国信安科
GXAK TECHNOLOGY

编号：**AK25022505**

福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿

采选扩能工程项目

安全预评价报告

北京国信安科技术有限公司

证书编号：APJ-（京）-003

二零二五年二月

福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目

安全预评价报告

法定代表人：龚宇同

技术负责人：孙胜利

项目负责人：谢　源

2025 年 2 月

（安全评价机构公章）

福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿

采选扩能工程项目安全预评价

评价人员

	姓名	职业资格 证书编号	专业 能力	职称	签字
项目 负责人	谢源	0800000000103653	采矿	正高级工程师 注册安全工程师	
项目组 成员	韩金峰	1500000000300763	安全	高级工程师 注册安全工程师	
	王生亮	1200000000300800	电气	高级工程师	
	全永志	0800000000202661	机械	高级工程师 注册安全工程师	
	于跟波	1500000000300015	通风	高级工程师 注册安全工程师	
	李磊	1100000000300669	地质	正高级工程师	
	崔旋	1200000000300736	水工 结构	正高级工程师	
报告 编制人	全永志	0800000000202661	机械	高级工程师 注册安全工程师	
	韩金峰	1500000000300763	安全	高级工程师 注册安全工程师	
报告 审核人	牛淑慧	1600000000201286	安全	高级工程师	
过程控制 负责人	徐伟兰	1100000000303070	采矿	高级工程师 注册安全工程师	
技术 负责人	孙胜利	1700000000100026	电气	高级工程师 注册安全工程师	

出版审批：

前言

马坑铁矿自1996年起在中矿段530m标高及其以上进行小规模地采，当时的采矿规模为10万t/a；2001年开工建设一期技改工程，2004年5月建成投产，开采范围为中矿段412～530m标高，开采规模为50万t/a。

2005年8月，马坑铁矿着手二期技改工程。技改工程开采标高412～200m，二期技改工程技改后采选生产规模达到150万t/a。

福建马坑矿业股份有限公司于2006年9月委托中冶长天国际工程有限责任公司编制完成《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿新增500万t/a采选工程项目申请报告》，新增500万t/a采选工程开采200～0m标高之间的矿体，建设规模为采选500万t/a。

马坑铁矿二期500万t/a采选工程于2018年9月通过了安全设施竣工验收，2019年1月1日取得安全生产许可证，安全生产许可证开采深度为+420m～0m，现已投入正常生产。

于2018年9月21日建设单位获得福建省国土资源厅颁发的采矿证，证号：C3500020100922200761 89，开采矿种为铁矿、钼矿、水泥用石灰岩，开采方式为地下开采，生产规模为710万t/a，其中马坑铁矿一期工程开采420m标高以上矿体（现已结束），二期技改150万吨工程开采420～200m标高之间的矿体，马坑铁矿新增500万吨采选工程为开采200～0m标高之间的矿体，本次采选扩能工程开采0m～-200m标高之间的矿体。目前矿山现已进入开采200～0m的开采阶段。

2022年4月委托了中冶长天国际工程有限责任公司编制完成了《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程可行性研究报告》。2022年12月16日，福建省工业和信息化厅以闽工信行政服务[2022]254号文对福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目核准予以批复。

依据国家安全生产相关法律法规的要求，改扩建矿山项目在其可行性研

究阶段应进行安全预评价，为此，福建马坑矿业股份有限公司委托我公司（北京国信安科技术有限公司）进行该项目安全预评价工作。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，到企业现场踏勘，与相关人员进行座谈，交换意见，并收集相关资料，完成了现场调查工作。

本次安全预评价是根据现行的《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《金属非金属矿山安全规程》、《安全预评价导则》和《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49 号）等有关法律法规的要求，严格按照国家相关法律、法规和标准，遵循科学性、公正性、合法性和针对性原则，对该项目可能存在的危险、有害因素的种类和危险有害程度进行客观、科学地分析评价，形成本《安全预评价报告》。

在本次预评价报告编制过程中，得到了各级应急管理部门、非煤矿山方面的有关专家、福建马坑矿业股份有限公司有关人员的大力支持，同时引用了前人的一些研究成果和技术资料，在此一并表示感谢!

目录

1.评价对象与依据 1

1.1 评价对象和范围 1

1.2 评价依据 1

2.建设项目概述 9

2.1 建设单位概况 9

2.2 自然环境概况 13

2.3 建设项目地质概况 14

2.4 工程建设方案概况 37

3.定性定量评价 75

3.1 总平面布置单元 75

3.2 开拓单元 86

3.3 提升和运输单元 94

3.4 采掘单元 101

3.5 通风单元 112

3.6 矿山供配电设施单元 122

3.7 防排水与防灭火单元 129

3.8 安全避险“六大系统”单元 138

3.9 安全管理单元 147

3.10 重大危险源辨识单元 149

4.安全对策措施及建议 150

4.1 总平面布置 150
4.2 开拓系统 150
4.3 提升和运输 151
4.4 采掘 152
4.5 通风系统 152
4.6 防排水与防灭火 152
4.7 安全避险“六大系统” 153
4.8 安全管理及其它对策措施 154
5.评价结论 155
5.1 该项目存在的主要危险、有害因素 155
5.2 该项目应重点防范的重大危险、有害因素、主要安全风险 155
5.3 应重视的安全对策措施建议 155
5.4 评价结果综述 155
5.5 安全预评价结论 156
附件 157
附图 158

1.评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

本次评价对象为福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目，评价范围为：可行性研究报告所涉及 0～-200m 的矿山总图运输、地下开采的开拓方式及开采工艺、通风系统、排水系统、供配电设施、公用工程、辅助生产设施和安全管理。

本评价报告主要对评价范围的安全设施进行评价，选矿厂不在评价范围内，凡涉及该项目的职业卫生、环境影响评价及地质灾害评估问题，不在本次评价范围之内。但报告中会涉及到相关内容，企业应执行国家相关法律、法规、标准和规范要求。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

（1）法律

《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 70 号，2002 年 11 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》第一次修正，根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改<中华人民共和国安全生产法>的决定》第二次修正，根据 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）

《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通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正）

《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 36 号，1986 年 10 月 1 日起施行，根据 1996 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改<中华人民共和国矿产资源法>的决定》第一次修正，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通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》第二次修正）

《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令第 4 号，自 2014 年 1 月 1 日起施行）

《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第 28 号，1995 年 1 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通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正，根据 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通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改＜中华人民共和国劳动法＞等七部法律的决定》第二次修正）

《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第 4 号，1998 年 9 月 1 日起施行，根据 2008 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议修订，根据 2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》修正，根据 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》等八部法律的决定修正）

《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第88号，1998年1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通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议《关于修改<中华人民共和国港口法>等七部法律的决定》第二次修正，根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改<中华人民共和国节约能源法>等六部法律的决定》第三次修正）

（2）行政法规

《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日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（中华人民共和国国务院令第653号）修改）

《民用爆炸物品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第466号，2006年9月1日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（中华人民共和国国务院令第653号）修改）

《地质灾害防治条例》(中华人民共和国国务院令第394号，2004年3月1日起施行)

《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令第549号，2009年5月1日起施行）

《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令第375号，2011年1月1日起施行，根据《国务院关于修改〈工伤保险条例〉的决定》（中华人民共和国国务院令第586号）修改）

《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令第708号，2019年4月1日起施行）

《福建省安全生产条例》（2016年12月2日福建省第十二届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过，2017年3月1日起施行）

（3）部门规章

《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第20号，2009年6月8日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿矿山领域九部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第78号）修改）

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第36号，2011年2月1日起施行，根据《国家安全监管总局关于修改<生产安全事故报告和调查处理条例>罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第77号）修改）

《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局令第3号，2006年3月1日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第80号）修改）

《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（原国家安全生产监督管理总局令第62号，2013年10月1日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿矿山领域九部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第78号）修改）

《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全生产

监督管理总局令第75号，2015年7月1日起施行）

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第30号，2010年7月1日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第80号）修改）

《安全生产培训管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第44号，2012年3月1日起施行，根据《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第80号）修改）

《安全生产违法行为行政处罚办法》（国家安全生产监督管理总局令第15号，2008年1月1日起施行，根据《国家安全监管总局关于修改<生产安全事故报告和调查处理条例>罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第77号）修改）

《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》（中华人民共和国应急管理部令第2号，2019年9月1日起施行）

《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。）

（4）规范性文件

《国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》（矿安〔2024〕70号）

《国家矿山安全监察局关于印发<金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形>的通知》（矿安〔2024〕41号）

《国家矿山安全监察局关于印发2024年矿山安全生产工作要点的通知》（矿

安〔2024〕1 号）

国务院安全生产委员会印发《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》的通知（安委〔2024〕1 号）

国家矿山安全监察局关于印发《非煤矿山建设项目安全设施重大变更范围》的通知（矿安〔2023〕147 号）

《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〕21 号）

《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）

《国家矿山安全监察局关于印发<金属非金属矿山重大事故隐患判定标准>的通知》（矿安〔2022〕88 号）

《国家矿山安全监察局关于印发执行安全标志管理的矿用产品目录的通知》（矿安[2022]123 号）

国家矿山安全监察局关于印发《关于加强金属非金属地下矿山外包工程安全管理的若干规定》的通知（矿安〔2021〕55 号）

《国家矿山安全监察局关于印发<矿山重大隐患调查处理办法（试行）>的通知》（矿安〔2021〕49 号）

《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（第一批）的通知》（安监总管一[2013]101 号）

《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）

《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告

编写提纲的通知》（安监总管一[2016]49号，2016年5月30日发布）

《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资[2022]136号，2022年11月21日实施）

1.2.2 标准规范

《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）

《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2010）

《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）

《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）

《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）

《矿山安全标志》（GB14161-2008）

《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）

《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）

《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）

《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

《低压配电设计规范》（GB50054-2011）

《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）

《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）

《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）

《爆破安全规程》（GB6722-2014）

《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018年版）

《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）

《用电安全导则》（GB/T13869-2008）

《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）

《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）

《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）

《安全评价通则》（AQ8001-2007）

《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJT9093-2018）

《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》(AQ2013.1-2008)

《金属非金属地下矿山通风技术规范局部通风》(AQ2013.2-2008)

《金属非金属地下矿山通风技术规范通风管理》(AQ2013.4-2008)

《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)

《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011)

《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)

《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》(AQ2061-2018)

《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023)

《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)

《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)

《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》（AQ/T2051）

《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》（AQ/T2052）

《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》（AQ/T2053）

1.2.3 建设项目技术资料

（1）《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目可行性研究报告》（中冶长天国际工程有限责任公司，2024 年 10 月）

（2）《福建省龙岩市马坑矿区铁矿资源储量核实报告》（福建省第八地质大队，2007 年 5 月）

（3）矿山现场踏勘资料

1.2.4 其他评价依据

（1）建设项目安全预评价委托书

2.建设项目概述

2.1 建设单位概况

福建马坑矿业股份有限公司成立于1995年,现由福建省稀有稀土(集团)有限公司（占股本45.9%）、紫金矿业集团股份有限公司（占股本37.35%）、龙岩矿业发展有限公司（占股本10%）、福建省第八地质大队（占股本6.75%）四家股东组成，属国有控股大型铁矿山企业。公司注册资本人民币11亿元。主要从事铁矿和钼矿及水泥用灰岩开发。

马坑铁矿一期技改工程始于2000年，当时设计生产规模50万t/a，开采范围为530～420m标高，由于矿石储量减少，2004年对一期工程进行了延伸设计，生产规模由50万t/a逐步扩大到150万t/a，开采范围延伸到200m标高。于2007年启动马坑铁矿新增500万t/a采选工程项目立项、论证，及初步设计工作,2011年安全专篇通过国家安全生产监督管理总局的批复(安监总管一函［2011］17号)，500万t/a采选工程（二期）于2018年9月通过了安全设施竣工验收,福建省安全生产监督管理局2019年1月15日颁发的安全生产许可证，现已投入正常生产。

马坑矿区位于龙岩市东南120°方向，平距15公里之马坑村东南方向，行政区划属龙岩市新罗区曹溪街道管辖。矿区地理极值坐标：东经117°04′16″～117°06′04″，北纬24°57′00″～25°01′00″，呈北东45°方向分布。矿区东西长4000m，南北宽1000m，面积8.8332km^2。

赣州—厦门与环闽快速铁路在龙岩相交从矿区西侧通过，公路主要干线有319国道及漳（州）—龙（岩）高速公路环绕矿区西边界而过，从漳州至同安、接福（州）—厦（门）公路，经泉州、莆田直达福建省会福州市，是闽西至闽南各地的主要干线。龙岩至泉州和厦门后可与海运衔接。龙岩至闽西诸县，西北至长汀再西行46公里可达江西瑞金，西南至上杭可达广东海县，矿区内有简易公路与319国道相接，交通甚便。交通位置见图2-1。

图 2.1-1 矿区位置及交通情况图

马坑矿区范围内没有位于依法划定的自然保护区、基本农田保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区、重要湖泊周边、文物古迹所在地、地质遗迹保护区。

马坑矿区位于龙岩市东南120°方向，马坑矿权界限西侧为马坑村，位于地表错动界限之外。

马坑矿权界限西侧和南侧有厦蓉高速，厦蓉高速沿西侧和南侧绕矿权而过，厦蓉高速距矿权范围线30m，位于地表错动界限外。

马坑矿权界限西侧有G319国道，G319国道距矿权界限80～450m，位于地表错动界限外。

马坑矿区水系主要为环绕矿区的溪马河，溪马河沿矿区西侧流过。矿区附近小溪沟发育，其中中矿段发育有1号、2号溪，西矿段有3号溪，1号溪在79线附近流入矿区呈近东西向斜切中矿段，2号溪于73线北附近与1号溪汇合；3号溪为西矿段内唯一溪沟，源头在67线附近，1号、2号、3号溪行洪通道通畅，多为近东西向，西流注入溪马河。

矿区北东侧有一地采矿山企业-龙岩市天山矿业有限公司天山石灰石矿，其矿区与马坑矿区相接壤，由于马坑铁矿85线以东的矿体较薄、矿量少，且赋存在300m标高以上，该部分资源量已被回采完毕，而天山铁矿靠近边界处的矿体主要赋存在300m标高以下。此外，马坑矿业与天山铁矿之间留有50m保安矿柱带作为禁采区。

马坑矿业开采矿种为铁矿、钼矿、水泥用石灰岩，目前马坑矿区共有二个地采系统，即马坑铁矿和马坑水泥用灰岩矿，其中马坑铁矿主要开采铁、钼矿体，马坑水泥用灰岩矿主要开采水泥用灰岩矿体。马坑水泥用灰岩矿开采范围为58～73线+450～+350m标高，对应的深部铁矿开采范围为F2上盘厚大矿体西区和F2下盘西区，该区域的深部铁矿F2上盘厚大矿体西区最高回采标高为+184m，+184m标高以上无回采铁矿工程；该区域的深部铁矿F2下盘西区矿体整体厚度不大，靠近72线位置有+200m阶段28#采场，该采场最高回采标高为+260m，且矿体自东向西逐渐降低。上部灰岩矿与深部铁矿的相对关系详见67线、70线剖面图。

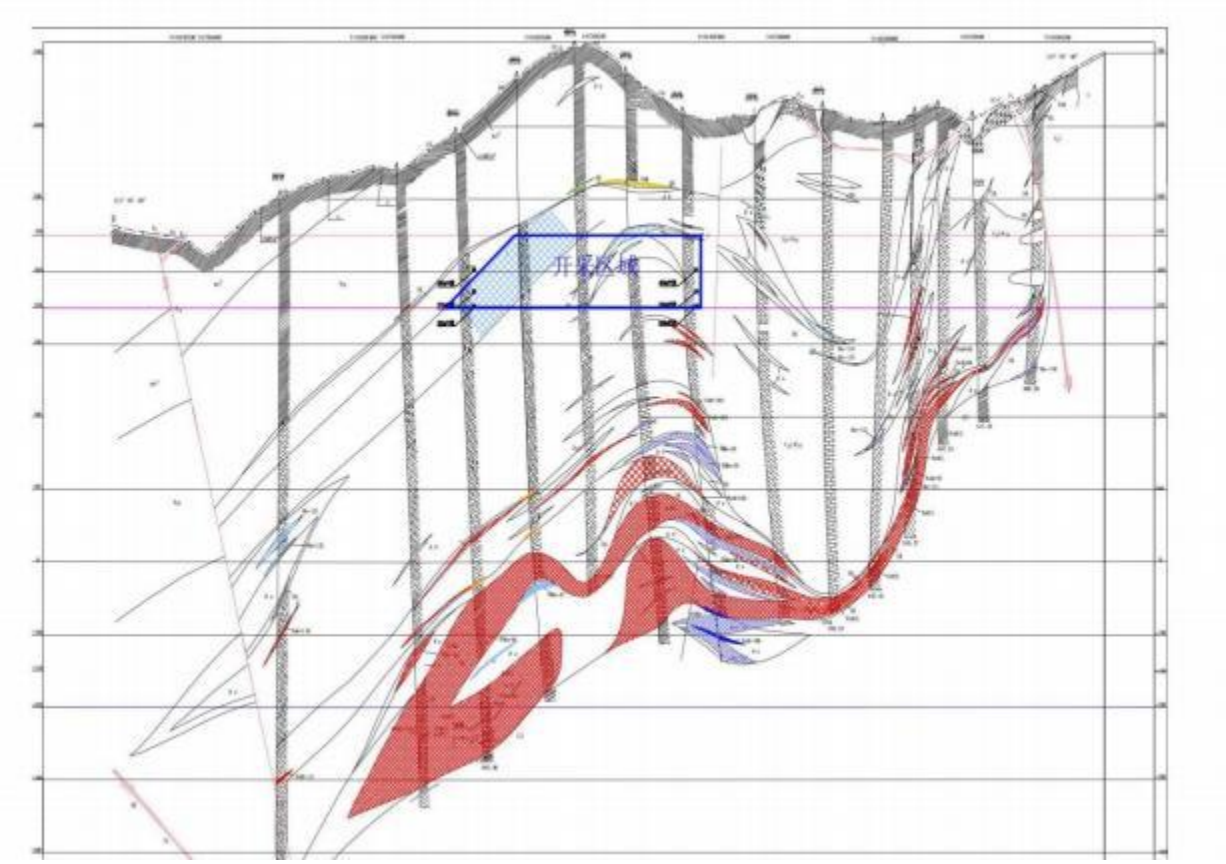

图 2.1-2 上部灰岩与深部铁矿在 67 勘探线的对应

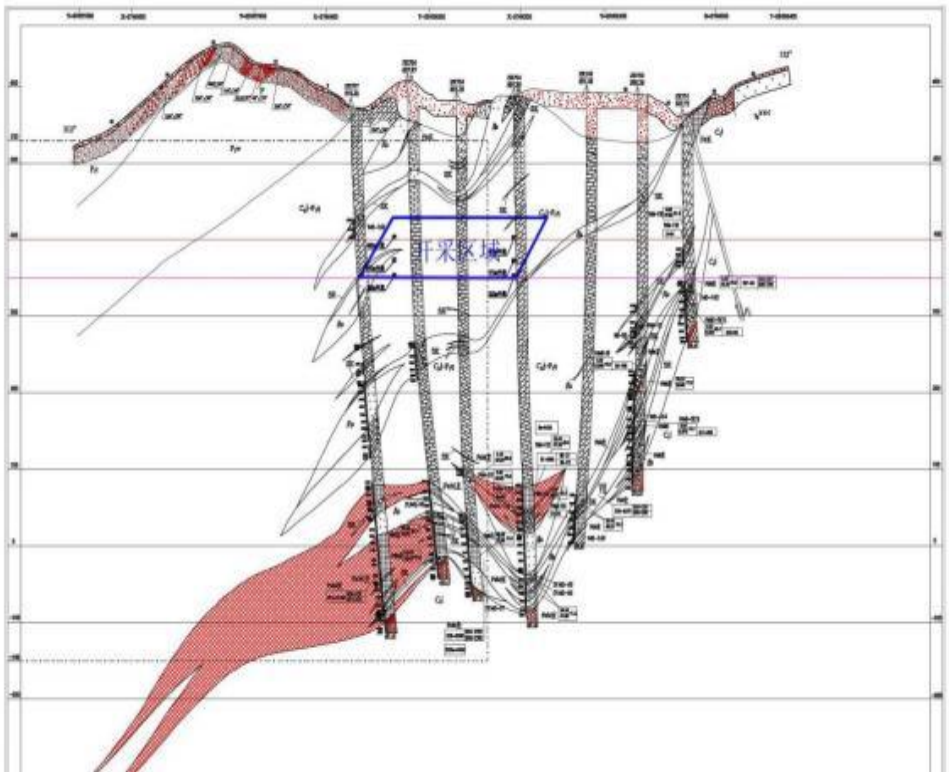

图 2.1-3 上部灰岩与深部铁矿在 70 勘探线的对应关系

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

马坑矿区位于九层山～观音座莲山脉的西坡，属于侵蚀中低山地貌类型，介于分水岭至河谷地带之间，地形复杂，坡度陡，高差大，属中低山区比高一般为 50～280m。地势从东往西逐渐降低，最高点为北东的天山凹，标高 1069m，最低侵蚀基准面为西南部马坑村溪马河出口处，标高 420m。

2.2.2 气候

矿区位于南亚热带的北界，属低纬度亚热带季风气候，温和湿润，雨量充沛，大气降水是本区地下水的主要补给来源。每年 3～8 月一般为雨季，约占全年降雨量的 75%左右。降雨特征是春季节淫雨，夏季多大雨、暴雨，秋季多为雷阵雨，年平均降雨量在 1650～1700mm 左右，3～8 月为雨季，9 月至次年 2 月为旱季。夏天炎热，冬天有霜。年平均气温 19.9℃左右，一月份平均气温 11.2℃，极端最低气温约-3.5℃，七月份平均气温 27.1℃，极端最高气温 38.1℃，历年平均无霜期 295～308 天。

区域内主要地表水体有溪马河及三条小型溪沟。溪马河为常年性河流，流经矿区西缘，自南而北汇入龙岩盆地，经矿区 II-II’观测站测得最大流量为 5.258m^3/s，洪峰水位 427m 标高，最大洪峰流量可达 150m^3/s。

矿区内一号沟发源于矿区东南部花岗岩山区，汇水面积 4.44km^3，从 80 线东南端流入矿区，经 65 线附近注入溪马河，丰水期流量为 126L/s，雨后最大流量可达 3.98m^3/s。

二号沟也发源于矿区东南部的花岗岩区，汇水面积 0.21km^3，流量为 9.23L/s，于 72 线附近汇入一号沟。

三号沟分布在矿区西部，由泉水汇集而成，汇水面积为 0.71km^3，一般流量为 5～20L/s，最大流量可达 809.2L/s。

矿区为地震设防烈度 6 度的地区。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

（1）地层

矿区地层由南东往北西依次为：石炭系下统林地组(C_1l)、石炭系中统经畬组—二叠系下统栖霞组(C_2j-P_2q)、二叠系下统文笔山组(P_2w)和童子岩组(P_2t)及低洼处的第四系坡残积层(Q)等，现自老而新分述如下。

1）石炭系下统林地组(C_1l)：该地层厚度大于 290m。属滨海-海陆交互相为主的碎屑岩沉积，下部以粗碎屑为主，上部以细碎屑为主，夹 1-6 层流纹质凝灰质砂质泥岩和磁铁矿小矿体，个别钻孔见厚约 6m 的含泥质碎裂灰岩透镜体。

2）石炭系中统经畬组-二叠系下统栖霞组(C_1j-P_2q)

地层沉积厚达 409m。沉积物以碳酸盐岩为主，少量火山碎屑岩、中基性火山岩和碎屑岩。本矿区经畬组(C_2j)为主矿体主要赋存层位，船山组(P_1c)与栖霞组(P_2q)灰岩，地表出露甚少，深部亦因后期火成岩侵入，热液蚀变强烈，化石深遭充填交代难以确切定名，地层分组不清，故有关的图件上未予分组，仅以石炭系中统经畬组-二叠系下统栖霞组(C_2j-P_2q)表示。文字中为了叙述方便，故据含标准化石钻孔的岩性组合特征，与部分钻孔的对比资料，仍按经畬组(C_2j)、船山组(P_1c)和栖霞组(P_2q)分别叙述如下：

①石炭系中统经畬组(C_2j)：该组地层属浅海相硅铁和钙铁为主的沉积建造。该组的下部为石英磁铁矿，中、上部为透闪石磁铁矿、透辉石磁铁矿和柘榴石磁铁矿，矿体中见有石英岩化砂岩、蚀变泥岩、安山玄武岩、流纹质凝灰质砂质泥岩和硅质岩的夹层。厚度一般数 m-174m，平均约 63m。与下伏林地组碎屑岩呈整合接触。

马坑主矿体主要赋存层位与中甲经畲组(C2)对比，层位相当。主矿体下部的石英磁铁矿相当于经畲组下部的硅泥质岩和硅质岩，中、上部的透闪石磁铁矿、透辉石磁铁矿和柘榴石磁铁矿与经畲组中、上部以碳酸盐岩为主的层位相当，夹层也很相似，均以碎屑岩和火山碎屑岩为主。二者和上覆船山灰岩、与下伏林地组碎屑岩，均为整合接触，岩性组合特征也基本一致。

②船山组(P1c)：以灰白色厚层状大理岩化灰岩为主，夹浅灰色厚层状含燧石生物灰岩。底部为主矿体上部之部分柘榴石型磁铁矿赋存层位，中下部常见扁平透镜状磁铁矿小矿体。灰岩常具缝合线构造，时见黑色炭泥质条纹、条带，水平层理较发育。灰岩的岩性相对较纯，含硅质和炭泥杂质较低。含镁稍高，但变化大(MgO 含量 0.63-3.31%)。灰岩中燧石结核少见，但个体普遍较大(多为 70×150mm)，呈椭球状。含化石较丰富，以筵类和海百合茎为主，以种属少、个体小为特征，普遍已充填交代，见筒状皱壁鲢[比较种]、皱壁筵、希瓦格筵和麦筵，其中麦筵和皱壁筵均属上石炭世的标准化石。

该组的底部，灰岩常蚀变为矽卡岩、大理岩，时见滑石化、蛇纹石化，化石均强烈充填交代，无法鉴定，与上覆栖霞组(P2q)亦无明显标志层作为分界线，该组地层平均厚度 165m。

③二叠系下统栖霞组(P2q)：该灰岩以色深、含燧石结核和黑色泥岩杂质较多，易与色浅、质较纯的船山组区分。按岩性组合特征和化石种类及富集程度可划分为上、下二个岩性段：

栖霞组下段(P_2q^1)：以深灰色中厚层状含泥质生物灰岩为主，中上部夹含燧石泥质生物灰岩，局部见磁铁矿小矿体。该灰岩具清晰的黑色泥质条带(宽 10-50mm)，而显示水平层理和缓波状层理发育。燧石结核较少，个体也小(30×50mm)。灰岩中见加罗威希瓦格筵、拟纺锤簇、米契林珊瑚、始卵形藻等。平均厚度 74m 左右。

栖霞组上段(P_2q^2)：以浅灰色厚层状含燧石灰岩为主，夹含燧石生物灰

岩，顶部为硅质岩，上部时见透镜状磁铁矿小矿体。该灰岩以含硅高为特点，化学分析二氧化硅平均为 28.22%，最高达 75.06%。燧石结核多、分布广，个体也较大(80×120mm)，多呈椭球状，局部呈硅质条带。灰岩中化石少见，只是上部和中下部各有一层厚 12-13m 的含燧石生物灰岩化石较富集，以栖霞希瓦格筵、格子筵、费伯克筵、早板珊瑚等化石组合为特征。与上覆文笔山组(P2w)呈整合或断层接触，该段厚度 100-130m，平均约 107m。

3）二叠系下统文笔山组(P2w)

为浅海相细碎屑岩沉积，平均厚 178m。按岩性、岩相和化石组合特征可分为上、下两段。

下段：以黑色块状泥岩为主，上部渐变为灰黑色中厚层状砂质泥岩，底部时夹 1-3 层透镜状钙质粉砂岩，局部见流纹质凝灰质泥岩和霏细岩。该段特点是：层理不发育，含丰富的寿昌菊石，阿尔图菊石，乌鲁希腾贝等动物化石，偶见三叶虫碎片和植物碎屑，并见动物化石与植物碎屑共存。底部常具角岩化和矽卡岩化，局部磁铁矿化。该段平均厚度约 90m。

上段：以灰黑色中厚层状砂质泥岩为主，下部时相变为细砂岩或粉砂岩，上部普遍夹薄层状粉砂岩，该段特色是：水平层理发育，见较丰富的乌鲁希腾贝、网格长身贝、戟贝等动物化石及少量大羽羊齿、古乌毛蕨植物化石，动植物化石也常共生，含少量扁豆状粉砂质结核和黄铁矿结核，局部含鲕粒。平均厚度约 88m。

4）二叠系下统童子岩组(P2t)仅见童子岩组一、二段地层，属海陆交互相的含煤沉积建造。可见的地层厚度不小于 392m。与下伏文笔山组为整合接触。

第一段：以海湾泻湖相为主、浅海相次之，少量近海湖泊相地层组成的旋迴明显的含煤沉积。以灰黑色中厚层状泥岩和砂质泥岩为主，夹少量细砂岩和粉砂岩,该段下部含煤层、煤线 5 层以上,可采煤层 1-2 层,煤厚 0.5-4.0m,为无烟煤，煤质较差。该段植物化石丰富，主要见大羽羊齿、猫眼鳞木、古乌

毛蕨等。中部见舌形贝、海百合茎、海扇等动物化石与少量大羽羊齿、鳞木等动植物化石共存。普遍含饼状、椭圆状黄铁矿结核和菱铁矿结核。厚度平均约 250m。

该段底部为一套粗粉砂岩、细砂岩夹细粉砂岩组成的砂岩组，其粒度由下往上逐渐增粗，最大厚度约 40m。该砂岩组的岩性较特征，厚度也大，可作为与下伏文笔山组的分界。

第二段：属浅海相沉积，岩性以灰-深灰色中厚层状粉砂岩、砂质泥岩和黑色块状泥岩为主的不含煤段。该段下部和上部以粉砂岩和砂质泥岩为主，夹薄层细砂岩，具清晰的水平层理和缓波状层理，含少量植物化石、植物碎屑和黄铁矿结核；中部以黑色块状泥岩为主，层理不发育，含椭球状，大个体(一般 70×80mm)的黄铁矿结核和丰富的小戟贝、乌鲁希腾贝、马丁贝等动物化石。厚度大于 142m(未见上界)。

5）第四系(Q)

主要分布于山坡及沟谷。以山麓堆积和残坡积层为主，沟谷处有粒度相差极大的、成分复杂的冲积砂砾层。残坡积层砂砾层厚度为 0-20m 之间，一般 5-10m。

（2）构造

矿区位于马坑背斜北西翼。矿区内发育着一组较紧密的背、向斜褶皱，及伴随褶皱而产生的断裂。褶皱轴向和断裂走向，主要呈北东或北北东方向展布，控制了主矿体赋存的形态和产状；矿区的东西部，近南北走向的褶皱和断裂也较发育；此外，还有不甚发育的北西方向的断裂。

1）褶皱

①背斜：分布于矿区的中部，F1′断层的上盘。地表见于 51-69 线间，轴部南起溪马河断层，长约 2000m。深部 67 线以北尚可延至

71 线，背斜往北变得宽缓。轴向呈北东 20-45°方向展布，沿走向具波

状起伏，微向南西倾伏。轴面倾向北西，倾角 70-80°,两翼不对称，北西翼地层倾角约 30-45°,延伸大；南东翼地层陡，延伸较小，局部有倒转。背斜以 C_2j-P_1q 为核，P_1w-P_1j 为翼。由于 F_1 断层上冲，致使背斜部位主矿体抬高变浅。背斜南东翼，地表在 59-64 线间，辉绿岩脉较发育。

②向斜：分布于F_1' 断层的下盘，紧邻于上述背斜的南东侧，两者紧密相连。地表见于 51—66 线间，轴部南起溪马河断层，至 65—66 线间消失，长约 1700m。深部 66 线往北尚可至 71 线，向斜往两端变得宽缓。轴向北东 30-45°,往南西略有倾伏。轴面倾向北西，倾角约 70-85°。两翼不对称，北西翼地层陡，局部倒转；南东翼地层倾角 30-40°左右，该翼至南东边界附近，地层常急骤上翘，倾角陡立，甚至倒转。向斜以 P_1j 为核，P_1w 或 C_2j-P_1q 为翼。由于 F_{14} 断层的影响，致使断层上下盘的向斜形态和产状，深部与地表的表现不协调，下盘向斜下凹特别明显。向斜部位主矿体的厚度，与背斜部位相比，也明显变薄，脉岩也不及背斜发育。

上述背、向斜紧密相伴，其转折处地层倾角陡立且挤压破碎。59 至 65 线间,背、向斜的褶皱幅度差异较大,背斜脊与向斜槽的标高相差约 100～200m(已扣除 F_{29} 断距)。

③其他褶皱：矿区的西部，于溪马河断层和 F_{20} 断层之间，近南北走向的更次级褶皱较发育。褶皱由三个短轴小背斜伴随三个短轴小向斜组成，轴向自北西 10°至北东 10°,与溪马河断层和 F_{20} 断层的夹角较小。褶皱的规模也小，长约 110～320m，褶皱形态仅在 F_{14} 断层的上盘有表现。卷入地层主要为童子岩组，并不影响深部的主矿体。

此外，在 59～61 线间深部，于 F_1 断层内侧，也有一组更次级的背、向斜组成的小褶皱，轴向与 F_1 断层的夹角甚小。

2）断层

矿区内的断层主要有北东向的 F_1、正断层、F_2（F_{29}）逆断层、F_3 逆断

层、F14 缓断层以及北北西向的溪马河断层、F20、F10、F11 和天山凹断层正断层。

F1 断层：该断层为矿区的南东边界。南起合溪村，北至天山凹断层，纵贯全区，长达 4000m，断层走向北东 40-50°,55 线以南转为北北东走向，为冲断层。断面产状沿走向有变化，66 线以南倾向北西，但缺直接控制；66 线以北倾向南东。即使断面产状陡倾且有所弯曲和变化，但南东盘均属上冲之动盘，故具冲断层性质。

F2′断层：该断层位于西矿段的中部，属陡倾角的逆冲断层。南起溪马河断层，于 66 至 67 线间逐渐消失，全长约 1800m。地表于 54

至 55 线间切割 F20 断层，59 至 65 线间又与 F14 断层复合。断层走向为北东 20-35°,断层面倾向北西，倾角约 80-85°。斜落断距为 50-60m，沿走向自南西往北东，由地表往深部，断距均逐渐变小。

F2 断层：该断层位于中矿段的中部，属陡倾角的逆冲断层。西起 71 线，东至 79 线尖灭，全长约 420m，走向为北东 20-35°,断层面倾向北西，倾角约 80°以上。断距亦由西向东变小，斜落断距为 250-20m，越过 78 线后逐渐消失。

F2（F2′）断层虽系破矿断层，但上盘(即北西盘)上升，使深部主矿体抬高变浅。

F3 断层：该断层为矿区的北西自然边界。西起溪马河断层，东至 F13 线，该断层长约 3000m。断层走向为北东 50-60°,断层面倾向南东，倾角 70-80°。斜落断距约 60 至 70m。南东盘上升，北西盘下降，为高角度的逆断层。破碎带宽零至数米，断层带见角砾岩和糜棱岩。断层上下盘的岩石挤压破碎呈糜棱状、角砾状，擦痕和挤压镜面较发育。该断层在钻孔的表现是灰岩段的部分地层重复或灰岩段地层层推复于文笔山组之上。

F14 断层：该断层地表弯曲呈“S”形，展布于 58 至 68 线间。从 58 线东

端往北，沿走向北东 20-35°方向呈“S”形曲线延至 67 线西端碰 F3 断层，58 线东端往南被 F1 断层复合，地表出露长度约 3500m。断层面倾向北西，59 线以南渐转为倾向南西，并跟随地层褶皱，使断层面具波状起伏。断层倾角变化大，为 30-80°,背斜处为东翼陡西翼缓，向斜处则为西翼陡东翼缓，但断层面总体倾角仍为 30-45°,故属缓断层。距几十至几百 m，沿走向自南西往北东断距逐渐变小。

溪马河断层：该断层为矿区的南西自然边界。南起合溪村，北切 F3 断层，矿段内长约 2000m。断层走向北北西，即 340-350°,倾向北东，倾角 30-50°(沿走向自南往北变陡，由地表往深部变缓)。为平移斜落正断层。地表断距大于 100m，往深部断距明显变小。

F20 断层：见于矿区的南西部，与溪马河断层近于平行。南起 F1 断层，中被 F2′断层错断,北至 F3 断层,全长约 1900m。断层走向北北西,即 340-345°,断层面倾向北东，断层倾角 75-80°。断距约 60 至 80m。北东盘下降，南西盘上升，为正断层。断层带宽度 3.0-5.5m，角砾成分有碎屑岩、灰岩、辉绿岩等。断层带上下盘地层挤压破碎呈角砾状、糜棱状。

F10 断层：位于中矿段中部的 79-81 线间，东起花岗岩与林地组接触带附近,西端穿过 F3 断层,全长约 1800m。断层走向北西,倾向北东,倾角 70-80°,断距 20-60m，为正断层。断层角砾有矽卡岩、辉绿岩、磁铁矿和大理岩块。

F11 断层：为中矿段的边界，断层走向北西 40°,倾向北东，倾角 70°-直立，断距 150m 以上，为正断层。断层带宽 14-16m，角砾有粉砂岩、褐铁矿、石灰岩、矽卡岩等。

天山凹断层:为矿区的东界，推测为向北西倾的正断层,走向 10-20°,断层带宽约 4m，角砾有石英岩、硅化灰岩、磁铁矿和辉绿岩等。

3）节理裂隙

区内节理、裂隙发育。西矿段 F2′断层附近，岩层中节理裂隙，按走向

可分为NE15-25°、NE40-50°、近SN向及NW向四组。其中以NE15-25°和SN向两组较发育。

中矿段地表围岩节理，按走向可分三组，NE40-66°一组最发育，其次为NW42-60°和NE10-30°。地表岩层节理密度最大达37条/m，钻孔岩心为9条/m。节理中常见石英、方解石、长石脉充填。

（3）岩浆岩及围岩蚀变

矿区火成岩种类繁多，分布亦广。主要有矿区东南侧的莒舟岩体，呈NE向展布，长12km，宽3.5km；两侧为大洋岩体，呈南北向展布，长26km，宽3km。两个岩体均属燕山期花岗岩。

辉绿岩类（辉长辉绿岩和辉绿闪长岩），呈脉状、管状、枝叉状及透镜状产出。虽个体规模不大，但分布甚广，且形态产状复杂多变。

石英斑岩、次花岗斑岩和次玄武岩在矿区亦有分布，但不多见。热液蚀变，在矿区主要表现为矽卡岩化、纤闪石化、钾长石化和萤石化，其次还有碳酸盐化、绿泥石化、硅化、铅锌矿化和黄铁矿化等，矽卡岩化与矿体关系密切。

2.3.2 水文地质概况

（1）含(隔)水层

矿区地下水类型主要有三种，即松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、岩溶水。矿体直接顶板中，上石炭统经畬（C_2j）—船山组（C_3c）和下二叠统栖霞组（P_1q）可溶岩为矿区主要含水层。该含水层自上而下由大理岩、灰白色质纯灰岩、硅质灰岩及泥质灰岩等组成，具有厚度大、岩溶发育及富水性强等特点。含水层平均岩溶率为6.08%，溶洞主要发育在200m标高以上，溶洞中泥砂充填物多，全矿区岩溶充填率高达92%。根据钻孔抽（放）水试验资料统计，含水层单位涌水量q=0.145～3.831/sm，最大可达10.121/sm；渗透系数K=0.24～5.25m/d，最大可达9.31m/d。地下水力性质自南东向北西由潜水向承压水过渡，水位标高由南东向北西变化在563.95～434.28m之间，全矿区平均地下

水位标高为504.24m，到2008年8月29日测得矿区13个观测孔的平均水位为434.52m。截止到2020年2月，矿区水文监测网观测数据统计显示（图3-2）：目前马坑铁矿区东风井一带岩溶水水位维持在约+170.82m标高；F2上盘富水平盘区域（即以水5、ZK6710、ZK637为边界的水位平盘升降区）岩溶水水位维持在约+111.43m标高；西部辉绿岩、矽卡岩隐伏隔水带西南侧（内侧）区域地下水岩溶水位维持在+82.86m标高；西部辉绿岩、矽卡岩隐伏隔水带南侧（内侧）区域地下水岩溶水位维持在+15.08m标高；F3断层北西方向外侧岩溶水水位维持在约+233.99m标高；溪马河断层西南方向外侧地下水位维持在约+450.37m标高。

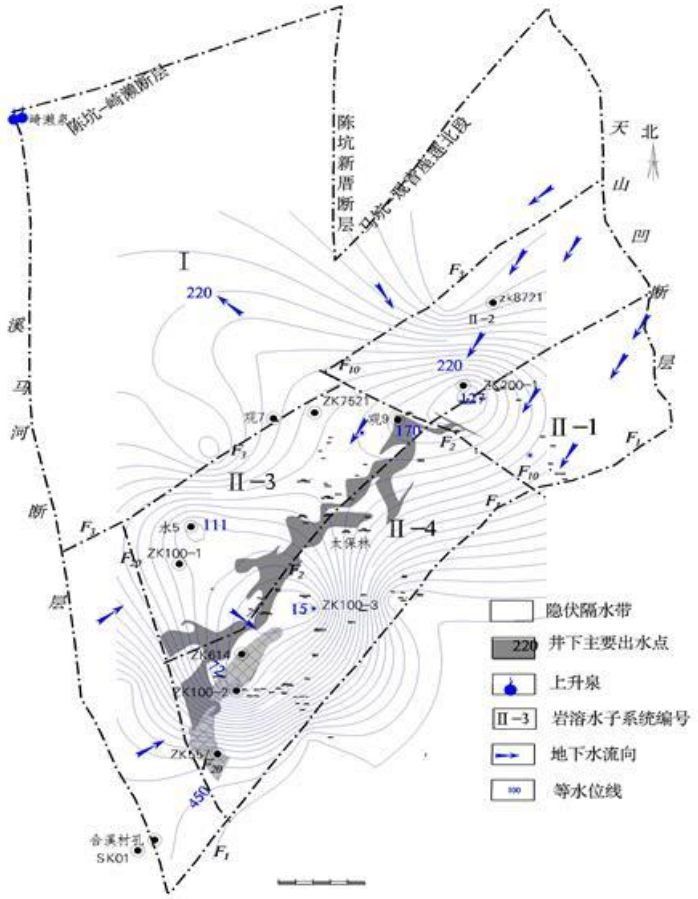

图2.3-1 马坑铁矿地下水等水位线图（2020年2月）

（2）边界条件。

根据最新矿山提供最新资料，矿区边界断层为由溪马河断层、F1断层、

天山凹断层、马坑—观音座莲断层北段、陈坑—新厝断层及陈坑—崎濑断层，由于这些边界断层从四周将灰岩地层断开，使边界内的灰岩地层与外围非灰岩地层接触，从而使得矿区内的灰岩含水层成为一个基本独立的岩溶含水系统。

（3）岩溶发育特征。

马坑矿区岩溶发育特点：

1）在垂向上一般由浅至深发育由强至弱，直至消失，一般多发育于200m标高以上；

2）平面上岩溶发育于断层破碎带的发育密切相关；

3）灰岩裸露区的岩溶发育程度明显强于灰岩隐伏区，而覆盖区的岩溶发育程度又明显强于灰岩埋藏区；

4）在可溶岩与非可溶岩接触带附近，岩溶发育强烈；

5）溶洞充填率高，达92%。

根据矿山采矿和掘进过程中的调查，+100m水平和0m中段巷道揭露情况，除个别地段揭露方解石、石英晶洞外，未揭露可溶岩溶洞，方解石、石英晶洞较小且属无水、无充填空洞。虽然未揭露可溶岩溶洞，但岩溶裂隙较发育，且导水性较好。

（4）补径排。天然条件下，矿区地下水主要受气候、地形和地层、构造等因素的控制，其补给来源以大气降雨为主，径流途径较短，表流（泉水、溪沟）排泄为主。

随着矿山不断向深部开采，矿区地下水水位逐渐降低，矿区内的岩溶地下水已由承压转化为无压性质，目前矿区地下水水位低于溪马河水位。由于矿区排水，已经在一期巷道及西回风井形成了地下水降落漏斗。目前矿区内泉点基本都已经消失，根据矿山监测，崎濑泉在2014年11月开始，就基本干涸，溪沟流量减少或断流或变为季节性河流，地下水主要通过井下排水进行排泄。

（5）矿床水文地质类型及复杂程度。矿层的直接顶板为岩溶含水层，

具有厚度大、岩溶发育及富水性强等特点，但由于该含水层受边界断裂构造控制，形成了四周为相对隔水的水文地质边界条件，当矿山实施疏干排水，其影响范围达到隔水边界后，大气降水将成为地下水的主要补给来源，而区域地下水侧向补给微弱，雨季和暴雨时期降雨补给量大，井下排水量也随之增大。因此，该矿床属于水文地质条件复杂的岩溶直接充水的矿床。

（6）0m 标高以下水文地质条件

1）地下水类型及富水性

根据地质岩性特征矿区深部及 0m 标高以下地层分布自东向西（单斜倾向）分别为：林地组、经畬组—栖霞组、文笔山组地层，另外零星分布着辉绿岩脉等。上述地层富水性多较弱或相对隔水，唯有经畬—栖霞组地层多为一套可溶性碳酸盐沉积地层，厚度大，岩溶裂隙发育，岩石富水性较好。

①碎屑岩类裂隙水：分布于矿区 0m 水平东部、南部、西部边界部位，地下水赋存于早石炭世林地组（C11）的细粒砂岩、含砾细砂岩和粉砂岩的岩石层间裂隙及构造裂隙中，水量贫乏不均一。根据矿区 0m 水平涌水点调查，在未有构造影响和接触带影响的情况下，该基岩裂隙和不同岩石层间接触带裂隙偶见出现少量涌水现象，巷道涌水量大部分小于 0.10L/S，富水性弱。

②岩溶裂隙水：分布于矿区 0m 水平中部，包含晚石炭世经畬组（C2j）-中二叠世栖霞组（P2q）的地层（未分层），为一套可溶性碳酸盐岩类。根据矿区 0m 水平巷道调查资料，该类可溶岩地下水赋水岩组未有构造影响和接触带影响的情况下，涌水量大小不一，其坑道涌水点流量充分体现了岩溶地下水的变化特征，忽大忽小、极不均一。最大涌水量可达 20.63L/S，最小涌水量仅 0.014L/S，涌水点平均流量接近 1.0L/S。根据深部钻孔揭露情况，钻孔中仅个别钻孔出现孔内涌水，大部钻孔揭露该地层岩石无明显

溶蚀现象。

③相对隔水层：矿区内完整的磁铁矿、矽卡岩、辉绿岩等岩石结构致密，完整性较好，裂隙不发育，富水性贫乏。上述地层可视为相对隔水地层，巷道调查中部分巷道涌水点所在地层属矽卡岩、辉绿岩以及磁铁矿，其涌水量普遍较小。

2）断层水文地质特征

①F1 断层：F1 断层：F1 断层分为两个断层。67 线以南倾向北西，属张性正断层，破碎带较发育，体现出较强的导水性。溪马河右岸出露的 1 号泉群即为地下水沿 F1 断层带的排泄；此外矿区地表的多处岩溶塌陷也是沿 F1 断层南段发育，说明沿 F1 断层带岩溶发育，其断层破碎带具有较好的导水性。F1 断层 67 线以北为压扭性逆断层，破碎带窄小，具有一定的导水性。但本断层南侧（上盘）灰岩断失，仅与林地组和花岗岩体对接，故其导水对矿床充水意义不是很大。

②F2（F2′）断层：根据以往资料该断层属导水断层，深部巷道调查中在该断层附近的巷道均出现不同程度涌水，涌水量 0.027—0.18L/S，说明该断层属导水断层。

③F3 断层：根据以往资料该断层西段为隔水断层，东段未说明。深部勘探 18m 中段东部的巷道揭露的该断层均出现不同程度涌水现象，流量 0.32-2.80L/S。故该断层西部属相对隔水断层，东部属导水断层。

④F10 断层：根据以往资料该断层属导水断层，深部勘探在该断层附近的巷道均出现不同程度涌水。与该断层平行施工的 0m 中段 001 穿脉巷随处可见巷道涌水现象，该最小涌水量仅 0.014L/S，最大可达 22.31L/S，说明该断层属导水断层

（7）实测矿坑排水统计

根据马坑地下水月报，马坑铁矿从 2013 年 3 月到 2024 年 2 月，每月采用

人工测量的方式对各个突水点及矿坑涌水量进行了测量，并采用水泵房的数据进行了校核，矿坑排水的日均排水量统计数据参见表 2.3-1。

表 2.3-1 马坑铁矿矿坑逐年排水量数据

日期	均值(m³/d)	最小值（m³/d)	最大值(m³/d)
2013 年 3 月-2014 年 2 月	28613	25755	31898
2014年3月-2015年2月	28381	25908	32069
2015年3月-2016年2月	29085	25052	33828
2016年3月-2017年2月	33955	28242	37223
2017年3月-2018年2月	31227	27461	35645
2018年3月-2019年2月	26755	24937	28360
2019年3月-2020年2月	29800	24996	39274
2020年3月-2021年2月	25421	22715	28217
2021年3月-2022年2月	23357	21166	26533
2022年3月-2023年2月	29190	23000	40955
2023年3月-2024年2月	27891	24403	29636
汇总：2013年3月-2024年2月	28516	21166	40955

注：以上统计数据包括胶带斜井、副井的 200m、100m、0m、-40m 和-70m 阶段、单钼矿竖井（即原 1#措施井）涌水量。

从上表可以看到，从 2013 年 3 月-20224 年 2 月期间，矿坑排水量最小为 21166m³/d，最大为 40955m³/d，平均排水量为 28516m³/d。逐年的变化幅度来看，马坑铁矿井下正常排水量相对比较平稳，多年来日均排水量在 3 万 m³/d 左右。

（8）铁矿矿坑涌水量预测

1）Q-S 曲线外推法

采用 Q-S 曲线外推法预测矿坑涌水量，直接利用矿山实测资料。考虑到其多年涌水量已经包含了大气降雨入渗量，故预测其他阶段矿坑涌水量时，不再重复增加大气正常降雨入渗量，但是按照设计要求，对于 20 年一遇暴雨仍然需要考虑。

①鉴别 Q-S 曲线类型

用曲度 n 值进行鉴别，其形式如下：

$$n=\frac{lgS_2-lgS_1}{lgQ_2-lgQ_1}$$

式中：Q、S 分别为矿坑涌水量和水位降深。

当 n=1 时，为直线；1<n<2 时，为幂曲线；n=2 时，为抛物线；n>2 时，为对数曲线；如果 n<1，则资料有误。

则根据整个矿山实测资料（不含 412 平硐），求得 n=2.527>2，为对数曲线，则 Q=a+b*lgS。求得 a=-41713，b=26803，因此得到：

Q=26803*lgS-41713

②涌水量变化系数

地下水最大涌水量是根据涌水量变化系数求出，即最大涌水量=正常涌水量*涌水量变化系数。

根据矿山实测 100m、0m 的数据，求得最大值与均值的变化系数分别为 1.133、1.211，取两者的平均值 1.172 为最终的涌水量变化系数。

根据《福建省龙岩市马坑铁矿区西矿段详细勘探地质报告（下册）》，马坑地下水原始平均水位为 504.24m。

表 2.3-2 矿坑涌水量表

中段标高(m)	降深(m)	正常涌水量(m^3/d)	雨季最大涌水量(m^3/d)
0	504.24	30725	37223
-100	604.24	32831	38478
-200	704.24	34614	40567

③20 年一遇暴雨渗入量

降雨径流渗入量计算公式如下：

$Q=FH\Phi$

式中：

Q——正常降雨径流渗入量，m^3/d；F——入渗面积，m^2；

H——设计暴雨量，m/d；Φ——暴雨入渗系数。

矿山 200m 以下将采用充填法，采矿所引起的冒裂带基本不会再扩展，故目前岩溶水补给面积即为将来开采条件下的补给面积，不再考虑错动范围对岩溶水补给的影响，根据“水文深入研究”（2013 年），矿区可分为 6 个不同的入渗补给分区，总入渗面积为 2.61km^2。

设计采用的暴雨频率为 P=5%(20 年一遇),20 年一遇的暴雨量为 150.3mm。

根据“水文深入研究”（2013 年），开采条件下，矿区 6 个不同入渗补给分区的正常降雨入渗系数分别为 0.11、0.15、0.22、0.13、0.11、0.13，平均为 0.142。根据以往经验，并考虑到目前矿山已采用充填采矿方法，故设计频率暴雨地表径流入渗系数可取 0.042。

Q=2.61*106*0.1503*0.042=16476（m^3/d）

④预测结果

根据以上公式和步骤，求得各个不同阶段的结果如下表所示：

表 2.3-3 矿坑涌水量预测结果（Q-S 曲线外推法）

阶段标高(m)	地下水		大气降雨		矿坑合计	
	正常涌水量(m^3/d)	雨季最大涌水量(m^3/d)	正常降雨渗入量(m^3/d)	20 年一遇暴雨渗入量(m^3/d)	矿坑正常涌水量(m^3/d)	矿坑最大涌水量(m^3/d)
-200	34614	40567	--	16476	34614	57043

2）水文地质比拟法

根据《福建省新罗区马坑矿区铁矿补充勘探地质报告》（2024 年 6 月）、《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目防治水专项设计》(2024 年 7 月），推荐采用水文地质比拟法预测-200m 矿坑涌水量。其具体过程如下：

①矿区+412 水平及以上矿山采掘活动已完成，今后该区域矿山采掘范围和深度不会增加，该区域的涌水量变化仅随大气降水变化而变化。矿区实测+412 平硐自流量属该区域实际矿坑涌水量。

根据矿区 2022 年排水量记录，矿区+412 水平正常自流量 2563.33m³/d，最大自流量 5641.20m³/d。

②矿区+360 水平的 4#、5#号胶带巷道承担着矿区采矿活动矿石的运输功能，该两条巷道不作为未来矿区采矿掘进的延伸方向，属矿区采掘矿石运输设备的通道。该区域的涌水量变化仅随大气降水变化而变化，故矿区现状实测涌水量即为该区域实际矿坑涌水量。

根据矿区 2022 年排水量记录，+360 水平正常涌水量 3117.75m³/d，最大涌水量 5361.12m³/d。

③根据采矿许可条件，矿区最低许可采矿标高为-200m。故根据现状矿区 0m 标高以上矿区实测涌水量采用比拟法预测未来-200m 标高涌水量。但根据矿区水文地质条件和岩石富水性特征，矿区可溶岩在 0m 标高以下岩溶不发育，岩石完整性较好。根据本次补充勘探工作钻孔揭露岩石富水性特征，未见可溶岩溶洞发育，仅个别地段揭露可溶岩裂隙时出现少量涌水现象，总体矿区 0m 标高以下可溶岩的富水性弱。根据本次勘探涌水钻孔资料，除个别地段揭露可溶岩地层出现涌水外，其他地段揭露的地层属矽卡岩、辉绿岩以及石英岩化砂岩，但其涌水量均较小，单位涌水量小于 0.1L/S*m，岩石富水性弱。故对矿区未来-200m矿坑涌水量预测采用水文地质比拟法进行预测：

$$Q = Q_0 \left(\frac{F}{F_0}\right)^n \left(\frac{S}{S_0}\right)^{1/m}$$

式中：Q_0—0m 水平以上的矿坑正常抽水量：25531.18m³/d（矿坑 2022 年参与涌水量计算平均值），最大抽水量：36613.21m³/d（矿坑 2022 年参与涌水量计算最大值）；

S0—0m 水平与+412 水平自流巷道降深差；

F0—0m 水平与+412 水平之间巷道的开拓面积；

Q—未来开采标高-200m 矿坑涌水量；

S—未来开采标高-200m 与+412m 水平的降深差；

F—未来开采标高 0m 的涌水量预测范围面；n、m—地下水流态系数，根据矿区经验数值计算分别取值 0.5、4。

根据上述计算公式求得的结果如下表所示：

表 2.3-4 矿坑涌水量预测结果（水文地质比拟法）

中段标高（m）	矿坑正常涌水量（m^3/d）	矿坑最大涌水量（m^3/d）	备注
+412	2563	5641	实测，平硐自流
+360	3118	5361	实测，360 水平胶带单独排水
-200	31005	44463	预测中段，不含 412 和 360m 水平胶带，需机械排水
合计	36686	55465	

3）矿坑涌水量预测结果评述

两种方法预测未来矿坑涌水量采用的计算公式为简化公式，计算过程亦同样简化，可能与实际情况存在一定误差。根据 2024 年补充勘探施工钻孔资料和以往矿区资料分析，可溶岩在深部及 0 标高以下岩溶不发育，揭露的可溶岩其富水性弱，深部的碎屑岩类孔隙裂隙水水量则更小。

综上所述，水文地质比拟法计算的矿坑涌水量预测结果是根据矿区已有的巷道排水和自流量观测资料结合矿区未来采矿及矿体分布位置对矿区开采标高-200m的矿坑涌水量预测，比较接近矿区的实际情况。因+412 平硐和+360 运输巷已布置完整，涌水量参照矿区实测，采用水文地质比拟法预测-200m 水平矿区采掘活动涌水量可作为矿山深部开采建设的依据，Q-S 曲线外推法计算结果仅作为涌水量计算的参照对比。

《福建省新罗区马坑矿区铁矿补充勘探地质报告》（2024 年 6 月）、《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目防治水专项设计》(2024 年 7 月）已经经过专家审查，推荐使用水文地质比拟法，采用水文地质

比拟法的计算结果，即-200m 中段的预测矿坑正常涌水量为 31005m³/d，矿坑最大涌水量为 44463m³/d。

（9）单钼矿开采区矿坑涌水量计算

根据长期监测的最新资料，单钼矿开采区附近有三个观测孔，其中观测孔 ZK100-1 控制 F2 上盘外灰岩岩溶水水位维持在约+110.82m 标高；ZK100-2 控制西部辉绿岩、矽卡岩隐伏隔水带西南侧（内侧）区域地下水岩溶水位维持在+66.07m；ZK100-3 控制西部辉绿岩、矽卡岩隐伏隔水带南侧（内侧）区域地下水岩溶水位维持在+11.86m。从数据上看，地下水位已经低于 200m，单钼矿开采中段的地下水已经疏干。根据矿山实际监测情况，现在的单钼矿巷道仅局部地段揭露裂隙淋水，涌水量较小。

单钼矿 200m 水平以上区域 350、375、400、425、450m 水平已施工沿脉巷、穿脉巷等工程与赶山坑斜坡道、钼矿混合井及钼矿回风井相通，该区域的井下出水能及时排出，最终通过井下泵房排出。

综合矿山目前实际情况，单钼矿开采区的矿坑涌水量不考虑矿段的地下水涌水量，仅考虑错动范围内的大气降雨入渗补给量。其值如下表所示：

表 2.3-4 单钼矿开采区矿坑涌水量表

单钼矿中段标高(m)	正常降雨入渗量（m³/d)	设计暴雨（20 年一遇）入渗量(m³/d)
200	344	1843

2.3.3 工程地质概况

（1）工程地质岩组

矿区矿体及围岩由于受岩性、结构、构造、风化及岩溶等各种因素的影响，形成同一种地层和岩石，其浅部风化带和深部原岩，岩溶发育带与非岩溶带，构造破碎带与非构造带等力学性质不同，稳固性不一的工程地质

岩组。各岩组特征概述如下：

1）完整坚硬岩组(Ⅰ1)

主要由裂隙不发育的磁铁矿体和未受风化影响矽卡岩、辉长辉绿岩、辉绿岩、石英岩化砂岩、石英斑岩等组成，岩石坚硬完整，裂隙不发育，以III、Ⅳ、Ⅴ级结构面为主，RQD 值＞50%，甚至＞80%，岩石抗压强度高，饱和单轴抗压强度>60mpa。岩石透水性弱或隔水，属稳固性良好岩组。

2）较完整中硬岩组(Ⅰ3)

主要由未受风化影响及岩溶不发育的细晶灰岩、大理岩、砂质泥岩和细微裂隙发育的辉长辉绿岩、辉绿岩、石英岩化砂岩、磁铁矿等组成，岩石致密较坚硬，硬度较中等，岩溶不发育，裂隙不发育-中等发育，以III、Ⅳ、Ⅴ级结构面为主，RQD 值＞50%，个别＞80%，岩石抗压强度高，饱和单轴抗压强度>30mpa。岩石透水性弱或隔水，属稳固性中等岩组。

3）碎裂中硬岩组(III2)

主要由弱风化影响的砂质泥岩、泥岩、粉砂岩和裂隙较发育的矽卡岩、辉绿岩、岩溶发育的灰岩等组成，由于风化作用和岩溶作用影响，岩石较破碎，结合力差，强度差异较大，岩溶发育，溶蚀强，岩溶率平均值达 11.9%，裂隙较发育，Ⅱ、III、Ⅳ级结构面发育，RQD 值＜50%，岩溶发育区岩石透水性好，富水性好，而上部泥岩、粉砂岩类，含泥量较好，岩石透水性较差，富水性弱，属稳固性差岩组。

4）松软岩组(Ⅳ)

主要由全～强风化的中二叠世童子岩组、文笔山组砂质泥岩、泥岩、粉砂岩、断层破碎带、褐铁矿及矽卡岩、辉绿岩等组成，以Ⅱ、III、Ⅳ级结构面为主，RQD 值一般为 0，原岩结构被破坏，形成结构松散、硬度低、稳固性极差的岩组。

5）松散岩组(Ⅴ)

主要由第四系松散堆积的砂质粘土、砂砾石、含碎块石砂质粘土以及溶洞充填物等组成，结构松散，透水性弱，属稳固性极差岩组。

2、矿石和围岩的物理机械性质

主矿体和夹石及其顶、底板岩石的抗压、抗剪切强度，除个别底板粉砂岩因蚀变关系和近 F2′断层顶板大理岩较小外，一般强度均较大，矿段内岩矿石普氏系数除个别底板粉砂岩为 4.99 外．其余为 7.9～21.6，属硬-最硬的稳固性岩矿石。

主矿体及其顶、底板围岩的抗压、抗剪切强度总体是高的，唯在 F1、F2′、F20 断层两侧及背斜轴部节理裂隙较发育，岩矿石较破碎，其抗压、抗剪切强度较低，坚固性较差。

3、矿体及其顶、底板岩石的稳固性

区内岩溶发育强烈，个数多，规模大。在浅地表和断层带附近岩溶发育更强烈，使可溶岩形成透水性好、富水性强、易于塌方垮塌等工程地质条件不良的岩组。

矿区内可溶性灰岩岩溶较发育，溶洞也较发育，岩溶率 6.08%，溶洞多呈充填或半充填状。

1）铁矿主矿体的稳固性

主矿体呈单一厚大的层状矿体，除部分地段矿体被后期“辉绿岩类”支离穿插之外，一般完整性较好。矿石主要由磁铁矿和脉石石榴石、透辉石、石英、透闪石等组成，矿石结构紧密，以显微粒状变晶镶嵌结构，显微花岗变晶～细粒花岗变晶结构及条纹～条带构造、浸染～块状构造为主。主矿体埋深大，距地面一般 500～650m，故矿石受风化影响较小，大多属原生块状磁铁矿石，少量氧化矿石。矿体内部结构除“辉绿岩类”发育地段外，一般亦较简单，主矿体中夹石以“辉绿岩类”为主，次为矽卡岩，其次为火山岩、蚀变泥岩。上述夹石仅蚀变泥岩岩性较软弱，稳固性较差，

但分布于主矿体下部，厚度不大，一般 2～10m，断续分布，比例较小，故影响并不大。其余“辉绿岩类”和矽卡岩测的普氏系数均在 10～20，属硬岩石～最硬岩石。其节理裂隙除背斜轴部和 F2、F20 断层两侧较发育外，一般不发育，故主矿体稳固性较好。

2）主矿体顶、底板岩石的稳固性

主矿体顶板岩性以大理岩，大理岩化灰岩为主，次为矽卡岩和“辉绿岩类”。大理岩与灰岩多为厚层块状，节理裂隙不发育。矽卡岩与“辉绿岩类”均为块状致密岩石。根据力学性质测定，上述顶板围岩抗压、抗剪切强度除大理岩因蚀变关系稍低外，一般强度均较大。计算其普氏系数均在 10.77～16.56，属硬岩石～很硬岩石，故主矿体顶板岩石的稳固性良好；主矿体底板在 F2′断层上盘绝大多数为石英岩，石英岩化砂岩，个别为“辉绿岩类”。这些底板岩石亦多为厚层状和块状，其抗压、抗剪切强度均大，普氏系数在 14.6～21.6，属硬岩石～最硬岩石。

主矿体及其顶、底板岩石，根据主矿体内部结构，矿石类型、矿物组合、矿石结构、构造等组合特征，及顶、底板岩石性质，总体稳固性是好的，但由于后期褶皱和构造作用的关系，也影响部分主矿体及其顶、底板的稳固性。

综上所述，区主矿体呈层状或似层状产出，深埋于本区侵蚀基准面标高以下，以厚度大、溶化强烈、富水性较好的可溶岩层为顶板，属岩溶化岩层为主的工程地质类型。矿区断裂较发育，岩溶较发育，局部夹有软弱夹层、破碎带及溶洞充填物，易发生冒顶、垮塌等矿山工程地质问题。因此、矿区工程地质条件属中等类型。

2.3.4 矿床地质概况

（1）矿体特征

马坑铁矿床包括铁矿体和钼矿体两部分。铁矿体由主矿体和 176 个小矿体

组成，其中西矿段有小矿体153个，矿石量946.59万t；中矿段有小矿体23个，矿石量533.13万t。

1）铁矿体主矿体

矿区主矿体呈似层状、层状赋存于南靖群碎屑岩与栖霞组灰岩间的假整合面上。矿体产状与顶底板围岩产状相吻合，走向NE，长3050m，往SW略有倾伏。矿体倾向NW，倾角一般40°，陡者50～70°,个别地段直立或倒转。倾斜延伸，西矿段490～1300m，平均1016m；中矿段620～1080m，平均870m。

主矿体厚度沿走向、倾向都有一定变化。西矿段总的变化趋势是矿段中心部位（59-68线F’2上盘）矿体厚大，而矿体上部、走向两端部以及F`2断层下盘矿体相对较薄。

中矿段主矿体较西矿段薄，但厚度相对稳定，除了断裂构造形成无矿带外，矿段内尚未发现自然尖灭的“无矿天窗”，矿体连续性较好，厚度变化趋势大体上矿段西部较厚，东部相对较薄；深部矿体较厚，浅部矿体相对较薄。

全矿区矿体内部结构尚属简单，矿体形态较规则，矿体内有夹层分布但夹层层数和夹石含量并不太多；铁矿石自然类型虽多，但工业类型和工业品级单一，全部是磁铁贫矿。

2）磁铁矿小矿体

小矿体主要赋存在主矿体顶板以上60～90m以内的灰岩（大理岩）、矽卡岩中。在南靖群碎屑岩顶部主矿体底板以下10～25m，偶尔亦见及小矿体分布。

3）钼矿

钼是主矿体（铁）最主要的伴生组分和共生矿产，不仅分布较广，品位亦较高。按照钼与铁矿体的关系，可分为与铁矿伴生的铁钼矿体和产于主矿体（铁）上、下盘围岩中的单独钼矿体两种情况

（2）矿石质量特征

该项目磁铁矿石属于中贫铁矿石。金属矿物平均含量约为48%，其中磁铁矿占44～47%，赤铁矿、黄铁矿和辉钼矿三者之和约占1～1.5%；闪锌矿、褐铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、菱铁矿以及锰矿物等合计含量为1～1.5%。

脉石矿物约占52%，其中石榴石、辉石、石英、方解石、绿泥石五种矿物占41～44%；符山石、阳起石、透闪石等矽卡岩矿物以及萤石、黑云母、蛇纹石、滑石等占5～6%。

2）矿石化学成分

矿石的主要有用组分为铁，伴生有益组分有钼、镓、锗等元素。

（2）矿石结构构造

磁铁矿石结构，主要有他形～半自形晶粒状结构，似海绵陨铁结构以及各种交代结构等。磁铁矿粒度较细，一般为0.03～0.10mm，细者0.01～0.03mm，粗者可达0.1～0.3mm以上。

磁铁矿石的构造，有条带～条纹状、稠密浸染状、稀疏浸梁状、斑杂状以及少量块状、脉状、角砾状等构造类型。

（3）矿石类型

矿体的氧化作用较弱，主矿体无明显的氧化带或赤褐铁矿石存在，矿石工业类型简单，属单一的磁铁贫矿。

（4）矿体围岩和夹石

主矿体顶板围岩以大理岩或大理岩化灰岩，以及辉绿岩类为主。

矿体底板主要为石英岩、石英岩化砂岩和粉砂岩等碎屑岩类，以及矽卡岩和辉绿岩类岩石。

矿体中夹石主要为辉绿岩类，矽卡岩，次为大理岩、角岩等，夹石率约为5～5.5%。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

（1）马坑铁矿开采现状

马坑铁矿二期500万t/a采选工程于2018年9月通过了安全设施竣工验收,2019年1月1日取得安全生产许可证,安全生产许可证开采深度为+420m～0m，现已投入正常生产。

矿山采用箕斗主井+胶带斜井+1#罐笼副井+2#罐笼副井+辅助斜坡道开拓运输方式。各阶段采用ZK20-9/550C型架线式电机车牵引10m³底卸式矿车将矿岩运至1#主溜井及2#主溜井卸矿硐室卸矿。矿岩经-40m破碎硐室破碎后，在-70m水平上1#胶带，转2#胶带运至箕斗计量装置，装入箕斗后提升至上部矿仓卸矿，再由3#胶带平巷、4#胶带平巷及5#胶带斜井运至选厂。人员、材料及设备主要从1#副井、2#副井及主斜坡道进入井下。

目前，井下已建成完善的开拓运输、通风、排水、安全避险“六大系统”及调度等系统。当前主要回采200m-0m标高的矿体，其中，100m阶段为主要开采阶段；200m以上为残矿开采；0m阶段已完成大部分开拓工程，尚余0m阶段炸药库及铲运机修理硐室有待建设。矿山已于2019年达产500万t/a。

目前，各主要竖井井底标高为：箕斗主井-122m，1#副井-105m，2#副井-228m，1#专用进风井-20m，2#专用进风井-146m，东回风井分为两段，上段底部标高为200m,下段错位延深至0m;西回风井-98.9m。主斜坡道掘至-70m。各井口工业场地基本建成，为了配合井下通风系统改造，西风井井口风机房，2#副井井口空压机站正着手进行建设。

目前，矿井通风主要采用1#副井、2#副井、1#专用进风井及2#专用进风井进风，东、西回风井回风的方式。斜坡道、5#胶带斜井及412m平硐辅助进

风。东回风井机站运行 4 台（安装了 4 台 K40-6-No20 风机），1#专用进风井运行 3 台（安装 4 台 K40-6-No20 风机），西风井运行 1 台（安装了 1 台 FCDZ-10-No40 风机），2#专用进风井 0m 阶段安装 3 台 K40-6-No21 风机，3#胶带回风道运行 1 台（安装了 1 台 K40-6-No14 风机）。

原初步设计推荐推荐无底柱分段崩落法为主要采矿方法，对于远离断层、围岩及矿石稳固的急倾斜中厚矿体和薄矿体，分别采用分段空场法或浅孔留矿法进行采矿。在实际生产中，马坑铁矿在 200m 及以上基本采用平底结构分段空场法和部分留矿采矿法。因矿区开采范围被龙岩市政府规划为生态林保护区，为了保护地表环境，提高矿石资源利用率，不再扩建尾矿库，设计应业主的变更委托，于 2016 年 7 月提交了《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿新增 500 万 t/a 采选工程采矿方法变更设计》，由原初设的以崩落法为主的采矿方法变更为充填采矿法。根据矿体产状及赋存条件统计，200m 标高以下，中厚矿体矿量约占 10%;厚、特厚矿体（厚度≥80m）矿量占 90%。100m 阶段为实施充填采矿法的第一个生产阶段，其采矿方法以分段凿岩阶段矿房嗣后充填采矿方法为主，局部矿段采用分段凿岩分段出矿嗣后充填采矿方法。100m 以下阶段主要为大直径深孔阶段矿房充填采矿法。针对矿体厚度小于 5m、缓倾斜或矿体赋存于破碎地段的矿体及矿柱的开采推荐使用上向水平分层充填法。

（2）单钼矿采区开采现状

可研单钼矿采区开采 57～64 线之间 200m 标高以上单钼矿体,矿山现有赶山坑斜坡道（硐口坐标为 X=2765318.570，Y=39507108.562，硐口标高 466.74m），原单钼矿竖井（井口坐标 X=2766042.3100，Y=39507119.356，井筒净直径Φ5.5m，井口标高 521.876）等可利旧。原单钼矿竖井提升设备及井

口设施已经拆除，不具备作提升井条件。

（3）采空区现状

马坑铁矿委托合肥工业大学于2019年6月形成的《马坑铁矿200m以上空区稳定性与残矿回收可行性研究》，针对采空区治理进行了研究，主要采用废渣回填、自然崩落、密闭隔离等方式进行了空区综合治理。+200m水平以上采空区均已采用密闭或废石回填治理采空区，+0～+200m水平采空区均已采用尾砂胶结充填采空区，天山矿业越界开采采空区已由天山矿业全部处理完成，治理结束后由新罗区应急管理局组织验收评审通过，治理率100%。

马坑铁矿于2023年11月完成《马坑铁矿隐蔽致灾因素普查治理报告》，委托中地华北（北京）工程技术研究院有限公司、福建省第八地质大队于2023年11月完成《马坑铁矿区范围采空区分布形态、积水情况、岩溶及地下水普查物探项目》对空区治理进行物探验证，采用瞬变电磁探测对采空区、富水区及矿脉区进行探测，结果显示三者表现为低电阻率，探测结果与前期地质调查资料、磁铁矿分布平面图及钻孔资料相符，其中采空区回填良好，采空区未见高电阻率分布特征。

1）200m水平以上空区

对马坑铁矿历年采空区治理资料进行了收集与整理，并分别按分区、按高程、按落矿方式、按治理方式进行了统计。根据空区治理统计结果，截止2019年7月（也是目前数据，此后未再回采），马坑铁矿200m以上空区共有172个，总体积为375.2万m^3，主要采用废渣回填、密闭隔离等方式进行空区治理，已完成治理的空区有161个，总体积为370.55万m^3，治理率为93.60%，绝大多数空区已得到有效治理，另有总体积为4.63万m^3的未治理空区主要包括暴露面积小、空区体积小且相对孤立的安全性高的采空区，主要分布在天山矿业越界开采区域，现

已由天山矿业全部处理完成，治理结束后由新罗区应急管理局组织验收评审通过,废石回填率 72.73%，治理率已达 100%。

2）0～+200m 水平空区

200m 水平以下开采，马坑铁矿每年初均对上年度进行采空区调查并形成《年度马坑铁矿采空区调查评估报告》，截止至 2022 年 12 月 31 日，共形成 81 个采空区，总体积约为 373.36 万 m³ 。已采用尾砂胶结或废石回填处理采空区 70 个，正在处理个数 11 个；已完全处理采空区的总体积约为 265.67 万 m³,其中废石处理空区体积约为 46.61 万 m³,尾砂胶结处理空区体积约为 219.06 万 m³ 。正在处理的采空区总体积约为 104.36 万 m^3,其中已完成尾砂胶结充填 65.91 万 m³,剩余正在处理空区方量 38.45 万 m³,因早期采场上部已采，暂时无法处理空区体积方量 3.32 万 m³ 。采空区体积已尾砂胶结或废石治理空区的处理率为 71.2%，正在尾砂胶结处理率 28%，因早期采场上部已采暂时无法处理率 0.8%。

马坑铁矿 200m 阶段以下以尾砂胶结充填为主，以废石回填为辅处理采空区。

经采空区治理后，马坑铁矿单个体积超过 3 万 m³ 采空区的体积及数量为 0。

3）天山矿业越界开采空区

主要采用瞬变电磁和地震映像法作为现场勘查方法，结合钻孔、坑探及现场实地勘查摸排，天山矿业越界开采采空区 31 个，根据马鞍山矿山研究总院设计处理方案《采空区生态环境修复方案补充设计》，其中 2 个无需处理，7 个密闭处理，22 个充填处理（总体积 583444m³),设计充填量 482431m³（其中废石充填量 17168m³),平均充填率 83%。现已由天山矿业全部处理完成，治理结束后由新罗区应急管理局组织验收评审通过。

4）总结

截至2023年10月份，马坑铁矿开采范围内空区总个数295个，总空区体积920.86万m³,+200m水平以上采空区均已采用密闭或废石回填治理采空区，+0～+200m水平采空区均已采用尾砂胶结充填采空区，天山矿业越界开采采空区已由天山矿业全部处理完成,治理结束后由新罗区应急管理局组织验收评审通过；治理率100%。

2.4.2 建设规模及工作制度

扩能区设计利用资源量为22886.4万t，单钼矿设计利用资源储量为413.37万t。

矿山0m以上生产规模500万t/a，全矿形成1000万t/a的生产规模。

矿山总生产服务年限43年，其中基建期6年，第7年铁矿0m以下生产规模为200万t/a，单钼矿采区为30万t/a，矿山0m以上生产规模500万t/a，全矿达产730万t/a，第8年、第9年全矿生产规模为750万t/a，第10年全矿达产1000t/a（其中铁矿采区950万t/a,单钼矿采区50万t/a），稳产15年后，第25年减产至700万t/a，生产15年后第39年减产至500万t/a,第42、43年减产至350万t/a、305万t/a，然后结束开采。

（1）铁矿采区

根据进度计划安排，矿山总生产服务年限43年，其中基建期6年，第7年0m以下生产规模为200万t/a，达产700万t/a，第10年铁矿采区达产950万t/a，第11-14年维持950万t/a，第15年生产规模为972万t/a，第16年生产规模为1000万t/a，稳产9年后，第25年减产至700万t/a，生产15年后第39年减产至500万t/a,第42、43年减产至350万t/a、305万t/a，然后结束开采。

（2）单钼矿采区

基建期6年，基建完成后第1年投产，第2年达产，稳产7年，减产期

1 年，矿山总服务年限 9 年（不含基建期），其中达产年限 7 年。

年工作 330 天，每天 3 班，每班 8 小时。

2.4.3 开采范围

（1）铁矿采区

扩能区选择西矿段为首采矿段。扩能区采用自下而上的开采顺序，因此，首采中段为-130m-～-80m，首采中段运输水平为-150m。

扩能区前期开采+20m～-130m 之间的矿体，阶段运输水平-150m，阶段开采顺序从下而上；扩能区后期开采-130m～-200m 矿体，阶段运输水平为-200m。

扩能区阶段设置为：-30m 中段、-80m 中段、-130m 中段、-150m 中段、-180m 中段、-200m 中段，其中，-150m 水平为机车运输水平，-200m 水平为无轨运输水平（地下卡车运输），其他中段均为无轨铲运机出矿水平。

（2）单钼矿采区

马坑铁矿中的钼矿资源可分为铁矿中伴生的钼矿和围岩中单钼矿两部分。铁矿体中伴生的钼矿，在铁矿体开采中同时开采。

单钼矿分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号蚀变矿化带。其中Ⅰ、Ⅱ号矿化带主要集中在 59～62 线 200m 标高以上；Ⅲ号矿化带埋藏标高为 0～400m；Ⅳ号矿化带埋藏标高为-100～+100m。钼矿化较强，矿体较集中的地段主要在 59～62 线及 67～68 线的背斜轴部及北西冀下延部位。

单钼矿主要开采 57～64 线之间 200m 标高以上单钼矿体，即Ⅰ、Ⅱ号蚀变矿化带的大部分矿量和Ⅲ号矿化带的部分单钼矿（矿体相对集中部位）。

单钼矿首采中段选择在+400m 中段，首采矿体为Ⅱ号蚀变矿化带ⅡMo-1、ⅡMo-10、ⅡMo-11。

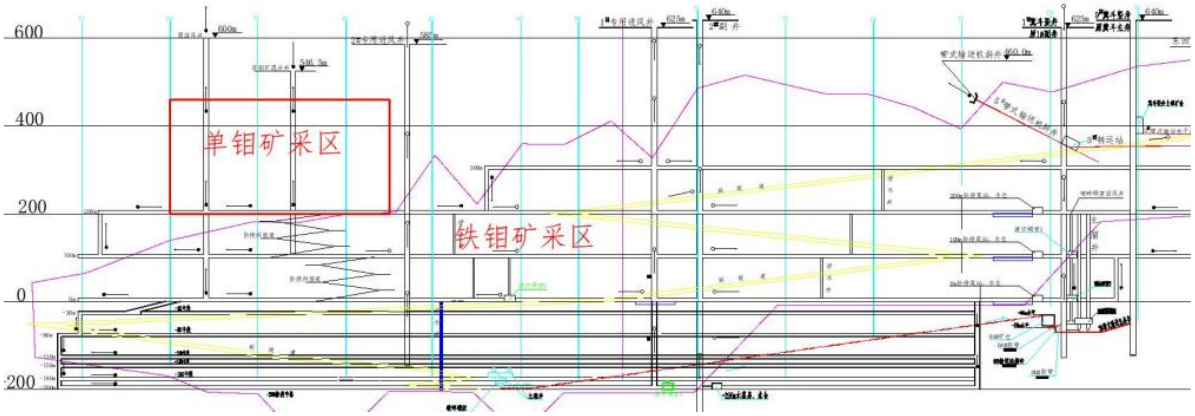

图 2.4-1 铁矿开采和钼矿开采范围空间关系图

2.4.4 总图运输

扩能工程主要由铁矿采区和单钼矿采区组成，铁矿采区地表设施主要由扩能选矿厂、扩能后期规划选矿厂、1#箕斗井工业场地、充填站工业场地等部分组成，其余利用现有系统。单钼矿采区地表设施主要由粗碎间工业场地、单钼矿选矿系统、单钼矿竖井工业场地、公辅设施等部分组成。

（1）铁矿采区工业场地

该项目铁矿采区主要包括采矿场、主斜坡道（出口标高为 532.0m）、5#胶带机斜井（井口工业场地标高为 459.629m）、箕斗井（井口工业场地标高为 640.0m）、1#副井（井口工业场地标高为 625.0m）、2#副井（井口工业场地标高为 640.0m）、1#专用进风井（井口工业场地标高为 634.4m）、2#专用进风井（井口工业场地标高为 595.5m）、东回风井（井口工业场地标高为 580.5m）、西回风井（井口工业场地标高为 601.0）、充填站、110KV 变电站、35KV 变电站、炸药库、选矿厂、陈坑尾矿库、办公楼等。

采矿场位于龙漳高速公路里程桩号为甲 K79+440～甲 K82+079.64 线段的东北侧，北距崎獭村约 1.7km，东临黑石山。主斜坡道出入口、东回风井、充填站位于采矿场北侧，箕斗井、1#副井、2#副井、1#专用进风井、2#专用进风井、西回风井位于采矿场南侧，依次由东往西布置，5#胶带机斜井口位于

选矿厂东侧。选矿厂位于国道319东侧，距离国道319仅220m。陈坑尾矿库位于选矿厂北侧直线距离1.1km的陈坑下游。

扩能工程地表设施主要由扩能选矿厂、扩能后期选矿厂、1#箕斗井、充填站等部分组成。除扩能后期选矿厂外，其他地表设施利用已征地，不需新征用地。

后期规划选厂位于现有 1#副井南侧。

1#箕斗井工业场地位于2#副井至1#副井过山平硐出口附近，靠近现有矿区道路布置，场地标高为650.0m。

现有充填站位于采矿场北侧，已建成三个系列，扩能项目新增一个充填系列。新增系列位于已建成充填站附近，主要利用现有工业场地布置。充填站新建设施包括充填站、4#水泥仓、尾砂存储造浆池、高效深锥浓密机、配电房、值班室等。

陈坑尾矿库位于选矿厂北部约1.2km处，尾矿库及其附属设施为现有设施，总设计用地面积1608亩，全部完成林地报批手续。

地面运输设备主要为汽车，运输和检修等车辆由业主统一调配和协调。

（2）单钼矿采区工业场地

1）单钼矿竖井工业场地

单钼矿竖井为原单钼矿竖井，作为单钼矿主进风井。单钼矿竖井位于矿区西侧，62勘探线与63勘探线之间。单钼矿竖井工业场地为现有工业场地，新建建构筑物主要包括压缩空气站，单钼矿采场高位水池等，压缩空气站位于竖井东侧，单钼矿采场高位水池位于工业场地东侧山坡处，场地标高535.0m，单钼矿竖井工业场地标高为522.0m。

2）单钼矿总回风井工业场地

单钼矿总回风井兼做紧急安全出口，位于矿区西侧，矿体西南端部。新建通风机站位于总回风井南侧，单钼矿总回风井场地标高523.5m。

单钼矿总回风井工业场地现有道路较为完善，工业场地联络道路利用现有道路。

3）单钼矿斜坡道口工业场地

单钼矿斜坡道采用现有赶山坑斜坡道作为主运输通道，斜坡道口工业场地为现有工业场地，场地标高467.0m。有现有道路通往单钼矿斜坡道口。

单钼矿竖井工业场地现有道路较为完善，工业场地联络道路利用现有道路。

2.4.5 开拓运输

（1）岩石移动范围

铁矿采区：200m标高以下开采时，上盘、下盘岩石68°，端部岩石70°

单钼矿采区：上盘68°，下盘68°，端部70°。

（2）保安矿柱

为了保证龙漳高速公路、龙厦铁路、319国道、溪马河和412m平硐的安全，分别在其临近矿体部位留下了保安矿柱。412m平硐从平硐中心线外推22m安全平距后，地表第四系表土层及风化岩层按45°，基岩按68°向下作保安矿柱。龙漳高速公路、龙厦铁路、319国道从道路边线外推50m安全平距后，地表第四系表土层及风化岩层按45°、基岩68°向下作保安矿柱。

（3）开拓工程

1）铁矿采区

0m以上维持现有开拓运输方案，即0m阶段及100m阶段矿废石由20t机车牵引10m³底侧卸式矿车运至1#卸矿线及2#卸矿线卸至1#主溜井及2#主溜井，经井下-40m破碎硐室破碎后，由1#及2#胶带送至现有箕斗主井装矿硐室计量漏斗，再经箕斗主井提升至上部矿仓，最后通过3#、4#及5#胶带斜井（简称“主运输胶带”或“主运输系统”）运至现有选厂。

扩能区采用新建箕斗井出地面+溜井转运方案。

0#箕斗井（利旧现有箕斗主井）：X=2766525.773，Y=39509372.002，井口标高为+640m，采用井塔式双箕斗提升系统，井筒直径Φ6.0m，提升机采用JKM4.5×4P(III)型塔式多绳摩擦提升机矿石破碎硐室标高-40m，装矿硐室底板标高-69.25m，井底标高-122m。箕斗主井担负575万t/a矿岩提升任务。

1#副井（利旧，相关设施改造）：1#箕斗井位于矿体下盘错动线外79#勘探线附近。井口坐标X=2766355.522、Y=39509293.364，方位角132°22’10”，井口标高为+625m，井底标高为-105m，井筒直径为6m，提升机为JKMD2.8×4(I)型多绳提升机，提升容器为罐笼+平衡锤。

3#、4#胶带平巷及5#胶带斜井（利旧):经0#箕斗井和1#箕斗井提升上来的矿岩，分别卸至各自的上部矿仓，在+376m标高采用振动放矿机给胶带机，其中，箕斗主井上部矿仓仓底振动放矿机给3#胶带，1#箕斗井上部上部矿仓仓底振动放矿机给3A#胶带（3#胶带延长线），然后由4#胶带平巷、5#胶带斜井运至选厂。

2#副井（利旧）:位于矿体下盘错动线外72#勘探线附近，井筒净直径6.5m，井口标高640m，井底标高-228m，井深868m。井口坐标X=2765886.798、Y=39508625.455，方位角335°58’19”,副井内设双层单罐笼带平衡锤提升，采用JKMD-3.5×4（I）型落地式多绳摩擦提升机，采用刚性罐道，并设管缆格和人行梯子格，主要担负矿区井下生产人员、管理人员及基建期的出渣任务（出渣中段为-150m），并兼做进风井。

斜坡道(利旧并延深):井口坐标X=2767813.342、Y=39508680.473、Z=532。平均坡度13%，方位角135°,是井下通勤车、铲运机等无轨设备进入井下的通道。斜坡道目前最低到-70m1#溜破系统装矿水平，基建期拟由0m延深至-120m，后期延深至-200m。

1#专用进风井(利旧并错位延深):净直径6.0m,井口坐标X=2765821.373、Y=39508495.858，井口标高634m，目前井底标高-12.45m，可研拟错位延深至-180m，1#专用进风井错位延深部分上口与1#专井井底采用联络道连通。

2#专用进风井(利旧并延深)：净直径6.0m，井口坐标X=2765418.677、Y=Y=39508287.181，井口标高Z=595.4m，目前井底标高-166m，可研拟延深至-200m，井深795.8m。

东回风井（利旧）：净直径6.5m，井口标高580m，井底标高200m，井深380m；井口坐标X=2767369.460，Y=39508773.342。

盲东回风井（利旧）：净直径6.5m，上口标高200m，井底标高1.87m，井深198.13m；井口坐标X=2766782.424，Y=39508912.062。

0m--200m东端回风井（新建）：净直径4m，上口标高0m，井底标高-200m，井深200m；井口坐标X=2766986.492，Y=39508190.928。主要作为扩能开采区东部回风井。

西回风（利旧）：井净直径7.0m，井口坐标X=2764955.186，Y=39507987.597，井口标高600.9m，井底标高-98.9m；

-30m--200m西端上盘回风井（新建）：净直径4m，上口标高-30m，井底标高-200m，井深170m；井口坐标X=2765612.9849，Y=39507114.0944。主要作为扩能开采区西部回风井；

-30m--130m西端下盘回风井（新建）：净直径4m，上口标高-30m，井底标高-130m，井深100m；井口坐标X=2765317.3376，Y=39507220.6937。主要作为扩能开采区西部回风井；

1#箕斗井（新建）：设计新建箕斗井井口坐标X=2765850，Y=508907，井

口标高650m，井底标高-200m。井筒净直径Φ6.5m。1#箕斗主井提升系统采用双箕斗提升方式，井塔式布置，提升机选用JKM5×6P(III)型塔式多绳摩擦提升机，采用钢丝绳罐道。提升机安装平台+723.8m，箕斗卸载平台标高+672.3m。井塔内设电梯供工作人员巡视系统工作情况及设备检修。1#箕斗井内安设一套交通罐，担负人员及小型设备的提升任务。

2）单钼矿采区

矿山开拓方式采用斜坡道开拓。采用现有赶山坑斜坡道作为主运输通道，斜坡道硐口坐标为Y=2765318.570，X=39507108.562，硐口标高466.74m。斜坡道断面尺寸为4.10×3.97m（净宽×净高）。矿石采用20t矿用地下卡车经赶山坑斜坡道分别运至钼矿选矿厂，废石采用20t矿用地下卡车运至废石综合利用厂或井下就近充填空区。斜坡道同时作为人员和材料的进出通道。

采用竖井（原1#措施井）作为主进风井，主进风井位于矿体上盘62勘探线，井口坐标X=2766042.310，Y=39507119.356，井口标高521.876m，井底标高100m，井筒净直径Φ5.5m，总长421.8m。主进风井在450m、400m、350m、300m、250m及200m水平设置马头门与各中段联通。

可研设计回风井布置在矿体西南端部，作为该矿的总回风出口并兼作应急安全出口。总回风井井口坐标X=2765423.653，Y=39507118.769，井口标高523.496m，净直径Φ4m，井底标高40m，总长483.5m。

（4）坑内运输

1）铁矿采区

目前矿山0m以上二期工程采用有轨机车运输，设计0m以上坑内运输沿用现有开拓运输系统，目前生产运输中段为100m运输中段和0m运输中段。

扩能区阶段设置为：-30m中段、-80m中段、-130m中段、-150m中段、-180m中段、-200m中段，其中，-150m水平为机车运输水平（-130m以上开采时使用），

-200m 水平为无轨运输水平，其他中段均为无轨铲运机出矿水平。

运输设计采用由 20t 架线式电机车 ZK20-7.9/550-2C 牵引 10m³ 底侧卸式矿车运输矿石和废石。运送材料、人员的列车亦用上述电机车牵引。

2）单钼矿采区

各中段采用无轨运输方式，井下矿、废石运输选用 UK-20 自卸式矿用汽车，额定载重 20t；人员运输选用 RU-15（载 15 人）胶轮人车；材料运输选用载重 5tFL-5 材料运输车。

（4）破碎系统

扩能开采区在-175m 水平设置 2#破碎站用于破碎 0m 以下矿岩，与现有-40m 水平 1#破碎站一起完成井下矿岩破碎任务。

（5）胶带运输

马坑铁矿现有井下胶带运输系统由 1#～5#胶带机组成，与箕斗主井完成井下矿岩输送至地表原矿仓任务。物料运输流程如下：破碎硐室下部矿仓→1#胶带机→2#胶带机→缓冲矿仓→箕斗主井提升至+454m 卸载至上部矿仓→3#胶带机→4#胶带机→5#胶带机→地表原矿仓。

扩能时，利旧现有 1#、2#、3#、4#、5#胶带机，新建 0#、3A#、0A#、1#原矿、2#原矿胶带机及 0A 矿仓。

（6）井巷支护

该项目 0m 以上已建成完备的开拓运输、提升、通风、排水等系统，扩能工程新掘井巷工程按如下支护方式：

专用进风井、西回风井及东部 0m 以下端部回风井均采用 C25 砼喷射支护，厚度 150mm。斜坡道穿过上盘岩体和下盘岩体中过断层或穿过破碎带时，采用 C20 砼浇灌厚 300mm，穿过软弱带喷 C25 砼支护，厚 100mm。穿过破碎带喷 C25 砼支护，厚 100mm。-60m、-150m、-200m 各阶段平巷过断层时采用 C20 砼浇灌厚度 300mm。

硐室工程：根据巷道的断面及岩石破碎程度，采用钢筋砼、喷射及喷锚网等支护型式。

泄水井、矿岩溜井等一般不考虑支护，遇破碎带，可根据岩石的破碎程度采用合适的支护型式。

（7）井下爆破器材库

1）铁矿采区

前期-150m 阶段开采时，在主斜坡道-30m 标高附近建井下分库一座，存放硝铵炸药一昼夜用量 12t，非电起爆器材 10 天用量。

后期-200m 阶段开采时，在主斜坡道-180m 标高附近建井下分库一座，存放硝铵炸药一昼夜用量 6t，非电起爆器材 10 天用量。

（2）单钼矿采区

井下爆破器材发放站于 400m 水平运输大巷近回风井处。爆破器材发放站设置炸药存放硐室、雷管存放硐室、消防器材硐室、爆破器材发放硐室。发放站存放的炸药最大设计量为 0.5t，雷管最大设计量为 1000 发；炸药与雷管应分开存放，并用砖或混凝土墙隔开，墙的厚度不小于 0.25m。发放站存药库距经常行人巷道距离为 30m，大于 25m，且设置一个直角弯与行人巷道相连。

（8）修理设施

1）电机车维修硐室

铁矿采区-150m 阶段设 1 个电机车及矿车维修硐室。

2）无轨设备维修硐室

①铁矿采区

在-80m 阶段设置无轨设备检修硐室。

②单钼矿采区

单钼矿采区设置+350m 无轨设备检修硐室。

2.4.6 采矿工艺

（1）铁矿采区

0m 以上维持现有采矿方法。扩能区可研采用三种采矿方法：≥15m 厚度矿体：垂直走向大直径深孔阶段矿房嗣后充填采矿法或垂直走向分段凿岩阶段矿房嗣后充填采矿法；＜15m 厚度矿体：沿走向大直径深孔阶段矿房嗣后充填采矿法或沿走向分段凿岩阶段矿房嗣后充填采矿法；局部小矿体：上向分层充填采矿法。

大直径深孔阶段矿房充填采矿法开采矿体矿量占比 79%，分段凿岩阶段矿房充填采矿法开采矿体矿量占比 21%，局部采用盘区机械化上向水平分层充填采矿法。

1）大直径深孔阶段矿房嗣后充填采矿法

①采场结构参数

垂直矿体走向布置时，采场宽度设为 15m（根据两步骤回采要求，可分为矿房和矿柱），采场长度为矿体水平厚度。当矿体水平厚度较大时，为了减少采场暴露面积，可以分单元回采。采场分两步骤回采，一般采用隔三采一的回采顺序，阶段高度上采用自下而上开采。一步骤采场与二步骤采场间隔布置：一步骤采场采用胶结充填；二步骤采场待一步骤充填采场充填体达到设计强度后进行回采，回采完毕后，采用低配比灰砂胶结充填或非胶结充填。沿矿体走向布置时，采场宽度为矿体水平厚度。

0m 以下阶段高度为 50m，共有-30m、-80m、-130m、-150m、-180m、-200m 等 6 个阶段，其中-30m、-80m、-130m、-180m 阶段为回采阶段，-150m 有轨运输阶段和-200m 为无轨运输阶段。各阶段平巷与矿岩溜井及进风天井相通。

大直径深孔阶段矿房嗣后充填采矿法底部采用堑沟式或平底式底部结构。堑沟式底部结构主要用于-180m 阶段、-130m 阶段回采，采用单出矿进路或双出进路，装矿巷与出矿进路斜交布置。顶部设凿岩硐室，用于布置下向大直径

深孔。底部布置上向扇形中深孔用于形成Ⅴ型底部结构。平底式底部结构主要应用于充填体上部矿体开采，出矿进路布置在矿房或矿柱内。从顶部凿岩硐室向下布置大直径深孔，下部利用下阶段的顶部凿岩硐室做为底部结构。

②回采顺序

采场内从切割槽往两侧回采，阶段从下往上回采。

③采切工程

采准工程主要有充填回风井、溜井、凿岩硐室/巷道等；切割工程主要包括切割天井、拉底巷等。

-180m、-130m、-80m、-30m 阶段为出矿水平，-130m、-80m、-30m 出矿水平同时作为下部采场的凿岩水平。

垂直走向布置：-180m 阶段、-130m 阶段回采采用单出矿进路或双出进路，装矿巷与出矿进路斜交布置。下部出矿水平布置出矿进路、装矿巷、拉底巷、切割巷。采场顶部为大直径深孔凿岩水平，布置凿岩硐室，在凿岩硐室内下向布置炮孔。-80m、-30m 阶段采场利用下阶段的顶部凿岩硐室作为底部结构，上部凿岩硐室参照-180m 阶段、-130m 阶段采场下向大直径布置形式。

沿走向布置：采场沿走向布置拉底巷和出矿进路。采场宽度为矿体水平厚度，其余采切工程布置方式参照垂直走向布置。

④回采工艺

a）一步骤（矿房）回采

凿岩：上部凿岩硐室内选用钻机钻凿下向深孔，孔直径Φ90～150mm，凿岩钻机偏斜率应控制在 1.0%以下。孔网参数一般为 2.5～3.5×3～4.5m，边孔距采场边界线 0.5～1.0m。

爆破：拉底切割水平的落矿，首先以切割天井为自由面爆破形成切割槽，再以切割槽为自由面，最后侧向崩矿形成Ⅴ型堑沟；炮孔直径Φ70～80mm，炮孔排距 1.7～2.0m，孔底距 2.4～2.8m;拉底切割采用乳化或铵油炸药，使用装

药台车或装药器装药，数码电子雷管起爆的起爆网路系统。

采场回采爆破以切割槽为自由面进行侧向崩矿。大直径深孔爆破作业在上部凿岩硐室内进行，往下向深孔内装填乳化炸药。起爆采用工业数码电子雷管起爆系统起爆。

出矿：采用铲运机在底部结构出矿，矿石块度控制在700mm以下，超过700mm的大块矿石在出矿巷道中进行二次破碎，同时在采场溜井口受矿漏斗设隔筛，700mm以上的矿石采用破碎锤破碎。崩落下的矿石由铲运机运至采场溜井，在溜井底部由振动放矿机给至矿车，采场爆破结束后组织进行强化出矿。

充填：矿房采场出矿结束后，采用灰砂比1:4～1:10（顶底强度高，中间强度低）的尾砂胶结充填采空区。尾砂浆用充填管经上部穿脉巷道输送到采场。

通风：采场主要依靠贯穿风流通风，新鲜风流从专用进风井及进风井联络道及阶段巷道-采场进风井或采场联络道进入出矿巷道或凿岩硐室，清洗工作面后，污风汇入上盘回风巷道，通过主回风道排入回风井。

b）二步骤（矿柱）回采

二步骤回采工艺与一步骤相同，所不同的是孔网布置、装药量及充填强度等方面。

待一步骤回采矿房充填体强度达到设计强度后，进行二步骤矿柱回采。由于二步骤回采采场两侧均为充填体，两侧炮孔需与充填体留设一定距离，同时采用微差爆破控制最大单响炸药量。采用灰砂比1:8～1：20（底部强度高，上部强度低）的尾砂胶结充填采空区，部分废石/井下回填料等可就近回填二步骤采空区。

2）分段凿岩阶段矿房充填采矿法

①采场结构参数

垂直走向布置时矿房与矿柱宽度均为15m，长度为矿体厚度。4个矿块设置一条矿石溜井和一条通风天井。沿走向布置时矿房宽度为矿体厚度。阶段高

度为50m，分段高度16.67～25m，一个中段设置2-3个分段。

分段凿岩阶段矿房嗣后充填采矿法采用堑沟式底部结构，采用单出矿进路或双出进路，装矿巷与出矿进路斜交布置。

②采切工程

垂直走向布置：采切工程主要包括出矿进路、装矿巷、分段平巷、分段凿岩巷道、切割平巷和切割天井等。在矿房底部掘拉底巷道、切割平巷及切割天井，切割天井与上分段联通，以切割天井为自由面扩槽，形成各分段端部切割槽。采场上部分段切割天井作为充填回风井用；在矿房和矿柱中间掘采场底部出矿平巷并形成采场底部结构。每个分段在矿体下盘布置一条分段平巷。分段凿岩巷道垂直矿体走向布置。在凿岩巷道内进行扇形中深孔凿岩，以切割槽为自由面进行深孔爆破。在垂直方向上上分段略微超前下分段2～4排炮孔落矿，矿石依靠自重落入采场下部的底部出矿结构内利用铲运机铲出，卸入采场矿石溜井。

沿走向布置：采场沿走向布置拉底巷和出矿进路，装矿巷与出矿进路斜交布置。采场宽度为矿体水平厚度，其余采切工程布置方式参照垂直走向布置。

③回采与爆破工艺

在分段凿岩巷道中进行中深孔凿岩，炮孔直径70～80mm，边孔水平夹角45～60°，炮孔排距1.7～2.0m，孔底距2.4～2.8m，最大孔深约30m。

炮孔采用装药台车或装药器装药，炸药采用乳化或铵油炸药。起爆采用工业数码电子雷管起爆系统起爆。

④采场出矿

采用铲运机出矿，矿石块度控制在700mm以下，超过700mm的大块矿石在出矿巷道中进行二次破碎，同时在采场溜井口受矿漏斗设隔筛，700mm以上的矿石采用破碎锤破碎。从出矿分段出矿巷道中铲装矿石并运至主溜矿井卸矿。

⑤采场通风

通风、除尘：新鲜风流经进风井或进风巷进入各分段巷道，从分段巷道经出矿巷道进入采场，采场污风从上盘回风平巷回风。

⑥充填工艺

该采矿方法充填工艺与大直径深孔相同。

3）上向分层充填采矿法

适用于矿体基本稳固，矿体上盘岩石稳固性较差的薄矿体以及产状非常复杂部位的矿体。

上向水平分层胶结充填采矿方法矿块亦分为矿房和矿柱，采用二步骤回采方案：先回采矿房，然后充填矿房，待相邻矿房充填体达到强度后，再回采中间矿柱。

采切工程主要包括：斜坡道、分段平巷、采场联络道、溜矿井、充填回风井等。斜坡道连接分段平巷，每分段第一分层回采从分段平巷掘分层联络道进入采场，上分层的分层联络道从已有联络道挑顶形成，每分段服务 3 个回采分层。每两个相邻采场共用一条充填回风井，便于采场的通风和下放充填管道。4 个矿块设置一条矿石溜井和一条通风天井。

采场落矿采用水平浅眼落矿，采用单臂凿岩台车钻凿，炮孔孔径Φ40mm，孔深 3.8m，炮孔孔距 1.1m，排距 0.8m，对于采场矿石顶板暴露面，则采用光面爆破工艺。光面爆破层孔距为 0.6m，光面层厚为 0.7m。以拉底层为爆破自由面和补偿空间，进行浅眼分层回采。

采场出矿：采用 3m³ 铲运机出矿。铲运机在采场装矿进路铲装矿石后，通过分层联络道、分段巷道及溜井联络道运至采场溜井卸矿。

采场顶板支护：该采矿方法人员和设备在采场顶板下作业，有一定的安全隐患，必须对顶板进行加固和支护，或者采取预防性的支护措施。对于矿岩稳固性较差的地段，节理裂隙较发育的区域，视其具体条件分别采用长锚索、锚杆和金属网联合支护。

通风、除尘：爆破在班末进行，通风线路为阶段巷道→滤水井→采场→采场通风充填天井→上阶段；出矿前，应在爆堆洒水除尘。

充填：每一分层回采完毕后进行采场充填，充填准备工作包括清理工作面残矿，加高设置充填滤水管、挑顶垫高分层联络道、敷设充填管道等。充填料浆由地面充填站制备后通过充填管道输送至采场，分层充填体采用低配比灰砂胶结充填，采用高配比灰砂进行浇面，分层充填高度等于分层回采高度，每分层充填后留下 1.5～2m 的空间作为爆破补偿空间和其他辅助作业空间。每次充填后到设计高度后，经过 3～7 天的凝固养护即可开始上分层回采。

矿房充填体：每次充填一个分层高度 5m，分层顶部浇面层 0.4m，取灰砂比 1：4，充填体强度大于 3.0MPa，分层底部厚度 4.6m，取灰砂比 1：8，充填体强度达到 2-3MPa。

矿柱充填体：分层顶部浇面层 0.4m，取灰砂比 1：4，充填体强度大于 3.0MPa；分层底部厚度 4.6m，取灰砂比 1：12，充填体强度达到 0.6MPa。

（2）单钼矿采区

分段凿岩阶段矿房嗣后充填法适用于厚度 5m 以上倾斜及急倾斜矿体。该类型矿体矿量占总矿量约为 80%。

1）分段凿岩阶段矿房嗣后充填法

①矿块构成要素

矿体厚度大于 15m 时，矿块垂直于走向布置，占比约 26%。矿块长为矿体厚度，宽度为 60m，其中矿房宽度 15 m，矿柱宽度 15 m。矿体厚度小于 15m 时，采用沿走向布置，占比约 74%，矿块长为 60m，宽度为矿体厚。矿块高度 50 m，分段高度 16.7～25 m，顶底柱为 6m。

②采准切割

主要采准工程包括：分段平巷、分段凿岩巷道、分段联络道、出矿

进路、矿废石溜井、充填回风天井、风井等。阶段运输巷道沿脉布置在脉外，分段高度为16.7～25 m，每个分段在脉外布置分段巷道，分段巷道、斜坡道和通风天井相通。矿房和矿柱中央布置切割天井，切割天井布置在矿体边界。垂直走向布置时，分段凿岩巷道垂直于分段平巷布置，沿走向布置时，分段凿岩巷道平行于分段平巷布置，通过凿岩巷道联络巷联通分段平巷。

③回采工艺

回采顺序为一步骤回采矿房，矿房开采完毕后进行充填，充填结束后养护达到设计强度，开展二步骤矿柱回采作业，二步骤回采作业采场两侧为充填体。在分段凿岩巷道中利用深孔采矿台车深孔凿岩，排距为1.5～2.0m，孔底间距为2.0～2.4m，钻孔直径Φ70～80mm，铲运机铲装矿石经出矿进路由溜井溜放至阶段平巷装车。

④采场通风

新鲜风流由中段运输平巷经通风天井、分段平巷、凿岩巷道联络道、凿岩巷道进入采场工作面，洗刷采矿工作面后，污风经中部切割天井、充填回风小井回至上中段回风平巷。

⑤采场充填

回采完毕后布设采场充填管线，挡墙等设施，完成充填。一步骤先采矿房，待一步骤回采矿房充填体强度达到设计强度后，进行二步骤矿柱回采。由于二步骤回采采场两侧均为充填体，两侧炮孔需与充填体留设一定距离，同时采用微差爆破控制最大单响炸药量。采用灰砂比1:8～1：20（底部强度高，上部强度低）的尾砂胶结充填采空区，部分废石/井下回填料等可就近回填二步骤采空区。

2）大直径深孔阶段矿房充填采矿法

该采矿方法适用于矿岩基本稳固、厚大部分矿体。

①矿块构成要素

采场宽度60m，沿矿体走向布置，采场宽度设为15m（根据两步骤回采要求，可分为矿房采场和矿柱采场），垂直矿体走向布置，长度为矿体水平厚度。阶段高度上采用自下而上开采。一步骤采场采用胶结充填，二步骤采场待一步骤充填采场充填体达到设计强度后进行回采，开采完毕后，采用低配比灰砂胶结充填或非胶结充填。

②采切工程

采准工程主要有出矿平巷、充填通风天井、采场溜井、底部结构、凿岩硐室、凿岩硐室联络道等；切割工程主要包括切割回风天井、拉底平巷等。

出矿巷道垂直矿体走向布置在一二步骤采场交界的中央位置，一、二步骤采场共用一条出矿巷道，出矿进路与出矿巷道斜交布置。首先掘进出矿巷道和采场拉底巷道，再从出矿巷道斜向拉底巷道掘进采场出矿进路。采场上部凿岩硐室垂直矿体走向布置，在拉底巷道的一端或中部掘进切割平巷，向上掘进切割井通达凿岩水平，以切割井为自由面爆破形成切割槽。

③回采工艺

a）一步骤（矿房）回采

凿岩：选用高风压深孔钻机，在上部凿岩硐室内钻凿下向垂直深孔，孔直径Φ90-150 mm，孔网参数一般为2.8～3.0×2.8～3.0m，边孔距采场边界线0.5～1.0m。爆破：拉底切割水平的落矿，首先以切割天井为自

由面小规模排炮形成 3m 的横向切割槽，再以横向切割槽为自由面侧向爆破形成采场底部约 8m 高的拉底空间。出矿：采用铲运机在底部结构出矿。充填：矿房采场出矿结束后，采用灰砂比 1:8～1:10（顶底强度高，中间强度低）的尾砂胶结充填采空区。尾砂浆用充填管经巷道输送到采场。

b）二步骤（矿柱）回采

待一步骤回采矿房充填体养护的充填体强度设计强度后时进行第二步矿柱回采。采用灰砂比 1:8～1：20（底部强度高，上部强度低）的尾砂胶结充填采空区，部分废石/井下回填料等可就近回填二步骤采空区。

④采场通风

采场主要依靠贯穿风流通风，新鲜风流从主进风井-阶段运输巷道-采场进风井进入出矿巷道、装矿进路、清洗工作面后，污风经上盘充填回风天井汇入上盘回风巷道；新鲜风流进入凿岩硐室，清洗工作面后，汇入上阶段回风巷道，通过主回风道排出地表。由于采场每次爆破量较大，可在回风阶段采用局扇辅助通风。

（3）充填站

矿山已建有一座充填站。充填站建于矿体上盘小娘坑东面的山脊上，地面标高+570m～+610m。

充填站内设置三套大流量充填系统，三套系统共用一个卧式砂池，每套系统由一个水泥仓、一套大能力的双轴搅拌机+高速活化搅拌机组成。

矿山已建有 3 套充填系统，需增设 1 套充填系统。

1）铁矿采区

在 1#副井附近新建 500 万 t/a 新选厂，旧有选厂规模为 500 万 t/a，矿山前期设计规模为 700 万 t/a，对老选厂进行改造达到 700 万 t/a 处理能力，为满足 700 万 t/a 开采空区的充填需求，需对现有充填站进行改造升级以满足 700

万 t/a 开采空区充填处理需求；扩能第 10 年，因在 1#副井附近新建 500 万 t/a 新选厂，旧有选厂规模降低为 500 万 t/a，新旧选厂位置相距较远，直线距离约 2km，因此需新建一套满足 500 万吨/年的生产能力的扩能充填系统，与原充填系统配合使用，满足矿山 1000 万 t/a 规模充填能力需求。

2）单钼矿采区

单钼矿采区采用全尾砂胶结充填，单钼矿原矿规模为 50 万 t/a，原矿进入单钼矿选矿厂，选后尾砂作为充填骨料。扩能时，单钼矿采区利用铁矿充填系统新增设施进行充填，不单设充填站。

2.4.7 通风系统

（1）铁矿采区

1#专用进风井、2#专用进风井分别位于 70、64～65 勘探线附近矿体下盘，为全矿主要进风井；1#副井、2#副井分别位于 79、71 勘探线矿体下盘，作为辅助进风井。东回风井、西回风井以作为全矿总回风井。整个矿山形成中间进风，两端回风的通风系统。通地表的 5#胶带斜井、532 斜坡道、412 主平硐通风线路长，不是主要进风通道，与地表相通的地段进少量新风仅能满足自身一定距离内的需风量，其深部地段的需风量由 1#副井、2#副井及专用进风井进行补给。

1）前期生产通风系统（700 万 t/a 原矿）

0m 以上生产沿用现有的通风系统。1#专用进风井承担 100m 阶段、0m 阶段中矿段开采的主进风任务。2#专用进风井主要承担 0m 阶段西矿段开采的主进风任务。1#、2#副井为辅助进风井，主要为 100m 阶段运输平巷、0m 阶段运输平巷、各阶段机电硐室、维修硐室、溜坡系统、1-2-3#带式输送机斜井（平巷）等提供新风。0#箕斗井为辅助进风井，所进风流经过净化后经 2#胶带斜井→1#破碎硐室专用回风天井汇入回风系统。

0m 以下扩能生产主进风井为 2#专用进风井；2#副井为辅助进风井，主

要为-150m阶段运输平巷、变电硐室、机电维修硐室、溜破系统、0#带式输送机斜井等提供新风。1#箕斗井为辅助进风井，所进风流经过净化后经0#胶带斜井→2#破碎硐室专用回风天井汇入回风系统。

前期700万t/a生产时，西回风井井口风机站及风机利旧1台，3#胶带平巷回风道机站及风机利旧1台；东回风井200m总回风巷风机站风机4台FKZ№21/200风机移设至-130m阶段作为2#专用进风井机站风机；同时在东回风井地面新设置Ⅳ级回风机站，按西回风井地面机站建设模式新建东回风井地面机站，风机选型为1台FCDZ-10-No42/2×1800。新增2#专用进风井-130m进风机站，安装FKZ№21/200风机3台，2#副井-150m阶段石门巷增加FKZ№20/160风机1台（该风机主要为采选扩能项目基建掘进时提供新风)。

2）后期生产通风系统（1000万t/a原矿）

根据开拓系统布置，1#专用进风井100m阶段已经停止供风，该井筒延伸至-130m，该井筒继续为为0m阶段中矿段的生产提供新风，同时为0m以下阶段-130m～-80m提供新风。盲东回风井由0m阶段往深部延伸至-80m分段，担负-80m以下开采时中矿段的回风任务。

后期生产通地表的主要井巷与前期生产基本相同，主要区别：①1#箕斗井停止了374m卸料200万t/a于3A#胶带，改由0A#胶带斜井(Z=-145～-60m)进行200万t/a的矿石转载。与1#箕斗井相联通的-145m联络道应采取风流净化措施，该井筒的入风可作为有效进风量。

后期生产原矿生产规模加大到1000万t/a，井下需风总量增加，加大东回风井的回风能力的同时将西回风井地面机站风机的叶片角度加大到40°，以满足井下总需风量的要求。后期生产时，100m以上阶段已经结束生产，1#专用进风井100m阶段的进风机站已经完成其通风任务，该机站拆除后予以封闭，同时将1#专用进风井延伸至-130m阶段，并在-130m阶段石门巷内新建0m以下

阶段的Ⅰ级进风机站，1#专用进风井与2#专用进风井的专用进风层标高保持一致，同时担负0m及0m以下阶段主进风任务。

（2）单钼矿采区

利用单钼矿竖井和斜坡道进风，单钼矿回风竖井回风，形成对角单翼式通风系统，采用抽出式通风方式。

新风经竖井和斜坡道进入各中段运输巷道，再由通风上山、天井或分段巷道进入采场，洗刷工作面后，污风由通风井回至上阶段回风平巷，再回至回风竖井，最后排出地表。

矿山需风量为61.3m³/s，单钼矿通风机站选用1台FKZ(K40)-6-No.19轴流通风机。

（3）局部通风

在贯穿风流不能到达的工作面、通风难以控制或风阻较大的地方均需采用局扇或辅扇来进行局部通风，主要有：主溜井口、卸载站、粉矿回收道、独头掘进工作面、采场（局部）。

独头掘进工作面采用FKN№4/11型（原JK58-2№4）局扇通风，最大送风距离450m；FKN№4.5/115型(原JK58-1№4.5)局扇，最大送风距离300m。当送风距离较长或效果较差时，可采用两台局扇进行压抽联合合式通风。

（4）制冷降温

根据矿山近3年的通风实测数据表明，坑内进风侧及人员作业面的干球温度普遍在22～26℃范围，体感温度无明显热感，虽然开采深度加深了150～200m，作业环境及井下气象条件满足《金属非金属矿山安全规程GB16423-2020》相关要求，井下无需考虑制冷降温措施。

2.4.8 矿山供配电设施

（1）铁矿采区部分

1）电源

目前马坑矿业已建有110kV总降压变电站1座,35kV总降压变电站1座(1#副井35kV总降)。现有采矿电源、拟建设扩能区采矿电源均来自1#副井35kV总降压变电站，该总降设置了两台25000/35±3×2.5%/10.5kV变压器，两台变压器同时运行（分列运行），互为备用。其变电站35kV、10kV母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行。其两回35kV电源来自马坑矿业110kV总降压变电站，两回电源互为备用，当一回路电源故障时，另一回路能负担一二级重要负荷。

扩能改造维持现有500万t/a生产的设备其供配电负荷等级保持不变。当产能提升至1000万t/a时，新增0m阶段以下扩能区，-200m阶段井下主排水泵、人员提升系统属一级负荷，其余设备整体上为二级负荷。

35kV总降两回电源互为备用，每回电源采用LGJ-150型的钢芯铝绞线，长度约4.5km。可研核算，现有35kV总降主变及主变电源线路容量能满足当一回路电源故障时，另一回路电源能负担0m以上生产区及0m以下扩能区全部一二级负荷正常运行。

新建井下-200m阶段水泵房，其中央变电所两回10kV电源来自1#副井35kV总降I、II段10kV母线。10kV母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。

改造原0m阶段水泵房，拆除现有5台710kW水泵，更换为6台1400kW水泵。0m水泵房中央变电所两回10kV电源保持不变，依然来自1#副井35kV总降I、II段10kV母线，由于更换后总负荷加大，现有电源电缆WDZR-MYJY43-8.7/10kV1(3x240)满足不了提升产能后的需要，两回10kV电源各需增加一根WDZR-MYJY43-8.7/10kV1(3x240)电缆。

在新建1#箕斗井井塔内设置1#箕斗井井塔变电所，两回10kV电源来自1#副井35kV总降I、II段10kV母线，每回10kV电源采用电缆直埋或者架空线的方式从35kV总降送至1#箕斗井井塔变电所。10kV母线采用单母线分段，

正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。

扩能改造后新设的0#胶带机、0B#胶带机的电源来自0#胶带机头部变电所，0#胶带机头部变电所两回10kV电源来自1#箕斗井井塔变电所I、II段10kV母线，沿井筒敷设下井。10kV母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。

前期-80m至-130m阶段的采矿、运输、通风设备，其10kV电源来自-150m阶段设置的1#采区牵引风机变电所。1#采区牵引风机变电所两回10kV电源来自-200m阶段水泵房中央变电所I、II段10kV母线。10kV母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。同时该变电所也负责后期-130m至-200m阶段的采矿、通风设备的供配电。

后期-30m至-80m阶段的采矿、运输、通风设备，其10kV电源来自-80m阶段设置的1#采区风机变电所。1#采区风机变电所两回10kV电源来自-200m阶段水泵房中央变电所I、II段10kV母线。10kV母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。

2）用电负荷

新增0m阶段以下扩能区，-200m阶段井下主排水泵、人员提升系统属一级负荷，其余设备整体上为二级负荷。

3）配电电压

地表部分（箕斗井）：

高压供配电电压：AC10kV

低压配电电压：AC380V/220V

10kV真空断路器操作电压：DC220V照明电压：220V，检修电源为36V

10kV高压配电接地系统为不接地系统，低压配电系统采用TN-S接地系统。

采矿部分：

相同设备与上述部分电压一致；采矿设备:AC380V 或 AC1kV 牵引网络：DC550V

照明电压：220V，采掘工作面照明为 36V

井下 10/0.4kV 变压器中性点对地绝缘不引出,低压网络配电为三相三线制。

4）供配电系统

-200m 阶段水泵房旁新建一座-200m 阶段中央变电所，内设 2 台 500kVA10/0.4kV 矿用干式变压器，主要供电范围为：-200m 阶段排水泵，-150m 阶段 1#采区牵引风机变电所，预留-80m 阶段采区负荷两回 10kV 电源，-175m 破碎变电所。

-150m 阶段一共新建 9 个变电所（负责前期-80m 至-130m 阶段，后期-130m 至-200m 阶段两个阶段的供配电）：

-150m 阶段 1#采区牵引风机变电所，内设一台 800kVA10/0.4kV 矿用干式变压器。主要供电范围：其他 8 个采区变电所 10kV 电源，专用进风井风机，振动放矿机，局扇，台车，铲运车等采区移动设备，架线电机车。其两回 10kV 电源来自-200m 阶段中央变电所 I、II 段 10kV 母线。

-150m 阶段（2#，3#，8#，9#）采区牵引变电所，内设一台 800kVA10/0.4kV 矿用干式变压器。主要供电范围：振动放矿机，局扇，台车，铲运车等采区移动设备,架线电机车。其一回 10kV 电源来自-150m 阶段 1#采区牵引风机变电所 10kV 母线。

-150m 阶段（4#～7#）采区变电所，内设一台 500kVA10/0.4kV 矿用干式变压器。主要供电范围：振动放矿机，局扇，台车，铲运车等采区移动设备。其一回 10kV 电源来自-150m 阶段 1#采区牵引风机变电所 10kV 母线。

-175m 破碎硐室设置-175m 破碎变电所，内设一台 315kVA10/0.4kV 矿用干式变压器，主要供电范围为：破碎硐室。其一回 10kV 电源来自-200m 阶段中央变电

所10kV母线。

0#胶带机头部新设0#胶带机头部变电所，内设2台400kVA10/0.4kV矿用干式变压器，主要供电范围为：0#胶带机、0A#胶带机、0B#胶带机，其两回10kV电源来自1#箕斗井井塔变电所I、II段10kV母线。

0m阶段中央变电所需改造，所有高压柜均换新。

1#箕斗井新设井塔变电所，内设2台400kVA10/0.4kV干式变压器，主要供电范围为：箕斗井井塔及其相关附属设备，0#胶带机头部变电所，其两回10kV电源来自1#副井35kV总降I、II段10kV母线。

后期-80m阶段一共新建9个变电所（负责后期-30m至-80m阶段的供配电）。

-80m阶段设置的1#～9#采区变电所不在本次初设基建期需新建的变电所的范围之内。该阶段变电所配置根据后期生产实际情况设置固定采区变电所或者移动变电站。

5）防雷及接地系统

10kV接地系统采用中性点不接地系统。低压接地采用TN-S接地系统。

防雷接地：建、构筑物尽量利用钢筋混凝土屋面、梁、柱、基础内的钢筋作为引下线和接地装置，冲击接地电阻值不大于30Ω。

变压器中性点接地电阻值不大于4Ω。电源进线的进出口处做重复接地，其接地电阻值不大于10Ω。对于一个厂房如工作接地、保护接地、防雷接地可作成公用接地网，其接地电阻值不大于4Ω。

井下的保护接地系统为：在水仓设置两组主接地极在下列各处设置局部接地极：

①各变电所及采区工作面配置点。

②每个装有固定电气设备的硐室和单独的开关装置，连接动力电缆的每个金属接线盒。

③巷道内220V照明线路上设置PE线。

（2）单钼矿采区部分

1）电源

两回10kV电源来自利旧单钼矿竖井井口变电所10kV高配室两段母线。高配室10kV母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。该10kV高配室两回10kV电源来自现有1#副井35kV总降10kV两段母线（可利旧现有已敷设外部电源）。

2）用电负荷

地面空压机站、回风风机属二级负荷，采区设备及其他属三级负荷。

3）配电电压

单相用电设备:AC220V

照明电压：220V，采掘工作面照明为36V

井下10/0.4kV变压器中性点对地绝缘不引出,低压网络配电为三相三线制。

4）供配电系统

利旧现有单钼矿进风井井口变电所，该变电所土建部分完好，之前投入使用的电气设备已经到达使用年限全部报废，按此次初设设计重新更换电气柜，内设调度监控室、高配室、低配室（内设两台630kVA10/0.4kV油浸式变压器），为整个采矿系统及井口空压站供电。其两回10kV电源来自现有1#副井35kV总降10kV两段母线。

地下采矿设备拟在400m阶段，250m阶段分别设置两个移动式采区变电所，其中基建期400m阶段移动式变电所已经安装完毕（该阶段业主之前有进行开采），后期250m阶段移动式变电所可利旧使用400m阶段。其中400m阶段移动式变电所的供电范围为450m阶段，400m阶段，350m阶段；250m阶段移动式变电所的供电范围为300m阶段，250m阶段，200m阶段。同阶段的

两个移动式采区变电所采用 10kV 接力供电的方式，其一回 10kV 电源来自进风井井口变电所 10kV 母线。

5）防雷及接地系统

该项目 10kV 接地系统采用中性点不接地系统。

低压接地采用 TN-S 接地系统。

防雷接地：建、构筑物尽量利用钢筋混凝土屋面、梁、柱、基础内的钢筋作为引下线和接地装置，冲击接地电阻值不大于 30Ω。

变压器中性点接地电阻值不大于 4Ω。电源进线的进出口处做重复接地，其接地电阻值不大于 10Ω。对于一个厂房如工作接地、保护接地、防雷接地可作成公用接地网，其接地电阻值不大于 4Ω。

地下部分

井下的保护接地系统为：在水仓设置两组主接地极在下列各处设置局部接地极：

①各变电所及采区工作面配置点。

②每个装有固定电气设备的硐室和单独的开关装置，连接动力电缆的每个金属接线盒。

③巷道内 220V 照明线路上设置 PE 线。

2.4.9 防排水与防灭火系统

（1）防排水系统

1）铁矿采区

扩能工程井下排水和二期工程一样，亦采用分段接力排水方式。目前，1#副井车场附近水泵房均已建成并使用，0m 水泵房涌水排至+300m 水仓，再经+300m 水泵房排至斜坡道口附近+532m 水平 3000m³ 沉淀水池，给选厂供水；并在 420m 水平主排水管上设三通可将涌水排至+412m 主平硐。

采选扩能工程仍采用接力排水方式排出井下涌水，扩能时取消+100m、

+200m、+300m水泵房，在-200m阶段2#副井车场附近新建-200m主排水泵房，并改造0m水泵房。井下涌水由-200m水泵房排至0m水仓，再由0m水泵房经1#副井井筒接入一期副斜井排至+412m主平硐自流至地表。

1）新建-200m阶段水泵房

-200m阶段水泵房安设7台MD600-60×4（P）型水泵，流量Q=590m³/h,扬程H=244m，正常涌水时3台泵工作，暴雨时6台泵工作（1台检修）。排水管道选择Φ426×13排水管，共3条，正常涌水时，2用1备，最大涌水时，3条同时工作。

2）0m阶段水泵房

0m阶段水泵房选用6台MD720-60×8P水泵，流量Q=68m³/h,扬程H=488m，正常涌水时，3台水泵工作，最大涌水时，5台工作。

现有3根Φ426×13mm排水管道从0m水泵房出来后，沿着1#副井已敷设至300m水平，副斜井内现有2根Φ426×10mm、1根Φ530×10mm排水管已敷设至412m主平硐，因此，扩能时只需在300m水平巷道增设3根Φ426×10mm排水管，将1#副井处3根Φ426×13mm管道与副斜井内2根Φ426×10mm、1根Φ530×10mm分别对接，可实现3根主排水管将0m水泵房涌水经1#副井、副斜井排至412m主平硐自流至地表，再由地表1根DN800的排水管道自流至地表沉淀池后外排。

2）单钼矿采区

单钼矿开采中段的地下水已经疏干，可研不考虑单钼矿矿段的地下水涌水量，仅考虑错动范围内的大气降雨入渗补给量。主要阶段运输水平需设水沟，坡向主进风井水仓方向，水沟纵坡3～5‰，各阶段涌水经阶段水沟通过泄水井汇至100m井底水仓。井下涌水经100m水沟汇入主系统排水系统。

（2）消防系统

1）厂区消防系统

厂区设室外消火栓系统和室内消火栓系统，建筑内配置灭火器。

拟建地表区域设生产、消防给水系统，环状管网，高压消防。消防用水216m³储存在生产新水高位水池内。

2）井下消防系统

井下消防：用水量为20L/s，火灾延续时间为3h，消防水量216m³。消防用水水源为573m水平现有1000m³水池。

2.4.10 排土场

本项目基建废石总计82.64万m³,其中7.53万m³通过1#副井提升出地表，21.14万m³通过2#副井提升出地表，13.42万m³通过2#专用进风井提升出地表，分别用于地表工业场地的场地平整，剩余41.54万m³混入主提升系统送入选厂进行干选综合利用或井下综合利用。

2.4.11 安全避险“六大系统”

（1）铁矿采区

1）人员定位及监测监控系统

对整个扩能铁矿开采矿段，设置一套安全监测监控系统和一套井下人员定位系统，对采掘工作面、进回风巷道等阶段的CO、O_2含量，以及主要回风巷道的风速等进行动态监控，并对井下各作业区域人员的动态分布和变化进行监视。在井上主变电所调度监控室已设置采矿调度监控台，配置二套工控机（互为热备）和一套环网数据传输接口，实现安全监测监控系统和井下人员定位系统的集中远程监控、管理、维护等功能。

人员定位系统能监测携卡作业人员出/入井时刻、出/入重点区域时刻，识别多个人员同时进入识别区域。它具备以下信息管理功能：携卡人员基本信息，携卡人出入井总数、个人下井时间、下井活动路线信息，携卡工作异常人员基本信息及分布，各种分类信息查询，各种信息存储、显示、统计、声光报警、打印等等。

2）压风自救系统

目前，1#副井压缩空气站兼供井下压风自救系统使用。

扩能时，铁矿井下最大班工作人员 610 人，供风量按每人 0.3m³/min 考虑，1#副井压缩空气站无法满足用气需求。

在 2#副井附近新建 2#副井压缩空气站，站内设喷油螺杆式空气压缩机 4 台（3 用 1 备），风冷型，单台压缩机排气量 Q=32.9m³/min。

2#副井压缩空气供气管路沿 2#副井井筒敷设至-200m 水平，并在 0m 水平与现有压缩空气总管（Φ219×6mm）连通。沿 2#副井井筒及阶段运输平巷内敷设的管道均选用Φ219×6mm 无缝钢管。

压风自救共用生产用气管道，管道沿竖井井筒、各阶段巷道、各阶段避灾舱、采场等敷设。

3）供水施救系统

2#副井附近有 1 个 500m³ 水池，往 2#副井井口布设有 1 路 DN150 镀锌管供给 2#副井生活区，可作为井下供水施救用水源。

2#副井井筒内现有一根主水管Φ159×10mm 已从井口敷设至 0m 水平。扩能时，将井口生活用水主管与 2#副井井筒主水管连通，并在井口设切断阀；在 0m 水平将 2#副井井筒内主水管与 0m 水平供水主管连通，施救用水可送至-200m 水平。

井下设有紧急避险舱，供水管道接入紧急避险硐室内，安设阀门、过滤装置，钢质水箱。当矿山发生灾变时，在井口供水管入口处更换饮用水源，施救水源应满足生活饮用水水质卫生要求，水量和水压满足人员避灾时的需要。

4）通信联络系统

该项目通信联络系统采用 IP 电话形式，在井下 150m 阶段的马头门调度室和井上 1#箕斗井各设置一台 80 门和 16 门的 IP 电话网关，从项目已有软交换服务器引出一跟光缆至 1#箕斗井点话网关；引出两根矿用光缆至井下电话网

关，分别从 1#副井和 2#副井井口引入井下，通过配线架配线至各分线箱,组成星形电话网络。井下电话网关供电增加 UPS 设备，保证电网停电后,备用电源应能保证系统连续工作 2h 以上。

（2）单钼矿采区

1）人员定位系统

对整个单钼矿群开采矿段，设置一套安全监测监控系统和一套井下人员定位系统，对采掘工作面、进回风巷道等阶段的 CO、O2 含量，以及主要回风巷道的风速等进行动态监控，并对井下各作业区域人员的动态分布和变化进行监视。在井上竖井变电所设置采矿调度监控台，配置二套工控机（互为热备）和一套环网数据传输接口，实现安全监测监控系统和井下人员定位系统的集中远程监控、管理、维护等功能。

2）监测监控系统

该项目为掘进队和采矿队配置了多套便携式多参数监测仪（CO、NO2、O2）。便携式气体监测仪具有报警参数设置和声光报警功能，其中，一氧化碳报警浓度不应高于 24ppm，二氧化氮报警浓度不应高于 2.5ppm。作业人员进入未及时安装监测监控设施的采掘工作面或进入已拆除监测监控设施的废弃井巷时，应携带便携式气体检测报警仪从进风侧进入，一旦报警应立即撤离。

3）压风自救系统

井下最大班生产人员 50 人/班，每人需用气按 0.3m^3/min 考虑，压风自救系统最大用气量 15m^3/min，生产用地表压缩空气站兼做压风自救系统气源，当矿山井下需救援时，1 台空压机工作，供气能力满足需求。

单钼矿压风自救主供气管共用生产供气主管路。

4）供水施救系统

设计选用Φ133×5 无缝钢管为井下供水主管。

井下供水管道沿竖井敷设，到各阶段马头门后，沿阶段运输平巷及穿脉、

采场天井至采场用水点。

供水施救系统共用生产供水管道。当矿山发生灾变时，在平硐口供水管入口处更换饮用水源，施救水源满足生活饮用水水质卫生要求，水量和水压满足人员避灾时的需要。

基建期各阶段主运输巷道每隔约500m设2套供水施救装置（含过滤器、6个接口/套）。除设有供水施救装置外，各阶段内还应各自存储满足最大班人员4天使用的瓶装饮用水，定期更换。

5）通信联络系统

采区变电所设置一套64门矿用电话网关作为井下部分的通讯主机。从选厂软交换服务器引出引出两根矿用光缆至井下电话网关，分别从斜坡道硐口和竖井井口引入井下，通过配线架配线至各分线箱,组成星形电话网络。井下电话网关供电增加UPS设备，保证电网停电后,备用电源应能保证系统连续。分机设于主要生产岗位，高低压配电室、控制室，斜坡道硐口办公室、掘进队、装卸矿点、主要生产中段采区、井下变电所、井下水泵房等。

2.4.12 压风及给排水系统

（1）压风系统

1）铁矿采区

目前，马坑1#副井工业场地内有一个1#副井压缩空气站，站内设有3台30m^3/min空压机，1台41.6m^3/min空压机，压力P=0.8MPa，3用1备，扩能工程时在2#副井井口新建2#副井压缩空气站，与现有1#副井压缩空气站一起供应井下生产及压风自救用气。

2）单钼矿采区

在单钼矿竖井附近新建单钼矿压缩空气站，站外选配4个C-4储气罐，1个C-10储气罐。

（2）给排水

铁矿采区现有坑内生产用水由537m标高的1000m³高位水池供给。可研利用该高位水池供井下生产用水。

单钼矿采区在单钼矿竖井口附近现有一个高位水池，供井下生产和消防用水。

2.4.13 安全管理及其他

福建马坑矿业股份有限公司现有员工685人，其中工程技术人员142人成立了安全生产委员会，设置职能部门安全环保部，公司配备采矿技术员24人，地质技术员14人，测量技术员7人，选矿技术员7人，机电技术员32人，配备专职安全管理人员24人（其中注册安全工程师7人），配备井下安全检查工17人。结合矿山实际任命了“五职矿长”（专职的矿长、总工程师和分管安全、生产、机电的副矿长）。

该公司主要负责人、专职安全生产管理人员的“安全合格证”均在有效期内，并有按规定要求定期进行复审培训，具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力；任命的“五职矿长”及相关技术人员具有矿山相关专业大专及以上学历或者中级及以上技术职称；特种作业人员和特种设备作业人员均经过专门的安全技术培训并考核合格，持证上岗。该公司其他从业人员依照规定接受了安全生产教育和培训，并经考试合格。

可研设计该项目采矿定员为1579人，其中生产人员1376人，非生产人员203人；选矿定员536人，其中生产人员495人，非生产人员41人。全矿总定员2115人，其中生产人员1871人，非生产人员244人。

专用安全设施投资合计约9571.43万元，占工程直接投资的3.66%。

3.定性定量评价

本章根据有关国家标准规范，利用预先危险性分析法（PHA）、安全检查表法（SCL）、数值计算法等评价方法，按划分的评价单元辨识项目建设中的危险、有害因素，分析可能发生的事故类型，预测事故后果严重等级；评价项目建设方案与相关安全生产法律法规、技术规范的符合性；采用定性定量的方法分析评价其安全性及其发生事故后的后果。

3.1 总平面布置单元

3.1.1 选址危险有害因素辨识与分析

（1）自然灾害危险性分析

区域内自然灾害主要有地震、雷击、高低温等。

1）地震

矿区所处区域地震烈度为 6 度，地震可引起巷道变形、坍塌和堵塞、地表沉陷、山体滑坡、设备设施的损坏和人员的伤亡，影响矿山正常生产。地下开采爆破引发的地震效应也会对地表产生影响。

2）雷击

矿区夏季多雨季节雷电较多，有引发雷击的可能。

3）高温和低温

矿区年最高气温 38.1℃，若没有采取必要的防暑、降温措施，可能发生人员中暑。

（2）该项目与周边环境的相互影响分析

1）319 国道、漳（州）龙（岩）高速公路及溪马河保安矿柱

在 0m 以上开采时，按 I 类构筑物进行保护，保护带宽度取 50m，岩石错动角选择为：上盘岩石 60°，下盘岩石 65°，端部岩石 65°，319 国道和漳（州）龙（岩）高速公路的保护矿柱留设为从公路边线外推 50m 安全

平距后,地表第四系表土层及风化岩层按 45°,基岩 60°向下作保安矿柱。

2）天山矿业矿界保安矿柱

龙岩市天山矿业有限公司天山石灰石矿。开采方式：地下开采。开采矿种：水泥用石灰岩、铁矿、建筑用砂岩。开采深度：由 900 米到-100 米标高。根据两矿区范围的拐点坐标，马坑矿业与天山矿业的矿权界限在局部地段基本上共线，由于马坑铁矿 85 线以东的矿体较薄、矿量少，且赋存在 300m 标高以上，该部分资源量已被回采完毕，而天山铁矿靠近边界处的矿体主要赋存在 300m 标高以下，为确保双方的开采安全，双方签订了保障各方安全生产的安全协议，并由中冶长天国际工程有限责任公司工作联系单确定：在矿权毗邻地段各留出 25m 隔离矿柱带，该隔离带严禁开采。

3）3～4#胶带运输平巷保安矿柱

马坑矿业的部分开拓工程:3～4#胶带运输平巷（365～372m 标高）局部地段靠近矿权界限布置。该运输线路是马坑矿业的主运输平巷，按 I 类构筑物进行保护。保护带宽度根据初步设计，取 20m，岩石错动角选择为：上盘岩石 60°,下盘岩石 65°,端部岩石 65°;3～4#胶带运输平巷从平巷边线外推 20m 安全平距后,地表第四系表土层及风化岩层按 45°,基岩 60°向下作保安矿柱。

4）为论证保安矿柱留设后被保护物的稳定性，马坑铁矿委托合肥工业大学完成《马坑铁矿采选扩能工程主要构筑物保安岩（矿）柱留设及采动影响模拟研究》,研究建立矿区三维数值模型进行了数值模拟分析。对 3#胶带、高速公路、溪马河、马坑村等采动响应分析，表明被保护对象最大水平变形、倾斜变形和曲率指标均满足国家控制允许要求，岩体稳定。综合数值模拟结果及国内采用充填采矿法的矿山经验，研究推荐马坑铁

矿采选扩能工程岩移观测角取 68°～70°为宜。

根据研究结果结合相关国内采用充填采矿法的矿山经验，圈定岩石移动观测界线采用的岩石移动角为：上盘、下盘岩石 68°,端部岩石 70°。

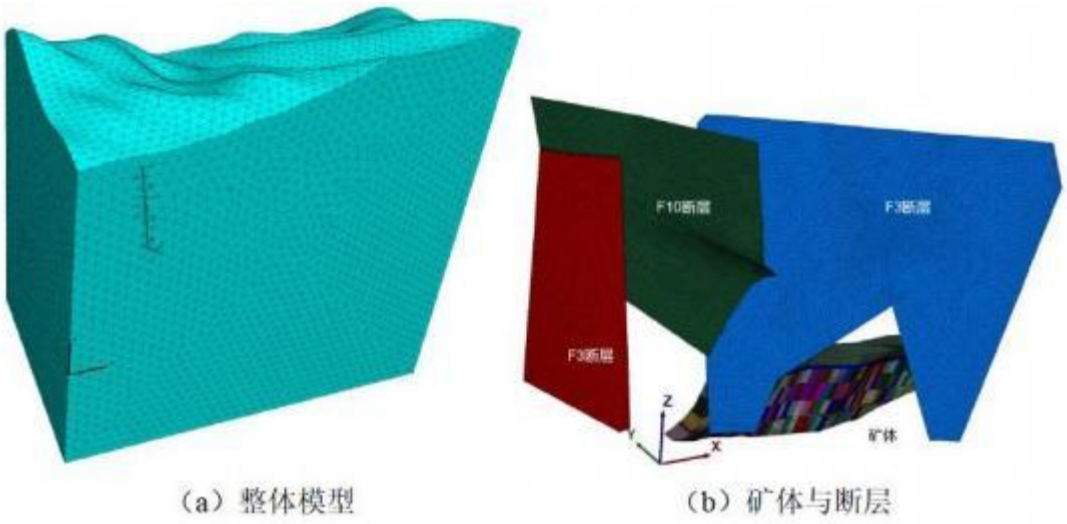

图 3.1-1 算模型一离散后三维立体图

①3#胶带采动响应分析

采选扩能工程 3#胶带，开展各监测点的应力、位移和变形特征分析。重点分析几个代表性监测点和工况的矿体开采后采选扩能工程 3#胶带附近的开采效应、地压活动时空显现演变特征及其发展动态过程、发展趋势。3#胶带监控范围内变形指标随里程关系曲线，3#胶带 x 方向水平变形最大值为 0.01058mm/m，y 方向水平变形最大值为 0.021mm/m，倾斜最大值为 0.037mm/m，曲率最大值为 0.0037mm/m^2；x 方向水平变形最小值为 0.000677mm/m，y 方向水平变形最小值为 0.000759mm/m，倾斜最小值为 0.00416mm/m，曲率最小值为 0.00000266mm/m^2。研究表明，3#胶带岩线水平变形<2mm/m、倾斜<3mm/m、曲率<0.2mm/m^2均满足国家安全监管总局 2017《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》、GB51044-2014《煤矿采空区岩土工程勘察规范》、GB50771-2012《有色金属采矿设计规范》等规范变形控制要求。

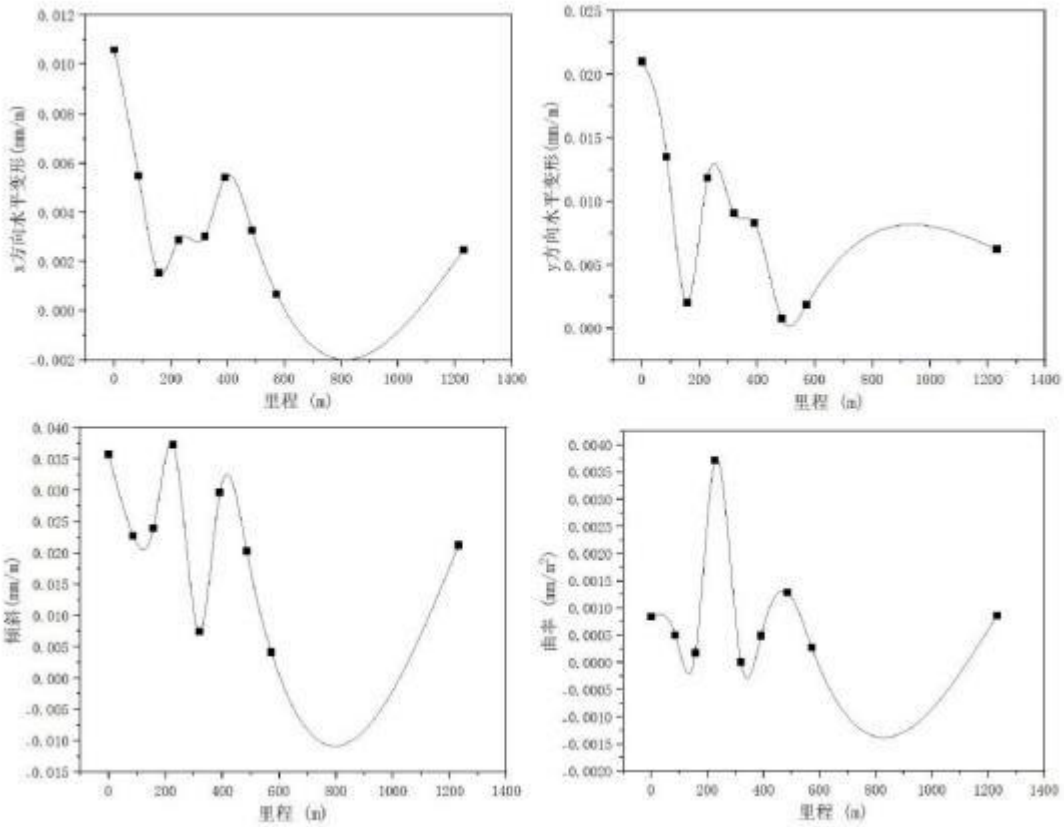

图 3.1-23#胶带监控范围内变形指标随里程关系曲线

②高速公路采动变形响应分析

高速公路 x 方向水平变形最大为 0.1501mm/m，y 方向水平变形最大值为 0.0843mm/m，倾斜最大值为 0.767mm/m，曲率最大值为 0.0960mm/m^2；x 方向水平变形最小值为 0.0091mm/m，y 方向水平变形最小值为 0.0089mm/m，倾斜最小值为 0.0068mm/m，曲率最小值为 0.0002mm/m^2。研究表明，高速公路岩线水平变形<2mm/m、倾斜<3mm/m、曲率<0.2mm/m^2 均满足国家安全监管总局 2017《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》、GB51044-2014《煤矿采空区岩土工程勘察规范》、GB50771-2012《有色金属采矿设计规范》等规范变形控制要求。

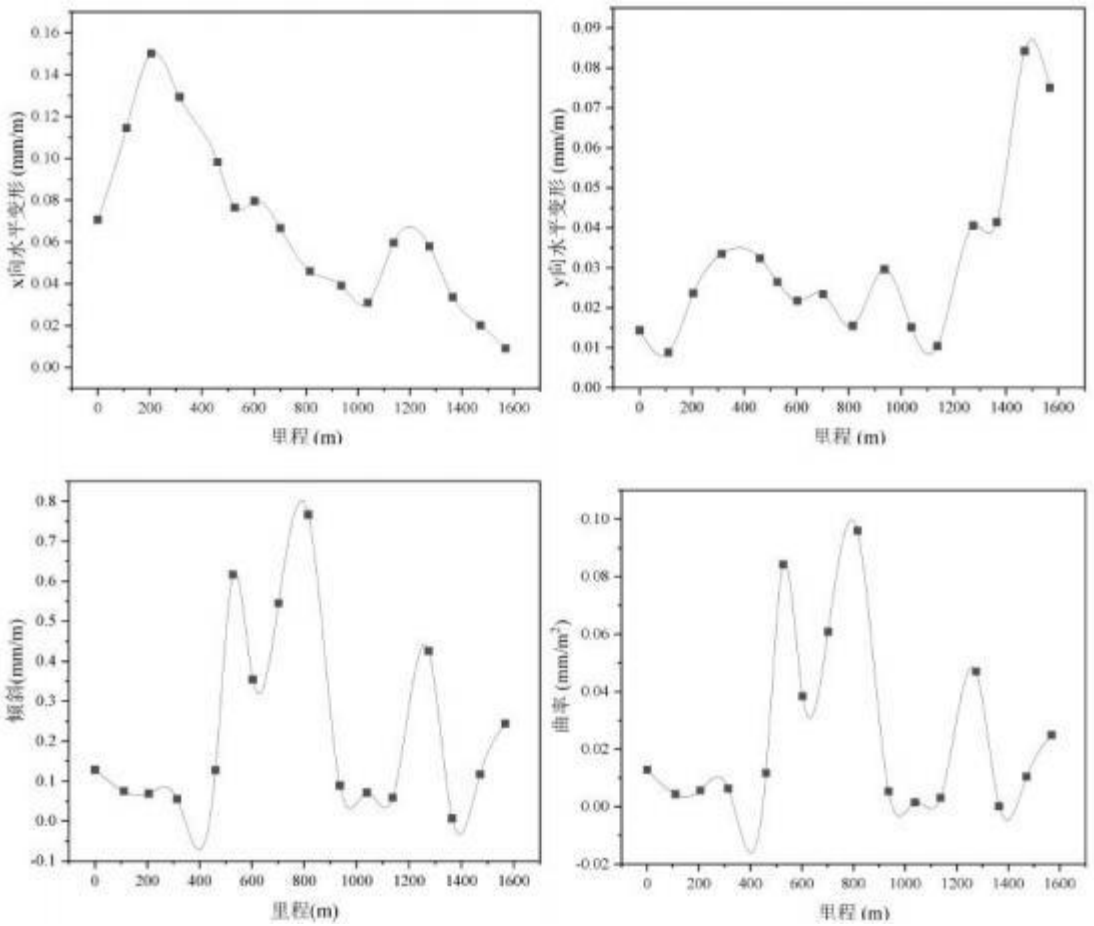

图 3.1-3 高速公路监控范围内变形指标随里程关系曲线

③溪马河采动变形响应分析

溪马河 x 方向水平变形最大值为 0.168267mm/m，y 方向水平变形最大值为 0.0873518mm/m，倾斜最大值为 0.555338mm/m，曲率最大值为 0.0899832mm/m^2；方向水平变形最小值为 0.0436463mm/m，y 方向水平变形最小值为 0.051288mm/m，倾斜最小值为 0.0633945mm/m，曲率最小值为 0.00201727mm/m^2。研究表明，溪马河岩线水平变形<2mm/m、倾斜<3mm/m、曲率<0.2mm/m^{2}均满足国家安全监管总局 2017《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》、GB51044-2014《煤矿采空区岩土工程勘察规范》、GB50771-2012《有色金属采矿设计规范》等规范变形控制要求。

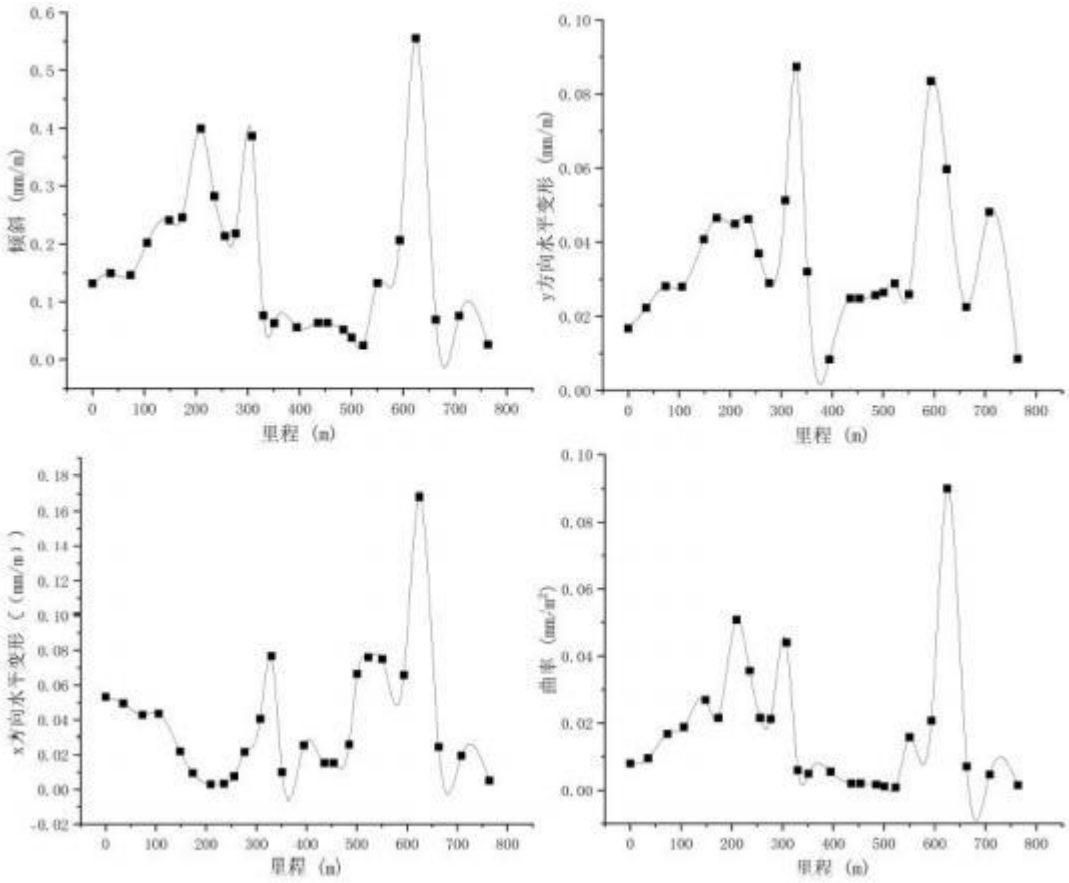

图 3.1-4 溪马河变形指标随里程变化曲线图

④马坑村采动变形响应分析

根据马坑村范围内各监测点倾斜、曲率和水平变形随沿走向岩移观测角变化曲线。监测点的倾斜、曲率和水平变形位移在沿走向岩移观测角增大过程中的变化不大，监测点的倾斜、曲率和 y 方向水平变形随沿走向岩移观测角增大不断增大；监测点的 x 方向水平变形随沿走向岩移观测角增大保持先减小后增大的趋势。监测点 152#的倾斜值和曲率最大值分别为 0.10mm/m、0.008mm/m^2，x 方向水平变形值最大为 0.0065mm/m，y 方向水平变形最大值为 0.073mm/m;监测点 158#的倾斜值和曲率最大值分别为 0.12mm/m、0.018mm/m^2，x 方向水平变形值最大为 0.006mm/m，y 方向水平变形最大值为 0.07mm/m;监测点 168#的倾斜值和曲率最大值分别为 0.092mm/m、0.007mm/m^2，x 方向水平变形值最大为 0.006mm/m，y 方向水平变形最大值为 0.07mm/m;监测点 175#的倾斜值和曲率最大值分别为 0.074mm/m、0.0082mm/m^2，x

方向水平变形值最大为0.008mm/m，y方向水平变形最大值为0.075mm/m。根据国家安全监管总局2017《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》、GB51044-2014《煤矿采空区岩土工程勘察规范》、GB50771-2012《有色金属采矿设计规范》等国家相关规范中的要求，当地表处于稳定状态时变形指标倾斜应小于3mm/m，曲率应小于0.2mm/m^2，水平变形应小于2mm/m。马坑村各个监测点的倾斜、曲率和水平变形均满足要求，开采稳定性较好。

319国道、漳（州）龙（岩）高速公路及溪马河保安矿柱、天山矿业矿界保安矿柱、3～4#胶带运输平巷保安矿柱、100m与200m阶段之间的阶段矿柱，作为永久矿柱不予回采。

5)福建马坑矿业股份有限公司452灰岩矿与铁矿同时开采相互影响

中国安全生产科学研究院《福建马坑矿业股份有限公司452灰岩矿与铁矿同时开采相互影响安全论证报告》（2022年11月）对马坑铁矿上部灰岩矿与深部铁矿同时开采相互安全影响进行分析，并提出相应的安全技术措施，保障地下开采的安全生产。主要成果如下：

①铁矿开采对上部灰岩开采围岩稳定性影响分析

在考虑上部灰岩+435m～+450m，+405m～+420m，+375m～+390m及+350m～+360m每个阶段矿房矿体一次开采及不回填灰岩采空区、铁矿-200m及+200m各阶段各步骤一次开采等不利情况下，结合下部铁矿开采对上部灰岩采空区围岩最小主应力最大值、最大主应力最大值及累计位移增量变化与地表建筑物倾斜变形与水平变形计算结果，得到以下结论：

a）下部铁矿开采对上部灰岩采空区围岩最小主应力无显著影响；

b）灰岩采空区位移增量最大值为10mm，位移变化较小，下部铁矿开采对上部灰岩采空区围岩位移无显著影响；

c）下部铁矿开采对上部灰岩采空区塑性区影响主要分布在灰岩顶板表面，但塑性区未贯通灰岩顶板，因此下部铁矿开采未加剧上部灰岩采空区整

体破坏状态。

d）铁矿与灰岩开采后，地表建筑物倾斜变形与水平变形分别为0.5mm/m和0.56mm/m，小于建筑物的一级保护建筑允许倾斜变形与水平变形值±3mm/m和±2mm/m，满足《有色金属采矿设计规范》要求，铁矿与灰岩开采对于58～73勘探线对应的地表建筑物的稳定性影响在可控范围内。

②灰岩开采对下部铁矿开采围岩稳定性影响分析

在考虑下部铁矿-200m及+200m各阶段各步骤一次开采、上部灰岩+435m～+450m，+405m～+420m，+375m～+390m及+350m～+360m每个阶段矿房矿体一次开采等不利情况下，结合上部灰岩回采对下部铁矿采空区围岩最小主应力最大值、最大主应力最大值及累计位移增量变化与地表建筑物倾斜变形与水平变形计算结果，得到以下结论：

a）上部灰岩开采对下部铁矿采空区围岩最小主应力无显著影响;

b）铁矿采空区最大主应力最大值最大增量为2.4MPa，最大主应力量值及分布变化很小，上部灰岩回采未加剧下部铁矿采空区围岩受应力集中破坏的程度;

c）铁矿采空区位移增量最大值为5.8mm，位移变化较小，上部灰岩回采未导致下部铁矿采空区围岩位移显著增大;

d）上部灰岩回采下铁矿开采采空区塑性区增量分布很小，塑性区分布变化不显著，上部灰岩回采未加剧下部铁矿采空区整体破坏状态。

e）灰岩与铁矿开采后，地表建筑物倾斜变形与水平变形分别为1.25mm/m和1.77mm/m，小于建筑物的一级保护建筑允许倾斜变形与水平变形值±3mm/m和±2mm/m，满足《有色金属采矿设计规范》要求，灰岩与铁矿开采对58～73勘探线对应的地表建筑物的稳定性影响不显著。

6）地表设施的防护

可研报告设计采用充填法处理采空区，充填质量达不到要求、充填不及时等，均可能会影响露天边坡，使地面裂缝或产生沉降。

通过合理确定开采顺序、合理设计采场结构参数、及时充填、保证充填质量等措施后，可保证地表不塌陷。

为了确保地表设施的安全性，本报告提出以下建议：

1）建议对采矿工艺参数和充填体的强度、稳定性、变形参数等进行分析和试验，在确保生产安全的前提下，优化采场结构参数和充填工艺，防止地表沉降。

2）及时充填、保证采场充填质量，做好接顶，加强上部岩石变形监测。

（3）铁矿采区与单钼矿开采的相互影响分析

根据检测结果本阶段爆破振动仅对同矿房及相邻矿房的巷道有定危害。由于铁矿+100m 以上均已采空，且矿方也在按计划完成空区充填治理，铁矿目前开采最高水平为+100m，单钼矿从+400m 水平自上而下开采，其最低开采标高为+200m，随着钼矿和铁矿开始水平的不断下降，单钼矿与铁矿高程差至少为 100m，根据爆破地震波的传播特性，在同等爆破条件下距离越大，质点的振动速度越小，对建(构)筑物和设施、设备的影响就越小。由此推，在当前爆破参数下，铁矿开采爆破振动对单钼矿空区不会产生危害。

3.1.2 安全检查表法

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
1	下列地段和地区不应选为厂址：发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区；有严重放射性物质污染影响区；生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域；对	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）第 3.0.14 条	地震烈度为 6 度区，场址不在上述各区域内。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内；很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段；具有开采价值的矿藏区；受海啸或湖涌危害的地区。			
2	总平面布置应节约集约用地，提高土地利用率。布置时并应符合下列要求： 1 在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施，应采用联合、集中、多层布置； 2 应按企业规模和功能分区，合理地确定通道宽度； 3 厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整； 4 功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）第 5.1.2 条	铁矿采区地表设施主要由扩能选矿厂、扩能后期选矿厂、1#箕斗井、充填站等部分组成。除扩能后期选矿厂外，其他地表设施利用已征地，不需新征用地。 单钼矿采区地表设施主要由粗碎间工业场地、单钼矿选矿系统、单钼矿竖井工业场地、公辅设施等部分组成。 可研报告中按要求进行了设计。	符合要求
3	矿井（竖井、斜井、平硐等）井口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高应高于当地历史最高洪水位。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.8.2.3 条	矿区历史最高洪水位 399m。 铁矿采区井口标高： 箕斗主井（利旧）井口标高为+640m； 新建 1#箕斗井井口标高为+650； 2#副井（利旧）井口标高 640m； 斜坡道（利旧并延深）井口标高 532； 1#专用进风井(利旧并延深）井口标高 634m； 2#专用进风井(利旧并延深)井口标高 595.8m； 东回风井（利旧）井口标高 580m； 西回风（利旧并延深）井口标高 600m； 单钼矿采区井口标高：	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
			现有赶山坑斜坡道硐口标高466.74m； 主进风井井口标高521.876m； 总回风井井口标高523.496m。 各井口均高于当地历史最高洪水位1m以上。	
4	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012） 第3.0.8条	扩能工程工业场址除新建选厂其余均利旧，场址具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	符合要求

3.1.3 单元小结

该项目总平面布置中应加以重视的问题有：

（1）建议对采矿工艺参数和充填体的强度、稳定性、变形参数等进行分析和试验，在确保生产安全的前提下，优化采场结构参数和充填工艺，防止地表沉降。

（2）及时充填、保证采场充填质量，做好接顶，加强上部岩石变形监测。

（3）地表陷落带及其四周的移动带是危险区域，位于危险区域内的设施、建（构）筑物等，可能会遭到破坏；人员、车辆进入危险区域，可能会受到危害。危险区域设置警示标志、防护栏等措施。

（4）综合考虑目前无法处理的空区，建议开展马坑铁矿（铁矿开采、单钼矿开采）与马坑灰岩矿同时开采状况下对地表建构筑物的影响的专题研究。

3.2 开拓单元

3.2.1 危险、有害因素辨识与分析

开拓系统主要存在的危险、有害因素有：

1、井巷工程施工过程中，凿岩、爆破后由于振动，顶板和帮壁会产生危石，如果岩层破碎、断层裂隙发育、支护不及时可能产生顶板冒落或片帮，未事先处理顶板和两帮的浮石，均可造成人员伤亡。

2、井巷工程施工过程中若与含水层贯通可能引发透水事故。

3、若一次爆破药量较大，爆破冲击波、爆破飞石对人员、井巷、设备产生危害；处理盲炮、残炮方法不当，造成放炮事故。

4、井巷工程施工过程中采取安全防护措施不当，可能导致高处坠落事故。

5、顶板及两帮的浮石未及时处理或处理不干净，浮石坠落；施工过程中物料、设备、工具等坠落物均可能产生物体打击。

6、井巷工程施工和使用过程中通风措施不当、安全管理不善，容易发生炮烟中毒窒息事故，造成人员伤亡。

3.2.2 预先危险性分析

表 3.2-1 开拓系统预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
冒顶片帮井巷坍塌	掘进顺序、凿岩爆破等操作不当；施工过程中未按设计进行；围岩松软不稳固的掘进工作面没有及时采取支护措施、支护质量不合格；未及时处理浮石或处理浮石操作不当；井巷工程维护不当。	人员伤亡设备损坏	Ⅳ	掘进顺序、凿岩爆破、井巷支护等应按设计、规定等进行；施工过程中应进行安全防护、及时对井筒进行砌护；并保证支护质量；事先处理顶板和两帮的浮石；处理浮石应正确操作。
透水	遇含水层时未采取超前探水措施与含水层贯通；地表防洪工程不合格，井下排水设施不健全；应急系统不完	人员伤亡设备损坏	Ⅲ	井巷掘进时，采取超前探水措施，尽量避开地质构造带；合理设计防排水设施；建立预警机制并有效实施。

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	善。			
放炮	一次爆破药量较大，爆破冲击波、爆破飞石对人员、井巷、设备产生危害；处理盲炮、残炮方法不当。	人员伤亡 设备损坏	Ⅳ	合理设计爆破作业；控制装药数量；爆破时及时发出警戒信号；爆破前留出足够的时间，使人员及时躲避，人员和设备应在安全距离之外；正确处理盲炮、残炮。
炸药爆炸	未按要求储存起爆器材；未配备防灭火设施。	人员伤亡 设备损坏	Ⅳ	合理选择发放站位置；根据爆破器材性质按要求分类储存；严禁存在吸烟等外界火源；配备必要的灭火器材。
中毒窒息	独头掘进时未采取有效的通风措施。	人员伤亡	Ⅳ	井巷施工过程中应设置足够的通风设施。
高处坠落	人员从井口坠落；高处作业时坠落。	人员伤亡	Ⅲ	井口采取适当的防护措施，如设置防护栏和警示标志等；安全出口应按要求设置梯子间等；高处作业应采取安全防护措施，如设置安全平台、佩戴安全带等。
物体打击	井口或井筒内设施掉落；浮石未及时处理或处理不干净浮石坠落；施工过程中物料、设备、工具等坠落物等。	人员伤亡	Ⅲ	1.采用普通法掘进天井时，必须架设牢固可靠的工作台和支护棚，支护棚距离工作面的距离不得大于 6m，掘进高度超过 7m 时必须安装梯子间和渣子间。 2.天井贯通前 7m，测量人员必须给出准确的贯通位置，并在上部巷道设置安全警示标志和围栏。

3.2.3 安全检查表

本节安全检查表内的检查项依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）进行编制。

表 3.2-2 开拓系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
安全出口				
1	每个矿井至少应有两个相互独立、间距不小于 30m、直达地面	《金属非金属矿山安全规程》	铁矿采区通往地面的安全出口有 2#副	符合要

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	的安全出口；矿体一翼走向长度超过1000m时，此翼应有安全出口。	（GB16423-2020）第6.1.1.1条	井、主斜坡道、胶带斜井。 单钼矿采区通往地面的安全出口有2个，包括：赶山坑斜坡道、单钼矿进风井。	求
2	每个生产水平或中段至少应有两个便于行人的安全出口，并应同通往地面的安全出口相通。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.1.1.1条	每个生产中段都设有两个以上便于行人的安全出口，并和通往地表的安全出口相通。	符合要求
3	作为应急安全出口的竖井应设应急提升设施或者梯子间。深度超过300m的井筒设置梯子间时，应在井筒无马头门段设置与梯子间相通的休息硐室。休息硐室间距不大于150m。硐室宽度不小于1.5m，深度不小于2.0m，高度不小于2.1m。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.1.1.4条	2#副井井筒内设置梯子间与各中段相连，利旧。各中段均设有马头门。 单钼矿采区总回风井（即现有回风井）布置在矿体西南端部，作为该矿的总回风出口并兼作应急安全出口，各中段均设有马头门。	符合要求
运输巷道				
4	行人的斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室：人行道的高度不小于1.9m，宽度不小于1.2m；躲避硐室的高度不小于1.9m，深度和宽度均不小于1.0m。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.2.5.6条	可研报告中没有相关内容。	下阶段设计中需完善
5	行人的无轨运输巷道应按下	《金属非金属矿山安	可研报告中无相	下

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	列要求设置人行道：人行道的高度不小于1.9m,宽度不小于1.2m。	全规程》（GB16423-2020）第6.2.5.6条	关内容。	阶段设计中需完善
支护				
6	在不稳固的岩层中掘进时应进行支护。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.2.7.2条	该项目0m以上已建成完备的开拓运输、提升、通风、排水等系统，扩能工程新掘井巷工程按如下支护方式： 专用进风井、西回风井及东部0m以下端部回风井均采用C25砼喷射支护,厚度150mm。斜坡道穿过上盘岩体和下盘岩体中过断层或穿过破碎带时，采用C20砼浇灌厚300mm，穿过软弱带喷C25砼支护，厚100mm。穿过破碎带喷C25砼支护，厚100mm。-60m、-150m、-200m各阶段平巷过断层时采用C20砼浇灌厚度300mm。 硐室工程：根椐巷道的断面及岩石破碎程度，采用钢筋砼、喷射及喷锚网等支护型式。 泄水井、矿岩溜井等一般不考虑支护，遇破碎带，可根据岩石的破碎程度采用合适的支护型式。	符合要求
防坠				

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
7	天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方，应设警示标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.1.4.5条	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需完善
8	在竖井、天井、溜井和漏斗口上方，或在坠落基准面2m以上作业，有发生坠落危险的，应设安全网等防护设施，作业人员应佩戴安全带。作业时，不应抛掷物件，不应上下层同时作业，并应设专人监护。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.1.4.6条	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需完善
9	人行巷道的水沟盖板。	安监总局[2015]第75号	可研报告中没有相关内容。	下一阶段设计中需完善
井下爆破器材库				
10	井下爆破器材库的布置应遵守下列规定： --井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内； --炸药库巨井筒、井底车场和主要巷道的距离：硐室式库不小于100m，壁槽式库不小于60m； --炸药库距经常行人巷道的距	《爆破安全规程》GB6722-2014第14.2.3.2条	该项目铁矿采区前期-150m阶段开采时，在主斜坡道-30m标高附近建井下分库一座，存放硝铵炸药一昼夜用量12t，非电起爆器材10天用量。后期-200m阶段开采时，在	下一阶段设计中需完

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	离：硐室式库不小于25m，壁槽式库不小于20m； --炸药库距地面或者上下巷道的距离：硐室式库不小于30m，壁槽式库不小于15m； --井下炸药库应设防爆门； --井下爆破器材库除设专门储存爆破器材的硐室和避槽外，还应设联络硐室或避槽的巷道和若干辅助硐室； --储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。		主斜坡道-180m标高附近建井下分库一座，存放硝铵炸药一昼夜用量6t，非电起爆器材10天用量。 爆破器材库采用硐室式布置，设有炸药硐室、雷管硐室、发放通道和防火器材硐室等，通道按照相应规范的要求进行布置。库内设炸药硐室，雷管硐室及其他辅助硐室。井下爆破器材库距井筒、井底车场和主要巷道的距离不小于100m，井下爆破器材库距行人巷道的距离不小于25m。 铁矿采区井下爆破器材库可研未明确其他内容。 单钼矿采区井下爆破器材发放站于400m水平运输大巷近回风井处。爆破器材发放站设置炸药存放硐室、雷管存放硐室、消防器材硐室、爆破器材发放硐室。发放站存放的炸药最大设计量为0.5t，雷管最大设计量为1000发；炸药与雷管应分开存放，并用砖或混凝土墙隔开，发放站存药库距经常行人巷道距离为30m，大于25m，且设置一个直角弯与行人巷道相连。 各硐室间由通道	善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			连通，最终通过两侧通道与中段巷道相连，两侧通道内靠近巷道处各设1处防火门，共2处防火门，两侧通道靠近主硐室处各设1处防爆门，共2处防爆门。爆破器材存放硐室、通道采用混凝土支护，防爆门处采用钢筋混凝土支护，均采用防水混凝土，与爆破器材库临近的巷道均按喷射混凝土或喷锚支护设计。 井下爆破器材库距离中段运输巷道、炸药库回风井的距离均大于100m。	
11	不应在井下爆破器材库对应的地表修筑永久性建筑物，也不应在距库房30m范围内掘进巷道。	《爆破安全规程》GB6722-2014第14.2.3.8条	井下爆破器材库对应的地表无永久性建筑物，距库房30m范围内不掘进巷道。	符合要求

3.2.4 评价小结

（1）经分析，开拓单元存在的危险有害因素主要有：冒顶片帮、井巷坍塌、透水、放炮、炸药爆炸、中毒窒息、高处坠落、物体打击。其中冒顶片帮、井巷坍塌、炸药爆炸、放炮、中毒窒息危害等级定为Ⅳ级，发生危害的后果均可能造成人员伤亡和井巷工程大面积损坏，应重点防范。

（2）可研报告设计的安全出口位置及数量符合规程要求。下阶段设计需补充完善如下内容：

1）下一阶段设计中应明确行人的斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室：人行道的高度不小于1.9m，宽度不小于1.2m；躲避硐室的高度不

小于 1.9m，深度和宽度均不小于 1.0m。

2）行人的无轨运输巷道应按下列要求设置人行道：人行道的高度不小于 1.9m，宽度不小于 1.2m。

3）天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方，应设警示标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。

4）在竖井、天井、溜井和漏斗口上方，或在坠落基准面 2m 以上作业，有发生坠落危险的，应设安全网等防护设施，作业人员应佩戴安全带。作业时，不应抛掷物件，不应上下层同时作业，并应设专人监护。

5）人行巷道水沟应设置盖板。

6）铁矿采区井下爆破器材库的布置应遵守下列规定：井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内；炸药库巨井筒、井底车场和主要巷道的距离：硐室式库不小于 100m，壁槽式库不小于 60m；炸药库距经常行人巷道的距离：硐室式库不小于 25m，壁槽式库不小于 20m；炸药库距地面或者上下巷道的距离：硐室式库不小于 30m，壁槽式库不小于 15m；井下炸药库应设防爆门；储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。

7)不应在井下爆破器材库对应的地表修筑永久性建筑物，也不应在距库房 30m 范围内掘进巷道。

3.3 提升和运输单元

3.3.1 危险、有害因素辨识与分析

（1）竖井提升

在竖井提升过程中存在的主要危害为高处坠落，其表现形式主要是坠罐，坠罐的后果非常严重。

（2）有轨运输

有轨运输主要的危害为车辆伤害，车辆伤害产生的主要原因：列车间挂钩设置不合理，可能引发电机车脱轨；路面、轨道架线设计不合理或未按要求进行铺设；车辆在过弯道、岔道等处未发出信号，会发生人员与车辆相撞事故等。

（3）无轨运输

车辆伤害产生的主要原因：运输道路施工不合理、道路维修、养护不及时；检修、危险地段未设置路标；行车视距不够等。

（4）胶带运输

胶带运输主要危害为机械伤害，机械伤害产生的主要原因：输送机离顶板距离过近；带式输送机未设有防胶带撕裂、断带、跑偏等保护装置及可靠的制动、胶带清扫以及防止过速、过载、打滑、大块冲击等保护装置；线路上未有电气联锁和停车装置等。

3.3.2 预先危险性分析表

表 3.3-1 提升运输系统预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
提升系统				
高处坠落(主要	提升系统存在缺陷，设备带病运转；钢丝绳选择不合适、使用不当、未进行及时检修；安	人员伤亡 设备损坏	III	选购质量合格的提升设备设施并定期进行检修、正确使用；禁止设备带病运转；设置齐全、可靠

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
为坠罐)	全保护装置不齐全、不可靠，操作失灵，提升装置的机电控制系统安全保护装置与电气闭锁装置不符合规程要求；无声光信号装置或信号不清；罐笼无防坠器；井口没有阻车器；无定车装置；提升速度过快；摇台、托台闭锁装置不满足要求。			的安全保护装置并使其处于正常状态；提升装置的机电控制系统安全保护装置与电气闭锁装置符合规程要求；配备声光信号装置，并保证信号清晰；罐笼设防坠器；井口设阻车器；提升设备应设置定车装置；应装设速度指示器或自动速度记录仪等；竖井罐笼提升系统的各中段马头门，应根据需要使用摇台。摇台、托台应与提升机闭锁。
有轨运输				
车辆伤害	列车间挂钩设置不合理，列车运行时脱钩；人员未沿人行道行走；路面、轨道未按设计铺设；维修线路时未设置临时信号；电机车非正常状态下行驶；未按要求进行驾驶；轨道未及时清理，轨道上有石块、物体等	人员伤亡	III	列车间挂钩应进行合理设置，加强管理防止列车运行时脱钩；人员应沿人行道行走；巷道、道路规格应按设计合理施工；路面和轨道应按设计合理铺设；维修线路时应设置临时信号；电机车非正常状态下不应行驶；按要求进行驾驶；轨枕及时更换；轨道及时清理，保持路面清洁
无轨运输				
车辆伤害	运输道路未按设计要求施工；未设置躲避硐室；道路维修、养护不及时；检修、危险地段未设置路标；车辆灯光、刹车、信号、警报系统失灵；车速过快；超载；超员乘车、跳车、扒车等不按要求乘车行为.	人员伤亡 设备损坏	III	运输道路应按设计要求施工；道路应及时维修和养护；检修、危险地段设置路标；车辆灯光、湿式刹车、信号、警报系统应保持良好状态；不应超速行驶；不应超载；严禁超员乘车、跳车、扒车等不按要求乘车行为
胶带运输				
机械伤害	输送机离顶板距离过近；胶带的安全系数不够；带式输送机未设有防胶带撕裂、断带、跑偏等保护装置及可靠的制动、胶带清扫以及防止过速、过载、打滑、大块冲击等保护装	人员受伤	II	按要求合理安装输送机；设置必要的保护装置，如设置电气联锁、停车装置和信号装置等；按要求进行使用、检修，严禁过载及带病运行；应设置符合要求的检维修通道。

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	置；线路上未有电气联锁和停车装置；没有信号装置或信号装置使用不当；过载；未设置检修通道或检修通道不符合要求。			

3.3.3 安全检查表法

表 3.3-2 提升运输系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
竖井				
1	提升容器和平衡锤在竖井中运行时应有罐道导向。缠绕式提升系统应采用木罐道或者钢丝绳罐道，摩擦式提升系统应采用型钢罐道、木罐道或者钢丝绳罐道。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.4.4.1条	铁矿采区： 箕斗主井提升机采用多绳摩擦提升机，采用钢丝绳罐道； 新建1#箕斗主井采用多绳摩擦式提升机，采用钢丝绳罐道； 1#副井采用多绳摩擦提升机，采用刚性罐道； 2#副井采用多绳摩擦提升机，采用刚性罐道。	符合要求
2	提升竖井的井塔或者井架内和竖井井底应设置过卷段。过卷段高度应符合下列规定： ——提升速度大于6m/s时，不小于最高提升速度下运行1s的距离或者10m； ——提升速度为3m/s～6m/s时，不小于6m； ——提升速度小于3m/s时，不小于4m； ——凿井期间用吊桶提升时，不小于4m。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.4.4.14条	0#箕斗井提升速度12m/s，防过卷高度约为11.8m； 新建1#箕斗主井提升速度9.9m/s,防过卷高度约为12.6m，1#箕斗主井交通罐提升速度4.77m/s，防过卷高度约为10.6m； 1#副井提升系统提升速度6m/s，防过卷高度约为11.8m； 2#副井提升速度7.81m/s，防过卷高度约为12.3m。	符合要求
3	过卷段终端应设置过	《金属非金属矿山安全	0#箕斗井、1#箕斗主井、1#	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	卷挡梁；发生过卷事故后过卷挡梁应能正常使用。	规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.15 条	副井、2#副井设置过卷挡梁。	
4	竖井提升系统应符合下列规定： ——过卷段应设过卷缓冲装置或者楔形罐道，使过卷容器能够平稳地在过卷段内停住； ——深度大于 800m 的竖井应设过卷缓冲装置，使过卷容器在缓冲装置内平稳停住，并不再反向下滑或反弹。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.16 条	0#箕斗井过卷段内设置过卷缓冲装置；1#箕斗主井井架过卷段罐笼侧设置防过卷缓冲装置（含防坠装置）；1#副井提升系统井架过卷末端设有过卷挡梁，过卷段罐笼侧设有钢带式过卷缓冲托罐装置；2#副井提升系统井架、井底过卷末端设有过卷挡梁，过卷段罐笼侧内设有钢带式过卷缓冲托罐装置。	符合要求
5	竖井升降人员时，加速度和减速度应不超过 0.75m/s^2；升降物料时，加速度和减速度应不超过 1.0m/s^2。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.8.10 条	0#箕斗井提升物料时，加速度和减速度均为 0.7m/s^2； 1#箕斗主井提升物料时，加速度和减速度均为 0.8m/s^2，1#箕斗主井内设置一套交通罐，采用罐笼+平衡锤提升方式，加速度和减速度均为 0.5m/s^2； 1#副井提升人员时，加速度和减速度均为 0.7m/s^2； 2#副井提升人员时，加速度和减速度均为 0.7m/s^2。	符合要求
6	提升人员的罐笼提升系统应符合下列规定：同一层罐笼不应同时升降人员和物料。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.19 条	1#副井、2#副井负责基建期的出渣任务，同一层罐笼不同时升降人员和物料。	符合要求
钢丝绳和提升装置				
1	摩擦式提升钢丝绳悬挂时的安全系数应符合下列规定：专作升降人员用的，不小于 8.0；升降人员和物料用的，升降人员时不小于 8.0，升降物料时不小于 7.5；专作升降物料用	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.6.3、6.4.6.4、6.4.6.5 条	0#箕斗井专作升降物料安全系数 7.74； 新建 1#箕斗主井升降物料安全系数 7.46，1#箕斗主井交通罐提升人员时安全系数 10.22； 1#副井提人时安全系数 10.58，提渣时安全系数 10.84；	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	的，不小于 7.0；平衡尾绳，不小于 7.0。 罐道钢丝绳和防撞钢丝绳安全系数不小于 6.0。 制动钢丝绳安全系数不小于 3.0。		2#副井升降人员用安全系数 9.05。	
2	提升装置的机电控制系统应采用双 PLC 控制系统，实现位置和速度的冗余保护，并具有下列保护功能： 限速保护；主电动机的短路及断电保护；过卷保护；过速保护；过负荷及无电压保护；闸瓦磨损保护；润滑系统油压过高、过低或制动油温过高的保护；直流电动机失励磁保护；测速回路断电保护。 提升系统应设符合要求的闭锁装置、连锁装置、安全制动、过电流保护等。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.8.11、6.4.8.12、6.4.8.13、6.4.8.14 条	0#箕斗井提升系统均设置有上、下防过卷开关和限速开关。一旦提升系统发生过卷或者速度超过设定值，控制系统发出信号，安全制动系统工作。 1#箕斗主井提升机设有限速保护、短路保护、过负荷和无电压保护、闸瓦磨损保护装置等各项保护措施，主井提升系统设置有上、下防过卷开关和限速开关，提升容器超过正常停车位置时，安全制动系统工作。 1#副井提升系统提升机闸控制动系统采用恒减速制动，提升机电控系统采用双 PLC 控制，实现位置和速度的冗余保护。控制系统具有限速保护、短路及断电保护、过卷保护、过速保护、过负荷和无电压保护、闸瓦磨损保护、制动保护、润滑系统保护、测速回路断电保护以及提升机与信号系统之间闭锁装置等各项保护措施 2#副井提升系统设置有上、下防过卷开关，井上、井下设置有限速开关。一旦提升系统发生过卷或者速度超过设定值，控制系统发出信号，安全制动系统工作。	符合要求
中段运输				
1	采用无轨设备运输应遵守下列规定： ——应采用地下矿山专用无轨设备； ——行驶速度不超过	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.3.4.3 条	可研明确铁矿采区采场出矿采用出矿采用铲运机。 单钼矿采区矿石采用 20t 矿用地下卡车经赶山坑斜坡道分别运至钼矿选矿厂，废石采用 20t 矿用地下卡车运至废石综合	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	25km/h； ——通过斜坡道运输人员时，应采用井下专用运人车，每辆车乘员数量不超过 25 人； ——油料运输车辆在井下的行驶速度不超过 15km/h，与其他同向运行车辆距离不小于 100m； ——自动化作业采区应设置门禁系统； ——按照设备要求定期进行检查和维护保养。		利用厂或井下就近充填空区。人员运输选用 RU-15（载 15 人）胶轮人车。可研报告中未明确其他内容。	
带式输送机				
1	井下带式输送机应采用阻燃型输送带。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.3.1 条	采用阻燃胶带。	符合要求
2	带式输送机应有下列安全保护装置： ——装料点和卸料点设空仓、满仓等保护和报警装置，并与输送机联锁； ——输送带清扫装置以及防大块冲击、防输送带跑偏等的保护装置； ——紧急停车装置； ——制动装置。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.3.5 条	胶带机系统与矿石破碎站给料胶带及破碎机实行联锁控制。胶带机设置有以下安全保护设施： 胶带内置环形感应线圈，防胶带纵向撕裂； 上行胶带机设防逆转装置；在胶带机驱动滚筒、改向滚筒处设速度监测装置，防胶带打滑； 在胶带装料点和卸料点，设有空仓、满仓保护装置；胶带机沿线设有紧急停车拉绳开关	符合要求

3.3.4 评价小结

运输系统主要危害是高处坠落、机械伤害和车辆伤害，应重点防范的是高处坠落和车辆伤害。

下一阶段设计中应完善以下问题：

（1）采用无轨设备运输应遵守下列规定：地下矿山专用无轨设备行驶

速度不超过 25km/h；通过斜坡道专用运人车每辆车乘员数量不超过 25 人；油料运输车辆在井下的行驶速度不超过 15km/h，与其他同向运行车辆距离不小于 100m；自动化作业采区应设置门禁系统；按照设备要求定期进行检查和维护保养。

（2）无轨设备运行应遵守下列规定：不超载；不熄火下滑；避让行人；不站在铲斗内作业；不在设备的工作臂、升举的铲斗下方停留；不从设备的工作臂、升举的铲斗下方通过；车辆间距不小于 50m；在斜坡道上停车时采取可靠的挡车措施；司机离开前停车制动并熄灭柴油发动机、切断电动设备电源；维修前柴油设备熄火，切断电动设备电源。

3.4 采掘单元

3.4.1 危险、有害因素辨识与分析

该项目地下开采回采作业中主要危害有冒顶片帮、水灾、爆破器材爆炸、中毒窒息、物体打击、高处坠落、机械伤害、触电等。

产生原因主要有：未及时处理浮石或处理浮石方法不当；未按设计进行回采作业；平台、梯子不稳固或未按要求布置；充填不及时（未及时充填的采空区数量过多、面积过大等）、不接顶、充填不实、充填强度不够、充填质量不合格，未按要求顺序进行充填等也会引发冒顶片帮，严重时会导致岩石移动范围内地表沉降。大气降雨是马坑铁矿矿区岩溶水系统的重要补给来源，大气降雨补给主要分布在矿区东部，降雨沿分布于灰岩裸露区的岩溶裂隙、因开挖出露地表溶洞、采空塌陷裂隙等通道渗漏补给岩溶水。随着矿区开采规模和深度的增加，矿坑涌水量将进一步增大、水文地质条件决定了矿区岩溶水难以彻底疏干，而巷道掘进过程还可能遭遇新的突水、涌水灾害；采场爆破后未进行有效的通风；作业环境未设置照明或照明度不够等。

3.4.2 预先危险性分析表

表 3.4-1 采掘单元预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
冒顶片帮（地表塌陷）	采深较深，地压较大；采场暴露面积太大；采场矿柱设计不合理；空区未及时处理，采场暴露时间过长；破碎面未进行支护；地下水疏干，破坏了地下含水层结构；充填体强度不够或充填质量未满足要求。	人员伤亡 设备损坏	Ⅳ	合理确定采场布置参数；对井下地压进行监测；及时、正确处理浮石；按设计要求进行回采作业及留设矿(岩)柱，地下水疏干及回采所形成的空区应及时充填，并保证充填质量。
爆破伤害	凿岩、爆破位置不当、布孔不合理、爆破设计不合理；未按爆破规程进行爆破作业；爆破材料选择不合适或质量不合格；静电影响；混装炸药质量不合格等。	人员伤亡 设备损坏	Ⅳ	凿岩、布孔应合理；爆破设计应合理；按爆破规程进行爆破作业；选择质量合格的爆破器材；消除静电影响；尽量避免混装炸药质量不合格。
机械	钻机、铲运机等未采取防护措施或防	人员伤亡	Ⅲ	对机械设备采取合理有效的防

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
伤害	护措施不合理；钻机、铲运机等设备自身缺陷，安装、维护、使用不当；违章作业或操作失误；弯道曲线半径不符合要求；采场、巷道照明度不够，钻机、铲运机等的危险部位未设置警示标志。			护措施；选择正规的与设计相符的设备；加强对设备的维护、使用；提高照明度，在设备的危险部位设置警示标志；建立健全安全生产管理制度。
高处坠落	采场内高处作业而未采取安全防护措施或防护措施失效；平台、梯子不稳固或未按要求布置；上下梯子时注意力不集中；照明不足；溜井口未设安全车挡；处理溜井堵塞方法不当；处理浮石方法不当。	人员伤亡	III	高处作业要采取有效的安全防护措施；人员上下梯子时注应集中注意力；采场等地应有足够的照明；溜井口应设安全车挡；人员不应直接站在溜井、漏斗的矿石上或进入溜井与漏斗内处理堵塞；应事先处理顶板及两帮浮石；不应在同一采场同时凿岩和处理浮石。
触电	机械设备及电线电缆等用电过程中漏电。	人员伤亡	III	设置漏电保护装置，电线电缆按要求进行敷设。
起爆器材爆炸	作业场地起爆器材搬运、存放不当，遇外界火源、振动、摩擦等引发爆炸。	人员伤亡 设备损坏	IV	爆破器材应按要求进行存放，爆破器材存放处杜绝外界火源，尽量避免爆破器材受振动、摩擦等。
中毒窒息	采场内未采取有效的通风；通风设备故障；风量不足；通风时间不够；工作人员提前进入有炮烟的工作面。	人员伤亡	III	采场内采取有效的通风；加强对通风设备的维修保养；保持采场有足够的风量和通风时间；工作人员不应提前进入有炮烟的工作面。
充填体泄露(漏浆跑浆)	设备故障、闸阀磨损；充填材料质量或浓度不合格；充填工艺、充填路线设计不合理；充填管接头密封不严；充填管老化；采场及下部通道密封不严；隔墙不牢固。	人员伤亡 设备损坏	Ⅳ	经常检查各种闸阀、胶筒的磨损程度，及时维修、更换；保证充填材料质量、浓度合格；合理设计充填工艺；采取合适的充填路线；充填管接头应密封严实；充填管老化应及时更换；采场及下部通道密封严实；隔墙应牢固可靠；加强管路巡检。
堵管	充填体浓度太高。	影响生产	II	随时观测充填体浓度，防止其浓度过高。
水灾	极端天气淹井；排水设备设施选择、施工不合理。	人员伤亡 设备损坏	III	采掘过程中应有合理的探水工艺；设立正确的排水系统；按设计选取合理的排水设备设施

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
				并合理施工。
物体打击	铲运机装载过满；人员离铲运机较近；处理浮石方法不当；运输巷道底板不平整。	人员伤亡	III	铲车装载量不应过大；应正确处理浮石；运输巷道底板应保持平整；人员离铲车保持安全距离。

3.4.3 安全检查表法

表 3.4-2 采掘单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	每个采区或者盘区、矿块均应有两个便于行人的安全出口，并与通往地面的安全出口相通。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.3.1.4 条	每个矿块都设有两个天井连通上下中段巷道，并设有梯子和照明，作为安全出口。	符合要求
2	在不稳固的岩层中掘进时应进行支护；在松软、破碎或流砂地层中掘进时应在永久性支护与掘进工作面之间进行临时支护或特殊支护。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.2.7.2 条	可研要求：围岩松软不稳固的回采工作面、采准和切割巷道，应采取支护措施。	符合要求
3	应建立采场顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，应有监控手段和处理措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.3.1.12 条	建立顶板管理制度。对顶板不稳定的采场，节理裂隙较发育的区域，视其具体条件分别采用长锚索、锚杆和金属网联合支护	符合要求
4	人员需要进入的采场应有良好的照明。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.3.1.11 条	井下所有作业点、运输巷道、安全通道和通往作业点的人行道均设置照明。采掘工作面采用移动式照明。	符合要求
5	采用充填法回采应遵守下列	《金属非金属矿山安全规	可研报告无相	下阶段

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	规定：采场中的顺路行人井、溜矿井、水砂充填用泄水井和通风井，应保持畅通。	程》（GB16423-2020）第6.3.2.10条	关内容。	设计中需完善

3.4.4 爆破震动效应评价

爆破过程中，由于炸药的多余能量不可避免会转换变为震动波，从爆源以波的形式向外层工作介质传播，最后传播到对象表面，从而产生负面效应的爆破振动。在爆破区域的特定范围中，当爆破振动超过一定限度时，会对周围建（构）筑物与工程设施等造成破坏。因此，在实际工程中，应通过采取多种综合措施来控制爆破效应，减少一次爆破的震动规模及危害，选择最佳爆破工作参数来保障建（构）筑物和运行设备的安全。

1．爆破振动安全允许距离计算

爆破振动安全允许距离，按如下公式进行计算：

$$R=(\frac{K}{V})^{\frac{1}{\alpha}}Q^{\frac{1}{3}} \tag{3-33}$$

式中：R——爆破振动安全允许距离，m；

Q——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，kg；

V——保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s；

K，α——与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，参照类似矿山经验数据，参考下表选取，K取200，α取1.6。

表3.4-3 爆区不同岩性的K、α值

岩性	K	α
坚硬岩石	50～150	1.3～1.5
中硬岩石	150～250	1.5～1.8
软岩石	250～350	1.8～2.0

根据上述计算公式计算结果见下表。

表3.4-4 铁矿采区爆破振动安全允许距离计算表

序号	建构筑物名称	安全允许质点振速 cm/s	K	α	最大单段药量 Kg	爆破振动安全允许距离 M	最小距离 M	是否满足要求
1	工业场地	4	200	1.6	600	98	采矿场、主斜坡道（出口标高为 532.0m）、5#胶带机斜井（井口工业场地标高为 459.629m）、箕斗井（井口工业场地标高为 640.0m）、1#副井（井口工业场地标高为 625.0m）、2#副井（井口工业场地标高为 640.0m）、1#专用进风井（井口工业场地标高为 634.4m）、2#专用进风井（井口工业场地标高为 595.5m）、东回风井（井口工业场地标高为 580.5m）、西回风井（井口工业场地标高为 601.0）等，距离 0m 开采中段距离远超过 112m。	满足要求
2	民房	2.5	200	1.6	600	132	此范围内无民房。	满足要求
3	斜坡道口、平硐口	20	200	1.6	600	36	大于 36m	满足要求

根据可研爆破参数及炸药单耗估算一次最大单段炸药量600kg进行类比计算，地表工业场地、民房、斜坡道口、平硐口均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响。

表 3.4-5 单钼矿采区爆破振动安全允许距离计算表

序号	建构筑物名称	安全允许质点振速 cm/s	K	α	最大单段药量 Kg	爆破振动安全允许距离 M	最小距离 M	是否满足要求
1	工业场地	4	200	1.6	600	98	采矿场、主斜坡道（出口标高为 532.0m）、5#胶带机斜井（井口工业场地标高为 459.629m）、箕斗井（井口工业场地标高为 640.0m）、1#副井（井口工业场地标高为 625.0m）、2#副井（井口工业场地标高为 640.0m）、1#专用进风井（井口工业场地标高为 634.4m）、2#专用进风井（井口工业场地标高为 595.5m）、东回风井（井口工业场地标高为 580.5m）、西回风井（井口工业场地标高为 601.0）等，距离 0m 开采中段距离远超过 112m。	满足要求
2	民房	2.5	200	1.6	600	132	此范围内无民房。	满足要求
3	斜坡道口、平硐口	20	200	1.6	600	36	大于 36m	满足要求

根据可研爆破参数及炸药单耗估算一次最大单段炸药量 600kg 进行类比计算，地表工业场地、民房、斜坡道口、平硐口均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响。

3.4.5 采场稳定性定量评价

采场结构参数是地下采场回采稳定性的重要影响因素之一，不同的地质条件下具有不同的最优结构参数。本小节对马坑铁矿地下开采的采场结构参数进行分析评价。

（1）数值建模

为论证采场结构参数及稳定性数值分析，马坑铁矿委托合肥工业大学完成《马坑铁矿采选扩能工程嗣后充填法开采参数模拟研究》，研究建立矿区三维数值模型进行了数值模拟分析。基于矿床开采顺序对采场结构和稳定性进行了分析。

数值模型如图 3.4-2 所示。

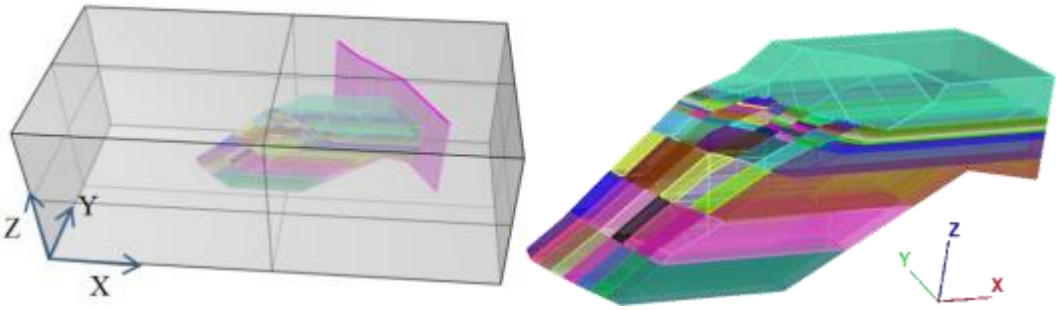

图 3.4-1 数值分析模型

（2）岩体物理力学参数确定

计算中采用的岩体物理力学参数见表 3.4-6。

表 3.4-6 岩体物理力学参数

岩性	密 度 (kg/m³)	抗压强度（MPa）	抗拉强度（MPa）	弹性模量（GPa）	泊松比	粘 结 力（MPa）	内摩擦角(°)
矿体	3846	80	2.7	30	0.22	3.5	32
围岩	2680	75	1.8	20	0.24	2.5	27
断层	2300	/	0.6	0.3	0.30	0.1	25
充填体	2000	2.4	0.8	0.4	0.31	0.1	22
高强充填体	2310	5.0	1.4	2.8	0.26	1.8	28

（3）计算结果分析

1）采场跨度分析（15m、18m、21m）

采场 15m、18m、21m 三种跨度情形进行了模拟计算，分析不同采场跨度情形下不同顶板暴露面积变化对于采场稳定性、地压活动时空显现演变特征及其发展动态过程、发展趋势。重点就垂直走向情形下采场主应力、变形与位移开展分析。

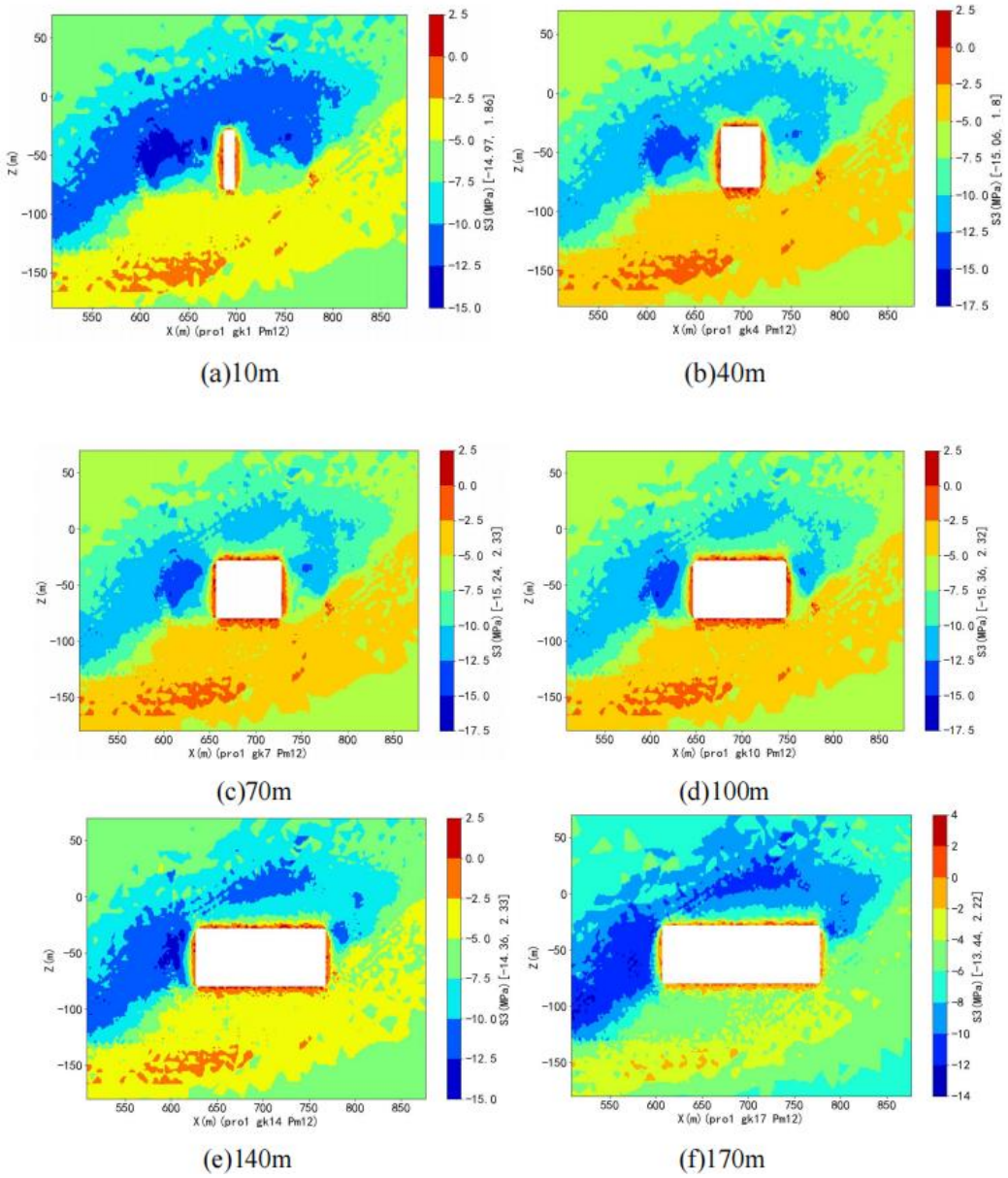

图 3.4-2 采场 15m跨度顶板最大主应力等值云图

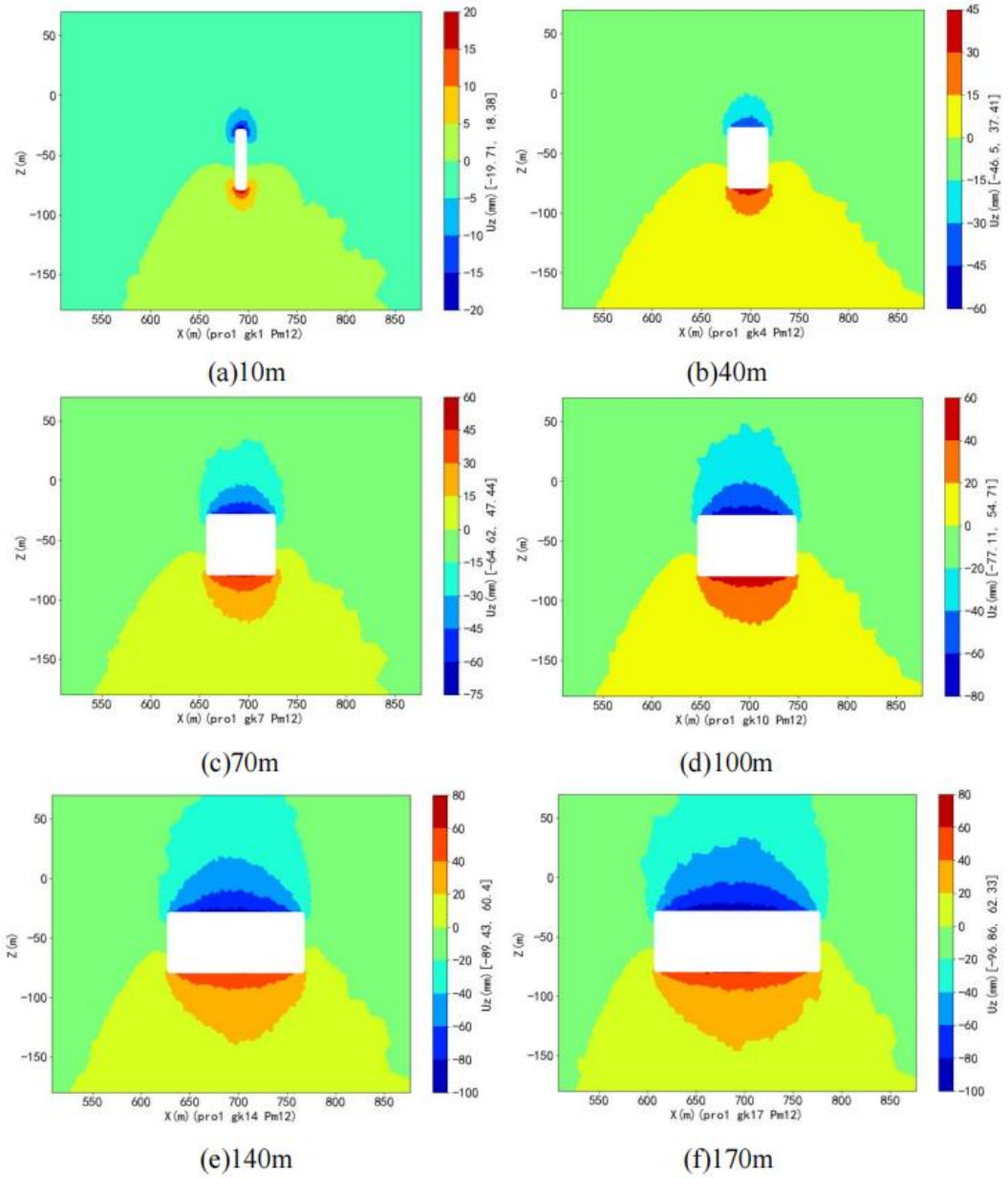

图 3.4-3 采场 15m跨度顶板沉降等值云图

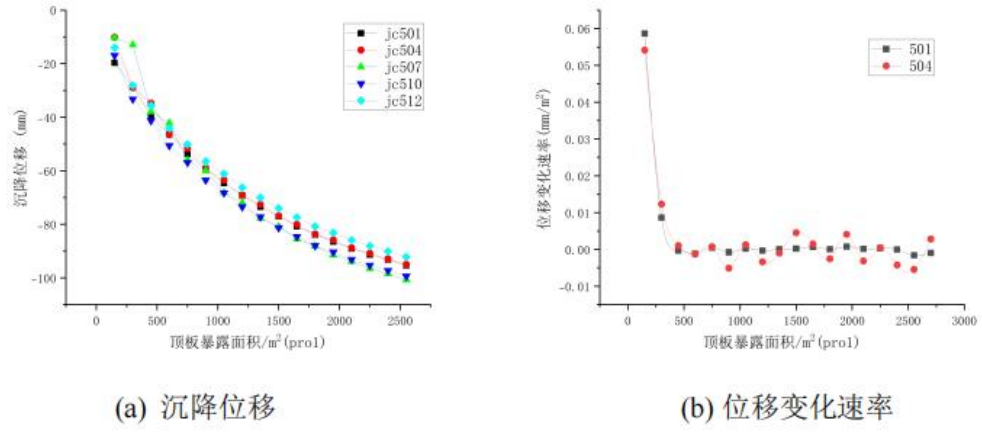

图 3.4-4 采场 15m跨度不同顶板暴露面积下监控点沉降位移变化曲线

当开采长度为10m时，顶板矿柱周围岩体的沉降位移为19.71mm，周围岩体的隆起位移为18.38mm；当开采长度为40m时，顶板矿柱周围岩体的沉降位移为46.5mm，周围岩体的隆起位移为37.41mm；当开采长度为70m时，顶板矿柱周围岩体的沉降位移为64.62mm，周围岩体的隆起位移为47.44mm。在矿体开采过程中，矿柱岩体隆起与沉降位移都较小，顶板位移形成拱形区域，围岩隆起位移小于沉降位移值。随着工况开采不断进行，开采长度不断增大，由10m增至170m，矿柱顶板沉降值从19.71mm增大至96.86mm，量值变化较小，这是由于矿体开挖导致应力释放引起的回弹现象，随着开采的推进，底板的隆起值由18.38mm增大至62.33mm，总体量值变化较小。随着顶板暴露面积增加，位移区域向外扩展，沉降位移值逐渐增大，但总体比较稳定。

3.4.6 评价小结

（1）经分析，采掘单元存在的危险有害因素主要有：冒顶片帮、水灾、爆破器材爆炸、中毒窒息、物体打击、高处坠落、机械伤害、触电、粉尘、噪声与振动等，冒顶片帮、爆破器材爆炸、充填体泄漏（漏浆跑浆）危害等级定为Ⅳ级，发生危害的后果均可能造成人员伤亡和采场破坏，应重点防范。

（2）可研报告设计的采场参数符合规程要求。下阶段设计需补充完善如下内容：

1）采用充填法回采应遵守下列规定：采场中的顺路行人井、溜矿井，应保持畅通。

2）该项目大部分井巷工程及设备设施利旧，下一阶段设计中应对利旧设备设施的可靠性和合规性进一步论证。

3）考虑到上下两个采区同时开采过程中可能存在相互影响，建议考虑采掘工作面错开一定安全距离，减小采动活跃期的相互影响，主要包括如下几个方面：

①开采控制措施。在开采设计过程中，应该避免过分集中某一采区大规

模放矿的开采方法，可采取小规模分散式放矿模式，避免一次性破坏性作用效果。上下采区应该错开一定距离，避免两者同期作用在相同区域。

②及时充填。由于采空区顶板强度一定，当采空区尺寸过大易产生冒落，尤其是上向开采，上覆岩体受到多次重复破坏，其岩体的原始强度降低，因此需要根据开采过程中的扰动破坏情况进一步修正开采方案，减小上覆岩体的破坏程度，避免不合理采区尺寸造成顶板直接冒落破坏现象发生。

3.5 通风单元

3.5.1 危险、有害因素辨识与分析

该项目通风系统主要危险、有害因素有：中毒窒息、机械伤害、触电。

该项目为井巷较多，若风量调节不当，会产生供风不足；若进风风流未能有效控制，会产生风流短路、循环。

3.5.2 预先危险性分析表

表 3.5-1 通风单元预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
中毒窒息	1.通风设计不合理（矿井供风量不足；风量分配不合理；风速不符合排烟要求；采场通风不合理—未针对采场进路为独头巷道的特点确定采场通风方法等）；通风管理不善，使炮烟长时间在作业区域滞留。 2.使用不合格爆破器材；未按审批的爆破设计进行爆破作业。 3.装药、填塞质量不符合要求，造成半爆或爆燃。 4.爆破后未及时通风或通风不畅。 5.爆破后通风时间不足就进入工作面查炮。 6.人员没有按照要求撤到安全地点，炮烟进入人员避炮巷道。 7.独头巷道掘进时未进行局部通风，没有足够的风流稀释炮烟。 8.警戒标志不合理或没有设置警戒标志，人员意外进入通风不畅、长时间不通风的巷道、硐室等。 9.意外风流短路，人员意外进入炮烟污染区并长时间停留。 10.发生火灾时，烟流造成人员中毒窒息。	中毒窒息、人员伤亡	Ⅳ	1.合理进行矿井通风设计（含采场通风设计），按照设计设置各种通风构筑物；加强通风管理。 2.使用合格爆破器材；按审批的爆破设计进行爆破作业。 3.按照规程操作，确保装药和填塞质量，避免半爆或爆燃。 4.爆破前后加强通风，采取措施向死角盲区引入风流。 5.爆破后按照规定的等待时间以后进入工作面查炮。 6.在安全地点避炮。 7.独头掘进时按照规定进行局扇通风。 8.爆破前应在通往爆破点的巷道设置警示标志，避免人员误入。 9.配备必要的防火设施，加强防火安全管理。 10.加强对职工防火和火灾中逃生措施的教育。
触电	1.该项目拟使用的主扇、局扇供电线路绝缘损坏。 2.主扇未进行良好接地。 3.人的不安全行为。	人员伤害，财产损失。	Ⅱ	1.对主扇、局扇供电线路绝缘加强检查和维护。 2.对主扇进行良好接地。 3.严格按照操作规程进行作业，严禁违规作业。

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
机械伤害	1.接近主扇、局扇运转的危险区域，导致卷入。 2.扇风机安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等。 3.在检修时，扇风机突然被别人随意启动。 4.在局扇上停留、休息。	造成人身伤害事故。	Ⅱ	1.操作人员精心操作，身体远离扇风机危险部位。 2.保证扇风机安全防护装置完好。 3.在检修时，挂牌作业。 4.加强教育，不在局扇上停留、休息。

3.5.3 安全检查表法

表 3.5-2 通风单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	矿井总风量等于矿井需风量乘以矿井风量备用系数 K_b。后者是考虑到漏风、风量不能完全按需分配和调整不及时等因素。K。值为 1．20～I．45，可根据矿井开采范围的大小、所用的采矿方法、设计通风系统中风机的布局等具体条件进行选取。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》（AQ2013.1-2008）第 5.3 条	可研报告中铁矿采区生产前期和生产后期漏风系数分别取 1.15 和 1.2；单钼矿采区漏风系数 1.2。 铁矿采区生产前期漏风系数不满足要求。	下阶段设计中需完善
2	进入矿井的空气不应受到有害物质的污染，主要进风风流不应直接通过采空区或塌陷区；需要通过时，应砌筑严密的通风假巷引流。 矿井排出的污风不应对矿区环境造成危害。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.6.2.4 条	回风井不在进风井的上风侧，且相距较远。	符合要求
3	井下破碎硐室、主溜井等处的污风，应引入回风道。不能引入回风道的应采取净化措施。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》（AQ2013.1-2008）第 6.3.4.1 条	可研未明确。	下阶段设计中需完善
4	井下所有机电硐室都应	《金属地下矿山通风技术规范通风系统》	风量计算中考虑了振动放矿机硐室、胶带通廊、粉矿	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	供给新鲜空气。	（AQ2013.1-2008）第6.3.4条	回收、箕斗装载硐室、溜井口破碎硐室、中央变电所、炸药分库、水泵房的需风量。	
5	采场应利用贯穿风流通风或机械通风。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.6.2.7条	新鲜风流进入各中段，再进入各采场，冲洗工作面后，由回风井排出地表。	符合要求
6	每台主通风机电机均应有备用，并能迅速更换。同一个硐室或风机房内使用多台同型号电机时，可以只备用1台。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.6.3.2条	主扇备有相同型号和规格的电机，有能迅速调换电机的设施；主扇可通过反转，使矿井风流在10min内反向，返风量不低于正常工作风量的60%。	符合要求
7	掘进工作面和通风不良的工作场所，应设局部通风设施，并应有防止其被撞击破坏的措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.6.3.5条	独头掘进工作面采用FK№4/11型（原JK58-2№4）局扇通风，最大送风距离450m；FK№4.5/115型(原JK58-1№4.5)局扇，最大送风距离300m。当送风距离较长或效果较差时，可采用两台局扇进行压抽联合合式通风。	符合要求
8	采用凿岩爆破法掘进应遵守下列规定： 采取湿式凿岩、爆破喷雾、装岩洒水和净化风流等综合防尘措施。 在遇水膨胀、强度降低的岩层中掘进不能采用湿式凿岩时，可采用干式凿岩，但应采取降尘措施，作业人员应佩戴防尘保护用品。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.1.4.1条	井下采用湿式凿岩，在爆破后向爆堆喷雾洒水除尘。在矿石、废石卸载点及其它粉尘多的地方须采用喷雾洒水来降尘。	符合要求
9	井下硐室通风应符合下	《金属非金属矿山安	可研明确：井下爆破器材	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	列要求： ——爆破器材库应有独立的回风道。	全规程》（GB16423-2020）第6.6.2.6条	库设有独立的回风道回风至回风水平。	
10	风机进风口的安全护栏和防护网。	安监总局[2015]第75号	可研报告中无相关内容。	下阶段设计中需完善

3.5.4 风量风速复核

（1）铁矿采区可研报告风量计算过程

1）生产前期（0～100m阶段500万t/a+扩能区200万t/a开采）

①风量按照采掘设备、采矿作业面、掘进工作面、硐室等的数量及各个点的耗风量来计算，计算结果见表3.5-3。

表3.5-3 按工作面计算风量表（生产前期）

序号	供风点名称	供风点数（个）	计算风量（m^3/s）	
			单个供风点	小计
一	0～100m阶段			700
二	0m以下需风点			
1	6.4m^3铲运机（采场）	3	12	36
2	3m^3铲运机（采场）	4	9	36
3	中深孔凿岩	4	6	24
4	掘进工作面	3	6	18
5	无轨人车、材料车	6	5	30
6	水泵房（1座）	1	5	5
7	带式输送机斜井(0#、3A)	2	8	16
8	破碎硐室(1座)	1	12	12
9	-30m坑内爆破器材库	1	7	7
	小计			184
	风量备用系数取1.15			212
矿井总需风量				=700+212=912

根据坑内的柴油设备总功率，按 4m³/min·kW 计算，按无轨设备同时作业台数每千瓦每分钟供风量 4m³（合 0.067m³/kw·s）计算，计算的矿井需风量为：135m³/s；

可研设计坑内需风量确定为 912m³/s。

②风量复核

采用矿井风量估算法对风量进行复核，公式如下：

Q=Aq

其中 Q----矿井或坑口所需总风量，m³/s；

A----矿井或坑口年产量，700×10⁴t/a；

q----年产万吨耗风量，m³/s，大型矿井取值为 0.7～1.2。

计算结果为 Q=490～840m³/s

可研报告计算生产前期 700 万 t/a 的总风量为 912m³/s，可研计算的风量能满足井下通风要求。

2）生产后期（0m 阶段、-150m 阶段合计 1000 万 t/a 开采）

①风量按照采掘设备、采矿作业面、掘进工作面、硐室等的数量及各个点的耗风量来计算，计算结果见表 3.5-4。

表 3.5-4 按工作面计算风量表（生产后期）

序号	供风点名称	供风点数（个）	计算风量（m^3/s）	
			单个供风点	小计
一	0m 阶段			
1	4m^3铲运机（采场）	8	11	88
2	3m^3铲运机（采场）	4	9	36
3	1～2m^3铲运机（采场）	3	6	18
4	中、深孔凿岩	8	6	48
5	掘进工作面	10	6	60
6	无轨人车	8	7	56
7	材料车/工具车	15	4	60
8	水泵房（0m 阶段）	1	5	5
9	带式输送机平巷/斜井(1-2，3，4-5#)	2	8	16
10	破碎硐室(1 座)	1	10	10
11	其他硐室			12
	小计			409
二	0m 以下			
1	6.4m^3铲运机（采场）	8	12	96
2	3m^3铲运机（采场）	4	9	36
3	中、深孔凿岩	8	6	48
4	掘进工作面	12	6	72
5	材料车/工具车	21	5	105
6	水泵房（-200m 阶段）	1	8	8
7	带式输送机斜井/平巷(0#、0A-0B#)	2	10	20
8	破碎硐室(1 座)	1	12	12
9	-30m 坑内爆破器材库	1	7	7
10	其他硐室			5
	小计			419
	合计			828
	风量备用系数取 1.2			
矿井总需风量			993.6	

根据坑内的柴油设备总功率，按 4m^3/min·kW 计算，按无轨设备同时作业台数每千瓦每分钟供风量 4m^3（合 0.067m^3/kw·s）计算，计算的矿井需风量为：308.2m^3/s；

可研设计坑内需风量确定为993.6m³/s。

②风量复核

采用矿井风量估算法对风量进行复核，公式如下：

Q=Aq

其中Q----矿井或坑口所需总风量，m³/s；

A----矿井或坑口年产量，1000×10⁴t/a；

q----年产万吨耗风量，m³/s，大型矿井取值为0.7～1.2。

计算结果为Q=700～1200m³/s

可研报告计算生产后期1000万t/a的总风量为993.6m³/s，可研计算的风量能满足井下通风要求。

（2）单钼矿采区可研报告风量计算过程

1）风量按照采掘设备、采矿作业面、掘进工作面、硐室等的数量及各个点的耗风量来计算，计算结果见表3.5-5。

表3.5-5 按工作面计算风量表

序号	工作面	同时作业工作面数（个）	每个工作面所需风量（m³/s）	合计风量（m³/s）
1	分段凿岩阶段矿房法采场/大直径深孔阶段矿房充填采矿法	4	4	16
2	分段凿岩阶段矿房法采场/大直径深孔阶段矿房充填采矿法（备用））	4	2	8
3	掘进工作面凿岩	1	3.5	3.5
4	掘进工作面出渣	1	3	3
5	掘进工作面支护	1	3	3
6	水泵房中央变电所	1	3	4
7	合计			37.5
8	漏风系数			1.2
9	总计			45

2）按矿山所用柴油设备额定功率计算

井下柴油设备为运输矿岩的自卸式矿用汽车和3m³铲运机，自卸式矿用汽车型号UK-20，作业台数4台，功率170kW/台，3m³铲运机作业台数2台，功率120kW/台合计总功率920kW，根据坑内的柴油设备总功率，按4m³/min·kW计算，按无轨设备同时作业台数每千瓦每分钟供风量4m³（合0.067m³/kw·s）计算，计算的矿井需风量为：61.3m³/s。

可研设计坑内需风量确定为61.3m³/s。

②风量复核

采用矿井风量估算法对风量进行复核，公式如下：

Q=Aq

其中Q----矿井或坑口所需总风量，m³/s；

A----矿井或坑口年产量，50×10⁴t/a；

q----年产万吨耗风量，m³/s，取值为0.7～1.2。

计算结果为Q=35～60m³/s

可研报告计算坑内需风量确定为61.3m³/s，可研计算的风量能满足井下通风要求。

（2）风速复核

依据GB16423-2020第6.6.1.6条，井巷断面平均最高风速规定：专用风井，专用总进、回风道最高风速20m/s；专用物料提升井最高风速12m/s；提升人员和物料的井筒，中段主要进、回风道，修理中的井筒，主要斜坡道最高风速8m/s；运输巷道，采区进风道最高风速6m/s。

表3.5-6 主要井筒、巷道风速表

铁矿采区（生产前期）				
序号	**巷道名称**	**断面积（m²）**	**风量（m³/s）**	**风速（m/s）**
1	1#专用进风井	28.27	316.19	11.18
2	2#专用进风井	28.27	376.14	13.31

铁矿采区（生产前期）				
序号	**巷道名称**	**断面积（m^2）**	**风量（m^3/s）**	**风速（m/s）**
3	西回风井	38.48	447.62	11.63
4	东回风井	33.18	488.80	14.73
5	-150m 阶段斜坡道联络道（下盘）	17.29	6.06	0.35
6	主斜坡道	15.98	26.87	1.68
7	采场进风天井(-130m～-80m 分段)	7.48	18.41	2.46
8	1#副井井筒	26.27	56.17	2.14
9	2#副井井筒	31.18	31.96	1.02
10	新建箕斗井	20.42	47.78	2.34
11	-130m 分段回风联络道	7.76	16.95	2.18
12	0m 阶段西回风井联络道	8.06	9.40	1.19
铁矿采区（生产后期）				
1	2#专用进风井	28.27	386.38	13.67
2	1#专用进风井	28.27	356.44	12.61
3	西回风井	38.48	510.83	13.28
4	东回风井	33.18	462.66	13.94
5	东风井总回风平巷-200m	12.88	170.25	13.22
6	主斜坡道	15.98	26.87	1.68
7	采场回风天井(0m～72m 分段)	7.32	8.16	1.12
8	1#副井井筒	26.27	69.13	2.63
9	2#副井井筒	31.18	31.96	1.02
10	新建箕斗井	20.42	48.47	2.37
11	-130m 分段回风联络道	7.76	22.53	2.90
12	0m 阶段西回风井联络道	8.06	12.12	1.50
单钼矿采区				
1	主进风井	23.75	38	1.60
2	400m 阶段联络道	14.67	38	2.59
3	穿脉巷道	14.67	8	0.55
4	人行通风井	3.14	4	1.27
5	采场通风上山	4	4	1.00
6	通风联络巷	14.67	4	0.27
7	回风平巷	14.67	20	1.36
8	回风井	12.56	61.3	4.88

对风速复核结果为各进风井、回风井的风速符合规程要求。

3.5.5 单元评价小结

可行性研究报告根据矿山的实际情况，设计了机械通风系统，在掘进工作面和通风不良的采场，安装局部通风设备，采场采用了贯穿风流通风方式，符合规程要求。

通风系统危险有害因素有：中毒窒息、机械伤害、触电和物体打击，该项目开采深度大，通风线路较长，引发中毒窒息的几率较大，故应对中毒窒息加强重视。

下一阶段设计中尚需完善以下几个方面：

（1）风机进风口应设置安全护栏和防护网。

（2）为防止风量分配不合理，应对风量定期进行检测，并及时对风量进行调整。

（3）井下破碎硐室、主溜井等处的污风，应引入回风道。不能引入回风道的应采取净化措施。

（4）铁矿采区生产前期漏风系数不满足要求，下一阶段设计中应复核。

3.6 矿山供配电设施单元

3.6.1 危险、有害因素辨识与分析

该单元存在的主要危险、有害因素有：

1、该项目涉及到大量的高、低压电气设备，因设备故障、人为因素等可能发生触电、火灾事故；

2、供电系统避雷设施原因可导致雷电事故发生；

3、含有有害物质的电气设备发生故障时产生的有毒有害气体，可能引发中毒窒息事故。

3.6.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.6-1 矿山供配电设施单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	违章作业	1. 操作不熟练； 2. 操作地点不安全； 3. 作业前安全检查、处理不到位； 4. 防护装置（罩）不全。	机械伤害	人员伤害	II	1. 严格执行操作规程； 2. 加强个人防护措施； 3. 完善配备机械安全防护装置。
触电	违章作业；保护设施不到位。	1. 电器设计、选型不合理、安装存在缺陷或运行时短路、漏电等导致过热及雷电放电产生的电弧、静电火花而引起电器火花； 2. 工作面潮湿； 3. 使用电气设备绝缘老化； 4. 电气设备缺少漏电保护等防护装置； 5. 不执行停送电制度； 6. 缺乏安全警示标志； 7. 作业无人监护； 8. 不使用安全电压； 9. 安全装置失效；	短路、引发漏电、触电	人员伤亡、设备损坏	II	1. 严格执行操作规程； 2. 加强个人防护措施； 3. 合理设计、选择电气设备，严格按照施工图和规范进行设备安装、调试； 4. 电气设备采用保护接地； 5. 变压器周围设围栏，配电室铺设供工作人员检查的绝缘地毯； 6. 配电室配备绝缘靴、绝缘手套、绝缘杆等绝缘设备，门窗加防护网； 7. 高压设备附近悬挂防止触电的警告牌； 8. 在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		10. 个人防护措施不全； 11. 其他违章操作。				必须悬挂警示牌，只有执行这项工作的人员才有权取下； 9. 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志； 10. 定期检查电气线路及设备； 11. 电气工作人员 100%持证上岗。
雷击	保护设施不到位。	1.主要建构筑物无防雷击设施； 2.电气设备、线路，未设有可靠的防雷、接地装置； 3.未定期进行全面检查和监测导致防雷设施失效； 4.违章作业，未穿戴劳动防护用品。	电击、电伤	人员伤亡	II	在变配电室、高大建筑附近安装避雷针或避雷器，定期检查、监测。
火灾	绝缘、保护装置失效	1. 电弧、电火花、杂散电流； 2. 保险丝（片）选用不当； 3. 开关及配电箱内油料着火； 4. 机械作用（包括摩擦、震动冲击等）所引起； 5. 绝缘、保护装置未检查，未维护； 6. 装置失效； 7. 未设置消防灭火设施； 8. 其他违章操作。	明火、短路引发火灾	人员伤亡、设备设施损坏	II	1. 严格执行操作规程； 2. 树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理； 3. 加强个人防护措施； 4. 加强安全管理； 5. 电气设备采用保护接地； 6. 电网设施漏电、触电、过电流保护装置； 7. 配电室、发电机房、电气设备工作室配置消防灭火设施； 8. 加强电气设备及其线路的检查、维护。
中毒窒息	电气设备事故	1. 设备质量不合格； 2. 电气设备未检查、未维护，缺乏检修，造成设备故障；	中毒窒息	设备设施损坏、人员伤亡	II	1.必须选用具有国家安全认证标志的电气设备； 2.加强电气设备及其线路的检查、维护。

3.6.3 矿山供配电安全检查表

根据《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）对该项目供配电系统进行检查分析，见表 3.6-2。

表 3.6-2 矿山供配电安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
1	矿山供电电源和电源线路应符合下列规定： 1 有一级负荷的矿山应由双重电源供电；当一电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量应至少保证矿山全部一级负荷电力需求，并宜满足矿山二级负荷电力需求。 2 大、中型矿山宜由两回电源线路供电；两回电源线路中的任一回中断供电时，另一回电源线路应保证供给全部一、二级负荷电力需求。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第 3.0.3 条	目前马坑矿业已建有 110kV 总降压变电站 1 座，35kV 总降压变电站 1 座（1#副井 35kV 总降）。现有二期采矿电源、拟建设三期采矿电源均来自 1#副井 35kV 总降压变电站，其两回 35kV 电源来自马坑矿业 110kV 总降压变电站，两回电源互为备用。 单钼矿采区两回 10kV 电源来自利旧单钼矿竖井井口变电所 10kV 高配室两段母线。高配室 10kV 母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行，当一回路电源故障时，另一回路能负担全部负荷。该 10kV 高配室两回 10kV 电源来自现有 1#副井 35kV 总降 10kV 两段母线（可利旧现有已敷设外部电源）。	符合要求
2	矿山地面主变电所的主变压器台数确定，应符合下列规定： 大、中型矿山工程宜采用 2 台及以上；矿山一级负荷的两个电源均需经主变压器变压时，应采用 2 台及以上；	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第 3.0.7 条	1#副井 35kV 总降压变电站，该总降设置了两台 25000/35±3×2.5%/10.5kV 变压器，两台变压器同时运行（分列运行），互为备用。其变电站 35kV、10kV 母线采用单母线分段，正常工作时为分段运行。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
3	井下电气设备保护接地系统应符合下列规定：井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置应通过接地干线相互连接，构成井下总接地网；需要接地的设备和局部接地极均应与接地干线连接。	《《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.7.6.5条	各局部接地极，主接地极之间相互连接，组成统一可靠的接地网。井下所有电气设备的保护接地装置（包括电缆的铠装、接地芯线）和局部接地装置，应当与主接地极连接成一个总接地网。	符合要求
4	井下低压配电系统接地型式应符合下列规定： 1井下有爆炸危险环境，应采用IT系统。 2井下无爆炸危险环境，宜采用IT系统；当采用220/380V时，也可采用TN-S系统。 3当采用IT系统时，配电系统电源端的带电部分应不接地或经高阻抗接地，且配电系统相导体和外露可导电部分之间第一次出现阻抗可忽略的故障时，故障电流不应大于5A。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第4.1.3条	照明及低压系统采用TN-S接地系统，接地电阻不大于4Ω。	符合要求
5	井下接地极的设置应符合下列规定： 1每一开采水平主接地极不应少于2组，并宜分别设置于开采水平主、副水仓中。 2当下井电缆在钻孔中敷设时，主接地极可埋设在地面或设在井底水仓中或集水井内；加固钻孔的金属套管可作为主接地极中的一组。 3当没有排水水仓可利用时，主接地极应设置在井底水窝或专门开凿的集水井内。不得将两组主接地极置于一个集水井内。 4局部接地极可设置在排水沟、	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第4.6.2条	井下的保护接地系统为：在水仓设置两组主接地极在下列各处设置局部接地极： 1）各变电所及采区工作面配置点。 2）每个装有固定电气设备的硐室和单独的开关装置，连接动力电缆的每个金属接线盒。 3）巷道内220V照明线路上设置PE线。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	积水坑或其他适当地点。			
6	当任一组主接地极断开时，井下接地网上任一接地点测得的接地电阻值不应大于2Ω。每一移动式和手持式电力设备与最近的接地极之间的保护接地电缆芯线的电阻值，不得大于1Ω。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第4.6.4条	可研明确：当任一主接地极断开时，接地网上的总接地电阻值不大于2欧姆，接地干线可采用40×4热镀锌扁钢。	符合要求
7	井下照明电压，应符合下列规定： 1主要巷道的固定式照明电压可采用220V或127V； 2天井以及天井至回采工作面之间应采用36V； 3采掘工作面应采用36V，当选择矿用防爆型灯具时可采用127V； 4行灯电压不应大于36V。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第4.1.8条	照明电压：220V，采掘工作面照明为36V。	符合要求
8	井下高、低压线路应装设相间短路和过负荷保护。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第4.2.6条	设置电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、低电压保护等。	符合要求
9	电力电缆的选择应符合下列规定: 在立井井筒或倾角45°及以上的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； 在水平巷道或倾角小于45°的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； 井下所有电缆应采用阻燃电缆。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第4.3.1条	铁矿采区：井下高压、动力及控制电缆均采用低烟无卤阻燃型。在竖井井筒或倾角45°及以上的井巷内，固定敷设的电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆。在水平巷道或倾角小于45°的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆。 单钼矿采区:井下高压、动力及控制电缆均采用低烟	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
			无卤阻燃型。在竖井井筒或倾角45°及以上的井巷内，固定敷设的电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆。在水平巷道或倾角小于45°的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚乙烯护套电力电缆。	
10	井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.7.2.1条	均采用低烟无卤阻燃型电	符合要求
10	井下所有作业地点、安全通道和通往作业地点的通道均应设照明。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.7.5.1条	夜间作业点及危险点，均设置足够的照明。	符合要求

3.6.4 触电危险性评价

该项目触电的危险部位分布在：变压器、高低压配电柜（箱）、控制开关等电气设备及供电线路、照明线路及灯具等。

该项目电力网中的电力设备和线路装设反应短路故障和异常运行状态下的继电保护和自动装置，并且有主保护、后备保护和异常运行保护。同步电机，装设短路、过负荷、失磁及失步保护、低电压及单相接地保护。其他高压异步电机，装设短路、过负荷、低电压和单相接地保护。馈电线路，装设短路、过负荷及单相接地保护。各高压开关柜装设综合保护器。正常情况下不带电的用电设备金属外壳均可靠接地。

该项目供配电系统设置了相应的安全设施，发生触电的风险是可接受

的。

3.6.5 单元小结

可研中对供电方案及防雷设施作了设计描述，总体符合《矿山电力设计标准》（50070-2020）、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）等标准规范的要求。

电气系统存在的危险有害因素主要有触电、火灾，其危害等级均为III级，应加以重视。

3.7 防排水与防灭火单元

3.7.1 防排水子单元

3.7.1.1 危险、有害因素辨识与分析

该项目地下开采排水系统中存在危险有害因素为主要有透水、机械伤害、淹溺。

（1）多雨季节，地表水可能会从井口或地表、露天坑裂缝进入井下，引起井下透水。

（2）矿床开采时破坏了原有隔水岩层而形成人为充水通道，可能使上部含水层内的地下水大量涌出，导致井下透水。

（3）井下巷道无排水沟或排水沟排水能力不足、排水管、水泵等未及时检查、维护等原因可能会造成透水事故。

3.7.1.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.7-1 防排水子单元预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
透水	地表水量较大，未采取合理的防排水措施，地表水涌入井下；地下涌水量较大，地表水、第四系含水层、天窗与下部含水层之间的水力联系不清，地下涌水量预测偏小，防、排水设备能力不够；未合理设置防水矿(岩)柱。	人员伤亡影响生产	Ⅳ	掘进过程中应采取超前探水和防排水措施；充分考虑地表河流、第四系含水层的影响，对井下水仓、水泵、防水矿(岩)柱、排水沟等进行合理设计；有用的钻孔，应妥善封盖；报废的钻孔应封闭；加强防排水使用管理；雨季加强防排水设施的维护做好夏季防汛准备。
机械伤害	水泵外露传动部位未采取有效的防护措施：如防护罩等；设备自身缺陷，安装、维护、使用不当；违	人员伤亡设备损坏	Ⅲ	采取合理的防护措施；保持设备自身状态良好；正确安装、维护和使用；严禁违章作业；应尽量

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	章作业和操作失误；照明度不够或对设备的危险部位未设置警示标志。			避免操作失误；应有足够的照明度；对设备的危险部位设置警示标志。

3.7.1.3 安全检查表法

表 3.7-2 防排水子单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	应调查核实矿区范围内的小矿井、老井、老采空区、现有生产矿井的积水区、含水层、岩溶带、地质构造等详细情况，并填绘矿区水文地质图。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.8.3.1条	地表水体、钻孔等对矿床充水的影响需要进一步论证和研究确认。	下阶段设计中需完善
3	井下主要排水设备应包括工作水泵、备用水泵和检修水泵。只设3台水泵时，水泵型号应相同。 应设工作排水管路和备用排水管路。水泵出口应直接与工作排水管路和备用排水管路连接。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.8.4.3、6.8.4.4条	可研明确-200m阶段水泵房安设7台MD600-60×4（P）型水泵，0m阶段水泵房现有5台MD500-57×6P型水泵，扩能时需在300m水平巷道增设3根φ426×10mm排水管，将1#副井处3根φ426×13mm管道与副斜井内2根φ426×10mm、1根φ530×10mm分别对接，可实现3根主排水管将0m水泵房涌水经1#副井、副斜井排至412m主平硐自流至地表。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
4	井下最低中段的主水泵房出口不少于两个；一个通往中段巷道并装设防水门；另一个在水泵房地面 7m 以上与安全出口连通，或者直接通达上一水平。水泵房地面应至少高出水泵房入口处巷道底板 0.5m;潜没式泵房应设两个通往中段巷道的出口。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.8.4.2 条	可研无相关内容	下阶段设计中需完善
5	主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 4h 的正常涌水量；正常涌水量超过 2000m^3/h 时，应能容纳 2h 的正常涌水量，且不小于 8000m^3。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.8.4.1 条	可研报告中没有水仓总容积相关内容。	下一阶段设计中对水仓容积进行明确
6	在有突水可能性的工作面设置的救生圈、安全绳等救生设施。	安监总局[2015]第 75 号	可研报告中没有相关内容。	补充措施
	水文地质类型为中等及以上的金属非金属地下矿山应当严格落实“三专两探一撤”措施（配备防治水专业技术人员、建立专门的探放水队伍、配齐专用的探放水设备，采用物探、钻探等方法进行探放水，且在遇到重大险情时必须立即停产撤人）。存在历史开采形成老采空区的金属非金属地下矿山应当配齐专用的探放水设备，严格执行“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的水害防治要求。	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（五）严格金属非金属地下矿山安全生产基本条件。4.防排水系统	该矿床属于水文地质条件复杂的岩溶直接充水的矿床，可研要求：为严格落实“三专两探一撤 ”相关制度，矿山必须有健全的防治水机构和专业的探放水队伍。 专业技术人员应掌握矿井水文地质、防治水专业知识，掌握相关岗位职责、管理制度、技术措施，熟悉本专 业操作技能。矿山应当定期对防治水专业技术人员进行新技术、新知识、新方 法的再培训教育，不断提高防治水工作的理论水平和实际操作能力。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			必须建立满足工作需要的专门探放水队伍。探放水队伍专职负责 探放水工作，由防治水机构统一管理。 主要设备为物探设备和钻探设备，如：满足矿山探水要求的瞬变 电磁仪，满足矿山探水、疏水要求的液压坑道钻机。	
	6.8.3.3 矿山井下最低中段的主水泵房和变电所的进口应装设防水门，防水门压力等级不低于 0.1MPa。水仓与水泵房之间应隔开，隔墙、水仓与配水井之间的配水阀的压力等级应与防水门相同。 水文地质条件复杂的矿山应在关键巷道内设置防水门，防止水泵房、中央变电所和竖井等井下关键设施被淹。防水门压力等级应高于其承受的静压且高于一个中段高度的水压。 通往强含水带、积水区、有可能突然大量涌水区域的巷道和专用的截水、放水巷道应设置防水门。防水门压力等级应高于其承受的静压。 防水门应设置在岩石稳固的地点，由专人管理，定期维修，确保可以随时启用。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.8.3.3 条	铁矿采区：1#溜破系统及 0m 以上各阶段副井车场均设有防水密闭门可研设计在 2#副井-30m 阶段、-80m 阶段、-150m 阶段及-200m 阶段新设防水 密闭门 4 座。-200m 2#副井石门巷道内设置 1 个防水压力为 1.0MPa 的防 水门，-150m 2#副井石门巷道内设置 2 个防水压力为 1.0MPa 的防水门。 -130m 1#专用进风井石门巷道内设置 1 个防水压力为 1.0MPa 的防水门。	符合要求

3.7.1.4 该项目地下开采水灾害分析

（1）地下开采透水影响分析

该矿山主要的地下含水体为含（隔）水层、断层、溶洞。要分析评估地下含水体风险，主要受水压、水量、断层分布、岩溶分布、临时排水能力等多方面因素的影响。

辉绿岩及矽卡岩隐伏隔水带存在被北西向断裂或较大裂隙破坏的可能，

将北侧强含水层水导进采场，引发局部透水。

早期矿区内发育的岩溶塌陷及+200m 水平以上开采局部形成的岩溶塌陷已采用地表黏土进行了回填治理，马坑铁矿采矿方法由崩落法改为充填法后未见新的岩溶塌陷。矿区内早期原民采区域开采引起的“7.9”“1.26”、“11.30”地表塌陷已进行回填治理，覆土绿化，外围修建了截排水沟。且 200m 以上空区已委托合肥工业大学进行《马坑铁矿 200m 以上空区稳定性与残矿回收可行性研究》并形成采空区整体可控的结论。目前公司主要在+200m 以下开采，岩溶发育率逐渐降低，200m 水平以下岩溶率仅为 0.049%，仅在断裂构造带附近零星发育，目前最低开拓标高 0m 中段已基本开拓完成，提前揭露控制，生产中段位于 0m 至 200m 中段，采掘过程中揭露岩溶突水可能性很小，根据以往揭露涌水情况，水压差约 0.8Mpa 揭露导水断层 F10 发生岩溶水突水的预估最大涌水量约 240m^3/h。因此，深部岩溶对矿山生产所造成的安全风险性较小。

马坑铁矿采矿方法由崩落法变更为充填采矿法，按照 2011 年通过国家安监总局评审的《安全专篇》内容要求，充采后溪马河不改道工程列入重大变更审查内容之中，应补充提交河流不改道的安全可靠性论证。后公司委托合肥工业大学、长沙矿山研究院开展《采用充填采矿法后溪马河不改道的安全可靠性论证》《马坑铁矿地下水治理方案研究及设计》，在现有生产现状下，分别从采矿和水文地质角度进行了安全论证，采用充填采矿法后，未形成河流→断层→岩桥→采场的渗排水通道。

溪马河不改道段位于矿区西南侧 54-56 线之间约 526m 长迂回穿过地表错动范围内，处于矿体下盘，为林地组砂岩地层，属于弱含水层，距离最近矿体水平距离约 443m，为永久保安岩柱，且在溪马河不改道段 55 线设有水文观测孔监测溪马河河床地下水动态变化，在 57 线 72 分段西总回靠下盘设置地压观测点观测该区段岩移运动情况，监测结果均正常。

溪马河下游河床底部存在有 10m 厚的粉质黏土隔水层，再下部为富水性

弱的粉砂岩含水层。F1、F2、F3 断层均切割了溪马河，有河水直接补给矿坑可能，但 F1 断层、F2 断层、F3 断层等北东向断层均以压扭性为主，SK01 孔揭露的多层断层角砾都胶结紧密，富水性及导水性弱，断层上下盘均不存在大的含水系统，加之河床底部存在有粉质粘土隔水层阻隔，溪马河水对矿坑涌水不会有明显影响。

为保证河流下采矿区域安全稳定性，溪马河不改道段位于矿区西南侧 54-56 线之间约 526m 长迂回穿过地表错动范围内，处于矿体下盘，为林地组砂岩地层，属于弱含水层，距离最近矿体水平距离约 443m，为永久保安岩柱。

综上，该矿山属于水文地质条件复杂的岩溶直接充水的矿床，建议结合地表水、岩溶、采空区等影响因素进一步开展井下水防治及治理的专题论证工作。

（2）排水设施校核

1）-200m 阶段水泵房校核

铁矿采区-200m 水平，矿坑正常涌水量 31005m³/d，最大涌水量 44463m³/d，考虑到充填泌水和生产用水 1000m³/d，正常涌水时铁矿坑内总排水量为 32005m³/d，暴雨季节铁矿坑内总排水量为 45463m³/d。

-200m 阶段水泵房安设 7 台 MD600-60×4（P）型水泵，流量 Q=590m³/h，扬程 H=244m，正常涌水时 3 台泵工作，暴雨时 6 台泵工作。

按照 20 小时排出坑内一昼夜的涌水量对井下主水泵能力进行复核。

①正常涌水时

20 小时 3 台水泵排水能力 590×20×3=35400m^3

35400＞32005，正常排水量时，3 台 MD600-60×4（P）多级离心泵能满足井下排水要求。

②最大涌水时

20 小时 4 台水泵排水能力 590m^3×20×6=70800m^3

70800＞45463，最大排水量时，6 台 MD600-60×4（P）多级离心泵能满足井下排水要求。

③水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

H＝1.1×200=220m

所选水泵扬程 244m，满足要求。

2）改造 0m 阶段水泵房校核

单钼矿 200m 中段标高正常降雨入渗量 344m³/d，设计暴雨入渗量 1843m³/d。因此 0m 水泵房正常涌水时铁矿坑内总排水量为 32349m³/d，暴雨季节铁矿坑内总排水量为 47306m³/d。

0m 阶段水泵房设计选用 6 台 MD720-60×8P 水泵，流量 Q=680m³/h，扬程 H=488m，正常涌水时，3 台水泵工作，最大涌水时，5 台工作。

按照 20 小时排出坑内一昼夜的涌水量对井下主水泵能力进行复核。

①正常涌水时

20 小时 3 台水泵排水能力 680×20×3=40800m^3

40800＞32349，正常排水量时，3 台 MD720-60×8P 水泵能满足井下排水要求。

②最大涌水时

20 小时 5 台水泵排水能力 680m^3×20×5=68000m^3

68000＞47306，最大排水量时，5 台 MD720-60×8P 多级离心泵能满足井下排水要求。

③水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

H＝1.1×412=453m

所选水泵扬程 488m，满足要求。

3.7.1.5 单元评价小结

（1）本单元存在的危险有害因素有：透水、机械伤害、触电，由于该项目地表水丰富、地下涌水量较大，对透水危害应加以重视。

（2）下一阶段设计中应完善的问题有：

1）该矿山属于水文地质条件复杂的岩溶直接充水的矿床，建议结合地表水、岩溶、采空区等影响因素进一步开展井下水防治及治理的专题论证工作。

2）下一阶段设计中明确水仓容积。主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 2h 的正常涌水量，且不小于 8000㎥。

3）在有突水可能性的工作面设置的救生圈、安全绳等救生设施。

3.7.2 防灭火子单元

3.7.2.1 预先危险性分析

表 3.7-4 防灭火子单元安全检查表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
电气设备	不符合防火防爆的要求；电气设备安装使用维护不当；电气设备安装存在缺陷或运行时间短路、过载、接触不良、散热不良、漏电等导至过热；电热器具、电火花、电弧和照明灯具形成引燃源。	人员伤亡 财产损失	III	设计选择合理电气设备；严格按设计、规程进行安装，对电器定期检测；正确使用维护电气设备；备足消防灭火器材和消防设施。
危险物料	爆破材料的运输、保存、使用不当；木材、油料、电缆；外界火源；危险部位未设立警示标志；未采取有效的灭火措施。	人员伤亡 财产损失	III	易燃易爆材料要妥善保管、处理；尽量不在易燃易爆物品附近点火；如必须动火应采取有效防火措施；在必要部位配备一定数量的灭火器材。

3.7.2.2 安全检查表

表 3.7-5 防灭火子单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检

				查结果
1	井下消防供水水池容积应不小于200m³。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020）第6.9.1.5条	井下消防水量216m³。由地表供水站井下供水储水箱自流供给。	符合要求
2	在下列地点或区域应配置灭火器：有人员和设备通行的主要进风巷道、进风井井口建筑、主要通风机房和压入式辅助通风机房、风硐及暖风道；人员提升竖井的马头门、井底车场；变压器室、变配电所、电机车库、维修硐室、破碎硐室、带式输送机驱动站等主要机电设备硐室、油库和加油站、爆破器材库、材料库、避灾硐室、休息或排班硐室等； 内燃自行设备通行频繁的斜坡道和巷道，灭火器配置点间距不大于300m。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.9.1.7条	井下变电所、井下爆破器材库、井下风机站等均采用非可燃性材料建筑，室内（外）应有醒目的防火标志和防火注意事项，并配备干粉灭火器及其它灭火器材。 斜坡道口值班室配备灭火器材，主要有干粉灭火器、防毒面具、铁锹等，以备井下应急之用。地表的适当位置应堆放一定量的沙子，以供灭火用。 根据井下实际情况，在重点部位如井下爆破器材库、斜坡道等设井下消防水管系统。	符合要求
3	无轨设备应符合下列规定：每台设备均应配备灭火装置。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.3.4.2条	每台无轨自行设备（包括井下铲运机、凿岩台车、卡车、材料车等，不论是柴油驱动还是电动）均需配备灭火装置。	符合要求

3.7.2.3 单元评价小结

灭火系统存在的主要危险有害因素为危险物料火灾、爆炸，其危险等级为III级，应加以重视。采取合理的措施后，以上危险有害因素能控制在可接受范围内。

3.8 安全避险“六大系统”单元

本章节依据《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》（AQ2031-2011）、《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）、《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023）、《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》（KA/T2034-2023）、《金属非金属地下矿山供水施救系统设规范》（KA/T2035-2023）和《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》（AQ2036-2011）对安全避险六大系统可研设计涉及的安全设施进行检查分析，见表 3.7-1。

表 3.8-1 安全避险“六大系统”单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
一	监测监控系统	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011)		
1	监测监控系统由主机、传输接口、传输线缆、分站、传感器等设备及管理软件组成的系统，具有信息采集、传输、存储、处理、显示、打印和声光报警功能，用于监测金属非金属地下矿山有毒有害气体浓度，以及风速、风压、温度、烟雾、通风机开停状态、地压等。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 3.1	对整个扩能铁矿群开采矿段，设置一套安全监测监控系统，该系统能实时监测井下重要的环境参数，并能实现井下现场参数超 标声光报警提示，具有数据统计、显示、传输、存储、打印、报警及控 制等功能。对采掘工作面、进回风巷道等阶段的CO、O_2含量，以及主要回风巷道的风速等进行动态监控，并对井下各作业区域人员的动态分布和变化进行监视。 铁矿扩能区：总回风联络道、生产中段回风巷位置的CO、O_2含量检测，越限报警；独头掘进巷道工作面回风流的CO、O_2含量检测，越限报警；生产中段、总回风巷处的风速监测，越限报警；井下新增主通风机的	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
			开停检测、入口风压检测、风量/风速监测，越限报警。 单钼矿采区：总回风联络道、生产中段回风巷位置的CO、O_2含量检测，越限报警；独头掘进巷道工作面回风流的CO、O2含量检测，越限报警；生产中段、总回风巷处的风速监测，越限报警；井下新增主通风机的开停检测、入口风压检测、越限报警、风量/风速监测、越限报警。 在靠近矿山开采影响区设置地表变形监测点，进行地表变形的水平位移监测和垂直位移监测。	
2	主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 4.5	可研设计将以生产指挥中心作为本项目的通信中心，覆盖采矿井下的各电信终端。其他内容可研未明确	下一阶段设计中完善
3	主机和分站的备用电源应能保证连续工作2h以上。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 4.9	可研未明确	下一阶段设计中完善
4	地下矿山应配置足够的便携式气体检测报警仪。便携式气体检测报警仪应能测量一氧化碳、氧气、二氧化氮浓度，并具有报警参数设置和声光报警功能。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 5.1	便携式气体监测仪具有报警参数设置和声光报警功能。	符合要求
5	一氧化碳报警浓度不应高于24ppm，二氧化氮报警浓度不应高于2.5ppm。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 5.4	一氧化碳报警浓度不应高于24ppm，二氧化氮报警浓度不应高于2.5ppm	符合要求
6	井下总回风巷、各	《金属非金属地下矿	生产中段、总回风巷处的风速监	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。	山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 6.1	测，越限报警。	要求
7	主要通风机应设置风压传感器，传感器的设置应符合AQ2013.3中主要通风机风压的测点布置要求。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 6.2	井下新增主通风机的开停检测、入口风压检测、风量/风速监测，越限报警。	符合要求
8	主要通风机、辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 6.5	风机开停传感器:井下的主通风机、辅助通风机和局部通风机均设计有开停传感器，远程控制风机启停。	符合要求
9	提升人员的井口信号房、提升机房，以及井口、马头门（调车场）等人员进出场所，应设视频监控。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 7.1	对矿井重要场所设置视频监控。 爆破器材库设视频监控,库内所有电气设备均为防爆型。	符合要求
10	紧急避险设施及井下爆破器材库、油库、中央变电所等主要硐室，应设视频监控。 安装在井下爆破器材库和油库的视频设备应具备防爆功能。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 7.2		
11	对于在需要保护的建筑物、构筑物、铁路、水体下面开采的地下矿山，应进行地压或变形监测，并应对地表沉降进行监测。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 8.1	在靠近矿山开采影响区设置地表变形监测点,进行地表变形的水平位移监测和垂直位移监测。	符合要求
12	存在大面积采空	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设		

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	区、工程地质复杂、有严重地压活动的地下矿山，应进行地压监测。	规范》(AQ2031-2011) 8.2		
二	人员定位系统	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)		
1	井下最多同时作业人数不少于30人的金属非金属地下矿山应建立完善人员定位系统	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)4.1	井下最多同时作业人数远超于30人，井下设人员定位系统拟在下井各出入口、主要巷道、各中段以及巷道分岔处、重要硐室入口和采区入口等地设置通信基站。 人员定位系统能监测携卡作业人员出/入井时刻、出/入重点区域时刻，识别多个人员同时进入识别区域。它具备以下信息管理功能：携卡人员基本信息，携卡人出入井总数、个人下井时间、下井活动路线信息，携卡工作异常人员基本信息及分布，各种分类信息查询，各种信息存储、显示、统计、声光报警、打印等。	符合要求
2	人员出入井口和重点区域进出口等地点应安装分站（读卡器）。	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)4.7		
3	识别卡应专人专卡，并配备不少于经常下井人员总数10%的备用卡。	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)4.10	可研未明确	下一阶段设计中完善
三	紧急避险系统	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023)		
1	金属非金属地下矿山应为入井人员配备额定防护时间不少于30min的自救器，并按入井总人数的10%配备	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023) 4.5	为每个下井人员配备1台时间不少于30min的隔绝式自救器，竖井和斜坡道可直接通往地表，均作为矿山安全出口，每个生产中段均设有至少两个便于行人的安全出口，并能与	下一阶段设计中完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	备用自救器。		通往地面的安全出口相通。 可研未明确备用自救器数量。	
2	所有入井人员必须随身携带自救器。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023) 4.6		
3	生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过500m的矿山，宜在最低采矿生产中段设置普通型紧急避险设施；水文地质条件复杂或有透水风险的地下矿山，宜在最低采矿生产中段设置防水紧急避险设施。紧急避险设施宜优先选择避灾硐室。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023) 5.3	可研未明确	下一阶段设计中完善
4	井巷的所有分道口及紧急避险设施外应有清晰、醒目的标识牌，标识牌中应明确标注避灾硐室或救生舱的位置和规格。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023) 5.6、5.7	可研未明确	下一阶段设计中完善
5	在井下通往紧急避险设施的入口处，应设有“紧急避险设施”的反光显示标志。			
四	压风自救系统	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)		
1	压风自救系统的空气压缩机应安装在地面，并能在10min内	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.3	地表设空压机站，当发生事故时，空压机可在10min之内启动，并为井下压风自救系统供风。压缩空气	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	启动。		采用无缝钢管送至各生产中段，再延伸送至采掘作业场所、爆破时人员集中地点。	
2	压风管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料，并采取防腐蚀措施。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.6	井下压风自救系统主供气管采用无缝钢管，压气管道刷防锈漆防腐。	符合要求
3	压风管道敷设应牢固平直，并延伸到井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.7	压缩空气采用无缝钢管送至各生产中段，再延伸送至采掘作业场所、爆破时人员集中地点。	符合要求
4	各主要生产中段和分段进风巷道的压风管路上设置的供气阀门，中段和分段间隔应不大于200m。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.8	可研未明确	下一阶段设计中完善
5	独头掘进巷道距掘进工作面不大于100m处的压风管道上应安设一组供气阀门，相邻两组供气阀门安设间距应不大于200m。有毒有害气体涌出的独头掘进巷道距掘进工作面不大于100m处的压风管道上应安设压风自救装置。每组压风自救装置应可供5人～8人使用，平均每人空气供给量应不小于0.1m³/min。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.9	可研未明确	下一阶段设计中完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
6	爆破时撤离人员集中地点的压风管道上应安设一组供气阀门。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.10	可研未明确	下一阶段设计中完善
五	供水施救系统	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)		
1	生产用水不符合生活饮用水要求时，供水施救系统中还应建设辅助水池用于储备生活饮用水，容量应不小于 20m³。辅助水池应采取封闭保护措施，防止异物污染，每年应对辅助水池进行一次全面清洗、消毒，并对水质进行检验。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)4.5	铁矿采区：2#副井附近有 1 个 500m³ 水池，往 2#副井井口布设有 1 路 DN150 镀锌管供给 2#副井生活区，可作为井下供水施救用水源。 单钼矿采区:供水施救系统共用生产供水管道。井下供水管道沿竖井敷设，到各阶段马头门后，沿阶段运输平巷及穿脉、采场天井至采场用水点。	符合要求
2	供水施救系统管道应采用钢管材料或其他同等强度的阻燃材料，并采取防腐蚀措施。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)4.6	井下巷道设有供水施救管道，供水施救水管采用无缝钢管。	符合要求
3	各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上安设的供水阀门，中段和分段间隔应不大于 200m。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)4.8	可研未明确	下一阶段设计中完善
4	独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上应安设一组供水阀门，相邻两组供水阀门安设间距应不大于 200m。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)4.9	可研未明确	下一阶段设计中完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
5	爆破时撤离人员集中地点的供水管道上应安设一组供水阀门。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)4.10	可研未明确	下一阶段设计中完善
六	通信联络系统	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)		
1	金属非金属地下矿山应根据安全避险的实际需要，建设完善有线通信联络系统；宜建设无线通信联络系统，作为有线通信联络系统的补充。	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)4.1	铁矿采区：该项目通信联络系统采用IP电话形式,在井下150m阶段的马头门调度室和井上1#箕斗井各设置一台80门和16门的IP电话网关,从项目已有软交换服务器引出一跟光缆至1#箕斗井点话网关；引出两根矿用光缆至井下电话网关,分别从1#副井和2#副井井口引入井下，通过配线架配线至各分线箱,组成星形电话网络。井下电话网关供电增加UPS设备，保证电网停电后,备用电源应能保证系统连续工作2h以上。 单钼矿采区：采区变电所设置一套64门矿用电话网关作为井下部分的通讯主机。从选厂软交换服务器引出引出两根矿用光缆至井下电话网关,分别从斜坡道硐口和竖井井口引入井下，通过配线架配线至各分线箱,组成星形电话网络。井下电话网关供电增加UPS设备,保证电网停电后,备用电源应能保证系统连续。分机设于主要生产岗位，高低压配电室、控制室，斜坡道硐口办公室、掘进队、装卸矿点、主要生产中段采区、井下变电所、井下水泵房等。	符合要求
2	安装通信联络终端设备的地点应包括：井底车场、马头门、井	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)4.4	安装通信联络终端设备的地点包括：主要机电硐室、混凝土制备站、井下变电所、井下各中段采区、主要	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	下运输调度室、主要机电硐室、井下变电所、井下各中段采区、主要泵房、主要通风机房、井下紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点、提升机房、井下爆破器材库、装卸矿点等。		通风机站、爆破时撤离人员集中地点、井下爆破器材库等。	
3	通信线缆应分设两条，从不同的井筒进入井下配线设备，其中任何一条通信线缆发生故障时，另外一条线缆的容量应能担负井下各通信终端的通信能力。	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)4.5	可研未明确	下一阶段设计中完善

针对可研报告设计内容设置了安全检查项，通过上述检查表分析可知，可研报告对安全避险“六大系统”相关内容进行了设计，但下一阶段设计中尚需补充完善，补充的对策措施详见本报告 4.7 章节。

3.9 安全管理单元

表 3.9-1 安全管理状况检查

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结果
1	矿山企业应配备专职安全生产管理人员；从业人员超过一百人的应当设置安全生产管理机构。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.1.6条	设立安全环保部，负责矿山日常安全生产管理工作；配备有专职安全生产管理人员。	符合要求
2	矿山企业应建立健全安全生产责任制，制定安全生产规章制度、安全教育培训制度和各岗位的安全操作规程。明确各岗位人员的责任和考核标准。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.1.2条	马坑铁矿建立健全了以法定代表人负责制为核心的各级安全生产责任制。在此基础上，建立了包含要求的各项安全管理制度。建立了安全技术规程、操作规程等	符合要求
3	矿山企业应对矿山从业人员进行安全生产教育和培训，保证各岗位人员具备必要的安全生产知识，熟悉本矿山安全生产规章制度和本岗位安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的，不准许上岗。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.5.1条	企业对职工进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的不许上岗作业。	符合要求
4	新进地下矿山的作业人员，应接受不少于72h的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.5.2条	新进地下矿山的作业人员，接受不少于72h的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。	符合要求
5	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。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.5.4条	调换工种的人员，进行新岗位安全操作的培训。	符合要求
6	矿山企业应为从业人员提供符合国家标准要求的劳动防护用品。进入矿山作业场所的人员，应按规定佩带防护用品。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.1.8条	企业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。	符合要求
7	矿山使用的涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产，并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，方可投入使用；矿山生产期间，应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验，并出具检测、检验报告。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.7.5条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结果
8	生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。 属于国家规定的高危行业、领域的生产经营单位，应当投保安全生产责任保险。	中华人民共和国安全生产法（2021 年修订版） 第五十一条	为从业人员办理了工伤保险。	符合要求
9	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	中华人民共和国安全生产法（2021 年修订版） 第三十条	马坑铁矿特种作业人员全部进行了培训或复审，上岗前均取得了特种作业操作资格证书。	符合要求
10	矿山企业应建立健全应急管理、应急演练、应急撤离、信息报告、应急救援等规章制度，落实应急救援装备和物资储备，按照相关规定设立矿山救护队，或设立兼职矿山救护队并与就近的专业矿山救护队签订救护协议。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 8.1 条	马坑铁矿制定应急预案演练计划，每年组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。	符合要求
11	发包单位应当与承包单位签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责。	《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 62 号，2015 年修订）第八条	加强对外包施工队伍的安全管理。与外包施工单位签订了安全生产管理协议。	符合要求
12	矿山救援队（矿山救护队，下同）是处置矿山生产安全事故的专业应急救援队伍。所有矿山都应当有矿山救援队为其服务。 矿山企业应当建立专职矿山救援队；规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。专职矿山救援队至服务矿山的行车时间一般不超过 30 分钟。	《矿山救援规程》（）中华人民共和国应急管理部令第 16 号） 第五条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善

该项目开采多年，已有较完善的安全管理制度，建议在现状开采基础上，适当增加专职安全人员，完善应急预案，如井下火灾事故专项应急预案、井下水灾事故专项应急预案、运输事故专项应急预案、充填跑砂事故专项应急

预案、中毒窒息事故专项应急预案、井下放炮事故专项应急预案等，增加应急救援器材和设备，对安全管理制度进行补充完善。

3.10 重大危险源辨识单元

依据《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJT9093-2018）对该项目的起爆器材炸药进行重大危险源辨识，可研设计铁矿采区前期-150m 阶段开采时，在主斜坡道-30m 标高附近建井下分库一座，存放硝铵炸药一昼夜用量 12t，非电起爆器材 10 天用量。

后期-200m 阶段开采时，在主斜坡道-180m 标高附近建井下分库一座，存放硝铵炸药一昼夜用量 6t，非电起爆器材 10 天用量。

单钼矿采区井下爆破器材发放站于 400m 水平运输大巷近回风井处。发放站存放的炸药最大设计量为 0.5t，炸药类型为乳化粒装铵油炸药，铵油炸药临界量为 20t，该项目不构成重大危险源。

4.安全对策措施及建议

可研报告中已有的安全对策措施详见可研报告。本章针对该项目特点，依据国家的相关安全标准、规范，补充了以下安全对策措施：

4.1总平面布置

（1）建议对采矿工艺参数和充填体的强度、稳定性、变形参数等进行分析和试验，在确保生产安全的前提下，优化采场结构参数和充填工艺，防止地表沉降。

（2）及时充填、保证采场充填质量，做好接顶，加强上部岩石变形监测。

（3）地表陷落带及其四周的移动带是危险区域，位于危险区域内的设施、建（构）筑物等，可能会遭到破坏；人员、车辆进入危险区域，可能会受到危害。危险区域设置警示标志、防护栏等措施。

（4）综合考虑目前无法处理的空区，建议开展马坑铁矿（铁矿开采、单钼矿开采）与马坑灰岩矿同时开采状况下对地表建构筑物的影响的专题研究。

4.2开拓系统

（1）下一阶段设计中应明确行人的斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室：人行道的高度不小于1.9m，宽度不小于1.2m；躲避硐室的高度不小于1.9m，深度和宽度均不小于1.0m。

（2）行人的无轨运输巷道应按下列要求设置人行道：人行道的高度不小于1.9m，宽度不小于1.2m。

（3）天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方，应设警示标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。

（4）在竖井、天井、溜井和漏斗口上方，或在坠落基准面2m以上作业，

有发生坠落危险的，应设安全网等防护设施，作业人员应佩戴安全带。作业时，不应抛掷物件，不应上下层同时作业，并应设专人监护。

（5）人行巷道水沟应设置盖板。

（6）井下爆破器材库的布置应遵守下列规定：井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内；炸药库巨井筒、井底车场和主要巷道的距离：硐室式库不小于 100m，壁槽式库不小于 60m；炸药库距经常行人巷道的距离：硐室式库不小于 25m，壁槽式库不小于 20m；炸药库距地面或者上下巷道的距离：硐室式库不小于 30m，壁槽式库不小于 15m；井下炸药库应设防爆门；井下爆破器材库除设专门储存爆破器材的硐室和避槽外，还应设联络硐室或避槽的巷道和若干辅助硐室；储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。

（7）不应在井下爆破器材库对应的地表修筑永久性建筑物，也不应在距库房 30m 范围内掘进巷道。

4.3 提升和运输

（1）采用无轨设备运输应遵守下列规定：地下矿山专用无轨设备行驶速度不超过 25km/h；通过斜坡道专用运人车每辆车乘员数量不超过 25 人；油料运输车辆在井下的行驶速度不超过 15km/h，与其他同向运行车辆距离不小于 100m；自动化作业采区应设置门禁系统；按照设备要求定期进行检查和维护保养。

（2）溜井卸矿口应设置格筛、防坠梁、车挡等防坠设施。车挡的高度不小于运输设备车轮轮胎直径的 1/3。

（3）无轨设备运行应遵守下列规定：不超载；不熄火下滑；避让行人；不站在铲斗内作业；不在设备的工作臂、升举的铲斗下方停留；不从设备的工作臂、升举的铲斗下方通过；车辆间距不小于 50m；在斜坡道上停车时采取可靠的挡车措施；司机离开前停车制动并熄灭柴油发动机、切断电动设备

电源；维修前柴油设备熄火，切断电动设备电源。

4.4采掘

（1）采用充填法回采应遵守下列规定：采场中的顺路行人井、溜矿井，应保持畅通。

（2）该项目大部分井巷工程及设备设施利旧，下一阶段设计中应对利旧设备设施的可靠性和合规性进一步论证。

（3）考虑到上下两个采区同时开采过程中可能存在相互影响，建议考虑采掘工作面错开一定安全距离，减小采动活跃期的相互影响，主要包括如下几个方面：

1）开采控制措施。在开采设计过程中，应该避免过分集中某一采区大规模放矿的开采方法，可采取小规模分散式放矿模式，避免一次性破坏性作用效果。上下采区应该错开一定距离，避免两者同期作用在相同区域。

2）及时充填。由于采空区顶板强度一定，当采空区尺寸过大易产生冒落，尤其是上向开采，上覆岩体受到多次重复破坏，其岩体的原始强度降低，因此需要根据开采过程中的扰动破坏情况进一步修正开采方案，减小上覆岩体的破坏程度，避免不合理采区尺寸造成顶板直接冒落破坏现象发生。

4.5通风系统

（1）风机进风口应设置安全护栏和防护网。

（2）为防止风量分配不合理，应对风量定期进行检测，并及时对风量进行调整。

（3）井下破碎硐室、主溜井等处的污风，应引入回风道。不能引入回风道的应采取净化措施。

（4）铁矿采区生产前期漏风系数不满足要求，下一阶段设计中应复核。

4.6防排水与防灭火

（1）该矿山属于水文地质条件复杂的岩溶直接充水的矿床，建议结合地表水、岩溶、采空区等影响因素进一步开展井下水防治及治理的专题论证工作。

（2）下一阶段设计中明确水仓容积。主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 2h 的正常涌水量，且不小于 8000m^3。

（3）在有突水可能性的工作面设置的救生圈、安全绳等救生设施。

4.7 安全避险“六大系统”

（1）监测监控系统主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端。主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。

（2）应配备不少于经常下井人员总数 10%的人员定位识别卡的备用卡。

（3）应按入井总人数的 10%配备备用自救器数量。

（4）下一阶段设计中应明确紧急避险设施设置情况。

（5）各主要生产中段和分段进风巷道的压风管路上设置的供气阀门，中段和分段间隔应不大于 200m。

（6）独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设一组供气阀门，相邻两组供气阀门安设间距应不大于 200m。有毒有害气体涌出的独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设压风自救装置；爆破时撤离人员集中地点的压风管道上应安设一组供气阀门。

（7）各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上安设的供水阀门，中段和分段间隔应不大于 200m。

（8）独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上应安设一组供水阀门，相邻两组供水阀门安设间距应不大于 200m。爆破时撤离人员集中地点的供水管道上应安设一组供水阀门。

（9）通信线缆应分设两条，从不同的井筒进入井下配线设备，其中任何一条通信线缆发生故障时，另外一条线缆的容量应能担负井下各通信终端

的通信能力。

4.8安全管理及其它对策措施

（1）该项目为改扩建项目，已有较完善的安全管理制度，建议在原有基础上，适当增加专职安全人员，完善应急预案，增加应急救援器材和设备，对安全管理制度进行补充完善。

（2）危险性较大的矿用产品，应根据国家有关规定取得矿用产品安全标志

（3）水文地质类型为中等及以上的金属非金属地下矿山应当严格落实“三专两探一撤”措施（配备防治水专业技术人员、建立专门的探放水队伍、配齐专用的探放水设备，采用物探、钻探等方法进行探放水，且在遇到重大险情时必须立即停产撤人）。

（4）矿山使用的涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产，并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，方可投入使用；矿山生产期间，应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验，并出具检测、检验报告。

（5）金属非金属地下矿山每个独立生产系统应当配备专职的矿长、总工程师和分管安全、生产、机电的副矿长，以上人员应当具有采矿、地质、矿建（井建）、通风、测量、机电、安全等矿山相关专业大专及以上学历或者中级及以上技术职称。

（6）矿山企业应当建立专职矿山救援队；规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。专职矿山救援队至服务矿山的行车时间一般不超过30分钟。

5.评价结论

5.1 该项目存在的主要危险、有害因素

该项目地下开采存在的主要危险、有害因素为：冒顶片帮、透水、中毒窒息、爆破伤害、炸药爆炸、车辆伤害、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、淹溺。

5.2 该项目应重点防范的重大危险、有害因素、主要安全风险

（1）矿山在开采过程中需加强地质勘查与监测，优化爆破设计，以及强化地下水管理和环境保护措施，以确保开采作业的安全高效进行。

（2）井巷施工坚持“有疑必探，先探后掘”的原则，在井巷掘进工作面接近大理岩与火成岩体的接触带、含水破碎带及岩溶发育带时应采取超前探水措施，以防止大量突然涌水造成事故。

5.3 应重视的安全对策措施建议

（1）建议开展马坑铁矿（铁矿开采、单钼矿开采）与马坑灰岩矿同时开采状况下对地表建构筑物的影响的专题研究。

（2）该项目大部分井巷工程及设备设施利旧，下一阶段设计中应对利旧设备设施的可靠性和合规性进一步论证。

5.4 评价结果综述

评价组本着合法性、科学性、公正性、针对性的评价原则及对工作高度负责的态度，根据《安全评价通则》、《关于加强建设项目安全设施“三同时”工作的通知》、《安全生产许可证条例》和《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》的规定及业主委托，依据《安全生产法》、《矿山安全法》、《金属非金属矿山安全规程》、《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》等法律、法规、标准、规范及政

策文件的要求，对该项目可行性研究报告所涉及总平面布置、开拓运输系统、采掘工艺、通风、防排水、矿山供配电、安全避险“六大系统”、安全管理等进行了安全预评价。

根据对该项目各单元危险有害因素辨识分析及定性定量评价，提出了相应的对策措施，在落实可行性研究报告及本预评价报告提出的措施建议下，该项目潜在的危险、有害因素能够得到有效控制，其安全风险在可控范围。

5.5 安全预评价结论

从安全生产角度出发，建设项目符合国家现行有关法律、法规、标准、规范的要求；工程潜在的危险有害因素在采纳合理的安全对策措施后能得到有效控制；被评价单位将应配备的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，可实现该项目的安全生产。

附件

1　委托书

2　采矿许可证

3　《福建马坑矿业股份有限公司马坑铁矿采选扩能工程项目可行性研究报告》封皮及扉页

4　《福建省龙岩市马坑矿区铁矿资源储量核实报告》封皮及扉页

5　评价人员现场照片

附图

1. 总体布置图
2. 马坑铁矿地形地质图
3. 60 号勘探线地质剖面图
4. 62 号勘探线地质剖面图
5. 72 号勘探线地质剖面图
6. 开拓系统纵投影图
7. 通风系统图（前期）
8. 通风系统图（后期）
9. 大直径深孔阶段矿房充填采矿方法图
10. 上向分层充填采矿方法图
11. 分段凿岩阶段矿房充填采矿方法图
12. 单钼矿 450m 中段平面图
13. 单钼矿 400m 中段平面图
14. 单钼矿 430m 中段平面图
15. 单钼矿 300m 中段平面图
16. 单钼矿 250m 中段平面图
17. 单钼矿 200m 中段平面图
18. 单钼矿大直径深孔阶段矿房充填采矿方法图
19. 单钼矿分段空场嗣后充填采矿法
20. 单钼矿浅孔留矿嗣后充填采矿法
21. 单钼矿房柱嗣后充填采矿法
22. 单钼矿通风系统图
23. 排水系统图
24. 供配电系统图