



国信安科
GXAK TECHNOLOGY

编号: AK26032303

金川集团镍钴股份有限公司
龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程
安全预评价报告
(审定稿)

北京国信安科技有限公司

证书编号: APJ-(京)-003

二零二六年三月

金川集团镍钴股份有限公司
龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程
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

2026 年 3 月

(安全评价机构公章)

龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程

安全预评价评价人员

	姓名	职业资格证书编号	专业能力	职称	签字
项目负责人	全永志	0800000000202661	机械	高级工程师 注册安全工程师	全永志
项目组成员	韩金峰	1500000000300763	通风	高级工程师 注册安全工程师	韩金峰
	孙胜利	1700000000100026	电气	高级工程师 注册安全工程师	孙胜利
	吴永刚	1500000000300015	采矿	高级工程师	吴永刚
	李磊	1100000000300669	地质	正高级工程师	李磊
	郭晓东	2017033110332017 110125002532	安全	注册安全工程师	郭晓东
	崔旋	1200000000300736	水工结构	正高级工程师	崔旋
报告编制人	全永志	0800000000202661	机械	高级工程师 注册安全工程师	全永志
	郭晓东	2017033110332017 110125002532	安全	注册安全工程师	郭晓东
报告审核人	牛淑慧	1600000000201286	安全	高级工程师 注册安全工程师	牛淑慧
过程控制负责人	徐伟兰	1100000000303070	采矿	高级工程师 注册安全工程师	徐伟兰
技术负责人	谢源	0800000000103653	岩土	正高级工程师 注册安全工程师	谢源

出版审批:

郭晓东

前 言

该项目建设单位为金川集团镍钴股份有限公司（以下简称“金川镍钴”），金川镍钴是金川集团股份有限公司（以下简称“金川集团”）最大的全资子公司，于 2023 年 12 月 15 日完成金川集团内部资产重组整合，将金川集团原子公司粉体材料有限公司变更名称，将直属单位龙首矿、二矿区、三矿区、选矿厂、镍冶炼厂、动力厂、检测中心以及金川集团热电分公司、金川集团物流有限公司、兰州金川新材料科技股份有限公司和持有的青海黄河矿业公司股权整体划入后正式组建成立。龙首矿东采区位于甘肃省金昌市，矿区交通便利。

目前龙首矿东采区正在开采 980m 中段，只剩 920m 中段、850m 中段这两个中段尚未开采，当前东采区所有采场都已转成机械化采场，回采下降速度会明显加快，并且 850m 水平以下矿体开采需新建开拓系统，建设周期较长，为维持矿山平稳持续生产，防止出现采掘失调，需要及早进行 850m 水平以下资源的开采设计和建设。为此，2025 年 6 月，金川镍钴委托中国恩菲工程技术有限公司开展龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程可行性研究并编制完成《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程可行性研究报告》（以下简称“可研报告”）。

该项目性质为改扩建矿山，开采方式为地下开采，设计采矿方法沿用现有的机械化盘区下向六角形进路胶结充填采矿法，开采对象为龙首矿东采区 I 8 行~ II 6 行、850m~490m 之间的矿体，设计充分利用上部开拓系统，即现有的混合井+斜坡道开拓，同时，为满足 850m 水平以下深部资源开采的需要，610m 水平以上采用盲主井+盲副井+采准斜坡道开拓；610m 水平以下因为矿量较少，生产规模较小，推荐采用卡车经主斜坡道进行出矿。设计生产规模为 $72 \times 10^4 \text{t/a}$ （2182t/d），服务年限为 27 年（不含基建期 10 年）。

为履行“三同时”程序，依据《中华人民共和国安全生产法》《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等国家安全生产相关法律法规的要求，金川镍钴委托我公司（北京国信安科技有限公司）对其龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程进行安全预评价工作并签订了安全技术服务合同。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，进行现场踏勘，与相关人员进行座谈，交换意见，并收集相关资料，完成了现场踏勘及调查工作。

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》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，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，编制完成了《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程安全预评价报告》（初稿），并通过内部审核、技术审核形成《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程安全预评价报告》（送审稿），2026 年 3 月通过专家评审，经修改后形成《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程安全预评价报告》（审定稿）。

在本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和金川镍钴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	10
2.1 建设单位概况	10
2.2 自然环境概况	11
2.3 建设项目地质概况	12
2.4 工程建设方案概况	26
3 定性定量评价	90
3.1 总平面布置单元	92
3.2 开拓单元	96
3.3 提升和运输单元	104
3.4 采掘充填单元	113
3.5 通风单元	127
3.6 供配电设施单元	135
3.7 防排水与防灭火单元	142
3.8 排土场单元	150
3.9 专项安全保障系统单元	154
3.10 安全管理单元	163
3.11 重大危险源辨识单元	168
4 安全对策措施及建议	169
4.1 总平面布置单元安全对策措施	169

4.2 开拓单元安全对策措施	169
4.3 提升运输单元安全对策措施	171
4.4 采掘单元安全对策措施	172
4.5 通风系统安全对策措施	173
4.6 电气系统安全对策措施	174
4.7 防排水和防灭火系统安全对策措施	175
4.8 排土场安全对策措施	176
4.9 安全管理对策措施	177
4.10 其他对策措施	178
5 评价结论	180
5.1 本项目中的主要危险有害因素	180
5.2 矿山开采主要安全风险	180
5.3 应重视的安全对策措施建议	180
5.4 评价结果综述	181
5.5 安全预评价结论	182
附件目录	183
附图目录	184

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

本次评价对象为龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程。

评价范围为：《可研报告》所涉及的矿山总图运输、开拓方式、提升运输、采掘、通风系统、排水系统、供配电设施、矿山专项安全保障系统、公用工程、辅助生产设施和安全管理等。

平面及空间范围：龙首矿东采区 I 8 行 ~ II 6 行、850m ~ 490m 之间的矿体。

本评价报告主要对评价范围内安全设施进行评价，炸药库、选厂、尾矿库及场外运输等不在本次评价范围内。此外，凡涉及本项目的职业卫生、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

1) 《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令第 70 号，2014 年 8 月 31 日根据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》（国家主席令第 13 号）修改；2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，自 2021 年 9 月 1 日起施行）；

2) 《中华人民共和国防洪法》（国家主席令第 88 号，根据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》（主席令第 48 号）修改，自 2016 年 7 月 2 日起

施行)；

3) 《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)；

4) 《中华人民共和国矿山安全法》(国家主席令第 65 号, 根据《全国人民代表大会常务委员会关于修改部分法律的决定》(主席令第 18 号)修改, 自 2009 年 8 月 27 日起施行)。

(2) 法规

1) 《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)；

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

3) 《特种设备安全监察条例》(国务院令第 549 号, 自 2009 年 5 月 1 日起施行)；

4) 《生产安全事故报告和调查处理条例》(中华人民共和国国务院令第 493 号, 2007 年 6 月 1 日起施行)；

5) 《甘肃省安全生产条例》(甘肃省第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议于 2022 年 11 月 25 日修订通过, 自 2023 年 1 月 1 日起施行)。

(3) 规章

1) 《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 日施行)；

2) 《生产安全事故应急预案管理办法》(原国家安全生产监督管理总局令第 88 号, 根据《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)修改, 2019 年 9 月 1 日起施行)；

3) 《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, 根据《国家安监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, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

4) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(原国家安全生产监督管理总局令第 36 号, 根据《国家安监总局关于修改<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, 自 2015 年 5 月 1 日起施行);

5) 《生产经营单位安全培训规定》(原国家安全生产监督管理总局令第 3 号, 根据《国家安监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, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

6) 《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》(原国家安全生产监督管理总局令第 62 号, 根据《国家安监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, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

7) 《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);

8) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令第 30 号, 根据《国家安监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, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

9) 《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, 根据《国家安监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, 自 2015 年 7 月 1 日起施行);

10) 《金属非金属地下矿山企业领导带班下井及监督检查暂行规定》(国家安全监管总局 34 号令, 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)) 进行修改, 2015 年 7 月 1 日起施行)。

(4) 规范性文件

1) 《中共中央办公厅、国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(厅字〔2023〕21 号);

2) 《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);

3) 《国家矿山安全监察局关于印发〈矿山安全风险监测预警处置工作管理办法(试行) 〉的通知》(矿安〔2025〕100 号);

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

5) 《国家矿山安全监察局关于印发〈矿用自救器安全管理规定(试行) 〉的通知》(国家矿山安全监察局, 2025 年 1 月 2 日);

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

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

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

9) 《国家矿山安全监察局关于加强矿山应急救援工作的通知》(矿安〔2024〕8 号);

- 10) 《国家矿山安全监察局关于印发<地下矿山动火作业安全管理规定>的通知》（国家矿山安全监察局，2023 年 11 月 22 日）；
- 11) 《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）；
- 12) 《国家矿山安全监察局关于印发<执行安全标志管理的矿用产品目录>的通知》（矿安〔2022〕123 号）；
- 13) 《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）；
- 14) 《国家矿山安全监察局关于开展非煤地下矿山隐蔽致灾因素普查治理工作的通知》（矿安〔2022〕76 号）；
- 15) 《关于进一步强化安全生产责任落实坚决防范遏制矿山重特大事故的若干措施》（矿安〔2022〕70 号）；
- 16) 《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）；
- 17) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）；
- 18) 《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）；
- 19) 《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）；
- 20) 《国家安全监管总局关于印发非煤矿山领域遏制重特大事故工作方案的通知》（安监总管一〔2016〕60 号）；
- 21) 《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）；
- 22) 《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）。

1.2.2 标准规范

- (1) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-2025）；
- (2) 《安全色和安全标志》（GB 2894-2025）；
- (3) 《手提式灭火器》（GB4351-2023）；
- (4) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；
- (5) 《带式输送机工程技术标准》（GB50431-2020）；
- (6) 《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）；
- (7) 《头部防护安全帽》（GB2811-2019）；
- (8) 《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）；
- (9) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- (10) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）2018 年版；
- (11) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- (12) 《爆破安全规程》（GB6722-2014）；
- (13) 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）；
- (14) 《带式输送机安全规范》（GB14784-2013）；
- (15) 《有色金属矿山井巷工程设计规范》（GB50915-2013）；
- (16) 《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）；
- (17) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；
- (18) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
- (19) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- (20) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2024 年版；
- (21) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- (22) 《罐笼安全技术要求》（GB16542-2010）；
- (23) 《地下铲运机 安全要求》（GB 25518-2010）；
- (24) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- (25) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》

(GB4387-2008) ；

(26) 《 矿山安全标志 》 (GB/T14161-2008) ；

(27) 《 建筑灭火器配置设计规范 》 (GB50140-2005) ；

(28) 《 厂矿道路设计规范 》 (GBJ22-87) ；

(29) 《 生产过程危险和有害因素分类与代码 》
(GB/T13861-2022) ；

(30) 《 金属非金属矿山充填工程技术标准 》 (GB/T51450-2022) ；

(31) 《 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则 》 (GB/T
29639-2020) ；

(32) 《 用电安全导则 》 (GB/T13869-2017) ；

(33) 《 多绳摩擦式提升机 》 (GB/T10599-2010) ；

(34) 《 金属非金属地下矿山通风技术规范 》 (KA30-2025) ；

(35) 《 金属非金属矿山排土场安全生产规则 》 (KA23-2025) ；

(36) 《 金属非金属地下矿山无轨运人车辆安全技术要求 》
(AQ2070-2019) ；

(37) 《 金属非金属地下矿山防治水安全技术规范 》
(AQ2061-2018) ；

(38) 《 超深竖井施工安全技术规范 》 (AQ2062-2018) ；

(39) 《 金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范 》
(AQ2031-2011) ；

(40) 《 金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范 》
(AQ2032-2011) ；

(41) 《 金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范 》
(AQ2036-2011) ；

(42) 《 安全评价通则 》 (AQ8001-2007) ；

(43) 《 安全预评价通则 》 (AQ8002-2007) ；

(44) 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》
(KA/T2033-2023);

(45) 《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》
(KA/T2034-2023);

(46) 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》
(KA/T2035-2023);

(47) 《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》(KA
/ T 2075-2019);

(48) 《金属非金属地下矿山人员定位系统通用技术要求》
(KA/T2051-2016);

(49) 《金属非金属地下矿山通信联络系统通用技术要求》
(KA/T2052-2016);

(50) 《金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求》
(KA/T2053-2016)。

1.2.3 建设项目技术资料

(1) 《龙首矿东采区 850 水平以下基建探矿报告》(金川镍钴研究设计院, 2024 年 7 月);

(2) 《龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程可行性研究报告》
(中国恩菲工程技术有限公司, 2025 年 6 月);

(3) 《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东、中、西一采区隐蔽致灾因素普查报告》(金川镍钴研究设计院有限责任公司, 2025 年 09 月);

(4) 龙首矿提供的矿区现状资料, 现场收集的相关资料。

1.2.4 其他评价依据

(1) 安全预评价委托书;

(2) 安全技术服务合同;

- (3) 营业执照；
- (4) 采矿许可证；
- (5) 企业提供的其它资料。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 企业概况

金川集团镍钴股份有限公司是金川集团股份有限公司最大的全资子公司，于 2023 年 12 月 15 日完成金川集团内部资产重组整合，将金川集团原子公司粉体材料有限公司变更名称，将直属单位龙首矿、二矿区、三矿区、选矿厂、镍冶炼厂、动力厂、检测中心以及金川集团热电分公司、金川集团物流有限公司、兰州金川新材料科技股份有限公司和持有的青海黄河矿业公司股权整体划入后正式组建成立。

金川集团目前下设 12 家单位，其中二级单位 8 家，控（参股子公司 4 家。员工 14200 余人，资产总额 343 亿元，占地面积 20.47 平方公里。金川集团主要负责金川矿山采、选，有色金属冶炼和镍钴等相关产品深加工以及配套的公辅设施保障等，是甘肃省人民政府控股的特大型采、选、冶、化、深加工联合企业，主要生产镍、铜、钴、铂族贵金属及有色金属压延加工产品、化工产品、有色金属化学品、有色金属新材料等，拥有世界第三大硫化镍铜矿床，是中国最大、世界领先的镍钴生产基地和铂族金属提炼中心，在全球同行业中具有较强影响力，经营范围涵盖非煤矿山矿产资源开采、矿产资源勘查、有色金属冶炼、金属材料制造及销售、危险化学品生产和经营、公路铁路货物运输、热力生产和供应等多个行业和领域。

2.1.2 交通位置

龙首矿东采区位于甘肃省金昌市，地理坐标：东经 102° 9′ 36″，北纬 38° 28′ 8″。矿区交通便利，金昌-永昌相距 52km，有高速公路相连；永昌-武威相距 76km，也是 G312 高速公路连接。矿区南距欧亚大陆桥-兰新铁路 22km，矿区铁路与之相连，铁路、公路运输便

利。其交通位置图见图 2.1-1。



图 2.1-1 矿区交通位置

2.1.3 项目建设背景

目前龙首矿东采区正在开采 980m 中段，只剩 920m 中段、850m 中段这两个中段尚未开采，当前东采区所有采场都已转成机械化采场，回采下降速度会明显加快，并且 850m 水平以下矿体开采需新建开拓系统，建设周期较长，为维持矿山平稳持续生产，防止出现采掘失调，需要及早进行 850m 水平以下资源的开采设计和建设。为此，2025 年 6 月，金川镍钴委托中国恩菲工程技术有限公司开展龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程可行性研究并编制完成《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程可行性研究报告》。

2.2 自然环境概况

矿区地势比较平坦，海拔为 1500m ~ 1800m，相对高差一般 100m 左右，局部地段可达 200m ~ 300m，属低山区，无长流水系，干旱沟

谷密布。

矿区气候干旱，降雨稀少，无常年地表水流。矿区属典型的大陆性气候，气温日较差大，光照充足，太阳辐射强，夏季炎热干燥，冬季寒冷，春季多风沙。年平均风速 3.6m/s，3 月~7 月多大风；年平均气温在 0℃~6℃之间，7 月份最热，1 月份最冷，昼夜温差大；年最高气温 30℃，年最低气温-11.1℃，年平均最高气温 15.4℃，年平均最低气温 3.9℃，极端最高气温 39.5℃，极端最低气温-23.3℃，年平均降雨量 139.8mm，降雨各季分配不匀，主要集中在 6 月~9 月，日最大降雨量 129.5mm，年最大降雨量 282.16mm。年平均蒸发量 2094.2mm，蒸发量是降雨量的 15 倍。

该地区地震烈度 7 度。

矿区内地表岩层出露，风化碎石遍布，植被不发育，以低矮灌木为主，主要有白刺、绵刺、骆驼刺、猫头刺、沙拐枣、柠条林等。区内耕地很少，粮食基本从外购买。

2.3 建设项目地质概况

依据《龙首矿东采区 850 水平以下基建探矿报告》（金川镍钴研究设计院，2024 年 7 月），该建设项目设计依据的地质资料达到勘探程度，主要地质概况如下：

2.3.1 矿区地质概况

2.3.1.1 地层

矿区揭露的地层主要有太古宙龙首山群白家咀子组斜长角闪岩、混合岩、大理岩等。

（1）条带-均质混合岩

条带-均质混合岩在矿区西段（I3⁺²⁵ 行~I5 行）构成含矿超基性岩体的上盘围岩，走向与区域地层基本一致。在靠近超基性岩体处可见黑云母及绿泥石化，在与矿体直接接触部位（如 I2 行上盘）蚀变

比较强烈；在邻近超基性岩体处的混合岩中可见矿化现象，但矿化不如大理岩中均匀，金属硫化物多为稀疏浸染状分布，局部为细脉状。

（2）含蛇纹石大理岩

含蛇纹石大理岩位于 I8 行 ~ II 6 行北部，构成含矿超基性岩体的下盘围岩。在与含矿超基性岩体直接接触的部位常形成接触交代型矿体。

（3）含硅灰石橄榄大理岩-透辉石大理岩

含硅灰石橄榄大理岩-透辉石大理岩位于 I8 行 ~ II 6 行南部，超基性岩体上盘，多呈带状分布。I8 行 ~ I6 行、II 3 行 ~ II 6 行范围内大理岩直接与超基性岩体上盘接触。I5 行 ~ II 2 行范围内的大理岩与下伏斜长角闪岩直接接触。

（4）斜长角闪岩

斜长角闪岩位于矿区 I5 行 ~ II 4 行超基性岩体上盘，呈条带状分布，走向与区域地层基本一致，在 I2⁺⁴⁰ 行 ~ II 2 行范围内直接与超基性岩体上盘接触。岩石常见混合岩化现象。在靠近超基性岩体处常见绿泥石化及稀疏浸染状硫化物。

2.3.1.2 构造

矿区构造以断裂构造为主（图 2.3-1）。

（1）F₁₆ 断层

F₁₆ 断层位于东采区超基性岩体下盘 100m 以内，在 II 3 行 ~ I3⁺²⁵ 行范围内走向近 EW，I3⁺²⁵ 行 ~ I8 行范围内走向 N42° W，倾向 SW，倾角 80°，力学性质以压性逆断层为主。属 F₁ 断层的次一级断层。

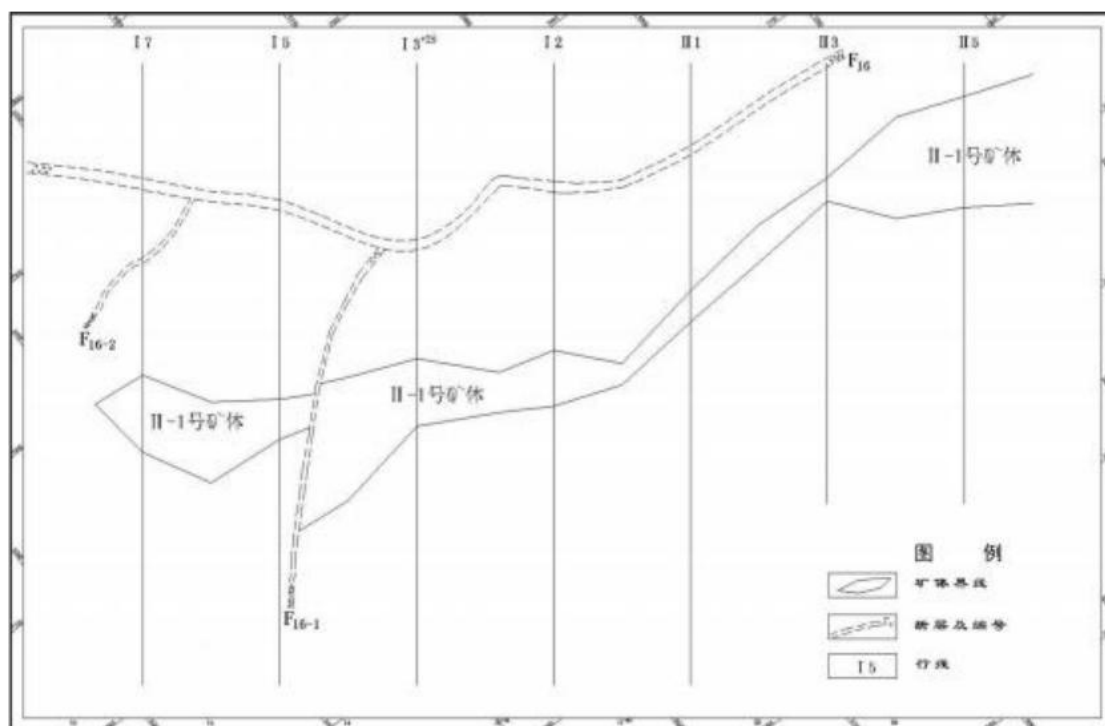


图 2.3-1 工作区内断裂构造示意图 (850m 水平)

(2) F_{16-1} 断层

F_{16-1} 断层位于东采区 $I3^{+25}$ 行 ~ $I5$ 行之间, 断层总体走向约 $N48^{\circ} E$, 倾向 SE, 倾角 $75^{\circ} - 85^{\circ}$, 断层带宽度 3m ~ 6m。以往资料认为该断层为成矿后断层, 与矿山生产直接相关。

该断层两侧超基性岩体形态及规模差异较大, 其中断层东侧矿体规模较大, 在 850m ~ 730m 水平范围内 F_{16-1} 断层两侧超基性岩体也具有类似特征, 但在 730 水平以下, F_{16-1} 断层东侧矿体规模却远小于断层西侧矿体规模。

$I5$ 行 920m ~ 800m 水平范围内超基性岩体上盘揭露到辉长岩, 1040~800 水平范围内穿插斜长细晶岩, 对矿体有一定的破坏作用, 且 $I5$ 行超基性岩 (矿) 体延伸至 430 水平尚未尖灭。

(3) F_{16-2} 断层 (即原来的 F_6 断层)

F_{16-2} 断层位于东采区 $I8$ 行 ~ $I6$ 行之间, 走向 $N60^{\circ} E$, 倾向南东, 倾角 80° , 断层带宽度 2m ~ 3m。

2.3.1.3 岩浆岩

岩浆岩极为发育，从酸性岩浆岩至超基性岩浆岩均有，从深成岩体至派生脉岩均有产出。

超基性岩类：含辉橄榄岩、二辉橄榄岩

基性岩类：辉长岩

中性岩类：闪长岩

酸性岩类：碎裂花岗岩、花岗斑岩、斜长细晶岩

2.3.1.4 变质作用和围岩蚀变

矿床围岩的特点是变质程度深，可见不同程度的混合岩化现象。含矿超基性岩体直接与大理岩、条带均质混合岩、斜长角闪岩接触，使围岩发生蚀变，其蚀变程度因岩石不同而异。其中大理岩内蚀变作用最为显著，在超基性岩体上盘常形成透辉石化、透闪石化、蛇纹石化，局部可见石墨化；斜长角闪岩内可见绿泥石化、黑云母化及混合岩化，混合岩内蚀变作用较弱。

2.3.1.5 超基性岩体特征

(1) 超基性岩体规模、形态、产状

超基性岩体直接与大理岩、混合岩及斜长角闪岩接触，呈不规则的岩墙状产出。

超基性岩体长约 750m，在 850m 水平东部（Ⅱ4 行～Ⅱ6 行）、西部（Ⅱ7 行～Ⅱ4 行）较宽（90m～140m），中部（Ⅱ⁺²⁵ 行）较窄（约 20m），一般向下延伸至 600m 水平，在 Ⅱ5 行岩体至少延伸至 430m 水平以下。

在 Ⅱ6 行～Ⅱ3 行范围内，岩体走向 N60° W，倾向南西，倾角 80°～85°，其中上部倾角较陡，向深部逐渐变缓。

Ⅱ3 行～Ⅱ⁺²⁵ 行范围内，岩体走向变为近东西向，倾向南西，倾角 70°～85°，在 850m～700m 水平范围内岩体出现反倾现象，并在

Ⅱ1 行及Ⅱ3 行 650 水平开始出现岩体分枝现象。

Ⅱ⁺²⁵ 行 ~ I8 行范围内, 岩体走向 N60° W, 倾向变化较大, Ⅱ⁺²⁵ 行 ~ I6 行范围内岩体倾向由南西向逐渐变为南方向, 而在 I6 行 ~ I8 行范围内岩体倾向西。

(2) 岩相带分布

超基性岩体下部相对规则, 上部沿走向和倾向方向都呈现明显的波状起伏, 在东、西部岩体厚大部位较为明显。一般在超基性岩体膨大部分矿体也相对较厚, 其缩小部分矿体相对较薄。

二辉橄榄岩相: 超基性岩体上、下部主要为二辉橄榄岩, 在走向和倾向方向上厚度变化较大, 与围岩接触带附近常见绿泥石化、蛇纹石化现象, 与下伏 (含辉) 橄榄岩为突变接触关系。在Ⅱ1 行 ~ Ⅱ4 行范围内下盘二辉橄榄岩缺失。该岩相带主要形成星点状贫矿体。

含辉橄榄岩相: 在 850m ~ 790m 水平连续分布在超基性岩体中下部, 仅在Ⅱ⁺²⁵ 行缺失。该岩相带主要形成海绵陨铁状富矿体。

2.3.2 水文地质概况

(1) 以往水文地质工作

2017 年 11 月, 甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院编制完成了《甘肃省金昌市白家嘴子矿区镍铜矿资源储量核实报告》, 该报告基于以往勘查资料, 采用大井法和水平廊道法预测了 I 矿段和Ⅱ矿段全矿矿坑涌水量, 确定了 I 矿段和Ⅱ矿段水文地质条件复杂程度为简单型。

2023 年 10 月, 兰州大学编制完成了《金川集团股份有限公司白家嘴子矿区矿井涌水水资源论证报告书》, 该报告基于以往资料, 分析了矿床充水因素, 利用龙首矿 2022 年井下实测排水资料分析了水量组成, 采用比拟法预测了龙首矿的全矿矿坑涌水量, 采用水平廊道法计算了龙首矿东采区未来开采中段的地下水静储量。

(2) 区域水文地质条件

根据含水岩组空隙性质及水动力特征,可将区域地下水划分为五种类型:

1) 第四系松散岩类孔隙水

主要分布于矿区北部昌宁盆地、山前倾斜平原及金川河河谷一带。 F_1 断层以北的昌宁盆地,第四系为大厚度的砂砾卵石层,水位埋深达 150m 以上。山前倾斜平原区含水层岩性为第四纪上更新统-全新统洪积、冲洪积砂碎石,单井涌水量 $100\text{m}^3/\text{d} \sim 500\text{m}^3/\text{d}$,含水层厚度小于 10m,水位埋深小于 20m。金川河河谷一带含水层岩性为第四纪全新世冲积粗砂、砾石、卵石,单井涌水量一般 $500\text{m}^3/\text{d} \sim 1000\text{m}^3/\text{d}$,含水层厚度 10m ~ 20m。

2) 碎屑岩类裂隙孔隙水

主要分布于老君庙及赤金山前,赋存在第三纪、侏罗纪砂岩、砂砾岩及砾岩裂隙孔隙中。含水层分布范围主要受断裂构造及古地理环境控制。往往地形较高地段水位埋藏较深,低洼地段一般以下降泉形式溢出,单泉流量一般 $0.18\text{L/s} \sim 3.40\text{L/s}$ 。

3) 变质岩、火成岩类基岩裂隙水

区域内分布广泛,主要赋存于元古界及古生界变质岩、侵入岩风化裂隙、构造裂隙中。含水层岩性为变砂岩、千枚岩、片岩、混合岩、花岗岩等。由于裂隙发育极为不均,基岩裂隙水分布极不均匀。据区域资料,基岩裂隙水埋藏深度一般小于 100m,富水性弱,单泉流量 $0.2\text{L/s} \sim 0.5\text{L/s}$ 。

4) 碳酸盐岩岩溶裂隙水

在区域内有多处分布,龙首山、海母山、赤金山一带均有分布。主要赋存于元古界及古生界硅质灰岩、泥炭质灰岩、砾状灰岩岩溶裂隙中。风化裂隙发育深度一般小于 100m,构造裂隙则发育很深,虽

具备储水条件，但因本区降水量小，补给源不足，富水性较弱，单泉流量一般 $0.1\text{L/s} \sim 0.5\text{L/s}$ 。

5) 断裂带脉状裂隙水

断裂带脉状水在区域内分布较为广泛，在多期次、多方向的构造破碎带中多有断层带脉状水存在。元古界及古生界变质岩、加里东期花岗岩内风化裂隙较发育，储水条件较好。

(2) 矿区水文地质条件

1) 矿区主要含水层特征

按水文地质条件将矿区含水层划分为第四系孔隙含水层和基岩裂隙含水层。

第四系孔隙含水层：由冲积砾卵石、亚粘土等组成的河谷阶地，厚度由西向东逐渐变厚，含水层上部为 $10\text{m} \sim 20\text{m}$ 左右的洪积砾石层，下部为土、砂砾卵石互层，底部为厚度不大的钙质胶结砂岩、含砾砂岩。

基岩裂隙含水层：主要赋存于前震旦系及震旦系变质岩、超基性岩及多期侵入岩裂隙中。含水层岩性主要为混合岩、大理岩、二长橄榄岩、花岗岩、辉绿岩、石英岩等，裂隙发育极不均匀。风化裂隙含水层发育深度小于 100m ，向深部多以闭合不含水，补给来源为大气降水。从不同标高的水质分析，第四系和下部风化裂隙含水层间有密切关系，可以看成是一个统一的孔隙裂隙含水组合体。深部多发育构造节理裂隙，透水性较好，在适宜的补给条件下可形成裂隙带脉状水，地下水呈静储量特征，局部富水地段可能发生突然涌水。

2) 矿区构造含水特征

风化裂隙向深部多已闭合不含水，只在局部构造带含脉状裂隙水。在开采过程中可能对矿坑充水具有一定的补给。区内构造以 F_{16} 断层为主， F_{16} 断层位于东采区超基性岩体下盘 100m 以内，在 II 3 行 ~

I3⁺²⁵行范围内走向近 EW, I3⁺²⁵行 ~ I8 行范围内走向 N42° W, 倾向 SW, 倾角 80°, 力学性质以压性逆断层为主, 断层两盘岩层较为破碎, 断层角砾岩发育, 断层影响带宽度为 30m ~ 40m, 但多被断层泥再次充填胶结, 透水性差。

3) 地下水补径排条件

矿区蒸发量远大于降水量, 因此大气降水对地下水的补给量甚微, 但由于风化裂隙较发育, 雨后迅速渗入, 虽降水量小, 它仍然是地下水的主要补给来源之一。每年 7 月 ~ 9 月地下水位上升, 10 月至翌年 6 月地下水位下降, 年变幅最大为 4m 左右。地下水动态变化与降水因素密切。矿区位于龙首山北坡沟谷下游, 区域基岩裂隙水在流向和排泄于昌宁盆地的过程中流经矿区, 因此无论从地形条件或水文地质条件看, 区域基岩裂隙水应为矿床地下水的另一个补给来源。矿区居于山坡盆地边缘, 地下水自高而下, 具有良好的排泄条件, 矿区深部构造裂隙水呈静储量形式经矿山开采排出地表。

4) 矿坑充水因素

根据矿区各含水岩组及断裂构造破碎带的含水特征, 矿床充水的主要来源为基岩裂隙水、断裂构造破碎带及次一级构造裂隙的脉状裂隙水。由于矿区采用充填法进行采矿, 充填析出水也将成为矿床充水的另一个来源。

随着采掘深度的增加, 风化裂隙多以闭合裂隙为主, 向深部的径流量明显减小, 而且矿区采用胶结充填法开采, 保护上层顶板不被破坏, 大气降雨及第四系含水层无法进一步入渗补给, 因此大气降雨和上部第四系孔隙含水层不构成矿坑充水因素。

5) 矿坑涌水量预测

矿坑主要充水因素为基岩构造裂隙水。矿区采用充填法采矿, 保护上覆顶板不受破坏, 有效预防大气降水及浅部第四系含水层的补

给，因此，《可研报告》采用比拟法对矿坑涌水量进行预测，未考虑大气降雨和第四系含水层对矿坑涌水的影响。计算公式如下：

$$Q = Q_0 \frac{P}{P_0}$$

式中： Q —设计矿坑涌水量（ m^3/d ）；

Q_0 —现状矿坑涌水量（ m^3/d ）；

P —设计矿石开采量（ t/a ）；

P_0 —现状矿石开采量（ t/a ）。

矿坑涌水量预测结果为：正常涌水量为 $100m^3/d$ ，最大涌水量为 $1900m^3/d$ 。

综上所述，本矿区水文地质勘查类型为以裂隙充水为主、局部脉状充水的水文地质条件简单的矿床。

2.3.3 工程地质概况

（1）工程地质岩组及特征

1) 大理岩带

①厚层大理岩组（Ⅲ2）

主要分布在Ⅱ6~Ⅱ12行超基性岩体上盘及主矿体下盘，主要为块状结晶大理岩，块状构造，可见蛇纹石化、透闪石及透辉石化，最稳定。

②多种岩浆频繁穿插中薄层大理岩组（Ⅲ3）

主要分布于超基性岩体下盘及Ⅱ8行~Ⅱ14行岩体上盘，岩性主要为中薄层蚀变大理岩，层状碎裂-碎裂结构，接触带节理发育，欠稳定-不稳定。

2) 均质条带混合岩带

主要分布在超基性岩体上盘及Ⅱ3行~Ⅱ6行超基性岩体下盘，层状结构-层状碎裂结构，岩性主要为混合岩、斜长角闪岩，

局部角闪岩脉花岗岩脉穿插，节理发育。欠稳定。

3) 含矿超基性岩带

在工作区范围内自 I8 行 ~ II 6 行成带状发育，尖灭于 I8 行 ~ I7 行之间，为矿床的含矿母岩。主要由发育在中下部的含辉橄榄岩及发育在边部的二辉橄榄岩组成。岩体呈灰黑色，绿褐色，块状-碎裂结构。较稳定-欠稳定。

(2) 结构面特征

根据结构面成因类型，将勘查区内结构面划分为变质结构面、火成结构面、构造结构面。

1) 变质结构面

主要为片岩的片理，分布在 I7 ~ I3⁺²⁵ 行范围内超基性岩体上下盘附近，产状同超基性岩体产状基本一致，规模不大，蚀变强烈，常见蛇纹石化、绿泥石化现象。

2) 火成结构面

主要为侵入岩与围岩的接触面、侵入岩的原生节理等。在工作区范围内含矿超基性岩与围岩接触带均有发育，规模较大。在 I7 行的斜长细晶岩脉及 I5 行的辉长岩内也有发育，规模较小。

3) 构造结构面

受构造应力作用，在岩体中产生的破裂面或破碎带，包括节理、断层。在矿区内有如下发育规律：走向断裂 F₁₆，规模较大，为矿区的主干断裂；F₁₆₋₁ 断层，分布在 I5 行 ~ I3⁺²⁵ 行范围内，与东采区矿体开采直接相关；其他小规模的破碎带，如 I5 行及 I4 行上盘破碎带。

(3) 岩（矿）体质量

根据 850 探矿道施工情况可知，在大理岩及混合岩内工程地质条件相对较好，而在大理岩、混合岩周边的片岩带工程地质条件相对较差。

《可研报告》通过对基建探矿过程中施工的 48 个钻孔进行简单工程地质观察和 RQD 统计得知：全孔累计 RQD 为 25.70%，其中主矿体内累计 RQD 为 22.50%，混合岩内累计 RQD 为 14.10%，大理岩内累计 RQD 为 33.98%，斜长角闪岩内累计 RQD 为 27.67%，主矿体上下盘二辉橄榄岩内累计 RQD 为 32.91%，主矿体上下盘蛇纹透闪绿泥片岩带内累计 RQD 为 7.45%。

（4）主要矿体顶（底）板稳定性

工作区内矿体顶板主要为二辉橄榄岩、大理岩、均质条带混合岩及斜长角闪岩，矿体底板主要为大理岩，局部为均质混合岩。

《可研报告》通过统计得知，I7 行 ~ I3⁺²⁵ 行范围内矿体上盘围岩主要为中薄层二辉橄榄岩，其 RQD 值介于 0~25% 之间，岩体完整性差，对今后矿山生产开采影响较大。I2⁺⁴⁰ 行 ~ II 5 行范围内矿体上盘围岩主要为斜长角闪岩、二辉橄榄岩，RQD 值介于 10% ~ 53% 之间，岩体较完整。

（5）工作区工程地质

工作区内地层岩性复杂，矿床围岩主要以混合岩、大理岩和超基性岩类为主。区内矿体埋藏较深，岩体破碎、节理比较发育，岩石完整性较差，在后期采矿过程中可能会产生冒顶、片帮等不良工程地质问题，影响矿区生产。

综上所述，矿区工程地质类型为中等类型。

2.3.4 矿体地质概况

2.3.4.1 矿体分布

工作区内的主矿体为 II -1 号矿体西端（II 6 行 ~ I4 行）及西延部分（I4 行 ~ I8 行）。其他矿体规模均较小，多呈透镜状分布在主矿体上、下盘围岩中，数量不多。

主矿体产于超基性岩体中下部，呈似层状、透镜状，产状与超基

性岩体一致。

主矿体分布在二辉橄榄岩、含辉橄榄岩等超基性岩中，组成由岩体中部到底部明显的含矿带，含矿带总的分布特征与超基性岩体特征基本一致。主矿体上盘围岩主要为中薄层的二辉橄榄岩，仅在 $I2^{+40} \sim I2$ 行范围内与混合岩、斜长角闪岩直接接触。下盘围岩主要为大理岩，局部为混合岩。

$II6$ 行 ~ $II3$ 行范围内，主矿体走向 $N60^\circ W$ ，与 $II6$ 行 ~ $II12$ 行范围内走向一致，该范围内矿体水平厚度较大，在 850 水平厚度达 80m ~ 90m； $II3$ 行 ~ II^{+25} 行范围内，主矿体走向变为东-西向，在该范围内矿体明显变薄，在 850 水平厚度约 15m ~ 25m； II^{+25} 行 ~ $I6$ 行范围内，主矿体走向又变为 $N60^\circ W$ ，与 $II6$ 行 ~ $II3$ 行范围内主矿体走向基本一致。主矿体在 $I4$ 行最厚达 90m， $I2^{+40}$ 行最薄，约 29m； $I6 \sim I8$ 行范围内，主矿体走向变为近南北向，并在 $I8$ 行 ~ $I7$ 行之间尖灭。

主矿体沿倾向方向同样表现出了明显的膨胀收缩，波状起伏变化。 $II6$ 行 ~ $II3$ 行范围内，主矿体倾向南西，上部倾角一般大于 80° ，自 700m 水平开始倾角变缓； $II3$ 行 ~ II^{+25} 行范围内，矿体倾向近北方向，倾角较陡，一般 $70^\circ \sim 85^\circ$ ，并在 $II1$ 行、 $II2$ 行等出现矿体反倾现象； II^{+25} 行 ~ $I6$ 行范围内，矿体倾向变化较大，自 850m ~ 550m 水平矿体倾向由南西向逐渐变为南方向； $I6$ 行 ~ $I8$ 行范围内，矿体倾向为近西向。

除 $I5$ 行和 $I7$ 行外，主矿体自 700m 水平开始收缩，至 600m 水平基本尖灭，其中富矿体多尖灭于 700m 水平。主矿体在 $I7$ 行 ~ $I3^{+25}$ 行、 $II4$ 行 ~ $II6$ 行范围内厚度相对较大，延伸亦深，如 $I5$ 行矿体延深至 430m 水平尚未尖灭，而 II^{+25} 行矿体在 730 水平以上基本尖灭。此外， $II3$ 行 ~ $II5$ 行 700m 水平以下可见岩体分枝现象，其中上分枝岩体规模相对较大，但含矿性较差，所见矿体呈透镜状，矿石品位较低。

工作区内接触交代型矿体主要产于Ⅱ2行~Ⅱ5行超基性岩体底盘大理岩内，规模较小，呈透镜状产出，在Ⅱ2行、Ⅱ2⁺⁴⁰行及Ⅱ5行也有零星分布。

2.3.4.2 矿石特征

(1) 矿石矿物成分

矿石矿物成分主要由金属矿物和脉石矿物组成。

金属矿物以金属硫化物为主，主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿，少量墨铜矿、方黄铜矿、磁铁矿、铬尖晶石等。硫化物大多数呈不规则集合体分布在不同脉石矿物之间。

脉石矿物主要有蛇纹石、橄榄石、辉石、碳酸盐、方解石、角闪石、绿泥石、云母等，多呈粒状、片状和集合体存在于矿石中。

(2) 矿石结构构造

矿石结构主要有半自形粒状结构、中粗粒结构、中细粒结构；矿石构造主要有星点状构造、海绵晶铁状构造、稀疏浸染状构造等。

(3) 化学成分

镍铜矿石的主要组分是 Ni、Cu；伴生有用组分 Pt、Pd、Rh、Ir、Os、Ru、Au、Ag、Se、Te、Co、S 等，与含矿超基性岩体关系密切。

Ni：主要以磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿及少量针镍矿等形式存在。

Cu：主要以硫化物的形式分布在黄铜矿、方黄铜矿以及墨铜矿等矿物中，以黄铜矿为主。

Pt、Pd、Au：未见它们的单独矿物，主要富集在金属硫化物中，并且在富矿中的平均含量明显比贫矿中要高。

主矿体在向深部延伸过程中，镍、铜平均品位总体呈现降低的趋势，在走向方向镍、铜平均品位呈现明显波状起伏的变化。

有害组分主要为 Pb、Zn、As，Pb 含量 0.00% ~ 0.01%，平均 < 0.01%；

Zn 含量 0.00% ~ 0.025%，平均 $<0.01\%$ ；As 含量 0.000% ~ 0.024%，平均 $<0.01\%$ ，因其含量极低，对矿石质量影响较小。

(4) 矿石类型

1) 矿石自然类型

矿石自然类型根据矿石矿物成分不同可分为原生硫化镍矿石和原生硫化铜矿石，以原生硫化镍矿石为主。

矿石自然类型根据矿石构造不同可分为海绵晶铁状构造、星点状构造矿石、接触交代型矿石。海绵晶铁状及星点状构造矿石赋存于超基性岩体的中部到底部，接触交代型矿石主要产于超基性岩体与底盘大理岩接触带处。

2) 矿石工业类型

矿石工业类型分为超基性岩型富矿石、超基性岩型贫矿石、接触交代型富矿石、接触交代型贫矿石。

(5) 矿体围岩和夹石

矿体围岩主要为二辉橄榄岩、大理岩、混合岩、斜长角闪岩。其中矿体下盘围岩主要为大理岩，仅 II⁺²⁵ 行及 II 3 ~ II 4 行范围内为混合岩。I 7 ~ I 3⁺²⁵ 行范围内矿体上盘围岩主要为中薄层二辉橄榄岩，I 2⁺⁴⁰ ~ II 5 行范围内矿体上盘围岩主要为斜长角闪岩。

矿体中夹石主要为大理岩，少量辉石岩。大理岩夹石一般呈捕虏体的形式分布，在 I 7 行及 II 1 行主矿体中下部可见；辉石岩夹石，仅在 I 5 行深部零星分布。

2.3.5 环境地质

矿区地处工业城市金昌市郊，东部、北部为戈壁滩，南部、西部为龙首山。矿山已生产多年，主要污染源为废水、固体废弃物（井下废石、地表少量的炉渣及生活垃圾）、废气（通风斜井排出的井下废气及锅炉烟气）、噪声（爆破及机械设备）。

矿区环境地质问题主要体现在矿区地表发现系列性贯通裂缝及地表塌陷、变形，随着开采深度的增加势必导致采矿产生的废气、污水、热害及矿床开采诱发的岩爆、涌矿等地质灾害加重。

综上所述，矿区环境地质条件为中等。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

2.4.1.1 周边开采现状

金川镍钴目前有三座大型矿山，即龙首矿、二矿区、三矿区，龙首矿开采范围为Ⅰ矿区、Ⅲ矿区和Ⅱ矿区1#矿体6行以西的矿体；二矿区开采Ⅱ矿区1#矿体6行~30行的矿体；三矿区开采Ⅱ矿区2#矿体和Ⅳ矿区，龙首矿东采区仅与二矿区相邻，各自有独立的开拓运输系统。具体划分见下图。

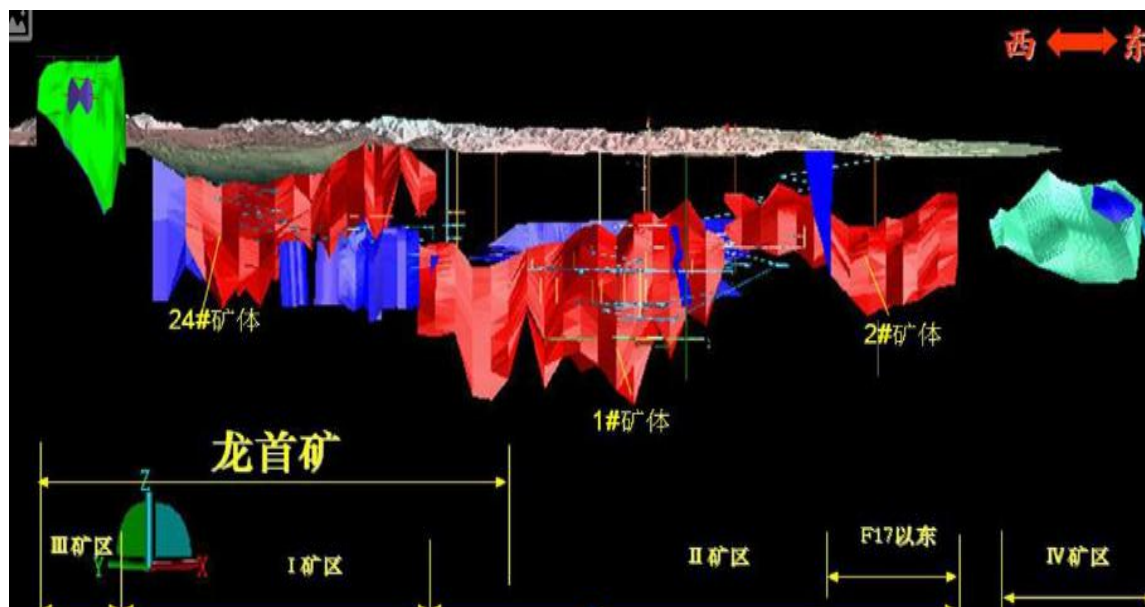


图 2.4-1 金川各矿区划分示意图

2.4.1.2 矿山回采现状

目前，龙首矿共分为 4 个生产区段：即东采区、中采区、西一采区、西二采区，除了目前西二采区 1546m 分段崩落法末层收尾回采工

作以外，龙首矿其他区域均采用下向分层六角形进路胶结充填采矿法，各生产区段位置见下图。

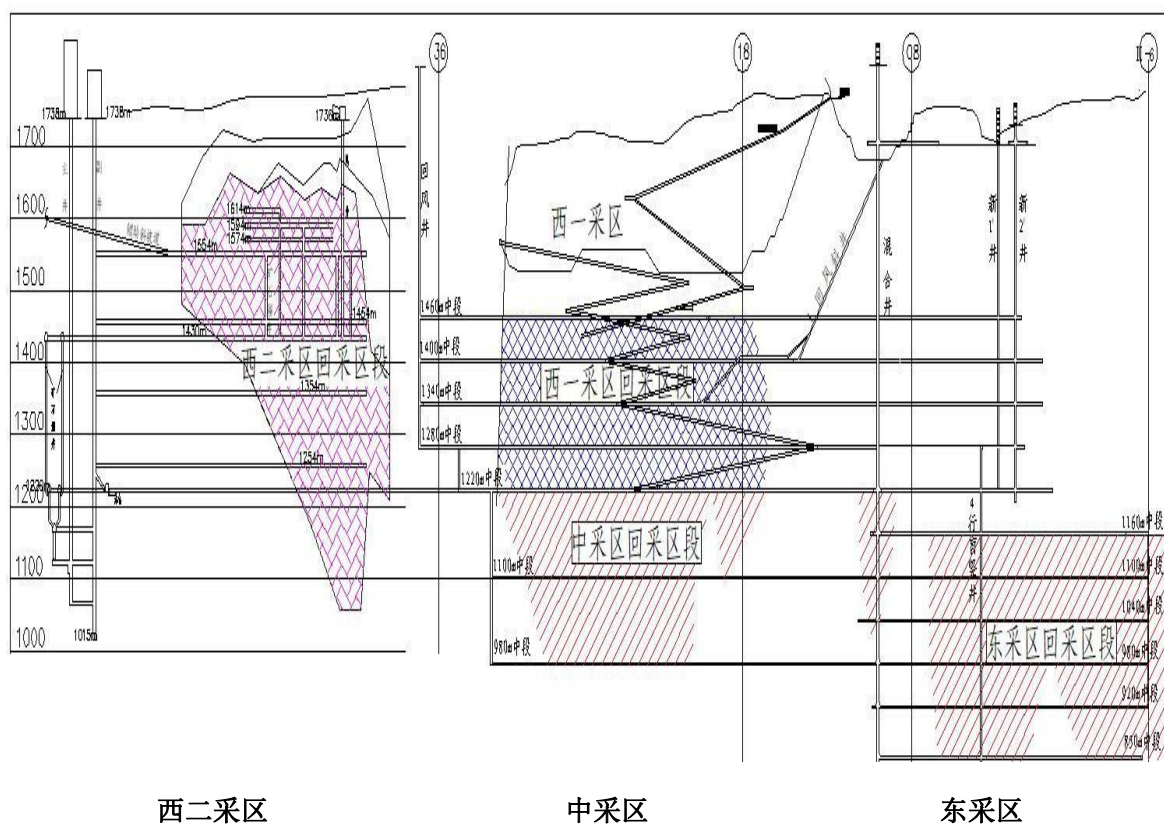


图 2.4-2 龙首矿系统纵投影图

(1) 东采区

目前龙首矿东采区正在开采 980m 中段，只剩 920m 中段、850m 中段这两个中段尚未开采，其中东采区 920m 中段开拓工程于 2020 年 8 月开工建设，预计 2026 年 8 月建成投运。当前所有采场都已转成机械化采场。

东采区共包含两个工区，分别为采矿三工区、采矿四工区。

1) 采矿三工区

采矿三工区于 2016 年开始回采，开采范围为东采区西 3~西 7 行，生产能力为 $38 \times 10^4 \text{t/a}$ ，主要生产设备包括 2m^3 铲运机，单臂液压凿岩台车等。

2) 采矿四工区

采矿四工区于 2016 年开始回采，开采范围为东采区西 2 行 ~ 东 5 行及中采区 11 行，生产能力为 $35 \times 10^4 \text{t/a}$ （其中东采区采场 $21 \times 10^4 \text{t/a}$ ，中采区采场 $14 \times 10^4 \text{t/a}$ ），主要生产设备包括 2m^3 铲运机，单臂液压凿岩台车等。

（2）中采区

中采区即采矿二工区，于 1989 年开始回采，自东向西划分为两个盘区，分别为 I 盘区、II 盘区。其中，I 盘区包括 20 行、22 行、24 行采场，II 盘区包括 26 行、28 行、30 行采场。目前正在回采 1100m 中段的 1185m 分段，预计 2035 年回采结束，生产能力为 $60 \times 10^4 \text{t/a}$ 。主要生产设备包括双臂液压凿岩台车、装药车、 6m^3 铲运机、混凝土湿喷台车、服务台车等。

（3）西一采区

西一采区即采矿一工区，于 2013 年开始回采，设有 2 个盘区，共包含 7 个采场，分别为 20 行、22 行、24 行、26 行、28 行、30 行和 32 行采场。目前正在回采 1340m 中段的 1428m 分段，预计 2036 年计划回采至 1368m 水平，生产能力为 $100 \times 10^4 \text{t/a}$ 。主要生产设备包括 6m^3 铲运机、双臂液压凿岩台车、乳化炸药现场装药台车、服务车、混凝土湿喷车等。

（4）西二采区

西二采区与东采区、西一采区和中采区相对独立，具有独立的开拓运输、通风、充填等系统。共包含两个工区，分别为采矿五工区、采矿六工区。

1) 采矿五工区

采矿五工区于 2009 年开始回采，目前在 1220m 中段 1430m 分段进行回采，共有 6 个采场，预计 2036 年回采至 1330m 水平，生产能力为 $79 \times 10^4 \text{t/a}$ 。主要生产设备包括 6m^3 铲运机、双臂液压凿岩台车、装

药台车、混凝土湿喷台车等。

2) 采矿六工区

采矿六工区负责 1546m 分段崩落法末层收尾回采工作和 1310m 分段充填采矿法首层回采工作，生产能力为 $97 \times 10^4 \text{t/a}$ ，目前为分段崩落法和充填法并存的采矿方法，主要生产设备包括双臂液压凿岩台车、 6m^3 铲运机。

(5) 采空区治理

根据《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东、中、西一采区隐蔽致灾因素普查报告》（金川镍钴研究设计院有限责任公司，2025 年 09 月）可知，龙首矿东、中、西一采区采用机械化盘区下向六角形进路胶结充填采矿法，回采过程中严格按照“隔一采一”要求进行回采，回采结束后采空区一般在 10 天内完成充填。充填工艺采用高浓度细砂管道自流输送胶结充填技术，充填骨料为-5mm 棒磨砂，灰砂比 1: 4，水泥单耗 310kg/m^3 ，质量浓度范围 77%–79%，搅拌好的料浆沿管道自流输送至采场。《龙首矿充填管理规定》等相关制度严格控制采场回采进路数及采空区暴露面积，每周对采场采空比进行统计，对采空比超过制度规定的采场立即要求充填。采空区充填严格按照相关技术标准执行，采场充填前，分层道和进路底板用 0.1~0.3m 厚的碎矿石填平，在回填层上铺设金属网和桁架，并用钢筋将此金属网和桁架与上分层金属网和桁架吊挂连接，相关科室对进路充填准备工程质量进行验收，验收完毕后由安全管理室下发充填通知单，充填工区按照充填通知单实施充填，采矿工区负责采空区充填现场充填情况的反馈，充填结束后由安全管理室负责充填资料的归档。

龙首矿严格按照要求对采空区进行了充填，对废旧工程及时进行充填、封闭等处理，要求充填体养护时间不得低于 72 小时，即充填结束 72 小时内相邻进路、下分层进路不得施工，充填体强度要求为

3 天强度 $\geq 1.5\text{MPa}$ 、7 天强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ 、28 天强度 $\geq 5.0\text{MPa}$ 。该普查治理报告通过在龙首矿东采区 1203H-4 分层、中采区 1100 分段 II 盘区 26 行-14 分层、西一采区 1428 分段 I 盘区 22 行 13 分层选择 3 个位置开展钻探+钻孔电视相互验证的充填体探查工作，查明了孔内充填体密实度和接顶情况，钻孔电视图像采用 IDOI2020 (D) 软件进行分析，分析成果图像清晰、孔壁光滑、密实，无空腔、不接顶现象。钻探验证的 3 个采区充填接顶率均能满足《金属非金属矿山充填工程技术标准》，因此，认为龙首矿东、中、西一采区按照要求对采空区进行了充填，接顶率满足要求，井下不存在采空区。

2.4.1.3 地表设施

地表已建成的设施主要有混合井井塔、坑口办公楼、35/6kV 总降压变电所、充填搅拌站、空压机站、斜坡道口值班室、斜坡道口预热设施、回风井口风机房、矿石转运胶带、矿石转运站、棒磨砂转运胶带、棒磨砂转运站以及厂区道路等。

2.4.1.4 开拓运输系统

(1) 东采区和中采区

现有开拓系统为混合井、辅助斜坡道开拓，矿山已经全部建成并投入使用。

混合井双箕斗矿石提升系统目前主要担负东中部矿石提升任务，于 2012 年投产，井筒净直径 $\phi 6.7\text{m}$ ，井口地面标高 1826m，井底标高 750m，井筒深度 1076m，设计提升量为 $132 \times 10^4\text{t/a}$ 。混合井采用钢丝绳罐道，装有两套提升系统。其中矿石提升容器为 7m^3 多绳底卸式箕斗，破碎系统安装在 820m，配置 90kW DYP750 $\times$ 1060mm 低矮型颚式破碎机一台，皮带装载系统安装在 790m，配置有 Y-22-1.25-12063S 型胶带运输机，全长 120m，目前已能够满足 4000t/d 的生产能力。

单罐笼带平衡锤多绳提升系统担负深部所有的废石、生产人员和

材料、设备等提升任务，于 2008 年投产，罐笼提升系统服务中段为 1826m(井口)、1703m、1220m、1100m、1040m、980m、920m、850m、820m、790m 共 10 个中段，采用 $4.0 \times 1.45\text{m}$ 双层多绳罐笼，一次可提两辆 2.7m^3 矿车或载人 60 人；各中段井口安装有摇台、安全门、操车系统及视频监控系统。设计提升量 $13.2 \times 10^4\text{t/a}$ ，目前每天平均提车 45 车。

850 粉矿回收提升系统，现承担井下人员、粉矿、材料等的提升，于 2014 年投产，罐笼采用 $1800\text{mm} \times 1150\text{mm}$ 罐笼，一次可提一辆 0.7m^3 矿车或载人 9 人。

东采区采场矿石爆破后，经 2m^3 铲运机运至采场溜井，经溜井下放至有轨运输中段后，由电机车牵引至混合井旁的主溜井，进入主溜井系统，由混合井提升至地表 1703m 平硐，然后经地表矿车拉运至东部矿石堆场。

中采区采场矿石通过 6m^3 铲运机运至采场溜井，经溜井下放至 1100m 有轨运输中段后，由电机车牵引至混合井旁的主溜井，进入主溜井系统，由混合井提升至地表 1703m 平硐，然后经地表矿车拉运至东部矿石堆场。

井下废石通过盲竖井、混合井或斜坡道提升至地表。

(2) 西一采区

采场矿石通过 6m^3 铲运机运至采场溜井，经溜井下放至 1340m 有轨运输中段后，由电机车牵引至新 1#主井旁的主溜井，进入主溜井系统，由新 1#主井提升至地表 1703m 平硐，然后经地表矿车拉运至东部矿石堆场。

废石、人员、材料主要通过新 2#副井提升运输。

(3) 西二采区

西二采区采用主井、副井、辅助斜坡道联合开拓。主井、副井及辅助斜坡道均布置在矿区北部侧翼。

前期有轨运输水平设于 1554m 水平和 1430m 水平。1554m 为倒运中段，设有 2 个 4m^3 矿石倒运卸矿站，负责将 1554m 中段的矿石通过溜井转运到 1430m 水平。1430m 的有轨运输水平为集中运输水平，设有 2 个 6m^3 矿石卸载站，服务 1554m、1454m 两中段，采用穿脉装矿，运输任务为 5000t/d 矿石和 600t/d 废石。矿石采用 14t 电机车双机牵引 11 辆 6m^3 底侧卸式矿车运输，卸至主井旁侧的主溜井内，然后进入破碎站。废石采用 7t 架线式电机车牵引 16 辆 1.2m^3 固定式矿车运输，然后通过副井罐笼提出地表后，用 7t 电机车运输到废石卸载站，采用 1.2m^3 的双车翻车机卸载，然后用前装机将废石装到自卸卡车上运往废石场。

后期在 1220m 水平新设集中有轨运输水平，矿石运输量 3700t/d，废石运输量为 440t/d。1330m 中段的回采的矿石和掘进的废石从采区溜井直接下放至 1220m 水平，1220m 中段的矿石和废石也从采区溜井下放到 1220m 水平，再经各溜井底部的振动放矿机给矿车装载。其中矿石运至卸载站卸载，在破碎站破碎后经主井提升至地表；废石运至副井车场，经罐笼提升至地表。

2.4.1.5 通风系统

目前龙首矿通风系统按照采区划分，分为两个独立的通风系统，分别为东采区、中采区、西一采区通风系统，以及西二采区通风系统。

东采区、中采区、西一采区通风系统为新 2#井、新 1#井、混合井、老坑斜坡道、西一斜坡道进风，37 行回风井回风的对角抽出式通风系统。

通风方式为地表主扇集中抽出式通风和井下采区辅扇辅助通风。主扇安装在地表 37 行回风井井口，2 台 DK-10-No35 型对旋轴流风机并联，装机总功率 2840kW，变频调速控制。设计总风量为 $375.2\text{m}^3/\text{s}$ ，总风压 3230Pa ~ 3286Pa。西一采区 37 行主扇风站见下图。



图 2.4-3 37 行主扇风站

目前根据东、中采区井下采掘工程的实际情况和通风需要，2 台主扇风机 40Hz-45Hz 运行，运转总功率 1250kW。

目前在用的主要通风设备共 14 台，其中主扇 2 台，辅扇 8 台，风幕 4 台。通风设备见下表。

表 2.4-1 东采区、中采区、西一采区在用主要通风设备汇总

序号	装机地点	风机型号	数量 (台)	装机功率 (kW)	用途
1	地表 37 行回风井井口	DK-10-No35	2	4 × 710	主扇
2	东采区 1280 中段 7 行充填回风道	K45-6-No17	2	2 × 110	辅扇
3	东采区 1100 中段 8 行充填回风道	K45-6-No15	1	55	辅扇
4	东采区 1100 中段东 6 行回风井	K45-6-No15	2	55	辅扇
5	中采区 1280 中段 11 行回风道	K45-6-No14	1	30	辅扇
6	1220 中段 7B 回风道	K40-6-No13	1	18.5	辅扇
7	1220 中段 18 行	FKZ No20/250	1	250	辅扇
8	老坑斜坡道	K45-6-No14	4	4 × 30	风幕
合计			14		

2.4.1.6 排水、排泥系统

东中部排水系统设有 2 个主排水泵房，分别是东部 1220m 中央水

泵房和 850m 中央水泵房。其中，东部 1220m 中央水泵房于 2019 年 1 月投产并完成远程集控，泵房内水泵出水口管径为 $\phi 150\text{mm}$ ，1220 中段至地表主排水管管径为 $\phi 219\text{mm}$ ，配备有 4 台 MD155-67 $\times$ 9 型矿用耐磨多级离心泵，型号为 MD155-67 $\times$ 9，流量 $155\text{m}^3/\text{h}$ ，电压 6kV，电机型号为 YKK4004-2，额定功率 450kW。其中东部 850m 中央水泵房于 2022 年 8 月投产，配备的水泵型号及数量与东部 1220m 中央水泵房相同，现阶段 850m 水泵房内 1#、2#、3#、4#水泵均完成了远程集控，泵房内水泵出水口管径为 $\phi 150\text{mm}$ ，850m 中段至 1220m 中段主排水管管径为 $\phi 273\text{mm}$ 。

1220m 中段以上的废水通过排水沟及泄水钻孔汇聚至 1220m 中段水仓，1220m 中段以下的废水通过排水沟及泄水钻孔汇聚至 850m 中段水仓，再排至 1220m 水仓，由 1220 中央水泵房接力排至地表废水站，经过工艺流程处理进行废水再利用。

2.4.1.7 充填系统

龙首矿现有东部充填站、西一充填站、西二采区充填站三个充填站。

东部充填系统是在原中、东部粗骨料充填系统的基础上改造而成的细砂管道充填系统。该系统于 2004 年 7 月 20 日建成投产，充填能力为 $120\text{m}^3/\text{h}$ 。东部充填系统工艺流程图见下图。

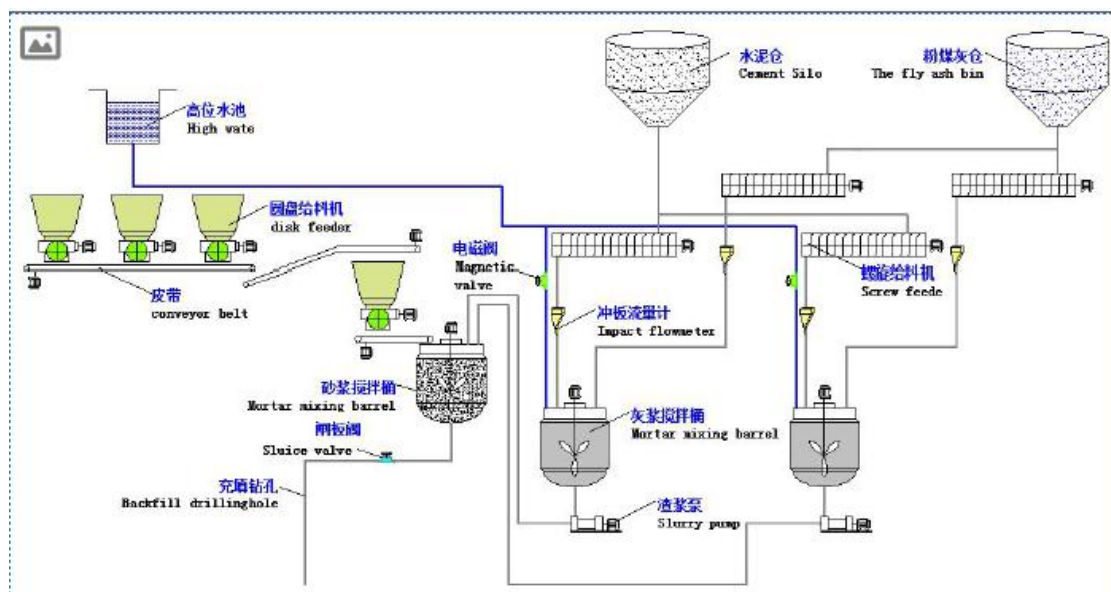


图 2.4-4 东部充填系统工艺流程图

东部充填站建有一座 $12\text{m} \times 38\text{m} \times 4.5\text{m}$ 的卧式砂仓，仓容为 2000m^3 ，储料量最大 3000t ；分格为大小两个料仓。1#圆盘的给料能力为 80t/h ，2#、3#圆盘的给料能力为 120t/h 。砂石料经过 1#、2#、3#皮带及 4#稳料仓来输送。东部充填站建有 1200t 水泥仓一座、 500t 粉煤灰仓一座，粉煤灰仓现改为早强剂仓。目前系统充填能力 $120\text{m}^3/\text{h}$ 。

地表（ 1682m ）~ 1408m 一级充填钻孔，2010 年 3 月新建四条 $\phi 299\text{mm}$ 镍铬合金材质钻孔，分别为 5#、6#、7#、8#钻孔，目前正在使用 8#钻孔，5#、6#、7#钻孔备用。

1408m ~ 1280m 二级充填钻孔，2009 年新建四条 $\phi 219\text{mm}$ 的复合锰钢材质钻孔，分别为 1#、2#、3#、4#钻孔，1#钻孔服务东采区各采场的充填任务，2#、3#、4#钻孔备用。

1280m ~ 1165m 三级充填钻孔，2013 年新建 3 条 $\phi 219\text{mm}$ 的复合锰钢材质钻孔，分别为 1#、2#钻孔，3#钻孔为不耦合钻孔，内管 $\phi 219\text{mm}$ ，外管 $\phi 299\text{mm}$ ，3#充填东采区各采场，1#、2#钻孔备用。

东部充填系统目前正在施工东采区 1040m 水平充填回风工程，设计 4 条 1400m ~ 1040m 二级充填钻孔，分别为 1#、2#、3#、4#，钻孔

为 $\phi 219\text{mm}$ 的非晶复合耐磨材质直管，目前正在施工东采区 1040m 水平充填回风道，新设计充填系统预计 2026 年 12 月投入使用。

2.4.1.8 压风系统

龙首矿供风系统现有二个空压机站，即东部空压机站和西二空压机站，总供风量为 $730\text{m}^3/\text{min}$ 。

东部空压机站内配有 3 台离心式空压机，型号为 C55MX3 系列，单台功率为 930kW，总供风量为 $450\text{m}^3/\text{min}$ ，该系统的供风能力正常供风时为 $300\text{m}^3/\text{min}$ ，最大供风时为 $450\text{m}^3/\text{min}$ 。

东部空压机站输出的压气经地表至 1220m 中段供风钻孔供向 1400 中段、1280m 中段、1220m 中段，其中 1460m 中段、1340m 中段的压气是由 1400m 中段通过 18 行管缆井分别进行供给供风管道为 DN250 压力管道，压气运至 1220m 中段后，再经盲井井筒供向 1160m 中段、1100m 中段、1040m 中段、980m 中段、920m 中段及 850m 中段。其中 1460m 中段经管缆井为西一贫矿开采工程供风（1448m 分段）。空压机站电源引自东采区地表变电所，分为高压电源和低压电源，高压电源为高压电动机驱动提供动力，低压电源为控制系统及冷却系统使用，空压机站的冷却系统为闭式水冷系统。

2.4.1.9 供水系统

龙首矿矿区现有两条主供水通道为井下提供用水，分别为中东部采区供水管路和西二采区供水管路。东部采区井下供水与压风系统路线相同，其中在 4 行盲竖井内铺设供水管为 DN100。

2.4.1.10 供电系统

现龙首矿地表工业场地设有一座 35/6kV 总降压变电所，该所安装有 2 台 35/6.3kV 主变压器，容量分别为 20MVA 和 16MVA，其双回 35kV 电源引自金川自备热电厂 35kV 不同母线段，满足双重电源要求，该所给龙首矿所有井下负荷提供供电电源。在地表 1826m 水平现有混

合并 56# 6kV 变电所一座，其两回路架空线 LGJ-240 (75#、76#线路) 分别引自 5#总降压变电所的 6kV 不同母线，该所 6kV 侧采用单母线分段接线系统，主要给混合井、1703m 中段负荷供电。

2.4.1.11 智能矿山建设

(1) 已建内容

龙首矿目前已基本实现了竖井提升、有轨运输、压风供电、给排水、充填、通风等生产系统的自动化和部分管理的信息化。

1) 自动化系统

- ① 提升机集群控制系统
- ② 有轨运输电机车无人驾驶及远程放矿系统
- ③ 井下变电所远程在线监测监控系统
- ④ 井下排水自动控制远程监控系统
- ⑤ 地表压风、供水、废水利用控制系统
- ⑥ 无轨设备在线式行车记录及防撞报警系统
- ⑦ 井下专项安全保障系统
- ⑧ 一键充填智能控制系统
- ⑨ 溜井料位在线监测系统
- ⑩ 无人驾驶铲运机系统
- ⑪ 通风在线监测监控系统
- ⑫ 皮带、中央变电所及水泵房智能巡检系统
- ⑬ 地表矿石转运自动控制系统

2) 信息化系统

- ① 地测采协同管理平台
- ② VR 矿山安全培训平台
- ③ 微震监测系统
- ④ 智能按需通风系统

⑤ EAM 设备管理系统

3) 5G+场景应用

① 5G+无人驾驶电机车系统

② 5G+提升智能车间

③ 5G+皮带巡检机器人

④ 5G+供暖系统

⑤ 5G+智能天车控制系统

4) 采掘系统：在井下凿岩、出矿作业全面机械化的基础上，完成单台铲运机无人驾驶试验研究，配备人车防撞报警系统、行车记录仪和自动灭火装置。

5) 提升系统：实现从矿石破碎、皮带装载、箕斗提升全流程自动化、智能化集中控制与协同运行，建立数字化运维平台精准分析关键设备状态。

6) 有轨运输系统：全矿主要有轨运输中段实现电机车无人驾驶系统全覆盖，作业现场实行全封闭管理模式，达到运输现场“无人则安”的安全管控目标。

7) 辅助生产系统：全矿供配电、供风供水系统完成三维可视化实时监测和智控化改造，建立动力能源管控平台实现全矿能源数据实时检测与调控。

8) 充填系统：对全矿充填制浆系统进行整合，实现“一键充填”智能管控，同时联动天车智能抓料系统和皮带廊智能巡检系统全面实现现场“无人化”作业模式。

9) 通风系统：地表主扇、井下辅扇、风门及风窗全面实现远程集中监控，搭建井下通风三维可视化管控系统，对井下风量、风速进行实时监测、实时调节，实现矿井通风系统智能管控。

10) 生产设备智能巡检：以智能巡检机器人为核心，在地表及井

下关键变电所、皮带廊等关键区域实施智能巡检，全面代替人工定期巡检的传统模式，实现智能巡检。

11) VR 安全培训：建成集安全文化宣传、事故警示教育、安全生产操作实训、VR 虚拟实训为一体的综合安全实训平台，为矿山灾害防治、安全警示教育、应急培训和应急指挥提供技术支持，切实提高职工应急处置能力。

(2) 在建内容

1) ICT 融合网络建设

将现有生产办公网、工业控制网、移动装备网、“六大系统”网、视频监控网等进行多网融合，实现采矿工艺流程、生产设备、辅助设施等生产保障单元有效连接，搭建矿山生产信息“高速公路”，支撑矿山生产经营数据融合分析、综合决策、跨系统实时联动。

2) 采掘装备智能化改造

持续开展以铲运机、凿岩台车等关键采掘设备为核心的装备自控化、智能化改造应用，开展人员安全防护系统开发，实现智能化出矿。

2.4.1.12 主要利旧系统能力说明

根据《可研报告》及龙首矿生产作业计划，中采区计划在 850m 水平以下接替工程投产前回采结束。本项目设计生产规模为 $72 \times 10^4 \text{t/a}$ ，届时东采区 850m 水平以上生产规模为 $60 \times 10^4 \text{t/a}$ ，合计 $132 \times 10^4 \text{t/a}$ ，即 4000d/t，与现有盲混合井的提升能力一致。

在提升运输方面，深部矿石提升及 850m 以上提升的总规模不超过现有混合井设计的提升能力，故现有混合井提升设施可以满足深部矿石提升要求，同时需要延长改造现有混合井 790m 装矿皮带道。

在压风、供水方面，现有压风和供水设施能够满足本项目要求，只需要延伸现有压风、供水管路。

在充填方面，现有充填站可以满足深部工程需求。同时龙首矿后

期还规划新的充填搅拌站，并根据生产需要新增充填钻孔和联络道。

在通风方面，继续利用目前 37 行回风井口的主风机，并在深部新增主扇，满足深部通风需求。

在排水方面，需要改造 850m 现有水泵房并新建 480m 水泵房，480m 水泵房与改造后的 850m 水泵房接力将水排至地表。

2.4.2 建设规模及工作制度

2.4.2.1 地质储量及范围

依据《龙首矿东采区 850 水平以下基建探矿报告》（2024）可知，截止 2022 年 12 月 31 日，在 850m 标高以下保有矿石资源量 $1831 \times 10^4 \text{t}$ ，金属量铜 119589t、镍 204647t，平均品位铜 0.666%、镍 1.140%。设计开采利用资源量 $1704 \times 10^4 \text{t}$ 。

2.4.2.2 建设规模

设计东采区 850m 水平以下接替工程回采生产规模为 $72 \times 10^4 \text{t/a}$ （2182t/d）。

2.4.2.3 服务年限

设计 850m 水平以下接替工程服务年限为 27 年（不含基建期 10 年）。

2.4.2.4 工作制度

矿山采用连续工作制，年工作 330 天，每天 3 班，每班 8h。

2.4.3 总图运输

本项目主要包括地下采场、智能生产管控中心、西侧排土场（新建）、西侧废石联络道路（新建）、龙首矿混合井（现有）、龙首矿新 1#主井（现有）、龙首矿新 2#副井（现有）等。详见附图 1（总体布置图）。

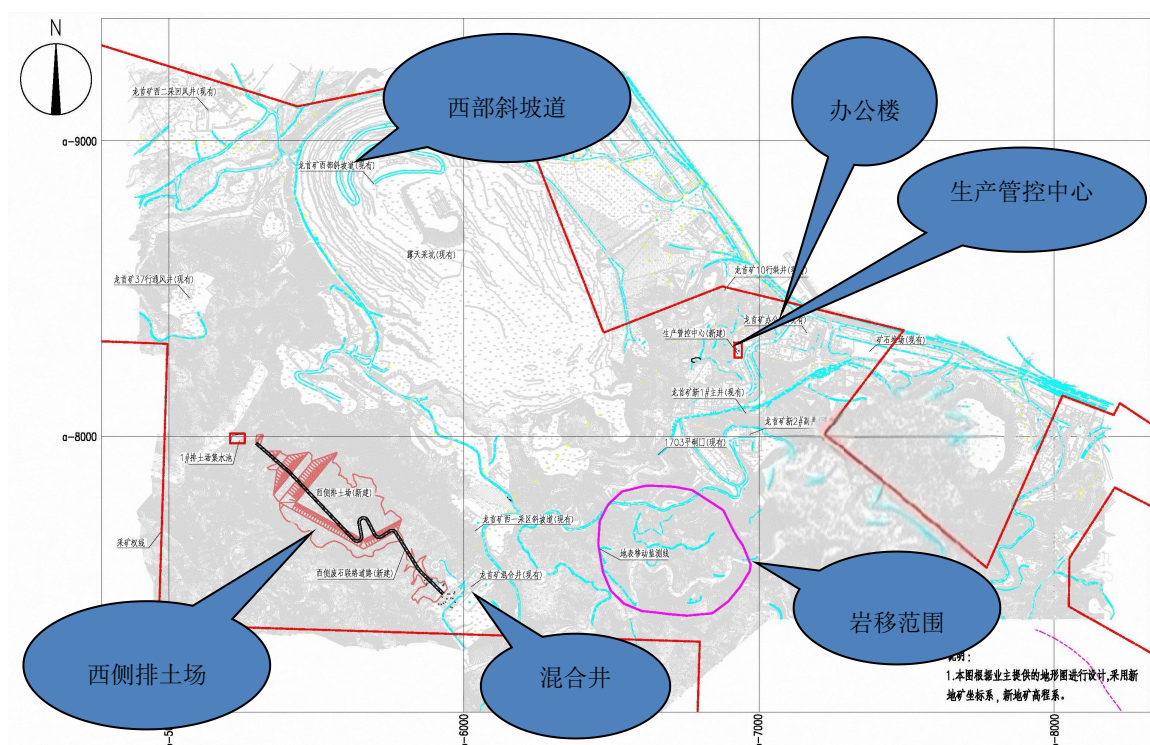


图 2.4-5 总平面布置图

(1) 智能生产管控中心

智能生产管控中心位于现有龙首矿办公楼西南侧 200m 处, 用于矿山综合集中管控, 生产调度指挥, 应急救援指挥、安全教育培训、会议办公等使用, 场地标高 1689m。

(2) 西侧废石联络道路

新建西侧废石联络道路起点为龙首矿混合井工业场地处, 终点为西侧排土场下游拦挡坝处, 道路全长 1500m, 道路宽度 7m, 采用碎石路面铺砌。道路起点标高 1826m, 终点标高 1775m, 道路最大纵坡 8%, 最小圆曲线半径 15m。

(3) 西侧排土场

龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程, 基建期废石量为 $92.86 \times 10^4 \text{t}$, 正常生产期间需要出坑的废石量约 388t/d, 废石由现有混合井提升到地表, 通过窄轨运至翻笼翻倒, 再通过汽车运至排土场堆存。新建西侧排土场位于龙首矿混合井西北侧的山谷内, 距离混合井

300m, 新建西侧排土场周边没有村庄, 与其它工业场地之间的安全防护间距满足《有色金属矿山排土场设计标准》GB50421-2018 的要求。

排土形式采用覆盖式多台阶排土。按台阶高度的水平分层由下而上, 逐层堆置, 也可几个台阶同时进行覆盖式排土, 而保持下一台阶超前一段安全距离。台阶高度暂按 30m, 安全平台宽度 30m, 边坡坡率为 1:1.5, 堆置总高度 80m, 最终边坡角 24° , 为三级排土场。

排土场下游 50m 处设置拦挡坝, 拦挡坝采用土石坝, 顶宽 5m, 坝高 10m, 梯形结构, 内坡 1:1.5, 外坡 1:2。拦挡坝可防止滚石对下游的威胁, 滚石区域设有安全警示标识。

(4) 排土场集水池

排土场设计洪水频率采用 20 年重现期。在排土场周边沿地形设置清污分流水沟, 清水截水沟采用浆砌片石山坡截水沟, 沟宽 0.6m, 沟深 0.6m, 沟底纵坡不小于 0.3%, 拦截山坡上未污染的大气降水, 拦截后的雨水直接排至排土场下游沟谷中。在台阶平台及两侧设置污水排水沟, 平台排水沟采用土质梯形排水沟, 采用水泥毯铺砌, 沟底宽 0.4m, 沟深 0.4m, 坡度 1:1, 沟底纵坡不小于 0.3%, 将堆场内部污染的雨水经两侧排水沟排至下游废水收集设施。

排土场集水池位于西侧排土场下游, 收集汇水面积 12.8hm^2 , 集水池宽长 50m, 宽 33m, 深 4m, 容积 6600m^3 , 排土场集水池为混凝土水池。

排土场集水池收集的雨水经过集水池沉淀后采用清液用泵送至排土场降尘, 排土场集水池设叠片式自吸泵 2 台, 1 用 1 备, $Q=200\text{m}^3/\text{h}$, $H=45\text{m}$, $P=45\text{kW}$, 输水管道采用 DN250 的焊接钢管。

(5) 内外部运输

1) 内部运输

项目内部运输主要包括材料及备品备件从现有仓库至井下采场

的运输、废石的运输，内部运输总量约为 $56.79 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

生产所需材料及产品的内外部运输采用铁路及汽车运输，外部道路利用矿区现有道路，内部运输新建废石联络道路及场地联络道路。项目所需的生产、生活辅助运输设备基本利旧。项目新增配备的内部运输设备见下表。

表 2.4-2 运输设备一览表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备 注
1	自卸汽车	20t	辆	2	3 班
2	前装机	4m ³	台	1	3 班

2) 外部运输

项目外部运输主要包括材料、备品备件运入和矿石运出，外部运输总量 $113.66 \times 10^4 \text{t/a}$ 。其中运入量： $41.66 \times 10^4 \text{t/a}$ ，运出量： $72 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

2.4.4 开采范围

2.4.4.1 开采对象及范围

设计开采对象为龙首矿东采区标高 I 8 行 ~ II 6 行、850m ~ 490m 之间的矿体。

2.4.4.2 开采顺序及首采中段

设计中段高度为 120m，共划分为 730m、610m 和 490m 中段。其中，730m、610m 中段为有轨运输中段，490m 中段为无轨中段。

首采中段为 730m，单中段自上而下回采，首采分段为 830m 分段，上部 850m 中段为首采中段的充填回风中段。生产期 610m 中段和 490m 中段同时回采，每个中段内各分段均自上而下回采。

2.4.5 开拓运输

2.4.5.1 地表监测情况

设计选定 -150mm 的沉降线作为矿山的地表移动监测线（详见总平面布置图），并在关键部位对地表沉降情况进行监测。

2.4.5.2 现有开拓运输系统

矿山现有开拓系统为混合井、辅助斜坡道开拓，目前已经全部建成并投入使用。

混合井双箕斗矿石提升系统目前主要担负东中部矿石提升任务，于 2012 年投产，井筒净直径 $\phi 6.7\text{m}$ ，井口地面标高 1826m，井底标高 750m，井筒深度 1076m，设计提升量为 $132 \times 10^4\text{t/a}$ 。混合井采用钢丝绳罐道，装有两套提升系统。其中矿石提升容器为 7m^3 多绳底卸式箕斗，破碎系统安装在 820m，配置 90KW DYP750 $\times$ 1060mm 低矮型颚式破碎机一台，皮带装载系统安装在 790m，配置有 Y-22-1.25-12063S 型胶带运输机，全长 120m，目前已能够满足 4000t/d 的生产能力。单罐笼带平衡锤多绳提升系统担负深部所有的废石、生产人员和材料、设备等提升任务，于 2008 年投产，罐笼提升系统服务中段为 1826m(井口)、1703m、1220m、1100m、1040m、980m、920m、850m、820m、790m 共 10 个中段，采用 $4.0\text{m} \times 1.45\text{m}$ 双层多绳罐笼，一次可提两辆 2.7m^3 矿车或载人 60 人；各中段井口安装有摇台、安全门、操车系统及视频监控系統。设计提升量 $13.2 \times 10^4\text{t/a}$ ，目前每天平均提车 45 车。

850m 粉矿回收提升系统，现承担井下人员、粉矿、材料等的提升，于 2014 年投产，罐笼采用 $1800\text{mm} \times 1150\text{mm}$ 罐笼，一次可提一辆 0.7m^3 矿车或载人 9 人。

2.4.5.3 新增开拓运输系统

设计充分利用上部开拓系统（即现有混合井+斜坡道开拓），同时，为满足 850m 水平以下深部开采的需要，610m 水平以上采用盲主井+盲副井+采准斜坡道开拓；610m 水平以下因为矿量较少，生产规模较小，推荐采用卡车经主斜坡道进行出矿。主要开拓运输工程如下：

（1）新建盲主井提升系统

新建 1 条盲主井，位于矿山现有混合井东北侧约 200m，担负深

部 $72 \times 10^4 \text{t/a}$ (2182t/d) 矿石的提升任务, 与现有混合井箕斗提升系统接力, 盲主井最大提升能力可达到 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ (3000t/d)。

盲主井井筒净直径为 $\phi 4.5\text{m}$, 井口标高 850m, 井底标高 480m, 井深 370m。

1) 盲主井提升

盲主井提升为塔式布置, 提升机硐室设置在 850m 水平, 主井旁矿仓 (815m ~ 790m) 底部为 790m 现有混合井装矿皮带道水平。盲主井装矿皮带道水平为 530m, 井底及粉矿回收水平为 480m。盲主井最大提升高度为 305m。

盲主井提升系统采用单箕斗配平衡锤提升方式。箕斗几何容积 7m^3 , 自重约 13t, 一次有效提升量为 10.4t。选用 JKM-3 $\times$ 4(Ⅲ)型多绳摩擦式提升机, 交流同步电动机直联拖动。提升机卷筒直径为 3000mm, 导向轮直径为 3000mm。电动机功率为 800kW, 转速 48r/min, 3150V。最大提升速度为 7.54m/s。盲主井采用钢丝绳罐道, 一点装矿、一点卸矿。

盲主井提升系统设有箕斗和平衡锤过卷缓冲装置, 各重要部位设视频监视。提升机硐室内设 32t/5t 桥式起重机供设备安装和检修使用。盲主井提升系统主要参数见下表。

表 2.4-3 盲主井提升系统主要参数

内容	单位	参数
		矿石
提升任务	t/d	3000
卸载标高	m	820
装载标高	m	515
最大提升高度	m	305
矿石体重	t/m^3	2.79
松散系数		1.6

内容	单位	参数
		矿石
矿石松散容重	t/m ³	1.744
提升方式		单箕斗配平衡锤
箕斗几何容积	m ³	7
箕斗自重	kg	13000
一次有效提升量	kg	10400
平衡锤质量	kg	18200
钢丝绳悬挂长度	m	355
钢丝绳终端载荷	kg	23400
提升钢丝绳规格		6 × V28SB-FC
提升钢丝绳数量	根	4
钢丝绳强度等级	MPa	1770
钢丝绳直径	mm	28
钢丝绳单位长度重量	kg/m	3.18
钢丝绳最小破断力	kN	515
钢丝绳钢丝破断拉力总和	kN	606
全部钢丝绳破断拉力总和	kN	4 × 606
钢丝绳安全系数		8.85 > 7
尾绳规格		34(M) × 7
尾绳数量	根	2
尾绳强度等级	MPa	1570
尾绳直径	mm	40
尾绳单位长度重量	kg/m	6.40
尾绳最小破断力	kN	774
尾绳环直径	mm	1800
绳环直径比		45.0
提升机规格		JKM-3 × 4(Ⅲ)
摩擦轮直径	mm	3000
导向轮直径	mm	3000

内容	单位	参数
		矿石
提升机最大静张力	kN	450
提升机最大静张力差	kN	140
提升系统最大静张力	kN	275
提升系统静张力差	kN	52
最大静张力比		1.23<1.5
衬垫单位压力	N/mm ²	1.48
电机型号		交流同步
电机功率	kW	800
电机转速	r/min	48
电机电压	V	3150
最大提升速度	m/s	7.54

2) 盲主井装、卸矿设施

采场矿石通过 730m 和 610m 有轨运输中段运输到深部破碎站上方的矿石溜井，破碎后卸入成品矿仓。在成品矿仓底部安装一台振动放矿机给 530m 装矿胶带输送机喂料，矿石由胶带输送机输送到计重漏斗，装入箕斗提升至 790m 水平以上，通过卸载曲轨卸入盲主井旁的矿石仓。

530m 盲主井箕斗装矿胶带输送机的主要技术参数如下：

胶带宽度 B=1200mm

胶带机长度 L≈60m

胶带机速度 V=1.6m/s

生产能力 Q=800t/h

驱动电机功率 N=45kW

3) 混合井 790m 装矿皮带道改造

延长改造现有混合井 790m 装矿皮带道。盲主井矿石仓内的矿石经振动放矿机卸入延长后的 790m 装矿皮带，再经现有混合井箕斗系

统提升至地表。

延长改造后 790m 装矿胶带输送机的主要技术参数如下：

胶带宽度 $B=1200\text{mm}$

胶带机长度 $L\approx 210\text{m}$

胶带机速度 $V=2\text{m/s}$

生产能力 $Q=1200\text{t/h}$

驱动电机功率 $N=90\text{kW}$

4) 盲主井井底粉矿回收

撒落在盲主井井底 480m 水平的粉矿采用电动装岩机装入 0.7m^3 翻转式矿车。人工推车至盲副井罐笼，再提升至 530m 装矿皮带道上方，将粉矿卸入装矿皮带，随矿石经盲主井箕斗提至 790m 矿石仓。

(2) 新建盲副井提升系统

新建 1 条盲副井，位于新建盲主井附近，担负深部工程废石、人员、部分材料和设备的提升任务，与现有混合井罐笼提升系统接力，同时负责盲主井井底的粉矿回收。盲副井井筒净直径为 $\phi 5.5\text{m}$ ，井口标高 920m，井底标高 435m，井深 485m。

盲副井提升为塔式布置，提升机硐室设置在 920m 水平，服务 850m、790m、730m、610m、570m、530m 和 480m 各水平，850m 水平设马头门及罐笼组装硐室，在 850m、790m、730m、610m、570m、530m、480m 水平设双侧马头门，最大提升高度 370m。

盲副井提升系统采用单罐笼配平衡锤提升方式。罐笼为 $4000\text{mm} \times 1450\text{mm}$ 双层罐笼，自重约 14t，一次可提两辆 2.7m^3 固定式矿车或者 56 人，最大载重 13.6t。平衡锤重 20.8t。选用 JKM-3 $\times$ 4(Ⅲ)型多绳摩擦式提升机，交流同步电动机直联拖动。提升机卷筒直径为 3000mm，导向轮直径为 3000mm。电动机功率为 800kW，转速 48r/min，3150V。最大提升速度为 7.54m/s。盲副井采用钢丝绳罐道。

盲副井提升系统设有罐笼和平衡锤过卷缓冲装置,以保证提升系统的安全运行。提升系统还设有罐笼防坠装置。当罐笼过卷后冲击防撞挡梁导致钢丝绳断绳时,防坠装置可以将罐笼卡住,使罐笼下坠高度不超过 0.5m,保护罐内人员生命安全。

提升机硐室内设 32t/5t 桥式起重机供设备安装和检修使用。提升系统各重要部位设视频监视。盲副井提升系统主要参数见下表。

表 2.4-4 盲副井提升系统主要参数

内容	单位	参数
提升任务		废石、人员、部分材料和设备
提升区间	m	850 ~ 480
最大提升高度	m	370
提升方式		单罐笼配平衡锤
罐笼底板面积	mm	4000 × 1450
罐笼层数		2
罐笼质量	kg	14000
罐笼最大载重	kg	13600
每罐提升人员数量		28 × 2
平衡锤重量	kg	20800
钢丝绳悬挂长度	m	450
提升钢丝绳规格		6 × V28SB-FC
钢丝绳数量	根	4
钢丝绳强度等级	MPa	1770
钢丝绳直径	mm	30
钢丝绳单位长度重量	kg/m	3.65
钢丝绳最小破断力	kN	591
钢丝绳钢丝破断拉力总和	kN	696
全部钢丝绳破断拉力总和	kN	4 × 696
钢丝绳安全系数 (提人)		11.33 > 8
钢丝绳安全系数 (提物)		8.30 > 7.5

内容	单位	参数
尾绳规格		34(M) × 7
尾绳数量	根	2
尾绳强度等级	MPa	1570
尾绳直径	mm	43
尾绳单位长度重量	kg/m	7.40
尾绳最小破断力	kN	894
尾绳环直径	mm	1700
绳环直径比		39.5
提升机规格		JKM-3 × 4(Ⅲ)
摩擦轮直径	mm	3000
导向轮直径	mm	3000
提升机最大静张力	kN	450
提升机最大静张力差	kN	140
提升系统最大静张力	kN	336
提升系统静张力差	kN	67
最大静张力比		1.25<1.5
衬垫单位压力	N/mm ²	1.68
电机型号		交流同步
电机功率	kW	800
电机转速	r/min	48
电机电压	V	3150
最大提升速度	m/s	7.54

(3) 坑内溜破系统

深部工程在 570m 水平新建坑内破碎站。采场的出矿块度 ≤ 400mm，破碎后的矿石块度控制在 260mm 内。

深部破碎站选用 1 台 CJ412 型颚式破碎机，由 1 台振动放矿机给料，对应 1 个矿石主溜井。振动放矿机采用变频调速控制和调节给料量，使其适应破碎机的处理能力。破碎站内设 1 台 16t/5t 桥式起重机，用于设备的安装和检修。

CJ412 型颚式破碎机的主要技术参数为：

进料口尺寸	830mm × 1200mm
排料口调整范围	75mm ~ 275mm
设定排料口尺寸	150mm
处理能力	~ 340t/h
电动机功率	132kW

(4) 采准斜坡道

在上盘新建 1 条采准斜坡道，从东采区现有斜坡道向下延伸，与 850m 水平以下各个分段连通，作为深部开采的人员、材料、无轨设备出入通道。采准斜坡道正常段坡度为 12.5%，弯道段坡度为 10%，斜坡道内留有人行道，正常段净断面尺寸为 4.7m × 4.2m（宽 × 高），弯道段净断面尺寸为 5.2m × 4.2m（宽 × 高），断面采用直墙加半圆拱的形式。基建期掘进至 730m 中段，长度约 1730m，后期随着生产推进，将采准斜坡道延伸至 490m 中段。采准斜坡道与各生产中段、分段连通，在通往各中段、分段的交叉口处设长度为 20m、纵向坡度为 3%的缓坡段，可以满足错车要求。

(5) 盲回风井

在东采区东侧下盘新建 1 条盲回风井。新建盲回风井井筒净直径 ϕ 5.0m，井口标高 850m，井底标高 490m，井深 360m，在各中段、分段水平均设置单侧马头门，作为深部开采的主要回风通道。

(6) 盲进风井

在东采区西侧上盘新建 1 条盲进风井。新建盲回风井井筒净直径 ϕ 4.0m，井口标高 850m，井底标高 490m，井深 360m，在各中段、分段水平均设置单侧马头门，井筒内设梯子间，作为深部开采的主要进风通道、管路敷设通道和安全出口。

2.4.5.4 坑内运输

设计坑内矿、废石运输采用有轨运输方式。基建期 730m 为有轨

运输中段，运输能力：矿石 2500t/d、废石 500t/d。后续生产期 610m 为有轨运输中段。

730m 有轨中段的矿石运输采用 14t 电机车双机牵引 14 辆 4m³侧卸式矿车，同时运行 2 列车。废石运输采用 10t 电机车单机牵引 8 辆 2.7m³固定式矿车，同时运行 1 列车。运输线路铺轨采用 38kg/m 钢轨，轨距 762mm，折返车场。每个溜井下安装 1 台振动放矿机给矿车装矿。矿石列车通过卸载曲轨自动卸载，730m 中段设 1 个矿石单侧曲轨侧卸式卸载站。废石列车运输至盲副井车场后，矿车进入盲副井罐笼提升。

850m 有轨中段为废石转运中段。深部工程的废石经盲副井提升至 850m 水平，再转运至现有混合井罐笼系统提升至地表。850m 中段的废石转运采用 10t 电机车单机牵引 8 辆 2.7m³固定式矿车，同时运行 1 列车，将废石从 850m 盲副井车场运输至混合井罐笼车场，再通过混合井提升至地表。

730m 有轨运输中段矿石主运输采用电机车无人驾驶运输。坑内运输主要参数见下表。

表 2.4-5 坑内运输主要参数表

项目	单位	730m 有轨中段		850m 转运中段
运输量		矿石	废石	废石
	t/d	2500	500	500
单程运输距离	m	950	950	300
运输方式		双机牵引	单机牵引	单机牵引
运输车辆		侧卸式矿车	固定式矿车	固定式矿车
牵引机车		14t 电机车	10t 电机车	10t 电机车
松散容重	t/m ³	1.744	1.688	1.688
矿车容积	m ³	4	2.7	2.7
矿车重量	kg	3230	2100	2100
装满系数		0.85	0.85	0.85
矿车有效载重	kg	5929	3874	3874

一列车矿车数量		14	8	8
一列车有效载重	t	83.01	30.99	30.99
列车平均运行速度	m/s	2.5	2.5	2.5
运行时间	s	760	760	240
装车时间	s	840	480	480
卸车时间	s	215		
调车时间	s		360	360
意外耽搁时间	s	180	180	180
调度等停时间	s	180	180	180
循环时间	s	2175	1960	1440
单列车小时运输量	t/h	137.4	56.9	77.5
运输不均衡系数		1.2	1.2	1.2
单列车小时运输能力	t/h	114.5	47.4	64.6
选择列车数量	列	2	1	1
电机车功率	kW	2 × 52	2 × 30	2 × 30
每天完成任务时间	h	10.9	10.5	7.7

后期回采 490m 中段时，采用 25t 坑内卡车运输矿石和废石。延伸斜坡道至 490m 中段，斜坡道正常段坡度为 10%，弯道段坡度为 5%，巷道内留有人行道，正常段净断面（宽 × 高）尺寸为 4.7m × 4.2m，弯道段净断面（宽 × 高）尺寸为 5.2m × 4.2m，断面采用直墙加半圆拱的形式。斜坡道在通往分段的交叉口处设长度为 20m、纵向坡度为 3% 的缓坡段。

490m 中段采出的矿、废石经采区矿、废石溜井下放至无轨运输中段，利用 25t 矿用卡车经主斜坡道运至 610m 中段，经矿、废石溜井下放至 610m 有轨运输水平后，矿石运输至盲主井卸载站，废石运输至盲副井。

盲副井 480m 马头门通过中段联络道与 490m 中段连通，作为 490m 中段部分人员、材料和设备的运输通道。

2.4.5.5 井巷工程支护

龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程涉及的井巷工程，主要有竖井、溜破系统及斜坡道等新建工程；新建工程与既有提升系统在 790m 水平实现接续将矿石提升至地表。

(1) 竖井工程

深部工程涉及的竖井工程有盲副井、盲主井、盲进回风井等新建工程，各竖井的主要信息见下表。

表 2.4-6 竖井工程一览表

序号	名 称	井筒装备	井口标高(m)	井底标高 (m)	井筒深度 (m)	备注
1	盲主井 ϕ 4.5m	单箕斗	850	480	370	矿仓底部 790m
2	盲副井 ϕ 5.5m	罐笼、梯子间	920	435	485	最低服务 480m 水平
3	盲回风井 ϕ 5.0m		850	490	360	
4	盲进风井 ϕ 4.0m	梯子间	850	490	360	安全出口

盲主井净直径 ϕ 4.5m，设计采用锚网喷+钢筋混凝土支护，总厚度 500mm。上部提升机采用塔式布置，提升机硐室底板标高 850m，盲井卸载矿仓底部标高 790m；790m 水平设马头门及箕斗组装硐室，在 610m、570m 水平设单侧马头门、530m 水平设箕斗装矿硐室；井底 480m 设粉矿回收马头门。

盲副井净直径 ϕ 5.5m，采用锚网喷+钢筋混凝土支护，总厚度 600mm。上部提升机采用塔式布置，提升机硐室底板标高 920m，850m 水平设马头门及罐笼组装硐室，在 850m、790m、730m、610m、570m、530m、480m 水平设双侧马头门。

盲回风井净直径 ϕ 5.0m；在 850m ~ 490m 采矿分段和中段设置单侧马头门，分段高度 20m，共计 19 个；井筒采用锚网喷+钢筋混凝土支护，总厚度 550mm。

盲进风井净直径 $\phi 4.0\text{m}$ ，设梯子间；在 850m ~ 490m 采矿分段和中段设置单侧马头门，分段高度 20m，共计 19 个；井筒采用锚网喷+钢筋混凝土支护，总厚度 450mm。

（2）溜破系统

设计在 730m 至 530m 水平之间新建一套溜破系统，包括卸载站、溜井、转载站、原矿仓、破碎站、成品矿仓、皮带道等工程。

在 730m 水平，新建 1 个 4m^3 侧卸式矿石卸载站；在 610m 水平，新建 1 个 4m^3 侧卸式矿石转载卸载站；破碎站位于 570m 水平，装矿皮带道位于 530m 水平。

破碎硐室采用 100mm 锚（索）网喷+500mm 钢筋混凝土支护，矿仓采用 100mm 锚网喷+400mm 钢筋混凝土+内衬板（NM400）加固；溜井全深采用 400mm 钢筋砼+内衬衬板加固；卸载站硐室采用锚喷网+钢筋混凝土支护，基础采用钢筋混凝土支护，矿石冲击和磨损部位采用衬板加固。

（3）硐室与平巷支护

盲井提升机等大硐室采用锚网喷+锚索+钢筋混凝土复合支护，一般硐室采用锚网喷+钢筋混凝土支护，巷道采用双层锚网喷支护；巷道交叉点区域，采用锚网喷+锚索支护，对于岩石稳定性较差的部分巷道，可根据情况局部采用锚网喷+钢筋混凝土支护（或型钢拱架混凝土支护），预计支护率 35%。针对破碎复杂区域的巷道硐室，根据现场围岩揭露及变形情况，增加锚注支护，提升围岩自身承载力。大断面硐室根据开挖围岩情况，增加锚索支护。

2.4.5.6 辅助设施

（1）爆破材料设施

目前在 1040m 水平已设有坑内爆破器材库，主要贮存掘进和回采的炸药和起爆器材，850m 水平以下接替工程继续使用该爆破器材库。

（2）坑内无轨设备维修硐室

在 830m 分段沿脉巷道设置 1 个无轨设备维修硐室，主要用于铲运机等无轨设备的一般性维修和保养，无轨设备的大、中修在地面机修厂进行。

（3）坑内电机车维修硐室

在 730m 有轨集中运输水平设 1 个坑内电机车维修硐室，担负井下有轨运输设备的日常维修工作。每个维修硐室内配备砂轮机、台式钻床、千斤顶、电焊机、等离子切割机等一套常用的维修设备和工具。

后续生产期在 610m 有轨中段设一个坑内有轨设备维修硐室。

（4）避险硐室

前期在 730m 中段，后期在 610m 中段靠近采准斜坡道联络巷位置布置一个 50 人的防火型避灾硐室，避灾硐室布置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集中的地方。矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统以及监测监控系统接入避灾硐室内。

（5）其他硐室工程

其他硐室工程包括牵引变电所、采区变电所、材料硐室、食堂硐室、休息硐室、油库硐室等。

2.4.6 采矿工艺

2.4.6.1 采矿方法

设计采矿方法沿用现有的下向六角形进路胶结充填采矿法。

2.4.6.2 回采工艺

（1）盘区布置及结构参数

设计将矿体划分为盘区，以盘区为回采单元组织生产，盘区沿走向布置，长度为 100m，宽为矿体厚度。盘区内布置若干出矿进路，进路沿走向布置。中段高度 120m，分段高度 20m。盘区间不留间柱。采场分层高度 2.5m，每条分段巷道承担 8 个分层的回采工作。回采进

路为六边形，断面尺寸为高 5m，中间宽 6m，上下顶底宽 4m。

（2）采准切割

采准切割工程主要有脉外分段巷道、分层联络道、矿废石溜井、溜井联络道和矿体内的分层道等。

分段巷道布置在上盘脉外，溜井布置在上盘脉外，沿走向方向间距约 100m。分段巷道之间通过采准斜坡道连通，从分段巷道掘分层联络道通向矿体。在采场内随着逐渐向下回采顺路架设充填回风天井，天井内设梯子间，作为采场的一个安全出口。

（3）回采作业

盘区内各采矿工序分别在几个进路内平行作业，进路之间的回采顺序为间隔回采。

凿岩采用 Boomer282 双臂凿岩台车，炮孔水平布置，炮孔直径 $\Phi 42\text{mm}$ ，炮孔深度 3.2m，炮孔网度 $0.8\text{m} \times 1.0\text{m}$ 。炸药采用 2#岩石乳化炸药，装药车装药，数码电子雷管起爆，爆破后需加强通风，以尽快排出爆破炮烟。出矿采用 6m^3 柴油铲运机出矿，采场矿、废石由铲运机直接运到各分段的脉外矿、废石溜井。

（4）采场通风

采场所需新鲜风流由各中段经中段进风井和采准斜坡道进入分段平巷，通过分层联络道进入采场。污风冲刷回采工作面之后，通过采场内的充填回风天井排至上部充填回风水平，爆破后需采用局扇加强通风。

（5）采场充填

每条进路回采结束后，随即在进路入口处安设挡墙，封闭充填分层，充填管通过充填回风天井下到充填进路进行充填，进路均采用灰砂比 1: 4（水泥：棒磨砂：废石=1:3:1）胶结充填，充填料浆浓度为 78%~82%。为确保采场人员的作业安全，在充填进路的底板铺设钢

筋加金属网和联系钢筋，并与上部充填体连接为一个整体。

主要技术经济指标：

盘区生产能力	350t/d；
采切比	776m ³ /10 ⁴ t；
矿石损失率	7%；
矿石贫化率	7%。

2.4.6.3 设备选型

(1) 回采凿岩设备

设计回采凿岩选用 4 台 Boomer282 双臂凿岩台车。

(2) 出矿设备

设计回采出矿选用 5 台 6m³ 柴油铲运机，载重为 14t。

(3) 掘进设备

设计用于开拓、探矿、采准、切割等工作的掘进凿岩主要采用 2 台 Boomer282 双臂凿岩台车，掘进装运采用 2 台 2m³ 柴油铲运机，用于巷道的掘进出渣。

(4) 其他设备

选用 1 台 BCJ-2000 型或其他性能相当的井下混装乳化炸药车，专用于井下混制纯乳化炸药，向炮孔装填乳化炸药。

选用 1 台 DS311 型或其他性能相当的锚杆台车，用于井巷及采场锚杆支护。

选用 1 台 DS421 型或其他性能相当的锚索台车，用于井巷及采场锚索支护。

选用 5 台多功能服务车和 5 台无轨人车，作为井下人员、材料、燃料等运输使用。

2.4.6.4 采矿技术经济指标

表 2.4-7 采矿主要技术经济指标表

序号	项目	单位	数量	备注
1	地质资源量	10 ⁴ t	1831	
	Ni 品位	%	1.141	
	Cu 品位	%	0.667	
2	设计开采利用资源量	10 ⁴ t	1704	
	Ni 品位	%	1.145	
	Cu 品位	%	0.667	
3	设计采出矿量	10 ⁴ t	1704	
	Ni 品位	%	1.065	
	Cu 品位	%	0.620	
4	生产规模	10 ⁴ t	72	
		t/d	2182	
5	服务年限	a	27	不含基建期 10 年
6	采矿方法	下向六角形进路胶结充填采矿法		
	盘区生产能力	t/d	350	
	作业盘区数	个	7	后期会减少
	矿石损失率	%	7	
	矿石贫化率	%	7	
7	全矿万吨采掘比	m ³ /10 ⁴ t	907	
	其中：采切比	m ³ /10 ⁴ t	776	
	开拓探矿比	m ³ /10 ⁴ t	131	

2.4.6.5 充填系统

设计采矿方法与上部一致，均为下向六角形进路胶结充填采矿法，开采规模为 $72 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

矿山东部充填站 2004 年 7 月 20 日建成投产，根据矿山生产作业计划，后期将新建充填搅拌站，替代现有东部充填站，同时可以为 850m 水平以下接替工程服务，因此，设计将其作为利旧工程考虑。

(1) 充填材料

设计选择棒磨砂和破碎后的废石作为充填骨料，胶凝材料选择

425# 普通硅酸盐水泥。项目生产后期，金昌地区棒磨砂供应量减少，可采用河沙代替棒磨砂，与破碎后的废石共同作为充填骨料。经可研计算，日平均充填采空区体积 $782\text{m}^3/\text{d}$ ，日平均充填料浆需用量 $944\text{m}^3/\text{d}$ ，年平均充填料浆需用量为 $311520\text{m}^3/\text{a}$ 。

(2) 充填灰砂比、浓度及单耗用量

设计沿用上部矿体充填参数，进路充填料浆的灰砂比为 1:4，充填料浆浓度为 78% ~ 82%，进路充填体的强度要求大于 5MPa。

充填材料单耗及用量见下表。

表 2.4-8 充填材料单耗及用量计算表

材料	每 m^3 料浆单耗	每 t 矿石单耗	平均日耗	年耗
水泥 (t)	0.311	0.111	242	79860
棒磨砂 (t)	0.931	0.334	729	240570
废石 (t)	0.311	0.112	244	80520
水 (t)	0.438	0.157	343	113190

(3) 充填设施、充填料制备及充填料输送

充填设施主要包括地面充填制备站、充填钻孔和输送管路等设施。充填料浆经过地面充填制备站制备成充填料浆后，经充填钻孔、充填钻孔联络道、中段、采场充填井充入回采进路内实施充填。

本项目投产后，继续利旧龙首矿现有的东部充填站，地表不新增充填设施，矿山现有充填管路已敷设至 1040m 水平，设计仅在基建期增加 920m ~ 850m 充填钻孔，生产期 610m 中段和 490m 中段投产后新增充填钻孔，充填料浆通过上部已有充填钻孔和新增深部充填钻孔接力输送至各充填水平。

充填料浆在地表充填搅拌站制备后从地表充填钻孔自流输送至待充采区。充填管线从充填搅拌站至各中段的布置的管线见下表。

表 2.4-9 充填管线表

序号	充填水平	输送距离 (m)	高差 (m)	倍线
1	850m	2435	650	2.9
2	730m	2555	700	2.6
3	610m	2675	750	2.5
4	490m	2795	800	2.3

根据上表可知，接替工程的充填倍线在 2.3 ~ 2.9。

设计每隔 2 个或 3 个分段增加一个充填副中段，便于人员进入检查。

(4) 充填泄水、泥砂排放

充填泄水、泥砂从采场排出后，先排入分段巷道或中段平巷内的沉淀池，将较粗的泥砂沉淀，清水及细泥通过泄水管排入 480m 水泵房中，最后通过排水及排泥设施排出地表。

(5) 坑内充填工区及通讯

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

2.4.7 通风系统

2.4.7.1 通风方式及线路

设计 850m 水平以下接替工程主要采用已有混合井、盲副井、新建 850m ~ 490m 盲进风井、采准斜坡道进风，新建 850m ~ 490m 盲回风井、现有 1220m ~ 850m 盲回风井、37 行回风井接力回风的通风方式。

部分新鲜风流经现有混合井进入井下，经中段石门巷道、盲进风井到达各分段，然后经分层联络道进入各个采场。

部分新鲜风流经采准斜坡道到达各分段,然后经分层联络道进入各个采场。

新鲜风流冲洗采场工作面后,污风经各盘区预留的充填回风小井回至各中段对应的充填回风中段,经新建 850m ~ 490m 盲回风井、现有 1220m ~ 850m 盲回风井、37 行回风井回到地表。

卸载站、破碎硐室、装矿皮带道和粉矿回收道的新鲜风流由现有混合井、盲副井进入,冲洗工作面后,污风由回风天井排至 850m 水平,经回风联络道、现有 1220m ~ 850m 盲回风井、37 行回风井回到地表。

2.4.7.2 需风量

根据可研,850m 水平以下接替工程需风量为 $150\text{m}^3/\text{s}$,同时考虑东采区上部系统和西一采区的生产需风量为 $210\text{m}^3/\text{s}$,因此,总需风量为 $360\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.4.7.3 通风设备

设计继续沿用 37 行回风井井口的 2 台 DK-10-No35 型对旋轴流风机,装机总功率 2840kW,变频调速控制,总风量 $375.2\text{m}^3/\text{s}$,总风压 3082Pa。

在 850m 马头门新设 2 台 FKZNo21/200 高效轴流通风机,两台风机并联,单台风机装机功率 200kW,变频调速控制。

2.4.7.4 局部通风

设计选用 JK55-2No4.5 型 (11kW) 局扇 20 台,其中 15 台工作,5 台备用。选用 JK40-1-No7 型 (15kW) 9 台,其中 7 台工作,2 台备用。主要用于采场工作面、掘进工作面(包括开拓、采准、切割)等。

2.4.7.5 通风构筑物及通风管理

设计在回风中段进风井联络道、生产分段回风天井联络道等部位架设风门和调节风门,保证生产期间各个需风点合理的风流分配。

在矿石卸矿站及其它粉尘多的地方采用喷雾洒水来降尘。

矿山配备专人管理通风,随着生产的发展及时调整、增加通风构筑物,定期检测通风质量,保证通风效果。对于废弃巷道应及时封闭,减少矿井漏风。在生产中要经常进行风流效果的检测和测定,发现问题及时解决,保证矿井的通风系统良好。

2.4.8 矿山供配电设施

2.4.8.1 供电电源

设计拟对地表 1826m 水平现有混合井 56# 6kV 变电所进行改造,改造后的 56#变电所 6kV 两段母线作为 850m 水平以下接替工程供电电源。

2.4.8.2 用电负荷

设计井下排水、盲副井提升机、必要的井下疏散照明为一级负荷。新增用电负荷见下表。

表 2.4-10 新增用电负荷表

序号	受电设备名称	设备台数		设备功率(kW)		计算负荷			年耗电量 10 ⁴ kWh
		总的	工作的	总的	工作的	有功 kW	无功 kvar	视在 kVA	
1	850m 采区变电所	32	31	701.5	700.8	359.8	109.8		
2	850m 马头门盲回风井变电所	1	1	420	420	363.9	174.1		
3	盲主井提升机房变电所	4	4	974.5	974.5	638.6	342.2		
4	盲副井提升机房变电所	11	4	1263	1004	622.8	343.3		
5	730m 采区及牵引变电所	40	35	1485.4	1447.9	760.1	297.6		
6	850m 水泵房 6kV 配电站(新建)	6	2	2195	745	597.1	293		
7	570m 破碎变电所	11	10	444	429	289.8	111.8		
8	480m 水泵房变电所	7	3	1010	420	295.9	181.5		
9	混合井 790m 装矿皮带道改造	1	1	93	93	64.3	53.5		
10	智能生产管控中心	8	8	355	355	224.5	58.9		

	合计	121	990	8941.4	6589.1	4216.9	1965.8	4652.5	1521.1
--	----	-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2.4.8.3 配电电压

坑内高压配电电压采用 6kV，井下低压配电系统为不接地的 380V，采区照明为 AC36V，照明电压为 AC220V，牵引网络电压为 DC550V。

2.4.8.4 供配电系统

根据用电负荷的分布，设计拟建如下配电站及变电所：

- (1) 850m 采区变电所
- (2) 850m 马头门盲回风井变电所
- (3) 盲主井提升机房变电所
- (4) 盲副井提升机房变电所
- (5) 850m 水泵房 6kV 配电站
- (6) 730m 采区及牵引变电所
- (7) 570m 破碎变电所
- (8) 480m 水泵房变电所

同时对现有混合井 790m 装矿皮带道配电设施进行改造以满足工艺设备调整后的用电需求。

850m 水泵房 6kV 配电站、盲副井提升机变电所的 6kV 母线均采用单母线分段接线，正常采用分段运行方式。其两回路 6kV 电源线路沿新建的电缆钻孔，分别引自地表 1826m 水平 56#变电所的 6kV 两段母线。

由 850m 水泵房 6kV 配电站的 6kV 两段母线分别向 850m 采区变电所、盲主井提升机变电所、730m 采区及牵引变电所、570m 破碎变电所、480m 水泵房变电所、850m 马头门盲回风井变电所放射式供电，均为两回路 6kV 电源线路。480m 水泵房变电所、盲主井提升机房变电所的 6kV 母线采用单母线分段接线，正常采用分段运行方式。850m

马头门盲回风井变电所、850m 采区变电所、730m 采区及牵引变电所的 6kV 母线采用单母线不分段接线。

在智能生产管控中心外设置一座箱式变电站，内设环网柜、配电变压器、低压开关柜，其一路 6kV 电源引自附近 6kV 配电站。在智能生产管控中心配电室内设置低压开关柜，一路低压电源引自室外箱式变电站，另外再自附近变电所低压配电室引一回路低压消防应急电源。

2.4.8.5 主要电气设备选型

- (1) 矿用干式变压器：KKSG 系列；
- (2) 6kV 矿用一般型开关柜：GKG-6（KGS1-12 改）系列，智能型，真空断路器配弹簧操作机构；
- (3) 矿用低压配电屏：GKD-380 系列；
- (4) 矿用动力配电箱：XL-21（改）系列；
- (5) 直流蓄电池屏：智能模块，全封闭免维护蓄电池；
- (6) 高压干式调压软起动装置：RYZQ/6 系列；
- (7) 干式变压器：SCB18 系列；
- (8) 低压配电屏：固定分隔 GCK 系列；
- (9) 高压干式调压软起动装置：RYZQ-D/380V 系列。

2.4.8.6 电力拖动及控制

(1) 盲主井、盲副井提升机

盲主井、盲副井提升机均采用低速直联交流电动机驱动，传动系统均采用中压交-直-交变频调速装置，控制方式可采用矢量控制或直接转矩控制（DTC）。

(2) 大电机起动方式选择

井下 850m 水泵房的排水泵（710kW）采用高压干式调压软起动装置，以减少对电网电压的冲击。

井下 480m 水泵房的排水泵（280kW）采用低压干式调压软起动装置，以减少对电网电压的冲击。

井下 850m 马头门盲回风井的通风机（ $2 \times 200\text{kW}$ ）采用变频器驱动，减少起动时对电网的冲击及满足风量调节的需要。

（3）控制

对多台设备需要进行程序控制的采用 PLC 控制和手动控制两种方式，如井下装矿、破碎、排水及排泥系统。其他设备均采用现场手动控制。井下有轨运输采用无人驾驶电机车系统。

2.4.8.7 谐波处理机功率因数的改善

在 850m 马头门盲回风井变电所低压母线上装设有源谐波处理装置，以抑制谐波的产生。

为提高供电系统功率因数，采用逐级补偿方式，在变电所 380V 侧设置电容器补偿装置。

2.4.8.8 接地

（1）井下低压供电采用 IT 接地系统，在变电所低压母线及采区动力配电箱皆装有检漏装置，当系统绝缘降低或接地时，发出报警信号或作用于跳闸，保证人身安全。

（2）井下供电采用完善接地网络，当一相接地时，接触电压、跨步电压不超过 40V。

（3）电力设备过电压保护及接地电阻要求均按规定进行装设。井下为不接地系统其保护接地电阻小于 2Ω 。

2.4.9 防排水与防灭火系统

2.4.9.1 防排水系统

依据《可研报告》可知，850m 水平以下接替工程正常排水量为 $650\text{m}^3/\text{d}$ ，最大排水量为 $2450\text{m}^3/\text{d}$ 。

设计改造 850m 现有水泵房并新建 480m 水泵房，各中段回采时，

井下涌水和生产回水均通过新建泄水钻孔下放至 480m 水泵房，480m 水泵房同时兼顾粉矿回收水平的排水，480m 水泵房与改造后的 850m 水泵房接力将水排至地表。

(1) 改造 850m 水泵房

现有 850m 水泵房设有 4 台 MD155-67×9 型多级离心泵，与 1220m 水泵房接力排水。因 1220m 泵房围岩条件较差维护困难，对 850m 水泵房进行改造，更换新的水泵，将水直接从 850m 排至地表。为了尽可能减少对现有排水系统的影响，设计按逐台替换的方式进行改造。先改造其中 1 台并形成新的排水能力后，再逐步改造其他各台。

改造后 850m 水泵房设 4 台 MD150-100×10 型多级离心泵。单台水泵的流量 $Q=150\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=985\text{m}$ ，电机功率 710kW，6kV。850m 泵房通过 2 条 $\Phi 219\text{mm} \times 13\text{mm}$ 新建排水钻孔将水排至地表。

850m 水泵房采用自动排水，远程控制。

(2) 480m 水泵房

在盲主井井底粉矿回收水平 480m 设水泵房，将水接力排至改造后的 850m 水泵房。480m 水泵房的排水能力兼顾后续生产期中段。480m 水泵房采用自动排水，远程控制。

480m 水泵房设 3 台 MD150-100×4 型多级离心水泵。单台水泵的流量 $Q=150\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=394\text{m}$ ，电机功率 280kW。设 2 根 $\phi 219\text{mm} \times 8\text{mm}$ 无缝钢管作为排水管，沿排水钻孔敷设至 850m 水平，再沿巷道敷设至 850m 泵房水仓。

正常排水时，1 台水泵工作 4.3h 可以完成一天的排水任务，对应 1 根排水管，其余水泵备用或检修；最大排水时，1 台水泵工作 16.3h 可以完成一天的排水任务，对应 1 根排水管。

480m 水泵房采用自动排水，远程控制。

(3) 井底排水

在盲副井井底设井底水窝排水，将水排至 480m 水泵房。设 SQ35-50 型排沙潜水泵 2 台，单台泵流量 $Q=35\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=50\text{m}$ ，功率 15kW，1 用 1 备。

(4) 坑内排泥

在 480m 水泵房水仓附近设排泥硐室，硐室内设清仓机 1 套。在水仓前设置沉淀池，沉淀池和水仓内积泥由清仓机定期压滤制成滤饼后，用矿车运至空区回填或者提升至地表。

2.4.9.2 防灭火系统

(1) 新增采准斜坡道设置消火栓，设置间距不大于 100m，每个消火栓应配有水枪和水带，水带的长度应满足消火栓设置间距内的消防要求。

(2) 井下分段巷道关键部位、变电所、油库、材料库、排班硐室、井下风机房、井口信号房等均采用非可燃性材料建筑，室内（外）应有醒目的防火标志和防火注意事项，并配备干粉灭火器及其它灭火器材。

(3) 根据井下生产情况，在重点部位如柴油设备工作较多的部位等设井下消防水管系统。

(4) 每台无轨自行设备（包括井下铲运机、凿岩台车、卡车、材料车、人车等，不论是柴油驱动还是电动）均需配备灭火装置。

(5) 井下各种油类，应单独存放于油库内。装油的铁桶应有严密的封盖。应采用输油泵或唧筒输油，尽量减少漏油。油库硐室应有独立回风道，硐室应安全坚固，照明度好，其中动力油储量不得超过三昼夜的需用量，硐室内应配有专线通讯和报警系统，必须有专人管理，在库内作业应严格遵守本岗位的安全操作和防火灭火规定，硐室设防火门及明显的严禁烟火的标志。

(6) 矿山应规定专门的火灾信号，并应做到井下发生火灾时，

能通知工作地点所有人员及时撤离危险区。安装在井口及井下人员集中地点的信号，应声光兼备。

2.4.10 排土场

龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程，基建期废石量为 $92.86 \times 10^4 \text{t}$ ，正常生产期间需要出坑的废石量约 388t/d ，废石由现有混合井提升到地表，通过窄轨运至翻笼翻倒，再通过汽车运至排土场堆存。设计新建 1 个西侧排土场，位于龙首矿混合井西北侧的山谷内，容积 $130 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可堆存服务期内需堆存的全部废石量，距离混合井 300m，周边没有村庄，与其它工业场地之间的安全防护间距满足《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）的要求。

排土形式采用覆盖式多台阶排土。按台阶高度的水平分层由下而上，逐层堆置，也可几个台阶同时进行覆盖式排土，而保持下一台阶超前一段安全距离。台阶高度暂按 30m，安全平台宽度 30m，边坡坡率为 1:1.5，堆置总高度 80m，最终边坡角 24° ，为三级排土场。

排土场下游 50m 处设置拦挡坝，拦挡坝采用土石坝，顶宽 5m，坝高 10m，梯形结构，内坡 1:1.5，外坡 1:2。拦挡坝可防止滚石对下游的威胁，滚石区域设有安全警示标识。

新建西侧废石联络道路起点为龙首矿混合井工业场地处，终点为西侧排土场下游拦挡坝处，道路全长 1500m，道路宽度 7m，采用碎石路面铺砌。道路起点标高 1826m，终点标高 1775m，道路最大纵坡 8%，最小圆曲线半径 15m。

（2）排土场集水池

排土场设计洪水频率采用 20 年重现期。在排土场周边沿地形设置清污分流水沟，清水截水沟采用浆砌片石山坡截水沟，沟宽 0.6m，沟深 0.6m，沟底纵坡不小于 0.3%，拦截山坡上未污染的大气降水，拦截后的雨水直接排至排土场下游沟谷中。在台阶平台及两侧设置污

水排水沟，平台排水沟采用土质梯形排水沟，采用水泥毯铺砌，沟底宽 0.4m，沟深 0.4m，坡度 1:1，沟底纵坡不小于 0.3%，将堆场内部污染的雨水经两侧排水沟排至下游废水收集设施。

设计设置 1 个排土场集水池，位于西侧排土场下游，收集汇水面积 12.8hm²，集水池宽长 50m，宽 33m，深 4m，容积 6600m³，排土场集水池为混凝土水池。

排土场集水池收集的雨水经过集水池沉淀后采用清液用泵送至排土场降尘，排土场集水池设叠片式自吸泵 2 台，1 用 1 备，Q=200m³/h，H=45m，P=45kW，输水管道采用 DN250 的焊接钢管。

2.4.11 矿山专项安全保障系统

龙首矿目前已建设一套“六大系统”，总调度室已配置六大系统管控平台、核心交换机、各系统服务器、语音网关等软硬件，后期将延伸至 850m 水平以下接替工程各生产区域。

2.4.11.1 矿山监测监控系统

设计地下矿山监测监控系统利用原有系统，并进行扩容，实现对井下关键位置风压、风速、风机开停、有毒有害气体的监测监控和报警。

(1) 视频监控

依托于井下光环网系统基础上运行的视频显示终端及服务器，操作终端设置在智能生产管控中心内。在关键硐室、生产岗位、采掘中段设置 IP 网络摄像机进行视频采集，通过环网光纤链路连接到工业以太网交换机，上传到地表智能生产管控中心，并接入现有的视频监控后台中进行统一管理。

设计拟在 850m 水平以下各中段马头门、斜坡道联络道硐室、有轨运输中段岔路口及卸载站、避灾硐室等安装摄像机观察采区工作情况。通过井下综合网络传输平台将视频信号送至现有视频监控平台，

视频系统使地表管控调度人员能够通过视频画面实时的观察井下各关键场所的主要设备和人员的工作状况，及时发现问题，快速进行处理。视频监控平台处须预留接口，用于接入上级监管平台。

本系统传输线路采用矿用光缆传输，以保证图像信号质量。为减少坑内湿气、粉尘对摄像机的腐蚀，前端摄像机防护罩防护等级需达到 IP66 以上，并有矿用相关认证。

（2）环境监测

设计井下环境监测系统沿用现有配置的统一型号的传感器以及通讯协议接入统一的环境监测服务后台一并管理。

在井下各分段和中段巷道靠近采场入口处设 CO 检测回路和 NO₂ 检测回路，监测 CO 和 NO₂ 浓度。主要设置地点：850m 水平沿脉回风巷、盲回风井马头门、850m 水平石门、730m 水平及斜坡道联络巷、830m 分段采场进风道、掘进工作面、斜坡道掘进工作面、730m 避灾硐室。

在 850m 水平沿脉回风巷、盲回风井石门、730m 中段巷道、730m 水平斜坡道联络巷、830m 分段巷道、730m 避灾硐室分别设置风速检测回路。

盲回风井风机房设风压检测回路和风机开停检测回路。

在坑内无轨设备维修硐室、破碎站、水泵房等位置设置温度检测回路和烟雾检测回路。

在独头掘进巷道、采场入口处需要设置便携式有毒有害气体报警器，以便人员进入独头掘进巷道，采掘工作面或通风不良的采场时携带使用。

2.4.11.2 井下人员定位系统

设计在龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程扩建新增人员定位基站，接入龙首矿现有的人员定位系统，提升人员安全防护。

井下定位系统采用 UWB 的方式，为下井人员实现精确定位，在 850m 水平以下各中段马头门、井下巷道、斜坡道及关键硐室设置综合基站，下井人员配带无线定位标示卡，定位数据通过井下网络传输至地表的人员定位管理平台，构成了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，保障人员安全。人员定位平台处须预留接口，用于接入上级监管平台。

2.4.11.3 紧急避险系统

前期在 730m 中段，后期在 610m 中段靠近采准斜坡道联络巷位置布置一个 50 人的防火型避灾硐室，避灾硐室布置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集中的地方。矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统以及监测监控系统接入避灾硐室内。

2.4.11.4 压风自救系统

设计沿用已有的压风设施。东采区现有压风管路已经自地表风水钻孔和 4 行盲副井附近的 1220m ~ 850m 风水钻孔敷设至 850m 水平。设计延伸现有压风管路，经钻孔、各中段进风井送往各生产分段。接替工程压缩空气主管路规格选用 $\phi 273\text{mm} \times 7\text{mm}$ 无缝钢管。

压风自救系统与坑内生产压气管网系统相结合，将压气管网延伸到深部各作业地点及避灾硐室（场所），并设置供气阀门。

2.4.11.5 供水施救系统

龙首矿东采区现有供水管路已经自地表风水钻孔和 4 行盲副井附近的 1220m~850m 风水钻孔敷设至 850m 水平。设计延伸现有管路，经钻孔、各中段进风井送往各生产分段。接替工程供水主管路规格选用 $\phi 159\text{mm} \times 6\text{mm}$ 无缝钢管。

供水施救系统与坑内生产供水管网系统相结合，将供水管网延伸到深部各作业地点及避灾硐室（场所），并设置供水阀门和饮用水净

化装置。

2.4.11.6 通信联络系统

设计在龙首矿现有的综合语音通信系统基础上扩建设综合语音通信系统点位，该系统综合了通信领域的各种 TDM、VoIP 及移动宽窄融合通信的先进技术，为企业构筑多业务一体化的通信系统，硬件平台配置双电源、双主控板、双以太网总线保证了设备的高可用性。接替工程新增的有线及无线语音系统点位的管理功能、调度功能、录音功能、广播功能在此平台基础上进行新增扩建，实现全矿统一调度指挥。

利用现有程控机房内的程控交换机及现有井下有线通讯系统进行延伸，有组呼、全呼、选呼、强拆、强插、紧呼及监听、录音功能。

设计在 850m 中段设电话交接箱，接入现有井下有线电话通讯网。在 730m 中段和 610m 中段设置电话交接箱，为本中段及邻近中段的电话终端进行配线。由于井下条件恶劣，常年阴暗潮湿，设计将选用具有防水、防腐、防尘的工业型通信终端。井下通信终端设置见下表。

表 2.4-11 通信终端设置

序号	位置	数量（部）
1	730m 避灾硐室	1
2	730m 回采工区	1
3	730m 充填工区	1
4	850m 无轨设备维修硐室	1
5	830m 采区变电所	1
6	730m 电机车维修硐室	1
7	850m 牵引变电所	1
8	730m 牵引变电所	1
9	730m 矿石卸载站	1
10	破碎站	1

11	皮带装矿水平	1
12	粉矿回收水平	1
13	730m 卸载站	1
14	盲主井马头门	1
15	盲副井马头门	1
16	其他区域	10
	合计	25

坑内的缆线均选用铠装电缆、铠装光缆在井下巷道内明挂敷设，各设备需有矿用相关认证。

在 850m 水平以下各中段、分段联络道、斜坡道联络道内布置矿用综合基站，传输无线网络、定位信息和广播，同时可接入井下监测系统数据。

基站配置 Wi-Fi 模块/广播分站，对主运输巷道、重点岗位进行无线网络覆盖，实现无线手持终端之间，终端与矿区电话之间的通信联系，广播分站用于采矿生产管理部门对井下相关区域的喊话，并支持有线 IP 对讲及声光报警，可用于紧急情况下的逃生提示。通过有线、无线通信系统的设置，使地表管控调度人员和井下人员可以随时进行语音通话，确保调度工作的有效性和实时性。

2.4.12 压风及供水系统

2.4.12.1 压风系统

由于无新增耗气设备，设计沿用已有的压风设施。东采区现有压风管路已经自地表风水钻孔和 4 行盲副井附近的 1220m ~ 850m 风水钻孔敷设至 850m 水平。设计延伸现有压风管路，经钻孔、各中段进风井送往各生产分段。接替工程压缩空气主管路规格选用 $\phi 273\text{mm} \times 7\text{mm}$ 无缝钢管。

压风自救系统与坑内生产压气管网系统相结合，将压气管网延伸到深部各作业地点及避灾硐室（场所），并设置供气阀门。

2.4.12.2 供水系统

龙首矿东采区现有供水管路已经自地表风水钻孔和 4 行盲副井附近的 1220m~850m 风水钻孔敷设至 850m 水平。设计延伸现有管路，经钻孔、各中段进风井送往各生产分段。接替工程供水主管路规格选用 $\phi 159\text{mm} \times 6\text{mm}$ 无缝钢管。

供水施救系统与坑内生产供水管网系统相结合，将供水管网延伸到深部各作业地点及避灾硐室（场所），并设置供水阀门和饮用水净化装置。

2.4.13 安全管理

2.4.13.1 安全管理机构

金川镍钴龙首矿生产至今已形成了完整、齐全的安全管理体系，成立了安全管理机构，主要负责安全生产管理、监督和检查工作，各车间设专职或兼职安全员，安管人员配备较为齐全。

金川镍钴龙首矿根据实际情况分别于 2025 年 10 月 31 日下发《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿关于调整安全生产委员会组成人员的通知》（金川镍钴龙矿发〔2025〕101 号），具体人员任命如下：

主 任：秦国玉

副主任：张辉、骆军军、张忠、龚臻、祝忠彦、张国龙、韩怀亮、周龙、赵其军、陈永强

成 员：

（一）副总工程师

刘晏军、冯涛、董玉林

（二）各职能管理室、各工区负责人

张刚刚、张琪、何建元、李海、任鹏飞、白生光、李彦龙、汤艳红、王兴隆、姜有聪、王成福、刘瑾、彭伦、钱鸣、陶发玉、陈万福、张元坤、范永亮、黄春云、惠喜强、赵鹏、柳兴斌、沟宇辉、程继辉、

王俊超

（三）外来施工单位负责人

浙江兴安：吴西湖

湖南涟邵：孙克让

（四）其他安全生产管理人员、职工代表

李大文、张勇、李振龙、赵学海、颜鲁吉、韩鹏、李彦龙、魏永锐、杨鑫、柳小平、李斌、杨永东、丁平海、朱超、张鹏举、党延忠、徐立、王大柱、张文悦

安全生产委员会下设办公室，办公室设在安全管理室，主任由安全总监兼安全管理室主任兼任。

龙首矿于 2025 年 10 月 31 日下发《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿关于聘任专职安全管理人员的通知》（金川镍钴龙矿发〔2025〕102 号），具体人员任命如下：

（一）龙首矿东、中、西一采区专职安全管理人员

安全总监兼安全管理室主任：张刚刚

安全技术管理人员：张勇、韩鹏、李彦龙

专职安全管理人员：徐培杰、张军昌、李大文、魏世仁、张伟、颜鲁吉、杨正科、苏飞、张雪峰、肖峰、魏忠红、张康伟、姚国胜、刘永生、王飞、吴石钢、赵学海（注安师）、朱金文（注安师）、贾茂（注安师）、周灵伟（注消师）。

（二）龙首矿西二采区专职安全管理人员

安全管理室副主任：张琪

安全技术管理人员：李振龙、高金林

专职安全管理人员：徐培杰、郑学林、孙发炜、张康伟、马中荣、张吉慧（注安师）

上述人员及主要负责人均通过安全生产知识和管理能力考核并

取得相应证书。

表 2.4-12 矿山专业技术人员专业及职称汇总表

1	安全管理室	张刚刚	采矿工程	高级工程师	主任	东.中.西一采区
2	安全管理室	张琪	电气工程	中级工程师	副主任	西二采区
3	安全管理室	张勇	采矿工程	业务主办	技术员	东.中.西一采区
4	安全管理室	李彦龙	安全工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
5	安全管理室	李振龙	采矿工程	高级工程师	技术员	西二采区
6	地质测量室	彭伦	地质	中级工程师	主任	东.中.西一采区
7	地质测量室	蔡光耀	矿物学、岩石学、 矿床学	工程师	技术员	东.中.西一采区
8	地质测量室	翟如一	矿物学、岩石学、 矿床学	工程师	技术员	东.中.西一采区
9	地质测量室	吴志全	工程测量	工程师	技术员	东.中.西一采区
10	地质测量室	米文满	地球化学	工程师	技术员	东.中.西一采区
11	地质测量室	杨瑾皓	工程测量	工程师	技术员	东.中.西一采区
12	地质测量室	刘鹏山	地理信息系统	高级工程师	业务主管	西二采区
13	地质测量室	冯珽	资源勘查工程	工程师	技术员	西二采区
14	地质测量室	冯有鑫	资源勘查工程	工程师	技术员	西二采区
15	地质测量室	靳博	测绘工程	工程师	技术员	西二采区
16	生产技术室	李海	采矿工程	高级工程师	副主任	东.中.西一采区
17	生产技术室	何建元	采矿工程	工程师	副主任	东.中.西一采区
18	生产技术室	韩静	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
19	生产技术室	李海图	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
20	生产技术室	齐超	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
21	生产技术室	任鹏飞	矿物资源工程	工程师	副主任	东.中.西一采区
22	生产技术室	唐堂	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
23	生产技术室	张超	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
24	生产技术室	张明军	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
25	生产技术室	钟立鹏	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
26	生产技术室	陈喜旺	采矿工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
27	生产技术室	冯航	采矿工程	工程师	技术员	西二采区
28	生产技术室	代梁生	采矿工程	工程师	技术员	西二采区

29	装备材料室	白生光	机械工程与自动化	高级工程师	主任	东.中.西一采区
30	装备材料室	巢世霞	电气工程及其自动化	工程师	技术员	东.中.西一采区
31	装备材料室	富国华	电气工程及其自动化	工程师	技术员	东.中.西一采区
32	装备材料室	梁岩	机械工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
33	装备材料室	马顺霞	工程管理	工程师	技术员	东.中.西一采区
34	装备材料室	李璨	机械工程（矿山机械）	工程师	技术员	东.中.西一采区
35	装备材料室	秦其昌	计算机科学与技术	工程师	技术员	东.中.西一采区
36	装备材料室	宋凯	地理信息系统	工程师	技术员	东.中.西一采区
37	装备材料室	汪广田	机械工程	工程师	技术员	东.中.西一采区
38	装备材料室	陈维	电气工程及其自动化	工程师	技术员	东.中.西一采区
39	装备材料室	张建	电气工程及其自动化	工程师	技术员	东.中.西一采区
40	装备材料室	李彦龙	电气工程及其自动化（电力牵引与供电）	工程师	副主任	西二采区
41	装备材料室	潘春香	信息管理与信息系统	工程师	技术员	东.中.西一采区
42	装备材料室	董开茂	电气工程及其自动化	工程师	技术员	东.中.西一采区
43	装备材料室	岳沛沛	机械设计制造及其自动化	工程师	技术员	西二采区
44	装备材料室	杨凯	机械工程	工程师	技术员	西二采区

表 2.4-13 矿山注册安全工程师汇总表

序号	姓名	性别	工作单位	科室(车间、工区)	人员类别	注册类别	聘用单位
1	赵其军	男	龙首矿	矿办公室	管理类	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司龙首矿
2	冯有军	男	龙首矿	地质测量室	采矿工程	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司
3	朱金文	男	龙首矿	安全管理室	生产操作	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司
4	陶发玉	男	龙首矿	安全管理室	管理类	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司龙首矿
5	赵学海	男	龙首矿	安全管理室	生产操作	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司龙首矿
6	张吉慧	男	龙首矿	安全管理室	生产操作	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司龙首矿
7	贾茂	男	龙首矿	安全管理室	生产操作	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司龙首矿
8	冯慧	女	龙首矿	采矿五工区	管理类	金属非金属矿山安全	金川集团股份有限公司龙首矿
9	郭辉文	男	龙首矿	采矿三工区	管理类	金属非金属矿山安全	金川集团镍钴股份有限公司龙首矿
10	王伟伟	男	龙首矿	安全管理室	生产操作	金属非金属矿山安全	金川集团镍钴股份有限公司龙首矿
11	李大文	男	龙首矿	安全管理室	生产操作	金属非金属矿山安全	金川集团镍钴股份有限公司龙首矿

表 2.4-14 矿山主要负责人及安全生产管理人员持证情况汇总表

序号	姓名	证件类别	证书编号	行业类别	有效期限
1	秦国玉	主要负责人	620302197903290210	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.10.30-2027.10.29
2	张刚刚	安全生产管理人员	622827198610290031	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.07.05-2027.07.04

序号	姓名	证件类别	证书编号	行业类别	有效期限
3	张琪	安全生产管理人员	620421198101263332	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.12.14-2026.12.13
4	徐培杰	安全生产管理人员	620321198402120639	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.07.05-2027.07.04
5	马中荣	安全生产管理人员	620302198102131417	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.07.21-2026.07.20
6	王瑞贤	安全生产管理人员	620302197408200230	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.07.21-2026.07.20
7	张伟	安全生产管理人员	620302197801010839	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.01.17-2026.01.16
8	李大文	安全生产管理人员	620302197706020211	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.19-2028.07.18
9	李振龙	安全生产管理人员	620302197802051413	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.12.14-2026.12.13
10	张军昌	安全生产管理人员	620302197901020073	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.12.14-2026.12.13
11	赵学海	安全生产管理人员	620302197306210817	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.12.14-2026.12.13
12	朱金文	安全生产管理人员	62030219770321001X	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.07.05-2027.07.04
13	许开瑞	安全生产管理人员	620302197706230411	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.12.14-2026.12.13
14	肖峰	安全生产管理人员	620302198607160010	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.08-2028.07.07
15	魏世仁	安全生产管理人员	620302197306110031	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.12.14-2026.12.13
16	刘永生	安全生产管理人员	620302198006030018	金属非金属矿山 (地下矿山)	202.312.14-2026.12.13
17	姚国胜	安全生产管理人员	654222198607170736	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.10.30-2027.10.29
18	张吉慧	安全生产管理人员	620302197810011411	金属非金属矿山 (地下矿山)	202.507.08-2028.07.07

序号	姓名	证件类别	证书编号	行业类别	有效期限
19	张勇	安全生产管理人员	620302197408170039	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.19-2028.07.18
20	郑学林	安全生产管理人员	622301197708207093	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.11.20-2027.11.19
21	颜鲁吉	安全生产管理人员	620104198708051974	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.11.20-2027.11.19
22	杨正科	安全生产管理人员	620302197409240015	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.12.05-2027.12.04
23	张雪峰	安全生产管理人员	620302198503010018	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.08.05-2026.08.04
24	魏忠红	安全生产管理人员	62030219781221081X	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.08.05-2026.08.04
25	孙发炜	安全生产管理人员	620321198903141219	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.08.05-2026.08.04
26	张康伟	安全生产管理人员	622727199303093811	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.11.20-2027.11.19
27	李彦龙	安全生产管理人员	62272719930513041X	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.08-2028.07.07
28	侯彦海	安全生产管理人员	62030219731121007X	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.08-2028.07.07
29	孟凡腾	安全生产管理人员	620302197202200411	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.08-2028.07.07
30	杨斌	安全生产管理人员	62030219901224085X	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.07.19-2028.07.18
31	张仁泰	安全生产管理人员	620302197502170015	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.07.21-2026.07.20
32	贾茂	安全生产管理人员	622224198903205011	金属非金属矿山 (地下矿山)	2023.08.05-2026.08.04
33	王飞	安全生产管理人员	620302198403100016	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.04.24-2028.04.23
34	吴石钢	安全生产管理人员	620302197602130037	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.04.24-2028.04.23

序号	姓名	证件类别	证书编号	行业类别	有效期限
35	周灵伟	安全生产管理人员	622723198902200172	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.12.04–2028.12.03
36	陆董生	安全生产管理人员	620302198104200818	金属非金属矿山 (地下矿山)	2025.12.04–2028.12.03
37	王伟伟	安全生产管理人员	622826198706241297	金属非金属矿山 (地下矿山)	2024.10.30–2027.10.29

2.4.13.2 安全生产管理制度

金川镍钴龙首矿制定了《安全生产“一线工作法”管理办法》《领导带班下井管理规定》《安全生产风险分级管控管理规定》《安全标准化样板盘区建设管理办法》《安全生产费用财务管理办法》《生产安全事故应急救援管理办法》《“红区”、“非红区”管理规定》《劳动防护用品管理办法》《现场临时加油点安全管理办法》《事故隐患内部报告奖励管理办法》《爆破安全管理规定》等 60 项安全生产规章制度。

2.4.13.3 安全生产责任制

金川镍钴龙首矿制定了《矿长安全生产责任制》《总工程师安全生产责任制》《安全副矿长安全生产责任制》《生产副矿长安全生产责任制》《设备副矿长安全生产责任制》《副总工程师安全生产责任制》等全员安全生产责任制。

2.4.13.4 安全操作规程

金川镍钴龙首矿制定了《通用安全规程》《爆破工安全操作规程》《井下凿岩工（手持式凿岩机）安全操作规程》《井下凿岩台车司机安全操作规程》《井下支护工安全操作规程》《卷扬工安全操作规程》《无人驾驶电机车安全操作规程》《井下细砂充填工安全操作规程》《井下通风工安全操作规程》《维修电工安全操作规程》等 57 项岗位安全操作规程。

2.4.13.5 工伤保险和安全生产责任险

金川镍钴龙首矿为员工足额交纳工伤保险费，并投保安全生产责任险。

2.4.13.6 人员教育培训及取证情况

金川镍钴龙首矿加强全员安全培训教育，推进企业安全文化建设。在组织全员安全培训教育的同时，重点加强对新进员工和生产一线员工的安全教育和培训，使员工形成由“要我安全”转变为“我要安全”的思想。每年制定年度职工安全教育培训计划，坚持定期不定期地对员工进行安全教育再培训，抓好对新进员工的“三级”安全培训教育，特别是对特种作业人员的岗前培训把关，切实做到持证上岗率达 100%。

2.4.13.7 双重预防机制建设情况

(1) 风险分级管控体系

金川镍钴龙首矿成立了双重预防机制建设小组，制定了双重预防机制建设方案，对矿山主要设备设施、岗位安全风险进行了辨识、评价梳理，根据矿山风险特点，全面评定风险等级，将安全风险等级从高到低划分为重大风险、较大风险、一般风险和低风险，分别用红、橙、黄、蓝四种颜色标示，绘制了矿山的“红橙黄蓝”四色安全风险空间分布图；并建立了风险分级管控责任清单、风险分级管控措施清单、风险分级管控应急措施清单，在主要危险场所设置了安全风险公告牌，建立和完善了安全风险分级管控“一牌、一图、三清单”，使作业员工了解岗位存在的风险及应急处置措施。

(2) 隐患排查治理体系

金川镍钴龙首矿制定了安全隐患排查治理体系建设工作方案，建立了安全隐患排查治理相关管理制度，依据隐患排查治理分级实施的原则，将基础管理和现场管理两大类识别到的隐患事项导入隐患排查

治理分级表，严格按照隐患治理等级落实整改措施、整改期限、整改责任人和整改复查，实行闭环管理。矿山深入组织开展了安全隐患排查，对排查出的安全隐患进行了分级登记，认真落实安全隐患整改工作，严格了安全隐患排查治理责任追究，建立了安全隐患闭环管理台账。

2.4.13.8 矿山应急救援预案及应急救援设备及器材

金川镍钴龙首矿在对矿山生产过程中的危险、有害因素分析辨识的基础上，编制完成事故应急救援预案，并于 2025 年 6 月 12 日在金昌市应急管理局进行备案，备案号 6203002025GK010。

矿山成立兼职应急救援组织，配备必要的应急救援器材和设备，与金川集团股份有限公司救护大队签订非煤矿山救援合同书。同时加强应急救援培训演练，认真储备和检查应急救援器材、装备，及时进行补充和检验。每年定期按计划组织应急演练，在应急准备、应急启动、应急响应、应急救援及应急评估等各环节，严格遵循规定动作和要求组织实施，优化演练方案设计与修订，注重应急演练动员和培训，关注应急演练过程与控制，及时总结、分析、评估演练效果，对演练过程中的不足之处持续改进，不断完善应急演练方案，使其更加适宜应急管理的需求。

2.4.13.9 隐蔽致灾因素普查治理情况

2025 年 9 月，金川镍钴委托金川镍钴研究设计院有限责任公司编制了《金川集团镍钴股份有限公司龙首矿东、中、西一采区隐蔽致灾因素普查报告》，该报告在系统收集和整理龙首矿各阶段勘探资料、历年来采掘工程揭露的地质（水文地质、工程地质等）等相关资料的前提下，基本查明了影响该矿今后安全生产的隐蔽致灾因素，通过对隐蔽致灾因素分析评价，得出了如下结论。

(1) 在东、中、西一采区 3 个充填进路进行充填体钻孔探查，

通过对钻孔内部进行检查录像，孔壁光滑、密实，无空腔、不接顶现象，钻探验证的采区充填接顶率能满足《金属非金属矿山充填工程技术标准》；通过对井下废旧巷道进行现场核查，东、中、西一采区对废旧工程及时进行了充填、封闭等处理。普查认为：龙首矿东、中、西一采区不存在采空区，也无需对废旧工程进行治理。

（2）中、西一采区的主要构造 F8、F16 的空间形态已完全探明，同时，今后 3-5 年内的开采设计中已充分考虑了 F8、F16 的影响；东采区 1040 分段西沿脉道的地质编录资料说明断层 F16-1 未延伸至 1040 中段以下，今后 3-5 年内东采区的开采区域内不存在影响矿山开采的断层，因此，龙首矿东、中、西一采区今后 3~5 年内地质构造隐蔽致灾因素无需治理。

（3）区内水文地质简单，无地表水体及岩溶地质特征，地下水不丰富，主要为基岩裂隙水及构造裂隙水。区内地表沉降形成的贯通裂缝是大气降雨、第四系松散岩类孔隙水补给基岩裂隙水的有利通道，受气候影响，补给量极小。矿区排水系统能力远大于实际排水量，地表防排水设施完善，龙首矿东、中、西一采区当前采区及未来 3~5 年内的规划区内在“水源与通道”方面不存在隐患，无需治理。

（4）依据地表岩移监测、Insar 监测、微震监测数据及补充地应力测试结果，龙首矿东、中、西一采区目前生产区域以及 3~5 年生产规划区不存在地压致灾因素，无需进行治理、

（5）矿石不具有自燃特性，井下巷道及工作面有毒有害及可燃气体均在正常范围，井下环境不具备自燃条件，无火区/高温异常区。

（6）地表岩移监测系统能够实时预警，根据监测数据分析目前无不良地质灾害；采用 Rhino 建模和 FLAC3D 数值模拟等综合手段，对龙首矿露天边坡进行了稳定性分析，分析结果可知，边坡安全系数在稳定值范围内，边坡整体保持稳定，无明显失稳风险。因此，无需

对露天边坡进行治理。

(7) 通过资料收集分析和现场核查,龙首矿老毛桥排土场和混合井排土场边坡处于稳定状态,拦挡坝、挡土墙、边坡角、平台高度、马道宽度以及排渗盲沟等均按设计施工,且现场没有发现破坏损毁现象,排土场不存在滑坡、崩塌、失稳等隐蔽致灾因素,无需进行治理。

2.4.13.10 劳动定员

设计根据新建系统和设施配置所需定员,确定该生产系统定员为 298 人,其中,回采工区 75 人,掘进工区 59 人,辅助工区 164 人。

2.4.13.11 投资估算

项目新增建设投资为 115919 万元,其中工程费用为 94309 万元,工程建设其他费用 9928 万元,工程预备费用 11682 万元,项目属于接续项目,无需新增流动资金,且新增投资采用自筹解决,无建设期贷款利息。

2.4.14 智能矿山建设

设计结合国内外智能采矿技术及工艺系统方案,选择适应智能设备作业的采矿方法、构建智能化采矿示范采区,打造智能矿山建设示范点,积累可行性经验逐步推广至深部开采,远期实现矿山深部开采自动化,提高采矿作业效率,采用智能化设备代替人工、监控代替巡检、遥控代替现场,将矿山的高危岗位生产人员解放出来,减少一线操作人员,降低作业成本,达到降本增效、保障安全的目标。

本项目智能矿山建设按照“一中心+一网络+一系统+一平台”的总体架构进行顶层设计。总体建设构建见下图。

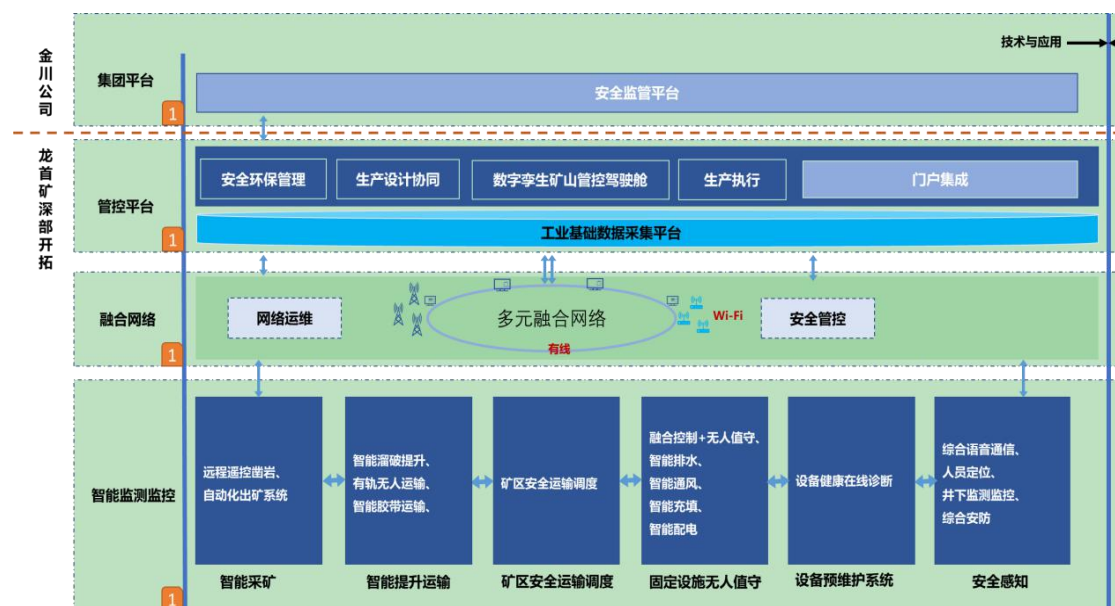


图 2.4-6 龙首矿智能矿山总体建设架构

（1）一中心

在生产管控大楼设置智能生产管控中心，作为智能矿山的生产管控核心区，生产调度管理与执行、安全环保管理、矿山驾驶舱、决策指挥、数据管理等都将部署在智能生产管控中心，生产操作工、生产技术人员、生产管理人员将在智能生产管控中心进行集中办公。

在智能生产管控中心的数据机房内建立统一的数据存储与管理平台，存储各类数据，实现生产过程主数据、实时数据、历史数据等各类数据的集中存储和管理，并且具有历史数据迁移功能，支持云服务。实现基础生产数据统计、分析及应用，为生产管理提供数据支撑与管理依据。

（2）一网络：多元融合网络

通过汇聚、融合工控网、信息网、办公网，建设一张融合“有线+无线”技术的智能融合网络，将矿山融合控制、运营管理、安全环保等系统之间的信息互联互通，避免出现“信息孤岛”，实现统一架构，按需分层分区管理。

以一体化融合技术构建的多元融合网络为核心，覆盖整个矿山生

产、业务、管理流程，构建全矿信息高速公路，有效简化网络结构、提高数字融合程度、降低基建投资、减少运营维护费用。

（3）一系统：智能监测监控系统

智能监测监控系统主要包括智能采矿、固定设施无人值守、有轨无人运输、矿区安全运输调度、安全感知等，形成一整套完备的智能矿山智能监测监控系统。通过打造完善的智能监测监控层级，实现矿山数据生产控制层面的融合，极大减少信息孤岛问题，为智能生产管控夯实基础。

（4）一平台：智能生产管控平台

智能生产管控平台由矿山安全环保信息管理系统、生产协同设计系统、生产执行系统、数字孪生矿山管控驾驶舱各项功能组合而成。矿山安全环保信息管理系统在安全感知系统基础上将人员监控、安全管理以及环保管理进行了统一管控；生产协同设计系统包含矿山资源数字化管理系统、全流程生产协同设计，实现矿山智能设计及协同调度功能；生产执行系统将资源管理、生产调度管理、设备维护及管理、质量计量管理、能耗消耗管理、仓储物流管理、生产统计、安全管理等功能集成在同一个平台进行统一管控，融合了生产监测监控、生产管理以及生产运营三大类职责，旨在提高协同运营管控的效率和效果，实现运营管控一体化；通过数字孪生矿山管控驾驶舱系统，整合来自资源、设计、采准、回采出矿、破碎、提升、运输、通风、供排水、供配电、压风、安全、环保、矿区、维护、管理等各方面可用的生产和管理数据，建设数字孪生矿山，并按照行业认可的方案模板、报告、数据看板和运营关键业绩指标进行生产运营的实时动态显示和预警，让管理层能够实时掌握矿山运营状况，并做出更好的决策。

通过一中心、一网络、一系统、一平台的建设，实现全生命周期生产要素和生产过程的数字化，为后续扩展智能应用提供统一、规范、

完整、高效的数据服务，实现数据的资产化和产业化管理，建立矿山决策支持系统，实现决策智能化。未来，伴随着项目智能矿山的建设，可继续扩展到集团监管、政府监管等各类应用场景。

2.4.15 暖通

设计暖通内容主要包括盲主井提升系统、盲副井提升系统电机冷却（进风井井口保温利用原有设施）、坑内破碎站的收尘、新建智能生产管控中心的采暖通风和空调。

盲主井、盲副井提升机电机冷却均由一台组合式送风机组送风降温，送风机组包含进风段+初效过滤段+中效过滤段+风机段。

破碎硐室内的破碎机排矿口和矿仓内会产生大量粉尘，在破碎机排矿口处设置喷水加湿系统，在矿仓顶部设置收尘点位，设置一套除尘系统。选用一台烧结板除尘器，处理风量 $L=20160\text{m}^3/\text{h}$ ，过滤面积 $F=480\text{m}^2$ ，设备阻力 $H\leq 1200\text{Pa}$ ，除尘器功率 $N=35\text{kW}$ 。

卸载站设置喷雾抑尘系统，选用 316L 不锈钢低压扇形喷嘴，每个喷嘴流量 $3.5\text{L}/\text{min}$ ，喷射角度 60° ，共 40 个。

智能生产管控中心各主要房间利用可开启外窗自然通风。各房间（除电气房间外）设置四柱 760 型灰铸铁散热器，热源为原厂区内蒸汽管网。各主要房间（出数据中心机房）设置变频多联机空调系统，房间内设置环绕气流嵌入式空调室内机，配置四台空调室外机；数据中心机房设置两台风冷冷风型空调机。

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、标准规范的符合性；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。评价单元划分及评价方法选择如表 3-1 所示。

表 3-1 评价单元划分及评价方法选择

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

主要评价方法简介：

（1）预先危险性分析

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

危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施。

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

在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏程度，将各类危险性划分为 4 个等级，见表 3-2。

表 3-2 危险性等级划分表

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

（2）安全检查表

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

（3）数值模拟计算法

数值模拟计算是指基于计算机技术，通过数值计算方法对非煤矿山开采过程中的岩体稳定性、应力场演化、灾害风险等关键问题进行

建模、求解和分析的系统性方法。该方法的核心是将连续的岩体介质离散化为有限单元或网格，利用有限差分法、有限元法或有限体积法等数学手段求解控制方程，从而预测采空区失稳、岩爆、地压活动等地质工程问题。

3.1 总平面布置单元

3.1.1 自然灾害危险有害因素辨识与分析

区域内自然灾害主要有地震、低温、滑坡（地表露天采坑）等。

（1）地震

矿区所处区域地震烈度为 7 度，地震可引起巷道变形、坍塌和堵塞、地表沉陷、山体滑坡、设备设施的损坏和人员的伤亡，影响矿山正常生产。地下开采爆破引发的地震效应也会对地表产生影响，未来矿山建设应加强抗震和防震工作。

（2）低温

矿区属典型的大陆性气候，夏季炎热干燥，冬季寒冷，春季多风沙。年最低气温 -11.1°C ，年平均最低气温 3.9°C ，极端最低气温 -23.3°C 。

低温可使地面出现结冰，造成车辆行驶困难，易发生车辆侧翻、跌落、撞击等事故；低温时的冰雪可损坏矿山的电力设施、构建筑物等。

高寒、低温等极端恶劣气候条件会造成人体不适，作业人员在此类环境中工作、生活，若防护措施不当，极有可能引发人体生理系统紊乱，进而对中枢神经系统、心血管系统等造成不利影响，严重者甚至危及生命。

（3）滑坡

矿区地表有露天采坑，未来矿山开发，人为因素可能引起滑坡、

崩塌等地质灾害，采矿废石和排土场的不合理堆放可能引发滑坡灾害，矿山应根据相关规范标准，严格执行充填及爆破工艺，避免地下开采活动破坏地表。

3.1.2 地表水对矿区地表设施的影响

矿区气候干旱，降雨稀少，无常年地表水流，属典型的大陆性气候，年平均降雨量仅 139.8mm，多集中在 6 月～8 月，日最大降雨量 129.5mm，年最大降雨量 282.16mm，年平均蒸发量 2094.2mm，蒸发量是降雨量的 15 倍。因此，地表水对矿区地表各项设施的影响甚微。

3.1.3 安全检查表法

本章节采用安全检查表法对总平面布置及场址选择设计内容进行分析评价，见表 3.1-1。

表 3.1-1 总平面布置及场址选择安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况说明	检查结果
1	矿井（竖井、斜井、平硐等）井口的标高应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高应高于当地历史最高洪水位。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.2.3 条	可研中未说明当地历史最高洪水位，无法判定智能生产管控中心是否高于当地历史最高洪水位。新建竖井均为盲竖井。	下一阶段设计中需完善
2	地表主要建构筑物、主要开拓工程入口应布置在不受地表滑坡、滚石、泥石流、雪崩等危险因素影响的安全地带，无法避开时，应采取可靠的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.3.1.3 条	根据可研，地表主要建构筑物、主要开拓工程入口不受地表滑坡、滚石、泥石流等危险因素影响。	符合要求

3	厂址应具有满足生产、生活及发展规划所必需的水源和电源，且用水、用电量特别大的工业企业，宜靠近水源、电源。	《工业企业总平面设计规范》 第 2.0.5 条	该项目有可靠的供电电源；靠近水源；水、电资源可满足生产需要。	符合要求
4	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》 第 2.0.7 条	该项目厂址具有满足建设工程需要的工程地质条件及水文地质条件。	符合要求
5	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；有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段；采矿陷落（错动）区地表界限内；爆破危险界限内； 坝或堤决溃后可能淹没的地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	矿区地震基本烈度为 7 度。 矿区范围内没有铁路、公路、桥梁、通讯光缆、水库、民居和其它建、构筑物，没有文物古迹。地表没有基本农田。	符合要求
6	总平面布置应节约集约用地，提高土地利用率。布置时并应符合下列要求： ①在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下，建筑物、构筑物等设施，应采用联合、集中、多层布置； ②应按企业规模和功能分区，合理地确定通道宽度； ③厂区功能分区及建筑物、构筑物的外形	《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

	宜规整； ④功能分区内各项设施的布置，应紧凑、合理。			
7	厂内道路的布置，应符合下列要求： ①满足生产、运输、安装、检修、消防及环境卫生的要求； ②划分功能分区，并与区内主要建筑物轴线平行或垂直，宜呈环形布置； ③与竖向设计相协调，有利于场地及道路的雨水排除； ④与厂外道路连接方便、短捷； ⑤建设工程施工道路应与永久性道路相结合。	《厂矿道路设计规范》	可研对矿区厂内道路的相关内容进行了明确。	符合要求
8	木材场、有自然发火危险的矿岩堆场、炉渣场，应布置在常年最小频率风向上风侧，距离进风井口 80m 以上。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.9.1.6 条	矿山未设置木材场、炉渣场，矿岩堆场无自然发火危险。	符合要求
9	井口和平硐口 50m 范围内的建筑物内不得存放燃油、油脂或其他可燃材料。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.9.1.9 条	经现场踏勘，井口和平硐口 50m 范围内的建筑物内未发现燃油、油脂或其他可燃材料。	符合要求

3.1.4 评价小结

本项目的场址选择和总平面布置较合理，采取相应的安全防护措施后能满足安全生产要求。下一阶段设计需补充以下几个方面：

- (1) 应补充明确历史最高洪水位。
- (2) 进一步论证地表移动监测线的合理性。

(3) 进一步完善地表监测方案，建议在龙首矿矿区对主要构筑物和开采范围周边应布置变形监测系统，对矿区内地表剧烈变形区域进行 GPS 周期监测，并对移动区域内的重要建筑物进行重点监测，实时监控地表重点区域的沉降状态，实时记录并上传开采过程中监测点

的数据变化,掌握矿区内地表大范围岩体移动动态和变形规律。企业应加强地表沉降监测并分析数据,出现异常时应及时采取措施。

3.2 开拓单元

3.2.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.2-1 开拓系统预先危险性分析评价表

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
冒顶 片帮 井巷 坍塌 岩爆	井巷工程深度较大,井筒断面较大,产生较大的地压;井巷工程通过第四系或破碎、不稳固等地带;凿岩爆破等操作不当;井巷工程维护不当。	人员伤亡 设备损坏	IV	进一步查明矿区地质条件,遇地质条件不好(尤其是井口)、破碎地带进行合理支护;设置监测系统对地压进行监测;掘进顺序、凿岩爆破、井巷支护等应按设计、规定等进行。
透水	井巷工程穿过含水层;暴雨时地表水涌入井下。	人员伤亡 设备损坏	III	井巷掘进时,采取超前探水措施,尽量避开地质构造带;井口合理采取防排水措施:如设置截、排洪沟等。
爆破伤害	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	合理进行爆破设计;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。
民用爆炸物品爆炸	作业场地爆破器材搬运、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	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。

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
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、系安全带等。
物体打击	井口或井筒内设施掉落；提升、下放材料掉落。	人员伤亡	Ⅲ	井口或井筒内设施，提升、下放材料按要求固定，不应装料过满。
机械致害	凿岩机等使用过程中对人员产生撞击、冲击、绞碾、挤压等。	人员伤亡	Ⅲ	严禁违章作业；工作场所设有足够的照明度；对设备的危险部位设置警示标志，采取安全防护措施。
触电	机械设备及线路用电过程中发生漏电，人员接触带电物体。	人员伤亡	Ⅲ	用电设备及线路等应正确使用、维护。
高温	开拓深度较深时，井下温度升高。	职业病	Ⅱ	井下温度较高时，采取降温措施。

3.2.2 安全检查表法

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。安全检查表如表 3.2-2 所示。

表 3.2-2 开拓系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	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；矿体一翼走向长度超过 1000m 时，此翼应有安全出口。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.1.1.1 条	根据可研，设计接替工程通往地面安全出口有 2 个，分别为混合井、斜坡道，且安全出口间距均大于 30m。新建盲副井、斜坡道与混合井、斜坡道接力形成接替工程开采的安全出口。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
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	根据可研，设计每个生产水平或中段均设置有两个安全出口，分别为盲副井、斜坡道。	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	设计 850m 以下接替工程主要安全出口盲副井提升系统采用单罐笼配平衡锤提升方式，并装备有梯子间。	符合要求
4	破碎站、装矿皮带道和粉矿回收水平的安全出口。	安监总局〔2015〕 第 75 号	破碎站、装矿皮带道和粉矿回收水平的安全出口均为盲副井、斜坡道。	符合要求
运输巷道				
1	行人的有轨运输巷道应设高度不小于 1.9m 的人行道，人行道宽度不小于 0.8m；机车、车辆高度超过 1.7m 时，人行道宽度不小于 1.0m。 调车场、人员乘车场、井底车场矿车摘挂钩处两侧应各设一条人行道，有效净高不小于 1.9m，人行道宽度不小于 1.0m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.1、6.2.5.2 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
2	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	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
3	行人的无轨运输巷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	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	列要求设置人行道：人行道的高度不小于 1.9m，宽度不小于 1.2m。	《山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.6 条		阶段设计中需完善
4	在水平巷道、斜井和斜坡道中，运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙，应符合下列规定：有轨运输不小于 0.3m；无轨运输不小于 0.6m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.7 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
5	废弃井巷和硐室的入口应及时封闭，封闭时应留有泄水条件。封闭墙上应标明编号、封闭时间、责任人、井巷原名称。封闭前入口处应设明显警示标志，禁止人员进入。封闭墙在相应图纸上标出，并归档永久保存。报废井巷的地面入口周围应设高度不低于 1.5m 的栅栏。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.8.6 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
支护				
1	在不稳固的岩层中掘进时应进行支护。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.7.2 条	可研分别针对盲副井、盲主井、盲进风井、盲回风井、溜破系统、硐室、平巷及斜坡道等提出了详细的支护要求。	符合要求
2	开采深度 800 米及以上的地下矿山必须建立在线地压监测系统。	《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》	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
防坠				
1	罐笼提升竖井与各水平的连接处应设置下列设施： 足够的照明及视频监控装置； 通往罐笼间的进出口设常闭安全门，安全门只应在人员或车辆通过时打开； 井口周围应设置高度不小于 1.5m 的防护栏杆或金属网； 候罐平台等应设梯子和高度不小于 1.2m 的防护栏杆； 铺设轨道时设置阻车器； 井筒两侧的马头门应有人行绕道连通。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.3.4 条	可研仅说明现有开拓系统各中段井口安装有摇台、安全门、操车系统及视频监控系统。未明确新建开拓系统相关设计内容。	下一阶段设计中需完善
2	天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方，应设警示标志、照明设施、护栏、安全网或格筛。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.5 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
3	在竖井、天井、溜井和漏斗口上方，或在坠落基准面 2m 以上作业，有发生坠落危险的，应设安全网等防护设施，作业人员应佩戴安全带。作业时，不应抛掷物件，不应上下层同时作业，并应设专人监护。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.6 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
4	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

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
				完善

3.2.3 井巷工程的稳定性评价

3.2.3.1 主要矿体顶（底）板稳定性

工作区内矿体顶板主要为二辉橄榄岩、大理岩、均质条带混合及斜长角闪岩，矿体底板主要为大理岩，局部为均质混合岩。

根据《可研报告》，I 7~ I 3⁺²⁵ 行范围内矿体上盘围岩主要为中薄二辉橄榄岩，其 RQD 值介于 0%~25% 之间，岩体完整性差对今后矿山生产开采影响较大。I 2⁺⁴⁰~ II 5 行范围内矿体上盘围岩主要为斜长角闪岩、二辉橄榄岩，RQD 值介于 10%~53% 之间，岩体较完整。虽然矿体围岩破碎，但邻近矿体上下盘的大理岩相对稳定，工程地质条件相对较好。

表 3.2-3 矿体上下盘主要围岩 RQD 值统计表

围岩赋存位置	主要围岩类型	分布范围	RQD 值 (%)	备注
矿体上盘	Σ3	I 7- I 3 ⁺²⁵ 行	0-25	节理发育
	Am-p	I 2 ⁺⁴⁰ - II 2 行	10-42	I 2 ⁺⁴⁰ 及 II 2 行节理发育
	Σ3	II 3- II 5 行	30-53	岩体厚大
矿体下盘	ML	I 7- I 2 行、II 1- II 2 行	38-67	
	Mi	II 3 行、II 4 行、II ⁺²⁵ 行	8-28	节理发育

工作区内矿体及围岩破碎，各级结构面及破碎带比较发育，随着后期开采范围不断扩大，在各种因素的影响下，容易产生冒顶、片帮、采矿工程严重变形等工程地质问题，从而增加采矿安全风险及巷道、硐室的返修频率。

工作区内地层岩性复杂，矿床围岩主要以混合岩、大理岩和超基

性岩类软硬相间岩组为主。区内矿体埋藏较深，节理裂隙比较发育，岩体破碎，地应力大。在 I 5 ~ I 3⁺²⁵ 行范围内断裂构造发育，当邻近断层时，巷道会产生冒顶、片帮等不良工程地质问题，影响矿区生产。

企业在基建及生产期间应加强地压监测，开采深度超过 800m 时安装在线地压监测系统，严格按照设计要求进行支护。

3.2.3.2 岩爆倾向性分析

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）规定：埋深超过 1000m 的矿井应当进行岩爆倾向性研究。

由于龙首矿开采深度大，开采中段可能存在高地应力引发岩爆或软岩大变形的风险，因此，建议企业及时开展岩爆倾向性研究，对工程区进行原位地应力测量，开展多种判据的适用性对比研究，通过采用多种岩爆倾向性评判指标对测点进行岩爆倾向性评估，结合现场实际情况，得到合适的岩爆倾向性判别依据，并预估岩爆发生的临界深度，为龙首矿深部矿井设计、开挖和巷道支护提供重要科学依据。

3.2.4 评价小结

经分析，开拓系统存在的危险有害因素主要有：冒顶片帮、井巷坍塌、岩爆、水灾、爆破伤害、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息、高处坠落、物体打击、机械致害、触电、高温等。其中冒顶片帮、井巷坍塌、岩爆、爆破伤害、民用爆炸物品爆炸和中毒、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；透水、高处坠落、物体打击、机械致害、触电等危害等级均为Ⅲ级，应加以重视。下一阶段设计中需要补充完善的是：

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

(2) 企业应及时开展岩爆倾向性研究工作，加强对破碎围岩失稳

特征分析评估，并分析深部工程区域的岩爆风险性。

(3) 明确新建开拓系统各中段井口安装有摇台、安全门、操车系统及视频监控系统等相关内容。

(4) 企业在基建及生产期间应加强地压监测,开采深度超过 800m 时应建立在线地压监测系统,并严格按照设计要求进行支护。

(5) 补充完善深井开采的高应力、高提升和高地温等安全防护措施。

(6) 岩石力学参数综合结果为矿区开采工程设计提供了关键依据,但后续仍需结合实际地质条件进一步分析,以保障开采工程的安全与稳定。

(7) 明确行人的有轨运输巷道和调车场、人员乘车场、井底车场矿车摘挂钩处两侧人行道的具体参数。

(8) 明确行人的无轨运输巷道及斜坡道人行道的具体参数。

(9) 明确水平巷道、斜井和斜坡道中,运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙要求。

(10) 设计单位应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求明确废弃井巷和硐室的封闭措施。

(11) 中央变(配)电所的地面标高,应比其入口处巷道底板标高高出 0.5m;与水泵房毗邻时,应高于水泵房地面 0.3m。采区变电所应比其入口处的巷道底板标高高出 0.5m。其他机电硐室的地面标高应高出其入口处的巷道底板标高 0.2m 以上。

(12) 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。

(13) 设计单位应按照《金属非金属矿山安全规程》

(GB16423-2020) 的要求明确天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方设立警示标识、照明设施、护栏、安全网等措施。

(14) 明确人行巷道的水沟盖板的设置情况。

(15) 建议对储油硐室进行详细设计。

(16) 本工程为深井工程，深部开采可能会出现岩石突然弹射爆响、井壁破坏、支护困难、岩爆等地压问题，施工中应加强对地压的观测工作，并采取有力措施控制地压，加强临时支护，以确保施工安全，避免影响井巷质量，必要时井巷应加大支护厚度并采取钢筋混凝土等加强支护。

(17) 建议下一阶段设计补充现有生产系统与原设计的合规性。

3.3 提升和运输单元

3.3.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.3-1 提升运输系统预先危险性分析表

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

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
	不满足要求。			托台应与提升机闭锁。
有轨运输				
厂(场)内车辆致害	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				
厂(场)内车辆致害	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。运输车辆应具有矿安标志,并定期进行检测。

3.3.2 安全检查表法

本次安全预评价采用安全检查表法,对该项目盲主、副井提升系统、中段运输系统进行评价,以便于补充安全对策措施,见表 3.3-2。

表 3.3-2 提升运输系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
竖井提升系统				
1	垂直深度超过 50m 的竖井用作人员出入口时,应采用罐笼或电梯升降人员。	《金属非金属矿山安全规程》	根据可研,该项目垂直深度超过 50m	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
		GB16423-2020 第 6.4.4.18 条	的竖井用作人员出入口时，采用罐笼配平衡锤提升。	
2	提升容器的罐道，应采用木罐道、型钢罐道或钢丝绳罐道。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.1 条	设计罐道型式均为钢丝绳罐道。	符合要求
3	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	根据可研，设计在井架、井底过卷段设有防过卷过放缓冲装置。但是未说明过卷段的高度。	下一阶段设计中需完善
4	罐笼提升信号系统应符合下列规定：应在井口和井下各中段马头门设信号装置。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.28 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
5	提升人员的罐笼提升系统应符合下列规定： ——井口和井下各中段马头门应设安全门； ——自动安全门应与提升机连锁； ——手动安全门应由信号工负责开闭； ——同一层罐笼不应同时升降人员和物料： ——负责运输爆破器材的人员应跟罐监护，并通知信号工和提升机司机；	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.19 条	可研未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	——乘罐人员应在距井筒 5m 以外候罐，并听从信号工指挥。			
6	主要提升矿、废石的罐笼提升系统应符合下列规定：井口和井下各中段马头门应设自动安全门，并与提升机连锁；井口和井下各中段马头门应设摇台；采用钢丝绳罐道时，井下各中段应设稳罐装置；摇台和稳罐装置应与提升机闭锁。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.20 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
7	摩擦式提升系统应符合下列规定：井底应设尾绳隔离装置。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.13 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
8	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	可研中未说明相关内容。	下一阶段设计中需完善
9	竖井提升系统应符合下列规定： ——过卷段应设过卷缓冲装置或者楔形罐道，使过卷容器能够平稳地在过卷段内停住； ——深度大于 800m 的竖井应设过卷缓冲装置，使过卷容器在缓冲装置内平稳停住，并不再反向下滑或反弹； ——楔形罐道的楔形部分的斜度为 1%； 包括较宽部分的直线段在内的长度不小于过卷段高度的 2/3；摩擦式提升系统的下行容器应比上行容器提前接触楔形罐道，提前距离不小于 1m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.4.4.19 条	设计过卷段设过卷缓冲装置，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。	符合要求
钢丝绳和提升装置				
1	多绳摩擦提升钢丝绳，悬挂时的安全系	《金属非金属矿山	设计盲主井提升钢	符合

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	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；升降物料用的，不小于 7.0；平衡尾绳，不小于 7.0。	《安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.6.3 条	钢丝绳安全系数 8.85， 盲副井提升钢丝绳 安全系数 11.33。	要求
2	多绳摩擦提升系统的钢丝绳静防滑安全系数应大于 1.75；动防滑安全系数应大于 1.25；重载侧和空载侧的静张力比应小于 1.5。	《金属非金属矿山 安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.8.21 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
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。	《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 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
4	提升系统应设符合要求的闭锁装置、连锁装置、安全制动、过电流保护等。	《金属非金属矿山 安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.8.14 条	可研中明确了相关内容。	符合要求
5	钢丝绳罐道应采用密封钢丝绳，罐道绳的刚性系数不小于 500N/m；每个提升容器的罐道绳张紧力应相差 5%~10%，内侧张紧力大，外侧张紧力小。	《金属非金属矿山 安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.6 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
6	罐道钢丝绳采用重锤拉紧时，井上应设钢丝绳固定装置，井下应设钢丝绳导向装置；拉紧重锤的最低位置到井底最高水面的距离不小于 1.5m。 罐道钢丝绳采用液压拉紧时，应在井上	《金属非金属矿山 安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.7、6.4.4.8 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	设置罐道绳拉紧力调节装置。			
7	罐道钢丝绳应有 20m 以上备用长度。每 3 个月应对罐道钢丝绳固定装置和拉紧装置进行 1 次检查, 及时串动和转动钢丝绳。检查和处理情况应记录存档。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.9 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
9	罐道钢丝绳直径不小于 28mm, 防撞钢丝绳直径不小于 40mm。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.4.11 条	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
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	可研中未明确相关内容。	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	可研中未明确相关内容	下一阶段设计中需完善
3	无轨运输系统应符合下列要求: ——设备顶部至巷道顶板的距离不小于 0.6m;	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)第	可研中仅说明采准斜坡道与各生产中	下一阶段设计

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	——斜坡道每 400m 应设置一段坡度不大于 3%、长度不小于 20m 的缓坡段； ——错车道应设置在缓坡段； ——斜坡道坡度：承载 5 人以上的运人车辆通行的，不大于 16%；承载 5 人以下的运人车辆通行的，不大于 20%； ——斜坡道路面应平整；主要斜坡道应有良好的混凝土、沥青或级配均匀的碎石路面。	6.3.4.4 条	通往各中段、分段的交叉口处设长度为 20m、纵向坡度为 3%的缓坡段，未说明其他相关要求。	中需完善
4	电机车运行应遵守下列规定： ——列车制动距离不超过 80m；10T 以下机车牵引运输时，不超过 40m；运送人员时，不超过 20m； ——列车正常行车时机车应在列车的前端牵引； ——双机牵引列车允许 1 台机车在前端牵引，1 台机车在后端推动； ——电机车司机视线受阻时应减速行驶并发出警告信号； ——任何人发现列车运行前方有障碍物或者危险时，应发出紧急停车信号； ——不应采用无连接方式顶车； ——顶车速度不大于 0.5m/s，并应有专人在行驶前方观察监护。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 6.4.1.12	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
胶带运输				
1	井下粗破碎站应符合下列要求： ——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； ——破碎机受料槽和缓冲仓排料口应设视频监控；	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)第 6.5.1 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	——矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。			
2	井下带式输送机应采用阻燃型输送带。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)第 6.4.3.1 条	可研选用的输送带均为阻燃型。	符合要求
3	使用带式输送机应遵守下列规定： ——物料不应从输送带上向下滚落； ——带式输送机倾角：向上不大于 15°，向下不大于 12°；大倾角输送机不受此限； ——任何人员均不应搭乘非载人带式输送机； ——跨越输送机的地点应设置带有安全栏杆的跨越桥； ——清除附着在输送带、滚筒和托辊上的物料，应停车进行； ——不应在运行的输送带下清理物料； ——输送机运转时不应进行注油、检查和修理等工作； ——维修或者更换备件时，应停车并切断电源，并由专人监护不许送电。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)第 6.4.3.4 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
4	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，并与输送机连锁； ——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	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善

3.3.3 评价小结

提升运输系统主要危害有：高处坠落，等级为 IV 级，厂(场)内车

辆致害，等级为Ⅲ级，应加以重视。采取合理的措施后，危险有害因素能控制在可接受范围内。下一阶段设计应注意的问题：

(1) 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《金属非金属矿山安全规程》规定。

(2) 提升人员的罐笼提升系统应符合《金属非金属矿山安全规程》的相关规定。

(3) 明确提升装置的机电控制系统。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，并具有下列限速、过卷、过负荷及无电压、闸瓦磨损、润滑系统油压过高或过低或制动油温过高、电动机失励磁和测速回路断电等保护功能。

(4) 补充提升系统安全制动的安全性，提升系统发生冲击的风险控制措施。

(5) 应对井下无轨设备运输按照《金属非金属矿山安全规程》的要求提出细化的安全要求。

(6) 明确多绳摩擦提升钢丝绳静防滑安全系数、动防滑安全系数、重载侧和空载侧的静张力比等相关规定。

(7) 明确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。

(8) 明确电机车运行应遵守的相关规定。

(9) 明确罐笼提升信号系统应在井口和井下各中段马头门设信号装置。

(10) 明确井口和井下各中段马头门应设自动安全门，并与提升机连锁；井口和井下各中段马头门应设摇台；采用钢丝绳罐道时，井下各中段应设稳罐装置；摇台和稳罐装置应与提升机闭锁。

(11) 明确摩擦式提升系统应在井底设尾绳隔离装置。

(12) 补充带式输送机应设置的安全保护装置及应遵守的相关规

定。

(13) 明确井下使用的凿岩台车、铲运机、无轨人车等设备应具有矿用产品安全标志。

(14) 补充盲副井提升系统一次最多允许提升人员数量、悬挂装置及其安全系数、提升钢丝绳最大静张力和静张力差、静张力比、提升容器防坠装置等内容。

(15) 补充罐道钢丝绳的刚性系数、张紧力、拉紧方式、备用长度、直径等相关内容。

(16) 补充采区斜坡道运输、中段有轨和无轨运输信号系统设置情况。

(17) 根据《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》(KA / T 2075-2019) 补充相关设备检测要求。

3.4 采掘充填单元

3.4.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.4-1 采掘充填单元预先危险性分析评价表

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
冒顶 片帮 岩爆	深井开采，地压较大；地质条件较差；空区未及时进行充填；充填体强度不够或充填质量未满足要求。	人员伤亡、设备损坏	IV	进行矿床岩爆研究，合理确定开采顺序；对地压进行监测；采场顶板及两侧破碎地段进行支护；及时、正确处理浮石；按设计要求进行回采作业，回采所形成的空区应及时充填，并保证充填质量。
透水	破坏隔水层或直接与含水区贯通。	人员伤亡、设备损坏	III	采取超前探水措施。

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
爆破伤害	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；控制装药量；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；人员和设备避免正对着炮眼；爆破时要及时发出警戒信号；由专职爆破人员进行爆破作业；正确处理盲炮。
民用爆炸物品爆炸	作业场地爆破器材搬运、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	采场通风不好。	人员伤亡	IV	采场采取贯穿风流进行通风，必要时设局扇。
充填体泄漏	充填体从充填管线或从采场流出。	人员伤亡设备损坏	III	充填管、闸阀等老化应及时更换；采场及下部通道密封严实；隔墙应牢固可靠。
堵管	充填体浓度太高。	影响充填进度进而导致地压显现	II	随时观测充填体浓度，防止其浓度过高。
高处坠落	人员在溜井口作业或处理溜井堵塞时发生坠落。	人员伤亡	III	溜井井口应设置安全防护设施；溜井堵塞时应按要求进行处理。
物体打击	作业面顶板和两帮浮石掉落。	人员伤亡	III	及时处理顶板和两帮浮石，并采取合理方式。
机械致害	凿岩机、铲运机等使用过程中对人员产生撞击、冲击、绞碾、挤压等。	人员伤亡	III	严禁违章作业；工作场所设足够的照明；对设备的危险部位设置警示标志，采取安全防护措施。

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
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。

3.4.2 安全检查表法

表 3.4-2 采掘充填系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
1	地下开采时，应圈定岩体移动范围或岩体移动监测范围；地表主要建构筑物、主要井筒应布置在地表岩体移动范围之外，或者留保安矿柱消除其影响。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.2 条	设计选定-150mm 的沉降线作为矿山的地表移动监测线，并在关键部位对地表沉降情况进行监测。地表主要建构筑物、主要井筒布置在地表岩体移动范围之外。	符合要求
2	每个采区或者盘区、矿块均应有两个便于行人的安全出口，并与通往地面的安全出口相通。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.4 条	根据可研，分段巷道之间通过采准斜坡道连通，从分段巷道掘分层联络道通向矿体，作为采场第一安全出口，在采场内随着逐渐向下回采顺路架设充填回风天井，天井内设梯子间，作为采场的第二安全出口。并与通往地面的安全出口相通。	符合要求
3	在不稳固的岩层中掘进时应	《金属非金属矿山安全	可研针对不同岩层	符合

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	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。	规程》（GB16423-2020） 第 6.2.7.2 条	提出了不同的支护要求。	要求
4	应建立采场顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，应有监控手段和处理措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.12 条	可研中无相关说明。	下一阶段设计补充完善
5	有下列情况之一的，应当进行岩爆倾向性研究： ——有强烈震动、瞬间底鼓或帮鼓、矿岩弹射等现象的； ——相邻矿井开采同一深度发生过岩爆的； ——埋深超过 1000m 的。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.3.1 条	本项目埋深超过 1000m，可研建议下一阶段开展岩石力学研究工作，研究岩爆发生的机制，分析岩爆性、深度及开采技术条件等和岩爆的关联性。	符合要求
6	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
7	地下开采的矿山应对地面沉降情况进行监测。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.16 条	矿山建立有地面监测系统。	符合要求
8	开采深度超过 800 米或者生产规模超过 30 万吨/年的金属非金属地下矿山应当采用机械化撬毛作业。	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	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
9	采用深井管道输送且水平输送距离较短时，应采取减压措施。	《金属非金属矿山充填工程技术标准》（GB/T51450-2022） 4.7.5	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
				完善
10	充填监控系统应具有监测、自动控制、生产报表、设备运行报表和故障报警等功能。	《金属非金属矿山充填工程技术标准》 (GB/T51450-2022) 4.8.1	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
11	充填接顶宜多点、多次下料, 充填料浆下料口和排气管进气口应设置在采空区顶板高处。	《金属非金属矿山充填工程技术标准》 (GB/T51450-2022) 5.3.2	可研中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善

3.4.3 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。

由于《可研报告》未给出一次爆破最大单段药量, 无法核算爆破振动安全允许距离, 建议下一阶段设计明确每次爆破的总药量、最大单段药量等关键爆破参数, 并对爆破振动允许的安全距离进行计算。矿山应进行采场爆破试验, 以确定合理的爆破参数及允许的单段最大装药量, 以确保采场出矿巷道的安全。

3.4.4 矿区开采数值分析评价

3.4.4.1 岩体力学参数选取

根据华南理工大学《金川矿区深部回采技术方案研究》中的物理力学试验成果以及岩体质量评价分析，并参考《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）中关于岩体质量级别力学参数的有关说明，以及经验法等，综合确定此次数值模拟中岩体力学参数，如下表所示。

表 3.4-3 岩体力学参数

岩体	密度 (g/cm^3)	内聚力 (MPa)	内摩擦角 ($^\circ$)	抗拉强度 (MPa)	泊松比	弹性模量 (GPa)
矿体	2.99	1.8	38.4	1.2	0.3	14.25
围岩	2.87	2.875	37	1.6	0.18	15.25
充填体	1.68	0.3	30	0.2	0.32	0.87

3.4.4.2 地表沉降模拟分析

(1) 数值模型建立

根据岩体力学理论，地下工程开挖所引起的岩体受扰动范围为开挖空间的 3 倍 ~ 5 倍左右，超过该范围的岩体所受影响可忽略不计。本次模拟分析根据矿体赋存条件、地质勘查资料、设计方案及研究需要，建立 FLAC3D 原始地质数值计算模型，模型尺寸 6300m × 5500m × 1875m，共生成单元数量 7199084 个，见图 3.4-1，矿体模型见图 3.4-2。

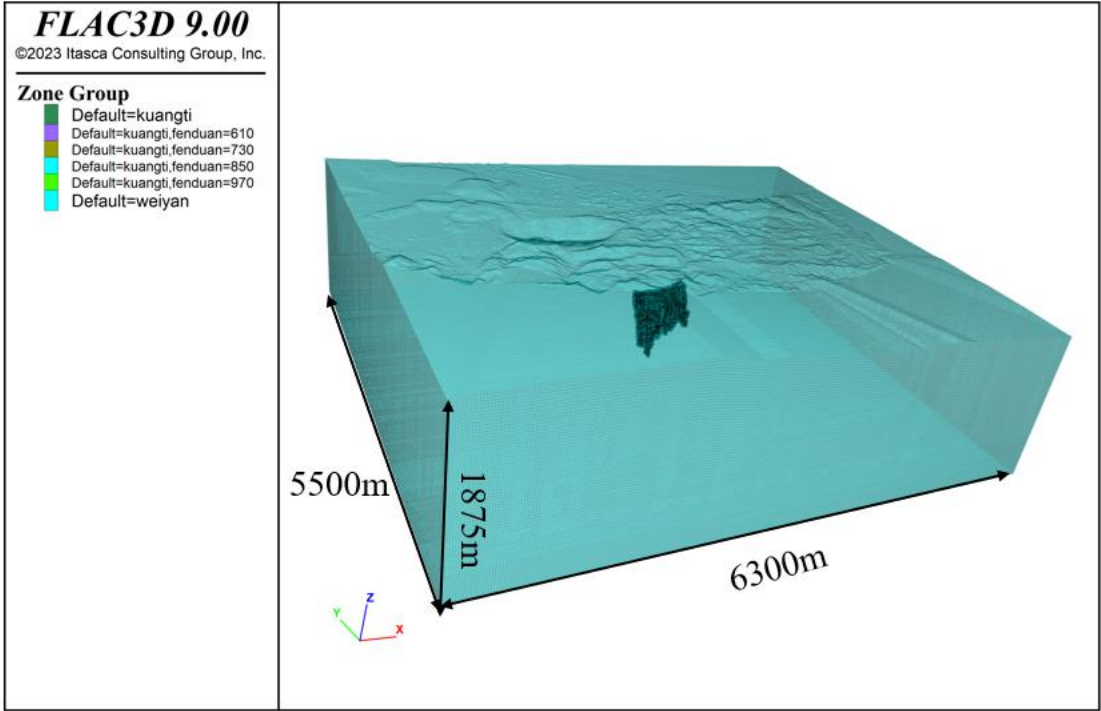


图 3.4-1 数值计算模型及尺寸示意图

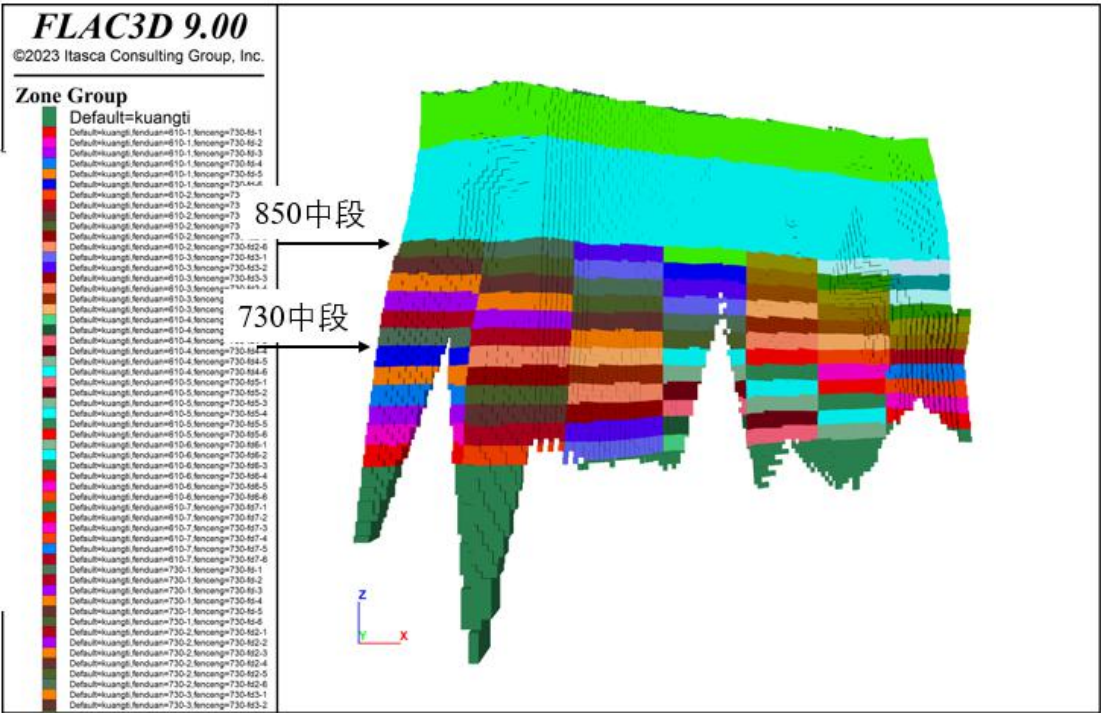


图 3.4-2 矿体模型示意图

(2) 模拟结果

根据可研方案，对本矿区进行开采模拟。根据模拟的地表沉降结果，图 3.4-3 为开采结束后地表沉降位移等值线云图，与可研圈定的地表岩移监测线范围基本一致。

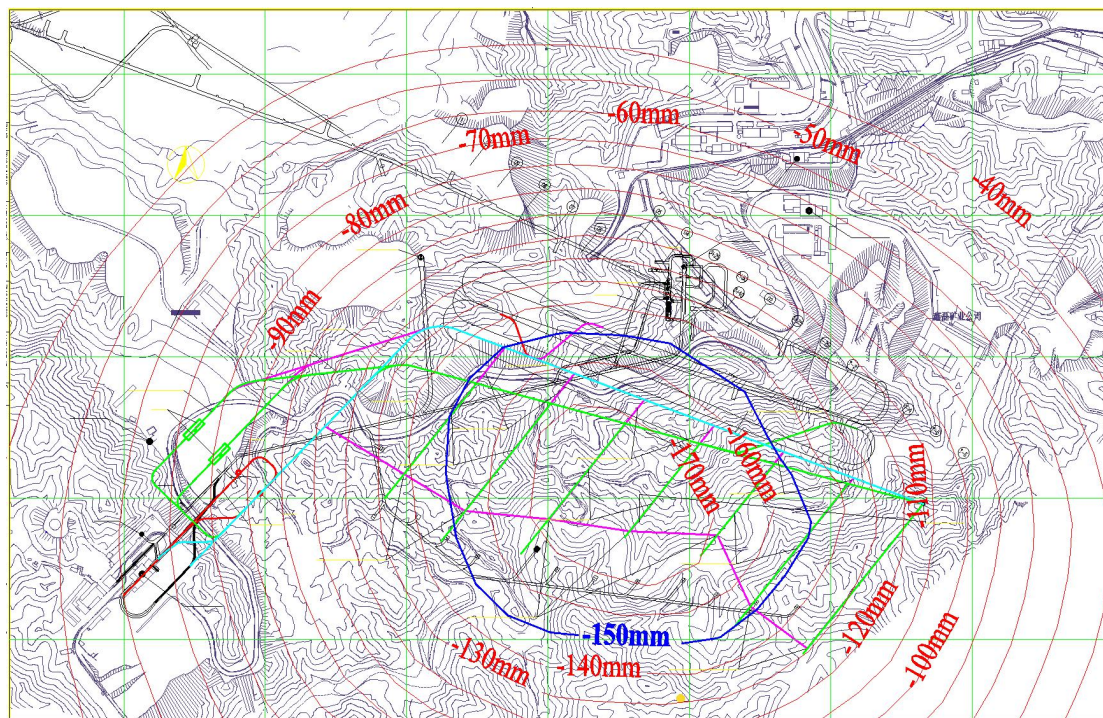


图 3.4-3 开采后地表沉降位移云图

3.4.4.3 地表变形分析

根据《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）“三下”采矿设计相关规定：地表塌陷范围预测一般采用临界变形值，其定义为无需维修就能保持建筑物及各种设施正常使用所允许的地表最大变形值，临界变形值应用地表倾斜 i 、地表曲率 k 和地表水平变形 ε 表述，对于一般砖石结构的建筑物，其临界变形值为 $i=3\text{mm/m}$ ， $k=0.2 \times 10^{-3}/\text{m}$ ， $\varepsilon=2\text{mm/m}$ 。规范中对地表需保护的建（构）筑物做了详细的等级划分，对于不同保护等级的建（构）筑物采用不同的临界变形值，如表 3.4-4 所示。

表 3.4-4 建筑物、构筑物地表位移与变形允许值

建筑物破坏（保护）等级	倾斜 <i>i</i> （mm/m）	曲率 <i>k</i> （10 ⁻³ /m）	水平变形 ε （mm/m）
I	± 3	± 0.2	± 2
II	± 6	± 0.4	± 4
III	± 10	± 0.6	± 6
IV	± 10	± 0.6	± 6

根据保护等级划分，将地表主要建筑构筑物新建明混合井、4#盲井、现有混合井、新 1#井、新 2#井等井筒及地面设施保护等级均划分为 I 级，对应位移与变形允许值为：倾斜 $i=3.0\text{mm/m}$ 、曲率 $K=0.2\text{mm/m}^2$ 、水平变形 $\varepsilon=2.0\text{mm/m}$ 。模拟结果如下：

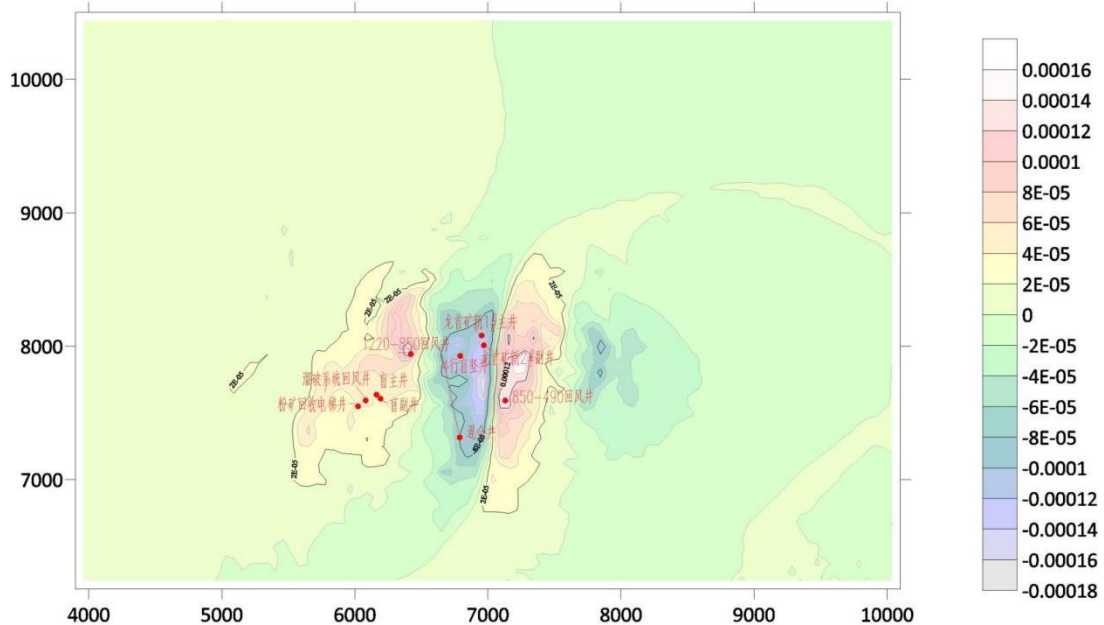


图 3.4-4 开采后地表变形云图(走向)

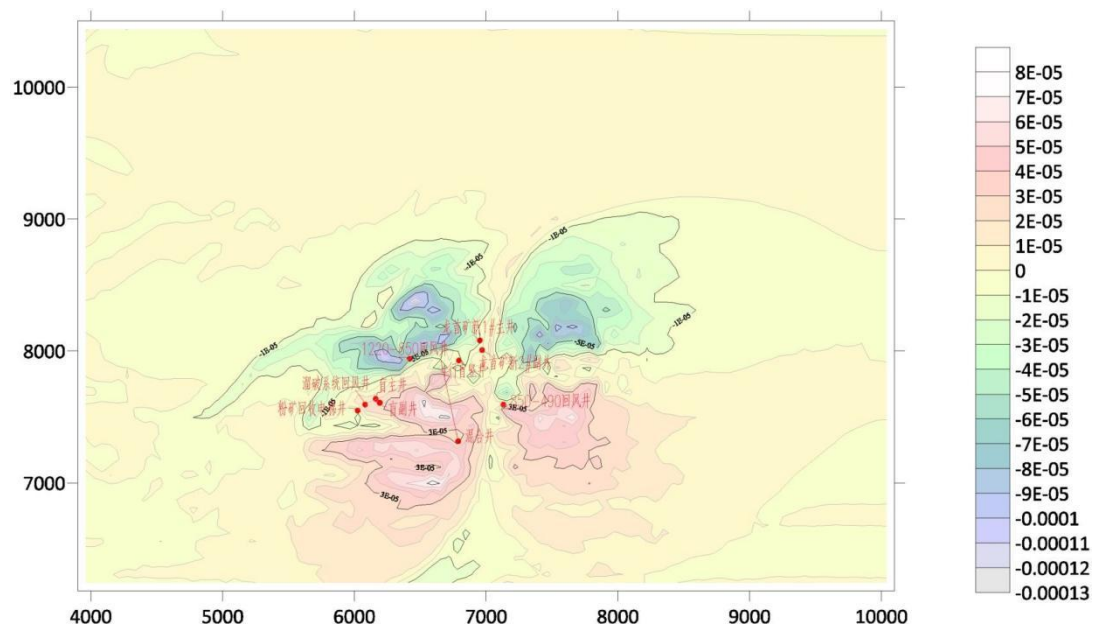


图 3.4-5 开采后地表变形云图(倾向)

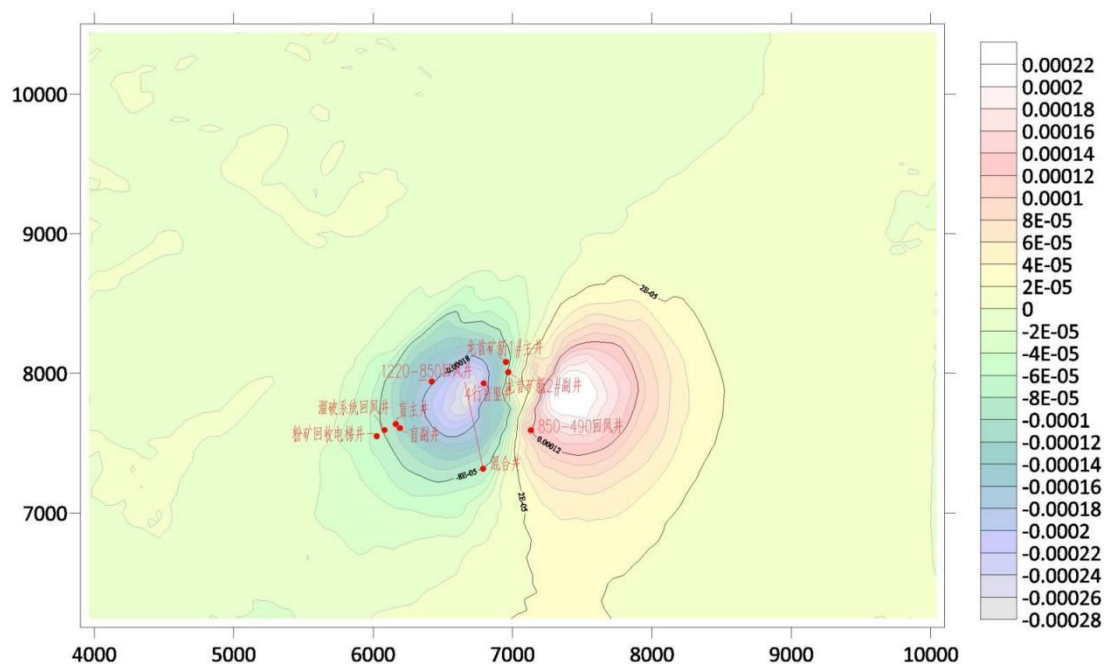


图 3.4-6 开采后地表倾斜云图（走向）

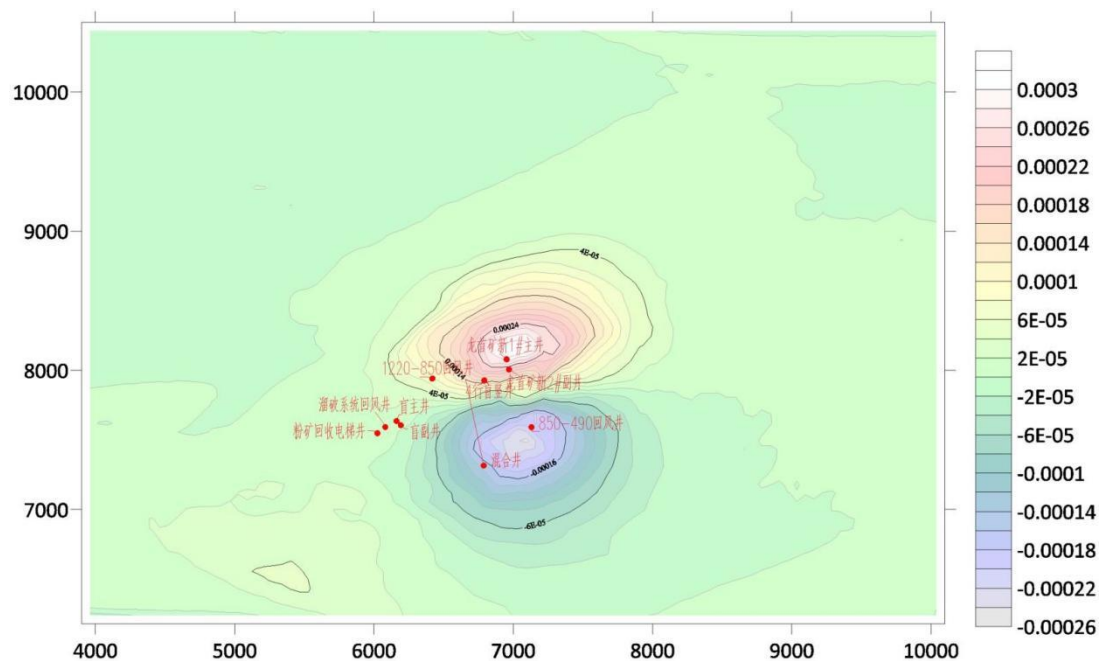


图 3.4-7 开采后地表倾斜云图（倾向）

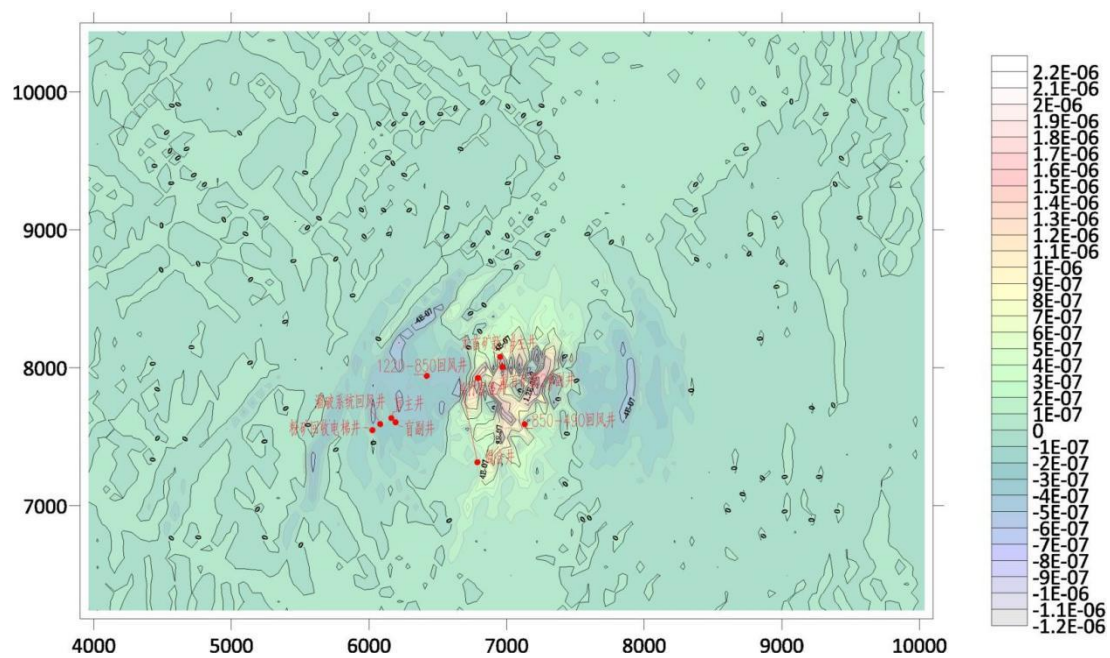


图 3.4-8 开采后地表曲率云图(走向)

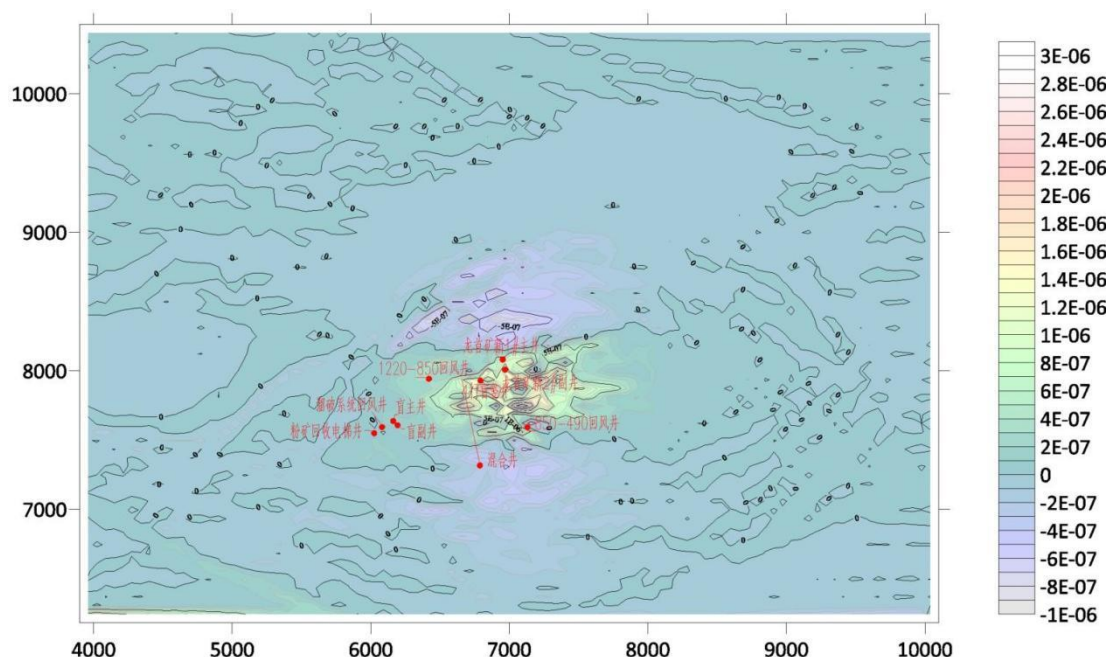


图 3.4-9 开采后地表曲率云图(倾向)

根据模拟的地表沉降结果,通过 Surfer 软件进行倾斜、曲率和水平变形的处理,结果如图 3.4-4 ~ 3.4-9,图中红色框线范围内为井筒位置,云图单位为 m^{-1} 。

将地表变形结果最大/小值与规范允许值进行对比,结果如表 3.4-5 所示。

表 3.4-5 地表变形结果

规范及模拟数值	倾斜 i	曲率 k	水平变形 ε
I 级允许值	± 3	± 0.2	± 2
沿走向最大值	0.12	$2.2\text{e-}6$	0.16
沿走向最小值	-0.28	$-1.2\text{e-}6$	-0.18
沿倾向最大值	0.26	$3\text{e-}6$	$8\text{e-}5$
沿倾向最小值	-0.2	$-1\text{e-}6$	$-6\text{e-}5$

结果显示地下开采对地表的影响较小,均在允许值范围内。

上述数值模拟力学参数是在现有的地质资料基础上进行的,数值模拟结果可能与实际地表沉降存在一定的偏差,下一阶段设计应根据

新的岩石物理力学测试及地应力测量成果对上述力学参数进行更新及调整，同时建议企业开展专项矿山开采数值研究分析。

为了实时掌握地下开采对地表主要构筑物的影响，建议在龙首矿对主要构筑物和开采范围周边布置变形监测系统，对矿区内地表剧烈变形区域进行 GPS 周期监测，并对移动区域内的重要建筑物进行重点监测，实时监控地表重点区域的沉降状态，实时记录并上传开采过程中监测点的数据变化，掌握矿区内地表大范围岩体移动动态和变形规律，并结合地表监测数据进行反演分析，补充深部开采区域地压及围岩稳定性相关模拟分析结果。

3.4.5 采区间开采相互影响分析

龙首矿东采区仅与二矿区相邻，各自有独立的开拓运输系统。根据 2018 年 1 月由中国恩菲工程技术有限公司编制的《金川集团股份有限公司二矿区深部开采工程安全设施设计》，二矿区深部开采工程开采范围为Ⅱ矿区 1#矿体 850m 以下 6-26 行之间的矿体，设计生产规模 $150 \times 10^4 \text{t/a}$ ，采用 700m 中段和 650m 中段双中段回采，700m 中段于 2022 年开始回采。850m 以下接替工程拟于 2036 年投产，此时，二矿区主要生产中段为 850m 中段、700m 中段和 1100m 以上贫矿开采，设计采用机械化盘区下向进路胶结充填采矿法。根据二矿区安全设施设计圈定的岩石移动监测范围，对本项目的开采没有影响。但是由于

3.4.6 评价小结

通过预先危险性分析，本单元的危险有害因素主要有：冒顶片帮、岩爆、透水、爆破伤害、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息、充填体泄漏、高处坠落、物体打击、机械致害、触电等。其中冒顶片帮、岩爆、爆破伤害、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息危害等级为Ⅳ级，应重点防范；充填体泄漏、透水、高处坠落、物体打击、机械致害、触电为

Ⅲ级，应加以重视。采取合理的措施后，以上危险有害因素能控制在可接受范围内。

下一阶段设计中应注意的问题：

（1）根据《岩石力学专题研究报告》确定合理的采场结构参数和支护方案。开采过程中根据实际情况加强采场管理和顶板控制，对于应力较大的巷道或顶板较为破碎的巷道应及时支护，确保生产安全。

（2）建议企业进行尾砂充填材料试验，确保充填体强度满足要求。

（3）补充充填作业监测、接顶措施、减压措施、充填体检测、及作业管理等相关内容。

（4）为防止充填管路发生泄露，建议控制充填浓度，采取妥善的脱水措施；联络道、采场底柱（放矿漏斗）封闭措施需封闭严密，且强度要达到要求，并采用间断充填，等充填体充分凝固后继续充填。

（5）企业应尽快开展岩爆倾向性研究，在建设和生产过程中还应该继续进行岩石力学研究，总结出矿山的岩爆判据，提出预防岩爆的技术措施，以保证生产过程中的安全。

（6）对采矿方法进行优选，深入分析和论证合理生产规模，合理选择首采中段、开采顺序和开拓运输系统等。

（7）补充完善基建工程与正常生产系统相互影响的安全防护措施。

（8）应当采用机械化撬毛作业。

（9）进一步完善采区工程岩体的地压灾害监测预警、地压安全管理、卸压防控措施制定等工作。

（10）加强对深部资源开采范围内采场围岩的应力变形监测，必要时安装微震监测系统，进行围岩损伤区监测，评估采场围岩松动

范围，并结合地表监测数据进行反演分析，补充深部开采区域地压及围岩稳定性相关模拟分析结果。

3.5 通风单元

3.5.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.5-1 通风系统预先危险性分析评价表

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
中毒、窒息	深井开采，通风线路较长，通风构筑物设置不合理。	人员伤亡	IV	设置必要的通风构筑物(风门等)；对通风系统定期检测，并及时调整风流线路；有中毒、窒息危险部位设立警示标志。
机械致害	人员接触风机裸露危险部位，使人员受到剪切、卷入等。	人员伤亡	III	通风设施采取合理的防护措施；风机危险部位设置警示标志。
触电	通风机及用电线路漏电。	人员伤亡	III	设置漏电保护装置。
高温热害	井下温度过高。井下热源来自于：①空气压缩热；②设备产生的热；③从岩层中产生的地热；④裂隙水；⑤氧化；⑥爆破；⑦破碎的矿岩；⑧其它，如灯、人员自身、服务用的水。	中暑、晕厥	III	充分保障各工作面的风量满足要求，对散热设备合理布置。

3.5.2 安全检查表法

表 3.5-2 通风系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
1	井巷内平均最高风速规定：专用风井，专用总进、专用总回风道最高风速 20m/s；用于回风的物料提升井最高风速 12m/s；提升人员和物料的井筒、用于回风的物料提升井、中段主要进风道和回风道，修理中的井筒，主要斜坡道最高风速 8m/s；采场最高风速 4m/s。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.6.1.6 条	可研报告明确了井巷内通风的风速规定。	符合要求
2	按排尘风速计算，硐室型采场最低风速应不小于 0.15m/s，巷道型采场和掘进巷道应不小于 0.25m/s；电耙道和二次破碎巷道应不小于 0.5m/s；箕斗硐室、破碎硐室等作业地点，可根据具体条件，在保证作业地点空气中有害物质的接触限值符合 GBZ 2 规定的前提下，分别采用计算风量的排尘风速。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》 AQ2031.1-2008 第 5.2.1 条	可研报告中按照工作面需风量对井下需风量进行了计算。	符合要求
3	有柴油设备运行的矿井，可按同时作业台数每千瓦供风量 $4\text{m}^3/\text{min}$ 计算。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》 AQ2031.1-2008 第 5.2.3 条	可研报告按同时作业柴油设备对需风量进行了计算。	符合要求
4	矿井总风量等于矿井需风量乘以矿井风量的备用系数 K_b ， 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、设计通风系统中的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》 AQ2031.1-2008 第 5.3 条	可研报告中的漏风系数取 1.2。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
5	箕斗井、混合井作进风井时，应采取有效的净化措施，保证空气质量。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 6.6.2.5	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善
6	井下破碎硐室、主溜井等处的污风，应引入回风道。	《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》 AQ2031.1-2008 第 6.3.4.1 条	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善
7	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》 AQ 2013.1-2008 第 6.3.4 条	所有机电硐室均有新鲜风流。	符合要求
8	地下矿山应采用机械通风。设有在线监测系统的矿山应根据监测结果及时调整通风系统；未设置在线监测系统的矿山每年应对通风系统进行 1 次检测，并根据检测结果及时调整通风系统。矿山应及时更新通风系统图。通风系统图应标明通风设备、风量、风流方向、通风构筑物、与通风系统隔离的区域等。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.2.1 条	设计矿山采用机械通风。	符合要求
9	采场应利用贯穿风流通风或机械通风。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.2.7 条	新鲜风流进入各中段，再进入各采场，冲洗工作面后，由回风井排出地表。	符合要求
10	每台主通风机电机均应有备用，并能迅速更换。同一个硐室或风机房内使用多台同型号电机时，	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	可以只备用 1 台。	第 6.6.3.2 条		完善
11	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	根据可研报告，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来进行局部通风，主要有：采场工作面、掘进工作面（包括开拓、采准、切割）等。	符合要求
12	采用凿岩爆破法掘进应遵守下列规定： 采取湿式凿岩、爆破喷雾、装岩洒水和净化风流等综合防尘措施； 在遇水膨胀、强度降低的岩层中掘进不能采用湿式凿岩时，可采用干式凿岩，但应采取降尘措施，作业人员应佩戴防尘保护用品；	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.1 条	设计凿岩采取湿式作业。	符合要求
13	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。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.1 条	设计爆破后和装卸矿（岩）时，必须进行喷雾洒水。 凿岩、出碴前，应清洗工作面 10m 内的巷壁。进风道、人行道及运输巷道的岩壁，应每季至少清洗一次。	符合要求
14	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。	下一阶段设计中需完善
15	储油硐室和加油站应符合下列要求： ——应有独立回风道。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	设计油库硐室有独立回风道。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
		6.9.1.11		
16	井下维修硐室固定动火作业点应采取通风排烟措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需完善
17	井下硐室通风应符合下列要求： ——爆破器材库应有独立的回风道。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.2.6 条	爆破器材库为利旧工程，设有独立回风道。	符合要求

3.5.3 风量风速复核

3.5.3.1 风量复核

(1) 根据矿山生产作业面计算通风量

井下通风风量按照回采、掘进工作面 and 硐室等用风点的数量及耗风量来计算。经计算，850m 水平以下接替工程开采总需风量为 $150\text{m}^3/\text{s}$ ，计算结果见下表。

表 3.5-3 按工作面需风量计算表

序号	需风点	排尘风速 (m/s)	断面/ m^2	需风量 (m^3/s)	同时作业面 数(个)	总需风量 (m^3/s)
一	回采采场					
1	凿岩作业面	0.3	17.51	6	2	12
2	出矿作业面	0.4	17.51	8	4	32
3	充填作业面	0.3	14.283	5	2	10
4	支护、装药作业面	0.3	17.51	6	1	6
5	备用作业面	0.2	17.51	4	1	4
二	掘进作业面					

1	凿岩作业面	0.3	17.51	6	1	6
2	出渣作业面	0.3	17.51	6	1	6
3	支护、装药作业面	0.3	17.51	6	1	6
三	溜破系统					
1	破碎硐室			12	1	12
2	皮带道			6	1	6
3	粉矿回收			3	1	3
四	卸载站			5	1	5
六	有轨运输中段			15	1	15
七	需风量合计					125
八	漏风系数					1.2
九	总计					150

(2) 根据矿山所用柴油设备计算通风量

根据《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)规定,柴油设备单位功率所需风量指标为 $4\text{m}^3/(\text{kW} \cdot \text{min})$,按柴油设备计算通风总风量为 $108\text{m}^3/\text{s}$,计算结果见下表。

表 3.5-4 按柴油设备需风量计算表

序号	名称	设备型号	单台功率 (kW)	数量 (台)	合计功率 (kW)	利用率 (%)	需风量 (m^3/s)
一	主要柴油设备						
1	柴油铲运机(掘进)	2m^3	97	2	194	75	10
	柴油铲运机(回采)	6m^3	257	5	1285	75	64
2	服务车	JY-5	63	5	315	75	16
二	小计				1794		90
三	漏风系数						1.2
四	总计						108

上述两种计算结果取大值，因此，850m 水平以下接替工程需风量为 $150\text{m}^3/\text{s}$ ，同时考虑东采区上部系统和西一采区的生产需风量为 $210\text{m}^3/\text{s}$ ，上述几个采区总需风量为 $360\text{m}^3/\text{s}$ ，满足要求。

建议下一阶段设计补充按照井下同时工作的最多人数计算井下需风量，并取最大值。

3.5.3.2 风速复核

表 3.5-4 主要井巷工程风量表

编号	巷道名称	风速 (m/s)	规程要求 (m/s)	符合性
1	混合井	2.1	≤ 8	符合
2	新 1 号井	4.1	≤ 8	符合
3	新 2 号井	5.6	≤ 8	符合
4	西一斜坡道	4.4	≤ 8	符合
5	37 行回风井	10.8	≤ 20	符合
6	盲主井	0.8	≤ 8	符合
7	盲副井	2.4	≤ 8	符合
8	盲回风井	7.6	≤ 20	符合
9	采准斜坡道	2.1	≤ 8	符合
10	850m 盲回风井马头门	7.3	≤ 8	符合

由上表可知，主要井巷的风速均满足规程要求。

3.5.4 井下高温经验性分析评价

在深部采矿过程中，矿井热环境条件将是制约采矿生产、危及安全及健康的一个重要因素，对于深井矿山来说，井下热源来于：①空气压缩热；②设备产生的热；③从岩层中产生的地热；④裂隙水；⑤氧化；⑥爆破；⑦破碎的矿岩；⑧其它，如灯、人员自身、服务用的水。

深井矿山中空气自压缩热在井下热源中所占的比重很大,例如澳大利亚 Mount Isa 矿的 Enterprise 矿,自压缩热占了总热源的 51%,岩体散发的热占 24%,柴油设备的热占 7%,电气设备占 7%,破碎后的岩石占 8%,地下水占 3% (见图 3.5-1)。

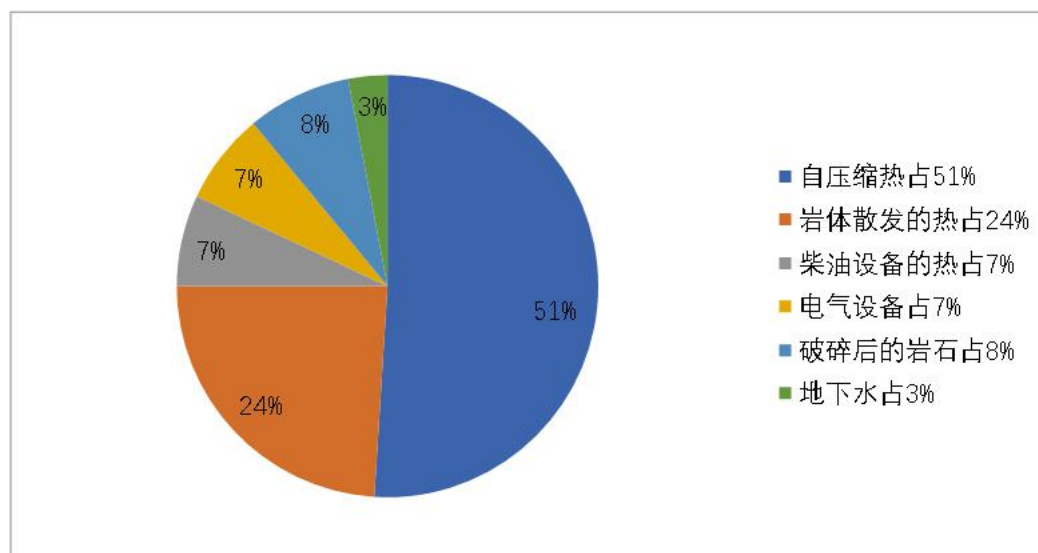


图 3.5-1 Mount Isa 矿 EM 矿热负荷的分布图 (注: 不考虑地表气候)

该项目属深井开拓,未来拟开采矿体埋深达 1000m 以上。目前缺少相关测温数据,建议矿山尽快进行地温测量,并开展深井热害防治专项研究。未来在开采时存在热害问题,只通过增大作业面风量的通风降温手段较难实现《金属非金属矿山安全规程》要求的井下作业环境温度要求(人员连续作业场所的湿球温度不高于 27℃)。下一阶段设计应补充完善井下制冷降温措施。

3.5.5 评价小结

通风系统危险有害因素有:中毒、窒息、机械致害、触电、高温等,其中中毒、窒息危险等级为Ⅳ级,应重点防范;触电和机械致害危险等级为Ⅲ级,应加以重视。采取合理的措施后,以上危险有害因素能控制在可接受范围内。下一阶段设计应注意的问题有:

(1) 建议矿山尽快进行地温测量,并开展深井热害防治专项研究,为下一阶段设计提供支撑依据。

(2) 由于本项目通风线路较长,为了防止风流短路、漏风现象,要增设好通风构筑物(风窗、风门、风墙等),对废弃巷道及采空区及时封闭,并加强管理。

(3) 建议下一阶段设计补充按照井下同时工作的最多人数计算井下需风量,并取最大值。

(4) 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。

(5) 每台主扇应具有相同型号和规格的备用电动机,并有能迅速调换电动机的设施。

(6) 局部通风设施应有防止其被撞击破坏的措施。

(7) 下一阶段设计应补充箕斗井作进风井时,应采取有效的净化措施,保证空气质量。

(8) 风机进风口应装设安全护栏和防护网。

(9) 井下维修硐室固定动火作业点应采取通风排烟措施。

(10) 由于此项目为深井开采,考虑地下地温、机电设备放热、围岩放热、地下水放热等存在诸多影响井下空气温度的因素,建议下一步阶段设计应补充完善井下制冷降温措施。

3.6 供配电设施单元

3.6.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析(PHA)

表 3.6-1 电气系统预先危险性分析评价表

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
触电	电气线路设计或设备选择不合理;电气设备安装存在缺陷或运行中缺乏必要的检修维护;没有设置必要的	人员伤亡	III	按设计敷设电气线路,按设计和规程要求选择电气设备;电气设备安装保护设施,各种仪表灵敏可靠;经常检查供电设备、线路;高压设备周围设防护栏隔离;电器设备采用

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
	安全技术措施（如保护接地、漏电保护、安全电压等）或安全措施失效。			保护接地；设漏电、短路、过电流保护装置；配电室配备绝缘鞋、绝缘手套等绝缘设备以及灭火器材，门窗加防护网；高压设备附近悬挂防止触电的警告牌；在断电检修时，电源开关处必须悬挂警示牌严禁合闸；电气设备可能被人触及的裸露带电部分，设置警戒标志。
火灾	电线、电缆、电气设备等短路、过载、过热、接触不良、散热不良、漏电等；电热器具和照明灯具形成引燃源；电火花和电弧；机械作用如摩擦、振动、冲击等外界因素	人员伤亡 财产损失	Ⅲ	设计选择阻燃电缆；设备设施按防火、防爆要求进行设计、安装并加强维护；备足消防灭火器材和消防设施；在不应用火的地方禁止用火，若必须用火，应采取防护措施。

3.6.2 安全检查表法

表 3.6-2 电气系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	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	依据可研报告，现龙首矿地表工业场地设有一座 35/6kV 总降压变电所，该所安装有 2 台 35/6.3kV 主变压器，容量分别为 20MVA 和 16MVA，其双回 35kV 电源引自金川自备热电厂 35kV 不同母线段，动力厂 26#6kV 配电室双回路电源，通过	下一阶段设计补充完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
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	LGJ-3×185 架空线路引自现有 35/6kV 总降压变电所。由 26#6kV 配电室给龙首矿所有井下负荷提供供电电源。	
3	矿山地面主变电所的主变压器为 2 台及以上时，其中 1 台停止运行，其余变压器容量应能保证一级负荷和二级负荷的供电。	《矿山电力设计标准》 (50070-2020) 第 3.0.8 条	设计对地表 1826m 水平现有混合井 56#6kV 变电所进行改造，改造后的 56#变电所 6kV 两段母线作为本工程供电电源。未明确电源及变压器容量是否保证矿山全部一级负荷要求。	
4	井下电气设备保护接地系统应符合下列规定：井下各开采水平的主接地装置和所有局部接地装置应通过接地干线相互连接，构成井下总接地网；需要接地的设备和局部接地极均应与接地干线连接。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.6.5 条	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善
4	井下低压配电系统接地型式应符合下列规定： 1、井下有爆炸危险环境，应采用 IT 系统。 2、井下无爆炸危险环境，宜采用 IT 系统；当采用 220/380V 时，也可采用 TN-S 系统。 3、当采用 IT 系统时，配电系统电源端的带电部分应不接地或经高阻抗接地，且配电系统相导体和外露可	《矿山电力设计标准》 (50070-2020) 第 4.1.3 条	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	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。			
5	井下接地极的设置应符合下列规定: 1、每一开采水平主接地极不应少于 2 组, 并宜分别设置于开采水平主、副水仓中。 2、当下井电缆在钻孔中敷设时, 主接地极可埋设在地面或设在井底水仓中或集水井内; 加固钻孔的金属套管可作为主接地极中的一组。 3、当没有排水水仓可利用时, 主接地极应设置在井底水窝或专门开凿的集水井内。不得将两组主接地极置于一个集水井内。 4、局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其他适当地点。	《矿山电力设计标准》 (50070-2020) 第 4.6.2 条	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善
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 。	《矿山电力设计标准》 (50070-2020) 第 4.6.4 条	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善
7	井下照明电压, 应符合下列规定: 1、主要巷道的固定式照明电压可采用 220V 或 127V; 2、天井以及天井至回采工作面之间应采用 36V; 3、采掘工作面应采用 36V, 当选择矿用防爆型灯具时可采用 127V; 4、行灯电压不应大于 36V。	《矿山电力设计标准》 (50070-2020) 第 4.1.8 条	根据可研, 坑内井下主要运输巷道、泵房、机电硐室等处设置固定照明, 主要硐室设置应急照明; 照明电压等级一般为 ~220V, 采区工作面照明电压等级 36V。	符合要求
8	井下电气设备类型选择应符合下列	《矿山电力设计	设计井下均采用干	符合

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	规定： 1、无爆炸危险环境矿井，宜采用矿用一般型电气设备； 2、有爆炸危险环境矿井，应按国家现行有关标准执行； 3、井下不应采用油浸式电气设备。	标准》 (50070-2020) 第 4.2.1 条	式电气设备。	要求
9	井下高、低压线路应装设相间短路和过负荷保护。	《矿山电力设计 标准》 (50070-2020) 第 4.2.6 条	设计设置有电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、低电压保护等。	符合要求
10	电力电缆的选择应符合下列规定： 在立井井筒或倾角 45° 及以上的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘粗钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； 在水平巷道或倾角小于 45° 的井巷内，固定敷设的高压电缆应采用交联聚乙烯绝缘钢带或细钢丝铠装聚氯乙烯护套电力电缆； 井下所有电缆应采用阻燃电缆。	《矿山电力设计 标准》 (50070-2020) 第 4.3.1 条	设计坑内线路采用低烟无卤阻燃电缆，沿巷道壁吊挂敷设或沿机电硐室内电缆沟敷设；竖井内采用低烟无卤钢丝铠装阻燃电缆，沿井壁支架敷设，固定点间距不大于 6m。	符合要求
11	井下所有作业地点、安全通道和通往作业地点的通道均应设照明。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.5.1 条	夜间作业点及危险点，均设置足够的照明。	符合要求
12	电气硐室应符合下列要求： ——不应采用可燃性材料支护； ——硐室的顶板和墙壁应无渗水； ——中央变电所的地面应比其入口处巷道底板高出 0.5m 以上；与水泵房毗邻时，应高于水泵房地面 0.3m； ——采区变电所及其他电气硐室的地面应比其入口处的巷道底板高出	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.4.1 条	可研中无相关内容。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	0.2m; ——硐室地面应以 2‰ ~ 5‰ 的坡度向巷道等标高较低的方向倾斜; ——电缆沟应无积水。			
13	电气设备硐室应符合下列规定: ——长度超过 9m 的硐室,应在硐室的两端各设一个出口; ——出口应设防火门和向外开的铁栅栏门;有淹没危险时,应设防水门。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.4.2 条	可研中无相关内容。	下一阶段设计中需完善
14	电气硐室内应配备消防器材。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.4.3 条	可研中电气硐室内配备有消防器材。	符合要求
15	硐室内各种电气设备的控制装置,应注明编号和用途,并有停送电标志。硐室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌,高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌,并应有照明。无人值守的硐室应关门加锁。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.4.4 条	可研中提出了相关电气安全措施。	符合要求
16	井下中央变电所、主水泵房等非消防工作区域继续工作应急照明连续供电时间不应少于 2h;消防应急照明和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于 0.5h。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.5.2 条	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需完善
17	经由地面架空线路引入井下变、配电所的供电电缆,应在架空线与电缆连接处装设避雷装置。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.7.1.5 条	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需完善

3.6.3 触电危险性评价

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

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

该项目供配电系统设置了相应的安全设施，发生触电的风险是可接受的。

3.6.4 评价小结

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

下一阶段设计中需完善的问题有：

- (1) 明确电源及变压器容量是否可以保证矿山全部一级负荷要求。
- (2) 对智能矿山及专项安全保障系统进行详细设计。
- (3) 补充井下电气设备保护接地系统相关规定。
- (4) 补充井下低压配电系统接地型式相关规定。
- (5) 补充井下接地极的设置情况。
- (6) 补充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 。

(7) 补充井下高、低压线路装设相间短路和过负荷保护装置。

(8) 补充电气硐室应符合《金属非金属矿山安全规程》的相关要求。

(9) 补充地表向井下供电电缆、照明设施的情况，高低压供配电具体的中性点接地方式，明确由地面架空线路引入井下变、配电所的供电电缆，应在架空线与电缆连接处装设避雷装置。

(10) 补充电气作业及工作人员应遵守的相关规定。

(11) 补充井下中央变电所、主水泵房等非消防工作区域继续工作应急照明的相关规定。

3.7 防排水与防灭火单元

3.7.1 防排水单元

3.7.1.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.7-1 防排水系统预先危险性分析评价表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	措施
透水	防、排水设备能力不够或未正常运转。	人员伤亡 设备损坏	Ⅲ	对井下水仓、水泵、排水沟等进行合理设计；雨季加强防排水设施的维护，做好夏季防汛准备。
机械伤害	水泵等工作过程中对人员造成伤害。	人员伤亡	Ⅱ	水泵危险部位设置防护罩或防护栏等，设置警示标志。
触电	水泵及输电线路漏电。	人员伤亡	Ⅲ	水泵及其供电线路设防漏电等措施。
淹溺	人员坠入水池、水仓。	人员伤亡	Ⅲ	水池、水仓封闭或设置防护栏；在危险部位设置安全警示标志。

3.7.1.2 安全检查表法

表 3.7-2 防排水系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
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。 通往强含水带、积水区、有可能突然大量涌水区域的巷道和专用的截水、放水巷道应设置防水门。防水门压力等级应高于其承受的静压。 防水门应设置在岩石稳固的地点，由专人管理，定期维修，确保可以随时启用。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 6.8.3.3 条	可研未见相关说明。	下一阶段补充完善
2	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	根据可研： 设计改造 850m 现有水泵房并新建 480m 水泵房，各中段回采时，井下涌水和生产回水均通过新建泄水钻孔下放至 480m 水泵房，480m 水泵房同时兼顾粉矿回收水平的排水，480m 水泵房与改造后的 850m 水泵房接力将水排至地表。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
3	井下最低中段的主水泵房出口不少于两个；一个通往中段巷道并装设防水门；另一个在水泵房地面 7m 以上与安全出口连通，或者直接通达上一水平。水泵房地面应至少高出水泵房入口处巷道底板 0.5m；潜没式泵房应设两个通往中段巷道的出口。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.4.2 条	可研未说明。	下一阶段补充完善
4	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	可研报告中没有相关内容。	下一阶段补充完善
5	在有突水可能性的工作面设置的救生圈、安全绳等救生设施。	安监总局〔2015〕 第 75 号	可研报告中没有相关内容。	下一阶段补充完善

3.7.1.3 排水系统能力符合性评价

依据《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423-2020) 6.8.4.3 井下主要排水设备应包括工作水泵、备用水泵和检修水泵。工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量；工作水泵和备用水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。

设计接替工程正常排水量为 650m³/d，最大排水量为 2450m³/d。

(1) 850m 水泵房排水能力复核

① 正常涌水量时

20 小时 1 台水泵排水能力：150m³/h × 20h=3000m³

$3000\text{m}^3 > 650\text{m}^3/\text{d}$ ，正常涌水量时，1 台 MD155-67×9 型多级离心泵能满足井下正常排水要求。

② 最大涌水量时

20 小时 3 台水泵排水能力： $150\text{m}^3/\text{h} \times 20\text{h} \times 3 = 9000\text{m}^3$

$9000\text{m}^3 > 2450\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量时，3 台 MD155-67×9 型多级离心泵同时工作，能满足井下最大排水要求。

(2) 480m 水泵房排水能力复核

① 正常涌水量时

20 小时 1 台水泵排水能力： $150\text{m}^3/\text{h} \times 20\text{h} = 3000\text{m}^3$

$3000\text{m}^3 > 650\text{m}^3/\text{d}$ ，正常涌水量时，1 台 MD150-100×4 型多级离心水泵能满足井下正常排水要求。

② 最大涌水量时

20 小时 2 台水泵排水能力： $150\text{m}^3/\text{h} \times 20\text{h} \times 2 = 6000\text{m}^3$

$6000\text{m}^3 > 2450\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量时，2 台 MD150-100×4 型多级离心水泵同时工作，能满足井下最大排水要求。

3.7.1.4 单元评价小结

本单元存在的危险有害因素有：透水、机械致害、触电和淹溺，由于该项目地表水丰富、地下涌水量较大，对透水危害应加以重视。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，明确水仓总容积等相关内容。

(2) 有突水可能性的工作面应设置救生圈、安全绳等救生设施。

(3) 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。

(4) 建议对水文地质条件进一步查明,进一步查明矿区构造带及其含水性、导水性及与其它含水层的水力联系,合理预测深部开采的矿坑涌水量,并为制定防治水措施提供依据。调查核实矿区范围内的小矿井、老井、老采空区、现有生产矿井的积水区、含水层、岩溶带、地质构造等详细情况,并填绘矿区水文地质图。

(5) 下一阶段设计单位应采用比拟法及大井法两种方法对矿坑涌水量进行计算。

(6) 对排水设施能力进行进一步复核,同时考虑水泵阻力损失、吸水管阻力损失以及管道中的水头损失。

(7) 矿区局部构造带含脉状裂隙水,建议在断层、超基性岩体边缘构造带附近掘进、开采时,应做好超前探放水工作,做到“有疑必探、先探后掘”。

(8) 目前矿山水文地质资料较少,建议加强水文地质资料的收集、整理和综合研究工作,开展矿坑涌水量长期动态监测工作,准确识别安全风险,以指导矿山排水和防水工作,增强水害预警能力。

3.7.2 防灭火单元

3.7.2.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析 (PHA)

表 3.7-3 防灭火系统预先危险性评价表

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	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、	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

	电火花、电弧和照明灯具形成引燃源。			施。
危险物料	爆破材料的运输、保存、使用不当；木材、油料、电缆；外界火源；危险部位未设立警示标志；未采取有效的灭火措施。	人员伤亡 财产损失	Ⅲ	易燃易爆材料要妥善保管、处理；尽量不在易燃易爆物品附近点火；如必须动火应采取有效防火措施；在必要部位配备一定数量的灭火器材。

3.7.2.2 安全检查表

表 3.7-4 防灭火系统安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	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	可研未见相关说明。	下一阶段补充完善
2	在下列地点或区域应配置灭火器：有人员和设备通行的主要进风巷道、进风井井口建筑、主要通风机房和压入式辅助通风机房、风硐及暖风道；人员提升竖井的马头门、井底车场；变压器室、变配电所、电机车库、维修硐室、破碎硐室、带式输送机驱动站等主要机电设备硐室、油库和加油站、爆破器材库、材料库、避灾硐室、休息或排班硐室等；内燃自行设备通行频繁的斜坡道和巷道，灭火器配置点间距不大于 300m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.9.1.7 条	设计在主要进风巷道、主扇风机房和硐室、建筑物、材料场、炸药库等，室内设置醒目的防火标志和防火注意事项，并配备相应的灭火器材。	符合要求
3	无轨设备应符合下列规定：每台设备均应配备灭火装置。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	铲运机等无轨设备自备干粉灭火器。	符合要求

		第 6.3.4.2 条		
4	应结合井下供水系统设置井下消防管路。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.9.1.2 条	设计井下消防与生产用水系统共用一套管路,接替工程供水主管路规格选用 $\phi 159\text{mm} \times 6\text{mm}$ 无缝钢管。	符合要求
5	下列场所应设消火栓: ——内燃自行设备通行频繁的主要斜坡道和主要平硐; ——燃油储存硐室和加油站; ——主要中段井底车场和无轨设备维修硐室。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 6.9.1.3	设计在斜坡道、主要平硐、燃料存储硐室、加油站、井底车场、无轨设备维修硐室等处设置消火栓,间距不大于 100m; 每个消火栓配有水枪和水带,水带的长度应满足消火栓设置间距内的消防要求。	符合要求
6	木材场、防护用品仓库、炸药库、氢和乙炔瓶库、石油液化气站和油库等场所,应建立防火制度,采取防火措施,备足消防器材。	《金属非金属矿山安全规程》 5.9.2.5	可研确定了消防的相关内容。	符合要求
7	主要进风巷道、进风井筒及其井架和井口建筑物,主要扇风机房和压入式辅助扇风机房,风硐及暖风道,井下电机室、机修室、变压器室、变电所、电机车库、炸药库和油库等,均应用非可燃性材料建筑,室内应有醒目的防火标志和防火注意事项,并配备相应的灭火器材。	《金属非金属矿山安全规程》 6.7.1.5	可研确定了井上、井下主要硐室及厂房的防火措施及设施。	符合要求
8	储油硐室和加油站应符合下列要求: ——与巷道连接处应设甲级防	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020)	可研中明确动力油储量不得超过三昼夜的需用量,硐室内应配	下一阶段设计中需

	火门； ——储油量不超过三昼夜的需用量； ——每个油罐或者油桶均应有明确标识和编号； ——储油硐室附近和加油站内应设集油坑； ——集油坑容积：储存油罐的不小于油罐容积的 1.5 倍；储存油桶的不小于最大油桶容积的 1.1 倍；加油站的不小于 0.5m^3 ； ——应定期检查油罐，发现泄漏立即停止使用； ——修理油罐应采取安全措施，经过审批后进行； ——油桶应分类摆放整齐，油桶和空桶分开存放，并严密封盖； ——地面和墙壁应光滑、不渗漏，应有使溢流流向集油坑的坡度； ——收集的油料应尽快运出矿井。	6.9.1.11	有专线通讯和报警系统，必须有专人管理，在库内作业应严格遵守本岗位的安全操作和防火灭火规定，硐室设防火门及明显的严禁烟火的标志。未明确其他相关内容。	完善
--	---	----------	---	----

3.7.2.3 单元评价小结

防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。

(1) 下一阶段设计应明确井下消防供水水池的容积应不小于 200m^3 以及储油硐室和加油站的相关要求。

(2) 灭火器设置稳固，其铭牌必须朝外。手提式灭火器设置在挂钩、托架上或灭火器箱内，其顶部离地面高度小于 1.50m；底部离地面高度不小于 0.08m。灭火箱上不得被遮挡或上锁。灭火器箱体正面

或者灭火器设置点附近的墙面上，设有指示灭火器位置的发光标识；有视线障碍的灭火器配置点，在其醒目部位设置指示灭火器位置的发光标识。灭火器设置在干燥无蚀性的地点，地点符合其使用温度范围。

(3) 下一阶段设计应补充井下灭火用高位水池高、低水位实时监测与预警系统的设置情况。

(4) 下一阶段设计应补充井下柴油设备现场加油的相关安全措施。

3.7.3 评价小结

防排水系统存在的危险有害因素主要有：透水、机械致害、触电、淹溺等，其中透水、触电、淹溺危险等级为Ⅲ级，应加以重视；机械致害危险等级为Ⅱ级，应加以注意。防灭火系统存在的主要危险有害因素为火灾、爆炸，其危险等级为Ⅲ级，应加以重视。采取合理的措施后，以上危险有害因素能控制在可接受范围内。

3.8 排土场单元

3.8.1 危险、有害因素辨识及预先危险性分析（PHA）

表 3.8-1 排土场预先危险性分析评价表

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
滑坡	暴雨；未按设计排放废石（超高堆放）。	人员伤亡 设备损坏	Ⅲ	按设计进行排弃废石；合理采取防排洪措施；将平台修成反坡，临时堆场下游修筑拦挡坝；制定应急预案。
物体打击	安全平台宽度不足；废石临时堆场边坡滚石滑落；废石临时堆场危险区域周边未设置拦挡设施或	人员伤亡	Ⅲ	按设计要求进行排土作业；滚石区周边设置拦挡设施或警示标志；严禁无关人员进入危

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
	警示标志。			险区域。
高处坠落	平台边缘未采取安全防护措施；车辆与人员离台阶边缘较近；夜间排弃时排土场照明不良。	人员伤亡设备损坏	Ⅲ	在平台边缘留设安全车挡以保护汽车卸载时的安全；车辆临近排土场卸载平台边缘时应减速行驶；夜间排弃应保证临时堆场有良好的照明。
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。	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。	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。

3.8.2 安全检查表法

本节安全检查项主要依据《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）、《有色金属矿山排土场设计标准》（GB 50421-2018）、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（KA23-2025）编制。

表 3.8-2 排土场安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
1	排土工艺设计应包括容积、服务年限、堆置方式、堆置要素、	《有色金属矿山排土场设计	根据可研，新建西侧排土场位于龙首矿混合井西北侧的山	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	运输方式、运输系统、设备选型、排土计划。	标准》 GB 50421-2018 3.1.2	谷内，设计容积 $130 \times 10^4 \text{m}^3$ ，距离混合井 300m，周边没有村庄，与其它工业场地之间的安全防护间距满足《有色金属矿山排土场设计标准》（GB50421-2018）的要求。 排土形式采用覆盖式多台阶排土。按台阶高度的水平分层由下而上，逐层堆置，也可几个台阶同时进行覆盖式排土，而保持下一台阶超前一段安全距离。台阶高度暂按 30m，安全平台宽度 30m，边坡坡率为 1:1.5，堆置总高度 80m，最终边坡角 24° ，为三级排土场。	
2	排土场不应给采矿场、工业场地、居民区、铁路、公路和其他设施造成安全隐患。	《金属非金属矿山安全规程》 GB 16423-2020 5.5.1.2	排土场未给采矿场、工业场地、居民区、铁路、公路和其他设施造成安全隐患。	符合要求
3	排土场防洪应遵守下列规定： ——山坡排土场周围应修筑可靠的截、排水设施； ——山坡排土场内的平台应设置 2% ~ 5% 的反坡，并在靠近山坡处修筑排水沟。	《金属非金属矿山安全规程》 GB 16423-2020 5.5.1.7	设计排土场周边沿地形设置清污分流水沟，清水截水沟采用浆砌片石山坡截水沟，沟宽 0.6m，沟深 0.6m，沟底纵坡不小于 0.3%，拦截山坡上未污染的大气降水，拦截后的雨水直接排至排土场下游沟谷中。在台阶平台及两侧设置污水排水沟，平台排水沟采用土质梯形排水沟，采用水泥毯铺砌，沟底宽 0.4m，沟深 0.4m，坡度 1:1，沟底纵坡不小于 0.3%，	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
			将堆场内部污染的雨水经两侧排水沟排至下游废水收集设施。	
4	排土场应设拦挡设施，堆置高度大于 120m 的沟谷型排土场应在底部设置挡石坝。	《金属非金属 矿山安全规程》 GB 16423-2020 5.5.1.5	根据可研，设计在西侧排土场下游 50m 处设置拦挡坝，拦挡坝采用土石坝，顶宽 5m，坝高 10m，梯形结构，内坡 1:1.5，外坡 1:2。拦挡坝可防止滚石对下游的威胁，滚石区域设有安全警示标识。	符合要求
5	汽车排土应遵守下列规定： ——在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4； ——由经过培训考核合格的人员指挥； ——汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 16km/h；与坡顶线距离小于 50m 时，车速不大于 8km/h； ——重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h； ——能见度小于 30m 时停止排土作业。	《金属非金属 矿山安全规程》 (GB16423-2020) 5.5.2.4	可研未明确相关内容。	下一阶段补充完善
6	排土作业区应符合下列要求： ——有良好的照明； ——配备通信工具； ——设置醒目的安全警示标志。	《金属非金属 矿山安全规程》 GB 16423-2020 5.5.2.3	可研未明确排土场照明、通信、安全警示标志等设置情况。	下一阶段补充完善

3.8.3 排土场稳定性分析

由于企业未开展排土场工程勘察工作，无法进行排土场稳定分析工作，建议企业尽快开展排土场工程勘察工作，并进行专项稳定性研究工作。

3.8.3 排土场排水能力校核

根据可研报告，排土场汇水面积 $F=12.8$ 公顷；最大一日暴雨均值，按 20 年一遇， $H_{24}=88.4\text{mm}$ ； β 安全系数=1.15； Ψ 径流系数=0.5。

根据收集池容积公式：容积 $V=10\beta\Psi H_{24}F=6507.55\text{m}^3$ ；

因此，设计排土场收集池容积 6600m^3 满足排水要求。

3.8.5 评价小结

下一阶段设计本单元应注意以下问题：

- (1) 绘制排土场基建终了图、最终境界图及剖面图。
- (2) 建议企业尽快开展排土场工程勘察工作，并进行专项稳定性研究工作。
- (3) 排土场排土到界时应及时覆土绿化，提高排土场的稳定程度。
- (4) 进一步校核排土场防排水能力。
- (5) 建议下一阶段设计补充冬季排土场作业现场调车指挥员防寒保护设施的设置情况。
- (6) 下一步设计阶段应对排土场卸载平台安全车挡、边坡稳定性监测、照明、通信、安全警示标志等进行详细设计。

3.9 专项安全保障系统单元

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《可研报告》中安全避险“六大系统”涉及的安全设施进行检查分析,见表 3.9-1。

表 3.9-1 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	检查情况说明	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、传感器等设备和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。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 3.1	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
2	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。	下一阶段设计中需完善
3	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	《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。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	警参数设置和声光报警功能。			
4	井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011)6.1	根据可研, 设计在 850m 水平沿脉回风巷、盲回风井石门、730m 中段巷道、730m 水平斜坡道联络巷、830m 分段巷道、730m 避灾硐室分别设置风速检测回路。	符合要求
5	主要通风机应设置风压传感器, 传感器的设置应符合 AQ2013.3 中主要通风机风压的测点布置要求。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 6.2	设计盲回风井风机房设风压检测回路。	符合要求
6	主要通风机、辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011)6.5	可研未明确辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。	下一阶段设计中需完善
7	提升人员的井口信号房、提升机房, 以及井口、马头门 (调车场) 等人员进出场所, 应设视频监控。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011) 7.1	根据可研, 设计拟在 850m 水平以下各中段马头门、斜坡道联络道硐室、有轨运输中段岔路口及卸载站、避灾硐室等安装摄像机观察采区工作情况。通过井下综合网络传输平台将视频信号送至现有视频监控平台, 视频系统使地表管控调度人员能够通过视频画面实时的观察井下各关键场所的主要设备和	符合要求
8	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		

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
			人员的工作状况，及时发现问题，快速进行处理。 视频监控平台处须预留接口，用于接入上级监管平台。 本系统传输线路采用矿用光缆传输，以保证图像信号质量。为减少坑内湿气、粉尘对摄像机的腐蚀，前端摄像机防护罩防护等级需达到 IP66 以上，并有矿用相关认证。	
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	根据可研，设计在龙首矿东采区 850m 水平以下接替工程扩建新增人员定位基站，接入龙首矿现有的人员定位系统，提升人员安全防护。在 850m 水平以下各中段马头门、井下巷道、斜坡道及关键硐室设置综合基站，下井人员配带无线定位标示卡，定位数据通过井下网络传输至地表的人员定位管理平台，构成了较为完善的定位系统。	符合要求
2	人员出入井口和重点区域进出口等地点应安装分站（读卡器）。	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011) 4.7		
3	识别卡应专人专卡，并配备不少于经常下井人员总数 10%的备用卡。	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011) 4.10	可研未明确配备不少于经常下井人员总数 10%的备用卡。	下一阶段设计

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	用卡。			中需完善
三	紧急避险系统	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023）		
1	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） 4.4	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
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） 4.5		
3	紧急避险设施的设置应遵守以下要求：水文地质条件中等及复杂或有透水风险的地下矿山，应至少在最低生产中段设置紧急避险设施；生产中段在地面最低安全出口以下垂直距离超过 300m 的矿山，应在最低生产中段设置紧急避险设施；距中段安全出口实际距离超过 2000m 的生产中段，应设置紧急避险设施；应优先选择避灾硐室。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 5.3	设计前期在 730m 中段，后期在 610m 中段靠近采准斜坡道联络巷位置布置一个 50 人的防火型避灾硐室，避灾硐室布置在围岩稳固、支护良好、靠近人员相对集中的地方。矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统以及监测监控系统接入避灾硐室内。	符合要求
4	紧急避险设施的设置	《金属非金属地下矿山		

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	应满足本中段最多同时作业人员避灾需要，单个避灾硐室的额定人数不大于 100 人。	紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 5.4		
5	避灾硐室进出口应有两道隔离门，隔离门应向外开启；避灾硐室的设防水头高度应在矿山设计中总体考虑。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 6.2	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	避灾硐室净高应不低于 2m，长度、深度根据同时避灾最多人数以及避灾硐室内配置的各种装备来确定，每人应有不低于 1.0m ² 的有效使用面积。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 6.1	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
7	应编制事故应急预案，制定各种灾害的避灾路线，绘制井下避灾线路图，并按照 GB14161-2008 的规定，做好井下避灾路线的标识。 井巷的所有分道口要有醒目的路标，注明其所在地点及通往地面出口的方向。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 5.2	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
8	矿山井下压风自救系统、供水施救系统、	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规	矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络	符合要求

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	通信联络系统、供电系统的管道、线缆以及监测监控系统的视频监控设备应接入避灾硐室内。各种管线在接入避灾硐室时应采取密封等防护措施。	范》(KA/T2033-2023) 5.8	系统、供电系统以及监测监控系统接入避灾硐室内。	
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	设计沿用已有的压风设施,安装在地面,并能在 10min 内启动。	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。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023) 4.4	接替工程压缩空气主管路规格选用 $\phi 273\text{mm} \times 7\text{mm}$ 无缝钢管。	符合要求
3	各主要生产中段和分段进风巷道的压风管道上每隔 200 ~ 300m 应安设一组三通及阀门。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.6	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
4	独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设一组三通及阀门,向外每隔 200 ~ 300m 应安设一组三通及阀门。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.7	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
5	爆破时撤离人员集中	《金属非金属地下矿山	可研未明确。	下一

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	地点的压风管道上应安设一组三通及阀门。	压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023)4.8		阶段设计补充完善
6	压风管道应接入紧急避险设施内，并设置供气阀门，接入的矿井压风管路应设减压、消音、过滤装置和控制阀，压风出口压力应为 0.1 ~ 0.3MPa，供风量每人不低于 0.3m ³ /min，连续噪声不大于 70 dB(A)。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023) 4.9	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
五	供水施救系统	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023)		
1	供水施救系统可以与生产供水系统共用，施救时水源应满足生活饮用水水质卫生要求。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023) 4.4	接替工程供水主管路规格选用 φ 159mm × 6mm 无缝钢管。	符合要求
2	供水管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023) 4.5		
3	各主要生产中段和分段进风巷道的供水管道上每隔 200 ~ 300m 应安设一组三通及阀门。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023) 4.7	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
4	独头掘进巷道距掘进	《金属非金属地下矿山	可研未明确。	下一

序号	检查项目	检查依据	检查情况说明	检查结果
	工作面不大于 100m 处的供水管道上应安设一组三通及阀门，向外每隔 200 ~ 300m 应安设一组三通及阀门。	供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023) 4.8		阶段设计补充完善
5	爆破时撤离人员集中地点的供水管道上应安设一组三通及阀门。	《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(KA/T2035-2023) 4.9	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
六	通信联络系统	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011)		
1	金属非金属地下矿山应根据安全避险的实际需要，建设完善有线通信联络系统；宜建设无线通信联络系统，作为有线通信联络系统的补充。	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011) 4.1	设计在 850m 中段设电话交接箱，接入现有井下有线电话通讯网。在 730m 中段和 610m 中段设置电话交接箱，为本中段及邻近中段的电话终端进行配线。在 850m 水平以下各中段、分段联络道、斜坡道联络道内布置矿用综合基站，传输无线网络、定位信息和广播，同时可接入井下监测系统数据。	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、	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011) 4.4	安装通信联络终端设备的地点包括：避灾硐室、回采工区、充填工区、设备维修硐室、采区变电所、破碎站、马头门等处。	符合要求

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

根据《可研报告》，龙首矿已建设一套“六大系统”，总调度室已配置六大系统管控平台、核心交换机、各系统服务器、语音网关等软硬件，并延伸至 850 区域。下一阶段设计中应对“六大系统”延伸内容进行详细设计。

3.10 安全管理单元

表 3.10-1 安全管理状况检查

序号	检查要求	检查依据	检查情况说明	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。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	矿山成立了安全生产委员会，设立了安全生产管理机构 and 安全管理网络，负责矿山日常安全生产管理工作；配备有专职安全生产管理人员。	符合要求
2	矿山企业要建立健全以法定	《非煤矿山企业安全	矿山建立健全了以法定	符合

序号	检查要求	检查依据	检查情况说明	检查结果
	代表人负责制为核心的各级安全生产责任制。在此基础上，要健全完善安全目标管理、安全例会、安全检查、安全教育培训、生产技术管理、机电设备管理、劳动管理、安全费用提取与使用、重大危险源监控、安全生产隐患排查治理、安全技术措施审批、劳动防护用品管理、职业危害预防、生产安全事故报告和应急管理、安全生产奖惩、安全生产档案管理等制度，以及各类安全技术规程、操作规程等。	《生产许可证实施办法》 第六条	代表人负责制为核心的全员安全生产责任制。建立了包含要求的各项安全管理制度、安全规程等。	要求
3	矿山企业应对职工进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的不应上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》第二十八条	矿山对职工进行了安全生产教育和培训，新进地下矿山的作业人员，接受不少于 72h 的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。并要求未经安全生产教育和培训合格的不许上岗作业。	符合要求
4	调换工种的人员，应进行新岗位安全操作的培训。	《中华人民共和国安全生产法》第二十八条	调换工种的人员，进行了新岗位安全操作的培训。	符合要求
5	矿山企业必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》第四十五条	企业为从业人员提供了符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。	符合要求
6	矿山企业应为从业人员办理工伤保险，因特殊情况不能办理工伤保险的，可以办理安全	《中华人民共和国安全生产法》第五十一条	企业为从业人员办理了工伤保险。	符合要求

序号	检查要求	检查依据	检查情况说明	检查结果
	生产责任保险或者雇主责任保险。			
7	矿山企业应根据存在风险的种类、事故类型和重大危险源的情况制定综合应急预案和相应的专项应急预案,风险性较大的重点岗位应制定现场处置方案。应急预案应经过评审,并按照隶属关系向当地县级以上安全生产监督管理部门备案。	《中华人民共和国安全生产法》第四十条	企业根据存在风险的种类、事故类型的情况制定了综合应急预案和相应的专项应急预案,并在当地应急管理部门进行了备案。	符合要求
8	矿山企业应建立由专职或兼职人员组成的事故应急救援组织,配备必要的应急救援器材和设备。生产规模较小不必建立事故应急救援组织的,应指定兼职的应急救援人员,并与临近的事故救援组织签订救援协议。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	矿山建立了兼职矿山救护队,配备了必要的应急救援器材和设备。并与专职救援队签订非煤矿山救援合同书。	符合要求
9	矿山企业应制定应急预案演练计划,每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练,每半年至少组织一次现场处置方案演练。	《生产安全事故应急预案管理办法》第三十三条	企业制定了应急预案演练计划,每年组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练,每半年至少组织一次现场处置方案演练。	符合要求
10	特种从业人员经有关业务主管部门考核合格,取得特种作业操作资格证书。	《中华人民共和国安全生产法》第三十条	企业特种作业人员全部进行了培训或复审,上岗前均取得了特种作业操作资格证书。	符合要求
11	加强对外包施工队伍的安全管理。从事非煤矿山采掘施工的外包施工单位必须具备矿	《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》第三、六、七条	企业与外包施工单位签订了安全生产管理协议。	符合要求

序号	检查要求	检查依据	检查情况说明	检查结果
	山工程施工资质并取得安全生产许可证。非煤矿山企业要与外包施工单位签订安全生产管理协议,明确非煤矿山企业是安全生产的责任主体,外包施工单位对承接工程负直接安全生产责任。			
12	非煤矿山企业必须依法设立安全管理机构或者配备专职安全生产管理人员,应当有注册安全工程师从事安全生产管理工作。专职安全生产管理人员应当从事矿山工作 5 年及以上、具有相应的非煤矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿生产系统。专职安全生产管理人员数量按不少于从业人数的百分之一配备,金属非金属地下矿山应当不少于 3 人。	《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)	企业配备了 23 名专职安管人员,能够满足相关要求。有 6 名注册安全工程师从事安全生产管理工作,能够满足相关要求。	符合要求
13	金属非金属地下矿山应当配备具有采矿、地质、通风、机电等矿山相关专业中专及以上学历或者中级及以上技术职称的专职技术人员,每个专业至少配备 1 人。	《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)	企业配备采矿、地质、机电、测量、通风等矿山相关专业中专及以上学历的专职技术人员。	符合要求
14	主要负责人应当每月对照金属非金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准,组织开展全面排查,形成重大事故隐患排查治理报告签字备查。	《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)	企业主要负责人每月对照金属矿山重大生产安全事故隐患判定标准,组织开展了全面排查,并保存了相关记录。	符合要求
15	矿山企业应当健全以安全风	《中共中央办公厅 国	企业建立了以安全风险	符合

序号	检查要求	检查依据	检查情况说明	检查结果
	险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心的安全生产标准化管理体系。严格开展风险辨识评估并实施分级管控,定期开展全员全覆盖隐患排查治理,建立风险隐患台账清单,实行闭环管理。	务院办公厅关于进一步 加强矿山安全生产工作的 意见》(中共中央办 公厅 国务院办公厅, 2023 年 9 月 6 日)	分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心的安全生产标准化管理体系。开展风险辨识评估并实施分级管控,定期开展全员全覆盖隐患排查治理,建立了风险隐患台账清单,保存有相关记录。	要求
16	矿山及其上级企业主要负责人(含法定代表人、实际控制人、实际负责人)依法履行安全生产第一责任人责任,加大安全投入和安全培训力度,及时研究解决矿山安全生产重大问题。矿山企业总部应当加强下属企业监督检查,主要负责人应当定期到生产现场督促检查安全生产工作,严禁下达超能力生产计划或者经营指标。	《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》(中共中央办 公厅 国务院办公厅, 2023 年 9 月 6 日)	企业安全投入及安全培训满足相关要求,上级企业定期对其进行监督检查,未下达超能力生产计划或者经营指标。	符合要求
17	矿山企业应当建立健全并落实全员安全生产岗位责任制和安全生产管理制度。按照要求绘制、更新相关图纸,并报送矿山安全监管监察部门。未经安全培训合格的从业人员不得上岗作业。	《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》(中共中央办 公厅 国务院办公厅, 2023 年 9 月 6 日)	企业建立健全并落实了全员安全生产岗位责任制和安全生产管理制度。按照要求绘制、更新相关图纸,并报送矿山安全监管监察部门。从业人员全部经安全培训合格后才可上岗作业。	符合要求
18	金属非金属地下矿山应当配备矿长、总工程师和分管安全、生产、机电等工作的“五	《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	企业配备有矿长、总工程师和分管安全、生产、机电等工作的“五职矿长”	符合要求

序号	检查要求	检查依据	检查情况说明	检查结果
	职矿长”，“五职矿长”应具有矿山主体专业、10 年以上矿山一线从业经历、大专及以上学历或中级及以上职称，并每年应当接受专门的安全教育培训。	的意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2023 年 9 月 6 日） 《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》	专业、一线工作经历、学历均满足规定要求，并每年接受专门的安全教育培训。	

由于本项目为扩建项目，企业已有较完善的安全管理制度，建议根据新修订的相关法律、法规、标准、规范等要求及时对安全管理制度进行完善，对新进员工应按要求进行教育培训，完成规定的学时并且考核合格后方能上岗作业。

3.11 重大危险源辨识单元

依据《危险化学品重大危险源辨识》辨识，该矿山井下需要进行辨识的危险化学品为：柴油（无轨设备用油）、乙炔（维修用）。设计井下动力油储量不得超过三昼夜的需用量，柴油最大量远小于临界量 5000t，乙炔用量较小，远小于临界量 1t，因此，该项目不存在危险化学品重大危险源。

4 安全对策措施及建议

针对本项目的特点及其存在的危险有害因素,本报告中补充的主要对策措施及建议如下:

4.1 总平面布置单元安全对策措施

本项目的场址选择和总平面布置较合理,采取相应的安全防护措施后能满足安全生产要求。下一阶段设计需补充以下几个方面:

(1) 应补充明确历史最高洪水位。

(2) 进一步论证地表移动监测线的合理性。

(3) 进一步完善地表监测方案,建议在龙首矿矿区对主要构筑物 and 开采范围周边应布置变形监测系统,对矿区内地表剧烈变形区域进行 GPS 周期监测,并对移动区域内的重要建筑物进行重点监测,实时监控地表重点区域的沉降状态,实时记录并上传开采过程中监测点的数据变化,掌握矿区内地表大范围岩体移动动态和变形规律。企业应加强地表沉降监测并分析数据,出现异常时应及时采取措施。

4.2 开拓单元安全对策措施

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

(2) 企业应及时开展岩爆倾向性研究工作,加强对破碎围岩失稳特征分析评估,并分析深部工程区域的岩爆风险性。

(3) 明确新建开拓系统各中段井口安装有摇台、安全门、操车系统及视频监控系统等相关内容。

(4) 企业在基建及生产期间应加强地压监测,开采深度超过 800m 时应建立在线地压监测系统,并严格按照设计要求进行支护。

(5) 补充完善深井开采的高应力、高提升和高地温等安全防护措施。

(6) 岩石力学参数综合结果为矿区开采工程设计提供了关键依据，但后续仍需结合实际地质条件进一步分析，以保障开采工程的安全与稳定。

(7) 明确行人的有轨运输巷道和调车场、人员乘车场、井底车场矿车摘挂钩处两侧人行道的具体参数。

(8) 明确行人的无轨运输巷道及斜坡道人行道的具体参数。

(9) 明确水平巷道、斜井和斜坡道中，运输设备之间、运输设备与巷道壁或者巷道内设施之间的间隙要求。

(10) 设计单位应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求明确废弃井巷和硐室的封闭措施。

(11) 中央变(配)电所的地面标高，应比其入口处巷道底板标高高出 0.5m；与水泵房毗邻时，应高于水泵房地面 0.3m。采区变电所应比其入口处的巷道底板标高高出 0.5m。其他机电硐室的地面标高应高出其入口处的巷道底板标高 0.2m 以上。

(12) 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。

(13) 设计单位应按照《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）的要求明确天井、溜井、漏斗口等存在人员坠落可能的地方设立警示标识、照明设施、护栏、安全网等措施。

(14) 明确人行巷道的水沟盖板的设置情况。

(15) 建议对储油硐室进行详细设计。

(16) 本工程为深井工程，深部开采可能会出现岩石突然弹射爆

响、井壁破坏、支护困难、岩爆等地压问题，施工中应加强对地压的观测工作，并采取有力措施控制地压，加强临时支护，以确保施工安全，避免影响井巷质量，必要时井巷应加大支护厚度并采取钢筋混凝土等加强支护。

(17) 建议下一阶段设计补充现有生产系统与原设计的合规性。

4.3 提升运输单元安全对策措施

(1) 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《金属非金属矿山安全规程》规定。

(2) 提升人员的罐笼提升系统应符合《金属非金属矿山安全规程》的相关规定。

(3) 明确提升装置的机电控制系统。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，并具有下列限速、过卷、过负荷及无电压、闸瓦磨损、润滑系统油压过高或过低或制动油温过高、电动机失励磁和测速回路断电等保护功能。

(4) 补充提升系统安全制动的安全性，提升系统发生冲击的风险控制措施。

(5) 明确提升容器之间、提升容器与井壁、罐道梁、井梁之间的间隙应符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）相关规定。

(6) 应对井下无轨设备运输按照《金属非金属矿山安全规程》的要求提出细化的安全要求。

(7) 明确多绳摩擦提升钢丝绳静防滑安全系数、动防滑安全系数、重载侧和空载侧的静张力比等相关规定。

(8) 明确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。

(9) 明确电机车运行应遵守的相关规定。

(10) 明确罐笼提升信号系统应在井口和井下各中段马头门设信

号装置。

(11) 明确井口和井下各中段马头门应设自动安全门，并与提升机连锁；井口和井下各中段马头门应设摇台；采用钢丝绳罐道时，井下各中段应设稳罐装置；摇台和稳罐装置应与提升机闭锁。

(12) 明确摩擦式提升系统应在井底设尾绳隔离装置。

(13) 补充带式输送机应设置的安全保护装置及应遵守的相关规定。

(14) 明确井下使用的凿岩台车、铲运机、无轨人车等设备应具有矿用产品安全标志。

(15) 补充盲副井提升系统一次最多允许提升人员数量、悬挂装置及其安全系数、提升钢丝绳最大静张力和静张力差、静张力比、提升容器防坠装置等内容。

(16) 补充罐道钢丝绳的刚性系数、张紧力、拉紧方式、备用长度、直径等相关内容。

(17) 补充采区斜坡道运输、中段有轨和无轨运输信号系统设置情况。

(18) 根据《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》(KA / T 2075-2019) 补充相关设备检测要求。

4.4 采掘单元安全对策措施

(1) 根据《岩石力学专题研究报告》确定合理的采场结构参数和支护方案。开采过程中根据实际情况加强采场管理和顶板控制，对于应力较大的巷道或顶板较为破碎的巷道应及时支护，确保生产安全。

(2) 建议企业进行尾砂充填材料试验，确保充填体强度满足要求。

(3) 补充充填作业监测、接顶措施、减压措施、充填体检测、

及作业管理等相关内容。

(4) 为防止充填管路发生泄露, 建议控制充填浓度, 采取妥善的脱水措施; 联络道、采场底柱(放矿漏斗)封闭措施需封闭严密, 且强度要达到要求, 并采用间断充填, 等充填体充分凝固后继续充填。

(5) 企业应尽快开展岩爆倾向性研究, 在建设和生产过程中还应该继续进行岩石力学研究, 总结出矿山的岩爆判据, 提出预防岩爆的技术措施, 以保证生产过程中的安全。

(6) 对采矿方法进行优选, 深入分析和论证合理生产规模, 合理选择首采中段、开采顺序和开拓运输系统等。

(7) 补充完善基建工程与正常生产系统相互影响的安全防护措施。

(8) 进一步完善采区工程岩体的地压灾害监测预警、地压安全管理、卸压防控措施制定等工作。

(9) 加强对深部资源开采范围内采场围岩的应力变形监测, 必要时安装微震监测系统, 进行围岩损伤区监测, 评估采场围岩松动范围, 并结合地表监测数据进行反演分析, 补充深部开采区域地压及围岩稳定性相关模拟分析结果。

4.5 通风系统安全对策措施

(1) 建议矿山尽快进行地温测量, 并开展深井热害防治专项研究, 为下一阶段设计提供支撑依据。

(2) 由于本项目通风线路较长, 为了防止风流短路、漏风现象, 要增设好通风构筑物(风窗、风门、风墙等), 对废弃巷道及采空区及时封闭, 并加强管理。

(3) 建议下一阶段设计补充按照井下同时工作的最多人数计算井下需风量, 并取最大值。

(4) 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。

(5) 每台主扇应具有相同型号和规格的备用电动机, 并有能迅速调换电动机的设施。

(6) 局部通风设施应有防止其被撞击破坏的措施。

(7) 下一阶段设计应补充箕斗井作进风井时, 应采取有效的净化措施, 保证空气质量。

(8) 风机进风口应装设安全护栏和防护网。

(9) 井下维修硐室固定动火作业点应采取通风排烟措施。

(10) 由于此项目为深井开采, 考虑地下地温、机电设备放热、围岩放热、地下水放热等存在诸多影响井下空气温度的因素, 建议下一步阶段设计应补充完善井下制冷降温措施。

4.6 电气系统安全对策措施

(1) 对智能矿山及专项安全保障系统进行详细设计。

(2) 补充井下电气设备保护接地系统相关规定。

(3) 补充井下低压配电系统接地型式相关规定。

(4) 补充井下接地极的设置情况。

(5) 补充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 。

(6) 补充井下高、低压线路装设相间短路和过负荷保护装置。

(7) 补充电气硐室应符合《金属非金属矿山安全规程》的相关要求。

(8) 补充井下中央变电所、主水泵房等非消防工作区域继续工作应急照明的相关规定。

(9) 根据《金属非金属矿山在用设备设施安全检测检验目录》(KA/T2075-2019), 对供配电相关设备设施定期进行检测。

(10) 补充电气作业及工作人员应遵守的相关规定。

(11) 补充完善电气设备的降温防护措施。

(12) 硐室内各种电气设备的控制装置，应注明编号和用途，并有停送电标志。硐室入口应悬挂“非工作人员禁止入内”的标志牌，高压电气设备应悬挂“高压危险”的标志牌，并应有照明。

4.7 防排水和防灭火系统安全对策措施

(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，明确水仓总容积等相关内容。

(2) 有突水可能性的工作面应设置救生圈、安全绳等救生设施。

(3) 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。

(4) 建议对水文地质条件进一步查明，进一步查明矿区构造带及其含水性、导水性及与其它含水层的水力联系，合理预测深部开采的矿坑涌水量，并为制定防治水措施提供依据。调查核实矿区范围内的小矿井、老井、老采空区、现有生产矿井的积水区、含水层、岩溶带、地质构造等详细情况，并填绘矿区水文地质图。

(5) 下一阶段设计单位应采用比拟法及大井法两种方法对矿坑涌水量进行计算。

(6) 对排水设施能力进行进一步复核，同时考虑水泵阻力损失、吸水管阻力损失以及管道中的水头损失。

(7) 矿区局部构造带含脉状裂隙水，建议在断层、超基性岩体边缘构造带附近掘进、开采时，应做好超前探放水工作，做到“有疑必探、先探后掘”。

(8) 目前矿山水文地质资料较少，建议加强水文地质资料的收集、整理和综合研究工作，开展矿坑涌水量长期动态监测工作，准确识别安全风险，以指导矿山排水和防水工作，增强水害预警能力。

(9) 下一阶段设计应明确井下消防供水水池的容积应不小于 200m³ 以及储油硐室和加油站的相关要求。

(10) 灭火器设置稳固，其铭牌必须朝外。手提式灭火器设置在挂钩、托架上或灭火器箱内，其顶部离地面高度小于 1.50m；底部离地面高度不小于 0.08m。灭火箱上不得被遮挡或上锁。灭火器箱体正面或者灭火器设置点附近的墙面上，设有指示灭火器位置的发光标识；有视线障碍的灭火器配置点，在其醒目部位设置指示灭火器位置的发光标识。灭火器设置在干燥无蚀性的地点，地点符合其使用温度范围。

(11) 下一阶段设计应补充井下灭火用高位水池高、低水位实时监测与预警系统的设置情况。

(12) 下一阶段设计应补充井下柴油设备现场加油的相关安全措施。

4.8 排土场安全对策措施

(1) 绘制排土场基建终了图、最终境界图及剖面图。

(2) 排土场排土到界时应及时覆土绿化，提高排土场的稳定程度。

(3) 建议企业尽快开展排土场工程勘察工作，并进行专项稳定性研究工作。

(4) 进一步校核排土场防排水能力。

(5) 建议下一阶段设计补充冬季排土场作业现场调车指挥员防寒保护设施的设置情况。

(6) 下一步设计阶段应对排土场卸载平台安全车挡、边坡稳定性

监测、照明、通信、安全警示标志等进行详细设计。

4.9 安全管理对策措施

(1) 下一阶段设计补充矿山及其上级企业主要负责人依法履行安全生产第一责任人责任,加大安全投入和安全培训力度,及时研究解决矿山安全生产重大问题,推广矿长安全生产考核记分制度。

(2) 明确支柱工的配备情况。

(3) 下一阶段设计应明确危险性较大的矿用产品,企业需根据国家有关规定取得矿用产品安全标志。

(4) 下一阶段设计应明确专项安全设施投资费用,企业应按照国家财资〔2022〕136号有关规定足额提取安全生产费用,实行专户核算。

(5) 企业应按要求绘制、更新相关图纸,并报送矿山安全监管监察部门。

(6) 矿山应当严格执行《生产经营单位安全培训规定》(原国家安全监管总局令第3号)、《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(原国家安全监管总局令第30号)等规章,强化从业人员安全素质和技能提升,不得安排未经安全生产培训合格的从业人员上岗。建立包括外包施工单位从业人员在内的安全培训档案,实行“一人一档”。

(7) 矿山应当依法加强安全生产标准化管理体系建设,建立健全安全风险分级管控和事故隐患排查治理双重预防机制,强化安全风险辨识管控,确定管控重点,落实管控责任,加强隐患排查治理,分析隐患成因,制定落实消除措施,建立风险隐患台账清单,实行闭环管理。持续加强现场安全管理,强化监督检查和激励约束,严格考核兑现。全面实现岗位达标、专业达标、企业达标,夯实安全生产基础。

(8) 矿山应当按照《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》,对承包单位实施统一管理,严禁“以包代管、包而不管”。从事非煤矿山采掘施工的外包施工单位必须具备矿山工程施工资质并取得安

全生产许可证。建设单位应与外包施工单位签订安全生产管理协议，明确建设单位是安全生产的责任主体，外包施工单位对承接工程负直接安全生产责任。

（9）承包单位应当向项目部派出项目负责人、技术人员和特种作业人员；项目负责人、技术人员应当具有矿山相关专业中专以上学历或者中级以上专业技术职称，且不得在其他矿山兼职。项目部管理人员、技术人员、特种作业人员必须是项目部上级法人单位的正式职工，不得使用劳务派遣人员、临时人员。

（10）矿山应当按照《生产安全事故应急预案管理办法》及时修订生产安全事故应急预案，赋予调度员、安检员、现场带班人员、班组长等人员现场紧急撤人权，定期组织应急预案演练并编写评估报告，与就近的取得三级以上资质的矿山救护队签订有偿服务救护协议。

（11）积极推进矿山智能化建设，优先选用国家鼓励推荐使用的先进设备设施。

（12）积极向国内外管理经验先进的大型矿山学习，并结合矿山实际情况，建立适合自身发展的企业安全文化，促进矿山安全生产和发展。

4.10 其他对策措施

（1）下一阶段设计中应对“六大系统”延伸内容进行详细设计。

（2）下一阶段设计需明确便携式气体检测报警仪应能测量的有毒有害气体类型及报警参数等情况。

（3）下一阶段设计需明确主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。

（4）下一阶段设计需明确辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。

(5) 下一阶段设计需明确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。

(6) 下一阶段设计需明确识别卡应专人专卡，并配备不少于经常下井人员总数 10% 的备用卡。

(7) 下一阶段设计需考虑避灾硐室的设防水头高度。

(8) 下一阶段设计需明确各种管线在接入避灾硐室时应采取密封等防护措施。

(9) 下一阶段设计需明确各主要生产中段和分段进风巷道的压风管道及供水管道上每隔 200 ~ 300m 应安设一组三通及阀门。独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道及供水管道上应安设一组三通及阀门，向外每隔 200 ~ 300m 应安设一组三通及阀门。爆破时撤离人员集中地点的压风管道及供水管道上应安设一组三通及阀门。

(10) 下一阶段设计需明确压风管道应接入紧急避险设施内，并设置供气阀门，接入的矿井压风管路应设减压、消音、过滤装置和控制阀，压风出口压力应为 0.1 ~ 0.3MPa，供风量每人不低于 $0.3\text{m}^3/\text{min}$ ，连续噪声不大于 70 dB(A)。

5 评价结论

5.1 本项目中的主要危险有害因素

本项目中存在的主要危险、有害因素有：矿山地压、岩爆、透水、爆破伤害、中毒、窒息、民用爆炸物品爆炸、充填体破坏、高处坠落、厂(场)内车辆致害、机械致害、触电、物体打击、火灾、起重伤害、淹溺、高温等。

应重点防范的危险有害因素有：铲装运输过程中的厂(场)内车辆致害、矿山地压、岩爆、高处坠落、透水、爆破伤害、民用爆炸物品爆炸、中毒、窒息。

5.2 矿山开采主要安全风险

该矿山为改扩建项目，各采区生产系统相对复杂，建设工程与正常生产系统之间的相互影响为矿山开采的主要风险。

5.3 应重视的安全对策措施建议

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

(2) 本工程为深井工程，深部可能会出现岩石突然弹射爆响、井壁破坏、支护困难、岩爆等地压问题，企业在基建及生产期间应加强地压监测，开采深度超过 800m 时应建立在线地压监测系统，并采取有力措施控制地压，加强临时支护，以确保施工安全，避免影响井筒质量，必要时井筒应加大支护厚度并采取钢筋混凝土等加强支护。

(3) 设计单位根据《岩石力学专题研究报告》确定合理的采场结构参数和支护方案。

(4) 建议企业进行尾砂充填材料试验，确保充填体强度满足要求。

(5) 矿山应当依法加强安全生产标准化管理体系建设，建立健全安全风险分级管控和事故隐患排查治理双重预防机制，强化安全风险辨识管控，确定管控重点，落实管控责任，加强隐患排查治理，分析隐患成因，制定落实消除措施，建立风险隐患台账清单，实行闭环管理。持续加强现场安全管理，强化监督检查和激励约束，严格考核兑现。全面实现岗位达标、专业达标、企业达标，夯实安全生产基础。

(6) 积极推进矿山智能化建设，优先选用国家鼓励推荐使用的先进设备设施。

(7) 矿山应当按照《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》，对承包单位实施统一管理，严禁“以包代管、包而不管”。从事非煤矿山采掘施工的外包施工单位必须具备矿山工程施工资质并取得安全生产许可证。建设单位应与外包施工单位签订安全生产管理协议，明确建设单位是安全生产的责任主体，外包施工单位对承接工程负直接安全生产责任。

5.4 评价结果综述

评价组本着合法性、科学性、公正性、针对性的评价原则，依据《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国矿山安全法》《金属非金属矿山安全规程》《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》等法律法规、标准规范及政策文件的要求，对本项目可行性研究报告所涉及的总平面布置、开拓系统、提升运输系统、采掘单元、矿山供配电、通风、防排水、矿山专项安全保障系统、安全管理单元、重大危险源辨识单元等进行了安全预评价。

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

控范围。

5.5 安全预评价结论

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

附件目录

- 附件 1: 委托书;
- 附件 2: 《采矿许可证》;
- 附件 3: 《可研报告》封皮及目录;
- 附件 4: 项目备案文件;
- 附件 5: 专家评审意见;
- 附件 6: 矿山周边环境照片;
- 附件 7: 部分项目组成员现场踏勘照片。

附图目录

- 附图 1: 总体布置图;
- 附图 2: 开拓系统纵投影图;
- 附图 3: 坑内外复合平面图;
- 附图 4: 850m 中段平面图;
- 附图 5: 830m 分段平面图;
- 附图 6: 790m 装矿皮带道平面图;
- 附图 7: 730m 中段平面图;
- 附图 8: 东采区 I 7 行地质剖面图;
- 附图 9: 东采区 I 3⁺²⁵ 行地质剖面图;
- 附图 10: 东采区 I 2 行地质剖面图;
- 附图 11: 东采区 II 1 行地质剖面图;
- 附图 12: 东采区 II 3 行地质剖面图;
- 附图 13: 东采区 II 5 行地质剖面图;
- 附图 14: 下向六角形进路胶结充填采矿法;
- 附图 15: 通风系统示意图;
- 附图 16: 供电系统图;
- 附图 17: 盲竖井断面图 (盲主井、盲副井);
- 附图 18: 矿机主要设备分布示意图。