

哈密市哈密鼎新铜业延东铜矿采矿工程

安全预评价报告

北京国信安科技有限公司

证书编号：APJ-（京）-003

二零二四年十月

哈密市哈密鼎新铜业延东铜矿采矿工程

安全预评价报告

法定代表人：龚宇同

技术负责人：谢 源

项目负责人：全永志

2024 年 10 月

(安全评价机构公章)

哈密市哈密鼎新铜业延东铜矿采矿工程

安全预评价

评价人员

	姓名	资格证书编号	从业登记 编号	专业能力	签字
项目 负责人	全永志	S011011000110191000003	006581	机械	全永志
项目组成 成员	孙胜利	17000000000100026	013500	电气	孙胜利
	于跟波	S011011000110192000069	25715	通风	于跟波
	韩勇	S011011000110202000282	041499	采矿	韩勇
	韩金峰	S011011000110202000150	025448	安全	韩金峰
	王伟鹏	S011011000110203000401	040249	水工结构	王伟鹏
	李磊	11000000000300669	019308	地质	李磊
报告编 制人	韩勇	S011011000110202000282	041499	采矿	韩勇
	全永志	S011011000110191000003	006581	机械	全永志
报告审 核人	吴永刚	S011011000110202000157	027297	采矿	吴永刚
过程控 制 负责人	徐伟兰	S011011000110192000184	021358	采矿	徐伟兰
技术负 责人	谢源	08000000000103653	004532	采矿	谢源

出版审批:

董家明

前言

哈密市哈密鼎新铜业延东铜矿采矿工程项目建设单位为哈密鼎新铜业股份有限公司，该项目属于新建项目，采用先露天后地下的开采方式。

哈密鼎新铜业股份有限公司（以下简称鼎新铜业）原名哈密焱鑫铜业有限公司，公司于 2004 年 11 月 4 日在哈密注册成立，公司由新疆聚金投资有限公司、中铁十九局集团有限公司等 4 家股东出资。企业现持有土屋铜矿和延东铜矿两大矿区。

延东铜矿位于新疆哈密市西南 210° 方向约 100km 处，主要交通干线 312 国道和兰新铁路均位于该区以北约 80km 处。

依据国家安全生产相关法律法规的要求，新建矿山项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价，为此，哈密鼎新铜业股份有限公司委托我公司（北京国信安科技有限公司）进行该项目安全预评价工作。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，到企业现场踏勘，与相关人员进行座谈，交换意见，并收集相关资料，完成了现场调查工作。

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

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

目录

1. 评价对象与依据	1
1.1 评价对象和范围	1
1.2 评价依据	1
2. 建设项目概述	1
2.1 建设单位概况	1
2.2 自然环境概况	2
2.3 建设项目地质概况	3
2.4 工程建设方案概况	19
3. 定性定量评价	44
3.1 总平面布置单元	44
3.2 露天开采	61
3.3 地下开采	100
3.4 矿山供配电设施单元	139
3.5 排土场单元	147
3.6 安全管理单元	149
3.7 重大危险源辨识单元	151
4. 安全对策措施及建议	152
4.1 总平面布置	152
4.2 露天开采	152
4.3 地下开采	154

4.4 矿山供配电设施	157
4.5 安全管理及其它对策措施	158
5. 评价结论	160
5.1 该项目存在的主要危险、有害因素	160
5.2 该项目应重点防范的重大危险、有害因素、主要安全风险	160
5.3 应重视的安全对策措施建议	160
5.4 评价结果综述	161
5.5 安全预评价结论	161
附件	162
附图	163

1. 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

本次评价对象为延东铜矿采矿工程，评价范围为：可行性研究报告所涉及的矿山总图运输、露天开采的开拓方式及开采工艺、地下开采的开拓方式及开采工艺、通风系统、排水系统、供配电设施、公用工程、辅助生产设施 and 安全管理。

评价坐标范围：延东铜矿勘探范围，矿山 $500 \times 10^4 \text{t/a}$ 生产能力的采矿和辅助配套工程。

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

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规

(1) 法律

《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 70 号，2002 年 11 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正）

《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第 65 号，1993 年 5 月 1 日起施行，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务

委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》修正)

《中华人民共和国矿产资源法》(中华人民共和国主席令第 36 号, 1986 年 10 月 1 日起施行, 根据 1996 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国矿产资源法〉的决定》第一次修正, 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》第二次修正)

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

《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令第 4 号, 1998 年 9 月 1 日起施行, 根据 2008 年 10 月 28 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第五次会议修订, 根据 2019 年 4 月 23 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国建筑法〉等八部法律的决定》修正, 根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议关于修改《中华人民共和国道路交通安全法》等八部法律的决定修正)

《中华人民共和国防洪法》(中华人民共和国主席令第 88 号, 1998 年 1 月 1 日起施行, 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》第一次修正, 根据 2015 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议《关于修改〈中华人民共和国港口法〉等七部法律的决定》修正)

定》第二次修正，根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正）

（2）行政法规

《安全生产许可证条例》（中华人民共和国国务院令第 397 号，2004 年 1 月 13 日起施行，根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》（中华人民共和国国务院令第 653 号）修改）

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

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

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

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

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

《新疆维吾尔自治区安全生产条例》（新疆维吾尔自治区第十届人民代表大会常务委员会第三十三次会议通过，自 2008 年 1 月 1 日起施行）

（3）部门规章

《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管

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

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

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

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

《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全生产监督管理总局令第 75 号，2015 年 7 月 1 日起施行）

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

《安全生产培训管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 44 号，

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

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

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

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

（4）规范性文件

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

《国家矿山安全监察局关于印发2024年矿山安全生产工作要点的通知》（矿安〔2024〕1号）

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

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

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

国务院安委会办公室关于学习宣传贯彻《中共中央办公厅国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》的通知（安委办〔2023〕7号）

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

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

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

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

《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第一批）的通知》（安监总管一〔2013〕101号）

《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13号）

《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49号，2016年5月30日发布）

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

1.2.2 标准规范

《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）

《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

《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）
- 《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）
- 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）
- 《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）
- 《矿山安全标志》（GB14161-2008）
- 《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）
- 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）
- 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）
- 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）
- 《爆破安全规程》（GB6722-2014）
- 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 年版）
- 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》（GB39800.4-2020）
- 《带式输送机 安全规范》（GB14784-2013）
- 《带式输送机工程技术标准》（GB50431-2020）
- 《用电安全导则》（GB/T13869-2008）
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）
- 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJT9093-2018）

- 《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》(AQ2013.1-2008)
- 《金属非金属地下矿山通风技术规范局部通风》(AQ2013.2-2008)
- 《金属非金属地下矿山通风技术规范通风管理》(AQ2013.4-2008)
- 《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)
- 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011)
- 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)
- 《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》(AQ2061-2018)
- 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023)
- 《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)
- 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)
- 《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》(AQ/T2051)
- 《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》(AQ/T2052)
- 《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》(AQ/T2053)
- 《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(AQ/T2063-2018)

1.2.3 建设项目技术资料

- (1) 《哈密市哈密焱鑫铜业延东铜矿采矿工程可行性研究报告》(中国恩菲工程技术有限公司, 2024年4月)
- (2) 《新疆哈密市延东铜矿勘探报告》及评审意见书及备案的复函(新国土资储备字[2015]075号)(新疆地矿局第一地质大队, 2014年4月);
- (3) 《哈密焱鑫铜业有限公司延东铜矿采选工程岩土工程初步勘察报告》(新疆新工勘岩土工程勘察设计院有限公司, 2023年11月)
- (4) 矿山现场踏勘资料。

1.2.4 其他评价依据

- (1) 建设项目安全预评价委托书

2. 建设项目概述

2.1 建设单位概况

哈密鼎新铜业股份有限公司（以下简称鼎新铜业）原名哈密焱鑫铜业有限公司，公司于2004年11月4日在哈密注册成立，公司由新疆聚金投资有限公司、中铁十九局集团有限公司等4家股东出资，注册资金20833.3334万元。公司进行部分股份制改革，引入新的投资人，并于2024年8月更名为哈密鼎新铜业股份有限公司，公司经营范围为铜矿的开采、铜产品的加工、销售（限自产）；电解铜的生产、销售（限自产）；销售水。

企业现持有土屋铜矿和延东铜矿两大矿区。

延东铜矿位于新疆哈密市西南 210° 方向约100km处，主要交通干线312国道和兰新铁路均位于该区以北约80km处。哈密-罗布泊公路从矿区经过，行程约120km可以到达，交通较为便利。交通位置见图2-1。

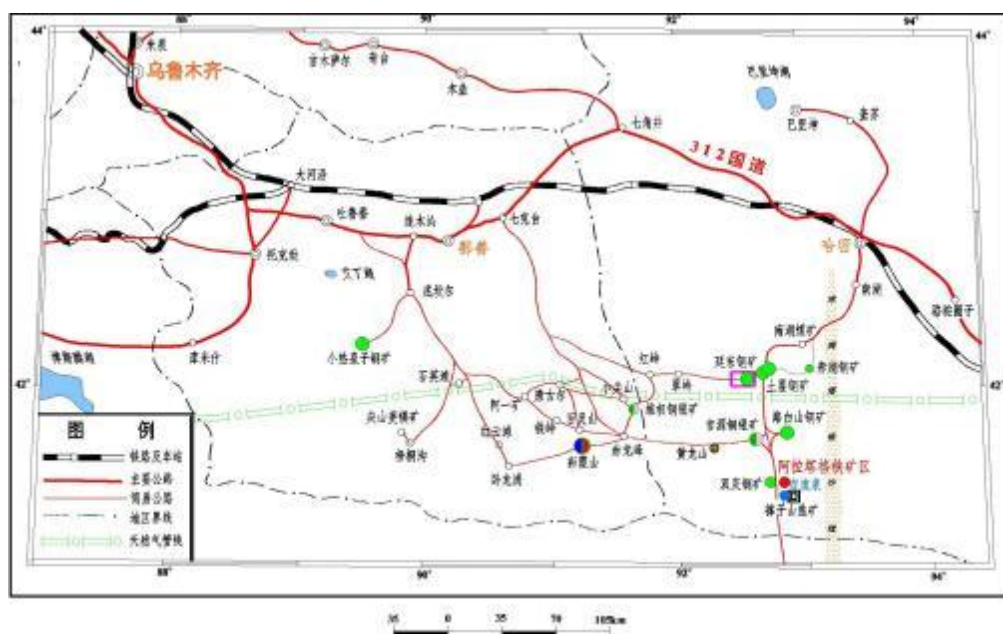


图 2-1 矿区位置及交通情况图

本矿区西侧原有延西铜矿探矿权当前已经灭失，东侧为目前正在生产

的土屋铜矿，距离本矿区直线距离约 5km，具体位置如图 2-2 所示。



图 2-2 延东矿区与矿权位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

矿区地处吐鲁番—哈密盆地南缘，区内地形起伏不大，最大海拔高度 779.20m，最低 550m，相对高差较小，属于低山丘陵地貌类型。微地貌以坡度缓、比高小的孤立残山和垄岗地貌最为发育。其次为树枝状长条状冲沟及洼地、第三系形成夷台地。矿区外围整体地貌为辽阔戈壁景观。矿床地形南高北低，最大海拔高度 749m，最低 688m，西北部冲沟及洼地发育。

2.2.2 气候

矿区属典型的大陆性气候，冬冷夏热，春秋多风，温差悬殊，雨量稀少。平均气温 13.5℃，年最高气温 44.9℃，最低为-26.5℃。依据哈密市伊州区 2004 年～2023 年降雨资料，伊州区全年平均降雨量 39.80mm，雨季平均降雨量 26.90mm。20 年内最大日降雨量为 21.90mm。降水多集中在 7～8 月。冬季有薄雪覆盖，翌年 3 月初可融尽。年蒸发量是降水量的

200 倍以上。每年 4 月~6 月为风季，多西北风，风力 4 级~6 级不等，间或有 1 天~2 天的沙尘暴，最高风力可达 8 级~9 级以上。矿区降雨稀少，干旱贫水，无常年性地表水体、河流。仅存在由于降雨汇流产生的暂时性地表径流，沿树枝状冲沟汇入山间洼地或沟谷后大部分以蒸发形式散失，极少部分渗入地下。年蒸发量是降水量的 200 倍以上。

矿区位于北天山地震带东端南侧，地震烈度属 VII 度区。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

(1) 地层

矿区内出露的地层有石炭系企鹅山群 (C1-2Q)、干墩岩组 (C1g)、侏罗系西山窑组 (J2x) 和第四系 (Q)。与铜矿化相关的古生代地层主要为企鹅山群，出露岩性为玄武岩、安山岩、安山质角砾熔岩、火山角砾岩、岩屑砂岩、含砾岩屑砂岩、复成份砾岩、沉凝灰岩等。

1) 石炭系企鹅山群第二组 (C1-2Q2)

企鹅山群包括三个非正式的组，矿区出露企鹅山群第二组，赋矿的闪长玢岩和斜长花岗斑岩即侵位于企鹅山群第二组中，是寻找斑岩型铜矿的主要目标岩体，该组地层为岛弧型火山熔岩—碎屑岩建造，区内细分为三个岩性段：

①第一岩性段：安山—玄武岩段 (C1-2Q2^{1β})

分布于矿区中西部，中部呈近东西向展布，东西两端被侏罗系和第四系地层覆盖；西部呈透镜状产出，东侧被侏罗系地层覆盖。是延东、延西矿床（闪长玢岩、斜长花岗斑岩）的直接围岩，岩性以灰绿色—紫红色玄武岩为主，其次有安山岩、英安岩、凝灰岩及沉凝灰岩。

其中安山玄武岩呈浅灰绿色，主要由斜长石和蚀变隐晶质组成，

磷灰石微量。斜长石以全自形为主，具空间排列的粗面状结构。环带结构发育，有微弱的绢云母化。环带内核基性程度较高，外带以中性斜长石为主（可能是中一拉长石）；隐晶质基本全部被绿泥石和粉尘状绿泥石集合体取代，局部可见碳酸盐化。磨光面中金属硫化物含量约 15%，以黄铁矿为主，黄铜矿少量，有显著优选定向，可区别有早晚两个阶段矿化叠加。

②第二岩性段：含砾长石岩屑砂岩、凝灰岩段（C1-2Q₂^{2SScg}）

分布于矿区中部，近东西走向，主要岩性为灰色、灰绿色、紫红色含砾长石岩屑砂岩、凝灰岩、沉凝灰岩，其次有玄武岩、安山岩、安山质角砾熔岩，局部夹薄层灰岩、生物碎屑灰岩。

其中常见的安山质角砾岩屑凝灰岩主要由安山岩火山角砾（14%）、安山岩岩屑（72%）、斜长石晶屑（4%）、钾长石晶屑（1%）、细火山灰（9%）组成，具岩屑凝灰质结构，火山碎屑基本为原地喷发堆积，无外来沉积组分加入。火山角砾以安山岩为主，轻度磨圆，岩屑亦为安山岩，宏观上空间分布，细火山灰被绿帘石交代。

③第三岩性段：含砾砂岩段（C1-2Q₂^{3SS}）

位于矿区南部，呈北东东—南西西向展布，受韧性剪切影响，糜棱岩化、片理化明显。主要岩性为灰色、灰绿色含砾不等粒长石岩屑砂岩、粉砂岩、深灰色、灰黑色砂质千糜岩、凝灰岩；东部夹玄武岩，底部偶见灰岩。由西向东凝灰岩产出比例逐渐增高，凝灰岩、玄武岩出露厚度达 485.48m，占地层总厚度的 97.80%。该段底部微细粒砂岩、粉砂岩中产海百合茎、文线贝等化石。

2）干墩组（C1g）

在矿区主要见第一岩性段（C1g¹）为灰色、灰绿色砂质千糜岩、糜

棱岩化砂岩、角岩。分布于矿区东南角。

3) 中侏罗统西山窑组 (J_{2x})

分布于矿区中部，近东西走向，出露岩性为灰色、灰褐色含砾砂岩、粗砂岩、细砂岩、粉砂岩、泥岩，地表风化破碎严重。

4) 第四系 (Q)

主要分布于矿区东中北部及西北部的冲沟中，包括残坡积物 (Q^{sl}) 和洪冲积物 (Q^{al})。

(2) 构造

矿区构造不太发育，以断裂为主，主要有近东西向、北东向、北西向三组，其中以近东西、北东向最为发育。

康古尔塔格断裂带贯通矿区东南部，总体走向近东西，倾向南，倾角 70° ±，是韧性剪切带北部边界断裂。区内各类构造形迹对矿体未发现明显的破坏。

矿区褶皱不发育，总体呈一走向北东东向，向南倾斜的单斜构造，其出露的地层为企山群三个岩性段。

(3) 岩浆岩

1) 侵入岩

矿区侵入岩分为深成侵入岩和浅成侵入岩及脉岩。

① 深成侵入岩

主要分布于矿区的东南角及西北部，为早二叠世浅肉红色白云母花岗岩，灰绿色闪长岩、花岗闪长岩，均呈岩基状产出。花岗岩岩体中发育后期辉绿玢岩脉，局部可见孔雀石化。

② 浅成侵入岩

主要有闪长玢岩、花岗斑岩、斜长花岗斑岩、石英闪长玢岩，呈

岩枝、岩脉状产出，走向多为北东东—南西西向，与区域构造线方向基本一致。侵入时代石炭纪—早二叠世，其中矿区北部部分被侏罗系地层覆盖的斜长花岗斑岩及闪长玢岩与斑岩铜矿成矿密切，时代为石炭纪，而矿区南部零星分布的闪长玢岩、花岗斑岩、斜长花岗斑岩、钠长斑岩、霏细斑岩多为成矿期后侵入，为不含矿浅成侵入体。

与铜矿化关系最为密切的斜长花岗斑岩，宏观上为浅红褐色—灰绿色，斑状结构，斑晶为斜长石、石英、黑云母，基质为花岗变晶结构，由斜长石、石英、黑云母组成，副矿物为磷灰石、锆石等。斜长石探针分析结果主要是钠质长石、钠长石种类。由于斜长花岗斑岩遭受较强的矿化蚀变，镜下原岩结构、组成已被彻底改造。表现为强烈矿化蚀变的构造岩，仅个别样品保留了部分石英斑晶和浅红褐色的色调。

闪长玢岩在矿区中部呈近东西向—北东东向条带状分布，侵位于企鹅山群第二组第一段安山岩中。出露长 1200m，宽 10~50m，面积小于 0.10km²，东西两侧被侏罗系和第四系覆盖。岩体具绿泥石化、绿帘石化，局部沿裂隙面见孔雀石化。次火山岩相的闪长玢岩类岩石属钙碱性岩石。

③脉岩

矿区脉岩发育，有辉绿玢岩、闪长岩、石英闪长岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、花岗斑岩、斜长花岗斑岩、钠长斑岩、石英钠长斑岩、石英脉等，走向近东西向，与区域构造线方向基本一致。

2) 火山岩

矿区火山岩发育，主要分布于石炭系企鹅山群第一、二组中，尤以第二组最发育，均属于企鹅山旋回火山岩系。依据第一、二组中各类岩石的空间分布、产状变化及其叠置关系等，将其划分为喷发沉积相、溢流相、管道相和次火山岩相。区内火山活动早期以爆发—沉积相

为主，中期以溢流相为主，晚期为管道相，末期以超浅成-浅成次火山岩相为主。火山活动从早-晚由强-弱的变化趋势，而岩石组合显示了火山活动由早至晚逐渐由中基性-中酸性过渡的喷溢序列。

（4）变质作用

矿区内的变质作用可划分为两个类型：动力变质作用、接触交代变质作用。

1) 动力变质作用及变质岩

动力变质作用在矿区表现为压扭性韧性变形形成的糜棱岩化和千糜岩化。主要分布在矿区东南角近东西向压扭性断裂两侧，岩石糜棱岩化普遍，岩性主要有糜棱岩化砂岩、泥岩，砂质千糜岩。

动力变质作用产生的压扭性断裂，对矿化控制作用明显。从矿体分布特点来看，以③号矿体为中心，上盘的④号矿体靠上分布，下盘的②号矿体靠下分布。

2) 接触交代变质作用及变质岩

分布在矿区东南部白云母花岗岩岩体与干墩岩组地层的接触带上，岩性主要为角岩。

2.3.2 水文地质概况

（1）矿区主要含（隔）水层特征

矿区地下水补给量极少，不存在强富水性含水层。依据矿区含水介质类型划分，主要可分为第四系透水不含水层、基岩风化裂隙弱含水层。

1) 第四系透水不含水层

矿区地表出露第四系残坡积物和冲洪积物。残坡积物主要分布在山坡表层风化带，由原岩碎石块组成；冲洪积物主要分布在矿区东部

南北向冲沟中，由碎石块、砂土等混合堆积组成。孔隙发育，接受大气降雨入渗补给，排泄速度快，以向深部径流或蒸发形式排泄。

区内第四系厚度 0.35m~13.52m，平均厚度 5.35m。据钻孔简易水文观测结果第四系地层底板在地下水位以上，说明该层不含水，但透水性较好，为透水不含水层。

2) 风化裂隙弱含水层

矿区风化裂隙弱含水层主要由石炭系、二叠系侵入岩花岗岩地层和侏罗系西山窑组砂岩、粉砂岩地层组成。受风化作用影响，地表裂隙发育程度高，接受大气降雨入渗补给，深部裂隙发育程度低。依据勘探钻孔水位观测结果，矿区地下水水位埋深 10.40m~89.30m。勘探阶段抽水试验成果表明，该含水层渗透系数 $K=0.000045\text{m/d}$ ，单位涌水量 $q=0.000157\text{L/s}\cdot\text{m}$ ，富水性弱，属于弱含水层。

3) 相对隔水层

除上述含水层及构造断裂外，其他地层岩石完整、致密，节理裂隙发育程度低，均可视为相对隔水层。

(2) 矿区构造含水特征

矿区构造断裂主要集中在矿区中南部，钻探结果表明矿区以中小型局部断裂构造为主，未发现大型断裂。断裂带两侧岩石受构造挤压或拉伸，岩石裂隙发育，具有一定的储水空间，形成断裂带脉状含水带。经大气降雨、风化裂隙含水层补给，断裂破碎带内部存在少量地下水。

相邻矿区土屋铜矿露天坑揭露断裂带后有地下水渗出，初期水量稍大，衰退较快直至干涸。说明断层破碎带中含有少量地下水，但补给条件差，补给量极少，属于弱含水带。

(3) 地下水补径排条件

矿区范围内无地表径流或其他水体，大气降雨是地下水的主要补给来源，大气降雨通过地表风化裂隙直接入渗补给地下水。依据勘探报告资料，新疆各地有效单次降雨量在 10mm 以上才会对地下水产生有效补给，矿区内单次 10mm 降雨量以上极少，地下水补给条件差。

矿区浅表裂隙发育程度高，随地层埋深增大，裂隙发育程度越低，地下水垂向径流条件差，地下水径流缓慢。天然条件下，地下水排泄主要以蒸发、蒸腾为主。未来随矿山开拓和采矿活动进行，矿床疏干排水将成为地下水的主要排泄方式。

（4）矿坑充水因素分析

采矿设计分为露天开采和地下开采两个阶段，露天开采后期开展地下开采基建工作，露天开采结束后转为地下开采。

矿区露天开采后形成凹陷矿坑，截水沟范围内大气降雨尤其是短时强降雨直接落入矿坑是露天开采期间矿坑充水的主要因素。矿区流域不存在地表河流和其他水体，含水层以裂隙弱含水层为主，含水层富水性、导水性极差。地下水对矿坑充水影响程度小。

矿山地采期间采用自然崩落法，上覆地层逐渐塌陷形成地表塌陷坑，由此形成的次生裂隙成为导水通道，大气降雨渗入崩落塌陷区是井下采场的主要充水来源。矿区含水层中地下水储量少，补给条件差，不作为矿坑涌水主要充水因素。

综上，勘探报告认为矿区水文地质条件类型为以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单类型矿床。

（5）矿坑涌水量预测

1) 露天开采阶段

根据《矿坑涌水量预测计算规程》DZ/T0342-2020 预测截水沟以下汇水面积内的矿坑涌水量。计露天采坑最高台阶标高 734m，封闭圈标

高 690m，最低台阶标高 438m。矿坑内涌水泵排至露天坑最终境界外。拟在露天坑最终境界及崩落法采矿岩石移动范围外侧设置截水沟。延东铜矿露天矿坑涌水量由三部分组成：降雨直接落入采坑水量 Q_1 、最终境界外地表水汇入采坑水量 Q_2 和地下水涌水量 Q_3 。

①降雨直接落入采坑水量

降雨直接落入露天采坑中的水量分为雨季日均降雨量和最大日降雨量两种条件，均按公式（2-1）计算：

$$Q_1 = 0.001 * F * X \quad (2-1)$$

式中： Q_1 ——降雨直接落入采坑水量，单位 m^3/d 。

F ——露天矿坑最终境界内平面面积，单位 m^2 露天坑最终境界内平面面积 $718052.13m^2$ 。

X ——雨季日均降雨量或设计频率最大日降雨量，单位 mm 。依据委托方提供哈密市伊州区降雨资料，雨季日均降雨量为 $0.18mm$ ；二十年一遇最大日降雨量按照 $21.9mm$ 考虑。

将上述参数带入以上公式（2-1）中，计算得雨季日均降雨落入采坑水量为 $128.77m^3/d$ ；二十年一遇最大日降雨落入采坑水量为 $15725.34m^3/d$ 。

②最终境界外地表水汇入采坑水量

拟设截水沟与露天坑最终境界存在一定距离，截水沟以下降雨在重力影响下向矿坑流动，流入露天坑中水量按公式（2-2）计算。

$$Q_2 = 0.001 * \alpha * F * X \quad (2-2)$$

式中： Q_2 ——最终境界外地表水汇入采坑水量，单位 m^3/d 。

α ——地表径流系数。地表径流系数依据矿区水文地质条件取经验值，雨季正常降雨地表径流系数为 0.4 ；暴雨地表径流系数为

0.6。

F——露天坑最终境界外汇水面积，单位 m^2 。拟设截水沟至露天坑最终境界间的汇水面积为 $901821.46m^2$ 。

X——雨季日均降雨量或设计频率最大日降雨量，单位 mm。委托方提供哈密市伊州区降雨资料，雨季日均降雨量为 0.18mm，二十年一遇最大日降雨量按照 21.9mm 考虑。

将上述参数带入公式（2-2）中，计算得截水沟以下至露天坑最终境界间汇水面积内汇入采坑的正常汇流量为 $64.93m^3/d$ ；二十年一遇日暴雨发生时的最大汇流量为 $11849.93m^3/d$ 。

③地下水涌水量

依据矿床充水因素，露天坑地下水涌水主要为潜水含水层中地下水，因此采用“大井法”潜水完整井公式计算，按公式（2-3）计算。

$$Q_3 = \frac{1.366K(2H-s)s}{\log R_0 - \log r_0} \quad (2-3)$$

式中： Q_3 ——矿坑地下水涌水量，单位 m^3/d 。

K——渗透系数，单位 m/d。依据勘探阶段钻孔 ZK3701 抽水试验成果，矿区混合含水层渗透系数 0.000045m/d。

H——潜水含水层厚度，单位 m。含水层厚度取值 675.49m。

s——水位降深，单位 m。依据设计方案露天坑最低台阶标高与静水位差值，露天开采期间地下水水位降深 237.49m。

r_0 ——引用半径，单位 m。依据设计露天坑最低标高范围，“大井法”引用半径取值 67.01m。

R_0 ——矿坑排水地下水引用半径，单位 m，其中 $R_0 = R + r_0$ ， $R = 2s\sqrt{HK}$ 。依据引用半径经验公式计算 $R = 82.81m$ ， $R_0 = 149.83m$ 。

将上述参数带入公式（2-3）计算得露天坑地下水涌水量为 $46.5\text{m}^3/\text{d}$ 。

④露天开采阶段总涌水量

露天坑总涌水量 $Q=Q_1+Q_2+Q_3$ ，计算取整后得，露天开采阶段正常涌水量为 $240\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $28000\text{m}^3/\text{d}$ 。

2) 地下开采阶段涌水量

受自然崩落法采矿影响，矿区地采阶段次生裂隙发育，沟通地表，降雨可以通过地表裂隙渗入矿坑形成矿坑涌水。地采阶段矿山总涌水量由地下水涌水量、崩落区内降雨渗入量和崩落区外降雨径流渗入量三部分组成。

地下开采阶段分两期开采，一期开采 200m 标高以上资源，拟在 160m 标高设置排水泵房。二期开采 0m~200m 标高间资源，拟在 -40m 标高设置排水泵房，经由一期泵房接力排出地表。

①崩落区内降雨径流渗入量计算公式如公式（2-4）所示：

$$Q_4=0.001*\lambda*F*X \quad (2-4)$$

式中： Q_4 ——为降雨渗入地采矿坑水量，单位 m^3/d 。

F ——计算面积，单位 m^2 。依据采矿设计方案，露天坑最终境界内平面面积为 718052.13m^2 ，地下开采至 200m 标高时的地表崩落塌陷范围面积为 2148148.82m^2 ，地下开采至 0m 标高时的地表崩落塌陷范围面积为 2472143.19m^2 。

X ——雨季日均降雨量或二十年一遇最大日降雨量，单位 mm。依据委托方提供伊州区降雨资料，雨季日均降雨量为 0.18mm，二十年一遇最大降雨量按照 21.9mm 考虑。

λ ——降雨入渗系数，无量纲。受采矿剥离影响露天坑境界内降雨入

渗系数取经验值 0.35。露天坑最终境外地表岩石移动范围内正常降雨入渗系数取经验值 0.14，二十年一遇日最大降雨入渗系数取经验值 0.21。

依据公式（2-4）和上述参数计算得，地下开采至 200m 标高时雨季正常降雨涌水量 $91.28\text{m}^3/\text{d}$ ，二十年一遇降雨涌水量 $12080.88\text{m}^3/\text{d}$ 。0m 标高雨季正常降雨涌水量 $89.44\text{m}^3/\text{d}$ ，二十年一遇降雨涌水量 $8067.06\text{m}^3/\text{d}$ 。

②地表岩石移动范围外降雨径流渗入量

设计截水沟与地表岩石移动范围间存在汇水区，截水沟以下降雨在重力影响下向垂向径流后渗入矿坑，计算公式（2-5）所下：

$$Q_5 = 0.001 * \varphi * F * X \quad (2-5)$$

式中： Q_5 ——地表水汇入采坑水量，单位 m^3/d 。

φ ——降雨径流入渗系数，无量纲。依据《采矿设计手册》和矿区水文地质条件，二十年一遇降雨径流入渗系数取经验值 0.21，正常日降雨径流入渗系数取经验值 0.14。

F ——地表岩石移动范围外汇水面积，单位 m^2 。设计截水沟至 200m 标高岩石移动影响范围外地表汇水面积为 269226.17m^2 ，至 0m 标高岩石移动影响范围外地表汇水面积为 151747.25m^2 。

X ——雨季日均降雨量或二十年一遇最大日降雨量，单位 mm。依据委托方提供哈密市伊州区降雨资料，雨季日均降雨量为 $0.18\text{mm}/\text{d}$ ，二十年一遇最大降雨量按照 $21.9\text{mm}/\text{d}$ 。

将上述相关参数带入公式（2-5），计算截水沟至各标高地表岩石移动范围汇入水量结果，200m 标高正常降雨汇入涌水量 $6.8\text{m}^3/\text{d}$ ，二十年一遇降雨汇入涌水量 $1238.20\text{m}^3/\text{d}$ 。0m 标高正常降雨汇入涌水量

3.8m³/d，二十年一遇降雨汇入涌水量 697.90m³/d。

③地下水涌水量

依据矿区水文地质条件，地下水涌水量采用“大井法”潜水完整井公式计算，计算公式如（2-6）所示。

$$Q_6 = \frac{1.366K(2H-s)s}{\log R_0 - \log r_0} \quad (2-6)$$

式中：Q₆——地下水涌水量，单位 m³/d。

K——渗透系数，单位 m/d。依据勘探阶段钻孔 ZK3107 抽水试验成果，渗透系数取 0.000045m/d。

H——潜水含水层厚度，单位 m。矿区潜水含水层厚度取值

675.49m。

s——水位降深，单位 m。200m 标高地下水水位降深 475.49m，0m 标高地下水水位降深 675.49m。

r₀——大井引用半径。依据地下开采设计方案，200m 标高大井引用半径 320.02m；0m 标高大井引用半径为 311.03m。

R₀——矿坑排水地下水引用半径，单位 m，其中 R₀=R+r₀， $R = 2s\sqrt{HK}$ 。200m 标高 R=165.80m，R₀=485.82m；0m 标高 R=235.54m，R₀=546.57m。

将上述参数带入公式（2-6），延东铜矿地采阶段地下水涌水量计算结果，200m 标高地下水涌水量为 151.14m³/d，0m 标高地下水涌水量 114.55m³/d。

④地下开采阶段总涌水量

延东铜矿地采阶段总涌水量 Q=Q₄+Q₅+Q₆，经计算取整，地采阶段 200m

标高正常涌水量 $250\text{m}^3/\text{d}$ ，二十年一遇降雨涌水量为 $13500\text{m}^3/\text{d}$ 。0m 标高正常涌水量 $210\text{m}^3/\text{d}$ ，二十年一遇降雨涌水量为 $8900\text{m}^3/\text{d}$ 。

2.3.3 工程地质概况

矿区位于北天山地震带东端南侧，由于矿区受构造影响较小，岩体主要受风化作用破坏。而随着埋深增加，岩体完整性变得越来越好。岩石强度与岩性关系密切，矿体及围岩中斜长岗斑岩的强度与完整程度均好于安山岩。岩石强度还受蚀变类型和蚀变强度控制，少数安山岩因片理化强度仅能达到极软岩；高岭土化的安山岩、斜长花岗斑岩强度一般只能达到软岩—较软岩；绿泥石化、绿帘石化较强的斜长岗斑岩硬度一般为较软岩—较硬岩。

矿体主要发育在斜长花岗斑岩、安山岩中，围岩与矿体岩性相同。根据各岩性物理力学性质实验成果，容重 $2.36\text{g}/\text{cm}^3 \sim 2.68\text{g}/\text{cm}^3$ ，比重 $2.53\text{g}/\text{cm}^3 \sim 2.71\text{g}/\text{cm}^3$ ，天然抗拉强度 $1.63\text{Mpa} \sim 5.07\text{Mpa}$ ，干燥单轴抗压强度 $43.6\text{Mpa} \sim 69.84$ ，天然单轴抗压强度 $31.8\text{Mpa} \sim 52.71\text{Mpa}$ ，饱和单轴抗压强度 $16.1\text{Mpa} \sim 36.89\text{Mpa}$ ，软化系数 $0.3 \sim 0.52$ ，内摩擦角 ϕ $32.55^\circ \sim 38.57^\circ$ ，内聚力 $2.55\text{Mpa} \sim 8.15\text{Mpa}$ ，多属较软弱—较坚硬岩石，岩石破坏状态剪切面平直；具有软化性，岩石抗冻性、抗风化能力较弱；岩体质量指标等级 M 为中等；Z 为一般。

矿体及围岩均处于块状岩体中，没有发现 I、II 级结构面，仅局部发育有 IV、V 级结构面，岩石多为较软岩—较硬岩，岩体完整性较好，不易发生大的矿山工程地质问题。矿体及围岩中的地下水为少量裂隙水，无大的静水压力，易于疏干。

延东铜矿床属于碎裂—块状岩类为主的工程地质条件简单—中等的工程地质类型，即 II 类 1—2 型。

2.3.4 矿床地质概况

2.3.4.1 矿体特征

矿体主要赋存于斜长花岗斑岩中，其次在围岩安山岩、闪长玢岩中亦有分布。矿体形态简单，呈似层状、似板状、脉状产出。③号矿体为主矿体，7 线以西为侏罗系覆盖，0 线以东（含 0 线）出露地表。④号矿体位于③号主矿体的上盘，主要分布于 55 线~15 线，包括④-1、④-2 号矿体。②号矿体为隐伏矿体，位于③号主矿体的下盘，包括②-1、②-2、②-3、②-4、②-5、②-6、②-7 号矿体，矿体规模均较小。

（1）③号矿体

1) 矿体规模、形态及产状

③号矿体是矿床的主矿体，规模最大，地表 0 线~16 线由槽探揭露，7 线以西均被第四系和侏罗系地层覆盖，覆盖深度在 19.00m~69.31m 之间，覆盖层北深南浅、西深东浅，31 线~55 线覆盖较厚，覆盖区矿体规模、形态、产状基本由钻探工程控制。16 线~55 线钻探工程控制矿体最大长度 1802m。55 线向西与延西铜矿相连，16 线以东逐渐尖灭。矿体形态较为规则，呈厚大的似层状、似板状。矿体总体走向 82° ，15 线以西矿体呈近东西走向，15 线以东矿体走向略偏北，走向约 74° 。矿体南倾，倾角 $48^{\circ} \sim 88^{\circ}$ ，由西向东产状由缓变陡，局部近于直立或反倾。矿体斜深最大为 992m（7 线），最小 442m（16 线），矿体主要分布在 -200m~700m 标高之间。在 600m 标高控制矿体长度最大，达 1802m。矿体走向在不同标高的变化不大。而倾角随深度变化较为明显，矿体深部倾角变陡。

2) 矿体厚度及品位变化

矿体单工程最大厚度 138.70m, 最小厚度 4.15m, 平均厚度 57.17m, 厚度变化系数 50.16%, 属于厚度变化较稳定类型。矿体厚度相对较大的部分集中在 31 线~55 线。55 线~15 线之间矿体中上部厚, 下部变薄或出现分支, 深部局部趋于尖灭; 15 线以东矿体中深部较浅部厚大, 深部仍有一定延伸。

(2) ④号矿体

④号矿体地表均为侏罗系覆盖, 位于③号矿体上盘 3m~5m 处, 呈似板状或透镜状与其平行产出, 主要由④-1、④-2 号矿体组成, 二者间距 2m~10m。矿体总体走向 $70^{\circ} \sim 93^{\circ}$, 南倾, 倾角 $64^{\circ} \sim 79^{\circ}$, 矿体分布在 55 线~15 线, 控制长度 920m, 向东尖灭, 向西与延西铜矿相接。

1) ④-1 号矿体

④-1 号矿体位于③号矿体上盘, 与③号矿体紧邻, 而且近于平行。④-1 号矿体分布在 55 线~15 线, 控制长度 1060m, 控制最大斜深 906m, 最小 104m。矿体形态呈似透镜状、脉状。沿走向在 15 以东尖灭, 沿倾向深部变薄、趋于尖灭, 在 47 线、39 线深部 (500m 标高以下) 分叉, 呈树枝状。矿体总体走向 $67^{\circ} \sim 106^{\circ}$, 南倾, 倾角 $49^{\circ} \sim 78^{\circ}$ 。

矿体单工程最大厚度 46.51m, 最小仅 0.78m, 平均厚度 14.23m, 厚度变化系数 74.97%, 属于厚度变化较稳定类型。

2) ④-2 号矿体

④-2 号矿体位于④-1 号矿体上盘, 二者近于平行。④-2 号矿体分布在 47 线~19 线, 控制长度 830m, 控制最大斜深 896m, 最小 148m。矿体呈脉状、透镜状, 矿体上部局部出现膨大狭缩, 沿走向在 47 线以西、19 线以东尖灭, 沿倾向深部变薄, 局部分叉。矿体总体走向 $79^{\circ} \sim 106^{\circ}$, 南倾, 倾角 $55^{\circ} \sim 74^{\circ}$ 。

矿体单工程最大厚度 36.02m, 最小仅 0.61m, 平均厚度 9.62m, 厚度

变化系数 99.48%，属于厚度变化不稳定类型。

(3) ②号矿体

主要由②-1、②-2、②-3、②-4、②-5、②-6、②-7 号矿体组成，以低品位矿为主，工业矿厚度较小。矿体产于③号矿体下盘，与③号矿体近平行产出，为隐伏矿体。矿体相互间平行展布，具有雁行分布特征。矿体产出位置较深，多分布在 200m 标高以下，详见表 2.3-1。

表 2.3-1②号矿体特征一览表

矿体编号	长(m)	延深(m)	平均厚度(m)	平均品位(%)	产状(°)	形态
②-1	1071	620	6.58	0.34	169 $\angle$ 75.6	脉状
②-2	1075	678	14.45	0.39	172 $\angle$ 75.9	脉状
②-3	607	523	10.39	0.46	185 $\angle$ 70.4	透镜状
②-4	606	538	13.98	0.34	186 $\angle$ 70.2	透镜状
②-5	603	510	13.97	0.36	183 $\angle$ 69.7	透镜状
②-6	200	437	10.84	0.33	180 $\angle$ 68.1	透镜状
②-7	200	420	14.91	0.42	180 $\angle$ 65.5	透镜状

(4) 矿体围岩及夹石

矿体赋矿围岩以斜长花岗斑岩为主，其次为闪长玢岩、安山岩及安山玢岩，偶见玄武岩和花斑岩。

延东铜矿矿体夹石（层）较少，夹石（层）主要出现在③号矿体内。③号矿体整体夹石（层）较少，岩性主要为斜长花岗斑岩、闪长玢岩、安山岩等，厚度较薄且形态简单，对矿体的完整性的影响较小。其他矿体厚度均较小，无夹石（层）。

2.3.4.2 矿石质量特征

(1) 矿石矿物成分

矿石中的矿物成分分为原生硫化矿物、氧化矿石矿物和脉石矿物

三种。矿床氧化带不发育，因剥蚀较浅，地表及浅部矿体均无次生富集带存在。氧化矿石矿物相对较为简单，主要氧化矿石矿物有孔雀石、氯铜矿、铜蓝和褐铁矿。

矿石金属矿物以黄铜矿、黄铁矿为主，其次为辉钼矿和磁铁矿。矿石中脉石矿物分原生矿物和热液蚀变矿物两类，原岩残留矿物主要有斜长石、角闪石、石英、白钛矿、磁铁矿等。

（2）矿石化学成分

矿石主要有益组分为单一铜，矿体铜平均品位 0.43%。伴生有益组份有银和钼，伴生银平均品位 2.37×10^{-6} ，钼 0.021%。

（3）矿石结构构造

矿石中结构类型较复杂，主要为自形粒状结构、半自形粒状结构、他形粒状结构、包含结构，次为交代残余结构、交代穿孔结构及压碎结构。

矿石构造较简单，浸染状构造、脉状构造、细脉-浸染状构造、平行定向构造、网脉状构造及斑点状构造。其中以浸染状构造和细脉-浸染状构造为主，其他构造类型相对少见。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

矿区无开采活动。

2.4.2 建设规模及工作制度

矿山总服务年限约 47 年，分期开采，其中一期露采服务年限 10 年，采出矿石量 $4521 \times 10^4 \text{t}$ ；二期地采服务年限 37 年，第 6 年地采开始基建，第 10 年地采投产，矿山地下部分采出总矿量约为 $18319 \times 10^4 \text{t}$ 。

一期露天开采阶段，矿山生产规模为 $500 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

二期地下开采阶段，矿山设计生产规模为 $500 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

一期露天开采时，年工作 300 天，每天 3 班，每班 8 小时。二期地下开采时，年工作 330 天，每天 3 班，每班 8 小时。

2.4.3 开采范围

此次可研设计范围为延东铜矿勘探范围，矿山 $500 \times 10^4 \text{t/a}$ 生产能力的采矿和辅助配套工程。

露天开采最终境界的最高开采标高 734m，最低开采标高 438m。地下开采范围为 450m~0m 之间露天终了境界外的矿体，以及 450m 以上露天开采后的挂帮矿。

露天开采结束后，地下开采采用自然崩落法开采，接续地下开采范围为 200m 和 0m 两个中段以上的矿体。

2.4.4 总图运输

采矿工业场地位于露天采场北侧约 230m 处，场地自然地形标高 694m~697m，场地整平标高 710m。采矿工业场地包含一二期工程，其中一期工程主要车间有：矿用自卸车保养车间、工程机械保养车间、无轨设备维修车间、采场综合仓库、采厂综合办公楼。二期工程主要车间有：坑口服务楼、副井井塔、副井预热机房、空压机站等。

选矿工业场地包含粗矿堆、顽石破碎厂房、主厂房（含二期）、铜钼分选前浓缩、铜精矿浓缩、铜精矿过滤厂房、钼精矿脱水厂房、尾矿输送泵站、精矿回水及循环水泵站、选厂综合仓库、选厂综合维修车间、锅炉房、石灰乳制备厂房、药剂仓库、给水净化站、尾矿输送冲洗泵站、地磅房、110kV 总降压配电站、应急柴油发电机房、试化验室、选矿办公楼等。

尾矿浓密工业场地包含尾矿浓缩输送车间、尾矿库管理站、尾矿回水加压泵站等。

生活区场地包括食堂、宿舍楼等。

破碎工业场地位于露天采场西北侧约 300m 处，场地自然地形标高 709m~718m，场地整平标高 715.00m。矿石采用采用汽车运输。

地表矿石运输工业场地：位于破碎工业场地北侧 210m 处，场地自然地形标高 701m~705m，场地平整标高 703.00m。

选矿工业场地位于露天采场北侧约 800m 处，场地自然地形标高 700m~710m，场地整平标高 702m~706m。包含一二期工程，一二期工程主厂房贴建。

爆破器材库位于露天采场东侧约 7200m 处，与土屋矿区共同建设使用。周围 1km 范围内无企业及居民区，西北侧约 1100m 处为土屋矿区露天采场，东北侧约 1080m 处为土屋矿区的压滤车间。

生活区位于露天采场北侧约 1280m 处。场地自然地形标高 696m~703m，场地整平标高 699.60m。主要包含食堂、宿舍楼等。

矿石堆场位于露天采场西北侧，距离露天采场约 400m。用于临时堆存基建期的矿石及生产期产生的低品位矿石。

废石临时堆场位于露天采场东侧约 500m。废石临时堆场用于生产期废石临时堆存，缓存生产期废石量与尾矿筑坝所需量不匹配。

尾矿库位于露天采场东侧约 2100m 处，包括尾矿坝、拦挡坝、尾矿输送管线、尾矿排洪系统等。占地面积约 774hm²，自然标高 654m~735m。

进风井工业场地（二期）位于露天采场东北侧约 300m 处。场地自然地形标高 687m~690m，场地整平标高 689.30m。主要包进风井预热机房等。

胶带斜井工业场地（二期）位于露天采场西北侧约 240m 处。场地自然地形标高 702m~713m，场地整平标高 707.50m。主要包括胶带驱动站、10kv

配电站等。

西回风井工业场地（二期）位于露天采场西北侧约 220m 处。场地自然地形标高 700m~703m，场地整平标高 701.80m。主要包括通风机等。

东回风井工业场地（二期）位于露天采场东北侧约 750m 处。场地自然地形标高 686m~688m，场地整平标高 687.30m。主要包括通风机等。

外部电力供应来自矿区 110kV 总降压配电站。110kV 总降压配电站位于选矿工业场地东北侧约 130m 处。

该项目矿区外部运输主要为生产材料、备品备件、精矿等。外部运输采用外委方式。

2.4.5 露天开采系统

2.4.5.1 露天开采开拓运输

露天采用公路开拓汽车运输方式，配置液压挖掘机与矿用自卸汽车。

露天开采最终境界采用螺旋坑线布置运输道路，局部采用折返坑线布置。

露天开采最终境界矿石出口位于露天采场西北侧，标高 704m；废石出口位于露天采场东北侧，标高 706m。根据厂矿道路设计规范要求，露天开采境界内道路为矿山二级道路。露天开采境界内道路的技术参数见表 2.4-1。

表 2.4-1 露天矿山道路技术参数表

序号	项目	单位	数量	备注
1	道路宽度	m	18	双车道
		m	12	单车道
2	最大纵坡	%	8	
3	限制坡段长度	m	300	

4	缓坡段长度	m	60	
5	最小转弯半径	m	25	

露天采场产出的矿石通过卡车运输至露天境界外矿石粗碎站，卸入粗碎站受料仓，受料仓底部设 1 台重型板式给矿机给颚式破碎机喂料，破碎后的矿石通过地表矿石转运胶带运输至选厂粗矿堆。

2.4.5.2 露天开采设计方案

露天采场最终边坡角可研确定为 42° ，露天开采最终境界的最高开采标高 734m，最低开采标高 438m，封闭圈标高 690m，矿石出入口标高 704m，废石出入口标高 706m。

设计采用水平台阶开采工艺，台阶高度 12m，台阶坡面角 65° 。

设计采用水平台阶开采工艺，台阶高度 12m。

工作面主要参数如下：

台阶高度 12m（并段后 24m）

台阶坡面角 65° （靠近地表为 50° ）

最小工作平盘宽度 45m；

采矿最小工作线长度 150m；

剥离最小工作线长度 200m；

（1）穿孔

设计采用凿岩爆破方式进行采剥作业。矿废石穿孔采用潜孔钻机，孔径为 150mm，孔网参数 $5\text{m} \times 4\text{m}$ ，孔深 13.5m，超深 1.5m。台阶爆破采用垂直孔，采用矩形或梅花形布孔。采用逐孔微差爆破，数码电子雷管系统起爆。

（2）铲装

矿岩经爆破松动后，矿石采用 4.6m^3 液压铲铲装，废石采用 8m^3 液压挖掘机铲装。

(3) 运输

矿石运输选用载重 60t 自卸汽车，废石运输选用载重 80t 自卸汽车。

(4) 辅助生产设备

辅助设备包括：推土机、前装机、压路机、平地机、液压挖掘机、洒水车等，负责清理工作面、爆破及运输过程中散落的矿岩、修筑及维护道路。

表 2.4-2 露天开采最终境界主要技术指标表

项目	名称	单位	露天境界	备注
采场标高	最高	m	734	
	封闭圈	m	690	
	最低	m	438	
上口尺寸	长度	m	1600	
	宽度	m	690	
坑底尺寸	长度	m	660	
	宽度	m	45	
安全平台宽度		m	10	
清扫平台宽度		m	10	
境界内矿石量	10^4t		4520.5	推断利用系数：0.7
	Cu		0.47	
	Mo		0.015	
境界内废石量		10^4t	18055.5	
境界内矿岩总量		10^4t	22576.0	
平均剥采比		t/t	3.99	

2.4.5.3 露天开采防排水系统

在露天境界外南侧修筑截洪沟。截洪沟采用浆砌片石矩形断面，最小流水坡度 $3\text{‰} \sim 5\text{‰}$ ，截洪沟宽 1.0m，深 1.0m，长度约 2500m。

露天坑封闭圈标高+690m，最低台阶标高+438m。露天坑机械排水采

用固定泵站和移动泵站相结合的排水方式。移动泵站先将水排至固定泵站，固定泵站再接力排至境界外沉淀池。各泵站均为自动排水，远程控制。

初期设移动泵站，随台阶降低逐步移设。移动泵站设 KL150-63×2 型排沙潜水泵 3 台。单台潜水泵的主要参数为： $Q=150\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=125\text{m}$ ，正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修；最大排水时，2 台水泵同时工作。

在+618m 设一个固定泵站，之后每下降 96m 设一个固定泵站，最终在+618m、+522m 台阶形成 2 个固定泵站，将露天坑涌水接力排至境界外沉淀池。固定泵站设 MD155-30×4 型多级离心泵 3 台。单台离心泵的主要参数为： $Q=155\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=120\text{m}$ ，正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修；最大排水时，2 台水泵同时工作。

露天坑内设 $\varnothing 180\text{mm}\times 5\text{mm}$ 排水管 2 根，敷设至境界外沉淀池。正常排水时，1 根工作 1 根备用；最大排水时，2 根排水管全部使用。

2.4.6 地下开采系统

2.4.6.1 地下开采开拓工程

地下开采采用自然崩落法开采，开拓系统采用胶带斜井+副井+辅助斜坡道。

采用胶带斜井+副井+辅助斜坡道开拓系统，地下分期开采，即分为 0m 以上地下生产期、0m 以下深部接续期。胶带斜井担负矿石、废石运输任务，胶带系统由 1[#]、2[#]、3[#]、4[#]胶带组成，胶带斜井净断面（宽×高）为 $4.3\text{m}\times 3.1\text{m}$ ，设计生产规模为 $500\times 10^4\text{t/a}$ 。

（1）生产建设期开拓系统（0m 水平以上）

二期 0m 水平以上矿体开采时，投入 1[#]、2[#]主胶带，担负矿、废石提升任务。+110m 破碎站成品矿仓底部设转载胶带机，对破碎后的矿石

进行除铁，再经 2[#]主胶带机、1[#]主胶带机接力提升至地表。

1[#]主胶带机绝大部分为坑内布置，其尾部标高+390m，头部标高+740m（斜井口标高约+713m），水平长度约 1410m，提升高度 350m，倾角 14°。

2[#]主胶带机全程为坑内布置，其尾部标高+60m，头部标高+400m，水平长度约 1370m，提升高度 340m，倾角 14°。

1[#]胶带与 2[#]胶带作为二期 200m 首采中段工程，担负首采中段矿石、废石提升任务。设+216m 拉底回风水平、+200m 出矿水平、+180m 进风水平以及+160m 集中运输水平，其中+216m 拉底回风水平，+200m 出矿水平，+180m 进风水平为无轨中段，无轨中段净断面（宽×高）为 4.5m×4.45m，无轨中段均与辅助斜坡道联通，满足车辆人员材料的运输，+160m 集中运输水平为有轨中段，采用架线式电机车牵引矿车运行，单线有轨中段净断面（宽×高）为 4.4m×4.2m。

0m 中段接续回采时，需新增 3[#]主胶带，3[#]主胶带尾部标高-140m，头部标高+70m，水平长度约 850m，提升高度 210m，倾角 14°。

副井布置在矿权范围北侧，矿体下盘，负责废石、人员、设备、材料的上提与下放任务。井筒内设两套相互独立的罐笼配平衡锤提升系统，采用型钢罐道。净直径为 $\Phi 8.0\text{m}$ ，井口标高 697m，井底标高为 -140m，井筒深度 837m。井筒一次掘砌到底，井筒分别在 216m、160m、16m、-40m 水平设置 4 个单侧马头门，200m、0m 水平设 2 个双侧马头门。井筒内设两套相互独立的罐笼配平衡锤提升系统，采用型钢罐道，大罐笼提升系统采用 6000mm×2750mm 双层罐笼，选用 JKM-4×6(III) 型多绳摩擦式提升机。小罐笼提升系统采用 2150mm×1300mm 双层罐笼，主要用于零散人员、材料的提升，选用 JKM-2.8×4(I) 型多绳摩擦式提升机。

辅助斜坡道布置在矿权范围北侧通地表，位于矿体下盘采矿工业

场地内，负责人员、设备及材料的上提与下放任务。辅助斜坡道与胶带斜井平行布置，兼做胶带斜井的检修通道，辅助斜坡道直线段坡度16%，弯道段坡度10%，转弯半径为30m，每隔300m~400m设一段坡度不超过3%、长度不小于20m的缓坡段，辅助斜坡道直线段净断面（宽×高）为5.0m×4.45m。

地下基建中段为160m有轨运输水平、180m进风水平、200m出矿水平、216m拉底回风水平；在160m有轨集中运输中段设置两个矿石卸载站，在110m水平设一个破碎站。0m中段接续回采时，新设16m拉底回风水平，0m出矿水平，-20m进风水平以及-40m集中运输水平。

副井东侧布置1条进风井，井筒净直径 $\Phi 6.0\text{m}$ ，井口标高+690.00，井底标高-20.00m，深度710m，与回风井、副井形成对角式通风系统。

在矿区的西北侧设1条西回风井，井筒净直径 $\Phi 6.5\text{m}$ ，井口标高710.000，井底标高-160.00m，深度542m，回风井内装配梯子间，作为人行安全出口。

在矿区的东侧设1条东回风井，井筒净直径 $\Phi 5.0\text{m}$ ，井口标高+688m，井底标高160m，深度528m，井筒内装配梯子间，作为人行安全出口。

（2）深部接续期开拓系统（0m水平以下）

由于0m水平以下资源勘探程度较低，推断资源占89%，可研仅进行一次整体规划设计。

回采0m以下深部生产接续期时，增一条5[#]转载胶带机和一条4[#]主胶带输送机，与0m以上生产建设期各胶带机接力提升。

5[#]转载胶带机设置在-290m破碎站成品矿仓下方，坑内水平布置，头尾标高约-335m，其主要参数与二期4[#]转载胶带机相同。

4[#]主胶带机同样全程为坑内布置，其尾部标高-340m，头部标高-130m，其主要参数与二期 3[#]主胶带机相同。

深部接续期自然崩落法采区分别设置-240m 有轨运输水平、-220m 进风水平、-200m 出矿水平、-186m 拉底回风水平。在-240m 有轨集中运输中段设置两个矿石卸载站，在-280m 水平设一个破碎站。自然崩落法采区外矿体采用无底柱分段崩落法回采，中段高度为 100m，分段高度为 20m，设置-100m、-200m、-300m、-400m 中段。

延伸二期辅助斜坡道，服务至-280m 破碎水平，与胶带斜井平行布置，兼做胶带斜井的检修通道，辅助斜坡道直线段坡度不超过 15%，弯道段坡度不超过 10%，每隔 300m~400m 设一个可满足错车需要的缓坡段，坡度不超过 2%，辅助斜坡道净断面（宽×高）为 5.0m×4.45m。

（3）坑内破碎

地下开采（0m 水平以上）：卸矿水平为+160m 中段，设置了 2 个矿石卸载站和 1 个废石卸载站，均为 10m³底卸式矿车卸载站；在+110m 水平设 1 个矿石破碎站，破碎站内设 1 台 50-65 型旋回破碎机。废石卸载站下部设置溜井和废石仓（净直径Φ7.0m）；破碎站下部+60m 水平设装矿胶带，由装矿胶带将破碎后的矿石以及废石输送至 2[#]胶带提升。

破碎站还设有配电硐室、操作硐室和除尘系统。破碎站通过大件道与辅助斜坡道连通，辅助斜坡道是人员进出破碎站的通道并提供新鲜风流；破碎站污风通过联络道、电梯井排至+160m 中段，再由+160m 中段排至回风井后出地表。

地下开采（0m 水平以下）溜破系统：卸矿水平为-40m 中段，设置了 2 个矿石卸载站和 1 个废石卸载站，均为 10m³底卸式矿车卸载站。在-90m 水平设 1 个矿石破碎站；破碎站内设 1 台 50-65 型旋回破碎机。

破碎站下部-140m 水平设装矿胶带，由装矿胶带将破碎后的矿石以及废石输送至 3#胶带提升。

破碎站还设有配电硐室、操作硐室和除尘系统。破碎站通过大件道与辅助斜坡道连通，辅助斜坡道是人员进出破碎站的通道并提供新鲜风流；破碎站污风通过联络道、电梯井排至-40m 中段，再由-40m 中段排至回风井后出地表。

（4）坑内运输

地采二期先后在+160m 水平和-40m 水平设有轨运输中段，铲运机将采场矿石运输到脉外矿石溜井，掘进废石运输到脉外废石溜井。矿、废石运输均采用 20t 电机车双机牵引 12 辆 10m³底卸式矿车牵引至卸载站，再通过胶带运输系统分时段运输至地表。

运输线路铺轨采用 43kg/m 钢轨，轨距 900mm，环形运输线路，曲率半径 80m。每个有轨中段设两个矿石底卸式卸载站和一个废石底卸式卸载站，列车通过卸载曲轨自动卸载矿石和废石。采用无人驾驶电机车运输控制系统。

接续期开采时-240m 为有轨运输中段。矿、废石运输同样采用 20t 电机车双机牵引 12 辆 10m³底卸式矿车，同样采用无人驾驶电机车运输控制系统。

（5）井巷支护

1) 竖井

井筒上部第四系和基岩风化层段，井颈段井壁采用双层钢筋混凝土浇筑，支护厚度为副井 800mm、进风及回风井为 700mm。稳定基岩段井筒采用素混凝土进行支护，副合井支护厚度为 500mm，进风回风井支护厚度为 350mm。局部不稳定地层增加锚网临时支护，或改为喷锚网临时支护 +（钢筋）混凝土永久支护。

2) 硐室及矿仓

对于破碎硐室等跨度大、断面大、施工难度大的大型硐室，暂按锚网或喷锚网一次支护+钢筋混凝土二次支护考虑。对于跨度、断面较小的硐室，按喷锚网支护或浇筑素混凝土支护考虑。硐室支护型式最终应视揭露的实际围岩情况确定，必要时大硐室需增加锚索支护。

矿仓以铸锰钢耐磨钢衬板加固内壁。卸载站底部溜槽等承受冲击、磨损的部位，均采用铸锰钢耐磨钢衬板进行加固。

3) 胶带斜井及装矿胶带道

当胶带斜井及装矿胶带道处于稳定岩层段时，采用 100mm 喷锚网进行支护；当胶带斜井及装矿胶带道处于不稳定岩层段或断层破裂段时，采用锚网临时支护+400mm 钢筋混凝土永久支护。

4) 其它工程

其它井巷工程的支护视围岩情况和断面大小而定。整体性好的稳定岩体可不支护；较稳定的破碎岩体可采用锚（喷）网进行支护；不稳定岩层可采用浇筑混凝土支护、或锚喷网临时支护+浇筑（钢筋）混凝土永久支护。

（6）井下爆破器材库

二期分别在+160mm 中段和-40m 中段回风井石门各设一个容量为 8t 炸药的井下爆破器材库，主要贮存掘进过程中所用的炸药和起爆器材。

（7）修理设施

在 200m 中段设一个坑内无轨设备维修硐室，该维修硐室主要负责井下凿岩、出矿等无轨设备的日常保养。

2.4.6.2 地下开采设计方案

可研设计的主要采矿方法为自然崩落法与无底柱分段崩落法。以自然崩落法为主，其回采资源占比约 98%。无底柱分段崩落法主要应用于崩落宽度小于 100m，不满足自然崩落法要求的区域，如 8 号勘探线东侧及 0m 以下厚度稍小的矿体。

(1) 自然崩落法

露天坑最低开采标高为 438m，地下矿首采中段设在 200m，接续回采中段设在 0m。

200m 中段主层共设置由 4 个主要水平，自下至上分别为 160m 有轨运输水平、180m 进风水平、200m 出矿水平、215m 拉底回风水平，各水平上下高差分别为 20m、20m、15m。主层出矿水平和有轨运输水平之间高差为 40m；主层拉底水平和主层出矿水平之间高差为 15m。

接续回采 0m 中段主层共设置由 4 个主要水平，自下至上分别为 -40m 有轨运输水平、-20m 进风水平、0m 出矿水平、15m 拉底回风水平，各水平上下高差分别为，20m、20m、15m。主层出矿水平和有轨运输水平之间高差为 40m；主层拉底水平和主层出矿水平之间高差为 15m。

1) 主层出矿水平设置

200m 和 0m 为主层出矿水平，出矿穿脉垂直矿体走向布置，间距 30m，装矿进路间距 15m，装矿口采用分支鲐鱼骨式布置，装矿进路与出矿穿脉成 50° 角相交。出矿穿脉与装矿进路巷道净断面为 $4.2\text{m} \times 3.9\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。矿体上下盘脉外分别设沿走向布置铲运机运输巷道，净断面尺寸为 $4.6\text{m} \times 4.0\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。出矿穿脉、装矿进路、脉外运输道均采用混凝土路面。

溜井布置在上下盘脉外运输道的外侧，采场出矿以下盘为主，上

盘为辅，下盘溜井沿矿体走向间距为 60m，上盘溜井沿矿体走向间距为 120m。

矿石溜井净直径为 $\Phi 5.0\text{m}$ ，均为垂直溜井。

2) 主层拉底水平设置

215m 和 15m 为主层拉底水平，位于出矿水平之上 15m，与主层出矿水平之间通过斜坡道连接，拉底穿脉巷道垂直矿体走向布置，位于主层出矿穿脉之上，桃形矿柱的两侧。拉底穿脉巷道的间距为 14m 或 16m，巷道净断面为 $3.8\text{m} \times 3.8\text{m}$ （宽 $\times$ 高），可满足中深孔凿岩台车作业的要求。拉槽巷道布置在矿体下盘，沿走向布置，巷道净断面为 $3.8\text{m} \times 3.8\text{m}$ （宽 $\times$ 高）。

3) 进、回风水平设置

整个主层采用矿体中部进风，上下盘回风的通风方式。180m 和 20m 水平为集中进风水平，进风巷道位于出矿层之下 20m，通过进风天井与出矿水平的出矿穿脉连通，每条穿脉布置一条进风天井。进风天井的净直径 $\Phi 2.0\text{m}$ 。

回风水平与拉底水平共用同一水平巷道，位于主层出矿水平之上 15m，回风巷道布置在出矿层脉外巷道的外侧，通过辅助斜坡道与出矿水平连通。

新鲜风流通过进风天井进入出矿水平之后，沿出矿穿脉向上下盘流动，污风经回风斜井进入拉底回风水平，最后进入回风井排出地表。

4) 回采工艺

1) 拉底顺序和拉底方式

矿体初始拉底位置选择在比较厚大的 200m 出矿水平西北角，由西北向东南侧依次拉底展开，拉底顺序均总体从西向东连续推进，后拉底方式。

2) 拉底

拉底水平位于出矿水平之上 15m，采用中深孔凿岩台车打扇形中深孔，孔径 $\Phi 76\text{mm}\sim 89\text{mm}$ ，炮孔排距为 2.0m。采用装药车装填粒状铵油炸药，采用非电导爆雷管起爆。

3) 出矿

出矿水平均采用国产 14t 柴油铲运机出矿。铲运机进入出矿穿脉在装矿点装载矿石后，经脉外运输巷道将矿石倒入溜井。

4) 二次破碎

可研选用 6 台移动式液压劈裂台车或液压破碎锤用于大块的二次破碎。

5) 放矿管理

①放矿速度的确定

放矿速度暂定为 0.15m/d。

②放矿控制

良好的放矿控制对提高矿石回收率、降低贫化率是十分必要的。重要的是要做好整个崩落区的均匀放矿，使矿石与废石之间的接触面最小且保持平整和均匀。为了达到均匀放矿，就必须按计划严格控制从每一个放矿点放出的矿量。

③崩落监测

崩落顶板和崩落下来的矿石面之间应保持合适的间距，一般要小于 5m。可研设计 1 套微震监测系统，以便监测采场崩落状态，严格控制放矿速度。

6) 采区通风

主层出矿水平采用矿体中部进风，上、下盘回风的通风方式。新鲜风流由进风水平和进风天井进入出矿水平之后，沿出矿穿脉向上、

下盘流动，污风经回风井进入拉底回风水平，最后进入东西回风井排出地表。

（2）无底柱分段崩落法

自然崩落法回采范围之外的相对厚大但无法满足自然崩落法最小崩落宽高比的矿体，可研采用无底柱分段崩落法进行回收。无底柱分段崩落法的中段及分段巷道沿矿体走向布置在下盘脉外。中段高度为 60m，分段高度为 15m。

1) 采场布置

厚度小于 20m 的矿体回采进路沿走向布置，矿体厚度大于 20m 时，回采进路垂直矿体走向布置，分段高度为 18m，回采进路间距 15m。在进路末端垂直进路方向布置切割巷道和上向的切割井。回采进路与切割巷道净断面为 4.4m×3.9m（宽×高）。

2) 采准与切割工程

采准工程主要包括分段巷道、回采进路、切割巷道、溜井、溜井联络道及采准斜坡道等。

采场溜井布置在矿体下盘，采用倾斜溜井，溜井倾角 65° 左右，溜井净直径 $\Phi 4\text{m}$ ，溜井间距 180m。

采用 Boomer281 或国产单臂浅孔凿岩台车施工分段巷道、溜井联络道、回采进路及切割巷道。

在回采进路内钻凿上向扇形孔，扇形孔平面垂直于回采进路。扇形孔排间距为 2m~2.4m，最大孔底距为 2.6m，最深孔长约为 28m，最外侧边孔倾角 50°。采用 Simba1354 凿岩台车或国产中深孔钻机施工。

上向切割天井布置在切割巷道内，直径 $\Phi 2.0\text{m}$ ，高度 11m~20m。在切割天井两侧施工上向竖直排孔，排孔的排间距 1.5m，孔间距 0.6m。

3) 爆破与出矿

进路回采时，先进行进路端部的拉槽爆破。拉槽排孔一次性爆完，形成拉槽自由空间后，后退式逐渐爆破回采进路内的扇形炮孔。扇形炮孔每次爆破1~2排。

采用粒状铵油炸药，用非电导爆系统起爆。

出矿采用国产XYWJD-410t柴油铲运机，在回采进路作业面铲装矿石后，将其运输倒入采区溜井。溜井格筛上大块采用移动式液压破碎锤破碎。回采进路作业面的大块采用穿孔二次爆破处理。

4) 采场通风

采场通风采用压入式通风。新鲜风流由中段进风天井进入脉外分段巷道，由局扇将新鲜风流压入回采进路，清洗工作面后，污风经脉外分段巷道进入回风井排出。

5) 巷道支护

分段巷道、回采进路和切割巷道的支护主要采用喷锚网或喷砼支护方式，锚杆长度为2.25m，全长锚固。锚杆支护施工采用Boltec235锚杆支护台车或国产锚杆支护台车。

2.4.6.3 地下开采防排水系统

(1) 地下开采(0m水平以上)坑内排水

二期在-40m有轨中段副井马头门附近设水泵房及中央变电所，将水经副井排至地表。

-40m主泵房设MD280-100×8(P)型多级离心泵5台。单台离心泵的主要参数为： $Q=280\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=800\text{m}$ 。设2条 $\Phi 325\text{mm}\times 15\text{mm}$ 无缝钢管作为排水管，沿副井敷设至地表。

正常排水时，1台水泵工作，其余备用或检修，对应1条排水管；最

大排水时，4 台水泵工作，其余检修，对应 2 条排水管。

-40m 主泵房设自动排水系统，可实现远程控制、无人值守。

(2) 生产接续期（0m 水平以下）坑内排水

接续期在-240m 有轨中段副井马头门附近设水泵房及中央变电所，将水排至二期-40m 主泵房水仓，再接力排至地表。

-240m 主泵房设 MD280-43×5 (P) 型多级离心泵 5 台。单台离心泵的主要参数为： $Q=280\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=215\text{m}$ ，功率 250kW。设 2 条 $\Phi 325\text{mm}\times 7\text{mm}$ 无缝钢管作为排水管，沿副井敷设至一期-40m 主泵房水仓。

正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修，对应 1 条排水管；最大排水时，4 台水泵工作，其余检修，对应 2 条排水管。

接续期-240m 主泵房同样设自动排水系统，可实现远程控制、无人值守。

(3) 副井井底排水

副井一次到底，二期在副井井底设 2 台 KL50-75×4 型排沙潜水泵，将井底水窝的汇水排至-40m 主泵房水仓。单台排沙潜水泵的主要参数为：流量 $50\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 300m，2 台水泵，1 台工作，1 台备用。

(4) 主胶带斜井尾部排水

0m 水平以上开采时，在 2[#]主胶带斜井尾部+60m 设集水坑，将水排至+160m 有轨运输中段水沟。采用 2 台 KL40-63×2 型排沙潜水泵，1 台工作，1 台备用。单台排沙潜水泵的主要参数为：流量 $40\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 125m。

0m 水平以下开采时，在 3[#]主胶带斜井尾部-140m 设集水坑，将水排至-40m 有轨运输中段水沟。同样采用 2 台 KL40-63×2 型排沙潜水泵，1 台工作，1 台备用。

2.4.6.4 通风系统

(1) 井下通风方式和通风系统

通风系统采用中部进风，两侧回风的布置形式。主要进风通道为进风井、副井以及斜坡道，主要回风通道为西回风井、东回风井以及胶带斜井，溜破系统污风通过副井附近的辅扇抽出地表。

自然崩落法采区新鲜风流主要由进风井通过进风水平进入自然崩落法的主层出矿水平，清洗工作面后，由拉底回风水平专用回风巷道汇入西回风井，排出地表。

无底柱分段崩落法采区新鲜风流主要由副井通过石门巷道进入出矿水平，清洗工作面后，由凿岩回风水平汇入东回风井，排出地表。

矿井总需风量为 $400\text{m}^3/\text{s}$ 。

在西回风井和东回风井井口设置风机房，分别设置风机站，西回风井地表风机站内配置 AN-3200/1600 风机 1 台；在东回风井地表风机站内配置 DK62(B)-12-No26 风机 1 台。在胶带斜井端部风机硐室 1 座，风机硐室内配置 K45-6-No14 风机 1 台。各风机站内配置同规格电机一台，并设有能迅速调换电动机的设施。主扇还应设有使矿井风流在 10min 内反向的措施，其反风量可达到正常运转时风量的 60%以上。

(2) 局部通风

选用 K45-6-No14 型辅扇 1 台，用于胶带斜井回风；选用 K-6-No15 型辅扇 10 台，用于出矿水平回风道；选用 6 台 K-6-No12 型辅扇用于有轨运输卸载站、溜破系统、皮带道及爆破器材库等处通风。

(3) 通风构筑物及通风管理

在需要控制风流的地方需架设风门、调节风门等通风构筑物，保证生产期间各个需风点合理的风流分配。

2.4.6.5 安全避险“六大系统”

（1）监测监控系统

井下监测监控系统分为井下有毒有害气体监测系统和井下视频监控系统两部分。

井下监测系统对有毒有害气体监测及通风数据进行监测，数据通过监测分站接入定位基站内，然后由光缆传输至地表生产管控中心内的综合信息管理平台，进一步实现对监测数据进行统一存储，提供实时数据、历史数据的访问接口。

井下视频监控系统系统依托于光环网综合网络平台，通过遍布于井下各关键区域的 IP 摄像机，实现对地表各工业厂房、副井井口、井下马头门、水泵房及中央变电所、无轨维修硐室、避灾硐室、卸载站、破碎站、辅助斜坡道、井下胶带等处进行视频监控。

（2）井下人员定位系统

在井下设置井下人员定位系统。无线系统的无线基站作为接收设备，下井人员配带无线定位标示卡作为发射设备，通过人员定位管理软件构成较为完善的定位系统。通过定位系统可实时了解当班井下作业人员的数量以及监控井下各个作业区域人员的动态分布及流动情况。

井下人员定位系统包括服务器、读卡器、识别卡。

（3）紧急避险系统

为每个下井人员配备 1 台时间不少于 30min 的隔绝式自救器，竖井和斜坡道可直接通往地表，均作为矿山安全出口，每个生产中段均设有至少两个便于行人的安全出口，并能与通往地面的安全出口相通。

（4）压风自救系统

地表设空压机组，主要是满足压风自救系统的用气需求。地采最大班人数为 70 人，要求人均用气量不小于 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ ，总的用气量不小于 $21\text{m}^3/\text{min}$ 。

在空压机组设 SA200A 型螺杆式空气压缩机 3 台，单台空压机组气量 $33\text{m}^3/\text{min}$ 。每台空压机组配套 1 个 4m^3 储气罐，以保证供气压力的平稳性。矿山正常生产时 2 台空压机组工作，1 台备用。

副井内设一条 $\Phi 168\text{mm} \times 5\text{mm}$ 无缝钢管作为主压气管。

坑内压风自救系统与坑内生产用气系统共用。井下采掘作业场所、爆破时撤离人员集中地点等处的压风管道上均安设供气阀门。各主要生产中段进风巷道的压风管道上每间隔不大于 200m 安设一组供气阀门。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供气阀门，相邻两组供气阀门安设间距不大于 200m。

（5）供水施救系统

坑内供水施救系统与坑内生产供水系统共用，施救时水源满足生活饮用水卫生标准。各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道安设供水阀门，中段和分段间隔不大于 200m；独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处设一组供水阀门，相邻两组供水阀门安设间距不大于 200m；爆破时撤离人员集中地点的供水管道上安设一组供水阀门。

（6）通信联络系统

井下有线通信联络系统在数据中心的综合语音平台基础上进行建设，井下电话电缆由生产集控中心机房电话程控交换机引出，由机房配线架分别引出两根铠装电话电缆分别沿副井和辅助斜坡道引至井下。

井下有线通信联络系统，与井下无线通信通信分开组网并互为补

充，且能互拨互通。

2.4.7 矿山供配电设施

(1) 电源

延东铜矿拟采用双回路 110kV 供电，双回路 110kV 供电电源引自距离矿区约 100km 外的哈密供电公司现有变电站不同母线段。在延东铜矿选矿厂新建 110kV 总降压变电站一座，该项目采矿工程所需 10kV 电源引自该 110kV 总降压变电站。

(2) 用电负荷

其中一级负荷有副井提升、井下排水，最大排水时计算负荷约 4407kW。

(3) 配电电压

采用 10kV 作为采矿工程的供电电压，在采矿工业场地、井下主排水泵房、斜井胶带驱动站等处分别设置 10kV 配电站，所需 10kV 电源直接引自选矿厂 110kV 总降压变电站。

(4) 供配电系统

在选厂新建 110kV 总降压变电所一座，由该变电所以 10kV 为全矿供电。总降压变电所附近新建柴油发电站一座，发电站以 10kV 馈入总降压变电所 10kV 母线。

在采矿工业场地、井下主排水泵房、斜井胶带驱动站、选厂、尾矿输送泵站、电锅炉房等处分别设置 10kV 配电站，以 10kV 放射式或其他方式为范围内用电设备设施供电。

(5) 防雷及接地系统

对于非金属屋面的建构筑物在屋顶四周设金属避雷网，金属避雷

网通过混凝土结构钢筋或钢结构与建筑物基础钢筋网连接；对于金属屋面建筑物尽量利用金属屋面作为接闪器，钢结构或混凝土柱内钢筋作为引下线与建筑物基础钢筋网连接。

各变电所在 110kV 以及 10kV 母线均装设避雷器。重要的 10kV 架空线路采用避雷线或经过电缆引入配电站，并在架空转电缆处设避雷器。

井下各 10kV 变（配）电所的接地母线与附近的排水、压缩空气等金属管路，和沿井巷装设的金属构件等可导电部分通过 $-25\times 4\text{mm}$ 镀锌扁钢做总等电位连接。

36V 以上的电气装置、设备的外露可导电部分和构架等均通过 $-25\times 4\text{mm}$ 镀锌扁钢接地。使用矿用电缆配电的移动式、手持式电气设备及照明灯具的金属外壳，采用配电电缆的接地芯线与总接地网相连。

井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置通过接地干线相互连接，构成一个开采水平的接地网。各开采水平接地网之间通过接地干线相互连接，并与向该开采水平供电的变（配）电所接地装置通过接地干线相连。

2.4.8 排土场

废石临时堆场设计容量为 $810\times 10^4\text{m}^3$ ，最大堆置顶标高 705m，最大堆置高度约 30m，堆置边坡为 1:1.5。该项目不设置排土场，基建期及露天生产期产生的废石全部用于尾矿筑坝。废石临时堆场用于生产期废石临时堆存，缓存生产期废石量与尾矿筑坝所需量不匹配。二期地下生产时每年产生废石约 $36.3\times 10^4\text{t}$ 废石，废石由胶带运输至地表废石仓后通过汽车运输至一期露天坑内排放。

矿石堆场位于露天采场西北侧，距离露天采场约 400m。用于临时

堆存基建期的矿石及生产期产生的低品位矿石。矿石堆场设计容量约 $520 \times 10^4 \text{m}^3$ ，最大堆置顶标高 730m，最大堆置高度约 32m，堆置边坡为 1:1.5。

2.4.9 压风及给排水系统

（1）压风系统

地表设空压站，站设 SA200A 型螺杆式空气压缩机 3 台，单台空压机气量 $33 \text{m}^3/\text{min}$ ，每台空压机配套 1 个 4m^3 储气罐，矿山正常生产时 2 台空压机工作，1 台备用。

副井内设一条 $\Phi 168 \text{mm} \times 5 \text{mm}$ 无缝钢管作为主压气管。

（2）给排水

副井内设一条 $\Phi 219 \text{mm} \times 11 \text{mm}$ 无缝钢管作为主供水管。在各中段马头门处设减压阀，使供水压力满足生产要求。

外部水源来自哈密市石城子水库和榆树沟水库，将水分别供至三水厂和大南湖矿区水厂，由两个水厂分别向矿区供水，当项目坑内排水水源不满足项目用水需求时，采用外部水源对项目进行供水。

采矿工业场地和选厂区分设生活排水系统、生产排水系统、雨排水系统。生活区设生活排水系统和雨排水系统。

（3）消防系统

1) 厂区消防系统

采场工业场地室外消防水量 20L/s ，火灾延续时间 2h，一次消防水量 144m^3 ，消防用水储存在选厂生产消防水池内。

2) 井下消防系统

采矿井下及平硐消防水量 20L/s ，火灾延续时间 3h，一次消防水量 216m^3 ，消防用水储存在选厂生产消防水池内。

2.4.10 安全管理及其他

哈密鼎新铜业股份有限公司目前下设职能管理部门 9 个、生产业务单元 2 个（采矿场、选矿厂）。结合公司现有组织机构，在目前的土屋采矿场、土屋选矿厂基础上，新增延东采矿场和延东选矿厂两个生产部门，其他部门利用现有的组织机构不变。

一期露采期间需要配置生产人员 38 人，管理人员 42 人，在册人员合计 80 人，其中不包括采矿外包作业人员。二期地采期间需要配置生产人员 347 人，管理人员 60 人，在册人员合计 407 人。

一期劳动安全卫生专项投资约 2026 万元，占工程直接投资 44446 万元的 4.56%；二期劳动安全卫生专项投资约 31205 万元，占工程直接投资 131922 万元的 23.6%。

3. 定性定量评价

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

3.1 总平面布置单元

3.1.1 选址危险有害因素辨识与分析

（1）自然灾害危险有害因素分析

区域内自然灾害主要有坍塌、滑坡、泥石流、冻土、高低温、暴雨（雪）、山洪、雷击、地震等。

1) 坍塌、滑坡

露天开采过程中若边坡管理、边坡位移观测不到位，处理浮石操作方法不当或遇到不良地质条件时，采场边坡可能发生崩塌或滑坡。

废石临时堆场及矿石堆场因基底失稳而产生滑坡为排土场滑坡的主要形式，主要有剥离物内部滑坡和废石临时堆场沿基底表面滑坡。

2) 泥石流

若露天采场、废石临时堆场及矿石堆场存在不稳定边坡，未及时采取治理、加固、防护等措施，在遇到暴雨等极端天气时，有发生泥石流的危险。

3) 暴雪（雨）

矿区属典型的大陆性气候，日照时间长，昼夜温差大，蒸发量大

于降水量。10月开始降小雪，最冷是12月至来年2月，为积雪期，最大积雪深度16cm，暴雪恶劣、极端天气等会导致道路湿滑、结冰，对车辆运输、行人等会造成极大影响。

4) 冻土

该项目最大冻土深度127cm，冻土发育，冻土融化会影响山体边坡的稳定性，同时也对露天采场边坡及地面建构筑物的稳定性产生影响。

5) 山洪

矿区无常年水流，罕见暴雨后沟谷中有短暂水流或形成洪水，一至两天内断流；低洼处形成积水，一般10~60天干涸。近年来，各地极端天气屡见不鲜，若遇暴雨等极端天气时，短时间降雨量极大，矿山截排洪工程失效，有可能会引发山洪。

6) 高低温

该项目冬季气候寒冷，冬季极端最低气温-26.5℃，在露天采场和排土场等处进行露天作业时，若长时间暴露在低温环境中，没有采取必要的保护措施，可能会发生人员冻伤甚至造成死亡。

夏季六、七月温度最高，可达43℃~45℃，最高可达44.9℃左右，若作业人员长时间暴露在高温环境中，易引起眩晕、中暑，对人体健康带来危害。

7) 雷击

矿区用电设备较多，多雨雷电季节，有引发雷击的可能。

8) 地震

可研报告明确抗震设防烈度为Ⅶ度，如果未按设计进行设防，地震可能引起露天采场、废石临时堆场及矿石堆场边坡滑坡、坍塌；引起井下开采巷道变形、冒顶片帮、井巷坍塌、地表沉陷、建(构)筑物损坏和人员伤亡，影响矿山正常生产。

(2) 该项目与周边环境的相互影响

该矿区西侧原有延西铜矿探矿权当前已经灭失，东侧为目前正在生产的土屋铜矿，距离本矿区直线距离约 5km，相互距离较远，无相互影响。

(3) 露天开采与地下开采相互影响

矿山总服务年限约 47 年，分期开采，其中一期露采服务年限 10 年，二期地采服务年限 37 年，第 6 年地采开始基建，第 10 年地采投产。

露天开采最终境界的最高开采标高 734m，最低开采标高 438m。地下开采范围为 450m~0m 之间露天终了境界外的矿体，以及 450m 以上露天开采后的挂帮矿。

露天开采和地下开采基建存在相互交叉影响，具体分析如下：

1) 爆破作业的影响

露天采场位于地下开采上部，露天爆破可能会对地下井巷造成一定的破坏作用，地下井巷工程基建爆破也会影响露天边坡的稳定性。

2) 透水、泥石流

影响矿床充水的因素主要为大气降水，露天坑形成汇水面积，大量雨水可能经由露天坑底部岩石裂隙等地带流入井下，可能会发生透水，如果露天采场底部存在大量的松散土岩，由雨水带入地下，会发生井下泥石流。

具体对策措施如下：

为避免露天爆破对地下井巷工程的破坏，威胁相应位置地下作业人员及设备的安全，下一阶段设计中应明确近露天坑底的穿爆作业不能超深，并控制露天炮孔装药量，靠帮爆破均采用分段微差爆破，减

少每段爆破孔数，必要时采用单孔爆破及打预裂孔等减震措施。露天爆破作业时应及时通知井下及地表作业人员撤离危险区域。

3.1.2 安全检查表法

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

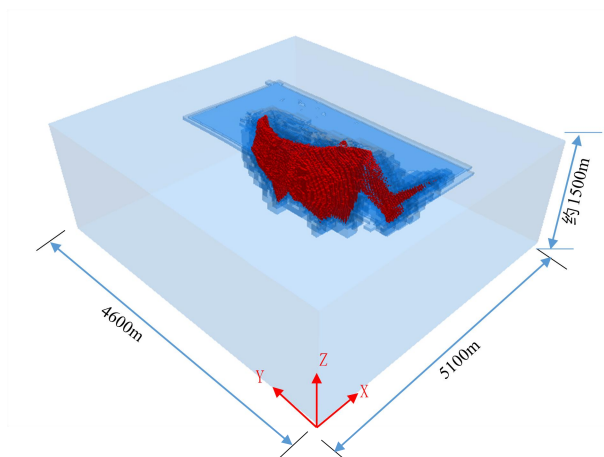
序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
1	下列地段和地区不应选为厂址： 发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区；有严重放射性物质污染影响区；生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域；对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内；很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段；具有开采价值的矿藏区；受海啸或湖涌危害的地区。	《工业企业总平面设计规范》 (GB50187-2012) 第 3.0.14 条	地震烈度为 7 度区，场址不在上述各区域内。	符合要求
2	总平面布置应节约集约用地，提高土地利用率。布置时应符合下列要求： 1 在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施，应采用联合、集中、多层布置； 2 应按企业规模和功能分区，合理地确定通道宽度； 3 厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形宜规整； 4 功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。	《工业企业总平面设计规范》 (GB50187-2012) 第 5.1.2 条	可研报告中按要求进行了设计。	符合要求
3	矿井（竖井、斜井、平硐等）	《金属非金属矿山安全规程》	矿区当地最高洪水	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	井口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高应高于当地历史最高洪水位。	(GB16423-2020) 第 6.8.2.3 条	位 690m 井口标高： 胶带斜井口标高约 713m； 副井井口标高 697m； 斜坡道井口标高约 697m； 进风井井口标高 710m； 回风井井口标高 710； 各井口均高于当地历史最高洪水位 1m 以上。	
4	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》 (GB50187-2012) 第 3.0.8 条	采矿工业场地工程地质及水文地质条件满足要求。	符合要求
5	总平面布置应妥善处理近期用地与远期预留用地的关系，并应全面考虑近期和远期在施工和生产时的经济性和合理性，应以近期为主、远近结合。	《有色金属企业总图规划及运输设计标准》 (GB50544-2022) 第 5.1.5 条	可研设计统筹安排各场地位置，满足使用要求。	符合要求
6	地下开采的采矿工业场地总平面布置，应以井（硐）口为中心，以原矿和岩土的生产运输作业线为主干，应将矿仓、碎矿车间、卷扬机房、井（硐）口铁路车场布置在井（硐）口附近，并应力求运输系统短捷，原矿、岩土、材料和人员运输互不干扰。	《有色金属企业总图规划及运输设计标准》 (GB50544-2022) 第 5.2.1 条	采矿工业场地包含一二期工程，其中一期工程主要车间有：矿用自卸车保养车间、工程机械保养车间、无轨设备维修车间、采场综合仓库、采厂综合办公楼。二期工程主要车间有：坑口服务楼、副井井塔、副井预热机房、空压机等。采矿工	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
			业场地一期工程主要车间有：工程机械保养车间、无轨设备维修车间、采场综合仓库、采厂综合办公楼等。二期工程主要车间有：坑口服务楼、副井井塔、副井预热机房、空压电站等。	
7	露天转地下开采矿山，经安全论证后，可利用闭坑的露天采场作为地下开采的排土场。	《有色金属矿山排土场设计标准》(GB50421-2018) 第 4.3.4 条	可研明确地下生产时产生废石由胶带运输至地表废石仓后通过汽车运输至一期露天坑内排放，下一阶段设计中应论证其安全可靠。	下一阶段设计中需完善

3.1.3 地下开采地表塌陷错动范围

延东铜矿床产于石炭纪侵位的斜长花岗斑岩中及其与石炭系企鹅山群第二组第一岩性段的接触带中，矿体产状与斜长花岗斑岩体及围岩的产状基本相同，严格受岩体侵位控制。本次勘探工作圈定了编号为③、④-1、④-2、②-1、②-2、②-3、②-4、②-5、②-6、②-7的十个铜矿体，总体近东西走向平行展布。矿体主要赋存于斜长花岗斑岩中，其次在围岩安山岩、闪长玢岩中亦有分布。矿体形态简单，呈似层状、似板状、脉状产出。其矿体线框模型如图图 3.1-1 所示。



注：红色为矿体；其他为围岩

图 3.1-1 数值计算模型及尺寸示意图

(1) 200m 中段地下开采完成后地表沉降

按照前文的开采模拟过程，对 438m 标高以下矿体进行开采模拟，图 3.1-2 为 200m 中段开采结束后地表沉降位移等值线云图。图 3.1-3 为 200m 中段开采结束后地表水平位移等值线云图。

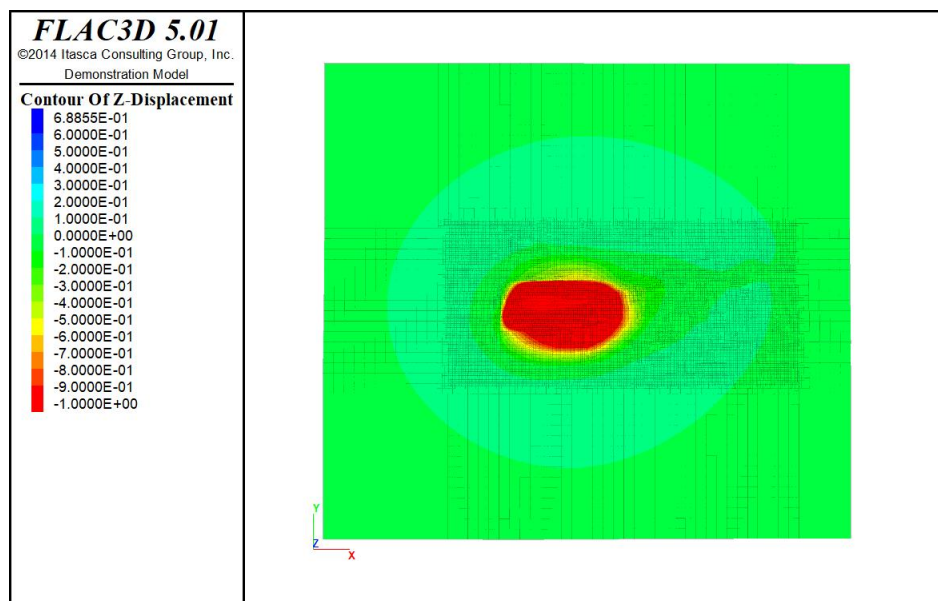


图 3.1-2 200m 中段开采后地表沉降等值线云图

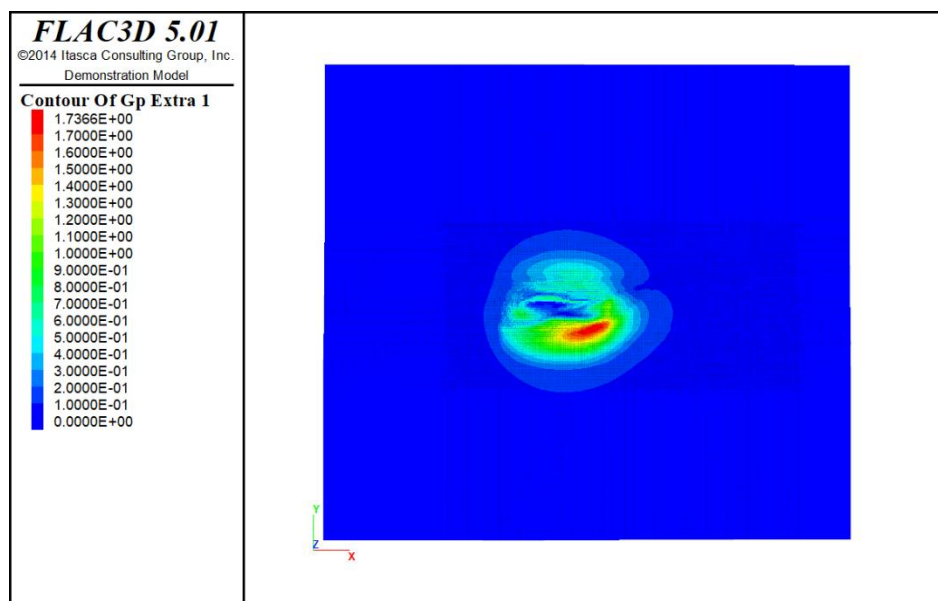


图 3.1-3 200m 中段开采后地表水平位移等值线云图

(2) 0m 中段地下开采完成后地表沉降

按照前文的开采模拟过程，图 3.1-4 为 0m 中段开采结束后地表沉降位移等值线云图。图 3.1-5 为 0m 中段开采结束后地表水平位移等值线云图。

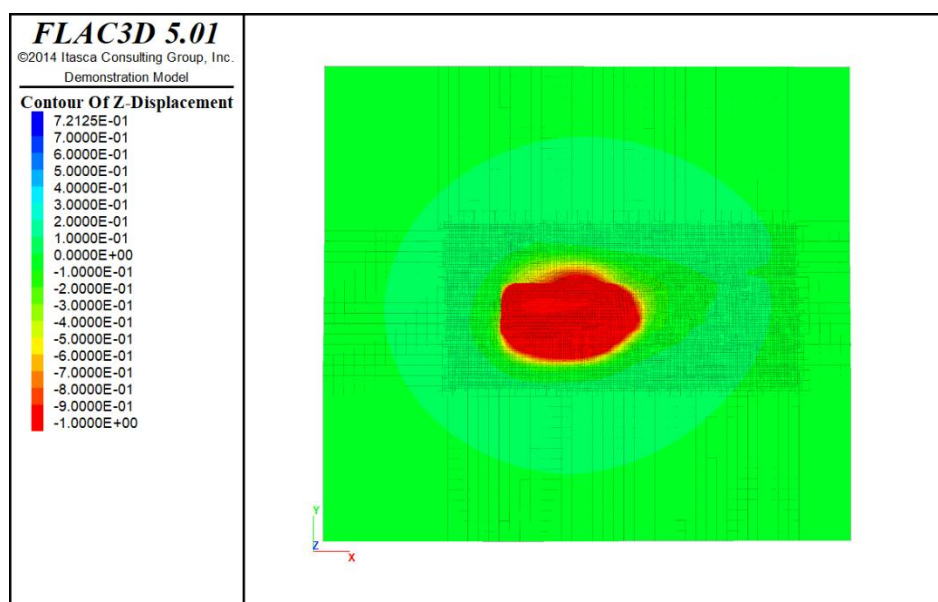


图 3.1-4 0m 中段开采后地表沉降等值线云图

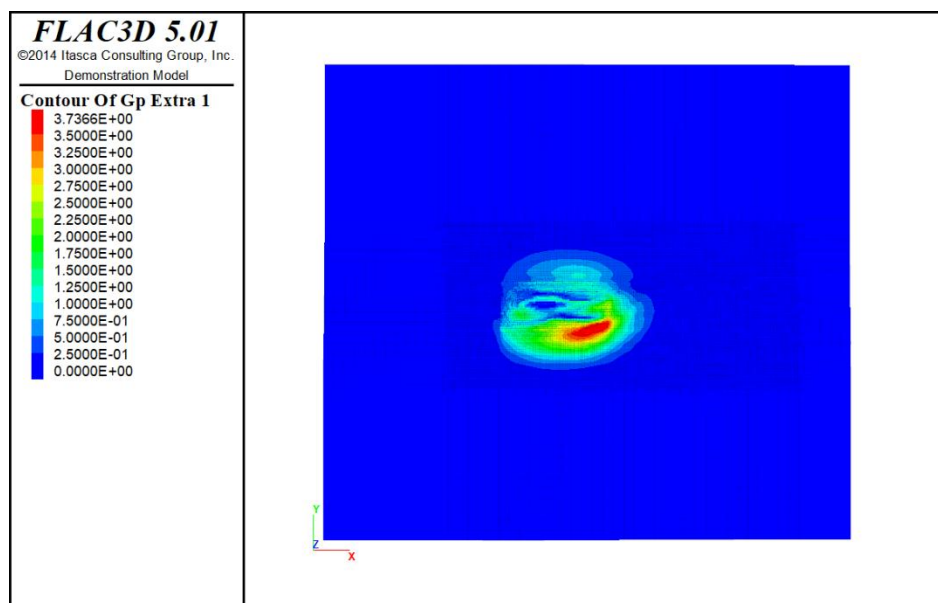


图 3.1-5 200m 中段开采后地表水平位移等值线云图

(3) 200m 中段开采地表岩体沉陷范围

1) 地表倾斜影响范围

地表倾斜为地表下沉盆地沿某一方向的坡度值，其平均值为两点间的下沉差除以两点间的水平距离。根据倾斜定义并取点计算，图 3.1-2 中地表沉降 100mm 等值线外区域均小于允许值 3mm/m，而地表沉降 100mm 等值线范围内较大部分区域地表倾斜值超过 3mm/m；因此将地表沉降 100mm 等值线划定为地表倾斜预测影响范围线。

圈定地表影响范围还需考虑地表曲率影响，通常地表曲率允许值为 $\pm 0.2\text{mm}/\text{m}^2$ 。曲率的定义为两相邻线段的倾斜差与两线段中点间水平距离的比值，反映了观测线断面上的弯曲程度。通过取点计算，地表倾斜影响范围线外曲率均小于允许值。

2) 地表水平变形影响范围

地表水平变形影响范围一般由地表水平变形值来确定，地表水平变形的定义是相邻两点的水平移动差与两点间水平距离的比值。根据地表水平变形定义并取点计算，图 3.1-3 中地表水平位移 100mm 等值

线范围外水平变形值均小于允许值 2mm/m, 100mm 等值线范围内部分区域水平变形值超过允许值。因此, 根据地表水平位移等值线结果, 划定地表水平变形预测影响范围。

分别将地表沉降云图与水平位移云图中预测的地表影响等值线对应至矿区平面坐标系中, 见图 3.1-6 所示。根据地表倾斜预测影响范围线和地表水平变形预测影响范围线的覆盖范围, 综合圈定延东铜矿开采可能对地表的移动影响范围, 见图 3.1-7 所示。

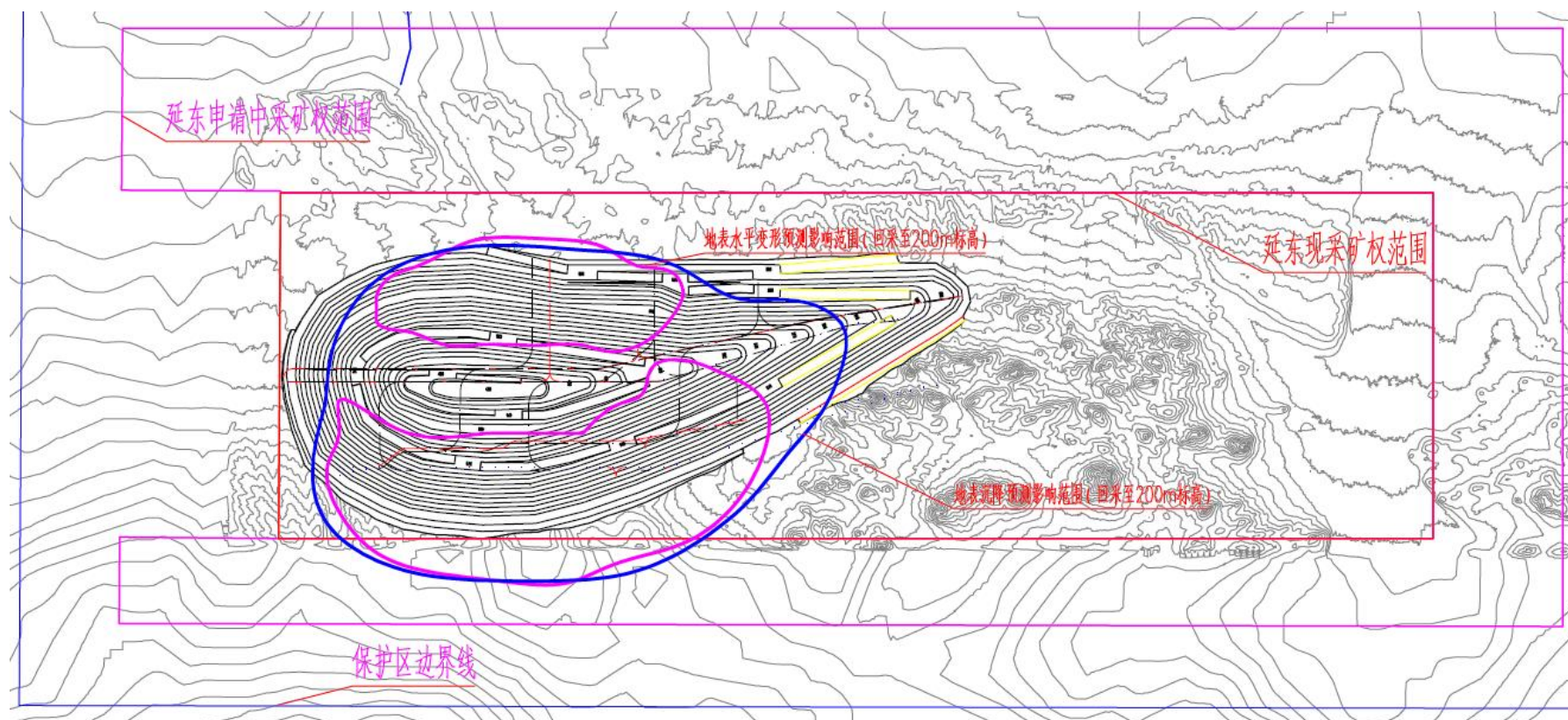


图 3.1-6 200m 中段开采地表倾斜与水平变形预测影响范围

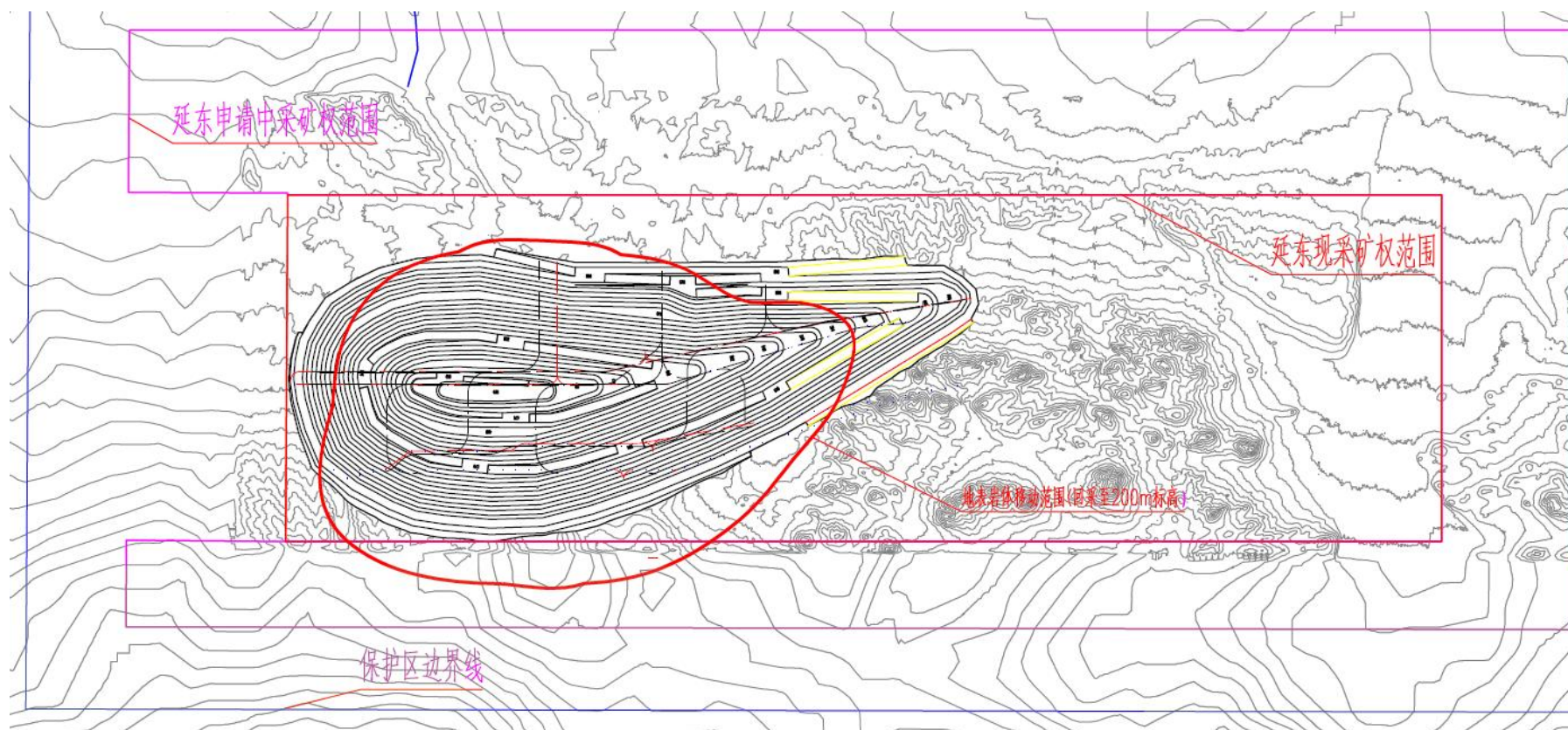


图 3.1-7 200m 中段开采后岩体移动预测范围

3) 200m 中段开采后地表岩体沉陷范围

根据上文的陈述，地表沉降 10mm 作为地表岩体监测的范围，沉陷 1m 作为地表岩体崩落的范围，且考虑岩体移动预测范围，综合得到 200m 中段开采后地表岩体沉陷范围，具体见图 3.1-8。

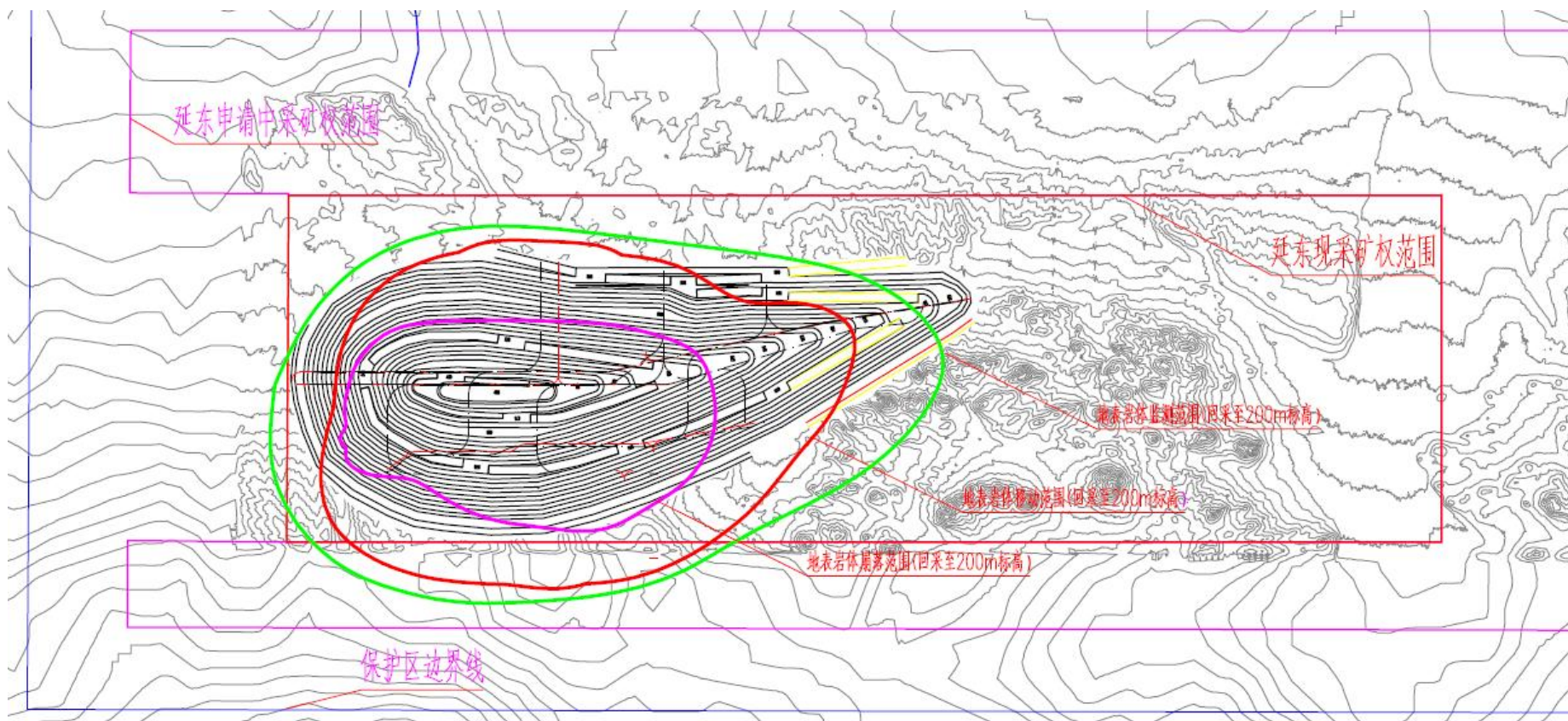


图 3.1-8 200m 中段开采后地表岩体沉陷范围示意图

(4) 0m 中段开采地表岩体沉陷范围

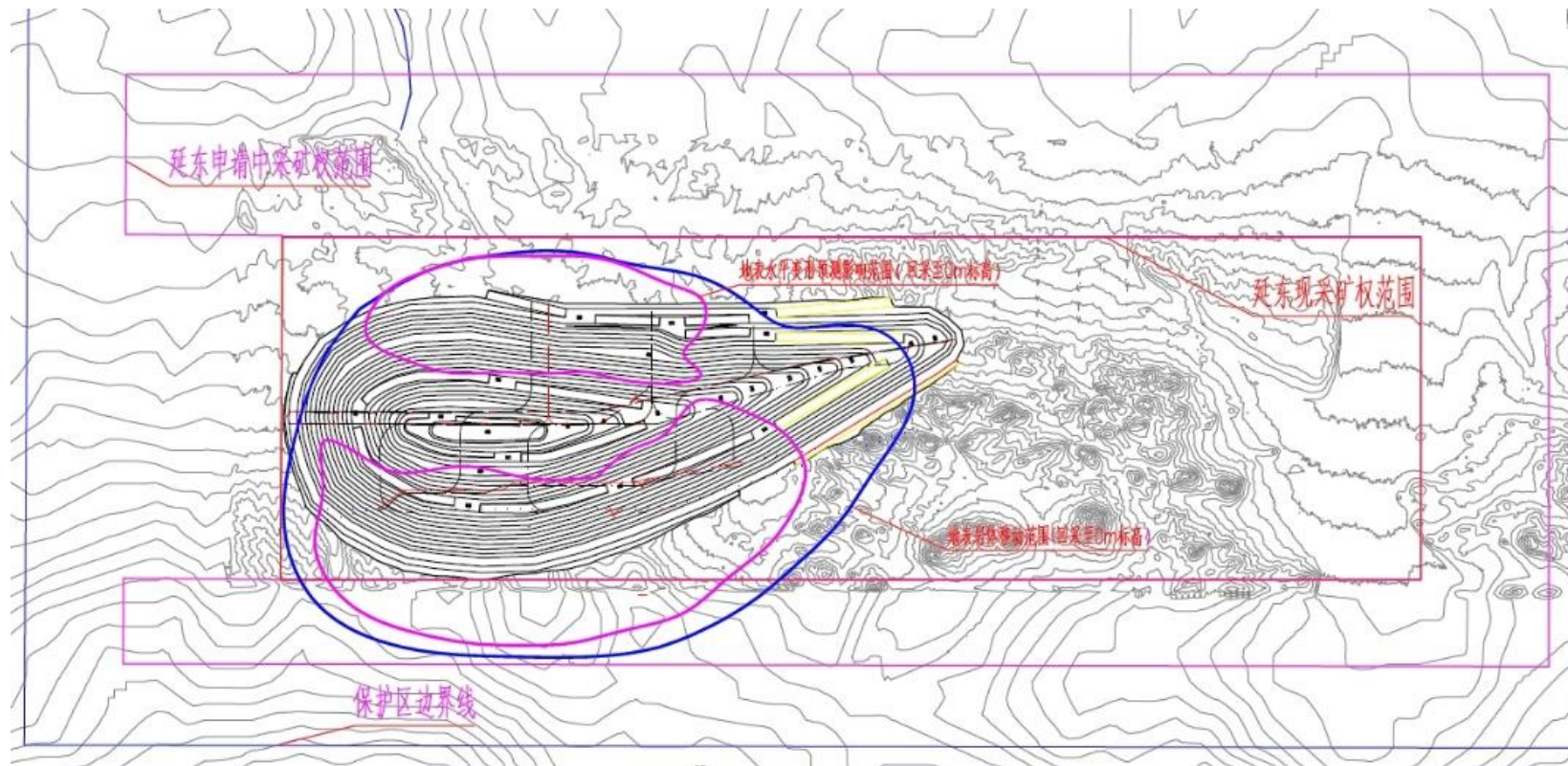


图 3.1-9 0m 中段开采地表倾斜与水平变形预测影响范围

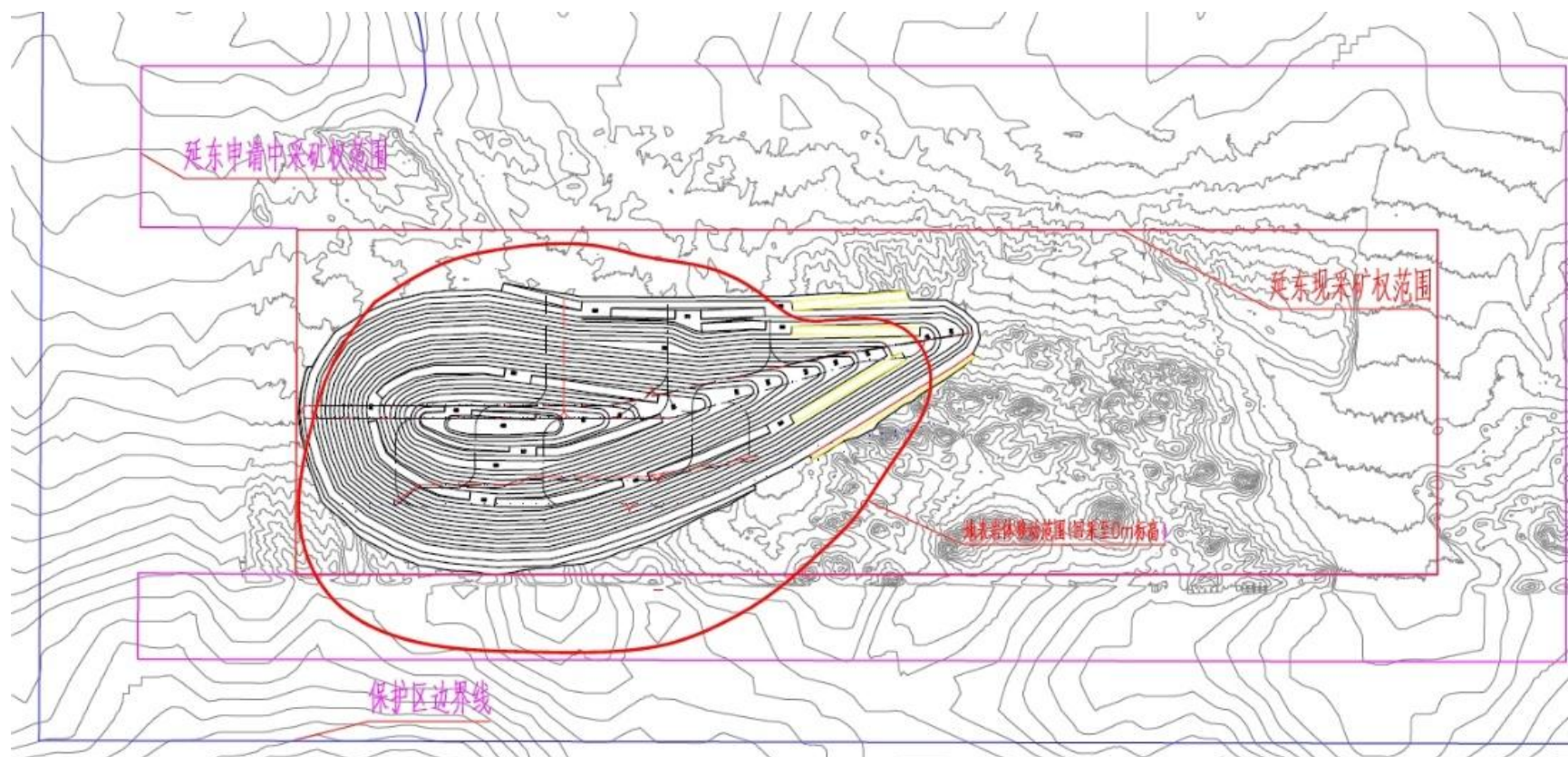


图 3.1-10 0m 中段开采后岩体移动预测范围

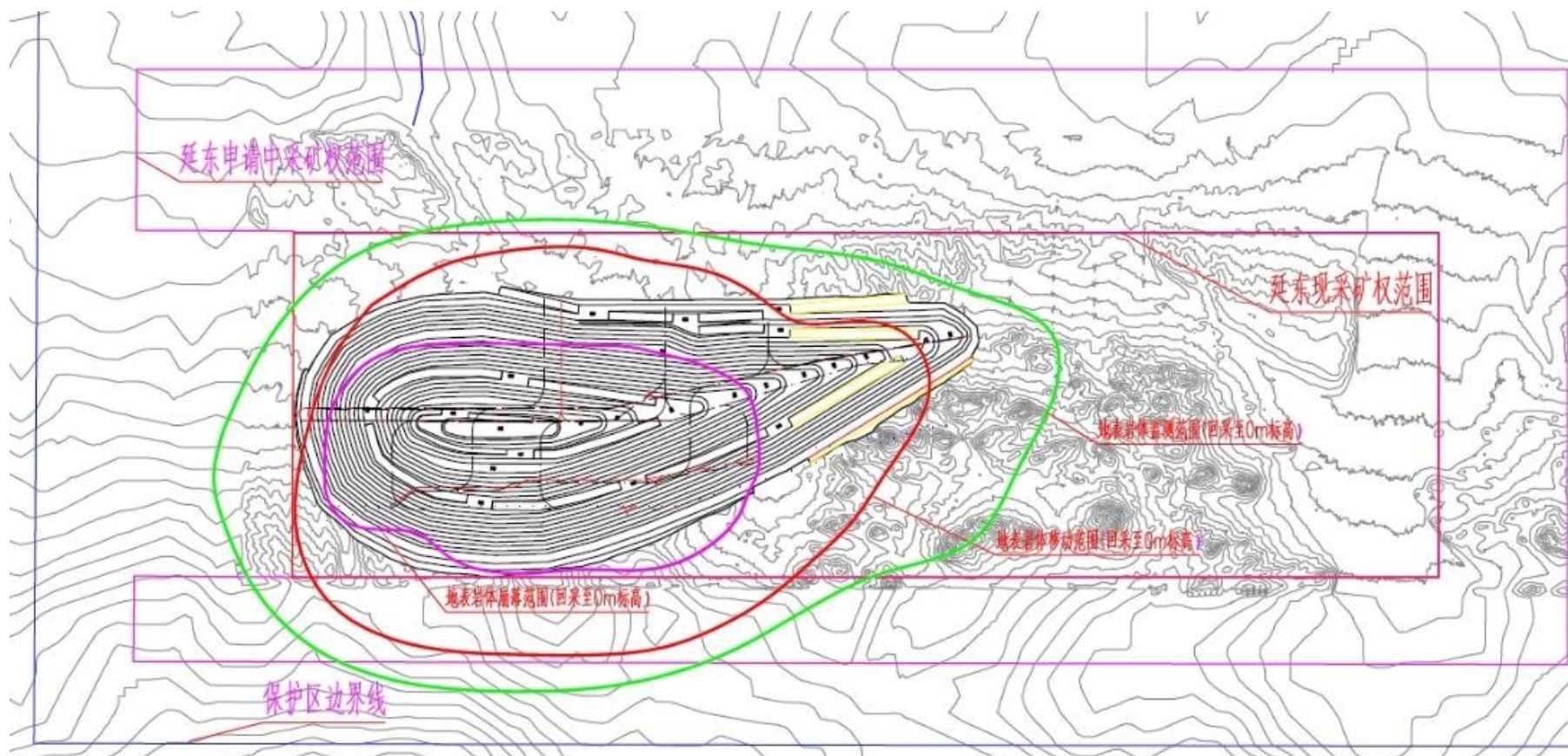


图 3.1-11 0m 中段开采后地表岩体沉陷范围示意图

将 200m 中段开采后地表岩体沉陷范围与 0m 中段开采后地表岩体沉陷范围进行对比分析,具体见图 3.1-12。

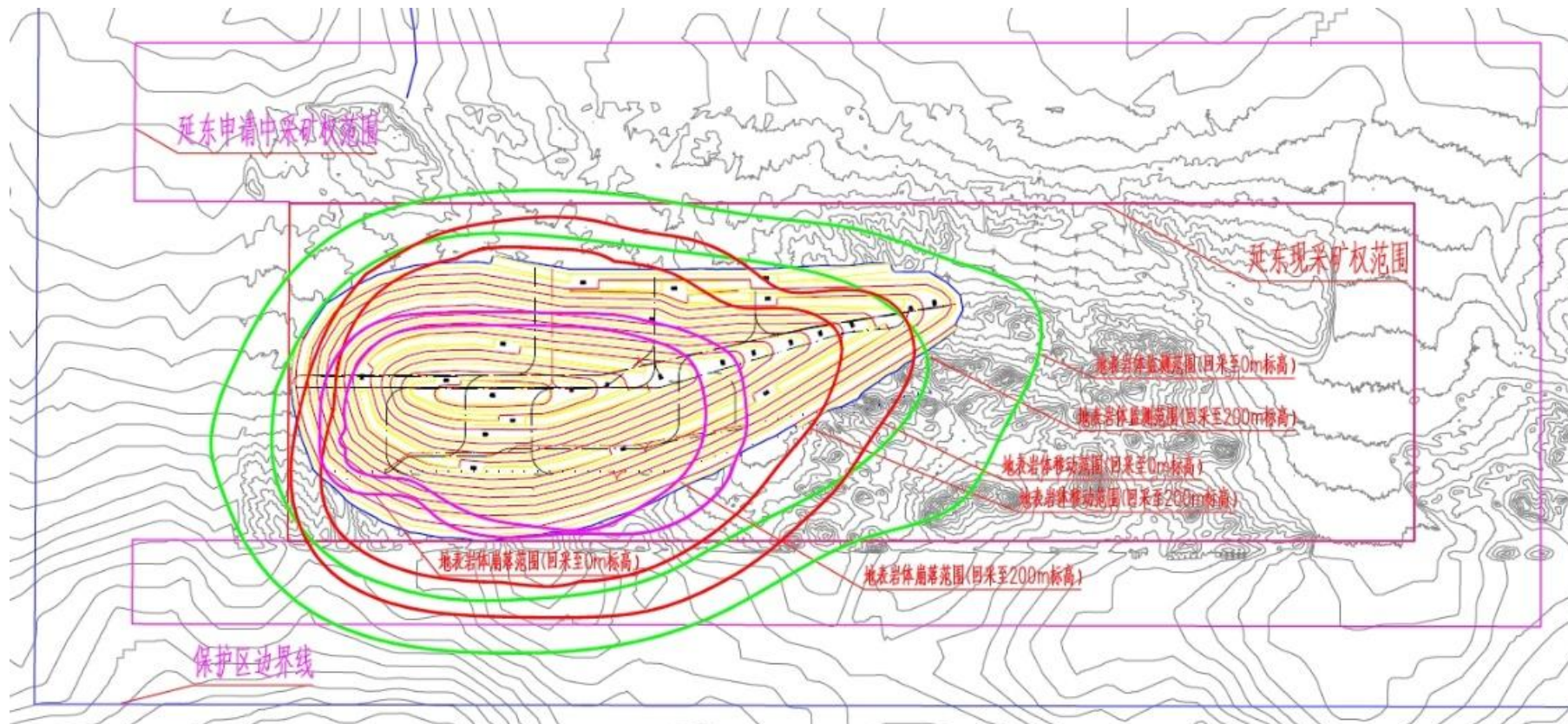


图 3.1-12 不同中段开采地表岩体沉陷范围示意图

根据上图可以看出：根据圈定的崩落范围，各工业场地和建构筑物均不在地下开采的崩落范围内。

3.1.4 单元小结

该项目总平面布置中应加以重视的问题有：

（1）为避免露天爆破对地下井巷工程的破坏，威胁相应位置地下作业人员及设备的安全，下一阶段设计中应明确近露天坑底的穿爆作业不能超深，并控制露天炮孔装药量，靠帮爆破均采用分段微差爆破，减少每段爆破孔数，必要时采用单孔爆破及打预裂孔等减震措施。露天爆破作业时应及时通知井下及地表作业人员撤离危险区域。

（2）可研明确地下生产时产生废石由胶带运输至地表废石仓后通过汽车运输至一期露天坑内排放，下一阶段设计中应论证其安全可靠。

（3）加强对地表岩移的监测。

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

3.2 露天开采

3.2.1 开拓运输单元

3.2.1.1 危险、有害因素辨识与分析

开拓运输主要存在的危险、有害因素有：

- （1）汽车在装卸、运输过程中可能发生车辆伤害事故；
- （2）在卸车点等高处作业时，可能发生高处坠落事故。

3.2.1.2 预先危险性分析

表 3.2.1-1 开拓运输预先危险性分析表

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
------	------	------	------	--------

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
机械伤害	钻机、挖掘机等机械设备倾倒,对人员产生碰撞、挤压;破碎机的外露部分对人体造成机械伤害。	人员伤亡 设备损坏	III	对钻机、挖掘机、破碎机等机械设备采取合理有效的防护措施;加强对设备的维护、使用;提高照明度,在设备的危险部位设置警示标志;加强管理,人员不应站在机械设备作业危险区域内。
车辆伤害	路况不好,车辆故障等原因使机动车辆在行驶中发生挤、压、撞人和倾覆等事故	人员伤亡 车辆损坏	II~III	按要求对运输道路进行合理设计,及时养护、维修道路;在急弯、陡坡、危险和养路地段及时设置路标,在危险路段设置护栏、挡车土堆等;雨季应采取有效的防滑措施并减速行驶。
高处坠落	人员和车辆从运输道路边缘、卸矿平台或高处作业面坠落。	人员伤亡 车辆损坏	II~III	山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段等危险路段,外侧应设置护栏、挡车墙等;危险路段应减速行驶;卸矿平台应有足够的调车宽度,卸矿地点应设置牢固可靠的挡车设施;人员严禁在道路上打闹;高处作业面设置安全防护设施。
物体打击	作业面浮石、器具或物料掉落。	人员伤亡	III	及时处理作业面浮石;加强对器具、物料的管理。

3.2.1.3 开拓运输安全检查表

根据《有色金属采矿设计规范》(GB50771-2012)、《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87)、《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)对开拓运输系统进行安全检查。详见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 开拓运输安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	露天矿山道路设计,应根据矿山地形、地质、开采境界、开采推进方向,各开采台阶(阶段)标高以及卸矿点和排土场位置,并密切配合采矿工艺,全面考虑山坡开采或深部开采要求,合理布设路线。	《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87)第 2.1.6 条	矿山道路根据地形、开采台阶、卸矿点等,分段布置道路。	符合要求
2	汽车的小时单向交通量在 85~25 (15) 辆的生产干线、支线,可采用二级露天矿山道路。当条件较好且交通量接近上限时,可采用一级露天矿山道路;当条件困难且交通量接近下限时,可采用三级露天矿山道路。	《厂矿道路设计规范》(GBJ22-87)第 2.4.2 条	生产干线为二级道路。	符合要求

序号	检查内容				检查依据	检查情况	检查结论
3	露天矿山道路的计算行车速度，宜按下表的规定采用。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-87) 第 2.4.3 条	生产干线为二级道路，汽车平均运行速度小于等于 25km/h。	符合要求
	道路等级	一	二	三			
	计算行车速度（km/h）	40	30	20			
4	露天矿山道路路面宽度，宜按表 2.4.4 的规定采用。生产线（除单向环行者外）和联络线宜按双车道设计；联络线在条件困难时可按单车道设计；辅助线可根据需要按单车道或双车道设计。当单车道需要同时双向行车时，应在适当的间隔距离内设置错车道。错车道的设置，应符合附录二的规定。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-87) 第 2.4.4 条	生产干线路面宽 18m（双车道）、12m（单车道）。	符合要求
5	露天矿山道路，宜采用较大的圆曲线半径。当受地形或其它条件限制时，可采用下表所列最小圆曲线半径。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-87) 第 2.4.6 条	露天矿山道路为二级道路，可研设计最小回头曲线 25m。	符合要求
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最小圆曲线半径（m）	45	25	15			
当采用六至八类车宽时，露天矿山道路的最小圆曲线半径，应增加一个相应的计算车宽值。							
6	露天矿山道路在圆曲线和竖曲线处的视距，不应小于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-87) 第 2.4.11 条	露天矿山道路为二级道路，可研中未明确停车视距和会车视距。	下一阶段设计中需完善
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	停车视距（m）	40	30	20			
	会车视距（m）	80	60	40			
7	露天矿山道路的纵坡，不应大于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-87) 第 2.4.13 条	可研设计最大纵坡 8%。	符合要求
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最大纵坡（%）	7	8	9			
在工程艰巨或受开采条件限制时,重车上坡的二、三级露天矿山道路生产干线、支线的最大纵坡可增加 1%；深凹露天矿开采底部的较短路段的最大纵坡可增加 2%。							
8	露天矿山道路纵坡，应在不大于表 2.4.14-1 所规定的长度处设置缓和坡段。缓和坡段的坡度不应大于 3%，长度不应小于表 2.4.14-2 的规定。 注：当受地形条件限制或需要适应开采台阶标高时，限制坡长可采用括号内的数值。 注：表列地形条件困难的缓和坡段最小长度，不得连续采用。露天矿山道路的纵坡长度，不应小于 50m。				《厂矿道路设计规范》 (GBJ22-87) 第 2.4.14 条	可研设计缓和坡段最小长度：60m。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
9	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）第 5.4.2.3 条	可研中设计双车道路面宽度为 18m，明确主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设有警示标志。	符合要求
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。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.4 条	可研中明确相关要求。	符合要求
11	汽车运行应遵守下列规定： ——驾驶室外禁止乘人； ——运行时不升降车斗； ——不采用溜车方式发动车辆； ——不空挡滑行； ——不弯道超车； ——下坡车速不超过 25km/h； ——不在主运输道路和坡道上停车； ——不在供电线路下停车； ——拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥； ——通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过； ——不超载运行。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.6 条	可研明确汽车运行时不应空挡滑行、不弯道超车、不在主运输道路和坡道上停车、不在供电线路下停车、不超载运行、驾驶室外禁止乘人等。	符合要求
12	夜间装卸车应有良好的照明条件。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.8 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
13	雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.9 条	可研中明确雾天或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不少于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。其他未明确	下一阶段设计中需完善
15	矿岩粗破碎站应符合下列规定： ——破碎站应避开有沉降、塌陷、滑坡危险以及受洪水威胁的地段； ——应设照明设施、卸料指示和报警信号装置； ——破碎机受料仓和缓冲仓排料口	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.3.1 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
	应设视频监控； ——矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3； ——矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。			

3.2.1.4 车辆伤害评价综述

矿山运输过程中发生车辆伤害的原因表现为：

（1）矿山采场公路的路况路面质量差，缺乏定期的养护，遇雨天冰雪天路滑时，沙尘天气影响视线，造成行车困难而发生车辆伤害事故。

（2）由于驾驶员责任心不强、车况不好、刹车失灵、超速行驶等造成的车辆伤害事故。

（3）由于卸车平台无挡车设施，转弯、坡陡，未设置警示标志，造成的车辆伤害事故。

（4）设备故障、违章驾驶、信号不畅或信号失灵等方面的因素，造成的车辆伤害事故。

矿山应定期对采场公路和矿区公路进行养护，完善道路安全设施，教育驾驶员提高责任心，定期维护、检修车辆设备，确保车况完好，严禁超载、超速行驶，确保安全运输。

3.2.1.5 开拓运输系统合理性评述

根据《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）的要求，矿山道路的等级选择及路宽设计应根据汽车小时单向交通量及选用车辆宽度而定，可研未计算道路单向车辆行车密度，只说明道路建设标准按二级露天矿山道路建设，下一阶段设计需对道路单向车辆行车密度进行计算，明确选用车辆宽度。

3.2.1.6 单元小结

可研对矿山开拓运输道路布置、带式输送机基本参数等进行了设计，总体上符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）及《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）等规范的要求。

本单元应注意以下问题：

（1）下一阶段设计需对道路单向车辆行车密度进行计算，明确选用车辆宽度。

（2）可研未对露天采场道路停车视距、会车视距等进行说明，建议在下一步设计中补充完善。

（3）下一阶段设计中需完善：冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

（4）矿岩粗破碎站应符合下列规定：破碎站应避开有沉降、塌陷、滑坡危险以及受洪水威胁的地段；应设照明设施、卸料指示和报警信号装置；破碎机受料仓和缓冲仓排料口应设视频监控；矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3；矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。

3.2.2 采剥单元

3.2.2.1 危险、有害因素辨识与分析

本单元存在的危险有害因素有：边坡失稳、滚石、高处坠落、触电、机械伤害、物体打击等。

边坡失稳：分布在采场工作帮坡面上。因边坡高陡、坡积、残坡积层、岩石结构面发育，边坡体内的软弱夹层等不连续面，与边坡同向，冰雪附加荷载、采掘条带的布置方式及其推进方向（如矿岩层的顺坡滑动）等因素的影响，都有可能构成滑体的滑动面，尤其是这些不连续的倾角，两个不连续

面交线的倾角小于边坡时，大型滑坡的可能性更大，发生边坡坍塌、崩落、滑坡等，以冲击、掩埋等形式危害下方作业面人员、设备和设施。

需考虑等措施。

滚石：主要体现在采场工作帮坡面。工作帮坡面上因安全检查不严格和浮石、危石或孤石清理不彻底、振动影响、雨水冲刷、安全平台设置不符合要求、暴雨与融雪过后的边坡检查排险不到位等因素，容易造成岩石沿高陡边坡面滚落，滚石以冲击的形式危害铲运装设备或作业人员。

高处坠落：在边坡上部或高于 2m 以上的平台上作业时，未佩戴安全带，可能会发生高处坠落事故。

触电：采场使用用电设备，若供电电缆破损、接头裸露等可能导致人员触电。

机械伤害：采场内因铲运机械、凿岩、破碎等机械设备作业，因操作失误等方面的因素，可能发生机械伤害事故。以挤夹、碰撞等形式伤害人员。

压力容器爆炸：造成压力容器爆炸事故的原因主要有：压力容器质量缺陷：容器的材质差、强度低、壁厚不均匀、存在气孔和裂纹、焊缝不合格、锈蚀严重等；安全阀和压力表等安全附件失灵；空压机的积碳清理不及时，碳化物燃烧时易发生爆炸；压力容器、压力管道在日光曝晒等情况下温度升高，增大容器内压力。

3.2.2.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.2.2-1 采场子单元预先危险性分析表

危险有害因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
边坡失稳	崩落坍塌 滑动 开裂 倾倒 滑坡	1.台阶高度过高； 2.边坡角过陡； 3.在松散地带开采； 4.局部掏采； 5.边坡顶部有松散积层； 6.暴雨。	整体滑坡坍塌	人员伤亡 财产损失	III	1.按照规范、规程要求进行设计、开采； 2.根据岩性和铲装设备确定合理的台阶参数； 3.定期进行边坡稳定性分析及监测； 4.在采场境界外或各台阶修挖截排水沟。

危险有害因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
物体打击	滚石	未清理危岩。	物体打击	人员伤亡	III	作业前,按照要求对边坡浮石、孤石进行清理。
高处坠落	滑倒 坠落	1. 未使用安全带(绳); 2. 安全绳固定不牢靠; 3. 安全绳质量欠佳、强度不符合要求; 4. 无安全警示标志; 5. 误入危险区域。	高处坠落	人员伤亡	II ~ III	1.合理确定台阶高度; 2.选择牢靠地点固定安全绳; 3.使用合格安全绳(带); 4.在进入采区位置设置醒目的安全警示标志。
触电	人员接触带电体	1. 电缆被损坏,导致漏电; 2. 使用电气设备绝缘老化; 3. 电气设备缺少漏电保护等防护装置; 4. 不执行停送电制度; 5. 缺乏安全警示标志; 6. 作业无人监护; 7. 安全装置失效; 8. 个人防护措施不全; 9. 其他违章操作。	短路、引发漏电、触电	人员伤亡、设备损坏	II	1.对钻机等用电设备电缆采取保护措施,防止爆破、滚石、车辆对其造成损坏; 2.严格执行操作规程; 3.电气设备采用保护接地; 4.设置当心触电的警示标志; 5.在断电的线路上作业时,该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌; 6.电气设备可能被人所触及的裸露带电部分,设置警戒标志; 7.定期检查电气线路及设备。
机械伤害	铲装设备伤害 设备转动部位伤害	1.未按安全操作规程进行操作; 2.转动部位无防护装置; 3.凿岩作业时凿岩机支点位移及钎杆折断机械振动。	挤夹、碾压、碰撞、绞入、坠落	人员伤亡	II	1.制定各种设备安全操作规程; 2.设备转动部位安装防护装置; 3.严格按安全操作规程进行操作; 4.加强对作业人员的教育培训,提高作业人员的操作技能和安全防范意识。

3.2.2.3 边坡失稳鱼刺图分析

露天开采的主要危险是边坡失稳引起滑坡、坍塌,轻则会导致设备损坏、采场道路损毁,重则引起人员伤亡,影响矿山生产,甚至停产。因而对矿山边坡稳定性必须予以足够的重视。

本鱼刺图分析了边坡失稳的主要因果关系,用于对边坡危险因素的预测和分析。见图 3.2.2-1。

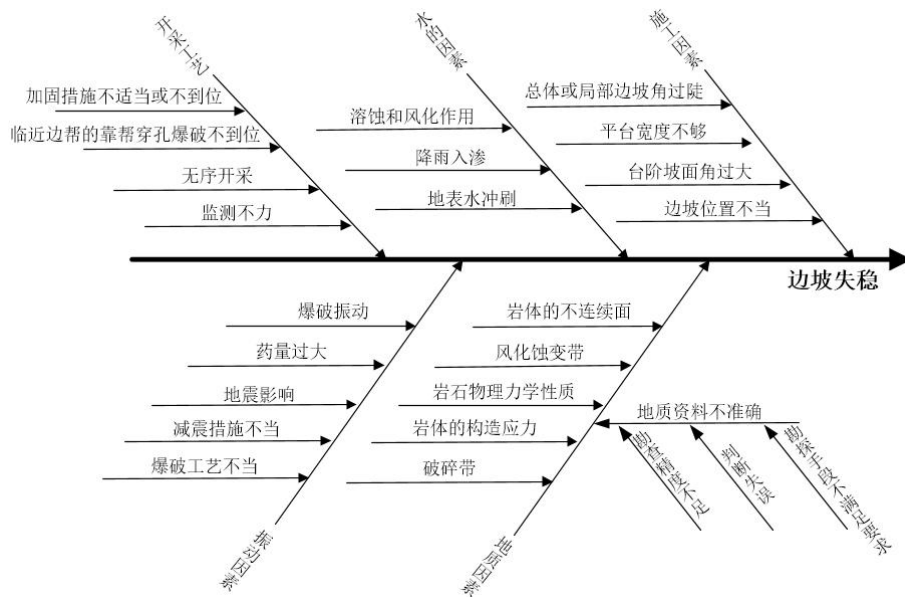


图 3.2.2-1 采场边坡失稳的鱼刺图分析

从图 3.2.2-1 可看出，影响采场边坡失稳的原因主要有：地质因素（主要为边坡体内存在软弱结构面）、无序开采、地表水的入渗导致岩体强度降低以及边坡管理不善。可能导致该项目边坡失稳的影响因素分析如下：

（1）已有工程对边坡稳定性影响

扩帮时人员、设备在原有台阶上作业，均可能会发生使原有边坡失稳，产生滑坡或坍塌。

（2）地质因素及地质构造发生垮塌、滚石

该项目地表岩石风化强烈，局部有软弱夹层存在。在构造破碎带和变质砂质泥岩（尤其是易风化的变质泥岩）处，会对矿床的开采产生局部影响；其次，矿区内发育有多条断裂，矿山在开采过程中若遇断层，可能会发生垮塌、滚石等，矿山应引起重视。

（3）边坡管理因素

如果开采方法不当，靠帮边坡部位超挖，欠挖等，以及护坡工作没有做到位会影响边坡的稳定。

3.2.2.4 滚石伤人事故树分析（FTA）

露天开采的危险还有边坡坡面上单体危岩的崩落以及边坡滚石：露天采

场因开采规范性较差，边坡安全检查和管理的薄弱，坡面上常有危石、浮石存在，受开采和爆破振动影响，容易形成滚石危害。

(1) 露天采场边坡滚石事故树分析

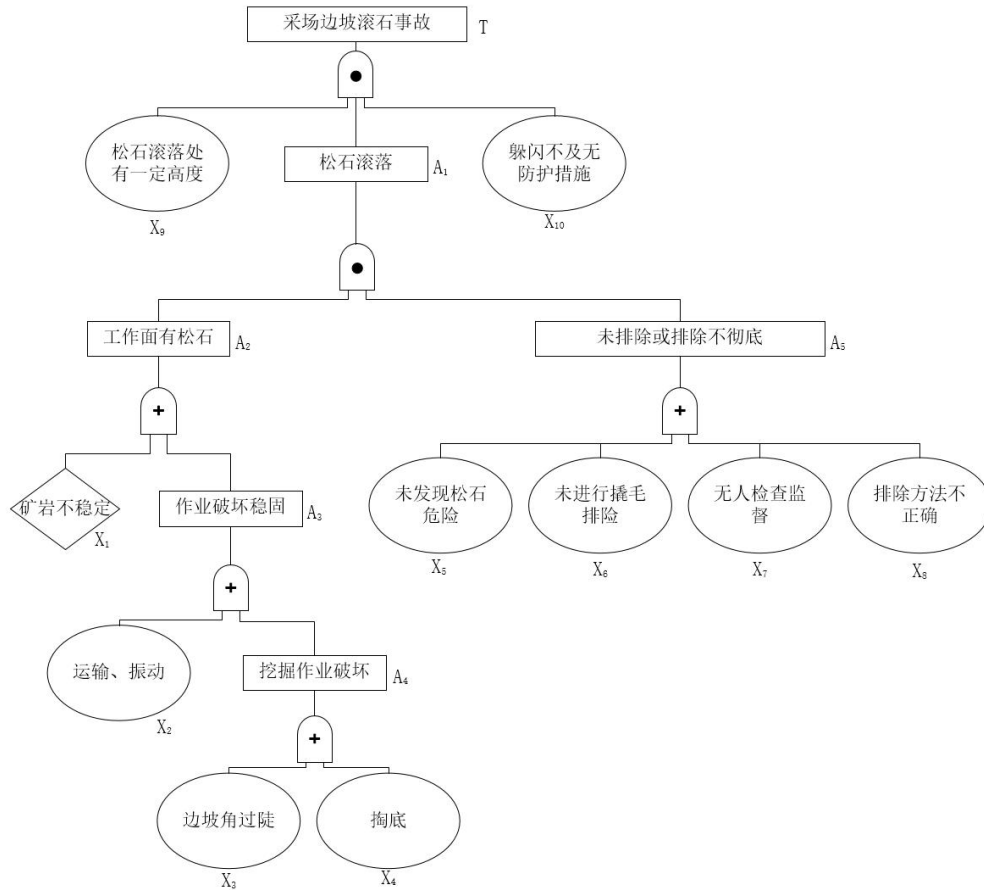


图 3.2.2-2 采场边坡滚石事故树

通过对露天采场边坡滚石事故采用事故树分析方法进行研究，探索相应的对策措施，尽量避免该类事故发生。

根据事故树图列出其逻辑代数式：

$$T = X_1 \cdot A_3 \cdot X_{10}$$

$$T = X_9 \cdot A_2 \cdot A_5 \cdot X_8$$

$$T = X_9(X_1 + A_3) \cdot (X_5 + X_6 + X_7 + X_8)X_{10}$$

$$T = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) \cdot (X_5 + X_6 + X_7 + X_8) \cdot X_9 \cdot X_{10}$$

求得最小径集有：

$\{X_1, X_2, X_3, X_4\}$, $\{X_5, X_6, X_7, X_8\}$, $\{X_9\}$, $\{X_{10}\}$ 四个。

展开逻辑代数式求得最小割集有十六个：

$\{X_1, X_5, X_9, X_{10}\}$, $\{X_1, X_6, X_9, X_{10}\}$, $\{X_1, X_7, X_9, X_{10}\}$,
 $\{X_1, X_8, X_9, X_{10}\}$

$\{X_2, X_5, X_9, X_{10}\}$, $\{X_2, X_6, X_9, X_{10}\}$, $\{X_2, X_7, X_9, X_{10}\}$,
 $\{X_2, X_8, X_9, X_{10}\}$

$\{X_3, X_5, X_9, X_{10}\}$, $\{X_3, X_6, X_9, X_{10}\}$, $\{X_3, X_7, X_9, X_{10}\}$,
 $\{X_3, X_8, X_9, X_{10}\}$

$\{X_4, X_5, X_9, X_{10}\}$, $\{X_4, X_6, X_9, X_{10}\}$, $\{X_4, X_7, X_9, X_{10}\}$,
 $\{X_4, X_8, X_9, X_{10}\}$

从最小割、最小径集判断得知各基本事件在故障树的结构中所占有地重要程度排列如下：

	D_1
	D_2
	D_3
D_9	D_4
D_{10}	D_5
	D_6
	D_7
	D_8

根据上述分析，首先要尽量避免出现陡边坡开采，其次要培训提醒职工注意滚石发生并采取有效防护措施，再依次解决排除松动危岩滚落隐患，减少工作面产生危岩的开采工艺，可使该事故的发生概率降低到最低程度。

（2）可能导致该项目采场作业滚石伤人的影响因素

1）边坡管理方面

现场安全管理人员未督促作业人员对边坡危石、浮石进行清理或清理不干净；作业人员未经过安全培训；作业范围没有设置明显安全警示标志，人、畜进入，作业人员未穿戴防护用品，如未戴安全帽等。

2）采掘作业方面

生产作业前未对工作帮边坡上的单个危石、伞檐体进行处理，或者处理不彻底，处理顺序不当及处理过程中下方有其他作业人员可能会导致边坡滚

石伤人。

3) 铲装作业方面

铲装作业时，若控制的边坡角过陡，有可能导致滚石伤人事故；作业时如形成掏采工作帮边坡容易形成孤石、危石，伞檐体，如不及时清除，会造成滚石伤人。

3.2.2.5 露天采场安全检查表

根据《有色金属采矿设计规范》(GB50771-2012)、《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 对该项目采场进行安全检查。详见表 3.2.2-2。

表 3.2.2-2 露天采场安全检查表

序号	检查内容				检查依据	检查情况	检查结论
1	坚硬稳固的矿岩，采用机械铲装、爆破作业时，台阶高度不大于机械的最大挖掘高度的 1.5 倍。				《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）第 7.1.1 条	台阶高度为 12m，矿石采用 4.6m³ 液压铲铲装，废石采用 8m³ 液压挖掘机铲装，可研未给出最大挖掘高度，按经验值进行估算，生产台阶高度不大于机械的最大挖掘高度的 1.5 倍。	下一阶段设计中需完善
2	露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采。生产台阶高度应符合下表的规定。				《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.2.1.1 条		
	矿岩性质	作业方式		台阶高度			
	松软的岩土、砂状的矿岩	机械铲装	不爆破	不大于机械的最大挖掘高度			
坚硬稳固的矿岩	爆破		不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍				
3	台阶坡面角宜按表 7.1.1-2 的规定选取；				《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）第 7.1.1 条	采矿剥离作业面主要参数：台阶坡面角 65°（靠近地表为 50°）	符合要求
	表 7.1.1-2 台阶坡面角						
	普氏系数 f	14~8	7~3	2~1			
	台阶坡面角 (°)	75~70	65~60	60~45			
4	采剥和排土作业不应给深部开采和邻近矿山造成水害或者其他危害。				《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.6 条	采剥和排土作业不会给深部开采和邻近矿山造成水害或其他危害。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
5	露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志,防止无关人员进入。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.1.8 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	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) 第 5.2.1.2 条	矿山采用机械方式开采。	符合要求
7	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) 第 5.2.1.3 条	台阶高度 12m (并段后 24m)	符合要求
8	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) 第 5.2.1.4 条	安全平台宽度 10m, 清扫平台宽度 10m。	符合要求
9	邻近最终边坡作业应遵守下列规定: ——采用控制爆破减震; ——保持台阶的安全坡面角,不应超挖坡底。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.2 条	临近边坡的生产爆破要采取控制爆破技术,确保边坡的稳定性。	符合要求
10	边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业;人员和设备不应在边坡底部停留。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.4 条	可研明确及时处理采区工作面的浮石,禁止任何人员在边坡底部休息和停留。	符合要求
11	露天采场工作边坡应每季度检查 1 次,运输或者行人的非工作边坡每半年检查 1 次;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,撤出相关人员和设备,采取安全措施;高度超过 200m 的露天边坡应进行在线监测,对承受水压的边坡应进行水压监测。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.6 条	可研对边坡安全监测系统进行了设计,其具体的监测内容主要为:边坡表面位移监测、内部位移在线监测、采场采动应力监测和视频监控。	符合要求

3.2.2.6 采场边坡稳定性分析评价

(1) 露天矿山边坡稳定性分析的依据

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）的规定，露天矿边坡危害等级划分见表 3.2.2-3。

表 3.2.2-3 边坡危害等级

边坡危害等级		I	II	III
可能的人员伤亡		有人人员伤亡	有人人员受伤	无人员伤亡
潜在的经 济损失	直接	≥100 万	50 万~100 万	≤50 万
	间接	≥1000 万	500 万~1000 万	≤500 万
综合评价		很严重	严重	不严重

露天矿边坡安全等级划分见表 3.3-4。

表 3.2.2-4 边坡工程安全等级

边坡工程安全等级	边坡高度 H (m)	边坡危害等级
I	H>500	I、II、III
	300<H≤500	I、II
	100<H≤300	I
II	300<H≤500	III
	100<H≤300	II、III
	H≤100	I
III	100<H≤300	III
	H≤100	II、III

延东铜矿在生产过程中，如果边坡发生破坏将影响矿区正常生产生活，可能造成重大人员伤亡及财产损失，因此将边坡危害等级定为 I 级。延东铜矿露天边坡最大高度为 296m，根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）要求，考虑延东铜矿边坡岩体较为破碎，取边坡各荷载组合设计安全系数上限，作为边坡工程安全系数，具体取值如下：

表 3.2.2-5 边坡的设计安全系数取值

边坡工程 安全等级	边坡工程设计安全系数		
	荷载组合 I	荷载组合 II	荷载组合 III
I	1.25	1.23	1.20

注：荷载组合 I 为自重+地下水；荷载组合 II 为自重+地下水+爆破震动力；荷载组合 III 为自重+地下水+地震力。

(2) 露天采场最终境界边坡稳定性分析剖面

结合前期资料边坡分区等工作，选取终了境界的 8 个剖面建立计算模型，分析延东铜矿设计最终境界的边坡稳定性。计算剖面及其位置如图 3.3-3。

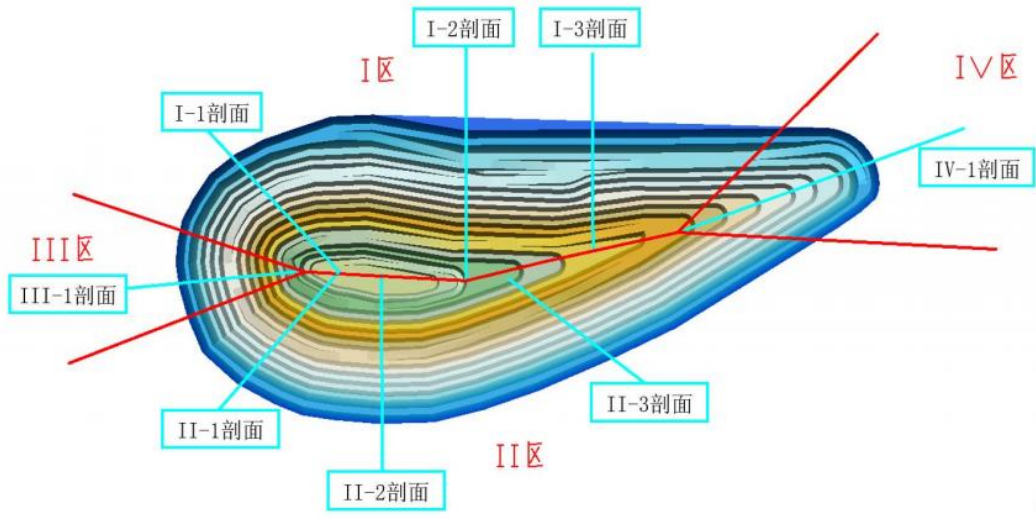


图 3.2.2-3 计算剖面平面布置图

(3) 露天采场最终境界边坡岩体物理力学参数

采场边帮岩体计算参数如表 3.3-5 所示。

表 3.2.2-6 边坡岩体物理力学性质指标

岩组	内聚力 c_{rm}/kPa	内摩擦角 $\phi_{rm}/^\circ$
风化层	150	25
闪长玢岩（上盘）	450	33
闪长玢岩（下盘）	400	31
斜长花岗斑岩	300	27
闪长玢岩（矿体）	500	35

(4) 边坡稳定性分析结果汇总

将三种荷载组合条件下计算得到的总体边坡各分析剖面安全系数结果汇总于表 6-14。

表 3.2.2-7 总体边坡各分析剖面的安全系数计算结果表

剖面编号	总体边坡角	工况 I 安全系数	工况 II 安全系数	工况 III 安全系数
I -1	42	1. 174	1. 158	1. 127
I -2	42	1. 246	1. 229	1. 198
I -3	42	1. 221	1. 206	1. 175
II -1	42	1. 203	1. 186	1. 154
II -2	42	1. 234	1. 218	1. 186
II -3	42	1. 295	1. 279	1. 246
III-1	42	1. 120	1. 107	1. 076
IV-1	42	1. 262	1. 246	1. 213

各个剖面典型总体边坡角计算结果如下图：

1) 荷载组合 I（自重+地下水）

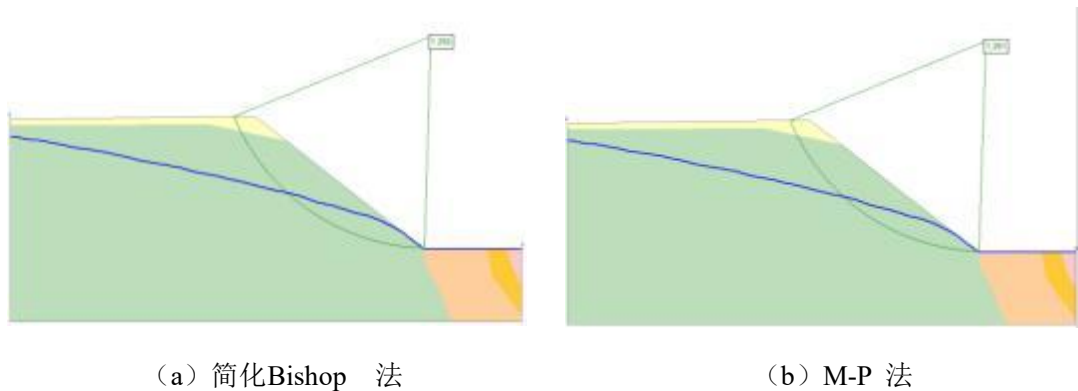


图 3.2.2-4 I -1 剖面荷载组合I工况分析结果

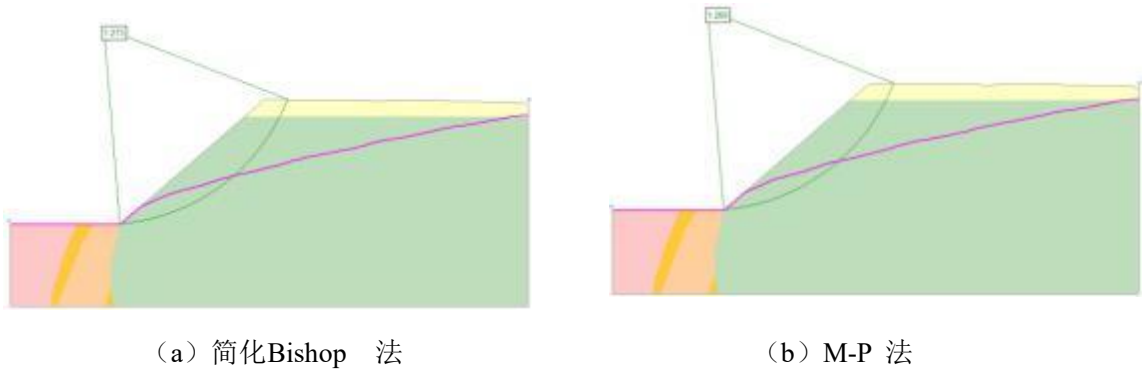
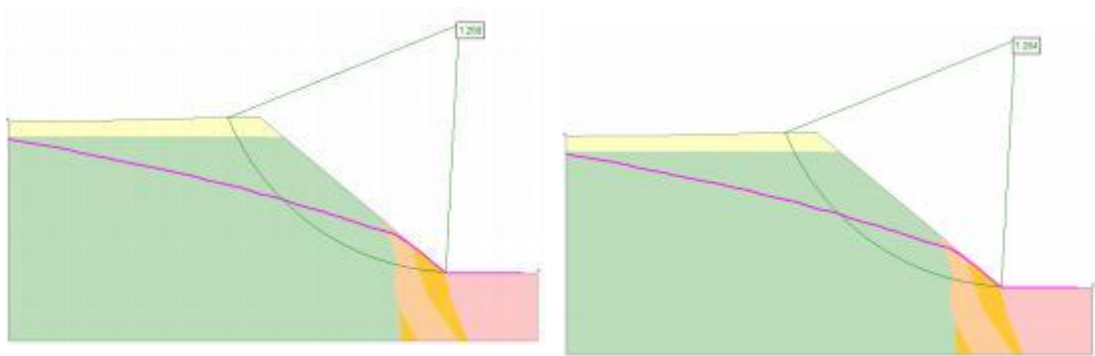


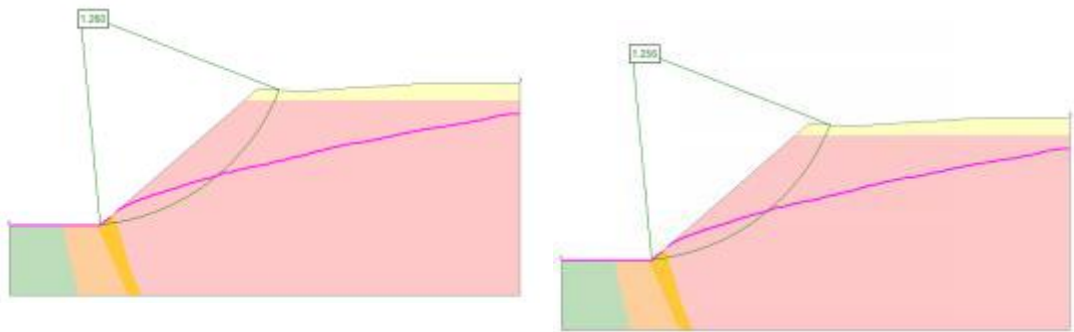
图 3.2.2-5 I -2 剖面荷载组合 I 工况分析结果



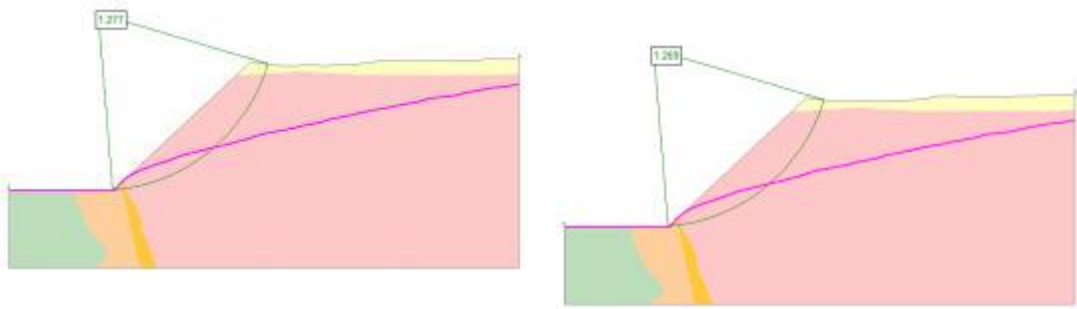
(a) 简化Bishop 法 (b) M-P 法
图 3.2.2-6 I-3 剖面荷载组合 I 工况分析结果



(a) 简化Bishop 法 (b) M-P 法
3.2.2-7 II-1 剖面荷载组合 I 工况分析结果



(a) 简化Bishop 法 (b) M-P 法
3.2.2-8 II-2 剖面荷载组合 I 工况分析结果



(a) 简化Bishop 法 (b) M-P 法
3.2.2-9 II-3 剖面荷载组合 I 工况分析结果

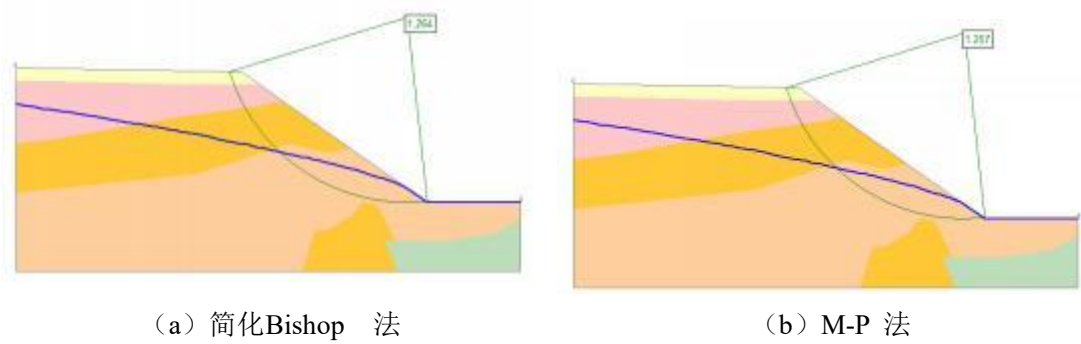


图 3.2.2-10 III-1 剖面荷载组合 I 工况分析结果 (35°)

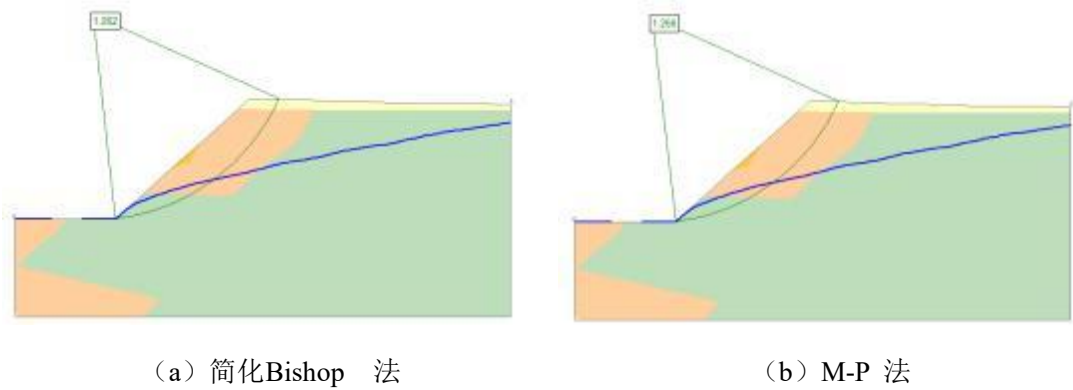


图 3.2.2-11 IV-1 剖面荷载组合 I 工况分析结果

2) 荷载组合 II (自重+地下水+爆破振动力)

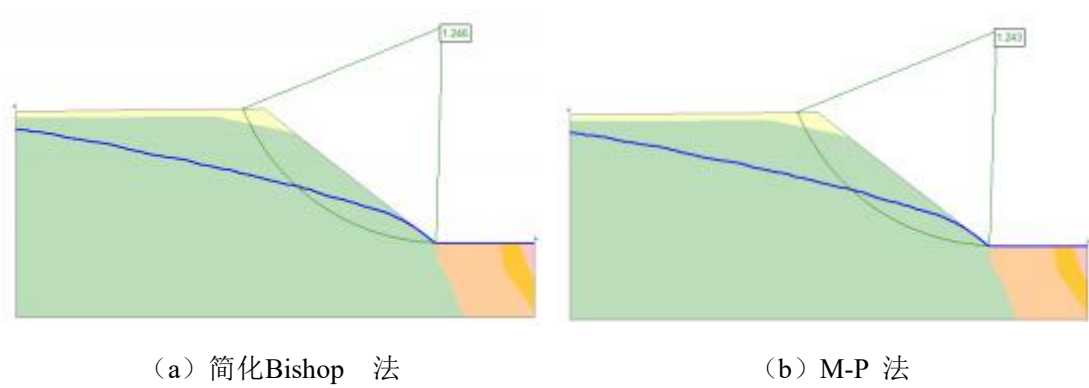


图 3.2.2-12 I-1 剖面荷载组合 II 工况分析结果

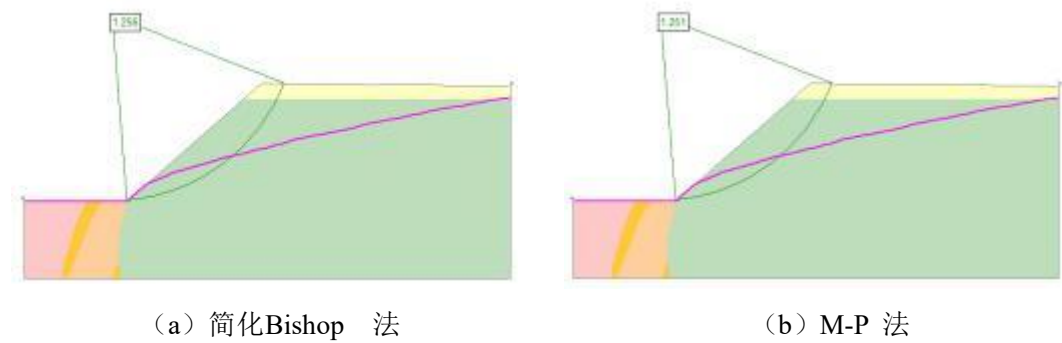
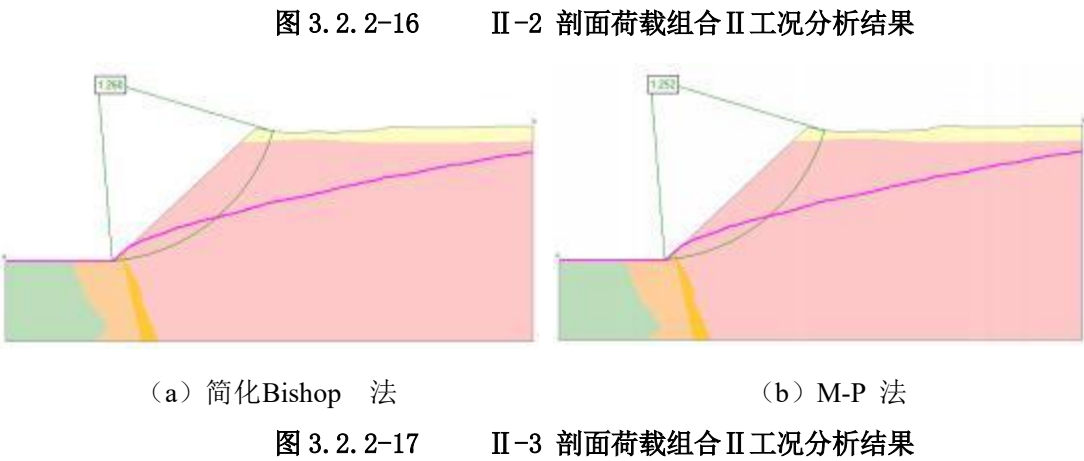
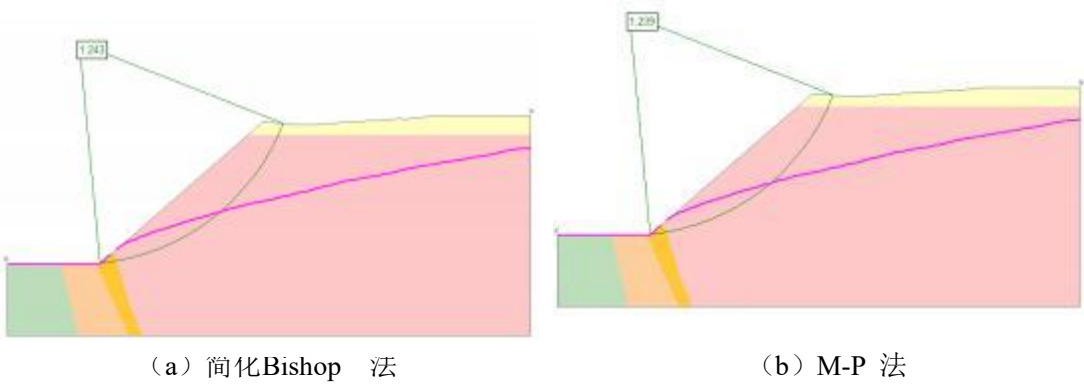
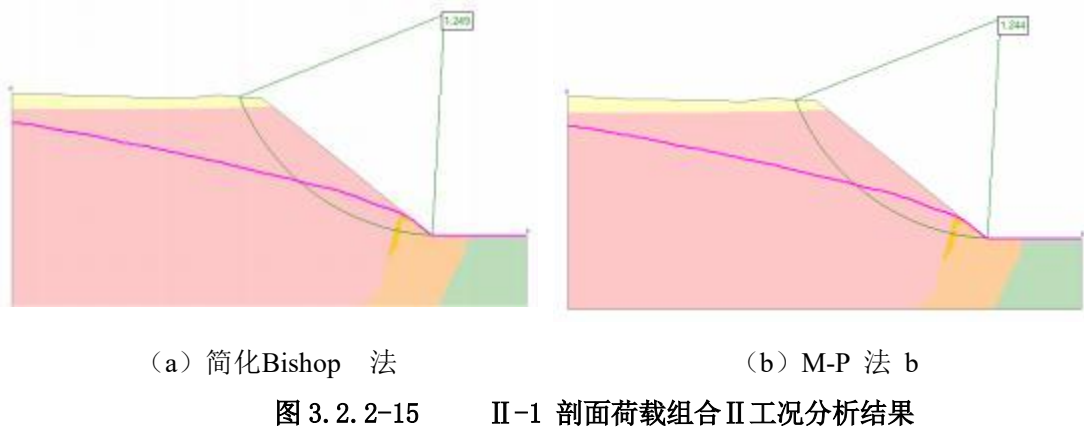
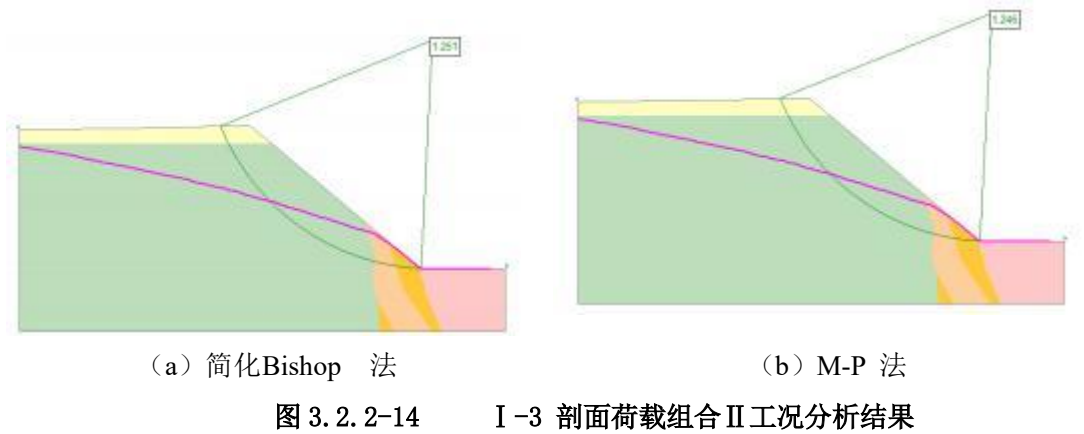


图 3.2.2-13 I-2 剖面荷载组合 II 工况分析结果



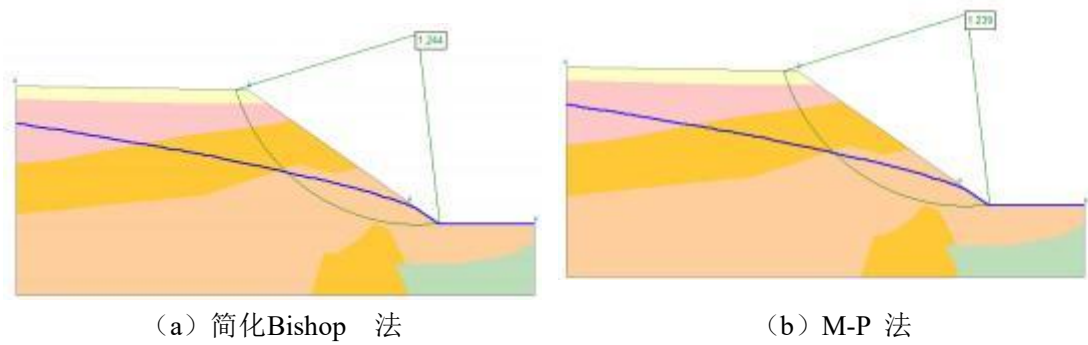


图 3.2.2-18 III-1 剖面荷载组合 II 工况分析结果

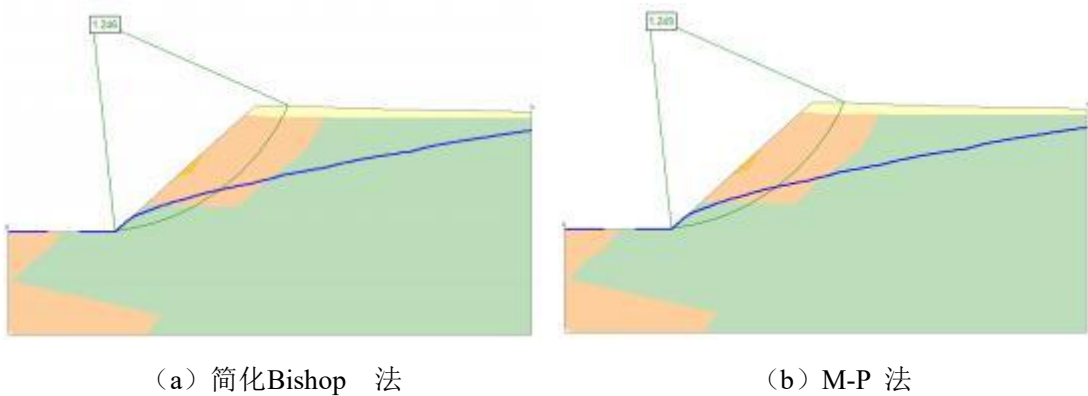


图 3.2.2-19 IV-1 剖面荷载组合 II 工况分析结果

3) 荷载组合 III (自重+地下水+地震力)

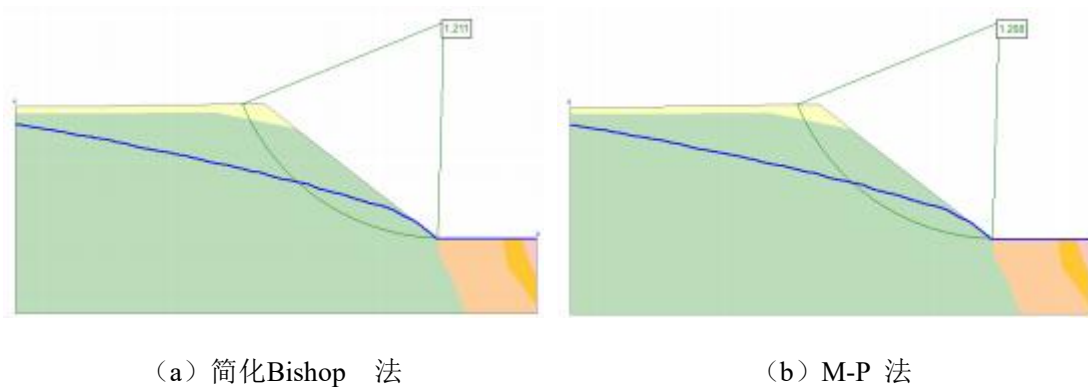


图 3.2.2-20 I-1 剖面荷载组合 III 工况分析结果

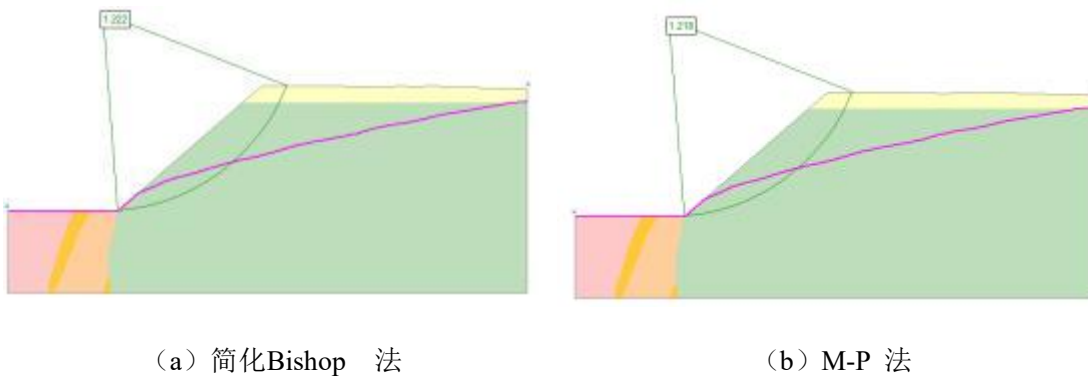


图 3.2.2-21 I-2 剖面荷载组合 III 工况分析结果

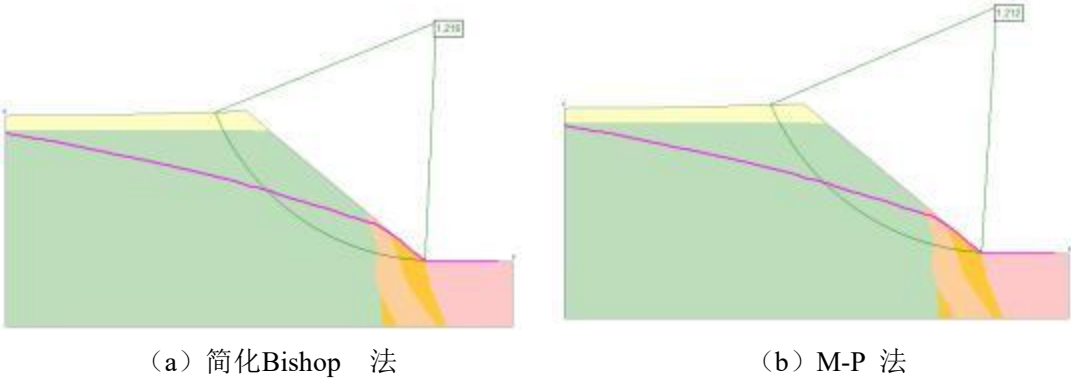


图 3.2.2-22 I-3 剖面荷载组合 III 工况分析结果

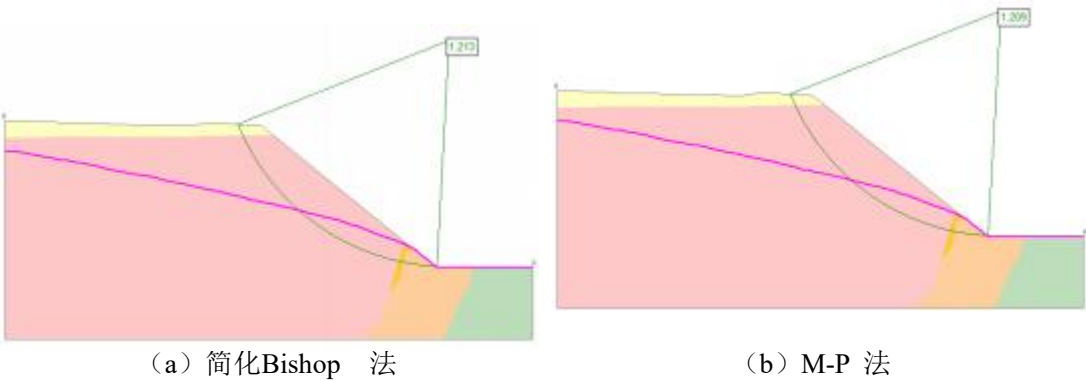


图 3.2.2-23 II-1 剖面荷载组合 III 工况分析结果

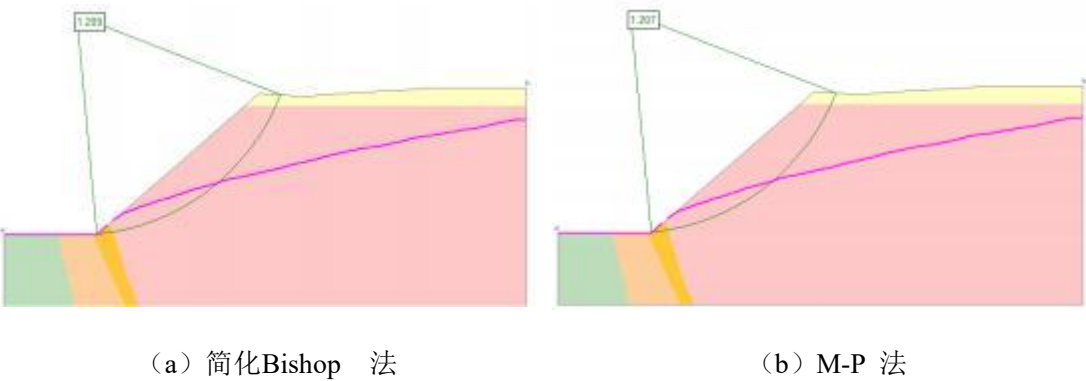


图 3.2.2-24 II-2 剖面荷载组合 III 工况分析结果

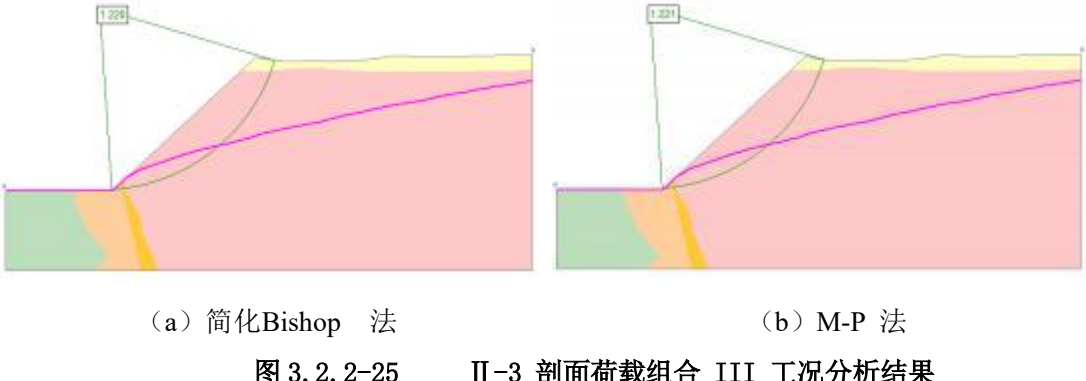


图 3.2.2-25 II-3 剖面荷载组合 III 工况分析结果

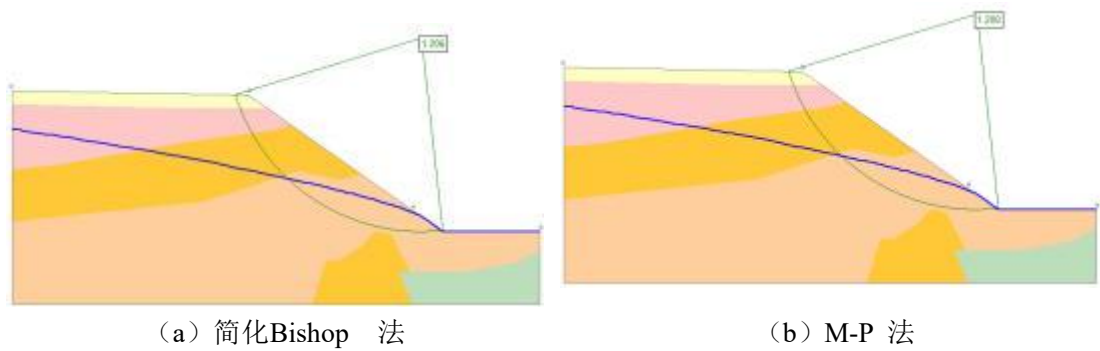


图 3.2.2-26 III-1 剖面荷载组合 III 工况分析结果

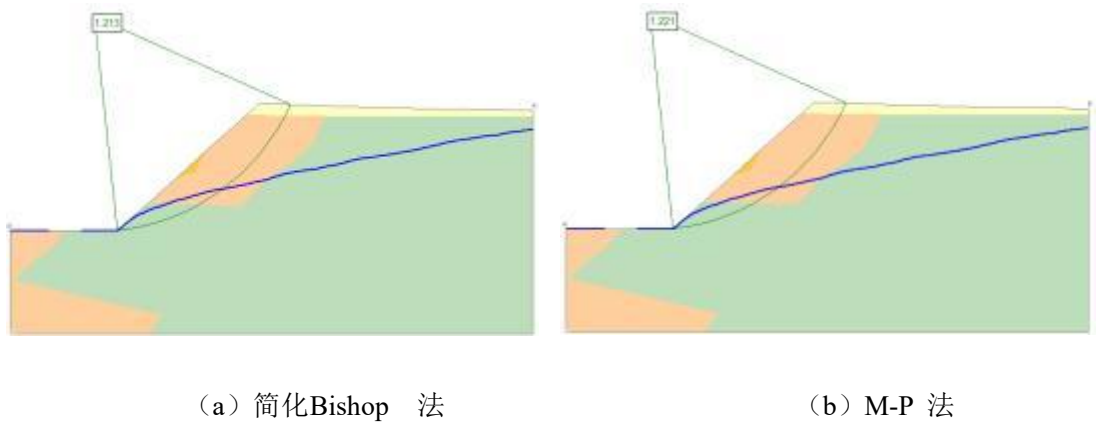


图 3.2.2-27 IV-1 剖面荷载组合 III 工况分析结果

(5) 小结

1) II-3 剖面、IV-1 剖面在三种工况下稳定性满足规范要求；其余六个剖面在三种工况下稳定性均不满足规范要求；建议进一步开展边坡稳定性专题研究工作。

2) 该项目最大冻土深度 127cm，冻土发育，冻土融化会影响山体边坡的稳定性，建议下一阶段设计中边坡稳定性分析时考虑冻融对边坡的影响。

3.2.2.7 露天坑边坡监测分析评价

根据《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》(AQ/T2063-2018)的规定，本项目最终边坡的各个指数如下：

分区	高度等级 指数 H	总体边坡角 等级 A	地质条件 等级指数 G	变形 指数 D	滑坡风险 等级指数 S	最终边坡安 全监测等级
I	2	1	2	5	3	二级
II	2	1	2	5	3	二级

分区	高度等级 指数 H	总体边坡角 等级 A	地质条件 等级指数 G	变形 指数 D	滑坡风险 等级指数 S	最终边坡安 全监测等级
III	2	1	2	5	3	二级
IV	4	2	2	8	3	三级

边坡IV区安全等级为三级、其余区域为二级。最终边坡安全监测等级二级，边坡安全监测应测项为表面位移监测、爆破震动监测、地下水位监测、降雨量监测、视频监控；最终边坡安全监测等级三级的边坡安全监测应测项为表面位移监测、降雨量监测、视频监控；

可研设计边坡监测方案如下：

（1）表面位移监测：矿山在基建期应进行表面位移监测，表面位移监测设备宜采用 GNSS 和合成孔径雷达监测，实现采场区域高陡边坡全部进行表面位移监测，设计投入 GNSS 监测点 20 个、边坡雷达监测设备 2 台。

（2）内部位移监测：按照规范要求，采场在基建完成后，生产过程中逐步部署 6 个内部位移监测点。

（3）内部应力监测：本设计由于露天边坡尚未形成未布置采动应力计，按照规范要求，布置 12 应力计，后期根据实际需求增加设备。

（4）爆破振动监测：按照规范要求，矿山在基建期应进行爆破振动监测，部署 3 套爆破振动仪，后期根据实际需求增加设备爆破振动参数测试系统采用高精度爆破振动记录仪。

（5）视频监控：视频监控设备设置原则主要应对采场边坡进行宏观视频监控，监控范围应覆盖主要坡面，设计 5 台视频监控点，做到采场视频监控大范围全覆盖，后期根据实际需求增加设备。

（6）为准确分析降雨对边坡稳定性的影响，矿山设置降雨量观测点，统计矿区日降雨量、月降雨量和年降雨量数据。

3.2.2.8 单元小结

设计方案中露天矿山开采工艺、边坡参数与所采用的采剥工艺，符合《金

属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）的相关规定；

本单元应注意以下问题：

（1）II-3 剖面、IV-1 剖面在三种工况下稳定性满足规范要求；其余六个剖面在三种工况下稳定性均不满足规范要求；建议进一步开展边坡稳定性专题研究工作。

（2）该项目最大冻土深度 127cm，冻土发育，冻土融化会影响山体边坡的稳定性，建议下一阶段设计中边坡稳定性分析时考虑冻融对边坡的影响。

（3）下一阶段设计补充选用的挖掘机的最大挖掘高度。

（4）露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。

（5）加强不稳定区域边坡和滑体的监测、预防和清理工作。

3.2.3 穿孔爆破单元

(1) 危险、有害因素辨识与分析

该项目穿孔爆破作业存在的主要危险、有害因素有：

1) 炸药、雷管在运输、装药、爆破及处理过程中可能发生火药爆炸及爆破伤害；

2) 爆破产生的震动、冲击波和飞石对人员、设备设施、构筑物等有较大的损害。爆破作业中常见的意外事故有：拒爆、早爆、自爆、迟爆等；

3) 未按爆破设计进行爆破作业，如：一次起爆炸药量过大，炮孔堵塞不合格等，爆破产生的冲击波可能会破坏矿山设备、建（构）筑物等；

4) 在使用钻孔机械等设备过程中可能发生机械伤害；

5) 爆破产生的有毒有害气体可能导致中毒和窒息。

(2) 预先危险性分析（PHA）

表 3.2.3-1 穿孔爆破子单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
火药爆炸及爆破伤害	操作不当、引发爆炸	1. 爆破设计、审批不严格； 2. 炮孔施工、验收不严格； 3. 爆破组织松散，机械不到位； 4. 爆破作业场所混乱； 5. 炸药控制不严格； 6. 爆破器材不合格； 7. 爆破作业后检查不到位，没有彻底清理未爆炸的残余炸药，瞎炮处理不当； 8. 装药、起爆工艺不合理或违章作业； 9. 爆破器材运输过程中，遇到明火、高温、强烈振动或摩擦； 10. 炸药、雷管混装、混运； 11. 人员没有撤到安全地点就起爆； 12. 未圈定爆破警戒或警戒不到位； 13. 使用不合格的爆破器材； 14. 运输炸药过程中出现意外	爆炸伤亡事故	致残或死亡	III	1. 严格执行爆破设计、审批制度，按设计严格炮孔施工、验收，严格爆破组织及爆破安全管理； 2. 严格执行爆破器材检验制度； 3. 规范爆破作业场所，加强现场爆破器材安全管理； 4. 严格执行《爆破安全规程》； 5. 爆破作业人员要100%持证上岗。

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		情况。				
机械伤害	凿岩工作不规范	1.不按规程操作； 2.凿岩机砸、夹、挤伤人，断钎伤人，钻架倾倒，风、水管摆动或飞出伤人。	机械伤人	人员受伤	II	1.严格按照操作规程使用凿岩机； 2.防范断钎伤人。

通过 PHA 分析，III级或III级以上的是危险的，会造成人员伤亡和系统损坏。爆破事故是主要的危险有害因素，针对该项目有多处作业采场的情况，生产中应积极采取措施加以预防和控制。

(3) 穿孔爆破安全检查表

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）及《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一[2015]13 号）对该项目穿孔爆破进行安全检查。详见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 穿孔爆破安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	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，结构应坚固严密；掩体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）第 7.1.1 条	可研明确：露天爆破需设人工掩体，掩体应设在冲击波危及范围之外，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。通往人工掩体的道路不得有任何障碍物。	符合要求
2	扩壶爆破（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；	国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知安监总管一（2015）13 号	设计采用中深孔爆破。	符合要求
3	掏底崩落、掏挖开采、不分层的“一面墙”开采（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；		设计采用分台阶开采，台阶高度 12m。	符合要求
4	使用爆破方式对大块矿岩进行二次破碎（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；		可研明确利用斗容为 2m ³ 液压反铲并改加	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
			装破碎冲击器，来完成二次破碎工作。	
5	无稳压装置的中深孔凿岩设备（金属非金属露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）；		选用凿岩设备有稳压装置。	符合要求
6	集中铲装作业时人工装卸矿岩（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用，地下矿山自发布之日起一年半后禁止使用）；		采用液压铲装矿岩。	符合要求
7	未安装捕尘装置的干式凿岩作业（金属非金属地下矿山自发布之日起立即禁止使用，露天矿山自发布之日起半年后禁止使用）；		采用潜孔钻进进行穿孔作业。	符合要求
8	主要无轨运输巷道及露天采场采用人力或畜力运输矿岩（金属非金属地下矿山及露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）；		采用汽车运输矿岩。	符合要求

（4）爆破震动效应评价

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

1）爆破振动安全允许距离计算

爆破振动安全允许距离，按如下公式进行计算：

$$R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} Q^{\frac{1}{3}} \tag{3.3-1}$$

式中：R——爆破振动安全允许距离，m；

Q——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，kg；

V——保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s；

K，α——与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，参考表 3.2.3-3 选取，K 取 200，α 取 1.6。

表 3.2.3-3 爆区不同岩性的 K、 α 值

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

根据《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）第 3.0.13 条规定，靠帮边坡质点振动速度应小于 24cm/s。

根据上述计算公式计算结果见表 3.2.3-4。

表 3.2.3-4 爆破振动安全允许距离计算表

序号	建构筑物名称	安全允许质点振速 cm/s	K	α	最大单段药量 kg	爆破振动安全允许距离 m	最小距离 m	是否满足要求
1	岩石边坡	24	200	1.6	152	20.1	距离爆源 20.1m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响	不满足
2	工业场地	4	200	1.6	152	61.5	采矿工业场地位于露天采场北侧约 230m 处； 破碎工业场地位于露天采场西北侧约 300m 处； 选矿工业场地位于露天采场北侧约 800m 处； 生活区位于露天采场北侧约 1280m 处； 进风井工业场地（二期）位于露天采场东北侧约 300m 处； 胶带斜井工业场地（二期）位于露天采场西北侧	满足

							约 240m 处； 西回风井工业场地（二期）位于露天采场西北侧约 220m 处； 东回风井工业场地（二期）位于露天采场东北侧约 750m 处。	
4	排土场	8	200	1.6	152	39.9	矿石堆场位于露天采场西北侧，距离露天采场约 400m； 废石临时堆场位于露天采场东侧约 500m，距离在影响范围外。	满足

矿石堆场、废石临时堆场、工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 20.1m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量等措施。

2) 爆破飞石安全距离

爆破飞石的安全距离与爆破控制方式有关。《爆破安全规程》（GB6722-2014）对爆破时个别飞散物对人员的安全距离的规定，见下表。

表 3.2.3-5 个别爆破飞散物安全距离表

爆破类型和方法		最小安全允许距离/m
露天岩土爆破	浅孔爆破法破大块	300
	浅孔台阶爆破	200(复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于 300)
	深孔台阶爆破	按设计，但不小于 200
	硐室爆破	按设计，但不小于 300
沿山坡爆破时，下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%。		

该项目采用中深孔台阶爆破，可研中确定爆破安全距离不小于 200m，满足规范要求。爆破作业时，应设置警戒，撤出危险区域的人员、设备，或采取防飞石伤害的措施。

（5）单元小结

设计采用中深孔爆破，总体符合国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知安监总管一[2015]13 号、《爆破安全规程》（GB6722-2014）的相关要求。

本单元应注意以下问题：

1）矿石堆场、废石临时堆场、工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 20.1m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量等措施。

2）每次爆破作业严格按照要求设置 200m 爆破警戒范围，无关人员及设备撤出至 200m 外安全地点，并在主要通道口设置岗警戒禁止无关人员进入，并严格控制同段最大装药量，确保爆破作业安全。

3.2.4 铲装单元

（1）危险、有害因素辨识与分析

该项目采用液压铲作为矿岩的主要装载设备。铲装作业主要危险、有害因素有：

- 1）铲装作业时岩石、矿块掉落有可能发生物体打击伤害；
- 2）铲装作业使用的机械设备可能对人员造成机械伤害事故；

（2）预先危险性分析（PHA）

3.2.4-1 铲装子单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
物体打击	人员在铲运设	1. 铲装作业时铲斗下方有人，矿岩掉落；	物体掉落	人员伤亡	Ⅱ	1.铲装作业时铲斗下方禁止有人，严格控制满斗率；

危险因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
	备旁停留；人员进入危险区	2. 边坡上浮石未清理干净； 3. 未佩戴劳保用品或佩戴劳保用品不规范； 4. 滚石伤人。		设备损坏		2.禁止在边坡下坐卧、停留； 3.加强安全教育，按照规程操作； 4.坚持工作前对工作面的安全处理，加强个人防护措施，注意滚石伤人。
机械伤害	操作失误	1. 设备质量不合格或缺乏检修维护； 2. 规程缺乏或未执行规程； 3. 操作失误。	机械伤害	人员伤亡	II	1.加强设备检修维护； 2.制定各种安全操作规程，并严格执行。

(3) 铲装安全检查表

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）对该项目铲装作业进行安全检查。详见表 3.2.4-2。

表 3.2.4-2 铲装安全检查表

序号	检查内容			检查依据	检查情况	检查结论														
1	单排孔爆破，采用汽车运输时，最小工作平台宽度应符合小表规定。 <table> <tr> <td>普氏系数 (f)</td> <td>台阶高度 (m)</td> <td>最小工作平台宽度 (m)</td> </tr> <tr> <td>6~12</td> <td>12</td> <td>32~35</td> </tr> </table> 采用多排孔微差爆破时，表中数值需增加多排孔所相应增加的爆破带宽度。			普氏系数 (f)	台阶高度 (m)	最小工作平台宽度 (m)	6~12	12	32~35	《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）第 7.6.2 条	最小工作平台宽度：45m。	符合要求								
普氏系数 (f)	台阶高度 (m)	最小工作平台宽度 (m)																		
6~12	12	32~35																		
2	单斗挖掘机最小工作线长度，可按表 7.6.3 选取。 <table> <tr> <th rowspan="2">铲斗容积 (m³)</th> <th colspan="2">汽车运输 (m)</th> </tr> <tr> <th>单排孔爆破</th> <th>多排孔挤压爆破</th> </tr> <tr> <td>1~2</td> <td>150</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>200</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>≥ 8</td> <td>≥ 300</td> <td>≥ 200</td> </tr> </table>			铲斗容积 (m ³)	汽车运输 (m)		单排孔爆破	多排孔挤压爆破	1~2	150	100	4	200	150	≥ 8	≥ 300	≥ 200	《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）第 7.6.3 条	矿石采用 4.6m ³ 液压铲铲装，废石采用 8m ³ 液压挖掘机铲装，采用汽车运输，最小工作线长度 200m。	符合要求
铲斗容积 (m ³)	汽车运输 (m)																			
	单排孔爆破	多排孔挤压爆破																		
1~2	150	100																		
4	200	150																		
≥ 8	≥ 300	≥ 200																		
3	自卸汽车装载应遵守如下规定： ——停在铲装设备回转范围 0.5m 以外； ——驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；			《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.2 条	可研未明确。	下一阶段设计中需														

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
	——不在装载时检查、维护车辆。			完善
4	铲装设备工作应遵守下列规定： ——悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留； ——铲斗不应从车辆驾驶室上方通过； ——人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留； ——不应调整电铲起重臂。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
5	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： ——汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m； ——铁路运输：不小于 2 列车的长度。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.5 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	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。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.6 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
7	铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m；不应用铲斗处理车箱粘结物。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.7 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

(4) 单元小结

可研中对铲装运输方式进行了设计，总体上符合《有色金属采矿设计规范》(GB50771-2012)、《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)的要求。

本单元应注意以下问题：

1) 下一阶段设计应明确自卸汽车装载应遵守如下规定：停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；不在装载时检查、维护车辆。

2) 下一阶段设计应明确铲装设备工作应遵守下列规定：悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留。

3) 下一阶段设计需说明多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备

间距应不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

4) 下一阶段设计需完善上、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。

5) 下一阶段设计需完善：铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m；不应用铲斗处理车箱粘结物。

3.2.5 防排水单元

3.2.5.1 危险、有害因素辨识与分析

可研在露天境界外南侧修筑截洪沟，露天坑机械排水采用固定泵站和移动泵站相结合的排水方式。

本单元存在的主要危险、有害因素有：

(1) 大量雨水冲刷边坡坡面有可能引发滚石、滑坡、泥石流等地质灾害。

(2) 地下水和大气降雨大量涌入露天采场，露天采场内如果防排水设施不完备或措施不当、遇突然涌水或暴雨未停止作业，可能导致采场内积水过多，淹没设备和人员，造成人员伤亡和财产损失。

(3) 采场集水坑等可能发生淹溺事故。

3.2.5.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.2.5-1 防排水单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
滚石 滑坡 泥石流	雨季突遇暴雨，雨水冲刷坡面有可能引发滚石、滑坡、泥石流等地质灾害。	1. 采场上部、工作平台上无截、排水沟； 2. 未定期清理排水沟。	滚石 塌翻 泥石流	人员伤亡、设备损坏	II	1. 在采场顶部、工作台阶道路内侧开挖截、排水沟； 2. 在雨季来临之前和雨季过后，对采场边坡进行安全检查，发现孤石、浮土及时清理。
水灾、透水	突遇暴雨、涌水。	1. 采场上部、工作平台上无截、排水沟； 2. 防排水设施不完备或失效； 3. 未进行探防水，与含水层贯通。	水灾	人员伤亡、设备损坏	II	1. 在采场顶部、工作台阶道路里侧开挖截、排水沟； 2. 对防排水设施定期维护； 3. 施工过程中提前进行探放水。
淹溺	雨季突遇暴雨。	凹陷露天采场无机械排水设施及排水设施失效，集水坑积水严重。	淹溺	人员伤亡	II	1. 设置排水机构； 2. 制定排水制度及规程； 3. 在凹陷露天矿坑底部设置机械排水设施，并定期检查设备。

3.2.5.3 防排水安全检查表

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）中的相关要求，对该项目防排水系统进行符合性评价，见表 3.5-2。

表 3.2.5-2 防排水安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
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。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.2 条	露天采场设置截洪沟，拦截汇向采场的大气降水；工业场地的雨水排水方式均为利用场平标高自然排水，雨水就近排入厂区周边的现有天然沟谷；总出入沟、排水口和工业场地不受洪水威胁。	符合要求
2	露天矿山应按照下列要求建立防排水系统： ——受洪水威胁的露天采场应设置地面防洪工程； ——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。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.4 条	可研设计采场汇水需采用机械排除。设计最低台阶淹没时间为 7 天。	符合要求
3	机械排水设施应符合下列规定： ——应设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，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.5 条	移动泵站设置有工作水泵和备用水泵，工作水泵能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵能在 20h 内排出一昼夜的最大涌水量。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
	——应设工作排水管路和备用排水管路。工作排水管路应能配合工作水泵在 20h 内排出一昼夜正常涌水量；全部排水管路应能配合工作水泵和备用水泵在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。		全部排水管路在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路能完成正常排水任务。	
4	有遭遇洪水危险的露天矿山应设置专用的防洪、排洪设施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1 条	在露天采场设置截洪沟，拦截汇向采场的大气降水。	符合要求
5	露天开采矿山涌水量应包括地下水涌水量和露天坑大气降雨径流量，且应计算正常涌水量和最大涌水量。	《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）第 5.1.6 条	可研计算露天开采矿山涌水量应包括地下水涌水量和露天坑大气降雨径流量，且计算了正常涌水量和最大涌水量。	符合要求
6	露天采场排水设计应采用当地气象台的降水资料，并应符合下列规定：2 采场排水计算的暴雨频率，大型露天矿宜取 5%，中型露天矿宜 10%，小型露天矿宜取 20%；	《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）第 18.1.3 条	该项目为大型矿山，设计暴雨频率采用 P=5%（20 年一遇）。	符合要求

3.2.5.4 防排水能力校核

露天坑正常排水量 $240\text{m}^3/\text{d}$ ，最大排水量 $4000\text{m}^3/\text{d}$ 。

该项目在+618m 设一个固定泵站，之后每下降 96m 设一个固定泵站，最终在+618m、+522m 台阶形成 2 个固定泵站，固定泵站设 MD155-30×4 型多级离心泵 3 台。单台离心泵的主要参数为：Q=155 m^3/h ，H=120m，正常排水时，1

台水泵工作，其余备用或检修；最大排水时，2 台水泵同时工作。

露天坑内设 $\phi 180\text{mm} \times 5\text{mm}$ 排水管 2 根，敷设至境界外沉淀池。正常排水时，1 根工作 1 根备用；最大排水时，2 根排水管全部使用。

（1）排水泵站排水能力校核

1) 水泵排水量校核

雨季正常涌水量时： $240 \div 155 = 1.55\text{h}$

最大用水量时： $4000 \div (155 \times 2) = 12.9\text{h}$

从计算结果可知，在可研计算的正常排水量和最大排水量情况下，水泵均能满足要求

（2）扬程校核

水泵所需扬程： $H' = K H_p = 1.25 \times 96 = 120\text{m}$ ，所选水泵扬程满足排水要求。

（3）排水管道管径排水能力校核

1) 正常排水时，需要排水管的排水能力为：

$240 \div 20 \div 3600 = 0.003\text{m}^3/\text{s}$

正常排水量时：1 条 $\phi 180\text{mm} \times 5\text{mm}$ 排水管的排水量为：

$3.14 \times 0.09^2 \times 0.8 \times 2.5 = 0.05\text{m}^3/\text{s}$

2) 最大排水量时：需要排水管的排水能力为：

$4000 \div 20 \div 3600 = 0.055\text{m}^3/\text{s}$

2 条 $\phi 180\text{mm} \times 5\text{mm}$ 排水管的排水量为：

$3.14 \times 0.09^2 \times 0.8 \times 3.5 \times 2 = 0.142\text{m}^3/\text{s}$

正常涌水时，1 条 $\phi 180\text{mm} \times 5\text{mm}$ 排水管工作可满足要求。

最大涌水量时，2 条 $\phi 180\text{mm} \times 5\text{mm}$ 排水管工作可满足要求。

（2）截洪沟过流能力校核

1) 防洪标准的确定

根据《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012），该项目为大型矿山，防洪工程采用设计暴雨频率取 $P=5\%$ （20 年一遇）。

$$Q = \phi \cdot S_p \cdot F$$

式中：Q——洪峰流量， m^3/s ；

S_p ——雨力， mm/h ；

ϕ ——径流系数；

F——截洪沟的汇水面积， km^2 。

在露天境界外南侧修筑截洪沟。境界外截洪沟西段洪峰流量 $1.25\text{m}^3/\text{s}$ ；东段洪峰流量 $2.14\text{m}^3/\text{s}$ 。截洪沟采用浆砌片石矩形断面，最小流水坡度 3%，截洪沟宽 1.0m，深 1.0m，长度约 2500m。

各截洪沟的洪峰流量计算结果见下表 3.2.5-4。

表 3.2.5-4 截洪沟洪峰流量计算结果表

工程名称	截洪面积 $F (\text{km}^2)$	径流系数 ϕ	设计雨力 $S_p (\text{mm}/\text{h})$	设计 频率	洪峰流量 $Q (\text{m}^3/\text{s})$
西段截洪沟	0.28	0.3	16.98	$p=5\%$	1.25
东段截洪沟	0.48	0.3	16.98	$p=5\%$	2.14

截洪沟断面过水能力采用明渠均匀流公式进行计算。

计算公式如下：

$$Q = CW\sqrt{Ri} \quad (3.2.5-1)$$

$$W = (b + mh)h$$

$$R = \frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$$

式中：Q—洪峰流量， m^3/s ；

V——水流断面平均流速， m/s ；

W——水流断面的面积， m^2 ；

R——水力半径， m ；

i——截洪沟纵坡度，‰；

h——设计水深，m；

m——边坡系数；

b——底宽，m；

n——糙率；

C——谢才系数；

计算得出西段截洪沟断面过水能力和东段截洪沟断面过水能力为 $4.11\text{m}^3/\text{s}$ ，满足排洪能力要求。

3.2.5.5 单元小结

可研中对该项目采场设置了防排水系统，总体能够满足安全要求。

本单元应注意以下问题：

1、生产过程中应实测采场地下水涌水情况，若影响生产时，应及时采取应对措施。

2、生产过程中应注意实测采场降雨径流系数，并根据实测结果核实采场降雨径流量。

3.3 地下开采

3.3.1 开拓单元

3.3.1.1 危险、有害因素辨识与分析

开拓系统主要存在的危险、有害因素有：

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

(2) 井巷工程施工过程中若与含水层贯通可能引发透水事故。

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

(4) 井巷工程施工过程中采取安全防护措施不当，可能导致高处坠落事故。

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

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

3.3.1.2 预先危险性分析

表 3.3.1-1 开拓系统预先危险性分析表

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

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

3.3.1.3 安全检查表

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

表 3.3.1-2 开拓系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
安全出口				
1	每个矿井至少应有两个相互独立、间距不小于 30m、直达地面的安全出口；矿体一翼走向长度	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第	矿山有辅助斜坡道、副井和回风井（内设梯子间）直通地表的	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	超过 1000m 时，此翼应有安全出口。	6.1.1.1 条	安全出口。	
2	每个生产水平或中段至少应有两个便于行人的安全出口，并应同通往地面的安全出口相通。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.1.1 条	每个生产中段都设有两个以上便于行人的安全出口，并和通往地表的安全出口相通。	符合要求
3	作为主要安全出口的罐笼提升井，应装备 2 套相互独立的提升系统，或装备 1 套提升系统并设置梯子间。当矿井的安全出口均为竖井时，至少有一条竖井中应装备梯子间。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.1.3 条	副井作为矿山的主要进风通道和安全出口；井筒内布置有两套提升罐笼提升系统；该项目的安全出口有竖井、斜坡道，东回风井、西回风井内均设有梯子间。	符合要求
4	作为应急安全出口的竖井应设应急提升设施或者梯子间。深度超过 300m 的井筒设置梯子间时，应在井筒无马头门段设置与梯子间相通的休息硐室。休息硐室间距不大于 150m。硐室宽度不小于 1.5m，深度不小于 2.0m，高度不小于 2.1m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.1.4 条	副井在 +160m 和 +40m 中段设置双侧马头门，在 +200m、+110m、0m 和 -90m 水平设置单侧马头门； 进风井井筒设置 3 个单侧马头门； 西回风井内设有梯子间。井筒设置 2 个单侧马头门。在井口 +702m 至 +216m 水平设置 3 个休息硐室； 东回风井内内设有梯子间。井筒设置 4 个单侧马头门，在井口 +688m 至 +400m 水平设	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			置 1 个休息硐室。	
运输巷道				
5	行人的斜坡道应按下列要求设置人行道或躲避硐室：人行道的高度不小于 1.9m，宽度不小于 1.2m；躲避硐室的高度不小于 1.9m，深度和宽度均不小于 1.0m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.6 条	可研报告中没有相关内容。	下阶段设计中需完善
6	行人的无轨运输巷道应按下列要求设置人行道：人行道的高度不小于 1.9m，宽度不小于 1.2m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.6 条	可研报告中无相关内容。	下阶段设计中需完善
支护				
7	在不稳固的岩层中掘进时应进行支护。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.7.2 条	竖井井筒上部第四系和基岩风化层段，井颈段井壁采用双层钢筋混凝土浇筑，支护厚度为副井 800mm、进风及回风井为 700mm。稳定基岩段井筒采用素混凝土进行支护，副井支护厚度为 500mm，进风回风井支护厚度为 350mm。局部不稳定地层增加锚网临时支护，或改为喷锚网临时支护+（钢筋）混凝土永久支护。 对于破碎硐室等跨度大、断面大、施工难度大的大型硐室，暂	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			按锚网或喷锚网一次支护+钢筋混凝土二次支护考虑。对于跨度、断面较小的硐室，按喷锚网支护或浇筑素混凝土支护考虑。硐室支护型式最终应视揭露的实际围岩情况确定，必要时大硐室需增加锚索支护。 矿仓采用钢筋混凝土支护，并以铸锰钢耐磨钢衬板加固内壁。卸载站底部溜槽等承受冲击、磨损的部位，均采用铸锰钢耐磨钢衬板进行加固。 当胶带斜井及装矿胶带道处于稳定岩层段时，采用100mm喷锚网进行支护；当胶带斜井及装矿胶带道处于不稳定岩层段或断层破裂段时，采用锚网临时支护+400mm钢筋混凝土永久支护。 其它井巷工程的支护视围岩情况和断面大小而定。整体性好的稳定岩体可不支护；较稳定的破碎岩体可采用锚（喷）网进行支护；不稳定岩层可采用浇筑混凝土支护、或锚喷网临时支护+浇筑（钢筋）混凝土永久支护。	
防坠				
8	天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方，应设警示	《金属非金属矿山安全规程》	可研报告中明确井下各溜井口等都设	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。	(GB16423-2020) 第 6.1.4.5 条	有醒目标志和浇注混凝土挡墙或设钢结构挡墙，防止人员和设备坠落。天井、安全出口应有醒目标志。。	要求
9	在竖井、天井、溜井和漏斗口上方，或在坠落基准面 2m 以上作业，有发生坠落危险的，应设安全网等防护设施，作业人员应佩戴安全带。作业时，不应抛掷物件，不应上下层同时作业，并应设专人监护。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.6 条		
10	人行巷道的水沟盖板。	安监总局[2015]第 75 号	可研报告中没有相关内容。	下一阶段设计中需完善
井下爆破器材库				
11	井下爆破器材库的布置应遵守下列规定： 一井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内； 一炸药库距井筒、井底车场和主要巷道的距离：硐室式库不小于 100m，壁槽式库不小于 60m； 一炸药库距经常行人巷道的距离：硐室式库不小于 25m，壁槽式库不小于 20m； 一炸药库距地面或者上下巷道的距离：硐室式库不小于 30m，壁槽式库不小于 15m； 一井下炸药库应设防爆门； 一井下爆破器材库除设专门储存爆破器材的硐室和避槽外，还应	《爆破安全规程》 GB6722-2014 第 14.2.3.2 条	该项目地下开采分别在+160mm 中段和-40m 中段回风井石门各设一个容量为 8t 炸药的井下爆破器材库，其他内容可研未明确	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	设联络硐室或避槽的巷道和若干辅助硐室； —储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。			
12	不应在井下爆破器材库对应的地表修筑永久性建筑物，也不应在距库房 30m 范围内掘进巷道。	《爆破安全规程》 GB6722-2014 第 14.2.3.8 条	井下爆破器材库对应的地表无永久性建筑物，距库房 30m 范围内不掘进巷道。	符合要求

3.3.1.4 评价小结

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

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

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

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

3) 人行巷道水沟应设置盖板。

4) 井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内；炸药库距井筒、井底车场和主要巷道的距离：硐室式库不小于 100m，壁槽式库不小于 60m；

炸药库距经常行人巷道的距离：硐室式库不小于 25m，壁槽式库不小于 20m；炸药库距地面或者上下巷道的距离：硐室式库不小于 30m，壁槽式库

不小于 15m；井下炸药库应设防爆门；井下爆破器材库除设专门储存爆破器材的硐室和避槽外，还应设联络硐室或避槽的巷道和若干辅助硐室；储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。

3.3.2 提升和运输单元

3.3.2.1 危险、有害因素辨识与分析

(1) 竖井提升

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

(2) 有轨运输

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

(3) 无轨运输

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

(4) 胶带运输

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

3.3.2.2 预先危险性分析表

表 3.3.2-1 提升运输系统预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
提升系统				
高处坠落 (主要为坠	提升系统存在缺陷，设备带病运转；钢丝绳选择不合适、使用不当、未进行及时检修；安全保护装置不齐全、不可靠，	人员伤亡 设备损坏	III	选购质量合格的提升设备设施并定期进行检修、正确使用；禁止设备带病运转；设置齐全、可靠的安全保护装置并使其处于正常

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

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	车装置；没有信号装置或信号装置使用不当；过载；未设置检修通道或检修通道不符合要求。			

3.3.2.3 安全检查表法

表 3.3.2-2 提升运输系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
竖井				
1	提升容器和平衡锤在竖井中运行时应有罐道导向。缠绕式提升系统应采用木罐道或者钢丝绳罐道，摩擦式提升系统应采用型钢罐道、木罐道或者钢丝绳罐道。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.1 条	副井井筒内设两套相互独立的罐笼配平衡锤提升系统，采用多绳摩擦式提升机，采用型钢罐道。	符合要求
2	提升竖井的井塔或者井架内和竖井井底应设置过卷段。过卷段高度应符合下列规定： ——提升速度大于 6m/s 时，不小于最高提升速度下运行 1s 的距离或者 10m； ——提升速度为 3m/s～6m/s 时，不小于 6m； ——提升速度小于 3m/s 时，不小于 4m； ——凿井期间用吊桶提升时，不小于 4m。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.14 条	副井提升速度大罐笼 8.38m/s；小罐笼 8.24m/s，可研未明确副井过卷段高度。	下一阶段设计中需完善
3	过卷段终端应设置过卷挡梁；发生过卷事故后过卷挡梁应能正常使用。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.15 条	可研明确副井设置过卷挡梁。	符合要求
4	竖井提升系统应符合下列规定：	《金属非金属矿山安全	副井两套提升系统均设有	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	——过卷段应设过卷缓冲装置或者楔形罐道，使过卷容器能够平稳地在过卷段内停住； ——深度大于 800m 的竖井应设过卷缓冲装置，使过卷容器在缓冲装置内平稳停住，并不再反向下滑或反弹。	规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.16 条	罐笼和平衡锤过卷缓冲装置，以保证提升系统的安全运行。一旦容器发生过卷事故，过卷缓冲装置使过卷容器在缓冲装置内平稳停住，并不再反向下滑或反弹。副井两套提升系统均设有罐笼防坠装置	
5	竖井升降人员时，加速度和减速度应不超过 0.75m/s^2 ；升降物料时，加速度和减速度应不超过 1.0m/s^2 。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.8.10 条	副井提升人员和物料时，加速度均为 0.5m/s^2 ，减速度均为 0.5m/s^2 。	符合要求
6	提升人员的罐笼提升系统应符合下列规定：同一层罐笼不应同时升降人员和物料。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.4.19 条	可研未明确	下一阶段设计中需完善
钢丝绳和提升装置				
1	摩擦式提升钢丝绳悬挂时的安全系数应符合下列规定：专作升降人员用的，不小于 8.0；升降人员和物料用的，升降人员时不小于 8.0，升降物料时不小于 7.5；专作升降物料用的，不小于 7.0；平衡尾绳，不小于 7.0。 罐道钢丝绳和防撞钢丝绳安全系数不小于 6.0。 制动钢丝绳安全系数不小于 3.0。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.6.3、6.4.6.4、6.4.6.5 条	副井大罐笼升降人员时安全系数 8.72，升降物料时安全系数 8.05；副井小罐笼升降人员时安全系数 10.77，升降物料时安全系数 9.28。	符合要求
2	提升装置的机电控制系统应采用双 PLC 控制系统，实现位置和速度的冗余保护，并具有下列保护功能：	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.4.8.11、6.4.8.12、6.4.8.13、6.4.8.14 条	可研未明确	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	限速保护；主电动机的短路及断电保护；过卷保护；超速保护；过负荷及无电压保护；闸瓦磨损保护；润滑系统油压过高、过低或制动油温过高的保护；直流电动机失励磁保护；测速回路断电保护。 提升系统应设符合要求的闭锁装置、连锁装置、安全制动、过电流保护等。			
中段运输				
1	车辆的连接装置不得自行脱钩，车辆两端的碰头或缓冲器的伸出长度不小于 100mm。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.4.1.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
2	采用无轨设备运输应遵守下列规定： ——应采用地下矿山专用无轨设备； ——行驶速度不超过 25km/h； ——通过斜坡道运输人员时，应采用井下专用运人车，每辆车乘员数量不超过 25 人； ——油料运输车辆在井下的行驶速度不超过 15km/h，与其他同向运行车辆距离不小于 100m； ——自动化作业采区应设置门禁系统； ——按照设备要求定期进行检查和维护保养。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.4.3 条	可研明确采场出矿采用出矿采用铲运机。可研报告中未明确其他内容。	下一阶段设计中需完善
带式输送机				
1	井下带式输送机应采用阻燃型输送带。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）	可研未明确。	下一阶段设计

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
		第 6.4.3.1 条		中需完善
2	带式输送机应有下列安全保护装置： ——装料点和卸料点设空仓、满仓等保护和报警装置，并与输送机联锁； ——输送带清扫装置以及防大块冲击、防输送带跑偏等的保护装置； ——紧急停车装置； ——制动装置。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.4.3.5 条	可研明确胶带智能巡检系统，通过分布式胶带综合智能巡检管控系统可实现以下功能：巡检及作业人员的实时定位、危险区域作业预警、作业行为违规预警；电机/减速机机械故障、皮带断带/撕裂/跑偏/打滑、托辊及滚筒超温/卡死/失速故障预警；超温、断料、堵料智能识别及预警；超温及火灾预警。	符合要求

3.3.2.4 评价小结

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

下一阶段设计中应完善以下问题：

（1）下一阶段设计中应明确盲竖井的过卷防护设施、盲副井提升人员、物料时的加速度和减速度、尾绳隔离装置。

（2）提升人员的罐笼提升系统应符合下列规定：同一层罐笼不应同时升降人员和物料。

（3）提升装置的机电控制系统应采用双 PLC 控制系统，实现位置和速度的冗余保护，并具有下列保护功能：限速保护；主电动机的短路及断电保护；过卷保护；超速保护；过负荷及无电压保护；闸瓦磨损保护；润滑系统油压过高、过低或制动油温过高的保护；直流电动机失励磁保护；测速回路断电保护。提升系统应设符合要求的闭锁装置、连锁装置、安全制动、过电流保护等。

（4）有轨运输车辆的连接装置不得自行脱钩，车辆两端的碰头或缓冲器的伸出长度不小于 100mm。

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

(6) 井下带式输送机应采用阻燃型输送带。

3.3.3 采掘单元

3.3.3.1 危险、有害因素辨识与分析

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

产生原因主要有：未及时处理浮石或处理浮石方法不当；未及时支护或未按要求进行支护；未按设计进行回采作业；平台、梯子不稳固或未按要求布置；采场爆破后未进行有效的通风；作业环境没有必要的照明或照明度不够等。

3.3.3.2 预先危险性分析表

表 3.3.3-1 采掘单元预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
冒顶片帮（地表塌陷）	掘进顺序、凿岩爆破等操作不当；施工过程中未按设计进行；围岩松软不稳固的掘进工作面没有及时采取支护措施、支护质量不合格；未及时处理浮石或处理浮石操作不当；井巷工程维护不当。	人员伤亡 设备损坏	IV	掘进顺序、凿岩爆破、井巷支护等应按设计、规定等进行；施工过程中应进行安全防护、及时对井筒进行砌护；并保证支护质量；事先处理顶板和两帮的浮石；处理浮石应正确操作。
爆破伤害	凿岩、爆破位置不当、布孔不合理、爆破设计不合理；未按爆破规程进行爆破作业；爆破材料选择不合适或质量不合格；静电影响；炸药质量不合格等。	人员伤亡 设备损坏	IV	凿岩、布孔应合理；爆破设计应合理；按爆破规程进行爆破作业；选择质量合格的爆破器材；消除静电影响；尽量避免炸药质量不合格。
机械	钻机、铲运机等未采取防护措施或防	人员伤亡	III	对机械设备采取合理有效的防

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
伤害	护措施不合理；钻机、铲运机等设备自身缺陷，安装、维护、使用不当；违章作业或操作失误；弯道曲线半径不符合要求；采场、巷道照明度不够，钻机、铲运机等危险部位未设置警示标志。			护措施；选择正规的与设计相符的设备；加强对设备的维护、使用；提高照明度，在设备的危险部位设置警示标志；建立健全安全生产管理制度。
高处坠落	采场内高处作业而未采取安全防护措施或防护措施失效；平台、梯子不稳固或未按要求布置；上下梯子时注意力不集中；照明不足；溜井口未设安全车挡；处理溜井堵塞方法不当；处理浮石方法不当。	人员伤亡	III	高处作业要采取有效的安全防护措施；人员上下梯子时应集中注意力；采场等地应有足够的照明；溜井口应设安全车挡；人员不应直接站在溜井、漏斗的矿石上或进入溜井与漏斗内处理堵塞；应事先处理顶板及两帮浮石；不应在同一采场同时凿岩和处理浮石。
触电	机械设备及电线电缆等用电过程中漏电。	人员伤亡	III	设置漏电保护装置，电线电缆按要求进行敷设。
起爆器材爆炸	作业场地起爆器材搬运、存放不当，遇外界火源、振动、摩擦等引发爆炸。	人员伤亡 设备损坏	IV	爆破器材应按要求进行存放，爆破器材存放处杜绝外界火源，尽量避免爆破器材受振动、摩擦等。
中毒窒息	采场内未采取有效的通风；通风设备故障；风量不足；通风时间不够；工作人员提前进入有炮烟的工作面。	人员伤亡	III	采场内采取有效的通风；加强对通风设备的维修保养；保持采场有足够的风量和通风时间；工作人员不应提前进入有炮烟的工作面。
水灾	极端天气淹井；排水设备设施选择、施工不合理。	人员伤亡 设备损坏	III	采掘过程中应有合理的探水工艺；设立正确的排水系统；按设计选取合理的排水设备设施并合理施工。
物体打击	铲运机装载过满；人员离铲运机较近；处理浮石方法不当；运输巷道底板不平整。	人员伤亡	III	铲车装载量不应过大；应正确处理浮石；运输巷道底板应保持平整；人员离铲车保持安全距离。

3.3.3.3 安全检查表法

表 3.3.3-2 采掘单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	每个采区或者盘区、矿块均应有两个便于行人的安全出口，并与通往地面的安全出口相通。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.4 条	每个矿块都设有两个天井连通上下中段巷道，并设有梯子和照明，作为安全出口。	符合要求
2	在不稳固的岩层中掘进时应进行支护；在松软、破碎或流砂地层中掘进时应在永久性支护与掘进工作面之间进行临时支护或特殊支护。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.2.7.2 条	可研要求：围岩松软不稳固的回采工作面、采准和切割巷道，应采取支护措施。	符合要求
3	应建立采场顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，应有监控手段和处理措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.12 条	建立顶板管理制度。对顶板不稳定的采场，应指定专人负责检查，采用锚杆加金属网进行支护。	符合要求
4	人员需要进入的采场应有良好的照明。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.11 条	可研报告提出了相关要求。	符合要求
5	采用自然崩落法回采应遵守下列规定： ——应编制放矿计划，严格控制放矿，崩落面与松散物料面之间的空间高度不大于 5m，防止产生空气冲击波造成人员伤害和设施破坏； ——应采用可靠的监测手段对崩落顶板的变化情况进行监测； ——雨季出矿应采取相应的安全措施，严格控制单个放矿点的出矿量，防止泥石流伤人； ——不应采用裸露药包处理放矿点堵塞、结拱或者破碎大块；如特殊情况需要，应由矿山企业主要负责人批准。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.2.9 条	可研报告利用 PCBC 放矿软件对自然崩落法的放矿控制和管理编制了生产计划，明确崩落顶板和崩落下来的矿石面之间应保持小于 5m 合适的间距； 可研明确崩落监测系统包括 IMS 高精度微震监测系统、TDR 系统、三维激光扫描监测系统及数字式全景钻孔摄像监测系统。	符合要求

3.3.3.4 爆破震动效应评价

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

1. 爆破振动安全允许距离计算

爆破振动安全允许距离，按如下公式进行计算：

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

式中：R——爆破振动安全允许距离，m；

Q——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，kg；

V——保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s；

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

表 3.4-3 爆区不同岩性的 K、α 值

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

根据上述计算公式计算结果见下表。

表 3.4-4 爆破振动安全允许距离计算表

序号	建构筑物名称	安全允许质点振速 cm/s	K	α	最大单段药量 Kg	爆破振动安全允许距离 M	最小距离 M	是否满足要求
1	工业场地	4	200	1.6	800	108	地下开采首采中段 200m，距离地表工业场地，远超过 112m。	满足要求

序号	建构筑物名称	安全允许 质点振速 cm/s	K	α	最大单 段药量 Kg	爆破振动安全 允许距离 M	最小距离 M	是否满 足要求
2	斜坡道口	20	200	1.6	800	39	与斜坡道口距 离远大于 41m	满足 要求
3	排土场	8	200	1.6	800	67	地表矿石运输 工业场地和废 石临时堆场距 离井下作业区 距 离 远 大 于 67m	满足 要求

根据可研爆破参数及炸药单耗估算一次最大单段炸药量 800kg 进行类比计算，地表工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响。

3.3.3.5 评价小结

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

(2) 可研报告的采矿工艺符合规程要求。下阶段设计需补充完善如下内容：

1) 该项目地下开采采用崩落法，下一阶段设计中应对地下开采采用崩落法进行严格论证。

2) 严格进行放矿管理，使崩落顶板和崩落下来的破碎矿岩面之间保持合适的间距，防止产生破坏性的空气冲击波。

3) 自然崩落法矿山底部出矿结构围岩受应力集中程度高、受扰动程度大，易失稳破坏，应加强对该工程区域的安全监测，并制定合理的支护加固措施。

4) 下一阶段设计中应补充完善地下开采自然崩落过程中，顶板岩体不能持续崩落时的安全防控技术措施（如超前水力压裂等）。

3.3.4 通风单元

3.3.4.1 危险、有害因素辨识与分析

该项目通风系统主要危险、有害因素有：中毒窒息、机械伤害、触电。

该项目为井巷较多，若风量调节不当，会产生供风不足；若进风风流未能有效控制，会产生风流短路、循环。地下开采的暖风系统、压风系统发生火灾、爆炸可能造成井下作业人员带来的中毒和窒息。

3.3.4.2 预先危险性分析表

表 3.3.4-1 通风单元预先危险性分析表

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

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

3.3.4.3 安全检查表法

表 3.3.4-2 通风单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	矿井总风量等于矿井需风量乘以矿井风量备用系数 K_b 。后者是考虑到漏风、风量不能完全按需分配和调整不及时等因素。 K_b 值为1.20~1.45，可根据矿井开采范围的大小、所用的采矿方法、设计通风系统中风机的布局等具体条件进行选取。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》 (AQ2013.1-2008) 第5.3条	可研报告中漏风系数取1.3。	符合要求
2	进入矿井的空气不应受到有害物质的污染，主要进风风流不应直接通过采空区或塌陷区；需要通过时，应砌筑严密的通风假巷引流。 矿井排出的污风不应应对矿区环境造成危害。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第6.6.2.4条	回风井不在进风井的上风侧，且相距较远。	符合要求
3	井下破碎硐室、主溜井等处的污风，应引入回风道。不能引入回风道的应采取净化措施。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》 (AQ2013.1-2008) 第6.3.4.1条	二期坑内破碎站先后设在+110m和-90m水平，+110m破碎站污风通过联络道、电梯井排至+160m中段，再由+160m中段排至回风井后出地表。 -90m破碎站污风通过联络道、电梯井排至-40m中段，再由-40m中段排至回风井后出地	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			表。	
4	井下所有机电硐室都应供给新鲜空气。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》 (AQ2013.1-2008) 第 6.3.4 条	风量计算中考虑了无设备维修硐室、破碎站、皮带道爆破器材库的需风量。	符合要求
5	采场应利用贯穿风流通风或机械通风。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.2.7 条	新鲜风流通过进风天井进入出矿水平之后,沿出矿穿脉向上下盘流动,污风经回风斜井进入拉底回风水平,最后进入回风井排出地表。	符合要求
6	每台主通风机电机均应有备用,并能迅速更换。同一个硐室或风机房内使用多台同型号电机时,可以只备用 1 台。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.3.2 条	主扇备有相同型号和规格的电机,有能迅速调换电机的设施;主扇可通过反转,使矿井风流在 10min 内反向,返风量不低于正常工作风量的 60%。	符合要求
7	掘进工作面 and 通风不良的工作场所,应设局部通风设施,并应有防止其被撞击破坏的措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.3.5 条	在贯穿风流不能到达的工作面、通风难以控制或风阻较大的地方均需采用局扇或辅扇来进行局部通风。	符合要求
8	采用凿岩爆破法掘进应遵守下列规定: 采取湿式凿岩、爆破喷雾、装岩洒水和净化风流等综合防尘措施。 在遇水膨胀、强度降低的岩层中掘进不能采用湿式凿岩时,可采用干式凿岩,但应采取降尘措施,作业人员应佩戴防尘保护用品。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.1 条	采用湿式凿岩,爆破后(装矿前)对工作面爆堆附近 10~15m 以内以及凿岩前(装矿后) 10m 以内坑道表面进行清洗,降低粉尘排放。 爆破前后加强通风,采取措施向死盲角引入风流;爆破后待炮烟排净后工作人员方可进入工作面;爆破前应在通往爆破点的巷道设置警示标志,避免人员误入。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
9	风机进风口的安全护栏和防护网。	安监总局[2015]第75号	可研报告中无相关内容。	下阶段设计中需完善

3.3.4.4 风量风速复核

1、可研报告风量计算过程

风量按照采掘设备、采矿作业面、掘进工作面、硐室等的数量及各个点的耗风量来计算，计算结果见表 3.3.4-3。

根据坑内的柴油设备总功率，按 $4\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{kW}$ 计算，坑内通风共需量见表 3.3.4-4。

表 3.3.4-3 按工作面计算风量表

序号	名 称	工作面数目 (个)	单位耗风量(m^3/s)	总 风 量 (m^3/s)
1	出矿工作面	7	10	70
2	出渣工作面	3	8	24
3	中深孔凿岩	4	8	32
4	浅孔凿岩	3	8	24
5	爆破作业	5	10	50
6	备用工作面	3	8	24
7	装矿及运输	4	8	32
8	无轨维修硐室	1	10	10
9	电机车维修硐室	1	8	8
10	井下爆破器材库	1	8	8
11	破碎站	1	15	15
12	皮带道	1	10	10
13	小计			307
14	漏风系数			1.3
15	合计			400

表 3.3.4-4 按柴油设备计算风量表

序号	设备	型号	数量 (台)	单台功率 (kW)	同时利用 系数	实际运行功率 (kW)	需风量 (m^3/s)
1	单臂掘进台车	CNYTJ45	2	62	0.85	105	7

2	双臂掘进台车	Boomer 282	1	110	0.85	94	6
3	中深孔凿岩台车	Simba1354	2	72	0.85	122	8
4	柴油铲运机	XYWJ-6	2	256	0.85	435	29
5	柴油铲运机	XYWJD-4	2	220	0.85	374	25
6	锚杆支护台车	CYTM45	2	62	0.85	105	7
7	锚索台车	DS421	1	55	0.85	47	3
8	移动液压碎石机	TM12	3	84	0.85	214	14
9	喷浆台车 (含空压机)	KATP20	2	60	0.85	51	3
10	撬毛台车	XMPYT60/325	2	120	0.85	204	14
11	装药台车	Charmec MC 605 DA	1	120	0.85	102	7
12	调度车辆	RU-25	1	315	0.85	536	36
13	多功能服务车	Normet MF100	7	120	0.85	714	48
14	天井钻机	CY-R40C	2	93	0.85	158	11
15	调度指挥车	RU-10	2	64	0.85	109	7
16	小计						228
17	漏风系数						1.3
18	合计						297

可研设计坑内需风量确定为 $400\text{m}^3/\text{s}$ 。

2、风量复核

采用矿井风量估算法对风量进行复核，公式如下：

$$Q=Aq$$

其中 Q ——矿井或坑口所需总风量， m^3/s ；

A ——矿井或坑口年产量， $500 \times 10^4\text{t/a}$ ；

q ——年产万吨耗风量， m^3/s ，大型矿井取值为 $0.7 \sim 1.2$ 。

计算结果为 $Q=350 \sim 600\text{m}^3/\text{s}$

可研报告计算的总风量为 $400\text{m}^3/\text{s}$ ，可研计算的风量能满足井下通风要求。

4、风速复核

依据 GB16423-2020 第 6.6.1.6 条，井巷断面平均最高风速规定：专用

风井，专用总进、回风道最高风速 20m/s；专用物料提升井最高风速 12m/s；提升人员和物料的井筒，中段主要进、回风道，修理中的井筒，主要斜坡道最高风速 8m/s；运输巷道，采区进风道最高风速 6m/s。

表 3.6-1 主要井筒、巷道风速表

序号	巷道名称	断面积 (m ²)	风量 (m ³ /s)	风速 (m/s)
1	副井	50.3	44.1	0.9
2	胶带斜井	12.5	30.0	2.4
3	进风井	28.3	274.7	9.7
4	西回风井	33.2	300.0	9.0
5	东回风井	33.2	70.0	3.6
6	辅助斜坡道	20.9	81.2	3.9

对风速复核结果为各进风井、回风井的风速符合规程要求。

3.3.4.5 单元评价小结

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

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

下一阶段设计中尚需完善以下几个方面：

- 1、风机进风口应设置安全护栏和防护网。
- 2、为防止风量分配不合理，应对风量定期进行检测，并及时对风量进行调整。

3.3.5 防排水与防灭火单元

3.3.5.1 防排水子单元

(1) 危险、有害因素辨识与分析

该项目地下开采排水系统中存在危险有害因素为主要有透水、机械伤害、淹溺。

1) 多雨季节,地表水可能会从井口或地表裂缝进入井下,或缺乏对放矿口、溜井等可能出现泥石流的防护,引起井下透水泥石流事故。

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

3) 防、排水设备未按设计要求进行选择、井下巷道无排水沟或排水沟排水能力不足、排水管、水泵等未及时检查、维护等原因可能会造成透水事故。

4) 水泵外露传动部位未采取有效的防护措施等原因可能会造成机械伤害事故。

5) 水仓未封闭或未设置护栏等原因可能造成淹溺事故。

(2) 预先危险性分析(PHA)

表 3.3.5-1 防排水子单元预先危险性分析表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
透水	地表水量较大,未采取合理的防排水措施,地表水涌入井下;地下涌水量较大,地表水、第四系含水层、天窗与下部含水层之间的水力联系不清,地下涌水量预测偏小,防、排水设备能力不够;未合理设置防	人员伤亡影响生产	IV	掘进过程中应采取超前探水和防排水措施;充分考虑地表河流、第四系含水层的影响,对井下水仓、水泵、防水矿(岩)柱、排水沟等进行合理设计;有用的钻孔,应妥善封盖;报废的钻孔应封闭;

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	水矿(岩)柱。			加强防排水使用管理；雨季加强防排水设施的维护做好夏季防汛准备。
机械伤害	水泵外露传动部位未采取有效的防护措施：如防护罩等；设备自身缺陷，安装、维护、使用不当；违章作业和操作失误；照明度不够或对设备的危险部位未设置警示标志。	人员伤亡设备损坏	III	采取合理的防护措施；保持设备自身状态良好；正确安装、维护和使用；严禁违章作业；应尽量避免操作失误；应有足够的照明度；对设备的危险部位设置警示标志。

(3) 安全检查表法

表 3.3.5-2 防排水子单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	井下主要排水设备应包括工作水泵、备用水泵和检修水泵。只设 3 台水泵时，水泵型号应相同。 应设工作排水管路和备用排水管路。水泵出口应直接与工作排水管路和备用排水管路连接。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.8.4.3、6.8.4.4 条	-40m 主泵房设 MD280-100×8(P) 型多级离心泵 5 台。正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修，最大排水时，4 台水泵工作，其余检修，设 2 条 Φ325mm×15mm 无缝钢管作为排水管，沿副井敷设至地表； -240m 主泵房设 MD280-43×5(P) 型多级离心泵 5 台。正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修最大排水时，4 台水泵工作，其余检修，设 2 条 Φ325mm×7mm 无缝钢管作为排水管，沿副井敷设至-40m 主泵房水仓。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
2	井下最低中段的主水泵房出口不少于两个；一个通往中段巷道并装设防水门；另一个在水泵房地面 7m 以上与安全出口连通，或者直接通达上一水平。水泵房地面应至少高出水泵房入口处巷道底板 0.5m；潜没式泵房应设两个通往中段巷道的出口。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.4.2 条	可研无相关内容	下一阶段设计中需完善
3	主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 4h 的正常涌水量；正常涌水量超过 2000m ³ /h 时，应能容纳 2h 的正常涌水量，且不小于 8000m ³ 。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.4.1 条	可研报告中没有水仓总容积相关内容。	下一阶段设计中水仓容积进行明确
4	在有突水可能性的工作面设置的救生圈、安全绳等救生设施。	安监总局[2015]第 75 号	可研报告中没有相关内容。	补充措施

(4) 排水系统能力复核

采矿废水 2500m³/d，正常排水量 2750m³/d，最大排水量 17000m³/d。

-40m 主泵房设 MD280-100×8(P) 型多级离心泵 5 台。单台离心泵的主要参数为：Q=280m³/h，H=800m。正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修，9.8h 完成一天排水任务，对应 1 条排水管；最大排水时，4 台水泵工作，其余检修，15.2h 完成一天排水任务，对应 2 条排水管。

-240m 主泵房设 MD280-43×5(P) 型多级离心泵 5 台。单台离心泵的主要参数为：Q=280m³/h，H=215m，正常排水时，1 台水泵工作，其余备用或检修，9.8h 完成一天排水任务，对应 1 条排水管；最大排水时，4 台水泵工作，其余检修，15.2h 完成一天排水任务，对应 2 条排水管。

(1) -40m 水泵排水量及扬程校核

正常排水量时： $2750 \div 280 = 9.82\text{h}$

最大排水量时： $17000 \div (280 \times 4) = 15.18\text{h}$

从计算结果可知，在可研计算的正常排水量和最大排水量情况下，泵站均能完成排水要求。

水泵所需扬程 $H' = KH_p = 1.05 \times 737 = 774\text{m}$ ，所选水泵扬程为 $H = 800\text{m}$ ，扬程满足要求。

(2) -240m 水泵排水量及扬程校核

正常排水量时： $2750 \div 280 = 9.82\text{h}$

最大排水量时： $17000 \div (280 \times 4) = 15.18\text{h}$

从计算结果可知，在可研计算的正常排水量和最大排水量情况下，泵站均能完成排水要求。

水泵所需扬程 $H' = KH_p = 1.05 \times 200 = 210\text{m}$ ，所选水泵扬程为 $H = 215\text{m}$ ，扬程满足要求。

(5) 单元评价小结

(1) 本单元存在的危险有害因素有：透水、机械伤害、触电，可研中对该项目地下开采设置了防排水系统，总体能够满足安全要求。

(2) 下一阶段设计中应完善的问题有：

1) 矿山井下最低中段的主水泵房和变电所的进口应装设防水门，防水门压力等级不低于 0.1MPa 。水仓与水泵房之间应隔开，隔墙、水仓与配水井之间的配水阀的压力等级应与防水门相同。防水门应设置在岩石稳固的地点，由专人管理，定期维修，确保可以随时启用。

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

3) 矿山在雨季应加强防洪工作，对中段防水门应定期检查、维护，使

其在关键时刻能发挥作用。在暴雨季节，应防止泥石流进入放矿口伤人，一方面不能让雨水积留在崩落下的破碎矿岩内，另一方面应加强观察，一旦发现有形成泥石流的可能，就应撤出人员和设备。

3.3.5.2 防灭火子单元

(1) 预先危险性分析

表 3.3.5-4 防灭火子单元安全检查表

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

(2) 安全检查表

表 3.3.5-5 防灭火子单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
1	井下消防供水水池容积应不小于 200m ³ 。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020） 第 6.9.1.5 条	采矿井下及平硐一次消防水量 216m ³ ，消防用水储存在选厂生产消防水池内。	符合要求
2	在下列地点或区域应配置灭火器：有人员和设备通行的主要进风巷道、	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第	采区设凿岩供水管，兼作消防水管，每隔一定距离设分支管	符合要求

	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。	6.9.1.7 条	接头。 对内燃自行设备通行频繁的辅助斜坡道、中段井底车场和无轨维修硐室等处设置消防栓；对井下有人员和设备通行的主要辅助斜坡道、进风巷道、进风井口、通风机房、维修硐室、变配电所、爆破器材库、避灾硐室等处设置灭火器点。	
3	无轨设备应符合下列规定：每台设备均应配备灭火装置。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第6.3.4.2 条	井下无轨设备均需自带灭火器。另外在辅助斜坡道每隔一定的距离应摆放适量的灭火器材；在井下无轨设备维修硐室也配备灭火器材和消防栓。	符合要求

（3）单元评价小结

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

3.3.6 安全避险“六大系统”单元

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

表 3.7-1 安全避险“六大系统”单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
一	监测监控系统	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)		
1	监测监控系统由主机、传输接口、传输线缆、分站、传感器等设备及管理软件组成的系统，具有信息采集、传输、存储、处理、显示、打印和声光报警功能，用于监测金属非金属地下矿山有毒有害气体浓度，以及风速、风压、温度、烟雾、通风机开停状态、地压等。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 3.1	井下监测监控系统分为井下有毒有害气体监测系统和井下视频监控系统两部分。各监控点视频信息通过编码压缩进入井下“六大系统”光环网内，送至生产集控中心进行显示及录像，采矿区重要视频画面通过数据中心内的商业核心交换机引入办公网络，可在企业信息管理网络中 PC 终端共享视频画面。 井下监测系统对有毒有害气体监测及通风数据进行监测。	符合要求
2	主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)	可研未明确	下一阶段设计中完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	置显示终端。	4.5		
3	主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 4.9	可研未明确	下一阶段设计中完善
4	地下矿山应配置足够的便携式气体检测报警仪。便携式气体检测报警仪应能测量一氧化碳、氧气、二氧化氮浓度,并具有报警参数设置和声光报警功能。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 5.1	可研未明确	下一阶段设计中完善
5	一氧化碳报警浓度不应高于 24ppm, 二氧化氮报警浓度不应高于 2.5ppm。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 5.4	可研未明确	下一阶段设计中完善
6	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	选用超声波风速传感器	符合要求
7	主要通风机应设置风压传感器,传感器的设置应符合 AQ2013.3 中主要通风机风压的测点布置要求。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 6.2	可研未明确	下一阶段设计中完善
8	主要通风机、辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 6.5	选用电磁感应原理开停传感器。	符合要求
9	提升人员的井口	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设	井下视频监控系统系统依托于	下一阶段设计

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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。	规范》 (AQ2031-2011) 7.1	光环网综合网络平台，通过遍布于井下各关键区域的 IP 摄像机，实现对地表各工业厂房、副井井口、井下马头门、水泵房及中央变电所、无轨维修硐室、避灾硐室、卸载站、破碎站、辅助斜坡道、井下胶带等处进行视频监控。 可研未明确视频设备是否具备防爆功能。	中完善
10	紧急避险设施及井下爆破器材库、油库、中央变电所等主要硐室，应设视频监控。 安装在井下爆破器材库和油库的视频设备应具备防爆功能。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 7.2		
11	对于在需要保护的建筑物、构筑物、铁路、水体下面开采的地下矿山，应进行地压或变形监测，并应对地表沉降进行监测。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 8.1	可研明确崩落监测系统包括 IMS 高精度微震监测系统、TDR 系统、三维激光扫描监测系统及数字式全景钻孔摄像监测系统。	符合要求
12	存在大面积采空区、工程地质复杂、有严重地压活动的地下矿山，应进行地压监测。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 8.2		
二	人员定位系统	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》 (AQ2032-2011)		
1	井下最多同时作业人数不少于 30 人的金属非金属地下矿山应建立完善人员定位系统	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》 (AQ2032-2011)4.1	井下最多同时作业人数远超于 30 人，在井下设置井下人员定位系统。 井下人员定位系统包括服务器、读卡器、识别卡	符合要求
2	人员出入井口和重点区域进出口等地	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》		

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	点应安装分站（读卡器）。	(AQ2032-2011)4.7		
3	识别卡应专人专卡,并配备不少于经常下井人员总数10%的备用卡。	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》 (AQ2032-2011)4.10	矿山采矿最大班人数120人,配备识别卡140张。	符合要求
三	紧急避险系统	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》 (KA/T2033-2023)		
1	金属非金属地下矿山应为入井人员配备额定防护时间不少于30min的自救器,并按入井总人数的10%配备备用自救器。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》 (KA/T2033-2023) 4.5	可研明确矿山每天总入井人数为314人,按照1.1倍的配置率计算,矿山配备防护时间不小于30min的自救器346个	符合要求
2	所有入井人员必须随身携带自救器。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》 (KA/T2033-2023) 4.6		
3	生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过500m的矿山,宜在最低采矿生产中段设置普通型紧急避险设施;水文地质条件复杂或有透水风险的地下矿山,宜在最低采矿生产中段设置防水紧急避险设施。紧急避险设施宜优先选择避灾硐室。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》 (KA/T2033-2023) 5.3	可研未明确	下一阶段设计中完善
4	井巷的所有分道口及紧急避险设施外	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设	可研明确井下应在一些关键的路口和位置设逃生路线指示牌,各种	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	应有清晰、醒目的标识牌,标识牌中应明确标注避灾硐室或救生舱的位置和规格。	规范》 (KA/T2033-2023) 5.6、5.7	标志和指示牌应涂有反光的荧光粉。在重点部位应有良好的照明和警示灯。	
5	在井下通往紧急避险设施的入口处,应设有“紧急避险设施”的反光显示标志。			
四	压风自救系统	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 (KA/T2034-2023)		
1	压风自救系统的空气压缩机应安装在地面,并能在10min内启动。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 (KA/T2034-2023)4.3	地表设空压机站,坑内压风自救系统与坑内生产用气系统共用。	符合要求
2	压风管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料,并采取防腐蚀措施。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 (KA/T2034-2023)4.6	井下压风自救系统主供气管采用无缝钢管。	符合要求
3	压风管道敷设应牢固平直,并延伸到井下采掘作业场所、紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点等主要地点。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 (KA/T2034-2023)4.7	井下采掘作业场所、爆破时撤离人员集中地点等处的压风管道上均安设供气阀门。	符合要求
4	各主要生产中段和分段进风巷道的压风管路上设置的供气阀门,中段和分段间隔应不大于200m。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 (KA/T2034-2023)4.8	各主要生产中段进风巷道的压风管道上每间隔不大于200m安设一组供气阀门。	符合要求
5	独头掘进巷道距掘进工作面不大于	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设	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	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	100m 处的压风管道上应安设一组供气阀门, 相邻两组供气阀门安设间距应不大于 200m。有毒有害气体涌出的独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设压风自救装置。每组压风自救装置应可供 5 人~8 人使用, 平均每人空气供给量应不小于 0.1m ³ /min。	《规范》 (KA/T2034-2023) 4. 9	供气阀门, 相邻两组供气阀门安设间距不大于 200m。要求人均用气量不小于 0.3m ³ /min	
6	爆破时撤离人员集中地点的压风管道上应安设一组供气阀门。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》 (KA/T2034-2023) 4. 10	爆破时撤离人员集中地点等处的压风管道上均安设供气阀门。	符合要求
五	供水施救系统	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 (KA/T2035-2023)		
1	生产用水不符合生活饮用水要求时, 供水施救系统中还应建设辅助水池用于储备生活饮用水, 容量应不小于 20m ³ 。辅助水池应采取封闭保护措施, 防止异物污染, 每年应对辅助水池进行一次全面清洗、消毒, 并对水质进行检验。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 (KA/T2035-2023) 4. 5	坑内供水施救系统与坑内生产供水系统共用, 施救时水源满足生活饮用水卫生标准	符合要求
2	供水施救系统管道应采用钢管材料或其他同等强度的阻燃	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 (KA/T2035-2023) 4. 6	副井内设一条 Φ 219mm×11mm 无缝钢管作为主供水管。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	材料,并采取防腐蚀措施。			
3	各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上安设的供水阀门,中段和分段间隔应不大于 200m。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 (KA/T2035-2023) 4. 8	各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道安设供水阀门,中段和分段间隔不大于 200m。	符合要求
4	独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的供水管道上应安设一组供水阀门,相邻两组供水阀门安设间距应不大于 200m。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 (KA/T2035-2023) 4. 9	独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处设一组供水阀门,相邻两组供水阀门安设间距不大于 200m。	符合要求
5	爆破时撤离人员集中地点的供水管道上应安设一组供水阀门。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》 (KA/T2035-2023) 4. 10	爆破时撤离人员集中地点的供水管道上安设一组供水阀门。	符合要求
六	通信联络系统	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)		
1	金属非金属地下矿山应根据安全避险的实际需要,建设完善有线通信联络系统;宜建设无线通信联络系统,作为有线通信联络系统的补充。	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》 (AQ2036-2011) 4. 1	井下有线通信联络系统在数据中心的综合语音平台基础上进行建设,井下有线通信联络系统,与井下无线通信通信分开组网并互为补充,且能互拨互通,确保调度工作的有效性和实时性,在井下日常生产和紧急救援时发挥重要作用。	符合要求
2	安装通信联络终端设备的地点应包括:井底车场、马头门、井下运输调度室、主要机电硐室、井下变电所、井下各中段采区、主要泵房、主要通风机房、井下紧急避险设施、爆	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》 (AQ2036-2011) 4. 4	在地表各工业厂房、井下辅助斜坡道口、副井各马头门、采区变电所、无轨维修硐室、避灾硐室、破碎站、卸载站、进回风井口、采区关键位置等处设电话。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	破时撤离人员集中地点、提升机房、井下爆破器材库、装卸矿点等。			
3	通信线缆应分设两条,从不同的井筒进入井下配线设备,其中任何一条通信线缆发生故障时,另外一条线缆的容量应能担负井下各通信终端的通信能力。	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》 (AQ2036-2011)4.5	由机房配线架分别引出两根铠装电话电缆分别沿副井和辅助斜坡道引至井下,在160m有轨运输中段构成冗余链路,覆盖井下216m、200m、160m中段、破碎水平等井下各生产岗位,其中任何一条通信电缆发生故障,另一条通信电缆的容量均能担负井下各通信终端的通信能力。	符合要求

针对可研报告设计内容设置了安全检查项,通过上述检查表分析可知,可研报告对安全避险“六大系统”相关内容进行了设计,但下一阶段设计中尚需补充完善,补充的对策措施详见本报告4.3章节。

3.4 矿山供配电设施单元

3.4.1 危险、有害因素辨识与分析

该单元存在的主要危险、有害因素有：

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

(2) 供电系统避雷设施原因可导致雷电事故发生；

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

3.4.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.4-1 矿山供配电设施单元预先危险性分析表

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

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

3.4.3 矿山供配电安全检查表

根据《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）对该项目供配电系统进行检查分析，见表 3.4-2。

表 3.4-2 矿山供配电安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
1	矿山供电电源和电源线路应符合下列规定： 1 有一级负荷的矿山应由双重电源供电；当一电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量应至少保证矿山全部一级负荷电力需求，并宜满足矿山二级负荷电力需求。 2 大、中型矿山宜由两回电源线路供电；两回电源线路中的任一回中断供电时，另一回电源线路应保证供给全部一、二级负荷电力需求。	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第 3.0.3 条	延东铜矿拟采用双回路 110kV 供电，双回路 110kV 供电电源引自距离矿区约 100km 外的哈密供电公司现有变电站不同母线段。一级负荷有副井提升、井下排水。	符合要求
2	矿山地面主变电所的主变压器台数确定，应符合下列规定： 大、中型矿山工程宜采用 2 台及以上；矿山一级负荷的两个电源均需经主变压器变压时，应采用 2 台及以上；	《矿山电力设计标准》（50070-2020）第 3.0.7 条	可研未明确	下一阶段设计中完善
3	采矿场的供电线路不宜少于两回路；两班生产的采矿场或小型采矿场可采用一回路。排废场的供电线路可采用一回路。当采用两回路供电的线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 70%。当采用三回路供电线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.1 条	露天开采期设置地表矿石运输 10kV 配电站，位于地表矿石转运皮带驱动站，10kV 采用单母线分段接线，双回路 10kV 电源引自选矿厂 110kV 总降压变电站，由该站为地表矿石运输胶带驱动站、矿石粗碎站、露天矿出线（兼二期主胶带出线）等负荷提供 10kV 电源。	符合要求
4	主接地极的设置应符合下列规定： 1. 采矿场的主接地极不应少于 2 组，排废场主接地极可设 1 组； 2. 主接地极宜设在供电线路附近或其它	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.14 条	可研未对采场主接地极的设置情况进行说明。	下一阶段设计中需

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	土壤电阻率低的地方； 3. 有 2 组及以上主接地极时，当任一组主接地极断开后，在架空接地线上任一点所测得的对地电阻值不应大于 4Ω ，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值，不应大于 1Ω 。			完善
5	采矿场的架空供电线路上装设避雷装置的地点，应符合下列规定： 1. 采矿场配电线路与横跨线或纵架线的连接处； 2. 多雷地区矿山的高压电气设备与横跨线或纵架线的连接处； 3. 排废场高压电气设备与架空线的连接处。	《矿山电力设计标准》(GB 50070-2020) 第 5.0.19 条	可研未对采场、排土场架空供电线路上避雷装置进行说明。	下一阶段设计中需完善
6	夜间工作的采矿场和排废场，在下列地点应设置照明： 1. 凿岩机、移动式或固定式空气压缩机和水泵的工作地点； 2. 斜坡卷扬机道、人行梯和人行道； 3 汽车运输的装卸车处、人工装卸车地点的排废场、卸车线； 4 调车站、会让站。	《矿山电力设计标准》(GB 50070-2020) 第 5.0.20 条	可研未对夜间工作的采矿场和排土场的照明情况进行说明。	下一阶段设计中需完善
7	向井下或露天矿采矿场和排废场供电的 6kV 或 10kV 系统不得采用中性点直接接地方式。	《矿山电力设计标准》(GB 50070-2020) 第 3.0.9 条	高压系统为中性不接地系统。	符合要求
8	井下电气设备保护接地系统应符合下列规定：井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置应通过接地干线相互连接，构成井下总接地网；需要接地的设备和局部接地极均应与接地干线连接。	《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020) 第 6.7.6.5 条	井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置通过接地干线相互连接，构成一个开采水平的接地网。各开采水平接地网之间通过接地干线相互连接，并与向该开采水平供电的变（配）电所接地装置通过接地干线相连。井下各电信设备接地采用与电力联合接地接入地下主接地网。	符合要求
9	井下低压配电系统接地型式应符合下列规定： 1 井下有爆炸危险环境，应采用 IT 系统。 2 井下无爆炸危险环境，宜采用 IT	《矿山电力设计标准》(50070-2020) 第 4.1.3 条	照明及低压系统采用 TN-S 接地系统，接地电阻不大于 4Ω 。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	系统；当采用 220/380V 时，也可采用 TN-S 系统。 3 当采用 IT 系统时，配电系统电源端的带电部分应不接地或经高阻抗接地，且配电系统相导体和外露可导电部分之间第一次出现阻抗可忽略的故障时，故障电流不应大于 5A。			
10	井下接地极的设置应符合下列规定： 1 每一开采水平主接地极不应少于 2 组，并宜分别设置于开采水平主、副水仓中。 2 当下井电缆在钻孔中敷设时，主接地极可埋设在地面或设在井底水仓中或集水井内；加固钻孔的金属套管可作为主接地极中的一组。 3 当没有排水水仓可利用时，主接地极应设置在井底水窝或专门开凿的集水井内。不得将两组主接地极置于一个集水井内。 4 局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其他适当地点。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.6.2 条	可研未明确	下一阶段设计中完善
11	当任一组主接地极断开时，井下接地网上任一接地点测得的接地电阻值不应大于 2Ω。每一移动式 and 手持式电力设备与最近的接地极之间的保护接地电缆芯线的电阻值，不得大于 1Ω。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.6.4 条	可研未明确	下一阶段设计中完善
12	井下照明电压，应符合下列规定： 1 主要巷道的固定式照明电压可采用 220V 或 127V； 2 天井以及天井至回采工作面之间应采用 36V；	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.1.8 条	地表低压配电系统为 380V/220V，井下低压配电系统为 660V 和 380V 不接地系统，采区照明为 AC36V，照明电压为 AC220V。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	3 采掘工作面应采用 36V,当选择矿用防爆型灯具时可采用 127V; 4 行灯电压不应大于 36V。			
13	井下高、低压线路应装设相间短路和过负荷保护。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.2.6 条	设置电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、低电压保护等。	符合要求
14	电力电缆的选择应符合下列规定： 在立井井筒或倾角 45° 及以上的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； 在水平巷道或倾角小于 45° 的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.3.1 条	井下沿竖向敷设的电缆采用钢丝铠装线缆，沿水平巷道敷设的电缆采用钢带铠装线缆。	符合要求
15	井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.7.2.1 条	可研未明确	下一阶段设计中补充完善
16	井下所有作业地点、安全通道和通往作业地点的通道均应设照明。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.7.5.1 条	夜间作业点及危险点，均设置足够的照明。 在重点部位应有良好的照明和警示灯	符合要求

3.4.4 触电危险性评价

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

该项目电力网中的电力设备和线路装设反应短路故障和异常运行状态

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

该项目供配电系统设置了相应的安全设施，发生触电的风险是可接受的。

3.4.5 单元小结

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

下一阶段设计中需完善的问题有：

- （1）下一阶段设计中应明确变压器参数及数量。
- （2）可研未对露天采场主接地极的设置情况进行说明，下一阶段设计中需完善。
- （3）可研未对采场架空供电线路上避雷装置进行说明，下一阶段设计中需完善。
- （4）可研未对夜间工作的采矿场和废石临时堆场、矿石堆场的照明情况进行说明，下一阶段设计中需完善。
- （5）井下接地极的设置应符合下列规定：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；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；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；局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其他适当地点。

（6）当任一组主接地极断开时，井下接地网上任一接地点测得的接地电阻值不应大于 $2\ \Omega$ 。每一移动式和手持式电力设备与最近的接地极之间的保护接地电缆芯线的电阻值，不得大于 $1\ \Omega$ 。

（7）井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。

3.5 排土场单元

3.5.1 危险、有害因素辨识与分析

该项目基建期及露天生产期产生的废石全部用于尾矿筑坝。废石临时堆场用于生产期废石临时堆存，缓存生产期废石量与尾矿筑坝所需量不匹配。二期地下生产时每年产生废石约 $36.3 \times 10^4 \text{t}$ 废石，废石由胶带运输至地表废石仓后通过汽车运输至一期露天坑内排放。

矿石堆场用于临时堆存基建期的矿石及生产期产生的低品位矿石。本章节对排土作业过程中的危险、有害因素进行分析。

该项目排土作业过程中主要危险、有害因素有：

- (1) 在废石排弃过程中，可能发生大块废石沿坡面滚下造成滚石伤人；
- (2) 车辆运输、卸载过程中可能发生车辆伤害事故；
- (3) 作业过程中可能发生高处坠落事故。

3.5.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.5-1 预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
滚石	卸车时未观察周围情况。	1.人员进入卸载平台下方危险区域； 2.安全平台宽度不足； 3.无防滚石措施。	岩石滚落伤人	人员伤亡	II	1.设置安全警示标志，不得进入危险区域； 2.留有足够的安全平台宽度； 3.设置防滚石挡墙。
车辆伤害	1.驾驶员粗心大意、精力不集中、超速行驶； 2.卸车时违规作业，靠近边坡眉线； 3.刹车失灵； 4.指挥人员指挥失误。	1.管理不善、车流混乱行驶； 2.无关人员进入作业场地； 3.卸载平台无车挡或车挡失效； 4.无证驾驶； 5.酒后驾驶、疲劳驾驶。	车辆撞到人员、设备等	人员伤亡、设备损坏	II	1.加强安全教育和管 理，严禁酒后驾驶； 2.设置安全警示标志； 3.卸载平台按要求设置安全车挡； 4.定期对车辆进行检查和保养； 5.无关人员不得入场。
高处坠落	1.作业人员粗心大意，踩滑、踏空或被绊倒； 2.松散边坡垮	1.无安全护栏； 2.边坡松散不稳； 3.人员靠近边坡眉线。	人员坠落	人员伤亡	II	1.生产过程中加强管理，无关人员不得进入排土场； 2.作业人员不得靠近

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
	塌导致人员坠落。					眉线； 3.设置安全警示标志； 4.加强边坡检查，排除松散边坡。

3.5.3 单元小结

本单元存在的危险有害因素有：滚石、车辆伤害、高处坠落、粉尘危害，对车辆伤害应加以重视。

3.6 安全管理单元

表 3.6-1 安全管理状况检查

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结果
1	矿山企业应配备专职安全生产管理人员；从业人员超过一百人的应当设置安全生产管理机构。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.1.6 条	可研要求设立安全生产领导小组办公室，安全生产管理机构应配备足够的专职安全生产管理人员。	符合要求
2	矿山企业应建立健全安全生产责任制，制定安全生产规章制度、安全教育培训制度和各岗位的安全操作规程。明确各岗位人员的责任和考核标准。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.1.2 条	可研未明确	下一阶段设计中完善
3	矿山企业应对矿山从业人员进行安全生产教育和培训，保证各岗位人员具备必要的安全生产知识，熟悉本矿山安全生产规章制度和本岗位安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的，不准许上岗。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.5.1 条	对于招聘的新员工，应严格考核，使所招聘人员具有相应的文化和专业知识，对其进行岗前的全面培训，并在实际工作中安排有经验的老员工进行帮扶和指导，使其尽快熟练掌握本岗位专业知识及基本技能。 对于采用新工艺、新设备的岗位,则需要对相关员工进行不同的专业培训。	符合要求
4	新进露天矿山的生产作业人员应接受不少于 72h 的安全培训，经考试合格后上岗。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.5.2 条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善
5	新进地下矿山的生产作业人员应接受不少于 72h 的安全培训；经考试合格后，由从事地下矿山作业 2 年以上的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。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.5.3 条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善
5	调换工种的生产作业人员应接受新岗位的安全操作培训，考试合格方可进行新工种操作。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 4.5.4 条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结果
				善
6	矿山企业应为从业人员提供符合国家标准要求的劳动防护用品。进入矿山作业场所的人员，应按规定佩带防护用品。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.1.8条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善
7	矿山使用的涉及人身安全的设备应由专业生产单位生产，并经具有专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，方可投入使用；矿山生产期间，应定期由具有专业资质的检测、检验机构进行检测、检验，并出具检测、检验报告。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第4.7.5条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善
8	生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。 属于国家规定的高危行业、领域的生产经营单位，应当投保安全生产责任保险。	中华人民共和国安全生产法（2021年修订版）第五十一条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善
9	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	中华人民共和国安全生产法（2021年修订版）第三十条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善
10	矿山企业应建立健全应急管理、应急演练、应急撤离、信息报告、应急救援等规章制度，落实应急救援装备和物资储备，按照相关规定设立矿山救护队，或设立兼职矿山救护队并与就近的专业矿山救护队签订救护协议。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第8.1条	鼎新铜业编制有相关的应急预案，可研要求成立指挥部、后勤保障、现场救援等部门，编制救援预案，并按预案要求配备，各相应部门及各相应专业的应急救援人员。	符合要求
11	发包单位应当与承包单位签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责。	《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》（原国家安全生产监督管理总局令第62号，2015年修订）第八条	可研未明确相关要求。	下一阶段设计中完善

评价小结：通过上述检查表检查结果，可研报告对该项目安全管理提出

了一些要求，但下一阶段设计中尚需补充完善，补充的对策措施详见本报告 4.6 章节。

3.7 重大危险源辨识单元

依据《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJT9093-2018）对该项目的起爆器材炸药进行重大危险源辨识，可研设置 1 个 8t 井下爆破器材库，主要存放爆破器材。炸药类型为普通乳化炸药和铵油炸药，普通乳化炸药临界量为 10t，铵油炸药临界量为 20t，该项目不构成重大危险源。

4. 安全对策措施及建议

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

4.1 总平面布置

(1) 为避免露天爆破对地下井巷工程的破坏，威胁相应位置地下作业人员及设备的安全，下一阶段设计中应明确近露天坑底的穿爆作业不能超深，并控制露天炮孔装药量，靠帮爆破均采用分段微差爆破，减少每段爆破孔数，必要时采用单孔爆破及打预裂孔等减震措施。露天爆破作业时应及时通知井下及地表作业人员撤离危险区域。

(2) 可研明确地下生产时产生废石由胶带运输至地表废石仓后通过汽车运输至一期露天坑内排放，下一阶段设计中应论证其安全可靠。

(3) 加强对地表岩移的监测。

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

4.2 露天开采

(1) 开拓运输

1) 下一阶段设计需对道路单向车辆行车密度进行计算，明确选用车辆宽度。

2) 可研未对露天采场道路停车视距、会车视距等进行说明，建议在下一步设计中补充完善。

3) 下一阶段设计中需完善：冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

4) 矿岩粗破碎站应符合下列规定：破碎站应避开有沉降、塌陷、滑坡危险以及受洪水威胁的地段；应设照明设施、卸料指示和报警信号装置；破碎机受料仓和缓冲仓排料口应设视频监控；矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3；矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。

(2) 采剥工艺

1) 建议进一步开展边坡稳定性专题研究工作。该项目最大冻土深度 127cm，冻土发育，冻土融化会影响山体边坡的稳定性，建议下一阶段设计中边坡稳定性分析时考虑冻融对边坡的影响。

2) 下一阶段设计补充选用的挖掘机的最大挖掘高度。

3) 露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。

4) 加强不稳定区域边坡和滑体的监测、预防和清理工作。

5) 矿石堆场、废石临时堆场、工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 20.1m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量等措施。

6) 每次爆破作业严格按照要求设置 200m 爆破警戒范围，无关人员及设备撤出至 200m 外安全地点，并在主要通道口设置岗警戒禁止无关人员进入，并严格控制同段最大装药量，确保爆破作业安全。

7) 下一阶段设计应明确自卸汽车装载应遵守如下规定：停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；不在装载时检查、维护车辆。

8) 下一阶段设计应明确铲装设备工作应遵守下列规定：悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；人员不应在

司机室踏板上或有落石危险的地方停留。

9) 下一阶段设计需说明多台铲装设备在同一平台上作业时, 铲装设备间距应不小于设备最大工作半径的 3 倍, 且不小于 50m。

10) 下一阶段设计需完善上、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。

11) 下一阶段设计需完善: 铲装时铲斗不应压、碰运输设备; 铲斗卸载时, 铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m; 不应用铲斗处理车箱粘结物。

(3) 防排水

1) 生产过程中应实测采场地下水涌水情况, 若影响生产时, 应及时采取应对措施。

2) 生产过程中应注意实测采场降雨径流系数, 并根据实测结果核实采场降雨径流量。

4.3 地下开采

(1) 开拓系统

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

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

3) 人行巷道水沟应设置盖板。

4) 井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内; 炸药库距井筒、井底车场和主要巷道的距离: 硐室式库不小于 100m, 壁槽式库不小于 60m;

炸药库距经常行人巷道的距离: 硐室式库不小于 25m, 壁槽式库不小于 20m; 炸药库距地面或者上下巷道的距离: 硐室式库不小于 30m, 壁槽式库

不小于 15m；井下炸药库应设防爆门；井下爆破器材库除设专门储存爆破器材的硐室和避槽外，还应设联络硐室或避槽的巷道和若干辅助硐室；储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。

（2）提升运输

1）下一阶段设计中应明确盲竖井的过卷防护设施、盲副井提升人员、物料时的加速度和减速度、尾绳隔离装置。

2）提升人员的罐笼提升系统应符合下列规定：同一层罐笼不应同时升降人员和物料。

3）提升装置的机电控制系统应采用双 PLC 控制系统，实现位置和速度的冗余保护，并具有下列保护功能：限速保护；主电动机的短路及断电保护；过卷保护；超速保护；过负荷及无电压保护；闸瓦磨损保护；润滑系统油压过高、过低或制动油温过高的保护；直流电动机失励磁保护；测速回路断电保护。提升系统应设符合要求的闭锁装置、连锁装置、安全制动、过电流保护等。

4）有轨运输车辆的连接装置不得自行脱钩，车辆两端的碰头或缓冲器的伸出长度不小于 100mm。

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

6）井下带式输送机应采用阻燃型输送带。

（3）采掘

1）该项目地下开采采用崩落法，下一阶段设计中应对地下开采采用崩落法进行严格论证。

2) 严格进行放矿管理, 使崩落顶板和崩落下来的破碎矿岩面之间保持合适的间距, 防止产生破坏性的空气冲击波。

3) 自然崩落法矿山底部出矿结构围岩受应力集中程度高、受扰动程度大, 易失稳破坏, 应加强对该工程区域的安全监测, 并制定合理的支护加固措施。

4) 下一阶段设计中应补充完善地下开采自然崩落过程中, 顶板岩体不能持续崩落时的安全防控技术措施(如超前水力压裂等)。

(4) 通风系统

1) 风机进风口应设置安全护栏和防护网。

2) 为防止风量分配不合理, 应对风量定期进行检测, 并及时对风量进行调整。

3) 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。通风系统图应标明风流的方向和风量、所有风机和通风构筑物的位置等。

(5) 防排水与防灭火

1) 矿山井下最低中段的主水泵房和变电所的进口应装设防水门, 防水门压力等级不低于 0.1MPa。水仓与水泵房之间应隔开, 隔墙、水仓与配水井之间的配水阀的压力等级应与防水门相同。防水门应设置在岩石稳固的地点, 由专人管理, 定期维修, 确保可以随时启用。

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

3) 矿山在雨季应加强防洪工作, 对中段防水门应定期检查、维护, 使其在关键时刻能发挥作用。在暴雨季节, 应防止泥石流进入放矿口伤人, 一方面不能让雨水积留在崩落下的破碎矿岩内, 另一方面应加强观察, 一旦发现有形成泥石流的可能, 就应撤出人员和设备。

(6) 安全避险“六大系统”

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

2) 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。一氧化碳报警浓度不应高于 24ppm, 二氧化氮报警浓度不应高于 2.5ppm。

3) 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。

4) 安装在井下爆破器材库的视频设备应具备防爆功能。

5) 生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过 500m 的矿山, 宜在最低采矿生产中段设置普通型紧急避险设施

4.4 矿山供配电设施

(1) 下一阶段设计中应明确变压器参数及数量。

(2) 可研未对露天采场主接地极的设置情况进行说明, 下一阶段设计中需完善。

(3) 可研未对采场架空供电线路上避雷装置进行说明, 下一阶段设计中需完善。

(4) 可研未对夜间工作的采矿场和废石临时堆场、矿石堆场的照明情况进行说明, 下一阶段设计中需完善。

(5) 井下接地极的设置应符合下列规定: 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; 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; 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; 局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其他适当地点。

(6) 当任一组主接地极断开时, 井下接地网上任一接地点测得的接地电阻值不应大于 2Ω 。每一移动式 and 手持式电力设备与最近的接地极之间的保护接地电缆芯线的电阻值, 不得大于 1Ω 。

(7) 井下应采用低烟、低卤或无卤的阻燃电缆。

4.5 安全管理及其它对策措施

(1) 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。

(2) 矿山企业应为从业人员提供符合国家标准要求的劳动防护用品。进入矿山作业场所的人员, 应按规定佩带防护用品。

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

(4) 生产经营单位必须依法参加工伤保险, 为从业人员缴纳保险费。

(5) 属于国家规定的高危行业、领域的生产经营单位, 应当投保安全生产责任保险。生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训, 取得相应资格, 方可上岗作业。

(6) 发包单位应当与承包单位签订安全生产管理协议, 明确各自的安全生产管理职责

(7) 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。

(8) 调换工种的人员, 应进行新岗位安全操作的培训。

(9) 新进露天矿山的生产作业人员应接受不少于 72h 的安全培训, 经考试合格后上岗。新进地下矿山的生产作业人员应接受不少于 72h 的安全培

训；经考试合格后，由从事地下矿山作业 2 年以上的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。

（10）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。

5. 评价结论

5.1 该项目存在的主要危险、有害因素

该项目露天开采存在的主要危险、有害因素为：坍塌、滑坡、泥石流、滚石、高处坠落、爆破伤害、炸药爆炸、车辆伤害、物体打击、机械伤害、触电、火灾、水灾、淹溺等。

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

该项目不存在重大危险源。

5.2 该项目应重点防范的重大危险、有害因素、主要安全风险

（1）放矿管理是自然崩落法的重要环节，若放矿管理不严格，使崩落顶板和崩落下来的破碎矿岩面之间的间距较大，使得岩石突然大面积冒落，从而产生破坏性的空气冲击波，造成人员伤害和财产损失。

（2）在大雨季节，缺乏对放矿口、溜井等可能出现泥石流的防护，没有采取必要的措施，造成人员伤害；或地表水过多涌入井下，超过井下最大排能力时，可能引起淹井事故，迫使矿山停产。

5.3 应重视的安全对策措施建议

（1）可研明确地下生产时产生废石由胶带运输至地表废石仓后通过汽车运输至一期露天坑内排放，下一阶段设计中应论证其安全可靠。

（2）矿山在雨季应加强防洪工作，对中段防水门应定期检查、维护，使其在关键时刻能发挥作用。在暴雨季节，应防止泥石流进入放矿口伤人，一方面不能让雨水积留在崩落下的破碎矿岩内，另一方面应加强观察，一旦发现有可能形成泥石流的可能，就应撤出人员和设备。

5.4 评价结果综述

评价组本着合法性、科学性、公正性、针对性的评价原则及对工作高度负责的态度，根据《安全评价通则》、《关于加强建设项目安全设施“三同时”工作的通知》、《安全生产许可证条例》和《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》的规定及业主委托，依据《安全生产法》、《矿山安全法》、《金属非金属矿山安全规程》、《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》等法律、法规、标准、规范及政策文件的要求，对该项目可行性研究报告所涉及总平面布置、开拓运输系统、采掘工艺、通风、防排水、矿山供配电、安全避险“六大系统”、安全管理等进行了安全预评价。

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

5.5 安全预评价结论

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

附件

- 1 委托书
- 2 《哈密市哈密焱鑫铜业延东铜矿采矿工程可行性研究报告》封皮及扉页；
- 3 《新疆哈密市延东铜矿勘探报告》及评审意见书及备案的复函（新国土资储备字[2015]075 号）封皮及扉页（新疆地矿局第一地质大队，2014 年 4 月）；
- 4 《哈密焱鑫铜业有限公司延东铜矿采选工程岩土工程初步勘察报告》封皮及扉页（新疆新工勘岩土工程勘察设计院有限公司，2023 年 11 月）
- 5 评价人员现场照片

附图

1. 延东铜矿床地形地质图（1/2）
2. 延东铜矿床地形地质图（2/2）
3. 露天开采附图
 - （1）最终境界图
 - （2）基建终了图
 - （3）生产第 1 年年末图
 - （4）生产第 2 年年末图
 - （5）生产第 3 年年末图
 - （6）生产第 5 年年末图
4. 地下开采附图
 - （1）坑内外复合平面图
 - （2）开拓系统纵投影图
 - （3）+200m 出矿中段图
 - （4）+160m 有轨运输中段图
 - （5）0m 出矿中段图
 - （6）-40m 有轨运输中段图
 - （7）二期通风容易时期系统图
 - （8）二期通风困难时期系统图
 - （9）自然崩落法采矿方法图
 - （10）无底柱分段崩落采矿方法图
5. 供配电系统图
6. 总平面布置图