



编号：AK 25061301

富蕴蒙库铁矿有限责任公司  
井下矿深部开采工程  
安全预评价报告  
(审定稿)

北京国信安科技术有限公司  
证书编号：APJ-（京）-003  
二零二五年五月

富蕴蒙库铁矿有限责任公司  
井下矿深部开采工程  
安全预评价报告  
(审定稿)

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5月  
(安全评价机构公章)

# 富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程

## 评价人员

	姓名	职业资格 证书编号	从业信息 识别卡编号	专业	签字
项目负责人	谢 源	0800000000103653	004532	采矿	谢源
项目组成员	杨小鹏	0800000000208112	000608	机械	杨小鹏
	刘 佳	1800000000200615	034297	电气	刘佳
	韩金峰	1500000000300763	025448	安全	韩金峰
	于跟波	1500000000301110	025715	通风	于跟波
	崔 旋	1200000000300736	023439	水工结构	崔旋
	李 磊	1100000000300669	019308	地质	李磊
报告编制人	谢 源	0800000000103653	004532	采矿	谢源
	韩金峰	1500000000300763	025448	安全	韩金峰
报告审核人	吴永刚	1500000000300015	027297	采矿	吴永刚
过程控制 负责人	徐伟兰	1100000000303070	021358	采矿	徐伟兰
技术负责人	孙胜利	1700000000100026	013500	电气	孙胜利

出版审批: 孙胜利

## 前言

富蕴蒙库铁矿有限责任公司成立于 1998 年 07 月 02 日，注册地是新疆阿勒泰地区富蕴县库额尔齐斯镇赛尔江东路 214 号，企业注册资本 20738 万人民币，法定代表人为马飞，公司下设矿山、选矿分厂、球团分厂三个生产单位，是以铁矿石开采和铁矿石深加工为一体的国有大型矿山企业，系宝武集团新疆八一钢铁有限公司全资子公司。

富蕴蒙库铁矿有限责任公司于 1999 年首次获得采矿权并延续至今，无矿业权纠纷。2023 年 7 月 4 日延续了《采矿许可证》，生产规模为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$  铁矿，开采方式为地下开采。

蒙库铁矿是一座已开采多年的大型现代化矿山，是八钢矿业重要的铁矿石原料生产基地。

蒙库铁矿井下开采工程按照“三步走”战略进行设计及生产，第一步是挂帮矿开采，挂帮矿开采 938m 水平以上矿体，生产规模  $290 \times 10^4 \text{t/a}$ ，目前该部分已完成；第二步是生产接续一期工程，开采范围为 938m~884m，生产规模  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ ，目前正在生产，矿山生产规模扩能至 400 万 t/a；第三步是剩余深部矿体开采，开采范围为 884m 以下矿体，生产规模  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

目前矿山正在进行 938m~884m 间（“生产接续一期工程”）矿体回采工作，开采规模为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ 。考虑到生产接续一期工程服务时间较短，为保证矿山三级矿量，蒙库铁矿拟开展井下矿深部开采工程，为此，富蕴蒙库铁矿有限责任公司委托中冶北方（大连）工程技术有限公司于 2024 年 6 月编制了《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程可行性研究报告》，蒙库铁矿井下矿深部开采工程为改建项目，设计开采范围为蒙库铁矿采矿权范围内 884m 以下矿体，884m 以下总资源量约为  $5160.21 \times 10^4 \text{t}$ 。设计规模为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ 。设计考虑采用一次设计、分两期开采、

分期建设、分期验收。其中深部开采一期工程（以下简称“深部一期”）开采范围为 884m~704m 间矿体，深部开采二期工程（以下简称“深部二期”）开采范围为 704m~650m 间矿体，650m 以下矿体逐步尖灭，该部分矿量较少，设计考虑不回采。深部一期开采规模为矿石  $400 \times 10^4$  t/a，岩石  $12.82 \times 10^4$  t/a；深部二期开采规模为矿石  $30 \times 10^4$  t/a，岩石  $1 \times 10^4$  t/a。采用平硐-斜坡道-副井联合开拓。采用无底柱分段崩落采矿方法，结构参数：阶段高度深部一期 180m，深部二期 54m，分段高度 18m，进路间距为 20m。蒙库铁矿井下矿深部开采工程共服务 16 年，其中  $400 \times 10^4$  t/a 稳产 9 年。

根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等国家有关法律法规的要求，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，富蕴蒙库铁矿有限责任公司委托我公司（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》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、规范性文件的要求，遵循科学性、公正性、合法性和针对性原则，对本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，提出有针对性的安全对策措施及建议，形成本《安全预评价报告》。

在本安全预评价报告编制过程中，得到了国家矿山安全监察局、各级应急管理等部门、非煤矿山方面的有关专家和富蕴蒙库铁矿有限责任公司有关人员的大力支持，在此一并表示感谢！

## 目录

前言 .....	I
目录 .....	III
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 .....	26
3 定性定量评价 .....	62
3.1 总平面布置单元 .....	63
3.2 开拓单元 .....	67
3.3 提升和运输单元 .....	72
3.4 采掘单元 .....	78
3.5 通风单元 .....	86
3.7 防排水与防灭火单元 .....	94
3.7 矿山供配电设施单元 .....	105
3.8 矿山专项安全保障系统 .....	110
3.9 安全管理单元 .....	115
3.10 重大危险源辨识单元 .....	117
4 安全对策措施及建议 .....	118

4.1 总平面布置 .....	118
4.2 开拓运输 .....	118
4.3 提升和运输单元 .....	119
4.4 采掘单元 .....	120
4.5 通风单元 .....	121
4.6 防排水与防灭火 .....	122
4.7 矿山供配电设施单元 .....	123
4.8 矿山专项安全保障系统单元 .....	124
4.9 安全管理及其他 .....	124
<b>5 评价结论 .....</b>	<b>126</b>
5.1 本项目存在的主要危险、有害因素 .....	126
5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素 .....	126
5.3 应重视的安全对策措施建议 .....	126
5.4 评价结果综述 .....	128
5.5 安全预评价结论 .....	128
<b>附件 .....</b>	<b>129</b>
<b>附图 .....</b>	<b>130</b>

## 1 评价对象与依据

### 1.1 评价对象和范围

评价对象为：富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程，位于新疆维吾尔自治区阿勒泰地区富蕴县。

评价范围为：可行性研究报告所涉及的矿山总平面布置、开拓运输、提升运输、采矿工艺、通风系统、矿山供配电设施、防排水与防灭火、压风及供水系统、矿山专项安全保障系统及安全管理等。

评价坐标范围：

平面范围：108 线至 145 线间、采矿权界线内全部矿体；

垂直范围：884m~650m 间全部矿体。

本评价报告主要对评价范围内的安全设施进行评价，炸药库、选矿厂、尾矿库、职业卫生、环境影响评价及地质灾害评估等问题，不在本次评价范围之内，但报告中会涉及到相关内容，本报告只进行介绍，不做评价，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

##### 1.2.1.1 法律

《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，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》（1992 年 11 月 7 日第七届全国人

大会常务委员会第二十八次会议通过根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》修正）

《中华人民共和国矿产资源法》（1986 年 3 月 19 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过根据 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《关于修改部分法律的决定》第二次修正）

《中华人民共和国消防法》（1998 年 4 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过 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》第一次修正根据 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》第二次修正）

### 1.2.1.2 行政法规

《安全生产许可证条例》（国务院令第 397 号，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第 653 号）修改，自 2014 年 7 月 29 日起施行）

《中华人民共和国矿山安全法实施条例》（1996 年 10 月 11 日国务院批准 1996 年 10 月 30 日劳动部令第 4 号发布自发布之日起施行）

《新疆维吾尔自治区安全生产条例》（2007 年 9 月 28 日新疆维吾尔自治区第十届人民代表大会常务委员会第三十三次会议通过 2023 年 9 月 28 日新疆维吾尔自治区第十四届人民代表大会常务委员会第五次会议修订）

《新疆维吾尔自治区安全生产事故隐患排查治理条例》（新疆维吾尔自治区第十一届人民代表大会常务委员会公告第 20 号，2010 年 3 月 31 日经新疆维吾尔自治区第十一届人民代表大会常务委员会第十七次会议审议通过）

### 1.2.1.3 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, 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)修正, 自 2015 年 7 月 1 日起施行)

《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, 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)修正, 自 2015 年 5 月 1 日起施行)

《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, 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》(2006 年 1 月 17 日原国家安全生产监督管理总局令第 3 号公布, 自 2006 年 3 月 1 日起施行; 根据 2013 年 8 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 63 号第一次修正, 根据 2015 年 5 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正)

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

《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, 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)修正, 自 2015 年 7 月 1 日起施行)

《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)

《生产安全事故应急预案管理办法》(应急管理部令第 2 号, 2019 年 9 月 1 日起施行)

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(2010 年 5 月 24 日原国家

安全生产监督管理总局令第 30 号公布，自 2010 年 7 月 1 日起施行；根据 2013 年 8 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 63 号第一次修正，2015 年 5 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）

《安全生产培训管理办法》（2012 年 1 月 19 日原国家安全生产监督管理总局令第 44 号公布，自 2012 年 3 月 1 日起施行；根据 2013 年 8 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 63 号第一次修正，根据 2015 年 5 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）

《安全生产违法行为行政处罚办法》（2007 年 11 月 30 日原国家安全生产监督管理总局令第 15 号公布，自 2008 年 1 月 1 日起施行；根据 2015 年 4 月 2 日原国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）

《矿山救援规程》（应急管理部令第 16 号）

#### 1.2.1.4 规范性文件

《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）

《关于进一步强化安全生产责任落实坚决防范遏制矿山重特大事故的若干措施》（矿安〔2022〕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〉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严格非煤地下矿山建设项目施工安全管理的通知》(矿安〔2021〕7号, 2021年1月24日起施行)

《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<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《矿山生产安全事故报告和调查处理办法》的通知(矿安〔2023〕7号)

国家矿山安全监察局关于印发《防范非煤矿山典型多发事故六十条措施》的通知(矿安〔2023〕124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)

《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》(矿安〔2024〕41号)

《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<2024年矿山安全先进适用技术及装备推广目录与落后工艺及设备淘汰目录>的通知》

《坚决防范遏制事故安全生产严管严控36条措施》(新安〔2021〕5号, 2021年6月26日)

《自治区安全生产培训考核办法》(新应急规〔2020〕8号)

关于印发《自治区安全风险分级管控与隐患排查治理办法》的通知(新安〔2022〕2号, 发布时间: 2022年1月18日)

《关于印发<自治区生产安全事故隐患治理评估管理办法>的通知》(新

应急规〔2022〕3号) (自2022年6月1日起施行,有效期至2027年5月31日)

新疆维吾尔自治区应急管理厅、新疆维吾尔自治区财政厅《关于加强企业安全生产费用提取和使用管理的通知》新应急〔2024〕6号

新疆维吾尔自治区应急管理厅、国家矿山安全监察局新疆局《关于印发新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化自动化、智能化”建设方案的通知》新应急〔2024〕161号

## 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》(GB50140-2005)

《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》(GB4387-2008)

《地下矿用无轨轮胎式运矿车 安全要求》(GB 21500-2008)

《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)

《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)

《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)

《建筑抗震设计规范(2024年版)》(GB50011-2010)

《地下铲运机 安全要求》(GB 25518-2010)

《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)

《冶金矿山采矿设计规范》(GB50830-2013)

《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》(GB 18306-2015)

《矿山安全标志》(GB/T 14161-2008)

《用电安全导则》(GB/T 13869-2017)

- 《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218-2018)
- 《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)
- 《矿山电力设计标准》(GB50070-2020)
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T 29639-2020)
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)
- 《建筑照明设计标准》(GB/T 50034-2024)
- 《安全评价通则》(AQ8001-2007)
- 《安全预评价导则》(AQ8002-2007)
- 《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通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)
- 《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》(AQ 2061-2018)
- 《地下运矿车安全检验规范》(AQ 2065-2018)
- 《金属非金属地下矿山无轨运人车辆安全技术要求》(AQ 2070-2019)
- 《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 /T 2034-2023)
- 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA /T 2035-2023)
- 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》(KA/T 2075-2019)
- 《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》(KA /T2051-2016)
- 《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》(KA /T2052-2016)
- 《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》(KA /T2053-2016)
- 《黑色冶金矿山井巷工程设计规范》(YB/T 4733-2019)

### 1.2.3 建设项目技术资料

- (1) 《新疆富蕴县蒙库铁矿区 884 水平以下铁矿勘探报告》(新疆地矿局第十一地质大队, 2022 年 9 月)
- (2) 《新疆富蕴县蒙库铁矿资源储量核实报告》(新疆天博勘查技术有限责任公司, 2023 年 7 月)
- (3) 《新疆维吾尔自治区中小流域设计暴雨洪水图集》(天山北坡玛纳斯河以东地区, 1983 年 8 月新疆维吾尔自治区水利厅编制)
- (4) 《蒙库铁矿矿山水文地质勘察报告》(新疆地矿局第六地质大队, 2018 年)
- (5) 《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程可行性研究报告》(中冶北方(大连)工程技术有限公司, 2024 年 6 月)
- (6) 《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程采矿方法论证》(北方工业大学, 2024 年 8 月)
- (7) 《宝武集团新疆八一钢铁有限公司蒙库铁矿露天转地下开采岩体移动规律及覆盖层作用机理研究》(中冶北方(大连)工程技术有限公司, 2019 年 11 月)
- (8) 《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程安全设施设计》(中冶北方(大连)工程技术有限公司, 2024 年 1 月)
- (9) 《富蕴蒙库铁矿有限责任公司蒙库铁矿(井下矿)隐蔽致灾因素普查报告》(中钢武汉安全环保研究院股份有限公司, 2024 年 9 月)

### 1.2.4 其他评价依据

- (1) 采矿许可证
- (2) 建设项目安全预评价委托书
- (3) 矿区地形图等业主提供的其他资料
- (4) 来往文件及会议纪要

## 2 建设项目概述

### 2.1 建设单位概况

#### 2.1.1 建设单位简介

富蕴蒙库铁矿有限责任公司成立于 1998 年 07 月 02 日，注册地是新疆阿勒泰地区富蕴县库额尔齐斯镇赛尔江东路 214 号，企业注册资本 20738 万人民币，法定代表人为马飞，公司下设矿山、选矿分厂、球团分厂三个生产单位，是以铁矿石开采和铁矿石深加工为一体的国有大型矿山企业，系宝武集团新疆八一钢铁有限公司全资子公司。

#### 2.1.2 建设项目历史沿革

富蕴蒙库铁矿有限责任公司于 1999 年首次获得采矿权并延续至今，无矿业权纠纷。2023 年 7 月 4 日延续了《采矿许可证》，生产规模为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$  铁矿，开采方式为地下开采。

蒙库铁矿是一座已开采多年的大型现代化矿山，是八钢矿业重要的铁矿石原料生产基地。

##### （1）蒙库铁矿露天开采工程

蒙库铁矿前期采用露天开采。2005 年 9 月，中冶北方（大连）工程技术有限公司完成了《八一钢铁集团有限责任公司蒙库铁矿初步设计》（露天开采）。设计范围从 106 线~135 线间 938m 以上矿体，矿体走向长 1480m。露天矿最大生产规模为 200 万 t/a，采用公路开拓，露天底标高 938m。

蒙库铁矿露天矿山建设始于 1997 年，1999 年开始露天开采建设，采用自上而下逐水平分层缓帮开采方法。分两期开采，一期规模  $140 \times 10^4 \text{t/a}$ ，二期规模为  $200 \times 10^4 \text{t/a}$ 。2008 年正式投产，2019 年 6 月份闭坑。

##### （2）蒙库铁矿露天转地下开采工程

2008 年~2009 年，中冶北方（大连）工程技术有限公司先后完成了《宝钢集团新疆八钢富蕴蒙库铁矿井下开采工程初步设计》和《宝钢集团新疆八

一钢铁有限公司蒙库铁矿露天转地下开采初步设计安全专篇》，设计对蒙库铁矿采矿证范围内（884m以上）矿体一次性设计，开采对象为884m以上露天开采境界外矿体，包括露天底938m以上露天境界外东部挂帮矿体和938m~884m阶段矿体，划分为1070m、938m、884m共3个生产阶段。矿山井下开采采矿方法为无底柱分段崩落法，开采顺序为自上而下开采。1070m阶段和938m阶段生产规模为 $150 \times 10^4 \text{t/a}$ ，938m~884m阶段生产规模为 $300 \times 10^4 \text{t/a}$ 。采用竖井-平硐-斜坡道联合开拓，共布置1条副井（罐笼井）、1条中央进风井（938m~884m阶段建设）、东风井、西风井、884m主运输平硐、1条辅助斜坡道。

该项目安全专篇于2009年5月25日通过原新疆维吾尔自治区安全生产监督管理局审查的批复（新安监非煤字〔2009〕127号），矿山地下开采于2016年投产，并取得了安全生产许可证。

### （3）蒙库铁矿地下开采工程技改工程

随着矿山露天开采进行，蒙库铁矿生产过程中在露天采场西侧南北挂帮区域新发现挂帮矿体赋存，蒙库铁矿委托中冶北方（大连）工程技术有限公司对938m阶段进行设计修改，于2020年先后完成了《富蕴蒙库铁矿有限责任公司蒙库铁矿地下开采工程技改项目初步设计》和《富蕴蒙库铁矿有限责任公司蒙库铁矿地下开采工程技改项目安全设施设计》。

将938m阶段生产规模由 $150 \times 10^4 \text{t/a}$ 扩大到 $290 \times 10^4 \text{t/a}$ ，开采对象为1228m~938m范围内全部挂帮矿体，采矿方法、开采顺序、运输系统、排水系统均与《宝钢集团新疆八一钢铁有限公司蒙库铁矿露天转地下开采初步设计安全专篇》938m阶段设计中一致。将原《宝钢集团新疆八一钢铁有限公司蒙库铁矿露天转地下开采初步设计安全专篇》中884m阶段建设的西风井提前建设，并新增一条南北挂帮回风井。采用抽压结合的通风方式，由副井、西风井和884m平硐承担主要进风任务，东风井、1070m平硐、南北挂帮回风井承担主要回风任务。

该项目安全设施设计于 2021 年 12 月 27 日通过新疆维吾尔自治区应急管理厅审查的批复（自治区应急管理厅非煤项目设施设计审字〔2021〕000011 号），并于 2023 年 1 月完成建设及安全设施竣工验收。

目前矿山正在进行 938m 阶段挂帮矿开采，技改生产规模为  $290 \times 10^4 \text{t/a}$ 。该阶段生产结束后将转入 938m~884m 阶段内矿体回采。

#### （4）井下开采接续一期工程

2023 年 8 月富蕴蒙库铁矿有限责任公司委托中冶北方（大连）工程技术有限公司编制完成《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程初步设计》、2024 年 1 月编制完成《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程安全设施设计》，2024 年 2 月 7 日通过了由国家矿山安全监察局组织的《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程安全设施设计》技术审查，基建期 14 个月。

2024 年 12 月 14-15 日，富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程通过验收。

目前矿山正在进行 938m~884m 间（“生产接续一期工程”）矿体回采工作，开采规模为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ 。考虑到生产接续一期工程服务时间较短，为保证矿山三级矿量，蒙库铁矿拟开展井下矿深部开采工程，为此，富蕴蒙库铁矿有限责任公司委托中冶北方（大连）工程技术有限公司于 2024 年 6 月编制了《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程可行性研究报告》，蒙库铁矿井下矿深部开采工程为改建项目，设计开采范围为蒙库铁矿采矿权范围内 884m 以下矿体，884m 以下总资源量约为  $5160.21 \times 10^4 \text{t}$ 。设计规模为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ 。设计考虑采用一次设计、分两期开采、分期建设、分期验收。其中深部开采一期工程开采范围为 884m~704m 间矿体，深部开采二期工程开采范围为 704m~650m 间矿体，650m 以下矿体逐步尖灭，该部分矿量较少，设计考虑不回采。深部一期开采规模为矿石  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ ，岩石  $12.82 \times 10^4 \text{t/a}$ ；深部二期开采规模为矿石  $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ，岩石  $1 \times 10^4 \text{t/a}$ 。采用

平硐-斜坡道-副井联合开拓。采用无底柱分段崩落采矿方法，结构参数：阶段高度深部一期 180m，深部二期 54m，分段高度 18m，进路间距为 20m。蒙库铁矿井下矿深部开采工程共服务 16 年，其中  $400 \times 10^4$  t/a 稳产 9 年。

### 2.1.3 矿区地理位置及交通

蒙库铁矿行政区隶属于新疆维吾尔自治区阿勒泰地区富蕴县管辖，矿区距离富蕴县城 96km，距离北屯市 260km，距离阿勒泰市 320km，距离乌鲁木齐八一钢铁（集团）有限责任公司 592km，均有公路相通，交通方便。详见矿区交通位置图 2-1。

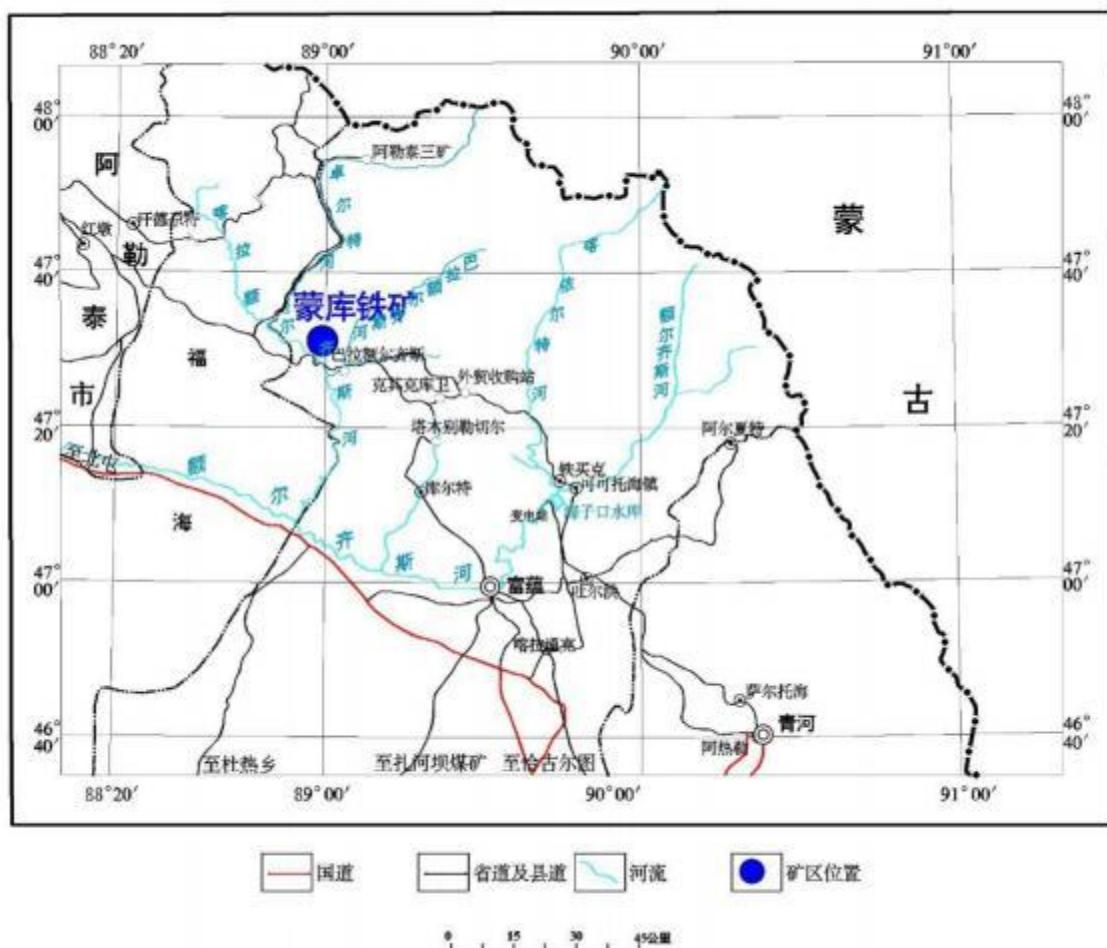


图 2-1 矿区位置及交通情况图

### 2.1.4 周边环境

开采范围内地表无重要构建筑物、道路、铁路等需要保护的设施。蒙库铁矿现有西部排土场、矿区现有工业场地及生产辅助设施等均位于地表错动

界线以外，现用西排土场距离生活区 0.5km；副井工业区距离生活区 0.75km；主井工业区距离生活区 0.5km；东风井距离生活区 2.1km；西风井距离生活区 0.25km；炸药库距离蒙库矿矿区 18km。安全防护距离满足安全规程要求。

矿山现有的 1110 台阶截洪沟位于地表错动界线以内，目前矿山已停止使用 1110m 台阶截洪沟，同时矿山已经按照 50 年一遇的设防标准，在地表最终错动界线以外的北部，布置了 3 条截洪工程，分别是 1#截洪沟北段、1# 截洪沟南段和 2#截洪沟工程。

蒙库铁矿露天矿主采场、7 号矿露天采场位于地表错动界线以内，针对该问题，蒙库公司委托北方工业大学完成《蒙库铁矿露转地矿山无底柱分段崩落法采矿对露天边坡安全稳定性影响研究》，该研究报告结论为：“蒙库铁矿露天转井下矿山采用无底柱分段崩落法后，虽然会造成露天坑坡脚位移和应力变化，但大变形位移场分布较小，塑性区的发育程度较弱，边坡内不会形成大范围的瞬时垮塌；在覆盖层完好的情况下，会吸收露天坑边坡局部垮塌的冲击，不会对井下采场和生产系统造成威胁”。

矿区周围 5km 范围内无自然保护区、风景旅游点和文物古迹保护单位，最近的村庄位于矿区东南侧约 7.1km 处的阿克哈仁村内，基本为哈萨克居民，主要从事农业种植、放牧以及在周边矿企打工等职业。

矿区周边已建成生产企业金宝铁矿和宏泰选冶公司，矿区东南侧直线距离 4km 处为富蕴蒙库铁矿有限责任公司蒙库铁矿选矿厂，矿区东侧直线距离 1.8km 为金宝铁矿采矿场，1.4km 为金宝铁矿排土场；宏泰选冶公司选矿厂距离蒙库矿矿区 10km；金宝铁矿选矿厂距离蒙库矿矿区 5.6km。

## 2.2 自然环境概况

### 2.2.1 地形地貌

矿区位于阿尔泰山脉南麓边缘的低中山区，海拔标高 300m~1700m。地形北东高南西低，相对高差 500m~600m。矿区地形切割较浅，沟谷多呈“U”字型。最低侵蚀基准面标高为 1055 m。

## 2.2.2 气候

矿区为大陆性气候，夏季干燥炎热，冬季寒冷漫长，春秋两季短暂而多风，昼夜温差  $15^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ ，气温变化大，年平均气温  $1^{\circ}\text{C} \sim 9^{\circ}\text{C}$ 。最高气温  $38.7^{\circ}\text{C}$ ，最低气温  $-37.7^{\circ}\text{C}$ ，年平均降水量  $158.3\text{mm}$ ，年蒸发量  $1743\text{mm}$ 。

最大冻土深度  $1.72\text{m}$ 。

卡拉额尔齐斯河位于矿区西南，水量丰富，流量为  $65 \sim 81\text{m}^3/\text{s}$ ，支流巴利尔斯河位于矿区东部，水量较大。区内的蒙克木、可依洛甫雨和纵贯矿区的蒙库沟，常年有细小水流。

## 2.2.3 地震

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)分区，该地区地震动峰值加速度为  $0.15\text{g}$ ，地震基本烈度为Ⅶ度。

## 2.3 建设项目地质概况

### 2.3.1 矿区地质概况

蒙库铁矿位于阿勒泰晚古生代陆缘弧，区内褶皱与断裂构造发育。蒙库铁矿位于额尔齐斯褶皱带内的克兰复式向斜中，北与巴拉额尔齐斯复式背斜相接。

蒙库铁矿展布于克兰复式向斜内的蒙库复向斜中，赋矿岩性为泥盆系下统康布铁堡组下亚组一套中、深变质的绿色片岩相—绿帘角闪岩相岩石组合。阿尔泰地槽褶皱系经历了多旋迴的构造运动，在地槽回返褶皱造山运动的同时伴随大规模海底火山活动，为蒙库铁矿的形成创造了良好的地质条件。

区域构造线呈北西向展布，区内变质变形作用强烈，岩浆活动发育，褶皱、断裂构造复杂，成矿地质背景有利。

#### (1) 地层

矿区内出露地层主要为志留系中—上统松克木群和泥盆系中统阿勒泰组、泥盆系下统康布铁堡组，另有少量沿沟谷分布的第四系。下泥盆统康布铁堡

组分布于矿区中南部，范围较广，分布稳定，为本区主要含矿层位。矿区综合地层表见表 2.3-1。

表 2.3-1 蒙库铁矿区综合地层表

地层划分						代号	厚度 (m)	备注			
系	统	组	亚组	层	分层						
第四系						Q	0.5~8	陆相松散堆积物。			
泥盆系	中统	阿勒泰组	康布铁堡组	上亚组		D <sub>2a</sub>	>400	底部为大理岩岩层，向上则为浅变质的变质含砾砂岩、变粉砂钙质泥砂岩、变凝灰质砂岩互层。			
					第三层						
	下统				第二层	D <sub>1</sub> K <sub>2</sub> <sup>3</sup>	124	岩性为变质的灰色凝灰质砂岩、钙质石英长石砂岩、泥质粉砂岩、粉砂岩夹大理岩透镜体。			
					第一层	D <sub>1</sub> K <sub>2</sub> <sup>2</sup>	151	岩性为变质含砾砂岩、长英质砂岩和泥质砂岩，呈互层产出。			
	下亚组			第三分层	D <sub>1</sub> K <sub>1</sub> <sup>3-3</sup>	70~230	主要含矿层，岩性以黑云角闪斜长片麻岩、角闪变粒岩为主。				
				第二分层	D <sub>1</sub> K <sub>1</sub> <sup>3-2</sup>						
				第一分层	D <sub>1</sub> K <sub>1</sub> <sup>3-1</sup>						
	第二层			第二分层	D <sub>1</sub> K <sub>1</sub> <sup>2-2</sup>	91~600	主要为变粒岩、磁铁变粒岩、浅粒岩。				
				第一分层	D <sub>1</sub> K <sub>1</sub> <sup>2-1</sup>		主要为闪斜长变粒岩、磁铁变粒岩为主。				
	第一层				D <sub>1</sub> K <sub>1</sub> <sup>1</sup>	41	主要是大理岩。				
志留系	中上统	松克木群				S <sub>23</sub> K	>600	黑云母片麻岩、石英黑云母片岩、堇青黑云石英片岩等。			

## (2) 构造

矿区处于克兰复式向斜与巴拉额尔齐斯复式背斜的接合部南侧，褶皱和断裂均较发育。矿区构造总体格架呈北西—南东展布的复式向斜和断裂组合带，与区域构造线基本一致。

### 1) 褶皱构造

矿区由中部的铁木下尔滚向斜及南西侧的蒙库背斜组成褶皱构造的主体，两者均为克兰复向斜中蒙库复向斜北东倒转翼的次级褶皱。

铁木下尔滚向斜呈北西—南东走向，自蒙克木沟经巴拉额尔齐斯河至巴得巴克布拉克，轴迹长 40km 左右。核部地层为下泥盆统康布铁堡组下亚组第三岩性段，翼部地层为下泥盆统康布铁堡组下亚组第一、二层，两翼地层相向倾斜，南西翼地层倾向北东，倾角  $65^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，北东翼地层倾向南西，倾角  $40^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，向斜轴面近于直立。蒙库铁矿床严格受北西—南东走向的铁木下尔滚次级紧闭向斜构造控制，蒙库铁矿主要矿体产在向斜核部。

蒙库背斜位于铁木下尔滚向斜的南西侧，两者同属蒙库复式向斜北东倒转翼的次级构造。背斜核部由中—上志留统松克木群组成，两翼地层为下泥盆统康布铁堡组下亚组地层。背斜轴向  $290^{\circ} \sim 310^{\circ}$ ，南东端开阔，北西端被花岗岩体侵入较为狭窄，其主体向矿区北西方向延续。

## 2) 断裂构造

矿区内断裂构造以北西向为主，规模较大，主要发育  $F_1 \sim F_5$  五条断裂，其中， $F_3$  断裂为矿区的主要控矿断裂构造。各断裂在矿区西北端趋于收敛，在中段、东部近于平行分布，向南东撒开。由矿区内断裂构造总体展布特征分析，矿区内的断裂构造是由区域性  $F_1$  断裂经多期次形成的一系列分枝和低序次断裂组合。

### a) $F_3$ 断裂

$F_3$  断裂处于铁木下尔滚向斜构造两翼的近核部，由四条同生角砾岩带组成，角砾岩带均分布于断裂的上盘，是在沉积过程中同时形成的断裂构造。走向  $290^{\circ} \sim 300^{\circ}$ ，向南西陡倾斜，形成南、北分支，北分支控制蒙库铁矿床的北东边界，南分支控制蒙库铁矿床的南西边界。 $F_3$  断裂构造形成于早泥盆世海底火山喷发、沉积成矿时期，随着断裂的不断活动，在断裂上盘造成构造空间不断变大，成矿物质不断沉积加厚，形成厚大铁矿体，因此矿体的规模、形态、产状与  $F_3$  断裂活动有密切的关系。沿  $F_3$  断裂两侧劈理发育，密集成带，带宽  $10 \sim 40m$ 。

在  $F_3$  断裂南北支之间，于铁矿床的上下盘或近矿体附近围岩中发育一组

与矿体或地层走向基本一致的次级纵向断层，规模小，对矿体破坏作用小，

### b) F<sub>1</sub> 断裂

F<sub>1</sub> 断裂为区域上巴寨断裂的一部分，分布于矿区北东部，长 10 余千米，走向 300° 左右，呈舒缓波状，向南西陡倾近直立。断裂表现为强烈挤压性质，形成宽度 10~50m 的挤压破碎带。断裂在蒙克木沟以西呈分枝状，可划分为挤压破碎带、形变带、新生变质矿物带、劈理化带、片麻理带、伟晶岩脉、酸—中基性岩脉分布带，各带宽窄不一，沿走向变化较大，并时有交叉和混杂现象。

### (3) 节理

矿区岩层中主要发育三种类型节理，分别是：由磁铁矿细脉和钙铁辉石细脉充填的节理；由石英脉充填的节理；无填充的节理。

### (4) 岩浆岩

矿区岩浆活动比较强烈，岩浆岩出露面积占 40%以上，主要分布于矿区的西部和南部地区。

#### 1) 侵入岩

区内侵入岩均属华力西期产物，以华力西中、晚期酸性岩浆侵入为主，构成区内侵入活动的主体。岩性主要为斜长花岗岩、黑云母花岗岩、角闪斜长花岗岩。

#### 2) 岩浆活动与铁矿的成生关系

与蒙库铁矿有成生关系的岩体主要是华力西中、晚期酸性侵入岩。岩体显示出较好的分异作用，后期形成的岩体，暗色矿物含量极少，挥发组分含量增高成了铁质的载体，因而有利于铁矿的形成或富集。另外下泥盆统含矿岩系中的碳酸盐类岩石十分发育，因而为岩浆侵入与之接触发生交代和同化混染时，吸收铁质组分和其它有用组分，并促进岩浆强化分异，促使铁质进一步富集，形成更为有利的成矿环境。

### 2.3.2 水文地质概况

矿床内地表水系不发育，主要河流距离矿床较远，与矿床水力联系差，地表水对于矿床开采的影响不大。

区域内地表水系较发育，卡拉额尔齐斯河是矿区附近最大的地表水体，距矿区西南 8km，河水流量一般  $65\text{m}^3/\text{s} \sim 83\text{m}^3/\text{s}$ ，5 月～6 月是其河流的洪水期。巴利尔斯河流位于矿区东北部，距矿区约 7.5km，仅次于卡拉额尔齐斯河，流量一般为  $7\text{m}^3/\text{s} \sim 8\text{m}^3/\text{s}$ 。两河水的矿化度为  $5.58\text{mg/L}$ ，PH 值  $6.9 \sim 8.3$ ，水化学类型为  $\text{HCO}_3--\text{Ca}^{2+}$ 型水。

#### （1）岩层的透水性

根据矿区地下水的赋存条件和含水空间的不同，将含水层划分为孔隙潜水含水层和基岩裂隙含水层。

##### 1) 孔隙潜水含水层

该层为第四系坡洪积和冲洪积物组成，主要成分有腐植土、粉土、碎石土、中细砂、卵石等，层厚  $0.5\text{m} \sim 12.3\text{m}$ ，富水性弱一中等。

地下水水化学类型以  $\text{HCO}_3--\text{Ca}^{2+}$ 型水为主，其次为  $\text{HCO}_3--\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 型水。PH 值为  $7.3 \sim 7.8$ 。

##### 2) 基岩裂隙含水层

基岩裂隙含水层分为基岩风化裂隙含水层和基岩构造裂隙含水层。

基岩风化裂隙含水层岩性主要为黑云母花岗岩、片麻状黑云母花岗岩，受风化作用的影响，风化裂隙较发育，形成风化裂隙潜水含水层，其透水性和富水性均弱。

构造裂隙水含水层主要分布于 107～145 勘探线间，受 F6、F9、F10、F11 四条断层影响，形成构造裂隙水，属于典型的构造脉状裂隙水，裂隙沿断层面破碎带发育，岩性破碎。构造裂隙水含水层具有一定的承压性，沿断层有泉水分布，其透水性和富水性中等。

#### （2）地下水富水性分区

根据含水层岩性和富水性将地下水分为 4 个亚区： I a 亚区、 I b 亚区、 II a 亚区和 II b 亚区。

### 1) 孔隙潜水含水层富水性分区

孔隙潜水含水层平面上分为 II a 和 II b 两个富水性亚区：

II a 亚区：由第四系坡洪积物组成，主要成分有腐植土、植物根系，粉土、碎石土，层厚 0.5m~9.6m。富水性弱，主要分布于矿区蒙库木沟，青依洛甫沟的低洼处或沟谷中。

II b 亚区：由第四系冲洪积物组成，主要成分有粉土、中细砂、卵石、砾石、碎石等组成，层厚 2.5m~12.3m。富水性中等，主要分布于矿区蒙库木沟，克依洛浦沟中。

### 2) 基岩裂隙含水层富水性分区

基岩裂隙含水层平面上分两个富水性亚区： I a 亚区、 I b 亚区。

I a 亚区：主要岩性有黑云母花岗岩、片麻状花岗岩、浅色花岗岩。主要分布于矿体的上下两旁围岩，并离矿体较远。花岗岩组岩石构造裂隙、风化裂隙发育，平均裂隙率 2.56%，裂隙发育程度为中等，泉流量 0.52L/s~0.635L/s，含水层富水性弱~中等。

I b 亚区：由中~下泥盆统中上志留系陆源碎屑沉积岩、变质岩组成，有泥质砂岩、磁铁角闪变粒岩、磁铁矿、大理岩等组成。片理发育，裂隙以剪性微张裂隙为主，泉流量 0.039L/s~0.1844L/s。据 SK1、SK2、SK3 孔抽水试验资料，单位涌水量 0.0013~0.285 L/S · m，渗透系数 0.002~0.26m/d，平均渗透系数 0.11m/d，含水层富水性弱~中等。

## (3) 地下水的补给、径流和排泄条件

矿区地下水总体流向为北东南西向，北东部的中山区为补给区，西南端的卡拉额尔齐斯河为排泄区，矿区处于径流区，矿区地下水的补给以接受大气降水和春季融雪水为主，特别是春季融雪水，能缓慢地通过岩层裂隙、孔隙渗入补给地下水。矿区内构造发育，上部风化裂隙，构造裂隙相互迭加，

形成网状连通性好，有利于地下水的运移，地下水主要以侧向排泄于区外，一部分以泉水的形式排泄于地表。

自然状态下，矿区水文地质单元可分为两个亚区，107~137 线之间为 I a 亚区，地下水主要流向为近东西向，排泄于蒙库沟。103 线以东至 9 号矿体东侧为 I b 亚区，地下水流向为南西向，由克依洛甫沟排泄于区外。

#### (4) 矿床充水因素分析

地下水含水层透水性和富水性不强，露天采场实际地下水涌水量很小，井下 884m 平硐实测涌水量也不大，一般不超过  $920\text{m}^3/\text{d}$ ，因此，地下水对于矿床充水的影响较小，是矿床充水的次要因素。

矿床内地表水系不发育，区域大的河流距离矿床较远，最近距矿区约 7.5km，与矿床水力联系差，地表水体对矿床开采的影响不大。

根据地质报告，矿体两侧发育数条北西向断裂构造，规模较大，大多属压性-压扭性，本身富水性差。露天开采至今，目前没有发现断层沟通地表水体，断层对矿床开采的影响不大。

本矿为露天转坑内开采矿山，采用无底柱分段崩落法开采，地表将产生塌陷区。大气降水形成的塌陷区暴雨渗入量，对矿床开采影响较大，是今后矿床充水的主要因素。

矿区水文地质条件属中等类型。

#### (5) 矿坑涌水量的预测

由于蒙库铁矿 938m~884m 矿体赋存条件较好，具备扩能的条件，2021 年~2023 年编制了《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程初步设计》和《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下开采生产接续一期工程安全设施设计》，将蒙库铁矿 938m~884m 阶段生产规模由 300 万 t/a 提升为 400 万 t/a。设计为蒙库铁矿井下矿深部开采工程，开采范围为 884m~650m 间全部矿体，分两期开采，其中：深部一期开采 884m~704m 之间的矿体，开采规模为矿石 400 万 t/a，岩石 12.82 万 t/a；深部二期开采 704m~650m 之

间的矿体，开采规模为矿石 30 万 t/a，岩石 1 万 t/a。矿山采用地下开采，平硐-斜坡道-副井联合开拓，无底柱分段崩落采矿方法，自上而下的顺序开采。采矿阶段高度深部一期为 180m，深部二期为 54m。

深部一期在 704m 水平设排水系统，经副井排水管道排至 884m 水平，之后通过 884m 平硐排出地表，经沉淀后循环利用；同时利用 704m 水平排水泵房内的补水泵为地表井口现有的 1000m<sup>3</sup> 贮水池补水。

深部二期采用倒段排水，在 650m 水平设排水系统，经采区进风天井内排水管道排至 704m 水平，之后利用深部一期 704m 水平排水系统接力排水至 884m 水平，然后通过 884m 平硐排出地表，经沉淀后循环利用；同时利用 704m 水平排水泵房内的补水泵为地表井口现有的 1000m<sup>3</sup> 贮水池补水。

坑内涌水量主要由两部分组成，即地下水涌水量和大气降水经过塌陷区渗入坑内的水量两部分。

根据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）中有关规定，蒙库铁矿生产规模 400 万 t/a，为大型地下开采矿山，选用设计频率暴雨标准为 20 年一遇。

矿山现有截洪沟工程可继续为本次井下矿深部开采工程开采服务，塌陷区降雨渗入量计算时，不考虑截洪沟工程已拦截的汇水面积。

矿坑总涌水量预测结果见表 2.3-2。

表 2.3-2 地下开采矿坑总涌水量表

计算水平 (m)	塌陷区降雨渗入量 (m <sup>3</sup> /d)		地下水涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	矿坑总涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	
	正常	最大		正常	最大
704	2739	34232	4807	7546	39039
650	2739	34232	5664	8403	39896

### 2.3.3 工程地质概况

依据岩石组合、结构构造、岩石力学强度、成因类型的不同和结构面的分布和岩体变形特征，划分以下四个工程地质岩组：

### (1) 块状岩组 (I 区)

主要分布于矿体及其两侧围岩中，岩性为角闪变粒岩、磁铁变粒岩、条带状角闪变粒岩、磁铁矿石和各种侵入岩。岩石致密坚硬，为坚硬岩。岩体内多发育有III-IV级结构面，将岩体切割成块状、不规则条块状、方块状。岩石质量一般～中等，岩体较完整。

### (2) 层状岩组 (II 区) 该岩组细分为两个亚组。

II a 亚组：岩性为下泥盆统康布铁堡组的薄层大理岩，主要分布于矿体的下盘，呈透镜体状、不规则状，宽10～100m之间，以 II 级结构面为主，将岩体切割成块状、板状，岩体较完整。岩石质量较差，属于较软岩和软岩。

II b 亚组：主要岩性为下泥盆统康布铁堡组下亚组第三岩性段第一层的黑云角闪片麻岩、片岩，分布于矿体的两侧。岩体中发育有IV-V 级结构面，主要以片理、节理、片麻理为主。岩石质量中等。

### (3) 碎裂岩组 (III区)

碎裂岩组由构造破碎带、蚀变破碎带和强风化带、裂隙发育密集带组成。在各种地层岩性中均可见到，力学强度差。岩体中 V 级结构面发育，将岩体切割成碎块状。岩石质量极劣，工程地质条件差。

### (4) 散体结构岩组 (IV区)

由断层破碎带、软弱泥化夹层、全风化带和第四系岩层组成。岩石呈泥状、碎屑状、碎片状，岩体完整性完全丧失，破碎带呈松散状态，岩石质量极劣、工程地质条件差。

该矿区主矿床及其围岩，构造破碎带较发育，部分矿体顶底板较软弱破碎，稳定性较差；地表风化作用较强，地下水局部活动较强，不良工程地质问题较单一。

矿床为坚硬半坚硬岩层为主的似层状矿床，工程地质条件中等。

岩石物理力学性质：

结合《新疆富蕴县蒙库铁矿勘探报告》、中国地质大学（武汉）工程学

院2009年完成的《蒙库铁矿高陡边坡稳定性分析与安全控制研究课题研究报告》和中冶北方2019年完成的《宝武集团新疆八一钢铁有限公司蒙库铁矿露天转地下开采岩体移动规律及覆盖层作用机理研究》中的岩石物理力学性质试验成果，建议的相关岩体物理力学性质参数如下表2.3-3。

表 2.3-3 主要岩（矿）体的物理力学性质表

岩性	岩体强度参数		岩体弹性参数		抗拉强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )
	c (MPa)	$\varphi$ (°)	弹模 $E_m$ (GPa)	泊松比			
条带状角闪变粒岩	12.051	30.18	8.7	0.23	0.3	249	2904
绢云角闪斜长片麻岩	9.573	34.89	8.7	0.038	0.1	166	2792
角闪斜长片麻岩	10.035	34.89	8.7	0.59	0.1	174	2733
角闪变粒岩	9.922	30.18	8.7	0.37	0.2	205	2721
磁铁矿化角闪变粒岩	10.357	32.48	11.6	0.15	0.3	193	2862

## 2.3.4 矿床地质概况

### （1）矿体形态、规模及产状

1号矿体是蒙库铁矿床最主要的工业矿体，分布于107线~157线之间，矿体形态总体呈似层状、不规则脉状及平行侧列的细脉状，沿走向及倾向有膨大收缩、分枝复合、分枝尖灭、尖灭再现等变化特征。矿体平面形态总体上呈似层状、不规则脉状及平行侧列的细脉状，从产出特征来看，具有下部收缩、上部撒开的趋势。

矿体沿走向连续性较好，呈舒缓波状展布，东西两端出现膨大现象，西端108线~124线、东段142线~149线，矿体厚度明显膨大，呈似层状、厚层状；其他地段（124线~142线、149线~157线）出露宽度较窄，并有分枝复合脉状特征。

矿体总体走向约296°左右，变化范围275°~310°，矿体向北东陡倾

斜，倾角  $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。局部地段出现明显的波状弯曲，造成倾角的不断变化，但总体产状没有大的变化。

矿体地表长 2640m，最大厚度 126.92m，最小厚度 2.83m，平均厚度 42.28m。矿体倾斜延深 30m~580m。在纵向上具有两端延深小、中间延深大的特征。

保有矿体在空间上分为两个部分：

其一：位于 108 线~143 线，矿体长 1910m，延深 25m~400m，厚 3.78m~61.54m。产出标高 1022.0m（108 线）~605.0m（1124 线）。

其二：位于 147 线~155 线，矿体长 480m，延深 9.0m~75.0m，厚 3.66m~17.99m。产出标高 1160.0m（153 线）~1044.0m（147 线）。

总体上，1 号矿体的空间形态似锅底。

蒙库铁矿床 884m 标高以下矿体主要为 1 号矿体和 4-3 号矿体，分布于 112~139 线之间。4-3 号矿体位于 1 号矿体南侧，分布于 115~118 线之间。1 号矿体长约 1418m，4-3 号矿体长约 225m。4-3 号矿体在标高 777m 呈锥形尖灭。

## （2）矿体围岩及夹石

### 1) 围岩特征

1 号矿体围岩主要为角闪变粒岩，其次是条带状角闪变粒岩、变粒岩、磁铁变粒岩等，围岩与矿体呈整合接触关系。围岩沿走向和倾向具相变特征，围岩中有磁铁矿化现象，蚀变以碳酸盐化、绢云母化、钠长石化、绿泥石化为主。

### 2) 夹石特征

夹石呈不规则脉状、细脉状、条带状、透镜状，长 25m~250m，厚 2m~50m，倾斜延深 33m~400m。夹石的组成主要是角闪变粒岩，少量黑云角闪斜长片麻岩、磁铁石榴石岩、磁铁变粒岩。

夹石矿物成分、结构、构造及产状等岩性特征与围岩一致。主要区别是

磁铁矿含量普遍增高，部分角闪变粒岩中的 TFe 含量已达 10%以上。

### (3) 矿床成因

蒙库铁矿属海相火山喷发沉积—岩浆热液叠加变质改造矿床。

### (4) 矿石质量特征

#### 1) 矿物组成

蒙库铁矿床矿石矿物成份复杂，种类繁多，目前已发现的矿物计 36 种，其中矿石矿物 16 种，脉石矿物 20 种。

#### 2) 矿石结构、构造

矿石结构：

根据矿石矿物的粒度、结晶程度、组合形态、形成方式等进行分类，其结构类型为粒状结构，其它结构类型少见。

根据矿石中矿石矿物磁铁矿的结晶程度可分为他形-半自形粒状结构、半自形粒状结构、半自形—他形粒状结构。其中以他形-半自形粒状结构最为常见。

矿石中磁铁矿物粒度变化范围较大，粒度在 0.02mm~2.0mm 之间均有分布，但以细粒（粒径 0.1mm~1mm）分布最为普遍。其次为微细粒和中粒，粗粒在矿区内较少出现。晶形有他形晶、半自形晶、自形晶。各种矿石结构在各类矿石自然类型中均有出现，无明显规律性。

矿石构造：

根据矿石矿物集合体的形态、空间分布、排列状态，矿石的构造主要有 3 种：块状构造、浸染状构造、条带状构造。其中以浸染状构造为主，可细分为稠密浸染状构造、中等浸染状构造、稀疏浸染状构造。

#### 3) 矿石类型

矿石自然类型：

根据蒙库铁矿石主要结构、构造特征，将磁铁矿矿石划分为 5 种自然类型，分别为：块状磁铁矿矿石；稠密浸染状磁铁矿矿石；中等浸染状磁铁矿

矿石；稀疏浸染状磁铁矿矿石；条带状磁铁矿矿石。按组成矿石的主要矿物还可分为磁铁矿矿石、含黄铁矿磁铁矿矿石、含铜磁铁矿矿石、含磁黄铁矿磁铁矿矿石、褐铁矿化磁铁矿矿石、钛磁铁矿矿石等。

### 矿石工业类型：

根据现行《铁、锰、铬矿地质勘查规范》的规定，蒙库铁矿铁矿石中有害杂质含量超过规定不符合直接入炉冶炼要求，为需选铁矿石。依据选矿工艺要求，将蒙库铁矿矿石划分磁铁矿石和弱磁性铁矿石两种工业类型。

## (5) 矿床开采技术条件

### 1) 矿石及顶底板围岩的稳定性

1号矿体围岩主要为角闪变粒岩，矿体及其围岩构造破碎带较发育，部分矿体顶底板较软弱破碎，稳定性较差；地表风化作用较强，地下水局部活动较强，局部地段易发生矿山工程地质问题。开采过程中F3等断层破碎带的影响应引起重视，并采取相应安全措施。

### 2) 矿岩物理力学性质

设计确定设计开采范围内矿、岩物理力学性质参数如下：

表 2.3-4 蒙库铁矿矿岩物理力学性质参数表

矿岩名称	体重 (t/m <sup>3</sup> )	硬度系数 f	松散系数 K
铁矿石	4.15	16~18	1.5
岩 石	2.71	8~12	

## 2.4 工程建设方案概况

### 2.4.1 矿山开采现状

蒙库铁矿所有露天采场（包含主采场、7号矿露天采场、9号矿露天采场）均已开采结束。

目前矿山正在进行938m~884m间（“生产接续一期工程”）矿体回采工作，开采规模为400万t/a。考虑到部分矿石需留作矿石覆盖层，实际2028年底前后矿山规模即将降低，需对深部矿体进行开采，以满足矿山产能稳定

接续及延长矿山服务年限。

蒙库铁矿井下开采生产接续一期工程采用副井—平硐—辅助斜坡道联合开拓。

矿山建设有副井、中央进风井、东风井、西风井共四条竖井，其中副井井口标高 1170.3m，井底标高 846m，井深 324.3m，井筒净直径 6.0m，主要用于矿山人员、材料、小型设备、爆破器材、废石的提升，提升设备采用JKM2.8×6ZIII型塔式摩擦式提升机，配电动机功率 1000kw，提升单罐双层双车罐笼；中央进风井井口标高 1170.3m，井底标高 884m，井深 286.3m，井筒净直径 5.5m，承担地下开采的进风任务。东风井井口标高 1115m，井底标高为 938m，井深 177m，井筒净直径 4.5m，承担地下开采的回风任务。西风井井口标高 1149m，井底标高为 884m，井深 265m，井筒净直径 4.5m，承担地下开采的回风任务。

矿山建有一条 884m 主运输平硐，承担全矿矿石的运输任务，井下开采矿石倒运后均通过 884m 平硐直接运输至选厂。

矿山建有一条通地表的辅助斜坡道，地表出口标高 1115m，下口标高 884m，目前最低服务于 884m 水平，用于井下大型无轨设备进出井下和采准出岩运输通道。

矿山建有一条倒段主溜井，井口标高 938m，下口接振动放矿硐室（884m）。

矿山建有一条运矿斜坡道，上口标高 938m，下口标高 884m。884m 阶段生产末期（902m 分段后期及 884m 本分段生产），与辅助斜坡道共同作为井下矿石运输通道（由生产分段经井下卡车运至 938m 卸矿车场，新建运矿斜坡道作为重车运输通道，现有辅助斜坡道作为空车运输通道），同时作为井下大型无轨设备进出井下和采准出岩运输的通道。

### 1) 矿石运输系统

正常生产时期：938m~884m 阶段采出的矿石通过采区溜井装入 884m

运输阶段  $11\text{m}^3$  气动侧卸式矿车，由 30t 电机车单机牵引 10 辆  $11\text{m}^3$  气动侧卸式矿车通过 884m 平硐至选矿厂卸矿站。

884m 阶段生产末期（902m 分段后期及 884m 本分段生产）：采场内采出的矿石通过铲运机直接装入井下卡车，由井下卡车沿新建运矿斜坡道运至 938m 卸矿车场，通过两条主溜井装入 884m 运输阶段  $11\text{m}^3$  气动侧卸式矿车，由 30t 电机车单机牵引 10 辆  $11\text{m}^3$  气动侧卸式矿车通过 884m 平硐至选矿厂卸矿站。

## 2) 岩石运输系统

井下采准岩石通过 12t 井下卡车运至地表排土场排弃。

## 3) 人员、材料和设备运输系统

采场作业人员和材料由副井到达阶段运输水平，再经辅助斜坡道至各分段采场工作面。

铲运机、凿岩台车等大型设备由通地表的辅助斜坡道进入井下各工作面。

## 4) 通风系统

井下通风采用压抽结合的通风方式。新鲜风流由副井和中央进风井进入井下，通过 902m 进风水平——采区进风天井进入回采、凿岩、采准分段的脉外联络巷，用局部通风机压入采场进路工作面。洗刷工作面后的污风，经下盘进路联络巷进入采区回风天井到 938m 回风水平，然后通过东、西风井排出地表。

正常生产时期：中央进风井进风风量为  $254\text{m}^3/\text{s}$ ，副井进风风量为  $103.3\text{m}^3/\text{s}$ ，884m 平硐进风风量为  $7.7\text{m}^3/\text{s}$ ；东风井和西风井为回风井，回风量均为  $165\text{m}^3/\text{s}$ ，辅助斜坡道回  $35\text{m}^3/\text{s}$ 。

884m 阶段生产末期（902m 分段后期及 884m 本分段生产）：中央进风井进风风量为  $240\text{m}^3/\text{s}$ ，副井进风风量为  $117.3\text{m}^3/\text{s}$ ，884m 平硐进风风量为  $7.7\text{m}^3/\text{s}$ ；东风井和西风井为回风井，回风量均为  $165\text{m}^3/\text{s}$ ，辅助斜坡道回  $35\text{m}^3/\text{s}$ 。

## 5) 排水系统

采用自流方式排水，938m~884m 阶段的井下涌水直接通过 884m 平硐内排水沟自流至 884m 平硐口地表沉淀池，经沉淀后排入水源地生产水池循环利用。

## 6) 现有土场现状

矿山现有西部排土场设计容积为 2291.29 万 m<sup>3</sup>，最终堆存标高为 1100m，排土场总的边坡角为 27.1°。截止 2023 年 2 月末现有西部排土场已堆存岩石方量为 1651.72 万 m<sup>3</sup>，堆存标高为 1100m，蒙库铁矿 884m 水平以上生产排弃废石还需 100.52 万 m<sup>3</sup>，884m 水平以上矿石开采结束后，西部排土场堆存方量约为 1752.24 万 m<sup>3</sup>，剩余容积约为 539.05 万 m<sup>3</sup>，可以继续进行排岩作业。

矿山现有井下工程利旧：根据设计确定的开拓系统，蒙库铁矿井下矿深部开采工程对矿山现有的 1 条副井、1 条中央进风井、2 条回风井、1 条辅助斜坡道、1 条运矿斜坡道、884m 主运输平硐等井下工程均考虑利旧使用。

矿山现有地表工程利旧：矿山地表现已形成多个工业场地及地表工程，本次设计也均考虑利旧使用。其中有副井工业场地（包括副井井塔楼、井口预热设施、服务楼、中控室、空压机站、生活水池及生活水泵站、锅炉房、锅炉房脱硫塔、备品配件库、高位水池、中央进风井及井口预热设施等）；辅助斜坡道工业场地（包括值班室、检修间、搅拌站、库房等）；综合办公场地（包括办公楼、宿舍、生活区等）；东风井工业场地（包括地表风机房、风机变电所等）；西风井工业场地（包括地表风机房、风机变电所、铲运机修理间等）；平硐口工业场地（包括平硐口牵引变电所、道口房、沉淀池及贮水池等）；西部排土场（承担井下开采所有废石堆存）；选矿厂工业场地（包括选矿厂、地表高压配电室、电机车矿车修理间、有轨运输卸矿站、原矿堆场等）；地表截洪沟；地表运输道路等。

## 2.4.2 建设规模及工作制度

### (1) 地质储量

2023年7月《新疆富蕴县蒙库铁矿资源储量核实报告》，保有探明+控制+推断资源量共计 $8008.37 \times 10^4$ t。其中，884m标高以上保有探明+控制+推断资源量 $2886.39 \times 10^4$ t，TFe品位42.61%，mFe品位37.70%；884m标高以下保有探明+控制+推断资源量 $5121.98 \times 10^4$ t，TFe品位44.23%，mFe品位38.05%。

设计估算截至2022年12月31日，蒙库铁矿884m标高以下保有铁矿石资源量为 $5160.21 \times 10^4$ t。其中探明资源量 $1110.65 \times 10^4$ t，控制资源量 $3277.66 \times 10^4$ t，推断资源量 $771.90 \times 10^4$ t。标高范围为884m~605m。

设计拟开采蒙库铁矿884m~650m标高范围内矿石资源。保有铁矿石探明+控制+推断资源量共计 $5149.17 \times 10^4$ t。其中，深部一期范围内保有探明+控制+推断资源量共计 $4988.09 \times 10^4$ t。深部二期范围内保有控制+推断资源量共计 $161.08 \times 10^4$ t。

### (2) 建设规模

蒙库铁矿井下矿深部开采工程分两期开采，其中深部一期开采范围为884m~704m间矿体，生产规模确定为 $400 \times 10^4$ t/a；深部二期开采范围为704m~650m间矿体，生产规模确定为 $30 \times 10^4$ t/a。

### (3) 服务年限

蒙库铁矿井下矿深部开采工程共服务16年，其中 $400 \times 10^4$ t/a稳产9年。在系统投入第二年形成 $400 \times 10^4$ t/a的生产能力。

### (4) 工作制度

矿山采用间断工作制度，年工作300天，每天工作3班，每班工作8小时。

## 2.4.3 总图运输

### (1) 总平面布置

设计充分利用现有工业场地及设施，主要涉及副井工业场地（新增及利旧）、东风井场地（利旧）、西风井场地（利旧）、辅助斜坡道场地（利旧）。

### 1) 副井工业场地

副井工业场地新增设施包括：地下式沉淀池。地下式沉淀池布置于现有井口服务楼东侧。

副井工业场地利旧设施包括：副井（延伸至 704m 水平）、副井井塔楼及井口房、井口服务楼、中央进风井（延伸至 704m 水平）及中央进风井空气预热间、备品配件库、压气站及变电所、地表高压配电室、生活水池、生活水泵站、高位水池、现有锅炉房。

### 2) 其它工业场地

东风井场地、西风井场地、辅助斜坡道场地（斜坡道延伸至 704m 水平）均利用现有场地及设施。

## （2）内外部运输

### 1) 矿石运输

矿石采用平硐-斜坡道-副井联合开拓方式，采出矿石经地下无轨设备转运后由 30t 电机车单机牵引至选矿厂卸矿站。

### 2) 岩石运输

井下采准岩石通过铲运机直接装入 12t 井下卡车，由 12t 井下卡车经脉外联络巷、辅助斜坡道运至地表西部排土场排弃。

### 3) 人员、材料和设备运输

采场作业人员和材料由副井到达各阶段运输水平，之后通过斜坡道到达各分段采场，或由辅助斜坡道直接到达各分段采场；铲运机、凿岩台车等大型无轨设备由辅助斜坡道进入井下。

## 2.4.4 开采范围

设计开采范围为蒙库铁矿采矿权范围内 884m 以下矿体。

设计采用一次设计、分两期开采、分期建设、分期验收。矿山为生产矿

山，设计蒙库铁矿井下矿深部开采工程分为深部开采一期工程（简称为“深部一期”）和深部开采二期工程（简称为“深部二期”）。分期开采界线确定为 704m。

设计开采范围为：

平面范围：蒙库铁矿采矿权范围内；

垂直范围：总的开采范围为 884m~650m 标高，分两期开采。其中深部一期开采范围为 884m 至 704m 间矿体，深部二期开采范围为 704m~650m 间矿体。650m 以下矿体逐步尖灭，该部分矿量较少，开采极不经济，设计考虑暂不回采。

总的开采顺序为从上到下的开采顺序；对每个分段而言，回采进路垂直走向布置，由上盘向下盘回采。

#### 2.4.5 开拓运输

##### （1）深部一期开拓方案（平硐—斜坡道—副井联合开拓）

蒙库铁矿井下矿深部开采一期工程采用平硐—斜坡道—副井联合开拓，共有 1 条副井、1 条中央进风井、2 条回风井、1 条辅助斜坡道和 1 条运矿斜坡道。

竖井工程：

设计将延深现有副井和中央进风井。利旧矿山现有东风井、西风井、东挂帮主溜井、倒段主溜井等。

采区内新建一条斜坡道进风天井、一条斜坡道回风天井、一条充电硐室专用回风天井、5 条采区进回风天井，利旧矿山现有 3 条采区回风天井（938m~884m 阶段）。

###### 1) 副井（现有副井延伸）

副井为罐笼井，井口标高 1170m，井筒净直径为 6.0m，设计将副井延深至 704m 水平，承担人员、材料、小型设备、爆破器材、部分基建废石的提升任务，承担地下开采部分进风任务，进风量  $72.4\text{m}^3/\text{s}$ 。副井采用单罐笼

配平衡锤的提升方式，罐笼为 1.2m<sup>3</sup> 曲轨侧卸式矿车用双层双车罐笼，平衡锤重 23.5t（含首尾绳悬挂装置），罐道采用钢绳罐道。本次设计提升机、罐笼和平衡锤保持不变，提升设备仍采用 JKM2.8×6ZIII型低速直联塔式摩擦提升机。需将现有的 1000kW 低速直联直流电动机更换为 1000kW 的 TDBS 型低速直联交流同步电动机。

2) 中央进风井（现有中央进风井延伸）

中央进风井为矿山井下开采进风井，井口标高 1170.3m，设计将中央进风井延深至 704m 水平，主要承担地下开采的进风任务，井筒净直径 5.5m，进风量 309.9m<sup>3</sup>/s，无梯子间。

3) 东风井（利旧）

东风井井口标高 1115m，井底标高为 938m，井深 177m，承担地下开采的回风任务，井筒净直径 4.5m，进风量 160m<sup>3</sup>/s，有梯子间。

4) 西风井（利旧）

西风井井口标高 1149m，井底标高为 884m，井深 265m，承担地下开采的回风任务，井筒净直径 4.5m，进风量 160m<sup>3</sup>/s，有梯子间。

5) 倒段主溜井（利旧）

倒段主溜井井口标高 938m，下口接振动放矿硐室（884m），与现有东挂帮主溜井共同承担 400 万 t/a 地下开采矿石溜放任务。

6) 东挂帮主溜井（利旧）

东挂帮主溜井现利旧段井口标高 938m，下口接振动放矿硐室（884m），与现有倒段主溜井共同承担地下开采 400 万 t/a 矿石溜放任务。

7) 斜坡道进风天井

斜坡道进风天井井口标高 884m，井底标高 704m，净直径 3.5m，承担斜坡道进风任务。

8) 斜坡道回风天井

斜坡道回风天井井口标高 938m，井底标高 704m，净直径 3.5m，承担

斜坡道回风任务。

9) 1号采区进风天井（902m~704m）（新建）

新建1号采区进风天井井口标高902m，井底标高704m，净直径4.5m，承担采区进风任务，同时井筒内设梯子间，作为采区安全出口。

10) 2号采区进风天井（902m~704m）（新建）

本次新建2号采区进风天井井口标高902m，井底标高704m，净直径4.5m，承担采区进风任务，同时井筒内设梯子间，作为采区安全出口。

11) 1号采区回风天井（884m~704m）（新建）

本次新建1号采区回风天井分两段施工，第一段井口标高884m，井底标高794m，第二段井口标高794m，井底标高704m，净直径3.5m，承担采区回风任务。

12) 2号采区回风天井（884m~704m）（新建）

本次新建2号采区回风天井井口标高884m，井底标高794m，净直径4.5m，承担采区回风任务。

13) 3号采区回风天井（884m~704m）（新建）

本次新建3号采区回风天井分两段施工，第一段井口标高884m，井底标高794m，第二段井口标高794m，井底标高704m，净直径3.5m，承担采区回风任务。

14) 1号采区回风天井（938m~884m）（利旧）

本次利旧原938m~884m阶段1号采区回风天井，井口标高938m，井底标高884m，净直径3.5m，承担采区回风任务。

15) 2号采区回风天井（938m~884m）（利旧）

本次利旧原938m~884m阶段2号采区回风天井，井口标高938m，井底标高884m，净直径4.5m，承担采区回风任务。

16) 3号采区回风天井（938m~884m）（利旧）

本次利旧原938m~884m阶段3号采区回风天井，井口标高938m，井底

标高 884m，净直径 3.5m，承担采区回风任务。

**斜坡道：**

为便于矿岩运输及各分段采场之间的人员、材料、设备的联络，设计辅助斜坡道延伸至 704m 水平（1115m~704m），运矿斜坡道延伸至 704m 水平（938m~704m），两条斜坡道均连通采场各分段，作为井下矿石运输通道，矿石运输量 400 万 t/a，同时作为井下大型无轨设备进出井下和采准出岩运输的通道，并承担井下人员、材料及无轨设备在不同分段之间的调度任务。

**井口工业场地：**

设计主要利用矿山现有的工业场地及设施，副井工业场地除利用现有场地内设施外，同时在场地西侧新增一座地下式沉淀池。东风井工业场地、西风井工业场地、辅助斜坡道工业场地均利用现有场地及设施。现有工业场地可满足蒙库铁矿井下矿深部开采一期工程工业场地的要求。

**岩石错动界线的确定：**

根据矿区的地质条件和岩石力学条件计算，确定矿体下盘南区岩石错动角为 65°，控制在 F3 断层内；矿体上盘北区岩石错动角为 68°，控制在 F3 断层内；矿体端部岩石错动角为 70°；第四系与地表松散堆积物岩石错动角为 40°，以此圈定矿体开采地表错动界线。

**阶段高度：**

蒙库铁矿井下矿深部开采一期工程开采范围为 884m~704m 间矿体。综合考虑矿体赋存情况和井下矿深部开采一期工程的具体情况，同时节省矿山投资，设计确定 704m 阶段高度为 180m（884m~704m）。

利用现有 938m 水平作为回风水平，同时利旧现有 938m 水平副井车场附近卸矿车场，井下无轨自卸卡车将矿石运至卸矿车场后经主溜井卸矿至 884m 主运输水平；利用现有 884m 水平作为主运输水平；在 794m 水平设辅助中段；在 722m 水平设进风水平；在 704m 水平设排水水平。

**开采顺序：**

根据矿体产状、赋存条件及开拓系统工程布置，总的开采顺序为从上到下的开采顺序；对每个分段而言，回采进路垂直走向布置，由上盘向下盘回采。

## （2）深部二期开拓方案（平硐—斜坡道—副井联合开拓）

蒙库铁矿井下矿深部开采二期工程采用平硐—斜坡道—副井联合开拓，利用深部一期已形成的1条副井、1条中央进风井、2条回风井、1条辅助斜坡道和1条运矿斜坡道。新建1条采区进风天井、1条采区回风天井，并将运矿斜坡道延深至650m水平。

### 1) 采区进风天井（722m~650m）（新建）

本次新建采区进风天井井口标高722m，井底标高650m，净直径4.0m，承担采区进风任务，同时井筒内设梯子间，作为采区安全出口。

### 2) 采区回风天井（704m~650m）（新建）

本次新建采区回风天井井口标高704m，井底标高650m，净直径3.5m，承担采区回风任务，同时井筒内设梯子间，作为采区安全出口。

### 3) 斜坡道

深部二期开采时，将运矿斜坡道底部标高由704m延伸至650m标高，辅助斜坡道不延伸。承担井下矿岩、人员、材料、设备等运输通道，并作为采区安全出口。

### 2) 井口工业场地

设计主要利用矿山深部一期已形成的工业场地及设施，副井工业场地、东风井工业场地、西风井工业场地、辅助斜坡道工业场地均利用。可满足蒙库铁矿井下矿深部开采二期工程工业场地的要求。

#### 岩石错动界线的确定：

根据矿区的地质条件和岩石力学条件计算，确定矿体下盘南区岩石错动角为65°，控制在F3断层内；矿体上盘北区岩石错动角为68°，控制在F3断层内；矿体端部岩石错动角为70°；第四系与地表松散堆积物岩石错

动角为 40°，以此圈定矿体开采地表错动界线。

#### 阶段高度：

蒙库铁矿井下矿深部开采二期工程开采范围为 704m~650m 间矿体。综合考虑矿体赋存情况和井下矿深部开采二期工程的具体情况，同时节省矿山投资，设计确定 650m 阶段高度为 54m（704m~650m）。

利用现有 938m 水平作为回风水平，同时利旧现有 938m 水平副井车场附近卸矿车场，井下无轨自卸卡车将矿石运至卸矿车场后经主溜井卸矿至 884m 主运输水平；利用现有 884m 水平作为主运输水平；利用深部一期 704m 排水水平实现倒段排水；在 650m 水平新设排水水平。

#### 开采顺序：

根据矿体产状、赋存条件及开拓系统工程布置，总的开采顺序为从上到下的开采顺序；对每个分段而言，回采进路垂直走向布置，由上盘向下盘回采。

### （3）运输系统

#### 1) 运输方式选择

矿山 938m~884m 阶段井下运输采用有轨运输无人驾驶方式，884m 主运输水平采用 30t 电机车（无人驾驶）单机牵引 10 辆 11m<sup>3</sup> 侧卸式矿车运输，共 6 列车。采准废石采用 12t 井下卡车通过辅助斜坡道运输至现有排土场。

蒙库铁矿井下矿深部开采工程采场内采出的矿石通过铲运机直接装入井下卡车（有人驾驶，深部一期 50%电卡+50%油卡，深部二期 100%油卡），由井下卡车沿运矿斜坡道运至 938m 水平卸矿车场，通过两条主溜井卸矿至 884m 主运输水平，

884m 主运输水平采用 30t 电机车（无人驾驶）单机牵引 10 辆 11m<sup>3</sup> 侧卸式矿车运输。

井下采准废石采用无轨运输方式，采准废石由铲运机装入 12t 井下卡车（有人驾驶，油卡），通过辅助斜坡道运输至现有排土场。

## 2) 884m 主运输水平线路条件

轨型: 43kg/m

钢轨轨距: 900mm

道岔: 采用 1/7 道岔

最小曲线半径: 50m

轨枕: 钢筋混凝土轨枕

线路坡度: 平均 3‰~5‰

## 3) 884m 主运输水平主要运输平巷布置形式

井下 884m 主运输水平主要包括主溜井卸矿车场及 884m 平硐，主溜井卸矿车场采用环形布置形式，884m 平硐硐口位置采用单硐双轨形式，平硐内部采用双硐单轨形式运输。

## 4) 884m 主运输水平有轨运输

矿山 884m 主运输水平生产所需 30t 电机车 6 台，11m<sup>3</sup> 侧卸式矿车 60 辆工作。深部二期达到 30 万 t/a 生产规模时，矿山 884m 主运输水平生产所需 30t 电机车 1 台，11m<sup>3</sup> 侧卸式矿车 10 辆工作。

## 5) 无轨运输

斜坡道设计坡度为 12%，转弯半径 20m，单车道，垂直方向每隔 18m 设置缓坡段，在缓坡段处设置错车道。

深部一期达到 400 万 t/a 生产规模时，井下回采矿石运输需要 30t 井下卡车 22 台（其中 30t 井下电动卡车 11 台，30t 井下柴油卡车 11 台），采准矿石运输需要 12t 井下卡车（柴油卡车）5 台，采准岩石运输需要 12t 井下卡车（柴油卡车）5 台。深部二期达到 30 万 t/a 生产规模时，井下回采矿石运输需要 30t 井下卡车 2 台（柴油卡车），采准矿石运输和采准岩石运输共用 12t 井下卡车（柴油卡车）1 台。

## 6) 矿石运输

采场内采出的矿石通过铲运机直接装入 30t 井下卡车（深部一期 50% 电

卡+50%油卡，深部二期 100%油卡），由 30t 井下卡车经运矿斜坡道运至 938m 卸矿车场，经“两条现有主溜井（938m~884m，东挂帮主溜井和倒段主溜井）”转载至 884m 水平的 11m<sup>3</sup> 气动侧卸式矿车，最后由 30t 电机车单机牵引 10 辆 11m<sup>3</sup> 气动侧卸式矿车通过 884m 平硐至选矿厂卸矿站。

#### 7) 岩石运输

井下采准岩石由 12t 井下卡车通过斜坡道运至地表西部排土场排弃。

#### 8) 辅助运输

采场作业人员和材料由副井到达各阶段运输水平，再经辅助斜坡道上至各分段采场工作面。或通过辅助斜坡道直接到达各分段采场工作面。

铲运机、凿岩台车等大型无轨设备由通地表的辅助斜坡道进入井下各分段采场工作面。

井下无轨设备均需采用地下矿山专用无轨设备，每台设备均应具有矿用安全标志，配备湿式制动、尾气净化、灭火器等设施。

### 2.4.6 采矿工艺

#### (1) 采矿方法的选择

蒙库铁矿由多个矿体组成，其中 1 号矿体是蒙库铁矿床最主要的工业矿体，1 号矿体分布于 118~139 线之间，总体走向约 296° 左右，北东陡倾，倾角 68° ~89° 。

蒙库铁矿是一座已开采多年的矿山，矿山现阶段正在采用无底柱分段崩落法进行井下挂帮矿体回采。2024 年 8 月北方工业大学完成《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程采矿方法论证》，论证结果表明：“由于蒙库铁矿不属于新建矿山，露天转地下开采以来一直采用无底柱分段崩落法开采，蒙库铁矿井下矿深部开采工程继续沿用无底柱分段崩落法是经济可行、安全可靠、风险可控的。因此蒙库铁矿井下矿深部开采工程建议继续沿用无底柱分段崩落法进行开采。”

设计蒙库铁矿井下矿深部开采工程采矿方法仍然采用无底柱分段崩落法。

## (2) 采场结构参数

采用无底柱分段崩落采矿法，垂直矿体走向布置采矿进路，对于部分矿体宽度小于 20m 的可以采用沿走向布置。

设计采矿方法结构参数为进路间距 20m，分段高度为 18m，沿矿体走向方向布置进路联络道，联络道间距为 70m，每 6 条进路布置一台铲运机出矿，每个矿块的尺寸为  $120 \times 70\text{m}$ ，每个矿块布置一条采区溜井。

设计回采凿岩设备采用 Simba M40 中深孔凿岩台车。钎头直径  $\Phi 76\text{mm}$ ，钻孔直径  $\Phi 78\text{mm}$ 。

在回采进路中炮孔按扇形布置，最小抵抗线 1.8m，孔底距 2.5m~3m，边孔角  $50^\circ \sim 60^\circ$ ，炮孔排距 2.0 m，每米炮孔崩矿量 12.6t。

装药爆破采用装药台车。回采爆破每天白班班末进行，爆破时要做好警戒，严格按规定时间进行，爆破后要加强工作面的通风，以保证安全生产。

采用矿用破碎台车对采场大块进行二次破碎。

设计回采出矿设备采用 6 台 LH514iE ( $6\text{m}^3$ ) 电动铲运机，另外选取 1 台 LH514 柴油铲运机牵引电动铲运机使用。

## (3) 矿石覆盖层

采矿方法采用无底柱分段崩落法，对于无底柱分段崩落法，要求在回采分段的上方要有大于分段高度的覆盖层。为减少矿石的损失和废石混入，设计采用矿石做垫层，覆盖层的形成在开采第一个分层，只采出爆破矿量的  $1/3$ ，其余矿石留在采场内，做为井下开采的矿石覆盖垫层。这样做，即提高了矿石回收率，又大大降低废石混入。生产接续一期工程开采范围的矿石覆盖层已形成，厚度不小于 20m，设计继续利用。

### 2.4.7 通风系统

#### (1) 通风方式

井下通风采用抽压结合的通风方式。中央进风井、副井承担整个矿山主要进风任务，884m 平硐进少量风。东风井、西风井承担整个矿山主要回风

任务，辅助斜坡道回少量风。根据井下作业需风点的分布情况，采用分区通风，分别为：采场通风区、排水水平通风区、884m 主运输水平和斜坡道共 4 个通风区。

## (2) 通风系统

### 1) 采场通风系统

新鲜风流由中央进风井进入 722m 进风水平，之后通过采区进风天井到达各生产水平，在局扇作用下进入工作面，冲洗工作面后污风经分层联络巷沿矿体下盘联络巷到采区回风天井，然后到达 938m 回风水平，之后通过东风井、西风井排出地表。

### 2) 排水水平通风系统

新鲜风流由副井进入 704m 排水水平（深部二期由副井经采区进风天井进入 650m 进风水平），经联络道到达各硐室，冲洗各硐室后，污风经斜坡道、斜坡道回风天井到达 938m 回风水平，之后通过东风井、西风井排出地表。

### 3) 884m 主运输水平通风系统

新鲜风流经副井、884m 平硐入井底车场，冲洗放矿闸门硐室后的污风，经现有 884m 主运输水平运输巷，之后通过辅助斜坡道排出地表。

### 4) 斜坡道通风系统

分两部分，一部分新鲜风流由副井、884m 平硐进入 884m 主运输水平，经斜坡道联络道进入斜坡道系统，冲洗工作面后，污风经斜坡道回风天井到达 938m 回风水平，之后通过东风井、西风井、辅助斜坡道排出地表。另一部分新鲜风流由中央进风井进入 722m 进风水平，通过斜坡道进

风天井进入斜坡道系统，冲洗工作面后，污风经斜坡道回风天井、斜坡道到达 938m 回风水平，之后通过东风井、西风井、辅助斜坡道排出地表。

## (3) 风量计算

按井下排尘风速计算需风量是最大的，深部一期矿山总风量为  $390\text{m}^3/\text{s}$ ，

深部二期矿山总风量为  $115\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### (4) 机站设置及风机选型

深部一期矿山共设置 7 个风机站，深部二期矿山共设置 2 个风机站，均为原深部一期机站改造后利旧使用。通风设备详见表 2.4-2。

表 2.4-2 通风设备明细表

机站编号	风机型号	工作数量(台)	单机功率(kW)	总功率(kW)	机站位置	备注
<b>深部一期</b>						
1号机站	FBCDZ No.27/2×315	1	2×315	630	西风井地表	现有工程，整体利旧
2号机站	FBCDZ No.27/2×315	1	2×315	630	东风井地表	现有工程，整体利旧
3号机站	FKZ No.19/110	1	110	110	884m 斜坡道联络道	现有工程，整体利旧
4号机站	FKCDZNo.28/2*450	1	2×450	900	722m 进风水平东侧联络道	全部新建
5号机站	FKCDZNo.28/2*450	1	2×450	900	722m 进风水平西侧联络道	全部新建
6号机站	FKCDZNo.18/2*160	1	2×160	320	722m 斜坡道进风天井联络道	全部新建
7号机站	FKZ No.12/37	1	37	37	704m 斜坡道联络道	全部新建
<b>深部二期</b>						
1号机站	FBCDZ No.24/2×160	1	2×160	320	西风井地表	改造后利旧
4号机站	FKCZNo.24/160	1	160	160	722m 进风水平东侧联络道	改造后利旧

#### (5) 局部通风及矿井反风

蒙库铁矿井下矿开采采用无底柱分段崩落法开采，其采掘工作面多为独头巷道，因此，必须加强采掘工作面的局部通风，以改善局部工作条件。根据各工作面需求不同，局扇采用 JK55-1No.5 局扇、JK40-1No.6.5 局扇、JK40-1No.7 局扇三种。

为便于管理，在地表主控制室设有集中控制室，控制整个系统中各级机站风机的启停和正反转，各机站附近还设有控制箱，能就地手动操作。当矿井需要反风时，只需将风机电机反转，即可达到反风目的。

#### (6) 井口预热

矿山现有副井井口安装有 2 台 GKJR-400 型空气预热机组，单台换热量 5118kW，通过风机强制进行热交换，配套电动机功率 132kW，热介质为（表压） $0.3\text{MPa}$  的饱和蒸汽，蒸汽温度  $143^\circ\text{C}$ ，热源来自现有锅炉房。该副井井口空气预热设施已于 2016 年 9 月通过了阿勒泰地区安监局、富蕴县安监局和专家组的安全设施竣工验收。

矿山现有中央进风井井口安装有 28 片 SRZ20×10D 型空气加热器和 24 片 SRZ17×10X 型空气加热器。

884m 平硐口现有保温门廊和 12 台热风幕，单台热风幕制热量为 30kW。平硐内供水管道采取电伴热保温防冻措施。

### 1) 副井井口空气预热

深部一期副井进风量调整为  $72.4\text{m}^3/\text{s}$ ，深部二期副井进风量调整为  $12.7\text{m}^3/\text{s}$ ，冬季生产时利用现有井口空气预热机组对进入副井井下的空气进行预热。冷风和热风在井口房混合后的空气温度为  $2^\circ\text{C}$ 。热介质为（表压） $0.3\text{MPa}$  的饱和蒸汽，蒸汽温度  $143^\circ\text{C}$ 。深部一期加热空气所需热量为  $3597\text{kW}$ ，深部二期加热空气所需热量为  $631\text{kW}$ ，现有副井井口预热设施可以满足预热需求。

### 2) 中央进风井井口空气预热

深部一期中央进风井进风量调整为  $309.9\text{m}^3/\text{s}$ ，深部二期中央进风井进风量调整为  $95\text{m}^3/\text{s}$ ，冬季生产时利用 SRZ 型空气加热器对进入中央进风井下的空气进行预热。冷风和热风在井口空气预热间内混合后的空气温度为  $2^\circ\text{C}$ 。热介质为（表压） $0.3\text{MPa}$  的饱和蒸汽，蒸汽温度  $143^\circ\text{C}$ 。深部一期加热空气所需热量为  $13450\text{kW}$ ，深部二期加热空气所需热量为  $4123\text{kW}$ 。

经校核，中央进风井井口现有的空气加热器不能满足深部一期的井口预热需求，需要将现有的 24 片 SRZ17×10X 型空气加热器更换为 24 片 SRZ20×10D 型空气加热器，与现有的 28 片 SRZ20×10D 型空气加热器一同满足深部一期中央进风井井口预热需求，加热器的富裕量为 25.21%，可以满足中央进风井的井口预热需求。

### 3) 884m 平硐口空气预热

深部一期 884m 平硐进风量为  $7.7\text{m}^3/\text{s}$ ，深部二期 884m 平硐进风量调整为  $7.3\text{m}^3/\text{s}$ ，冬季生产时利用现有电热风幕对进入 884m 平硐的空气进行预热。冷风和热风在保温门廊混合后的空气温度为  $2^\circ\text{C}$ 。深部一期加热空气所需热

量为 319kW，深部二期加热空气所需热量为 302kW，现有 884m 平硐口预热设施可以满足预热需求。

## 2.4.8 矿山供配电设施

### (1) 电源

矿山选矿厂区域现有一座 35/10kV 总降压变电站，主变容量  $2 \times 16000\text{kVA}$ ，35kV 总降压变电站现由 2 回路 35kV 电源供电，分别引自 110kV 恒源变 35kV 侧不同母线段，35kV 电源线路长度约为 3km，导线选用 LGJ-240 钢芯铝绞线，铁塔式架空线路。

矿山采场区域现有一座 10kV 地表高压配电室，高压配电室 2 路 10kV 供电电源以架空线形式引自矿山选矿厂 10kV 高压配电室 I 段、II 段母线，每路 10kV 架空线选用  $2 \times \text{JKLYJ/Q-185}$  绝缘导线，距离约为 5km。

10kV 地表高压配电室向现有的地表副井、锅炉房、压气站变电所及 884m 中央变电所等供电。884m 运输水平现有一座 10kV 井下中央变电所，变电所两路 10kV 供电电源以电力电缆形式引自 10kV 地面高压配电室 I 段、II 段母线，每路电源采用 2 根 WDZ-YJY42-8.7/103 × 240 电缆，距离约为 1.8km。884m 中央变电所负责向井下各用电负荷提供电源。

#### 深部一期：

矿山地表各现有变电所利旧。

矿山井下 884m 中央变电所、884m1 号采区变电所利旧。884m 中央变电所向新建的 704m 排水泵房变电所、866m 充电硐室变电所提供两路 10kV 电源。704m 排水泵房变电所向新建的 704m 1 号采区变电所、704m 2 号采区变电所、4 号通风变电所、5 号通风变电所提供两路 10kV 电源。884m1 号采区变电所负责向 3 号通风机站及周围用电设备提供电源。704m1 号采区变电所负责向 7 号通风机站及周围用电设备提供电源。

#### 深部二期：

矿山地表深部一期的各变电所利旧。

矿山井下 884m 中央变电所、4 号通风变电所、704m 排水泵房变电所利旧。704m 排水泵房变电所向新建的 650m 排水泵房变电所提供两路 10kV 电源，650m 排水泵房变电所向 650m 排水泵房、采区用电设备提供 0.4kV 和 0.23kV 电源。

## (2) 负荷

深部一期采矿最大排水负荷（10kV 侧补偿后）：用电设备总安装容量 18739kW

用电设备总工作容量 14250kW

有功功率  $P=8891\text{kW}$

无功功率  $Q=2596\text{kvar}$

视在功率  $S=9262\text{kVA}$

功率因数： $\cos\Phi=0.96$

采矿正常排水总负荷（10kV 侧补偿后）：用电设备总安装容量 18739kW

用电设备总工作容量 12900kW

有功功率  $P=7929\text{kW}$

无功功率  $Q=1857\text{kvar}$

视在功率  $S=8144\text{kVA}$

功率因数： $\cos\Phi=0.97$

其中最大一级负荷：

有功功率  $P=5493\text{kW}$

无功功率  $Q=3506\text{kvar}$

视在功率  $S=6516\text{kVA}$

深部二期采矿最大排水负荷（10kV 侧补偿后）：用电设备总安装容量 8557kW

用电设备总工作容量 7667kW

有功功率  $P=4731\text{kW}$

无功功率  $Q=547\text{kvar}$

视在功率  $S=4762\text{kVA}$

功率因数:  $\cos\Phi=0.99$

采矿正常排水总负荷 (10kV 侧补偿后) : 用电设备总安装容量  $8557\text{kW}$

用电设备总工作容量  $5789\text{kW}$

有功功率  $P=3769\text{kW}$

无功功率  $Q=473\text{kvar}$

视在功率  $S=3799\text{kVA}$

功率因数:  $\cos\Phi=0.99$

其中最大一级负荷:

有功功率  $P=3702\text{kW}$

无功功率  $Q=3010\text{kvar}$

视在功率  $S=4771\text{kVA}$

### (3) 变电所布置

深部一期阶段:

1) 884m 中央变电所: 分别向 704m 排水泵房变电所、866m 充电硐室变电所提供两路 10kV 供电电源。

2) 704m 排水泵房变电所: 分别向 704m1 号采区变电所、704m2 号采区变电所、4 号通风变电所、5 号通风变电所提供两路 10kV 供电电源, 向 704m 排水泵房排水泵提供电源。

3) 704m1 号采区变电所: 采区变电所安装两台  $315\text{kVA}$   $10/0.4\text{kV}$  变压器, 为采区、7 号通风机及周边的  $0.4\text{kV}$  设备供电; 安装两台  $630\text{kVA}$   $10/1.05\text{kV}$  变压器, 为采区设备供电。

4) 704m2 号采区变电所: 采区变电所安装两台  $315\text{kVA}$   $10/0.4\text{kV}$  变压器, 为采区及周边的  $0.4\text{kV}$  设备供电; 安装两台  $630\text{kVA}$   $10/1.05\text{kV}$  变压器, 为采区设备供电。

5) 4号通风变电所：风机变电所为4号风机站风机提供10kV电源，变电所安装两台500kVA10/0.4kV变压器，为6号风机站风机、周边照明等设备供电。

6) 5号通风变电所：风机变电所为5号风机站风机提供10kV电源，变电所安装一台200kVA10/0.4kV变压器，为周边照明等设备供电。

7) 866m充电硐室变电所：变电所安装两台1600kVA10/0.4kV变压器，为866m充电硐室设备，周边照明等设备供电。

深部二期阶段：

1) 650m排水泵房变电所：变电所安装两台1600kVA10/0.4kV变压器，为650m排水泵房排水泵、采区及周边的0.4kV设备供电；安装两台500kVA10/1.05kV变压器，为采区设备供电。

#### (4) 照明

井下巷道、硐室固定照明采用220V中性点绝缘系统，人行天井、采矿场工作面、检修照明、火药库和油库硐室采用36V。运输巷道及硐室采用LED灯，事故照明直流电源由免维护直流屏供电。井下照明采用智能照明系统，实施自动化控制、智能管理，做到人员集中通过时段常亮，其余时间人到灯亮，人离灯熄。

井下避灾硐室除配置正常的工作电源外，还配有额定使用时间不少于96h的备用电源，配置数量不少于额定人数的逃生用矿灯；井下火药库和油库照明采用380/36V照明隔离变压器供电，选用36V防爆灯具，线路采用电缆穿水煤气钢管敷设方式。

#### (5) 防雷接地

1) 防雷：

厂内各生产厂房的防雷保护，系根据当地气象条件和具体厂房的建筑尺寸与高度，经计算后确定。通常对高度在15m以上的建（构）筑物考虑设防雷保护。

## 2) 接地:

接地装置的设计按电力设备接地设计技术规程规定。高压系统：中性点不接地系统及中性点经消弧线圈接地系统；低压系统：井下采用中性点不接地系统（IT 系统），地表采用中性点直接接地系统（TN-S 系统）。车间变压器中性点接地、电气设备保护接地及建筑物防雷接地采用公共接地系统，其接地电阻值不大于  $4\Omega$ 。在电源线进入厂房的入口处 PE 线应做重复接地，其接地电阻值小于或等于  $10\Omega$ 。

建筑物内应作等电位连接，其防雷、电气、以及电子系统采用共用的接地系统，尽量利用建筑物桩基及柱内钢筋构成接地网，并取其最小的接地电阻值  $1\Omega$ ，接地电阻无法达到要求时补充人工接地极。

将井下各主接地装置和所有局部接地装置通过接地干线连接起来，构成井下总接地网。当任一组主接地极断开时，在接地网测得的接地电阻不应大于  $2\Omega$ ，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和其他接地线的电阻值不得大于  $1\Omega$ 。

主接地极设在井下水仓中，用两块面积不小于  $0.75m^2$ 、厚度不小于  $5mm$  的镀锌钢板。

局部接地极设在以下各处：

装有电气设备的硐室。

单独设置的高压电气设备。

低压配电点或装有 3 台以上电气设备的地点。

连接高压电力电缆的接线盒。

局部接地极采用镀锌钢板或镀锌钢管，平放于水沟最深处或垂直埋入地下。钢板面积不小于  $0.6m^2$ ，厚度不小于  $3.5mm$ 。钢管直径不小于  $35mm$ ，厚度不小于  $3.5mm$ ，长度不小于  $1.5m$ ，管上至少要钻 20 个直径不小于  $5mm$  的孔。管内及管外充填吸水材料。

## 2.4.9 防排水与防灭火系统

### (1) 排水系统

#### 1) 排水方式

深部一期排水设施布置在 704m 水平，即在 704m 水平井底车场附近设置水仓、水仓清理巷、沉淀池、水泵房和排水泵房变电所等排水设施。水仓内水量经排水泵由副井排至 884m 水平水沟，之后通过 884m 平硐内排水沟自流至 884m 平硐口地表沉淀池，经沉淀后排入水源地生产水池循环利用。同时利用 704m 水平排水泵房内补水泵为地表井口现有的 1000m<sup>3</sup> 贮水池补水，经补水泵由副井输送至副业工业场地地表沉淀池，经沉淀后进入地表井口现有的 1000m<sup>3</sup> 贮水池循环利用。

深部二期排水设施布置在 650m 水平，采用倒段排水，即在 650m 水平采区进风天井附近设置水仓、水仓清理巷、沉淀池、水泵房和排水泵房变电所等排水设施。水仓内水量经水泵由采区进风天井排至 704m 水平，之后利用深部一期 704m 水平排水泵房接力排水至 884m 水平水沟，然后通过 884m 平硐内的排水沟自流至 884m 平硐口地表沉淀池，经沉淀后排入水源地生产水池循环利用。同时继续利用 704m 水平排水泵房内的补水泵为地表井口现有的 1000m<sup>3</sup> 贮水池补水。

地下开采矿坑总涌水量表

计算水平 (m)	塌陷区降雨渗入量 (m <sup>3</sup> /d)		地下水涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	矿坑总涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	
	正常	最大		正常	最大
704	2739	34232	4807	7546	39039
650	2739	34232	5664	8403	39896

井下排水量表

水平 (m)	地下涌水量 (m <sup>3</sup> /d)		生产废水量 (m <sup>3</sup> /d)	排水量合计 (m <sup>3</sup> /d)		备注
	正常	最大		正常	最大	
704	7546	39039	2400	9946	41439	深部一期
	—	—	—	8793	40286	深部二期
650	8403	39896	390	8793	40286	

704m 水平排水泵房内安装 2 台补水泵和 5 台排水泵，其中：补水泵选用 2 台 MD360-60×9 型矿用耐磨多级离心泵，1 台工作，1 台备用，负责将一部分井下涌水排至地表沉淀池，为地表井口现有的 1000m<sup>3</sup> 贮水池补水，单台水泵流量 360 m<sup>3</sup>/h，扬程 540m，配套电机功率 900kW，电压 10kV。排水泵选用 5 台 MD600-60×4 型矿用耐磨多级离心泵，负责将井下涌水排至 884m 水平水沟，然后经 884m 平硐自流排水。单台水泵流量 600 m<sup>3</sup>/h，扬程 240m，配套电机功率 560kW，电压 10kV。正常涌水时，1 台工作，3 台备用，1 台检修；最大涌水时，4 台工作，1 台检修。

补水管选用 1 根 Φ273×13 无缝钢管，由 704m 水平排水泵房经副井井筒敷设至地表沉淀池。

排水管选用 2 根 Φ426×9 无缝钢管，由 704m 水平排水泵房经副井井筒敷设至 884m 水平水沟。正常涌水时，1 根工作，1 根备用；最大涌水时，2 根管道同时工作。

650m 水平排水泵房内安装 7 台 MD360-40×2 型矿用耐磨多级离心泵，负责将井下涌水排至 704m 水平水仓，再通过 704m 水平排水泵房接力排水至 884m 水平水沟，然后经 884m 平硐自流排水。单台水泵流量 360 m<sup>3</sup>/h，扬程 80m，配套电机功率 132kW，电压 380V。正常涌水时，2 台工作，4 台备用，1 台检修；最大涌水时，6 台工作，1 台检修。

排水管选用 3 根 Φ377×8 无缝钢管，由 650m 水平排水泵房经采区进风天井井筒敷设至 704m 水平水仓。正常涌水时，1 根工作，1 根备用；最大涌水时，2 根管道同时工作。

## 2) 井下排水量及水仓容积

蒙库铁矿井下矿深部开采一期工程开采井下正常涌水量为 7546m<sup>3</sup>/d，另外生产用水 2400m<sup>3</sup>/d，使用后也要排出，井下排水量共有 9946m<sup>3</sup>/d。

深部一期 704m 水平水仓由两条独立巷道组成，一条长 194m，一条长 226m，总长度为 420m，净断面 15.56m<sup>2</sup>，有效容积 5644m<sup>3</sup>。

蒙库铁矿井下矿深部开采二期工程开采井下正常涌水量为  $8403\text{m}^3/\text{d}$ ，另外生产用水  $390\text{m}^3/\text{d}$ ，使用后也要排出，井下排水量共有  $8793\text{m}^3/\text{d}$ 。

深部二期  $650\text{m}$  水平水仓由两条独立巷道组成，一条长  $90\text{m}$ ，一条长  $129\text{m}$ ，总长度为  $219\text{m}$ ，净断面  $15.56\text{m}^2$ ，有效容积  $2802\text{m}^3$ 。

## (2) 防灭火系统

副井内现有 1 条  $\Phi 219 \times 8$  井下供水管道，已由地表敷设至  $884\text{m}$  水平。深部一期井下生产耗水量为  $800\text{m}^3/\text{班}$ ，小时最大生产水量为  $200\text{m}^3/\text{h}$ ；深部二期井下生产耗水量为  $130\text{m}^3/\text{班}$ ，小时最大生产水量为  $30\text{m}^3/\text{h}$ 。井下消防要求耗水量按  $20\text{L/s}$  ( $72\text{m}^3/\text{h}$ )，持续时间按 3 小时考虑。消防用水与生产用水不同时使用。

深部一期继续利用副井内现有的  $\Phi 219 \times 8$  井下供水管道，延深敷设至井下  $704\text{m}$  水平，并经 1 号采区进风天井（ $902\text{m} \sim 704\text{m}$ ）和 2 号采区进风天井（ $902\text{m} \sim 704\text{m}$ ）敷设至各生产水平用水点。

深部二期井下供水管道选用 1 根  $\Phi 133 \times 4$  无缝钢管，在  $704\text{m}$  水平供水主管道上接管，并经采区进风天井敷设至各生产水平用水点。

在井下运矿斜坡道（ $938\text{m} \sim 650\text{m}$ ）、辅助斜坡道（ $938\text{m} \sim 686\text{m}$ ）、主要中段井底车场和无轨设备维修硐室设消火栓。沿井下巷道内的消防管路每隔  $50\text{m} \sim 100\text{m}$  设一个消火栓。每个消火栓均配备消防水枪和消防水带，水带长度满足消火栓设置间距内的消防要求，消火栓栓口动压力  $0.25\text{MPa} \sim 0.5\text{MPa}$ ，消火栓最不利点的水枪充实水柱不小于  $7\text{m}$ 。

### 井下灭火器材配置：

井下构筑物灭火器是按《有色金属矿山井巷工程设计规范》中的消防章节和《建筑设计防火规范》及《建筑灭火器配置设计规范》有关要求进行配置，斜坡道口值班室内应配备灭火器材，斜坡道至硐门起每隔  $260\text{m}$  设置一处灭火器点，布置两具 89B 手提式灭火器，手提式灭火器型号为 MF/ABC6 干粉（磷酸铵盐）。通行车辆需配备车载灭火器。主要有各水平风机硐室、

变配电硐室等，选用手提式干粉（磷酸铵盐）灭火器及推车式灭火器。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其底部离地面高度 0.3m，灭火器不得上锁，硐室内应有醒目的防火标志和防火注意事项。

## 2.4.10 矿山专项安全保障系统

### （1）监测监控系统

#### 1) 视频监测系统

在斜坡道的出入口、704m 排水泵房变电所、650m 排水泵房变电所等主要硐室以及重要岗位设置视频监控摄像机。

控制和显示设备设在矿山地表 10kV 高压配电室主控制室内。

#### 2) 通风系统监测

- (a) 井下总回风巷、生产中段和分段回风巷风速检测；
- (b) 生产中段和分段的进、回风巷 CO 浓度检测；
- (c) 风机站风压风速检测；
- (d) 主要通风机、辅助通风机开停远程显示；
- (e) 作业人员配便携式气体检测仪检测 CO、NO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 浓度；

#### 3) 地表变形和地压监测监控系统

蒙库铁矿为露天转地下开采矿山，矿体采用无底柱分段崩落法进行开采，经过一期的开采，必然会引起上覆围岩的破坏和边坡的垮塌。井下矿深部开采工程开采过程中，结合相关规程规范要求及蒙库铁矿露天转地下开采工程实际条件，建议矿山开采过程中应进行地表变形监测，并对局部地压活动明显区域进行地压监测。具体包含如下几个方面：

##### （a）地表变形监测

在地下开采后，会引起地表变形和塌陷，为掌握地下开采诱发地表变形情况，矿山生产期间开展地表变形监测工作。地表变形监测初期在可视范围内采用可采用免棱镜全站仪或者 GPS 进行，在地表设置固定监测站，在岩体移动范围内和需要保护的建（构）筑物范围内布设监测网，观测地表变形，

保证地表设施的安全。

生产期间也可采用三维激光扫描、无人机摄影测量、机载 Lidar、InSAR 雷达等高新技术手段对矿区变形进行整体监测。

#### (b) 地压监测

矿山宜开展的地压监测内容有井下位移监测、应力监测。监测对象主要是运输巷道、进路、硐室等的应力与位移动态监测。在监测仪器的选择上遵循经济实用、便于安装、灵敏度高、使用可靠的原则。岩体应力观测使用钻孔应力计，位移观测使用钻孔式多点位移计。

应力、位移监测系统由数据服务器、监控主机、监控分站、钻孔应力传感器、顶板位移传感器组成，其中数据服务器、监控主机设置在井上，用于采集数据的存储、分析，监控分站、钻孔应力传感器、顶板位移传感器设置在井下，对主要巷道、硐室的应力及位移情况进行监测、采集和传输，实时监控开采过程中围岩的应力和位移变化情况。

#### (2) 井下人员定位系统

井下人员定位系统监控区域包括 938m 水平、884m 水平、722m 水平、704m 水平、650m 水平以及斜坡道等作业区域。在斜坡道的出入口、以及井下重要硐室的出入口等位置设置人员定位基站，为所有下井人员配备识别卡。定位识别卡储存有每个人的基本信息，识别卡应专人专卡，工作时人卡不得分离。

井下人员定位系统具有监控井下各个作业区域人员的动态分布及变化情况的功能。同时通过人员定位系统能够掌握井下各个区域作业人员的数量。

#### (3) 紧急避险系统

##### 1) 自救器

为满足逃生需要，为入井人员配备额定防护时间不少于 30min 的自救器，并确保入井人员随身携带。数量按全部下井人数 453 人配备并确保 10% 的富裕量作为备用，共计 500 个。

## 2) 安全出口

蒙库铁矿井下矿深部开采工程的安全出口有副井（安装罐笼、梯子间）、884m 平硐、辅助斜坡道作为主要安全出口，东、西风井（安装梯子间）作为应急安全出口。

## 3) 避灾硐室

设计范围内暴雨期具有一定透水风险，设计深部一期在 704m 水平设 1 座防水避灾硐室，额定人数按 100 人考虑，额定防护时间 72h，深部二期时利旧使用。

矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统的管道和线缆，以及监测监控系统的视频监控设备等均接入避灾硐室内。避灾硐室内还设有 CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、温度、湿度和大气压的检测报警装置，以及空气调节系统、空气净化及供氧系统、人体排泄物收集处理装置、备用电源、座椅、自救器、逃生用矿灯、急救箱、工具箱、食品和饮用水等。

避灾硐室采用钢筋混凝土支护，底板高出相连巷道底板 0.5m，净空高不低于 2m，并确保每人有不低于 1.0m<sup>2</sup> 的有效使用面积。在避灾硐室的进出口各设有一道向外开启的防水门，避灾硐室的设防水头高度为 30m。

## （4）压风自救系统

压风自救系统与生产压风系统共用，深部一期继续利用副井内现有的Φ 273×7 压气管道，在现有压气管道底部进行变径，敷设Φ 159×5 压气管道至井下 704m 水平，经 1 号采区进风天井（902m~704m）和 2 号采区进风天井（902m~704m）敷设至各生产水平；深部二期井下压气管道选用 1 根Φ 159×5 无缝钢管，在 704m 水平压气主管道上接管，并经采区进风天井敷设至各生产水平。压气管道延伸敷设至井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。

主压气管道上安装油水分离器。在各主要生产中段和分段进风巷道的压气管道上每隔不大于 200m 安设一组供气阀门。在独头掘进巷道距掘进工作

面不大于 100m 处的压气管道上安设一组供气阀门，相邻两组供气阀门安设间距不大于 200m。在爆破时撤离人员集中地点的压气管道上安设一组供气阀门。接入避灾硐室内的压气管道上设供气阀门，并设减压、消音、过滤装置和控制阀，出口压力为 0.1MPa，连续噪声不大于 70dB(A)。

## （5）供水施救系统

供水施救系统供水管道与井下生产及消防供水管道共用。供水施救水源接自地表现有 400m<sup>3</sup>生活水池及泵站，生活供水管道在地表与接入井下的生产供水管道相接，设阀门，施救时切换到生活供水。

供水量按个人生活饮用水每人每天不低于 6L 计算，深部一期井下同时工作最大班人数为 175 人，供水施救系统供水量为 1050L/d；深部二期井下同时工作最大班人数为 90 人，供水施救系统供水量为 540L/d。

深部一期继续利用副井井筒中现有的Φ219×8 井下供水管道，延深敷设至井下 704m 水平，并经 1 号采区进风天井（902m~704m）和 2 号采区进风天井（902m~704m）敷设至各生产水平；深部二期井下供水管道选用 1 根Φ133×4 无缝钢管，在 704m 水平供水主管道上接管，并经采区进风天井敷设至各生产水平。供水管道延伸敷设至井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。在各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上每隔不大于 200m 安设一组供水阀门。在独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上安设一组供水阀门，相邻两组供水阀门安设间距不大于 200m。在爆破时撤离人员集中地点的供水管道上安设一组供水阀门。接入避灾硐室的供水管道上安设供水阀门及过滤装置。

## （6）井下通信联络系统

通信联络系统包括有线通信和无线通信。其中有线通信又包括行政电话、调度电话、指令电话、广播系统和集群呼叫；而无线通信则采用 wifi 通信系统。

### 1) 行政电话

行政电话主要分布在办公楼、控制室、值班室及井下重要硐室内。行政电话接自市话网。

2) 采矿调度、指令电话

在副井提升机房以及井下重要岗位和硐室内设置调度电话分机。

3) 通信线路及接地

由市话网引来的通信电缆利旧。

4) 广播系统和集群呼叫

在噪声大的重要地点设置生产扩音对讲话站，话站选择必须满足数字信号传输、扳键式一键呼叫、环境噪音 110db 情况下清晰通话、防护等级 IP65 及以上的。

由地表通信设备室至井下的通信电缆利旧。

在地面车间内的通信电缆采用直接配线方式，个别处采用直埋或架空方式敷设，在竖井内采用裸细钢丝铠装通信电缆 HYA30 型，在主斜坡道内则采用裸钢带铠装通信电缆 HYA20 型沿巷道壁挂设。

地面调度站内所有通信设备设一组联合接地，其接地电阻不大于 4 欧姆。

安装在巷道内的通信设备均采用防尘、防潮的设备。

#### 2.4.11 压风及供水系统

##### (1) 压气设备选择

矿山地表空压机站内安装有 3 台螺杆式空压机，包括 1 台 LG160-8GA 型空压机和 2 台 UG160A-8 型空压机。其中：LG160-8GA 型空压机的排气量为  $30\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 0.7MPa，电机功率 160kW，电压 380V；UG160A-8 型空压机的单台排气量为  $27\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 0.8MPa，电机功率 160kW，电压 380V。每台空压机配一个  $5\text{m}^3$  储气罐。

深部一期全矿最大耗气量为  $42.54\text{m}^3/\text{min}$ ；深部二期全矿最大耗气量为  $15.26\text{m}^3/\text{min}$ 。

深部一期，井下正常生产时，任意 2 台空压机工作，另 1 台空压机备用；

井下遇险时，1台LG160-8GA型空压机和1台UG160A-8型空压机工作，另1台UG160A-8型空压机备用。

深部二期，井下正常生产时，任意1台空压机工作，其余备用；井下遇险时，任意2台空压机工作，另1台空压机备用。

现有压气主管道规格为Φ273×7无缝钢管，接自地表现有空压机站，经副井敷设至井下各水平，最低敷设至884m水平。

深部一期继续利用副井内现有的Φ273×7压气管道，在现有压气管道底部进行变径，敷设Φ159×5压气管道至井下704m水平，并经1号采区进风天井（902m~704m）和2号采区进风天井（902m~704m）敷设至各生产水平用气点。

深部二期井下压气管道选用1根Φ159×5无缝钢管，在704m水平压气主管道上接管，并经采区进风天井敷设至各生产水平用气点。

## （2）供水系统

副井内现有1条Φ219×8井下供水管道，已由地表敷设至884m水平，水源接自地表井口现有的1000m<sup>3</sup>贮水池。

深部一期井下生产耗水量为800m<sup>3</sup>/班，小时最大生产水量为200 m<sup>3</sup>/h；深部二期井下生产耗水量为130 m<sup>3</sup>/班，小时最大生产水量为30 m<sup>3</sup>/h。井下消防要求耗水量按20L/s（72 m<sup>3</sup>/h），持续时间按3小时考虑。消防用水与生产用水不同时使用。

### 1) 深部一期井下供水设施

深部一期继续利用副井内现有的Φ219×8井下供水管道，延深敷设至井下704m水平，并经1号采区进风天井（902m~704m）和2号采区进风天井（902m~704m）敷设至各生产水平用水点。

在井下运矿斜坡道（938m~704m）、辅助斜坡道（938m~704m）、主要中段井底车场和无轨设备维修硐室设消火栓。沿井下巷道内的消防管路每隔

50m~100m 设一个消火栓。每个消火栓均配备消防水枪和消防水带，水带长度满足消火栓设置间距内的消防要求，消火栓栓口动压力0.25MPa~0.5MPa，消火栓最不利点的水枪充实水柱不小于 7m。

## 2) 深部二期井下供水设施

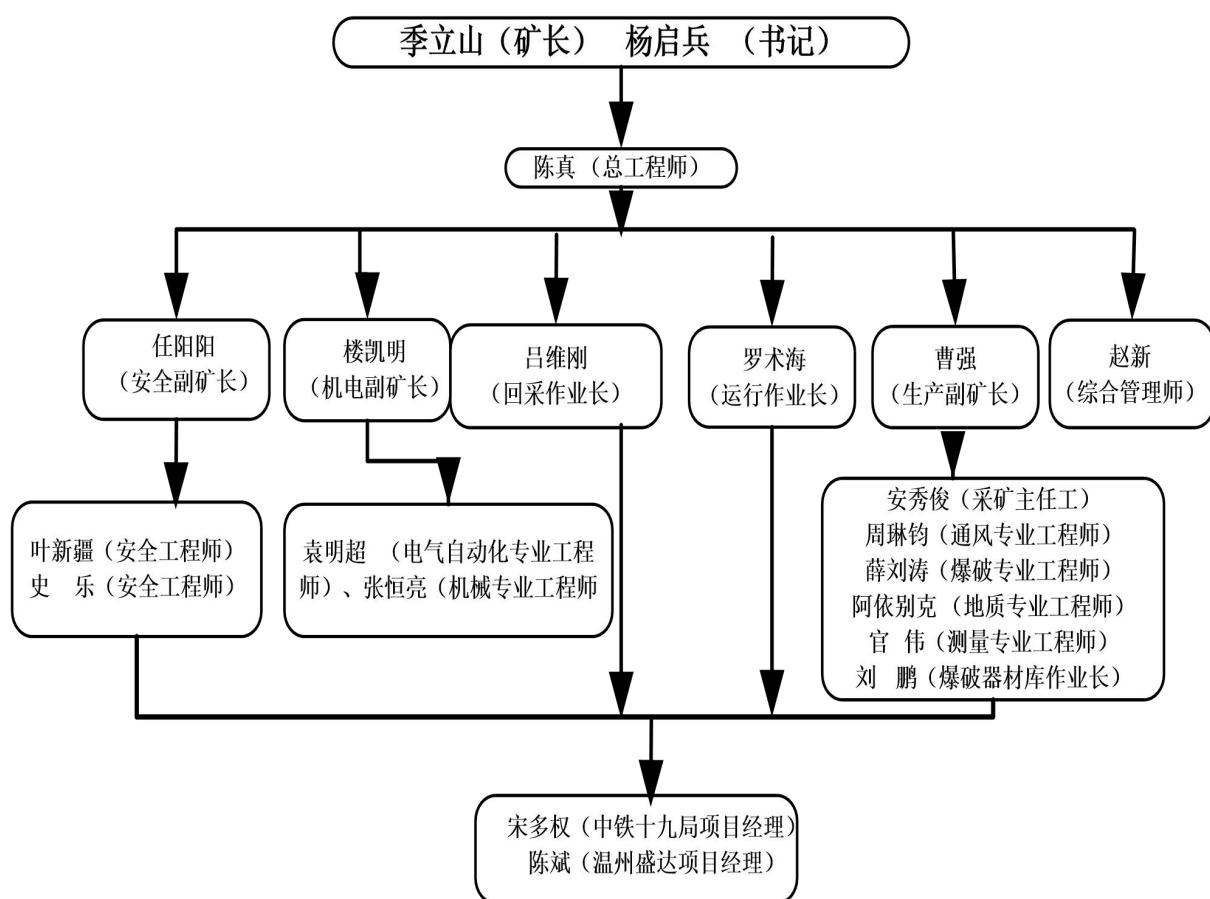
深部二期井下供水管道选用 1 根  $\Phi 133 \times 4$  无缝钢管，在 704m 水平供水主管道上接管，并经采区进风天井敷设至各生产水平用水点。

在井下运矿斜坡道（704m~650m）、辅助斜坡道（704m~686m）、主要中段井底车场和无轨设备维修硐室设消火栓。沿井下巷道内的消防管路每隔50m~100m 设一个消火栓。每个消火栓均配备消防水枪和消防水带，水带长度满足消火栓设置间距内的消防要求，消火栓栓口动压力0.25MPa~0.5MPa，消火栓最不利点的水枪充实水柱不小于 7m。

## 2.4.12 安全管理及其他

### (1) 安全生管理机构会

富蕴蒙库铁矿有限责任公司成立了蒙库矿采矿厂安全生产领导小组，成立了专职安全管理结构，并任命了专职安全管理人员。



## (2) 五职矿长和安全总监

蒙库铁矿采矿厂任命了五职矿长。

表 2-18 五职矿长任职资格表

序号	姓名	职务	专业学历	职称专业	参加工作时间
1	季立山	矿长	采矿工程	中级工程师	2009.6.20
2	陈真	总工程师	矿山地质	中级工程师	2011.8.1
3	楼凯明	机电副矿长	选矿	高级技工	1989.3.08
4	曹强	生产副矿长	资源勘查工程	中级工程师	2011.8.1
5	任阳阳	安全副矿长	采矿工程	高级工程师	2011.8.1

## (3) 安全生产规章制度

蒙库铁矿采矿厂根据实际情况制定了相关的安全管理制度、各岗位生产责任制和安全技术操作规程。

## (4) 教育培训

矿山针对不同工种的人员进行相应的安全教育和培训，提高所有生产作业人员的安全意识，制定有年度培训计划，安全管理人员及特种作业人员按规定取证，持证上岗。

主要负责人及安全管理人员参加了应急管理等部门组织的安全培训及考核，取得了安全生产知识和管理能力考核合格证书；特种作业人员也经过应急管理等部门的培训，取得了特种作业操作证，且按时参加继续教育，证书均在有效期内。

主要负责人、安全总监、安全管理部部长及安全管理人员接受了安全生产知识和管理能力安全培训和考核，并取得了应急管理等部门颁发的安全生产知识和管理能力考核合格证。

### **(5) 安全生产应急管理**

蒙库铁矿与富蕴县富鸣应急救援服务有限责任公司签订企业救护服务协议，由该公司负责矿山救援任务。

富蕴蒙库铁矿有限责任公司采矿厂《关于成立蒙库矿采矿厂应急救护小队的通知》(蒙库矿采矿〔2024〕15号)，成立了蒙库矿应急救护小队。

矿山编制有矿山事故应急救援预案并定期进行演练。

2024年10月，公司在进行了风险评估及应急物资调查的基础上，依据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2020)的要求，对公司应急预案进行了修订，经专家评审后于2024年10月17日在富蕴县应急管理局进行了备案，取得了生产经营单位生产安全事故应急救援预案备案登记表，备案编号为：fy654322202434。

### **(6) 隐蔽致灾普查治理**

根据《关于开展非煤地下矿山隐蔽致灾因素普查治理工作的通知》(矿安〔2022〕76号)要求，企业委托专业机构进行了隐蔽致灾因素普查治理工作，并于2024年9月编制提交了《富蕴蒙库铁矿有限责任公司蒙库铁矿(井下矿)隐蔽致灾因素普查报告》。

### **(7) 劳动定员**

矿山劳动定员454人，其中生产工人409人，管理服务人员45人。

### **(8) 投资估算**

项目深部一期总投资为 55153 万元，其中：建设投资 47980 万元，建设期利息 2176 万元，流动资金 4997 万元。深部二期建设投资 6112 万元。

### 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建设项目潜在的危险、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、规范标准的符合性；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，评价单元划分及评价方法选择如表 3-1 所示。

表 3-1 评价单元划分及评价方法选择

序号	评价单元	评价方法
1	总平面布置单元	安全检查表法
2	开拓单元	预先危险性分析法、安全检查表法
3	提升运输单元	预先危险性分析法、安全检查表法
4	采掘单元	预先危险性分析法、安全检查表法、数值计算法
5	通风单元	预先危险性分析法、安全检查表法、数值计算法
6	防排水与防灭火单元	预先危险性分析法、安全检查表法、数值计算法
7	矿山专项安全保障系统单元	安全检查表法
8	矿山供配电设施单元	预先危险性分析法、安全检查表法
9	安全管理单元	安全检查表法
10	重大危险源辨识单元	

#### 评价方法简介：

##### （1）预先危险性分析

预先危险性分析法是在进行某项工程活动之前，对系统中存在的各种危险因素、触发条件和事故可能导致的后果进行宏观和概略分析的系统安全分析方法，属于定性评价。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施。

通过预先危险分析（PHA），力求达到以下 4 个目的：①大体识别与系统有关的主要危险；②鉴别产生危险的原因；③预测事故出现对人体及系统产生的影响；④判定已识别的危险性等级，并提出消除或控制危险性的措施。

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将

各类危险性划分为 4 个等级，见表 3-2。

表 3-2 危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏 可降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范

## (2) 安全检查表

安全检查表是将一系列分析项目列出检查表进行分析以确定系统的状态，这些项目包括设备、贮运、操作、管理等各个方面。依据对某些位置区域危险、有害因素的分析结果，以相关的设计规范标准、法规及规程和规定的要求，结合以往的实践经验和教训，用安全检查表分析、预测可行性研究、工程设计、施工、运行及检修中可能存在的隐患和危险、有害因素，提出防患于未然的防灾、减灾对策措施。

## 3.1 总平面布置单元

### 3.1.1 选址危险、有害因素分析

#### (1) 自然灾害危险性分析

1 号矿体围岩主要为角闪变粒岩，矿体及其围岩构造破碎带较发育，部分矿体顶底板较软弱破碎，稳定性较差；地表风化作用较强，地下水局部活动较强，局部地段易发生矿山工程地质问题。开采过程中 F3 等断层破碎带的影响应引起重视，并采取相应安全措施。

地面建构筑物、井口等附近边坡防护不良，发生滑坡、滚石，造成人员伤害、财产损失。

地面爆炸材料库选址不合理，距离生活区安全距离不够，管理不善发生爆炸事故可能造成人员伤亡、财产损失。

地面废石场等生产区位于生活、办公区最大风频方向上风侧，布局不合理，造成粉尘、有害气体及噪声污染。

地面建构筑物、井口地面标高不合理，可能遭受雨季暴雨影响，威胁生产及人员安全、造成财产损失。

地面建构筑物建设施工前未考虑载荷与地基承载力符合性，承载力不足，可能造成建构筑物危楼，威胁人员安全及造成财产损失。

地面道路走向、道路宽度、道路弯道不合理，可能造成交通事故。

地面储存油料、油脂的地点，周边存在易燃物，安全距离不足，可能发生火灾。

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Ⅶ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

矿区夏季雷电有引发雷击的可能。

夏天雷击能破坏建筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生。同时雷电也会对监控系统造成损坏。

雷电对地下开采安全的影响，主要为其对地表供电等产生影响，雷电引起配电系统的过电压，威胁电气设备、线路及人身的安全。该项目中配电室等设施具有危险性、带电性等，在自然环境中易受雷击危害。

### 3) 高温和低温

区内冬季寒冷，夏季午后炎热，历史最高气温 38.7℃，最低气温-37.7℃。若没有采取必要降温措施，可能发生人员中暑。若没有采取必要的防寒、保暖措施，可能发生人员冻伤。

## (2) 该项目与周边环境的相互影响

蒙库铁矿露天矿主采场、7号矿露天采场位于地表错动界线以内，针对该问题，蒙库公司委托北方工业大学完成《蒙库铁矿露转地矿山无底柱分段崩落法采矿对露天边坡安全稳定性影响研究》，根据研究报告结论：“蒙库铁矿露天转井下矿山采用无底柱分段崩落法后，虽然会造成露天坑坡脚位移和应力变化，但大变形位移场分布较小，塑性区的发育程度较弱，边坡内不会形成大范围的瞬时垮塌；在覆盖层完好的情况下，会吸收露天坑边坡局部垮塌的冲击，不会对井下采场和生产系统造成威胁”。

### 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	1个采矿权范围内原则上只能设置1个生产系统。	《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》	采矿权范围内只设置一个生产系统。	符合要求
2	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。	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)第3.0.14条	地震烈度VII度区，矿山工业场地附近无风景名胜区、自然保护区和其它地形地貌景观和地质遗迹。	符合要求
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	《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)第5.1.2条	可研报告中按要求进行了设计。	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
	理。			
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	当地历史最高洪水位为 824.30m，主井井口标高 1175m，副井、中央进风井井口标高 1170m，东风井、辅助斜坡道井口标高 1115m，西风井井口标高 1149m，884 平硐硐口标高 884m，措施井井口标高 1056m，均高于历史最高洪水位 1m 以上，受地表洪水淹没的危险性较小。	符合要求
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	该项目为改扩建工程，厂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
5	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.6 条	该项目为改扩建工程，厂址满足要求。	符合要求
6	厂址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带；当不可避免时，必须具有可靠的防洪、排涝措施。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.12 条	工业场地内相关建筑物不受洪水、潮水或内涝威胁。	符合要求
7	矿山企业的办公区、生活区、工业场地、地面建筑等，不应设在危崖、塌陷区、崩落区，不应设在受尘毒、污风影响区域内，不应受洪水、泥石流、爆破威胁。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 4.6.1 条	该项目为改扩建工程，办公区、生活区、工业场地等均利旧，选址满足要求。	符合要求
8	地下开采时，应圈定岩体移动范围或岩体移动监测范围；地表主要建构筑物、主要井筒应布置在地表岩体移动范围之外，或者留保安矿柱消除其影响。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.3.1.2 条	矿区圈定了塌陷区，地表主要建构筑物、主要井筒布置在塌陷区范围之外。	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
			外。	
9	地表主要构筑物、主要开拓工程入口应布置在不受地表滑坡、滚石、泥石流、雪崩等危险因素影响的安全地带，无法避开时，应采取可靠的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.3.1.3 条	地表主要构筑物、主要开拓工程入口未布置在相关危险区域。	符合要求

### 3.1.3 评价小结

该项目为深部开采建设项目，主要开拓工程、地表工业场地等均已建设完成。

该项目总平面布置中应加以重视的问题有：

(1) 设计利用矿山前期设计的截洪工程：在地表最终错动界线以外的北部，布置了3条截洪工程，分别是1#截洪沟北段、1#截洪沟南段和2#截洪沟工程。下一步设计阶段应对地表截洪工程的可靠性和安全性进行复核、论证，加强地表防洪工程的安全管理，雨季前后做好防沟工程的检查和维修工作，及时修复被冲毁地段，清出淤积堵塞物，以保证地表防洪工程畅通无阻。

## 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。

(7) 开拓系统布置在开采错动带内，受采动影响，导致开拓系统瘫痪。

(8) 开拓工程受施工技术影响，巷道形状可能不规则且基本无支护，承压能力较小，受力条件差，来压时容易发生片帮冒顶，从而造成伤人、损物。

(9) 组织协调不当，巷道工程布置及采掘顺序不合理，安全距离不足，相互间意外贯通，有可能造成爆破伤人、冒顶片帮等事故。

(10) 不稳固的岩层中巷道未进行支护、支护不合格、支护不及时，发生冒顶片帮，造成伤人、损物。

(11) 炮孔装药量、装药结构不合理，围岩被松动破坏，承载力减弱，发生冒顶片帮，造成伤人、损物。

(12) 违章作业，凿岩未结束就把爆破材料放在工作面；打残眼、干眼；爆破前无警戒；相对掘进贯通巷道。起炮网络联接不佳或导爆管受折，发生爆炸事故，造成伤人、损物。

(13) 作业前未敲帮问顶、溜井及回风井施工过程、井下管道安装等，人员未佩戴安全帽、人员疏忽、现场管理混乱，发生物体打击。

### 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	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

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	当；井巷工程维护不当。			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；应急系统不完善。	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。
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、直达地面的安全出口。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020	设计直通至地表的安全出口共5个：副井	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
	出口；矿体一翼走向长度超过1000m时，此翼应有安全出口。	第 6.1.1.1 条	(安装罐笼及梯子间)、884m 平硐、辅助斜坡道作为主要安全出口，东、西风井(安装梯子间)作为应急安全出口。	
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	深部一期采区安全出口包括辅助斜坡道、运矿斜坡道、1#采区进风天井(内设梯子间)和 2#采区进风天井(内设梯子间)。当井下发生危险时，采场人员可以通过辅助斜坡道、运矿斜坡道、1#采区进风天井(内设梯子间)或 2#采区进风天井(内设梯子间)行至 938m 回风水平、884m 主运输水平或 704m 排水水平，再通过与各水平联通的直通地表的安全出口到达地表。 深部二期采区安全出口包括运矿斜坡道、采区进风天井(内设梯子间)和采区回风天井(内设梯子间)。当井下发生危险时，采场人员可以通过运矿斜坡道、采区进风天井(内设梯子间)或采区回风天井(内设梯子间)行至 704m 水平，再通过与 704m 水平联通的直通地表的安全出口到达地表，或由运矿斜坡道、辅助斜坡道行至 938m 回风水平、884m 主运输水平，再通过与各水平联通的直通地表的安全出口到达地表。	符合要求
4	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	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.1.1.4 条	作为安全出口和应急出口的副井安装罐笼和梯子间，东、西风井均安装梯子间。	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
	150m。硐室宽度不小于 1.5m，深度不小于 2.0m，高度不小于 2.1m。			
运输巷道				
1	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	运矿斜坡道、辅助斜坡道作为应急安全出口，可研未明确设置人行道或躲避硐室。	下一阶段设计中需完善
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。	《金属非金属矿山安 全规程》 GB16423-2020 第 6.2.5.6 条	可研中未明确无轨运输巷道设置人行道。	下一阶段设计中需完善
3	在水平巷道、斜井和斜坡道中，运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙，应符合下列规定：有轨运输不小于 0.3m；无轨运输不小于 0.6m。	《金属非金属矿山安 全规程》 GB16423-2020 第 6.2.5.7 条	可研中未明确。	下一阶段设计中需完善
4	废弃井巷和硐室的入口应及时封闭，封闭时应留有泄水条件。封闭墙上应标明编号、封闭时间、责任人、井巷原名称。封闭前入口处应设明显警示标志，禁止人员进入。封闭墙在相应图纸上标出，并归档永久保存。报废井巷的地面入口周围应设高度不低于 1.5m 的栅栏。	《金属非金属矿山安 全规程》 GB16423-2020 第 6.2.8.6 条	可研中未明确。	下一阶段设计中需完善
支护				
1	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	可研明确井巷工程支护要求。	符合要求
防坠				
2	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	可研中未明确。	下一阶段设计中需完善
3	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	可研中未明确。	下一阶段设计中需完善

### 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) 下一步设计阶段应明确斜坡道设置人行道或躲避硐室，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) 下一步设计阶段应对无轨运输巷道的人行通道进行详细设计，行人的有轨运输巷道应设高度不小于1.9m的人行道，人行道宽度不小于0.8m；机车、车辆高度超过1.7m时，人行道宽度不小于1.0m。调车场、人员乘车场、井底车场矿车摘挂钩处两侧应各设一条人行道，有效净高不小于1.9m，人行道宽度不小于1.0m。

3) 在水平巷道、斜井和斜坡道中，运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙，应符合下列规定：有轨运输不小于0.3m；无轨运输不小于0.6m。可研中未明确，下一阶段设计中需说明。

4) 废弃井巷和硐室的入口应及时封闭，封闭时应留有泄水条件。封闭墙上应标明编号、封闭时间、责任人、井巷原名称。封闭前入口处应设明显警示标志，禁止人员进入。封闭墙在相应图纸上标出，并归档永久保存。报废井巷的地面入口周围应设高度不低于1.5m的栅栏。可研中未明确，下一阶段设计中需说明。

5) 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。

6) 下一步设计阶段应对井筒延伸施工与生产衔接提出安全措施。

### 3.3 提升和运输单元

#### 3.3.1 危险、有害因素辨识与分析

设计井下主要采用无轨运输。在运输过程中有可能存在下述危险、有害因素：

- (1) 巷道未按设计施工，掘进的井巷断面偏小或未按规定设置躲避硐室等，汽车与人员发生挤、撞等事故而伤人毁物。
- (2) 行人不按规定行走运输巷道行人侧，发生汽车挤伤、撞伤人。
- (3) 运输巷道、道路照明不够，发生行人与汽车相撞事故。
- (4) 卸矿地点无车挡装置，造成运输过程中刹车不力，发生翻车事故。
- (5) 汽车运输翻卸过程中因重心偏移过大，发生翻车事故。
- (6) 汽车超载，易造成汽车制动失灵，转向失控，爆胎等而引发事故；矿石装载不均匀，装偏而引发翻车事故。
- (7) 驾驶员驾驶技术差，酒后驾车，或未持证而引发车辆伤害事故；运输道路凹凸不平，路况差，而引发车辆伤害事故。
- (8) 巷道未设警示标志牌，不能对驾驶员起到警示作用，发生车辆伤害事故。
- (9) 运输车辆上未配备灭火器，发生火灾不能及时扑灭会导致车辆损毁的火灾事故。
- (10) 轨道铺设质量差或损坏，电机车发生掉道，毁物、伤人。
- (11) 电机车架线高度不够或局部下坠，造成人员触电。
- (12) 行人不按规定行走运输巷道行人侧，发生电机车挤伤、撞伤人。
- (13) 运输巷道、道路照明不够，发生行人与电机车相撞事故。

### 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
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	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

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	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；			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
高处坠落 (主要为坠罐)	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的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。	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的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。
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

### 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	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.4.4.1 条	副井提升采用摩擦式提升机，采用钢丝绳罐道。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研情况及说明	检查结果
	道或者钢丝绳罐道。			
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	可研未明确过卷高度。	下一阶段设计中需完善
3	过卷段终端应设置过卷挡梁；发生过卷事故后过卷挡梁应能正常使用。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.4.4.15 条	可研未明确过卷设置情况。	下一阶段设计中需完善
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	可研未明确过卷设置情况。	下一阶段设计中需完善
5	罐笼提升信号系统应符合下列规定： ——应在井口和井下各中段马头门设信号装置； ——不同地点发出的信号应有区别； ——跟罐信号工使用的信号装置应便于跟罐信号工从罐内发信号； ——井口信号工或跟罐信号工可直接向提升机司机发信号； ——中段信号工经过井口信号工同意可以向提升机司机发信号；紧急情况下可直接向提升机司机发出紧急停车信号。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.4.4.28 条	摇台、安全门与提升系统实行联锁；阻车器与摇台、安全门实行联锁，按顺序动作。罐笼提升信号系统在井口和井下各中段马头门设信号装置；不同地点发出的信号应有区别；跟罐信号工使用的信号装置应便于跟罐信号工从罐内发信号；井口信号工或跟罐信号工可直接向提升机司机发信号；中段信号工经过井口信号工同意可以向提升机司机发信号；紧急情况下可直接向提升机司机发出紧急停车信号。	符合要求
6	竖井升降人员时，加速度和减速度应不超过 0.75m/s <sup>2</sup> ；升降物料时，加速度和减速	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)	竖井提升速度 8m/s，加速度和减速度 0.7m/s <sup>2</sup> 。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研情况及说明	检查结果
	度应不超过 $1.0\text{m/s}^2$ 。	第 6.4.8.10 条		
7	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	竖井同一层罐笼不同时升降人员和物料。	符合要求
8	摩擦式提升系统应符合下列规定：井底应设尾绳隔离装置。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.4.4.13 条	竖井井底设尾绳隔离装置。	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，升降人员时不低于 8.0，升降物料时不低于 7.5；专作升降物料用的，不小于 7.0；平衡尾绳，不低于 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。	《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	摩擦式提升机首绳为型号 $6 \times V30\text{-FC-}\Phi 28\text{-}1770$ 的三角股镀锌钢丝绳，提升人员安全系数为 11.12，提升岩石安全系数为 8.42，尾绳为 $6 \times 37SN\text{-FC-}\Phi 42\text{-}1570$ 的圆股镀锌钢丝绳，钢丝绳安全系数满足要求。	符合要求
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	提升设备控制系统选用 PLC 控制器实现，完成提升机运行工艺要求的控制功能及各项安全保护，系统同时具备有软件和硬件冗余的安全回路。 控制系统 PLC 软件能完成提升机手动、半自动、自动、检修、紧急控制开车等运行方式的控制要求。	符合要求
中段运输				
1	电机车滑触线应设分段开关，分段距离不超过 500m。每一条支线也应设分段开关。上下班时间，距井筒 50m 以内的滑触线应切断电源。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 6.4.1.15	可研报告中明确相关内容。	符合要求
2	车辆的连接装置不得自行脱钩，车辆两端的碰头或缓冲器的伸出长度不小于 100mm。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.4.1.4 条	列车运输时，矿车必须采用不能自行脱钩的连接装置。不能自动摘挂钩的车辆，其两端的碰头或缓冲器的伸出长度，不应小于 100mm。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研情况及说明	检查结果
3	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。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第6.3.4.3条	可研明确采场出矿采用铲运机。可研报告中未明确其他内容。	下一阶段设计中需完善
4	无轨运输系统应符合下列要求： ——设备顶部至巷道顶板的距离不小于0.6m； ——斜坡道每400m应设置一段坡度不大于3%、长度不小于20m的缓坡段； ——错车道应设置在缓坡段； ——斜坡道坡度：承载5人以上的运人车辆通行的，不大于16%；承载5人以下的运人车辆通行的，不大于20%； ——斜坡道路面应平整；主要斜坡道应有良好的混凝土、沥青或级配均匀的碎石路面； ——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。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第6.3.4.4条	设计斜坡道坡度为12%，单车道，垂直方向每隔18m设置缓坡段，在缓坡段处设置错车道，可研未明确长度。	下一阶段设计中需完善

### 3.3.4 评价小结

提升运输系统主要危害是高处坠落、机械伤害和车辆伤害。

下一阶段设计中应完善以下问题：

- (1) 竖井提升系统为利旧设备，下一步设计阶段对竖井提升系统可靠性和安全性进行论证说明，对提升竖井过卷高度、过卷段终端过卷挡梁或缓

冲装置进行明确说明。

(2) 下一步设计阶段应对无轨设备发动机类型、尾气净化装置、刹车装置、灭火装置等进行详细设计。

(3) 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 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。

(4) 地下人车、井下运矿卡车都应取得矿用产品安全标志，并定期进行检验。

(5) 下一步设计阶段应补充无人驾驶电机车运行过程的识障避障措施，运行区域特别是卸载站人机隔离措施，遇故障或突发情况自动驾驶转人工远程操控（干预）措施，以及监控平台人机匹配等安全保障措施。

(6) 下一步设计阶段应明确斜坡道缓坡段坡度和长度。

## 3.4 采掘单元

### 3.4.1 危险、有害因素辨识与分析

(1) 该项目地下开回收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。采场爆破后未进行有效的通风；作业环境没有必要的照明或照明度不够等。

(2) 采矿方法

矿山设计选用无底柱分段崩落法。进行开采作业。采矿方法所确定的矿块布置方式与构成要素、回采工艺基本合理可行，有较好的针对性和可操作性，但如应用不当则会出现下述危险危害：

1) 矿区地质工作勘探程度不高，对矿体的赋存情况及规模掌握不清，

若采场采准工程布置错误、采准工程欠缺或滞后，将给开采工作带来不便与困难，甚至增加开采作业的危险性；

2) 采矿方法选择错误或不当，日后开采作业有可能出现冒顶、片帮、地压增大的隐患与危险，致使开采工艺不合适，安全生产条件更为复杂，不便于顶板管理，可直接导致各种事故发生；

3) 如果采场结构参数布置不合理，可能导致开采作业中冒顶、片帮、地压增大等隐患与危险频发。由此使生产条件更为复杂，不便于回采作业及顶板管理，导致事故发生。

4) 回采进路为独头巷道，未安装局扇进行通风，易引发人员炮烟中毒事故。

5) 采场作业安全管理不当，可导致包括炮烟中毒、爆破飞石冲击波伤人、开采设备伤人等各种事故的发生。

6) 中段交替时，两个中段同时生产，如下中段采场布置在上中段尚未采完的采场下部。下中段采场回采工作可能影响上中段采场安全。

7) 采场用铲运机出的矿倒入溜井放矿，如溜井被大块堵塞，人员违章在溜井上口处理，或处理人员站在溜井正下方处理，均可能造成作业人员被挤伤、致死的伤亡事故。

8) 出矿巷道中运行的车辆遇到人员，未停车让人通过，可能发生车辆伤害事故；

9) 运输巷道的底板不平整、有大块，巷道的坡度大于设备的爬坡能力，弯道的曲线半径过小，均可能导致车辆行驶时发生翻车事故；

10) 用铲斗破大块或站在铲斗内处理浮石，碎石崩出可以伤害人员。

11) 人员从升举的铲斗下方通过或停留，铲运机司机操作车辆时未观察到人员导致人身伤害事故；

12) 溜矿井未设安全车挡，地下铲运机到溜井口未停住车，可能导致车辆坠入溜井事故；

- 13) 铲运机车箱装载过满，作业人员操作位置上方未设防护网或板，行驶过程中矿岩掉落可能砸坏驾驶室导致车辆损坏和人员伤亡；
- 14) 设备未配备灭火装置。设备发生火灾无法及时灭火，可能导致设备损毁、操作人员伤亡，并可能导致发生全矿井井下作业人员中毒窒息的重大事故。

### (3) 凿岩作业

设计矿山采用全液压采矿钻车在采场穿孔爆破，使用手持式凿岩机掘进平巷，操作不当易引发下述危险与危害：

- 1) 凿岩作业中可能会出现：凿岩机砸、夹、挤伤人；断钎伤人；风管断脱甩动伤人；打干眼、残眼、吹洗炮孔渣子伤人等危险与危害。
- 2) 作业人员进入工作面未进行撬帮问顶等安全检查或检查不周，或操作方法不当，而导致浮石掉落伤人或设备损毁。
- 3) 采用多工作面或工序同时作业，且相互间安全距离不足及作业管理协调不当，而造成相互影响致人员伤亡或设备损毁事故。
- 4) 使用手持式凿岩机作业时，操作工用身体推压凿岩机，易出现：身体失去平衡，造成坠落或断钎、卡钻等而伤人、毁物。

### (4) 爆破作业

引起爆破事故的主要原因：

- 1) 爆破作业中安排无证人员进行爆破作业，或爆破工违章接纳无证人员参与涉爆作业而引发爆破伤亡事故。涉爆人员未经培训持证上岗，发生爆破事故。
- 2) 爆破材料缺陷或起爆方式不正确或炸药装填方法错误或爆破网络连接有错误，造成早爆、迟爆事故。盲炮处理方法不正确，造成爆炸伤人。
- 3) 不了解爆破材料性质，搬运、装填过程中挤压、摔碰爆破材料，引起爆炸事故。搬运爆破材料和装药作业中不轻拿轻放，任意抛、投、撞、碰，可能损坏起爆药包，导致拒爆或引起爆炸事故。

4) 钻孔布置不当, 抵抗线过小或装药量过大, 填塞过小或出现虚填等原因, 造成飞石伤害。炮孔中装填填塞物不合格, 可能填塞不到位或损爆破网络连接有错误, 产生盲炮; 填塞中不按要求使用合格炮棍作业, 可能造成盲炮或导致爆破事故。

5) 爆破组织不细致, 出现伤人、损物事故。

6) 由于爆破材料质量问题或装药量小, 造成爆破岩层未正常松动, 形成隐患。

7) 爆破材料选择不当, 使用电雷管引爆, 受杂散电流影响, 出现早爆事故。

8) 爆破警戒位置布置不当, 信号不完善, 措施不够严格、周密, 装药量过大, 人员、机械处在警戒范围内, 或爆破工避炮位置不当, 被爆破飞石或冲击波伤害。

9) 爆破后通风不好或通风时间不够, 人员过早进入作业面, 造成炮烟中毒事故。

10) 爆破前设备摆放位置不当, 无防护装置, 爆破飞石、滚石对其造成损坏。

#### (5) 采场地压管理及井下支护

设计采用无底柱分段崩落法回采, 如回采时未严格按照规程作业, 则会出现下述危害、危险:

1) 回采工作面的上方覆盖岩层厚度小分段高度, 上部围岩垮落形成的冲击力不能得到有效的缓冲, 可能会危及回采工作的安全;

2) 上下两个分段同时回采时, 上分段未超前于下分段或超前距离未使上分段位于下分段回采工作面的错动范围之外, 或小于 20m, 上分段作业的人员或机械可能会因下分段崩落而发生坍塌事故。

3) 分段联络道没有足够的新鲜风流可能引起人员窒息事故;

4) 各分段回采完毕未及时封闭本分段的溜井口, 导致矿岩滚出伤人。

5) 穿过断层破碎带、节理裂隙发育地段的井下工程未支护或支护不当，有可能造成掉碴或片帮冒顶事故；

6) 支护方式不当，支护参数不正确，影响支护效果，有可能发生顶板掉碴或片落或冒顶事故。

### 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。	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。
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。
机械伤害	钻机、铲运机等未采取防护措施或防护措施不合理；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。	人员伤亡	III	对机械设备采取合理有效的防护措施；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；分层回采完毕后未及时封闭本分层的溜井口。	人员伤亡	III	高处作业要采取有效的安全防护措施；人员上下梯子时应注意集中注意力；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；分层回采完毕后应及时封闭本分层的溜井口。
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	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

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	发爆炸。			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。
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	新建、改扩建金属非金属地下矿山原则上采用充填采矿法，不能采用的应严格论证。	《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》	2024年8月，企业委托北方工业大学编制了《富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程采矿方法论证》，论证结论为：蒙库铁矿不属于新建矿山，露天转地下开采以来一直采用无底柱分段崩落法开采，井下矿深部开采工程（884m~650m阶段）继续沿用无底柱分段崩落法是经济可行、安全可靠、风险可控的。因此蒙库铁矿井下矿深部开采工程（884m~650m阶段）建议继续沿用无底柱分段崩落法进行开采。	符合要求
2	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

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
3	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	可研提出了井巷工程支护措施。	符合要求
4	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，应指定专人负责检查，采用锚杆加金属网进行支护。	符合要求
5	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	可研报告提出了相关要求。	符合要求
6	地下开采的矿山应对地面沉降情况进行监测。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第6.3.1.16条	设计采用地表变形观测。	符合要求
7	采用无底柱分段崩落法回采应遵守下列规定： ——回采工作面的上方应有大于分段高度的覆盖岩层，以保证回采工作的安全；上盘不能自行冒落或冒落的岩石量达不到规定厚度时应及时进行强制放顶； ——上下两个分段同时回采时，上分段应超前于下分段，超前距离应使上分段位于下分段回采工作面的错动范围之外，且不小于20m； ——分段联络道应有足够的新鲜风流； ——各分段回采完毕应及时封闭本分段的溜井口。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第6.3.2.8条	生产接续一期工程开采范围的矿石覆盖层已形成，厚度不小于20m，设计继续利用。其余可研未说明。	下阶段设计中需完善

### 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内，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。

由于可研未给出单段药量和总药量等炸药数据，评价未能进行爆破振动

效应定量计算，下一步设计阶段应明确井下爆破参数及炸药单耗，并对井下爆破对地表工业场地及上部工程的影响进行分析。

### 3.4.5 评价小结

该项目地下开采矿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、粉尘、噪声与振动、深井开采危害等。

**下一阶段设计中应完善以下问题：**

(1) 下一步设计阶段应开展现有生产系统及深部一期、二期过渡的安全影响问题专题研究。

(2) 下一步设计阶段应明确井下爆破参数及炸药单耗，并对井下爆破对地表工业场地及上部开拓工程的影响进行分析。

(3) 下一步设计阶段应对采矿工艺进行详细说明：上下两个分段同时回采时，上分段应超前于下分段，超前距离应使上分段位于下分段回采工作面的错动范围之外，且不小于 20m；分段联络道应有足够的新鲜风流；各分段回采完毕应及时封闭本分段的溜井口。

(4) 加强巷道施工地质超前预报专题研究，重点调查断裂、冲击地压、突水和地面沉降的地质调查和超前灾害防治方案研究。

(5) 实际生产过程中应重视井巷支护问题，应对支护强度、支护方式与支护参数的合理性重点考虑。

(6) 长期监测开采过程中地表沉降，将观测数据进行统计、整理，并进行分析研究，得出地表沉降的空间时间移动规律，为矿区正常生产提供参考依据。

(7) 研究深部地压活动规律，通过在线实时监测，分析深部开采岩体应力集中区和应力场变化特点，开展地压活动和岩爆先兆评估，进而预测、预报地压危害和岩爆发生。

(8) 下一步设计阶段应对地表错动范围内的露天边坡位移观测系统设

置情况进行明确，防止边坡突然大面积坍塌形成空气冲击波的影响。

(9) 下一步设计阶段应补充崩落法覆盖层厚度观测、悬顶处理措施(如强制崩落)。

## 3.5 通风单元

### 3.5.1 危险、有害因素辨识与分析

矿山设计有相对独立、较完善的通风系统，但在建设、生产过程中有可能存在下述危险、有害因素：

(1) 未按设计购置、安装主扇风机，没有建立机械通风系统，无法保证井下所需的风量、风速、风质要求，风流紊乱，炮烟粉尘积聚难以外排。

(2) 用风点计算不全面或实际与计算有差异，造成通风量不足，不能及时排除炮烟或除尘效果差，或排弃有毒有害气体效果差，致炮烟中毒事故。

(3) 井巷断面实际与设计计算的有差异，造成风速过高或过低。

(4) 风速、风质检测不及时，造成通风效果下降、人员误入，致炮烟中毒事故。

(5) 开拓、采准形成后，未重新进行通风验算，造成通风效果不好。

(6) 主扇控制柜缺少反风开关，或井下缺少反向风门，导致井下发生火灾时需反风时未及时反风，作业人员无法逃生。

(7) 该矿设计进出口较多，对通风构筑物的设计位置及数量未进行明确，生产中通风构筑物（风门、风桥、风窗）缺乏或没有检查、维修；采空区未按要求封闭等而致漏风、污风串联或风流紊乱。

(8) 独头采掘工作面未使用局扇通风或风筒布材质差、悬挂不当致通风效果差，引发作业人员炮烟中毒与尘肺病。

(9) 采空区未及时封闭或封闭不及时，造成通风系统漏风。可能影响通风系统的有效果。

(10) 井下未悬挂《避灾线路示意图》，或图中未反映出发生不同事故时的避灾线路，发生事故时井下作业人员可能选择错误的逃生线路，导致伤

亡事故。

### 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部通风。 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。
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	《金属非金属地下矿山通风技术规范》	考虑 1.44 的备用系数，深部一期矿山总风量为	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
	风、风量不能完全按需分配和调整不及时等因素。 $K_b$ 值为1.20~1.45，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。	《通风系统》(AQ2013.1-2008)第5.3条	390m <sup>3</sup> /s，深部二期矿山总风量为115m <sup>3</sup> /s。	
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
4	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	新鲜风流由胶带斜井进入638m破碎水平，冲洗工作面后，污风通过破碎系统回风井到达938m回风水平，之后通过东风井、西风井排出地表。	符合要求
5	井下所有机电硐室都应供给新鲜空气。	《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条	可研设计机电硐供给新鲜空气。	符合要求
6	矿井进风应满足下列要求： ——井下工作人员供风量不少于4m <sup>3</sup> / (min · 人)； ——排尘风速：硐室型采场不小于0.15m/s，饰面石材开采时不小于0.06m/s；巷道型采场和掘进巷道不小于0.25m/s；电耙道和二次破碎巷道不小于0.5m/s；箕斗硐室、装矿皮带道等作业地点的风速不小于0.2m/s； ——破碎机硐室：采用旋回破碎机的，风量不小于12m <sup>3</sup> /s；采用其他破碎机的，风量不小于8m <sup>3</sup> /s，采用2台破碎设备时，不小于12m <sup>3</sup> /s； ——柴油设备运行时供风量不小于4m <sup>3</sup> / (min · kW)； ——满足6.6.1.4规定的风速要求。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第6.6.1.3条	井下风速满足要求。	符合要求
7	进风井巷空气温度应不低于2℃；低于2℃时，应有空气加热设施。不应采用明火直接加热进入矿井的空气。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第6.6.1.5条	中央风井、884m平硐设置空气预热。	符合要求
8	地下矿山应采用机械通风。设有在线监测系统的矿山应根据监测结果及时调整通风系统；未设置在线监测系统的矿山每年应对通风系统进行1次检测，并根据检测结果及时调整通风系统。矿山应及时更新通风系统图。通风系统图应标明通风设备、风量、风	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第6.6.2.1条	设计矿山采用机械通风。	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
	流方向、通风构筑物、与通风系统隔离的区域等。			
9	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	采场利用贯穿风流通风或机械通风。	符合要求
10	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	可研未明确主扇备用电机配备情况。	下阶段设计中需完善
11	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	局扇采用JK55-1No.5局扇、JK40-1No.6.5局扇、JK40-1No.7局扇三种。	符合要求
12	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	本矿山凿岩采取湿式作业，凿岩机的最小供水量，满足凿岩除尘的要求。	符合要求

### 3.5.4 风量风速复核

斜坡道系统以外的采场区域需风量分别按排尘风速、柴油设备和井下同时工作最多人数的进行了计算，斜坡道系统需风量采用柴油设备计算，具体如下：

#### (1) 采场区域需风量

##### ①按排尘风速计算

蒙库铁矿井下开采采用无底柱分段崩落法开采，工作面均为巷道型，井下通风需风量按最低排尘风速计算。对粉尘含量高的工作面，其排尘风速按不小于0.25m/s考虑。矿井风量备用系数取1.44。

表 3.5-3 深部一期井下所需风量表

序号	工作面名称	断面(m <sup>2</sup> )	排尘风速(m/s)	风量(m <sup>3</sup> )	同时工作面个数	风量(m <sup>3</sup> /s)
1	采准凿岩	18.06	0.3	5.42	6	32.51
2	采准出渣	18.06	0.4	7.22	3	21.67
3	回采凿岩	18.06	0.3	5.42	4	21.67

4	回采出矿	18.06	0.4	7.22	6	43.34
5	装药爆破	18.06	0.4	7.22	2	14.45
6	二次破碎	18.06	0.5	9.03	2	18.06
7	喷锚支护	18.06	0.3	5.42	3	16.25
8	884m 主运输水平	12.58	0.4	5.03	2	10.06
9	938m 卸矿车场	18.06	0.5	9.03	2	18.06
10	704m 排水水平					10.00
11	运矿斜坡道					35.00
12	辅助斜坡道					30.00
13	合计					271.08
14	矿井风量备用系数					1.44
15	矿井总风量					389.68

表 3.5-4 深部二期井下所需风量表

序号	工作面名称	断面 (m <sup>2</sup> )	排尘风速 (m/s)	风量 (m <sup>3</sup> )	同时工作面个数	风量 (m <sup>3</sup> /s)
1	采准凿岩	18.06	0.25	4.52	1	4.52
2	采准出渣	18.06	0.25	4.52	1	4.52
3	回采凿岩	18.06	0.25	4.52	1	4.52
4	回采出矿	18.06	0.25	4.52	1	4.52
5	装药爆破	18.06	0.25	4.52	1	4.52
6	二次破碎	18.06	0.25	4.52	1	4.52
7	喷锚支护	18.06	0.25	4.52	1	4.52
8	884m 主运输水平	12.58	0.3	3.77	1	3.77
9	卸矿水平	18.06	0.25	4.52	1	4.52
10	704m 排水水平					10.00
11	650m 排水水平					10.00
12	辅助斜坡道					10.00
13	运矿斜坡道					10.00

13	合计					79.89
14	矿井风量备用系数			1.44		
15	矿井总风量			114.85		

按排尘风速计算深部一期需风量为  $390\text{m}^3/\text{s}$ ，深部二期需风量为  $115\text{m}^3/\text{s}$ 。

## ②按柴油设备计算

根据《金属非金属矿山安全规程》：有柴油设备运行的矿井，按同时工作的柴油设备台数，每  $\text{kW}$  每分钟供风量不小于  $4\text{m}^3$ 。

表 3.5-5 深部一期井下同时运行柴油设备表

设备名称	台数 (台)	单台功率 (kW)	总功率 (kW)	功能
30t 井下卡车	9	300	2700	回采矿石运输
12t 井下卡车	7	118	826	采准矿岩运输
混凝土搅拌车	3	70	210	混凝土制备
爆破器材运输车	3	68	204	爆破材料运输
油料运输车	2	85	170	油料运输
无轨运人车	2	93	186	人员运输
撬毛台车	3	72.5	217.5	井巷支护
LH514 柴油铲运机	1	256	256	回采出矿
WJ-2.0 柴油铲运机	3	86	258	采准出岩
矿用破碎台车	2	42	84	二次破碎
无轨材料车	2	70	140	
合计			5251.5	

表 3.5-6 深部二期井下同时运行柴油设备表

设备名称	台数 (台)	单台功率 (kW)	总功率 (kW)	功能
30t 井下卡车	2	300	600	回采矿石运输
12t 井下卡车	1	118	118	采准矿岩运输

混凝土搅拌车	1	70	70	混凝土制备
爆破器材运输车	1	68	68	爆破材料运输
油料运输车	1	85	85	油料运输
无轨运人车	2	93	186	人员运输
撬毛台车	1	72.5	72.5	井巷支护
LH514 柴油铲运机	1	256	256	回采出矿
WJ-2.0 柴油铲运机	1	86	86	采准出岩
矿用破碎台车	1	42	42	二次破碎
无轨材料车	1	70	70	
合计			1653.5	

深部一期井下柴油设备需风量为：

$$Q_s = q_s \times N / 60 = 4 \text{m}^3/\text{kW}\text{min} \times 5251.5 \text{kW} / 60 = 350.10 \text{m}^3/\text{s};$$

故按井下同时作业柴油设备计算深部一期需风量为  $350.10 \text{m}^3/\text{s}$ 。

深部二期井下柴油设备需风量为：

$$Q_s = q_s \times N / 60 = 4 \text{m}^3/\text{kW}\text{min} \times 1653.5 \text{kW} / 60 = 110.23 \text{m}^3/\text{s};$$

故按井下同时作业柴油设备计算深部二期需风量为  $110.23 \text{m}^3/\text{s}$ 。

③按井下同时工作人数计算

井下同时工作最大班人数为 175 人，按每人每分钟供给风量  $4 \text{m}^3$  计算，按井下同时工作人数计算需风量为  $11.67 \text{m}^3/\text{s}$ 。

由上述三种计算方式可知，按井下排尘风速计算需风量是最大的，故设计最终计算深部一期矿山总风量为  $390 \text{m}^3/\text{s}$ ，深部二期矿山总风量为  $115 \text{m}^3/\text{s}$ 。

## (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， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$A$ ----矿井或坑口年产量，一期为  $400 \times 10^4 \text{t/a}$ ，二期为  $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ；

$q$ ----年产万吨耗风量， $\text{m}^3/\text{s}$ ，特大型矿井取值为  $1 \sim 2.5$ 。

计算结果为一期  $Q=400\sim1000\text{m}^3/\text{s}$ , 二期  $Q=30\sim75\text{m}^3/\text{s}$ 。

可研报告计算的一期总风量为  $390\text{m}^3/\text{s}$ , 二期总风量为  $115\text{m}^3/\text{s}$ , 按经验, 可研计算的风量能满足井下通风要求。

### 3.5.5 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) 下一步设计阶段应对主扇备用风机进行说明, 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。

(2) 由于该项目井巷较多, 为了防止风流短路、漏风现象, 建议合理设置通风构筑物, 对废弃巷道及采空区及时封闭并加强管理。

(3) 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。

(4) 下一步设计应明确深部开采通风系统与现有通风系统间的关联, 分析现有通风系统存在的问题, 及延伸后的影响。

(5) 建议在主要采掘工作面和通风机房设置风速风压传感器, 实现对全矿井风量、风速、风压的动态监测。通过自动化监测系统, 可以实时掌握通风状况, 及时发现和处理通风异常, 确保通风系统的安全和有效运行。

(6) 制定详细的通风设施维护计划, 包括定期检查和维修主通风机、局部通风设备、风门和调节风门等。及时发现和处理设备故障, 保证通风系统的持续稳定运行。

(7) 在需要控制风流的地方合理设置风门和调节风门，确保风流路径畅通，避免因风门位置不当导致的风流短路或风流不均匀现象。

(8) 随着矿山开采工作的推进，通风需求可能会发生变化。建议定期评估和调整通风系统，根据实际需要增加或调整通风设备，确保每个工作面都有足够的新鲜空气供应。

(9) 该建设项目通风机站多、系统复杂（四个分区通风），下一步设计阶段应明确不同区域火灾条件下，分区通风隔离与反风措施。

(10) 辅助斜坡道承担井下人员、材料及无轨设备在不同分段之间的调度任务，承担了  $70\text{m}^3/\text{s}$  的 938m 水平以上回风任务，下一阶段设计中应明确斜坡道进风采取的隔离、净化措施。

## 3.6 防排水与防灭火单元

### 3.6.1 防排水子单元

#### (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) 防、排水设备未按设计要求进行选择、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。

4) 水泵外露传动部位未采取有效的防护措施等原因可能会造成机械伤害事故；

5) 水仓未封闭或未设置护栏等原因可能造成淹溺事故。

## (2) 预先危险性分析 (PHA)

表 3.6-1 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、第四系含水层以及“天窗”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；违章作业和操作失误；照明显度不够或对设备的危险部位未设置警示标志。	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；应尽量避免操作失误；应有足够的照明显度；对设备的危险部位设置警示标志。
淹溺	水仓未封闭或未设置护栏；未设置安全警示标志；人员安全意识不强。	人员伤亡	III	水仓应封闭或设置护栏；应在危险部位设置安全警示标志；加强安全教育使人员提高安全意识。

## (3) 安全检查表法

表 3.6-2 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	查清矿区及其附近地表水流系统和汇水面积、河流沟渠汇水情况，并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统。	符合要求
2	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。 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。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.3.3 条	可研未提及最低中段的主水泵房和变电所的进口防水门设置要求。	下阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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。			
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	704m水平排水泵房内安装2台补水泵和5台排水泵，补水泵选用2台MD360-60×9型矿用耐磨多级离心泵，1台工作，1台备用；排水泵选用5台MD600-60×4型矿用耐磨多级离心泵，正常涌水时，1台工作，3台备用，1台检修；最大涌水时，4台工作，1台检修。补水管选用1根Φ273×13无缝钢管。排水管选用2根Φ426×9无缝钢管。正常涌水时，1根工作，1根备用；最大涌水时，2根管道同时工作。 650m水平排水泵房内安装7台MD360-40×2型矿用耐磨多级离心泵，正常涌水时，2台工作，4台备用，1台检修；最大涌水时，6台工作，1台检修。排水管选用3根Φ377×8无缝钢管，正常涌水时，1根工作，1根备用；最大涌水时，2根管道同时工作。	符合要求
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	可研未提及水泵房安全出口设置情况。	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 <sup>3</sup> /h时，应能容纳2h的正常涌水量，且不小于8000m <sup>3</sup> 。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)第6.8.4.1条	蒙库铁矿井下矿深部开采一期工程开采井下正常涌水量为7546m <sup>3</sup> /d，深部一期704m水平水仓由两条独立巷道组成，一条长194m，一条长226m，总长度为420m，有效容积5644m <sup>3</sup> 。矿深部	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
			开采二期工程开采井下正常涌水量为8403m <sup>3</sup> /d，深部二期650m水平水仓由两条独立巷道组成，一条长90m，一条长129m，总长度为219m，有效容积2802m <sup>3</sup> 。	
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。	下阶段设计中需完善

#### (4) 该项目地下开采水灾害分析

地下水含水层透水性和富水性不强，露天采场实际地下水涌水量很小，井下884m平硐实测涌水量也不大，一般不超过920m<sup>3</sup>/d，因此，地下水对于矿床充水的影响较小，是矿床充水的次要因素。

矿床内地表水系不发育，区域大的河流距离矿床较远，最近距矿区约7.5km，与矿床水力联系差，地表水体对矿床开采的影响不大。

根据地质报告，矿体两侧发育数条北西向断裂构造，规模较大，大多属压性-扭性，本身富水性差。露天开采至今，目前没有发现断层沟通地表水体，断层对矿床开采的影响不大。

本矿为露天转坑内开采矿山，采用无底柱分段崩落法开采，地表将产生塌陷区。大气降水形成的塌陷区暴雨渗入量，对矿床开采影响较大，是今后矿床充水的主要因素。

矿区水文地质条件属中等类型。

坑内涌水量主要由两部分组成，即地下水涌水量和大气降水经过塌陷区渗入坑内的水量两部分。

根据《冶金矿山采矿设计规范》(GB50830-2013)中有关规定，蒙库铁矿生产规模400万t/a，为大型地下开采矿山，选用设计频率暴雨标准为20年一遇。

##### 1) 大井法预测计算矿坑涌水量

未来井下开采 704m 中段标高

代入公式：

$$Q = \frac{1.366K(2H-S) \times S}{LgR - Lgr}$$

$$Q = \frac{1.366 \times 0.02775(2 \times 192.00 - 192.00) \times 192.00}{Lg1423.97 - Lg537.60}$$

$$= 3303.51 \text{m}^3/\text{d}$$

计算结果：

上述计算结果为涌水量的正常值，根据《数值修约规则与极限数值的表示和判定》（GB/T 8170-2008）将比拟法计算的结果修约为 3304m<sup>3</sup>/d。

最大矿坑涌水量，采用的最大值是在正常值基础上乘 1.3 的系数，计算的矿坑涌水量最大值为 4294.56m<sup>3</sup>/d。根据《数值修约规则与极限数值的表示和判定》（GB/T 8170-2008）将大井法计算的结果修约值为 4295m<sup>3</sup>/d。

2) 采用采用降深-面积比拟法（单位涌水量比拟法）

a、+704m 水平中段正常矿坑涌水量预算

矿区+884m 水平中段实测最小矿坑排水量为 1337.00m<sup>3</sup>/d。采用水文地质比拟法预测未来矿井涌水量，其计算公式如下：

$$Q = Q_0 \left( \frac{F}{F_0} \right) \sqrt{\left( \frac{S}{S_0} \right)}$$

式中：Q<sub>0</sub>、S<sub>0</sub>、F<sub>0</sub>-为已知中段的排水量（m<sup>3</sup>/d），水位降深(m)，采区面积(m<sup>2</sup>)；Q、S、F-为预测中段排水量（m<sup>3</sup>/d），水位降深(m)，采区面积(m<sup>2</sup>)。

式中已知：

Q<sub>0</sub>=488005.00m<sup>3</sup>/a 或 1337.00m<sup>3</sup>/d（蒙库铁矿地下开采平硐实际正常矿坑涌水量）

S<sub>0</sub>=71m（955-884m 中段水位降深）

F<sub>0</sub>=423650m<sup>2</sup>（地下采空区面积）

Q—未来矿坑正常涌水量

F—723350m<sup>2</sup>（蒙库铁矿未来 704m 水平中段以上合计总的未开采面积）

S=180m (预测 884m 至 704m 中段水位降深)

将以上数据代入上式得:

$$Q=488005.00 \times (723350/423650) \times 1.592234677$$

$$Q=3634.79$$

b、+704m 水平中段最大矿坑涌水量预算

$Q_0=1007400.00 \text{m}^3/\text{a}$  或  $2760.00 \text{m}^3/\text{d}$  (蒙库铁矿地下开采平硐实际最大矿坑涌水量)

式中已知:

$Q_0=1007400.00 \text{m}^3/\text{a}$  或  $2760.00 \text{m}^3/\text{d}$  (蒙库铁矿地下开采平硐实际正常矿坑涌水量)

$S_0=71\text{m}$  (955-884m 中段水位降深)

$F_0=423650\text{m}^2$  (地下采空区面积)

Q—未来矿坑正常涌水量

F— $723350\text{m}^2$  (蒙库铁矿未来 704m 水平中段以上合计总的未开采面积)

S=180m (预测 884m 至 704m 中段水位降深)

将以上数据代入上式得:

$$Q=1007400.00 \times (723350/423650) \times 1.592234677$$

$$Q=7503.39$$

正常矿坑涌水量计算值为  $3634.79 \text{m}^3/\text{d}$ , 根据《数值修约规则与极限数值的表示和判定》(GB/T 8170-2008) 将比拟法计算结果修约值为  $3635 \text{m}^3/\text{d}$ , 最大矿坑涌水量计算值为  $7503.39 \text{m}^3/\text{d}$ , 修约值为  $7505 \text{m}^3/\text{d}$ 。

蒙库铁矿 884m 水平中段与 704m 水平中段垂深为 180m, 其中分为 18 个小中段。

矿坑涌水量预测采用大井法和比拟法分别进行预算, 通过对上述两种方法预测结果对比可知, 大井法预测结果偏小。

采用大井法预测的 (704m 水平中段) 井下开采正常矿坑涌水量为  $3304 \text{m}^3/\text{d}$ , 最大矿坑涌水量为  $4295 \text{m}^3/\text{d}$ 。

大井法采用的渗透系数是单孔抽水试验计算的结果，其影响半径也是经验公式计算的结果，具有较大的误差；另大井法计算的应用条件须具备地下水充分的补给条件，影响半径边界上的水头高度也要始终不变，误差大体在70%以内。

采用比拟法的预测的（704m水平中段）井下未来矿床开采正常矿坑涌水量为 $3635\text{m}^3/\text{d}$ ，最大矿坑涌水量为 $7505\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据《固体矿产勘查工作规范》(GB/T33444-2016)的相关规定，比拟法预算的矿坑涌水量是依据该矿区实测矿坑涌水量数据进行预算的，较符合实际，其计算的正常矿坑涌水量和最大矿坑涌水量结果误差相对较小，其精度级别相当于C级。

可研计算704m地下涌水量为 $4807\text{m}^3/\text{d}$ ，计算涌水量与可研设计涌水量较为接近。

### 3) 井下主排水系统能力复核

#### **704m水平排水泵房：**

704m水平排水泵房内安装2台补水泵和5台排水泵，其中：补水泵选用2台MD360-60×9型矿用耐磨多级离心泵，1台工作，1台备用，负责将一部分井下涌水排至地表沉淀池，为地表井口现有的 $1000\text{m}^3$ 贮水池补水，单台水泵流量 $360\text{ m}^3/\text{h}$ ，扬程540m，配套电机功率900kW，电压10kV。排水泵选用5台MD600-60×4型矿用耐磨多级离心泵，负责将井下涌水排至884m水平水沟，然后经884m平硐自流排水。单台水泵流量 $600\text{ m}^3/\text{h}$ ，扬程240m，配套电机功率560kW，电压10kV。正常涌水时，1台工作，3台备用，1台检修；最大涌水时，4台工作，1台检修。

补水管选用1根Φ273×13无缝钢管，由704m水平排水泵房经副井井筒敷设至地表沉淀池。

排水管选用 2 根  $\Phi 426 \times 9$  无缝钢管，由 704m 水平排水泵房经副井井筒敷设至 884m 水平水沟。正常涌水时，1 根工作，1 根备用；最大涌水时，2 根管道同时工作。

### ①水泵能力复核

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。

正常涌水时：

20 小时工作水泵排水能力  $600 \times 1 \times 20 = 12000 \text{m}^3$

深部一期井下一天需要排水量为  $9946 \text{m}^3$

深部二期井下一天需要排水量为  $8793 \text{m}^3$

$12000 > 9946$ ,  $12000 > 8793$ , 正常涌水量，工作水泵能满足井下排水要求。

最大涌水时：

20 小时最大排水能力  $600 \times 4 \times 20 = 48000 \text{m}^3$

深部一期井下一天需要排水量为  $41439 \text{m}^3$

深部二期井下一天需要排水量为  $40286 \text{m}^3$

$48000 > 41439$ ,  $48000 > 40286$ , 最大涌水时，4 台水泵能满足井下排水要求。

### ②水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H = 1.1 \times (884 - 704) = 198 \text{m}$$

所选水泵扬程  $H = 240 \text{m}$

$240 \text{m} > 198 \text{m}$ , 水泵扬程不满足要求。

### 650m 水平排水泵：

650m 水平排水泵房内安装 7 台 MD360-40×2 型矿用耐磨多级离心泵，负责将井下涌水排至 704m 水平水仓，再通过 704m 水平排水泵房接力排水至 884m 水平水沟，然后经 884m 平硐自流排水。单台水泵流量  $360 \text{ m}^3/\text{h}$ ，

扬程 80m，配套电机功率 132kW，电压 380V。正常涌水时，2 台工作，4 台备用，1 台检修；最大涌水时，6 台工作，1 台检修。

排水管选用 3 根  $\Phi 377 \times 8$  无缝钢管，由 650m 水平排水泵房经采区进风天井井筒敷设至 704m 水平水仓。正常涌水时，1 根工作，1 根备用；最大涌水时，2 根管道同时工作。

### ①水泵能力复核

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。

正常涌水时：

20 小时工作水泵排水能力  $360 \times 6 \times 20 = 14400 \text{m}^3$

井下一天需要排水量为  $8793 \text{m}^3$

$144000 > 8793$ ，正常涌水量，工作水泵能满足井下排水要求。

最大涌水时：

20 小时最大排水能力  $360 \times 4 \times 20 = 43200 \text{m}^3$

期井下一天需要排水量为  $40286 \text{m}^3$

$43200 > 40286$ ，最大涌水时，6 台水泵能满足井下排水要求。

### ②水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H = 1.1 \times (704 - 650) = 59.4 \text{m}$$

所选水泵扬程  $H=80 \text{m}$

$80 \text{m} > 59.4 \text{m}$ ，水泵扬程满足要求。

## (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、触电和淹溺，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下一步设计阶段应对最低中段的主水泵房和变电所的进口防水门进行设计，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。

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

②下一步设计阶段应对井下最低中段的主水泵房安全出口进行设计，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。

③有突水可能性的工作面应设置救生圈、安全绳等救生设施。

④在建设和生产过程中必须坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘，先治后采”的探放水原则。在接近中等-强含水层、导水断层部位或其他水文地质条件可疑地段，应采用物探与钻探相结合的方式进行探水，避免突水事故的发生。发现有透（突）水征兆时，应立即停止受水害威胁区域的作业，撤出所有可能受水威胁区域的人员，采取有效安全措施。

⑤建议对水文地质条件进一步查明，进一步查明矿区构造带及其含水性、导水性及与其它含水层的水力联系，合理预测深部开采的矿坑涌水量，并为制定防治水措施提供依据。

⑥矿山应成立相应防治水机构，配置防治水专业技术人员，配备防治水及抢险救灾设备，建立探放水队伍。

⑦矿山水文地质条件为中等，但由于采用崩落法采矿，当大气降水量较大时，存在井下大量涌水的危险，下一步设计阶段应在关键巷道设置防水门。

### 3.6.2 防灭火子单元

#### （1）预先危险性分析

表 3.6-6 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、漏电等导致至过热；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；严格按照设计、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。

## (2) 安全检查表

表 3.6-7 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 200m <sup>3</sup> 。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.9.1.5 条	井下用水、选矿生产水、充填生产水、消防用水及生活水制备原水由厂区现有 1000m <sup>3</sup> 的高位水池及供水管网补给。	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	斜坡道口值班室内配备灭火器材，斜坡道至硐门起每隔 260m 设置一处灭火器点，布置两具 89B 手提式灭火器，手提式灭火器型号为 MF/ABC6 干粉（磷酸铵盐）。通行车辆配备车载灭火器。主要有各水平风机硐室、变配电硐室等，选用手提式干粉（磷酸铵盐）灭火器及推车式灭火器。手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其底部离地高度 0.3m，灭火器不得上锁，硐室内应有醒目的防火标志和防火注意事项。	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	通行车辆配备车载灭火器。	符合要求

### (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。

下一步设计阶段应补充井下灭火用高位水池水位监测与报警措施。

## 3.7 矿山供配电设施单元

### 3.7.1 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。

### 3.7.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.7-1 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	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

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
		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; 10. 个人防护措施不全; 11. 其他违章操作。				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	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;

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
		施; 8. 其他违章操作。				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。

### 3.7.3 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 3.7-2。

表 3.7-2 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	矿山选矿厂区域现有一座 35/10kV 总降压变电站, 主变容量 $2 \times 16000\text{kVA}$ , 35kV 总降压变电站现由 2 回路 35kV 电源供电, 分别引自 110kV 恒源变 35kV 侧不同母线段, 35kV 电源线路长度约为 3km, 导线选用 LGJ-240 钢芯铝绞线, 铁塔式架空线路。矿山各 10kV 高压配电室两路电源引自上级配电室, 10kV 母线采用单母线分段, 正常情况下两段母线分列运行。当其中一回路电源故障时, 将母联开关合上, 由另一回路电源担负全部一、二级负荷。	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	110kV 总降变电站内设两台 $16000\text{kVA}$ 变压器。	符合要求
3	矿山地面主变电所的主变压器为 2 台及以上时, 其中 1 台停止运行, 其余变压器容量应能保证一级负荷和二级负荷的供电。	《矿山电力设计标准》(50070-2020) 第 3.0.8 条	正常状况时, 两台主变同时工作; 当一台主变故障或检修时, 另一台主变负责为全矿一二级负荷供电。	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
4	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《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.7.6.5 条	井下接地系统主接地极不少于 2 块，在装有电气设备的硐室、低压配电点、连接电力电缆的接线盒、接触电压大于 40V 的任何地点均装设局部接地极。	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	井下低压配电 IT 系统均装设绝缘监视装置。	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、积水坑或其他适当地点。	《矿山电力设计标准》(50070-2020) 第 4.6.2 条	井下接地系统主接地极不少于 2 块，在装有电气设备的硐室、低压配电点、连接电力电缆的接线盒、接触电压大于 40V 的任何地点均装设局部接地极。	符合要求
6	当任一组主接地极断开时，井下接地上任一接地点测得的接地电阻值不应大于 $2\Omega$ 。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 $1\Omega$ 。	《矿山电力设计标准》(50070-2020) 第 4.6.4 条	所有电气设备的接地线和局部接地极与主接地极可靠连接。当任一主接地极断开时，接地上任一点测得的总接地电阻不大于 2.0 欧姆。井下主变电所低压馈出线应装设漏电保护装置或报警信号。新增井下变配电所接地与井下原有接地网可靠连接。	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	井下低压用电设备采用 380V/220V/AC； 行灯、移动式电灯或触电危险场所照明的电压不高于 36V/AC； 坑内主要运输巷道及硐室电气照明采用 220V 中性点绝缘系统；	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
			人行天井至采场工作面电气照明采用 36V；地面建筑电气照明采用 380 / 220V，检修照明 12V。	
8	井下电气设备类型选择应符合下列规定： 1 无爆炸危险环境矿井，宜采用矿用一般型电气设备； 2 有爆炸危险环境矿井，应按国家现行有关标准执行； 3 井下不应采用油浸式电气设备。	《矿山电力设计标准》(50070-2020) 第 4.2.1 条	矿山利旧的电气设备需经权威机构检验检测合格方可使用，否则应予以更换。井下变压器、高低压开关柜(箱)、软启动柜、整流柜及变频器(柜)等供配电装置及安全监测通信设备应采用取得矿用安全标志管理的产品。	符合要求
9	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	110kV 电力变压器：过流保护、纵联差动保护、高压侧单相接地保护、过负荷保护、瓦斯保护、温度保护、压力保护； 10kV 电力变压器：相间短路保护、绕组的匝间短路保护、过电流保护、过负荷保护、温度保护(干式)、压力保护(密闭油浸式)。 10kV 电力线路保护：相间短路保护、单相接地保护、过负荷保护。	符合要求
10	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	井下电缆使用低烟、低卤或无卤、阻燃电缆。可研未提及电缆敷设要求。	下一步设计阶段完善
11	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	井下巷道、硐室固定照明采用 220V 中性点绝缘系统，人行天井、采矿场工作面、检修照明、火药库和油库硐室采用 36V。运输巷道及硐室采用 LED 灯，事故照明直流电源由免维护直流屏供电。井下照明采用智能照明系统，实施自动化控制、智能管理，做到人员集中通过时段常亮，其余时间人到灯	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
			亮，人离灯熄。	
12	<p>下列场所应设置应急照明：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>——井下变电所；</li> <li>——主要排水泵房；</li> <li>——监控室、生产调度室、通信站和网络中心；</li> <li>——提升机房；</li> <li>——通风机房；</li> <li>——副井井口房；</li> <li>——矿山救护值班室。</li> </ul> <p>非消防工作区域继续工作应急照明连续供电时间不应少于 2h；消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于 0.5h。</p>	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.7.5.2 条	设计风机硐室、各变配电硐室内设置应急照明，应急照明采用灯具自带电池供电，应急照明时间不少于 30min。可研未明确其他位置照明设置情况。	下一步设计阶段完善
13	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	可研未提及新敷设电缆型号。	下一步设计阶段完善

### 3.7.4 评价小结

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。

下一阶段设计中需完善的问题有：

(1) 下一步设计阶段应明确设置应急照明场所，主要包括排水泵房、监控室、生产调度室、通信站和网络中心、提升机房、副井井口房、矿山救护值班室等；

非消防工作区域继续工作应急照明连续供电时间不应少于 2h；消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于 0.5h。

(2) 下一阶段设计应对电力电缆的选择及敷设进行详细设计，井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。

### 3.8 矿山专项安全保障系统

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建设规范》(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)对矿山专项安全保障系统可研设计涉及的安全设施进行检查分析,见表 3.8-1。

表 3.8-1 矿山专项安全保障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	可研报告中未明确相关内容。	下阶段设计中需完善
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	可研报告中未明确相关内容。	下阶段设计中需完善
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	可研报告中未明确相关内容。	下阶段设计中需完善
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	井下人员配备便携式复合气体检测报警仪(检测气体类型包括 CO、O <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> )对井下有毒有害气体进行动态监测。	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、各个生	《金属非金属地	井下总回风巷、各个生产中段和分段	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	产中段和分段的回风巷应设风速传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011)6.1	的回风巷应设置风速传感器；风速传感器应设置在能准确计算风量的地方。	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	通风系统各级机站设置风速和风压传感器。	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	可研未提及主要通风机、辅助通风机、局部通风机设置开停传感器。	下阶段设计中需完善
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	矿山设井下人员定位系统，井下人员定位系统监控区域包括 938m 水平、884m 水平、722m 水平、704m 水平、650m 水平以及斜坡道等作业区域。	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	在斜坡道的出入口、以及井下重要硐室的出入口等位置设置人员定位基站。	
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	可研未提及识别卡设置情况。	下阶段设计中需完善
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% 配备备用自救器。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023)4.5	为入井人员配备额定防护时间不少于 30min 的自救器，并确保入井人员随身携带。数量按全部下井人数 453 人配备并确保 10% 的富裕量作为备用，共计 500 个。	符合要求
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	井下生产人员配备隔绝式压缩氧气自救器，入井人员随身携带	符合要求
4	紧急避险设施的设置应满足本中段最多同时作业人员避灾需要，单个	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023)	深部一期在 704m 水平设 1 座防水避灾硐室，额定人数按 100 人考虑，额定防护时间 72h，深部二期时利旧使	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
	避灾硐室的额定人数不大于 100 人。	5.4	用。	
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 内启动。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.3	现有空压机能在 10min 内启动，且空压机和储气罐符合《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023) 的相关规定。	符合要求
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	主压气管路采用Φ273×7 无缝钢管，在现有压气管道底部进行变径，敷设Φ159×5 压气管道至井下 704m 水平，经 1 号采区进风天井（902m~704m）和 2 号采区进风天井（902m~704m）敷设至各生产水平；深部二期井下压气管道选用 1 根Φ159×5 无缝钢管，在 704m 水平压气主管道上接管，并经采区进风天井敷设至各生产水平。	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	压气管道延伸敷设至井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。	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	主压气管道上安装油水分离器。在各主要生产中段和分段进风巷道的压气管道上每隔不大于 200m 安设一组供气阀门。	符合要求
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。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.9	独头掘进巷道距掘进工作面 100m 处压风管道上安设一组供气阀门，相邻两组供气阀门安设间距不大于 200m。在供气阀门处设压风自救与供水施救一体装置。	符合要求
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	在爆破时撤离人员集中地点的压风管道上安设一组供气阀门。接入避灾硐室内的压气管道上设供气阀门，并设减压、消音、过滤装置和控制阀，出口压力为 0.1MPa，连续噪声不大于 70dB(A)。	符合要求
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	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-	供水施救系统与生产供水系统共用。为供水施救水源接自地表现有 400m <sup>3</sup> 生活水池及泵站，生活供水管道在地表与接入井下的生产供水管道相接，	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
	水，容量应不小于20m <sup>3</sup> 。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。	2023)4.5	设阀门，施救时切换到生活供水。水箱应采取封闭保护措施，防止异物污染，每年应对水箱进行一次全面清洗消毒并对水质进行检验。	
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		
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	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。	符合要求
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	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。	符合要求
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	在爆破时撤离人员集中地点的供水管道上安设一组供水阀门。接入避灾硐室的供水管道上安设供水阀门及过滤装置。	符合要求
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	通信联络系统包括有线通信和无线通信。其中有线通信又包括行政电话、调度电话、指令电话、广播系统和集群呼叫；而无线通信则采用wifi通信系统。	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。	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)4.4	在副井提升机房以及井下重要岗位和硐室内设置调度电话分机。	符合要求
3	通信线缆应分设两条，	《金属非金属地	由地表通信设备室至井下的通信电缆	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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。	《下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)4.5	利旧。	要求

下一阶段设计中应完善的问题有：

- (1) 下一步设计阶段应对矿山专项安全保障系统进行详细设计。
- (2) 下一步设计阶段应对监测监控系统进行详细设计说明，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；配备备用电源，主机和分站的备用电源应能保证连续工作2h以上。
- (3) 下一步设计阶段应对主要通风机、辅助通风机、局部通风机设置开停传感器进行详细说明。

### 3.9 安全管理单元

表 3.9-1 安全管理状况检查

检查项目	检查依据及要求	检查情况	结论
规章制度与操作规程	1.矿山企业要建立健全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，要健全完善安全目标管理、安全例会、安全检查、安全教育培训、生产技术管理、机电设备管理、劳动管理、安全费用提取与使用、重大危险源监控、安全生产隐患排查治理、安全技术措施审批、劳动防护用品管理、职业危害预防、生产安全事故报告和应急管理、安全生产奖惩、安全生产档案管理等制度，以及各类安全技术规程、操作规程等。	企业建立健全了以主要负责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
安全管理机构	矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。 矿山生产单位，应当按照下列规定设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员： (一)从业人员不足三十人的，配备一名以上专职安全生产管理人员；(二)从业人员三十人以上不足一百人的，设置专门的安全生产管理机构，并配备两名以上专职安全生产管理人员	企业成立了专职安全管理机构，明确了安全管理部为公司日常管理工作的专管机构，任命了安全总监和专职安全生产管理人员。	符合要求

检查项目	检查依据及要求	检查情况	结论
	员；（三）从业人员一百人以上不足三百人的，设置专门的安全生产管理机构，并配备三名以上专职安全生产管理人员；（四）从业人员三百人以上的，设置专门的安全生产管理机构，并按不低于从业人员百分之一的比例配备专职安全生产管理人员。		
五职矿长	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。	企业任命了“五职矿长”。	符合要求
教育培训	2.矿山企业应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应上岗作业。	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
	3.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，由从事地下矿山作业2年以上老工人带领工作至少4个月，熟悉本工种操作技术并经考核合格，方可独立工作。	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
	4.调换工种的人员，应进行新岗位安全操作的培训。	调换工种的人员，进行了新岗位安全操作的培训。	符合要求
个体防护	5.矿山企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	企业为从业人员提供了符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。	符合要求
工伤保险	6.矿山企业应为从业人员办理工伤保险，因特殊情况不能办理工伤保险的，可以办理安全生产责任保险或者雇主责任保险。	为从业人员办理了工伤保险。	符合要求
应急预案	7.矿山企业应根据存在风险的种类、事故类型和重大危险源的情况制定综合应急预案和相应的专项应急预案，风险性较大的重点岗位应制定现场处置方案。应急预案应经过评审，并按照隶属关系向当地县级以上安全生产监督管理部门备案。	2024年10月，对公司应急预案进行了修订，经专家评审后于2024年10月17日在富蕴县应急管理局进行了备案，取得了生产经营单位生产安全事故应急救援预案备案登记表，备案编号为：fy654322202434。	符合要求
	8.矿山企业应建立由专职或兼职人员组成的事故应急救援组织，配备必要的应急救援器材和设备。生产规模较小不必建立事故应急救援组织的，应指定兼职的应急救援人员，并与临近的事故救援组织签订救援协议。	企业建立了兼职矿山救护队，设立了两个兼职矿山救护队，与富蕴县富鸣应急救援服务有限责任公司签订了企业救援服务协议。	符合要求
	9.矿山企业应制定应急预案演练计划，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练。	公司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	符合要求

检查项目	检查依据及要求	检查情况	结论
	案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。	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。	
其他	10.特种从业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书。	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

本矿开采多年，已有完善的安全管理制度和管理机构，并进行过安全标准化评审。该项目为深部资源持续接替工程，可研报告对安全管理提出了相关要求，建议对安全管理进行完善。

### 3.10 重大危险源辨识单元

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）对本项目进行重大危险源辨识，根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）表2规定，1.5项爆炸物(E型或B型引爆器、铵油、铵沥青炸药等)临界量为10t。

矿山井下不设置爆破器材分库，不构成重大危险源。

## 4 安全对策措施及建议

### 4.1 总平面布置

(1) 设计利用矿山前期设计的截洪工程：在地表最终错动界线以外的北部，布置了3条截洪工程，分别是1#截洪沟北段、1#截洪沟南段和2#截洪沟工程。下一步设计阶段应对地表截洪工程的可靠性和安全性进行复核、论证，加强地表防洪工程的安全管理，雨季前后做好防沟工程的检查和维修工作，及时修复被冲毁地段，清出淤积堵塞物，以保证地表防洪工程畅通无阻。

### 4.2 开拓运输

(1) 改扩建地下矿山应当减少利用旧有工程，降低生产系统复杂性；确需利用的，应当对其安全可靠性和合规性进行论证。下一步设计阶段应对利用旧有工程进行安全可靠性论证。

(2) 下一步设计阶段应明确斜坡道设置人行道或躲避硐室，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。

(3) 下一步设计阶段应对无轨运输巷道的人行通道进行详细设计，行人的有轨运输巷道应设高度不小于1.9m的人行道，人行道宽度不小于0.8m；机车、车辆高度超过1.7m时，人行道宽度不小于1.0m。调车场、人员乘车场、井底车场矿车摘挂钩处两侧应各设一条人行道，有效净高不小于1.9m，人行道宽度不小于1.0m。

(4) 在水平巷道、斜井和斜坡道中，运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙，应符合下列规定：有轨运输不小于0.3m；无轨运输不小于0.6m。可研中未明确，下一阶段设计中需说明。

(5) 废弃井巷和硐室的入口应及时封闭，封闭时应留有泄水条件。封闭墙上应标明编号、封闭时间、责任人、井巷原名称。封闭前入口处应设明

显警示标志，禁止人员进入。封闭墙在相应图纸上标出，并归档永久保存。报废井巷的地面入口周围应设高度不低于1.5m的栅栏。可研中未明确，下一阶段设计中需说明。

(6) 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。

(7) 开拓过程中加强井下不良地质构造、破碎带的勘探工作，尽量避免井下工程布置在破碎带中，无法避开时，应立即停工，并进行技术论证，采取相关加固措施，确保巷道围岩稳定。

(8) 井巷施工要有施工设计、施工前应组织施工人员学习施工组织设计，进行技术交底。采用钻爆法开凿对穿巷道时，应有准确的实测图。当2个巷道接近时，应停止一头作业，其间距应按国家现行安全规程的规定执行。

(9) 在不稳固的岩层中掘进井巷，应进行支护。需要支护的井巷，支护与工作面间的距离，应在施工设计（或安全作业规程）中规定；中途停止掘进时，支护应及时跟进工作面。

(10) 下一步设计阶段应对井筒延伸施工与生产衔接提出安全措施。

(11) 下一步设计阶段应提出深部一期工程与上部生产系统的衔接关系和过渡方案。

### 4.3 提升和运输单元

(1) 竖井提升系统为利旧设备，下一步设计阶段对竖井提升系统可靠性和安全性进行论证说明，对提升竖井过卷高度、过卷段终端过卷挡梁或缓冲装置进行明确说明。

(2) 下一步设计阶段应对无轨设备发动机类型、尾气净化装置、刹车装置、灭火装置等进行详细设计。

(3) 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。

(4) 地下人车、井下运矿卡车都应取得矿用产品安全标志，并定期进行检验。

(5) 下一步设计应完善无轨设备运输调度、运行、加油等相关安全措施，补充斜坡道消防要求（内燃自行设备通行频繁的斜坡道和巷道，设置间距不大于 100m，每个消火栓应配有水枪和水带，水带的长度应满足消火栓设置间距内的消防要求）等。

(6) 下一步设计阶段应补充无人驾驶电机车运行过程的识障避障措施，运行区域特别是卸载站人机隔离措施，遇故障或突发情况自动驾驶转人工远程操控（干预）措施，以及监控平台人机匹配等安全保障措施。

(7) 下一步设计阶段应明确斜坡道缓坡段坡度和长度、入口门禁系统、防跑车措施。

#### 4.4 采掘单元

(1) 设计开采范围较深，深部开采的岩体条件和应力环境相比浅部将会发生较大变化，建议尽快开展深部开采岩石力学研究工作，研究方向包括崩落法开采上覆岩层移动特征、地表塌陷范围、对露天边坡稳定性的影响等。

(2) 建议矿山开采过程中应进行地表变形监测，并对局部地压活动明显区域进行地压监测。

(3) 下一步设计阶段应开展现有生产系统及深部一期、二期过渡的安全影响问题专题研究。

(4) 下一步设计阶段应明确井下爆破参数及炸药单耗，并对井下爆破对地表工业场地及上部开拓工程的影响进行分析。

(5) 下一步设计阶段应对采矿工艺进行详细说明：上下两个分段同时回采时，上分段应超前于下分段，超前距离应使上分段位于下分段回采工作

面的错动范围之外，且不小于 20m；分段联络道应有足够的新鲜风流；各分段回采完毕应及时封闭本分段的溜井口。

(6) 加强巷道施工地质超前预报专题研究，重点调查断裂、冲击地压、突水和地面沉降的地质调查和超前灾害防治方案研究。

(7) 实际生产过程中应重视井巷支护问题，应对支护强度、支护方式与支护参数的合理性重点考虑。

(8) 长期监测开采过程中地表沉降，将观测数据进行统计、整理，并进行分析研究，得出地表沉降的空间时间移动规律，为矿区正常生产提供参考依据。

(9) 研究深部地压活动规律，通过在线实时监测，分析深部开采岩体应力集中区和应力场变化特点，开展地压活动和岩爆先兆评估，进而预测、预报地压危害和岩爆发生。

(10) 下一步设计阶段应对地表错动范围内的露天边坡位移观测系统设置情况进行明确，防止边坡突然大面积坍塌形成空气冲击波的影响。

(11) 下一步设计阶段应补充崩落法覆盖层厚度观测、悬顶处理措施（如强制崩落）。

## 4.5 通风单元

(1) 下一步设计阶段应对主扇备用风机进行说明，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。

(2) 由于该项目井巷较多，为了防止风流短路、漏风现象，建议合理设置通风构筑物，对废弃巷道及采空区及时封闭并加强管理。

(3) 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。

(4) 下一步设计应明确深部开采通风系统与现有通风系统间的关联，分析现有通风系统存在的问题，及延伸后的影响。

(5) 建议在主要采掘工作面和通风机房设置风速风压传感器，实现对全矿井风量、风速、风压的动态监测。通过自动化监测系统，可以实时掌握通风状况，及时发现和处理通风异常，确保通风系统的安全和有效运行。

(6) 制定详细的通风设施维护计划，包括定期检查和维修主通风机、局部通风设备、风门和调节风门等。及时发现和处理设备故障，保证通风系统的持续稳定运行。

(7) 在需要控制风流的地方合理设置风门和调节风门，确保风流路径畅通，避免因风门位置不当导致的风流短路或风流不均匀现象。

(8) 随着矿山开采工作的推进，通风需求可能会发生变化。建议定期评估和调整通风系统，根据实际需要增加或调整通风设备，确保每个工作面都有足够的新鲜空气供应。

(9) 下一步设计阶段进行通风网络解算时，主要巷道的摩擦阻力系统应采用原来进行通风系统检测时测出的阻力系数，应重新进行通风网络结算，优化通风系统设计。

(10) 该建设项目通风机站多、系统复杂（四个分区通风），下一步设计阶段应明确不同区域火灾条件下，分区通风隔离与反风措施。

(11) 辅助斜坡道承担井下人员、材料及无轨设备在不同分段之间的调度任务，承担了  $70\text{m}^3/\text{s}$  的 938m 水平以上回风任务，下一阶段设计中应明确斜坡道进风采取的隔离、净化措施。

## 4.6 防排水与防灭火

(1) 下一步设计阶段应对最低中段的主水泵房和变电所的进口防水门进行设计，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  $0.1\text{MPa}$ 。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。

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。

(2) 下一步设计阶段应对井下最低中段的主水泵房安全出口进行设计，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

(3) 有突水可能性的工作面应设置救生圈、安全绳等救生设施。

(4) 在建设和生产过程中必须坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘，先治后采”的探放水原则。在接近中等-强含水层、导水断层部位或其他水文地质条件可疑地段，应采用物探与钻探相结合的方式进行探水，避免突水事故的发生。发现有透（突）水征兆时，应立即停止受水害威胁区域的作业，撤出所有可能受水威胁区域的人员，采取有效安全措施。

(5) 建议对水文地质条件进一步查明，进一步查明矿区构造带及其含水性、导水性及与其它含水层的水力联系，合理预测深部开采的矿坑涌水量，并为制定防治水措施提供依据。

(6) 下一步设计阶段应补充井下灭火用高位水池水位监测与报警措施。

(7) 矿山水文地质条件为中等，但由于采用崩落法采矿，当大气降水量较大时，存在井下大量涌水的危险，下一步设计阶段应在关键巷道设置防水门。

## 4.7 矿山供配电设施单元

(1) 下一步设计阶段应明确设置应急照明场所，主要包括排水泵房、监控室、生产调度室、通信站和网络中心、提升机房、副井井口房、矿山救护值班室等；

非消防工作区域继续工作应急照明连续供电时间不应少于2h；消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于0.5h。

(2) 下一步设计阶段应明明确井下一级负荷划分，并确保一级负荷供电电源。

(3) 下一阶段设计应对电力电缆的选择及敷设进行详细设计，井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。

## 4.8 矿山专项安全保障系统单元

(1) 下一步设计阶段应对矿山专项安全保障系统进行详细设计。

(2) 下一步设计阶段应对监测监控系统进行详细设计说明，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；配备备用电源，主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。

(3) 下一步设计阶段应对主要通风机、辅助通风机、局部通风机设置开停传感器进行详细说明。

## 4.9 安全管理及其他

(1) 加强从业人员教育培训，从业人员必须熟知各类灾害避灾路线、地面建筑场所的安全疏散通道和自救逃生方法；不熟悉避灾逃生路线，或者不能熟练使用自救器等紧急自救装备的，不得安排上岗作业。

(2) 强化重大灾害治理，加强隐蔽致灾因素普查治理。根据《矿山隐蔽致灾因素普查规范 第 3 部分：金属非金属矿山及尾矿库》(KA/T 22.3—2024)，必须按规定采用钻探、物探、化探等方法相互验证，查清隐蔽致灾因素并采取有效措施后方可进行采掘作业。

(3) 加强矿山自动化、智能化升级改造，完善人员定位、安全监测监控、通信联络、压风自救和供水施救等系统。

(4) 矿山企业应当健全以安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心的安全生产标准化管理体系。严格开展风险辨识评估并实施分级管控，定期开展全员全覆盖隐患排查治理，建立风险隐患台账清单，实行闭环管理。

(5) 定期对取得矿山井下特种设备安全标志的在用设备设施开展安全可靠性检验。建立矿用安全设备全生命周期智慧监管平台，实行矿用设备安

全责任追究制度。

(6) 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。

(7) 加强矿区地质综合研究与采矿生产实践中所获得的成果资料的收集整理，为矿山今后的找探矿和生产提供可靠的地质依据。

(8) 下一步设计阶段应对智能矿山及专项安全保障系统进行详细设计。

(9) 矿山应建设安全管理信息平台，并应包括下列内容：矿山发生灾害时，快速、及时调用各系统的综合信息为安全避险和抢险救护提供决策支持情况，项目安全危害因素的事前预警情况等。

(10) 下一步设计阶段应对利旧工程和设备进行论证、研究，说明是否符合现在国家相关的法律法规标准规范要求，明确是否可以直接利用，不能利用或者经过改造后利用的，应明确报废期限或改造内容。

(11) 下一步设计阶段应对深部基建工程与上部生产系统之间的相互影响进行分析论证，并提出应对措施。

(12) 下一步设计阶段应明确矿山应急救援队伍和应急装备配备情况。

## 5 评价结论

### 5.1 本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、爆破器材爆炸、车辆伤害、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、淹溺。

### 5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素

- (1) 铲装、运输过程中车辆伤害；
- (2) 井下开采过程中的冒顶片帮、中毒窒息、透水；
- (3) 深井开采的地压危害。

### 5.3 应重视的安全对策措施建议

(1) 设计利用矿山前期设计的截洪工程：在地表最终错动界线以外的北部，布置了3条截洪工程，分别是1#截洪沟北段、1#截洪沟南段和2#截洪沟工程。下一步设计阶段应对地表截洪工程的可靠性和安全性进行复核、论证，加强地表防洪工程的安全管理，雨季前后做好防沟工程的检查和维修工作，及时修复被冲毁地段，清出淤积堵塞物，以保证地表防洪工程畅通无阻。

(2) 改扩建地下矿山应当减少利用旧有工程，降低生产系统复杂性；确需利用的，应当对其安全可靠性和合规性进行论证。下一步设计阶段应对利用旧有工程进行安全可靠性论证。

(3) 下一步设计阶段应明确斜坡道设置人行道或躲避硐室，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。

(4) 下一步设计阶段应对无轨运输巷道的人行通道进行详细设计，行人的有轨运输巷道应设高度不小于1.9m的人行道，人行道宽度不小于0.8m；机车、车辆高度超过1.7m时，人行道宽度不小于1.0m。调车场、人员乘车

场、井底车场矿车摘挂钩处两侧应各设一条人行道，有效净高不小于1.9m，人行道宽度不小于1.0m。

(5) 竖井提升系统为利旧设备，下一步设计阶段对竖井提升系统可靠性和安全性进行论证说明，对提升竖井过卷高度、过卷段终端过卷挡梁或缓冲装置进行明确说明。

(6) 下一步设计阶段应对无轨设备发动机类型、尾气净化装置、刹车装置、灭火装置等进行详细设计。

(7) 地下人车、井下运矿卡车都应取得矿用产品安全标志，并定期进行检验。

(8) 设计开采范围较深，深部开采的岩体条件和应力环境相比浅部将会发生较大变化，建议尽快开展深部开采岩石力学研究工作，研究方向包括崩落法开采上覆岩层移动特征、地表塌陷范围、对露天边坡稳定性的影响等。

(9) 建议矿山开采过程中应进行地表变形监测，并对局部地压活动明显区域进行地压监测。

(10) 下一步设计阶段应开展现有生产系统及深部一期、二期过渡的安全影响问题专题研究。

(11) 下一步设计阶段应明确井下爆破参数及炸药单耗，并对井下爆破对地表工业场地及上部开拓工程的影响进行分析。

(12) 下一步设计阶段应对主扇备用风机进行说明，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。

(13) 下一步设计阶段应对最低中段的主水泵房和变电所的进口防水门进行设计，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。

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

(14) 下一步设计阶段应对井下最低中段的主水泵房安全出口进行设计，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

(15) 下一阶段设计应对电力电缆的选择及敷设进行详细设计，井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。

## 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，依据《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》、《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，对本项目可行性研究报告所涉及总平面布置、开拓运输系统、提升运输系统、采掘单元、矿山供配电、通风、防排水、矿山专项安全保障系统单元、安全管理单元、重大危险源辨识单元进行了安全预评价。

根据对本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，本项目潜在的危险、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，富蕴蒙库铁矿有限责任公司井下矿深部开采工程建设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，可实现本项目的安全生产。

## 附件

- (1) 委托书
- (2) 营业执照
- (3) 采矿许可证
- (4) 安全生产许可证
- (5) 可行性研究报告封皮
- (6) 井下矿深部开采工程采矿方法论证
- (7) 隐蔽致灾普查报告封皮
- (8) 应急预案备案表
- (9) 部分设备检验报告
- (10) 主要负责人及安全管理人员证书
- (11) 救护协议
- (12) 评价组现场照片

## 附图

- (1) 蒙库铁矿地形地质图 (一)
- (2) 蒙库铁矿地形地质图 (二)
- (3) 938m 回风水平平面布置图
- (4) 884m 主运输水平平面布置图
- (5) 深部一期开拓通风系统立体图- 平硐- 斜坡道- 副井联合开拓
- (6) 深部一期避灾线路图
- (7) 深部二期开拓通风系统立体图
- (8) 深部二期避灾线路图
- (9) 无底柱分段崩落法采矿方法图
- (10) 开拓系统纵投影图
- (11) 供配电系统图(一)
- (12) 供配电系统图(二)
- (13) 矿区总体布置图