

前 言

桓仁矿业有限公司位于本溪市桓仁满族自治县二棚甸子镇，行政区划隶属二棚甸子镇管辖，由松兰矿区和向阳矿区两个矿区组成。采矿许可证号：[REDACTED]，矿区面积[REDACTED] km²，开采深度[REDACTED] m，开采矿种为铜矿、铁矿，开采方式为地下开采。

桓仁矿业有限公司松兰矿区开采已有 90 多年的历史，1951 年至 1999 年系国企开采阶段，2000 年至今系桓仁矿业有限公司开采。松兰矿区分一采区、二采区、三采区和四采区，采矿方法主要以 [REDACTED] 为主。一、二、三采区（即北岔区）已完成 [REDACTED]，并利用 [REDACTED] 做一、二、三采区回风井，目前尚未进行开采。四采 [REDACTED] 中段以上已基本采空，[REDACTED] 中段以下还有 4 个中段，其中 [REDACTED]、[REDACTED] 为生产中段，[REDACTED] 中段为掘进中段，[REDACTED] 中段设有井底车场及水仓泵房。

桓仁矿业有限公司为了客观、公正地了解企业自身的安全生产状况，进而贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，不断做好安全生产工作，根据《中华人民共和国安全生产法》、《安全生产许可证条例》、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》以及《关于辽宁省非煤矿山企业安全生产许可证延期换发工作的意见》的要求，委托辽宁万泽安全技术咨询服务公司，对其松兰矿区地下开采的安全生产现状进行评价。

安全现状评价报告的格式和内容，是按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）和相关法律法规的要求确定的。

安全现状评价报告主要根据该矿山开采设计、现场安全检查资料及其它有关资料，在对该矿山开采生产过程中的危险、有害因素进行辨识、分析的基础上，运用定性、定量方法对各单元进行了安全评价。报告针对该矿山开

采生产过程中存在的问题，提出了安全对策措施及建议。本次评价可作为监管部门核发安全生产许可证延期提供重要依据。

目 录

1. 安全现状评价的目的、依据及范围与程序	1
1.1 安全现状评价的目的	1
1.2 安全现状评价的依据	1
1.3 安全现状评价范围	8
1.4 评价程序	11
2. 企业基本情况	13
2.1 企业概况	13
2.2 自然条件	14
2.3 地质概况	16
2.4 周边环境	30
2.5 矿山设计概况	32
2.6 矿山开采现状	39
2.7 隐蔽致灾因素普查治理	77
2.8 地压监测	81
3. 危险、有害因素辨识及分析	83
3.1 生产过程中的主要危险因素辨识与分析	83
3.2 生产过程中的主要有害因素辨识与分析	94
3.3 公共安全影响因素辨识及分析	96
3.4 行为性诱导因素辨识与分析	96
3.5 其他危险因素辨识与分析	97
3.6 重大危险源辨识	98
4. 评价单元划分和评价方法选择	99
4.1 评价单元划分	99
4.2 评价方法的选择	101
5. 定性定量评价	109
5.1 总体布置单元	109
5.2 采掘单元	112
5.3 爆破单元	116
5.4 通风单元	119
5.5 提升运输单元	121
5.6 供配电单元	124

5.7 防排水与防灭火单元	126
5.8 安全监测六大系统单元	129
5.9 安全管理单元	132
5.10 重大安全隐患排查单元	134
5.11 作业条件危险性评价	140
6. 补充的安全对策措施及建议	142
7. 评价结论	145
7.1 危险有害因素源辨识结果	145
7.2 评价结论	148
8 附件	149
9 附图	150

1. 安全现状评价的目的、依据及范围与程序

1.1 安全现状评价的目的

矿山企业安全生产现状评价的目的是贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，提高矿山的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制矿山生产中的危险、有害因素，降低矿山生产安全风险，预防事故发生，保护矿山企业的财产安全及人员的健康和生命安全。

1.2 安全现状评价的依据

1.2.1 法律法规

(1) 法律

1) 《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令第 69 号，自 2007 年 11 月 1 日起施行）；

2) 《中华人民共和国矿山安全法》（中华人民共和国主席令第 65 号，中华人民共和国主席令第 18 号修正，自 2009 年 08 月 27 日修正实施）；

3) 《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令第 74 号，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过的《关于修改部分法律的决定》修正，2009 年 8 月 27 日施行）；

4) 《中华人民共和国劳动合同法》（第十一届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订，自 2013 年 7 月 1 日起施行）；

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

6) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行）；

7) 《中华人民共和国职业病防治法》(中华人民共和国主席令第 60 号, 中华人民共和国主席令第 52 号修改, 中华人民共和国主席令第 48 号修订, 2018 年 12 月 29 日修订, 即日起施行);

8) 《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令第 29 号, 根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉第八部法律的决定》第二次修正);

9) 《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第 13 号, 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议通过; 2021 年 6 月 10 日, 中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议于通过《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》, 自 2021 年 9 月 1 日起施行)。

(2) 法规

1) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》(1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令第 120 号, 2011 年 01 月 08 日根据《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订);

2) 《民用爆炸物品安全管理条例》(国务院令第 466 号, 2006 年 9 月 1 日, 2014 年 7 月 29 日国务院令第 653 号);

3) 《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, 自 2007 年 6 月 1 日起施行);

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

5) 《工伤保险条例》(2010 年 12 月 20 日中华人民共和国国务院令第 586 号, 自 2011 年 1 月 1 日起施行);

6) 《危险化学品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 591 号，自 2011 年 12 月 1 日起施行）；

7) 《安全生产许可证条例》（2004 年 01 月 13 日中华人民共和国国务院令 第 397 号公布，根据 2013 年 07 月 18 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》第一次修订，根据 2014 年 07 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订，2015 年 03 月 25 日起施行）；

8) 《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号，2019 年 4 月 1 日起实施）。

（3）部门规章及政府规范性文件

1) 《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第一批）的通知》（安监总管一〔2013〕101 号，国家安全监管总局 2013 年 9 月 6 日）；

2) 《关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13 号，国家安全监管总局 2015 年 2 月 13 日）；

3) 《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 号发布，2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局第 80 号令修订，自 2015 年 7 月 1 日实施）；

4) 《安全生产培训管理办法》（2012 年 1 月 19 日国家安全监管总局令 第 44 号公布，2015 年 5 月 29 日国家安全监管总局令 第 80 号修订，自 2015 年 7 月 1 日实施）；

5) 《生产经营单位安全培训规定》（国家安全生产监督管理总局令 第 3 号发布，2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局第 80 号令修订，自

2015年7月1日起施行)；

6) 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》(国家安全生产监督管理局局长令[2009]20号,自2009年6月8日起施行,国家安全生产监督管理总局78号令修改,自2015年7月1日起施行)；

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

8) 《国家安全监管总局关于宣布失效一批非煤矿山安全生产相关文件的通知》(安监总管一〔2016〕109号,2016年10月17日起实施)；

9) 《国家安全监管总局关于修改和废止部分规章及规范性文件的决定》(国家安全生产监督管理总局令第89号,2017年3月6日起实施)；

10) 《国家安全监管总局办公厅关于印发用人单位劳动防护用品管理规范的通知》(安监总厅安健〔2015〕124号,安监总厅安健〔2018〕3号修订,自2018年1月15日实施)；

11) 《生产安全事故应急预案管理办法》(中华人民共和国应急管理部令第2号,自2019年9月1日起施行)；

12) 《国家矿山安全监察局关于印发〈关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见〉的通知》(矿安[2022]4号,国家矿山安全监察局,2022年2月8日)；

13) 《国家矿山安全监察局关于印发〈金属非金属矿山重大事故隐患判定标准〉的通知》(矿安〔2022〕88号,2022年7月8日)；

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

15) 《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，自2022年12月10日起施行）；

16) 辽宁省应急管理厅关于印发《辽宁省金属非金属地下矿山动火作业安全管理指导意见》的通知，辽应急规范〔2021〕2号；

17) 《国家矿山安全监察局印发〈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〉的通知》矿安〔2022〕70号；

18) 《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；

19) 《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》矿安〔2023〕149号；

20) 《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；

21) 《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；

22) 《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。

(4) 地方性法规、规章及政府规范性文件

1) 《辽宁省安全生产监督管理局关于进一步规范非煤矿山安全生产行政许可管理工作的通知》（辽安监非煤〔2018〕29号，2018年7月19日）；

2) 《辽宁省安全生产条例》（2017年1月10日辽宁省第十二届人民代表大会常务委员会第三十一次会议通过 根据 2020年3月30日辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第十七次 会议《关于修改〈辽宁省出版管理规定〉等 27 件地方性法规的决定》第一次修正根据 2022 年 4 月 21 日辽宁

省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议《关于修改〈辽宁省食品安全条例〉等 10 件地方性法规的决定》第二次修正）。

1.2.2 标准规范

- (1) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）；
- (2) 《厂矿道路设计设计规范》（GBJ22-1987）；
- (3) 《工作场所有害因素职业接触限值 物理因素》（GBZ2.2-2007）；
- (4) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）；
- (5) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- (6) 《建设灭火器配置验收及检查规范》（GB50444-2008）；
- (7) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；
- (8) 《矿山安全标志》（GB14161-2008）；
- (9) 《安全色》（GB2893-2008）；
- (10) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；
- (11)《机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离》(GB23821-2009)；
- (12) 《爆破安全规程》（GB6722-2014）；
- (13) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (14) 《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- (15) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)；
- (16) 《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》（GBZ2.1-2019）；
- (17) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；
- (18) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》

- (GB/T29639-2020) ;
- (19) 《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》(GB 39800.1-2020);
- (20) 《个体防护装备配备规范 第 4 部分：非煤矿山》(GB39800.4-2020) ;
- (21) 《建筑防火通用规范》(GB55037-2022) ;
- (22) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2009) ;
- (23) 《粉尘作业场所危害程度分级》(GB/T5817-2009) ;
- (24) 《非煤矿山采矿术语标准》(GB/T 51339-2018) ;
- (25) 《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》(GB/T8196-2018) ;
- (26) 《机械安全防护装置、固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》(GB/T8196-2018) ;
- (27) 《机械安全 防止人体部位挤压的最小间距》(GB/T12265-2021);
- (28) 《机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离》(GB/T 23821-2022) ;
- (29) 《矿用产品安全标志标识》(AQ1043-2007) ;
- (30) 《安全评价通则》(AQ8001-2007) ;
- (31) 《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》(AQ/T 9011-2019) ;
- (32) 《生产安全事故应急演练基本规范》(AQ/T9007-2019) ;
- (33) 《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》(AQ 2036-2011);
- (34) 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》(AQ 2032-2011);
- (35) 《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》(AQ/T2034-2023);

- (36) 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》(AQ2031-2011);
- (37) 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》(AQ/T2033-2023);
- (38) 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》(AQ/T2035-2023);
- (36) 《工业企业总平面设计规范国家标准》(GB50187-2012)。

1.2.3 资料

- (1) 营业执照(统一社会信用代码: [REDACTED]);
- (2) 采矿许可证副本(证号: [REDACTED]);
- (3) 《桓仁矿业有限公司矿区水文地质调查报告》辽宁省有色地质一〇一队有限责任公司, 2021年5月;
- (4) 《辽宁省桓仁县桓仁矿业有限公司(铜、铁矿)深部找矿工作总结报告》辽宁省有色地质一〇三队有限责任公司, 2021年5月;
- (5) 《桓仁矿业有限公司松兰矿区非煤地下矿山隐蔽致灾因素普查治理报告》辽宁万泽安全技术咨询有限公司, 2023年12月;
- (6) 《桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采补充设计》本钢设计研究院有限责任公司, 2021年7月;
- (7) 《桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采补充安全设施设计》本钢设计研究院有限责任公司, 2021年7月;
- (8) 桓仁矿业有限公司提供的其他相关资料。

1.3 安全现状评价范围

(1) 本次安全现状评价的范围包括: 桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采的生产系统、辅助生产系统的安全设施以及安全生产管理。

(2) 桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采涉及的爆破作业由桓仁矿业

有限公司爆破服务队（其具备爆破作业单位许可证）进行作业，本次安全现状评价只评价井下爆破作业安全可靠性的，不包括民用爆炸物品的购买、运输、储存、清退的安全评价。

（3）本次现状评价的平面范围与采矿许可证范围相同，开采深度 [REDACTED]，矿区范围拐点坐标详见表 1-1。由现场踏勘和实测图纸可知，松兰矿区分为 [REDACTED] 个采区，即 [REDACTED]，井下共形成 [REDACTED] 个中段（中段标高与海拔标高对照表见 1-2）。

表 1-1 桓仁矿业有限公司松兰矿区拐点坐标

采区编号	拐点编号	拐点坐标（80坐标系）		拐点坐标（2000坐标系）	
		X	Y	X	Y
[REDACTED] [REDACTED]	A	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
面积为 [REDACTED] km ² ，标高： [REDACTED] m [REDACTED] m					
[REDACTED] [REDACTED]	C	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED]	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
面积为 [REDACTED] km ² ，标高 [REDACTED]					
[REDACTED] [REDACTED]	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

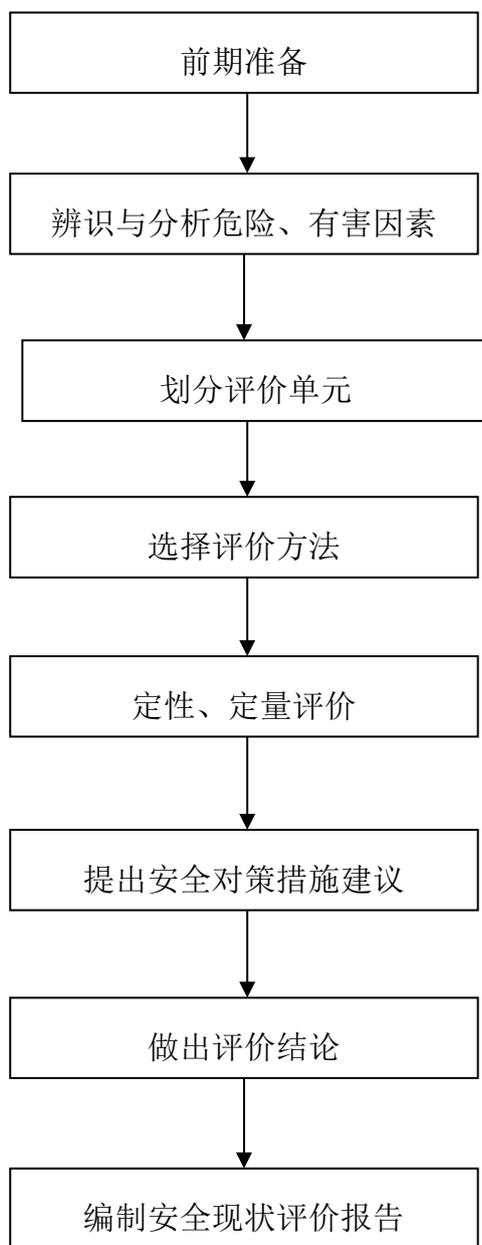


图 1-1 安全现状评价程序框图

2. 企业基本情况

2.1 企业概况

恒仁矿业有限公司位于本溪市桓仁满族自治县二棚甸子镇，行政隶属二棚甸子镇管辖。由松兰矿区和向阳矿区两个矿区组成。采矿许可证号：[REDACTED]，矿区面积 [REDACTED] km²，生产规模 [REDACTED] 万吨/年，其中松兰矿区生产规模 [REDACTED] 万吨/年，开采矿种为铜矿、铁矿开采深度 [REDACTED] m~ [REDACTED] m，开采方式为地下开采。

该矿采矿历史久远，早在清末光绪二十二年（1896年）就有人采用土法进行开采，满洲国时期又经日本掠夺性开采，1949年东北人民政府成立接收矿山，进行矿产资源调查修复被破坏的矿山，1951年9月矿山恢复建设并正式投产，经过长达48年国有企业开采，为辽宁八大有色金属矿山之一，在1999年桓仁铜锌矿根据国家相关规定实行政策性破产关闭后，于2000年企业转制重组，重组后成立恒仁矿业有限公司，为民营股份制。

2011年9月，恒仁矿业有限公司委托本钢设计研究院编制完成了《恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采初步设计》及《恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采初步设计安全专篇》。2021年7月为了更好地符合矿山生产实际，为矿产资源的合理利用，企业委托本钢设计研究院有限责任公司编制完成了《恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采补充设计》（以下简称《补充设计》）及《恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采补充安全设施设计》（以下简称《补充安全设施设计》）。

2.2 自然条件

2.2.1 地理位置、交通

桓仁矿业有限公司松兰矿区位于本溪市桓仁满族自治县二棚甸子镇二棚甸子村、向阳乡北岔村所辖，行政区划隶属二棚甸子镇管辖。

松兰矿区中心地理坐标：

东经：125° 28' 03" 北纬：41° 10' 09"

矿区位于桓仁县城南东 25km 处，距二棚甸子镇 2.5km，有桓仁—集安等公路与县乡级、乡村级公路纵横交织，交通便利。详见交通位置图 2-1。

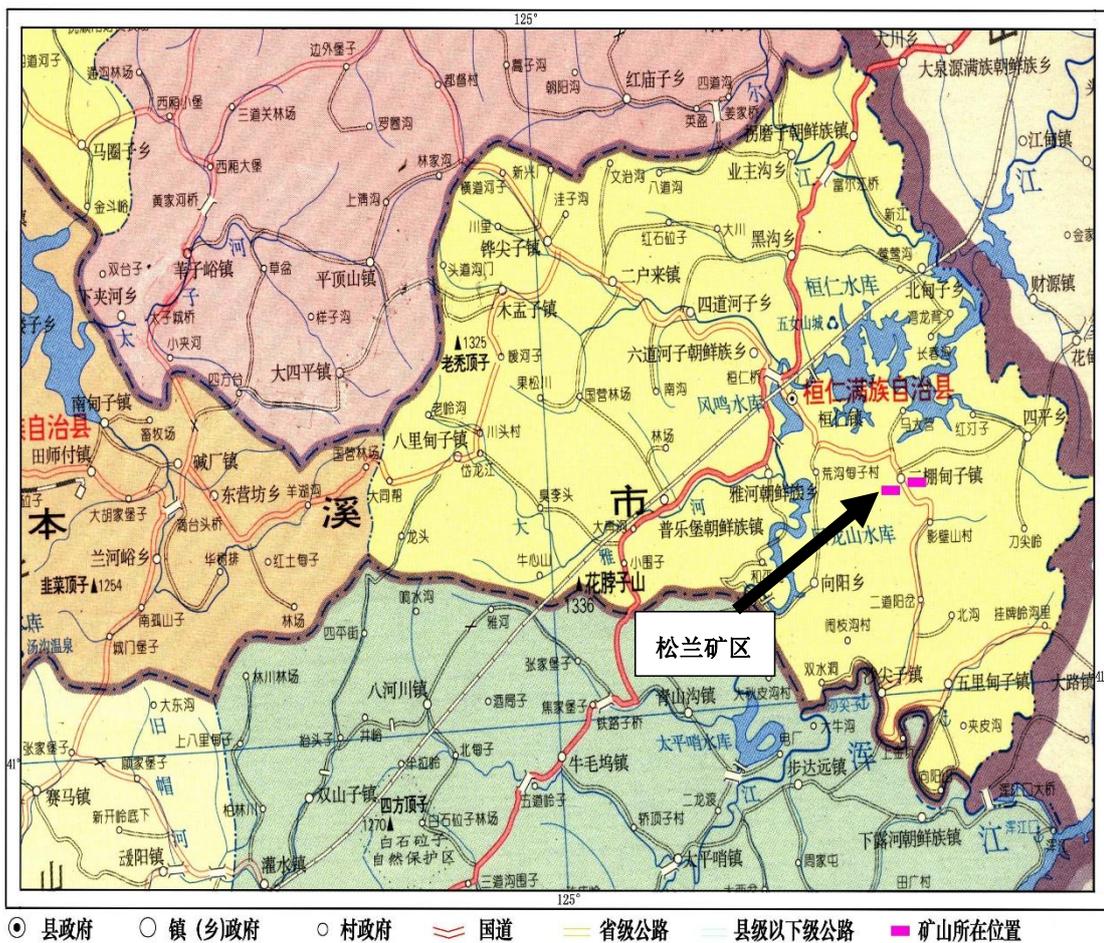


图 2-1 矿区交通位置图

2.2.2 矿区地形、气候与水文概况

(1) 地形地貌

该矿区地貌属低山丘陵区，丘陵顶端呈近椭圆状或长恒状，区内山峦起伏，地势较为陡峻，总体地势呈东、西两侧高陡，中部沟谷低洼。最高峰海拔标高 725m，位于松兰矿区内，最低海拔标高 375m，位于松兰矿区和向阳矿区之间的沟谷中，最大相对高差 350m，地形相对较陡，起伏变化中等，自然排水条件较好，地形坡度在 20~45° 之间，一般为 20~35°，局部可达 40° 以上。

松兰矿区和向阳矿区之间发育有第四系冲洪积谷地，谷内分布为二棚甸子村居民区，沟谷呈“V”字形，谷底宽约 1500m，地势平坦、宽阔，多呈缓倾斜，坡度 3°~5°，纵坡降在 10%~35%。当地侵蚀基准面标高为 375m。

(2) 气象概况

该矿区属于北温带湿润气候，四季变化明显，夏季气温较高，最高气温达 35.9℃，冬季气温较低，可达-30.6℃，年平均气温 6.93℃左右。夏季雨量充沛，年平均降水量 814.5mm，雨季集中 6 月~8 月三个月。平均年蒸发量 2013mm，蒸发量大于降雨量。平均无霜期 145 天左右，结冰期为 11 月至下年 4 月，最大冻土深度 1.20 m。

(3) 水文概况

该矿区所在水系属浑江流域，距矿区北部约 5km 有桓仁水库。矿区内有松兰、西岔两条小河流经矿区，于二棚甸子汇合，流出区外，注入桓仁水库，小河由西向东流过，为常年流水，枯水期水量较小，丰水期水量较大。平时河水水量不大，洪水期河水最大洪水流量分别为 3.68m³/s、4.85m³/s；最大洪峰一般出现在每年的八、九月份之间，洪峰延续三至五天才逐渐消失。

(4) 土壤植被

该矿区所在区域地带性土壤主要为棕壤，土层厚度在 0.5~1.0m 之间，抗蚀性较好。土壤质地为棕壤，颜色灰棕，土层自上而下为壤土、黄褐色粘土、砂卵石、砾石。矿区土壤上层呈中性，下层微碱性，腐殖质层<5cm，表层有机质含量平均为 1.82%~2.81%，全氮 0.11%~0.30%，全磷 0.10%~0.27%，PH 为 6~6.2。

该矿区内植被为长白山植被区系，其地带性为温带针阔叶混交林，但由于长期人类活动使原始森林遭到重度破坏，大部分地区已被次生、人工林代替，红松、冷杉为主的针阔叶混交林，是本区地带性群落，天然次生阔叶林以蒙古栎、辽东栎为主的乡土树种，人工林以红松、日本落叶松、长白落叶松、油松为主，木本、草本植物 80 科，620 种，分布在林下、林边、荒山等处，优势草有蒿类、蕨类。

该矿区林草覆盖率为 74.8%，主要树种有落叶松、红松、油松，阔叶林有柞、刺槐、椴、黄柏、楸树等。

(5) 地震

该矿区未发生过 4 级以上地震，根据《中国地震动参数区划图》矿区地震动峰值加速度 0.05g，地震反应普特征周期为 0.35s，地震抗震设防烈度为 VII 度区，区域地壳稳定性属于基本稳定地区。

2.3 地质概况

2.3.1 矿区地质

工作区大地构造位置处于中朝准地台、胶辽台隆、太子河—浑江太陷，桓仁凸起南端。

矿区主要出露的地层为：下古生界寒武系下统毛庄组（ $\in 1M$ ）、寒武系中统徐庄组（ $\in 2X$ ）、张夏组（ $\in 2Z$ ），中生界白垩系下统小岭组（ $K1x$ ）和新生界第四系全新统（ $Q4$ ）；矿区断裂、褶皱构造较发育；矿区岩浆岩发育，主要以中生代燕山期闪长岩、闪长斑岩侵入体和燕山期石英二长岩、闪长斑岩、闪长岩脉。现将地层岩性、构造、岩浆岩、接触变质作用特征简述如下：

（1）地层

1) 寒武系中统张夏组灰岩（ $\in 2Z$ ）：灰色—深灰色厚层灰岩、结晶灰岩，单层厚度 0.5—1m。在矿区西侧有零星出露，产状倾向北东，倾角 30-60°。该层是本区主要地层及含矿层位，分布全矿区，区域闪长斑岩体的热液蚀变影响，沿岩体边缘及其附近与碳酸盐岩石接触部位形成矽卡岩、结晶灰岩、大理岩，厚度大于 200M。

2) 寒武系中统徐庄组（ $\in 2X$ ）：主要分布在矿区北东部，主要岩性为砖红色页岩，粉砂岩夹灰白色中厚层鲕状灰岩，厚度 80-100M。

3) 寒武系下统毛庄组（ $\in 1M$ ）：主要分布在矿区北部，主要岩性为暗紫色页岩，夹薄层条带状灰岩，厚度 100M

4) 白垩系下统小岭组（ $K1x$ ）：紫色安山岩，紫色安山质凝灰岩，分布矿区西部，不整合上覆于寒武系地层之上。

5) 新生界第四系（ $Q4$ ）：主要由亚粘土、砂、砾石组成，厚度 0.5—6m。

（2）构造

矿区内构造发育。断裂构造主要由一组走向北东、倾向北西平行排列的压扭断裂组成，倾角较陡，一般 70° -80°。断层长 2km—3km，大多贯穿全区。其次为一组北西向的次一级构造。

断裂构造破坏了矿体，属成矿后期形成构造。

(3) 岩浆岩

矿区岩浆岩发育，主要以中生代燕山期闪长岩、闪长斑岩侵入体，呈株状产出，出露面积 12km² 左右，岩株产状北缓南陡，倾角 40-60°。主要分布矿区南部和西部，该岩体是矿区成矿的主要母岩，沿周围与碳酸盐岩石接触形成了较多的矽卡岩型多金属硫化物矿床。该岩体主要特征为黑灰色，中粗粒花岗结构，主要矿物由中长石、角闪石及少量黑云母和石英等组成。

矿区岩脉发育，多呈北东向分布，地表和地下均可见，并多平行密集排列，穿插破坏了矿体，岩脉长数十米至数公里，岩脉宽数米至数十米不等，主要为酸性和基性岩脉。

变质作用：矿区内主要接触热液交代变质作用。由于闪长岩，燕山期侵入接触热液交代了寒武系张夏组灰岩形成矽卡岩，形成了钙、镁、铁、硅酸盐和铝硅酸盐矽卡岩矿物，如石榴石、方解石、绿帘石及绿泥石，矿石矿物黄铜矿、方铅矿、闪锌石、磁铁矿等。由于接触热液变质作用，形成较大的矽卡岩多金属硫化物矿床。

2.3.2 矿床地质

该矿床为矽卡岩型硫化物多金属矿床。矿体环绕闪长斑岩体外接触带的矽卡岩、大理岩及结晶灰岩层间产出，与围岩产状基本一致，属接触热液交代成因，具有垂直分带的特征，上部以铅锌为主，下部以铜铁为主。本矿山目前开采主要矿种为铜铁型。

铜铁矿体赋存在矽卡岩带中分布形态较稳定，呈扁豆状，并有分枝现象，往往被后期岩脉切割和穿插，使矿体变得更加复杂。矿体总体倾向北东，倾

角较陡，为 75° - 85° ，其延伸往往大于延长。

(1) 松兰矿区主采的 1 号铜铁矿体，赋存于矽卡岩带中，矿体与围岩界限清楚。矿体两翼被闪长岩脉和酸性岩脉逐渐尖灭，上部矿体走向长 1800m 左右，下部矿体走向长 520m，形态似为梯形，其中间基性、酸性岩脉穿插破坏矿体，把矿体切割成 25m—150m 不同大小的矿块，矿体宽 2m—15m，局部宽可达 20m，矿区 TFe 平均品位 39.81%；Cu 平均品位 0.3%。

(2) 该矿在松兰矿区四采区-172m（下 690m）中段施工了 7 个深部探矿钻孔，其中有 5 个探矿钻孔见矿，共探得 Fe1 和 Fe2 两条铁矿体。

Fe1 号矿体由 CK 下 690-1、CK 下 690-4、CK 下 690-5 号钻孔分别在 -723.6m、-696.6m、-538.4m 标高处见矿控制，矿体长 143m，平均水平厚度 3.9m，倾向 55° ，倾角 63° - 67° ，顶板为大理岩，底板为闪长岩、矽卡岩。TFe 平均品位 27.8%。

Fe2 号矿体由 CK 下 690-7、CK 下 690-3 号钻孔分别在 -601.3m、-709.7m 标高处见矿控制，矿体长 95m，底板为矽卡岩。TFe 平均品位 27.6%。

松兰矿区四采区在掘-16m（下 530m）中段、-46m（下 560m）中段穿脉石门中发现一条铜、钼矿体，矿体呈扁豆状，长 10m—80m，宽 1.5—8m，倾向北东，倾角近 90° 。

(3) 矿石质量

松兰矿区主要开采的 1 号和 2 号矿体，矿石中主要有用组分为铁（Fe）和铜（Cu）。伴生有用组分为 Pb、Zn 及少量 AU、AG 等十几种元素。1 号和 2 号矿体平均 TFe 含量为 27.8%；铜（Cu）0.272%，铅（Pb） $<0.2\%$ ，锌（Zn） $<0.4\%$ ，钨（ W_3 ） $<0.06\%$ ，钼（Bi） $<0.03\%$ 。

该铁矿与伴生有用组分铜矿紧密共生，其规律特征是，含矿矽卡岩带中

Fe、Cu、品位变化幅度不大，矿体与围岩界限清楚，主要赋存于矽卡岩中。

矿石工业类型为矽卡岩型金属硫化物铜铁矿床，属易选，加工技术性能较简单。自然类型属原生块状、脉状，含多金属铜铁矿。属低品位需要进行选矿的矿石，全矿区为同一类型。

2.3.3 水文地质条件

矿区位于辽东丘陵水文地质亚区，为小起伏中低山区。区内地势周围较低，中部较高，矿区位于中部较高凸起部位，地形山高坡陡，最高海拔 821m，最低海拔 310m，平均海拔 400~600m，相对高差 200~300m。地形坡度角一般为 25° ~ 35° ，植被发育，地表径流条件较好。该矿区位于低山区山坡处，最低侵蚀基准面标高为+375m。

区域属浑江流域，距矿区北部约 5km 有桓仁水库。矿区内有松兰、西岔两条小河流经矿区，于二棚甸子汇合，流出区外，注入桓仁水库。平时河水水量不大，洪水期河水最大洪水流量分别为 $3.68\text{m}^3/\text{s}$ 、 $4.85\text{m}^3/\text{s}$ ；最大洪峰一般出现在每年的八、九月份之间，洪峰延续三至五天才逐渐消失。

矿区最高历史洪水位+377m，水质以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型、 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型、 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型，pH 值为 7.51~8.01，矿化度 $0.13\sim 0.37\text{g/L}$ ，为低矿化弱碱性水。

(1) 地下含水层分布

矿区南部由燕山期闪长岩和侏罗白垩系火山岩组成，北部为灰岩、石英岩沉积盖层。南部火山岩系、寒武系下统地层及斑状黑云母花岗岩，北部的寒武系下统地层和东部的斑状黑云母花岗岩，围绕组成东北部有一缺口的相对隔水边界。在这相对隔水边界之内，主要有第四系孔隙潜水含水层、中上

寒武统石灰岩、条带状石灰岩裂隙岩溶含水层，震旦系钓鱼台组石英岩裂隙含水带及断层构造破碎带含水带。各含水层（带）特征分述如下：

1) 第四系孔隙潜水含水层

含水层岩性为残坡积、冲洪积层，分布于沟谷两侧及山坡低洼地带，主要由冲积、洪积、坡积和崩积的砂、砾石、亚砂土及石英岩、花岗岩和安山岩的岩块、碎石、岩屑等组成。由于受地层岩性和构造等因素的影响，厚度变化较大，一般厚 5~15m，局部厚度可达 35m。水位埋深 0.5~4m，富水性和透水性较强，但有其不均一性，钻孔、民井抽（提）水，单位涌水量 0.07~22 升/秒米，渗透系数 0.67~125 米/日。

2) 寒武系中上统裂隙岩溶含水层

寒武系中上统裂隙岩溶含水层，是本区的主要含水层，近东西向分布于北岔、松兰、西岔、向阳、大央沟等地。含水层由寒武系中统张夏组石灰岩（结晶灰岩）和寒武系上统的长山组、凤山组的石灰岩、条带状石灰岩组成。由于受构造的影响，岩层产状变化不一，但总趋势是北西走向，倾向南西，倾角 25~55°。此层中，裂隙岩溶发育，地表和深部都有不同的岩溶形态，为地下水的积聚与活动创造了先决条件，由于受地形、构造、深部和岩性的控制，岩溶发育程度在水平上有其差异性，在垂向上具有分带性，其富水和透水性也有同样的特征。

在水平方向上，岩溶发育程度有其差异性，松兰、向阳可溶岩发育，地形较平缓，构造较发育，有利于大气降水、河水的渗透和地下水的活动与积聚，促使了岩溶发育和发展，从而沿可溶岩的层理和裂隙，形成各种奇形异状的小型溶洞、溶蚀沟等岩溶形态。而北岔、西岔等地可溶岩和构造不如前者发育，地形较陡，不利于岩溶的形成，因而岩溶发育程度较差。泉涌水量

0.01~0.5 升/秒。

在垂向上，岩溶发育程度及富水性，随着深度有明显的差异性变化，表现为上部强下部弱的特征。

上部强岩溶带，顶面标高 410m，底面标高 340m，平均厚 70m 左右。溶洞和溶蚀裂隙发育，溶洞一般高度 0.4~2m，最高达到 8.38m，多数溶洞没有充填，少许溶洞由含砾质粘土或亚粘土充填，富水性和透水性较强，钻孔单位涌水量 0.815~3.516 升/秒米，渗透系数 1.528~6.077 米/日。水位埋深 1~35m，曾局部出现正水头，高出地面 2.72m，水位标高 382—393m，具有承压性质。

松兰 [REDACTED] 中段井下揭露了与该岩溶带连通的钻孔 [REDACTED]，钻孔孔径 [REDACTED]，井下 [REDACTED] 揭露到该钻孔附近时出现涌水，系通过裂隙涌出。当施工井下 [REDACTED] 坑道时，揭露到该钻孔，出现大量涌水，同时井 [REDACTED] 中段涌水消失。进行井下调查时，井下 [REDACTED] 中段坑道钻孔已封闭，地下水从 [REDACTED] 中段之间的采场涌出，经实测涌水量达 12.24 升/秒，占井下 [REDACTED] 中段坑道出水量的近 [REDACTED]%，约占松兰坑道系统总涌水量的三分之一。

下部弱岩溶带，顶面标高 340m，底面标高 130m，平均厚 210m 左右。岩溶发育较弱，以溶蚀裂隙和溶孔为主，富水性和透水性较上部差，钻孔单位涌水量 0.006—0.012 升/秒米，渗透系数 0.009- 0.014 米/日，可归为弱含水带。水位埋深 1~30m，局部出现正水头，高出地面 0.50m，水位标高 386~391m，具有承压性质。

3) 震旦系钓鱼台组石英岩裂隙含水层

分布于松兰区的北部,由灰白色的石英岩、间夹石英砂岩组成,厚 205m,岩层走向北东,倾向东南,倾角 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。岩石风化裂隙和层间裂隙发育,岩石破碎,有利于大气降水的渗透和地下水的积聚,属于弱含水层,由于出露位置较高,低处被较厚的坡积层和崩积层覆盖,故未见有水点出露。

4) 断层构造裂隙含水带

矿区内构造发育,以断裂构造为主,次之为基性和酸性脉岩。断裂构造以一组北东向为主,平行排列,断层性质为压扭性,倾向北西,倾角较陡,一般 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。断层长 2~3km,大多横贯全区,其次为一组北西向的次一级构造。该类型地下水主要含水介质受构造影响的灰岩、页岩等,含水层富水性受构造的发育程度控制。构造裂隙受地下水富水性的影响,空间分布不均。主要发育构造含水带为 F2 逆断层构造含水带。

F2 逆断层构造含水带:出露北岔一撩荒地一带,断层走向 $NE50^{\circ}$,倾向 NW,倾角 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。以水平位移为主,水平错距 800m,控制延长 6000m。破碎带宽 0.8~12m,破碎物质由断层角砾、断层泥和破碎的岩石组成,断层两侧裂隙发育,岩石破碎,当钻孔和坑道揭穿时则发生不同程度的涌水。

█ 打到该断层时则涌水,涌水量 0.05~0.25 升/秒,水头高于地面 2.45m,而 █ 揭穿时并没有涌水。松兰 █

█ 中段砲眼揭穿时,地下水分别以 12 升/秒、32 升/秒的水量溃入坑内,后期随着采矿区降落漏斗的扩大,其涌水量逐渐减小。

在同一水平的另一处,仅仅是渗水和滴水;而在 █ 中段坑道揭露时,也仅仅是滴水和渗水,由此可见,该断层富水性和透水性是极不均一的。也说明对矿坑的充水是以消耗静储量为主,通过渗入补给的水量较小,属偏弱含水层。

(2) 相对隔水层

块状、条带状脉岩、斑状花岗岩，深部岩溶发育微弱的厚层状灰岩可视为相对隔水层。

(3) 地下水补给、径流与排泄条件

地下水的主要补给来源为大气降水，补给方式为垂向补给。以径流、蒸发的方式排泄。该区所处位置地形起伏较大，地势有利于地下水径流，排泄顺畅，主要是顺坡向下径流并补给沟谷处孔隙、裂隙水。

区内地下水与大气降水、地表水的关系极为密切，大气降水、地表水除直接补给第四系孔隙潜水外，还通过可溶岩裸露体、岩溶、地面塌陷、导水构造及第四系补给地下水。每年的丰水期，地下水水位普遍升高1~5m，最高10余米，枯水期水位显著下降，由此可见大气降水是本区地下水主要补给水源之一。

地表水与地下水关系也非常密切，地表水通过地面塌陷、岩溶及上伏冲洪积层的导水构造补给地下水。

通过 [] 等孔证实，矿区第四系厚度和岩相变化较大，并有缺失地段，局部地段第四系底部亚粘土隔水层分布不连续，因此第四系孔隙水与岩溶水联系密切，上世纪70年代松兰 [] [] 中段砲眼涌水时，地表水井（冲洪积层潜水）干枯， [] [] 中段砲眼涌水时，位于河床旁侧的水井水位下降，当把砲眼堵上时，则水井水位恢复正常，由此可见，岩溶水除大气降水和地表水补给之外，便是第四系孔隙潜水的补给。

在自然条件下，区内地下水运动方向受地形、岩性和水力坡度的控制，径流条件好，水质呈重碳酸盐低矿化的淡水。

松兰、北岔区由于受西部、北部和南部的隔水岩体和隔水地层的阻挡，在地形和水头梯度的影响作用下，地下水只能由西南、北西方向，向东径流，以泉、钻孔和湿地的形式，排泄于沟谷和凹地。西岔区由于受南部隔水岩体和分水岭的影响，地下水主要由南东、南西方向向北东方向径流，以泉的形式排泄于沟谷。向阳和大央沟一带，受南部、东部大面积弧形隔水岩体的阻挡和地形影响，地下水由北东和南东方向向北西运动，在沟谷附近，以泉的形式排出地表。

（4）矿床充水因素

影响矿坑充水的主要因素有地质构造、地形、地面塌陷和岩溶。这些因素是地下水、地表水和大气降水进入矿坑的最根本途径。

地质构造是矿井充水的重要因素，由井下调查得知，多数出水点位于地质构造（断层、岩脉），并通过地质构造将地下水及地表水导入矿坑。

地形对矿坑充水也有较大影响，位于高山或分水岭附近的西岔矿坑，几乎无水，即使有水也是不大的；而松兰、向阳坑靠近沟谷和地形较平缓地段的坑道，出水点多，涌水量较大，远离沟谷地段的坑道，出水点少，涌水量也小，或者没有水。

地表塌陷和溶洞也是影响矿坑充水的一个重要因素，河水和第四系孔隙潜水以及大气降水，通过地面塌陷和溶洞直接进入矿坑。随着地下开采造成地表塌陷不断扩大，表层水如大气降水、河流、第四系孔隙潜水通过地表塌陷坑、溶蚀等通道汇入矿坑，是坑内充水重要因素之一。

松兰矿区 ██████████ 中段以浅地区充水因素主要为地表水、构造裂隙水、基岩裂隙水及岩溶水，水量较大，采空区大部分回填，未见明显采空区积水。松兰 ██████████ 中段涌水的主要原因就是上世纪 70 年代

施工的钻孔未封孔，造成上部强带岩溶水沿钻孔及采场导入坑内，形成上下贯通，造成坑内涌水量较大，是目前松兰矿矿坑充水的一个主要来源，目前该孔在██████████中段已采用开闭器封闭治理。深部矿坑充水主要为不均匀的岩溶裂隙水，岩溶裂隙发育程度较差，水量较小。

（5）矿床充水通道

矿区内以往老窿和采空区未发现大量积水，老窿水和采空区积水不构成矿床开采的充水因素，但应注意随时观察积水情况，预防突水。矿区浅部充水通道主要为坑道和地质构造、岩溶裂隙及以往施工未进行封孔的钻孔，深部充水通道主要为坑道和不均匀岩溶裂隙。

（6）涌水量预测

预测松兰矿总排水量 ██████████ m³/年，正常涌水量 ██████████ m³/d，最大涌水量 ██████████ m³/d，现有排水设备可满足排水要求。

（7）水文地质类型

松兰矿区第四系孔隙潜水含水层、中上寒武统张夏组、长山组和凤山组灰岩，条带状石灰岩裂隙溶洞含水层、含水逆断层是影响矿坑充水的主要含水层，其中岩溶水对矿床开采影响较大，可通过断裂构造、采空区、未封闭钻孔导入坑内。区内地下水主要由大气降水及河水渗透补给，地下水动态变化随季节变化而变化，地表水和地下水、水力联系明显。区内地下矿坑充水影响要素主要是地质构造、地形、地面塌陷、岩溶、老窿、未封闭钻孔。主要充水因素是：地表水、大气降水、含水层、含水构造。受岩溶发育程度、含水层厚度、构造等因素影响，矿坑充水随着矿坑开采的加深而减少，形成了水平及垂直方向不均性。越靠近地表岩溶越发育，矿坑涌水量越大。

综合以上因素分析，桓仁矿业有限公司松兰矿区水文地质条件属中等类

型。

2.3.4 工程地质条件

桓仁矿业铜锌矿矿区位于二棚甸子镇，岩性除条带状分布的第四系松散层外，主要为较坚固的中厚层状灰岩，岩层产状平缓，力学强度较高，具较好的工程地质条件。矿区经井下调查，以Ⅲ级结构面为主，主要为灰岩岩层间发育的细小裂隙，岩体为块状或中厚层状结构，按岩体结构分类属层状结构Ⅲ1 结构类型。

表 2-1 岩土体工程地质类型划分表

岩土体结构类型	成因类型	工程地质类型	代号	地层	主要岩性
松散土体 (I)	松散岩类	粘性土、砂、砂砾卵石	I	Q ^{al+pl}	粘性土、砂、砂砾卵石
碎裂—散体岩体类型 (II)	全、强风化破碎岩石、断层破碎带、裂隙密集发育带	较软岩类	II	Є、J ₃ X	灰岩、页岩等构造破碎带
层状岩体类型 (III)	沉积岩类 (III A)	较硬相间类	III A	Z ₁ X、J ₃ X	砂岩、页岩、凝灰岩
	碳酸盐岩类 (III B)	较坚硬—坚硬类	III B	Є	灰岩、结晶灰岩、结核灰岩、竹叶状灰岩、鲕状灰岩
块状岩体类型 (IV)	岩浆岩类 (IV)	坚硬岩浆岩类	IV	Hγ、δ ₅ 、γ ₂	混染岩、闪长岩、花岗岩

岩土体工程地质类型：

本矿床岩土体工程地质类型的划分根据岩土体形成条件、结构、岩性、力学特性及工程地质特征的差别，将矿区岩、土体划分为松散土体、碎裂—散体岩体、层状岩体、块状岩体四大类工程地质岩组。按成因划分为松散岩类、沉积岩类、碳酸盐岩类及岩浆岩类。

1) 松散土体类型及特征 (I)

第四系松散层，分布于区内沟谷地区，呈条带状展布，岩性为粘性土、砂、砂砾卵石等，厚度变化较大，一般厚 5~15 米，局部厚度可达 35 米。属软弱土层，结构松散，颗粒相差悬殊，工程地质条件较差。

2) 碎裂—散体岩体类型及特征 (II)

地表强、中风化层及破碎带，风化层主要岩性为寒武系碳酸盐岩类及岩浆岩类，强风化带厚度约 3.0~10.0m，岩石结构构造大部分破坏，裂隙面风化较强烈，节理发育，岩芯呈碎块状。完整程度为破碎—差，上部部分碎块用手可以折断，属较软—极软岩，岩石 RQD 值指标为 0~35%。

3) 层状岩体较坚硬—坚硬岩组 (III)

岩性主要为寒武系中厚层状灰岩，为矿体直接围岩，上部强风化层节理裂隙发育，钻孔钻进回次 RQD 值 33~43.3%，岩体完整性差；中—微风化层，钻孔钻进回次 RQD 值为 50~98%，岩体完整性属中等—极好；下部未风化层钻孔钻进回次 RQD 值 73.4~100%，岩石质量等级为中等—极好，岩体较完整—完整，灰岩饱和单压轴抗强度值为 21.3~70.3Mpa，平均值为 48.33Mpa，属较坚硬—坚硬岩。岩体质量特征采用岩体质量指标 (M) 法，接近似公式 $M = (R_c/30) \times RQD$ ，估算岩体质量指标 M 为 1.18~1.61，参照《矿区水文地质工程地质勘查规范》(GB12719-2021) 附录 G，岩体基本质量等级为 II 级，为良。

该岩组为矿体的直接围岩，上下盘多见软弱结构面，主要结构面走向与坑道轴线夹角 $< 20^\circ$ ，结构面倾角 $60^\circ \sim 80^\circ$ ，张开度 $< 1\text{mm}$ 。

4) 块状类较坚硬—坚硬岩组 (IV)

岩性主要为角岩、闪长玢岩和闪长岩等各类脉岩。角岩，岩石质量等级

为中等—极好，岩体较完整—完整，饱和单压轴抗强度值为 21~35.5Mpa，平均值为 30.17Mpa，属较坚硬岩。节理裂隙不发育。岩体中 RQD 统计值基本在 75%~100%之间。岩体质量特征采用岩体质量指标（M）法，接近似公式 $M = (R_c/30) \times RQD$ ，估算岩体质量指标 M 为 0.76~1.01，参照《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）附录 G，岩体基本质量等级为 II-III 级，为中等-良。

闪长玢岩和闪长岩，为主要的矿体围岩。岩石质量等级为中等—极好，岩体较完整—完整，饱和单压轴抗强度值为 37.4~69.7Mpa，平均值为 55.30Mpa，属较坚硬岩。节理裂隙不发育。岩体中 RQD 统计值基本在 73.5%~100%之间。岩体质量特征采用岩体质量指标（M）法，接近似公式 $M = (R_c/30) \times RQD$ ，估算岩体质量指标 M 为 1.35~1.84，参照《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）附录 G，岩体基本质量等级为 II 级，为良。

其他脉岩如煌斑岩等，岩石为较坚硬—坚硬，岩体质量为良。

表 2-2 矿区主要岩石力学参数统计表

项目		灰岩	角岩	闪长岩
饱和单轴 抗压强度	统计个数	3	3	3
	最大值 (MPa)	70.3	35.5	69.7
	最小值 (MPa)	21.3	21	37.4
	平均值 (MPa)	48.33	30.17	55.30
岩石坚硬程度		较坚硬—坚硬	较坚硬	较坚硬—坚硬
抗剪断峰 值强度	内摩擦角 (°)	52.67	55.86	58.79
抗剪断峰 值强度	黏聚力 (MPa)	6.54	6.08	5.85

项目	灰岩	角岩	闪长岩
饱和单轴抗拉强度平均值 (MPa)	2.96	4.37	5.33
岩体基本质量级别	II-III	II-III	II

本矿区地层岩性较为简单,地形有利于自然排水,地质构造浅层较发育,深部发育程度简单,矿体围岩岩性单一,矿体及围岩岩体结构以中厚层状为主,岩石强度高,稳定性好,不易发生矿山工程地质问题,矿山工程地质复杂程度为简单。

2.4 周边环境

[Redacted text]

(1) 松兰矿区四个采区关系

[Redacted text]

(2) 松兰矿区与周边矿山关系

[Redacted text]

1) 松兰矿区与桓仁天达矿业有限责任公司关系

选厂约 2.2km 挡石河子沟内，距松兰矿区地表岩石移动界限 2.7km，为山谷型三等尾矿库，现状总库容约为 ■■■■ 万 m^3 。该尾矿库与松兰矿区地下开采工程中间有高山相隔，且与地下开采工程无导水构造，故对松兰矿区地下开采工程无安全影响。

G506（木通线）国道在两个矿区之间通过矿山，地表岩移崩落范围距离公路最近距离 32m。除此之外周边 1km 内无铁路、输油气管道、风景名胜区和文物古迹等重点保护建（构）筑物。



图 2-2 矿区周边环境示意图

2.5 矿山设计概况

本钢设计研究院有限责任公司于 2011 年 9 月对恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采项目进行了初步设计，于 2021 年 7 月对恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采进行了补充设计，根据《恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开

采补充设计》及《恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采补充安全设施设计》介绍如下：

2.5.1 企业生产能力与工作制度

根据《补充设计》及《补充安全设施设计》，恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采设计生产能力为年产矿石量 ■ 万 t，服务年限为 ■ 年。

恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采为年工作日 ■ d，每天 ■ 班，每班 ■ h。

2.5.2 开采对象

根据《补充设计》及《补充安全设施设计》，开采对象为《采矿许可证》划定的矿区范围之内、标高 ■ 之间的 ■ 号矿体，开采方式为地下开采。

2.5.3 采矿方法

■
■
(1) ■法采场构成要素及回采工艺：

1) 矿块布置及构成要素

2) 采准切割

[Redacted text block]

3) 矿房回采

[Redacted text block]

(2) [Redacted] 采矿采场构成要素及回采工艺:

1) 矿块布置及构成要素

[Redacted text block]

[Redacted]

[Redacted]

2) 采准切割

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

3) 矿房回采

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]。

4) 出矿

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

2.5.4 矿床开拓

[Redacted]

2.5.5 提升运输系统

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

2.5.6 矿井通风系统

■ 通风回路（北岔采区通风系统）：

[REDACTED]

[REDACTED]

■ 通风回路（东部采区通风系统）：

■
■
■。

■ 通风回路（铜区通风系统）：

■
■
■。

2.5.7 矿山排水

■
■
■
■
■
■
■

2.5.8 井下供水

1) 生产给排水系统

■
■
■

2) 生活给水系统

2.5.9 压气设施

2.5.10 矿山供电

[Redacted text block]

2.6 矿山开采现状

2.6.1 矿床开拓系统现状

[Redacted text block]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

表 2-3 松兰矿区井筒技术特征

	井口坐标		井口标高 (m)	井底标高 (m)	规格 (m×m)	用途
	X	Y				
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]						
[REDACTED]						
[REDACTED]						
[REDACTED]						
[REDACTED]						
[REDACTED]						
[REDACTED]						
[REDACTED]						

2.6.2 采矿方法

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]。

2.6.3 采空区

(1) 地表塌陷区

[Redacted text block]

(2) 采空区

[Redacted text block]

表 2-4 松兰矿区采空区汇总情况一览表

序号	中段	地点 (矿块号)	采空区面积 m ²	采空区均高 m	采空区体积 m ³	治理措施	是否 充水
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
4	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
5	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
6	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
7	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
8	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
9	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
10	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
11	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
12	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
13	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
14	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
15	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
16	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
17	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
18	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
19	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
20	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

序号	中段	地点 (矿块号)	采空区面积 m ²	采空区均高 m	采空区体积 m ³	治理措施	是否 充水



图 2-3 松兰矿采空区封闭墙照片 1



图 2-4 松兰矿采空区封闭墙照片 2

2.6.4 提升与运输

(1) 提升系统

[Redacted text block containing multiple lines of blacked-out content]



图 2-5 MSJ-1 盲竖井



图 2-6 MSJ-2 盲竖井

(2) 运输系统

[REDACTED]



图 2-7 矿用架线式电机车



图 2-8 地表铜区主扇



图 2-9 +197m (下 315m) 中段主扇

2.6.6 矿井排水

[Redacted text block containing multiple paragraphs of blacked-out content]

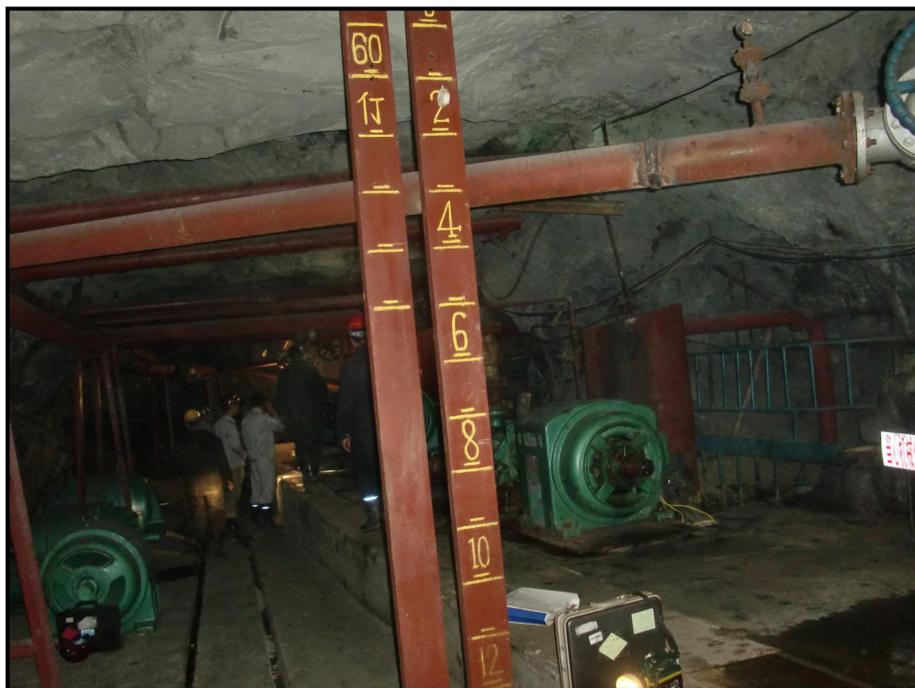


图 2-10 [REDACTED] 中段水泵站



图 2-11 [REDACTED] 中段水泵站



图 2-12 [REDACTED] 中段水泵站



图 2-13 [REDACTED] 中段水泵站



图 2-14 ██████████ 中段水泵站



图 2-15 ██████████ 中段水仓



图 2-16 [REDACTED] 中段水泵站防水门



图 2-17 [REDACTED] 中段水泵站安全出口

2.6.7 矿山供电

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

表 2-5 松兰矿一级负荷设备额定功率统计表

	提升机		排水泵								主通风机	

2.6.8 安全避险“六大系统”

(1) 监测监控系统

[Redacted]

1) 现场监测预警系统

①有毒有害气体在线监测

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

②风速传感器设置

[Redacted text]

③风压监测装置设置

[Redacted text]

2) 视频监控系统

[Redacted text]

(2) 井下人员定位管理系统

[Redacted text]

(3) 紧急避险系统

[Redacted text]

[Redacted]

(4) 压风自救系统

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

(5) 供水施救系统

[Redacted]

(6) 通信联络系统

[Redacted]



图 2-18 安全避险“六大系统”现状照片 1



图 2-19 安全避险“六大系统”现状照片 2



图 2-20 安全避险“六大系统”现状照片 3



图 2-21 井下消防设施照片



图 2-22 避难硐室现状照片 1



图 2-23 避难硐室现状照片 2



图 2-24 避难硐室现状照片 3



图 2-25 避难硐室现状照片 4

2.6.9 安全管理

桓仁矿业有限公司有辽宁省国土资源厅核发的《采矿许可证》，有桓仁满族自治县市场监督管理局核发的《营业执照》，并有辽宁省安全生产监督管理局核发的《安全生产许可证》。

主要负责人、安全管理人员、专职安全员均经过本溪市安全生产监督管理局培训后持证上岗，特种作业人员均有特种作业人员操作证。

桓仁矿业有限公司成立了安全生产管理组织机构，并针对下设的松兰矿设置了具有针对性的安全生产管理机构，负责全矿日常的安全管理工作。

设立了五职矿长任命文件、技术管理人员任命文件，人员均有证明材料（见附件）。

制定了各岗位安全生产责任制。其中有：矿长安全生产责任制、生产副矿长安全生产责任制、安全生产管理人员安全生产责任制、班长安全生产责

任制、凿岩工岗位责任制、井下爆破工岗位责任制、电工安全生产责任制、电焊工岗位安全生产责任制、搬运工岗位责任制、绞车司机工岗位责任制、空压机工岗位责任制、通风机运转工岗位安全责任等安全生产责任制。

制定了安全生产规章制度。其中有：安全例会制度、安全生产责任制度、安全检查制度、安全生产教育培训制度、矿领导下井带班制度、交接班制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、生产安全事故管理制度、安全费用提取制度、安全目标管理制度、安全生产奖惩制度、设备安全管理制度、防火制度、安全生产档案管理制度、职业危害防护制度、安全技术措施审批制度、危险源管理制度、隐患排查与整改制度、劳保用品发放管理制度、顶板管理制度、爆破管理制度、防范水害管理制度、生产技术管理制度、劳动管理制度等 24 项安全生产规章制度。

制定了安全操作规程。其中有：凿岩工安全技术操作规程、井下爆破工安全技术操作规程、矿井电工操作规程、电焊工安全技术操作规程、搬运工安全操作规程、空压机工安全操作规程、绞车司机安全操作规程、通风机运转工安全操作规程等 9 项安全操作规程。

有安全检查、隐患整改、安全会议、新工人教育等记录。

与职工签订了劳动合同，并已为全矿职工办理了工伤保险及安全生产责任险；按规定提取了安全技术措施专项经费；向职工发放了符合国家规定的劳动保护用品，并能监督工人正确使用。

桓仁矿业有限公司编制了综合应急救援预案，该预案包括重大事故应急组织机构、突发水灾救援措施、突发火灾救援措施、冒顶片帮事故救援措施、爆炸事故应急处理方案，内容较全面。松兰矿自己组织人力，配备物资成立了松兰矿矿山安全生产应急救援队，并与桓仁矿业有限公司向阳矿签订了应

急救援协议。

桓仁矿业有限公司委托具有相关资质单位出具的提升机、钢丝绳、罐笼、通风机、空压机、水泵、竖井提升系统防坠器，防坠器链接装置，通风系统等设备检测检验报告，所有设备均符合要求。

2.7 隐蔽致灾因素普查治理

2023年12月，桓仁矿业有限公司委托我公司辽宁万泽安全技术服务有限公司出具了《桓仁矿业有限公司松兰矿区非煤地下矿山隐蔽致灾因素普查治理报告》。

2.7.1 采空区致灾因素普查主要调查验证方法

- (1) 开展地表调查和井下现场调查。
- (2) 收集分析以往地质资料和矿山实测数据图纸。
- (3) 对地下采空区等开展高密度电法物探验证工程。

2.7.2 水文地质致灾因素普查主要调查验证方法

- (1) 收集分析以往水文地质勘探成果
- (2) 开展了地表水系调查和井下巷道水文调查，验证矿区水系发育、地表水体、井下水文等情况。
- (3) 开展高密度电法物探工程，探测地下岩溶等水体情况。

2.7.3 地压致灾因素普查主要调查验证方法

在收集分析以往地质资料的基础上，开展了地质构造调查，井下巷道调查，并辅以高密度电法物探探测工程等手段。

2.7.4 隐蔽致灾因素普查治理结论

[Redacted text block containing the main body of the '2.7.4 隐蔽致灾因素普查治理结论' section. The text is completely obscured by black bars.]

[Redacted text block containing multiple paragraphs of blacked-out content]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

2.8 地压监测

目前松兰矿区采深已到达 [REDACTED]m，为了更好的控制地压活动，企业采取了多种控制措施。

通过地压人工监测和在线监测系统监测数据分析来看，松兰矿区井下地压控制措施有效，现阶段无地压明显活动显现，处于稳定。

松兰矿区在井下设置了 [REDACTED]在线监测站和 [REDACTED]个人工监测站。

[REDACTED]



图 2-26 松兰矿区地压人工监测设施照片



图 2-27 松兰矿区地压人工监测设施照片

3. 危险、有害因素辨识及分析

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对生物造成慢性损坏的因素。

危险、有害因素辨识和分析是安全评价的基础。

3.1 生产过程中的主要危险因素辨识与分析

矿山生产过程复杂，生产条件多变，涉及的危险、有害因素众多。在矿山生产过程中，由于地质情况和生产工艺的限制，危险、有害因素存在于生产活动的各个方面，因此需要对整个矿山生产系统和生产辅助系统的各方面进行分析辨识。

通过对松兰矿区生产系统的检查，同时参照同类矿山事故统计结果，按照《企业职工伤亡事故分类》规定，辨识出该矿存在的主要危险、有害因素有：冒顶片帮、火药爆炸、物体打击、车辆伤害、机械伤害、触电、火灾、高处坠落、透水、中毒窒息、压力容器爆炸、粉尘、噪声、震动、高低温。

3.1.1 冒顶片帮

冒顶片帮是最常见的矿山安全事故之一，约占采矿作业事故的40%以上。矿山井下采掘生产作业破坏了原岩的初始平衡状态，导致岩体内局部应力集中，当重新分布的应力超过岩体或其构造的强度时，将会发生岩体失稳。如果支护不及时或支护方法不当，就会发生采场顶板冒落或巷道片帮。

(1) 井巷地压

在岩（矿）体中开掘井巷，形成了井巷空间，由此产生的矿山地压称为井巷地压。为确保井巷处于安全状态，必须根据井巷穿过的矿岩情况（稳固

程度等)采取相应的支护措施,并加强井巷维护。

松兰矿区的主要井巷工程有:PD平硐、一段盲竖井MSJ-1、MSJ-1-1和二段盲竖井MSJ-2、行人通风天井、中段运输巷道、各种硐室等。这些井巷多数既用于生产又用于行人,若开挖不合理或支护与维护不善,将会遭到破坏,既影响正常生产又危及人员安全。

(2) 采场地压

采场地压是指在地下开采过程中,原岩对采场或采空区围岩及矿柱所施加的载荷。这是由于地下矿体采出后所形成的采掘空间破坏了原岩的自然平衡状态,致使岩体应力重新分布,引起采场围岩变形、移动或破坏等一系列地压显现。

采场的规模远远大于井巷,但由于采场空间的形状、体积、分布状况、形成及存留时间等方面的特殊性,采场地压与井巷地压有相当大的差异。归纳起来,采场地压具有暴露空间大、复杂性、多变性、显现样式多样性、控制采场地压的难度大等特点。

采场大规模剧烈地压显现的主要因素有:

(1) 采矿方法不合理

当矿岩地质条件和矿体产状发生变化时,采矿方法没有及时变更,导致顶板暴露面积过大,就很有可能造成冒顶事故频发。如某矿山矿体顶板岩石松软、节理发育、断层裂隙较多,采用了水平分层充填采矿法,结果是顶板暴露面积过大,致使冒顶事故经常发生。

(2) 回采顺序不合理

有很多小型矿山由于缺少技术人员,或急功近利,未遵循自上而下的开采顺序和先开拓、后采准、再回采的原则,乱采乱挖,以掘代采,造成顶板

压力过大，或顶板暴露面积过大，致使冒顶事故频频发生。

在上下中段（分层）同时采矿作业时，如果上中段（分层）滞后下中段（分层），就很可能发生较大的冒顶事故。

当中段主巷道布置在脉内时，如采用前进式回采，则主巷道极易发生冒顶事故，甚至毁坏主巷道。

（3）采场断面形状及矿房、矿柱参数不合理

由于采场断面形状不合理，导致顶板矿岩应力集中，极易发生冒顶事故。矿房参数不合理，有可能导致采场暴露面积过大，而造成采场顶板坍塌。矿柱断面尺寸过小，则不能有效支撑采空区围岩，有可能造成顶板围岩大面积坍塌。

该项目现-156m（下 630）、-186m（下 660）、-216m（下 690）中段采用浅孔留矿法回采矿石，而使用浅孔留矿法回采矿石，人员在暴露面积较大的矿石顶板（矿房暴露面）下及暴露的上下盘围岩旁作业，安全性较差。在采场地压的作用下，在围岩破碎的地段，则采场易发生片帮；在矿石顶板破碎的地段，采场易发生冒顶。因此，在回采过程中必须加强采场地压管理（特别是顶板管理），注意检查和处理工作面顶、帮（特别是上盘帮）的浮石。

（4）采空区地压

上部用空场采矿法（含实质上属于空场采矿法的浅孔留矿法）开采矿床，矿石回采结束后形成了采空区，由此产生的矿山地压称为采空区地压。若采空区未及时有效地处理，可能会发生大规模的地压活动，从而造成严重的矿山灾害，如破坏井巷设施、设备，甚至造成重大人身安全事故；影响小的地压活动也能导致生产失调和资源损失。

该项目实施建设前一直使用浅孔留矿法开采矿床，上部在矿石回采（含

大量放矿)结束后,形成有采空区;采空区采用废石充填,并且设有8m厚的隔离矿柱,能很大程度的对下部采矿进行保护。

(5) 地表陷落与移动

由于采空区的形成,原岩体应力平衡状态受到破坏,从而引起采空区上部岩层的地压活动。经过一定的时间(其长短与岩石的物理力学性质和采空区的大小、形状等有关)后,岩石逐渐发生变形、移动乃至陷落,最终致使地表发生陷落与移动。

地表陷落带及其四周的移动带是危险区域,位于危险区域内的设施、建(构)筑物、道路等,可能遭到严重破坏;人员、车辆进入危险区域,可能受到严重危害。此外,地表陷落后,将导致地表水大量流入地下,威胁井下开采工作的安全。

该项目使用浅孔留矿法回采矿石,矿石回采结束后必然形成采空区,进而导致地表陷落与移动。因此,必须采取防止其造成危害的安全技术措施与安全管理措施。

(6) 危险岩(矿)体的形成

在矿床开采过程中,与岩(矿)石的物理力学性质及稳固性、地质赋存条件、采场与井巷地压及其管理情况、采掘技术等有关,可能会形成发生局部冒落乃至大面积移动的危险岩(矿)体,即岩(矿)体中的危险部分。它的存在可能导致片帮、冒顶事故。

危险岩(矿)体往往存在于井巷的顶板及两帮、采场的作业面上,若松兰矿区在实施掘进与回采作业时,未按要求进行支护,未执行顶板管理制度与敲帮问顶制度,则不能排除危险的岩(矿)体引发片帮冒顶,伤害作业人员的可能。

- (7) 隐患排查工作不到位，对排查出的隐患未做到及时处理；
- (8) 安全确认工作未落实，安全管理不到位，安全管理制度不健全；
- (9) 其他原因。不遵守操作规程进行操作，精神不集中，思想麻痹大意，工作面作业循环不正规，推进速度慢、爆破崩倒支架等，都容易引起冒顶片帮事故。

3.1.2 火药爆炸

矿山开采过程中使用大量的炸药、雷管等爆破器材。装药和起爆的过程中，未爆破或爆炸不完全的炸药在装卸矿岩的过程中，都有发生的可能。造成危害的原因：

- (1) 使用未经国家或部级鉴定的爆破器材，使用不符合国家或部颁标准的爆破器材；
- (2) 无爆破设计或爆破设计不合理；
- (3) 未按规定处理盲炮或盲炮处理不当、打残眼；
- (4) 装药工艺、起爆工艺不合理；
- (5) 起爆前未进行清查爆破危险区人员是否全部撤出至躲避硐室或安全地点躲避，警戒不严或警戒信号缺陷；
- (6) 非爆破专业人员作业或爆破作业人员技术太差，违章作业；
- (7) 爆破后，炮烟未排除完毕进入工作面或通风不良。
- (8) 在爆破作业中，若违背《爆破安全规程》与操作规程，容易发生伤亡事故。
- (9) 爆破作业后，尚未入库的剩余炸药等爆破器材若管理不善，一旦流入社会，其后果将是非常严重的。

3.1.3 物体打击

主要发生于采场、掘进面、巷道、放矿口。造成危害的原因：

- (1) 巷道、采场浮石未及时排除，排除不净或排石过程不按规程操作，撬小落大、撬前落后等，对排不下危石的隐患地点未及时进行支护；
- (2) 隐患排查工作不到位，安全确认工作未落实，安全管理不到位；
- (3) 人员未按规定佩戴安全帽或人员违规作业；
- (4) 出矿时精力不集中，对出现的危险不能及时作出反应；
- (5) 爆破过程中安全躲避距离不够；
- (6) 照明不足，工作场所狭小，缺乏躲避空间；
- (7) 工具，设备等摆放随意，未意识到安全隐患；
- (8) 放矿口没有安全警示标志，或未采取安全措施。

3.1.4 机械伤害

松兰矿区地下开采项目使用提升机、空压机、凿岩机、通风机、水泵等多种机械，其运行时传动部分都具有较大的动能，若人员不慎与之接触，就可能受到伤害。机械的危险部分和危险区域主要有：

- (1) 旋转部分：机械的旋转部件，如转轴、轮等可能使人员的服饰、头发缠绕其上而造成伤害。
- (2) 啮合点：机械的两个相互紧密接触且相对运动的部分形成啮合点，当人员的手、肢体或服饰接触机械运动部件时，可能被卷入啮合点而造成挤压伤害。
- (3) 往复运动部分：往复运动的设备，机械的往复运动部件的往复运动区域是危险区域，一旦人体或其一部分进入就可能受到伤害。

- (4) 机械设备设施没有按规定进行维护保养或检测检验；
- (5) 操作人员疏忽大意，身体进入机械危险部位；
- (6) 在检修和正常工作时，机器突然被别人随意启动，导致事故发生；
- (7) 安全管理规章制度不完善，设备安全规程不健全，安全管理不到位。

此外，机械运转时抛射出固体颗粒或碎屑，可能伤害人眼或皮肤；工件或机械碎片意外抛出可能击伤人体。

松兰矿区地下开采项目使用凿岩机凿岩，在凿岩设备的运行过程中，其钎杆高速旋转，具有较大的动能，产生的飞出物对凿岩作业人员的安全造成威胁；若钎杆断裂，则易伤害作业人员。

该项目盲竖井采用罐笼提升系统，提升过程中可能发生罐笼坠落、过卷等导致人员设备严重伤害的事故。若罐笼载重超限，就会造成设备设施损坏、发生断绳或连接装置损坏，而造成坠罐事故；高速运动的罐笼因提升机制动装置失灵造成罐笼撞击井底，或撞击井架，强烈的冲击往往造成设备损坏，带来巨大的经济损失并造成人员伤亡。

3.1.5 触电

矿山地面设变电所，井下有变电器，专用照明变压器，用电设备较多。造成危害的原因：

(1) 电气设备、电气线路安装存在缺陷，或在运行中，缺乏必要的检修、维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、短线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、PE线短线等隐患；

(2) 没有采取必要的安全技术措施（如保护接地、漏电保护、安全电

压等电位连接等），或安全措施失效；

（3）电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；

（4）专业电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等；

（5）跨越安全围栏或超越安全警戒线，工作人员走错间隔误碰带电设备，以及在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带金属超高物体在带电设备下行走；

（6）在带电设备附近进行作业，不符合安全距离或无监护措施；

（7）不填写工作票或不执行监护制度，不使用绝缘工具或使用不合格绝缘工具和电气工具；

（8）线路或电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续，就对停电设备恢复送电；

（9）在井下在潮湿地方作业不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人；

（10）缺乏安全标识或标识不明显。

3.1.7 透水

（1）若地面采空塌陷区，遇大雨和暴雨时，雨水从塌陷裂缝与矿井连通处流入井下，就会形成矿井水患；

（2）如果矿井未做好水害分析预报，不能坚持“有疑必探，先探后掘（采）”的探放水原则，均可能造成矿井水灾事故；

（3）排水系统检查不到位，排水系统出现故障未能及时发现，备用水泵不能发挥作用。

根据松兰矿区地下开采项目矿区水文地质资料可知，矿区水文地质条件中等。

矿区地表水主要来源于大气降水。地形坡度较大，排泄条件较好，雨后地表水能迅速排出矿区外。发生透水可能性较小，但仍不能忽视。

3.1.8 车辆伤害

车辆运输是金属矿山运输的主要方式。井下运输巷道断面狭小，巷道曲折、分支多，明视距离受限制等不利因素，给矿井车辆安全运行带来许多困难，稍有不慎可能发生车辆伤害事故。在运输巷道狭窄处（巷道及其内人行道宽度不足）与照明不足之处，可能发生运行的车辆挤撞行人事故。

矿山地面运输道路宽度不足、坡度过大及转弯半径小，可能造成车辆伤害。造成危害的原因：

- （1）运输设备的制动装置、限速装置及紧急刹车装置不符合规程要求；
- （2）运行设备维护保养不当；
- （3）无正确的行车、行人管理措施，运输线路未设必要的躲避硐室；
- （4）作业人员没有按规程操作，违章作业，操作失误。

3.1.9 高处坠落

松兰矿区开拓方式有盲竖井，生产过程中人员上下或登高作业，均容易发生高处坠落伤害。造成危害的原因：

- （1）没有按要求正确使用安全带、安全帽，未按要求穿防滑性能良好的软底鞋；
- （2）使用脚手架时架设不牢，操作时注意力不集中，思想麻痹大意；
- （3）高处作业时安全防护设施损坏；
- （4）使用安全保护装置不完善或缺乏的设备、设施进行高处作业；
- （5）作业人员疏忽大意、疲劳过度；

(6) 缺少明显的标志和照明，人行天井梯子架设不牢或未设扶手；

(7) 井口、洞口等容易发生高处坠落的危险场所缺少防护设施和警示标志；

(8) 竖井提升人员或物料等由于提升绞车故障、钢丝绳断裂、信号失控等原因容易发生墩罐事故；

(9) 提升机、钢丝绳、防坠器、斜井人车等特种设备未定期进行设备检测检验，提升系统带病运行，发生坠罐、跑车事故。

3.1.10 火灾

易于发生火灾的地点有井口地面工业场空压机、供电机房等重要设备、设施，井上下输电线路，用电设施等处。造成危害的原因：

(1) 易燃物品大量存放；

(2) 电气线路老化；

(3) 生产生活建筑设施防火等级不够；

(4) 违章用火；

(5) 避灾路线安全标识不清晰或不齐全，作业人员对避灾路线不熟或安全培训不到位。

3.1.11 中毒窒息

可能发生中毒、窒息的主要场所：盲巷、盲井通风不良的巷道及未及时封闭的采空区。造成危害的原因：

(1) 违章作业。人员没按要求撤离到不致发生炮烟中毒的巷道等；

(2) 由于通风方式不当，通风风量不足，通风时间不够，通风效果不好，不能有效排除炮烟和其他有害气体；

(3) 突然遇到含有大量窒息性气体、有毒气体、粉尘的地质构造，大量窒息性气体、有毒气体、粉尘突然涌出到采掘工作面或其他人员作业场所，而人员没有防护措施，或人员没有及时撤离；

(4) 出现意外情况。如风流短路，供风设备故障等；

(5) 废弃巷道未及时封闭，导致人员误入；

若矿井通风系统存在问题或通风管理不善，导致井下通风不良，上述有毒有害气体就不能及时、充分地排到地表，而会散发到井下空气中。当井下空气所含有毒有害气体超过最大允许浓度时，将对井下作业人员造成危害，严重时可导致大量的人员伤亡，后果十分严重。

松兰矿区地下开采项目实施过程中有毒有害气体生成的作业场所为回采工作面及井巷掘进工作面。此外，一些废弃的未封闭的巷道和采空区也可能是有毒有害气体聚集的场所。因此，松兰矿应加强矿井通风，废弃的巷道和采空区及时封闭。

3.1.12 压力容器爆炸

空压机如未按安全要求使用，可能发生压力容器爆炸事故，造成重大人身伤亡和设备损失。因此对空压机储气罐的使用和管理必须引起足够重视。造成危害的原因：

(1) 压力容器本身有缺陷；

(2) 运行时未安装安全阀；

(3) 设备出现故障，导致超温、超压事故；

(4) 压力容器受到机械损伤，在高压下发生爆炸事故；

(5) 关键部件损坏而未及时更换修复；

(6) 压力容器遇到突然撞击或遇到高温而发生爆炸；

(7) 未制订安全操作规程或操作人员违章操作，引起超温、超压、压力突然增大等；

(8) 管理不善或操作人员不具备特种作业资格进行操作；

(9) 空压机储气罐及其安全阀、压力表等安全附件未定期检测、校验。

3.2 生产过程中的主要有害因素辨识与分析

3.2.1 噪声

通风机、空压机、气动凿岩机由于气体扰动形成的噪声，卷扬机、凿岩机产生的机械噪声、爆破作业、装卸矿岩及敲打作业面都会产生噪声。

噪声对人的听觉、神经系统、心血管系统、消化系统、内分泌、视觉、感知觉水平、反应时间等都有很大的影响，能损伤人的听力，使人患心脏病。同时对人的情绪影响也特别大，如使人烦躁不安、注意力分散等。噪声越大，引起烦恼的可能性越大，从而使受影响的作业人员产生侵犯性，多疑性、易怒性和厌倦感。

3.2.2 粉尘

粉尘的主要危害是引起矽肺病，该病是矿山的一种主要职业病，是因为长期大量吸入细微粉尘引起的，特别是粒径为 $0.2-5\ \mu\text{m}$ 的微尘（也称呼吸性粉尘），容易吸入肺内并储存，危害性最大，是矿山防尘的重点对象。造成危害的原因：

(1) 通风设计不合理；

(2) 没有除尘措施或除尘设施效果不好。

(3) 通风设备故障导致通风不良；

3.2.3 振动

人工凿岩作业时操作人员在操作凿岩机时容易受到振动危害，振动危害可导致操作人员中枢神经、植物神经功能紊乱、血压升高，也会导致设备、部件的损坏。国家已将振动病列为职业病。

振动危害主要存在于凿岩机的凿岩作业中，长期从事凿岩作业易患振动病。现国家已将振动病列为职业病。可通过采用减少作业时间、佩戴手套等措施，降低振动对工人的危害。

3.2.4 高低温

高温作业人员受环境热负荷的影响，作业能力随温度的升高而明显下降。当环境温度为 35℃ 时，人的反应速度、运算能力、感觉敏感性及感觉运动协调功能只有正常情况下的 70%，高温环境还会引起中暑，长期高温作业可出现高血压、心肌受损和消化功能障碍等病症。

低温作业人员受环境低温的影响，操作功能随温度的下降而明显下降，使注意力不集中，反应时间延长，作业失误率增多，甚至产生幻觉，对心血管系统、呼吸系统有一定影响。过低的温度会引起冻伤、体温降低甚至死亡。

该项目所在地区为我国北部地区，该地区常年气温偏低，该环境下工作的人员、设备设施易受到低温的危害。

3.2.5 有毒有害气体

松兰矿区地下开采项目井下有毒有害气体主要生成于爆破时的炸药爆炸过程（存在于炮烟之中）、井下燃烧（含火灾）发生的过程中。

炮烟所含有毒有害气体有一氧化碳、一氧化氮、硫化氢、二氧化硫、氨等。

一氧化碳可使人耳鸣、头痛、头晕、“心跳”、呕吐、感觉迟钝、丧失行动能力。严重时，造成呼吸困难、停顿，出现假死。中毒特征是：嘴唇呈桃红色，两颊有红色斑点。

二氧化碳会引起咳嗽，头痛，高浓度环境会使人失去知觉。

氧化氮可使人眼、鼻、喉产生炎症和充血，咳嗽，吐黄痰，呼吸困难，呕吐，患肺水肿。中毒特征是：手指尖和头发呈黄色，潜伏期较长。

硫化氢会使人眼睛红肿，咳嗽，头痛，患急性支气管炎、肺水肿。

氨会使人咳嗽、头晕。

通风不良是中毒窒息的触发条件。

3.3 公共安全影响因素辨识及分析

该项目在实施过程中，地表陷落与移动、爆破器材运输可能对公共安全产生影响。

该项目使用浅孔留矿法开采矿床，矿床开采后必然产生采空区，进而导致地表的陷落与移动，地表陷落带及其四周的移动带是危险区域，若不设警示标志和围栏，人员或车辆误入后果十分严重。该项目所使用的爆破器材从外部提取，在运输途中，若意外爆炸或丢失，则危及公共安全。

3.4 行为性诱导因素辨识与分析

行为性危险因素既是非煤矿山造成工伤事故的主要危险因素之一，也是发生工伤事故的主要原因之一，主要包括：

（1）指挥错误

在作业过程中，由于指挥失误（包括因通讯联络信号、安全信息传递不清引发的指挥失误）或违章指挥等易造成工伤事故的发生。

（2）操作错误

在作业过程中，因误操作、违章作业及思想麻痹等引发的伤亡事故屡见不鲜，是导致工伤事故的主要原因之一。

（3）缺乏安全意识、自我防护能力差

缺乏安全意识、自我防护能力差虽不能直接导致事故的发生，但有些本可以避免的事故却未能避免。这类事故时有发生。

行为性危害主要包括：指挥失误（如指挥失误，违章指挥等）、操作失误（如误操作、违章作业等）、监护失误及其他失误等。矿山安全管理方面存在的问题，人的不安全作业行为是导致人为事故发生的重要及主要原因之一。作业人员必须有高度的协作精神，要遵章守纪，杜绝违章操作和操作失误。管理人员要具有组织、协调能力，避免指挥失误，杜绝违章指挥等不安全行为的发生。

3.5 其他危险因素辨识与分析

（1）雨天、冰冻天作业场地不平，道路潮湿等可能引起人员滑倒、摔伤和扭伤等；

（2）作业场地狭窄、作业安全距离不够，可能发生碰撞挤压事故；

（3）地震属于不可抗拒的自然灾害。地震是一种能产生巨大破坏作用的自然现象，其出现的机会不大，作用时间比较短暂，但它对厂房、建筑物及机械设备的破坏作用明显，作用范围大，进而威胁设备和人员的安全。强烈地震会对人员生命财产构成危险。

该矿区范围内地震基本烈度为VI度，地震可能引起建筑物损坏、废石场等重要构筑物破坏，严重时造成人员伤亡、建筑物等设施损毁。

(4) 雷击能破坏建筑物和设备，并可能导致火灾和爆炸事故的发生。

雷电对开采安全的影响，主要为其对地表供电产生影响，雷电引起配电系统的过电压，威胁电气设备、线路及人身的安全。

(5) 地表水流量受季节控制，枯水期流量小，丰水期流量剧增，雨季或暴雨时常有山洪发生。山洪会引发泥石流，对井口及工业场地造成破坏。

3.6 重大危险源辨识

矿辖火药库一处，位于井下 ██████ 中段，距一号井口 95 米。火药库 24 小时值班值守，日常存储乳化岩石炸药，该炸药主要成分为硝酸铵，设计最大存储乳化岩石炸药 5t 实际存储 4.5t，依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）， $4.5t/50t=0.09 < 1$ ，由此得出桓仁矿业有限公司松兰矿无重大危险源。

4. 评价单元划分和评价方法选择

4.1 评价单元划分

4.1.1 评价单元划分的原则和方法

划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，要便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元或更细致的单元。

4.1.2 评价单元划分

为便于现状评价工作的进行，提高现状评价工作的准确性，结合桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采的实际情况，按照生产工艺及生产系统等划分为评价单元：总体布置单元、采掘单元、爆破单元、通风单元、提升和运输单元、空气压缩机和附属储气罐单元、供配电单元、防排水与防灭火单元、安全监测六大系统单元、安全管理单元、符合性评价单元。防排水与防灭火单元划分 2 个子单元：防排水子单元和防灭火子单元。

（1）总体布置单元

本单元对该项目的总平面布置内容，建构筑物、安全出口等进行评价。

（2）采掘单元

主要从采掘作业场所及环境，采掘方法、设备及作业过程，井巷支护、顶板管理和采空区处理等方面进行安全分析与评价。

（3）爆破单元

本单元主要对该项目炸药的运输和爆破作业、爆破器材的储存（不包括矿外运输）内容进行评价。

（4）通风单元

主要从通风设备、设施，通风效果与质量，特殊作业点通风要求等方面进行安全分析与评价。

（5）提升和运输单元

主要从提升和运输系统设备、设施及安全保护装置，提升和运输信号系统，提升和运输作业过程及作业环境等方面进行安全分析与评价。

（6）供配电单元

主要从矿山电源及供配电方案、总降压变电所及配电站布置、电气设备装备等方面进行安全分析与评价。

（7）防排水与防灭火单元

1) 防排水子单元

矿山的水文地质条件和涌水量等基本情况，主要从地面防治水设施及措施、井下排水系统及排水能力、水泵硐室及水仓、井下防透水措施等方面进行安全分析与评价。

2) 防灭火子单元

主要对消防灭火设备、设施、火灾信号设置、防灭火工程技术措施等进行评价。

（8）安全监测六大系统单元

主要依据“六大系统”建设规范对监测监控、人员定位、压风自救、供水施救、通讯联络、紧急避险系统的情况进行评价。

（9）安全管理单元

本单元针对矿山安全管理机构的建立、安全生产管理人员的配备、安全生产责任制、各种安全生产管理规章制度、作业规程、岗位操作规程、各种

规章制度的执行情况、职工的安全生产教育、生产安全事故的预防、安全投入以及应急预案编制和演练、工伤社会保险及矿山救护组织的建立和管理等进行评价；

（10）重大安全隐患排查单元

依据《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》矿安[2022]88号，对该矿重大生产安全事故隐患采用安全检查表进行排查。

4.2 评价方法的选择

4.2.1 评价方法选择

（1）评价方法的选择原则

在进行安全评价时，应该在认真分析并熟悉被评价系统的前提下，选择安全评价方法。选择安全评价方法应遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则。

1) 充分性原则。充分性是指在选择安全评价方法之前，应该充分分析评价的系统，掌握足够多的安全评价方法，并充分了解各种安全评价方法的优缺点、适用条件和范围，同时为安全评价工作准备充分的资料。

2) 适应性原则。适应性是指选择的安全评价方法应该适用被评价的系统。

3) 系统性原则。系统性是指选择的安全评价方法必须建立在被评价系统提供的系统化数据和资料的基础上。

4) 针对性原则。针对性是指所选择的安全评价方法应该能够提供所需的结果。

5) 合理性原则。在满足安全评价目的、能够提供所需的安全评价结果

的前提下，应该选择计算过程最简单、所需基础数据最少和最容易获取的安全评价方法。

(2) 安全评价方法选择过程

1) 详细分析被评价的系统，明确通过安全评价要达到的目标。

2) 收集安全评价方法，并将安全评价方法进行分类整理，明确各种安全评价方法的适用条件。

3) 明确被评价的系统能够提供的基础数据、工艺和其他资料。

该项目为桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采项目安全现状评价，综合考虑各种因素，确定选择安全检查表法（SCL）、事故树法（FTA）、作业条件危险性评价法（LEC）作为本报告主要评价方法。

表 4-1 各评价单元选用的评价方法

评价单元		安全检查表法 (SCL)	事故树法 (FTA)	作业条件危险性 评价法 (LEC)
1 总体布置单元		√		√
2 采掘单元		√	√	√
3 爆破单元		√		√
4 通风单元		√		√
5 提升运输单元		√		√
6 供配电单元		√		√
7 防排水与防灭火单元	防排水子单元	√		√
	防灭火子单元	√		√
8 安全监测六大系统单元		√		√
9 安全管理单元		√		√
10 重大安全隐患排查单元		√		

4.2.2 评价方法介绍

(1) 安全检查表法（SCL）

安全检查表是评价人员在对评价对象充分讨论、分析基础上，列出检查

单元、部位和检查项目、检查要求，然后对照设计方案和相关标准、规程、规范要求，逐项进行检查，编制安全检查表的主要依据是有关的安全法规、标准、规程。

本次评价采用的安全检查表见表 4-2。

表 4-2 安全检查表法

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果

(2) 事故树法 (FTA)

事故树分析 (Fault Tree Analysis, 缩写 FTA) 又称故障树分析, 是一种演绎的系统安全分析方法。它是从要分析的特定事故或故障开始, 层层分析其发生原因, 一直分析到不能再分解为止; 将特定的事故和各层原因 (危险因素) 之间用逻辑符号连接起来, 得到形象、简洁地表达其逻辑关系 (因果关系) 的逻辑树图形, 即事故树。通过对事故树简化、计算, 达到分析、评价的目的。

1) 事故树分析的基本步骤:

- ①确定分析对象系统和要分析的各对象事件 (顶上事件)。
- ②确定系统事故发生概率、事故损失的安全目标值。
- ③调查原因事件

调查与事故有关的所有直接原因和各种因素 (设备故障、人员失误和环境不良因素)。

④编制事故树

从顶上事件起, 一级一级往下找出所有原因事件直到最基本的原因事件为止, 按其逻辑关系画出事故树。

⑤定性分析

按事故树结构进行简化，求出最小割集和最小径集，确定各基本事件的结构重要度。

⑥结论

当事故发生概率超过预定目标值时，从最小割集着手研究降低事故发生概率的所有可能方案，利用最小径集找出消除事故的最佳方案；通过重要度（重要度系数）分析确定采取对策措施的重点和先后顺序；最终得出分析、评价的结论。

2) 事故树定性分析（FTA）

定性分析包括求最小割集、最小径集和基本事件结构重要度分析。

①最小割集

a 割集与最小割集

在事故树中凡能导致顶上事件发生的基本事件的集合称作割集；割集中全部基本事件均发生时，则顶上事件一定发生。

最小割集是能导致顶上事件发生的最低限度的基本事件的集合；最小割集中任一基本事件不发生，顶上事件就不会发生。

b 最小割集的求法

对于已经化简的事故树，可将事故树结构函数式展开，所得各项即为各最小割集；对于尚未化简的事故树，结构函数式展开后的各项，尚需用布尔代数运算法则（如吸收率、德·摩根律等）进行处理，方可得到最小割集。

②最小径集

在事故树中凡是不能导致顶上事件发生的最低限度的基本事件的集合，称作最小径集。在最小径集中，去掉任何一个基本事件，便不能保证一定不

发生事故。因此最小径集表达了系统的安全性。

a 最小径集的求法

将事故树转化为对偶的成功树，求成功树的最小割集即事故树的最小径集。

b 结构重要度

按下面公式计算结构重要度系数：

$$I(i) = \sum_{X_i \in K_j(P_j)} \frac{1}{2^{x_j-1}}$$

根据计算结果确定出结构重要度的次序。

(3) 作业条件危险性评价法（LEC）

作业条件危险性评价法（LEC 法）是评价作业人员在具有潜在危险性环境中作业的危险性的半定量评价方法。用公式表示，则为：

$$D=L \times E \times C$$

式中：D—作业条件的危险性；

L—事故或危险事件发生的可能性；

E—作业人员暴露于危险环境中的频率；

C—发生事故或危险事件的可能结果。

1) 事故或危险事件发生的可能性—L

事故或危险事件发生的可能性大小，当用概率来表示时，绝对不可能的事件发生的概率为 0；而必然发生的事件的概率为 1。但在考察一个系统的安全性时，绝不发生事故是不可能的，所以人为地将“发生事故可能性极小”的分数定为 0.1，而必然要发生的事件的分数定为 10，介于这两种情况之间的情况指定了若干个中间值。

发生事故的可能性大小 L 的取值见表 4-3。

表 4-3 事故或危险事件发生可能性分值 (L)

分数值	事故发生的可能性
10	完全可以预料
6	相当可能
3	不经常，很可能
1	完全意外，可能性小
0.5	可以设想，很不可能
0.2	极不可能
0.1	实际不可能

2) 作业人员暴露于危险环境中的频率—E

作业人员暴露于潜在危险环境中的次数越多，时间越长，则危险性越大。规定连续出现在潜在危险环境的暴露频率值为 10，而非常罕见地出现在潜在危险环境的暴露频率值为 0.5。同样，将介于两者之间的各种情况规定若干个中间值。

暴露于潜在危险环境的频繁 E 的取值见表 4-4。

表 4-4 暴露于潜在危险环境的分值 (E)

分数值	暴露于危险环境的情况
10	连续处于危险环境中
6	每天在有危险的环境中工作
3	每周一次
2	每月一次
1	每年一次或几次
0.5	几年一次出现在危险的环境中

说明：8 小时不离岗位，算“连续暴露”，8 小时内暴露一至几次的，算“每天工作时间内暴露”。

3) 发生事故或危险事件的可能结果—C

事故造成的人身伤害变化范围很大，对伤亡事故来说，可从极小的轻伤直到多人死亡的严重结果。由于范围广阔，所以规定分值为1~100，把需要救护的轻微伤害规定分值为1，把造成多人死亡可能性的分值规定为100，其它情况的分值均在1与100之间。发生事故或危险事件的可能结果C的取值见表4-5。

表 4-5 发生事故或危险事件可能结果的分值 (C)

分数值	可能结果
100	大灾难，许多人死亡
40	灾难，数人死亡
15	一人死亡
7	伤残
3	重伤
1	轻伤

4) 作业条件的危险性—D

根据公式 $D=L \times E \times C$ ，可以计算出作业条件的危险性分值。

根据经验，D 值在 20 以下属低危险，一般可以接受；D 值在 20~70 之间属一般危险，需要加以注意；D 值在 70~160 之间属显著危险，需要采取措施进行整改；D 值在 160~320 之间属高度危险，必须立即采取措施进行整改；D 值在 320 以上属极其危险，应立即停止作业直到作业条件得到改善为止。

作业条件危险性等级划分见表 4-6。

表 4-6 危险性分值 (D)

D 值	危险程度
>320	极其危险
>160~320	高度危险
>70~160	显著危险
20~70	一般危险
<20	稍有危险

5. 定性定量评价

根据国家的相关法律及国家与辽宁省的相关法规、文件、标准和规范，制定出安全检查表，将该矿划分为总体布置单元、采掘单元、爆破单元、通风单元、提升运输单元、供配电单元、防排水与防灭火单元、安全监测六大系统单元、重大事故隐患判定单元、安全管理单元共 10 个评价单元进行评价。

5.1 总体布置单元

5.1.1 总体布置单元评价

采用安全检查表法进行评价，见表 5-1。

表 5-1 总体布置单元安全检查表

序号	检查项目内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	■
■	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	■
■	████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	■
■	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	████████████████████ ████████████████████ ████████████████████ ████████████████████	符合

	[REDACTED]			
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	符合

7	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

5.1.2 单元评价小结

对总体布置单元共设检查项 8 项，全部符合要求。

因历史原因，该地区矿区范围划分错综复杂（分界以开采标高为主）。松兰矿区一、三两个采区从平面范围上还有“桓仁天达矿业有限责任公司（铅锌铁矿）”和“桓仁仁信来矿业有限责任公司（铅锌铁矿）”两个矿山企业。

1) 松兰矿区与桓仁天达矿业有限责任公司关系

[REDACTED]

2) 松兰矿区与桓仁仁信来矿业有限责任公司关系

[Redacted text block]

总体布置单元现状符合安全生产条件。

5.2 采掘单元

5.2.1 采掘单元评价

采掘单元现状评价见表 5-2。

表 5-2 采掘单元安全检查表

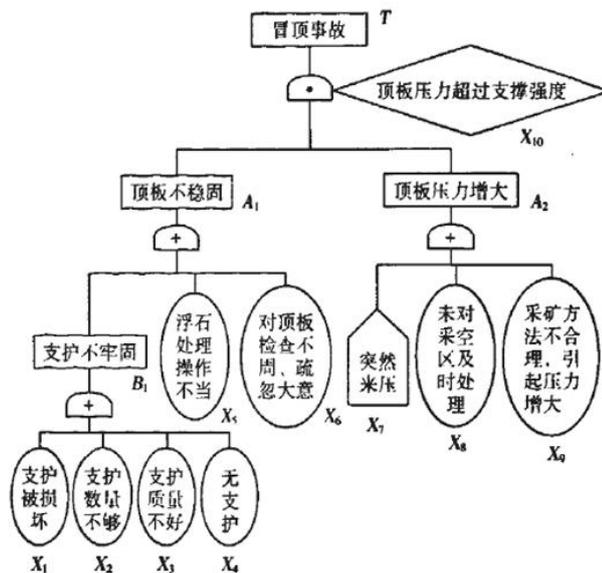
序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

5.2.2 事故树法

(1) 冒顶片帮

1) 对冒顶片帮事故进行事故树法分析，画出事故树，如图；



2) 求最小割集;

事故树结构函数式为:

$$T=A1 \cdot A2 \cdot X10=(B1+X5+X6) \cdot (X7+X8+X9) \cdot X10=(X1+X2+X3+X4+X5+X6) \cdot (X7+X8+X9) \cdot X10$$

$$=X1X7X10+X2X7X10+X3X7X10+X4X7X10+X5X7X10+X6X7X10+X1X8X10+X2X8X10+X3X8X10+X4X8X10+X5X8X10+X6X8X10+X1X9X10+X2X9X10+X3X9X10+X4X9X10+X5X9X10+X6X9X10$$

得出最小割集 K 为:

$$K1= \{X1, X7, X10\}, K2= \{X2, X7, X10\}, K3= \{X3, X7, X10\},$$

$$K4= \{X4,X7,X10\}, K5= \{X5,X7,X10\}, K6= \{X6,X7,X10\},$$

$$K7= \{X1,X8,X10\}, K8= \{X1,X9,X10\}, K9= \{X3,X8,X10\},$$

$$K10= \{X4,X8,X10\}, K11= \{X5,X8,X10\}, K12= \{X6,X8,X10\},$$

$$K13= \{X1,X9,X10\}, K14= \{X2,X9,X10\}, K15= \{X3,X9,X10\},$$

$$K16= \{X4,X9,X10\}, K17= \{X5,X9,X10\}, K18= \{X6,X9,X10\}。$$

由以上分析可知, 共计有 18 种引起冒顶伤亡事故的途径。

3) 结构重要度分析

由计算公式得出结构重要度系数分别为:

$$I(1)=I(2)=I(3)=I(4)=I(5)=I(6)=(1/23-1) \times 3=0.75$$

$$I(7)=I(8)=I(9)=(1/23-1) \times 6=1.5$$

结构重要度顺序:

$$I\phi(10) \rangle I\phi(7) = I\phi(8) = I\phi(9) \rangle I\phi(1) = I\phi(3) = I\phi(4) \rangle$$

$$I\phi(5) \rangle I\phi(6)$$

4) 分析结论

从冒顶片帮事故树图的逻辑门构成比来看，逻辑或门占 75%，其事故发生有可能性是比较大的，即危险性是比较大的。该事故树有 18 个最小割集，其中任何割集中所有基本事件发生都会导致顶上事件的发生。

通过分析可知：顶板压力超过支撑强度是导致事故发生的重要原因，因此，预防压力增大和加强顶板的支护强度是防止事故的重要途径。另外，根据地质条件采用合理的采矿方法、对采空区及时处理、合理进行支护、正确地进行浮石处理、对顶板加强检查、发现问题及时解决都是预防冒顶片帮事故的重要途径。

5.2.3 单元评价小结

本单元共检查 7 项，全部符合要求。

[Redacted content]

[Redacted text block]

采掘单元现状符合安全生产条件。

5.3 爆破单元

5.3.1 爆破单元评价

爆破单元现状评价见表 5-3。

表 5—3 爆破作业单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████</p>	<p>█</p>
■	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████</p>	<p>█</p>
■	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████</p>	<p>█</p>
■	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████████████</p> <p>████████</p>	<p>█</p>

5	<p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p> <p>████████████████████</p>	<p>████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>██</p>
■	<p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>██</p>
■	<p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>██</p>
■	<p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████████</p> <p>████████████████</p>	<p>██</p>
■	<p>████████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████</p> <p>████████████</p>	<p>████████████████</p> <p>██</p>	<p>██</p>

5.3.2 单元评价小结

爆破单元共检查 9 项内容，全部符合要求。爆破作业过程中应控制药量，防止爆破振动对围岩稳定性造成进一步破坏，增加采场的安全性。

爆破单元现状符合安全生产条件。

5.4 通风单元

5.4.1 通风单元评价

通风单元现状评价见检查表 5-4。

表 5-4 通风单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	■
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	符合

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]。

通风机委托辽宁万泽安全技术咨询有限公司进行了安全检验，出具了检测报告，结论合格。

通风系统委托辽宁省安全科学研究院行了安全检验，出具了检测报告，结论合格。

根据现场检查结果，通风单元现状满足安全生产条件。

5.5 提升运输单元

5.5.1 提升运输单元评价

提升运输单元现状评价见表 5-5。

表 5-5 提升运输单元安全检查表

序号	检查内容和标准	检查依据	检查记录	检查结果
1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

5.5.2 单元评价小结

矿山提升运输作业单元共检查 11 项内容，符合要求。

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

松兰矿区提升机、钢丝绳委托辽宁万泽安全技术咨询服务有限公司检验，所检项目符合规范要求，综合判断为合格。

提升容器重要承载件委托阜新衡天矿山设备安全检测有限责任公司检验，所检项目符合规范要求，综合判断为合格。

根据现场检查结果，提升运输单元满足安全生产要求。

5.6 供配电单元

5.6.1 供配电单元评价

供配电单元安全检查表法评价见表 5-6。

表 5-6 供配电单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

5	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>
■	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>
■	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>
■	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p> <p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>

5.6.2 单元评价小结

通过安全检查表共检查供配电单元 8 项内容，全部符合要求，该矿供配电单元运行现状满足安全生产要求。

5.7 防排水与防灭火单元

5.7.1 防排水子单元评价

防排水单元现状评价见表 5—7。

表 5—7 防排水单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

5.7.2 防灭火子单元评价

防灭火单元现状评价见表 5—8。

表 5—8 防灭火单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

5.7.3 单元评价小结

(1) 防排水子单元共检查 4 项内容，全部符合要求。该矿山防排水子单元现状符合安全生产条件。

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted content]

[REDACTED]

综上所述，公司有专门探放水作业队伍、探放水管理制度，探放措施可行有效。

(2) 防灭火子单元共检查 5 项内容，全部符合要求。

该矿山防灭火子单元现状符合安全生产条件。

5.8 安全监测六大系统单元

5.8.1 安全监测六大系统单元评价

表 5-9 安全监测六大系统单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	■
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	■

3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	符合

5.8.2 单元评价小结

安全监测六大系统单元共检查 15 项内容，全部符合要求，安全监测六大系统单元现状符合安全生产条件。

5.9 安全管理单元

5.9.1 安全管理单元评价

安全管理单元现状评价见表 5-11。

表 5-11 安全管理单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
■	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

7	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

15	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
■	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	符合

5.9.2 单元评价小结

安全管理单元共检查 17 项内容，全部合格，安全管理单元现状符合安全生产条件。

5.10 重大安全隐患排查单元

5.10.1 重大安全隐患排查单元评价

依据国家矿山安全监察局《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》矿安[2022]88 号，金属非金属地下矿山符合下列条件之一的，为重大生产安全事故隐患。

表 5-12 重大事故隐患判定安全检查表

检查内容	检查依据	事实记录	结论
[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]
[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]
[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]
[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]
[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]	[Redacted Content]

<p>[REDACTED]</p>		<p>[REDACTED]</p>	
<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>
<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>
<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>
<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>	<p>[REDACTED]</p>

<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>
<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>	<p>[Redacted]</p>

5.10.2 单元评价小结

本溪恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采项目不存在上述 32 项重大事故隐患，确定该矿山地下开采系统不存在重大生产安全事故隐患。

5.11 作业条件危险性评价

5.11.1 作业条件危险性评价法评价

采用作业条件危险性评价法对其危险性进行评价，评价结果见表 5-13。

表 5-13 主要危险因素危险性评价表

序号	危险因素	事故或危险事件发生的可能性 (L)	暴露于潜在危险环境的频率 (E)	事故可能结果 (C)	危险性 (D)
1	冒顶片帮	1	6	40	240
2	火药爆炸	1	3	40	120
3	物体打击	1	6	7	42
4	透水	0.5	6	15	45
5	车辆伤害	1	6	7	42
6	触电	1	6	15	90
7	火灾	1	6	15	90
8	中毒窒息	0.5	6	15	45
9	机械伤害	1	6	7	42
10	高处坠落	1	6	15	90
11	压力容器爆炸	0.5	6	15	45

5.11.2 评价小结

根据作业条件危险性评价结果可知：

冒顶片帮危险性分值为 240，属高度危险；

触电、火药爆炸、火灾、高处坠落危险性分值 90~120，属显著危险；

透水、中毒窒息、车辆伤害、机械伤害、物体打击、压力容器爆炸危险

性分值在 42~45 之间，属于一般危险。

根据上述评价结果，在生产中应对上述主要危险因素引起足够的重视，尤其针对冒顶片帮、触电、火药爆炸、火灾、高处坠落危险，应该制定更具针对性地安全技术保障措施，包括加强安全检查、监测等。此外，还需要进一步完善事故应急预案。最关键的是必须严格按照相关规程、规范以及设计要求对矿山生产进行安全管理，切实保证各项安全设施正常运行和各项安全管理规章、技术措施的有效落实、执行。

6. 补充的安全对策措施及建议

桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采在安全生产方面采取了许多安全管理措施和安全技术措施，在一定程度上改善了该矿地下开采的生产作业环境和作业条件。本次评价报告补充以下安全对策措施。

(1) 矿山应根据生产变化，及时调整通风系统，并更新全矿通风系统图；

(2) 定期检测井下气体、粉尘含量及井下作业面风量、风速等；

(3) 采掘作业前必须认真检查顶板，清理浮石；采掘作业遇地质破碎带等复杂地段时，应加强顶板支护和检查管理，制定专项安全技术措施；

(4) 今后企业在深部开采过程中应注意断层或层间破碎带造成、岩溶裂隙和可能导通地表水的封闭不良钻孔的突涌水，重视矿床顶底板充水，做到“预测预报，有疑必探，先探后掘，先治后采”，在接近断裂构造带之前要超前探水，防止突然突水造成淹井事故。定期观测和记录井下涌水量变化，派专人检查和维护井下排水设施，确保井下生产安全；

(5) 定期检查采空区和废弃巷道封堵墙泄水孔工作情况，如发现泄水孔堵塞应及时疏通；

(6) 在汛期严密监测降雨情况及井下涌水量变化，遇暴雨天气或井下涌水量显著增大时应停止生产，撤出井下所有人员；

(7) 严格控制地下矿山井下作业人数。一是要按照编制的作业规程组织生产和施工；二是要优化矿井生产布局，在保障安全生产的前提下，尽量减少生产环节和辅助人员；三是严格执行矿山领导带班入井制度，及时发现和处理安全隐患；四是乘坐罐笼升入井人员一次严禁超过 9 人；

(8) 凡从事爆破工作的人员，都必须经过培训和考试，取得当地县以上公安部门颁发的《爆破人员作业证》后才准从事爆破作业；

(9) 继续完善矿山应急救援体系，定期组织对从业人员进行事故应急救援预案的培训学习，使从业人员和有关人员熟知在紧急情况下应当采取的应急措施，制定完善事故应急救援预案演练计划并按照计划安排进行演练；

(10) 采掘过程中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；

(11) 采掘作业应按照作业规程及操作规程进行，严禁违章作业，冒险作业；

(12) 井下输电线路通过易燃材料的部位，必须采取有效的防止漏电或短路的措施；

(13) 要准确掌握出勤人数和工作地点；交班后如有人尚未出井，应及时报告有关负责人，并及时查明原因；

(14) 保存基础资料。地下矿山企业应保存矿区地形地质和水文地质图、井上井下对照图、通风系统图、井下避灾线路图等图纸资料，并根据实际情况的变化及时更新；

(15) 强化教育培训。企业要坚持定期对员工进行安全教育培训。新进地下矿山企业的作业人员，应接受不少于 72 小时的安全教育培训，并经安全生产知识和操作技能考核合格，方可上岗作业。安全教育培训情况和考核结果应记录存档，并做到一人一档；

(16) 继续完善领导带班下井制度，制定领导带班下井考核奖惩办法和月度计划，建立和完善领导带班下井档案；领导带班下井要认真履行职责并填写带班下井交接班记录，并向接班的领导详细说明井下安全生产状况、存

在的主要问题及其处理情况、需要注意的事项等；

(17) 继续完善安全隐患排查机制，加强事故隐患监督管理，定期进行隐患排查，做好排查记录，并对隐患及时处理。

7. 评价结论

本次评价在充分利用各种现有资料的基础上，通过对桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采生产系统现状的检查核实，全面、客观、公正地分析了该矿井下开采生产过程中存在的危险、有害因素的种类和危险程度，根据国家已颁布的有关安全生产法律、规程和规范及有关文件，对矿山安全管理的适应性及井下生产场所、设施等是否符合国家相关法律法规与标准的要求进行了综合评价。

7.1 危险有害因素源辨识结果

7.1.1 主要危险有害因素

桓仁矿业有限公司松兰矿区地下开采生产系统存在的主要危险、有害因素有：冒顶片帮、火药爆炸、物体打击、车辆伤害、机械伤害、触电、火灾、高处坠落、透水、中毒窒息、压力容器爆炸、粉尘、噪声、震动、高低温。

7.1.2 应重点防范的重大危险有害因素

根据评价结果，确定矿山开采生产过程中存在的重大危险因素有冒顶片帮、火药爆炸、触电、火灾、高处坠落。

7.1.3 各单元评价结果

(1) 安全检查表法评价结果

1) 总体布置单元

总体布置单元共设检查项 8 项，全部符合要求，总体布置单元现状符合安全生产条件。

2) 采掘单元

采掘单元共检查 7 项，全部符合要求，采掘单元现状符合安全生产条件。

3) 爆破单元

爆破单元共检查 9 项内容，全部符合要求。爆破作业过程中应控制药量，防止爆破震动对围岩稳定性造成进一步破坏，增加采场的安全性。爆破单元现状符合安全生产条件。

4) 通风单元

通过安全检查表共检查通风单元 9 项内容，全部符合要求，该矿通风单元运行现状满足安全生产要求。

5) 提升运输单元

通过安全检查表共检查提升运输单元 11 项内容，全部符合要求，该矿提升运输作业单元运行现状满足安全生产要求。

6) 供配电单元

通过安全检查表共检查供配电单元 8 项内容，全部符合要求，该矿供配电单元运行现状满足安全生产要求。

7) 防排水与防灭火单元

防排水子单元共检查 4 项内容，全部符合要求，该矿山防排水子单元现状符合安全生产条件。

防灭火子单元共检查 4 项内容，全部符合要求，该矿山防灭火子单元现状符合安全生产条件。

8) 安全避险“六大系统”单元

安全避险“六大系统”单元共检查 15 项内容，全部符合要求，安全避险“六大系统”单元现状符合安全生产条件。

9) 安全管理单元

安全管理单元共检查 17 项内容，全部合格，安全管理单元现状符合安全生产条件。

10) 重大事故隐患判定单元

重大事故隐患判定单元共检查 32 项内容，全部合格，重大安全隐患排查单元现状符合安全生产条件。

(2) 作业条件危险性评价法评价结果

采用作业条件危险性评价法对该矿生产过程中存在的主要危险因素的危险性进行了评价，包括冒顶片帮、火药爆炸、触电、火灾、透水、中毒窒息、车辆伤害、机械伤害、物体打击、高处坠落、压力容器爆炸。冒顶片帮危险性分值为 240，属高度危险；触电、火药爆炸、火灾、高处坠落危险性分值 90~120，属显著危险；透水、中毒窒息、车辆伤害、机械伤害、物体打击、压力容器爆炸危险性分值在 42~45 之间，属于一般危险。

(3) 事故树法评价结果

事故树法以冒顶片帮事故为顶上事件，从冒顶片帮事故树图的逻辑门构成比来看，逻辑或门占 75%，其事故发生有可能性是比较大的，即危险性是比较大的。该事故树有 18 个最小割集，其中任何割集中所有基本事件发生都会导致顶上事件的发生。通过分析可知：顶板压力超过支撑强度是导致事故发生的重要原因，因此，预防压力增大和加强顶板的支护强度是防止事故的重要途径。另外，根据地质条件采用合理的采矿方法、对采空区及时处理、合理进行支护、正确的进行浮石处理、对顶板加强检查、发现问题及时解决都是预防冒顶片帮事故的重要途径。

评价结论

综上所述，辽宁万泽安全技术服务有限公司评价组对恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采项目生产系统、辅助设施及安全管理等危险、有害因素进行了辨识分析，运用安全检查表评价法、作业条件危险性评价法和事故树法对松兰矿区生产系统、辅助设施及其安全管理情况进行了安全现状评价，根据评价结果，评价组认定：恒仁矿业有限公司松兰矿区地下开采项目生产系统、辅助设施及其安全管理现状满足国家安全生产法律、法规、规范、标准规定的安全生产条件要求，现状符合安全生产条件，具备延续申请安全生产许可证的条件。

8 附件

- (1) 营业执照
- (2) 采矿许可证
- (3) 安全生产许可证
- (4) 非煤矿山安全生产标准化证书
- (5) 爆破资质
- (6) 桓仁矿业有限公司安全管理机构文件及注册安全工程师证明
- (7) 五职矿长任命文件及人员证件
- (8) 技术管理机构成立文件及技术人员证件
- (9) 安全生产责任制全文
- (10) 安全生产规章制度和操作规程目录
- (11) 安全资质证书（主要负责人、安全管理人员）
- (12) 特种作业人员资格证
- (13) 工伤保险及安全生产责任险证明材料
- (14) 安全生产费用提取计划及凭证
- (15) 生产安全事故应急预案备案登记表及应急演练记录
- (16) 建立专（兼）职应急救援队伍及相邻矿山救援协议
- (17) 劳动用品发放记录
- (18) 安全培训记录、隐患排查记录及会议记录
- (19) 矿山危险性较大设备检测检验报告
- (20) 防治水组织机构及探放水队成立文件

9 附图

- (1) 桓仁矿业有限公司松兰矿井上、井下对照图
- (2) 桓仁矿业有限公司松兰矿排水系统图
- (3) 桓仁矿业有限公司松兰矿提升、运输系统图
- (4) 桓仁矿业有限公司松兰矿通风系统图
- (5) 桓仁矿业有限公司松兰矿避灾线路安全通道分布图
- (6) 桓仁矿业有限公司松兰矿井下开拓系统图
- (7) 供水、供水施救及压风、压风自救系统图
- (8) 桓仁矿业有限公司松兰矿通信系统图
- (9) 桓仁矿业有限公司松兰矿供配电系统图
- (10) 松兰 ██████████ 平面图
- (11) 松兰 ██████████ 平面图
- (12) 松兰 ██████████ 平面图
- (13) 桓仁矿业有限公司松兰矿采空区现状图
- (14) 设计的井上下工程对照图
- (15) 设计的开拓系统纵投影图