

**关于阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿
30 万 t/a 露天+地下采矿工程安全预评价报告公开版删除内容的说明**

阿合奇县鑫发投资有限公司委托厦门市九安安全检测评价事务有限公司对关于阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程进行安全预评价，编制《关于阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程安全预评价报告》。

根据《安全评价检测检验机构管理办法》（应急管理部第 20 号令）第十七条，“安全评价检测检验机构应当建立并实施服务公开和报告公开制度，按照有关规定将机构综合信息、安全评价现场勘验图像影像、检测检验现场图像影像，以及安全评价报告、检测检验报告在本机构网站公开（涉及国家秘密、商业秘密以及个人隐私的信息和法律、法规规定可以不予公开的部分除外）。公开的信息应当及时更新、真实完整”。根据上述要求及被评价单位意见，删除涉及商业机密以及个人隐私的相关内容。具体删除内容如下：

1. 删除法人、联系人相关个人信息，因涉及个人隐私，故删除；
2. 删除设备、原辅料、工艺等不便公开的信息，涉及被评价单位商业秘密，故删除；
3. 删除报告附图、附件，涉及被评价单位内部文件及商业秘密，故删除。

阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县
萨喀尔得铜矿

30 万 t/a 露天+地下采矿工程
安全预评价报告

(公开版)

厦门市九安安全检测评价事务有限公司

资质证书编号：APJ-（闽）-002

评价报告完成时间：2026 年 9 月

前 言

阿合奇县鑫发投资有限公司，成立于 2007 年，位于新疆维吾尔自治区克孜勒苏柯尔克孜自治州，是一家以从事有色金属矿采选业为主的企业。企业注册资本 500 万元人民币，阿合奇县鑫发投资有限公司的信用代码/税号为 91653023660633938U，***涉密，单位详细地址：新疆克孜勒苏柯尔克孜自治州阿合奇县哈拉奇乡布隆村五组 1 号院。企业的经营范围为：非煤矿山矿产资源开采；矿产资源勘查。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：选矿；建筑材料销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

公司现持有阿合奇县鑫发投资有限公司阿合奇县萨喀尔得铜矿许可证（证号 XC6500002025103200000055。许可开采矿种：铜矿、银、硫，开采方式为露天/地下开采，开采标高 3546 米—3240 米，有效期至 2035 年 10 月 14 日）。

矿区位于阿合奇县城 245° 方向，直线距离约 55km 处。矿区中心地理坐标：***涉密，行政区划隶属于阿合奇县管辖。

项目建设性质为新建。

2023 年 2 月，阿合奇县鑫发投资有限公司对新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿进行了详查工作，并委托重庆一三六地质矿产有限责任公司进行设计编写工作，于 2025 年 4 月 3 日取得《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》矿产资源储量评审意见书。

2025 年 12 月，阿合奇县鑫发投资有限公司委托新疆有色冶金设计研究院有限公司编制完成了《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采选项目（新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目）可行性研究报告》。可研拟定开采规模为 30 万 t/a。服务年限露天+地下共计 10a。开采方式采用露天+地下开采，露天采用自上而下台阶式开采，公路开拓汽车运输，地下采用平硐开拓，采矿方法选用分段空场嗣后充填法、上向水平分层充填采矿法。

本次评价基准日为 2026 年 8 月 1 日。

2026 年 5 月 13 日，取得了自治区发展改革委《自治区发展改革委关于新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目核准的批复》。

为贯彻《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《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) 等国家法律法规、规章及标准的有关规定, 实现建设项目的本质安全, 阿合奇县鑫发投资有限公司委托我司对其阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程进行安全预评价并编制《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程安全预评价报告》。

为客观、公正、合理、科学地进行评价, 受委托后, 成立了包括采矿、电气、机械、地质、通风、水工、安全等专业技术人员的评价组, 编制工作计划并按照计划开展工作。评价组认真分析项目风险, 收集安全评价的相关法律法规、部门规章、规范性文件、标准规范及可研确定的建设方案, 于 2026 年 8 月 1 日对该项目建设地点进行了实地勘察。在此基础上根据项目特点及《安全评价通则》、《安全预评价导则》和安全预评价特点, 运用适宜的方法, 依据项目特点进行全面辨识, 分析生产过程中存在的各种危险、有害因素, 进行定性定量评价, 提出了针对性的安全措施及建议, 得出了评价结论。并依据《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》(GB16423-2020) 及相关法律法规、标准规范的要求, 有针对性地提出相关事故预防对策措施。

本次评价过程中所引用的资料及附件和技术资料由阿合奇县鑫发投资有限公司提供, 并由阿合奇县鑫发投资有限公司对资料的真实性负责。评价结果是根据可研确定的建设方案得出, 评价结论仅对可研确定的建设方案的安全性和合理性负责。

本报告的编制得到了业主单位的大力支持与指导, 为评价工作的顺利完成创造了便利条件, 在此谨致诚挚谢意!

目 录

1 评价对象与依据 1

1.1 评价对象与范围 1

1.2 评价依据 1

1.2.1 法律法规 1

1.2.2 部门规章 3

1.2.3 规范性文件 4

1.2.4 地方性法规、规章及规范性文件 7

1.2.5 国家标准规范 8

1.2.6 行业标准 9

1.2.7 合法性证明文件 11

1.2.8 建设项目技术资料 11

1.2.9 其他资料 11

2 建设项目概述 12

2.1 建设单位概况 12

2.1.1 建设单位简介 12

2.1.2 项目背景 12

2.1.3 矿山开采历史沿革 13

2.1.4 地理交通 13

2.1.5 周边环境 13

2.2 自然环境概况 14

2.2.1 地形地貌 14

2.2.2 气候气象 14

2.2.3 区域经济 14

2.2.4 地震 15

2.3 地质概况 16

2.3.1 区域地质概况 16

2.3.2 矿区地质概况 17

2.3.3 水文地质概况 19

2.3.4 工程地质概况 23

2.3.5 矿床地质	24
2.3.6 环境地质	31
2.3.7 矿岩稳定性研究	32
2.4 工程建设方案概况	34
2.4.1 开采现状	34
2.4.2 建设规模及工作制度	34
2.4.3 总图运输	36
2.4.4 开采范围及开采方式	41
2.4.5 露天开采	42
2.4.6 地下开采	47
2.4.7 矿山供配电设施	63
2.4.8 防排水系统	73
2.4.9 排土场及渣场	73
2.4.10 安全避险“六大系统”	78
2.4.11 智能矿山建设	79
2.4.12 安全管理及其他	80
3 定性定量评价	87
3.1 露天开采系统	87
3.1.1 露天开采总平面布置单元	87
3.1.2 露天开拓运输单元	93
3.1.3 露天采剥单元	97
3.1.4 露天开采供配电设施单元	113
3.1.5 露天开采防排水单元	116
3.2 地下开采系统	118
3.2.1 总平面布置单元	118
3.2.2 地下采矿开拓单元	127
3.2.3 地下运输单元	137
3.2.4 地下采掘单元	146
3.2.5 通风单元	161
3.2.6 地下开采供配电设施单元	172

3.2.7 防排水与防灭火单元	178
3.2.8 安全避险“六大系统”单元	184
3.3 自然灾害单元	189
3.3.1 自然灾害单元危险有害因素辨识分析	189
3.3.2 危险度评价	191
3.3.3 符合性评价	191
3.3.4 评价小结	192
3.4 排土场单元	192
3.4.1 排土场主要危险有害因素辨识分析	192
3.4.2 危险度评价	193
3.4.3 符合性评价	194
3.4.4 单元评价结论	197
3.5 安全管理及其他单元	197
3.5.1 安全管理单元主要危险有害因素辨识分析	197
3.5.2 危险度评价	198
3.5.3 安全符合性评价	199
3.5.4 单元评价结论	201
3.6 矿山“三化”建设单元	201
3.6.1 符合性评价	201
3.7 重大危险源辨识	204
4 安全对策措施及建议	205
4.1 设计中应进一步完善的对策措施建议	205
4.2 事故预防对策措施	211
4.2.1 总平面布置安全对策措施	211
4.2.2 自然灾害安全对策措施	213
4.2.3 开拓运输系统安全对策措施	214
4.2.4 露天采剥安全对策措施	221
4.2.5 地下采掘安全对策措施	227
4.2.6 充填系统安全对策措施建议	232
4.2.7 通风安全对策措施	233

4.2.8 供配电设施安全对策措施	237
4.2.9 防排水与防灭火设施安全对策措施	238
4.2.10 排土场安全对策措施	241
4.2.11 安全避险“六大系统”安全对策措施	242
4.2.12 其他事故预防措施	243
4.2.13 安全标志安全对策措施	248
4.2.14 个人安全防护安全对策措施	250
4.3 安全管理措施	251
4.3.1 安全管理措施	251
4.3.2 安全管理机构和人员	251
4.3.3 建立健全安全生产管理制度	252
4.3.4 安全培训与考核	253
4.3.5 保证安全经费和工伤保险投入	253
4.3.7 隐患排查和治理	254
4.3.8 安全技术管理	254
4.3.9 外包工程管理	256
4.3.10 现场管理	256
4.3.11 加强应急准备	257
4.4 矿山“三化”建设措施	258
5 安全预评价结论	260
5.1 项目主要危险有害因素	260
5.2 重点防范的危险有害因素	260
5.3 需重视的安全对策措施建议	260
5.4 危险、有害因素受控程度	262
5.5 安全预评价结论	262

附件：

- 1.安全预评价委托书；
- 2.安全评价机构从业告知书；
- 3.阿合奇县鑫发投资有限公司营业执照；
- 4.阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采矿许可证；
- 5.阿合奇县鑫发投资有限公司详查报告；
- 6.阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿矿产资源开发利用与生态保护修复方案；
- 7.阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采选项目(新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目)可行性研究报告；
- 8.自治区发展改革委关于新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目核准的批复。

附图：

- 1.区域位置图；
- 2.露天采区总平面布置图；
- 3.地下采区总平面布置图；
- 4.开拓系统纵投影图；
- 5.4 号勘查线剖面图；
- 6.5 号勘查线剖面图；
- 7.10 号勘查线剖面图；
- 8.15 号勘查线剖面图；
- 9.坑内外复合及总平面布置图；
- 10.上向水平分层充填采矿方法图；

1 评价对象与依据

1.1 评价对象与范围

根据委托要求，本次评价的对象为新疆有色冶金设计研究院有限公司编制的《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采选项目（新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目）》所确定的建设方案。

评价范围为阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程涉及的：

露天开采系统的总平面布置、开拓运输系统、采剥、供配电设施、防排水系统；地下开采系统的总平面布置、开拓、运输系统、采掘、通风系统、供配电系统、防排水与防灭火、安全避险“六大系统”；以及矿山排土场、自然灾害、安全管理和重大危险源辨识、矿山“三化”建设等。

矿山的选矿部分、环境保护、职业卫生、破碎系统、油库、爆破器材库不在本次评价范围之内。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

1.2.1.1 法律

（1）《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，自 1986 年 10 月 1 日起施行，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修订，中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议于 2024 年 11 月 8 日修订通过，自 2025 年 7 月 1 日起施行）。

（2）《中华人民共和国矿山安全法》（1992 年 11 月 7 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，中华人民共和国主席令第 65 号公布，自 1993 年 5 月 1 日起施行。根据 2009 年 8 月 27 日中华人民共和国主席令第 18 号《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正，自公布之日起施行）。

（3）《中华人民共和国劳动法》（1994 年 7 月 5 日第八届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过，自 1995 年 1 月 1 日起施行。根据 2018 年 12 月 29 日第十

三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正）。

(4) 《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，自 2009 年 5 月 1 日起施行。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）。

(5) 《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，自 2002 年 11 月 1 日起施行。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）。

(6) 《中华人民共和国道路交通安全法》（2003 年 10 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过，自 2004 年 5 月 1 日起施行；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修订）。

(7) 《中华人民共和国劳动合同法》（2007 年 6 月 29 日由第十届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，中华人民共和国主席令第六十五号公布，2008 年 1 月 1 日起施行。根据 2012 年 12 月 28 日《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国劳动合同法〉的决定》修正，中华人民共和国主席令第七十三号公布，自 2013 年 7 月 1 日起施行）。

(8) 《中华人民共和国特种设备安全法》（2013 年 6 月 29 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第 3 次会议通过，中华人民共和国主席令第四号公布，自 2014 年 1 月 1 日起施行）。

(9) 《中华人民共和国突发事件应对法》（2024 年 6 月 28 日中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修订通过，2024 年 6 月 28 日中华人民共和国主席令第 25 号公布，自 2024 年 11 月 1 日起施行）。

1.2.1.2 法规

(1) 《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 日国务院令 4 号发布，自发布之日起施行）。

(2) 《特种设备安全监察条例》（2003 年 3 月 11 日中华人民共和国国务院令 373 号公布，自 2003 年 6 月 1 日起施行。根据 2009 年 1 月 24 日《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》修订）。

(3)《工伤保险条例》(2003 年 4 月 27 日中华人民共和国国务院令第 375 号公布,根据 2010 年 12 月 20 日《国务院关于修改〈工伤保险条例〉的决定》修订)。

(4)《安全生产许可证条例》(2004 年 1 月 7 日国务院第 34 次常务会议通过,2004 年 1 月 13 日中华人民共和国国务院令第 397 号公布,自公布之日起施行。2014 年 7 月 29 日中华人民共和国国务院令第 653 号公布第二次修正,自公布之日起施行)。

(5)《民用爆炸物品安全管理条例》(2006 年 4 月 26 日国务院第 134 次常务会议通过,中华人民共和国国务院令第 466 号公布,自 2006 年 9 月 1 日起施行)。

(6)《中华人民共和国劳动合同法实施条例》(2008 年 9 月 3 日国务院第 25 次常务会议通过,国务院令第 535 号公布,2008 年 9 月 18 日起施行)。

(7)《女职工劳动保护特别规定》(2012 年 4 月 18 日国务院第 200 次常务会议通过,国务院令第 619 号公布,自 2012 年 4 月 28 日起施行)。

(8)《生产安全事故应急条例》(国务院第 33 次常务会议通过,国务院令第 708 号公布,自 2019 年 4 月 1 日起施行)。

(9)《矿产资源法实施条例》(2026 年 5 月 9 日经国务院第 85 次常务会议通过,国务院令第 839 号公布,2026 年 6 月 15 日起施行)。

3、国务院文件

(1)《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》(国发〔2010〕23 号,2010 年 7 月 19 日)。

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

(3)《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步提升基层应急管理能力的意见》(2024 年 9 月 21 日)。

1.2.2 部门规章

(1)《生产经营单位安全培训规定》(2006 年 1 月 17 日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 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正)。

(2)《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》(2009 年 6 月 8 日国家安全生产监督管理总局令第 20 号公布,自 2009 年 6 月 8 日起施行;根据 2015 年 5 月 26 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正,修订后实施时间:2015.7.1)。

(3)《生产安全事故信息报告和处置办法》(2009 年 6 月 16 日国家安全生产监督

管理总局令第 21 号公布，自 2009 年 7 月 1 日起施行）。

(4)《金属非金属地下矿山企业领导带班下井及监督检查暂行规定》（2010 年 10 月 13 日国家安全生产监督管理总局令第 34 号公布，自 2010 年 11 月 15 日起施行；根据 2015 年 5 月 26 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正）。

(5)《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010 年 12 月 14 日国家安全生产监督管理总局令第 36 号公布，自 2011 年 2 月 1 日起施行；根据 2015 年 4 月 2 日国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）。

(6)《安全生产培训管理办法》（2012 年 1 月 19 日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 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）。

(7)《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（2013 年 8 月 23 日国家安全生产监督管理总局令第 62 号公布，自 2013 年 10 月 1 日起施行；根据 2015 年 5 月 26 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号修正）。

(8)《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（2015 年 3 月 16 日国家安全生产监督管理总局令第 75 号发布施行）。

(9)《生产安全事故应急预案管理办法》（2016 年 6 月 3 日国家安全生产监督管理总局令第 88 号公布，自 2016 年 7 月 1 日起施行；根据 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号修正，修订后实施时间：2019 年 9 月 1 日）。

(10)《矿山救援规程》（2024 年 4 月 28 日应急管理部令第 16 号公布，自 2024 年 7 月 1 日起施行）。

(11)应急管理部、住房和城乡建设部 国家矿山安监局关于印发《特种作业目录》的通知（应急〔2026〕45 号，2026 年 5 月 22 日）。

(12)《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（应急管理部令第 19 号，2026 年 6 月 1 日施行）。

1.2.3 规范性文件

(1)《金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第一批）》（安监总管一〔2013〕101 号，2013 年 9 月 6 日）。

(2)《金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）》（安监总管一〔2015〕13 号，2015 年 2 月 13 日）。

(3)《非煤矿山领域遏制重特大事故工作方案》（安监总管一〔2016〕60 号，2016

年 5 月 27 日)。

(4)《关于进一步规范非煤矿山安全生产标准化工作的通知》(安监总管一〔2017〕33 号, 2017 年 4 月 12 日)。

(5)《国务院安委会办公室关于全面加强企业全员安全生产责任制工作的通知》(安委办〔2017〕29 号, 2017 年 10 月 10 日)。

(6)《消防安全责任制实施办法》(国办发〔2017〕87 号, 2017 年 10 月 29 日)。

(7)《推进安全宣传“五进”工作方案》(安委办〔2020〕3 号, 2020 年 5 月 6 日)。

(8)《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)。

(9)《国务院安委会办公室关于加强矿山安全生产工作的紧急通知》(安委办〔2021〕3 号, 2021 年 2 月 25 日)。

(10)《国家矿山安全监察局关于全面深入开展非煤地下矿山和尾矿库安全生产大排查的通知》(矿安〔2021〕10 号, 2021 年 3 月 5 日)。

(11)《矿山重大隐患调查处理办法(试行)》(矿安〔2021〕49 号, 2021 年 5 月 25 日)。

(12)《关于加强金属非金属地下矿山外包工程安全管理的若干规定》(矿安〔2021〕55 号, 2021 年 7 月 5 日)。

(13)《国务院安委会办公室关于严厉打击盗采矿产资源违法活动和矿山严重违法违规生产建设行为的通知》(安委办〔2022〕1 号, 2022 年 1 月 28 日)。

(14)《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》(矿安〔2022〕4 号, 2022 年 2 月 8 日)。

(15)《国家矿山安全监察局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, 2022 年 4 月 22 日)。

(16)《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》(矿安〔2022〕88 号, 2022 年 9 月 1 日)。

(17)《煤矿及重点非煤矿山重大灾害风险防控建设工作总体方案》(矿安〔2022〕128 号, 2022 年 10 月 23 日)。

(18)《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财资〔2022〕136 号, 2022 年 11 月 21 日)。

(19)《应急管理部办公厅关于修改《危险化学品目录(2015 版)实施指南(试行)》涉及柴油部分内容的通知(应急厅函〔2022〕300 号,2022 年 12 月 5 日)。

(20)《国务院安委会办公室关于进一步加强国家安全生产应急救援队伍建设的指导意见》(安委办〔2022〕12 号,2022 年 12 月 29 日)。

(21)《非煤矿山安全风险分级监管办法》(矿安〔2023〕1 号,2022 年 12 月 16 日)。

(22)《防范非煤矿山典型多发事故六十条措施》(矿安〔2023〕124 号,2023 年 9 月 12 日)。

(23)《地下矿山动火作业安全管理规定》(国家矿山安全监察局 2023 年第 28 次局务会议审议通过,2023 年 11 月 22 日)。

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

(25)《矿山安全落后技术装备淘汰目录(2024 年)》(政策法规和科技装备司,2024 年 4 月 22 日)。

(26)《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,2024 年 4 月 23 日)。

(27)《国家矿山安全监察局关于加强矿山生产安全事故警示教育工作的通知》(矿安〔2024〕67 号,2024 年 5 月 29 日)。

(28)《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》(国家矿山安全监察局,2024 年 6 月 17 日)。

(29)《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,2024 年 6 月 28 日)。

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

(31)《矿用自救器安全管理规定(试行)》(国家矿山安全监察局,2025 年 1 月 2 日)。

(32)《安全生产责任保险实施办法》(应急〔2025〕27 号,2025 年 3 月 29 日)。

(33)《国家矿山安全监察局综合司关于明确矿山“五职”矿长和“五科”相关人员范围及相关要求的通知》(矿安综〔2025〕12 号,2025 年 7 月 1 日)。

(34)《国家矿山安全监察局关于印发 2026 年矿山安全生产工作要点的通知》(矿

安〔2026〕1 号，2026.1.16）。

(35)《国家矿山安全监察局关于进一步强化矿山顶板安全管理工作的通知》（矿安〔2026〕65 号，2026.5.8）。

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

(37)《国家矿山安全监察局关于规范金属非金属生产矿山采掘（剥）施工队伍的意见》（矿安〔2026〕78 号，2026 年 6 月 25 日）。

1.2.4 地方性法规、规章及规范性文件

(1)《新疆维吾尔自治区重特大生产安全事故隐患排查治理监督暂行办法》（人民政府令第 137 号，2006 年 4 月 1 日）。

(2)《新疆维吾尔自治区生产安全事故报告和调查处理实施办法》（自治区人民政府令第 196 号，2015 年 11 月 1 日）。

(3)《新疆维吾尔自治区安全生产条例》（自新疆维吾尔自治区第十四届人民代表大会常务委员会公告第 12 号，自 2023 年 12 月 1 日起施行）。

(4)《关于进一步加强安全生产工作坚决防范和遏制重特大事故的通知》（新安〔2018〕3 号，2018 年 4 月 23 日）。

(5)《自治区安全生产培训考核办法》（新应急规〔2020〕8 号，2020 年 9 月 29 日）。

(6)《自治区企业安全总监管理办法（试行）》（新政办发〔2021〕17 号，2021 年 3 月 16 日）。

(7)《坚决防范遏制事故安全生产严管严控 36 条措施》（自治区安委会文件，2021 年 7 月 16 日）。

(8)《关于常态化开展生产安全事故防范和整改措施落实情况评估工作的通知》（新安办〔2021〕32 号，2021 年 8 月 11 日）。

(9)《关于进一步做好安全生产责任保险工作的紧急通知》（新应急〔2021〕92 号，2021 年 9 月 14 日）。

(10)《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》（新应急〔2024〕161 号）。

(11)《关于开展非煤矿山外包工程安全生产专项治理的通知》（新应急〔2024〕176 号，2024.11.20）。

(12)《关于印发新疆金属非金属地下矿山顶板管理办法的通知》(新应急规〔2025〕4 号)。

1.2.5 国家标准规范

- (1)《厂矿道路设计规范》(GBJ22-1987)。
- (2)《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)。
- (3)《视频安防监控工程设计规范》(GB50395-2007)。
- (4)《矿用一般型电气设备》(GB/T12173-2008)。
- (5)《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》(GB4387-2008)。
- (6)《矿山安全标志》(GB/T14161-2008)。
- (7)《矿山安全术语》(GB/T15259-2008)。
- (8)《3~110kV 高压配电装置设计规范》(GB50060-2008)。
- (9)《供配电系统设计规范》(GB50052-2009)。
- (10)《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)。
- (11)《矿山机械安全标志第 1 部分：通则》(GB/T25517.1-2010)。
- (12)《矿山机械安全标志第 2 部分：危险图示符号》(GB/T25517.2-2010)。
- (13)《建筑抗震设计标准(2024 年版)》(GB/T 50011-2010)。
- (14)《民用闭路监视电视系统工程技术规范》(GB50198-2011)。
- (15)《低压配电设计规范》(GB50054-2011)。
- (16)《35kV~110kV 变电站设计规范》(GB50059-2011)。
- (17)《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)。
- (18)《有色金属采矿设计规范》(GB50771-2012)。
- (19)《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013)。
- (20)《有色金属矿山井巷工程设计规范》(GB50915-2013)。
- (21)《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)。
- (22)《爆破安全规程》(GB6722-2014)。
- (23)《有色金属矿山井巷工程质量验收规范》(GB51036-2014)。
- (24)《建筑设计防火规范(2018 版)》(GB50016-2014)。
- (25)《压缩空气站设计规范》(GB50029-2014)。
- (26)《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)。
- (27)《消防安全标志第 1 部分：标志》(GB13495.1-2015)。

- (28) 《数据中心设计规范》（GB50174-2017）。
- (29) 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）。
- (30) 《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）。
- (31) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）。
- (32) 《阻燃和耐火电线电缆或光缆通则》（GB/T19666-2019）。
- (33) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）。
- (34) 《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）。
- (35) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）。
- (36) 《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》（GB39800.1-2020）。
- (37) 《个体防护装备配备规范第 4 部分：非煤矿山》（GB39800.4-2020）。
- (38) 《工程测量标准》（GB50026-2020）。
- (39) 《工程测量通用规范》GB 55018-2021（2022-04-01 实施）。
- (40) 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）。
- (41) 《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）。
- (42) 《道路交通标志和标线第 2 部分：道路交通标志》（GB5768.2-2022）。
- (43) 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）。
- (44) 《音视频、信息技术和通信技术设备第 1 部分：安全要求》（GB4943.1-2022）。
- (45) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）。
- (46) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）。
- (47) 《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）。
- (48) 《金属非金属矿山充填工程技术标准》（GB/T51450-2022）。
- (49) 《安全色和安全标志》（GB 2894-2025）。
- (50) 《生产安全事故分类与编码》（GB6441-2025）。
- (51) 《生产过程安全基本要求》（GB12801-2025）。
- (52) 《固定式金属梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及平台》（GB4053.3-2025）。

1.2.6 行业标准

- (1) 《矿用产品安全标志标识》AQ 1043—2007。
- (2) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）。
- (3) 《安全预评价导则》AQ 8002—2007。

- (4) 《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统鉴定指标》（AQ2013.5-2008）。
- (5) 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》（AQ2031-2011）。
- (6) 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）。
- (7) 《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》（AQ2036-2011）。
- (8) 《爆破作业项目管理要求》（GA991-2012）。
- (9) 《爆破作业单位资质条件和管理要求》（GA990-2012）。
- (10) 《电力设备典型消防规程》（DL5027-2015）。
- (11) 《生产安全事故应急演练评估规范》（YJ/T 9009-2015）。
- (12) 《金属非金属矿山安全标准化规范导则》（KA/T2050.1-2016）。
- (13) 《金属非金属矿山安全标准化规范地下矿山实施指南》（KA/T2050.2-2016）。
- (14) 《金属非金属矿山安全标准化规范露天矿山实施指南》（KA/T2050.3-2016）。
- (15) 《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》（KA/T2051-2016）。
- (16) 《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》（KA/T2052-2016）。
- (17) 《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》（KA/T2053-2016）。
- (18) 《局部排风设施控制风速检测与评估技术规范》（WS/T 757-2016）。
- (19) 《接地装置特性参数测量导则》（DL/T475-2017）。
- (20) 《现场绝缘试验实施导则 避雷器试验》（DL/T474.5-2018）。
- (21) 《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》（AQ 2061-2018）。
- (22) 《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（YJ/T9011-2019）。
- (23) 《生产安全事故应急演练基本规范》（YJ/T9007-2019）。
- (24) 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》（KA/T2075-2019）。
- (25) 《特种设备作业人员考核规则》（TSGZ6001-2019）。
- (26) 《矿山救护队标准化考核规范》（YJ/T1009-2021）。
- (27) 《矿山救援队风险预控管理体系要求》（YJ/T1123-2023）。
- (28) 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023）。
- (29) 《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》（KA/T2034-2023）。
- (30) 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》（KA/T2035-2023）。
- (31) 《矿山隐蔽致灾因素普查规范第 1 部分：总则》（KA/T22.1-2024）。
- (32) 《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/T22.3-2024）。

(33)《个体防护装备安全管理规范》（AQ6111-2023）。

(34)《特种设备使用管理规则》（TSG08-2026）。

(35)《金属非金属地下矿山通风技术规范》（KA 30-2026）。

1.2.7 合法性证明文件

(1) 企业营业执照（统一社会信用代码 91653023660633938U）。

(2) 阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采矿许可证（证号：XC65000020251032000000055；有效期至 2035.10.14）。

(3)《自治区发展改革委关于新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目核准的批复》（新发改批复〔2026〕140 号，2026 年 5 月 13 日）。

1.2.8 建设项目技术资料

(1)《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》，重庆一二六地质矿产有限责任公司，2023 年 12 月；该报告经新疆维吾尔自治区地质成果中心评审，并经新疆维吾尔自治区自然资源厅备案，备案文号：新自然资储备字（2025）15 号，备案时间 2025 年 4 月 3 日。

(2)《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采选项目（新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目）可行性研究报告》（编制单位：新疆有色冶金设计研究院有限公司，编制时间：2025 年 12 月）。

1.2.9 其他资料

(1) 阿合奇县鑫发投资有限公司关于编制《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程安全预评价报告》委托书。

(2) 评价组人员现场收集的相关资料。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 建设单位简介

阿合奇县鑫发投资有限公司成立于 2007 年 5 月，注册资金伍佰万元整，公司经营范围有：非煤矿山矿产资源开采；矿产资源勘查。一般项目：选矿；建筑材料销售。

公司目前只有阿合奇县萨喀尔得铜矿 1 个采矿权。

公司现持有阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采矿许可证（证号 XC6500002025103200000055。许可开采矿种铜矿、银、硫，开采方式为露天/地下开采，开采标高 3546m 至 3240m，矿区面积 1.7888 平方公里，有效期至 2035 年 10 月 14 日）。

2026 年 5 月 13 日取得《自治区发展改革委关于新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目核准的批复》，新发改批复〔2026〕140 号。

批复项目建设规模和主要建设内容：项目开采方式采用露天、地下联合开采，拟设计生产规模 30 万吨/年。采矿工程主要包括露天采区基建剥离、坑内井巷工程、地表建筑及工业场地、地表运输道路、地面充填站、地面空压机站、通风机房、高位水池等生产设施，以及机修车间、材料库等辅助生产设施；配套工程主要包括供配电系统、给排水系统、采暖工程及办公生活区等设施。批复建设期限为 2026—2027 年，核准文件有效期为 2 年。

2.1.2 项目背景

根据重庆一三六地质矿产有限责任公司编制的《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》矿产资源储量评审意见书（新矿评储字〔2025〕15 号）评审结论：新疆维吾尔自治区地质成果中心同意详查区范围内以下铜矿查明的资源量评审通过：铜矿矿石资源量共计 $316.3 \times 10^4 \text{t}$ ，矿体品位 1.20%，铜金属量为 38075t。其中控制（KZ）资源量为 $156.52 \times 10^4 \text{t}$ ，平均品位 1.45%，铜金属量为 22729t；推断（TD）资源量为 $159.78 \times 10^4 \text{t}$ ，平均品位 0.96%，铜金属量为 15346t。伴生矿产为矿石资源量与区内铜的矿石量（KZ+TD）范围相同，银矿资源量约为 29890kg，硫矿资源量为 44598t。

详细查明了矿床水工环开采技术条件，达到勘探程度。

随着新能源、电动汽车和电子产业的快速发展，铜作为关键原材料，市场需求持续增长。国内铜供应存在缺口，依赖进口，建设新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿有助于缓

解供需矛盾，提升自给率。同时国家鼓励矿产资源开发，支持新疆地区经济发展，该项目符合国家资源战略和区域发展规划。阿合奇县地方政府提供税收优惠、基础设施支持等政策，为项目建设创造了良好环境。总之，本项目建设能带来显著的经济和社会效益，符合国家和地方的发展战略，具备良好的发展前景。

2025 年 12 月，阿合奇县鑫发投资有限公司委托新疆有色冶金设计研究院有限公司编制了《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿采选项目（新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万吨/年开发项目）可行性研究报告》（文中简称《可研》），为贯彻《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《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）等国家法律法规、规章及标准的有关规定，实现建设项目的本质安全，阿合奇县鑫发投资有限公司委托我司对其阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程进行安全预评价并编制《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程安全预评价报告》。

2.1.3 矿山开采历史沿革

该矿山为新建矿山，目前尚未进行任何开采。

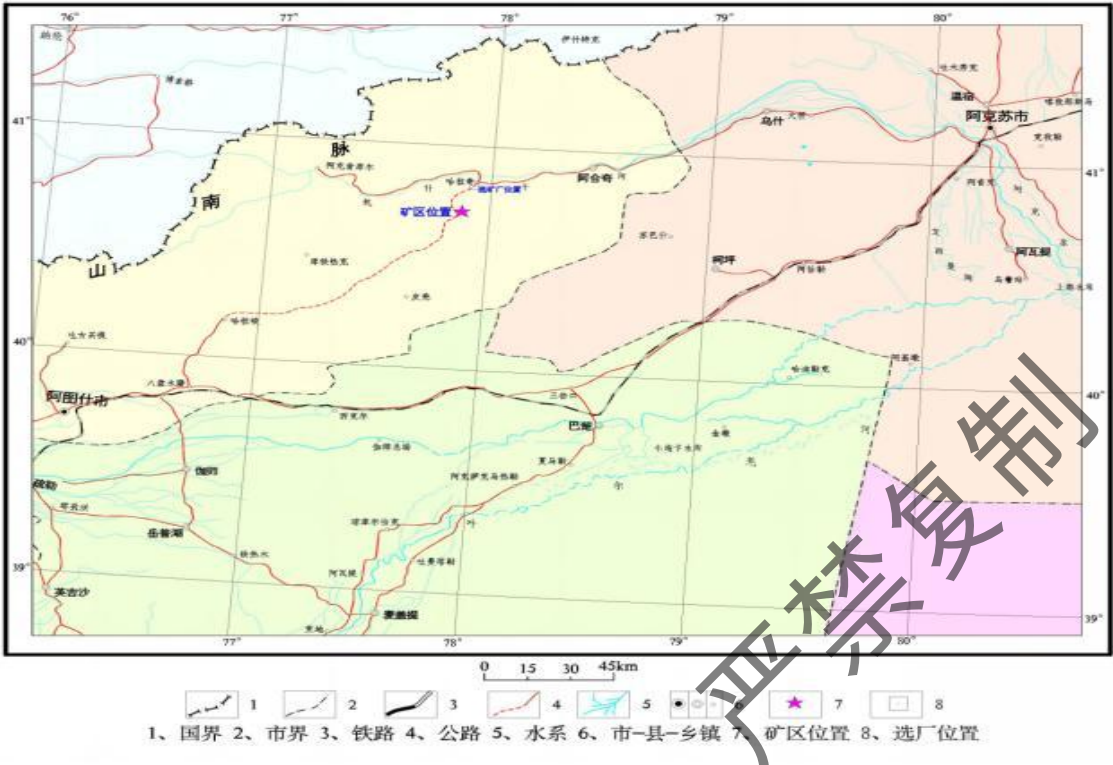
2.1.4 地理交通

矿区位于阿合奇县城 245° 方向，直线距离约 55km 处。矿区中心地理坐标：***涉密，行政区划隶属于阿合奇县管辖。

从阿克苏市途经阿合奇县至哈拉奇乡约 255km 有柏油公路相通；萨喀尔得铜矿选厂位于哈拉奇乡西南 3km 处，有公路通行；由选厂再往西南约 20km 有公路可到达矿区西侧，再走 4km 简易道路即可到达矿区，交通条件便利（见图 2.1-1）。

2.1.5 周边环境

矿区距离最近的哈拉奇乡 25km，周边 2km 范围内无人居住和其他建筑物，社会环境质量简单。经在新疆维吾尔自治区自然资源厅查询系统查询，矿区与国家划定的功能区没有发生重叠，不在旅游区、文物保护单位、自然保护区内。自然地理环境质量简单，矿区及附近无地表水体，矿区的南边 1000m 为新疆阿合奇县哈拉苏铜矿勘探，目前周边还没有开采的金属矿山。矿区与周边矿权未发生重叠和争议。



2.1-1 交通位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

矿区位于喀拉铁克山脉中段，属中高山中深切构造剥蚀地貌，海拔高程 3190m—3641m，切割深度一般为 100m—600m。

矿区内山势西南低，东北高，中间高南东南、西北低，西北坡度较缓，东南坡度较陡，切割较强。

2.2.2 气候气象

矿区为内陆性干旱气候。年平均温度为 7℃。年温差较大。月平均最高温度为 18.8℃（七月份），最低为-12℃~-13℃（1 月份），极端最高气温可达 36℃，极端最低气温为-26℃。昼夜温差亦较大，最大可达 20℃。平均年无霜期 156 天。

年降水量 202.4mm，年蒸发量 2616.7mm，降水量主要集中在 6~8 月，占全年的 58%。10 月至翌年 2 月为冰冻期，冻土深度约 1m 左右，全县多西南风，风速一般 3m/s，最大 18m/s，多发生在 7、8 月份。

2.2.3 区域经济

阿合奇县现辖五乡一镇二场，23 个行政村，全县总人口 4.6 万余人，主要由柯、

汉、维、回四个民族组成，柯族占全县总人口的 86%，是我国柯尔克孜族的主要聚居地之一。主要矿产资源有金、铁、铜、铅、铅锌、铁锰、重晶石、蛇纹石、大理石、石膏、粘土矿等，珍稀野生动物属国家一级保护的有雪豹、北山羊、金雕、新疆大头鱼等 7 种，属国家二级保护的有棕熊、黄羊、岩羊、盘羊、雪鸡等 13 种。药用植物 25 种，以甘草、雪莲、党参、锁阳（菌类）等质量优良。阿合奇县经济以畜牧业为主，兼有各种工矿企业开发、部分农业及农副产品加工。

2024 年，阿合奇县实现地区生产总值（GDP）224647 万元，按可比价格计算，比上年增长 5.6%。其中，第一产业增加值 18226 万元，增长 0.7%；第二产业增加值 61566 万元，增长 15.6%；第三产业增加值 144855 万元，增长 2.5%。三次产业结构比为 8.1%、27.4%、64.5%，对经济增长的贡献率分别为 1.1%、70.1%、28.8%。

2024 年，阿合奇县一般公共预算收入 14101 万元，比上年增长 13%。其中，税收收入 5803 万元，增长 3%；非税收入 8298 万元，增长 21.17%。一般公共预算支出 194207 万元，比上年增长 8.26%。

矿区为牧民夏牧场，无固定居民点，一般在 5~9 月份进入矿区放牧，从事牧业的居民主要为柯尔克孜族，其次有少量维吾尔族、回族及汉族，多从事农牧业生产，以牧业为主。生活和生产物资均由阿合奇县供应。

2.2.4 地震

矿区位于南天山地向斜褶皱带与塔里木地台接合处，地质构造复杂，总的构造线自西向东由东西走向转为北东向。新构造运动的另一种形式是现代地震活动频繁，四级以下微小地震十分频繁，根据收集的资料，调查区地震多集中于哈拉奇一带，五级以上地震又分为北西向和东西向两个带，尤其以调查区南部最为明显。矿区内地震动峰值加速度为 0.2g，对应地震基本烈度Ⅷ度区，调查区区域地壳稳定性属次级稳定区。



图 2.2-1 矿区地震动区划图

2.3 地质概

地质概况摘自《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》。

2.3.1 区域地质概况

2.3.1.1 区域地层

矿区处于塔里木地台北缘柯坪断隆（IV₁），区域内出露的地层主要为中-上寒武统阿瓦塔格群（ ϵ_{2-3av} ），下奥陶统丘里塔格群（O_{1ql}），志留统柯坪塔格组（S_{1k}），中一顶志留统塔塔埃尔塔格组（S_{2-4t}），中一下泥盆统依木干他乌组（D_{1-2y}），上泥盆统克兹尔塔格组（D_{3k}），上石炭统别根他乌组（C_{2b}），上石炭统喀拉治尔加组（C_{2kl}），上石炭统康克林组（C_{2kk}），下二叠统比尤列提群（P_{1bi}），第四系洪积层（Q_{3-4PL}）。

2.3.1.2 区域构造

矿区位于南天山地斜褶皱带与塔里木地台接合处，地质构造复杂，总的构造线呈 NE—SW 向，褶皱构造有阿尔巴切依切克箱状背斜，该背斜具有长期发展的历史，背斜核部出露有寒武统、奥陶统，向两翼依次有志留统、泥盆统、石炭统及二叠统。其内还发育有次一级褶皱—比尤列提向斜和阿萨乌拜背向斜。

断裂构造主要有卡拉铁克深大断裂，分布于木兹杜克过渡带西北部边缘一带，以该断裂为界以北为南天山地槽褶皱带。受区域性大断裂影响，次一级断层较发育，断层以 NE 向为主，少数为 NW 向。

2.3.1.3 区域岩浆岩

区内岩浆岩不发育，见有少量脉岩，主要有石英脉、重晶石脉及基性岩脉，规模均较小。

2.3.1.4 区域矿产

该区地层区划属塔里木—南疆地层大区。自北向南分为 2 个区：南天山地层分区的阔克沙勒岭地层小区和塔北地层分区的柯坪地层小区。区内以 NE—近 EW 向断裂构造和 NE 向展布的褶皱组成。主要断裂为迈丹—喀拉铁克断裂带、可牙克大断裂、哈拉峻—柯坪塔格推覆构造系统；主要褶皱为阿尔帕确依切克背斜构造。岩浆岩和变质岩不发育。哈拉奇构造总体表现为一背斜，褶皱核部为早奥陶世地层，翼部为中奥陶世—石炭纪地层，总体走向 NE。哈拉奇处于迈丹他乌铅、锌、锑、金、铜、稀土成矿体（VI2）和柯坪铅、锌、铜成矿体（VI4）的交界部位。矿化主要有以下 5 种类型：

①石英脉型金矿，主要代表是布隆金矿；②与构造和脉岩相关的铜矿化，主要代表是萨喀尔得铜矿；③与沉积岩有关的铜矿化，主要代表是泥盆统灰绿色砂岩中的铜矿化；④与石英脉有关的铜矿化，主要代表是恰甫铜矿点；⑤与沉积岩有关的非金属矿产，主要代表是奥陶统和石炭统石灰岩矿和白云岩矿。金属矿产明显受喀拉铁克断裂、可牙克断裂、辉绿岩和石英脉的控制。

除石灰岩矿属外生作用的沉积岩矿产外，其他矿产均属内生作用的热液型矿产。现仅有布隆金重晶石矿在进行小规模开采，其他矿点由于规模较小且交通条件差，基本未进行过开采。

2.3.2 矿区地质概况

2.3.2.1 地层

矿区内地层主要为中一下泥盆统依木干他乌组（D_{1-2Y}），上泥盆统克兹尔塔格组（D_{3K}），第四系残坡积、冲洪积物覆盖，各岩性特征由老至新叙述如下：

（1）中一下泥盆统依木干他乌组（D_{1-2Y}）

呈东北—南西向分布于矿区东部一带，在矿区内出露面积较大。岩性分为两段，第一段为灰黑色、灰色生物碎屑灰岩、钙质页岩、灰岩页岩互层。产状 296°—327° ∠35°—60°；第二段为灰色、灰白色中细粒石英砂岩、粉砂岩，产状 312°—324° ∠52°—68°。

1) 依木干他乌组第一段（D_{1-2Y}¹）岩性主要为灰黑色、灰色生物碎屑灰岩、钙质页岩、灰岩页岩互层，受构造影响，岩层产状变化较大，岩石破碎不完整。

2) 依木干他乌组第二段（D_{1-2Y}²）岩性主要为灰色、灰白色中细粒石英砂岩、少量的细砾岩，与塔塔埃尔塔格组第一岩性段成断层接触。

(2) 上泥盆统克兹尔塔格组 (D_3k)

主要出露在矿区的西北部，出露面积较大，岩性分为两段，第一段为紫红色细砂质粉砂岩、钙质粉砂岩，受应力作用，岩石中碎屑轻微压扁定向排列，轻微片理化。产状 $302^\circ - 315^\circ \angle 40^\circ - 56^\circ$ ；第二段为灰绿色、灰白色石英砂岩、岩屑石英砂岩，产状 $302^\circ - 315^\circ \angle 52^\circ - 74^\circ$ 。

1) 克兹尔塔格组第一段 (D_3k^1) 为紫红色细砂质粉砂岩、钙质粉砂岩，偶见白色斑块或条带。受应力作用，岩石中碎屑轻微压扁定向排列，轻微片理化，轻微的变质作用。

2) 克兹尔塔格组第二段 (D_3k^2) 为灰绿色、灰白色石英砂岩、岩屑石英砂岩，该层为主要的含矿层位，赋存在钙质胶结细-中粒岩屑石英砂岩及石英脉中。

(3) 第四系 (Q_4)

残坡积物：主要分布于山前平缓地带及部分山坡上，由棱角状的砂岩岩块岩屑和碎石组成。

冲洪积物：分布于矿区内各冲沟中，由各种大小不同的砾石和粗砂及少量的亚粘土组成。

2.3.2.2 构造

矿区内构造发育，褶皱构造规模较小，主要为断裂构造。

(1) 断裂构造

矿区内断裂构造较为发育，主要分为两组，一组 (F_1 、 F_2 层间断层) 走向大致为 $219^\circ \sim 248^\circ$ ，倾向 NW，倾角约 $50^\circ \sim 76^\circ$ ，为矿区主要断层，其走向为 NE—SW 向，属正断层。另一组 (F_3 、 F_4) 为次级小断层，走向 $260^\circ - 270^\circ$ ，为平推断层，长度 300—500m。

其中 F_1 和 F_2 断层是 NE—SE 向区域挤压作用下，地层间薄弱带所形成的压扭性构造体系，为较早期形成的构造，而 F_3 、 F_4 平推断层在 F_1 、 F_2 断层后形成。

(2) 褶皱构造

矿区位于阿尔巴切依切克箱状背斜东南，地层整体呈 NW 倾，产状 $295^\circ - 347^\circ \angle 34^\circ - 76^\circ$ ，个别地段由于断裂构造作用影响及重力弯滑作用而呈 S 倾。

(3) 断层构造对矿体分布影响

矿区东北部为小型褶皱为早期岩层形成的小型褶皱，岩层总体倾向北西，褶皱与成矿没有直接关系。

矿区内次级小褶皱构造较为发育，可见由于断裂构造作用造成岩层波状弯曲而形成

小的背形和向形构造。另外在 F1 断裂构造的两侧，由于断层的挤压作用造成岩层强烈变形而形成各种褶皱。

2.3.2.3 岩浆岩

矿区及周边无岩浆岩出露，有稀疏脉岩产出。

区内脉岩主要为石英脉，一般顺层或沿裂隙产出，部分呈雁行状排列，石英脉宽一般数厘米—数十厘米，长一般数米—数十米，最大者宽度不超过 1.5m，长度不超过 20m。石英脉多具不同程度褐铁矿化，部分可见黄铁矿化。

另外还可见碳酸盐脉、石英—碳酸盐脉、石英—绿帘石脉等，碳酸盐脉多见于灰岩层中，石英—绿帘石脉主要发育于部分断裂的断裂带内，并见有立方体黄铁矿分布其内。

碳酸盐脉、石英—碳酸盐脉与矿化有着较为直接联系，区内所见铜矿点都在沿脉与地层接触带和断裂带上，含矿岩石一般为砂岩。

2.3.2.4 变质作用

区内出露地层为古生代的沉积岩，变质作用主要表现为区域变质作用和动力变质作用。区域变质作用程度低，表现为泥岩、粉砂岩中可见有少量的绢云母，灰岩中局部见有大理岩化等。动力变质岩主要分布在断裂带内，局部可见碎裂岩、碎粉岩等。

矿区变质作用较弱，程度较低。砂岩、粉砂岩、泥岩类以广泛出现白云母、黑云母、绢云母、绿泥石，变质矿物为特征。岩石具变余砂状、粉砂状结构、鳞片变晶结构，千枚状构造、块状构造。主要出现于含粉砂和泥质成分较多的层位中。

碳酸盐类岩石：方解石多已重结晶，泥质成分蚀变为绢云母、绿泥石、绿帘石为特征。岩石具变晶结构，块状构造。主要出现在灰岩层位。

2.3.3 水文地质概况

详查工作先后开展了 1:5000 水文地质调查、工程地质调查、环境地质调查，1:2000 水文、工程、环境地质测量，1:1000 勘查线剖面。对部分钻孔进行了静水位观测、动态观测和水文工程地质编录，施工了水文地质钻孔，进行了注水试验，系统采集水化学分析样，划分了矿床水文地质类型。

矿区地形属中山区，基岩裸露，地表坡度大，冲沟较发育，有利于地表水的排泄。区内降水量小，地下水主要接受河水、融冰、融雪水的入渗补给，第四系含水层与基岩含水岩组之间水力联系密切。主要可采矿体位于侵蚀基准面以上，矿床主要透水不含水层。按《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/T12719-2021）规

定，矿区水文地质勘查类型为 I 类型水文地质条件简单型。

2.3.3.1 地下含水层

(1) 冲积层、坡积层、残坡积透水不含水层 (I)

全新统冲积层、坡积层、残坡积层在矿区分布广泛，主要分布在沟谷两侧及切割强烈区域，约占矿区面积的 30%，由大小不等的砾石、砂、转石、亚粘土、砂质粘土砂及黄土等组成，残破积、坡积层未固结，呈松散状，厚度在 3—20m 之间。矿区内黄土层固结稳定，植被发育，厚度 1—2m，自然状态下，黄土层一定程度上起到隔水层的作用。由于冲积物、坡积物和残坡积物结构松散，易接受大气降水渗透，为强透水不含水层。矿床一带未见泉水分布，表明地下水是以隐蔽的潜流形式排泄。

(2) 碳酸盐岩、碎屑岩基岩裂隙透水层 (II)

地层为上泥盆统克兹尔塔格组 (D_3k)、中一下泥盆统依木干他乌组 (D_{1-2y})，其岩性为灰岩偶夹炭质页岩、石英砂岩、粉砂岩。裂隙透水层厚大于 100m。分布在矿区中部，其断层、裂隙发育，断层有两组，走向 42° — 56° (F_1 、 F_2)、 85° — 95° (F_3 、 F_4)。沿断层附近裂隙较为发育，主要有两组，方向为 315 — 325° 和 55 — 65° 。该层未见地下水露头。本层 ZK0001 号终孔深 340m，未见地下水。主要矿体的围岩即为该地层，因此主要含矿地层可视为透水地层，岩层受区域构造活动的影响，小褶皱、断层较发育，这为赋存地下水提供了条件。所以岩石中以含有裂隙水为特征。但地理位置处于气候相对干旱区，降水量少，矿区内及外围没有裂隙泉水溢出。

(3) 风化裂隙透水层不含水

矿区岩石表层风化裂隙较发育，风化裂隙最深可达 15m。矿区内地层简单，岩石种类较少，但岩石抗风化能力差异较大。据水文地质测绘和钻孔揭露，区内风化层厚度一般为 5.5—15m，平均厚度 10m，岩石破碎完整性差，RQD 值一般为 14%—20%，风化裂隙发育，裂隙率一般为 7%，最大可达 15%。同时，钻孔内地下水位在洪沟区埋藏较浅，一般小于 30m；山坡丘陵地下水位埋藏较深，最大埋深可达 250m。

2.3.3.2 矿区构造含水特征

矿区内断裂构造较发育，主要有两条主断裂及两条次级断裂，按断层的构造线方向可分为 NE—SW 向、NW—SE 向。据钻孔揭露，断层一般分布于中深部，铜矿体下部。其中大部分断层为正断层，但在局部表现为张性，断层及影响范围内岩石破碎，少量断层带内可见断层泥，构造裂隙发育，裂隙走向与断层走向基本一致，构造裂隙率为 10%左右，根据实验，构造裂隙透水性强，下渗速度快，为透水不含水层。

矿区内断层以 NE 向最为发育。断层有两组，走向 42° — 56° (F_1 、 F_2)、 85° — 95° (F_3 、 F_4)。由于断层位于矿床边界附近，对未来矿山开采会产生的影响，根据矿区注水试验，矿区内断裂破碎带导水性好，地表水可以顺着构造破碎带进入井下，成为矿床充水的主要因素之一。

2.3.3.3 矿区地下水动态特征

矿区无地表水体、地下水为大气降水入渗补给。

矿区远离地表水体，矿区地下水补给的基本源泉主要是降水形成的暂时洪流及冰雪融水的渗透补给。降水季节山区暴雨形成洪流自高向低径流，径流过程中下渗补给基岩裂隙以及构造断裂带，形成裂隙水，但是补给量极少，裂隙水通过岩层裂隙通道形成地下径流，在地势低洼处下渗形成排泄区，补给矿区一带的第四系松散岩类形成孔隙水，以蒸发和蒸腾形式排泄，由于矿区范围内为中—高山地区，地势为北高南低，因此推断矿区地下水的径流方向是由北向南径流。

2.3.3.4 地下水的补给、径流、排泄

矿区当地侵蚀基准面 3190m，矿体赋存标高为 3240—3532m，矿床地下水的补给来源为大气降水入渗补给为主，本区降雨量 202.4mm，全年降雨量逐月分配不均匀，且每次降雨强度较小，为小雨规模。矿区植被覆盖率达 20% 左右，较好的植被覆盖有助于减缓大气降水的地表流速，阻滞降水转化成地表径流快速从地表消失，从而使潜水有利于获得补给。矿床内岩层产状较陡，裂隙节理、片理发育，使岩石有利于接受降水入渗的补给。

矿区地下水径流受汇水范围和地形条件的限制，其径流方向一般指向沟谷。矿区地下水是以侧向排泄为主，探矿权范围内未见地下水溢流点和泉眼。

2.3.3.5 矿坑充水因素分析

矿床充水主要来自大气降水和基岩裂隙水。大气降水主要集中在夏、秋两季，可形成暂时性地表水流，水量不大，持续时间短，受地势的关系，形成的地表水流向矿区南低洼地带的沟谷快速排泄，所以降雨对矿床充水影响甚微。基岩裂隙水来自矿床内的含水层，为矿床的主要充水水源，当矿床开采后，主要以垂直排泄的方式流入矿坑，但水量不大，易于疏干，对矿体开采影响不大。

该矿床属于裂隙充水为主的矿床，水文地质条件简单。在今后矿建和深部采矿过程中要做好涌水量观测工作，防止由地表水引发的突水事故。

2.3.3.6 矿坑涌水量预测

预测范围采用矿区内最大矿体Ⅲ-1 矿体水平分布面积 96678m²为准，其他矿体分布面积较小，涌水量小于Ⅲ-1 号矿体。

(1) 矿区水文地质边界

矿区侵蚀基准面（3190m）以上属孤立的正地形，不受区域地下水的补给，补给源仅有矿区大气降水，矿体开采时矿井涌水可以自流排出，水文地质条件简单，可以忽略不计。

(2) 矿床充水因素分析

矿区地层北倾，倾角一般在 35~55° 之间，矿体出露地表，倾向北，倾角 37~48°，属缓倾斜矿体，位于侵蚀基准面以上矿区含水层仅受大气降水补给。

(10) 矿区侵蚀基准面（海拔 3190m）以上矿井涌水量预算

据区内简易气象站观测年降水量 202.4mm，矿区地形利于排水，地表以基岩为主，入渗系数取 0.6。

正常降雨入渗补给地下水量的采用下式计算：

$$Q_a = F \cdot H \cdot C / 90$$

式中：

Q_a —矿井降雨入渗量，m³/d

F —最大矿体Ⅲ矿体水平投影 0.097km²

C —降雨入渗系数，0.6

H —降雨量，202.4mm/a

$$Q_a = F \cdot H \cdot C / 90 = 32.19 \text{ m}^3/\text{d}$$

根据 GB 8170—87《数值修约规则》，将矿区侵蚀基准面（海拔 3190m）

以上矿井涌水量预算结果修约为 32m³/d。

(11) 矿井涌水量预算总结

本次预算矿井涌水量是侵蚀基准面以上部分仅受大气降雨补给，矿井涌水量约为 32m³/d。由于地形有利于自然排水，可以直接排出。

2.3.3.7 矿坑排水

(1) 露天矿坑排水

依据地质报告中矿区水文地质条件，露天采坑中在正常时矿坑涌水量为 32m³/d。矿体为山坡露天开采，采场内的涌水可通过水沟自流排出矿坑。

(2) 地下坑内排水

坑内正常涌水量 32m³/d，生产废水 120t/d。坑内涌水和生产废水通过各平硐巷道

内设的排水沟，排出地表，通过平硐口的沉淀池收集。

(3) 防洪设施

可研设计在采区的北部山坡设置了两道截洪沟，用以应对洪水对雨季洪水对采区的侵袭。

2.3.4 工程地质概况

根据岩体结构控制岩体稳定的观点，将矿区岩体按地层、岩性、地质构造，结合矿体及顶底板围岩的关系，划分为第四系散体岩组和岩体两部分，其中岩体可划分为两个工程地质岩组。

根据矿区（床）内各岩组及其发育的结构面、结构体的性状，划分了三种结构类型的岩体。松散结构岩体、层状、块状结构岩体和碎裂结构岩体。

顶板围岩岩石整体完整性差，风化容易破碎，局部完整性好的。RQD 统计值 39.31%—56.24%，岩石质量劣的，岩体完整性差，岩石质量等级划为Ⅳ级。岩体结构类型属于层状结构（Ⅱ1），顶板岩体质量等级属于一般，岩体质量为中等—良。

底板围岩岩石整体完整性中等，因受多期构造作用影响，局部裂隙发育、完整性差，局部完整性好的。RQD 值 60.93%—78.41%，岩石质量中等的，岩体中等完整，岩石质量等级划为Ⅲ级。岩体结构类型属于层状结构（Ⅱ1），岩体质量等级属于一般，底板岩体质量为中等。

矿区属中—高山地形，地形地貌条件简单，地层岩性较为单一，矿区出露的岩性为沉积岩类为主，块状结构，岩体完整性大多为完整性差—破碎。矿体顶板岩石主要为含钙质粉砂岩、岩屑石英砂岩，矿体底板岩性为钙质页岩和生物碎屑灰岩。岩石为较软岩—较硬岩，稳定性较好，无岩溶发育，矿区范围内地质构造发育，局部地段由于构造蚀变影响易产生工程地质问题。

矿体顶底板岩石属软岩—较硬岩类，但岩石遇水强度有所降低，岩石裂隙发育，局部稳定性较差，铜矿体与顶底板围岩结合力较差，故未来矿山开采局部易发生坍塌、冒顶、偏帮等矿山工程地质问题。

综合上述矿区工程地质勘察类型属于第Ⅲ类层状岩类，工程地质勘察的复杂程度划分为中等型。即工程地质条件层状岩类中等型的矿床。

在未来开采中应注意的工程地质问题：

根据取样分析顶板、底板围岩岩石整体完整性差，风化容易破碎。岩石质量等级划为Ⅳ级。岩体结构类型属于层状结构（Ⅱ1），顶板岩体质量等级属于一般，岩体质量

量为中等—良。据此，认为矿体及矿体顶底板围岩稳定性为基本稳定，在破碎带发育密集地段，会产生小规模顶板塌落、掉块、侧壁剥落现象，局部需要支护。

矿山开采地表容易引发的地质问题为崩塌、滑坡、泥石流等。

矿山道路及其他设施的修建破坏了原有地形地貌，容易引起崩塌自然灾害。

矿区受大气降雨及暴雨的影响，在地表破坏的区域及水沟中容易引发小规模的泥石流，对矿山道路产生破坏。

2.3.5 矿床地质

2.3.5.1 矿床地质特征

萨喀尔得铜矿赋存于上泥盆统克兹尔塔格组（D3k）灰白色、黄褐色蚀变石英砂岩中，受构造及热液的影响，矿区内铜矿体呈脉状、似层状分布。

矿区内圈定了 10 条铜矿体。编号为 I-1 号矿体、I-2 号矿体、I-3 号矿体、I-4 号矿体、II-1 号矿体、II-2 号矿体、II-3 号矿体、III-1 号矿体、III-2 号矿体（隐伏矿体）、III-3 号矿体。北段包含 I-1 号矿体、I-2 号矿体、I-3 号矿体、I-4 号矿体、II-1 号矿体、II-2 号矿体、II-3 号矿体，南段包含 III-1 号矿体、III-2 号矿体（隐伏矿体）、III-3 号矿体。矿体呈 NE 向展布，北段矿体走向 38° — 65° ，南段矿体走向 50° 。

北段矿体分布在勘查线 0 号—18 号勘查线之间，施工完成了 20 个钻孔，探槽 22 条，圈出大小铜矿体 7 条。南段矿体分布在勘查线 1 号—17 号勘查线之间，施工完成了 18 个钻孔，探槽 14 条，圈出大小铜矿体 3 条。

III-1 号矿体属于小型—中型规模，其他矿体都属于小型规模。III-1 号矿体资源量占总资源量的 78.74%，其他矿体占资源量的 32.45%。III-1 号矿体为主要矿体，次要矿体有 6 条（I-1 号矿体、I-2 号矿体、I-3 号矿体、II-1 号矿体、II-2 号矿体、III-2 号矿体），其他矿体为 I-4 号矿体、II-3 号矿体、III-3 号矿体。

矿体地表控制最高标高 +3532.26m（I-1 号矿体，TC1403），最低标高 3302m（III-1 号矿体，TC1701），相对高差 230.26m。钻孔控制矿体最低标高 3271m（III-1 号矿体，ZK1102），控制矿体最大斜深 135m（III-1 号矿体，ZK0502）。

2.3.5.2 矿体特征

（1）主要矿体特征

III-1 号矿体为矿区内主要矿体，位于勘查线 1 号、3 号、5 号、7 号、9 号、11 号、13 号、15 号、17 号勘查线之间。矿体规模为小型—中型。

III-1 号矿体分布矿区 1 号-17 号勘查线之间，平面上 NE 向展布，呈“脉状”、“似层状”产出，有“膨大缩小”变化。矿体长度 840m，倾向 315° - 325° ，倾角 39° - 47° 。矿体标高在 3388m 至 3271m 之间，控制最大斜深 135m。

矿体单工程最小厚度 1.03m，最大厚度 12.27m。矿体平均厚度 4.49m，变化系数 74.5%，厚度变化程度较稳定。单工程矿体最低品位为 0.23%，最高平均品位为 Cu3.88%，品位变化系数为 112.86%，品位变化程度较均匀。

(2) 次要矿体特征

1) I-1 号矿体

I-1 号矿体分布矿区最北部，平面上北东向展布，“脉状”产出，形态为“透镜状”，有“膨大缩小”变化。矿体在 F₁ 断层上部上泥盆统克兹尔塔格组的石英砂岩中。地表矿体被第四系残坡积物覆盖。

地表控制矿体长度 315m，深部沿倾向方向控制矿体延伸 55m 至 65m。矿体长度 297m，倾向 318° ，倾角 62° 。矿体标高在 3532m 至 3447m 之间，矿体控制最大斜深 66m。

矿体分布在 16 号-18 号勘查线之间，地表有 4 个探槽工程控制，深部有 3 个钻孔控制，单工程最小厚度为 1.06m，单工程最大厚度为 6.95m，矿体平均厚度 2.91m，变化系数 81.43%，厚度变化程度较稳定。

I-1 号矿体有 6 个见矿工程控制，矿体中单样品最低品位为 Cu0.03%，最高品位为 Cu6.37%，矿体加权平均品位为 Cu0.76%，品位变化系数为 153.82%，品位变化程度不均匀。

2) I-2 号矿体

I-2 号矿体分布在矿区北部，I-1 号矿体西南，I-3 号矿体的上部，平面上北东向展布，“脉状”产出，形态为“透镜状”，有“膨大缩小”变化。矿体在 F₁ 断层上部上泥盆统克兹尔塔格组的石英砂岩中。地表矿体被第四系残坡积物覆盖。

矿体长度 208m，倾向 325° - 347° ，倾角 45° - 48° 。矿体标高在 3450m 至 3398m 之间，矿体控制最大斜深 51m。

矿体分布在 6 号-16 号勘查线之间，地表有 7 个探槽工程控制，深部有 6 个钻孔控制，单工程最小厚度为 0.48m，单工程最大厚度为 7.1m，矿体平均厚度 4.7m，变化系数 51.07%，厚度变化程度稳定。I-2 号矿体向深部延伸，在 ZK0801 钻孔矿体厚度变大，再向深部厚度有变薄趋势。

矿体中单样品最低品位为 Cu0.007%，最高品位为 Cu3.36%，矿体加权平均品位为 Cu1.09%，品位变化系数为 98.59%，品位变化程度较均匀。

3) I-3 号矿体

I-3 号矿体分布矿区北部, I-2 号矿体下部, 平面上 NE 向展布, “脉状”产出, 形态为“透镜状”, 有“膨大缩小”变化。矿体在 F1 断层上部上泥盆统克兹尔塔格组的石英砂岩中。

地表矿体被第四系残坡积物覆盖。矿体长度 227m, 倾向 $318^{\circ}-347^{\circ}$, 倾角 $48^{\circ}-65^{\circ}$ 。矿体标高在 3400m—3478m 之间, 矿体控制最大斜深 45m。

矿体分布在 6 号-16 号勘查线之间, 地表有 7 个探槽工程控制, 深部有 6 个钻孔控制, 单工程最小厚度 1.95m, 最大厚度 6.27m。平均厚度 3.55m, 变化系数 47.03%, 厚度变化程度稳定。矿体向深部在 ZK0801 钻孔矿体厚度变大, 再向深部厚度有变薄趋势。

单样品最低品位为 Cu0.038%, 最高品位为 Cu12.06%, 矿体加权平均品位为 Cu1.43%, 品位变化系数为 142%, 品位变化程度较均匀。

4) II-1 号、II-2 号矿体、III-2 号矿体

II-1 号矿体分布在矿区中部, 向东北延伸, 被断层 F3 阻断, 向西南延伸被 F4 阻断。矿体向两端延伸变薄逐渐尖灭。平面上北东向展布, 呈“脉状”、“透镜状”产出, 有“膨大缩小”变化。矿体在 F1 断层上部上泥盆统克兹尔塔格组的石英砂岩中。地表矿体被第四系残坡积物覆盖。

矿体长度 343m, 倾向 $300^{\circ}-328^{\circ}$, 倾角 $50^{\circ}-65^{\circ}$ 。矿体标高在 3402m 至 3302m 之间, 矿体控制最大斜深 59m。

矿体分布在 1 号-6 号勘查线之间, 地表有 11 个探槽工程控制, 深部有 11 个钻孔控制, 单工程最小厚度 0.37m, 最大厚度 14.84m。矿体平均厚度 5.74m。

变化系数 79%, 厚度变化程度较稳定。矿体向深部延伸, 厚度有变薄趋势。

样品最低品位为 Cu0.03%, 最高品位为 Cu14.47%, 矿体加权平均品位为 Cu1.3%, 品位变化系数为 141.21%, 品位变化程度较均匀。

II-2 号矿体分布在矿区中部, 向东北延伸, 被断层 F3 阻断, 向西可能与 II-1 号矿体合并, 为 II-1 号矿体的支脉。矿体向两端延伸变薄逐渐尖灭。平面上北东向展布, 呈“脉状”、“透镜状”产出, 有“膨大缩小”变化。矿体在 F1 断层上部上泥盆统克兹尔塔格组的石英砂岩中。地表矿体被第四系残坡积物覆盖。

矿体长度 118m, 倾向 328° , 倾角 65° 。矿体标高在 3412m 至 3336m 之间, 矿体控制最大斜深 54m。

矿体分布在 1-1 号-6 号勘查线之间, 地表有 6 个探槽工程控制, 深部有 3 个钻孔控

制，单工程最小厚度 1.97m，最大厚度 8.56m。矿体平均厚度 3.35m，变化系数 92.78%，厚度变化程度较稳定。矿体向深部延伸，厚度有变薄趋势。

样品最低品位为 Cu0.22%，最高品位为 Cu8.18%，矿体加权平均品位为 Cu1.38%，品位变化系数为 120.7%，品位变化程度较均匀。

III-2 号矿体分布矿区南部，矿体赋存上泥盆统克兹尔塔格组的石英砂岩中。呈“脉状”、“似层状”产出，有“膨大缩小”变化。矿体长度 120m，倾向 318° -320°，倾角 40° -50°。矿体为隐伏矿体。

矿体标高在 3348m 至 3285m 之间，矿体控制最大斜深 115m。

矿体分布在 5 号-7 号勘查线之间，地表探槽未见到矿化，深部有 3 个钻孔控制，单工程最小厚度 1.58m，最大厚度 5.52m。矿体平均厚度 2.96m，变化系数 74.99%，厚度变化程度较稳定。

矿体中单样品最低品位为 Cu0.21%，最高品位为 Cu1.32%，矿体加权平均品位为 Cu0.6%，品位变化系数为 75.54%，品位变化程度较均匀。

5) 其他矿体

其他矿体规模小，见矿工程较少，矿体呈透镜状分布。

表 2.3-1 阿合奇县萨喀尔得铜矿矿体特征一览表

矿体编号	控矿工程数	空间位置		矿体长度 (m)	规模			控制最大斜深 (m)	品位 (%)			产状 (。)		备注
		平面 (勘查线)	垂直高程 (m)		厚度 (m)		变化系数		Cu		变化系数	倾向	倾角	
					极值	均值			极值	均值				
I-1	7	16 线-18 线	3532-3447	297	1.06-6.95	2.65	83.96	66	0.03-6.37	0.97	153.07	318	62	
I-2	12	6 线-16 线	3450-3398	208	0.48-7.1	4.41	56.02	51	0.007-3.36	0.95	95.49	325-347	45-48	
I-3	11	6 线-16 线	3400-3478	227	1.95-6.27	3.55	47.03	45	0.038-12.06	1.71	141.99	318-347	48-65	
I-4	1	10		47		0.44		15		0.47		325	60	小透镜体
II-1	19	1 线-6 线	3402-3302	343	0.37-14.84	5.74	79	59	0.03-14.47	1.79	141.26	300-328	50-65	
II-2	7	1-1 线-6 线	3412-3336	118	0.43-8.56	3.35	92.78	54	0.22-8.18	1.61	120.72	328	65	分支矿脉
II-3	1			36		0.34				23.82		328	65	小透镜体
III-1	31	1 线-17 线	3388-3271	840	1.13-12.27	4.57	71.91	135	0.013-7.12	1.24	114.8	315-325	39-47	
III-2	3	5 线-7 线	3348-3285	120	1.58-5.52	2.98	74.99	115	0.21-1.32	0.6	75.54	318-320	40-50	隐伏矿体
III-3	2	15 线	3324-3286	60	1.66-2.83	2.25		48	0.22-1.26	0.79		320	55	透镜体

2.3.5.3 矿石质量特征

(1) 矿物成分

矿石中主要硫化矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、少量斑铜矿及微量铜蓝、方铅矿、黝铜矿、铅铋矿等。氧化矿物为褐铁矿、孔雀石、硅孔雀石、蓝铜矿、水胆矾等。脉石矿物为石英、长石、绿泥石、白云石、方解石、少量绢云母、绿帘石，黑云母、白云母等。微量金红石、锆石等。

(2) 矿石结构构造

矿石结构以他形粒状晶结构为主，次为半自形—他形粒状晶结构、液滴状和单晶粒状结构。黄铜矿为主要的铜矿物，在光片中常见，呈它形粒状，粒度较粗，一般在 0.01—5mm 之间，呈斑点状、团块状分布。矿石构造主要有稀疏浸染状构造、浸染状构造、网格状构造、细脉状，其中以浸染状构造为主。不均匀浸染构造是由原生硫化物黄铜矿、黄铁矿在矿石中呈不均匀分布所造成的。多以斑点状、团块状、脉状等方式产出，多沿裂隙充填。

(3) 矿石类型

矿石类型以氧化矿石为主，主要为半自形—他形粒状结构、他形粒状结构等。次为交代残留结构、包含结构和纤维状结构。

(4) 矿石化学成分

根据岩石光谱半定量分析结果(表 2.3-2)，岩石、矿石化学全分析结果表(表 2.3-3)，矿石 X 荧光半定量分析结果(表 2.3-4)，岩矿石化学分析结果(表 2.3-5)，矿石主要有用组分为铜，其他元素偏低。

表 2.3-2 岩石光谱半定量分析结果

样品编号	Cd	Nb	As	Bi	Yb	Sb	Zr	Cr	Pb	Ti	W
148SGP-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
148SGP-2	/	/	/	/	/	/	/	10	/	/	/
148SGP-4	/	/	/	/	/	/	800	10	/	/	/
148SGP-5	/	/	/	/	/	/	/	50	20	1000	/
148SGP-6	/	/	/	/	/	/	/	10	/	/	/
148SGP-7	/	/	/	3	/	/	300	20	40	3000	
148SGP-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
148SGP-2	/	10	1	/	/	50	/	20	/	10	
148SGP-4	/	/	1	/	/	50	/	20	/		
148SGP-5	/	20	/	1	50	10000	0.8	100	/	10	
148SGP-6	/	10	2	/	/	30	/	100	/		
148SGP-7	1000	20	10	3	20	60	0.3	20	/	10	

表 2.3-3 矿石化学全分析结果表

送样号	$\omega(\text{g})/\mu\text{g/g}$			$\omega(\text{g})/\%$												
	Au	Ag	Hg	Cu	Pb	Zn	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P	WO ₃	Mo	SiO ₂	S	As	Bi
岩石	0.02	0.68		0.003	0.014	0.003	3.87	0.53	6.34	0.055	0.003	0.004	49.68	3.14	0.005	0.001
矿石	0.03	2.46		0.36	0.028	0.009	2.17	1.95	4.60	0.066	0.002	0.007	60.58	0.31	0.002	0.001
岩石	0.03	0.29		0.008	0.011	0.012	3.33	1.46	2.01	0.077	0.001	0.006	62.67	0.015	0.001	0.001
岩石	0.03	0.75		0.046	0.011	0.007	2.80	1.30	3.61	0.070	0.002	0.012	60.78	0.15	0.001	0.001
矿石	0.03	8.11		3.11	0.010	0.021	0.07	0.05	24.88	0.010	0.001	0.023	3.46	2.36	0.024	0.003

表 2.3-4 矿石X 荧光半定量分析结果

元 素	P	Cu	Ca	Si	K	Pb	Co
含量/%	0.017	0.96	5.51	23.23	0.23	0.003	0.004
元 素	Zn	Al	Cl	Mg	Mn	Na	Sn
含量/%	0.008	0.83	0.056	1.15	0.38	0.14	0.001
元 素	Mo	Fe	Ti	Zr	Sr	Bi	WO ₃
含量/%	0.008	9.25	0.056	0.018	0.016	0.011	0.003

表 2.3-5 多元素分析结果表

项 目	Cu	S	CaO	TFe	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O
含量/%	1.00	0.64	7.44	9.30	1.14	2.55	0.24
项 目	Na ₂ O	SiO ₂	Mn	P*	Sb*	Ag*	Au*
含量/%	0.15	61.33	0.38	129	7.66	4.9	0.06
项 目	Ni*	Bi*	Mo*	Co*	Pb*	Zn*	As*
含量/%	25.70	14.44	50.78	25.40	16.60	66.60	77.89

注：标“*”号的元素含量为g/t。

矿石化学多元素分析结果表明，矿石中主要可回收的元素为铜，银和硫达到伴生综合回收标准，其他伴生有益元素含量较低。有害元素为 As 和 MgO，As 含量较低对矿石的选冶无影响，但 MgO 对选冶工作造成一定影响，应注意铜精矿中氧化镁含量。

(5) 矿体的氧化带特征

为了解矿体氧化深度，正确划分矿石类型，在矿石化学成分分析的基础上，对其进行化学物相分析，本次工作分别在探槽及钻孔中系统采集了具有代表性的物相分析样，2014 年物相样分析结果及氧化率计算表 2.3-6，2023 年物相分析结果及氧化率统计表 2.3-7。按公式： $(\text{氧化铜})/(\text{氧化铜}+\text{硫化铜})\times 100\%$ ，计算氧化率。氧化物中金属含量 $>30\%$ 时为氧化矿，氧化物中金属含量 $10\%—30\%$ 时为混合矿，氧化物中金属含量 $<10\%$ 时为硫化矿，样品的采样深度及氧化率见表 2.3-6。

表 2.3-6 2014 年地表物相分析结果及氧化率计算表

样号	全铜	氧化铜	硫化铜	结合氧化铜	硫酸铜	氧化铜比例 (%)	矿石类型
148ZH4-1	2.20	0.72	0.91	0.38	0.00	33	氧化矿
148ZH4-2	2.40	1.44	0.66	0.07	0.00	60	氧化矿
148ZH4-3	0.92	0.31	0.05	0.53	0.18	34	氧化矿
148ZH4-4	4.46	1.12	2.73	0.14	0.00	25	混合矿

148ZH4-5	4.73	1.59	2.29	0.39	0.00	34	氧化矿
148ZH4-6	1.76	0.91	0.56	0.18	0.00	52	氧化矿
148ZH4-7	6.12	3.29	2.17	0.32	0.00	54	氧化矿
148ZH4-8	2.11	0.81	0.99	0.17	0.00	38	氧化矿

2014 年在地表 I-1、I-2、I-3 号矿体采取了 8 件物相分析,矿石类型以氧化矿为主。

根据物相分析结果及野外观察上部以氧化矿为主,氧化矿深度在 85m,混合矿在 85m—113m。根据采样标高统计标高在 3363.6—3532.5m。标高 3363.6—3277.3m 矿石类型以混合矿石为主,硫化矿石较少。从目前控制矿体延伸看,矿区内矿石为氧化矿+混合矿。

6、围岩与夹石

矿体的直接围岩为上泥盆统克兹尔塔格组 (D₃k) 第二岩性段的岩屑石英砂岩,其产状与矿体产状基本一致,矿体中的夹石为岩屑石英砂岩,夹石厚度 3—5m。

围岩中一般不含矿,部分石英砂中含有少量的细脉浸染状铜,品位高但是厚度小一般为 0.2—10cm。根据岩石全分析,岩石中有益组分含量较少,达不到利用价值。多数矿体与围岩的界线十分清晰,有利于矿床开采并降低采矿贫化率。

矿体内无夹石或有很少夹石,夹石成分一般为石英砂岩呈透镜状产于矿体内,与矿体为同生沉积成岩产物,产状一致,规模较小。矿石与夹石一般岩性差异较大,界线较清晰,采矿中易于剔除。

I-1 号、I-2 号、I-3 号、II-1 号、II-2 号矿体为脉状、透镜状分布于石英砂岩中,它们的矿体围岩为石英砂岩。III-1 号、III-2 号矿体呈似层状分布于石英砂岩中。

2.3.6 环境地质

矿区位于南天山地向斜褶皱带与塔里木地台接合处,地质构造复杂,总的构造线自西向东由东西走向转为北东向。新构造运动的另一种形式是现代地震活动频繁,四级以下微小地震十分频繁,根据收集的资料,调查区地震多集中于哈拉奇一带,五级及以上地震又分为北西向和东西向两个带,尤其以调查区南部最为明显。矿区内地震动峰值加速度为 0.2g,对应地震基本烈度Ⅷ度区,调查区区域地壳稳定性属次级稳定区。

矿区地震设防烈度为Ⅷ度,地震动峰值加速度为 0.2g,属次级稳定区。设计地震分组为第三组,场地土为坚硬场地,场地类别为Ⅱ类,根据建筑抗震设计规范,该区内的建筑设计应按抗震设防基本烈度Ⅷ度的要求进行抗震设计,在开采过程中要做好地震的相关预防措施,需做好抗震设计,并加强抗震和工程措施。

矿区距离最近的哈拉奇乡 25km,周边 2km 范围内无人居住和其他建筑物,社会环

境质量简单。经在新疆维吾尔自治区自然资源厅查询系统查询，矿区与国家划定的功能区没有发生重叠，不在旅游区、文物保护单位、自然保护区内。自然地理环境质量简单。

采矿可能产生局部地表变形，对地质环境有一定的破坏，区内无热害，地表水水质较好。矿石和废石化学成分基本稳定，无其他环境地质隐患。所以，矿区环境地质类型基本符合第二类，矿区地质环境质量中等。

矿区地壳稳定性属次级稳定区，地质灾害主要可能为地震的发生，注意防范；采矿活动会造成局部地表变形，粉尘会对人体和环境造成一定的影响。岩矿石化学成分基本稳定，矿石和废石不易分解有害组分，无放射性。

依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/T 12719-2021）环境地质评价的划分原则，确定矿区地质环境类型属第二类，矿区地质环境质量中等。

2.3.7 矿岩稳定性研究

2.3.7.1 矿区构造

（1）断裂构造

矿区内断裂构造较为发育，主要分为两组，一组（F1、F2 层间断层）走向大致为 $219^{\circ} \sim 248^{\circ}$ ，倾向 NW，倾角约 $50^{\circ} \sim 76^{\circ}$ ，为矿区主要断层，其走向为 NE—SW 向，属正断层。另一组（F3、F4）为次级小断层，走向 $260^{\circ} \sim 270^{\circ}$ ，为平推断层，长度 300—500m。

其中 F1 和 F2 断层是 NE—SE 向区域挤压作用下，地层间薄弱带所形成的压扭性构造体系，为较早期形成的构造，而 F3、F4 平推断层在 F1、F2 断层后形成。

（2）褶皱构造

矿区位于阿尔巴切依切克箱状背斜东南，地层整体呈 NW 倾，产状 $295^{\circ} \sim 347^{\circ} \angle 34^{\circ} \sim 76^{\circ}$ ，个别地段由于断裂构造作用影响及重力弯滑作用而呈 S 倾。

（3）断层构造对矿体分布影响

矿区东北部为小型褶皱为早期岩层形成的小型褶皱，岩层总体倾向北西，褶皱与成矿没有直接关系。

矿区内次级小褶皱构造较为发育，可见由于断裂构造作用造成岩层波状弯曲而形成小的背形和向形构造。另外在 F1 断裂构造的两侧，由于断层的挤压作用造成岩层强烈变形而形成各种褶皱。

2.3.7.2 矿岩物理学性质

根据《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》，矿体主要赋存在石英砂岩中。岩石致密层状，性质较坚硬，局部发育软弱夹层和构造破碎带，RQD 值一般为 32%~56%，平均

为 42%，岩体完整性差。

生物碎屑灰岩为矿体间接底板，干燥状态下单轴抗压强度为 86.83-178MPa，饱和状态下单轴抗压强度为 71.9-105.3MPa，岩石坚硬程度为第一类坚硬岩；石英砂岩为铜矿体直接的围岩，干燥状态下单轴抗压强度为

39.1-58MPa，饱和状态下单轴抗压强度为 34.7-50.5MPa，岩石坚硬程度为第二类较硬岩；砂质粉砂岩为铜矿体顶板，干燥状态下单轴抗压强度为 12.73-34.9MPa，饱和状态下单轴抗压强度为 7.9-31.2MPa，岩石坚硬程度为较软岩-软岩；自然状态下内摩擦角 $29^{\circ} 15' \sim 35^{\circ} 42'$ ，饱和状态下内摩擦角 $29^{\circ} 56' \sim 35^{\circ} 38'$ 。

因《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》缺少岩石物理学实验，部分围岩缺少凝聚力及内摩擦角等参数，本次边坡稳定性分析数据参考类似矿山，建议建设单位在后续开展详细的矿岩物理学实验，给矿山的稳定生产提供保障，矿岩物理学性质见表 2.3-7。

表 2.3-7 矿岩物理学性质表

岩石名称	抗压强度 (MPa)	RQD 值 (%)	抗剪强度		备注
			内摩擦角 (度)	凝聚力 (MPa)	
石英砂岩	34.70	42.00	$26^{\circ} 00'$	8.00	干性
砂质粉砂岩	7.90	8.32	$29^{\circ} 15'$	3.28	干性
第四系			$15^{\circ} 00'$	0.03	干性

2.3.7.3 矿区岩体分类

石英砂岩为铜矿体直接的围岩，本次稳定性分析岩石以石英砂岩为主，根据《工程岩体分级标准》(GB/T50218-2014)中岩石饱和单轴抗压强度 R_c 与岩石坚硬程度的对应关系，本矿山，岩体抗压强度为 34.7~50.5MPa，均属于较坚硬岩，对应关系见表 2.3-8。

表 2.3-8 R_c 与岩石坚硬程度的对应关系表

R_c (MPa)	>60	60~30	30~15	15~5	≤ 5
坚硬程度	硬质岩		软质岩		
	坚硬岩	较坚硬岩	较软岩	软岩	极软岩

2.3.7.4 岩体基本质量分级

岩体基本质量指标 BQ 由岩体坚硬程度及完整程度组合确定，根据分级因素的定量指标 R_c 与岩体完整性指数 K_v (矿体顶、底板岩层较完整稳固，取 0.7)，计算如下：

$$BQ = 100 + 3R_c + 250K_v$$

计算得 BQ 岩体=426.50

岩体基本质量分级标准见表 2.3-9。

表 2.3-9 岩体基本质量分级表

岩体基本质量级别	岩体基本质量的定性特征	岩体基本质量指标 (BQ)
I	坚硬岩, 岩体完整	>550
II	坚硬岩, 岩体较完整 较坚硬岩, 岩体完整	$550 \sim 451$
III	坚硬岩, 岩体较破碎 较坚硬岩, 岩体较完整较软岩, 岩体完整	$450 \sim 351$
IV	坚硬岩, 岩体破碎 较坚硬岩, 岩体较破碎~破碎较软岩, 岩体较完整~较破碎软岩, 岩体完整~较完整	$350 \sim 251$
V	较软岩, 岩体破碎 软岩, 岩体较破碎~破碎 全部极软岩及全部极破碎岩	≤ 250

根据上表, 本矿山岩石属于Ⅲ类岩体。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 开采现状

该矿山为新建矿山, 目前尚未进行任何开采, 无任何设施。

2.4.2 建设规模及工作制度

2.4.2.1 地质储量及范围

矿区铜矿体由 10 条矿体组成, 总体 NE 向延伸, “似层状、脉状”展布, 矿体长度 36m—840m。

矿区内圈定了 10 条铜矿体, 对 7 条矿体进行了资源量估算, 其他 3 条矿体属于单工程控制矿体, 未进行资源量估算。资源量估算截止日期 2023 年 12 月 31 日。Ⅲ-1 号主矿体第Ⅱ勘查类型, 小型—中型规模, I-1、II-1 号、II-2 号矿体为第Ⅲ勘查类型, 小型规模, I-2、I-3 号矿体为第Ⅱ-Ⅲ勘查类型, 小型规模。

核实报告采用《地质勘查规范铜、铅、锌、银、镍、钼矿》(DZ/T 0214-2020) 中规定的铜矿床一般工业指标和伴生组分评价指标为依据, 因此本次确定工业指标为:

铜边界品位: 0.20%

铜最低工业品位: 0.40%

最小可采厚度 (真厚度): 1m

夹石剔除厚度 (真厚度): 2m

当矿体厚度小于最小可采厚度时, 采用米百分值计算: Cu 为 $0.4m \cdot \%$ 。

2、伴生组分指标的确定

地质矿产行业标准《矿产地质勘查规范铜、铅、锌、银、镍、钼》铜矿床伴生有益组分矿产综合评价指标表 2.4-1。

表 2.4-1 伴生有益组分矿产综合评价指标表

组 分		Pb	Zn	Mo	Co	WO ₃	Sn	Ni	S	Bi	Au	Ag	Cd、Se、Te、Ga、 Ge、Re、In、Tl
含 量	%	0.2	0.2	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1	1	0.05			0.001
	g/t										0.1	1	

对铜矿床内可综合开发利用的 Ag、S 作为伴生有用组分进行评价，其评价指标如下。

Ag 质量分数：1.00g/t

S 质量分数：1%

通过详查工作，对 7 条矿体进行资源量估算，截至 2023 年 12 月 31 日，矿区查明铜矿矿石资源量共计 $316.3 \times 10^4 \text{t}$ ，铜矿体品位 1.20%，铜金属量为 $3.80 \times 10^4 \text{t}$ 。其中控制资源量为 $156.52 \times 10^4 \text{t}$ ，铜平均品位 1.49%，铜金属量为 $2.27 \times 10^4 \text{t}$ ；推断资源量为 $159.78 \times 10^4 \text{t}$ ，铜平均品位 0.92%，铜金属量为 $1.53 \times 10^4 \text{t}$ 。矿石中除有用组分 Cu 外，伴生有用组分有 Ag、S。

详查工作中对 Ag、S 矿未进行单独控制和基本分析，仅作为伴生矿产进行综合评价。矿石伴生有益组分 Ag 含量变化范围 2.18g/t-39.89g/t，平均含量 9.45g/t；S 含量变化范围 0.21%—3.41%，平均含量 1.41%。伴生矿产为矿石资源量与区内铜的矿石量（KZ+TD）范围相同。利用铜矿矿石资源量乘以 Ag、S 的综合品位计算伴生金属资源量，Ag 资源量约为 29890.34kg，S 矿资源量为 44598.28t。

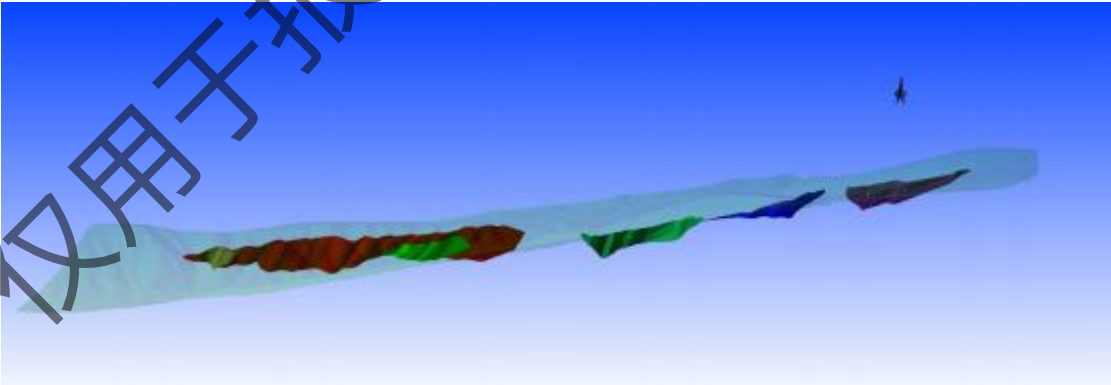


图2.4-1 矿体空间关系位置图

详查工作中对 Ag、S 矿未进行单独控制和基本分析，仅作为伴生矿产进行综合评价。矿石伴生有益组分 Ag 含量变化范围 2.18g/t-39.89g/t，平均含量 9.45g/t；S 含量变化范围 0.21%—3.41%，平均含量 1.41%。伴生矿产为矿石资源量与区内铜的矿石量（KZ+TD）范围相同。利用铜矿矿石资源量乘以 Ag、S 的综合品位计算伴生金属资源量，Ag 资源量约为 29890.34kg，S 矿资源量为 44598.28t。

源量，Ag 资源量约为 29890.34kg，S 矿资源量为 44598.28t。

表 2.4-2 矿体资源量估算总表

矿体编号	资源量类别	矿石量 (t)	金属量 (t)	平均品位 (%)
I-1	TD	143394.76	1207.47	0.84
I-2	KZ	10877.39	129.50	1.19
	TD	63790.42	691.48	1.08
I-3	KZ	9224.57	137.86	1.49
	TD	62171.67	770.07	1.24
II-1	KZ	229509.48	2799.72	1.22
	TD	87151.02	919.79	1.06
II-2	KZ			
	TD	66324.43	847.62	1.28
III-1	KZ	1315636.15	19661.51	1.54
	TD	828972.45	8763.87	0.98
III-2	KZ			
	TD	345946.75	2145.62	0.62
合计	KZ	1565247.60	22728.59	1.49
	TD	1597751.51	15345.92	0.92
	KZ+TD	3162999.11	38074.51	1.20

2.4.2.2 矿山生产规模、服务年限

可研确定的生产规模露天开采规模为 1200t/d， 30×10^4 t/a（服务年限 5.01a）；地下开采规模为 1200t/d， 30×10^4 t/a（服务年限 4.7a）。

可研设计采用露天+地下的采矿方案，矿山总服务年限为 10a。

根据项目特点，本次分期建设分期开采。

一期建设为露天开采，基建期为 1.0a。

二期建设为地下开采，基建期为 1.0a，依据项目露天转地下开采的特点，兼顾矿山安全及生产连续性，优化设计开采范围内的开采顺序，合理安排生产进度计划。露天采矿工程生产第 4a 时，开始进入地下开采基建工程。地下采矿工程在矿区总服务年限的第 6a 达产，地下基建工程生产安排在东北部采区，第 10 年开始减产。

2.4.2.3 工作制度

矿山工作制度：年工作 250d，每天 2 班，每班 8h。

2.4.3 总图运输

企业主要由采矿区（露天开采和地采开采）、地采各平硐口场地、选矿工业场地、尾矿库、废石场、办公生活区、矿山运输道路等组成。

2.4.3.1 总体布置

(1) 采矿区

采区采用露天与地下联合开采方式，总服务年限为 10a。工业场地及运输道路按照开采时序依次建设。

(2) 地采各平硐工业场地

主要包括地采平硐、回风风井。

地采工业场地位于矿体北侧下盘，地势由喀拉铁克山脉与矿体之间的山坡、垄岗、洼地、沟壑构成，自然地形标高 3540.00m~3240m，地形起伏较大，地表建筑距离采区岩石移动边界最近距离不小于 20.00m。

地采工业场地根据采矿专业条件，在矿体下盘布置有 7 个平硐和 1 个风井回风场地。功能主要由 3 个地表平硐负责地下出矿、废石，场地设计标高为 3240m 平硐、3273m 平硐、3393m 平硐。辅助平硐场地为 3313m 平硐、3353m 回风平硐、3433m 充填平硐、3483m 平硐。

(3) 选矿工业场地

选矿工业场地位于矿区南侧，距离 2.14km 山脊东侧高地布置，自然地形标高 3430m~3460m。选矿工业场地利用地形高差，由原矿仓 3457m 依次布置破碎工段、磨浮主厂房、铜精矿浓缩机厂房、铜精滤干厂房、尾矿浓缩机、试化验室、样品加工间、药剂材料库、35kV 总降变电站、选厂生产及消防高位水池、回水高位水池、地中衡及地磅房等。

(4) 废石堆场

1 号废石堆场位于采场东南区域，拟建于露天矿道路起点东北侧 18.98m 处，2 号废石堆场位于采场东北区域，拟建于选矿工业场地西北侧 430.16m。

因露天矿废石量较大，废石堆场总体围绕露天矿进行布置。1 号废石堆场担负基建期废石的堆场，2 号废石堆场担负露天矿后 4.47a 的废石堆存。

(5) 火工品库区

火工品库区位于矿区南部，距离采矿工业场地 3.69km。

本阶段火工品库区设计为示意，炸药库具体选址及设计方案由当地民爆公司负责并应征得公安部门同意。

(6) 办公生活区

办公生活区布置于矿区西侧，临近政府-铁格热克对外道路，沟口至采矿 3240m 平硐场地距离 2.075km；场地位于采矿矿区、选厂、尾矿库的西侧，与各工业功能区之间以沟谷山体分隔，对外交通条件较好。当地主导风向上风向，自然地形标高

3120.00m~3103.00m。办公生活区包括办公楼、食堂、生活水净化站、宿舍楼等。主要场地设计标高 3107m、3112.15m，出入口设置在东侧，用地北侧集中布置 26 个停车位，满足办公生活区需求。

(7) 水源地

矿区可供利用的水源有三处。矿区内水沟主要接受大气降水、雪融水和浅层裂隙水侧向补给，矿化度 219.52mg/l，pH 值为 7.95，地下水类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4$ —Ca 型水；矿区西南 4km 的沟谷水系，主要接受大气降水、雪融水和裂隙水侧向补给，矿化度 206.94mg/l，pH 值为 7.87，地下水类型为 HCO_3 —Ca 型水；托什干河位于矿床西南方向 25km 处，主要接受大气降水和雪融水补给，矿化度 464.12 mg/l，pH 值为 8.25，地下水类型为 SO_4 —Na 型水。

矿区西侧 4km 的沟谷水系蓄水储存基本满足矿区生产、生活用水。

2.4.3.2 项目占地及工程量

本项目建设用地总面积 66.617hm²(999.25 亩)，其中采矿用地面积 4.103hm²；选矿建设用地面积 6.443hm²；排土场占地面积 10.32hm²；爆破器材库库区面积 1.050hm²。尾矿库占地面积 35.188hm²；办公生活区建设用地面积 1.254hm²；主要道路占地面积 5.353hm²；各场地联系道路 2.906hm²。

项目的土石方工程量 342293.76m³，其中挖方 -147770.29m³，填方 193510.73m³，净土方量 45740.44m³。

2.4.3.3 总平面布置

(1) 地下开采工业场地总平面布置

平硐工业场地位于山坡与沟壑区域，需在建设前期利用废石对场地进行回填与平整，以满足建设要求。总平面布置根据各专业条件进行设计，主要由 3240m 平硐、3273m 平硐和 3393m 平硐工业场地构成，共同承担矿石与废石的运输功能。

3240m 平硐口工业场地位于矿体上盘沟壑区。地表设置窄轨运输线路及矿石转运场地，产生的废石就近堆存于沟壑内，与上方废石堆场形成整体。

3273m 平硐口工业场地布置有电机车及矿车修理间、中控室、综合机修间、综合材料库、矿石转运场地及废石堆场等功能设施。

3393m 平硐口工业场地设有空压机房、配电室、矿石转运场地及废石堆场。

上述主要工业场地现状地形均为沟壑，建设时需进行回填，最高回填高度达 13m，建筑物则布置在挖方区域。

此外，在 3353m 回风平硐设有通风机房；3433m 辅助平硐口工业场地内布置充填搅拌站、水泥仓、深锥浓密机等充填设施；3547m 风井场地则设有通风机房及生产水池。

竖向布置以各平硐设计标高为基准控制场地高程。场地与道路、自然地形之间通过边坡或挡土墙进行高差衔接，尤其在矿石与废石临时堆场交界处及窄轨与原始地面存在高差的位置。

地下开采区道路按矿山临时道路标准设计，最大纵坡小于 8%，最小纵坡大于 0.3%。矿区整体排水顺应山体西向走势，雨水经道路有组织排水系统汇集后，最终排入外部河道。

(2) 办公生活区总平面及竖向布置

根据矿区总体布局，综合考虑各工业场地位置、功能分区及当地主导风向，办公生活区设置于矿区入口处海拔较低且位于工业场地上风向的位置，有效避免工业生产对办公生活的干扰。该区域对外连接哈拉奇乡农村公路，交通便利。

办公生活区主要由一栋二层办公楼、食堂、生活水净化站及两栋二层宿舍楼组成。

根据矿山人员编制测算，该办公生活区的配置可充分满足员工就餐、住宿及办公需求。

办公生活区整体地势呈南高北低，自然地形标高 3105.00m~3120.00m，主要场地按台阶式布置，道路与建筑之间通过放坡过渡。道路宽度 6m，混凝土结构，最大纵坡小于 8%，最小纵坡大于 0.3%，道路最小转弯半径 6m。整体排水顺应山体西向走势，雨水经道路有组织排水系统汇集后，最终排入外部河道。

办公生活区出入口设置在东北角，办公楼前集中布置停车位，满足办公生活区需求。

2.4.3.4 矿区运输

(1) 运输设备

外部运输采用汽车运输方式，利用外部道路，车辆采用外委方式。露天矿山内部运输采用汽车运输，地下开采采用有轨电机车运输，选厂内部采用皮带转运，尾矿由压滤厂房采用皮带运输至尾矿库内，厂区内耗材运输采用汽车运输，自备常用生产生活辅助运输设备。

表 2.4-3 主要运输设备一览表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	30t 自卸卡车	M500	台	6	采矿、选厂
2	载重汽车	CQ30290(5t)	台	2	矿区及道路
3	中型挖掘机	SY235C(2.1m³ 液压)	台	1	矿区及道路
4	中型装载机	ZL30F(5t)	台	1	铜精粉库房
5	2.0m³ 铲运机	WJ-2A	台	3	尾矿、矿石堆场共用
6	中型压路机	CLG622	台	1	尾矿、道路、废石堆场共用

7	中型洒水车	水箱容积8—12m ³	台	1	尾矿、厂区道路共用
8	120t 地磅	SCS	台	1	选厂
9	生活汽车	皮卡	辆	3	采选及办公生活区
10	中客车	15 座	辆	1	采选及办公生活区
11	3t 架线式电机车	YFC0.7-6	台	8	地下开采

(2) 运输道路

1) 外部道路

矿区交通较为便利，对外交通主要依托 S306 省道。哈拉奇乡距阿克苏市 255km，其中县境内 S306 省道段长约 169km，为三级公路标准。项目区位于哈拉奇乡西南部，自 S306 省道经哈拉奇乡农村公路至矿区入口，路程约 23km。

2) 厂外道路

根据《厂矿道路设计规范》（GB J22-1987）厂外道路主要技术指标规定，项目属于中型厂矿企业，按三级厂外道路、地形为山岭重丘的技术指标设计。

各工业场地之间的联络道路主要用于专用物料运输及作业车辆通行，根据场地位置及功能需求设置。道路宽度一般为 4 至 8m，采用砂石路面简易结构，并与外部交通节点顺畅衔接。

矿石运输根据选矿厂原矿仓的特定工艺要求，在采选场地之间设有专用道路，以满足矿石运输效率及竖向高程衔接的需要。

矿区厂外主要道路：路面宽 8.0m，最大纵坡 7%，最小转弯半径 12.0m。路面结构自上而下为：40mm 砂砾磨耗层、300mm 级配碎砾石面层、150mm 天然砂砾垫层。

矿区临时道路：路面宽 6.0m，最大纵坡 8%，最小转弯半径 12.0m。路面结构为：30mm 砂砾磨耗层、200mm 级配碎砾石面层、100mm 天然砂砾垫层。

废石场及尾矿库联络道路：按厂外四级道路标准建设，路面宽 5.0m，路基宽 6.0m，最大纵坡 8%。路面结构为：30mm 砂砾磨耗层、200mm 级配碎砾石面层、100mm 天然砂砾垫层。

3) 厂内道路

场内道路结合各建筑单体出入口及总体布局进行布设，路面宽 6.0m，最大纵坡 7%，最小转弯半径 12.0m。路面结构为：240mm 厚 C30 混凝土面层、200mm 级配碎砾石基层、150mm 天然砂砾垫层。

4) 安全设施

所有道路均在两侧设置安全车挡，并在小半径转弯、陡坡等危险路段设置“限速”、“陡坡”、“急弯”、“慢行”等安全警示标志。在急弯或视距不良的小半径曲线路段增设

道路转弯镜，保障行车安全。

(3) 消防

- 1) 本项目建筑间距按照《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 (2018 版) 执行。
- 2) 单多层厂房、乙丙丁戊类仓库之间建筑间距大于 10m，满足《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 (2018 版) 中多层厂房的建筑间距要求。
- 3) 建(构)筑场地均设有消防通道，通道宽度 $\geq 4.0\text{m}$ ，建筑均按《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 (2018 版) 要求设置疏散口。

2.4.3.5 防洪排水

- (1) **防洪标准：**本工程各主要工业场地按 20 年一遇防洪标准进行设计。

- (2) **边坡截水工程**

在春季融水期和暴雨期采矿工业场地和选矿工业场地北侧、南侧、东侧坡地产生短暂汇水，对工业场地构成一定威胁。设计在各场地挖方边坡坡顶部设置截水沟拦截边坡汇水。

本设计采选矿工业场地截洪沟采用梯形水沟，水沟底宽 1.5m，深 1.2m，沟壁坡率 1:0.5；上述水沟均采用浆砌片石砌筑，外露面水泥砂浆抹面厚 3cm。

- (3) **场地排水**

各工业场地内雨水采用明沟加盖板形式有组织的引入场地外现有排水系统，场地内采用宽 0.4~0.5m、深 0.4~0.7m 的矩形明沟，浆砌块石砌筑。

2.4.4 开采范围及开采方式

2.4.4.1 开采范围

2025 年 10 月 14 日新疆维吾尔自治区自然资源厅颁发的采矿许可证 (证号 XC6500002025103200000055，有效期至 2035 年 10 月 14 日) 批准开采范围由 5 个拐点圈定，拐点坐标***涉密，矿区面积 1.7888km²，批准开采标高从 3546—3240 米。

2025 年 12 月新疆有色冶金设计研究院有限公司编制的《阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程可行性研究》确定的开采方式采用露天+地下开采。

露天开采范围为 3290m 标高以上 III-1、III-2 号矿体，为山坡露天开采；

设计该矿山 III-1、III-2 深部 3290m 标高至 3240m 标高及 II-1、II-2、I-2、I-3、I-1 号矿体选择采用地下开采。

2.4.4.2 开采方式

本次采矿工程项目分期开采，一期露天开采、二期地下开采。

根据矿体的赋存条件，III-1、III-2 号矿体出露地表，埋深约 135m，矿体平均厚度 4.49m，矿体厚度较薄，且 III-1、III-2 号矿体的地形较为复杂，露天运输道路工程量较大，剥采比较高达到 25.3:1t/t，则 3290m 以上采用露天开采相比地下开采经济上更合理。露天转入地下开采时，需留设 20m 的安全顶柱用于保证地下开采的安全性。

其余矿体由于埋藏较深，露天开采需要剥离大量废石，以至于采矿成本较高，采用地下开采相对合理。

2.4.5 露天开采

2.4.5.1 开采顺序

根据选定的露天开采方式、矿山自然地形条件和矿体赋存条件，按照安全规程规定，设计采用自上而下水平分层开采的开采顺序，同水平开采时垂直矿体走向推进。

2.4.5.2 露天开采境界

依据矿区自然地形条件和设计确定的露天开采境界参数，设计圈定了露天开采境界。坑内运输道路出入沟布置在露天开采境界的北东侧。

表 2.4-5 矿区露天开采境界主要参数表

序号	项目	单位	数值	备注
一	露天开采境界圈定结果			
1	境界最高标高	m	3400	
2	境界最低标高	m	3290	
3	最大采剥深度	m	110	
4	境界上口尺寸	m	1064×189	长×宽
5	境界下口尺寸	m	219×25	长×宽
6	封闭圈标高	m	/	此采坑山坡型露天矿，无封闭圈
7	出入沟宽度	m	16	
8	出入沟标高		3290	
二	最终边坡构成要素			
1	最终台阶高度	m	10	
2	最终台阶坡面角	度	65	顶部台阶 45
3	最终边坡角	度	18-48	
4	安全平台宽度	m	4	
5	清扫平台宽度	m	8	
6	运输平台宽度	m	15	
三	运输道路参数			
1	运输道路最大纵坡	%	8	
2	运输道路平均纵坡	%	6.5	
3	道路最小回头曲线半径	m	16	

表 2.4-6 露天境界内矿岩量表

台阶 (m)	采剥总量	剥离量	矿石量	平均剥采比
--------	------	-----	-----	-------

	10 ⁴ t	10 ⁴ m ³	10 ⁴ t	10 ⁴ m ³	10 ⁴ t	10 ⁴ m ³	t/t	m ³ /m ³
3380	73.71	27.30	73.71	27.30	0.00	0.00	/	/
3370	119.65	44.30	118.72	43.97	0.93	0.33	127.41	131.66
3360	152.81	56.52	146.79	54.37	6.02	2.16	24.37	25.18
3350	167.99	62.04	152.89	56.63	15.10	5.41	10.13	10.46
3340	170.48	62.83	144.52	53.53	25.96	9.30	5.57	5.75
3330	170.71	62.86	139.96	51.84	30.75	11.02	4.55	4.70
3320	126.40	46.44	94.59	35.03	31.82	11.40	2.97	3.07
3310	64.03	23.43	40.08	14.84	23.96	8.59	1.67	1.73
3300	25.22	9.23	15.68	5.81	9.54	3.42	1.64	1.70
3290	13.08	4.77	6.77	2.51	6.31	2.26	1.07	1.11
合计	1084.08	399.72	933.70	345.81	150.39	53.90	6.21	6.42

露天境界矿石量 $150.39 \times 10^4 \text{t}$ ，剥离废石量 $933.7 \times 10^4 \text{t}$ ，平均剥采比

6.21t/t。

2.4.5.3 工作制度、生产规模及服务年限

露天矿生产采用：250d/a，2班/d，8h/班的工作制度。

设计生产能力确定为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

露天开采服务年限为 5.01a。

产品方案***涉密

2.4.5.4 露天开采开拓运输系统

可研设计露天开采运输系统主要由内部运输主线和分支线路组成。运输道路采用场内直进式布置，沿山体走势由南西向北东展布。总出入沟分别位于 3290m 水平和 3310m 水平，出入沟宽度 16m。

(1) 运输线路类型

1) 运输主线

包括由露天矿北部至最终边帮上的内部运输主线、由出入沟口至选矿厂或排土场的线路。

矿石运输的流程为：采矿平台铲装—公路运输—选矿厂

废石运输的流程为：剥离平台铲装—公路运输—排土场

2) 运输支线：包括设在露天矿范围内的，作为各剥离水平分支线路。

3) 临时线路：包括设在露天矿各采剥作业平台上的联络运输线路，以及布设在露天矿内的，联系各开采水平的分支线路。

(2) 运输道路参数

运输道路宽度 15m，最大纵坡 8%，平均纵坡 6.5%，最小转弯半径 15m。纵坡限制长度

302m, 缓坡段长度 80m。考虑到道路主要分布在第四系上, 若路面不进行处理, 扬尘很大, 设计采用碎石路面, 满足三级道路要求, 并定时进行洒水作业。

开段沟选择在尽量接近矿体的位置, 纵向布置, 沿矿体上盘或下盘延伸, 掘沟方式采用汽车运输双折返调车全断面掘沟法。在上下台阶间修建临时联络道, 以满足设备调运工作, 联络道宽度 10—15m, 最大纵坡 8%。

2.4.5.5 采矿工艺

(1) 采剥方法:

根据该矿自然地形条件、矿体赋存条件及开采技术条件, 采用自上而下的水平分层采剥方法。设计从利于减少基建工程量, 减少废石剥离的不均衡对采矿的影响出发, 采用纵向采剥, 挖掘机铲装作业方式。

设计工作面沿矿体走向布置, 垂直矿体走向推进。沿山坡地形掘双壁沟, 向最终边坡方向推进, 沟底宽度为 30m。

工作台阶坡面角为 75° , 采矿台阶同时工作数为 1 个, 剥离台阶同时工作数为 2 个。最小工作平台宽度 25m, 挖掘机工作线最小长度 300m, 相邻台阶超前 100—150m。

(2) 穿孔

设计采用下向穿孔爆破方式采剥矿岩, 穿孔作业采用 4 台 KQG-150 型露天潜孔钻机 (3 台工作, 1 台备用), 孔径 150mm, 台班效率 25m/台班。垂直下向穿孔, 孔深 10.9m, 其中超深 0.9m。

台阶爆破采用小抵抗线大孔距布孔方案, 采用矩形或梅花形布孔, 孔网参数: 孔距 $\times$ 排距为 $5\times 4.3\text{m}$, 依据现场爆破情况进行优化。

同时为修整边坡、场地平整及处理岩埂, 设计配备 2 台 KG920D 型潜孔钻机, 1 用 1 备。

(3) 压气

设计采用单独供风方式, 即 1 台钻配 1 台空压机的供气方式。设计为 2 台 KQG150 潜孔钻机各配备一台移动式空压机, 共计 2 台。冷却方式: 风冷; 排气量: $3.2\sim 40\text{m}^3/\text{min}$; 排气压力: $0.7\sim 3.5\text{MPa}$; 发动机功率: $32\sim 522\text{kW}$; 压气管网至工作面用气设备之间用 50mm 胶管连接。

(4) 二次破碎

矿山采出矿石最大合格块度为 500mm, 生产规模为 1200t/d, 大块率取 7%, 则需二次破碎大块量 84t/d。大块矿石集中堆放, 采用液压锤进行二次破碎。由 1 台 EC500 挖掘机

(破碎锤版)进行破碎作业。

(5) 爆破

1) 爆破方法及材料

计采用多排孔微差爆破。爆破材料为硝铵炸药、非电雷管和导爆管，起爆器引爆。

采用 KQ920D 潜孔钻倾斜穿孔进行修坡，采用预裂爆破或光面爆破以保持采场边坡稳定。

2) 爆破参数

孔径：150mm；孔距：5.0m；排距：4.3m；孔深：10.9m；超深：0.9m；最小抵抗线：4.5m；单位炸药消耗量 $q=0.45\text{kg}/\text{m}^3$ ，单孔平均爆破量 225m^3 ，一次爆破量满足 7 天以上矿石量，为 22326m^3 ，一次爆破孔数 100 个，一次爆破炸药消耗量 10046.7kg 。

3) 爆破安全距离

露天开采的爆破类型为露天岩土爆破，爆破方法为中深孔爆破，根据以上计算并依据《爆破安全规程》规定进行选取为不小于 200m，爆破安全距离取 300m，并根据此安全距离圈定爆破警戒范围。

4) 避炮设施

设计距采场北东侧直线距离 300m 处新增移动式避炮设施，为长方形钢板箱体结构形式，其中一面留有一门，一面设置有观察窗，箱体及门钢板厚度均 $\geq 8\text{mm}$ ，建筑体积 8m^3 ，一般能容纳 5~7 人。

(6) 铲装运输

矿山年铲装总量为 $216.26 \times 10^4\text{t}$ ，矿岩由 3 台斗容为 4m^3 的 SY650H-S 型挖掘机完成，不设备用其，工作效率为 $110 \times 10^4\text{t}/\text{a}$ 。

设计共配备 8 台 50t 矿卡，备用 2 台。

(7) 辅助作业

工作面辅助作业采用轮式装载机，主要用来清理工作面、边坡清理及维护、临时装载、填塞炮孔、清理积雪等作业。按照同时工作台阶数，配备 2 台 SW955K 型轮式装载机进行辅助作业。

(8) 排水

设计在各场地挖方边坡坡顶部设置截水沟拦截边坡汇水。截洪沟采用梯形水沟，水沟底宽 1.5m，深 1.2m，沟壁坡率 1:0.5；上述水沟均采用浆砌片石砌筑，外露面水泥砂浆抹面厚 3cm。

矿体为山坡露天开采，采场内涌水通过水沟自流排出矿坑。

采剥主要设备见表 2.4-7。

表 2.4-7 主要采剥设备表

序号	设备名称	型号	单位	数量
1	露天潜孔钻机	KQG150	台	4
2	潜孔钻机	KG920D	台	2
3	装载机	SW955K	台	2
4	矿用挖掘机	SY650H-S	台	3
5	50t 矿卡	TR50	台	8
6	挖掘机（破碎锤版）	EC500	台	1

2.4.5.6 基建工程

基建工程量应满足有色金属矿山二级矿量保有期的要求。开拓矿量保有期为 1-2a，即 $30-60 \times 10^4 \text{t}$ ；备采矿量 6 个月，即 $15 \times 10^4 \text{t}$ 。设计基建期为 1 年。

基建工程量主要包括三项工作：

(1) 修建矿石和废石运输公路，使采矿和剥离工作面与破碎站及排土场之间形成完整的运输系统；

(2) 剥离部分为矿体上部覆盖层及矿体上下盘废石，为矿山生产准备出足够的工作台阶、剥离台阶，超过一年的开拓矿量及半年的备采矿石量；

(3) 开挖露天境界内排水沟、最高剥离平台截水沟，以防雨水冲刷对边坡造成危害。

表 2.4-8 基建工程量表

序号	工程名称	长度 (m)	占地面积	深度	工程量	备注
			(m ²)	(m)	(m ³)	
一	运输道路					
1	运矿道路	1000	13000	1.5	19500	出入沟口至破碎站
2	运废道路	1500	19500	1.5	29250	出入沟口至排土场
	小计	2500			48750	
二	场地平整					
1	生活区	100	8000	5	40000	
2	排土场	170	22100	2	44200	
	小计	270			84200	
三	基建剥离					
1	3380m 剥离平台	1054	103292	10	1032920	
2	3370m 剥离平台	886	75310	10	753100	
3	3360m 剥离平台	736	54464	10	544640	
4	3350m 剥离平台	686	46648	10	466480	
5	3340m 剥离平台	574	32718	10	327180	
6	3330m 剥离平台	456	22344	10	223440	
	小计	4392			3347760	

四	排水沟	1108	1108	0.5	554	
五	截水沟	1345	2690	1.5	4035	露天境界外设置
	总计	9615			3485299	

2.4.5.7 边坡监测

监测的重点主要是边坡位移及稳定性等方面，包括地表大地变形监测、地表裂缝位移监测、地面倾斜监测、边坡裂缝多点监测、边坡深部位移监测等内容。在地表监测网的布设方面重点是监测边坡位移与矿床开采的关系，并且要注意观测地表和地下水、爆破震动等对边坡稳定性的影响作用。

建立边坡位移监测系统对永久边坡进行监测，其次对涉及整体边坡稳定性的区段边坡进行监测。在监测过程中，若发现应力、位移的变化致使边坡有失稳征兆时，应及时采取工程加固或其他治理措施。另外，还可根据获得监测数据，验算边坡稳定性，并对影响边坡稳定性的影响参数进行反分析，以保证矿山生产的安全。

2.4.6 地下开采

2.4.6.1 露天转地下开采

(1) 现场根据矿山露采生产实际情况，在露天生产至第 4 年时，开始转向地采基建工作。基建工程主要布置在矿区东部的 I-1、I-2、I-3、II-1、I-2 矿体，其次考虑到地采基建期开拓，会影响露天边坡及回采顺序。要求企业露天采矿与地下基建工程不应同时爆破，爆破前应通知对方撤出危险区域。

(2) 在过渡期，必须制定严格的时空隔离措施，严禁上下重叠作业。一般情况下，应待露天开采完全结束并完成边坡处理或确认稳定后，地下才能大规模扩产。露天转地下后，通风系统由“自然通风+机械通风”转为全机械通风。需特别注意露天坑底与地下贯通后形成的“漏风通道”，防止风流短路，确保地下作业面有足够的新鲜风流。

(3) 该矿区干旱少雨，生产生活用水均需拉运，产生泥石流等灾害情况可能性较小，根据《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》AQ2061-2018 要求露天坑的截、排水系统继续保留运行。

(4) 编制雨季、汛期应急预案并每年定期预演实施。

(5) 按照《有色金属采矿设计规范》、《金属非金属矿山安全规程》要求，露天转入地下开采时，需留设 20m 的安全顶柱用于保证地下开采的安全性。根据开采顺序，矿区地下开采工作未结束前，严禁对安全顶柱进行回采和破坏。矿山地下开采作业结束后，回采安全顶柱时，应编制专项设计，方可对其进行开采。

2.4.6.2 地下开采范围

设计该矿山Ⅲ-1、Ⅲ-2 号矿体上部 3290m 标高以上采用露天开采，深部 3290m 标高至 3240m 标高采用露天开采剥采比较大，经济上已不合理，设计选择采用地下开采；可研设计该矿山Ⅱ-1、Ⅱ-2、Ⅰ-2、Ⅰ-3、Ⅰ-1 号矿体选择采用地下开采，该矿体开采标高范围为 3525m 至 3416m。设计地下开采整体标高范围为：3525m~3240m。

2.4.6.3 地下开采顺序

设计各矿段开拓系统采用自上而下的开采顺序，每个中段内采场采用先上盘后下盘，自端部向平硐口方向的后退式回采顺序。

2.4.6.4 地下开采设计利用资源量

因本矿区评审通过资源量为 $316.3 \times 10^4 \text{t}$ ，安全顶柱矿石量 $24.58 \times 10^4 \text{t}$ ，地下开采资源量仅剩余 $141.33 \times 10^4 \text{t}$ ，资源储量偏少。多方咨询综合考虑，本次地下开采推断的内蕴经济资源量暂不取可信度系数。

根据新疆维吾尔自治区矿产资源总体规划（2021—2025 年）中已明确要求，铜矿生产规模为 30 万 t/a，最低服务年限为 10 年。

根据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）中明确要求，“独立生产系统设计生产规模和服务年限应当达到国家、地方规定的最低标准，且设计服务年限不得低于 5 年”。

应要求可研设计按矿山生产规模为 30 万 t/a，经过计算露天开采服务年限为 5.01a，地下开采服务年限为 4.71a，矿山总服务年限为 10a，满足相关规定要求。

根据企业提供最新矿区深度勘探资料，深部资源储量较好，为后期地采增储提供依据，因此可以判定该矿山地下开采服务年限满足要求。

2.4.6.5 开拓运输

（1）岩体移动范围圈定

根据地表地形和矿体赋存条件以及近矿围岩稳定性，参照类似矿山实际资料，设计选定岩石错动角为：上盘为 65° ，下盘为矿体倾角，端部 65° ，对地表移动带进行圈定。

（2）中段高度

根据矿体埋藏深度、矿体赋存条件、所采用的采矿方法和开拓要求，设计确定中段高度为 50m，共设：3483m、3433m、3393m、3353m、3313m、3273m、3240m，共 7 个中段。

（3）开拓运输方案

设计经比较，推荐平硐开拓方案，设置专用通风竖井承担矿井通风功能。

井下采用平硐开拓，共设有 7 个中段，分别为 3483m、3433m、3393m、3353m、3313m、3273m、3240m。其中 3393m、3273m 为主运输中段。其余中段均为中段运输。

(4) 运输系统

地下采矿生产规模 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ，坑内运输工作制度为每年 250d，每天 2 班，每班 8h，主运输中段按 12h/d，中段运输按 11h/d。

井下采用平硐开拓，共设有 7 个中段，分别为 3483m、3433m、3393m、3353m、3313m、3273m、3240m。其中 3393m、3273m 为主运输中段。其余中段均为中段运输。

3483m、3433m 中段的矿石、废石通过溜井溜放到 3393m 中段，再通过电机车牵引矿车运输至 3393m 平硐口的矿石堆场、废石堆场。3393m 中段的矿石、废石通过主运输系统运输至 3393m 平硐口的矿石堆场和废石堆场。

3353m、3313m 中段的矿石、废石通过溜井溜放到 3273m 中段，再通过电机车牵引矿车运输至 3273m 平硐口的矿石堆场、废石堆场。3273m 中段的矿石、废石通过主运输系统运输至 3273m 平硐口的矿石堆场和废石堆场。

3240m 中段的矿石、废石通过本运输系统运输至 3240m 平硐口的矿石堆场和废石堆场。

根据采矿专业条件，同时工作 3 个中段，每天 2 班。中段运输的运输任务为 100t/班，主运输中段的运输任务为 300t/班（包含本中段的 100t/班）。

1) 主运输中段设备选型

主运输中段选择 3 列 3t 架线式电机车牵引 10 辆 YFC0.7-6 翻转式矿车，可完成主运输中段的矿石、废石的运输任务。共需要 4 辆 3t 架线式电机车（3 用 1 备），36 辆 YFC0.7-6 翻转式矿车（30 用 6 备）。

井下运输系统轨道采用 22kg/m，轨距 600mm，4#道岔。材料、设备通过电机车牵引材料车从各中段的平硐口进入到井下各个作业点。人员从各中段平硐口进入到井下各个作业点。

2) 中段运输设备选型

中段运输选择 1 列 3t 架线式电机车牵引 10 辆 YFC0.7-6 翻转式矿车，可完成单个运输中段的矿石、废石的运输任务，同时工作三个中段，且主运输中段所包含的中段运输已统计，所以其余中段运输共需要 4 辆 3t 架线式电机车（3 用 1 备），24 辆 YFC0.7-6 翻转式矿车（20 用 4 备）。

井下运输系统轨道采用 22kg/m，轨距 600mm，4#道岔。材料、设备通过电机车牵引

材料车从各中段的平硐口进入到井下各个作业点。人员从各中段平硐口进入井下各个作业点。

3) 地表运输

矿石由电机车牵引矿车运输至各平硐口的矿石临时堆场；废石由电机车牵引矿车运输至各平硐口的废石堆场。

2.4.6.6 采矿方法

当矿体倾角大于 50° ，采用分段空场嗣后充填法，所占比例 50%。当矿体倾角小于 30° ，采用上向水平分层充填采矿法，所占比例 50%。

矿体厚度 $>5\text{m}$ 采用沿矿体走向布置。

(1) 分段空场嗣后充填法

矿块布置：矿块沿走向布置，矿块长 50m，宽为矿体厚，两端各设 6m 间柱，顶柱 4m。阶段高 40m~50m，分段高 11~12m，共设 3~4 个分段，装矿巷道布置在矿体下盘。

采准工程：主要有采区斜坡道、分段凿岩平巷、出矿联络巷、出矿平巷。中段运输巷道与分段凿岩巷道之间，采用采区斜坡道连接。

切割工程：首先在中段运输巷道垂直矿体走向掘进切割平巷，再沿矿房中间掘进切割天井至矿房顶部，作为拉开切割槽的自由面。然后在切割平巷中，钻凿上向孔，爆破后形成切割槽。切割槽宽度为 2.5~3m。

回采工作：采切工程结束后，在分段凿岩巷道内，上向凿岩，扇形布孔。回采落矿采用 YGZ-90 型凿岩机中深孔凿岩，上分段凿岩巷道内凿岩爆破位置，应超前于下分段凿岩巷道内凿岩爆破距离 10m。

采场爆破：炮眼为倾斜上向扇形布置，炮孔直径 50~80mm，参数按 $2.0 \times 1.2\text{m}^2$ 三角形布孔，排距为 2.0m，孔距为 1.2m，孔深 4.0m~17.0m，装药系数为 60%，炮孔利用系数为 90%。爆破由矿房中间切割槽向矿房天井后退式爆破顺序。采用数码雷管起爆，装药机装药。爆破前指定专职人员负责现场爆破警戒。

采场通风：新鲜风流从中段运输平巷由矿房一侧天井进入矿房，清洗工作面后，污风由矿房另一侧天井进入回风巷。爆破后，需要经过 30min 以上时间的通风，风速、风质、风量、有害气体经检测合格后，作业人员方可再次作业。

出矿及转运工艺：人员不进入采场，崩落下来的矿石通过自重落至出矿穿脉巷道附近，再由 2m^3 铲运机装运至井下运输车辆。

嗣后充填工作：

矿房回采完毕后,采用高强度胶结充填体充填,充填体强度 2~2.5MPa;间柱回采完毕后,采空区采用低强度胶结充填,充填体强度 1~2MPa。

由地表充填站制备好的充填料浆,经充填钻孔下放到各中段加压泵站料仓,通过加压泵站和耐压管道加压输送到井下各中段需充填采场。

充填前做好采场的密闭工作,密闭隔墙及滤水设施检查合格后开始充填。采场充填为分期充填,一般先充 5~7m 胶结料,待初凝或脱水后,再依次充填,直至采场充满为止。

矿柱回采:

顶柱在矿房回采最上层矿体时一起回收,由分段凿岩巷道打上向孔,崩落的矿石落入矿房底部出矿进路,铲运机运出。顶柱充填随矿房充填一起进行。

间柱回采自上而下逐次爆破进行或一次性爆破回收。在穿脉巷道或联络道内采用凿岩机下向凿岩,爆破后的矿石利用天井作为溜井,由铲运机装入井下自卸车。

顶板管理:

每次爆破后由作业人员检查分段凿岩巷道顶板浮石,清理完顶板、边帮浮石后人员再进行其他作业,以此循环逐步向前推进,直至整个爆破作业面检查处理完毕,人员方可进入作业面再次作业。同时矿山需建立顶板监管制度,并做好记录,确保采场生产的安全。

采空区处理:

设计回采结束后,新产生的采空区,均采用嗣后充填法进行充填处理。

(2) 上向水平分层充填采矿法

矿体水平厚度 3m~5m (倾角 $<30^{\circ}$),上向水平分层充填采矿法。

矿块布置:场沿走向布置,矿房长为 40m,宽为矿体水平厚度,分层高度 4.0m~4.5m,不留顶底柱,分层高度可根据矿岩稳固性适当加大或减小。

采准切割:采准切割工程主要有分段平巷、盘区溜矿井、分层联络道、切割回风充填天井、溜井联络道等。从中段脉外运输巷道中向上掘进脉外矿石溜井,从采区斜坡道掘分段联络道,再从分段联络道在矿体走向掘进分段平巷,在层平巷中掘进分层联络道。

回采出矿:回采自下向上分层回采。在矿体最下分层中钻凿切割平巷,然后以切割平巷为自由面进行爆破落矿,钻孔孔径 51mm~76mm,钻孔最大深度 5m,采矿凿岩效率为 100m/台班~120m/台班,采用上向爆孔侧向崩矿,排距 1.5m,孔距 1.5m,使用扒渣机出矿。

采场通风:新鲜风流由脉外运输巷道通过采区斜坡道、分段联络道、分段平巷、分

层联络道进入采场回采工作面，清洗工作面后，污风经切割回风天井汇入上部分段平巷，最后汇入回风井排出地表。为加快爆破炮烟排出，采场采用局扇加强通风。

采场顶板管理：一般情况下不予支护，根据顶板围岩情况，对于某些不稳固地段可采用锚网支护方式进行支护。

采场充填：待采场矿石出完后，第一分层先铺上 $\Phi 12\text{mm}@200\text{mm}$ 钢筋一层，然后采用胶结尾砂充填，其余分层先低强度尾砂充填，剩余 0.5m 采用高强度充填料充填浇面。在充填前，要架设充填挡墙，采场少量溢流水通过滤水井排出。

(3) 主要设备选型

1) 凿岩设备

设计分段空场嗣后充填法承担 50% 的生产任务，则生产规模为 600t/d，凿岩设备选用 YGZ-90 中深孔凿岩机，台班效率 150t/台班，共需 4 个台班。设计采用 3 班制，因此共需 2 台 YGZ-90 中深孔凿岩机，设计选择 3 台，2 用 1 备。

上向水平分层充填法承担 50% 的生产任务，则生产规模为 600t/d，凿岩设备选用 YT-28 型凿岩机。YT-28 型凿岩机台班效率按 80t/台班；共需 8 个台班。设计采用 3 班制，因此共需 3 台 YT-28 型凿岩机，设计选择 6 台，3 用 3 备。

生产期掘进主要是天井掘进，选用 YSP-45 型凿岩机，设计矿山日掘进量 11.17m，台班效率按 3m 计，共需 4 个台班，设计选择 3 台，2 台工作，1 台备用。

水平巷道掘进采用 Boomer281 凿岩台车，其效率每年 1200m/台。水平巷道同时掘进工作面数： $30 \times 10^4 \text{t} \times 10 \times 11.48 \text{m/kt} \div 3600 \text{m/台} a=0.96$ ，因此需要 1 台 Boomer281 凿岩台车。

2) 支护设备

矿山井下巷道支护选用 spz-6 型混凝土喷射机 3 台，其中工作 2 台，备用 1 台。

3) 局部通风设备

掘进通风选用 JK55-2No04.5 型局扇 6 台，其中工作 4 台，备用 2 台。

4) 出矿设备

根据矿山年产矿石 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ，选用铲运机出矿，效率 $6 \times 10^4 \text{t/a}$ ，5 用 2 备。

选用 8 台 WDZL-18.5MAXJL 扒渣机出矿。

5) 充填设备

矿山设计充填采用全尾砂胶结充填，在地表建设充填搅拌站，由充填搅拌站向井下输送充填料浆。充填搅拌站主要充填设备包括深锥浓密机、水泥仓、微粉秤、搅拌设备

及充填泵等。

2.4.6.7 井巷工程

设计主要井巷工程包括风井、倒段风井、运输平硐、错车道及调车场、中段变电硐室、溜井，井巷工程均为新建。

(1) 风井及倒段风井

风井井筒净直径 2.5m，井口标高 3520m，井底标高 3483m，井深 37m。风井设计净断面 4.91m^2 ，掘进断面：井颈 9.62m^2 ；井筒 7.54m^2 。该井内设梯子间，井口周围设置防护栏，栏杆高度为 1.5m，梯子间层间距以 4m 为主，梯子采用钢梯，倾角不大于 80° ，宽度不小于 0.4m，梯子蹬间距不大于 0.3m，梯子上端高出平台 1m。风井作为安全出口与另外的安全出口间距不应小于 30m。井筒装备采用长效防腐，热喷涂金属涂层外加封闭涂层的复合涂层进行防腐。

倒段风井井筒净直径为 2.5m。设计净断面 4.91m^2 ，掘进断面：井颈 9.62m^2 ；正常段 7.54m^2 。井内设梯子间作备用安全出口，井口周围设置防护栏，栏杆高度为 1.5m，梯子间层间距以 4m 为主，梯子采用钢梯，倾角不大于 80° ，宽度不小于 0.4m，梯子蹬间距不大于 0.3m，梯子上端高出平台 1m。井筒装备采用长效防腐，热喷涂金属涂层外加封闭涂层的复合涂层进行防腐。

(2) 运输平硐、错车道及调车场

3483m~3240m 各平硐均为有轨运输，巷道断面采用三心拱形断面，运输巷道净宽 2.4m，净高 3.0m，净断面 6.79m^2 ，掘进断面 7.57m^2 。各中段错车道采用三心拱形断面，净宽 3.7m，净高 3.5m，净断面 11.99m^2 ，掘进断面 12.95m^2 。平硐内设单侧人行道，人行道宽度 1060mm，设排水沟，排水沟坡度同巷道坡度，设盖板。

硐口段需加强支护，可分为两段，硐口加强段一断面净宽 2.4m，净高 3.0m，净断面 6.79m^2 ，掘进断面 10.45m^2 ，长度暂定为 10m；硐口加强段二断面净宽 2.4m，净高 3.0m，净断面 6.79m^2 ，掘进断面 9.49m^2 ，长度暂定为 10m。

3393m、3273m 平硐均设有调车场，采用三心拱形断面，单轨调车场断面净宽 3.1m，净高 3.3m，净断面 9.55m^2 ，掘进断面 10.43m^2 。调车场内设双侧人行道，人行道宽度 1060mm，设排水沟，排水沟坡度同斜坡道坡度，设盖板。

双轨调车场采用三心拱形断面，净宽 4.4m，净高 3.7m，净断面 14.92m^2 ，掘进断面 16.50m^2 。调车场内设双侧人行道，人行道宽度 1060mm，设排水沟，排水沟坡度同斜坡道坡度，设盖板。

凡外露钢构件采用长效防腐，热喷涂金属涂层外加封闭涂层的复合涂层进行防腐。

(3) 中段变电硐室

3483m~3240m 平硐每中段设置 3 个中段变电硐室，中段变电硐室底板高出通道入口处巷道底板标高 500mm，断面为三心拱断面。净宽为 4.5m，净高 4.2m，净断面为 17.47m²，掘进断面为 21.65m²，长度为 10.6m。变电硐室两端设置通道通往中段运输巷道。通道内设朝中段运输巷道方向开启的栅栏门及防火门。凡外露钢构件采用长效防腐，热喷涂金属涂层外加封闭涂层的复合涂层进行防腐。

(4) 溜井

3483m~3393m、3353m~3273m 平硐设有分支斜溜道多阶段直溜井，3483m、3433m、3353m、3313m 平硐均设有卸矿硐室，卸矿口设有格筛，其两侧和卸矿方向对侧留有便于人行和处理大块矿石的平台，平台宽度大于 1m，卸矿口设有 1.5m 高的护栏。溜井净直径 3.0m，净断面 7.07m²，掘进断面 10.17m²。溜井底部设矿仓，矿仓净直径为 5.0m，净断面为 19.63m²，掘进断面为 28.26m²，矿仓高度为 10.0m。3393m、3273m 平硐装矿硐室至矿仓顶部设置检查天井，检查天井净断面 2.88m²，掘进断面 3.6m²，检查天井通过联络道与矿仓顶部检查口连接。装矿操作硐室设有确保人员安全撤离的通道，硐室底板标高高出运输平巷轨面 0.5m。

(5) 井巷工程支护：

本阶段尚未收到竖井工程地质勘察资料，暂时根据新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告中有关水文地质和工程地质的情况进行设计。

1) 竖井

竖井暂考虑采用普通法进行施工。井筒上部为松散岩类，风井及倒段风井则为单段井颈。所有井颈要求进入稳定坚硬岩层≥3m，井颈均采用 C30#钢筋混凝土支护，具体厚度见下表。正常段井筒支护统一采用 300mm 厚 C30#混凝土整体支护。

表 2.4-9 竖井支护表

竖井类型	支护段	支护形式	厚度(mm)	长度(m)	特殊要求
风井	井颈	C30#钢筋混凝土支护	600	6(暂定)	进入稳定坚硬岩层≥3m
	正常段	C30#混凝土支护	300	-	
倒段风井	井颈	C30#钢筋混凝土支护	500	3	进入稳定坚硬岩层≥3m
	正常段	C30#混凝土支护	300	-	

竖井在不良岩层中应进行加强支护，较破碎的Ⅲ、Ⅳ类围岩，采用锚网喷一次支护+素混凝土二次支护；破碎的Ⅳ、Ⅴ类围岩，采用锚网喷一次支护+双层钢筋混凝土二

次支护；若地应力较大或有岩爆倾向时均应采用锚网喷进行一次支护，之后再采用素混凝土或钢筋混凝土进行二次支护。

2) 运输巷道及其他工程

各平硐单轨运输巷道、调车场单轨断面及错车道一般均采用 100mm 厚 C25#喷射混凝土支护；调车场双轨断面采用 150mm 厚 C25#锚网喷射混凝土支护。

平硐硐口段需加强支护，可分为两段，硐口加强段一采用 400mm 厚 C30#钢筋混凝土整体支护，长度暂定为 10m，硐口加强段二采用 300mm 厚 C30#钢筋混凝土整体支护，长度暂定为 10m。

运输巷道及其他井巷视围岩情况和断面大小而定。在较稳定的破碎岩体可采用锚网喷进行支护，不稳定的岩层可采用浇筑混凝土支护或锚网喷临时支护+浇筑（钢筋）混凝土永久支护。

3) 硐室及矿仓

对于跨度大、断面大、施工难度大的大型硐室按锚网喷+整体浇筑混凝土进行支护，动荷载较大处采用钢筋混凝土支护；对于跨度、断面较小的硐室，按喷混或锚网喷进行支护。若存在岩爆倾向或岩体质量分级为Ⅳ、Ⅴ类围岩，优先采用锚网喷进行一次支护，并进行素混凝土或钢筋混凝土二次支护。配电硐室按素混凝土整体支护考虑。

矿仓直径较大，溜、放矿对其冲击磨损大，为保障其服务年限，采用钢筋混凝土支护，并以高锰钢衬板加固内壁。卸载站底部溜槽等承受冲击载荷、磨损的部位，均采用高锰钢衬板进行加固。主溜井一般采用 300mm 厚混凝土进行支护，加强段采用内衬钢板钢筋混凝土进行加固。

(6) 特殊地质条件井巷工程施工

井下存在软岩、流砂、淤泥、砂砾、破碎带、老窿、溶洞或较大含水层等的不良地层，首先应做好地质预报，查清岩性、地质构造、岩体物理力学性能、岩体风化程度、岩溶发育程度及分布状况，地应力状况等地质条件，以判明围岩稳定性，切忌盲目冒进，造成坍塌事故。

地下井巷工程穿越软弱岩体时宜采用必要的“超前灌浆”和“超前支护”措施，开挖时应采用“短进尺、强支护”和边挖边护的方法施工。

地下水出露较丰的地层中开挖井巷工程时，应事先做好地下水整治工作。

在可能存在岩爆问题的岩层开挖井巷工程时，可采取下列措施：

1) 采用光面爆破，是开挖成型好，改善周边应力集中状况；

- 2) 超前钻孔, 超前导坑, 分步开挖, 逐步卸荷;
- 3) 钻孔高压注水;
- 4) 开挖面清除浮石, 喷雾洒水;
- 5) 及时进行锚杆与配筋喷射混凝土支护, 设防护网;
- 6) 设备加强防护措施。

2.4.6.8 充填设施

(1) 充填料浆制备

设计充填系统采用全尾砂胶结充填, 充填料浆采用全尾砂、水泥、水为原料进行制备。水泥采用罐车运到搅拌站, 利用罐车自带的空压机将高压气体吹送到水泥仓内贮存。

充填制备站布置于岩石移动范围之外, 根据以上条件及现场实际地形情况、道路布置的情况, 充填制备站设计建设在 3433m 平硐口。

选矿厂产出的全尾砂经尾砂输送系统输送至充填站深锥浓密机浓缩。需要充填时, 经深锥浓密机浓缩后的尾矿浆由渣浆泵输送至充填搅拌站的集料斗, 同时启动微粉秤+螺旋输送机将水泥送入集料斗。尾砂、水泥和水通过集料斗进入双轴螺旋搅拌系统, 制备成合格的充填料浆后由充填泵加压, 经充填管路输送至井下各采空区进行充填。

充填站每天工作 1 班, 每班工作 8h, 有效充填时间 5~6h, 按照日均充填量 270.97m^3 计算, 充填料浆制备能力应大于 $54.19\text{m}^3/\text{h}$ 。

充填搅拌站主要设施及设备包括尾砂浓缩装置、水泥仓、微粉秤螺旋输送机、搅拌系统、充填泵。

可研设计在地表新建一座充填搅拌站, 共设 1 套不小于 $54.19\text{m}^3/\text{h}$ 的胶结充填料浆制备系统, 加压输送。

1) 深锥浓密机

充填搅拌站设一台直径 $\Phi 9\text{m}$ 的深锥浓密机用于尾砂浓缩。浓密机底部采用泵送的方式将浓缩后的尾砂输送至充填搅拌站的搅拌桶。渣浆泵采用流量 $45\text{m}^3/\text{h}$, 扬程采用 40m, 电机功率 75kW。

2) 水泥仓

根据胶结充填要求, 水泥加权日均需求量为 $56.35\text{t}/\text{d}$ 。考虑正常生产时贮存 2~3d 的水泥用量, 设一个 200t 的水泥仓, 水泥通过罐车运输至充填搅拌站, 通过罐车自带的压气设施吹入水泥仓。

3) 微粉秤

水泥给料设备采用微粉秤给料。水泥加权消耗量为 56.35t/d，充填系统的有效工作时间按 5h 计算，即选择的给料设备的给料能力不小于 11.27t/h。可研设计选用的微粉秤，流量范围 4—30t/h，变频调节水泥的添加量。

4) 搅拌设备

可研设计搅拌系统采用两段卧式双螺旋搅拌机组成。搅拌设备选用的是卧式双轴搅拌机，一段采用双轴桨叶式搅拌机，叶轮半径 500mm，槽体长度 3500mm，二段采用双螺旋搅拌机，搅动半径 600mm，槽体长度 3500mm。

5) 充填泵

充填搅拌站建设在 3433m 平硐口的工业场地，充填搅拌站标高约 3433m，在充填 3483m、3433m 中段时，需要加压输送。在充填 3393m 中段时，垂直高差 40m，输送管道长度 750m，充填倍线为 18.75；在充填 3353m 中段时，垂直高差 80m，输送管道长度 880m，充填倍线为 11；在充填 3313m 中段时，垂直高差 120m，输送管道长度 1160m，充填倍线为 9.66。

根据计算结果，在充填所有中段时，均需采用加压输送的方式。选择充填泵共 1 台。单台泵出口正常输出量 $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ ，功率 110kW，出口压力 17MPa，电压 380V。

经过校核计算，料浆输送泵在最大理论输出量时，4.52h 可完成天充填任务，满足设计要求。

(2) 充填料浆输送

充填管道采用 $\Phi 133 \times 8.0$ 无缝钢管（材质为 16Mn）。

充填管道从各中段平硐口进入，到采空区充填口。充填主管采用材质为 16Mn 的低合金钢钢管，在井下联络道水平巷，充填管道采用材质为普通碳素钢材质的无缝钢管。

(3) 坑内充填信息化

坑内专设充填工区，负责坑内充填作业，包括充填管线的安装维护、采场充填挡墙的架设等充填工作。坑内充填工区需配备专用通讯电话，以便与地面充填搅拌站联系。各水平架设的充填管需要重点维护和管理，若发生异常如接头不严、漏水漏浆或堵管等，要通过坑内充填工区电话及时与地面搅拌站联系，并立即处理。

在充填管路上安装有压力传感器，随时监测充填管道上的压力变化情况，平时安排专人进行重点维护和检查，若发生异常如接头不严漏水漏浆或堵管等，要通过坑内充填工区电话及时与地面搅拌站联系并立即处理。

(4) 尾砂输送系统

设计一条尾砂输送系统，从选矿厂浓密机底流输送至充填站深锥浓密机。设计在选矿厂浓密机砂泵间设置 2 台串联的渣浆泵，将尾矿浆输送至充填站的深锥浓密机上料口。尾矿输送管道在每天输送完尾砂的时候，要输送一部分清水，冲洗管道。深锥浓密机的工作制 24h，起到对尾矿输送的缓冲作用。

可研设计采用两台渣浆泵串联的方式，完成矿浆的输送。

设计选用两台渣浆泵串联，单台泵的参数为 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 75m（尾矿浆扬程），配用电机功率 75kW。串联后的尾矿输送系统，输送流量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程可达 150m。尾砂输送管道为 $\phi 108 \times 4.0$ 无缝钢管。

2.4.6.9 通风系统

(1) 通风方式

设计采用抽出式通风方式，开采 3393m 中段时采用风井回风，开采 2750m 中段以下时采用平硐回风。平硐与风井之间构成单翼对角式通风系统。新鲜风流由平硐进入，经各中段石门及运输平巷进入回采工作面，清洗工作面后，污风由倒段风井回到上一中段平巷，由上一中段平硐或风井抽出地表。在各中段相应位置布置风门，控制井下风流路线。通风线路为：平硐→各中段运输平巷→采场天井→联络巷→回采工作面→采面另一侧联络巷→采场天井→倒段风井→中段回风巷及石门→上中段平硐或风井→地表。

(2) 风量及负压

供风量应不少于每人 $4\text{m}^3/\text{min}$ 。最大井下同时工作人数为 60 人，则风量 $Q=60 \times 4/60=4\text{m}^3/\text{s}$ 按通风排尘风速计算各矿山矿井所需风量，按最低排尘风速 0.25m/s 计算井下需风量，见表 2.4-10。

表 2.4-10 风量计算表

序号	用风工作面	数量 (个)	风量单耗 (m^3/s)	总风量 (m^3/s)
1	充填采矿法	工作采场	5	4
		备用采场	3	2
		掘进工作面凿岩	2	1.5
		掘进工作面出渣	2	1.5
2	装矿硐室	1	3	3
3	溜井卸矿点	1	3	3
4	水泵硐室	1	4	4
5	支护工作面	1	3	3
6	合计			45
7	总需风量	内外部漏风系数合计取 1.32		51.75

按排除炮烟计算回采工作面需风量为 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，供风量应不少于每人 $4\text{m}^3/\text{min}$ 。最大井下同时工作人数为 60 人，则风量 $Q=60 \times 4/60=4\text{m}^3/\text{s}$ ，设计风量满足要求，设计在各中段巷道、采场、回风巷中设调节风门，进行不同生产阶段的风量调节。

(3) 风阻计算

矿山通风网路负压容易和困难时，计算分别见表 2.4-11、2.4-12、2.4-13、2.4-11。

表 2.4-11 容易时风井通风负压计算表

序号	巷道名称	a	L	P	s	q	h
1	平硐 (3393m)	0.02	86	11	9.62	25	13.28
2	3393m 双轨平巷	0.02	77	15.12	12.66	25	7.17
3	通风人行天井	0.006	25	13.1	8.36	10	0.34
4	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
5	回风天井	0.035	25	6.28	2.5	10	35.17
7	3433m 回风巷道	0.025	115	10	7.07	25	50.85
8	平硐 (3453m)	0.02	134	11	9.62	26.75	23.69
9	通风人行天井	0.006	20	13.1	8.36	10	0.27
10	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
11	回风天井	0.035	20	6.28	2.5	10	28.13
13	3493m 回风巷道	0.025	289	11	9.62	51.75	239.07
14	风井	0.01	37	11	10.17	51.75	17.92
	小计						421.56
	合计	考虑自然负压和局部阻力的影响，增加 15%					484.79

表 2.4-12 困难时风井通风负压计算表

序号	巷道名称	a	L	P	s	q	h
1	平硐 (3273m)	0.02	277	11	9.62	26.75	48.98
2	3273m 双轨平巷	0.02	75	15.12	12.66	26.75	8.00
3	通风人行天井	0.006	25	13.1	8.36	10	0.34
4	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
5	回风天井	0.035	25	7.85	4	10	10.73
6	平硐 (3313m)	0.02	189	11	9.62	25	29.19
7	通风人行天井	0.006	20	13.1	8.36	10	0.27
8	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
9	回风天井	0.035	20	6.28	2.5	10	28.13
10	平硐 (3353m)	0.02	189	11	9.62	25	29.19
11	通风人行天井	0.006	20	13.1	8.36	10	0.27
12	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
13	回风天井	0.035	20	6.28	2.5	10	28.13
14	3393m 回风平巷	0.025	238	11	9.62	51.75	196.88
15	倒段风井	0.035	90	7.85	4	23	204.39
16	3483m 回风平巷	0.025	157	11	9.62	51.75	129.88
17	风井	0.01	37	11	10.17	51.75	17.92
	小计						740.79
	合计	考虑自然负压和局部阻力的影响，增加 15%					851.91

表 2.4-13 容易时 3353 回风平巷通风负压计算表

序号	巷道名称	a	L	P	s	q	h
----	------	---	---	---	---	---	---

1	平硐 (3240m)	0.02	202	11	9.62	26.75	35.72
2	3240m 双轨平巷	0.02	75	15.12	12.66	26.75	8.00
3	通风人行天井	0.006	25	13.1	8.36	10	0.34
4	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
5	回风天井	0.035	25	7.85	4	10	10.73
7	平硐 (3273m)	0.02	277	11	9.62	25	42.78
8	3273m 双轨平巷	0.02	75	15.12	12.66	25	6.99
9	通风人行天井	0.006	20	13.1	8.36	10	0.27
10	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
11	回风天井	0.035	20	6.28	2.5	10	28.13
13	3353m 回风平巷	0.025	157	11	9.62	51.75	129.88
	小计						268.49
	合计	考虑自然负压和局部阻力的影响, 增加 15%					308.77

表 2.4-14 困难时 3353 通风平巷通风负压计算表

序号	巷道名称	a	L	P	s	q	h
1	平硐 (3240m)	0.02	202	11	9.62	26.75	35.72
2	3240m 双轨平巷	0.02	75	15.12	12.66	26.75	8.00
3	通风人行天井	0.006	25	13.1	8.36	10	0.34
4	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
5	回风天井	0.035	25	7.85	4	10	10.73
6	平硐 (3272m)	0.02	357	11	9.62	25	55.14
7	3272m 双轨平巷	0.02	75	15.12	12.66	25	6.99
8	通风人行天井	0.006	20	13.1	8.36	10	0.27
9	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
10	回风天井	0.035	20	6.28	2.5	10	28.13
11	平硐 (3313m)	0.02	183	11	9.62	25	28.26
12	通风人行天井	0.006	20	13.1	8.36	10	0.27
13	采场	0.025	40	10	7.07	10	2.83
14	回风天井	0.035	20	6.28	2.5	10	28.13
15	倒段风井	0.035	120	7.85	4	23	272.52
16	3353m 回风平巷	0.025	157	11	9.62	51.75	129.88
	小计						612.86
	合计	考虑自然负压和局部阻力的影响, 增加 15%					704.79

(4) 通风设施

1) 回风井通风机

系统采用机械抽出式通风。前期从各平硐口进风, 回风井出风, 通风机架设在回风井井口, 出风量 $51.57\text{m}^3/\text{s}$, 容易期风压 484.79Pa, 困难期风压 851.91Pa; 后期从各平硐口进风, 3353m 平硐口出风, 通风机架设在 3353m 平硐口, 出风量 $51.57\text{m}^3/\text{s}$, 容易期风压 308.77Pa, 困难期风压 704.79Pa。

设计在回风井井口新建一座主扇通风机房, 通风机房内配置一台 K40-6-No. 19 矿用通风机。通风机技术参数为: 风量: $39.5\sim 86\text{m}^3/\text{s}$, 风压: 277~1280Pa, 转速: 980r/min, 配套电机 $N=110\text{kW}$ 。

K 型能使矿井风流在 10min 内反向, 反风量不小于正常运转时风量的 60%。

根据《金属非金属矿山安全规程》GB 16423-2020 要求, 通风机电机需备用 1 台。故在风井通风机房备用 1 台与主通风机同型号的电动机。

通过电控设施能够实现通风机的反向通风。

为了实现电动机的快速更换, 露天安装的通风机需设置起吊设施。

2) 回风平硐风机

设计在 3353 回风平硐口新建一座主扇通风机房, 通风机房内配置一台 K40-6-No. 19 矿用通风机。通风机技术参数为: 风量: $39.5 \sim 86 \text{ m}^3/\text{s}$, 风压: $277 \sim 1280 \text{ Pa}$, 转速: 980 r/min , 配套电机 $N=110 \text{ kW}$ 。

K 型能使矿井风流在 10min 内反向, 反风量不小于正常运转时风量的 60%。

根据《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 要求, 通风机电机需备用 1 台。故在风井通风机房备用 1 台与主通风机同型号的电动机。

通过电控设施能够实现通风机的反向通风。

为了实现电动机的快速更换, 露天安装的通风机需设置起吊设施。

(5) 局部通风

局扇通风主要用于独头巷道掘进和通风较困难工作面或硐室的辅助通风, 特别是独头掘进巷道较长时需用风机串联通风, 巷道掘进及局部采场通风选用 JK55-2No04.5 型节能型局扇 6 台, 其中工作 4 台, 备用 2 台。局扇风机上设置开停传感器, 将风机开停状态通过信号线缆传输至中控室。

(6) 通风构筑物

在各中段巷道, 采面出矿穿脉设调节风门, 进行不同生产阶段的风量调节。对需要控制风流的地方需要架设通风构筑物, 构筑物的形式一般有: 风窗、密闭风门、调节风门、自动风门和空气幕等。

2.4.6.10 坑内排水、排泥系统

(1) 供水设施

采区井下凿岩机及除尘生产用水量 120 t/d , 配备供水系统, 使用水压 $0.4 \sim 0.6 \text{ MPa}$ 。可研设计在风井井口附近新建一座高位水池, 水池容积 300 m^3 , 直径 $\Phi=11.1 \text{ m}$, 高 $H=3.5 \text{ m}$, 池顶覆土 1.0 m 。消防用水储藏于水池中。生产及消防供水管道沿采场道路环状布置, 并设室外地下式消火栓, 供水主管管径 $\text{DN}100$ 。以满足消防用水及井下除尘用水。由高位水池向井下供水, 供水主管采用 $\Phi 108 \times 4.5$ 无缝钢管, 沿地表敷设至

各个平硐口，在各中段平硐口通过减压阀把水压减压到 0.4-0.6MPa 后向坑内供水，中段供水采用 $\Phi 89 \times 4.0$ 的无缝钢管。

高位水池的水来源于本采区的井下涌水和矿区西南 4km 的沟谷水系，能满足井下的生产用水。

井下消防管道与生产管道共用。

在各中段井底车场设置消火栓。消火栓间距不大于 100m，每个消火栓需配备水枪和水带。在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、马头门、井底车场、变压器室、变配电所、休息硐室设置灭火器配置点，每个配置点灭火器数量不少于 2 具。

设计消火栓直径 DN65mm，消防水枪喷嘴直径 19mm，有内衬里的消防水带，消防水带长度 50m，消火栓箱型号为 SG240A65H。消火栓箱尺寸 800mm $\times$ 650mm $\times$ 240mm。

消火栓固定到巷道壁上，靠水管一侧安装。

(2) 坑内排水设施

坑内正常涌水量 32m³/d，生产废水 120t/d。坑内涌水和生产废水通过各平硐巷道内设的排水沟，排出地表，通过平硐口的沉淀池收集。

(3) 坑内排泥

采用人工清理方式，定期对水沟、沉淀池进行清淤。

2.4.6.11 地下开采基建工程

为形成 1200t/d 的采矿生产能力，矿山必须完成运输、通风、排水、安全出口等开拓系统的基本建设工程，同时满足开拓、采准、备采等三级矿量的要求。根据地质报告提供的中段矿量和矿山现状等因素，基建终了时矿山生产规模达到 75%。

基建工程主要布置在矿区东部的 I-1、I-2、I-3、II-1、I-2 矿体，依据矿山实际条件，初期首先开采 3483m、3433m、3393m 中段矿量。因此可研设计基建工程主要包括平硐、风井的掘进工程；3393m、3273m 中段调车场及相关硐室的掘进工程，同时需完成三级矿量所要求的采准、切割工程，使平硐与风井形成完善的运输、通风、供排水、安全出口等系统。

表 2.4-15 地下基建工程量表

序号	工程名称	支护形式	支护厚度	断面 (m ²)	断面 (m ²)	长度	开拓量	支护量
			mm	S 净	S 掘			m ³

一	风井							
1	井筒	砧	300	7.07	10.17	37	650.88	198.4
2	小计					37	650.88	198.40
二	3273m 中段							
1	3273m 中段	喷砧	100	6.55	7.31	1279	9349.49	972.04
2	3273m 中段错车道	砧	100	16.45	17.55	75	1316.25	82.5
3	倒段风井	喷砧	100	7.07	8.04	50	402.00	48.5
4	小计					1404	11067.74	1103.04
三	3313m 中段							
1	3313m 中段	喷砧	100	6.55	7.31	966	7061.46	734.16
2	倒段风井	喷砧	100	7.07	8.04	50	402.00	48.5
3	小计					1016	7463.46	782.66
三	3353m 中段							
1	3353m 中段	喷砧	100	6.55	7.31	499	3647.69	379.24
2	倒段风井	喷砧	100	7.07	8.04	50	402.00	48.5
3	小计					549	4049.69	427.74
四	3393m 中段							
1	3393m 中段	喷砧	100	6.55	7.31	387	2828.97	294.12
2	3393m 中段错车道	砧	100	16.45	17.55	75	1316.25	82.5
3	倒段风井	喷砧	100	7.07	8.04	50	402.00	48.5
4	小计					512	4547.22	425.12
五	3433m 中段							
1	3433m 中段	喷砧	100	6.55	7.31	316	2309.96	240.16
2	倒段风井	喷砧	100	7.07	8.04	50	402.00	48.5
3	小计					366	2711.96	288.66
六	3483m 中段							
1	3483m 中段	喷砧	100	6.55	7.31	420	3070.20	319.2
2	小计					420	3070.20	319.20
七	矿石溜井							
1	矿石溜井			7.07	7.07	90	636.30	
八	废石溜井							
1	废石溜井			3.14	3.14	90	282.60	
九	采切工程							
1	穿脉	喷砧	100	11.33	12.3	289	3554.70	280.33
2	天井	喷砧		4	4	360	1440	
3	小计					649	4994.7	280.33
	总计					5160	39192.15	3825.15

2.4.7 矿山供配电设施

2.4.7.1 供电电源

目前矿山无电力供电，克州 220kV 库姆孜变电站距离矿山 37km。可研设计拟自克州 220kV 库姆孜变电站 35kV 出线间隔引出一路 35kV 线路架空引至阿合奇县萨喀尔得铜矿采选矿山生产区。最大供电负荷容量 $2 \times 3150\text{kVA}$ 。线路全长约 37km，预计架设 110 基铁塔，架

空线路采用 LGJ-240 钢芯铝绞线，可满足矿山的工业、生活用电。

2.4.7.2 供配电

(1) 用电负荷

矿区动力部分：装机总台数 712 台；工作总台数 668 台；装机总容量 8310.7kW；工作总容量 7218.8kW。其中二级负荷为回风井通风机，功率 220kW，照明和应急及疏散照明约 100kW，其余均为三级负荷。

(2) 负荷性质

根据《矿山电力设计标准》项目矿山回风井的主通风机、井下照明为二级负荷；根据各专业用电负荷对供电可靠性的要求及中断供电所造成损失或影响的程度，依据国家相关规范，本工程中采矿区、破碎区及选矿区的主要工艺设备为三级负荷，应急照明和疏散指示等消防设备为二级负荷。二级负荷采用双回路供电，三级负荷采用单回路供电。消防用电设备采用专用供电回路，当建筑内的生产、生活用电被切断时，仍能保证消防供电。中控室、消防水泵房等消防用电设备的供电，在其配电线路的最末一级配电箱处设置自动切换装置。

(3) 负荷计算

矿区动力部分：有功功率 5019.9kW；无功功率 1427.4kVar（高压补偿-800kVar+低压补偿-1020kVar）；视在功率 5218.9kVA；功率因数 0.96（补偿后）；年耗电量 $2433.9 \times 10^4 \text{kWh}$ 。

2.4.7.3 供配电系统

(1) 电压等级

根据全矿用电设备容量分布及现有内外部供配电情况，全矿供配电电压选择如下：

表 2.4-13 全矿供配电电压选择表

应用范围	电压	应用范围	电压
外部电源系统	~ 35 kV	照明系统	~ 220V, ~36V
厂区配电系统	~ 10 kV	安全系统	~ 36V, ~12V
低压配电系统	~ 380V/220V	矿山牵引网络	为直流电
井下配电系统	~ 380V	变配电所控制、保护	为直流电
控制系统	~ 220V, ~110V, ~36V		

(2) 供配电方案

1) 总降变电所

选矿工业场地设置 35kV 总降变电所，35kV 进线一回，主变 2 台，安装 3150kVA 主变两台。主变室外布置，35kV、10kV 配电装置室内布置，变电所 35kV 侧采用单母线接

线，10kV 侧采用单母线分段接线。

2) 供配电方案

根据矿山采矿、选厂等设施设备分布情况，供配电如下：

破碎工段设置 10kV 变配电站一座，进线为 10kV 单回路，由 35kV 总降变电所提供一回 10kV 供电电源。10kV 变配电站内设置 1 台 800kVA 10kV/0.4kV 干式变压器，为破碎工段设施供电。

磨矿与浮选工段设置 10kV 变配电站一座，位于磨矿与浮选之间。进线为 10kV 单回路，由 35kV 总降变电所提供一回 10kV 供电电源。10kV 变配电站内设置 1 台 1000kVA 10kV/0.4kV 干式变压器，为磨矿与浮选工段设施供电。

精矿脱水与尾矿脱水工段设置 10kV 变配电站一座，位于精矿脱水与尾矿脱水之间。进线为 10kV 单回路，由 35kV 总降变电所提供一回 10kV 供电电源。10kV 变配电站内设置 1 台 800kVA 10kV/0.4kV 干式变压器，为磨矿与浮选工段设施供电。

空压机房附近设置 10kV 变配电站一座，进线为 10kV 双回路，由 35kV 总降变电所 10kV 不同母线段各提供一回 10kV 供电电源。10kV 变配电站内设置 2 台 800kVA 10kV/0.4kV 干式变压器，为空压机、采矿、充填设施供电。

3) 各级配电电压确定及接地方式

外部电源的供电电压为：AC35kV

总降主变的供电电压为：AC35kV

主变二次侧及配电变压器的供电电压为：AC10kV

315kW 及以上电动机的电压为：AC10kV

其他用电设备的电压为：AC380V、AC220V

控制电压为：高压系统 DC220V、低压系统 AC220V

手持设备安全电压为：AC36V

10kV 系统均采用 IT 系统；

地表 0.4kV 系统采用 TN-C-S 系统。

地表：10kV 中性点不接地，采用 IT 系统；0.4kV（动力）和 220V（照明）中性点接地，采用 TN-S 接地系统。

地下采场：10kV 中性点不接地；0.4kV（动力）和 220V（照明）中性点不接地，均采用 IT 接地系统。

4) 变电站及配电室

总降变电站：在厂区用电负荷中心新建一座 35kV 总降变电站，拟选址在破碎工段附近。

①电气主接线：采用一路 35kV 架空线路进线，按负荷计算结果并考虑后期发展需求及业主方的要求，选用两台 SZ22-3150kVA 35/10.5kV 油浸式三相双绕组电力变压器。为了减少主变压器负载变化时母线电压的波动幅度，满足本项目终端供电距离长、用电设备分散的需要，主变压器采用有载调压变压器。35kV 系统采用单母线接线方式，10kV 系统采用单母线分段接线方式，正常时两台主变并列运行。10kV 母线段之间设有防止并列运行的措施。35kV 系统为中性点直接接地系统，10kV 系统为中性点不接地系统。

②变电站布置

变电站占地约为 40m×40m，主变压器采用室外布置，35kV 配电装置、10kV 配电装置及二次保护设备等采用室内布置，主变压器外廓距建筑物的净距满足防火规范的要求。带油水分离功能的总事故储油池布置在室外地下，其上部设有检查人孔，事故油池容量能储存一台变压器的全部油量。

35kV 配电装置的进线采用架空线路，其架构的高度和宽度应相应满足规范的要求。主变压器的进、出线采用绝缘铜管母线。10kV 配电装置的出线采用电缆和架空线的方式。

站内设有两座建筑物，一座为 35kV 配电室，单层布置。另一座设有 10kV 配电装置室、高压电容器室、保护控制室和值班室等，单层布置。

站内道路主要设计标准满足消防规范，主变运输道路宽 5.5m，主要环形道路宽 3.5m，人行道宽 1.5m。

2.4.7.4 装备水平

(1) 设备选型

1) 35kV 配电装置：选用 KYN61-40.5 金属封闭式组合电器。

2) 35kV 主变压器：选用 SZ 系列三相双绕组有载调压油浸变压器电力变压器，满足《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2020 一级能效。

3) 10kV 开关柜：地面 10kV 开关柜选用户内金属铠装移开式开关设备，井下 10kV 开关柜选用矿用手车式开关柜，配固封式真空断路器和微机综保装置。

4) 10kV 补偿装置：采用按照母线电压和功率因数要求动态投切的 10kV 补偿装置。

5) 变配电站直流操作电源：选用免维护铅酸蓄电池、带微机监控模块、具有 RS485 通信接口的 DC220V 综合自动化成套装置。

6) 配电变压器：根据环境的需要选用新型的 SCB (KSCB) 系列干式变压器，满足《电

力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2020 一级能效。

7) 低压开关柜：地面低压柜选用固定分隔式开关柜，井下低压柜选用矿用固定式开关柜。

8) 380V 电容补偿装置：选用带串联电抗器的并联电容自动补偿成套装置，电容器为干式自愈式。

9) 变频器：选用具备高原应用经验的可靠产品。

10) 计算机控制系统：选用具有光纤通信接口的控制器和操作站；硬件、软件、以及通信电缆由自动化系统集成商成套供货。

11) 电机车牵引整流器选用 GQA 型，整流变压器采用干式整流变压器，直流配电柜配置微机综保保护装置，实现远程监控。坑内电机车运输架线选用 TCG 型。

(2) 电气设备的布置及配电装置

采矿 35kV 总降变电所采用独立框架结构，其余终端变电站均为附设式结构。生活区变电站采用独立砖混结构。

(3) 电气设备、电缆和架空线路

1) 电气设备均采用满足矿山安全运行要求、具有矿安标志产品。

2) 矿山下井水平敷设采用低烟无卤阻燃钢带铠装电缆，移动电力电缆采用重型橡套电缆。

3) 地表架空线路采用非预应力砼杆。

4) 电缆敷设优先采用电缆桥架敷设方式。

2.4.7.5 谐波抑制和功率因数补偿

(1) 功率因数补偿

在各配电变压器的低压侧（0.4kV）设置自动无功功率补偿装置，可以根据负荷的运行情况，分组分相动态投切电容器组，将功率因数补偿到 0.94 及以上。考虑到本项目的用电设备分散，供电距离长的特点，就地补偿既可以提高功率因数，又能提高输送距离，故在 35kV 变电站 10kV 母线段分别设有高压无功动态补偿装置，通过高、低压系统的补偿后，总降变电站的 10kV 侧功率因数可达到 0.95 以上。

(2) 谐波抑制

采用低压变频器的回路均设有输入、输出电抗器，以限制谐波；低压无功功率补偿装置内采用串联一定比例的电抗器的方式，抑制 5 次及 5 次以上的谐波；照明、插座等单相负荷尽量在三相均匀分布，减少中性线的不平衡电流；采用 D,yn11 接线组别的变

压器，以限制 3 次及 3 的倍数次谐波流向电网。

2.4.7.6 继电保护和电气测量

(1) 继电保护

10kV 配电站采用微机综合自动化保护装置，后台设监控主机，对变电所各配电装置的运行状态、运行数据进行监控、报警、收集打印，并通过通讯接口传至 10kV 变电所控制室（兼动力中心）。

(2) 10kV 线路保护

待与上级变电所协调后设置。

(3) 10kV 配电站的进出线保护

复合电压过电流保护；

过负荷保护；

单相接地保护。

(4) 10kV 母线断路器

充电保护；

速断保护（备用电源合闸成功后解除）；

过电流保护；

备用电源自投装置。

(5) 母线 PT

设 PT 切换装置；

PT 断线报警。

(6) 配电变压器保护

电流速断保护；

过流保护

过负荷保护；

变压器轻重瓦斯信号及保护；

变压器温度信号及保护；

单相接地保护。

(7) 电气测量

在总降变电站的 35kV 侧设有专用计量柜，作为向电力部门支付电费的计量依据。

在 10kV 侧的高压开关柜上装设智能多功能表，作为企业内部定额管理和成本核算的计

量依据。

10kV 侧计量：各馈线回路装设智能多功能表，对电流、电压、功率、频率、功率因数和电量等电参量进行测量和显示。

0.4kV 侧计量：变压器二次侧的总进线柜装设智能多功能表，对电流、电压、功率、频率和功率因数等电参量进行测量和显示。

55kW 及以上电动机和 100A 以上的配电回路装设智能多功能表。

(8) 电力拖动及控制

电动机一般采用直接启动的方式，对较大容量的电动机将根据上级变电所短路容量等条件来确定是否采用软启动方式。

凡工艺专业有调速要求的用电设备，均采用变频调速装置。

每个 10kV 配电站内设置分布式微机综保装置和监控计算机。馈线、变压器、电容器等回路在 10kV 开关柜或监控计算机上进行分/合闸操作；电动机回路在 10kV 开关柜上只能进行试验分/合闸操作，在电动机旁设置试车启动和停车操作箱，其主要的操作方式为工艺车间的 DCS 或 PLC 控制站操作。

生产车间按工艺流程采用计算机控制系统，使生产工艺及生产管理高度自动化。各个生产机械传动采用两种控制方式：一是采用集中控制，在生产车间集中控制室进行；二是采用就地控制，在机旁就地控制箱上进行。集中控制用于正常生产；就地控制用于试车及设备检修。

矿山通风系统、选矿破碎系统等均采用计算机控制系统，通过光纤将信号传输至矿生产调度中心，实现集控。

(9) 供电自动化及电能管控系统

高低压变配电所均达到无人值守，实时智能监控、远程控制。高低压电能进行集中监控、测量和管理，实现电能实时及历史数据存储、查询、统计、分析等功能，对能耗进行分类、分项、分时段记录，找出用能不合理的环节，落实节能方案，管理用能习惯，同时指导电能消耗合理分配，帮助优化资源。

电能管控系统支持固定时间或随时对管控范围内的高低压供电系统的各种电能数据进行采集，数据类型包括但不限于电流、电压、功率、电能。系统为用户提供了电能消耗统计和管理功能，系统收集各监测控制与管理装置的实时数据并存储在一个开放式数据库，并保存长时段的历史记录。系统可以进行日、月、季、年的统计与记录，并可以进行显示、修正、打印、查询。在能耗和能效发生异常时及时通过用能报警实现异常

实时上报，可通过操作员站报警、向 E-mail 发送报警数据、声光报警、手机短信报警等方式实现，系统可以在参数越限或设备状态变化时触发报警。

2.4.7.7 防雷接地

(1) 防雷、接地

架空输电线路上、主变 35kV 侧和主变 10kV 侧均设有氧化锌避雷器，用于防雷保护。35kV 总降变电站内设有独立避雷针，用于对架构、输电线路和主变等设备的防雷保护。

本项目大部分建筑物属于第二、三类防雷构筑物，利用建筑物的金属屋面作为接闪器，利用钢柱或柱内钢筋作为引下线，利用基础的钢筋网、金属物及人工接地极等作为接地体。所有进入厂房的金属管道、电缆金属外皮、设备金属外壳等均应与接地装置可靠焊接连通。同时，采取防感应雷、防静电及总等电位接地等措施。

变压器设在建筑物内时，工作接地和保护接地共用接地装置。在进入建筑物处设置总等电位端子箱，所有正常不带电的设备金属外壳、电缆桥架、金属管道及金属构件等均应做接地。移动设备、户外用电设备及插座等配电回路均应装设漏电保护器。由室外引入的电源线路，在进入建筑物处设置浪涌保护器，以提高用电的安全性。

低压配电系统采用 TN-S 接地系统，多种接地共用一个接地系统，接地电阻不大于 $1\ \Omega$ 。

计算机接地采用单独的接地系统，接地电阻不大于 $1\ \Omega$ ，或按设备厂家要求设置。

(2) 过电压保护

为防止雷电波侵入引起的过电压及操作过电压，架空线路、主变及母线等处均设置避雷器。10kV 配电装置内装设避雷器，按照负荷性质分别选用配电型、电动机型和电容器型等。

低压电源线路引入的配电柜、配电箱处装设 I 级试验的电涌保护器。动力变压器设在建筑物内或附设于外墙处时，在低压配电母线侧装设 I 级试验的电涌保护器，室内的照明配电箱、动力配电箱及分控柜上装设 II 级试验的电涌保护器。

2.4.7.8 照明设施

照明种类分为正常照明和应急照明，应急照明包括疏散照明、备用照明和安全照明。照明方式分为一般照明和局部照明。正常照明电源电压为 AC220V，应急照明和检修用行灯电压采用 DC24V。灯具及光源选择如下：

(1) 各生产车间采用 AC220V 高效工厂型灯具，配备 LED 光源。

(2) 配电室、控制室及办公室等采用 AC220V 高效节能灯或 LED 光源的灯具。

(3) 应急照明采用 DC24V, 配备 LED 光源。

(4) 采矿厂照明和厂区道路照明采用 AC220V 室外型灯具, 配备 LED 光源。除应急照明灯和灯光疏散指示标志灯外, 灯具均采用有接地端子的 I 类灯

具, 使其能可靠接地。各场所的照度标准、照明功率密度值应符合《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024 及《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 中的要求。

1) 地表照明

本工程的照度要求如下:

生产厂房: $\geq 150lx$

配电室: $\geq 200lx$

露天生产场所: $\geq 50lx$

高大厂房 ($H \geq 6m$) 选用 LED 灯或大功率金属卤化物灯具 ($\geq 400W$)。一般厂房 ($H < 6m$) 选用 LED 灯或小功率金属卤化物灯具 ($\leq 250W$)。操作平台、重要设备附近等应设置局部照明。防爆区域采用防爆照明灯具。

配电室选用高效型节能荧光灯。

配电室、控制室、人员疏散通道、安全出口等重要场所设置蓄电池式的应急照明灯具。

所有灯具均带就地补偿装置, 以提高功率因数, 降低起动电流。

2) 井下照明

井下的照度要求如下:

一般电气设备硐室和其他硐室: $\geq 50lx$

主变 (配) 电所: $\geq 75lx$

井下修理间: $\geq 75lx$

井底车场及其附近巷道: $\geq 15lx$

运输巷道: $\geq 5lx$

专用人行道: $\geq 15lx$

井下照明由专用变压器供电, 固定或移动式照明线路采用橡套电缆。矿井的采、掘工作面采用移动式电气照明。照明灯具型式采用矿用一般型灯具, 所有灯具安装保护罩。

2.4.7.9 电缆选择及敷设

(1) 电缆选型

动力及控制电缆均采用 WDZA 低烟无卤阻燃型，并要符合下列要求：

- 1) 在水平巷道内固定敷设的高压电缆采用交联聚乙烯绝缘钢带聚氯乙烯护套电力电缆；
- 2) 非固定敷设的高低电压电缆、移动式 and 手持式电气设备采用矿用橡套软电缆；
- 3) 移动式照明线路采用橡套电缆：有可能受到机械损伤的固定敷设照明电缆采用钢带铠装电缆；
- 4) 硐室内采用塑料护套钢带（或钢丝）铠装电缆；
- 5) 井下信号和控制用线路采用铠装电缆。

（2）电缆敷设

配电和控制线路选用铜芯电缆和电线。

1) 电缆选型

高压电缆选用 ZR-YJV22-8.7/15kV、ZR-YJV42-8.7/15kV 型交联聚乙烯绝缘电力电缆；低压电缆选用 YJV22-0.6/1kV 或 YJV-0.6/1kV 型交联聚氯乙烯绝缘电力电缆；控制电缆选用 KVV-500 或 KVV-500 型控制电缆。

2) 线路敷设

室内敷设的电缆：主要沿电缆支架、电缆桥架等进行敷设，局部穿钢管明设（工艺支架、管道、平台，厂房柱、梁或楼板）或暗设（地面）。

室外敷设的电缆：主要是沿综合管网电缆桥架进行敷设。

电缆桥架：一般选用防火型钢制镀锌电缆桥架，并加装盖板、隔板等。

电缆的穿墙孔、楼板孔均采用防火堵料封堵。

在立井井筒或倾角 45° 及以上的井巷内，采用 ZR-YJV42-8.7/15kV 型阻燃交联聚乙烯钢丝铠装电力电缆，在水平巷道或倾角小于 45° 的井巷内，采用 ZR-YJV22-8.7/15kV 型阻燃交联聚氯乙烯钢带铠装电力电缆，坑内低压电缆采用 ZR-YJV22-0.6/1kV 型阻燃交联聚乙烯钢带铠装电力电缆。控制电缆采用 ZR-KVV-450/750V 或 ZR-KVV-450/750V 型控制电缆。井下电缆采用沿井壁或巷道壁采用卡、挂方式敷设。

水平或倾斜巷道内的电缆悬挂的高度和位置，使电缆在矿车或其他运输车辆运行时不致受到撞击，电缆敷设后加保险锁住，避免脱落到地面或输送机上。沿钻孔敷设的电缆，紧固在钢丝绳上，钻孔加装金属套管。电缆与水管、风管平行敷设时，电缆应在管道上方，且净距不得小于 0.30m。高、低压电力电缆敷设在巷道同一侧时，高压电缆应

敷设在上方；高、低压电缆相互之间的净距应大于 0.10m；高压电缆之间、低压电缆之间的净距，不得小于 0.05m。电力电缆与信息电（光）缆，不宜敷设在巷道的同一侧，当条件受限制又需同侧敷设时，电力电缆在下方，与电话、信号电缆的净距不得小于 0.10m；电力电缆与信息电（光）缆在井筒内的敷设间距，不小于 0.30m。水平或倾斜巷道内的电缆悬挂点的间距，不得大于 3m；立井电缆悬挂点的间距，不得大于 6m。

敷设在竖井井筒内的电缆不应有接头，电缆接头应设置在中段水平巷道内。敷设在钻孔中的电缆应紧固在钢丝绳上，钻孔应加装金属保护套管。在水平巷道的个别地段沿底板敷设电缆时应用钢质或不燃性材料覆盖，电缆不应敷设在排水沟中水平悬挂的电缆，在矿车、机车掉道时或其他运输车辆运行时不应受到撞击；电缆坠落时不会落在带式输送机上或车辆正常运行的通道上；高、低压电力电缆敷设在巷道同一侧时，高压电缆应敷设在上方；电力电缆与通信电缆或光缆敷设在巷道同一侧时，电力电缆应在通信电缆下方；供给一级负荷用电的两回电源线路应配置在不同层支架或不同侧的支架上，并应实行防火分隔。

2.4.8 防排水系统

露天开采、地下开采时，采场场地可能受雨水污染的场地面积分别为 $0.6 \times 10^4 \text{m}^2$ 、 $0.8 \times 10^4 \text{m}^2$ ，初期雨水量取值 $I=15\text{mm}$ ，计算得初期雨水储存容积不得小于 108m^3 、 144m^3 。采场场地地下埋设一座容积 150m^3 的初期雨水收集池，尺寸 $L \times B \times H=9.0\text{m} \times 6.0\text{m} \times 3.2\text{m}$ ，混凝土结构。池内安装 50QW15-20-2.2 潜水排污泵两台。潜水排污泵提升初期雨水入采场生产水池，沉淀后用于采矿生产用水。

2.4.9 排土场及渣场

阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 1 号废石堆场位于采场东南区域，拟建于露天矿道路起点东北侧 18.98m 处，2 号废石堆场位于采场东北区域，拟建于选矿工业场地西北侧 430.16m。

矿区排土场仅进行了选址工作，尚未进行岩土勘查工作及专项稳定性研究分析工作。

2.4.9.1 废石场地形

设有两个废石堆场，地貌类型属中高山地形，地形坡度 $30^\circ\sim 45^\circ$ ，1 号废石堆场内海拔 $3300\text{m}\sim 3330\text{m}$ ，相对高差 30m，2 号废石堆场内海拔 $3330\text{m}\sim 3390\text{m}$ ，相对高差 60m，废石堆场总体东高西低，区内山间沟谷发育，1 号废石场主要沿东南、西北向展布，2 号废石场主要沿西南、东北向展布，上游沟谷一般较窄，宽度为 $10\text{m}\sim 30\text{m}$ ，呈 V 型，

山体风化，裂隙较发育。山区植被发育，多为矮草类植被，植被覆盖率为 60%。矿区东北高，西南低，地形有利于自然排水。设计 1 号废石场占地面积 $13.56 \times 10^4 \text{m}^2$ ，2 号废石场占地面积 $117.22 \times 10^4 \text{m}^2$ 。

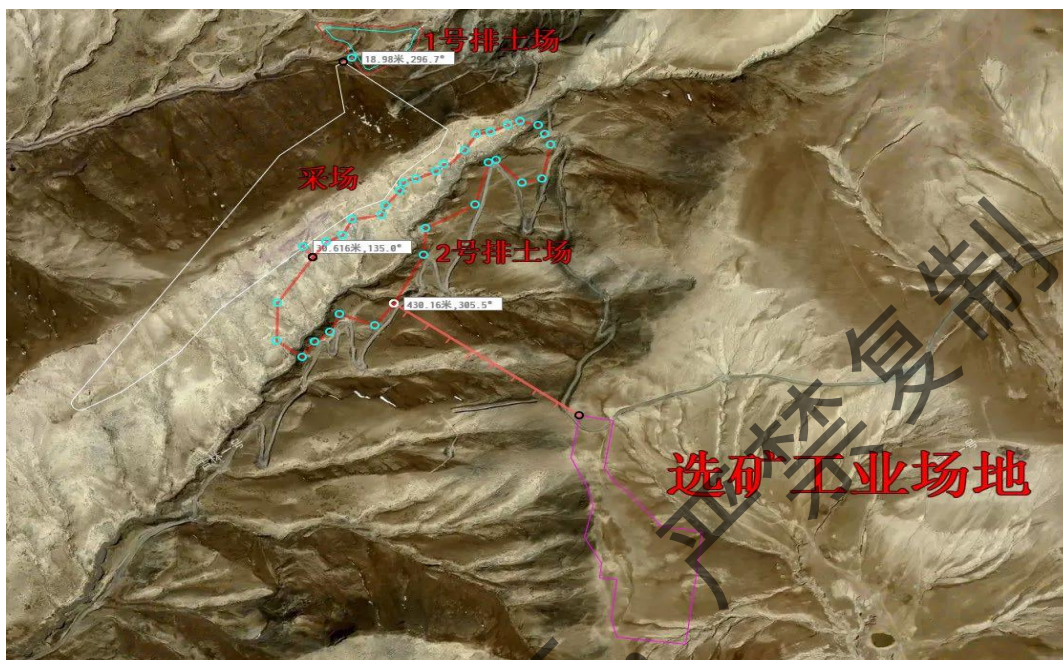


图 2.4-2 废石场位置关系图

2.4.9.2 废石场地质概况

废石堆场区域属中一高山地形，地形地貌条件简单，地层岩性较为单一，可划分为第四系松散岩组和岩体两个部分，其中岩体可划分为两个工程地质岩组分别为层状、块状岩组和构造破碎岩组；出露的岩性为沉积岩类为主，块状结构，岩体完整性大多为完整性差—破碎。矿体顶底板岩石属软岩—较硬岩类，但岩石遇水强度有所降低，岩石裂隙发育，局部稳定性较差，铜矿体与顶底板围岩结合力较差，故未来矿山开采局部易发生坍塌、冒顶、偏帮等矿山工程地质问题。废石堆场区域工程地质属于第Ⅲ类层状岩类，工程地质条件的复杂程度划分为中等型。即工程地质条件层状岩类中等型的矿床。

地下水与地表水间的水力联系：矿区西南 25km 处有托什干河，4km 外有季节性地表水系，托什干河主要补给源是冰川消融，它对径流的年际、年内变化起着调节作用，其独特的补给特性造成其径流年内变化十分剧烈，而由于年径流量多集中在 6、7、8 月全年气温最高的时期，造成其年际变化较小，实测年最大径流与实测年最小径流之比为 2.1 倍。

托什干河对矿区地下水无联系。

含水层之间的水力联系：区内含水层主要为基岩裂隙水，分布面积较大，富水性弱~中等，其次为松散岩类孔隙含水层，主要分布在山间沟谷及凹陷处，一般富水性较好，多形成地表径流。矿区内有地表径流及泉点，地表水体多为季节性水体，地下水与大气降水间存在一定的水力联系。

矿区为 I 类型水文地质条件简单型。

废石场区域地震动峰值加速度为 0.20g，矿区地震设防烈度为Ⅷ度，可将矿区地壳稳定性划分为次级稳定区；易形成山体崩塌等地质灾害。

确定矿区地质环境类型属第二类，矿区地质环境质量中等。

2.4.9.3 废石堆场设计概况

新建废石场年工作制度为 250d，一号废石堆场容积为 $54.40 \times 10^4 \text{m}^3$ ，二号废石堆场容积为 $358.40 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

1) 露天基建期：

废石场基建期露天服务年限为 1 年，基建期剥离量为 $129.09 \times 10^4 \text{m}^3$ ，日剥离量为 5163.40m^3 。

2) 露天生产期

废石场生产期露天服务年限为 5.47a，生产期年剥离量为 $68.98 \times 10^4 \text{m}^3$ ，日剥离量为 617.31m^3 。

本次基建期剥离总量为 $129.09 \times 10^4 \text{m}^3$ ，生产期剥离总量为 $308.34 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库筑坝、道路维护以及道路平整填方共需 $172.87 \times 10^4 \text{m}^3$ 废石。

3) 地下开采基建期废石量共计 3.92 万 m^3 ，生产期废石总量共计 1.8 万 m^3 。

4) 废石堆场排放总量计算

可研设计废石堆场总占地面积为 $10.32 \times 10^4 \text{m}^2$ ，其中 1 号废石场占地面积 $1.36 \times 10^4 \text{m}^2$ ，最高排弃标高 3330.00m，最低排弃标高 3300.00m，堆积高度 30m；2 号废石场占地面积 $8.96 \times 10^4 \text{m}^2$ ，最高排弃标高 3390.00m，最低排弃标高 3330.00m，堆积高度 60m，属于多台阶式覆盖式废石堆场。设计废石堆场排放总实方量为 $412.79 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

5) 废石场等级

可研设计 1 号废石堆场最大堆积高度 30.00m，2 号废石堆场最大堆积高度 60m，排放总实方量 $412.79 \times 10^4 \text{m}^3$ ，为三级废石场。

6) 废石场防洪标准

可研设计新建废石场为三级排土场，采用 20 年一遇洪水重现期。

2.4.9.4 排土工艺及设备

1) 废石场类型

设计 1 号废石场台阶段高 10m, 2 号废石场台阶段高 10m, 属于多台阶覆盖式废石场。

2) 堆置顺序

设计废石场所产生土石方量可以采用反压坡脚式排弃工艺就近排弃, 或汽车运输至指定区域采用多台阶覆盖式排土方式排筑。

扩容部分废石场采用多台阶覆盖式排土法, 排土作业采用单台阶作业, 下台阶排满后再排置上一个台阶, 不实行多台阶同时工作。排土顺序采用从后向前, 按设计的台阶从下向上分台阶进行。

(3) 排土作业

设计 1 号排土场最高排弃标高 3330m, 最低排弃标高 3300m, 堆积体高度约 10m, 共设置 4 个平台: 3330m、3320m、3310m、3300m。

主要设计参数为: 段高 10m, 排筑坡比 1:2, 标准马道平台宽度 20m, 最终平台宽度 20m。

2 号排土场最高排弃标高 3390m, 最低排弃标高 3330m, 堆积体高度约 10m, 共设置 7 个平台: 3390m、3380m、3370m、3360m、3350m、3340m、3330m。

主要设计参数为: 段高 10m, 排筑坡比 1:2, 标准马道平台宽度 20m, 最终平台宽度 20m。

排土场地是Ⅷ度设防地震带, 排土场最终边坡角为 20° , 小于废石自然安息角 $25^{\circ} \sim 42^{\circ}$; 台阶坡面角为 30° 符合剥离废石自然安息角 $25^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 。

可研设计废石场废石采用汽车运输, 铲运机转排的排土工艺。废石场整平主要利用铲运机。

4) 排土场设计采用废石运输车辆为 30t 自卸卡车, 外轮廓尺寸 $9235\text{mm} \times 2550\text{mm} \times 3460\text{mm}$ 。设计排土平台宽度取 50.00m。

3) 设备选型

1 号排土场可研设计废石场运输、整平设备主要自卸汽车、铲运机。露天平台至废石堆场距离不超过 20m, 设计利用矿山 30t 自卸卡车 4 台、 2.0m^3 铲运机一台, 可满足废石运输和平整的要求。

1 号排土场服务年限 113d, 采场内废石由汽车直接运往排土场, 1 号排土场排满后排至 2 号排土场。

2 号排土场服务年限 977d, 可研设计废石场运输、整平设备主要自卸汽车、铲运机。露天平台至废石堆场距离不超过 1620m, 设计利用矿山 30t 自卸卡车四台、2.0m³ 铲运机一台。

6) 工作制度

根据矿山采矿生产规模和采矿工作制度, 废石场年工作日为 250d, 一号废石场每天 1 班, 二号废石场每天 2 班, 每班工作八小时作业, 可完成废石堆放需要。

7) 排土计划

设计中废石排弃工艺采用汽车运输—铲运机排土方式, 排土顺序为从下往上逐层堆置。

设计排土线采用由出口到沟底平行推进方式, 推进至设计边坡位置时, 对边坡进行认真修整, 将边坡修整为台阶式边坡, 台阶高度 10m, 台阶坡面角控制在 30° 以下, 两台阶之间设置安全平台, 宽度 20m, 向坡脚方向形成 2%反坡, 并在坡脚处开挖排水沟, 使降雨不能直接顺台阶坡面流下, 而是进入各台阶的排水沟后最终排入外部排水系统, 防止对坡面造成冲刷。

8) 运输道路

主要道路设计路面宽 5.0m; 道路转弯半径不小于 12m, 最大纵坡 9.0%。矿石及废石运输道路路面结构形式由上至下依次为: 砂砾磨耗层 4cm、泥结碎石 25cm、天然沙砾垫层 15cm、原土夯实。道路两侧设置安全车挡高 50cm, 在道路小半径转弯处设置安全警示牌: 限速、陡坡、急弯、慢行。在小半径曲线处设置道路转弯镜。

9) 排渗设施

为保证废石场下部水畅通外流, 确保废石场稳定, 在设计部分, 废石场最终排弃境界 20m 范围内应排弃大块岩石, 堆排高度 5m~10m, 以便形成渗流通道。

10) 废石场供配电、照明

设计废石场整治阶段和后期生产阶段采用太阳能路灯照明, 太阳能路灯主要设置于废石场运废道路单侧及废石排弃区域, 设置间距 30m。设置数量满足照明需要。太阳能路灯的安装高度不宜小于 4.5m。应根据所在地区的地理位置和季节变化合理确定道路照明的开关灯时间, 宜采用根据天空亮度变化进行修正的光控与时控相结合的控制方式。

根据生产管理需要，废石场设置通讯电话，电话采用有线和无线两种。

2.4.10 安全避险“六大系统”

《可研报告》未设置安全避险“六大系统”章节，通信章节对井下监测监控系统、人员定位系统进行、井下通信联络及应急广播系统进行了介绍，缺少紧急避险、压风自救、供水施救设计内容。

(1) 井下监测监控系统

系统依托井下综合基站、光纤环网交换机传输数据至地面终端，配备备用电源，可连续不间断工作 2h 以上，地面主机采用双机备份，全程适配规范要求。

1) 环境监测系统

各生产、开拓巷道及掘进工作面布设一氧化碳、二氧化氮传感器，回风巷设风速传感器，通风机配套风压、开停传感器，传感器安装、参数设置严格遵循 AQ 2031-2011 规范。作业人员配备便携式检测仪，可同步监测有毒有害气体、氧气浓度，自带声光报警功能。配套地表变形监测系统，精度与等级符合 GB 50026-2020 标准。地面主机可实时展示监测数据、调取历史图表，支持参数预设和声光报警。

2) 视频监控系统

针对井下重点安全区域、关键生产设备实施实时可视化监控，支持摄像头远程控制、画面录像、存储、回放及打印，监控数据存储时长不少于 30 天。

(2) 井下人员定位系统

采用 WiFi 无线通信技术，由定位分站、识别卡、传输设备、地面主机及配套软件组成，整体技术指标符合 AQ2032-2011 规范，地面主机为双机备份配置。

系统可实时查询井下人员、设备动态，自动生成考勤统计报表。作业人员需随身携带识别卡，系统可实时记录人员井下通行轨迹、时间，对无效卡号、违规进入限制通道等情况自动报警。系统配套基站、分站均配备备用电源，保障连续工作 2h 以上，监控终端设于采矿综合楼控制室。

(3) 井下通信联络及应急广播系统

1) 通信联络系统

由调度总机、调度台、分机、录音台等设备组成，井下语音终端接入中段综合监控分站，通过光纤环网实现与地面控制室双向无阻塞语音通信。调度设备支持组呼、全呼、紧急呼叫、强插强拆、监听等功能，可显示通信终端位置；录音设备支持多路同步录音、录音溯源查询，核心调度主机设于采矿综合楼控制室。

2) 应急广播系统

作为调度电话系统的补充,突发安全事故时,可通过调度中心实现定点、分区或全域广播,引导井下人员快速、安全撤离,降低人员伤亡风险。

监测监控系统、井下人员定位系统、通信联络及应急广播系统共用井下千兆光纤环网,为保证通信可靠性,通信光缆应从不同的井筒进出。以实现当其中任何一路出现通信故障时另外一路能承担井下各设备的通信功能。

2.4.11 智能矿山建设

2.4.11.1 机械化

可研设计矿山露天开采实现全流程机械化作业,采用 KQG-150、KG920D 潜孔钻机完成机械化穿孔,依托挖掘机、50t 矿卡构成铲装运输一体化作业线,搭配破碎锤挖掘机实现矿石二次破碎;同时配置装载机、洒水车、压路机等设备完成各类辅助作业,基建土石方施工、边坡自动化监测均采用机械化模式,采用水平分层标准化采剥工艺,设备协同配套,可适配山岭重丘地形,形成连续稳定的规模化机械开采体系。

矿山地下开采适配 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 生产规模与 4.71a 服务年限,依据矿体倾角差异化采用分段空场嗣后充填、上向水平分层充填两种机械化采矿工艺,全程无人工直接采场作业;井下配备凿岩台车、各类专用凿岩机、铲运机、扒渣机完成掘进与出矿作业,依托架线式电机车与矿车实现有轨机械化转运,通过混凝土喷射机、自动化充填搅拌站完成机械化支护与采空区充填;同时配套全自动机械通风、稳压供水、智能供配电及安全避险六大自动化监控系统,井巷基建工程全程机械化掘进支护,整体工序全覆盖,设备配置冗余充足,机械化与自动化水平较高。

2.4.11.2 自动化

可研设计全厂采用 DCS 控制系统,主要具备三个功能:数据采集和处理、模拟量控制及开关量顺序控制。

为确保整个生产流程及辅助设施可靠安全地运行,便于操作和维护,系统配置按三电(电气、自动化仪表、过程控制计算机)一体化系统模式来考虑,三电系统统一设置,在功能分配和硬件配置上统筹考虑,配备先进的自动控制系统进行有效的监控。

2.4.11.3 智能矿山

设计以安全、高效、绿色作为智能矿山建设的远景目标,打造基于“人、信息、物理”三元系统的智能支撑平台,实现人机深度融合,由知识驱动,不断反馈演化。

本次智能矿山设计旨在提供一个基础的智能支撑平台,即重点设计智能矿山第一步建设的内容,以实现数字化、网络化、信息化、可视化为目标。各子项目标细分如下:

建立智能矿山 IT 基础平台，实现网络、通信、监测监控等安全可靠管理；

通过自动化控制技术，实现采矿与选矿各工序基础自动化；

利用数字化建模技术，实现地质资源及其开采环境三维可视化、设备及工程等实体数字化；

利用信息化技术，实现资源管理、采选生产过程精准化、可视化；

实现数据统一集中采集与管理、管控一体化与 3D 可视化。

本次智能矿山设计范围涵盖从地质资源→采矿→选矿→尾矿处理→生产辅助的全过程，涉及采场、采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库及各生产辅助工程。本次设计过程中，充分考虑了开放集成的原则。

2.4.12 安全管理及其他

2.4.12.1 企业生产组织及劳动定员

(1) 组织机构

企业安全管理实行三级管理，设立安全生产管理委员会，配备安全副矿长 1 人、安全总监 1 人；设置安全科，负责综合管理安全生产、消防安全工作，采矿车间配备专职安全管理人员 3 人，选矿车间配备专职安全管理人员 2 人，尾矿库配备专职安全管理人员 3 人。车间各班组长 1 名作为兼职安全员。专职安全员全程监督生产作业中的不安全因素，处理突发性事故。各级安全管理机构，负责各范围的的安全管理工作。

安环科定期有针对性地对职工进行安全教育、培训，负责全矿安全制度的制定，并对安全措施的实施、执行情况进行监督。

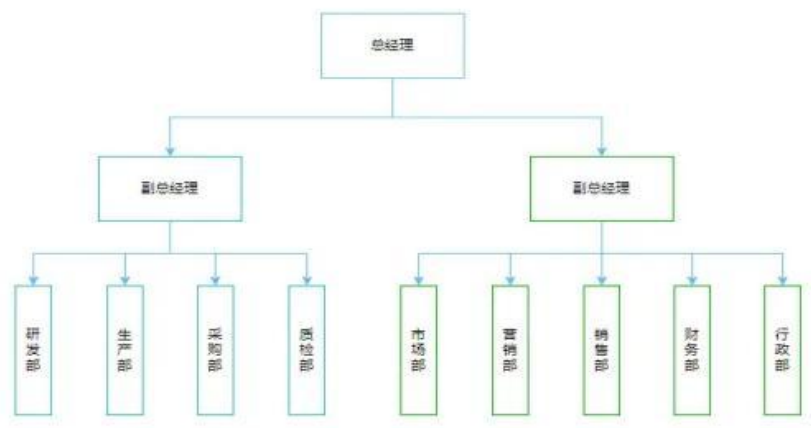


图 2.4.3 组织机构图

(2) 工作制度

企业工作制度为连续生产制，全年工作 250d，露天采矿每天 2 班，每班 8h。

(3) 劳动定员

露天采矿在册人数 100 人；地下采矿在册人数 114 人；选矿及其他每天 3 班，每班 8h，在册总人数 90 人。

表 2.4-16 劳动定员表（露采）

序号	部门	作业班次		小计	在册系数	合计
		一班	二班			
一	主要生产人员					
1	潜孔钻司机	4	4	8	1.2	10
2	排土工	2	2	4	1.2	5
3	爆破工	3		3	1.2	4
4	矿用挖掘机	6	6	12	1.2	15
5	装载机司机	2	2	4	1.2	5
6	汽车司机	4	4	8	1.2	10
7	二次破碎工	2	2	4	1.2	5
8	小计	23	20	43		54
二	辅助生产人员					
1	机修、电工	2	2	4	1.1	5
2	汽修工	3	3	6	1.1	7
3	辅助工	1	1	2	1.1	3

4	小计	6	6	12		15
三	管理后勤人员					
1	矿长	1		1	1	1
2	总工程师	1		1	1	1
3	安全副矿长	1		1	1	1
4	生产副矿长	1		1	1	1
5	机电副矿长	1		1	1	1
6	安全总监	1		1	1	1
7	各专业技术人员	5		5	1	5
8	专职安全员	2	2	4	1	4
9	调度员	1	1	2	1	2
10	库管员	2	2	4	1	4

表 2.4-17 劳动定员表（地采）

序号	指标名称	出勤定员			补勤人员	在册定员
		一班	二班	合计		
一	地质工段					
1	地质工程师	1		1		1
2	测量工程师	2		2		2
3	取样工	2		2		2
	小计	5		5		5
二	掘进工段					
1	凿岩工	2	2	4	1.2	5
2	支护工	2	2	4	1.2	5
3	扒渣机司机	2	2	4	1.2	5
4	撬毛工	2	2	4	1.2	5
	小计	8	8	16		20
三	回采工段					
1	凿岩工	2	2	4	1.2	5
2	铲运机司机	4	4	8	1.2	10
3	撬毛工	2	2	4	1.2	5
4	采矿工程师	1	1	2		
	小计	9	9	18		20
四	提升运输工段					

1	电机车司机	3	3	6	1.1	7
序号	指标名称	出勤定员			补勤人员	在册定员
		一班	二班	合计		
2	信号工	2	2	4	1.1	5
3	溜井放矿工	2	2	4	1.1	5
4	井下调度工	2	2	4	1.1	5
5	机电工程师	1	1	2		3
	小计	10	10	20		25
五	辅助工段					
1	空压机房压气工	1	1	2	1.0	2
2	维修工	1	1	2	1.0	2
3	通风工	1	1	2	1.0	2
4	水泵工	1	1	2	1.0	2
5	高压电工	1	1	2	1.0	2
6	低压电工	1	1	2	1.0	2
	小计	6	6	12		12
六	充填工段					
1	控制室	1	1	2	1.0	2
2	充填料浆制备平台	1	1	2	1.0	2
3	井下充填工	2	2	4	1.0	4
4	井下巡管维修工		1	1	1.0	1
	小计	4	5	9		9
七	机修及辅助工段					
1	机修人员	2	2	4	1.0	4
2	仓库	2	2	4	1.0	4
	小计	4	4	8		8
八	管理及辅助人员					
1	矿长		1	1	1.0	1
2	总工程师		1	1	1.0	1
3	安全副矿长		1	1	1.0	1
4	生产副矿长		1	1	1.0	1
5	机电副矿长		1	1	1.0	1
6	安全总监		1	1	1.0	1

2.4.12.2 职工培训

(1) 矿山应对职工认真做好安全生产和劳动保护教育，普及安全法规知识，进行技术和业务培训，职工经考核合格方准上岗。对所有干部和工人，每年至少接受不少于 20h 的安全教育，每三年至少考核一次。

(2) 单位主要负责人和安全生产管理人员的安全培训教育，使其掌握对矿山进行安全生产管理的能力。主要负责人和安全生产管理人员安全资格培训时间不得少于 48h；每年再培训时间不得少于 16h。

(3) 从业人员的安全培训教育，使其了解安全生产知识，熟悉有关安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。

(4) 特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书。

(5) 矿山企业应对职工认真做好安全生产和劳动保护教育，普及安全知识和安全法规知识，进行技术和业务培训。职工经考试合格方准上岗。

(6) 新工人必须进行不少于 72h 的矿、车间、班组三级安全教育，经考试合格后，由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。调换工种的人员，必须进行新岗位安全操作教育和培训。

2.4.12.3 矿山救护及消防

根据本项目可能发生的灾害事故特点，成立以行政一把手牵头的矿山救护指挥部和由矿山安全科、医务室、车队等组成的兼职救护队。与当地其他矿山签订救护协议，或建立与当地应急救援系统的联系机制。矿山日常医疗救护与工人的日常卫生健康监护由矿山兼职救护队和医务室承担。重大事故发生时，即刻启动矿山应急救援预案，届时矿山所有生产活动停止，矿区所有设备、人员随时听从指挥调用。

矿山设医疗救护室 1 间，经过培训的兼职医护人员 2 人；矿山设兼职矿山救护及消防队，选拔人员组成业余救护队（均为兼职人员），配备必要的救护及消防设备，矿山须备有一辆以上越野车辆，兼作救援车辆；此外矿山设有固定电话，并处在移动电话覆盖范围以内，可以满足应急救援的通讯要求。同时制定完善的矿山救护消防制度和应急救援预案，定期组织培训演练，以达到出现险情时，救护及时到位。

2.4.12.4 投资估算

本项目建设总投资 42979.96 万元。投资估算汇总表见表 2.4-18。

表 2.4-18 投资估算汇总表

序号	工程或费用名称	价值（万元）					
		开拓工程	建筑工程	设备费用	安装工程	其他费用	总价值
一	工程费用	6086.66	12185.52	10479.54	3289.64		32041.35
I	主要生产及直属生产工程	6086.66	6561.07	8395.62	1462.24		22505.59
一	采矿工程	6086.66	506.03	4064.53	720.71		11377.93
1	露天基建	4019.81	0.00	822.69	3.11		4845.61
2	地下开采	2066.85	0.00	349.94	262.93		2679.72
3	采矿地表工程		506.03	391.89	79.67		977.60
4	六大系统（估）			100.00	15.00		115.00
5	智能矿山			2400.00	360.00		2760.00
二	选矿工程		3564.55	4134.23	682.63		8381.41
三	尾矿库		2490.48	196.86	58.90		2746.25
II	辅助生产工程（工业附属工程）		883.06	497.90	83.55		1464.51
III	公用系统工程		3491.92	1425.07	1668.14		6585.14
IV	行政福利设施工程		1249.47	160.95	75.70		1486.11
二	工程建设其他费用					6333.61	6333.61
三	基本预备费（12%）					4604.99	4604.99
	建设投资	6086.66	12185.52	10479.54	3289.64	10938.60	42979.96

2.4.12.5 其他

（1）**矿山机修：**机修间承担采选设备的日常维护和小修，部分零配件的加工制作以及维修过程中的铆焊工作。维修所需的备品备件及生产消耗件均外购或外委解决。

车间建筑面积 360m²，主跨 12m，长 30m，由机床、钳工铆焊和修钎工段组成，内部设置办公室和备品备件间（小件）。车间配置车床、铣床、刨床、钻床、电焊机、起重機、修钎机等设备。

年工作日 250d，单班 8h 工作制，人员 3 人。

哈拉奇乡有小型汽修店，可承担日常保养，大修需到阿合奇县或阿克苏市。本机修不设独立汽修车间，车辆保养外包，仅配置紧急维修工具。

哈拉奇乡和阿合奇县具有低压电气维修能力，高压设备需送阿克苏市。本机修不设独立电修车间，日常维护由采选工程电工组承担，大修外协。

(2) 矿山热工与暖通：矿区属于中温带大陆性气候。春季多风，夏季短而不炎热，秋季凉爽，冬季酷寒积雪少。年均气温 6.2℃，年均降水 202.4mm。矿区供热采用电暖器采暖。

(3) 行政生活福利设施：行政生活福利设施包含矿山生活设施：食堂 290.0 m²，可容纳 201 人同时就餐，提供早、中、夜三班餐饮服务；服务管理人员及技术骨干共 19 间，可容纳 38 人，为双人间；服务一线作业人员共 67 间，可容纳 201 人，含倒班备用床位，为三人间，均设有独立卫生间，宿舍楼共 2 栋，每栋 2 层，总面积 2882.88 m²；办公设施办公楼：面积 1386.0 m²，生产调度、技术管理、行政办公含 80 个工位、2 间会议室。

行政生活福利设施总面积为 4558.88m²。

3 定性定量评价

3.1 露天开采系统

3.1.1 露天开采总平面布置单元

3.1.1.1 危险有害因素辨识分析

本项目露天开采总平面布置涵盖采场作业区、排土场、运输道路、供配电设施、防排水系统、辅助生产设施等核心单元，整体布局依托矿区地形地势搭建，结合矿山 30 万吨/年露天开采规模及场地条件，从布局合理性、设施适配性、环境风险性、作业兼容性等方面，全面辨识危险有害因素，具体分析如下：

(1) 露天采场与 1 号、2 号废石堆场相邻布置，采场东南、东北侧紧邻排土作业区域，整体分区无天然隔离屏障。采场剥离作业与排土场堆排作业空间重叠度较高，作业高峰期多设备、多工序交叉施工，易引发机械碰撞、物料坠落、土石方窜滚等安全风险；排土场依托自然山坡修建，整体东高西低、地形坡度 30~45°，台阶式堆载布局易导致边坡应力集中，叠加矿区Ⅷ度地震烈度、季节性降雨影响，易诱发排土场滑坡、坍塌、泥石流等地质灾害，威胁露天采场作业人员及设备安全；露天采场作业区与场内运输道路、辅助设施间距较近，爆破、采剥作业产生的飞石、冲击波易波及周边设施及通行车辆。

(2) 开采过程中，边坡岩体受采动扰动、爆破震动、雨水入渗、昼夜温差风化叠加影响，岩体裂隙逐步扩张、结构面抗剪强度下降，易引发边坡岩体失稳，发生滑坡、坍塌、崩塌事故。该风险为露天开采重大安全风险，可直接掩埋作业设备、堵塞开采工作面及运输道路，造成人员伤亡、设备损毁、生产中断。

(3) 矿区岩体风化严重、裂隙发育，露天爆破作业后，台阶坡面、边坡顶部极易残留松动浮石、悬空危岩。作业过程中，若浮石排查清理不彻底、高处作业未设置警戒隔离、作业人员在边坡下方逗留作业，松动岩块受震动、风力、雨水影响易突然坠落，造成物体打击事故，砸伤作业人员及开采设备。

(4) 筑物缺少防雷、防火、抗震设施，可能发生雷击、火灾和地震危害；

(5) 避炮设施未设置或设置安全距离不足，爆破器材库、储油设施、生活区相互之间安全距离不足等造成人员伤亡事故；

(6) 油料储存设施位于主导风向和生活区的上风侧，油料发生火灾直接威胁生活

区；

(7) 露天开采供配电线路沿采场、运输道路架空敷设，配电设施就近布置于作业场地周边。一是架空线路横跨采剥作业区、运输主干道，无专用防护廊道，机械作业、车辆通行过程中易碰撞、刮擦线路，引发漏电、短路、停电事故；二是露天配电设备无专属防护区域，长期暴露在雨雪、大风、沙尘环境中，设备绝缘性能易下降，引发触电、电气火灾风险；三是排土场照明采用太阳能路灯，布置间距 30m，夜间作业照明覆盖存在盲区，偏远作业区域照度不足，易引发人员失足、车辆碰撞事故。

(8) 矿山开采改变了地下的应力分布，可能诱发滑坡、泥石流等地质灾害。特别是在山区或丘陵地带，露天矿边坡的稳定性受到影响，遇到暴雨等极端天气时，容易发生滑坡。

(9) 风力大小和方向会影响矿山的粉尘扩散和扬尘情况。在大风天气下，粉尘更容易扩散到周边地区，造成大气污染。同时，风力也会影响矿山的开采作业，如在露天矿的爆破作业中，需要考虑风向和风速，以避免粉尘和飞石对周边环境和人员造成危害。

3.1.1.2 符合性评价

依据《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）编制安全检查表，对总平面布置的符合性进行评价，评价结果见表 3.1.1-1。

表 3.1.1-1 总平面布置安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	可研设计内容	结果
一	厂址选择			
1	厂址选择应符合自然环境条件、资源条件、工业布局、物料运输方式、安全生产等的要求，并应符合国土空间规划及工业园区规划的要求。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 3.0.1 条	设计布局符合自然环境条件、资源条件、工业布局、物料运输方式、安全生产和规划要求。	符合
2	厂址选择应避开全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站，宜避开易引起水土流失和生态恶化的地区、生态脆弱区、固定半固定沙丘区。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 3.0.2 条	矿权范围内无水土保持监测站点、重点试验区和水土保持长期定位观测站，不在水土流失和生态恶化的地区、生态脆弱区、固定半固定沙丘区。	符合

3	厂址选择应利用荒山劣地、滩涂，不应対现有土地和植被的水土保持功能造成破坏。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.3 条	矿区位于喀拉铁克山脉中段，为矿山开采区，不会对现有水土保持功能造成破坏。	符合
4	国土空间规划划定的保护区域内及具有开采价值的矿床上不应选为厂址。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.5 条	矿区不在国土空间规划划定的保护区域内，矿区未占压项目开采外的其他矿床。	符合
5	存在泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段不应选为厂址。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.5 条	矿区不在泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段。	符合
6	对飞机起落、雷达导航、电台通信、军事设施、电视传播、气象探测和地震检测，以及天文观测等有影响的范围内不应选为厂址。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.5 条	矿区不在规定有影响的范围内。	符合
7	址应选择在不受洪水、潮水或内涝威胁及潮涌危害的地区。当条件受限时，应采取防洪、排涝措施	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.7 条	矿山已采取了防洪、排涝措施。	符合
8	全新世活动断裂和抗震设防烈度高于9度的地震区不应选为厂址	《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012 第 3.0.5 条	矿区不在活动断裂和抗震设防烈度高于9度的地震区。	符合
9	工矿企业防洪等级应根据企业规模划分，各等级的划分及防洪标准应符合现行国家标准《防洪标准》GB50201的有关规定，工矿企业中型50—20年。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.8 条 国土资发(2004) 208 号	本工程各主要工业场地按20年一遇防洪标准进行设计。	符合
10	厂址应满足建设需要的工程地质条件、水文地质条件和环境地质条件	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.10 条	满足需要的工程地质条件、水文地质条件和环境地质条件。	符合
11	在湿陷性黄土和膨胀土地区建厂，应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑标准》GB50025和《膨胀土地区建筑技术规范》GB50112的有关规定	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》GB50544-2022 第 3.0.14 条	矿区不在湿陷性黄土和膨胀土地区。	符合

12	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.10 条	有适宜的地形坡度，不在自然地形复杂、自然坡度大的地段和盆地、积水洼地。	符合
13	交通运输设施、动力公用设施、废物堆场、环境保护工程及施工基地等用地，应与厂区用地同时选择。厂址选择应有利于与邻近企业和城镇在生产、废物加工、交通运输、动力公用、维修服务、综合利用和生活设施等方面的协作	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 3.0.9 条	与矿区用地同时选择。有利于与城镇在生产、交通运输、动力供应、维修服务等方面的协作。	符合
14	山区建厂，当厂址位于山坡或山脚处时，应采取防止山洪、泥石流等自然灾害的危害的加固措施。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.13 条	露天境界内设置排水沟，最高剥离平台截水沟。	符合
二	总体布置			
15	工业场地总平面应按功能分区布置，功能分区应符合下列规定： 应符合总体规划要求，并应保证工艺流程顺畅、生产系统完整； 应与厂外运输、供水、供电、供气等线路衔接顺畅； 3应根据场地的地形、气象、工程地质等自然条件确定； 应有利于消防、安全、卫生、通风、采光、排水、绿化等设施的布置； 5应确定每个功能区的形状和面积，通道宽度应根据建设规模确定； 主要物流通道与主要人流通道不宜平面交叉。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 5.1.2	可研设计工业场地符合要求	符合
16	在卫生防护距离内不应设置永久居住的房屋，并应绿化	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.2.1 条	矿区不在规定的地段和地区。	符合
17	总降压变电站的布置应符合下列规定： 1应便于输电线路进出，靠近负荷中心或主要用户。 2不得受粉尘、水雾、腐蚀性气体等污染源的影响。并应位于散发粉尘、腐蚀性气体污染源全年最小频率风向的下风侧和散发水雾场所的冬季盛行风向的上风侧。 3不得布置在有强烈振动设施的场地附近。 4变电站应有运输变压器的道路。 5地势应较高，不得位于低洼积水	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 4.3.1 条	将35kv总降变电站布置于选厂西北侧地势平缓区域，靠近负荷中心，不受粉尘、水雾、腐蚀性气体影响，破碎站、露天采场全主导风向的下风侧，周边无强烈振动设施的场地附近，有运输变压器的道路，地势较高，不在低洼积水地段。	符合

	地段			
18	废料不得随意堆放，应设专用堆场，其位置距废料排出点不宜过远，并应位于工业场地和居住区常年最小频率风向的上风侧。废料堆场应与居住区及水源保持一定的安全、卫生防护距离。废料堆场的地形和工程地质条件，应有利于废料的堆置和稳定。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 4.1.6 条	矿区内设有专用废石堆场。	符合
19	废料堆场应充分利用沟谷、洼地、荒地、劣地，严禁占良田，应少占耕地。严禁将水源保护区、江河、湖泊作为废料堆场。严禁侵占名胜古迹、自然保护区	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 4.1.7 条	充分利用沟谷、洼地、荒地、劣地，未占良田、耕地。不在水源保护区、江河、湖泊。未侵占名胜古迹，自然保护区。	符合
20	废料堆场场址宜选择在水文地质条件相对简单、原地形坡度相对平缓的沟谷；不宜设在工程地质与水文地质不良地带、汇水面积大、沟谷纵坡陡、出口又不易拦截的山谷中，也不宜设在主要工业厂房、居住区及交通干线附近	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 4.1.8 条	废石堆场在水文地质条件相对简单、原地形坡度相对平缓的沟谷；不在工程地质与水文地质不良地带、汇水面积大、沟谷纵坡陡、出口又不易拦截的山谷中和主要工业厂房、居住区及交通干线附近。	符合
21	含有放射性物质的废料堆场，严禁在城市规划确定的生活居住区、文教区、水源保护区、风景名胜区内、温泉、疗养区和自然保护区等范围内选址堆存	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 4.1.9 条	矿山无含有放射性物质的废料	符合
22	污水处理站应布置在地质良好、不因渗漏溢流引起坍塌的地段	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50187-2012 第4.4.2条	污水处理设施位于生活区。	符合
23	矿山设备不应在有明火或其他不安全因素的地点加油或加气 露天采场加油点，应设置在安全地点。不准在露天采场存在明火及不安全地点加油。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第4.7.7条	未明确是否设置加油站、储油区。	不符合
24	露天矿用设备应配备灭火器。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.7.2.2	未要求挖掘机、装载机、自卸车等设备配备灭火器。	不符合
25	压缩空气站附近，严禁种植散发花絮、纤维物质或带绒毛种子的植物，应种植能滞尘或能净化空气的植物。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 10.3.1 条	露天开采阶段采用单独供风方式，即1台钻配1台空压机的供气方式。	符合
26	在山坡地段布置居住区时，宜选择在不窝风的阳坡地段	GBZ1-2010 第4.5.4条	居住区位于不窝风的阳坡地段。	符合

27	大型建筑物、构筑物，重型设备和生产装置等，应布置在土质均匀、地基承载力较大的地段	GB50187-2012 第5.2.1条	居住区、矿石加工区土质均匀、地基承载力较大。	符合
28	行政办公用房应设置在生产区；与生产有关的辅助用室应布置在生产区内。	GBZ1-2010 第5.2.1.3条	行政办公用房设置在生产区；辅助用室在生产区内。	符合
29	变电站及变配电所室外变配电设备应布置在产生粉尘的排土场、散装物料装卸场等堆场全年最小频率风向的下风侧	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第5.9.2条	室外变配电设备布置在排土场、散装物料装卸场等堆场全年最小频率风向的下风侧	符合
30	变电站及变配电所高压配电线路不应跨越屋顶为易燃材料的建筑物。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第5.9.2条	高压配电线路未跨越屋顶。	符合
31	总降压变电站应设置单独场地，并应设置围墙，不应临近产生水雾、有害气体、有振动的建（构）筑物布置	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第5.9.2条	总降压变电站设置了单独场地，位置位于选厂工业场地，未明确需设置有围墙。	不符合
32	夜间进行作业的废物堆场应配备照明设施，照明灯塔与安全车挡的距离宜为15m~25m。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第9.1.4条	可研设计有照明设施，废石堆露天生产场所设置用有接地端子的I类灯具，使其能可靠接地。	符合
33	绿化应选用当地树种、速生树、常绿树、耐修剪的乔木作为骨干树种。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第10.1.2条	设计运营期建设单位在矿区绿化选择物种时，应以本土物种为主。	符合
34	居住区应位于向大气排放有害气体、烟、雾、粉尘等有害物质的工业企业全年最小频率风向的下风侧。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第4.5.3条	设计办公生活区设置于矿区入口处海拔较低且位于工业场地上风向的位置。	符合
35	小流域、截（排）洪沟的洪峰流量计算，应根据当地水文站的实测资料确定；缺少实测数据时，可采用地区经验公式、简易推理公式、洪水调查等方法计算确定	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第4.8.2条	可研采用地区经验公式、简易推理公式、洪水调查等方法对排洪流量进行了计算。	符合

3.1.1.3 单元评价结论

露天开采总平面布置共检查 35 项，符合 32 项，符合率 91.42%，总平面布置基本符合规范要求，具备建设的基本条件，但存在以下问题在进一步设计中需要完善：

- （1）可研未说明厂区是否规划建设加油站、油料储油区域。
- （2）总降变电站防护设计缺失，未界定变电站围墙材质、高度、防护隔离等建设标准。

(3) 挖掘机、装载机、自卸卡车等露天采掘运输工程机械未配置灭火器材的相关要求。

3.1.2 露天开拓运输单元

3.1.2.1 危险有害因素辨识分析

设计III-1 与III-2 号矿体采用公路开拓，汽车运输方案。

根据不同作业点增设分支联络公路进入各开采水平，运输道路为三级道路标准。

(1) 矿区道路外侧未设安全车挡或车挡设置未达到规范要求，可能发生车辆和人员坠落事故。

(2) 矿区道路旁的山坡上若存在浮石，受到振动后滚落下来，造成物体打击事故。

(3) 矿区道路未设置错车道和汽车避让道，运输车辆在紧急情况下无防护措施，可能发生场（厂）内机动车辆致害事故。

(4) 驾驶员驾驶技术差，酒后驾车，或未持证而引发场（厂）内机动车辆致害事故；运输道路凹凸不平，路况差，而引发场（厂）内机动车辆致害事故。

(5) 矿区夏季气温较高，驾驶员长时间开车，容易出现中暑、注意力不集中、打瞌睡等情况，易发生场（厂）内机动车辆致害事故。

(6) 矿区道路未设警示标志牌，不能对驾驶员起到警示作用，发生场（厂）内机动车辆致害事故。

(7) 可研在采场开挖开段沟，路堑参数车挡参数不满足规范要求，易造成边坡滑坡、坍塌和车辆事故。

(8) 矿山在正常开采阶段，多辆自卸汽车同时进行运输作业，车辆运输过程中可能发生交通事故。

(9) 冬季气温低，矿山道路易因洒水降尘、雨水或积雪融化后结冰，使路面摩擦力减小，车辆行驶时容易打滑失控，引发碰撞、侧翻等事故。大雪天气会使道路被积雪覆盖，影响驾驶员视线，难以看清道路状况、交通标志和障碍物，增加行车风险。

(10) 从露天采区总平面布置图上看，矿山新建主要道路部分转弯段与采场境界重叠，露天最终境界缺少通往清扫平台的道路，设计阶段应进一步论证道路设置的合理性，并补充相应安全对策措施。

3.1.2.2 危险度评价

根据上述危险辨识，露天开采开拓运输可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出

出对策措施。评价结果见表 3.1.2-1。

表 3.1.2-1 露天开拓运输单元预先危险性分析表

危险因素	触发条件	事故后果	等级	技术措施与对策
车辆伤害	1. 设计的矿山运输道路满足不了运输车辆安全行车要求。运输道路的弯道、坡度较大的填方地段外侧未设置护栏、挡车墙等 2. 运输道路未设置车辆避让车道，急弯、陡坡、危险地段未设置警示标志 3. 运输道路未设会车平台 4. 车辆安全技术性能较差 5. 车辆维修不及时、带“病”运行以及夜间灯光不好 6. 冰雪或多雨季节道路较滑 7. 雾天或烟尘(沙尘)弥漫能见度低 8. 道路内侧未设排水沟或排水沟堵塞，大气降水时冲毁路面造成车辆事故发生 9. 冬季气温低，矿山道路易因洒水降尘、雨水或积雪融化后结冰，使路面摩擦力减小，车辆行驶时容易打滑失控，引发碰撞、侧翻等事故。大雪天气会使道路被积雪覆盖，影响驾驶员视线，难以看清道路状况、交通标志和障碍物，增加行车风险。	人员伤亡 车辆损坏	II	1. 矿山道路的设计必须满足运输车辆安全行车要求。山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段外侧应设置护栏、挡车墙等 2. 根据行车安全需要，应设置车辆避让车道，急弯、陡坡、危险地段设置警示标志 3. 每隔一段设会车平台，平台宽度应满足运输要求 4. 根据矿山地理气候条件和矿山特定生产作业环境条件配置运输车辆 5. 加强管理，制定车辆检（维）制度、教育驾驶（操作）人员严格执行道路交通规则和安全操作规程，杜绝车辆带（病）运行和违章作业 6. 尽量避免雨雪天气行车，限制车速，采取切实可行的防滑措施，确定保证行车安全 7. 因天气、气候能见度低行车时，应开亮车前黄灯与标志灯，并靠右侧减速行驶，前后车距应不小于 30m。视距不足 20m，应靠右暂停行驶，并打开前后警示灯 8. 按设计要求设置道路内侧排水沟，并定期清理保持排水畅通，防止雨水冲毁路面，保证运输车辆安全 9. 配备专业的除雪设备，及时清理道路积雪和结冰，可撒布融雪剂、防滑沙等，增加路面摩擦力。
滑坡	1. 边坡角过陡、超过稳定角； 2. 岩体节理发育、风化严重； 3. 暴雨、冻融循环； 4. 道路开挖破坏坡体平衡	滑坡掩埋 车辆人员	III	1. 按设计边坡角开挖； 2. 设置截水沟、排水沟，防止雨水冲刷； 3. 高边坡设置监测点（位移、沉降）； 4. 清除浮石、危岩，必要时锚杆/锚索加固；⑤雨季加强巡查
高处坠落	1. 作业平台、等高处作业区域的防护设施设计、制作不符合要求 2. 平台、通道等防滑措施设计不符合要求 3. 人员在高度较大的设备上进行操作、检修的过程中安全防护不到位	人员伤亡	II	1. 编制高处作业规程并按照规程进行作业 2. 在距坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）的高处作业时，必须佩戴安全带、安全帽或设置安全网、防护栏等防护设施，安全防护设施应符合要求 4. 遇有六级以上强风时，禁止在露天进

	4. 遇大风等恶劣天气时进行露天高处作业 5. 进入矿仓进行检查、检修时不采取可靠的防坠落等措施			行高处作业 5. 平台、梯子、走廊、通道、坑、孔等危险地段有安全警示标志和照明 6. 进入矿仓进行检查、检修时采取可靠的防坠落等措施
机械 致害	1. 车辆维修时未设警示; 2. 检修操作不当; 3. 轮胎爆裂; 4. 传动部件防护缺失	人员 伤亡	III	1. 维修时设置警示标志, 采取可靠制动和掩轮措施; 2. 轮胎充气设置防护笼; 3. 传动部位加装防护罩; 4. 维修人员持证上岗, 严格执行检修规程

通过本节的预先危险性分析, 共找出该矿山露天开拓运输系统的危险有害因素的危险等级, 为IV级(灾难性的)的危险、有害因素有 0 类; 危险等级为III级(危险的)的危险、有害因素有 2 类; 危险等级为II级(临界的)的危险、有害因素有 2 类。

3.1.2.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)、《厂矿道路设计规范》(GBJ22-1987)、《有色金属工业总图规划及运输设计标准》(GB50544-2022)、《有色金属采矿设计规范》(GB50771-2012)等标准规范编制安全检查表对可研确定的开拓运输方案的符合性进行分析评价结果见表 3.1.2-2。

3.1.2-2 露天开采开拓运输单元安全检查表

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
1	厂矿道路设计, 应适合厂矿企业生产(包括机修、安装)和其他交通运输的需要。在行车密度较大的地段, 应对车流密度进行校验。车辆间隔, 应按制动距离加 10m~20m 安全间隔计算。	《厂矿道路设计规范》 GBJ22-1987 1.0.5 《有色金属采矿设计规范》GB50771-2012 7.4.16	可研未按运输量对道路行车密度进行验证。	不符合
2	露天矿山道路的计算行车速度, 宜按表 2.4.3 的规定采用。(三级道路计算行车速度 20km/h)	《厂矿道路设计规范》 GBJ22-1987 2.4.3	未明确厂内行车速度。	不符合
3	露天采场道路应达到三级公路标准, 道路宽度应根据符合车辆宽度要求。	《厂矿道路设计规范》 GBJ22-1987 2.4.4	可研 8.4 节设计运输道路宽度 15m、满足三级道路要求, 未明确运输车辆宽度。	不符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
4	一、二、三级露天矿山道路最大纵坡分别为 7%、8%、9%。在海拔 3000m 以上的地区，露天矿山道路的最大纵坡值应按本规范表 2.2.13 的规定折减（海拔 3000-4000 纵坡折减值 1%）；折减后的最大纵坡值如小于 4.5% 时，应采用 4.5 的生产干线、支线有足够依据时，可不受本条规定的限制。	《厂矿道路设计规范》 GBJ22-1987 2.4.13	本矿海拔高于 3000m，设计露天矿山内部道路等级为三级，设计最大纵坡为 8%，满足折减 1% 后的三级道路要求。	符合
5	三级露天矿山道路最小圆曲线半径不宜小于 15m。	《厂矿道路设计规范》 GBJ22-1987 2.4.6	设计运输道路外委三级标准最小转弯半径 15m。	符合
6	厂矿道路应根据沿线地面水和地下水的实际情况，设置必要的边沟、截水沟、排水沟、渗沟等路基排水设施。厂矿道路，必要时可采用暗式排水系统，设置雨水口、雨水管等排水设施。	《厂矿道路设计规范》 GBJ22-1987 3.5.1	可研未明确矿山道路排水措施。	不符合
7	双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.4.2.3	可研道路宽度符合规定，可研矿区道路设置警示标志。	符合
8	运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.4.2.4	可研提出了矿区道路外侧设置护栏、挡车墩的要求。	符合
9	夜间装卸车应有良好照明条件。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.4.2.8	可研设计露天生产照明照度 $\geq 50lx$ 。	符合
10	露天采场的总出入沟口、平硐口、排水口和工业场地应不受洪水威胁。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.7.1.2	可研未明确矿区历史最高洪水位。	不符合
11	厂外运输宜采用单一运输方式；采用联合运输方式时，应在不同运输方式之间设置转运设施；企业厂内运输可采用多种方式，宜减少运输中转环节。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 8.1.3	可研设计采用公路开拓汽车运输。	符合
12	下列情况之一，宜采用单一公路开拓汽车运输方案：1 矿体赋存条件和地形条件复杂；2 矿石品种多，需分采分运；3 矿岩运距小于 3000m	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 7.4.1	可研设计露天采用单一公路开拓汽车运输方案	符合

露天开采总平面布置共检查 12 项，符合 7 项，符合率 58.33%，存在以下问题在进一步设计中需要完善：

露天开拓运输单元存在以下问题在进一步设计中需要完善：

(1) 矿山道路设计仅确定道路等级，未结合远期、近期矿石运输总量核算行车密度。

(2) 厂区内部道路未限定机动车行驶时速。

(3) 未确定场内运输矿车车体宽度参数，道路宽度、会车平台设计缺少设计依据，

(4) 可研未设计矿山道路截排水、边沟、涵洞等排水系统。

(5) 未收集并明确矿区历史最高洪水位数据。

3.1.3 露天采剥单元

3.1.3.1 主要危险有害因素辨识分析

(1) 边坡管理

可研报告拟定露天采场最大采剥深度 110m，最终边坡角 18-48°，边坡高度最高处为 90m，依据《金属非金属矿山安全规程》、《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》中有关规定，可研判定边坡工程安全等级为Ⅲ级，矿山可能存在如下危险：

1) 未开展滑坡风险管控及边坡监测安全管理工作，在露天开采过程中，可能发生边坡坍塌、变形、滑坡、侵蚀危害。

2) 矿山在开采至采场最终边界和最终台阶并段时若未采取相关的安全防护和技术措施，或技术措施不到位，处理不当，造成边坡坍塌、滑坡等危害。

3) 爆破后检查爆破情况时，爆堆坡面在爆破后尚处于未完全静止状态下，可能出现断续的掉块、滚石、崩落，甚至可能出现滑坡，造成检查人员伤害。

4) 爆堆不够松散，大块多，爆堆不自然垮落，装矿作业使坡面变陡，作业人员无法检查、清理松动的岩石。

5) 矿山在临近最终边坡爆破时，未采取相关的安全技术措施，减轻对采场边坡的振动，保持其完整性、稳定性，均有可能发生滑坡、滚石等危害。

6) 采场坡面上方未设置截洪排水沟，上部雨水流经坡面可迅速进入一部分松动的岩体内，降低岩体稳定性，引起滑坡。

7) 雨后岩体裂隙受水影响，塌落的可能性增大，受凿岩或设备运行的影响，可引发边坡上的浮岩脱落，造成物体打击事故。

8) 矿山未及时清理台阶边坡及最终台阶不设安全平台，或安全平台过窄，不能缓冲和阻截滑落的岩石，可能发生滚石、滑坡等危害。

9) 作业人员在超过 2m 的高度作业时未佩戴安全绳，容易造成坠落伤害。

10) 对边坡检查不认真仔细，或发现边坡松岩仍冒险在高边坡下进行凿岩与装矿作业，滚石可造成物体打击、人员伤亡和设备毁坏事故危害。

11) 未定期进行边坡稳定性分析, 对边坡监管不到位, 可能引起边坡滑坡、坍塌事故。

(2) 采矿方法主要危险有害因素

1) 可研采矿方法为自上而下台阶式开采, 工作台阶高度为 10m, 工作台阶坡面角为 75° , 露天潜孔钻机穿孔, 多排孔微差逐排起爆的采剥工艺, 矿石由挖掘机铲装, 自卸汽车运输矿石、废石。

2) 矿山如果未按可研采用的采矿方法进行开采, 采用不正确的采矿方法, 开采顺序不合理, 未按规程要求划分台阶开采或一次开采台阶高度过高, 防护措施不明确, 均可导致边坡坍塌并出现滚石危害。不但现有的采矿设备无法作业, 使用不正确的开采工艺会产生人员滑跌或坠落、物体打击、坍塌等事故危害。

3) 露天开采时, 若顺向坡开采, 边坡岩层倾角小于边坡坡面倾角, 且节理裂隙与边坡的不利组合关系都影响边坡的稳定性, 故该边坡在开挖后会出现稳定性问题。

4) 根据矿山地质报告, 矿区构造发育, 软弱夹层及局部构造破碎带影响岩体稳定, 局部地段易发生矿山工程地质问题。边坡参数可研不合理有可能发生顺层滑坡、边坡坍塌等事故危害。

5) 矿山正常生产时, 采矿为单台阶作业, 剥离为组合台阶作业, 组合台阶数同时生产 2 个, 多台阶同时作业存在上下台阶的相互影响, 导致发生安全事故。

(3) 凿岩、爆破作业危险有害因素

可研矿山采用露天潜孔钻机钻穿孔, 爆破材料为硝铵炸药、非电雷管和导爆管。可研所选用的凿岩设备能够满足矿山生产的需要, 矿山在凿岩爆破作业中可能存在以下危害:

凿岩作业

钻机靠近台阶边缘行走时与坡顶线的安全距离不够, 造成钻机从高处坠落使设备损毁。

1) 钻机行走的路线坡度太大, 造成钻机倾覆或机械致害事故。

2) 穿孔过程中孔口位置清理不彻底, 穿孔中易出现卡钻, 可能导致冲击器难以拔出而造成设备损毁事故。

3) 钻机作业人员操作过程中, 如果技术不熟练, 或违反钻机操作规程, 或出现钻机运动部件或风管断脱, 容易发生砸、夹、挤伤人等机械致害事故。

4) 作业场地缺乏管理, 放置的设备、工具以及边坡上的浮石, 由于钻机作业时的

振动容易发生滚落现象，而造成作业人员伤害、物体打击与毁物事故。

5) 穿孔作业在高陡台阶平台上或尚未形成台阶的坡地上进行，人员在平台边沿或坡地上作业和移动钻机时，容易发生人员和设备从高处坠落，导致坠落事故。

6) 作业人员进入工作面后，未对工作面和安全带固定设施进行安全检查或检查不周便开始作业，容易造成浮石滚落伤人、物体打击、人员坠落或设备受损等事故。

7) 作业时违规打残眼或误打残眼，易发生残药爆炸或卡钻事故。

8) 作业人员在采剥面上进行凿岩作业时，风管摆脱或断裂伤人，打孔时用高压风吹冲孔内碴子伤人；作业人员安全带拴挂不牢、过度磨损而断裂或不按要求系戴，会造成人员自高处坠落导致伤亡事故。

9) 人员在开采面凿岩、行走及搬运物品工具等都有可能造成意外伤亡事故。

10) 钻机作业人员技术不熟练，或违反钻机操作规程，或出现钻机运动部件或风管断脱，发生砸、夹、挤伤人，断钎伤人，风管摆动伤人，打干眼，吹洗炮孔渣子伤人。

11) 潜孔钻未安装干式捕尘器或采用干式凿岩，会对凿岩作业人员造成粉尘危害。

12) 潜孔钻工未经过正式培训，未按照操作规程进行作业，不佩戴个人防护用品，发生机械致害事故。

爆破作业

1) 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。

2) 矿山在大风、雷雨、冰雹、雨雪等恶劣天气进行爆破作业，发生爆破事故。

3) 爆破人员在搬运、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坏导爆管雷管脚线，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炸事故。

5) 爆破组织不细致，出现伤人、损物事故。由于爆破材料质量、装药量小，造成爆破岩层未正常松动，形成重大隐患。

6) 爆破警戒位置布置不当，措施不够严格、周密，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。

7) 爆破前设备摆放位置不当，可出现滚石、飞石损坏设备危害。爆破后过早进入

爆破区而引发伤亡事故。爆破后对工作面边坡浮石与滚石未清理或清理不当，也会导致伤人、毁物事故。

8) 爆破人员未按规定在避炮设施进行躲避或无避炮设施，而发生崩落岩石伤及爆破工致人伤亡事故。

9) 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。

10) 该矿超高边坡水压对爆破作业产生危害。

(4) 压气作业危险有害因素

矿山压气作业有可能存在以下危险有害因素：

1) 移动空压机过程中由于方式不当、人员少或路况差等原因造成翻倒、跌落、挤压作业人员等事故。

2) 空压机放置位置不当，出现滚石、飞石打击，发生空压机损坏事故。

3) 空压机运转中由于机械保养、润滑、冷却不到位等原因出现失火和机械事故。运转部件缺少防护或防护不好，发生机械伤人事故。

4) 空压机运转部件缺少防护或防护不好，人员接触时发生机械致害。

5) 供风管路质量不合格或失修，发生爆破毁物、伤人事故。

6) 空压机噪声和振动未控制或控制不好，造成职业病危害。

7) 空压机润滑油在高温高压下加剧氧化形成积炭附在金属表面和风阀上。积炭本身是易燃物，温度升高到一定程度就可能引起燃烧。

8) 空压机在运转过程中，机械的撞击或压缩空气中固体微粒通过气缸等处时，会因摩擦放电而产生火花，引起沉积在这些部位的积炭的燃烧爆炸。

9) 空压机的压力表和安全阀未定期进行检测和检验，设备在运行过程中的可靠性降低，可能发生事故。

安全可靠分析

1) 可研选用的空压机为正规厂家生产的合格产品，并定期对空压机进行检测检验。空压机供风量、压力能够满足穿孔设备的需要。

2) 可研供风风管的直径和耐压强度能够满足要求。

(4) 铲装作业危险有害因素

可研矿山主要采用挖掘机进行铲装作业。可研设计矿山利用 3 台斗容为 4m³SY650H-S 型挖掘机进行铲装作业，根据对挖掘机的生产能力进行计算，能够满足矿

山生产的需要。

1) 挖掘机运行路况差, 影响设备运行, 造成设备伤人或设备损坏。驾驶司机未经培训或技能差, 造成挖掘机伤人或设备损坏。

2) 矿山开采至最终境界台阶并段后, 台阶高度达到 30m, 挖掘机在边坡底部进行铲装作业时安全距离不够, 容易发生物体打击事故, 存在一定的安全隐患。

3) 在采场边坡下作业, 对边坡检查不细, 或发现边坡松岩后冒险作业, 出现滚石伤害。设备保养不当, 带病作业, 造成挖掘机伤人或设备损坏。

4) 对矿(岩)堆检查不仔细, 未及时发现矿岩中混有的爆炸物品, 装车中出现爆炸。

5) 运输车辆对作业场所人员、设备、管线情况和矿岩中是否有爆炸物品观察、了解不清, 可能导致伤人, 损坏设备管线, 引起矿岩混杂现象或爆炸事故。

6) 爆堆较高, 不够松散, 人工清理浮石时不能自然垮落, 坡度变陡后突然垮落伤害作业人员。

7) 挖掘机强行铲装超限大块或受挟制大块, 发生机械致害事故。

8) 挖掘机或汽车停放位置不当, 造成装车铲斗从汽车驾驶室上方通过、矿岩装载偏斜或车辆调动中互相影响, 引发伤人损物事故。

9) 驾驶员违规操作, 从车辆驾驶室上方装车, 或装车发生重心偏移, 导致翻车, 发生伤人、毁物事故。

10) 挖掘机在铲装作业时汽车驾驶室有人员停留, 可能会发生物体打击、机械致害、场(厂)内机动车辆致害等事故。

11) 挖掘机在高陡边坡下作业, 对边坡检查不细, 或发现边坡松岩后冒险作业, 出现滚石伤害, 造成物体打击事故。

(6) 二次破碎作业危险有害因素

当矿石出现大块时, 矿山采用挖掘机安装液压破碎锤进行破碎, 二次破碎作业可能存在以下危害:

1) 二次破碎作业与凿岩作业、装矿作业、汽车运输缺乏有效协调, 相互干扰, 可能引起人员受伤、设备损坏。

2) 挖掘机安装破碎锤进行二次破碎作业时, 若周围有人员围观, 破碎产生的飞石会对人员造成物体打击伤害。

3) 矿山在使用破碎锤进行破碎时会产生大量粉尘, 对挖掘机司机及周围作业人员

均会产生粉尘危害。

4) 挖掘机二次破碎作业场地与采场边坡的安全距离不够, 场地周围存在伞檐、浮石和危岩等危险因素, 可能发生物体打击事故。

3.1.3.2 危险度评价

本节评价内容: 露天矿山主要从地质条件、采场境界及作业环境, 采场要素、采矿方法、设备及作业过程, 边坡检查与维护管理等方面进行安全分析与评价。重点针对边坡坍塌、滑坡与滚石危害、高处坠落、物体打击、机械致害等进行安全评价, 并对露天采场边坡进行稳定性分析与评价。

表 3.1.3-1 露天采剥单元预先危险性分析表

序号	危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	技术措施与对策
1	采剥方法	选用的采矿方法不当	采剥方法选择与开采技术条件不符、可能造成采矿中各种安全事故	II	根据开采技术条件合理的选择安全、高效的采剥方法
2	露天采场结构参数	采场结构参数(台阶高、坡面角、平台宽度等)不合理	采场边坡滑塌与滚石致人员伤亡、设备损毁, 高处坠落	III	确定合理的结构参数, 及时进行采场边坡检查与监测
3	凿岩作业	操作不当, 未认真检查爆破效果, 站立不当, 处理不当	设备伤人、打残眼引起爆破事故、人员站立不当滑跌伤亡	II	严格按照凿岩工安全操作规程作业, 选择合适的起爆方式、起爆顺序、爆破器材、爆破参数
4	爆破作业	操作不当, 未认真检查爆破效果, 站立不当, 处理不当	盲炮、残药处理不当, 早爆、迟爆、拒爆事故	III	严格按照爆破工安全操作规程作业, 选择合适的起爆方式、起爆顺序、爆破器材、爆破参数
5	二次破碎作业	未戴安全帽, 防护眼镜、防护罩等	碎屑伤人事故	II	严格佩戴安全帽, 采用破碎锤进行破碎
6	铲装作业	疲劳或未按规定操作, 或思想不集中, 运输道路不符合要求	挖掘机、装载机、自卸车运输事故致人员伤亡与设备损毁	II	强化人员培训和保证身体处于良好工作状态, 车辆定时维修保养, 保证运输道路达到可研标准
7	采场违规通行	无人员通行道在矿堆上行走	滑跌、滚石伤害	III	露天采场设置安全平台。
8	运输作业	无证驾驶或未按规定操作, 或思想不集中, 运输道路不符合要求	汽车运输事故致人员伤亡与设备损毁	II	强化驾驶员培训学习和持证上岗, 汽车定时维修保养
9	边坡检查与管理	台阶边坡高陡、不系安全保护绳	坠落、滑跌、滚石而致人员伤亡与设备损毁	II	台阶边坡依可研控制, 边坡检查处理系挂安全保护绳

10	凿岩设备	1、人员站立或操作不当 2、设备及其附件已破损或处于不安全运行状态，装置缺乏或失灵	砸、夹、挤伤人；断钎伤人；风管摆动伤人等	II	1、及时检修设备及其附件 2、设置安全防护、保险、信号等安全装置并定期检查 3、制定安全操作规程并严格按照规程操作
11	铲装运输设备	3、防护、保险、信号等安全 4、人员未经培训教育，无证操作 5、没有安全操作规程或制度不健全	铲装机械强度不符合要求，超载铲装伤人毁物	II	
12	空压机	温度高，压力表、压力阀失效	爆炸、噪声、振动等伤害	II	采用低噪声型号，对压力表、压力阀、储气包进行检测
13	供风管路	温度高、胶皮风管不耐压老化	破损和泄漏伤人	I	及时检查、更换管道，选用合格管材

通过本节的预先危险性分析，我们共找出该矿山采矿单元的危险有害因素的危险等级，为IV级（灾难性的）的危险、有害因素有0类；危险等级为III级（危险的）的危险、有害因素有3类；危险等级为II级（临界的）的危险、有害因素有9类。危险等级为I级（基本安全的）的危险、有害因素有1类。危险等级为III级（危险的）的危险、有害因素主要有：采场边坡滑坡、爆破危害、采场人员通行。

3.1.3.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423—2020）、《爆破安全规程》（GB6722-2014）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）等标准规范编制安全检查表对可研确定的开拓方案的符合性进行分析评价结果见表 3.1.3-2。

表 3.1.3-2 露天采剥单元安全检查表

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
一	一般规定			
1	经济合理剥采比的确定方法，应符合下列规定： 1 经济合理剥采比宜采用盈利比较法计算； 2 当矿石价值不高，地下开采有盈利时，可采用成本比较法计算； 3 只适宜露天开采的矿床，可采用价格法计算经济剥采比。	《有色金属采矿设计规范》 GB 50771-2012 第 7.1.2 条	可研报告缺少境界固定条件下合理经济剥采比计算过程，未对比境界剥采比与经济合理剥采比，露天底标高、最大开采深度缺少技术经济论证支撑，可研需补充剥采比计算、复核 III- 1 号矿体露天开采	不符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
			境界的合理性。	
2	露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.1.1	可研设计矿山采用自上而下的开采顺序，并采用水平分层开采。	符合
3	生产台阶高度，应符合机械铲装时（爆破）不大于机械最大挖掘高度的1.5倍。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.1.1	可研矿山采用挖掘机铲装，生产台阶高度为10m，未明确挖掘机挖掘高度、挖掘半径、行走速度、爬坡角度等参数。	不符合
4	多台阶并段时并段数量不超过3个，且不应影响边坡稳定性及下部作业安全。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.1.3	可研设计最终台阶高度10m，无并段。	符合
5	露天矿山应该采用机械方式进行开采	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.1.2	可研矿山采用履带式潜孔钻机钻孔，挖掘机铲装，采用机械方式开采。	符合
6	露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于6m，机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于8m。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.1.4	可研设计露天采场安全平台宽度为4m 清扫平台宽度均为8m。	符合
7	采场运输道路以及供电、通信线路均应设置在稳定区域内。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.1.5	设计符合要求。	符合
二	凿岩穿孔作业			
8	钻机稳车时，应与台阶坡顶线保持足够的安全距离。穿凿第一排孔时，钻机的纵轴线与台阶坡顶线的夹角应不小于45°。移动式潜孔钻应遵循如下规定：行走时应采取防倾覆措施；前方有人引导和监护；不应90°急转弯；不应在斜坡上长时间停留；	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.2.1 5.2.2.2	可研未提出钻机作业安全措施。	不符合
9	遇到影响安全的恶劣天气时不应上钻架顶作业。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.2.3	可研未明确恶劣天气停止作业等要求。	不符合
10	浅孔爆破应采用湿式凿岩，深孔爆破凿岩机应配备收尘设备；在残孔附近钻孔时应避免凿穿残留炮孔，在任何情况下均不许钻残孔。	《爆破安全规程》 GB6722—2014 6.1.7	可研设计为中深孔爆破，设计明确了露天潜孔钻机型号，但未明确是否配收尘设备。	不符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
三	爆破作业			
11	露天爆破作业时，应建立避炮掩体，避炮掩体应设在冲击波危险范围之外；掩体结构应坚固紧密，位置和方向应能防止飞石和有害气体的危害；通达避炮掩体的道路不应有任何障碍。	《爆破安全规程》 GB6722-2014 7.1.1	可研报告设计距采场北东侧直线距离 300m 处新增移动式避炮设施。	符合
12	1. 露天爆破时，起爆前应将机械设备撤至安全地点或采用就地保护措施。 2. 雷雨天气、多雷地区和附近有通讯基站等射频源时，进行露天爆破不应采用普通电雷管起爆网络。 3. 松软岩土或砂矿床爆破后，应在爆区设置明显标志，并对空穴、陷坑等进行安全检查，确认无危险后，方准许恢复作业。 4. 在有水或潮湿条件下实施爆破，应采用抗水爆破器材或采取防水防潮措施。在寒冷地区的冬季实施爆破，应采用抗冻爆破器材。 5. 当怀疑有盲炮时，应对爆后挖运作业进行监督和指挥，防止挖掘机盲目作业引发爆炸事故。 6. 露天爆破严禁采用裸露药包。	《爆破安全规程》 GB6722-2014 7.1.3 7.1.4 7.1.5 7.1.6 7.1.8 7.1.9	可研爆破安全措施不全。	不符合
13	爆破地点与人员和其他保护对象之间的安全允许距离，应按各种爆破有害效应（地震波、冲击波、个别飞散物等）分别核定，并取最大值。	《爆破安全规程》 GB6722-2014 13.1.1	可研计算爆破安全距离 110.7m，依据规程要求爆破安全距离取 300m。	符合
14	临近最终边坡作业应遵循下列规定：采用控制爆破减震；保持台阶的安全坡面角，不应超挖坡底。	《金属非金属安全规程》 GB16423—2020 5.2.4.2	设计临近最终边坡采用预裂爆破或光面爆破。	符合
15	爆破设计分为可行性研究、技术设计和施工图设计三个阶段，其各阶段设计工作深度应分别符合下列要求： ——可行性研究阶段应论证爆破方案在技术上的可行性，在经济上的合理性和在安全上的可靠性。通过与其他施工方案比较论证爆破方案的优越性，通过两种以上不同爆破方案的比较分析，推荐出最优的爆破方案；	《爆破安全规程》 GB6722-2014 4.3.2	可研未进行爆破方案论证比较。	不符合
16	爆破器材应办理审批手续后持证购买，并按指定线路运输。 运输爆破器材应使用专用车船。	《爆破安全规程》 GB6722-2014 14.1.1.1 14.1.1.3	可研设计方案未明确爆破器材运输安全要求。	不符合
四	铲装作业			
17	多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距应符合下列规定：	《金属非金属安全规程》	可研设计作业面最小工作线长度	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
	一汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m；	GB16423-2020 5.2.3.5	300m。	
18	上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。	《金属非金属安全规程》 GB16423-2020 5.2.3.6	可研设计剥离作业为组合台阶作业，相邻台阶超前 100—150m。	符合
19	发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。	《金属非金属安全规程》 GB16423-2020 5.2.3.8	设计中有相应措施。	符合
五	边坡管理			
20	遇有下列情况时，应采取有效的安全措施： ——岩层内倾于采场，且设计边坡角大于岩层倾角； ——有多组节理、裂隙空间组合结构面内倾于采场； ——有较大软弱结构面切割边坡； ——构成不稳定的潜在滑坡体的边坡。	《金属非金属安全规程》 GB16423-2020 5.2.4.3	根据该矿地质报告，矿体倾角主矿体 39°—47° / 次要矿体 40°—65°，可研设计台阶高度为 10 米。设计最终边坡角 18—48°。最终台阶坡面角 65°。可研制定了露天开采的主要安全措施。	符合
21	边坡出现滑坡或者坍塌迹象时，应立即停止受影响区域的生产作业，撤出人员和设备，采取安全措施；	《金属非金属安全规程》 GB16423-2020 5.2.4.6	设计中有相应措施。	符合
22	露天矿靠帮边坡必须进行变形监测。 边坡监测内容和方法应根据边坡工程安全等级表的规定选择。 边坡监测方案设计应根据边坡的应用类别、安全等级和地质条件编制。 监测实施方案应明确监测目的、监测项目、监测方法、测点布置及预警值等内容。	《非煤露天矿边坡工程技术规范》 GB 51016 - 2014 6.1.2 6.1.3	可研报告矿山边坡工程安全等级划分为Ⅲ级，可研设计应对露天矿边坡区进行在线位移监测，但未明确监测方案（监测目的、项目、方法、测点布置及预警值）。	不符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
23	高度超过 200m 的露天边坡应进行在线监测。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.2.4.6	可研报告采场边坡高度 110m, 未超过 200m。	符合
24	露天矿边坡工程应进行边坡工程勘察和稳定性评价, 确定矿山边坡的最优边坡角, 并提出矿山边坡运行维护的建议。 可行性研究阶段应根据简要的边坡稳定性计算和综合评价, 给出各边帮边坡角的推荐值。	《非煤露天矿边坡工程技术规范》 GB51016-2014 1.0.3 4.2.9	可研报告内说明了边坡岩性条件进行了边坡稳定性分析。设计确定最终边坡角为不大于 48°。	符合
25	露天矿边坡工程勘察宜分阶段进行, 并与矿山开采的设计阶段相适应, 分为可行性研究阶段边坡工程勘察、设计阶段边坡工程勘察和开采阶段边坡工程勘察; 可行性研究阶段的边坡工程勘察成果应作为矿山开采可行性研究的依据。	《非煤露天矿边坡工程技术规范》 GB51016-2014 3.0.1 4.2.1	可研报告内进行了边坡稳定性研究, 未提供可行性研究阶段边坡工程勘察资料。	不符合

露天采剥单元共检查 24 项, 符合 16 项, 符合率 66%, 存在以下问题需在后续设计方案中进行完善:

- (1) 未列明挖掘机额定挖掘高度、挖掘半径、行走速度、爬坡角度核心性能参数
- (2) 缺少钻机穿孔作业防尘、防机械致害、防坠物等专项安全管控措施。
- (3) 可研未明确恶劣天气停止作业等要求。
- (4) 可研设计中深孔爆破, 未明确凿岩机必须配备收尘设备的要求。
- (5) 中深孔爆破安全防护、警戒、起爆管控、盲炮处理等爆破安全措施内容不完善。
- (6) 仅确定采用中深孔爆破方式, 未开展不同爆破方案的技术、安全、经济性对比论证
- (7) 可研报告矿山边坡工程安全等级划分为Ⅲ级, 可研设计应对应露天矿边坡区进行在线位移监测, 但未明确监测方案(监测目的、项目、方法、测点布置及预警值)。
- (8) 未提供可行性研究阶段边坡工程勘察资料。

3.1.3.4 爆破震动效应定量评价分析

根据《爆破安全规程》的相关要求, 考虑到振动波的应变效应, 爆破器材销毁以及意外爆炸时, 爆炸源与人员和其他保护对象之间的安全允许距离, 按爆破各种有害效应(地震波、个别飞散物等)分别核定, 取最大值。影响爆破振动的因素有很多, 但主要影响因素为炸药类型的影响; 雷管段位的影响; 炸药耦合系数的影响; 炮孔直径的影响; 初始抵抗线的影响以及起爆方法对爆破振动的影响。

根据《爆破安全规程》，爆破、爆破器材销毁以及意外爆炸时，爆炸源与人员和其他保护对象之间的安全允许距离，按爆破各种有害效应（地震波、个别飞散物等）分别核定，并取最大值。

爆破振动安全距离

$$R_f = 20nK_f = 20 \times 0.82 \times 4.5 \times 1.5 = 110.7\text{m}$$

式中， R_f —爆破飞石对人员的安全距离，m；

n —爆破作用指数，加强松动爆破，取值 0.8；

W —最小抵抗线，4.5m；

K_f —安全系数，取值 1.5。

露天开采的爆破类型为露天岩土爆破，爆破方法为中深孔爆破，根据以上计算并依据《爆破安全规程》规定进行选取为不小于 200m，爆破安全距离取 300m，并根据此安全距离圈定爆破警戒范围。

3.1.3.5 边坡稳定性计算

(1) 边坡工程分区及剖面选取

在同一工程地质分区内，边坡几何要素和坡面产状基本一致并能采用同一的剖面和相同的计算参数来表征的区段定为同一个边坡分区；综合考虑开采结束后矿山终了边坡位置、坡向、坡高、岩层产状、工程地质岩组等多种因素，对采场边坡进行区域划分，共划分 2 个分区，对每个分区选取 1 个代表性剖面进行边坡稳定性分析。

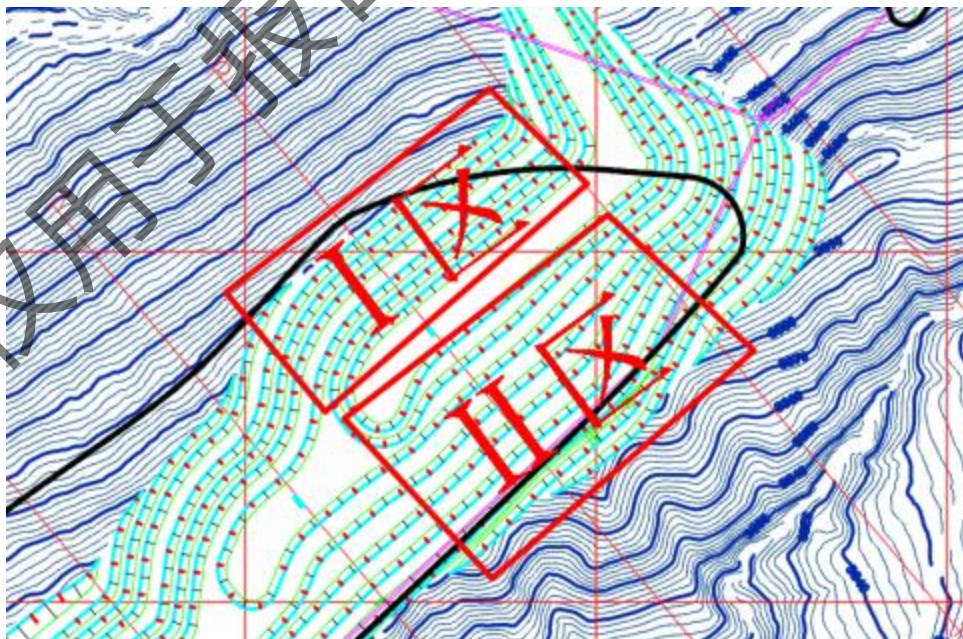


图 3.1-1 边坡分区图

表 3.1.3-3 各边坡代表性坡面信息表

分区编号	剖面编号	坡顶标高	坡底标高	边坡高度	整体边坡角
I	1-1	3330m	3290m	40m	46°
II	2-2	3370m	3290m	80m	37°

(2) 影响露天边坡稳定性的主要因素

1) 岩性条件：矿区工程地质勘察类型属于第Ⅲ类层状岩类，工程地质勘察的复杂程度划分为中等型。即工程地质条件层状岩类中等型的矿床。

2) 地震：矿区内地震动峰值加速度值为 0.2g，分别对应地震基本烈度为Ⅷ度区。

3) 爆破：采场爆破会使边坡的安全系数降低 10%甚至更多，是造成边坡破坏最主要的触发因素之一。因此，矿山在临近边坡形成处应考虑采取控制爆破等措施，以减小其对边坡稳定性的不利影响。

(3) 受力工况及允许安全系数

本矿山边坡高度最高处为 90m，边坡危害等级为Ⅲ级，综合判定边坡工程安全等级为Ⅲ级。

本次边坡稳定性分析确定荷载组合 I 为边坡自重，荷载组合 II 为边坡自重+爆破振动力，荷载组合 III 边坡自重+爆破振动力+地震力，根据详查报告中水文地质情况，地下水埋藏较深，水文地质情况简单，地下水对岩石力学参数影响较小，故本次边坡稳定性分析不考虑地下水影响。

结合露天采场各分区具体情况，确定各分区的边坡安全等级均为Ⅲ级，边坡的安全系数取值分别为 1.15（荷载组合 I）、1.13（荷载组合 II）、1.10（荷载组合 III）。

(4) 边坡稳定性分析方法选取

1) 爆破振动力

边坡的稳定性受矿山长期爆破振动的影响，参照《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）及矿山工程经验，确定爆破振动相关参数如下：

根据萨道夫斯基经验公式：

$$V = K \left[\frac{\sqrt[3]{Q}}{R} \right]^{-1}$$

$$a = 2\pi fV$$

V：岩土质点最大振动速度；cm/s

K：决定岩土性质、爆破参数及爆破方法的系数；50

Q：爆破药量，分段爆破时为最大一段药量；kg

R: 测点至爆破中心的距离; m

α : 衰减系数; 1.3

a. 振动加速度; cm/s^2

f. 爆破振动频率; Hz;

计算得最大振动速度 $V=1.25\text{cm/s}$, 振动加速度 $a=196.72\text{cm/s}^2$ 。

振动加速度是一个动量, 在进行边坡稳定性分析时, 必须将它们化成等效静载参与计算, 故把爆破动力折算系数 β 作为等效静力计算的参数。爆破振动影响系数 K_c 计算如下:

$$K_c = \beta \times \frac{a}{g}$$

K_c : 爆破震动影响系数;

β : 爆破动力折算系数; 取值范围 0.1~0.25

a. 振动加速度; cm/s^2

g. 重力加速度; 981cm/s^2

计算得 $K_c=0.022$

2、地震惯性力

参照《非煤露天矿边坡工程技术规范》(GB 51016-2014) 及类似矿山, 地震影响系数计算如下:

$$K_i = \frac{a \varepsilon \beta_i}{g}$$

K_i : 地震影响系数;

a. 设计地震加速度; m/s^2

ε : 折减系数; 0.25

β_i : 第 i 条块的动态分布系数; 1

g. 重力加速度; 9.8m/s^2

计算得地震影响系数 $K_i=0.05$

(5) 边坡稳定性计算

根据上述荷载影响系数, 利用 GeoStudio 软件, 采用 Bishop 法对露天境界边坡稳定性安全系数进行计算, 计算结果见下图。

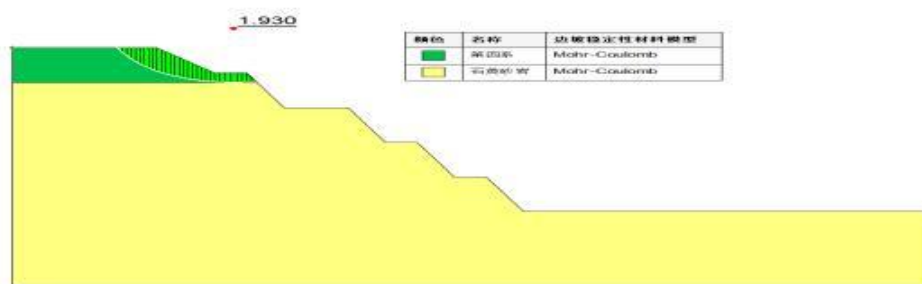


图 3.1-2 I 区（荷载组合 I）边坡稳定性分析结果

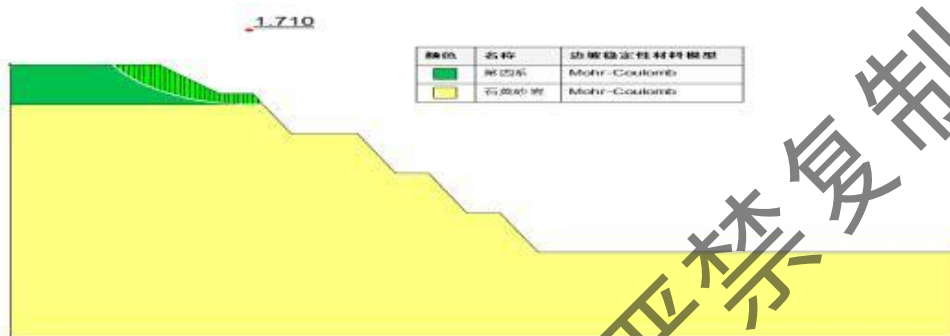


图 3.1-3 I 区（荷载组合 II）边坡稳定性分析结果

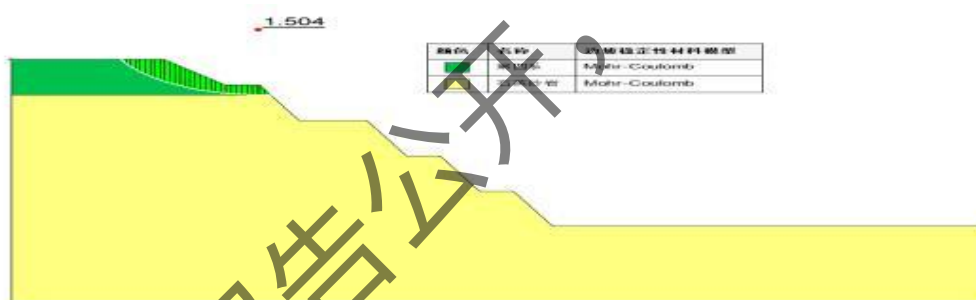


图 3.1-4 I 区（荷载组合 III）边坡稳定性分析结果

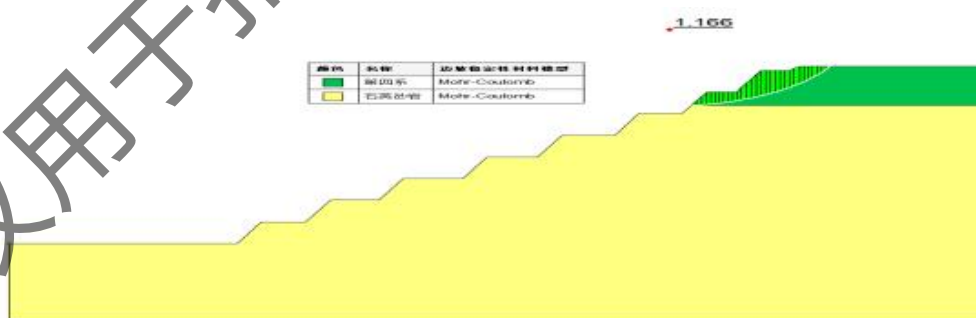


图 3.1-5 II 区（荷载组合 I）边坡稳定性分析结果

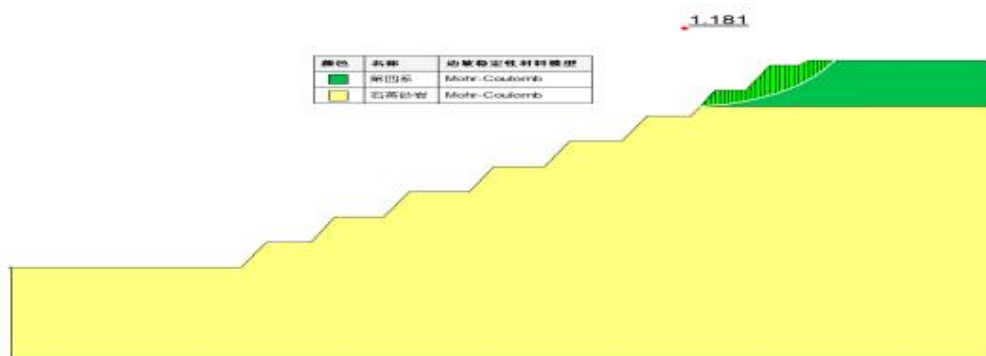


图 3.1-6 II 区（荷载组合 II）边坡稳定性分析结果

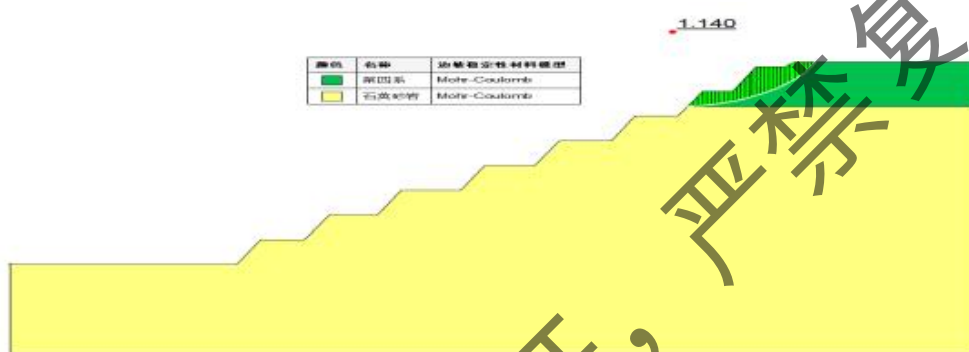


图 3.1-7 II 区（荷载组合 III）边坡稳定性分析结果

表 3.1.3-4 边坡稳定性系数计算结果表

序号	分区	荷载组合 I 安全系数	规范安全系数	荷载组合 II 安全系数	规范安全系数	荷载组合 III 安全系数	规范安全系数
1	I 区	1.930	1.15	1.710	1.13	1.504	1.10
2	II 区	1.181		1.166		1.140	

由上述计算可知，在三种荷载工况下，露天境界边坡稳定性均满足安全要求。

3.1.3.6 单元评价结论

通过本节的预先危险性分析，我们共找出该矿山采矿单元的危险有害因素的危险等级，为 IV 级（灾难性的）的危险、有害因素有 0 类；危险等级为 III 级（危险的）的危险、有害因素有 3 类；危险等级为 II 级（临界的）的危险、有害因素有 9 类。危险等级为 I 级（基本安全的）的危险、有害因素有 1 类。

危险等级为 III 级（危险的）的危险、有害因素主要有：采场边坡坍塌与滑坡、爆破危害、采场人员通行。可研中也逐项提出了相应的安全措施。但未对凿岩设备、铲装运输设备、供风管路的安全操作、安全防护及检维修工作提出相应安全措施；评价认为矿山采剥单元能够满足安全生产建设的条件。

通过安全检查表法对矿山采剥单元进行定性评价后认为，可研报告存在如下问题：

(1) 未明确挖掘机挖掘高度、挖掘半径、行走速度、爬坡角度等参数。

(2) 可研未提出钻机作业安全措施。

(3) 可研未明确恶劣天气停止作业等要求。

(4) 可研设计中深孔爆破，未明确凿岩机必须配备收尘设备的要求。

(5) 可研设计的爆破安全措施不全。

(6) 可研未进行爆破方案论证比较。

(7) 可研报告矿山边坡工程安全等级划分为Ⅲ级，可研设计应对应露天矿边坡区进行在线位移监测，但未明确监测方案（监测目的、项目、方法、测点布置及预警值）。

(8) 未提供可行性研究阶段边坡工程勘察资料。

边坡稳定性分析：各种工况下露天境界边坡稳定性均满足安全要求。

3.1.4 露天开采供配电设施单元

3.1.4.1 露天开采供配电设施单元危险有害因素分析

可研设计拟自克州 220kV 库姆孜变电站 35kV 出线间隔引出一路 35kV 线路架空引至阿合奇县萨喀尔得铜矿采选矿山生产区。最大供电负荷容量 $2 \times 3150\text{kVA}$ 。线路全长约 37km，预计架设 110 基铁塔架空线路采用 LGJ-240 钢芯铝绞线。

矿山露天开采供配电设施主要存在以下危害：

1、电气火灾

1) 电气设备可研不合理、安装存在缺陷或运行时短路、过载、接触不良、短路、散热不良、漏电等导致过热。

2) 电热器具和照明灯具形成引燃源。

3) 电火花和电弧。包括电气设备正常工作或操作过程中产生的电火花、电气设备或电气线路故障时产生的事故电火花、雷电放电产生的电弧、静电火花等。

2、电击、电伤危险分析

1) 电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏等隐患，造成触电伤害。

2) 电气设备的保护接地、漏电保护等安全措施失效，造成触电伤害。

3) 电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；没有必要的安全组织措施，发生触电事故。

4) 电工或机电设备操作人员的操作失误或违章作业，个人防护措施不到位，可能

会造成触电伤害。

5)带负荷（特别是感性负荷）拉开裸露的闸刀开关。误操作引起短路，造成触电伤害。人体过于接近带电体触电，造成触电伤害。

6)违反规定带负荷开闭隔离开关，产生电弧伤人等。

3.1.4.2 危险度评价

根据上述危险辨识，露天开采供配电设施可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.1.4-1

表 3.1.4-1 露天开采供配电设施单元预先危险性分析表

序号	主要危险、有害因素	触发条件	危险等级	事故后果	技术措施与对策
1	触电、电气火灾；电源不稳定	1. 设备及其附件已破损或处于不安全运行状态，装置缺乏或失灵 2. 防护、保险、信号等安全装置缺失； 3. 缺少漏电、过流、过压保护装置 4. 设备防护措施不全，线路架设不当，线材不合格老化漏电 5. 手持电动工器具等设备损坏、漏电 6. 操作人员不具备资质、未进行电气培训、规章制度、操作规程不健全、 7. 照明不足	III	设备损毁 人员伤亡	1. 接到线路检修等正常通知时，及时报告各部门做好准备； 2. 按要求设置防护和保护措施，选择合格线材与布置线路；设置安全防护、保险、信号等安全装置并定期检查； 3. 用电设备均装设短路、过负荷、过电压等保护装置。 4. 电气设备选型以满足生产运行条件 5. 按要求完善防护措施，选择合格线材。按规范布置线路。 6. 手持用电设备的配电回路均设漏电保护。 7. 电工持证上岗、电气检修作业，加强人员培训，制定安全操作规程并严格按照规程操作 8. 保证工作场所照度、灯具安装保护罩，照明电缆按规范布设。
2	电气火灾	线路选择不合理，线路老化破 配电柜选型不合适、未设置保护装置，线路布置不合理	II	设备损毁、人员伤亡	选择符合国家标准和行业标准的电缆线，按照要求架设

通过本节的预先危险性分析，共找出该矿山露天开采供配电设施的危险有害因素的危险等级，为Ⅳ级（灾难性的）的危险、有害因素有 0 类；危险等级为Ⅲ级（危险的）的危险、有害因素有 1 类：触电；危险等级为Ⅱ级（临界的）的危险、有害因素有 1 类：电气火灾。

3.1.4.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423—2020）、《矿山电力设计标准》GB50070-2020 等标准规范编制安全检查表对可研确定的供配电设施的符合性进行分析评价结果见表 3.1.4-2。

表 3.1.4-2 露天开采供配电设施单元安全检查表

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
1	——向露天采场、排土场供电的 6 kV -35 kV 系统，不得采用中性点直接接地方式；	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.6.1.5	可研设计 10kV 中性点不接地，采用 IT 系统；0.4kV（动力）和 220V（照明）中性点接地，采用 TN-S 接地系统。	符合
2	地面直流牵引变电所母线上应装设直流避雷装置；750 V 及以上或多雷地区的地面牵引变电所，应在每回出线装设直流避雷装置。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423—2020 5.6.4.3	可研设计架空输电线路。主变 35kV 侧和主变 10kV 侧均设有氧化锌避雷器，35kV 总降变电站内设有独立避雷针。	符合
3	电气设备接地应符合下列规定： ——高、低压电气设备，应设保护接地；	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.6.4.4	可研设计高压设备均安设过流继电器保护，低压设备采用自动开关或熔断器进行短路保护，采用热继电器进行过负荷和断相保护，装设漏电开关进行单项接地保护。	符合
4	矿山电力负荷应划分为一级负荷、二级负荷和三级负荷，负荷划分应符合规定，有一级负荷的矿山应由双重电源供电。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 3.0.1	可研设计露天部分为三级负荷。	符合
5	矿山供电电压大于或等于 20kV 的矿山工程，矿山的一级配电电压宜采用 10kV；经技术经济比较确定合理时，也可采用 6kV 或局部采用 20kV 及以上电压。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 3.0.6	电源引自区域 35kV 变电站厂区变电系统一级配电电压为 10kV。	符合
6	采矿场和排废场的高压电力网配电电压，宜采用 6kV 或 10kV。当有大型采矿设备或采用连续开采工艺并经技术经济比较确定时，可采用其他较高等级的电压。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 5.0.2	可研设计采矿高压配电电压为 10kV。	符合
7	采矿场和排废场低压电力网的配电电压可采用 380/660V 或 220/380V，手持式电气设备的电压不得大于 220V，照明电压宜采用 220V 或 220/380V，行灯电压不应大于 36V。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 5.0.13	可研设计低压配电电压：380V；控制及固定照明电压：220V；采区移动照明电压：220V-36V。	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
8	固定式照明灯具：不高于 220V；	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.6.3.2	可研设计控制及固定照明电压使用 220V。	符合
9	矿山地面主变电所的主变压器台数确定，应符合下列规定： 1. 大、中型矿山工程宜采用 2 台及以上； 2 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》 GB50070-2020 3.0.7	可研设计设置 2 台 3150kVA 主变。	符合
10	固定式架空照明线路宜采用铝绞线，移动式架空照明线路宜采用绝缘导线，移动式非架空照明线路应采用橡套软电缆。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 5.0.10	可研设计移动式照明线路采用橡套电缆；有可能受到机械损伤的固定敷设照明电缆采用钢带铠装电缆；	符合
11	矿山应建立电气作业安全制度，规定工作票、工作许可、监护、间断、转移和终结等工作程序。电气作业应遵守相关要求。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.6.5.1	可研未提出要求。	不符合

3.1.4.4 单元评价结论

露天供配电设施单元共检查 11 项，符合 10 项，符合率 90.9%，说明可研确定的供配电方案基本符合规范要求，具备建设的基本条件。但存在以下问题：

未明确电气作业安全要求及规章制度要求。

3.1.5 露天开采防排水单元

3.1.5.1 露天防排水危险有害因素辨识

- (1) 采场外围缺少截、排水沟，雨水流入采场，影响边坡稳定；
- (2) 地表径流、河流等渗透影响，采场积水；
- (3) 排水系统缺少维护，不能满足排水需要；
- (4) 采场排水设计不合理，造成洪水冲刷边坡，淹没设备危害。

可靠性分析

1) 矿区为 I 类型水文地质条件简单型。矿床充水主要来自大气降水和基岩裂隙水，地下水对矿床无充水。

2) 该矿山为山坡露天开采，具备自然外排条件有利于排水，矿区矿体最低开采标高高于矿区侵蚀基准面标高以上，且矿区蒸发量大于降水量，自然排水条件良好，故大部分降水以地表径流和蒸发方式排泄。采场内采用自流排水，满足排水要求。

3) 可研设计矿区境界外分水岭处修建截水沟，设计在各场地挖方边坡坡顶上部设

置截水沟拦截边坡汇水。

3.1.5.2 危险度评价

根据上述危险辨识，露天开采防排水系统可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.1.4-1。

表 3.1.5-1 露天开采防排水与防灭火单元预先危险性分析表（PHA）

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
洪水危害	1. 设计时，未对采场的总出入沟口、矿山道路、工业场地以及排土场防洪设施 2. 采场开采境界外和工业场地上方未设置或设置的防排系统不能满足排洪要求 3. 矿山道路未设置排水系统或排水系统的排水能力不能满足排洪要求 4. 排水沟靠近路基一侧的边坡参数不符合规范要求，易发生边坡滑落，堵塞排水沟 5. 排水沟或截水沟未设置排水口，洪水进入采场或工业场地 6. 排土场周围，未设置可靠的截洪和排水设施拦截山坡汇水	人员伤亡财产损失	III	1. 采场的总出入沟口、矿山道路、工业场地以及排土场，采取妥善的防洪措施 2. 在采场开采境界外和工业场地上方设置完善的排水沟、露天矿山设置排水系统 3. 矿山道路设置完善的排水沟 4. 排水沟靠近路基一侧的边坡采用 1:1~1:1.5，排水沟沟底纵坡不小于 0.5%，平坡路段不小于 0.2% 5. 在采场或工业场地的排水沟、截水沟应在适当地点设置出水口 6. 应按安全规程的要求，在排土场周围，设置可靠的截洪和排水设施拦截山坡汇水

3.1.5.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423—2020）、《防洪标准》（GB50201-2014）等标准规范编制安全检查表对可研确定的开拓方案的符合性进行分析评价结果见表

3.1.5-2。

表 3.1.5-2 露天开采防排水单元安全检查表

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
1	露天采场的总出入沟口、平硐口、排水口和工业场地应不受洪水威胁。	GB16423-2020 5.7.1.2	可研设计矿山进出采场的矿区道路、出入沟、工业场地等位置符合要求，不受洪水威胁。	符合
2	地下水影响露天采场的安全生产时，应采取疏干等防治措施。	GB16423-2020 5.7.1.3	矿区地处内陆性干旱气候，地形排水条件良好，可研矿山采场采用自然地形进行排泄。	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
3	有遭遇洪水危险的露天矿山应设置专用的防洪、排洪设施。	GB16423-2020 5.1.1	可研设计采场外设置截水沟。	符合
4	工矿企业的防护等级和防洪标准应与企业规模相适应。	(GB50201-2014)5.0.1	本工程为中型矿山，设计各主要工业场地按 20 年一遇防洪标准进行设计。	符合
5	露天矿山应按照下列要求建立防排水系统： ——不具备自然外排条件的山坡露天矿，境界外应设截水沟排水； ——凹陷露天坑应设机械排水或自流排水设施； ——遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 7d，淹没前应撤出人员和重要设备。	GB16423-2020 5.7.1.4	设计在各场地挖方边坡坡顶上部设置截水沟拦截边坡汇水。截洪沟采用梯形水沟，水沟底宽 1.5m，深 1.2m，沟壁坡率 1:0.5；上述水沟均采用浆砌片石砌筑外露面水泥砂浆抹面。	符合

3.1.5.4 单元评价结论

露天防排水单元主要危险有害因素为洪水危险，安全检查表共检查 5 项，符合 5 项，说明可研确定的排水方案基本符合规范要求，具备建设的基本条件。

3.2 地下开采系统

3.2.1 总平面布置单元

3.2.1.1 总平面布置危险有害因素辨识分析

(1) 项目建构物地基稳定性不足，且地下开采活动易引发岩层移动，直接影响场地及建构物整体安全。

(2) 地下采空区会导致上覆岩体失去支撑，极易形成地面塌陷、坑洞；同时开采扰动会造成地表岩层、土体开裂，产生地裂缝，严重破坏地表建筑及基础设施结构稳定性。

(3) 矿山开采会改变地表及地下岩层原有应力状态，降低山体整体稳定性，叠加降雨等自然因素，易诱发崩塌、滑坡灾害。此外，区域地质条件对开采安全影响较大，断层、褶皱发育区域易发生岩层错动、坍塌；地下水富集区域排水难度大，不仅增加开采成本，还大幅提升作业安全风险。

(4) 项目前期形成山坡型露天采坑，隐患类型复杂，主要包含边坡滑塌、危石滚落、人员高处坠落、场地湿滑、雷击落石、人员误入、作业视线不良、杂物滚落、植被遮挡引发的安全盲区等多重风险。

(5) 工业场地、生活区等辅助设施布置于滑坡体下方，长期受洪水、山体滑坡威

胁；各类建（构）筑物坐落于沟壑地段，暴雨天气易形成洪水，冲毁道路、生产生活设施，进而引发人员伤亡、财产损失事故。

（6）项目整体地表防洪设施不完善，排土场周边未配套设置排水沟，无法有效疏导雨水，暴雨工况下极易引发泥石流灾害，威胁场地整体安全。

（7）油料储存设施布置在项目主导风向、生活区上风侧，一旦油料起火，火势易随风蔓延，直接威胁生活区人员及财产安全。

（8）爆破器材库、储油设施、生活区三者之间存在安全距离不足的隐患，易引发连锁安全事故；且项目可行性研究阶段未明确矿山储油区具体设置方案，设施布局缺乏明确依据。

（9）建筑设施自身存在材料、结构层面的固有缺陷，在外力、灾害作用下易发生垮塌事故。

（10）建（构）筑物未严格按照行业设计规范配置防雷、防火、抗震设施，遭遇雷击、火灾、地震等突发情况时，极易发生倒塌事故。

（11）建筑未按安全规程设置足额安全通道，仅设置单一疏散通道；若通道因火灾、地面塌陷等事故受阻，人员将无法安全逃生，疏散避险风险极高。

（12）项目未针对地质灾害治理、矿山开采作业制定完善的安全措施，且未开展专项安全论证工作，导致项目设计安全依据不充分，整体安全保障体系不完善。建构物地基不稳定，以及可能受地下开采岩层移动的影响。

（13）在地下采区总平面布置图中，拓宽改线道路布置在 2 号废石场下方，道路与废石场坡脚线最近距离约为道路宽度，个别地段，排弃大块岩石可能堆在拓宽改线道路上建议后续设计进一步补充防滚石、滑坡相应措施。

（14）可研设计地表设置窄轨运输线路及矿石转运场地，产生的废石就近堆存于沟壑内，与上方废石堆场形成整体但未明确平硐口处废石与上方已有废石堆衔接设计内容。

（15）后期平硐口场地修建时，露采形成的废石场已经形成，设计未明确防止废石场发生滑坡、滚石或掩埋及排水沟堵塞等措施。

3.2.1.2 危险度评价

表 3.2.1-1 预先危险性分析法定性评价

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	建议措施	可研采取措施
1	坍塌	工业场地及建（构）筑物布局不合理	布局、设计不合理，道路位于地表岩石移动范围内。	导致总平面布置不合理，引发自然灾害、污染，安全性、交通运输方面均不利。	II	布局、设计合理，道路位于地表岩石移动范围内。	按照有关规范合理布局，合理设计。
2	坍塌	工业场地、办公区、生活区受外部不良条件威胁	工业场地及建（构）筑物受滑坡、坍塌、洪水、泥石流、周边环境等威胁；周边设施长期漏水渗入地基；建（构）筑物载荷与持力层承载力不相符等。	导致其产生破坏、倾斜、裂缝、倒塌，伤人毁物。	II	合理布局、设计；采取防护措施（如加固边坡等）；建（构）筑物持力层承载力与建筑物相符；经常检查排水沟（管），发现渗漏立即维修。	合理布局、设计；采取防护措施（如加固边坡等）；建（构）筑物持力层承载力与建筑物相符；经常检查排水沟（管），发现渗漏立即维修。
3	厂内机动车辆致害	地表道路不符合标准	运输道路坡度较陡，道路宽度不足，转弯半径过小；道路位于移动范围内。	导致汽车碰撞、伤人毁物。	II	按矿山三级道路标准施工，做好汽车保养和驾驶员培训工作。	可研设计按矿山三级道路标准施工，做好汽车保养和驾驶员培训工作。
4	厂内机动车辆致害	道路下沉	道路位于移动范围内。	导致汽车翻车、伤人毁物。	II	做好地面移动范围监测。	设计在地表开采错动范围界线附近设置监测点，对地表进行监测。
5	坍塌	建（构）筑物设施本身有缺陷	建（构）筑物地基处理不当；材料质量、施工质量低劣	导致建（构）筑物产生倾斜、裂缝、倒塌，伤人毁物等。	I	严格按工程地质条件设计基础；选用适合的建筑；提高施工质量，加强工程监理。	主要厂房采用砖混结构。矿区建筑物按Ⅶ级设防。
6	火灾、爆炸	对储油区、易燃易爆物品等布置不当	油桶距工业、民用设施距离过近；工作人员防火意识淡薄，乱扔烟头或电炉取暖；易燃物品管理不善。	引发火灾甚至爆炸，伤人毁物。	I	易燃、易爆设施距工业、民用设施安全距离应符合防火、防爆要求；加强工作人员防火意识；易燃、易爆建（构）筑物使用阻燃材料。	矿山未明确储油区设置情况。

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	建议措施	可研采取措施
7	坍塌	工业场地建(构)筑物地基不稳固	建设施工前未对场地工程地质进行勘察, 验算地基稳定性;	造成场地受岩移、滑坡、坍塌威胁。	II	及时开展工程地质勘察工作。	有地质勘察报告。
8	坍塌	工业、民用建筑不符合抗震要求	处于Ⅶ度地震烈度内, 工业、民用建筑未按抗地震烈度Ⅷ度设防。	一旦发生地震, 造成人员伤亡。	II	工业、民用建筑未按抗地震烈度Ⅷ度设防	主要厂房采用砖混结构。矿区建筑物按Ⅶ级设防。

通过预先危险性评价方法对这些危险、有害因素进行危险度定性评价认为: 场(厂)内机动车辆致害、坍塌的事故后果危险等级为Ⅱ级(临界的); 火灾、其他爆炸的事故后果危险等级为Ⅰ级(基本安全的)。

3.2.1.3 符合性评价

依据《有色金属采矿设计规范》(GB50771-2012)、《有色金属矿山井巷工程设计规范》(GB50915-2013)和《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)、《工业企业总平面设计规范》(GB50187-2012)、《有色金属矿山排土场设计标准》(GB50421-2018)、《有色金属工业总图规划及运输设计标准》(GB50544-2022)、《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)编制安全检查表, 对总平面布置的符合性进行评价, 评价结果见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 地下开采总平面布置安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	可研情况	结果
一	厂址选择			
1	下列地段和地区严禁选为厂址: 1 饮用水水源保护区; 2 采矿地表塌陷区和错动区界限内; 3 爆破警戒范围内	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 3.0.4 条	矿区不在饮用水水源保护区及采矿地表塌陷区和错动区界限内, 矿区周边无其他爆破作业	符合
2	厂址应具有满足建设及生产所需的用水量和用电量条件, 高耗能企业宜临近水源及电源选址	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 3.0.11 条	具有满足建设及生产所需的用水量和用电量条件, 不属于高耗能企业	符合
3	下列地段和地区不应选为厂址: 1. 发震断层和抗震设防烈度为9度及高于9度的地震区; 2. 有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段; 3. 采矿陷落(错动)区地表界限内; 4. 爆破危险界限内;	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.14 条	矿区不在规定的地段和地区。	符合

	5. 坝或堤决溃后可能淹没的地区； 6. 有严重放射性物质污染影响区； 7. 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、自然保护区和其他需要特别保护的区域 8. 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； 9. 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； 10. 具有开采价值的矿藏区； 11. 受海啸或潮涌危害的地区			
4	采矿工业场地布置应符合下列规定： 1. 采矿工业场地应靠近露天采矿场的主要出入口、主要堑沟口或地下采矿供人员、材料出入的副井口、平硐口。 2. 多采区的采矿工业场地宜合并建设，并靠近主要采区。当需要分设时，应避免各项设施的重复建设。 3. 当矿体的深部矿藏尚未最后查明时，采矿工业场地宜布置在矿体的下盘。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 4.2.1 条	采矿工业场地靠近露天采矿场的主要出入口、主要堑沟口及地下采矿人员、材料出入的斜坡道。靠近主要采区合并建设，并靠近主要采区，采矿工业场地布置在矿体的下盘。	符合
二	总体布置			
5	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	办公区、生活区、工业场地、地面建筑远离危崖、塌陷区、崩落区和受尘毒、污风影响区域，不受洪水、泥石流、爆破威胁	符合
6	压缩空气站应位于空气洁净的地段，应避免靠近散发爆炸性、腐蚀性和有害气体及粉尘等场所，并应位于散发爆炸性、腐蚀性和有害气体及粉尘等场所全年最小频率风向的下风侧	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 5.3.4 条	压缩空气站位于空气洁净的地段，远离所列场所，并位于其全年最小频率风向的下风侧。	符合
7	压缩空气站附近，严禁种植散发花絮、纤维物质或带绒毛种子的植物，应种植能滞尘或能净化空气的植物。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 10.3.1 条	压缩空气站附近无其他植物。	符合
8	总降压变电所的布置，应符合下列要求： 一、靠近厂区边缘地势较高地段；	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012	总降压变电站设置了单独场地，位置位于选厂工业场地，位于主导风	符合

	二、便于高压线的进线和出线； 三、避免设在有强烈振动的设施附近； 四、避免布置在粉尘、有腐蚀性气体和有水雾的场所，并应位于粉尘、有腐蚀性气体场所全年最小频率风向的下风侧和有水雾场所冬季盛行风向的上风侧	第 4.3.2 条	险上风侧。	
9	地下开采的采矿工业场地总平面布置，应以主要井（硐）口为中心、以原矿和岩土的生产运输作业线为主轴线，宜将矿仓、碎矿厂房、卷扬机房、井（硐）口铁路车场临近主要井（硐）口布置，运输线路应短捷，原矿、岩土、材料和人员的运输应互不干扰	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 5.2.1 条	采矿工业场地总平面布置以主要井口为中心、以原矿和岩土的生产运输作业线为主轴线，矿仓、碎矿站临近主要井（硐）口布置，运输线路短捷，原矿、岩土、材料和人员的运输互不干扰。	符合
10	通风机房布置应符合下列规定： 1 通风机房宜临近进、出风井或井（硐）口布置，不得与无直接联系的建筑物合并建设，与卷扬机房、独立的变电所、办公室等的距离宜大于 30m； 2 在通风机房 20m 范围内不得布置有明火作业的建筑物或设施； 3 压入式通风机房和进风井周围环境应洁净，并应布置在产生粉尘、烟、雾等污染源的全年最小频率风向的下风侧，与排土场的距离不应小于 200m； 4 抽出式通风机房和出风井应布置在进风井、工业场地或居住区全年最小频率风向的上风侧，与居住区的距离应根据环境影响评价结论确定，并应符合国家现行有关工业企业卫生防护的规定。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 5.2.4 条	设计通风机房位于 3353m 回风平硐口，未与其他建筑物合并建设，与变电所、办公室等的距离大于 30m，通风机房和出风井布置在进风井、工业场地或居住区全年最小频率风向的上风侧，与居住区的距离符合规定。	符合
11	地上充填搅拌站布置应符合下列规定： 1 充填搅拌站宜临近充填管路井或充填钻孔布置； 2 深锥浓密机或砂仓、水泥仓、充填系统等宜集中布置； 3 充填搅拌站的位置不应影响井（硐）口进风； 4 充填搅拌站宜预留充填钻孔布置场地； 5 充填材料仓前应布置运输车辆调车场地	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 5.2.6 条	充填搅拌站临近充填管路井布置，深锥浓密机、水泥仓、充填系统等集中布置，充填搅拌站的位置不影响井（硐）口进风，充填材料仓前布置有运输车辆调车场地。	符合
12	生产管理与生活福利用房宜布置在场地全年最小频率风向的下风	《有色金属工业总图规划及运输	生产管理与生活福利用房布置在场地全年最小	符合

	侧，宜临近井（硐）口布置，铁路运输线路或铁路车场不应与人流平面交叉。严寒地区应设置与井（硐）口连接的人行保暖通廊	《设计标准》 GB50544-2022 第 5.2.7 条	频率风向的下风侧，临近井（硐）口布置，无铁路运输线路。	
13	地下开采时，地上建（构）筑物必须布置在矿体上部时，地下应留有永久性矿柱，且地上建（构）筑物不应受地下开采地表塌陷区和错动区的影响；国务院明令保护的文物和纪念性建筑物的保护宽度，应经技术分析论证、上报有关行政主管部门批准后确定。	《有色金属工业总图规划及运输设计标准》 GB50544-2022 第 5.2.8 条	矿体上部未布置地上建（构）筑物，矿区范围内无国务院明令保护的文物和纪念性建筑物。	符合
14	矿体深部矿藏尚未最后查明时，采矿工业场地宜布置在矿体的下盘	GB50544-2022 第 5.2.11 条	采矿工业场地布置在矿体的下盘。	符合
15	主变电所设置应符合下列规定： ——设置在爆破警戒线以外； ——距离准轨铁路不小于 40m； ——远离污秽及火灾、爆炸危险环境和噪声、震动环境； ——避开断层、滑坡、沉陷区等不良地质地带以及受雪崩影响地带； ——地面标高应高于当地最高洪水位 0.5m 以上。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 5.6.1.1 条	可研设计将 35kV 总降压变电站布置于选厂西北侧地势平缓区域。	符合
16	斜坡道的布置应符合矿山及其发展的总体规划的要求，并应根据道路性质和使用要求布置线路，应做到纵坡均衡、连接合理。	GB50915-2013 第 6.1.1 条	符合总体规划的要求，根据道路性质和使用要求布置线路，纵坡均衡、连接合理。	符合
17	斜坡道应处于本次开采的影响范围及可预见的未来开采移动范围以外。	GB50915-2013 第 6.1.1 条	设计中段运输巷道与分段凿岩巷道之间，采用采区斜坡道连接。斜坡道处于开采的影响范围及可预见的移动范围以外。	符合

检查小结：

总平面布置共检查 17 项，符合 17 项，符合率 100%，总平面布置基本符合规范要求，具备建设的基本条件，但存在以下问题在进一步设计中需要完善：

3.2.1.4 类比法错动范围确定

可研确定地下采矿方法选用分段空场嗣后充填法、上向水平分层充填采矿法，依据《金属非金属地下矿山建设项目安全预评价报告编写提纲》要求，采用类比法对可研确定的地表塌陷移动角的符合性进行评价。以《采矿设计手册》（中国矿业大学出版社）矿床开采卷中类似的红旗岭（7 号矿体）、安庆铜矿、凤凰山铜矿、龙首矿、大厂 91#矿体、凡口铅锌矿作为类比对象，可研按照 65° 移动角划定地下开采岩石移动带，基本与凡口铅锌矿的移动角一致，根据矿体的赋存条件、采用的采矿方法和顶

底板力学特性，确定采用开采凡口铅锌矿移动角一致，可研按照划定的地下开采岩石移动带范围基本可靠，但本矿较凡口铅锌矿矿体围岩的坚固性（普氏系数）相差较大，在下一步设计中需采取相应措施。

3.2.1.5 单元评价结论

本项目总平面布置单元整体安全条件基本满足矿山建设要求，核心布局合规、主要风险可控，但存在图纸标识不完善、围岩错动风险匹配性不足、局部设施布局及安全配套存在短板等问题。后续需重点完成保安矿柱图纸标注完善、地表岩移监测体系优化、储油区专项方案设计、建构筑物安全设施补齐、地质灾害专项防控措施编制及安全专项论证等工作，优化场地布局、补齐安全短板，可有效管控本单元各类安全风险，满足项目安全生产建设要求。

表 3.2.1-3 类比矿山类比条件特征表

矿山名称	围堰名称		普氏系数		构造特征 (稳定度)		矿体 倾角	矿体水 平厚度	矿体走 向长度	开采 深度	采矿方法	移动角		
	顶板	底板	顶板	底板	顶板	底板						上 盘	下 盘	走向
红旗岭 (7 号矿 体)	大理岩	黑云母 片麻岩	10-12	8-10	节理发 育	较稳 定	75	15	500	190-470	下向胶结 充填	70	70	70
安庆铜矿	大理岩	闪长岩 角闪岩	12	12	稳定	稳定	70	8-110 平均 40-50	760	220-520	大直径深 孔空场 嗣后尾砂 充填	60	角闪 岩 55 闪长 岩 60	60
凤凰山铜 矿	花岗闪长 岩 辉绿岩	大理岩	12	12	稳固	中等 稳固	60-80	最厚 50-65 平均 17-36	I 号 450 II 号 300	80-300	水平分层 尾砂充 填少量留 矿法	55	60	70
龙首矿	含辉绿石 橄榄 岩二辉橄 榄岩	含辉绿石橄榄 岩二辉橄榄岩 绿泥岩、片岩、 白云质大理岩、 黑云母片麻岩	6-8	4-6	较下盘 稳固	有节 理发 育 破碎 带穿 插	60-80	10-70-100	500	60-360	下向分层 胶结充填 上向分层 胶结充填	55	50	60
大厂 91# 矿体	灰岩	灰岩	8-12	8-12			15	14.28	1030	330-580	大孔开采 嗣后充填	70	70	70
凡口铅锌 矿	灰岩	灰岩	4-9	4-9			60-70	10-80	500-600	650	充填法	75	75	75-80

3.2.2 地下采矿开拓单元

3.2.2.1 地下开拓主要危险、有害因素辨识

(1) 开拓系统设计未遵循矿山安全出口数量规范要求，井下安全出口存在通道堵塞、通行不畅问题，且多数出口未配置照明设施、安全出口指示牌，危急情况下作业人员无法通过安全出口撤离至地面，危险工况下井下作业人员无法及时、安全撤离，逃生保障不足。

(2) 开拓系统设计未结合矿山通风系统配套要求规划布局，直接导致井下通风不良，无法满足作业安全通风标准。

(3) 设计阶段未开展详细的工程、水文地质勘探，对井下地质条件掌握不清。施工过程中遭遇地下流砂层、大型含水层、断层、破碎带等不利地质结构，大幅增加开拓工程施工难度，同时造成开拓系统整体稳定性极差。此外，部分开拓系统直接布置在开采错动带或不稳定岩层内，易造成开拓系统整体瘫痪。

(4) 矿山井口位置规划选址不当，易引发洪水、泥石流涌入井下的灾害风险，威胁井下作业环境及设备、人员安全。山体落石、作业坠物发生频次较高，造成人员受伤。

(5) 极端暴雨天气下截排水设施易失效，积水倒灌可引发井下淹井、设备损毁，影响井下整体安全生产。

(6) 井口边坡岩土稳定性差，汛期降雨扰动后风险显著升高，事故发生可能性中等，一旦发生会造成人员伤亡、井口封堵、工程损毁，后果严重。

(7) 设计阶段选取的巷道支护方式、支护参数不符合现场工况需求，极易造成支护结构失效，无法有效管控顶板掉碴、岩壁片落、巷道冒顶等安全风险，巷道开拓施工中，遇到破碎岩层未第一时间开展支护作业，极易引发片帮、冒顶事故。

(8) 井下施工前未对既有工程位置进行提前探测，施工过程中易引发人员坠落、巷道坍塌、物体打击等安全事故。

(9) 平巷施工未按标准设置专用人行道，或人行道宽度不满足安全通行要求，人员通行安全无法保障，易造成人员伤亡事故。

(10) 设计基建期计基建工程主要包括平硐、风井的掘进工程；3393m、3273m中段调车场及相关硐室的掘进工程，各中段平行施工存在以下风险：

1) 多工作面共用临时通风系统，风量不足、风流串联，加之井筒有害气体裂

隙串巷，易发生瓦斯超限、炮烟积聚，甚至引发瓦斯爆炸。

2)井筒与巷道立体交叉作业，高空坠物风险高；多工作面同步爆破震动叠加，易引发顶板冒落、巷道片帮。

3)运输平硐人车混行，车辆调度混乱，易发生车辆碰撞、人员碾压事故。

4)多队伍共用供电、排水、压风系统，高峰负荷超标，易出现系统连锁停运，诱发次生安全事故。

5)外包施工队伍信息不通、标准不一，爆破作业混乱，火工品管控及现场管理存在盲区。

6)各类风险交叉叠加，隐患极易扩大升级，引发井下群死群伤恶性事故。开拓系统布置在开采错动带内或不稳岩层中导致开拓系统瘫痪。

(11) 开拓系统设计时未考虑矿山的安全出口的数量要求，从而导致在发生危险情况时，井下作业人员不能及时安全撤离。设计开拓系统时，未能考虑到矿山通风系统对开拓系统的要求，从而造成通风不良。

(12) 开拓系统设计时未能进行详细的工程地质勘探，对工程、水文地质条件不清，从而在施工过程中，因穿过地下流砂层、大的含水层、断层和破碎带等不利地质条件，造成开拓工程的施工困难和开拓系统稳定性差。

(13)

3.2.2.2 危险度评价

根据上述危险辨识，项目开拓系统可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1 开拓单元预先危险性分析表

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
1	坍塌	井口位置选择不合理	设计失误，井口布置在开采岩移范围内，或受滑坡、滚石、山洪、泥石流威胁；	不得已留设矿柱，造成压矿；井筒发生变形；井口出现重大安全隐患，造成系统瘫痪。	II	井口布置在岩石移动范围外，合理设计，确保井口不受岩移、滑坡、滚石、山洪、泥石流威胁。

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
2	坍塌、水害、火灾	矿井、中段安全出口不足	矿井或中段安全出口不畅通；斜坡道和平巷人行宽度不足；发生意外情况，不便于行人；	人员避灾、逃生困难，造成人员伤亡。	II	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；矿体一翼走向长度超过 1000m 时，此翼应有安全出口；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。
3	坍塌、水害、火灾	井巷的分道口无标识	无制度或制度执行不严，没有监督，路标损毁后未及时补充；	人员对井巷道路不熟悉，误入采空区或逃生不及时。	II	井巷的分道口应有路标，注明其所在地点及通往地面出口的方向。
4	坍塌、水害	支护不及时	围岩稳定性差，未及时支护，防范措施不当，安全意识较差，疏于检查，没有监督。	引起片帮与冒顶、人员滑坠伤亡、设备损毁、突水。	II	严格按操作规程作业，按设计施工，及时支护和仔细检查。
5	边坡滑坡、物体打击、高处坠落	露天开采场地	降雨、大风、人员靠近或误入、夜间/雾天视线不佳、人为扰动	造成人员摔伤、砸伤、坠落伤亡	I	1. 定期清理危石、杂物及遮挡杂草； 2. 坑沿设置防护围栏、警示标识与夜间警示灯； 3. 划定禁入区域，禁止擅自进入坑底； 4. 雷雨、大风等恶劣天气远离采坑，常态化开展安全隐患排查

分析结果：本单元识别出坍塌、水害、火灾、边坡滑坡、物体打击、高处坠落等多类事故风险，危险等级主要为I、II级，需严格落实井口选址、安全出口设置、井巷标识、巷道支护及遗留露天采坑管控等防范措施，消除各类安全隐患。

3.2.2.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）、《有色金属矿山井巷工程设计规范》（GB50915-2013）等标准规范编制安全检查表对可研确定的开拓方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.2-2。

表 3.2.2-2 地下开拓单元安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	检查记录	结果
1	岩石移动角的确定，应符合下列规定： 1 大型矿山岩石移动角，宜采用数值分析法和类比法综合研究确定； 2 中小型矿山岩石移动角，可在分析岩性构造特征的基础上，根据类似矿山的实际资料类比选取；	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 9.2.1	本矿山为中型矿山，可研参考同类型矿山，设计选定岩石移动角为：上盘、下盘 65°，端部 75°，对地表移动带进行圈定。	符合
2	岩石移动范围的圈定，应符合下列要求： 1 岩石移动范围应以开采矿体最深部位圈定，对深部尚未探清的矿体应从能作为远景开采的部位圈定；2 开采深度大、服务年限长，采用分期开采的矿山，可分期圈定岩石移动范围；3 矿体邻近岩层中有与移动角同向的小倾角弱面，且其影响范围超越按完整岩层划定的范围时，应以该弱面的影响范围修正； 4 圈定的岩石移动范围和留设的保安矿柱应分别标在总平面图、开拓系统平面图、剖面图和中段平面图上。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 9.2.2	可研根据地表地形和矿体赋存条件，对地表移动带进行圈定，圈定结果见总平面布置及开拓系统坑内外复合平面图。	符合
3	露天转地下开采过渡期，回采方案确定，应符合下列规定： 1 走向长度大或分区开采的露天矿，在转入地下开采时，应采取分区、分期的过渡方案； 2 应根据所选用的采矿方法确定境界安全顶柱或岩石垫层的厚度； 3 排水方案设计时，应分析研究原露天坑的截排水能力及其对坑内排水的影响； 4 应保持矿山能够正常持续生产，且矿石供给总量基本平衡； 5 地下采矿方法选择，应分析研究露天边坡稳定性和产生泥石流对地下开采的影响； 6 应合理安排开采顺序，露天和地下的开采部位宜在水平面错开。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 10.2.1 条	可研提出了露天转地下衔接方案。矿山露天开采至第 4 年启动矿区东部指定矿体地下基建，过渡期需落实露天与地下爆破错峰、时空隔离、禁止上下重叠作业等安全措施，同时将通风系统改为全机械通风；保留露天坑截排水系统并常态化开展雨季汛期应急演练，综合确定开采安全顶柱厚度为 20m。	符合
4	露天转地下开采过渡期，在露天保护地段下部，当条件允许时，地下开采可采用自然崩落法，但不应采用无底柱分段崩落法、有底柱分段崩落法等崩落法。采用自然崩落法开采时，应采用高阶段回采，同时应通过计算确定露天坑底和崩落顶板之间境界安全顶柱的规格，在崩落范围顶线临近境界安全顶柱时，露天开采应结束或停止。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 10.2.2	可研对露天转地下衔接措施做出了要求。	符合

5	露天结束后转地下开采，境界安全顶柱的留设应符合下列规定： 1 采用空场法回采时，露天坑底应留设境界安全顶柱，安全顶柱的厚度应通过岩石力学计算确定，但不应小于 10m； 2 采用充填法回采时，可在露天坑底铺设钢筋混凝土假底作为地下开采的假顶。钢筋混凝土假顶的厚度，当采用进路式回采且进路宽度不大于 4m 时，假顶厚度不应小于 1m；当采用空场嗣后充填采矿法时，假顶厚度应按采场跨度参数通过岩石力学计算确定。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 10.2.3	可研进行了露天转地下开采境界顶柱厚度理论计算，综合考虑后安全顶柱厚度暂定为 20m。	符合
6	露天开采转地下开采时，应考虑露天边坡稳定性以及可能产生的泥石流对地下开采的影响。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.1.2	可研对露天转地下衔接措施内容未包括泥石流、边坡稳定性相关内容。未明确矿山进行地下开采时是否允许露天采坑边坡垮塌；是否允许地表采坑积水流至地下开采系统。	不符合
7	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 6.3.1.2	可研圈定了岩石移动范围主要设施在地表岩石错动范围以外。 设计为保证地下开采安全，保留不小于 20m 厚的保留矿柱。	符合
8	平硐开拓应符合下列规定： 1 当矿体或相当一部分矿体赋存在当地侵蚀基准面以上时，宜采用平硐开拓； 2. 采用平硐集中运输时，宜采用溜井下放矿石；当生产规模小、溜井设施等工程量大、矿石有粘结性或岩层不适宜设置溜井时，可采用竖井、斜井下放或无轨自行设备直接运出地表； 3. 当双轨运输主平硐较长且岩层不稳固时，如无其他条件制约，宜采用单轨双平硐开拓； 4. 确定主平硐断面时，应满足通过坑内设备材料最大件及有关安全间隙的要求。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.2 条	可研进行了开拓方案的分析，对拟定的 2 个方案进行比较，选择平硐开拓方案。 中段运输选用 YFC0.7-63t 架线式电机车。各平硐运输巷道净宽 2.4m，净高 3.0m 净断面 6.79m²，掘进断面 7.57m²。平硐内设单侧人行道，人行道宽度 1060mm。	符合

9	开拓方案应根据矿床赋存特点、工程地质及水文地质、矿床勘探程度、矿石储量等，结合地表地形条件、场区内外运输系统、工业场区布置、生产建设规模等因素，对技术上可行的开拓方案进行一般性分析，并应遴选出 2 个~3 个方案进行详细的技术经济比较后确定；	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.6 条	可研进行了开拓方案的分析，对拟定的 2 个方案进行比较，选择平硐开拓方案。	符合
10	露天转地下开采矿山，地下开拓方案的选择应符合下列规定： 1 地下开采可采储量和规模小、服务年限较短、露天采场边坡稳定时，开拓系统宜布置在露天坑内； 2 地下开采可采储量大、服务时间长、露天采场边坡稳定性较差时，开拓系统应布置在露天境界外； 3 地下开采可采储量和规模大、露天采场边坡稳定时，主、副提升井宜布置在露天境界外，斜坡道或风井等辅助井巷可布置在露天坑内。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 10.2.5 条	可研结合开采顺序，地采生产规模，推荐采用平硐开拓运输方案。	符合
11	井口工业场地应具有稳定的工程地质条件，应避开法定保护的文物古迹、风景区、内涝低洼区和采空区，且不应受地面滚石、滑坡、山洪暴发和雪崩的危害，井口工业场地标高应高于当地历史最高洪水位	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.1 条	目前暂未完成平硐井口、竖井岩土工程勘察工作，矿区内无法定保护的文物古迹、风景区、内涝低洼区和采空区和滚石、滑坡、山洪暴发和雪崩的危害，未明确历史最高洪水位。	不符合
12	进风井宜位于当地常年主导风向的上风侧，进入矿井的空气不应受到有害物质的污染；回风井宜设在当地常年主导风向的下风侧，排出的污风不应造成对矿区环境造成危害；放射性矿山出风井与入风井的间距应大于 300m	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.1 条	回风井设在当地常年主导风向的下风侧，排出的污风不对矿区环境造成危害；不属于放射性矿山。	符合
13	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；矿体一翼走向长度超过 1000m 时，此翼应有安全出口	《金属非金属安全规程》 GB16423-2020 第 6.1.1.1 条	未明确矿井相互独立直达地面的安全出口组合，缺少井口间距、矿体两翼走向长度等相关论证。	不符合
14	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 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	《金属非金属安全规程》 GB16423-2020 第 6.1.1.1 条 第 6.3.1.4 条	未清晰地论证各中段、各矿块具备两条独立且连通地面的行人安全出口，安全出口布置描述不完善；上向水平分层充填采矿法缺少分段的应急安全出口。	不符合
15	位于地震烈度 6 度及以上地区的矿山，主要井筒的地表出口及工业场地内主要建筑物、构筑物应进行抗震设计。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.1 条	矿区本工程抗震设防烈度为Ⅷ度，可研设计建、构筑物均按 8 度进行设防。	符合
16	斜坡道的坡度，用于运输矿石时不宜	《有色金属采	可研设计各中段巷道之	不符

	大于 12%，用于运输设备、材料时不宜大于 15%；弯道坡度应适当降低	《矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.4 条	前见采用斜坡道连接，但未明确斜坡道长度、坡度、路面等设计内容。	合
17	阶段高度应根据矿体赋存条件、矿体厚度、矿岩稳固程度、采掘运设备、生产规模、采矿方法等因素，经综合分析比较确定，也可按下列规定选取： 1 缓倾斜矿体，阶段高度可取 20m～35m。 2 急倾斜矿体，阶段高度可取 40m～60m。 3 开采技术条件好、采掘运装备水平高，采用无底柱崩落法、大直径深孔采矿法和分层充填法的矿山，阶段高度可取 80m～150m	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.7 条	阶段高度根据矿体赋存条件、矿体厚度、矿岩稳固程度、采掘运设备、生产规模、采矿方法等因素，经综合分析比较确定，到矿山矿体厚度变化小、产状均为倾斜，阶段高度取 10—50m。	符合
18	水平运输巷道宜布置在稳固的岩层中，宜避开应力集中区和含水层、断层或受断层破坏的岩层、岩溶发育的地层和流砂层中。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.8.1 条	水平运输巷道布置在稳固的岩层中，未布置在应力集中区和含水层、断层或受断层破坏的岩层、岩溶发育的地层和流砂层中。	符合
19	运输巷道宜布置在矿体下盘，当下盘工程地质条件差，或其他原因不能布置在下盘时，可布置在上盘	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.8.2 条	矿山采用平硐开拓，主运输中段为 3393m、3273m，位于矿体上盘。	符合
20	运输巷道应设人行道；人行道有效净高不应小于 1.9m，有效宽度：机车运输的巷道不应小于 0.8m；调车场及人员乘车场，两侧均不应小于 1.0m；井底车场矿车摘挂钩处，应设两条人行道，每条净宽不应小于 1.0m。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.8.3 条	可研设计各平硐内均为有轨运输，平硐内设单侧人行道，巷道警告 3.0m 人行道宽度 1060mm，调车场内设双侧人行道，人行道宽度 1060mm。	符合
21	有轨运输巷道与运输设备之间以及运输设备与支护之间的间隙，不应小于 0.3m；	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.8.4 条	未明确运输有轨运输巷道与运输设备之间以及运输设备与支护之间的间隙要求。	不符合
22	有自燃发火可能性的矿井，主要运输巷道应布置在岩层或者不易自燃发火的矿层内，并应采取预防性灌浆或其他有效的预防自燃发火的措施	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.8.1 条	无自燃发火可能性。	符合
23	主溜井设计应符合下列规定： 1 主溜井通过的岩层工程地质、水文地质条件复杂或年通过量 1000kt 以上的矿山，主溜井数量不宜少于 2 条。 2 主溜井宜采用垂直式，单段垂高不宜大于 200m，分支斜溜道的倾角应大于 60°；溜井直径不应小于矿石最大块度的 5 倍，但不得小于 3m。 3 主溜井装矿硐室应设置专用安全通道。 4 主溜井应设置专用的通风防尘设施，	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.3.9 条	矿山生产规模 30 万吨/年，设计设置主溜井数量不少于 2 条，采用垂直式，高度不大于 200m，主溜井装矿硐室设置专用安全通道。 可研缺少溜井独立通风设施、除尘系统、污风导流至回风道的设计。	不符合

	其污风应引入回风道。 5 含泥量多、粘结性大或含硫高、易氧化自燃的矿石，不宜采用主溜井。			
24	采区变配电硐室长度超过 6m 的变配电硐室，应在两端各设 1 个出口；当硐室长度大于 30m 时，应在中间增设一个出口；各出口处均应装有向外开的铁栅栏门。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第 10.12.3 条	设计 3483m~3240m 平硐每中段设置 3 个中段变配电硐室，变配电硐室两端均设置通道连通中段运输巷道，通道设置朝向中段运输巷道向外开启的栅栏门+防火门。	符合
25	硐室布置应满足使用方便以及便于设备运输、安装及检修的要求。必要时还应满足通风、防水、防火及防爆等安全要求。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第 10.1.3 条	硐室布置在主要运输巷道附近，使用方便，满足使用要求。	符合
26	硐室位置宜选择在稳定岩层中，并应避免断层、破碎带、含水层、采空区及采动影响区	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第 10.1.4 条	硐室位置选择在稳定岩层中。	符合
27	巷道支护应依据岩体基本质量级别、服务年限等因素确定，并宜选用锚杆喷射混凝土支护形式。 硐口段应加强支护，加强段的最小长度不宜小于 10m。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第 7.3.1 条	可研依据详查报告内水文、工程地质资料，确定竖井采用 C30#钢筋混凝土支护，运输巷道采用 100mm 厚 C25#喷射混凝土支护调车场双轨断面采用 150mm 厚 C25#锚网喷射混凝土支护，硐口加强支护。硐室采用按喷混或锚网喷进行支护。	符合
28	重要井巷工程，喷射混凝土的设计强度等级不应低于 C20。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第 7.3.1 条	设计选用 C30 混凝土喷射。	符合

检查结果：开拓单元共检查 28 项，符合 21 项，符合率 75%，说明可研确定的开拓方案基本符合规范要求，具备建设的基本条件，但存在以下问题在进一步设计中需要完善：

(1) 可研对露天转地下衔接措施内容未包括泥石流、边坡稳定性相关内容。未明确矿山进行地下开采时是否允许露天采坑边帮垮塌；是否允许地表采坑积水流至地下开采系统。

(2) 可研报告内未明确历史最高洪水位。

(3) 未明确矿井相互独立直达地面的安全出口组合，缺少井口间距、矿体两翼走向长度相关论证。

(4) 未清晰地论证各中段、各矿块具备两条独立且连通地面的行人安全出口，安全出口布置描述不完善；

(5) 可研设计各中段巷道之间采用斜坡道连接，但未明确斜坡道长度、坡度、路面等设计内容。

(6) 未明确运输有轨运输巷道与运输设备之间以及运输设备与支护之间的间隙要求。

(7) 缺少溜井独立通风设施、除尘系统、污风导流至回风道的设计。

3.2.2.4 安全顶柱稳定性分析

(1) 荷载传递线交汇法：假定荷载按照 50° 扩散角由顶板中心向下传递，此传递线交于顶板与洞壁的交点以外时，即认为直接支承顶板上的外载荷与自重，顶板是安全的。

$$H=KB/(2\tan\beta)=1\times 50/(2\times \tan 50^\circ)=21\text{m}$$

式中，H 为境界顶柱厚度，m；

B 为采空区跨度，50m；

β 为荷载传递线与顶板中心竖直线之间的夹角，取 50°

K 为安全系数，取 $K=1$ 。

(2) 厚跨比法：当采空区顶板为完整顶板时，顶板的厚度 H 与采空区跨度 B 之比不小于 0.5 时，认为采空区是安全的。

$$H/KB=0.5, \text{即 } H \text{ 为 } 25\text{m}$$

式中，H 为境界顶柱厚度，m；

B 为采空区跨度，50m；

K 为安全系数，取 $K=1$ 。

因此，通过计算露天转入地下开采时，可研综合考虑后安全顶柱厚度暂定为 20m。

(2) 经验类比法

经验类比法即通过参考国内外已经实施露天转地下矿山的成功经验，选取比较适合东采场的境界顶柱厚度。经验类比法广泛应用于露天转地下矿山境界顶柱厚度的选择，国内的大部分矿山均采用该方法来确定露天转地下开采境界顶柱的最优厚度。据查阅相关文献及现场考察，国内外部分露天转地下矿山的境界顶柱厚度如下表 3.2.2-3 所示。

表 3.2.2-3 国内外部分露天转地下矿山境界顶柱厚度选取表

矿山名称	岩石坚固性系数	境界顶柱厚度
蒙阴金刚石矿	4~8	20
凤凰山铜矿	8~12	7~10
铜官山铜矿	6~10	12~14
铜山铜矿	6~12	10
石人沟铁矿	8~14	16~22
建龙铁矿	8~12	20~25
上河铁矿	6~12	15
克里沃罗格矿区	4~10	20~30
尼基托夫斯基	8~10	15~30
维什涅沃戈尔	12~14	10~15

结合上表工程案例开展类比分析，同时引用露天转地下开采研究结论：岩体普氏坚固性系数处于 5~12 区间时，境界顶柱厚度应 $\geq$ 矿房净跨度。

结合本采场采空跨度 50m 来看，该理论结论取值偏低。

对比相似工况矿山：石人沟铁矿、建龙铁矿岩体坚固系数 8~14、8~12，与本矿区围岩条件相近，其顶柱设计厚度分别为 16~22m、20~25m；蒙阴金刚石矿顶柱采用 20m，工程运行稳定。但可研为给出岩体坚固系数具体参数，无法参照论证安全顶柱 20m 是否能满足要求。

三项方法综合确定顶柱厚度

荷载传递线交汇法：安全顶柱厚度 $\geq 21\text{m}$ ；

厚跨比法（完整顶板）：安全顶柱厚度 $\geq 25\text{m}$ ；

经验类比法：同类矿山稳定开采顶柱常用 20~22m。

可研设计矿柱柱留存 20m 略低于理论安全值。

设计 II-1、II-2、I-2、I-3、I-1 号矿体选择采用地下开采，但可研设计未明确以上矿体安全顶柱。

3.2.2.5 单元评价结论

本地下采矿开拓单元辨识出坍塌、水害、场（厂）内机动车辆致害、边坡滑坡等 I、II 级安全风险，多中段平行施工易造成风险叠加引发恶性事故；经 28 项规范符合性检查，方案整体合规率 75%，平硐开拓主体方案可行，但存在露天转

地下灾害防控、安全出口、斜坡道、溜井通风除尘等 7 项设计缺项需在下阶段设计补充完善；经荷载传递线交汇法、厚跨比法及经验类比综合测算确定露天转地下境界安全顶柱厚度 20m，该取值安全冗余有限，需配套顶柱实时在线监测系统，发现变形异常立即停产加固；总体而言，本开拓单元基础方案具备建设条件，待全部完善缺失设计、配齐安全监测设施并严格落实各类风险防控措施后，方能满足井下开拓与开采安全生产要求。

3.2.3 地下运输单元

3.2.3.1 主要危险、有害因素辨识

(1) 地表运输因运输道路设计不合理，通过生活区或路况复杂；驾驶员未经培训或驾驶技能差或酒后驾车；作业场所噪声过高，行人、驾驶员注意力不集中；卸车平台度不足，工作场地狭小，人车混行，倒车时无指挥、监督；车况不良，光线不足；车速过快，操作失误；雾天和灰尘弥漫能见度低、雨季道路湿滑未采取防滑措施；卸矿位置无拦车设施等原因导致发生交通事故，造成场（厂）内机动车辆致害事故。

(2) 本矿山 3483m~3240m 各运输平硐、错车道、调车场均采用三心拱形断面，包含常规运输巷道、高低规格错车道、单/双轨调车场及硐口加强支护段，巷道结构及围岩支护存在固有安全风险。硐口区域为应力集中区域，虽设置两段加强支护段，但围岩风化、雨水渗透、地层扰动易引发顶板松动、片帮、掉块，若支护不到位、支护结构老化破损，易发生冒顶、片帮事故，造成人员砸伤、设备损毁。各类运输巷道、调车场围岩存在隐蔽性裂隙、破碎带，长期受井下潮湿环境、行车震动荷载影响，易出现围岩失稳垮落，侵占运输通行空间。三是巷道断面规格固定，运输巷道净宽 2.4m、错车道及调车场宽窄规格不一，行车、错车、调车过程中，有限通行空间易引发剐蹭、碰撞事故。

(3) 平硐、调车场均设置人行道、盖板式排水沟，长期作业过程中，排水沟盖板破损、缺失、移位，易导致人员踏空、绊倒、摔伤；排水沟淤积、堵塞会造成巷道积水、底板湿滑，大幅增加人员滑倒、车辆制动失效的风险。所有巷道、调车场人行道宽度均为 1060mm，若作业人员违规占道、设备物料堆放挤占人行道，会造成通行空间不足，引发人机混行伤害事故。

(4) 井下运输系统采用 3t 架线式电机车牵引 YFC0.7-6 翻转式矿车完成矿岩转运，分主运输中段、普通中段配置专用运输设备，设备运行及管理存在多项安全

隐患。一是电机车、矿车长期井下重载运行，易出现制动系统失灵、车轮磨损、连接销脱落、车架变形等设备故障，列车行驶过程中易发生脱轨、溜车、跑车事故，撞击巷道围岩、人员及周边设备设施。二是架线式电机车架空线路易出现漏电、断线、短路问题，井下潮湿环境加剧线路绝缘老化，易引发触电伤害、电气火花，火花可诱发井下可燃气体、粉尘燃爆风险。

(5) 矿车编组运行过程中，车辆连接松动、错位，行驶颠簸、制动时易发生车辆脱节、追尾碰撞；YFC0.7-6 翻转式矿车卸矿、转运作业时，若翻转机构失灵、锁扣失效，易出现意外翻车、洒料，砸伤人员、堵塞巷道。四是矿山采用多设备冗余配置（备用电机车、备用矿车），设备长期闲置、维护保养不到位，易存在隐性故障，投入使用后突发失效，引发运输安全事故。五是材料、设备通过电机车牵引材料车井下转运，物料固定不牢固、超载运输时，易发生物料坠落、散落，造成井下人员伤害及巷道堵塞。

(6) 井下统一采用 22kg/m 钢轨、600mm 轨距、4#道岔的有轨运输系统，轨道基础设施缺陷是核心危险因素之一。轨道长期受重载列车碾压、震动，易出现钢轨磨损、变形、轨枕松动、道钉脱落、轨距偏移等问题，导致列车行驶稳定性下降，诱发脱轨事故；道岔为运输关键转接设施，道岔磨损、卡阻、转换不到位、锁闭失效，易造成列车错轨、脱轨、碰撞，多中段交叉运输工况下风险更为突出；三是轨道巷道底板沉降、变形、积水浸泡，会导致轨道平整度超标，列车行驶颠簸剧烈，可引发设备故障和安全事故。

(7) 矿山采用多阶段直溜井实现上部中段矿岩中转，3483m~3393m、3353m~3273m 分段设置斜溜道、卸矿硐室、底部矿仓及检查天井，溜井、矿仓长期接收矿石、废石溜放冲击，井壁、仓壁易磨损、剥落、开裂，严重时发生井壁坍塌、矿仓垮塌事故；矿岩溜放过程中产生大量冲击粉尘、飞溅碎石，易造成人员粉尘伤害、物体打击；溜井内易出现大块矿石卡堵、悬矿、蓬矿现象，人工处理堵矿时，存在悬矿突然垮落、矿石瞬时冲出的安全风险，易引发掩埋、砸亡事故。

(8) 卸矿硐室虽设置格筛、1.5m 高防护护栏及宽度超 1m 的操作平台，但长期作业易出现护栏破损、格筛变形缺失、平台积料打滑，作业人员违规靠近卸矿口、翻越防护设施时，存在坠落溜井的风险。四是矿仓底部积料压实、结块，放矿不均匀易造成矿仓偏载、应力失衡；3393m、3273m 中段设置的检查天井、联络通道，空间狭窄、通风较差，人员进入检查作业时，易发生缺氧、坠井、磕碰伤害。五

是装矿操作硐室底板高出轨面 0.5m，若出入口防滑措施缺失、台阶破损，易造成人员滑倒、跌落，同时硐室安全撤离通道若被物料占用、堵塞，突发险情时人员无法及时疏散。

(9) 3393m、3273m 主运输中段设置单轨、双轨调车场，各中段配套错车道，调车、错车作业工况复杂，单双轨调车场断面规格、通行宽度不同，列车调车、会车、避让过程中，操作人员视线受限、操作失误，易发生车辆碰撞、剐蹭事故；调车场采用双侧人行道，人员、设备、车辆集中作业，人机混行频繁，若现场管控不到位，易发生车辆撞击人员的伤害事故；调车场、错车道巷道围岩及支护结构长期受调车震动影响，易出现松动破损，加之局部空间狭小，事故发生后应急疏散、救援难度较大。

(10) 矿山运输系统实行多班次、长时长作业制度，常规运输每日 2 班、每班 8h，主运输中段作业时长 12h/d、普通中段 11h/d，且同时 3 个中段平行作业，运输任务繁重（主中段 300t/班、普通中段 100t/班）。长时间连续作业易导致操作人员疲劳作业、注意力下降，出现违规行车、违规卸矿、违章处理堵矿等不安全行为；多中段同步运输、多级中转的作业模式，运输工序交叉、车流密集，若信号联络、调度管控不到位，易出现列车抢行、错车冲突、转运配合失误等问题，引发安全事故；人员平硐进出井下作业点，若未按规定通行、违规穿越运输轨道，易发生车辆撞击伤害。

(11) 井下运输巷道相对封闭，通风条件有限，矿岩转运、溜井放矿过程中产生大量粉尘，易引发作业人员尘肺病等职业危害；

(12) 巷道潮湿、阴暗，照明不足区域易出现视线不良问题，加剧碰撞、滑倒、脱轨等事故风险。

3.2.3.2 危险度评价

根据上述危险辨识，项目提升运输中可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1 地下运输单元预先危险性分析表

危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	技术措施与对策
巷道、硐口围岩失稳，发生冒顶、片帮、掉块	1. 硐口应力集中，围岩风化、雨水渗透、地层扰动； 2. 巷道支护老化、破损、支护不到位； 3. 列车长期震动荷载导致围岩裂隙扩张、破碎带失稳。	造成作业人员砸伤、死亡，运输设备损毁，堵塞运输巷道，导致井下运输系统瘫痪，影响矿山正常生产	Ⅲ级	1. 严格落实硐口两段加强支护施工工艺，定期对巷道顶板、两帮支护结构开展巡检、排查隐患； 2. 对围岩破碎、裂隙发育区域及时补强支护，封堵围岩裂隙，做好巷道防水防渗措施； 3. 严控列车行驶速度，减少重载行车对围岩的震动扰动； 4. 建立围岩动态监测制度，发现顶板掉块、片帮隐患立即停工处置。
巷道排水沟设施缺陷，底板积水湿滑、人员踏空摔伤	1. 排水沟盖板破损、缺失、移位； 2. 排水沟淤积堵塞、排水不畅，巷道长期积水； 3. 底板淤泥、积水未及时清理	作业人员绊倒、踏空、滑倒摔伤；电机车、矿车制动距离延长、制动失效，诱发脱轨、碰撞事故	Ⅱ级	1. 定期检查、更换破损排水沟盖板，确保盖板铺设牢固、贴合严密； 2. 常态化清理排水沟淤积杂物，保证排水通畅，匹配巷道设计坡度； 3. 及时清理巷道积水、淤泥，保持运输路面干燥平整； 4. 在积水、湿滑路段设置警示标识，提醒作业人员及车辆谨慎通行。
人行道挤占、人机混行引发碰撞伤害	1. 设备、物料违规堆放挤占 1060mm 规范人行道； 2. 作业人员违规占道行走、穿越运输轨道； 3. 多中段并行作业，人车通行秩序混乱	发生车辆撞击、剐蹭人员事故，造成人员伤亡、设备损坏	Ⅲ级	1. 规范井下物料、设备堆放区域，严禁挤占人行道及运输通道； 2. 明确人员、车辆通行规则，严禁作业人员违规穿越轨道、占道作业； 3. 在运输巷道设置人车隔离警示、提示标识，高峰期安排专人现场调度管控； 4. 强化人员安全培训，规范井下通行行为。
电机车、矿车设备故障，引发脱轨、溜车、跑车事故	1. 设备长期重载运行，制动系统失灵、车轮磨损、车架变形； 2. 矿车连接销脱落、编组松动； 3. 闲置备用设备维护不到位，存在隐性故障	列车脱轨、溜车、追尾碰撞，损毁运输设备及巷道设施，砸伤、掩埋作业人员，造成运输中断	Ⅳ级	1. 建立电机车、矿车日常检修、定期维保制度，重点检查制动系统、连接装置、车轮工况，带病设备严禁入井作业； 2. 严格执行设备在用、备用轮换制度，备用设备定期试运行，消除隐性故障； 3. 规范矿车编组作业，发车前检查车辆连接牢固性； 4. 设置巷道防跑车、阻车装置，严控行车速度。
架线式电机车	1. 井下潮湿环境导致线路绝缘层老化、破	造成作业人员触电伤害，电	Ⅳ级	1. 定期检测架空线路绝缘性能，及时更换老化、破损线路及配件；

架空线路漏电、短路，引发触电、燃爆风险	损； 2. 架空线路断线、搭接、短路； 3. 行车颠簸摩擦损伤线路	气火花诱发井下粉尘、可燃气体燃爆事故，引发重大安全事故		2. 规范线路架设标准，避免线路搭接、摩擦，做好线路防潮、防尘防护； 3. 配备漏电保护、短路保护装置，故障自动断电； 4. 严禁带电检修作业，电气作业人员持证上岗。
翻转式矿车翻车、洒料，引发物体打击、巷道堵塞	1. 矿车翻转机构失灵、锁扣失效； 2. 重载运输颠簸、制动过猛； 3. 卸矿作业操作不规范	矿石、废石洒落砸伤作业人员，堵塞井下运输巷道，影响运输通行，诱发二次事故	II 级	1. 每日检查矿车翻转机构、锁扣装置可靠性，失效设备立即停机检修； 2. 规范车辆行驶及制动操作，严禁急加速、急刹车； 3. 标准化开展卸矿作业，作业区域禁止人员逗留； 4. 及时清理巷道洒落矿岩，保障通道畅通。
物料转运固定不牢，发生坠落、散落事故	1. 井下材料、设备转运未固定或固定不牢固； 2. 违规超载运输； 3. 行车颠簸导致物料移位脱落	坠落物料砸伤井下作业人员，堵塞巷道，影响运输系统正常运行	II 级	1. 严格执行物料装载、固定作业规范，大件设备、零散物料必须捆绑牢固； 2. 严禁超载、偏载运输，严控物料装载量； 3. 物料运输前专人检查固定情况，运输过程低速平稳行驶； 4. 严禁运输超高、超宽物料。
轨道、道岔设施损坏，引发列车脱轨、错轨碰撞	1. 钢轨磨损变形、轨枕松动、道钉脱落、轨距偏移； 2. 4#道岔磨损、卡阻、转换不到位、锁闭失效； 3. 巷道底板沉降、轨道平整度超标	列车脱轨、错轨、碰撞，损毁运输设备及轨道设施，造成人员伤亡、运输系统停运	III 级	1. 常态化巡检轨道、道岔工况，及时紧固道钉、更换破损钢轨及配件，校准轨距； 2. 定期养护道岔，及时清理道岔杂物、润滑传动部件，确保转换灵活、锁闭可靠； 3. 对沉降、变形轨道及时找平、加固，保障轨道平整度； 4. 列车通过道岔、复杂路段减速慢行。
溜井、矿仓井壁破损、垮塌，放矿飞溅、粉尘危害	1. 矿岩长期溜放冲击磨损井壁、仓壁； 2. 井壁结构老化、开裂、剥落； 3. 放矿作业无防护措施	井壁、矿仓垮塌掩埋设备及人员，飞溅碎石造成物体打击，作业人员长期吸入粉尘引发职业病	IV 级	1. 定期检测溜井、矿仓井壁结构完整性，对磨损、开裂部位及时加固修复； 2. 严格控制放矿速度，避免大块矿岩高速冲击井壁； 3. 作业区域配备喷雾降尘设备，作业人员规范佩戴防尘防护用品； 4. 定期清理矿仓积料，避免长期偏压荷载。
溜井卡堵、悬矿、蓬矿，处理	1. 大块矿石滞留溜井形成卡堵、悬矿； 2. 人工违规近距离处理堵矿；	作业人员被矿石砸伤、掩埋，造成人员伤亡、重大生产	IV 级	1. 卸矿口严格执行格筛管控，严禁大块矿石进入溜井； 2. 制定专项堵矿处理安全规程，严禁人员近距离正对溜井作业；

理过程中引发掩埋、砸亡事故	3. 悬矿突然失稳垮落	安全事故		3. 采用远距离爆破、振动疏通等安全方式处理堵矿； 4. 作业前设置警戒区域，清空无关人员。
卸矿硐室防护失效，人员坠落溜井	1. 防护护栏破损、缺失，平台积料打滑； 2. 格筛变形、失效； 3. 作业人员违规翻越防护设施、靠近卸矿口	作业人员坠落溜井，造成重伤、死亡事故	IV级	1. 定期检查更换卸矿口护栏、格筛，确保防护设施完好有效； 2. 及时清理操作平台积料，做好防滑处理； 3. 严禁人员翻越防护设施、近距离靠近卸矿口； 4. 完善卸矿硐室安全警示标识，强化现场管控。
检查天井、装矿硐室作业隐患，引发坠井、滑倒、疏散受阻	1. 检查天井空间狭窄、通风不良； 2. 装矿硐室出入口防滑措施缺失、台阶破损； 3. 安全撤离通道被物料堵塞	作业人员缺氧、磕碰、坠井、滑倒摔伤，突发险情无法及时疏散，扩大事故后果	III级	1. 天井、联络通道作业前先通风换气，检测空气质量后方可入内作业； 2. 对装矿硐室台阶、出入口做防滑处理，及时修复破损结构； 3. 严禁占用、堵塞安全撤离通道，保持通道畅通； 4. 有限空间作业严格执行专人监护制度。
调车场、错车道作业碰撞、剐蹭，应急救援困难	1. 调车、会车视线受限，操作人员操作失误； 2. 调车场人机混行密集、管控缺失； 3. 巷道空间狭小，事故处置空间不足	车辆碰撞、剐蹭损坏设备，人员受伤，事故后应急疏散、救援难度大，易扩大事故损失	III级	1. 完善调车场照明、信号、警示系统，保障作业视线清晰、信号准确； 2. 制定专项调车、会车作业规程，专人统一调度指挥； 3. 严控调车场作业人员数量，规范人车通行秩序； 4. 定期排查调车场围岩支护隐患，预留应急救援通道。
钢构件防腐层失效，设施锈蚀断裂、防护失效	1. 防腐涂层施工质量不达标； 2. 井下潮湿腐蚀环境导致涂层脱落、破损； 3. 锈蚀设施未及时更换	轨道连接件、护栏、平台钢构锈蚀失效、断裂，引发设备倾覆、人员坠落、防护失效等次生事故	II级	1. 严格把控钢构件防腐施工质量，验收合格后方可投入使用； 2. 定期排查外露钢构件涂层完好情况，对脱落、破损部位及时补涂防腐层； 3. 对锈蚀严重、强度不达标的设施立即更换； 4. 建立防腐设施台账，定期巡检维护。
人员疲劳作业、违章操作，引发各类运输事故	1. 长时长、多班次连续作业，人员精力不足、疲劳作业； 2. 安全意识薄弱，违规行车、违规处理堵矿； 3. 多中段作业调度管控不到位	诱发碰撞、脱轨、坠井、物体打击等各类安全事故，造成人员伤亡、设备损毁、生产中断	III级	1. 科学制定作业排班制度，杜绝超时长、超负荷疲劳作业； 2. 常态化开展安全警示教育，杜绝各类违章作业行为； 3. 建立多中段运输统一调度机制，规范车流、人流秩序； 4. 作业前开展安全技术交底，落实岗位安全职责。

井下粉尘、照明不良、潮湿环境引发职业危害及安全事故	1. 巷道封闭通风差，放矿、转运产生大量粉尘积聚； 2. 局部照明缺失、损坏，视线不良； 3. 井下长期潮湿，设备、线路易受潮损坏	作业人员患上尘肺病等职业病，视线不良引发滑倒、碰撞、脱轨事故，电气设备受潮诱发故障及触电风险	II 级	1. 完善井下通风系统，合理布设通风设备，加强作业区域通风换气； 2. 全面布设巷道照明设施，及时更换损坏灯具，保障作业视线良好； 3. 作业区域常态化喷雾降尘，规范人员劳保佩戴 4. 定期对井下电气设备、线路做防潮、防尘维护保养。
---------------------------	---	--	------	---

分析结果：经预先危险性分析，矿山地下运输系统中，井下巷道冒顶片帮、有轨运输设备跑车脱轨、电机车电气伤害、溜井矿仓垮塌、人员坠井、堵矿坍塌等事故为IV级（灾难性的）和III级（危险的）潜在危险有害因素，是本项目运输系统重点安全风险管控重点。井下坑内有轨运输场（厂）内机动车辆致害、巷道环境摔伤、矿车洒料物体打击、钢构防腐失效、井下粉尘职业危害等危险等级为II级（临界的），事故发生后可造成人员伤亡、设备损坏、巷道堵塞及局部运输中断。

3.2.3.3 符合性评价

《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）、《有色金属矿山井巷工程设计规范》（GB50915-2013）等标准规范编制安全检查表对可研确定的地下开采运输方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 地下运输单元安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	检查记录	结果
1	坑内机车运输宜采用架线式电机车。生产规模小、运距短的小型矿山，可采用蓄电池机车；有爆炸性气体的回风巷道，不应使用架线式电机车；高硫、有自燃发火危险和存在瓦斯危害的矿井，应使用防爆型蓄电池电机车。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 15.1.1 条	设计主运输段选择3列3t架线式电机车，牵引YFC0.7-6翻转式矿车。	符合
2	采用电机车运输的矿井，由井底车场或平硐口到作业地点所经平巷长度超过1500m时，应设专用人车运送人员。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.2条	未明确平巷长度，未明确人员运送车辆。	不符合

3	运输不均匀系数宜取1.2~1.25。出矿量变化较大的运输阶段宜取1.3。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.4条	可研设计方案内未明确运输不平衡系数。结合日平均出矿量、不平衡系数核算最大小时运输能力，以此完成电机车、矿车选型及井底车场通过能力校核。	不符合												
4	根据运输地点及运输任务不同，班工作时间可按表15.1.5选取。 <table><tr><td>项 目</td><td>主平硐</td><td>转运阶段</td><td>生产阶段</td></tr><tr><td>只运货物</td><td>6.5</td><td>6.5</td><td>6.0</td></tr><tr><td>运货物人员</td><td>6.5</td><td>6.0</td><td>5.5</td></tr></table>	项 目	主平硐	转运阶段	生产阶段	只运货物	6.5	6.5	6.0	运货物人员	6.5	6.0	5.5	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.5条	设计每班工作时间5.5h。	符合
项 目	主平硐	转运阶段	生产阶段													
只运货物	6.5	6.5	6.0													
运货物人员	6.5	6.0	5.5													
5	电机车的计算和校核，应符合下列规定： 1 电机车牵引能力应按机车启动条件计算，并应按发热和制动条件进行校核； 2. 采用空气制动的电机车在高原地区使用时，制动力应修正； 3电机车运输列车的制动距离，运送人员时不得超过20m，运输物料时不得超过40m；14t以上机车或双机牵引时，不得超过80m； 4 电机车的备用台数，宜按工作机车台数的20%~25%选取，但不应少于1台，双机牵引时应不少于2台。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.6条	设计地下运输选用3t架线式电机车，24辆YFC0.7-6翻转式矿车（20用4备）。未明确电机车制动方式，制动距离。	符合												
6	地面窄轨铁路宜采用直流250V、550V或750V；井下窄轨铁路宜采用直流250V或550V；当运输距离长、运量大，在安全措施可靠时，无爆炸危险环境大型矿山可采用直流750V。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.7条	未明确运输系统供电电压。	不符合												
7	15.1.12矿车的备用辆数，宜为使用矿车数量的20%~30%，双机牵引采用底侧卸式矿车时，不宜少于1列车；材料车、平板车的数量可分别取矿车总数的10%和3%，平板车数量不应超过10辆。材料车如计算的数量太少，可根据实际需要确定。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.12条	设计地下运输选用3辆3t架线式电机车（3用1备），24辆YFC0.7-6翻转式矿车（20用4备）。	符合												
8	侧卸式、底侧卸式和底卸式矿车卸矿有方向性要求时，应与运输线路相适应。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 15.1.13	设计选用翻转式卸矿车。	符合												
9	井下运输线路宜按重车下坡3‰~5‰的坡度设计，并宜与水沟的排水方向一致。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第15.1.17条	未明确平硐、运输线路坡度要求。	不符合												

10	平巷交岔点应根据道岔型号、运输设备、线路布置、线路最小曲线半径、巷道断面规格、巷道的外侧加宽、安全间隙等因素。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第7.6.1条	未明确交岔点要求。	不符合
11	溜井、溜槽的结构应避免断面突变，溜井宜选用单段式直溜井。生产规模大于100万t/a的矿山，主溜井不宜少于2条	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第8.1.1条	选用2条单段式直溜井	符合
12	溜井断面形状的选择，直溜井宜选用圆形，斜溜井宜选用矩形或半圆拱形，溜槽宜采用梯形断面	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第8.1.2条	可研设计溜井直径3.0m，圆形断面，断面面积7.07m ²	符合
13	斜溜井坡度的选择，在贮矿段应大于矿（岩）石的流动角，当溜放不粘结矿石时，宜为55°~70°；溜放粘结性矿石时，宜为65°~80°；在非贮矿段斜溜井坡度不宜小于55°	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第8.1.5条	未选用斜溜井。	符合
14	溜口宽度不应小于矿石最大块度的2.5倍。溜口高度应为溜口宽度的80%。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第8.1.6条	可研设计方案未明确溜口宽度与高度。	不符合
15	溜井井口、溜井井筒穿过不良地层段、矿流冲击点、溜井井筒的变坡或转向处、斜溜道、溜井、溜槽、溜口等部位，均宜进行加固。 8.1.10 溜井应根据实际情况选择加固类型和加固材料。当采用刚性加固时，加固材料的连接形式和固定方法应做到连接可靠和施工方便。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第8.1.9条 第8.1.10条	可研设计不稳定的岩层可采用浇筑混凝土支护或锚网喷临时支护+浇筑（钢筋）混凝土永久支护。	符合
16	主溜井的装矿硐室及翻车机卸矿室应设操作硐室或操作平台。操作硐室应有新鲜风流供应，并应将污浊风流经通风系统排入回风巷，操作硐室设计应符合下列规定： 1操作硐室位置应便于观察装、卸矿情况。 2装矿操作硐室应有确保人员安全撤离的通道。硐室底板标高应高出运输平巷轨面0.3m~0.5m，并应设有照明。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第8.4.2条	平硐均设有卸矿硐室，卸矿口设有格筛，其两侧和卸矿方向对侧留有便于人行和处理大块矿石的平台，平台宽度大于1m，卸矿口设有1.5m高的护栏。	符合
17	溜井井口和溜槽口上部及两侧应设防排水设施。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013	未明确排水设施设置要求。	不符合

18	禁止使用内燃机车；有发生气体爆炸或自然发火危险的，严禁使用非防爆型电机车。	《金属非金属 矿山安全规 程》 GB16423-2020 第6.4.1.10条	可研使用架线式电机车，矿山无自然发火危险。	符合
19	同时运行数量多于2列车的主要运输水平应设有轨运输信号系统。	《金属非金属 矿山安全规 程》 GB16423-2020 第6.4.1.16条	可研设计主运输中段矿石运输列车每班工作台数 2.63，未明确设置有轨运输信号系统。	不符合

检查结果：

提升运输系统存在以下问题在进一步设计中需要完善：

- (1)可研方案未明确平巷长度、人员运送设计内容，未核定运输不均衡系数，无法精准核算运输能力、开展设备选型及车场能力校核。
- (2)未明确电机车制动方式、制动距离，未针对高原地区空气制动电机车制定制动力修正要求
- (3)可研方案未明确有轨运输系统专用供电电压参数
- (4)未明确平硐及运输线路坡度参数，未说明线路曲线段设置情况，缺失曲线半径、曲线加宽、外轨加高核心参数标准。
- (5)可研方案未明确平巷交岔点设置标准、结构参数及配套设施要求。
- (6)未明确矿石溜口宽度、高度参数，未契合矿石最大块度匹配标准。
- (7)未明确溜井井口、溜槽口上部及两侧防排水设施设置要求
- (8)主运输中段矿石运输列车每班工作台数达 2.63，多列车同时运行，但未设置有轨运输信号系统。

3.2.3.4 单元评价结论

该矿山地下运输单元高风险隐患突出，整体安全风险可控但存在设计短板，需针对性完善缺失的设计参数及配套设施，严格落实高风险点位专项管控、设备定期维保、现场安全管控及标准化作业制度，全面防范各类运输安全事故及职业危害，保障井下运输系统安全稳定运行。

3.2.4 地下采掘单元

3.2.4.1 主要危险、有害因素辨识

根据矿山矿体赋存条件，本次可研设计采用露天+地下联合开采模式，其中露天开采采用公路开拓、汽车运输方式，地下开采采用平硐+风井开拓、电机车运输方式。结合本工程开拓开采方案、施工工艺及现场作业特点，综合辨识各生产环

节、开拓运输系统及交叉作业环节的危险、有害因素，具体如下：

1、井巷掘进主要危险、有害因素辨识

设计井巷工程包含平巷、竖井（风井）、天井、溜井、硐室，是地下平硐+风井开拓系统的核心施工环节，掘进作业全过程存在多类安全风险，具体危险因素如下：

（1）在用凿岩机打眼时，容易发生风、水管飞出打伤人。向上凿岩时，钢钎断落伤人。由于断钎，凿岩机下落夹伤人的手。凿岩前不注意敲帮问顶，凿岩时震落滚动岩石击伤操作人员。钢钎打入哑炮孔内，引起爆炸伤人。大孔径凿岩时，凿岩硐室的稳定性较差导致冒顶事故。

（2）铲运出矿时柴油机燃烧不彻底造成局部尾气浓度过高，出矿巷道照明设施不完善、设备制动系统故障及无轨设备在行驶过程中的刮、蹭等。在装载过程中，发生铲运机伤人，行走压人、撞人、矿车挤伤人等。竖井施工抓岩机撞、压、碰、挤伤人，车辆装载过满甩石伤人等。

（3）掘进大断面硐室时，由于爆破方案设计不合理、凿岩、爆破、支护不当，检查不周、浮石处理不当或未及时处理，作业面出现大量节理、层理、裂缝或接近断层造成地质变化，低压增加导致冒顶事故。

（4）在天井、竖井、大断面硐室施工时，容易发生高处坠落事故。

（5）在天井、竖井、大断面硐室作业时，出现上面作业人员将物体掉落或滚落，击伤下面的作业人员。

（6）局扇接地保护装置不到位，设备绝缘不良，安装不符合规程要求，发生短路、超负荷、接触电阻过大等导致触电、火灾等事故。

（7）井巷掘进、巷道贯通时，施工组织不当，管理不善，测量工作滞后，发生片帮冒顶、机械致害、高处坠落、物体打击等事故，造成人员伤亡事故。

2、采矿过程主要危险、有害因素辨识

（1）采矿方法选择

可研设计露天、地下顺序开采，地下开采采矿方法选用进路充填法，进路充填法开采可能造成的危险、有害因素表现在以下几个方面：

①露天开采转地下开采，地下开采的上部边界或境界安全顶柱的规格或岩石垫层的厚度设置不合理导致地面沉降或塌陷。

②露天开采转地下开采选择采矿方法时未考虑露天边坡稳定性和产生泥石流

对地下开采的影响导致滑坡、泥石流。

③采场结构参数（包括采场尺寸、矿柱尺寸）和回采顺序设计不合理，开采时导致地压增大、采场顶板冒落、片帮、回采巷道变形破坏；采场管理不当，可能导致各种事故的发生，包括炮烟中毒、爆破飞石击人、误入溜井、生产设备伤人等一系列危害；采矿方法不合理或管理不善，采矿作业场所未形成两个安全出口而进行开采作业，发生意外时无法逃生。

④采用充填法，在未完全充填前，采空区形成一个空洞，会产生冲击地压，给采矿工作的安全带来威胁；爆破工作中，由于装药和起爆方法不当，爆破器材质量不合格及爆破孔设计不合理等原因均会造成早爆、迟爆和拒爆事故。

⑤井下溜井卸矿作业时，人员操作不规范、注意力不集中易发生坠井事故；溜井安全警示标识模糊、防护栏杆缺失、照明不良，叠加人员违章作业，进一步加剧坠井风险。溜井大量积水易引发跑矿事故，大量矿石涌入井下大巷，造成人员掩埋伤亡、巷道堵塞损毁。同时，充填法工作面通风条件较差，作业人员长期吸入矿尘，易诱发尘肺病等职业病。

⑥工作面爆破后，炮烟集聚，若通风不良，人员过早进入或误入爆区将会发生炮烟中毒事故；采场结构参数、回采顺序不合理，导致地压增大、采场顶板冒落、片帮，回采巷道变形破坏。

⑦采场顶板冒落，砸伤作业人员；采场设计不合理，没有两个安全出口，导致作业和作业人员没有安全保证；

⑧上下采场没有留足开采安全距离，可能导致作业人员和采矿设备掉入采空区；采场技术管理不当，可能导致以上各种事故的发生，以及炮烟中毒、爆破飞石击人、生产设备伤人等一系列危害。

⑨矿体倾角大于 50° 采用分段空场嗣后充填采矿法；矿体倾角小于 30° 采用上向水平分层充填采矿法。矿区主要矿体Ⅲ-1 号矿体倾角 $39^{\circ} \sim 47^{\circ}$ ，矿体倾角处于 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 中倾斜区间，不满足上述两种采矿方法的倾角适用边界，应结合矿体厚度、围岩稳固性、开采技术条件进一步论证确定适宜的充填采矿方法。

（2）回采工艺主要危险和危害

在采矿作业中，最大发生的事故是冒顶事故，占 40% 以上。发生冒顶片帮事故的主要原因有以下几个方面：

①采矿方法选择不合理，顶板和两帮管理方法不当。如采场布置方式与矿床

地质条件不适应，采场阶段太高，矿块太长，顶帮暴露面积太大，时间过长，加上顶板支护、放顶时间选择不当，都容易发生冒顶事故。天井、漏斗布置在矿体上盘或切割巷道过宽，容易破坏矿体及围岩的完整性，也可能产生片帮事故。

②作业人员疏忽大意，检查不周。根据冒顶伤亡事故的分析，只有极小部分事故是由于大型冒落的，大多数都属于局部冒落及浮石伤人，且多发生在爆破后 1~2h 内。这是因为岩石受爆破的冲击和震动的作用后，局部岩石发生松动和开裂，稍受震动或时间一长就会冒落，这时如果正好有人站在下面，将被击中。

③处理浮石操作方法不当。由于处理操作不当所引起的冒顶事故，大多数是因处理前对顶板缺乏全面、细致的检查，没有掌握浮石情况而造成的。撬前面的，后面冒落；撬左边的，右边冒落；撬小块浮石时，引起大面积冒落等。有时因为操作工人的技术不熟练，处理浮石时站立位置不当，当浮石下来时无法躲避造成事故。也有些事故是由于违反操作规程制度，冒险空顶作业，违章回收支柱而造成的。

④地质情况变化，自然条件不好。如在矿体中有小断层、裂隙、软岩、泥夹层、破碎带等，都容易引起冒顶片帮。

⑤地压活动影响。在开采后对采空区未能及时有效的处理，随着开采深度不断增加，矿山的生产区域不同程度地受到采空区地压活动的影响，容易导致井下采场和巷道发生大面积冒顶片帮。

(3) 凿岩作业主要危险和危害

①凿岩机砸、夹、挤伤人，断钎伤人，风带摆动伤人，打干眼、残眼，吹洗炮孔渣子伤人。

②进入工作面后，未进行敲帮问顶等安全检查或检查不周便开始作业，造成浮石掉落伤人或设备损坏。

③撬帮问顶等安全检查操作方法不当，造成跌倒受伤或浮石砸伤。

(4) 爆破作业主要危险和危害

①炸药与雷管一起保管，或在库内用灯泡烘烤雷管、炸药，导致爆破器材库爆炸。

②涉爆人员未经培训持证上岗，使用爆破材料，但不了解其性能造成的事故，发生爆破事故。

③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错误，

造成早爆、迟爆、盲炮。

④爆破时，由于对最小抵抗线掌握不准，装药过多，造成爆破飞石超过安全允许范围，击中人身和设备。

⑤残眼及盲炮处理不当占各类爆破事故。

⑥起爆材料质量不良或点炮拖延时间造成的迟爆或早爆事故。

⑦保管不善导致爆炸材料变质或过期，在爆破工作中造成拒爆、迟爆、导火索断药、缓燃，速燃等爆破伤亡事故。

⑧爆破后过早进入爆破工作面或爆破过程返回爆破工作面看回火，引起过大量的爆破伤亡事故。

(5) 出矿作业主要危险和危害

①采场崩落矿石未及时破碎，造成采场悬空，矿石不能放出或大量矿石突然涌出，引起人员伤害与设备损毁。

②放矿人员与采场内作业人员协调不当，出矿与采场作业同步进行，导致采场内作业人员被矿石掩埋，出现人员伤亡事故。

③处理悬空时，人员冒险进入悬空区内，易发生矿石掩埋、砸伤事故。

④人员放矿时，正对着出矿口站立放矿，易发生矿石砸伤人员事故。

⑤采场内未对大块矿石进行二次破碎。大块重量超出人员和设备的搬运能力，造成人员伤亡和设备损坏事故。

⑥采场利用漏斗出矿，如矿岩块度过大，可能堵塞漏斗，在处理漏斗时可能发生矿岩砸、挤伤人事故。

(6) 采空区、采场地压管理及支护事故

①空区充填不及时，造成顶板冒落，引发地压活动，构成事故隐患。

②空区充填不接顶，采场顶板连成一片，使暴露面积过大，诱发顶板冒落，构成事故隐患。

③空区充填挡墙强度不够，充填体涌出淹井，可能造成人员伤害或设备破坏。

③空区监测仪表灵敏度不够，造成地压显现预报不及时。

④空区监测仪表灵敏度不够，造成地压显现预报不及时。监测方法不当、监测数据处理不及时，造成地压显现预报不及时、延误地压显现预报。监测数据处理方法不正确，造成地压分析结果失真。

⑤支护方式不当，不能控制顶板掉渣或片落或冒顶；支护参数不正确，造成

支护失效，不能控制顶板掉渣或片落或冒顶；锚杆台车性能掌握不好，造成人员伤害或设备破坏；喷射混凝土支护时，机具水路不畅，产生粉尘，造成职业病危害。

（7）采区充填危险、有害因素分析

①充填站砂仓、水泥仓高处坠落伤人；水泥仓除尘器性能不佳，粉尘污染环境。

②充填矿房堵墙发生倒塌，矿房内充填料泄漏充填其他巷道，造成人员伤亡，井巷报废。

③运转部件缺少防护或防护不当，出现机械伤人；充填料在充填管路内发生堵塞，充填起始结束时，充填软管摆动伤人。充填管路压力过高发生爆裂、泄漏砂浆伤人或污染井巷。

④电气设备维护不及时，用电设备出现漏电、短路造成作业人员触电事故；

⑤充填料漏斗格筛缺少及时维护，间距过大，存在堵塞充填管路的事故隐患。

⑥充填制备站内搅拌槽上方无护栏，人员失足跌入搅拌槽内发生伤亡事故；充填制备站内各用电设备配电柜缺少工作挂牌，在人员对设备检修维护时，其他人员误动作送电，造成维修人员的伤害。

⑦制备站内操作人员不按要求佩戴劳动防护用品，接触设备的旋转部件，造成绞伤；未及时充填，可能造成充填空间垮落，无法再充填，易形成裂隙，地面水顺裂隙流入井下，对生产造成危害。

⑧长时间没有进行充填作业，充填管路有可能堵塞和破损，应充填前应先进行检查和更换破损部件。

3.2.4.2 危险度评价

1、故障类型和影响分析（FMEA）

根据上述危险辨识，项目采掘单元可能存在的潜在危险因素采用故障类型和影响分析法（FMEA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.2.4-1。

表 3.2.4-1 采掘单元 FMEA 分析

作业名称	事故模式（故障类型及影响）	故障等级	防控措施	安全设施
井巷凿岩作业	1. 风、水管路脱落甩动，造成人员击打伤害； 2. 钢钎断裂、凿岩机坠落，引发夹伤、砸伤事故； 3. 未敲帮问顶，作业震动诱发浮石坠落伤人； 4. 误打哑炮孔引发爆炸事故； 5. 大孔径硐室凿岩围岩失稳，发生冒顶坍塌； 6. 干式凿岩粉尘超标，引发职业性尘肺病	III级	1. 作业前严格检查风、水管路连接牢固性，杜绝带病作业； 2. 定期检查更换钢钎，规范向上凿岩操作流程； 3. 严格执行班前、作业中敲帮问顶制度，彻底清理浮石； 4. 作业前排查作业面哑炮、残炮，严禁违规打孔； 5. 大断面硐室分段凿岩、及时支护，动态监测围岩稳定性； 6. 全面落实湿式凿岩工艺，作业人员规范佩戴防尘劳保用品； 7. 加强岗位安全培训及现场旁站监管	凿岩设备收尘器、围岩监测仪、个人防护口罩、安全帽、防护手套、管路固定卡扣
井巷铲运出矿作业	1. 柴油机尾气积聚，作业人员中毒窒息； 2. 设备制动失效、行驶剐蹭，引发机械致害、车辆伤人事故； 3. 竖井抓岩机操作失误，发生撞、压、挤伤人事故； 4. 矿石装载过满，甩石砸伤作业人员； 5. 巷道照明不足引发作业碰撞事故	III级	1. 作业时开启局部通风机，加强巷道通风换气，稀释尾气浓度； 2. 每班作业前检查铲运机制动、行走系统，故障设备严禁作业； 3. 规范抓岩机操作流程，划定作业警戒区域，严禁无关人员进入； 4. 严格控制车辆装载量，杜绝超载作业； 5. 完善巷道照明系统，及时更换损坏灯具； 6. 定期开展设备维保及操作人员专项培训	局部通风机、巷道防爆照明、设备制动防护装置、作业警戒护栏、声光警示设备
大断面硐室掘进支护作业	1. 爆破、凿岩、支护工序不当，浮石清理不彻底，诱发冒顶片帮事故； 2. 地质构造变化、地压增大导致围岩失稳，造成人员掩埋、设备损毁； 3. 巷道贯通施工组织不当，引发复合型安全事故	IV级	1. 优化爆破专项方案，严格把控凿岩、爆破、支护施工质量； 2. 作业前排查工作面地质条件，断层、破碎带区域加强支护强度； 3. 全程落实浮石排查清理制度，杜绝空顶作业； 4. 巷道贯通前强化测量放线，优化施工组织方案，分级管控作业风险； 5. 布置围岩在线监测系统，实时监控地压变化	锚杆、喷射混凝土支护设施、围岩在线监测系统、便携地质探测仪、应急支护器材
天井、竖井	1. 作业人员失足、踏空引发高处坠落事故； 2. 上部作业工具、矿石滚	III级	1. 高空作业人员必须规范佩戴安全带、安全绳，严禁违章作业；	安全带、安全绳、高空防护护栏、立体隔

高空作业	落, 打击下方作业人员; 3. 高空作业交叉管控不当, 引发多人伤害事故		2. 划分上下作业分区, 设置硬质隔离防护, 严禁上下同时立体交叉作业; 3. 作业工具、物料定点存放, 杜绝随意摆放、抛掷; 4. 班前开展高空作业安全交底, 强化人员风险意识	离挡板、作业安全警示标识
井下电气及通风设备作业	1. 局扇接地、绝缘失效, 引发短路、触电事故; 2. 电气设备超负荷运行、接触不良, 诱发电气火灾; 3. 通风设备故障停运, 炮烟、尾气积聚引发中毒窒息	III级	1. 定期检测局扇及电气设备接地、绝缘性能, 不合格设备立即整改更换; 2. 严格按照规程安装电气设备, 杜绝超负荷、违规接线作业; 3. 落实电气设备日常巡检、维保制度, 配备专职电工值守; 4. 通风设备实现双回路供电, 杜绝无通风作业	防爆局扇、漏电保护器、接地保护装置、消防器材、双回路供电系统
露天转地下开采衔接作业	1. 安全顶柱、垫层厚度设计不合理, 引发地表沉降、塌陷; 2. 露天边坡失稳, 诱发滑坡、泥石流倒灌井下; 3. 采场参数、回采顺序不合理, 地压激增引发顶板冒落、巷道变形	IV级	1. 优化露天转地下开采衔接设计, 严格核算安全顶柱、垫层参数; 2. 定期监测露天边坡稳定性, 完善边坡排水、防护设施; 3. 科学优化采场结构参数及回采顺序, 分区有序开采; 4. 强化采空区地压监测, 及时处置围岩异常隐患	边坡监测设备、地表沉降观测点、井下地压监测系统、边坡排水设施
井下爆破作业	1. 爆破器材混存、保管不当, 引发库房爆炸; 2. 无证人员涉爆、操作不当, 引发早爆、迟爆、拒爆事故; 3. 装药量过大、抵抗线不足, 爆破飞石、冲击波伤人毁物; 4. 爆破后通风不足, 人员过早入场引发炮烟中毒; 5. 盲炮处置不当诱发二次爆炸	IV级	1. 严格落实爆破器材专人专库管理, 分类存放、严禁混存, 杜绝违规烘烤器材; 2. 涉爆人员持证上岗, 定期开展专项培训及安全交底; 3. 严格按照爆破方案控制装药量、炮孔填塞质量, 精准把控最小抵抗线; 4. 规范爆破警戒布设, 足额通风后方可入场作业; 5. 严格执行盲炮专项处置规程, 严禁违规处理	防爆爆破器材库、爆破警戒牌、声光报警装置、便携式气体检测仪、个体防毒面具
井下溜井放矿作业	1. 人员违章操作、防护缺失, 引发坠井事故; 2. 溜井积水引发跑矿, 矿石涌入巷道造成人员掩埋、巷道损毁; 3. 大块矿石堵塞漏斗, 处置过程中发生砸伤、挤压事故	III级	1. 完善溜井防护栏杆、警示标识、照明设施, 定期检查维护; 2. 规范放矿操作流程, 严禁人员正对出矿口作业、违章冒险作业; 3. 做好溜井排水疏导工作, 防止积水聚积; 4. 大块矿石提前二次破碎, 规范漏斗堵塞处置作业	溜井防护栏杆、安全警示标识、防爆照明、溜井排水设施、二次破碎设备
采空	1. 采空区充填不及时、不	IV级	1. 严格落实采空区及时充填、	充填监测设

区及支护作业	接顶，诱发地压活动、顶板冒落； 2. 充填挡墙强度不足，充填体涌出引发淹井事故； 3. 地压监测失效，无法预判围岩失稳隐患； 4. 支护参数不合理、施工不当，支护失效引发片帮冒顶		接顶充填工艺，杜绝空区悬空； 2. 优化充填挡墙设计，严格控制砌筑施工质量，完工后验收备案； 3. 定期校准地压监测设备，规范监测、数据处理流程，及时预警隐患； 4. 根据地质条件优化支护方案及参数，严控支护施工质量	备、地压在线监测系统、锚杆支护设备、混凝土喷射设备、挡墙强度检测仪器
采区充填作业	1. 充填站高处作业坠落、粉尘污染诱发职业病； 2. 充填管路堵塞、爆裂、摆动，砂浆泄漏伤人； 3. 设备防护缺失引发机械绞伤，电气漏电引发触电事故； 4. 设备检修误送电引发人员伤亡	II 级	1. 完善充填站高处防护设施，优化除尘设备，规范佩戴防尘劳保用品； 2. 作业前检查充填管路，定期疏通、更换破损管路，严控输送压力； 3. 补齐设备运转部位防护装置，定期检修电气设备，杜绝漏电隐患； 4. 严格执行设备检修挂牌上锁制度，杜绝误操作送电	除尘设备、高处防护栏杆、管路泄压装置、漏电保护器、设备检修警示牌、防护劳保用品
井下电机车运输作业	1. 轨道破损、变形，引发机车脱轨、翻车事故； 2. 机车操作不当、瞭望不足，引发碰撞、挤压人员事故； 3. 溜井口无防护，车辆坠井； 4. 矿石洒落砸损车辆、伤及人员	III 级	1. 定期巡检、修整井下运输轨道，及时修复破损变形路段； 2. 机车司机持证上岗，严格控制车速，巷道弯道、道口减速瞭望； 3. 溜井口加装安全车挡、警示装置，机车临近溜井口提前制动； 4. 规范装载作业，加装驾驶室防护装置，防止矿石洒落	运输轨道防护装置、巷道声光警示设备、溜井口安全车挡、驾驶室防护网、机车制动系统
采掘设备综合作业	1. 违规利用铲斗破大块、站铲斗作业，碎石飞溅伤人； 2. 人员在升降铲斗下方滞留，引发挤压伤害； 3. 设备无灭火装置，火灾事故无法处置，诱发井下中毒窒息事故	III 级	1. 严禁违规使用铲斗破碎矿石、载人作业，规范设备操作流程； 2. 划定设备作业警戒区，严禁人员在铲斗下方停留、通行； 3. 所有采掘、运输设备足额配备合格灭火装置； 4. 定期开展设备消防、安全操作专项培训及应急演练	车载灭火器、作业警戒标识、设备安全防护装置、应急救援器材

(2) 分析结果

经故障类型和影响分析，采掘单元无 I 级致命性故障风险；采区充填作业故障等级为 II 级，属严重性影响，可造成严重伤害、严重职业病或主系统损坏；大断面硐室掘进支护、露天转地下开采衔接、井下爆破、采空区及支护作业故障等级为 IV 级，属重大危险性影响，易引发冒顶坍塌、边坡失稳、爆破事故、淹井等地压及复合型重大安全灾害，可造成人员伤亡、设备损毁；其余井巷凿岩、铲运

出矿、高空作业、井下电气通风、溜井放矿、电机车运输、采掘设备综合等作业故障均为Ⅲ级，属临界性影响，仅可造成轻伤、轻微职业病或单系统局部损坏，为现场常规作业风险。

2、预先危险性分析（PHA）

根据上述危险辨识，项目采掘作业中可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.2.4-2。

表 3.2.4-2 采掘单元预先危险性分析表

危险因素	触发条件	事故后果	等级	技术措施与对策
凿岩作业机械致害、断钎、管路甩动伤害	1. 风、水管路连接不牢、老化破损； 2. 钢钎磨损超限、疲劳使用； 3. 向上凿岩操作不当； 4. 违规施工干眼、残眼，吹孔渣体飞溅。	造成人员砸伤、夹伤、击打伤害，严重时造成肢体损伤、人员重伤	Ⅲ级	1. 作业前逐段检查管路连接，更换老化破损配件，对管路采取固定措施； 2. 建立钢钎检查更换制度，严禁超限使用； 3. 规范向上凿岩作业流程，严控操作姿态； 4. 严禁打干眼、残眼，规范炮孔清渣方式； 5. 操作人员佩戴齐全防护用品，开展岗位实操培训。
浮石坠落、敲帮问顶不到位引发坠落物打击	1. 凿岩、爆破后围岩松动开裂； 2. 未执行敲帮问顶制度或排查不彻底； 3. 浮石处理方法不当、站位不安全。	浮石掉落打击作业人员，造成轻伤、重伤，甚至人员死亡、设备损坏	Ⅲ级	1. 严格执行班前、作业中、爆破后三次敲帮问顶制度； 2. 全面排查顶板、巷帮浮石，由外向内规范撬顶作业； 3. 划定安全作业站位，严禁冒险空顶作业； 4. 破碎围岩地段缩短循环进尺，及时支护。
井巷、硐室冒顶片帮坍塌	1. 爆破方案不合理、支护不及时、支护质量不合格； 2. 作业面存在断层、裂隙、破碎带等不良地质； 3. 采空区扰动、地压增大； 4. 大断面硐室围岩暴露时间过长、面积过大	围岩大面积垮落，造成人员掩埋伤亡、设备损毁、巷道封堵，导致井下作业中断	Ⅳ级	1. 优化爆破专项设计，严控爆破药量和爆破顺序，减少围岩扰动； 2. 不良地质段提前加强支护，采用锚网喷联合支护； 3. 布置围岩及地压在线监测系统，实时预警地压异常； 4. 严格控制围岩暴露时间，随掘随支、杜绝空顶作业； 5. 及时充填处理采空区，释放、控制地压。
高处坠落、立体交叉物体打	1. 天井、竖井、大断面硐室高空作业无防护； 2. 安全绳、安全带	作业人员高处坠落死亡、重伤，下方	Ⅲ级	1. 高空作业必须全程佩戴合格安全带、安全绳，做到高挂低用； 2. 严禁上下同步立体交叉作业，设置硬质隔离防护；

击	佩戴不规范; 3. 上下同时立体交叉作业, 工具、矿石滚落。	人员被坠物打击伤亡		3. 作业工具统一收纳, 严禁抛掷物料、工具; 4. 高处完善防护栏杆、盖板及警示标识。
井下触电、电气火灾风险	1. 局扇、电气设备绝缘不良、接地保护失效; 2. 线路短路、超负荷运行、接触电阻过大; 3. 设备安装不符合规程、维护不到位。	引发人员触电伤亡、电气火灾, 引燃井下可燃物, 扩大事故范围	III 级	1. 所有井下电气设备选用防爆型, 规范接地、接零保护; 2. 定期检测设备绝缘性能、线路完好性, 杜绝带病运行; 3. 严格控制用电负荷, 严禁私拉乱接线路; 4. 配备专职电工, 落实日常巡检、维保制度, 配齐消防器材。
爆破作业早爆、迟爆、拒爆、飞石伤害	1. 涉爆人员无证上岗、违规操作; 2. 爆破器材质量不合格、混存、搬运磕碰; 3. 装药、填塞、联网工艺不规范; 4. 最小抵抗线不足、装药量过大; 5. 警戒不到位、通风时间不足。	造成爆炸伤亡、设备损毁、巷道破坏, 引发炮烟中毒、群体性伤害事故	IV 级	1. 涉爆人员 100%持证上岗, 岗前专项安全交底; 2. 爆破器材专库专人管理、分类存放, 轻拿轻放; 3. 严格按设计装药, 填塞、联网, 严控抵抗线及装药量; 4. 规范爆破警戒、信号及避炮位置, 爆破后充分通风, 确认安全后方可入场; 5. 严格执行盲炮专项处置规程。
炮烟中毒、尾气中毒窒息	1. 独头巷道、采场通风不畅、局扇失效; 2. 爆破后通风时间不足, 人员提前进入爆区; 3. 铲运设备尾气积聚、通风稀释不及时。	作业人员中毒、窒息, 严重时造成人员死亡, 大面积作业人员群体性中毒	IV 级	1. 独头巷道、采场必须布设专用局扇, 实现双风机双电源; 2. 严格执行爆破通风规定, 气体检测合格后方可作业; 3. 井下作业全程通风, 及时稀释尾气、炮烟; 4. 配备便携式气体检测仪及应急防毒面具。
溜井坠井、跑矿、堵矿伤害	1. 溜井栏杆、警示、照明缺失; 2. 人员违章正对出矿口作业、冒险处理堵矿; 3. 溜井积水严重; 4. 矿石块度大堵塞漏斗。	人员坠井伤亡、矿石掩埋挤压伤人, 跑矿冲毁巷道、设备, 造成人员伤亡	III 级	1. 全段完善溜井防护栏杆、警示标识、防爆照明; 2. 规范放矿作业流程, 严禁人员正对出矿口作业; 3. 做好溜井排水疏导, 防止积水跑矿; 4. 大块矿石提前二次破碎, 制定堵矿专项处置方案。
露天转地下开采地表塌陷、边坡滑坡、泥石流	1. 安全顶柱、垫层厚度设计不合理; 2. 地下采空区未及时充填扰动上覆岩体; 3. 露天边坡未监测、排水不畅, 边坡失稳。	地表塌陷、边坡垮塌、泥石流倒灌井下, 造成巷道损毁、人员伤亡、矿	IV 级	1. 优化露天转地下开采衔接设计, 科学核算顶柱、垫层安全参数; 2. 采空区及时充填、接顶充填, 控制地压及围岩扰动; 3. 布设边坡及地表沉降监测点, 实时动态监测; 4. 完善露天边坡截排水系统, 清理边坡危石及松散堆积物。

		山停产		
井下铲运、车辆机械致害	1. 设备制动失效、灯光照明不良; 2. 巷道狭窄、路况差、视线不足; 3. 车辆超速、载人、超载作业; 4. 人员在设备作业盲区滞留。	发生车辆撞人、压人、挤人事故, 造成人员重伤、死亡及设备损坏	III级	1. 每班班前检查车辆制动、灯光、警示装置, 故障设备严禁作业; 2. 完善巷道照明、警示标识, 修整巷道路面; 3. 严格限速行驶, 严禁超载、违规载人; 4. 划定设备作业警戒区, 严禁人员在盲区、铲斗下方停留通行。
露天汽车运输翻车、溜车事故	1. 露天道路坡度大、弯道半径小、路面凹凸不平; 2. 路面有大块矿石、湿滑打滑; 3. 车辆超载、制动不良、操作不当。	车辆翻车、溜车、坠坡, 造成车毁人亡、设备损毁	III级	1. 常态化修整露天运输道路, 控制道路坡度、弯道参数; 2. 及时清理路面大块矿石、积水淤泥; 3. 严控车辆装载量, 定期维保车辆制动系统; 4. 危险路段设置防护墩、警示标识及减速设施。
井下电机车脱轨、碰撞、坠井事故	1. 轨道变形、破损、道岔失效; 2. 机车超速行驶、瞭望不到位; 3. 溜井口无安全车挡、防护设施缺失。	机车脱轨翻车、碰撞伤人、车辆坠井, 造成人员伤亡、运输系统瘫痪	III级	1. 定期巡检, 维修井下运输轨道及道岔, 确保轨道平整稳固; 2. 机车司机持证上岗, 弯道、道口、溜井前减速瞭望; 3. 溜井口设置固定式安全车挡及声光警示装置; 4. 完善巷道运输警示信号、照明系统。
采空区充填失效、地压灾害	1. 采空区充填不及时、不接顶; 2. 充填挡墙强度不足、施工质量差; 3. 地压监测滞后、数据失真。	顶板大面积冒落、充填体垮塌淹井, 造成设备损毁、人员伤亡、井下停产	IV级	1. 严格执行随采随充、接顶充填工艺, 杜绝空区悬空; 2. 规范充填挡墙设计与施工, 完工后验收检测; 3. 配齐校准地压监测设备, 规范监测、数据分析及预警流程; 4. 建立采空区台账, 动态管控空区稳定性。
充填作业机械致害、管路爆裂、触电危害	1. 充填设备运转部位防护缺失; 2. 充填管路堵塞、压力过高、管路破损; 3. 电气设备漏电、检修误送电; 4. 高处作业无防护。	人员机械绞伤、砂浆击打伤害、触电伤亡, 管路泄漏污染井巷	II级	1. 补齐设备防护装置, 定期检修维护充填设备; 2. 作业前检查疏通管路, 严控输送压力, 更换破损管路; 3. 电气设备定期绝缘检测, 检修严格执行挂牌上锁制度; 4. 完善充填站高处防护设施, 规范高处作业流程。
矿尘危害、职业健康伤害	1. 凿岩、支护、充填作业未降尘; 2. 除尘设备失效; 3. 作业人员未佩戴防尘防护用品。	作业人员长期吸入粉尘, 诱发尘肺病等职业病	II级	1. 全面推行湿式凿岩、喷雾降尘工艺; 2. 定期检修更换除尘设备, 保证除尘效率; 3. 作业人员规范佩戴防尘口罩、防护服等劳保用品; 4. 定期开展职业健康体检, 建立职业健康台账。

(2) 分析结果

对本矿山采掘单元开展预先危险性分析结果表明，作业各工序存在多等级安全风险。其中Ⅳ级（灾难性重大风险）主要为冒顶片帮、透水、放炮、火药爆炸，此类风险一旦发生，易造成人员重大伤亡及生产系统严重破坏，属于本项目重点管控重大危险源。Ⅲ级（危险风险）主要包括高处坠落、物体打击、各类机械致害等，风险分布广、发生概率高，可造成人员伤亡、设备及生产系统损坏。此外，作业还存在矿尘危害、电气伤害、充填作业伤害等Ⅱ级（临界风险），易引发一般事故及职业健康危害。总体而言，采掘单元高风险隐患集中、叠加风险突出，需针对重大风险落实专项技术措施、动态监测及隐患治理制度，规范现场作业管理，有效防范各类安全事故发生。

3.2.4.3 符合性评价

依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）、《冶金矿山采矿设计规范》（GB 50830-2013）、《有色金属矿山井巷工程设计规范》（GB50915-2013）等标准规范编制安全检查表对可研确定的采掘方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.4-3。

表 3.2.4-3 采掘单元安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	可研情况	结果
1	新建金属非金属地下矿山应当采用充填采矿法，不能采用的要进行严格论证	矿安〔2022〕4号（一）	系统采用充填采矿法。	符合
2	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	圈定了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。	符合
3	采矿设计应提出矿柱回采和采空区处理方案，并制定专门的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020 第6.3.1.5条	设计有采空区处理方案。	符合

4	工程地质复杂、有严重地压活动的矿山，应遵守下列规定： ——设立专门机构或专职人员负责地压管理工作，做好现场监测和预测、预报工作； ——发现大面积地压活动预兆应立即停止作业，将人员撤至安全地点； ——通往塌陷区的井巷应封闭； ——地表塌陷区应设置明显警示标志和必要的围挡设施，人员不应进入塌陷区和采空区。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.3.1.14 条	工程地质条件中等。	符合
5	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	未明确地面沉降监测要求。	不符合
6	采用充填法回采应遵守下列规定： ——井下充填不应产生或者释放有毒有害气体； ——各充填工序间应有通信联络； ——采场下部巷道及水沟堆积的充填料应及时清理。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第6.3.2.10条	采用全尾砂胶结充填，不产生或者释放有毒有害气体，确定了工序间应有通信联络，提出了充填料及时清理要求	符合
7	充填骨料应采用有一定强度、不泥化、无毒无害、没有工业回收价值的物料，应利用尾矿和废石作充填料。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 第 8.9.1 条	设计采用全尾砂胶结充填对采空区进行治理。尾砂质量浓度 $C_w=50\%$ ，尾砂密度 $\rho_s=2700\text{kg/m}^3$ 。	符合
8	充填系统的能力应根据井下各采场所需充填量及其作业周期确定，可按大于日平均充填量确定，并应留有一定的备用能力。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 第 8.9.1 条	充填能力满足要求。	符合
9	充填料制备站应符合下列规定 充填料制备站应设于充填负荷中心，并宜建在地表，标高应满足向井下自流输送的要求。 尾砂胶结充填制备系统应采用立（卧）式砂仓、水泥仓、搅拌桶的组合方式。对物料的配比及砂浆浓度，宜设计计量、显示和控制装置及报警信号装置。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 第 8.9.2 条	充填制备站设计建设在 3433m 平硐口。制备系统采用尾砂浓缩装置、水泥仓、微粉秤螺旋输送机、搅拌系统、充填泵。	符合
10	全尾砂膏体充填自动控制系统应包括： 应对膏体充填物料供给、流量大小、设备启停等进行自动控制；b)应对膏体充填过程中的故障发出报警。	《全尾砂膏体充填技术规范》 GB/T39489-2020 第 5.6.1 条	可研缺少充填系统计量、控制设施及自动化、报警设施的设计。	不符合

11	在充填采矿法设计中,阶段回采顺序宜为自上而下回采;当采用上向充填法时,可采用自下而上的阶段回采顺序;当矿体垂深大,可上、下分区同时回采	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.5.1 条	回采用上向充填法,自下而上的阶段回采顺序。	符合
12	采用充填采矿法开采缓倾斜相邻矿脉,应先采下盘矿脉、后采上盘矿脉,下盘采场应充填接顶	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.5.1 条	先采下盘矿脉、后采上盘矿脉。	符合
13	寒冷地区砂仓、水池、事故池、架空管道等设施应采取保温防冻措施。	《金属非金属矿山充填工程技术标准》 GB/T 51450 4.9.8	可研阶段未设计充填系统保温防冻措施。	不符合
14	凿岩设备的选择应根据矿岩物理力学性质、生产规模、采矿方法、凿岩设备的技术性能等因素综合确定	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.7.1 条	根据矿岩物理力学性质、生产规模、采矿方法、凿岩设备的技术性能等因素综合确定凿岩设备	符合
15	矿山主要采掘设备选择应符合下列规定: 1) 采掘设备选择应满足矿山开采规模的要求,并应与选用的采矿方法相适应。 2) 宜选用凿岩台车、铲运机等液化无轨采掘设备。 3) 设备数量计算时,设备效率指标宜按同类型矿山的实际指标选取。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 8.5.1 条	设计矿山凿岩选用 YSP-45 型凿岩机 Boomer281 凿岩台车,满足矿山开采要求。出矿采用铲运机。	符合
16	爆破器材的选择应符合下列规定: 1 井下爆破不应使用火雷管、导火索和铵梯炸药。 2 炮孔有水时应选择抗水性好的爆破器材。 3 高温爆破作业应选择耐热爆破器材。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 9.7.4 条	可研未明确是否设置井下爆破器材库,缺少井下凿岩、爆破设计内容。	不符合
17	高硫矿床大直径深孔爆破应有防止硫化矿尘爆炸的有效措施	GB50771-2012 第 9.7.5 条	该矿山不属于高硫矿床	符合
18	地下矿山应根据开采技术条件、采矿工艺等,对顶板进行分级管理,并根据井下实际情况及时对顶板分级进行调整和完善。顶板依据由简单到复杂分为三个等级,当顶板等级划分条件存在等级差别时,应以高者为准。地下矿山应当根据顶板等级、矿岩级别、服务年限等因素,综合确定支护型式,包括但不限于以下支护方式,支护强度和支护质量达到设计及规范要求。	《关于印发新疆金属非金属地下矿山顶板管理办法的通知》 新应急规(2025)4号 第八条 第十条	可研未对顶板进行分级,或提出顶板分级的管理要求。	不符合

检查结果: 采掘单元共检查 18 项,符合 13 项,符合率 72.2%,说明可研确

定的方案符合标准要求，具备建设的基本条件。以下问题在进一步设计中需要完善：

- (1)未明确地面沉降监测要求。
- (2)可研缺少充填系统计量、控制设施及自动化、报警设施的设计。
- (3)可研未明确是否设置井下爆破器材库，缺少井下凿岩、爆破设计内容。
- (4)可研未对顶板进行分级，或提出顶板分级的管理要求。

3.2.4.4 单元评价结论

本地下采掘单元开采方案整体科学合规，巷道布置、填充用料、采矿顺序、设备选型基本满足项目建设及安全生产基本要求，后续设计工作中应进一步完善预评价提出的安全措施。

3.2.5 通风单元

3.2.5.1 主要危险、有害因素辨识

- (1)用风点计算不全面或实际与计算差异，造成通风量不足，不能及时排除炮烟或除尘效果差或呼吸困难。
- (2)井巷断面实际与计算差异，造成风速过高或过低。
- (3)井下使用柴油设备，未加大通风量。
- (4)开拓、采准形成后，未重新进行通风验算，造成通风效果不良。
- (5)通风系统缺乏反风装置，使作业人员在紧急情况下无法逃生。
- (6)硐室通风不够，降温不力，造成作业人员劳动舒适度降低。
- (7)井下各转载点、装矿硐室等产尘点未采取综合防尘措施造成井下粉尘浓度增加。
- (8)主要进风井巷、运输巷道以及人行平巷未按照要求定期清洗，造成粉尘堆积与污染；
- (9)矿山对井下空气质量缺乏定期监测、控制措施或个人防护不当，导致有毒有害成分超标而造成危害；
- (10)溜井装卸矿口未设置防雾装置，卸矿口未防尘装置。

3.2.5.2 危险度评价

根据上述危险辨识，通风单元可能存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.2.5-1。

表 3.2.5-1 通风单元预先危险性分析表 (PHA)

危险因素	触发条件	事故后果	等级	技术措施与对策
粉尘危害	1、设计时, 未建立湿式作业供水系统 2、在凿岩时, 未采取湿式作业, 或湿式凿岩时, 凿岩机的最小供水量, 难以满足凿岩除尘的要求 3、作业人员未佩戴劳动保护用品 4、道路车辆运输产生粉尘	人员伤亡	II	1. 设计时, 应严格按照安全规程要求建立湿式作业的供水系统 2. 在凿岩时, 应采取湿式作业。湿式凿岩时, 凿岩机的最小供水量, 应满足凿岩除尘的要求 3. 配备必需的劳动保护用品, 教育作业人员及时佩戴 4. 采用洒水车进行洒水降尘
中毒窒息	1. 矿山未建立机械通风系统 2. 井下采掘工作面进风流中的空气成分 (按体积计算), 氧气低于 20%, 二氧化碳高于 0.5% 3. 入风井巷和采掘工作面的风源含尘量, 超过 0.5mg/m ³ 4. 设计时, 未进行井下风量、风速、风压计算。矿井所需风量, 未按井下同时工作的最多人数计算, 供风量每人不足 4m ³ /min 5. 进风巷冬季的空气温度, 低于 2℃; 低于 2℃时, 未建立暖风设施采用明火直接加热进入入井空气 6. 矿井通风系统的有效风量率低于 60% 7. 矿井主要进风风流, 在采空区和塌陷区通过 8. 主扇没有使矿井风流在 10min 内反向的措施, 或反风量达不到正常运转时风量的 60%以上 9. 掘进工作面通风不良的采场, 未安装局部通风设备 10. 局部通风的风筒口与工作面的距离不符合安全规程要求	人员伤亡	II	1. 矿井必须建立完善的机械通风系统, 配备同型号同规格的备用电动机, 并绘制通风系统图 2. 井下采掘工作面进风流中的空气成分 (按体积计算), 氧气应不低于 20%, 二氧化碳应不高于 0.5% 3. 入风井巷和采掘工作面的风源含尘量, 应不超过 0.5mg/m ³ 4. 设计时, 应进行井下风量、风速、风压计算。矿井所需风量, 按井下同时工作的最多人数计算, 供风量应不少于每人 4m ³ /min 5. 进风巷冬季的空气温度, 应高于 2℃; 低于 2℃时, 应有暖风设施。不应采用明火直接加热进入井的空气 6. 矿井通风系统的有效风量率, 应不低于 60% 7. 矿井主要进风风流, 不得通过采空区和塌陷区 8. 主扇应有使矿井风流在 10min 内反向的措施。当利用轴流式风机反转反风时, 其反风量应达到正常运转时风量的 60%以上 9. 掘进工作面通风不良的采场, 应安装局部通风设备。局扇应有完善的保护装置 10. 局部通风的风筒口与工作面的距离: 压入式通风应不超过 10m; 抽出式通风应不超过 5m; 混合式通风, 压入风筒的出口应不超过 10m, 抽出风筒的入口应滞后压入风筒的出口 5m 以上

分析结果: 经预先危险性分析, 通风单元无危险等级达到Ⅳ级 (灾难性的) 和Ⅲ级 (危险的) 的潜在危险有害因素; 主要危险有害因素中毒窒息和粉尘危害的危险等级为Ⅱ级 (临界的)。处于事故的边缘状态, 暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能, 但应予以排除或采取控制措施。

3.2.5.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）等标准规范编制安全检查表对可研确定的矿井通风方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.5-2。

表 3.2.5-2 通风单元安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	可研设计情况	结果
1	进风井和回风井宜采用对角式布置；采区短、风量小的矿山，可中央式布置。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 8.8.2.6	矿井采用侧翼对角式通风系统，机械抽出式通风。	符合
2	通风机机房布置应符合下列规定： 1) 机房布置应满足设备正常运转和维护检修的要求； 2) 机房高度应满足检修安装设备起吊的要求。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 8.8.5	可研设计在 3353m 回风平硐口新建一座主扇通风机房，位置满足要求。	符合
3	井下各主要进、回风道均应设测风站。测风站应设在直线巷道内，长度应大于 4m，断面应大于 4m ² ；测风站前、后的直线段巷道长度均应大于 10m。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 8.8.6 GB50771-2012 第 11.3.6 条	可研设计方案缺少测风站内容。	不符合
4	通风构筑物宜设在回风网络，进风量较大的主要阶段巷道不应设置风窗，高风压区不应设置自动风门。 设风门的主要运输巷道应设两道风门，两道风门的间距，有轨运输时应大于一列车长度，无轨运输时应大于运行设备长度的 2 倍。	《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 8.8.6	在各中段巷道、采场、回风巷中设调节风门，进行不同生产阶段的风量调节。但未明确风门设置具体要求如间距、数量等。	不符合
5	矿井通风系统设计应符合下列规定： 1 应将足够的新鲜空气有效地送到井下工作场所。 2 通风系统应简单，矿井风网结构应合理，风流应稳定、易于管理。 3 矿井通风系统的有效风量率不应低于 60%。 4 发生事故时，风流应易于控制，人员应便于撤出。 5 应有符合规定的井下环境及安全监测监控系统	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.1.1 条	通风系统能将足够的新鲜空气有效地送到井下工作场所，所有超规定长度在用的独头巷道和通风不良的采掘作业面，需采用局扇加强通风，通风系统设计简单，风网结构合理，风流稳定、易于管理和控制，有效风量率不低于 60%。	符合
6	下列情况下，风井宜采用对角式布置： 1 矿体走向较长，采用中央式开拓的矿山；	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.1.8 条	可研设计采用对角式布置。	符合

	2 矿体走向较短，采用侧翼开拓的矿山； 3 矿体分布范围大，规模大的矿山			
7	下列情况下，宜采用压入式通风： 1 矿井回风网与地表沟通多，难以密闭维护时； 2 回采区有大量通地表的井巷或崩落区覆盖岩较薄、透气性强的矿山； 3 矿岩裂隙发育的含铀矿山； 4 海拔 3000m 以上的低气压地区矿山。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.1.10 条	矿山海拔高于 3000m，可研设计采用抽出式通风。	不符合
8	矿井总风量应等于矿井需风量乘以矿井需风量备用系数 K，K 值可取 1.20~1.45。矿井需风量应取其中最大值	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.2.1 条	分别根据工作面需风量、柴油设备和最大班下井人数计算通风量，并取最大值，漏风系数取值为 1.32。	符合
9	回采工作面的需风量应按排尘风速所需风量计算，排尘风速应符合下列规定： 1 硐室型采场最低风速不应小于 0.15m/s。 2 巷道型采场不应小于 0.25m/s。 3 无轨装载设备作业的工作面不应小于 0.4m/s	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.2.2 条	按排尘风速 0.25m/s 进行计算，井下各工作面风速及用风量符合要求。	符合
10	掘进工作面所需风量按排尘风速计算时，掘进巷道的风速不应小于 0.25m/s	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.2.4 条	掘进巷道的风速 0.25m/s。	符合
11	独立通风硐室所需风量计算应符合下列规定： 1 井下炸药库、破碎硐室、主溜井卸矿硐室、箕斗装载硐室等作业地点应分别计算所需风量。 2 机电设备散热量大的硐室，应按机电设备运转的发热量计算。 3 充电硐室应按回风流中氢气浓度小于 0.5% 计算。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.2.5 条	可研对独立硐室风量进行了分别计算。	符合
12	海拔大于 1000m 的矿井总进风量应以海拔系数校正。 高原地区风机特性曲线应按高原大气条件进行换算。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.2.6 条 《冶金矿山采矿设计规范》 GB 50830-2013 8.8.5	矿山海拔为 3000m 以上，可研设计方案内风机选型风机特性曲线未按照海拔系数校正。	不符合
13	矿井通风阻力宜采用通风网络计算程序计算，并应符合下列规定： 1 矿井通风阻力应按通风最困难、最容易时期分别计算；	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.2.8 条	可研设计方案按通风最困难、最容易时期分别计算，中、后期阻力相差不大。	符合

	2 矿山服务年限长、风量大，中、后期阻力相差很大时，是否需要分期选择主扇，应通过技术经济比较确定			
14	采场进风天井顶部宜设井盖门。回风天井顶部宜设调节风窗，下部宜设井门。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.3.5 条	未明确天井井门、调节风窗设置要求。	不符合
15	进风井巷和井下采掘工作面的空气温度，应符合下列规定：1 进风井巷冬季的空气温度，应高于 2℃；低于 2℃时，应有暖风措施。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.4.3 条	可研未明确冬季井巷防冻、暖风措施。	不符合
16	主通风机的风量不应小于矿井总风量乘以主通风机风硐装置的漏风系数；主通风机的风压不应小于矿井最大阻力损失加上主通风机风硐装置的阻力损失与风机出口动压损失，还应计算自然风压的影响	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.1.1 条	矿井计算总风量 51.75m ³ /s，设计主通风机的风量 59.30m ³ /s 大于总风量乘以主通风机风硐装置的漏风系数；风压不小于矿井最大阻力损失加上主通风机风硐装置的阻力损失与风机出口动压损失，考虑了自然风压的影响。	符合
17	主通风机应能在较大范围内高效工作，宜满足不同开采时期的风量和负压要求，并应留有一定余量；	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.1.3 条	可研设计主通风机风量有余量，风机为轴流式。	符合
18	轴流式主通风机应校验电动机的正常启动容量和反风容量	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.1.4 条	设计选用的 K 型能使矿井风流在 10min 内反向，反风量不小于正常运转时风量的 60%。	符合
19	排送高硫或有腐蚀性气体的风机，应采取防腐蚀措施或选用耐腐蚀风机	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.1.5 条	矿山不存在高硫或有腐蚀性气体	符合
20	主通风机通风装置漏风系数宜取 1.10~1.15；风井内安装有提升装置时应取 1.20	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.2 条	漏风系数取值为 1.32。	符合
21	通风机的电动机应选用交流异步电动机或可调速的电动机，电动机功率较大时，可选用同步电动机。轴流式风机选用电动机时，应满足反转反风的需要。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.3 条	可研设计通风机型号为 K40-6-No. 19 矿用通风机，属于异步交流电机，K 型能使矿井风流在 10min 内反向，反风量不小于正常运转时风量的 60%。	符合
22	每台主通风机应具有相同型号和规格的备用电动机，并应设置能迅速调换电动机的设施	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.3 条 《金属非金属矿	在风井通风机房备用 1 台与主通风机同型号的电动机。露天安装的通风机需设置起吊设施。	符合

		山安全规程》 GB16423-2020 6.6.3.2		
23	主通风机应有使矿井风流在 10min 内反向的措施；采用轴流式通风机时，宜采用可调叶片方式反风或反转反风，反风量不应小于正常运转时风量的 60%	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 11.5.4 条 《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.6.3.3	设计风机能在 10min 内反转反风，反风效率不低于 60%。	符合
24	主通风机房应设有测量风压、风量、电流、电压和轴承温度等的仪表。每班都应对通风机运转情况进行检查，并有运转记录。采用自动控制的主通风机，每两周应进行 1 次自控系统的检查。 主要进、回风巷，通风机站，采掘工作面应设置有毒有害气体、风速、风压等监测装置。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.6.3.4	可研设计方案未明确通风系统监测设施设置要求。 主通风机房应设有风量、风压、电流、电压和轴承温度等监测仪表。	不符合
25	矿井进风应满足下列要求： 井下工作人员供风量不少于 $4\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{人}$ ； 排尘风速：硐室型采场不小于 0.15m/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 ； 柴油设备运行时供风量不小于 $4\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{kW})$ ；	《有色金属采矿设计规范》《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.6.1.3	井下工作人员和柴油设备供风量和排尘风速均符合规程要求，设计铲运机安装尾气净化装置。	符合
26	专用风井平均风速限值不应超过 20m/s ，中段的主要进风巷道、回风巷道、主要斜坡道平均风速限值不应超过 8m/s ，运输巷道、采区进风道平均风速限值不应超过 6m/s ，采区平均风速限值不应超过 4m/s	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.6.1.6 条	设计风速未超过规定值。	符合
27	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、风流方向、通风构筑物、与通风系统隔离的区域等。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.6.2.1	可研采用机械通风。可研设计方案Ⅲ号矿段地下开采未设置回风中段及出风井；Ⅰ、Ⅱ矿段最上部中段缺少回风巷，无法形成机械通风系统；缺少通风系统检测要求。	不符合
28	矿井通风系统的有效风量率应不	GB16423-2020	有效风量率不低于 60%。	符合

	低于 60%	第 6.6.2.2 条		
29	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在矿区环境造成危害	GB16423-2020 第 6.6.2.4 条	进入矿井的空气不受到有害物质的污染，主要进风风流未直接通过采空区或塌陷区。	符合
30	掘进工作面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 6.6.3.5	可研井下安装有局扇加强通风。	符合
31	局部通风应采用阻燃风筒，风筒口与工作面的距离：压入式通风不应超过 10m；抽出式通风不应超过 5m；混合式通风，压入风筒的出口不应超过 10m，抽出风筒入口应滞后压入风筒出口 5m 以上。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.6.3.6	可研设计巷道掘进通风选用 JK55-2No04.5 型节能型局扇 6 台，未明确风筒与工作面距离及使用阻燃风筒要求。	不符合

检查结果：

通风单元共检查 31 项，符合 23 项，符合率 74.19%，说明可研确定的矿井通风方案基本符合规范要求，通风满足矿山不同开采时期的风量和风压要求，具备建设的基本条件，存在以下问题在进一步设计中需要完善：

- (1) 可研设计方案缺少测风站内容。
- (2) 可行性研究通风设计方案未对通风风门的布设间距、设置数量等关键参数予以明确。
- (3) 矿区海拔超 3000m，可研选用抽出式通风系统，不符合金属非金属矿山通风相关规程规定。
- (4) 矿山海拔处于 3000m 以上高寒区域，通风阻力、风量计算未引入海拔修正系数进行校正核算。
- (5) 可研通风篇章缺少天井密闭门、调节风窗的布设位置、规格、管控方式等设计内容。
- (6) 矿区地处高海拔寒冷区域，可研未编制井巷冬季防冻、入井暖风预热配套技术措施，存在井筒结冰、冻裂管路安全隐患。
- (7) 可研设计方案未明确通风系统监测设施设置要求。
- (8) 可研设计方案 III 号矿段地下开采未设置回风中段及出风井；I、II 矿段最上部中段缺少回风巷，无法形成机械通风系统；缺少通风系统检测要求。
- (9) 局部通风设计缺失风筒末端距采掘工作面合理距离、风筒阻燃等级及材质要求等管控指标。

3.2.5.4 地下采矿通风能力验证

本矿山设计采用抽出式单翼对角式通风系统，分阶段回风：开采 3393m 中段利用风井回风，2750m 中段以下采用 3353m 平硐回风；新鲜风流由平硐进风，经各中段运输巷道、采场清洗工作面后，污风经倒段风井、回风巷由风井/3353m 平硐排出地表，井下配套风门、调节风窗等构筑物实现风流调控。

(1) 通风系统风量供给能力定量评价

1) 风量计算

按通风排尘风速计算各矿山矿井所需风量，按最低排尘风速 0.25m/s 计算井下需风量。

表 3.2.5-3 风量计算表

序号	用风工作面	数量 (个)	风量单耗 (m^3/s)	总风量 (m^3/s)
1	充填采矿法	工作采场	5	4
		备用采场	3	2
		掘进工作面凿岩	2	1.5
		掘进工作面出渣	2	1.5
2	装矿硐室		3	3
3	溜井卸矿点	1	3	3
4	水泵硐室	1	4	4
5	支护工作面	1	3	3
6	合计			45
7	总需风量	内外部漏风系数合计取 1.32		51.75

2) 多工况风量校核定量验算

① 按排除炮烟校核风量

$$q_{hY} = (N/t) LS = (12 \div 1800) \times 50 \times 30 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

式中 q_{hY} —采场排烟需风量， m^3/s ；

L —采场长度，40~50m；

S —采场过风断面积，按回采采场最大断面积 30m^2 计算；

t —爆破后排烟通风时间，按安规取 1800s (30min)；

N —采场中炮烟达到允许浓度时风流交换倍数， $N=10\sim12$ 。

按排除炮烟计算回采工作面需风量为 $10\text{m}^3/\text{s}$ ，设计采场通风风量大于此值，设计风量满足要求。

② 按井下同时工作最多人数校核风量

按井下同时工作的最多人数计算，供风量应不少于每人 $4\text{m}^3/\text{min}$ 。最大井下同时工作人数为 60 人，则风量 $Q=60 \times 4/60=4\text{m}^3/\text{s}$ ，满足要求。

③ 按井下柴油设备校核风量

根据《金属非金属矿山安全规程》规定，有柴油设备运行的矿井，按同时作业机台数/ $\text{kW} \cdot \text{min}$ 供风量 4m^3 计算。

$$Q_s = q_s N / 60 = 726.75 \times 4 \div 60 = 48.45 \text{m}^3/\text{s}$$

式中 Q_s —井下排除柴油设备废气需风量， m^3/s ；

q_s —柴油设备单位功率风量指标， $4\text{m}^3/\text{kW} \cdot \text{min}$ ；

N —井下柴油设备功率总数，726.75kW。

矿井总需风量 $51.75\text{m}^3/\text{s} > 48.45\text{m}^3/\text{s}$ ，可完全稀释柴油设备尾气，无废气积聚风险。

3) 主扇实际供给风量匹配性评价

主扇选型考虑风机装置漏风系数 1.15，风机设计供风量：

$$Q_j = K Q_{\text{坑}} = 59.30 \text{m}^3/\text{s}$$

主通风机选用 K40-6-No. 19 型轴流风机，风量覆盖区间 $39.5 \sim 86\text{m}^3/\text{s}$ ，风机额定供风能力 $59.30\text{m}^3/\text{s}$ 落在设备风量区间内，无论前期风井回风、后期 3353m 平硐回风两套系统，主扇额定风量均大于矿井最大需风量 $51.75\text{m}^3/\text{s}$ ，风量储备充足。

矿井从排尘、排烟、人员呼吸、柴油设备废气稀释四维度核算，设计总需风量 $51.75\text{m}^3/\text{s}$ 满足全部规范限值；主扇设备风量冗余充足，矿井通风系统风量供给能力合格。

(4) 矿井通风阻力与风压匹配定量评价

矿井通风摩擦阻力采用通用井巷阻力公式：

$$h = \frac{\alpha PL}{S^3} Q^2$$

式中： α —巷道摩擦阻力系数， P —巷道周长， L —巷道长度， S —通风断面， Q —巷道通过风量。

分别对前期风井回风、后期 3353m 平硐回风两种通风方案，划分通风容易期、通风困难期开展全网络阻力分段计算，同时计入 15% 局部阻力与自然风压附加量，系统总负压结果如下：

表 3.2.5-4 两种通风系统全网络总负压汇总表

通风系统	工况阶段	巷道摩擦阻力小计 (Pa)	计入 15%附加后矿井总负压 (Pa)
回风井主扇系统	通风容易期	421.56	484.79
	通风困难期	740.79	851.91
3353m 回风平巷系统	通风容易期	268.49	308.77
	通风困难期	612.86	704.79

1) 风机全压需覆盖矿井负压、风机装置阻力 100Pa、消声装置阻力 100Pa, 分别核算两套系统风机最小、最大设计风压:

① 回风井主扇系统

最小全压: $\Delta H_{\min}=484.79+100+100=684.79\text{Pa}$

最大全压: $\Delta H_{\max}=851.91+100+100=1051.91\text{Pa}$

② 3353m 平硐主扇系统

最小全压: $\Delta H_{\min}=308.77+100+100=508.77\text{Pa}$

最大全压: $\Delta H_{\max}=704.79+100+100=904.79\text{Pa}$

主扇设备 K40-6-No. 19 风压区间 277~1280Pa, 两套系统最大计算风压 1051.91Pa、904.79Pa 均低于风机上限风压; 结合系统风阻曲线匹配工况点:

风井系统: 容易期叶片安装角 24° , 风机效率 0.87; 困难期 28° , 效率 0.78;

平硐系统: 容易期叶片安装角 22° , 风机效率 0.89; 困难期 26° , 效率 0.82。

各工况风机运行效率均维持在较高区间, 无低效运行、风压不足工况。

矿井通风网路阻力分段计算取值合理, 困难时期最大系统负压、风机全压需求均在主通风机风压覆盖范围内, 风机风压储备满足全生产周期通风阻力变化, 风压匹配性合格。

(3) 局部通风系统定量评价

井下独头掘进巷道、通风受限采场、小型硐室辅助通风配套 JK55-2No04.5 节能局扇 6 台, 工作 4 台、备用 2 台。局扇专用于独头巷道长距离掘进串联通风、采场辅助补风, 每台局扇独立配置开停状态传感器, 信号实时上传井下中控室, 可在线监控局部通风连续运转状态。

设备冗余: 局扇备用率 50%, 单台故障可快速切换备用风机, 避免独头巷道无风、微风作业;

监控能力: 全部局扇配备在线监测装置, 杜绝局扇停机无人发现导致瓦斯、粉尘、炮烟积聚;

通风适配：JK55 系列局扇适配金属矿山独头巷道长距离送风，满足掘进工作面稀释粉尘与炮烟风量需求。

结论：局部通风机设备配置数量、备用冗余、在线监控条件满足井下独头工程通风安全要求，局部通风系统能力合格。

(4) 通风构筑物与风流调控能力定量评价

井下全中段运输平巷、回风巷、采场穿脉、倒段风井分段设置调节风门、密闭、风窗等通风构筑物，依靠构筑物实现各采场、掘进工作面风量按需分配，设计风流路线：

平硐→中段运输平巷→采场天井→联络巷→回采工作面→回风联络巷→倒段风井→回风石门→地表。

通过风门分段隔断并联风流、调节风门过风断面，可精准分配各用风点配风量，解决多中段同时开采风流短路、风量分配失衡问题。

1) 反风能力定量校核

主扇选用 K40 系列轴流风机，规范要求 10min 内完成全矿风流反向，反风量不低于正常通风 60%；本设备满足反风时间、反风量双指标，发生井下火灾时可快速实现风流反向，控制有毒有害气体蔓延范围。

2) 备用保障定量指标

依据 GB 16423-2020 要求，两套主扇机房均配置 1 台工作电机+1 台同型号备用电机，露天风机配套起吊设施，可快速完成电机拆装更换；不存在主电机故障导致全矿停风的重大安全隐患。

本矿山设计单翼对角抽出式通风系统，风量、风压、局部通风、安全保障设施各项定量指标均符合《金属非金属矿山安全规程》GB 16423-2020 要求，矿井通风系统通风能力满足矿山全周期安全生产需求，通风系统安全风险可控。

可研设计井下平硐排水采用排水沟，后续设计应核实是否设置水泵硐室。

3.2.5.5 单元评价结论

本矿井通风单元整体安全风险等级较低，通风系统核心设计满足矿山安全生产基本要求，具备建设可行性。但存在设计细节缺失、规范符合性不足的问题，建议在下一步详细设计阶段，针对本次排查的不合规项逐一优化完善，补齐通风构筑物、高原通风校正、冬季防冻、局部通风管控、监测系统配置等设计内容，

严格落实各项风险防控技术措施与管理制度，彻底消除临界级安全风险，确保矿井通风系统完全符合国家规范标准，保障井下作业安全、稳定、有序开展。

3.2.6 地下开采供配电设施单元

3.2.6.1 主要危险、有害因素辨识

(1) 矿山配电线路、开关、熔断器、插销座、电热设备、照明器具、电动机等均有可能引起触电伤害。

(2) 矿山电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏等隐患而导致触电伤害。

(3) 矿山没有设置必要的电气安全技术措施（如接地接零保护、漏电保护、绝缘保护、安全电压等），或安全技术措施失效而引发触电伤害。

(4) 矿山带负荷（特别是感性负荷）拉开裸露的闸刀开关、误操作引起短路、线路短路、开启式熔断器熔断及炽热的金属微粒飞溅等均可能造成人员直接或间接烧伤、电流灼伤，导致触电伤害。

(5) 违反规定带负荷开闭隔离开关，产生电弧伤人，导致触电伤害。

(6) 在带电设备附近进行作业，不符合安全距离或无监护措施，产生触电伤害；

(7) 跨越安全围栏或超越安全警戒线，工作人员误碰带电设备，以及在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带金属超高物体在带电设备下行走，产生触电伤害。

(8) 矿山采掘工作面的移动照明未使用安全电压，会引起人员触电伤害；

(9) 缺少标志或标志不明显；在潮湿地区工作不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人；工作人员擅自扩大工作范围；使用绝缘不合格的电气工具；检修线路或电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续，就对停电设备恢复送电等均有可能导致触电伤害。

(10) 矿山专业电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等造成的电击触电伤害；

(11) 矿山电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；没有必要的安全组织措施或安全措施失效而导致人员电击触电事故。

(12) 可研报告供配电完成了厂区总降、选厂工段配电设计，露天采场、井

下开采作业面供配电专项内容缺失。

触电事故案例分析

1976 年 7 月，**铬矿电耙工在胶结充填采场耙矿中，电耙绞车（2PK-15 型）电机接线盒盖螺钉脱落，盒盖沿另一螺钉旋转，触及接线柱，使绞车机体带电。电耙工触电死亡。

事故原因：设备未及时维修，使其保持完好。事故前电机接线盒盖子的四个螺钉只剩两个，运转中又掉下一个螺钉，才发生接线盒盖旋转，机体带电的现象；设备未安装接地线；操作工未按要求穿戴防护用品（未戴手套、未穿绝缘靴）。

3.2.6.2 危险度评价

根据上述危险辨识，地下开采供配电设施存在的潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 地下开采供配电设施单元预先危险性分析表（PHA）

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
一	地面供电			
触电	1. 变配电室未设置独立的防雷系统和防火、防潮及防止小动物窜入带电部位的措施 2. 变配电室的门未设置外开式，窗户没有金属网栅，四周未设置围墙或栅栏 3. 室外变压器四周未设围墙或栅栏，4. 室外变压器四周围墙或栅栏高度不符合要求或围墙或栅栏与变压器之间的安全距离不足 5. 运输等设备从架空电力线路下方通过时，其顶端与架空电力线路的距离不够 6. 电器闸刀熔断丝用铝丝代替 7. 配电柜选型不合适、未设置保护装置，在金属物体上随意搭接用电线路或超负荷用电 8. 设备及其附件已破损或处于不安全运行状态，装置缺乏或失灵 9. 手持电动工器具设备损坏、漏电 10. 操作人员不具备资质、未进行电气培训、规章制度、操作规程	人员伤亡	III	1. 变电所应有独立的防雷系统和防火、防潮及防止小动物窜入带电部位的措施 2. 变电所的门应向外开，窗户应有金属网栅，四周应有围墙或栅栏，并应有通往变电所的道路 3. 室外变压器四周应有不低于 1.7m 的围墙或栅栏，并与变压器保持一定距离 4. 运输等设备从架空电力线路下方通过时，其顶端与架空电力线路的距离应不小于 2.0m 5. 电器闸刀不得用铝丝、铜丝或其他金属丝替代 6. 供电线路不得随意搭接在铁器上，应采用绝缘套管加以保护 7. 按要求设置防护和保护措施，选择合格线材与布置线路；设置安全防护、保险、信号等安全装置并定期检查 8. 手持用电设备的配电回路均设漏电保护。 9. 电工持证上岗、电气检修作业，加强人员培训，制定安全操作规程并严格按照规程操作 10. 电气设备选型以满足生产运行条件

	不健全。			
二	井下供电			
触电	1. 地面中性点直接接地的变压器或发电机用于向井下供电； 2. 电气操作和维护通道过小，带电部位裸露，柜前无绝缘胶垫 3. 电气作业缺乏必要的防护措施 4. 掘进作业面及采场顺路天井照明未使用安全电压 5. 违章作业 6. 绝缘损坏、设备漏电 7. 接地设施及漏电保护不完善 8. 临时电源管理混乱，使用不当	人员伤亡	III	1. 地面中性点直接接地的变压器或发电机不应向井下供电 2. 电气设备的布置应按有关规范、标准留出操作和维护通道，设置必要的护栏、护网 3. 严格执行操作规程，针对可能发生的各种危险，采取必要的防护措施，操作人员必须穿绝缘鞋、戴绝缘手套等防护用品 4. 掘进作业面及采场顺路天井照明使用 36V 安全电压 5. 对重要线路和重要工作场所的停电和送电，应持有工作票，方准进行作业 6. 不带电检修或搬动任何带电设备（包括电缆和电线），检修或搬动时，应先切断电源，并将导体完全放电和接地 7. 停电检修时，所有已切断的开关把手均要加锁，应验电、放电和将线路接地，并且悬挂“有人作业，禁止送电”的警示牌，只有执行这项工作的人员，才有权取下警示牌并送电 8. 生产和生活电源均应加装漏电保护器并定期试验 9. 接地可靠、电阻合格 10. 强化安全管理、增强员工自我保护意识

2、分析结果

经预先危险性分析，供配电设施单元无危险等级达到Ⅳ级（灾难性的）危险因素，触电的危险等级为Ⅲ级（危险的）的危险有害因素。

3.2.6.3 符合性评价

根据《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）编制安全检查表对可研确定的供配电方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.6-2。

表 3.2.6-2 供配电设施安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	检查记录	结果
1	矿山电力负荷应划分为一级负荷、二级负荷和三级负荷，负荷划分应符合规定，有一级负荷的矿山应由双重电源供电。 下列情况应划分为二级负荷： 1) 大型矿山中除一级负荷外与矿物开采、运输、提升、加工	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 3.0.1	可研设计二级负荷为回风井通风机，功率 220kW，照明和应急及疏散照明约 100kW，其余均为三级负荷。 矿山二级负荷未包括矿井通信和安全监控装置的电源设备。	不符合

	及外运直接有关的单台设备或互相关联的成组设备； 2) 没有携带式照明灯具的井下固定照明设备，或地面一级负荷、大型矿山二级负荷工作场所用于确保正常活动继续进行的应急照明设备； 3) 矿井通信和安全监控装置的电源设备； 4) 大型露天矿的疏干排水泵； 5) 铁路车站的信号电源设备； 6) 根据国家现行有关标准规定应视为二级负荷的其他设备。			
2	井下有淹没危险环境矿井的主排水泵及下山开采采区的采区排水泵，井下有爆炸或对人体健康有严重损害危险环境矿井的主通风机应为一负荷	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.2 条	设计矿山为平硐开拓，不设置排水泵。	符合
3	矿山企业供电电源宜取自地区电力系统的变（配）电所、矿区变（配）电所、煤电联营的发电厂或矿区（矿山）自备电厂	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.2 条	供电电源拟自克州 220kV 库姆孜变电站 35kV 出线间隔引出一路 35kV 线路架空引至阿合奇县萨喀。	符合
4	矿山企业电源的供电电压宜采用 10kV~110kV；经技术经济比较确定合理时，可采用其他等级电压。当两种电压经济技术指标相差不大时，宜采用较高等级电压	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.5 条	供电电压采用 35kV。	符合
5	矿山企业供电电压大于或等于 20kV 的矿山工程，矿山企业的一级配电电压宜采用 10kV；经技术经济比较确定合理时，也可采用 6kV 或局部采用 20kV 及以上电压	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.6 条	矿区一级配电电压等采用 10kV。	符合
6	大、中型矿山工程地面主变电所主变压器宜采用 2 台，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	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.7 条	选矿工业场地设置 35kV 总降变电所，35kV 进线一回，主变 2 台，安装 3150kVA 主变两台。	符合
7	矿山企业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和二级负荷的供电。地面主变电所的主变压器为 1 台时，宜预留矿山全部负荷 15%~25%的裕量	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 3.0.8 条	采用 2 台同等能力的主变压器。	符合

8	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或聚氯乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.3.1 条	在水平巷道内固定敷设的高压电缆采用交联聚乙烯绝缘钢带聚氯乙烯护套电力电缆。 可研设计中要求入井电缆均采用低烟低卤（或无卤）阻燃电缆，电缆型号均未标注“WD”字母。	不符合
9	固定敷设的低压电缆，宜采用聚氯乙烯绝缘或交联聚乙烯绝缘电缆	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.3.1 条	非固定敷设的高低电压电缆、移动式 and 手持式电气设备采用矿用橡套软电缆；移动式照明线路采用橡套电缆；有可能受到机械损伤的固定敷设照明电缆采用钢带铠装电缆。	符合
10	井下电力网的高压配电电压宜采用和地面高压电力网相同等级的配电电压，且额定电压不得大于 10kV。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.2 条	井下电力网与矿区配电电压等级均为 10kV。	符合
11	井下配电电压和电气设备电压的选择应符合下列规定：井下电力网的低压配电电压宜采用 660V，小型矿山可采用 380V	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.2.2 条	本矿山为中型矿山，设计低压配电电压 380V。	符合
12	手持电气设备电压不得大于 127V。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.2 条	设计手持设备安全电压为 36V。	符合
13	井下有爆炸危险环境，应采用 IT 系统。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.3 条	10kV 中性点不接地；0.4kV(动力)和 220V(照明)中性点不接地，均采用 IT 地系统。	符合
14	主要巷道的固定式照明电压可采用 220V 或 127V，天井以及天井至回采工作面之间照明电压应采用 36V	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.8 条	固定式照明电压采用 AC220V 或 AC36V。	符合
15	采、掘工作面照明电压应采用 36V，当选择矿用防爆型灯具时可采用 127V，行灯电压不应大于 36V	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.8 条	矿井的采、掘工作面采用移动式电气照明。	符合
16	井下所有作业地点、安全通道和通往作业地点的人行道，都应有照明	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.5.5.1 条	设计井下所有工作地点设置照明，可研规定了各场所照度要求。	符合
17	变电所、调度室、机车库、信号站和水泵房等安装机电设备的硐室，候车室、井底车场范围内的运输巷道、采区车场、有机车运行的主要运输巷道、有人行道的斜井、主要巷道交	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.5.1 条	未明确井下重点部位固定照明设置要求。	不符合

	义点，需经常有人值守的设置机电设备的处所、移动变电站，风门、安全出口、溜井井口、天井井口应安装固定式照明装置			
18	经由地面架空线路引入井下变电所的供电电缆，应在架空线与电缆连接处装设避雷装置。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.1.5 条	设计架空输电线路路上、主变 35kV 侧和主变 10kV 侧均设有氧化锌避雷器，用于防雷保护。	符合
19	井下接地极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》 GB50070-2020 第 4.6.2 条	可研设计未明确井下接地极设置要求。	不符合
20	井下下列地点应设置局部接地装置： 1 装有电气设备的硐室； 2 单独设置的高压电气设备； 3 低压配电点或装有 3 台以上电气设备的地点； 4 连接高压电力电缆的接线盒。	《矿山电力设计标准》 GB50070-2020 第 4.6.3 条	可研未明确井下局部接地要求。	不符合
21	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》 GB50070-2020 第 4.2.1 条	本矿山无爆炸危险，可研电气设备选型符合要求。	符合

(2) 检查结果

供配电设施共检查 21 项，符合 17 项，符合率 80.95%，说明可研确定的供配电方案符合规范要求，具备建设条件。但还存在以下问题：

- 1) 矿山二级负荷未包括矿井通信和安全监控装置的电源设备。
- 2) 可研设计中要求入井电缆均采用低烟低卤（或无卤）阻燃电缆，电缆型号

均未标注“WD”字母

3)可研未明确井下局部接地要求。

4)未明确井下重点部位固定照明设置要求。

3.2.6.4 单元评价结论

地下开采供配电设施单元主要风险为 III 级触电伤害，无灾难性重大风险，通过完善防雷、接地、漏电保护、安全电压、隔离防护、持证作业、工作票制度等管控措施可实现风险可控；可研供电方案整体合规，但存在井下低压配电电压选型、井下重点区域固定照明设计两处规范不符项，需对相关设计内容优化调整后，方可满足矿山供配电安全规范要求。

3.2.7 防排水与防灭火单元

3.2.7.1 主要危险、有害因素辨识

(2) 矿井水害事故

1) 水文地质条件不清，涌水量计算失准，排水能力不够，造成淹井事故。

2) 井口在洪水最高淹没线下，地表水倒灌。

3) 在井巷掘进时，工程通过或接近含水层的岩层、断层、溶洞、陷落区，地表水或与钻孔相通的地质破碎带，积水的老窿等时，未进行专门的防水设计，且未进行超前探、防水，从而淹没掘进工作面或淹井。

4) 排水设施设计不符合规范要求，造成排水不畅。

(2) 矿山火灾事故

1) 用火管理不当引起矿井火灾；

2) 对易燃易爆物品管理不严，库房不符合防火标准，没有根据物质的性质分类储存。

3) 电气设备绝缘不良，安装不符合规程要求，发生短路、超负荷、接触电阻过大等。

4) 工艺布置不合理，易燃易爆场所未采取相应的防火防爆措施，设备不能及时维护检修。

5) 违反安全操作规程，使设备超温、超压作业或在易燃易爆场所违章动火、吸烟或用汽油等易燃液体。

6) 避雷设施装置不当，缺乏检修或避雷装置，发生放电引起火灾。

7) 棉纱、油布、沾油铁屑等，由于放置不当，在一定条件下发生起火，引起

火灾。

8) 爆破作业中发生的炸药燃烧, 爆破原因引起的硫化矿尘燃烧, 木材燃烧, 爆破后因通风不良造成可燃气体聚积而发生燃烧、爆炸。

3.2.7.2 危险度评价

根据上述危险辨识, 供配电设施存在的潜在危险因素采用预先危险性分析 (PHA) 进行分析, 鉴别危险产生的原因、可能的事故后果, 评估危险等级, 并提出对策措施。评价结果见表 3.2.7-1。

表 3.2.7-1 防排水与防灭火单元预先危险性分析表 (PHA)

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	对策措施
一	防排水			
洪水危害	1. 设计时, 未对采场的总出入口、矿山道路、工业场地以及排土场防洪设施 2. 采场开采境界外和工业场地上方未设置或设置的防排系统不能满足排洪要求 3. 矿山道路未设置排水系统或排水系统的排水能力不能满足排洪要求 4. 排水沟靠近路基一侧的边坡参数不符合规范要求, 易发生边坡滑落, 堵塞排水沟 5. 排水沟或截水沟未设置排水口, 洪水进入采场或工业场地 6. 排土场周围, 未设置可靠的截洪和排水设施拦截山坡汇水	人员伤亡 财产损失	III	1. 采场的总出入口、矿山道路、工业场地以及排土场, 采取妥善的防洪措施 2. 在采场开采境界外和工业场地上方设置完善的排水沟、露天矿山设置排水系统 3. 矿山道路设置完善的排水沟 4. 排水沟靠近路基一侧的边坡采用 1:1~1:1.5, 排水沟沟底纵坡不小于 0.5%, 平坡路段不小于 0.2% 5. 在采场或工业场地的排水沟、截水沟应在适当地点设置出水口 6. 应按安全规程的要求, 在排土场周围, 设置可靠的截洪和排水设施拦截山坡汇水
排水沟排水系统失效、排水能力不足	1. 平硐排水沟断面、坡度设计不满足井下最大涌水、雨季汇水工况, 排水流速不足; 2. 排水沟施工质量差, 存在凹凸、堵塞、坍塌、渗漏、坡度倒置问题; 3. 巷道落渣、泥沙、施工杂物堆积沟内, 造成沟槽淤积堵水; 4. 无分段截水、导水设施, 局部积水无法汇入排水沟; 5. 雨季汇水量激增, 排水沟过流能力饱和、超负荷运行	人员伤亡 财产损失	III 级	1. 结合平硐实际最大涌水量、雨季汇水量复核排水沟断面、排水坡度, 对不达标沟槽进行拓宽、修整、重做, 保证排水通畅、无积水死角; 2. 严格把控排水沟施工质量, 做到沟壁平整、坡度均匀、无渗漏、无坍塌, 完工后进行通水试验; 3. 建立日常巡查清淤制度, 每日排查排水沟淤积、堵塞、破损情况, 及时清理矿渣、泥沙、杂物, 定期修补破损沟槽; 4. 巷道分段设置简易导水、截水设施, 引导局部积水汇入主排水沟, 避免局部积水滞留; 5. 雨季前全面排查整改排水沟隐患, 做好汛期专项防护, 暴雨时段

				加强井下积水巡查； 6. 严禁施工物料、渣土、废料堆放于排水沟沿线及沟内，保障排水通道全程畅通。
二	防灭火			
火灾	1. 设计时，未对主要采掘设备配备一定数量的灭火器材 2. 工业场地、井口房、空压机房、配电室等工作场所未配备必要的消防器材 3. 设计时，未结合湿式作业供水管道设计井下消防供水系统 4. 设计的消防供水池容积不能满足灭火需要。生产供水管兼作消防水管时，未设计供水支管和一定数量的供水接头 5. 主要进风巷道、进风井筒及其井架和井口建筑物，主要扇风机房、井下电机室等，采用非可燃性材料建筑，未设置醒目的防火标志和防火注意事项，未配备相应的灭火器材 6. 在低温条件下，采用火炉或明火直接加热井下空气，或用明火烘烤井口冻结的管道	人员伤亡财产损失	III	1. 主要采掘设备，应配备一定数量的灭火器材 2. 工业场地、井口房、空压机房、配电室等工作场所应配备必要的消防器材 3. 结合湿式作业供水管道，设计井下消防供水系统 4. 设置满足消防用水量的消防供水水池。管道规格应考虑生产用水和消防用水的需要。生产供水管兼作消防水管时，应每隔 50~100m 设支管和供水接头 5. 主要进风巷道、进风井筒及其井架和井口建筑物，主要扇风机房、井下电机室等，均应用非可燃性材料建筑，应有醒目的防火标志和防火注意事项，并配备相应的灭火器材 6. 不得用火炉或明火直接加热井下空气，或用明火烘烤井口冻结的管道

分析结果：

经预先危险性分析，防排水与防灭火单元无危险等级达到Ⅳ级（灾难性的）危险因素；洪水、透水及火灾的危险等级为Ⅲ级（危险的）的危险有害因素。

3.2.7.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《有色金属工程设计防火规范》（GB50630-2010）、《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）、《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》（AQ2061-2018）等标准规范编制安全检查表对可研确定的防排水与防灭火方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.7-2。

表 3.2.7-2 防排水与防灭火安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	检查记录	结果
一	基本要求			
1	工矿企业的防护等级和防洪标准应与企业规模相适应。	《防洪标准》（GB50201-2014）5.0.1	本工程为中型矿山，设计各主要工业场地按 20 年一遇防洪标准进行设计。	符合

2	矿山建设项目设计之前, 应委托相应资质单位对矿区进行工程地质、水文地质勘探, 探明矿区水文地质条件, 划分水文地质类型	《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》 AQ2061-2018 第 4.1 条	根据《新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿详查报告》矿区水文地质条件简单型, 工程地质勘察复杂程度为中等型, 地质环境质量中等型。	符合
3	矿山防治水设计资料应根据经评审、备案的地质勘察报告 (含水文地质部分) 或专门的水文地质勘查报告, 并应对依据的水文勘察资料进行评述	《冶金矿山采矿设计规范》 GB50830-2013 第 5.1.1 条	矿山详查报告已完成评审, 并进行备案。	符合
4	地下开采时的矿山排水设计应考虑露天坑汇水影响。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.1.2	露天采场为山坡型, 可研设计露天转地下保留露天坑的截、排水系统继续运行。	符合
5	应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、疏水能力、积水区和水利工程的现状和规划情况, 以及当地日最大降雨量、历年最高洪水位, 并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.8.2.1 条	可研设计露天转地下保留露天坑的截、排水系统继续运行。	符合
6	应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、疏水能力、积水区和水利工程的现状和规划情况, 以及当地日最大降雨量、历年最高洪水位, 并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.8.2.1 条	查清了矿区及其附近水文地质条件, 但未明确矿区最高洪水位, 最大降雨量。	不符合
三	地下开采防排水			
7	露天转井下开采的矿山, 宜根据水文地质条件及露天坑渗漏情况在井下露天坑底附近中段的适当位置建筑防水闸门	《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》 AQ2061-2018 第 6.2.2.3 条	可研未对防水闸门设置方案进行说明。	不符合
8	露天转地下开采, 采用空场法回采时, 露天坑底应留设境界安全顶柱, 安全顶柱的厚度应通过岩石力学计算确定, 但不应小于 10m	《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》 AQ2061-2018 第 6.4.1 条	可研通过计算确定了露天坑底留设境界安全顶柱厚度为 20m。	符合
9	排水方案设计时, 应分析研究原露天坑的截排水能力及其对坑内排水的影响。	《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》 AQ2061-2018 第 6.4.2 条	未对露天坑截排水能力及其对坑内排水的影响进行分析。	不符合
10	矿山防治水工程设计应与采矿工程设计紧密结合, 充分考虑开拓方案、采矿方法	《金属非金属地下矿山防治水安全技术规	防治水工程设计中充分考虑开拓方案、采矿方法	符合

		范》 AQ2061-2018 第 6.5.2 条		
11	矿山防治水设计应有矿山所在地区的水文手册或矿区附近观测站的水文、气象资料	《冶金矿山采矿设计规范》 GB50830-2013 第 5.1.2 条	有矿区附近观测站的水文、气象资料	符合
12	地下开采矿山应计算最低开拓阶段的地下水涌水量，分期、分阶段排水的矿山还应计算各排水阶段的地下水涌水量。矿山开采过程中，岩体错动到地表时，应估算塌陷区正常降雨径流渗入量和最大降雨径流渗入量	《冶金矿山采矿设计规范》 GB50830-2013 第 5.3.1 条	坑内正常涌水量 32m ³ /d，生产废水 120t/d。坑内涌水和生产废水通过各平硐巷道内设的排水沟，排出地表。	符合
13	地下水对矿山开采构成威胁时，应采取疏干、堵截或留设防水矿柱等措施	GB50830-2013 第 5.3.2 条	矿体位于矿区侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿区及附近无地表水体，地下水富水性极弱。	符合
14	应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、疏水能力、积水区和水利工程的现状和规划情况，以及当地日最大降雨量、历年最高洪水位，并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.8.2.1 条	查清了矿区及其附近水文地质条件，建立了防水、排水系统。	符合
15	水文地质类型为中等及以上的金属非金属地下矿山应当严格落实“三专两探一撤”措施（配备防治水专业技术人员、建立专门的探放水队伍、配齐专用的探放水设备，采用物探、钻探等方法进行探放水，且在遇到重大险情时必须立即停产撤人）。	《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》矿安（2022）4 号	矿山水文地质类型为简单。	符合
16	当地下开采采用平硐开拓时，露天矿坑内涌水可通过钻孔或天井放下到平硐排出地表。当无法通过平硐自流排出时，宜由露天坑内排出，需通过地下开采的井下泵房排水时，应进行技术经济比较。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 10.1.6	设计坑内涌水和生产废水通过各平硐巷道内设的排水沟，排出地表。	符合
四 防灭火				
17	有自燃倾向的高硫等矿床，应对采矿方法、通风系统进行专项的评估、论证，并应采取有效的技术措施	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 4.2.3 条	该矿不属于有自燃倾向的高硫等矿床	符合
18	有自燃发火危险的矿山，主要运输巷道、进风巷道、总回风道应布置在无自燃发火危险的围岩中，主要运输巷道、进风巷道、总回风道不可避开有自燃发火危险的围岩中时，应采取预防性灌浆或其他防止自燃发火的措施	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 第 15.0.1 条	该矿不属于自燃发火危险的矿山。	符合
19	不得采用未经有效防火处理的竹、木	《有色金属采	井巷支护均采用混	符合

	等燃烧体作为矿井的支护结构。	《矿设计规范》 GB50771-2012 第 4.2.3 条	凝土支护。	
20	进风巷道（井筒）、扇风机房，井口建筑物，井下电机室、变配电所、设备间、维修间等硐室（建、构筑物），均应采用不燃材料建造，并应在其室内或邻近区位配置相应的灭火器材	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 4.2.3 条	设计在各中段井底车场设置消火栓，重点部位配置灭火器。	符合
21	消防给水系统应能满足最不利点处火灾延续时间内全部消防用水量及水压的要求；当给水不能满足要求时，应设置消防水池、消防给水装置。	《有色金属采矿设计规范》 GB50771-2012 第 7.4.2 条	设计设置高位水池，井下消防管道与生产管道共用。	符合
22	井下消防系统应符合下列规定： ——井下消防供水水池应能服务井下所有作业地点，水池容积不小于 200m ³ 。 ——消火栓栓口动压力应为 0.25MPa-0.5MPa。供水系统压力过大时应采取减压措施。 ——消火栓最不利点的水枪充实水柱不小于 7m。 ——消防主管管内径不小于 80mm。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.9.1.5	设计设置高位水池，水池容积 300m ³ ，满足要求井下消防管道与生产管道共用。 未明确消火栓栓口动压力及减压措施。	不符合
23	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。每个灭火器配置点的灭火器数量不少于 2 具，灭火器应能扑灭 150m 范围内的初始火源。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.9.1.7 6.9.1.8	在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、马头门、井底车场、变压器室、变配电所、休息硐室设置灭火器配置点，每个配置点灭火器数量不少于 2 具。	符合
24	井下车库、加油站和储油硐室应符合下列要求： ——应设在发生火灾或爆炸事故时对井下主要设施及作业区影响最小的位置； ——油库、储油硐室应和车库分开； ——应设置防止失控车辆闯入的保护措施； ——在显著位置设置“严禁烟火”的标志。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.9.1.10	井下未设计井下车库、加油站和储油硐室。	符合

25	水沟设计应符合下列规定： 也可设在非人行侧： 1 水沟的位置宜设在人行道一侧，当非人行侧宽度允许时， 2 在专用排水巷道或有底拱的巷道中。以及在铺设整体道床的巷道中，水沟也可设在巷道中间。 3 水沟的位置应避免或少穿越运输线路。	《有色金属矿山井巷工程设计规范》 GB50915-2013 7.5	设计坑内涌水和生产废水通过各平硐巷道内设的排水沟，排出地表。 可研未明确井下平硐排水沟具体设计方案。图布置方案、坡度、流速、断面形状，结构形式等。	不符合
----	--	---	--	-----

检查结果：

防排水与防灭火共检查 25 项，符合 20 项，符合率 80%，说明可研确定的防排水与防灭火方案基本符合规范要求，具备建设的基本条件。在进一步设计中应完善以下事项：

(1) 可研报告未界定矿山防洪设防标准，缺失矿区历史最高洪水位、区域极端最大降雨量等水文参数。

(2) 可研未对防水闸门设置方案进行说明。

(3) 可研缺少露天采场外围截排水系统排水能力验算，未分析外围截排水工况对采坑内部排水系统运行的影响。

(4) 未确定室内消火栓栓口设计动压数值，未配套制定消火栓超压减压设计方案。

(5) 可研未细化平硐排水沟专项设计方案，缺少排水沟平面布置走向、纵向坡度、设计流速、断面型式、衬砌结构等关键设计参数。

3.2.7.4 单元评价结论

防排水与防灭火单元主要危险因素洪水、灌井、透水及火灾的危险等级为Ⅲ级（危险的）。运用安全检查表分析评价认为可研确定的防排水与防灭火方案基本符合规范要求，具备建设的基本条件，需在进一步设计中进行完善。

3.2.8 安全避险“六大系统”单元

3.2.8.1 主要危险、有害因素辨识

(1) 监测监控系统

有毒有害气体监（检）测

1) 压入式通风的独头掘进巷道，爆破后作业人员进入工作面作业时，不能获知有害气体浓度，炮烟未散尽可能导致人员中毒窒息事故。

2) 便携式气体检测报警仪一氧化碳传感器报警浓度设定高于规定值, 达到对人体中毒浓度仍不报警, 可能发生人员中毒窒息事故。

通风系统监测

1) 井下总回风巷、各个生产中段的回风巷未设置风速传感器, 矿山安全管理人员不能全面掌握井下风量, 对井下安全生产带来隐患。

2) 主要通风机未设置风压传感器, 矿山安全管理人员不能全面获知主要通风机工作参数, 不利于安全生产。

3) 主要通风机、辅助通风机、局部通风机未安装开停传感器, 矿山安全管理人员不能全面掌握各风机开启情况, 未能掌握矿山通风情况, 不利于生产安全。

视频监控

1) 井口、配电室、水泵房等人员进出场所未设视频监控, 调度人员看不到现场情况, 不利于安全。

2) 紧急避险设施、中央变电所等主要硐室, 未设视频监控, 无法监控现场安全。

(2) 人员定位

本矿山井下最多同时作业人数 60 人 > 30 人, 设计安装人员定位系统。但如果管理不善, 下井人员未随身携带定位卡或系统未及时维护, 导致定位系统无法工作, 发生事故时不能随时知道井下作业人员人数、位置等信息, 不利于搜救人员。

(3) 紧急避险系统

矿山可能存在的危害有害因素有:

1) 作为矿井安全出口缺少安全电压照明, 一旦井下发生事故, 人员不能及时撤离, 可能发生人员伤亡事故。

2) 巷道及岔路口未设置避灾路线指示标志牌, 发生事故时, 井下人员不熟悉撤离路线, 可能延误逃生时机。

3) 矿山未按照事故应急预案进行演练, 也未公示各种灾害的避灾路线和井下避灾线路图, 发生事故时人员不熟悉撤离路线, 可能导致人员不能及时撤出, 导致事故发生。

4) 如自救器配备数量不足或自救器失效, 当井下发生灾害时, 没有佩戴自救器或自救器失效的人员可能发生中毒窒息事故。

(4) 压风自救系统

设计本次压风自救系统与生产压风系统共用，包括空气压缩机、送风管路、供气阀门、油水分离器、压风自救装置等。如未按设计安装压风自救系统可能发生以下危害：

1) 压风管道上未安装油水分离器，管道中的机油会通过压风自救装置被人员吸入，造成人身伤害；

2) 空压机供气量不足不能满足井下作业人员呼吸要求，在发生人员被困时可能导致人员窒息；

(5) 供水施救系统

供水施救系统可能发生以下危害：

1) 供水施救装置中没有净化装置，水质不达标，可能导致作业人员发生腹泻等疾病；

2) 各主要生产中段进风巷道的供水管道上未按要求每隔 100—200m 安设三通及阀门，人员被困井下无法获得饮水，长时间缺水会导致被困人员脱水受伤或死亡；

3) 巷道垮塌导致作业人员被困，独头掘进巷道内未按要求每隔 100~200m 安设三通及阀门，被困人员无法获得饮水，长时间缺水会导致被困人员脱水受伤或死亡。

(6) 井下通信联络系统

通讯联络系统又称为调度通讯系统，该系统由调度台、调度交换机、普通电话、矿用电话及电缆等组成。

1) 只有一条通信电缆，当该通信电缆发生故障时，地面调度人员会与井下作业人员失去联络，不利于安全管理和生产调度。发生事故时更无法救援；

2) 如有线通讯系统没有组呼、全呼、选呼、强拆、强插、紧呼及监听功能，在事故发生时不利于总调度室的救援指挥。

3) 井下主要作业点未安装通信联络终端设备，不利于安全管理和生产调度。

3.2.8.2 危险度评价

安全避险“六大系统”单元预先危险性分析及符合性评价见下表。

3.2.8-1 预先危险性分析法定性评价

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
1	中毒、窒息	监测监控系统不全	监测监控装置不全；	有毒有害气体超标不能及时发现，导致中毒。	II	设计矿山配备或安装有毒有害气体浓度检测设备。
2	中毒和窒息、坍塌、水害	人员定位系统不全	人员定位装置不全或失效；	发生事故后无法确定被困人员位置，不利于救援。	II	设计安装人员定位系统。
3	中毒窒息	压风自救系统不全	压风自救装置不全；	人员被困时，不能提供充足的氧气呼吸。	II	设计在井下设压风自救装置。
4	坍塌、水害	供水施救系统不全	供水施救装置不全；	人员被困时，不能提供充足的饮用水。	II	设计在井下设供水施救设备硐室，安装有供水自救装置。
5	坍塌、水害	通信联络系统不全	通信联络装置不全；	人员被困时，无法与被困人员联络，不利于救援。	II	设计矿山采用有线通信系统。

经过辨识，本单元可能存在的主要危险、有害因素有中毒和窒息、坍塌、水害等。通过预先危险性评价方法对这些危险、有害因素进行危险度定性评价认为：中毒和窒息、坍塌、水害的事故后果危险等级为II级（临界的）。

3.2.8.3 安全符合性评价

根据《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T 2033-2023）、《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）等标准规范编制安全检查表对可研确定的安全避险“六大系统”建设方案的符合性进行分析评价结果见表 3.2.8-1。

表 3.2.8-2 安全避险“六大系统”安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	检查记录	结果
一	监测监控系统			
1	监测监控系统主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端。	《金属非金属地下矿山监测监控系	设置地面机房，双机备份，测点信号汇集到中心站显示终端。	符合

		统建设规范》 AQ2031-2011 第 4.5 条		
2	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	设计要求配备足够的便携式气体检测报警仪。	符合
3	井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 AQ2031-2011 6.1	设计井下总回风巷、各生产中段回风巷应设置风速传感器。	符合
4	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	设计主要通风机设置风压传感器。	符合
5	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	主要通风机、辅助通风机、局部通风机应设置风机开停传感器，的信号送至监测监控系统综合基站。	符合
6	提升人员的井口信号房、提升机房，以及井口、马头门（调车场）等人员进出场所，应设视频监控。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 AQ2031-2011 7.1	设计要求建立完善视频监控系统，实现对惊险安全管理重点部位及关键生产设备的视频监控。	符合
二	人员定位系统			
7	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。	AQ2032-2011 第 4.1 条	设置了人员定位系统，准确掌握井下各个区域作业人员的数量。	符合
8	人员定位系统主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端	AQ2032-2011 第 4.6 条	人员定位系统地表主机采用双机备份，在采矿综合楼控制室设置显示终端。	符合
9	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）	AQ2032-2011 第 4.7 条	设计安装了监测分站	符合
10	人员定位系统主机及分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上	AQ2032-2011 第 4.9 条	主机及分站的备用电源能连续工作 2h 以上	符合

三	紧急避险系统			
11	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	KA/T 2033-2023 第 4.4 条	设计最大井下同时工作人数为 60 人，配备 115 台 45min 隔绝式自救器，满足要求。	符合
12	所有入井人员必须随身携带自救器	KA/T 2033-2023 第 4.4 条	每个下井人员配备 1 台隔绝式自救器。	符合

3.2.8.4 单元评价结论

该矿山安全避险六大系统主要存在中毒窒息、坍塌、水害Ⅱ级临界风险。

《可研报告》未设置安全避险“六大系统”章节，通信章节对井下监测监控系统、人员定位系统进行、井下通信联络及应急广播系统进行了介绍，缺少紧急避险、压风自救、供水施救设计内容。

3.3 自然灾害单元

3.3.1 自然灾害单元危险有害因素辨识分析

矿区地处中山区，气候干旱、降水集中、地形起伏大，区域构造环境复杂，受气象、地形、区域地质条件共同影响，地下采矿工程主要面临暴雨山洪、冻融灾害、风害、区域构造地震四类自然灾害风险。矿区位于中高山区，气候干旱、降水集中、地形坡度大、冲沟发育，叠加复杂区域构造，地下采矿主要存在暴雨山洪、冻融、大风、区域地震四类自然灾害风险，具体分析如下。

(1) 地质灾害

矿区地质灾害可能导致山体滑坡、泥石流、暴雨、山洪等灾害事故。滑坡、泥石流淹没矿井导致人员伤亡和系统瘫痪等。

(2) 大风及沙尘危害

矿区夏季最多风向平均风速 3m/s，冬季最多风向平均风速 5.9m/s，最大风速超过 18m/s，并伴随有沙尘天气。大风及沙尘天气可能会损坏矿山的建筑物及设备，造成经济损失，并对矿山的正常开采和车辆运输造成不利影响。

(3) 雷电危害

雷电是一种大气中的放电现象。这种放电，时间很短促，电流极大，高达 20 万—30 万 A，放电时温度可达 20000℃，放电的瞬间出现耀眼的闪光和震耳的轰鸣，具有强大的破坏力，可在瞬间击毙人畜，焚毁房屋和其他建筑物，毁坏电气

设备的绝缘，造成大面积、长时间的停电事故，甚至造成火灾和爆炸事故，危害十分严重。

(4) 严寒及大雾危害

矿区冬季严寒，寒冷的天气不仅影响矿山机械设备的正常运行，而且还危害作业人员身体健康，对矿山开采产生不利影响。

作业人员在寒冷环境中工作，可对人体产生全面的影响，引起肌肉收缩，最常见的有手、脚、脸出现冻疮易患感冒等。此外，机器在寒冷环境中易造成水箱、油箱、油管冻裂等危害。

天气寒冷容易出现大雾天气，大雾天气矿区内可视条件差，作业人员的可视距离短，容易造成物体打击、机械致害、高处坠落以及场（厂）内机动车辆致害等安全事故。

(5) 地震危害

根据《中国地震烈度区划图》，矿区抗震设防烈度为Ⅷ度，矿区地面无高大建筑，但地震可造成采场边坡垮落、房屋倒塌与人员伤亡等重大伤亡事故。

(6) 洪水危害

暴雨引发的洪水可能影响开采生产。

洪水会冲毁或阻塞运矿道路。

洪水会影响露天边坡的稳定性，导致边坡滑塌与滚石危害。

(7) 高原危害

设备设施未使用高原型，使设备性能不能达到要求。

高原缺氧环境，作业人员发生高原反应。

强紫外线对作业人员照射，引发视力、皮肤等疾病。

(8) 春季融雪入渗对断层破碎带充水风险

春季气温回升产生的融雪水沿地表裂隙入渗，会持续补给矿区 F₁ F₂ 主要控矿断层破碎带，造成断层带地下水位及水压快速升高，激活断层导水通道，破碎带内断层泥受水浸泡发生软化泥化，不仅增大采掘工程揭露断层时发生矿井突水、涌水的水害风险，使春季融雪期矿井涌水量出现峰值，加重排水系统负荷；同时孔隙水压上升降低断层带有效应力，在开采扰动共同作用下易加剧围岩片帮冒顶、支护变形，甚至存在断层滑移活化隐患，对井下采掘作业、巷道稳定及矿山生产安全形成季节性综合风险，且枯水期断层富水性较弱，易造成对其水害风险的低

估。

3.3.2 危险度评价

根据上述危险辨识，项目可能存在的自然灾害潜在危险因素采用预先危险性分析（PHA）进行分析，鉴别危险产生的原因、可能的事故后果，评估危险等级，并提出对策措施。评价结果见表 3.3-1。

表 3.3-1 自然灾害单元预先危险性分析表

危险因素	触发条件时间	事故后果	危险等级	技术措施与对策
暴雨、洪水、滑坡、泥石流	1、洪水、暴雨、融雪，山体岩石不稳固； 2、矿、排土场（排土场（废石场））堆放不合格 3、生活区选址不当。	冲毁道路、掩埋矿井入口	II	采场外设截水沟，采场内采用潜水泵站接力排入采场外截水沟。
风灾	矿区属中温带大陆性气候，最大风速超过 18m/s，大风等极端天气未停止作业天气作业致使人员伤亡与设备损毁。	导致作业困难，易发生伤人毁物事故	III	采取严禁车辆超载，6 级以上大风和大雪、大雨天气停止作业。
地震	该地区地震烈度为 8 度地震动峰值加速度为 0.2g。地表建、构筑物未按地震烈度标准设防	地表建构筑物倒塌、矿井坍塌、冒顶片帮	III	建筑设施抗震设防基本烈度为 8 度，地表建、构筑物均按地震烈度标准设防。
严寒	作业人员在严寒环境中工作，未采取防护措施	影响矿山机械设备的正常运行，而且还危害作业人员身体健康	II	工业建筑物采取保温节能措施，为作业人员配发防寒个体防护用品。
高原氧气稀薄，紫外线辐射	设备设施非高原型，作业人员处于高原环境，未配备氧气瓶和护目镜	设备设施运行异常，作业人员发生急性高原反应	III	设备选型时已对高原系数进行修正； 人员配备氧气袋（瓶）和药品等高原防护装备。

3.3.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）等标准规范编制安全检查表对矿山自然灾害预防符合性进行分析评价结果见表 3.3-2。

表 3.3-2 自然灾害安全检查表

序号	检查项目及要求	标准依据	检查记录	结果
1	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。	GB16423-2020 4.6.1	企业办公、生活区、工业场地、建筑物位置符合要求。	符合

2	下列区域内不得设置有人值守的建构筑物： ——受露天爆破威胁区域； ——储存爆破器材的危险区域； ——矿山防洪区域； ——受岩体变形、塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害影响区域。	GB16423-2020 5.1.5	上述危险区域无有人值守的建构筑物。	符合
3	距坠落基准面 2m 及 2m 以上、有人员坠落危险的作业场所应设安全网等防护设施，作业人员应佩戴安全带。有六级以上强风时，不应进行高处作业和露天起重作业。	GB16423-2020 5.1.13	企业有规定六级以上强风停止露天作业的制度。	符合
4	位于地震烈度 6 度及以上地区的矿山，主要井筒的地表出口及工业场地内主要建、构筑物，应进行抗震设计。	GB50771-2012 9.3.1	设计矿区建筑物进行了抗震设计。	符合

3.3.4 评价小结

通过本节的预先危险性分析，共找出该矿山自然灾害单元的危险有害因素的危险等级，为Ⅳ级（灾难性的）的危险、有害因素有 0 类；危险等级为Ⅲ级（危险的）的危险、有害因素有 3 类；危险等级为Ⅱ级（临界的）的危险、有害因素有 2 类。

自然灾害单元安全检查表共检查 4 项，符合 4 项，符合率 100%，说明可研级矿山现状自然灾害预防工作基本符合规范要求。

3.4 排土场单元

阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 1 号废石堆场位于采场东南区域，拟建于露天矿道路起点东北侧 18.98m 处，2 号废石堆场位于采场东北区域，拟建于选矿工业场地西北侧 430.16m。

矿区排土场仅进行了选址工作，尚未进行岩土勘查工作。待后期进行勘查后，还需补充排土场的专项稳定性研究分析工作。

3.4.1 排土场主要危险有害因素辨识分析

(1) 露天采场与排土场安全距离不足，缺乏有效隔离防护，存在严重连锁安全风险。采场爆破、采掘作业扰动易造成排土场失稳，引发滚石、滑坡、泥石流，威胁采场人员及设备安全；排土场堆载挤压也会加剧采场边坡开裂、垮塌，加之雨水入渗软化岩土体，进一步提升坍塌、掩埋、物体打击事故风险，易造成人员伤亡、设备损坏及生产中断，诱发连锁地质灾害。

(2) 排土场可研的位置无地形依据，无等高线，对矿山排土场的布置会产生不利影响。

(3) 排土场管理不当,排土不规范,在采场周围随意排土,可能影响后期排土安全。

(4) 排土场遇到暴雨可能形成泥石流,危及采场、矿山公路和其他建构筑物安全。排土场四周未设置截水沟和排水沟,或未及时进行排水沟清理检查,维护保养,造成排水沟堵塞,若突发洪水容易发生泥石流,造成人员伤亡或设备损毁。

(5) 排土场的顶部无挡车设施或挡车设施不规范,车挡的高度不够,排土工作面未形成反坡,易造成排土车辆失控从排土场上部滑下发生事故。

(6) 排土场使用前未对地基进行工程地质勘察,或排土场最终境界未使用大块岩石形成挡墙,造成地基不稳,易造成排土场垮塌。

(7) 未按《金属非金属矿山安全规程》、《有色金属矿山排土场设计标准》有关条文要求进行设计,设计内容不完整,造成排土场存在重大隐患。

(8) 矿区排土场仅进行了选址工作,尚未进行岩土勘查工作。待后期进行勘查后,还需补充排土场的专项稳定性研究分析工作。

3.4.2 危险度评价

排土场单元存在主要的危险、有害因素为泥石流、物体打击、高处坠落等,针对以上危险、有害因素,评价选用的主要评价方法为预先危险性评价方法。

表 3.4-1 排土场单元预先危险性分析表

危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	技术措施与对策
坍塌、滑坡、泥石流	选址不当,地形起伏大	设备损毁 人员伤亡	III	排土场布置选址合理
坍塌、滑坡	堆积高度过高,坡度过大	设备损毁 人员伤亡	III	控制排土场堆积台阶高度,大平台内排土工作面向坡顶线方向应有 2%~5%的反坡,两台阶间留有 20m 宽的安全平台,控制边坡角
机械致害	排土设备选择不当	设备损毁 人员伤亡	II	排土设备采用汽车、装载机推排
机械致害	排土方式选择不当	设备损毁 人员伤亡	II	采用自卸汽车将废石运至排土场,再由装载机推排
泥石流	排土场无截洪防洪及排水设施、或排水设施堵塞	设备损毁 人员伤亡	III	在排土场境界外设置截排洪设施,并定期进行检查疏通。

危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	技术措施与对策
物体打击、坠落	排土场无安全防护措施	设备损毁 人员伤亡	II	排土作业区设置照明及警示标志，排土场最终境界 20m 范围内，设大块岩石，排土作业设专人指挥
坍塌、滑坡	未设置监测系统	设备损毁 人员伤亡	II	边坡超过 200m 的应设边坡稳定监测系统

经预先危险性分析，排土场单元无危险等级达到Ⅳ级（灾难性的）危险因素；洪水、坍塌、滑坡、泥石流的危险等级为Ⅲ级（危险的）的危险有害因素。

3.4.3 符合性评价

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《有色金属矿山排土场设计标准》（GB 50421-2018）等标准规范编制安全检查表对可研确定的防排水与防灭火方案的符合性进行分析评价结果见表 3.4-2。

表 3.4-2 排土场单元安全检查表

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
1	可行性研究阶段应包括下列设计内容： 1. 场址选择、剥离物的性质、排土场等级、排土场容积估算、服务年限、排土工艺、堆置要素、防排洪等级及方式、环境影响、复垦规划、排土场用地； 2. 排土场灾害可能性分析及稳定性初步评估； 3. 安全防护措施、安全防护距离； 4. 工程量估算； 5. 含排土场的矿山总体布置图。	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 3.2.1	可研设计用反压坡脚式排弃工艺就近排弃，或汽车运输至指定区域采用多台阶覆盖式排土方式排筑。排土作业采用单台阶作业，排土顺序采用从后向前，按照设计的台阶从下向上分台阶进行。排土场阶段高度为 10m，1 号排土场最大堆积高度 30m，2 号排土场最大堆积高度 60m。最终平台宽度 20m，最终边坡角 20°。采用汽车运输，铲运机转排的排土工艺。	符合
2	排土场防洪应遵守下列规定： ——山坡排土场周围应修筑可靠的截、排水设施； ——山坡排土场内的平台应设置 2%~5% 的反坡，并在靠近山坡处修筑排水沟； ——排土场范围内有出水点的，应在排土之前进行处理； ——疏浚排土场外截洪沟和排土场内的排水沟，确保排洪设施可以正常工作；	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 第 3.4.1 条 GB16423-2020 5.5.1.7	可研设计方案要求排土平台设置 2% 的反坡，并在坡脚处开挖排水沟。 未明确废石场周围设置截水设施。	不符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
	——及时了解和掌握水情以及气象预报情况，保证排土场、下游泥石流拦挡坝和通信、供电、照明线路的安全； ——洪水过后立即对排土场和排洪设施进行检查，发现问题立即处理。			
3	排土场不宜设在居民区或工业场地主导风向的上风侧，应远离要求空气清洁的场所。	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 4.3.1	排土场位于生活区下风侧。	符合
4	排土场最终坡底线露天采矿场开采终了境界线应根据露天采矿场边坡和排土场边坡的稳定状况以及排土场坡底线外的地面坡度确定。当地面坡度为逆坡时，最小安全距离应为 30m；当地面坡度为顺坡时，最小安全距离应为 1.0H。	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 5.0.2	总平面布置仅确定了废石堆场与选矿工业场地距离，未明确与采矿终了界线距离。	不符合
5	排土场不应受洪水威胁或者由于上游汇水造成滑坡、塌方、泥石流等灾害。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.5.1.1	可研拟定排土场的位置符合规范要求。	符合
6	排土场防洪设施设计洪水频率，三、四级排土场洪水重现期不应小于20年	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 3.4.2	可研设计新建废石场为三级排土场，采用20年一遇洪水重现期。	符合
7	排土场主要设计堆置要素应包括排土场最终堆置标高、台阶高度、台阶坡面角、平台宽度、堆置高度、总体边坡角、有效容积、占地面积。	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 6.2.1	设计内容包括以上内容。	符合
8	排土场不应给采矿场、工业场地、居民区、铁路、公路和其他设施造成安全隐患。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.5.1.2	可研拟定排土场的位置符合规范要求。	符合
9	排土场建设前应进行工程地质、水文地质勘查，并按照排土场稳定性要求处理地基。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.5.1.4	目前正在进行排土场岩土工程勘察。	符合
10	可行性研究阶段应进行排土场灾害可能性分析及稳定性初步评估，初步设计阶段应进行排土场稳定性分析。	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 7.1.1	矿区排土场仅进行了选址工作，尚未进行岩土勘查工作。待后期进行勘查后，还需补充排土场的专项稳定性研究分析工作。	不具备评价条件，预评价内进行风险提示。

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
11	在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4；	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.5.2.4	可研设计方案内未明确排土卸载平台设置安全车挡。	不符合
12	矿山企业应建立排土场边坡稳定监测制度，边坡高度超过 200m 的，应设边坡稳定监测系统，防止发生泥石流和滑坡。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 5.5.3.2	可研设计未明确排土场监测要求。	不符合
13	排土场排土工艺、排土顺序、排土场的阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、废石滚落时可能的最大距离及相邻阶段同时作业的超前堆置距离等参数，均应在设计中明确规定。	金属非金属矿山排土场安全生产规则 AQ 2005-2005 5.4	设计中已明确。	符合
14	排土场规划应满足服务年限的全部容量，排土场的设置应远近期结合，排土场用地可根据排土计划分期实施。	《有色金属矿山排土场设计标准》 GB50421-2018 1.0.4	可研对废石量与排土场库容进行了计算，满足要求。	符合
15	所有临时堆场、中转场、废石场、渣土场等均应按照排土场的要求进行设计、建设和管理。不符合相关规定的，退回企业修改完善。	《高风险非煤矿山建设项目安全设施设计基本安全条件及审核标准解读》	可研设计设置矿石转运堆场、废石临时堆场，但未按照排土场的要求进行设计。	不符合

检查结果：排土场单元共检查 15 项，符合 10 项，符合率 69.2%，说明可研确定的排土场建设方案基本符合规范要求，具备建设的基本条件，在进一步设计中应完善以下事项：

(1) 未明确废石场周围设置截水设施。

(2) 总平面布置仅确定了废石堆场与选矿工业场地距离，未明确与采场终了界线距离。

(3) 矿区排土场仅进行了选址工作，尚未进行岩土勘查工作。待后期进行勘查后，还需补充排土场的专项稳定性研究分析工作。

(4) 可研设计方案内未明确排土卸载平台设置安全车挡。

(5) 可研设计未明确排土场安全监测要求。

(6) 可研设计设置矿石转运堆场、废石临时堆场，但未按照排土场的要求进行设计。

行设计。

3.4.4 单元评价结论

综合本次危险有害因素辨识、预先危险性分析及规范符合性核查结果，排土场单元整体安全风险总体可控，项目建设具备基础可行性，但可研阶段设计内容存在部分不完善、不细化之处，暂未完全满足精细化安全建设及规范要求，需在后续设计及实施阶段进一步优化完善。

3.5 安全管理及其他单元

3.5.1 安全管理单元主要危险有害因素辨识分析

矿山安全管理疏漏、欠缺、管理不善是导致矿山伤亡事故的主要原因，加强矿山安全生产管理监督是避免事故危害发生的重要途径，是确保开采作业人员安全的基础。矿山安全管理不善将会出现以下危险、有害因素：

（1）安全机构设置结构、人员组成不当，造成安全管理工作衔接不当、管理空白与漏洞等，尤其是安全生产技术与管理的人员缺乏或专业不全、不配套，导致技术管理不善，影响安全生产中问题的及时解决，易引发伤亡事故。

（2）安全管理方案、应急预案、方法、措施等未按照有关法规制定，造成事故抢救工作开展不力，影响矿山安全生产。

（3）安全生产责任制、制度、规程缺乏或不全，内容不够具体缺乏可操作性或执行不力，影响矿山安全生产，导致伤亡事故发生。

（4）变压器、配电柜等危险、要害部位缺乏必要的警示、警戒标志；各井口、硐室和机房等处，未按规定张贴、悬挂入井制度、信号制度、井下人员逃逸线路牌，机械原理控制系统等布告与图表，失去了对职工进行具体安全教育的机会与效果。

（5）安全教育形式不够生动，缺乏针对性强的内容，容易使安全教育变得枯燥，空洞，失去了对职工进行具体安全教育的应有作用。

（6）缺乏安全生产分析活动，不编制应有的安全技术措施计划，根据矿山可能出现的重大事故编制应急救援预案，更未为执行预案组织必要的演习。一旦发生事故，矿山救护工作可因措手不及而遭受不必要的损失。

（7）采用不具备矿山施工资质的施工队伍承包采矿工程施工，易引发伤亡事故。

（8）矿山或施工队伍与作业人员不签订劳动用工合同，不为其缴纳工伤社会保险，违反法律法规要求，也不利于安全生产。

(9) 矿山不按规定向职工发放劳动保护用品或职工未按规定穿戴和使用劳动保护用品与用具, 易引发职业病危害。

(10) 施工单位在施工时管理不当, 易发生安全事故。

(11) 矿山特殊工种人员未能全部持证上岗, 造成无证操作或非作业人员操作, 发生误操作而导致事故。

(12) 矿山未认真开展粉尘危害防治工作, 未制定综合防尘措施, 未测定粉尘作业场所粉尘浓度, 未按规定推行全员和接尘人员体格检查, 矿山有出现粉尘危害的可能。

(13) 安全标志缺乏, 不能起到应有的警示及提醒, 造成人员伤害和设备损坏等事故。

(14) 建设施工过程中井下巷道贯通时, 施工组织不当, 测量工作滞后等管理上的失误而造成伤亡事故;

3.5.2 危险度评价

安全管理单元预先危险性分析及符合性评价见下表。

表 3.5-1 预先危险性分析法定性评价

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
1	矿山可能存在的各类事故	机构设置不完善	安全意识淡薄, 管理水平低, 为完成眼前任务, 长期拼设备, 很多重大事故隐患没有消除; 改善劳动条件经费不落实, 安全欠账越积越多、职工素质差, 劳动纪律松弛。	导致各种矿山事故而伤人毁物。	II	建立健全矿山安全机构与应急机构并配备相应的安全管理人员; 建立健全完善的责任制、规章制度、作业规程; 强化入矿、班前、日常及三级安全教育, 采用新工艺、新技术、新设备经专门培训。
2		无应急机构			II	
3		规章制度、作业规程等不完善			II	
4		安全教育与培训不到位			II	
5		安全措施、规划不完善			II	编制安全卫生技术计划和规划。
6		安全技术资料管理较差			II	建立各种技术、安全档案及各种操作规程。

序号	潜在事故	危险有害因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
7	矿山可能存在的各类事故	应急措施不力	无消防、急救队伍或药品	导致人员伤亡或抢救不及时。	II	建立消防、医疗急救队伍。
8	矿山可能存在的各类事故	安全标识不到位	无安全警示标识，人员接近危险点（物）；	造成伤亡。	II	在所有具有危险的场所设置安全警示标识。
9	矿山可能存在的各类事故	设计图纸不全	图纸或图纸中内容不全、错误，如施工时无图可依、随意施工。	造成工程有误，可能影响生产，严重的会发生事故，造成生命和财产损失。	II	完善图纸，要求按图施工。

通过预先危险性评价方法对这些危险、有害因素进行危险度定性评价认为：地下矿山可能存在的各类事故的事故后果危险等级为II级（临界的）。

3.5.3 安全符合性评价

依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《国家矿山安全监察局关于做好非煤矿山灾害情况发生重大变化及时报告和出现事故征兆等紧急情况及时撤人工作的通知》（矿安〔2023〕60号）等编制安全检查表对安全管理符合性评价，结果见表3.5-2。

表 3.5-2 安全检查表法定性评价

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
1	矿山企业应办理营业执照，做到持证合法开采。	《工商管理条例》	已办理，并且年检合格。	符合
2	矿山企业应持有所开采矿区的《划定矿区范围批复》，做到持证开采。	《矿产资源法》	已办理采矿许可证。	符合
3	对关系国家安全、涉及全国重大生产力布局、战略性资源开发和重大公共利益等项目，实行核准管理。 原材料：稀土、铁矿、有色矿山开发：由省级政府核准。	《国务院关于发布政府核准的投资项目目录(2016年本)的通知》 国发〔2016〕72号	已取得核准文件。	符合
4	矿山开采应具有地质勘探报告书（应包括必备图件、资料）。	《中华人民共和国矿山安全法实施条例》第五条	编制了详查报告。	符合
5	矿山企业应配备专职安全生产管理人员；从业人员超过一百人的应当设置安全生产	《金属非金属矿山安全规程》	可研要求配备4名专职安全员。	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
	管理机构。 专职安全生产管理人员数量按不少于从业人数的百分之一配备，且每个金属非金属地下矿山独立生产系统（不含外包施工单位）应当不少于 3 人。	GB16423-2020 4.1.6		
6	矿山企业主要负责人应依法接受安全培训和考核，并取得合格证。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 4.2.3	可研设计要求主要负责人接受培训并取证。	符合
7	矿山企业是落实领导带班下井制度的责任主体，必须确保每个班次至少有 1 名领导在井下现场带班，并与工人同时下井、同时升井。	《金属非金属地下矿山企业领导带班下井及监督检查暂行规定》	设计配备的领导能够满足三班生产，每个班次均有领导带班下井要求。	符合
8	非煤矿山企业必须依法设立安全管理机构或者配备专职安全生产管理人员，应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。安全生产管理机构应配备足够的专职安全生产管理人员。 专职安全生产管理人员数量按不少于从业人数的百分之一配备，且每个金属非金属地下矿山独立生产系统（不含外包施工单位）应当不少于 3 人。 专职安全生产管理人员应从事矿山工作 5 年以上、具有相应的矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿山生产系统。	GB16423-2020 4.4.1 矿安〔2022〕4 号	可研明确配备专职安全生产管理人员数量为 4 人。未明确专职安全生产管理人员任职要求。未明确设立安全管理机构和注册安全工程师配备要求。	不符合
9	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。“五职”矿长必须有主体专业大专及以上学历且有 10 年以上矿山一线从业经历。	矿安〔2022〕4 号 安委〔2024〕1 号 矿安综〔2025〕12 号	可研设计配备“五职”矿长。但未明确五职矿长任职要求。	不符合
10	金属非金属地下矿山应当设立技术管理机构，建立健全技术管理制度，配备具有采矿、地质、测量、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专业技术人员，每个专业至少配备 1 人。 “五科”专业技术人员必须为主体专业毕业且有 5 年以上矿山一线从业经历。	矿安〔2022〕4 号 安委〔2024〕1 号 矿安综〔2025〕12 号	可研已配备“五职”专业技术人员。未明确五科人员任职要求。	不符合
11	专职安全生产管理人员应依法接受培训，并取得合格证。	GB16423-2020 4.2.1	可研设计满足安全管理要求。	符合
12	（二）使用国家明令禁止使用的设备、材料或者工艺。	矿安〔2022〕88 号 一、金属非金属地下矿山重大事故隐患	可研明确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。	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
13	矿山企业应建立健全应急管理、应急演练、应急撤离、信息报告、应急救援等规章制度，落实应急救援装备和物资储备，按照相关规定设立矿山救护队，或设立兼职矿山救护队并与就近的专业矿山救护队签订救护协议。	GB16423-2020 8.1	可研明确建立事故应急救援组织或签订救援协议。	符合
14	矿山企业应建立健全安全生产责任制，制定安全生产规章制度、安全教育培训制度和各岗位的安全操作规程。明确各岗位人员的责任和考核标准。	16423 4.1.2	可研未明确安全管理规章制度、操作规程制定要求。	不符合
15	应指定人员负责通信联络系统的日常检查和维护工作； 系统控制中心应有人值班，值班人员应认真填写设备运行和使用记录。	《金属非金属地下 矿山通信联络系统 建设规范》 AQ2036-2011 5.1、5.5	劳动定员未考虑调度室岗位定员。	不符合
16	矿山企业应当建立专职矿山救援队；规模较小、不具备建立专职矿山救援队条件的，应当建立兼职矿山救援队，并与邻近的专职矿山救援队签订应急救援协议。	《矿山救援规程》 (应急管理部令第 16 号)	可研设计设置兼职矿山救护及消防队。	符合
17	特种作业人员必须经专门的安全技术培训并考核合格，取得《中华人民共和国特种作业操作证》（以下简称特种作业操作证）后，方可上岗作业。	《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》	劳动定员内未配备焊接与热切割作业人员（电焊工特种作业）。	不符合

矿山安全管理基本符合法律法规、规范要求，但存在以下问题需要整改完善：

- （1）未明确设立安全管理机构和注册安全工程师配备要求。
- （2）但未明确五职矿、五科人员长任职要求。
- （3）可研未明确安全管理规章制度、操作规程制定要求。

3.5.4 单元评价结论

该矿山安全管理整体框架基本符合现行法规标准，但存在多项管理类临界风险及可研内容缺失、不合规问题；需针对性补充完善可研相关内容，健全安全管理组织架构、明确关键岗位人员任职条件、完善全套安全管理制度规程、配齐调度通信岗位人员，并落实各类危险因素防控措施，消除管理类重大隐患，实现安全管理体系合规、风险可控。

3.6 矿山“三化”建设单元

3.6.1 符合性评价

依据《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》（新应急〔2024〕161号）等编制安全检查表对矿山“三化”设计情况符合性评

价，结果见表 3.6-1。

表 3.6-1 安全检查表法定性评价

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
1	新（改、扩）建中型矿山，依据新建矿山特点和配套条件，在可研、初步设计阶段应结合先进工艺、先进装备、先进信息技术等制定单项或整体智能化实施方案，明确阶段任务目标、预期效果及详细的实施计划，分步开展建设	《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》	可研设计中有智能矿山设计内容。	符合
2	建立监控及自动化平台和矿井信息管理平台，满足对数据采集、计划、管理的需要，实现生产系统的集中监控、动态调度、综合指挥和决策支持	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.1.1 条	设计全厂采用 DCS 控制系统，主要具备三个功能：数据采集和处理、模拟量控制及开关量顺序控制。	符合
3	调度中心具有对矿井生产系统调度指挥、远程监控、重要场所视频监控功能，具备对安全生产、调度管理等信息的显示、报警和记录能力。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.1.2 条	设计设置智能生产集控中心，功能满足要求。	符合
4	有线通信、调度通信、无线通信互联互通，宜设置应急通信系统和救灾通信系统，地下矿山和尾矿库应当安装应急广播系统。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.1.3 条	设计覆盖采矿工业场地、选矿工业场地。设计地下矿山设置应急广播系统。	符合
5	井下作业人员管理系统实现井下人员精准定位，人员矿灯一体化管理，与信息导引发布系统和通信系统联动。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.1.5 条	可研设计设置井下人员定位系统。	符合
6	非煤地下矿山、露天矿山、选矿厂及尾矿库各业务系统的智能化建设或改造，应构建机理模型、人工智能模型、信息模型，实现生产管控、安全管控、设备管理、智能决策等服务，具备 PC 桌面、大屏展示、移动端等多种展示方式。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.4.1 条	设计智能生产管控系统满足要求。	符合
7	(六)企业数据中心 建立与矿山规模及信息化水平相适应的安全、开放、数据易于获取与高效处理的企业数据中心，为矿山应用提供基础环境支持。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.6 条	可研设计设置数据中心。	符合
8	(七)调度指挥中心 在地下矿、露天矿、选矿厂及尾矿库，建设调度指挥中心，集成智能化指挥、调度、管控、办公、培训、展示等功能，实现对井上井下各系统的统一协调管控，提供网络、视频、通信、监测、控制、远程操作、	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第 1.7 条	可研设计设置智能生产集控中心作为采选生产管理中枢，集中实现全矿生产区域监控、调度与信息管	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
	大屏幕展示等基础设施，为信息集中展现、设备集中操控、生产统一指挥提供环境及硬件支持。宜将自动化系统、安全监测监控系统、集中监控平台的操作终端在调度控制中心进行集中部署。 应实现主提升机、主变电所、主水泵房、主通风机、压风和破碎机等远程集控，现场无人值守。		理。依托电视墙大屏，展示生产数据、现场视频、管理信息及三维可视化画面，通过轮询展示全部生产运营信息，直观掌握现场作业全貌，依托管控平台完成生产统一管理调度指挥。	
9	八、采矿作业机械化建设 矿山采矿作业包含采矿凿岩、装药爆破作业、出矿及放矿作业、二次破碎作业四个基本作业工序，根据矿山生产规模、建设基础和开采条件，对采矿作业工序中机械化建设提出相关要求。 积极推广采矿台车、凿岩台车、装药台车、无轨铲装设备、振动放矿机、破碎台车或固定式破碎机等机械化装备在矿山采矿作业中的应用，推动非煤矿山采矿作业机械化建设，提高装备水平，改善作业条件，最大限度减少井下作业人员，提升矿山本质安全水平。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第八条	核心工序配备成套专用机械设备，从掘进、采剥、出矿、运输到支护、充填、防护、运维的全流程机械化作业，仅少量辅助巡检、监测人工配合。	符合
10	十三、矿井通风自动控制系统建设 通风自动化系统通过主控计算机对每一台风机进行远程集中启停控制、正反转控制，对风机运行状态和风机电流、电压、温度、风量、风压、风速、有毒有害气体浓度等参数进行实时监测，实现控制系统的远程和就地控制功能、无人值守自适应控制，最终实现节能、高效、智能控制的要求。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第十三条	设计通风系统可实时监测井下风量、风压及有毒有害气体指标，结合开采作业状态自动调控通风设备运行工况，同时依托完整的通风网路设计，规避风流短路、漏风等问题。	符合
11	二十、溜井料位监测系统建设 (一)建设要求 采用料位计实时监测溜井料位，实现料位阈值的超载、欠载预警，具备数据实时上传功能。	《新疆维吾尔自治区非煤矿山“机械化、自动化、智能化”建设标准》 第二十条	矿山井下溜井配套自动化料位检测系统，可实时在线监测溜井矿料堆放高度，动态反馈料位变化，配合生产调度自动预警超高、空仓等工况	符合
12	地下矿山：建设安全监测监控系统、人员定位系统，重点对井下风速、风量、氧含量和一氧化碳、氮氧化物、硫化物等有毒有害气体含量进行安全检测，实时监测，		可研设计设置井下监测系统、人员定位系统。各中段设置一氧化碳、氧	符合

序号	检查项目及检查内容	依据	可研情况	检查结果
	出现异常及时报警。鼓励有条件的矿山采用位移、变形、应力、压力、声发射、微震、物探等监测手段，实现对矿压和井下积水的实时在线监测，对矿区潜在或可能发生的地压、透水灾害进行预测，辅助矿山安全决策，服务矿山安全开采。		气、二氧化氮浓度，并具有声光报警功能的监测报警仪。	

本矿山项目“三化”相关设计内容基本完整、措施到位，检查项满足新疆非煤矿山三化建设相关规范条款要求。

3.7 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》的相关规定，该矿采矿工程可能构成重大危险源的物质和装置有爆破器材、储油设施。

重大危险源指长期或临时地生产、加工、搬运、使用或储存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的单元。依据《危险化学品重大危险源辨识》，与矿山有关危险源中易燃物质及临界值为汽油 200t；活性化学物质及有毒物质等在矿山没有使用。

表 3.6-1 危险物质临界量表

类别	物质特性	临界量	典型物质举例
民用爆破器材	起爆器材	1t	数码电子雷管
	工业炸药	10t	铵油炸药等
易燃液体	-50℃≤闪点<-20℃	200t	汽油
	-28℃≤闪点<60℃	5000t	柴油

根据《危险化学品重大危险源辨识》单元内存在的危险化学品为多品种时，则按式（1）计算，若满足式（1），则定义为重大危险源：

$$q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_n/Q_n \geq 1 \quad (1)$$

式中

$q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险化学品实际存在量，单位为吨（t）

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —与各危险化学品相对应的临界量，单位为吨（t）

本可行性研究报告未明确矿山柴油储存规模；经与建设单位核实，项目后期不设置地面油库，无柴油集中储存单元。结合项目实际配置综合判定：本矿山不存在危险化学品重大危险源。

4 安全对策措施及建议

在对该项目全面分析、评价的基础上，针对该矿山《可研》设计方案中存在的不足，依据国家相关安全法律、法规、标准和规范的要求，借鉴类似矿山的安全生产经验，分单元综合提出控制安全生产的补充措施，供设计单位在编写安全设施设计时使用。

通过对该建设项目存在的危险、有害因素的分析 and 危险危害程度的评价，该项目存在的危险、有害因素较多。部分危险因素危险等级高，危害程度大。因此本次评价，就预防项目中存在的主要危险、有害因素提出如下安全对策措施和建议，希望项目设计及建设单位在该项目的设计、施工及生产过程中给予充分的重视，克服项目设计和建设中缺陷和不足，提高项目建成后的本质安全水平。

4.1 设计中应进一步完善的对策措施建议

序号	评价单元	可研设计方案不足	下一阶段设计需完善内容
1	露天开采总平面布置单元	可研未说明厂区是否规划建设加油站、油料储油区域。	后续设计阶段进一步补充厂区总平面布置内容，明确加油站、储油区选址、防火间距配套设计方案，无加油站也需书面说明不予设置的依据。
2		总降变电站防护设计缺失，未界定变电站围墙材质、高度、防护隔离等建设标准。	后续设计阶段应依据电力安全规范增补总降变电站围墙建设技术要求，明确围墙高度、封闭形式。
3		挖掘机、装载机、自卸卡车等露天采掘运输工程机械未配置灭火器材的相关要求。	后续设计阶段新增设备安全管理条款，要求全部内燃工程机械随车配备适配规格干粉灭火器，并落实定期检查更换制度。
4	露天开拓运输单元	从露天采区总平面布置图上看，矿山新建主要道路部分转弯段与采场境界重叠，露天最终境界缺少通往清扫平台的道路。	后续设计阶段应进一步论证道路设置的合理性，优化道路布置，并补充相应安全对策措施。
5		矿山道路设计仅确定道路等级，未结合远期、近期矿石运输总量核算行车密度。	后续设计阶段应结合开采进度逐年运输量测算高峰时段行车密度，复核道路通行能力
6		厂区内道路未限定机动车行驶时速。	后续设计阶段应明确划分矿区主干道、采场支线限速标准，配套设置限速标识、减速带等交通管控设施。
7		未确定场内运输矿车车体宽度参数，道路宽度、会车平台设计缺少设计依据。	后续设计阶段应根据矿车车体宽度参数，对道路宽度、会车平台设计内容进行校核。
8		可研未设计矿山道路截排水、边沟、涵洞等排水系统。	后续设计阶段应补充矿山道路排水专项设计，布设路边排水沟、截水沟、过路涵洞，完善路基排水与坡面汇水疏导方案。

9		未收集并明确矿区历史最高洪水水位数据。	后续设计阶段应收集区域水文资料确定矿区历史最高洪水水位，以此校核工业场地、井口设计。
10	露天采剥单元	可研报告缺少境界固定条件下合理经济剥采比计算过程，未对比境界剥采比与经济合理剥采比，露天底标高、最大开采深度缺少技术经济论证支撑，	后续设计需补充剥采比计算、复核Ⅲ-1号矿体露天开采境界的合理性。
11		未列明挖掘机额定挖掘高度、挖掘半径、行走速度、爬坡角度核心性能参数	后续设计阶段应明确设备各项技术参数，结合设备参数校核露天开采台阶高度、采掘作业循环工艺。
12		缺少钻机穿孔作业防尘、防机械伤害、防坠物等专项安全管控措施。	后续设计阶段应增补钻机作业安全规程，涵盖湿式钻孔、钻机稳固、边坡警戒、钻机移位安全管控等措施。
13		可研未明确恶劣天气停止作业等要求。	后续设计阶段应制定极端天气停产管控细则，明确大风、暴雨、能见度不足等情形下停止穿孔、爆破、铤装运输作业的判定标准。
14		可研设计中深孔爆破，未明确凿岩机必须配备收尘设备的要求。	后续设计阶段应明确深孔爆破凿岩钻机必须配套收尘设备。
15		中深孔爆破安全防护、警戒、起爆管控、盲炮处理等爆破安全措施内容不完善，未明确爆破器材运输安全要求。	后续设计阶段应补充爆破全过程安全措施，包含爆破材料运输、爆破警戒范围划定、避炮掩体设置、盲炮处置、爆破后通风检查制度。
16		仅确定采用中深孔爆破方式，未开展不同爆破方案的技术、安全、经济性对比论证	选取2~3种可行爆破方案开展对比论证，从边坡保护、爆破震动、开采成本维度择优确定最终爆破方案
17		可研报告矿山边坡工程安全等级划分为Ⅲ级，可研设计露天矿边坡区进行在线位移监测，但未明确监测方案（监测目的、项目、方法、测点布置及预警值）。	后续设计阶段应编制专项边坡在线监测方案，明确监测目的、位移、应力、降雨量监测项目、测点布置位置、多级预警值以及超限处置流程。
18	露天开采供配电设施单元	未明确电气作业安全要求及规章制度要求。	后续设计阶段应完善电气安全管理制度章节，完整列明电气检修全流程作业审批与管控流程。
19	地下开采总平面布置单元	在地下采区总平面布置图中，拓宽改线道路布置在2号废石场下方，道路与废石场坡脚线最近距离约为道路宽度，个别地段，排弃大块岩石可能堆在拓宽改线道路上建议后续。	后续设计阶段应进一步完善废石场防滚石、滑坡相应措施。
20		可研设计地表设置窄轨运输线路及矿石转运场地，产生的废石就近堆存于沟壑内，与上方废石堆场形成整体但未明确平硐口处废石与上方已有废石堆衔接设计内容。	后续设计阶段应进一步完善平硐口处废石与上方已有废石堆衔接设计内容。
21		后期平硐口场地修建时，露采形成的废石场已经形成，设计未明确防止废石场发生滑坡、滚石或	后续设计应明确防止废石场发生滑坡、滚石或掩埋及排水沟堵塞等措施。

		掩埋及排水沟堵塞等措施。	
22	地下开采开拓单元	可研对露天转地下衔接措施内容未包括泥石流、边坡稳定性相关内容。未明确矿山进行地下开采时是否允许露天采坑边帮垮塌；是否允许地表采坑积水流至地下开采系统。	后续设计阶段应进一步完善露天转地下衔接专项方案，增加泥石流拦排工程、过渡期边坡实时监测、边坡加固支护、采坑、管控等内容。
23		未明确地下矿井各个独立安全出口直达地面的布置形式，缺少井口相互间距、矿体两翼走向长度的论证内容。	后续设计阶段应核算矿体两翼走向长度，按照安全规范确定各个井口间距，论证并明确每套安全出口独立通达地表的布置形式。
24		未清晰地论证各中段、各矿块具备两条独立且连通地面的行人安全出口，安全出口布置描述不完善；	后续设计阶段应逐一梳理各中段、矿块安全出口布局，论证两处独立人行通道连通地面的可行性。
25		可研设计各中段巷道之前见采用斜坡道连接，但未明确斜坡道长度、坡度、路面等设计内容。	后续设计阶段应确定斜坡道长度、坡度、硬化路面形式、错车道布置参数，验算无轨设备爬坡通行能力，完善斜坡道施工图设计基础条件。
26		未明确运输有轨运输巷道与运输设备之间以及运输设备与支护之间的间隙要求。	后续设计阶段应依据有轨矿车外形尺寸，明确巷道两侧、顶部安全间隙标准，校核巷道断面尺寸，不满足间隙要求时扩大巷道断面。
27		缺少溜井独立通风设施、除尘系统、污风导流至回风道的设计内容。	后续设计阶段应为溜井增设独立局部通风与喷雾除尘系统，铺设污风导流管路将含尘气流导入矿井回风道集中排出。
28		可研设计露天转地下留设 20m 保安矿柱略低于理论安全值，保安矿柱未在图纸上进行明确标注；设计 II-1、II-2、I-2、I-3、I-1 号矿体选择采用地下开采，但可研设计未明确以上矿体安全顶柱。	后续设计应进一步优化保留矿柱厚度，保安矿柱应分别标在总平面图、开拓系统平面图、剖面图和阶段平面图上。
29		可研方案未明确平巷长度、人员运送设计内容，未核定运输不平衡系数，无法精准核算运输能力、开展设备选型及车场能力校核。	后续设计结合矿山日平均出矿量、运输不平衡系数精准核算最大小时运输能力，完成电矿车选型及井底车场通过能力校核，补齐人员运送专项设计内容。
30	地下开采运输单元	未明确电机车制动方式、制动距离，未针对高原地区空气制动电机车制定制动力修正要求。	后续设计应明确电机车标准制动方式与合规制动距离，针对高原作业环境修正空气制动电机车制动力参数。
31		可研方案未明确有轨运输系统专用供电电压参数。	后续设计应结合运输设备负荷及行业规范，明确井下有轨运输系统标准供电电压，完善供电系统配套设计。
32		未明确平硐及运输线路坡度参数，未说明线路曲线段设置情况，缺失曲线半径、曲线加宽、外轨加高核心参数标准。	后续设计阶段应结合井下开拓布局与运输设备参数，明确线路坡度、曲线半径、加宽及外轨加高参数，完善线路专项设计。
33		可研方案未明确平巷交岔点设置标准、结构参数及配套设施要求。	后续设计依据矿山运输线路布局，细化平巷交岔点位置、结构尺寸及道岔配套设计内容，满足车辆安全通行要求。

34		未明确矿石溜口宽度、高度参数，未契合矿石最大块度匹配标准。	后续设计完善溜口尺寸，确保溜口宽度不小于矿石最大块度 2.5 倍、高度为宽度的 80%，固化参数纳入设计图纸。
35		未明确溜井井口、溜槽口上部及两侧防排水设施设置要求	后续设计阶段应在溜井井口、溜槽口上部及两侧配套设置完善防排水设施，细化排水布局及施工参数。
36		主运输中段矿石运输列车每班工作台数达 2.63，多列车同时运行，但未设置轨运输信号系统	后续设计阶段应按多列车运行安全规范，配套搭建有轨运输信号控制系统，实现多列车有序调度、安全联锁运行。
37	地下开采采掘单元	未明确地面沉降监测要求。	后续设计阶段应补充完善地面沉降专项监测设计方案。
38		可研缺少充填系统计量、控制设施及自动化、报警设施的设计。	后续设计阶段应增补充填计量、变频调控设备选型方案，配套自动化集中控制系统与故障报警装置，实现充填全过程在线监控与异常自动报警。
39		可研阶段未设计充填系统保温防冻措施。	后续设计内容应补充增设搅拌水加热、系统管路保温伴热及排空吹扫措施，开展低温配比试验，落实冬季充填作业管控，防止充填料浆冬季冻结引发安全隐患。
40		可研未明确是否设置井下爆破器材库，缺少井下凿岩、爆破设计内容。	后续设计阶段应明确是否设置井下爆破器材库，补充井下凿岩、爆破设计内容。
41		可研未对顶板进行分级，或提出顶板分级的管理要求。	后续设计阶段应按照岩体质量完成采场顶板分级分类，针对不同等级顶板分别制定支护标准、日常巡查制度与安全管控措施。
42	地下通风单元	可研设计方案缺少测风站内容。	后续设计阶段应补充完善测风站设计内容。
43		可行性研究通风设计方案未对通风风门的布设间距、设置数量等关键参数予以明确。	后续设计阶段应补充风门布置专项设计，结合采掘布局确定风门数量、安装间距。
44		矿区海拔超 3000m，可研选用抽出式通风系统，不符合金属非金属矿山通风相关规程规定。	后续设计阶段应对通风方式进行优化，若选用抽出式，应增大主扇装机功率，选用高原专用通风机，增设另一侧回风井变为双翼对角通风，解决单翼可靠性差问题；严格封堵所有通往地表的采空区、裂隙，减少漏风。
45		矿山海拔处于 3000m 以上高寒区域，通风阻力、风量计算未引入海拔修正系数进行校正核算。	后续设计阶段应按照高原通风规范引入海拔修正系数，验算通风阻力、需风量与风机选型参数。
46		可研通风篇章缺少天井密闭门、调节风窗的布设位置、规格、管控方式等设计内容。	后续设计阶段应增补天井井门、调节风窗布置方案，明确安装位置、断面尺寸及风量调节方式。
47		矿区地处高海拔寒冷区域，可研未编制井巷冬季防冻、入井暖风预热配套技术措施，存在井筒结冰、冻裂管路安全隐患。	后续设计阶段应增设井口暖风供热系统设计，配套井筒保温、排水防冻方案，保障冬季井巷通行与通风安全。
48		可研设计方案未明确通风系统监测设施设置要求。	后续设计中应明确通风系统监测设施设置要求。

49		可研设计方案Ⅲ号矿段地下开采未设置回风中段及出风井；Ⅰ、Ⅱ矿段最上部中段缺少回风巷，无法形成机械通风系统；缺少通风系统检测要求。	后续设计工作应在Ⅲ号矿段地下开采补充设置回风中段及出风井，完善Ⅰ、Ⅱ矿段最上部中段回风巷，构建完整机械通风系统，并补充完善通风系统相关检测要求，保障井下通风安全。
50		局部通风设计缺失风筒末端距采掘工作面合理距离、风筒阻燃等级及材质要求等管控指标。	后续设计阶段应明确阻燃型风筒技术标准，限定风筒出风口至工作面安全距离。
51		可研风量计算内容包含水泵硐室，设计井下平硐排水采用排水沟，应核实是否设置水泵硐室。	后续设计阶段应核实井下平硐排水采用排水沟方案下是否需配套设置水泵硐室，完善可研风量计算中水泵硐室相关通风计算内容。
52	地下开采供电系统	露天及井下采矿供配电设计深度不足、关键安全设计缺失，不符合矿山供配电安全强制性规范要求，无法保障采矿作业尤其是井下高危作业的供电安全性与可靠性，整体供配电系统设计不完善。	后续设计阶段应严格依据《金属非金属矿山安全规程》，补充完善露天采场移动设备配电、电缆防护及防雷接地设计和井下双回路供电、高低压保护、防爆设备选型、变电所硐室防护等专项供电内容。
53		矿山二级负荷未包括矿井通信和安全监控装置的电源设备。	后续设计阶段应明确矿山二级负荷包括矿井通信和安全监控装置的电源设备、二级符合应采用双回路供电。
54		可研设计中要求入井电缆均采用低烟低卤（或无卤）阻燃电缆，电缆型号均未标注“WD”字母。	后续设计阶段应修改电缆型号应标注“WD”字母。
55		可研设计未明确井下接地极设置要求，未明确井下局部接地要求。	可研阶段缺失该部分内容，在后续初步设计、施工图设计阶段应补充完善井下主接地极、局部接地极的位置、数量、材质及连接敷设、明确设置位置、连接方式、接地电阻具体设计内容。
56		未明确井下重点部位固定照明设置要求。	后续设计阶段应补充编制井下巷道、水泵房、变电硐室等重点部位固定照明布置方案
57	防排水与防火单元	可研报告缺失矿区历史最高洪水位、区域极端最大降雨量等水文参数。	后续设计阶段应收集矿区水文气象资料，确定矿山防洪等级与防洪标准，核定最高洪水位、历年最大暴雨参数
58		可研未对防水闸门设置方案进行说明。	后续设计阶段应结合井下开采布局、涌水风险分区完善防水闸门布置方案
59		可研缺少露天采场外围截排水系统排水能力验算，未分析外围截排水工况对采坑内部排水系统运行的影响。	后续设计阶段应核算截水沟、截洪渠过流能力，开展露天外围截排水与坑内排水协同工况分析，优化整体排水布局。
60		未确定室内消火栓栓口设计动压数值，未配套制定消火栓超压减压设计方案。	后续设计阶段应依据消防规范确定消火栓栓口动压设计值。
61		可研未细化平硐排水沟专项设计方案，缺少排水沟平面布置走向、纵向坡度、设计流速、断面型式、衬砌结构等关键设计参数。	后续设计阶段应结合平硐涌水量计算成果，补充排水沟布置形式、坡度、过流断面及结构设计。

62	安全避险“六大系统”单元	《可研报告》未设置安全避险“六大系统”章节，通信章节对井下监测监控系统、人员定位系统进行、井下通信联络及应急广播系统进行了介绍，缺少紧急避险、压风自救、供水施救设计内容。	后续设计阶段应补充完善可研报告安全避险“六大系统”独立章节，在现有通信相关内容基础上增补紧急避险、压风自救、供水施救系统专项设计内容。
63	排土场单元	运输系统章节描述矿石、废石运至各平硐口矿石堆场、废石堆场，未区分平硐口临时中转堆场与项目 2 座正式废石排土场，未说明二者转运衔接关系，造成废石堆场数量逻辑不匹配。	后续设计阶段应修改运输系统相关内容，明确平硐口为矿、废石临时中转堆场，补充废石经汽车转运至 1 号、2 号正式废石排土场的转运关系，消除堆场数量逻辑矛盾。
64		未明确废石场截、排水系统设计内容。	后续设计阶段应补充废石场截排水沟、截洪沟设计内容。
65		总平面布置仅确定了废石堆场与选矿工业场地距离，未明确与采场终了界线距离。	后续设计阶段应依据边坡安全规范核算安全间距，将废石堆场至采场终了界线距离标注至总平面布置图中。
66		可研设计方案内未明确排土卸载平台设置安全车挡。	后续设计阶段应明确排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4。
67		可研设计设置矿石转运堆场、废石临时堆场，但未按照排土场的要求进行设计；可研设计未明确排土场安全监测要求。	后续设计阶段应将矿石转运堆场、废石临时堆场按排土场相关规范开展设计，补充明确排土场安全监测相关设计要求。
69	安全管理及其他单元	未明确设立安全管理机构和注册安全工程师配备要求。未明确五职矿、五科人员长任职要求	后续设计阶段应增设专职安全管理机构设置内容，依据矿山规模配备对应数量注册安全工程师；细化五职矿长、五科管理人员学历、资质、从业年限等任职准入条件。
70		可研未结合矿山生产工艺特点，制定安全管理制度、岗位安全操作规程的编制及实施要求	后续设计阶段建议列明安全生产责任制、安全生产管理制度、各工种操作规程编制目录、编制规则与评审修订机制
71		劳动定员未考虑调度室岗位定员，未考虑配备焊接与热切割作业人员（电焊工特种作业）。	后续设计阶段应完善项目劳动定员配置，补充调度室岗位定员及焊接与热切割特种作业（电焊工）人员配置。
72	图纸问题	可研阶段图纸不全，缺少矿区地质地形图；露天采场基建终了图、露天最终境界平面图；缺少分段空场嗣后充填法采矿方法图；供电系统图。总平面布置图图例不全。	后续设计阶段应补充完善图纸，补充典型勘探线剖面图，各剖面图中应标注矿体上、下盘岩石错动角。
		无排水系统图，缺少截洪沟、可研设计露天境界上部设置两道截洪沟图纸内未体现排水沟系统布置情况。	后续设计阶段应补充完善排水系统图纸，落实露天境界上部两道截洪沟设计，图纸中完整体现截洪沟及排水沟系统布置
		区域位置图内容不全面	后续设计阶段应补充区域位置图增加矿区经纬度坐标；补全 S306 省道、哈拉奇乡、阿合奇县城；标注距离；补充相邻矿权（哈拉苏

			铜矿勘探区)。缺少典型勘探线剖面图、排水系统专题图。
		露天总平面布置图内未标注爆破警戒距离数值；缺少关键建构物：露天采场加油站、避炮掩体位置未在图中标绘；未明确露天监测点位布置情况；	后续设计阶段应完善露天总平面布置图，补充标注爆破警戒距离数值，补绘露天采场加油站、避炮掩体等关键建构物位置，明确并标注露天安全监测点位布置
		缺少排土场平面、剖面图。	后续设计阶段应补充完善排土场平面图、剖面图，在图纸中完整标注堆置台阶、排土平台标高、排土方向等关键设计参数。
73	重大危险源辨识	《可研报告》未明确柴油储量。	后续设计阶段应明确柴油等危险化学品最大储存量，并进行危险化学品重大危险源辨识。
74	采矿方法	矿体倾角大于 50° 采用分段空场嗣后充填采矿法；矿体倾角小于 30° 采用上向水平分层充填采矿法。矿区主要矿体Ⅲ-1 号矿体倾角 39°~47°，矿体倾角处于 30°~50° 中倾斜区间，不满足上述两种采矿方法的倾角适用边界。	后续设计阶段应结合矿体厚度、围岩稳固性、开采技术条件进一步论证确定适宜的充填采矿方法。
75	岩土工程勘察	目前处于可行性研究阶段，暂未完成本矿区排土场、露天边坡、平硐及竖井等工程勘察及专项稳定性论证，基础技术资料缺失。	后续设计阶段应需全面完成排土场、露天边坡、平硐及竖井岩土勘察与专项稳定性评价工作；开展排土场岩土勘察并编制稳定性专项报告，完善安全论证资料；开展露天边坡精细化勘察与稳定性验算、风险评价，明确边坡稳定等级并落实防护管控措施；完成井巷工程勘察测试，优化选址与支护方案，施工中强化超前探测与地质编录，防控塌方、涌水、边坡失稳风险，补齐技术资料、闭环安全管理，保障矿区建设与生产安全。

4.2 事故预防对策措施

4.2.1 总平面布置安全对策措施

1) 矿山总体布置应按可研确定的方案进行建设，保证采场、矿部生活区、工业场地等之间有足够的距离。减少用地，采取场地组合，建筑合并的措施。

2) 全矿生产设备按生产工艺流程顺序配置，生产作业线不交叉，采用短捷的运输线路，合理的储运方式。各生产设备点为操作人员留有足够的操作场地。

3) 矿山应在采场修建移动式避炮室，避炮室为长方形箱体式钢板结构，钢板的厚度不小于 5mm，长 2m，宽 2m，高 2m，面积 4m²。避炮室的门朝向应与爆破方向相反，并设置观察孔。避炮室可根据开采进度移动位置，避炮设施应坚固，可以抵挡飞石的冲击。

4)若矿山设置储油罐，应地埋并设置保护措施，如：温度、湿度检测、防静电、防雷措施。

5)在布置工业场地、井口地面建筑时充分考虑冻融对露天边坡的影响，将工业场地及井口地面建筑布置在露天边坡滑坡、坍塌及滚石可能造成危害的范围之外。

6)采矿工业场地的布置尽量以各矿段井口为中心，以原矿的生产运输作业线为主干，将地面建构筑物布置在井口附近，并力求运输系统短捷，原矿、材料和人员运输互不干扰。

7)通风机房靠近出风井独立设置在独立设置的变电所、值班室 30m 以外，明火作业的建筑或设施 20m 以外的清洁地段。

8)根据井口建筑物和构筑物的级划确定其保护带宽度，确保其不受地表滑坡、滚石、雪崩危害。

9)各井口与丙类建（构）筑物留设 80.0m 以上的防火间距，井口周围 200.0m 范围内无甲、乙、丙类设施和易燃、易爆物品仓库；安全出口周围设置通畅的道路；

10)基础荷载较大的建筑物，应布置在土质均匀、地基承载力较大、地下水位较低、受冻融影响较小的地段。

11)经核查地下采区总平面布置图，矿区西侧地表岩石移动退让线超出采矿证核定开采范围，该区域长期处于安全管控盲区，受井下采矿岩层扰动影响，易出现地表开裂、塌陷坑、沉降变形等问题，存在人员牲畜误入坠落、设备通行受损的安全隐患，且塌陷低洼地带及裂隙会改变地表径流，造成雨季积水汇集下渗，软化岩体、加剧塌陷滑落风险，易形成灾害恶性循环及滑坡、泥石流次生隐患，对此需落实专项防控治理工作，通过对采矿证外侧岩石移动影响区域开展全域隐患排查与精准测绘，划定高危、一般、轻微扰动分级管控区域并建立隐患台账，对高危塌陷区设置封闭式硬质围栏、全域布设安全警示标识及夜间警示设施、公示危险区域范围，同时对区内塌陷坑、裂隙、空洞采取分层回填碾压、分级针对性治理的方式，彻底消除地表塌陷坠落及积水诱发的地质安全风险，补齐采矿证外区域安全管控短板。

12)针对废石场与矿山道路、平硐口之间存在的滑坡滚石掩埋硐口、车流交叉干扰、排水相互串流诱发边坡失稳等相互影响问题，应优化总体布局，控制安全隔离距离，合理规划运输线路，避免废石堆体朝向平硐口及道路方向倾倒堆排；废石场临近道路、平硐口一侧控制台阶参数，设置拦石墙、被动防护网等滚石拦挡设施，平硐口视风险增设防护棚，同步完善废石场、矿山道路、平硐口的截排水系统，做好各排水系统衔

接，杜绝汇水互窜，防止雨水引发堆体失稳和硐口倒灌；矿山道路做好路基防护、交通警示及撒落废石清理，管控车辆通行，平硐口周边严禁堆渣，预留避险空间；同时开展边坡位移、裂缝沉降监测，强化雨季及雨后巡检排查，完善滑坡滚石应急处置及人员撤离方案，落实现场安全管理，消除三者之间相互带来的安全隐患。

4.2.2 自然灾害安全对策措施

(1) 大风危害防治措施

1) 矿山应制定防止风灾的灾害预防和处理计划，坚持收听天气预报，并使矿区道路保持畅通。

2) 矿山应为职工发放防风镜等个人防护用品，人员在作业时应按规定进行佩戴。

3) 应明确 6 级以上大风和大雪、大雨等极端天气停止作业的要求。

(2) 高温防治措施

1) 矿山应为作业人员发放防暑药等药品，并发放凉开水、菊花茶、绿豆汤、冰糖等防暑降温用品，并在中午最热的时间停止作业。夏季高温应采取避开高温时段或减少高温工作时间等措施。

2) 矿山应积极采取措施改善职工的作业环境，并在采场修建职工休息室，调整作息时间，尽量选择在气温适宜的时候进行作业。

(3) 严寒防治措施

1) 矿山给作业人员发放御寒用品，包括棉衣、棉帽、棉手套和棉鞋等，防止人员发生冻伤事故。

2) 挖掘机、装载机和车辆驾驶室设置供暖设备，挖掘机、装载机和车辆每天停止作业后将水箱的水放掉或加防冻液、防冻柴油等。

(4) 高原危害对策措施

1) 矿区不要做剧烈运动，在行走中应匀速前行，不跑步或奔跑。

2) 矿区内不要暴饮暴食，不饮酒和吸烟。

3) 生产中适量饮水，注意保暖。

4) 选用体质状况良好，适宜于从事巡坝工作的人员巡坝，禁止感冒等患病者从事巡坝工作。

5) 常备防止高原反应的药品。

(5) 防雷电安全对策措施

建（构）筑物、变配电室、井口通往井下的金属管线等应综合考虑对直击雷、感应雷和雷电波的防护，安装避雷装置，其接地电阻不大于 $10\ \Omega$ ，防雷设施应定期接受有关部门的检验，并取得检验部门颁发的检验合格证。

(6) 防低温的安全对策措施

1) 露天设置的设备及输水管线在低温条件下，应采取保温措施；地下管线埋设于冻土层以下，员工住房、配备取暖设备，室内气温应不低于 20°C ；

2) 进风巷冬季的空气温度，应高于 2°C ；低于 2°C 时，应有暖风设施。不应采用明火直接加热进入井的空气。在严寒地区，斜坡道和作为安全出口的风井井口应有保温措施，防止井口及井筒结冰；

3) 对冬季露天操作工和巡视工应提供防寒工作服，保护作业人员的身体健康。

(7) 防地震安全对策措施

开采中段高度、竖井布置以及井下破碎带的支护时，应考虑地震危害因素的影响，对重点部位，除做好防震准备工作外，应考虑地震后采取的补救措施。

(9) 春季融雪入渗对断层破碎带充水风险安全对策措施

应对 F_1 、 F_2 断层地表出露段开展裂隙封堵防渗，井下坚持先探后掘，融雪期强化断层水压与涌水动态监测，实施疏水降压，校核提升排水能力，控制断层周边采掘强度，加强破碎带支护，防范融雪入渗引发的突水及断层活化失稳风险。

4.2.3 开拓运输系统安全对策措施

4.2.3.1 露天开拓运输系统安全对策措施

1) 矿山道路应严格按照可研进行施工，上山道路的坡度、转弯半径、宽度等必须符合矿山三级道路的标准。

2) 矿山道路应根据具体情况规定各地段车速，并设置错车道、路标、护栏、车挡、警示标志等设施。矿山运输车辆应限速 10km/h 以下，以减少扬尘。

3) 矿区道路两侧有滚石危险的路段应设置警示标志，并对浮石进行清理，防止发生物体打击事故。

4) 采场等处供汽车行走的道路应根据具体情况设置护栏、车挡、警示标志等设施。

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

6) 冰雪和多雨季节道路较滑时,应采取防滑措施,汽车应有防滑措施并减速慢行。前后车距不得小于 40m。行驶时禁止急转方向盘、急刹车、超车和拖挂其他车辆。必须拖挂时,应采取有效的安全措施,并有专人指挥。

7) 作业前应及时检查道路临边设置的挡车设施是否完好,发现安全隐患应及时修整后方可作业,如遇大雪覆盖,应首先对道路及作业区的积雪进行清理,严禁用明火对燃油系统进行预热,以防发生火灾。

8) 正在装载的车辆必须制动,司机不得将身体的任何部位伸出驾驶室外,严禁其他人员上车和检修车辆。

9) 禁止矿山装矿车辆超载运行。雨天、雾天等作业条件不佳的天气尽量停止作业。矿山外部和内部运输的汽车严禁运输易燃、易爆物品;驾驶室外平台、脚踏板及车斗不准载人,禁止在运行中升降车斗。

10) 矿石由社会车辆运输,矿山应加强对运输车辆和驾驶人员的安全管理,并定期对驾驶员进行安全培训,运输车辆进入矿区范围内应服从矿山的安全管理规章制度和操作规程。

11) 依据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008),设备和管线按有关标准的规定涂识别色、识别符号和安全标识。生产设备易发生危险的部位必须有安全标志,安全标志的图形、符号、文字、颜色等均必须符合国家标准。

12) 合理选择设备,以降低工艺流程落差;选择成熟先进可靠的设备,降低故障及事故率。设备采购时,就设备本体需要巡检部位考虑检修平台,保证运转后人员通行检修的安全。

13) 设备选购时应由安全管理人员参与,选购的设备应满足机械设备运转时的相关安全要求的设备,胶带传输设备自带有相应的防护装置、联锁装置、急停装置、接地装置等安全防护装置。

14) 采购的破碎、分选、传输机械设备至少应满足机械安全类现行标准《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》(GB/T8196-2018)和《机械电气安全》(GB18209-2010)等相关标准规定的安全防护要求。

15) 在不影响使用功能的情况下,生产设备可被人员接触到的部分及其零部件应设计成不易伤人的锐角、利棱、凹凸不平的表面和较突出的部位。

16) 各单体设备、组合设备等,均应在安装时,固定好所有地脚螺栓,确保机械设备的稳固。

17) 依据《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008), 设备和管线按有关标准的规定涂识别色、识别符号和安全标识。生产设备易发生危险的部位必须有安全标志, 安全标志的图形、符号、文字、颜色等均必须符合国家标准。

18) 合理选择设备, 以降低工艺流程落差; 选择成熟先进可靠的设备, 降低故障及事故率。设备采购时, 就设备本体需要巡检部位考虑检修平台, 保证运转后人员通行检修的安全。

4.2.3.2 地下开拓系统安全对策措施

1) 可研阶段未开展平硐、竖井专项岩土工程勘察, 建议在初步设计阶段落实井巷岩土初步及详细勘察, 完成硐口、井口勘探、测绘与岩土测试, 查清边坡、构造、水文地质条件, 提供设计所需岩土参数, 依据勘察成果优化井筒硐口选址及支护治理方案, 施工过程中做好地质编录及超前探测, 规避塌方、涌水、边坡失稳风险。

2) 所有主要井巷工程严格布置在矿床开采移动影响范围之外, 选址全程避开冲积层、流砂层、断层破碎带、富含水层、软弱岩层及采空区等不良地质区段, 从源头规避围岩坍塌、突水、变形失稳风险。

3) 矿井井口标高严格控制在地表历史最高洪水位 1m 以上, 杜绝洪水倒灌隐患。优化巷道、硐室轴线布置, 使其与矿区最大主应力方向平行或呈小角度相交; 节理发育地段巷道轴线与岩体不连续面交线走向垂直, 同时结合围岩条件选取适配的巷道断面形式, 提升整体结构稳定性。

4) 采区斜坡道线路结合矿山地形、矿体赋存特征、开采顺序、各中段开采标高及卸矿点位置统筹布设, 兼顾深部开采需求。斜坡道地表出口、坑内各岔口需保障车辆通行便捷、瞭望距离充足, 全线规范设置限速警示标识。同时斜坡道布置于开采影响及远期开采移动范围之外, 规避采动变形破坏影响。主要井巷布置在设计矿床开采移动范围以外并避开冲积层、流砂层、断层、富含水层等不良岩层。

5) 充分利用围岩自承能力, 结合井筒、巷道围岩性质、地压大小、服务年限, 通过类比验算与理论计算确定合理的断面形式及支护方案, 并根据通风风速要求完成复核验算。重点强化斜坡道变坡段、巷道交叉口、围岩破碎带支护, 优先采用锚网喷、锚索联合支护, 严禁空顶裸岩作业, 常态化排查清理浮石、处置片帮隐患。

6) 对所有井巷出口支护结构开展专项抗震验算, 保障构筑物抗震稳定性。持续监测地层沉降变化, 动态分析沉降对竖井井筒的影响, 若存在沉降风险, 及时采用竖向可缩型井壁结构, 适配冲积地层沉降变形。

7) 配电硐室、采区变配电硐室统一采用非可燃材料支护，杜绝火灾隐患。各类硐室底板严格抬高，其中配电、采区变电硐室底板高出入口巷道底板 0.5m，水泵房关联区域底板抬高 0.3m，有效防范积水倒灌。

8) 通风竖井内部规范设置梯子间与专用休息室，休息硐室选址避开破碎不稳定岩层及含水层，保障作业人员休憩安全。

9) 优化风道、风井衔接结构，风道与风井连接处采用 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 圆弧形过渡，最大限度减少直角转角，降低风阻。竖风井井底与巷道衔接位置设置曲线半径 6m~8m、圆心角 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 、长度不小于 3m 的圆弧过渡段，全部采用非燃烧材料砌筑，并设置防护栅栏门。

10) 竖风井安全出口布置于梯子间一侧，优先与风道呈 90° 夹角布置。采用暗风道时，出口高于风道口 2m 以上，风道内设置密闭风门；采用明风道时，设置高度不低于 1.5m 的防护栏杆，隔离人行通道与风道，外侧出口安装向外开启的密闭门。安全出口与风井衔接处设置 4m~6m 长平巷，标高与风井梯子平台匹配，保障通行顺畅。

11) 安全出口整体采用不燃性材料砌筑，净宽不小于 1.2m、净高不小于 2m，通达地表的斜道段设置规整人行踏步，满足人员应急撤离要求。

12) 将采区斜坡道纳入矿井统一通风系统，保障巷道风量、风速达标，杜绝无风、微风、风流短路现象。定期检测巷内瓦斯、一氧化碳等有害气体浓度，超标立即停工撤人、整改通风；常态化维护风门、风墙、风筒等通风设施，杜绝漏风破损。

13) 结合矿山运输量、设备参数、行车密度、运行速度综合确定井下运输线路参数，严格管控斜坡道断面、坡度、曲率半径，满足无轨设备通行要求。巷道底板做硬化防滑处理，及时清理积水、浮渣，杜绝车辆溜车、人员滑倒。

14) 斜坡道严格执行“行车不行人、行人不行车”制度，全线设置限速、警示标识，交叉口布设防撞设施、警示灯及语音提示装置，车辆通行必须鸣笛减速、瞭望确认。巷道按规范设置避险、会车硐室，全程保持畅通无杂物堆积。

15) 运输平巷人行道侧规范布设排水水沟，尽量减少水沟穿越运输线路。水沟坡度与巷道坡度保持一致，水流速度不低于 0.5m/s；优先采用梯形断面，根据流量、坡度、粗糙度精准核算断面尺寸。水沟盖板采用厚度 $\geq 50\text{mm}$ 、强度 $\geq \text{C25}$ 的钢筋混凝土预制板，盖板宽度超出水沟上宽 200mm 以上。

16)主溜井井口格筛采用倾斜布置,配套装矿硐室设置专用操作平台及操作硐室。操作硐室接入新鲜风流,污浊风流统一汇入回风巷,硐室视野良好、便于观察装卸矿作业,预留专用安全撤离通道,底板标高高于运输平巷,全程配备照明设施。

17)溜井上口设置钢结构或钢筋混凝土挡车装置,高度不小于无轨设备轮胎直径的2/5。溜井井口、溜槽口上部及两侧配套设置防排水设施与照明装置,防范坠物、积水、视线不良引发事故。

18)配电硐室长度超6m时,两端各设置1个安全出口;长度大于30m时,中间增设1个出口,所有出口安装向外开启的铁栅栏门。水泵房关联区域设置向泵房开启的防火栅栏两用门,提升防火防灾能力。

19)中央变配电室通道断面满足最大设备运输需求,通道底板设置3%坡度坡向出口;室内电缆敷设设置3%坡度坡向水泵房硐室,避免积水浸泡线缆。

20)采区变配电硐室线缆进出、穿墙部位采用金属管防护,所有出口规范设置防护门,严格落实防火、防水、防触电管控要求。

21)井下各类巷道、岔口、避险硐室、斜坡道变坡段全程布设标准化安全警示、限速、避险标识,保障清晰牢固、夜间可视。完善防爆照明与应急逃生指示系统,消除照明盲区,明确应急撤离路线。

22)所有井下运输、凿岩、辅助设备定期检修,重点核查制动、灯光、防护系统,严禁设备带病作业,杜绝超载、超高、超宽运输。

4.2.3.3 地下运输系统安全对策措施

(1) 地面运输安全对策措施

1)从事运输作业的人员,定期组织对从事运输作业的人员进行体格检查,经检查合格者,方能继续担任原职工作。

2)按照规定为运输、装卸作业人员发放劳动防护用品,作业人员按规定穿戴劳动防护用品。

3)矿区内建(构)筑物、设备和绿化物不得侵入运输道路的建筑限界,不得妨碍视线。现有已侵入限界的围墙和各种建(构)筑物及时拆除。拆除确有困难的永久性建(构)筑物,在其投产前应予以解决;未拆除前应制定有效的安全措施,并在侵限处设置侵限警告标志。

4) 建立运输、装卸设备的技术档案，有计划地对运输、装卸设备进行大、中、小修和维修保养。新购、改装和修复后的运转、装卸设备在投入使用前，经验收或试运转、符合安全技术要求并制定安全技术操作规程后使用。

5) 厂内道路的平纵断面设计应符合 GBJ22 的有关规定，并应经常保持路面平整、路基稳固。边坡整齐、排水良好，并应有完好的照明设施。

6) 跨越道路上空架设管线距路面的最小净高不小于 5m，现有低于 5m 的管线在投产前予以解决。跨越道路上空的建（构）筑物距路面的最小净高，按行驶车辆的最大高度或车辆装载物料后的最大高度另加 0.5m~1m 的安全间距采用，并不小于 5m。如足够依据确保安全通行时，净空高度可小于 5.0m，但不得小于 4.5m。跨越道路上空的建（构）筑物以及管线，增设限高标志和限高设施；

7) 车辆经过车辆管理机关检验合格，领取号牌和行驶证后行驶。限于厂内行驶的运矿车辆按车辆管理机关规定的期限接受检验。

8) 机动车的制动器、转向器、喇叭、灯光、雨刷和后视镜保持齐全有效。行驶途中，如制动器、转向器、喇叭、灯光发生故障或雨雪天雨刷发生故障时，应停车，并在醒目处设置“注意危险”标志后进行修复。

9) 双车道的路面宽度，保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段设置警示标志。

10) 运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

11) 现场检修车辆时采取可靠的安全措施。夜间装卸车要有良好的照明条件。雾霾或烟尘影响能见度时，开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距不小于 30m，视距不足 30m 时，靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，采取防滑措施并减速行驶，前后车距不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

(2) 井下有轨运输安全对策措施

1) 井下运输机车、矿车需选用符合国家矿山安全标准的合规设备，所有运输设备必须具备产品合格证、安全性能检测报告及相关资质文件。设备进场后需完成现场验收、调试备案，确认性能达标后方可投入作业。严禁使用报废、翻新、不合格及安全性能不达标设备，严禁擅自缩减设备配置、带病设备上岗运行。

2) 建立设备班前检查、日常维保、定期检修的三级运维机制。每班作业前对机车制动系统、供电系统、灯光警示系统、操控系统及矿车连接装置、行走结构、翻转卸

料结构进行全面检查。日常作业后及时完成设备清洁、隐患排查与紧固调试，定期开展设备全面检修与性能检测，重点排查构件磨损、制动失灵、连接松动、车体变形等共性隐患，从源头杜绝设备故障引发的运输事故。

3) 按矿山运输规范足额配置备用机车及矿车，明确备用设备专属存放区域与管理责任人，做好设备防潮、防锈、防护保管。在用设备出现故障、检修、停运时，及时启用备用设备，保障运输作业连续稳定。建立设备运维台账，详细记录设备故障、检修、更换、停运信息，实现设备安全闭环管理。

4) 井下运输轨道、道岔铺设必须严格遵循矿山轨道施工规范，保证轨距标准，道床密实稳固、轨道铺设平整顺直、接头衔接严密无错台。道岔安装需确保转换灵活、闭锁可靠，针对高负荷运输路段，需强化道床加固、轨道锚固，有效防范重载运输引发的轨道沉降、变形、偏移等隐患。

5) 建立轨道专人专项巡检制度，每日对全矿井运输轨道、道岔、轨枕、道床开展全覆盖排查，重点检查钢轨磨损、断裂、轨距偏移、道岔卡阻、道床塌陷、构件缺失等隐患。对溜井周边、巷道交叉口、平硐出入口等重点路段加密巡检频次。发现线路缺陷立即停止该区域运输作业，设置安全警戒，完成整改验收合格后方可恢复通行。

6) 在轨道弯道、变坡点、巷道交叉口、道岔区域、溜井出入口、平硐口等关键危险位置，按规范设置限速标识、安全警示标识、防撞防护设施及声光预警装置。常态化清理轨道沿线杂物、积水、淤泥，保障运输通道畅通，杜绝异物卡轨、路面湿滑引发车辆脱轨、侧翻、失控等事故。

7) 矿石、废石经溜井下放转运前，必须检查溜井支护结构、防堵装置、防护盖板的完好性，确认溜井内部无堵塞、周边无安全隐患后方可作业。溜放作业实行专人监护制度，作业期间严禁人员靠近溜井口、俯身观望，严格控制单次溜放量，避免超量溜放引发堵井、坠石、物料飞溅伤人。溜井发生堵塞时，严禁人员冒险攀爬、下井处理，必须采用专用设备及合规施工方案处置。

8) 严格执行标准化运输作业流程，按照标准车辆编组开展运输作业，严禁超员、超载、超宽、超高运输，严禁超速行驶、违规会车、强行超车。根据巷道运输负荷合理规划运输车次，错峰组织物料转运，杜绝巷道内车辆拥堵、追尾、碰撞风险。运输作业全程规范开启声光警示，严格管控作业秩序，杜绝违章作业行为。

9) 矿车进入平硐口卸料区域后，需平稳停靠、锁紧制动装置，确认卸料区域无无关人员、无障碍物后，方可开展翻转卸料作业。卸料期间划定专属警戒区域，安排专

人现场监护，严禁无关人员进入作业范围，防范物料坍塌、飞溅、车辆滑动引发安全事故。

10) 严格落实井下人车分流管理规定，杜绝人车混行风险。运输作业期间，严禁人员在轨道巷道内行走、逗留、跨越轨道。全面执行“行车不行人、行人不行车”安全制度，轨道运输巷道作业前必须开启声光预警，提前警示巷道内人员撤离。人员进出井下作业区域需避开运输作业高峰，严格从指定通道通行。

11) 规范设备、材料运输管理，严禁矿车人车混装、违规装载。电机车司机、运输调度、现场监护等特种作业人员，必须经专项安全培训、考核合格并取得特种作业操作证书后，方可上岗作业，严禁无证上岗、顶岗作业。

12) 制定完善的有轨运输岗位安全操作规程，明确车辆启动、运行、制动、会车、卸料、避险等标准化操作流程。要求作业人员严格遵守作业规范，杜绝违章驾驶、违规操作、冒险作业等不安全行为。

13) 为所有运输作业、轨道巡检、现场监护人员配齐合格的安全帽、反光警示服、防滑劳保鞋等防护用品，督促作业人员上岗期间规范佩戴使用，全面提升现场作业安全防护水平。

4.2.4 露天采剥安全对策措施

(1) 采矿工艺安全对策措施与建议

1) 可研对露天开采深度，边坡角与最终边坡角，台阶高度，工作面推进方式等开采作业的主要内容均作出了规定，为全面规范露天开采作业奠定了安全生产的基础。矿山应按可研进行施工，以便在安全的前提下最大限度的开发利用矿产资源，发挥企业经济效益。

2) 矿山在开采时，应按照规程有关规定采用自上而下台阶式开采，严格执行自上而下的开采顺序，并按照可研要求的开采顺序。开采作业参数按可研进行布置，按规程进行开采，避免由于开采方式不当而导致的不安全因素。

3) 矿山所使用的凿岩设备、压气设备、铲装设备必须为正规厂家经检测合格的设备，并配备完善的安全保护装置。

4) 设备操作人员必须经过培训，并熟练掌握设备的操作规程方准上岗。

5) 矿山按时给操作人员发放防护用品，并制定规章制度，作业前需将防护用品佩戴齐全。

6) 作业前需检查安全设施及个人防护用品是否完好并佩戴正确, 并对工作场地存在的石渣、浮石进行清理。

7) 矿山在开采至临近采场最终边坡时人员需佩戴安全绳等个人防护措施。矿山在开采至临近边坡时需设置安全警戒线, 在沿采场边坡下方 300m 范围内设置安全警戒线和警示标志, 防止人员和车辆误入采场。

8) 上、下台阶同时作业时, 上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备; 超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍, 且不小于 50m。

(2) 凿岩作业安全对策措施与建议

1) 潜孔钻机在凿岩时应安装干式捕尘器。无论采用何种凿岩设备, 作业人员及助手均应佩戴防尘口罩, 并使自己处于上风向。

2) 凿岩工在凿岩过程中, 在开采基准面 2m 以上应系好安全带和佩戴个体防护用品。穿凿第一排孔时, 钻机的中轴线与台阶坡顶线的夹角应不小于 45° 。

3) 钻机作业时, 其平台上不应有人, 非操作人员不应在其周围停留。钻机与下部台阶接近坡底线的挖掘机不应同时作业。

4) 钻机靠近台阶边缘行走时, 应检查行走路线是否安全, 潜孔钻外侧凸出部分至台阶坡顶线的最小距离为 3m。

5) 钻机移动时, 机下应有人引导和监护。钻机不宜在坡度超过 15° 的坡面上行走; 如果坡度超过 15° , 应放下钻架, 由专人指挥, 并采取防倾覆措施。行走时, 司机应先鸣笛, 履带前后不应有人; 不应 90° 急转弯或在松软地面行走。钻机不应长时间在斜坡道上停留。

(3) 爆破作业安全对策措施与建议

1) 露天矿应委托专业的爆破技术人员根据露天矿实际情况编制爆破可研方案, 以爆破可研指导矿山爆破作业。

2) 露天爆破作业必须遵守《爆破安全规程》的标准。矿山应当与爆破公司签订安全生产管理协议, 明确各自的安全管理职责和责任划分, 双方应做好沟通和协调工作。矿山应对爆破作业单位资格证书等进行核查, 确保其具有相关资质及技术能力方可进行爆破作业。

3) 严禁打残眼, 禁止掏盲炮。大风、雷雨、冰雹、雨雪等恶劣天气应停止爆破作业。

4) 爆破作业要特别防止无证人员进行涉爆作业, 防止使用不合格炮棍装炮, 防

止用含油、易燃物品堵塞炮孔，工作场所不得随意摆放、储存爆破器材，应具备有炸药雷管临时保管箱。爆破前要按规定对爆破网络进行检查测定工作，避免爆破中出现部分药包拒爆，给采场带来意外的不安全因素。

5) 爆破人员必须严格执行爆破安全规程，作业前必须设置警戒，疏散其他作业人员；装药绝对禁止使用钎杆、掏勺等铁制工具；装药要避免直接冲击药包。爆破前，爆破人员必须认真通知设备、人员撤离到安全地带，并对人员、车辆的通道口布置警戒人员。为防止出现闯炮现象，警戒人员应佩戴袖标（或持指挥旗）。矿山应将警戒人员的指挥标志在矿区进行公告。爆破后，必须等足规定的时间（如 15 分钟），且确认没有危险，才可进入爆破工作面检查。

6) 爆破器材运输应做到炸药、雷管不同车运输，也不准与其他易燃、易爆物品混装运输。

7) 爆破员领取爆破器材，领取数量不得超过当班使用量，剩余的要当天退回。

8) 在装药地点爆破警戒线以外插上红旗，以标志爆破危险区，并禁止无关人员进入。

9) 起爆前必须有明显的音响和视觉信号，应使危险区的人员都能听到或看到；需设避炮设施时，避炮设施应设在冲击波危险范围之外，其结构必须坚固严密，位置和方向应能防止飞石和炮烟的危害，通往避炮设施的道路不得有任何障碍物。

10) 爆破作业可能对运输道路以及路面设施造成损坏，爆破作业时，控制炸药用量，尽量避免飞石损坏运输道路以及路面设施。

11) 爆破器材库应由专业资质单位另行设计，并采取保护措施，例如防爆型通风设施、防静电、防雷措施。

(4) 铲装作业安全对策措施及建议

1) 运输设备不应装载过满或装载不均，也不应将巨大岩块装入车的一端，以免引起翻车事故。车辆未停稳或未对准停车位不准装车。

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

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

4) 挖掘机、装载机汽笛或警报器完好。进行各种操作时，均能够发出警告信号，并听从指挥人员的指挥，车辆装满后应向运输车辆驾驶员鸣发信号。夜间作业时，车

下及前后的所有信号、照明灯须完好。

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

6) 挖掘机、装载机作业时,悬臂和铲斗下面及工作面附近,不应有人停留。

7) 挖掘机运转时,不应调整悬臂架的位置。不应用挖掘机或装载机铲斗处理粘厢车辆。

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

9) 挖掘机需在作业平台的稳定范围内行走。挖掘机上下坡时,驱动轴始终处于下坡方向;铲斗要空载,并下放与地面保持适当距离;悬臂轴线与行进方向一致。

10) 挖掘机、装载机在铲装作业前应首先对矿堆、矿区道路等进行洒水降尘,铲装作业时应轻装轻放,防止尘土飞扬,造成粉尘危害。

11) 应明确采矿、运输等辅助设备防止倾覆、翻倒的安全措施。

(5) 二次破碎作业安全对策措施与建议

1) 矿山在二次破碎作业时挖掘机周围应禁止人员围观和停留。

2) 矿山应定期对设备进行检修和保养,防止设备老化速度过快,禁止使用已淘汰的设备。矿山应定期对设备的安全防护装置进行检查和维修。

3) 矿山在二次破碎作业时产生的粉尘较大,应采取洒水降尘等措施防止发生粉尘危害。

4) 矿山在二次破碎作业时严禁采用浅孔爆破和裸露爆破破碎大块。

5) 矿山采用挖掘机安装破碎锤进行二次破碎,二次破碎场地应平整,不应在采场边坡底部进行二次破碎,并与采场边坡保持 50m 的安全距离。破碎场地周围不应存在伞檐、浮石和危岩等危险因素。

(6) 压气设备安全对策措施与建议

1) 空压机必须安装压力表和安全阀。空压机的传动部件均安装防护网和防护罩。

2) 压力表、安全阀必须定期校准。安全阀、压力调节器必须动作可靠,安全阀动作压力不得超过额定压力的 1.1 倍。

3) 矿山应定期对空压机(风包、风阀、安全阀等)进行维修和保养,并对风包上的油渍进行清洗。

4) 空压机以及压力表和安全阀应委托相关单位定期进行检测检验。

5) 矿山应选用质量合格的风管，并定期对风管进行更换。

(7) 边坡管理安全对策措施与建议

1) 矿山在工作台阶进行并段和临近采场最终边坡爆破时，应采取相关的安全技术措施，以提高采场最终边坡的稳定性。建议采用连续不耦合装药，采用预裂控制爆破，适当降低炸药单耗量、减少一次性起爆的炸药量、多打孔、少装药等措施，减轻对采场边坡的振动，保持采场边坡的完整性、稳定性。

2) 矿山采场最终境界形成的最终台阶高度为 15m，并段后 30m，矿山在清理采场边坡浮石时可将挖掘机布置在台阶顶部清理下方浮石，也可以布置在台阶底部清理上方浮石，当出现挖掘机无法清理的地方时可由作业人员佩戴安全绳下降至需要清理浮石的地段进行清理。

3) 矿山应加强对采场边坡的安全管理，配备人员和相应的设备、仪器，对边坡进行检测和维护。

4) 爆破后必须对坡面进行全面检查和处理。检查坡面有无滑落、崩塌的征兆，有无浮石和裂开的岩块，发现上述情况，必须及时消除，并做好相应记录。

5) 采场边坡出现滑坡征兆时，应及时监测和加强预报工作，尽可能采用加固措施，预防滑坡。当预防不了时，应根据预报及时将人员、设备撤离。当边坡出现岩体滑动，在地表产生缝隙时，监测人员应对滑落体开始滑落的时间、滑体大小、方向、岩性及裂缝长短、宽窄、走向、倾向，进行观测和记录。

6) 非工作帮上的浮石、安全平台上积聚的岩石，应及时清理，暴雨、化冻之后，要及时检查清扫。

7) 在工作平台、上山道路外侧以及其他有坠落危险的位置设置安全土挡和车挡。对于采场边坡危险地段必须设立安全警示、警示标志，并加强日常检查，以便及时采取措施。

8) 矿山主要负责人、安全员、班组长经常性地对台阶边坡进行安全检查，尤其要重点检查台阶较高地段、节理及裂隙发育矿（岩）较破碎地段，有无滑落或坍塌征兆，有无伞岩、浮石等不安全因素。若有安全隐患，及时制定措施处理。

9) 露天矿边界应设置可靠的围栏或醒目的警示标志，防止无关人员误入。矿山采场边界周围 2m 范围内，可能危及人员安全的树木及其他植物、不稳固材料和岩石等，应予清除，采场边界上覆盖的松散岩土层厚度超过 2m 时，其倾角应小于自然安息角。

10) 矿山应在采场周围设置“禁止靠近”、“小心滚石”、“小心坠落”等警示标志。

11) 矿山应加强对采场坡面的检查, 采场边坡存在浮石、伞檐、裂缝等危险因素时尽快对隐患进行处理。非工作帮上的浮石、安全平台上积聚的岩石, 应及时清理, 暴雨、化冻之后, 要及时检查清扫。

12) 对岩石较为破碎, 容易产生滚石的边坡采用锚杆和筛网防护, 并使用锚杆将筛网固定在边坡上, 防止发生边坡坍塌和滚石危害。

13) 金属非金属露天矿山应依据露天矿山采场边坡勘察报告、边坡稳定性研究报告和开采设计等资料, 结合露天矿山生产和揭露的地质情况, 分区评估边坡稳定性现状, 明确各分区内边坡安全、监测等级。按照最终边坡境界不同时期和不同开采要求进行边坡监测方案, 总体设计, 并按设计要求分阶段进行建设。

14) 当没有形成最终边坡时, 应在采场边坡设置临时监测点, 形成最终边坡时, 在最终边坡上设置长期监测点。

15) 采场边坡监测方案设计, 应当根据各监测项目提出不同预警级别的预警值, 预警级别应分为三级。

16) 采场边坡安全监测系统建成后, 连续无故障运行达三个月以上, 方可进行验收。

17) 露天矿山采场边坡依据高度、坡度、地质条件、稳定性等指标确定不同监测等级。

18) 露天矿山采场应结合边坡分区的安全监测等级要求, 对边坡变形、采动应力、爆破震动、水文气象和场内视频进行监测。

19) 在线监测系统应包含数据自动采集、传输、存储、处理分析及综合预警等部分, 并具备在各种气候条件下实现实时监测的能力。

20) 《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》(国家矿山局 2022 年 4 号文) 和《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) 露天矿采场高度达到 200 米及以上的边坡, 应当进行在线监测。高度 100 米及以上的边坡, 应当每年进行一次边坡稳定性分析。留存相关监测和分析数据。

(8) 高处坠落安全对策措施与建议

1) 作业人员在台阶坡面上检查或作业时, 当距坡底高度超过 2m 应系安全带, 防止

发生坠落事故。

2) 矿山在采场外侧，应设置防护栅栏、警示标志，防止人员、车辆误入跌落。

3) 矿山应在工作平台、矿区道路两侧以及其他有坠落危险的位置设置安全土挡和车挡。

4) 露天矿有坠入危险的台阶、边帮等，均需设置防护栏，并应设置明显标志和照明。

5) 高处作业时，严禁向下抛掷物体。设备的行走平台及操作场所，应保持整洁和通畅。

6) 大雾、尘雾和照明不良而影响能见度，或暴风雨、雪或有雷击危险不能坚持正常生产时，应立即停止作业，威胁人身安全时，人员应转移到安全地点。

4.2.5 地下采掘安全对策措施

(1) 井巷施工安全对策措施

1) 井巷施工单位依法取得非煤矿山安全生产许可证和相应等级的施工资质，并在其资质范围内承包工程。且工程的项目部配备与工程施工作业相适应的专职工程技术人员，其中至少有 1 名注册安全工程师或者具有 5 年以上井下工作经验的安全生产管理人员。项目部具备初中以上文化程度的从业人员比例应当不低于 50%。

2) 在施工前，向施工单位进行工程技术交底，提供与工程安全生产相关的勘察、设计、风险评价、检测检验和应急救援等资料，并保证资料的真实性、完整性和有效性。

3) 施工前应编制施工组织设计，井巷工程穿过软岩、流砂、淤泥、砂砾、破碎带、老窿、溶洞或较大含水层等不良地层时，施工前制定专门的施工安全技术措施，并按照施工组织设计进行施工。

(2) 平巷掘进安全对策措施

1) 地表部分开口严格按照设计施工，并及时支护和砌筑挡墙。

2) 出碴之前检查和处理工作面顶、帮的浮石；移动耙斗装岩机时下方不应有人。

3) 采用有轨设备施工时井口设置阻车器，并与提升系统联锁或者由专人控制；井口及掘进工作面上方均设置保险杠，并由专人控制，工作面上方的保险杠随工作面的推进而移动；斜井内人行道一侧设躲避硐室，其间隔不大于 50m；井下设电话和声、光信号装置。

(3) 天井、溜井掘进安全对策措施

1) 采用普通法掘进天井、溜井时架设的工作台牢固可靠；及时设置安全可靠的支护棚，工作面至支护棚的距离不大于 6m；掘进高度超过 7m 时设置装备完好的梯子间和溜碴间等设施，梯子间和溜碴间用隔板隔开；天井掘进到距上部巷道约 7m 时，测量人员及时给出贯通位置，并在上部巷道设置警示标志和警戒围栏；溜碴间经常保留不少于 1 次爆破的矿岩量。

2) 采用吊罐法掘进天井时上罐前检查吊罐各部件的连接装置、保护盖板、钢丝绳、风水管接头，以及声光信号系统和通信设施等是否完善、牢固，如有损坏或故障，经处理可正常使用后作业；吊罐提升钢丝绳的安全系数不小于 13，任何一个捻距内的断丝数不超过钢丝总数的 5%，磨损不超过原直径的 10%；吊罐装设可由罐内人员控制的信号装置；电缆和吊罐钢丝绳分开设在各自的吊罐孔内；升降吊罐时认真处理卡帮和浮石；作业人员系好安全带，并站在保护盖板下，头部不应接触罐盖和罐壁；升降完毕立即切断吊罐绞车电源，绑紧制动装置；禁止从吊罐上往下投掷工具或材料；天井中心孔偏斜率不大于 0.5%；吊罐绞车锁在短轨上，并与巷道钢轨断开；检修吊罐时在安全地点进行；天井与上部巷道贯通时，加强上部巷道的通风和警戒。

3) 用爬罐法掘进天井时，爬罐运行时人员应站在罐内，遇卡帮或浮石立即停罐处理；爬罐行至导轨顶端时保护伞接近工作面，工作台接近导轨顶端；禁止利用自重下降；运送导轨采用装配销固定；安装导轨时站在保护伞下先将浮石处理干净，再将导轨固定牢靠；及时擦净制动器上的油污；

4) 用天井钻机掘进天井时扩孔期间，严禁人员进入孔的下方；扩孔完毕，立即在天井周围设置栅栏和警示标志，防止人员进入。

(4) 采矿作业安全对策措施

1) 每个采区或者盘区、矿块均有二个便于行人的安全出口，并与通往地面的安全出口相通。

2) 在采矿作业前编制采矿设计，提出矿柱回采和采空区处理方案，并制定专门的安全措施。

3) 应严格保持矿柱（含顶柱）的尺寸、形状和直立度；设置专人检查和管理，确保矿柱的稳定性。

4) 作业场所的钻孔、井巷、陷坑和水仓等，均加盖或设栅栏围挡，并设置明显的警示标志。设备的转动部件外围设防护罩或围栏。

5) 大块矿石、废旧钢材、木材和钢丝绳等禁止放入井内。溜井口禁止有水流入。人员不直接站在溜井、漏斗内堆存的矿石上或进入溜井与漏斗内处理堵塞。采用特殊方法处理堵塞，经矿山企业主要负责人批准。

6) 采场放矿作业出现悬拱或立槽时人员不进入悬拱、立槽下方危险区进行处理。

7) 人员需要进入的采场有良好的照明。

8) 建立采场顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，采取监控手段和处理措施。人员需要进入的采场作业面的顶板和侧面保持稳定，矿岩不稳固时采取支护措施。因爆破或其他原因而破坏的支护及时修复，确认安全后方准作业。回采作业前处理顶板和两帮的浮石，确认安全后进行回采作业。处理浮石时，同一作业面停止其他作业；发现冒顶征兆停止作业立即进行处理；发现大面积冒顶征兆，立即撤离人员并及时上报。

9) 发现井下有危及作业人员安全的危险立即消除。当班作业结束前来不及消除时，当班负责人做好书面记录，内容包括危险状况和所采取的处理措施。下一班负责人在本班作业人员开始危险区内的作业前，确认上一班的记载内容，并告知相关作业人员上述危险状况、已采取的处理措施、为解除危险应做的工作。

10) 对下井采掘作业人员必须进行安全教育、强化、增强个人安全意识，熟悉发现和掌握事故发生的苗头、隐患和发生事故时的避灾逃生技能，以减少发生事故的伤亡程度。

11) 建立完善的入井登记制度，作业人员出入井前进行登记，下井人员严格佩戴个体防护用具（安全帽、防护手套、防护服等）。

12) 井下充填不产生或者释放有毒有害气体；采场中的顺路行人井、溜矿井、水砂充填用泄水井和通风井保持畅通；如用组合式钢筒作行人、滤水、放矿的顺路天井时，钢筒组装作业前在井口悬挂安全网；上向充填法每一分层回采完后及时充填，最后一个分层回采完后接顶密实；采场或进路充填前架设坚固的充填挡墙，并安设泄水井或泄水管道；人员不在非管道输送充填料的充填井下方停留或通行；各充填工序间有通信联络；人员和设备进入充填体面层之前确认充填体具有足够的支撑强度；采场下部巷道及水沟堆积的充填料及时清理；相邻采场或矿房的充填体达到设计强度后才能开始第二步骤采场或矿柱的回采。

(5) 爆破作业安全对策措施

1) 涉爆人员必须经培训后持证上岗，熟悉掌握爆破器材的性能、操作方法和《爆

破安全规程》规范作业。

2) 严禁将雷管、炸药合并一起整体搬运，搬运时轻拿轻放，不得摔打、抛掷。

3) 不得使用失灵、失效、过期、受潮的爆破器材。

4) 每天所需的爆破器材由专人领取。做到当日用当日领取，爆破结束后，剩余的爆破材料应及时退回，严禁乱丢乱放和私自带走、送人。

5) 井下作业定时爆破，严格控制提前或推迟爆破，如遇特殊情况必须通知附近作业人员，待全部撤离后方可爆破。爆破前做好爆破警戒工作。爆破工作面装药结束后，必须通知附近工作人员撤离到安全地点，同时在爆破工作面处设置爆破警戒牌，防止人员误进。

6) 装药采用专用的木质或竹质炮棍，装药后用炮泥填塞，并保证填塞质量。

7) 设定爆破警戒：放炮前 10min 清理现场，现场无关人员必须全部撤离；避炮的安全距离：在巷道为 150m 以外，有 90° 以上的弯道时为 80m 以外。

8) 最后一炮响完后，等待时间超过 15min，经过通风吹散炮烟，方准许爆破作业人员进入爆破地点检查。发现哑炮立即处理。若不能处理，应及时报告，并在周围设立标志；

9) 竖井、石门等处的放炮工作，人员必须在地表井口引爆。

10) 发生盲炮要及时处理，并设立明显的警示标志，严禁在盲炮孔存有药包情况下继续凿岩，对于盲炮处理不得采用简单化、盲目化，在邻近盲炮凿岩时，距盲炮孔不得小于 0.3m。

11) 爆破时警戒范围、警戒标志必须明显规范，警示信号清晰明确，并应设置专职人员进行警戒。

(6) 出矿作业安全对策措施

1) 在出矿过程中，劳动人员必须整齐穿戴个人劳动防护用品，工作地点必须有足够亮的照明设施。

2) 出矿人员作业前，必须认真检查周围作业环境，确保安全后方可作业；作业过程中要严格听从管理人员安排，不能进入采空区，不能和采场内的钻工同时作业。

3) 放矿人员和采场内的人员应密切联系，在放矿影响范围内不应上下同时作业。

4) 每个漏斗应均匀放矿，发现悬空应停止其上部作业，并经妥善处理，方准继续作业。

5) 人员不应进入漏斗内爆破大块矿石；处理漏斗卡斗及采场二次爆破时，应待下

部的放矿作业人员撤离到安全地点后方可进行,且爆破作业人员应有可靠的防坠措施。

(7) 地压管理安全对策措施

1) 合理选择井巷位置,井巷设计尽可能地避开松散、裂隙、破碎岩体构造,避免巷道走向与岩体节理、裂隙走向平行。

2) 巷道支护应合理有效,对巷道岩壁、支护材料注意观测,支护材料损坏、失效应及时维修、更换。

3) 加强采场、采空区的地压管理,对采场、采空区的观测、检测,做到定人、定时的制度化,防止塌陷、冒顶事故,并制定建立有效的防护措施和观测、检测档案。

4) 坚持合理的开采顺序,加强边帮、顶板岩体的观测、检查管理,建立数据档案以供备查。

5) 各巷道、采场中产生有裂隙、松动的浮石要及时加以处理,防止塌落伤及人员和设备。

(8) 露天转地下安全对策措施

1) 露天与地下共存期间,地下只允许开展井巷基建掘进,严禁开展任何矿体回采作业;地下大规模采矿回采达产必须在露天开采全部结束后实施。

2) 严格执行爆破互控制度:露天爆破、地下爆破严禁同时实施;实施爆破作业前,爆破单位必须书面通知另一方,撤出危险区域内全部人员、设备,确认安全后方可起爆。

3) 严格管控安全顶柱:露天生产、地下基建全过程严禁破坏、开挖、削弱安全顶柱;设置顶柱变形监测点,定期监测。

4) 绘制井上-井下对照图,明确地下岩体移动范围,地下开拓井巷严禁布置在露天岩体移动影响范围内;定期复核露天边坡稳定性,地下基建施工过程中开展边坡动态监测。

5) 制定露天-地下过渡期专项应急预案,明确边坡垮塌、爆破波及、涌水等险情处置流程,定期组织演练。

6) 安全设施设计阶段应编制《露天转地下过渡期专项安全设计》,对时空隔离、爆破管理、边坡与保安顶柱监测、人员通行管控进行专项设计。

7) 严格实行作业分区封闭管控,划分露天作业、地下基建、顶柱保护、边坡危险区域,设置隔离警示设施,严禁跨界作业。全面启用井上井下人员定位系统,实时监控人员动态,防止误入危险区域。所有作业人员须经露天转地下专项安全培训,考核

合格、交底到位后方可上岗。严禁设备车辆在边坡边缘、安全顶柱上方及岩体移动范围内停靠，防止附加荷载诱发边坡滑移、顶柱变形。

8)严格划分露天、地下安全作业边界，露天未完工区域，井下禁止开展近距离凿岩、掘进、爆破等震动作业。露天收尾、剥离作业与井下基建实行错峰施工、计划管控，严禁上下立体垂直交叉作业，规避震动扰动、高空坠物叠加风险，防止边坡失稳、围岩坍塌事故。

9)配齐边坡垮塌、透水、中毒窒息、爆破伤害等应急物资与救援设备，定期校验更新，确保随时可用。细化各险情现场处置流程，明确岗位责任，每季度开展专项应急演练，持续优化处置预案。建立露天、地下应急联动机制，设置专职联络员，突发险情即时互通信息、同步撤人、联合抢险，严防次生事故。

4.2.6 充填系统安全对策措施建议

(1)根据设计选用合适的充填材料、配合比参数，保证充填材料输送及充填体的强度要求。

(2)充填前认真做好充填准备工作。充填制备站与充填工作面之间应保持通信畅通。

(3)充填作业开始前，应对充填管道引流；充填作业完毕后，应对充填管道清洗，管道清洗宜采用水或高压风；引流水、洗管水应通过三通阀门排放至充填空区外的集水设施内。

(4)加强充填工作的指挥、监控、验收管理工作，确保充填质量达到设计要求。充填作业时，应对管路和封闭挡墙巡视，发现跑浆、漏浆等异常情况应及时处理。

(5)采用胶结充填时，每次充填结束后，应及时对设备管道进行清理，避免胶结物堵塞管道。

(6)定期检查维护充填设备及管道，保证设备处于完好备用状态，随时能够满足生产需要。

(7)做好充填作业场所的安全检查工作，消除影响作业的安全隐患。

(8)配备必要的个人安全防护用品，做好作业时的人员安全防护工作。

(9)对上岗作业人员进行安全教育及必要的岗前培训，经考核合格后方可上岗作业。

(10)在砌筑封堵墙时保证其强度，在充填时及时观察，当出现封堵墙有异常时及时通知地表充填制备站，停止送料。

(11)该矿山处于高寒高海拔地区，采用全尾砂胶结充填工艺，未设置充填料浆冬季防冻安全措施，冬季低温易造成料浆冻结、管路堵管爆管，低温抑制水泥水化导致

充填体强度不足，冻融循环会引发充填体开裂剥落，同时易造成地表搅拌、输送设备冻损，威胁采场围岩及井下作业安全；应完善地表搅拌用水加热、原材料及搅拌站保温伴热，做好充填管路保温、伴热与停机排空吹扫，开展低温充填配比试验，管控采场风流，加强充填体强度检测，编制冬季充填专项作业规程，落实巡检与应急处置，满足充填工程相关标准要求，消除冬季充填冻害安全隐患。

4.2.7 通风安全对策措施

(1) 露天开采

1) 矿山工业场地、矿部生活区、矿区道路、采场均采用自然通风，凿岩设备应设置收尘装置。

2) 矿山企业应重视粉尘对作业人员身体健康的影响，矿山应对作业人员采取有效个体防护措施，配备合格的防尘口罩，供应足量滤膜，并保证正确佩戴；凿岩人员佩戴防尘口罩。防尘口罩的阻尼率应达到 I 级标准要求（即对粒径不大于 $5\mu\text{m}$ 的粉尘，防尘率大于 99%）。

3) 矿山应当对采场、矿区道路等位置进行洒水降尘。减少装、卸矿岩的扬尘，采场、地面运矿道路应适当洒水，防止车辆运行中尘土飞扬。

4) 矿山应强化劳保用品穿戴使用监管，接尘人员作业一定要佩戴防尘口罩。强化凿岩、爆破、运输等粉尘危害较重的作业人员的个人防护。矿山每年应在职工入岗前、在岗期间、离岗后三个阶段进行职业病健康检查，对检查出的职工疾病患者，应按国家规定及时给予治疗、疗养和调离有害作业岗位，并认真改进防尘措施。

5) 建立粉尘检测制度，定期检查各产尘点空气含尘浓度。粉尘中游离 SiO_2 的含量，也应该（取样送检）测定，对粉尘超标地点采取相应的降尘措施。

6) 矿山应按照《作业场所空气中呼吸性岩尘接触浓度管理标准》的有关规定，按期对产生点和工作场所进行测尘，主要测尘点包括矿区道路、采场及生活区等，并配备粉尘检测仪。矿山无力进行时，可以委托有关部门对露天矿山大气环境及各产尘点进行系统的监测，以便采取相应的措施。

(2) 井下通风

1) 地下开采应进行专项通风系统设计。矿山应建立通风机构或配备专业通风人员，并对其进行培训，取得特种作业人员证书，持证上岗。

2) 矿井必须建立完善的机械通风系统。矿山应根据生产变化，及时调整矿井通风系统，并绘制全矿通风系统图；

- 3) 矿井通风系统的反风风量, 不得低于正常工作风量的 60%;
- 4) 合理选择矿井主扇, 其规格、型号、功率、负压应符合矿井实际, 矿井主扇安装及配套设施 (包括地面通风道、风机房、备用电机、吸风罩、扩散器及风压计、电流表、电压表、轴承温计) 要齐全并符合规程要求。
- 5) 井下主要通风构筑物 (风门、调节风窗、挡风墙或采空区密闭、测风站) 位置选择要合理, 规格质量要符合《规程、标准》要求并由专人定期检查维护, 保证进行正常;
- 6) 井下主要进风、回风及通风行人天井, 断面规格要符合设计要求, 保证风速、风量在设计和“规程”规定范围内。
- 7) 配备必要的通风测试仪表, 如测尘仪、各式风速表、风压计, 根据金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录 (KA/T2075-2019) 对矿井主通风机及叶片、矿井通风系统、局部通风机定期进行检测, 检测周期应符合 AQ 2075-2019 的要求。
- 8) 矿井风质 (包括风速、风量) 气温、有毒有害气体 (包括炮烟) 按规程要求定期测定建立记录台账。
- 9) 掘进工作面 and 通风不良的采场, 应安装局部通风设备。局扇应有完善的保护装置。
- 10) 采空区必须及时封闭, 采场开采结束后, 应封闭所有与采空区相通且影响正常通风的巷道。
- 11) 场形成通风系统之前, 不得开始回采;
- 12) 进入矿井的空气不得受有害物质的污染。矿井排出的污风, 不得对矿区环境造成危害;
- 13) 各采掘工作面之间不得采用不符合卫生要求的风流进行串联通风。
- 14) 建立日常巡检机制, 专人定期核查贯通区域、封堵设施及井下通风状况, 及时发现封堵破损、漏风、风流紊乱等问题, 落实即查即改、动态管控, 结合采掘进度持续排查新增隐患。

(2) 主扇

- 1) 主扇必须连续运转, 发生故障或需要停机检查时, 应立即向调度室和主管矿长报告;
- 2) 矿井主扇必须配备相同型号和规格的备用电动机, 并有迅速调换电动机的设施;
- 3) 主扇应有使矿井风流在 10min 内反向的措施。每年至少进行一次反风试验, 并

测定主要风路反风后的风量；

4) 主扇风机房，应设有测量风压、风量、电流、电压和轴承温度等的仪表。每班都应对扇风机运转情况进行检查，并填写运转记录。有自动监控及测试的主扇，每两周应进行一次自控系统的检查。

(3) 局部通风

1) 掘进工作面和通风不良的采场，必须安装局部通风设备。局扇应有完善的保护措施；

2) 局部通风的风筒口与工作面的距离：压入式通风不得超过 10m；

3) 人员进入独头工作面之前，必须开动局部通风设备通风并符合作业要求。独头工作面有人作业时，局扇必须连续运转；

4) 停止作业并已撤出通风设备而又无贯穿风流通风的采场、较长的独头巷道，应设栅栏和标志，防止人员进入。如需要重新进入，必须进行通风和分析空气成分，确认安全后方准进入；

5) 风筒必须吊挂平直、牢固、接头严密，避免车碰和炮崩，并应经常维护，以减少漏风，降低阻力。

(4) 井下防尘

1) 综合防尘措施：矿山作业应采取综合防尘措施，才能达到有效的除尘效果，使工作面粉尘浓度达到国家规定的卫生标准。包括：通风防尘、湿式作业、密闭尘源、个体防护、技术革新、科学管理、宣传教育、定期检查、建立职业健康管理档案；

2) 流净化措施：在入口及进入各中段的联络道内设置喷雾水幕；采用专用回风道，不影响其他作业区域；定期进行洒水降尘、清理积尘并采用湿式装矿，减少扬程；平硐内行走的柴油机驱动设备必须加装尾气净化装置，并定期检查，确保净化装置达到净化要求。

3) 凿岩防尘措施：采用湿式凿岩加通风排尘及个体防护；

4) 爆破防尘措施：在炸药爆炸的瞬间产生大量矿尘，这些矿尘往往飘散很远距离，常用的爆破防尘措施主要有喷雾降尘、水幕降尘、水封爆破等，喷雾洒水是降低爆破、装岩及其他工序产生粉尘和防尘落尘飞扬的重要措施，爆破后喷雾，除降尘外，还有消除炮烟的作用，而使通风时间缩短。喷雾洒水是将压力水通过喷雾器在旋转或冲击作用下，使水流雾化成细散的水滴喷射到空气中；

5)装、放矿岩防尘措施：装矿岩前对矿岩堆进行洒水降尘；放矿过程中采用喷雾降尘、通风排尘；

6)加强通风、局部强制通风措施，加快井下空气流动和粉尘逸散速度；

7)对接触粉尘的作业人员，配备防尘口罩，做好个人防护；

8)矿山备有通风防尘检测仪器和设施，定期测定井下粉尘和风量；

9)凿岩、出碴前，应清洗工作面 10m 内的巷壁。进风道、人行道及运输巷道的岩壁，应每季至少清洗一次；

10)防尘用水，应采用集中供水方式，水质应符合卫生标准要求，水中固体悬浮物应不大于 150mg/L，pH 值应为 6.5~8.5；

11)接尘作业人员必须佩戴防尘口罩。防尘口罩的阻尘率应达到 1 级标准要求（即对粒径不大于 $5\mu\text{m}$ 的粉尘，阻尘率大于 99%）；

12)对矿山接尘作业人员定期进行体检，严防有职业禁忌证的人员从事接尘作业；接尘作业人员应佩戴防尘口罩。每年对矿山接尘作业人员进行一次尘肺病调查，发现有疑似尘肺病、慢性中毒，应将患者调离接尘作业，并认真改进防尘措施；

13)定期体检，职工至少 1 年要做 1 次职业健康检查，发现有、尘肺等职业病时，要立即调换工种；

14)建立井下粉尘检测制度，定期对作业面含尘量进行检测，依据《化学有害因素极限值》对作业面粉尘浓度严格控制，如有超标现象，矿山必须立即停止作业，并立即整改通风系统和防尘措施后，方可再次作业。

15)本项目露采期原矿全硫 1.34%，地采期原矿全硫 1.27%。不属于高硫自燃矿山，但属于含硫矿山。矿山开采过程中硫化矿物氧化易产生酸性矿井水、硫化氢、二氧化硫等有毒有害介质，设计需针对性采取井下有毒气体监测通风治理、废石与尾矿防渗封堵、酸性废水收集处理等防控措施，并取样开展矿石自燃倾向性鉴定，核实是否存在局部自燃风险。

16)针对露天坑底与地下巷道贯通形成漏风通道、易造成井下风流短路、作业面新风不足、通风紊乱及有害气体积聚等安全风险，需全面排查贯通产生的各类漏风空洞及裂隙，根据通道尺寸与围岩稳定情况，采取砂浆封堵、混凝土浇筑、回填、砌筑密闭墙等方式实施分级永久封堵，严格验收闭环、彻底切断漏风路径；同时结合贯通后通风工况重新校核井下风量风压，优化通风网络、规范通风构筑物运维、调整通风设备运行参数，保障井下新风供给充足稳定，并建立常态化巡检机制，安排专人定期核

查贯通区域及封堵设施完好情况，做到隐患即查即改、动态管控，此外在关键区域布设通风与气体监测设备实现异常实时预警，同步落实专项安全交底与应急演练，明确险情处置及撤离流程，全面防范风流短路带来的通风安全风险。

4.2.8 供配电设施安全对策措施

1) 每台用电设备，必须设专用的控制开关，并应保持开关及护盖完好。开关、插座等必须安装可靠的防止雨淋装置。在电源线路上断电作业时，该线路电源开关把手必须加锁或设专人看管，并悬挂“停电检修，禁止合闸”指示牌。

2) 各电气保护装置（熔断器、继电器、保护接地等）电工绝缘器具、防雷设施应按规程要求进行检查和检测，并建立检测记录。

3) 设备电气保护装置（熔断器、继电器、保护接地等），应按规程要求进行检查和检测，线路跳闸后，不准强行送电，应查明原因，排除故障后，方可送电，并建立设备检修和检测记录。

4) 安装、维护电器设备，必须由专职人员操作，并持证上岗。上岗应穿戴和使用防护用品和用具进行操作。

5) 电气设备可能被人触及的裸露带电部分，必须设置保护罩或遮拦及警示标志。用电设备的电机外壳均做接地保护装置。

6) 合理选择电气设备和正确布线，无论是正常运行或故障情况下，设备或线路所产生的温度、火花、电弧等均不能引燃周围的可燃物。电气设备本身的可燃部分要采取措施，防止其燃烧或限定其燃烧范围。

7) 井下配电硐室，低压馈出线装设漏电保护装置。漏电保护装置应灵敏可靠，对其运行情况应经常检查。

8) 电器设备可能使人触电部位应设置非导电性防护罩、防护网、护栏，并设立警示标志。

9) 井下巷道拐弯处、作业点、人行道等应具备足够的照明亮度；

10) 井下供电使用中性点不接地系统；

11) 重要设备的受电开关，供电或停电必须挂工作牌，并设专人负责守护；

12) 水平巷道或倾角 45° 以下的巷道，应使用钢带铠装电缆。竖井或倾角大于 45° 的巷道，应使用钢丝铠装电缆；移动式电力线路，应采用井下矿用橡套电缆且移动电缆最长不能超过 45m，中间不得有接头；井下信号和控制用线路，应使用铠装电缆。井下固定敷设的照明电缆，如有机械损伤可能，应采用钢带铠装电缆；

13) 井下所有作业地点都应有照明;

14) 井下照明变压器应采用专用线路供电。照明电源应从其供电变压器低压出线侧的断路器之前引出。

15) 电气设备、线路的避雷、接地装置,应定期进行全面检查和检测,不合格的应及时更换或修复。

16) 变电所应有独立的防雷系统和防火、防潮及防止小动物窜入带电部位的措施;变电所的门应向外开,窗户应有金属网栅,四周应有围墙或栅栏,并应有通往变电所的道路;室外变压器四周应有不低于 1.7m 的围墙或栅栏,并与变压器保持一定距离;

17) 为井下供电的电源为中性点不接地电源,供电设备必须做好保护接地。

18) 引至井下采掘工作面的电源线,应装设具有明显断开点的隔离电器。

19) 矿山应备有地面、井下供电系统图,电气设备布置图以及电力、电话、信号等线路平面图。

20) 在水平巷道内,电缆悬挂高度和位置,应使电缆在矿车脱轨时不致受到撞击、在电缆坠落时不致落在轨道上,电力电缆悬挂点的间距应不大于 3m;

21) 不应将电缆悬挂在风、水管上,电缆上不应悬挂任何物件,电缆与风、水管平行敷设时,电缆应敷设在管子的上方,其净距应不小于 300mm;

22) 巷道内的电缆每隔一定距离和在分路点上,应悬挂注明编号、用途、电压、型号、规格、起止地点等的标志牌;

23) 采掘工作面的照明,应采用 36V 安全电压。

24) 建立电气作业安全制度,规定工作票、工作许可、监护、间断、转移和终结等工作程序。严禁非电专业人员从事电气作业。

25) 井下电气设备按规定由电气维修工进行检测,及时处理检测中发现的问题,并将检测和处理结果记录存档。

4.2.9 防排水与防灭火设施安全对策措施

(1) 防排水安全对策措施

1) 必须查明矿区范围内的积水区、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,建立水文地质资料档案;在排水设计时同时考虑露天坑汇水影响,并结合矿区特点建立和健全防水、排水系统。

2) 制定水害应急预案,每年汛期前进行防洪系统检查开展水害应急救援演练。

3) 每年雨季前组织 1 次防水检查,并编制防水计划。防水工程在雨季前竣工。

4) 持续开展长期的水文地质观测工作, 未来地下开采应坚持“有疑必探, 先探后掘”的方针, 加强生产过程中的水文地质超前预报工作。成立探放水机构, 配备相应探水设备。

5) 正确选择矿井井口位置, 保证矿井井口的标高高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高高于当地历史最高洪水位。

6) 露天采场的总出入沟口、矿山道路、工业场地以及排土场, 采取妥善的防洪措施; 山坡应在采场上方开采境界外设置截水沟, 截水沟至采场或工业场地边坡坡顶的距离, 不应小于 5m, 截洪应满足矿山排洪要求;

7) 矿山道路内侧应设置排水沟, 梯形排水沟的底部宽度, 宜采用 0.4m, 深度不宜小于 0.4m; 排水沟靠近路基一侧的边坡宜采用 1:1~1:1.5, 排水沟沟底纵坡不宜小于 0.5%, 平坡路段不小于 0.2%;

8) 进一步设计时, 应计算井下正常涌水量和最大涌水量, 并按最大涌水量配备排水设备;

9) 矿山设置工作水泵和备用水泵, 工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量。

10) 掘进工作面或其他地点发现透水预兆时, 立即停止工作, 并报告主要负责人, 采取措施。情况紧急时立即发出警报, 撤出所有可能受透水威胁的人员。

11) 设计在露天终了境界外围设 20m 厚的隔离矿柱, 对于露天与地下开采的隔离矿柱, 应有专人负责和检查, 以保证矿柱的稳定性。

(2) 防灭火安全对策措施

1) 依据 GB16423 相关要求, 总平面布置时要充分考虑建筑物的消防要求, 在矿山工业厂区和生活区, 设置消防通道, 并禁止在消防通道上堆放物料, 根据《建筑设计防火规范》的要求, 相互之间留有足够的消防距离, 道路宽度满足消防车辆的通行。

2) 矿山的工业厂区和生活区按国家颁布的有关防火规定和当地消防机关的要求, 以建筑物、材料厂和仓库建立防火制度, 备足消防器材。

3) 依据 GB16423 相关要求, 井下各种油类, 单独存放, 装油的铁桶严密封盖。禁止用火炉或明火直接加热井内空气, 或用明火烤热井口冻结的管道。

4) 井下禁止使用电炉和灯泡防潮、烘烤和采暖, 废弃的油、棉纱、布头、纸和油毡等易燃品, 放在盖严的铁筒内, 并及时运出井外处理。

5) 严禁人员在井下或井口建筑物内进行焊接工作, 必要焊接时按规定做好防护工作。

6) 给设备加注燃油时, 严禁吸烟和明火, 车辆加油时, 采用输油泵或唧管输油, 操作人员按规范进行操作; 加油过程中严格控制加油的速度; 发生跑、冒、漏油时及时处理。井下燃油设备或液压设备无漏油现象, 出现漏油应及时处理。

7) 每年编制矿井防火灾计划 (防火措施、撤出人员和抢救遇难人员的行动路线、扑灭火灾的措施、调度分流的措施、各级人员的职责等) 并报主管部门批准。

8) 主风机设反风装置, 以便在井下发生火灾事故时可根据需要在 10min 内实行反风。

9) 井下、库房等其他消防点配备适当种类的干粉灭火器。在井下配电硐室堆放一定数量的沙子作为灭火材料, 并在配电硐室的进出口安装防火门。

10) 进风巷道 (井筒)、扇风机房, 井口建筑物, 井下电机室、变配电所、设备间、维修间等硐室 (建、构筑物), 均采用不燃材料建造, 并应在其室内或邻近区位配置相应的灭火器材。

11) 按照《建筑设计防火规范》等有关规定确定用水标准。

12) 矿山电气消防措施:

① 矿山井下及工业场地等, 高、低压配电室, 控制室, 电气室等, 设置火灾自动报警系统和干粉灭火器。

② 井下输电线路通过井框、井架等部位时, 应采取有效的防止漏电或短路措施。

③ 严禁将易燃易爆器材存放在电缆接头、铁轨接头或接地极附近, 以防电火花引起火灾、爆炸。

④ 对电缆采用分层敷设, 防止互相干扰。

⑤ 使用阻燃电缆, 以及在电缆进、出口处用防火材料封堵, 以防火灾时事故蔓延。

⑥ 防静电及防雷措施: 矿山工业厂区厂房防雷接地保护分别设置避雷针、避雷带和接地网。

13) 禁止在生产运行期内的溜井中敷设电缆; 地面引至井下变电所不同回路的电源电缆线路, 其电缆间距不小于 0.3m, 在竖井中分别敷设在不同层电缆架上; 竖井井筒中的电缆不应有中间接头; 巷道个别地段的地面必须敷设电缆时, 应穿钢管、加扣角 (槽) 钢或用其他刚性不燃体做固定覆盖保护。

14) 建筑设计消防措施:

① 配电室、主电缆通道和电缆夹层在建筑上按丙类耐火等级。

② 主要进风井巷、井口建筑物、变配电室、压风机房、井下配电硐室等均应用不燃性材料建筑，室内应有醒目的标志和防火注意事项，并配备相应的灭火器材。

15) 坑内防、灭火措施：

- ① 井下液压设备出现漏油时要及时修复；
- ② 井下硐室需配备手提式泡沫灭火器、砂箱等防火器材。
- ③ 井下供水管每隔 50~100m 应设一支管和供水接头，作为消防水管。
- ④ 井下用过的废油、棉纱、布头、废纸和油毡等易燃品应放在带盖铁桶内，并及时运到地表处理。

4.2.10 排土场安全对策措施

1) 排土场设计应满足矿山开采设计总体要求，应包括选址、排土工艺设计、防排洪系统设计、安全稳定性分析、安全对策措施、安全防护距离、复垦规划、环境保护。矿山排土场应由有相应资质的中介机构进行设计。排土场的排土工艺、排土顺序、阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角以及废石滚落时可能的最大距离等参数应在设计中明确。

2) 排土场进行排弃作业时，应圈定危险范围，其滚石区应设置醒目的符合《矿山安全标志》（GB/T14161-2008）要求的安全警示标志，无关人员不应进入危险范围内；

3) 排土场平台应平整，排土线应整体均衡推进，坡顶线应呈直线或弧线，排土工作面向坡顶线方向设置 2%~5% 的反坡；

4) 在独头卸载线端部设置车挡，车挡有完好的拦挡指示和红色夜光警示牌；独头线的起点和终点应设置铁路路障指示器；

5) 排土场滚石区设置醒目的安全警示标志，禁止个人在排土场作业区或排土场危险区内从事捡矿石、捡石材和其他活动。未经设计或技术论证，不在排土场内回采低品位矿石和石材。

6) 建立排土场监测系统，定期进行排土场监测。排土场发生滑坡时加强监测工作。

7) 设置排土场排水系统，制定相应的防洪措施，并定期对排水系统进行检查、维护。

8) 矿山应对排土场进行总体规划和布置，不应在采场周围随意排土。

9) 排土场周围 20m 范围外应设置“小心滚石”、“禁止靠近”等警示标志。

10) 汽车排土作业时，应有专人指挥，非作业人员一律不得进入排土作业区，凡进入作业区内的工作人员、车辆、工程机械必须服从指挥人员的指挥。

11) 有夜间排土作业的排土场必须设置照明系统。

12) 排土场最终境界应排弃大块岩石以确保排土场结束后的安全稳定, 防止发生泥石流灾害。

13) 汽车在卸土时, 应垂直于排土工作线; 严禁高速倒车、冲撞安全车挡。

14) 排土场应对软弱基底进行处理。

15) 可行性研究阶段, 应进行排土场灾害可能性分析及稳定性初步评估, 初步设计阶段应进行排土场稳定性分析。

16) 建议设计明确平硐口处废石与上方已有废石堆衔接设计。后期平硐口场地修建时, 露采形成的废石场已经形成, 建议补充废石场发生滑坡、滚石或掩埋风险; 排水沟堵塞等措施。

4.2.11 安全避险“六大系统”安全对策措施

1) 加强领导, 将建设和完善“六大系统”工作作为“一把手”工程来抓。强化管理, 明确目标任务, 制定实施方案, 调动一切力量, 做好建设和完善“六大系统”工作。

2) 规范“六大系统”设计, 确保“六大系统”安全可靠, 保证其布局设计合理; 规范系统设备公开招标, 保证其技术先进和性能稳定; 规范建设和完善工作, 保证工程质量验收合格。

3) 安全避险“六大系统”建设使用具有矿用产品安全标志的设备和器材, 供水施救水源满足生活饮用水水质卫生要求。通信线缆应分设两条, 并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。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, 所有入井人员随身携带自救器。

4) 井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。主要通风机设置风压传感器和开停传感器; 辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。通过监测监控系统及时查询主风机的运转参数

5) 定位识别卡采用专人专卡制, 并配备不少于经常下井人员总数 10% 的备用卡; 每个下井人员携带识别卡, 工作时不得与识别卡分离; 为外来人员配备了人员定位卡。

6) 各主要生产中段和分段进风巷道的压风管道上每隔 200~300m 安设一组三通及阀门, 独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上安设一组三通及阀门, 向外每隔 200~300m 安设一组三通及阀门。

7) 紧急避险设施应设置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集中的地方，紧急避险设施外设置清晰、醒目的标识牌

8) “六大系统”建成和规范后及时开展应急救援演练，在运行和演练中对“六大系统”整体功能进行效果验证。同时，加强培训提高员工素质，做到入井人员熟悉“六大系统”相关技术知识，并能正确、安全、熟练使用，提升员工自我保护和应急救援能力。

9) 建立完善“六大系统”的技术档案和相关台账及报表，并按规定进行备份和保存。

10) 建立健全六大系统安全管理制度，树立正确的安全观，狠抓“六大系统”的投入运行工作，切实充分发挥系统应有的安全保障作用。安全管理机构加大安全检查力度，保障六大系统正常运行。

11) 井下生产系统发生变化要及时进行调整和补充完善六大系统；随着设施设备、系统的换代升级不断进行提升。保证“六大系统”运转有效，真正保障安全生产。

4.2.12 其他事故预防措施

1、坍塌预防措施

(1) 开拓工程布置安全要求

新建斜坡道、回风井应布置在矿井岩石移动塌陷范围外，确保竖井安全可靠。主要开拓工程和工程地质条件不良的场所应进行支护。根据矿床的工程地质条件，合理确定采场参数；中段运输平巷、人行通风天井等井巷工程应布置在矿体的下盘，减少巷道冒顶、片帮危害。通过收集和调查矿区的地质构造、水文地质资料，确定合理的井巷断面形状和规格，尽可能避开和减少穿过断层破碎带，减少结构面（弱面）对工作面的影响。

(2) 井巷支护管理要求

1) 围岩松软不稳固的回采工作面、采准和切割巷道，应采取支护措施；因爆破或其他原因而受破坏的支护，应及时修复，确认安全后方准作业；在稳固的岩层中开拓掘进时，企业应进行相应的支护。

2) 井巷支护方式、支护与工作面间的距离，应在井巷施工设计中规定；需要支护的井巷，中途停止掘进时，支护必须及时跟至工作面。

3) 为保持井巷的稳定, 防止井巷围岩垮塌和发生过大变形, 对于不稳固的破碎松软岩层, 必须进行井巷支护工作, 并随着掘进工作的进行, 及时安设临时支架, 且及时将临时支架换成永久性支护。

4) 严格执行“敲帮问顶”制度, 仔细检查工作面顶帮有无松动危岩、浮石, 支架有无破损和异常现象, 一经发现, 应立即妥善处理。

5) 在不稳固岩层中掘进井巷, 严格控制最大控顶距, 并经常检查支护情况, 如有损坏, 应及时修理和维护; 遇破碎带或地质条件不好时, 空顶距离一定要保持在作业规程规定范围内, 一般不超过 1.0m。

6) 对所有支护的井巷, 均应定期检查; 井下安全出口, 每月检查一次; 地压较大的井巷和人员活动频繁的巷道, 应每班进行检查。

7) 经常行人的裸露巷道, 要有人巡回检查, 对顶、帮有松动的地段, 要及时敲帮问顶并予以处理。

(3) 顶板管控要求

按照《国家矿山安全监察局关于进一步强化矿山顶板安全管理工作的通知》, 矿山顶板管理应采取以下措施:

1) 回采作业, 应事先处理顶板和两帮的浮石, 确认安全方准进行; 不应在同一采场同时凿岩和处理浮石, 作业中发现冒顶预兆应停止作业进行处理; 面临冒顶危险征兆, 应立即通知作业人员撤离现场, 并及时上报; 在井下处理浮石时, 应停止其他妨碍处理浮石的作业。

2) 建立顶板分级分类管理、敲帮问顶及围岩观测、巷道巡回检查、井巷维修、支护材料管控与工程质量验收制度; 落实主要负责人、技术负责人、分管负责人、班组及岗位人员顶板安全责任, 推行巷道包保责任制, 将顶板管理纳入考核硬指标, 完善奖惩问责机制。

3) 开展隐蔽致灾因素普查, 查清断层、破碎带、老空区、淋水等不良地质条件; 支护设计坚持“一巷一设计”, 锚杆(索)锚固至稳定岩层; 硐室、岔门等工程避开构造破碎带, 确无法避开时采取复合加强支护, 支护向正常完整围岩段延伸不少于 5m; 严格支护材料进场检验。

4) 及时处理采空区, 预防地压灾害, 防止冒顶事故的发生。

(4) 爆破作业安全要求

1) 在地质构造复杂地段掘进, 应采用控制爆破方法, 如光面爆破、微差爆破等, 以合理的爆破工艺使爆破后形成的井巷断面符合设计要求, 尽量减少对围岩的震动破坏。

2) 合理确定凿岩爆破参数, 爆破参数选用得当, 可避免因爆破而引起的坍塌事故。

3) 工作面放炮通风以后, 作业人员进入工作面时一定要检查和清理因爆破而悬浮在巷道顶板和两帮上的松动岩石。

2、高处坠落预防措施

1) 斜坡道、回风井与各中段的连接处, 应按安全规程要求设置足够的照明和高度不小于 1.5m 的栅栏或金属网, 应设置阻车器, 进出口应设置栅栏门。

2) 斜坡道井筒与水平大巷连接处应设置绕道, 作业人员不得通过提升间。

3) 井口应设置封口盘, 封口盘应设置井盖门, 井盖门两侧应安装栅栏。

4) 在溜井、天井和漏斗口上方作业和距坠落基准面 2m 以上的地点下方设置防坠保护平台或安全网, 作业人员必须佩戴安全带;

5) 当天井掘进高度超过 8m 时, 应设隔板和安全棚, 安全棚高度不超过 6m;

6) 天井、溜井和漏斗口必须设有标志、照明、护栏或格栅、盖板;

7) 上、下人员梯子或扒钉的支持点应位于井框横梁上, 梯子的倾角不得大于 80° , 平台出口要保持在 $0.6 \times 0.7\text{m}^2$ 以上。

3、物体打击预防措施

1) 回风竖井开拓时, 井口应设置临时封口盘, 封口盘上设井盖门, 井盖门两端应安装栅栏, 防止物件下坠的具体措施;

2) 井内作业人员携带的工具、材料应拴绑牢固或置于工具袋内, 不应向井筒内投掷物料或工具;

3) 用于竖井掘进用的提升容器上部设置坚固的防护伞, 以防上部物料掉落伤及容器内人员;

4) 配备必要的浮石检查和清除工具, 及时清除开采工作面的浮石和浮渣, 以防震动掉落后砸伤作业人员;

5) 做好井下各作业面溜井口、人行风井口及中段码头边沿清理工作, 防止因掉渣而导致人员受伤。

6) 溜井、天井作业时, 凿岩前下放风水管时, 应由上面的人慢慢往下放, 下面的人不能拉, 以避免将物体碰落掉下伤人; 井盖门应及时关闭;

7) 在溜井、天井上部作业的人员, 工具必须装入工具袋内, 几个人同时上、下时, 上去时背工具的走在后面, 下去时背工具的走在前面。

4、爆破事故预防措施

1) 涉爆人员必须经培训后持证上岗, 熟悉掌握爆破器材的性能、操作方法和《爆破安全规程》规范作业。

2) 禁将雷管、炸药合并一起整体搬运, 搬运时轻拿轻放, 不得摔打、抛掷。

3) 不得使用失灵、失效、过期、受潮的爆破器材。

4) 避炮场所应与爆区具有足够的安全距离, 防止爆破冲击波、飞石伤人。

5) 装药充填禁止使用铁棒作炮棍使用, 不得使用可燃物堵塞炮眼。

6) 矿山使用非电导爆管起爆, 导爆管不得打结、漏气。

7) 禁止强拉、硬拔炸药包中的雷管, 防止发生意外爆炸事故。

8) 发生盲炮要及时处理, 并设立明显的警示标志, 严禁在盲炮孔存有药包情况下继续凿岩, 对于盲炮处理不得采用简单化、盲目化, 在邻近盲炮凿岩时, 距盲炮孔不得小于 0.3m。

9) 爆破时警戒范围、警戒标志必须明显规范, 警示信号清晰明确, 并应设置专职人员进行警戒。

10) 从事爆破作业人员必须受过爆破技术训练, 熟悉爆破器材性能、操作方法和安全规程。

11) 严格按照《爆破安全规程》(GB6722-2014) 设计和操作。

12) 严格按照正常的爆破作业次序(施工准备、炮位验收、起爆体加工、装药、堵塞、起爆、检查等)作业。

13) 放炮前的联系工作要做好, 两个放炮点互有影响时, 应当一个点先放炮, 检查完毕后, 另一个点再放炮。

14) 在装药填塞作业中, 应注意以下几点安全问题:

①搬运炸药时, 每人每次不得超过规定数量, 尽量保护好炸药的外皮包装, 如有撤药应及时清扫。

②随时检查巷道的安全情况, 注意处理浮石。

③保护好传爆线, 用土埋好, 再盖上草袋。

④巷道内照明和场地照明, 都应采用低压电(36V 以下)行灯、探照灯、绝缘手电筒、矿灯, 都要有相应的安全措施。

⑤禁止用铁棍装药。如发现堵孔，在未装入导爆管前，可以用铜质金属杆处理。无法处理的，应采取措施和其他炮孔的药包一起爆掉。

⑥采用装药器装药，应有可靠的防静电措施。

15) 导爆管不得打结或在药包上缠绕，也不得在炮孔内有接头。人员必须在安全地点进行起爆。

16) 检查有无拒爆或半爆现象。检查后如果发现有拒爆药包或对全爆有猜疑时，应先设警戒，爆破后危石应设危险标志，经处理后警戒才能解除；如发现盲炮，应采取安全处理方法。

17) 在运输炸药时，必须遵守《爆破安全规程》（GB6722-2014）的各种规定，以防止炸药燃烧和爆炸。

18) 对于过期变质的爆破器材应及时销毁、严禁发放等。

5、水害事故预防措施

1) 加强矿井水文地质工作，进一步摸清采掘区域内断层、含水层赋存状况及准确位置、标高情况，及时做出水文地质分析报告，提出防范措施，做好防水、治水工作。

2) 坚持执行“有疑必探，先探后掘，不探不掘”的原则，制订出安全可靠的探放水措施。

3) 坚持定期测水制度，每次测水结果，针对井下每一出水点，建立测水台账。经常观察井下涌水变化情况，发现水量增大或异常时，要查明原因，采取措施。

4) 下山巷道掘进时配备排水设备，并经常检修，保证正常使用。

5) 接近可能发生灾害水源时，必须查明水头压力和充水情况，确定合理的防水矿柱尺寸。

6) 遇到接近含水层、断层、密集裂隙带、地质钻孔、采空区、老巷、有水害预兆采掘工作面时应进行探放水工作。

7) 采掘工作面穿越破碎带时，制定专门措施，确定合理的施工工艺和支护方式。

8) 存在承压含水层系，如隔水层厚度能承受的水头值小于实际水头值时，进行疏放降压专门水文地质工作。疏水降压时放水巷道修建必要的防水闸门和排水设施。

9) 巷道穿过含水断层时，确定探水警戒线，探水超前距离要大于 30m。当穿过断层时加强支护；穿过后，及时进行永久支护、灌浆，防止“滞后突水”。

10) 在工作面接近水害构造或隔水岩柱前，核查阻隔水矿柱的可靠性。

11) 雨季到来前，充分做好防汛工作，对排水设备（包括水泵、管路、供电线路）

进行全面检查，保证水泵完好，管路管用，排水设备灵活可靠，并备足防汛物资。露天采坑周边和工业广场内做好疏排水工作。

12) 定期清理水仓和检修排水设备，确保水仓的有效容量和排水能力。

13) 矿山应配备探放水队伍与探放水设备。

6、压风系统安全对策措施

1) 当井下突发意外情况需要压风自救系统供气时，井下风动工具均停止工作，矿山地面空压机房空压机专为井下压风自救系统供气，压风自救与矿山作业生产管路共用；

2) 根据压风自救系统建设要求，井下生产中段和分段进风巷道的压风管路上每隔 200m 设置三通及供气阀门；

3) 井下爆破时撤离人员集中地点和井下采掘作业面地点的压风管道上设置供气阀门；

4) 井下各开采中段采场人员集中地点的压风管路上安设 ZYJ (A) 型箱式压风自救装置。

7、供气系统安全对策措施

1) 储气罐上应装设压力表、安全阀等安全保护装置，并应灵活、准确、可靠；

2) 压力容器的主要受压元件发生裂缝、鼓包、变形、泄漏等危及安全的现象时，操作人员应立即采取紧急停止运行措施，并向矿长报告，进行处理；

3) 安全阀、爆破片的排放能力，必须大于或等于压力容器的安全泄放量；

4) 移动式压力容器安全阀的开启压力应为罐体设计压力的 1.05~1.10 倍，安全阀的额定排放压力不得高于罐体设计压力的 1.2 倍。

4.2.13 安全标志安全对策措施

1) 建立健全安全标识管理制度，在要害岗位、重要设备和设施周围及危险区域，设置醒目的安全警示标志，并保持完好。

2) 在露天坑入口、露天坑周围易发生危险的区域设置围栏和警示标志，防止人员误入。

1) 地下开采时沿划定的错动区范围设置围栏和警示标志，防止人员坠落。在地面主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段设置警示标志。

3) 在排土作业区设置醒目的安全警示标志。排土作业点设置清晰的带有夜光的停车标志。

4) 平硐入口设置禁止酒后入井、禁止井下随意拆卸、敲打撞击矿灯的禁止标志，注意安全的警告标志，必须佩戴矿帽、必须携带矿灯、必须随身携带自救器、必须持证上岗等指令标志。

5) 各中段绕道口设置了当心车辆通过、当心交叉路口、当心弯道、当心巷道变窄的警告标志，走人行道、鸣笛指令标志，安全出口、躲避硐室、前方慢行、路标等提示标志。

6) 主要运输巷道设置有禁止扒乘矿车、禁止扒登跳入车、禁止车闸乘人、禁止攀牵线缆、禁止停车的禁止标志，注意安全、当心车辆通过、当心弯道、当心巷道变窄的警告标志，走人行道、鸣笛指令标志，安全出口、电话、急救站、前方慢行进风巷道、运输巷道路标等提示标志。

7) 井下变配电硐室设置有禁止烟火、禁止明火、禁止启动、禁止合闸、禁止井下睡觉等禁止标志，注意安全、当心触电的警告标志，必须穿绝缘保护用品、必须持证上岗等指令标志，指示牌、安全出口等提示标志。

8) 生产采场及掘进工作面设置禁止放明炮糊炮、禁止井下睡觉等禁止标志，注意安全、当心冒顶、当心有害气体中毒、当心片帮滑坡、当心发生冲击地压、当心绊倒、当心滑跌的警告标志，必须戴防尘口罩、注意通风的警告标志，安全出口、爆破警戒线、电话提示标志。

9) 已废弃采场及掘进工作面设置禁止入内、禁止通行、禁止驶入等禁止标志，危险区域、永久封闭等提示标志。

10) 风机硐室设置禁止启动、禁止合闸、禁止同时打开两道风门禁止标志，注意安全、当心触电的警告标志。消防器材放置处设置消防器材指示牌。避险硐室设置避险硐室指示牌。

11) 电气室内的各种电气设备控制装置上注明编号和用途，并有停送电标志；电气室入口悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌，高压电气设备悬挂“高压危险”的标志牌。电气设备周围设置“当心触电”标志，停电检修时，所有已切断的开关把手均加锁，并悬挂“禁止送电”警示标牌。

12) 地面油库设置“禁止烟火”，“禁止明火”等禁止标志，“注意安全”，“当心火灾”等警告标志。

13) 爆破器材库或临时存放点设置“禁止烟火”，“禁止明火”。“注意安全”，“当心火灾”，“当心爆炸”等警告标志注意安全，“必须加锁”，“必须持证上岗”，“注意通风”等指令标识。

14) 标志牌不应设在可移动的物体上，标志牌前不得放置妨碍认读的障碍物。悬挂式和附着式的固定应稳固不倾斜，柱式的标志牌和支架应牢固地连接在一起。多个标志牌在一起设置时，应按警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右、先上后下地排列。

4.2.14 个人安全防护安全对策措施

1) 建立个体防护装备管理制度，管理内容包括采购、验收、保管、选择、发放、使用、报废、培训等内容，并制定了培训计划和考核办法。

2) 在入库前对个体防护装备由劳动防护用品管理人员、采购人员共同进行进货验收，对需要定期强检的个体防护装备，委托具有检测资质的检验检测机构进行定期检验，作业过程中如发现存在其他危害因素，现有个体防护装备不能满足作业安全要求，需要另外配备时立即停止相关作业，按照要求配备相应的个体防护装备后实施作业。

3) 购置的个体防护装备在最小贴码包装及运输包装上均具有追踪溯源标识，可通过全国性追踪溯源系统实现追踪溯源。采购人员在采购个体防护装备时需通过产品和检验检测报告的追踪溯源标识，对产品实物信息和产品检验检测报告信息进行核实。

4) 对经检验或检查不合格、超过有效期、功能已经失效的个体防护装备及时更换报废。按培训计划和考核办法定期对作业人员工作中存在的危害种类和法律法规、标准等规定的防护要求，本单位采取的控制措施，以及个体防护装备的选择、防护效果、使用方法及维护、保养方法、检查方法等进行培训，保留有培训和考核记录并存入管理档案。

5) 对新员工入职、员工转岗、个体防护装备配备发生变化、法律法规及标准发生变化等情况按照需要及时培训。作业人员熟练掌握个体防护装备正确佩戴和使用方法，作业人员个体防护装备均能正确对个体防护装备进行检查、正确使用。

6) 依据国家法律法规、标准及专业知识，针对不同作业场所、生产工艺特点、作业环境的特点，对矿山开采活动中各因素，包括人员、设备设施、使用物料、工艺方法、环境条件、管理制度等进行了系统分析。

7) 采取现场调查、测量、查阅相关记录、询问与交流等方式对作业环境中的危害因素进行分析的基础上从正常工作状态和异常工作状态、人员作业活动、设备采购贮存和输送运行维修和保养、开采工艺、环境条件、管理制度及其他辅助活动和意外情况等方面进行危险有害因素分析。

8) 依据国家法规、标准等由专业人员对危害因素进行评估，判断职业接触限值和实际的危害水平，结合危害因素存在的位置、危害方式、危害发生的时间、途径及后果，确定需要防护的人群范围，以及各类人员需要防护的部位和需要的防护水平。

9) 根据危害因素和危害评估结果，结合个体防护装备的防护部位、防护功能、适用范围和防护装备对作业环境和使用者的适合性，为作业人员配备了合适的个体防护装备。每个入井人员配备特制照明灯具矿灯（头灯或便携式矿灯）。

4.3 安全管理措施

4.3.1 安全管理措施

1) 建立健全并严格落实矿领导下井带班制度，制定矿领导下井带班考核奖惩办法和月度计划，建立和完善矿领导下井带班档案，并与工人同时下井、同时升井。下井带班矿领导要把保证安全生产作为首要责任，切实掌握当班井下的安全生产情况，加强对重点部位、关键环节的检查巡视，及时发现和处置安全隐患，制止违章指挥、违规作业、违反劳动纪律的“三违”行为，发现危及职工生命安全的重大隐患时，带班矿领导必须立即组织停产、撤人。

2) 深入开展以岗位达标、专业达标和企业达标为内容的安全生产标准化达标工作，建立和保持安全标准化系统，力争早日使矿山达到安全标准化三级以上水平；

3) 应按规定要求安装使用安全避险“六大系统（指监测监控系统、井下人员定位系统、紧急避险系统、压风自救系统、供水施救系统和通信联络系统）”，并加强日常管理和维护，及时补充完善，确保各系统正常运行；

4) 严格落实对金属非金属矿山涉及生命安全、危险性较大的矿用产品实行安全标志管理的规定，对矿山各设备应按要求购置具有安全标志证书的矿用产品。铲装运输设备应定期进行维护保养。

4.3.2 安全管理机构和人员

为保证矿山建设工程项目的顺利实施，必须有合理而有效的安全管理机构，因此，提出以下的建议：

1) 按要求配备“五职”矿长：指矿长、总工程师和分管安全、生产、机电的副矿长，“五职”矿长必须有主体专业大专以上学历且有 10 年以上矿山一线从业经历。配备“五科”专业技术人员是指负责生产技术、通风、机电运输、地质测量、安全管理工作职能部门的技术人员，上述职能部门的主要负责人必须为主体专业毕业且有 5 年以上矿山一线从业经历。

2) 根据《中华人民共和国安全生产法》的规定，设立专门的安全生产管理机构，并配备足够的专职安全生产管理人员，专职安全生产管理人员应从事矿山工作 5 年以上、具有相应的矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿山生产系统。专职安全生产管理人员应依法接受培训，并取得合格证。该项目在建设及生产过程中，应建立专门的安全生产管理机构，配备安全总监及专职安全生产管理人员。

3) 安全生产管理人员中应有注册安全工程师。安全生产管理机构要组织或者参与拟订安全生产规章制度、操作规程和生产安全事故应急救援预案；组织或者参与安全生产教育和培训，如实记录安全生产教育和培训情况；督促落实重大危险源的安全生产措施；组织或者参与应急救援演练；检查安全生产状况，及时排查生产安全事故隐患，提出改进安全生产管理的建议；制止和纠正违章指挥、强令冒险作业、违反操作规程的行为；督促落实安全生产整改措施；组织或参与安全生产责任制的考核，提出健全完善安全生产责任制的建议；督促落实安全生产风险管控措施和重大事故隐患整改治理措施；组织安全生产检查，对检查发现的问题和生产安全事故隐患按照有关规定进行处理，并形成书面记录备查。

4.3.3 建立健全安全生产管理制度

1) 进一步完善各部门、主要负责人及其他分管负责人、各部门负责人、岗位作业人员及其他从业人员，使其应当涵盖全体人员和全部生产经营活动，制定安全生产责任考核标准及奖惩措施；并每年对安全生产责任制落实情况进行监督考核。考核结果在本单位公示，并向从业人员通报。

2) 进一步完善安全生产会议制度、安全生产资金投入保障制度、安全生产教育和培训制度、安全生产风险分级管控制度、生产安全事故隐患排查治理制度、重大危险源管控制度、危险作业管理制度、劳动防护用品采购、配备和使用管理制度、安全设备管理制度、特种作业人员管理制度、生产安全事故应急救援、报告和调查处理制度、设计管理制度、灾害情况发生重大变化及时报告和出现事故征兆等紧急情况及时撤人制度等制度及岗位操作规程，使其满足地下开采的管理要求。

3) 制定并严格执行采矿工艺管理制度、提升运输系统管理制度、防排水系统管理制度、防灭火系统管理制度、安全避险“六大系统”系统管理制度、变化管理制度、紧急撤离管理制度、顶板分级管理制度、采空区管理制度、地表塌陷区管理制度、井巷（硐室）维护与报废管理制度。

4.3.4 安全培训与考核

1) 矿山安全教育和培训，是搞好矿山安全工作的基础。教育培训内容包括安全思想教育、安全法规教育、劳动纪律教育、结合该矿实际进行安全知识和技术培训、事故征兆识别及躲避自救知识、典型事故分析等。

2) 矿山企业主要负责人、安全管理人员和特种作业人员必须经相关机构培训合格、取得相应资格证后，方可上岗工作。

3) 矿长和主管安全生产、技术工作的副矿长必须持有《安全任职资格证书》；

4) 基层领导和安全员应了解国家的安全生产方针、政策、法规、规章制度等，熟悉安全管理方法，掌握基本的矿山安全技术知识和所管辖范围的各工程安全操作规程；

5) 对从业人员进行安全生产教育和培训，保证各岗位人员具备必要的安全生产知识，熟悉安全生产规章制度和本岗位安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。落实新工人（含临时工）的“三级”安全教育工作、新工人接受教育培训的时间不得少于 72h，调换工种和采用新工艺作业的人员，也应重新培训合格；

6) 对入矿参观、考察、实习、学习、检查等的外来人员进行安全教育，并由熟悉本矿山安全生产系统的从业人员带领进入作业场所。

7) 特种作业人员必须按国家有关规定培训合格，取得操作资格证书后，才能上岗作业；

8) 矿山还应根据生产形势，召开班前班后会、安全调度会等会议。所有生产作业人员，每年接受在职安全教育，培训的时间不得少于 20h；采用新工艺、新技术、新设备、新材料时，对有关人员进行专门培训和考试。

9) 建立安全生产教育和培训档案，如实记录安全生产教育和培训的时间、内容、参加人员以及考核结果等情况。

4.3.5 保证安全经费和工伤保险投入

1) 建设期间的安全投入应列入矿山工程投资概算之中，安排安全生产专项资金，保证安全设施所需的资金投入。

2) 应按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）规定，依据开采的原矿产量提取安全费用，并应专户核算，专款专用，不断改善矿山安全生产条件。

3) 项目建设和投产后，所有从业人员必须参加工伤保险，并及时足额缴纳工伤保险费和安全生产责任保险。

4.3.7 隐患排查和治理

1) 建立安全生产风险分级管控制度，定期开展安全生产风险评估和危害辨识，按照国家有关规定及时排查安全生产风险，并将安全生产风险区分为不同等级严格管控。

2) 建立健全重大安全生产风险辨识、评估、管控和报告制度，将重大安全生产风险辨识、评估、管控、报告工作，纳入本企业全员安全生产责任制体系。并每年应当至少开展一次安全生产风险辨识、评估，组织安全生产管理人员、工程技术人员或者聘请相关专家、第三方服务机构，全方位、全过程辨识和评估生产工艺、设备设施、作业环境、安全管理和人员行为等方面存在的安全生产风险。

3) 在与施工单位、监理单位签订安全生产管理协议时，明确双方安全生产风险辨识、评估、管控和报告责任。并按照约定督促施工、监理单位履行风险辨识、评估、管控和报告职责。

4) 对于重大安全生产风险管控，采取管控措施，制定专项风险管控方案，加强巡查、排查，设置重大风险警示标志，禁止无关人员进入并限制作业人数。主要负责人每季度至少组织一次重大安全生产风险专项管控方案和风险管控措施的落实情况“回头看”。并将重大安全生产风险管控情况向职工代表大会报告。

5) 在醒目位置和重点区域分别设置重大安全生产风险公告栏，制作岗位安全生产风险告知卡，标明重大安全风险、可能引发事故类型、事故后果、管控措施、应急措施及报告方式、监督举报方式等内容。

6) 建立健全生产安全事故隐患排查治理制度，定期组织开展事故隐患的排查，并落实整改措施、责任人员、资金投入、整改时限和应急预案，及时消除事故隐患。重大生产安全事故隐患排查治理情况应当如实记录，并向主管部门报告。

4.3.8 安全技术管理

1) 建立安全技术管理体系。企业法定代表人负责建立以技术负责人为首的技术管理体系，技术负责人对矿山安全生产技术工作负责。矿山设立技术管理机构，建立健全

全安全技术管理制度，配备具有采矿、机电、地质及测量等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专技术人员，每个专业至少配备 1 人。

2) 加强技术基础工作。技术负责人负责制定矿山年度灾害预防计划，并根据实施情况及时修改完善。严格按照《金属非金属矿山安全规程》和相关技术规范等规定，绘制矿山相关图纸，图纸要与实际相符。对矿山地质情况、开采情况、周边采空区情况等要由技术人员定期进行分析，制定针对性的安全技术措施，并形成完整的技术基础资料；

3) 加强重点生产场所的技术管理。矿山应加强采空区等的技术管理工作。严格制定并执行防治重大灾害事故的安全技术措施，配备相应的人员和监测设备。技术负责人每季度组织一次重大灾害调查，制定相应的专项防治措施；

4) 严格执行地下矿山机械通风的有关规定。地下矿山要按照《金属非金属矿山安全规程》及相关要求，建立通风管理制度，完善机械通风系统，加强作业场所的通风管理；

5) 积极推广先进适用技术。积极采用井下作业人员定位跟踪系统等先进技术和装备，改善作业条件 and 环境；

6) 及时解决安全生产技术问题。技术负责人要及时组织技术分析会议，研究解决安全生产技术问题。重大事故隐患或技术难题，应聘请相关专家进行分析论证，采取有效措施，确保安全生产。

7) 加强技术资料管理，保存并根据实际情况的变化及时更新：矿区地形地质图、水文地质图（含平面和剖面），露天开采：总平面布置图，最终境界平面图，典型勘探线剖面图，排水系统图，供配电系统图，露天采矿方法图，监测系统图；地下开采：开拓系统图，中段平面图；通风系统图，井上、井下对照图，压风、供水、排水系统图，通信系统图，供配电系统图，井下避灾路线图，相邻采区或矿山与本矿山空间位置关系图。图中应正确标记已掘进巷道和计划掘进巷道的位置、名称、规格，采空区和已充填采空区、废弃井巷和计划开采的采场的位置、名称与尺寸，通风、防尘、防火、防水、排水等主要设备和设施的位置，风流方向，人员安全撤离的路线和安全出口，井下通信设备位置，采空区及废弃井巷的处理方式、进度、现状及地表塌陷区的位置。

4.3.9 外包工程管理

1) 矿山与承包单位要在外包工程开工前，并在签订工程承包合同时，签订安全生产管理协议。矿山要在安全生产管理协议中明确安全投入的项目及项目金额或者投入比例，并监督承包单位将各项安全投入落实到位；要切实履行安全生产管理协议约定的各项责任，做好隐患排查与治理、安全教育与培训、事故应急救援、安全检查与考评等工作。

2) 矿山应当按照国家有关规定，做好应急预案的备案和衔接工作，在接到外包工程事故报告后，要立即启动相关事故应急预案。实行总发包的，要督促总承包单位统一组织编制外包工程事故应急预案；实行分项发包的，要将承包单位编制的外包工程现场应急处置方案纳入矿山应急预案体系，并定期组织演练。

3) 承包单位应依法取得非煤矿山安全生产许可证和施工资质，并保证其施工资质与承揽工程的规模相匹配。

4) 承包单位应加强对项目部的安全管理。承包单位要健全项目部安全生产责任体系，完善安全生产规章制度，配备专职安全管理人员和有关工程技术人员，确保项目部负责人具备安全资格。要对项目部每半年至少进行一次安全检查，每年至少进行一次安全教育培训与考核。

5) 加强施工现场安全生产管理。承包单位要把施工现场管理作为外包工程安全管理重点，依照有关规定制定施工方案，定期排查并及时治理事故隐患，落实各项规章制度和操作规程。承包地下矿山工程的，承包单位要严格执行领导带班下井制度，其项目部负责人不得同时兼任其他工程项目部负责人。

4.3.10 现场管理

1) 加强作业现场劳动组织管理。建立和完善作业人员岗位责任考核制度，所有作业人员必须严格执行作业规程、操作规程，履行岗位责任，遵守劳动纪律。严肃查处“三违”（违章作业、违章指挥、违反劳动纪律）行为，制定能够有效制止“三违”现象的管理规定；

2) 严格从业人员劳动管理。矿山对录用的从业人员（包括农民工），必须按规定到当地劳动保障部门办理录用、备案手续，完成就业前培训，依法与从业人员签订劳动合同，参加工伤保险。严禁使用女职工从事矿山井下作业；

3) 矿山要害岗位，重要设备和设施及危险区域，应严加管理，并设置照明和警示标志；

4) 所有安全设施, 如防尘、防火、防爆等设备和设施, 不得毁坏或挪作他用, 未经主管部门许可, 不得任意拆除;

5) 必须建立健全出入矿井的考勤制度和检查制度。

4.3.11 加强应急准备

1) 本工程重大事故应急预案制定的重点是: 在现有工程已编制的事故应急预案的基础上进一步健全和完善。以做到事故应急救援预案的“预防为主、自救为主、统一指挥、分工负责”。

2) 事故应急救援预案编制体系

3) 事故应急救援预案由综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案构成。综合应急预案主要从总体上阐述事故的应急工作原则。在综合应急预案基础上建议编制修订滑坡、片帮冒顶、水害、火灾、民用爆破器材爆炸、地压灾害专项应急预案。物体打击、场(厂)内机动车辆致害、机械致害、高处坠落、触电、容器爆炸、淹溺、中毒和窒息事故编制现场处置方案。

4) 应急预案管理

① 建立应急预案定期评估制度, 应急预案编制或修订后由企业主要负责人组织包括有关安全生产及应急管理方面的专家对预案基本要素的完整性、组织体系的合理性、应急处置程序和措施的针对性、应急保障措施的可行性、应急预案的衔接性等进行分析, 并对应急预案是否需要修订作出结论。应急预案演练结束后, 主要负责人组织相关人员对应急预案演练效果进行评估, 撰写应急预案演练评估报告, 分析存在的问题, 并对应急预案提出修订意见。各专业队经演练后进行讲评和总结, 及时发现事故应急预案中存在的问题, 并从中找到改进的措施。

② 应急预案经论证后, 由主要负责人签署, 向本单位从业人员公布, 并及时发放到有关部门、岗位。同时将有关事故风险的性质、影响范围和应急防范措施告知其他车间和人员。

③ 应急预案在公布之日起 20 个工作日内, 主要负责人负责向应急管理部门进行告知性备案或通过生产安全事故应急救援信息系统办理生产安全事故应急救援预案备案手续。当应急预案修订涉及组织指挥体系与职责、应急处置程序、主要处置措施、应急响应分级等内容变更修订后公布之日起 20 个工作日内, 主要负责人负责重新办理备案。

④ 主要负责人负责制定年度应急演练计划，每年组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年组织一次现场处置方案演练，并将演练情况报送所在应急管理局。

⑤ 应急预案编制后经论证、备案、发布后，主要负责人组织开展应急预案、应急知识、自救互救和避险逃生技能的培训活动，使有关人员了解应急预案内容，熟悉应急职责、应急处置程序和措施。应急培训的时间、地点、内容、师资、参加人员和考核结果等情况应当如实记入本单位的安全生产教育和培训档案。

5) 建议企业建立应急救援队伍、配备应急物资、应急通讯设施，并与有能力的单位签订救援协议。

4.4 矿山“三化”建设措施

(1) 聚焦露天矿山核心作业工序，实现机械化全覆盖，彻底取缔高危人工操作。剥离采掘环节，全面应用大型智能挖掘、钻孔、爆破辅助机械，实现采掘工序机械化率100%；破碎转运环节，配套智能破碎、连续输送设备，搭建破碎、筛分、转运一体化机械作业体系；运输环节，推广纯电、混动智能矿卡及自动化运输设备，替代人工驾驶，降低运输风险；边坡治理、排土场整理等辅助作业，全程采用机械化施工，杜绝人工高处、临边作业。

(2) 针对固定作业与辅助生产系统，推进自动化改造。生产作业上，搭建集中操控系统，实现钻孔、破碎、输送等设备联动自动化，可动态调整作业参数；辅助系统上，升级供水、供电、除尘喷淋等设备，适配新疆风沙环境，实现参数超标自动启停、故障自动报警；安全监测上，部署边坡、沉降、气象等在线监测设备，自动数据分析、风险预警，替代人工巡检；运输管控上，搭建智能调度系统，实现矿卡路径规划、状态监控、装卸匹配自动化，减少人工误差。

(3) 依托 5G、物联网、AI 视觉、三维建模等技术打造智慧矿山。搭建矿山三维数字化模型，实现场景可视化、进度动态模拟、储量智能核算；应用智能无人开采装备，实现矿石精准破碎、设备故障自诊断预警；建设一体化智能管控平台，整合生产、安全、设备、环保、人员管理全模块；部署 AI 抓拍、电子围栏等智能防控设施，防范边坡垮塌、车辆碰撞、违规作业等风险。

(4) 围绕井下掘进、采矿、支护、出渣、运输等高风险岗位，全面推进机械化改造。采掘环节应用智能掘进机、凿岩台车等设备，规避顶板坍塌、爆破伤人风险；支护环

节推广智能锚固、机械化支护设备，取缔人工高空支护作业；出渣运输环节采用智能铲运机、自动化运输设备，实现井下转运、清渣机械化；严格管控井下作业人数，逐步实现高危岗位无人化、少人化作业。

(5) 针对井下环境密闭、风险隐蔽的特点，升级核心系统。对通风、排水、供电、提升等关键系统自动化升级，实现自适应启停、参数调节；全覆盖部署瓦斯、粉尘、有毒有害气体等监测设备，实现环境风险实时管控、超标预警；改造提升、皮带运输系统，具备自动运行、过载保护、故障急停功能；搭建应急联动系统，险情发生后自动断电、启动通风、触发预警，提升应急处置能力。

(6) 依托智能技术补齐井下管控短板。搭建井下全覆盖智能感知网络，实时采集人员、设备、环境、工况数据；在巡检、排查、应急等高危场景应用井下智能机器人，替代人工涉险作业；整合各类系统数据，搭建智能调度平台，实现生产工序联动、设备智能研判、计划优化；通过大数据分析构建智能预警体系，提前预判顶板、透水、气体超标等风险，实现从被动处置向主动防控转变。

(7) 针对新疆矿山偏远分散、信号薄弱、高寒风沙的特殊环境，完善智能化基础设施。全域升级 5G 专网、工业物联网、数据传输基站，解决网络卡顿、数据断连问题；配套建设专用机房、防尘防冻运维场地，做好智能设备与控制系统防护，保障设备稳定运行。

(8) 建立矿山“三化”专项培训机制，定期组织作业人员、运维人员、管理人员开展机械化设备操作、自动化系统运维、智能化平台操作培训，配套开展实操考核、应急演练，杜绝不会操作、不会运维、闲置浪费等问题，确保建设设备、系统充分发挥实效。

(9) 建议矿山结合自身露天、地下开采特点，制定《三化设备运维管理制度》《智能化系统操作规程》《隐患闭环整改制度》等专项制度，明确设备日常巡检、维护、校准、升级流程，建立“建设—运维—整改—提升”闭环管理体系，保障“三化”建设长效稳定运行。

5 安全预评价结论

本次评价采用了安全检查表法、预先危险性分析法（PHA）及故障类型和影响分析（FMTA）对阿合奇县鑫发投资有限公司新疆阿合奇县萨喀尔得铜矿 30 万 t/a 露天+地下采矿工程中可能存在的危险有害因素进行了定性、定量评价，并得出以下结论：

5.1 项目主要危险有害因素

本次安全预评价辨识并分析出本项目投产运行后可能存在的主要危险、有害因素有：

露天开采过程中可能发生边坡坍塌、滑坡、物体打击、机械致害、高处坠落、触电、民用爆炸物品爆炸、厂（场）内车辆致害等。

地下采掘过程中可能发生的坍塌、高处坠落、物体打击、触电、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息、机械致害、火灾、水害、厂（场）内车辆致害、道路（轨道）车辆致害等。

5.2 重点防范的危险有害因素

通过评价，露天开采中需重点防范滑坡、物体打击、机械致害、高处坠落、触电、民用爆炸物品爆炸、厂（场）内机动车辆致害等危险有害因素。

地下采掘中需重点防范坍塌、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息、触电、水害、道路（轨道）车辆致害、高处坠落、物体打击等危险有害因素。

5.3 需重视的安全对策措施建议

(1) 本项目可研阶段地质勘察工作尚未全部完成，深部矿体及井巷工程关键地质条件尚未完全查明，为规避地质资料不足对后续工程造成的设计风险，对后期设计提出如下建议：后期设计应采用动态设计思路，现阶段工程设计适当提高安全储备，对顶柱留设、巷道支护、边坡防护、井下防治水等关键工程采取保守设计；进一步完善露天转地下衔接专项方案，增加泥石流拦排工程、过渡期边坡实时监测、边坡加固支护、采坑、管控等内容；后续初步设计及施工图设计需紧密结合分期补勘、超前探测及现场实测地质成果，及时校核、优化开拓系统、采矿参数、支护结构及治水方案；在设计阶段预留工程加固、补强及注浆改造余量，

根据完整地质资料逐步优化设计参数,在保障安全的前提下实现设计方案科学合理、经济可控。

(2) 建设单位应委托具有相应资质的设计单位编制《安全设施设计》,并按规定要求提交上述资料,由应急管理部门组织安全设施设计审查。安全设施设计通过审查批准后方可施工。

(3) 建设单位在建设过程中应认真落实本报告提出的安全对策措施,严格按照《安全设施设计》和《非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收办法》的要求进行施工和监理,建设竣工后,按照《非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收办法》进行安全设施竣工验收。

(4) 合理确定露天转地下开采过渡期回采方案,在转入地下开采时,应采取分区、分期的过渡方案;根据所选用的采矿方法通过岩石力学计算确定境界安全顶柱或岩石垫层的厚度。

(5) 排水方案设计时,应分析研究原露天坑的截排水能力及其对坑内排水的影响,进一步完善防排水方案。

(6) 矿山进入地下开采时,企业应高度重视通风问题,设计阶段应进行专项通风设计,配备通风机构及人员。

(7) 设计阶段根据边坡稳定性分析结果,对露天边坡角、排土场堆置要素进行优化。按照规范对边坡进行监测。

(8) 进一步分析研究露天边坡稳定性和产生泥石流对地下开采的影响,选择合理可行的采矿方法,合理安排开采顺序。

(9) 在地下开采过程中,确定全部地下工程和矿柱的位置并绘制在矿山平、剖面对照图上;及时处理对露天采坑造成安全威胁的地下工程和采空区,不能处理的,应采取安全措施。

(10) 露天开采结束后,露天采坑入口及周围易发生危险的区域应设置围栏和警示标志,防止人员误入。

(11) 充分认识露天转地下开采矿山生产工艺复杂、管理难度大、安全风险高的特征,正确认识利用露天采坑存在坍塌风险,严格按照国家相关规定进行设计、建设和管理。并取得相关行政许可后开始实施。

(12) 在设计、建设及运行、作业过程中要严格执行《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)、露天转地下开采相关法律法规和技术规范要求。

(13) 立即开展排土场岩土勘查工作，勘查完成后编制专项稳定性分析报告，完善排土场安全论证资料。

(14) 后期废石堆排位置、形式、面积和高度谨慎取舍，尤其是后期堆排须采取即时监测手段，采用边坡雷达、地表位移监测仪、位移计等进行监测，实时掌握隐患点形变态势，出现异动及时报警，尽早处置，保证废石堆排作业的安全。

(15) 合理规划运输线路，避免废石堆体朝向平硐口及道路方向倾倒堆排；废石场临近道路、平硐口一侧控制台阶参数，设置拦石墙、被动防护网等滚石拦挡设施，平硐口受影响时增设防护棚，同步完善废石场、矿山道路、平硐口的截排水系统，做好各排水系统衔接，杜绝汇水互窜，防止雨水引发堆体失稳和硐口倒灌；

(16) 露天转地下开采前，制定科学、合理、可行的露天采场治理方案，加快专项治理实施进度。

(17) 在生产过程中注意做好露天坑截排水等安全措施。雨季及其露天矿截排水管理及应急管理措施需要加强演练。

5.4 危险、有害因素受控程度

该项目产业类型和生产工艺设备符合产业政策要求，《可行性研究报告》确定的工程建设方案基本符合企业实际和国家相关法律法规、规范、标准要求。在可行性研究阶段采取了各项安全技术措施以保障矿山的安全生产。经评价后认为该项目存在的危险因素包括坍塌、高处坠落、物体打击、触电、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息、机械致害、火灾、水害、场（厂）内机动车辆致害等，只要企业在今后的施工和生产运行过程中，严格按照国家有关法律、法规、标准、规程、设计单位的设计及本报告提出的安全对策措施进行施工、生产和管理，矿山存在的固有危险有害因素是可以控制的。

5.5 安全预评价结论

该项目产业类型和生产工艺设备符合产业政策要求，《可行性研究报告》确定的工程建设方案基本符合企业实际和国家相关法律法规、规范、标准要求。在可行性研究阶段采取了各项安全技术措施以保障矿山的安全生产。经评价后认为该项目存在的危险因素包括滑坡、坍塌、高处坠落、物体打击、触电、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息、机械致害、火灾、水害、场（厂）内机动车辆致害、道

路（轨道）车辆致害等，只要企业在今后的施工和生产运行过程中，严格按照国家有关法律、法规、标准、规程、设计单位的设计及本报告提出的安全对策措施进行施工、生产和管理，矿山存在的固有危险有害因素是可以控制的。

本次评价结论为：项目可行性研究报告制定的安全设计原则安全可靠，安全相关内容编制较为完善，但仍存在部分需要补充完善的内容。项目后续在工程设计、施工建设以及生产运行各阶段，应严格遵循国家和行业现行安全标准、规程规范，切实落实可行性研究报告及本安全评价报告提出的各项措施与建议，本工程存在的安全风险能够控制在可接受范围内。