



国信安科
GXAK TECHNOLOGY

编号：AK24120203

广西华锡矿业有限公司
铜坑矿锡锌矿采矿工程
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

二零二四年十二月

广西华锡矿业有限公司
铜坑矿锡锌矿采矿工程
安全预评价报告

法定代表人：龚宇同

技术负责人：谢 源

项目负责人：韩金峰

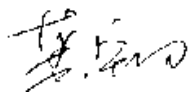
2024 年 12 月

(安全评价机构公章)

**广西华锡矿业有限公司铜坑矿锡锌矿采矿工程
安全预评价评价人员**

	姓名	资格证书编号	从业登记 编号	专业能力	签字
项目负责人	韩金峰	S011011000110202000150	025448	通风	韩金峰
项目组成员	牛淑慧	S011053000110201000870	029930	安全	牛淑慧
	王伟鹏	S011011000110203000401	040249	水工结构	王伟鹏
	李磊	11000000000300669	019308	地质	李磊
	孙胜利	17000000000100026	013500	电气	孙胜利
	全永志	S011011000110191000003	006581	机械	全永志
	韩勇	S011011000110202000282	041499	采矿	韩勇
报告编制人	韩金峰	S011011000110202000150	025448	通风	韩金峰
	全永志	S011011000110191000003	006581	机械	全永志
报告审核人	吴永刚	S011011000110202000157	027297	采矿	吴永刚
过程控制 负责人	徐伟兰	S011011000110192000184	021358	采矿	徐伟兰
技术负责人	谢源	08000000000103653	004532	采矿	谢源

出版审批:



前 言

广西华锡矿业有限公司（以下简称“华锡矿业”）为华锡有色金属股份有限公司（以下简称“华锡有色”）的子公司，下属有铜坑矿业分公司、再生资源分公司以及广西二一五地质队有限公司等 7 家分（子）公司。其中，铜坑矿业分公司是华锡矿业下属的主要矿山生产企业和主要的原材料的生产基地，行政区域隶属于广西河池市南丹县大厂镇，2020 年 5 月由华锡集团铜坑矿、华锡集团车河选矿厂合并成立，铜坑矿 70 年代起进行矿山建设，1981 年开始正式投产，开采方式为地下开采。铜坑矿资源丰富，工艺技术先进，系统完善，管理制度健全，经过 40 余年的建设，建立了完善的提升、运输、通风、排水、供电、充填等矿山开采系统。

目前，铜坑矿业正在开采 92 号矿体。铜坑矿原安全设施设计于 2021 年 7 月 22 日获得广西壮族自治区应急管理厅批复（桂应急非煤项目审字〔2021〕30 号），设计开采范围为 209~212 线、+560m~+150m 标高间的 92 号原生锡矿体，采用主、副竖井+斜坡道+盲斜井开拓运输系统，设 2#竖井、东副井、斜坡道、1#盲斜井、2#盲斜井和 3#回风井等主要工程。矿山于 2023 年 07 月通过安全验收取得了安全生产许可证（编号：（桂）FM 安许证字〔2023〕Y0017 号），有效期为 2023 年 08 月 02 日至 2026 年 08 月 01 日。该矿段稳产服务年限仅剩 7 年，同时，面临着开采技术难度大，生产组织困难和安全生产压力大等问题。此外，铜坑矿区锌矿保有资源量 5384.62 万吨，是铜坑矿区主要生产接替资源。为加快铜坑矿业的生产接替和保障持续生产，华锡矿业决定对锌矿进行开拓建设，并对矿区的原生锡矿 92 号矿体和硫化锌矿进行整体开采设计。为此，特委托长沙有色冶金设计研究院有限公司（以下简称“长沙有色院”）开展铜坑矿锡锌矿采矿工程可行性研究并编制完成《广西南丹县铜坑矿区锡锌金属矿矿产

资源开发项目采矿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 92 号矿体采用低分段充填采矿法、分段空场嗣后充填采矿法、上向水平分层充填采矿法；黑水沟一大树脚锌矿采用铲运机出矿房柱嗣后充填采矿法、伪倾斜条带进路充填采矿法；巴力一长坡锌矿采用铲运机出矿，房柱嗣后充填采矿法、上向水平分层充填采矿法、分段空场嗣后充填采矿法。

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，铜坑矿业委托我公司（北京国信安科技有限公司）对其铜坑矿锡锌矿采矿工程进行安全预评价工作。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，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《广西华锡矿业有限公司铜坑矿锡锌矿采矿工程安全预评价报告》并通过专家评审。

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铜坑矿业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	16
2.3 建设项目地质概况	17
2.4 工程建设方案概况	44
3 定性定量评价	131
3.1 总平面布置单元	131
3.2 开拓单元	147
3.3 提升和运输单元	155
3.4 采掘充填单元	160
3.5 通风单元	176
3.6 供配电设施单元	194
3.7 防排水与防灭火单元	200
3.8 安全避险“六大系统单元”	215
3.9 安全管理单元	225
3.10 重大危险源辨识单元	230
4 安全对策措施及建议	231
4.1 总平面布置单元安全对策措施	231
4.2 开拓单元安全对策措施	231

4.3 提升运输单元安全对策措施	233
4.4 采掘单元安全对策措施	234
4.5 通风系统安全对策措施	235
4.6 电气系统安全对策措施	236
4.7 防排水和防灭火系统安全对策措施	236
4.8 安全管理对策措施	238
4.9 其他对策措施	240
5 评价结论	242
5.1 本项目中的主要危险有害因素	242
5.2 矿山开采主要安全风险	242
5.3 应重视的安全对策措施建议	242
5.4 评价结果综述	244
5.5 安全预评价结论	244
附件目录	245
附图目录	245

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

本次评价对象为广西华锡矿业有限公司铜坑矿锡锌矿采矿工程。

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、公用工程、辅助生产设施和安全管理等。

平面及空间范围为 209~212 线、560~150m 标高间的原生锡矿 92 号矿体以及 4~43 线、700m~-350m 标高间的硫化锌矿体。

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）；

5) 《中华人民共和国矿产资源法》（国家主席令第 74 号，根据 1996 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改的决定》第一次修正，根据中华人民共和国主席令第 18 号 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正，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) 《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令第 393 号，2004 年 2 月 1 日起施行）；

6) 《广西壮族自治区安全生产条例》（广西壮族自治区第十四

届人民代表大会常务委员会第八次会议于 2024 年 3 月 28 日修订通过，自 2024 年 6 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 日起施行）；

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《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 78 号）修改，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《国家安全监管总局关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 77 号）修改，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《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号）修改，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《国家安全监管总局关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 78 号）修改，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《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号）修改，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《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理总局令第 80 号）修改，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）；

4) 《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）；

5) 《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）；

- 6) 《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）；
- 7) 《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）；
- 8) 《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）；
- 9) 《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）；
- 10) 《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）；
- 11) 《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）；
- 12) 《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）；
- 13) 《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）；
- 14) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号）；
- 15) 《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）；
- 16) 《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）；
- 17) 《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）；
- 18) 《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）；

19) 《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）；

20) 《国家安全监管总局关于切实加强金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设的通知》（安监总管一〔2011〕108号）。

1.2.2 标准规范

- (1) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；
- (2) 《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）；
- (3) 《头部防护安全帽》（GB2811-2019）；
- (4) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- (5) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）2018年版；
- (6) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016年版；
- (7) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- (8) 《爆破安全规程》（GB6722-2014）；
- (9) 《建筑照明设计标准》（GB/50034-2024）；
- (10) 《有色金属矿山井巷工程设计规范》（GB50915-2013）；
- (11) 《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）；
- (12) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）；
- (13) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）；
- (14) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）；
- (15) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- (16) 《罐笼安全技术要求》（GB16542-2010）；
- (17) 《地下铲运机 安全要求》（GB 25518-2010）；
- (18) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）；
- (19) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）；
- (20) 《矿山安全标志》（GB 14161-2008）；

- (21) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）；
- (22) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）；
- (23) 《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）；
- (24) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）；
- (25) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）；
- (26) 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）；
- (27) 《多绳摩擦式提升机》（GB/T10599-2010）；
- (28) 《矿用电梯安全技术要求》（AQ2069-2019）；
- (29) 《金属非金属地下矿山无轨运人车辆安全技术要求》（AQ2070-2019）；
- (30) 《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》（AQ2061-2018）；
- (31) 《超深竖井施工安全技术规范》（AQ2062-2018）；
- (32) 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》（AQ2031-2011）；
- (33) 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）；
- (34) 《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》（AQ2036-2011）；
- (35) 《金属非金属地下矿山通风技术规范通风系统》（AQ2013.1-2008）；
- (36) 《金属非金属地下矿山通风技术规范局部通风》（AQ2013.2-2008）；
- (37) 《金属非金属地下矿山通风技术规范通风管理》

(AQ2013.4-2008)；

(38) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）；

(39) 《安全预评价通则》（AQ8002-2007）；

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

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

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

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

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

(45) 《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) 《广西壮族自治区南丹县大厂矿田铜坑矿区锡锌矿资源储量核实报告》（广西二一五地质队有限公司，2021年04月）；

(2) 《广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司铜坑矿业采空区探测与稳定性分析研究报告》（中南大学，2021年5月）；

(3) 《广西华锡集团股份有限公司铜坑矿开采工程安全设施设计(矿山部分)》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2021年6月）；

(4) 《广西华锡集团股份有限公司铜坑矿开采工程初步设计（代可研）说明书》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2021年6月）；

(5) 《广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司采选生产布局总

体规划》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2022 年 2 月）；

(6) 《关于<广西华锡集团股份有限公司铜坑矿开采工程安全设施设计(矿山部分)>中部分专用安全设施的设计变更及补充说明》（长沙有色冶金设计研究院有限公司, 2022 年 5 月 23 日）；

(7) 《广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司铜坑矿区水文地质致灾因素普查报告》（中国有色桂林矿产地质研究院有限公司 2022.9）；

(8) 《广西华锡矿业有限公司铜坑矿 2022 年度矿山储量年报》（广西二一五地质队有限公司，2023 年 2 月）；

(9) 《广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》（长沙矿山研究院有限责任公司，2024 年 7 月）；

(10) 《广西南丹县铜坑矿区锡锌金属矿矿产资源开发项目采矿工程可行性研究报告》（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2024 年 3 月）；

(11) 《铜坑矿业分公司铜坑矿与周边矿区开采相互影响研究报告》（应急管理部信息研究院，2024 年 9 月）；

(12) 铜坑矿业分公司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) 企业提供的其他资料。

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

2.1.1 企业概况

华锡有色金属股份有限公司是广西北部湾国际港务集团有限公司的控股子公司，是广西唯一的国有有色金属行业上市公司（股票代码 600301），注册资本 15.8 亿元。华锡有色承接原华锡集团的核心资产及业务，华锡集团前身为大厂矿务局，成立于 1952 年，历经 70 余年的发展，成为了具有完整的“探矿、采矿、选矿、冶炼、深加工、新材料”全产业链的国际化有色金属矿业集团。华锡有色下属有广西华锡矿业有限公司等 23 家分（子）公司。目前已形成矿石采选 315 万 t/a，冶炼精锡 2 万 t/a，铅锭 6 万 t/a，锌锭 6 万 t/a，铟锭 80t/a 和硫酸 12 万 t/a 的生产能力。

广西华锡矿业有限公司为华锡有色的子公司，下属有铜坑矿业分公司、再生资源分公司以及广西二一五地质队有限公司等 7 家分（子）公司。其中，铜坑矿业分公司是华锡矿业有限公司下属的主要矿山生产企业和主要的原材料的生产基地，2020 年 5 月由华锡集团铜坑矿、华锡集团车河选矿厂合并成立，铜坑矿 70 年代起进行矿山建设，81 年开始正式投产。铜坑矿资源丰富，工艺技术先进，系统完善，管理制度健全，经过 40 余年的建设，建立了完善的提升、运输、通风、排水、供电、充填等矿山开采系统。

2.1.2 项目建设背景及立项情况

目前，铜坑矿业正在开采 92 号矿体，稳产服务年限仅剩 7 年，同时，还面临着开采技术难度大，生产组织困难和安全生产压力大等问题。此外，铜坑矿区锌矿保有资源量 5384.62 万吨，是铜坑矿区主要生产接替资源。

为加快铜坑矿业的生产接替和保障持续生产，华锡矿业决定对锌矿进行开拓建设，并对矿区的原生锡矿 92 号矿体和硫化锌矿进行整体开采设计。该项目已于 2024 年 10 月在广西壮族自治区工业和信息化委员会进行立项申请。

2.1.3 交通位置

铜坑矿位于广西河池市南丹县大厂镇境内，中心地理坐标：东经 $107^{\circ} 34' 32.5''$ ，北纬 $24^{\circ} 49' 53.5''$ 。北起铁板哨，南至鲁塘。矿区有公路通达，西南公路 210 国道、黔桂铁路、已建成的西南出海大通道兰海高速公路 G75 线及汕昆高速公路 G78 线、二级公路从矿区附近通过。公路行程至南丹县城 43km、河池市 92km、首府南宁市 310km。矿区交通运输方便，其交通位置图见图 2.1-1。



图 2.1-1 矿区交通位置

2.1.4 矿权设置情况

广西华锡矿业有限公司拥有铜坑矿的采矿权，现采矿许可证由自

然资源部颁发。采矿权面积：15.7791km²（+150m 以上）/3.5133km²（+150m~-450m）；标高：地表+925m~-450m（-355m~-450m 为井巷设施辅助工程范围）；开采矿种：锡矿、锌矿；开采方式：露天/地下开采；生产规模：350 万 t/a。采矿权范围拐点坐标如表 2.1-1 所示。

采矿权矿区范围包括 150m 以上开采区（32 个拐点）、150~-355m 锌矿开采区（13 个拐点），-355~-450m 井巷设施辅助工程范围（13 个拐点），灰岭尾矿库（9 个拐点）、坡前水库保护区（4 个拐点）、运矿索道保护区（6 个拐点）六个部分组成，其中：开采区为主要矿产资源储量分布区，运矿索道保护区、尾矿库区、坡前水库保护区均为重要工业生产设施保护区。

表 2.1-1 铜坑矿采矿权拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

区号	点号	X(北坐标)	Y(东坐标)	点号	X(北坐标)	Y(东坐标)
铜坑锡矿开采区	T1	2750574.74	36457651.69	T17	2745814.71	36457521.69
	T2	2750264.74	36458031.69	T18	2745774.71	36458059.69
	T3	2750114.74	36459261.70	T19	2745354.7	36458291.69
	T4	2749414.73	36459261.70	T20	2745224.7	36458101.69
	T5	2749414.73	36457941.69	T21	2745419.71	36457771.69
	T6	2748654.73	36457941.69	T22	2744534.7	36457191.68
	T7	2748184.72	36458346.69	T23	2745274.71	36456001.67
	T8	2747856.31	36457812.03	T24	2745564.71	36456331.67
	T9	2748021.31	36457436.03	T25	2746284.72	36456661.68
	T10	2747804.72	36457291.63	T26	2746804.72	36456491.68
	T11	2747804.72	36456851.68	T27	2746944.72	36456661.68
	T12	2747644.72	36456791.68	T28	2748564.73	36456661.68
	T13	2747284.72	36456911.68	T29	2748875.66	36456241.67
	T14	2746574.72	36457001.68	T30	2750284.74	36456246.16
	T15	2746574.71	36457401.69	T31	2750284.74	36456661.68
	T16	2746354.71	36457601.69	T32	2750574.75	36456661.68
	标高：925m 至 150m。面积：7.9645km ²					

铜坑深部锌矿开采区	K1	2748150.16	36457460.98	K8	2750114.11	36459235.77
	K2	2748027.08	36457460.6	T4	2749414.73	36459261.7
	K3	2748027.17	36457432.52	T5	2749414.73	36457941.69
	K4	2747812.21	36457291.46	T6	2748654.73	36457941.69
	K5	2750275.84	36456653.37	K12	2748178.28	36458331.52
	K6	2750549.72	36457636.83	K13	2748147.85	36458219.11
	T2	2750264.74	36458031.69			
	开采标高:+150m至-355m, 面积= 3.5133 km ²					
井巷设施辅助工程范围	K1	2748150.16	36457460.98	K8	2750114.11	36459235.77
	K2	2748027.08	36457460.6	T4	2749414.73	36459261.7
	K3	2748027.17	36457432.52	T5	2749414.73	36457941.69
	K4	2747812.21	36457291.46	T6	2748654.73	36457941.69
	K5	2750275.84	36456653.37	K12	2748178.28	36458331.52
	K6	2750549.72	36457636.83	K13	2748147.85	36458219.11
	T2	2750264.74	36458031.69			
	标高:-355m至-450m, 面积= 3.5133 km ²					
尾矿库	W1	2752944.73	36465041.76	W6	2751399.72	36464501.76
	W2	2752944.73	36466041.77	W7	2751399.73	36464241.75
	W3	2751734.72	36466041.77	W8	2752544.73	36464241.75
	W4	2750464.71	36465041.76	W9	2752544.73	36465041.76
	W5	2750464.72	36464641.76			
	标高: 584m至390m。面积: 3.2005km ²					
坡前水库保护区	P1	2747944.69	36466341.78	P3	2746704.66	36469291.81
	P2	2747944.67	36469291.81	P4	2746704.68	36466341.78
	标高: 从495m至373m。面积: 3.6581km ²					
运矿索道保护区	S1	2749854.73	36459261.7	S4	2750124.72	36464041.75
	S2	2750044.73	36461641.73	S5	2749844.73	36461641.73
	S3	2750324.72	36464041.75	S6	2749654.73	36459261.7
	标高: 894m至468m。面积: 0.9560km ²					

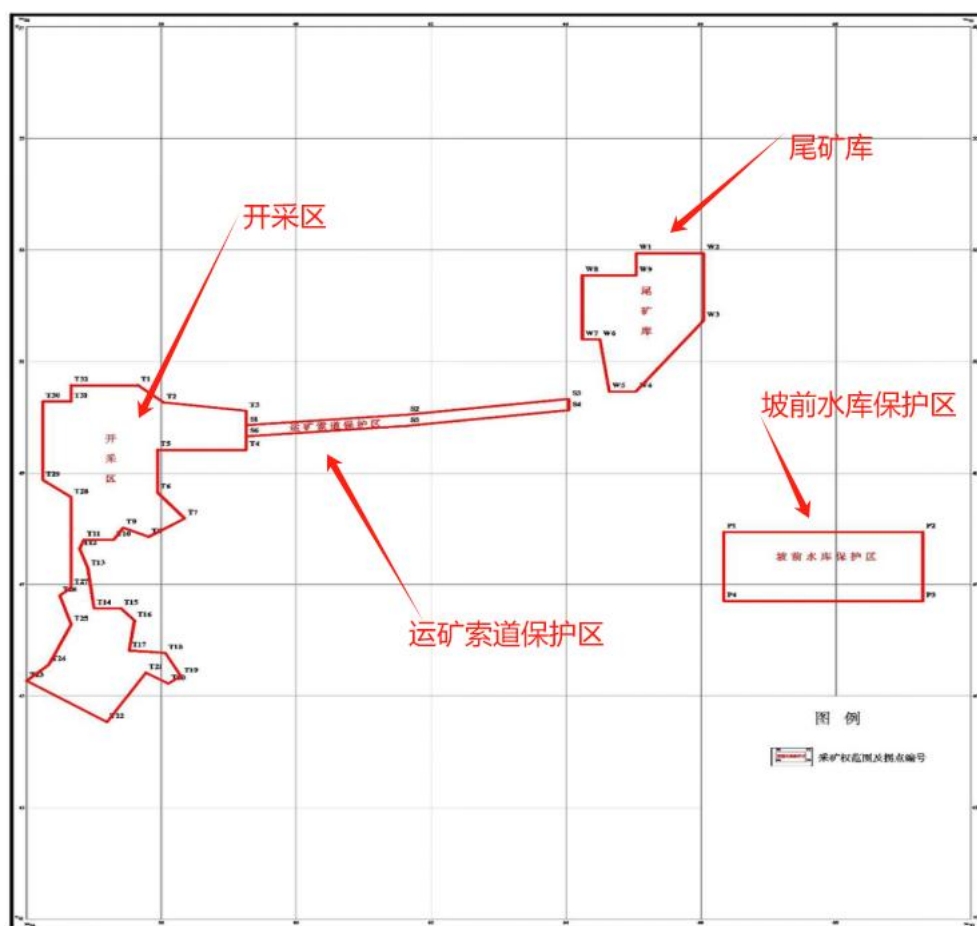
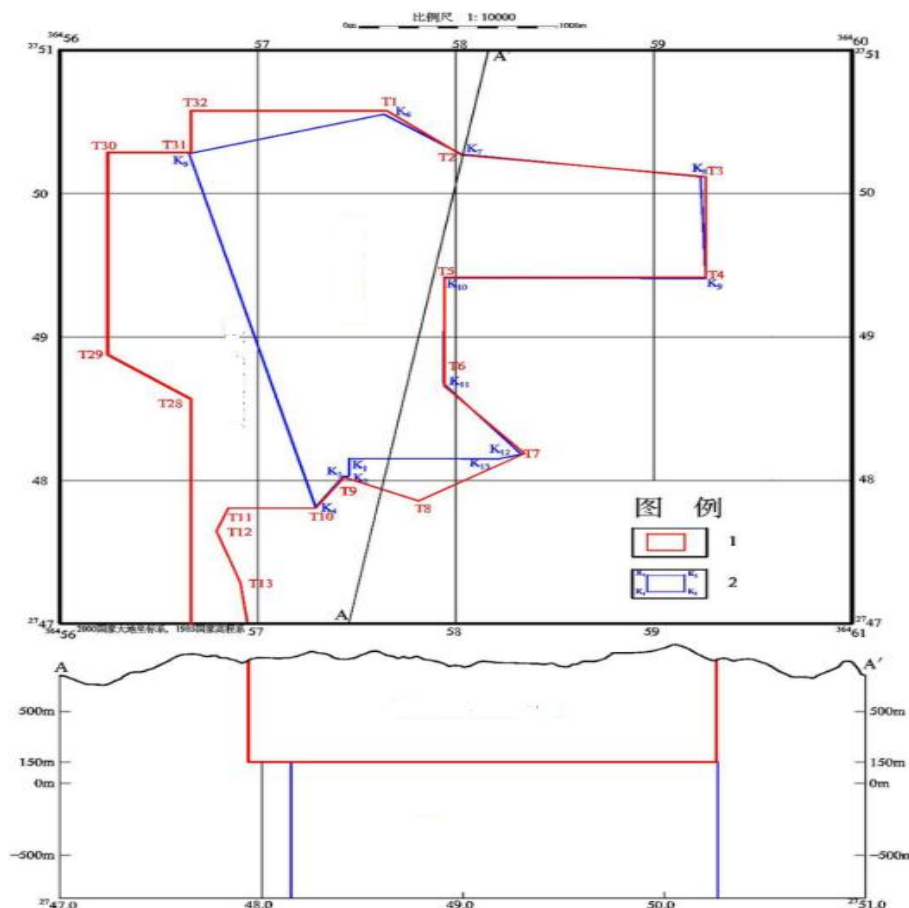


图 2.1-2 铜坑矿区采矿权范围示意图



1—+150m 以上开采区范围；2—+150m 以下开采区范围

图 2.1-3 铜坑矿采矿权开采区范围示意图

2.1.5 周边环境

矿区位于大厂镇北面山区，通过矿区道路与大厂镇联通，矿区西南部开采岩体移动范围外建有南丹大厂～吾隘 S303 二级公路，除此外无其他重要的交通干线。矿区周边分布有基建队居民区、铜坑社区、长坡社区、大厂镇、巴里社区及沙萍屯等村庄。矿区周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护区、地质遗迹、人文景观等。

矿区周边主要分布有 2 个矿权，分别为广西高峰矿业有限责任公司锡矿采矿权和广西壮族自治区拉么锌矿采矿权，铜坑矿与周边各矿权矿界清晰、无重叠。

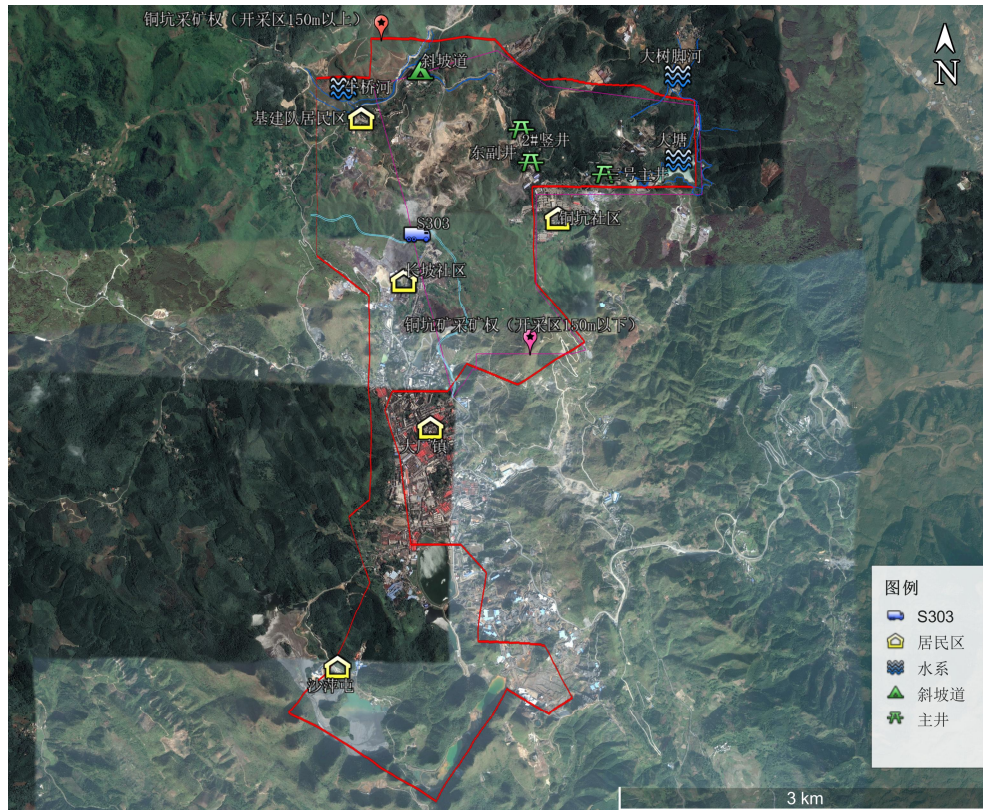


图 2.1-4 铜坑矿开采区周边环境示意图

2.2 自然环境概况

矿区属中低山地形，海拔标高 616.1m~987.9m，相对高差一般为 100m~300m。山脉一般呈北西~南东向延伸，地势中间高、南北低，沟壑纵横，切割较剧，地表水系不发育。

南丹县内气候多样，地区差异和垂直差异明显，其特点是气温低、雨量多、光照少、南北气候差异很大，干旱、冰雹、低温、霜冻等灾害性天气出现频繁，局部地区风、涝灾害也常有出现。县内冬季雨量很少，5~8 月雨量最多，其中县气象站冬季月雨量 25.8~30.0mm，5~8 月的月雨量 215.5~257.9mm。以旬计，11 月下旬至次年 3 月中旬雨量很少，季雨量在 6.2~16.7mm 之间；4 月中旬至 8 月下旬，雨量较充沛，旬雨量达 52.8~97.7mm。其中 6 月下旬最多，达到 106.4mm。本区属亚热带季风气候区，年平均气温 20.4℃，年极端最高气温 38.7℃，极端最低气温 -2℃。年均降雨量 1497.9mm，年蒸发量

1519.3mm，年平均相对湿度 77%，年最多霜日 20 天，年最多雾日 18 天，年日照时数 1795 小时。因山高谷深，地形复杂，降雨大部分以地表径流形式很快流入矿区以外的溪谷排出。矿区历史最高洪水位为 710m。

矿区地震烈度Ⅵ度，地震动峰值加速度为 0.05g，属区域稳定区。

区内耕地面积少，农业不发达，主要生产稻米和玉米等，区内生活物质、燃料等物质供应多由外地运入。工业生产以采矿、选矿等有色金属作业为主，盛产锡、铅、锌、锑和铟，是我国一个重要的有色金属生产基地。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

2.3.1.1 区域地质概况

大厂矿田位于江南古陆西南侧碳酸盐台地间的丹池台沟内，处于桂西再生地槽东缘的丹池成矿带内。

大厂矿田分布的地层为泥盆系至三迭系。其中：泥盆系分布最广，是矿田内的主要赋矿层位，所有工业矿体均赋存于此。大厂矿田的主要构造为北西向褶断带，由北西向紧密线状复式褶皱与北西向逆冲断裂组成，复式褶皱主要由不对称背斜组成，逆冲断裂往往切割背斜较陡的西翼，与之形成纵向构造带。大厂矿田岩浆岩属中酸性中深—超浅成侵入体，主要为黑云母花岗岩，属燕山晚期产物。

大厂矿田矿床类型以锡石—硫化物型矿床为主（矿田内特大型的长坡—铜坑锡矿床、巴力—龙头山矿床及大中型的大福楼、坑马等矿床均属于此类）；其次是矽卡岩锌铜矿床、辉锑矿—石英型矿床，都形成有大型矿床（拉么锌矿、茶山锑矿）。

2.3.1.2 矿区地质

(1) 矿区地层

矿区内出露的地层主要为一套碳酸盐岩—硅质岩—细粒碎屑岩建造，自下而上有：

中泥盆统下段纳标组 (D_2n) 为生物礁灰岩、细晶灰岩；

中段罗富组 (D_2l) 为灰岩、泥灰岩、页岩、硅质岩，总厚度 280m；

上统榴江组 (D_3l) 为薄—中层状硅质岩夹硅质灰岩和硅质页岩，厚 60~100m；

五指山组 (D_3w) 为条带状灰岩 (D_3w^{a+b}) 和扁豆状灰岩 (D_3w^{c+d})，厚 115~165m；

同车江组 (D_3t) 以泥灰岩为主，夹薄层钙质碳质页岩，少量细砂岩和粉砂岩，厚 80~110m。

石炭系 (C) 主要为灰岩、燧石灰岩，少量砂岩、粉砂岩和黑色页岩，厚 766~1438m。

泥盆系地层具有含碳质、硫、硅、铁高，层理发育等特点，这套碳酸盐岩地层为成矿提供有利的地球化学环境，锡石硫化物矿体均产于中上泥盆统的这套碳酸盐岩—硅质岩—泥灰岩的岩石组合中。

(2) 矿区构造

铜坑矿床位于大厂倒转背斜北东翼次一级横向背斜及其轴部裂隙和层间错动交汇部位。

1) 褶皱

① 大厂倒转背斜

分布于平村—龙头山—巴力山—长坡山至更庄倾伏消失，轴向 340° ，大厂背斜东翼平缓，岩层倾角一般在 40° 以下，南西翼陡峻，一般倾角在 70° 以上，接近直立，甚至倒转。

② (长坡) 迭瓦状构造

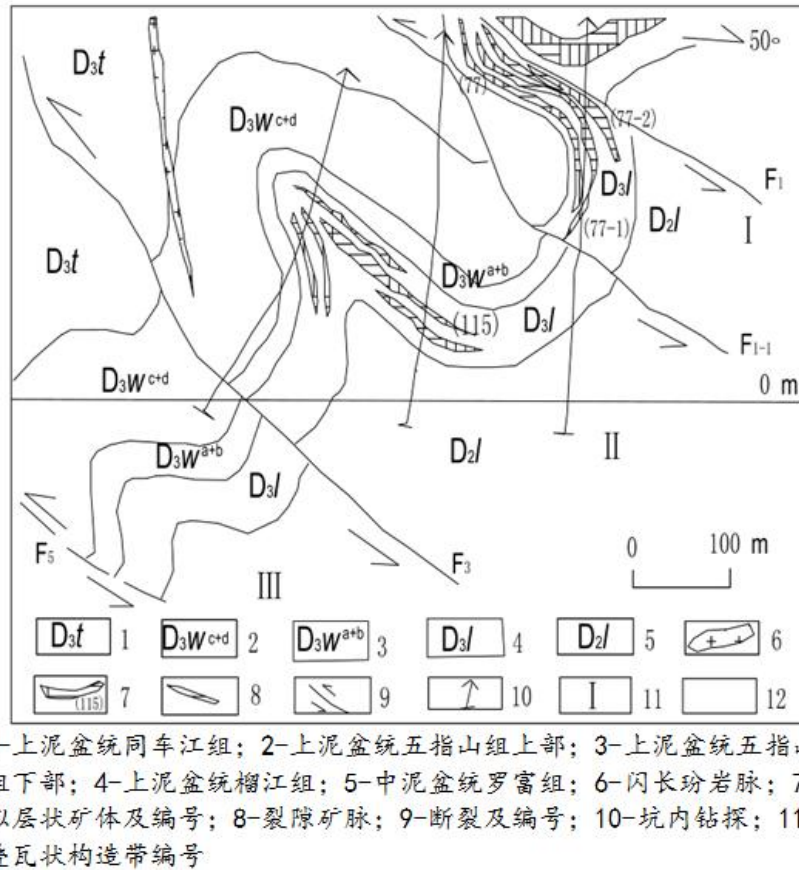


图 2.3-1 长坡深部迭瓦状构造示意图（125 线剖面）

在倒转背斜构造带的西翼，北西向断裂的下盘，由于压应力的作用不同，北东向的挤压力较强，而西南方向相对较弱，从而出现复式倒转背斜，加上一系列产状相近的逆掩断裂，这些褶皱和断裂依次平行排列出现，构成迭瓦状构造，在断裂的上盘，倒转背斜的翼部，易形成层间滑脱剥离面和层间错动面，形成透镜状矿体，在背斜轴部形成裂隙脉矿体（如图 2.3-1 所示）。

2) 断裂

主要的控矿断裂有三种：

①纵向逆断层，隐伏于背斜轴倒转部位，走向北西，倾向北东，倾角 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，断距 $150 \sim 200\text{m}$ ，为大厂矿区的主断裂，是主要的导矿构造。

②横向裂隙带，位于长坡背斜轴部及其转折的外则，走向北东，

倾向南东,走向延长 1400m,宽 300~600m,延深 450m,倾角 60~70°,由大致平行的密集小裂隙组成,沿走向及倾向均显示有雁行状排列。

③层间错动,发育在翼部岩性不同的地层接触处,矿液呈充填交代形成致密块状矿石。横向裂隙带和层间错动构造是区内的主要容矿构造。

矿床中矿脉带穿插、错移,构造活动具多期性,且大部分系成矿前和成矿期断裂,成矿后的断裂仅有倾向 80° 的无矿方解石脉和 257°/178° 平移断层,错距 1~8m,对矿床影响不大。

(3) 岩浆岩

矿区内岩浆岩主要有花岗斑岩和闪长玢岩,均呈脉状产出。

花岗斑岩脉产于矿床东则,又称“东岩墙”,呈脉状分布,总延长 8km,走向南北,倾向东,倾角 65~70°,厚约 10m。矿物成份以石英、长石为主,白云母次之,副矿物有电气石和少量黄玉。岩脉受强烈黄铁矿化、锡矿化,并普遍发生叶腊石化和高岭土化。围岩有弱锡化。

闪长玢岩脉产于矿床西则,又称“西岩墙”,呈脉状沿北西向分布,矿物成分以斜长石、角闪石为主,另有辉石、石英等。岩体自变质作用强,有绿泥石化和碳酸盐化。围岩蚀变主要为微量矽化。

岩浆活动对区内锡多金属矿床的形成起了重要作用。

(4) 围岩蚀变

区内浅部的围岩蚀变主要有碳酸盐化、大理岩化、弱硅化和黄铁矿化。深部罗富组地层中普遍见矽卡岩化、角岩化、退色化、硅化、磁黄铁矿化,少量绢云母化、绿泥石化。矽卡岩化是本区主要矿化围岩蚀变,其具有分期分带的特点,早期为层状复杂矽卡岩化和简单矽卡岩化,晚期为矽卡岩脉。由下往上,矽卡岩化由强变弱。

2.3.2 水文地质概况

2.3.2.1 地表水系

矿区主要河流有牛桥河（铜坑溪）、黑水沟小溪、三合河（同车江）、鲁塘小溪、平村溪、车河等，简述如下：

（1）牛桥河（铜坑溪）：发源于更庄一带，自南西向北东流，为沟谷中的溪水形成，流速为 $0.2\sim 1.0\text{m/s}$ ，流量一般 $0.05\sim 0.2\text{m}^3/\text{s}$ ，最大流量为 $8.70\text{m}^3/\text{s}$ （暴雨后），最小流量为 $0.01\text{m}^3/\text{s}$ ，日常溪流量主要为生产生活废水排放量，集水面积约 25km^2 。

（2）黑水沟小溪：源头位于铜坑矿 4#回风竖井附近，地处中低山地貌，溪流量约为 $0.05\sim 5.0\text{m}^3/\text{s}$ ，流向从铜坑大树脚至老木岗，再流入吾隘乡汇入红水河。在小溪的源头建有黑水沟蓄水库。虽然铜坑矿雨季期间雨量较充沛，降雨强度大，但因山高谷深，南北两向均系低谷，降雨的大部分以地表径流形式很快排泄。

（3）老木岗溪：该溪为黑水沟与牛桥河汇合溪流，流速为 $0.2\sim 1.2\text{m/s}$ ，流量为 $0.05\sim 10.5\text{m}^3/\text{s}$ 。

（4）三合河（同车江）为鲁塘尾矿库区的左邻谷，发源于大厂镇北的冷水冲，源头标高+712m，以泉为源头，向东南流经大厂镇，至洪塘转折向南西，消失于鲁塘～沙沟～风和洞地下河系统落水洞，落水洞标高+615m，三合河全长约 4.8km，总落差 92m，流量 $0.1\sim 1.5\text{m}^3/\text{s}$ 。

（5）鲁塘小溪为鲁塘尾矿库区唯一补给源。其源头为上春树脚，经鲁塘洼地消失于鲁塘～沙沟～风和洞地下河系统落水洞，落水洞标高+615m，小溪全长约 2.8km，总落差约 85m，流量 $0.05\sim 0.1\text{m}^3/\text{s}$ 。拉基溪为鲁塘尾矿库区的右邻谷。源头为关山，标高+750m，由沿沟泉水汇流而成，经项目区流程约 4km，区内出口流量 $0.25\text{m}^3/\text{s}$ 。

（6）平村溪位于鲁塘尾矿库区下游，源头为风和洞，标高+515m，

是鲁塘洼地、三合河的汇流处，流量 $0.2\sim 2\text{m}^3/\text{s}$ ，断面为峡谷型，在源头由北向南约 3.5km 到平村。在平村处与其他溪流汇流成为刁江支流之一。

(7) 车河属于红水河一级支流刁江流域上游地段，车河年径流量为 $1559.6\times 10^4\text{m}^3$ ，流经灰岭尾矿库左侧、选厂右侧，往南通过刁江，最终汇入红水河。车河和部分小溪常年有流水，其中车河水位年变幅最大值为 4m。

2.3.2.2 含（隔）水层

(1) 第四系松散岩类含水层（Q）

分布于同车江溪、铜坑溪沟谷及尾矿库中，岩性主要为砂砾土、亚粘土和尾矿砂等，地下水位埋深约 0.5~5m，水量贫乏~中等，接受大气降雨和地表水直接补给；黑水沟残坡积含角砾粉质粘土土层的渗透系数 $6.18\times 10^{-5}\sim 2.83\times 10^{-4}\text{m/d}$ ；矿区第四系残坡积含角砾粉质粘土层为弱透水，富水性较差，水量贫乏，其补给来源为大气降水入渗补给。

(2) 黄龙组下段碳酸盐岩溶洞~溶蚀裂隙含水层（C₂h¹）

出露于矿区北部高山上，为浅灰—灰白色中厚层状白云岩、灰岩夹生物灰岩及深灰~灰黑色燧石灰岩、白云质灰岩。出露 5 个下降泉，平均流量 2.1L/s，富水性中等，水量中等。

(3) 寺门组碎屑岩裂隙含水层（C₁s）

呈带状出露于矿区北部山腰上。上部为灰黑色页岩、泥岩夹钙质泥岩等；中部为灰色细砂岩及粉砂岩；下部为灰—灰黑色页岩、泥岩，夹硅质岩、粉砂岩等；底部为浅灰色石英砂岩，未有泉水出露，富水性弱，水量贫乏。

(4) 同车江组碎屑岩裂隙含水层（D₃t）

岩性为泥灰岩、页岩夹砂岩，出露 34 个下降泉，平均流量 0.6L/s。

富水性弱，水量贫乏。

(5) 五指山组碳酸盐岩岩溶含水层 (D_3w)

岩性为扁豆状灰岩和条带状灰岩，出露 14 个下降泉，平均流量 0.7L/s。富水性弱，水量贫乏。

(6) 榴江组碎屑岩裂隙含水层 (D_3l)

岩性为硅质岩，富水性弱水量贫乏。

(7) 纳标组生物礁灰岩溶洞~溶蚀裂隙含水层 (D_2n)

深埋于矿区以下，岩性为生物礁灰岩。据巴力~龙头山矿区资料，在深部钻孔单位涌水量 0.0010 L/s·m，渗透系数 0.0007m/d。富水性弱，水量贫乏。

(8) 花岗斑岩脉相对隔水层（带）

矿区南北向断裂充填花岗斑岩脉，长 8km，厚 5~28m，结构致密不透水，隔断了矿区西部与外围含水层间的水力联系。

2.3.2.3 断裂破碎带水文地质特征

(1) 大厂断裂 (F_1) 为逆掩断层，穿越矿区西侧区域含水层，富水性弱，导水性差，从 725 中段到 355 中段都有坑道揭露，破碎带局部有少量滴水。远离矿床，对矿床充水影响小。

(2) 铜坑断裂 (F_8) 属正断层，横切矿区含水层、隔水层，其富水性和导水性不明。在西侧与大厂断裂交汇。铜坑斜坡道揭露该断裂破碎带，涌水量约 3m³/h。《可研报告》初步认为该断层（裂隙）远离矿床，对矿床充水的影响有限，但当它与采空区相通时其影响尚需进一步进行研究。

(3) 瓦窑山断裂 (F_4) 未切矿床，对矿床充水影响小。

(4) 黑水沟断裂 (F_6) 属正断层，横切矿区含水层、隔水层及矿体，其富水性和导水性不明，在西侧与大厂断裂交汇。钻孔 ZK1502 在标高 288m 处揭露该断层，宽约 2m，采取率 100%，石英方解石充填，

胶结好。305m、255m 等中段都有坑道揭露，方解石充填、半充填，胶结不好，未见地下水活动痕迹。

2.3.2.4 矿区岩溶发育特征

铜坑矿区岩溶地层主要为矿区北面黄龙组下段（C₂h¹）和矿区南东的高峰矿区生物礁灰岩（D₂n），浅层岩溶发育程度中等～强发育，深部弱发育。

矿区北面岩溶发育地段位于广马洞～鱼泉洞一带，鱼泉洞地下河规模较小，且被尾矿砂淤满，排泄铜坑溪水，且另开凿排洪隧道。

矿区南东的高峰矿区生物礁灰岩（D₂n）汇水条件好，地下水的循环交替强烈，岩溶强烈发育，地表多见溶沟及溶槽。附近高峰矿 100 号矿体施工勘查孔 92 个，其中在生物礁灰岩中遇溶洞钻孔 56 个，见洞率 61%；线岩溶率为 0.78%。

一般溶洞高 1～3m，除局部有泥、砂充填外，大多数溶洞未充填。岩溶发育一般规律为：厚层质纯的生物礁灰岩分布地段，岩溶发育；生物礁灰岩裸露区，岩溶发育；生物礁灰岩与围岩交界面附近，岩溶发育；断裂带及其派生裂隙带，岩溶发育，特别是北东向断裂分布地段；硫化矿床氧化带附近，岩溶发育。

2.3.2.5 地下水的补、径、排及其动态特征

矿区处于地表分水岭地带，跨越鱼泉洞和大厂 2 个水文地质单元，大气降雨为矿区地下水补给来源，其形成的坡面流大部分沿沟谷径流排泄，少量以垂直入渗流方式补给下部的裂隙溶洞水、碎屑岩类裂隙和孔隙水；裂隙溶洞水在径流途中由于集中汇流于地势相对低洼，且构造破碎带发育地段，最终以泉的形式排泄地表。

矿区中部的花岗斑岩脉为东、西矿区相对隔水边界，隔断了东矿区与西矿区外围含水层间的水力联系；东矿区的东、南面沿山脉分布的地表分水岭为东矿区地下水补给边界。

矿区位于鱼泉洞水文地质单元的地下水自南向北径流，以下降泉形式出露地表排泄，在降落漏斗区域多以矿坑排水方式排泄；矿区位于大厂文地质单元的地下水自北向南径流，以下降泉形式出露地表排泄，在开采区域多以矿坑排水方式排泄。

矿区原始地下水位标高约为 750m，埋深约 20m（据 1959 年 11 月编制的《广西南丹大厂锡矿原生矿床储量总结报告书》及 1965 年 4 月编制的《广西大厂锡铅锌矿田长坡区储量总结报告》）。目前，矿区内地下水埋藏较深，地下水动态变化受降雨与地表水的影响明显，每年 5~9 月份，每次降水后，水位上升明显；10 月以后随降雨量的减少，水位缓慢下降，1~3 月份水位最低。

随着矿床开采深度增加，地下水位随开采深度增加不断下降。西矿区经多年排水开采，形成降落漏斗，最低排水面标高为 255m；东矿区静止水位标高为 559.80~826.88m，平均 702.16m，一般地下水在雨季以后 10~20 天普遍上升，水位随季节变化幅度在 3.42m，目前最低排水面位于 4#盲斜井井底。

2.3.2.6 矿井水文地质特征

（1）各中段涌水特征

根据《可研报告》，505m、455m、355m、305m、255m 和 30m 等中段未出现涌水量较大的地段，大部分巷道为潮湿~干燥状态，局部有滴水 and 涌水现象，主要是上部采空区的积水、断层水等，涌水量一般在 0.01~3L/s。通过丰、平、枯季涌水量的观测，上部中段矿坑涌水与降雨量关系密切，水量随季节变化幅度较大，水量可相差上百倍，枯水期涌水点的涌水量明显减少，部分甚至干竭；30m 中段钻孔涌水量与季节变化关系不大，主要为深部含水层的静储量的释放。2011 年起实施的黑水沟一大树脚锌矿勘探开拓工程，各工程位置的涌水量情况见下表。

表 2.3-1 黑水沟一大树脚锌矿勘探开拓工程涌水量一览表

名称	长度 (m)	涌水量 (L/s)	说 明
三号竖井		0.3	井底标高-130m, 控制水位 30m 标高
四号风井	887	0.2	井底标高 27m, 控制水位 30m 标高
3 号盲斜井	2218	0.2	井底标高 10m
4 号盲斜井	1214	0.2	井底标高-30m, 控制水位 10m 标高
455m 中段	1016	0.2	处于榴江组 (D ₃ l)、罗富组 (D ₂ l) 层位
305m 中段	7312	0.3	处于罗富组 (D ₂ l) 层位
255m 中段	6412	0.4	处于罗富组 (D ₂ l) 层位
200m 中段	100	0	处于罗富组 (D ₂ l) 层位
90m 中段	1917	0	处于罗富组 (D ₂ l)、纳标组 (D ₂ n) 层位
30m 中段	2777	0.4	处于罗富组 (D ₂ l)、纳标组 (D ₂ n) 层位
斜坡道		0.2	305m 中段至 160m 标高

(2) 矿坑涌水量变化特征

铜坑矿生产区分为铜坑工区及长坡工区。其中：铜坑工区最低开采面标高为 255m；长坡工区最低开采面标高为 335m。两工区的坑道在 505m 标高、455m 标高、405m 标高相通。

铜坑工区、长坡工区目前井下有完善的分级排水系统。铜坑工区建有标高 505m、255m 水泵站；长坡工区建有标高 505m、405m、335m 水泵站。据《可研报告》，铜坑工区 505m 历年矿坑排水量（1992～2015 年矿坑排水量系列资料）的正常值为 3843m³/d，最大值为 6725m³/d；长坡工区 505m 中段历年矿坑排水量（2000～2002 年、2006～2007 年）的正常值为 3646m³/d，最大值为 6112m³/d。

由于实施地表灭火工程及锌矿坑探工程、生产规模扩大导致生产用水量增加等因素影响，铜坑工区 2004 年开始矿坑排水量增加。长坡工区矿坑水早期在 505m 标高通过长坡 1#竖井排到长坡蓄水池供原长坡选矿厂作生产用水，后来为了解决铜坑工区枯水期的生产用水不足，将长坡工区 505m 标高的部分矿坑水引到铜坑工区，再通过铜坑工区 505m 水泵站排到地面。2016 年后长坡矿坑涌水全部排往铜坑，排水量由原来 2015 年的年平均 3965m³/d 增加到 2016 年的年平均

5989m³/d。据详查报告统计，矿井井下循环用水量约 2000m³/d 左右。

2.3.2.7 老窿水

根据《可研报告》，目前没有发现有老窿积水、采空区积水。矿区北东边的生产井有拉么窿 1～拉么窿 3，无法进入调查，采空区分布及其积水等情况不明。如果其开采坑道接近本矿床，可能会对本矿未来的开采有影响。老窿主要有精诚窿、金华窿等，包括解放前私营和无序滥采，遗留下大量老窿，难以逐一查明。调查表明，老窿水对矿床充水有一定影响，因多年无序开采，致诸多老窿（含民窿）之间相互贯通，破坏了隔水层和穿越导水断层，由矿体上部老窿井巷及采空区涌水、渗水、淋水积聚汇成的水流程采掘井巷向矿坑渗流，造成矿体井巷涌水，地下水隐患主要来自于民采巷道积水自及地表采空区涌水，又因矿区雨季降水丰富，老窿水及采空区涌水将得到源源不断的补给，其对矿坑充水的威胁仍存在。

2.3.2.8 开采后矿区水文地质条件的变化

矿山已开发的矿体有铜坑细脉带矿体、91 号矿体、92 号矿体、长坡区细脉带及节理脉状矿体。随着矿床开发，地下水位随开采深度增加不断下降。根据《可研报告》，至 1958 年止，开采了 765m（一中段）、725m（二中段）、685m（三中段）、635m（四中段）等中段，形成降落漏斗，使地面泉水 K3 于 1958 年 3 月份干涸，附近钻孔水位也较 1957 年下降 10～20m。近年来勘查钻孔终孔静止水位观测数据显示，地下水埋深较深，与铜坑矿、高峰公司矿坑排水有关。至 1965 年止，自上而下分布 765m、725m（二中段）、685m（三中段）、635m（四中段）、595m（五中段）、570m（六中段）、505m（九中段）等中段，1964 年 570m 中段坑道长度 1876m，涌水量 29.7m³/h，505 中段坑道长度 2100m，涌水量 16.1m³/h。2004 年开始因实施地表灭火工程及锌铜矿坑探工程、生产规模扩大导致生产用水量增加使矿坑排水

量增加。2017年7月、2019年7月和8月矿坑排水量均大于10000m³/d，与生产用水量增加、掘进遇水、地表雨水渗入量增加有关。

2.3.2.9 矿坑涌水量预测

矿区西部的花岗斑岩脉为矿区西部隔水边界，沿山脉分布的地表分水岭为矿区地下水补给边界。主要矿床位于当地侵蚀基准面以下，地表水不构成矿坑充水的主要影响因素。近70余年开采实践表明，矿坑水源是来自矿层顶板含水层中的地下水，矿坑主要通过裂隙涌水。

未来开采深部锡矿及锌矿体，矿坑水水源仍是来自矿层顶板含水层中的地下水。大气降雨通过垂直入渗流方式补给下部的碎屑岩类裂隙水、通过塌陷区垂直入渗到下部采空区及井巷，对矿坑充水。

铜坑工区由于实施地表灭火工程等致使2004年开始矿坑排水量增加。为解决铜坑工区枯水期的生产用水，2016年后长坡矿坑水全部通过505m中段巷道排往铜坑，因此，目前505m泵房排水量代表了矿坑总涌水量。据储量报告统计，505m泵站1992~2020年的排水量见下表。

表 2.3-2 铜坑矿区 505m 水泵站历年矿坑排水量统计表（单位：m³/d）

月份 年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1992	2765	2250	2031	2292	2351	2530	3489	3199	2613	2443	2553	2583
1993	2496	2754	2552	2615	2742	3130	3630	3857	3287	2880	2741	2639
1994	2575	2403	2582	2810	2980	3341	3509	3736	3528	3351	2398	2453
1995	2525	2435	2444	2676	2989	3597	3691	3804	3269	2728	2622	2402
1996	2496	2365	2301	2474	2728	3116	3401	3307	3087	4204	2675	2591
1997	2374	2567	2138	2505	2661	3388	3615	3601	3307	2833	2987	2697
1998	2429	2396	2315	2533	2449	2619	3694	3444	3254	2496	2485	2251
1999	2301	2571	2177	2601	2086	2308	3554	3140	2881	2424	2429	2272
2000	2209	2431	2147	2503	2475	2509	3450	3270	3108	2670	2991	2198

月份 年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
2001	2649	2465	1759	2533	2196	2308	3660	3620	3444	2958	3000	2426
2002	2433	2607	1972	2147	2022	3148	3325	3238	3442	2875	2429	2093
2003	1841	2668	1974	2656	2547	2803	3563	3428	2712	2612	2310	2769
2004	2645	3391	2796	3263	2609	3722	4557	4953	4288	4194	4380	3217
2005	3533	4378	3162	3336	5022	5333	6254	5955	6367	6725	5740	5002
2006	3633	2699	2163	2772	3125	4761	5617	5091	6535	4821	5984	5180
2007	3981	4849	3709	4453	4203	3061	4129	5702	6584	6035	5350	4920
2008	2435	2557	2478	3003	3870	4567	5254	4239	4368	5978	5417	4971
2009	3420	3664	3261	3954	3486	4384	5145	5370	5466	4333	4530	3754
2010	2378	3045	2403	3602	4026	5384	4580	4932	5826	4819	3318	3265
2011	2901	2549	2850	3076	4901	5158	4808	5039	4258	5844	2882	3215
2012	2906	2805	3479	4540	5354	5712	5032	4259	3266	3617	3122	3284
2013	3416	2017	3188	3122	5674	4644	4662	5159	4722	3635	3238	3385
2014	2913	3741	2473	3466	5354	5242	4351	5639	4068	2932	3309	3142
2015	3088	2343	3011	4226	4366	5375	5290	6043	4931	3105	2633	3164
2016	4201	4190	3707	4626	4265	6933	9065	8113	8294	6911	6351	3086
2017	3468	4240	3829	4213	3390	5381	12252	8577	9321	8359	7061	3267
2018	5316	4316	3468	6574	5511	6642	8098	8415	8709	6985	5642	4436
2019	3821	4014	3824	3093	3894	8776	12846	10348	6853	5390	3315	3427
2020	3967	4239	3958	3768	4106	8569	11326	11297	7139	5867	3590	3673

《可研报告》采用水文地质比拟法估算矿坑涌水量，估算结果如下：

表 2.3-3 采用水文地质比拟法估算的矿坑涌水量

矿段名称	预测中段标高	已知参数					矿坑涌水量预测值	
		Q_0	S_i	S_0	F_i	F_0	正常值 $Q_z(i)$	最大值 $Q_{max}(i)$
	(m)	(m^3/d)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^3/d)	(m^3/d)
92 号矿体	305	4672	445	395	925166	925166	4958	13133

矿段名称	预测中段标高	已知参数					矿坑涌水量预测值	
		Q_0	S_i	S_0	F_i	F_0	正常值 $Q_z(i)$	最大值 $Q_{max(i)}$
	(m)	(m^3/d)	(m)	(m)	(m^2)	(m^2)	(m^3/d)	(m^3/d)
	155		595		925166		5733	13908
黑水沟一大 树脚锌矿	-30		780		1315266		7827	16002
	-90		840		1478566		8612	16787
	-270		1020		1478566		9490	17665
	30		720		381076		4048	12222
巴力—长坡 锌矿	-330		1080		391618		5026	13200

*注：（1）计算过程根据不同中段的矿体垂直投影面积的差异，考虑深部黑水沟-大树脚锌矿的涌水量包括 92 号矿体的涌水量；（2）黑水沟一大树脚锌矿和巴力—长坡锌矿的涌水量是相互独立的，均分别依据 92 号矿体的基本参数，采用水文地质比拟法求得。

综上所述，矿山水文地质条件复杂程度为中等。

2.3.3 工程地质概况

2.3.3.1 矿区工程地质岩组

（1）松散岩组 Q：分布于酸水湾、冷水冲、老长坡、砂坪、洪塘等地。岩性为坡积、冲积及人工堆积的砂质粘土、砾石、尾砂，厚 3～60m。

（2）坚硬的合山组黑色泥岩、页岩、泥质砂岩、砂质泥岩岩组 P_2h ：岩性为黑色泥岩、页岩、泥质砂岩、砂质泥岩，厚 20m。

（3）坚硬的茅口阶灰岩、燧石灰岩、角砾状灰岩岩组 P_1m ：岩性为浅灰色灰岩、燧石灰岩、角砾状灰岩，厚 140m。该岩组岩溶化强烈。

（4）硬的栖霞阶燧石灰岩浅灰色砂岩岩组 P_1q ：岩性为灰色燧石灰岩、含燧石灰岩、浅灰色砂岩夹页岩、硅质岩，厚 182m。

（5）坚硬的中厚层状强岩溶化燧石条带灰岩岩组 C_3m ：岩性为灰色厚至巨厚层状灰岩，中部夹白云质灰岩，灰岩含少量燧石，厚 245m。

该岩组岩溶化强烈。

(6) 坚硬的中厚层状强岩溶化燧石条带灰岩岩组 C_2h^2 : 岩性为灰色、灰黑色厚层-块状细粒-中粒白云岩, 白云质灰岩, 厚 146m。该岩组岩溶化强烈。

(7) 坚硬的中厚层状强岩溶化燧石灰岩岩组 C_2h^1 : 岩性为浅灰-灰白色中厚层状白云岩、灰岩夹生物灰岩及深灰-灰黑色燧石灰岩、白云质灰岩, 厚 169m。该岩组岩溶化强烈。

(8) 坚硬的中厚层砂岩岩组 C_1s : 岩性为砂岩, 厚 29m。

(9) 软硬相间的泥灰岩、灰岩、泥岩夹砂岩岩组 D_3t : 岩性为泥灰岩、灰岩、泥岩夹砂岩, 厚 340~370m。

(10) 坚硬的扁豆状灰岩、条带状灰岩岩组 D_3w : 上部岩性为扁豆状灰岩, 下部岩性为条带状灰岩, 厚 130~170m。该岩组弱岩溶化。

(11) 坚硬的中厚层硅质岩岩组 D_3l : 岩性为硅质岩, 厚 40~80m。

(12) 软硬相间泥灰岩、泥岩页岩夹硅质岩岩组 D_2l : 岩性为泥灰岩、灰岩、泥岩、硅质岩、砂卡岩, 厚 50~300m。

(13) 坚硬的生物礁灰岩岩组 D_2n : 深埋于铜坑矿区, 150 米标高以下, 岩性为生物礁灰岩、泥岩, 受本区下部砂卡岩化带控制。

(14) 坚硬的泥岩、粉砂岩、砂岩岩组 D_1t : 岩性为泥岩、粉砂岩、砂岩夹结晶灰岩。

(15) 坚硬的花岗斑岩岩组: 岩性为花岗斑岩、闪长玢岩。该岩组离矿体较远, 对矿床开采无影响。

2.3.3.2 结构面工程地质特征

矿区主要构造线呈北西向, 主要构造有大厂断裂、铜坑断裂、黑水沟断裂、老菜园断裂及鲁塘断裂。矿区结构面划分为三级, 无软弱结构面存在。大厂断裂为Ⅱ级结构面; 铜坑断裂、黑水沟断裂、老菜园断裂、鲁塘断裂为Ⅲ级结构面; 节理裂隙为Ⅳ级结构面。Ⅱ、Ⅲ级

结构面对矿床开采没有影响。

2.3.3.3 蚀变带特点

矿区浅部的围岩蚀变主要有碳酸盐化、大理岩化、弱硅化和黄铁矿化；深部罗富组地层中普遍见矽卡岩化、退色化、硅化、磁黄铁矿化，少量绢云母化、角岩化。矽卡岩化是矿区的主要矿化围岩蚀变，其具有分期分带的特点，早期为层状复杂矽卡岩化和简单矽卡岩化，晚期为矽卡岩脉，由下往上，矽卡岩化由强变弱；硅化在 $D_3t \sim D_2l$ 均有分布；大理岩化主要发育于 D_3w 扁豆状灰岩中。

2.3.3.4 地压

细脉带地压已从上世纪 80 年代中后期开始有活动，上世纪 90 年代初地压现象愈来愈严重。根据《可研报告》，地压现象的主要表现形式有：一是巷道冒顶片帮，二是房矿柱开裂、片落、垮塌，三是巷道中支护被破坏。目前，铜坑矿在 455m 中段、405m 中段、355m 中段、305m 中段共建立了 5 个地压监测硐室，对地压进行长期监测。

综上所述，矿山工程地质条件复杂程度为中等。

2.3.4 矿床地质概况

2.3.4.1 矿床类型

矿床类型有原生锡矿和硫化（矽卡岩型）锌矿，成矿受地层、岩性、构造、花岗斑岩联合制约。

2.3.4.2 矿体特征

（1）原生锡矿 92 号矿体

原生锡矿发育于铜坑矿区的各锡石—硫化物矿体，多系赋存在泥灰岩、扁豆灰岩、条带状灰岩和硅质岩中之盲矿体，较少出露地表，其分布多在大厂背斜构造的东翼，形成一个长达 2700m，宽达 1600m，延深近 900m 的大矿化带。从上至下主要矿体分布为节理脉、细脉带、91 号、92 号锡矿体。脉状矿体的产状为：走向 $20 \sim 55^\circ$ ，倾向南东，

倾角 $65\sim 85^{\circ}$ 左右。层状和似层状矿体总体产状为：走向近东西，倾向北，倾角 $10\sim 30^{\circ}$ 。

原生锡矿 92 号矿体由密集细小裂隙脉和层间裂隙、层状矿化组成。分布在长坡背斜东翼次一级轴向近东西向的隐伏短轴复式背斜与北东向裂隙带交汇的深部，赋矿层位为泥盆系上统榴江组的硅质岩中，矿体严格受地层和构造双重控制，呈似层状产出。矿体规模巨大，走向近东西，走向长 680m，倾向北，倾角 $15\sim 25^{\circ}$ ，倾向延伸 830m，赋存标高 565~209m，埋深 310~610m。矿体厚度变化大，最小厚度 1m，最大厚度 71m，平均厚度 22m，厚度变化系数 72%。92 号矿体上部为锡、锌综合矿体，品位 Sn 0.76%，Zn 2.11%；下部为锌矿体，含锡很低，其品位 Zn 2.14%，Sn 0.10%。矿体矿化不均匀，品位变化大，品位变化系数 215%。在垂直方向上，矿体呈带状分布，自上而下大致可分为上、中、下三层。上层矿体与宽条带状灰岩接触，局部进入宽条带状灰岩与 91 号矿体相连，矿化较强烈，连续性好，品位分布较均匀，以锡矿体为主；中层矿体厚度变化大，矿化差，不均匀，以铅锌矿体为主；下层矿体厚度小，矿化不连续，形态不稳定，以锡矿体为主，矿化比上层矿体差，比中层矿体好，即有上层富，中层贫，下层为中富之称。

92 号矿体是铜坑矿自上世纪九十年代开采至今的主要矿体，是目前铜坑矿的主要开采对象，矿体厚大核心部分已经开采，主要保有部分为矿体边部及深部，保有矿体分布标高 561~209m，主要在标高 455m 以下，保有矿体不连续，保有矿体平均品位：Sn 0.43%，Zn 2.31%。

（2）硫化锌矿

硫化锌矿空间位置属于铜坑矿采矿许可证范围内和铜坑矿探矿权范围内，有 94 号、95 号、96 号、97 号、128 号等 5 个主要矿体，78 号、82 号、28-2 号、94-9 号、94-10 号、95-5 号、95-7 号等 20

个次要矿体和支脉矿体。各矿体特征分述如下：

1) 94 号矿体

分布在黑水沟一大树脚锌矿和巴力一长坡锌矿的 39~2 号勘探线，赋存在中泥盆统罗富组 (D_21) 上部泥灰岩、钙质泥岩和页岩中，位于 95 号矿体上部，与 95 号矿体近于平行产出，垂直相距 70~130m，受本区上部矽卡岩化带控制，矿体呈似层状产出，目前由 ZK1508、ZK1509、ZK1511、ZK1514、ZK1522、ZK1526 等 77 个钻孔控制，已控制长 3025m，宽 42~1861m，控制面积 1.53km^2 ，赋存标高 760~160m，埋深 210~530m。矿体连续分布。矿体总体走向 NE，倾向 NW，倾角 $8\sim 25^\circ$ 。矿体产状变化较大，在 41~45 号线之间，自北往南，走向由 50° 逐渐转为 353° ，倾角变陡为 42° ，9 号线倾向开始拐向 NNE，倾角 $14\sim 18^\circ$ 左右。

矿体沿走向和倾向均有膨胀收缩，分枝复合现象。大致以 33 号线为界，33 号线以南为锡锌矿体，33 号线以北为锌矿体。整个矿体厚度（真厚度）1.00~12.38m，平均 2.15m，其厚度较稳定，厚度变化系数 103%，平均品位 $\text{Zn}3.39\%$ ，矿化均匀，品位变化系数 79%。

2) 95 号矿体

分布在巴力山—黑水沟一带，产于中泥盆统罗富组 (D_21) 中部泥灰岩、钙质泥岩中，受中部矽卡岩化带控制，有 96 个钻孔及穿脉坑道控制，已控制长 3157m，宽 173~2000m，控制面积 2.09km^2 ，赋存标高 735~50m，埋深 85~920m。连续性较好，成矿后断裂影响不大。矿体走向 NE，倾向 NW，倾角 $17\sim 29^\circ$ 。

矿体沿走向和倾向均有膨胀收缩、分枝复合现象。大致以 39 线为界，南段为锡锌矿体，北段为锌矿体。锡锌矿体段控制长 420m，宽 70m~200m，平均厚度 7.27m，平均品位 $\text{Sn } 0.52\%$ 、 $\text{Zn } 1.77\%$ ；锌矿体段控制长 2737m，宽 550~2000m，平均厚度 4.17m，平均品位

Zn3.88%，矿化均匀。整个矿体平均厚度（真厚度）3.28m，厚度较稳定，厚度变化系数 102%；平均品位 Zn 3.70%、Cu 0.22%、Ag 32.46×10^{-6} ，矿化较均匀，锌品位变化系数 101%。

3) 96 号矿体

分布在巴力山—黑水沟一带，位于 95 号矿体下部，与 95 号矿体近于平行产出，垂直相距 70~150m，赋存在中泥盆统罗富组（D₂l）下部泥灰岩、钙质泥岩中，受本区下部矽卡岩化带控制。有 94 个钻孔及穿脉坑道控制，已控制长 2575m，宽 100~1747m，控制面积 1.75km²，赋存标高 735~-270m，埋深 90~990m。矿体连续，成矿后断裂影响不大。矿体走向 NE，倾向 NW，倾角 13~28°。

矿体沿走向和倾向均有膨胀收缩、分枝复合现象。与 95 号矿体相同，大致以 39 号线为界，南段为锡锌矿体，北段为锌矿体。锡锌矿体段控制长 340m，宽 160~240m，平均厚度 10.30m，平均品位 Sn 0.49%、Zn 2.24%；锌矿体段控制长 2235m，宽 275~1742m，平均厚度 5.50m，其厚度较稳定，厚度变化系数 92%。平均品位 Zn 5.81%，矿化均匀。整个矿体平均厚度（真厚度）3.89m，厚度较稳定，厚度变化系数 116%；矿体平均厚度 3.89m，平均品位 Zn 4.33%，矿化较均匀，锌品位变化系数 100%。

4) 97 号矿体

矿体仅分布于黑水沟一带由北至南 2~7 号勘探线之间，赋存于中泥盆统纳标组（D₂n）礁灰岩（生物碎屑灰岩夹黑色泥岩）中，96 号矿体下部，北低南高，距 D₂n 顶界面一般 0~30m，受本区下部矽卡岩化带控制，为似层状矽卡岩型锌矿体。呈似层状产出，矿体连续，成矿后断裂影响不大。受花岗斑岩和闪长玢岩切割，影响不大。97 号矿体由 37 个工程控制（钻孔 32 个坑道 5 个），全在探矿权内，已控制长 900m，宽 1900m，延深 293m，控制面积 0.27km²，矿体较连续，

赋存标高-202~91m。走向近 EW，倾向 NW-NE，倾角 15~17°。在 90m 中段坑道内 2 处、在 30m 中段坑道内 4 处揭露到 97 号矿体，间隔 18~130m。坑道揭露 97 号矿体与详查钻孔揭露对比在矿物组成、矿石结构、构造等方面接近，但厚度和品位变化较大。矿体厚度 0.80~7.73m，平均厚度 2.26m，其厚度较稳定，厚度变化系数 80.53%；矿体平均品位 Zn 4.50%、Cu 0.14%、Ag 8.67×10^{-6} ，主矿产锌矿化较均匀，品位变化系数 Zn 91.97%、Cu 355.56%、Ag 145.44%。

5) 128 号矿体

矿体分布于探矿权区南部巴力—长坡锌矿 19~37 线之间，由 10 个钻孔控制（探矿权内 7 个），距礁体底板 50~200m，赋存于泥盆系中统纳标组（D_{2n}）底部一层厚几十米破碎带中，呈似层状产出。矿体受礁体底部断裂破碎带控制。近南北走向，倾向北西，倾角 10~18°，东面较平缓，西面稍陡。控制长约 900m，延深 160m，赋存标高-167~-327m。

128 号矿体连续性较好，矿体有膨胀收缩现象，在南东方向矿体厚度较大，最厚处达 18.28m，平均厚度 5.82m，厚度变化大，不稳定，厚度变化系数 89.45%；矿体平均品位：Zn 3.56%、Ag 55.58×10^{-6} 。128 号锌元素分布较均匀，主矿产锌品位变化系数 Zn 103.08%。

6) 28-2 号矿体

28-2 号矿体为锌锡矿体，赋存在上泥盆统榴江组（D_{3l}）硅质岩中，呈似层状产出。矿体分布在大厂背斜东翼黑水沟 9 号线至巴力山 35 号线之间，目前有 25 个见矿钻孔控制。控制长约 1300m，宽 100~600m，形状象一片叶子，叶梗分布在 23 号线至巴力山 35 号线，长约 700m，宽约 100m；叶片分布在 23 号线至黑水沟 9 号线，长约 600m，宽约 600m。在巴力山一带矿体细小矿段东西两侧及南面有较多的落空孔控制；在黑水沟一带，矿体北面延伸至矿权之外。矿体走向北东，

倾向约 45° ，倾角 20° 。平均真厚度 2.26m。矿体厚度变化系数 83.19%。平均品位 Zn 3.15%。

7) 78 号矿体

分布在大树脚一带，赋存于上泥盆统五指山组 (D_3wd) 大扁豆状灰岩顶部与上泥盆统同车江组 (D_3t) 交界处发育的层间破碎带中，为似层状细脉浸染交代含银铅锌矿体。矿体规模小，已控制长 680m，宽 230m，矿化连续，赋存标高为 656.64~472 m。走向近 EW，倾向 N，倾角 17° 。平均厚度 1.84m，平均品位 Zn 2.99%、Ag 422.87×10^{-6} 。其厚度较稳定，厚度变化系数 62%，矿化均匀~较均匀，品位变化系数 Zn73%、Pb117%、Ag110%。

8) 82 号矿体

分布在大树脚一带，赋存于上泥盆统五指山组 (D_3wb) 细条带状灰岩中，相当于西边相邻的 91 号矿体层位，受层间破碎带或层间裂隙带控制，为似层状细脉浸染交代含银铅锌矿体。已控制长 757m，宽 1125m，向 NNE，倾角 13° ，赋存标高为 401~330m。平均厚度 5.28m，平均品位 Zn 2.61%、Ag 124.84×10^{-6} 。其厚度较稳定，厚度变化系数 83%，矿化均匀~较均匀，品位变化系数 Zn 51%、Pb 88%、Ag 69%。

9) 支脉矿体

本区锌矿支脉矿体为 94、95、96、97、128 号主要矿体上下盘平行产出的规模较小的矿体，其与主矿体处于同一层位、同一矿化蚀变构造带（如矽卡岩化蚀变带、层间破碎带），产出特征相似，矿化类型相同。支脉矿体均为矽卡岩型矿体。

2.3.4.3 矿体围岩与夹石

(1) 原生锡矿 92 号矿体

92 号矿体围岩为上泥盆统榴江组硅质岩。

(2) 硫化锌矿

采矿许可证范围内 94 号、95 号、96 号及支脉矿体围岩为泥灰岩、钙质泥岩、泥页岩等。78、82、28-2 号矿体围岩分别为扁豆状灰岩、条带状灰岩、硅质岩，矿体均为沿层或小角度穿层分布，与围岩呈似层状接触产出。

探矿权范围内 95、96 号矿体围岩为泥灰岩、钙质泥岩、泥页岩等。97 号矿体围岩为生物碎屑灰岩。

礁体下部 128 号等矿体围岩为泥盆系中统下段纳标组礁灰岩、少量泥岩。矿体中有夹石存在，夹石以围岩礁灰岩、泥岩、砂岩为主。

矿体中大部分无夹石存在，局部有泥灰岩、泥岩夹层分布于矿体中，厚度一般 $<2\text{m}$ 。

2.3.4.4 矿石特征

(1) 矿石类型

1) 原生锡矿 92 号矿体

矿床中主要矿体都为隐伏矿体，矿石类型主要为致密块状、细脉状、细脉浸染状和网脉浸染状等四种类型，矿石工业类型为锡石-硫化物型。矿物种类多，组成及嵌布关系复杂，属复杂难选多金属硫化矿石。

2) 硫化锌矿

矿床中主要矿体都为隐伏矿体，不存在氧化带和混合带矿体。主要以细脉浸染状和浸染状矿石为主，少量为致密块状和角砾状矿石。94 号、95 号、96 号矿体大致以 39 号线为界，南段矿石矿物主要为金属硫化物（磁黄铁矿、铁闪锌矿、黄铁矿、毒砂等），少量硫盐矿物和锡石，故属锡石-硫盐-硫化物型矿石；北段（黑水沟一大树脚锌矿）矿石矿物主要为磁黄铁矿、铁闪锌矿、毒砂、黄铜矿、黝铜矿等金属硫化物，故属锌硫化物型矿石，97 号、128 号及各支脉矿体亦属此类。78 号、82 号、28-2 号等矿体矿石矿物主要为铁闪锌矿、方铅

矿、辉锑矿等硫化物，属铅锌硫化物矿石。矿石可选性能较好，属于易选矿石。

（2）矿物成分

1）原生锡矿 92 号矿体

原生锡矿床矿物成分比较复杂，矿物种类繁多，多达 80 种以上，其中具有经济意义的矿物主要的有黄铁矿、铁闪锌矿、石英；次要的有锡石、毒砂、磁黄铁矿、电气石；少量的有脆硫锑铅矿、辉锑锡铅矿、黄铜矿、黝锡矿、硫锑铅矿、菱铁矿、莹石、方解石。

2）硫化锌矿

硫化锌矿床金属矿物主要为毒砂、磁黄铁矿、铁闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等，次为黝铜矿、脆硫锑铅矿、硫锑铅矿、白铁矿、方铅矿、车轮矿等。脉石矿物主要为石榴子石、透辉石、绿泥石、符山石、硅灰石、绿帘石、透闪石等，次为方解石、石英、阳起石、斧石、堇青石、夕线石、斜黝帘石、绢云母等，少量萤石、碳质、铁质、碳酸盐、白云母等。

（3）矿石结构构造

1）原生锡矿 92 号矿体

矿石结构主要有自形一半自形晶粒结构、它形晶粒结构、交替溶蚀结构、固溶体分离结构、压力结构、周边结构、似斑状结构、胶结结构等。矿石构造主要有块状构造、扁豆和条带状构造、细脉和网脉状构造、浸染状构造、角砾状构造、晶洞构造等。

2）硫化锌矿

硫化锌矿床：矿石结构有自形晶结构、他形-半自形粒状结构、压碎结构、固溶体分离结构、周边结构、交替结构等。矿石构造主要有致密块状构造、角砾状构造、浸染状构造、条带状构造、脉状构造等。

(4) 矿石化学成分

1) 原生锡矿 92 号矿体

原生锡矿均为锡石-硫化物型矿石，主要有用组分为 Sn、Zn、Pb、Sb、S、As、In、Ag、Ga、Cd。原生锡矿床的主矿产为锡，共生矿产为锌，伴生矿产为铅、锑。铅、锑可综合回收。

2) 硫化锌矿

矿石组合分析结果表明，硫化锌矿床矿石中主要有用元素为 Zn、Cu、Ag、As、S 等，含银闪锌矿-方铅矿型矿石中主要有用元素为 Zn、Pb、Sb、Ag、As、S 等。矿床中最主要的有用金属元素为 Zn，其次为 Cu、Ag，局部有 Pb、Sb、Sn。Zn 含量达到矿床平均品位要求，其余元素达到伴生有用元素品位要求。此外，还有伴生元素 In、Cd、Ga 的含量达到综合利用的要求。

2.3.5 环境地质

2.3.5.1 岩溶塌陷

矿区岩溶塌陷主要为自然因素造成，发现的三处岩溶塌陷均在鲁塘尾矿库的坝首地段（即库南端），均属小型岩溶塌陷，其形状一般均为圆形或椭圆形，轴向一般沿 NW 向构造断裂发育，直径在 3~10m，深>1.2m（现已被碎石填埋），均未造成人员伤亡，经济损失小，危险性及危害程度小。已采取了充填石料、黏土或细石混凝土等措施处理。

2.3.5.2 采空塌陷（群）

铜坑矿长期开采的三大矿体自上而下依次为细脉带、91 号和 92 号矿体，矿体在竖直方向上局部呈重叠状态。92 号矿体位于顶部与 91 号矿体底部相连，相连面积 1.13 万平方米。92 号矿体与 91 号、细脉带矿体重叠部分称为“重叠区”，其余为“非重叠区”。

细脉带、91、92 号矿体开采初期采用房柱法和分段空场法开采，

不允许地表塌陷，由于开采造成了地表塌陷，后期采用留矿法和无底柱分段崩落法开采，地表上方原建有选矿厂、回风井和部分充填设施。铜坑开采区细脉带、92 号矿体开采以来，由于井下的采动破坏了开采区的原岩应力，破坏了原有的地应力平衡状态，开采区对应的地表范围和地表塌陷坑周边存在塌陷、滑动、错动的现象。

经过多年开采及民采破坏，导致塌陷坑之间相互贯通，井下贯通地表形成的塌陷坑也已有 10 余个，塌陷区分布于细脉带矿体地表的酸水湾地区。该地区地面大小不等的塌陷坑，相互嵌套，形状各异，沿矿体走向呈北东向断续分布。其中细脉带矿体 1#~20#采场形成的塌陷坑面积 4.9 万 m^2 ；92 号矿体 R3 单元、T307 单元地表塌陷面积与细脉带塌陷坑重叠，非重叠塌陷坑为 T111、T203、T209 等三个塌陷坑，面积 0.6 万 m^2 。随着矿山开采的主要水平向下部 92#矿体转移，造成三大矿体在垂直方向上多层重复采动的局面。由于三大矿体空间分布的特异形态以及回采顺序紊乱，三大矿体开采形成上下空区群，矿山地压控制工作困难。上部隔火矿柱由于民采和局部自然冒落已呈不完整状态，稳定性受到很大影响。造成了火区蔓延和地压灾害等安全隐患。1997 年被广西认定为特重大事故隐患区。2002 年被列为国家重点安全隐患整治项目。

(1) 地表塌陷区第一期治理情况

自 2003 年开始，铜坑矿与北京矿冶研究总院合作，采用强制崩落、封闭覆盖的治理方案。运用集束大孔分区整体崩落技术，治理范围划分为三个爆区，分阶段实施爆破。2005 年 3 月分别实施了第一爆区 150 吨装药量与第二爆区 7 吨装药量的大爆破工程，2006 年 8 月实施了第二次大爆破。成功地解决了细脉带 1#~20#特重大事故隐患采场区矿体资源回收与火区隐患治理的技术难题。经过大爆破后，地表仅 5#、9#、10#塌陷坑间断性有少量 SO_2 等有害气体冒出。

多年来,地表采用机械铲土覆盖治理,使火区与外界断绝空气流通,熄灭火源,取得了一定的治理效果。2013年至2015年第一期治理,覆盖表土10.5万 m^3 。

对井下采空区进行崩落处理,巷道采用密闭墙堵塞风路,窒息,熄灭火区,在井下砌筑密闭墙204道。

多年来,铜坑矿通过采取对溢出地表的 SO_2 进行碱液喷淋吸收、石灰水喷淋处理,在井下598m水平建立了碱液喷淋系统,每天24小时不断喷淋。

目前已完成塌陷区外围五米桥至塌陷区6号溜井区域的植被恢复工作。现阶段植被及排水沟投资约为1200万元,完成植被恢复面积2.23 hm^2 ,排水沟长218m。

自1999年至2015年,铜坑矿对塌陷区进行大力治理,在井下砌筑密闭墙204道,在地表进行硐室爆破表土覆盖。建立塌陷坑溢出 SO_2 石灰水喷淋系统及井下地压监测系统。使该区域烟气得到了有效治理,经监测 SO_2 浓度符合国家《环境空气质量标准》二级浓度标准。

2014年2月16日,通过了河池市环境保护局组织的专家组对塌陷区细脉带烟气治理的挂牌督办验收(河环专项办〔2014〕01号)。2015年12月底,完了成塌陷区烟气治理及生态恢复工程一期治理工作,南丹县环境保护局组织进行了验收(丹环管函〔2015〕19号)。

(2) 地表塌陷区第二期治理情况

2019年铜坑矿委托河池市青秀环保工程咨询有限公司编制了《广西华锡集团铜坑矿区地表塌陷区烟气治理工程实施方案》,委托矿冶科技集团有限公司(原北京矿冶研究总院)编制了《广西华锡集团铜坑矿区地表塌陷区烟气治理工程设计》。2020年年初开工新修一条专用运输道作为重介质运输道路。新修泥结碎石道路铺设2236m/3696 m^2 ;挖方量6854 m^3 ;

地表塌陷坑覆盖四个作业区，以及 T101、T202、T116-118 塌陷坑，覆盖量 40.96 万 m³。

边坡修复：对 T101-T202 南面边坡、T202-203 塌陷坑边坡、T102 北面山顶段等进行修整施工。边坡修整土方 160952.5m³、边坡修整石方破除 20559.2m³。

截排洪沟：修建水泥面水沟 258m，涵管沟 150m。

地表施工钻孔，用以探测是否存有未充填空区，并作为充填孔，向井下空区注浆接顶。设计 ZK1、ZK2、ZK3 共计 945m。

由于 ZK3 现场不具备施工条件，且其对应下的空区已完成充填，因此只施工了 ZK1、ZK2。ZK1 深度 129m，ZK2 深度 295m，共计 424m，均未发现空区。

井下采空区充填，充填量共计 48.63 万 m³。

井下密闭墙：井下共计施工密闭墙 717.85m³（96 堵）。

在地表塌陷坑附近建立了石灰水喷射站，在塌陷坑周边架设喷头，采用高压泵石灰水均匀地喷射地面冒烟口。

井下安全监测系统与地表沉降监测：在项目实施过程中，未监测到井下发生剧烈地压破坏活动，地表塌陷区岩移带未出现加速发展的趋势。

该工程于 2020 年 3 月开工，2020 年 11 月竣工。南开大学完成了《广西华锡集团铜坑矿区地表塌陷区烟气治理工程 SO₂ 烟气监测与评价报告》。

2.3.5.3 热害

设计拟开采矿体埋深约 400~1100m。矿区地温梯度 2.27~4.29℃/100m，平均 3.28℃/100m。中国有色桂林矿产地质研究院有限公司在 30m 水平施工的抽水试验钻孔，水温为 43℃；在 30m 中段掘进中，在 2201 线坑道及 2401 线坑道发现有地下热水，水温 40℃；

受涌热水影响，坑道温度约为 38~39℃。推测-300m 标高（最低开采水平）地温为 49.6℃。据相关规范，矿区深部多属地温异常区，矿山地温类型属高温类，未来在开采时存在热害问题，应采用降温措施。

综上所述，铜坑矿区环境地质条件复杂。

2.4 工程建设方案概况

2.4.1 矿山开采现状

铜坑矿于 1981 年开始投产运营，开采方式为地下开采。经过几十年的生产，上部细脉带、91 号矿体开采殆尽。目前生产的主要开采对象为 92 号矿体，由于原设计较早，随着国家安全生产管理要求不断提高，矿山开采工程的诸多安全设施有待于进一步完善，南丹县应急管理局在 2019 年 8 月下发的责令限期整改指令书〔（丹）应急矿山责改〔2019〕44 号〕中要求企业委托具有资质的设计单位重新做开采设计；河池市应急管理局在 2021 年 5 月下发的责令限期整改指令书〔（河）应急责改〔2021〕非煤 32 号〕中要求企业落实矿山开采工程和技改工程安全设施三同时工作。

为重新履行“三同时”程序，2021 年 6 月，铜坑矿业委托长沙有色院编制完成《广西华锡集团股份有限公司铜坑矿开采工程安全设施设计（矿山部分）》并取得《广西壮族自治区应急管理厅关于广西华锡集团股份有限公司铜坑矿开采工程安全设施设计审查意见书》（桂应急非煤项目审字〔2021〕30 号），随后进行矿山基建工程，2023 年 7 月，矿山根据《安全设施设计》和《设计变更》完成全部基建工程并通过了安全设施验收。

该矿山前期为探获深部 96 号矿体资源，对主矿体进行加密控制，通过《广西华锡矿业有限公司铜坑矿深部探矿权锌多金属矿勘探》项目实施了一系列探矿工程，主要包括：3#盲斜井、4#盲斜井、3#竖井、

4#回风井和斜坡道等井巷工程,以及 30m 和 90m 中段探矿巷道。此外,原长坡竖井工区开采期间建立有长坡箕斗井、455m 中段平巷以及 505m 中段平巷,设计利用于本次锌矿资源开采。

2.4.1.1 92 号矿体

(1) 生产规模

现生产规模为 4000t/d (132 万 t/a)。

(2) 采矿方法

目前生产采用低分段充填采矿法、分段空场嗣后充填采矿法、上向水平分层充填采矿法以及无底柱分段崩落法。主要采用划分矿房、房间矿柱和盘区间柱三步骤开采方式,生产分为 7 个盘区,各个盘区的宽度为 90~100m,盘区矿柱沿勘探线(南北向)布置,盘区之间矿柱宽为 20m。盘区内划分为矿房和矿柱,沿矿体走向布置。矿房、矿柱宽为 15~25m,长 80~100m,高 12~50m。

(3) 开拓运输系统

采用主、副竖井+斜坡道+盲斜井开拓方式(见图 2.4-1)。

1) 2#竖井

混合井,井筒净直径 $\Phi 6.0\text{m}$,井口标高 770m,井底标高 335m,井筒深度 435m,布置在 92 号矿体东部。井塔高 71m,设有载重 450kg 的电梯、容量 700t 矿仓及容量 300t 的废石仓。主提升机采用 JKM-4 $\times$ 4(G)型多绳摩擦轮提升机,载重 22t 单箕斗,装矿水平为 392m 水平,提升高度 417m,电动机为 2000kW、800V 直流电机,提升采用全自动化系统,副提升采用 JKM-2.25 $\times$ 4B 型多绳摩擦轮提升机,4000 $\times$ 1476mm 双层单罐笼提升系统,功率 500kW、660V 直流电机。罐笼主要用于提升人员、设备和材料。井筒与 595m、505m、455m、430m、405m、392m、355m 等中段相通。

井下 430m 水平设有破碎站,装备有 1 台 PEJ 900 $\times$ 1200mm、1

台 CJ411 颚式破碎机，其下各有一个容量为 1000t 的成品矿仓，矿石下到 392m 皮带道装到单箕斗后提升至地表。

井筒内还布置有主供风管、井下用电电缆、井下排水主水管、通信电缆等。

2) 东副井

罐笼井，主要用于提升人员、设备和材料。井筒净直径 $\Phi 6.5\text{m}$ ，井口标高 815m，井底标高 223m，井筒深度 592m，井塔高 41m。布置在 92 号矿体东部。主提升采用 JKM-3.25 $\times$ 4 (II) 型多绳摩擦轮提升机，4350 $\times$ 1600mm 双层单罐笼提升系统，功率 630kW、330V 直流电机。副提升系统为辅助交通罐，采用 JKD-1.85 $\times$ 4 多绳摩擦轮提升机，单罐笼提升系统，功率 200kW、440V 直流电机。井筒服务于 505m、455m、405m、355m、305m、255m 中段。

3) 主斜坡道

主要承担无轨设备、人员、材料运输任务。主斜坡道净断面为 5.2m $\times$ 3.87m，地面标高 739.7m，布置在矿体西部，现已连通至 205m 中段，采用折返式布置，直线段坡度为 15%，转弯坡度为 5%，与各生产中段均相通，长度约 5km。

4) 1#盲斜井

1#盲斜井主要用于 455m~383m 矿体开采的提升工作。井口标高 455m，井底标高到 355m，倾角 25°，断面 3.5m $\times$ 2.625m。提升机采用 GKT3 $\times$ 2.2/30 型单绳单筒提升机，电机功率 800kW、660V 直流电机，提升速度 5m/s，采用 7m³ 后卸式单箕斗提升系统，箕斗在 355m 装矿后经 1#盲斜井提升至 455m 以上进入 430m 破碎站，然后经 2#竖井提升至地表矿仓。

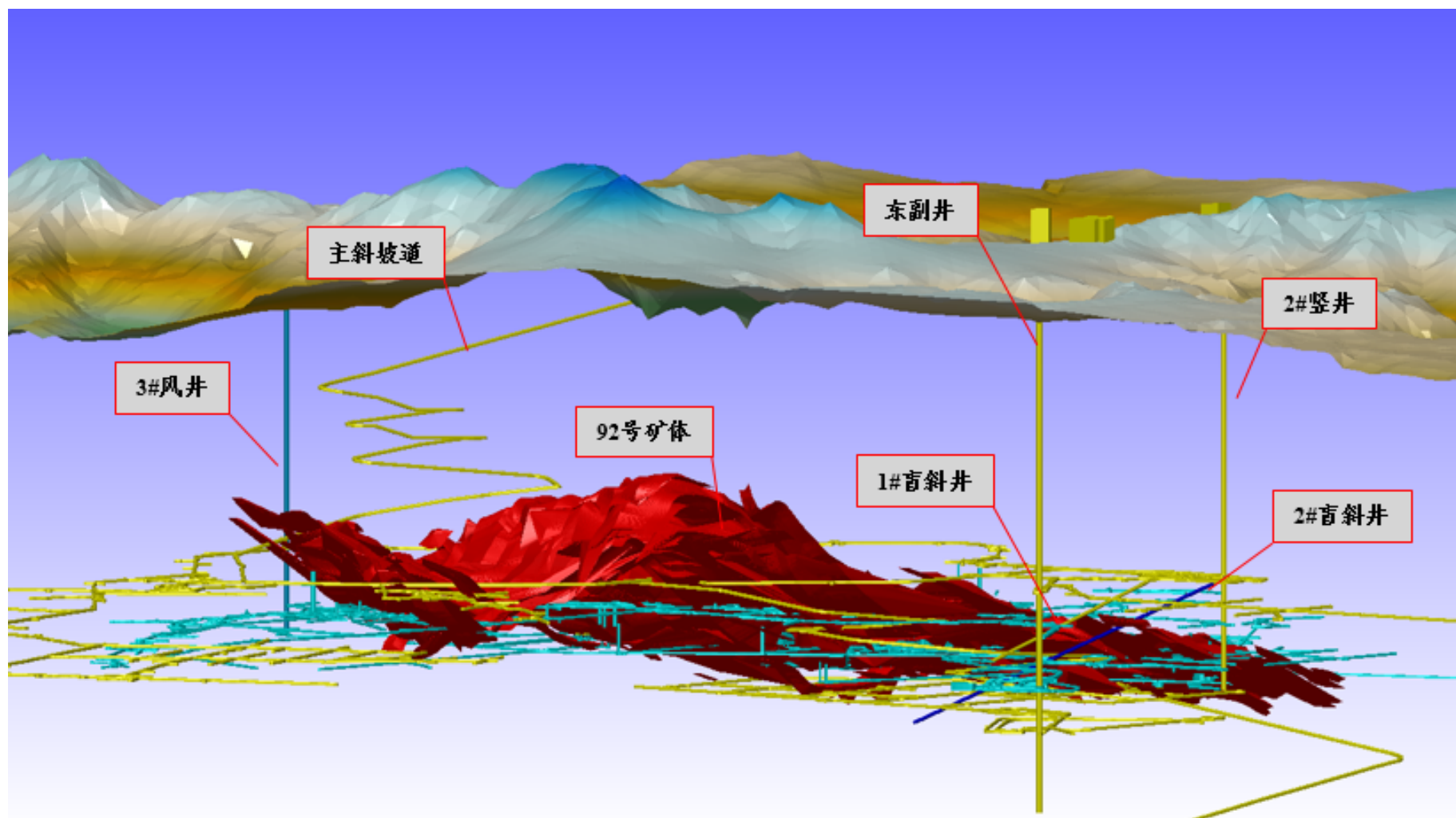


图 2.4-1 92 号矿体开采系统三维图

5) 2#盲斜井

2#盲斜井主要用于开采 405m 水平以下的 92 号矿体。井口标高 455m，井底标高到 280m，倾角 25° ，断面 $5.5\text{m} \times 3.375\text{m}$ 。采用双箕斗提升系统，选用 2JK3/30E 型双滚筒提升机，550kW、660V 型直流电动机，提升速度 5m/s，箕斗为 7m^3 后卸式箕斗。矿石提升至 455m 以上进入 430m 破碎站，然后经 2#竖井提升至地表矿仓。

6) 中段运输巷道

中段高度为 50m，按标高共分为 505m、455m、405m、355m、305m、255m、205m 和 155m 中段。矿山目前主要回采中段为 355m 中段及 405m 中段矿石，正在进行 305m 中段开拓工程。井下运输中段形成了完整的无轨、有轨运输系统。

7) 矿、废石运输

现 405m~455m 中段间的矿主要通过汽车或铲运机运至 1#主溜井，然后从 1#盲斜井提升至 455m 水平，倒入主矿石溜井后下到 430m 破碎水平，通过破碎后进入 392m 装矿仓，通过箕斗提升至地面中碎矿仓。405m 中段以下的矿石通过汽车运至 2#主溜井，2#主溜井中矿石通过 2#盲箕斗斜井提升到 455m 水平卸载，通过主矿石溜井下放至 430m 破碎水平，破碎后进入 392m 装矿仓，通过箕斗提升至地面中碎矿仓。

铜坑矿生产以来，开拓、采准的部分废石直接用汽车或铲运机排入采空区进行充填。部分废石由东副井提升至地面，排至废石堆场或通过废石堆场新修往塌陷区公路，将废石排往塌陷坑进行覆盖治理。

(4) 通风系统

铜坑矿井下通风方式均采用机械抽出式通风，各中段设置矿体下盘或上、下盘专用回风巷。新鲜风流由 2#竖井、东副井、斜坡道等各进风井进入井下后，经本中段石门进入盘区巷道、出矿运输巷等，

分别清洗各工作面后，再通过采场回风天井进入上中段回风联道、专用回风道，最后通过总回风道、3#回风井排出地表。

（5）排水系统

铜坑矿 92 号矿体井下水仓主要设在 505m、305m 中段，采用分级接力式排水。

305m 中段水泵房将井下涌水分别排至 505m 中段主水泵房，最终通过 505m 主水泵将水集中排出至地面入 1#坝-2#坝，1#坝-2#坝中分沉淀坝和清水坝，井下涌水经沉淀后作为生产循环用水。

（6）充填系统

矿山地表现有全尾砂胶结充填站一座，位于东副井东南 200m 处，内设两套独立运行充填系统，其单套系统制备输送能力为 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，单套系统一次连续最大充填量 $1500\sim 1800\text{m}^3$ ，充填料浆浓度 $70\sim 74\%$ ，灰砂比 $1: 4\sim 1: 20$ 可调。

充填工艺流程为：尾砂经汽车（12km）运至充填站后，在铜坑矿原有的棒磨砂车间对尾砂进行再造浆（浓度 $50\sim 55\%$ ），然后由渣浆泵输送至充填站立式砂仓中。全尾砂在立式砂仓中进一步沉降脱水，然后与水泥搅拌制备成充填料浆，制备好充填料浆经充填钻孔（4 个，内径 163mm）及井下管网（ $\Phi 180\times 15\text{mm}$ ）自流输送至铜坑矿井下采空区进行充填。

站内设 2 个立式砂仓（ $\Phi 11\times 30\text{m}$ ，容积 2043m^3 ），2 个水泥仓（ $\Phi 7\times 18\text{m}$ ，容积 544m^3 ），搅拌机采用双卧轴搅拌机（ $150\sim 180\text{m}^3/\text{h}$ ）+高速活化搅拌机（ $150\sim 180\text{m}^3/\text{h}$ ）两段连续搅拌。

（7）矿山供电现状

华锡矿业在南丹县大厂镇内有铜坑矿业分公司和高峰矿业分公司，在矿山范围内有 2 座 110kV 变电站（长坡 110kV 变电站、铁板哨 110kV 变电站）。

长坡 110kV 变电站内设 $1 \times 16\text{MVA} + 1 \times 12.5\text{MVA} + 1 \times 10\text{MVA}$ 、110/10kV 主变，以 10kV 电压向高峰矿及大厂镇供电。长坡 110kV 变电站目前的负荷约 13000kW，还有部分间隔可供使用。

铁板哨 110kV 变电站内设 $1 \times 10\text{MVA} + 1 \times 7.5\text{MVA}$ 、110/6kV 主变，以 6kV 电压等级放射式向东副井、2#竖井、井下 505 中段 6kV 配电硐室、井下 355 中段 6kV 配电硐室、井下 305 中段 6kV 配电硐室、压风机房、3#风井、大树脚 6kV 配电室等供电。铁板哨 110kV 变电站目前的负荷约 5000kW，无扩建位置。

长坡 110kV 变电站、铁板哨 110kV 变电站的供电电源链接引自河池供电局锡山变 110kV 不同母线，二回电源线路名称为 145 线、146 线，145 线线路规格为 LGJ-95、长度 7.7km；146 线线路规格为 LGJ-120、长度 7.7km。

（8）安全避险“六大系统”现状

铜坑矿区 92 号矿体井下安全避险“六大系统”2012 年 3 月份开始建设，2012 年 12 月份竣工，并通过验收交付使用，目前运行良好，设计全部利用。

安全避险“六大系统”包含井下人员定位系统、监测监控系统、通信联络系统、供水施救系统、压风自救系统与紧急避险系统。其中：井下人员定位系统、通信联络系统、监测监控系统采用多网合一架构建设，各系统数据通过同一光纤网络传输，在生产运营中心机房进行统一管理。系统能够反应井下人员实时动态分布情况、紧急情况的报警、井下有毒有害气体的监测，并且拥有井下有线、无线通话及短信功能，为井下安全生产提供强有力的技术平台。

2.4.1.2 锌矿

（1）黑水沟—大树脚锌矿

该矿段已完成了 3#盲斜井、4#盲斜井、3#竖井、4#回风井、斜

坡道以及 30m、90m 中段等探矿工程施工。

(2) 巴力—长坡锌矿

该矿段利用原长坡锡矿的部分工程（1992 年，原长坡锡矿并入铜坑矿，设立长坡竖井工区进行管理，经对铜坑矿井下的开拓、运输及提升等系统改造和完善后，形成了两条独立的供矿生产线（车河供矿生产线和长坡供矿生产线）。由于长坡锌矿上部资源不断枯竭，出矿品位大幅降低，长坡锌矿于 2016 年停产。），原长坡锡矿建设有长坡箕斗井，井口标高为 725m，井底标高 405m，井筒净直径 $\Phi 4.5\text{m}$ ，箕斗容积为 3.5m^3 ，设计提升能力为 1200t/d 。目前在该矿段 505m 水平和 455m 水平有探矿巷道联通至 92 号矿体开采区域，455m 中段 31#~37#勘探线间分布有部分探矿穿脉工程控制主要矿体。

2.4.1.3 采空区情况

根据业主提供资料和中南大学的《广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司铜坑矿业采空区调查与稳定性分析研究报告》，铜坑矿三大矿体开采理论上形成的空区总量约为 1136.9万 m^3 ，其中细脉带形成空区约为 153.7万 m^3 ，91 号矿体形成空区约为 332.2万 m^3 ，92 号矿体形成空区约为 651万 m^3 。由于前期主要采用崩落法回采和块石胶结充填采矿法，细脉带和 92 号矿体崩落采矿法，并且与上部 91 号矿体胶结充填的重叠区对应的采空区垮通，部份采场如 T105-106、T110-92#矿柱群、T202-203、R 盘区等区域已垮通细脉带及地表，由于底部出矿可能形成部份悬顶的局部小空洞或采场顶部填充不接顶，但不存在明显的空区。

根据生产报表统计采空区充填量，具体数据见表 2.4-1。

表 2.4-1 采空区充填统计表

日期	充填量 (m^3)		合计
	废石充填和诱导崩落	胶结充填	
2016 年底	6374000	0	6374000

2017 年	867992. 16	22490. 16	890482. 32
2018 年	726136	83228	809364
2019 年	844866	231023	1075889
2020 年	270980	310289	581269
2020 年地表回填	567578	0	567578
2021 年 4 月	48504	36855	85359
总充填量	9700056. 16	683885. 16	10383941. 32

根据统计分析, 采空区总充填量为 1038.3 万 m^3 , 空区迁移至地表形成地表塌陷区空区体积为 117.9 万 m^3 , 目前井下采空区体积为 27.7 万 m^3 , 总计体积为 1183.9 万 m^3 (其中包含民采空区充填量: 46.9 万 m^3), 与铜坑矿三大矿体开采理论上形成的空区体积基本相符。井下现有采空区统计表见表 2.4-2。

随着近几年对空区治理力度加大, 开采区大的地压活动得到一定的控制, 为了克服崩落法采矿引起的地压活动治理难度、安全问题, 2015 年开始, 92 号矿体逐步转变为充填法采矿。

表 2.4-2 井下现有采空区统计表

盘区	空区名称	当前空区量(m^3)
四盘区	T407 (374)	33961
五盘区	T508-509 (455-440)	5717
六盘区	T6-1 (345-315)	53648.40
	T609 (391-415)	494
	T612 (434-405)	11693
	六盘区以北采场 (287-322)	50746
其他	201#线 1#矿块空区 (355-330)	319
	201#线 2#矿块空区 (355-339)	9680
	305m204-2#线浅采	9691
	305m210-1#线	10000
	77#脉 2#矿块 (386)	10040
	80#脉南浅采 (386)	6135
	325m208#线浅采 (325)	2300

盘区	空区名称	当前空区量(m ³)
	190#脉 (386)	11275
	190#脉 (373-386)	21986
	190#脉 (355-347)	39062
合计		276748

矿山在原有地压监测网的基础上,扩大地表地面塌陷区周边地压观测网的布置范围,通过对地表的下沉、倾斜、弯曲、水平移动、水平变形、剪切变形等监测数据作定量分析,更加准确地预测预报地压活动和地质灾害的发生,确保井下空区以及地表塌陷坑治理工作的安全。同时,铜坑矿已在地表塌陷区边界范围设置了界桩和警示牌,职能部门不定期在其范围内巡察,以杜绝人员进入塌陷区。

2.4.1.4 地表塌陷区现状

经过几十年的生产,上部细脉带、91号矿体开采殆尽,目前生产的主要开采对象为92号矿体。铜坑矿92号矿体以往主要采用空场法和崩落法两种相结合的采矿方法,即先空场后崩落。多年开采导致矿山地表形成了局部塌陷和开裂,经统计,地表大小塌陷坑共约28个,沿东西向形成了一条开裂缝,塌陷区域主要集中在206#~207#勘探线之间,如图2.4-2~2.4-4所示。铜坑矿业分公司经过多年的回填覆盖治理,已填平塌陷区约14个,且在持续回填治理。

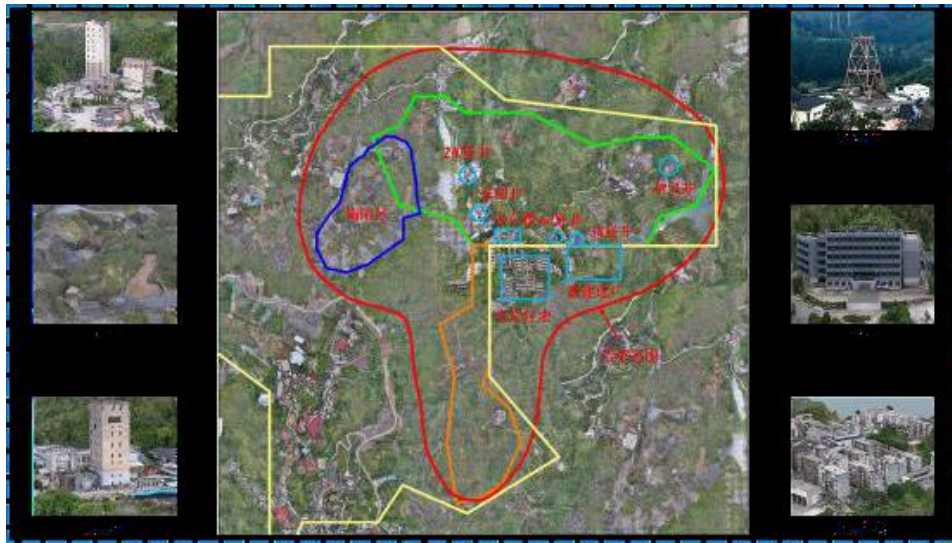


图 2.4-2 矿区地表现状全景图

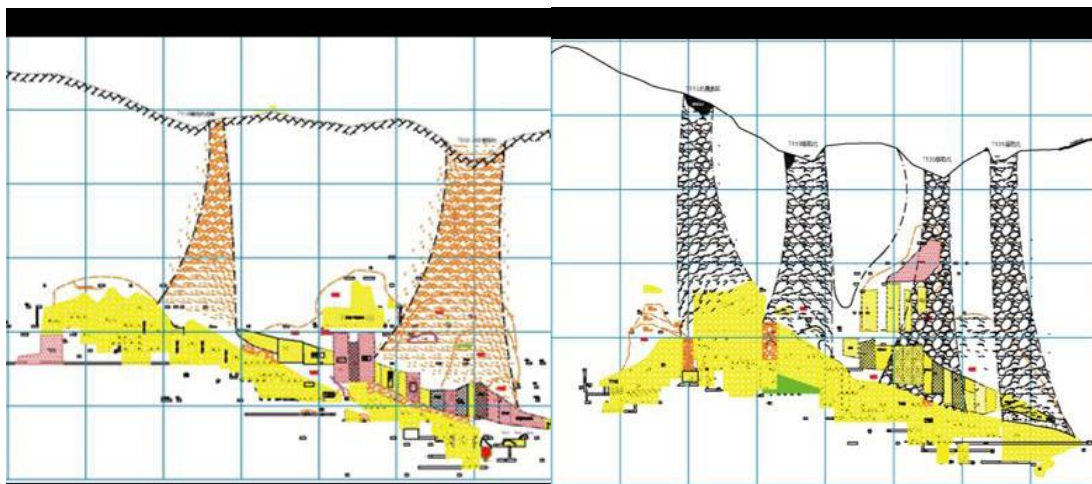


图 2.4-3 202#剖面简图

图 2.4-4 201#剖面简图

随着近几年由崩落法转为充填法开采，且对空区治理力度加大，开采区大的地压活动得到一定的控制，地表沉陷变形速度变缓，未出现大范围沉陷和开裂。

矿山在地表地面塌陷区周边布置了传统的监测点，使用高精密全站仪为主要手段，选择网中高等级点建立统一基准来进行监测。同时引进了9个北斗云观测站，对地表变形进行实时在线监测。通过对地表监测数据作定量分析，更加准确地预测预报地压活动和地质灾害的发生。同时，矿山在地表塌陷区边界范围设置了界桩和警示牌，矿山纠察队不定期在其范围内巡察，以杜绝人员进入塌陷区。

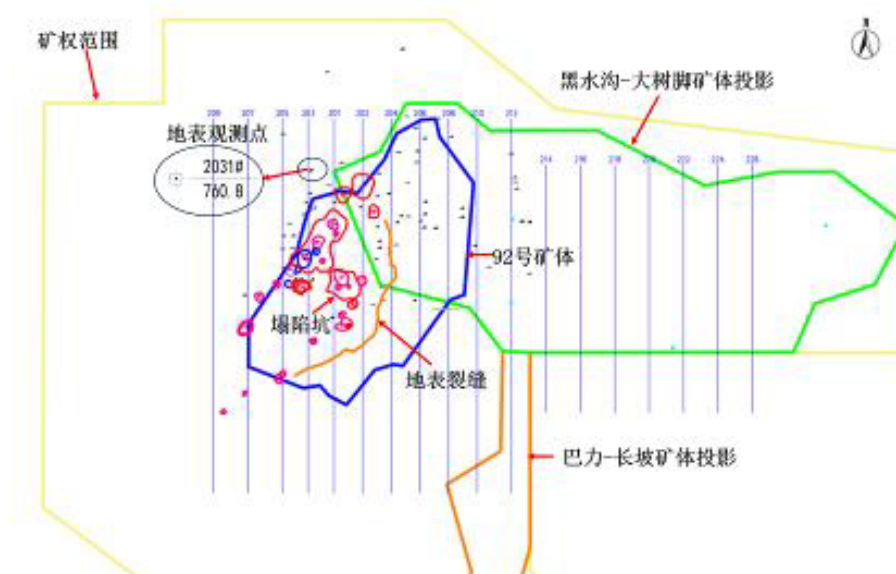


图 2.4-5 地表监测点布置图

2.4.1.5 存在的问题及建议

(1) 矿山在开采过程中，对采空区应及时充填，并对地表变形进行监测，尤其是暴雨期间加强监测，发现问题及时加以处理，避免地表水通过塌陷坑、地裂缝等灌入井下。建议在原有地表监测网的基础上进一步扩大监测范围，通过对地表下沉、倾斜和水平移动等监测，达到监测地压活动和预测地质灾害的目的。

(2) 采空区涌水及老窿积水是一个潜在的水害隐患，矿山在开采过程中，要求“有疑必探，先探后掘”，防止矿坑突水事故产生。

(3) 矿区因不同时期分别采用房柱法、分段空场法、留矿法和无底柱分段崩落法等采矿方法，导致地表形成众多塌陷坑，使大气降水与矿坑水的水力联系密切，本矿区已演变成为受大气降水因素影响为主的“气象-开采型”矿床，因此，矿山开采过程中应注意暴雨形成的地表径流灌入井下可能对矿山安全生产的不利影响，加强矿坑涌水量的日常观测，并根据提出的防治水措施，做好矿山的防治水工作。

2.4.2 建设规模及工作制度

2.4.2.1 地质储量及范围

(1) 原生锡矿 92 号矿体

根据 2023 年 2 月 18 日广西二一五地质队有限公司提交的《广西华锡矿业有限公司铜坑矿 2022 年度矿山储量年报》及其评审意见书（河自然资储审第〔2023〕3 号），截止 2022 年 12 月 31 日，铜坑矿采矿许可证范围内原生锡矿 92 号矿体保有资源量（探明资源量+控制资源量+推断资源量）矿石量 1317.84 万吨，主矿产 Sn 金属量 54583t；共生矿产 Zn 金属量 311073t、伴生矿产 Pb 金属量 17501t、Sb 金属量 34649t、Ag 金属量 269t。保有尚难利用矿产资源：矿石量 238.18 万吨，金属量 Sn 2826t，金属量 Zn 37400 t。

设计该矿段利用资源量为 1150.58 万吨，金属量 Sn 50445t。

（2）硫化锌矿

根据广西二一五地质队有限公司于 2021 年 04 月编制的《广西壮族自治区南丹县大厂矿田铜坑矿区锡锌矿资源储量核实报告》，目前，铜坑矿采矿许可证和探矿权范围内锌矿保有资源量（探明资源量+控制资源量+推断资源量）矿石量 5384.62 万吨，主矿产 Zn 金属量 2055925 t、平均品位 Zn 3.82%。共生银矿石量 122.09 万吨，金属量 Ag 230t；伴生矿产金属量：Sn 29364t，平均品位 Sn 0.20%；Pb 88241 吨，平均品位 Pb 0.90%；Sb 10626t，平均品位 Sb 0.67%；Cu 93894t，平均品位 Cu 0.20%；Ag 1404t，平均品位 Ag 27.34g/t。

设计硫化锌矿分两个矿段开采，即：以 11 号勘探线为界划分为黑水沟一大树脚锌矿（11 线以北）和巴力一长坡锌矿（11 线以南）。

黑水沟一大树脚锌矿设计利用资源量为 2639.38 万吨，金属量 Zn 1094730t，金属量 Cu 44140t。

巴力一长坡锌矿设计利用资源量为 1546.8 万吨，金属量 Zn 535066t，金属量 Cu 30496t。

2.4.2.2 建设规模

经可研计算和论证，设计各矿段的生产能力如下：

（1）92 号矿体：4000t/d（132 万 t/a）。

（2）黑水沟一大树脚锌矿：分两期开采，一期 3000t/d（99 万 t/a），二期 5000t/d（165 万 t/a）。

（3）巴力一长坡锌矿：2000t/d（66 万 t/a）。

设计一期生产规模为 297 万 t/a，二期生产规模为 231 万 t/a。

2.4.2.3 服务年限

矿山总体服务年限为 29a。其中：

（1）92 号矿体：7a。

（2）黑水沟一大树脚锌矿：一期 7a，二期 14a。

(3) 巴力—长坡锌矿：24a。

2.4.2.4 工作制度

设计矿山工作制度为每年 330 天，每天 3 班，每班 8 小时。

2.4.3 总图运输

本项目由采矿工业场地、废石临时堆场、充填站工业场地、回风井、办公及生活设施及其它配套辅助设施组成。

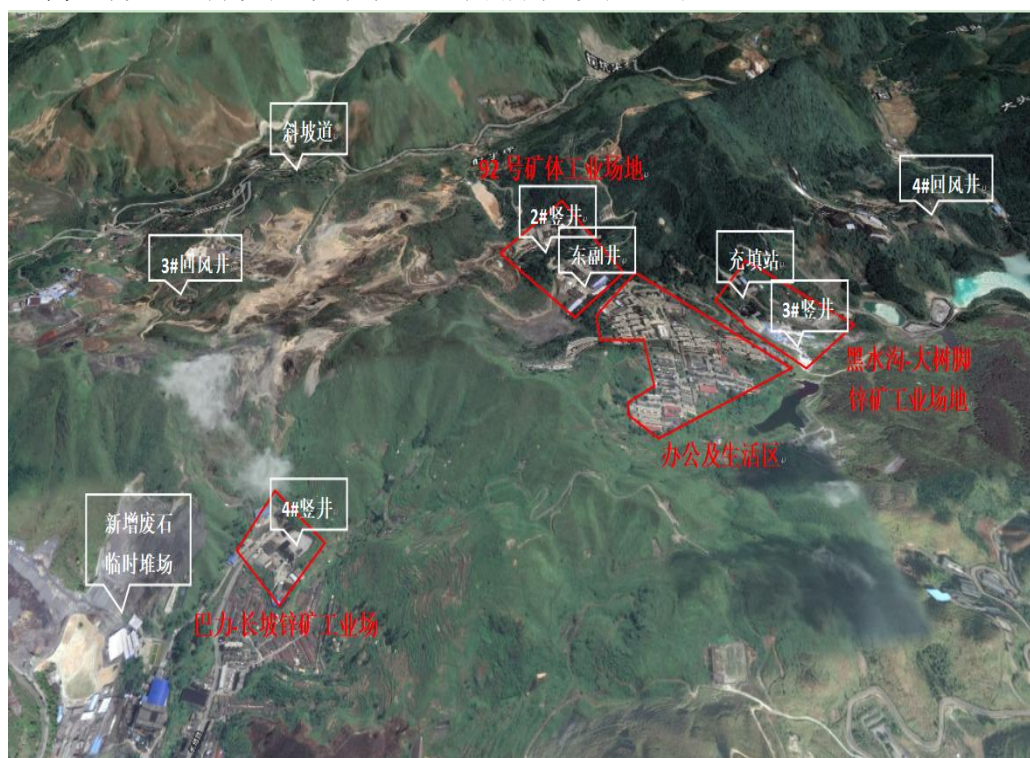


图 2.4-6 铜坑矿区总平面布置示意图

2.4.3.1 92 号矿体采矿工业场地

(1) 东副井工业场地

东副井工业场地位于矿区东侧，距离铜坑矿区办公生活区约 140m。主要由井塔、工区办公室、机修场地、仓库等组成，井口标高 815m。

(2) 2#竖井工业场地

2#竖井工业场地位于东副井工业场地北侧，距离约 290m。主要由竖井井塔、工区办公室、井口碎矿车间、仓库、空气压缩机站等组

成。井口标高 770m。

(3) 3#回风井工业场地

3#回风井工业场地主要布置回风井口设施，位于矿区西部，井口标高为 784m。

(4) 斜坡道工业场地

斜坡道工业场地主要布置斜坡道及其设施，位于矿区西部，主要由主斜坡道、值班办公室、铲修车间、油库等组成。井口标高为 739.7m。

2.4.3.2 黑水沟一大树脚锌矿采矿工业场地

(1) 3#竖井工业场地

3#竖井工业场地位于矿区东侧，距离铜坑矿区办公生活区约 140m。场地标高 792.0m，与新设计选厂场地合并，主要由井塔、办公室、仓库等组成，井口标高 795.0m。

(2) 4#回风井工业场地

4#回风井工业场地位于 3#竖井场地东北侧约 680m，场地标高 815.48m，布置通风机房和配套的辅助设施。

(3) 二期新增 6#副井工业场地

6#副井工业场地位于 3#竖井西侧，距离 3#竖井约 50m。副井工业场地主要由井架、提升机房等组成，井口标高 795.0m。

2.4.3.3 巴力一长坡锌矿采矿工业场地

(1) 4#竖井工业场地

4 号竖井工业场地（原长坡竖井工区），工业场地主要由 4#竖井井架、办公室、压风机房、消防泵房、仓库等组成，场地标高 725.0m。

(2) 5#回风井工业场地

5#回风井工业场地位于 4#竖井场地东南侧约 1400m，布置通风机房和配套的辅助设施。

2.4.3.4 废石临时堆场

矿区已有废石堆场布置在东副井出口处附近,目前仅作为临时堆放场。矿山开拓、采准的部分废石由东副井提升至地面废石堆场。该废石堆场自建矿始一直沿用至今。目前现存废石量为 35 万 m³,边坡约 35°, 高度 20~35m。

矿山开拓、采准的部分废石直接用汽车或铲运机排入采空区进行充填。部分废石由竖井提升至地面,排至废石场或通过废石场新修往塌陷区公路,将废石排往塌陷坑进行覆盖治理。

2.4.3.5 充填站工业场地

充填站位于东副井东南 200m 处,场地标高为 786.4m,矿山地表现有全尾砂胶结充填站一座,站内设 2 个立式砂仓,2 个水泥仓。

一期进行充填系统改造,新增膏体浓密机,满足充填站尾砂供给需求。新建锌选厂尾砂浆由管道输送至 1 台浓密机,经浓密脱水由浓密机底流泵输送至搅拌系统。充填料浆充填钻孔和充填管道输送至井下各生产中段进行充填。

二期扩建现有充填站,新增 1 个 400t 水泥仓。此外,充填站工业场地内还需新增包括制备厂房、配电室、仪表室、工具房、钢筋混凝土廊道等。

2.4.3.6 办公及生活设施

矿山已有行政生活区位于矿区东侧,东副井工业场地附近。由矿部办公楼、宿舍、食堂、福利设施及配套的公共场所组成。一期针对黑水沟一大树脚锌矿新增办公楼及配套的公共设施位于采矿工业场地内。二期需针对巴力一长坡锌矿新增办公楼及配套的公共设施位于该矿段的采矿工业场地内。

2.4.3.7 供电

设计在黑水沟-大树脚场地附近建一座 110kV 变电站,在黑水沟-

大树脚矿山场地设一个 10kV 配电室，负责黑水沟-大树脚矿山场地及井下的供电。在巴力-长坡矿山场地设一个 10kV 配电室，负责巴力-长坡矿山场地及井下的供电。

2.4.3.8 内外部运输

(1) 内部运输

内部运输主要为原矿和采场的生产材料及备品备件，坑内废石考虑大部分井下就地充填，少部分废石由 4#竖井提升排至井口西侧附近的废石临时堆场或通过废石场新修往塌陷区公路，将废石排往塌陷坑进行覆盖治理。

矿山井下采用竖井+斜坡道联合开拓运输方案，矿石通过坑内电机车+矿车直接运输至井下矿仓，经过溜破系统，由 3#竖井提升至地表运输至新建选厂。

矿山地表已有完整的交通系统，大部分道路已经建成，道路宽度不小于 4.0m，按Ⅲ级矿山道路标准修建，各采矿工业场地联络道路已有水泥混凝土道路相通，路面宽度 4.5m~9.0m，路基宽 6.5m~11.0m，最大纵坡 8%，最小圆曲线半径 15m，最小竖曲线半径 200m，最小竖曲线长度 20m，最小停车视距 20m，最小会车视距 40m。

(2) 外部运输

矿区的外部运输方式采用汽车运输，主要为锡锌原矿和生产材料、备品备件等，工程外部运输总量为 2164244t/a，其中运入量 514244t/a，运出量 1650000t/a。

现有矿区外道路已经形成，主要公路基本上采用水泥混凝土路面，路面宽不小于 7.0m，均能满足矿区生产和生活需要。

2.4.4 开采范围

2.4.4.1 开采对象

设计开采对象为铜坑矿区采矿权范围内的原生锡矿 92 号矿体和

硫化锌矿矿体。

2.4.4.2 开采范围

设计开采范围为 209~212 线、560~150m 标高间的原生锡矿 92 号矿体以及 4~43 线、700m~-350m 标高间的硫化锌矿体。

2.4.4.3 开采顺序

(1) 92 号矿体

该矿段沿用现有的回采顺序，沿矿体走向方向为由西向东开采，垂直方向自上而下开采，多中段开采时，上中段回采始终超前于下中段。目前矿山生产中段为 355m 中段和 405m 中段，回风中段为 455m 中段，两个中段同时生产共同满足矿山生产能力要求。

(2) 黑水沟一大树脚锌矿

设计将黑水沟一大树脚锌矿以 150m 标高为界划分为上、下采区，一期主要进行下采区 30m、90m 中段开采，黑水沟一大树脚锌矿进入二期上、下采区同时进行回采。

一期下采区基建首采中段为 30m 中段（包含 60m 分段），60m 分段巷道作为集中回风分段，90m 中段巷道作为进风中段。

二期上、下采区同时生产，上采区首采中段为 305m 中段（包括 330m 分段）以及 200m 中段（包括 230m 分段），330m 分段以及 230m 分段巷道作为集中回风分段，355m 中段和 255m 中段巷道作为进风中段。二期下采区生产中段为-30m 中段（包括 0m 分段），0m 分段巷道作为集中回风分段，30m 中段巷道作为进风中段。整体上采用自上而下的开采顺序，平面上采用自上盘至下盘、自回风井一侧后退式回采的顺序。

(3) 巴力—长坡锌矿

巴力—长坡锌矿划分为 3 个区域，即：455m 以上区域（上采区、含锡品位高的锌矿）、30m~455m 区域（下采区、锌矿）和-150m~-330m 区域（128 号锌矿体）。矿山开采该矿段将主要进行 30m 以上区域开采。该矿段 455m 以上的上采区采用从下往上的回采顺序，455m 以下的下采区采用从上往下的回采顺序，各中段平面内采用从上盘至下盘，从回风井一端后退式的开采顺序。

随着 30m 中段以上资源量消耗，后期将开采-150m~-330m 区域（128 号锌矿体），接替补充 30m 以上区域产能。

设计该矿段上采区基建中段为 455m 中段（首采）和 505m 中段（回风）。下采区基建中段为 305m 中段（首采）、355m 中段（首采）和 405m 中段（回风）。

2.4.5 开拓运输

2.4.5.1 岩体移动范围

设计采用类比法首先确定矿体开采上盘围岩移动角为 65° ，矿体下盘围岩移动角为 70° ，端部岩石移动角为 75° ，并结合矿体赋存形态、构造和地表地形等情况，采用由矿体开采最低边界向地表按围岩移动角延伸的方法圈定的矿体开采岩石移动观测界限。（详见附图 2：总平面布置图）

2.4.5.2 92 号矿体

设计该矿段沿用现有的中段高度及开拓运输系统方案，详见本章 2.4.1.1 节矿山开采现状，本节不再进行赘述。

2.4.5.3 黑水沟—大树脚锌矿

设计该矿段上采区中段高度 50m，主要生产中段包括 150m、200m、255m、305m、355m、405m 和 455m 中段，下采区中段高度 60m，主要生产中段包括-270m、-210m、-150m、-90m、-30m、30m 和 90m 中段，

同时还设有-60m（矿石破碎中段）、-90m（皮带装载中段）、-132m（井底粉矿回收中段）。上述各主要中段采用有轨运输形式，并以单面马头门形式与3#竖井连接。

根据《可研报告》，设计推荐采用一期：3#竖井+3#、4#盲斜井+东副井开拓运输方案；二期：新建6#副井+3#竖井、3#、4#盲斜井开拓运输方案。矿区开拓系统纵投影图如图2.4-7。方案简述如下：

（1）一期开拓工程

1) 3#竖井

3#竖井为混合井，担负黑水沟一大树脚锌矿和巴力一长坡锌矿455m以下锌矿矿石提升任务以及黑水沟一大树脚锌矿部分人员（40人/次）、材料的提升和下放任务，该竖井同时兼作主要进风井和主要安全出口。

井筒净直径 $\Phi 6.5\text{m}$ ，井口标高792m，井底标高-132m，井筒深度924.0m。混合井与-90m、-60m、-30m、30m、90m、150m、200m、255m、305m和355m共10个中段以单面马头门形式连接，马头门进（出）车方位 180° （ 0° ）。该井最低服务中段为-30m中段。破碎硐室设在-60m水平，-90m水平设皮带计量装载水平和计量硐室，-32m水平为井底粉矿回收水平，采用斜井回收粉矿。

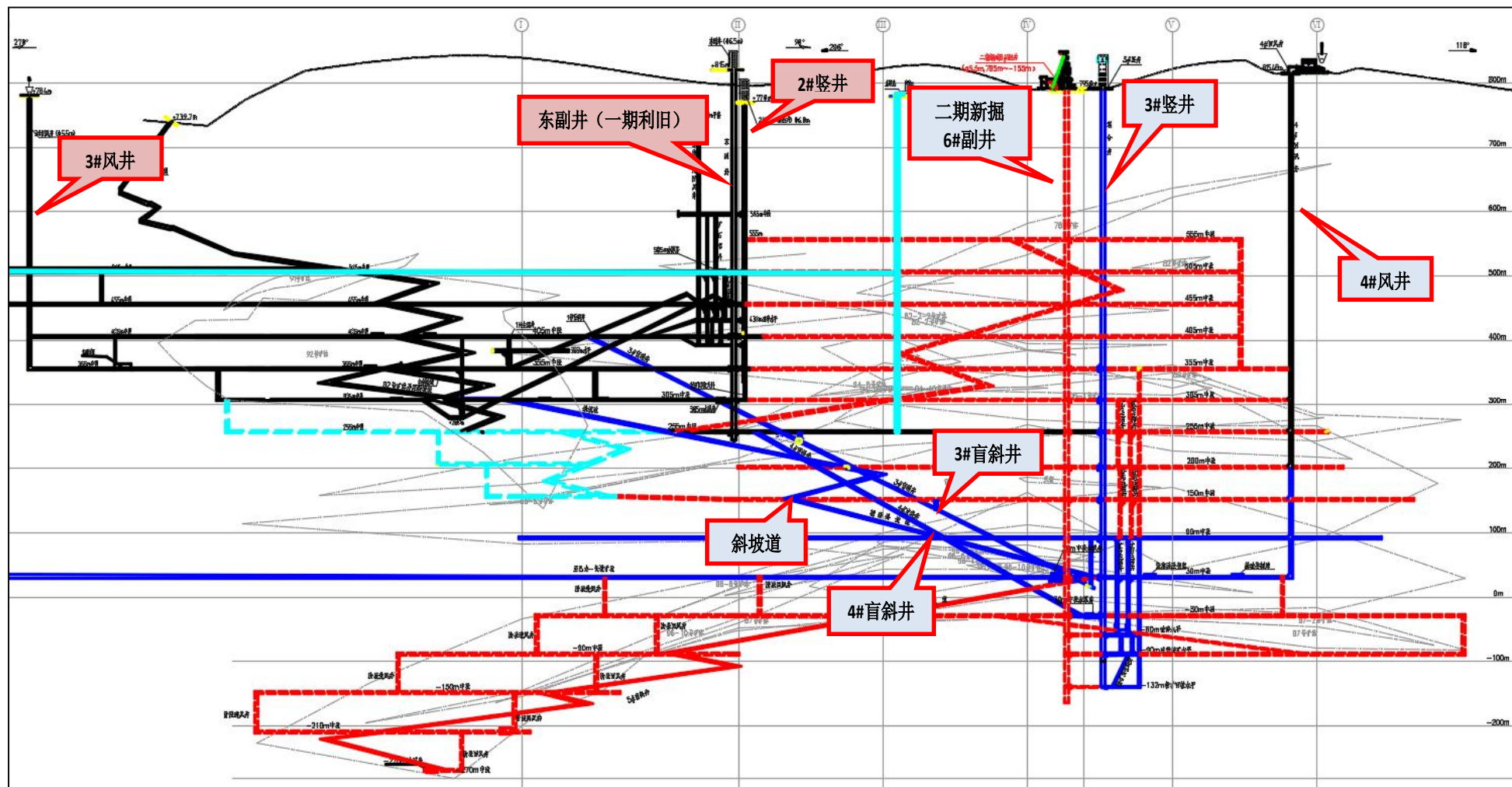


图 2.4-7 黑水沟—大树脚铋矿开拓系统纵投影示意图

竖井内安装两套提升装置，一套双箕斗提升系统，一套罐笼带平衡锤提升系统。

a) 矿石双箕斗提升系统

矿石提升设备选用 JKM-3.5×4 (III) 型多绳塔式摩擦提升机，提升系统配套 TDBS 型交流同步电机，功率 $N=3000\text{kW}$ ，电压等级 $U=3150\text{V}$ ，转数 74rpm ，过载系数 $\lambda \geq 2.0$ 。提升钢丝绳选用 $6 \times \text{K36WS}+\text{FC } 1770 \text{ B SZ (ZS)}$ 型钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1770MPa ，直径 $\phi 35\text{mm}$ ，钢丝绳钢丝破断力总和 980kN ，每米质量 5.15kg/m ，根数为 4 根。平衡尾绳选用 $34 \times 7+\text{FC } 1570 \text{ B SZ (ZS)}$ 多层股不旋转钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1670MPa ，直径 $\phi 52\text{mm}$ ，每米质量 10.5kg/m ，根数为 2 根。提升箕斗为容积 9.0m^3 多绳底卸式箕斗，总质量 17.0t ，一次有效提升量 15.3t 。

b) 单罐笼带平衡锤提升系统

罐笼提升作为辅助提升，采用单罐笼带平衡锤系统。罐笼提升设备选用 JKM-2.8×4 (I) 型多绳摩擦提升机，电动机功率 $N=560\text{kW}$ ，电压等级 $U=690\text{V}$ ，转数 593rpm ，过载系数 $\lambda \geq 2$ 。选用双层罐笼，底板尺寸 $3600 \times 1200\text{mm}$ ，一次提升 2 辆 YFC0.7-7 型翻转式矿车，一次最大乘人数 40 人。罐笼、平衡锤均采用张力自动平衡悬挂装置，刚性罐道，包括首、尾绳悬挂装置在内的罐笼总质量为 13t ，最大载重 5t ，平衡锤质量 16t 。提升钢丝绳选用 $6\text{V} \times 19$ 类型号 $6\text{V} \times 37+\text{FC}$ 钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1770MPa ，直径 $\phi 28\text{mm}$ ，钢丝绳钢丝破断力总和 588kN ，每米质量 3.11kg/m ，根数为 4 根。平衡尾绳选用 $34 \times 7+\text{FC}$ 多层股不旋转钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1570MPa ，直径 $\phi 40\text{mm}$ ，每米质量 6.24kg/m ，根数为 2 根。

2) 东副井（一期利旧）

明罐笼井，为 92 号矿体开采已建工程。一期开采期间，东副井

已有工程及配置不变，东副井除担负 92 号矿体副提升任务外，还担负黑水沟-大树脚锌矿部分人员（最大班人员为 98 人）、设备、材料提升和下放以及部分废石提升任务，同时作为该矿段开采期间主要安全出口。

3) 3#盲斜井(箕斗井)

3#盲斜井，担负黑水沟大树脚锌矿开采期间井下最大 750t/d 的废石提升任务。3#盲斜井倾角 26° ，卷扬机房安装于 405m 中段，天轮安装平台为 439.5m，考虑到其与 4#盲斜井的关系，最低服务中段为 30m 中段，井底标高 10m，在 255m 和 150m、30m 中段设溜井装载点。井下生产废石经 3#盲斜井提升至 405m 标高，经井下卡车转运，由 2#竖井或东副井提出地表。

盲箕斗井提升设备选用 JK-3.0/2.2 型单绳缠绕式提升机。配套选用 YPT 交流变频电机，电动机功率 $N=800\text{kW}$ ，电压等级 $U=6000\text{V}$ ，转数 990rpm，过载系数 $\lambda \geq 2$ 。提升容器为 6.0m^3 前翻式斜井箕斗，箕斗质量 $\leq 7500\text{kg}$ ，一次最大提升废石 8100kg。提升钢丝绳选用 6V $\times$ 7 类型号 6V $\times$ 19+FC 三角股钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1770MPa，直径 $\Phi 34\text{mm}$ ，钢丝绳钢丝破断力总和 903kN。

4) 4#盲斜井

4#盲斜井，与东副井接力完成黑水沟一大树脚锌矿一期开采期间材料、人员的副提升任务。4#盲斜井井口标高 255.4m，井底标高 -28.6m，倾角 25° ，斜长 672m。斜井最低服务中段（井底标高）为 -30m 中段，与斜井相连的中间中段有 30m、90m、150m、200m 中段，上、下部车场采用平车场，中间中段采用吊桥与斜井相通，斜井内设置踏步和扶手，兼作安全出口。

盲斜井提升设备选用 JK-2 $\times$ 1.8/20 型单绳缠绕式提升机。配套选用 Z355-4A-03 型直流电动机，电动机功率 $N=215\text{kW}$ ，电压等级

U=440V，转数 627rpm，过载系数 $\lambda=2$ 。提升钢丝绳为 6V $\times$ 7 类型号 6V $\times$ 19+FC 三角股钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1670MPa，直径 Φ 26mm，钢丝绳钢丝破断力总和 651kN，每米质量 2.79kg/m。斜井配置矿用架空乘人装置，选用 RJKY55-25/1600（A）型架空乘人装置（猴车），最大班运输人员：180 人，电机功率 55kW；减速器速比 $i=56$ ，牵引钢丝绳规格：6 $\times$ 19S- Φ 20-1770MPa。

5) 斜坡道

设计充分利用矿山上部 92 号矿体开采已形成的通往地表的斜坡道工程，在 305m 标高从现有斜坡道向下新掘辅助斜坡道至 30m 标高，作为井下无轨设备、部分材料的进入通道，同时兼做主要安全出口。

辅助斜坡道与各中段的生产分段以斜坡道联络道连接。辅助斜坡道尽量布置在东副井及斜井的保安矿柱内。斜坡道断面采用 1/4 三心拱断面，净宽 $B=4.5\text{m}$ ，直墙高 2.5m，直线段和弯道段坡度分别按 $\leq 15\%$ 和 $\leq 3\%$ 设计，弯道半径 20m。

6) 坑内溜破系统

3#竖井旁设置了两条主矿石溜井，从 90m 中段至 -90m 中段。溜井在 90m、30m 和 -30m 中段设置有轨卸载硐室，各中段矿石通过斜溜道卸入各溜井进入破碎硐室上部矿仓。

破碎硐室设在 -60m 水平，结合业主生产需求并考虑与主井生产能力配套，破碎能力按最大 7000t/d 考虑，破碎机最大入矿块度为 500mm，破碎后的块度 $\leq 150\text{mm}$ 。破碎硐室长 34m，净宽 $B_0=8.5\text{m}$ ，直墙高 $H_0=9\text{m}$ ，采用 1/4 三心拱断面。内设 2 台 C120 颚式破碎机，功率为 160kW，电压 380V。同时配备台 GBZ150-8 型板式给料机，功率 22kW，电压 380V。硐室内配置一台 $Q=16\text{t}$ ， $L_k=7.5\text{m}$ 的单梁桥式起重机。起重机运行总功率 14.6kW，电压 380V。

破碎后的矿石卸入破碎硐室下部矿仓，下部矿仓底部（-90m 中段）

安装振动放矿机向箕斗装矿皮带装矿。皮带通过头部漏斗将矿石卸入下部分配小车，分配小车再将矿石装入计重计量装置并最终装入箕斗由 3#竖井提升至地表。

矿石溜破系统设 1 条专用回风井，专用回风井从 90m 中段至 -90m，井深 180m，净直径为 2.5m。井筒内布置玻璃钢梯子间作安全出口，井筒在 90m、30m、-30m、-65m 和 -90m 五个中段设单面马头门与相应各中段运输巷道相通。破碎硐室与溜破系统专用回风井之间各设有 1 个收尘硐室，安装 1 台湿式除尘器，破碎机上方装有 1 个收尘罩，含尘气体经湿式除尘器净化后排至回风井。湿式除尘器中离心风机配套电动机功率 22kW/台，电压 380V。

7) 中段运输

一期下采区开采期间，矿石运输路线为：矿石—采场—铲运机转运—采场溜井—中段平巷—电机车转运—溜破系统—皮带装载—3#竖井箕斗提升—地表矿仓。

废石运输路线为：废石—采场—铲运机转运—采场溜井—中段平巷—电机车转运—3#盲斜井箕斗提升—405m 中段—东副井或 2#竖井—地表废石堆场。

集中运输中段选用 CTY12/7G 型蓄电池式电机车双机牵引 16 辆 2m³ 侧卸式矿车运输，3 列车同时工作，单中段日可完成矿石 3861t/d 运输任务。中段运输线路均采用 30kg/m 钢轨，轨距 762mm，线路按重车下坡平均坡度 3‰敷设，线路弯道最小曲率半径为 15m，除弯道和道岔处用木轨枕外，线路其他部分均用混凝土轨枕。

(2) 二期：新建 6#副井+3#竖井、3#、4#盲斜井开拓运输方案
3#竖井、3#盲斜井和 4#盲斜井配置及功能同一期。

新增开拓工程：

1) 新建 6#副井

新建 6#副井，罐笼井，作为黑水沟-大树脚矿区人员（最大班人员为 127 人）、废石 750t/d（24.75 万吨/年）、设备、材料的主要运输通道、主要进风通道和主要安全出口。井口标高 795m，井底标高-155m，井深 950m，井筒净径 $\Phi 6.0\text{m}$ ，555m、505m、455m、405m、355m、305m、255m、150m、30m、-30m 中段以双面马头门形式与副井连接，操车设备功率 $2 \times 15\text{kW}$ ，380V，一用一备；-60m、-90m、-130m 中段以单面马头门形式与副井连接，操车设备功率 $2 \times 15\text{kW}$ ，380V，一用一备。井口及各中段配摇台、安全门、阻车器和推车机等井口操车设备。马头门进（出）车方位 90° （ 270° ），副井最低服务标高为-130m 中段。

副井采用罐笼带平衡锤提升系统，提升系统选用 JKMD-3.5 $\times$ 4（I）多绳落地式提升机，选用 YPT 变频电动机（N=1000kW，518rpm，10kV）。罐笼为双层罐笼，底板尺寸：4.2 $\times$ 1.8m，提升最大件重量 11t。提升首绳型号 6 $\times$ K36WS+FC 1770 B SZ(ZS)，直径 $\Phi 35\text{mm}$ ， $\rho = 5.25\text{kg/m}$ ，4 根，绳间距 300mm，尾绳型号 34 $\times$ 7+FC 1570 B SZ(ZS)，直径 $\Phi 52\text{mm}$ ， $\rho = 10.5\text{kg/m}$ ，2 根。罐笼、平衡锤均采用动态调绳，刚性罐道。

2) 坑内溜井系统

延伸两条主矿石溜井和溜井系统专用回风井，自 90m 中段延伸主溜井井口至 305m 中段，上采区各中段矿石通过主溜井溜至-30m 中段，进入矿仓，然后经-60m 破碎硐室和-90m 装矿皮带（-90m 水平）卸至箕斗，由 3#竖井提升至地表。自 150m 中段延伸溜井系统专用回风井至 355m 中段。

3) 中段运输

上采区及下采区（-90m~-30m 中段）采用有轨运输，矿石运输路线为：矿石—采场—铲运机转运—采场溜井—中段平巷—电机车转

运—溜破系统—皮带装载—3#竖井箕斗提升—地表矿仓。

废石运输路线为：废石—采场—铲运机转运—采场溜井—中段平巷—电机车转运—6#副井—地表废石堆场。

（3）下采区-30m 中段以下开拓系统规划设计（斜坡道开拓）

1) 主斜坡道

自-30m 中段新掘主斜坡道至-270m 标高，该斜坡道作为二期下采区开采期间-30m 中段以下各中段矿、废石运输以及设备转运的主要通道。斜坡道断面采用 1/4 三心拱断面，净宽 $B=4.5\text{m}$ ，直墙高 2.5m ，直线段和弯道段坡度分别按 $\leq 12\%$ 和 $\leq 3\%$ 设计，弯道半径 20m 。

2) 中段运输

下采区-30m 中段以下采用无轨运输，矿石运输路线为：矿石—采场—铲运机转运—采场溜井—中段平巷—-270m~-30m 斜坡道运矿卡车转运—-30m 中段平巷电机车转运—溜破系统—皮带装载—3#竖井箕斗提升—地表矿仓。

废石运输路线为：废石—采场—铲运机转运—采场溜井—中段平巷—-270~-90 斜坡道运矿卡车转运—-90m 中段平巷电机车转运—6#副井罐笼提升—地表废石堆场。

2.4.5.4 巴力—长坡锌矿

设计该矿段中段高度为 $50\text{m}\sim 60\text{m}$ ，主要生产中段包括-330m、-270m、-210m、-150m、30m、90m、150m、200m、255m、305m、355m、405m、455m、505m、555m、605m、655m 和 705m 中段。上述中段采用无轨运输方案。

根据《可研报告》，设计推荐巴力—长坡锌矿采用箕斗井改造（4#竖井延深、刷扩）+斜坡道开拓运输方案。开拓系统纵投影如下图所示。

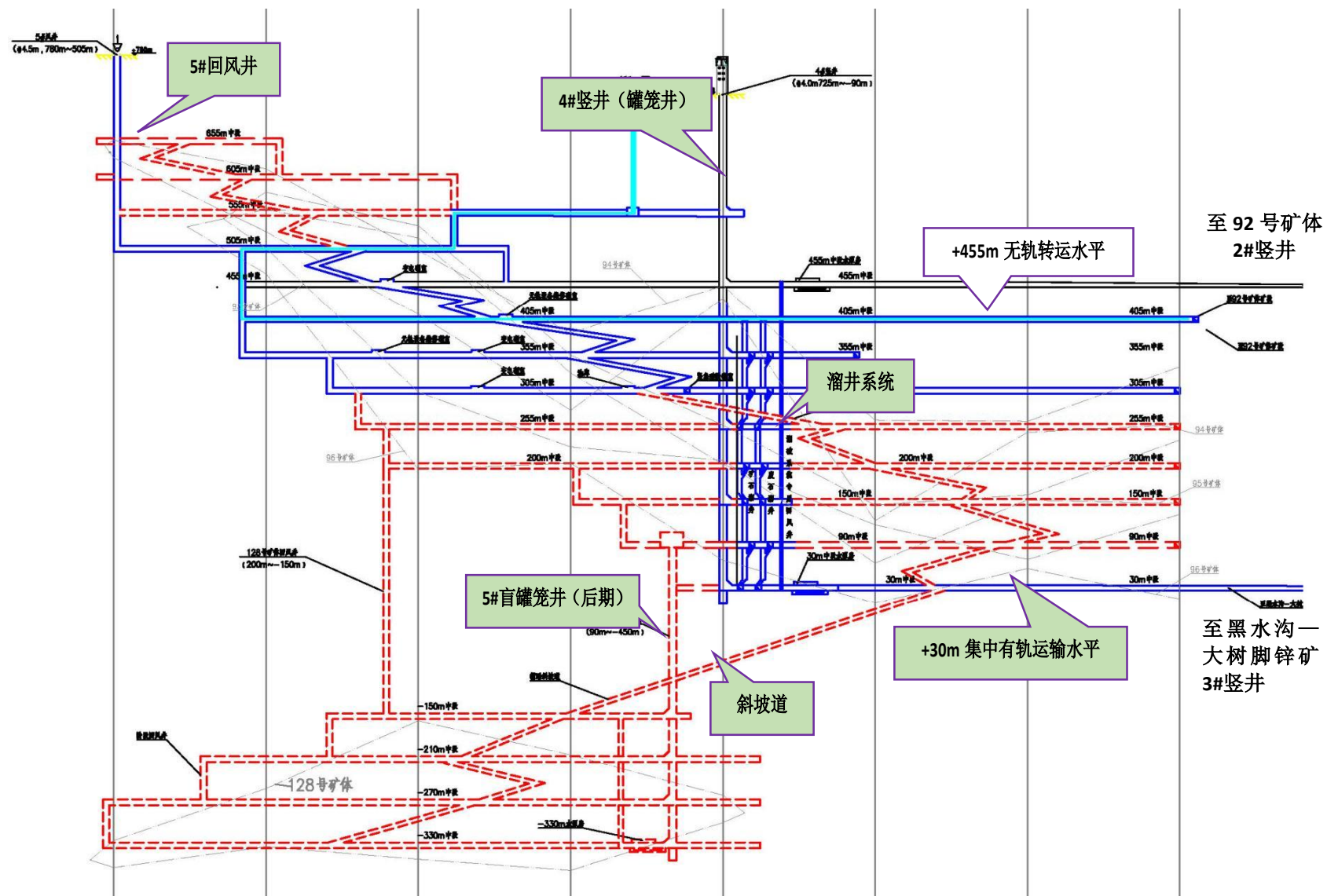


图 2.4-8 巴力—长坡锌矿开拓系统纵投影示意图

(1) 4#竖井

罐笼井，通过延深、刷扩长坡现有箕斗井实现。该竖井担负矿区人员、设备、材料的提升和下放任务以及废石的提升任务，同时兼作该矿段生产期间主要进风井，并作为主要安全出口。罐笼井井口坐标 $X=2749019.434$ ； $Y=36457132.589$ ；扩刷后井筒净直径 $\Phi=5.5\text{m}$ （原井筒净直径 $\Phi=4.5\text{m}$ ），井筒地表标高 $Z=725\text{m}$ ，井底标高为 5m （原井底标高为 405m ），延深后井深 720m 。罐笼井与 505m 、 455m 、 355m 、 255m 、 155m 和 30m 水平均以双面马头门方式连通，马头门进（出）车方位 334° （ 154° ）。最低服务中段为 30m 中段。井口与上述各中段设置双面摇台、安全门、阻车器、推车机等操车设备，操车设备动作顺序由 PLC 联锁控制，操车设备采用液压系统驱动，操车设备功率 $2\times 15\text{kW}$ ， 380V 。

井筒内设 1 套罐笼提升系统，主提升系统采用 JKMD-3.25 $\times$ 4（I）型多绳落地式摩擦提升机，配套电机功率 800kW ，电压等级 $U=10\text{kV}$ ，转速 548rpm ，过载系数 $\lambda=2.0$ 。提升钢丝绳为 $6\times K36\text{WS}+\text{FC } 1770 \text{ B SZ (ZS)}$ 型钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1770MPa ，直径 $\Phi 32\text{mm}$ ，根数为 4 根。平衡尾绳选用 $34\times 7+\text{FC}$ 型钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1570MPa ，直径 $\Phi 46\text{mm}$ ，根数为 2 根。

提升容器为双层罐笼，底板尺寸 $4300\text{mm}\times 1600\text{mm}$ ，一次提升 2 辆 YCC1.2-7 侧卸式矿车，一次最大乘人数 60 人。罐笼、平衡锤均采用张力自动平衡悬挂装置，刚性罐道。

(2) 斜坡道

设计充分利用矿山上部 92 号矿体开采已形成的斜坡道及井巷工程，在现有 455m 中段向上、向下新掘斜坡道至各生产中段（分段），作为井下无轨设备、部分材料和人员的进出通道，同时兼做进风道。斜坡道与各中段的分段连接，上采区斜坡道直线段和弯道段坡度分别按 $\leq 12\%$ 和 $\leq 3\%$ 设计，下采区斜坡道直线段和弯道段坡度分别按 $\leq 15\%$ 和 $\leq 3\%$ 设计，弯道半径均为 20m 。

(3) 溜井系统

该矿段于 405m 标高开采移动观测界线外设置矿、废石溜井，共 2 条，溜井净直径 $\Phi=3.0\text{m}$ ，从 405m 中段至 30m 中段。溜井在 405m、355m、305m、200m、150m 和 90m 中段设置汽车卸载硐室，矿石采用斜溜道卸入各溜井。溜井在 30m 中段设装载硐室。装矿操作室设人员撤离的安全通道。溜井在卸矿转载硐室和装载硐室上部设贮料仓，矿仓高 10m，直径 5m。

另设溜井系统专用回风井 1 条，专用回风井从 455m 中段至 30m，井深 428m，净直径为 2.5m。井筒内布置玻璃钢梯子间作安全出口，井筒在 455m、405m、355m、305m、255m、200m、150m、90m 和 30m 八个中段设单面马头门与相应各中段运输巷道相通。

（4）中段运输

455m 集中无轨运输巷道：利用和改造 455m 已有中段工程作为上采区（含锡品位高的锌矿）矿石的集中运输巷道。

30m 集中有轨运输巷道：设计巴力—长坡锌矿下采区的锌矿石将集中运至黑水沟—大树脚锌矿的开采系统，经 3#竖井提出至地表。设计在 30m 中段新设集中有轨运输巷道连通巴力—长坡和黑水沟—大树脚锌矿。

矿、废石流向：井下生产中段采用无轨运输。

1) 上采区矿石采用载重 12t 的全液压湿式制动地下自卸车运输，矿石通过中段运输巷道、斜坡道和 455m 集中无轨运输巷道运往 92 号矿体开采系统，矿石经 2#竖井提升至地表矿仓，经现有索道系统运输至车河选厂。废石则通过中段运输巷道、斜坡道以及 455m 集中无轨运输巷道运往 92 号矿体开采系统，经东副井提升至地表，并运输至废石临时堆场。

2) 下采区矿石通过中段运输巷道运往 405m~30m 坑内溜井系统，经 30m 集中有轨运输中段，采用 CTY12/7G 型蓄电池电机车牵引 16 辆 2m^3 侧卸式矿车转运至 3#竖井提升系统，通过箕斗提升至地表，进入新建锌选厂。废石则同样通过中段运输巷道运输至 405m~30m 坑内溜井系统，经 30m 集中有轨运输中段，采用 2m^3 侧卸式矿车运输至黑水沟—大树脚锌矿，经 3#盲斜井及东副井提升至地表并运输至废石临时堆场。

（5）后期（-150m~-330m 区域，128 号锌矿体开采）开拓运输系统

简述

后期开采 128 号矿体，考虑到矿体埋藏较深，设计在深部新建新掘 5#盲罐笼井，作为深部 128 号矿体开采期间矿石(1000t/d)、废石(200t/d)的主要运输通道，同时承担人员、材料和部分设备的提升和下放任务，与上部的 4#竖井形成接力提升，该罐笼井作为深部 128 号矿体开采期间主要进风通道及主要安全出口。

盲罐笼井井筒净直径 5.5m。天轮硐室底板标高为 90m，井底标高为 -335m，井深 425m，提升机硐室设在 30m 中段。井筒在 30m、-150m、-210m、-270m 和 -330m 共 5 个中段设双面马头门，最低服务中段为 -330m 中段。

井筒内布置一套罐笼带平衡锤提升系统，选用 JKM-3.0×4(I) 型多绳塔式摩擦提升机，配套电动机为 YPT 型交流变频型号，电动机功率 $N=710\text{kW}$ ，电压等级 $U=10\text{kV}$ ，转速 594rpm，过载系数 $\lambda=2.0$ 。提升钢丝绳为 6×K36WS+FC 1770 B SZ(ZS) 型钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1770MPa，直径 $\phi 30\text{mm}$ ，根数为 4 根。平衡尾绳选用 34×7+FC 型钢丝绳，钢丝绳公称抗拉强度 1570MPa，直径 $\phi 42\text{mm}$ ，根数为 2 根。提升容器为双层罐笼，底板尺寸 4300mm×1600mm，一次提升 2 辆 YCC2.0-7 侧卸式矿车，一次最大乘人数 60 人。罐笼、平衡锤均采用张力自动平衡悬挂装置，刚性罐道。

此外，需自 30m 斜坡道系统新掘辅助斜坡道至 -330m 中段，作为深部 128 号矿体开采期间大型设备、材料的转运通道以及进风通道。坑内辅助斜坡道与 128 号矿体各生产中段，参数同上部系统。

开采 128 号矿体期间，矿石经 5#盲罐笼井提升至 +30m 集中运输中段，通过电机车转运至黑水沟一大树脚锌矿并通过 3#竖井提升至地表。废石则通过 5#盲罐笼井、30m 集中有轨运输中段、6#罐笼井接力提升至地表进入废石临时堆场。

2.4.5.5 利旧情况

(1) 92 号矿体

铜坑矿目前生产的主要开采对象为 92 号矿体。依据贵州鸿豪矿产资

源咨询服务有限公司于 2023 年 7 月提交的《广西华锡矿业有限公司铜坑矿开采工程（矿山部分）安全验收评价报告》以及湖南铭生安全科技有限责任公司 2024 年 9 月提交的《铜坑矿业分公司地下开采工程安全现状评价报告》，目前铜坑矿开拓运输、通风、排水、供水、供风等生产系统和设施齐全，且工程运行状况正常，管理规范，安全设施基本符合相关规定要求。设计利用矿山全部已有井巷工程及设施设备，详见表 2.4-3。

（2）黑水沟一大树脚锌矿

目前，该矿段尚未开采。在勘探阶段，该矿段按《广西南丹县大厂矿田铜坑矿深部锌多金属矿勘探实施方案》实施了 3#盲斜井、4#盲斜井、3#竖井、4#回风井以及 30m、90m 中段等一系列探矿工程，并对 3#盲斜井和 4#盲斜井进行了装备。设计利用上述井巷工程及设备设施。

（3）巴力—长坡锌矿

设计巴力—长坡锌矿资源开采可改造利用的原有井巷工程主要有长坡箕斗井、505m 中段长坡大巷和 455m 中段长峰大巷。

（4）利旧工程及设备设施

设计利用的主要已有设备、设施详见下表。

表 2.4-3 利旧工程一览表

矿段	工程名称	现状	利旧工程应用
92 号矿体	2#竖井	工业场地工程地质条件较好，现状无破坏现象，设备运行正常	矿石主要提升通道，人员、材料提升和下放通道，主要进风通道
	东副井	工业场地工程地质条件较好，现状无破坏现象，设备运行正常	人员、设备和材料提升和下放通道，主要进风通道。
	主斜坡道	工程地质条件较好，现状无破坏现象	人员、设备和材料提升和下放通道，主要进风通道。
	3#回风井	工程地质条件较好，现状无破坏现象；风机设备运行良好	92 号矿体生产区域主要回风通道
	皮带装载系统	现状无破坏现象，皮带运行良好	2#竖井矿石装载系统
	粉矿回收系	现状无破坏现象，卷扬机运行良好	2#竖井粉矿回收系统

	统		
	排水排泥系统	现状无破坏现象，水泵运行良好	92 号矿体生产排水排泥系统
	充填钻孔及平巷	充填钻孔机管路无开裂剖损现象，充填平巷无破坏，情况良好	92 号矿体开采空区充填
	中段平巷	无破坏现象	92 号矿体生产
	石门、硐室	无破坏现象	92 号矿体生产
	溜破系统	无破坏现象，设备运行正常，	92 号矿体生产
黑水沟一大树脚锌矿	3#盲斜井	已施工探矿工程，无破坏现象，设备运行正常。	黑水沟一大树脚锌矿废石提升通道
	4#盲斜井	已施工探矿工程，无破坏现象，设备运行正常。	黑水沟一大树脚锌矿人员、材料提升和下放通道
	3#竖井	已施工探矿工程，工程地质条件较好，井筒无破坏现象。	进行竖井装备后作为矿石主要提升通道，人员、材料提升和下放通道，主要进风通道
	4#回风井	已施工探矿工程，工程地质条件较好，井筒无破坏现象。	黑水沟一大树脚锌矿主要回风通道
	30m、90m 探矿平巷	已施工探矿工程，部分区域需进行补强支护。	黑水沟一大树脚锌矿生产
巴力一长坡锌矿	长坡箕斗井	井筒无破坏现象，需根据设计情况进行改造。	延深、改造后作为巴力一长坡锌矿人员、材料提升和下放通道，主要进风通道
	455m、505m 中段平巷	工程地质条件较好，部分区域需进行补强支护。	巴力一长坡锌矿生产

2.4.6 采矿工艺

2.4.6.1 采矿方法

(1) 92 号矿体

1) 采矿方法

根据矿体的赋存条件和矿山生产现状，设计确定采矿方法如下：

①低分段充填采矿法（一）：适用于矿体厚度 $>15\text{m}$ 且含夹石、表外矿多的矿体。

②低分段充填采矿法（二）：适用于 $5\text{m}\leq$ 矿体厚度 $\leq 15\text{m}$ 的缓倾斜的中厚矿体。

③分段空场嗣后充填采矿法：适用于矿体厚度 $>15\text{m}$ 且含夹石、表外矿少的矿体。

④上向水平分层充填采矿法：适用于矿体真厚度 $<5\text{m}$ 的矿体。

表 2.4-4 铜坑矿区 92 号矿体主要采矿方法分类表

选用采矿方法	所占比例	矿块生产能力	损失率	贫化率	采切比	
	(%)	(t/d)	(%)	(%)	(m/kt)	(m ³ /kt)
低分段充填采矿法（一）	45	250~300	8~9	8~9	2.29	26.68
低分段充填采矿法（二）	20	250~300	9~10	9~10	4.09	46.57
分段空场嗣后充填采矿法	35	350~400	10~11	8~9	4.79	52.73
综合后指标	100		9.32	8.59	5.53	39.78
说明：根据《可研报告》，矿体厚度 $<5\text{m}$ 的矿体比例较低（ $<5\%$ ），且矿体主要零星分布于矿区边部和深部，因此上向水平分层充填采矿法所占比例暂不做统计。						

2) 回采顺序及采切矿块数量

设计回采顺序采用沿矿体走向方向为由西向东开采，垂直方向上自上而下开采，多中段开采时，上中段回采始终超前于下中段。

正常生产时期，采用低分段充填采矿法开采的采场共需 13 个，其中 10 个回采，2 个备采，1 个采准；采用分段空场嗣后充填采矿法采场共需 6 个，其中 4 个回采，1 个备采，1 个采准。

3) 回采工艺及设备选择

①低分段充填采矿法（一）

a. 矿块构成要素

矿区划分为七个盘区，盘区间柱宽为 20m；矿房及矿柱沿矿体倾向划分，垂直宽度均为 14m，长度均为 80m~100m；中段内按垂高按 10m 划分分段，分层高 5m，空顶高度约为 8m。

b. 采准切割

采准工程主要有分段联络巷、分段凿岩出矿联络巷、分段凿岩出矿平巷、溜井和回风天井等，切割工程有切割天井，如图 2.4-9 所示。

分段联络巷：在矿体下盘从已有斜坡道的相应分段水平掘分段联络巷，断面规格为 4.2m $\times$ 2.3m（净宽 B $\times$ 直墙高 H）。

分段凿岩出矿联络巷：从分段联络巷沿南北向盘区矿柱掘分段凿岩出矿联络巷连接各采场凿岩出矿水平，作为凿岩、出矿设备的通道，断面规格为 $4.2\text{m} \times 2.2\text{m}$ （净宽 $B \times$ 直墙高 H ）。

分段凿岩平巷：掘进分段凿岩出矿联络巷后，沿采场长轴方向在采场中央布置分段凿岩平巷，并掘通至矿块另一端间柱内与本分段回风充填平巷相连，断面规格为 $4\text{m} \times 2.2\text{m}$ （净宽 $B \times$ 直墙高 H ）。

盘区溜井：在分段凿岩出矿联络巷旁每隔一定距离布置矿废石溜井到达中段运输巷道，溜井断面为 $\phi 2.0\text{m}$ 。

回风天井：分段凿岩出矿联络巷掘通矿体顶板，然后向上掘进回风天井与上中段回风平巷相通。断面规格为 $\phi 3.0\text{m}$ 。

切割天井：布置在采场端部，联通采场顶部分段平巷。在分段凿岩巷内向上掘进分段切割天井，切割天井断面规格为 $2.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ 。

c. 主要回采工艺

分两步骤分层回采矿房、矿柱，凿岩采用 CYTC70 液压采矿钻车凿上向炮孔，孔径 76mm。起爆材料为数码电子雷管，采用复式起爆网络起爆。采用撬毛设备进行控顶后，采用 4m^3 铲运机（或遥控）出矿。

溜井放矿采用振动放矿机 FZC4.3/2.2-10 $\times$ 2 型振动放矿机。

d. 充填

采场出矿完成后，将设备移出采场，顺路架设人行滤水井。一分层采完后，采用全尾砂胶结充填和块石砂浆胶结充填，块石通过铲运机或卡车经由分段凿岩出矿联络巷倒入采空区中部后，将通往采空区的各通道口用密闭墙封闭，可采用混凝土墙、砖墙或木板墙。从采场切割天井内架设下向充填管路，向采空区灌入灰砂比 1:10 的砂浆胶结充填，上部 1.0m 浇面层灰砂比为 1:4，要求强度达到 3~5MPa，一次充填 5m，留 3m 左右的上分段作业空间。充填最后一分层时，可通过安设在采场顶板的锚杆和挂钩将充填软管固定在空区顶板进行多点下料，以提高充填接顶效果。

②低分段充填采矿法（二）

适用于 $5\text{m} \leq$ 矿体厚度 $\leq 15\text{m}$ 的缓倾斜的中厚矿体。

a. 矿块构成要素

同“低分段充填采矿法（一）”。

b. 采准切割

同“低分段充填采矿法（一）”。

c. 主要回采工艺

分两步骤回采矿房、矿柱，凿岩采用 CYTC70 液压采矿钻车凿上向炮孔，孔径 76mm。起爆材料为数码电子雷管，采用复式起爆网络起爆。采用撬毛设备进行控顶后，采用 4m³ 铲运机（或遥控）出矿。

溜井放矿采用振动放矿机 FZC4.3/2.2-10×2 型振动放矿机。

d. 充填

采场出矿完成后，将设备移动采场，顺路架设人行滤水井。一分层采完后，采用全尾砂胶结充填和块石砂浆胶结充填，块石通过铲运机或卡车经由分段凿岩出矿联络巷倒入采空区中部后，将通往采空区的各通道口用密闭墙封闭，可采用混凝土墙、砖墙或木板墙。从采场切割天井内架设下向充填管路，向采空区灌入灰砂比 1:10 的砂浆胶结充填并接顶，若上部仍有分段回采，则用灰砂比 1:4 的砂浆做浇面处理，方便上分段凿岩出矿作业。充填最后一分层时，可通过安设在采场顶板的锚杆和挂钩将充填软管固定在空区顶板进行多下料，以提高充填接顶效果。

③分段空场嗣后充填采矿法

适用于厚度>15m，含夹石、表外矿少的矿体。

a. 矿块构成要素

同“低分段充填采矿法（一）”，区别在于不分层。

b. 采准切割

采准工程主要有分段联络巷、分段凿岩出矿联络巷、分段凿岩出矿平巷、出矿进路、溜井和回风天井等，切割工程有切割天井，如图 2.4-11 所示。分段联络巷、分段凿岩出矿联络巷、分段凿岩出矿平巷、溜井、回风天井和切割天井同“低分段充填采矿法（一）”。在采场相邻矿柱的最

上分段凿岩出矿联络巷中沿采场长轴方向布置充填平巷，充填平巷标高要高于空区最高标高，断面规格为 $2.4\text{m} \times 1.9\text{m}$ （净宽 $B \times$ 直墙高 H ）。

出矿进路：底部出矿采用平底堑沟底部结构，其布置参数根据矿山现有设备作业要求及矿岩稳固性确定。 4m^3 铲运机净长 9.73m ，铲运机铲运进退长度为 2m ，出矿进路眉檐扩帮 2m ，崩落矿石水平堆积长度 3.5m ，要求出矿进路长 17.23m 。出矿进路与出矿平巷的夹角 30° ，经计算，出矿平巷至堑沟间的垂直距离需 14.92m ，采场宽度满足要求。设计采用组合式出矿方式，即回采矿房采场时，在矿柱采场内布置出矿平巷，并沿出矿平巷每隔 12m 布置出矿进路到达矿房堑沟出矿。而当回采矿柱时，在相邻矿房充填体内新掘出矿平巷出矿。

c. 主要回采工艺

分两步骤回采矿房、矿柱，凿岩设备采用 CYTC70 液压采矿钻车，凿岩台车在分段凿岩巷道内凿上向扇形炮孔，孔径 76mm 。采场底部结构为堑沟形式，在回采每一分段过程中爆破形成。每次爆破 $3 \sim 4$ 排炮孔，分段或阶段一次爆破，后退式侧向崩矿。起爆材料为数码电子雷管，采用复式起爆网络起爆。出矿采用 4m^3 铲运机集中在采场底部出矿。

溜井放矿采用振动放矿机 FZC4.3/2.2- 10×2 型振动放矿机。

d. 充填

采场最后一次爆破完成后，对堑沟内爆落矿石作最后一次集中清理，并尽可能出空。充填前，先将通往采空区的各通道口用密闭墙封闭，可采用混凝土墙、砖墙或木板墙。然后，在采场上部充填平巷内钻凿充填钻孔，充填管路通过充填平巷与充填钻孔对空区进行充填，采用尾砂胶结充填采空区。对一步骤回采的矿房采空区，底部结构范围内按灰砂比 $1:4$ 进行充填，底部结构以上按灰砂比 $1:8$ 进行充填；对二步骤回采的矿柱空区采用灰砂比 $1:20$ 的低标号尾砂胶结充填。

①上向水平分层充填采矿法

适用于真厚度 $< 5\text{m}$ 的矿体开采。

a. 矿块构成要素

中段高度 50m，分段高 10m，分层高 3~5m，采场沿矿体走向布置，长 50~60m，不底间柱，留 6m 底柱（待下中段开采时回采）。

b. 采准切割

采用脉内外联合采准，在可矿体下盘从已有斜坡道的相应分段水平掘分段平巷，从分段平巷掘 2~3 条平面上错开的倾斜联络道通向各分层采场（随分层上采逐渐挑顶）。每个采场内分别布置一条倾斜充填回风天井，根据运输距离在脉外布置溜矿井。

c. 主要回采工艺

从下往上分层回采，采用二采一充的作业循环。采高 3m~5m，控顶高度为 7m 左右，一个分层采完后，进行全尾砂胶结充填，并为下一个循环留有 3m~3.5m 的工作空间。凿岩台车凿岩，2~3m³ 铲运机在采场内进行装矿，并将矿石运输至脉外溜矿井处下放。对于局部水平厚度<2.5 的不适合采用机械化设备回采的矿体，可采用普通凿岩和出矿设备回采。

d. 充填

分层采完后，将设备移出采场，随分层敷设滤水管，滤水管上部固定在采场项板上，下部与下分层滤水管穿过人工假底与滤水小井连通。充填前，将通往采空区的各通道口用充填挡墙封闭，充填管经上部中段巷道、充填回风天井，到达需要充填的分层。各分层灌入灰砂比 1:8 的充填砂浆胶结充填，充填体达到强度（1MPa）后，上部 0.5m 浇面层灰砂比为 1:4 胶结充填。充填最后 1 分层时，可通过安设在采场顶板的锚杆和挂勾将充填软管悬挂在空区顶板进行多点下料，提高充填接顶效果。

（2）黑水沟—大树脚锌矿

1) 采矿方法

根据矿体的赋存条件类别，设计确定的采矿方法如下：

① 矿体厚度 $\leq 5\text{m}$ 、倾角 $\leq 30^\circ$ 且相邻矿层间距 $> 70\text{m}$ 的矿体，采用铲运机出矿房柱嗣后充填采矿法，对于其中 $\leq 2\text{m}$ 的部分矿体，将配套选用低矮式凿岩、出矿设备，以提高回采率同时降低贫化率指标；

② 矿体厚度 $\leq 5\text{m}$ 、倾角 $\leq 30^\circ$ 且相邻矿层间距 $\leq 70\text{m}$ 以及厚度 $> 5\text{m}$ 、倾角 $\leq 30^\circ$ 的矿体，采用伪倾斜条带进路充填采矿法（当矿体厚度 $> 5\text{m}$ 时，采用分层回采，分层高度 $4\text{m}\sim 5\text{m}$ ）。

表 2.4-5 采矿方法分类表

选用采矿方法	比例 (%)	矿块生产能力 (t/d)	贫化率 (%)	损失率 (%)	采切比 (m/kt、 m ³ /kt)		
铲运机出矿房柱 嗣后充填法	15.80	100~150	31~33	14~16	5.95	64.51	矿体厚度 0.8m~2m
	36.68	150~200	8~10	14~16	2.79	30.19	矿体厚度 2m~ 5m
伪倾斜条带进路 充填采矿法	19.3	200~300	8~10	11~13	5.17	52.55	矿体厚度 0.8~ 5m
	28.22	200~300	9~11	11~13	3.89	40.17	矿体厚度 $> 5\text{m}$
综合指标	100.00		13.62	13.22	4.06	42.72	

对于少部分倾角大于 30° 的矿体，可采用上向水平分层充填采矿法，由于相应矿体占比较小，设计暂不统计。

2) 回采顺序及采切矿块数量

设计将黑水沟一大树脚锌矿以 150m 标高为界划分为上、下采区，一期主要进行下采区 30m、90m 中段开采，二期上、下采区同时进行回采。一期下采区基建首采中段为 30m 中段（包含 60m 分段），60m 分段巷道作为集中回风分段，90m 中段巷道作为进风和运输中段。二期上、下采区同时生产，上采区首采中段为 305m 中段（包括 330m 分段）以及 200m 中段（包括 230m 分段），330m 分段以及 230m 分段巷道作为集中回风分段，355m 中段和 255m 中段巷道作为进风和运输中段。二期下采区生产中段为 -30m 中段（包括 0m 分段），0m 分段巷道作为集中回风分段，30m 中段巷道作为进风和运输中段。整体上采用自上而下的开采顺序，平面上采用自上盘至下盘、自回风井一侧后退式回采的顺序。

设计基建的同时回采矿块为 13 个，其中，铲运机出矿房柱嗣后充填采矿法 9 个。伪倾斜条带进路充填采矿法 4 个，备用矿块数 3 个。

3) 回采工艺

① 铲运机出矿房柱嗣后充填采矿法

a. 矿块构成要素

矿房沿矿体走向布置，矿房长 80m~120m，矿房宽为矿体厚度，根据中段高度 50~60m，矿房高为分段高度 25m~30m，矿房内设 9 个分条进行回采。房间矿柱随分条回采逐步形成 3.5m×3.5m 方形点柱，点柱间隔延走向 10m~12m，延倾向 8m~10m，顶部每隔 3.5m 保留 3m×4.5m 矿柱，盘区间柱宽 6.0m，底柱宽 3~4m。

b. 采准、切割

主要采切工程有脉内无轨平巷、采场斜坡道和溜井等。沿矿体走向掘脉内无轨运输巷道，作为采场作业人员、设备和材料的主要进出通道。沿无轨平巷开拓场内铲运机斜坡道联通各分条，作为铲运机和凿岩台车转运通道，场内斜坡道坡度应 $\leq 15\%$ ，采取曲折折返式布置。在场内斜坡道折返点位置、盘区间柱内布置矿石溜井，溜井底部与中段运输穿脉联通。

c. 回采

首先在采场最上部以场内斜坡道为切入面，用 DW1-31 凿岩台车进行浅孔凿岩以斜坡道为自由面进行挤压爆破，各分条回采时两侧形成 3.5m×3.5m 方形间隔矿柱。矿房内采用从上往下的开采顺序。矿石采用 2m³ XYWJ-2 柴油铲运机转载至矿房溜井并下放至有轨运输中段。

d. 采空区处理

回采后的空区用采掘废石或 1:20 的低强度全尾砂胶结充填。充填作业时，先将通往采空区的各通道口用密闭墙封闭，从上中段或分段无轨巷道和场内斜坡道导入充填管路进行充填。

② 伪倾斜条带进路充填采矿法

a. 盘区构成要素

矿房沿矿体走向布置，矿房长为 80m~120m，矿房宽为矿体厚度，根据中段高度 50~60m，矿房高为分段高度 25~30m，矿房顶柱宽 3.0m，底柱宽 3m。矿房内划分为水平进路间隔式进行回采，进路宽度 4~6m，根据区域矿体顶板稳固情况可调整进路宽度。矿块内设伪倾斜采场斜坡道，斜

坡道两侧留设矿柱宽 2.5m。

b. 采准、切割

采准切割工程主要有脉内无轨平巷、场内斜坡道、溜井联络道、溜井等。沿矿体走向掘脉内无轨运输巷道，作为采场作业人员、设备和材料的主要进出通道。通过脉内无轨运输平巷在矿房内施工伪倾斜场内斜坡道，斜坡道坡度控制在 15%以下供铲运机和台车进出。场内斜坡道采取折返式降低坡度，（折返次数主要受矿体倾角影响，如果矿体倾角小于 8° ，则无需布置折返）。在斜坡道折返点位置通过溜井联络道施工矿石溜井，溜井底部与中段运输穿脉联通。

c. 回采

当应用于矿体厚度 $<5\text{m}$ 的采场时，采用单层回采。当矿体厚度 $>5\text{m}$ 时，采用分层回采，分层高度 $4\text{m}\sim 5\text{m}$ ，开采先开采下层矿体待下层条带充填完成后再开采上层矿体，分层内采矿进路间隔式回采。各采矿进路回采时，需在进路中央位置掘进水平切割巷，再利用切割平巷为自由面扩大至回采进路断面。设计采用 DW1-31 凿岩台车进行浅孔凿岩，矿石采用 2m^3 XYWJ-2 柴油铲运机转载至矿房溜井并下放至有轨运输中段。

d. 充填

回采完毕后，先将通往采空区的各通道口（主要是场内斜坡道与采场相连的联络道）用充填挡墙封闭，从上中段将充填管路沿场内斜坡道敷设进入采场进行嗣后尾砂充填。分层回采时，下分层一步骤回采进路充填需采用灰砂比 1:4 的全尾砂胶结充填，二步骤回采进路可采用灰砂比 1:8 的全尾砂胶结充填。上分层回采一步骤回采进路需采用灰砂比 1:4 的全尾砂胶结充填，二步骤回采进路可采用 1:20 全尾砂胶结充填。

4) 采掘设备

① 掘进设备及出碴设备选择

设计井巷掘进采用 DD2-N 掘进凿岩台车，同时配套有 YT-28 型气腿式风动凿岩机加以辅助。

设计巷道掘进出碴采用 2m^3 XYWJ-2 柴油铲运机，配套选用 1m^3 XYWJ-1

柴油铲运机进行掘进出碴。

一期需要 DD2-N 掘进台车共 4 台，其中 1 台备用；二期需要 DD2-N 掘进台车共 6 台，其中 1 台备用。同时配备 YT-28 型气腿式风动凿岩机 4 台作为备用。一期配备 XYWJ-2 铲运机 2 台，XYWJ-1 柴油铲运机 1 台，二期配备 XYWJ-2 铲运机 4 台，XYWJ-1 柴油铲运机 2 台。

② 采矿凿岩设备及出矿设备选择

设计回采采场主要选用 DW1-31 凿岩台车进行浅孔凿岩，矿体厚度 $<2\text{m}$ 的采场，选用 Boomer S1L 低矮式浅孔凿岩台车进行浅孔凿岩，同时采场配备少量常规 YT-28 型气腿式风动凿岩机作为辅助凿岩设备。

设计回采采场主要采用 2m^3 XYWJ-2 柴油铲运机出矿，矿体厚度 $<2\text{m}$ 的采场，选用 2.3m^3 XYDC-5A 低矮式柴油铲运机配套低矮式凿岩台车进行出矿作业。

a. 一期开采凿岩台车数量

一期开采配备 3 台 DW1-31 凿岩台车，备用 1 台，配备 Boomer S1L 低矮式浅孔凿岩台车 2 台，其中 1 台备用，选用撬毛台车 3 台，配备普通凿岩设备共计 16 台。

b. 二期开采凿岩台车数量

根据二期生产规模，配备 5 台 DW1-31 凿岩台车，备用 1 台，配备 Boomer S1L 低矮式浅孔凿岩台车 3 台，撬毛台车 5 台。

c. 一期回采出矿设备数量确定

经可研计算，回采出矿生产共需铲运机 5 台，其中 2m^3 XYWJ-2 柴油铲运机出矿 3 台， 2.3m^3 XYDC-5A 低矮式柴油铲运机 2 台。

d. 二期回采出矿设备数量确定

经可研计算，回采出矿生产共需铲运机 10 台，其中 2m^3 XYWJ-2 柴油铲运机出矿 7 台， 2.3m^3 XYDC-5A 低矮式柴油铲运机 3 台。

(3) 巴力—长坡锌矿

1) 采矿方法

根据矿体的赋存条件类别，设计最终确定的采矿方法如下：

- ① 矿体厚度 $\leq 3\text{m}$ 、倾角 $\leq 30^\circ$ 的矿体，铲运机出矿房柱嗣后充填采矿法，设计选用低矮式凿岩台车进行浅孔凿岩、配套低矮式铲运机出矿；
- ② 矿体厚度 $3\text{m}\sim 8\text{m}$ 的矿体，采用上向水平分层充填采矿法；
- ③ 厚度 $>8\text{m}$ 的矿体，采用分段空场嗣后充填采矿法。

表 2.4-6 采矿方法分类表

选用采矿方法	比例 (%)	盘区生产能力(t/d)	贫化率 (%)	损失率 (%)	采切比(m/kt、 m ³ /kt)	
铲运机出矿房柱嗣后充填法	5.43%	200~300	29~31	14~16	3.76	42.04
上向水平分层充填法	26.35%	300~400	8~10	8~10	7.30	72.89
分段空场嗣后充填采矿法	68.22%	350~400	10~12	12~14	7.95	74.35
矿体综合后指标	100.00%		11.09%	11.75%	7.55	72.21

2) 回采顺序及采切矿块数量

设计该矿段以 455m 标高为界划分为上、下采区，455m 以上上采区锌矿石中锡品位较高，采用从下往上的回采顺序，455m 以下下采区主要为锌矿石，采用从上往下的回采顺序，各中段平面内采用从上盘至下盘，从回风井一端后退式的开采顺序。

设计回采矿块为 8 个，其中，上采区上向水平分层充填采矿法为 3 个，分段空场嗣后充填采矿法 1 个，下采区上向水平分层充填采矿法为 4 个，备用矿块数 2 个。

3) 回采工艺

① 铲运机出矿房柱嗣后充填采矿法

本采矿方法适用于矿岩稳固，厚度 $\leq 3\text{m}$ 、矿体倾角 $\leq 30^\circ$ 的矿体。矿块构成要素、采准切割以及回采等与黑水沟一大树脚锌矿采矿方法一致。

② 上向水平充填采矿法

本采矿方法适用于矿岩中等以上稳固，矿体厚度 $3\sim 8\text{m}$ 的矿体。

a. 盘区构成要素

矿块沿走向布置，长为 50m，走向长度上 100m 为一个盘区，宽为矿

体厚度，高为 50~60m，分段高 10~12m，分层高度 3~4m，矿块留有底柱高 8m(结合下中段矿块回采顺序于后期进行分层回采)，不留顶柱，根据矿体的厚度及变化情况适当增减矿块走向长度，分层高度可根据矿岩稳固性适当加大或减小。

b. 采准切割工程

从采区斜坡道分别沿矿体和垂直于矿体掘进分段平巷和分层联络道。从中段运输平巷向矿体掘中段穿脉，然后自中段穿脉在矿体中靠近底板位置处掘进回风、充填天井，该天井将同时作为矿房安全出口。随着采场向上回采顺路架设滤水井。矿石溜井布置在矿体下盘。随逐层采矿而逐层挑顶垫底形成逐层分层联络道。每采完 1 个分段后重新自上一分段平巷掘进采场分层联络道。

c. 回采

矿房回采自下而上分层进行，每个盘区分层采用采一出一的作业循环。设计采用 DW1-31 浅孔凿岩台车凿水平孔，炮孔直径 43mm，孔深 3~4m。使用载重量 2m³/的 XYWJ-2 柴油铲运机出矿。

d. 充填

充填管由充填回风天井下放到采场。回采时先回采掉底柱上部 2.0m，回采完以后先在底部铺一层钢筋网，然后采用灰砂比 1:4 胶结充填（强度 3~4MPa），以便回收剩余底柱。每个分层回采后充填时可将部分掘进废石先行直接倒入采场后整平，再以 1:20 尾砂充填料浆加以固结，整体充填厚度 3.2~3.5m。上部需采用灰砂比 1:4 胶结充填 0.5~0.8m 厚，作为下步回采的底板。

③ 分段空场嗣后充填采矿法

本采矿方法适用于矿体厚度>8m 的矿体。

a. 矿块构成要素

矿块沿走向布置，长 50m，根据中段高度，矿块高为 50~60m，中段内按垂高 10~12m 划分分段。矿块内矿房矿柱沿矿体倾向划分。矿房、矿柱垂直宽度为 10~14m。

b. 采准切割工程

在矿体下盘从已有斜坡道的相应分段水平掘分段联络巷，从分段联络巷沿南北向盘区矿柱掘分段凿岩出矿联络巷至矿体上盘与分段回风天井相通，在分段凿岩联络巷中沿采场长轴方向在采场中央布置分段凿岩平巷。在矿体下盘分段凿岩出矿联络巷盘布置矿废石溜井到达中段运输巷道。分段回风天井连接各分段凿岩出矿联络巷并与上分段回风平巷相通。切割天井布置在采场端部，连通采场顶部分段平巷。

在采场相邻矿柱的最上分段凿岩出矿联络巷沿采场长轴方向布置充填平巷，充填平巷标高要高于空区最高标高。

底部出矿采用平底堑沟底部结构，其布置参数根据设备作业要求及矿岩稳固性确定。设计采用组合式出矿方式，即回采矿房采场时，在矿柱采场内布置出矿平巷，并沿出矿平巷每隔 10~12m 布置出矿进路到达矿房堑沟出矿。而当回采矿柱时，在相邻矿房充填体内新掘出矿平巷出矿。

c. 回采

分两步骤回采矿房、矿柱，凿岩设备采用 Simba S7 中深孔采矿台车，凿岩台车在分段凿岩巷道内凿上向扇形炮孔。采场底部结构为堑沟形式，在回采第一分段过程中爆破形成。每次爆破 3~4 排炮孔，分段或阶段一次爆破，后退式侧向崩矿。出矿采用 2m³ 柴油铲运机集中在采场底部出矿。

d. 充填

充填前，先将通往采空区的各通道口用密闭墙封闭。然后，在采场上部充填平巷内钻凿充填钻孔，充填管路通过充填平巷与充填钻孔对空区进行充填，采用尾砂胶结充填采空区。对一步骤回采的矿房采空区，底部结构范围内按灰砂比 1:4 进行充填，底部结构以上按灰砂比 1:8 进行充填；对二步骤回采的矿柱采空区采用灰砂比 1:20 的低标号尾砂胶结充填。

4) 采掘设备

① 掘进设备及出碴设备

设计井巷掘进采用 DD2-N 掘进凿岩台车 4 台，其中 1 台备用。同时，考虑部分不便于台车施工巷道配套有 YT-28 型气腿式风动凿岩机 4 台加以

辅助。

巷道掘进出碴设计采用 2m³XYWJ-2 柴油铲运机 3 台。

② 采矿凿岩设备及出矿设备选择

设计采用上向水平分层充填法的回采采场主要选用 DW1-31 凿岩台车进行浅孔凿岩 3 台；对于矿体厚度<3m 的缓倾斜矿体回采采场，选用 1 台 Boomer S1L 低矮式浅孔凿岩台车进行浅孔凿岩，以提高回采率同时尽可能降低贫化率指标。对于矿体厚度>8m 的矿体回采采场，选用 1 台 Simba S7 中深孔凿岩台车进行凿岩。同时采场配备 12 台常规 YT-28 型气腿式风动凿岩机作为辅助凿岩设备。

设计回采采场主要采用 4 台 2m³XYWJ-2 柴油铲运机出矿，对于矿体厚度<3m 的缓倾斜矿体回采采场，选用 1 台 2.3m³XYDC-5A 低矮式柴油铲运机配套低矮式凿岩台车进行出矿作业。选用翘毛台车 4 台。

2.4.6.2 充填系统

（1）充填站建设方案

设计根据铜坑矿区充填系统现状以及拟开采区域分布情况考虑优先使用现有充填系统服务于 92 号矿体和黑水沟一大树脚锌矿。同时对局部扩建和改造现有充填系统，以保证充填系统能够同时服务巴力—长坡锌矿开采。

（2）充填材料

设计采用全尾砂充填工艺，充填材料主要包括充填骨料及胶凝材料。设计推荐充填骨料优先采用锌选厂湿尾砂，结合锌选厂产能，在尾砂供给能力不足的条件下，采用鲁塘尾矿库补充的干尾砂。胶凝材料选用普通水泥（硅酸盐水泥）。矿山可通过试验，结合尾砂特性、充填强度要求和充填成本等因素，对比优选其他优质充填胶凝材料。部分采场充填可选用掘进废石作为充填骨料。

（3）92 号矿体开采充填系统

1) 充填材料配比

设计推荐充填体灰砂比分三类：

- ① 采场浇面、浇底、接顶和矿柱回收，其充填砂浆灰砂比为 1:4。
- ② 两步骤回采的矿柱，其充填砂浆灰砂比为 1:8。
- ③ 矿房及其它，其充填砂浆灰砂比为 1:20。

设计充填材料配比、充填浓度（质量浓度 68%）、充填体强度及材料用量等参数参考铜坑矿充填料物理力学性能试验及类似矿山充填系统资料确定，充填体材料用量见下表。

表 2.4-7 充填体材料用量表

序号	充填部位	灰砂比	抗压强度 (MPa)	材料用量 (kg/m ³)		充填料浆重量 (kg/m ³)	沉缩率	占用比例
				固结剂	尾砂			
1	浇面、浇底、接顶和矿柱回收	1:4	3~4	254.32	1017.28	1870	5.4%	20%
2	两步骤回采矿柱	1:8	1~3	143.56	1148.44	1900	9.2%	40%
3	矿房	1:20	0.5~1	60.55	1211.05	1870	9.6%	40%

2) 充填量

经可研计算，铜坑矿区 92 号矿体废石充填量为 207.4m³/d (68444.4m³/a)，全尾砂胶结充填体积为：1125.9m³/d (371547.0m³/a)。

3) 充填材料用量

经可研计算，年井下平均充填砂浆用量为 419832.6m³/a；年井下平均尾砂用量为 482079.44t/a；年井下平均水泥用量为 55224.90t/a。

4) 充填工作制度

矿山采矿工作制度 330d/a，充填 240d/a，2 班/d，每班工作 8 小时，每班纯充填时间 6h，其它时间为准备时间。

5) 充填料制备和输送

① 充填料的制备和输送系统

现有充填站位于东副井东南 200m 处，岩体移动监测范围之外。充填站标高为 786.4m。充填站站内设 2 个立式砂仓和 2 个水泥仓，搅拌机选用双卧轴搅拌机+高速活化搅拌机两段连续搅拌。

设计新增 1 台浓密机作为尾砂制备系统，膏体浓密机直径 18m，功率

90kW，浓密机侧壁高 10m。配置高效进料稀释系统、絮凝剂添加系统和进料井系统。

新建选厂尾砂浆由管道输送至深锥浓密机（ $\Phi 18\text{m}$ ），经浓密脱水成质量浓度 66%~70%的底流，深锥浓密机底流设置 4 个排料口，2 个出口分别通过底流泵输送至 92 号矿体充填系统现有两套制备系统，另外一个出口输送至服务于巴里-长坡矿区的新建充填制备系统，采用 5 台底流循环泵（4 用 1 备）将浓密机底流料浆输送至搅拌系统内进行搅拌制备，另外一个出口接至尾矿输送泵房。

同时，充填站保留尾砂造浆系统，在锌选厂尾砂供应能力不足时，将鲁塘尾矿库堆存尾砂经汽车运至充填站后，对尾砂进行再造浆（浓度 50~55%），然后由渣浆泵输送至充填站立式砂仓中。造浆车间设 2 台 $\Phi 2.5 \times 2.5\text{m}$ 强力搅拌桶，功率 18.5kW，380V；2 台滚动筛，3kW，380V；1 台 SLZD80 渣浆泵，功率 90kW，380V；3 台 100ZJB-A42 渣浆泵，功率 90kW/台，380V；6 台 600 $\times$ 600 电液闸门，2.2kW/台，380V。全尾砂在立式砂仓中进一步沉降脱水，立式砂仓溢流水回水池设 2 台 100ZJB-A42 渣浆泵，流量 150 m^3/h ，扬程 50m，功率 90kW，380V；1 台 75ZEL 液下渣浆泵，流量 70 m^3/h ，扬程 70m，功率 55kW，380V。

设计利用已有两个水泥仓（ $\Phi 7 \times 18\text{m}$ ，容积 544 m^3 ）储存水泥。散装水泥经罐车运至充填站后，卸入水泥仓中。水泥仓底部安装有电液闸门及双管螺旋给料机。水泥给料量由螺旋电子秤检测。双管螺旋给料机电机采用变频调速，改变螺旋转速即可改变水泥给料量，以满足不同灰砂比及生产能力的要求。

全尾砂浆、水泥及适量调浓水经各自的供料线供给搅拌机。搅拌机选用双卧轴搅拌机+高速活化搅拌机两段连续搅拌。两段搅拌机用连接斗进行连接。充填料各组份经两段连续搅拌均匀后制备成浓度适中、流动性良好的充填料浆，而后进入斜溜槽，并最终通过充填料浆下料斗、充填钻孔及井下充填管网自流输送至铜坑矿井下 92 号矿体开采区域采空区进行充填。

② 充填用水及调浓水供给线

充填站外部供水为铜坑矿高位水池生产用水，高位水池标高 885m。充填站已有的 300m^3 浓缩池用作充填用蓄水池。蓄水池底部安装 2 台 80ZGB 渣浆泵，流量 $200\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 80m，功率 90kW，380V，即可向棒磨砂车间再造浆供水，同时可向充填站供给压力水。设 2 台 50GDL 轴封水增压泵，流量 $12.5\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 100m，功率 11kW，380V，由充填站供水管网供给的压力水，以供冲洗设备、疏通管道及调节充填料浆浓度。

③ 充填管道

设计选用 $\phi 180 \times 15\text{mm}$ 的高强度耐磨钢管。

④ 充填钻孔

设计每套充填系统布置两个充填钻孔，一用一备，两套充填系统共布置 4 个充填钻孔。其中：1-1#、2-1#钻孔自地表+786.4m 施工至 560m 水平，深 226.4m，服务井下 1、3、5、7 盘区的采空区充填。1-2#、2-2#钻孔自地表+786.4m 施工至 455m 水平，深 331.4m，服务井下 2、4、6 盘区的采空区充填，间距均为 2~4m。

通讯线路利用矿山现有的坑内通讯线路并增加部分通讯设施。

⑤ 充填倍线

经可研计算，开采范围内充填倍线 N 为 2.17~4.93 之间。

（4）黑水沟一大树脚锌矿开采充填系统

1) 充填材料配比

设计推荐充填体灰砂比分三类：

① 采场浇面、浇底、接顶和矿柱回收以及两步骤回采的矿柱，其充填砂浆灰砂比为 1:4。

② 矿房及其它，其充填砂浆灰砂比为 1:20。

设计充填体材料用量见下表。

表 2.4-8 充填体材料用量表

序号	充填部位	灰砂比	抗压强度 (MPa)	材料用量 (kg/m ³)		充填料浆重量 (kg/m ³)	沉缩率	占用比例
				固结剂	尾砂			
1	浇面、浇底、接顶和矿柱回收以及两步骤回采矿柱	1:4	3~4	254.32	1017.28	1870	5.4%	12.73
2	矿房	1:20	0.5~1	60.55	1211.05	1870	9.6%	87.27

2) 充填量

经可研计算：

黑水沟一大树脚锌矿一期废石充填量为 83.3m³/d (27500m³/a)；全尾砂胶结充填体积为 863.04m³/d (284803m³/a)。

二期废石充填量为 138.9m³/d (45833m³/a)；全尾砂胶结充填体积为 1438.4m³/d (474671m³/a)。

3) 充填材料用量

经可研计算：

① 一期开采期间充填材料用量

年平均充填砂浆用量为 323187.2m³/a；年井下平均尾砂用量为 383711.8t/a；年井下平均水泥用量为 27253.0t/a。

② 二期开采期间充填材料用量

年平均充填砂浆用量为 538582.4m³/a；年井下平均尾砂用量为 639141.1t/a；年井下平均水泥用量为 45720.4t/a。

4) 充填工作制度

矿山采矿工作制度 330d/a，充填 250d/a，2 班/d，每班工作 8 小时，每班纯充填时间 6h，其它时间为准备时间。

5) 充填料制备和输送

① 充填料的制备和输送系统

该矿段生产时期充填料制备采用现有充填系统设备，设备及工艺流程详见 2.4.6.2.4 章节。黑水沟一大树脚锌矿生产时期，利用深锥浓密机或立式砂仓中的全尾砂与水泥搅拌制备成充填料浆，制备好充填料浆利用

充填管道经充填钻孔（地表～255m 中段）、4#盲斜井以及各中段平巷自流输送至黑水沟一大树脚锌矿采空区进行充填。

② 充填管道

设计选用 $\Phi 180 \times 15\text{mm}$ 的高强度耐磨钢管。

③ 充填钻孔

设计在原有充填系统钻孔附近设充填钻孔，共设 2 个，其中 1 个充填 1 个备用。自地表 780m 标高～255m 标高，孔深： $h=525\text{m}/\text{个}$ 。充填钻孔孔径 $\Phi 300\text{mm}$ ，下放 $\Phi 203 \times 24\text{mm}$ 耐磨合金复合钢管，孔间距 4.0m。确保焊接质量和垂直度。

充填管与钻孔岩壁间采用高标号纯水泥浆高压注浆固管。

④ 充填倍线

经可研计算，开采范围内充填倍线 N 为充填倍线为 2.7～4.6 之间。

（5）巴力一长坡锌矿开采充填系统

1) 充填材料配比

设计推荐充填体灰砂比分三类：

采场浇面、浇底、接顶和矿柱回收及两步骤回采的矿柱其充填砂浆灰砂比为 1:4。

两步骤回采的矿房其充填砂浆灰砂比为 1:8。

其它，充填砂浆灰砂比为 1:20。

设计充填浓度为 68%（质量浓度），充填体强度及材料用量等参数见下表。

表 2.4-9 充填体材料用量表

序号	充填部位	灰砂比	抗压强度 (MPa)	材料用量 (kg/m^3)		占用比例
				固结剂	尾砂	
1	浇面、浇底、接顶和矿柱回收以及两步骤回采矿柱	1:4	3~4	254.32	1017.28	10.82%
2	两步骤回采的矿房	1:8	1~3	143.56	1148.44	47.71%
3	其他	1:20	0.5~1	60.55	1211.05	41.47%

2) 充填量

经可研计算，巴力一长坡锌矿废石充填量为 $74.1\text{m}^3/\text{d}$ ($24444\text{m}^3/\text{a}$)；全尾砂胶结充填体积为： $556.84\text{m}^3/\text{d}$ ($183757\text{m}^3/\text{a}$)。

3) 充填材料用量

经可研计算，巴力一长坡锌矿年平均充填砂浆用量为 $208321.7\text{m}^3/\text{a}$ ；年井下平均尾砂用量为 $241836.6\text{t}/\text{a}$ ；年井下平均水泥用量为 $25097.3\text{t}/\text{a}$ 。

4) 充填工作制度

矿山采矿工作制度 $330\text{d}/\text{a}$ ，充填 $250\text{d}/\text{a}$ ，2 班/ d ，每班工作 8 小时，每班纯充填时间 6h，其它时间为准备时间。

5) 充填料制备和输送

① 充填料的制备和输送系统

设计巴力一长坡锌矿在现有充填站内增设水泥仓及搅拌槽等设备，以满足矿体开采期间的充填能力需求。改造后，充填站内新增有 1 个水泥仓（ 400t ）以及由双轴搅拌机+高效火化搅拌机组成的搅拌系统。

设计采用全尾砂胶结充填工艺，充填用尾砂浆由管道自新建锌选厂输送至 1 台膏体浓密机（ $\Phi 18\text{m}$ ），经浓密脱水成质量浓度 $66\%\sim 70\%$ 的底流，由浓密机底流泵（1 用 1 备）输送至双轴搅拌机+高效火化搅拌机组成的搅拌系统。充填胶凝材料（水泥）由水泥料仓（ 400t 水泥仓）底经稳流给料机、螺旋给料机、螺旋计量秤输送至搅拌机。高浓度全尾砂浆与水泥的给料量由自动化控制系统精确控制，并按照设计配比加水调节充填料浓度。高浓度全尾砂浆、水泥、水在搅拌机中制备成合格的似膏体充填料，充填料浆通过充填工业泵泵送至井下各生产中段进行充填。充填料主要通过充填钻孔（地表 $\sim 560\text{m}$ ）、 560m 平巷、 $560\text{m}\sim 531\text{m}$ 斜井、充填钻孔（ $540\text{m}\sim 505\text{m}$ ）、 505m 中段平巷以及阶段回风井（ $505\text{m}\sim 305\text{m}$ ）进入井下空区充填。

② 充填管道

设计选用 $\Phi 159\times 12\text{mm}$ 的高强度耐磨钢管。

③ 充填钻孔

设计在原有充填系统钻孔附近设充填钻孔，共设 2 个，其中 1 个充填 1 个备用。自地表 780m 标高~560m 标高，孔深： $h=220\text{m}/\text{个}$ 。充填钻孔孔径 $\Phi 300\text{mm}$ ，下放 $\Phi 194\times 24\text{mm}$ 耐磨合金复合钢管，孔间距 4.0m。充填管与钻孔岩壁间采用高标号纯水泥浆高压注浆固管。

此外，设计在 540m 标高现有充填钻孔位置新设 2 个充填钻孔至 505m 标高，孔深 35m，共 2 个，钻孔参数与管道选型与上部相同。经 560m~505m 充填钻孔下放的充填料浆将沿 505m 中段巷道输送至巴力一长坡锌矿回采作业区域进行充填。

④ 充填倍线

经可研计算，开采范围内充填倍线 N 为充填倍线为 6.6~12.5 之间，设计采用 HGBS90.16.250 充填工业泵，正常输送方量 $\geq 70\text{m}^3/\text{h}$ ，最大泵送压力 16MPa，配套电机功率为 250kW。

2.4.7 通风系统

2.4.7.1 92 号矿体

(1) 通风方式和通风系统

92 号矿体通风方式采用机械抽出式通风，各中段设矿体下盘或上（下）盘专用回风巷。新鲜风流由 2#竖井、东副井、斜坡道等进入井下后，经中段石门进入盘区巷道、出矿运输巷等，分别清洗各工作面后，再通过采场回风天井进入上中段回风联道、阶段回风竖井（355m 以下中段通过阶段回风竖井回风，总回风断面大于 19m^2 ）、专用回风道，最后在主扇作用下，通过总回风道、3#总回风井排出地表。

井下通风系统分为 3#回风井系统和溜破通风系统。

1) 3#回风井系统

总回风井为 3#风井，总回风道布置在 455m 中段，主扇安装于地面 3#风井口（FBCDZ№34 轴流式风机，电机功率为 $2\times 500\text{kW}$ ），总回风量 $257\sim 264\text{m}^3/\text{s}$ 。3#回风井井口坐标 784m，净直径 $\Phi 5.5\text{m}$ ，井底标高 355m，井筒与在 573m、505m、455m、405m 和 355m 中段连通（单面马头门）。

2) 溜破通风系统

井下矿石主破碎站设有专用溜破回风井回风，风机安装在溜破风井地面 747m，电机功率为 110kW，回风量为 $48\text{m}^3/\text{s}$ 。

设计 92 号矿体继续沿用已有通风系统。

(2) 矿井总风量

经可研计算，矿井总需风量为 $253.4\text{m}^3/\text{s}$ 。其中：3#回风井回风风量为 $223.4\text{m}^3/\text{s}$ ，溜破系统专用回风井回风量为 $48.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3) 矿井通风阻力

可研通过负压模拟分析得出：

开采 355m 中段和 405m 中段时为通风容易时期，2#竖井、东副井和主斜坡道进风。其中：2#竖井进风 $110.6\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 3.9m/s ），东副井进风 $108.4\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 3.3m/s ），主斜坡道进风 $34.5\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 1.93m/s ）；溜破系统专用回风井和 3#风井回风，溜破系统专用回风井回风 $30.0\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 4.2m/s ），通风阻力 1133.82Pa，3#风井回风 $223.4\text{m}^3/\text{s}$ ，通风阻力 1443.74Pa。

开采 305m 中段和 355m 中段时为通风困难时期，2#竖井、东副井和斜坡道进风。其中：2#竖井进风 $92.9\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 3.3m/s ），东副井进风 $131.6\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 4.0m/s ），主斜坡道进风 $34.5\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 1.93m/s ）；溜破系统专用回风井和 3#风井回风，溜破系统专用回风井回风 $30.0\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 4.2m/s ），通风阻力 1432.59Pa，3#风井回风 $229.0\text{m}^3/\text{s}$ （风速： 9.6m/s ），通风阻力 1852.26Pa。

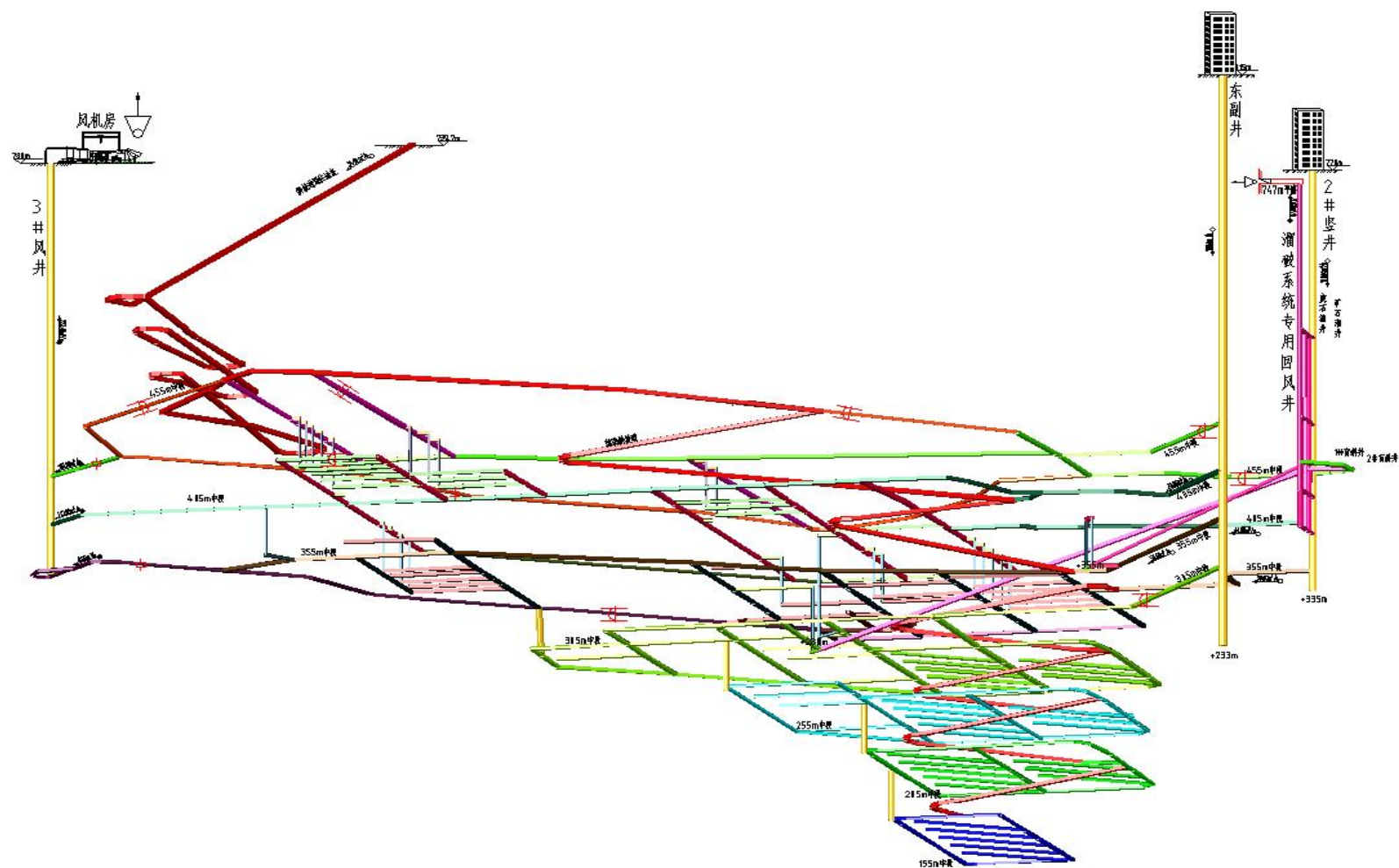


图 2.4-9 铜坑矿区 92 号矿体通风系统示意图

(3) 通风设施

设计在 3#主回风井的地表 780m 水平安装有一台 FBCDZ№34 型轴流式风机，功率 $2 \times 500\text{kW}$ ，根据风机特性曲线，可研通过计算及绘图得出，风机容易时期工况点风量 $257\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 1717Pa，效率 75%；风机困难时期工况点风量 $264\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 2133Pa，效率 80%。

在溜破系统回风井的地表 747m 水平安装有一台 FKZ№14 型风机，功率 110kW，电压 380V，该风机运行的风量范围约为 $15 \sim 80\text{m}^3/\text{s}$ ，风压范围约为 500~2200Pa。根据风机特性曲线，可研通过计算及绘图得出，现风机工况点效率大于 70%。

2.4.7.2 黑水沟一大树脚锌矿

(1) 通风方式和通风系统

1) 通风方式

设计推荐采用抽出式通风方式。

2) 通风系统

设计整体采用侧翼对角抽出式通风系统。

① 一期通风系统

一期仅下采区进行开采，150m 以下采用侧翼对角抽出式通风系统，主要进风通道为 3#竖井，主要回风通道为 4#回风井。

通风工程主要包括 3#竖井、中段平巷、辅助斜坡道、分段回风巷道以及 4#回风井等。一期生产期间，新鲜风流从 3#竖井、30m 和 90m 中段平巷和辅助斜坡道进入，经无轨沿脉平巷进入到采场，清洗工作面后，汇集于 60m 分段沿脉平巷，经阶段回风井、90m 中段回风石门进入 4#回风井，排出地表。

设计于矿区东部 0#~1#勘探线附近设有 4#回风井（前期依托探矿工程实施）。井筒净直径 $\Phi=5.5\text{m}$ ，井口地面标高 815.48m，井底标高 32.7m，井筒深度 848.18m。井筒在 306m、259.7m、201.8m、153.15m、92.7m、62.7m

和 32.7m 设马头门与回风巷相接，作为 150m 标高以下开采区域主回风通道。

② 二期通风系统

二期上、下采区同时生产，该矿段仍采用侧翼对角抽出式通风系统，主要进风通道为 3#竖井和 6#副井，主要回风通道为 4#回风井。

通风工程主要包括 3#竖井和 6#副井、中段平巷、辅助斜坡道、分段及中段回风巷道以及 4#回风井。二期生产期间，新鲜风流从 3#竖井和 6#副井进入，经中段运输平巷、无轨沿脉平巷进入到采场，清洗工作面后，汇集于分段回风巷及中段回风巷道进入 4#回风井，排出地表。

(2) 一期开采矿井总风量

经可研计算，一期仅下采区开采，相应生产区域总需风量为 $187.13\text{m}^3/\text{s}$ 。

(3) 二期开采矿井总风量

二期新增上采区开采，可研分别针对上、下采区采用按采掘工作面计算并确定总需风量为 $290.17\text{m}^3/\text{s}$ 。其中，上采区总需风量为 $155.27\text{m}^3/\text{s}$ ，下采区总需风量为 $134.90\text{m}^3/\text{s}$ 。

(4) 矿井通风阻力

经可研计算，一期生产时期，30m 中段生产时期矿井总负压为 2844.34Pa。二期生产时期，当上采区开采 305m 中段及 200m 中段，下采区开采 -30m 中段时期，为通风容易时期，通风阻力为 2406.09Pa；当下采区开采至 -150m 中段和 -210m 中段时期，为通风困难时期，通风阻力为 2866.99Pa。

(5) 通风设施

1) 通风机站

设计在 4#回风井井口附近新建一个通风机站，选用 1 台 FBCDZ 型对选轴流式风机，配套电机功率为 $2 \times 630\text{kW}$ ，电压 10kV。一期生产时期工况

点风量 $205.8\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 3116Pa，效率 85%。通风系统采用无人值守和远程集中控制。

4#回风井地表通风机房尺寸：16.5m(长)×12m(宽)×8.5m(高：吊车梁轨顶)，内设 LH 电动葫芦桥式起重机一台，起重机起重量 $Q=20/5\text{t}$ ，运行总功率 32kW，电压 380V。

二期上、下采区同时生产，该矿段采用 3#竖井和 6#副井进风、4#回风井回风的侧翼对角抽出式通风系统。设计新增加一台同型号风机，采用两台风机并联的通风方式。二期单台风机容易时期工况点风量 $159.6\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 26789Pa，效率 80%，困难时期工况点，工况点风量 $159.6\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 3139Pa，效率 85%。

2) 局部通风和局扇

设计开拓、采切和生产探矿等独头掘进工作面均采用新型节能局扇辅助通风，当送风距离短时采用抽出式通风，当送风距离长时则采用压抽混合式通风。回采工作中，出矿进路和出矿平巷也可使用局扇进行辅助通风。设计选用局扇的主要型号为 JK58-1No4 (5.5kW) 和 JK58-1No5 (11kW)。经可研计算，一期需 JK58-1No4 (5.5kW) 型局扇 10 台，JK58-1No5 (11kW) 型局扇 11 台，二期需新增 JK58-1No4 (5.5kW) 型局扇 7 台，JK58-1No5 (11kW) 型局扇 7 台。

2.4.7.3 巴力一长坡锌矿

(1) 通风方式和通风系统

1) 通风方式

设计推荐采用侧翼对角机械抽出式通风方式。

2) 通风系统选择

该矿段整体采用侧翼对角抽出式通风系统，4#竖井为主要进风通道。设计于 39#勘探线附近新掘 5#回风井，拟定井口地面标高 780m，井筒直径 $\Phi 4.5\text{m}$ ，井底标高 505m，井筒深度 275m。井筒在 655m、605m、555m、505m

设马头门与回风巷相接。井筒内布置玻璃钢梯子间作为应急安全出口。

同时基建期需新掘阶段回风竖井，满足下采区首采中段回风需求，阶段回风竖井井筒直径 $\Phi 4.5\text{m}$ ，井口标高为 505m，井底标高为 305m，井深 200m，在 505m、455m、355m 和 305m 设马头门和各中段连通。

风流经 4#竖井、石门、斜坡道及中段平巷进入各生产分段采场，冲洗工作面后，采场污风由回风天井回至回风分段，经阶段回风井、回风石门、阶段回风井以及 5#回风竖井排出地表。

（2）矿井总风量

经可研计算，该矿段生产区域总需风量为 $159.62\text{m}^3/\text{s}$ 。

（3）矿井通风阻力

经可研计算，上采区生产中段为 455m 中段，下采区生产中段为 355m 及 305m 中段，相应时期为通风容易时期，该时期通风阻力为 1433.91Pa。下采区 30m 中段生产时期为通风困难时期，该时期通风阻力为 1888.67Pa。

128 号矿体开采期间，按最大需风量 $159.62\text{m}^3/\text{s}$ 考虑，按照 -210m 中段及 -330m 中段生产时期分别为通风容易时期和通风困难时期测算通风阻力，则相应阶段通风阻力容易时期为 4551.99Pa，困难时期为 4746.29Pa。

（4）通风设施

1) 通风机站

设计在 5#回风井井口附近新建一个通风机站，选用一台 FBCDZ-8-N029 型对选轴流式风机，配套紧凑型三相异步电动机，配套功率为 400kW， $n=740\text{r}/\text{min}$ ，电压 10kV，2 台，变频调速。容易时期工况点风量 $175.58\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 1791Pa；困难工况点风量 $175.58\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 2271Pa。通风机反风方式为电机反转反风，且反风量大于正常运转时风量的 60%。

5#回风井地表设一风机房，机房尺寸：16.5m(长) $\times$ 12m(宽) $\times$ 8.5m(高：吊车梁轨顶)，内设 LH 电动葫芦桥式起重机一台，起重机起重量 $Q=20/5\text{t}$ 。通风系统采用无人值守和远程集中控制。

深部 128 号矿体开采期间，设计于 200m 中段回风侧新增二级通风机站，所需风量为 $159.62\text{m}^3/\text{s}$ ，设计选用 FBCDZ-8-No29 型号轴流式风机。风机工况点风量 $182.58\text{m}^3/\text{s}$ ，负压 2596Pa，效率 85%。配套紧凑型三相异步电动机，功率为 450kW， $n=740\text{r}/\text{min}$ ，电压 10kV，2 台。

200m 中段设一风机硐室，硐室尺寸：13.5m(长)×9m(宽)×7.5m(高：吊车梁轨顶)，内设 LD 电动单梁起重机一台，起重机起重量 $Q=16\text{t}$ ，跨度 $L_k=8\text{m}$ ，起升高度 $H=12\text{m}$ 。起重机运行总功率 32kW，电压 380V。

2) 局部通风和局扇选型

设计开拓、采切和生产探矿等独头掘进工作面均采用新型节能局扇辅助通风，当送风距离短时采用抽出式通风，当送风距离长时则采用压抽混合式通风。回采工作中，出矿进路和出矿平巷也可使用局扇进行辅助通风。设计选用局扇的主要型号为 JK58-1No4 (5.5kW) 和 JK58-1No5 (11kW)。经可研计算：需 JK58-1No4 (5.5kW) 型局扇 15 台，JK58-1No5 (11kW) 型局扇 16 台。

2.4.8 矿山供配电设施

2.4.8.1 供电电源

黑水沟-大树脚 110kV 变电站内设 $2\times 20\text{MVA}$ 、110/10kV 主变，二回电源进线 T 接引自长坡变电站至铁板哨变电站的二回电源进线上，T 接线采用 LGJ-95 架空线、长度约 500m。黑水沟-大树脚 110kV 变电站 110kV 系统采用桥式接线、10kV 系统采用单母线分段接线，以 10kV 电压等级放射式向黑水沟-大树脚场地坑口 10kV 配电室、锌选厂 10kV 配电室供电。

巴力-长坡矿山场地距长坡 110kV 变电站的距离约 2km，从长坡 110kV 变电站引 2 回 10kV 架空线路向巴力-长坡矿山场地供电，每回架空线规格均为 LGJ-240、长度约 2km。在巴力-长坡矿山场地设一个 10kV 配电室—巴力-长坡坑口配电室，负责巴力-长坡矿山场地及井下的供电。

在黑水沟-大树脚矿山场地设一个 10kV 配电室—黑水沟-大树脚坑口配电室，负责黑水沟-大树脚矿山场地及井下的供电，黑水沟-大树脚坑口配电室二回电源进线均采用 2(ZR-YJV22-8.7/15kV-3×240) 电缆，引自黑水沟-大树脚 110kV 变电站 10kV 不同母线。

2.4.8.2 供电系统

巴力-长坡坑口配电室，二回 10kV 电源进线同时工作、互为备用，10kV 系统采用单母线分段接线，母联处设备用电源自投装置，保证一级负荷可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向 4#竖井提升机房配电室、空压机、5#回风井配电室、井下供电。

4#竖井提升机房配电室，10kV 系统采用单母线接线，二回 10kV 电源进线一工一备、互为备用，从 10kV 配电母线放射式向 4#罐笼提升机、提升机房配电变压器供电。

5#回风井配电室，10kV 系统采用单母线接线，二回 10kV 电源进线一工一备、互为备用，从 10kV 配电母线放射式向通风机、配电变压器供电。

井下中心配电室，10kV 系统采用单母线分段接线。二回 10kV 电源进线均采用 WDZ-YJV42-8.7/15kV-3×240 电缆，链接引自巴力-长坡坑口配电室 10kV 不同母线段，二回电源进线同时工作、互为备用，母联处设备用电源自投装置，保证可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向盲罐笼提升房、各配电变压器供电。

井下-330m 排水泵房配电室，10kV 系统采用单母线分段接线。二回 10kV 电源进线均采用 WDZ-YJV42-8.7/15kV-3×240 电缆，链接引自巴力-长坡坑口配电室 10kV 不同母线段，二回电源进线同时工作、互为备用，母联处设备用电源自投装置，保证一级负荷可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向高压排水泵、各配电变压器供电。

黑水沟-大树脚坑口配电室，二回 10kV 电源进线同时工作、互为备用，10kV 系统采用单母线分段接线，母联处设备用电源自投装置，保证一级负

荷可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向 3#竖井提升机房配电室、空压机、4#回风井配电室、6#副井提升机房配电室、井下等供电。

3#竖井提升机房配电室，10kV 系统采用单母线接线，二回 10kV 电源进线一工一备、互为备用，从 10kV 配电母线放射式向 3#竖井主提升机、3#竖井副提升机、提升机房配电变压器供电。

4#回风井配电室，10kV 系统采用单母线接线，二回 10kV 电源进线一工一备、互为备用，从 10kV 配电母线放射式向通风机、配电变压器供电。

6#副井提升机房配电室，10kV 系统采用单母线接线，二回 10kV 电源进线一工一备、互为备用，从 10kV 配电母线放射式向 6#副井提升机、提升机房配电变压器供电。

井下 30m 排水泵房配电室，10kV 系统采用单母线分段接线。二回 10kV 电源进线均采用 WDZ-YJV42-8.7/15kV-3×240 电缆，链接引自黑水沟-大树脚坑口配电室 10kV 不同母线段，二回电源进线同时工作、互为备用，母联处设备用电源自投装置，保证一级负荷可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向高压排水泵、各配电变压器供电。

井下 30m 排水泵房配电室，10kV 系统采用单母线分段接线。二回 10kV 电源进线均采用 2(WDZ-YJV42-8.7/15kV-3×185) 电缆，引自黑水沟-大树脚坑口配电室 10kV 不同母线段，二回电源进线同时工作、互为备用，母联处设备用电源自投装置，保证一级负荷可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向高压排水泵、各配电变压器、4#盲提升机房供电。

井下-270m 排水泵房配电室，10kV 系统采用单母线分段接线。二回 10kV 电源进线均采用 WDZ-YJV42-8.7/15kV-3×185 电缆，链接引自黑水沟-大树脚坑口配电室 10kV 不同母线段，二回电源进线同时工作、互为备用，母联处设备用电源自投装置，保证一级负荷可靠供电。从配电室 10kV 母线放射式向高压排水泵、各配电变压器供电。

4#盲提升机房配电室，10kV 系统采用单母线接线，二回 10kV 电源进

线一工一备、互为备用，从 10kV 配电母线放射式向 3#盲提升机、4#盲提升机、提升机房配电变压器供电。

2.4.8.3 用电负荷

设计新增用电负荷如下：

设备总装机：41556kW；

设备工作容量：33864kW；

计算有功功率：22718kW；

计算无功功率：7305kvar；

功率因数：0.95；

年耗电量：93443.74k-kWh。

设计将井下排水、副提升、空压机、消防水泵列为一级负荷，一级负荷统计如下：

表 2.4-10 一级负荷统计表

序号	设备名称	装机容量	工作容量	备注
1	4#竖井提升机	800kW	800W	10kV
2	90m 盲罐笼竖井提升机	710kW	710W	10kV
3	-330m 排水泵	3×800kW	2×800kW	10kV，最大 2 台同时工作
4	30m 排水泵	3×2000kW	2×2000kW	10kV，最大 2 台同时工作
5	6#副井提升机	1×1000kW	1×1000kW	10kV
6	空压机	1×250kW	1×250kW	10kV，1 台考虑压风自救
7	空压机	1×550kW	1×550kW	10kV，1 台考虑压风自救
8	3#竖井副提升系统提升机	1×560kW	1×560kW	690V
9	4#盲斜井提升系统提升机	1×215kW	1×215kW	440V
10	-30m 排水泵	3×2500kW	2×2500kW	10kV，最大 2 台同时工作

序号	设备名称	装机容量	工作容量	备注
11	-270m 排水泵	3×900kW	2×900kW	10kV, 最大 2 台同时工作
12	消防水泵	2×30kW 2×90kW	1×30kW 1×90kW	380V
	小计	22925kW	16605kW	

2.4.8.4 保护设置

10kV 电源进线设三段电流保护。

母联设电流速断保护(仅在分段断路器合闸瞬间投入, 合闸后自动解除)。并设备自投。

10/0.4kV 配电变压器: 设电流速断、过电流、单相接地保护, 变压器本体保护。

异步电动机: 设电流速断、过电流、低电压、单相接地保护及电动机本体保护。

10kV 馈线: 设带时限电流速断、过电流、单相接地保护。

电容器: 设短时限电流速断和过电流保护、过电压和低电压保护、单相接地保护。

电压互感器开口三角形设接地保护, 动作于信号。

2.4.8.5 控制方式

10kV 配电室采用计算机监控系统, 无人值守。

配电室内的所有操作、设备运行状态均处于计算机监控系统的监控之中。操作人员可在控制室内通过后台对主要电气设备进行操作、调试、监控、维护和管理。

电气设备的监控有二种方式:

远方监控方式, 正常运行时, 由控制室值班电气人员通过计算机进行远方监控。

现场控制方式, 在配电室开关柜上手动操作, 主要供检修调试用。

事故信号和预告信号由计算机监控的数据系统采集/处理，系统按照事故发生的时间和顺序自动记录，在控制室的终端显示器上显示报警画面并打印故障数据，同时可通过远动系统将故障上传到上级变电站。

2.4.8.6 绝缘配合及过电压保护

设计在各 10kV 母线装设氧化锌避雷器，以防感应雷过电压；由于 10kV 断路器操作比较频繁，在各 10kV 真空断路器开关柜上均装设组合式氧化锌过电压吸收装置，以防真空断路器操作过电压。在 10kV 电压互感器柜装设微机消谐、过电压抑制装置，以消除铁磁谐振过电压和弧光接地过电压。

在地面各配电室均设置可靠的保护接地系统，所有电气设备的保护接地、工作接地均须接至主接地网，接地电阻不大于 4Ω 。

井下主接地极不小于 2 块，设置在水仓内。主接地极采用 $1000\times 1000\times 5$ 的镀锌钢板。在变配电硐室、低压配电点、连接电力电缆的接线盒等处设置局部接地装置，局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其它适当的地方。当任一主接地极断开时，接地网上任一点测得的总接地电阻值不大于 2Ω 。

2.4.8.7 坑内低压配电系统

(1) 黑水沟一大树脚锌矿

一期坑内在 30m 中段及 60m 分段设置采区变配电硐室，用于生产设施供电，对于天井钻机等大功率设备，采用低压柜直接配电方式；对于其它设备采用低压柜—采场（硐室）动力箱—用电设备的供电方式。

一期在 30m、-30m 排水泵房与高压配电硐室合建设一低压配电硐室用于排水泵辅助设施用电，采用 2 台变压器供电方式，由低压柜—用电设备的作放射式配电。

坑内-60m 破碎水平设置一变配电硐室，用于井下破碎机箕斗提升装矿站设施供电，采用 2 台变压器供电方式。

二期生产时在上采区 305m 中段、上采区 200m 中段、下采区-30m 中段设置采区变配电硐室，在-270m 泵房设置低压配电硐室，配电系统型式与一期相同。

(2) 巴力一长坡锌矿

坑内上采区在 455m 中段、下采区在 305m 及 355m 中段设置采区变配电硐室，用于生产设施供电，对于天井钻机等大功率设备，采用低压柜直接配电方式；对于其它设备采用低压柜—采场（硐室）动力箱—用电设备的供电方式。

128 号矿体开采时在-330m 泵房与高压配电硐室合建设一低压配电硐室用于排水泵辅助设施用电，采用 2 台变压器供电方式，由低压柜—用电设备的作放射式配电。

2.4.8.8 地面低压配电系统

(1) 黑水沟—大树脚锌矿

在 3#竖井井塔内设置一低压配电室，用于提升机辅助设施用电。低压系统由两台变压器供电，采用单母线分段型式，以满足罐笼提升供电可靠性要求。地面在充填站设一变配电室，单台变压器供电方式。

(2) 巴力一长坡锌矿

在空压机站设一配电室，电压等级 660V，两台变压器供电方式。一般采用由低压柜至用电设备作一级配电方式。

2.4.8.9 低压配电线路

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。

地面配电线路一般采用铜芯电缆，电缆主要采用电缆桥架敷设方式，配合局部电缆沟、直埋或穿管敷设。

2.4.8.10 电气照明

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 $\sim 220V$ ，工作面照明电压等级 $36V$ 。照明系统采用专用变压器供电，三相三线制。

2.4.8.11 电气设备选型

坑内采用矿用型固定开关柜，设置低压配电监控系统。现场配电采用具有较高防护等级的组合式动力配电箱及照明箱。

2.4.8.12 接地

地面低压配电系统采用 TN-C-S 接地型式或 TN-S 系统，变压器中性点接地与雷电保护接地共用接地装置，接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。一般电气设备通过专用 PE 线保护接地，对插座、手持设备等的配电线路采用带剩余电流保护动作的开关电器。计算机系统接地根据产品技术要求设置接地装置。

坑内采用中性点不接地的 IT 系统，IT 系统装设绝缘监测装置，由地面配电室下井馈电线路需经变压器隔离。坑内主接地极不少于 2 处，电气硐室及动力箱等处设局部接地极，坑内接地电阻值不大于 2Ω ，移动式和手持式电力设备同接地网之间接地电阻值不大于 1Ω 。

2.4.8.13 防雷

本工程中需要防雷的建构筑物一般属于第三类防雷建筑物，防雷措施利用井塔钢结构或在屋面敷设避雷带作为接闪器，利用钢立柱或建筑物柱内钢筋作为自然引下线，利用建筑物基础内钢筋网作为自然接地装置。接闪器、人工引下线、人工接地装置须做防腐蚀处理。所有进出车间的工艺、通风、水道等相关专业的金属管道以及电气专业的管桥、建筑物的金属结构均需与接地装置可靠连接。

2.4.9 防排水与防灭火系统

2.4.9.1 防排水系统

(1) 92 号矿体

92 号矿体已有较为完备的排水系统，井下水仓主要设在 505m 和 305m 中段，采用分级接力式排水。其中 505m 主水泵站设在 2#竖井 505m 中段车场附近，水仓容积为 2032.5m^3 ，排水高度 290.8m，站内安装 6 台 DF280-65 $\times$ 6P 耐腐多级离心泵， $Q=280\text{m}^3/\text{时}/\text{台}$ ， $H=390\text{m}$ ，功率 450kW/台，排水管径 350mm，配备两条。将水集中排出 2#竖井地面入 2#坝，2#坝中分沉淀坝和清水坝，以作为生产循环用水。305m 水平水泵房水仓容积为 2032.5m^3 ，站内装有 6 台 DF280-43 $\times$ 7P 耐腐多级离心泵， $Q=280\text{m}^3/\text{时}/\text{台}$ ， $H=301\text{m}$ ，功率 355kW/台，排水管二条，管径 350mm，将水排到 505m 主泵站。设计沿用该排水系统。

根据可研，铜坑矿区 305m 中段正常涌水量为 $4958\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $13133\text{m}^3/\text{d}$ 。矿山生产废水量为 $600\text{m}^3/\text{d}$ 。

该矿段 305m 以下矿体开采期间，在 155m 中段通过排水联巷将井下涌水引至黑水沟一大树脚锌矿，利用黑水沟一大树脚锌矿排水系统排出地表。

（2）黑水沟一大树脚锌矿

一期开采期间在-30m 中段设置水泵房，将黑水沟一大树脚锌矿和 92 号矿体 305m~150m 中段涌水经 3#竖井一段抽出至地表。根据可研，-30m 中段及其以上区域正常涌水量为 $7827\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $16002\text{m}^3/\text{d}$ ；井下生产废水 $678.6\text{m}^3/\text{d}$ （包含充填废水及洗管水 $250.6\text{m}^3/\text{d}$ ）。

-30m 中段水泵房安装型号为 MDS600-118 $\times$ 8(P) 的多级离心水泵，水泵流量 $Q=600\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=944\text{m}$ ，配套电动机功率 $N=2500\text{kW}$ ，电压 $U=10\text{kV}$ ，转速 1480rpm。水泵房内共布置 3 台水泵，正常排水时，1 台水泵工作，1 台备用，1 台检修。排水管路的规格为 $\Phi 356\times 18\text{mm}$ ，共设 2 条，正常涌水时 1 条排水管路工作，最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。

-30m 中段以下开采期间在-270m 中段设置水泵房，将黑水沟一大树脚锌矿井下涌水经斜坡道、-90m 中段、6#副井、-30m 中段巷道排入-30m 中

段水泵房，最终由-30m 水泵房水泵经 3#竖井排出地表，根据可研，-270m 中段及其以上区域正常涌水量为 $9490\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $17665\text{m}^3/\text{d}$ ，井下生产废水 $1070.1\text{m}^3/\text{d}$ （包含充填废水及洗管水 $370.1\text{m}^3/\text{d}$ ）。

-270m 中段水泵房安装型号为 MDS600-100 $\times$ 3 (P) 的多级离心水泵，水泵流量 $Q=600\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=300\text{m}$ ，配套电动机功率 $N=900\text{kW}$ ，电压 $U=10\text{kV}$ ，转速 1480rpm。水泵房内共布置 3 台水泵，正常排水时，1 台水泵工作，1 台备用，1 台检修。排水管路的规格为 $\Phi 356\times 10\text{mm}$ ，共设 2 条排水管路，正常涌水时 1 条排水管路工作，最大涌水时 2 条排水管路投入使用。

（3）巴力一长坡锌矿

该矿段开采期间在 30m 中段黑水沟一大树脚锌矿 3#竖井侧设置水泵房，将巴力一长坡锌矿采区涌水下放至 30m 中段，涌水将沿 30m 集中运输中段水沟进入 30m 中段水泵房，从 30m 水泵房沿 3#竖井排出至地表，经沉淀后，作为矿山生产用水。根据可研，30m 中段及其以上区域正常涌水量为 $4048\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $12222\text{m}^3/\text{d}$ ；井下生产废水 $458.1\text{m}^3/\text{d}$ （包含充填废水及洗管水 $166.1\text{m}^3/\text{d}$ ）。

30m 中段水泵房安装型号为 MD420-96 $\times$ 10 (P) 的多级离心水泵，水泵流量 $Q=420\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=960\text{m}$ ，配套电动机功率 $N=2000\text{kW}$ ，电压 $U=10\text{kV}$ ，转速 1480rpm。水泵房内共布置 3 台水泵，正常排水时，1 台水泵工作，1 台备用，1 台检修；最大涌水时，2 台水泵工作，1 台备用检修。水泵房排水管路由 30m 水泵房经 3#竖井管子间敷设至地表。排水管路的规格为 $\Phi 299\times 15\text{mm}$ 。共设 2 条排水管路，正常涌水时 1 条排水管路工作，最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。

该矿段开采后期于深部-330m 中段设置水泵房，将巴力一长坡锌矿井下涌水经 5#盲罐笼井、30m 集中运输中段、排入 30m 中段水泵房，最终经 30m 水泵房、3#竖井排出地表。-330m 中段及其以上区域正常涌水量为 $5026\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $13200\text{m}^3/\text{d}$ ；井下生产废水 $458.1\text{m}^3/\text{d}$ （包含充填

废水及洗管水 $166.1\text{m}^3/\text{d}$)。

-330m 中段水泵房安装型号为 MD420-90 $\times$ 5 (P) 的多级离心水泵, 水泵流量 $Q=420\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=450\text{m}$, 配套电动机功率 $N=800\text{kW}$, 电压 $U=10\text{kV}$, 转速 1480rpm 。水泵房内共布置 3 台水泵, 正常排水时, 1 台水泵工作, 1 台备用, 1 台检修; 最大涌水时, 2 台水泵工作, 1 台备用检修。-330m 水泵房排水管路由-330m 水泵房经 128 号矿体新掘罐笼井管子间敷设至 30m 中段。排水管路的规格为 $\Phi 299\times 10\text{mm}$ 。共设 2 条排水管路, 正常涌水时 1 条排水管路工作, 最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。

2.4.9.2 防灭火系统

设计在主要斜坡道、中段车场和无轨设备维修硐室应设置消火栓。斜坡道或巷道中的消火栓的间距不大于 100m ; 每个消火栓应配有水枪和水带。

坑内各变配电硐室、坑内爆破器材库、紧急避险硐室等硐室均采用阻燃材料支护, 加装铁制栏栅门, 并配以足够的泡沫或干粉灭火设施, 炸药库需专门设置消防器材硐室和专用消防水管。

2.4.10 安全避险“六大系统”

2.4.10.1 调度中心及综合监测平台

(1) 92 号矿体

铜坑矿区 92 号矿体系统目前运行良好, 本次设计全部利用。在生产运营中心设置有监控中心及机房, 机房内设双电源进线柜、UPS 不间断电源、冗余数据服务器、拼接屏显示系统、核心交换机等设备; 在斜坡道、2#竖井及东副井等主要坑口设置值班室, 内设 UPS 不间断电源、操作员站、大屏显示系统、网络交换机等设备。从东副井、斜坡道各下一条多芯单模光纤, 在地面、505m、455m、405m、355m、305m 中段各布置 1 台矿用环网交换机, 井上通风机房、提升机房及井口信号房、监控中心及机房之间布

设交换机和网线，组成井上、下完整的高速企业光纤网络，形成全矿井统一的工业以太网网络环境和综合管理平台。

（2）黑水沟-大树脚

利旧原生锡矿 92 号矿体监控中心及显示设施，新增人员定位、监测监控系统核心设备及服务器。从东副井、3#竖井各下一条多芯单模光纤。在地面、255m、90m、60m、30m、-30mm 中段各布置 1 台矿用环网交换机，4#回风井通风机房、3#竖井楼、综合材料库、坑口综合楼、监控中心及机房之间铺设交换机和网线。

（3）巴力-长坡

设计在 4#竖井口新设监控中心及机房，机房内设双电源进线柜、UPS 不间断电源、冗余数据服务器、拼接屏显示系统、核心交换机等设备。自 4#竖井和 5#风井各印下一条多芯单模光纤。在地面、505m、455m、405m、355m、305m、30mm 中段各布置 1 台矿用环网交换机。4#竖井提升机房、4#竖井井口房、5#回风井通风机房、空压机站、井口材料库、坑口综合楼、新建监控中心及机房之间铺设交换机和网线。

综合平台可以接入人员定位、通信联络、监测监控、安全避险其他子系统以及将来要扩展或要建的子系统，并提供接口与矿山办公自动化和人事管理系统联机运行。

2.4.10.2 人员定位系统

（1）人员定位系统的组成

人员定位采用与通信联络系统、监测监控系统统一设计、建设的方式。系统主要由多合一无线基站、定位卡、服务器、网络传输设备、定位管理软件等组成。

（2）基站的布置

井下人员定位单个基站覆盖范围 500m，多个基站联网可以达到信号全井覆盖的要求。一般每隔 200m~300m 左右安装一台、巷道分叉处及巷道

拐弯处安装一台、每个中段平巷入口及人员下井口处安装一个，满足全井覆盖的要求。

(3) 人员定位系统主要设备

1) 92 号矿体

——环网交换机：负责数据传输，与综合平台共用；

——多合一基站：128 台，负责网络接入、数据传输与人员定位读卡，与无线通信、监测监控系统合用；

——基站电源：不间断电源供电；

——定位卡：2500 张；

——人员定位服务器及管理软件。

2) 黑水沟-大树脚、巴力-长坡新增设备

——环网交换机：负责数据传输，与综合平台共用；

——多合一基站：120 台，负责网络接入、数据传输与人员定位读卡，与无线通信、监测监控系统合用；

——基站电源：不间断电源供电；

——定位卡：250 张；

——人员定位服务器及管理软件。

2.4.10.3 通信联络系统

(1) 通信联络系统的组成

通信联络系统主要包括有线通信及无线通信联络系统，主要组成设备有：地面调度电话总机、有线电话分机、语音网关、环网交换机、多合一基站、无线手机、服务器、网络传输设备、通信管理软件等。

(2) 有线通信联络系统

原生锡矿 92 号矿体利用原有调度电话系统。控制中心设置调度电话总机，通过电话中继线与市话联网，并可实现互相通话。黑水沟-大树脚锌矿、巴力-长坡锌矿分别新增一套调度电话系统，核心设备设置在原调

度中心控制室和 4#竖井新建监控中心。

有线通信系统采用专用通信电缆，黑水沟-大树脚锌矿调度电话系统自东副井和 3#竖井分两路进入井下配线设备；巴力-长坡锌矿调度电话系统自 4#竖井和 5#风井进入井下配线设备。

地面在矿山办公地点、调度室、值班室、控制室、空压机房、变配电所等处设电话分机；坑内在竖井各车场马头门、主要机电硐室、采场等处安装固定电话，井下变电所、主要泵房和主风机房设直通调度室的电话；提升竖井中各操作点与控制室之间设直通电话。

（3）无线通信联络系统

作为有线通信的补充，在一些固定电话没有覆盖的区域，应急通讯显得至关重要，而有线系统在扩容及布线安装上要比无线通讯系统复杂。

利用人员定位系统中的多合一基站支持手机的无线通讯功能，增加手机终端、语音网关及通讯软件实现无线通信功能、无线与有线通信互联功能。无线通信采用矿用无线手机，实现井下人员通信及井下人员与井上人员的内部通信。手机之间可互相通话、收发短信，也可井上、井下的固定电话通话。调度中心可与多部手机同时进行通话，可向手机发送短信。系统还支持手机与外线电话的通话。

（4）通信系统主要设备

1) 92 号矿体

- 调度电话总机：1 套；
- 触摸式调度台：1 套；
- 录音后台系统：1 套；
- 环网交换机：负责数据传输，与人员定位系统合用；
- 多合一基站：无线手机接入点，与人员定位系统共用；
- 语音网关：1 台，无线与有线互通；
- 矿用电话机：50 门；

——矿用本安型手机：30 台；

——配线箱；

2) 黑水沟-大树脚、巴力-长坡新增设备

——调度电话总机：2 套；

——触摸式调度台：2 套；

——录音后台系统：2 套；

——环网交换机：负责数据传输，与人员定位系统合用；

——多合一基站：无线手机接入点，与人员定位系统共用；

——语音网关：2 台，无线与有线互通；

——矿用电话机：60 门；

——矿用本安型手机：60 台；

——配线箱。

2.4.10.4 监测监控系统

监测监控系统包括环境参数监测系统和视频监控系统。原生锡矿 92 号矿体利用旧原有监测监控系统，黑水沟-大树脚锌矿、巴力-长坡锌矿分别新增一套监测监控系统，核心设备设置在原调度中心控制室和 4#竖井新建监控中心。

(1) 环境监测监控系统

环境监测监控系统使用一氧化碳、SO₂、风速、温度等环境监测传感器，实时采集环境数据，同时为下井人员配置具备浓度显示和超限报警的便携式多参数气体监测仪，一旦环境量超标，监测现场与调度中心将同时发出警报。

1) 环境监测监控系统组成

环境参数监测系统组成设备主要包括：环网交换机、多合一基站、传感器、环境参数监测控制软件等。井下环境监控监测数据采集、传送采用与人员定位系统共享线路资源及传输分站。

2) 环境参数传感器的布置

根据实际情况,对井下环境进行监测的内容为CO、温度、风速、设备开停。布置位置主要分布在巷道回风口、工作面或一些需要联动的设备上,传感器基站对基站容量进行一定的预留,便于扩展安装。

3) 环境参数监测系统主要设备

① 92号矿体

- 环网交换机:负责数据传输,与人员定位系统合用;
- 多合一基站:负责数据传输,与人员定位系统合用;
- 传感器监控基站:32台,负责传感器接入、数据传输,监控基站可及时显示系统各部分状态及有关报警点的信息,并采集传感器的数据,通过网络上传到地面主机;

- CO传感器:4台,安装在采场回风处;
- SO₂传感器:2台,安装在采场回风处;
- NO₂传感器:5台,安装在采场回风处;
- 风速传感器:18台,主要安装在采场回风处及主要进风口;
- CO₂传感器:3台,安装在避难硐室内;
- 氧气传感器:3台,安装在避难硐室内;
- 负压传感器:4台,安装在主通风机处;
- 便携式多参数检测仪:110台,下井班组人员携带;
- 环境监测服务器及管理软件。

② 黑水沟-大树脚及巴力-长坡新增设备

- 环网交换机:负责数据传输,与人员定位系统合用;
- 多合一基站:负责数据传输,与人员定位系统合用;
- 传感器监控基站:40台,负责传感器接入、数据传输,监控基站可及时显示系统各部分状态及有关报警点的信息,并采集传感器的数据,通过网络上传到地面主机;

- CO 传感器：35 台，安装在采场回风处；
- SO₂ 传感器：10 台，安装在采场回风处；
- NO₂ 传感器：35 台，安装在采场回风处；
- 风速传感器：45 台，主要安装在采场回风处及主要进风口；
- CO₂ 传感器：2 台，安装在避难硐室内；
- 氧气传感器：20 台，安装在避难硐室内及主要进风口；
- 便携式多参数检测仪：60 台，下井班组人员携带；
- 环境监测服务器及管理软件。

（2）视频监控系统

视频监控系统使用网络摄像机录像，以图像方式直观实时监控坑内主要硐室、人员进出口等关键生产环节工况。

1) 视频监控系统的组成

视频监控系统主要由环网交换机、多合一基站、网络摄像机、服务器、视频监控分站及视频管理软件等组成。

设计利用综合网络千兆光纤环形网络，井下安装网络摄像机，图像信号通过编码依靠井下局域网络传输至井上监控中心，便于监控摄像机的安装及维护。

2) 视频摄像头布置

① 92 号矿体

在井下各码头门、水泵房、地磅、硐室、炸药库、重要十字路口等重要人员进出地共安装有 52 个监控点。

井下远程放矿系统：为了保障放矿人员的安全，给放矿人员提供一个良好的作业环境，在 430m、392m、355m、280m 水平建设有 4 套远程放矿系统，共计安装 15 个监控点。

东副井提升系统：在东副井各码头门安装视频监控用于监控井口提升，共计安装 24 个监控点。

1#盲、2#盲机房远程提升系统共计 7 个视频监控点。

井下地磅远程监控系统在 455 2 号主溜地磅、405 地磅、383 地磅、381 地磅、355 地磅等 5 处进行远程监控，共计安装 5 个监控点。

② 黑水沟-大树脚锌矿及巴力-长坡锌矿

在井下各马头门、水泵房、硐室、重要十字路口等重要人员进出地共安装有 104 个监控点。

3) 视频监测设备

① 92 号矿体

- 环网交换机：负责数据传输，与人员定位系统合用；
- 拼接屏显示系统：与人员定位、通信联络系统合用；
- 区域显示系统：设置在提升系统司机操作台、信号房等处；
- 视频服务器及软件：2 套；
- 硬盘录像机：64 路，2 台；
- 网络视频摄像机：100 台；

② 黑水沟-大树脚及巴力-长坡新增设备

- 环网交换机：负责数据传输，与人员定位系统合用；
- 拼接屏显示系统：与人员定位、通信联络系统合用；
- 区域显示系统：设置在提升系统司机操作台、信号房等处；
- 视频服务器及软件：2 套；
- 存储服务器：2 套；
- 网络视频摄像机：140 台。

2.4.10.5 紧急避险系统

设计紧急避险系统建设的内容包括为入井人员提供自救器、建设井下紧急避险设施、合理设置避灾路线、科学制定应急预案等。

企业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。

设计在黑水沟一大树脚 30m 中段和巴力一长坡 305m 中段各新增一个紧急避险硐室。

紧急避险硐室为永久硐室，黑水沟一大树脚 30m 中段紧急避险硐室容纳人员为 97 人，巴力一长坡 305m 中段紧急避险硐室容纳人员为 79 人。设计硐室布置在稳定的岩层中，避开地质构造带、高温带、应力异常区以及透水威胁区，确保在服务期间不受采动影响。

永久避难硐室由过渡室和生存室等构成，采用向外开启的两道隔离门结构。两道隔离门之间为过渡室，第二道隔离门以内为生存室。过渡室净面积应不小于 8.0m^2 ，内设压缩空气幕和压气喷淋装置。

根据矿山实际情况，绘制井下避灾线路图，编制事故应急预案，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，并定期检查维护避灾路线，保持其通畅。

紧急避险设施应有清晰、醒目、牢靠的标识。矿井避灾路线图中明确标注紧急避险设施的位置、规格和种类，井巷中应有紧急避险设施方位的明显标识，以方便灾变时遇险人员迅速到达紧急避险设施。

2.4.10.6 压风自救系统

压风自救系统主要包括：空压机、压风管路和压风自救器。

巴力-长坡空压机房共 4 台容量 $45.5\text{m}^3/\text{min}$ 空压机，黑水沟-大树脚井下压缩空气利用 92 号矿体 5 台容量 $100\text{m}^3/\text{min}$ 空压机。

巴力-长坡主压缩空气通过一根 $\Phi 267 \times 8.5\text{mm}$ 的无缝钢管沿 4#竖井送到井下各生产中段，各生产中段管路直径 $\Phi 168 \times 8\text{mm}$ ，采场压风支管 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 。黑水沟-大树脚压气管路从 92 号矿体东副井 405m 马头门接出来，经 405m 中段，斜坡道、4#盲斜井接入井下用气点，供气主管采用 $\Phi 273 \times 7\text{mm}$ 无缝钢管，各中段选用 $\Phi 168 \times 8\text{mm}$ 的无缝钢管，采场压风支管 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 。

而后分支管敷设至避难硐室、穿脉及各采掘工作面，井下风管均加保

护套管。

压风自救装置与井下压气管路系统连接，通过可调式气流阀调节节流面积，以适应不同供风压力下的流量要求，设计确定每台压风自救装置的排气量为 100~150L/min。

2.4.10.7 供水施救系统

巴力一长坡井下供水施救系统与生产供水系统共用一套管网，管网从 92 号矿体 505m 中段接至巴力一长坡，供水主管规格为 $\Phi 159 \times 5\text{mm}$ 无缝钢管，中段供水管规格为 $\Phi 108 \times 5\text{mm}$ 无缝钢管，再用 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 无缝钢管将水送至采场、掘进工作面、炸药库等地点。各中段马头门处设减压阀进行减压。

黑水沟-大树脚生活用水和生产用水共用一套管网，管网从 92 号矿体 405m 中段接至黑水沟-大树脚，供水主管规格为 $\Phi 159 \times 5\text{mm}$ 无缝钢管，中段供水管规格为 $\Phi 108 \times 4\text{mm}$ 无缝钢管，再用 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 无缝钢管将水送至采场、掘进工作面、炸药库等地点。各中段马头门处设减压阀进行减压。

92 号矿体生活用水利用现有生产用水管道，经主斜坡道至井下各中段，在主斜坡道口接生活用水，生活水管道上安装闸阀，并在闸阀后安装 Y 型管道过滤器，防止造成管路堵塞。井下发生灾变需要使用供水施救系统时，关闭主斜坡道口生产用水闸阀，打开生活用水闸阀，往井下供应生活水。

2.4.11 压风及供水系统

2.4.11.1 压风系统

(1) 92 号矿体

该矿段在 2#竖井附近有一座空压机房，装备了 5 台 D-100/8-e2 型空压机。每台空压机 $Q=100\text{m}^3/\text{min}$ ， $P=0.8\text{MPa}$ 。该矿段开采井下压气消耗量为 $300\text{m}^3/\text{min}$ ，最大耗风量为 $345.12\text{m}^3/\text{min}$ 。根据生产用气情况，空压机

房用气能够满足生产要求，生产时 4 用 1 备。主压缩空气通过一根 $\Phi 426 \times 7$ 的无缝钢管沿东副井送到井下 505m 中段、455m 中段、430m 中段、392m 和 355m 中段马头门，再分接分管到各作业点。305m 中段供风，地表空压站通过东副井，以管径为 159mm 的压风管道向井下输送。

(2) 黑水沟—大树脚锌矿

黑水沟-大树脚井下采矿最大班用风量： $107.9\text{m}^3/\text{min}$ 。设计利用 92 号矿体开采 2#竖井空压机站提供井下所需压风量。正常情况下，能给井下提供 $400\text{m}^3/\text{min}$ 的压气量，能够满足 92 号矿体和黑水沟-大树脚用气量需求。

黑水沟-大树脚压气管路从 92 号矿体东副井 405m 马头门接出来，经 405m 中段，斜坡道、4#盲斜井接入井下用气点，供气主管采用 $\Phi 273 \times 7\text{mm}$ 无缝钢管，各中段选用 $\Phi 168 \times 8\text{mm}$ 的无缝钢管，采场压风支管 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 。

(3) 巴力—长坡锌矿

设计在巴力-长坡 4#竖井边新建一空压机房，安装 4 台 SA250W 型水冷螺杆式空压机，压风自救时开启一台空压机。

SA250W 水冷螺杆式空压机， $Q=45.5\text{m}^3/\text{min}$ ， $P=0.85\text{MPa}$ ， $N=280\text{kW}$ ， $U=660\text{V}$ 。空压机房尺寸：24m(长) $\times$ 12m(宽) $\times$ 6.5m(高：轨面标高)，机房内设检修用电动单梁桥式起重机 1 台，起重量 10t，跨度 10.5m，起吊高度 9m，地面操纵，电机功率总计 14.6kW，380V。

主压缩空气通过一根 $\Phi 267 \times 8.5$ 的无缝钢管经空压机房及地表敷设至 4#竖井口，并沿 4#竖井井送到井下各中段，各中段选用 $\Phi 168 \times 8$ 的无缝钢管将压缩空气送到中段用气点，采场压风支管 $\Phi 89 \times 4.5$ 。

2.4.11.2 供水系统

(1) 92 号矿体

现有供水系统主管选用 DN150mm 无缝钢管，生产用水由地表高位水池

接至供水主管，经主斜坡道至井下各中段；各中段支管选用 DN100mm 无缝钢管，再用 DN65mm 无缝钢管将水送至采场、掘进工作面、爆破器材临时存储库等地点。各中段马头门处设减压阀进行减压，满足生产要求。在主斜坡道、主要平硐无轨设备维修硐室等设置消火栓。斜坡道和巷道中的消火栓的间距不大于 100m；每个消火栓配有水枪和水带。

（2）黑水沟—大树脚锌矿

黑水沟—大树脚生产用水和生活用水共用一套管网，管网从 92 号矿体 405m 中段接至黑水沟—大树脚，供水主管规格为 $\Phi 159 \times 5\text{mm}$ 无缝钢管，中段供水管规格为 $\Phi 108 \times 4\text{mm}$ 无缝钢管，再用 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 无缝钢管将水送至采场、掘进工作面、炸药库等地点。各中段马头门处设减压阀进行减压。

井下消防与生产用水系统共用一套管路，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。

（3）巴力—长坡锌矿

巴力—长坡锌矿生产用水利用 92 号矿体生产用水系统，从 92 号矿体 505m 中段供水管引入，经 505m 巷道敷设至巴力—长坡锌矿，经斜坡道送到井下各生产中段。选用的供水主管规格为 $\Phi 159 \times 5\text{mm}$ 无缝钢管，中段供水管规格为 $\Phi 108 \times 5\text{mm}$ 无缝钢管，再用 $\Phi 89 \times 4.5\text{mm}$ 无缝钢管将水送至采场、掘进工作面、炸药库等地点。各中段马头门处设减压阀进行减压。

井下消防与生产用水系统共用一套管路，在主斜坡道、各中段、主要平硐、紧急避险硐室、变配电硐室等设置消火栓。斜坡道和巷道中的消火栓的间距不大于 100m；每个消火栓配有水枪和水带。

2.4.12 安全管理

2.4.12.1 安全管理机构

铜坑矿业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。

广西华锡矿业有限公司在 2023 年 6 月 20 日下文任命梁耀东为铜坑分公司矿长、矿山主要负责人；2023 年 2 月 24 日下文任命王雷为铜坑分公司副总经理、总工程师、技术副矿长；2023 年 3 月 14 日下文任命吴强为铜坑分公司生产副矿长；2022 年 9 月 14 日下文任命黄道钦为安全总监、安全副矿长；2022 年 2 月 27 日下文任命覃金泽为铜坑分公司机电副矿长；铜坑分公司有 10 位注册安全工程师参与矿山安全生管理工作，分别为梁耀东、黄道钦、张绍国、张方泽、林官德、李柏平、吕川建、兰湘、韦庆宏、郑敬方；公司还任命有林官德、覃宏焱、何茂清、吕茜、田仁义、马武涛等人为矿山专职安全管理人员。

表 2.4-11 矿山五职矿长、专业技术人员专业及职称汇总表

序号	姓名	职务	专业	职称
五职矿长资格证				
1	梁耀东	总经理/矿长	采矿工程	高级工程师
2	吴强	副总经理/生产副矿长	采矿工程	工程师
3	王雷	总工程师/技术副矿长	采矿工程	高级工程师
4	黄道钦	安全总监/安全副矿长	建筑施工与管理	测量工程师
5	覃金泽	机电副矿长	机电	机械工程师
专业技术人员资格证				
1	韦俊吕	井下采矿技术员	采矿工程	采矿工程师
2	马武涛	井下机电技术员	电气自动化	电气工程师
3	黄志龙	井下地质技术员	资源勘查工程	地质矿产工程师
4	刘雨涛	井下采矿技术员	采矿工程	采矿助理工程师
5	李林龙	井下机械技术员	机械设计制造及其自动化	机械助理工程师
6	罗京	井下采矿技术员	采矿工程	采矿工程师
7	兰宇	井下测量技术员	测绘工程	测量与测绘工程师
8	李毅	井下安全工程技术员	安全技术管理	安全工程助理工程师
9	谢庆龙	井下采矿技术员	采矿工程	采矿工程师

序号	姓名	职务	专业	职称
10	李进霖	井下采矿技术员	采矿工程	采矿工程师

表 2.4-12 矿山注册安全工程师汇总表

序号	姓名	职业资格证书 证书编号	聘用单位	注册类别
1	梁耀东	0048589	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
2	黄道钦	0119044	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
3	张绍国	0042114	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
4	张方泽	0119247	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
5	林官德	AG00241502	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
6	李柏平	45200248934	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
7	吕川建	4522298647	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
8	兰湘	0132185	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
9	韦庆宏	0083834	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全
10	郑敬方	0132188	广西华锡矿业有限公司	金属非金属矿山安全

表 2.4-13 矿山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	发证机关	有效期限
1	梁耀东	主要负责人	452730197712155937	河池市应急管理局	2023.06.19- 2026.06.18
2	吴强	安全生产 管理人员	362527198401100510	河池市应急管理局	2023.01.08- 2026.01.07
3	王雷	安全生产 管理人员	420582198710140670	河池市应急管理局	2022.05.13- 2025.05.12
4	覃金泽	安全生产 管理人员	452728197608012715	河池市应急管理局	2022.05.13- 2025.05.12
5	黄道钦	安全生产 管理人员	452725197303140151	河池市应急管理局	2023.01.08- 2026.01.07
6	林官德	安全生产 管理人员	450922198508030153	河池市应急管理局	2023.01.08- 2026.01.07
7	覃宏焱	安全生产 管理人员	452725198308230118	河池市应急管理局	2023.01.08- 2026.01.07
8	何茂清	安全生产	450104197810080572	河池市应急管理局	2022.05.13-

序号	姓名	证件类别	证书编号	发证机关	有效期限
		管理人员			2025. 05. 12
9	吕茜	安全生产 管理人员	452725198606080111	河池市应急管理局	2022. 01. 16- 2025. 1. 15
10	田仁义	安全生产 管理人员	452725198810100116	河池市应急管理局	2022. 01. 16- 2025. 1. 15
11	马武涛	安全生产 管理人员	452725198601200137	河池市应急管理局	2022. 01. 29- 2025. 01. 28
12	韦俊吕	安全生产 管理人员	450104198007040517	河池市应急管理局	2022. 01. 29- 2025. 01. 28
13	韦林	安全生产 管理人员	452731198808104537	河池市应急管理局	2023. 01. 08- 2026. 01. 07
14	田野	安全生产 管理人员	452725198706150113	河池市应急管理局	2022. 01. 16- 2025. 1. 15

2.4.12.2 安全生产管理规章制度

铜坑矿业分公司制定了《探放水管理制度》、《安全生产管理考核制度》、《安全生产及环境保护责任制绩效考核制度》、《安全生产教育培训制度》、《施工临时用电安全管理制度》、《安全生产费用管理规定》、《安全生产会议制度》、《安全生产检查制度》、《安全生产确认制度》、《吊装作业管理制度》、《高风险作业安全管理制度》、《建设项目安全设施“三同时”管理制度》、《领导带班下井管理规定》、《生产安全事故管理制度》、《事故应急救援管理制度》、《相关方安全管理制度》、《生产安全隐患排查治理工作制度》、《重大危险源安全管理制度》、《劳动防护用品管理规定》、《井下顶板分级与管理制制度》等 102 项安全生产规章制度。

2.4.12.3 安全生产责任制

铜坑矿业制定了《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》、《机电副矿长安全生产责任制》、《副总工程师安全生产责任制》等涵盖

35 个机构（部门）责任制和 398 个岗位的全员责任制。

2.4.12.4 安全操作规程

公司制定了《通用安全规程》、《维修电工安全操作规程》、《维修钳工安全操作规程》、《金属焊接（气割）工安全操作规程》、《桥式、葫芦式起重司机安全操作规程》、《（一）桥式起重司机操作工（行车工）安全操作规程》、《（二）葫芦式起重机司机安全操作规程》、《井筒维修工安全操作规程》、《管道工安全操作规程》、《支护工安全操作规程》等 120 个操作岗位的安全操作规程。

2.4.12.5 工伤保险和安全生产责任险

铜坑矿业分公司为员工足额交纳工伤保险费，并投保安全生产责任险。

2.4.12.6 人员教育培训及取证情况

铜坑矿业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%。

2.4.12.7 双重预防机制建设情况

（1）风险分级管控体系

铜坑矿业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

铜坑矿业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。

2.4.12.8 矿山应急救援预案及应急救援设备及器材

铜坑矿业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2023年7月5日在南丹县应急管理局进行备案，备案号451221-2023-0022。

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，与广西矿山抢险排水救灾中心有限公司国家矿山应急救援华锡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。

2.4.12.9 劳动定员

（1）92号矿体

现有劳动定员为 858 人，其中工人 807 人，技术及管理人员 51 人，井下最大班人员数量为 392 人。

(2) 黑水沟一大树脚锌矿

一期该矿段需劳动定员 540 人，其中工人 482 人，技术及管理人员 58 人，井下最大班人员数量为 139 人。二期需新增劳动定员 101 人，井下最大班人员数量为 180 人。

(3) 巴力一长坡锌矿

该矿段需劳动定员 380 人，其中工人 372 人，技术及管理人员新增 8 人，井下最大班人员数量为 89 人。

2.4.12.10 投资估算

根据《可研报告》，设计全部利用铜坑矿 92 号矿体现有的工程、设备和设施，无新增投资。项目一期工程建设投资为黑水沟一大树脚锌矿（3000t/d）及巴力一长坡锌矿（2000t/d）建设费用，二期建设投资为黑水沟一大树脚锌矿二期（5000t/d）扩建费用。

(1) 一期

建设投资 123327.20 万元。其中：工程费用 102815.30 万元（占比 83.37%）；工程建设其它费用 12443.87 万元（占比 10.09%）；预备费 8068.13 万元（占比 6.54%）。

(2) 二期

建设投资 38420.27 万元，其中工程费用为 34146.42 万元；工程建设其他费用 2197.61 万元，工程预备费 2076.24 万元。

3 定性定量评价

本章根据有关国家标准规范，利用预先危险性分析法（PHA）、安全检查表法（SCL）、数值计算法等评价方法，按划分的评价单元辨识项目建设中的危险、有害因素，分析可能发生的事故类型，预测事故后果严重程度；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。

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、雷击、高温等。

（1）地震

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

（2）雷击

矿区夏季多雨季节雷电较多，有引发雷击的可能。

（3）高温

井下高温：根据《可研报告》，该项目属深井开拓，未来拟开采矿体埋深约 400~1100m。矿区地温梯度 2.27~4.29℃/100m，平均 3.28℃/100m。中国有色桂林矿产地质研究院有限公司在 30m 水平施工的抽水试验钻孔，水温为 43℃；在 30m 中段掘进中，在 2201 线坑道及 2401 线坑道发现有地下热水，水温 40℃；受涌热水影响，坑道温度约为 38~39℃。推测-300m 标高（最低开采水平）地温为 49.6℃。据相关规范，矿区深部多属地温异常区，矿山地温类型属高温类，未来在开采时存在热害问题。

3.1.2 矿山开采与地面工业场地、周边环境的相互影响

3.1.2.1 矿区开采岩移影响范围分析

2024 年 7 月，铜坑矿业委托长沙矿山研究院有限责任公司开展铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究并编制完成《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》，该报告对铜坑 92 号矿体、黑水沟-大树脚和巴力-长坡主要矿体开采结束后地表的各项变形数据进行提取，利用插值软件 surfer 绘制了地表变形等值线图，通过对位移、倾斜、曲率及水平变形等指标的分析得出以下结论：

(1) 岩石移动范围的划分主要依据数值模拟的计算结果，以三下开采规程中 10mm 下沉量为界限圈定岩层移动范围，通过地表岩移范围与地形地物的复合图分析，圈定了铜坑矿区开采岩移范围内受保护的重要构筑物。该岩体移动范围与《可研报告》中矿体开采上盘移动角 65° 、下盘移动角 70° 、端部移动角 75° 圈定的基本一致。

(2) 矿区地表移动主要影响区域是 92 号矿体塌陷区及周围的裂隙区范围，对地表建筑物与构筑物无影响，地表塌陷区已治理，不影响地表保护；其它区域由于有未采动的厚大覆盖岩层，以及留设的各保安矿柱的保护，岩层移动影响范围未涉及地表，对井筒保安矿柱、斜坡道、盲斜井，以及地表建筑物、构筑物以及井巷工程亦无影响。

(3) 号矿体区域岩移主要是前期开采影响，浅部细脉带与 92 号前期开采形成了地表塌陷区，已进行了治理。当前生产阶段和 92 号区域矿体回采结束后，东副井、2#竖井、3#竖井、6#竖井及新建选厂工业场地、4#风井，办公大楼、生活区域多层住宅楼等重要建构筑物均处于移动影响范围以外，可排除 92 号矿体开采对矿区主要建构筑物的影响。

(4) 黑水沟-大树脚矿体开采结束后，地表沉降范围有所扩大，2#竖井、东副井、3#竖井、6#竖井及新建选厂工业场地、办公大楼及 4#风井处于地表最大下沉范围（10mm）以内，其位移与变形值均小于《有色金属采矿设计规范》允许值，符合规范要求。地表最大下沉值为 80mm，位于 92

号矿体开采正上方。地表最大倾斜值为 0.22mm/m ，最大曲率值为 0.0019mm/m^2 ，最大水平变形值为 0.12mm/m ，三项指标远远小于《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》的允许值。

(5) 巴力-长坡矿区矿体开采结束后，地表沉降范围进一步扩大，向南部扩展。2#竖井、东副井、3#竖井、6#竖井及新建选厂工业场地、办公大楼、4#风井及多层住宅楼处于地表最大下沉范围以内，其位移与变形值均小于《有色金属采矿设计规范》允许值，符合规范要求。地表最大下沉值为 85mm ，最大倾斜值为 0.22mm/m ，最大曲率值为 0.0019mm/m^2 ，最大水平变形值为 0.11mm/m ，除地表沉降数值略有增加外，其余指标均无明显变化，均远远小于《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》的允许值。

综合分析，当前矿体采用充填法开采，对地表变形有良好的控制作用，矿体开采过程中，重要保护建构筑物是稳定的。

3.1.2.2 村庄及地表建构筑物影响分析

铜坑采矿权范围开采区北部分布有原铜坑基建队的部分零散民居，中部分布有铜坑社区（包括铜坑生活区及采选工业场地）、长坡社区、大厂镇及巴里社区，南部分布有沙萍屯。结合设计圈定的岩体移动监测范围分析，铜坑社区所属的地表建构筑物分布在岩体移动监测范围以内，如下图所示。

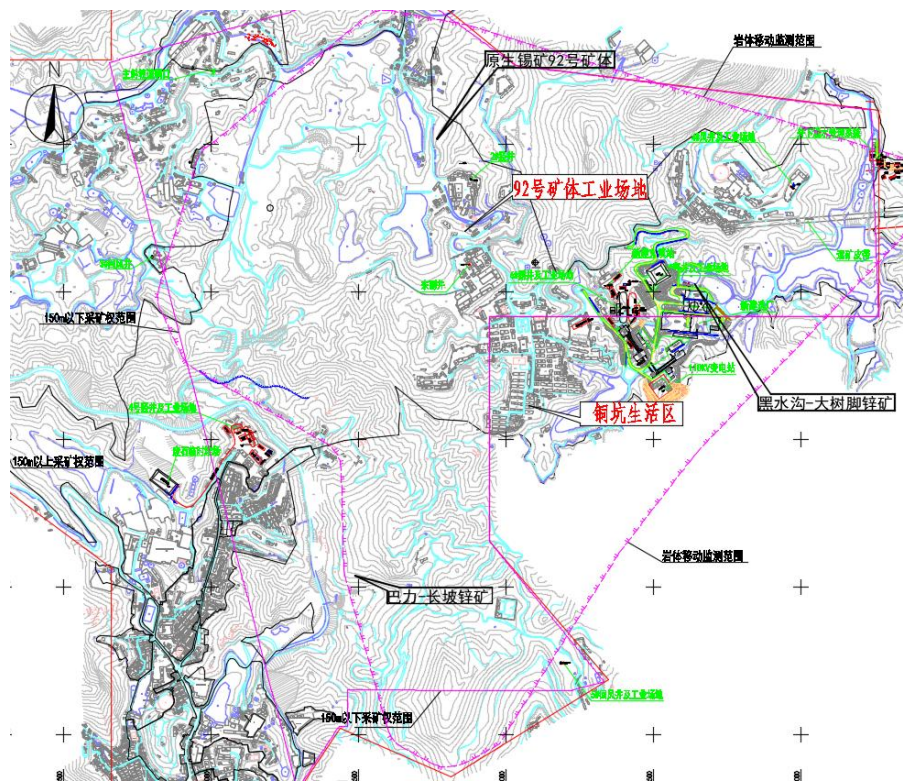


图 3.1-1 铜坑矿开采岩体移动监测范围周边环境示意图

表 3.1-2 移动监测范围以内地表建构筑物统计表

类别	名称	
已有地表建构筑物	92 号矿体工业场地	东副井工业场地
		2#竖井工业场地
		1#及 2#蓄水池场地
	铜坑生活区	办公楼及生活区多层住宅
拟建地表建构筑物	黑水沟一大树脚锌矿工业场地	3#竖井场地
		预建锌选厂
		4#风井场地

结合企业现状，由于铜坑社区已依托铜坑矿生产发展多年，铜坑生活区及 92 号矿体工业场地进行整体搬迁难度较大。设计通过留设矿体开采保安矿柱以控制地表沉降及对地表建构筑物的影响。根据《铜坑矿区开采

安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》（长沙矿山研究院有限责任公司，2024 年 7 月），经计算分析，本项目开发工程范围内资源开采对地表主要建构筑物稳定性无明显影响。

3.1.2.3 道路影响分析

矿权范围内有 S303 公路从矿区中部穿过，该公路路线起于大厂镇龙头山北侧，终点于陆哄接至在建 S214 吾隘至东兰二级公路。设计技术等级为双车道二级公路。根据《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》，经分析验证，公路位于最大地表移动范围以外，下沉量和变形值受矿区开采影响的沉降值为零（远远小于规定值），符合安全要求。因此，该设施对矿区生产无影响。

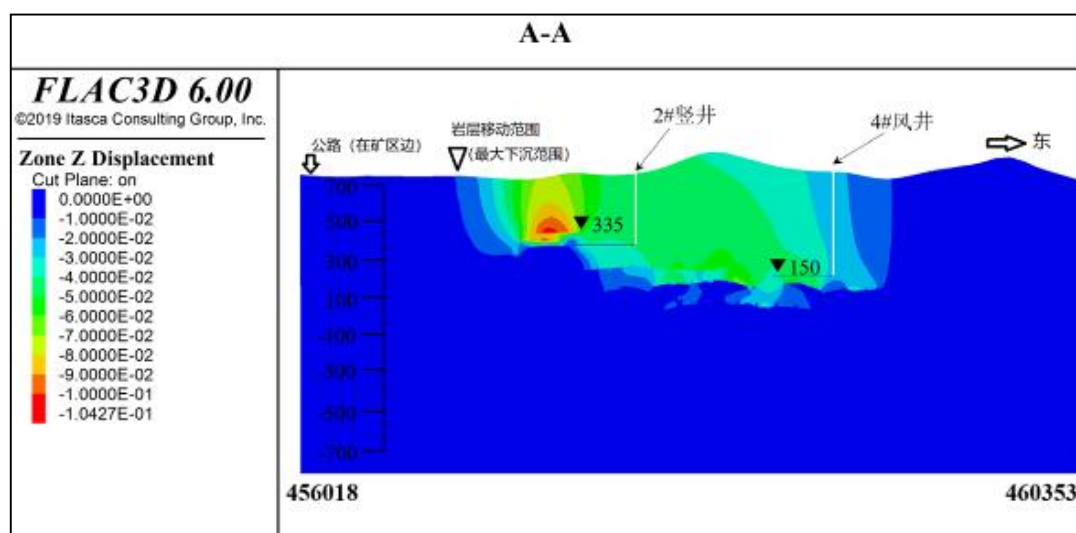


图 3.1-2 东-西剖面岩体移动监测范围与公路关系示意图

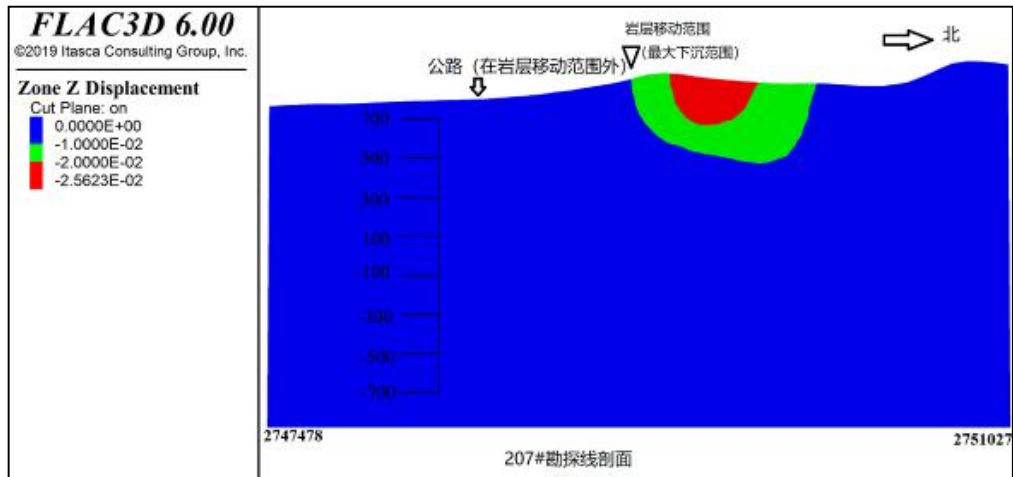


图 3.1-3 南-北剖面岩体移动监测范围与公路关系示意图

3.1.2.4 地表水影响分析

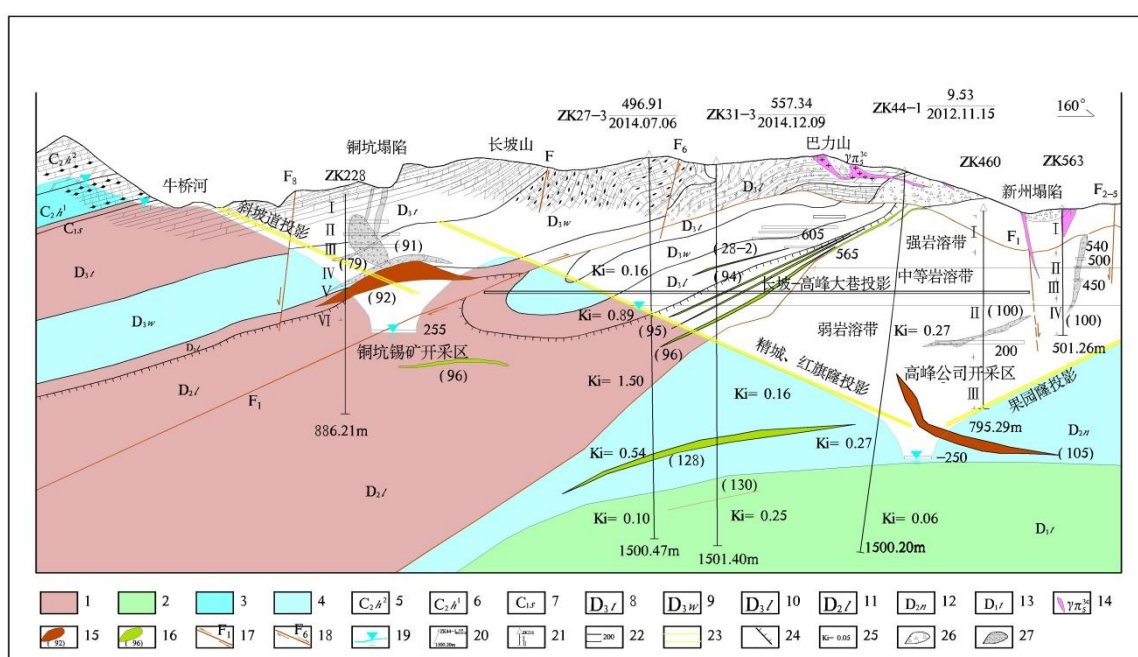
流经矿区的河流有牛桥河和大树脚河。牛桥河自南西向北东流，在铜坑屯西约 1km 处流向西北。大树脚河为牛桥河支流。在大树脚河建有黑水塘，黑水塘位于铜坑生活区东南侧的黑水沟中。1 号蓄水池、2 号蓄水池位于东副井北侧约 200m 的沟谷中，用于沉淀处理从 505 泵站抽出的矿坑排水。黑水沟前 1#塘、前 2#塘、前 3#塘和黑水沟大塘（位于破碎车间东南侧的黑水沟中，用于废水沉淀、初步处理与储存。

根据《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》，经分析验证，黑水沟—大树脚铟矿开采期间，由于保安矿柱的留设及采矿方法的合理选择，矿体开采区域产生的塑性区远没有贯通至地表，对地表水体无影响。同时根据图 3.1-18 可知，地表河流、河床多为富水性和导水性弱的碎屑岩类裂隙含水层，河水渗漏量较小地表河流对矿床开采的影响相对较小；同时，主要沉淀池均做了防渗处理，故渗漏量有限，对矿坑充水影响程度弱。因此，地表水对矿坑充水没有影响。

依据《可研报告》，本项目地表设施主要由采矿工业场地、废石临时堆场、充填站工业场地、回风井、办公及生活设施及其它配套辅助设施组成。东副井井口标高 815m，2#竖井井口标高 770m，3#回风井井口标高为

784m，斜坡道井口标高为 739.7m，3#竖井工业场地标高 792.0m，井口标高 795.0m，4#回风井工业场地标高 815.48m，6#副井井口标高 795.0m，矿区已有废石堆场布置在东副井出口处附近，巴力—长坡铟矿临时废石堆场，位于 4#竖井工业场地附近，充填站位于东副井东南 200m 处，场地标高为 786.4m。以上设施标高均高于历史最高洪水位（710m）1m 以上。

因此，根据场地布置和地势分析，矿区地表及采选工业场地不受地表洪水影响。



1—碎屑岩类裂隙含水岩组，富水程度弱；2—碎屑岩类夹碳酸盐岩类裂隙含水岩组，富水程度弱；3—碳酸盐岩类岩溶含水岩组，富水程度中等；4—碳酸盐岩类岩溶含水岩组，富水程度弱；5—黄龙组上段白云岩、白云质灰岩；6—黄龙组下段白云质灰岩、燧石条带灰岩；7—寺门组砂岩；8—同车江组泥灰岩、泥岩；9—五指山组扁豆状灰岩、条带状灰岩；10—榴江组硅质岩；11—罗富组泥灰岩、页岩、硅质岩；12—纳标组生物礁灰岩；13—塘丁组砂岩；14—花岗斑岩；15—锡矿体及编号；16—铟矿体及编号；17—逆断层及编号；18—正断层及编号；19—地下水位及水位线；20—钻孔编号及孔深；21—抽水孔编号及抽水段编号；22—坑道及标高；23—斜井；24—相对隔水边界；25—裂隙率（%）；26—破碎带；27—充填体

图 3.1-4 勘查区水文地质剖面示意图

3.1.2.5 相邻矿权及厂矿企业影响分析

矿区周边主要的工业企业为广西高峰矿业有限责任公司锡矿（以下简称“高峰矿”）、广西壮族自治区拉么铟矿（以下简称“拉么铟矿”）和

高由 16 个拐点圈定。该矿山采用地下开采方式，设计采用竖井+斜井+斜坡道联合开拓方式，目前主要采用机械化上向水平分层充填法回采-200m 和-250m 中段区域的矿体。

由下图可知，铜坑矿采矿权边界与南部高峰矿采矿权边界相邻（T7-T10，相邻间距 5~5.5m），该矿权与铜坑矿采矿权范围边界清晰，无重叠交错。依据设计圈定的铜坑矿及高峰矿开拓井巷及开采岩体移动监测范围均位于自身采矿权内，相互之间无影响。设计在铜坑矿采矿权边界与南部高峰矿采矿权边界相邻处（T7-T10），向矿权内预留 25m 安全距离，并圈定隔离矿（岩）柱，在此隔离矿（岩）柱内避免施工巷道或进行矿体开采活动，以保证相邻开采主体生产安全。

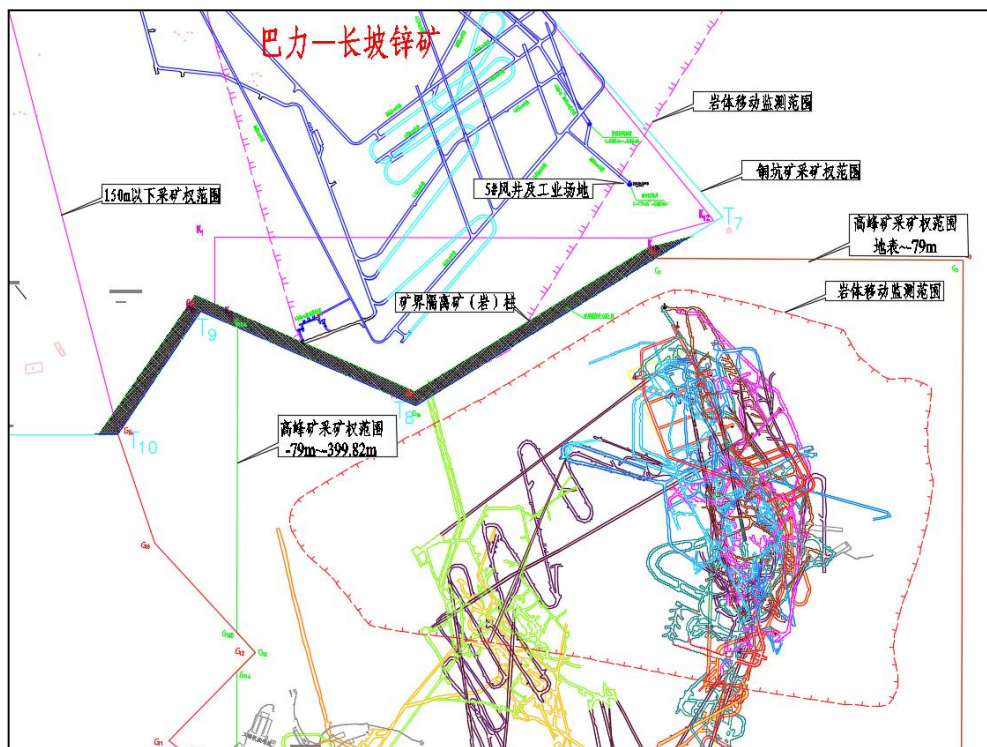


图 3.1-6 铜坑矿与高峰矿移动监测范围相对位置示意图

根据《铜坑矿业分公司铜坑矿与周边矿区开采相互影响研究报告》（应急管理部信息研究院，2024 年 9 月），该报告通过建立的三维仿真模型计算分析可知，铜坑矿和高峰矿开采后根据位移沉降圈定的地表移动监测范

围相互之间不重叠。因此，两矿区在开采过程中基本不会产生相互影响。

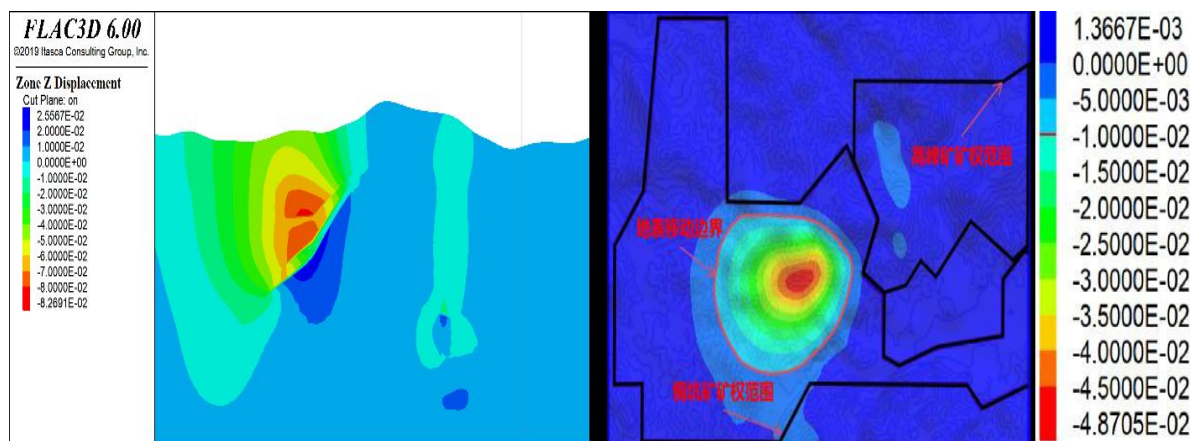


图 3.1-7 铜坑矿与高峰矿矿体开采竖向位移场剖面图及平面图

前期，铜坑矿和高峰矿有长峰大巷相通。根据铜坑矿发送至高峰矿的《关于封闭长峰大巷的函》函件，高峰矿于 2020 年 6 月根据函件要求对长峰大巷贯通区域施工混凝土封堵墙（见下图）进行了有效封闭，并建立管理台账。目前两矿区无巷道相邻或贯通问题。



图 3.1-8 铜坑矿与高峰矿长峰大巷封堵情况

在上述条件基础上，为满足《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导

意见》（矿安〔2022〕4号）文件中关于“不同开采主体相邻金属非金属地下矿山之间应当留设不小于50米的保安矿（岩）柱”要求，确保相邻矿山安全生产，铜坑矿已2020年5月27日与高峰矿签订《相邻矿山安全生产协议》，协议明确双方在各自依法审批范围内依法生产，不得越层越界开采，双方共同做好联通通道的安全管理，加强巡查、监控；发现涉及双方的安全隐患立即报告双方相关部门，及时沟通，正确处置。铜坑矿在后续工程建设及资源开采过程中严格执行相关约定，杜绝越界违法开采等造成的安全隐患。

（2）与拉么锌矿相互影响分析

铜坑矿北部有广西壮族自治区拉么锌矿，由于铜坑矿采矿权与北部拉么锌矿采矿权仅一个拐点相邻，且距离拉么锌矿主要开采范围较远，因此，铜坑矿与拉么锌矿开采之间无相互影响。

拉么锌矿西部工区拉么窿1～拉么窿3等越界进入铜坑矿的巷道，南丹县自然资源局安排在矿界交界处两端分别采用钢筋混凝土进行了封堵。



图 3.1-9 铜坑矿与拉么锌矿联通巷道封堵情况

3.1.2.6 地表保护与监控措施

（1）地压活动监测与地表塌陷区监控

铜坑矿对细脉带、91号、92号矿体的开采总体上从上到下顺序开采，

同时也存在局部上下不同区域同时开采的立体开采格局。从空间上看，92号矿体部分已开采采场与91号、细脉带已采采场垂直重叠，T105-106、T110-92#矿柱群、T202-203、R盘区等区域因放顶和自然崩落垮通至地表，铜坑矿已在塌陷区外修建了警示墙。

据2023年采空区普查治理资料，细脉带矿体在上世纪70年代末在650水平以上进行开采，2007年10月以前细脉带矿体大部分已基本采完，只剩边部分支小矿体和少量矿柱、隔火矿柱等部份储量。至2016年年底，细脉带矿体剩余资源储量完成开采和撤窿。细脉带空区治理先后采用无底柱分段崩落法开采、集束大孔整体崩落技术、区域覆盖分段诱导崩落采矿技术和覆盖岩层下分层崩落矿等高效集成采矿技术，矿房采用块石胶结充填空区，矿柱采用废石干式充填空区。细脉带570m以上10#线以西采空区内均不同程度有废石垫层；10#线以东570m以上空区部分用碎石胶结及废石充填，充填量为12.58万 m^3 。505m~570m区域空区量主要以I试、II试空区为主，空区量约11.08万 m^3 ，已经用废石进行了部分充填。经历史资料统计，细脉带矿体采空区治理共约76万 m^3 。

91号矿体自1985年开始开采，主要采用空场嗣后充填采矿方法，回采方案的设计由长沙有色冶金设计研究院有限公司完成。根据回采需要对不同的采空区分别采用棒磨砂胶结充填、块石、棒磨砂块石混合充填等多种方式进行充填治理。91号矿体采空区充填300.8万 m^3 ，其中棒磨砂胶结充填84.34万 m^3 ，块石胶结充填67.31万 m^3 ，废石干式充填149.15万 m^3 。至2003年底，91号矿体已结束回采和充填，并在各入口处进行密闭封堵。

92号矿体开采前期部分采场采用组合式崩落法和空场嗣后充填法。92号矿体上部没有91号矿体区域，即非重叠区，主要采用空场嗣后充填法开采。经统计，2000-2023年井下采空区废石充填量约191万 m^3 ；2017-2023年10月井下采区尾砂胶结充填量共约106万 m^3 ，根据尾砂胶结充填体试件的压力试验结果显示抗压强度在2MPa以上，达到充填设计要求。

铜坑矿对前期开采的地表塌陷坑大部分进行了回填治理。通过实地调查、地面航测、航拍、物探、三维激光扫描和工程钻探等方式进行普查。经普查，目前地表塌陷坑共 7 个，塌陷体积共 133 万 m^3 。

2020 年，铜坑矿业委托中南大学对地表塌陷区进行物探。通过物探结果，在采矿活动影响的区域内，采动将对上覆岩层产生移动变形，地表的松散程度将随着采矿活动的推进向地表进行转移。矿山目前的隐患区附近的地表，由于受前期地压活动影响，矿山岩层移动向地表迁移的特征愈加显著，且已发展到浅表地层和进行环保处理的覆盖地层。通过开展对崩落法开采悬顶采空区进行物理探测工作。探测主要采用 HPTEM-18 型高精度瞬变电磁系统和 CMS 空区探测设备，探测位置主要在 560-305m 中段。

2021 年对 27 个区域（共 67 条测线）进行物探；2022 年对 26 个区域（共 90 条测线）进行物探；2023 年对 31 个区域（共 76 条测线）进行物探。根据 2021-2023 年的探测结果表明，从测点上方覆盖层的厚度达到 20m 及以上。

经普查，1979 年至 2023 年 10 月份总出矿量约为 5375 万吨，估算形成空区量约 1791 万 m^3 （开采范围），而井下包括细脉带、91 号、92 号矿体区域总的充填量约 1650 万 m^3 ，另外空区迁移至地表形成约 133 万 m^3 的塌陷坑，至 2023 年底，井下剩余采空区量主要属于正在生产区域准备治理的采空区，共有 11 个，其空区量合计约 8 万 m^3 。

铜坑矿在井下主要生产区域包括 92 号矿体采区等进行地压监测，通过采用声发射与微震定位监测、岩体应力与位移监测等综合的地压监测手段，建立地压在线监测系统，通过在井下建立与地面联网的监测系统，实施在地面监控站全天候监控，并逐步完善地压监测预警制度，及时将地压监测分析结果反馈到生产管理部门。井下地压监测结果表明，92 号矿体事故隐患区地压活动不明显，整个区域处于稳定状态。在今后的采矿生产中，进一步回收各盘区以及矿柱剩余矿石资源，需要进一步加强地压监测，随着采矿范围向深部延伸，监测范围相应扩大，可适当扩展地压监测网络，

加强在线监测和预警。

为了对深部采矿工程等关键区域进行安全监测，需要加强深部开采岩石力学与地压监控研究，在锌多金属矿开采区域 150m、90m、30m 等中段布置微震监测系统，为深部区域复杂条件下规模化开采提供安全技术保障。

（2）地表保护监测

铜坑矿区开采范围较大，地表建构筑物众多，其中 2#竖井、东副井、3#竖井、4#风井均在矿体内部。因此，建议铜坑地下开采后，扩大地表监测范围，结合目前矿山地表监测现状及设备设施，主要监测手段可采用全站仪、水准仪或增加北斗云 GNSS 监测站，科学合理的布置监测网络，覆盖开采监测区，主、副井工业场地、回风井等主要建构筑物。监测周期根据监测区域的变形特征、变形速率、观测精度和工程地质条件等因素综合确定，并根据变形量变化情况进行调整。对于井筒内部可以设置传统位移计或先进的分布式光纤传感位移监测技术对井筒变形进行监测。

目前已在井下生产区域布置了覆盖岩层移动观测网站，主要采用水准测量和钻孔电视观测等手段，并在地面布设岩层沉降观测网，形成 92 号矿体岩层移动监测网络。在地表区域需加强 92 号矿体地表塌陷区及周边岩移监测，扩展 92 号矿体和锌多金属矿区域的岩移监测网点。

1) 在矿办公楼和 3#竖井位置各增加一条南北方向的岩移观测线，可采用全站仪或北斗云（GNSS 位移监测）进行地表沉降和水平移动监测；

2) 在矿办公楼至 3#竖井附近增加一条东西方向的岩移观测线，将经过东副井的东西向岩移观测线扩展至矿区东部，采用 GNSS 监测主要建筑物附近的地表移动；

3) 增加 2#竖井、3#竖井、6#竖井以及东副井附近北斗云（GNSS 位移监测）等岩移监测网站，监测地表保护建筑、构筑物的岩移变化情况及其稳定性状态。

综上所述，设计圈定的铜坑矿岩体移动监测范围全部位于现有矿权范

围内，对周边矿区开采不造成影响。铜坑矿与周边矿区相互独立，矿界清晰；周边矿区的越界工程已采取封堵等安全措施，开采无相互安全影响。矿山在生产过程中密切关注周边矿区是否越界开采以及落实周边矿区开采对本矿区是否影响，一旦发现此类情况，应立即向当地主管部门报告并采取相应的安全措施。

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 3.1-3。

表 3.1-3 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	可研设计情况及说明	检查结果
1	1 个采矿权范围内原则上只能设置 1 个生产系统。	《中共中央办公厅国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》	采矿权范围内只设置一个生产系统。	符合要求
2	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	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
3	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	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
4	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
5	主要进风巷道、进风井筒及其	《金属非金属矿	确定了井上、井下主要	符合

	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。	《山安全规程》 6.7.1.5	硐室及厂房的防火措施及设施。	要求
6	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

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。

(1) 下一阶段设计应根据《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》中圈定的地表最大岩移范围与岩移影响范围优化相关设计参数，并扩展 92 号矿体和锌多金属矿区域的岩移监测网点。

(2) 矿区地表环境相对复杂，且由于场地和矿权受限导致部分井巷工程穿越矿体，下一阶段设计应留设保安矿柱和推荐采用合理的采矿工艺等

措施以确保井下开采不会对地表建（构）筑物和主要井筒等造成影响。

(3) 矿区与高峰锡矿、拉么锌矿矿权相邻，下一阶段设计应进一步分析不同主体相邻矿权的开采安全影响，并采取相应的安全技术措施。

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；暴雨季节地表水涌入井下。	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	合理设计爆破作业；控制装药数量；爆破时及时发出警戒信号；爆破前留出足够的时间，使人员及时躲避，人员和设备应在安全距离之外；正确处理盲炮、残炮。
火药 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。
机械伤害	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	可研设计情况及说明	检查结果
安全出口				
1	每个矿井至少应有两个相互独立、间距不小于 30m、直达地面的安全出口；矿体一翼走向长度超过 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，92 号矿体设计 2 个安全出口，分别为东副井、主斜坡道及开拓斜道。 黑水沟一大树脚矿段一期设计 3 个安全出口，分别为 3# 竖井、东副井（利旧）及斜坡	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			道，二期设计 4 个安全出口，分别为 3#竖井、东副井（利旧）、斜坡道及 6#竖井。 巴力—长坡矿段设计 6 个安全出口，分别为 4#竖井及斜坡道，5#盲罐笼井+4#竖井、斜坡道。且安全出口间距均大于 30m。	
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。	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	设计东副井两套独立提升罐笼。4#竖井、5#回风井、6#副井设置了梯子间。	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	设计溜破系统专用回风井井筒内布置玻璃钢梯子间作安全出口。	符合要求
5	作为应急安全出口的竖井应设应急提升设施或者梯子间。深度超过 300m 的井筒设置梯子间时，应在井筒无马头门段设置与梯子间相通的休息硐室。休息硐室间距不大于 150m。硐室宽度不小于 1.5m，深度不小于 2.0m，高度不小于 2.1m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.1.4 条	可研未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
运输巷道				
1	行人的有轨运输巷道应设高度	《金属非金属矿山	可研未见相关说明。	下一

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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。	安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.1、 6.2.5.2 条		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：人行道的高度不小于 1.9m，宽度不小于 1.2m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.2.5.6 条	可研未见相关说明。	下一阶段设计中需完善
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	《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

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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。			
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	可研分别针对主副井、风井、措施井、溜破系统、粉矿回收巷道、硐室、水仓、平巷及斜坡道等提出了详细的支护要求。	符合要求
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	可研设计要求：摇台、安全门与提升系统实行联锁，安全门实行联锁，按顺序动作；各马头门装设安全门、摇台、阻车器；落实日常维护责任制；提升机房和中段车场，安装足够的照明设施。	符合要求
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	《金属非金属矿山	可研未见相关说明。	下一

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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。	安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.1.4.6 条		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。	下一阶段设计中需完善
5	主溜井的安全检查通道。	安监总局[2015]第 75 号	可研报告中没有相关内容。	下一阶段设计中需完善
井下爆破器材库				
6	井下爆破器材库的布置应遵守下列规定： 一井下爆破器材库不应设在含水层或岩体破碎带内； 一炸药库巨井筒、井底车场和主要巷道的距离：硐室式库不小于 100m，壁槽式库不小于 60m； 一炸药库距经常行人巷道的距离：硐室式库不小于 25m，壁槽式库不小于 20m； 一炸药库距地面或者上下巷道的距离：硐室式库不小于 30m，壁槽式库不小于 15m；	《爆破安全规程》 GB6722-2014 第 14.2.3.2 条	设计井下爆破器材库不允许布置在含水层和岩体破碎带内。但未明确其他相关内容。	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	一井下爆破器材库除设专门储存爆破器材的硐室和避槽外，还应设联络硐室或避槽的巷道和若干辅助硐室； 一储存雷管和硝化甘油类炸药的硐室或避槽，应设金属丝网门。			
7	不应在井下爆破器材库对应的地表修筑永久性建筑物，也不应在距库房 30m 范围内掘进巷道。	《爆破安全规程》 GB6722-2014 第 14.2.3.8 条	依据可研，井下爆破器材库对应的地表无永久性建筑物，距起爆器材库 30m 范围内不掘进巷道。	符合要求

3.2.3 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、火药爆炸、中毒窒息、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、高温等。其中冒顶片帮、井巷坍塌、岩爆、爆破伤害、火药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、机械伤害、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) 下一阶段设计应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。

(3) 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应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求设置人行道。

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

(5) 行人的斜坡道应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求设置人行道或躲避硐室。

(6) 下一阶段设计应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求明确水平巷道、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。

(7) 下一阶段设计应按照《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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 下一阶段设计应按照《金属非金属矿山安全规程》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。

(11) 下一阶段设计应明确人行巷道的水沟盖板的设置情况。

(12) 下一阶段设计应明确主溜井的安全检查通道的设置情况。

(13) 下一阶段设计应明确深度超过 300m 的井筒设置梯子间时，应在井筒无马头门段设置与梯子间相通的休息硐室。休息硐室间距不大于 150m。硐室宽度不小于 1.5m，深度不小于 2.0m，高度不小于 2.1m。

(14) 下一阶段设计应对井下爆破器材硐室进行详细设计，明确相关参数。

(15) 下一阶段设计应补充完善刷大井筒和井筒延伸工程的安全防护措施。

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、托台闭锁装置不满足要求。	人员伤亡 设备损坏	III	选购质量合格的提升设备设施并定期进行检修、正确使用;禁止设备带病运转;设置齐全、可靠的安全保护装置并使其处于正常状态;提升装置的机电控制系统安全保护装置与电气闭锁装置符合规程要求;配备声光信号装置,并保证信号清晰;罐笼设防坠器;井口设阻车器;提升设备应设置定车装置;应装设速度指示器或自动速度记录仪等;竖井罐笼提升系统的各中段马头门,应根据需要使用摇台。摇台、托台应与提升机闭锁。
有轨运输				
车辆伤害	列车间挂钩设置不合理,列车运行时脱钩;人员未沿人行道行走;路面、轨道未按设计铺设;维修线路时未设置临时信号;电机车非正常状态下行驶;未按要求进行驾驶;轨道未及时清理,轨道上有石块、物体等。	人员伤亡	III	列车间挂钩应进行合理设置,加强管理防止列车运行时脱钩;人员应沿人行道行走;巷道、道路规格应按设计合理施工;路面和轨道应按设计合理铺设;维修线路时应设置临时信号;电机车非正常状态下不应行驶;按要求进行驾驶;轨枕及时更换;轨道及时清理,保持路面

危险因素	诱导因素	事故后果	危险等级	防范措施
				清洁。
无轨运输				
车辆伤害	运输道路未按设计要求施工；未设置躲避硐室；道路维修、养护不及时；检修、危险地段未设置路标；车辆灯光、刹车、信号、警报系统失灵；车速过快；超载；超员乘车、跳车、扒车等不按要求乘车行为。	人员伤亡 设备损坏	III	运输道路应按设计要求施工；道路应及时维修和养护；检修、危险地段设置路标；车辆灯光、湿式刹车、信号、警报系统应保持良好状态；不应超速行驶；不应超载；严禁超员乘车、跳车、扒车等不按要求乘车行为。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

本次安全预评价使用检查表法，对该项目主、副井提升系统、中段列车运输系统进行评价，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	可研设计情况及说明	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》 GB16423-2020 第 6.4.4.18 条	根据可研，该项目垂直深度超过 50m 的竖井用作人员出入口时，均采用罐笼升降人员。	符合要求
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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020	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、挡罐梁，	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
		第 6.4.4.14 条	过卷、过放高度不小于 10m。	
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	根据可研，副井罐笼提升系统设置一套 PLC 控制方式的信号系统，井口设置信号台，各中段信号及操车设备控制采用远程 I/O 模式实现多种类、多中段提升信号发送功能。	符合要求
5	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	可研方案对安全门和闭锁装置进行了设计说明。	符合要求
6	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	可研方案考虑了尾绳隔离装置。	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。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.4.6.3 条	可研报告中未明确相关内容。	下一阶段设计中需完善
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	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020	可研报告中未明确相关内容。	下一阶段设计

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	小于 1.5。	第 6.4.8.21 条		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	可研报告中未明确相关内容。	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	可研报告中明确了相关内容。	符合要求
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	可研报告中未明确相关内容。	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	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.3.4.3 条	可研报告中未明确相关内容	下一阶段设计中需完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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。			

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，车辆伤害，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。

应注意的问题：

(1) 下一步设计阶段中应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。

(2) 由于本项目提升高度较大，钢丝绳磨损较大，更换频率大，因此钢丝绳的选用应足够重视，建议对钢丝绳加强检测检验。

(3) 下一阶段设计中应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。

(4) 下一步设计阶段中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。

(5) 下一步设计阶段中应明确多绳摩擦提升钢丝绳悬挂时的安全系数及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) 下一步设计阶段中应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。

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。
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。
火药 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。

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
堵管	充填体浓度太高。	影响生产	II	随时观测充填体浓度，防止其浓度过高。
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。
机械伤害	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。
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	可研设计情况及说明	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	设计圈定了岩体移动范围，地表部分建构筑物位于岩体移动范围内，设计留设了保安矿柱。	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，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。	符合要求
3	在不稳固的岩层中掘进时应进	《金属非金属矿山安全	可研方案针对不同岩	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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	层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	可研未做相关说明。	下一阶段设计补充完善
5	工程地质复杂、有严重地压活动的矿山，应遵守下列规定：设立专门机构或专职人员负责地压管理工作，做好现场监测和预测、预报工作；发现大面积地压活动预兆应立即停止作业，将人员撤至安全地点；通往塌陷区的井巷应封闭；地表塌陷区应设明显警示标志和必要的围挡设施，人员不应进入塌陷区和采空区。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020） 第 6.3.1.14 条	可研报告没有相关内容。	下一阶段设计补充完善
6	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，可研建议下阶段开展岩石力学研究工作，研究岩爆发生的机制，分析岩性、深度及开采技术条件等和岩爆的关联性。	符合要求
7	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
8	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）	矿山建立有地面监测系统。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
		第 6.3.1.16 条		

3.4.3 充填能力核算

3.4.3.1 92 号矿体开采矿段

92 号矿体开采矿段现开采规模为 4000t/d，按矿石体重 $3.00\text{t}/\text{m}^3$ ，则产生采空区体积 $1333.3\text{m}^3/\text{d}$ ($440000\text{m}^3/\text{a}$)。采掘废石量 800t/d，废石考虑 70%用于井下充填，废石体重取 $2.70\text{t}/\text{m}^3$ ，则废石充填量为 $207.4\text{m}^3/\text{d}$ ($68444.4\text{m}^3/\text{a}$)。按采充比 1:1，则需全尾砂胶结充填体积为： $1125.9\text{m}^3/\text{d}$ ($371547.0\text{m}^3/\text{a}$)。

结合该区域采矿方法及生产进度计划，矿山采矿和选矿工作制度 330d/a，充填 240d/a，2 班/d，每班工作 8 小时，每班纯充填时间 6h，其它时间为准备时间。

根据需尾砂充填空区量以及充填工作制度 ($220\text{d}/\text{a}$) 计算，结合矿山日平均尾砂胶结充填量、日均制备砂浆量以及单位充填体积砂浆水泥和尾砂用量，同时考虑地面流失系数 (地面流失系数 1%，井下流失系数 5%，同时考虑沉缩系数为 3.1%)，井下充填砂浆重量浓度按 68%计算，计算每日平均砂浆用量为 $1749.3\text{m}^3/\text{d}$ ，其中，干尾砂量为 $2008.7\text{t}/\text{d}$ ；水泥为 $230.1\text{t}/\text{d}$ 。充填系统小时充填能力为 $145.78\text{m}^3/\text{h}$ ，该矿段要求的设计充填能力为砂浆 $145.78\text{m}^3/\text{h}$ < 现有充填站的能力，故现有充填站能满足要求。

3.4.3.2 黑水沟-大树脚矿段

(1) 充填量

设计黑水沟一大树脚矿段一期生产规模为 3000t/d，按矿石体重 $3.17\text{t}/\text{m}^3$ ，则产生采空区体积 $946.37\text{m}^3/\text{d}$ ($312303\text{m}^3/\text{a}$)。采掘废石量 450t/d，废石考虑 50%用于井下充填，废石体重取 $2.70\text{t}/\text{m}^3$ ，则废石充填量为 $83.3\text{m}^3/\text{d}$ ($27500\text{m}^3/\text{a}$)。按采充比 1:1，则需全尾砂胶结充填体积

为：863.04m³/d（284803m³/a）。

二期生产规模为5000t/d。产生采空区体积1577.29m³/d(520505m³/a)。采掘废石量750t/d，废石考虑50%用于井下充填，则废石充填量为138.9m³/d（45833m³/a）。按采充比1：1，则需全尾砂胶结充填体积为：1438.4m³/d（474671m³/a）。

（2）现有充填系统充填能力核算

依据《可研报告》给出的充填材料配比、充填工作制度及充填材料用量等参数，对现有充填系统充填能力核算如下：

1）一期充填系统小时充填能力计算

$$Q_{h\text{ 砂浆}} = Q_{d\text{ 砂浆}} / t = 1286.61 / (2 \times 6) = 104.79 \text{ m}^3/\text{h}$$

式中：Q_{h 砂浆}—设计充填砂浆流量，m³/h；

Q_{d 砂浆}—设计充填砂浆流量，m³/d；

t—充填系统每天纯充填时间，h。

2）二期充填系统小时充填能力计算

$$Q_{h\text{ 砂浆}} = Q_{d\text{ 砂浆}} / t = 2147.61 / (2 \times 6) = 174.64 \text{ m}^3/\text{h}$$

通过上述计算可知，92号矿体开采期间，计算充填站要求的设计充填能力约为砂浆154.99m³/h。同时期，黑水沟一大树脚矿段一期开采区域充填能力需求为104.79m³/h。现有充填站充填能力能够同时满足92号矿体开采区域及黑水沟一大树脚矿段一期开采区域充填需求。

黑水沟一大树脚矿段二期开采期间，92号矿体开采结束，此时黑水沟一大树脚矿段充填能力需求为174.64m³/h < 充填站充填能力，现有充填站能够满足充填需求。

（3）充填管道输送能力核算

1）充填管道直径

根据井下充填系统充填能力需求及充填区域分布，结合充填料浆工作流速（充填料浆工作流速取v=1.8m/s），充填管道内径Di应不小于：

$$D_i = \sqrt{\frac{4Q_h}{\pi v * 3600}} = 145.3 \text{ mm}$$

式中： Q_h —充填系统小时充填能力，取 $107.38 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

v —充填系统设计工作流速， $v=1.8 \text{ m/s}$ 。

2) 充填管道壁厚

充填管道壁厚按下式计算：

$$t = \frac{p \cdot D}{2[\delta]} + K = 15$$

式中： p —管道最低处总压力，随 γ 浆及 H 的增大而增高，取 $8 \sim 10 \text{ MPa}$ 。

D —管道内径， 150 mm ；

$[\delta]$ —钢材抗拉许用应力，焊接钢管取 90 MPa ；

K —磨蚀、腐蚀量，对钢管， K 取 $6 \sim 7 \text{ mm}$ 。

经上述计算，设计选用 $\Phi 180 \times 15 \text{ mm}$ 的高强度耐磨钢管符合要求。设计开采范围内充填倍线 N 为充填倍线为 $3.8 \sim 7.5$ 之间，根据国内外生产实际经验，属于充填自流运输可靠的范畴。

3.4.3.3 巴力—长坡矿段充填系统

(1) 充填量

设计巴力—长坡矿段生产规模为 2000 t/d ，按矿石体重 3.17 t/m^3 ，则产生采空区体积 $630.91 \text{ m}^3/\text{d}$ ($208201 \text{ m}^3/\text{a}$)。采掘废石量 400 t/d ，废石考虑 50% 用于井下充填，废石体重取 2.70 t/m^3 ，则废石充填量为 $74.1 \text{ m}^3/\text{d}$ ($24444 \text{ m}^3/\text{a}$)。按采充比 $1:1$ ，则需全尾砂胶结充填体积为： $556.84 \text{ m}^3/\text{d}$ ($183757 \text{ m}^3/\text{a}$)。

(2) 充填系统充填能力核算

依据《可研报告》给出的充填材料配比、充填工作制度及充填材料用量等参数，对充填系统充填能力核算如下：

$$Q_{h \text{ 砂浆}} = Q_{d \text{ 砂浆}} / t = 830.78 / (2 \times 6) = 67.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

式中： $Q_{h \text{ 砂浆}}$ —设计充填砂浆流量， m^3/h ；

$Q_{d \text{ 砂浆}}$ —设计充填砂浆流量， m^3/d ；

t —充填系统每天纯充填时间， h 。

通过上述计算可知，巴力-长坡矿段充填能力需求为 $67.5 \text{ m}^3/\text{h} <$ 充填站充填能力，充填站能够满足充填需求。

(3) 充填管道

1) 充填管道直径

根据井下充填系统充填能力需求及充填区域分布，结合充填料浆工作流速（充填料浆工作流速取 $v=1.8 \text{ m/s}$ ），充填管道内径 D_i 应不小于：

$$D_i = \sqrt{\frac{4Q_h}{\pi v * 3600}} = 116.6 \text{ mm}$$

式中： Q_h —充填系统小时充填能力，取 $69.23 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

v —充填系统设计工作流速， $v=1.8 \text{ m/s}$ 。

2) 充填管道壁厚

充填管道壁厚按下式计算：

$$t = \frac{p \cdot D}{2[\delta]} + K = 12$$

式中： p —管道最低处总压力，随 γ 浆及 H 的增大而增高，取 $5 \sim 8 \text{ MPa}$ 。

D —管道内径， 135 mm ；

$[\delta]$ —钢材抗拉许用应力，焊接钢管取 90 MPa ；

K —磨蚀、腐蚀量，对钢管， K 取 $6 \sim 7 \text{ mm}$ 。

经上述计算，设计选用选用 $\Phi 159 \times 12 \text{ mm}$ 的高强度耐磨钢管符合要求。设计开采范围内充填倍线 N 为充填倍线为 $5.4 \sim 12.69$ 之间，相应区域充填料浆输送需采用泵送。设计采用 HGBS90.16.250 充填工业泵，正常输送

方量 $\geq 70\text{m}^3/\text{h}$,最大泵送压力 16MPa 满足系统要求,配套电机功率为 250kW,满足充填工艺要求。

3.4.3.4 充填体强度分析

2024 年 3 月,铜坑矿业委托长沙矿山研究院有限责任公司开展铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究并编制完成《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》,该报告根据可研给出的充填体强度等力学参数模拟分析结果显示围岩稳定性较好,充填体结构参数可按计算模型的结构参数范围,并根据实际情况进行优化,采取合理的充填体结构及强度参数。为保持充填体稳定性,充填法第一步骤开采充填的充填体强度一般要求保持在 1.5~2MPa 以上;回收顶、底柱时,浇面和浇底分层充填体强度需达到 3~4MPa 左右;二步骤回采后充填的大体积充填体强度要求 28 天试块强度或 90 天现场取样抗压强度达到 0.8~1MPa 以上。

3.4.4 爆破震动效应评价

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

由于《可研报告》未给出一次爆破最大单段药量,无法核算爆破震动安全允许距离,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。

3.4.5 保安矿柱与各矿体开采影响分析

2024 年 7 月，铜坑矿业委托长沙矿山研究院有限责任公司开展铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究并编制完成《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》，该报告根据前期岩石力学实验结果以及火区隔火矿柱留设尺寸、井筒保安矿柱留设尺寸，采用 FLAC^{3D} 软件按照不同回采阶段对竖井保安矿柱、盲斜井保安矿柱、黑水沟一大树脚矿体开采对 92 号矿体区域影响、斜坡道安全影响、94 号~96 号三层矿体协同开采之间的相互影响、巴力~长坡矿体协同开采之间的相互影响等方面进行数值模拟计算，并得出以下结论：

(1) 通过分析当前开采阶段和 92 号矿体区域矿体开采结束后 355m 水平、345m 水平及 330m 水平隔火矿柱的应力、位移、塑性区结果可知：当前阶段隔火矿柱局部已产生破坏，主要位于 355m 水平隔火矿柱的西侧靠北，345m 水平隔火矿柱的北侧，330m 水平隔火矿柱的北侧，当前生产及下一阶段生产阶段应注意已有隔火矿柱西侧和北侧来压现象，及时采取相应的措施。92 号矿体区域开采结束后，355m 水平、345m 水平隔火矿柱发生大范围的破坏，330m 水平隔火矿柱在北侧破坏范围较大。由此判断，当前阶段隔火矿柱的稳定性较好，在下一阶段生产过程中，应注意隔火矿柱周边的应力位移等地压活动情况，避免上部火区松散体的垮落。

(2) 该报告结合类似矿山相关经验数据并进行计算，按 75° 移动角圈定保安矿柱，对竖井保安矿柱安全开采深度以下，竖井保安矿柱按 75° 岩层移动角向下延伸，其中，东副井安全开采深度 475.3m，2#竖井安全开采深度为 438.5m，6#副井安全开采深度为 376.5m，3#竖井安全开采深度为 369.3m，4#风井安全开采深度为 451.8m；3#盲斜井留设临时保安矿柱平面宽度为 64m，4#盲斜井留设临时保安矿柱平面宽度为 52m，3#和 4#盲斜井上方留设临时保安矿柱高度为 52m，斜井下方保安矿柱按照 75° 移动角向下延伸；斜坡道保安矿柱宽度经计算选取 52m，按 75° 移动角向下延伸保安矿柱，斜坡道上方及下方保安矿柱高度均取 52m。模拟研究表明，

井筒保安矿柱均未发生破坏，当前留设方法能够保证矿体回收过程中井筒的稳定。

(3) 通过分析 96 号矿体回采结束、95 号与 94 号矿体协同开采结束、巴力-长坡矿区开采结束矿区内井筒及其保安矿柱的应力、位移、塑性区结果可知：96 号矿体开采结束后，井筒保安矿柱及井筒均未发生破坏，井筒有发生较小的沉降，井筒底部发生较小的底鼓现象，但井筒及其保安矿柱未超过矿体及围岩的极限抗压强度和极限抗拉强度，井筒稳定性较好。95 号与 94 号矿体协同开采结束后，井筒保安矿柱所受应力、位移有较大范围的增加，所受应力仍未超过矿体及围岩的极限强度，井筒周围的塑性区有向保安矿柱及井筒发展的情况。巴力-长坡矿区开采结束后，应力、位移增加幅度降低，应力仍保持在矿体及围岩的极限强度之下，塑性区继续发展的情况变缓。由此判断，96 号矿体和巴力-长坡矿区开采对井筒及其保安矿柱的影响较小，95 号与 94 号矿体协同开采会对井筒及其保安矿柱形成较大的扰动，建议对锌多金属矿深部岩石力学问题进行详尽的研究，同时进一步优化锌多金属矿的回采顺序、充填顺序和充填体的强度。

(4) 通过分析黑水沟-大树脚和巴力-长坡三层矿体协同开采，黑水沟-大树脚三层矿体间距较大，协同开采相互之间的影响较小，在 222#勘探线和 230#勘探线有相互扩展但未贯通的情况。巴力-长坡三层矿体间距较小，有发生塑性区贯通的情况，建议合理布置采场，严格控制采场结构参数，在条件允许的情况下，对矿体间距小的区域同时回收三层矿体。

由于数值模拟的计算结果直接受矿区原岩应力场及矿、岩物理力学参数的控制，如果矿区应力条件或岩体条件变化了，会得到完全不同的计算结果。因此，建议下一步设计阶段按照《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》提出的建议对矿柱的稳定性进行进一步校核。

3.4.6 岩爆预防分析评价

2024 年 7 月，铜坑矿业委托长沙矿山研究院有限责任公司开展铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究并编制完成《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》，该报告通过对前期岩石力学实验结果分析并得出以下结论：

(1) 92 号矿体岩爆倾向性

根据前期岩石力学实验结果，92 号矿体较完整时为弱岩爆倾向性，完整的硅质岩为强烈至中等岩爆倾向性，完整的条带状灰岩为中等～弱岩爆倾向性，破碎的围岩无岩爆倾向性。由于 92 号矿体采深小于 800m，应力条较低，而且因采取充填法采矿，矿柱及围岩有充填体的支撑，无显著的应力集中现象，实际上没有出现岩爆现象。

(2) 锌多金属矿岩爆倾向性

根据实际测量及模拟计算的地应力环境条件，目前开采前不是处于很高应力状态，不具备高岩爆活动条件；但当大范围开采后，尤其在深部，如果采空区处理不当或工程结构影响，将出现应力集中情况，可能形成岩爆的环境条件。根据分析结果，今后大范围开采矿柱高应力集中等区域，特别在深部开采区域高应力条件下掘进和开采过程，须加强岩爆危害的预测预防工作，采取相应安全措施，如降低应力集中，超前探测和注水释放应变能，降低岩爆发生的风险，并加强监测和管理，对可能发生的局部轻微岩爆现象等地压危害实行有效防控。通过建立高精度微震监测预警系统，在不同的中段布置高灵敏度的微震检波器，实时监测采空区和矿脉围岩的破裂范围及破裂程度。

3.4.7 采矿方案的安全可靠性分析

2024 年 7 月，铜坑矿业委托长沙矿山研究院有限责任公司开展铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究并编制完成《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》，该报告通过对采场结构尺寸与顶板

最大暴露面积安全可靠性进行模拟分析，得出以下结论：

(1) II级矿岩顶板的稳定性见表 3.4-6，在采场宽 9m、长度 40~100m，以及采场宽 10m、长度 60m 以下属于稳定区（无支护），最大暴露面积可达 900m²；当采场宽 11~12m 左右、长度 100m 以下，以及采场宽 14m、长度 80m 以下，属于无支护过渡区，该岩层适当支护情况下允许最大跨度 12~14m，最大暴露面积 1080~1120m²。

表 3.4-6 II 级岩体 Mathews 稳定图评价结果表

方案	跨度 (m)	长度 (m)	暴露面积 (m ²)	形状因子	顶板稳定性
1	8	40	320	3.33	稳定区
2	8	50	400	3.45	稳定区
3	8	60	480	3.53	稳定区
4	8	70	560	3.58	稳定区
5	8	80	640	3.64	稳定区
6	8	90	720	3.67	稳定区
7	9	40	360	3.67	稳定区
8	9	50	450	3.81	稳定区
9	9	60	540	3.91	稳定区
10	9	70	630	3.99	稳定区
11	9	80	640	3.64	稳定区
12	9	90	810	4.09	稳定区
13	9	100	900	4.13	稳定区
14	10	40	400	4.00	稳定区
15	10	50	500	4.17	稳定区
16	10	60	600	4.29	稳定区
17	10	70	700	4.38	无支护过渡区
18	10	80	800	4.44	无支护过渡区

19	10	90	900	4.50	无支护过渡区
20	10	100	900	4.50	无支护过渡区
21	11	40	440	4.31	无支护过渡区
22	11	50	550	4.51	无支护过渡区
23	11	60	660	4.57	无支护过渡区
24	11	70	770	4.75	无支护过渡区
25	11	80	880	4.84	无支护过渡区
26	11	90	990	4.90	无支护过渡区
27	11	100	1100	4.95	无支护过渡区
28	12	40	480	4.62	无支护过渡区
29	12	50	600	4.84	无支护过渡区
30	12	60	720	5.00	无支护过渡区
31	12	70	840	5.12	无支护过渡区
32	12	80	960	5.22	无支护过渡区
33	12	90	1080	5.29	无支护过渡区
34	12	100	1200	5.36	无支护过渡区
35	13	50	650	5.16	无支护过渡区
36	13	60	780	5.34	无支护过渡区
37	13	70	910	5.48	无支护过渡区
38	13	80	1040	5.59	无支护过渡区
39	13	90	1170	5.68	无支护过渡区
40	13	100	1300	5.75	无支护过渡区
41	14	50	700	5.46	无支护过渡区
42	14	60	840	5.68	无支护过渡区
43	14	70	980	5.83	无支护过渡区
44	14	80	1120	5.96	无支护过渡区
45	14	90	1260	6.06	支护稳定区
46	14	100	1400	6.14	支护稳定区

(2) III级矿岩顶板的稳定性见表 3.4-7, III级矿岩顶板的稳定性在采场宽 8m 和长度 40~90m, 以及采场宽 9m、长度 40m 以下属于稳定区(无支护), 最大暴露面积可达 720m²; 当采场宽 10~12m, 长度 100m 以下, 以及采场宽 13m、长度 70m 以下属于无支护过渡区, 该岩层适当支护情况下允许最大跨度 12~13m, 最大暴露面积 910~1080m²; 当跨度达到 14m 时, 需要加强支护。

表 3.4-7 III级岩体 Mathews 稳定图评价结果表

方案	跨度 (m)	长度 (m)	暴露面积 (m ²)	形状因子	顶板稳定性
1	8	40	320	3.33	稳定区
2	8	50	400	3.45	稳定区
3	8	60	480	3.53	稳定区
4	8	70	560	3.58	稳定区
5	8	80	640	3.64	稳定区
6	8	90	720	3.67	稳定区
7	9	40	360	3.67	稳定区
8	9	50	450	3.81	无支护过渡区
9	9	60	540	3.91	无支护过渡区
10	9	70	630	3.99	无支护过渡区
11	9	80	640	3.64	无支护过渡区
12	9	90	810	4.09	无支护过渡区
13	9	100	900	4.13	无支护过渡区
14	10	30	300	3.75	无支护过渡区
15	10	40	400	4.00	无支护过渡区
16	10	50	500	4.17	无支护过渡区
17	10	60	600	4.29	无支护过渡区
18	10	70	700	4.38	无支护过渡区
19	10	80	800	4.44	无支护过渡区
20	10	90	900	4.50	无支护过渡区
21	10	100	900	4.50	无支护过渡区
22	11	40	440	4.31	无支护过渡区
23	11	50	550	4.51	无支护过渡区
24	11	60	660	4.57	无支护过渡区
25	11	70	770	4.75	无支护过渡区
26	11	80	880	4.84	无支护过渡区
27	11	90	990	4.90	无支护过渡区

28	11	100	1100	4.95	无支护过渡区
29	12	40	480	4.62	无支护过渡区
30	12	50	600	4.84	无支护过渡区
31	12	60	720	5.00	无支护过渡区
32	12	70	840	5.12	无支护过渡区
33	12	80	960	5.22	无支护过渡区
34	12	90	1080	5.29	无支护过渡区
35	12	100	1200	5.36	无支护过渡区
36	13	50	650	5.16	无支护过渡区
37	13	60	780	5.34	无支护过渡区
38	13	70	910	5.48	无支护过渡区
39	13	80	1040	5.59	支护稳定区
40	13	90	1170	5.68	支护稳定区
41	13	100	1300	5.75	支护稳定区
42	14	50	700	5.46	无支护过渡区
43	14	60	840	5.68	支护稳定区
44	14	70	980	5.83	支护稳定区
45	14	80	1120	5.96	支护稳定区
46	14	90	1260	6.06	支护稳定区
47	14	100	1400	6.14	支护稳定区

(3) 分段空场嗣后充填采矿法的安全可靠性

目前, 92 号矿体对于厚度 $>15\text{m}$ 且含夹石、表外矿少的矿段, 按照分段空场嗣后充填采矿法在盘区内布置采场, 经数值模拟分析和实践检验, 采场结构稳定, 根据类比分析和模拟计算可知, 对于巴力—长坡矿段拟采用的分段空场嗣后充填采矿法, 岩层矿房、矿柱垂直宽度为 $10\sim 14\text{m}$, 长 $80\sim 100\text{m}$, 基本稳定, 遇不良岩层时需加强凿岩道和底部运输巷的支护。

根据对锌多金属矿空场嗣后充填法留设矿柱的模拟分析, 由于矿体厚度小, 留设矿柱 $3.5\text{m}\sim 4.5\text{m}$ 厚的点柱和 3m 宽的条形房间矿柱是合理的; 对厚度 $\leq 5\text{m}$ 、倾角 $\leq 30^\circ$ 且相邻矿层间距 $>70\text{m}$ 的矿, 拟采用“矿房长 $80\text{m}\sim 120\text{m}$, 矿房宽为矿体厚度”的采场结构, 在顶板岩层较好时较稳定, 遇不良岩层时需采适当调小尺寸或优化采场结构, 加强支护。

综上所述, 按照具体矿段地质条件, 合理优化采场结构参数, 采用空场嗣后充填法是可以保障其安全可靠性的。

下一步设计阶段应注意：

1) 控制顶板连续跨度不大于所在岩级别所允许的最大跨度，顶板暴露面积按照矿体条件按 Mathews 稳定图评价结果核准。回采过程中应认真检查顶板，处理浮石，并根据岩石稳定性对采场顶板进行必要的支护；加强铲运机道折返处的矿柱支护。

2) 为保障矿柱的稳定性及抑制岩层移动，需及时充填各采空区，最多滞后充填 1~2 个采场，可先隔一个采场（完成后）至少尽快充填，以网格式顺序管理的地压控制模式，将采空区分隔治理，实现对矿柱和围岩的支撑。

3.4.8 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、火药爆炸、中毒窒息、充填体泄漏、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电等。其中冒顶片帮、岩爆、爆破伤害、火药爆炸、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、机械伤害、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) 通过数值模拟分析结果可知，伴随开挖矿体数量增加，采场暴露面积逐步增大，应力向矿柱集中转移，出现不同程度的剪切和拉应力塑性区，因此，企业在实际开采中必须及时充填采空区。

(2) 下一阶段设计应按照《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》对采场及保安矿柱结构参数进行优化。

(3) 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。

(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，总结出铜坑矿业的岩爆判据，提出预防岩爆的技术措施，以保证生产过程中的安全。

(6) 企业应加强深部开采岩石力学与地压监控研究，在锌多金属矿150m、90m、30m中段等区域布置微震监测系统，为深部区域复杂条件下规模化开采提供安全技术保障。

(7) 下一阶段设计应对各主要矿体开采中进一步优化回采顺序、充填顺序和充填体的最佳结构参数。开采过程中根据实际情况加强采场管理和顶板控制，确保生产安全。

(8) 锌矿矿体主要呈多层平行分布、倾角缓、矿体薄、埋藏深，下一阶段设计应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。

(9) 下一阶段设计应补充完善建设工程与正常生产系统相互影响的安全防护措施。

(10) 由于采用充填法开采，企业对矿区范围留设的保安矿柱可以在开采后期视情况进行适当回收，具体方案需要根据周边的回采和充填情况进行回采设计。

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	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

危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
	理。			线路；有中毒窒息危险部位设立警示标志。
机械伤害	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，地面安装制冷机组，为井下提供冷源。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	可研设计情况及说明	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平均最高风速的规定。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
2	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 4m ³ /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	可研报告中的内外部漏风系数分别取 1.1 和 1.2。	符合要求
5	进入矿井的空气，不应受到有害物质的污染。从矿井排出的污风，不对矿区环境造成危害。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 6.6.2.4 条	本项目主导风向为东南风和西北风，副井、进风井和选矿工业场地位于矿体南侧，回风井均位于矿体东北侧，进风井筒未处于回风井筒的下风侧。	符合要求
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	破碎硐室、主溜井的污风引入回风天井，通过回风天井排入上部的回风系统。破碎硐室内设通风收	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
		6.3.4.1 条	尘设施。	
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，可以只备用 1 台。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.3.2 条	可研报告中无相关内容。	下一阶段设计中需完善
11	掘进工作面和通风不良的工作场所，应设局部通风设施，并应有防止其被撞击破坏的措施。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.6.3.5 条	掘进工作面和通风不良的采场，配备局扇通风。局部通风的风筒口与工作面的距离：压入式通风不得超过 10m；抽出式通风不得超过 5m；混台式通风，压入风筒的出口不得超过	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			10m, 抽出风筒的入口应滞后压入风筒的出口 5m 以上。	
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

3.5.3 风量风速复核

3.5.3.1 风量复核

(1) 92 号矿体

1) 回采工作面需风量的确定

根据设计选用的采矿方法，本次复核将回采工作面划分为凿岩采场、

出矿采场、装药采场、撬毛采场、充填采场和备采采场，各采场需风量分别按排尘风量、排尘风速和排出柴油设备尾气等三种方法计算，取最大值来作为回采工作面总需风量。经计算，回采工作面总需风量为 $69.96\text{m}^3/\text{s}$ 。

2) 掘进工作面需风量的确定

掘进工作面分为普通凿岩掘进工作面和凿岩台车掘进工作面（又分为台车凿岩、出渣工作面和装药爆破支护），普通凿岩掘进工作面分别按排尘风量、排尘风速计算需风量，并取最大值来作为掘进工作面总需风量。凿岩台车掘进工作面分别按排尘风量、排尘风速和排出柴油设备尾气等三种方法计算，取最大值来作为掘进工作面总需风量。经计算，掘进工作面总需风量为 $24.78\text{m}^3/\text{s}$ 。

3) 辅助工作面需风量的确定

辅助工作面主要包括水泵房，装卸矿点、炸药库、皮带道、破碎机硐室、粉矿回收、无轨设备保养硐室和机车修理硐室等硐室的需风量，各个硐室的需风量按设计手册进行选取。经计算，辅助工作面共计需风量为 $40.00\text{m}^3/\text{s}$ 。

4) 辅助设备排废气需风量的确定

辅助设备如：坑内运输卡车和多功能服务车等，需风量按排出柴油设备尾气计算。经计算，辅助设备共计需风量为 $48.12\text{m}^3/\text{s}$ 。

5) 总需风量的确定

矿井总风量为回采工作面需风量、掘进工作面需风量、辅助工作面需风量和辅助设备排废气需风量的总和。根据选用的采矿方法以及矿山现状，内外部漏风系数分别取 1.1 和 1.2，降温系数取 1.05，以此基础计算出矿井总需风量为 $253.44\text{m}^3/\text{s}$ 。

其中：3#回风井回风风量为 $223.44\text{m}^3/\text{s}$ ，溜破系统专用回风井回风回风风量为 $30.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

总需风量计算见表 3.5-3。

表 3.5-3 92 号矿体开采矿段需风量计算表

序号	项目名称	数量	按排尘风速计算			按排尘风量计算 风量	按排出废气计算风 量	设计选取风 量	计算风 量	备注
			断面	风速	风量					
		个	m ²	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	
一	回采工作面	17							69.96	
1	中深孔凿岩采场	3	12.53	0.25	3.13	3.0	1.98	3.13	9.39	
2	出矿采场	5	12.53	0.25	3.13	3.0	7.44	7.44	37.20	
3	装药、爆破、撬毛采场	3	12.53	0.25	3.13			3.13	9.39	
4	充填采场	3	9.60	0.25	2.40			2.40	7.20	
5	备用采场	3	正常回采采场的一半					2.26	6.78	
二	掘进工作面	8							24.78	
1	普通设备掘进工作面	2	9.6	0.25	2.4	3.0		3.0	6.00	
2	凿岩台车掘进工作面	6							18.78	
2.1	台车凿岩工作面	3	12.53	0.25	3.13	3.0	1.40	3.13	9.39	
2.3	铲运机出渣工作面	2	12.53	0.25	3.13	3.0	2.98	3.13	6.26	
2.2	装药爆破支护工作面	1	12.53	0.25	3.13	3.0		3.13	3.13	
三	辅助工作面	15							40.00	
1	水泵房	2				2.0		2.0	4.0	变配电硐 室等用过 路风流解
2	装卸矿点	6				2.0		2.0	12.0	
3	炸药库	1				2.0		2.0	2.0	

4	破碎机硐室	1				12.0		12.0	12.0	决, 不纳入总风量计算
5	矿、废皮带装载道	1				2.0		2.0	2.0	
6	粉矿回收	2				1.5		1.5	2.0	
7	无轨设备维修保养硐室	1				3.0		3.0	3.0	
8	机车修理硐室	1				2.0		2.0	2.0	
四	其它工作面	7							48.12	
1	20t 运矿卡车	4					10.65	10.65	42.60	
2	多功能服务车	3					1.84	1.84	5.52	
五	总需风量	内、外部漏风系数分别取 1.1、1.2, 降温系数取 1.05							253.44	
六	万 t 耗风量								1.92	

(2) 黑水沟一大树脚矿段

根据设计拟定的采矿方法，按同时回采工作面、掘进工作面、备用工作面、同时装矿点和其他需风点的个数，先按排尘风量、排尘风速、排柴油设备废气需风量予以核算并取值大者参与需风量计算，并考虑内、外部漏风等因素来计算矿井总需风量。在此基础上，由于该矿段井下地温梯度较大，首采区域 30m 中段实测钻孔温度约为 40℃，井下作业环境温度较高，因此需考虑增大总需风量进行井下环境降温。

经计算，一期仅下采区开采，相应生产区域总需风量为 187.13m³/s。二期新增上采区开采，上下采区同时生产规模为 5000t/d，该矿段总需风量为 330.74m³/s，总需风量计算见表 3.5-4、3.5-5。

表 3.5-4 一期开采需风量计算结果表

序号	项目名称	数量	按排尘风速计算			按排尘风量计 算风量	按排除废气计算 风量	设计选取风量	计算风量
			断面	风速	风量				
		个	m ²	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
一	回采采场								
1	凿岩工作面	4	9.43	0.3	2.83	4	1.85	4.00	16.00
2	出矿工作面	5	9.43	0.3	2.83	4	6.35	6.35	31.73
3	装药工作面	2	9.43	0.3	2.83	4		4.00	8.00
4	爆破工作面	2	9.43	0.3	2.83	4		4.00	8.00
5	充填作业面	1	9.43	0.3	2.83	4		4.00	4.00
6	小计								67.73
二	备采采场	4						2	8.00
1	小计								8.00
三	掘进工作面								
1	凿岩工作面	3	12.71	0.3	3.81	3.00	1.43	3.81	11.44
2	出渣工作面	2	12.71	0.3	3.81	3.00	6.35	6.35	12.69
3	支护工作面	1	12.71	0.3	3.81	3.00	2.71	3.81	3.81
4	小计								27.95
四	硐室工程								
1	坑内炸药库	1				3.0		3.0	3.00
2	电机车充电硐室	2				3.0		3.0	6.00
3	破碎硐室	1				8.0		8.0	8.00

4	装卸矿水平	2				3.0		3.0	6.00
5	粉矿回收水平	1				2.0		2.0	2.00
6	水泵房	1				2		2.0	2.00
7	储油硐室	1				1.5		1.5	1.50
8	小计								28.5
9									
五	合计								132.2
六	内、外部漏风系数均取 1.1, 降温系数取 1.17								54.9
七	总计								187.13

表 3.5-5 二期开采需风量计算结果表

序号	项目名称	数量	按排尘风速计算			按排尘风量计算风量	按排出废气计算风量	设计选取风量	计算风量
			断面	风速	风量				
		个	m ²	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
一	回采采场								
1	凿岩工作面	7	9.43	0.30	2.83	4.00	1.85	4.00	28.00
2	出矿工作面	9	9.43	0.3	2.83	4	6.35	6.35	57.12
3	装药工作面	3	9.43	0.3	2.83	4		4.00	12.00
4	爆破工作面	3	9.43	0.3	2.83	4		4.00	12.00
5	充填作业面	2	9.43	0.3	2.83	4		4.00	8.00
6	小计								117.12
二	备采采场	7						2	14.00
1	小计								14.00

三	掘进工作面								
1	凿岩工作面	5	12.71	0.3	3.81	3	1.43	3.81	19.07
2	出渣工作面	3	12.71	0.3	3.81	3	6.35	6.35	19.04
3	支护工作面	3	12.71	0.3	3.81	3	2.71	3.81	11.44
4	小计								49.54
四	硐室								
1	坑内炸药库	1				3		3	3.00
2	充电硐室	3				3		3	9.00
3	破碎硐室	1				8		8	8.00
4	装卸矿水平	3				3		3	9.00
5	粉矿回收水平	1				2		2	2.00
6	水泵房	3				2		2	6.00
7	储油硐室	1				1.5		2	1.50
8	小计								38.5
五	合计								219.16
六	内、外部漏风系数均取 1.1，降温系数取 1.25								112.32
七	总计								331.49

(3) 巴力一长坡矿段

针对该矿段根据同时回采工作面、掘进工作面、备用工作面、同时装矿点和其他需风点的个数，按排尘风量、排尘风速、排柴油设备废气需风量予以核算并取值大者参与需风量计算，并考虑内、外部漏风等因素来计算矿井总需风量。此外，参考铜坑矿区黑水沟一大树脚矿段地温实测资料，巴力一长坡矿段考虑深部开采需考虑增大总需风量进行井下环境降温。

经计算，该矿段生产区域总需风量为 $159.62\text{m}^3/\text{s}$ 。总需风量计算见表 3.5-6。

表 3.5-6 巴力—长坡矿段需风量计算结果表

序号	项目名称	数量	按排尘风速计算			按排尘风量 计算风量	按排除废气 计算风量	设计选取风 量	计算风量
			断面	风速	风量				
		个	m ²	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
一	回采采场								
1	凿岩工作面	4	10.84	0.3	3.25	4	1.85	4.00	16.00
2	出矿工作面	5	10.84	0.3	3.25	4	6.35	6.35	31.73
3	装药工作面	2	10.84	0.3	3.25	4		4.00	8.00
4	爆破工作面	2	10.84	0.3	3.25	4		4.00	8.00
5	充填工作面	3	10.84	0.3	3.25	4		4.00	12.00
6	小计								63.73
二	备采采场	2						2.00	4.00
1	小计								4.00
三	掘进工作面								
1	凿岩	2	10.84	0.3	3.25	3	1.85	3.25	6.50
2	出渣	2	10.84	0.3	3.25	3	6.35	6.35	12.69
3	支护	1	10.84	0.3	3.25	3		3.25	3.25
4	小计								22.45
四	硐室工程及其他								
1	装卸矿水平	3				3.0		3.0	9.00
2	爆破器材库	1				3.0		3.0	3.00
3	卡车装矿工作面	3				4	5.20	5.2	15.60

序号	项目名称	数量	按排尘风速计算			按排尘风量	按排除废气	设计选取风	计算风量
			断面	风速	风量	计算风量	计算风量	量	
		个	m ²	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
4	小计								27.6
五	合计								117.8
六	内、外部漏风系数取 1.1 和 1.1，降温系数取 1.12								41.8
七	总计								159.62

综上，通过对各矿段通风系统进行核算，各主要井筒的通风风速、风量均满足《金属非金属矿山安全规程》的要求。

3.5.3.2 通风风阻计算

(1) 92 号矿体

设计采用国际先进的 Ventsim 软件进行三维通风设计结合现场实测数据进行模拟，对矿山通风系统进行解算。

通风系统分为 3#回风井系统和溜破通风系统。3#回风井系统，新鲜风流从 2#竖井、东副井、斜坡道进入井下后，经中段石门进入盘区巷道、出矿运输巷等，分别清洗各工作面后，经由采场回风天井进入上中段回风巷道，最后通过 3#风井排出地面；溜破通风系统，新鲜风流从 2#竖井进风，通过皮带装载硐室、破碎硐室等溜破系统工程，再经过溜破系统专用回风井回到地面。

92 号矿体开采矿段垂直上采用从上往下开采顺序，系统最低服务中段为 155m 中段。设计按 4000t/d 生产能力来进行负压模拟，通过分析可得：生产 355m 中段和 405m 中段为通风容易时期，溜破系统通风阻力 1133.82Pa，3#回风井系统通风阻力 1443.74Pa。开采 305m 中段和 355m 中段时为通风困难时期，溜破系统通风阻力 1432.59Pa，3#回风井系统通风阻力 1852.26Pa。

(2) 黑水沟一大树脚矿段

由于黑水沟一大树脚矿段分两期开采，针对一期生产时期，根据排产计划及生产规模，主要开采 30m 中段和 90m 中段，两中段开采范围和规模相近，通风网络阻力相差不大，设计针对相对较深的 30m 中段生产时期进行矿井总负压将计算。经计算，一期生产区域通风阻力为 2844.34Pa。

二期生产时期，根据排产计划，当上采区开采 305m 中段及 200m 中段，下采区开采-30m 中段时期，为通风困难容易时期；当上采区开采 255m 中段及 150m 中段，下采区开采-150m 中段和-210m 中段时期，为通风困难时期。经计算，二期生产区域通风阻力容易时期为

3247.00Pa，困难时期为 4002.05Pa。

（3）巴力—长坡矿段

该矿段基建投产后，上采区生产中段为 455m 中段，下采区生产中段为 355m 及 305m 中段，相应时期为通风容易时期，根据通风系统确定矿井负压最小值。根据排产进度计划，随着下采区生产中段下沿，下采区 30m 中段生产时期为通风困难时期，按矿井通风最困难时期进行负压最大值计算。经计算，该矿段通风阻力容易时期为 1519.16Pa，困难时期为 1945.31Pa。

128 号矿体开采期间，按最大需风量 $159.62\text{m}^3/\text{s}$ 考虑，按照 -210m 中段及 -330m 中段生产时期分别为通风容易时期和通风困难时期测算通风阻力，则相应阶段通风阻力容易时期为 4551.99Pa，困难时期为 4746.29Pa。

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）。

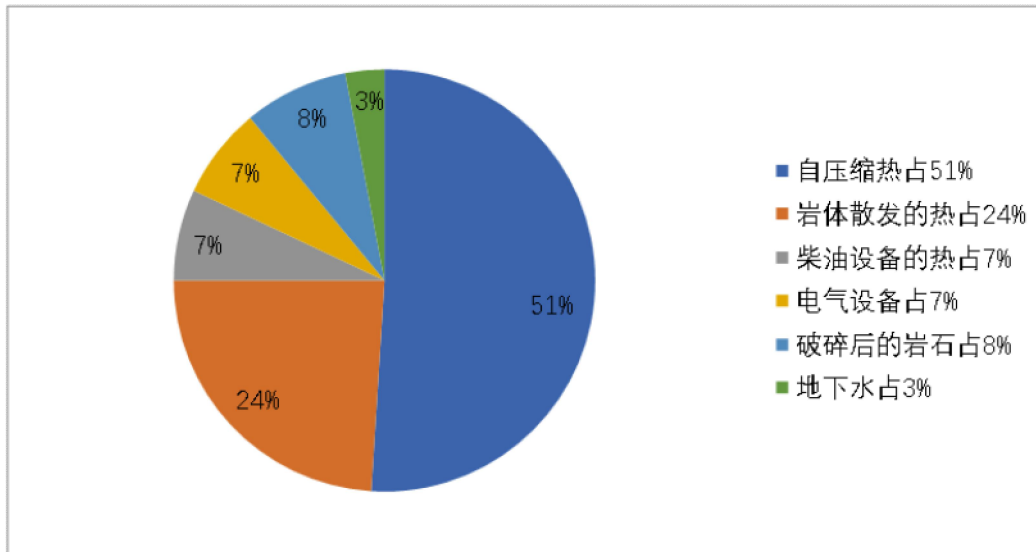


图 3.5-1 Mount Isa 矿 EM 矿热负荷的分布图（注：不考虑地表气候）

该项目属深井开拓，未来拟开采矿体埋深约 400~1100m。矿区地温梯度 2.27~4.29℃/100m，平均 3.28℃/100m。中国有色桂林矿产地质研究院有限公司在 30m 水平施工的抽水试验钻孔，水温为 43℃；在 30m 中段掘进中，在 2201 线坑道及 2401 线坑道发现有地下热水，水温 40℃；受涌热水影响，坑道温度约为 38~39℃。推测-300m 标高（最低开采水平）地温为 49.6℃。据相关规范，矿区深部多属地温异常区，矿山地温类型属高温类，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℃）。因此，建议下一步阶段设计依据目前已有井巷内的温度数据对制冷降温措施进行优化。如保障各工作面风量满足相关要求，地面设置制冷机组，合理布置散热设备设施等。

3.5.5 评价小结

（1）通风系统危险有害因素有：中毒窒息、机械伤害、触电、高温热害等，其中中毒窒息危险等级为Ⅳ级，应重点防范；触电和机械伤害危险等级为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。

（2）应注意的问题

1）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。

2）为防止风量分配不合理，应对风量定期进行检测，并及时对风量进行调整。

3）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。

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

5）下一阶段设计在风量计算时，对于高温矿井，作业面风量计算应该以排热计算风量，作业面风速取 0.5~1.0m/s。对于深部水泵硐室、变配电硐室及维修硐室，也应加大风量。

6）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，建议下一步设计阶段依据目前已完成井巷内的温度数据对制冷降温措施进行优化，如保障各工作面风量满足相关要求，地面设置制冷机组，合理布置散热设备设施等。

7）下一阶段设计应明确黑水沟-大树脚矿段二期通风系统主扇风机型号。

8）下一阶段设计应明确爆破器材发放站、储油硐室等风流走向方式。

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。	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	可研设计情况说明	检查结果
1	矿山供电电源和电源线路应符合下列规定： 1 有一级负荷的矿山应由双重电源供电；当一电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量应至少保证矿山全部一级负荷	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 3.0.3 条	依据可研报告，目前矿山范围内有二座 110kV 变电站，分别为长坡 110kV 变电站和铁板哨 110kV 变电站。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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。		长坡 110kV 变电站、铁板哨 110kV 变电站的供电电源链接引自河池供电局锡山变 110kV 不同母线，二回电源线路名称为 145 线、146 线，	
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	145 线线路规格为 LGJ-95 、 长度 7.7km； 146 线线路规格为 LGJ-120、长度 7.7km。	
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	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。	
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	设计井下主接地极不小于 2 块，设置在水仓内。主接地极采用 1000×1000×5 的镀锌钢板。在变配电硐室、低压配电点、连接电力电缆的接线盒等处设置局部接地装置，局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其它适当的地方。当任一主接地极断开时，接地	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
			网上任一点测得的总接地电阻值不大于 2Ω 。	
4	井下低压配电系统接地型式应符合下列规定： 1、井下有爆炸危险环境，应采用 IT 系统。 2、井下无爆炸危险环境，宜采用 IT 系统；当采用 220/380V 时，也可采用 TN-S 系统。 3、当采用 IT 系统时，配电系统电源端的带电部分应不接地或经高阻抗接地，且配电系统相导体和外露可导电部分之间第一次出现阻抗可忽略的故障时，故障电流不应大于 5A。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.1.3 条	根据可研，坑内采用中性点不接地的 IT 系统。	符合要求
5	井下接地极的设置应符合下列规定： 1、每一开采水平主接地极不应少于 2 组，并宜分别设置于开采水平主、副水仓中。 2、当下井电缆在钻孔中敷设时，主接地极可埋设在地面或设在井底水仓中或集水井内；加固钻孔的金属套管可作为主接地极中的一组。 3、当没有排水水仓可利用时，主接地极应设置在井底水窝或专门开凿的集水井内。不得将两组主接地极置于一个集水井内。 4、局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其他适当地点。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.6.2 条	设计井下主接地极不小于 2 块，设置在水仓内。主接地极采用 $1000 \times 1000 \times 5$ 的镀锌钢板。在变配电硐室、低压配电点、连接电力电缆的接线盒等处设置局部接地装置，局部接地极可设置在排水沟、积水坑或其它适当的地方。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
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	设计当任一主接地极断开时，接地网上任一点测得的总接地电阻值不大于 2Ω 。	符合要求
7	井下照明电压，应符合下列规定： 1、主要巷道的固定式照明电压可采用 220V 或 127V； 2、天井以及天井至回采工作面之间应采用 36V； 3、采掘工作面应采用 36V，当选择矿用防爆型灯具时可采用 127V； 4、行灯电压不应大于 36V。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.1.8 条	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 $\sim 220V$ ，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规定： 1、无爆炸危险环境矿井，宜采用矿用一般型电气设备； 2、有爆炸危险环境矿井，应按国家现行有关标准执行； 3、井下不应采用油浸式电气设备。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.2.1 条	设计井下均采用干式电气设备。	符合要求
9	井下高、低压线路应装设相间短路和过负荷保护。	《矿山电力设计标准》（50070-2020） 第 4.2.6 条	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；	《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	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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。		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。	
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

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) 下一步设计阶段应对智能矿山及专项安全保障系统进行详细设计。
- (2) 建议下一步设计阶段对一级负荷的供电电源进行细化说明。
- (3) 无爆炸危险环境矿井，宜采用矿用一般型电气设备。

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	可研设计情况及说明	检查结果
1	应调查核实矿区范围内的小矿井、老井、老采空区、现有生产矿井的积水区、含水层、岩溶带、地质构造等详细情况，并填绘矿区水文地质图。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.3.1 条	可研未见相关说明。	下一阶段补充完善
2	矿山井下最低中段的主水泵房和变电所的进口应装设防水门，防水门压力等级不低于 0.1MPa。水仓与水泵房之间应隔开，隔墙、水仓与配水井之间的配水阀的压力等级应与防水门相同。 通往强含水带、积水区、有可能突然大量涌水区域的巷道和专用的截水、放水巷道应设置防水门。防水门压力等级应高于其承受的静压。 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	可研提及了水泵房防水门，但未见具体布置位置等信息。	下一阶段补充完善
3	井下主要排水设备应包括工作水泵、备用水泵和检修水泵。只设 3 台水泵时，水泵型号应相同。 应设工作排水管路和备用排水管路。水泵出口应直接与	《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： 92 号矿体在 505m 主水泵站站内安装 6 台 DF280-65×6P 耐腐多级离心泵，Q=280m³/时/台，H=390m，功率 450kW/台，配备	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	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。		两条排水管。 305m 水平水泵房内装有 6 台 DF280-43×7P 耐腐多级离心泵，$Q=280\text{m}^3/\text{时}/\text{台}$，$H=301\text{m}$，功率 355kW/台，排水管二条。 黑水沟一大树脚锌矿段一期开采期间在-30m 中段水泵房安装 3 台型号为 MDS600-118×8(P) 的多级离心水泵，水泵流量 $Q=600\text{m}^3/\text{h}$，扬程 $H=944\text{m}$，正常排水时，1 台水泵工作，1 台备用，1 台检修。设 2 条排水管路，正常涌水时 1 条排水管路工作，最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。 -30m 中段以下开采期间在 -270m 中段水泵房安装 3 台型号为 MDS600-100×3(P) 的多级离心水泵，水泵流量 $Q=600\text{m}^3/\text{h}$，扬程 $H=300\text{m}$，正常排水时，1 台水泵工作，1 台备用，1 台检修。共设 2 条排水管路，正常涌水时 1 条排水管路工作，最大涌水时 2 条排水管路投入使用。	

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
			巴力一长坡锌矿开采期间在30m中段水泵房安装3台型号为MD420-96×10(P)的多级离心水泵,水泵流量 $Q=420\text{m}^3/\text{h}$,扬程 $H=960\text{m}$,正常排水时,1台水泵工作,1台备用,1台检修;最大涌水时,2台水泵工作,1台备用检修。设2条排水管路,正常涌水时1条排水管路工作,最大涌水时2条排水管路都投入使用。开采后期于深部-330m中段设置水泵房,水泵房安装3台型号为MD420-90×5(P)的多级离心水泵,水泵流量 $Q=420\text{m}^3/\text{h}$,扬程 $H=450\text{m}$,正常排水时,1台水泵工作,1台备用,1台检修;最大涌水时,2台水泵工作,1台备用检修。设2条排水管路,正常涌水时1条排水管路工作,最大涌水时2条排水管路都投入使用。	
4	井下最低中段的主水泵房出口不少于两个;一个通往中段巷道并装设防水门;另一个在水泵房地面7m以上与	《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

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况及说明	检查结果
	安全出口连通，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。			
5	主要水仓应由两个独立的巷道系统组成。最低中段水仓总容积应能容纳 4h 的正常涌水量；正常涌水量超过 2000m ³ /h 时，应能容纳 2h 的正常涌水量，且不小于 8000m ³ 。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.8.4.1 条	设计 92 号矿体水仓容积为 2032.5m ³ ，未明确黑水沟—大树脚锌矿、巴力—长坡锌矿水仓总容积等相关内容。	下一阶段补充完善
6	在有突水可能性的工作面设置的救生圈、安全绳等救生设施。	安监总局〔2015〕 第 75 号	可研报告中没有相关内容。	下一阶段补充完善

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》之规定“工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常用水量；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”。正常排水和最大排水时所需水泵排水量和所需水泵扬程分别计算如下：

(1) 92 号矿体

92 号矿体已有较为完备的排水系统，井下水仓主要设在 505m 和 305m 中段，采用分级接力式排水。其中 505m 主水泵站设在 2#竖井 505m 中段车场附近，水仓容积为 2032.5m³，排水高度 290.8m，站内安装 6 台 DF280-65×6P 耐腐多级离心泵，Q=280m³/时/台，H=390m，功率 450kW/台，排水管径 350mm，配备两条。将水集中排出 2#竖井

地面入 2#坝, 2#坝中分沉淀坝和清水坝, 以作为生产循环用水。305m 水平水泵房水仓容积为 2032.5m^3 , 站内装有 6 台 DF280-43 $\times$ 7P 耐腐多级离心泵, $Q=280\text{m}^3/\text{时}/\text{台}$, $H=301\text{m}$, 功率 $355\text{kW}/\text{台}$, 排水管二条, 管径 350mm , 将水排到 505m 主泵站。

根据可研, 铜坑矿区 305m 中段正常涌水量为 $4958\text{m}^3/\text{d}$, 最大涌水量为 $13133\text{m}^3/\text{d}$ 。矿山生产废水量为 $600\text{m}^3/\text{d}$ 。

该矿段 305m 以下矿体开采期间, 在 155m 中段通过排水联巷将井下涌水引至黑水沟一大树脚锌矿, 利用黑水沟一大树脚锌矿排水系统排出地表。

1) 正常涌水量时

20 小时 1 台水泵排水能力: $280\text{m}^3 \times 20 = 5600\text{m}^3$

$5600 > (4958 + 600)$, 正常涌水量时, 1 台 DF280-43 $\times$ 7P 耐腐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 1 台水泵排水能力: $280\text{m}^3 \times 20 = 5600\text{m}^3$

$5 \times 5600 > (13133 + 600)$, 最大涌水量时, 5 台 DF280-43 $\times$ 7P 耐腐多级离心泵和备用水泵同时工作, 能满足井下最大排水要求。

3) 水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为:

$$H = 1.05 \times (505\text{m} - 305\text{m}) = 210\text{m}$$

设计所选水泵扬程 $H=301\text{m}$, 满足要求。

(2) 黑水沟一大树脚锌矿

一期开采期间在 -30m 中段设置水泵房, 将黑水沟一大树脚锌矿和 92 号矿体 305m~150m 中段涌水经 3#竖井一段抽出至地表。根据可研, -30m 中段及其以上区域正常涌水量为 $7827\text{m}^3/\text{d}$, 最大涌水量为 $16002\text{m}^3/\text{d}$; 井下生产废水 $678.6\text{m}^3/\text{d}$ (包含充填废水及洗管水

250.6m³/d)。

-30m 中段水泵房安装型号为 MDS600-118×8(P) 的多级离心水泵, 水泵流量 $Q=600\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=944\text{m}$, 配套电动机功率 $N=2500\text{kW}$, 电压 $U=10\text{kV}$, 转速 1480rpm。水泵房内共布置 3 台水泵, 正常排水时, 1 台水泵工作, 1 台备用, 1 台检修。排水管路的规格为 $\Phi 356\times 18\text{mm}$, 共设 2 条, 正常涌水时 1 条排水管路工作, 最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。

-30m 中段以下开采期间在-270m 中段设置水泵房, 将黑水沟一大树脚锌矿井下涌水经斜坡道、-90m 中段、6#副井、-30m 中段巷道排入-30m 中段水泵房, 最终由-30m 水泵房水泵经 3#竖井排出地表, 根据可研, -270m 中段及其以上区域正常涌水量为 $9490\text{m}^3/\text{d}$, 最大涌水量为 $17665\text{m}^3/\text{d}$, 井下生产废水 $1070.1\text{m}^3/\text{d}$ (包含充填废水及洗管水 $370.1\text{m}^3/\text{d}$)。

-270m 中段水泵房安装型号为 MDS600-100×3(P) 的多级离心水泵, 水泵流量 $Q=600\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=300\text{m}$, 配套电动机功率 $N=900\text{kW}$, 电压 $U=10\text{kV}$, 转速 1480rpm。水泵房内共布置 3 台水泵, 正常排水时, 1 台水泵工作, 1 台备用, 1 台检修。排水管路的规格为 $\Phi 356\times 10\text{mm}$, 共设 2 条排水管路, 正常涌水时 1 条排水管路工作, 最大涌水时 2 条排水管路投入使用。

1) -30m 中段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: $600\text{m}^3\times 20=12000\text{m}^3$

$12000>(7827+678.6)$, 正常涌水量时, 1 台 MDS600-118×8(P) 的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 1 台水泵排水能力: $280\text{m}^3\times 20=12000\text{m}^3$

$24000 > (16002 + 678.6)$ ，最大涌水量时，2 台 MDS600-118 $\times$ 8 (P) 工作水泵和备用水泵同时工作，能满足井下最大排水要求。

③ 水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H = 1.05 \times [792\text{m} - (-30\text{m})] = 863.1\text{m}$$

设计所选水泵扬程 $H=944\text{m}$ ，满足要求。

2) -270m 中段水泵房排水能力复核

① 正常涌水量时

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

$12000 > (9490 + 1070.1)$ ，正常涌水量时，1 台 MDS600-100 $\times$ 3 (P) 的多级离心水泵能满足井下正常排水要求。

② 最大涌水量时

$$20 \text{ 小时 } 1 \text{ 台水泵排水能力: } 280\text{m}^3 \times 20 = 5600\text{m}^3$$

$24000 > (17665 + 1070.1)$ ，最大涌水量时，2 台 MDS600-100 $\times$ 3 (P) 工作水泵和备用水泵同时工作，能满足井下最大排水要求。

③ 水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H = 1.05 \times [(-30\text{m}) - (-270)] = 252\text{m}$$

设计所选水泵扬程 $H=300\text{m}$ ，满足要求。

(3) 巴力—长坡锌矿

该矿段开采期间在 30m 中段黑水沟—大树脚锌矿 3#竖井侧设置水泵房，将巴力—长坡锌矿采区涌水下放至 30m 中段，涌水将沿 30m 集中运输中段水沟进入 30m 中段水泵房，从 30m 水泵房沿 3#竖井排出至地表，经沉淀后，作为矿山生产用水。根据可研，30m 中段及其以上区域正常涌水量为 $4048\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $12222\text{m}^3/\text{d}$ ；井下生产废水 $458.1\text{m}^3/\text{d}$ （包含充填废水及洗管水 $166.1\text{m}^3/\text{d}$ ）。

30m 中段水泵房安装型号为 MD420-96×10 (P) 的多级离心水泵, 水泵流量 $Q=420\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=960\text{m}$, 配套电动机功率 $N=2000\text{kW}$, 电压 $U=10\text{kV}$, 转速 1480rpm 。水泵房内共布置 3 台水泵, 正常排水时, 1 台水泵工作, 1 台备用, 1 台检修; 最大涌水时, 2 台水泵工作, 1 台备用检修。水泵房排水管路由 30m 水泵房经 3#竖井管子间敷设至地表。排水管路的规格为 $\Phi 299\times 15\text{mm}$ 。共设 2 条排水管路, 正常涌水时 1 条排水管路工作, 最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。

该矿段开采后期于深部-330m 中段设置水泵房, 将巴力一长坡锌矿井下涌水经 5#盲罐笼井、30m 集中运输中段、排入 30m 中段水泵房, 最终经 30m 水泵房、3#竖井排出地表。-330m 中段及其以上区域正常涌水量为 $5026\text{m}^3/\text{d}$, 最大涌水量为 $13200\text{m}^3/\text{d}$; 井下生产废水 $458.1\text{m}^3/\text{d}$ (包含充填废水及洗管水 $166.1\text{m}^3/\text{d}$)。

-330m 中段水泵房安装型号为 MD420-90×5 (P) 的多级离心水泵, 水泵流量 $Q=420\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=450\text{m}$, 配套电动机功率 $N=800\text{kW}$, 电压 $U=10\text{kV}$, 转速 1480rpm 。水泵房内共布置 3 台水泵, 正常排水时, 1 台水泵工作, 1 台备用, 1 台检修; 最大涌水时, 2 台水泵工作, 1 台备用检修。-330m 水泵房排水管路由-330m 水泵房经 128 号矿体新掘罐笼井管子间敷设至 30m 中段。排水管路的规格为 $\Phi 299\times 10\text{mm}$ 。共设 2 条排水管路, 正常涌水时 1 条排水管路工作, 最大涌水时 2 条排水管路都投入使用。

1) 30m 中段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: $420\text{m}^3\times 20=8400\text{m}^3$

$8400>(4048+166.1)$, 正常涌水量时, 1 台 MD420-96×10 (P) 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 1 台水泵排水能力： $420\text{m}^3 \times 20 = 8400\text{m}^3$

$16800 > (12222 + 166.1)$ ，最大涌水量时，2 台 MD420-96 $\times$ 10 (P) 工作水泵和备用水泵同时工作，能满足井下最大排水要求。

③ 水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H = 1.05 \times (792\text{m} - 30\text{m}) = 800.1\text{m}$$

设计所选水泵扬程 $H=960\text{m}$ ，满足要求。

2) -330m 中段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： $420\text{m}^3 \times 20 = 8400\text{m}^3$

$8400 > (5026 + 458.1)$ ，正常涌水量时，1 台 MD420-90 $\times$ 5 (P) 的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 1 台水泵排水能力： $420\text{m}^3 \times 20 = 8400\text{m}^3$

$16800 > (13200 + 458.1)$ ，最大涌水量时，2 台 MD420-90 $\times$ 5 (P) 工作水泵和备用水泵同时工作，能满足井下最大排水要求。

③ 水泵扬程复核

按排水高度估算设备所需的扬程为：

$$H = 1.05 \times [(-30\text{m}) - (-330)] = 315\text{m}$$

设计所选水泵扬程 $H=450\text{m}$ ，满足要求。

3.7.1.4 单元评价小结

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

(2) 下一阶段设计中应完善的问题有：

1) 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。明确防水门的具体设置位置，防水门应设置在岩石稳固的地点，由专人管理，定期维修，确保可以随时启用。

2) 下一阶段设计应对主水泵房和变电所的进口防水门进行设计，给出黑水沟一大树脚锌矿、巴力一长坡锌矿水仓总容积等相关内容。

3) 有突水可能性的工作面应设置救生圈、安全绳等救生设施。

4) 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。

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

6) 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。

7) 下一阶段设计单位应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。

8) 下一阶段设计单位应补充完善“三专两探一撤”防治水措施，配齐专用的探放水设备，严格执行“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的水害防治要求，探水钻孔超前距离和止水套管长度应当满足《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》(AQ2061)相关要求。

9) 该矿区老窿水风险高，下一阶段设计应划定水害风险等级区域，加强对隐蔽致灾因素的调查、探测，并明确相应的防治措施。

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、电火花、电弧和照明灯具形成引燃源。	人员伤亡 财产损失	III	设计选择合理电气设备；严格按照设计、规程进行安装，对电器定期检测；正确使用维护电气设备；备足消防灭火器材和消防设施。
危险物料	爆破材料的运输、保存、使用不当；木材、油料、电缆；外界火源；危险部位未设立警示标志；未采取有效的灭火措施。	人员伤亡 财产损失	III	易燃易爆材料要妥善保管、处理；尽量不在易燃易爆物品附近点火；如必须动火应采取有效防火措施；在必要部位配备一定数量的灭火器材。

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	可研设计情况及说明	检查结果
1	井下消防供水水池容积应不小于 200m ³ 。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020） 第 6.9.1.5 条	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	《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	符合要求

	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。		相应的灭火器材。	
3	无轨设备应符合下列规定：每台设备均应配备灭火装置。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 6.3.4.2 条	铲运机等无轨设备自备干粉灭火器。	符合要求
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，现有供水系统主管选用 DN150mm 无缝钢管，各中段支管选用 DN100mm 无缝钢管，再用 DN65mm 无缝钢管将水送至采场、掘进工作面、爆破器材临时存储库等地点。	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	符合要求

			的消防要求。	
6	有自然发火危险的矿山应设井下环境监测系统，实现连续自动监测与报警。监测内容应包括井下空气成分、温度、湿度和水的Ph 值等，应系统研究内因火灾的特点和发火规律。有沼气渗出的矿山，应加强沼气监测。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 6.9.2.1	可研未见相关说明。	下一阶段补充完善
7	开采有自然发火危险的矿床应采取以下防火措施： ——主要运输巷道、总进风道、总回风道，均应布置在无自然发火危险的围岩中，并采取预防性注浆或者其他有效措施； ——选择合适的采矿方法，合理划分矿块，并采用后退式回采顺序；根据采取防火措施后的矿床最短发火期确定采区开采期限；充填法采矿时，应采用惰性充填材料及时充填采空区； ——应有灭火的应急预案； ——采用黄泥或其他物料注浆灭火时应按应急预案规定的钻孔网度、料浆浓度和注浆系数进行； ——应防止上部中段的水泄漏到采矿场，并防止水管在采场漏	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 6.9.2.2	可研未见相关说明。	下一阶段补充完善

	水； ——严密封闭采空区； ——应清理采场矿石，工作面不应留存坑木等易燃物。			
--	---	--	--	--

3.7.2.3 矿石自燃性分析

92 号矿体矿石矿物成分大部分是硫化物，主要是黄铁矿和磁黄铁矿，矿体中平均含硫量为 7.35%，最低为 4.92%，最高可达 12.55%，据国家“九五”科技攻关课题研究成果，92 号矿体矿石发生自然发火燃烧的可能性不大，在一定时间内矿石不结块。但根据矿山目前生产现状，92 号矿体局部有自燃发火危险（如：二采区 201 勘探线 T103 采场至 T106 采场区域等），下一步设计阶段应明确专项的防治自燃发火措施。

硫化锌矿无自燃发火倾向。

3.7.2.4 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 200m³。

（2）下一阶段设计应设井下环境监测系统，实现连续自动监测与报警。监测内容应包括井下空气成分、温度、湿度和水的 Ph 值等，应系统研究内因火灾的特点和发火规律。

（3）下一步设计阶段应明确专项的防治自燃发火措施。

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、机械伤害、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；机械伤害危险等级为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 安全避险“六大系统单元”

本章节依据《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》（AQ2031-2011）、《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》（AQ2032-2011）、《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023）、《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》（KA/T2034-2023）、《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》（KA/T2035-2023）和《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》（AQ2036-2011）对《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 3.8-1。

表 3.8-1 安全避险“六大系统”单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
一	监测监控系统	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)		
1	监测监控系统由主机、传输接口、传输线缆、分站、传感器等设备及管理软件组成的系统，具有信息采集、传输、存储、处理、显示、打印和声光报警功能，用于	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 3.1	监控系统具备数据采集功能、控制功能、调节功能、存储和查询功能、显示功能、打印功能、人机对话功能、双机切换功能、网络通信功能等基本功能。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	监测金属非金属地下矿山有毒有害气体浓度，以及风速、风压、温度、烟雾、通风机开停状态、地压等。			
2	主机应安装在地面，并双机备份，且应在矿山生产调度室设置显示终端。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)4.5	根据可研，原生锡矿 92 号矿体利用旧原有监测监控系统，黑水沟-大树脚锌矿、巴力-长坡锌矿分别新增一套监测监控系统，核心设备设置在原地面调度中心控制室和 4#竖井新建监控中心。设置视频服务器及软件：2 套；存储服务器：2 套。	符合要求
3	主机和分站的备用电源应能保证连续工作 2h 以上。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)4.9	可研未见相关说明。	下一阶段设计补充完善
4	地下矿山应配置足够的便携式气体检测报警仪。便携式气体检测报警仪应能测量一氧化碳、氧气、二氧化氮浓度，并具有报警参数设置和声光报警功能。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)5.1	可研未明确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。	下一阶段设计补充完善
5	一氧化碳报警浓度不应高于 24ppm，二氧化氮报警浓度不应高于 2.5ppm。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)5.4		

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
6	井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 6.1	根据可研,设计 92 号矿体设置风速传感器 18 台,主要安装在采场回风处及主要进风口;黑水沟-大树脚及巴力-长坡矿段设置风速传感器 45 台,主要安装在采场回风处及主要进风口。建议下阶段设计明确井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。	下一阶段设计补充完善
7	主要通风机应设置风压传感器,传感器的设置应符合 AQ2013.3 中主要通风机风压的测点布置要求。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 6.2	根据可研,设计在主通风机处安装负压传感器 4 台。	符合要求
8	主要通风机、辅助通风机、局部通风机应安装开停传感器。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)6.5	可研未见相关说明。	下一阶段设计补充完善
9	提升人员的井口信号房、提升机房,以及井口、马头门(调车场)等人员进出场所,应设视频监控。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 7.1	根据可研,原生锡矿 92 号矿体在井下各码头门、水泵房、地磅、硐室、炸药库、重要十字路口等重要人员进出地共安装有	下一阶段设计补充完善
10	紧急避险设施及井下爆破器材库、油库、中央变电所等主要硐室,应设视频监控。安装在井下爆破器材	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011) 7.2	52 个监控点。在东副井各码头门安装视频监控用于监控井口提升,共计安装 24 个监控点。 1#盲、2#盲机房远程提升	

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	库和油库的视频设备应具备防爆功能。		系统共计 7 个视频监控点。 井下地磅远程监控系统在 455m 2 号主溜地磅、405 地磅、383 地磅、381 地磅、355 地磅等 5 处进行远程监控，共计安装 5 个监控点。 黑水沟-大树脚锌矿及巴力-长坡锌矿在井下各马头门、水泵房、硐室、重要十字路口等重要人员进出地共安装有 104 个监控点。 未说明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。	
11	对于在需要保护的建筑物、构筑物、铁路、水体下面开采的地下矿山，应进行地压或变形监测，并应对地表沉降进行监测。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)8.1	根据可研，矿山已在井下布置了覆盖岩层移动观测网站，主要采用水准测量和钻孔电视观测等手段，并在地面进行岩层沉降观测网设布设，形成 92 号矿体覆盖岩层监测网络。	符合要求
12	存在大面积采空区、工程地质复杂、有严重地压活动的地下矿山，应进行地压监测。	《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》 (AQ2031-2011)8.2		
二	人员定位系统	《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011)		
1	井下最多同时作业人	《金属非金属地下矿山	设计设置了人员定位系	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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	人员定位系统建设规范》(AQ2032-2011) 4.1	统。井下人员定位单个基站覆盖范围 500m, 多个基站联网可以达到信号全井覆盖的要求。每隔 200m~300m 左右安装一台、巷道分叉处及巷道拐弯处安装一台、每个中段平巷入口及人员下井口处安装一个, 满足全井覆盖的要求。	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	可研未进行相关说明。	下一阶段设计补充完善
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	可研对该内容进行了明确。	符合要求
2	所有入井人员必须随身携带自救器。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023) 4.5		
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	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(KA/T2033-2023) 5.3	设计在黑水沟一大树脚 30m 中段和巴力一长坡 305m 中段各新增一个紧急避险硐室。紧急避险硐室为永久硐室, 黑水沟一大树脚 30m 中段紧急避险	下一阶段设计补充完善

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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。		硐室容纳人员为97人，巴力—长坡305m中段紧急避险硐室容纳人员为79人。 根据可研，黑水沟—大树脚矿段一期最低中段为150m标高，二期最低中段为270m标高；巴力—长坡矿段最低生产中段为-330m，建议下一阶段补充设置该最低生产中段的紧急避险设施。	
4	紧急避险设施的设置应满足本中段最多同时作业人员避灾需要，单个避灾硐室的额定人数不大于100人。	《金属非金属地下矿山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	根据可研，避难硐室由过渡室和生存室等构成，采用向外开启的两道隔离门结构。但未考虑避灾硐室的设防水头高度。	下一阶段设计补充完善
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	根据可研，生存室净高不低于2.5m，净长不小于24m，净宽不小于4.0m。每人应有不低于1m ² 的使用面积。	符合要求
7	应编制事故应急预	《金属非金属地下矿山	可研对该内容进行了明	符合

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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。	紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 5.2	确。	要求
8	矿山井下压风自救系统、供水施救系统、通信联络系统、供电系统的管道、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。	《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（KA/T2033-2023） 5.8	可研未明确。	下一阶段设计补充完善
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	根据可研，巴力-长坡空压机房共 4 台容量 45.5m ³ /min 空压机，主压缩空气通过一根 Φ267×8.5mm 的无缝钢管沿 4#竖井送到井下各生产中段，黑水沟-大树脚井下压缩空气利用 92 号矿体 5 台容量 100m ³ /min 空压机，压	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
			气管路从 92 号矿体东副井 405m 马头门接出来,经 405m 中段,斜坡道、4#盲斜井接入井下用气点。	
2	压风管道应采用钢质材料或其他具有同等强度的阻燃材料。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023) 4.4	井下压风自救系统主供气管采用无缝钢管。	符合要求
3	各主要生产中段和分段进风巷道的压风管道上每隔 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	有毒有害气体涌出的独头掘进巷道距掘进工作面不大于 100m 处的压风管道上应安设压风自救装置。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(KA/T2034-2023) 4.7	根据可研,设计压风自救器主要与掘进工作面巷道和进入采场的压缩空气管道连接,安装在地点宽敞、支护良好、没有杂物堆的人行道侧,人行道宽度应保持在 0.8m 以上,管路安装高度应距底板 0.5m,便于现场人员自救应用。	符合要求
6	爆破时撤离人员集中地点的压风管道上应安设一组三通及阀门。	《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》	可研未明确。	下一阶段设计

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	门。	(KA/T2034-2023) 4.8		补充完善
7	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	设计供水施救系统与井下生产和消防供水系统共用。 生活饮用水水源必须符合规定的生活饮用水水质卫生要求。	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	供水管道均采用无缝钢管，生活水管道上安装闸阀，并在闸阀后安装 Y 型管道过滤器。	
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	可研设计情况说明	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	矿山通信联络系统采用有线电话系统和基于 WiFi 的无线通信系统相结合的双通信联络系统。	符合要求
2	安装通信联络终端设备的地点应包括：井底车场、马头门、井下运输调度室、主要机电硐室、井下变电所、井下各中段采区、主要泵房、主要通风机房、井下紧急避险设施、爆破时撤离人员集中地点、提升机房、井下爆破器材库、	《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ2036-2011) 4.4	有线通信系统将覆盖竖井、运输巷道生产巷道、采掘工作面等井下各生产岗位。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况说明	检查结果
	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	根据可研，黑水沟-大树脚锌矿调度电话系统自东副井和 3#竖井分两路进入井下配线设备；巴力-长坡锌矿调度电话系统自 4#竖井和 5#风井进入井下配线设备，其中任何一条通信电缆发生故障，另一条通信电缆的容量均能担负井下各通信终端的通信能力。	符合要求

通过上述安全检查表分析可知，《可研报告》对安全避险“六大系统”相关内容进行了设计，但下一阶段设计中尚需补充完善，补充的对策措施详见本报告 4.9 章节。

3.9 安全管理单元

3.9.1 安全管理单元安全检查表

表 3.9-1 安全管理状况检查

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
1	矿山企业应配备专职安全生产管理人员；从业人员超过一百人的应当设置安全生产管理机构。	《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和安全管理网络，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代表人负责制为核心的各级安全生产责任制。在此基础	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第六条	矿山建立健全了以法定代表人负责制为核心的全员安全生产责任制。建	符合要求

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
	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。		立了包含要求的各项安全管理制度、安全规程等。	
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	企业对职工进行了安全生产教育和培训，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	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	新进地下矿山的作业人员，接受不少于 72h 的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。	符合要求
5	调换工种的人员，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
6	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
7	矿山企业应为从业人员办理工伤保险，因特殊情况不能办理工伤保险的，可以办理安全生产责任保险或者雇主责任保险。	《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	检查结果
8	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
9	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。并与广西矿山抢险排水救灾中心有限公司国家矿山应急救援华锡队签订非煤矿山救援合同书。	符合要求
10	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
11	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
12	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山工程施工资质并取得安全生产许可证。非煤矿山企业要	《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	检查结果
	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。			
13	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，金属非金属露天矿山应当不少于2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）	企业配备安管人员15名，能够满足相关要求。	符合要求
14	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、通风等专业技术人员，能够满足相关要求。	符合要求
15	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
16	矿山企业应当健全以安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心的安全	《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步	企业建立了以安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心	符合要求

序号	检查要求	检查依据	检查情况	检查结果
	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。	的意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2023 年 9 月 6 日）	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。	
17	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
18	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，矿长、总工程师和分管安全、生产、机电等工作的副矿长每年应当接受专门的安全教育培训。	《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方可上岗作业，“五职矿长”每年接受了专门的安全教育培训。	符合要求

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

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可上岗作业。

3.9.2 一次性设计符合性评价

设计一期生产规模为 297 万 t/a，二期生产规模为 231 万 t/a，铜坑矿采矿证证载规模 350 万 t/a，不符合《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）文件规定的新建、改建、扩建金属非金属矿山对采矿许可证范围内的矿产资源原则上应当进行一次总体安全设施设计的要求。下一阶段设计应充分说明具体原因。

3.10 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）。项目涉及柴油最大设计量（设计在 60m 中段设井下加油站，站内设置 10m³ 卧式储油罐 1 个，约 8.4t。）远小于临界量 5000t，乙炔用量较小，远小于临界量 1t，该项目不存在危险化学品重大危险源。

依据《民用爆炸物品重大危险源辨识》对该项目的井下爆破器材硐室进行重大危险源辨识，目前，92 号矿体开采矿段井下 355m 中段设有 1 个爆破器材贮存硐室，但未明确贮存量，建议下一阶段设计明确该贮存硐室爆破器材的贮存量并判定是否属于重大危险源。黑水沟一大树脚矿段设计 30m 中段的回风石门附近设 1 个容量 3t 的井下爆破器材硐室。巴力一长坡矿段在 455m 中段的回风石门附近设 1 个容量 3t 的井下爆破器材硐室。主要贮存掘进过程中所用的炸药和起爆器材。库内设爆破材料发放站，炸药类型为粒状铵油炸药，临界量为 10t。因此，黑水沟一大树脚、巴力一长坡矿段爆破器材硐室不构成重大危险源。

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

(1) 下一阶段设计应根据《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》中圈定的地表最大岩移范围与岩移影响范围优化相关设计参数。

(2) 下一阶段设计应根据《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》中提出的对策建议扩展 92 号矿体和锌多金属矿区域的岩移监测网点。

(3) 矿区地表环境相对复杂，且由于场地和矿权受限导致部分井巷工程穿越矿体，下一阶段设计应留设保安矿柱和推荐采用合理的采矿工艺等措施以确保井下开采不会对地表建（构）筑物和主要井筒等造成影响。

(4) 矿区与高峰锡矿、拉么锌矿矿权相邻，下一阶段设计应进一步分析不同主体相邻矿权的开采安全影响，并采取相应的安全技术措施。

(5) 该矿山历史开采悠久，采矿方法多样，移动界限内有工业设施，应加强黑水沟等矿体开采的地表岩移和建筑物变形监测。

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) 下一阶段设计应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。

(3) 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应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求设置人行道。

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

(5) 行人的斜坡道应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求设置人行道或躲避硐室。

(6) 设计单位应按照《金属非金属矿山安全规程》的要求明确水平巷道、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。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 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。

(10) 设计单位应按照《金属非金属矿山安全规程》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。

(11) 下一阶段设计应明确人行巷道的水沟盖板的设置情况。

(12) 下一阶段设计应明确主溜井的安全检查通道的设置情况。

(13) 下一阶段设计应明确深度超过 300m 的井筒设置梯子间时，

应在井筒无马头门段设置与梯子间相通的休息硐室。休息硐室间距不大于 150m。硐室宽度不小于 1.5m,深度不小于 2.0m,高度不小于 2.1m。

(14) 下一阶段设计应对井下爆破器材硐室进行详细设计,明确相关参数。

(15) 下一阶段设计应补充完善刷大井筒和井筒延伸工程的安全防护措施。

(16) 下一阶段设计应对利旧情况进行重点说明,明确下部矿体开采的延伸与上部开采水平的封闭计划。

(17) 下一阶段设计应进一步分析构造对工程开拓和生产的影响,并采取相应安全措施。

4.3 提升运输单元安全对策措施

(1) 天井、溜井口,应设有照明。在竖井、天井、溜井和漏斗口上方等高处作业时,作业人员应系安全带,或者在作业点下方设防坠保护平台或安全网。

(2) 下一步设计阶段中应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。

(3) 由于本项目提升高度较大,钢丝绳磨损较大,更换频率大,因此钢丝绳的选用应足够重视,建议对钢丝绳加强检测检验。

(4) 下一阶段设计中应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) 下一步设计阶段中应对井下无轨设备运输按照《金属非金属矿山安全规程》(GB16423-2020)的要求提出细化的安全要求。

(6) 下一步设计阶段中应明确多绳摩擦提升钢丝绳悬挂时的安全系数及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) 下一步设计阶段中应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。

4.4 采掘单元安全对策措施

(1) 企业在实际开采中须及时充填采空区。

(2) 下一阶段设计应按照《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》对采场及保安矿柱结构参数进行优化。

(3) 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。

(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，总结出铜坑矿业的岩爆判据，提出预防岩爆的技术措施，以保证生产过程中的安全。

(6) 企业应加强深部开采岩石力学与地压监控研究，在锌多金属矿 150m、90m、30m 中段等区域布置微震监测系统，为深部区域复杂条件下规模化开采提供安全技术保障。

(7) 下一阶段设计应对各主要矿体开采中进一步优化回采顺序、充填顺序和充填体的最佳结构参数。开采过程中根据实际情况加强采场管理和顶板控制，确保生产安全。

(8) 由于采用充填法开采，企业对矿区范围留设的保安矿柱可以在开采后期视情况进行适当回收，具体方案需要根据周边的回采和充填情况进行回采设计。

(9) 下一阶段设计应合理划分开采单元，使矿房顶板尽量避开断裂构造的影响，必要时，采场内需采取支护措施。

(10) 溜井的卸矿位置要设置挡车装置，防止铲运机掉入溜井，同时溜井周围要设防水、警示标志、隔离栅栏、红灯等。

(11) 锌矿矿体主要呈多层平行分布、倾角缓、矿体薄、埋藏深，下一阶段设计应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。

(12) 下一阶段设计应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。

4.5 通风系统安全对策措施

(1) 由于本项目通风线路较长，为了防止风流短路、漏风现象，下一阶段设计应增设好通风构筑物（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。

(2) 企业应对风量定期进行检测，并及时对风量进行调整。

(3) 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。

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

(5) 下一阶段设计在风量计算时，对于高温矿井，作业面风量计算应该以排热计算风量，作业面风速取 0.5~1.0m/s。对于深部水泵硐室、变配电硐室及维修硐室，也应加大风量。

(6) 下一阶段设计依据目前已完成井巷内的温度数据对制冷降温措施进行优化，如保障各工作面风量满足相关要求，地面设置制冷机组，合理布置散热设备设施等。

(7) 下一阶段设计应明确黑水沟-大树脚矿段二期通风系统主扇风机型号。

(8) 下一阶段设计应明确爆破器材发放站、储油硐室等风流走向方式。

4.6 供配电设施单元安全对策措施

(1) 建议下一步设计阶段对一级负荷的供电电源进行细化说明。

(2) 无爆炸危险环境矿井，宜采用矿用一般型电气设备。

(3) 井下使用的动力线、照明线、带式输送机、风筒等设备设施必须具备阻燃特性。

(4) 井下变电所向各采区输送的低压馈出线应装设漏电保护装置，漏电保护装置应灵敏可靠；井下变(配)电所，高压馈出线应装设单相接地保护装置，低压馈出线应装设漏电保护装置。

(5) 从井下中央变电所或采区配电所引出的低压馈出线，应装设带有过电流保护的断路器。

(6) 电气设备采用可能触及人的裸露带电部分，均应设保护罩或栏杆及警示标志。在带电设备周围不得使用钢卷尺和带金属丝的线尺。

(7) 电气操作人员要按正规操作，穿戴绝缘服装，使用绝缘工具等，防止人员受到电伤害。

(8) 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。明确防水门的具体设置位置，防水门应设置在岩石稳固的地点，由专人管理，定期维修，确保可以随时启用。

(2) 下一阶段设计应对主水泵房和变电所的进口防水门进行设计, 给出水仓设置详细参数。

(3) 有突水可能性的工作面应设置救生圈、安全绳等救生设施。

(4) 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。

(5) 下一阶段设计应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。

(6) 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, 并充分考虑岩溶、断层、地表塌陷区暴雨汇水入渗等因素。

(7) 下一阶段设计单位应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。

(8) 下一阶段设计单位应补充完善“三专两探一撤”防治水措施, 配齐专用的探放水设备, 严格执行“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的水害防治要求, 探水钻孔超前距离和止水套管长度应当满足《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》(AQ2061) 相关要求。

(9) 该矿区老窿水风险高, 下一阶段设计应划定水害风险等级区域, 加强对隐蔽致灾因素的调查、探测, 并明确相应的防治措施。

(10) 下一阶段设计应结合《广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司铜坑矿区水文地质致灾因素普查报告》优化各项防治水措施。

(11) 下一阶段设计应补充排水系统图。

(12) 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。

(13) 下一阶段设计应设井下环境监测系统, 实现连续自动监测与报警。监测内容应包括井下空气成分、温度、湿度和水的 Ph 值等, 应系统研究内因火灾的特点和发火规律。

(14) 下一步设计阶段应明确专项的防治自燃发火措施。

4.8 安全管理对策措施

(1) 下一阶段设计应对一次性整体设计进行论证, 开采规模、开采深度和开采期限, 要与之匹配, 并说明开采规模与采矿证证载规模不一致的具体原因。

(2) 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。

(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) 企业应按照要求绘制、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) 建设单位下一步应委托相关部门积极深入开展岩石力学、采矿方法、微震监测和地压控制、充填体稳定、通风、深井竖井施工及提升与运输等多方面的研究工作。

(12) 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。

(13) 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。

4.9 其他对策措施

(1) 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。

(2) 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。

(3) 下一阶段设计需明确井下总回风巷、各个生产中段和分段的回风巷应设置风速传感器。

(4) 下一阶段设计需明确主要通风机、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) 下一阶段设计需补充设置各矿段最低生产分段的紧急避险设施。

(8) 下一阶段设计需考虑避灾硐室的设防水头高度。

(9) 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。

(10) 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。

(11) 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 $0.1 \sim 0.3 \text{ MPa}$, 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) 。

(12) 下一阶段设计应补充说明井下 SO_2 气体的监测监控。

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、火药爆炸、充填体破坏、高处坠落、车辆伤害、机械伤害、触电、物体打击、火灾、起重伤害、淹溺、高温热害等。

应重点防范的危险有害因素有：铲装运输过程中的车辆伤害、矿山地压、岩爆、高处坠落、透水、爆破伤害、火药爆炸、中毒窒息。

5.2 矿山开采主要安全风险

(1) 矿区地表环境相对复杂，部分建（构）筑物位于岩体移动范围内，且由于场地和矿权受限导致部分井巷工程穿越矿体，井下开采对地表建（构）筑物和主要井筒的影响为矿山开采的主要风险。

(2) 该矿山为改扩建项目，三个矿段生产系统复杂，基建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。下一阶段设计应补充完善基建工程与生产系统之间的相互影响的应对措施与建议。

5.3 应重视的安全对策措施建议

(1) 下一阶段设计应根据《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》中圈定的地表最大岩移范围与岩移影响范围优化相关设计参数，扩展 92 号矿体和锌多金属矿区域的岩移监测网点。

(2) 锌矿矿体主要呈多层平行分布、倾角缓、矿体薄、埋藏深，下一阶段设计应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，并充分研究和解决深井开采的高应力、高提升和高地温等问题。

(3) 矿区地表环境相对复杂，且由于场地和矿权受限导致部分井巷工

程穿越矿体，下一阶段设计应留设保安矿柱和推荐采用合理的采矿工艺等措施以确保井下开采不会对地表建（构）筑物和主要井筒等造成影响。

(4) 企业在实际开采中必须及时充填采空区。

(5) 下一阶段设计应按照《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》对采场及保安矿柱结构参数进行优化。

(6) 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。

(7) 建议下一步设计阶段对一级负荷的供电电源进行细化说明。

(8) 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。明确防水门的具体设置位置，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。

(9) 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。

(10) 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。

(11) 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、安全避险“六大系统”单元、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: 营业执照;
- 附件 3: 《采矿许可证》;
- 附件 4: 《可研报告》封皮及目录;
- 附件 5: 《铜坑矿区开采安全论证与地表保护措施研究技术总结报告》封皮及目录;
- 附件 6: 相邻矿山安全生产协议;
- 附件 7: 《铜坑矿业分公司铜坑矿与周边矿区开采相互影响研究报告》封皮及目录;
- 附件 8: 周边环境相关照片;
- 附件 9: 专家评审意见;
- 附件 10: 评价项目组部分人员在现场调研照片。

附图目录

- 附图 1: 地形地质图;
- 附图 2: 总体布置图;
- 附图 3: 开拓系统纵投影示意图;
- 附图 4: 开拓系统复合平面图;
- 附图 5: 原生锡矿 92 号矿体 208 号勘探线剖面图;
- 附图 6: 硫化锌矿 5 号勘探线剖面图;
- 附图 7: 硫化锌矿 27 号勘探线剖面图;
- 附图 8: 铲运机出矿嗣后充填采矿法一;
- 附图 9: 铲运机出矿嗣后充填采矿法二;
- 附图 10: 伪倾斜条带进路充填采矿法;

- 附图 11: 上向水平充填采矿法（沿走向）；
- 附图 12: 上向水平充填采矿法（垂直走向）；
- 附图 13: 分段空场嗣后充填采矿法；
- 附图 14: 黑水沟一大树脚矿段 30m 中段平面图；
- 附图 15: 黑水沟一大树脚矿段 60m 分段平面图；
- 附图 16: 黑水沟一大树脚矿段 90m 中段平面图；
- 附图 17: 巴力一长坡矿段 305m 中段平面图；
- 附图 18: 巴力一长坡矿段 355m 中段平面图；
- 附图 19: 巴力一长坡矿段 405m 中段平面图；
- 附图 20: 巴力一长坡矿段 455m 中段平面图；
- 附图 21: 巴力一长坡矿段 505m 中段平面图；
- 附图 22: 巴力一长坡矿段 30m 集中运输中段平面图；
- 附图 23: 黑水沟一大树脚矿段通风系统示意图；
- 附图 24: 巴力一长坡矿段通风系统示意图；
- 附图 25: 黑水沟一大树脚矿段 3# 竖井总图；
- 附图 26: 黑水沟一大树脚矿段 3# 盲斜井总图；
- 附图 27: 黑水沟一大树脚矿段 4# 盲斜井总图；
- 附图 28: 黑水沟一大树脚矿段矿石溜破系统总图；
- 附图 29: 黑水沟一大树脚矿段 30m 中段车场图；
- 附图 30: 巴力一长坡矿段 4# 竖井改造总图；
- 附图 31: 供电系统图（新建 110kV 变电站）；
- 附图 32: 巴力一长坡矿段供电系统图；
- 附图 33: 黑水沟一大树脚锌矿供电系统图（一）；
- 附图 34: 黑水沟一大树脚锌矿供电系统图（二）。