堆料							

2.3.4 矿石加工选矿性能

（1）熔剂用石灰岩矿矿石

1）工业利用质量要求

熔剂用石灰岩矿中CaO为主要组分，含量越高越好，一般工业品位大于或等于50%，MgO含量要求小于3%，可降低炉渣的熔点和粘度，增大流动性，对脱硫、脱磷有利；若含量过高或大于1.5%，则影响CaO熔剂的有效性。SiO_2和Al_2O_3虽然不影响钢和铁的质量，但消耗CaO，增大燃料消耗，增加炉渣、降低冶炼生产能力，对灰岩烧结粒度要求，一般小于等于3mm，最大粒度小于等于6mm，允许波动范围在10%以内。对矿石物理力学性质要求，一般应大于40MPa，如果强度不够，易在冶炼过程中压成碎块和粉末，影响炼炉的透气性和炉料的均衡性。

2）加工技术可行性

本矿区石灰岩矿体CaO平均含量为53.58%（＞50%），MgO平均含量为0.35%，SiO_2平均含量为0.38%，Al_2O_3平均含量为0.086%，Fe_2O_3平均含量为0.062%，S平均含量为0.015%，P平均含量为0.007%，灼失量平均值43.48%，因此矿体化学成分含量均满足熔剂用灰岩矿的要求。岩矿薄片鉴定，矿体矿物成分以方解石为主，平均含量在95%以上，矿体岩石结构为微晶结构、泥晶结构、生物屑泥晶结构，粒径在0.01～0.03mm之间，符合黑色冶金用灰岩矿粒度要求。矿体饱和抗压强度平均大于40MPa，符合冶金矿石物理力学性质要求。因此，本矿区矿石质量优良，加工技术可行性好，能满足生产工艺要求。

（2）熔剂用白云岩矿矿石

1）工业利用质量要求

熔剂用白云岩矿作为炼铁和炼钢的熔剂辅料，可起中和酸性炉渣的作用，提高炉渣的碱度，降低炉渣中FeO的活度，以减轻炉撞对炉衬的侵蚀作用。轻烧白云岩主要用于炼钢，可提高钢渣的流动性，作造渣剂使用，提高炉渣的流动性，不仅可延长转炉的寿命，并可改善脱硫、脱磷反应的进行，还可节省大量萤石。白云岩矿石中的MgO为矿石中主要有益成分，也是矿体圈定及划分级别的主要指标成份，一般工业品位≥16%。

2）加工技术可行性

本矿区白云岩矿体MgO平均含量为17.41%（＞16%），CaO平均含量为33.28%，$Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4+SiO_2$平均值为1.01%（＜10%），$SiO_2$平均含量为0.75%（＜4%），$K_2O+Na_2O$平均值为0.06%（＜0.3%），S平均含量为0.005%（＜0.15%），P平均含量为0.005%（＜0.03%），灼失量为平均46.07%，显示MgO含量稳定，分布均匀。岩矿薄片鉴定，矿石结构主要为微晶结构、含内碎屑-生物屑微晶结构、粉-微晶结构；矿石矿物成分主要为白云石，含量92～98%；次为方解石，含量2～8%；含极少量生物碎屑、有机质。另经统计，矿石中白云石颗粒粒径均在1mm以下，含量92～98%。矿体饱和抗压强度33.9～130.5Mpa，平均81.57Mpa，具较好的机械强度，不易形成碎块和粉末，用作熔剂具有较好的透气性和炉料的均衡性。

（3）建筑石料用矿矿石

1）工业利用质量要求

建筑石料用灰岩矿主要用作集料。集料是建筑用的混凝土骨料，是现代工程建设不可缺少的材料。另外，公路、铁路的路基用量也较大。其抗压强度大于或等于45MPa为矿体圈定及划分级别的主要指标成份。

2）加工技术可行性

本矿区建筑石料用灰岩矿矿石结构为生物屑微晶结构、碎裂泥-微晶结构；矿石矿物成分主要为方解石，含量95%以上；次为石英、玉髓，含量4%以下；碳质含量1～5%；含极少量生物碎屑、有机质及铁质。另矿石中均为非碱活性矿物，未见碱活性矿物。矿体饱和抗压强度36.5～105.1Mpa，平均66.06Mpa，具较好的机械强度，符合建筑石料物理力学性质要求。矿石质量损失率3.93～5.11%，平均4.31%，满足Ⅰ类等级指标。矿石压碎值9.52～11.50%，平均10.78%，满足Ⅱ类等级指标。矿石外照射指数IRa及内照射指数Iγ均＜1.0，满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）中建筑主体材料要求。

综上所述，本矿区没有对建筑石料用灰岩矿进行矿石加工技术性能试验研究，但与嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场、嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场等同类矿山进行过矿石生产加工技术性能试验对比研究，结果表明本矿区矿石质量优良，加工技术可行性好，完全能满足生产工艺要求。根据《矿产地质勘查规范建筑用石料类》（DZ/T 0341-2020），综合评价本区建筑石料用灰岩矿体可作为Ⅱ类建筑粗骨料。

2.4 矿床开采技术条件

2.4.1 水文地质条件

（1）区域水文地质概况

区域上地处鄂南丘陵山地与江汉平原过渡地带，属剥蚀残丘-垅岗湖盆堆积地貌。剥蚀残丘主要分布于高铁岭镇-谈家山以及八斗-峡山一带，主要由碳酸盐岩组成的山地，地形相对较陡；垅岗、湖盆大面积分布于密泉湖、大岩湖及其周边，主要由残积、冲坡积、湖冲积层组成，地形宽缓且平坦。

区域上地势总体南高北低，中部高、四周低且宽缓平坦，南部高、北部低，东部高、西部低，地形总体起伏较大，相对高差＞220m。最高峰为中南部的石壁山，海拔高程+242.0m，最低点为北东部密泉湖，海拔高程+20.4m，其次为西部大岩湖，海拔高程+22.6m，区域最低侵蚀基准面标高+20.4m。

区域含水岩组主要为石炭、二叠、三叠系各类碳酸盐岩，分布于米埠～宝塔山倒转背斜（B4）两翼，构成地形相对陡峭的山地。该岩组岩溶较发育，地表溶沟、溶槽、形态明显，局部见有溶洞与落水洞，为富水性良好的岩溶裂隙含水层。

区域隔水岩组为志留系各类碎屑岩，其中志留系碎屑岩分布于米埠～宝塔山倒转背斜（B4）东段核部。该岩组出露厚度大，为稳定的隔水层。

大气降水是区域地下水唯一补给来源，受季节影响较大，大气降水一部分形成地表径流，排泄到长江、陆水河，以及区内分布的多处湖、水库和池塘；另一部分沿地表、裂隙及落水洞渗流入地下，主要往北（长江）排泄。

（2）地表水特征

矿区附近分布大小池塘多处，较大的水库有大岩水库和九垅山水库，受大气降水补给，通过九垅沟等其它沟渠往南西向排泄，最终注入大岩湖。

九垅山水库位于矿区北部，直距矿区约380m，是一座以灌溉为主，兼有防洪、生态等综合效益的小（1）型水库，汇周围地表径流，承雨面积1.11km^2，水域面积0.11km^2，容积119.10万m^3，正常蓄水位+49m，设计洪水位+49.75m，校核洪水位+50.03m。

因构成九垅山水库及大岩水库的底板为志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩，属稳定的隔水层，且受地形限制，故排除通过地下水力联系倒灌进未来矿坑的可能性。靠近矿区一侧的库岸坡体岩性为志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩，属稳定的隔水层，且依据老采坑调查，水库不存在侧漏现象，对未来矿山采坑充水无影响。

除嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场采坑底盘有部分积水，以及嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场采坑底盘有大量积水外，采矿权内无地表水体。

（3）岩层的富水性

1）石炭系上统大埔组含水层

主要分布在矿区北部，岩性主要为厚层状含生物屑白云岩、灰质白云岩，其岩溶裂隙较发育，受构造、岩性等因素影响，岩溶裂隙发育极不均匀，具有浅部强、深部弱的规律。该层碳酸盐岩岩溶水主要受大气降水入渗补给，补给方式为贯入式补给，其水位、水量随大气降水变化较大，据《1:20万蒲圻幅H-49-24区域水文地质普查报告》及实地调查，该层泉水流量为1.5-12L/s，渗透系数约10-60m/d，地下迳流模数5-8L/s·Km^2，属中等～强富水岩层。受大气降水影响，流量变化较大。该含水层水质好，矿化度0.202g/L，pH值7.93，水质类型为HCO_3-SO_4-Ca-Mg型。

2）石炭系上统黄龙组

主要分布在矿区中部，岩性主要为厚层状微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩，其岩溶裂隙较发育，受构造、岩性等因素影响，岩溶裂隙发育极不均匀，具有浅部强、深部弱的规律。该层碳酸盐岩岩溶水主要受大气降水入渗补给，补给方式为贯入式补给，据《1:20万蒲圻幅H-49-24区域水文地质普查报告》及实地调查，该层泉水流量一般为3.0-32.0 L/s，渗透系数约为6-45m/d，地下迳流模数4-7.5L/s·Km^2，属中等～强富水岩层。其水位、水量随

大气降水变化较大。该含水层水质好，矿化度0.202g/L，pH值7.93，水质类型为HCO3-SO4-Ca-Mg型。

3）二叠系阳新统栖霞组

主要分布在矿区南部，岩性主要为薄-中厚层状含碳质瘤状生物屑灰岩，厚层状含燧石结核微晶灰岩。其岩溶裂隙较发育，受构造、岩性等因素影响，岩溶裂隙发育极不均匀，具有浅部强、深部弱的规律。该层碳酸盐岩岩溶水主要受大气降水入渗补给，补给方式为贯入式补给，据《1:20万蒲圻幅H-49-24区域水文地质普查报告》及实地调查，该层泉水流量一般为1.8-16.0L/s，渗透系数约为15-55m/d，地下迳流模数5-8L/s·Km^2，属中等～强富水岩层。其水位、水量随大气降水变化较大，该含水层水质好，矿化度0.202g/L，pH值7.93，水质类型为HCO_3-SO_4-Ca-Mg型。

上述3个含水层对未来矿山采坑充水有直接影响。

（4）地下水动态及其补给、径流与排泄

矿区位于嘉鱼县东南部裸露型岩溶山地一带，属区域水文地质单元的补给带，九垅水库、大岩湖为区域排泄区。

采矿权内原两家矿山（嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场，嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场），经过十余年的采矿活动，造成矿山采坑底盘内均出现不同程度的积水，其中嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场底盘最低标高+49.13m，积水深约1.5m；嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场底盘最低标高+40.84m，积水深0.5～3.0m。

根据35个钻孔水文地质编录成果，地下水静止水位标高在38.50～51.00m之间，平均46.31m，QZ607最低为38.50m（2024年8月），ZK707最高51.00m（2024年8月），最大水位势差12.50m。

矿山多年开采，对采矿权内含水层破坏较大，改变含水层排泄径流方向，采坑内不同程度的积水为地下岩溶裂隙水排泄于采坑底盘所形成，故积水受地下水排泄补给而常年不干。围岩志留系下统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩隔水性好，为稳定的隔水层。

大气降水是矿区地下水唯一补给来源，受季节影响较大，大气降水一部分形成地表径流，排泄到周边的池塘、九垅山水库及大岩水库；另一部分沿裂隙及落水洞渗流入地下，因受志留系下统坟头组碎屑岩及二叠系阳新统梁山组碎屑岩隔水层影响，致使石炭系上统大埔组、黄龙组岩溶裂隙含水层多以暗泉的形式在采坑底盘溢出地表，从而形成采坑底盘积水；二叠系阳新统栖霞组岩溶裂隙含水层由北向南，顺着地层走向，往南东和南西向排泄，并多以暗泉、间歇泉的形式在山沟、田间、水塘低洼地带溢出地表。

地下水主要接受大气降水的补给，季节性变化明显，局部有地下水回补的现象。入渗强度受岩性、构造及地貌的制约。地表岩石接受大气降水后，一部分以地表径流的方式向低洼地带排泄，最终流入黄河；另一部分沿节理、裂隙、层理渗入，以纹流、层流的方式转化为潜水或碳酸盐岩岩溶水，在矿区南东侧的瓜峪沟中以泉水的形式排泄出地表。向河流排泄是地下水排泄的主要方式，当地年平均降雨量493.7mm，年平均蒸发量为1880mm，说明蒸发为地下水排泄的另一方式。

（5）充水因素分析

矿区内石灰岩白云岩矿体主要分布于裸露型岩溶区，大部分出露地表，局部被第四系残坡积层、冲坡积层覆盖，出露标高在+40.84m～+155.60m之间。矿区最低开采标高为+39m，当地最低侵蚀基准面标高+29.70m，最低排泄基准面标高+37.33m；未来矿床采用露天开采，矿山终了形成露天采坑，因此，未来矿坑底部始终会有涌水，未来矿坑充水因素分析如下：

1）大气降水对矿坑充水的影响

未来矿床采用露天开采，采场直接暴露于地表，且终了形成露天采坑，因此大气降水则成为矿坑充水的主要来源。矿区雨季多集中在4～8月份，占全年降水总量的60%，3月和9～10月为平水期，11月至次年2月为枯水期，年最大降雨量为1921mm，年最小降雨量849mm，年平均降雨量1431mm，月最大降雨量441.7mm，月最小降雨量2.8mm，日最大降雨量212.5mm，日平均降雨量12.3mm。

2）地表水对矿坑充水的影响

前已述及，矿区内构成大岩水库和九垅山水库的底板为志留系下统坟头组（S1f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩，属稳定的隔水层，且受地形限制，排除通过地下水力联系倒灌进未来矿坑的可能性，故水库对矿坑充水无影响，采矿权最低开采标高高于排泄基准面标高，地表水采坑内积水可自然排泄。

采矿权内除嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场采坑底盘有部分积水，以及嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场采坑底盘有大量积水外，无地表水体，矿体最低开采标高为+39m，高于最低排泄基准面标高+37.33m。地表水在采坑汇水范围内，雨季受地表径流补给可自然排泄于矿区外。

3）地下水对矿坑充水的影响

矿区最低开采标高为+39m，高于最低侵蚀基准面标高+29.70m。如前所述，矿区内常年不干的积水为地下岩溶裂隙水排泄所形成，矿坑最低开采标高低于最低地下水静止水位标高41.69m。

综述，未来矿床采用露天开采，未来矿坑水通过自流排出，大气降水、地表径流及岩溶地下水均为矿坑充水因素，而岩溶地下水对矿山开采影响最大，故未来矿坑充水主要因素是岩溶水。

（6）矿坑涌水量预测

未来矿山终了形成露天采坑，矿床充水的因素有三个，一是露天采坑大气降水直接补给，二是采坑汇水范围内地表径流补给，三是岩溶地下水。在矿山开采过程中的涌水问题主要受大气降水和岩溶地下水的影响。

矿坑充水量预测如下：

1）露天采坑承接大气降水补给量计算

雨季日最大降水补给量：$Q_1＝F_1A$

雨季日平均降水补给量：$Q_1＝F_1\underline{A}$

式中：$Q_{天}$-露天采坑内日最大降水补给量（m^3/d）

$\underline{Q}_{天}$-露天采坑内雨季日平均降水补给量（m^3/d）

F-露天采坑接受大气降水面积（m^2）

A-历年日最大降水量（m）

$\underline{A}$-历年雨季日平均降水量（m）

计算参数选择及确定：①露天采坑接受大气降水补给面积（F_1）：采矿权承接大气降水面积直接用 CAD 在 1/2000 地形图上量取，F_1=511952m^2。

②历年日最大降水量（A）：据嘉鱼县气象局提供的降水观测资料，矿区一带20年来日最大降水量为212.5mm。

③历年雨季日平均降水量（$\underline{A}$）：本区雨季一般集中在4～8月，根据搜集矿区一带20年来资料，雨季日平均降水量为12.3mm。

根据上述参数确定：雨季日最大降水补给量Q_1=511952×0.2125=108790m^3，雨季日平均降水补给量Q_1=511952×0.0123=6297m^3

2）露天采坑地表径流补给量计算

雨季日最大地表径流补给量：$Q_2=F_2\times A\times（1-\lambda）$

雨季日平均地表径流补给量：$Q_2=F_2\times\underline{A}\times（1-\lambda）$

式中：Q_2-露天采坑地表径流补给量（m^3/d）

F_2-露天采坑汇水面积（m^2）

A-历年日最大降水量（m）

A-历年雨季日平均降水量（m）

λ-入渗系数

计算参数选择及确定：①露天采坑汇水面积（F_2）：直接用CAD在1/2千地形图上量取九龙山矿段最大汇水面积，用汇水面积减去矿坑直接承雨面积。矿区最大汇水面积为781260m^2，矿坑承雨面积为511952m^2，露天采坑汇水面积为269308m^2。

②历年日最大降水量（A）：据嘉鱼县气象局提供的降水观测资料，矿区一带20年来日最大降水量为212.5mm。

③历年雨季日平均降水量（A）：本区雨季一般集中在4～8月，根据搜集矿区一带20年来资料，雨季日平均降水量为12.3mm。

④入渗系数：根据我省岩溶发育程度较弱地区的入渗系数的经验值0.1～0.15，本矿段入渗系数取平均值为0.125。

根据上述参数计算，雨季日最大地表径流补给量Q_2=269308×0.2125×（1-0.125）=50075m^3，雨季日平均地表径流补给量Q_2=269308×0.0123×（1-0.125）=2898m^3。

另鉴于矿区采坑底盘常年不干的实际情况，采用水文地质比拟法估算矿区地下水涌水量。鉴于矿区拟采矿坑与前期开采矿坑相邻，所处水文地质单元及含水层特征一致，故后期矿坑地下水涌水量可类比前期开采涌水量调查结果进行估算。

矿坑地下水日最大涌水量：$Q_3=Q_0\times\sqrt{\frac{F_3S}{F_0S_0}}$

矿坑地下水日平均涌水量：$Q_3=Q_0\times\sqrt{\frac{F_3S}{F_0S_0}}$

式中：Q_3-矿坑地下水日最大涌水量（m^3/d）

Q_3-矿坑地下水日平均涌水量（m^3/d）

F_3-+39m采坑坑底境界面积（m^2）

F_0-+40m开采水平采坑坑底境界面积（m^2）

S-+39m开采水平采坑地下水位降深（m）

S_0-+40m开采水平采坑地下水位降深（m）

计算参数选择及确定：①矿坑面积（F_3）：取前述大气降水补给量估算确定的矿坑面积（不加汇水面积），F_3=511952m^2。

②+40m开采水平矿坑境界面积（F_0）：根据2016和2018年原九龙山采石场坑底境界面积为44056m^2，F_0=44056m^2

③目前开采水平日平均涌水量（Q_0）：取2016年和2018年的日平均地下水涌水量的平均值，Q_0=3275m^3

④目前开采水平日平均涌水量（Q_0）：取2016年和2018年的日最大地下水涌水量的平均值，Q_0=8297m^3

⑤目前开采水平采坑地下水位降深（S_0）：目前钻孔揭露的平均水位标高为+52m，目前开采水平标高为+40m，S_0取值12m。

⑥+39m开采水平采坑地下水水位降深（S）：目前钻孔揭露的平均水位标高为+52m，+39m开采水平标高水位降深为13m，S取值13m。

根据上述参数确定，矿坑日最大涌水量$Q_3=8297\times\sqrt{\frac{511952\times13}{44056\times12}}=29039m^3$，矿坑日平均涌水量$Q_3=3275\times\sqrt{\frac{511952\times13}{44056\times12}}=11463m^3$。

未来矿山采用露天开采，在境界外和边坡平台上修筑截排水沟，地表径流无汇水进入坑底。坑底的汇水包含露天采坑承接大气降水和地下涌水，则计算矿坑最大汇水量计算公式$Q=Q_1+Q_3$。综上计算最大汇水量为137829m^3/d，正常汇水量为17760m^3/d。

2.4.2 工程地质条件

（1）工程地质岩组特征

根据岩（土）体的工程地质特征及成因，按岩石坚硬程度分类标准，单轴饱和抗压强度fr＞60Mpa为坚硬岩类，30Mpa＜fr≤60Mpa为半坚硬岩类，fr≤30Mpa为软弱岩类，详查及本次勘查工作按不同矿石类型及不同工程采取了33组物理力学样并测试，根据测试结果（表2.4-1），将矿区岩（土）划分为6个工程地质岩组。

表2.4-1 抗压强度试验结果表

序号	样号	岩性	层位	饱和状态抗压强度	勘查阶段
1	WKZK101-1	灰岩	C_2h	48.8	详查
2	WKZK201-1	灰岩	P_2q	36.5	
3	WKZK203-1	灰岩	C_2h	75.9	
4	WKZK204-1	白云岩	C_2d	130.5	
5	WKZK204-2	泥质粉砂岩	S_1f	40.9	
6	WKZK301-1	灰岩	P_2q	43.4	
7	WKZK303-1	灰岩	C_2h	48.2	

序号	样号	岩性	层位	饱和状态抗压强度	勘查阶段
8	WKZK303-2	白云岩	C_2d	33.9	
9	WKZK401-1	白云岩	C_2d	78.4	
10	WKZK401-2	泥质粉砂岩	S_1f	11.7	
11	WKZK501-1	白云岩	C_2d	101.1	
12	WKQZ201-1	灰岩	P_2q	105.1	
13	WKTC2-1	灰岩	P_2q	94.9	
14	W24100-1	灰岩	C_2h	65.34	勘探
15	W24100-2	灰岩	C_2h	67.73	
16	W24100-3	灰岩	C_2h	80.77	
17	W24100-4	灰岩	C_2h	56.40	
18	W24100-5	白云岩	C_2d	75.35	
19	W24100-6	灰质白云岩	C_2d	83.58	
20	W24100-7	灰岩	C_2h	52.37	
21	W24100-8	碳质灰岩	P_2q	31.05	
22	W24100-9	碳质泥岩	P_2l	4.10	
23	W24100-10	灰岩	C_2h	66.32	
24	W24100-11	灰岩	C_2h	87.51	
25	W24100-12	泥质粉砂岩	S_1f	18.11	
26	W24100-13	泥质粉砂岩	S_1f	15.49	
27	W24100-14	灰岩	C_2h	56.48	
28	W24100-15	白云岩	C_2d	74.30	
29	W24108-1	白云岩	C_2d	52.39	
30	W24108-2	灰岩	C_2h	63.09	
31	W24108-3	白云岩	C_2d	104.63	
32	W24114-1	灰岩	C_2h	73.85	
33	W24114-2	炭质灰岩	P_2q	85.43	

1）坚硬厚层状白云岩岩组（II）

分布于矿区北侧，由石炭系上统大埔组（C_2d）含生物屑白云岩、灰质白云岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度33.9～130.5Mpa，平均81.57Mpa，单样变化较大。该岩组呈微晶结构、含内碎屑-生物屑微晶结构、粉-微晶结构，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙不发育，岩石致密坚硬，力学强度高，抗风化能力强，工程地质条件好。

2）坚硬薄-厚层状灰岩岩组（III）

分布于矿区南部，由二叠系阳新统栖霞组（P_2q）含碳质瘤状泥晶灰岩、含燧石结核微晶灰岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度36.5～105.1Mpa，平均66.06Mpa，单样变化较大。该岩组主要呈生物屑微晶结构、碎裂泥-微晶结构，中厚-厚层状构造为主，结构

面以层理为主，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽1～5mm的方解石细脉，以及少量碳质和泥质，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力较强，工程地质条件较好。

3）坚硬厚层状灰岩岩组（I）

分布于矿区中部，由石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度48.2～87.51Mpa，平均64.82Mpa。该岩组主要呈微晶结构、泥晶生物屑结构、生物屑微晶结构、碎裂结构，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽1～3mm的方解石细脉，局部为少量泥质充填，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力较强，工程地质条件较好。

4）较软弱层状-页片状粉砂岩、页岩岩组（IV）

分布于矿区北部九垅山水库一带，由志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度11.7～40.9Mpa，平均21.55Mpa。该岩组呈泥质～粉砂结构、薄-中厚状构造，结构面以层理为主，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽1～2mm的钙质和泥质，岩石总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，工程地质条件差。

5）软弱层状-页状碳质页岩岩组（V）

分布于矿区南部，由二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层组成，据物理力学试验结果，其饱和抗压强度为4.1Mpa。地层厚度＜11m。该岩组以泥质结构、页理构造为主，节理裂隙发育，岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，工程地质条件差。

6）松散岩类（V）

①主要为第四系更新统残坡积层粘土、亚粘土、含砾亚粘土，覆盖于矿体之上，矿区厚0～7.0m，平均厚3.67m，其结构致密，呈半固结状态，可塑～硬塑状，中～低压缩性，土体比较稳定，工程地质条件较差。本岩组未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，对边坡稳定性影响不大。

②废渣堆由矿山前期剥离、开挖的土层及碎石块组成，分布于矿区原两家矿山，其规模、大小、厚度不等，一般随坡就势堆积，结构松散，工程地质条件差。在大暴雨的时候，经雨水冲刷淋滤，易发生局部小规模泥石流、滑坡等地质灾害。

（2）结构面特征

该区的岩体结构大多数属整体层状、块状结构，以基本稳定结构为主，少部分为碎裂结构，局部散体结构。矿区岩体结构面类型主要有原生软弱层、层理与节理裂隙，分属III、IV级结构面，各级结构面特征如下：

1）原生较软弱-软弱层（III级结构面）

矿区原生较软弱层发育于志留系下统坟头组（S_2f），由泥质粉砂岩、粉砂质页岩组成，倾向175°～185°，倾角25°～30°。该较软弱层总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，遇水软化作用显著。该较软弱层为II号矿体的底板围岩，如果未来开采将其剥离出来，将构成露天采坑的边坡而暴露于地表，加之本矿床是以岩溶水充水为主的矿床，如果未来矿坑疏排水不及时，在受雨水的长期淋滤、浸泡以及重力作用下（剥离后将产生临空面），局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题。

矿区原生软弱层发育于二叠系阳新统梁山组（P_2l），主要由碳质页岩组成，岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，易发生失稳、滑坡、掉块等不良工程地质问题。该软弱层为夹层，未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，但采矿权人在未来矿山开发利用活动中要充分认识到可能遇到的安全风险。

2）层理与节理裂隙（IV级结构面）

①层理

矿区岩层层理主要发育在石炭系上统大埔组、黄龙组和二叠系阳新统栖霞组碳酸盐岩中，以厚层状构造为主，单层厚50～100cm，岩层层间结合力强。矿区岩层走向近东西向，倾向175°～185°，倾角25°～30°，南部边坡坡向与岩层倾向相同，坡角与岩层倾角基本一致，局部较陡，为顺向坡，现状条件下不易顺层开裂下滑，边坡稳定，层理对岩体的完整性与稳定性基本无影响。碳坡矿段岩层走向北西西、南东东，倾向175°～230°，倾角一般为24°～45°，局部偏陡，现状条件下层理对岩体的完整性与稳定性无影响。

②节理裂隙

矿区内岩石节理裂隙较发育，特别是二叠系阳新统栖霞组含碳质瘤状灰岩、含燧石结核微晶灰岩，沿裂隙常充填宽1～5mm的方解石细脉，以及少量碳质和泥质。经初步统计岩石节理裂隙主要有二组：a组走向近东西，倾向10°～15°，倾角65°～73°，延伸长度一般3～8m，最长延伸12m，裂隙间距一般在0.5～1m之间，密度1～7条/m，沿层理面有少量的泥砂质及钙质充填物；b组走向北北东，倾向270°～285°，倾角63°～75°，发育密度不均匀，密集2～4条/m，该组节理裂隙因岩溶作用而呈溶蚀裂隙形式，延伸长度一般10m以上，节理面较平直光滑，沿节理裂隙面分布有泥钙质充填物。

据钻孔岩心工程地质编录，矿区深部岩石节理裂隙发育密度较地表稀疏，裂隙间距一般在0.5～1m之间，密度1～2条/m，多为方解石脉紧密充填，次为碳质和泥质充填，裂隙溶蚀程度也弱于地表，对深部岩体的完整性与稳定性影响不大。

上述这些节理裂隙破坏了局部岩石的完整性，在开采过程中可能会出现边坡危岩和掉块现象。

（3）岩体质量

根据钻孔岩心RQD值统计：石炭系上统大埔组（C_2d）白云岩，RQD值为57～79%，平均69%，岩石质量中等～好，等级为III～II级，岩体完整性中等～较完整；

石炭系上统大埔组黄龙组（C_2h）微晶灰岩，RQD值为40～78%，平均63%，岩石质量劣～中等～好，等级为IV～III～II级，岩体完整性差～中等～较完整；

二叠系阳新统栖霞组（P_2q）含碳质瘤状灰岩、含燧石结核灰岩，RQD值为59～73%，平均65%，岩石质量中等，等级为III级，岩体完整性中等；

二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩RQD值为21～41%，平均29%，岩石质量劣，等级为IV级，岩体完整性差；

志留系下统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩RQD值为30～50%，平均44%，岩石质量劣，等级为IV，岩体完整性差。

按岩体质量指标M法（M=Rc×RQD/300）评价：

大埔组（C_2d）白云岩平均抗压强度（Rc）86.7Mpa，平均RQD值69%，质量指标M值为0.20，属质量中等的III类岩体；

黄龙组（C_2h）微晶灰岩平均抗压强度（Rc）55.2Mpa，平均RQD值63%，质量指标M值为0.12，属质量中等的III类岩体；

栖霞组（P_2q）含碳质瘤状灰岩、含燧石结核灰岩平均抗压强度（Rc）69.9Mpa，平均RQD值65%，质量指标M值为0.15，属质量中等的III类岩体；

坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩平均抗压强度（Rc）26.3Mpa，平均RQD值44%，质量指标M值为0.04，属质量差的IV类岩体；

梁山组（P_2l）碳质页岩亦属质量差的IV类岩体。

（4）工程地质评价

1）主要矿体（层）顶、底板的稳定性

矿段内熔剂用石灰岩矿（I矿体）、熔剂用白云岩矿（II矿体）和建筑石料用灰岩矿（III矿体）分别赋存于石炭系上统黄龙组（C_2h）、石炭系上统大埔组（C_2d），二叠系阳新统栖霞组（P_2q）。I矿体的顶板为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩，底板为II矿体；II矿体的顶板为I矿体，底板为志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩；III矿体的顶板为第四系（Q）更新统残坡积层，局部地段全部裸露无顶板，底板为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩。

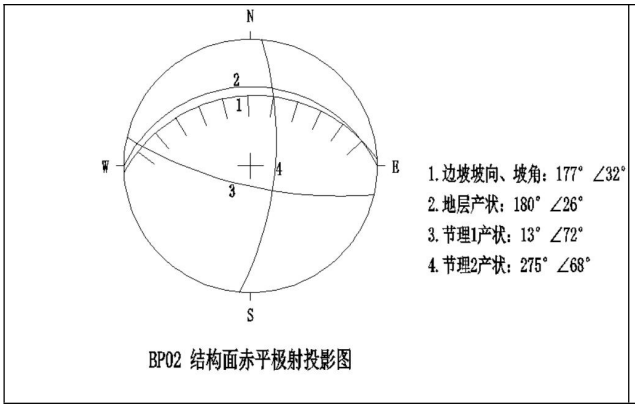
矿段内各矿体均为半坚硬～坚硬薄-厚层状碳酸盐岩岩组，工程地质条件较好～好。I矿体的顶板（同为矿体中的夹层）为二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩，为软弱层状-页状碳质页岩岩组，工程地质条件差。其RQD值平均29%，岩石质量劣，等级为IV，岩体完整性差，属质量差的IV类岩体。该软弱层岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，易发生失稳、滑坡、掉块等不良工程地质问题。未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡。

II矿体的底板志留系下统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩，为较软弱层状-页状粉砂岩、页岩岩组，工程地质条件差。其平均抗压强度26.3Mpa，RQD值平均44%，岩石质量劣，等级为IV，岩体完整性差，属质量差的IV类岩体。该较软弱层总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，遇水软化作用显著。如果未来开采将其剥离出来，将构成露天采坑的边坡而暴露于地表，加之本矿床是以以岩溶水充水为主的矿床，如果未来矿坑疏排水不及时，在受雨水的长期淋滤、浸泡以及重力作用下，局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题。

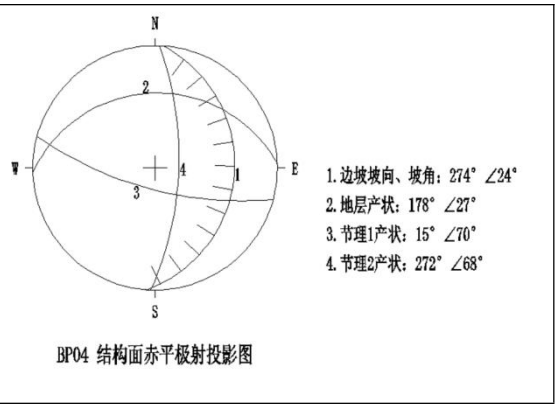
2）已有边坡稳定性评价

矿区内原有生产经营多年的老矿山，均采用中深孔爆破、分台阶开采，经过近十年的采矿活动，各采坑单台阶高差5～20m不等，局部高差达30m以上，采坑边坡角一般30～65°，局部较陡达70°以上。开采层位均属半坚硬～坚硬厚层状碳酸盐岩岩组，现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害不发育，发生崩塌的可能性小，但潜在掉块、滚石的可能。

矿区山体自然坡度一般5～15°，采坑周围为开采形成的人工边坡坡角一般24～32°，地形切割不深，矿体位于石炭系上统大埔组、黄龙组及二叠系阳新统栖霞组半坚硬～坚硬薄-厚层状碳酸盐岩岩组。对矿区采坑边坡稳定性分述如下：



BP02 结构面赤平极射投影图



BP04 结构面赤平极射投影图

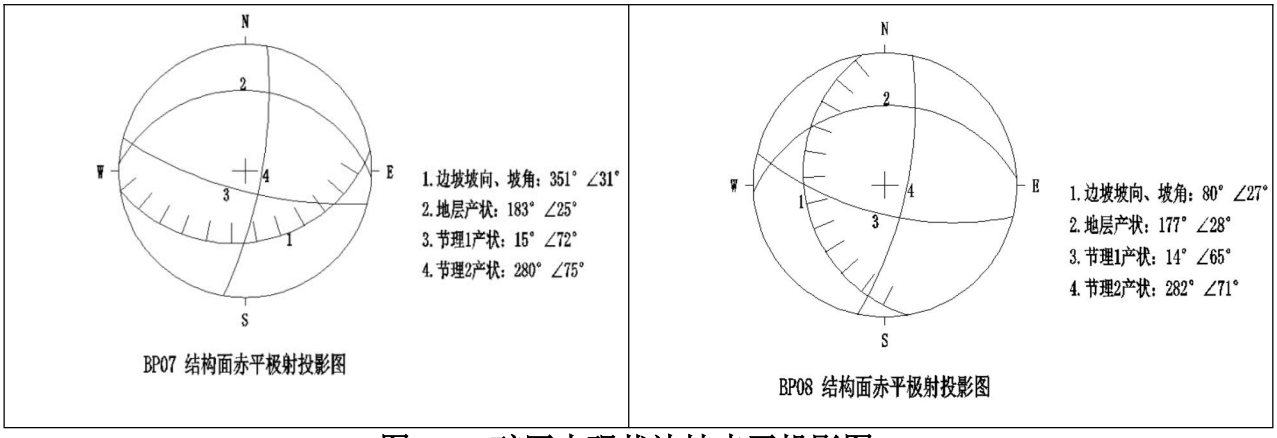


图2.4-1 矿区内现状边坡赤平投影图

矿区内采坑周围形成的主要边坡共有9处，编号分别为BP01～BP09，其中BP01、BP02、BP03、BP09为同一坡向边坡，坡向南；BP04、BP06为同一坡向边坡，坡向西；BP05、BP07为同一坡向边坡，坡向北；BP08坡向东；本次采坑边坡评价选择以上四个方向具代表性的边坡进行，分别为BP02、BP04、BP07、BP08。

根据赤平极射投影图分析，北向边坡（BP01、BP02、BP03、BP09）与岩层倾向呈顺向，岩层倾角小于边坡坡角，且岩层倾角大于20°，该方向边坡为顺向临空边坡，边坡不稳定，容易失稳；西向边坡（BP04、BP06）与岩层倾向、节理1倾向呈切向相交，对边坡稳定性影响小，节理2与边坡呈顺向，由于节理2贯通性较差，对边坡稳定性影响中等，故西向边坡稳定性为基本稳定；北向边坡（BP05、BP07）与岩层倾向相反，岩层对边坡稳定性影响小，边坡与节理2呈切向相交，节理2对边坡稳定性影响小，节理1与边坡呈小角度相交，节理1贯通性较差，对边坡稳定性影响中等，故北向边坡稳定性为基本稳定；东西边坡BP08与岩层倾向、节理1呈切向相交，对边坡的影响小，与节理2倾向相反，对边坡的影响小，故东向边坡稳定。

II矿体的底板围岩坟头组（S_2f），为较软弱层状-页状粉砂岩、页岩岩组，且位于顺向坡坡段，该岩组未来开采后，在持续降雨或强降雨过程中，地表水沿孔隙、裂隙渗入岩体，增加坡体自重，增大了孔隙水压力；浸水后水对泥质粉砂岩、粉砂质页岩的软化作用显著，坡体抗剪强度降低；加之本矿床是以以岩溶水充水为主的矿床，未来矿坑底部始终会有涌水，如果未来矿坑疏排水不及时，在受雨水的长期淋滤、浸泡以及重力作用下（剥离后将产生临空面），边坡稳定性将大为降低；再加上爆破过程中受到不同程度的震动或冲击，局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题。

（5）防治建议

在开采活动过程中，应加强露天边坡的安全防护措施，应防止采场边坡的掉块和局部垮塌等事故发生。建议防治措施如下：

1）做好开采设计，合理安排开采顺序，确定合理的台阶高度，自上而下分层开采。矿山开采严格按设计执行。

2）控制爆破技术，减小爆破震动对边坡的影响。

3）可采用注浆加固等人工加固方法，以提高岩体粘结度；还可通过主、被动钢丝绳网，对岩体失稳进行治理与防护。

4）可利用削坡、反压坡脚等减重措施来减少边坡承受的压力。运用缓坡清理方式，对滑体或潜在滑体上部或中上部进行削坡来达到减小边坡角和下滑力的目的，从而抑制滑体进一步发展。

5）矿区北侧边坡需通过截排水沟等措施做好截排水工作，防止降水汇集对边坡稳定性的影响。

6）加强矿山地质工作，随着矿山开采的推进，掌握矿山边坡的地质条件变化情况，指导矿山开采与边坡治理。

7）建立地表岩层移动监测站等边坡监测系统，随时对地表和坡面进行水平和垂直位移测量，建立切实可行的边坡管理及检测制度，配备专门的边坡管理人员，并定期对边坡的稳定性进行检测，对边坡的失稳事故制定一定的紧急预案。

2.4.3 地质环境质量

（1）区域稳定性

本区大地构造位置位于下扬子陆块咸宁台坪褶皱带内，江汉断裂凹陷带的南部边缘，区域构造演化分为三个阶段，即基底形成阶段（前震旦纪）、板块迁移及盖层发育阶段（震旦纪-古生代未）、板块内变形阶段（三叠纪-第三纪）。燕山运动是区内主要构造运动，形成的构造形迹构成了本区主体构造格局，自晚第三纪大地构造运动趋于稳定。区内虽然断裂构造发育，但未发现有活动性断裂通过，岩浆活动和新构造运动不强烈，地壳长期处于稳定剥蚀堆积阶段，表现为第四系残坡积层厚度大，水域大而浅，山势呈浑圆状。

咸宁市历史上的地震并不多，虽然周边地震活动较频繁，但震级小，烈度偏低，发生破坏性地震的机率不大。据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）标准，咸宁市抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度值为0.05g，地震动反应谱特征周期为0.35s，地震烈度为VI度，属地壳较稳定区。

（2）地质环境问题

矿区不属于地质灾害易发区。矿区内未发现有大规模地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害发生历史。本矿山属于露天开采，不存在地下开采的矿业活动，故不存在地下采空区，即不存在潜在的地面塌陷、地裂缝等地质灾害的可能性。矿区内现存的

矿山地质灾害隐患主要表现为：高陡边坡可能发生的崩塌、滑坡地质灾害、废渣堆边坡可能发生的滑坡地质灾害和小规模地裂缝。

根据现场调查，矿区内分布有四个大小不一的采坑，其中矿区西部为CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、东侧为 CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）、南部为 CC3（历史遗留采坑）、西南部为CC4（历史遗留采坑），见图2.4-2，已有开采边坡基本情况统计表见表2.4-2。

1）崩塌、滑坡

矿区内共分布有四个露天采场，分别为CC1、CC2、CC3、CC4，其中CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）已于2020年9月30日关闭，CC3、CC4 为历史遗留废弃采坑。



图2.4-2 矿区已有采坑分布图

表2.4-2 采石场开采边坡基本情况统计表

采坑名称	边坡编号	坡向	前缘宽(m)	坡高	坡度	地层产状	主要节理	结构类型	稳定性	备注
CC1	L1	178	211	12-65	65-74	150∠28	166∠38	逆向斜坡	基本稳定	四级台阶
	L2	289	206	10-30	55-68	155∠24	177∠40	斜向斜坡	稳定	
	L3	101	184	10-34	48-63	148∠29	181∠45	斜向斜坡	稳定	
CC2	L1	3	455	8-71	51-72	187∠26	201∠35	顺向斜坡	基本稳定	三级台阶
	L2	266	188	12-23	52-67	179∠21	175∠38	斜向斜坡	稳定	
	L3	113	261	10-22	55-61	200∠31	163∠44	斜向斜坡	稳定	
CC3	L1	6	245	10-25	35-45	173∠25	199∠37	逆向斜坡	稳定	一面坡
CC4	L1	46	102	3-10	30-52	180∠28	169∠40	斜向斜坡	稳定	二级台阶

CC1 采坑为原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场，地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长412m，宽306m的不规则“圆”形采坑。采坑底盘标高+50m，最大高差达64m，边坡坡度较陡，为48°~74°，大致形成+100m、+80m、+60m、+50m四级开采台阶。

据调查，CC1采坑内发现一处危岩体，位于南部边坡高程110~112m处（图2.4-3），长度88m，宽度16m，高度2~5m，体积约2816m，为弱风化石灰岩，中心坐标为X=3300298，Y=38480765。受节理控制，局部悬空。目前处于基本稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，部分存在掉块现象。



图2.4-3 CC1采坑南部高陡边坡现状

CC2采坑为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场，地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长718m，宽230m的不规则近扇形采坑。采坑底盘标高+50m，最大高差达75m，边坡坡度较陡，为48°~74°。大致形成+118m、+100m、+80m、+50m四级开采台阶。坡面岩体较破碎，部分台阶坡脚堆有浮渣，局部台阶破坏或未贯通，现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害不发育，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，见图2.4-4。



图2.4-4 CC2采坑北部高陡边坡现状

CC3为历史遗留废弃采坑，位于矿区南部，地势呈北高，南低，目前已形成一长245m，宽50m~100m的不规则近扇形采坑。采坑底盘平均标高为+70m,呈单面斜坡，边坡高差较大处达25m。边坡较缓，边坡边坡角一般35°~45°，局部50°以上。现状条件下边坡处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，见图2.4-5。



图2.4-5 CC3采坑北部高陡边坡现状

CC4历史遗留废弃采坑，位于矿区西南部，地势呈北高，南低，目前已形成一长102m，宽 10m~20m 的不规则近扇形采坑。采坑底盘平均标高为+37.7m,边坡坡度较陡,为65°-85°。大致形成+50m、+40m二级台阶。现状条件下边坡处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害。



图2.4-6 CC4采坑北部高陡边坡现状

据调查，CC4区内发现一处危岩体，位于CC西部边坡高程50~55m处（图2.4-6），长度 10m，宽度3m，高度2~3m，体积约60m，为弱风化石灰岩，中心坐标为X=3300279，Y=38480531。受节理控制，局部悬空。目前处于基本稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，部分存在掉块现象。

2）裂缝变形

CC2采坑（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）北侧边坡坡脚出现小规模裂缝变形，非区域构造裂缝，见下图2.4-7。多数裂缝呈直线或弧线状延伸，长度从数十米到数百米不等。裂缝宽从5cm至数米不等，多数裂缝向深部逐渐变窄、闭合，深度一般数米至数十米。由于原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场采矿活动，此区域开采台阶坡面角较陡，造成采空失稳进而产生裂缝，后期随着降雨入渗裂缝进一步延伸扩大。矿山基建过程将对其裂缝发育区域削坡清危处理。



图2.4-7 CC2采坑北部高陡边坡裂缝现状

（3）岩溶

矿区内地质钻孔共钻孔1678.37米/49孔，遇溶洞数量7处，最小溶洞高0.6m，最大溶洞高3.0m，溶洞总高9.3m。6处溶洞为全充填，1处无充填，钻探工程所揭露钻孔见洞隙率为10.2%，地下线岩溶率1.01%，区岩溶发育程度属微弱等级，岩溶隐蔽致灾风险性低。

根据现场调查，矿区部分区域地表岩溶发育程度总体属中等，其宏观形态以溶蚀裂隙、溶蚀洼坑及溶蚀沟槽为主，未见大型溶洞或塌陷。以溶蚀裂隙、溶蚀坑、溶蚀槽、溶蚀沟为主。溶蚀裂隙深度一般为数厘米至十余厘米，溶蚀面较为粗糙。岩溶发育明显受岩性与构造控制，主要赋存于可溶性较强的白云岩层中，并沿平行岩层的节理发育。



图2.4-8 矿区地表岩溶情况

整个勘察期间共发现5处落水洞（E1、E2、E3、E4、E5）。E1位于钻孔ZK904北面约20m，平行岩层的节理裂隙发育，长度约25m，宽度0.2~3.0m，深度3~6m，溶沟呈东西方向展布，沟内无充填。

E2位于钻孔ZK602西向约30m处，以垂直节理裂隙为主，西面溶沟宽度约20~50cm，深约3m，东面溶洞呈坑状，长度约6m，宽度约3m，深度约2~3m。E3位于钻孔ZK902西北向约40m处，呈东西方向展布，主沟宽约1.5m，往东发育成两条溶沟，每条宽度约10~40cm，长约3m，深度约为2m。E4位于钻孔ZK202北东向约15m处，平行岩层的节理裂隙发育，出露标高+107.23m，呈扁椭圆形，直径约1.5m，可见深度约1.7m，洞壁较直，洞口向深处逐渐变窄。E5位于钻孔ZK501北北西向约60m处，以垂直节理裂隙为主，出露标高112.37m，不规则状，直径约2m，可见深度约3m，洞壁较光滑。

（4）矿山开采地质环境影响预测

1）水土流失

矿区水土流失是由于人为扰动地表或堆置固体废弃物而造成的水土资源的破坏和损失，是以人类活动为外营力而产生的一种特殊的水土流失类型。本矿区为山坡露天矿，露天

采场在开采过程中剥离原地表植被和表层岩土，使地貌丧失生物生产力，呈岩石裸露、砂砾遍布的景观。由于矿区地表几乎无任何植被覆盖，每逢降雨，很快形成径流，造成水土流失。因此在今后矿山开采过程中，为防治水土流失，应做好拦渣、护坡、截排水等防护工程，并在适宜地段覆土种草植树。

2）岩溶地面塌陷

矿区基岩大部分直接出露地表，为灰岩和白云岩，大部分没有第四系松散层覆盖，局部地段有第四系松散覆盖层。因此在自然条件下还是在矿坑排水条件下，矿区范围内产生岩溶地面塌陷的可能性小。同时采场内由于爆破震动、荷载等因素，可能使岩溶洞隙顶板塌落，应引起重视并做好相应的防护措施。

该矿矿体主要为中厚层状灰岩，属层状块状岩类，岩质致密坚硬、完整稳固，岩体中主要结构面为层面结构面，地层总体走向为北北西转南东东向,总体倾向北东(45°)，倾角20-50°，结构面间结合较紧密。

3）采场边坡引发崩塌、滑坡

随着矿山的开采，露采坑四面将形成最终边坡，其中北侧、西北侧边坡为顺向坡，边坡高度100米，最终边坡角25-55°，有顺层滑移变形的可能，规模中等，发生地质灾害可能性较大，危害对象主要为作业人员和设备；西、东侧边坡为切向坡，边坡高度分别为15m 和 25m，最终边坡角小于 55°虽然层间结构面结合紧密，边坡稳定性基本上不受岩体层面结构面的影响，但东侧为高、中陡边坡，在爆破震动下，仍有形成小型崩塌可能，采取监测和定期巡视处理，一般规模较小，危害小，危险性小；南侧边坡为逆向坡，边坡最高高度23m，最终边坡角小于55”，由于边坡倾向与岩层倾向相反，边坡高度较低，较为稳定。

4）泥石流

泥石流一般发生在排土场，而本矿床开采不会形成大的排土场，排土场高度仅14m，产生泥石流的可能性小。

（5）地质环境质量综述

综上所述，矿区未来为露天开采，在区域地质上属相对稳定地区，现状条件下区内矿业活动范围不大，对未来矿山开采影响较轻，受干扰程度较轻，抗干扰能力中等-强，矿山地质环境遭受破坏和危害程度较小，矿产资源的开发受到地质环境的制约和影响较小，故现状条件下矿山地质环境质量较好。未来矿山掘进、废石渣堆积、矿坑水排放等矿业活动，可能诱发边坡失稳、水土流失、岩溶地面塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害，矿山在剥离、穿孔、爆破、采装、运输及破碎过程中，将产生废石、废土、粉尘、废气及爆破震动

等地质环境问题，对矿山及其附近的生态环境有一定影响，需采取相应的预防措施。据矿山地质环境现状及发展趋势，结合《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021），本矿区地质环境类型为第二类：矿区地质环境质量中等。

2.4.4 矿床开采技术条件小结

（1）未来矿山终了形成露天采坑，矿床充水的因素有三个，一是露天采坑大气降水直接补给，二是采坑汇水范围内地表径流补给，三是岩溶地下水。未来矿坑充水因素主要是岩溶水。本矿床是水文地质条件中等的以岩溶水充水为主的矿床。

（2）矿区内矿体均为半坚硬～坚硬薄-厚层状碳酸盐岩岩组，但围岩夹石为较软弱～软弱层状-页状碎屑岩岩组，软弱～较软弱层状-页状碎屑岩岩组中泥质粉砂岩、粉砂质页岩及碳质页岩，遇水易软化、分解破碎，易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块及突水突泥等不良工程地质问题，且大多位于顺向坡坡段，工程地质条件差，未来露天开采边坡局部地段可能失稳。故矿区工程地质条件属中等类型：局部地段易发生矿山工程地质问题。

（3）矿区未来为露天开采，在区域地质上属相对稳定地区，现状条件下矿区地质环境较好。未来矿山掘进、废石渣堆积、矿坑水排放等矿业活动，可能诱发边坡失稳、水土流失、岩溶地面塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害，矿山在剥离、穿孔、爆破、采装、运输及破碎过程中，将产生废石、废土、粉尘、废气及爆破震动等地质环境问题，对矿山及其附近的生态环境有一定影响。因此，矿区地质环境质量中等。

2.5 资源储量

2.5.1 工业指标

根据《矿产地质勘查规范 石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213-2020）中（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿一般工业指标、《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》（DZ/T 0348-2020）中熔剂用白云岩矿一般工业指标、《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T 0341-2020）中建筑用石料一般工业指标要求并参考详查报告，本次资源量估算采用的工业指标如下：

（1）矿石质量指标

结合矿床特征、成因类型及矿石特征，按一般工业指标确定本矿区熔剂用石灰岩矿化学成分一般要求见表2.5-1，熔剂用白云岩矿化学成分一般要求见表2.5-2，建筑石料用灰岩矿物理性能及化学成分一般要求见表2.5-3。

表2.5-1　熔剂用石灰岩矿化学成分一般要求

矿石用途	品 位	化学成分（%）				
		CaO	MgO	SiO_2	S	P
（黑色冶金）熔剂用石灰岩	边界品位	≥48	≤3.0	≤4.0	≤0.04	≤0.15
	工业品位	≥50	≤3.0	≤4.0	≤0.04	≤0.15

表2.5-2　熔剂用白云岩矿化学成分一般要求

矿石用途	品 位	化学成分（%）		
		MgO	$Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4+SiO_2$	SiO_2
熔剂用白云岩	边界品位	≥15	≤10	≤4
	工业品位	≥16	≤10	≤4

表2.5-3　建筑石料用灰岩矿物理性能及化学成分一般要求

矿石用途	项 目	等级指标		
		I	II	III
建筑石料用灰岩	抗压强度（Mpa	≥30MPa		
	坚固性（%）	≤5%	≤8%	≤12%
	压碎指标（%）	≤10%	≤20%	≤30%
	SO_3（%）	≤0.5%	≤1.0%	≤1.0
	碱活性	经集料碱活性检验（岩相法），骨料被评定为非碱活性时，作为最终结论；若评定为碱活性或可疑时，应作测长发检验，检验后试件应无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象，在规定试验龄期膨胀率应小于0.10%。		

（2）开采技术条件指标

熔剂用石灰岩矿和熔剂白云岩矿开采技术条件见表2.5-4。

表2.5-4 矿区熔剂用石灰岩、白云岩矿开采技术条件

序号	指标		技术要求	备注
1	可采厚度		＞8m	
2	夹石剔除厚度		≥2m	
3	边坡	台阶坡面角	≤60°	
4		最终边坡角	≤55°	
5	最终底盘宽度		≥40m	
6	剥采比		≤0.5：1（m^3 / m^3）	
7	爆破安全距离		≥300m	
8	最低标高		+39m	

建筑石料用灰岩矿开采技术条件见表2.5-5。

表2.5-5 矿区建筑石料用灰岩矿开采技术条件

序号	指标		技术要求	备注
1	可采厚度		≥3m	
2	夹石剔除厚度		≥2m	
3	边坡	台阶坡面角	≤60°	
4		最终边坡角	≤55°	
5	最终底盘宽度		≥40m	
6	剥采比		≤0.5∶1（m^3 / m^3）	
7	爆破安全距离		≥300m	
8	最低标高		+39m	

2.5.2 资源量估算

根据采矿权范围内矿体总体呈（近似）层状产出，矿体连续，厚度较稳定，结合勘查工程按平行勘查线布置且垂直矿体走向的特点，采用垂直平行断面法进行资源量估算。平行断面法计算公式参考《固体矿产资源量估算规程 第2部分：几何法》（DZ/T 0338.2-2020）中的计算公式:

（1）当两侧剖面面积S_i、S_i+1满足（Si-Si+1）/Si＜40%时，选用梯形体计算公式：

$V=（S_i+S_i+1）\times L\div 2$ ①

（2）当两侧剖面面积S_i、S_i+1满足（Si-Si+1）/Si ≥40%时，选用截锥体计算公式：

$V=［S_i+S_i+1+（\sqrt{S_i \times S_{i+1}}）］\times L\div 3$ ②

（3）当两侧剖面面积S_i、S_i+1中有一面积（Si或Si+1）为零，矿体做锥形尖灭时，则选用锥形体计算公式：

$V=S_i\times L\div 3$ ③

（4）当两侧剖面面积S_i、S_i+1中有一面积（S_i或S_i+1）为零，矿体做楔形尖灭时，则选用楔形体计算公式：

$V=S_i\times L\div 2$ ④

（5）当矿体作柱体形状外延时，则选用柱体的体积计算公式。

$V=S\times L$ ⑤

式中：

S_i、S_i+1—剖面面积，单位：m^2。

L—块段相邻剖面间距（块段长度），单位：m。

矿石量估算公式：Q＝V×D，计算取值均采用四舍五入。

式中：Q-块段矿石量（$\times 10^4$t），取一位小数；

V-块段矿体体积（×10^4m^3），取一位小数；

D-矿石体重（t/m^3），取小数后两位。

2.5.3 矿产资源储量

经估算矿区范围内保有（黑色冶金）熔剂用石灰岩（I号矿体）矿石资源量（探明+控制）为2655.6万t，其中探明资源量2196.3万t，控制资源量459.3万t。

保有熔剂用白云岩（II号矿体）矿石资源量（探明+控制）为913.5万t，其中探明资源量612.7万t，控制资源量300.8万t。

保有建筑石料用灰岩（III号矿体）矿石资源量（推断）为167.1万t。

根据行业标准《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZ/T0213-2020）、《矿产地质勘查规范菱镁矿、白云岩》（DZ/T 0348-2020）、《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T 0341-2020）中关于矿体在各勘查阶段控制资源量占比要求：在勘探阶段，熔剂石灰岩矿探明+控制资源量占比不少于总资源量70%、熔剂用白云岩矿控制资源量占比不少于总资源量50%。根据本矿区资源量结果统计（表2.5-6），本矿区控制资源量占比满足规范要求。

表2.5-6 矿区资源量估算结果统计表

估算对象	资源/储量类别（万t）				矿石体积（m^3）
	探明	控制	推断	小计	
熔剂用石灰岩（I号矿体）	2196.3	459.3		2655.6	9835688
熔剂用白云岩（II号矿体）	612.7	300.8		913.5	3167246
建筑石料用灰岩（III号矿体）			167.1	167.1	618999
合计	2809.0	760.1	167.1	3736.2	13621933

2.6 地质报告的评述

项目勘查工作在地表进行了1:1000地形地质测量及水工环地质调查，测制了4条1:2000地质剖面（勘查线剖面）；对探槽工程、浅钻及钻探工程系统地采集了各类样品，共取基本分析样725件，外检样38件，组合样分析168件，岩矿鉴定样32块，小体重样60件，力学样20组，光谱全分析10件，详细查明了矿石矿物成分，化学成份，矿石结构、构造，详细查明了矿石类型及变化规律，查明了矿床水工环地质资料，编制了各种综合图件，准确的反映了矿床地质特征。基本工程间距为150m×100m-150m，工程控制深度超过矿山终采高程。所编制的《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》中矿石分布达到了勘探深度，能够满足项目初步设计的编制。但部分地层单元如梁山组、栖霞组划分较粗、夹石规模和特征描述不细，不利于矿山开采过程中明确的分辨矿

体和夹石边界。由于夹石分布范围小，勘探报告未对其具体分布位置进行明确，需要后期企业在生产过程中提前做好化验测试。

第 3 章 矿床开采

3.1 开采范围及开采方式

3.1.1 开采范围

矿区由11个拐点组成，面积0.6545km^2。矿体东西长约1305m，南北较窄，约300m，矿区范围示意图见图3.1-1。矿体顶部多被第四系和风化层覆盖。矿区面积较大，周边环境条件简单，露天开采受限制较少。



图3.1-1 矿区范围示意图

表3.1-1 矿区范围各拐点坐标表

拐点编号	大地 2000坐标		拐点编号	大地 2000坐标	
	X	Y		X	Y
J1	3300747.50	38480858.81	J7	3300044.94	38480972.76
J2	3300880.91	38481170.82	J8	3300044.93	38480252.04
J3	3300904.42	38481680.13	J9	3300499.67	38480252.04
J4	3300665.42	38481553.62	J10	3300499.67	38480528.83
J5	3300488.68	38481286.92	J11	3300747.53	38480528.83
J6	3300488.67	38480972.76			
面积0.6545km^2，开采标高：+140m至+39m。					

3.1.2 开采方式的确定

矿体出露地表，顶部覆盖层较薄。矿体东西长约1305m，南北较窄，约300m，矿区面积约0.6545km^2，矿区面积较大，周边环境条件简单，矿区内也无不利敏感因素，露天开采受限制较少。因此矿山采用一次性总体设计，采用露天自上而下分台阶开采方式。

3.1.3 开采顺序及首采地段

（1）开采顺序

矿山采用一次性总体设计，采用露天自上而下分台阶整体开采方式，不存在分区、分期开采情况。

（2）首采地段

1）首采工作面布置的技术原则

①矿山首采剥离采准范围，满足可采矿量及采场要素的要求；首采剥离采准位置布置在高级储量范围内；首采工作面满足最小平台宽度和最小工作线长度要求。

②根据露天采矿场各个开采时期的矿岩量分布情况对生产剥采比进行均衡，并宜避免过早出现剥离高峰。

③贯彻“采剥并举、剥离先行”的原则，为矿山投产后解决剥离和采矿的矛盾、尽量均衡生产剥采比奠定基础。

④首采地段应选择在储量级别高、矿石质量好、覆盖层薄和开采条件好的部位，以减少基建工程量，提高矿山初期经济效益。

2）首采工作面布置方案

矿山整体呈现东北侧和西南侧高，中间低，自西向东分布2个山包，中间被沟谷切割。东北侧山头高140m，分布矿种为白云岩；西南侧山头高120m，分布矿种为灰岩。矿山开采标高为+140m~+39m，属山坡露天开采，采用自上而下分台阶开采。

标高低的西南侧山头分布矿种为灰岩，距加工区近，标高较高的东北侧山头分布矿种为白云岩，距加工区远。矿山采用一次性总体设计，为保证矿山满足自上而下整体开采要求，同时也要使矿山早期能开采产品附加值高的熔剂灰岩，降低矿山综合运距，因此结合同类矿山设计、生产经验，将矿山首采剥离、采准工作面布置在矿区两个山头之上。

3.2 开采境界的确定

3.2.1 开采境界的圈定原则

（1）露天开采境界的圈定原则

矿体东西长约1305m，南北较窄，约300m，矿体出露地表。为了使矿床开采获得最佳的经济效益，必须正确圈定露天开采境界，即合理确定露天开采的底部周界，最终边坡角及开采深度三个要素。本次设计露天开采境界主要遵循以下原则：

1）根据矿体赋存特征和开采现状，以经济上合理、技术上可行，易于实现为原则；

2）尽可能把较多的矿石圈定在露天开采境界内，发挥露天开采的优越性；

3）露天采矿场的最终边坡角不大于露天边坡稳定所允许的角度，保证露天采矿场的安全；

4）境界圈定应满足开拓运输系统和有关空间位置的需求。

（2）设计采用的主要规程、规范及技术标准

1）《矿产资源工业要求手册》（2014 修订版）；

2）《中华人民共和国安全生产法》；

3）《中华人民共和国矿产资源法》；

4）《中华人民共和国矿山安全法》；

5）《爆破安全规程》（GB 6722-2014）；

6）《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

7）《水泥原料矿山工程设计规范》（GB 50598-2010）。

3.2.2 采场边坡构成要素

矿岩物理力学性质和采场边坡参数的确定。确定边坡相关参数，如台阶高度、安全平台宽度、清扫平台宽度、台阶坡面角、工作帮坡角及最终边坡角等。

（1）台阶高度

台阶高度要根据矿岩性质、采掘作业方式、矿岩埋藏条件、铲装设备等因素有关。根据矿山铲装设备配置，本矿山选择斗容为5.0m^{3}挖机，最大挖掘高度约11m，根据台阶高度不大于挖掘设备最大挖掘高度的1.5倍，确定矿山的台阶高度为15m。

（2）台阶坡面角

台阶坡面角主要与矿岩的物理力学性质、地质构造、水文地质条件和开采技术条件构确定。矿区内地层倾向约180°，倾角28°～35°，与矿区北侧地形坡向相同，为顺向坡，其余三侧基本为斜向坡和逆向坡。矿山后期开采完毕将在北侧形成100m高陡顺层边坡，北侧顶部为石炭系上统大埔组（C_2d）白云岩，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙不发育，岩石致密坚硬，力学强度高，抗风化能力强，工程地质条件好，层理对岩体的完整性与稳定性基本无影响，其饱和抗压强度33.9～130.5Mpa，平均

81.57Mpa。矿区北侧下伏岩体为泥质粉砂岩、粉砂质页岩，岩体较破碎，遇水易软化，工程地质条件差。

参照《水泥原料矿山工程设计规范》（GB50598-2010）矿山台阶坡面角取值表3.2-1和边坡稳定性专项分析报告坡面角推荐值，同时为防止顺层滑移和将下伏泥质粉砂岩、粉砂质页岩开采揭露，确定北侧白云岩最终台阶坡面角为30°，剖面示意见下图3.2-1。

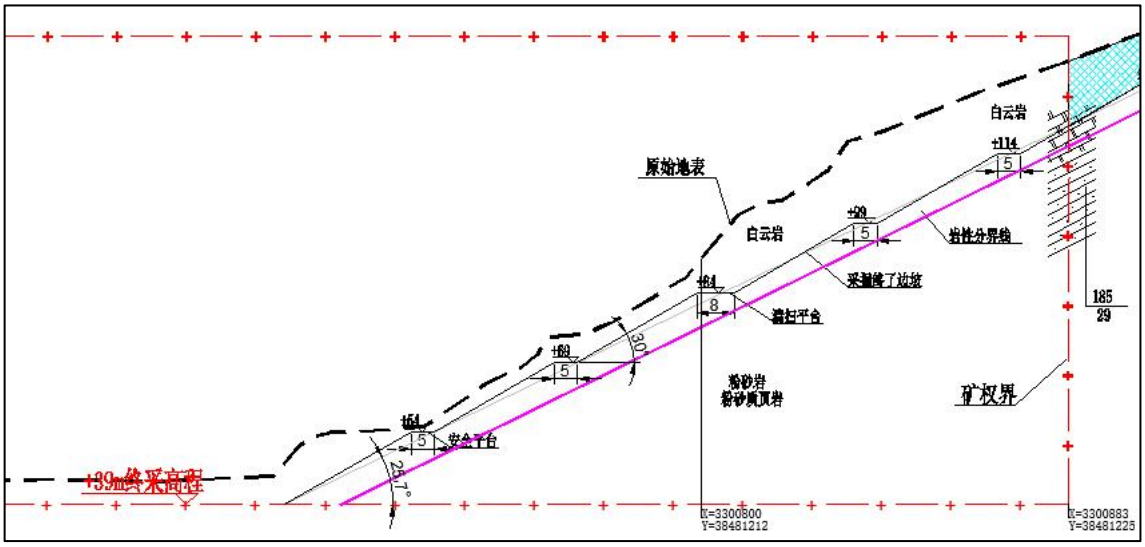


图3.2-1 矿山终采边坡剖面示意

其余三侧边坡为斜向坡或切向坡，岩体为灰岩，其饱和抗压强度48.2～87.51Mpa，平均64.82Mpa，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力较强，工程地质条件较好。确定其余三侧岩质边坡台阶坡面角取60°，覆盖层边坡角取45°。

表3.2-1 矿山边坡角的设计参考值

岩石硬度系数（f）	最终边坡角（°）				台阶坡面角（°）
	90m以内	180m以内	240m以内	300m以内	
15～20	60～80	57～65	53～60	48～54	70～75
8～14	50～60	48～57	45～53	42～48	65～70
3～7	43～50	41～48	39～45	36～42	60～65
1～2	30～43	28～41	26～39	24～36	48～60

（3）采场最终边坡角

最终边坡角是根据矿岩的物理力学性质、地质构造、水文地质条件和开采技术条件构确定，最终边帮由台阶、安全平台、清扫平台构成，根据上表并结合本项目矿山实际情况，采场北侧最终边坡角为25.7°～30°，南侧为50°～60°，西侧为60°，东侧为30°～60°。

（4）平台宽度

露天采场边帮包括安全平台和清扫平台，安全平台一般不小于4m，本矿山安全平台宽度取5m，每隔两个安全平台设一个清扫平台，清扫平台宽度一般由清扫设备决定，采用机械清扫时，清扫平台宽度不应小于8m，本矿山清扫平台宽度取8m。最终形成+129m清扫平台、+114m安全平台、+99m安全平台、+84m清扫平台、+69m安全平台、+54m安全平台及+39m终采平台。

（5）最小工作平台宽度

最小工作平盘宽度由采掘带宽度、平盘道路占用宽度、辅助设施占用宽度及距台阶坡顶与坡底安全距离构成，取45m。详见下图3.2-2。

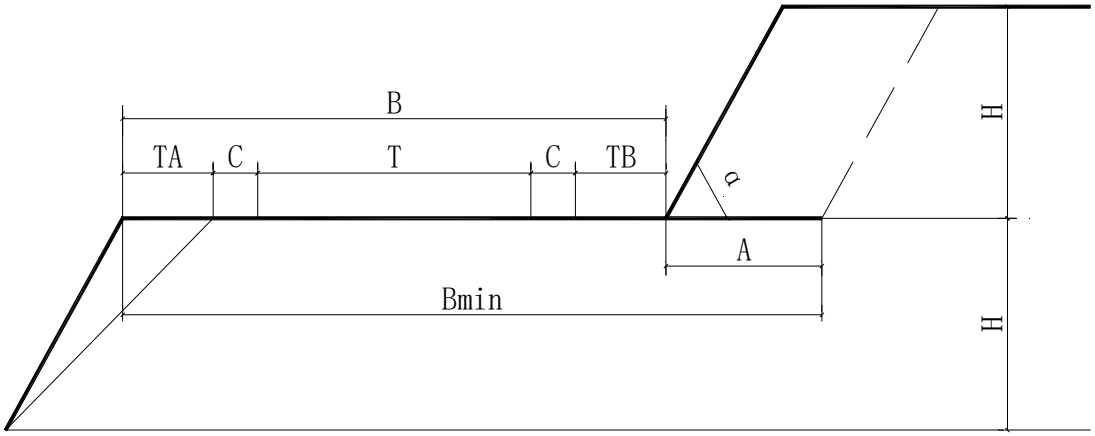


图 3.2-2 最小工作平盘要素图

Bmin=A+TB+2C+T+TA

式中：A-采掘带宽度，取20m；

TB—爆堆伸出距离，取10m；

C—安全距离，C=1.5m；

T—运输通道宽度，取10m；

TA—坡顶安全距离，取2m。

计算设计最小工作平盘宽度为45m。

3.2.3 开采境界的圈定

矿山采用一次性总体设计。设计开采境界范围全部位于矿区采矿权范围内，见图3.2-3，圈定的境界参数表见下表3.2-2。矿山原始地表模型见图3.2-4，矿山终采示意图见下图3.2-5。

表 3.2-2 露天开采终了境界主要参数表

序号	项目名称	单位	具体参数
1	顶部高程	m	140
2	终采底高程	m	39
3	上口尺寸（长、宽）	m	1300×310
4	坑底尺寸（长、宽）	m	950×210
5	台阶坡面角	°	北帮（30°），其余帮（岩质60°、土质45°）
6	最终边坡角	°	25.3°～30°（北侧），50°～60°（南侧） 60°（西侧），为30°～60°（东侧）
7	最终边坡最大垂高	m	106
8	台阶高度	m	15
9	工作帮坡角	°	＜16°
10	工作台阶坡面角	°	70°
10	安全平台宽度	m	5
11	清扫平台宽度	m	8
12	工作平台最小宽度	m	45
13	最小工作线长度	m	120

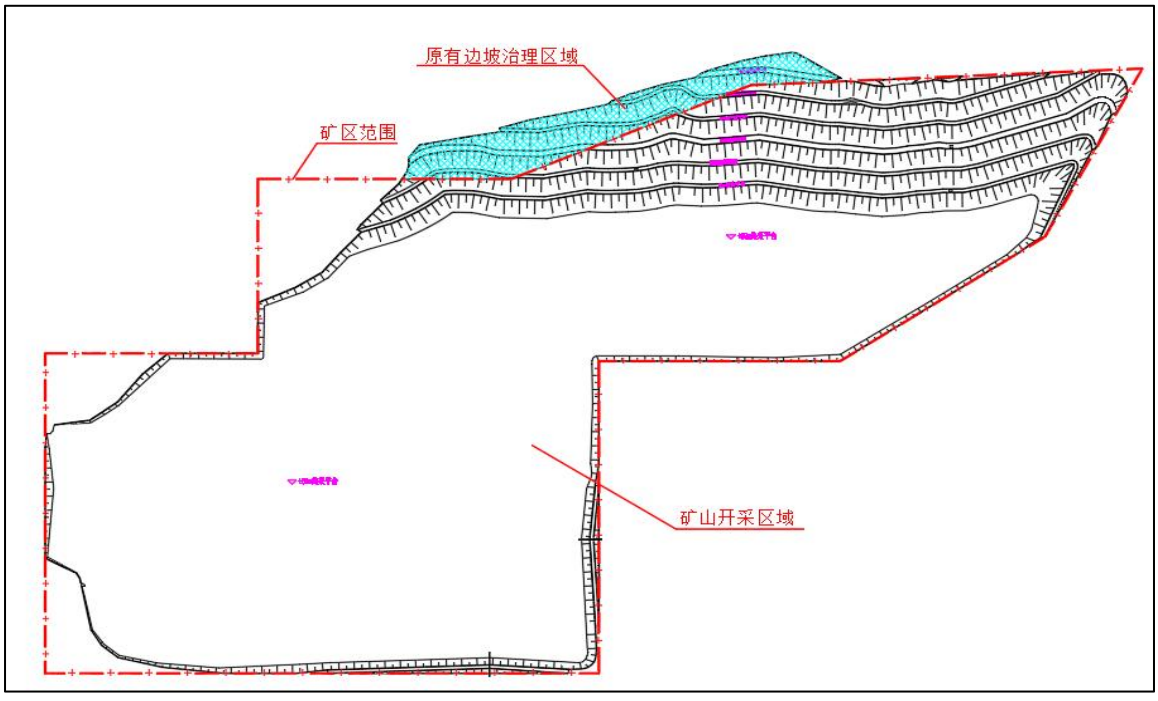


图3.2-3 矿山开采境界示意图（正北视角）

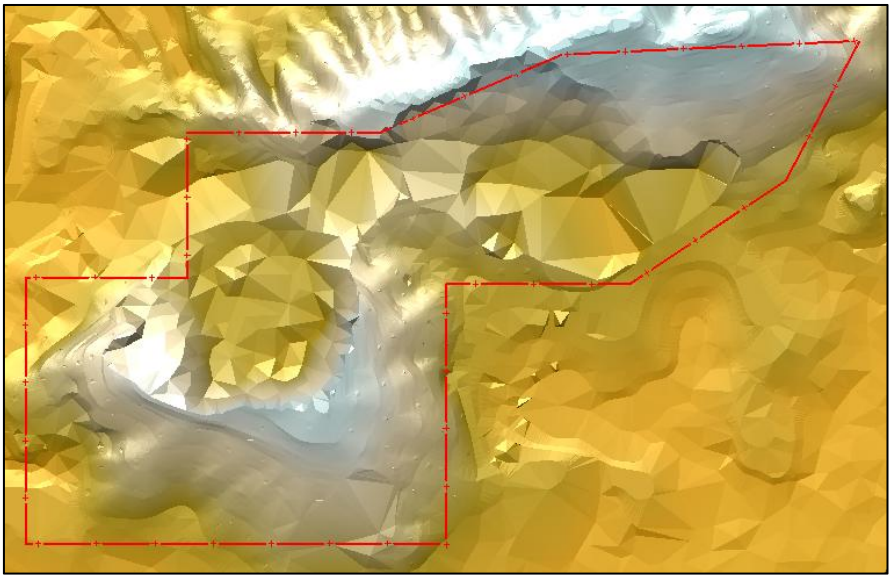


图3.2-4 矿山原始地表模型（正北视角）

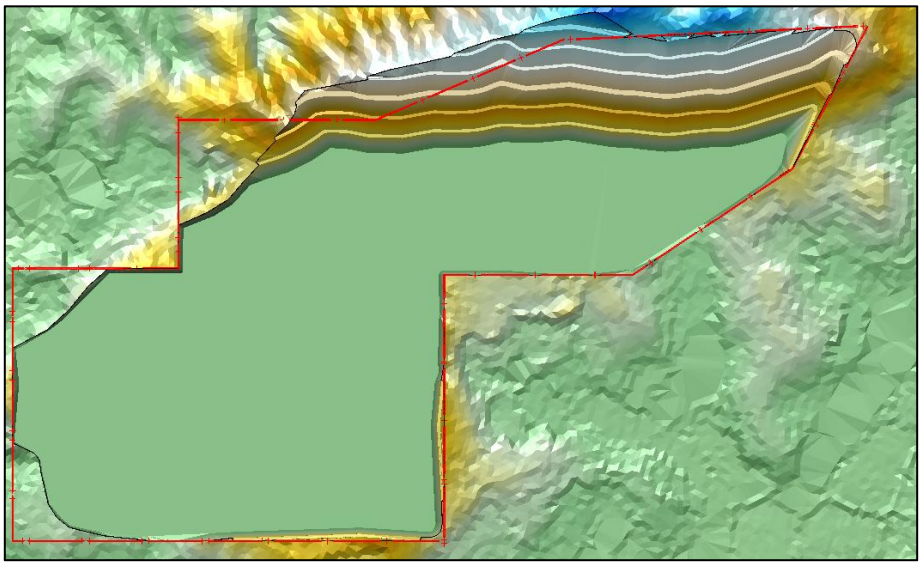


图3.2-5 矿山终采示意图（正北视角）

根据圈定露天开采境界，利用矿业工程软件3Dmine计算，露天开采境界范围内圈定矿体总量1303万m^3（3518万t），剥离物145.9万m^3，采剥比为0.11:1（m^3/m^3）。矿山开采境界内分层矿岩量，见下表3.2-4，矿山各矿种块体模型见下图3.2-6。

表 3.2-4 矿山开采境界内分层矿量及剥离量计算表

台阶	矿石量（万m^3）				剥离物（万m^3）			剥采比
	熔剂用石灰岩	熔剂用白云岩	建筑石料用灰岩	小计	覆盖层	夹层	小计	
39~54	402.1	105.3	20.5	527.9	44.6	9.8	54.4	0.1
54~69	337.6	65.9	25.9	429.4	29.2	7.5	36.7	0.09
69~84	141.2	43.9	10.3	195.4	18.6	4.8	23.4	0.12

台阶	矿石量（万m³）				剥离物（万m³）			剥采比
	熔剂用石灰岩	熔剂用白云岩	建筑石料用灰岩	小计	覆盖层	夹层	小计	
84~99	59.7	39.3	4.8	103.8	16	2.8	18.8	0.18
99~114	13.9	24.3	0.7	38.9	9.3	1.2	10.5	0.27
114~129	1.4	5.6		7	1.9		1.9	0.27
129~144		0.9		0.9	0.2		0.2	0.22
合计	955.9	285.2	62.2	1303.3	119.8	26.1	145.9	0.11

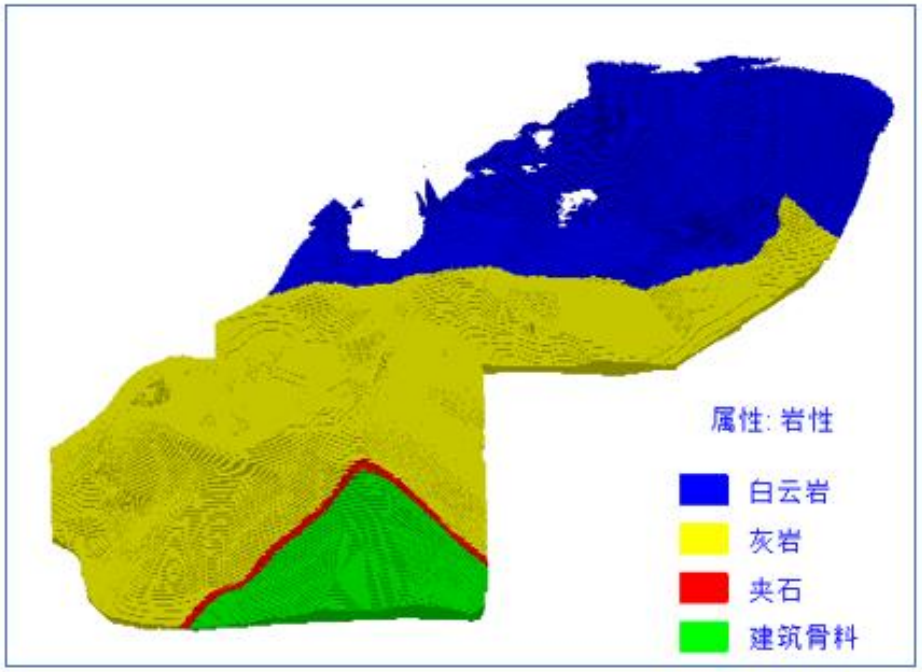


图3.2-6 开采矿体块体模型示意图（正北视角）

依据勘探报告，矿区剥离物主要由残坡积层、人工堆积层和内部夹层组成。矿区范围内残坡积层、人工堆积层量约120万m³。考虑到后续矿山采坑和运矿道路需要复垦复绿，对残坡积层应留存安置，初步估算复垦用土用量约27万m³，需设置一个表土堆场，多余的残坡积层需外运处置。夹层为砂岩及页岩，无法利用，需外运处置。

3.2.4 设计利用资源储量

3.2.4.1 保有资源储量

根据矿山《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》，矿区范围内保有（黑色冶金）熔剂用石灰岩（I号矿体）矿石资源量（探明+控制）为2655.6万t，其中探明资源量2196.3万t，控制资源量459.3万t。保有熔剂用白云岩（II号

矿体）矿石资源量（探明+控制）为913.5万t，其中探明资源量612.7万t，控制资源量300.8万t。保有建筑石料用灰岩（III号矿体）矿石资源量（推断）为167.1万t。矿山三种矿石保有资源储量约3736.2万t。

3.2.4.2 设计利用资源量和可采资源量

矿山为山坡露天矿，北侧存在106m高边坡，其余侧边坡较低。依据矿山勘探报告，矿区内三种矿石保有资源储量约3736.2万t。

根据圈定露天开采境界，利用矿业工程软件3Dmine建模计算，露天开采境界范围内设计利用资源量约3518万t，其中熔剂用石灰岩为2581万t，熔剂用白云岩为770万t，建筑石料用灰岩167万t。熔剂用石灰岩设计损失率为（2655.6-2581）/2655.6=2.8%，熔剂用白云岩设计损失率为（913.5-770）/913.5=15.7%，建筑石料用灰岩设计损失率为（167.1-167）/167.1=0.05%。

熔剂用石灰岩设计利用资源量较保有资源储量小，主要有以下原因：

（1）北侧高边坡开采设计中设置了清扫平台和安全平台，边坡压占部分矿量。

（2）勘探报告采用的剖面法与本次设计采用的分层平面法之间存在系统误差；

建筑石料用灰岩设计利用资源量较保有资源储量几乎保持不变，主要有以下原因：

（1）建筑石料用灰岩所在区域几乎无边坡。

（2）勘探报告矿区资源量估算边界是由外开采境界线向矿体内侧按55°坡角放坡到最低开采标高+39m，本次设计南侧、东侧台阶坡面角为60°，并且勘探报告采用的剖面法与本次设计采用的分层平面法之间也存在系统误差。

本项目为熔剂用灰岩、白云岩和建筑用石料矿，开采过程中损失总体较低，矿石开采损失率取5%，回采率为95%，开采过程中存在运输和爆破过程中矿量损失。另矿区内出现黑色碳质页岩夹层，夹层量较少，同时夹层与矿石界线清晰，开采过程可做到分区爆破处理，废石混入率不考虑。因此，熔剂用石灰岩可采资源量为2581×95%=2452万t，熔剂用白云岩可采资源量为770×95%=732万t，建筑石料用灰岩可采资源量为167×95%=158万t。最终三种矿种可采资源量为3342万t。

3.2.5 剥采比

依据上表3.2-4，矿山露天开采境界范围内圈定矿体总量1303万m^3（3518万t），剥离物145.9万m^3，境界剥采比为0.11:1（m^3/m^3）。上部99~114m、114~129m台阶剥采比最大，为0.27。整体境界剥采比小于《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》中开采技术要求的0.5:1。

依据勘探报告，矿区剥离物主要由残坡积层、人工堆积层，另矿体内部出现夹石及夹层。矿区范围内覆盖层厚0～7.0m，平均厚约3.67m，圈定残坡积层、人工堆积层量约120万m^3。人工堆积层主要分布于矿区原百合矿业有限责任公司九龙山采石场底盘，次为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场北部主要由岩石碎块及砂粘土等组成，矿区内剩余区域存在残坡积层。

另外灰岩矿体中存在夹石，其岩性为灰岩，只是CaO品位达不到熔剂用灰岩要求，其可以作为建筑骨料原料，可综合利用。

矿区西南侧夹层岩性以灰黑色、黑色碳质页岩为主，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层，无法利用，需外运处置。开采境界圈定夹层量为27万m^3。

考虑到后续矿山39m采坑、运矿道路需要复垦复绿，对部分残坡积层应留存安置，初步估算复垦用土用量约27万m^3，需设置一个表土堆场，多余的残坡积层和人工堆积物（93万m^3）需外运处置。另外夹层为砂岩及页岩，无法利用，也需外运处置（27万m^3）。

综合以上，矿区内服务年限内需外排排弃物总量约120万m^3，其中残坡积层和人工堆积物量为43万m^3，砂岩及页岩量为27万m^3。目前，建设单位已准备与渣土运输有限公司签订废渣土综合利用协议。

3.3 工作制度、生产规模及服务年限、产品方案

3.3.1 矿山工作制度

矿山年工作300d，每天2班，每班8h，爆破作业必须在白班进行。

矿山年工作天数为：年日历天数－法定节假日－设备检修日－气候影响停产日，按300天计算。

3.3.2 建设规模及服务年限

3.3.2.1 建设规模

按照《省委办公厅省政府办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的实施意见》（鄂办文[2024]60号）新建普通建筑用砂石露天矿最小生产规模为50万t/a。

按照《湖北省机制砂石产业高质量发展规划（2020-2025）》，要强化规模标准，原则上沿长江布局，不小于500万吨/年；重点城市周边，不小于300万吨/年；其他地区一般不小于100万吨/年，部分边远地区不小于30万吨/年。

根据矿产品需求分析，熔剂用灰岩和白云岩是炼制钢铁的重要原料之一，嘉鱼县拥有金盛兰、葛洲坝等县域重点炼钢工业企业。金盛兰目前拥有300万吨/年炼铁厂，一座炼钢

厂，金盛兰炼钢厂现有两座120吨的顶底复吹转炉、一座1300吨铁水预处理混铁炉、两台八机八流高效方坯连铸机。年消耗熔剂用石灰石（白云岩）60-120万吨/年。九龙山矿段的主要目标市场为嘉鱼县县域重点炼钢企业，目标市场钢材生产总量与熔剂用石灰石（白云岩）需求存在正向关系。未来嘉鱼县钢铁行业将继续保持较快增长，对熔剂用石灰石（白云岩）的旺盛需求保障了九龙山矿段熔剂用石灰岩（白云岩）的销路。同时九龙山矿段距离长江航运码头距离较近，未来可利用长江航运销往中下游城市如武汉，武汉钢铁集团需求旺盛。综上所述，未来嘉鱼县县域重点钢材企业及沿江城市武汉等对熔剂用石灰岩（白云岩）的需求将达到400万吨以上。

参照采矿许可证证载生产规模（400万t/a）和矿山开发利用方案基础上，充分考虑资源条件、开采条件、技术装备水平、市场对产品需求及企业经济效益等多种因素，其中资源量是确定矿山生产规模的基础，在资源量一定的情况下，如果设计或生产的矿山规模过大，将使矿山寿命过短，导致矿山建设投资规模增大，机械设备利用周期小于其经济寿命期，从而形成的生产能力得不到充分发挥，降低了投资效益。反之，设计或生产的矿山规模过小，矿山经济寿命虽延长，但单位矿石成本则因摊入的基建费用增大而提高，同样也降低了矿山经济效益。根据该矿保有资源量，并考虑到国家对非金属矿山生产能力和服务年限的基本要求，同时结合矿山未来开采工艺及新生产设备的投入。以及结合市场对产品的要求、运输条件、产业规划，经过技术经济比较，最终确定矿山建设规模为400万t/a石灰岩、白云岩原矿。

3.3.2.2 矿山生产规模的验证

露天矿生产能力是主要技术经济指标，生产能力验证方式主要有：按经济合理条件验证生产能力、按开采技术条件验证生产能力、按设备合理配比验证生产能力。本矿山按照以下三种方法验证生产能力。

（1）按照同时布置的挖掘机数目验证生产能力

正常情况下5.0m³挖掘机占用最小工作线长度为120m。根据圈定的露天境界和最小工作平盘宽度，北侧境界内仅可布置1个采矿台阶，南侧境界内同时可布置1-2个采矿台阶，工作线最小长度都大于120m，最小工作平盘宽度50m，至少可以布置下5.0m³挖掘机2台。1台5.0m³挖掘机年生产能力215万t，2台挖掘机年生产能力可达430万t，满足矿山矿石年产400万t的生产能力。

（2）按矿山工程延伸速度验证生产能力

$$A = \frac{V_Y}{h} P \eta$$

式中：A为年矿石生产能力，400万t；

Vy为年下降速度；

h为新水平台阶高度，15m；

P为有代表性的水平分层矿量，206.7万m^3；

η为矿石回收率，95%；

经计算得采区V_y=11.3m。

按矿山矿石生产能力达到400万t/a，对其有代表性的水平分层台阶进行核算。采区开采年下降速度需为11.3m，根据国内类似矿山经验，结合本项目实际情况，当前的矿山延伸速度是完全可以实现的。因此矿山生产矿石能力可达到400万t/a。

（3）按照计算的挖掘机数目验证生产能力

矿山选用2台5.0m^3液压挖掘机作为主要装载设备，其台年效率215万t/a。2台5.0m^3液压挖掘机设计装载设备的最大能力可达430万t/a，可以满足矿山年采矿总量400万t的生产能力需要。

另选用2台2.3m^3液压挖掘机、2台3m^3轮式装载机，主要用于剥离物装载、排土、工作面清理、整理爆堆、运输道路平整、降段等工作。

3.3.2.3 服务年限

计算公式：$$T=\frac{Q\eta}{A(1-e)}$$

式中：T—矿山服务年限（年）；

Q—设计利用资源量：3518万t；

A—矿山生产能力：400万t/a；

η—矿石回采率：η=95%；

e—废石混入率：此处矿种品质较高，可不考虑。

T=8.4年，取9年。

综上设计矿山服务年限9年，基建期1年。

3.3.3 产品方案

根据市场调研结果，结合项目建设背景，本项目初步确定的产品方案如下：

（1）熔剂用灰岩：灰岩（平均CaO含量<48%）直接原矿（块度≤50cm）作水泥原料销售；灰岩（48%≤CaO≤54%）加工成20-50mm、50-80mm两种块料作为钙石进行销售，<20mm的主要加工成0-3mm作烧结石粉销售，同时出一部分5-10mm和10-20mm规格钙石销

往周边粉体厂，后续可根据市场行情灵活调整是否进一步加工成0-3mm作烧结石粉，在此过程中选出325目部分作脱硫石粉；灰岩（CaO>54%）加工成20-50mm、50-80mm块料作深加工原料，<20mm的进一步加工成0-3mm（3-5mm加工成0-3mm）作烧结石灰石粉销售，同时出一部分5-10mm和10-20mm规格钙石销往周边粉体厂，后续可根据市场行情灵活调整是否进一步加工成0-3mm烧结石粉，在此过程中选出325目部分作脱硫石粉。

（2）熔剂用白云岩：白云岩（MgO>15%）加工成0-3mm（3-10mm、10-20mm、20-31.5mm加工成0-3mm）作烧结白云岩。白云岩（MgO≤15%）按照正常砂石骨料规格0-5、5-10、10-20、20-31.5mm加工销售。

（3）建筑用灰岩：矿石进行简单破碎加工，筛分出规格0-5、5-10、10-20、20-31.5mm砂石骨料。

3.4 开拓运输

3.4.1 方案的选择

（1）开拓运输方案选择的原则

矿床开拓的基本任务是采用最佳的开拓运输方式，完成内部及外部通道，将采场内部与外部连接。开拓运输系统是实现矿山增产的主要环节，开拓运输方案的优劣在很大程度上影响矿山综合生产能力和经济效益。

1）降低开拓系统的建设投资；

2）适应矿山地质地形条件、满足生产能力要求；

3）经济、适用，安全、可靠；

4）工程量少、施工方便、基建投资少；

5）生产流程简单可靠，经营费用低。

（2）开拓运输方式的选择

矿山采用露天开采方式，自上而下分台阶开采，分层高度15m，开采标高为+140m~+39m，根据矿山地形地貌和开采技术条件初选两种开拓运输方式。

方案一：公路开拓+汽车运输+固定式粗碎站

该方案粗碎为地面固定式粗碎站，粗碎车间设置在矿区西侧加工区，标高45.5m。矿山开采高差小，矿区内分布两个山包，且矿区面积大，需修建粗碎车间至两个山头顶部采矿平台的运矿公路。

方案二：公路开拓+移动式粗碎站+胶带机运输

根据矿区平面展布、矿区地形及地质条件，将移动式粗碎站设置西南侧84m首采工作面，矿石初步破碎后由胶带输送机运至加工区，西南侧工作面矿石经运矿道路运至移动式粗碎站。本方案需东北侧至西南侧运矿道路、长胶带输送机、地表简易公路，确保设备、材料等进入回采工作面等工作。

方案比选如下：

1）地形条件

公路开拓方案：本矿山地形西南侧和东北侧各分布一个山头，中间夹一沟。最大高差101m，矿区最高点为140m，采场区域场地面积大，地势平缓，运矿道路可环绕山体下行至粗碎平台。

公路开拓+移动式粗碎站+胶带机运输：因原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场开采影响，移动式粗碎站至加工区中间局部区域为陡崖，不利于铺设工作面胶带机。同时矿区上部矿量少，移动式破碎站移动频繁。

2）安全监管

移动式破碎站和部分胶带机位于矿区内，虽然可以做到无人值守，但矿区内频繁爆破，存在损坏设备的风险，安全隐患大。

3）经济比较

公路开拓：矿山需建运矿道路，购置矿车，以及运输费用等，矿山最低开采标高为39m，矿石均采用重载下坡方式运输，能耗低。

公路开拓+移动式粗碎站+胶带机运输：主要包括胶带机、运输公路、设备购置费用。

综上所述，方案二地形条件不适宜、移动频繁，安全隐患大，管理不便；矿山开采标高+140m~+39m，距离加工区卸料平台较近，方案一能最大程度的发挥汽车开拓运输矿山基建期短、基建工程量小的优势，使矿山尽早达产。

因此本项目矿山开采选用公路开拓、汽车运输的开拓运输方式。

表3.4-1 开拓方式优缺点比较

类型	优点	缺点
公路开拓+汽车运输	基建投资少，工期短，机动灵活，适合各种地形	不适宜长距离运输，购车费用多，运输成本高
公路开拓+移动式粗碎站+胶带机运输	运输设备少，运维成本低	移动频繁，安全监管难度大

3.4.2 方案的确定

3.4.3 开拓运输方案设计

矿山采用露天开采方式，自上而下分台阶开采，分层高度15m，开采标高为+140m～+39m。矿山开采高差小，矿区内出现两个山包，且矿区面积大，山包之间距离较远，不适宜溜井平硐。因此本项目矿山开采选用公路开拓、汽车运输的开拓运输方式。

（1）首采工作面布置的技术原则

1）矿山基建剥离采准范围，满足可采矿量及采场要素的要求；基建剥离采准位置布置在高级储量范围内；基建工作面满足最小平台宽度和最小工作线长度要求。

2）根据露天采矿场各个开采时期的矿岩量分布情况对生产剥采比进行均衡，并宜避免过早出现剥离高峰。

3）贯彻“采剥并举、剥离先行”的原则，为矿山投产后解决剥离和采矿的矛盾、尽量均衡生产剥采比奠定基础。

4）首采地段应选择在储量级别高、矿石质量好、覆盖层薄和开采条件好的部位，以减少基建工程量，提高矿山初期经济效益。

（2）首采工作面布置方案

矿山整体呈现东北侧和西南侧高，中间低，自西向东出现2个山头，中间被沟谷切割。东北侧山头高140m，分布矿种为白云岩；西南侧山头高120m，分布矿种为灰岩。矿山开采标高为+140m~+39m，属山坡露天开采，采用自上而下分台阶开采。

为保证开采过程中主要熔剂用灰岩、白云岩两种矿种灵活搭配开采加工，同时根据矿体及围岩特征、矿区地质地形条件等，结合同类矿山设计、生产经验，本矿山基建剥离、采准工作面布置在矿区两个山头之上。

（3）运输道路布置

设计充分考虑露天采场地形条件、生产加工区及矿山+99m基建开拓平台位置，开拓干路A线沿采区东西向布置，从+45.5m粗碎卸料平台开始向东沿着采区山体至矿区东北角，即本矿设计的+99m开拓平台位置；开拓干路B线在采区中部接开拓干路A线，由北向南利用地形布线，终点位于矿区西南部本矿设计的+99m开拓平台位置。同时在运矿干道A线AK1+118.492处设置排土场道路。

（4）技术标准

本项目矿山生产能力为444万t/a，每年工作300d，每天2班制，每班工作时间为8h，采用额定载货量60吨车型运输矿料。采场运输道路单向行车密度计算如下：

$$N = \frac{K \cdot Q}{S \cdot C \cdot H \cdot G \cdot K_1 \cdot K_2}$$

式中：N－小时单向行车密度；

K－运输不均匀系数，取1.1；

S－每班工作时间；

H－矿山年工作日；

C－矿山日工作班数；

G－汽车额定载重量；

K_1－汽车载重利用系数，取0.85；

K_2－时间利用系数，取0.85；

Q－通过该路段年运量。

本项目露天矿山道路属于矿山开采的组成部分，经计算，项目矿山生产道路小时单向交通量为24辆。根据《厂矿道路设计规范》(GBJ 22-87)确定生产干线道路等级为露天矿山三级，计算行车速度20km/h，计算车宽类别取四类（3.5m），确定双车道路面宽度为9.5m，挖方路肩宽度0.75m，填方路肩宽1.5m，采用泥结碎石路面。排土场道路在投标阶段按照露天矿山三级道路双车道设计，与干线标准保持一致，具体设计标准如下表。

表3.4-2 主要技术指标表

项　目	单 位	技术标准		备注
		干道（A、B线）	排土场道路	
道路等级		露天矿山三级道路	露天矿山三级道路	
设计速度	km/h	20	20	
路面宽度	m	9.5	9.5	
挖方路肩宽度	m	0.75	0.75	
填方路肩宽度	m	1.5	1.5	
路面结构型式		泥结碎石路面	泥结碎石路面	
最小平曲线半径	m	40	105	
最大纵坡	%	8.9	8.9	
涵洞及路基设计洪水频率		1/25	1/25	
桥涵设计荷载		汽车-110级	汽车-110级	

（5）路线布设

按照道路功能要求，结合路线起终点、矿山开采规划、道路等级及沿线地质、地形等条件，经过分析、比选，确定路线方案。主要基本原则如下：

1）平面布线以纵坡为控制。纵断设计高程重点考虑纵坡及起终点平台高程。

2）按确定的控制点由点到面、由面到带，由浅入深、由轮廓到具体，进行比较、优化。

3）道路设计尽量减小占地，节约土地资源。

4）坚持“不破坏就是最大的保护”设计理念，减轻对原始地貌、环境的影响。

5）为节约工程投资，尽量减小填挖方，保证经济性。

运矿干道A线起点连接粗碎平台（设计高程45.5m），终点接设计高程+99m开拓平台，运矿干道A线全长1.813km；运矿干道B线起点连接干道A线，终点接设计高程+99m开拓平台，运矿干道B线全长0.505km；设置排土场道路一条，长度为164m。

运矿干道A线在北侧有约400m位于老采坑下方，为防止上部滚石对道路运输产生影响，此次道路进行了避让设计。设计的道路离老边坡坡脚保留15-20m安全距离，并留设滚石缓冲沟。道路上方临边铲装作业时，需安排专人监管。老边坡下方新建道路三维示意图见下图3.4-2。

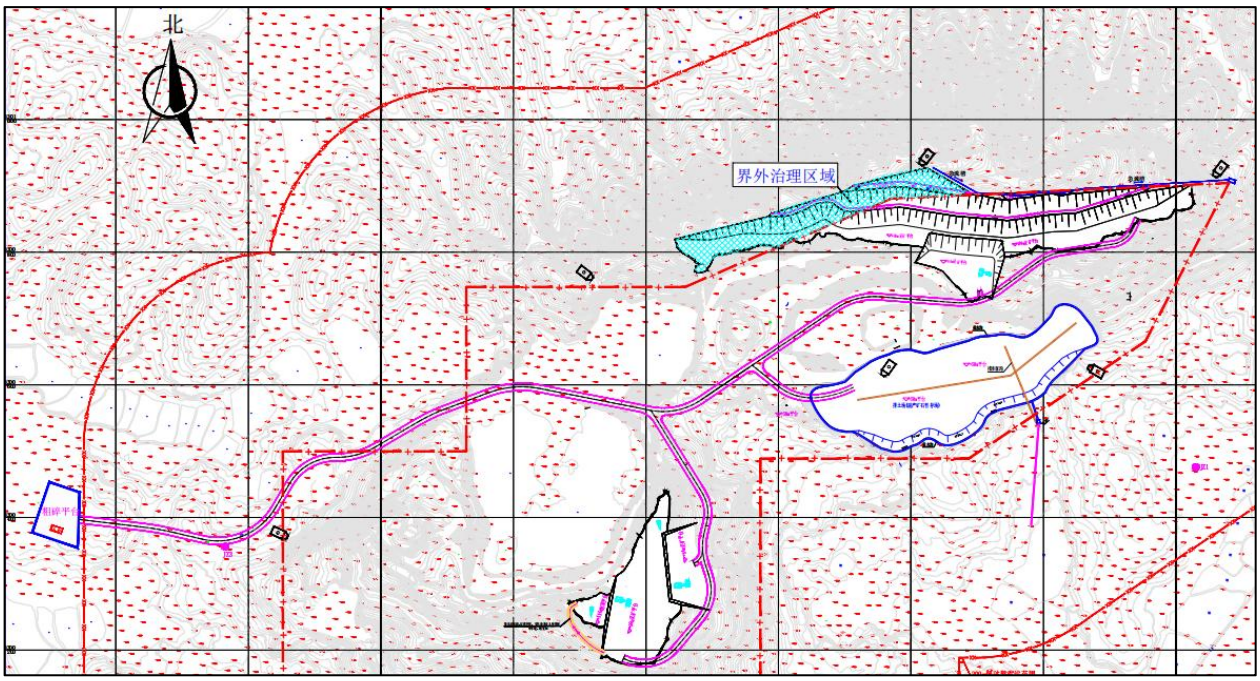


图3.4-1 采矿道路总体布置示意图



图3.4-2 原有老边坡下方道路三维示意图

（6）路线平面

干路A线起点连接粗碎平台，由西向东利用有利地形布线，终点接设计高程+99m开拓平台。平曲线最小半径为40m，满足矿料运输车辆行驶需求。

干路B线起点在采场中部连接干路A线，由北向南利用山坡布线，终点接设计高程+99m开拓平台。平曲线最小半径为55m，满足矿料运输车辆行驶需求。

平面线形组合方面，因本工程为采矿专用道路，以经济性为主，并考虑安全性，在顺适性方面有所取舍。各基本线形要素长度不小于按设计速度行驶3s的行程长度。

在圆曲线半径≤200m时进行路基加宽处理。加宽满足车辆前悬+轴距为7m的车辆转弯需求。双车道均设置加宽，采用路面内侧加宽。加宽值以《厂矿道路设计规范》（GBJ 22-87）中的露天矿山三级道路标准对应车型所规定的加宽值为准。

运矿干道A线道路全长1.813km，路线增长系数1.093，平均每公里交点个数7.171，平曲线总长879.046m，占线路总长48.489%。

运矿干道B线道路全长0.505km，路线增长系数1.336，平均每公里交点个数7.926，平曲线总长209.225m，占线路总长41.457%。

排土场道路全长164m，设置交点1处，平曲线半径105m。

（7）路线纵断面设计

干路A线起点高程45.5m。根据《厂矿道路设计规范》（GBJ 22-87），最大纵坡按9%控制，严格执行缓坡段设置间距、长度与坡度的要求。道路终点高程+99m。

干路A线共设置变坡点11处（不含起终点），平均纵坡为3.1%，最大纵坡8.9%，最短坡长60m，竖曲线总长709.703m，占路线39.148%，平均每公里变坡6.619次，凸型竖曲线最小半径600/2，凹型竖曲线最小半径600/1。

干路B线起点在采区中部接干路A线，终点接南部采区+99m开采平台，最大纵坡按9%控制，严格执行缓坡段设置间距、长度与坡度的要求。

干路B线共设置变坡点4处（不含起终点），最大纵坡8.9%，最短坡长80m，竖曲线总长189.657m，占路线37.580%，平均每公里变坡9.907次，凸型竖曲线最小半径800/2，凹型竖曲线最小半径800/2。

排土场道路起点接干路A线，纵坡为2.9%，最大纵坡8.9%，设凸曲线1处，半径800m。

本项目并未设置长连续下坡, 运输主干道路平均纵坡仅为 3.1%，且平顺无急转弯，因此未设置避险车道。

（8）超高加宽设计

本工程矿山道路路基采用双向横坡，坡度2.5%，超高方式以路中线作为旋转轴，最大超高横坡取6%。

路基加宽采用《厂矿道路设计规范》（GBJ 22-87）规定的加宽值。全线采用露天矿山道路规定的加宽值，车辆前悬+轴距取7m。路基加宽方式采用曲线内侧加宽，线性过渡。

（9）路基设计

按照道路的使用功能，确定干路 A 线、干路 B 线，排土场道路按照露天矿山三级标准设计，双车道路面宽度为 9.5m，填方路肩宽度 1.5m，挖方路肩宽度 0.75m。

本项目的矿山开采道路，根据沿线地形、地貌、地质、水文、气象等自然条件和环境保护的要求，本着因地制宜、就地取材的原则，为减少投资，路基设计尽量减少构筑物，以挖方为主。筑路材料方面，合理选择材料并采取病害防治措施，确保路基具有足够的强度和稳定性。

1）路基填筑与压实

路基填筑应优先选用级配良好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料，填料最大粒径应小于 150mm。强膨胀土、泥炭、淤泥、有机质土、易溶盐超过允许含量的土及液限大于 50%，塑性指数大于 26 的细粒土，不得直接用于填筑路基。根据《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩矿勘探报告》，项目所在地区为一般地区，因此路基最小压实度应符合下表 3.4-3 要求。

表3.4-3 填料最小强度、路基压实标准及最大粒径要求

填挖类别	路面底面以下深（m）	填料最小强度（CBR）（%）	压实度（%）
填方	0～0.8	5	≥93
	＞0.8～1.5	3	≥91
	＞1.5	2	≥91
低填方、零填及挖方	0～0.4	3	≥93

2）路基边坡

挖方边坡：边坡坡率采用1:0.5，每10m设置一级开挖平台，台阶宽度为2.0m。

填方边坡：当边坡高度H≤10m时，采用直线形边坡，坡率均采用1:1.5；边坡高度10m＜H≤20m时，采用台阶形边坡，第一台边坡高8m，坡率采用1:1.5，第二台边坡高12m，坡率采用1:1.5，平台宽2m。

3）路基填前处理

路地面横坡小于1:15时，需对现在耕植土进行清表处理，清除路基范围内植被，挖出树根。清表厚度不小于30cm。完成后需对现在地面进行填前夯实，压实度不小于90%。

地面横坡为1:5~1:2.5时，原地面应进行挖台阶处理，台阶宽度不应小于2m，高度不小于50cm。

4）低填浅挖路基处理

路基开挖高度小于1m，填高小于1m均属于低填浅挖路基，为保证路床范围内强度和稳定性，需对路床顶面以下80cm进行超挖回填。回填料要求采用轻度高、稳定性好的碎石土或砂砾土，压实度满足路床填筑要求。当低填浅挖段原路基为中风化、微风化基岩等，无需进行超挖回填。

5）低填浅挖路基处理

道路路床顶面土基回弹模量不应小于60Mpa。

6）路基、路面排水设计

对于一般填方路段采用散排方式进行排水，对于位于沟内的填方路段，设置排水沟将边沟水引入涵洞；对于挖方路段在路肩外侧设置矩形边沟。边沟设置在挖方路基的路肩外侧或低路堤坡脚外侧，主要用以汇集和排除路基范围内和流向路基的少量地面水。边沟及排水沟尺寸为50cm×50cm，排水沟断面型式矩形，采用M7.5浆砌片石砌筑，可满足公路路基范围内重现期内路界地表径流排水要求。

（10）路面设计

本项目露天矿山道路路面采用20cm厚泥结碎石。

泥结碎石路面所用的石料，等级不应低于四级，尽量选用尺寸较大、表面粗糙、有棱角，颗粒形状接尽立方体的碎石，不能含有其它杂物。长条、扁平状颗粒不宜超过20%。碎石的最大颗粒尺寸不得大于面层厚度的0.6倍。在面层中，可采用尺寸为15mm～25mm或25mm～35mm的碎石，嵌缝料可用5mm～15mm的石屑。粘土应具有较高的粘性，不得含腐殖质或其它杂物，塑性指数12～20，用土量不超过碎石的18%（按重量计）。粘土的实际用量，应根据碎石的颗粒尺寸、碾压情况而异，可在现场通过试验确定。

路面排水采用散排方式，挖方路段路面水沿路线纵坡和路面横坡漫流至路肩进入边沟；填方路段，路面水沿路线纵坡和路面横坡漫流至路肩、路基边坡排出路基范围外。

（11）标志标牌和路侧护栏

标志设置以《道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志》（GB5768.2-2022）为依据，根据路段实际需要进行设置，力求做到各类标志布设完善；在不影响功能的情况下，尽可能均衡布设，避免信息过载或信息不全的情况。因此在交通标志的布设上主要遵循以下总体原则：

1）交通标志系统应设置科学、规范、齐全，提供明确、清晰、醒目的道路信息；

2）全路段各类型标志合理布局，前后协调，使之保持系统性，连续性；

3）标志设置应做到沿线布设均衡，避免基本路段信息不足，也不应出现局部路段信息过载，致使驾驶员无法全面及时接收必要信息；

4）重要信息要重复提示多级预告，设置必要的禁令标志、指示标志与警告标志，保证行车安全。

根据以上总体布设原则，本路段布设以下交通标志：

①主要禁令标志

在必要路段位置设置限速标志，如道路起终点、中间必要路段。

②主要警告标志

上陡坡、下陡坡路段前设置警告标志。

根据相关规范，根据本项目的设计速度，本路段警告标志为三角形，边长采用70cm；禁令标志为圆形，直径采用60cm。

标志底板材料均采用铝合金板制作，单柱式标志板厚3mm；全线范围内标志采用III类反光膜。

标志结构采用单柱式，禁令标志2个，警告标志14个，共有单柱式禁令标志16个。

标志的支撑结构应保证安全、外形美观、经久耐用，本次设计标志结构形式为单柱。

填方、挖方临崖侧标志基础设置于路侧或边坡，挖方靠山侧标志基础设置于碎落台。

考虑到路线外侧多为陡崖，施工期大型、重载车辆较多，为了能保证行车安全，矿区内泥结碎石道路设置安全挡车堆，断面采用高1m，上底宽0.5m，下底宽1.5m的等腰梯形。具体设计原则如下：

填方高度大于4m的路段；

路侧有悬崖、深谷和深沟的路段；

平曲线半径小于一般最小半径的曲线外侧路段；

路侧有挡墙的路段。

根据《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81-2017）中表6.2.5的规定需设路侧护栏的段落不满足最小设置长度，为了保证护栏的整体稳定性，需将护栏加长延伸到挖方路段。全线共设置1548m安全挡车堆。

3.5 采剥工作

3.5.1 采矿方法

矿山采用露天台阶式开采方式。由于矿区面积大，矿区采用自上而下分台阶开采，台阶高度为15m，北帮台阶坡面角（30°），其余帮（岩质60°、土质45°）。矿山实行深孔爆破。矿山南侧灰岩区域同时工作的台阶为1-2个，北侧白云岩区域同时工作的台阶为1个。正常开采工作面为3个。在距离最终边坡的最后一排应采用预裂爆破，保证矿区开采边坡稳定。

矿区西南侧出现中统梁山组（P_2l）碳质页岩夹层，夹层厚度约11m，与周边矿石界线分明。圈定的夹层总量约27万m^3，对矿山矿石开采影响较小。在爆破过程中尽量做到分区爆破，避免混入熔剂用灰岩中。

3.5.2 采剥工艺

矿山矿石年生产规模为400万t。根据现场作业条件及方案圈定的露天开采境界，矿山首采区基建完成后，将在东北侧山头形成129m清扫平台、114m安全平台、99m和84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。在西南侧山头形成114m削顶平台和99m、84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。开采作业时根据市场销售情况，对三种矿种灵活搭配开采，为混采分运。在正常推进过程中为避免形成顺向坡，应从北往南推进或东西向推进，禁止从南往北推进作业。

采矿工艺过程按先后顺序可分为剥离、穿孔、爆破、装载运输四部分。

在距离最终边坡的最后一排应采用预裂爆破，保证矿区开采边坡稳定。预裂爆破采用不耦合、不连续装药；采用电子数码雷管逐孔起爆；缓冲孔与主爆破孔起爆顺序一致；预裂孔先于缓冲孔起爆时间间隔130ms。

3.5.3 穿孔工作

矿山设计年矿石开采量为148万m³/a。本项目拟选用孔径为Φ150mm履带式液压潜孔钻机作为主要穿孔设备，自带除尘水箱及空压机。另采用2台孔径90mm的潜孔钻机用于边坡穿孔，孔距1m左右，装药为乳化炸药药卷。

（1）潜孔钻机的台班生产能力

A=100m/台班

式中：A—潜孔钻机台班生产能力，m/台班；

（2）潜孔钻机的台年穿孔效率

L=ATnn =100×300×2=60000m/a

式中：L—每台潜孔钻的年穿孔效率，m/a；

A—潜孔钻机台班生产能力，米/台班；

T_n—矿山设计年工作天数，300天/a；

n—每天凿岩班数，2班/天。

（3）潜孔钻机的需求数量

N=Q/Lq（1-e）

式中：N—潜孔钻机的需求数量，台；

Q—矿山设计年采剥总量，148万m³/a；

L—每台潜孔钻的年穿孔效率，60000 m/a；

q—每米炮孔的爆破量，取21.5m³/m；

e—穿孔废孔率，取10%。

经计算N=1.5，取2台。

根据以上计算，共需2台孔径为Φ150mm履带式液压潜孔钻机，即可满足生产能力的要求。

3.5.4 爆破工作

（1）控制爆破

依据《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段东侧220kv曲兰线保护方案》（修编）和《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段南侧800kv锦苏线、

复奉线保护方案》（修编），直流±800kv锦苏线、复奉线和220kv交流曲兰线高压线外围500m位于矿山内的范围均设为控制爆破区域，控制爆破区域坐标详见下表3.5-1和表3.5-2，该区域内的爆破设计严格按照批复的保护方案执行。

表3.5-1 直流±800kv锦苏线、复奉线控制爆破开采区拐点坐标表

拐点	X	Y	面积
1	3300171.03	38480252.04	104541m^2
2	3300192.81	38480654.64	
3	3300207.58	38480972.76	
4	3300044.94	38480972.76	
5	3300044.93	38480252.04	

表3.5-2 220kv曲兰线控制爆破开采区拐点坐标表

拐点	X	Y	面积
1	3300904.42	38481680.13	76654m^2
2	3300665.42	38481553.62	
3	3300488.68	38481286.92	
4	3300488.68	38481236.02	
5	3300893.82	38481450.49	

（2）正常爆破作业

矿山其余地区采用深孔爆破，爆破方案与《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段东侧220kv曲兰线保护方案》（修编）和《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段南侧800kv锦苏线、复奉线保护方案》（修编）保持一致。

设计网孔参数如下：

1）炮孔直径：D=115mm

2）根据计算公式：

底盘抵抗线：W=（25~45）D=4.3m

式中：D—炮孔直径（115mm）

3）炮孔间距（a）和排距（b），根据底盘抵抗线和邻近系数计算：

a=mW=5.5m，b=（0.9~0.95）W=3.8m

式中：a—炮孔间距，m

m—邻近系数，1.1

W—底盘抵抗线，m

4）超深：为了克服因底盘抵抗线大而影响爆破效果，钻孔应有超深。

l=（0.15~0.35）W =1.5m

式中：l—炮孔超深，m

W—底盘抵抗线，m

5）炮孔倾角：B=90°，最后一排倾斜75°穿孔；

6）炮孔深度：L=H/sinB+1.5=16.5m

7）炮孔堵塞深度：为加强爆破效果，炮孔上部用以钻孔时排出的岩渣作为堵塞物，一般本次设计炮孔堵塞长度不低于4m。

8）装药长度：$L_1=L-L_2=16.5-4.0=12.5m$；

9）单位炸药消耗量：$q=0.35kg/m^3$；

10）单孔药量（Q）

根据公式：Q＝ a・b・H・q (kg)

按平均孔网参数计算，孔径为115mm

Q=5.5*3.8*15*0.35=110kg；

11）爆破警戒范围

①台阶深孔爆破的飞石距离R

R_f=（40/2.54）×d

式中：R_f—碎石飞散对高压线的安全距离，m；

d—炮孔直径，mm，中深孔爆破区域炮孔直径115mm；

计算得飞石距离R=181.1m。

②爆破冲击波安全距离

空气超压值计算如下：$\Delta P = 14Q/R^3 + 4.3Q^{2/3}/R^2 + 1.1Q^{1/3}/R$

控制爆破区域$\Delta P=0.04\times10^5Pa$；

常规中深孔爆破区域$\Delta P=0.07\times10^5Pa$；

式中：ΔP —空气冲击波超压值，10^5Pa；

Q —一次爆破梯恩梯炸药当量，秒延时爆破为最大一段药量，毫秒延时爆破为总药量。常规中深孔爆破区域一次最多爆破 100 孔，则总药量为 15525kg；

R—爆源至保护对象的距离，控制爆破区域距离曲兰线塔尖连线最近距离302m；常规中深孔爆破区域距离曲兰线塔尖连线最近距离500m；

根据《爆破安全规程》(GB 6722—2014)，本爆破方案中高压线的空气冲击波超压的安全允许标准值为0.4×10^5Pa。经计算，曲兰线冲击波超压值小于安全允许值0.4×10^5Pa，表明矿山爆破作业时严格按照设计的分区一次起爆药量进行爆破作业,可将爆破空气冲击波对保护对象的影响控制在安全允许范围内。

③爆破地震波安全距离R_d

电塔基座安全允许距离：$R_d=（\frac{K}{v}）^{1/a}\sqrt[3]{Q}$

常规中深孔爆破区域：$R_d=（\frac{150}{2.5}）^{1/1.5}\times\sqrt[3]{155.25}=73.43$（m)

式中：R—爆破振动安全允许距离，单位为m；

Q—炸药量，齐发爆破为总药量，本设计采用毫秒延时逐孔起爆，常规中深孔爆破最大单响药量为Q=110kg；

V—保护对象所在地质点振动安全允许速度，单位为厘米每秒（cm/s）；工业建筑物安全允许振速为2.5～3.5cm/s，取2.5cm/s；

k—与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，k取150。

综上，常规中深孔爆破区域距离曲兰线塔尖连线最近距离500m大于爆破振动安全允许距离73.43m。

同时根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）及金属非金属矿山安全规程（GB16423-2020）的有关规定，爆破飞石的安全允许距离一般按200m圈定，顺坡方向增加50%，本次爆破境界范围取300m。设置300m爆破警戒范围，超过爆破飞石和冲击波允许的最小安全距离。

设计最终确定的爆破警戒范围为300m，由于实际爆破点的位置是不断变化的，所以每次实际警戒范围应根据爆破点的实际位置和最小抵抗线的实际方向而变化，但警戒半径应不小于设计值。

（3）预裂爆破（北帮靠帮区域专项设计）

邻近最终边坡爆破时，采用预裂爆破，以减少爆破振动对边坡的影响，有利于采场最终边帮稳定。

1）预裂爆破推荐参数

炮孔直径D：D=90mm；

炮孔间距a_1：a_1=1m；

炮孔倾角θ：矿体30°；

炮孔深度L：L=H/sinθ+h=17（半台阶法，以台阶高度H=7.5m计算，h为超钻深度取1.5m）；

装药线密度q：根据类似工程经验取q=0.4kg/m，可根据预裂爆破效果适当调整；

炸药选择，采用Φ32mm药卷；

预裂爆破技术要点关键是装药结构、预裂孔和缓冲孔钻孔质量，钻孔质量的好坏是决定预裂爆破成功与否的关键，要求预裂爆破钻孔钻凿在边坡坡面上达到“平、直、齐”三要求，即预裂孔在同一边坡平面上、各炮孔平行垂直坡角线、各孔底整齐落在同一高程线上。缓冲孔应与预裂孔基本平行，防止缓冲孔倾角偏差钻入边坡中，起爆后破坏边坡坡面。

2）预裂爆破炮孔布置

靠帮区域最后一个爆区最后一排孔采用预留爆破，预裂孔角度为30°。爆区最前端设置两排70°正常倾斜孔，中间设置3-4排加强孔，加强孔倾角由70°过渡至30°。为避免形成大块，加强孔内需装填炸药。以下预裂炮孔布置示意图（3.5-1）仅供参考，后期该区域爆破方案需做专项设计并经现场试验后确定。

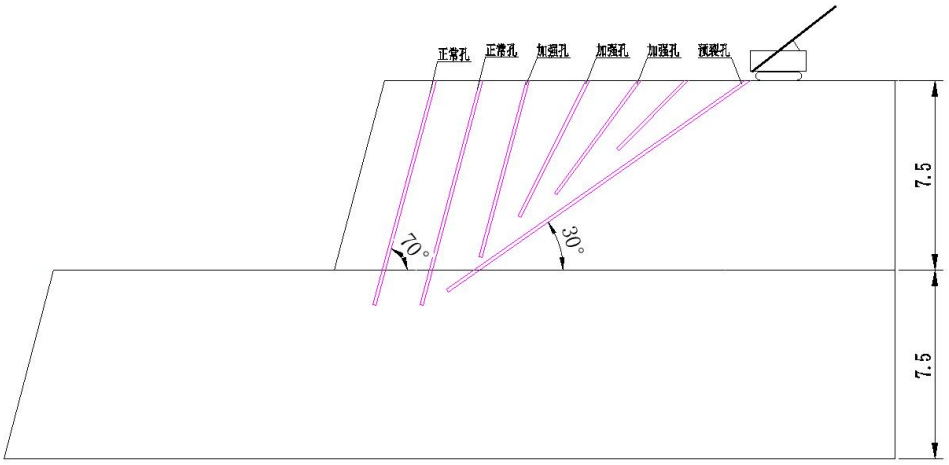


图 3.5-1 预裂炮孔布置剖面示意图

3）预裂爆破作业要求

采用不耦合、不连续装药；

采用电子数码雷管逐孔起爆；

预裂孔必须先于主爆孔起爆，超前间隔时间为75～150ms，起爆时间设置如下：预裂孔(0ms)→主爆孔(100ms)→缓冲孔(150ms)；

炮孔方向偏斜不得超过爆破设计方向的1°。

4）预裂爆破作业其他要求

预裂爆破钻孔施工严格按方案设计确定的孔网参数、孔深、角度进行。

装药作业时，两人一组，每支Φ32mm药卷系牢固在竹片上，除底部加强装药外，每支Φ32mm药卷的间隔距离按设计线装药密度控制。药串入孔时缓缓顺孔放入，且应使竹片贴靠在预留边坡一侧。

预裂炮孔堵塞时，可先采用炸药包装袋对预留的堵塞长度进行封住，防止堵塞岩屑进入装药段。预裂爆破作业其它要求按《爆破安全规程》及其它相关文件执行。

（4）爆破安全设施

1）矿山设置避炮棚

露天采场爆破作业现场推荐采用BTJD-001移动式成型避炮棚，可根据爆破点的位置实时移动并抵挡飞石的冲击。棚体外部关键部位如棚盖和迎飞石面采用厚度≥6mm的防爆钢板，内部配备 10mm 绝缘木板和 2mm 防静电阻燃毡，既能有效抵御爆破产生的冲击和飞石撞击，又能起到减震、降噪及防静电的作用。采用双开门设计，内外都可以开锁，便于爆破作业人员在紧急情况下迅速进出。两侧设有通风孔并加装铁丝网，可防止飞石进入，同时保证空气流通，避免人员因长时间躲避而感到不适。门上开设观察窗口，方便人员在安全环境下观察爆破作业情况。底部配有支撑腿和移动轮，方便移动，也可在顶部设4个吊环，使用吊车吊运到需要的场地，能适应不同的爆破作业环境。

2）爆破安全警示标志

矿山安全通告牌：在矿山各主要交通要道和外围设置矿山安全通告牌，告知进入矿区人员安全注意事项。

爆破安全通告牌：在矿山和外围各主要交通要道设置爆破安全通告牌，告知矿山周边村民和无关人员以下内容：工程名称、爆破时间、警戒范围、爆破施工信号、安全注意事项等。

警戒带、警戒旗：爆破前应在爆破警戒线边界和通道上设立哨岗和标志，路口应用警戒带拦截过往行人和车辆。在地形较高位置插上警戒旗杆，防止人员进入爆破作业区，发生爆破事故。

综上所述，根据矿区周边环境条件，爆破时要对矿区周边300m范围内实施警戒，在300m范围路口处设置爆破安全通告牌，爆破时采用警戒带和报警器进行管控。

3）矿山爆破报警器

本次设计配备矿山爆破报警器（声光报警器），必须同时发送声音和视觉信号，警告危险区内所有人员听到和看到，离开爆破危险区域。通过爆破安全通告牌和宣传让所有作

业人员事先知道爆破警戒范围、警戒标志和预警、起爆、解除信号的方式和意义，以及发生信号的方法和时间。

预警信号为喊话或慢长哨音，该信号发出后爆破警戒范围内开始清场。

起爆信号为喊话或紧急哨音，起爆信号应在确认人员、设备（不易移动的设备应就地采取保护措施）等全部撤离爆破警戒区域，所有警戒人员到位，具备安全起爆条件时发出。

解除信号为喊话或连续缓长哨音，正常爆破后，爆破安全等待足够安全的时间后，检查人员进入警戒范围检查、确认安全，方可发出解除信号。

3.5.6 二次破碎

台阶穿孔爆破结束而残留的矿岩体、工作面爆破后产生的根底以及爆破后块度大于1000mm的大块矿石利用挖掘机配备的液压破碎锤在工作面进行二次破碎。安全性较好，且破碎成本较低。

3.5.7 装载运输

3.5.7.1 铲装

（1）铲装设备

采用斗容5.0m³履带式挖掘机进行铲装，同时利用2.3m³履带式挖掘机辅助作业。5.0m³的液压挖掘机参考型号为徐工XE900D，设备参数表见下表3.5-3。

表3.5-3 XE900D设备参数表

项目	单位	参数
参数项	-	XE900D
操作重量	kg	75000kg
发动机功率	kW/rpm	403kW/2100rpm
斗容	m³	3.8m³-5.3m³
最大斗杆挖掘力	kN	332kN
最大铲斗挖掘力	kN	390kN
行走速度	km/h	4.1/2.8km/h
回转速度	r/min	7r/min
最大挖掘半径	mm	11690mm
最大卸载高度	mm	7600mm

1）挖掘机生产能力计算

$$Q_B = \frac{3600TEK_m\eta}{tK_s}$$

式中：Q_B —挖掘机台班生产能力，m³/台班

T—每班作业小时数，取8h

E—铲斗容积，5.0m³；

K_m—铲斗装满系数，0.8

η—挖掘机工作时间利用系数，0.7

K_s—物料在铲斗中的松散系数，1.5

t—挖掘机作业时的一次循环时间，35s

经计算：Q_B=1334m³/台班；

2）挖掘机台年生产能力：

$$Q_n = \frac{Q_B n N}{10000}$$

式中：Q_n—挖掘机台年生产能力，万m³/台年

n—日工作班数，2班

N—年工作日数，300天

经计算：Q_n=80.6万m³/台年

3）挖掘机的需求数量：

$$N = \frac{A}{Qn}$$

式中：A—矿石年开采量，148万m³/a。

经计算，N=1.8辆，取2辆。

因此，方案共需5.0m³履带式挖掘机2台，可以满足生产要求。另外配置2.3m³履带式挖掘机2台、2台3m³轮式装载机、1台3m³推土机用于排土、工作面清理、整理爆堆、运输道路平整、降段等工作。

（2）大块二次破碎

为了解决超规格大块矿石二次爆破问题，克服二次爆破飞石对生产安全的影响，推荐矿山配备液压破碎锤2台，搭配斗容为2.3m³挖掘机使用。工作重量2250kg，打击频率350～500bpm，凿杆直径135mm。

（3）采装作业安全措施

1）必须有明确有效的信号，与车辆上的人员进行可靠的联系；装第一铲时，铲斗门距车厢底面的卸载高度不应大于0.5m；铲斗卸载时，应使车厢重心保持平衡；挖掘机运转时，严禁人员、设备过于靠近；爆破前须将挖掘机开到安全地点；挖掘机工作时，其尾部

到阶段坡底的水平距离应不小于1m；两台以上挖掘机在同一平台上作业时，其间距不得小于50m。

2）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。

3）挖掘机作业时，发现悬浮岩块或崩塌征兆、盲炮等情况，应立即停止作业，并将设备开到安全地带。

4）挖掘机作业时，悬臂和铲斗下面及工作面附近，不应有人停留。

5）运输设备不应装载过满或装载不均，也不应将巨大岩块装入车的一端，以免引起翻车事故。

6）装车时铲斗不应压碰汽车车帮，铲斗卸矿高度应不超过0.5m，以免震伤司机，砸坏车辆。

7）不应用挖掘机铲斗处理粘厢车辆。

8）两台以上的挖掘机在同一平台上作业时，挖掘机的间距：汽车运输时，应不小于其最大挖掘半径的3倍，且应不小于50m。

9）上、下台阶同时作业的挖掘机，应沿台阶走向错开一定的距离；在上部台阶边缘安全带进行辅助作业的挖掘机，应超前下部台阶正常作业的挖掘机最大挖掘半径3倍的距离，且不小于50m。

10）挖掘机工作时，其平衡装置外型的垂直投影到台阶坡底的水平距离，应不小于1m。操作室所处的位置，应使操作人员危险性最小。

11）挖掘机应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；铲斗应空载，并下放与地面保持适当距离；悬臂轴线应与行进方向一致。

12）挖掘机通过电缆、风水管时，应采取保护电缆、风水管的措施；在松软或泥泞的道路上行走，应采取防止沉陷的措施；上下坡时应采取防滑措施。

13）挖掘机采装作业时，铲斗不应从车辆驾驶室上方通过。装车时，汽车司机不应停留在司机室踏板上或有落石危险的地方。

14）挖掘机运转时，不应调整悬臂架的位置。

3.5.7.2 运输

矿岩运输作业需要载重60t矿用自卸汽车。

汽车台班运输能力计算公式如下：

$$A=480GK_1K_2/T$$

式中：A—自卸汽车台班运输能力，t

G—自卸汽车额定载重量，60t

K_1—汽车载重利用系数，取0.85

K_2—汽车时间利用系数，取0.85

T—汽车周转一次所需时间，取18min

汽车周转一次所需时间：

$T= T_{运}+T_{装}+T_{卸}+T_{调待}=8+4.0+2.0+4.0=18min$。

经计算，汽车台班运输能力为1156t。

汽车需要台数计算：$N=Q\times K_3/（C\times H\times A\times K_4）$

式中：Q—露天矿矿岩年运输量，444万t

K_3—运输不均衡系数，取1.2

C—每日工作班数，2班

H—年工作日数，300天

K_4—汽车出车率，取0.8

经计算，N=9.6，取10辆

矿山需配备10台自卸汽车即可满足矿岩生产需要。

3.5.7.3 挖掘机和车辆匹配验证

矿岩运输作业需要载重60t矿用自卸汽车10台，选用2台斗容5.0m³液压挖掘机，自卸汽车高度3.8m，挖掘机最大挖掘半径为11.6m，最大装卸高度7.6m，铲斗运转高度远高于汽车车厢高度。

单台挖掘机配置的卡车数量计算公式如下：

$N=T/t_s$

其中：N—单台挖掘机配置的卡车数量

T—卡车的作业周期时间（min）

t_s —单台卡车的装车时间（min）

汽车周转一次所需时间：

$T= T_{运}+T_{装}+T_{卸}+T_{调待}=8+4.0+2.0+4.0=18min$

60t矿卡车厢容积约28m³，斗容5.0m³液压挖掘机装车循环6次方可装满。挖掘机作业时的一次循环时间约35s，单台卡车的装车时间ts=35s×6=3.5min。

经计算，N=5.14，取6辆。

目前，选用2台斗容5.0m³液压挖掘机做为主铲装设备，配备10台60t矿用自卸汽车，可能会出现挖掘机等车情形。鉴于此种情形，另外配置2.3m³履带式挖掘机2台，即可消除挖掘机等车的情况。因此挖掘机数量、斗容和车辆是匹配合理的。

3.5.8 临近老采坑专项开采方案

矿区分布有四个大小不一的露天采坑，其中西部为CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、东侧为CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）、南部为CC3（历史遗留采坑）、西南部为CC4（历史遗留采坑）。CC3和CC4老采坑面积小，影响范围较小。本次主要对CC1 采坑和CC2采坑边坡提出专项开采及安全防护措施。CC1 采坑和CC2采坑边坡主要分布在北侧以及其他侧。由于北侧老边坡未完全包含在此次矿权，其余侧老边坡均在矿界内，因此造成北侧老边坡开采过程存在作业空间窄等问题。其余侧老边坡作业空间较宽，但存在临边作业坠落的安全风险。

推进方向：根据矿区运矿道路布置情况，临近北侧老边坡，推进方向为从东往西方向。临近其余侧老边坡时，推进方向为东西向推进，做到工作面有足够作业空间。

爆破控制：北侧老边坡开采后会形成终了边坡，爆破过程中最后一排应采用预裂爆破，炮孔倾角30°。由于炮孔倾角较缓，钻机设备无法一次性穿孔，因此采用半台阶法。台阶高度按H=7.5m，后期并段为15m台阶。炮孔直径D：D=90mm；炮孔深度L：$L=H/\sin\theta+h=17$（半台阶法，以台阶高度H=7.5m计算，h为超钻深度取1.5m）；装药线密度q：根据类似工程经验取q=0.4kg/m；炸药采用Φ32mm药卷；以上爆破参数仅供参照，实际生产根据预裂爆破效果进行调整。其余侧老边坡后期不会形成矿山终了边坡，按矿山正常爆破，区采用深孔爆破，爆破布孔采用梅花型布置为佳。为提高爆破效果，采用逐孔微差爆破方式。

安全措施：（1）临近老采坑边帮处，在作业前、作业中及每次爆破后，应对坡面进行安全检查，发现工作面有裂隙，坡面上有悬浮岩块、危石等情况，相关人员应立即停止作业撤离至安全地带，并采取处理措施；

（2）对老采坑边帮进行保护、修整，消除边坡浮石、伞岩，一旦发现隐患立即停止作业并及时清除，待隐患消除后再进行作业；

（3）在靠近老采坑边帮陡崖侧2m外，设置带醒目位置的安全警示带、警示标志，防止人员误入坠落；

（4）制定临边作业安全管理措施，按照《金属非金属矿山安全规程》的有关要求，制定临边作业安全操作规程；

（5）老采坑顶部开采各作业人员和生产设备必须在作业平台的稳定范围内行走；

（6）老采坑临边铲装时，必须修设安全土挡，土挡高1m，上宽0.5m，下底宽1.5m。用挖掘机铲斗进行压紧压实，严禁用大块堆筑。

3.5.9 矿山设备

矿山开采主要设备见下表3.5-3。

表 3.5-3 矿山开采主要设备表

生产环节	序号	设备名称	型号 性能	台数	备注
穿孔	1	潜孔钻机	Φ150mm	2	
	2	潜孔钻机	Φ90mm	2	
采装	3	液压挖掘机	5.0 m^3	2	主采设备
	4	液压挖掘机	2.3m^3	2	辅助开采、修路
	5	轮式装载机	3m^3	2	辅助开采、修路
运输	6	矿用自卸卡车	60t矿用自卸卡车	10	
排土	7	履带推土机	220HP	2	作业面及排土场各1台
辅助	8	液压破碎锤		2	
	9	油罐车	8t	1	
	10	洒水车	10t	2	
	11	杂作业车	5t	2	
	12	指挥车	皮卡	4	
	14	RTK		2	测量

3.6 矿山基建

3.6.1 开拓沟道定线

矿山首采基建工作面布置在东北侧和西南侧两个山头上。东北侧山头高140m，分布矿种为白云岩；西南侧山头高120m，分布矿种为灰岩。首采区基建完成后，将在东北侧山头形成129m清扫平台、114m安全平台和99m、84m采矿平台；在西南侧山头形成114m削顶平台和99m、84m采矿平台。将在东北侧山头形成129m清扫平台、114m安全平台和99m、84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。

3.6.2 基建工程量

矿山各种安全设施、环境保护设施、水土保持设施和消防设施等基础设施竣工验收后，对全系统进行联合调试和验证，试生产成功后视为正式投产。自基建开始至投产期限为12个月。自投产后1个月内达到满负荷生产，达到400万t/a生产规模。

基建内容主要有以下三方面：

（1）剥离削顶工程：矿山矿石年生产规模为400万t。根据现场作业条件及方案圈定的露天开采境界，矿山首采区基建完成后，将在东北侧山头形成129m清扫平台、114m安全平台和99m、84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。在西南侧山头形成114m削顶平台、99m和84m采矿平台，工作线沿近南北方向布置，采场工作面由东往西方向推进。

剥离削顶工程量约41.4万m^3，剥离物量约10万m^3，副产矿石量约31.4万m^3。剥离物主要由残坡积层、内部夹层组成。副产矿石临时堆存在表土堆场中上，供投产初期使用。基建期共12个月，形成开拓矿量约313万t，保有期约10个月；备采矿量78万t，保有期约3个月。

（2）运输道路：运矿道路路线起点接45.5m粗碎平台，终点分别接东北侧和西南侧两个开拓平台，标高+99.0m，运矿全线长2.3km。另修建排土场支线，长度约164m。运输路线全长约2.5km，采用露天矿山三级道路，双车道路面宽度为9.5m，矿区内挖方路肩宽度0.75m，填方路肩宽度1.5m，矿区外路肩宽度0.75m。排水沟规格为40cm×40cm，壁厚25cm。矿区99m标高处以上道路采用临时施工便道，路线最大纵坡不超9%，路面宽度5m。

（3）内部表土堆场为平地型排土场，基建工程主要有：1）原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑内积水抽排及清淤；2）铺设厚度不低于300mm的排水碎石层，方量约0.94万m^3；3）在排土场设置排水沟，长度约1km。

基建期施工进度表见下表3.6-1。

表 3.6-1 基建进度计划表

工序 日历（月）	工程量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
施工手续办理，人员、设备进场													
运输道路	2.5km												
施工便道	0.4km												
首采工作面采准工程	剥离量41.4万m^3 副产矿石31.4万m^3												
矿山截排洪沟、平台排水沟	截排洪沟0.3km； 平台排水沟1.8km												

工序 日历（月）	工程量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
排土场清基、铺设排水垫层、修筑截水沟	清基约3万m^3；排水垫层9400m^3；												
安全设施安装、试运行													

3.6.3 采剥工作进度计划

依据生产规模和各水平矿岩量，编制年度开采剥离计划，见3.6-2。

表 3.6-2 矿山逐年采剥进度计划表

生产水平（m）	开采矿岩（万 m^3）	基建期	生产期								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
129m 以上	熔剂灰岩	0									
	熔剂白云岩	0.9									
	建筑用灰岩	0									
	剥离量	0.2									
114~129	熔剂灰岩	1.4									
	熔剂白云岩	5.6									
	建筑用灰岩	0									
	剥离量	1.9									
99~114	熔剂灰岩	9.3	4.6								
	熔剂白云岩	7.1									
	建筑用灰岩	0.7									
	剥离量	6.4	4.1								
84~99	熔剂灰岩	4.4	45	10.3							
	熔剂白云岩	2	39.3	10							
	建筑用灰岩	0	4.8								
	剥离量	1.5	14.8	4							
69-84	熔剂灰岩		59.3	73.5	15.6						
	熔剂白云岩			33.9	10						
	建筑用灰岩		0	10.3							
	剥离量			17.8	5.6						
54-69	熔剂灰岩			15	95.4	119	88.2	20			
	熔剂白云岩				32	21.1	12.8				
	建筑用灰岩				0	12.9	13				
	剥离量			4.2	16.5	13.5	2.5				
39-54	熔剂灰岩						29	100	130	120	23.1
	熔剂白云岩						10	23	12.5	33	26.8
	建筑用灰岩							10	10.5		
	剥离量						15.6	14.5	13.5	8.7	2.1
年产矿石量		31.4	153	153	153	153	153	153	153	153	49.9
年剥离量		10	18.9	21.8	22.1	13.5	18.1	14.5	13.5	8.7	21.1
生产剥采比		0.34	0.12	0.14	0.14	0.08	0.12	0.1	0.09	0.06	0.04

3.7 防排水

3.7.1 排水方案

采场外围地表径流在上部截洪沟设置引流后，具备依靠现状自然地形排出的条件，因此基建结束时仅需设置首采开采面外围场地的截排水沟；开采过程中，随着范围逐步扩大，会对现状地形的自然排水产生干扰，根据现场情况结合矿山开采剥离计划，对截排水沟的线路进行阶段性的调整，直至各阶段开采至终了平台，形成最终的矿山防排水体系。此外，在各平台修筑排水沟，排水沟设置于距台阶坡脚0.5m处，断面结构形式为等腰梯形，底宽40cm、顶宽120cm、高40cm，两侧坡比为1:1。水沟敷设复合土工膜，水泥砂浆抹面，砂浆厚度30mm，排水纵坡不小于0.5%。，需要在平台靠帮复垦后及时砌筑。当开采至最低39m终采底板，该底板应形成自中部向矿区南北测形成0.3%的坡度，将坑内的水流引到

南北侧排水沟中，同时在排水沟末端设置沉淀池，规格取长×宽×高为5m×4m×3m，收集矿区初期雨水，避免对周边环境造成污染。

3.7.2 截排水沟

（1）降雨强度

经查《湖北省中小流域设计暴雨洪水图集》，取用《湖北省年最大1小时点雨量均值等值线图》、《湖北省年最大1小时点雨量Cv值等值线图》，得项目区的一小时平均点雨量为60mm，Cv=0.55，Cs=3.5Cv。

查《皮尔逊III型频率曲线的模比系数Kp值表》得Kp2%=2.58，由此计算得50年一遇最大一小时降雨量为155mm。

（2）采场外部防排水

根据现场地形地貌，矿山北侧几乎沿山脊开挖，北部大气降雨汇入采场境界内汇水极少，汇水面积约1万m^2，其余三侧无汇水进入矿界内。因此，仅需在北侧设置截水沟，截水沟截洪沟的断面为矩形结构形式，尺寸为宽0.6m，深0.6m，水沟用浆砌石砌筑，水泥砂浆抹面，两侧厚度300mm、底板厚度300mm，排水纵坡不小于0.5%。

对北侧截水沟进行排水能力验算，根据汇水面积测算，其截洪沟设计洪峰流量计算如下：

$$Q = 0.278KiF$$

Q—最大清水洪峰流量，m^3/s；

F—外围汇水面积，1万m^2；

i—项目所在区域50年一遇点暴雨强度为155mm/h；

k—地表径流系数（属于起伏山坡坡底类型，取经验值0.7）。

经计算，露天采场北侧外围汇水最大洪峰流量为0.09m^3/s。

现按下式对截洪沟过流能力进行验证。

$$Q = CA\sqrt{Ri}$$

C—流速系数（谢才系数）；

A—过水断面面积；

R—水力半径；

i—水力坡降；

n—糙率。

经计算，露天采场外部截洪沟流量计算结果如下表所示，计算截水沟泄水能力为0.16m^3/s，远大于洪峰流量（0.09m^3/s），满足矿山采区外部防排水的能力要求。

表 3.7-1 露天采场外部截洪沟流量计算表

底宽（m）	设计水深（m）	过水断面（m^2）	水力半径	糙率	纵坡	谢才系数	流量（m^3/s）
1	0.4	0.24	0.17	0.025	0.005	29.77	0.16

（3）采场内部防排水

采场内部防排水主要有两部分，一是采场边坡坡面、安全和清扫平台；二是终采39m坑底。采场边坡坡面、安全和清扫平台的汇水主要为大气降雨。终采39m坑底汇水量较大。考虑到矿区内石灰岩白云岩矿体主要分布于裸露型岩溶区，大部分出露地表，局部被第四系残坡积层、冲坡积层覆盖，出露标高在+40.84m～+155.60m之间。矿区最低开采标高为+39m，地下水静止水位标高41.69m。未来矿床采用露天开采，矿山终了形成露天采坑，因此，未来终采39m矿坑底部始终会有涌水。

未来矿山终了形成露天采坑，矿床充水的因素有三个，一是露天采坑大气降水直接补给，二是采坑汇水范围内地表径流补给，三是岩溶地下水。在矿山开采过程中的涌水问题主要受大气降水和岩溶地下水的影响。另鉴于矿区采坑底盘常年不干的实际情况，采用水文地质比拟法估算矿区地下水涌水量。未来矿山采用露天开采，在境界外和边坡平台上修筑截排水沟，地表径流无汇水进入坑底。坑底的汇水包含露天采坑承接大气降水和地下涌水。估算雨季日最大降水补给量Q_1为108790m^3，雨季日平均降水补给量Q_1为6297m^3；计算雨季日最大地表径流补给量Q_2为50075m^3，雨季日平均地表径流补给量Q_2为2898m^3；计算根据上述参数确定，矿坑日最大涌水量Q_3为29039m^3，矿坑日平均涌水量Q_3为11463m^3。计算矿坑最大汇水量计算公式$Q=Q_1+Q_3$。综上计算39m坑底最大汇水量为137829m^3/d，正常汇水量为17760m^3/d。

1）平台排水沟排水能力验算

为防止大气降雨对采场边坡坡面、安全和清扫平台进行冲刷，在各平台设置排水沟。排水沟设置于距台阶坡脚0.5m处，断面结构形式为等腰梯形，底宽40cm、顶宽120cm、高40cm，两侧坡比为1:1。水沟敷设复合土工膜，水泥砂浆抹面，两侧厚度300mm、底板厚度300mm，排水纵坡不小于0.5%。

对边坡平台排水沟进行排水能力验算，根据汇水面积测算，其排水沟设计洪峰流量计算如下：

$$Q = 0.278KiF$$

Q—最大清水洪峰流量，m^3/s；

F—最长平台坡面汇水面积0.03km^2，分两侧排水，单侧汇水面积0.015km^2；

i—项目所在区域50年一遇点暴雨强度为155mm/h；

k—地表径流系数（属于起伏山坡坡底类型，取经验值0.7）。

经计算，露天采场平台汇水最大洪峰流量为0.14m^3/s。

经计算，露天采场平台排水沟流量计算结果如下表3.7-2所示。计算平台排水沟排水能力为0.17m^3/s，远大于洪峰流量（0.14m^3/s），满足矿山采区内部平台防排水的能力要求，从而确保防洪安全。

表3.7-2 露天采场平台排水沟流量计算表

底宽（m）	设计水深（m）	过水断面（m^2）	水力半径	糙率	纵坡	谢才系数	流量（m^3/s）
1	0.3	0.2	0.17	0.025	0.005	29.77	0.17

2）39m坑底排水沟排水能力验算

为防止坑底淹没及内涝，采用集中排水沟排水形式，采坑39m平台排水沟设计采用尺寸为宽0.6m，深0.5m，断面为挖掘机挖凿修整的不敷面毛断面，排水纵坡不小于0.3%。

表 3.7-3 露天采场39m坑底平台排水沟流量计算表

底宽（m）	设计水深（m）	过水断面（m^2）	水力半径	糙率	纵坡	谢才系数	流量（m^3/s）
1	0.4	0.24	0.17	0.03	0.003	24.81	0.14

经过计算39m平台排水沟排水能力为0.14m^3/s，该排水沟排水1d的能力为12096m^3。依据上文估算，若矿区连续强降雨1d，矿坑最大汇水量为137829m^3，坑底分东西三侧排水，共设3处泄水口。单侧单日最大汇水量约45943m^3，所设置的坑底排水沟3.5d即可完全排出坑内积水，满足露天矿山允许淹没时间要求（1d~7d）。另考虑到局部低洼地区汇水无法进人到排水沟渠内，选用1台250QJ160潜水泵，流量160m^3/h，扬程15m，用水泵将汇水泵至矿区外或排水渠内。针对坑底低洼积水区域，应设置带醒目位置的安全警示带、警示标志，防止人员掉入溺亡，须在人员能到达外侧设置安全防护围栏，栏杆高度不低于1.2m，并设置警示标志、夜间高反光警示条或反光标志。

（4）沉淀池设计及能力复核

沉淀池主要布设在排水沟的末端，主要作用是拦蓄泥沙。沉淀池进水口上接排水沟，径流泥沙先进入沉沙池沉淀后，接入周边自然沟道内。沉淀池的具体位置，根据实际地形和工程条件确定，每年定时清淤三次。沉淀池设计参照《水利水电工程沉沙池设计规范》

（SL/T269-2019），参照已有沉淀池经验，设计采用准静止泥沙沉降法。沉淀池规格取长×宽×高为5m×4m×3m，下面对沉淀池能力进行复核。

假定颗粒级配中粒径大于0.1mm泥沙量占总泥沙量45%，参照同类工程数据，泥沙下沉速率取定ω=6.2mm/s，0.1mm泥沙沉沙效率75%，洪峰流量取20年一遇标准计算，采用箱式沉淀池，沉淀池长宽比取值范围宜为1.2~3。

1）进入沉淀池的泥沙总量Ws按下式计算：

$$W_S = \lambda M_s F / \gamma_C$$

式中:

Ws——进入沉淀池总泥沙量，m^3；

λ——输移比，取值0.45；

Ms——运营期平均土壤侵蚀模数，依据水土保持方案4428t/（km^2·a）；

F——汇水面积，采区范围内最大汇水区域为39m坑底，汇水0.45km^2；

γ_c——为淤积泥沙容重，一般取2t/m^2。

经计算，进入沉淀池的泥沙总量*W*s为448.4m^3，矿区39m坑底排水沟末端设3个沉淀池，进入单个沉淀池的泥沙量*W*s为149m^3。

2）沉沙池容积计算公式：

$$V = \Phi Ws / n$$

泥沙淤积深计算公式：

$$H_s = V / S$$

泥沙有限沉积设计净水深计算公式：

$$H_P = L\omega / (K\mathrm{v})$$

沉沙池设计深度计算公式：

$$H = H_S + H_P + H_0$$

式中：

V——沉淀池容积，m^3；

ϕ—沉沙池效率，75%；

Ws—进入沉沙池总泥沙量，m^3；

n—沉沙池清除次数，取3次/a；

K——影响因子，取为1.0；

v—流速，0.15m/s；

H_s—泥沙淤积深，m；

H_p—泥沙有效沉降设计净水深，m；

H_0—设计超高，取0.3m；

S—沉淀池面积，L取5m，B取4m，面积为20m²；

经计算，沉淀池Hs为2.48m，Hp为0.2m，H_0为0.3m，综合计算H为3m。

另整个采区及外围汇水面积约66万m²。矿区日平均降雨量12.3mm，矿区小时降雨量为0.513mm。依据汇水量公式$Q = 0.278KiF$，计算得到矿区小时汇水量Q=66m²。整个矿区共设置6个60m²沉淀池，能够满足矿区平均降雨强度下1h内初期雨水的收集沉淀。

3.7.3 矿山供水

（1）水源

生活给水用水、加工区生产用水、喷雾除尘用水、消防用水水源为市政给水，市政给水接口位于加工区东侧九龙村，供水压力不小于0.30MPa。为防水质污染，在室外引入管起端设置低阻力倒流防止器。给水水质满足现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）的要求。

（2）用水量

1）生活用水量

矿山辅助生产设施用水主要为生产人员办公用水，用水量如表下所示、

表 3.7-4 生活区用水量

用水部位	用水标准（L/人·d）	数量（人）	用水时间（h）	变化系数	用水量	
					最大日（m³/d）	最大时（m³/h）
办公楼用水	50	35	24	1.5	1.75	0.11
未预见水量	总用水量的10%				0.18	0.01
合计					1.98	0.12

本项目办公区最高日用水量1.98m³ /d，最大时用水量0.12m³ /h。

2）运矿道路、绿化浇洒用水、复垦复绿用水

根据《室外给水设计标准》，并参考类似项目，浇洒道路用水可按浇洒面积以2.5L/（m²•d）计算，并考虑一定富裕，本次运矿道路面积25634 m²，每天暂按12h运行，则道路洒水抑尘用水量计约为5.34m³ /h。

根据《室外给水设计标准》，并参考类似项目，绿化用水可按浇洒面积以3.0L/（m^2•d）计算，并考虑一定富裕，本次厂区道路面积6203m^2，每天暂按12h运行，则绿化洒水抑尘用水量按1.55m^3/h计。

参考《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》，矿区复垦复绿年用水量约1.5万m^3，每天暂按12h运行，则复垦复绿用水约3.5m^3/h。

（3）系统设计

1）生活给水系统

生活给水系统用水主要为：办公区办公楼、销售服务中心用水。办公区生活用水竖向分为1个区，由市政管网直接供给，工作压力0.30MPa；为保证各卫生器具配水点处动压不超过0.20MPa，超压部位设减压阀（阀前设过滤器），阀后动压0.20MPa。

用水计量：采用多级计量，按付费或管理单元，分别设置用水计量装置，统计用水量。选用机械水表计量。

2）室外给水管道敷设、构筑物、基础做法：

本项目室外生活及生产给水管道均采取直埋方式。钢丝网骨架塑料复合管最小管顶覆土深度在人行道下不小于0.75m，在轻型车行道下不小于1.0m，在重型车道下可采用暗沟形式敷设，参见《建筑小区埋地塑料给水管道施工》（10S507）中41页施工或者设置保护套管，套管与钢丝网骨架塑料复合管净距不小于100mm。敷设在车行道下的排水管，管顶覆土小于0.70m者，需加设比该管段管径大2~3号的钢套管加以保护，并应保证套管的管顶埋深不小于300mm。如仍无法满足以上要求，应采用带盖板的管沟，将管道敷设在管沟内。

给水引入总管上设置钢筋混凝土水表井，做法详国标《倒流防止器选用及安装》12S108-1（带水表；倒流防止器采用低阻力型，其阻力小于等于0.03MPa）。供至各单体的水表井采用室外钢筋混凝土水表井，参考图集《室外给水管道附属构筑物图集》05S502。

给水管道基础做法、深度及沟槽宽度、回填要求等详见国标图集《建筑小区埋地塑料给水管道施工》（10S507）。

3）管道试压：

生活给水试验压力为1.0MPa。给水管道试压合格交付使用前，管道应进行冲洗消毒。给水管道应经水压试验合格后方可投入运行。水压试验应包括水压强度试验和严密性试验。试压方法应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002）的要求进行试验。

3.8 边坡管理

3.8.1 岩石力学

3.8.1.1 工程地质条件

（1）工程地质岩组特征

根据岩（土）体的工程地质特征及成因，按岩石坚硬程度分类标准，单轴饱和抗压强度fr＞60Mpa为坚硬岩类，30Mpa＜fr≤60Mpa为半坚硬岩类，fr≤30Mpa为软弱岩类，详查及前期勘查工作按不同矿石类型及不同工程采取了物理力学样并测试，根据勘探报告测试结果，将矿区岩（土）划分为6个工程地质岩组。

1）坚硬厚层状白云岩岩组（II）

分布于矿区北侧，由石炭系上统大埔组（C_2d）含生物屑白云岩、灰质白云岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度33.9～130.5Mpa，平均81.57Mpa，单样变化较大。该岩组呈微晶结构、含内碎屑-生物屑微晶结构、粉-微晶结构，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙不发育，岩石致密坚硬，力学强度高，抗风化能力强，工程地质条件好。

2）坚硬薄-厚层状灰岩岩组（III）

分布于矿区南部，由二叠系阳新统栖霞组（P_2q）含碳质瘤状泥晶灰岩、含燧石结核微晶灰岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度36.5～105.1Mpa，平均66.06Mpa，单样变化较大。该岩组主要呈生物屑微晶结构、碎裂泥-微晶结构，中厚-厚层状构造为主，结构面以层理为主，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽1～5mm的方解石细脉，以及少量碳质和泥质，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力强，工程地质条件较好。

3）坚硬厚层状灰岩岩组（I）

分布于矿区中部，由石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度48.2～87.51Mpa，平均64.82Mpa。该岩组主要呈微晶结构、泥晶生物屑结构、生物屑微晶结构、碎裂结构，厚层状构造，结构面以层理为主，层间结合力强，节理裂隙较发育，沿裂隙常充填宽1～3mm的方解石细脉，局部为少量泥质充填，岩石总体较完整，力学强度较高，抗风化能力较强，工程地质条件较好。

4）较软弱层状-页片状粉砂岩、页岩岩组（IV）

分布于矿区北部九垅山水库一带，由志留系中统坟头组（S_2f）泥质粉砂岩、粉砂质页岩组成。据物理力学试验结果，其饱和抗压强度11.7～40.9Mpa，平均21.55Mpa。该岩组呈泥质～粉砂结构、薄-中厚状构造，结构面以层理为主，节理裂隙较发育，沿裂隙常充

填宽1～2mm的钙质和泥质，岩石总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，工程地质条件差。

5）软弱层状-页状碳质页岩岩组（V）

分布于矿区南部，由二叠系阳新统梁山组（P_2l）碳质页岩，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层组成，据物理力学试验结果，其饱和抗压强度为4.1Mpa。地层厚度＜11m。该岩组以泥质结构、页理构造为主，节理裂隙发育，岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，工程地质条件差。

6）松散岩类（V）

①主要为第四系更新统残坡积层粘土、亚粘土、含砾亚粘土，覆盖于矿体之上，矿区厚0～7.0m，平均厚3.67m，其结构致密，呈半固结状态，可塑～硬塑状，中～低压缩性，土体比较稳定，工程地质条件较差。本岩组未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，对边坡稳定性影响不大。

②废渣堆由矿山前期剥离、开挖的土层及碎石块组成，分布于矿区原两家矿山，其规模、大小、厚度不等，一般随坡就势堆积，结构松散，工程地质条件差。在大暴雨的时候，经雨水冲刷淋滤，易发生局部小规模泥石流、滑坡等地质灾害。

（2）结构面特征

该区的岩体结构大多数属整体层状、块状结构，以基本稳定结构为主，少部分为碎裂结构，局部散体结构。矿区岩体结构面类型主要有原生软弱层、层理与节理裂隙，分属Ⅲ、Ⅳ级结构面，各级结构面特征如下：

1）原生较软弱-软弱层（Ⅲ级结构面）

矿区原生较软弱层发育于志留系中统坟头组（S_2f），由泥质粉砂岩、粉砂质页岩组成，倾向175°～185°，倾角25°～30°。该较软弱层总体较破碎，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，遇水软化作用显著。该较软弱层为Ⅱ号矿体的底板围岩，如果未来开采将其剥离出来，将构成露天采坑的边坡而暴露于地表，加之本矿床是以岩溶水充水为主的矿床，如果未来矿坑疏排水不及时，在受雨水的长期淋滤、浸泡以及重力作用下（剥离后将产生临空面），局部地段易发生失稳、崩塌、滑坡、掉块等不良工程地质问题。

矿区原生软弱层发育于二叠系阳新统梁山组（P_2l），主要由碳质页岩组成，岩石破碎，力学强度低，抗风化能力弱，遇水易分解破碎，易发生失稳、滑坡、掉块等不良工程地质问题。该软弱层为夹层，未来开采时将被全部剥离，不构成露天采坑的边坡，但采矿权人在未来矿山开发利用活动中要充分认识到可能遇到的安全风险。

2）层理与节理裂隙（Ⅳ级结构面）

①层理

矿区岩层层理主要发育在石炭系上统大埔组、黄龙组和二叠系阳新统栖霞组碳酸盐岩中，以厚层状构造为主，单层厚50～100cm，岩层层间结合力强。矿区岩层走向近东西向，倾向175°～185°，倾角25°～30°，北部边坡坡向与岩层倾向相同，坡角与岩层倾角基本一致，局部较陡，现状条件下不易顺层开裂下滑，边坡稳定，层理对岩体的完整性与稳定性基本无影响。

②节理裂隙

矿区内岩石节理裂隙较发育，特别是二叠系阳新统栖霞组含碳质瘤状灰岩、含燧石结核微晶灰岩，沿裂隙常充填宽1～5mm的方解石细脉，以及少量碳质和泥质。经初步统计岩石节理裂隙主要有二组：a组走向近东西，倾向10°～15°，倾角65°～73°，延伸长度一般3～8m，最长延伸12m，裂隙间距一般在0.5～1m之间，密度1～7条/m，沿层理面有少量的泥砂质及钙质充填物；b组走向北北东，倾向270°～285°，倾角63°～75°，发育密度不均匀，密集2～4条/m，该组节理裂隙因岩溶作用而呈溶蚀裂隙形式，延伸长度一般10m以上，节理面较平直光滑，沿节理裂隙面分布有泥钙质充填物。

据前期详查、勘查阶段钻孔岩心工程地质编录，矿区深部岩石节理裂隙发育密度较地表稀疏，裂隙间距一般在0.5～1m之间，密度1～2条/m，多为方解石脉紧密充填，次为碳质和泥质充填，裂隙溶蚀程度也弱于地表，对深部岩体的完整性与稳定性影响不大。

3.8.1.2 边坡岩土体物理力学特征

矿山于2026年1月委托核工业湖州勘测规划设计研究院股份有限公司编制完成《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a露天开采工程岩土工程勘察报告》，以下简称“《勘察报告》”并通过专家评审。《勘察报告》在已有地质资料的基础上，对矿区边坡工程进行了钻探勘察，并进行了岩土物理力学试验分析。

露天矿山边坡岩体力学参数计算与综合取值工作主要包括岩体力学参数计算、工况荷载参数计算、边坡安全系数确定三个部分。首先应用费辛柯法、格吉法、经验折减法、岩体内摩擦角法及Hoek-Brown准则对边坡岩体进行综合取值。

（1）费辛柯法

该方法考虑岩体不连续面密度外，还考虑了岩体破坏高度，多适用于较坚硬-较软岩层。其C_R换算C_m的经验式：

$$c_m = \frac{c_R}{1+\alpha Ln\frac{H}{L}}$$

式中：c_R——岩石试验的粘聚力，MPa；

c_m——弱化后岩体粘聚力，MPa；

α——取决于岩石强度和岩体结构面分布的特征系数；

L——破坏岩体被切割的原岩尺寸，此处取不连续面间距；

H——岩体破坏高度，此处取为边坡高度，m。

基于矿山设计方案，最大终了边坡高度为H为106m；根据《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿400万t/a 露天开采工程岩土工程勘察报告》，对矿区中栖霞组灰岩、大埔组灰质白云岩、黄龙组灰岩及坟头组粉砂岩的粘聚力进行折减，结果如下表3.8-1：

表3.8-1 费辛柯法Cm计算值

岩 性	C_R（MPa）	特征系数	不连续面间距（m）	岩体破坏高度（m）	C_m（MPa）
中栖霞组灰岩	1.59	3	2	15	0.23
大埔组灰质白云岩	1.43	3	3	15	0.25
黄龙组灰岩	1.70	3	4	15	0.34
坟头组粉砂岩	1.27	4	1	15	0.11

（2）格吉法

M.Georgi对片麻岩、大理岩、辉长岩、角闪岩、二长斑岩、安山岩、玄武岩、流纹岩等15种坚硬的火成岩和变质的岩石强度和岩体强度进行了研究后，得出下述经验公式：

$$c_m = \left[0.114e^{-0.48(i-2)} + 0.02\right]c_R$$

表3.8-2 格吉法Cm计算值

岩 性	C_R（MPa）	不连续面密度（m）	C_m（MPa）
中栖霞组灰岩	1.59	1.5	0.26
大埔组灰质白云岩	1.43	0.5	0.36
黄龙组灰岩	1.70	0.5	0.43
坟头组粉砂岩	1.27	2	0.17

（3）岩体内摩擦角的换算法

岩体内摩擦角的换算法是一种工程近似方法，按一定的折减系数换算岩体的内摩擦角，所得结果如表3.8-3所示。

表3.8-3 岩体内摩擦角换算结果

岩 性	φ_R（°）	φ_m（°）		调整值（°）
		0.7	0.8	
中栖霞组灰岩	41.56	29.09	33.25	29.09
大埔组灰质白云岩	41.57	29.10	33.26	29.10
黄龙组灰岩	45.17	31.62	36.14	31.62
坟头组粉砂岩	43.08	30.16	34.46	30.16

（4）基于Hoek-Brown准则岩体力学参数估算

当采用Hoek-Brown强度准则估计节理化岩体强度指标与力学参数时，需确定单轴抗压强度σ_{ci}，Hoek-Brown常数m_i，岩体地质强度指标GSI及岩体扰动参数D，根据相关室内试验及勘察结果，矿区岩体等级为Ⅱ类和Ⅲ类，确定矿区的上述四个参数如下：

1）Hoek-Brown常数mi

mi可根据Heok的试验统计结果（表3.8-4）参考取值。

表3.8-4 各类岩石mi值取值

岩石类型	形状	化学特征	结构			
			粗糙的	中等的	精细的	非常精的
沉积岩	碎屑状		砾岩22	砾岩19	粉砂岩9	泥岩4
	非碎屑状	有机的		煤8~21		
		碳化的	角砾20	石灰岩8~10		
		化学的		石膏16	硬石膏13	

根据地质勘查资料矿区主要是层状栖霞组灰岩、大埔组灰质白云岩、黄龙组灰岩及坟头组粉砂岩，mi为8~10，栖霞组灰岩、大埔组灰质白云岩、黄龙组灰岩取mi为8，坟头组粉砂岩岩取mi为9。

2）岩体的地质强度指标GSI

岩体的强度取决于完整岩块的性质，也取决于这些岩块在不同应力条件下滑动和转动的自由程度。GSI方法体系是E. Hoek多年来与世界各地与之合作的地质工作者共同研究发展起来的一种方法。H.Sonmez 和 R.Ulusay 考虑了不连续面的分布率、粗糙度、风化程度和充填性质等后，引入基于岩体体积节理数 Jv 的“岩体结构级度（structure rating，SR）”和“岩体表面条件等级（surface conditionrating，SCR）”来描述岩体的非连续性和岩体结构表面条件，改进了 Hoek-Brown强度准则的GSI表。改进表中岩体结构级度可定量取值，并且岩体表面条件等级考虑了风化等级、粗糙度等级、充填等级三方面，考虑更全面。

SCR取值主要考虑了结构面的粗糙度Rr、风化程度Rw及充填物状态Rf。结构面特征评分标准，参照RMR岩体质量分级方法中的取值。SCR按下式进行计算：

$$SCR = R_{\mathrm{r}} + R_w + R_f$$

根据地质勘查资料及表5.4，Rr取3，Rw取3，Rf取4，因此计算的SCR为10。

岩体结构等级SR值可利用单位体积节理数Jv确定，参考半对数图表（图3.8-1），各取值如下：

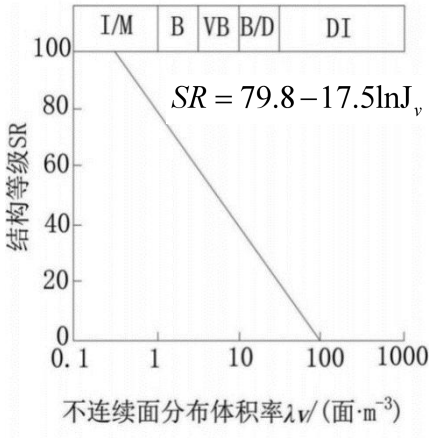


图3.8-1 SR与Jv 半对数关系表

综合SCR，SR及GSI分级对岩体结构的定量描述（图3.8-2），确定九龙山矿段中栖霞组灰岩的GSI约为55，大埔组灰质白云岩的GSI约为62，黄龙组灰岩的GSI约为54，坟头组粉砂岩的GSI约为36。

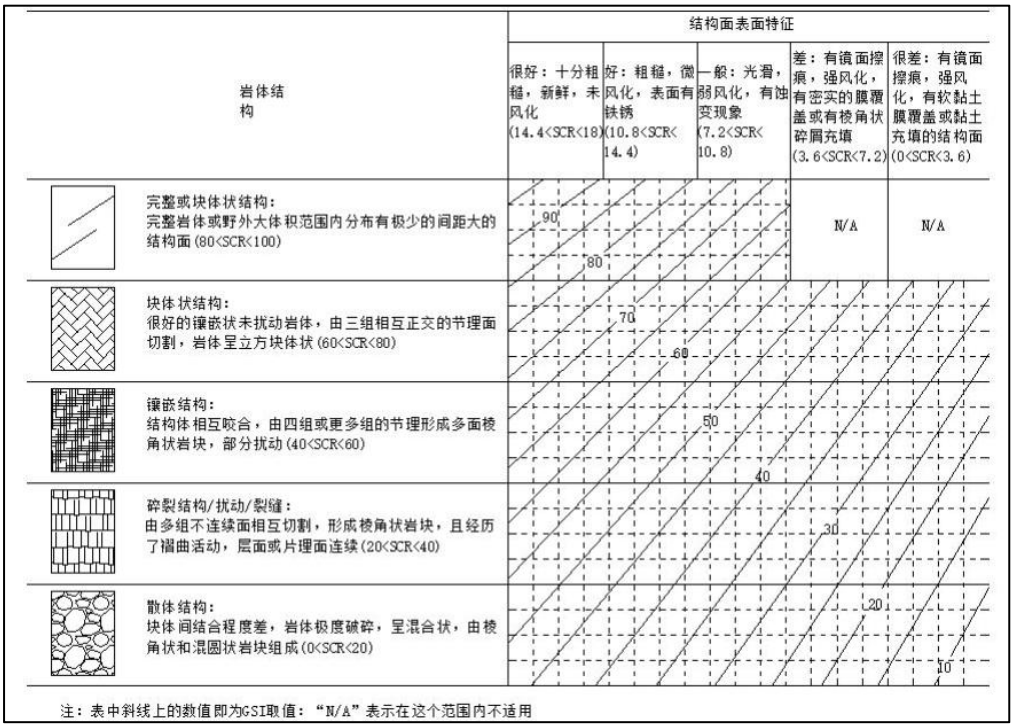


图3.8-2 地质强度指标GSI对岩体结构的定量描述

3）岩体扰动参数D确定

多年来，工程爆破会破坏围岩的整体性、削减围岩的强度已得到众多学者的共识。这一影响因素与围岩性质、爆破参数、施工工艺等众多因素有关，现阶段尚没有一个推广可行的考虑爆破影响的围岩强度折减方法。Hoek通过对大量爆破后围岩表面起伏程度的观测

和总结，巧妙地引入扰动系数D而简单地将这一因素对围岩强度的弱化程度进行了大致确定，虽然该方法是一个间接的方法且目前尚不甚准确，但是已为工程设计提供了一个定量化指标，且基于现场观测得到的围岩表面起伏程度，对围岩可能受到的扰动进行评判的信息化设计理念颇值得借鉴。

岩体工程中的建议值可参见表3.8-5 。

表3.8-5 岩体扰动参数D的建议值

岩体描述	D的建议值
质量极好的爆破或镗床开挖；破碎岩体手工或机械开挖，扰动极小	D=0
破碎岩体挤压底板鼓起	D=0.5
边坡小规模爆破，并产生一定破坏，爆破质量好；大型矿山边坡，机械开挖	D=0.7
坚硬岩石爆破质量差，产生局部破坏达2~3m	D=0.8
边坡小规模爆破，并产生一定破坏，爆破质量差；大型矿山边坡，因爆破或过度应力释放产生强烈扰动	D=1.0

对于九龙山矿段，露天开采边坡爆破规模较小，虽产生一定破坏，鉴于采用的爆破技术较为成熟，预期爆破质量较好，因此岩体扰动参数D为0.7。

根据上述Hoek-Brown强度准则的计算参数，并结合相关室内岩石力学试验结果，使用RocLab软件进行指标换算，九龙山矿段相关参数及换算结果如表3.8-6 所示。

表3.8-6 九龙山相关参数及换算结果

岩性	*GSI*	m_i	σ_{ci} (MPa)	γ (g/cm^3)	*D*	*s*	*a*	E_m (GPa)	*c* (MPa)	φ (°)
栖霞组灰岩	55	8	66.06	2.69	0.7	0.007	0.50	1.33	0.23	29.09
大埔组灰质白云岩	62	8	86.7	2.76	0.7	0.015	0.50	2.02	0.25	29.10
黄龙组灰岩	54	8	64.82	2.72	0.7	0.007	0.50	1.86	0.34	31.62
坟头组粉砂岩	36	9	21.55	2.67	0.7	0.008	0.50	1.50	0.11	30.16

根据岩体试样物理力学试验结果，参考《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009年版），《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）、中国建筑工业出版社《工程地质手册》（第五版）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014），结合矿区实际情况、工程地质条件、室内物理力学试验、SCI、EI及CSCD核心期刊中的同区域同

地层的力学参数，利用费辛柯法、格吉（M.Georgi）法、经验折减法、岩体内摩擦角换算法及H-B准则参数过渡方法，综合确定矿区边坡的岩土体物理力学参数，详见表3.8-7。

表3.8-7 九龙山矿段采场终了边坡饱和岩体力学参数

岩土名称	饱和容重 (KN/m^3)	黏聚力均值 c (MPa)	摩擦角 φ（°）	抗拉强度（MPa）	弹性模量 (GPa)	泊松比
粉质粘土	18.7	0.018	9.1			
栖霞组灰岩	26.9	0.23	29.09	1.26	1.33	0.28
大埔组灰质白云岩	27.6	0.25	29.10	3.75	2.02	0.26
黄龙组灰岩	27.2	0.34	31.62	2.70	1.86	0.27
坟头组粉砂岩夹泥岩（泥土状）	24.5*	0.034	17.2	0.1*	0.1*	0.34*
中风化坟头组粉砂岩	26.7	0.11	30.16	1.5*	1.50*	0.28*

（5）岩体结构面参数选取

岩体主要由结构面和结构体组成，岩体在结构面切割弱化的作用下，其力学参数与完整岩块的力学参数有较大差别，故室内岩石力学试验测得的岩石物理力学参数不能直接用于工程岩体计算中。虽然理论上岩体的力学参数可通过现场原位试验获得，但由于试验过程费时费力、成本高昂且不确定性因素较多，一般很少进行。另外考虑到原位试验的方法、设备、手段与现场工程条件的差异性，其现场试验结果也不完全具有代表性和通用性。

综合考虑《非煤露天矿工程技术规范》（GB51016-2014）C.1.2和《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014），参考《崩塌防治工程勘查规范》(试行)（011-2018）6.4章节规定，当无试验资料时，岩体结构面抗剪强度标准值参照本规范附录C.1确定，并根据岩体完整程度依据表中的折减系数最终确定。

本边坡岩体结构面抗剪强度主要根据抗压、抗拉、抗剪实验结果，结合岩体完整性指数后，根据下表折减取值。

表3.8-8 边坡岩体结构面抗剪强度标准值表

结构面类型	结构面结合程度	内摩擦角度（°）	粘聚力c（MPa）
硬性结构面	结合好	>35	0.25-0.15
	结合一般	35~27	0.15-0.10
	结合差	27~18	0.10-0.05
软弱结构面	结合很差	18~12	0.05-0.02

结构面类型	结构面结合程度	内摩擦角度（°）	粘聚力c（MPa）
	结合极差（泥化层）	<12	0.02-0.002

注：1、无经验时取表中的低值；2、软岩、极软岩取表中较低值；3、岩体结构面连通性差取表中的高值；4、岩体结构面浸水时取表中的较低值；5、表中数值已考虑结构面的时间效应。

根据《边坡勘察报告》，本次稳定性分析节理面力学参数取值见表3.8-9。

表3.8-9 边坡主要结构面参数取值

结构面	重度γ (kN/m³)		抗剪强度参数			
			内聚力C (kPa)		内摩擦角度φ (°)	
	天然	饱和	天然	饱和	天然	饱和
其他硬性结构面	/	/	50	40	27	21.6
软弱夹层（粉砂夹泥岩岩层）	24	24.5	20	12	12	8

3.8.2 边坡稳定性分析

3.8.2.1 现状边坡稳定性分析

（1）现状边坡稳定性分析分区及基本特征

根据现状边坡基本特征，将九龙山矿区现状边坡分为五个区域。边坡外形在平面上为大部分为弧线型、线型，剖面上呈台阶状。分区示意图如下图所示：

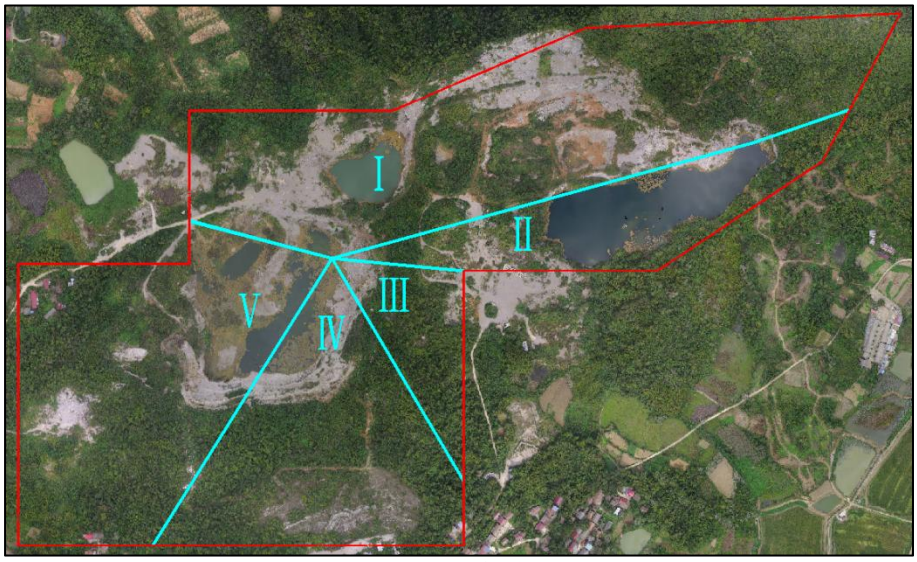


图3.8-3 现状边坡分区示意图

（2）现状边坡稳定性定性分析

根据坡体现状调查，各采坑边坡角一般30～65°，局部较陡达70°以上，前期开采边坡形成平台。根据现场调查：

开采层位均属半坚硬～坚硬薄—中厚—厚层状碳酸盐岩岩组，主要呈弱-中风化，完整性较破碎～较完整，综合判定岩体基本质量等级为III、IV级，基岩产状倾向160~180°，倾角25～30°左右，I区为顺向坡，Ⅱ区为逆向边坡，III、V区为切向坡，IV区为逆向坡。I区可能的破坏模式为顺层滑动以及局部发生楔形体滑动或者掉块。Ⅱ、III、IV、V区较稳定。

根据现状调查综合分析，该矿段边坡稳定性分析分段描述如下：

I区地势呈北高南低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长718m，宽230m的不规则近扇形采坑边坡BP5。采坑底盘标高+50m，最大高差达75m，边坡坡度较陡。多为为48°，局部台阶坡度可达78°。大致形成+118m、+100m、+80m、+50m四级开采台阶。局部台阶破坏或未贯通。地层产状：180°∠25°；主要发育两组节理裂隙，J1:13°∠72°；J2:275°∠68°。现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害弱发育，未发生大规模崩塌、滑坡等地质灾害，局部掉块现象。但坡面存在较多浮险石，且受前期爆破震动影响，坡面存在裂隙，位于北部边坡高程+54~74m处，呈张开状态，长约20m，宽5~10cm。



图3.8-4 I区采坑北部高陡边坡现状

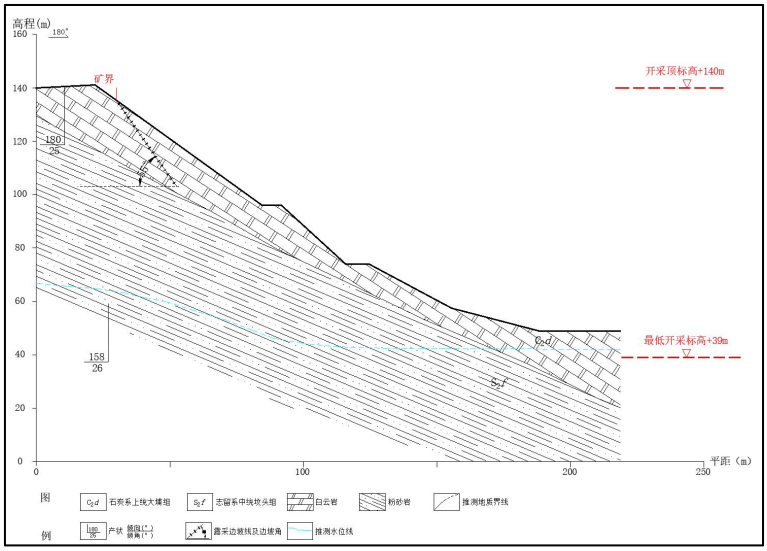


图3.8-5 I区现状地质剖面图

通过赤平投影分析，岩层面倾向与坡向相同，该边坡为顺向坡；三组结构面两两相交于3个点，其中，节理2与岩层面交点位于边坡投影弧线同侧，说明投影交线倾向与坡向基本相同，切割体欠稳定，顺岩层滑动可能性大，在降雨、震动等不利情况下，易发生顺节理裂隙面倾倒式的崩塌等地质灾害。

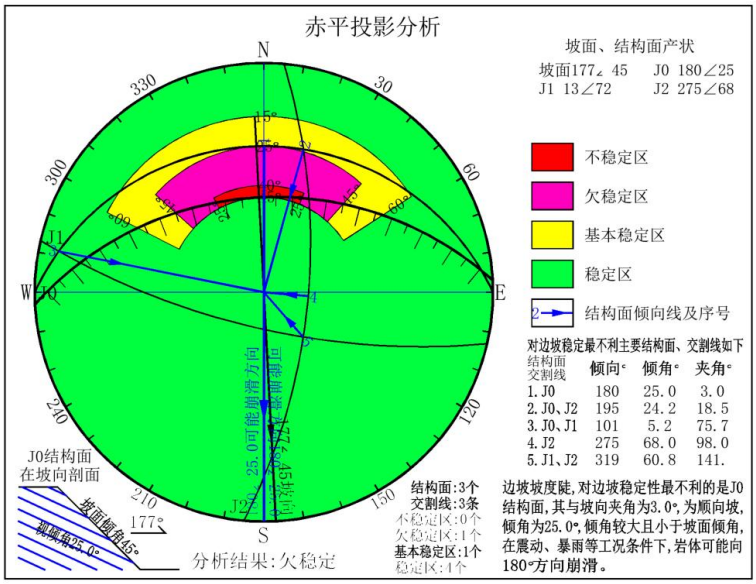


图3.8-6 I区赤平投影分析

II区边坡为北向人工岩质边坡，地势呈南高，北低。坡向整体0°，坡度约40~45°，局部陡立边坡最大高度约36m，坡体平面形态为弧线型，边坡由石炭系上统大埔组（C_2d）白云岩组成。地层产状：180°∠25°；主要发育两组节理裂隙，J1:13°∠72°；J2:275°∠68°。岩层面倾向与坡向相反，该边坡为逆向坡；该段边坡整体基本稳定，岩层滑动可能性小，不易发生顺节理裂隙面倾倒式的崩塌等地质灾害。

III、IV、V区（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场），地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长412m，宽306m的不规则圆弧形采坑。采坑底盘标

高+50m，最大高差达70m，坡向290°～70°，整体坡向350°，边坡坡度较陡，为60°~70°。大致形成+100m、+80m、+50m开采台阶。边坡岩性为灰岩。据调查，III、IV、V区边坡坡面存在浮险石。地层产状：160~180°∠25~29°；主要发育两组节理裂隙，J1:15°∠72°；J2:280°∠75°。

III区为西向人工边坡，岩层面与坡面呈切向相交，该边坡为斜向坡；三组结构面两两相交于3个点，层面与J1交点在边坡投影弧线对侧，说明切割体交线倾向与坡向基本相反，组合交线倾向坡内，切割体稳定；J2与层面、J1交点均位于投影弧线内侧，说明切割体交线倾向与坡向基本一致，但切割体倾角大均大于边坡坡角，切割体基本稳定，该段边坡整体基本稳定，岩层滑动可能性小，不易发生顺节理裂隙面倾倒式的崩塌等地质灾害。

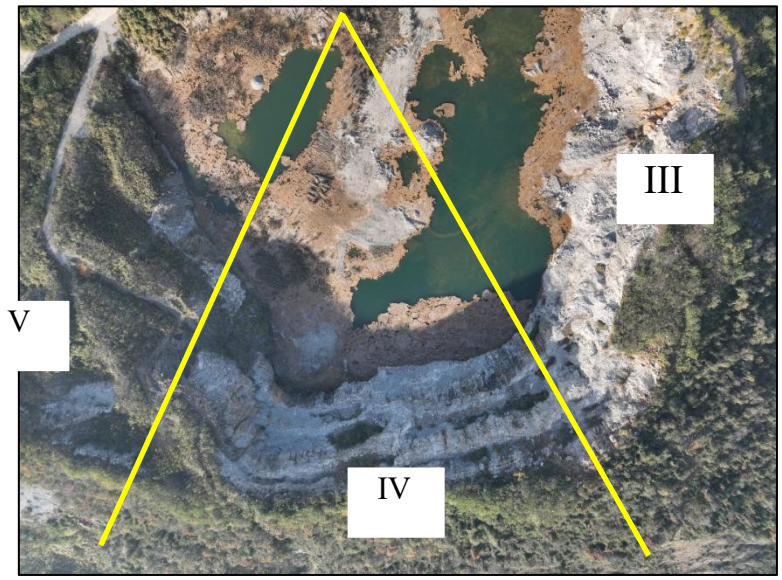


图3.8-7 III、IV、V区人工边坡现状

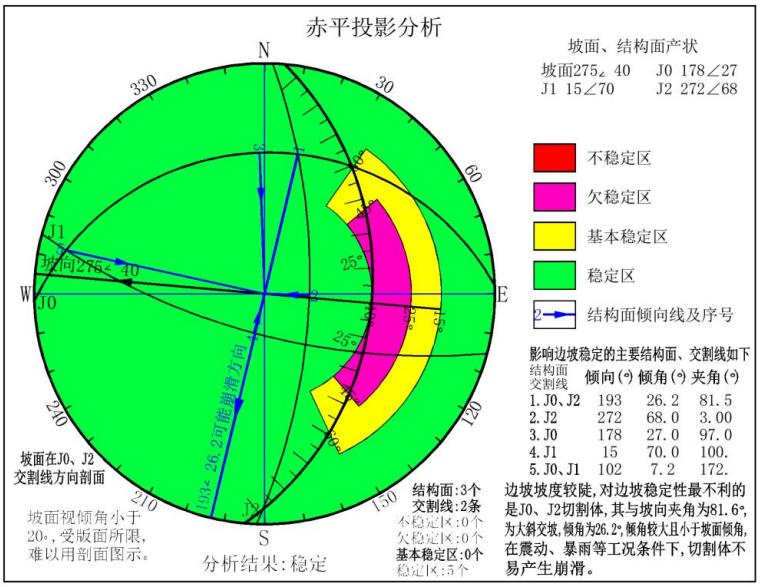


图3.8-8 III区西向坡赤平投影分析

IV区为北向人工边坡，节理所形成的结构面倾向都与坡面相反，该边坡为逆向坡；三组结构面两两相交于3个点，交点在边坡投影弧线对侧，说明投影交线倾向与坡向基本相反，组合交线倾向坡内，切割体稳定，该段边坡整体基本稳定，岩层滑动可能性小，不易发生顺节理裂隙面倾倒式的崩塌等地质灾害，边坡可能产生小范围崩塌。

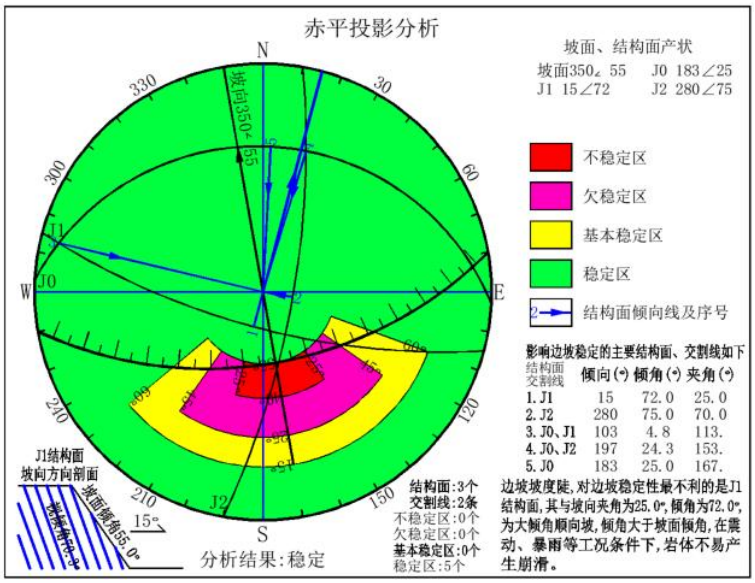


图3.8-9 IV区北向坡赤平投影分析

V区为东向人工边坡，岩层面、结构面倾向都与坡面呈切向相交或相反，对边坡的影响小该边坡为横向坡；三组结构面两两相交于3个点，层面与J2、J1与J2交点在边坡投影弧线对侧，说明投影交线倾向与坡向基本相反，组合交线倾向坡内，切割体稳定，层面与J1交点位于投影弧线同侧，但切割体倾角小，且小于边坡坡角，切割体稳定，该段边坡整体基本稳定，岩层滑动可能性小，不易发生顺节理裂隙面倾倒式的崩塌等地质灾害。

3.8.2.2 终了边坡稳定性分析

（1）终了边坡分区及基本特征



图3.8-10 终了边坡分区示意图

根据现场调查及历史资料分析，拟设矿区范围内主要分布的地层为石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩、二叠系阳新统栖霞组（P_2q）含碳质瘤状泥晶灰岩以及石炭系上统大埔组（C_2d）含生物屑白云岩、灰质白云岩，下伏志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩。

根据终了边坡分布情况，划分为5个边坡分区。边坡分区如下：

矿山底标高为+39m，I区形成人工边坡最大高差为105m，留设6级边坡，中间预留+54、+69m、+99m、+114m安全平台，+84m、+129m清扫平台。安全平台宽度为5m，清扫平台宽8m。设计台阶高度15m，台阶坡面角为30°，总体边坡角25°。II区形成人工边坡最大高差为17m，留设2级边坡。设计台阶高度15m，台阶总体边坡角45°。III区形成人工边坡最大高差为24m，留设2级边坡。设计台阶高度15m，台阶总体边坡角45°。IV区形成人工边坡最大高差为24m，留设2级边坡。设计台阶高度15m，台阶总体边坡角45°。V区形成人工边坡最大高差为15m，留设1级边坡。设计台阶高度15m，台阶总体边坡角45°。

（2）潜在破坏模式

边坡典型的破坏模式有崩塌、倾倒和滑动。

崩塌：边坡表面岩体受风化及矿山爆破震动影响而剥蚀，沿坡面滚落而堆积于坡底，以自然安息角堆成碎碴堆。这是露天矿采场内台阶的普遍的破坏模式，风化带内的台阶尤其明显。崩塌事故一般受断层和裂隙以及风化程度影响较大，该矿山开采高度大，边坡岩质均为中风化或微风化，此类事故的发生一般仅限于局部，不会对边坡的整体稳定性造成影响，应严格按设计要求留设终了边坡和台阶，做好防护措施，可避免此类事故的发生。

倾倒：边坡上被地质断裂面切割成的陡峭的岩体棱块的转动兼滑移，有时产生大的运动冲量。倾倒是陡峻边坡的岩体沿节理等不连续面或软弱面发生向坡面方向呈板状或柱状倾倒的破坏。破坏的主要原因是岩体在重力作用下产生倾倒力矩，当倾倒力矩克服抵抗力矩时，岩体失稳而倾倒。该矿山各个岩层之间呈整合接触，界线不太明显，目前其节理发育不明显，未见有软弱面夹层，设计的边坡坡度均优于岩层产状，因而发生此类事故的可能性也较小。

滑动：边坡岩体沿着一定位置和一定形态的面而滑移，此滑面多沿地质断裂面发生。滑动是边坡破坏的普遍形式，又称为滑坡。它的力学机制是以剪切破坏为主。按滑面的形态，滑动又可分为四种：①平面滑动，边坡岩体沿单一地质断裂面即断层面或节理裂隙面等的剪切位移，而滑体的两端多呈拉断破坏。此时边坡倾角（α）、地质断裂面倾角（β）及其内摩擦角（ψ）之间的关系为α>β>ψ。②圆弧滑动，边坡岩体沿着近似弧形滑面的位移，多发生在土坡或类似均质的多组节理岩体边坡中。③台阶状滑面，沿两组以上节理而成台阶状的滑面，呈剪切及拉断的破坏形式。实际所见的滑面多呈曲折的复合形态，主要

取决于地质断裂面及边坡面的组合关系。④楔形破坏，边坡岩体中两组或更多的地质断裂面互相交切而成的四面楔形体或多面体的失稳，失稳的形式多为滑移或倾倒。

综合前述各分区边坡岩体结构类型、岩体完整程度、边坡地质结构类型，建筑石料用灰岩矿边坡工程地质分区及边坡破坏模式如下表。

表3.8-10 边坡分区及破坏模式

边坡分区	典型剖面	边坡破坏模式
I区	1-1’剖面	平面型
	2-2’剖面	平面型
II区	3-3’剖面	圆弧型或复合型
III区	4-4’剖面	圆弧型或复合型
IV区	5-5’剖面	圆弧型或复合型
V 区	6-6’剖面	圆弧型或复合型

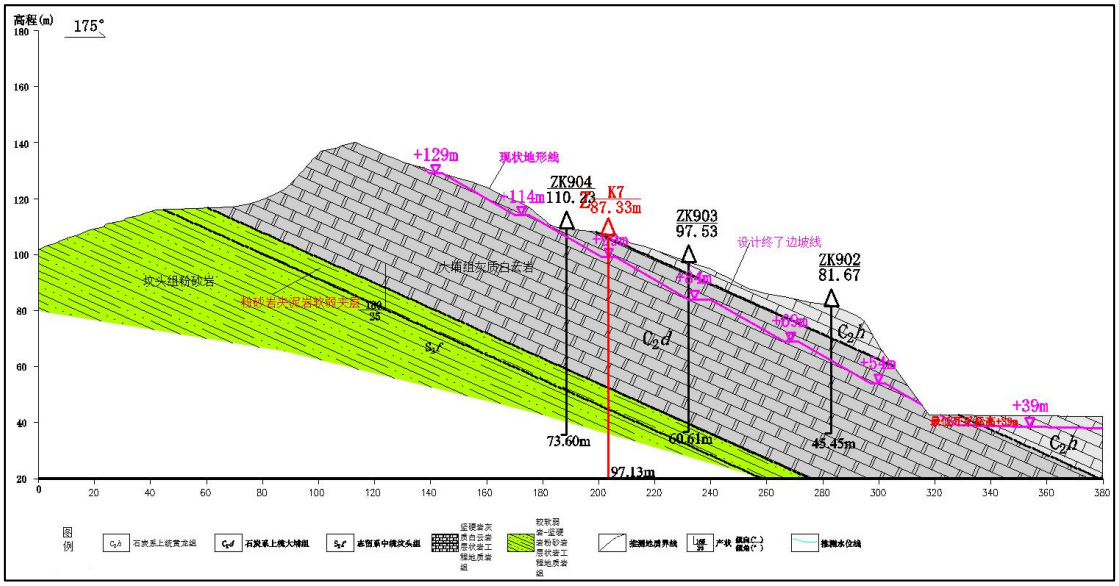


图3.8-11 矿区终了边坡I区典型剖面图

（3）终了边坡赤平投影分析

Ⅰ区边坡：边坡总坡高为 60~106m 不等，留设 7 级边坡，中间预留+54m、+69m、+84m、+99m、+114m、+129m 安全平台，+84m、+114m 清扫平台。整体坡向 180°，台阶坡面角 30°。终了边坡揭露地层为石炭系上统大埔组（C_2d）白云岩；下伏基岩为石炭系上统大埔组（C_2d）白云岩和志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩，两者呈平行不整合接触，岩体微~未风化，岩层面产状 160°∠25°，岩体主要发育 2 组节理裂隙，产状分别为 J1:15°∠72°；J2:280°∠75°，间距为 50~100cm；岩体呈厚层状结构。岩层倾向与坡向一致，

为顺向坡，岩层倾角大且小于坡面角，且下伏志留系下统坟头组（S_1f）泥质粉砂岩，属软弱层，在震动、暴雨等不利工况下容易沿着岩层交界面发生滑动。根据边坡极射赤平投影分析，边坡节理裂隙两两相交于 3 点，其中有 2 点落于投影弧线内侧，说明结构面交线倾伏向与坡向相同，倾伏角大且小于坡角，边坡岩体有沿着不利结构面组合发生楔形体滑动的可能性，边坡存在着安全隐患。

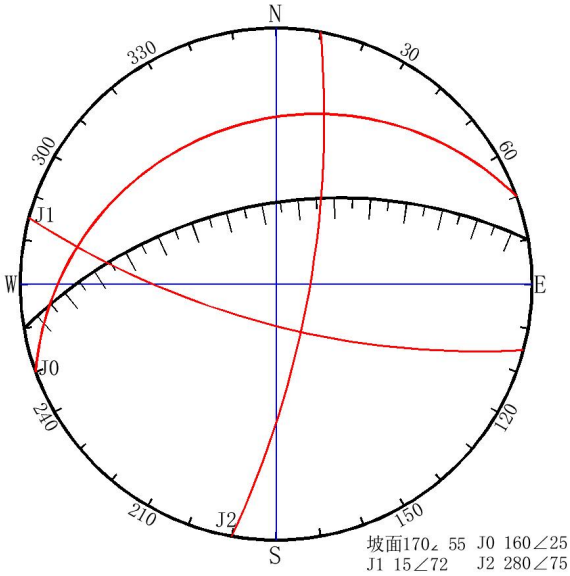


图3.8-12 矿区终了边坡Ⅰ区赤平投影图

Ⅱ区边坡：边坡坡脚呈折线形展布，边坡总坡高为 15~30m 不等，坡向 292°，边坡坡度角为 60°，留设两级边坡，中间预留+54 安全平台，安全平台宽度为 5m；预测终了边坡揭露地层为第四系残坡积层（Q）和石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩，残坡积层厚 1~2m，下伏基岩为微晶灰岩，微~未风化，岩层面产状 158°∠26°，岩体主要发育 2 组节理裂隙，产状分别为 J1:15°∠72°；J2:280°∠75°，间距为 50~100cm；岩体呈厚层状结构。岩层倾向与坡向相反，为逆向坡，根据边坡极射赤平投影分析，边坡节理裂隙两两相交于 3 点，其中 3 点均落于投影弧线外侧，说明结构面交线倾伏向与坡向相反，边坡岩体不存在不利结构面组合。

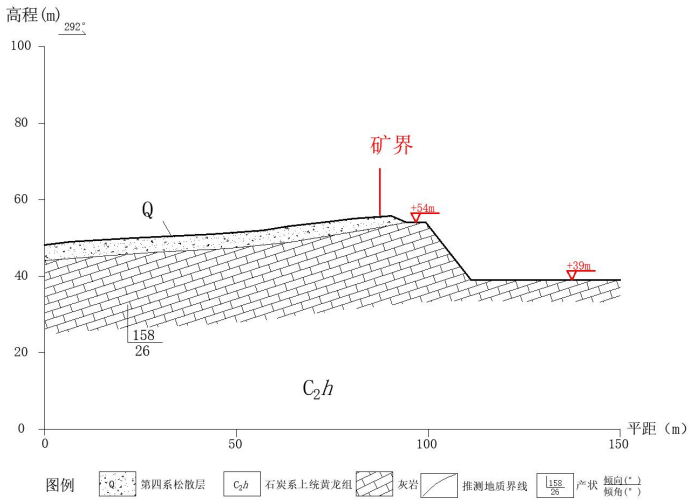


图3.8-13 矿区终了边坡Ⅱ区典型剖面图

Ⅲ区边坡：边坡坡脚呈折线形展布，边坡总坡高为 15~23m 不等，留设两级边坡，中间预留+54m 安全平台，安全平台宽度为 5m，整体坡向 270°，边坡坡度角为 60°；预测终了边坡揭露地层为第四系残坡积层（Q）和石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩，边坡上覆第四系松散层，厚度为 3~4m，成分主要为含碎石粉质粘土；下伏基岩为石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩，微~未风化，岩层面产状 158°∠26°，岩体主要发育 2 组节理裂隙，产状分别为 J1:15°∠72°；J2:280°∠75°，间距为 50~100cm；岩体呈中厚层状结构。岩层倾向与坡向相交，为横向坡，根据边坡极射赤平投影分析，边坡节理裂隙两两相交于 3 点，其中有 1 点(J0、J2)落于投影弧线内侧，说明结构面交线倾伏向与坡向相同，且倾伏角小于坡角，边坡岩体有沿着该组结构面交线发生楔形体滑动的可能性，边坡存在着安全隐患。

Ⅳ区边坡：边坡坡脚呈折线形展布，边坡总坡高为 2~28m 不等，留设两级边坡，中间预留+54 安全平台，安全平台宽度为 5m，整体坡向 0°，边坡坡度角为 55°；预测终了边坡揭露地层为第四系残坡积层（Q）和二叠系中统栖霞组（P_2q）瘤状灰岩，边坡上覆第四系残坡积层，残坡积层厚度为 1~3m，成分主要为含碎石粉质粘土；下伏基岩为二叠系中统栖霞组（P_2q）瘤状灰岩和石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩，微~未风化。灰岩岩层面产状 168°∠27°，岩体主要发育 2 组节理裂隙，产状分别为 J1:15°∠72°；J2:280°∠75°，间距为 50~100cm；岩体呈中厚层状结构，局部为块状结构。岩层倾向与坡向相反，为逆向坡，根据边坡极射赤平投影分析，边坡节理裂隙两两相交于 3 点，其中 3 点均落于投影弧线外侧，说明结构面交线倾伏向与坡向相反或者倾伏角大于坡角，边坡岩体不存在不利结构面组合，边坡沿不利结构面组合发生楔形体滑动的可能性小。

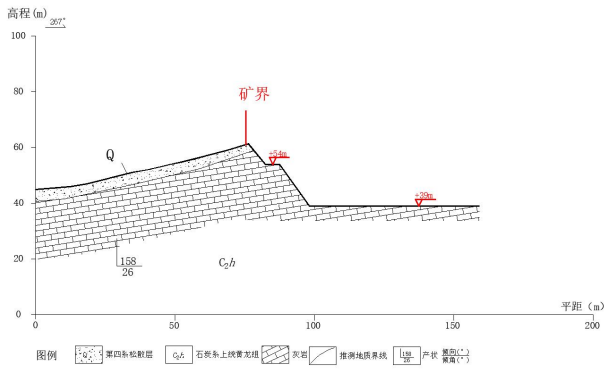


图3.8-14 矿区终了边坡Ⅲ区典型剖面图

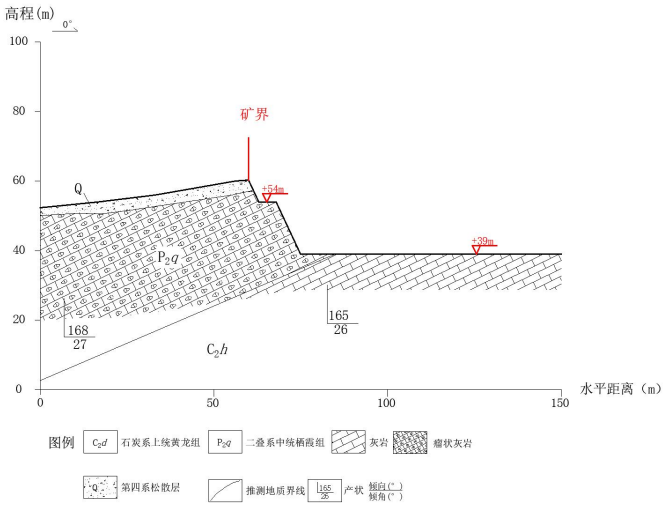


图3.8-15 矿区终了边坡Ⅳ区典型剖面图

Ⅴ区边坡：边坡坡脚呈折线形展布，边坡总坡高为2~16m，整体坡向76°，边坡坡度角为60°；预测终了边坡揭露地层为第四系残坡积层（Q）和石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩，边坡上覆第四系残坡积层，残坡积层厚度为1~2m，成分主要为含碎石粉质粘土；下伏基岩为石炭系上统黄龙组（C_2h）微晶灰岩，微~未风化，岩层面产状185°∠29°；岩体主要发育2组节理裂隙，产状分别为J1:15°∠72°；J2:280°∠75°，间距为50~100cm；岩体整体呈厚层状，在结构面的切割下，局部呈块状结构。岩层倾向与坡向相交，为横向坡，根据边坡极射赤平投影分析，边坡节理裂隙两两相交于3点，其中有1点（J0、J1）落于投影弧线内侧，说明结构面交线倾伏向与坡向相同，但切割体倾角小（倾伏角为5°），在震动暴雨等工况下，该组切割体不易产生崩滑。

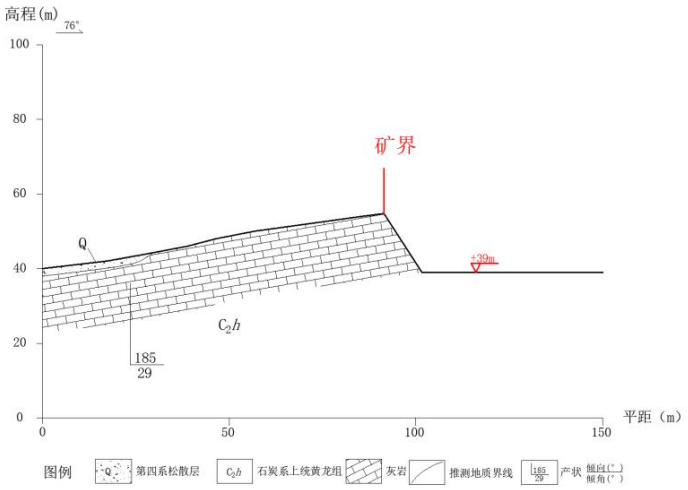


图3.8-16 矿区终了边坡Ⅴ区典型剖面图

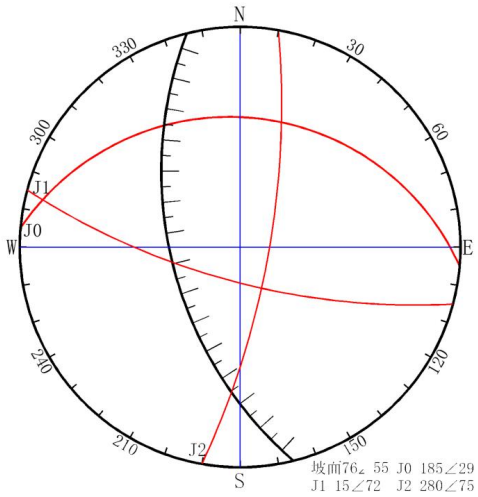


图3.8-17 矿区终了边坡Ⅴ区赤平投影图

根据前述可知，影响边坡稳定性的主要影响因素主要为坡体结构特征、降雨入渗及人类工程活动(爆破开挖)等。根据现状边坡工程地质特征和边坡赤平投影图解分析，各边坡坡段稳定性主要受岩层面、结构面组合切割等关系控制，在顺向坡段（主要为北帮Ⅰ区边坡），边坡可能沿着岩层面软弱层面发生顺层滑动，在横向破、逆向坡段，边坡临空面与岩体结构面组合可能形成不稳定楔形体，在爆破震动、降雨入渗等影响因素作用下，可能存在沿着层面或者不利结构面组合发生崩滑地质灾害。

（4）终了边坡稳定性定量分析

根据矿区工程地质岩组特征、构造和结构特征，边坡水文地质条件、工程地质条件及潜在破坏模式，并考虑采场开挖设计方案，根据上述不利结构组合进行局部稳定性定量分析，并选取典型剖面进行采场最终边坡整体稳定性分析，预测评价采场最终成型的边坡稳定性，以便对设计进行设计优化。

1）三维楔形体稳定性分析

根据矿区工程地质岩组特征、构造和结构特征，边坡水文地质条件、工程地质条件及潜在破坏模式，并考虑采场开挖设计方案，根据上述不利结构组合进行局部稳定性定量分析，并选取典型剖面进行采场最终边坡整体稳定性分析，预测评价采场最终成型的边坡稳定性，以便对设计进行设计优化。

根据上述不利结构面分析，对可能发生楔形体的滑动的不利结构面组合采用三维楔形体稳定性分析。计算时考虑三种工况：工况1为天然工况（自重+地下水），工况2为爆破震动工况（自重+地下水+爆破震动），工况3为地震工况（自重+地下水+地震）。计算结果下表所示。

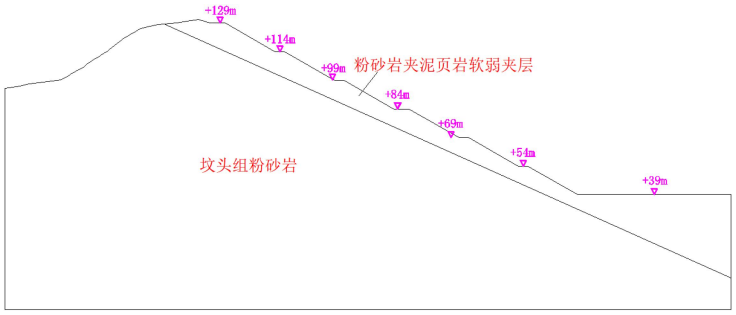
表3.8-11 各坡段不利结构面组合三维楔形体稳定性计算结果

区段	边坡产状	编号	工况	安全系数	稳定系数	稳定性评价
I区	170°∠55°	组合3	1	1.20	3.062	稳定
			2	1.18	2.356	稳定
			3	1.15	2.275	稳定
	170°∠55°	组合4	1	1.20	3.371	稳定
			2	1.18	1.886	稳定
			3	1.15	1.837	稳定
II区	292°∠55°	不存在				
III区	270°∠55°	组合5	1	1.20	1.477	稳定
			2	1.18	1.185	稳定
			3	1.15	1.168	稳定
IV区	0°∠55°	不存在				
V区	76°∠55°	组合6	1	1.20	5.933	稳定
			2	1.18	3.626	稳定
			3	1.15	3.566	稳定

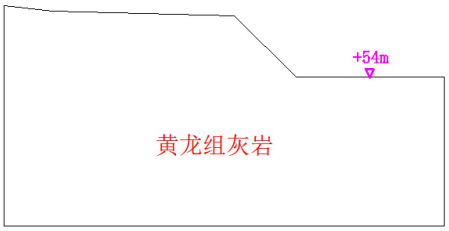
根据计算，各段终了边坡在三种工况下三维楔形体稳定系数均大于安全系数，交割体处于稳定状态，边坡岩体处于稳定状态，终了边坡发生楔形体滑动的可能性小。

2）基于极限平衡法的露天采场终了边坡稳定性分析

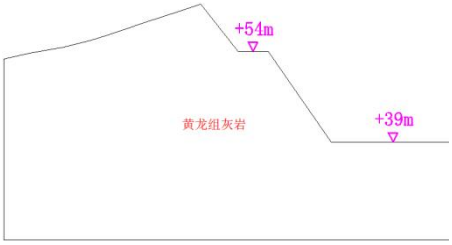
根据前文矿山边坡分区，将边坡分为6个区，其中I-Ⅴ区为岩质边坡区，VI区为排土场边坡区。因此，本次露天采场主要根据5个边坡分区，分别选取5个典型剖面模型进行稳定性计算。考虑自重+地下水、自重+地下水+爆破震动、自重+地下水+地震三种计算工况。



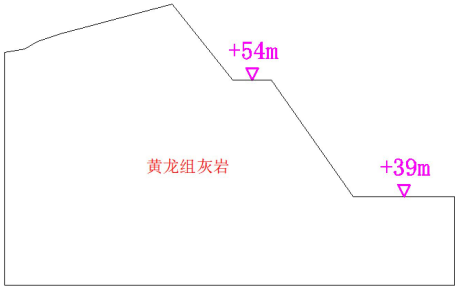
Ⅰ区边坡计算剖面



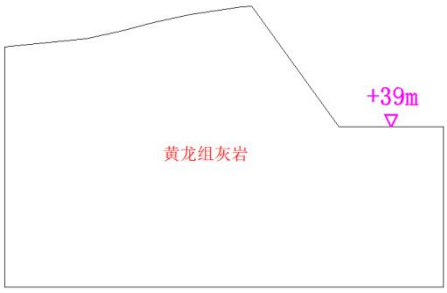
Ⅱ区边坡计算剖面



Ⅲ区边坡计算剖面



Ⅳ区边坡计算剖面



Ⅴ区边坡计算剖面

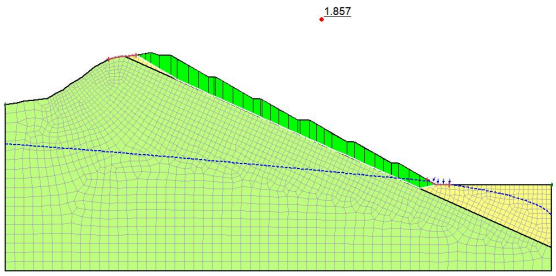
图3.8-18 边坡计算模型

①Ⅰ区边坡计算结果

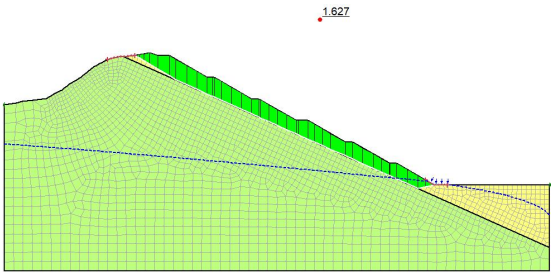
区边坡在荷载组合一（自重+地下水）、荷载组合二（自重+地下水+爆破振动力）及荷载组合三(自重+地下水+地震力)三种工况下分别使用Janbu法、M-P法与Sarma法计算得到的安全系数计算结果，安全系数计算值见表3.8-12。三种方法与三种荷载条件下，Ⅰ区边坡的安全系数均大于许用安全系数，边坡整体处于稳定状态。

表3.8-12 Ⅰ区边坡安全系数汇总

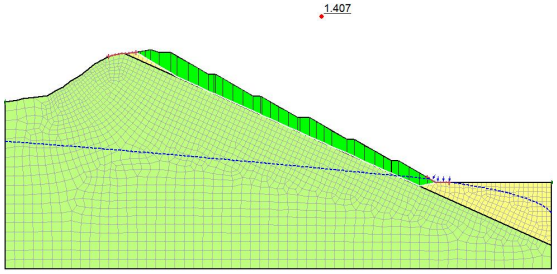
荷载组合	安全系数				状态
	许用值	Janbu 法	M-P 法	Sarma 法	
自重+地下水	1.2	1.857	1.864	1.888	稳定
自重+地下水+爆破振动力	1.18	1.627	1.633	1.655	稳定
自重+地下水+地震力	1.15	1.407	1.412	1.431	稳定



（1）荷载组合一

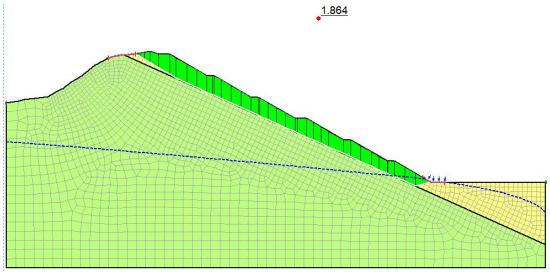


（2）荷载组合二

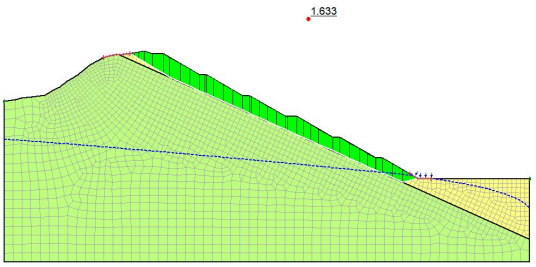


（3）荷载组合三

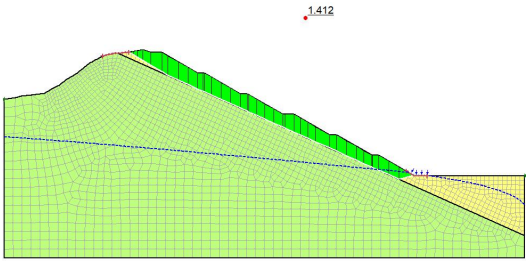
图3.8-19 Janbu法计算Ⅰ区边坡安全系数



（1）荷载组合一

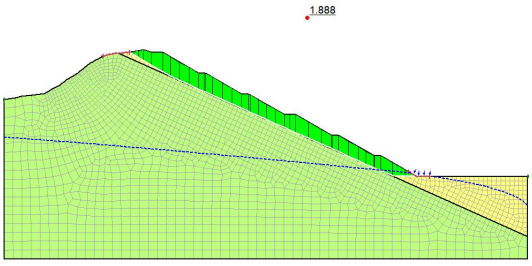


（2）荷载组合二

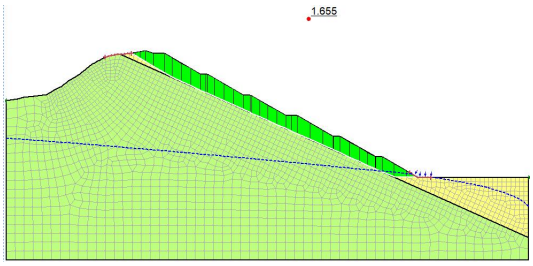


（3）荷载组合三

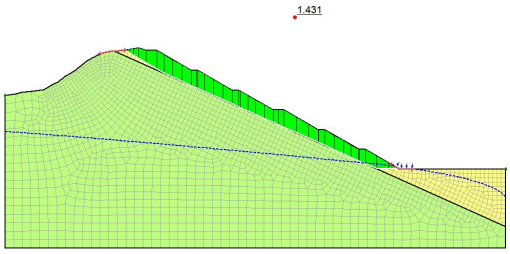
图3.8-20 M-P法计算Ⅰ区边坡安全系数



（1）荷载组合一



（2）荷载组合二



（3）荷载组合三

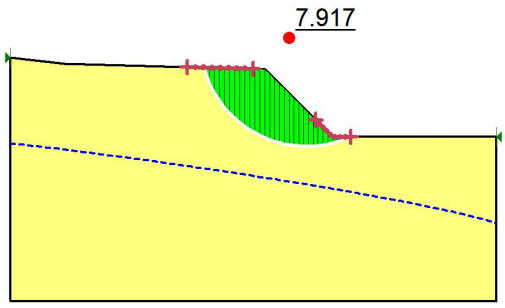
图3.8-21 Sarma法计算Ⅰ区边坡安全系数

②Ⅱ区边坡计算结果

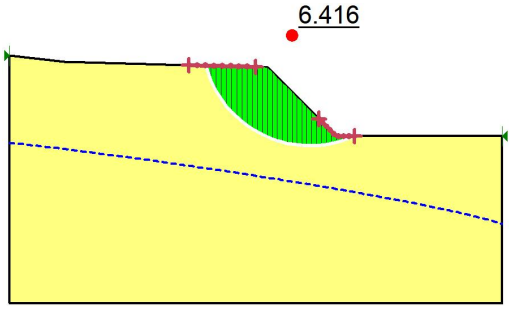
下图为Ⅱ区边坡在荷载组合一(自重+地下水)、荷载组合二(自重+地下水+爆破振动力)及荷载组合三(自重+地下水+地震力)三种工况下分别使用Janbu法、M-P法与Sarma法计算得到的安全系数计算结果，安全系数计算值见表3.8-13。三种方法与三种荷载条件下，Ⅱ区边坡的安全系数均大于许用安全系数，边坡整体处于稳定状态。

表3.8-13 Ⅱ区边坡安全系数汇总

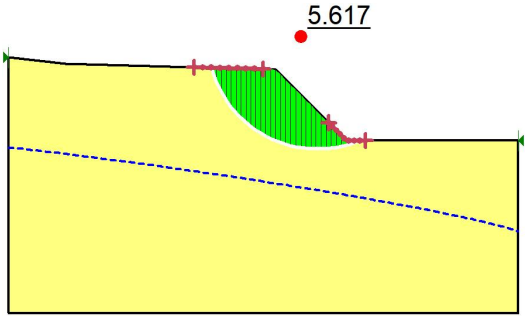
荷载组合	安全系数				状态
	许用值	Janbu 法	M-P 法	Sarma 法	
自重+地下水	1.2	7.917	7.889	7.888	稳定
自重+地下水+爆破振动力	1.18	6.416	6.413	6.413	稳定
自重+地下水+地震力	1.15	5.617	5.614	5.614	稳定



（1）荷载组合一

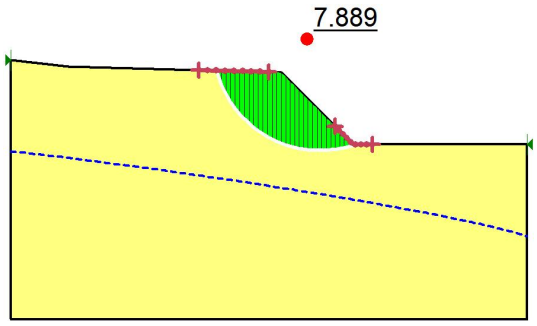


（2）荷载组合二

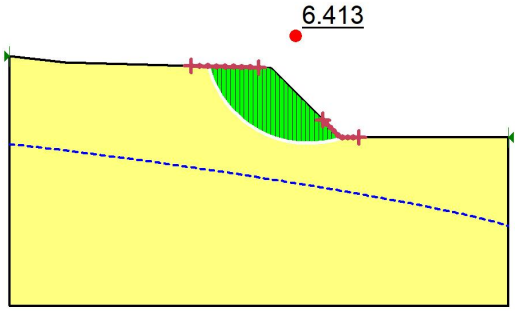


（3）荷载组合三

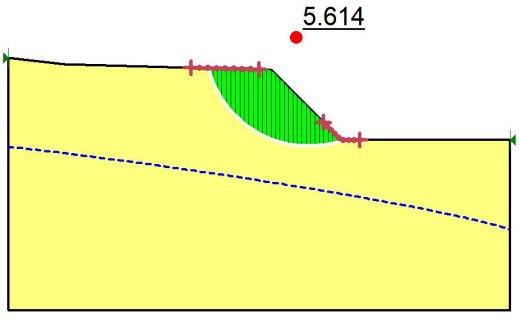
图3.8-22 Janbu法计算Ⅱ区边坡安全系数



（1）荷载组合一

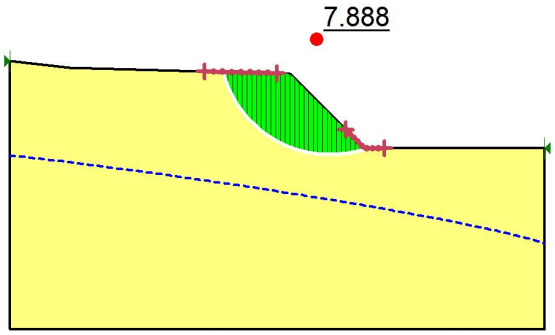


（2）荷载组合二

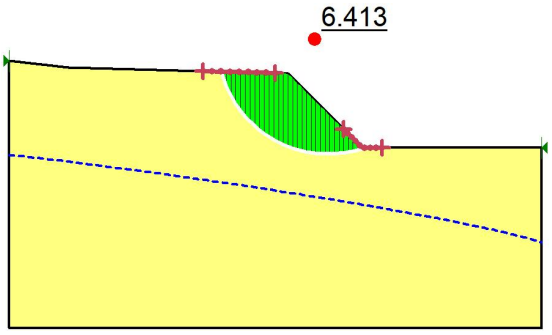


（3）荷载组合三

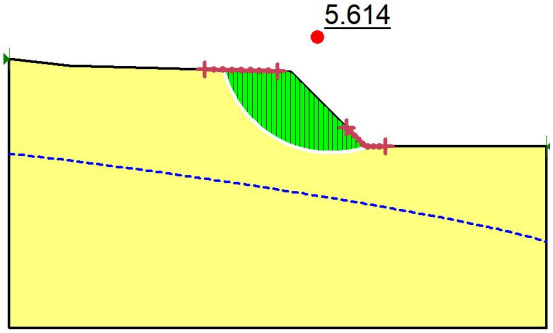
图3.8-23 M-P法计算Ⅱ区边坡安全系数



（1）荷载组合一



（2）荷载组合二



（3）荷载组合三

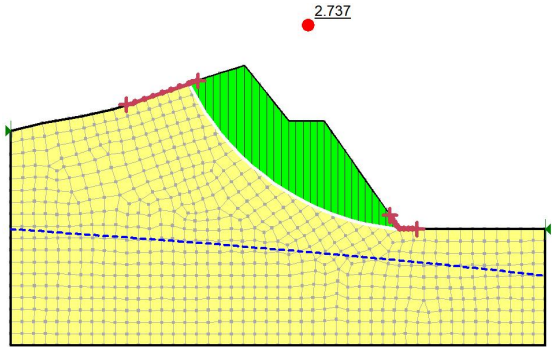
图3.8-24 Sarma法计算Ⅱ区边坡安全系数

③III区边坡计算结果

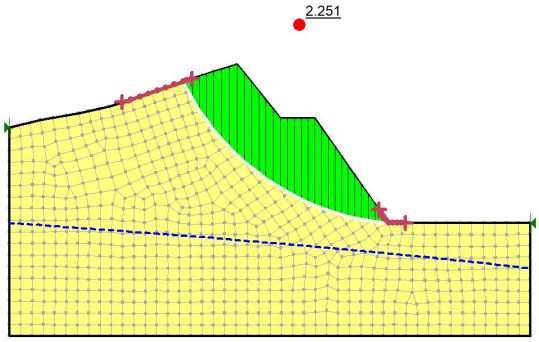
下图为III区边坡在荷载组合一(自重+地下水)、荷载组合二(自重+地下水+爆破振动力)及荷载组合三(自重+地下水+地震力)三种工况下分别使用Janbu法、M-P法与Sarma法计算得到的安全系数计算结果，安全系数计算值见表3.8-15。三种方法与三种荷载条件下，III区边坡的安全系数均大于许用安全系数，边坡整体处于稳定状态。

表3.8-15 Ⅲ区边坡安全系数汇总

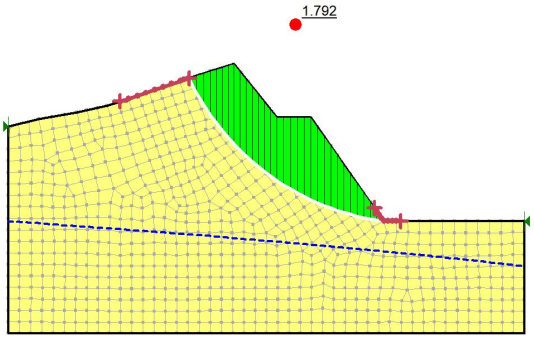
荷载组合	安全系数				状态
	许用值	Janbu 法	M-P 法	Sarma 法	
自重+地下水	1.2	2.737	2.793	2.792	稳定
自重+地下水+爆破振动力	1.18	2.251	2.298	2.298	稳定
自重+地下水+地震力	1.15	1.792	1.830	1.831	稳定



（1）荷载组合一

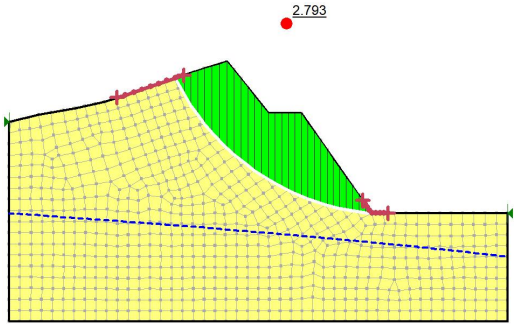


（2）荷载组合二

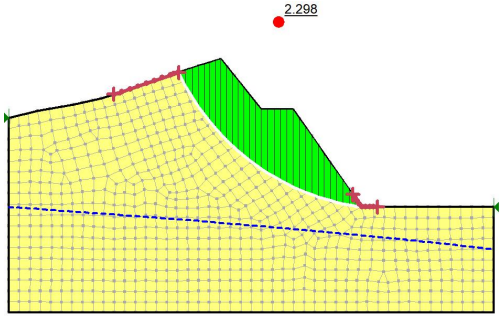


（3）荷载组合三

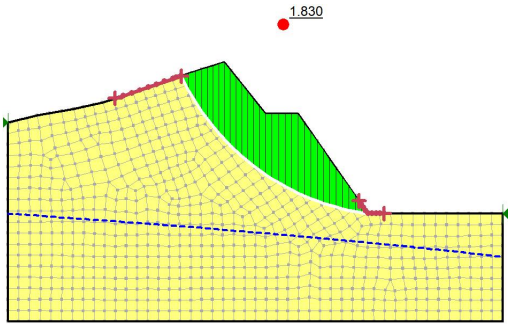
图3.8-25 Janbu法计算Ⅲ区边坡安全系数



（1）荷载组合一

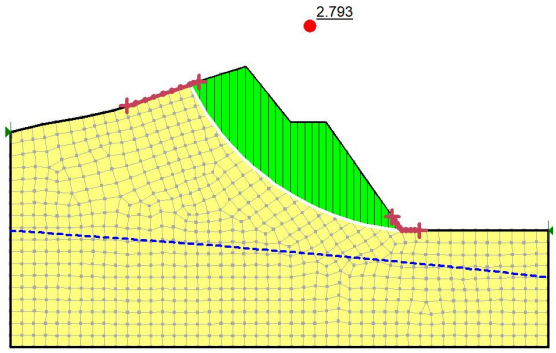


（2）荷载组合二

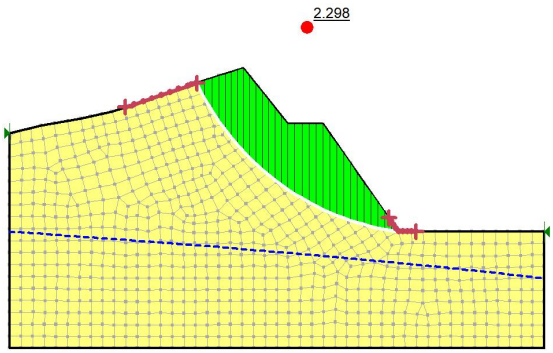


（3）荷载组合三

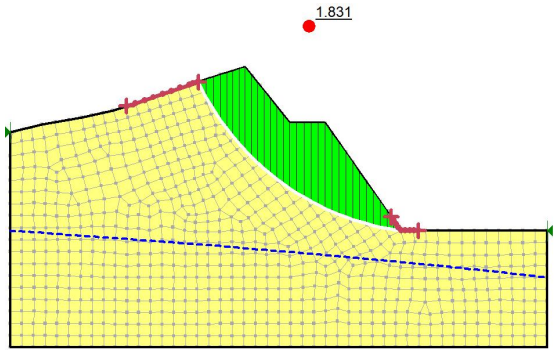
图3.8-26 M-P法计算Ⅲ区边坡安全系数



（1）荷载组合一



（2）荷载组合二



（3）荷载组合三

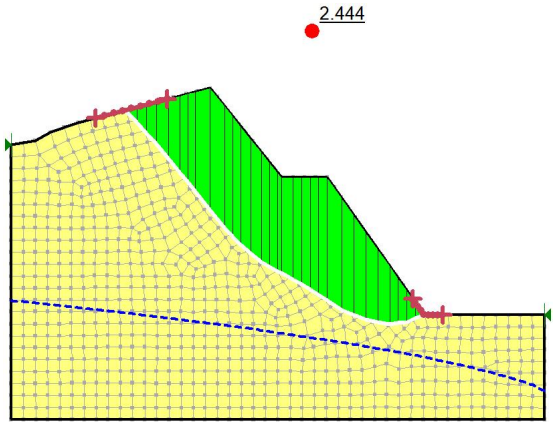
图3.8-27 Sarma法计算Ⅲ区边坡安全系数

④Ⅳ区边坡计算结果

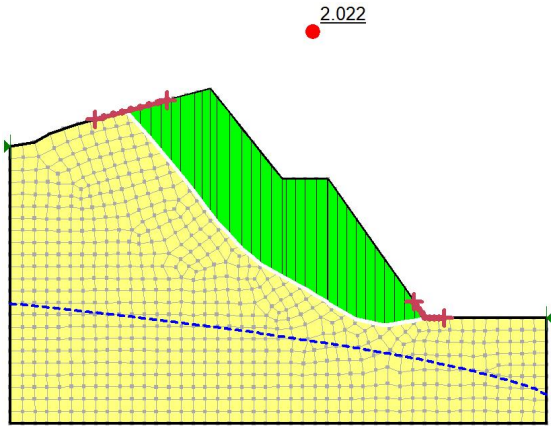
下图为Ⅳ区边坡在荷载组合一(自重+地下水)、荷载组合二(自重+地下水+爆破振动力)及荷载组合三(自重+地下水+地震力)三种工况下分别使用Janbu法、M-P法与Sarma法计算得到的安全系数计算结果，安全系数计算值见表3.8-16。三种方法与三种荷载条件下，Ⅳ区边坡的安全系数均大于许用安全系数，边坡整体处于稳定状态。

表3.8-16 Ⅳ区边坡安全系数汇总

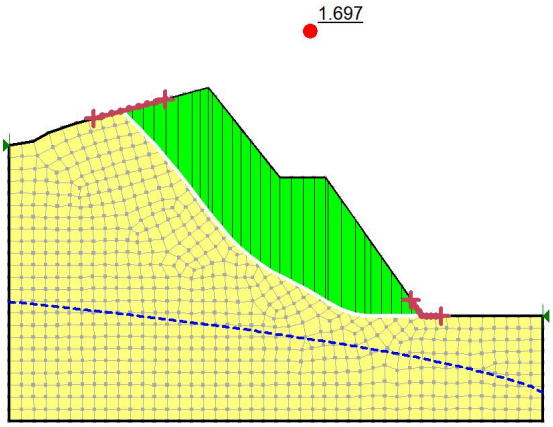
荷载组合	安全系数				状态
	许用值	Janbu 法	M-P 法	Sarma 法	
自重+地下水	1.2	2.444	2.560	2.586	稳定
自重+地下水+爆破振动力	1.18	2.022	2.107	2.132	稳定
自重+地下水+地震力	1.15	1.697	1.753	1.776	稳定



（1）荷载组合一

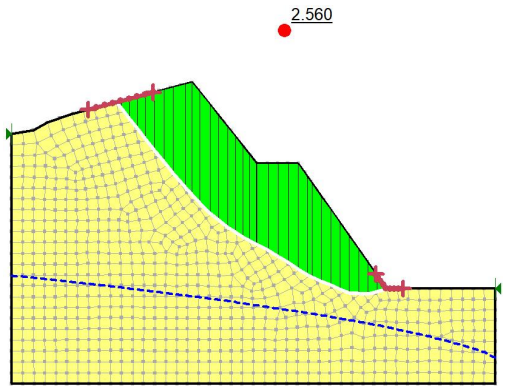


（2）荷载组合二

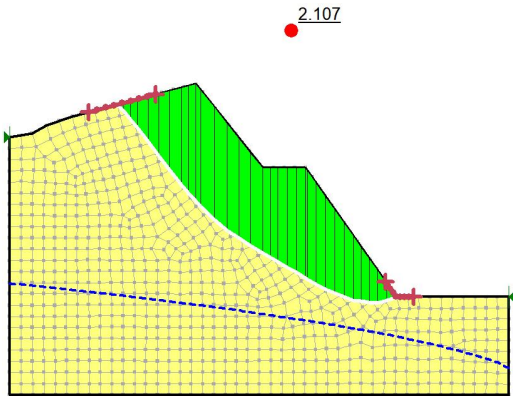


（3）荷载组合三

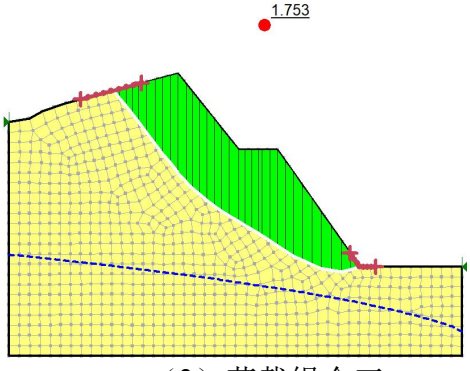
图3.8-28 Janbu法计算Ⅳ区边坡安全系数



（1）荷载组合一

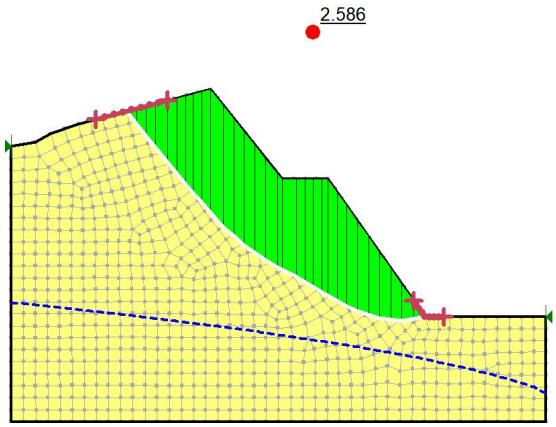


（2）荷载组合二

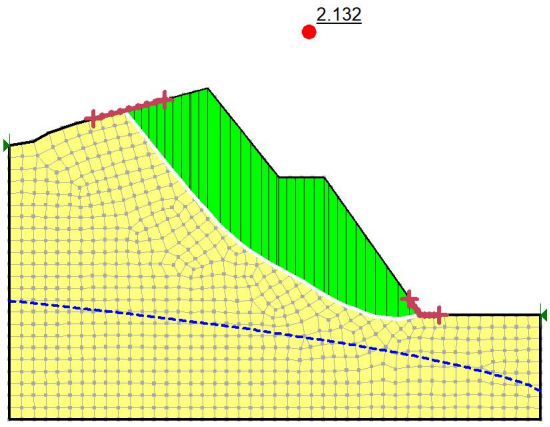


（3）荷载组合三

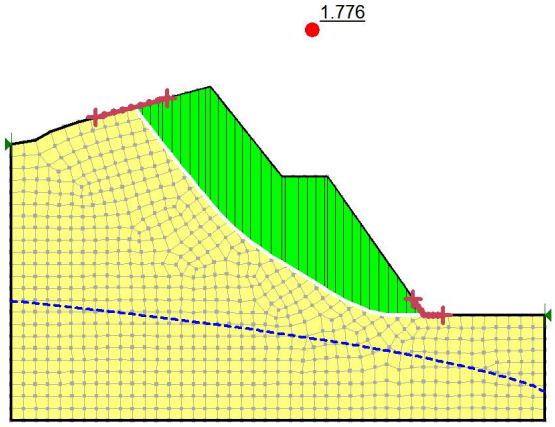
图3.8-29 M-P法计算Ⅳ区边坡安全系数



（1）荷载组合一



（2）荷载组合二



（3）荷载组合三

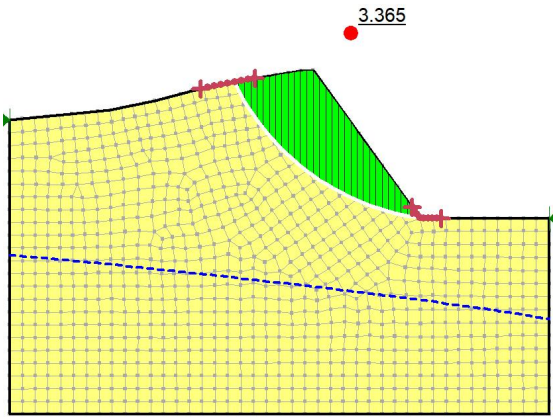
图3.8-30 Sarma法计算Ⅳ区边坡安全系数

⑤Ⅴ区边坡计算结果

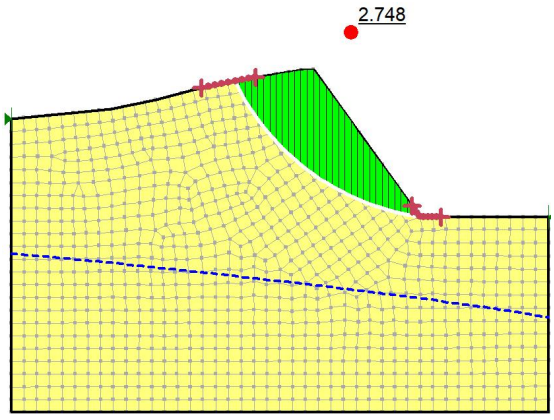
下图为Ⅴ区边坡在荷载组合一(自重+地下水)、荷载组合二(自重+地下水+爆破振动力)及荷载组合三(自重+地下水+地震力)三种工况下分别使用Janbu法、M-P法与Sarma法计算得到的安全系数计算结果，安全系数计算值见表3.8-17。三种方法与三种荷载条件下，Ⅴ区边坡的安全系数均大于许用安全系数，边坡整体处于稳定状态。

表3.8-17 Ⅴ区边坡安全系数汇总

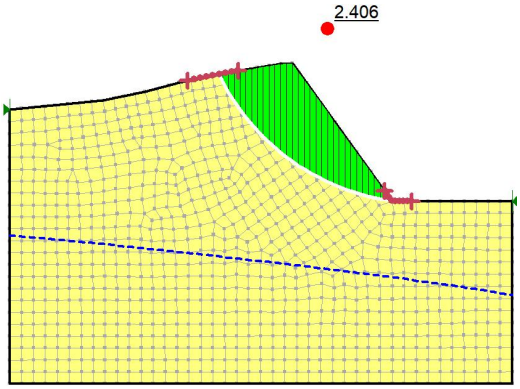
荷载组合	安全系数				状态
	许用值	Janbu 法	M-P 法	Sarma 法	
自重+地下水	1.2	3.365	3.356	3.356	稳定
自重+地下水+爆破振动力	1.18	2.748	2.742	2.743	稳定
自重+地下水+地震力	2.406	1.697	2.401	2.401	稳定



（1）荷载组合一

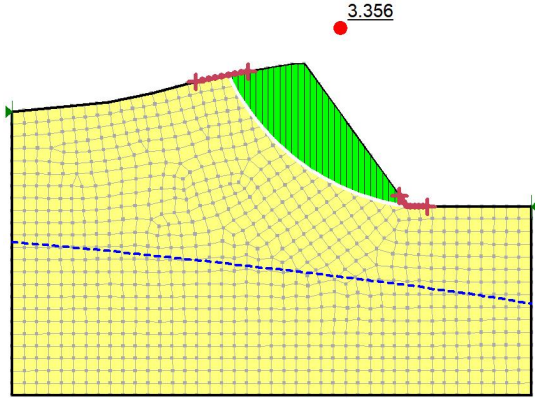


（2）荷载组合二

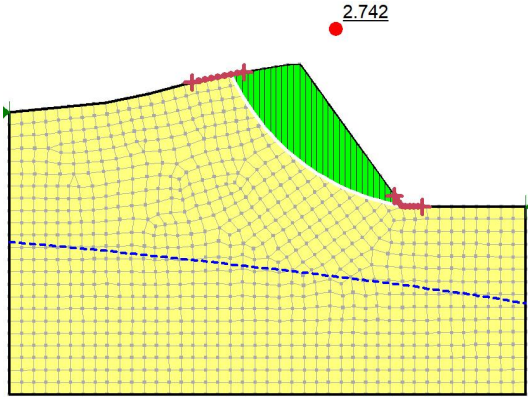


（3）荷载组合三

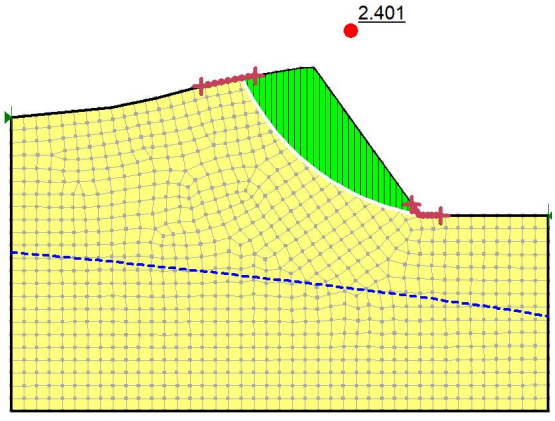
图3.8-31 Janbu法计算Ⅴ区边坡安全系数



（1）荷载组合一

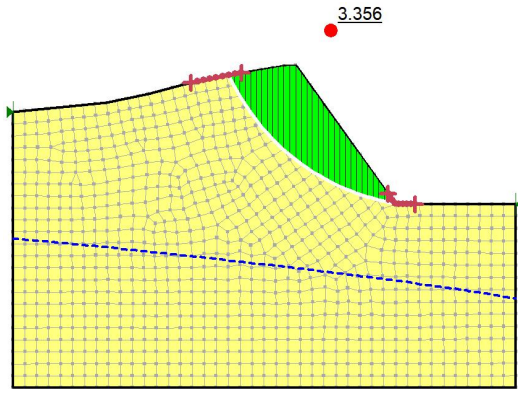


（2）荷载组合二

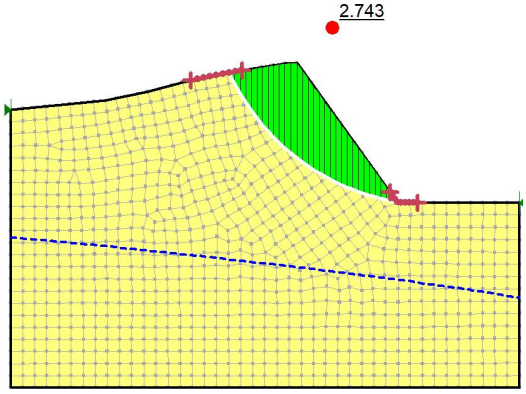


（3）荷载组合三

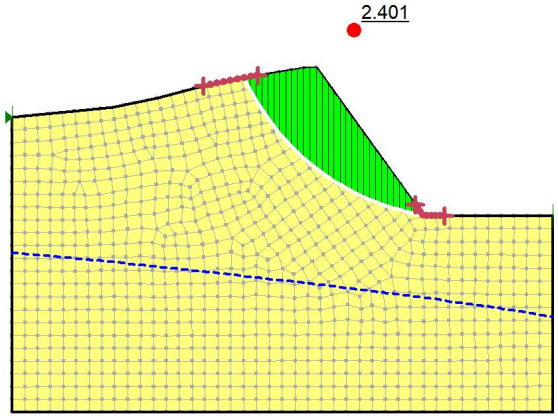
图3.8-32 M-P法计算Ⅴ区边坡安全系数



（1）荷载组合一



（2）荷载组合二



（3）荷载组合三

图3.8-33 Sarma法计算Ⅴ区边坡安全系数

（5）终了边坡降雨渗流分析

1）岩土体的渗透性

根据《勘察报告》，矿区不同深度坚硬与半坚硬岩层的渗透特性见表3.8-18。

表3.8-18 场地岩土层渗透系数建议值一览表

试段长度		试段压力*P*	压入流量*Q*	透水率	渗透系数
钻孔深度	岩性	MPa	L/min	Lu	K/m d^{-1}
5~10 m	灰质白云岩	0.583	6.8	2.33	0.024
10~15 m	灰质白云岩	0.578	7.91	2.74	0.028
15~20 m	灰质白云岩	0.578	6.65	2.3	0.024
20~25 m	灰质白云岩	0.573	6.8	2.38	0.024
25~30 m	灰质白云岩	0.568	8.91	3.14	0.032
30~35 m	灰质白云岩	0.562	6.62	2.35	0.024

试段长度		试段压力P	压入流量Q	透水率	渗透系数
35~40 m	灰质白云岩	0.56	6.49	2.32	0.023
40~45 m	灰质白云岩	0.555	6.6	2.38	0.024
45~50 m	灰质白云岩	0.55	6.05	2.2	0.021
50~55 m	灰质白云岩	0.545	5.91	2.17	0.021
55~60 m	粉砂岩	0.54	5.78	2.14	0.02

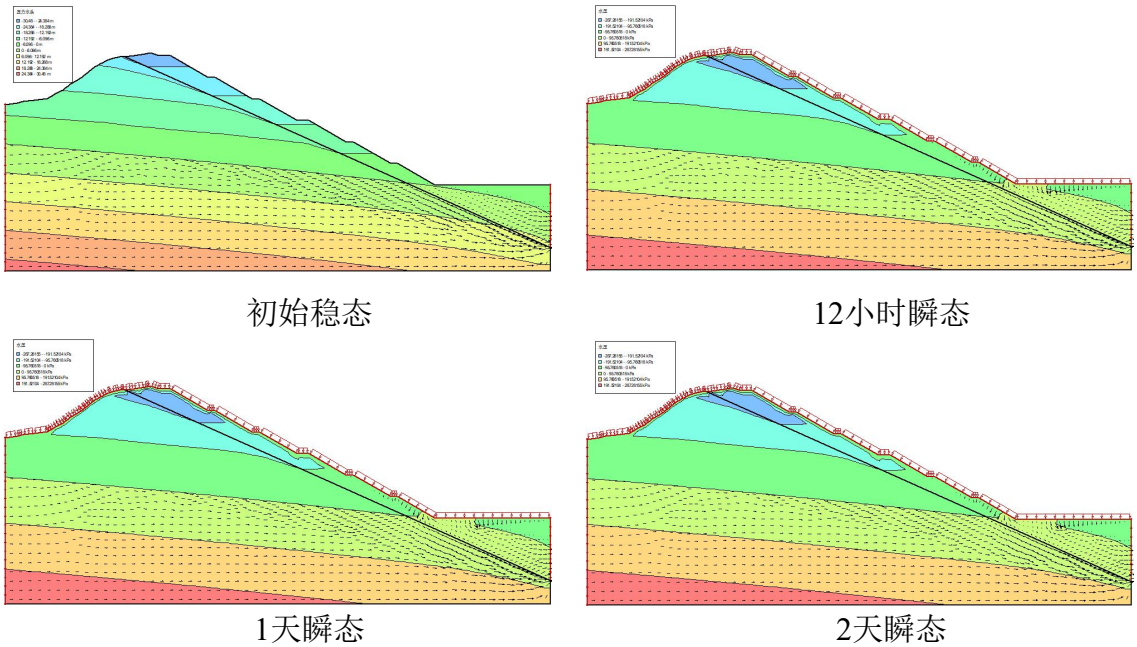
由上表可知，灰质白云岩渗透系数基本在0.021~0.032m/d之间，透水率2.17~3.14，属于弱透水。砂岩渗透系数为0.02m/d，透水率0.02，属于弱透水。粉砂岩上段薄层粉砂岩夹泥岩可视为相对隔水层，渗透系数取经验值为0.0017m/d。

矿区土层属透水层，本次因覆盖层较浅，无法通过试验获取，因此取经验值为0.05m/d。

2）边坡降雨渗流分析

根据前文终了边坡稳定性分析，矿区5个边坡分区，Ⅱ-Ⅴ区边坡高度较小，切岩体主要为中风化黄龙组灰岩，岩体结构完整性较好，受降雨渗流影像较小。主要受降雨渗流可能影响较大的为Ⅰ区顺层岩体边坡。因此本次渗流分析主要对该处典型剖面进行。

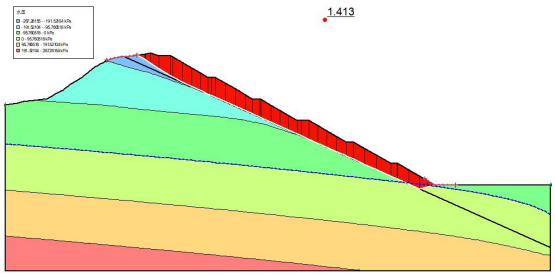
本次模拟，主要通过对地表施加持续降雨，降雨强度为当地最大暴雨强度130mm/d*m^2，降雨持续时间为2天，模拟12小时监测和计算一次水压变化和边坡稳定性。



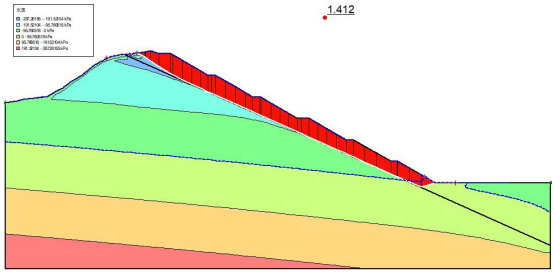
初始稳态　　12小时瞬态

1天瞬态　　2天瞬态

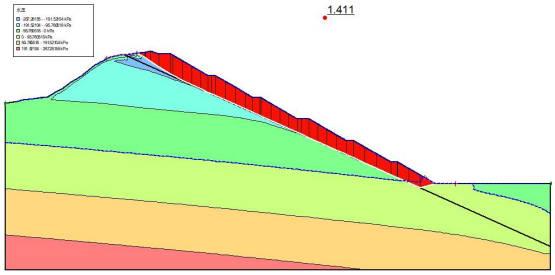
图3.8-34　Ⅰ区边坡持续降雨瞬态水压等值线图



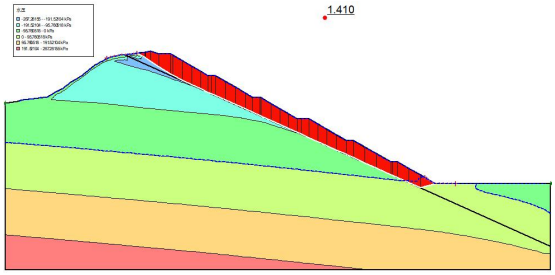
0秒稳态Ⅰ区边坡稳定性分析结果图



12小时Ⅰ区边坡稳定性分析结果图



1天Ⅰ区边坡稳定性分析结果图



2天Ⅰ区边坡稳定性分析结果图

图3.8-35 Ⅰ区边坡持续降雨稳定性分析结果

根据计算可知，因Ⅰ区边坡主要以粉砂岩及泥页岩为主，均为弱透水层，渗流微弱，渗流影响主要位于边坡表层，通过稳定性安全系数也可以看出，随着降雨持续，安全系数变小，但幅度不大，因此降雨渗流对Ⅰ区边坡影响较小，结合前文，降雨渗流主要的影响为对泥页岩软弱夹层的软化。

3.8.2.3 对策措施

结合矿区边坡稳定性分析结果，针对Ⅰ区顺层失稳隐患、各边坡局部楔形体滑移、落石及倾倒破坏风险，以及爆破、降雨等不利因素对边坡的影响，制定分级、针对性的边坡治理措施，坚持“源头防控、分级治理、局部强化、整体稳固”的原则，确保采场边坡整体稳定。

根据边坡地质结构、破坏模式及失稳风险程度，可将矿区采场岩质边坡安全等级划分为Ⅰ级和Ⅲ级。Ⅰ区顺层高风险边坡安全等级为Ⅰ级，主要表现为存在贯通性顺层软弱结构面，岩层倾向与边坡开挖倾向一致，具备整体滑移条件，对降雨、爆破扰动高度敏感，易发生大面积整体滑坡，为矿区核心控制性风险边坡；其余侧边坡安全等级为Ⅲ级，一般为表层破坏边坡，岩体结构完整、无控制性软弱结构面，边坡整体稳定性良好，仅存在表层风化落石、浅表岩体轻微倾倒等浅表零星隐患，不存在结构性滑移、垮塌风险，排土场为松散堆积体，不属于矿山岩质边坡分级体系，作为独立风险单元单独专项管控。

（1）Ⅰ级边坡（高风险）治理措施

Ⅰ区顺层边坡为矿区核心风险边坡，其边坡倾向一致形成顺层结构，需优先采取专项治理措施，可根据矿山施工条件选择锚喷支护方案。

锚杆施工：选用HRB400E级螺纹钢锚杆，直径Φ22~Φ25mm（根据岩体风化程度调整，风化较强段取大值）；锚固深度需打入中风化稳定岩层不少于 4m，锚杆总长度按“强风化层厚度+4m”确定；锚杆布置采用梅花形布置，横向、纵向间距均为4m，钻孔直径Φ90~Φ110mm，钻孔垂直度偏差≤1°。

灌浆施工：采用M30水泥砂浆灌浆，水灰比控制在0.4~0.5，灌浆压力0.3~0.5MPa，确保砂浆填充钻孔与锚杆间隙，且与基岩紧密胶结；灌浆完成后，锚杆外露长度保留100~150mm，外露部分做防锈处理（涂刷防锈漆+包裹防腐卷材）。

喷射混凝土施工：选用C25细石混凝土喷浆，骨料为粒径≤15mm的洁净碎石+洁净中砂，砂率45%~55%，水灰比 0.4~0.5，坍落度80~120mm；喷射厚度分两层施工，总厚度100~120mm，第一层喷射 50~60mm，初凝后喷射第二层；喷射风压0.4~0.6MPa，喷射距离控制在0.8~1.2m，确保混凝土与坡面紧密粘结，无空鼓、脱落。

喷浆前对坡面进行清理，清除浮土、浮石及松动岩块，对较大裂隙采用砂浆填充。

（2）III级边坡（一般风险）治理措施

主要针对表层破坏边坡，岩体结构完整、无控制性软弱结构面，边坡整体稳定性良好，仅存在表层风化落石、浅表岩体轻微倾倒等浅表零星隐患，不存在结构性滑移、垮塌风险。以坡面清理、排水防护及局部补强为主，常态化清理坡面松动岩块，完善各级平台及坡顶截排水系统；对存在倾倒风险的陡倾结构段，采用混凝土墩+锚杆主动网联合支护，强化坡面局部抗倾倒能力。

（3）建立边坡安全管理责任制

成立矿山边坡安全管理领导小组，由矿长任组长，总工程师、生产副矿长任副组长，技术、生产、安全、采矿等部门负责人为成员，明确各岗位边坡安全管理职责，将边坡稳定管理纳入矿山安全生产考核体系。

配备专职边坡安全管理人员，要求具备岩土工程、采矿工程相关专业知识，负责日常边坡安全检查、隐患排查、治理措施落实监督及监测数据整理分析。

（4）严格执行开采作业规范

矿山开采严格遵循自上而下、水平分台阶的开采原则，按设计的台阶高度、坡面角、平台宽度施工，严禁乱挖乱采、超挖超剥、下部掏采等违规操作，防止边坡应力失衡。

开采顺序按设计从东向西推进，上阶段未完成剥离或开采时，严禁开采下阶段矿体；台阶推进过程中，及时形成安全平台和清扫平台，每隔 2 个安全平台设置1个清扫平台，确保边坡结构符合设计要求。

采场作业区域与边坡危险区域设置明显的安全警示标志，严禁无关人员进入边坡危险区域；采矿作业设备与边坡坡脚保持安全距离（不少于5m），避免设备振动扰动边坡岩体。

（5）强化边坡隐患排查与治理

建立边坡隐患日常排查、每周检查、每月专项检查制度：日常排查由专职边坡安全员负责，每日对采场边坡坡面、坡脚、平台进行检查，重点排查浮石、危岩、裂隙、滑移迹象等；每周由生产部门组织联合检查，每月由矿山边坡安全管理领导小组组织专项检查，对排查出的隐患进行登记、分级、限期治理。

边坡隐患按风险等级分为重大隐患、较大隐患、一般隐患：重大隐患（如边坡顺层失稳、边坡出现明显滑移裂缝等）立即停止周边作业，制定专项治理方案，限期整改；较大隐患（如局部危岩、裂隙扩张等）限期3日内整改；一般隐患（如浮石、排水沟槽堵塞等）当日整改完成。隐患治理完成后，组织验收，验收合格后方可恢复作业。

（6）加强从业人员培训与教育

对矿山所有从业人员进行边坡安全知识培训，包括边坡稳定原理、失稳前兆识别、爆破安全要求、隐患排查方法、应急处置措施等，培训考核合格后方可上岗作业；每年组织不少于2次的边坡安全专项培训，及时更新培训内容。

对采矿、爆破、边坡治理施工等关键岗位人员进行专业技能培训，要求掌握预裂爆破、锚喷支护、边坡清理等操作规范，杜绝因操作不当引发边坡失稳事故。

（7）完善应急处置机制

制定《矿山边坡失稳事故应急救援预案》，明确边坡失稳事故的应急组织机构、应急响应程序、现场处置措施、人员撤离路线、医疗救援等内容，每年组织不少于1次的边坡失稳事故应急演练，提高从业人员应急处置能力。

边坡出现失稳前兆时（如坡面出现连续裂缝、岩块掉落频率增加、坡脚隆起、地下水位异常变化等），现场作业人员应立即停止作业，按撤离路线撤离至安全区域，并及时向矿山边坡安全管理领导小组报告；领导小组接到报告后，立即启动应急响应，组织人员排查隐患，采取应急治理措施。

第 4 章 矿石加工及尾矿设施

4.1 矿石加工

本项目矿石加工厂已出独立本，后期若独立本加工厂方案有调整，将同步调整本报告方案。

4.1.1 矿物加工方案

4.1.1.1 设计原则

（1）执行国家有关开发资源综合利用的科学发展政策。

（2）严格贯彻执行国家有关环保、劳动安全、工业卫生、计量、消防等方面的现行规定和标准，吸取国内外骨料生产厂环境保护的成功经验，采用先进、成熟、可靠的环保技术装备，做到“三同时”。

（3）贯彻执行保护土地资源，少占耕地，保护基本农田的政策。

（4）贯彻国家和省市的经济建设方针和政策，遵守国家和地方的法律法规，符合国家和行业的技术标准、规程和规范。

（5）贯彻“生产可靠、技术先进、节省投资、提高效益”的设计指导方针。以生产可靠为前提，选用国内外成熟、可靠、先进的技术和装备，以保证生产线连续稳定运转，降低生产成本，取得较好的经济效益。

（6）坚持经济合理原则。吸取国内外砂石行业先进经验，总平面布置力求总体紧凑，工艺流程顺畅，生产区域功能分明，优化建筑结构设计，减少土地占用，降低工程造价。重视节能降耗措施，采用节能工艺过程和国家推荐的节能机电产品，降低生产成本。

（7）重视生态环境保护和水土保持。配套的环保、水土保持、安全设施，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

（8）建设数字化工厂，生产控制、物流发运等采用了智能化控制系统，确保生产工艺过程运行可靠，节能高效，优化控制，实现生产管理的数字化，大幅度减少了生产操作人员，提高了劳动生产率。

4.1.1.2 设计依据

（1）《建设用砂》（GB/T 14684-2022）；

（2）《建设用卵石、碎石》（GB/T 14685-2022）；

（3）《机制砂石骨料工厂设计规范》（GB 51186-2016）；

（4）《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）；

（5）《建材矿山工程建设项目设计文件编制标准》（GB/T 50820-2013）；

（6）《冶金用石灰石》（YB/T 5279-2016）；

（7）《白云石》（YB/T5278-2020）；

（8）《砂石行业绿色矿山建设规范》（DZT0316-2018）；

（9）《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

（10）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

4.1.1.3 设计规模及服务年限

（1）设计规模

根据本项目矿山开采规模，充分考虑生产线停机检修、极端气候条件以及各种不可预见的政策因素，确定矿山加工厂生产班制为300d/a、16h/d、两班制生产。

（2）服务年限

矿石加工厂服务年限为9年，与矿山开采年限同步。

4.1.1.4 原料来源及特性

本项目矿石加工厂原料主要为九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿，本矿山主要由熔剂用石灰岩、熔剂用白云岩和建筑石料用灰岩组成，选用公路开拓、汽车运输的开拓运输方式，通过新建约 2.5km 矿山道路，将矿山爆破出的毛料运输至矿石加工厂粗碎卸料口。

（1）熔剂用石灰岩

根据矿石单样基本分析和组合样组合分析结果，矿石化学成分以富 CaO 为特征，次为 MgO、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3；S、P 含量极低。矿石中 CaO 含量 48.71~55.65%（均大于 48%），平均 54.39%；MgO 含量 0.13~6.06%（个别样品含量较高），平均 0.39%；SiO_2 含量 0.04~4.37%（个别样品含量较高），平均 0.36%。总体来看，矿石质量好，单样 MgO、SiO_2 含量超标，对矿石质量的整体影响可忽略。矿体矿石化学成分未超过《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》(DZIT0213-2020)中对（黑色冶金）熔剂用石灰岩矿规范要求的限定指标要求。

矿体矿石单样饱和抗压强度 48.2~75.9Mpa，矿体平均 57.6Mpa。

（2）熔剂用白云岩

根据矿石单样基本分析和组合样组合分析结果，矿石化学成分以富 CaO 为特征，次为 MgO，少量 SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O；S、P 含量极低按单样统计，矿

石中 CaO 含量 30.84~39.95%，平均 33.76%；MgO 含量 15.17~21.09%（均大于 15%），平均 18.16%；SiO_2 含量 0.09~3.03%（均小于 4.0%），平均 0.69%。

矿石有益组分 MgO 含量均高于品位，有害组分 SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O 及 S、P 等含量均未超标，矿石化学成分质量指标达到《矿产地质勘查规范镁矿、白云岩》（DZ/T 0348-2020）中对熔剂用白云岩矿工业要求。

矿体矿石单样饱和抗压强度 33.9~130.5Mpa，矿体平均 86.0Mpa。

（3）建筑石料用灰岩

根据矿石多元素样品分析结果，矿石化学成分以富 CaO 为特征，次为 MgO、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、SO_3、Mn_3O_4、K_2O、Na_2O；P_2O_5、$C1^-$、TiO_2 含量极低。对矿体单样中主要化学成分 CaO、MgO、SiO_2、SO_3 的统计叙述如下：矿石中 CaO 含量 48.13~51.73%,平均 49.62%；MgO 含量 0.79~0.90%，平均 0.85%；SiO_2 含量 2.56~5.32%，平均 4.25%；SO_3 含量 0.60~0.980%，平均 0.773%。矿体矿石化学成分以 SiO_2 超过《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZIT0213-2020）中对熔剂用石灰岩矿规范要求的限定指标要求。

矿体矿石单样饱和抗压强度 36.5~105.1Mpa，矿体平均 70.0Mpa。矿体矿石单样质量损失率 3.93~4.33%，矿体平均 4.08%。矿体矿石单样压碎指标 10.50~11.50%，矿体平均 11.10%。根据岩相法碱活性检验结果，矿石中均为非碱活性矿物，未见碱活性矿物。对矿石进行了铀-238、镭-226、钍-232、钾-40 检测，测试结果显示其外照射指数 I_{Ra} 为 0.19（小于 1.0）；内照射指数 I_γ 为 0.15（小于 1.0）。满足《建筑材料放射性核素限量》（GB 6566-2010）中建筑主体材料要求。

据《矿产地质勘查规范建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）中建筑石料用灰岩矿物理性能及化学成分一般要求，矿段内建筑石料用灰岩矿体矿石质量等级综合评定为Ⅱ类。

4.1.2 产品方案及工艺流程

4.1.2.1 产品方案

本项目矿石原料主要包含熔剂用灰岩、熔剂用白云岩和建筑石料用灰岩矿，矿山岩性复杂。根据项目各投资方及参建方开发要求，结合市场需求，为提升项目产品附加值，经过严谨的市场调研和专家咨询会论证，本项目拟定的产品方案如下：

（1）熔剂用灰岩

1）熔剂用灰岩（平均CaO含量<48%）直接原矿（块度≤50cm）作水泥原料销售（主要在基建期和揭表区域）；

2）熔剂用灰岩（48%≤CaO≤54%）加工成20-50mm、50-80mm两种块料作为钙石进行销售，<20mm的主要加工成0-3mm作烧结石粉销售，同时出一部分5-10mm和10-20mm规格钙石销往周边粉体厂，后续可根据市场行情灵活调整是否进一步加工成0-3mm作烧结石粉，在此过程中选出325目部分作脱硫石粉；

3）熔剂用石灰岩（CaO>54%）加工成20-50mm、50-80mm块料作深加工原料，<20mm的进一步加工成0-3mm（3-5mm加工成0-3mm）作烧结石灰石粉销售，同时出一部分5-10mm和10-20mm规格钙石销往周边粉体厂，后续可根据市场行情灵活调整是否进一步加工成0-3mm烧结石粉，在此过程中选出325目部分作脱硫石粉。

（2）熔剂用白云岩

白云岩（MgO>15%）加工成0-3mm（3-10mm、10-20mm、20-31.5mm加工成0-3mm）作烧结白云岩。白云岩（MgO≤15%）按照正常砂石骨料规格0-5、5-10、10-20、20-31.5mm加工销售。

（3）建筑用灰岩

矿石进行简单破碎加工，用振动筛可筛分出规格0-5、5-10、10-20、20-31.5mm砂石骨料。

4.1.2.2 产品质量要求

（1）成品砂石骨料应满足《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2022）、《建设用砂》（GB/T14684-2022）

（2）成品熔剂料应满足《冶金用石灰石》（YB/T 5279-2016），《白云石》（YB/T5278-2020）等。

4.1.2.3 加工工艺流程

根据项目原料特性和产品方案，矿产品加工工艺可分为如下两大方向：

系统加工熔剂用灰岩矿时，主要产品为 20~50mm、50~80mm 两种块石料，采用“粗碎鄂破+中碎圆锥”两段破碎工艺，将矿山开采出来的原料破碎至 80mm 以下。粗碎工段采用开路生产并设半成品料堆进行物料缓存。中碎工段采用先筛后破的生产工艺，第一级筛分与中碎圆锥形成闭路循环生产，20~50mm、50~80mm 可从一级筛分直接出成品。一级筛分后＜20mm 物料可根据市场需求选择不同的生产工艺。一方面＜20mm 物料可通过细碎反击破开路生产后，通过二级筛分产出 5~10 和 10~20mm 的钙石或骨料。另一方面，如＜3mm 烧结石粉销量较好，＜20mm 物料也可全部进入制砂系统生产＜3mm 烧结石粉。制砂系统采用“柱碎机+三级筛分+复合选粉机”的闭路生产工艺，可通过复合选粉机分

选出部分 325 目细度的石粉，作为脱硫石粉对外销售。

系统加工熔剂用白云岩时，主要产品为各级骨料或＜3mm 烧结白云岩，采用“粗碎鄂破+中碎圆锥破+细碎反击破”三段破碎工艺，将矿山开采出来的原料破碎至 80mm 以下。粗碎工段采用开路生产并设半成品料堆进行物料缓存。中碎采用先破后筛的生产工艺，一级筛分与中碎形成闭路循环生产，将＞80mm 物料返回中碎圆锥，20-80mm 物料送至细碎反击破；二级筛分与细碎反击破形成闭路循环生产，二级筛分后＞31.5mm 物料返回细碎反击破循环破碎，20~31.5mm、10~20mm 直接出成品，＜10mm 进入制砂系统。制砂系统采用“柱碎机+三级筛分”的闭路生产工艺。三级筛分后 5~10mm 物料可直接出成品，当市场销路不佳时也可部分返回制砂破碎机循环破碎；当最终产品为＜3mm 熔剂料时，3~5mm 物料返回制砂破碎机循环破碎，＜3mm 直接出成品。当最终产品为＜5mm 机制砂时，可通过调节 3~5mm 物料返回制砂破碎机比例调整机制砂级配和细度模数，＜5mm 经复合选粉机选粉、拌湿机拌湿后出成品。

系统加工工艺流程简图如图4.2-1所示：

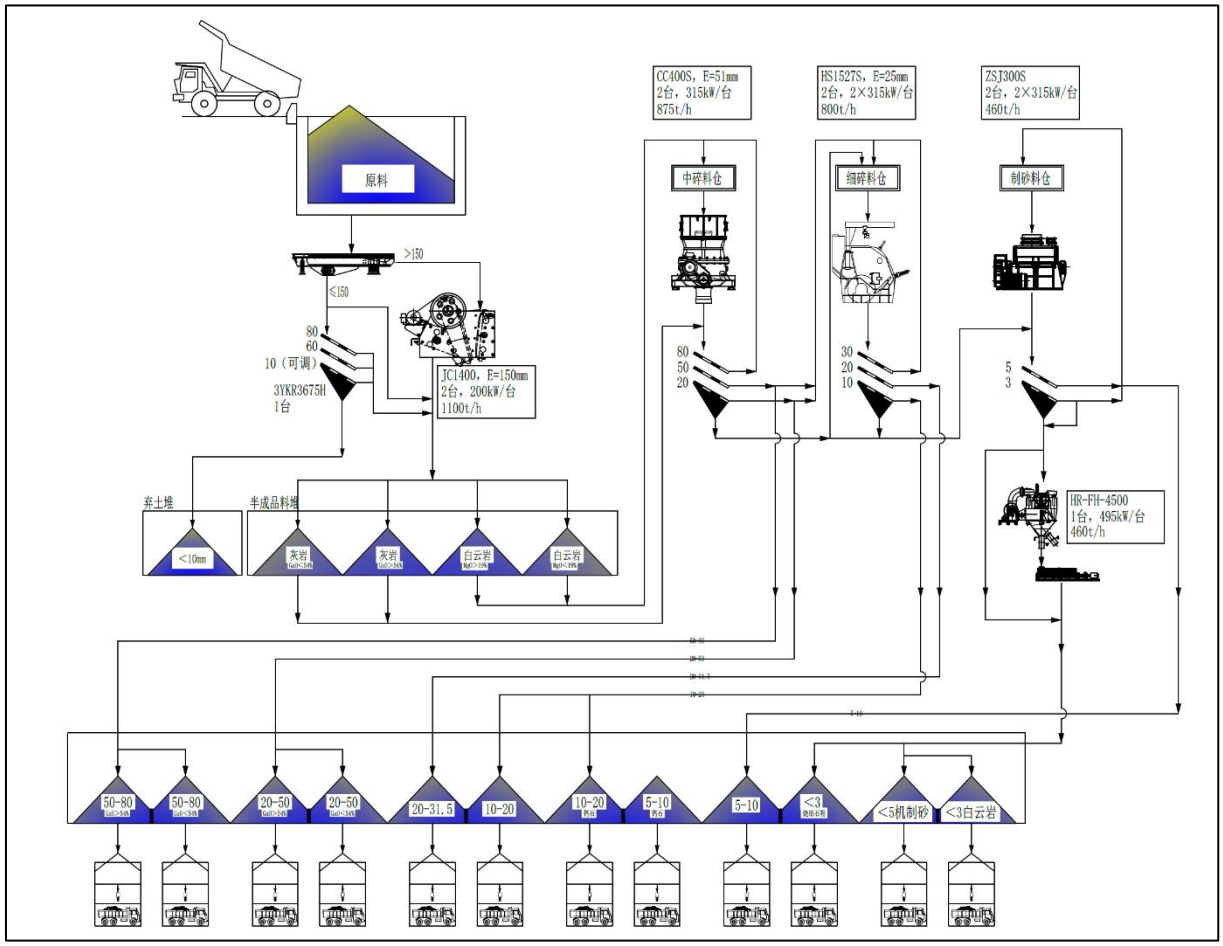


图4.1-1 工艺流程图

4.1.2.4 工艺流程特点

（1）综合考虑各类原料储量、各产品单价以及加工需求，项目采用“粗碎颚破+中碎圆锥+细碎反击破”的三段破碎工艺。此生产工艺可充分发挥颚破和圆锥破耐磨性好、细颗粒占比低以及反击破产品粒形好、破碎比大的性能优势，既可避免原料为熔剂用灰岩时，矿石过破碎导致的20~50mm、50~80mm块石料产量降低，又可保证当原料为熔剂用白云岩时＜3mm产品产能。

（2）半成品料堆设不同原料储料仓，分别用于堆存不同品味的灰岩以及白云岩半成品矿石，实现不同原料分班生产。通过不同出料胶带机调整生产工艺：当原料为熔剂用灰岩时，可选用先筛后破工艺，充分保证20~50mm、50~80mm块石料产量；当原料为熔剂用白云岩时，可选用先破后筛工艺，降低生产能耗，节约生产成本。

（3）细碎采用破碎比大、粒形较好的反击式破碎机，即可保障系统生产烧结白云岩时的产能，又可保证系统生产建筑用砂石骨料时碎石粒形。

（4）制砂系统采用闭路生产，可灵活调整5-10mm、3-5mm返回制砂机比例，即可保证＜3mm烧结白云岩和烧结石粉产量，又可调整＜5mm机制砂产品级配和细度模数。

（5）综上，本项目生产工艺针对性强、灵活性高，充分考虑各类产品的生产需求，实现一条生产线适应不同矿石原料、产出多种不同产品，在满足产品质量及调节功能的前提下简化流程，优化能耗指标，降低投资，保证项目经济性。

4.1.2.5 生产线布置

（1）原料运输

生产线场地位于拟采矿山外围缓坡地带，自然标高约28～40m。厂址位于矿权西侧，通过新建约2.5km运矿道路与矿区连接。矿山爆破出来的毛料可通过矿山道路运输至矿石加工厂粗碎卸料口。

（2）矿石加工厂车间布置

根据矿石加工工艺，结合拟建场地自然条件，矿石加工厂主要设置粗碎卸料平台、粗碎车间、除土筛分车间、弃土堆棚、半成品堆棚、生产车间、成品储库、成品装车台等主要车间以及办公生活区、电力室、材料库等建构筑物。

矿山爆破出来的毛料通过粗碎卸料口进入粗碎车间，粗碎鄂破前设置棒条振动筛分给料机，＞150mm物料进入破碎机破碎，＜150mm含土细料送至除土筛分车间，剔除含土弃料后剩余部分返回粗碎鄂破出料胶带机，与粗碎破碎后的半成品料混合后进入半成品料堆。

半成品堆棚用于储存各类半成品料。当半成品料为灰岩时，可通过B2→B3、B4胶带机进入一级筛分，先筛分出部分20~50mm、50~80mm灰岩块石料，再进入下一级破碎；当

半成品料为白云岩时，可通过B1→B5胶带机进入中碎圆锥连续破碎，随后进入一级筛分。运营过程中可根据原料情况及产品需求灵活调整生产工艺。

生产线主要的破碎设备、筛分设备均集中布置于生产车间之内。中碎、细碎、制砂分别和一筛、二筛、三筛形成闭路循环生产，通过连续破碎与多级筛分生产出系统所需要的各级各类产品。生产车间南侧布置1#电力室、空压机房以及中控室，电源、气源及控制中心均靠近主要生产设备。

生产车间产出的各类成品料通过胶带机输送至成品储库堆存。成品储库采用空间网架结构，料堆底部设出料地廊，采用“胶带机+装车台”对外发运。同时成品储库四周预留环形运输道路，生产高峰时期可通过铲车装料，提升发运效率。

石粉采用钢板仓储存，系统共设置2座500t石粉罐，可用于储存不同品质石粉。每座石粉罐底设置自动石粉散装机和称量地衡。

成品装车台位于厂区北侧，共设置6座装车台，共计12条车道。每条车道设置1台地衡，运输车辆完成装料、称量后出厂。

（3）办公生活区

根据项目使用年限及日常办公人员数量，综合考虑项目整体投资，本项目在生产车间西侧设置高标准、耐用型、规范化临时办公场所，采用装配式临时板房模式，整体使用年限不低于10年，需满足日常办公、会议接待、资料管理、后勤配套等一体化功能，同时符合施工现场安全、消防、环保、卫生及防风抗震规范，适配工程现场户外环境，抵御雨雪、大风、日晒等自然侵蚀，保障长期稳定使用。办公区主要包含办公室、会议室、职工活动室、餐厅厨房、卫生间以及男女浴室等功能。

（4）销售服务中心

发运广场靠近大门位置设置销售服务中心，建筑面积约150m^2，主要用于服务发运调度、产品销售和运输车辆司机临时休息。内部设接待前台、洽谈室、发运中控室、卫生间以及小卖部等功能区域。

4.1.3 设备选型

4.1.3.1 设备选型原则

（1）设备选型时从多种可以满足相同需要的不同型号、规格的设备中，经过技术经济的分析评价，选择最佳方案，使有限的资金发挥最大的经济效益。

（2）生产适用原则：所选购的设备应与项目生产规模和产品质量相适应，并可适应后期扩大生产规模或开发新产品等需求。

（3）技术先进原则：在满足生产需要的前提下，设备性能指标保持先进水平，以利提高产品质量和延长其技术寿命。

（4）经济合理原则：即要求设备价格合理，在使用过程中能耗、维护费用低，并且回收期较短。

（5）对于破碎、筛分等主机设备：依照高可靠性、高技术、高质量、高稳定性适应高效率生产的的设备，选用知名厂家的一流设备。

（6）辅机设备：按照性价比高，质量优良，可靠性、稳定性满足生产需要的设备应选则国内中上等设备。

4.1.3.2 主要设备选型

（1）粗碎设备

项目原料为灰岩和白云岩，主要产品为熔剂料和建筑用骨料。为充分保证熔剂料产量，粗碎设备宜选用挤压式破碎设备，避免矿石过破碎。可选用旋回式破碎机、颚式破碎机。项目处理能力1100t/h，考虑地形高差较小及土建、设备投资等，经综合比较，宜选用2台颚式破碎机。

表 4.1-1 粗碎设备比选

设备名称	优点	缺点
旋回式破碎机	1.处理量大； 2.电耗少； 3.无需配置给料设备； 4.破碎腔内衬板磨损均匀； 5.适宜各种物料的破碎。	1.设备构造复杂，价格昂贵； 2.机身重，机体高，要求厂房高度大，土建投资费用高。
颚式破碎机	1.构造简单，重量轻，便于安装和维修，需要厂房高度较低； 2.设备价格较低； 3.工作可靠，排料口调节方便，对水分高粘性大的矿石不易堵塞； 5.适宜各种物料的破碎。	1.衬板易磨损； 2.破碎产品粒度不均匀； 3.需配置给料设备。

（2）中细碎设备

根据原料性能的不同，中细碎一般选择圆锥式破碎机、锤式破碎机或者反击式破碎机。圆锥式破碎机为挤压式破碎机，单缸圆锥破碎机结构相对简单，维护方便，可带负荷调节排料口。多缸圆锥破碎机转速相对较高，同样排矿口下，成品率比单缸更高，粒型相对更好。考虑到项目对20~50mm、50~80mm熔剂料的需求较大，且对粒形要求一般，因此中碎宜选用单缸圆锥破。同时，为保证系统生产＜3mm熔剂用白云岩时的产量以及生产建

筑用砂石骨料时的粗骨料粒形，细碎宜选用破碎比大、粒形好的反击式破碎机。

表 4.1-2 中细碎设备比选

设备名称	优点	缺点
锤式破碎机	破碎比大，单台设备处理能力大。	1.不适合硬岩破碎，适合破碎硬度、磨蚀性指数中等或偏低的岩石； 2.作为细碎设备时产品粉料较多。
反击式破碎机	1.结构简单，体积小、破碎比大； 2.产品粒度均匀且多呈立方体状； 3.设备投资小。	1.不适合硬岩破碎，适合破碎硬度、磨蚀性指数中等或偏低的岩石； 2.板锤和衬板磨损较快； 3.破碎过程中产生石屑和粉料多。
圆锥破碎机	1.宜破碎硬度、磨蚀性指数较高的岩石； 2.破碎腔深度大、生产能力高、破碎力较大； 3.工作较平稳，振动较轻； 4.单位电耗较低。	1.设备投资较大； 2.破碎比较小。

（3）制砂设备

常规制砂工艺分干法和湿法两种，其中干法制砂工艺有立轴破制砂、对辊机制砂、柱碎机制砂、柱磨机制砂等，同时辅以选粉机除粉，湿法制砂工艺主要为棒磨机制砂、对辊机制砂及制砂楼等。由于本项目主要产品为熔剂料，因此宜采用干法制砂工艺。结合各类制砂设备优缺点，本项目选用 1 台 ZSJ300S 型柱碎机，其岩石适应性强，成品率高，产品粒形级配较好。

表 4.1-3 制砂设备比选

设备名称	优点	缺点
立轴破碎机	1.制砂处理量大，破碎比高； 2.工艺较成熟。	1.工艺一次产品粒级不连续； 2.＜4.75mm 细度模数偏大，石粉含量大，需加选粉机选粉。
对辊机	1.适应于干法制砂和对辊制砂不同制砂工艺； 2.易损件较少，运行成本低，出料可调节。	进料粒度不宜过大，一般＜20mm，且须均匀给料。
柱碎机	制砂成砂率较高，级配连续，细度模数可控。	1.适应于中等强度低磨蚀性物料制砂。
柱磨机	制砂成砂率较高，级配连续，细度模数可控。	1.运行电耗较高。

设备名称	优点	缺点
制砂楼	系统集成度高，将制砂、筛分及选粉集成为楼站式成套设备，占地小。	1.设备投资较大； 2.单座楼产能较小，成品砂石粉含量较高。
棒磨机	1.可以较好的控制砂细度模数和石粉含量； 2.产品成品率高。	设备产量较小，电耗、水耗和钢棒消耗较大。

（4）筛分设备

骨料筛分设备一般采用圆振动筛、高频振动筛、微粉筛和直线振动筛。各工艺段筛分经计算，中碎对应的一级筛分、细碎对应的二级筛分选用圆振动筛可满足项目工况要求；制砂系统因物料偏细且循环量大，适宜选用大型直线筛确保筛分效率。综上，本项目一级、二级筛分选用技术成熟、设备可靠且经济适用的圆振动筛，三级筛分选用双层大型直线筛。

表 4.1-4 筛分设备比选

设备名称	优点	缺点
圆振动筛	1.筛分效率高、处理量大，适合大粒径筛分； 2.国产设备技术成熟、使用可靠，设备价格较低。	对细料筛分效果不佳。
高频振动筛	1.适合进料中小粒径占比量较大的工况使用； 2.筛分效率高于圆振动筛。	单台设备处理量较小。
直线振动筛	直线筛体积小、重量轻、机构简单，造价低。	单台设备处理量小，适合小产量生产使用。
大型直线筛	1.大型直线筛激振力大，筛分效率精度高； 2.单台设备处理量大，寿命长。	单台设备重量大，价格高。

4.1.3.3 工艺设备配置

表4.1-5 工艺设备清单

序号	部位	设备名称	型号及规格	单位	数量	参考单机功率（kW）	总功率（kW）	负荷率	备注
1	粗碎车间	棒条振动给料机	HPF1560（S）	台	2	30	60	/	变频
2		颚式破碎机	JC1400，E=150mm	台	2	200	400	69.50%	
3		电动单梁起重机	Q=10t，H=12.0m，L=11m	台	1	18.2	18.2	/	
4		袋式收尘器	53000m³/h，1092m²	台	1	5.5	5.5	/	
5		离心通风机	60950m³/h，4000Pa	台	1	110	110	/	
6	除土筛分车间	圆振动筛	3YKR3675H	台	1	2×45	90	45.00%	
7		袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	1	3	3	/	
8		离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	1	37	37	/	
9		电动葫芦	3t	台	1	4.5+0.4	4.9	/	
10	半成品堆棚	变频惯性振动给料机	GZG125-4	台	12	2×1.5	36	/	变频
11		袋式收尘器	18000m³/h，408m²	台	2	/		/	
12		离心通风机	20700m³/h，3200Pa	台	2	30	60	/	
13	生产车间	除铁器	B=1200	台	1	5.5	5.5	/	
14		除铁器	B=1000	台	1	4	4	/	
15		除铁器	B=1000	台	1	4	4	/	
16		变频惯性振动给料机	GZG125-4	台	2	2×1.5	6	/	变频
17		圆锥式破碎机	CC400S，E=51mm	台	2	315	630	72.80%	
18		变频惯性振动给料机	GZG125-4	台	2	2×1.5	6	/	变频
19		反击式破碎机	HS1527S，E=25mm	台	2	2×315	1260	73.40%	
20		柱碎机	ZSJ300S	台	2	2×315	1260	75.20%	

序号	部位	设备名称	型号及规格	单位	数量	参考单机功率（kW）	总功率（kW）	负荷率	备注
21		袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	6	3	18	/	
22		离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	6	37	222	/	
23		电动单梁起重机	Q=5t，H=18.0m，L=26.0m	台	1	2×0.8+0.8+7.5	9.9	/	
24		圆振动筛	3YKR3675H（80/50/20）	台	2	2×45	180	55.00%	
25		圆振动筛	2YKR3675H（20/10）	台	4	2×45	360	55.00%	
26		三层直线筛	AHD3696	台	2	90	180	60.00%	
27		袋式收尘器	66000m³/h，1404m²	台	4	6	24	/	
28		离心通风机	75900m³/h，4000Pa	台	4	132	528	/	
29		电动单梁起重机	Q=20t，H=18.0m，L=19.0m	台	1	18.2	18.2	/	
30		复合选粉机	400t/h	台	1	450+45+0.55	495.55	74.80%	
31		加湿机	BS400	台	1	75	75	83.00%	
32		袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	1	3	3	/	
33		离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	1	37	37	/	
34		H1 输灰链运机	L=25m Q=10t/h	台	1	15	15	/	
35		H2 输灰链运机	L=25m Q=30t/h	台	1	22	22	/	
36		H3 输灰链运机	L=27m Q=30t/h	台	1	22	22	/	
37		H4 输灰链运机	L=38m Q=20t/h	台	1	30	30	/	
38		H5 输灰链运机	L=38m Q=40t/h	台	1	45	45	/	
39	成品储库	惯性振动给料机	GZG125-4	台	24	2×1.5	72	/	
40		电液动弧门	800×800	台	12	1.1	13.2	/	
41	成品装车台	散装机	500t/h	台	12	3	36	/	
42		袋式收尘器	7000m³/h，163 ㎡	台	6	0	0	/	
43		离心通风机	8050m³/h，4000Pa	台	6	15	90	/	

序号	部位	设备名称	型号及规格	单位	数量	参考单机功率（kW）	总功率（kW）	负荷率	备注
44	空压机站	螺杆空压机	26m³/min，0.8MPa	台	3	160	480	76.00%	
45		冷干机		台	3	/	/	/	
46		储气罐	3m³	台	3	/	/	/	
47		过滤器		台	9	/	/	/	
48	石粉罐	石粉仓	φ12m，500t	座	2	/	/	/	
49		散装机	ZSQ-200，200t/h	台	2	2	4	/	
50		袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	2	3	6	/	
51		离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	2	37	74	/	
52	胶带机转运站	袋式收尘器	7000m³/h，163 ㎡	台	2	0	0	/	
53		离心通风机	8050m³/h，4000Pa	台	2	15	30	/	
54	机修车间	电动单梁起重机	Q=10t，H=12.0m，L=11m	台	1	18.2	18.2	/	
55	胶带机		详见设备清单	套	1	2276.5	2276.5	/	
56	室外地衡	矿山计量地衡	4.2×12m	台	1			/	
57		厂内地衡	3.4×18m	台	1			/	
58	非标溜槽		Q235B	t	350			/	
59	洗车台			台	1	15	15	/	
60	电动大门			座	2	5.5	11	/	
	合计				500		9410.65		

4.1.4 仓储及发运

4.1.4.1 弃土堆存

弃土堆棚采用方形点堆，堆棚尺寸25m×25m，最大堆料高度9.0m，有效容积约2300t。弃土堆棚布置于成品发运广场，南侧设装车区域，采用装载机装车运输出厂。

4.1.4.2 半成品储存

半成品料堆棚采用方形点堆，堆棚尺寸46m×42m，最大堆料高度10.0m。堆棚内设隔料挡墙，可将堆棚分为4座独立料堆，分别用于堆存不同品味的白云岩和灰岩半成品料。四种物料分堆储存时，单个料堆容积约2700t，总容积约10800t。料堆底部设置2条出料胶带机地廊，可分别输送白云岩和灰岩半成品料。当系统原料为熔剂用灰岩时，半成品料可通过B2→B3、B4胶带机输送至一级筛分；当系统原料为熔剂用白云岩时，半成品料可通过B1→B5胶带机输送至中碎圆锥破。每条地廊内设置6个下料口，各下料口配1台GZG125-4型变频惯性振动给料机卸料。半成品料堆地廊各下料口设置收尘点，各地廊出口分别配置1台袋式除尘器，确保地廊内半成品料下料时粉尘排放满足环保要求。

4.1.4.3 石粉储存

石粉采用2座500t石粉库储存，罐体直径8.0m，用于储存破碎、筛分、物料转运等设施产生的粉尘及石粉，库底设置1台200t/h石粉散装机，采用汽车发运。考虑到灰罐受储存时间及气候影响，在灰罐下部锥体两侧设空气炮，保证卸灰流畅。

4.1.4.4 成品储存

成品储库尺寸148m×58m，共设50~80mm（CaO>54%）、50~80mm（53%＜CaO＜54%）、20~50mm（CaO>54%）、20~50mm（53%＜CaO＜54%）、5~10mm钙石、10~20mm钙石、20~31.5mm骨料、10~20mm骨料、5~10mm骨料、＜3mm烧结石粉、＜3mm烧结白云岩、＜5mm机制砂共12个料堆，各料堆之间设置隔料挡墙，避免混料。各类产品采用胶带机单点卸料，单个料堆最大堆料高度11.0m，单个料堆容积约4000t。12个料堆采用双列并排布置，料堆底部共设6条出料地廊，每两种产品共用1条出料地廊。每条地廊设6个下料口和1条出料胶带机，用于发运不同产品。其中，粒径＞5mm以上产品采用GZG110-4型惯性振动给料机向出料胶带机给料，粒径＜5mm以下产品采用800×800型电动弧门向出料胶带机给料。

4.1.4.4 成品发运

根据厂区外部道路条件及总图布置，矿石加工系统在厂区北侧设成品发运区与外部道路相接，产品运输通过县道至省道对外发运。

发运区设6座装车台，每座装车台下设2条装车车道，每个车道配1台500t/h散装机。成品料发运装车时，成品运输车辆按载重吨位30t计算，装车能力约为10min一辆，单车道每小时可装车6辆，发运能力约180t/h，成品装车台综合发运能力可达2160t/h，能够满足各种产品的发运需求。

4.1.4.5 物料储量储期表

表 4.1-6 物料储量储期表

项　目		单位	储量	储期（h）
半成品料	灰岩（CaO>54%）	t	2700	2.5
	灰岩（CaO＜54%）	t	2700	2.5
	白云岩（MgO>19%）	t	2700	2.5
	白云岩（MgO＜19%）	t	2700	2.5
弃土		t	2300	40
成品料	50~80mm（CaO>54%）	t	4000	9
	50~80mm（53%＜CaO＜54%）	t	4000	9
	20~50mm（CaO>54%）	t	4000	16
	20~50mm（53%＜CaO＜54%）	t	4000	16
	5~10mm 钙石	t	4000	34
	10~20mm 钙石	t	4000	66
	20~31.5mm 骨料	t	4000	16
	10~20mm 骨料	t	4000	11
	5~10mm 骨料	t	4000	21
	＜3mm 烧结石粉	t	4000	15
	＜3mm 烧结白云岩	t	4000	5
	＜5mm 机制砂	t	4000	10
石粉		t	1000	17

（1）以上各种物料储期受生产工况影响，仅供参考，生产过程中可根据各类不同产品产量和需求量实时调整物料的堆存；

（2）当系统主要生产 20~50、50~80mm 熔剂用灰岩时，可利用建筑骨料料堆堆存块

石料，利用装载机倒料，提升成品储存能力；

（3）当系统主要生产＜3mm 烧结白云岩时，可利用＜3mm 烧结石粉和＜5mm 机制砂料堆同时储存，最大储量可达 1.2 万 t，总储期约 15h；

（4）当系统主要生产＜5mm 机制砂时，可利用＜3mm 料堆和＜5mm 料堆同时储存，最大储量可达 1.2 万 t，总储期约 30h。

4.2 尾矿设施概述

本项目不存在尾矿。

第 5 章 矿山电气

5.1 供电电源及输变电

电气设备是整个项目运行的动力来源，是整个系统安全、可靠运行的重要因素。在遵循国家法律法规和相关设计规范的前提下，结合大型项目运行经验，进行电气方案编写。

5.1.1 设计依据

（1）《供配电系统设计规范》GB 50052-2009；

（2）《低压配电设计规范》GB 50054-2011；

（3）《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024；

（4）《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 年版）；

（5）《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010；

（6）《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981-2014；

（7）《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018；

（8）《系统接地的型式及安全技术要求》GB 14050-2008；

（9）《综合布线系统工程设计规范》GB 50311-2016；

（10）《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018；

（11）《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012；

（12）《电力工程直流系统设计技术规程》DL/T 5044-2014；

（13）《建筑防火通用规范》GB55037-2022 ；

（14）《建筑电气智能化通用规范》GB 55024-2022；

（15）《机制砂石骨料工厂设计规范》GB 51186-2016；

（16）《带式输送机工程技术标准》GB 50431-2020；

（17）其他有关国家及地方的规程、规范。

5.1.2 负荷等级及供电电源

根据甲方提供资料及现场踏勘，距本项目直线距离约 6km 处有高铁岭镇变电站，高铁岭镇变电站预留电量富裕，故本项目拟从高铁岭镇变电站接引 2 回 10kV 架空绝缘线（JKLGYJ-150），引至拟建厂区 2#变配电室（容量为 12100kVA）。最终接引方案以当地供电局批复为准。

本项目消防负荷按二级负荷双回路供电，地面上的主要生产及照明设备配置为二级负

荷，其余用电负荷均按三级负荷考虑。

5.2 用电负荷

由 2#配电室引一路电源至矿山涉及的工人宿舍、工人食堂等所在区域，经计算，补偿后视在功率为 251kVA，由 2#配电室 T2 变压器（2000kVA）引电。具体负荷统计如下：

表 5.2-1 生活区负荷统计表

设备名称	电压等级(kV)	安装台数 运行/备用		额定功率(kW)	负荷等级	功率因数	需要系数	有功功率（kW）	无功功率（kVar）	视在功率（kVA)
工人宿舍	0.4	1		150	3	0.85	0.75	112.5	69.7	132.4
工人食堂	0.4	1		100	3	0.85	0.75	75.0	46.5	88.2
充电桩	0.4	4		20	3	0.85	0.8	64	39.6	75.3
有功功率（总）$P_c=K_{\Sigma p}\Sigma(K_XP_e)$ $K_{\Sigma p}=0.8$								238.9		
无功功率（总）$Q_c=K_{\Sigma q}\Sigma(K_XP_etg\Phi)$ $K_{\Sigma q}=0.95$									148.1	
补偿后无功功率（总）$Q_{cb}= P_ctgcos^{-1}\Phi_2$ $cos\Phi_2=0.95$									78.5	
人工补偿的无功功率 $Q_{rg}=Q_c-Q_{cb}$									69.5	
补偿后视在功率（总）$S=(P_c^2+ Q_{cb}^2)^{0.5}$										251.5

预留矿山充电桩箱变，供电范围涉及矿车充电车位所在区域，经计算，箱变补偿后视在功率为 1235.4kVA，设置 1 台 1600kVA 变压器，变压器总负载率为 77.2%。供电电源由 2#配电室引来 10kV 线路供电。

表 5.2-2 矿山充电桩箱变负荷统计表

设备名称	电压等级(kV)	安装台数 运行/备用		额定功率(kW)	负荷等级	功率因数	需要系数	有功功率（kW）	无功功率（kVar）	视在功率（kVA)
充电桩	0.4	4		320	3	0.85	1	1280	793.3	1505.9
其他	0.4	1		30	3	0.85	0.8	24	14.9	28.2
有功功率（总）$P_c=K_{\Sigma p}\Sigma(K_XP_e)$ $K_{\Sigma p}=0.9$								1173.6		
无功功率（总）$Q_c=K_{\Sigma q}\Sigma(K_XP_etg\Phi)$ $K_{\Sigma q}=0.95$									767.7	
补偿后无功功率（总）$Q_{cb}= P_ctgcos^{-1}\Phi_2$ $cos\Phi_2=0.95$									385.7	
人工补偿的无功功率 $Q_{rg}=Q_c-Q_{cb}$									382.0	
补偿后视在功率（总）$S=(P_c^2+ Q_{cb}^2)^{0.5}$										1235.4

机修车间、材料库、视频监控和排土场照明等（总装机容量约为 50kW）由就近砂石工厂 1#配电室 0.4kV 电源供电。

本矿山生活区及辅助生产区装机总功率约为 1690kW，总计算有功功率为 1452.5kW，功率因数按 0.95 记取，总计算视在功率约为 1528.9kVA。

5.3 供配电系统

5.3.1 10/0.4kV变配电系统

2 号变配电室 10kV 侧均采用单母线分段接线方式，1 号变配电室 10kV 侧均采用单母线接线方式，1 号及 2 号变配电室 0.4kV 侧采用单母线接线方式。

（1）主要电气设备布置

1 号变配电室高压室内设 10kV 进线柜、10kV PT 柜、10kV 变压器出线柜、直流屏等。

2 号变配电室高压室内设 10kV 进线柜、10kV PT 柜、10kV 变压器出线柜、10kV 电机出线柜、直流屏等。高压补偿室设置 10kV 高压补偿柜。

2 座变配电室低压室内均设 10/0.4kV 干式变压器、0.4kV 进线柜、0.4kV 补偿柜、0.4kV 联络柜、0.4kV 馈线柜、PLC 柜。

（2）无功功率补偿

1）无功补偿遵循集中补偿原则，在各变配电室 0.4kV 侧设置无功自动补偿装置，补偿后低压侧的功率因数≥0.95。

2）由于变配电室给 10kV 高压用电设备供电，故在各个变配电室 10kV 高压侧集中设置无功自动补偿，补偿后 10kV 进线侧的功率因数≥0.95。

（3）计量、保护

1）在变配电室设置计量柜，采用高供高计计量方式。

2）高、低压柜内设置多功能电力仪表，测量回路的电流、电压、电量等电力数据，所有仪表均提供 485 接口，MODBUS 协议，通过电力监控系统将数据上传至后台监控中心。

3）10kV 高压配电系统采用危机综合保护系统，10kV 进线设延时速断保护、定时限过流保护、零序过电流保护。10/0.4kV 变压器设电流速断、定时限过流保护、零序过电流保护、低压侧设单相接地及温度保护。10kV 高压电动机设电流速断、反时限电流保护、过负荷保护、低电压保护、三相电流不平衡保护。

4）0.4kV 进线、联络断路器设置过载长延时、短路短延时脱扣器，其他低压断路器设过载长延时，短路瞬时脱扣器。所有低压断路器均具有隔离功能。

（4）高压柜操作电源使用直流屏提供的 220V 直流电源。

（5）电力传动：采场大型固定设备采用高压软启动或高压变频器启动工作，采掘移动设备采用变频驱动及 380V 拖曳电缆供电，其余一般异步电机的启动采用直接启动，45kW 及以上的低压异步电动机采用软起动，需调速的电动机采用交流变频调速装置。配置短路保护、过负荷保护、低电压、失压及断相保护等各种低压保护系统。

5.3.2 短路电流计算

（1）选取基准值

Sj=100 MVA

高压基准电压：Uj1=10.5kV

低压基准电压：Uj2=0.4kV

基准电流：

Ij1=Sj/(1.732*Uj1)=100/(1.732×10.5)≈5.50kA

Ij2=Sj3/(1.732*Uj2)=100/(1.732×0.4)≈144.34kA

（2）计算各元件阻抗标幺值

系统阻抗 (Xs)

按"无穷大系统"考虑，设为 Xs=0。

主变压器阻抗 (T1)

XT1=Uk%/100×Sj/SN=10.5/100×100/16=0.656 忽略电阻。

高压电缆阻抗 (C1)

电抗标幺值：XC1=X0×L×Sj/(Uj1* Uj1)=0.25×6.5×100/（10.5*10.5）≈1.*47*

电阻标幺值：RC1=R0×L×Sj/(Uj1* Uj1)= 0.21×6.5×100/（10.5*10.5）≈1.24

2#配电室变压器阻抗 (T2)

XT2=Uk%/100×Sj/SN=6/100×100/2=3电阻略。

（3）短路电流有效值计算

K1点（10kV 配电柜母线）

高铁岭变电站低压侧短路电流。

总阻抗：X∑1=XT1=0.656

短路电流：IK1∗=1/0.656≈1.524

有名值：IK1=1.524×Ij1=1.524×5.50≈**8.38**kA

K2点（2#配电室10kV 进线柜）

这是长距离电缆末端短路电流。

总电阻 R∑2=RC1∗=1.238

总电抗 X∑2=XT1∗+XC1∗=0.656+1.474=2.13

总阻抗模值 Z∑2≈2.464

短路电流标幺值 IK2∗=1/2.464≈0.4058

实际短路电流 IK2=0.4058×5.50≈2.23kA

K3点（2#配电室低压 0.4kV 母线）

总电阻 R∑3=R∑2=1.238

总电抗 X∑3=X∑2+XT2*=2.13+3.0=5.13

总阻抗模值 Z∑3≈5.278

短路电流标幺值 IK3*=1/5.278≈0.1895

实际短路电流 IK3=0.1895×144.34≈27.35kA

通过以上计算可知，本项目2#配电室10kV进线柜短路电流需大于2.23kA, 低压进线断路器分断能力，需要大于27.35kA。

5.3.2主要设备材料选型

设备选择以技术先进，运行安全，工作可靠，便于维修，高效、节能、实用、美观为原则。所有电气设备和材料应符合有关气象条件，并适用于安装地点的环境状况。

（1）变压器

10/0.4kV 电力变压器选用采用抗干扰，低噪声，低损耗的 SCB14 系列干式变压器，10±2×2.5%kV/0.4kV，接线方式为 D，Yn11。其空载损耗和负载损耗满足 GB20052《电力变压器能效限定值及能效等级》2 级能效值的规定。

（2）高压开关柜

KYN28 系列型铠装移开式交流金属封闭高压开关柜，电源进线及变压器馈线采用真空断路器。能够防止误操作断路器，防止带负荷推拉手车，防止带电关合接地开关，防止接地开关在接地位置送电和防止误入带电间隔，即具有“五防”功能。

（3）低压开关柜

选用 MNS 型低压抽出式交流金属封闭开关柜。该种开关柜功能单元之间、隔室之间的分隔清晰、可靠，不因某一单元的故障而影响其它单元工作，使故障局限在最小范围。

（4）电力电缆选型及敷设

10kV 电力电缆选型以 ZR-YJV-8.7/15kV 阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电缆为主，0.4kV 电力电缆选型以 ZR-YJV-0.6/1kV 阻燃型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆为主。室外电缆主要以沿电缆沟、桥架敷设为主，室内电缆主要以沿电缆桥架敷设为主，局部采用穿热镀锌钢管敷设。

5.4 防雷与接地

（1）建构筑物防雷设计执行《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）。按当地自然条件、当地雷暴日和建构筑物、生产装置的尺寸划分类别，达不到三类防雷的建筑，提高等级按照第三类防雷建(构)筑物设计。

（2）10kV 开关柜内各断路器下均设一组氧化锌避雷器，限制操作过电压。

（3）工程低压采用 TN-S 系统，为保证人身安全，砂石厂内所有电气设备、各金属构架、管道等必须进行可靠的工作接地和安全接地。

（4）工程采用等电位联结，将建筑物内保护干线、电缆配线管、建筑物金属构件等进行联结，在配电室、卫生间、中控室等设局部等电位联结箱 LEB，局部等电位联结箱暗装，底距地 0.3m。

（5）主接地极的设置应符合下列规定：

1）采矿场的主接地极不应少于 2 组，排土场主接地极可设 1 组；

2）主接地极宜设在供电线路附近或其他土壤电阻率低的地方；

3）有 2 组及以上主接地极时，当任一组主接地极断开后，在架空接地线上任一点所测得的对地电阻值不应大于 4Ω，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值不应大于 1Ω。

（6）接地线的设置应符合下列规定：

1）架空接地线应采用标称截面积不小于 50mm^2 的钢绞线或钢芯铝绞线，并应架设在配电线路最下层导线的下方，与导线任一点的垂直距离不应小于 0.5m。

2）移动式电气设备，应采用矿用橡套软电缆的专用接地芯线接地。

（7）采矿场、排土场的高、低压电气设备可共用接地装置。

（8）向采矿场、排土场的移动设备供电的电源线路，宜采用带安全接地监视的拖曳电缆，拖曳电缆的接地保护芯线应进行电气连续性监测。

（9）采矿场的架空供电线路与横跨线或纵架线的连接处装设避雷装置。

（10）在雷电天气前期，针对挖掘机、钻机等移动式设备做好临时接地装置。在作业现场，使用接地极（如角钢、镀锌钢管等，长度一般 2.5 米）打入地下，并用接地线与挖掘机机身可靠连接。接地线的连接必须牢固，采用搭接焊或螺栓连接，并做好防腐处理。

5.5 照明设计

（1）照明设计依据相关标准执行，在保证照度和安全的前提下，优选采用高效节能灯具和寿命长、光色好的高效光源，以实现降低能耗、节省运行费用和绿色照明。

（2）加工厂的正常照明系统电源从 0.4kV 母线上引接，不设置专用的照明变压器。

照明系统电压为 380/220V。正常照明灯具采用 LED 光源，灯具光源色温为 3300K-5300K 之间，显色指数大于 80。灯具效率满足规范要求。长时间视觉作业的场所，统一眩光值 UGR 不应高于 19。

（3）厂区内各个车间采用防水防尘 LED 投光灯及壁灯等灯具，当厂房净高超过 7m 时，采用深照型 LED 工厂灯。生活区各个建筑单体采用 LED 单管/双管灯、LED 吸顶灯等灯具。

（4）室外照明为节约投资、美化环境，采用路灯、庭院灯、投光灯结合的方式，选择的灯具满足生产生活需要。

表 5.5-4主要场所照度值及LPD值

房间或场所	照度标准值（lx）	功率密度限值（W/㎡）
办公室	300	≤6.5
厂房/泵房	100	≤2.5
变配电室	200	-
矿区运输道路	10	≤0.5

（5）工程消防应急照明和疏散指示系统采用集中电源非集中控制型系统，选用节能型光源，消防应急照明灯具的光源色温不应低于 2700K。选用 A 型灯具，主电源和蓄电池电源额定工作电压均不大于 DC36V 的消防应急灯具。

（6）运输道路设计除利用设备自身照明外，设置太阳能路灯照明，满足运输车辆夜间作业的安全要求。路灯灯高10m，间距30m，功率80w。后续根据矿山实际情况进行设置。夜间蓄电池供电时，建设单位需根据夜间作业时长、当地的日照时间、最长阴雨天气来配置太阳能电池板大小以及蓄电池容量。确保蓄电池能够持续给设备供电。电池板制作安装支架，朝向正南，倾角在40-45°之间，根据当地太阳高度角来确定。

排土场作业平台设置完备的照明系统，夜间无照明或照明不良部位严禁排土。照明系统电压为220V，采用LED光源照明灯具。照明系统电源矿石加工区附件母线上引接。

在变配电室等场所设置消防备用照明及疏散照明，消防备用照明火灾时保持正常工作照明的照度。

疏散照明：疏散楼梯间、疏散楼梯间的前室或合用前室、避难走道及其前室、避难层、避难间、消防专用通道，不应低于 10.0lx；疏散走道、人员密集的场所，不应低于 3.0lx；其他场所，不应低于 1.0lx。

方向标志灯的标志面与疏散方向垂直时，灯具的设置间距不应大于 20m；方向标志灯

的标志面与疏散方向平行时，灯具的设置间距不应大于 10m。

室内高度大于 4.5m 的场所，应选择特大型或大型标志灯；室内高度为 3.5m～4.5m 的场所，应选择大型或中型标志灯；室内高度小于 3.5m 的场所，应选择中型或小型标志灯。

照明灯的设置应保证为人员在疏散路径及相关区域的疏散提供最基本的照度；标志灯的设置应保证人员能够清晰地辨识疏散路径、疏散方向、安全出口的位置、所处的楼层位置。

5.6 通信及监控

（1）通信系统

为便于采场有关岗位对内对外通讯联络、传递信息，特别是满足与矿部有些重要岗位之间的通讯联络，本工程在矿山现有的电话系统、对讲通讯系统、视频监控系统、网络通讯系统基础上，建立应急广播通信设施，确保应急指令能够传达至影响范围内的所有人员，滑坡征兆时，必须及时撤人。安全负责人、专职安全员、各工序班长之间必须保持对讲机、手机等通信系统畅通，保持矿区内部和与外界的通信联系，以便在发生重大事故时能及时做到内部有效处理和及时得到外部的协助和救援。

矿山建立应急广播通信设施，可将应急指令能够传达至影响范围内的所有人员。因此该系统应具有以下功能：

1）系统具备SIP（Session initialization Protocol，会话初始协议）多媒体通信协议，应灵活、易于实现、便于扩展；

2）中控室可通过寻呼站紧急呼叫按钮向广播音响终端进行紧急广播，针对不同的紧急情况设置不同的指令内容；

3）指令和消息内容采用通信网络进行传输；

3）支持应急广播音箱终端与调度中心的语音对讲，支持分区广播；

4）具有后备电源功能，确保断电情况下仍能维持4小时正常工作时间；

广播设备应满足以下条件：

1）应具有对雨雪、雷电进行防护的能力，能承受一定程度的风力和震动破坏；

2）安装终端的杆件应具有足够的承载能力和抗损毁能力；

3）应采用稳定、牢固的安装支架；

4）具备全网设备运行状态监测功能，支持终端音量、开关等部分参数远程配置。

（2）监控系统

视频监控主要对采场及排土场边坡进行宏观视频监控，监控范围应覆盖主要坡面。视频监控图像质量的指标应符合GB50198的规定；视频监控的功能与设计、设备选型与设置、传输方式、供电等应符合GB50395的规定；视频监控应支持按摄像机编号、时间、事件等信息对监控图像进行备份、查询；视频监控应具有夜视功能或配备辅助照明装置。

采场监控主要分布于南北两侧，设置5个视频监控，分别对北部边坡、南部边坡进行监测。在排土场区域设置2个监控点。视频监控详细设计详见7.1.3.2边坡监测章节。

5.7 电气节能及环保措施

（1）根据用电负荷性质与特点，合理选择和配置变压器台数、运行方式、合理分配负荷，实现变压器经济运行。

（2）在满足照明质量的前提下，采用光效高、显色性好的光源及配光合理、安全高效的节能型灯具，照明灯具的功率因数均不应低于 0.90。

（3）严格执行建筑照明设计标准，合理选择照明功率密度值，有外窗的房间照明灯具的布置对应使用功能按临窗区域及其它区域合理分组，分组控制的所控灯列与侧窗平行，灵活掌握照明开关所控灯数，充分体现节能节电的需要。

（4）选用绿色、环保且经国家认证的电气产品。在满足国家规范及供电行业标准的前提下，选用高性能变压器及相关配电设备，选用高品质电缆、电线降低自身损耗。

第 6 章 总图运输及公用辅助设施

6.1 总图运输

6.1.1 总平面布置原则

（1）各主要组成部分必须顺应生产流程进行布置，并从整体出发，全面考虑内部与外部、集中与分散、近期与远期等相互配合关系；

（2）按有利生产、方便生活、便于管理等原则规划各种设施；

（3）结合露天矿周边地形特点，尽量集中布置，减小水土流失，内外运输方便，同时减小各种管线的长度，以减少投资；

（4）结合矿区地形特点和气象条件，因地制宜，考虑风向、朝向、减少污染，保护环境；

（5）充分利用现有场地的地形条件，减少土石方量；

（6）功能分区明确，布置紧凑合理，节约用地，降低工程投资；

（7）重视环保要求，做好绿化、美化厂区；

（8）全厂工艺流程短捷、物料输送杜绝迂回、平面布置紧凑、功能分区科学，做到用地节约及投资节省，给排水、雨水排除、废水处理、供配电、通信、防雷、消防、防洪、安全环保及办公等辅助设施配置合理，粉尘、噪音产生源充分采取防治措施，项目满足防火、防爆、安全、卫生、环保等相关规范及湖北咸宁市相关要求。

6.1.2 总平面布置

（1）项目地理交通位置

九龙山矿区位于嘉鱼县城区南南西215°方向、直距约19km 处，地理坐标：东经113°47'35"~113°49'08"，北纬 29°49'00"~29°50'31"，行政区划隶属嘉鱼县高铁岭镇管辖。区内可与X035、X042县道、107国道、武深高速（G4E）京珠高速（G4）连通，交通十分便利。

（2）交通设施建设及运行条件

矿区外部运输条件良好，区内已有水泥道路与X035、X042县道、107国道、武深高速（G4E）、京珠高速（G4）连通，矿区近东84方向距武深高速（G4E）嘉鱼南收费站直距约8km，运距约11km；正北方向距武汉新港湖北嘉通码头直距约10km，运距约14km。水陆交通十分便利。

矿山道路采用露天矿山道路三级路，路面宽度9.5m，全长约2.5km。出厂道路根据项目现状，矿石加工厂出口距主干道约300m，现状道路宽度约4~6m，且道路两侧均为基本农田。场外道路拟采用1进1出的专用路，路面宽度9m。同时考虑在加工厂南侧预留新的出厂道路，后期如有条件可与矿山加工厂形成一进一出的环形交通。



图6.1-1 交通设施建设及运行条件

（3）地形地貌条件

本项目建设用地位于高铁岭镇九龙村东北方向，红线范围内面积约93.19亩。红线内地势为东南-西北自高至低，高程范围32.0~44.0m，整体高差相对较小，地形较为平坦。加工厂至主干道的场外道路北侧有现状灌溉水渠。

（4）水文条件

区内属长江水系，江、河主要为长江、陆水河，但均离矿区距离远，与矿区无水力联系。邻近矿区的较大的湖泊有大岩湖和密泉湖，较大的水库有大岩水库、九垅山水库和狮子山水库。矿区地表水经径流主要汇集于周边的池塘、九垅山水库、大岩水库和沟渠等。矿区及加工区、办公生活区均不在周边水体流经的沟道内。

（5）气象条件

矿区属亚热带湿润型季风气候，四季分明、雨量充沛。常年主导风向东北风，最大风速25.3m/s，年平均风速2.2m/s。主要灾害气象为风冰雹灾害，多发生平原地区和雹线地区，时多在盛夏或高温逼热时季，大风常伴有冰雹。办公生活区位于盛行风向的上风侧。

（6）外部水电条件

1）供水条件：本项目工业及生活用水主要来自周边村镇自来水供水。受项目加工工艺限制，本项目采用全干法生产工艺，主要用水为厂区办公用水及喷洒绿化用水、卸料喷雾除尘用水，预估用水量约350m³/d，已与供水公司落实取水点位置（场区出口三叉路口处），供水量可满足项目需求。

2）供电条件：本项目由高铁岭镇变电站架入2路10千伏高压电源至配电室，供电直线距离约6km。

3）通讯条件：项目用地范围内移动、电信、联通信号已覆盖。

6.1.2.1 总体布置

（1）项目组成

本项目为新建的熔剂用灰岩、白云岩和建筑用骨料矿山，设计露天采矿规模为400万m³/a。设计内容主要包括露天采矿场、运矿道路、排土场、矿石加工区和生活附属构建筑物。

1）露天采场及排土场

矿体东西长约1305m，南北较窄，约300m，矿区面积约0.6545km²，矿区面积较大，周边环境条件简单，矿区内也无不利敏感因素。

本矿区周边多为农田和公益林，受条件限制，外部无修建排土场场地。矿区内东南侧为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑，其现状标高接近本项目开采底高程39m，不存在压覆矿产情况，可充当矿区内部排土场，用于后期复垦用土堆存场地。

2）运矿道路

运矿道路路线起点接45.5m粗碎平台，终点分别接东北侧和西南侧两个开拓平台，标高+99.0m，运矿全线长2.3km。另修建排土场支线，长度约164m。运输路线全长约2.5km，采用露天矿山三级道路，双车道路面宽度为9.5m。

3）矿石加工区

本项目拟建设一条年产400万t矿石加工生产线。项目位于湖北省嘉鱼县城区南西215°方向、直距约19km处的高铁岭镇九龙村，占地面积约6.2ha。项目场地为拟采矿山外围缓坡地带，自然标高约28～40m。厂址位于矿权西侧，外接现状道路。根据总体设计原则，结合工艺流程、建设场地、矿山位置及对外交通等条件，厂区可分为粗碎及半成品料区、主加工区、成品储存及发运区、办公生活区等。

4）办公生活区

办公生活区位于矿石加工厂区南侧中部，南北长约45m，东西长约63m，主要人员依托辅助出入口出入，区域东侧及南侧设置1.5m宽绿化林带，形成良好的办公生活环境。办公楼主要功能以办公、食堂、职工活动室及相关配套为主。该区域设计标高36.5m，沿办公楼四周设置排水明沟，统一收集后汇入道路明沟内排放。

（2）场地防洪及安全距离防护

本项目采矿场地在海拔较高处，矿石加工区场地不在洪水流经的沟道内，且设计在工业场地周边设置截排水沟，将大气降水拦截疏引，雨季洪水不会对场地产生影响。

排土场布置在矿区内东南侧原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑内，其现状标高接近本项目开采底高程39m，不存在压覆矿产情况，用于后期复垦用土堆存场地。

本次设计中爆破安全距离为300m，工业场地位于露天采场爆破警戒线安全距离之外，满足安全规程要求。

（3）绿化设计

1）为美化厂区环境，在生产区可绿化地段设计种植适合生长的乔木、灌木、花草。全厂绿化布置分为道路绿化和重点绿化。厂区绿化率为10.1%。

2）道路绿化：在道路一侧或两侧设计行道树；重点绿化：对厂区与厂外道路之间、主生产线和厂前区之间进行重点绿化设计。

3）选择具有抗污染、抗风沙、抗盐碱、抗病虫害、滞尘、耐旱、耐涝、耐潮湿、耐严寒、耐高温、耐修剪，且适宜当地自然条件、易成活、生长快等特点的树种和花种。

4）按地段特点与特殊需要选择。散发粉尘的堆场、储库等地段，选择枝叶茂密、叶面粗糙、滞尘能力强的树种；产生强噪声、振动的破碎车间、筛分车间周围，选择绿篱、常绿灌木和枝叶茂密的常绿乔木，并使其组成防护林带；厂前区及工厂主要出入口宜选择观赏性强、美化效果好树种和花种；在发运广场周边行植高大阔叶落叶的乔木，辅植落叶灌木。

5）挖、填方边坡宜铺草皮加固，坡脚、坡顶宜种植根系发达的灌木丛。

6）厂区受风沙侵袭时，应设置半透明结构的防风林带，并应设置在受风沙侵袭季节盛行风向的上风侧。

6.1.2.2 工业场地总平面布置

（1）工业场地车间组成

本项目拟新建粗碎车间、除土筛分车间、弃土堆棚、半成品堆棚、生产车间、成品储库、装车台等生产用房以及配套的辅助用房。

（2）设计原则和依据

1）满足《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；

2）满足《机制砂石骨料工厂设计规范》（GB51186-2016）；

3）满足工艺、运输、消防及施工规范和要求；

4）充分利用现有场地的地形条件，减少土石方量；

5）工艺流程顺畅，物流简洁，满足生产要求；

6）适应内外运输，线路短捷便利；

7）功能分区明确，布置紧凑合理，降低工程投资；

8）重视环保要求，做好绿化，美化厂区。

（3）功能分区

总平面布置共分为四个区：粗碎及半成品料区、生产加工区、成品储存及发运区、办公生活区。其中：

1）粗碎及半成品加工区：包括粗碎卸料平台、粗碎车间、除土筛分车间、弃土堆棚、半成品堆棚等；

2）生产加工区：包括生产车间、灰罐等；

3）成品储存及发运区：包括成品储库、装车台、配电室、材料库、销售中心、地衡、洗车台、初雨池等；

4）办公生活区：包括办公楼、停车位等。

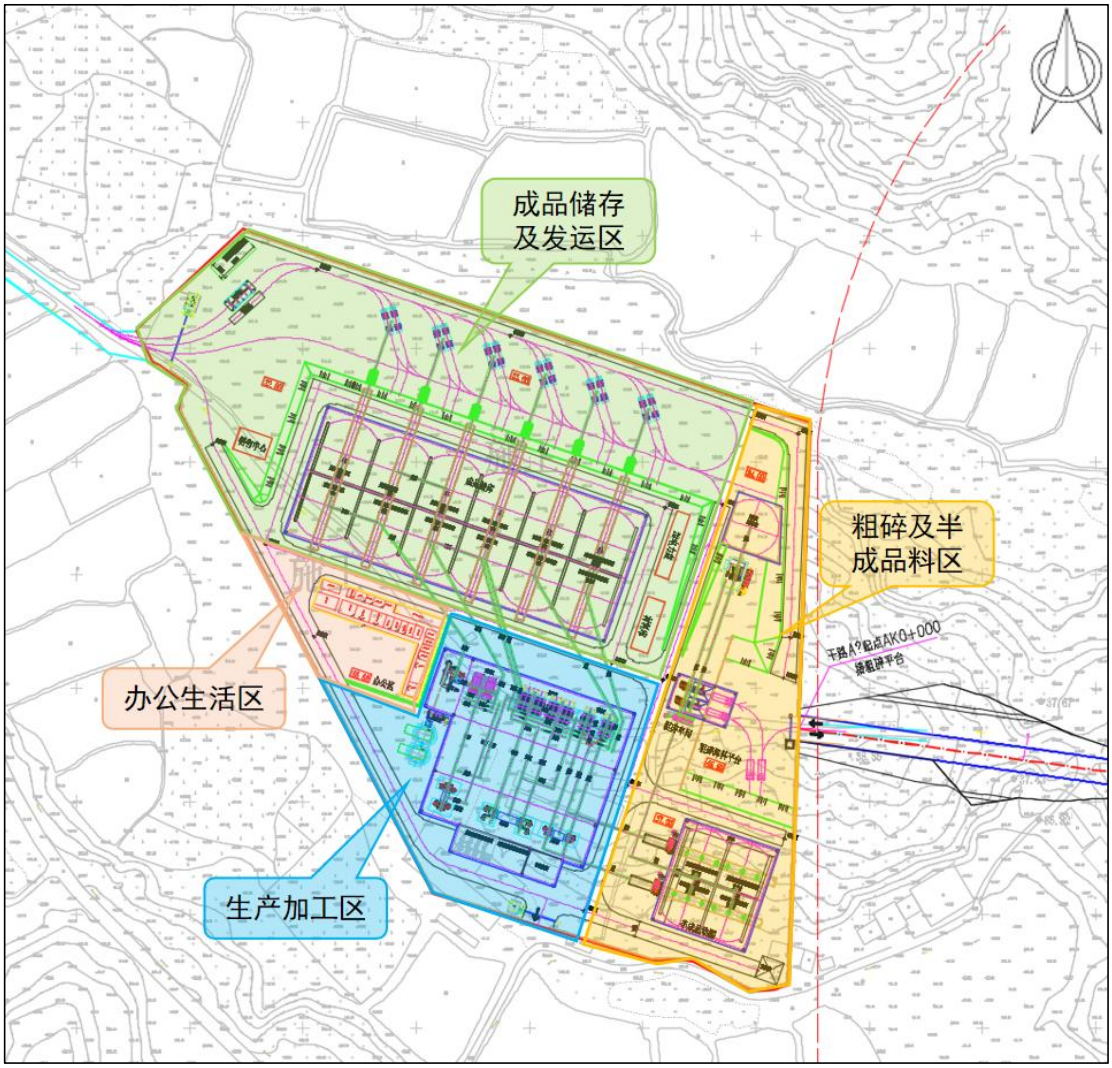


图6.1-2 功能分区图

（4）总平面布置

本项目根据总体设计原则，结合工艺流程、建设场地、矿山位置及对外交通等情况，在厂区的整体布局上，将粗碎及半成品加工区布置在厂区东侧，靠近矿区布置，卸料平台东侧设置原料运输出入口，连接矿山运输道路，矿山开采出的毛料运输至卸料平台排队卸料，毛料经粗碎破碎、除土筛分处理后，＜10mm的含土弃料进入弃土堆棚储存，＞10mm半成品料进入半成品堆棚储存。

生产加工区按照工艺流程布置在粗碎及半成品加工区西侧，中碎、细碎、制砂等设备联合布置在同一个厂房内，主要将破碎后＜350mm的半成品料进行再次破碎筛分，最终得到所需的成品料。生产加工区南侧设置辅助出入口，用于消防、检修。

成品储存及发运区布置在厂区西北部，紧邻生产加工区布置，用于储存和发运系统产出的成品料，成品装车台共设置十二个车道，车辆从西侧成品运输出入口进入，由南向北依次装车称重出厂，出厂前需在洗车台进行冲洗。在发运广场东南角设置销售中心对外销售，初期雨水池布置在厂区最低点，方便雨水收集。

办公生活区布置在生产加工区西侧，与加工区相邻区域设置绿化林带，形成良好的办公生活环境。

（5）竖向布置及排雨水

1）竖向布置

本项目所在地为缓坡地带，总体呈东高西低的态势，自然标高约30.0m~44.0m。厂区竖向设计将根据地形及生产线的布置进行分台阶布置，在满足工艺流程情况下，尽量使建筑物标高由高向低布置，并使重型建筑物基础位于挖方或少填方地带。台阶之间采用边坡相连，节省工程费用。场地一般地段填方边坡为1:1.5，挖方边坡为1:1。全厂竖向布置具体如下：

①45.5m高程平台：布置粗碎卸料平台等；

②36.5m~37.0m高程平台：布置粗碎车间、除土筛分车间、半成品堆棚、生产车间、成品储库、办公楼、配电室、材料库等；

③32.0m~34.0m高程平台：布置弃土堆棚、发运广场等。

2）雨水排除

本项目共设置2座初雨池，1#初雨池位于发运区西北侧，汇水面积约37400m²；2#初雨池位于半成品堆棚东南侧，汇水面积约25000m²。本项目暴雨强度公式参照武汉市q=885(1+0.75lgP)/(t+6.37)^0.604，设计重现期按P=3年考虑，地面集水时间取t=10min，综合径流系数取0.8，计算得q=222.1L/(s·ha)，因此1#初雨池汇水区域Q=665L/s，2#初雨池汇水区域Q=444.2L/s。整个厂区排水沟尺寸为0.5（B）*0.5（H）、0.5（B）*0.6（H）、0.8（B）*0.8（H），排水沟采用混凝土结构，主要设置于平台边缘、道路边缘、主要建构筑物周边。厂区雨水集中后，有组织地排入初雨池内，沉淀后的雨水可作为道路洒水及绿化使用，多余的雨水排入厂外自然水系，避免对其他工程设施及农田水利造成危害。

3）土方工程量

由于厂区周边现状道路高程较低，为顺利衔接，本项目挖方量约15.5万方，填方量约4.2万方，余方外运或堆存至矿山排土场内。

（6）道路及场地铺砌

全厂设成品发运区道路及消防检修道路。

成品发运区道路承担着成品发运任务。所有的外来空车由西侧大门进厂后，逐次向成品装车台分流，各类物料装车后汇流至厂区大门出口，经洗车台冲洗后出厂，最终通过外部道路辐射外销。

消防检修道路沿厂区环形布置，道路宽度7m，转弯半径≥9m，净空高度≥4.5m，最终与发运区道路连接，形成厂区环路。

厂内道路均采用混凝土路面。

（7）绿化设计

1）为美化厂区环境，在生产区可绿化地段设计种植适合生长的乔木、灌木、花草。全厂绿化布置分为道路绿化和重点绿化。厂区绿化率为10.1%。

2）道路绿化：在道路一侧或两侧设计行道树；重点绿化：对厂区与厂外道路之间、主生产线和办公生活区之间进行重点绿化设计。

3）选择具有抗污染、抗风沙、抗盐碱、抗病虫害、滞尘、耐旱、耐涝、耐潮湿、耐严寒、耐高温、耐修剪，且适宜当地自然条件、易成活、生长快等特点的树种和花种。

4）按地段特点与特殊需要选择。散发粉尘的堆场、储库等地段，选择枝叶茂密、叶面粗糙、滞尘能力强的树种；产生强噪声、振动的破碎车间、筛分车间周围，选择绿篱、常绿灌木和枝叶茂密的常绿乔木，并使其组成防护林带；办公生活区及工厂主要出入口宜选择观赏性强、美化效果好树种和花种；在发运广场周边行植高大阔叶落叶的乔木，辅植落叶灌木。

5）挖、填方边坡宜铺草皮加固，坡脚、坡顶宜种植根系发达的灌木丛。

6）厂区受风沙侵袭时，应设置半透明结构的防风林带，并应设置在受风沙侵袭季节盛行风向的上风侧。

6.1.2.3 办公生活区总平面布置

办公生活区位于厂区南侧中部，南北长约45m，东西长约63m，主要人员依托辅助出入口出入，区域东侧及南侧设置1.5m宽绿化林带，形成良好的办公生活环境。办公楼主要功能以办公、食堂、职工活动室及相关配套为主，层数2层，总建筑面积2150.12㎡。该区域设计标高36.5m，沿办公楼四周设置排水明沟，统一收集后汇入道路明沟内排放。办公楼距南侧的围墙26.8m，距北侧的成品储库12.7m，距东侧的生产车间6.06m，满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）2018年版相关防火间距要求。

6.1.2.4 排土场总平面布置

排土场选择矿区范围内东侧原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑内。将现场积水抽排及清淤后铺设厚度不低于300mm的排水碎石层，碎石层上堆放残坡积土。设计为坑内式排土场，占地面积3.4万m^2。排土场底标高为39.00m，顶标高为53.00m，总堆积高度为14m，台阶坡面角26°，总体边坡角26°。排土场边界外侧设置截水沟，边坡每级台阶内

侧设置平台排水沟，台阶保持3%反坡。排水沟及截水沟最终将雨水汇流至下游沉淀池。计算排土场总容积约37万m^3。

6.1.2.5 其他辅助设施

矿车充电区、矿山机修车间、材料库位于粗碎45.5m高程平台；

机修车间位于半成品加工区工业场地，满足工程机械的保养、维护和检修。

采矿生产用水采用罐车输送至采矿矿区，水源由半成品加工区供水管网提供，采场生产设备用油靠加油车从外部运输。因此在采区不设置水池和油库等建筑。

矿山不设储油设施，矿山设备用油由业主单位与附近加油站签署供油协议，由当地加油站负责配送油料。加油车加油时主要安全措施如下。

（1） 在每个水平设置相对固定的加油车停放点，尽量远离作业工作面；

（2） 加油车停放点周边设置临时防护栏，并放置明显警戒标志；

（3） 严禁无关人员进入该区域；

（4） 严禁加油车停放点区域有明火进入或进行明火作业；

（5） 各种设备加注燃油时，严禁吸烟和明火照明；

（6） 雷暴天气不进行加油作业；

（7） 爆破时，加油车必须提前撤至爆破警戒线外的安全区。

（8） 必须选用符合国家标准的专用加油车辆。

6.1.3 场内外运输

（1）内部运输

本项目内部运输主要为原矿、半成品料及成品料等。原矿采用矿卡从矿山运输至矿石加工厂粗碎卸料平台。矿石加工场采用胶带机在各生产车间内输送物料。成品料装运采用自动装车台，当生产高峰时也可利用铲车装运。主要运输量见下表：

6.2-1 内部运输量统计表

序号	货物名称	运输量（万吨/年）	运输/装卸方式	备 注
1	原矿	420	矿卡	
2	粗碎车间	420	胶带机	
3	除土筛分车间	20	胶带机	
4	弃土堆棚	20	胶带机	
5	半成品堆棚	400	胶带机	

6	生产车间	400	胶带机	
7	成品储库	400	胶带机	
8	装车台	400	胶带机	

（2）外部运输

根据项目产品方案，本项目建成投产后，外部运输物料主要为水泥原料、砂石骨料、钙石、烧结石粉、烧结白云岩、脱硫石粉以及弃土等，采用汽车运输。主要运输量见下表：

6.1-2 外部运输量统计表

序号	货物名称	运输量（万吨/年）	运输方式	备 注
1	水泥原料	20	汽车	
2	砂石骨料	40	汽车	
3	钙石	210	汽车	
4	烧结石粉	70	汽车	
5	烧结白云岩	36	汽车	
6	脱硫石粉	10.5	汽车	
7	弃土	13.5	汽车	
8	合计	400		

6.1.4 建筑及结构

6.1.4.1 建筑设计基本构造

（1）设计原则及依据

1）设计原则

本工程设计依据内部及外部环境特征及任务书，按照各项规范及工艺要求进行设计。整体风格突出时代特征，以功能为出发点，讲究造型美观、比例适度、空间结构明确，强调外观的简洁、明快，体现现代快节奏下简约实用、富有朝气的风貌。

经济性原则：建筑设计依据建设规划、现状经济条件以及厂区使用功能等要求，贯彻安全、适用、经济、美观的原则，追求建筑设计的自然清新，避免过分强调造型，体现建筑的对称美。

普遍性原则：建筑外部空间与其周边达到整体效果，优化外部空间形式，强调外部空间的参与性。

适用性原则：保持厂区特有氛围，达到“共建、调整、合并、联合”的目的，强调人行流线、车行流线的合理性，使生活区里的的每一个功能区域都受到重视。

功能性原则：厂区以功能和空间环境的营造为主，摒弃虚假、造作形式，追求自然清新。

整体性原则：厂区建筑与景观设计相结合，将静态的建筑设计与富有动感的景观设计相融合，二者共融互补、相得益彰，使营区更具完整性和统一性。

节能减排原则：厂区车间设置合理的窗地比，最大限度的利用自然光；动力设备振动机噪音较大的车间采用岩棉隔音板进行全封闭，其他车间外围护采用0.5mm厚压型钢板进行封闭，车间外墙及屋面设置采光带充分利用自然光，节约能源。车间外设置一定数量的除尘器，减少噪音及灰尘的排放，营造一个干净整洁且舒适的厂区环境。

2）设计依据

《建筑设计防火规范》 GB 50016-2014（2018版）；

《建筑防火通用规范》 GB 55037-2022；

《无障碍设计规范》 GB 50763-2012；

《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2019；

《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015；

《屋面工程技术规范》 GB 50345-2012；

以及其他相关的国家现行法律法规、行业和地方标准、规范，以及招标人提供的相关设计资料等。

（2）一般建筑构造及处理

1）建筑防水工程

①混凝土结构生产车间屋面防水为刚性防水，采用建筑找坡，坡度≥2%，找坡材料采用1：2水泥砂浆（内掺水泥用量5%的防水剂）粉刷最薄处20厚；

②钢结构屋面采用压型钢板自防水；

③对防水要求较高的建筑物（如电力室等），其防水采用卷材防水，找坡材料采用1：8水泥珍珠岩，以减轻屋面自重。隔热层采用水泥珍珠岩；

④水池类结构采用防水混凝土，抗渗标号不小于P6，根据具体用途设置防水卷材等柔性防水材料。

2）墙体工程

①粗碎车间、生产车间±0.000以上600mm，采用240mm厚Mu15非黏土实心砖，用M10水泥砂浆砌筑，或混凝土墙体。四周采用压型彩钢板进行封闭，砖墙内外抹灰并喷涂外墙涂料，其颜色与压型钢板色调保持一致；

②钢筋混凝土框架填充墙及部分辅助建筑承重墙采用混凝土空心砌块，双面抹灰，外墙面做素水泥砂浆抹面。辅助建筑外墙均刷外墙涂料，内墙面喷（刷）石灰浆或乳胶漆，控制室等内墙做水泥砂浆粉刷，刷涂料，有特殊要求或标准较高的建筑可采用面砖等材料。

3）楼、地面工程

生产车间地面采用混凝土地面，辅助建筑地面采用混凝土垫层、水泥砂浆面层，楼面为混凝土随浇随抹平或者水泥砂浆面层。

4）门窗及栏杆工程

①粗碎车间、生产车间通过塑钢窗及FPR采光带合理布置，不仅能够最大限度利用自然采光，节省资源，而且可以保证通风换气，营造一个舒适的工作环境；洁净度要求较高的建筑采用塑钢窗；有隔声或防火要求的房间，相应采用隔声门、窗或防火门、窗；

②粗碎车间、生产车间交通梯采用钢梯，钢梯宽度净宽不小于800mm，角度一般不小于45°。平台栏杆均采用钢管栏杆，高度20m以上的建筑物采用1.2m高的栏杆，低于20m的建筑物采用1.05m高的栏杆。栏杆底部设200mm高挡板，防止高空坠物；

5）其他

①散水为现浇混凝土；

②所有栏杆材料：不锈钢栏杆，面层为深灰色氟碳漆；

③所有主要车间均设置电动卷帘门；

④所有车间设置安全通道（宽度不小于1.2米）

（3）建筑防火与疏散

车间钢结构部分各构件刷防火涂料，保证达到规范要求的耐火极限要求。建筑物车间厂房部分首层最少设置1个人行疏散口，疏散口总宽度3米；建筑物各个疏散口之间距离均大于5米。

1）本工程防火隔墙采用200mm厚混凝土砌块，耐火极限大于3小时。

2）紧靠防火墙两侧的门窗洞口之间最近水平距离不小于2米，当不能满足时，设置固定甲级防火门窗或防火隔墙。

3）防火门的设置：

①在防火墙上开洞处均采用甲级防火门或特级防火卷帘门；

②防火门的选用应符合防火规范的要求；

③防火门均装闭门器，双扇防火门均装顺序器；常开防火门须有自行关闭和信号反馈装置；

④内部装修应满足《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222-2017的相关要求。

（4）主要建筑物特征

1）破碎车间、生产车间、堆棚等均采用压型钢板围护墙板外立面，厂区内建筑风格保持一致，同时充分利用窗洞、门洞位置变化和彩钢板外立面颜色选择，充分体现本加工系统的绿色环保清洁性，同时也可以考虑局部装饰进行美化设计，使原本固定的建筑样式产生现代感和工业美感；

2）电力室、材料库等辅助建筑外立面色彩统一，风格协调；

3）室外胶带机栈桥采用压型钢板外立面封闭，并间隔3m～5m设置一处窗户或FRP采光板，确保封闭系统内充分利用自然光，减少照明用电消耗；

4）破碎车间、生产车间、堆棚等外立面有预留胶带机廊道孔口，尺寸与位置能够与胶带机廊道吻合，确保不破坏外立面整体性，同时接头位置也不会有缝隙等情况，以确保系统的封闭性。

6.1.4.2 结构设计

（1）地基及基础

本项目加工区暂无地勘资料，地基基础方案的制定面临不确定性。本项目将遵循“安全保守、兼顾灵活、待勘调整”的原则，对天然地基、换填地基与桩基等地基处理形式进行并行比选与预留。

当前将基于场地概况、荷载需求及地区工程经验进行初步分析：

1）天然地基方案：若根据既有信息及周边经验类比，推测场地浅部存在承载力较高、分布均匀、沉降变形小的稳定土层，则可初步考虑采用天然地基。此方案具有施工便捷、造价经济的潜在优势。

2）换填地基方案：若根据勘察资料及现场判定，场地浅部存在厚度不均、承载力不足或性质不良的软弱土层，则可初步考虑采用换填地基方案。此方案通过挖除浅层软弱土层并分层回填压实高强度、高稳定性材料可有效消除地基不均匀沉降风险，具有施工工艺简单、质量易于控制、工期较短的潜在优势。

3）桩基方案：若推测浅层土质软弱、承载力不足或沉降控制要求严格，并且软弱土层比较深时，则将优先考虑桩基方案。桩基能有效将荷载传递至深处稳定地层，显著提高承载力和控制沉降，但成本相对较高。

本项目各房建的初步地基处理方式与基础形式详见各单体设计说明，待取得正式地勘报告后，确认最终的地基处理方式与基础形式。

（2）结构设计说明

1）结构设计参数说明

①结构参数

建筑结构的安全等级：二级；

结构重要性系数：1.0；

主体结构的设计使用年限：50年；

建筑耐火等级：二级；

建筑抗震设防类别：丙类。

②自然条件

基本风压：0.35kN/m²（50年一遇），0.45kN/m²（100年一遇）；

基本雪压：0.35kN/m²（50年一遇），0.40kN/m²（100年一遇）；

抗震设防烈度：6度；

设计基本地震加速度值：0.05g。

③主要活荷载

工业楼面：4.0kN/m²；

生产车间走廊：3.5kN/m²；

生产车间楼梯：3.5kN/m²；

不上人屋面：0.5kN/m²；

上人屋面：2.0kN/m²；

积灰荷载：有灰源车间1.0kN/m²，无灰源车间0.50kN/m²。

本工程未注明活荷载按《建筑结构荷载规范》 GB 50009-2012、《工程结构通用规范》GB 55001-2021的规定采用。

2）主要车间设计

①粗碎车间及卸料平台

粗碎车间采用钢筋混凝土结构+轻钢围护组合形式。

粗碎车间基础要求坐落在密实的原状土层上。设备基础拟采用钢筋混凝土筏板基础，料仓及下料口采用角钢或耐磨钢板进行包裹。

粗碎车间墙（屋）面檩条采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B），外围护采用彩钢板，地面以上0.6m高设置240mm厚砌体墙。

材料：料仓和廊道采用C30混凝土，HPB300、HRB400钢筋；垫层采用C15混凝土，钢材Q235B，墙（屋）面檩条采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B），外围护采用彩钢板。

②预筛土车间

预筛土车间位于开挖区，采用钢筋混凝土框架结构，外围护采用钢结构，基础拟采用筏板基础。

材料：混凝土等级C30，钢筋HPB300、HRB400；垫层采用C15混凝土。外围护采用彩钢板，墙檩采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B）。

③弃土堆棚、半成品堆棚、成品储库

弃土堆棚、半成品堆棚拟采用门式刚架结构，成品储库拟采用网架结构，根据工艺布置在门钢或网架顶部设置悬挂供可逆配仓胶带机运行的钢结构平台和支承胶带机机头的钢结构平台。弃土堆棚、半成品堆棚拟采用独立基础，成品储库拟采用条形基础。

材料：基础混凝土等级为C30，钢筋HPB300、HRB400；隔料墙混凝土等级C20；垫层采用C15混凝土；门刚采用钢材Q235B或Q355B，网架采用钢材Q355B，墙（屋）檩条采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B），外围护采用彩钢板。

④生产车间及各生产平台

本项目生产车间拟采用门式钢架结构，拟采用独立基础，外围护采用彩钢板，地面以上0.6m高设置240mm厚砌体墙。

生产车间内分布有一筛平台、二筛平台、三筛平台、中碎平台、细碎平台、制砂平台、选粉平台等生产平台，料仓及下料口采用角钢或钢板进行包裹，这些设备平台均采用筏板基础。

生产车间内的其他功能房间如空压机站、电力室、中控室等采用砌体墙与生产区分隔，采用240mm厚砌体墙，该砌体墙坐落在基础拉梁上。

材料：基础混凝土等级为C30，钢筋HPB300、HRB400；垫层采用C15混凝土；门刚采用钢材Q235B或Q355B，墙（屋）檩条采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B）。

材料：混凝土等级C30，钢筋HPB300、HRB400；垫层采用C15混凝土。外围护采用彩钢板，墙檩采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B）。

⑤混凝土廊道

生产线廊道包括半成品料堆廊道及成品储库廊道。各料堆廊道基础须座落在密实的原状土层上，施工前须挖除表层腐殖质土及软弱土层；若软弱土层较深，则采用换填地基，换填材料拟选用级配碎石，压实系数不小于0.97。本项半成品料堆廊道及成品料堆廊道均暂定为筏板基础。

廊道结构拟采用箱式钢筋混凝土结构，此类廊道的特点为：侧墙和底板横断面较薄，整体性好，综合造价低；结构刚度大，受力条件好，适应地基变形的能力强。

钢筋混凝土廊道在整体布置方面需要设置沉降缝和止水带。沉降缝间距取15m～25m，沉降缝宽为20mm，沉降缝采用沥青木板或其它具有弹性的不透水材料填塞。在廊道纵向设0.5%～1%坡度，以利于廊道排水。

廊道净空尺寸满足操作方便、生产安全及经济原则。净高与所选用的卸料装置及胶带输送机支架的高度有关，并应使卸料装置出口与胶带机带面保持充足净距。廊道净宽则与胶带机的带面宽度、人行道布置有关。廊道设双侧人行道，主通道宽度80cm。廊道顶板卸料口采用角铁护角，以防孔口磨损，在卸料口周围设混凝土挡水坎，以防堆场地表水流入廊道。廊道底板上埋设胶带机中间支架、机尾改向滚筒支架、拉紧小车架及重锤吊架等装置的预埋件和地脚螺栓。

钢筋混凝土廊道垂直荷载主要有堆料垂直压力和结构自重，其次为设备局部荷载；水平荷载为廊道侧向土压力。

材料：廊道采用C30（抗渗等级P6）混凝土，HPB300、HRB400钢筋；垫层采用C15混凝土。

⑥成品料装车台

成品料装车台采用钢结构，基础采用筏板基础。

材料：基础混凝土等级C30，主体结构钢材Q235B，钢筋HPB300、HRB400，垫层采用C15混凝土。外围护采用彩钢板，墙檩采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B）。

⑦材料库

材料库采用门刚结构，基础形式均采用独立基础。

主要材料：混凝土等级C30，主体结构钢材Q235B，钢筋HPB300、HRB400；垫层采用C15混凝土。外围护采用彩钢板，墙（屋）面檩条采用卷边冷弯薄壁C型钢（Q355B）。

⑧初期雨水池

初期雨水池采用钢筋混凝土水池结构，基础采用筏板基础。主要材料：混凝土等级C30（P6），钢筋HPB300、HRB400；垫层采用C15混凝土。

⑨办公区、厂区大门、销售中心

办公区、厂区大门、销售中心采用钢筋混凝土框架结构，基础采用独立基础。

主要材料：混凝土等级C30，钢筋HPB300、HRB400；垫层采用C15混凝土。填充墙采用±0.000以下采用240mm厚非黏土实心砖，±0.000以上采用200mm厚非承重多孔砖。

（3）建（构）筑物结构特征一览表

表6.1-3 建（构）筑物结构特征一览表

序号	建筑物名称	暂定外形尺寸（长、宽）m	基础地面平均压力（kPa）	抗震设防烈度	结构形式	拟采用基础形式	暂定基础埋深
生产加工区主要车间							
1	粗碎车间	26×15	200	6（0.05g）	钢筋混凝土结构+轻钢结构围护	独立基础+筏板基础	1.5
2	半成品堆棚	42×46	/	6（0.05g）	门刚结构	独立基础	1.2
	廊道	52×4.2	/				4.0
3	预筛土车间	12.5×7.5	200	6（0.05g）	钢筋混凝土结构+轻钢结构围护	独立基础+筏板基础	1.5
4	弃土堆棚	25×24	200	6（0.05g）	门刚结构	独立基础	1.5
5	生产车间围护结构	88×71	/	6（0.05g）	门刚结构	独立基础	1.2
	中碎平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
	细碎平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
	制砂平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
	选粉平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
	一筛平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
	二筛平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
	三筛平台	/	200	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	筏板基础	1.5
6	成品储库	148×58	/	6（0.05g）	网架结构	条形基础	1.2
7	转料平台	5×5	200	6（0.05g）	钢框架结构	筏板/独立基础	1.5
8	胶带机栈桥	支架6×4	200	6（0.05g）	空间桁架结构	条形/独立基础	1.5
生产加工区辅助用房							
1	材料库	24×8	180	6（0.05g）	门刚结构	独立基础	1.5

序号	建筑物名称	暂定外形尺寸（长、宽）m	基础地面平均压力（kPa）	抗震设防烈度	结构形式	拟采用基础形式	暂定基础埋深
2	电力室	30×6	180	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	独立基础	1.5
3	初期雨水池	20×8	180	6（0.05g）	水池结构	筏板基础	5.5
4	地衡/洗车台	/	180	6（0.05g）	钢筋混凝土结构	筏板基础	1.5
生活区主要建筑物							
1	综合楼	70×29	180	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	独立基础	1.5
2	销售中心	15×10	180	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	独立基础	1.5
3	厂区大门	6×4	180	6（0.05g）	钢筋混凝土框架结构	独立基础	1.5

6.2 排土

6.2.1 排土规划

依据勘探报告，矿区剥离物主要由残坡积层、人工堆积层，另矿体内部出现夹石及夹层。矿区范围内覆盖层厚0～7.0m，平均厚约3.67m，圈定的境界内残坡积层、人工堆积层量约120万m^3。人工堆积层主要分布于矿区原百合矿业有限责任公司九龙山采石场底盘，次为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场北部主要由岩石碎块及砂粘土等组成，矿区内剩余区域存在残坡积层。

另外灰岩矿体中存在夹石，其岩性为灰岩，只是CaO品位达不到熔剂用灰岩要求，其可以作为建筑骨料原料，可综合利用。矿区西南侧夹层岩性以灰黑色、黑色碳质页岩为主，局部夹薄层状石英细砂岩、灰岩透镜体及煤层，无法利用，需外运处置。开采境界圈定夹层量为27万m^3。

考虑到后续矿山采坑和运矿道路需要复垦复绿，对部分残坡积层应留存安置，初步估算复垦用土用量约27万m^3，需设置一个表土堆场，多余的残坡积层和人工堆积层（93万m^3）需外运处置。另外夹层为砂岩及页岩，无法利用，需外运处置（27万m^3）。

综合以上，矿区内服务年限内需外排排弃物总量约120万m^3，其中残坡积层和人工堆积层量为93万m^3，砂岩及页岩量为27万m^3。目前，建设单位已与湖北明华物流有限公司签订废渣综合利用协议。矿区内不设置剥离物中转场，剥离物首先由矿车运至加工区弃土堆棚附近空闲场地，后续由湖北明华物流有限公司渣土车外运。外部渣土车不得进入矿区内。

本矿区周边多为农田和公益林，受条件限制，外部无修建排土场场地。矿区内东南侧为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑，其现状标高接近本项目开采底高程39m，不存在压覆矿产情况，可充当矿区内部排土场，用于后期复垦用土堆存场地。

6.2.2 排土场场地勘察

依据排土场岩土勘察报告，根据区域地质资料、工程地质测绘和钻探揭露以及现有勘探资料，排土场场地内出露基岩地层为石炭系上统黄龙组灰岩，为本区熔剂用石灰岩矿赋存层位，分布于矿区南部。岩性为浅灰、灰白色厚层状微晶灰岩、含生物屑微晶灰岩，单层厚50～100cm。生物屑多呈碎片状，以腕足类、层孔虫、蜓、海百合茎等。岩石遇4%稀盐酸迅速起泡且剧烈。地层厚度55～230m，与下伏大埔组呈整合接触。

场地基岩为较坚硬岩，强度一般，分布较均匀，属较均匀地基。作为持力层使用时，地基稳定性为较稳定。场地内各主要地基土层均存在局部坡度大于10%的现象，对拟建物总沉降、差异沉降、倾斜和局部倾斜等变形问题有一定影响，采取合理的处理措施、选择合适的持力层后产生变形的可能性较小。综合判断，拟建场地地基总体上属较均匀地基，稳定性较好。

同时后期排土场在弃土时，松散岩土具有自然分级的作用，边坡上部集中细粒级、边坡中部集中中粒级、边坡下部集中粗粒级。弃土堆填初期呈松散状态，属高压缩性土，但在弃土工程中随着弃土运输机械的碾压及土体自身压密固结作用，压缩性越来越低，弃土的固结度、稳定性也将会提高。

6.2.3 排土场设计及容积计算

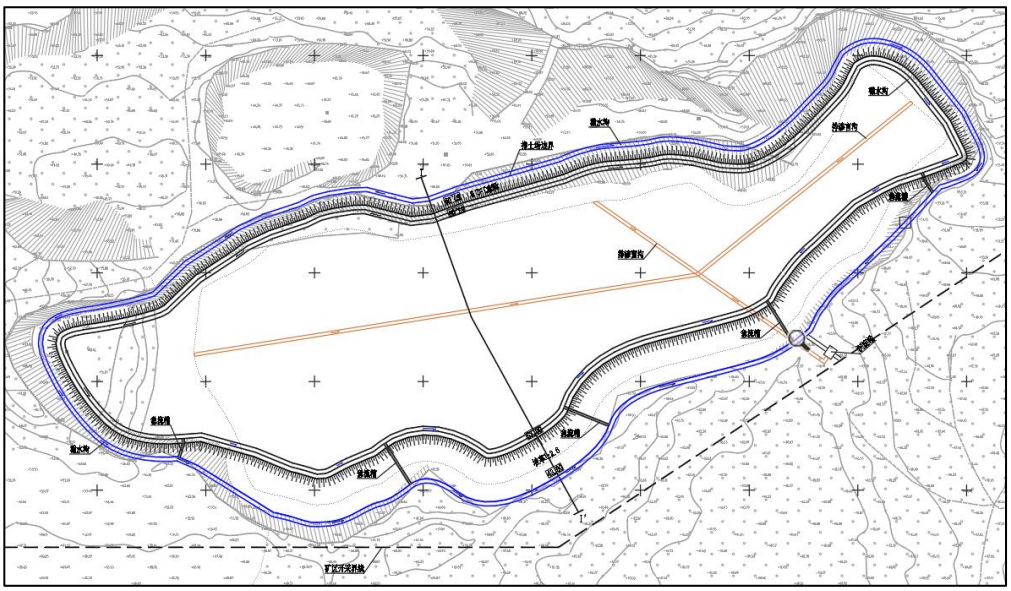


图6.2-1 排土场平面示意图

排土场选择矿区范围内东侧原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采场采坑内。将现场积水抽排及清淤后铺设厚度不低于300mm的排水碎石层，碎石层上堆放残坡积土。设计为坑内式排土场，底标高为39.00m，顶标高为53.00m，总堆积高度为14m。其中西侧、东侧、北侧回填至+50.00m再向内按边坡坡面角26°收坡至+53.00m，南侧回填至+43.00m再向内按边坡坡面角26°收坡至+53.00m。沿排土场坡脚及+53.00m平台内侧2m设置截排水沟，排土场底面中部通长设置横纵两条排渗盲沟，截水沟及排渗盲沟沟底纵坡宜不小于3‰，排土场汇水经截水沟或排渗盲沟排至沉淀池，再由沉淀池溢流出水排泄至东南侧天然沟道。

排土场堆填高程39~53m，近似取堆填坡比1：2，底面积30026m^2（39m高程），顶面积34331m^2（53m高程），采用棱台法计算计算排土场总容积为37万m^3。

复垦用土用量约27万m^3，表土堆场所需容量按以下公式计算：

$V_{效}= (V_{实}\times K_{松})/(1+K_{沉})$

$V_{需}= V_{效}\times K_{余}$

式中：$V_{实}$—排弃物料的实方量，m^3；

$V_{效}$—排弃物料的有效容积，m^3；

$V_{需}$—需要排土场的库容量，m^3；

$K_{松}$—排弃物料的松散系数，取1.2；

$K_{沉}$—排弃物料的下沉率，取12%；

$K_{余}$—排土场富余系数，取1.1。

计算所需表土堆场容量为32万m^3，所设置的排土场容量（37万m^3）满足堆存要求。

6.2.4 排土场排水

排土场原地面是一处低洼积水地，排土场建设前先将积水排空，挖除长期积水形成的淤泥层或地基软弱层，铺设一层厚度不小于300mm的排水碎石层，最大粒径不宜大于厚度的2/3，渗透系数应大于1×10^{-3}m/s。排土场底面中部通长设置两条排渗盲沟，接入预设沉淀池，碎石层东西向自边缘向中部，南北向自北向南铺设坡度不宜小于3%，方便将残余水分汇入排渗盲沟。

沿排土场南侧（+43.00m）、北侧（+50.00m）外侧及+53.00m平台内侧2m外设置截水沟，在场区南侧（+43.00m）按100m间距设置4段急流槽，各截水沟通过急流槽合理连接至沉淀池，排土场汇水先经截水沟排至沉淀池，再由沉淀池溢流出水排泄至东南侧天然沟道。

排水能力计算如下：

（1）降雨强度

参考前述矿山排水章节取50年一遇最大一小时降雨量为155mm。

（2）采场外部防排水

根据现场地形地貌，排土场外侧汇水面积11889m^2，排土场内部坡面汇水面积11331m^2，排土场内部坡顶汇水面积30579m^2。因此，需在排土场坡顶及坡脚分别设置截水沟，截水沟断面为直角梯形结构形式，尺寸为顶宽1.7m，底宽0.8m，深0.9m，斜面坡比1:2；水沟用浆砌石砌筑，水泥砂浆抹面，排水纵坡不小于0.5%。

对坡顶截水沟进行排水能力验算，汇水面积测算30579m^2，其截水沟设计洪峰流量计算如下：

$$Q = 0.278KiF$$

Q—最大清水洪峰流量，m^3/s；

F—外围汇水面积，30579m^2；

i—项目所在区域50年一遇点暴雨强度为155mm/h；

k—地表径流系数，取经验值0.7。

经计算，排土场边坡顶部汇水最大洪峰流量为0.256m^3/s。

同理，排土场外部汇水面积测算23220m^2，最大洪峰流量为0.195m^3/s。

现按下式对截洪沟过流能力进行验证。

$$Q = CA\sqrt{Ri}$$

C—流速系数（谢才系数）；

A—过水断面面积；

R—水力半径；

i—水力坡降；

n—糙率。

经计算，排土场顶部及外部截水沟流量计算结果如下表所示，计算截水沟泄水能力为0.40m^3/s，大于顶部汇水洪峰流量0.256m^3/s及外部汇水最大洪峰流量0.195m^3/s，满足排土场顶部及外部防排水的能力要求。

表 6.2-1 排土场顶部截水沟流量计算表

底宽（m）	设计水深（m）	过水断面（m^2）	水力半径	糙率	纵坡	谢才系数	流量（m^3/s）
0.8	0.35	0.4025	0.208	0.025	0.005	30.8	0.40

6.2.5 拦渣坝设计

排土场选址在矿区内低洼区域，为平地型排土场，坡底未设拦渣坝，充分利用周边原有岩体充当坡底拦渣坝，见下图6.2-2。

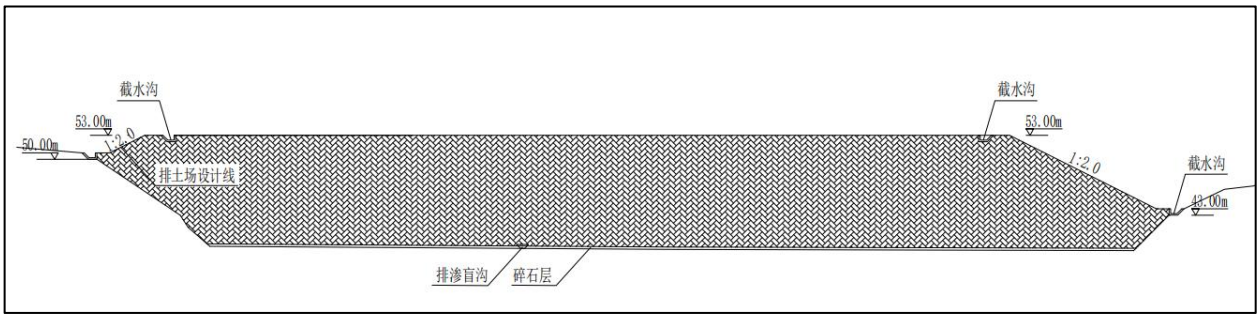


图 6.2-2 排土场纵断面图

6.2.6 排土工艺设计及道路布置

排土场采用“自下而上覆盖式”工艺。平面上采用自西向东逆坡向上堆排方式，具有排水路径清晰、压实效果好、边坡结构好及管理方便的优势。

堆填初始层可稍厚，1.5-2.0米，用重型设备充分压实，以便形成坚固的持力层。后续每层堆排厚度建议控制在1.0-1.5米。具体厚度应根据现场泥饼的含水率、天气情况、渗透试验数据动态调整。雨季或物料过湿时应减薄。每层堆排后，必须用履带式推土机或专用碾压设备进行不少于3-4遍的碾压。压实度控制标准需通过击实试验确定，不应小于94%，堆体孔隙率不大于25%。

排土场运输采用自卸汽车运输方式，与矿山采场运输系统相衔接，形成统一的运输网络。根据排土场位置及矿区地形条件，运输线路从采场工作面经矿区主干道路延伸至排土场。排土场内部道路随堆排进程动态修筑。初始阶段利用排土场周边既有地形修筑临时进场道路至第一排土平台；随着堆排高度增加，逐层修筑上阶段运输道路，道路纵坡控制在9%以内，单车道宽度5m。

6.2.7 防止排土场影响环境的措施

此次设置的排土场距离最近南侧农田约120m，排土场边坡高度10m，排土场失稳不会对下游农田产生影响。排土场距运矿道路约100m，且道路高于排土场标高，也不会对道路安全产生影响。

排土场作为人工堆积体，其稳定性直接关系到周边生态环境与生产安全，需采取以下系统性防治措施控制滑坡、泥石流等地质灾害风险：

（1）基底处理与地基加固方面，排土前彻底清除基底软弱土层及积水，采用碎石换填。对倾斜基底按台阶式开挖，台阶高度2-3m、宽度不小于4m，形成反坡或缓坡基底以增强抗滑稳定性。

（2）排土体内部排水系统应连续完整，确保将排土体内部渗水及降雨径流迅速排出。最终边坡坡面可按需设置菱形骨架护坡，骨架净距3m×3m，采用C20混凝土浇筑，骨架内植草绿化，防止坡面冲刷。

（2）堆排工艺控制上，严格执行“由下而上、分层碾压”原则，每层堆排高度不超过2m，采用设备碾压，压实度不低于85%。软弱物料与坚硬物料分区堆排，禁止将表土、风化岩等易滑物料集中堆排于边坡区域。

（3）地表径流截排工程在排土场周边设置环形截洪沟，设计防洪标准按20年一遇暴雨计算。截洪沟出口接入天然沟道前设置消能设施，采用跌水或消力池形式，防止冲刷下游。排土场顶部平台设置横向排水坡度，坡向截洪沟或排水竖井，平台表面采用黏土覆盖压实，厚度0.3m，减少雨水入渗。

6.2.8 排土计划

矿区剥离物主要由残坡积层、人工堆积层和内部夹层组成。夹层为砂岩及页岩，无法利用，需外运处置。矿区内残坡积层主要集中在采区69m高程以上，69-39m高程主要分布人工堆积层。需留存残坡积层为后续坑底复垦所用，留存量约27万m^3。基建期因矿山剥离削顶工程产生剥离物量约10万m^3，副产矿石量约31.4万m^3。剥离物主要由残坡积层、内部夹层组成，基建期外运处置。基建期副产矿石除道路填方和加工区建设使用以外，剩余约21万m^3堆存在表土堆场中上，供投产初期使用。每年进入到排土场的残坡积层量如下表6.2-2所示。外运量包括多余的残坡积层、不能利用的人工堆积层和夹层，外运总量如下表6.2-2所示：

表6.2-2 排土计划表（单位：万m^3）

年度	剥离总量	残破积层	人工堆积层	夹层	边生产边复垦残坡积层量	进入排土场残坡积层量	外运总量	备注
基建期	10	8.8	0	1.2	1.5	0	8.5	排放21万m^3副产矿石，投产后立即运走
第一年	18.9	17.1	0	1.8	1.8	5.5	11.6	
第二年	21.8	19	0	2.8	1.8	8.5	11.5	
第三年	22.1	18.6	0	3.5	2.3	8.5	11.3	
第四年	13.5	10.3	3.2	0	2.5	4.5	6.5	排土场已排满
第五年	18.1	0	16.1	2	6	-6	18.1	残坡积层回取复垦开始
第六年	14.5	0	11	3.5	6.5	-6.5	14.5	

年度	剥离总量	残破积层	人工堆积层	夹层	边生产边复垦残坡积层量	进入排土场残坡积层量	外运总量	备注
第七年	13.5	0	8	5.5	6.5	-6.5	13.5	
第八年	8.7	0	3.2	5.5	8	-8	8.7	为避免压占部分矿石，残坡积层提前回取完毕
第九年	2.1	0	2.1	0	8		2.1	排土场不存在，复垦土外购

基建期副产矿石暂存在排土场，运营期前期及时转运完毕，避免影响表土堆存。副产矿石转运完毕后，方可进行表土堆存。目前矿区内残坡积层主要集中在采区69m高程以上，当矿山开采至第五年则需从排土场取用。排土场坡脚除压占54-39m阶段少量矿石，同时为防止开采对排土场安全影响，在第8年末将排土场内所有表土转运完毕，排土场不再存在，则不会对此区域矿山开采产生影响。

排土场回采、转运必须编制专项回采方案、应急预案等，并严格按照专项方案进行回采。回采建议方案如下：

（1）排土场回采

排土场取土回采时采用机械装载、汽车运输工艺。回采采用自上而下分层回采方式，转运采用装载机装载，回采采用挖掘机直接挖掘，装载至自卸汽车运输。

（2）回采工艺要素

回采台阶高度： 5m；

工作台阶坡面角： 45°；

最小工作平台宽度：30m；

同时工作水平数：1个；

（3）回采、转运安全技术措施

1）回采排土场必须在白班进行；

2）回采排土场安排专人进行现场监管指挥；

3）利用卡车调度系统监控车辆运行状况；

4）必须编制专项回采方案、应急预案等，并严格按照专项方案进行回采；

5）必须进行人工巡查，定期对排土场边坡及防排洪系统进行检查维护；

6）回采和转运区域必须设置警戒及安全标志，非作业人员及车辆不得进入；

7）回采区域利用排土场摄像头进行视频监控；

8）其他安全技术措施与矿石开采铲装和运输相应环节安全技术措施一致。

6.2.9 稳定性分析

排土场地基岩性为石炭系上统黄龙组灰岩。排土场作为人工堆积的大型松散体，主要破坏模式为：在强降雨或地下水作用下，排土场边坡滑动破坏、沿地基接触面滑动破坏以及沿地基软弱层的滑动破坏三种。本排土场地基中风化灰岩，无软弱夹层及不良构造发育，地基承载力高、均一性好。这一良好地质基础从根本上消除了因地基变形、失稳诱发大规模深层滑坡或严重不均匀沉降等灾害的可能性。排土场主要接收采场的矿石及渣土,岩石松散破碎，经过碾压后土层瓷实。但是经过长期降雨会使土体变松散，排土场可能出现的滑移主要集中在表土层，故破坏模式主要为圆弧形滑动。

根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB 51119–2015）3.2.1条款规定：排土场的等级应根据场地条件、排土场堆置高度及排土容积规定划分为四级。

根据矿区提供的资料，该排土场地形条件相对简单，堆置高度为14m，排土容积＜1000万m^3。因此该排土场等级为四级。基于此，根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB 51119-2015），自然工况四级排土场自然工况安全标准为1.15，降雨以及地震工况下等级为四级的排土场最低安全系数不得低于1.10。

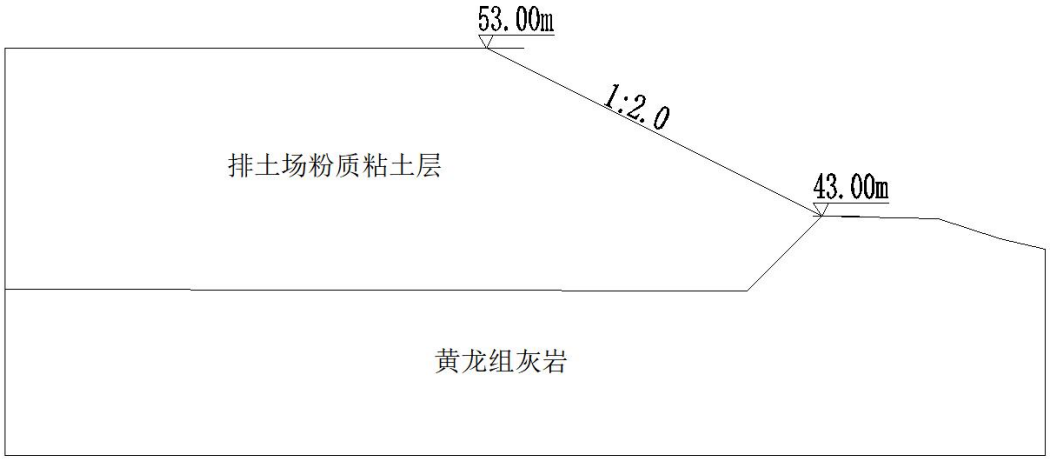


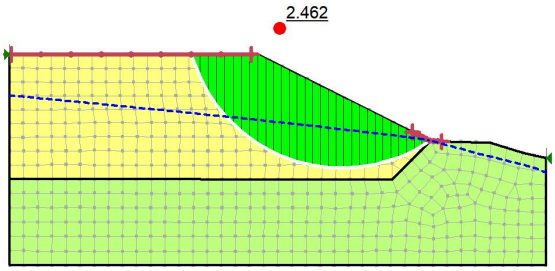
图6.2-3 排土场计算模型

为反映排土场边坡的稳定性，选取了该场地典型剖面进行计算，该剖面主要有1个台阶，顶面标高为53m，地面为43m，所处坡体的坡角分别约为26°，排土场堆置为粉质粘土夹碎石，基底为黄龙组灰岩。土体相关参数见表5.1-8。考虑自重+地下水、自重+地下水+爆破震动、自重+地下水+地震三种计算工况。

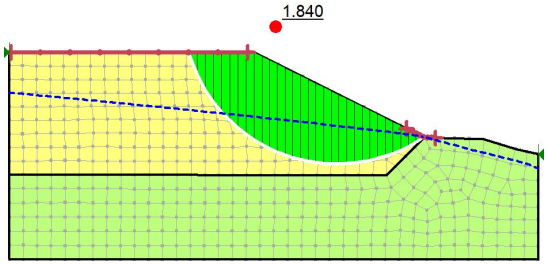
下图为排土场边坡在荷载组合一(自重+地下水)、荷载组合二(自重+地下水+爆破振动力)及荷载组合三(自重+地下水+地震力)三种工况下分别使用Janbu法、M-P法与Sarma法计算得到的安全系数计算结果，安全系数计算值见表6.2-3。三种方法与三种荷载条件下，排土场边坡的安全系数均大于许用安全系数，边坡整体处于稳定状态。

表6.2-3 排土场边坡安全系数汇总

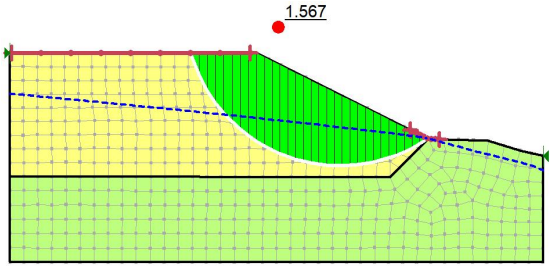
荷载组合	安全系数				状态
	许用值	Janbu 法	M-P 法	Sarma 法	
自重+地下水	1.15	2.462	2.594	2.594	稳定
自重+地下水+爆破振动力	1.1	1.840	1.950	1.950	稳定
自重+地下水+地震力	1.1	1.567	1.661	1.661	稳定



（1）荷载组合一

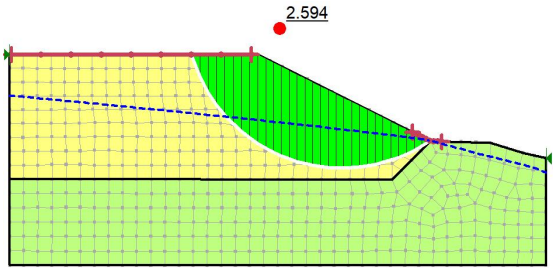


（2）荷载组合二

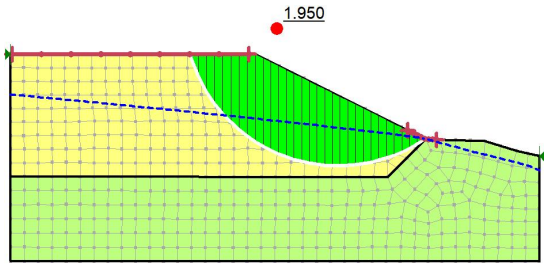


（3）荷载组合三

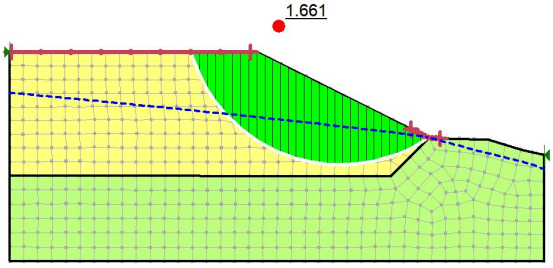
图6.2-4 Janbu法计算Ⅵ区边坡安全系数



（1）荷载组合一

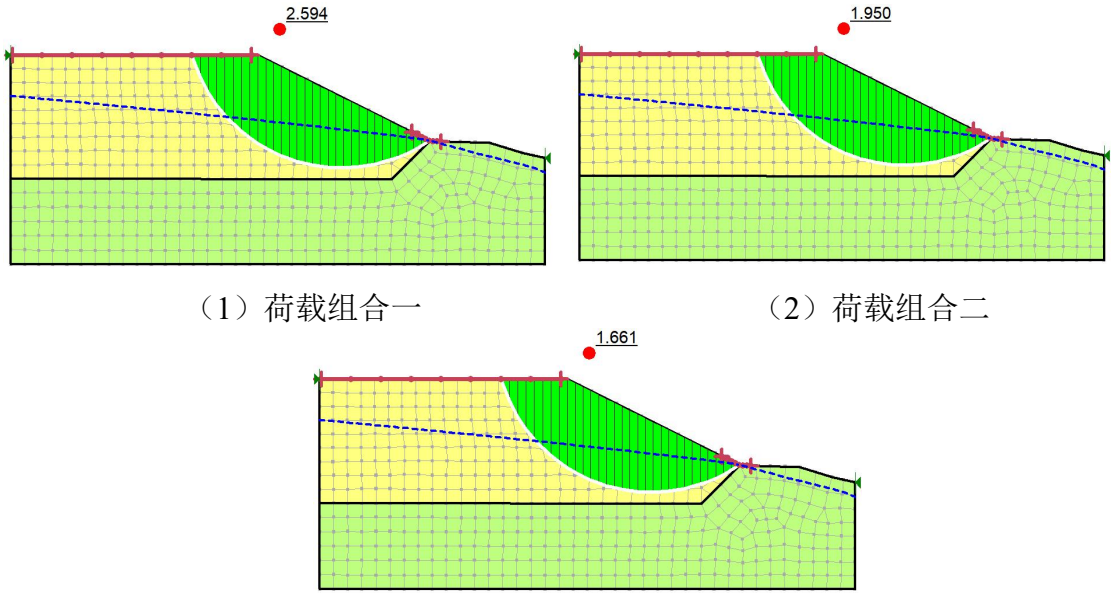


（2）荷载组合二



（3）荷载组合三

图6.2-5 M-P法计算Ⅵ区边坡安全系数

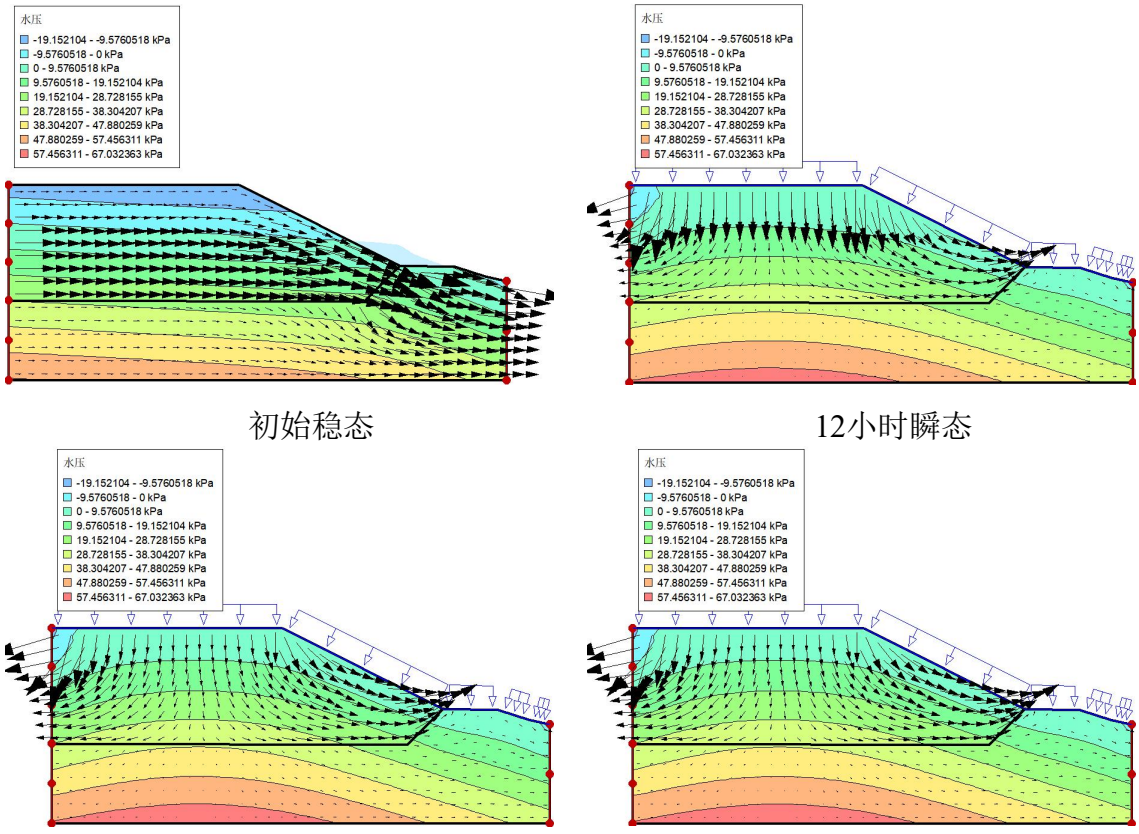


（1）荷载组合一　　（2）荷载组合二

（3）荷载组合三

图6.2-6 Sarma法计算Ⅵ区边坡安全系数

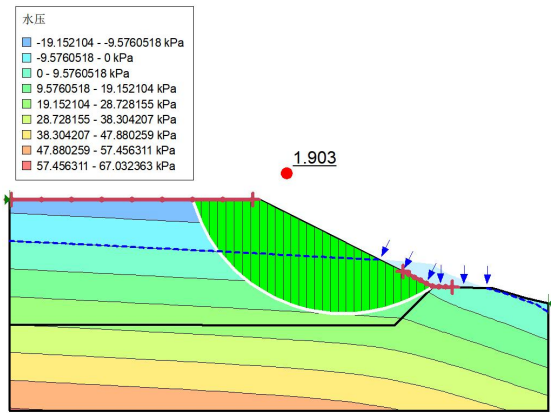
根据计算，排土场按照设计方案设计的排土参数排土后，边坡在3种工况下稳定性较好。



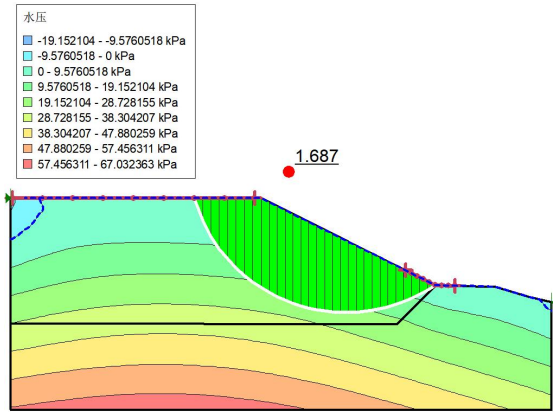
初始稳态　　12小时瞬态

1天瞬态　　2天瞬态

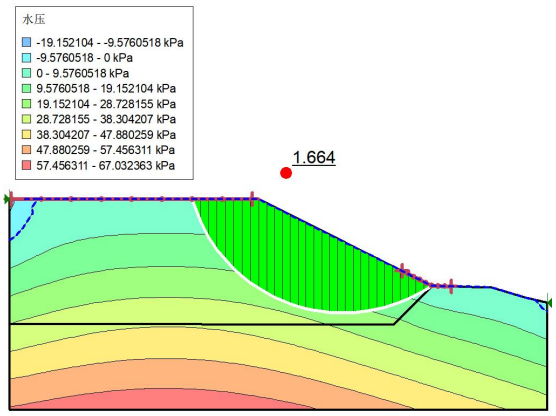
图6.2-7 排土场Ⅵ区边坡持续降雨瞬态水压等值线图



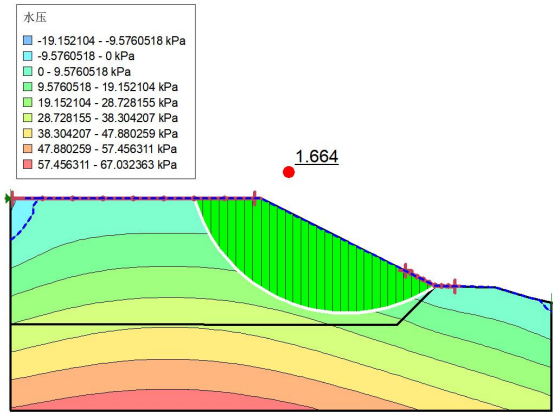
0秒稳态Ⅵ区边坡稳定性分析结果图



12小时Ⅵ区边坡稳定性分析结果图



1天Ⅵ区边坡稳定性分析结果图



2天Ⅵ区边坡稳定性分析结果图

图6.2-8 排土场Ⅵ区边坡持续降雨稳定性分析结果

根据计算可知，因排土场边坡为粉质粘土层，为透水层，渗流较强，在强降雨工况下，随着降雨时间增加，排土场区的水压逐渐增加，排土场区水压相对灰岩层的水压增加快，因此等值线图呈现逐渐凸起的情况。说明降雨渗流对排土场区边坡水压力影响较大，但经过2天降雨后，边坡稳定性系数均大于1.3，边坡较稳定。建议后期排土场堆置过程中加强排土场内部及周边的截排水措施，减少降雨渗流对边坡的影响。

6.2.10 排土场安全措施

（1）排土场安全管理

企业主要负责人是排土场安全生产第一责任人，设立相应的机构负责实施排土场安全规定的各项要求，配备专业技术人员负责排土场的安全管理工作，保证安全生产所需经费。

建立健全排土场规章制度，主要包括排土场安全目标管理制度、排土场安全生产责任制度、排土场安全生产检查制度、排土场安全技术措施实施计划、排土场安全操作以及有关安全培训、教育制度和安全评价制度。

做好排土场安全检查和监测工作。每年测量一次排土场年末图，对可能垮塌的地段进行监测。未经技术论证和应急管理部门的批准，不得随意变更排土场设计或设计推荐的有关参数。

排土场排废区设置醒目的安全警示标志。

（2）排土场的运行

汽车排土作业时，应有专人指挥，非作业人员一律不得进入排土作业区。凡进入作业区内工作人员、车辆、推土机必须服从指挥人员的指挥。

排土场平台必须平整，排土线应整体均衡推进，坡顶线应呈直线形或弧形，排土工作面向坡顶线方向应有2%～3%的反坡，防止雨水反流至山坡底部水沟，冲刷排土场边坡。

排土场工作平台各配备一台推土机用于排土场平整。按规定顺序排弃土岩，在同一地段进行卸车和推土作业时，设备之间保持安全距离。卸土时，汽车应垂直于排土工作线；严禁高速倒车。推土时，在排土场边缘严禁推土机沿平行坡顶线方向推土。

排土反坡不符合规定、坡顶线内侧30m范围内有大面积裂缝或不均匀下沉时，禁止汽车进入该危险区，排土场作业人员需对排土场作出及时处理。

排土场作业区内因雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于30m或遇暴雨、大风等恶劣天气时，停止排土作业。

汽车进入排土场内限速行驶，距排土工作面50～200m限速15km/h，小于50m限速10km/h；排土作业区内设置限速牌等安全标志牌。

汽车进入排土场后沿排土道路到达卸载排土位置，进行调车，其调车位置占地宽度要大于汽车的最小转弯半径。汽车后退靠近边坡翻卸排土。翻卸后留在平台上的岩堆宽度的大小，对推土机的推土工作量影响很大。当汽车后桥中心线距坡顶线1.5-3m时，岩土可大部分卸到边坡下。排土卸载平台边缘，有固定的挡车设施，其高度不小于轮胎直径的1/2，车挡顶宽和底宽分别不小于轮胎直径的1/4和3/4。

排土场作业平台设置完备的照明系统，夜间无照明或照明不良部位严禁排土。照明系统电压为220V，采用LED光源照明灯具。照明系统电源矿石加工区附件母线上引接。

（3）排土场防、排洪

汛期前采取下列措施做好防汛工作：明确防汛安全生产责任制，建立紧急预案；疏浚排土场内外截洪沟、详细检查排洪系统的安全情况；备足抗洪抢险所需物资，落实应急救援措施。

（4）推土与卸载作业的相互影响隔离措施

在作业区与卸载区之间，用明显的彩旗、栏杆或堆筑的小型土埂进行硬隔离，设立“推土作业区”和“非作业区”标志。

设立单向循环运输路线，避免运料车与推土设备（推土、装载机）路线交叉。指定专门的车辆等待区和设备停放区。

配备专职安全员或调度员，使用对讲机统一指挥。严格规定“倒装作业时，该区域禁止排土车辆进入；排土作业时，倒装设备撤离至安全区”。

在条件允许时，可将排土作业与卸载/整形作业在每日时间上错开（如上下午分开）。

（5）排土场安全检查

排土场稳定性安全检查的内容包括：排土参数、变形、裂缝、底鼓、滑坡等。

检查排土参数：测量排土场段高、排土线长度，实测的排土参数应不超过设计的参数，特殊地段应检查是否有相应的措施；测量各类型排土场的反坡坡度，每100m不少于2条剖面。

检查排土场变形、裂缝情况。排土场出现不均匀沉降、裂缝时，查明沉降量，裂缝的长度、宽度、走向等，判断危害程度。

检查排土场地基是否隆起。排土场地面出现隆起、裂缝时，查明范围和隆起高度等，判断危害程度。

检查排土场滑坡。排土场滑坡时检查滑坡位置、范围、形态和滑坡的动态趋势及成因。

监测监控：排土场容量大，且排弃高度较高，安装监控设施。在上部平台、坡脚等重要部位，安装视频监控设施。

（6）安全监测

1）设专人巡查排土场，负责监测坝坡有无垮塌、堆土的均匀性、排土场的沉降状况、防排洪系统是否畅通等情况，并作好隐患记录及分析工作，异常时及时汇报和处理，巡视的频率在雨季、地震或发生渗漏时要加密；

2）监测布置应根据实际情况，突出重点，兼顾全面，统筹安排，合理布置；

3）安全监测工作应坚持人工巡查、安全检查和设备监测相结合；

4）运行期间应做好监测系统和全部监测设施的检查、维护、校正、监测资料的整编、监测报告的编写以及监测技术档案的建立；

5）监测数据应及时整理，如有异常应及时响应，当影响排土场运行安全时，应及时分析原因和采取对策，并上报主管部门；

6）当发生地震、洪水以及排土场工作状态出现异常等特殊情况时，对重点部位的有关项目加强监测；

7）对于危及排土场、排洪设施及附属设施安全和运行的新老潜在滑坡体应进行监测；

8）加强地质工程边坡的监测预报工作。尤其是汛期，应加强巡检，防止上部有积水，发现崩塌和掉块现象后应及时采取治理措施，并在下部留设一定安全距离，设安全警示牌。

（7）排土场排水构筑物与防洪安全检查

排水构筑物安全检查主要内容：构筑物有无变形、移位、损毁、淤堵，排水能力是否满足要求等。

截洪沟断面检查内容：截洪沟断面尺寸，沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内物淤堵等。

（8）安全管理

1）建立健全安全生产规章制度和操作规程等，包括安全活动日制度、安全目标管理制度、安全技术审批制度、值班制度、安全生产投入保障制度、现场安全管理和岗位安全生产标准化操作制度；

2）健全安全管理机构及充实安全管理人员，增加与工作需要相适应的专业技术人员和具有相应工作能力的人员；

3）加强技术档案管理。建立排土场工程档案，特别是隐蔽工程的档案，并长期保管；严禁“一张图”技术管理，分别编制地形地质图、防排水系统及排水设备布置图、运输线路图，并及时更新；严禁技术全部外委了事，应与实际相吻合，技术人员和工人要懂；

4）做好排土场日常巡视、检查和观测，并进行及时、全面的记录；发现安全隐患时，应立即采取应急措施并向上级报告；

5）企业应根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）的要求编制排土场生产安全事故应急预案，针对滑坡、泥石流、坝体垮塌等生产安全事故和重大险情制定专项应急救援预案。编制完成后，生产经营单位应组织评审。应急预案评审合格后，由生产经营单位主要负责人（或分管负责人）签发实施，并进行备案管理；

6）每年排出应急演习计划、按照计划组织实施，并报上级主管部门备案。重大的演习活动邀请当地应急管理部门参加；每年至少组织一次应急救援指挥系统启动模拟演习和一次救灾演习，不断总结经验完善应急救援预案；

7）完善应急预案的保障措施。通信与信息保障：应急救援指挥办公室，安排人员24小时值班，利用固定电话、移动电话对讲机等通讯工具，保持接警、报警、工作联络等信息随时畅通传送；公布公司应急救援人员联系电话，并根据职务及任职人员的变动情况及时更新联系方式，同时将联系方式发放到公司所属各单位；应急队伍保障：抓好应急队伍平时的培训和演练，较好地掌握救援（护）的基本知识和基本技能，能够胜任各自的应急救援（护）工作；应急物资装备保障：储备应急救援所需的物资和器材，装备、物资和器材（含药品）；经费保障：安全经费专项核算；

8）加强教育培训。公司所属各部门、班组加大对应急预案、安全知识的宣传和培训工作力度，增强从业人员的事故应急知识，提高预防、自救、互救能力，让所有员工知道应急救援预案的内容，在事故发生时知道如何采取应急措施；

9）加强灾害性天气安全工作，作好极端恶劣天气应对、防雷、防汛等预报工作。

6.2.11 中转场安全措施

矿区内不设置剥离物中转场，剥离物首先由矿车运至加工区弃土堆棚附近空闲场地，后续由渣土运输有限公司渣土车外运。外部渣土车不得进入矿区内。

（1）企业主要负责人是中转场安全生产第一责任人，设立相应的机构负责实施中转场安全规定的各项要求。

（2）建立健全中转场规章制度，做好排土场安全检查工作。

（3）中转场排废区和装载区设置醒目的安全警示标志。

（4）中转场的运行

1）汽车排土作业时，应有专人指挥，非作业人员一律不得进入排土作业区。凡进入作业区内工作人员、车辆、转载机机必须服从指挥人员的指挥。

2）中转场采用单级台阶，台阶高度不得大于2m。场地需硬化，外围设置截水沟。

3）在排土作业区与装载区之间，用明显的彩旗、栏杆或堆筑的小型土埂进行硬隔离，设立“排土区”和“装载区”标志。

4）设立单向循环运输路线，避免运料车与卸载设备（挖掘机、装载机）路线交叉。指定专门的车辆等待区和设备停放区。

5）配备专职安全员或调度员，使用对讲机统一指挥。严格规定“装载作业时，该区域禁止排土车辆进入；排土作业时，装载设备撤离至安全区”。

6）中转场作业区内因雾、粉尘、照明等因素使驾驶员视距小于30m或遇暴雨、大风等恶劣天气时，停止排土作业。

7）在条件允许时，可将排土作业与装载作业在每日时间上错开（如上下午分开）。

6.3 工业场地及办公区给排水

6.3.1 给水

6.3.1.1 用水量

（1）生活用水量

本次拟定辅助生产设施用水主要包括：生产人员办公用水，用水量如表下所示、

表6.3-1 生活区用水量

用水部位	用水标准（L/人·d）	数量（人）	用水时间（h）	变化系数	用水量	
					最大日（m³/d）	最大时（m³/h）
办公楼用水	50	35	24	1.5	1.75	0.11
未预见水量	总用水量的10%				0.18	0.01
合计					1.98	0.12

本项目办公区最高日用水量1.98m³/d，最大时用水量0.12m³/h。

（2）生产用水量

本项目矿石加工厂采用干法生产，主要为工作面喷雾降尘用水，用水量约15m³/h，总用水量210m³/d，水源为市政用水。

（3）道路、绿化浇洒用水、复垦用水

根据《室外给水设计标准》，并参考类似项目，浇洒道路用水可按浇洒面积以2.5L/（㎡•d）计算，并考虑一定富裕，本次厂区道路面积25634㎡，每天暂按12h运行，则道路洒水抑尘用水量计约为5.34m³/h。

根据《室外给水设计标准》，并参考类似项目，绿化用水可按浇洒面积以3.0L/（㎡•d）计算，并考虑一定富裕，本次厂区道路面积6203m²，每天暂按12h运行，则绿化洒水抑尘用水量按1.55m³/h计。

参考《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）》，矿区复垦复绿年用水量约1.5万m³，每天暂按12h运行，则复垦复绿用水约3.5m³/h。

综上所述，本次未预见水量按用水量的10%计，生活及生产用水量约28m³/h（不含消防水量）。

6.3.1.2 水源选择

本项目生产及生活用水均为市政给水，市政给水接口位于加工区东侧九龙村，供水压力不小于0.30MPa。为防水质污染，在室外引入管起端设置低阻力倒流防止器（带水表）。给水水质满足现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749-2022的要求。

（1）生活给水系统

生活给水系统用水主要为：办公区办公楼、销售服务中心用水。办公区生活用水竖向分为1个区，由市政管网直接供给，工作压力0.30MPa；1。为保证各卫生器具配水点处动压不超过0.20MPa，超压部位设减压阀(阀前设过滤器)，阀后动压0.20MPa。

用水计量：采用多级计量，按付费或管理单元，分别设置用水计量装置，统计用水量。选用机械水表计量。

室外生活给水管采用支状布置，采用DN50~DN100钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管，电熔连接，采用的聚乙烯原材料不应低于PE80，压力级别1.0MPa，内环向应力不应低于8.0MPa。

（2）生产给水系统

生产用水由供水主管直接供至各个用水车间，并就近设置阀门井与倒流防止器，用于车间喷雾除尘。

室外生产给水管采用枝状布置，采用DN100、DN80、DN65、DN50等型号的钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管，电熔连接，采用的聚乙烯原材料不应低于PE80，压力级别1.0MPa，内环向应力不应低于8.0MPa。

（3）室外给水管道敷设、构筑物、基础做法：

本项目室外生活及生产给水管道均采取直埋方式。钢丝网骨架塑料复合管最小管顶覆土深度在人行道下不小于0.75m，在轻型车行道下不小于1.0m，在重型车道下可采用暗沟形式敷设，参见《建筑小区埋地塑料给水管道施工》（10S507）中41页施工或者设置保护套管，套管与钢丝网骨架塑料复合管净距不小于100mm。敷设在车行道下的排水管，管顶覆土小于0.70m者，需加设比该管段管径大2~3号的钢套管加以保护，并应保证套管的管顶埋深不小于300mm。如仍无法满足以上要求，应采用带盖板管沟，将管道敷设在管沟内。

给水引入总管上设置钢筋混凝土水表井，做法详国标《倒流防止器选用及安装》12S108-1（带水表；倒流防止器采用低阻力型，其阻力≤0.03MPa）。供至各单体的水表井采用室外钢筋混凝土水表井，参考图集《室外给水管道附属构筑物图集》05S502。

给水管道基础做法、深度及沟槽宽度、回填要求等详见国标图集《建筑小区埋地塑料给水管道施工》（10S507）。

（4）管道试压：

生活给水试验压力为1.0MPa，生产给水管试验压力为1.0MPa。给水管道试压合格交付使用前，管道应进行冲洗消毒。给水管道应经水压试验合格后方可投入运行。水压试验应包括水压强度试验和严密性试验。试压方法应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002）的要求进行试验。

6.3.2 地面防排水

（1）生活废水

本工程排水主要为生活污废水，不存在有毒废水的排放，故不会对环境造成污染。

排水量估算：排水量标准同给水，排水系数取0.90，目高日排水量1.58m³/d，最大时排水量为0.10m³/h，不含室外道路绿化浇洒排水、生产废水排水。

系统设计：1）室内地面±0.000以上采用重力自流排水排出。2）卫生间排水系统设伸定通气，部分公共卫生间必要时设置环形通气管。3）卫生间、空调冷凝水排水独立设置排水管。

本项目排水系统采用污废合流、雨污分流制。办公区产生污废水经重力流收集后排至室外污水管网，汇入配套化粪池预处理后，定期由吸污车抽吸外运处置。

（2）生产废水

本项目采用干法生产，无生产废水产生。水喷雾除尘用水属消耗水，不排放。

（3）雨水系统

本次采用明沟+暗沟排水方式，排水明沟设置于道路的单侧，室外雨水经道路边室外明沟收集后排至厂区初期雨水池，初期雨水池处设置溢流装置，雨水溢流至项目附近水系。

建筑屋面雨水：屋面雨水采用重力流排水系统，有组织排至建筑室外散水。设计重现期10年，屋面径流系数采用1.0。雨水排水系统的总排水能力一般建筑按不小于50年设计重现期设计。本次设计为确保极端情况下屋面的排水安全，设置溢流设施。

（4）室外排水管道敷设、构筑物、基础做法

室外排水管采用DN300的HDPE双壁波纹管，承插式连接、橡胶圈密封，敷设于道路或停车区域下的排水管环刚度不小于12.5KN/m²，敷设于绿地及人行道的排水管环刚度不小于4.0KN/m²。室外压力废水管采用涂塑钢管，沟槽式或法兰连接，外壁刷冷底子油一道，石油沥青二道防腐，并有加强包扎层及外保护层，土壤腐蚀性较强时，应做加强级防腐措施。排水管道应敷设在原状土地基或经开槽后处理回填密实的地基上，排水管道基础做法、深度及沟槽宽度、回填要求等详见图集《埋地塑料排水管道施工》。

室外污水检查井采用混凝土模块式排水检查井，井筒采用直径700。混凝土模块式检查井施工参见20S515。所有检查井无论深浅均必须做好流槽。在车行道下的所有检查井、阀门井井盖、井座均采用重型铸铁井座及井盖（最低选用D400级），要求具有足够承载力和稳定性良好的井盖井座，人行道下和绿化带的井盖、井座均采用轻型铸铁井座及井盖（最低选用B125级），为保证安全，所有井盖均采用五防井盖。在路面上的井盖，上表面应同路面相平，无路面井盖应高出室外设计标高50mm，并应在井口周围以0.02 的坡度向外做护坡。检查井盖应具备防盗、防坠落、防滑、防位移、防噪声、已开启等多功能要求，其他各项要求及性能检测标准应符合《检查井盖》GB/T 23858-2009。井盖中间空白处填铸“污”等属性标志。

检查井应设有防护（坠）网，防护（坠）网由护网、固定圈、挂钩三部分组成。井挂网用材及安装必须满足150kg重物从1米高处坠落，挂网能够有足够的强度支撑。其余未尽事宜均按照《城镇排水管道维护安全技术规程》(CJJ 6-2009)等相关规定施工和验收。

本项目拟定办公内卫生间等其他污废水直接排至室外污水管网，化粪池型号G11-50SF，有效容积50m³，施工做法详见国标图集《钢筋混凝土化粪池》22S702。化粪池上方覆土按1.0m考虑。化粪池应设置通气管，通气管应在室外人员稀少处，高出地面2.5米通气，并与周边建筑门窗保持4m以上距离。

6.3.3 消防设计

6.3.3.1消防系统

（1）消防系统设计

本工程包含厂房和民用建筑。根据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）（2018年版），第8.2.2条：耐火等级为一、 二级且可燃物较少的单、多层丁、戊类厂房，可不设室内消火栓系统。故本项目厂房仅设置室外消火栓。

根据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）（2018 年版），第8.2.1条，本工程生活区需设置室内消火栓系统。

根据《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）（2018 年版），第8.3.4条，本工程可不设置自动喷水灭火系统。

（2）消防水源

本工程消防用水水源为市政水，从项目东侧东侧九龙村引入一根DN150的供水管道，在用地红线内设总水表井计量，水表后设置倒流防止器。市政给水入口压力不小于0.30MPa。厂区内消防用水水质需满足《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB18920-2020的相关要求。

（3）消防用水

本工程消防用水量按需要同时开启的灭火系统用水量之和的最大值确定，拟定成品储库为火灾危险性等级最高的建筑，戊类厂房。本项目最不利建筑为成品储库，室外消火栓系统设计流量20L/s，火灾延续时间2h，一次灭火消防用水量为144m³。

（4）消防水池

消防水池：本项目消防水池采用地下式一体化消防泵站，储存消防用水有效容积144m³，可满足一次火灾灭火用水量的贮水要求。

消防泵房：本次采用一体化消防泵站，消防泵内单泵Q=20L/s，H=30m，一用一备。消火栓系统设置增压稳压设备，稳压泵型号为XBD5.5/2W-DFCL-2，N=4.0kW，一用一备，配φ1000气压罐，气压罐调节容积150L。

（5）室外消防系统

1）设计参数: 本项目室外消火栓用水量20L/s，火灾延续时间2h，一次消防用水量144m³ 。

2）系统设计：本工程室外消火栓系统采用临时高压消防给水系统。室外消火栓系统由消火栓加压泵、消防水池、消火栓稳压泵、隔膜式气压水罐、供水管道、消火栓组成。

3）本项目火灾期间消防用水由消防水池和消火栓泵加压供给；平时系统压力由设在消防水泵房内的增压稳压装置维持火灾时由消防泵加压后供给。最不利室外消火栓栓口处的水压从室外设计地面算起不应小于0.10MPa。

室外消防管道成环状布置，消火栓的布置按间距不大于120m，保护半径不大于150m。距消防道路边缘不大于2.00m且不小于0.50m。消防干管管径DN150。

4）水池设置一个室外消防取水口，供消防车取水。

5）室外设置SS100/65-1.0型地上式消火栓，地面作永久性明显标志铭牌，并标明供水系统、供水范围和额定压力。

（6）消防管材

室外消火栓给水管道采用DN150、DN100的钢丝网骨架塑料（聚乙烯）复合管，电熔连接，采用的聚乙烯原材料不应低于PE80，压力级别1.0MPa。

所选用的管材接口阀门等，必须满足“各系统压力”要求，其产品标准标称的允许工作压力应满足管道工作压力及短时试压期间压力要求。

6.3.3.2建筑灭火器配置

根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005），本项目电力室按中危险级E类火灾配置灭火器，采用MF/ABC4型磷酸铵盐干粉灭火器，每具4kg，灭火级别为2A，单位灭火级别保护面积为75㎡/A，灭火器最大保护距离20m，每处两具，均设置在灭火器箱中。其余单体建筑均按中危险级A类火灾配置灭火器，采用MF/ABC4型磷酸铵盐干粉灭火器，每具2kg，灭火级别为2A，单位灭火级别保护面积为75㎡/A，灭火器最大保护距离20m，每处两具，灭火器均设置在灭火器箱中。

6.4 其他公用辅助设施

机修间位于＋45.5m粗碎平台处，满足工程机械的保养、维护和检修。

矿山目前暂不设置炸药库，炸药和爆破耗材统一由民爆公司配送。若后期设置，需做专项安全设施设计。

采矿生产用水采用罐车输送至采矿矿区，水量由市政管网提供。采场生产设备用油靠矿区加油车从外部运输，因此在采区不设置水池和油库等建筑。

在矿区西侧平整区域设置2个可移动式成型避炮棚，避炮棚应移动方便。

第 7 章 智能矿山建设

7.1 智能矿山建设方案

7.1.1 需求分析及总体方案

7.1.1.1需求分析

（1）安全监管需求分析

湖北省要求以信息化驱动非煤矿山安全监管机制和能力现代化为主线，以集成融合、协同创新和深化应用为指引，构建以“天空地一体化”为支撑的非煤矿山安全生产监测预警和风险研判技术体系。

1）接入非煤矿山企业安全监测数据、工业视频数据、基础信息数据等，实时采集非煤矿山人员定位、环境监测、工业视频、关键设备监测、露天矿山边坡监测等数据，为非煤矿山全维度数据采集与风险监测预警提供支撑，基本建成覆盖重点非煤矿山的感知网络。

2）结合非煤矿山致灾因素和指标，建立非煤矿山安全风险预警评价指标体系和智能风险分析模型，利用人工智能和机器学习，积累优化模型知识库，研判出非煤矿山安全生产风险等级，开展企业和区域安全风险画像，构建非煤矿山安全生产风险“一张图”。

3）根据非煤矿山安全生产风险分析评估预警结果，着眼于突出风险点、高风险非煤矿山企业的灾害预警、预判，完善“监测预警一接报消警一核查反馈”闭环管理机制，实现“智能分析、预测研判、闭环管理”的目标，为精准执法、精准施策提供技术支撑，提升监管执法效率，遏制安全生产事故发生。

4）将非煤矿山安全生产监管一张图与省数字政府省域治理“一网统管”“三态势、一趋势”的业务融合，提升数据治理能力，推动多源数据融合，数据共享，满足统计分析、趋势分析、多维查询、透视分析等要求，通过监管和预警数据发现问题、发现规律、发现趋势，实现对全省非煤矿山行业风险管控、预警分析、态势研判，服务应急管理部门回归监管职能本位，真正落实“放管服”工作要求，构筑一道非煤矿山安全风险防控防火墙。

（2）生产效率提升需求分析

矿产品的生产加工主要在矿石加工系统内进行，系统内主要为粗碎、中细碎、筛分、制砂、物流和除尘设备，车间内作业环境嘈杂，不适合人员长期现场作业。同时作为连续性的工艺生产线，每条产线内的某一台设备出现故障后将会对整个项目的产能造成影响，每天造成的直接经济损失巨大。矿石加工系统作为一种生产骨料产品的生产线，在生产过

程中也需要对产品质量进行动态监测和控制，确保产品质量时刻保持在最优状态，尽量减少因毛料质量波动、机械设备等情况造成的产品质量波动。

1）对关键生产指标（水量、污染物浓度、水位等）、生产运行数据（设备开关、电流、电压等）的自动采集、远程实时监控、智能预警，以及化验、电耗、药耗、生产计划、成本数据等各种生产数据，提供实时运行监测、工艺过程控制、运行异常预警、优化运行决策等功能，实现完整的智能水处理，通过对废水处理后浓度的监测与砂子产品质量进行关联，不断优化经处理后的废水浓度，以期达到降耗的目的。

2）质量管理关乎着工厂的实质效益，通过实验室质量检测和在线检测设备，实现对工厂生产过程管理、产品出厂等的检测。对于质量管理中出现异常的情况，可以实时获取生产设备的情况，如对应破碎机的开度、功率、给矿量的信息，进一步保证产品质量。

3）当项目运行一段时间，积累一定数据量后，利用大数据技术和人工智能技术，对设备故障进行识别和早期预警，对设备进行预测性维护，对产品质量进行动态监控，同时利用自动化系统进行全自动反馈调节，实现真正的智能化骨料工厂。

4）通过构建工艺仿真算法模型，达到持续监控矿石加工厂的生产状态，优化设备运行参数，提高设备负荷率的目标。

（3）资源优化需求分析

需满足绿色矿山生产要求，对影响环境指标的各种因素进行分析处理，明确各指标是否在合理范围内，对异常指标能够及时报警。

提高设备的运行效率和减少设备生产运行计划外停机，保证生产的连续性，将带来可观的经济价值。通过结合现场实际生产状态，科学合理地确定备品备件的使用及采购储备情况，实现备件资源与需求之间的高效对接和资源配置最优化。

（4）成本控制需求分析

智能化矿山建设需要有一个强大的管理平台做支撑，以满足项目成本控制。通过对现场管理中的设计、质量、安全、进度、资源等关键工程要素管理，对传感器采集数据进行监测与预警分析，打造服务于现场管理的移动端应用场景，强化参建各方的协同工作，为项目管理提供便捷、高效的管理途径。

为项目公司提供对上对下管理系统，保证各区域各部门之间数据互通，提高管理决策效率。实现根据计划如何安排资源生产，核算生产的人力、材料、设备、能耗等成本，根据销售市场情况，调节生产策略。

针对项目开采、加工、运输和销售各个环节的数据没有建立相应的关联和统一关系，项目对生产中的成本管控涉及的指标分析不够全面，难以对生产成本进行精准把控、快速反应和统一调度。

7.1.1.2总体设计

（1）总体架构设计

结合项目特点，构建“1+1+1+N”智能平台架构（一张标准化传输网络、一个标准化数据中心、一个基础平台和N个生产业务子系统），实现对矿山开采、矿石加工一张标准化传输网络。

（2）总体功能设计

1）一张标准化传输网络

包括工业控制网、监测监控网、管理办公网和基础配套设施等在内的各类通信网络建设内容。针对不同的业务功能和需求选用不同的网络框架和数据传输方式：

在工业控制环节如主机设备、辅助设备、发运设备，利用工业数据传输协议通过接线将数据传输至工业控制环网，并在工程师站进行集中控制，对外网络做好充足的隔离和防护；

对不涉及控制需求的传感设备，如环境监控、视频监控、车辆门禁、用水/电量监控，利用专用数据接口和光纤直接对接至外网平台；

对不便于布设有线网络的传感设备，如人员监控、车辆监控、溜井监控、长胶监控，利用专用接口和4G/5G无线传输方式将数据对接至外网平台。

2）一个标准化数据中心

聚焦矿山安全生产应用场景，具备并行处理海量数据能力，对矿山生产中人员、设备和环境产生的数据进行统计和分析，对海量数据进行挖掘和知识发现，协助企业经营管理者进行精细化管理和科学决策。针对开采、运输、加工、廊道输送、仓储各业务场景，设置统一的数据采集与传输标准，使各业务模块数据在数据中心中归集。对收集数据的安全性、样式、字段等做规范化要求，确保数据规格统一。

数据中心能够将原先分散在不同系统中的生产信息集中起来统一处理和分析将收集到的数据封装成数据服务，实现数据中转和对外发送的标准化，对数据进行进一步的价值利用做基础。

3）一个基础平台及N个生产业务子系统

打造全矿山智慧管控一站式管理平台，提供手机端、电脑端和中控大屏端三端同步的应用，其中手机端快速直观展现项目生产运营情况，电脑端提供项目生产精细化管控工具，中控大屏端用于项目生产运营集中控制。基于一站式管理平台，针对开采、工厂、运输、生产业务和生产管理提供符合项目的应用，同时框架具备可扩展性和兼容性，可以增加和扩充更多的应用以满足后续需要。

（3）总体性能设计

1）平台架构

平台架构层面建设统一数据库及分布式应用（使用B/S架构）；现场采集数据方面应用物联终端设备，应用WebGL协议，在浏览器中流畅显示数字化孪生场景并使用智慧化平台，增强系统的便捷性与实用性。预留第三方系统接口，以便不同管理系统平台集成；分功能上线以增强系统稳定性与科学性。本次设计中在保障技术先进的数字矿山系统构架基础上，通过对矿山建设全过程智慧化管控，自动化智慧化管控有效节省人员设备成本，从而提升矿山开采工作利润。本次平台设计本着经济合理的建设原则，建立直观有效的平台环境，节省投资，实现系统效益最大化。

2）业务集成

高度集成管控，定制化开发，提升矿山开采、生产、发运工作高效、有序进行。通过对四大系统的集成化设计，实现统筹全局性掌控矿山生产全过程工作，推进精细、高效、集约化管控，使得矿山资源合理有效利用、环境绿色生态、管理降本增效，推进绿色矿山建设。系统使用便捷高效，先进性强，兼容性强。

3）界面开发

系统设计全面贯彻面向最终用户的原则，建立友好的用户界面，保障和提高系统的可迭代性，使操作简单、直观、灵活，易于学习掌握，便于用户使用和管理，同时实现可升级、可附加、可扩展，可维护、可恢复（24小时），且满足安全保密要求。以发挥系统的最大实际效益。

4）模型建设

倾斜摄影模型、BIM模型基于统一坐标总装，系统数字孪生空间模型支持浏览查看、测量等基本操作。

5）地图响应

充分考虑地图底层在定位精度、响应速度及调用逻辑上的合理性，实现地理坐标位置信息快捷和最优响应。

6）数据分区

本次系统管理区数据建设基于一个数据中心进行统一数据管理。融合三维建模数据、生产组织数据、人员、设备定位数据、安全环保数据、产品生产等。根据数据内容，划分实时数据库、关系数据库、空间数据库。通过对数据分类、转存、存储，在三个系统中进行调用处理。实现数据共享、数据备份与数据迁移的功能。

（4）总体技术要求

本项目智慧矿山系统在技术上应达到以下几项技术要求：

1）涉及的业务数据应符合国家或行业相关标准规范的要求；

2）应用支撑服务和业务应用建设成果，应保证可运行可实施，达到功能需求，支持深化拓展，在约定时间内数据完整性可保存、可恢复。

3）采用开放性好、标准化强的技术建设平台软件开发，保障系统易于扩展业务流程和不断丰富其功能。

4）容错性应用支撑服务和业务应用建设成果，提供身份认证、授权，审核及信息提示，数据软删除等方式，使系统在实际运行时能够及时发现程序设计错误，采取补救措施，以提高软件可靠性，保证正常运行。

7.1.2 智能管控平台及通信系统

7.1.2.1 基础网络

（1）网络架构

整体网络设计遵循区域化、层次化、模块化、可靠性、安全性、先进性和易扩展性的原则，整个矿区网络根据业务功能以及物理区域的不同将网络分为工业控制网、监测监控网、管理办公网。生产区主要部署工业控制网、监测监控网（视频监控、智能监测、门禁），以确保生产过程的实时监控和优化控制。管理区则部署了管理办公网（数据中心、业务办公），以提供高效的信息管理和服务支持。

（2）网络建设方案

1）工业控制网

工业控制网覆盖开采区、矿山加工区、廊道区、矿石加工区，通过各个区域的接入交换机与核心交换机组成环网。该环网承自动化控制系统监控数据流的上传和指令下发。因工业网络承载着重要的生产数据，所以必须确保网络的安全性，保证核心设备、数据存储设备的冗余，提高整体运行的稳定性、可靠性和安全性，使得意外发生生产业务不中断。

2）监测监控网

监测监控网覆盖矿山区、加工区、办公区等区域，通过各个区域的接入交换机与核心交换机，形成一个包含多个区域的监测监控网。该网主要负责承载监测和监控的数据及流量，对矿石铲装运输设备的运行，生产设备状态等情况进行实时监控，及时发现意外或者危险的发生。保证矿区负责人对全矿范围内的环境，人员，及生产流程进行迅速、直观明了的监测，监控。

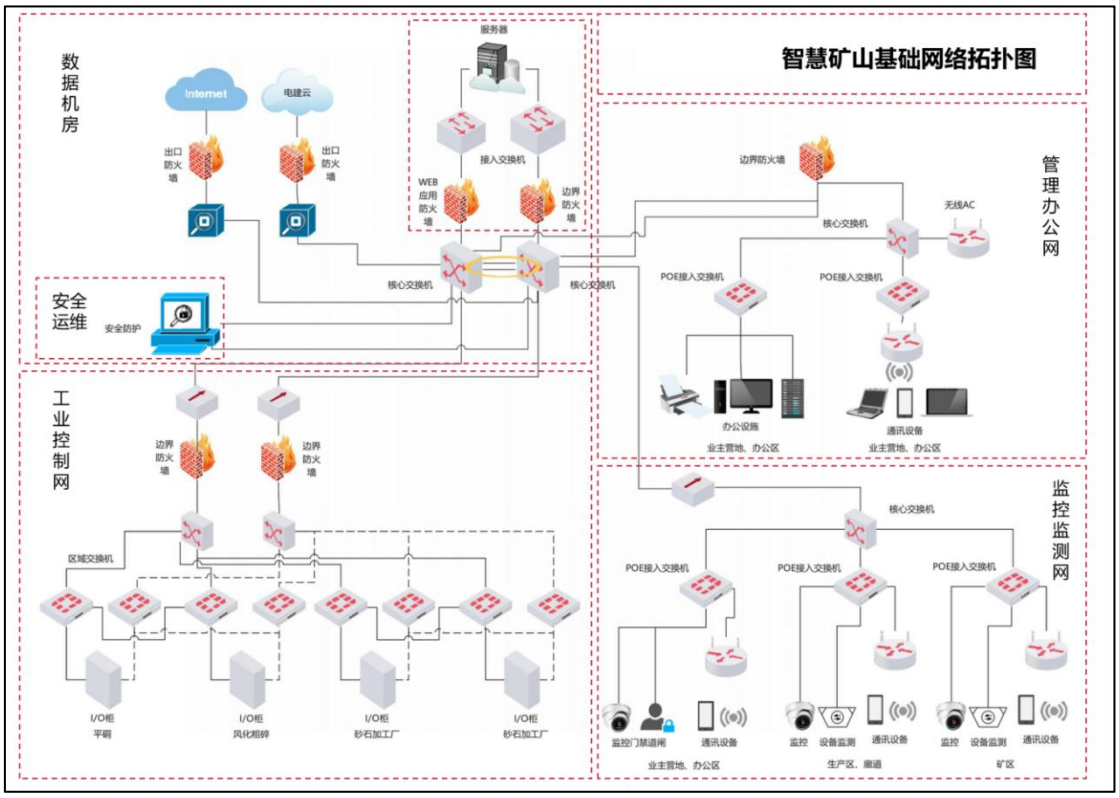


图 7.1-1 基础网络架构图

3）管理办公网

办公信息主干选用千兆光纤方式传输，布线系统采用环形结构方式，各信息点采用网线接入就近交换机，语音业务采用内部短号通讯方式，在营地接入运营商公网。

（3）网络安全

按照国家信息安全等级保护制度相关要求进行同步规划，构建一套统一管理的多重安全防护保障体系，以安全管理为核心，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、应用安全、主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等的技术体系。

聚焦基础设施层的内外网安全、工业控制网安全及安全管理系统平台等方面，特别要重视工控网安全防护建设。通过信息安全体系实现统一管控，形成主动防御、综合防护的技术保障体系，提高信息安全风险感知能力和防控能力。



图 7.1-2 网络安全架构图

根据业务系统功能模块的安全级别进一步分为安全I区、安全II区、安全III区、安全IV区，不同安全区域对应不同的安全级别。整个基础网络根据业务功能以及物理区域的不同将网络分为工业控制网、监控监测网（包含智能监测网和视频监控网）、数据中心网及业务办公网。生产区主要部署工业控制网、监控监测网，以确保生产过程的实时监控和优化控制。管理区则部署了数据中心网和业务办公网，以提供高效的信息管理和服务支持。而根据业务功能的安全级别进一步将分为安全1区、安全I区、安全山区、安全IV区，不同安全区域对应不同的安全级别。这种区域化的网络规划方案有助于提高矿区网络的可管理性和可维护性，同时也提升了网络的安全性。通过将不同的业务功能划分到不同的区域，可以更好地隔离和保护关键数据和系统，有效应对安全威胁和潜在风险。同时，这种划分也便于网络配置、监控和故障排除，提高了整个网络的稳定性和可靠性。带来了更高的效率、可靠性和安全性，提供了良好的基础设施支持，以满足矿区的生产需求和管理需求。

7.1.2.2 机房建设

机房集中承载矿山开采、生产、发运、安全生产等全工程数据存储、管理、应用、计算业务，实现数据机房基础设施共享，网络资源共享和数据信息共享，为整个矿山生产提供可靠的基础设施共享平台。

机房设计符合国家相关机房工程标准，对电磁干扰、静电危害等进行隔离、消除；同时应保证运营方开展各项业务的需要，以实用、简洁、美观为原则。机房建设遵循《数据中心设计规范》（GB50174-2017），根据项目需求机房按照C级标准建设，UPS、动环监测按B类建设。

本项目建议采用微模块化机房的建设方案，微模块化机房集UPS、供配电、机柜、动环监控一体化，结合机柜系统、制冷、供配电、集中监控等系统于一体，充分冗余设计，保障微模块机房及设备安全可靠运行。

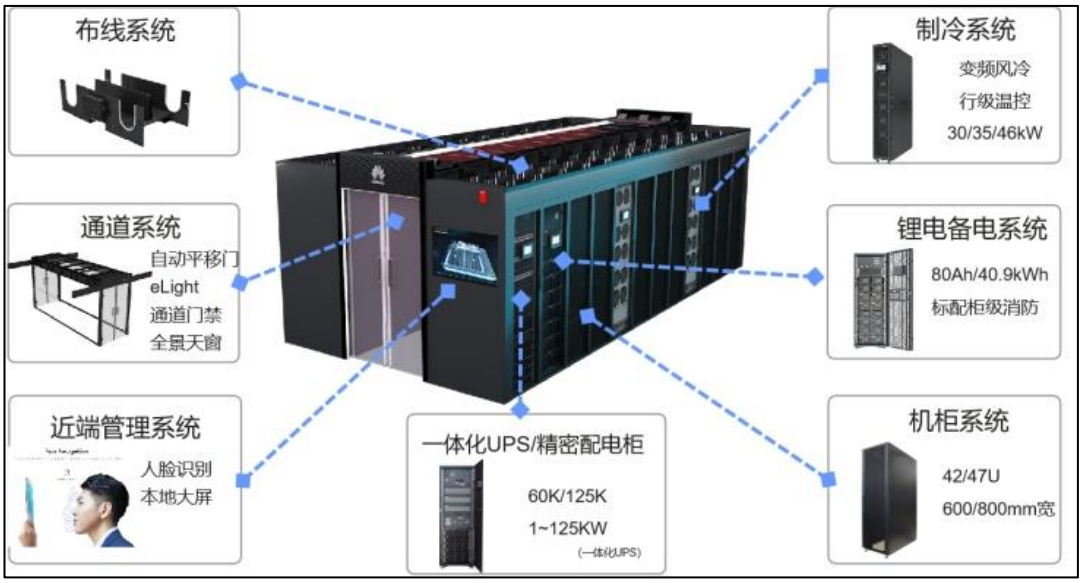


图 7.1-3 微模块机房示意图

7.1.2.3 计算机数据中心

数据中心由物联中心和数据管理中心构成，负责矿山数字化管理平台的数据统一管理以及对区域级管控平台推送数据。

各类矿山工业设备系统、监控设备和传感器采集到的数据，采用工控协议等方式将业务数据对接至物联中心，在物联中心内处理后汇总至数据管理中心，当设备支持数据库推送数据时，也可以采用数据库对接方式直接将业务数据提供给数据管理中心。物联中心作为对接物联网设备的中枢，能够支持多种常用工控协议，同时可以满足自定义接口设计。

数据管理中心采集到的数据通过数据库和标准接口，实现和矿山企业数字化管理平台之间的数据相互传递，是矿山企业数字化管理平台的数据传输中枢和数据处理中心，通过集成《智慧矿山分类和编码标准》、《智慧矿山信息系统接口和集成标准》、《智慧矿山数据元标准》等规范内的要求，可实现各类生产业务数据的统一清理和标准化应用。

本项目采用标准统一、接口兼容、网络集成、资源共享、开放包容的智慧矿山体系，实现软件、硬件、平台的通用性、可移植性和扩展性。通讯网络使用专线网络实现区域与项目的网络大连接，满足数据采集、数据传输、数据处理、数据存储的需求。为了达到砂石矿山整体经营效益目标，实现数据综合分析及利用，智慧矿山数据接口采取以下方式：将生产状况、安全状况、经营状况等业务数据传送至矿山企业数字化管理平台与区域公司

。

（1）数据采集

项目主要是通过物联中心采集实时数据，实时数据采集主要是从自动化系统、安环监测监控系统采集数据：

其中自动化系统包括加工控制、人员定位、边坡监测、智能采掘、智能供配电及智慧安防系统等。

物联中心平台可根据业务对实时数据频率要求，配置对应采集频率将实时数据从各个自动化控制系统采集汇聚到矿山数据中心，存储在关系数据库。

本项目数据采集设计的上述系统的位置信息和关键监测数据信息，设备和系统供应商需免费提供接口方式对系统进行采集。

（2）数据存储

1）离线数据存储

离线数据存储主要是本系统使用过程中产生的低频率的结构化数据的存储，直接保存在数据仓库文件系统中，然后通过清洗分类后，保存在MySQL等数据仓库中，以方便提供给不同的应用使用。

2）实时数据存储

实时数据存储主要是高频的结构化数据的存储，这些数据保存在实时数据库管理系统中，而本项目需要经常访问的数据直接从业务系统中抽取出来保存在MySQL关系数据库中。其中实时数据库管理系统存储的数据主要适用于需要对海量数据进行挖掘分析，而MySQL关系数据库的数据主要用于对相关的指标数据可视、监控和提前预测。

3）文件数据存储

半结构化和非结构化数据，如视频、图片及其它文件（如EXCEL、PDF），以及包含在分布式文件系统上。对这些数据的描述信息，包含文件名、存储地址、标签等信息，保存在MySQL数据库中。

7.1.2.4 指挥中心

指挥中心是以网络信息为基础，集视频、图片、语音、地理位置等信息为一体、各系统有机互动为特点的信息化决策支持基础设施。通过集成的智慧矿山系统、可视化决策系统、视频监控系统、网络通讯系统将生产指挥与调度集成在一个管理体系中，通过共享指挥平台和信息平台，实现集中处理、及时研判、快速响应、统一指挥。

指挥室大屏可根据生产实际分区显示开采、生产、发运、安全等系统画面或集中回传远程视频信号。

7.1.3 监测监控系统

7.1.3.1 人员定位系统

（1）人员定位管理

进入开采区现场人员佩戴的智能安全帽具备定位模块等，可实现人员位置信息远程回传。通过系统后台将安全帽与人员姓名进行绑定，实现一人一帽的管理制度。系统可实时获取前端作业人员的位置信息，通过与数字孪生应用对接，可实施查看进入开采区各人员位置。

（2）人员轨迹查询

进入开采区人员通过智能安全帽可实现位置信息的实时回传。系统可将其回传的位置信息进行本地存储，通过地图标注的方式，可对各现场移动人员进行实时轨迹追踪和历史轨迹查询。



图 7.1-4 人员定位系统示意图

7.1.3.2 边坡监测

（1）边坡安全监测等级划分

该矿露天最终边坡的最大高差达106m，根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）3.0.5～3.0.6 条规定，边坡危害等级为Ⅰ级（很严重），边坡工程安全等级划分为Ⅰ级。

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》。按照边坡高度划分，该矿边坡属于中高边坡（100＜H＜200m），边坡高度等级指数H为3；按照总体边坡角划分，最高边坡位置的最终边坡角25.7°，该矿边坡属于斜坡，坡度等级指数A为2；该矿水文地质条件、工程地质条件均为中等型，则采场边坡的地质条件等级指数G为2。

表 7.1-1 边坡高度等级划分

边坡高度等级H	分类名称	高度
1	超高边坡	大于500m
2	高边坡	200m~500m
3	中高边坡	100m~200m
4	低边坡	小于100m

表 7.1-2 总体边坡角等级划分

边坡等级指数A	分类名称	总边坡角度
1	陡坡	大于42°
2	斜坡	30°~42°
3	缓坡	小于30°

综合边坡高度等级指数**H**、坡度等级指数**A**以及地质条件等级指数G，采场边坡的变形指数D为7。结合采场边坡安全系数F在各种工况下均大于1.15，采场边坡滑坡等级S为3级。

表 7.1-3 采场边坡监测等级划分

安全监测等级	变形指数D	滑坡风险等级S
一级	3或4	1
二级	5或6	2
三级	7或8	3
四级	9或10	4

（2）监测指标及要求

综合边坡高度等级指数**H**、坡度等级指数**A**以及地质条件等级指数G，采场边坡的变形指数D为8。结合采场边坡安全系数F在各种工况下均大于1.15，采场边坡滑坡等级S为3级。最终确定采场边坡监测等级为三级。

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T2063-2018）和《湖北省非煤矿山安全生产风险监测预警系统建设技术指导书6.0版本》，根据该矿最终边坡高度及矿山地质条件，本次设计中边坡监测应测指标为表面位移监测、内部位移、裂缝监测、质点速度监测、地下水监测、降雨量监测及视频监控。

表 7.1-4 边坡安全监测内容

安全监测等级	变形监测			水文气象监测	边坡视频监控	开采区视频监控
	表面位移	内部位移	边坡裂缝	降雨量		
一级	应测	应测	应测	应测	应测	应测
二级	应测	应测	应测	应测	应测	应测
三级	应测	应测	应测	应测	应测	应测
四级	应测	一	应测	宜测	应测	应测
应测项：必须监测。 宜测项：尽量创造条件监测。						

表面位移监测：包括表面水平位移和竖向位移，边坡安全监测等级为二级，应采取实时在线监测，并设专人对监测异常数据及时反馈处理，监测基点设置应不少于3个，且设在稳定区域内，测点应与边坡牢固结合，表面水平位移及垂直位移监测，应共用一个测点，长期性表面位移测点底座埋入的深度不小于1.0m。

内部位移监测：沿主滑动方向及滑动面范围选取典型的剖面设置监测纵剖面，监测纵剖面水平间距不大于200m；每个监测纵剖面上布设监测孔，监测孔不宜少于3个，孔口垂直间距不大于100m。内部位移监测可参照内部水平位移监测要求布设，应与水平位移监测点结合布置。

边坡裂缝错位监测：采用位错计进行监测，在典型裂缝或疑似不稳定的裂缝设置位错计；位错计设于边坡表面或坚硬原岩处。裂缝出现时应逐日观测，稳定后每周观察1次，直到裂缝不再发展为止。

质点速度监测：在离爆破中心位置由近及远布置测点。已经形成的最终边坡的爆破振动速度监测测点应设在主滑方向最底部坡脚处，测点不少于3个；未形成最终边坡、或最终边坡出露高度小于50m时，应设置在边坡主滑方向的临时边坡面坡脚处，测点不少于3个。

地下水位监测：根据地质情况、边坡潜在滑动面位置和渗流场特征确定纵断面上的监测点布置，每个纵断面在边坡坡顶，边坡中部位置、边坡坡底布置测点，不少于3个，纵断面间距不大于100m，埋置深度应控制在地下水位之下3~5m。地下水位监测每月不少于1次，当水位上升或恶劣天气时，应每日进行观测。

降雨量监测：矿山应建立雨量预报监测系统，应实时显示降雨量，统计日降雨量、月降雨量和年降雨量，并生产报表。雨量监测方法按照SL21要求，允许误差不大于0.1mm。

视频监控：对采场边坡进行宏观视频监控，监控范围覆盖主要坡面，视频监控支持摄像机编号、时间、事件等信息对监控图像进行备份、查询、回放。

（3）监测基础数据

1）边坡基础信息

边坡基础信息包括露天矿山名称、边坡编号、边坡名称、边坡地址、设计边坡高度、设计边坡角、现状边坡高度、现状边坡角等。

表 7.1-5 露天边坡基础信息表

序号	中文字段名	必填项	备注
1	露天矿山名称	是	
2	露天矿山类型	是	煤矿、金属矿山、非金属矿山、其它
3	边坡编号	是	Key，见附录A“2.边坡编号”
4	边坡名称	是	
5	边坡地址	是	
6	经度	是	CGCS2000大地坐标系，取设计采场边坡中间点经度
7	纬度	是	CGCS2000大地坐标系，取设计采场边坡中间点纬度
8	设计边坡高度	是	单位：m
9	设计边坡角	是	单位：°
10	现状边坡高度	是	单位：m
11	现状边坡角	是	单位：°
12	是否建立在线监测系统	是	是/否
13	在用状态	是	默认为ture，在用：ture，不在用：false
14	同步时间	是	录入格式：yyyy-MM-dd HH24:MI:SS
15	企业法人代表姓名	是	
16	企业法人代表联系电话	是	11位手机号码
17	矿长姓名	是	
18	矿长联系电话	是	11位手机号码
19	调度室座机号码	是	区号-号码
20	运行状况	是	见附录A“4. 企业运行状况”
21	填报日期	是	录入格式：yyyy-MM-dd

序号	中文字段名	必填项	备注
22	填表人电话	是	11位手机号码

2）GNSS设备信息

GNSS设备信息包括设备编号、设备名称、安装日期、安装位置、生产厂家等，具体数据项见下表。

表 7.1-6 GNSS设备信息表

序号	中文字段名	必填项	备注
1	设备编号	是	Key，见附录A“3.监测设备编号”
2	设备名称	是	
3	安装日期	是	yyyy-MM-dd
4	安装位置	是	
5	经度	是	CGCS2000大地坐标系
6	纬度	是	CGCS2000大地坐标系
7	高程	是	CGCS2000大地坐标系
8	生产厂家	是	
9	设备在用状态	是	
10	蓝色报警值	是	单位：mm
11	黄色报警值	是	单位：mm
12	橙色报警值	是	单位：mm
13	红色报警值	是	单位：mm
14	同步时间	是	录入格式：yyyy-MM-dd HH24:MI:SS

3）视频监控设备信息

视频监控设备信息包括设备编号、设备名称、安装日期、安装位置、生产厂家等，具体数据项见下表。

表 7.1-7 视频监控设备信息

序号	中文字段名	必填项	备注
1	设备编号	是	Key，见附录A“3.监测设备编号”
2	设备名称	是	
3	安装位置	是	
4	经度	是	CGCS2000大地坐标系
5	纬度	是	CGCS2000大地坐标系

序号	中文字段名	必填项	备注
6	高程	是	CGCS2000大地坐标系
7	生产厂家	是	
8	在用状态	是	默认值为ture，在用：ture，不在用：false
9	同步时间	是	录入格式：yyyy-MM-dd HH24:MI:SS

（4）采场边坡监测内容

本项目矿山为新建大型露天矿山，边坡监测等级为三级，主要监测开采形成的最终边坡，边坡监测拟采用DM SMS边坡在线监测系统，通过无线智能传感技术、物联网技术、云计算技术、嵌入式技术、通信和多媒体信息技术等多种技术融合的监测平台，对矿山进行实时在线监测，并及时进行数据处理分析，反馈监测结果。



图 7.1-5 边坡在线监测系统

1）表面位移

①表面位移监测方式：采用GNSS在线监测方法和人工监测相结合，表面位移监测包括水平位移和竖向位移监测。在已形成最终边坡的剖面上设置监测断面，沿垂直边坡方向布置三处监测点，分别位于边坡顶部、中部及坡脚位置，沿边坡纵向每隔100m设置一处监测断面，在潜在沉降和位移较大地段加密设置监测断面，并根据实时监测数据注意以下事项，若有异常及时采取处理措施。同时设置3个GNSS基准站，监测控制点布设在距边坡较远且不易被破坏的稳定位置。基准站采用卫星定位服务系统，通过建设一定数量的连续运行的全球卫星定位系统基准站，利用卫星定位技术、计算机网络技术、通信技术、向社会提供精确定位、实时定位和移动目标导航等空间位置信息的服务系统。

②监测断面及监测点布置：沿边坡纵向每隔100m设置一处监测断面，在监测断面上每45m高差布设一个监测点，位移监测点沿边坡主滑动方向呈直线布置。位移监测断面及监测点主要设置在北侧顺层边坡上，共设置7条监测断面，共计3个在线监测基准点、8个在线监测点，6个人工监测点。人工监测采用位移监测桩，采用水泥桩埋入台阶内，出露高度在0.5m，并设置测杆。表面监测断面及基准点位坐标值见下表7.1-8，边坡监测点位布置示意图见下图，详见附图开采终了平面图。

表 7.1-8 表面监测断面及基准点位坐标值

剖面	X	Y	剖面	X	Y
D1	3300931.4	38481228.2	D5	3300040.4	38480830.4
	3300700	38481224.7		3300075	38480830.4
D2	3300905.4	38481119.2	D6	3300235.4	38480976
	3300701.4	38481124.7		3300234.9	38480946.6
D3	3300693	38481021	D7	3300714.8	38481539.1
	3300868	38481005.4		3300897.1	38481665
D4	3300839	38480898			
	3300686	38480922.2			
基准点	X	Y	基准点	X	Y
JZ1	3300476	38481630	JZ2	3299935	38480780.0
JZ3	3300356	38480165			

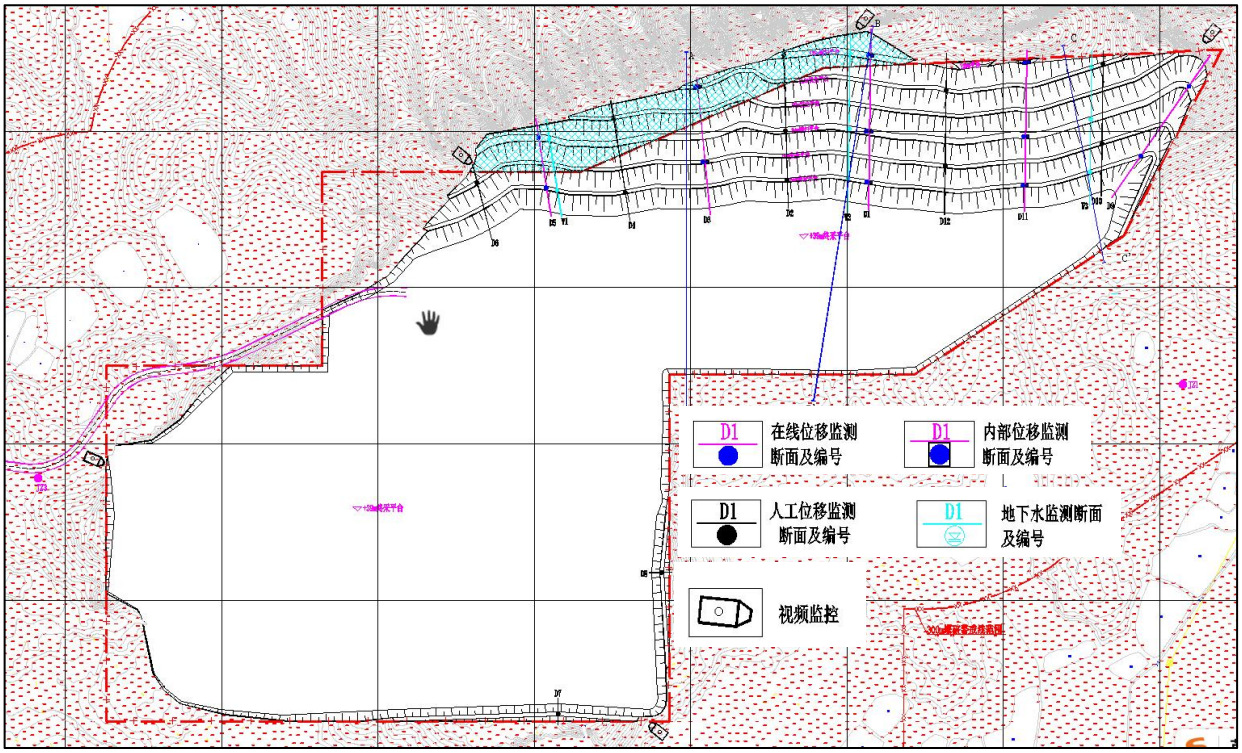


图 7.1-6 采场边坡监测点位布置示意图

③预警设置

一级预警阈值：水平方向上连续5天日平均位移速率超过10mm/d且位移方向基本一致:5日累计位移超过50mm、期间日平均位移速率超过5mm/d且方向一致并未见收敛。垂直方向上按水平方向的1倍值控制。

二级预警阈值：水平方向上连续5天日平均位移速率超过8mm/d且位移方向基本一致:5日累计位移超过40mm、期间日平均位移速率超过4mm/d且方向一致并未见收敛。垂直方向上按水平方向的1倍值控制。

三级预警阈值：水平方向上连续5天日平均位移速率超过6mm/d且位移方向基本一致:5日累计位移超过30mm、期间日平均位移速率超过3mm/d 且方向一致并未见收敛。垂直方向上按水平方向的1倍值控制。

四级预警阈值：水平方向上连续5天日平均位移速率超过4mm/d且位移方向基本一致;5日累计位移超过20mm、期间日平均位移速率超过2mm/d且方向一致并未见收敛。垂直方向上按水平方向的1倍值控制。

监测系统运行稳定后可将实际监测数据报露天矿山开采设计单位并对预警值进行重新计算和优化调整。预警值应结合年度边坡稳定性分析报告设置，并根据实际情况动态更新，至少每半年核定一次。

④监测频率

对边坡变形监测进行实时监测，监测期间，个别监测网点和监测点被破坏时，及时恢复，并对进行监测结果的校核。人工监测应每月不少于1次，在雨季和融雪季节应每半月进行一次。

⑤通讯、供电及防雷

采场表面位移监测设备输出的数据为4G信号，移动网络传输至监控中心服务器，保障数据传输的安全性和可靠性。供电采用太阳能板进行供电，并设置有蓄电池。采用避雷针进行直击雷防护，使用单项电源避雷器、天馈防雷器实现对感应雷的防护。

2）边坡内部变形：采用多点位移计（或钻孔倾斜仪）对边坡深部变形进行监测。在北侧边坡设置3个监测断面，共设置6组多点位移计。

3）质点速度监测：在矿山开采过程中，利用爆破测振仪进行质点速度监测。随着工作面的推进，在爆区附近最终边坡的坡脚处由近及远设置3个动态监测点。据监测和测试结果，限定最大一段起爆药量指导采场边坡爆破生产和爆破振动危害控制，并获取边坡稳定性计算的爆破荷载参数。

4）地下水位监测

在矿区北侧边坡设置1条监测断面，使用电子水位监测仪对每个断面在边坡坡顶、中部位置、坡底布置测点，埋置深度应控制在地下水位之下3~5m。共布置8个地下水监测点，设计每月观测一次，当水位上升或恶劣天气时，应每日进行观测。

表 7.1-9 地下水监测断面坐标值

剖面	X	Y
W1	3300696.4	38481200.2
	3300928.4	38481204.7

5）降雨量监测：

在粗碎卸料平台处设置BGK-9010雨量/雨量水位监测站，对矿区所处位置的降雨量进行监测、统计，采用太阳能供电方式，极低功耗控制，在无日照情况下，能正常工作3个月。BGK-9010雨量/雨量水位监测站实时显示降雨量，统计日降雨量、月降雨量和年降雨量，并生产报表，为矿山提供雨量监测预报。

预警设置：国家气象局对降水量级别的划分如下：24小时内的降水量称之为日降水量，凡是日雨量在10mm以下称为小雨，10.0～24.9mm为中雨，25.0～49.9mm为大雨，暴雨为50.0～99.9mm，大暴雨为100.0～250.0mm，超过250.0mm的称为特大暴雨。即：

小雨：日降水量小于10mm。

中雨：日降水量10～25mm。

大雨：日降水量25～50mm。

暴雨：日降水量50～100mm。

特大暴雨：日降水量200mm以上。

现参考降雨级别对降水量推荐预警设计如下：

一级预警值：3小时内降雨量将达100毫米以上，或已达100毫米以上且降雨可能持续。

二级预警值：3小时内降雨量将达50毫米以上，或者已达50毫米以上且降雨可能持续。

三级预警值：6小时内降雨量将达50毫米以上，或者已达50毫米以上且降雨可能持续。

四级预警值：12小时内降雨量将达50毫米以上，或者已达50毫米以上且降雨可能持续。

监测系统运行稳定后可根据当地水文雨量资料以及实际监测数据对预警参数进行优化调整。

5）视频监控

视频监控：在矿区边坡安装5台高清网络球机，大致位置见图7.1-6，在开采工作面设置2台可移动高清网络球机，位置随着工作面调整。摄像机离监控室（值班室兼）最远1.8千米，空旷无阻挡，全部采用无线数字网桥传输。矿区环境复杂，安装7台高清网络球机，

球机红外夜视200米。7台球机的视频数据分别接入5台远距离无线数字网桥传输设备ST58T8G中作为发射，接收端采用4台ST58T8G接收，每台接收设备接收前端2台ST58T8G发射过来的视频信号之后，进入监控室网络交换机，7个监控画面用电脑查看，工作人员可以实时查看矿区现场情况，对所有监控视频24小时录像存储。通过监控软件可以对前端云台镜头实现远程遥控。

①图像质量要求

系统内音视频信息的显示、存储、播放具有原始完整性，即在色彩还原性、图像轮廓还原性（灰度级）、事件后继性等方面均将与现场场景保持最大相似性（主观评价），系统运行初期监管画质不低于D1（或4CIF），宜采用网络高清（不低于720P）监管效果，采用GB/T28181协议对接。系统内视音频信息的显示、存储、播放具有原始完整性，即在色彩还原性、图像轮廓还原性（灰度级）、事件后继性等方面均将与现场场景保持最大相似性（主观评价），最终显示图像不低于四级图像质量。

②接入方式

视频监控联网系统由国家矿山安全监察局、省级矿山安全监管监察部门、露天矿山企业组成，以国家矿山安全监察局为骨干节点，实现露天矿山工业视频的汇聚联网。省级矿山安全监管监察部门视频管理系统节点为接入节点，实现视频流转，接入露天矿山企业各类图像信息资源，系统逐级级联构成联网系统。具体接入方式如下：

省级矿山安全监管监察部门视频管理系统与露天矿山企业或下级单位视频管理系统之间通过专线/VPN/互联网等传输，采用GB/T 28181国标协议对接。省级矿山安全监管监察部门视频管理系统可调取各露天矿山视频管理系统授权的视频资源，包括实时视频与历史视频，其中视频图像存储在露天矿山企业本地，且至少保存30天。

（5）排土场监测

本次排土场监测参照采场边坡监测，监测指标为表面位移监测、质点速度监测、地下水监测、降雨量监测及视频监控。质点速度监测、地下水监测、降雨量监测同矿山采场共用，不单独设立。

1）表面位移

①表面位移监测方式：采用人工监测，表面位移监测包括水平位移和竖向位移监测。在已形成最终边坡的剖面上设置监测断面，沿垂直边坡方向布置监测点，位于边坡顶部位置，沿边坡纵向每隔100m设置一处监测断面，在潜在沉降和位移较大地段加密设置监测断面，并根据实时监测数据注意以下事项，若有异常及时采取处理措施。

②监测断面及监测点布置：沿边坡纵向每隔100m设置一处监测断面，在监测断面上每10-15m高差布设一个监测点，位移监测点沿边坡主滑动方向呈直线布置。共设置3条监测断面，共计8个人工监测点。人工监测采用位移监测桩，采用水泥桩埋入台阶内，出露高度在0.5m，并设置测杆。表面监测断面及点位坐标值见下表7.1-10，监测点位布置示意图见下图7.1-7。

表 7.1-10 表面监测断面及基准点位坐标值

剖面	X	Y	剖面	X	Y
D13	3300640.4	38481136.2	D14	3300676.4	3848136.4
	3300516	38481224.7		3300611	38481424.4
D15	3300559.4	38481337.2			
	3300663.4	38481129.7			

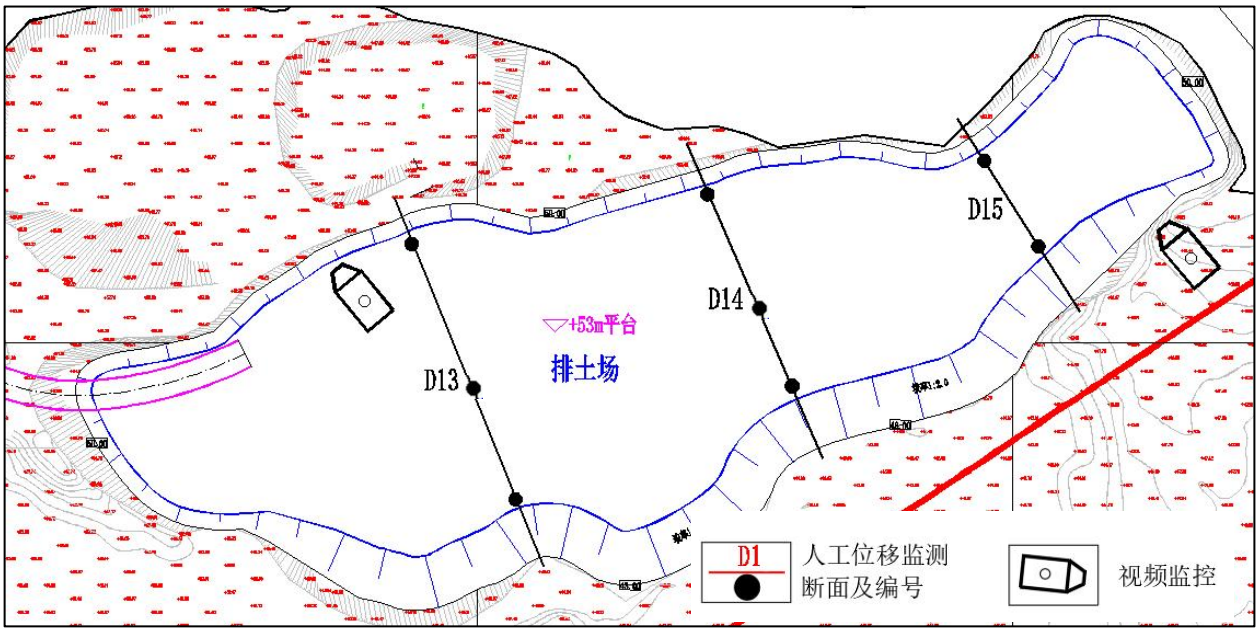


图 7.1-7 排土场边坡监测点位布置示意图

2）视频监控

视频监控主要对排土场边坡进行宏观视频监控，监控范围应覆盖主要坡面。视频监控图像质量的指标应符合GB50198的规定；视频监控的功能与设计、设备选型与设置、传输方式、供电等应符合GB50395的规定；视频监控应支持按摄像机编号、时间、事件等信息对监控图像进行备份、查询；视频监控应具有夜视功能或配备辅助照明装置。

在排土场上部作业面和下部设置2个视频监控，具体布置示意图见图7.1-7。

（6）系统通讯、供电

监测系统以无线通讯结合有线通讯实现网络互通，自动化雨量监测点使用网线将雨量数据传输至控制中心，表面位移监测点通过无线网桥将数据传输至控制中心，视频监控采用光纤将数据传输至控制中心，系统对外通讯采用固定IP 或动态域名宽带网络。

设计采用无线传输模式，即使用DTU（GPRS）通讯方式完成通信任务。DTU传输方式即采用GPRS供应商实现通信任务，接收机出来后直接接入外置DTU设备，通过GPRS的方式传输到控制中心，但控制中心需要有固定IP。

矿山企业需要配备前置机，前置机需同时具备物联网监测数据和视频监控数据的汇聚、加密认证和上报功能，露天矿企业推荐配备专业的视频智能识别设备。矿山企业前置机能够实时采集和上报边坡变形、雨量数据、监测报警数据和重要场所视频监控等数据上报到上级监管部门。网络要求使用互联网专线链路（需要具备固定IP地址），每路接入上级监管部门的视频监控独立带宽不小于4Mbps。支持断点续传，当企业、省级矿山安全监管监察部门系统、前置机、网络或服务器等产生故障时，数据缓存到本地，在网络状况恢复后，及时上报数据。

为选择合适的网络链路,需要对链路所需带宽进行合理评估,根据数据流的走向,计算出带宽需求。在进行带宽计算时，需要遵循合理的计算公式，具体如下所示:所需链路总带宽=预览所需带宽+回放所需带宽。

根据现场情况，如果边坡位移监测供电采用架空线对于边坡岩体压力很大，容易造成滑坡，如果使用地埋式供电方案，电缆极容易被落石砸坏导致危险产生，故边坡位移监测采用太阳能供电模式。为保证矿区内视频监控持续工作，视频监控采用地埋式供电方案，埋深深度不小于0.2m。

太阳能供电时，后期建设单位需根据当地的日照时间、最长阴雨天气来配置太阳能电池板大小以及蓄电池容量。确保蓄电池能够持续给设备供电。电池板制作安装支架，朝向正南，倾角在40-45°之间，根据当地太阳高度角来确定。注意不要有任何遮挡，否则无法充电，视情况定期清洁太阳能板。蓄电池正负极不要短接，用地埋箱安装，接口处做好防水处理，用防水胶带裹一层再用绝缘胶带绑扎好。

（7）系统防雷及接地

监测系统多重防雷措施并举，包括防直击雷、防感应雷（包括电源防雷、信号防雷、视频防雷）。

1）直击雷的防雷主要采用接闪杆引雷的方式，视频及其他野外设备的防雷采用直径为Φ19mm镀锌圆钢，屋面上的接闪杆采用直径25mm镀锌钢管。采用镀锌钢管制作针尖，管壁厚度不得小于3mm，针尖刷锡长度不得小于70mm。接闪杆由设备厂家成套提供。

接地系统主要包括现场避雷针接地系统、设备箱接地系统，现场值班室接地系统。通过埋设接地桩进行接地防护。接地桩采用50×50角铁，埋设深度1m，接地线与接地桩采用焊接连接，连接处采用涂抹防锈漆等手段，接地电阻不大于10Ω。

2）电源防雷保护

电源线路强电防雷的设计，在各主要电源进口端加强电防雷模块，采用带国标的生产厂家的强电防雷器。

电源PE的阻值不大于10Ω，共用接地应小于10Ω。电源防雷器必须连接在主电路断路装置的输出端，并采用对地并联。电源防雷器的连接引线小于0.5m，并要短而平直。

3）通讯线路防雷保护

在通信线路两端分别加装防雷器，一端靠近传感器，避免由于感应雷造成的电流对传感器的损害；另一个防雷器尽量靠近数据处理设备。

避雷器的接地端与避雷网连接，连接处采用涂抹防锈漆等手段保证导电，接地电阻不大于4欧姆。避雷器存在一定的插入损耗，对于数据信号的强度造成了一定的影响，我们根据实际情况增加信号放大器等相关设备。

（8）预警

依据国家标准和行业规范，参考国内外边坡监测预警的最新研究成果，采用工程类比法并结合数值模拟分析方法，并结合同类矿山现场监测实际情况制定了预警依据，各个类型监测点已经分别设置了预警值。参照《中华人民共和国突发事件应对法》（2024年6月28日修订），在线监测系统设置了4级预警值，分别对应四级预警（蓝色）、三级预警（黄色）、二级预警（橙色）和一级预警（红色），一级为最高级别。

一级红色预警：短时间内滑坡可能性非常大，极易造成人员伤亡。

二级橙色预警：短时间内滑坡可能性大，容易造成人员伤亡。

三级黄色预警：滑坡可能性较大，可能造成人员伤亡。

四级蓝色预警：有滑坡可能性且影响正常生产。

1）发布一级、二级警报，宣布进入预警期后，企业将采取下列措施：

①责令应急救援队伍的人员进入待命状态，并动员后备人员做好参加应急救援和处置工作的准备；

②调集应急救援所需物资、设备、工具，准备应急设施和避难场所，并确保其处于良好状态、随时可以投入正常使用；

③采取必要措施，确保交通、通信、排水、供电等公共设施的安全和正常运行；

④转移、疏散或者撤离易受突发事件危害的人员并予以妥善安置，转移重要财产；

⑤关闭或者限制使用易受突发事件危害的场所，控制或者限制容易导致危害扩大的公共场所的活动；

⑥法律、法规、规章规定的其他必要的防范性、保护性措施。

2）发布三级、四级警报，安排专人进行排查：

①启动应急预案；

②各应急小组特定职责的人员及时收集、报告有关信息，向社会公布反映突发事件信息的渠道，加强对突发事件发生、发展情况的监测、预报和预警工作；

③对突发事件信息进行分析评估，预测发生突发事件可能性的大小、影响范围和强度以及可能发生的突发事件的级别；

预警值设置应结合年度边坡稳定性分析报告设置，并根据实际情况动态更新，至少每半年核定一次。年度边坡稳定性分析报告应设立专章分析近一年的边坡监测情况，并提出下一年度预警值设置建议。

边坡监测设备报警后，根据人员定位轨迹迅速确认附近人员信息，发送撤离指令；同时联动广播发布疏散指令。发现险情时可通过手机、内部程控电话报告、当面口头报告、高音喇叭、敲锣、呐喊、对讲机、拨打手机等方式、方法向公司应急办公室报告险情，或向险情影响范围人员发出险情预警。对于三级和四级预警，由总经理发布预警。对于一级和二级预警，由应急管理部门或政府有关部门发布。

预警发布途径主要有短信息、内部有线和无线通信手段、公司内部工作群等。预警信息内容要求简洁明了，发布方式要高效、快速，以便相关单位和人员迅速获取预警信息。

（9）响应

露天矿山企业是预警响应的责任主体，应建立边坡监测预警分级响应处置机制，并纳入应急预案，通过省非煤矿山安全风险监测预警综合管理系统第一时间进行核实、处理、整改，实现预警信息有效、及时处置和闭环管理。

1）响应准备

在公司应急指挥部带领下，各应急小组在各自应急职责范围内开展应急准备工作。

应急指挥部根据应急救援工作需要制定应急救援方案，下达救援指令，协调指导事故应急救援工作。同时按照事故报告程序要求在一小时内上报事故，并做好事故信息发布。

2）响应程序

①会议召开：应急指挥部总指挥第一时间组织召开会议，研究和部署预警事项。

②信息上报：发出预警后，经应急指挥部总指挥批准，由应急办公室做好信息上报工作。

③资源协调：根据预警研判结果，调动可利用的应急资源，包括应急队伍、社会救援力量、应急物资、抢险设备设施等。

④信息公开：根据预警研判结果，通过县政府授权发布、发新闻稿、接受记者采访、举行新闻发布会、组织专家解读等方式，借助电视、广播、报纸、互联网等多种途径，主动、及时、准确、客观地向社会发布现场状况和应对工作信息。信息发布内容包括预警事项、危险程度、影响范围、可能造成的损失、应对措施、需要公众配合采取的措施、公众防范常识和事件调查处理进展情况等。

⑤后勤及财力保障：根据预警信息研判结果，后勤保障组做好调动物资装备实施救灾的准备，公司财务管理部准备应急所需的资金保障。

3）响应终止

符合下列条件的，即满足响应终止条件：

①涉险人员全部撤出，现场得以控制；

②生产条件符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）有关标准；

③导致次生、衍生事故隐患消除；

④现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要。

当符合以上满足相应终止的条件时由应急指挥部总指挥宣布响应终止。

经应急指挥部确认和批准，现场应急处置工作结束，应急救援队伍撤离现场，对于三级和四级预警，由公司应急指挥部总指挥或授权副总指挥宣布响应结束，对于一级和二级预警，由政府有关部门宣布响应结束。

4）预警解除

当导致发生生产安全事故的相关危险因素和隐患得到有效控制或消除，经评估符合相应条件时，应及时解除预警、终止响应。对于三级和四级预警，由总经理宣布预警解除。对于一级和二级预警解除由上级应急管理部门或政府有关部门宣布解除。

（10）分期实施

本次边坡监测内容分期布置如下表7.1-11，实施原则形成终了平台后便需按设计要求及时设置各类监测设施。

表 7.1-11 露天采场边坡和排土场边坡监测分期实施表

序号	监测项目	基建期	生产期前5年	生产期后4年
1	GNSS在线监测点	5个（含3个基准点）	5个	1个
2	内部位移监测点	3个	5个	
3	人工监测点	4个	18个	/

4	爆破振动仪	3个	/	/
5	地下水位计	2个	6个	/
6	高清摄像头	7个	/	/
7	雨量计	1个	/	/

（11）监测结果管理

1）每年应至少进行一次监测资料整编。在整编的基础上，应定期进行资料分析；

2）资料整遍和分析中，如发现异常情况，应及时做出判断，有问题及时上报处理；

3）应建立监测资料档案或信息管理系统，整编成果应做到项目齐全、考证清楚、数据可靠、图表完整、规格统一、说明完备；

4）工程施工阶段和试运行阶段，应根据理论计算或模型试验成果，并参考类似工程经验，对监测项目提出预计的测值变化范围，提出监测预警指标。在监测项目投入运行后，应定期根据实测资料提出或调整监测预警指标；

5）在线监测、人工监测和人工巡查均应做好所采集数据或所检查情况的原始记录。记录应有固定的格式，数据和情况的记载应准确、清晰、齐全，应记入监测日期、责任人姓名及监测条件的必要说明；

6）应做好原始监测数据中监测物理量的计算、填表和绘图，初步分析和异常值判识等日常资料整理工作；

7）每年汛前应将上一年度的监测资料整编完毕，资料整编应包括整理后的资料的审定及编印等工作；

8）凡历年共同性的资料，若已在前期整编资料中刊印，且其后不再重印时，应在整编前言中说明已收入何年整编资料。

7.1.4 其他智能系统建设

7.1.4.1 智能采掘系统

（1）矿山资源数字化

矿山资源数字化是以实现矿山资源数字化为目标，实现基于地质数据和测量数据的地质建模、矿区三维模型构建，为矿山开采智能化系统和数字矿山系统建设提供基础数据。通过无人机倾斜摄影等技术手段，构建矿区三维模型，实现矿区开采面貌的三维数字化。

（2）智能开采规划

在矿山资源数字化的基础上，通过矿山开采规划仿真优化分区分块及开采时序，为矿区开采规划方案制定提供技术支持。采剥计划编制是智能开采规划的核心。

采剥计划编制是以矿山精细化地质模型为基础，人机交互三维编制矿山日常采剥计划，模拟计划开采过程，从长远角度实现计划内合理铲装，提高资源的利用率和计划的可执行性，在一定程度上延长矿山服务时间。

通过参数化、交互式的方式进行短期采剥计划编制，可快速圈定与调整采掘带、掘沟、算量、现状线更新、二级矿量的划分与计算等，可辅助采矿工程师进行露天矿年度、季度、月度采剥计划编制。

（3）智能爆破设计

利用露天爆破设计专用软件，将爆破前的测量、布孔到设计、模拟等方面对采矿爆破作业进行全过程数字化监控，实现不同爆破类别下最优爆破设计方案及参数匹配，从而达到改善矿山爆破效果、降低炸药单耗与爆破耗材等综合成本。

爆破设计以数据库的方式存储炮孔，方便对历史炮孔数据的查看和管理，同时可在视图中以三维方式显示炮孔及装药等信息，直观且操作简练。依据指定的孔距、排距、超深、缓冲距离等参数，实现布置多孔、单孔、沿线布孔及指定区域自动布孔；在内置可扩展炸药库、装药模板库的辅助下，快速便捷地完成装药设计；通过自动连线、炮孔连线、设置起爆点等，生成科学严谨的起爆网络；在此基础上，可以进行爆破模拟仿真、等时线分析、抛掷方向分析、起爆时间分析、一键生成露天爆破设计报告等。

7.1.4.2 智能供配电系统

（1）供配电系统智能监测

全面覆盖矿山破碎区、筛分区、输送线、堆料场、办公区及辅助设施等全场景供配电节点，实现无死角、全时段监测管控。系统实时采集各高压、低压配电节点的核心电参数，同步捕捉智能开关柜、变压器、电缆线路等关键设备的运行状态，重点监测设备内部温湿度、绝缘性能、触头温度及接地电阻等核心指标，确保及时发现设备老化、接触不良等潜在隐患。

所有监测数据实时上传至系统核心管控平台，以数字化仪表盘、动态曲线图、数据列表、设备模拟图等多种可视化形式呈现，运维人员可直观掌握全矿山供配电系统的运行态势，无需现场巡查即可实现远程监管。同时建立多级告警机制，按隐患严重程度分为紧急告警、一般告警、提示告警，针对电流电压超标、设备故障、线路漏电、防雷接地异常、电能质量超标等不同类型隐患，自动触发现场声光告警、运维人员手机短信及平台弹窗推

送，明确标注告警位置、告警类型、隐患等级及初步处置建议，留存完整的告警历史记录、数据变化轨迹及处置日志，实现告警全流程可追溯。系统支持监测数据定时存储、历史数据查询及趋势分析，可自动生成监测日报、周报，助力运维人员精准研判系统运行规律，提前排查潜在隐患，杜绝因供配电异常导致的矿山生产中断，为砂石料矿山连续、稳定生产提供坚实保障。

（2）供配电系统智能调控

结合矿山生产负荷波动大、供配电节点分散、露天工况复杂等特点，构建全流程自动化智能调控体系，实现供配电系统的高效运维与精准管控。

系统基于大数据与AI算法，结合历史生产负荷数据、实时监测数据及矿山生产计划，精准预测不同时段、不同生产环节的负荷需求，自动制定最优供电负荷分配方案，针对破碎、筛分等重载设备与办公、照明等轻载设备进行差异化调控，避免局部线路过载、设备空载运行造成的电能浪费和设备损耗，确保供电负荷均衡分配，提升供电系统运行效率。针对电压、频率等核心供电参数，系统配备精准调控模块，可根据电网电压波动及负荷变化，自动调节变压器输出电压、无功补偿装置运行状态，将电压、频率稳定在标准范围内，保障破碎機、输送机等核心生产设备的平稳运行，避免因电压不稳导致设备故障、生产效率下降等问题。

同时支持远程运维管控，实现对全矿山供配电设备的远程启停、参数调试、状态切换等操作，无需前往现场即可完成设备运维，大幅减少露天矿山恶劣环境下的人工巡检工作量。系统可预设多种调控策略，适配矿山生产高峰、低谷、检修等不同工况，实现自动化运行，减少人工干预；针对分散式供配电节点，通过无线传输模块实现远程管控，解决矿山供配电节点分散、运维不便的难题。系统具备设备故障预判功能，通过分析设备运行数据，提前识别设备老化、故障隐患，自动推送运维提醒及检修建议，生成运维工单，明确检修人员、检修内容及完成时限，实现运维工作的规范化、精细化管理，提升运维效率，降低运维成本。

（3）能耗管理

可按区域、分设备、分时段、分用电类型进行能耗数据精准采集与统计，确保能耗数据无遗漏、无误差，全面掌握矿山各环节、各设备的能耗分布情况。基于统计数据，系统自动生成标准化的能耗日报、周报、月报及年度报表，报表包含能耗总量、单位能耗、能耗占比、能耗变化趋势等核心信息，以表格、曲线图、饼图等可视化形式呈现，便于矿山管理人员直观掌握能耗动态，精准识别高能耗环节及设备。

通过能耗分析算法，通过对比不同时段、不同设备的能耗数据，分析能耗异常波动原因，识别能耗浪费环节，针对高能耗设备、不合理的供电负荷分配等问题，推送针对性的节能优化建议，如调整设备运行时段、优化负荷分配、对老化高能耗设备进行升级改造、合理调节无功补偿装置等，为矿山节能降耗提供科学依据。通过能耗数据对比分析，可实现同期能耗对比、不同区域能耗对比、不同设备能耗对比，跟踪节能优化措施的实施效果，量化节能成效，助力矿山逐步降低电能损耗。

7.1.4.3 智能矿石加工厂

（1）集中控制

通过对整个产线粗碎、中细破碎、筛分、输送以及堆场等所涉及设备的全方面数据采集与监控，加强实时调度和监控功能，支持丰富的诊断报警、寿命评估、全生命周期管理和数据平台管理，满足用户的使用需求。

系统根据全产线各设备的不同情况采用了多种方式进行数据采集和监控：

对于设备自带DCS控制的设备如旋回破碎机、颚式破碎机、圆锥破碎机、反击式破碎机、柱碎机等大型设备采用工业以太网进行通讯接入，同时保留常规硬接线连锁点。除尘控制系统预留通讯接口，采用工业以太网进行通讯接入。

对于产线其他工艺设备，如皮带机、卸料小车、圆振动筛等，控制复杂、I/O模块与功能模块众多，但控制对象相对集中在各个配电间，在各个配电间配置IO程控柜，负责其型号的接入与控制。

对于振动给料机、电动弧门等分散布置在现场的设备，采用现场总线物联网终端，通过现场总线的形式进行数据的采集和控制。

在全方位采集数据的基础上，依靠远程数据中心、数据分析和应用服务，随时随地为用户提供筛分、破碎制砂的实时远程监控数据、综合信息管理与可视化分析，通过各生产环节的信息化管理，为用户提供不同层次的生产管理服务需求。

为产线操作人员提供简易、高效的人机交互控制方式，对生产设备实时状态监测，降低故障率，提升生产效率，达到企业产值利润的最大化。提供以用户为中心的视觉交互体验的监控和交互方式，为破碎、筛分作业整工艺链生产监管、设备管理、故障分析等提供全面服务，大大提高管理水平和生产效益。系统建成后，对产线业主，可监管设备和产线运行状态，全程透明感知，确保设备使用和生产规范、安全，延长产线使用寿命，无需现场进行人工监督；有助于分析评估产线生产效益，合理安排生产调度计划，监督管理生产进度与成本。

（2）智能除尘

矿山在开采、运送，以及砂石工厂在破碎、筛分、制砂过程中各设备点均产生大量的粉尘，而矿山存在地形复杂、局部区域产生的扬尘难以监测。建设智能化除尘实现以下目标：

提高除尘效率：智能化除尘系统可以通过传感器和控制器等设备实时监测和识别矿山工作环境中的粉尘来源和浓度，并采取相应的措施进行排放控制，从而提高除尘效率。

降低安全风险：矿山工程中的粉尘污染不仅对工作人员的健康造成危害，还可能引发爆炸等安全事故。智能化除尘系统可以及时发现和处理粉尘污染，降低安全风险。

优化生产流程：智能化除尘系统可以通过数据采集和分析，提供实时反馈，帮助矿山企业优化生产流程和减少成本。通过对除尘设备的运行状态进行实时监控和维护，可以延长设备的使用寿命，提高生产效率。

促进可持续发展：智能化除尘系统可以减少矿山工程对环境的污染和破坏，推动矿山工程的可持续发展。通过采用先进的除尘技术和设备，可以降低能耗和减少废弃物产生，实现绿色矿山建设。

提高企业形象：矿山企业采用智能化除尘系统，可以展示其对环境保护和职工健康的关注，提高企业形象和社会责任感。

（3）预测性维护

由于加工破碎设备具有负载重、冲击大、工作环境恶劣、长时间运行等工况特点，导致其机械故障率偏高，容易造成巨大意外停机损失。拟在分析骨料矿山设备典型故障类型的基础上，通过构建基于振动、温度、润滑及磨损感知的智能故障监测系统，实时监测传动系统中齿轮、转子、轴承等易损坏零部件的运行状态，采用时域分析、频谱分析、包络解调、趋势分析、机器学习等现代信号分析方法提取设备的故障特征信息，及时发现设备的早期故障征兆，预测设备的故障发展趋势，给出合理的维护维修决策，从而预防设备重大事故发生，降低设备维护费用，减少意外停机损失。

（4）计量与统计

生产计量监测主要是在半成品和成品皮带上安装皮带秤，统计设备产能情况，通过皮带秤来计量不同骨料的产量，帮助管理人员清楚掌握不同产品产量分布和比例等详细信息。本项目针对皮带秤进行统一管理。

在骨料生产过程中，实现对不同工艺和生产环节下产品进行自动计量采集，按班次、车间、部门进行生产计量统计并同时实时显示在智慧化系统大屏，为以后定量生产、按销定产、绩效考核等工作提供数据支持。

7.1.4.4 智能安防系统

（1）全景及安防监控

矿山工程建设视频监控的需求主要集中在实时监控、危险行为识别、安全区域监控、人员管理、贵重物品防盗、烟火识别以及视频联动监控等方面。能够可以通过构建一套完善的视频监控系统来实现，从而保障矿山的安全生产。矿山安防监控能够协助业主进行预判、管理并及时应对突发情况的发生。建设矿山安防监控有以下功能：

实时监控：矿山作业现场存在多种危险因素，需要实时监控矿山的作业情况，包括矿车运行、设备检修、人员作业等，以确保矿山的安全生产。

识别危险行为：矿山中存在许多禁止的行为，如矿车违规载人、设备未按时检修、人员异常聚集等。通过视频监控，可以识别这些危险行为，并及时发出报警，防止事故的发生。

安全区域监控：矿山中有一些重要的安全区域，如禁区、消防通道等。视频监控需要监控这些区域，确保没有未经许可的人员或车辆进入，以保障矿山的安全。

人员管理：矿山作业人员的管理是矿山安全管理的重要部分。通过视频监控，可以实时监控作业人员的工作状态，如是否有睡岗、离岗等行为，以及是否佩戴了必要的安全装备，如安全帽等。

烟火识别：矿山中火灾是一种严重的安全隐患。通过监控，可以实时识别矿山中的烟火，并及时发出报警，防止火灾的发生。

视频联动监控：当发生故障或者异常时，就近摄像头可以通过影像“抓捕”，快速准确的找准异常点，实现快速实施监控。

本项目安防监控主要分为采区监控和加工区监控，可实时看见采区画面以及加工区的生产画面。

（2）通讯联络

通讯联络系统实现语音对讲功能，管理人员在调度中心通过通讯联络系统可与厂区的现场工作人员进行实时通话和调度指令下发，指导现场工作。通讯联络系统包括无线对讲、语音通话和信息下发。

开采区和厂区的工作人员通过携带对讲机与调度中心进行远程实时通话。通过语音对讲功能，指挥中心与现场工作人员之间的进行调度任务安排，满足实时通讯的需求，方便工作人员之间的远程交流，提高工作协同效率。语音对讲实现一对一通话或一对多语音通话，方便管理人员下发调度命令，及时指导现场生产。

（3）紧急广播通知

广播系统覆盖矿山和工厂主要工作区域，广播系统可播放已录制好的语音文件或者现场进行语音播报，用于矿山信息发布、日常管理和紧急通知。日常休息时间可播放音乐等休息娱乐媒体，营造舒适的休息环境。当出现紧急情况时，通过广播通知可提供实时、准确的紧急事件信息，帮助工作人员迅速了解情况并采取相应的安全措施，发出疏散指令，告知安全的撤离路径和集合点，最大程度地确保人员安全。

（4）无人机巡检

无人机巡检通过矿区建设网络将无人机拍摄画面和采集数据进行实时传输和记录，便于指挥中心快速实时的监控现场作业情况。当巡检发现问题时，通过系统界面控制无人机进行记录，并可通过无人机搭载的喊话器的进行喊话。有效的扩大矿区监控范围，降低巡检时间，提供巡检效率。

7.1.5 保障措施

7.1.5.1 管理机构设置

智慧矿山建设是复杂的系统工程，须按照“统一组织，分级负责”的原则，专门成立相应的工程建设领导小组和办公室，为其提供强有力的组织保障。

建立一套既符合信息化建设规律，又能够适应后续运营特点的有效的运行管理方法，制定并完善各种规章制度和管理办法，使运营管理达到科学化、规范化、制度化，努力实现确保提高生产效率、降低人力资源投入的运营管理目标。

为了保质保量尽快完成项目建设，协调好建设过程中的各方面关系，建议由建设单位牵头，成立建设领导小组与实施小组。

智慧矿山实施小组按照参加各方划分，具体负责参建各方的智慧矿山建设过程中的相关工作，主要由设计单位、智慧矿山EPC总承包方、监理单位、运营单位、矿山企业数字化管理平台开发团队、施工单位、设备供应商等组成。

7.1.5.2 运维方案

（1）运行维护目标

保障运行环境安全，维护软硬件系统正常运行。管理系统故障及时恢复，应用系统数据及时更新，防范应用系统病毒入侵，确保通信和计算机网络畅通，完

运维相关的其他任务。

（2）运行维护对象

保障管理系统正常运行的相关对象，主要包括：应用系统、支撑软件、数据库及其相关通信网络及设备等。

（3）运行维护组织机构

系统具体管理由建设单位根据各系统的需要，成立业务职能部门进行管理。系统管理机构应在系统建设阶段成立，直接参与系统建设，为以后正常运行奠定基础。

（4）运行维护原则

针对管理系统模块众多，且软硬件结合程度较高，维护专业性较强的特点，采取日常管理与专业维护相结合的维护模式。平台建设和运行过程，设置专项管理人员，负责管理系统的日常维护管理。在日常维护出现管理人员技术能力不足时，管理人员应及时报告上级领导，并组织、协调和配合相关专业技术人员实施维护。

（5）运行维护内容

管理系统维护管理是一项长期细致的工作，需伴随软件系统和硬件设备状况的变化，不断开展针对性地维护工作，以达到维护管理目标。在管理系统运行维护过程中，将遵守有关管理制度，树立系统运行安全意识，规范系统操作，保障系统运行。具体运行维护内容包括日常运行监视、技术服务、系统故障处理、技术服务能力建设、系统升级服务、数据备份与恢复、系统迁移、年报等方面。

（6）日常运行监视

对管理系统的日常运行状态进行监视，发现管理系统功能、数据、界面、服务等异常情况，及时解决和记录，若不能解决时，应及时报告领导，并联系有关专业人员及时处理。日常维护工作从排查系统运行状况入手，根据管理系统运行中存在的问题，逐步逐一解决。

（7）技术服务

对管理系统使用过程中遇到的问题进行解答和处理，辅助平台日常使用运行；维护平台软件及运行环境；定期定时更新杀毒软件。

（8）故障处理

对管理系统运行过程中出现的各类故障进行记录、分类和处理，及时解决，保障系统的正常运行。同时，对各类故障信息进行分析，为管理系统的优化升级提供参考。

（9）技术服务能力建设

建立管理系统常见使用问题知识库、便于平台使用人员能够尽快和独立解决问题，对于难以解决的问题或者知识库中未记录的问题，提供技术人员的远程诊断处理。

（10）运行维护经费

在业务应用系统建设完成后，需落实专项运行维护费资金，专款专用。根据国家的有关规定，划定运行维护期系统的运行费用。

7.1.5.3 管理制度

管理制度的建立和执行，可以提高矿山运维的效率和安全性，降低运维成本，优化生产流程。运维管理制度包括以下内容：

（1）明确运维部门的职责、权限和人员配备，建立科学的组织架构，保证运维工作的有序进行。

（2）制定标准化的运维流程，包括设备检修、故障处理、备件管理等，确保运维工作按照既定流程进行，提高工作效率。

（3）建立设备档案，包括设备基本信息、维修记录等，实施设备巡检和定期维护，确保设备的正常运行和延长使用寿命。

（4）建立故障处理流程，包括故障报修、故障诊断、故障修复等，及时处理故障，减少停机时间，提高生产效率。

（5）建立备件库存管理制度，包括备件采购、入库、出库等，确保备件的及时供应和合理使用，避免因备件不足导致的生产中断。

（6）建立安全管理制度，包括安全培训、安全巡检、事故处理等，保障员工的人身安全和设备的安全运行。

（7）建立数据管理制度，包括数据采集、存储、分析等，利用大数据分析技术，提高矿山运维的预测能力和决策水平。

（8）建立绩效评估制度，对运维工作进行定期评估和考核，激励运维人员的工作积极性和创造性，提高整体运维管理水平。

7.1.5.4 保障措施

项目的后期运行管理，摒弃“重建轻管”和“重建轻养”的思想，做到“重建强管”，在抓项目建设的同时，做好运行维护管理机制的建立和运行维护资金的落实工作，建立长效运行管理保障机制。

运行维护人员配备由建设单位负责，配置管理人员，系统调度人员、保障人员，系统运维主要考虑技术供应商的远程服务和现场人员的兼职培训，并制定严格的岗位职责。

7.2 智能矿山建设规划

7.2.1 建设规划

借鉴当前智慧矿山建设最新成果的基础，结合项目特色，超前谋划，高起点建设。按照“整体规划，全面实施”的原则，系统规划实施路线，统筹安排总体计划，把握智慧矿山建设服务于工程运营的整体原则，分阶段、分层次、有计划地开展智慧矿山建设工作。

7.2.2 近期规划

（1）项目准备阶段

本阶段主要工作：本阶段项目管理的主要内容为确定项目总体进度计划、明确项目组织架构及核心成员、明确任务分配和沟通机制、明确项目管理工具、识别项目整体风险、评估项目解决方案等。

本阶段里程碑：完成项目工作计划的编制，完成系统建设实施方案的评审。

（2）项目实施阶段

本阶段主要工作：

1）完成基础设施建设；

2）完成系统各功能模块的测试工作，保证系统的稳定性；

3）实施智慧矿山系统上线试运行和培训工作；

4）上线实施主体范围全项目覆盖。

本阶段里程碑：完成基础设施建设及主要建筑物BIM 建模工作，完成平台整体程序的编码及测试、部署、上线试运行及维护工作。

（3）运行维护阶段

本阶段主要工作：

1）开展管理系统的运行维护工作；

2）编制运行维护报告；

3）分阶段开展系统应用及维护培训；

4）配合开展专利或软件著作权的申报工作；

5）本阶段里程碑：提交用户使用手册及运行维护报告。

（4）验收阶段

本阶段主要工作为管理系统的最终检验和评审，主要工作有：

1）完成项目资料的交接、签署验收报告等各项工作；

2）开展软件测评和等保定级测评工作；

3）配合开展依托课题的结题工作。

本阶段里程碑：项目成果通过专家评审。

（5）进度计划

2026年-2027年：完成矿区基础网络搭建，铺设工业控制网、监测监控网主干线路，建设微模块化机房并投入使用；搭建标准化数据中心雏形，完成人员定位系统、基础安防

监控及简易供配电监测系统安装调试；开展人员培训，明确各岗位运维职责，完成前期数据采集标准制定，筑牢智慧矿山建设基础。同时完成矿区边坡部分监测点位的建设。

2027年-2028年：建成智能管控平台及指挥中心，实现三端同步应用；落地智能供配电系统核心功能，完成生产区供配电节点全覆盖监测；推进智能矿石加工厂集中控制建设，实现粗碎、筛分等关键环节设备远程监控；完善安防系统，新增紧急广播功能，提升矿区安全管控水平。

2028年-2029年：深化智能采掘系统应用，完成矿山资源数字化建模及智能开采规划功能落地；优化智能运输系统，实现廊道皮带机智能调速、状态监测全覆盖；升级能耗管理系统，实现各区域、各设备能耗精准统计与分析，推送初步节能建议；打通各系统数据接口，实现基础数据互通共享。

2029年-2030年：落地智能爆破设计，提升采掘运输效率；完善智能矿石加工厂预测性维护功能，保障产品质量；优化AI算法模型，实现设备故障预判、负荷精准预测，推进无人值守场景试点；完成与省数字政府省域治理“一网统管”初步对接。

2030年-2031年：实现全矿山智能化系统深度融合，优化各子系统协同运行效率；推广无人值守场景全覆盖，降低人工运维成本；完善数据治理体系，深化大数据分析应用，为生产计划、成本管控提供精准支撑；开展系统全面验收与优化升级，建立长效运维机制，实现智慧矿山建设目标，达成安全、高效、节能、绿色运营。

实施单位结合项目运营特点，进行适配性调整，同期进行生产业务工程实施，着力打造符合矿山需求的全生命周期数字化、智能化应用平台，实现项目建设、开采、加工、销售、安全环保、产品质量全作业链智能提升，同时探索生产加工和设备运维智慧化应用，打造行业国内领先的标杆项目。

第 8 章 环境保护与水土保持

8.1 地质灾害

8.1.1 矿区地质环境概况

矿区未来为露天开采，在区域地质上属相对稳定地区，现状条件下区内矿业活动范围不大，对未来矿山开采影响较轻，受干扰程度较轻，抗干扰能力中等-强，矿山地质环境遭受破坏和危害程度较小，矿产资源的开发受到地质环境的制约和影响较小，故现状条件下矿山地质环境质量较好。未来矿山开采、废石渣堆积、矿坑水排放等矿业活动，可能诱发边坡失稳、水土流失、岩溶地面塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害，矿山在剥离、穿孔、爆破、采装、运输及破碎过程中，将产生废石、废土、粉尘、废气及爆破震动等地质环境问题，对矿山及其附近的生态环境有一定影响，需采取相应的预防措施。

8.1.2 边坡崩塌治理方案

（1）边坡位置及参数

矿区内共分布有四个露天采场，分别为CC1、CC2、CC3、CC4，其中CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）已于2020年9月30日关闭，CC3、CC4为历史遗留废弃采坑。



图8.1-1 矿区已有采坑分布图

CC1采坑为原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场，地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长412m，宽306m 的不规则“圆”形采坑。采坑底盘标高+50m，最大高差达64m，边坡坡度较陡，为48°~74°。大致形成+100m、+80m、+60m、+50m 四级开采台阶。

CC2采坑为原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场，地势呈南高，北低。矿山经过多年的开采，目前已形成一长718m，宽230m的不规则近扇形采坑。采坑底盘标高+50m，最大高差达 75m，边坡坡度较陡，为48°~74°。大致形成+118m、+100m、+80m、+50m四级开采台阶。坡面岩体较破碎，部分台阶坡脚堆有浮渣，局部台阶破坏或未贯通，现状条件下边坡处于基本稳定状态，地质灾害不发育，未发生崩塌、滑坡等地质灾害。

CC3为历史遗留废弃采坑，位于矿区南部，地势呈北高，南低，目前已形成一长245m，宽50m~100m的不规则近扇形采坑。采坑底盘平均标高为+70m，呈单面斜坡，边坡高差较大处达25m。边坡较缓，边坡边坡角一般35°~45°，局部 50°以上。现状条件下边坡处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害。

CC4历史遗留废弃采坑，位于矿区西南部，地势呈北高，南低，目前已形成一长102m，宽10m~20m 的不规则近扇形采坑。采坑底盘平均标高为+37.7m,边坡坡度较陡，为65°~85°。大致形成+50m、+40m二级台阶。现状条件下边坡处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害。

CC1采坑和CC2采坑北侧裸露大范围岩质边坡，部分边坡和危岩体位于矿界外，坡面岩体破碎、节理裂隙发育，部分区域存在崩塌、滑坡等地质灾害隐患，对周边生态环境及新设立采矿权单位矿山开发安全构成潜在威胁，亟待治理。其余区域已有边坡随着矿山开采将消失殆尽。

（2）治理方案

1）治理原则

治理工程应确保治理后边坡的长期稳定性，消除地质灾害隐患，保障周边人员及设施安全。方案需充分考虑边坡岩体结构特征、不利结构面组合关系及潜在失稳模式，采取针对性工程措施，使治理后边坡安全系数满足规范要求。治理措施应因地制宜，充分利用现场地形地质条件，选择技术成熟、施工便捷的工程方案。对于边坡范围内外的不稳定区域，应结合采矿计划统筹考虑，避免重复治理或相互干扰。

在满足安全目标的前提下，优化工程布置，控制治理成本。优先采用削坡减载、截排水等主动防护措施，减少被动防护工程规模，实现技术经济最优。治理工程与矿区开发利

用方案应充分衔接，尽量避免切向开挖边坡，确保治理区边坡平台与采矿边坡顺接，维护防治工程的整体性与有效性。

（3）治理措施

按照“矿界内外整体，有针对性地选择治理方案”的原则，主要采用坡面整理+平面覆土绿化+截排水工程的综合治理方案。通过人工削坡的形式对原始坡面可清理区域的不稳定基岩及垮塌区域进行清理。设计边坡按30°坡角开挖，每级边坡高15.0m，平台宽度与相同高程处的采矿安全和清扫平台保持一致。对整理后边坡分区域进行覆土。坡面覆土厚度30cm，平台覆土50cm。在采场区边坡修建的台阶上播散草籽、在露天采场台阶面的内侧，按照0.5m的间距种植爬山虎等攀缘类植被，外侧种迎春花植物，高效绿化边坡台阶面。草籽籽可选择固土力较强的狗牙根、节节草、鹅观草等。

在边坡各个平台设置排水渠，排水渠共2287m，设计断面形状为梯形，尺寸0.3m×0.3m，壁厚0.2m，用C25混凝土浇筑，与坡外截水沟相连，形成完整的排水系统。

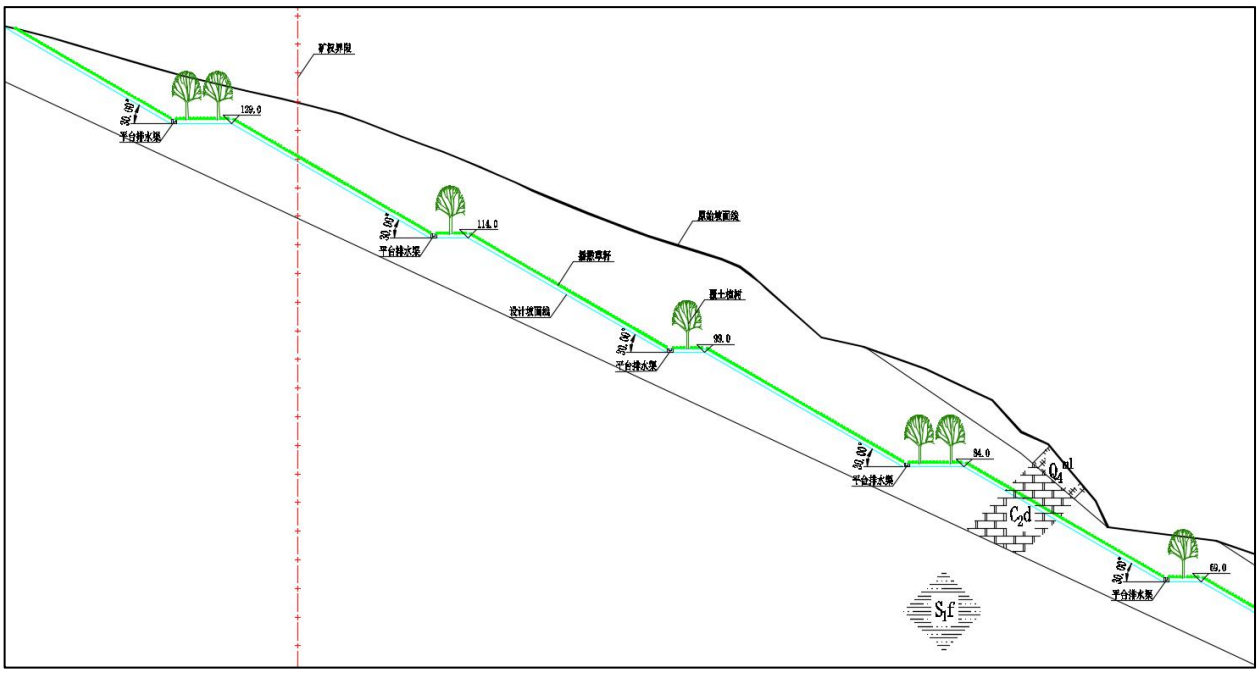


图8.1-2 矿区北侧边坡治理剖面图

8.1.3 开采台阶滑坡治理方案

未来矿山开采边坡最大高度106m，经边坡稳定性分析安全系数满足要求，但边坡高度大，应通过合理设置边坡角度、台阶宽度等要素控制总体边坡的稳定。

矿区内Ⅱ号矿体的底板围岩为坟头组泥质粉砂岩、粉砂质页岩，未来将构成露天采坑的边坡，遇水软化作用显著。后期开采过程中若边坡局部段出现软弱岩层边坡，如土质边坡、风化带边坡、破碎带边坡和软弱夹层边坡，首先分析软弱岩层边坡的范围和影响程度

，采取人工清理卸荷、喷浆护坡面、打金属锚杆并灌浆、浆砌块石、抗滑桩加固等措施，各措施适用条件选择如下：

（1）喷锚网支护：适用于整体稳定性较好、局部区域破碎的边坡浅层支护，在风化极严重软质岩或节理裂隙发育、风化极严重硬质岩边坡锚杆锚固深度应增加至3~4m，呈梅花型布置。

（2）长锚索+框格梁支护：适用于岩体相对破碎，可能产生顺层滑坡、楔形体滑坡和倾倒滑坡的边坡深层支护。在实际施工中，锚索必须穿过滑移面，且具有足够的锚固段长度，锚索设计参数根据滑坡的稳定性分析进行计算设置。

（3）抗滑桩支护：用于具有潜在软弱滑动面的边坡深层加固。对于岩体较为破碎的台阶，不宜用钢管注浆抗滑桩，应采用工字钢或其他高抗弯强度材料作为抗滑桩，并采取高压注浆，减小抗滑桩间距等加强措施。

在边坡加固施工前，锚杆、金属网、锚索和抗滑桩等相关的支护参数应根据待支护边坡的实际揭露岩土层特性等，参照《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014），进行边坡支护参数的研究和优化调整，保证边坡稳定安全。加强矿山地质工作的研究深度，特别是对边坡稳定性有影响的节理裂隙的出现，较高边坡在卸荷过程中可能引起岩体变形破坏等矿山水文地质和工程地质方面的研究，建立矿山的边坡安全管理制度，对将形成的边坡建立边坡位移监测系统和设立专门的安全员定期进行边坡位移监测，建立边坡监测及预警预报系统，发现变形加剧要采取应急措施，保障采矿人员和设备的安全。

8.2 环境影响

本项目已编制《建设项目环境影响报告表（生态影响类）》，已通过相关部门审批。矿山位于湖北省咸宁市嘉鱼县高铁岭镇九龙村，区域环境空气质量总体良好，仅臭氧存在轻微超标；地表水大岩湖因总磷超标水质下降，地下水水质良好；土壤以红壤为主，植被以杂木和部分杉树林为主，无珍稀动植物，声环境符合2类功能区标准。

项目主要污染源包括开采、加工、运输等环节产生的粉尘、噪声、固体废物，以及生活污水等。粉尘产生量3413.98t/a，排放量46.26t/a，排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；噪声源强80-95dB（A），经治理后厂界噪声达标；生活污水产生量1440t/a，经处理后全部回用；固体废物中剥离表土43.2万m^3/a，生活垃圾10.9t/a，危险废物少量，均按规范处置。污染物排放方式以无组织排放为主，有组织废气经排气筒排放，废水全部回用或处理后达标外排，固体废物资源化利用或无害化处置。

矿山工业场地绿化覆盖可绿化面积的100%，绿化区域包括矿区边界、道路两侧、排土场及办公生活区等。绿化布置采用“乔灌草结合”模式，树种选择红叶石楠、樟树、爬山虎等乡土树种及固土能力强的草本植物。绿化管理措施包括专人管护、定期浇灌、缺苗补种及病虫害防治，管护期3年。

环境监测设备主要包括 PPC 气箱式脉冲袋式除尘器、噪声监测仪、水质监测设备等。监测计划为：有组织废气每季度监测颗粒物，无组织废气及环境空气每季度监测颗粒物和TSP；厂界噪声每季度监测；雨水排放口每月监测pH、COD、氨氮、SS。

项目总环保投资2387万元。通过采取废气治理、废水回用、噪声防控、固废处置及生态复绿等措施，可有效控制环境污染和生态破坏，实现污染物达标排放，生态环境逐步恢复。

8.2.1 矿山环境影响治理

8.2.1.1 生态影响治理

矿山开采会破坏地表植被、扰动土壤，可能引发水土流失。治理措施包括“边开采、边复垦”，剥离表土单独堆存用于后期覆土绿化；采场边坡按永久边坡坡比削坡，修建截排水沟，坡面采用锚杆挂网喷护或种植爬藤植物复绿；排土场设置挡土墙和截排水沟，分层压实堆放，后期覆土绿化。

8.2.1.2 采场泥石流防治

采场周边设置截水沟和排水沟，引导雨水有序排放，避免雨水汇集引发泥石流；排土场选址避开泥石流易发区，采用“拦挡+排水+绿化”综合措施，定期检查排土场稳定性，发现隐患及时整改。

8.2.1.3 噪声治理

优先选用低噪声设备，对高噪声设备安装消声装置、减震垫，设置封闭厂房隔声；合理安排作业时间，夜间不进行爆破和运输作业；运输车辆限速行驶、禁止鸣笛，道路两侧种植绿化林带降噪。

8.2.1.4 粉尘治理

开采环节采用湿式作业、喷雾降尘和雾炮机降尘；破碎、筛分车间封闭运行，配备袋式除尘器，处理效率99%；运输道路硬化处理，定期洒水清扫，运输车辆加盖篷布，出场前冲洗车轮。

8.2.1.5 飞石及有害气体治理

爆破作业采用深孔爆破和毫秒延时爆破技术，设置爆破警戒区，控制装药量避免飞石外溢；爆破前对作业面洒水预湿，爆破后及时喷雾降尘，减少有害气体扩散；加强爆破废气监测，确保 CO、NOx等污染物达标排放。

8.2.2 矿山施工期环境影响

8.2.2.1 施工期主要影响因素

施工期主要产生扬尘、施工废水、施工噪声、建筑垃圾和生态破坏。扬尘来自场地平整、道路修建等工序；施工废水包括机械设备冲洗水和生活污水；噪声来自挖掘机、推土机等设备运行；建筑垃圾包括废钢筋、碎混凝土等；施工活动会破坏地表植被，扰动土壤引发水土流失。

8.2.2.2 防治措施

（1）扬尘防治：施工现场设置围挡，建筑材料覆盖篷布，运输车辆冲洗后出场，施工道路定期洒水降尘。

（2）废水防治：施工废水经隔油沉砂池处理后回用，生活污水经化粪池收集后委托清运。

（3）噪声防治：选用低噪声设备，合理安排施工时间，禁止夜间高噪声作业。

（4）固废处置：建筑垃圾分类回收，可回用部分外售，不可回用部分清运至指定弃渣场；生活垃圾集中收集后由环卫部门处理。

（5）生态保护：尽量减少临时占地，剥离表土及时堆存用于后期复绿，施工结束后清理场地并恢复植被。

8.2.3 粉尘、飞石及有害气体

8.2.3.1 来源

（1）粉尘：主要来自露天开采的穿孔、爆破、铲装、运输环节，以及破碎、筛分加工过程。

（2）飞石：主要产生于爆破作业，因爆破能量导致岩石碎块飞溅。

（3）有害气体：爆破作业产生CO、NOx，机械设备和运输车辆排放燃油废气。

8.2.3.2 防治措施

（1）粉尘防治措施：开采环节采用湿式凿岩、爆破后喷雾洒水；加工车间封闭运行，配备袋式除尘器；运输车辆加盖篷布，道路定期洒水，设置洗车平台。

（2）飞石防治措施：合理设计爆破参数，控制装药量和爆破范围；设置爆破警戒区，禁止人员进入；爆破区域周边设置防护挡墙。

（3）有害气体防治措施：选用环保炸药，优化爆破工艺减少有害气体产生；加强爆破后通风换气，确保作业区域空气质量达标；机械设备选用低排放型号，定期维护保养。

8.2.4 污水

矿山污水主要包括生活污水、车辆冲洗废水、雨水径流。生活污水来自员工办公生活；车辆冲洗废水含泥沙；雨水径流冲刷地表会携带悬浮物。

治理措施为：（1）生活污水采用一体化污水设备（A_2O工艺）处理，处理后全部回用于绿化用水，不外排。

（2）车辆冲洗废水：经沉砂池沉淀后循环使用，补充少量新鲜水，不外排。

（3）雨水径流：采场内设置排水沟，场外设置截水沟，雨水经三级沉淀处理后，部分回用，未回用部分达标外排至自然沟渠。

8.2.5 噪声

主要噪声源包括开采设备（挖掘机、潜孔钻机等）、加工设备（破碎机、振动筛等）、运输车辆及爆破作业。

治理措施为：

（1）设备噪声：选用低噪声设备，安装减震垫、消声装置，设置封闭厂房隔声；定期维护设备，保持良好运行状态。

（2）运输噪声：运输车辆限速行驶、禁止鸣笛，优化运输路线避开敏感区域；道路两侧种植绿化林带降噪。

（3）爆破噪声：合理安排爆破时间，避开夜间和敏感时段；采用微差爆破技术，减少爆破噪声强度。

8.2.6 固体废弃物

固体废弃物来源包括剥离表土、生活垃圾、污泥及危险废物（废机油、含油抹布、废油桶）。剥离表土来自矿山开采表层覆盖层；生活垃圾来自员工日常生活；污泥来自污水处理设备；危险废物来自设备维护检修。

处置措施为：

（1）剥离表土：部分用于道路建设和场地平整，其余堆存于排土场，后期用于土地复垦覆土绿化。

（2）生活垃圾：经垃圾桶收集后，委托环卫部门统一清运处置。

（3）污泥：收集后委托有资质的单位处理。

（4）危险废物：建设6m² 危废暂存间，采取防渗、防漏措施，分类存放，定期委托有资质单位安全处置，建立管理台账和转移联单制度。

8.3 水土保持

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和工程建设项目的有关法律法规，做好本项目水土保持和环境保护工作，建设单位嘉鱼县自然资源建设开发有限公司于2025年12月委托湖北河工工程咨询设计有限公司进行本项目水土保持方案报告书的编制工作。

（1）防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。本项目共计占地面积71.69hm²，均为永久占地。

（2）水土保持设计范围

根据项目基建期建设具体情况，本方案将其划分为工业场地区，开采平台区，运输道路区以及排土场区四部分组成。

表8.3-1 项目组成情况表

项目组成	建设内容
工业场地区	生产车间、产品库、维修车间、办公楼、综合活动中心及门卫室等，配套建设道路、堆场、停车场等厂区外工程，并相应配建给排水、供配电等公用配套设施，项目容积率0.8，绿地率14.50%
露天采场区	项目采用露天开采，开采范围为60.14hm²
运输道路区	主体设计3条道路，其中道路A线设计从+45m粗碎卸料平台开始向东沿着采区山体至矿区东北角，即本矿设计的+99m开拓平台位置，全长1.773km，宽9.5m；开拓干路B线在采区中部接开拓干路A线，由北向南利用地形布线，终点位于矿区西南部本矿设计的+99m开拓平台位置，全长0.506km，宽9.5m。同时在运矿干道A线AK0+100处设置排土场道路，全长0.184km，宽9.5m。
排土场区	设计为平地式排土场，占地面积约3.74hm²，总容量约37万m³，可堆放35.9万m³，排土场底标高为39.00m，顶标高为53.00m，总堆积高度为14m，设置两级台阶，每级台阶堆高10m，台阶坡面角26°，总体边坡角26°。

（3）矿山水土流失和水土保持现状

根据调查预测，本项目可能造成水土流失量为30999.26t，其中基建期1744.94t，运行期25219.02t，恢复期4035.3t；新增水土流失量27533.85t，其中基建期1574.49t，运行期22780.23t，恢复期3182.13t。

（4）水土保持措施布设成果

根据工程建设的特点，以工程为先导，“点”、“面”措施相结合，利用工程措施的控制性和速效性，保证工程建设期内挖损面土体不流失。在新增水土流失得到集中拦蓄控制的前提下，通过“点”、“面”上的林草植被建设保护被生地表、改善生态环境，发挥植物措施的观赏性和后效性，实现整个工程的水土流失防治由被动控制到开发治理的转变。本项目水土保持措施包括三个部分，即工程措施、植物措施和临时措施。

工程措施：表土剥离11.61万m^3，表土回覆11.61万m^3，复垦12.62hm^2，雨水池1座，排水沟12945m，截水沟70m，沉淀池2座，土地整治3.24hm^2，拦渣坝724m。

植物措施：景观绿化0.91hm^2，红叶石楠8326株，樟树6598株，迎春花33480株，爬山虎33480株，撒播草籽57hm^2。

临时措施：临时苫盖73.85hm^2，临时排水沟3593m，临时沉沙池4座，车辆冲洗设施1套，急流槽96m，截水沟767m。

按各阶段划分：

1）基建期

工程措施：表土剥离11.61万m^3，表土回覆0.33万m^3，雨水池1座，排水沟2225m，截水沟70m，沉淀池2座，拦渣坝724m。

植物措施：景观绿化0.91hm2。

临时措施：临时苫盖70.88hm2，临时排水沟2463m，临时沉沙池4座，车辆冲洗设施1套，截水沟767m。

2）运行期

临时措施：临时苫盖2.97hm^2，临时排水沟1130m，急流槽96m。

3）恢复期

工程措施：表土回覆11.28万m^3，复垦12.62hm^2，排水沟10720m，土地整治3.24hm^2。

植物措施：红叶石楠8326株，樟树6598株，迎春花33480株，爬山虎33480株，撒播草籽57hm^2。

按主体已有和方案新增划分：

1）主体已有

工程措施：表土剥离11.61万m^3，表土回覆11.61万m^3，复垦12.62hm^2，雨水池1座，排水沟12945m，截水沟70m，沉淀池2座，拦渣坝724m。

植物措施：景观绿化0.91hm^2，红叶石楠8326株，樟树6598株，迎春花33480株，爬山虎33480株，撒播草籽57hm^2。

临时措施：临时苫盖3.41hm^2，临时排水沟1130m，临时沉沙池1座，车辆冲洗设施1套，急流槽96m，截水沟767m。

2）方案新增

工程措施：土地整治3.24hm^2。

临时措施：临时苫盖70.44hm^2，临时排水沟2463m，临时沉沙池3座。

（5）水土保持监测方案

本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，即71.69hm^2。本项目基建期监测期从2026年12月至2027年12月，共计12个月。项目运行期按照要求开展监测，根据主体设计，项目运行期开采时段为8.5a，因为监测时段为8.5a。

1）监测内容

本项目水土保持监测内容主要包括扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效及水土流失危害等。

2）监测方法

监测方法主要采用实地调查量测、地面观测、遥感监测、查阅资料相结合方法。

3）监测频次

扰动土地情况至少每月监测1次；水土流失状况至少每月监测1次，发生强降水等情况后应及时加测。水土流失防治成效至少每季度监测1次，其中临时措施至少每月监测1次。水土流失危害事件发生后1周内应完成监测工作。

4）监测点位布设

根据现场调查，本方案拟布置9个监测点，其中工业场地区布置3个，分别位于建构筑物区基坑开挖位置，道路广场区临时沉沙池出口，景观绿化区绿化区域；露天采场区布置2个监测点，分别位于东西两侧采场边坡；运输道路区在临时沉沙池出口布置1个；排土场区布置2个，分别位于堆土边坡和临时沉沙池出口。转运场区位于堆料边坡布置1个监测点。

（6）水土保持投资及效益分析

根据投资估算，本项目水土保持总投资 1796.84 万元，其中主体已有 1071.98万元，方案新增 724.86 万元。工程措施 994.81 万元，植物措施 2.68 万元，监测措施 58.86 万元，施工临时工程费 420.62 万元，独立费用 130.72 万元（建设管理费 59.31 万元，水土保持监理费 48.46 万元，科研勘测设计费 22.95 万元），基本预备费 108.77 万元，水土保持补偿费 1087650 元（仅为建设期水土保持补偿费。生产期间以〔《省物价局 省财政厅 省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》（鄂价环资〔2017〕93 号，2017 年 7 月 25 日）确定的开采矿产资源水土保持补偿费单价 1.5 元/m^3 乘以实际开采量计征）。

在方案拟定的各项措施实施后，施工期的水土流失基本得到控制，在自然恢复期的水土流失也较小，方案实施可有效防治因工程建设造成的水土流失，防止土壤被雨水、径流冲刷，保护水土资源，使占地区的水土流失得到有效控制，项目区生态环境得到可持续利用。其中水土流失治理度达到99.80%，土壤流失控制比达到1.0，渣土防护率达到99.78%，表土保护率99.14%，林草植被恢复率达到99.86%，林草覆盖率达到80.78%。

8.4 矿山生态修复

8.4.1 生态修复

8.4.1.1 地质环境恢复治理现状评估

矿区现有4处历史遗留采坑，已形成高陡边坡，存在崩塌、掉块潜在风险；地形地貌景观破坏面积35.54hm²，土地资源损毁以挖损和压占为主，涉及林地、采矿用地等；地下水、地表水水质良好，未出现含水层破坏情况，地质环境质量总体较好。

8.4.1.2 预测评估

露天开采将形成终了边坡角25°~60°的采场，北侧、西北侧顺向坡可能引发崩塌、滑坡，排土场在强暴雨条件下存在滑坡、泥石流风险；采矿活动将新增地形地貌破坏面积72.73hm²，土地资源损毁总面积达72.12hm²，含水层破坏风险较轻。

8.4.1.3 恢复治理分区

按“区内相似、区际相异”原则，将评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区：

（1）重点防治区（Ⅰ区）：该区面积（68.1108hm²），占评估区面积的39.7%。本区主要为露天采场、工业场地及办公生活区，为地质环境影响严重区。矿山开采形成的采场边坡可能产生崩塌地质灾害,采矿剥离了地表植被，山体大面积岩体裸露，改变了原始地形地貌，对地形地貌景观影响严重。

（2）次重点防治区（Ⅱ区）：该区面积4.62hm²，占评估区面积的2.7%。本区为矿山道路，为地质环境影响较严重区。道路开挖对地形地貌景观影响和破坏程度较严重，防治措施为：对潜在的地质灾害采取监测、示警等措施。

（3）一般防治区（Ⅲ区）：面积98.68hm²，为矿区周边受影响较轻区域，以动态监测为主。

8.4.1.4 恢复治理工程

地质灾害防治：清理边坡危石、浮石，修建永久防护栏2450m；设置封边墙5168m、截排水沟12915m及三级沉淀池2个，疏导雨水防止冲刷。

含水层保护：通过截排水工程减少雨水淋滤，监测地下水水位变化，规范工业废水、生活污水处置，避免污染含水层。

地形地貌与植被恢复：采场平台及边坡覆土复绿，选用红叶石楠、樟树、爬山虎等乡土树种，采用“乔灌草结合”模式，同步实施土壤培肥。

矿山地质环境监测工程：监测内容包括对能够反映矿山地质环境质量的各类地质灾害隐患以及水环境的监测。

（1）地质灾害监测

本方案涉及地质灾害监测内容主要为预测其潜在的采场边坡崩塌、泥石流等地质灾害监测，监测工作从2026年开始，持续到矿山闭坑。监测方法选取地质宏观巡视及地表位移监测方法。

（2）水质、水量监测

矿区水质、水量监测主要针对地表水和地下水，对水质进行监测。

1）监测方法和监测指标

对水量的监测方法采用水表法及水量计法。水质送专业化验室进行化验。监测指标为:K^+、Na^+、Ca^{2+}、Mg^{2+}、NH_4^+、Al^{3+}、Cl、SO_4^{2-}、HCO_3^-、CO_3^{2-}、NO_3^-、NO_2^-、F、可溶性SiO2、H_2SiO_3、总硬度、总碱度、游离CO_2、COD(以O_2计)、溶解性总固体、Ｐ值等;微量元素指标为：铅、钴、铜、砷、铁、锰、镉、铬、镍、锌等重金属。

2）监测频率

每年枯水期与丰水期各监测一次；污废水应每月监测一次。

8.4.1.5 恢复治理投资

恢复治理总投资为854.85万元，其中建筑工程673.62万元（含拦挡、截排水、封边墙等工程），临时工程41.84万元，独立费用65.33万元，监测费用40.37万元，基本预备费33.68万元，资金来源为企业自筹。

8.4.1.6 恢复治理规划

矿山恢复治理规划年限13年（2026年7月—2039年6月），分三期实施：

近期（2026年）：完成基建期预防性措施，包括道路修建、截排水系统建设、排土场防护及监测点布置。

中期（2026—2036年）：边开采边治理，完成边坡整形、植被恢复及设施维护。

远期（2036——2039年）：闭坑后全面完成生态修复，巩固复绿效果，实现地形地貌与土地功能恢复。

8.4.2 土地复垦

8.4.2.1 矿山土地损毁评估

损毁类型与面积：总损毁面积72.12hm²，其中挖损62.19hm²（采场），压占9.93hm²（工业场地、道路等）；已损毁36.20hm²，拟损毁35.92hm²。

损毁程度：采场挖损为重度损毁（挖损深度＞300cm、坡度＞35°），工业场地、道路等压占为轻度损毁（堆积高度<4m、地表稳定）。

8.4.2.2 复垦区与复垦责任范围

复垦责任范围为全部损毁土地 72.12hm²，涉及其他园地、林地、采矿用地、农村道路等原地类，土地权属为嘉鱼县高铁岭镇九龙村集体所有，无权属纠纷。

8.4.2.3 土地复垦适宜性评价

采用极限条件法，结合土壤质地、土层厚度、地形坡度等因素，确定复垦方向：

采场基底：复垦为旱地＋乔木林地（48.06hm²）。

采场边坡：复垦为其他林地＋其他草地（14.13hm²）。

工业场地及办公生活区、原加工场地：复垦为旱地（9.19hm²）。

矿山道路：复垦为农村道路（0.73hm²）。

8.4.2.4 土地复垦工程

（1）采场底盘区域复垦工程设计

1）复垦目标和类型

根据土地复垦适宜性评价，采场区底盘复垦面积48.0588hm²，方向为旱地和乔木林地。复垦设计包括场地平整、覆土回填、截（排）水工程，恢复为旱地和乔木林地。

2）复垦方式

采场区底盘复垦只能在闭坑后进行。其复垦应以工程复垦先行，再造一个适合植物生长的平台；然后再辅以生态复垦，恢复原有的或再创一个更优的矿区生态系统。在采场区底盘覆盖表土（即土体再造），同时结合工程复垦采取必要的水土保持配套技术措施及防止边坡地质灾害发生的措施。

3）复垦工程的工艺流程和技术设计

采场区底盘计划采用机械复垦与人工复垦相结合的方式进行复垦，复垦的工艺流程大体可分为八个工序：

①表土剥离

因采场区底盘为拟损毁区域，为了保证土地复垦时有足够的表土资源，拟损毁土地在损毁前需对表土进行剥离，剥离后将其堆放至拟建排土场并采取保护措施。

②场地平整

矿山闭坑后先对采场区底盘进行场地平整，按0.10m^3/m^2 的标准进行场地平整。平整按照东高西低，整体向西方向保持5°的水利坡度倾斜进行平整，以利于雨季场地内汇水能较好地排除。

③场地覆土工程

对整形后的采场基底及时覆土，采用全面覆土方式，旱地覆土厚度为65cm，林地覆土厚度为70cm。覆盖土采用预存在表土堆放场内剥离的表土，采用挖掘机运输，运距在0-1.0km内，全面覆土需求量为318319.8m^3。

④土壤培肥

对覆土后的采场基底采用人工施作复合肥，以提高土壤氮磷钾元素含量，提升土壤肥力，复合肥播撒标准为600kg/hm^2，需复合肥48058.8kg。

⑤场地植树工程

培肥完成后挖穴植树，采场基底乔木林地面积为11.8752hm^2，布置间距为3m×3m，挖穴口径为50cm，深度为50cm，需挖穴13195个，开挖土方1649.38m^3。树种选择为红叶石楠和樟树进行混栽，提高生物的多样性。共需树种13195株，其中红叶石楠6597株、樟树6598株。为防止水土流失，在树间距中撒播草籽，播种标准按照30kg/hm^2 计。撒播可选择种子和细土互掺的方法进行撒播，将种子与适量的细沙或细土混合均匀后同时播下。

⑥开挖截（排）水沟

为防止采场基底内涝，除场地平整时向东保持5°的水利坡度外，还需在坡底内侧修建排（截）水沟，采用矩形断面。

⑦ 监测工程

采场区底盘复垦监测措施主要为土地损毁监测和复垦后的复垦效果监测，土地损毁监测采用人工巡视观测、注记的方法，每月一次，对土地损毁区域进行统计，并通过巡查防止不必要的土地损毁。监测时间为3年。复垦效果监测主要对植被的长势、高度、覆盖率监测，以制定管护措施。监测频率为每年一次，监测期限以管护期制定，为3年。

⑧管护措施

管护措施主要包括浇灌、缺苗补种以及病虫害防治工作，管护时间3年。

（2）采场边坡区域复垦工程设计

1）复垦目标和类型

根据土地复垦适宜性评价，采场边坡区域复垦面积14.1337hm²，其中平台面积3.6872hm²，复垦方向为其他林地，下部单台阶坡面角小于30度的边坡面积8.7681hm²，复垦为其他草地。露天采场边坡复垦的主要目的为了绿化环境。草籽可选择固土力较强的狗牙根、节节草、鹅观草等；在露天采场台阶面的内侧，按照0.5m的株距种植爬山虎等攀缘类植被，外侧种植迎春花等植物，高效绿化边坡台阶面。草种采用撒播的方式进行种植，播种标准按照30kg/hm² 计。撒播可选择种子和细土互掺的方法进行撒播，将种子与适量的细沙或细土混合均匀后同时播下。

2）复垦方式

采场边坡区域复垦在矿山开采过程中进行，实行边开采边治理的复垦措施。其复垦应以工程复垦先行，再造一个适合植物生长的平台；然后再辅以生态复垦，恢复原有的或再创一个更优的矿区生态系统。在采场区边坡修建的台阶上修建封边墙工程、覆盖表土（即土体再造）、播散草籽、在露天采场台阶面的内侧，按照0.5m的间距种植爬山虎等攀缘类植被，外侧种迎春花植物，高效绿化边坡台阶面。同时结合工程复垦采取必要的水土保持配套技术措施及防止边坡地质灾害发生的措施。

3）复垦工程的工艺流程和技术设计

拟采采场边坡计划采用机械复垦与人工复垦相结合的方式进行复垦，复垦的工艺流程大体可分为十个工序：

①表土剥离

因采场区边坡有部分区域为拟损毁区域，为了保证土地复垦时有足够的表土资源，拟损毁土地在损毁前需对表土进行剥离。剥离后将其堆放至新建排土场并采取保护措施。

②边坡整形

边坡整形工程设计的主要目的是采取切割的方式、使岩体斜坡达到稳定状态，坡面清理主要对采场边坡采面的滑石、坠石进行清除。因开发利用方案章节专门设计了边坡整形方案，在此不再设计。需要注明的是，台阶形成的次序是从上之下进行，原有已形成的不完整台阶需要进行削方修整，当上一级台阶成型、削方修整、清方后方可进行下一级台阶工作。

③封边墙设计工程

矿山采用分台阶自上而下开采，每一级台阶成型后修建台阶封边墙，封边墙设计及工程量见矿山环境保护与恢复治理工程设计章节。

④台阶覆土工程

对整形后的台阶及时覆土，使台阶内外侧持平，覆土采用全面覆土方式，全面覆土厚度为50cm；下部单台阶坡面角小于30度的边坡，采用全面覆土方式，全面覆土厚度为30cm。覆盖土采用预存在表土堆放场内剥离的表土，采用挖掘机运输，运距在1.5km内，全面覆土需求量为44740.3m^3。

⑤ 开挖截（排）水沟

为降低雨水对坡面的冲刷的同时带走土壤，计划在清扫平台上修建截（排）水沟，详细设计及工程量见矿山环境保护与恢复治理工程设计章节。

⑥ 土壤培肥

对覆土后的采场平台采用人工施作复合肥，以提高土壤氮磷钾元素含量，提升土壤肥力，复合肥播撒标准为600kg/hm^2，需复合肥7473.18kg。

⑦ 场地植树工程

培肥完成后挖穴植树，平台面积为 3.6872hm^2，布置间距为3m×3m，挖穴口径为50cm，深度为 50cm，需挖穴 4097 个，开挖土方 512.13m3。选用红叶石楠小型乔木，共需树种 4097 株。

⑧场地植草工程

开采平台面积为 3.6872hm^2，开采平台内侧种植爬山虎、平台外侧种植藤类植物，种植标准为1株/0.5m，数量=台阶总长度×1株/0.5m×2。台阶内总长约8370m，平台区域采用撒播草籽的方式植草，撒播标准为30kg/hm^2，共需草籽110.62kg，爬山虎、迎春花等植物共计33480株。

⑨监测工程

采场区边坡复垦监测措施主要为土地损毁、边坡稳定性监测和复垦后的复垦效果监测，土地损毁监测采用人工巡视观测、注记的方法，每月一次，对土地损毁区域进行统计，并通过巡查防止不必要的土地损毁。监测时间为13年。

复垦效果监测主要对植被的长势、高度、覆盖率监测，以制定管护措施。

监测频率为每年一次，监测期限以管护期制定，为 3 年。

⑩ 管护措施

管护措施主要包括浇灌、缺苗补种以及病虫害防治工作，管护时间 3 年。

（3）工业场地及办公生活区复垦工程设计

1）复垦目标和类型

根据土地复垦适宜性评价，工业场地及办公生活区复垦面积3.9861hm²，复垦方向为旱地。复垦设计包括建筑物拆除、场地平整、覆土回填、土壤培肥。

2）复垦方式

工业场地及办公生活区复垦在矿山闭坑后进行，实行谁开发谁治理的保护措施。其复垦应以工程复垦先行，再造一个适合植物生长的平台；然后再辅以生态复垦，恢复原有的或再创一个更优的生态系统。工业场地区域复垦前先进行建筑物拆除、场地平整、然后覆盖表土（即土体再造）。

3）复垦工程的工艺流程和技术设计

工业场地区域计划采用机械复垦与人工复垦相结合的方式进行复垦，复垦的工艺流程大体可分为七个工序：

① 建筑物拆除

对工业场地及办公生活区的建筑物进行拆除，建筑拆除系数为0.25，工业场地及办公生活区复垦面积3.9861hm²，则工业场地内需拆除的建筑物为9965.25m³。场区水泥地面系数为0.1，清理水泥地面约为996.53m³。

② 平整工程设计

工业场地及办公生活区采用机械方式对场地进行平整，按0.10m³/ m²的标准进行场地平整。整体保持5°的水利坡度倾斜进行平整，以利于雨季场地内汇水能较好地排除。

③ 场地覆土工程

设计对工业场地及办公生活区进行全面覆土，覆土厚度为70cm。覆盖土采用预存在表土堆放场内剥离的表土，采用挖掘机运输，运距在1.5km内，总覆土量为27902.7m³。

④土壤培肥

对覆土后的工业场地及办公生活区采用人工施作复合肥，以提高土壤氮磷钾元素含量，提升土壤肥力，复合肥播撒标准为600kg/hm²，需复合肥2391.66kg。

⑤监测工程

工业场地及办公生活区复垦监测措施主要为土地损毁监测和复垦后的复垦效果监测，土地损毁监测采用人工巡视观测、注记的方法，每月一次，对土地损毁区域进行统计，并通过巡查防止不必要的土地损毁。监测时间为3年。复垦效果监测主要对植被的长势、高度、覆盖率监测，以制定管护措施。

监测频率为每年一次，监测期限以管护期制定，为3年

⑥ 管护措施

管护措施主要包括浇灌、缺苗补种以及病虫害防治工作，管护时间3年。

（4）矿山道路区域复垦工程设计

1）复垦目标和类型

根据土地复垦适宜性评价，矿山道路区域复垦面积0.7338hm^2，复垦方向为农村道路，只在矿山道路两侧植树。复垦设计包括场地平整、覆土回填，挖穴植树，恢复为林地。

2）复垦方式

矿山道路区域复垦在矿山闭坑后进行，实行谁开发谁治理的保护措施。其复垦应以工程复垦先行，再造一个适合植物生长的平台；然后再辅以生态复垦，恢复原有的或再创一个更优的生态系统。矿山道路区域复垦前先进行场地平整、然后覆盖表土（即土体再造）、挖穴植树。生态复垦的主要内容是改良土壤。

3）复垦工程的工艺流程和技术设计

矿山道路区域计划采用机械复垦与人工复垦相结合的方式进行复垦，复垦的工艺流程大体可分为七个工序：

① 平整工程设计

矿山道路区域采用机械方式对场地进行平整，按0.10m^3/m^{2}的标准进行场地平整。

② 场地挖穴工程

设计对矿山道路进行穴状覆土，采用穴状整地客土回填。矿山道路全长745m，布置间距为3m，挖穴口径为80cm，深度为60cm，需挖穴498个。

③ 场地覆土工程

设计对矿山道路进行穴状覆土。覆盖土采用预存在排土场内剥离的表土，采用挖掘机运输，运距在0-1.5km内，每个坑穴覆土量为0.384m3，共498个坑穴，总覆土量为191.23m3。

④ 土壤培肥

采用人工施作复合肥，以提高土壤氮磷钾元素含量，提升土壤肥力，复合肥播撒标准为0.25kg/穴，需复合肥124.5kg。

⑤ 场地植树工程

在矿山道路已开挖好的坑穴植树，栽植红叶石楠，矿山道路全长745m，共计498株。要求顶芽饱满，无病虫危害和机械损伤，栽植时做到根舒压实，上面增一层松土成龟背形。

⑥ 监测工程

矿山道路复垦监测措施主要为土地损毁监测和复垦后的复垦效果监测，土地损毁监测采用人工巡视观测、注记的方法，每月一次，对土地损毁区域进行统计，并通过巡查防止不必要的土地损毁。监测时间为3年。

复垦效果监测主要对植被的长势、高度、覆盖率监测，以制定管护措施。

监测频率为每年一次，监测期限以管护期制定，为3年。

⑦ 管护工程

管护措施主要包括浇灌、缺苗补种以及病虫害防治工作，管护时间3年。

（5）原加工场地复垦工程设计

1）复垦目标和类型

根据土地复垦适宜性评价，工业场地及办公生活区复垦面积5.2044hm²，复垦方向为旱地。复垦设计包括建筑物拆除、场地平整、覆土回填、土壤培肥。

2）复垦方式

工业场地及办公生活区复垦在矿山闭坑后进行，实行谁开发谁治理的保护措施。其复垦应以工程复垦先行，再造一个适合植物生长的平台；然后再辅以生态复垦，恢复原有的或再创一个更优的生态系统。工业场地区域复垦前先进行建筑物拆除、场地平整、然后覆盖表土（即土体再造）。

3）复垦工程的工艺流程和技术设计

工业场地区域计划采用机械复垦与人工复垦相结合的方式进行复垦，复垦的工艺流程大体可分为七个工序：

① 建筑物拆除

对工业场地及办公生活区的建筑物进行拆除，建筑拆除系数为0.25，工业场地及办公生活区复垦面积5.2044hm²，则工业场地内需拆除的建筑物为13011m3。场区水泥地面系数为0.1，清理水泥地面约为1301.1m3。

② 平整工程设计

工业场地及办公生活区采用机械方式对场地进行平整，按0.10m3/ m2的标准进行场地平整。整体保持5°的水利坡度倾斜进行平整，以利于雨季场地内汇水能较好地排除。

③ 场地覆土工程

设计对工业场地及办公生活区进行全面覆土，覆土厚度为70cm。覆盖土采用预存在表土堆放场内剥离的表土，采用挖掘机运输，运距在1.5km内，总覆土量为36430.8m3。

④土壤培肥

对覆土后的工业场地及办公生活区采用人工施作复合肥，以提高土壤氮磷钾元素含量，提升土壤肥力，复合肥播撒标准为 600kg/hm²，需复合肥 3122.64kg。

⑤监测工程

工业场地及办公生活区复垦监测措施主要为土地损毁监测和复垦后的复垦效果监测，土地损毁监测采用人工巡视观测、注记的方法，每月一次，对土地损毁区域进行统计，并通过巡查防止不必要的土地损毁。监测时间为 3 年。

复垦效果监测主要对植被的长势、高度、覆盖率监测，以制定管护措施。

监测频率为每年一次，监测期限以管护期制定，为 3 年

⑥管护措施

管护措施主要包括浇灌、缺苗补种以及病虫害防治工作，管护时间 3 年。

8.4.2.5 土地复垦投资

本项目土地复垦动态总投资2210.46万元，其中静态投资1383.74万元，价差预备费501.55万元。静态投资中：工程施工费1383.74万元，其他费用180.99万元，监测与管护费50.29万元，基本预备费93.88万元。复垦土地面积（72.1168hm²）（1081.7520亩），静态单位面积投资为15797.64元/亩，动态单位面积投资为20434.06元/亩。

8.4.2.6 土地复垦规划

根据土地复垦方案服务年限以及原则上以3年为一阶段进行土地复垦工作安排的要求进行土地复垦阶段划分。本矿山服务年限为10年（含基建期1年），复垦管护期为3年，规划年限为13年，根据该矿矿山生产建设情况和土地复垦项目的特点，将其土地复垦工作划分以下3个阶段：

第一阶段：（2023年7月至2026年6月）制定矿山土地复垦方案、明确矿山土地复垦 、工作的范围、责任和义务，签订土地复垦监管协议，矿山基建、投产至正常生产期，在生产期，对道路两边、生活区周边及达到服务年限的台阶进行整平、覆土、绿化。

第二阶段（2026-2033年）：正常生产期持续推进到期台阶复垦，巩固植被恢复效果。

第三阶段（2033-2036年）：闭坑后全面完成复垦，开展土地质量监测与管护，确保复垦土地可持续利用。

8.4.3 效益分析

8.4.3.1 经济效益

（1）矿山地质环境恢复治理经济效益

矿山地质环境恢复治理的实施，通过各种防治措施使地灾隐患得到治理，保证了矿区周边居民的生命财产安全，极大地改善了矿区的经济发展环境。因此投入一定量的治理工程费用，换取一个安全的生产环境，保障矿山经济持续增长，其经济效益不言而喻。

（2）土地复垦经济效益

本项目通过土地复垦后，恢复旱地45.3741hm^2、乔木林地11.8752hm^2、其他林地5.3656hm^2、其他草地8.7681hm^2、农村道路0.7338hm^2。使损毁的土地重新产生经济效益，在一定程度上减轻了因损毁土地对当地民众生产生活产生的影响。

项目实施后，可复垦旱地45.3741hm^2，以一年每亩旱地平均收入1500元计算，每年可增加经济收益为102.09万元。按照复垦方向，乔木林地成林时间需要15年，按照林地种植面积、成树树径等标准，一公顷可产木材约280-360m^3，平均按照320m^{3}作为其产量计算依据，年产量估计在21m^3/hm^{2}左右，考虑林地复垦在现实中存在着一定的成活率、天灾等不确定因素，林地的年产量中考虑15%的损失率。根据目前市场行情，林木的销售价格在500元/m^{3}左右，成本费包括树苗费、人工工资和管理费等按照200元/m^{3}计算。则复垦林地的年净产值为:11.8752x21×(1-15%)×(500-200）=6.36万元。通过复绿工程，不仅改善了环境，还产生了一定的经济效益。

8.4.3.2 环境效益

（1）防风固沙效益

矿山开采形成大面积采坑和压占大面积土地，对土地资源影响严重。恢复治理工程、土地复垦通过植被重建营造生态区，有效提高植被覆盖率，防止周边生态系统退化与土地的风蚀裸露化。

（2）对生物多样性的影响

项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

（3）对空气质量的影响

通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲，栽植苗木可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

综上所述，通过对矿区进行恢复治理及土地复垦，可有效改善土壤物化性质，改善项目区及周边的生态环境。

8.4.3.3 社会效益

（1）本项目土地复垦方案实施后，可以减少矿区开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

（2）矿区复垦能够减少生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

（3）本工程土地复垦项目实施后，通过建设人工林地以及草地，恢复林草植被面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。

综上所述，矿山开采将导致山体破损、地形地貌及土地资源被破坏，露采形成高陡边坡可能引发崩塌、滑坡等地质灾害，若不对其治理，将加剧矿区水土流失、环境污染等，对矿区及附近居民的生命财产构成潜在威胁。

在土地资源日趋紧张的今天，矿山地质环境恢复治理、土地复垦对于社会稳定具有重要的意义。通过本方案的实施：一是有利于促进当地劳动力的就业,增加农民的收入；二是可以预防、减轻地质灾害的发生;三是有利于项目区及附近农业和林业的安全生产，实现当地社会经济的可持续发展；四是在项目区内营造林业产区，不仅防治了区域水土流失，而且将会改善当地群众的生产、生活质量，为当地人民的子孙后代留下一个山青水绿、生态良好的生活发展环境，对构建和谐社会、社会经济可持续发展具有重要意义。

第 9 章 节能

9.1 设计依据

（1）《中华人民共和国节约能源法》（2016 年7月2日中华人民共和国主席令第48号，2016 年7 月2 日起施行）；

（2）《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年2月29日中华人民共和国主席令第54号，2012年7月1日起施行）；

（3）《国家鼓励发展的资源节约综合利用和环境保护技术》（国家发改委2005年65号）；

（4）《“十四五”节能减排综合性工作方案》（国发〔2011〕26号）；

（5）《关于印发节能减排综合性工作方案的通告》（国发[2007] 15号）；

（4）《工业企业能源管理导则》（GB/T 15587-2008）；

（5）《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167-2006）；

（6）《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）；

（7）《企业能量平衡通则》（GB/T 3484-2009）；

（8）《用能设备能量平衡通则》（GB/T 2587-2009）；

（9）《企业节能量计算方法》（GB/T 13234-2009）；

（10）《评价企业合理用电技术导则》（GB/T 3485-1998）；

（11）《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2015）。

9.2 项目能源消耗

本项目矿石开采及加工生产所使用的能源主要为电能、汽柴油和少量水，主要用于矿石开采、加工、给水、废水（废渣）处理、收尘尘以及辅助生产生活等设施。电能由高铁岭镇变电站架入2路10kV高压电源至配电室。汽柴油由嘉鱼县城区附近加油站提供，直距约19km。生活给水用、加工区生产用水、喷雾除尘用水、消防用水水源为市政给水，市政给水接口位于加工区东侧九龙村，各种能源供应情况良好。

9.3 能耗指标分析

本项目的主要能源消耗情况计算如表9.3-1所示。

表 9.3-1 本项目综合能耗计算

序号	项目	实物量	单位	折算系数	单位物料折标煤量 kgce/t
1	水	0.23	m^3/t	0.0857 kgce/t	0.019
2	电	5	kW·h/t	0.1229 kgce/kW·h	0.615
3	柴油	0.33	kg/t	1.46kgce/t	0.38
	综合能耗				1.014

由表9.3-1可以看出，总能耗按当量值折算的煤耗为1.014kgce/t原料，其中消耗最大的能源为电。本项目矿石加工综合能耗为0.634kgce/t原料，折合万吨产品能耗为6.34吨标煤，不高于《关于推进机制砂行业高质量发展的若干意见》（工信部联原[2019]239号文）中万吨产品能耗（不含矿山开采）以石灰石等软岩为原料的不高于10吨标煤的要求。

9.4 节能措施

9.4.1 矿山开采节能措施

（1）优化总平布置，优化开拓方案，缩短运距，充分利用现有地形，节约 了开采运输能耗。

（2）优化开采方案，选用了大型电力开采设备和效率高、油耗低的大型矿用运输车辆或电车。

（3）严格控制穿孔参数，优化矿山爆破参数，改善爆破效果，减少根底、大块及伞岩的发生，降低炸药与其他材料的消耗，同时保持采矿工作面的平整。尽量减少大块矿石，增加铲装设备的铲装能力、减少二次破碎工作量，达到节约能源的目的。

（4）采用机载空压机向钻机供风，克服集中供风所带来的供风距离长、风耗大、压力损失大、影响钻机工作效率等缺点。

（5）根据地形条件合理选择运输线路，以达到降低能耗的目的。

9.4.2 矿石加工节能措施

（1）总平面布置

在总图布置中，从节电的角度出发，力求工艺流程顺畅紧凑，尽量减少生产环节，极力避免物料往返运输，最大限度地缩短生产过程中的物料运距与高差，从而也节省大量的物料输送能耗。加强计量、提高效率、减少产品损耗，在生产过程中的各个重要环节均设置了各种质量好、精度高的计量设备与器具。

（2）工艺设备选型

本项目主要生产设备选型方面均选择目前国际、国内正规的、有国家生产许可证、工作效率高、耗电少、性能稳定、操作方便的设备。

破碎、筛分、输送等设备采用工作效率高、耗电少、性能稳定、操作方便的设备，设备系统的成品率高、设备重量轻、吊车吨位小、维修方便、节能效果明显。

（3）节水减排

1）节约水资源，同时降低相应水处理的费用及能源消耗。

2）全厂生活污水和生产废水通过排水管网汇集至污水处理，实现污水的零排放，从而减少水资源的开采、减轻了环境的污染，同时降低了能源消耗。

3）生产、生活给排水管道选用阻力小、耐腐蚀、韧性好、强度高、使用寿命长的塑料管，以降低能耗、减少水量渗漏及水质污染。

4）供水设备及用水器具方面均选用节能产品。

5）水源和给水系统泵组的总出水管，生产车间的给水总管和建筑物生活给水引入管，分别装设计量仪表，以达到精确计量及控制用水量，减少浪费的目的。

9.4.3 电气节能措施

（1）电气设备的选型在技术及经济比较后，优先采用国家推荐的节能型产品。选用先进节能的电气设备，包括低损耗节能变压器（所选变压器满足国家规范中2级能效要求）、节能照明灯具等。在电气及自动化上，采用软启动装置，实现了电机的软启动，避免了对电网的冲击，降低了设备的故障率，延长了设备的使用寿命，节电效果显著。

（2）在电气设计中，将变压器及配电室设在靠近负荷中心处，以降低线损；采用集中和分散相结合的功率因数补偿方式，降低无功损失。

（3）各配电室应采取静电电容器补偿，以减少无功损耗。对大功率异步电动机宜配置静电电容器补偿，以提高设备的功率因数。

（4）高压开关柜采用微机保护装置，取消了大量的常规仪表，节省了能耗， 提高了保护可靠性。

（5）选用自然功率因数高的用电设备，以降低补偿的电容器容量，减少电容器的能耗。

（6）需调速的交流电动机，采用变频调速。对破碎机等配备的大型绕线式电动机，采用液体变阻器作为绕线电机的起动设备，可降低运行费用。

（7）选用的交流接触器的吸持功率符合现行国家标准《交流接触器能效限定值及能效等级》（GB 21518-2008）规定的节能评价值。

（8）选用中小型三相异步电动在额定输出功率和75%额定输出功率的效率符合现行国家标准《电动机能效限定值及能效等级》（GB 18613-2020）规定的节能评价值。

（9）采用节能型电气设备，水泵、风机及其他电气装置满足相关现行国家标准的节能评价值要求。

（10）在低压系统设无功补偿装置，设有源滤波器抑制高次谐波危害。

9.4.4 供配电与照明节能措施

（1）选择低损耗节能型的变压器，并合理决定负荷率。

（2）合理设计供配电方案，尽量使电力室布置在负荷中心，可减少电缆长度，降低电缆的能量损耗。

（3）各电力室采用电容器来提高系统的功率因数达到0.95以上，可降低系统的无功损耗。

（4）对要求调节流量的风机和水泵，宜选用变频调速装置。

（5）对破碎机等配用的大型绕线式电动机，宜选用液体变阻器起动。

（6）为了降低劳动定员，采用PLC控制系统，以提高劳动生产率。

（7）在照明的控制方式上可采用自动与手动相结合的原则，避免人为不关灯的长明灯现象。

9.4.5 建筑节能措施

（1）节能建筑规划设计，根据建筑功能要求和当地的气候参数，在总体规划和单体设计中，科学合理地确定建筑朝向、平面形状、空间布局、建筑体型、间距、层高、选用节能型建筑材料、保证建筑外维护结构的保温隔热等热工特性，全面应用节能技术措施，最大限度减少建筑物能耗量，获得理想的节能效果。

（2）增强建筑维护结构的保温隔热性能，设计中使用环保、节能型建筑材料，可有效减少通过围护结构的传热，从而减少各主要设备的容量，达到显著的节能效果。在满足通风、采光要求的前提下，尽量减少门窗的面积，并对窗户采取内遮阳设计，以减弱夏季太阳辐射，同时能在平常获得较多的自然采光。

（3）优先选用新型保温节能门窗，设计中采用热阻大、能耗低的节能材料 制造的新型保温节能门窗可大大提高热工性能。

（4）提高绿化水平，设计通过增加高层建筑以减少建筑物占地面积，为环 境绿化留出更多的地面。绿化对居住小区气候条件起着十分重要的作用，它能调节改善气温，调节

碳氧平衡，减弱温室效应，减轻城市的大气污染，减低噪声遮阳隔热，是改善居住小区微小气候，改善建筑室内环境，节约建筑能耗的有效措施。

（5）运用界面光学技术，设计建筑外墙采用白色饰面，屋面采用浅色瓦，以减少外表面对太阳辐射热的吸收，室内装修采用浅色材料，增加二次反射光线，以增强室内光线，并达到一定的均匀度，可节省照明能耗，也能减少为照明等设备散热而增加的空调负荷。经与建设方沟通，可再生能源利用设施投资较大，本项目各车间不设置可再生能源利用设施。

9.5 节能效果分析

企业管理者应致力于准确获取每台设备的真实油耗数据，识别高油耗设备及其原因（是设备问题、路况问题还是操作问题），采取针对性措施（维修、调度优化、培训等）。同时跟踪措施效果，形成管理闭环。

通过精细化管理，将整体能耗降低5%-15%是完全可能的，这对于中型矿山而言意味着每年节省数千万元的成本。

第 10 章 安全管理与职业卫生

10.1 矿山开采主要安全风险

10.1.1 主要因素分析

矿区所在区域属于亚热带湿润型季风气候，四季分明、雨量充沛、气候温和、湿度较大、日照充足、雨热同季、无霜期长。主要灾害气象为风、冰雹灾害，多发生平原地区和雹线地区，时多在盛夏或高温酷热时节，大风常伴有冰雹。若未按设计要求开采，遇暴雨、冰雪、狂风天气，会造成大量雨水冲刷边坡，有出现滑坡、坍塌、泥石流的可能，应建立极端气候条件下相关安全措施。

结合设计确定的开采方案，本矿山安全生产应重点关注的问题主要有以下几方面。

（1）已有采空区安全问题

矿区内分布有四个大小不一的采坑，其中西部为CC1（原嘉鱼县百合矿业有限责任公司九龙山采石场）、东侧为CC2（原嘉鱼县高铁岭镇九龙山采石场）、南部为CC3（历史遗留采坑）、西南部为CC4（历史遗留采坑）。

目前，现状条件下各老采坑边坡均处于稳定状态，未发生崩塌、滑坡等地质灾害，局部存在伞岩，部分存在掉块现象。未来矿山开采遵循自上而下开采顺序，均在各老采坑上部进行开采作业，老采坑边坡崩塌或滑坡不会直接波及矿山正常生产。同时随着未来矿山自上而下分台阶开采，老采坑边帮将会被开采殆尽。未来矿山临近老采坑边帮开采时，有人员、设备坠落风险，应建立临边作业的安全防护和监测措施。另外CC1、CC2老采坑坑内目前有大量积水，有人员溺亡风险，也应建立安全防护措施。

（2）岩溶安全问题

矿区岩溶不发育，局部见有溶蚀现象，岩溶可能会导致突水、突泥、地面塌陷、围岩失稳、人员设备掉落等地质灾害，影响矿山安全生产，开采过程中需要注意岩溶的探测和防护，探测出的溶洞需按照专项方案做好防护，并进行充填或专项爆破施工。

（3）高边坡安全问题

露天采场未来形成高边坡，最大边坡高度为100m，根据边坡稳定性分析处于稳定状态。若终了边坡未按设计参数施工，受岩石自重、风化剥蚀、爆破振动、雨水冲刷等影响，容易造成边坡垮塌或滑坡，可能造成人员伤亡或设备损伤。

10.1.2 主要预防措施

矿区未来采坑边坡总高度较大，局部裂隙较发育地段在长期雨水的作用下易发生小规模滑坡、崩塌等地质灾害问题，因此在今后开采中应该引起高度重视，严格遵循水平分台阶开采的原则，控制好每一开采阶段的开采坡面角和台阶高度，预防可能诱发的崩塌及滑坡等地质灾害。另外应加强矿山生态环境的恢复治理，加强对采场边坡、排土场等地质灾害易发区的监测，制定防治及治理方案。

已有采空区安全措施：

（1）松散体、危岩体处置措施：

针对于CC2和CC4已发现的危岩体，当开采至附近区域时，提前消危后方可正常作业。本次对CC1 采坑和CC2采坑北侧边坡提出治理设计思路，方案详见8.1.2章节。主要采用坡面整理+平面覆土绿化+截排水工程的综合治理方案。通过人工削坡的形式对原始坡面可清理区域的不稳定基岩及垮塌区域进行清理。

（2）在治理过程中还必须采取以下安全防护措施：

①临近老采坑边帮处，在作业前、作业中及每次爆破后，应对坡面进行安全检查，发现工作面有裂隙，坡面上有悬浮岩块、危石等情况，相关人员应立即停止作业撤离至安全地带，并采取处理措施；

②对老采坑边帮应每月检查一次。不稳定区段在暴雨过后应及时检查，发现异常应立即处理。同时在老采坑边帮上设置表面位移监测点，监测方式和监测点布置详见7.1.3.2；

③对老采坑边帮进行保护、修整，消除边坡浮石、伞岩，一旦发现隐患立即停止作业并及时清除，待隐患消除后再进行作业；

④在靠近老采坑边帮陡崖侧2m外，设置带醒目位置的安全警示带、警示标志，防止人员误入坠落；

⑤应采取措施防止采矿工作面地表水渗入老采坑边帮岩体弱层裂隙或直接冲刷边坡；

⑥现场安全管理人员密切关注铲装作业人员临边作业情况，并根据实际情况以对讲机等方式进行提醒、警示；

⑦制定临边作业安全管理措施，按照《金属非金属矿山安全规程》的有关要求，制定临边作业安全操作规程；

⑧老采坑顶部开采各作业人员和生产设备必须在作业平台的稳定范围内行走；

⑨老采坑临边铲装时，必须修设安全土挡，土挡高1m，上宽0.5m，下底宽1.5m。用挖掘机铲斗进行压紧压实，严禁用大块堆筑；

⑩老采坑顶部临边区域内严禁堆载，严禁堆放大块石。

（3）采坑内部处置措施：

针对老采坑边帮下方区域，应设置带醒目位置的安全警示带、警示标志，防止上方落石对人员造成伤害。针对CC1、CC2老采坑坑内目前有大量积水，须在人员能到达外侧设置安全防护围栏，栏杆高度不低于1.2m，并设置警示标志。

岩溶方面具体措施：

根据本矿地层条件，少量地段可能会出现岩溶，开采过程中当对岩溶进行防范，碳酸盐岩地层需要时刻对岩溶进行探测，并及时处理，探测和处理方式如下：

（1）矿区岩溶的初步探测

可采用高密度电法、常规直流电法、高频大地电磁法、低频地质雷达方法、物探仪法等。本矿推荐采用低频地质雷达方法探测30m深度范围的岩溶分布。

（2）矿区岩溶的防治措施

1）生产中要加强生产地质勘探工作，预先查明溶洞的位置、空间大小、形态、是否有充填物等，并及时标示在矿山平面图上，设置明显的警示标志，使生产设备和人员远离、避开溶洞位置。

2）矿区境界内的溶洞至少超前一个台阶进行处理，处理前由专业工程师编制溶洞处理方案，并报主管矿长审批。

3）开采境界内和最终边坡邻近地段的溶洞，要及时标注在矿山平面图上，并随着开采的推进，及时设置明显的警示标志。

4）按溶洞岩体的自然安息角，划定符合规定要求的安全距离，防止因溶洞垮塌而造成人员和设备的坠落。

5）在溶洞周边设置警示牌或警示栏。对溶洞重点部位和有潜在塌陷危险的地段进行加固处理，必要时进行回填处理。

6）如果终了边坡上出现不可预见的溶洞时，靠近终了边坡要尽量扩大边坡范围，避开溶洞，如无法避开，则采取灌浆填塞等加固措施，防止滑坡和坍塌事故的发生。

7）溶洞发育地段，岩石较破碎容易冒落，要注意炮孔的的位置布置，不得沿溶洞裂隙布置炮孔，并注意溶洞的发育程度和延伸方向。

8）溶洞中有积水或地下水时，要通过机械排水方式或其它疏排方式及时将水抽干，以防突水事故的发生。

9）合理调整爆破参数，在接近岩溶发育地段，选择合适的孔网参数，采用控制爆破技术，严格控制炸药量。根据溶洞的大小和位置采取不同的处理方法。

①溶洞位于孔底，且直径和高度均小于0.5m时，可不用进行处置；直径和高度均大于0.5m时，可采用堵塞的措施进行处理，抬高孔底高程，使孔位位于溶洞下0.5～1.0m进行装药。

②溶洞位于孔身，且在装药范围内、直径大于三倍炮孔直径的溶洞，在进行装药时，可采取分段装药措施控制溶洞。

③溶洞位于孔底下方，孔底距溶洞顶板较近时，根据实际情况，将孔深延长至距溶洞顶板0.5～1.0m处，利用爆破技术将溶洞炸塌，用爆堆进行回填，根据爆堆形成的情况，安排挖机进行处理。

④溶洞正好位于堵塞深度范围内时，可直接对溶洞实施堵塞。

⑤对以上措施不能达到有效控制的溶洞，可采取在附近重新钻孔的措施对溶洞进行相应的控制。

10）建立健全溶洞管理和检查制度。定期对溶洞进行观察，记录变化情况。建立溶洞管理登记建档制度和溶洞事故应急救援预案。

边坡方面主要预防措施如下：

（1）生产开采过程中，应加强矿山边坡、表土堆场的安全管理，建立边坡监测网，对采场、排土场的边坡进行定点观测，发现异常及时处理，以确保矿区生产期的边坡安全。

（2）对软弱边坡或坚硬岩层边坡上的岩块破碎、松动部位应进行水泥护面、洞隙灌浆予以加固，必要时应进行削坡。

（3）加强边坡安全管理。矿山建成投产后，成立专门的边坡维护队伍，制定边坡管理制度，严格执行边坡到界靠帮操作规程，及时清理浮石，建立有效的边坡监测系统。

（4）做好露天采场的防洪工作，减少降雨引起的地表水对边坡的冲刷。

（5）台阶推进到固定帮时，要保留足够的安全平台宽度。边帮靠界后要及时进行边坡加固治理措施。

（6）在采场安全生产中，矿山应特别重视边坡管理，保障台阶边坡的排水畅通，修筑排水沟、及时疏通排水沟，避免水流直接冲刷边坡，特别是加强雨季检查，以保证已形成边坡的稳定性。

穿孔、爆破、铲装以及运输生产方面主要预防措施如下：

（1）加强操作者的安全技术知识培训，制定安全技术操作规程，提高操作者识别危险、有害因素的能力和防范突发事故的能力。

（2）钻机沿台阶边缘行走时，机架突出部分距台阶外缘不得小于3m。

（3）开采境界内和最终边坡邻近地段的溶洞，要及时标注在矿山平面图上，并随着开采的推进，及时设置明显的警示标志。

（4）按溶洞岩体的自然安息角，划定符合规定要求的安全距离，防止因溶洞垮塌而造成人员和设备的坠落。

（5）在溶洞周边设置警示牌或警示栏。对溶洞重点部位和有潜在塌陷危险的地段进行加固处理，必要时进行回填处理。

（6）如果终了边坡上出现不可预见的溶洞时，靠近终了边坡要尽量扩大边坡范围，避开溶洞，如无法避开，则采取灌浆填塞等加固措施，防止滑坡和坍塌事故的发生。

（7）溶洞发育地段，岩石较破碎容易冒落，要注意炮孔的的位置布置，不得沿溶洞裂隙布置炮孔，并注意溶洞的发育程度和延伸方向

（8）钻机通过坡道时，钻架必须放倒，以防钻机倾倒。

（9）钻机夜间作业，照明设施要完善。

（10）钻机开始运行时，必须检查机械周围是否有人和障碍物。

（11）对于穿过溶洞的钻孔要防止卡钻，同时作好记录，为下一步装药提供依据。

（12）爆破作业时，非爆破作业人员撤到安全警戒线以外，爆破作业人员在爆破时也必须进入避炮室。

（13）爆破工作开始前，须根据地形条件及有关规程规范明确危险区的边界并设置明显标志，且有专人警戒。

（14）预防盲炮的措施

1）改善爆破器材的保管条件。防止爆破器材受潮变质，发放前应严格检验，对质量不合格的应予报废。发放时对雷管应注意同厂同批；

2）对爆破网路要有正确的接法，并加强网路的维护工作；

3）防水措施，在有水工作面装药，应采取可靠的防水措施，以避免爆炸材料受潮吸水。

（12）挖掘机作业时，按规范操作，并确保作业人员劳动保护。

（13）当挖掘机作业时，任何人不得在挖掘机悬臂和铲斗下面及工作面的底帮附近停留；在任何情况下，铲斗下严禁站人。

（14）在挖掘机作业时，发现有悬浮岩块、塌陷征兆，必须停止作业，将挖掘机开到安全地带。

（15）每台挖掘机都应装有汽笛或警报器，在挖掘机铲作业时都应发出警告信号。

（16）定期对采场汽车进行检修，确保运输车辆正常运行；均匀装车，严禁超重。

（17）养护工段应经常巡查路段，采场固定坑线、公路应设置栅栏与路标，及时清除路肩、边沟、水槽、排水沟中积秽，及时维修凹凸路面。

（18）采用汽车尾气净化措施、加强路面防尘措施、防滑措施。

（19）加强安全生产教育，严禁违章作业、违章调度、无证上岗、酒后行车等行为。

（20）在临边作业过程中还必须采取以下安全防护措施：

①临近采坑边帮处，在作业前、作业中及每次爆破后，应对坡面进行安全检查，发现工作面有裂隙，坡面上有悬浮岩块、危石等情况，相关人员应立即停止作业撤离至安全地带，并采取处理措施；

②对采坑边帮应每月检查一次。不稳定区段在暴雨过后应及时检查，发现异常应立即处理。同时在老采坑边帮上设置表面位移监测点，采取人工监测方式；

③对采坑边帮进行保护、修整，消除边坡浮石、伞岩，一旦发现隐患立即停止作业并及时清除，待隐患消除后再进行作业；

④在靠近采坑边帮陡崖侧2m外，设置带醒目位置的安全警示带、警示标志，防止人员误入坠落；

⑤应采取措施防止采矿工作面地表水渗入采坑边帮岩体的弱层裂隙或直接冲刷边坡；

⑥现场安全管理人员密切关注铲装作业人员临边作业情况，并根据实际情况以对讲机等方式进行提醒、警示；

⑦制定临边作业安全管理措施，按照《金属非金属矿山安全规程》的有关要求，制定临边作业安全操作规程；

⑧采坑顶部开采各作业人员和生产设备必须在作业平台的稳定范围内行走；

⑨采坑临边铲装时，必须修设安全土挡，土挡高1m，上宽0.5m，下底宽1.5m。用挖掘机铲斗进行压紧压实，严禁用大块堆筑；

⑩采坑顶部临边区域内严禁堆载，严禁堆放大块石。

排土场变形、泥石流防范措施：

排土场的危害主要是排土场的变形。比较常见的有：滑动、塑性变形、坡面散落、沉陷等。这些危害对排土场的安全作业和正常的排土工作影响很大，甚至影响到矿山生产任务的完成。因此矿山必须加强排土场边坡的监测并采取措施防止和减少病害的发生。

排土场变形的主要原因有：排土台阶过高，岩土含水过多，没有按岩石的渗水性、耐压能力、稳定性等堆积岩石，排土场位于岩土松散的基底，疏干排水工作差等。防止排土场变形的措施：

（1）首先要做好防排水工作，消除水的影响，避免地表水流入场内浸泡、冲刷边坡，掏挖坡脚。

（2）排土场进行排土作业时，应圈定危险范围，并设立警戒标志，无关人员不应进入危险范围内。

（3）查明排土场地的岩性，使排土场建立在可靠的基底之上。对于倾斜的基底、清除表层的腐植土及软弱层，并挖成台阶；对潮湿基底，将不易风化的岩石排弃基底，并将地下水引出场外。

（4）按岩性合理排弃岩石，如将坚硬岩块排于底层，表土排于上部，不混排，选择适宜的排土台阶高度。

（5）在雨季及融冻期做好排水准备工作等。

（6）设置防滚石挡墙，防止滚石滚入采场砸伤人员和设备等。

（7）矿山开采结束后，排土场已清理完毕，在排土场原有位置进行复绿，恢复生态环境。

10.2 安全机构设置与安全教育管理

10.2.1 机构设置

（1）“五职”矿长配备

按照“矿安〔2025〕12号”文件要求，矿山应配备“五职”矿长：即矿长和负责技术、安全、生产、机电工作的副矿长，必须有主体专业大专以上学历且有10年以上矿山一线从业经历。

技术矿长可对安全技术负主要责任的技术负责人负责全矿的安全技术管理工作，在矿长的领导下制定技术方案，解决技术问题并参与应急救援，组织工程技术人员研究解决安全生产的技术问题。

安全矿长是生产经营单位安全生产工作的专职负责人，专门负责监督管理本单位的安全生产工作，原则上不得安排其兼任或兼职其他工作。

生产矿长负责本单位的协调生产管理工作，在确保安全的情况下组织协调生产计划，合理开采并及时整改安全隐患。合理开采矿产资源，制止乱采滥挖和违章指挥、违章作业行为。需定期进行安全生产检查，落实整改措施，并及时研究解决生产中的安全问题。

机电矿长全面负责机电设备管理，负责全矿的机电技术管理工作，对本单位的全部机电设备负全面责任。机电部长需要统一指挥调动全矿机电设备，合理安排设备的检查、检

修计划。实施安全措施以预防事故发生，抓好机电人员的安全教育和技术培训工作，提高机电技术人员的业务水平。

机电矿长负责整个矿区的机电设备管理工作，对所有机电设备承担全面责任。他需统一调度全矿的机电设备，合理安排设备的检查与维修计划。同时，要采取各种安全措施来预防事故的发生，还要加强机电人员的安全教育与技术培训，提升他们的专业能力。

（2）安全技术管理机构设置

矿山由矿长担任矿山安全主要负责人，下设安全环保部、生产运控部、技术管理部、机电物资部，综合管理部、金融财务部。

（3）部门职能、人员配备

1）根据“矿安〔2022〕4号”、“矿安〔2025〕12号”文件要求，配备“五科”专业技术人员：负责生产技术（采矿）、调度、机电运输、地质测量、安全管理工作职能部门的技术人员，其职能部门的主要负责人必须为主体专业毕业且有5年以上矿山一线从业经历；

2）矿山配置3名专职安全员，组织或参与制定安全生产规章制度、操作规程和生产安全事故应急预案、安全教育培训等；设立生产技术管理机构，配备具有采矿、地质、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员，技术上支撑矿山安全管理；

3）矿山企业建立健全各级领导安全生产责任制、职能机构安全生产责任制和岗位人员安全生产责任制。安全生产责任制的对象为本矿所有部门和岗位；

4）建立矿山生产设备安全生产管理档案；

5）建立矿山工伤事故报告制度，并建立事故应急的组织机构，对边坡、爆破伤害方面等危险源编制事故应急处理预案，与当地应急救援单位签订救护协议；

6）矿山建立特种作业管理制度，特种作业人员必须经过培训并取得上岗证。矿山特种作业人员设焊工、电工、爆破工、排水工等；

7）矿山必须依法参加工伤社会保险，为矿山员工缴纳工伤保险费及安全生产责任险；

8）矿山应建立风险分级管理制度及隐患排查治理管理制度，将风险管控纳入全员安全生产责任制，明确风险点排查、风险评价、风险等级和确定风险管控措施的程序、方法和标准等内容。组织对矿山生产全过程进行风险点排查，列明风险点名称、所在位置、可能导致的事故类型及后果；并根据生产工艺、作业活动等情况选择适用的分析辨识方法进行风险因素辨识，明确可能存在的不安全行为、不安全状态、管理缺陷和环境影响因素，按照国家和省有关标准、方法对风险点进行定性定量评价，确定风险等级；编制风险分级

管控清单，列明管控重点、管控机构、责任人员和技术改造、经营管理、培训教育、安全防护和应急处置等管控措施；

9）矿山应将风险管控工作纳入年度安全生产教育培训计划并组织实施，主要负责人每季度至少组织检查1次风险管控措施和管控方案的落实情况。

（4）人员职责

1）主要负责人职责

①建立健全并落实本单位全员安全生产责任制，加强安全生产标准化建设。

②组织制定并实施本单位安全生产规章制度和操作规程。

③组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划。

④保证本单位安全生产投入的有效实施。

⑤组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患。

⑥组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案。

⑦及时、如实报告生产安全事故。

2）安全管理人员职责

①组织或者参与拟订本单位安全生产规章制度、操作规程和生产安全事故应急救援预案。

②组织或者参与本单位安全生产教育和培训，如实记录安全生产教育和培训情况。

③组织开展危险源辨识和评估，督促落实本单位重大危险源的安全管理措施。

④组织或者参与本单位应急救援演练。

⑤检查本单位的安全生产状况，及时排查生产安全事故隐患，提出改进安全生产管理的建议。

⑥制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为。

⑦督促落实本单位安全生产整改措施。

3）一般从业人员职责

①严格遵守安全生产法律、法规、规章、标准和公司安全生产规章制度、操作规程，服从管理。

②按照要求参加安全学习培训，掌握岗位安全生产知识技能，从事特种作业的应当经培训取得相应资格证书并按照要求参加培训考核。

③认真开展岗前、岗中、交接班安全隐患排查，确保本岗位作业安全。

④发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全管理人员或者相关负责人报告，发生生产安全事故后立即报告现场有关负责人或公司负责人。

⑤对公司安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告，有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

⑥熟悉本岗位的安全生产风险和应急处置措施，发现直接危及人身安全的紧急情况时,有权停止作业或者在采取可能的应急措施后,撤离作业现场。

⑦正确佩戴和使用劳动防护用品。

⑧熟练掌握应急逃生知识，提高自救互救能力。

⑨法律、法规、规章以及公司规定的其他安全生产职责。

10.2.2 安全教育培训

（1）主要负责人和安全管理员培训

根据《生产经营单位安全培训规定》（安监总局令第3号发布，安监总局令第63号、80号令修订）规定，生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员应当接受安全培训，具备与所从事的生产经营活动相适应的安全生产知识和管理能力。非煤矿山生产经营单位主要负责人和安全生产管理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。

（2）特种作业人员安全培训

根据《生产经营单位安全培训规定》（安监总局令第3号发布，安监总局令第63号、80号令修订）规定，生产经营单位的特种作业人员，必须按照国家有关法律、法规的规定接受专门的安全培训，经考核合格，取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业。同时，企业的特种作业人员还应参加企业组织的安全教育培训。

（3）从业人员安全教育培训

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）规定，新进露天矿山的生产作业人员应接受不少于72学时的安全培训，经考试合格后上岗。调换工种的生产作业人员应接受新岗位的安全操作培训，考试合格方可进行新工种操作。所有生产作业人员每年至少应接受20学时的职业安全再培训，并应考试合格。

根据《生产经营单位安全培训规定》（安监总局令第3号发布，安监总局令第63号、80号令修订）规定，非煤矿山新上岗的从业人员安全培训时间不得少于72学时，每年再培训的时间不得少于20学时。培训教育应当坚持以考促学、以讲促学，师傅带徒弟等方法，实行“三级”教育或委托培训机构进行培训教育，确保全体从业人员熟练掌握岗位安全生产知识和技能。

厂级岗前安全培训内容应当包括：

1）本单位安全生产情况及安全生产基本知识；

2）本单位安全生产规章制度和劳动纪律；

3）从业人员安全生产权利和义务；

4）有关事故案例等；

5）事故应急救援、事故应急预案演练及防范措施等内容。

车间级岗前安全培训内容应当包括：

1）工作环境及危险因素；

2）所从事工种可能遭受的职业伤害和伤亡事故；

3）所从事工种的安全职责、操作技能及强制性标准；

4）自救互救、急救方法、疏散和现场紧急情况的处理；

5）安全设备设施、个人防护用品的使用和维护；

6）本车间安全生产状况及规章制度；

7）预防事故和职业危害的措施及应注意的安全事项；

8）有关事故案例；

9）其他需要培训的内容。

班组级岗前安全培训内容应当包括：

1）岗位安全操作规程；

2）岗位之间工作衔接配合的安全与职业卫生事项；

3）有关事故案例；

4）其他需要培训的内容。

从业人员在本厂内调整工作岗位或离岗一年以上重新上岗时，应当重新接受车间和班组级的安全培训。企业采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备时，应当对有关从业人员重新进行有针对性的安全培训。

全体从业人员每年再培训按企业年初制定的培训计划实施，培训内容至少应包括：安全法律法规、安全标准化知识、企业规章制度、岗位操作或作业规程、应急预案、典型事故案例分析等。培训要做好记录，组织考试，录制影像资料，建好档案，切实有效提高全员安全素质。

10.3 职业卫生

10.3.1 职业卫生与健康危害因素分析

采场作业场所产生的职业危害因素较多，主要有：粉尘、噪声、振动、高处作业、电焊烟尘、辐射、高温等，因此，建设单位应在施工现场入口处设置职业卫生公告栏，在施工岗位设置警示标志和说明，必须为本单位人员提供符合要求的劳动防护用品并督促其正确佩戴和使用，配备应急救援设施，对从业人员岗前、在岗期间、离岗时进行职业健康检查，按要求定期开展职业卫生检测工作。

认真贯彻执行《中华人民共和国劳动法》，为充分调动企业工人的劳动积极性，企业法人要为管理干部、工人购买工伤保险、医疗保险；因特殊情况不能办理工伤保险的，可以办理安全生产责任保险或者雇主责任保险。定时对工人进行身体检查。矿山企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，如安全帽、口罩、工作服、工作鞋、手套等，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。企业内部加强安全知识教育培训，全面提高工人的安全技术素质。

10.3.2 职业卫生与健康防护措施

建设单位要建立职业卫生管理机构，设立专人负责职业卫生管理工作，明确职责，制定相应的职业卫生管理制度、操作规程、应急预案，并报职业卫生管理部门备案。

本建设项目职业卫生防护设施应该与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。职业卫生设施应有专项经费，保证职业卫生措施落实到位。

建设单位应对作业人员进行上岗前的职业卫生培训和在岗期间的职业卫生教育，并做好从业人员岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查。

建设单位应在施工现场入口处设置职业卫生公告栏，在施工岗位设置警示标志和说明，必须为本单位人员提供符合要求的劳动防护用品并督促其正确佩戴和使用，配备应急救援设施，按要求定期开展职业卫生检测工作。

矿山开采及加工过程中产生粉尘，对周围环境产生影响，设计主要通过以下措施进行防尘和降尘：

（1）凿岩作业防尘

设计选用的潜孔钻机自带干式除尘装置，由除尘罩、除尘器、风机及管道组成。除尘罩紧罩孔口，孔底岩粉通过排尘气压吹至孔口，在除尘风机抽吸作用下经管道进入除尘装置，除尘效果良好，经除尘器处理后的粉尘达到国家允许浓度排放标准。

（2）爆破作业防尘

爆破防尘可采用爆破时加水袋、爆破后喷淋洒水等措施。爆破作业中心点的粉尘浓度超过100mg/m³，除此以外只能在自然界飘散稀释，对周围环境有一定影响，但不会造成大的环境污染。

（3）装运作业防尘

采装运工序的防尘措施，主要是控制卸矿时的扬尘，尽可能降低卸矿高度，防止和减少扬尘，辅助以洒水、喷雾、个人保护等方法予以解决。

铲装作业过程中的防尘措施主要是铲装前向爆堆表面洒水。另外，对铲装设备司机室的防尘，可采用司机室的密闭、净化和空调措施，可起到良好的防尘效果。

（4）运输作业防尘

汽车运输过程的防尘措施为向路面（地面）洒水，配备2台10m3洒水车，视现场环境条件对路面洒水，减少运输过程中扬起的粉尘。

（5）其他防尘措施

1）矿山企业必须按规定向职工发放合格的劳动保护用品，职工必须按规定穿戴和使用劳动保护用品与用具。

2）接触粉尘作业的工人执行定期轮换制度并根据《职业病防治法》定期进行职业病检查和防治。

3）在转载、运输、破碎过程中产生大量粉尘，因此应加强对运输车司机室的防护，采场通道定期洒水；加强运输过程中的防尘，在运输公路两边设立绿化带，安设喷雾系统，并要随开采计划随时更新；转载、破碎除了安设湿式喷雾、洒水装置外，还要在产尘处装设干式捕尘装置。

4）建立职业危害防治制度，配备测粉尘等仪器，对总粉尘和可吸性粉尘监测，并定期对职工公布。

矿山开爆破和一些机电设备会产生噪声，如潜孔钻等产生的噪声。主要通过以下措施进行降噪：

地面的高噪声设备如空压机等可采用消音、隔声措施降噪，运输设备应保持车辆有良好的工况，减少鸣笛，降低交通噪声影响。

第 11 章 技术经济

11.1 建设工期与劳动定员

11.1.1 建设工期

根据矿山基建工程量及设计开采规模等参数，估算矿山建设工期1年。

11.1.2 劳动定员

根据工作制度及矿山规模确定矿山劳动定员表，不含矿石加工区，详见表11.1-1。

表 11.1-1 矿山劳动定员汇总表

序号	工种岗位	定员			折算系数	计算人数	设计定员	备注
		班次		合计				
		一	二					
1	现场安全人员	3	3	6	1.1	6.6	7	
2	穿孔作业工	5	5	10	1.1	11	11	
3	爆破及警戒人员							外委
4	装载作业工人	5	5	10	1.1	11	11	
5	运输作业工人	12	12	24	1.1	26.4	27	
6	电工、焊工、杂用工	6	2	8	1	8	8	
7	调度员	3	2	5	1	5	5	
8	管理人员	6	6	12	1	12	12	
9	职能部门	7	3	10	1	10	10	
	合计			85			91	

根据“矿安〔2022〕4号”、“矿安〔2025〕12号”文件要求，配备“五科”专业技术人员：负责生产技术（采矿）、调度、机电运输、地质测量、安全管理工作职能部门的技术人员，其职能部门的主要负责人必须为主体专业毕业且有5年以上矿山一线从业经历。

表 11.1-2 矿山安全和技术专职管理人员配备一览表

人员/机构	数量	备注
主要负责人	1人	矿长
安全总监	1人	
技术部门	4人	采矿、调度、机电运输、地质测量专业各一人

人员/机构	数量	备注
安全部	3人	（3名专职安全员）
合　计	9人	

11.2 投资概算

11.2.1 项目投资

11.2.1.1编制范围

本概算编制范围包括矿山工程、矿石加工工程、石灰矿山工程、场外运输道路工程、矿山设备工程及配套电气给排水等工程。

11.2.1.2编制依据

（1）《建设项目设计概算编审规程》CECA/GC2-2015）；

（2）《市政工程设计概算编制办法》（建标[2011]1号）；

（3）《工程量清单项目计量标准》（2024-湖北）；

（4）《湖北省市政工程消耗量定额及全费用基价表》（2024）；

（5）《湖北省房屋建筑与装饰工程消耗量定额及全费用基价表》（2024）；

（6）《湖北省通用安装工程消耗量定额及全费用基价表》（2024）；

（7）国家和地方有关文件规定和取费标准等；

（8）初步设计图纸。

11.2.1.3材料设备价格、人工费

人工单价依据湖北省消耗量定额计算，材料价格根据湖北省咸宁市嘉鱼县信息价（2026年4月）计算，其信息价未包含的材料价格根据当地市场询价计取。

11.2.1.4工程建设其他费用

（1）征地补偿费：项目矿区、加工区及连接道路，共占地1114.4亩，按照4.5万元/亩计算，共计5014.80万元；矿权费按照10000万元计算；根据林地审核批复，项目用林面积为418.38亩，已向林业部门缴纳林地补偿费费用557.278万元；

（2）建设单位管理费：按照财建【2016】504号文件计取；

（3）前期工作咨询费：按照计价格【1999】1283号文件计取；

（4）建设工程监理费：按照发改价格【2007】670号文件计取；

（5）工程勘察费：按照工程费1%计算；

（6）工程设计费：按照计价格【2002】10号文件计取；

（7）环境影响咨询服务费：按照计价格【2002】125号文件计列；

（8）招标代理服务费：按照计价格【2002】1890号文件计列；

（9）场地准备及临时设施费：按照工程费1%计算；

（10）工程保险费：按照工程费0.35%计算；

（11）高可靠供电费：按照鄂发改价管〔2025〕72 号《省发改委关于高可靠性供电收费有关事项的通知》计算；

（12）社会稳定性评估费：按照鄂建文〔2022〕48 号《湖北省建设项目总投资组成及其他费用定额》计算；

（13）水土保持投资：按照九龙山矿段矿区建设项目 水土保持方案报告书 （报批稿）费用计列；

（14）环境保护与恢复治理费：按照嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）（公示版）费用计列；

（15）基本预备费：按工程费用和工程建设其他费用之和的10%计取；

（16）价差预备费：价格指数根据《国家计委关于加强基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》（计投资[1999]1340号）工程总投资中暂不计取。

11.2.1.5建设期利息

本项目建设资金来源为企业自筹25%；银行贷款75%，贷款利率3.5%计算。

11.2.1.6建设项目主要经济指标

建设项目总投资47445.27万元，其中建筑安装工程费用14940.61万元（生产设备安装费：587.03万元），设备工器具购置费7556.58万元，工程建设其它费5247.58万元，征地及矿权费15572.08万元，基本预备费2774.48万元，建设期利息407.88万元，铺底流动资金946.06万元。详见下表：

表 11.2-1 总投资估算表

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）					备注
		建筑工程费	安装工程费	设备及工器具购置费	其它费用	合计	
一	工程费用	11349.58	3591.03	7556.58		22497.19	47.3%
（一）	矿山工程	1710.04				1710.04	
1	基建采准剥离工程	260.74				260.74	
2	道路工程	813.55				813.55	
3	排土场工程	635.75				635.75	
（二）	矿石加工厂	8729.54	2315.55	7592.06		18637.15	
1	总图工程	1905.18				1905.18	
1.1	场平工程	382.50				382.50	
1.2	边坡及挡墙	237.01				237.01	
1.3	排水工程	76.68				76.68	
1.4	围墙及大门	122.43				122.43	
1.5	道路及广场	1086.57				1086.57	
2	生产车间	6385.87	587.03	5870.30		12843.20	此列安装工程费为生产设备安装费
2.1	粗碎车间	551.63	64.24	642.40		1258.27	
2.2	筛分车间	68.10	9.30	93.00		170.40	
2.3	弃土堆棚	224.36				224.36	
2.4	半成品堆棚	516.62	6.88	68.80		592.30	
2.5	生产车间	1348.44	312.52	3125.20		4786.16	
2.6	成品储库	1885.20	8.64	86.40		1980.24	
2.7	成品装车台	806.22	25.56	255.60		1087.38	
2.8	空压机站		8.40	84.00		92.40	
2.9	石粉罐	96.36	13.80	138.00		248.16	
2.10	胶带机栈桥	611.53				611.53	
2.11	胶带机转运站	128.98	1.32	13.20		143.50	

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）					备注
		建筑工程费	安装工程费	设备及工器具购置费	其它费用	合计	
2.12	除尘基础	113.93				113.93	
2.13	机修车间		0.70	7.00		7.70	
2.14	室外地衡	16.74	3.50	35.00		55.24	
2.15	胶带机		95.92	959.20		1055.12	
2.16	非标溜槽		33.25	332.50		365.75	
2.17	洗车台	17.75	1.00	10.00		28.75	
2.18	电动大门		2.00	20.00		22.00	
3	其他建筑	438.49				438.49	
3.1	初期雨水池	28.13				28.13	
3.2	其他建筑	410.36				410.36	
4	电气工程		1455.57	1480.76		2936.33	
4.1	1#配电室			486.27		486.27	
4.2	2#配电室			994.50		994.50	
4.3	电缆工程		969.04			969.04	
4.4	电缆沟		78.17			78.17	
4.5	电缆桥架		81.58			81.58	
4.6	管材		162.19			162.19	
4.7	室外照明		35.48			35.48	
4.8	室外接地		22.77			22.77	
4.9	配电室电气工程		9.61			9.61	
4.10	厂区车间电气工程量		68.26			68.26	
4.11	办公生活区电气工程量		28.47			28.47	
5	自控设备		158.44	205.52		363.95	
5.1	控制系统			42.54		42.54	
5.2	视频监控			35.05		35.05	

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）					备注
		建筑工程费	安装工程费	设备及工器具购置费	其它费用	合计	
5.3	仪表			27.93		27.93	
5.4	智慧发运系统			100.00		20.00	
5.5	线缆		105.37			105.37	
5.6	桥架及安装附件		53.06			53.06	
6	给排水工程		150.00			150.00	
（三）	智慧矿山工程	130.00	800.00			930.00	
（四）	厂外工程	780.00	440.00			1220.00	
1	厂外道路（1126m）	780.00				780.00	
2	厂外用电（10kV,6KM）		390.00			390.00	
3	厂外供水		50.00			50.00	
二	工程建设其它费用				5247.58	5247.58	11.0%
1	建设单位开办费	有色金属工业《工程建设其他费用定额》（2019）			67.49	67.49	
2	建设单位管理费	财建【2016】504号			264.97	264.97	
3	建设工程监理费	发改价格【2007】670号			432.71	432.71	
4	建设项目前期工作咨询费	计价格【1999】1283号			68.00	68.00	
5	工程勘察费	工程费的1.0%			224.97	224.97	
6	工程设计费	计价格【2002】10号			627.63	627.63	
7	施工图审查费	按照设计费用的0.65%计列			4.08	4.08	
8	竣工图编制费	设计费的8%			50.21	50.21	
9	联合试运转费	按照设备费用的1%计列			75.57	75.57	
10	生产准备及开办费				90.68	90.68	

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）					备注
		建筑工程费	安装工程费	设备及工器具购置费	其它费用	合计	
11	环境影响咨询服务费	计价格【2002】125号			18.75	18.75	
12	工程保险费	工程费用的0.35%			78.74	78.74	
13	招标代理服务费	计价格【2002】1890号			36.80	36.80	
14	全过程造价咨询服务费	按市场价计			146.23	146.23	
15	场地准备及临时设施费	工程费用的1%			224.97	224.97	
16	高可靠供电费	暂列			133.10	133.10	
17	环境保护与恢复治理费	暂列			854.85	854.85	
18	水土保持				1796.84	1796.84	
19	社会稳定风险评估费	暂列			51	51	
三	征地及矿权费				15572.08	15572.08	32.8%
1	矿权费				10000.00	10000.00	
2	征地费	矿区981.26亩、加工区93.14亩、道路用地约40亩，按4.5万/亩			5014.80	5014.80	
3	林地补偿	418亩，预估费用557.278万			557.28	557.28	
四	基本预备费	（一+二）*10%			2774.48	2774.48	5.8%
五	建设期利息				407.88	407.88	0.9%
六	铺底流动资金				946.06	946.06	2.2%
建设项目总投资		一+二+三+四+五			47445.27	47445.27	100%

表 11.2-2 矿山主要设备估算表

部位	设备名称	型号及规格	单位	数量	单价	总价	备注
粗碎车间	小计					642.4	
	棒条振动给料机	HPF1560（S）	台	2	34	68	变频
	颚式破碎机	JC1400，E=150mm	台	2	260	520	
	电动单梁起重机	Q=10t，H=12.0m，L=11m	台	1	7	7	
	袋式收尘器	53000m³/h，1092m²	台	1	42.4	42.4	破碎
	离心通风机	60950m³/h，4000Pa	台	1	5	5	
除土筛分车间	小计					93	
	圆振动筛	3YKR3675H	台	1	70	70	
	袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	1	20	20	
	离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	1	2	2	
	电动葫芦	3t	台	1	1	1	
半成品堆棚	小计					68.8	
	变频惯性振动给料机	GZG125-4	台	12	3	36	变频
	袋式收尘器	18000m³/h，408m²	台	2	14.4	28.8	
	离心通风机	20700m³/h，3200Pa	台	2	2	4	
生产车间	小计					3125.2	
	除铁器	B=1200	台	1	2	2	
	除铁器	B=1000	台	1	2	2	
	除铁器	B=1000	台	1	2	2	
	变频惯性振动给料机	GZG125-4	台	2	3	6	变频
	圆锥式破碎机	CC400S，E=51mm	台	2	380	760	
	变频惯性振动给料机	GZG125-4	台	2	3	6	变频
	反击式破碎机	HS1527S，E=25mm	台	2	150	300	
	柱碎机	ZSJ300S	台	2	280	560	
	袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	6	20	120	
	离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	6	5	30	
	电动单梁起重机	Q=5t，H=18.0m，L=26.0m	台	1	7	7	
	圆振动筛	3YKR3675H（80/50/20）	台	2	70	140	
	圆振动筛	2YKR3675H（20/10）	台	4	70	280	
	三层直线筛	AHD3696	台	2	115	230	

部位	设备名称	型号及规格	单位	数量	单价	总价	备注
	袋式收尘器	66000m³/h，1404m²	台	4	52.8	211.2	
	离心通风机	75900m³/h，4000Pa	台	4	8	32	
	电动单梁起重机	Q=20t，H=18.0m，L=19.0m	台	1	7	7	
	复合选粉机	400t/h	台	1	280	280	
	加湿机	BS400	台	1	50	50	
	袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	1	20	20	
	离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	1	2	2	
	H1输灰链运机	L=25m Q=10t/h	台	1	13	13	
	H2输灰链运机	L=25m Q=30t/h	台	1	13	13	
	H3输灰链运机	L=27m Q=30t/h	台	1	14	14	
	H4输灰链运机	L=38m Q=20t/h	台	1	19	19	
	H5输灰链运机	L=38m Q=40t/h	台	1	19	19	
成品储库	小计					86.4	
	惯性振动给料机	GZG125-4	台	24	3	72	
	电液动弧门	800×800	台	12	1.2	14.4	
成品装车台	小计					255.6	
	散装机	500t/h	台	12	3	36	
	袋式收尘器	7000m³/h，163㎡	台	6	5.6	33.6	
	离心通风机	8050m³/h，4000Pa	台	6	1	6	
	地衡	3.4×18m	台	12	15	180	
空压机站	小计					84	
	螺杆空压机	26m³/min，0.8MPa	台	3	28	84	
	冷干机		台	3	/		
	储气罐	3m³	台	3	/		
	过滤器		台	9	/		
石粉罐	小计					138	
	石粉仓	φ8m，500t	座	2	45	90	
	散装机	ZSQ-200，200t/h	台	2	2	4	
	袋式收尘器	25000m³/h，521m²	台	2	20	40	
	离心通风机	28750m³/h，3500Pa	台	2	2	4	
胶带机转运站	小计					13.2	
	袋式收尘器	7000m³/h，163㎡	台	2	5.6	11.2	

部位	设备名称	型号及规格	单位	数量	单价	总价	备注
	离心通风机	8050m³/h，4000Pa	台	2	1	2	
机修车间	电动单梁起重机	Q=10t，H=12.0m，L=11m	台	1	7	7	
胶带机		详见设备清单	套	1	959.2	959.2	
室外地衡	小计					35	
	矿山计量地衡	4.2×12m	台	1	20	20	
	厂内地衡	3.4×18m	台	1	15	15	
非标溜槽		Q235B	t	350	0.95	332.5	
洗车台			台	1	10	10	
电动大门			座	2	10	20	
合计				512		5870.3	

表 11.2-3 矿山土建工程估算表

序号	名称	单 位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	**粗碎车间及卸料平台**				**551.63**	**26*15*20，开挖区**
1	土石方开挖	m³	1434.532	18	2.58	
2	级配碎石换填	m³	376.219	320	12.04	
3	原土回填	m³	278.594	20	0.56	
4	C15混凝土	m³	49.462	620	3.07	
5	C20混凝土	m³	50.224	880	4.42	
6	C30混凝土	m³	1651.410	1200	198.17	
7	钢筋制安	t	289.256	5960	172.40	
8	钢结构制安	t	156.403	9250	144.67	
9	0.6厚压型钢板	m²	1784.644	43	7.67	
10	FRP采光板	m²	213.282	85	1.81	
11	砌体（240厚）	m³	10.463	720	0.75	
12	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	m²	87.500	135	1.18	
13	电动卷帘门	扇	3.000	4500	1.35	
14	钢质平开门	扇	2.000	1800	0.36	
15	塑钢窗	扇	4.000	1500	0.60	
二	**预筛土车间**				**68.10**	**7.5*12.5*20，开挖区**
1	土石方开挖	m³	264.056	18	0.48	
3	原土回填	m³	223.132	20	0.45	
4	C15混凝土	m³	7.744	620	0.48	
5	C20混凝土	m³	14.722	880	1.30	
6	C30混凝土	m³	180.901	1200	21.71	
7	钢筋制安	t	32.635	5960	19.45	
8	钢结构制安	t	19.848	9250	18.36	
9	0.6mm厚彩钢板	m²	758.783	43	3.26	
10	FRP采光板	m²	74.012	85	0.63	
11	砌体（240厚）	m³	3.611	720	0.26	
12	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	m²	23.684	135	0.32	
13	电动卷帘门	扇	1.000	4500	0.45	
14	钢质平开门	扇	2.000	1800	0.36	
15	塑钢窗	扇	4.000	1500	0.60	

序号	名称	单 位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
三	**弃土堆棚**				**224.36**	**（21+27）*25/2，开挖区**
1	土石方开挖	m³	136.657	18	0.25	
2	原土回填	m³	77.489	20	0.15	
3	C15混凝土	m³	12.849	620	0.80	
4	C20混凝土	m³	0.402	880	0.04	
5	C30混凝土	m³	659.580	1200	79.15	
6	钢筋制安	t	111.425	5960	66.41	
7	钢结构制安	t	70.767	9250	65.46	
8	0.6mm厚彩钢板	m²	1761.833	43	7.58	
9	FRP采光板	m²	249.307	85	2.12	
10	砌体（240厚）	m³	9.601	720	0.69	
11	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	m²	33.881	135	0.46	
12	电动卷帘门	扇	2.000	4500	0.90	
13	钢质平开门	扇	2.000	1800	0.36	
四	**半成品堆棚**				**516.62**	**42*46*20，回填区**
1	土石方开挖	m³	1990.656	18	3.58	
2	级配碎石换填	m³	600.710	320	19.22	
3	原土回填	m³	934.906	20	1.87	
4	C15混凝土	m³	98.074	620	6.08	
5	C20混凝土	m³	0.961	880	0.08	
6	C30混凝土	m³	1260.785	1200	151.29	
7	钢筋制安	t	189.035	5960	112.66	
8	钢结构制安	t	210.195	9250	194.43	
9	0.6mm厚彩钢板	m²	4032.362	43	17.34	
10	FRP采光板	m²	711.360	85	6.05	
11	砌体（240厚）	m³	22.925	720	1.65	
12	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	m²	80.900	135	1.09	
13	电动卷帘门	扇	2.000	4500	0.90	
14	钢质平开门	扇	2.000	1800	0.36	
五	**生产车间**				**1348.44**	**88*71*20，半开挖区**
1	土石方开挖	m³	8530.033	18	15.35	
2	级配碎石换填	m³	1712.640	320	54.80	

序号	名称	单 位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
3	原土回填	m³	2568.540	20	5.14	
4	C15混凝土	m³	157.167	620	9.74	
5	C20混凝土	m³	629.836	880	55.43	
6	C30混凝土	m³	1870.798	1200	224.50	
7	钢筋制安	t	350.900	5960	209.14	
8	钢结构制安	t	750.827	9250	694.51	
9	0.6mm厚彩钢板	m²	10897.180	43	46.86	
10	FRP采光板	m²	2061.070	85	17.52	
11	砌体（240厚）	m³	61.440	720	4.42	
12	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	m²	496.956	135	6.71	
13	电动卷帘门	扇	8.000	4500	3.60	
14	钢质平开门	扇	4.000	1800	0.72	
六	**成品储库**				**1885.20**	**148*58*20，开挖区**
1	土石方开挖	m³	37152.200	18	66.87	
2	原土回填	m³	27796.920	20	55.59	
3	C15混凝土(垫层）	m³	1482.056	620	91.89	
4	C30混凝土（主体结构）	m³	3730.544	1200	447.67	
5	钢筋制安	t	559.500	5960	333.46	
6	钢结构制安	t	843.334	9250	780.08	
7	0.6mm厚彩钢板	m²	16630.680	43	71.51	
8	FRP采光板	m²	2383.920	85	20.26	
9	砌体（240厚）	m³	100.800	720	7.26	
10	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	m²	403.200	135	5.44	
11	电动卷帘门	扇	4.000	4500	1.80	
12	钢质平开门	扇	2.000	1800	0.36	
13	塑钢窗	扇	20.000	1500	3.00	
七	**成品料装车台**				**806.22**	**共12个**
1	土石方开挖	m³	617.760	18	1.11	
2	原土回填	m³	308.880	20	0.62	
3	C15混凝土	m³	37.296	620	2.31	
4	C20混凝土	m³	33.631	880	2.96	
5	C30混凝土	m³	744.720	1200	89.37	
6	钢筋制安	t	90.804	5960	54.12	

序号	名称	单 位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
8	钢结构制安	t	663.602	9250	613.83	
10	0.6mm厚彩钢板	㎡	4272.013	43	18.37	
11	FRP采光板	㎡	640.800	85	5.45	
12	塑钢窗	扇	60.000	1500	9.00	
13	砌体（240厚）	㎥	75.120	720	5.41	
15	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	㎡	272.640	135	3.68	
八	**胶带机栈桥**				**611.53**	**室外长度约700m**
1	土石方开挖	㎥	1371.862	18	2.47	
2	原土回填	㎥	210.192	20	0.42	
3	C30混凝土	㎥	218.851	1200	26.26	
4	C20混凝土	㎥	1.127	880	0.10	
5	C15混凝土	㎥	17.122	620	1.06	
6	钢结构制安	t	528.321	9250	488.70	
7	3mm厚光面钢板	㎡	462.888	177	8.19	
8	0.6mm厚彩钢板	㎡	3902.105	43	16.78	
9	5mm厚花纹钢板	㎡	606.132	240	14.55	
10	砌体（120厚）	㎥	651.245	720	46.89	
11	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	㎡	119.671	135	1.62	
12	塑钢门	扇	8.000	1500	1.20	
13	塑钢窗（5mm厚净片玻璃）	㎡	102.917	320	3.29	
九	**胶带机转运站**				**128.98**	**按照3个转运站**
1	土石方开挖	㎥	1255.886	18	2.26	
2	原土回填	㎥	1147.859	20	2.30	
3	C30混凝土	㎥	73.197	1200	8.78	
4	C20混凝土	㎥	37.328	880	3.28	
5	C15混凝土	㎥	19.092	620	1.18	
6	钢筋制安	t	6.501	5960	3.87	
7	钢结构制安	t	89.617	9250	82.90	
8	0.6mm厚彩钢板	㎡	1174.326	43	5.05	
9	FRP采光板	㎡	293.582	85	2.50	
10	5mm厚花纹钢板	㎡	408.211	240	9.80	
11	砌体（240厚）	㎥	28.802	720	2.07	
12	内外墙抹灰及墙面乳胶漆	㎡	182.675	135	2.47	

序号	名称	单 位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
13	塑钢门	扇	9.000	1800	1.62	
14	塑钢窗	扇	6.000	1500	0.90	
十	**石粉罐基础**				**96.36**	**共2个**
1	土石方开挖	m³	900.901	18	1.62	
2	级配碎石换填	m³	180.164	320	5.77	
3	原土回填	m³	90.800	20	0.18	
4	C15混凝土	m³	67.200	620	4.17	
5	C20混凝土	m³	84.420	880	7.43	
6	C30混凝土	m³	420.420	1200	50.45	
7	钢筋制安	t	30.300	5960	18.06	
8	埋件	t	12.120	7170	8.69	
十一	**除尘基础**				**113.93**	**按照11个计算，含生产车间内的**
1	土石方开挖	m³	600.202	18	1.08	
2	原土回填	m³	450.151	20	0.90	
3	级配碎石换填	m³	240.081	320	7.68	
4	C15混凝土	m³	88.692	620	5.50	
5	C30混凝土	m³	550.185	1200	66.02	
6	钢筋制安	t	27.592	5960	16.44	
7	埋件	t	22.740	7170	16.30	
十二	**洗车台基础**				**17.75**	
1	土石方开挖	m³	108.689	18	0.20	
2	原土回填	m³	22.214	20	0.04	
3	级配碎石换填	m³	53.252	320	1.70	
4	C15混凝土	m³	9.862	620	0.61	
5	C30混凝土	m³	54.651	1200	6.56	
6	埋件	t	8.524	7170	6.11	
7	钢筋制安	t	4.234	5960	2.52	
十三	**地衡**				**16.74**	
1	土石方开挖	m³	19.782	18	0.04	
2	原土回填	m³	5.801	20	0.01	
3	级配碎石换填	m³	11.600	320	0.37	
4	C15混凝土	m³	9.036	620	0.56	

序号	名称	单 位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
5	C30混凝土	m³	91.872	1200	11.02	
6	钢筋制安	t	6.210	5960	3.70	
7	埋件	t	1.443	7170	1.03	
十四	**初期雨水池**				**28.13**	
1	土石方开挖	m³	581.400	18	1.05	
2	原土回填	m³	130.067	20	0.26	
3	C15混凝土	m³	10.050	620	0.62	
4	C30混凝土	m³	120.012	1200	14.40	
5	钢筋制安	t	18.035	5960	10.75	
6	楼梯及防护栏杆	t	1.333	7860	1.05	
7	防水工程	m²				
十五	**其他房建**				**410.36**	
1	厂区大门	m²	60.000	8500	51.00	
2	2#电力室	m²	180.000	3600	64.80	
3	材料库	m²	192.000	1800	34.56	
4	办公区	m²	1000.000	2000	200.00	
5	销售中心	m²	150.000	4000	60.00	
	合计				6824.36	

表 11.2-5 总图工程估算表

序号	项目	名称	单位	数量	单价（元）	总价（万元）	备注
1	**场平工程**					**382.50**	
1.1		场地清表	m²	18637.97	5.4	10.06	清表厚度按照0.3m考虑
1.2		土石方开挖	m³	155069.14	18	279.12	
1.3		土石方回填	m³	42416.23	22	93.32	
2	**边坡及挡墙**					**237.01**	
2.1		浆砌片石网格内铺草皮护坡					
2.1.1		浆砌片石	m³	601.16	550	33.06	强度不小于MU30
2.1.2		草皮	m²	2104.06	30	6.31	
2.2		浆砌石护坡	m³	798.4	580	46.31	强度不小于MU30
2.3		绿化工程	m²	6203	220	136.47	
2.4		栏杆	m	464.3	320	14.86	不锈钢栏杆，高度1.2m
3	**排水工程**					**76.68**	
3.1		排水沟					
3.1.1		土方开挖	m³	1652.03	18	2.97	
3.1.2		C20混凝土	m³	487.13	750	36.53	含模板
3.1.3		C30混凝土	m³	222.98	960	21.41	含模板
3.1.4		钢筋	t	26.9	5860	15.76	
4	**围墙及大门**					**122.43**	
4.1		围墙	m	957.8	965	92.43	
4.2		大门	个	3	100000	30.00	含门头
5	**道路及广场**					**1086.57**	
5.1		一般道路					12369.8

序号	项目	名称	单位	数量	单价（元）	总价（万元）	备注
5.1.1		22cmC30混凝土面层	m³	2721.36	896	243.83	
5.1.2		18cm5%水泥稳定碎石基层	m³	2226.56	460	102.42	
5.1.3		18cm级配碎石基层	m³	2226.56	320	71.25	
5.1.4		面层钢筋	t	7.53	5860	4.41	传力杆、胀缝筋
5.2		发运区运输道路					
5.2.1		26cm混凝土面层（抗弯折强度5.0MPa）	m³	3448.59	910	313.82	
5.2.2		20cm5%水泥稳定碎石基层	m³	2652.76	460	122.03	
5.2.3		20cm级配碎石基层	m³	2652.76	320	84.89	
5.2.4		面层钢筋	t	8.72	5860	5.11	传力杆、胀缝筋
5.3		室外硬化				0.00	
5.3.1		18cmC25混凝土面层	m³	360	896	32.26	
5.3.2		20cm级配砂石垫层	m³	400	280	11.20	
5.4		卸料平台					
5.4.1		33cm混凝土面层（抗弯折强度5.0MPa）	m³	683.79	910	62.22	
5.4.2		20cm5%水泥稳定碎石基层	m³	414.42	460	19.06	
5.4.3		20cm级配碎石底基层	m³	414.42	320	13.26	
5.4.4		面层钢筋	t	1.36	5860	0.80	传力杆、胀缝筋
	合计					**1905.18**	

表 11.2-6 矿山基建工程估算表

项目	名称	单位	数量	单价（元）	合价（万元）	备注
基建采准剥离工程					249.04	
清表工程		m^2	38500	5.4	20.79	
覆盖层剥离-土方	非爆破，运距0.8km	m^3	100000	18	180.00	非爆破，运距0.8km
排水措施	300m截洪沟，C20素混凝土	m^3	315	760	23.94	300m截洪沟，C20素混凝土
	1800m平台排水沟，水泥砂浆	m^3	135	1300	17.55	1800m平台排水沟，水泥砂浆
	1个沉砂池，3×5，深3m，C30素混凝土	m^3	110	1500	16.50	1个沉砂池，3×5，深3m，C30素混凝土
	排水措施开挖	m^3	200	18	0.36	排水措施开挖
	防水土工膜	m^2	1000	16	1.60	防水土工膜
道路工程					813.55	
干路（A线）						
（1）	道路等级	级	露天矿山道路三级		584.05	露天矿山道路三级
（2）	设计速度	km/h	20			20
（3）	路线长度	km	1.813			1.813
（4）	安全设施					
	安全护栏	m	1759	450	79.16	1759
（5）	路基、路面					
	路面宽度	m	9.5			9.5
	土方开挖	m^3	24907.96	18	44.83	24907.96
	石方开挖	m^3	37361.94	35	130.77	37361.94
	填土方	m^3	68255	20	136.51	68255
	借方	m^3	5985.1	30	17.96	5985.1
	清表	m^3	5760	13	7.49	5760
	防护工程（M7.5浆砌片石	m^3	320.76	550	17.64	320.76

项目	名称	单位	数量	单价（元）	合价（万元）	备注
	）					
	20cm厚泥结碎石层	m^2	18945.85	62	117.46	18945.85
	C25混凝土边沟	m^3	284.24	960	27.29	284.24
（6）	圆管涵（Φ1.5m）	m/座	15/1	3300	4.95	15/1
干路（B线）						
（1）	道路等级	级	露天矿山道路三级		149.83	露天矿山道路三级
（2）	设计速度	km/h	20			20
（3）	路线长度	km	0.505			0.505
（4）	安全设施					
	安全护栏	m	300	450	13.50	300
（5）	路基、路面					
	路面宽度	m	9.5			9.5
	土方开挖	m^3	6463.16	18	11.63	6463.16
	石方开挖	m^3	9694.74	35	33.93	9694.74
	填土方	m^3	4248.2	20	8.50	4248.2
	弃方	m^3	11909.7	21	25.01	11909.7
	清表	m^3	650	18	1.17	650
	20cm厚泥结碎石层	m^2	5277.25	62	32.72	5277.25
	C25混凝土边沟	m^3	191.9	960	18.42	191.9
（6）	圆管涵（Φ1.5m）	m/座	15/1	3300	4.95	15/1
排土场道路（C线）						
（1）	道路等级	级	露天矿山道路三级		79.66	露天矿山道路三级
（2）	设计速度	km/h	20			20

项目	名称	单位	数量	单价（元）	合价（万元）	备注
（3）	路线长度	km	0.164			0.164
（4）	安全设施					
	安全护栏	m	160	450	7.20	160
（5）	路基、路面				0.00	
	路面宽度	m	9.5		0.00	9.5
	土方开挖	m^3	11.44	18	0.02	11.44
	石方开挖	m^3	14.56	35	0.05	14.56
	填土方	m^3	12368	20	24.74	12368
	借方	m^3	12342	30	37.03	12342
	20cm厚泥结碎石层	m^2	1713.8	62	10.63	1713.8
排土场工程					635.75	
	抽排水	m^3	32782	6	19.67	
	淤泥清理	m^3	31395	55	172.67	不含处置费
	碎石排水层	m^3	9419	320	301.39	
	截水沟	m^3	1472	18	2.65	挖基
		m^3	573	960	54.97	C20混凝土
	排水沟	m^3	1208	18	2.17	挖基
		m^3	671	960	64.43	C20混凝土
	急流槽	m^3	196	18	0.35	挖基
		m^3	140	960	13.42	C25混凝土
	沉淀池	m^3	71	18	0.13	挖基
		m^3	24	1100	2.67	C30混凝土
		m^3	2	760	0.18	C20混凝土垫层
		kg	1763	5.96	1.05	钢筋，HRB400
	合计				1710.04	

表 11.2-7 自控工程估算表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	单价（元）	合价（万元）
一	控制系统					42.54
1	1# 配 电 室 PLC控制柜	高*宽*深2200*800*800，IP42，碳钢喷塑，厚度2.0mm,颜色为RAL7035 ，配套PLC控制器、10寸触摸屏，输入输出扩展模块、开关电源、继电器、按钮、照明、按钮风扇，8光8电100M工业环网交换机等。 DI=645， DO=190， AI=47， AO=26， 4，MODBUS-RTU=5 要求数字量输入输出加继电器隔离，模拟量输入输出加隔离器	套	1	85000	8.50
2	2# 配 电 室 PLC控制柜	高*宽*深2200*800*800，IP42，碳钢喷塑，厚度2.0mm,颜色为RAL7035 ，配套PLC控制器、10寸触摸屏，输入输出扩展模块、开关电源、继电器、按钮、照明、按钮风扇，8光8电100M工业环网交换机等。 DI=434，DO=113，AI=36，AO=4，MODBUS-RTU=3 要求数字量输入输出加继电器隔离，模拟量输入输出加隔离器	套	1	72000	7.20
3	工程师站	标压i7-12700，16G，2G独显，256G固态+1T，双网卡1个27英寸液晶，塔式机箱，配套主机加固，配套工程师站软件	台	1	15000	1.50
4	操作员站	标压i7-12700，16G，2G独显，256G固态+1T，双网卡1个27英寸液晶，塔式机箱，配套主机加固，配套操作员站软件	台	2	11000	2.20
5	数 据 库 服 务器	铜牌CPU 2.1G，16G，1TBx2，RAID1，双电源，双网卡，1U，机架式安装，配套数据库软件	台	1	20000	2.00
6	监控软件	无限监控点位，具备工程师组态权限	套	1	16500	1.65
7	监控软件	无限监控点位，组态软件运行版用于操作员站	套	2	15000	3.00
8	工 业 级 以 太 网 交 换 机	工业级，管理型环网交换机，1000M，4光12电	台	1	28500	2.85
9	服 务 器 和 网络机柜	42U标准机柜,带2个8位PDU电源	套	1	5500	0.55
10	工 业 防 火 墙	千兆，白名单机制，PC过滤，机架式安装	台	1	11000	1.10
11	操作台	910深*830高*1800宽，双联工位	套	3	12000	3.60

12	1#配电室UPS电源柜	在线式，18kVA，AC380V输入，AC380V输入，AC380V输出，自带蓄电池，主机及馈线，断电时间不小于30min	套	1	32900	3.29
13	2#配电室UPS电源柜	在线式，10kVA，AC380V输入，AC380V输入，AC380V输出，自带蓄电池，主机及馈线，断电时间不小于30min	套	1	21000	2.10
14	编程调试费用	PLC编程及上位监控画面的组态	项	1	30000	3.00
二	视频监控					35.05
1	工业高清网络红外IP枪型摄像机	采用不低于1/2.8inch逐行扫描400万像素CMOS图像传感器，焦距范围：2.8～12mm。带终端箱及箱内电源浪涌模块。	台	60	1500	9.00
2	工业高清网络红外IP球型摄像机	采用不低于1/2.8inch逐行扫描400万像素CMOS图像传感器，焦距范围：2.8～12mm，22倍光学变倍。带室外安装立杆，终端箱及箱内电源浪涌模块。	台	10	1300	1.30
3	网络硬盘录像机	1台支持96路复合视频，存储录像时间≥30天	台	1	56125	5.61
4	存储硬盘	8T	块	17	700	1.19
5	工业级前端接入交换机	工业级，2光22电100兆以太网交换机	台	5	2200	1.10
6	工业级汇聚交换机	工业级，24端口，8光16电1000M兆以太网交换机	台	1	18500	1.85
7	光电收发器	100M，1光1电	对	30	800	2.40
8	视频前端箱	长*宽*高=400mm*300mm*300mm，IP65，不锈钢材质，柜内配套进线微型断路器，10个馈线微型断路器及一级浪涌保护器	台	5	3500	1.75
9	视频服务器	2U双路标准机架式服务器，CPU：配置2颗intel至强4210R处理器，核数≥10核，主频≥2.4GHz，内存：配置128G DDR4，16根内存插槽，最大支持扩展至2TB内存，硬盘：配置2块600G 10K SAS硬盘；阵列卡：配置SAS+HBA卡，支持RAID 0/1/10；PCIE扩展：支持6个PCIE扩展插槽网口：板载2个千兆电口。支持选配10GbE、25GbE SFP+等多种网络接口，带流媒体服务功能	台	1	5000	0.50

10	安防管理平台软件	提供业务应用依赖的基础资源信息及基础服务能力，包括系统基础信息管理、地图应用服务、事件联动应用服务。提供了系统业务应用依赖的基础资源，包括安保用户管理、安保基础数据管理、安保区域管理、安保系统配置、物联设备管理，统一管理了组织、区域、人员、卡片、车辆和物联设备等资源，并提供人车、人卡的关联关系配置，支持区域资源管理、设备信息管理等，支持事件联动、事件检索、视频预览、录像回放、视频上墙以及视频级联等功能	套	1	8500	0.85
11	视频解码器	视频解码器（可同时解码不低于24 路 1080P），VGA 控制器	套	1	15000	1.50
12	监控大屏	LED拼接大屏，大屏尺寸：11.5m×2.6m，P1.25，SMD封装，支持自动除湿，有效保护长时间不用或潮湿环境下的灯珠，包含配套视频综合平台一体机、支架、配电柜等配套设施	套	1	55000	5.50
13	安防工作站	标压i7-12700，16G，2G独显，256G固态+1T，双网卡1个27英寸液晶，塔式机箱，配套主机加固，配套操作员站软件	台	1	12500	1.25
14	大屏管理工作站	标压i7-12700，16G，2G独显，256G固态+1T，双网卡1个27英寸液晶，塔式机箱，配套主机加固，配套操作员站软件	台	1	12500	1.25
三	仪表					27.93
1	雷达料位计	高频雷达料位计，DC24V,输出4~20mA，IP65,量程0~8m,测量误差±10mm，带就地LCD显示，带安装法兰及附件，表头材质：铸铝合金，法兰DN100 材质316	个	3	8580	2.57
2	雷达料位计	高频雷达料位计，DC24V,输出4~20mA，IP65,量程0~12m,测量误差±10mm，带就地LCD显示，带安装法兰及附件，表头材质：铸铝合金，法兰DN100 材质316	个	2	11840	2.37
3	雷达料位计	高频雷达料位计，DC24V,输出4~20mA，IP65,量程0~25m,测量误差±10mm，带就地LCD显示，带安装法兰及附件，表头材质：铸铝合金，法兰DN100 材质316	个	12	16200	19.44
4	旗语信号灯	配套红绿灯各一只，AC220V供电	个	2	450	0.09
5	启动信号板	配套信号灯（白炽灯，15W，AC220V），电铃φ150,AC220V	个	9	600	0.54
11	现地按钮箱	就地按钮箱，带急启停按钮，运行、故障指示灯，转换开关等，不锈钢材质，IP65	个	98	230	2.25

12	现场仪表电源箱	长*宽*厚=600*400*300，IP55，不锈钢材质，柜内配套进线微型断路器，20个馈线微型断路器及一级浪涌保护器	台	3	2200	0.66
四	智慧发运系统	配套客商系统、结算系统、进出场道闸、排队系统（包含3m*2m排队大屏，语音住等），12个成品罐（共计12个装车道，）的罐下道闸系统、自动装车系统、仓下雷达、光栅等以及发运中控室的UPS、发运工作站、服务器、网络安全设备、电线电缆等	套	1	1000000	100.00
五	线缆					105.37
1	控制电缆	ZR-KVVP-0.45/0.75kV 3x1.5	米	10500	14.31	15.03
2	控制电缆	ZR-KVVP-0.45/0.75kV 6x1.5	米	8900	26.04	23.18
3	控制电缆	ZR-KVVP-0.45/0.75kV 14x1.5	米	9700	52.125	50.56
4	计算机电缆	ZR-DJYPVP 1×3×1.0	米	1500	19.214	2.88
5	计算机电缆	ZR-DJYPVP 3×2×1.0	米	1300	22.21	2.89
6	通讯电缆	GS-HTVSP 4×0.75	米	500	13.13	0.66
7	电源线	ZR-RVV 3*1.5	米	6000	10.11	6.07
8	网线	六类屏蔽网线	米	2400	10.575	2.54
9	光缆	四芯单模	米	5000	2.56	1.28
10	接地线	VV (黄绿线) 1×16	米	100	9.16	0.09
11	接地线	VV (黄绿线) 1×25	米	100	20.76	0.21
六	桥架及安装附件					53.06
1	电缆桥架	400mmx200mm，槽式，2米,壁厚2.0mm，带中间隔板 含盖板、连接片、螺栓、跨接线等所有附件	米	370	370	13.69
2	电缆桥架	200mmx100mm，槽式，2米,壁厚2.0mm，带中间隔板 含盖板、连接片、螺栓、跨接线等所有附件	米	900	155	13.95
3	电缆桥架	100mmx50mm，槽式，2米,壁厚2.0mm，带中间隔板	米	300	96	2.88

		含盖板、连接片、螺栓、跨接线等所有附件				
4	角钢支架	热浸镀锌，防腐，L50×5	米	1600	22.5	3.6
5	桥架通长扁钢	40×4	米	1600	14.9	2.384
6	镀锌钢管	DN20 Q235-A Galv GB/T3091	米	2500	19	4.75
7	镀锌钢管	DN25 Q235-A Galv GB/T3091	米	900	29	2.61
8	镀锌钢管	DN40 Q235-A Galv GB/T3091	米	2000	46	9.2
		合计				**363.95**

表 11.2-8 电气工程估算表

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
	电气设备					486.27
一	1#配电室					
1	干式变压器	SCB14-2000kVA/10/0.4	台	1	160000	16.00
2	10kV进线高压开关柜 KYN28A-12-04		面	1	81500	8.15
3	10kV高压计量柜 KYN28A-12-39(改)		面	1	38500	3.85
4	10kV高压互感器柜 KYN28A-12-39(改)		面	1	51000	5.10
5	10kV高压出线柜 KYN28A-12-03		面	2	65192	13.04
6	低压配电柜-进线	MNS	面	1	96000	9.60
7	低压无功补偿柜	MNS-350kvar	面	2	65450	13.09
8	低压有源电力滤波柜	MNS-350A	面	2	110000	22.00
9	低压配电柜-馈线	MNS	面	6	475000	285.00
10	低压变频柜	MNS-30kW+30kW	面	1	70000	7.00
11	低压软启动柜	MNS-200kW	面	3	90000	27.00
12	低压软启动柜	MNS-110kW+45kW	面	1	71200	7.12
13	低压软启动柜	MNS-90kW+55kW	面	1	62000	6.20
14	低压软启动柜	MNS-90kW+45kW	面	1	58000	5.80
15	低压软启动柜	MNS-90kW+75kW	面	1	75650	7.57
16	低压软启动柜	MNS-90kW+90kW	面	2	81250	16.25
17	直流屏	65AH 220V	面	2	34800	6.96
18	0.4KV封闭母线-4000A		m	6	7719.2	4.63
19	10KV封闭母线-1250A		m	6	11517	6.91
20	综保屏及其后台系统		套	1	150000	15.00
二	2#配电室					994.50
1	干式变压器	SCB14-2000kVA/10/0.4	台	2	160000	32.00

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
2	10kV进线高压开关柜 KYN28A-12-04		面	1	81500	8.15
3	10kV高压计量柜 KYN28A-12-39(改)		面	1	38500	3.85
4	10kV高压互感器柜 KYN28A-12-39(改)		面	1	51000	5.10
5	10kV高压出线柜 KYN28A-12-03		面	16	65192	104.31
6	电机10KV高压软起柜	315kW	面	10	42300	42.30
7	电机10KV高压软柜	450kW	面	1	61520	6.15
8	10kv高压电容补偿柜	700kvar+700kvar	套	1	115600	11.56
9	低压配电柜-进线	MNS	面	2	96000	19.20
10	低压无功补偿柜	MNS-400kvar	面	4	69750	27.90
11	低压有源电力滤波柜	MNS-400A	面	4	118670	47.47
12	低压配电柜-母联	MNS	面	1	47950	4.80
13	低压配电柜-馈线	MNS	面	11	475000	522.50
14	低压软启动柜	MNS-90kW+90kW	面	4	81250	32.50
15	低压软启动柜	MNS-132kW	面	5	56000	28.00
16	低压软启动柜	MNS-45kW+110kW	面	2	71200	14.24
17	低压软启动柜	MNS-160kW	面	2	60000	12.00
18	低压软启动柜	MNS-55kW+110kW	面	1	76850	7.69
19	低压软启动柜	MNS-90kW+55kW	面	1	62000	6.20
20	直流屏	65AH 220V	面	2	34800	6.96
21	0.4KV封闭母线-4000A		m	10	7719.2	7.72
22	10KV封闭母线-1250A		m	6	11517	6.91
23	矿山充电桩箱变（1600kVA）		座	1	220000	22.00
24	综保屏及其后台系统		套	1	150000	15.00
三	电缆工程量					969.04

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
1	ZR-YJV-8.7/15kV	3×70	m	685	540	36.99
2	ZR-YJV-8.7/15kV	3×120	m	405	845	34.22
3	ZR-YJV-8.7/15kV	3×150	m	735	1120	82.32
4	ZR-YJV-8.7/15kV	3×240	m	435	1443	62.77
5	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×4	m	7735	26	20.11
6	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×6	m	750	38	2.85
7	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×10	m	960	56	5.38
8	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×16	m	875	88	7.70
9	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×25+1×16	m	535	106	5.66
10	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×35+1×16	m	300	138	4.15
11	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×50+1×25	m	915	189	17.31
12	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×70+1×35	m	115	270	3.10
13	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×95+1×50	m	535	407	21.77
14	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×120+1×70	m	650	475	30.87
15	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×150+1×70	m	50	607	3.03
16	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×185+1×95	m	415	762	31.61
17	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×240+1×120	m	795	983	78.14
18	ZR-YJV-0.6/1.0kV	5×4	m	3850	29	11.30
19	ZR-YJV-0.6/1.0kV	5×6	m	945	42	3.96
20	ZR-YJV-0.6/1.0kV	5×10	m	1770	67	11.90
21	ZR-YJV-0.6/1.0kV	5×16	m	1125	101	11.37
22	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×25+2×16	m	475	123	5.86
23	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×35+2×16	m	2805	162	45.53
24	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×50+2×25	m	640	217	13.91
25	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×70+2×35	m	410	308	12.64
26	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×95+2×50	m	780	421	32.84
27	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×120+2×70	m	1010	605	61.12
28	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×150+2×70	m	50	689	3.45

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
29	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×185+2×95	m	230	796	18.30
30	ZR-YJV-0.6/1.0kV	3×240+2×120	m	340	1033	35.12
31	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×25+1×16	m	200	140	2.80
32	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×35+1×16	m	65	213	1.39
33	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×50+1×25	m	455	253	11.50
34	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×70+1×35	m	50	399	1.99
35	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×95+1×50	m	50	476	2.38
36	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×120+1×70	m	425	608	25.86
37	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×150+1×70	m	445	782	34.81
38	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×185+1×95	m	610	895	54.59
39	ZR-YJV-0.6/1.0kV	4×240+1×120	m	366	1265	46.28
40	WDZ-YJY-0.6/1.0kV	5×10	m	200	67	1.34
41	WDZ-YJY-0.6/1.0kV	5×16	m	200	101	2.02
42	WDZ-YJY-0.6/1.0kV	4×25+1×16	m	200	140	2.80
43	WDZ-YJY-0.6/1.0kV	4×35+1×16	m	200	213	4.26
44	WDZ-YJY-0.6/1.0kV	4×185+1×95	m	690	895	61.76
四	电缆沟					78.17
1	1.0m*1.0m电缆沟		m	150	1850	27.75
2	0.8m*0.8m电缆沟		m	100	1365	13.65
3	小型转角型电缆井	【2500*1200*1900mm】,做法参见图集07D101-8中112页	个	10	8550	8.55
4	小型三通型电缆井	【2000*1700*1900】,做法参见图集07D101-8中43页	个	15	9690	14.54
5	小型直通型电缆井	【2000*1200*1900】,做法参见图集07D101-8中19页	个	20	6840	13.68
五	电缆桥架					81.58

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
1	200*100	桥架均为梯级式热镀锌钢制电缆桥架（上附盖板），桥架内通长铺设-25X4镀锌接地线，做法参见14D504第48页节点B	m	2500	53.8	13.45
2	300*100	桥架均为梯级式热镀锌钢制电缆桥架（上附盖板），桥架内通长铺设-25X4镀锌接地线，做法参见14D504第48页节点B	m	2100	77.6	16.30
3	400*200	桥架均为梯级式热镀锌钢制电缆桥架（上附盖板），桥架内通长铺设-25X4镀锌接地线，做法参见14D504第48页节点B	m	1500	107.6	16.14
4	600*200	桥架均为梯级式热镀锌钢制电缆桥架（上附盖板），桥架内通长铺设-25X4镀锌接地线，做法参见14D504第48页节点B	m	1050	155.2	16.30
5	800*200	桥架均为梯级式热镀锌钢制电缆桥架（上附盖板），桥架内通长铺设-25X4镀锌接地线，做法参见14D504第48页节点B	m	1000	194	19.40
六	管材					162.19
1	SC200		m	2800	210	58.80
2	SC150		m	1600	184	29.44
3	SC125		m	1500	145	21.75
4	SC100		m	1400	115	16.10
5	SC80		m	1400	96	13.44
6	SC65		m	1400	75	10.50
7	SC50		m	750	58	4.35
8	SC40		m	700	46	3.22

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
9	SC32		m	750	38	2.85
10	SC25		m	600	29	1.74
七	室外照明					35.48
1	庭院灯	H=4m，LED，P=20W（含基础500*500*800）	套	60	1850	11.10
2	单臂路灯	H=9m，LED，P=80W（含基础500*500*1200）	套	40	3250	13.00
3	高杆三火灯	H=14m，LED，P=3×160W	套	8	4780	3.82
4	路灯穿管 PE40		m	2100	36	7.56
八	室外接地					22.77
1	热镀锌扁钢-40*4		m	6200	18.5	11.47
2	不锈钢扁钢-40*4		m	1500	33.3	5.00
3	镀锌圆钢 Φ10		m	4300	11	4.73
4	接地端子		套	30	35	0.11
5	MEB等电位箱	270mm×160mm×96mm	个	15	310	0.47
6	其他辅材		项	1	10000	1.00
九	配电室电气工程量					9.61
1	照明配电箱	参考尺寸600X800X200	个	2	2850	0.57
2	应急照明配电箱	参考尺寸600X800X200	个	2	3600	0.72
3	疏散应急灯(LED,DC24V,2x3W)		套	40	85	0.34
4	消防应急标志灯具(LED,DC24V,1W,集中电源供电)		套	30	120	0.36
5	疏散标志灯（LED,DC24V,1W,集中电源供电）		套	20	85	0.17
6	楼层指示灯（LED,DC24V,1W,集中电源供电）		套	12	85	0.10

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
7	A型应急照明集中电源,300W(带蓄电池)		套	2	120	0.02
8	双管荧光灯（自带蓄电池）2×24W Ra≥80 应急时间大于180min		套	85	240	2.04
9	单相二三孔插座（安全型150V 16A）		个	70	35	0.25
10	暗装单联单控开关（250V 10A）		套	5	22	0.01
11	暗装单联双控开关（250V 10A）		套	5	28	0.01
12	暗装单联三控开关（250V 10A）		套	10	31	0.03
13	导线	RYS-2X2.5	m	600	7.6	0.46
14	导线	BV-3X2.5	m	1200	10.2	1.22
15	导线	BV-3X4	m	900	19.8	1.78
16	SC20热镀锌钢管		m	800	19	1.52
十	厂区车间电气工程量					68.26
1	照明配电箱	参考尺寸600X800X200	个	15	2850	4.28
2	检修插座箱	参考尺寸600X800X200	个	10	3600	3.60
3	工矿灯（IP54,防水防尘，200W 20000lm)		套	150	450	6.75
3	工矿灯（IP54,防水防尘，100W 10000lm)		套	300	600	18.00
4	工矿灯（IP54,防水防尘，40W 4000lm)		套	180	300	5.40
5	吸顶灯（IP54,防水防尘，20W 2000lm)		套	50	280	1.40
6	单相二三孔插座（安全型150V 16A）		个	60	35	0.21
7	暗装单联单控开关（250V 10A）		套	100	22	0.22

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
8	暗装单联双控开关（250V 10A）		套	70	28	0.20
9	暗装单联三控开关（250V 10A）		套	20	31	0.06
10	导线	BV-3X2.5	m	8500	7.6	6.46
11	导线	BV-3X4	m	4500	10.2	4.59
12	SC20热镀锌钢管		m	9000	19	17.10
十一	办公生活区电气工程量					28.47
1	壁灯	（IP54，WF2，带光源（80W），交流220V，光通量不小于8000lm）	套	100	80	0.80
2	双管灯	LED（自带蓄电池）2×14W Ra≥80 应急时间大于180min	套	50	240	1.20
3	双管灯	LED,2×14W Ra≥80	套	70	200	1.40
4	吸顶灯	20W，LED，IP54	套	30	185	0.56
5	雨棚灯	20W，LED，IP54	套	10	185	0.19
6	暗装单联单控开关	（250V 10A）	套	40	22	0.09
7	暗装单联双控开关	（250V 10A）	套	20	28	0.06
8	疏散应急灯	(LED,DC24V,2x3W)	套	20	85	0.17
9	消防应急标志灯具	(LED,DC24V,1W,集中电源供电)	套	40	120	0.48
10	疏散标志灯	（LED,DC24V,1W,集中电源供电）	套	40	85	0.34
11	楼层指示灯	（LED,DC24V,1W,集中电源供电）	套	10	85	0.09
12	A型应急照明集中电源	100W(带蓄电池)	套	2	5000	1.00
13	导线	BV-3X2.5	m	5000	7.6	3.80
14	SC20热镀锌钢管		m	4000	19	7.60
15	外网信息插座		套	30	46	0.14

序号	设备名称	参考型号及规格	单位	数量	单价（元）	总价（万元）
16	安全型单相二三孔暗插座		套	80	35	0.28
17	电话及网络机柜		套	2	2640	0.53
18	六类四对双绞线	UTP CAT6.0	m	3000	6.79	2.04
19	电话线	RVS 2x1.0	m	2500	4.5	1.13
20	导线	BV-3X4	m	4000	16.5	6.60
	合计					**2936.33**

11.2.2 资金筹措及投资使用计划

本项目建设资金来源为25%自有资金，75%银行贷款；建设期1年，利率按中国人民银行授权全国银行间同业拆借中心公布的5年期以上最新贷款市场报价利率（LPR）3.5%计算。

11.3 成本费用

（1）财务测算期

本项目财务评价计算期10年，其中建设期1年，运营期9年。运营期内均为达产年（达产率为100%）。

（2）税种税率

根据《财政部 国家税务总局＜关于部分货物适用增值税低税率和简易办法征收增值税政策的通知＞》（财税〔2009〕9号）及《关于简并增值税征收率政策的通知》（财税〔2014〕57号）中相关规定：一般纳税人销售自产的砂、土、石料或其他矿物连续生产的砖、瓦、石灰（不含粘土实心砖、瓦）等货物可选择按照简易办法依照3%征收率计算缴纳增值税。本项目增值税可按照砂石生产企业执行简易征收，税率3%。

本项目附加税费中的城市维护建设税税率为5%（县镇），教育附加税为3%，地方教育附加税为2%。

本项目企业所得税税率按照25%计算。

（3）折旧摊销年限

本项目矿权费按照可采年限及经营年限9年摊销；依据《矿业权评估参数确定指导意见（CMVS 30800-2017）》按照可采服务年限计提，房屋建筑物折旧年限依据生产经营年

限9年摊销，机器设备的折旧年限为9年，残值率均为5%；无形资产摊销年限为9年，不计提残值。

（4）法定盈余公积金

本项目盈余公积金按税后利润的10%提取。

（5）外部融资条件

本项目融资利率按最新的中国人民银行发布的5年以上贷款市场报价利率LPR，即3.5%计算。

（6）其他制造费用：按照固定资产原值的1%计算。

（7）其他管理费用：按照营业收入的1.5%计算。

（8）营业费用：按照营业收入的1%计算。

（9）安全生产费：按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财资(2022)136号)规定，3元/t计算。

（10）修理费：依据《建设项目经济评价方法与参数（第三版）》GB/T50626 规定可按照项目固定资产原值计提，本项目修理费按照建筑安装工程费原值的2%和设备费原值的5%计算，即：（建筑安装工程费-进项增值税）*5%+（设备购置费-进项增值税）*2%=600.63万元；

（11）矿产资源税：按照湖北省人大常委会 2020 年 7 月 24 日《关于资源税具体适用税率标准、计征方式及免征减征办法的决定》规定，本项目选矿项目，矿种为石灰岩矿，按规定从价计取，税率5.5%。

（12）土地复垦费：依据嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与生态复绿方案（重编）（公示版）2210.46万元算；

表 11.3-1 总成本费用估算表（单位：万元）

（1-5年）

序号	项目名称	合计	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
	产品产量	3600.00		400.00	400.00	400.00	400.00
1	外购原材料费	36000.00		4000.00	4000.00	4000.00	4000.00
2	外购辅助材料费	175.50		19.50	19.50	19.50	19.50
3	外购燃料费						0.00
4	外购动力费	14400.00		1600.00	1600.00	1600.00	1600.00
5	工资及福利费	5940.00		660.00	660.00	660.00	660.00
6	修理费	5405.67		600.63	600.63	600.63	600.63
7	其他制造费	1761.33		195.70	195.70	195.70	195.70
8	其他管理费	2642.00		293.56	293.56	293.56	293.56
9	其他营业费	1761.33		195.70	195.70	195.70	195.70
10	矿山环境治理恢复基金	769.41		85.49	85.49	85.49	85.49

11	安全生产费	10800.00		1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
12	矿产资源税	9687.34		1076.37	1076.37	1076.37	1076.37
13	运营期水土保持补偿费	684.00		76.00	76.00	76.00	76.00
14	其他费用	880.67		97.85	97.85	97.85	97.85
15	经营成本	90907.26		10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
16	土地复垦费	2210.49		245.61	245.61	245.61	245.61
17	折旧费	26872.77		2985.86	2985.86	2985.86	2985.86
18	摊销费	15572.08		1730.23	1730.23	1730.23	1730.23
19	利息支出	7545.60		1182.39	1289.17	1157.71	1021.65
20	总成本费用	143108.20		16244.91	16351.69	16220.22	16084.16
	其中：可变成本	78792.18		8754.69	8754.69	8754.69	8754.69
	固定成本	64316.02		7490.22	7597.00	7465.54	7329.47

（6-10年）

序号	项目名称	合计	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年
	产品产量	3600.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
1	外购原材料费	36000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00	4000.00
2	外购辅助材料费	175.50	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
3	外购燃料费		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	外购动力费	14400.00	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00
5	工资及福利费	5940.00	660.00	660.00	660.00	660.00	660.00
6	修理费	5405.67	600.63	600.63	600.63	600.63	600.63
7	其他制造费	1761.33	195.70	195.70	195.70	195.70	195.70
8	其他管理费	2642.00	293.56	293.56	293.56	293.56	293.56
9	其他营业费	1761.33	195.70	195.70	195.70	195.70	195.70
10	矿山环境治理恢复基金	769.41	85.49	85.49	85.49	85.49	85.49
11	安全生产费	10800.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
12	矿产资源税	9687.34	1076.37	1076.37	1076.37	1076.37	1076.37
13	运营期水土保持补偿费	684.00	76.00	76.00	76.00	76.00	76.00
14	其他费用	880.67	97.85	97.85	97.85	97.85	97.85
15	经营成本	90907.26	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
16	土地复垦费	2210.49	245.61	245.61	245.61	245.61	245.61
17	折旧费	26872.77	2985.86	2985.86	2985.86	2985.86	2985.86
18	摊销费	15572.08	1730.23	1730.23	1730.23	1730.23	1730.23
19	利息支出	7545.60	880.82	735.07	584.21	428.08	266.48
20	总成本费用	143108.20	15943.34	15797.58	15646.73	15490.59	15328.99
	其中：可变成本	78792.18	8754.69	8754.69	8754.69	8754.69	8754.69
	固定成本	64316.02	7188.65	7042.89	6892.04	6735.90	6574.30

11.4 财务评价

11.4.1 财务指标估算

（1）售价定位

根据前期市场调研资料，本项目水泥原料含税售价为23元/吨，砂石骨料含税售价为40元/吨，钙石含税售价为62元/吨，烧结石粉含税售价为42元/吨，烧结白云岩含税售价为40元/吨，脱硫石粉含税售价为60元/吨，弃土含税售价为5元/吨。

表 11.4-1 项目商品年产量及营业收入

序号	产品名称	单位	产量	价格（元/吨）	收入（万元）	备注
1	水泥原料	万吨	20	23	460	
2	砂石骨料	万吨	40	40	1600	
3	钙石	万吨	210	62	13020	
4	烧结石粉	万吨	70	42	2940	
5	烧结白云岩	万吨	36	40	1440	
6	脱硫石粉	万吨	10.5	60	630	
7	弃土	万吨	13.5	5	67.5	

（2）财务基准收益率

本项目全投资税前基准收益率为6%，税后基准收益率为5%，资本金基准收益率为10%（税后）。

11.4.2 经济效益评价

11.4.2.1 财务评价

盈利能力分析主要是考察项目投资的盈利水平。盈利能力分析是在项目营业收入、运营成本和税金分析测算的基础上，对项目损益表、项目财务现金流量表、资本金财务现金流量表进行计算，通过计算各种评价指标来反映项目的年盈利能力，主要分析指标包括项目项目财务内部收益率，项目资本金财务内部收益率、净现值、投资回收期等。

（1）项目财务内部收益率：

项目财务内部收益率是考察整个项目的盈利情况。根据项目的现金流量计算出的项目财务内部收益率应高于财务基准收益率，投资者方能得到较好的回报。

$$\sum_{t=1}^{n}(CI-CO)_t(1+FIRR)^{-t}=0$$

式中: FIRR——财务内部收益率

CI——现金流入量

CO——现金流出量

$(CI-CO)_t$——第 t 期的净现金流量

n——项目计算期

项目投资财务内部收益率、项目资本金财务内部收益率均可依据上式计算，但所用的现金流入和现金流出不同。

（2）财务净现值：

财务净现值是考察项目在其计算期内盈利能力的主要动态评价指标，它反应项目在满足按财务基准收益率要求的盈利之外，获得的超额盈利的现值。财务净现值大于或等于0，表明项目的盈利能力达到或者超过按设定的折现率计算的盈利水平。

财务净现值测算时，把项目计算期内各年的财务净现金流量，按照设定的折现率折算到建设期初的现值之和。

（3）静态投资回收期：

静态投资回收期是指以项目的净收益回收项目投资所需要的时间，以全投资现金流量表（税后）的现金流量进行测算，现金流量表中累计净现金流量由负值变为零的时点，即为项目的投资回收期。投资回收期越短，表明项目的盈利能力越强。

（4）项目资本金财务内部收益率：

项目资本金财务内部收益率是反映项目资本金的赢利能力，项目资本金财务内部收益率的判别基准是项目投资者对投资获利的最低期望值。

根据前面的测算边界及数据，编制项目财务分析相关报表，项目利润表和现金流量表详见附表，得到本项目主要财务评价指标如下：

1）项目财务内部收益率：10.63%（税后）；

2）财务净现值（i=10%）：11592.67万元（税后）；

3）项目资本金财务内部收益率：37.08%；

4）动态投资回收期：6.98年；

综上所述，项目可行。

表 11.4-2 项目投资现金流量表（单位：万元）
（1-5年）

序号	项目名称	合计	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
1	现金流入	185985.39		20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.1	营业收入	181417.50		20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.2	补贴收入						
1.3	其他收入						
1.4	设备增值税抵扣						
1.5	回收资产余值	1414.36					
1.5.1	回收固定资产余值	1414.36					

1.5.2	回收无形资产及其他资产余值						
1.6	回收流动资金	3153.53					
2	现金流出	148740.80	32263.93	27718.75	10737.82	10737.82	10737.82
2.1	建设投资	46091.33	32263.93	13827.40			
2.2	流动资金	3153.53		3153.53			
2.3	经营成本	90907.26		10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
2.4	税金及附加	6378.19		391.41	391.41	391.41	391.41
2.5	维持运营投资						
2.6	土地复垦费	2210.49		245.61	245.61	245.61	245.61
2.7	其它现金流出						
3	所得税前净现金流量（1-2）	37244.58	-32263.93	-7561.25	9419.68	9419.68	9419.68
4	累计所得税前净现金流量		-32263.93	-39825.18	-30405.51	-20985.83	-11566.16
5	调整所得税	9209.17		1029.12	1029.12	1029.12	1029.12
6	所得税后净现金流量（3-5）	28035.41	-32263.93	-8590.37	8390.56	8390.56	8390.56
7	累计所得税后净现金流量		-32263.93	-40854.30	-32463.74	-24073.19	-15682.63
计算指标	指标名称 1-所得税前 2-所得税后		1.00	2.00			
	项目财务内部收益率（%）		13.82	10.63			
	项目投资财务净现值（税前 I=6%，税后 I=5%）		15669.26	11592.67			
	项目投资静态回收期（年）		6.28	6.98			
	项目动态投资回收期（年）		7.45	8.20			

（6-10年）

序号	项目名称	合计	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年
1	现金流入	185985.39	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50	24725.39
1.1	营业收入	181417.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.2	补贴收入						
1.3	其他收入						
1.4	设备增值税抵扣						
1.5	回收资产余值	1414.36					1414.36
1.5.1	回收固定资产余值	1414.36					1414.36
1.5.2	回收无形资产及其他资产余值						
1.6	回收流动资金	3153.53					3153.53
2	现金流出	148740.80	11057.02	11371.91	11371.91	11371.91	11371.91
2.1	建设投资	46091.33					
2.2	流动资金	3153.53					
2.3	经营成本	90907.26	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
2.4	税金及附加	6378.19	710.61	1025.49	1025.49	1025.49	1025.49
2.5	维持运营投资						
2.6	土地复垦费	2210.49	245.61	245.61	245.61	245.61	245.61
2.7	其它现金流出						
3	所得税前净现金流量（1-2）	37244.58	9100.48	8785.59	8785.59	8785.59	13353.48
4	累计所得税前净现金流量		-2465.68	6319.91	15105.51	23891.10	37244.58
5	调整所得税	9209.17	1023.21	1017.37	1017.37	1017.37	1017.37
6	所得税后净现金流量（3-5）	28035.41	8077.27	7768.22	7768.22	7768.22	12336.11
7	累计所得税后净现金流量		-7605.36	162.86	7931.08	15699.30	28035.41

计算指标	指标名称 1-所得税前 2-所得税后						
	项目财务内部收益率（%）						
	项目投资财务净现值（税前 I=6%，税后 I=5%）						
	项目投资静态回收期（年）						
	项目动态投资回收期（年）						

表 11.4-3 资本金现金流量表

（1-5年）

序号	项目名称	合计	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
1	现金流入	185985.39		20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.1	销售（营业）收入	181417.50		20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.2	补贴收入						
1.3	其他收入						
1.4	设备增值税抵扣						
1.5	回收资产余值	1414.36					
1.5.1	回收固定资产余值	1414.36					
1.5.2	回收无形资产及其他资产余值						
1.6	回收流动资金	3153.53					
1.7	其他现金流入						
2	现金流出	164017.06	8956.34	16516.58	16489.88	16522.75	16556.76
2.1	项目资本金	8956.34	8956.34				
2.2	维持运营投资						
2.3	借款本金偿还	40696.41		3862.84	3756.06	3887.52	4023.58
2.4	借款利息支付	7545.60		1182.39	1289.17	1157.71	1021.65
2.5	经营成本	90907.26		10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
2.6	税金及附加	6378.19		391.41	391.41	391.41	391.41
2.7	所得税	7322.78		733.52	706.82	739.69	773.70
2.8	土地复垦费	2210.49		245.61	245.61	245.61	245.61
2.9	其他流出						
3	净现金流量（1-2）	21968.33	-8956.34	3640.92	3667.62	3634.75	3600.74
4	累计净现金流量		-8956.34	-5315.41	-1647.79	1986.96	5587.70
计算指标	资本金内部收益率（%）		37.08				
	财务净现值（I=12%）		8467.43				
	投资静态回收期（年）		3.45				
	投资动态回收期（年）		4.09				

（6-10年）

序号	项目名称	合计	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年
1	现金流入	185985.39	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50	24725.39
1.1	销售（营业）收入	181417.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.2	补贴收入						
1.3	其他收入						
1.4	设备增值税抵扣						
1.5	回收资产余值	1414.36					1414.36
1.5.1	回收固定资产余值	1414.36					1414.36
1.5.2	回收无形资产及其他资产余值						
1.6	回收流动资金	3153.53					3153.53

1.7	其他现金流入						
2	现金流出	164017.06	16905.26	17250.75	17288.46	17327.49	20202.80
2.1	项目资本金	8956.34					
2.2	维持运营投资						
2.3	借款本金偿还	40696.41	4164.41	4310.16	4461.02	4617.16	7613.66
2.4	借款利息支付	7545.60	880.82	735.07	584.21	428.08	266.48
2.5	经营成本	90907.26	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
2.6	税金及附加	6378.19	710.61	1025.49	1025.49	1025.49	1025.49
2.7	所得税	7322.78	803.00	833.61	871.32	910.36	950.76
2.8	土地复垦费	2210.49	245.61	245.61	245.61	245.61	245.61
2.9	其他流出						
3	净现金流量（1-2）	21968.33	3252.24	2906.75	2869.04	2830.01	4522.59
4	累计净现金流量		8839.94	11746.69	14615.73	17445.74	21968.33
计算指标	资本金内部收益率（%）						
	财务净现值（I=12%）						
	投资静态回收期（年）						
	投资动态回收期（年）						

表 11.4-4 财务计划现金流量表

（1-5年）

序号	项目名称	合计	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
1	经营活动净现金流量	74598.78		8686.16	8712.85	8679.99	8645.97
1.1	现金流入	181417.50		20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.1.1	营业收入	181417.50		20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.1.2	增值税销项税额						
1.1.3	补贴收入						
1.1.4	其他收入						
1.2	现金流出	106818.72		11471.34	11444.65	11477.51	11511.53
1.2.1	经营成本	90907.26		10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
1.2.2	增值税进项税额						
1.2.3	税金及附加	3734.19		391.41	391.41	391.41	391.41
1.2.4	增值税	2644.00					
1.2.5	所得税	7322.78		733.52	706.82	739.69	773.70
1.2.6	土地复垦费	2210.49		245.61	245.61	245.61	245.61
1.2.7	其他流出						
2	投资活动净现金流量	-49244.86	-32263.93	-16980.93			
2.1	现金流入						
2.1.1	回收固定资产余值						
2.1.2	回收流动资金						
2.1.3	回收对外投资						
2.2	现金流出	49244.86	32263.93	16980.93			
2.2.1	建设投资	46091.33	32263.93	13827.40			
2.2.2	维持运营投资						
2.2.3	流动资金	3153.53		3153.53			
2.2.4	其他流出						
3	筹资活动净现金流量	-15615.11	32263.93	9955.20	-6953.66	-7042.39	-7134.24
3.1	现金流入	49244.86	32263.93	16980.93			
3.1.1	项目资本金投入	8956.34	8956.34				

3.1.2	建设投资借款	37134.99	23307.60	13827.40			
3.1.3	流动资金借款	3153.53		3153.53			
3.1.4	短期借款						
3.1.5	其他流入						
3.2	现金流出	64859.97		7025.73	6953.66	7042.39	7134.24
3.2.1	各种利息支出	7545.60		1182.39	1289.17	1157.71	1021.65
3.2.2	偿还长期借款本金	37542.88		3862.84	3756.06	3887.52	4023.58
3.2.3	偿还短期借款本金						
3.2.4	偿还流动资金借款本金						
3.2.5	投资者分配利润	19771.49		1980.50	1908.42	1997.16	2089.00
3.2.6	其他流出						
4	净现金流量（1+2+3）	9738.81		1660.42	1759.19	1637.59	1511.73
5	累计盈余资金			1660.42	3419.62	5057.21	6568.94

（6-10年）

序号	项目名称	合计	第 6 年	第 7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年
1	经营活动净现金流量	74598.78	8297.48	7951.99	7914.27	7875.24	7834.84
1.1	现金流入	181417.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.1.1	营业收入	181417.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50	20157.50
1.1.2	增值税销项税额						
1.1.3	补贴收入						
1.1.4	其他收入						
1.2	现金流出	106818.72	11860.02	12205.51	12243.23	12282.26	12322.66
1.2.1	经营成本	90907.26	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81	10100.81
1.2.2	增值税进项税额						
1.2.3	税金及附加	3734.19	415.05	438.38	438.38	438.38	438.38
1.2.4	增值税	2644.00	295.56	587.11	587.11	587.11	587.11
1.2.5	所得税	7322.78	803.00	833.61	871.32	910.36	950.76
1.2.6	土地复垦费	2210.49	245.61	245.61	245.61	245.61	245.61
1.2.7	其他流出						
2	投资活动净现金流量	-49244.86					
2.1	现金流入						
2.1.1	回收固定资产余值						
2.1.2	回收流动资金						
2.1.3	回收对外投资						
2.2	现金流出	49244.86					
2.2.1	建设投资	46091.33					
2.2.2	维持运营投资						
2.2.3	流动资金	3153.53					
2.2.4	其他流出						
3	筹资活动净现金流量	-15615.11	-7213.33	-7295.97	-7397.80	-7503.19	-7293.65
3.1	现金流入	49244.86					
3.1.1	项目资本金投入	8956.34					
3.1.2	建设投资借款	37134.99					
3.1.3	流动资金借款	3153.53					
3.1.4	短期借款						
3.1.5	其他流入						
3.2	现金流出	64859.97	7213.33	7295.97	7397.80	7503.19	7293.65

3.2.1	各种利息支出	7545.60	880.82	735.07	584.21	428.08	266.48
3.2.2	偿还长期借款本金	37542.88	4164.41	4310.16	4461.02	4617.16	4460.13
3.2.3	偿还短期借款本金						
3.2.4	偿还流动资金借款本金						
3.2.5	投资者分配利润	19771.49	2168.10	2250.74	2352.57	2457.96	2567.04
3.2.6	其他流出						
4	净现金流量（1+2+3）	9738.81	1084.14	656.01	516.47	372.05	541.19

11.4.2.2 盈亏平衡点分析

经计算生产能力平衡点为66.82%，价格平衡点为81.85%，具有抗风险能力。

11.4.2.3 敏感性分析

本项目影响因素较多，主要影响因素为建设投资、销售价格、经营成本、产量变化。分别对上述因素提高10%、20%和降低10%、20%的单因素变化对其项目的内部收益率、投资回收期影响的敏感性分析。

表 11.4-5 单因素敏感性分析表

附表 1　　单位 万元												
序号	不确定因素	不确定因素变化率(%)	项目评价指标							指数	
			税前内部收益率	税后内部收益率	资本金内部收益率	税后财务净现值	借款偿还期	偿还备付率	回收期	敏感系数	临界点
0	基本方案	0.00	13.2	10.63	37.08	11592.67	10.00	165.45	6.98		
1	建设投资	-20.00	20.32	15.72	58.62	18476.65	10.00	198.92	5.94		
		-10.00	16.77	12.94	46.82	15034.66	10.00	180.37	6.47		
		10.00	11.32	8.67	28.77	8150.68	10.00	153.19	7.47	-1.85	37.34
		20.00	9.15	6.98	21.50	4708.69	10.00	142.93	7.95	-1.72	
2	销售价格	-20.00	0.63	0.51	-16.94	-8587.90	10.00	102.49	9.87		
		-10.00	7.51	5.75	16.48	1502.38	10.00	135.75	8.40		
		10.00	19.78	15.25	55.56	21682.98	10.00	195.15	6.01	4.35	-12.29
		20.00	25.52	19.70	73.23	31773.25	10.00	224.85	5.32	4.27	
3	经营成本	-20.00	20.00	15.43	56.10	22098.45	10.00	196.43	5.98		
		-10.00	16.95	13.06	46.76	16845.56	10.00	180.94	6.44		
		10.00	10.60	8.13	26.85	6339.78	10.00	149.96	7.64	-2.35	23.59
		20.00	7.25	5.55	15.62	1086.88	10.00	134.47	8.47	-2.39	
4	产量变化	-20.00	6.98	5.35	14.59	699.07	10.00	133.43	8.55		
		-10.00	10.46	8.03	26.33	6145.87	10.00	149.44	7.68		
		10.00	17.08	13.16	47.28	17039.49	10.00	181.46	6.41	2.38	-22.73
		20.00	20.27	15.63	57.15	22486.28	10.00	197.47	5.94	2.35	

从表中可以看出销售价格较为敏感，其次是产量变化、经营成本与建设投资。

项目价格 波动影响极度敏感，为应对价格风险，做以下应对措施

（1）销售：长单锁量锁价、多产品多区域分散客户；

（2）生产：均衡生产降单位成本、尾矿 / 再生骨料扩品类；

（3）成本：能源炸药集中锁价、优化物流降低运费；

（4）财务：敏感性测算、计提风险准备金、控制负债；

（5）周期应对：涨价扩产囤货、降价减产保价、拓展低价骨料销路。

11.5 风险防控

（1）价格风险

锁定下游客户，签订意向订单，降低需求不确定性，提升技术、品牌、服务壁垒，避免价格战，不依赖单一客户/单一区域，分散市场风险，预留柔性生产空间，应对需求波动；

（2）资源风险

原矿材料、供应不足，断供风险高，根据现场实际生产需要，降低资源消耗，提升资源利用效率；

（3）技术风险

引进先进的技术设备，经过小试，中试，再规模化应用生产，建立先进的技术运维生产团队，确保生产稳定进行，故障快速处理；

（4）工程风险

优先选用资质业绩等符合工程等级的施工单位，严禁转包，设置里程碑计划，严格要求工程质量及生产安全，设计前详细勘察避免施工后发现重大地质问题；

（5）融资风险

银行批复、资金承诺函到位后再启动建设，多渠道融资，降低单一渠道风险，以收定支，优先确保关键节点资金需求，完善信用措施，提高融资成功率；

（6）政策风险

调查行业准入文件，严格按照政府规定矿料厂拆除、补偿、用地标准及地质环境恢复等要求对土地进行恢复、复垦。

（7）社会风险

严格按照征地补偿标准、公开透明，公示信息，回应群众关切问题，依法用工按时发薪。

第 12 章 问题与建议

12.1 存在的问题

（1）矿区剥离量较大，大部分外运处置，留存部分残坡积层用于后期复垦用土。

（2）矿区内北侧白云岩下伏坟头组泥质粉砂岩、粉砂质页岩，未来将构成露天采坑的边坡，遇水软化作用显著，力学强度低，抗风化能力弱，抗压、抗剪切性能弱，易分解破碎，工程地质条件差。

（3）矿区西侧和南侧300m爆破安全距离内存在大量基本农田，后续矿山爆破开采对耕农和设备存在安全影响。

12.2 建议

（1）企业应针对剥离高峰期提前做好矿山整体采剥生产计划，对剥离物综合利用和外运处置等工作制定专项施工方案，避免影响矿山采矿作业。同时做好对外外运水土保持工作。

（2）边坡最高高度106m，开采周期较长，受矿区长期高频率爆破扰动，建议开采过程中加强对边坡的日常检查、在线实时监测和定期的稳定性分析等管理措施，对照规范做好矿山隐蔽致灾因素普查及治理。北侧边坡高陡，且下部下伏泥质粉砂岩、粉砂质页岩，岩石性质软弱。建议未来开采企业在采掘北侧白云岩矿体时，与底板泥质粉砂岩保留适当的安全距离，不宜将其剥离出来而暴露于地表。一旦揭露，需及时进行治理并修筑截排水工程减少雨水淋滤。同时对靠帮后的边坡和平台进行植被恢复、覆土复绿。

（3）本项目矿区及加工区西南侧紧邻九龙村，矿山开采、加工系统运行、产品外运将与其发生社会经济关系，项目建设期、运行期需处理好与村庄协调沟通工作，营造良好的外部社会环境。基建前必须对附近农户宣传矿山爆破时间、信号、安全距离等相关知识，并且在爆破警戒期间，确保农田中无人进行耕种作业。

第 13 章 附件与附图

13.1 附件

序号	附件名称	备注
1	审查组专家意见	
2	总承包服务合同（含设计服务）	
3	营业执照	
4	采矿许可证	
5	湖北省企业投资备案证明	
6	《湖北省嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段熔剂用石灰岩白云岩矿勘探报告》评审意见	
7	《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段矿产资源开发利用与保护方案（修编）》评审意见	
8	《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段东侧 220kv 曲兰线保护方案》批复、《嘉鱼县九龙山-碳坡山矿区石灰岩白云岩矿九龙山矿段南侧±800kv 锦苏线、复奉线保护方案》批复	
9	《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿 400 万 t/a 露天开采工程安全设施设计安全预评价报告》评审意见	
10	《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿隐蔽致灾因素普查报告》评审意见	
11	《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山-碳坡山矿区九龙山矿段石灰岩矿露天开采边坡、排土场稳定性评价报告》评审意见	
12	《嘉鱼县自然资源建设开发有限公司九龙山矿段矿区建设项目环境影响报告》批复	
13	九龙山矿段矿区建设项目范围内林地情况的回函	
14	120 乡道安全互保协议	
15	矿区周边农田安全互保协议	
16	《矿山水土保持方案报告书》评审意见	
17	《矿山边坡、排土场、道路专项勘察岩土工程勘察报告》评审意见	
18	《项目社会稳定性风险评估报告》评审意见及备案函	
19	弃土综合利用意向协议	
20	原百合和高铁岭镇采矿权注销证明	
21	界外治理合规手续及治理设计评审意见	

13.2 附图（单独装订）

表13.2-1　图纸目录

序号	图名	图号
1	矿山地形地质图	JYC-V15-A1-01-01
2	矿山地质及资源量估算剖面图	JYC-V15-A1-02-01~05
3	资源量估算平面图	JYC-V15-A1-03-01
4	矿山开采现状实测图	JYC-V15-A1-04-01
5	矿山综合水文地质图	JYC-V15-A1-05-01
6	矿山水文地质剖面图	JYC-V15-A1-06-01~02
7	矿山总平面布置图	JYC-V15-A2-01-01
8	加工区平面布置图	JYC-V15-A2-02-01
9	矿山终采境界平剖面图	JYC-V15-A3-01-01~04
10	矿山基建终了境界平面图	JYC-V15-A3-02-01
11	矿山第一年末境界平面图	JYC-V15-A3-03-01
12	矿山第二年末境界平面图	JYC-V15-A3-03-02
13	矿山第三年末境界平面图	JYC-V15-A3-03-03
14	矿山第四年末境界平面图	JYC-V15-A3-03-04
15	矿山第五年末境界平面图	JYC-V15-A3-03-05
16	矿山排水系统平面图	JYC-V15-A3-04-01
17	矿山安全避险线路图	JYC-V15-A3-05-01
18	矿山采矿方法图	JYC-V15-A3-06-01
19	安全设施大样图	JYC-V15-A3-07-01
20	排土场平面设计图	JYC-V15-A4-01-01
21	排土场纵断面设计图	JYC-V15-A4-02-01
22	排土场截排水工程大样图	JYC-V15-A4-03-01
23	道路平面总体设计图	JYC-V15-A5-01-01~03
24	道路路基路面设计图	JYC-V15-A5-02-01~02
25	道路安全设施平面图	JYC-V15-A5-03-01~03
26	1#配电室高压系统图	JYC-V15-A6-01-01
27	1#配电室低压系统图	JYC-V15-A6-02-01~06
28	2#配电室10kv高压系统图	JYC-V15-A6-03-01~04
29	2#配电室低压系统图	JYC-V15-A6-04-01~09
30	预留矿山充电桩箱变系统图	JYC-V15-A6-05-01