



编号：AK24122302

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司
南芬露天铁矿1500万t/a规模扩建工程

安全预评价报告

（送审稿）

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

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司
南芬露天铁矿1500万t/a规模扩建工程

安全预评价报告

(送审稿)

法定代表人：龚宇同
技术负责人：谢 源
项目负责人：于跟波

2024 年 12 月
(安全评价机构公章)

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司

南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程安全预评价

评价人员

	姓名	职业资格证书编号	从业信息识别卡编号	专业	签字
项目负责人	于跟波	S011011000110192000069	025715	通风	于跟波
项目组成员	全永志	S011011000110191000003	006581	机械	全永志
	韩金峰	S011011000110202000150	025448	安全	韩金峰
	孙胜利	17000000000100026	013500	电气	孙胜利
	李磊	11000000000300669	019308	地质	李磊
	王伟鹏	S011011000110203000401	040249	水工结构	王伟鹏
	吴永刚	S011011000110202000157	027297	采矿	吴永刚
报告编制人	于跟波	S011011000110192000069	025715	通风	于跟波
	韩金峰	S011011000110202000150	025448	安全	韩金峰
报告审核人	韩勇	S011011000110202000282	041499	采矿	韩勇
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: 姜宗印

前 言

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司组建于 1995 年 12 月 28 日，在企业改革过程中，于 2020 年 5 月进行机关整合；鞍钢本钢重组以后，于 2021 年 11 月 10 日重新组建，是本钢集团全资子公司。法定代表人赵铁林。

2021 年 9 月，本钢南芬露天铁矿获得由辽宁省自然资源厅颁发的采矿许可证，证载开采规模 1500 万 t/a。目前，矿山安全生产许可证规模为 1000 万 t/a，为了尽早达产采矿许可证证载规模，尽早实现大矿大开，提高自有矿山供矿能力，降低企业生产成本，本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司委托中冶北方（大连）工程技术有限公司于 2024 年 9 月编制了《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程可行性研究报告》，开展南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程，该工程为扩建工程项目，设计开采现有采矿权范围内的矿体，露天开采，公路开拓汽车运输，矿石利用现有的汽车→振放矿倒装站系统和汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓系统，每年有 1300 万 t/a 的岩石量采用汽车→310m 岩石破碎站→胶带→排岩机排至上盘排土场，其它岩量采用汽车运输排至上盘排土场或Ⅳ号排土场，扩帮区域与采剥区域采用陡帮开采，采剥区域和扩帮区域内工作平台开阔，采用缓帮开采，境界内最高开采标高 406m，封闭圈标高 286m，露天底标高-62m，设计生产台阶高度为 12m。终了境界 2 个台阶一并段，并段后台阶高度为 24m。露天采场最终坡角为 30.7°~48.5°。

根据《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》等国家有关法律法规的要求，矿山改扩建项目在其可行性研究阶段应进行安全预评价，为此，本溪钢铁（集团）矿业有限责

任公司委托我公司（北京国信安科技有限公司）对南芬露天铁矿1500万t/a规模扩建工程进行安全预评价。我公司接受委托后立即组建了安全评价小组，赴企业现场踏勘，与相关人员进行座谈，交换意见，并收集相关资料，完成了现场调查工作。

本次安全预评价根据现行的《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》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、规范性文件的要求，遵循科学性、公正性、合法性和针对性原则，对本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，提出有针对性的安全对策措施及建议，形成本《安全预评价报告》。

在本安全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本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司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	13
2.3 建设项目地质概况	14
2.4 工程建设方案概况	31
3 定性定量评价	77
3.1 总平面布置单元	77
3.2 开拓运输单元	83
3.3 采剥单元	92
3.4 矿山供配电设施单元	119
3.5 防排水单元	125
3.6 排土场单元	132
3.7 安全管理单元	152
3.8 重大危险源辨识单元	154
4 安全对策措施及建议	155
4.1 总平面布置	155
4.2 开拓运输	155
4.3 采剥	157
4.4 矿山供配电设施	159
4.5 防排水	160
4.6 排土场	160
4.7 安全管理及其它对策措施	162
5 评价结论	164
5.1 本项目存在的主要危险、有害因素	164

5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素	164
5.3 应重视的安全对策措施建议	164
5.4 评价结果综述	167
5.5 安全预评价结论	167
附件	168
附图	169

1 评价对象与依据

1.1 评价对象和范围

评价对象为：本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程。

评价范围为：可行性研究报告所涉及的矿山总平面布置、开拓运输、采剥工艺、通风系统、矿山供配电设施、防排水、排土场和安全管理等。

可研报告设计的开采范围为：采矿许可证范围内的铁矿体，露天境界最高标高为 406m，封闭圈标高 286m，露天底标高-62m。

本评价报告主要对评价范围内的安全设施进行评价，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

《中华人民共和国安全生产法》（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第一次修正，根据 2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第二次修正，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正）

《中华人民共和国防洪法》（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）

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

《中华人民共和国劳动法》（国家主席令第 18 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）

《中华人民共和国矿山安全法》（1992 年 11 月 7 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》修正）

《中华人民共和国矿产资源法》（1986 年 3 月 19 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过根据 1996 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国矿产资源法〉的决定》第一次修正根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正）

（2）行政法规

《生产安全事故应急条例》（2018 年 12 月 5 日国务院第 33 次常务会议通过 2019 年 2 月 17 日中华人民共和国国务院令 第 708 号公布自 2019 年 4 月 1 日起施行）

《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）

《民用爆炸物品安全管理条例（2014 年修正本）》（国务院令第 466 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）

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

《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）

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

《辽宁省安全生产条例》（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于 2017 年 1 月 10 日审议通过，2017 年 3 月 1 日起施行。）

（3）部门规章

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

《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令第 2 号，2019 年 9 月 1 日起施行）

《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）

《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）修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《安全生产培训管理办法》（2012 年 1 月 19 日原国家安全生产监

督管理总局令第 44 号公布，自 2012 年 3 月 1 日起施行；根据 2013 年 8 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 63 号第一次修正，根据 2015 年 5 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）

《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）修正，自 2015 年 5 月 1 日起施行）

《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（2010 年 5 月 24 日原国家安全生产监督管理总局令第 30 号公布，自 2010 年 7 月 1 日起施行；根据 2013 年 8 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 63 号第一次修正，2015 年 5 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）

《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）修正，自 2015 年 7 月 1 日起施行）

《安全生产违法行为行政处罚办法》（2007 年 11 月 30 日原国家安全生产监督管理总局令第 15 号公布，自 2008 年 1 月 1 日起施行；根据 2015 年 4 月 2 日原国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）

《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》（2006 年 1 月 17 日原国家安全生产监督管理总局令第 3 号公布，自 2006 年 3 月 1 日起施行；根据 2013 年 8 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 63 号第一次修正，根据 2015

年 5 月 29 日原国家安全生产监督管理总局令第 80 号第二次修正）

《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资[2022]136 号，自 2022 年 11 月 21 日起实施）

（4）规范性文件

《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》

《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准补充情形》（矿安〔2024〕41 号）

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

《国家矿山安全监察局关于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）

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

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

国家矿山安全监察局关于印发《矿山生产安全事故报告和调查处理办法》的通知（矿安〔2023〕7 号）

《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）

《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）

《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）

《国家矿山安全监察局关于印发<关于加强非煤矿山安全生产工

作的指导意见>的通知》（矿安〔2022〕4 号）

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

《国家矿山安全监察局关于严格非煤地下矿山建设项目施工安全管理的通知》（矿安〔2021〕7 号，2021 年 1 月 24 日起施行）

《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）

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

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

《国家安全监管总局关于开展金属非金属地下矿山防中毒窒息专项整治的通知》（安监总管一〔2013〕32 号）

《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）

1.2.2 标准规范

《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）

《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

《矿山安全标志》（GB 14161-2008）

《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）

《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）

《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）

《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010）[2024 年版]

《低压配电设计规范》（GB50054-2011）

《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）

《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）

《有色金属采矿设计规范》（GB 50771-2012）

《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）

《爆破安全规程》（GB6722-2014）

《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）

《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）（2018 年版）

《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）

《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）

《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）

《有色金属矿山排土场设计标准》（GB 50421-2018）

《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）

《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）

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

《有色金属工业总图规划及运输设计标准》（GB50544-2022）

《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）

《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）

《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）

《安全评价通则》（AQ8001-2007）

《金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范》（KA/T 2063-2018）

《矿坑涌水量预测计算规程》（DZ/T 0342-2020）

《露天矿边坡勘察规范》（YBJ 13-1989）

1.2.3 建设项目技术资料

（1）《本溪南芬铁矿二期扩建地质勘探报告》及其所附图表（辽宁省冶金地质勘探公司 107 地质队，1976 年 9 月）

（2）《本钢南芬铁矿深部开采边坡稳定性研究报告》（冶金部勘察科学技术研究院，1986 年 8 月）

（3）《本钢南芬铁矿扩帮过渡工程初步设计》（鞍山黑色冶金矿山设计研究院，1989 年 6 月）

（4）《本溪南芬露天铁矿下盘边坡新老滑体综合治理工程研究及方案设计》（马鞍山矿山研究院，2003 年 5 月）

（5）《本溪钢铁（集团）南芬露天铁矿采场边坡地质调查和危险性分区报告》（深部岩土力学与地下工程国家重点实验室，2012 年 10 月）

（6）《辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告》（辽宁省冶金地质勘查局四〇一队，2015 年 1 月）

（7）《辽宁省本溪市南芬露天铁矿补充勘探报告》（辽宁省冶金地质勘查局四〇一队，2015 年 3 月）

（8）《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬铁矿四期采场边坡稳定性评价报告》（中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2018 年 12 月）

（9）《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿优化开采边坡治理设计》（中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2019 年 10 月）

（10）《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿优化开采边坡整体稳定综合防治初步设计》（中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2019 年 10 月）

（11）《本钢矿业南芬露天铁矿二号排土场排土工艺优化及综合治

理工程初步设计》（中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司和中基发展建设工程有限公司，2019 年 11 月）

（12）《辽宁省本溪市南芬铁矿扩界勘探报告》（辽宁省冶金地质勘查研究院有限责任公司，2020 年 12 月）

（13）《南芬露天铁矿下盘滑坡滑坡机理研究及治理方案设计》（中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2021 年 9 月）

（14）《南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计报告》（中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室，2021 年 9 月）

（16）《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计（574m 以下治理方案）》（中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室编制和中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，2023 年 7 月）

（17）《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程可行性研究报告》（中冶北方（大连）工程技术有限公司，2024 年 9 月）

1.2.4 其他评价依据

（1）建设项目安全预评价委托书

（2）储量评审备案证明

2 建设项目概述

2.1 建设单位概况

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司组建于 1995 年 12 月 28 日，在企业改革过程中，于 2020 年 5 月进行机关整合；鞍钢本钢重组以后，于 2021 年 11 月 10 日重新组建，是本钢集团全资子公司。法定代表人赵铁林。

南芬铁矿于 1955 年由前苏联列宁格勒矿山设计院做初步设计，1956 年由鞍山矿山院做技术设计和施工图设计，1957 年建成投产。一期境界露天底为 466m，矿山规模为 470 万 t/a，年剥岩量为 560 万 t，生产剥采比为 1.19t/t。1970 年矿石产量达 700 万 t。

1974 年，鞍山矿山院对该矿进行了扩建设计。二期开采露天底标高为 190m，矿山规模为 1000 万 t/a，岩石量为 2300 万 t/a，生产剥采比为 2.3t/t。

1976 年 9 月，辽宁冶金勘探公司 107 队提交了《本钢南芬铁矿二期扩建地质勘探报告》，根据该报告，鞍山矿山院于 1980 年编制了“补充修改设计”，该设计安排从 1984 年开始由二期境界向三期境界扩帮过渡。鞍山矿山院于 1989 年完成了南芬露天矿第二次扩帮过渡设计，三期开采露天底标高为 70m，设计规模 1000 万 t/a，生产剥采比 4.8t/t。该设计安排从 1990 年末开始实施。但由于国家计委 1991 年末才批准设计，并正式纳入国家计划中，本钢实际上从 1992 年 6 月才开始实施建设。在建设过程中，由于国家计委批准的扩帮资金无法兑现，严重制约了扩帮工程进度，致使扩帮工程建设和设备购置计划无法实现。至 1993 年，实际扩帮剥岩量比设计拖欠了 8359 万 t。为了挽回这种被动局面，本钢根据当时的资金来源状况和市场状况，先后于 1994 年和

1996 年两次委托鞍山院调整下、上盘局部境界，使生产剥采比分别由 4.8t/t 降至 4.3t/t，再降至 3.7t/t。

2009 年 7 月，本钢设计研究院有限责任公司完成了《南芬露天矿 1500 万 t/a 扩产工程初步设计》。该初步设计圈定的四期露天采矿场底标高为-62m，与三期境界底 70m 相比，下降了 132m。采矿场上盘、下盘、端帮与三期境界相比为全境界向外扩帮，各部位向外扩帮宽度如下：

上盘北部： 160m~240m

上盘南部： 150m~340m

下盘北部： 60m~130m

下盘中部： 30m~100m

下盘南部： 100m~170m

北端帮： 80m~100m

南端帮： 204m

2020 年 11 月中冶北方（大连）工程技术有限公司编制《本钢矿业公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 优化设计》并通过评审。2021 年 6 月，南芬露天铁矿下盘边坡出现大规模滑移下沉，变形区自 706m 标高至 298m 标高，高度约 410m；宽度在 14 号勘探线至 4 号勘探线之间，滑坡区上部宽约 480m，下部宽约 550m。下盘滑体的出现，直接导致优化设计确定的露天开采境界难以继续执行。

2021 年 9 月，矿山委托中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室编制《南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计报告》和中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司编制的南芬露天铁矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计》，研究报告提出治理 574m 以上滑体，并依据滑体治理情况，确定 574m 以下滑体治理方案。

2022 年 1 月，矿山开展 574m 以上滑体治理工作。

2023 年中，下盘滑体 574m 以上治理工程已接近完成。矿山委托中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室编制和中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，于 2023 年 7 月合作编制了《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计（574m 以下治理方案）》，提出了下盘滑体采取清方治理方案。以此为基础，矿山于 2024 年初开展下盘滑体 574m 以下区域清方治理。

2021 年 9 月，本钢南芬露天铁矿获得由辽宁省自然资源厅颁发的采矿许可证，证载开采规模 1500 万 t/a。目前，矿山安全生产许可证规模为 1000 万 t/a，为了尽早达产采矿许可证证载规模，尽早实现大矿大开，提高自有矿山供矿能力，降低企业生产成本，本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司委托中冶北方（大连）工程技术有限公司于 2024 年 9 月编制了《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程可行性研究报告》，开展南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程，该工程为扩建工程项目，设计开采现有采矿权范围内的矿体，露天开采，公路开拓汽车运输，矿石利用现有的汽车→振放矿倒装站系统和汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓系统，每年有 1300 万 t/a 的岩石量采用汽车→310m 岩石破碎站→胶带→排岩机排至上盘排土场，其它岩量采用汽车运输排至上盘排土场或Ⅳ号排土场，扩帮区域与采剥区域采用陡帮开采，采剥区域和扩帮区域内工作平台开阔，采用缓帮开采，境界内最高开采标高 406m，封闭圈标高 286m，露天底标高-62m，设计生产台阶高度为 12m。终了境界 2 个台阶一并段，并段后台阶高度为 24m。露天采场最终坡角为 30.7°~48.5°。

南芬露天铁矿位于辽宁省本溪市南 25km 处，距本溪市南芬区南芬

镇 7.5km，距南芬选矿厂 6.5km，有铁路专用线与矿区相连接，行政区划隶属本溪市南芬区管辖。沈阳——丹东铁路从南芬镇通过，沈阳——丹东高速公路从矿山西面 3.5km 处通过，有柏油公路直通矿区，交通便利。矿区地理坐标为：东经 123°50′，北纬 41°07′。



图 2.1-1 矿区交通位置图

矿区内地表水体主要有铁山北侧的庙儿沟河和铁山南侧的黄柏峪河，均为常年性河流，由东至西横穿矿区注入细河。庙儿沟河已经河流改道多年，河流改道工程的下游坝位于露天采场的东北部，最近距离约 500m，庙儿沟河对矿床充水的影响很小。黄柏峪河位于露天采场的南部，I期河流改道工程已经竣工并投入使用，采场南端境界不再外扩，原河道未被破坏仍然保留其行洪功能，对露天开采的影响不大。

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

矿区属辽东浅切割中高山地貌，沟谷纵横，海拔一般多在+500～

+600m 标高，相对高度 300~400m，最高标高为+963m，最低标高为+296m，高差达 667m。矿区南侧的黄柏峪河床标高为+327m，矿区北部的庙儿沟河床标高为+296m。

2.2.2 气候

矿区位于北温带季风气候区，冬季极端最低气温-32.3℃，夏季极端最高气温 37.3℃，年平均气温为 8.2℃。年平均降雨量为 880mm，年平均蒸发量为 1729mm，最大日降雨量为 274mm，降雨集中在 7、8、9 月份，降雪期为每年 11 月至翌年 3 月。据本溪市气象资料显示，2003~2013 年期间年最大降雨量为 1249.08mm(2010 年)，年最小降雨量 690.76mm(2009 年)，日最大降雨量 274mm，连续三日最大降雨量 379mm。土层冻结深度 1.2m，风向冬季多为西北风，夏季东南风，最大风速约达 7~8m/s，区内无暴风现象。

矿区地震烈度为 6 度，地震动峰值加速度为 0.05g，地震抗震设防烈度为 6 度，区域稳定性属不稳定级。

2.3 建设项目地质概况

2.3.1 矿区地质概况

南芬铁矿采场所在原始地貌为剥蚀构造中高山区，山势走向近东西向，沟谷发育，场区地势起伏较大，相对高差一般 300~400m，最大高差可达 500m，总体地势为东南高、西北低，东南部为山地，西北部为低缓的山丘和山间平原，地形坡度处于 10°~30°之间。

矿区位于天山~阴山东西向构造带与新华夏系第二隆起带的交汇处，区内地质构造发育，岩浆活动频繁。

南芬铁矿处于一倒转背斜构造中，该背斜处于黑背山倒转穹隆的南西部，形态相似，东西宽 1.5km，南北长 4.5km，轴向近南北，轴面

倾向北西西，倾角 30° 左右，核部为混合花岗岩，震旦纪钓鱼台组石英岩不整合覆盖于其上，底部由 F1' 断层与鞍山群成矿岩层隔开。

南芬矿区大地构造位置在中朝准地台（I），胶辽台隆（ I_1 ），太子河—浑江台陷（ I_1^{2-1} ），辽阳～本溪凹陷（ I_1^{2-1} ）的南端，半岛状黑背山倒转穹窿构造的西南部。

区内广泛发育有太古界鞍山群、元古界辽河群及古生界、中生界地层。岩浆活动频繁，鞍山群地层花岗岩化作用强烈，褶皱构造形态复杂。

（1）地层

矿区处于以鞍山群为核心的黑背山倒转穹窿构造的南西翼。核部已受强烈花岗岩化作用形成花岗片麻岩。穹窿边部不整合覆盖有辽河群地层。矿区西部上元古界青白口系地层以断裂构造覆盖其上。地层情况详见表 2.3-1。

表 2.3-1 南芬铁矿地层简表

地层单位	第四系		岩性
新生界	桥头组	Q	由坡积物及采场废石等组成，厚 0～100m。
上元古界青白口系	南芬组	Qnq	主要为灰白色、中厚层细粒石英岩，海绿石石英砂岩与黑色、黄绿色砂质页岩互层为主。
	钓鱼台组	Qnn	主要蛋青色泥灰岩段紫色页岩泥灰岩段黄绿色页岩段。
		Qnd	青白口系底部层，但未见底砾岩。本层主要为黄白色，粗粒厚层石英岩，并夹有薄层石英片岩，层厚 130m。
下元古界辽河群	浪子山组	Pt11	分布在矿区中部，-6 线以北至黑贝沟及矿区东南魏家卜子一带呈不整合覆盖在鞍山群地层之上。该组在区内总层厚为 670m 共分四个岩段。
太古界鞍山群茨沟组	云母石英片岩段	Ar ₂ C ₄	分布在庙儿沟以南～黄柏峪，该层的上部在 -6 线以南受花岗岩化而形成片麻状花岗岩，-6～0 线花岗岩化作用沿该层的中上部呈楔状贯入，将该层分成东、西两部分。
	含铁岩段	Ar ₂ C ₃	由绿色片岩及磁铁石英岩组成，层厚约 350m，自下而上可分三个岩、矿层。绿帘角闪（片）岩（AmL）由茶信沟至黄柏峪沟，该层岩石矿物成分无论在走向延长或倾斜延深上，岩相变化均较大。中部为铁矿层：总厚度约 133m 左右，地表出露最高标高为 815m，已控垂直延深达 -300m，倾斜延深在 1600m

地层单位	第四系		岩性
			以上。各铁矿层之间的绿色片岩（石英绿泥片岩或绿泥角闪片岩Am）厚由5到30m不等。上部为黑云绿泥片岩（Am2）：该层在矿区分布不够稳定，主要分布在铁山0~12线之间，为三层铁的顶板围岩，层厚5~7m。
	片岩段	Ar ₂ C ₂	分布在矿区东部，黑背沟至铁山一带。其岩层厚度约500m，细分为斜长角闪（片）岩（Am _{sp} ）、二云母长石石英片岩（GsP）二云母石英片岩（Gpe1）三层。

（2）构造

矿区主要构造有黑背山及露天矿两个倒转背斜及北北东向F1大断裂，矿区主要构造特征详见表 2.3-2。

表 2.3-2 南芬矿区主要构造特征表

构造类型	构造名称	形状	规模	产状	备注
褶皱构造	黑背山倒转穹窿构造	椭圆状	南北长7.5km,东西宽6km。	背斜的轴面倾向W,倾角40°左右。背斜西翼倾向NWW~SWW倾角35~40°；东翼倾向NW和SW,倾角35~60°。	鞍山式铁矿主要赋存在倒转背斜的西翼庙儿沟至黄柏峪一带呈单斜构造。
	露天矿倒转背斜	椭圆状	东西宽1.5km,南北长4.5km。	轴向近SN,北端延至茶信沟轴向转NE而倾没,轴面倾向北西倾角30°左右。	背斜核部出露有露天矿,混合花岗岩,钓鱼台组石英岩不整合覆盖其上。
断裂构造	F1断层	-	矿区一段延长为10km。	矿区呈北北东或近南北走向,倾向西,倾角40°左右。断层带中由上下盘围岩角砾及灰白~黄色断层泥组成,宽5~20m。	F ₁ 在-2~-6线虽交切Fe ₃ 铁矿,但并未切断,而只切割了铁矿层的顶板,Fe ₃ 至-6线后实为自然尖灭。

（3）岩浆岩

矿区岩浆岩主要为黑背山花岗片麻岩、永安村片麻状花岗岩、露天矿花岗岩、燕山期花岗岩。

另外,尚有少量的黑云花岗岩及派生的酸性至基性脉岩,如花岗斑岩、石英斑岩、闪长玢岩等。脉宽1~2m,长200~1000m,对矿体破坏不大。

（4）变质作用

矿区内变质作用主要为区域变质作用,区内地层受到不同程度的变质作用。变质岩主要有斜长角闪(片)岩、二云母石英片岩、绿帘角

闪片岩、石英绿泥片岩、磁铁石英岩、黑云母绿泥片岩、云母石英片岩等。变质程度属角闪岩相，原岩为一套中酸性火山岩、基性火山岩、火山碎屑岩为主夹少量沉积岩的火山～沉积建造。

2.3.2 水文地质概况

(1) 区域地表水系

矿区内地表水体主要有铁山北侧的庙儿沟河和铁山南侧的黄柏峪河，均为常年性河流，由东至西横穿矿区注入细河。庙儿沟河发源于阳沟岭，由发源地到矿区约 10km 左右，河床宽 5~10m，一般流量为 $0.1\sim1.5\text{m}^3/\text{s}$ ；黄柏峪河发源于黄柏峪沟，矿区以上河长 12km 左右，河床宽 10m，一般流量为 $0.3\sim0.4\text{m}^3/\text{s}$ 。两河水位、水量均随季节而变化，雨季水量骤增，旱季水量甚小，主要补给来源为大气降水。

矿区北侧的庙儿沟河河道现为 V 号排土场，庙儿沟河已经改道并已投入使用多年，河流改道工程主要由上游坝、上游排洪隧洞、下游坝、下游排洪隧洞等组成。矿区南侧的黄柏峪河河道现为 IV 号排土场，黄柏峪河改道分期实施，I 期河流改道工程已经竣工并投入使用，主要由排洪隧洞、排洪明渠等组成。

(2) 岩层含水性及其特征

根据含水层岩性结构特征和地下水赋存条件，矿床含水层可划分为以下三类：第四系松散岩类孔隙水含水层、基岩裂隙水含水层、碳酸岩类岩溶裂隙水含水层。

1) 第四系松散岩类孔隙水含水层

呈条带状分布在庙儿沟、黄柏峪河谷中，含水层为第四系松散的坡积、洪积、冲积砂砾石层，一般厚度为 1~3m，局部厚 10~20m，水位埋深为 0.5~1.0m。地下水动态受大气降水控制，地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型，富水性中等~强，主要补给来源为大气降水和

地表水体。

2) 基岩裂隙水含水层

①基岩风化裂隙含水层

风化裂隙含水层分布均匀，一般埋深 30~50m，含水微弱，含水层按不同时代岩石和构造可细分为：

寒武系紫色页岩、黄白色石英砂岩、条带状灰岩风化裂隙含水层：分布于矿区西北，地表易风化，裂隙较发育，地下水以泉的形式在沟谷中出露，泉流量为 0.42L/s，由大气降水入渗补给。

震旦系南芬组页岩泥灰岩、钓鱼台组石英砂岩风化裂隙含水层：分布于矿区西部，地表裂隙发育，沟谷中的地下水以泉的形式排泄，泉流量为 0.08~0.6L/S，主要补给来源为大气降水。

前震旦系古老变质岩系风化裂隙弱含水层：分布于矿区中部的矿体的上下盘，岩性包括鞍山群石英云母片岩、绿泥片岩及辽河群的泥灰岩、千枚岩等，风化裂隙发育，发育深度为 30~40m，局部为 50~70m，泉流量为 0.53~4.3L/s，地下水类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型水。

混合岩及花岗岩风化裂隙含水层：包括黑云母斑状花岗岩、片麻状混合岩、混合花岗岩、混合花岗片麻岩等，分布于矿区东部、东南部及中部，风化裂隙发育，河谷有泉出露，泉流量为 0.07~8.75L/s，地下水类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型水。

基岩风化裂隙含水层的主要补给来源为大气降水。

②基岩构造裂隙脉状含水带

磁铁石英岩构造裂隙脉状含水带：岩性主要为磁铁石英岩、透闪磁铁石英岩和赤铁石英岩，为矿区的主要铁矿层。 Fe_3 矿体厚度大，透水性、富水性不均匀，构造裂隙不发育地段，钻孔中无涌水、漏水现象，在构造裂隙发育地段则含水量较大，地下水埋深约 2.5~17.11m，

平均水位标高 208.10m，单位涌水量 0.013~0.38L/s·m，渗透系数为 0.012~0.235m/d，采场内涌水点处涌水量为 0.68~8.25L/s，富水性弱~中等，地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。 Fe_1 、 Fe_2 矿体厚度较薄，一般 10~20m，裂隙不甚发育，渗透系数为 0.012m/d，富水性弱。

片岩类构造裂隙含水带：该类构造裂隙水主要赋存于区内的云母石英片岩构造裂隙内，分布于矿床的西部，整合于 Fe_3 矿体之上，庙儿沟以北被 F1 断层切割而断失。一般厚度为 40~100m，局部受构造作用影响，裂隙发育。在矿坑西边帮多处可见地下水呈一股或多股水流沿裂隙涌出，水量 0.22~0.56L/s。地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。

整个矿区位于古老变质岩系中，在历次构造运动，北东和北西向断层较为明显，并形成一定规模的破碎带和构造裂隙带。磁铁石英岩坚硬性脆，片理不发育，在外力作用下多产生扭性裂隙，有两组断裂，一组为 NE、NNE 向压扭性断裂，断裂面平直而紧闭，该组断裂较发育，在断裂附近均有漏水和涌水现象，另一组为 NW 向张扭性断裂，在矿层中不甚发育，但亦有漏水和涌水现象。

F1 断层是矿区规模最大的断层，纵贯全采场，两端外延甚远，在矿区呈北北东或近南北走向，倾向西，倾角 45° 左右，破碎带宽 5~20m，破碎带中均被破碎角砾和断层泥充填胶结，结构紧密，透水性和富水性弱，构造裂隙含水带是以消耗静储量为主，动储量有限。

3) 碳酸岩类岩溶裂隙水含水层

分布于矿区的西部，岩性主要为寒武系与奥陶系灰岩及白云质灰岩，岩溶发育强度主要受构造控制，并与地下水活动强度有关，构造愈发育岩溶的联通性愈好，径流条件也良好，在低洼处，岩溶水以泉

的形式排出地表，泉流量 $0.18 \sim 0.25 \text{ L/s}$ 。地下水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 型。

4) 隔水层

矿区西部分布有南芬组页岩、泥灰岩，总厚度接近 500m，该岩层分布稳定，厚度大且透水性差，除浅部发育风化成为弱的裂隙含水层外，可视为隔水层，对西部灰岩岩溶裂隙水起到了一定的阻隔作用。鞍山群的绿帘角闪片岩、黑云绿泥片岩、绿泥角闪片岩等，因岩性坚硬致密，裂隙不发育，除风化裂隙带含潜水外，在露天采场内并未发现涌水处，也可视为矿区的隔水岩层。

(3) 地下水补给、径流、排泄条件

矿区地下水的主要补给来源为大气降水和地表水体，矿区植被稀少，山高坡陡，岩石裂隙不发育，透水性差，大气降水大部分以地表径流形式流走，降水渗入补给量有限，矿区地下水主要补给来源为庙儿沟河和黄柏峪河渗透补给，由于地形坡度较大，高差悬殊，故地下水的径流、排泄条件良好，在低凹处以泉的形式排泄，采场内地下水也会向采场排泄。

(4) 矿坑充水因素分析

矿床主要分布在庙儿沟河和黄柏峪河之间的变质岩系中，围岩透水性弱，隔水层分布广泛，地下水含水层对矿床充水的影响较小。

庙儿沟河已经河流改道多年，河流改道工程的下游坝位于露天采场的东北部，最近距离约 500m，庙儿沟河对矿床充水的影响很小。

黄柏峪河位于露天采场的南部，I 期改河工程已经竣工并投入使用，可研设计采场南端境界不再外扩，原河道未被破坏仍然保留其行洪功能，对露天开采的影响不大。根据目前采场的涌水情况，推测黄柏峪河与采场内地下水之间的水力联系并不密切，但雨季采场南端帮

存在积水情况，有关积水来源不清，二者之间的水力联系程度有待于进一步勘查查明。

矿床采用露天开采，大气降水对矿床充水的影响较大，是矿床充水的主要因素。矿区水文地质条件属于以大气降水为主水文地质中等的矿床。

（5）露天采场涌水量预测

矿山采用露天方式开采，设计规模为 1500 万 t/a，根据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）中的相关规定，为特大型露天矿山，设计暴雨频率采用 $P=5\%$ （20 年一遇），露天采场允许淹没时间为 5 天。设计频率暴雨量根据《辽宁省中小河流设计暴雨洪水计算方法》中的相关成果进行计算。

降雨径流量分别计算正常降雨径流量和设计频率暴雨降雨径流量。露天采场总涌水量的预测结果见表 2.3-3。

表 2.3-3 露天采场总涌水量预测

开采水平 (m)	降雨径流量 (m ³ /d)		地下水 涌水量 (m ³ /d)	采场总涌水量 (m ³ /d)		备注
	正常	最大		正常	最大	
-62	9270	107988	6295	15565	114283	$P=5\%$

2.3.3 工程地质概况

（1）工程地质岩组划分

采场内岩性按其工程地质性质可分为 11 个岩组。

1) 太古界鞍山群

可划分为六个岩组，由老到新叙述如下：

①二云母石英片岩岩组 GPL：出露于矿区东部，是构成采场东边帮的主要岩层，岩性下部为二云母长石石英片岩，上部为二云母石英片岩。片岩呈粒状结构，片理发育，矿物成分主要为石英，其次为长

石、黑云母、白云母，石英与云母构成明显的条带状，岩层倾向 $272^{\circ}\sim 278^{\circ}$ ，倾角 $42^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，厚度 400m 左右。

②绿帘角闪（片）岩岩组 AmL：该岩组构成东帮表层的一部分，黑绿色，粒状结构，块状构造，局部呈片状，主要由角闪石、绿帘石组成，其次是黑云母、石英等，岩层倾向 $249^{\circ}\sim 274^{\circ}$ ，倾角 $27^{\circ}\sim 57^{\circ}$ 。

③磁铁石英岩组：是矿区主要铁矿层，经可靠资料查明分为三层，由下而上分别记为一、二、三层铁，平均厚度分别为 10.6m、21.29m 和 87.77m。磁铁石英岩灰黑色，粒状结构，块状构造，主要由磁铁石和石英组成，该岩组平均产状为 $271^{\circ}/45^{\circ}$ 。

④石英绿泥片岩岩组 Am：该岩组在矿区中多作为铁矿层的顶底板或铁矿层中的夹层出现，其岩性包括石英绿泥片岩、绿泥石英片岩、黑云母片岩、绿泥石片岩及绿泥角闪片岩等，以石英绿泥片岩分布最广。石英绿泥片岩呈深绿色，片状构造，主要矿物为绿泥石，其次为石英并含少量的黑云母、方解石、电气石等。该层厚度一般为 10m 左右，但在采场东北部最大厚度可达 100m 并构成东帮岩体。

⑤云母石英片岩岩组 TmQ：云母石英片岩岩组出露于采场中部，南起黄柏峪沟北至庙儿沟。云母石英片岩灰白色，中、细粒结构，片理发育。主要矿物为石英和云母，往往各自形成条带状集合体；次要矿物为斜长石、钾长石和黑云母等。该层与下伏三层铁界面清楚，岩层产状为 $258/45$ ，厚度为 40m $\sim$ 100m。

⑥片麻状混合花岗岩岩组 Mr₁²：该岩组出露于采场的东部和南部，南宽北窄近于楔形尖灭于庙儿沟南侧。岩石呈灰白色，中细粒结构，片状、片麻状构造，主要矿物成分为石英、斜长石、钾长石，其次为云母、方解石等。有混合花岗岩、花岗片麻岩、云母斜长片麻岩、角闪石片岩和云母石英片岩等。该岩组与下伏地层云母石英片岩 TMQ 岩

层呈过渡接触关系，片麻理产状为 $258^{\circ}\sim 271^{\circ}/42^{\circ}$ 。

2) 元古界辽河群

辽河群地层分布在采场北部和南端南黄柏峪沟一带，共出现两个岩组，自上而下为：

①石英岩组 Ptl_{a1} ：辽河群石英岩位于采场南部，被第四系地层覆盖。该岩组未出露于采场现状边坡，随着开采继续，仅在南端帮出露局部台阶。岩组中的石英岩为灰白色，中厚层，粒状结构，块状构造，该层底部夹有千枚岩、片岩，与下伏鞍山群地层呈角度不整合接触。石英岩层的产状为 $293^{\circ}/50^{\circ}$ 左右，厚度约 40m。

②混合花岗岩岩组 Mr_2 ：混合花岗岩组位于采场庙儿沟两侧，在地表呈三角形分布，呈肉红色、灰白色，粒状结构，片状、片麻状构造。主要矿物为石英，其次为正长石、斜长石、云母等。混合花岗岩构成露天矿倒转背斜的核部，由于挤压应力的作用，岩体内微裂隙发育，普遍见有绿泥石化、绢云母化现象，在其内部见有较多的斜长石角闪岩残留体，岩层顶面见明显的剥蚀面，与上覆震旦系地层界面清晰。

3) 震旦系

震旦系地层出露于采场的西、北部，包含钓鱼台组和南芬组，与前震旦系地层主要呈断层接触。

①钓鱼台石英岩组 Z_{2+3d} ：石英岩呈灰白色，表层风化面呈黄褐色，中厚层—厚层状石英砂岩，因风化表面分布有不规则的凹坑，石英呈粒状，岩石中粒结构，块状构造，致密坚硬。岩层中部夹黄褐色薄层粉砂质页岩，下部常含铁质或铁矿层，底部夹有薄层炭质页岩和炭质板岩，与下伏辽河群地层呈角度不整合接触，与上覆地层南芬组呈整合接触。岩层产状 $297^{\circ}\sim 336^{\circ}/21^{\circ}\sim 24^{\circ}$ ，厚度约 130m。

②南芬组页岩 Z_{2+3n} ：南芬组页岩主要分布于采场西部境界线外侧，

除位于 F1'断层附近的南芬组地层出露外，采场其它部位该组地层不在边帮出露。南芬组岩层覆盖在钓鱼台组石英岩层之上，呈整合接触，该层底部为蛋青色泥灰岩段，主要是薄层至中厚层条带状泥灰岩，其下部含有石英质砾砂岩层；顶部为紫色、黄绿色页岩段，主要是紫色页岩，夹有薄层泥灰岩、砂质页岩。岩层产状 $313^{\circ}/27^{\circ}$ 左右，岩层厚度约 297m。

4) 第四系

第四系岩组 Q₄：第四系岩组包括砂、砾石、粘性土和碎石等，初始第四系地层主要包括河道周边的洪冲积层和山坡表层的残坡积层，厚度很小，而后矿山采剥生产，在采场境界线外堆覆形成了厚度巨大的废弃碎石土。

(2) 岩体结构面特征

1) 采场结构面分级

岩体结构面规模一般分为四级，即 I~IV 级。南芬铁矿采场出露的断层规模 I~IV 级均较发育，各级结构面的划分如表 2.3-4 所示。

表 2.3-4 岩体结构面分级

等级	分级标准	结构面地质类型	对边坡岩体的影响	结构面编号
I	走向长度大于 2000m	大型断层或区域性断层	控制区域地壳稳定性，直接影响整体边坡稳定性	F1、F1'
II	走向长度 2000 ~ 500m	贯穿采场的大的断层和岩脉	控制边坡稳定性，可与 III 级结构面组合构成滑体	F2、F3、F4、F5
III	走向长度 500 ~ 30m	小规模断层、区域性节理、延伸较好的层面和层间错动	参与块体分割，控制岩体变形破坏模式，可影响若干个台阶坡稳定性	
IV	走向长度小于 30m	节理、面理、片理	破坏岩体的完整性，削弱岩体强度，可构成局部滑裂面	

场区内的岩性分界面主要指矿体与云母石英片岩、矿体与绿帘角闪片岩、矿体与石英绿泥片岩的分界面，这些不同岩性界面一般结合程度差、呈波状起伏、未充填，属刚性结构面。岩脉在新鲜状况下属刚

性结构面，当岩脉被风化成松散物质时属软弱结构面。场区内的变质结构面，结合程度差，属软弱结构面。

2) 采场断层

场区内构造结构面主要表现为断层、节理和面理。采场勘察发现断层共计有 131 条。F1 断层和 F1'断层为区域性的大断层，属于I级断裂构造，F1 断层与 F1'断层之间为被断层错断的南芬组地层。

3) 岩体IV级结构面分析

IV级结构面发育于各岩组中，节理面呈平直或呈舒缓波状，无充填物，个别见有矿物薄膜，属刚性结构面。

4) 岩体结构

①块状结构

具有块状结构的边帮岩体主要包括分布于采场北帮和上盘的钓鱼台石英岩岩组以及混合花岗岩岩组、片麻状混合花岗岩岩组，位于采场中部的磁铁石英岩岩组以及位于采场下盘北部的绿帘角闪岩岩组，这些类型的岩体中II、III、IV及结构面发育，岩石被IV级节理裂隙面纵横交错切割成长条状、方块状、棱块状等，外观呈现为块状，致密坚硬，块度约为 $200\text{cm}\times 160\text{cm}\times 100\text{cm}\sim 50\text{cm}\times 30\text{cm}\times 20\text{cm}$ 。

②层状结构

层状结构岩体主要包括位于采场中部的云母石英片岩岩组、石英绿泥片岩岩组、位于采场上盘北部外围的南芬组页岩岩组和采场下盘的二云母石英片岩岩组，这些类型的岩体层理、片理发达，原生软弱夹层、层间错动和小断层时有出露，结构面多为泥质、硅质薄膜和碎屑充填。岩体II、III、IV及结构面发育，岩石被多组节理裂隙面切割，外观呈现为条状、板状，岩块致密，具层状特征。

③碎裂结构

具有碎裂结构的岩体主要是指位于断层破碎带和断层影响带范围内的岩体，受断层挤压、剪切等构造运动影响，岩体破碎，呈细小碎块状或薄片状，易受到外界风化、裂隙水潜蚀和坡面汇水冲刷等不良因素的影响，岩体强度较低。

④散体结构

散体结构类型主要指第四系岩组，分布于采场封闭圈外围排土场的人工堆填碎石土以及位于原地表的洪冲积、残坡积第四系地层，由粘性土、砂砾、人工渣土组成，呈松散状。

综上，矿区工程地质条件属于以坚硬——半坚硬绿帘角闪（片）岩、石英绿泥片岩、黑云绿泥片岩等岩石为主的中等类型。

（3）矿岩物理力学性质

南芬铁矿矿岩物理力学性质参数选取见表 2.3-5。

表 2.3-5 矿岩物理力学性质参数表

矿岩名称	体重 (t/m^3)	硬度系数f			松散系数K
磁铁贫矿 (Fep)	3.36	14~18			1.8
假象赤铁贫矿 (Feph)	3.42				
赤铁贫矿 (Feh)	3.39				
低品位矿 (Fepw)	3.07				
岩石	2.86	12~14	8~12	4~6	1.5

注：关于岩石硬度系数f具体如下，上盘云母石英片岩及混合岩f=12~14，下盘绿帘角闪（片）岩f=8~12，下盘绿泥片岩和夹层绿泥片岩f=4~6。

2.3.4 矿床地质概况

南芬矿区大地构造位置在柴达木-华北板块(Ⅲ)，华北陆块(Ⅲ-5)，辽东新元古代-古生代凹陷带（Ⅲ-5-7），太子河新元古-古生代凹陷（Ⅲ-5-7-2），黑背山倒转穹窿构造的西南部。

（1）矿区地层

区内主要发育有新太古界鞍山岩群、古元古界辽河岩群以及新元古界细河岩群地层。

1) 新太古界鞍山岩群茨沟岩组 (Ar3c): 为区内含矿地层, 出露于矿区中部和东部。根据钻探控制情况并根据相邻矿区推测, 该组地层走向为 $149^{\circ}\sim 179^{\circ}$, 倾向北东 $239^{\circ}\sim 269^{\circ}$, 倾角一般在 $25^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。茨沟岩组分四个岩段, 一岩段均受花岗岩化作用形成片麻状花岗岩。矿区出露主要为二、三、四岩段, 即片岩段、含铁岩段及云母石英片岩段。现将二、三、四岩段的分布和岩性分述如下:

片岩段 (Ar3c2): 主要岩性为二云母长石石英片岩、二云母石英片岩。

含铁岩段 (Ar3c3): 主要岩性为绿帘角闪片岩、石英绿泥片岩、磁铁石英岩、赤铁石英岩以及黑云绿泥片岩等。

绿帘角闪片岩 (AmL): 由茶信沟至黄柏峪沟, 该层岩石矿物成分无论在走向延长或倾斜延深上, 岩相变化均较大。中部以绿帘角闪岩为主, 庙儿沟附近, 夹有 7~8 层薄层磁铁石英岩。

石英绿泥片岩 (Am): 该层与铁矿层的分布极为密切, 在矿区中部多作为铁矿层的底板或矿层中的夹石。当矿体尖灭时, 又作为铁矿层的延续层位。

磁铁石英岩、赤铁石英岩: 为南芬矿区的赋矿层位, 共包含铁矿体 13 条, 主要为磁铁石英岩, 次为赤铁石英岩。

黑云绿泥片岩 (Am2): 该层在矿区分布不够稳定, 为 Fe3-1 矿体的顶板围岩。

云母石英片岩段 (Ar3c4): 整合于 Fe3-1 之上, 分布在庙儿沟以南~黄柏峪, 庙儿沟以北被 F1 切割而断失。该层的上部在 -6 线以南受花岗岩化而形成片麻状花岗岩。

2) 古元古界辽河岩群里尔峪岩组 (Pt11): 主要分布在矿区东南魏家堡子一带。

3) 新元古界细河岩群钓鱼台组 (Qbd)、南芬组 (Qbn): 新元古界细河岩群地层在矿区内有钓鱼台组一段和南芬组二段, 分布在矿区西北部, 与鞍山岩群为断层接触关系。

(2) 构造

本区主要的褶皱构造为付家堡子向斜, 分布于本区南部的太平山村、杨木沟一带, 轴迹近东西, 长约 5km, 宽约 3km, 褶皱核部为辽河岩群里尔峪岩组三岩段, 两翼辽河岩群里尔峪岩组一、二岩段, 被晚期的断裂切割, 其北西部、南部被新元古界地层所覆盖, 东部被中生代黑云母二长花岗岩侵入。褶皱枢纽产状 $268^{\circ}\angle 20^{\circ}$, 两翼产状分别为 $329^{\circ}\angle 37^{\circ}$ 和 $195^{\circ}\angle 51^{\circ}$, 轴面产状 $265^{\circ}\angle 25^{\circ}$, 翼间角 80° , 为轴向南北的开阔斜歪褶皱。

矿区主要构造为北北东向 F1 断裂, 它是区域北东向压扭性断裂南西延长部, 进入矿区呈北北东或近南北走向, 倾向近 270° , 倾角近 40° , 矿区内延长近 2km。F1 断层的上盘为新元古界青白口系钓鱼台组和南芬组, 下盘主要为太古代片麻状花岗岩、鞍山岩群绿帘角闪片岩、石英云母片岩、钓鱼台组石英岩, 在 -3~-6 线虽交切 Fe3-1 矿体, 但并未切断, 只切割了铁矿层的顶板。断层带中由上下盘围岩的角砾以及灰白~黄色断层泥组成, 宽 5~20m。

矿区东南魏家堡子一带出露的钓鱼台组与鞍山岩群茨沟岩组断层接触, 底部见构造角砾层, 标志明显, 破碎带成分由构造角砾岩、绢云石英片岩、绿泥绢云石英片岩组成。

(3) 岩浆岩

矿区岩体主要为永安村片麻状花岗岩 (Mr12), 主要分布在矿区西

部，在矿区呈近南北方向，由于赋存矿层之上，又称上部花岗岩。岩石呈灰白色，半自形粒状结构，片麻状构造。

（4）变质作用和围岩蚀变

矿区内变质作用主要为区域变质作用，发育于矿区中部和东部，区内茨沟组地层受到不同程度的变质作用。变质岩主要岩石类型为斜长角闪岩类、变粒岩类、磁铁石英岩类、片岩类，此岩组中的典型特点是出产鞍山式铁矿，是磁铁石英岩的主要含矿层位，在变质深成岩及花岗岩中以包体形式赋存。

区内围岩蚀变较发育，如绿泥石化、绿帘石化、云英岩化、绢英岩化、碳酸盐化等，蚀变分带现象不明显。

（5）矿体地质特征

南芬露天铁矿为一特大型鞍山式沉积变质型铁矿床，矿体赋存于太古界鞍山群含铁岩段中，由一、二、三层铁组成，呈单斜构造产出。

1) 矿体的形态、规模及产状

南芬铁矿为一厚大、规则、稳定的层状矿体，主要由 13 条铁矿体组成，以 Fe3-1 矿体规模最大。

①Fe3-1 矿体：矿区内规模最大的铁矿体，矿体形态为单斜层状，南至 23 线，北至-7 线，工程控制总长 2815m，控制延深达 1837.1m，矿体赋存标高-744~272m，埋深 0~1143m，矿体总体走向 337°，倾向 247°，倾角 25°~53°。矿体厚度 4.83~192.71m，平均 83.99m，厚度最大为-4 线，南北两侧矿体逐渐变薄。工业矿体 TFe 平均品位 32.07%，品位变化均匀。矿石工业类型主要为磁铁贫矿，次为赤铁贫矿，其中赤铁贫矿一般分布-7~-1 线间，14~21 线亦有分布。

②Fe2-1 矿体：矿体形态为单斜层状，南至 14 线，北至-4 线，工程控制总长 1750m，控制延深达 1442.9m，赋存标高-771~284m，埋

深 0~1190m，矿体总体走向 329°~359°，倾向 239°~269°，倾角 42°~52°。矿体厚度 3.74~67.86m，平均 17.31m，矿体厚度最大为 12 线，总体看，Fe2-1 矿体是规则而稳定的层状矿体。矿体 TFe 平均品位 32.31%，品位变化均匀。矿石工业类型主要为磁铁贫矿，次为赤铁贫矿，赤铁贫矿一般分布-2~-1 线间，2~4 线亦有分布。

③Fe2-2 矿体：矿体形态为层状，分布于 25~21 线，工程控制总长约 500m，控制延深达 1238.2m，赋存标高-467~338m，埋深 0~869m，矿体总体走向 355°，倾向 265°，倾角 43°~55°。矿体厚度 3.79~72.45m，平均 35.71m，矿体厚度最大为 23 线，两侧矿体逐渐变薄。总体看，Fe2-2 矿体是规则而稳定的层状矿体。矿体 TFe 平均品位 32.09%，品位变化均匀。矿石工业类型主要为赤铁贫矿，次为磁铁贫矿。

④Fe1-1 矿体：矿体形态为层状，分布于 4~-2 线，工程控制总长约 641m，控制延深达 543.6m，赋存标高-433~287m，埋深 0~719m，矿体总体走向 329°~355°，倾向 239°~265°，倾角 45°~52°。矿体厚度 1.13~15.77m，平均 6.82m，总体看，Fe1-1 矿体是规则而稳定的层状矿体。矿体 TFe 平均品位 28.07%，品位变化均匀。矿石工业类型主要为磁铁贫矿，次为赤铁贫矿。

2) 矿体围岩及夹石

矿体赋存于鞍山群茨沟岩组中，上盘围岩主要有云母石英片岩、石英绿泥片岩、含铁石英岩，下盘围岩有石英绿泥片岩、绿帘角闪片岩、含铁石英岩。各矿体上下盘围岩产状与矿体产状保持一致。

矿体中夹石主要为石英绿泥片岩、含铁石英岩。夹石对矿体的连续性影响不大，各夹层均为顺层分布，与矿体的产状基本一致。

围岩和夹石中 TFe 平均含量 14.80%，mFe 平均含量 6.73%。

3) 矿石质量特征

南芬铁矿矿石属于低硫、磷，酸性、需选赤、磁铁贫矿。

①矿石矿物组成

磁铁贫矿矿石矿物以磁铁矿为主，次为赤铁矿，含少量后期热液金属矿物黄铁矿和黄铜矿等有害硫化物；脉石矿物以石英为主，次为透闪石和碳酸盐矿物，部分含少量绿泥石和白云母等。

赤铁贫矿主要矿石矿物为赤铁矿、磁铁矿；脉石矿物以石英为主，次为碳酸盐矿物，偶见绿泥石、白云母等。

②矿石结构构造

磁铁贫矿矿石结构可大致划分为自形-半自形及它形粒状变晶结构、交代残余结构及交代假象结构；矿石构造主要是条带状构造和块状构造。

赤铁贫矿矿石结构主要为不均匀粒状变晶结构，次为柱粒状变晶结构；矿石构造主要是条带（纹）状构造。

③矿石类型

根据矿石的矿物组合、结构构造特征，矿区矿石自然类型可划分为磁铁石英岩型和赤铁石英岩型，大部分矿石为磁铁石英岩型。

2.4 工程建设方案概况

本次安全预评价依据的可研为 2024 年 9 月中冶北方（大连）工程技术有限公司编制的《本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程可行性研究报告》，设计方案介绍均为可研设计内容。

2.4.1 矿山开采现状

目前，矿山按照 2009 年 7 月《本钢南芬露天矿 1500 万 t/a 扩产工程初步设计》确定的境界组织生产，这版设计确定了矿山的四期境界，露天底标高为-62m。矿山正处于三期境界向四期境界扩帮过渡阶段，

经过近十年的扩帮过渡，已经剥离大量岩石，扩帮区的工作台阶标高大大降低。露天采场整体南北长 3.41km，东西宽 1.75km，封闭圈标高 286m，从空间上可划分为两个部分，即上部扩帮区和下部采剥区，上部扩帮区以剥岩为主，下部采剥区以采矿为主。

（1）上部扩帮区

上部扩帮区可划分为 4 个部分，由西侧（上盘）向东侧（下盘）逆时针顺序分别为矽石山扩帮区、铁山扩帮区、下盘扩帮区和北山扩帮区；其中矽石山扩帮区和铁山扩帮区属于上盘扩帮区。

截止 2023 年 12 月末，矽石山扩帮区标高为 334~286m，扩帮条带宽 130~240m；铁山扩帮区标高为 214~178m，扩帮条带宽 140~240m。下盘扩帮区受下盘滑体影响，分为下盘北、下盘中、下盘南扩帮区；下盘北扩帮区标高为 238~214m，扩帮条带宽 140m；下盘中扩帮区标高为 298m，扩帮条带宽 80~100m，已经停止扩帮；下盘南扩帮区标高为 274~226m，扩帮条带宽 100~140m。北山扩帮区已停止扩帮，166m 以上已靠帮至四期境界。

（2）下部采剥区

下部采剥区采用缓帮开采，生产台阶高度为 12m，采剥区同时开采水平有 4 个，分别为 82m、94m、106m 和 118m 水平，采场最低开沟水平为 82m。下部采剥区中部位于下盘滑体影响范围内的区域，已经停止采剥作业；且受上部扩帮区滚石影响，采场台阶生产空间比较紧凑，多数生产平台宽度为 50m~90m。

（3）下盘滑体

2021 年 6 月 19 日，南芬露天铁矿下盘边坡出现大规模滑移下沉，变形区自 706m 标高至 298m 标高，高度约 410m；宽度在 14 号勘探线至 4 号勘探线之间，滑坡区上部宽约 480m，下部宽约 550m。

南芬下盘滑体出现后，南芬露天矿分别委托中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司和中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室对滑坡机理及治理方案进行研究，并于 2021 年 9 月中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司编制完成《南芬露天铁矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计》和 2021 年 9 月中国科学院武汉岩土力学研究所岩土力学与工程国家重点实验室编制完成《南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计报告》。根据上述研究报告，2022 年 1 月中冶北方（大连）工程技术有限公司编制《本钢矿业公司南芬露天铁矿下盘 574 以上滑体治理配套工艺方案》。

2023 年 7 月，中国科学院武汉岩土力学研究与中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司编制的《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计（574 以下治理方案）》，确定下盘 574m 以下滑体采用清方治理方案，治理标高 574~286m，滑体范围内削坡总量 2954.33 万 m³。受滑体影响，露天采场中部区域已停止开采，南北两侧正在露天开采，其中北侧露天最低开采标高 82m；南侧露天最低开采标高 142m。

（4）矿山运输系统现状

矿山已生产多年，形成了完整的矿石和岩石开拓运输系统。矿山北侧总出入沟标高为 286m，南侧总出入沟标高为 340m，上下盘均布置有连通道路，北侧总出入沟北部设有矿石振动放矿倒装站和矿石破碎站，北侧总出入沟西部设有 310m 岩石破碎站。

1) 矿石运输系统

现状矿石运输系统包括 2 部分，即汽车→振放矿倒装站→准轨铁路运输系统和汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓→准轨铁路运输系统，其中振动放矿倒装站和圆筒矿仓集中布置在采场北侧 286m 出入沟北部，

铁路运距 4.2km。

①汽车→振动放矿倒装站→准轨铁路运输系统

工艺过程：矿石在采场工作面爆破后，由电铲或液压电铲装入自卸汽车运至振动放矿倒装站（设计倒装能力 1500 万 t/a），装入由 100t 电机车牵引的 9 节 80t 准轨自翻矿车组，经准轨铁路运至选矿厂。

②汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓→准轨铁路运输系统

工艺过程：矿石在采场工作面爆破后，由电铲或液压电铲装入自卸汽车运至矿石破碎站（设计破碎能力 1200 万 t/a），破碎后经胶带卸入圆筒矿仓，最后装入由 100t 电机车牵引的 9 节 80t 准轨自翻矿车组，经准轨铁路运至选矿厂。

汽车→振动放矿倒装站→准轨铁路运输系统是矿山目前最主要矿石运输系统，汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓→准轨铁路运输系统作为辅助矿石运输系统。

2) 岩石运输系统

现状岩石运输系统包括 2 部分，即汽车直运加推土机排弃运输系统和汽车→310m 岩石破碎站→胶带→排岩机运输系统。

①汽车直运加推土机排弃运输系统

工艺过程：岩石在采场工作面爆破后，由电铲装入自卸汽车直接运至各排土场，平均汽车运输运距约 4.2km~5.7km。

②汽车→310m 破碎站→胶带→排岩机运输系统

工艺过程：岩石在采场工作面爆破后，由电铲或液压电铲装入自卸汽车运至位于采场北侧 286m 出入沟西部的 310m 固定破碎站，经 1 台 60-89 液压旋回破碎机破碎后，岩石粒度为 0~350mm，胶带宽为 1600mm 的钢绳芯带式输送机经斜井运至 II 号排土场，排土标高为 600m，再由移置胶带机和 ARS3000 50 型排岩机排弃，该系统多年平

均运输能力为 1300 万 t/a，平均胶带运输运距 2.7km。

（5）采矿方法

目前矿山上部扩帮区采用陡帮开采，下部采剥区采用缓帮开采方法。陡帮开采最小工作平台宽 60m，挖掘机最小工作线长 200m；缓帮开采最小工作平台宽 60m，挖掘机最小工作线长 200m。生产台阶高 12m，台阶坡面角 65° ，两个台阶一并段。

（6）排土场现状

目前，矿山组织排土场排土的设计依据包括：2009 年 7 月由本钢设计院研究有限公司编制的《本钢南芬露天矿 1500 万 t/a 扩产工程初步设计》（以下简称本钢院 1500 万 t 扩产初设），2019 年 11 月由中冶沈勘秦皇岛工程设计研究总院有限公司和中基发展建设工程有限责任公司编制的《本钢矿业南芬露天铁矿二号排土场排土工艺优化及综合治理工程初步设计》（以下简称秦皇岛院 II 号排土场优化设计）。

目前，矿山共有 4 个排土场，分布于露天采场上盘和下盘，由西侧（上盘）向东侧（下盘）逆时针顺序分别为 II、III、IV、V 号排土场，II 号排土场为胶排土场，III、IV、V 号排土场为汽排土场，其中 III、V 号排土场已达设计标高停止排土。

1) 上盘排土场

II 号排土场位于露天采场西侧，III 号排土场位于露天采场西南侧，已整体投入使用多年，至 2019 年 9 月末，II、III 号排土场已合并为一个排土场，统称为上盘排土场。采场部分废石由汽车直接运至合并后的上盘排土场中部及西部区域排弃，汽车排土最高标高 600m。另外，部分采场废石由汽车运至 310m 岩石破碎站，粗碎后通过胶带运输至西部冯家东沟和大东沟区域通过排土机排弃，胶带排土标高为 600m。

2) IV 号排土场

IV号排土场位于露天采场东南侧，已投入使用多年。采场废石由汽车经 340m 出入沟口直接运至IV号排土场排弃。IV号排土场采用汽车——推土机排土方式多台阶排土，排土标高分别为 450m、500m、535m、620m、650m、670m 和 700m。IV号排土场最高排土标高已超出本钢院 1500 万 t 扩产初设设计的 615m 标高。

3) V号排土场

V号排土场位于露天采场东北侧，为汽排土场，截止 2023 年 12 月末，已停止使用。

（7）前存在的主要问题

1) 下盘滑体治理问题

2023 年 7 月，中国科学院武汉岩土力学研究与中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司编制的《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计（574 以下治理方案）》，矿山应根据该治理方案设计，尽早完成 574m 以下下盘滑体治理工作。

2) 矿石稳产困难

受下盘滑体影响，下盘中部扩帮区、下部采剥区中部不能进行开采作业，极大的降低了矿山的开拓、备采矿石量，而矸石山扩帮区不能尽快完成扩帮，制约矿山矿石产能。

2.4.2 建设规模及工作制度

辽宁省冶金地质勘查研究院有限责任公司于 2022 年 3 月提交的《辽宁省本溪市南芬铁矿扩界补充勘探报告》采用垂直断面法估算了南芬铁矿勘查区内保有铁矿石资源量。截止 2021 年 11 月 30 日，报告提交南芬铁矿勘查区内保有探明+控制+推断铁矿石资源量 103744.514 万 t，其中磁铁贫矿 83193.842 万 t，赤铁贫矿 20550.672 万 t。

可研设计对南芬铁矿露天境界进行了优化，最终设计露天境界内

圈定探明+控制+推断铁矿石资源量共计 21539.33 万 t，其中磁铁贫矿 18697.28 万 t，赤铁贫矿 2842.06 万 t。

设计矿山生产规模为 1500 万 t/a，矿山服务年限为 14 年，第 1~4 矿石规模稳定在 1200 万 t/a，第 5 年达产矿石 1500 万 t/a，稳产 9 年，后矿石规模减产 1 年。

矿山采用连续工作制，年工作 330 天，每天 3 班，每班 8h。

2.4.3 总图运输

（1）总平面布置

矿山已生产多年，形成了完整的矿石和岩石开拓运输系统。矿山北侧总出入沟标高为 286m，南侧总出入沟标高为 340m，上下盘均布置有连通道路。北侧总出入沟北部设有矿石振动放矿倒装站、矿石破碎站和准轨铁路运输系统等生产运输设施，以及机修车间、汽修变电站、露天矿部等辅助设施；西部设有 310m 岩石破碎站。南侧总出入沟南侧设有岭南变电站。露天采场四周分布有上盘排土场、IV 号排土场、V 号排土场等工业场地。

设计矿山无新增用地，居民搬迁。

矿石振动放矿倒装站、矿石破碎站、机修车间、露天矿部、310m 岩石破碎站等为矿山现有设施。

矿石破碎站场地位于露天采场北侧总出入沟，场区标高为 284m，场地内布置有汽车卸矿平台、破碎站、胶带运输系统、圆筒矿仓等设施。

矿石振动放矿倒装站场地位于露天采场北侧总出入沟，场区标高为 291m，工业场地内布置有汽车卸矿平台、振动放矿等设施

机修车间场地位于露天采场北侧总出入沟北部，场区标高为 265m，场地内布置有汽车、推土机保养间、发动机间、热处理间、加工间、保养间等设施。

露天矿部场地位于机修车间西北部，场区标高 245m，场地内布置有食堂、办公楼等设施。

310 岩石破碎站场地位于露天采场西北端部，场区标高为 310m，场地内布置有破碎站、汽车卸矿平台等设施。

IV 号排土场征地范围内南北两侧为山坡、中部为沟谷，南北两侧山坡最高标高均大于 700m；中部沟谷东高西低。IV 号排土场采用汽车——推土机排土方式多台阶排土。为确保排土场安全稳定，本次设计排土场西端部形成 8 个平台，标高分别为 406m、430m、450m、480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 20m；单台阶最大堆积高度 30m，阶段坡面角 33.7° （废石自然安息角），总堆置高度 260m，总的边坡角为 19.6° 。排土场上山道路沿汽排土场西端展布，运输平台宽 30m。

IV 号排土场东端部形成 5 个平台，标高分别为 480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 30m；单台阶最大堆积高度 30m，阶段坡面角 33.7° （废石自然安息角）总堆置高度 160m，总的边坡角为 24.0° 。

（2）内部运输系统

矿石运输系统包括 2 部分，即汽车→振放矿倒装站→准轨铁路运输系统、汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓→准轨铁路运输系统，其中振动放矿倒装站和圆筒矿仓集中布置在采场北侧 286m 出入沟北部。

岩石运输系统包括 2 部分，即汽车直运加推土机排弃运输系统和汽车→310m 岩石破碎站→胶带→排岩机运输系统。

（3）外部运输

运输系统包括：矿石装矿站、矿山站、新站、选上站。铁路运输线路为准轨双线，由于矿山为生产多年的露天开采矿山，从矿石装矿站至选厂之间运输线路两侧布置有居民区及矿山辅助生产设施等。

根据矿山生产现状条件，结合露天开采终了境界，设计矿石外部运输沿用现有运输方式，继续采用准轨铁路运输，矿石采用 100t 电机车，牵引 9 辆 80t 准轨自翻车，将矿石从现有倒装站运送至选矿厂卸矿槽翻卸。

设计对准轨铁路运输系统局部进行改造。设计改造区域为矿山站，将矿山站 1、2、3 股道向西侧迁移至露天境界 286m 外部，同时完善矿山站的路基排水和信集闭设计。

改造后矿山站场区地面标高 274m，为尽头式车站，内设 3 条股道，均可进行空车、重车的调车作业，满足矿石外部运输要求。

2.4.4 开采范围

设计开采范围为现有采矿权范围内的矿体，露天境界最高标高为 +406m，封闭圈标高 +286m，露天底标高 -62m。下部采剥区以采矿为主，上部扩帮区以剥岩为主。扩帮区域与采剥区域采用陡帮开采，采剥区域和扩帮区域内工作平台开阔，采用缓帮开采。

2.4.5 开拓运输

矿山开采已生产多年，已经形成完整的矿石和岩石开拓运输系统。矿石运输系统包括 2 部分，即汽车→振放矿倒装站→准轨铁路运输系统和汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓→准轨铁路运输系统；岩石运输系统包括 2 部分，即汽车直运加推土机排弃运输系统和汽车→310m 岩石破碎站→胶带→排岩机运输系统。

（1）矿石开拓运输系统

继续利用矿山现有的振动放矿倒装站和矿石破碎站，矿石运输系统与现状一致，分别是汽车→振动放矿倒装站→准轨铁路运输系统和汽车→矿石破碎站→圆筒矿仓→准轨铁路运输系统，在采场上盘和下盘均布置连通运输道路。

（2）岩石开拓运输系统

继续利用矿山现有的 310m 岩石破碎胶带运输系统，胶带运输 1300 万 t/a；其余岩石采用汽车运往上盘排土场和Ⅳ号排土场。

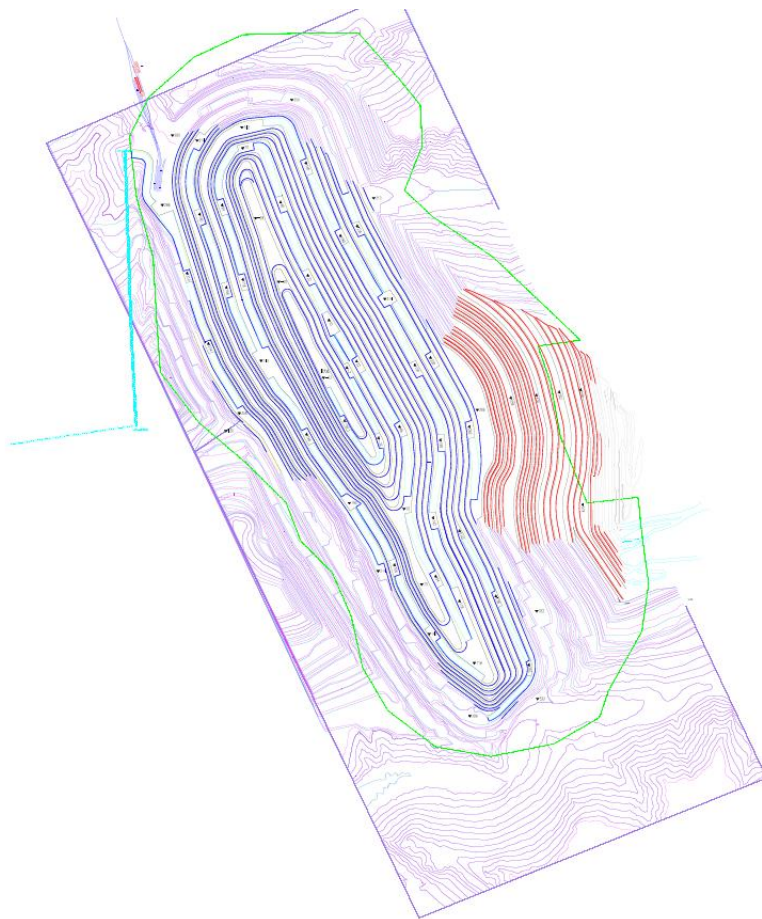


图 2.4-1 开拓运输方案平面布置图

（3）运输道路设置

可研共设置 5 条总出入沟。露天采场采用上部、深部布置折返线路的形式。

矿山现有 MK36 型自卸汽车、TR100 型自卸汽车、MT-3600B 型自卸汽车已经远超服务年限，设计逐步报废不在使用。设计推荐矿山设备不能完成的部分采用外包形式完成，外包汽车为载重 70t 的矿用自卸汽车。

矿山行驶最大车型为载重 236t 的自卸汽车，设计矿山道路技术条件如下：

- 1) 道路等级：生产干线 II 级；
- 2) 路面宽度：生产干线：23.5m（双车道）、14m（单车道）；
- 3) 路基宽度：生产干线：上盘 30m、下盘 32m（双车道）、20m（单车道）；
- 4) 最大纵坡：8%；
- 5) 最大坡段长：450m；
- 6) 最小缓和坡段长：一般 80m，困难 60m；
- 7) 最小回头曲线半径：40m；困难 30m；
- 8) 最小竖曲线半径：400m；
- 9) 路面结构：填方路基，碎石面层厚 30cm，块石基层厚 70cm；岩石路基，碎石面层厚 30cm。

2.4.6 采矿工艺

(1) 露天开采境界参数

设计露天采场最终坡角为 $30.7^{\circ} \sim 48.5^{\circ}$ 。

生产台阶高度为 12m。终了境界 2 个台阶一并段，并段后台阶高度为 24m。

采场上盘区域和南北两端开采终了时台阶坡面角为 65° ，生产时台阶坡面角为 70° ；采场下盘区域开采终了时台阶坡面角为 $45 \sim 46^{\circ}$ ，生产时台阶坡面角为 50° 。

安全平台宽度不小于 5m，清扫平台宽度不小于 8m，安全平台和清扫平台间隔布置。汽车运输平台宽度，上盘区域岩体稳定性较好，双车道为 30m；下盘区域岩体稳定性较差，滚石发生概率高，增加水沟侧碎落台宽度，双车道为 32m，单车道为 20m。

根据 2023 年 7 月中国科学院武汉岩土力学研究与中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司编制的《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计（574 以下治理方案）》，可研设计下盘滑体治理区域按照该境界执行。

表 2.4-1 露天开采境界表

序号	项目名称		单位	主要指标	备注
1	采场尺寸	上口：长×宽	m	3415×1750	
		下口：长×宽	m	1438×92	
2	境界内最高开采标高		m	406	
3	封闭圈标高		m	286	
4	露天底标高		m	-62	
5	矿石	探明资源量	万 t	13990.02	探明资源量、控制资源量、推断资源量考虑地质差异系数分别取 1.0、0.9、0.6
		控制资源量	万 t	5011.85	
		推断资源量	万 t	1434.00	
		资源量（探明+控制+推断）	万 t	20435.86	
		境界内资源量地质品位 TFe	%	32.40	
		可利用矿量（探明+0.9×控制+0.6×推断）	万 t	19361.08	
		境界内可利用矿量地质品位 TFe	%	32.46	
6	废石	岩石	万 t	31212.33	
		0.1×控制资源量+0.4×推断资源量	万 t	1074.78	
		采场内废石总量	万 t	32287.11	

7	采场内矿岩总量	万 t	51648.19	
8	平均剥采比	t/t	1.67	

（2）扩帮开采

矿山开采终了境界内可利用矿石量 19361.08 万 t，废石量 32287.11 万 t。目前矿山正处于三期境界向四期境界扩帮过渡阶段，虽然已经剥离了大量岩石，但上部废石量仍然很大。130m 以上可利用矿石量 4505.13 万 t，占境界内可利用矿石总量的 22.04%；130m 以上废石量 21862.61 万 t，占境界内废石量的 70.04%。上部扩帮区域岩量较多、扩帮带矿量较少，三期境界向四期境界扩帮过渡难度很大。

1) 扩帮生产区域划分

根据 2021 年 9 月中勘公司编制的《南芬露天铁矿下盘滑坡滑坡机理研究及治理方案设计》和 2021 年 9 月武汉岩所编制的《南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计报告》，受露天采场下盘滑体影响，滑体下方区域划分为禁止作业区：滑坡治理完成前不得生产；高风险区：滑坡治理完成前不得生产；中风险区：变形停止条件下可小范围生产，同时必须实施控制爆破；低风险区：变形无加速条件下生产。如图 2.4-2 所示。

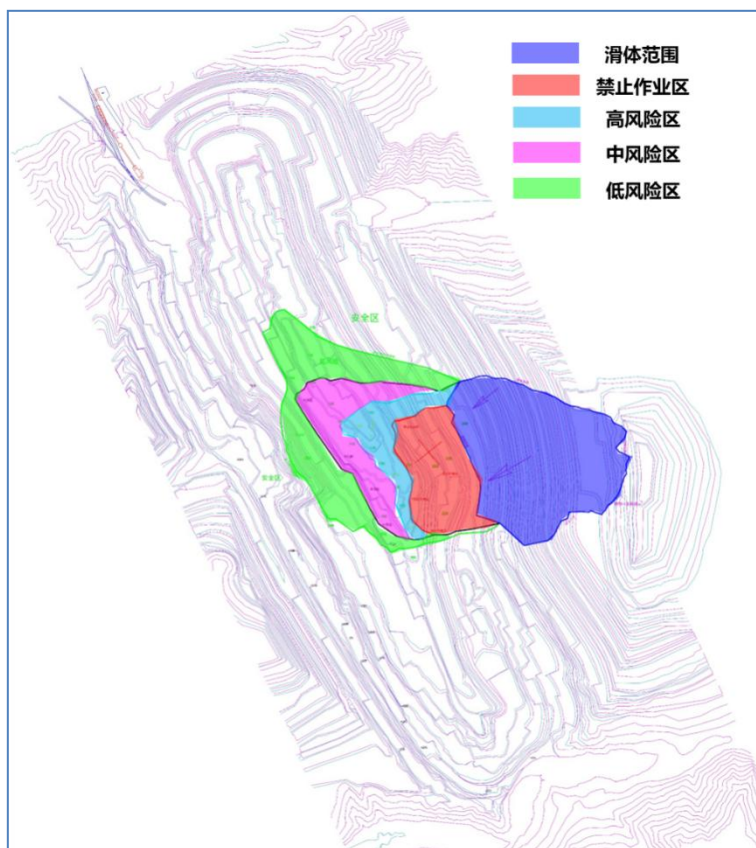


图 2.4-2 下盘滑体影响区域示意图

在下盘滑体未治理完成前，滑体下方影响区域不进行采剥作业，则露天采场前期可以进行采剥作业区域划分为矽石山扩帮区、铁山扩帮区、下盘南部扩帮区、下盘北部扩帮区、深部采场采剥区，如图 2.4-3 所示。

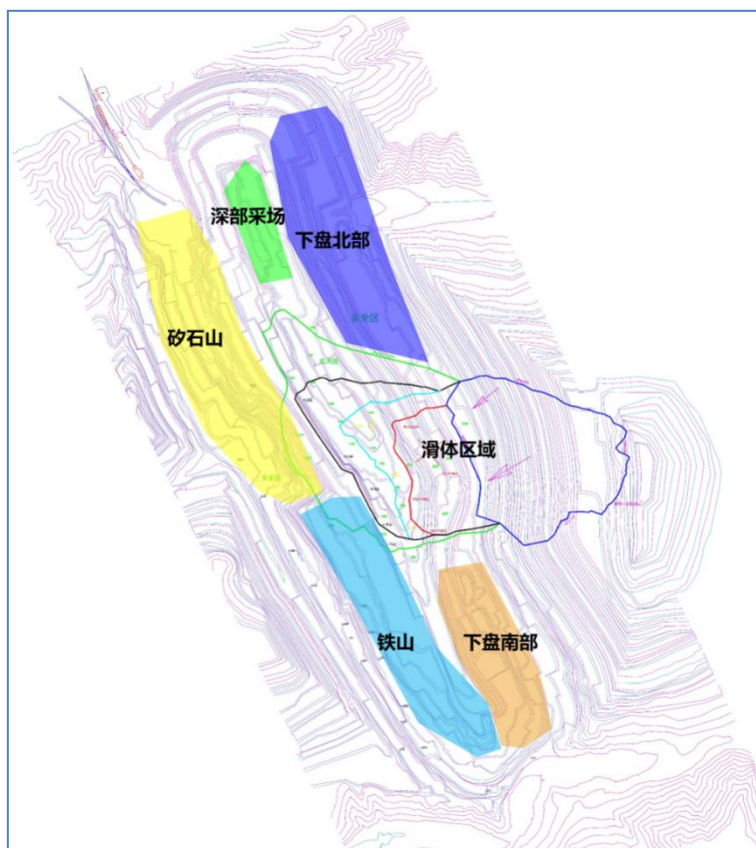


图 2.4-3 露天采场前期生产区域示意图

矿山生产前期，深部采场采剥区和下盘北部扩帮区形成北部采坑，铁山扩帮区和下盘南部扩帮区形成南部采坑。

2) 扩帮过渡

根据 574m 以下滑体治理方案设计，预计完成 2026 年末下盘滑体治理完成，滑体治理完成前，下部受影响区域禁止开采，因此矿山生产前 4 年，北部采坑、南部采坑为矿石的主要来源。露天采场第 4 年年末状态如图 2.4-4 所示。

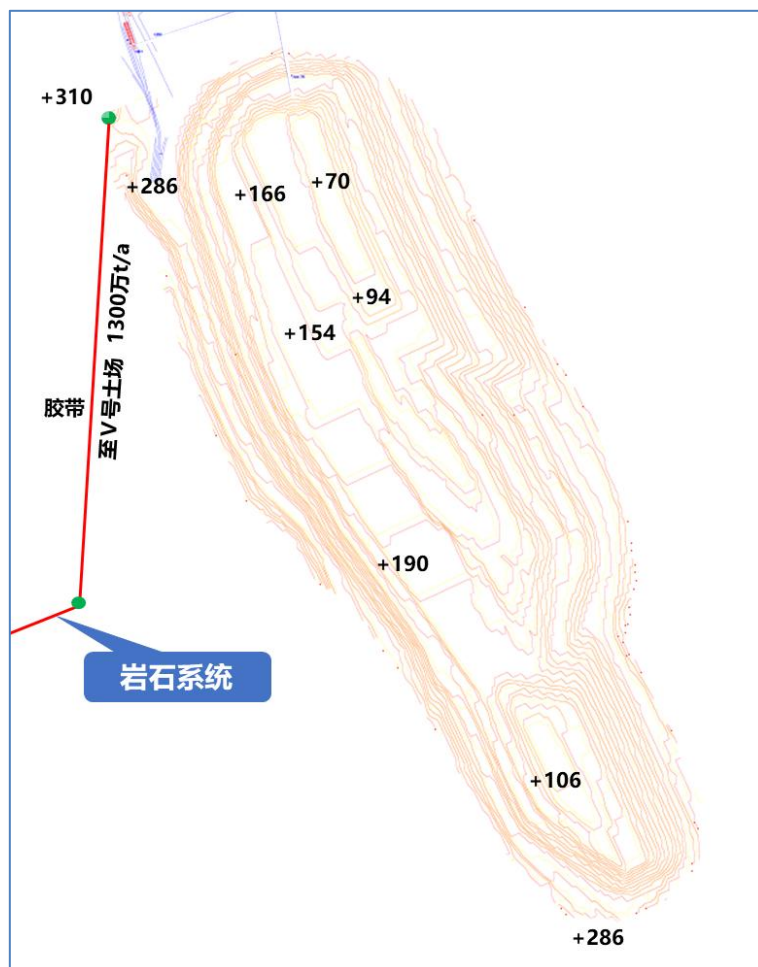


图 2.4-4 露天采场第 4 年年末状态图

矿山生产第 4 年，下盘滑体影响区域开始进行扩帮作业，此时露天采场其他区域已经完成扩帮形成连帮采场，预计第 7 年末，下盘滑体影响区域扩帮结束，矿山整体扩帮完成。露天采场第 3 年年末状态如图 2.4-5。

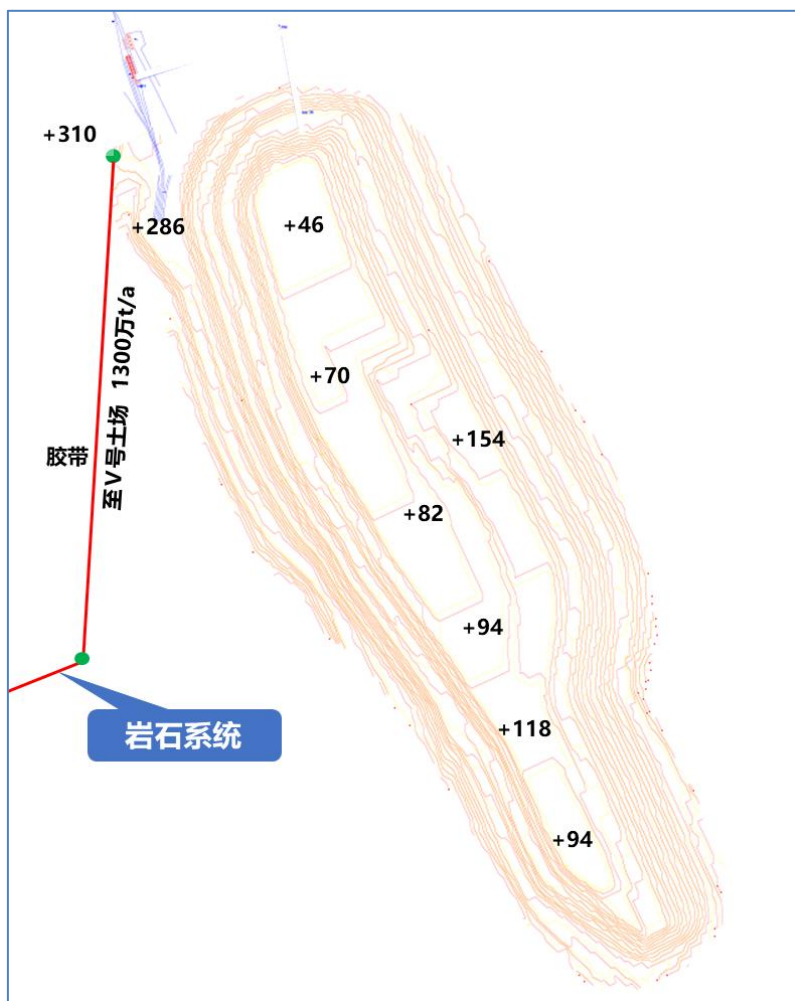


图 2.4-5 露天采场第 7 年年末状态图

(3) 采矿方法

南芬铁矿正处于三期境界向四期境界扩帮过渡阶段，露天采场分为上部扩帮及下部采剥两部分，下部采剥区以采矿为主，上部扩帮区以剥岩为主。扩帮区域与采剥区域采用陡帮开采，采剥区域和扩帮区域内工作平台开阔，采用缓帮开采。

缓帮开采区域每一个台阶均保持很宽的工作平台进行单独开采，工作帮坡角较缓一般为 $8\sim 15^{\circ}$ 。

陡帮开采将工作帮上若干个相邻台阶组合成一组，形成临时边帮，为了满足扩帮生产安全要求，临时边帮参数：台阶高度 12m，台阶坡面角 $46\sim 65^{\circ}$ ，两个台阶一并段，并段后台阶高度 24m；安全平台宽

15m，每隔 72m 高差布置一个 20m 宽接滚石平台；临时边帮道路宽度 30~32m。

1) 采剥作业

上部扩帮区采用陡帮，矽石山扩帮区、铁山扩帮区、下盘南扩帮区和下盘北扩帮区均按 1 个条带扩帮；各区域采用自上至下逐层扩帮。

下部采剥区采用自上而下的逐水平缓帮分层开采方法，工作面推进方向为由中间向南北两侧推进的采剥方法。

各个生产区域同时工作 3~4 个水平，生产台阶坡面角 70° ，最小工作平台宽度 60m，挖掘机工作线最小长度 200m。

2) 穿孔作业

矿石露天台阶深孔穿孔采用孔径为 250mm 牙轮钻机，岩石露天台阶深孔穿孔采用孔径为 310mm 牙轮钻机。矿岩爆破孔网参数按照矿山实际选取，250mm 牙轮钻机中爆破孔网参数：孔径 250mm，排间距 6.5m，孔间距 6.5m，超深 2.5m；310mm 牙轮钻机中爆破孔网参数：孔径 310mm，排间距 7.5m，孔间距 7.5m，超深 2.5m。靠近边坡时要采用减震爆破，如采用预裂爆破、逐孔爆破等方式进行局部处理边坡，穿孔采用矿山现有设备。

设计二次破碎采用液压碎石机，处理块度大于 1.2m 的矿岩，设计需液压碎石机 3 台。

3) 爆破作业

矿山正常生产采用中深孔和浅孔爆破，中深孔爆破占年总爆破量的 98%，浅孔爆破占年总爆破量的 2%。

矿山露天台阶深孔爆破采用铵油炸药和乳化炸药，乳化炸药主要用于水孔爆破。露天台阶深孔爆破采用大区多排孔微差爆破。矿山生产所需炸药及爆破材料由矿山炸药加工厂统一供应。

露天台阶深孔爆破：

露天台阶深孔爆破采用铵油炸药和乳化炸药，多排孔微差爆破。采用数码电子雷管起爆，每周爆破 4~5 次，白班进行。

浅孔爆破：

一次浅孔爆破，采用铵油炸药，数码电子雷管起爆，在白班进行。

矿山现有 5 辆 16t 型炸药混装车、4 辆 13t 型炸药混装车和 2 辆 12t 型炸药混装车。

4）装载作业

设计使用的电铲为 2 台 WK-20 电铲、7 台 WK-10B 电铲、1 台 9350E 液压电铲，总装载能力为 4100 万 t/a。

矿山现有电铲装载能力不满足设计要求，不足部分全部采用外包，外包设备为斗容 3~6 m³ 的液压挖掘机。

5）辅助作业

矿山现有多种型号推土机 21 台，设计选取 15 台，满足矿山生产需求。

其它采场辅助设备包括：炮孔堵孔机、检修用汽车吊、工程车等。

（4）边坡安全监测

露天矿山采场应结合边坡分区的安全监测等级要求，对边坡变形、采动应力、爆破震动、水文气象和场内视频进行监测。

1）表面位移监测系统

边坡位移监测系统选用边坡稳定性雷达监测系统，系统实时监测亚毫米级的边坡位移，数据基于地理参考，具备先进的用户自定义警报软件，适合南芬铁矿大范围监测需要。

2）降雨量监测系统

雨量监测布置 1 台雨量计，测点布置在采场中部靠帮边坡。雨量

计采用 RY-2 型容栅式雨量计。选用设备测量精度 $\leq 0.1\text{mm}/\text{min}$ ，满足国家规范 $0.2\text{mm}/\text{min}$ 的监测精度要求。

3) 视频监控系统

视频监控主要由高清红外摄像机、通讯、防雷和供电系统组成，监测系统采用高清红外网络枪机、球机。

4) 内部位移监测系统

内部位移监测系统采用固定式测斜仪，测斜仪通过钻孔方式安装于滑坡体内，将滑坡体位移数据传输至数采盒，通过 GPRS 方式传入监控中心监测平台。

5) 边坡裂缝

边坡裂缝监测系统主要针对下盘滑坡区设置，采用裂缝计观测。将滑坡体裂缝数据传输至数采盒，通过 GPRS 方式传入监控中心监测平台。

6) 采动应力监测系统

边坡采动应力监测系统主要针对下盘滑坡区及其它潜在滑坡区设置，监测设备选用滑动力远程监测预警系统监测或锚索测力计。

7) 爆破振动监测

爆破振动监测推荐采用在线爆破测振仪。

8) 地下水位、渗压

地下水位、渗压监测系统观测采用渗压计观测。将渗压计通过钻孔方式埋入坡体，将坡体水位、水压数据传输至数采盒，通过 GPRS 方式传入监控中心监测平台。

2.4.7 矿山供配电设施

(1) 供配电系统

南芬露天矿现有三座 66kV 总降压变电站，分别为汽修变电站、采

石变电站以及岭南变电站。其中：汽修变电站两台 66kV 主变压器容量为 10MVA；采石变电站两台 66kV 主变压器容量为 16MVA；岭南变电站两台 66kV 主变压器容量为 5MVA。

2025 年在新建的采场排水泵站附近新建采场排水高压配电室，两路 6kV 供电电源分别引自采石变电站 6kV 母线一、二段，当一路电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量满足本变电站全部负荷电力需求。高压配电室采用单母线分段接线，为泵站水泵提供电源。

设计采场局部增加电铲设备，利用采场现有供电线路就近供电，供电线路根据露天采场实际情况进行调整。原有的排岩系统，排水系统及采场的供电系统利旧使用。

（2）配电电压

矿山采用下列电压等级：

- 1) 电源电压采用 66kV；
- 2) 配电及高压电动机采用 6kV；
- 3) 低压动力设备：各种低压用电设备采用 220/380V 中性点直接接地系统；
- 4) 电气照明：采用 220/380V 中性点直接接地系统。

（3）用电负荷

（6kV 侧）见表 2.4-2。

表 2.4-2 全矿负荷（正常排水）表

序号	计算年份	安装容量 (kW)	工作容量 (kW)	有功功率 (kW)	无功功率 (kvar)	视在功率 (kVA)
1	2024年合计	42847	37377	23033	17067	28667
2	2028年合计	27755	21655	10888	10516	15137

（4）电力设备

变压器：选用 SCB18 型变压器；

高压柜：选用 KYN28A-12 型开关柜；

10kV 断路器采用真空断路器（固封极柱）；

低压屏：选用 GGD 型低压屏。

（5）电力电缆

高压动力电缆采用 YJV-6/6，YJV22-6/6 型电力电缆；

低压动力电缆采用 YJV-0.6/1.0，YJV22-0.6/1.0 型电力电缆；

控制电缆一般选择 KVVP、KVV、KVV22；

架空线路采用钢芯铝绞线。

（6）防雷、接地保护

对高度在 15m 以上的建（构）筑物考虑设防雷保护。

高压系统：中性点不接地系统及中性点经消弧线圈接地系统；低压系统：采用中性点直接接地系统（TN-S 系统）。

车间变压器中性点接地、电气设备保护接地及建筑物防雷接地采用公共接地系统，其接地电阻值不大于 4Ω 。在电源线进入厂房的入口处 PE 线应做重复接地，其接地电阻值不大于 10Ω 。

建筑物内应作等电位连接，其防雷、电气、以及电子系统采用共用的接地系统，并取其最小的接地电阻值。

变配电所要有防止过电压的保护设备，6kV 母线上装设无间隙氧化锌避雷器。

（7）照明

照明电源采用与动力公用的变压器。

照明采用 220/380V 中性点直接接地系统。照明电压采用交流 220V，事故照明直流电源由免维护直流屏供电。生产照明采用 LED 灯；变电所、主控室、岗位休息室、值班室用 LED 灯或荧光灯。

2.4.8 防排水系统

（1）防洪设计标准

矿山采用露天方式开采，设计规模为 1500 万 t/a，根据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）中的相关规定，为特大型露天矿山，设计暴雨频率采用 $P=5\%$ （20 年一遇），露天采场允许淹没时间为 5 天。

露天采场总涌水量的预测结果见表 2.4-3。

表 2.4-3 露天采场总涌水量预测结果表

开采水平 (m)	降雨径流量 (m ³ /d)		地下水涌水量 (m ³ /d)	采场总涌水量 (m ³ /d)		备注
	正常	最大		正常	最大	
-62	9270	107988	6295	15565	114283	$P=5\%$

说明：露天采场积水按照 5 天排除考虑。

（2）露天采场排水

矿山设计生产规模 1500 万 t/a，为特大型露天开采矿山，露天采场内现有一套机械排水系统将采场内积水由 70m 水平排至 286m 水平。矿山现有 2 台 YQ200-240/6-220/W-S 型潜水泵，单台流量 200m³/h，扬程 240m，功率 220kW，电压 380V；1 台 QKP400-240/6 型潜水泵，流量 400m³/h，扬程 240m，功率 410kW，电压 380V；1 台 QKP500-240/6 型潜水泵，流量 500m³/h，扬程 240m，功率 540kW，电压 6kV；6 台 YQ900-240/4-1000/W-S 型潜水泵，单台流量 900m³/h，扬程 240m，功率 1000kW，电压 6kV。现有主排水管道规格为 3 条 $\Phi 529 \times 9$ ，1 条 $\Phi 325 \times 8$ 。

设计采用坑底直排+接力联合的排水方式，非降雨时期采场涌水从坑底移动泵站直排至 286m 平台，供矿山使用；雨季除坑底直排系统外，开启接力排水系统，采场涌水由移动泵站转固定泵站排至 286m 平台截洪沟，在 142m 水平设置接力固定泵站；在 70m 标高以下设置移动泵站，随采场台阶的下降，移动泵站跟着下降，直至 -62m 露天坑底。

固定泵站（142m 水平）选用 6 台 YQ900-180/3-710/W-S 型潜水泵，单台水泵流量 $900\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 180m，功率 710kW，电压 6kV。雨季正常排水：1 台 YQ900-180/3-710/W-S 型潜水泵工作，其他水泵备用检修。雨季最大排水：所有水泵投入使用。

固定泵站主排水管路采用 3 根 $\Phi 529 \times 9$ 焊接钢管。雨季正常排水时，1 根 $\Phi 529 \times 9$ 工作，其余备用检修；雨季最大排水时，全部管道同时工作。

移动泵站选用 2 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵，1 工 1 备，单台水泵流量 $340\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 391.9m，功率 560kW，电压 6kV。选用 6 台 YQ900-240/4-1000/W-S 型潜水泵（矿山现有），单台水泵流量 $900\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 240m，功率 1000kW，电压 6kV。非降雨时期排水：1 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵工作，其他水泵备用检修。雨季正常排水：1 台 YQ900-240/4-1000/W-S 和 1 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵工作，其他水泵备用检修。雨季最大排水：6 台 YQ900-240/4-1000/W-S 和 1 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵工作，1 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵备用检修。

移动泵站管路利用现场现有管道，主排水管路采用 3 根 $\Phi 529 \times 9$ 和 1 根 $\Phi 325 \times 10$ 焊接钢管。非降雨时期排水时，1 根 $\Phi 325 \times 10$ 工作，其余备用检修，将采场涌水从坑底移动泵站直排至 286m 平台，供矿山使用；雨季正常排水时，1 根 $\Phi 529 \times 9$ 和 1 根 $\Phi 325 \times 10$ 工作，其余备用检修；雨季最大排水时，全部管道同时工作。

（3）露天采场防洪

南芬为一特大型露天开采矿山，目前露天采场内的截洪设施不完善，露天采场上盘区域（采场西侧）及下盘区域（采场东侧）均存在一定范围的汇水，设计分别在采场上盘 448~358m 水平、上盘 286m 水

平，下盘 310~286m 水平布置台阶截洪沟拦截上部洪水，使其能够自流排出。

上盘 448~358m 水平台阶截洪沟截洪面积为 0.62km²，设计底宽 1.2m，水深 1.1m，边坡系数 1: 0.5，纵坡度 3‰。

上盘 286m 水平台阶截洪沟（北段）截洪面积为 1.96km²，设计底宽 3.8m，水深 1.9m，边坡系数 1: 0.5，纵坡度 5‰。

下盘 310m 水平台阶截洪沟（北段）截洪面积为 0.37km²，设计底宽 1.6m，水深 1.4m，边坡系数 1: 0.5，纵坡度 3‰。

下盘 286m 水平台阶截洪沟（南段）截洪面积为 1.10km²，设计底宽 3.0m，水深 1.8m，边坡系数 1: 0.5，纵坡度 3‰。

下盘 286m 水平台阶截洪沟（北段）截洪面积为 1.50km²，设计底宽 3.4m，水深 1.8m，边坡系数 1: 0.5，纵坡度 4‰。

截洪沟均采用混凝土砌护，砌护厚度 0.2m。

露天采场台阶截洪沟的防洪标准采用设计频率 $P=2\%$ ，校核频率 $P=1\%$ ，即 50 年一遇设计，100 年一遇校核。

2.4.9 排土场

设计选取矿山废石排弃的排土场为上盘排土场和Ⅳ号排土场。上盘排土场主要承担上盘砂石山区域的废石排弃任务；Ⅳ号排土场主要承担去往上盘排土场以外废石的排弃任务；Ⅴ号排土场维持现状，不再继续排土。

（1）排土方式及堆置参数

Ⅳ号排土场征地范围内南北两侧为山坡、中部为沟谷，南北两侧山坡最高标高均大于 700m；中部沟谷东高西低，截止 2023 年 12 月末，沟谷东部标高为 440m，西部标高为 340m。

Ⅳ号排土场采用汽车——推土机排土方式多台阶排土，从下至上

分台阶依次排土，单台阶最大排土高度 30m。为确保排土场安全稳定，本次设计排土场西端部形成 8 个平台，标高分别为 406m、430m、450m、480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 20m；单台阶最大堆积高度 30m，阶段坡面角 33.7° （废石自然安息角），总堆置高度 260m，总的边坡角为 19.6° 。排土场上山道路沿汽排土场西端展布，运输平台宽 30m。

IV 号排土场东端部形成 5 个平台，标高分别为 480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 30m；单台阶最大堆积高度 30m，阶段坡面角 33.7° （废石自然安息角）总堆置高度 160m，总的边坡角为 24.0° 。

IV 号排土场为汽车排土场，设计配备 4 台推土机配合汽车排土。

（2）排土计划

上盘排土场主要承担上盘砂石山区域前期废石的排弃任务，按照秦皇岛院 II 号排土场优化设计排土，可研未进行详细规划。下盘滑体清方废石排入 IV 号排土场，按照 2023 年 7 月中国科学院武汉岩土力学研究与中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司编制的《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿下盘滑坡机理研究及治理方案设计（574 以下治理方案）》排土，可研未进行详细的排土规划。IV 号排土场承担下盘扩帮区域和上盘铁山区域废石排弃任务。

（3）IV 号排土场防治水

IV 号排土场为矿山生产排岩的主要土场，位于采场的东南侧，主沟谷为黄柏峪河河道，设计 IV 号排土场排土标高为 398~600m。IV 号排土场防治水工程主要包括上游防洪工程、北部截洪沟工程、基底排渗工程。

1) 上游防洪工程

IV号排土场主沟谷为黄柏峪河河道，针对黄柏峪河已经实施了土场上游防洪工程。上游防洪工程分两期实施，I期防洪工程已经投入运行，目前正在进行II期防洪工程施工。

I期防洪工程主要由上游引流明渠、排洪隧洞、下游排洪明渠组成。上游引流明渠段长度 70m，明渠底宽 9m，高 3.5m，纵坡度 24‰；排洪隧洞段长度 1990m，底宽 $B=4\text{m}$ ，直墙高度 2.75m，洞高 4.75m，纵坡度 24‰，隧洞下游排洪明渠段长度为 1035m，明渠底宽 9m，高 3.5m，纵坡度 3.62‰~45.3‰。

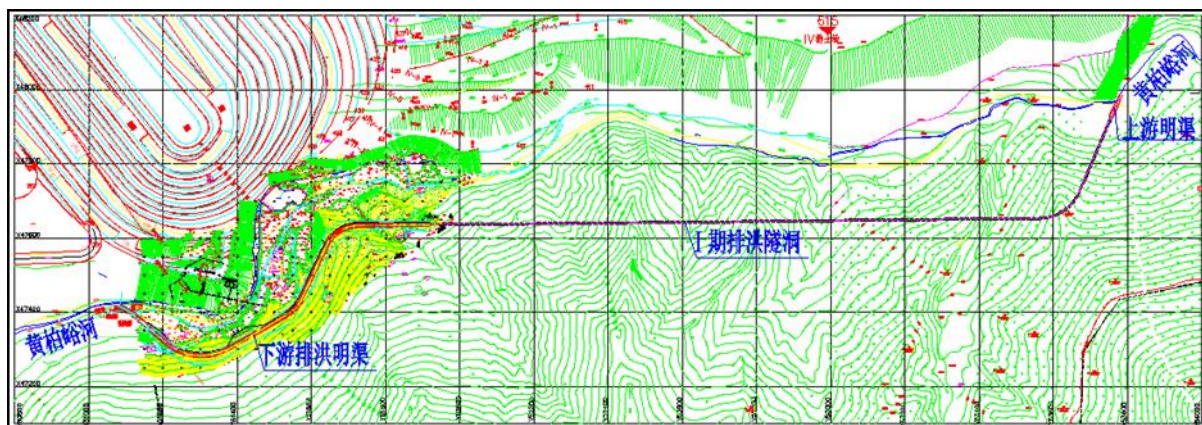


图 2.4-6 I 期改河工程平面布置图

II期防洪工程由入口排洪明渠、排洪隧洞组成。入口排洪明渠底宽 7.5m，入口排洪明渠长 116.5m，设计水深 2.75m，纵坡度 13‰，排洪隧洞长度为 1500m，II期排洪隧洞断面与 I 期断面一致，底宽 $B=4\text{m}$ ，直墙段高度 2.75m，洞高 4.75m。II期排洪隧洞出口接现有 I 期排洪隧洞。

当遇到 50 年一遇洪水的排洪要求，采用临时库容进行调洪、排洪隧洞泄洪的排洪方式。调洪库容主要用来调蓄上游来的设计洪水，消减下泄的洪峰流量，起到滞洪，减轻排洪隧洞泄洪压力的作用。

根据调洪计算，调洪计算结果见表 2.4-4。

表 2.4-4 调洪计算结果表

排土场等级	洪水频率（年）	入口标高（m）	排洪隧洞底宽（m）	直墙高度（m）	水位升高值（m）	最大泄量（m ³ /s）	调洪库容（万 m ³ ）	最高水位（m）
一	50	437.6	4	2.75	11.2	197.6	14.5	448.8

50 年一遇洪水时预计库内水位上升 11.2m，需要调洪库容 14.5 万 m³，现有调洪空间满足要求。50 年一遇暴雨时库区淹没深度为 11.2m，淹没水位标高 448.8m。淹没范围内的设施应做好防护或者搬迁，以防发生安全事故。

2) 外部截洪措施

排土场北部及南部外围存在一定范围的汇水，北部汇水面积约 1.02km²，南部汇水面积约 1.0km²，外围汇水易对排土场的稳定产生不利影响，设计在土场北侧山坡上布置 T-1#截洪沟、土场南侧山坡上布置 T-2#截洪沟。

根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）中的相关规定，的有关规定，IV 号排土场为一级土场，截洪沟的防洪标准采用 P=2%，即 50 年一遇设计。

经计算 T-1#截洪沟洪峰流量为 13.34m³/s，T-2#截洪沟洪峰流量为 13.08m³/s。

两条截洪沟洪峰流量接近，截洪沟断面一致，截洪沟纵坡度 7‰，梯形断面，底宽 1.5m，沟深 1.5m，两侧坡比 1:0.5，浆砌块石砌护，水泥砂浆抹面。T-1#截洪沟长度 2000m，T-2#截洪沟长度 3500m。

截洪沟工程量见表 2.4-5。

表 2.4-5 截洪沟工程量表

工程名称	挖 方 (m ³)	填方 (m ³)	浆砌块石 (m ³)	水泥砂浆抹面 (m ²)
T-1#截洪沟	20000	4000	4600	12000
T-2#截洪沟	35000	7000	8050	21000

3) 土场基底排渗措施

IV号排土场主沟谷为原黄柏峪河河道，土场上游防洪工程实施后，排土场上游黄柏峪河汇水主要通过上游防洪工程排出。排土场形成后其顶部标高为 600m，整个土场尚有约 5.5km² 的汇水，汇水面积较大，暴雨、长时间连续降雨时排土场本身承接的降雨汇水大部分会入渗到土场内部形成滞留水，最终通过排土场基底渗流排出，为了提高排土场基底排渗能力设计沿排土场所占区域的原黄柏峪河河道布置 T-1#排渗盲沟，排渗盲沟下游出口自然延伸到原黄柏峪河河道，在排土场排土前排渗盲沟应施工完毕，T-1#排渗盲沟总长度约为 3090m，梯形断面，底宽 10m，深度为 4m，边坡系数为 1: 1，排渗盲沟的纵坡度总体上与原有自然河道的坡度一致。

排渗盲沟工程量见表 2.4-6。

表 2.4-6 排渗盲沟工程量表

沟谷名称	总长度 (m)	挖方 (m ³)	滤料回填 (m ³)	土工布 (m ²)	碎石子保护层 (m ³)	废石保护层 (m ³)	Φ 200 塑料盲沟管 (m)
T-1#排渗盲沟	3300	221500	175000	195000	20000	66000	8000

(4) 拦挡坝

拟定在主要沟谷内上、下游排土场各设置拦挡坝各一座，上下游拦挡坝均位于排土场东、西两侧黄柏峪河沟谷内，下游拦挡坝位于西

侧汽车排土边坡前缘，上游拦挡坝位于+480m 汽车排土台阶的东侧黄柏峪河道内，排土场上游侧坡脚位置。

上、下游拦挡坝坝顶标高分别为+453m 和+355m，最大高度为 15m 和 20m，坝长 198m 和 102m，坝宽均为 10m。拦挡坝采用废石碾压填筑，同时坝体结构满足自身稳定性和后期荷载状况下的稳定性要求。

拦挡坝	高度 (m)	坝顶标高 (m)	坝长 (m)	坝宽 (m)	堆石量 (m ³)	干砌石量 (m ³)	清方量 (m ³)	C25 钢筋 混凝土 (m ³)
上游拦 挡坝	15.0	453.0	198.0	10.0	109000	4600	32000	1100
下游拦 挡坝	20.0	355.0	102.0	10.0	64500	2600	12700	-

（5）排土场监测

为保证排土场的稳定性，应建立排土场监测系统，监测以边坡位移监测为主，降雨等其它相关监测可共用露天边坡相关监测系统。变形监测重点关注排土场初期形成的山坡排土时顺坡侧的安全，以及沟谷中形成的高排土边坡部位。位移监测采用在线监测为主，人工监测为辅的监测方式。在线监测采用 GNSS 接收机进行监测，人工监测采用全站仪、水准仪或高精度 RTK 监测的方式。

建议排土场采用 GNSS（全球卫星定位系统）作为边坡地表位移监测系统的主要监测手段，根据规划设计排土场状态，逐步布置监测站点，站点位置以排土场坡顶为主，多阶段边坡可布置在几个阶段的平台上。整个监测系统由 GNSS 数据采集单元（也叫传感器系统）、数据通讯单元、数据处理与控制单元及避雷系统、预警系统各个分部组成。

2.4.10 智慧矿山

（1）5G+智能钻机

1）智能钻机建设方案

对现有钻机进行智慧化改造，主要包括卷缆器改造、参数感知-传感器、线路改造、车载 PLC、照明及控制、浪涌吸收回路、视频添加、主空压机远程控制改造、高压柜远程控制改造、液压系统整体改造、司机室改造、远程操作座椅等。

钻机建设预期效果：

1) 全电控化控制及感知

钻机实现采集自身工作及状态的所有作业信息及监控信息。在牙轮钻机设备上加装传感器，采集设备实施作业参数信息（压力、电流、电压、位移、深度、水温、油温等）、设备位置及姿态等信息（坐标、角度、方位），设备四周视频信息。所有作业信息及监控信息通过无线传输到远程中控室操作位端，为自动化程序提供逻辑判断依据。

新增车载 ECU 控制单元，远程操作模式下（车上设置模式切换开关），车载 ECU 的控制命令可以直接驱动相应执行机构。

2) 精确定位

钻机通过车载 GNSS 定位模块、惯性组合模块精确确定并刷新本机位置及姿态信息（前后倾角、左右倾角、钻机方位、钻架立机孔位），孔位定位精度和孔深精度小于 10cm。

3) 穿孔地图作业

通过加入 RTK 定位系统，通过钻机模型计算准确定位到钻杆中心位置，另外再通过钻机行走过程中前后倾角及左右俯仰角补偿，可以直接一次定位到钻头的位置。而设计孔位通过矿山测绘人员将作业区域地图坐标输出后设计人员直接在地图上确定爆破设计孔位，然后将其上传到任务管理服务器。这样设计孔位不会随人工活动而影响精度。RTK 定位系统通过连接矿山测绘用 Cors 站服务并与矿山测绘用手持模块进行控制点校准，保证设备 RTK 与矿山测绘 RTK 坐标偏差 3cm 以

内。这样最终牙轮钻钻头定位位置与测绘设计位置偏差保证在 10cm 以内。所有设计穿孔坐标、作业区域边界以及设备的姿态通过模拟地图软件实时可视化显示，方便移钻操作。

4) 远程行走

通过工况调节按钮将工况调整为"行走"工况，然后通过左边手柄前推控制左边履带往前行走，通过左边手柄后拉控制左边履带往后行走。通过右边手柄前推控制右边履带往前行走，通过右边手柄后拉控制右边履带往后行走

牙轮钻机远程行走范围应该在要求的安全范围内，应具备安全范围的边界设定能力（电子围栏），临近电子围栏进行预警。

电子围栏数据由测绘人员基于矿山线状图进行绘制，并在当班作业前导入至牙轮钻机操控系统。

5) 自动调平

钻机安装车载 GNSS 定位模块（双天线），通过连接矿场测绘的 Cors 站实现与矿山测绘独立坐标系一致。钻机安装机身姿态校正传感器，通过测量机身倾角，实现在行走时校准调平后的钻杆末端位置坐标，避免因机身倾斜误差而多次移动钻机。

采用四点“追逐式”调平算法，到达作业地点，无需人工调平，自动快速实现机身自动调平。调平过程中通过观察数据监控界面中的水平仪来确定设备是否水平。

6) 自主钻进作业

正常钻进作业时，可进行作业锁定，钻机自主钻进作业。预设最大轴压，实时轴压根据回转扭矩（电流）变化情况进行自动调节，通过 ECU 对内部集成数据进行分析防卡保护模块，程序处理推进和回转的逻辑关系，实时调节相关参数，有效提高钻进效率降低卡钻事故发生

生。

7) 自动测孔深

系统改造增加了动力头位置测量位移传感器、左钻杆库有杆传感器、右钻杆库有杆传感器。通过逻辑处理和计算可以精确得到钻头当前钻孔深度。另外结合 RTK 高程测量，可以实时精确得到当前孔底海拔高程。

8) 行走自动收放缆

现钻机无动力电缆自动收放缆装置，钻机在移动过程中易造成碾压电缆，人工拖拽电缆也易由于电缆破损或放电引起安全事故。远程作业时钻机移动需要进行电缆的拖拽和整理，为实现钻机的远程无人自动化作业，为钻机配置卷缆机构（自带卷缆器或者移动卷缆车），通过卷缆器卷筒力矩的调节，基于恒张力技术，实现行走过程的自动收缆与放缆，避免电缆拖地，钻机行走时碾压损伤电缆。

9) 远程操控

远程操作平台和钻机驾驶室操作平台一致，操作平台包括检控的多屏幕和操控功能手柄按键。各屏幕分别显示钻机作业参数信息和视频监控信息，作业参数信息实时显示钻机作业时的电流、电压、油压、倾角、深度等信息。监控画面包含各钻机四周监控、钻架平台监控、钻杆库顶端监控。远程作业人员通过操控功能手柄下发指令，操作信息由远程操作平台通过基站发送至车载 5G 端并由车载工控机下发至车载 ECU 执行控制，作业参数信息由车载 5G 终端通过 5G 基站返回至集控中心。通过远程操作台可实现一人多机进行远程行走、定位、钻孔操作。

10) 多机台控制

远程作业时，当操作设备准备完毕，进入全自动模式后可进行远

程锁定，由程序进行自动钻进和参数监控，异常进行自动报警处理，操作人员可操作、监管其它钻机设备，一人监管多台钻机设备的作业。本次改造留有可扩展接口，在后续改造数量增加的时候，所增加同型号设备可直接接入该系统。

（2）5G+智能电铲

为实现电铲的远程操控，对其进行线控改装，使得电铲能够接收电脑发送的控制信号，并将电铲产生的必要数据通过电脑传送至遥控舱。包括：电源改造、电气监测改造、空压气压功能改造、行走、推压、提升、回转改造、控制器线控改造、自动卷缆、远程操控舱等。

智能电铲建设预期效果：

电铲通过智能化改造实现设备定位及感知、自动收缆与放缆等功能，通过视频监控实现作业现场监控，通过 5G CPE 接入网络实现设备远程操作。

1) 高精定位：采用差分全球定位导航系统(GNSS)和惯性导航系统(IMU)构成的组合导航系统，为感知和控制提供无人矿车的位置、速度、航向、加速度等姿态信息，实现车身厘米级导航定位，支持 GPS 和北斗等卫星导航信号。

2) 状态感知：在电铲上加装传感器套件，采集设备实时作业参数信息（压力、电流、电压、温度等），在原有电气系统基础上将所有控制信号引入车载 ECU 输出控制。

3) 车载控制：采用工业车载级 PLC 控制，将驾驶舱内所有操作进行信号模拟发送，远程控制与本车控制通过切换开关一键切换，不影响原车任何操作。

4) 视频监控：电铲四周、驾驶室共分布 8 个高清红外摄像头，分别对电铲四周环境、前方大臂、斗杆驾驶员第一视角范围实时供远程

驾驶员参考，满足行走、作业的远程实时监控需求。

5) 远程操作：实现电铲设备 5G 网络接入、地址分配、安全隔离联调。实现远程操作。

6) 自动收放缆：增加自动收放缆的卷缆机构，实现行走过程的自动收缆与放缆，避免电缆拖地，损伤电缆。

(3) 5G+智能卡车

对卡车进行智能化改造，包括：电源改造、灯光改造、油门改造、换挡改造、制动改造、转向改造、举升改造、远程操控舱。

智能卡车建设预期效果：

智能卡车改造完成后可实现高精度定位、设备状态感知、无人驾驶等功能。智能卡车支持人工驾驶、遥控驾驶与自动驾驶三种模式。人工驾驶的优先级最高，自动驾驶的优先级最低。自动驾驶过程中可通过远程遥控接管驾驶控制系统。

1) 高精定位：采用差分全球定位导航系统(GNSS)和惯性导航系统(IMU)构成的组合导航系统，为感知和控制提供无人矿车的位置、速度、航向、加速度等姿态信息，实现车身厘米级导航定位，支持 GPS 和北斗等卫星导航信号。

2) 自动报警：通过 IMU 检测设备车身倾角与震动加速度，一方面将倾角与角速度数据传输至遥控端，供遥控座椅模拟现场情况，另一方面，当车身倾斜或震动加速度超过设定阈值时自动报警。

3) 状态感知：采用激光雷达+毫米波雷达进行融合感知，通过点云处理、深度学习等算法实现对道路、挡墙、车辆、行人等障碍物的准确感知识别。

4) 车载自动驾驶规划控制：对无人驾驶自卸车进行横向轨迹控制、纵向速度控制、倒车入位、举升卸料等控制。

5) 视频监控：多路摄像头安装于矿卡不同部位，通过车载 NVR 实现视频存储和转发，将实时画面传输至远程操控中心。

6) 无人驾驶：矿卡设备 5G 网络接入、地址分配、安全隔离联调。实现无人驾驶。

(4) 智能装备协同

建设车、铲、钻机远程操控及自动驾驶系统，将无人化改造后的矿卡、电铲、钻机相关运行数据、传感数据、视频图像等纳入统一管理，实现设备安全状态监控和预警、高精地图定位和电子围栏、生产数据的上报和统计、装备间实时广播通信等能力；自动驾驶系统可配置生产计划任务并下发至矿卡，实现铲卡协同，由矿卡进行无人自动任务执行。

(5) 露天矿设备（卡车）调度系统

对于不做智能化改造的采场生产车辆以及辅助车辆通过露天矿设备（卡车）调度系统进行统一的管理和调度。

1) 通信网络

设计利用采场 5G 网络。

2) 车载智能终端

智能终端安装在采场移动生产及辅助车辆上，具有防水、防尘、防过热、抗震等功能，适应工业现场能力强，对过压、过流、过热、欠压具有自保护功能。采用触摸屏菜单式操作，具有定位功能、设备状态自动识别、调度功能车辆状态报告功能、为其他设备代发信息、系统建立功能、计算功能、通讯功能、导航功能、接口功能、信息缓存功能、语音播报提示功能、信息查询、设备维护管理、报警功能、系统接口等功能。

3) 可视化

系统能够实时与调度平台进行通讯，结合设备人员定位信息能够实时定位其真实位置。通过人机交互能够实时查询设备人员档案、历史轨迹。能够实时查询人员、设备等的生产任务信息，下发调度指令到终端。

主要功能和效果如下：

①车辆实时信息

实现设备运行位置、状态等信息在矿山地理信息图上实时显示，保证调度员和其它管理人员及时掌握设备状态及运行情况，以便合理有效地组织生产及安排维修。

可设定位置识别区域：对于矿山的重要位置需要设置识别区域，即设置一个区域，这些位置包括卸点、加油站、道路中间点、停车场、检修点等，当车辆到达这些位置时，终端会自动检测，并发送“到达”信息至调度中心，便于调度决策。

②电子地图编辑

实现工程位置数据管理，实现道路网线、境界边界线管理。

提供专业的地图编辑工具，方便地图的编辑。对装载点、卸载点、加油站、停车场、检修点等关键区域的录入、编辑、修改，对矿区地图进行半自动编辑。

系统实时记录卡车的卫星定位位置，根据其通过频率由人员手工生成或编辑道路。

包括：轨迹数据导入、设定位置识别区域、路段管理、路网的自动采集、路段的删除、道路关闭与开放（单行）、道路路网的自动采集功能扩展。

③车辆行为回放

以真三维形式在平台中实时显示车辆及人员行走轨迹并能够查询

车辆及人员历史轨迹，

播放时可以 4 倍、8 倍、16 倍、32 倍的速度进行观看，也可以直接拖到某一时刻观看。镜头在三维场景中自动跟踪过查询车辆，也可以选择多个对象进行查询，同时还带有过滤、放大、缩小和漫游等功能。

④道路管理

根据卡车运行轨迹，指导形成三维地图中的道路，同时对路段可进行维护管理，实现道路的删除、关闭开放、单行。如果某路段已不存在，可以永久删除；如果某路段短时间内不用可以关闭，用的时候打开；可以根据情况把特定路段设为单行。

⑤车辆行为异常报警

系统可设定超速限制，当车辆超速行驶时系统会发出超速报警，提示司机和管理人员。

当车辆没有按照生产任务行驶系统可智能报警，提示司机和管理人员。

车辆行为异常单独形成历史回放，利于分析矿山生产过程、追查事故原因、统计查询历史数据。

4) 智能配矿

根据露天矿开采现状、开采计划的基础上，通过地质钻孔信息，按照设定的矿量、品位约束条件，通过三维可视化人机交互在多个爆堆之间进行优化得出满足生产需求的配矿方案，为露天矿生产优化调度提供科学依据和数据保障。

5) 产量统计

系统自动记录每台卡车的装车地点、卸载地点及运行线路，从而自动统计出各铲装设备的产量、卡车的运输量（车数）、卸点产量。利

用车辆行为可自动分析统计挖机、矿卡班、日、周、月矿岩产量，挖机、卡车等设备的作业时间、完好率、利用率、生产效率等，统计破碎站日、周、月入料量。以上统计为生产管理中的电子报表系统提供数据依据，减少人工统计和记录工作量。

同时提供记录查询功能，可详细到单条运输数据。

6) 智能调度

系统根据配矿计划、采场道路，同时通过对铲装、运输设备位置的实时定位跟踪及生产数据的动态采集，满足生产中各种约束条件的情况下，自动规划车流，实现各种资源的合理配置和利用，实现产量最大、效率最高、消耗最低的智能调度。

卡车调度系统实现了自动优化调度、人工调度、局部自动调度、局部人工调度、车型铲型合理搭配等多种调度方式，既可独立运行，又可有机结合并行调度，提高效率，降低生产成本，利用现有采矿设备达到效率最高，消耗最低，产量最大的调度目标。

7) 预期效果

整个系统通过计算机对装、运、卸的全过程进行控制与管理，做到装点、卸点少压车、少待车，充分发挥设备效率保证运行设备满负荷工作，实现运距最短；自动实现各种生产资源的合理配置和利用，精细化配矿，从而实现效率最高，消耗最低，产量最大的智能派车的效果，提高卡车、电铲等设备使用效率，用相同的数量的设备和最低的消耗完成更多的生产任务，提高矿山的管理水平，取得较高经济效益。

(6) 地测采生产执行系统

采剥进度计划、动态地质模型、地质测量验收是露天矿生产过程中的三个重要组成部分。设计采用三维模型技术，使露天矿地、测、采系统软件更加准确和直观，减少大量内业工作，提高生产效率。

1) 地测管控系统

编录取样化验管理：系统提供对原始地质编录内容和化验结果数据的综合整理功能，主要针对生产探矿揭露的围岩、构造、矿体进行地质编录内容和生产探槽刻槽取样、探矿钻孔取样和炮孔取样、回采工作面爆堆取样等记录内容和化验数据资料的归类整理。以上工作主要由矿山现场地质工作人员完成并且对成果在矿山智慧管控系统中完善整理。

地质数据库管理：建立地质信息齐全的地质数据库，数据库信息包括品位、工程地质、水文地质等各个方面的地质信息。地质数据库包括原始地质报告数据资料和基建、生产勘探更新的数据资料，本系统提供系统对图纸和数据管理，以及更新审批和更新历史可查询。

资源储量管理：资源储量管理主要是根据“地质数据库”数据资料，完成矿山地质相关的矿产储量管理、生产准备矿量监督、采剥计划中的地质工作、矿石质量管理、损失贫化监督管理、探采地质资料验证对比等；具体主要完成下列数据核算和图纸绘制工作：二级矿量核算、矿体二次圈定、模型更新、品位估算、损失贫化率、为采矿专业提供相关的指标数据和图纸（如品位、贫化率、损失率、分层平面图和爆破块段图等）。

工程地质管理：工程地质管理内容涉及内容较多，主要是对矿山的采场边坡监测、土场边坡监测、以及尾矿库监测等工程地质问题多发区域进行在线监测，并将检测数据关联到系统中，可通过系统随时掌握各个区域的实时监测数据，实现实时全面掌握矿山监测区域的情况，以确保矿山生产安全有序进行。

水文地质管理：水文地质主要对矿山日常水文地质工作的观测记录等进行系统整理及分析。

测量验收管理：矿山测量工作，主要包括补充矿区地面控制网，生产探矿工程、采矿爆破孔的定位测量，测制各种平、剖面图，矿区地面建筑工程测量等，另外验收测量在矿山生产中较为重要，其主要包含采剥量核算和工程质量测量两方面内容，以往在验收月度采出矿量和剥岩量的时候无论是野外现状测量，还是内业修图核量都比较繁琐耗时，现在智慧矿山管控系统野外现状地形测量采用无人机或扫描仪进行高效准确的数据采集，测量数据共享到平台后关联地质模型数据准确快捷地核算出验收采剥量，显著提供了测量验收工作的效率。

2) 地测生产执行系统：

模型数据库建立与更新：通过生产地质编录、取样、分析化验结果和地形现状测量等基础数据资料，建立并实时更新地质模型数据库。数据库属性主要基于资源储量、水文地质和工程地质等相关的数据内容进行建立。

图件的自动绘制：图件绘制主要涉及地质分层平面图和爆破块段图这两种图纸，这两种图纸在露天矿生产过程中绘制及修改最为频繁，所以开发了以上两种图纸的自动绘制程序，对于自动绘制的图纸必须经由地测技术人员审核，对有问题的地方进行修改完善，因为矿床复杂程度直接影响自动成图的准确性。

地质模型建立与更新：地质模型关联地质数据库和相关的图纸，随着前者的建立与更新地质模型可同步建立与更新，利用地质模型可显著提高计划编排、二级矿量和品位估算等工作的效率。

测量验收：该功能模块结合地质模型和现状测量数据实现结算采剥矿岩量自动核算，提高了地测人员内业工作效率。

3) 管控平台

针对南芬的各业务管理流程建设一套基于工业互联架构的管控平

台，对采矿的生产、设备运维、安环、成本等业务进行管理及执行。

4) 生产管控

①生产计划管控

生产计划管控为生产计划的制定、分解、执行跟踪、计划调整、考核等工作提供管控工具。系统可与地测采和采区无人驾驶系统集成，获取矿山全工序的生产经营数据、资源储量数据、生产探矿数据，并将该数据作为具体生产计划编制的依据。计划管控功能将经营管控计划进行细化，细化为采矿工艺生产计划、地质储量消耗计划、资源利用计划、能源消耗计划、设备运行计划、检修计划等具体生产计划，为采矿、调度管控、设备管控、能源管控、质量管控等提供计划数据来源，实现月、日、班组级的计划管控。

②生产交接班管控

排班管理：

提供生产人员及外协人员排班管理，包含班别、班次、人员信息管理维护等，可根据排班规则自动排班。

提供临时调班功能，生产人员可提出调班申请，调班双方同意后由生产技术室管理人员审批同意后可形成新的排班计划。

交接班公告：

在个人登陆主页面弹出生产要求通知、注意事项等公告信息。

公告信息由设备、安全、管理部等部门下发，下发对象可选择相关班组岗位。

交接班管理：

交接双方对交接内容双方商议无误后，在线进行交接，录入交接记录和记事，电子签名后完成交接。

③生产考核管控

系统支持月末、季末、年末等时间点，对本周期内采矿生产、能源消耗、设备作业率等生产指标的实绩数据与标准数据、计划数据进行对比分析，实时监控各项指标的达标情况，以及各计划的执行情况，按照企业制定的标准，分析计划完成比例，统计数据可直接上传至生产考核部门，为各工区、部门、科室的生产作业考核提供数据依据。

④生产异常预警

系统提供综合预警平台，通过图、表等形式显示工艺参数和标准数据之间的实时差异，并可对生产过程中重要的工艺监测值设置预警阈值，当监测值超过预警阈值时，在系统中进行预警提醒。故障消除后，系统恢复正常监控状态。在故障处置过程，提供故障原因和处置措施等内容登记。

⑤生产验收管控

系统提供验收数据管控功能，对地质探矿、工程明细、损失贫化等数据在数据中心统一存储、管控。实现关键数据不落地，提高企业的管控效率和信息化程度。

⑥生产调度管控

调度管控系统调度部门提供数据采集、工作记录、事务管控、生产作业管控、报表管控等功能，帮助调度人员实时获取现场生产指标数据、汇总调度指令、记录跟踪生产作业情况、编制调度日报，提高调度人员对现场生产信息的掌握能力、提高调度信息共享性，实现调度工作的信息化管控模式。

⑦生产统计管控

系统从综合分析和各专业分析等多角度对生产情况、生产数据进行汇总、统计和分析。用户既可查看产线实时及历史产量信息，并以图形化方式展示各产量比例，也可以按班次、时间、部门为单位建立

生产统计台帐，以图表格结合的方式显示日产量、月产量、年产量的变化趋势以及产量参数的同期对比。

（7）安环管控

安全管控系统设计引入双重预防机制，构建安全风险分级管控与事故隐患排查治理双重预防，目的是斩断危险从源头（危险源）到末端（事故）的传递链条，形成风险辨识管控在前、隐患排查治理在后的“两道防线”。

系统功能设计应从风险辨识组织管理开始，包括风险评估、风险管控、隐患排查与治理工作的基础数据维护、过程数据采集和相关工作在系统中下达、执行以及跟踪关闭。通过移动端应用软件，方便风险识别、排查和隐患检查工作的执行和管理。

2.4.11 安全管理及其它

（1）安全管理机构设置及人员配备

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿成立了安全管理室，负责矿山日常安全生产监督管理工作，明确了各成员的工作职责；本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿成立了生产技术室，配备了地质、采矿、测量、机电等专业人员负责矿山日常工作。企业配备了注册安全工程师负责矿山的安管理工作。

（2）安全生产责任制、安全管理制度和操作规程

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿制定了全员安全生产责任制度、安全目标管理制度、安全例会制度、安全生产检查制度、安全教育培训制度、设备安全管理制度、危险源管理制度、隐患排查与整改制度、安全技术措施审批制度、劳动防护用品管理制度、生产安全事故管理制度、应急管理制度、安全生产奖惩制度、安全风险分级管控制度、安全生产档案管理制度等规章制度。

制定了各职能部门的安全生产责任制，并根据露天采场各工种的要求，制定了岗位安全生产责任制，内容比较全面。

编制了露天采场各工种安全操作规程，对相关技术操作人员进行规范，内容比较齐全。

（3）安全投入

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿与职工签订了劳动合同；办理了安全生产责任保险和工伤保险，满足相关文件要求；根据《关于印发<企业安全生产费用提取和使用管理办法>的通知》的要求，足额提取了安全措施专项经费，有本年度的提取计划；向职工发放了符合国家标准的劳动保护用品，有相关的发放记录，并能监督工人正确使用。

（4）应急管理

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿编制了生产安全事故综合应急预案及相关专项预案，并经辽宁省应急管理厅备案，并定期进行应急演练，演练记录存档保存。

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿与蓝天救护队签订了救护协议。本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿下发了《关于成立南芬露天铁矿应急抢险工作组织机构的通知》（南露发〔2023〕11号），明确了矿山应急救援组织机构及其职责等内容。矿山配备了较齐全的应急物资、装备和设施，能够满足矿山应急需求。

（5）安全设施投资

建设投资主要包含项目：采场排水工程、防排洪工程、铁路站场线路改造、边坡局部加固和监测、智慧矿山平台、变电站改造等工程。

项目建设投资（含税）16826.04 万元；其中：工程费用 13062.93 万元，工程建设其他费用 2233.48 万元，预备费 1529.64 万元。

（6）劳动定员

项目采矿开采方式为露天开采，采矿生产采用局部外包，整体自营模式。矿山职工定员不含外包队伍人员。

矿山职工定员为 1883 人，其中生产人员 1682 人，管理服务人员 201 人。

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）、鱼刺图分析法、事故树分析法（FTA）、数值计算法等评价方法，按划分的评价单元辨识建设项目潜在的危险、有害因素，分析可能发生的事故类型，预测事故后果严重等级；评价项目建设方案与相关安全生产法律法规、规范标准的符合性；采用定性定量的方法分析评价其安全性及其发生事故后的后果。

3.1 总平面布置单元

3.1.1 选址危险有害因素辨识与分析

区域内自然灾害主要有坍塌、滑坡、泥石流、暴雨（雪）、山洪、雷击、地震等。

（1）坍塌、滑坡

南芬铁矿作为大型露天矿山，已开采多年，矿山已开展的相关边坡研究治理工作表明，局部现状边坡已经出现滑坡，部分区域在最终境界揭露后具备滑坡发生条件。下盘滑坡区、北山、F1 断层出露边坡、下盘⑥区+358m 以下边坡、①区和②区边帮断层带出露区等滑坡区及潜在滑坡区容易发生坍塌、滑坡。

IV号排土场属于一级排土场，规模大，总堆置高度高，场地条件一般，不按设计要求进行排土作业，排土场超高或坡度过陡，未按设计设置截、排水设施，均有可能发生滑坡。

（2）泥石流

矿山、排土场存在不稳定边坡，未及时采取治理、加固、防护等措施，在遇到暴雨等极端天气时，有发生泥石流的危险。

（3）暴雨（雪）

矿区位于北温带季风气候区，年平均降雨量为 880mm，年平均蒸发量为 1729mm，最大日降雨量为 274mm，降雨集中在 7、8、9 月份，降雪期为每年 11 月至翌年 3 月。暴雨（雪）恶劣、极端天气等会导致道路湿滑、结冰，对车辆运输、行人等会造成极大影响。

（4）山洪

据本溪市气象资料显示，2003～2013 年期间年最大降雨量为 1249.08mm（2010 年），年最小降雨量 690.76mm（2009 年），日最大降雨量 274mm，连续三日最大降雨量 379mm。近年来，各地极端天气屡见不鲜，若遇暴雨等极端天气时，短时间降雨量极大，矿山截排洪工程失效，有可能会引发山洪。

（5）高低温

本项目冬季气候寒冷，冬季极端最低气温-32.3℃，在露天采场和排土场等处进行露天作业时，若长时间暴露在低温环境中，没有采取必要的保护措施，可能会发生人员冻伤甚至造成死亡。

夏季极端最高气温 37.3℃，若作业人员长时间暴露在高温环境中，易引起眩晕、中暑，对人体健康带来危害。

（6）冻土

本项目土层冻结深度 1.2m，冻土发育，冻土融化会影响山体边坡的稳定性，同时也对露天采场边坡、排土场及地面建构筑物的稳定性产生影响。

（7）雷击

矿区用电设备较多，多雨雷电季节，有引发雷击的可能。

（8）地震

可研报告设计抗震设防烈度为 6 度，如果未按设计进行设防，地震可能引起露天采场、排土场边坡滑坡、坍塌；引起井巷变形、冒顶

片帮、井巷坍塌、地表沉陷、建(构)筑物损坏和人员伤亡，影响矿山正常生产。

3.1.2 安全检查表法

表 3.1-1 总平面布置安全检查表

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况	检查结果
1	厂址应具有满足生产、生活及发展所必需的水源和电源。水源和电源与厂址之间的管线连接应尽量短捷，且用水、用电量（特别）大的工业企业宜靠近水源及电源地。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.6 条	本建设项目属于改扩建项目，水源、电源充足、便利。	符合要求
2	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.8 条	采选工业场地工程地质及水文地质条件满足要求。	符合要求
3	厂址应满足适宜的地形坡度，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.10 条	各厂址未选在上述地点。	符合要求
4	下列地段和地区不应选为厂址： 发震断层和抗震设防烈度为 9 度及高于 9 度的地震区；坝或堤决溃后可能淹没的地区；有严重放射性物质污染影响区；生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区和其它需要特别保护的区域；对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内；很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段；具有开采价值的矿藏区；受海啸或湖涌危害的地区。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.14 条	厂址未布置在上述地段。	符合要求
5	厂区、居住区、交通运输、动力公用设施、防洪排涝、废料场、尾矿场、排土场、环境保护工程和综合利用场地等，均应同时规划。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 4.1.3 条	各类场地已规范形成。	符合要求
6	矿山企业的办公区、生活区、工业场地、地面建筑等，不应设在危崖、塌陷区、崩落区，不应设在受尘毒、污风影响区域内，不应受洪水、泥石流、爆破威胁。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2020 第 4.6 条	本建设项目属于改扩建项目，办公区、工业场地、生活区等地面建筑均利用现有建筑，均位于上述区域之外。	符合要求

序号	检查项目	检查依据	可研设计情况	检查结果
7	排土场位置的选择，应保证排弃土岩时不致因大块滚石、滑坡、塌方等威胁采矿场、工业场地(厂区)、居民点、铁路、道路、输电及通讯干线、耕种区、水域、隧洞等设施的安全。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》 AQ2005-2005 第 5.2.1 条	IV 号排土场主沟谷为黄柏峪河河道，黄柏峪河已经进行了河流改道，河流改道分期实施。I 期防洪工程已经投入运行，目前正在进行 II 期防洪工程施工。	符合要求
8	排土场选址时应避免成为矿山泥石流重大危险源，无法避开时要采取切实有效的措施防止泥石流灾害的发生。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》 AQ2005-2005 第 5.2.3 条		
9	排土场址不应设在居民区或工业建筑的主导风向的上风向和生活水源的上游。	《金属非金属矿山安全规程》 GB16423-2006 第 5.7.2 条	排土场址未设在居民区或工业建筑主导风向的上风向，排土场下游没有生活水源。	符合要求
10	排土场不宜设在工程地质或水文地质条件不良的地带；如因地基不良而影响安全，必须采取有效措施。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》 AQ2005-2005 第 5.2.2 条	前期 IV 号排土场进行过勘察工作，其工作范围主要位于可研设计的排土场下游沟口处及排土场现状位置。	应在前期勘察基础上，进一步补充勘察工作
11	排土场的总容量，应能容纳矿山所排弃的全部岩土。排土场宜一次规划，分期实施。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.7.2 条	可研对排土场一次规划。	符合要求

3.1.3 项目与周边环境的相互影响

(1) 地表水与本项目的相互影响

1) 地表水与 IV 号排土场的相互影响

IV 号排土场主沟谷为黄柏峪河河道，受黄柏峪河的限制，排土场防洪问题比较突出。

黄柏峪河已经进行了河流改道，河流改道分期实施。I 期防洪工程已经投入运行，目前正在进行 II 期防洪工程施工。后期预计 I 期改河工程排洪隧洞入口将被排土场压占而报废，届时 II 期河流改道工程需要完

成建设并投入运行。

I 期防洪工程主要由上游引流明渠、排洪隧洞、下游排洪明渠组成。上游引流明渠段长度 70m，明渠底宽 9m，高 3.5m，纵坡度 24‰；排洪隧洞段长度 1990m，底宽 $B=4\text{m}$ ，直墙高度 2.75m，洞高 4.75m，纵坡度 24‰，隧洞下游排洪明渠段长度为 1035m，明渠底宽 9m，高 3.5m，纵坡度 3.62‰~45.3‰。

在黄柏峪河上游IV号排土场东侧坡脚修建拦洪坝拦截黄柏峪河河水，在其东南山脚下修筑II期排洪隧洞，通过II期排洪隧洞将河水引至下游I期排洪隧洞中。II 期防洪工程由入口排洪明渠、排洪隧洞组成。入口排洪明渠底宽 7.5m，入口排洪明渠长 116.5m，设计水深 2.75m，纵坡度 13‰，排洪隧洞长度为 1500m，II 期排洪隧洞断面与 I 期断面一致，底宽 $B=4\text{m}$ ，直墙段高度 2.75m，洞高 4.75m。II 期排洪隧洞出口接现有 I 期排洪隧洞。

IV号排土场主沟谷为黄柏峪河河道，洪水对IV号排土场安全影响很大，河流改道工程是IV号排土场的重要防护工程。I期河流改道工程完成后，运行良好，降低了洪水对IV号排土场的威胁。可研对黄柏峪河II期河流改道工程进行了设计，能够起到防护作用，保证IV号排土场安全运行。

II期河流改道工程修建拦洪坝，采用临时库容进行调洪、泄洪。暴雨洪水期间，II期河流改道排洪隧洞入口存在一定范围的淹没区，根据调洪计算结果，50 年一遇暴雨时库区淹没深度为 11.2m，淹没水位标高 448.8m。暴雨时应做好淹没范围内的设施的防护工作，避免发生安全事故。

暴雨洪水期间上游防洪工程入口设施未进行搬迁，可能造成淹没范围内的设施损坏、人员伤亡或财产损失。

2) 地表水与采场的相互影响

南芬露天铁矿采场南端黄柏峪河为常年性河流，Ⅱ期河流改道工程与采场之间Ⅳ号排土场及周边存在约8.9km²汇水，此部分汇水最终经过原河道排出，原河道将是一条重要的泄洪通道。采场与河道空间上相互独立，对露天开采几乎无影响。

(2) 本项目对周边环境的影响

本项目采矿工业区远离村庄和生活办公区，排土场扬尘及生产过程中产生的噪声对人身健康造成影响甚微，不会对周围公共安全造成影响。当地夏季东南风，冬季西北风，排土场位于采场东南、西南侧，排土场扬尘对生产区影响小。

3.1.4 单元小结

本项目主要工程地质问题是边坡稳定性问题，2021 年 6 月 19 日下盘发生滑坡，矿山有发生泥石流、跨塌、滑坡等不良地质现象的可能，季节性的冻土融水对边坡稳定也有一定影响。矿区水文地质条件属中等类型，对矿山开采有一定影响，疏干工程需按相关研究进行施工，减小地下水对矿山开采的影响。

矿山建设诱发泥石流地质灾害的危险性小，生产生活区工程建设可能诱发地质灾害的危险性小，未来矿山建设不会加剧地质灾害。

本项目总平面布置中应加以重视的有：

(1) 在矿山下盘沿 Fe1、Fe2 铁矿带存在规模大小不等的采空区以及废旧坑道，采场南端存在民采盗采后形成的空区，采空区和废旧巷道大小及位置无法准确测量其空间形态，下一步设计阶段应探明采空区以及废旧巷道，确定全部地下工程和矿柱的位置并绘制在矿山平、剖面对照图上，明确采空区治理方案设计。建议矿山在生产及靠帮过程中开展采空区探测与处理研究工作，合理处置采空区，防止造成滑

坡、塌陷等地质灾害。

（2）前期IV号排土场进行过勘察工作，其工作范围主要位于可研设计的排土场下游沟口处及排土场现状位置，但是，可研规划的排土场场地范围较大，远远超出前期勘察范围，建设单位应在前期勘察基础上，进一步补充勘察工作，对场址适宜建设性进行分析并采取合理的安全措施。

（3）下盘滑坡去治理范围 466m 以上境界超出采矿许可证范围，下一步设计应将滑坡治理纳入设计范围，土地合规使用。

3.2 开拓运输单元

3.2.1 危险、有害因素辨识与分析

开拓运输主要存在的危险、有害因素有：

汽车在装卸、运输过程中可能发生车辆伤害事故；

在卸车点等高处作业时，可能发生高处坠落事故；

（1）车辆伤害

汽车运输过程中可能导致车辆伤害事故的主要原因：

1）危险路段缺少道路警示标志。

2）场内运输道路个别曲线段半径不符合《厂矿道路设计规范》；

3）在冰雪、雨季未对采场内运输道路采取有效的防滑措施；

4）司机无证驾驶、疲劳驾驶、违章操作等；

5）采用非正规厂家生产的运输设备；

6）设备带病工作，其主要的安全装置、指示灯、声响信号装置等失效；

7）在坡面上维修、临时维修时未使用警示标牌和采取有效的阻车设施；

8) 卸矿地点未设置牢固可靠的挡车设施，未设专人指挥；

9) 道路纵坡过大；

10) 道路结冰、道路湿滑、路况差；

易发生车辆伤害的场所：

1) 采装工作面；

2) 运输道路；

3) 临时维修场所；

4) 排土场。

5) 卸料场地。

车辆伤害的后果：

造成车辆撞人、撞物、倾翻，造成人员伤亡和财产损失。

(2) 火灾

事故的主要原因：

1) 内部电气线路短路。

2) 车辆电气线路接点连接不牢靠，导致局部电阻过大产生高温使导线或接点融化，引燃周围可燃物。

3) 油路系统故障引发火灾。

4) 车辆发生撞车或翻车所引起的机械变形可能导致车辆电池挤压破坏及电线短路而引起火灾。

5) 由于轮胎在超标准负荷情况下长时间运行，内部积热引起自燃起火；由于刹车咬死，刹车片不灵，高速运转后摩擦产生高温，传递给轮胎，也易引起轮胎受热自燃。

6) 车辆润滑系统缺油，机件相互接触并相对运动，摩擦产生高温，当触及燃油等可燃物时引起火灾。

7) 充电站未配备消防设施或消防设施损坏、通风不畅、违规动火

等均可能引起充电站火灾。

8) 新能源汽车蓄电池的充电电压太高或充电时间长，产生大量的氢、氧气体，如遇明火可能发生火灾、爆炸事故。

9) 蓄电池的池壳、盖子用千布或掸子进行清扫，会产生静电，在使用扳手、钳子等金属工具未进行绝缘处理产生静电，可能发生火灾、爆炸事故。

10) 未定期检查蓄电池状态，可能发生火灾、爆炸事故。

11) 超负荷使用蓄电池，可能发生火灾、爆炸事故。

(3) 触电

事故的主要原因：电线架设高度不足，车辆行驶时，碰触电线导致触电事故；由于刹车不灵或其他原因，车辆撞倒电线杆，电线掉落，碰触电线导致触电事故。

(4) 物体打击

露天采场边坡浮石、危石掉落砸中车辆，发生物体打击伤害事故。

(5) 高处坠落

由于道路路基不实、路面边线基层松软、强度不足、承载力差；矿石或岩石卸载地点无可靠的挡车设施等原因可能导致发生高处坠落事故。

3.2.2 预先危险性分析

表 3.2-1 开拓运输预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
机械伤害	相关机械设备倾倒，对人员产生碰撞、挤压；破碎机的外露部分对人体造成机械伤害。	人员伤亡 设备损坏	III	对涉及到的机械设备采取合理有效的防护措施；加强对设备的维护、使用；提高照明度，在设备的危险部位设置警示标志；加强管理，人员不应站在机械设备作业危险区域内。

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
车辆伤害	道路存在浮石、碎石及雨雪雾天气下路况较差、车辆故障等原因使机动车辆在行驶中发生挤、压、撞人和倾覆等事故	人员伤亡 车辆损坏	III	按要求对运输道路进行合理设计，及时养护、维修道路；在急弯、陡坡、危险和养路地段及时设置路标，在危险路段设置护栏、挡车土堆等，并按要求设计车档高度；合理设置采场、卸矿平台等关键地点的照明；雨雪季节及不良天气应采取有效的防滑措施并减速行驶，视距不足要求时，应停止作业。
高处坠落	路存在浮石、碎石及雨雪雾天气下路况较差、车辆故障等原因造成人员和车辆从运输道路边缘、卸矿平台或高处作业面坠落。	人员伤亡 车辆损坏	III	山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高堤路基路段等危险路段，外侧应设置护栏、挡车墙等；危险路段应减速行驶；卸矿平台应有足够的调车宽度，卸矿地点应设置牢固可靠的挡车设施并应按要求设置车档高度；人员严禁在道路上打闹；高处作业面设置安全防护设施；雨雪季节及不良天气应采取有效的防滑措施并减速行驶。
物体打击	作业面浮石、器具或物料掉落。	人员伤亡	III	及时处理作业面浮石；加强对器具、物料的管理。
坍塌滑坡	露天采场道路施工及生产过程中，凿岩、爆破振动，露天边坡会产生危石；岩层破碎、节理裂隙发育。	人员伤亡 设备损坏	III	凿岩爆破等应按章操作；施工过程中按设计进行，遇地质条件不好、破碎地带及时进行支护；事先处理道路及边坡浮石；处理浮石应正确操作。
火灾爆炸	油罐车运输过程中或加油作业过程中发生油料泄露，遇到明火、火花或高温发生火灾、爆炸事故；炸药运输过程中未严格按照规程要求采用合理的方式及运输车辆运输，发生火灾或爆炸事故；本项目车流密度较大、项目所在区域雷暴日较多，雷击可能造成车辆设备损坏、人员伤亡、火灾爆炸等事故。充电站未配备消防设施或消	人员伤亡 设备损坏	III	严格按照规范要求进行油料运输、加油、炸药运输、混装、装填等作业；采购由有资质厂家生产的油罐车、炸药运输车辆，并应进行定期检测，操作人员应具备相关资质；道路或车辆应做好防雷或避雷措施。

危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	防设施损坏、通风不畅、违规动火等均可能引起充电站火灾。新能源汽车蓄电池的充电电压太高或充电时间长，产生大量的氢、氧气体，如遇明火可能发生火灾、爆炸事故。蓄电池的池壳、盖子用千布或掸子进行清扫，会产生静电，在使用扳手、钳子等金属工具未进行绝缘处理产生静电，可能发生火灾、爆炸事故。未定期检查蓄电池状态，可能发生火灾、爆炸事故。超负荷使用蓄电池，可能发生火灾、爆炸事故。			

3.2.3 开拓运输安全检查表

根据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）、《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）对开拓运输系统进行安全检查。详见表 3.2-2。

表 3.2-2 开拓运输安全检查表

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

序号	检查内容				检查依据	检查情况	检查结论
3	露天矿山道路的计算行车速度，宜按下表的规定采用。				《厂矿道路设计规范》 （GBJ22-87）第 2.4.3 条	可研未明确行车速度。	下一阶段设计中需完善
	道路等级	一	二	三			
	计算行车速度（km/h）	40	30	20			
4	露天矿山道路路面宽度，宜按表 2.4.4 的规定采用。生产线（除单向环行者外）和联络线宜按双车道设计；联络线在条件困难时可按单车道设计；辅助线可根据需要按单车道或双车道设计。当单车道需要同时双向行车时，应在适当的间隔距离内设置错车道。错车道的设置，应符合附录二的规定。				《厂矿道路设计规范》 （GBJ22-87）第 2.4.4 条	设计生产干线路面宽 23.5m（双车道）、14m（单车道）。	符合要求
5	露天矿山道路，宜采用较大的圆曲线半径。当受地形或其它条件限制时，可采用下表所列最小圆曲线半径。				《厂矿道路设计规范》 （GBJ22-87）第 2.4.6 条	露天矿山道路为二级道路，可研未给出露天矿山道路最小圆曲线半径。	下一阶段设计中需完善
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最小圆曲线半径（m）	45	25	15			
当采用六至八类车宽时，露天矿山道路的最小圆曲线半径，应增加一个相应的计算车宽值。							
6	露天矿山道路在圆曲线和竖曲线处的视距，不应小于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》 （GBJ22-87）第 2.4.11 条	露天矿山道路为二级道路，可研中未明确停车视距和会车视距。	下一阶段设计中需完善
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	停车视距（m）	40	30	20			
	会车视距（m）	80	60	40			
7	露天矿山道路的纵坡，不应大于下表的规定。				《厂矿道路设计规范》 （GBJ22-87）第 2.4.13 条	可研设计最大纵坡 8%。	符合要求
	露天矿山道路等级	一	二	三			
	最大纵坡（%）	7	8	9			
8	露天矿山道路纵坡，应在不大于表 2.4.14-1 所规定的长度处设置缓和坡段。缓和坡段的坡度不应大于 3%，长度不应小于表 2.4.14-2 的规定。				《厂矿道路设计规范》 （GBJ22-87）第 2.4.14 条	运输道路为二级道路，规范要求：纵坡最大坡段长度为 300m，缓和坡段最小长度为：一般 100m，困难 80m。 可研设计最大坡段长度 450m，缓和坡段最小长度：一般 80m，困难 60m。	下一阶段设计中需完善

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
9	当露天矿山道路纵坡变更处的相邻两个坡度代数差大于 2% 时，应设置竖曲线。竖曲线半径和长度不应小于下表的规定。	《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）第 2.4.16 条	可研设计竖曲线最小半径为 400m。	符合要求
	露天矿山道路等级			
	竖曲线最小半径(m)			
	竖曲线最小长度(m)			
10	双车道的路面宽度，应保证会车安全。主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.3 条	可研中设计双车道路面宽度为 23.5m，但未说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志。	下一阶段设计中需完善
11	运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.4 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
12	汽车运行应遵守下列规定： ——驾驶室外禁止乘人； ——运行时不升降车斗； ——不采用溜车方式发动车辆； ——不空挡滑行； ——不弯道超车； ——下坡车速不超过 25km/h； ——不在主运输道路和坡道上停车； ——不在供电线路下停车； ——拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥； ——通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过； ——不超载运行。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.6 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
13	现场检修车辆时，应采取可靠的安全措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.7 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
14	夜间装卸车应有良好的照明条件。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.8 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
				完善
15	雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.4.2.9 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善
16	矿岩粗破碎站应符合下列规定： ——破碎站应避开有沉降、塌陷、滑坡危险以及受洪水威胁的地段； ——应设照明设施、卸料指示和报警信号装置； ——破碎机受料仓和缓冲仓排料口应设视频监控； ——矿仓口周围应设围挡或防护栏杆；卸车平台受料口应设牢固的安全限位车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/3； ——矿仓口卸料时应采取喷雾降尘措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.3.1 条	可研中未说明。	下一阶段设计中需完善

3.3.4 车辆伤害评价综述

矿山运输过程中发生车辆伤害的原因表现为：

（1）由于矿山公路等级低，特别是采场公路的路况路面质量差，缺乏定期的养护，遇冰雪天、雨天路滑时，造成行车困难而发生车辆伤害事故。

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

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

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

因此，矿山应定期对采场公路和矿区公路进行养护，完善道路安

全设施，教育驾驶员提高责任心，定期维护、检修车辆设备，确保车况完好，严禁超载、超速行驶，确保安全运输。

3.3.5 开拓运输系统合理性评述

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

3.3.6 单元小结

可研对矿山开拓运输道路布置、带式输送机基本参数等进行了设计，总体上符合《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）及《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）等规范的要求。

本单元应注意以下问题：

（1）下一阶段设计需对道路单向车辆行车密度进行计算，明确选用车辆宽度，说明车辆行车速度。

（2）下一阶段设计中应补充道路最小圆曲线半径，若局部地段因条件限制不能满足规范要求时，应采取限速、设挡墙、加宽路面等措施。

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

（4）可研设计最大坡段长度为 450m，缓和坡段最小长度：一般 80m，困难 60m，不能满足规范要求，下一阶段设计中需补充完善。

（5）下一阶段设计中需说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志；

（6）下一阶段设计中需补充：运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

（7）下一阶段设计需说明汽车运行应遵守下列规定：

- 驾驶室外禁止乘人；
- 运行时不升降车斗；
- 不采用溜车方式发动车辆；
- 不空挡滑行；
- 不弯道超车；
- 下坡车速不超过 25km/h；
- 不在主运输道路和坡道上停车；
- 不在供电线路下停车；
- 拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥；
- 通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过；
- 不超载运行。

（8）下一阶段设计中应说明现场检修车辆时，应采取可靠的安全措施；明确夜间装卸车应有良好的照明条件。

（9）下一阶段设计中需完善：雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

3.3 采剥单元

3.3.1 采场子单元

（1）危险、有害因素辨识与分析

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

边坡失稳：分布在采场工作帮坡面上。因边坡高陡、坡积、残坡积层、岩石结构面发育，边坡体内的软弱夹层等不连续面，与边坡同向，都有可能构成滑体的滑动面，尤其是这些不连续的倾角，两个不连续面交线的倾角小于边坡时，大型滑坡的可能性更大；受震动、大气降雨和地表水等因素的影响，发生边坡坍塌、崩落、滑坡等，以冲击、掩埋等形式危害下方作业面人员、设备和设施。

滚石：主要体现在采场工作帮坡面。工作帮坡面上因安全检查不严格和浮石、危石或孤石清理不彻底、振动影响、雨水冲刷等，容易发生岩石沿高陡边坡面滚落，滚石以冲击的形式危害铲运装设备或作业人员。

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

触电：采场使用的牙轮钻机、电铲等用电设备，若供电电缆破损、接头裸露等可能导致人员触电。

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

（2）预先危险性分析（PHA）

表 3.3-1 采场子单元预先危险性分析表

危险有害因素	现象	形成事故原因事件	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
边坡失稳	崩落坍塌	1.台阶高度过高； 2.边坡角过陡；	整体滑坡坍塌	人员伤亡	III	1.按照规范、规程要求进行设计、开采；

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

（3）边坡失稳鱼刺图分析

露天开采的主要危险是边坡失稳引起滑坡、坍塌，轻则会导致设

备损坏、采场道路损毁，重则引起人员伤亡，影响矿山生产，甚至停产。因而对矿山边坡稳定性必须予以足够的重视。

1) 边坡失稳事故鱼刺图

本鱼刺图分析了边坡失稳的主要因果关系，用于对边坡危险因素的预测和分析。见图 3.3-1。

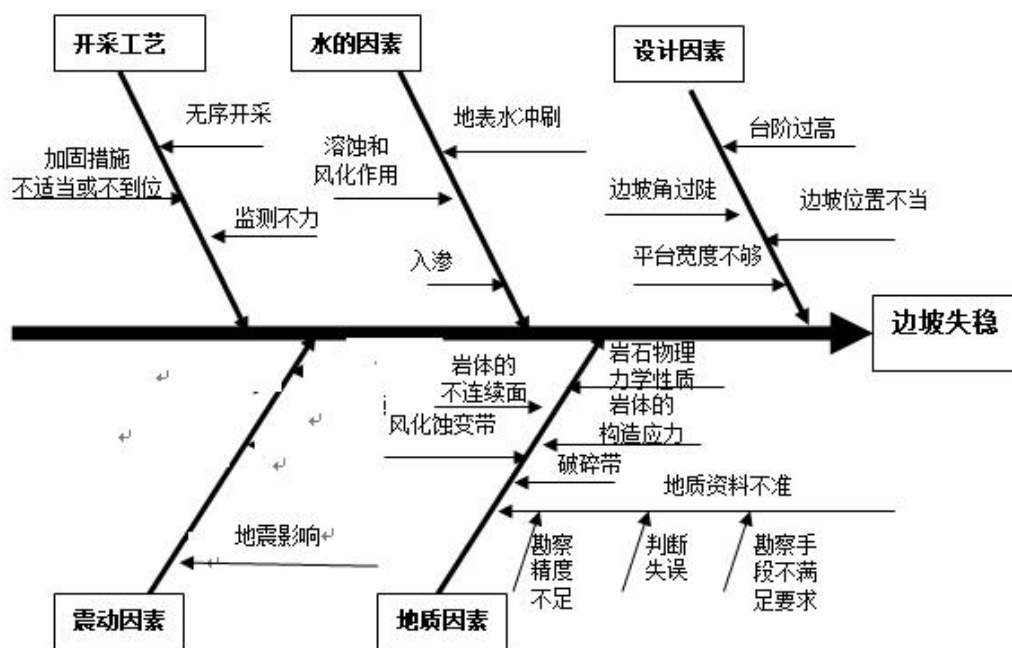


图 3.3-1 采场边坡失稳的鱼刺图分析

从图 3.3-1 可看出，影响采场边坡失稳的原因主要有：地质因素（主要为边坡体内存在软弱结构面）、边坡角过陡、无序开采、地表水的入渗导致岩体强度降低以及边坡管理不善。具体分析如下：

①地质因素

主要有：边坡角若与岩层层面一致易出现滑坡；在节理裂隙发育地段，若边坡角过大，易出现滑坡、塌方等事故；工程地质（断层、节理、裂隙、软弱带、矿岩物理力学性质等）和水文地质资料不详可能会出现边坡失稳事故；山崩、泥石流、洪水淹没等灾害。

②地质构造发生滑坡的几种形式

a) 由于边坡上部的岩土结构松散破碎，易形成圆弧形的滑坡；

b) 存在于边坡上方的与边坡同面的层状结构的岩体或层面，两种不同的岩面接触面，斜切而成的边坡三角体，容易产生滑坡；

c) 岩性构造：边坡体内的软弱夹层等不连续面，与边坡同向，都有可能构成滑体的滑动面，尤其是这些不连续的倾角，两个不连续面交线的倾角小于边坡时，滑坡的可能性更大。

③水的因素

地表水对边坡的冲刷及渗水将增加边坡荷重，这对边坡稳定产生危害。

④边坡结构因素

台阶过高会引起台阶失稳，产生滑坡、崩落、滚石；整体边坡角度过陡，将产生大型滑坡。

⑤边坡管理因素

开采方法不当，靠帮边坡部位产生超挖，欠挖，以及护坡工作没有做到位而影响边坡的稳定。

⑥设计因素

台阶过高、平台宽度不够等都会造成边坡稳定性下降。

2) 可能导致本项目边坡失稳的影响因素分析

①现有工程对边坡稳定性影响

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

②地质因素及地质构造发生垮塌、滚石

本项目风化带发育深度 20~60m，上部岩石风化，裂隙发育；其次，矿区内发育有多条断裂，矿山在开采过程中若遇断层，可能会发生垮塌、滚石等，矿山应引起重视。

③水的因素

大气降水是采场充水的主要因素，但地形有利于大气降水自流排出采场。若雨季突遇暴雨，无防排水沟阻截地表水对边坡冲刷，有可能引起滑坡、泥石流等地质灾害。本项目露天采场为凹陷露天采场，若无机械排水设施或排水设施失效，可能会影响矿山正常生产。

④原有空区因素

下盘扩帮区 12 号勘探线附近-37m~+358m 之间有地采空区；露天采场南端外部为黄柏峪河原河道，采场南端存在民采盗采后形成的空区，空区处理不当，可能会导致边坡失稳。

⑤边坡管理因素

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

（4）滚石伤人事故树分析（FTA）

露天开采的危险还有边坡坡面上单体危岩的崩落以及边坡滚石：露天采场因开采规范性较差，边坡安全检查和管理的薄弱，坡面上常有危石、浮石存在，受开采和爆破振动影响，容易形成滚石危害。

1) 露天采场边坡滚石事故树分析

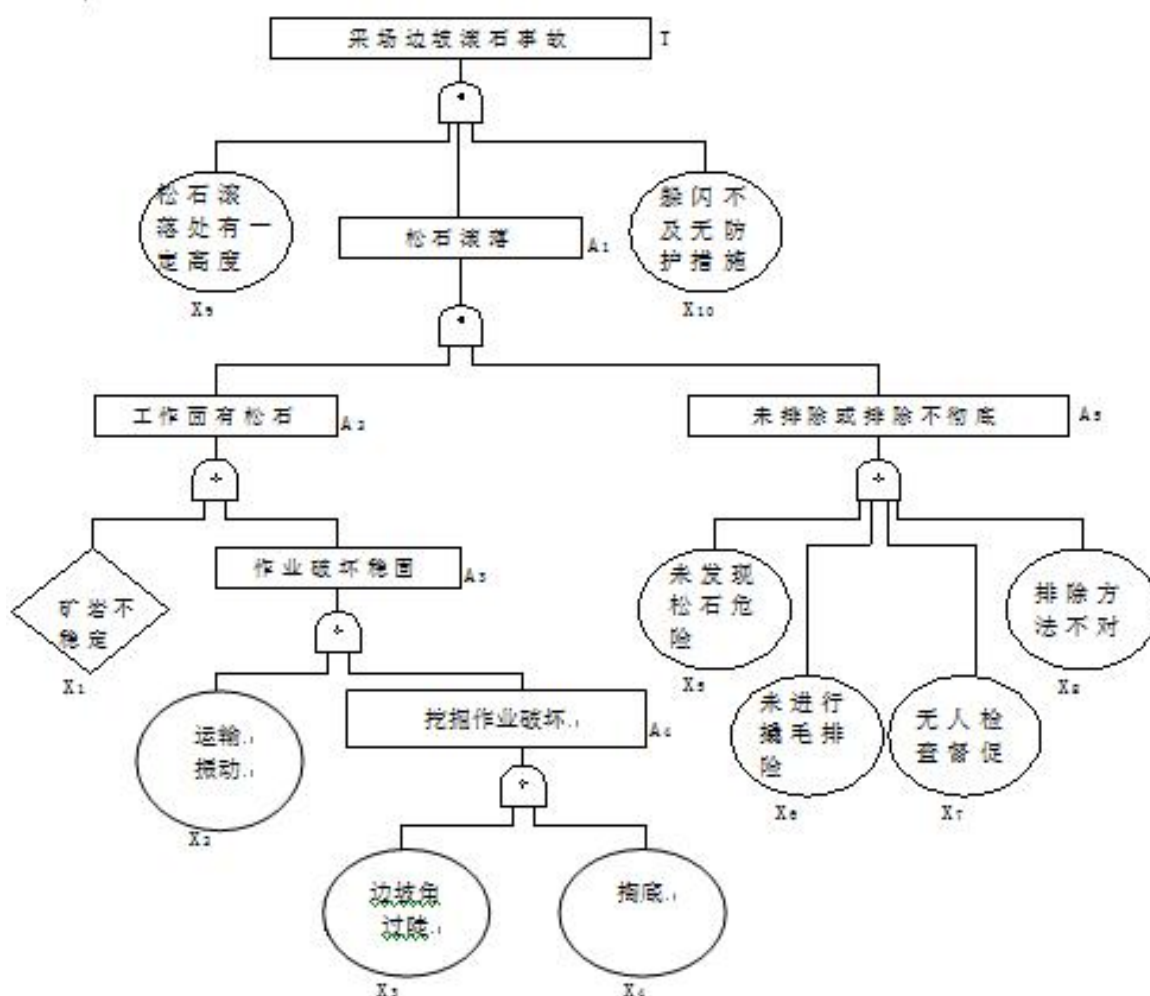


图 3.3-2 采场边坡滚石事故树

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

根据事故树图列出其逻辑代数式：

$$T = X_1 \cdot A_8 \cdot X_{10}$$

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

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

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

求得最小径集有：

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

展开逻辑代数式求得最小割集有十六个：

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

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

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

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

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

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

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

2) 可能导致本项目采场作业滚石伤人的影响因素

①边坡管理方面

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

②采掘作业方面

生产作业前未对工作帮边坡上的单个危石、伞檐体进行处理，或

者处理不彻底，处理顺序不当及处理过程中下方有其他作业人员可能会导致边坡滚石伤人。

③铲装作业方面

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

（5）边坡高处坠落事故分析

可能导致本项目边坡高处坠落的影响因素：

1) 采剥作业工作面台阶高度 12m，终了台阶高度 24m 或 36m，在清理浮石、危石过程中有高处坠落的可能性。

2) 在高度超过 2m 或坡面角大于 30°的地方作业时未使用安全绳（安全带）、安全绳未牢靠固定或使用不符合质量要求的安全带，也有发生高处坠落的可能。

3) 作业人员未经过教育培训、安全意识不强烈，违章作业、疲劳作业和酒后作业有可能导致高处坠落事故。

4) 采场顶部及危险区域内未设置安全警示标志或标志不明显，误入人员有发生高处坠落的可能。

（6）露天采场安全检查表

根据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）对本项目采场进行安全检查。详见表 3.3-2。

表 3.3-2 露天采场安全检查表

序号	检查内容				检查依据	检查情况	检查结论									
1	台阶高度的确定应符合下列规定： 1.需穿爆的矿（岩），台阶高度不应超过挖掘机最大挖掘高度的 1.5 倍； 2.不需穿爆的矿（岩），台阶高度不应超过挖掘机的最大挖掘高度。				《冶金矿山采矿设计规范》 (GB50830-2013) 第 7.2.1 条	台阶高度为 12m，可研未给出最大挖掘高度，矿山铲装设备均为利旧，按经验值进行估算，生产台阶高度不大于机械的最大挖掘高度的 1.5 倍。	下一阶段设计中需完善									
2	露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采。生产台阶高度应符合下表的规定。 <table><tr><td>矿岩性质</td><td colspan="2">作业方式</td><td>台阶高度</td></tr><tr><td>松软的岩土、砂状的矿岩</td><td rowspan="2">机械铲装</td><td>不爆破</td><td>不大于机械的最大挖掘高度</td></tr><tr><td>坚硬稳固的矿岩</td><td>爆破</td><td>不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍</td></tr></table>				矿岩性质			作业方式		台阶高度	松软的岩土、砂状的矿岩	机械铲装	不爆破	不大于机械的最大挖掘高度	坚硬稳固的矿岩	爆破
矿岩性质	作业方式		台阶高度													
松软的岩土、砂状的矿岩	机械铲装	不爆破	不大于机械的最大挖掘高度													
坚硬稳固的矿岩		爆破	不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍													
3	工作台阶坡面角可根据岩体结构面产状、岩体力学性质及水文地质特征通过计算确定，也可按围岩强度指标和围岩完整性特征通过类比法选取。				《冶金矿山采矿设计规范》 (GB50830-2013) 第 7.2.2 条	根据矿山生产情况和计算，上盘区域生产台阶坡面角 65°，下盘区域生产台阶坡面角 46°。	符合要求									
4	露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.1.8 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善									
5	露天矿山应该采用机械方式进行开采。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.1.2 条	矿山采用机械方式开采	符合要求									
6	多台阶并段时并段数量不超过 3 个，且不应影响边坡稳定性及下部作业安全。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.1.3 条	终了境界 2 个台阶一并段，并段后台阶高度为 24m。	符合要求									
7	露天采场应设安全平台和清扫平台。人工清扫平台宽度不小于 6m，机械清扫平台宽度应满足设备要求且不小于 8m。				《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.1.4 条	安全平台宽度大于等于 5m，清扫平台宽度大于等于 8m，安全平台和清扫平台间隔布	符合要求									

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
			置。	
8	邻近最终边坡作业应遵守下列规定： ——采用控制爆破减震； ——保持台阶的安全坡面角，不应超挖坡底。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.2 条	临近边坡的生产爆破要采取控制爆破技术，确保边坡的稳定性。	符合要求
9	边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业；人员和设备不应在边坡底部停留。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
10	矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.5 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
11	露天采场工作边坡应每季度检查 1 次，运输或者行人的非工作边坡每半年检查 1 次；边坡出现滑坡或者坍塌迹象时，应立即停止受影响区域的生产作业，撤出相关人员和设备，采取安全措施；高度超过 200m 的露天边坡应进行在线监测，对承受水压的边坡应进行水压监测。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.4.6 条	可研对边坡安全监测系统进行了设计，包括表面位移监测、内部位移监测、降雨量监测、视频监控等内容。	符合要求

（7）采场边坡稳定性分析评价

1）露天矿山边坡稳定性分析的依据

依据《非煤矿山边坡工程技术规范》（GB51016-2014）对边坡安全系数要求，并结合《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬铁矿四期采场边坡稳定性评价报告》等相关成果，安全系数选取如表 3.3-3 所示。

由于采取了爆破减振措施，生产爆破振动对边坡影响较小，计算不考虑爆破荷载影响，边坡稳定性计算选择主要计算工况为：自重+地

下水、自重+地下水+地震力、饱和三种。

表 3.3-3 不同荷载组合下总体边坡的安全系数

边坡工程安全等级	荷载组合Ⅰ	荷载组合Ⅱ	荷载组合Ⅲ	荷载组合Ⅳ
I	1.25	1.20	1.15	1.15

注：1.荷载组合Ⅰ为自重+地下水；荷载组合Ⅱ为自重+地下水+爆破振动力；荷载组合Ⅲ为自重+地下水+地震力；荷载组合Ⅳ为饱和工况。2.对台阶边坡和临时性工作帮，允许有一定程度的破坏。

2) 露天采场最终境界边坡稳定性分析剖面

依据企业提供的边坡稳定性研究报告中边坡工程地质分区，边坡划分为①、②、③、④a、④b、⑤、⑥、⑦、⑧共 9 个边坡分区，各分区选择代表性工程地质剖面，共计 9 条剖面，对设计边坡角进行验证，提出相关的优化建议，计算剖面及其位置如图 3.3-3。

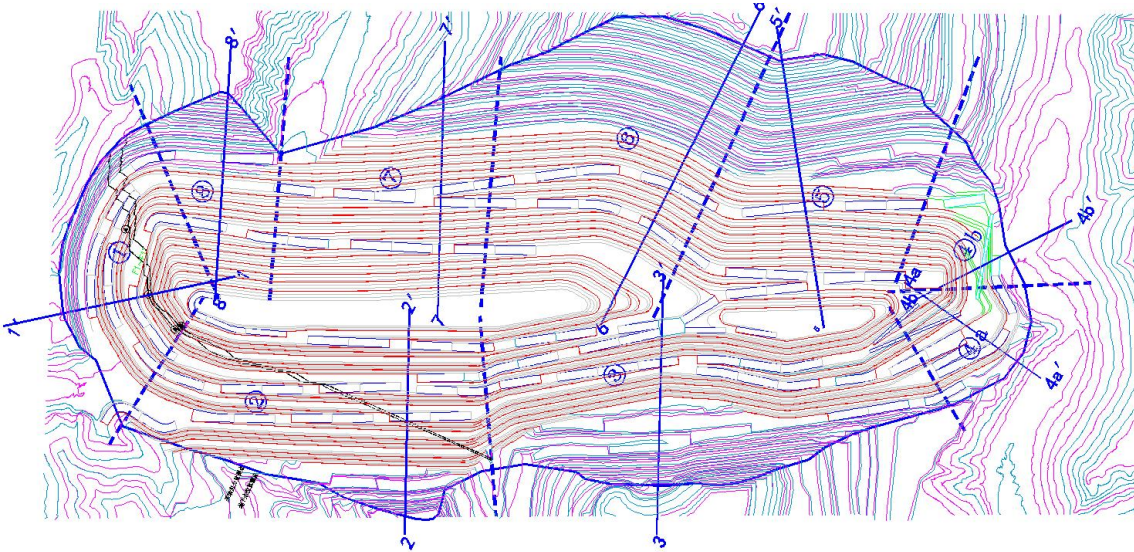


图 3.3-3 计算剖面及其位置

表 3.3-4 采场各区边坡破坏模式一览表

分区	①区	②区	③区	④a 区	④b 区	⑤区	⑥区	⑦区	⑧区
总体边坡	楔体形 平面形 圆弧形	倾倒地 楔体形 平面形 圆弧形	平面形 楔体形 圆弧形	平面形 圆弧形	平面形 圆弧形	圆弧形	圆弧形	圆弧形	圆弧形
台阶坡	楔体形 平面形	平面形 倾倒地	平面形 楔体形	平面形	平面形		平面形 阶梯形	楔体形	平面形 楔体形

3) 露天采场最终境界边坡岩体物理力学参数

根据《本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬铁矿四期采场边坡稳定性评价报告》，采场边帮岩体计算参数如表 3.3-5、表 3.3-6 所示。

表 3.3-5 自然工况岩石物理力学参数表

岩性	容重 kN/m ³	粘聚力 kN/m ²	内摩擦角 (°)	弹性模量 E/10 ⁴ MPa	泊松比 μ	体积模量 E/10 ⁴ MPa	剪切模量
绿帘角闪岩Aml	27.6	214	34.5	3.25	0.26	2.26	1.29
二云母石英片岩GPL	26.80	210.00	34.40	6.24	0.23	3.85	2.54
二云母石英片岩破碎带	26.50	180.00	27.00	3.24	0.26	2.25	1.29
断层	26.00	45.00	27.00	1.20	0.29	0.95	0.47
石英绿泥片岩Am	27.20	182.00	33.50	2.58	0.19	1.39	1.08
铁矿层Fe	34.50	370.00	37.50	4.29	0.21	2.47	1.77
钓鱼台石英岩Z _{2+3d}	27.00	430.00	37.50	5.70	0.13	2.57	2.52
南芬页岩组Z _{2+3n}	28.00	320.00	35.50	1.70	0.20	0.94	0.71
混合花岗岩Mr ₂	26.70	461.00	38.50	4.92	0.17	2.48	2.10
片麻状混合花岗岩Mr ₁ ²	26.70	520.00	39.70	5.20	0.17	2.63	2.22
云母片岩TmQ	26.80	397.00	37.50	3.72	0.22	2.21	1.52
辽河群石英岩Ptlal ₁	27.50	360.00	37.50	4.66	0.18	2.43	1.97
石英岩脉	27.20	430.00	36.80	9.17	0.18	3.64	3.89

表 3.3-6 饱和工况岩石物理力学参数表

岩性	容重 kN/m ³	粘聚力 kN/m ²	内摩擦角 (°)	弹性模量 E/10 ⁴ MPa	泊松比 μ	体积模量 E/10 ⁴ MPa	剪切模量
绿帘角闪岩Aml	28.677	210.06	32.713	3.12	0.26	2.17	1.24
二云母石英片岩GPL	26.99	179.75	32.74	2.68	0.23	1.65	1.09
二云母石英片岩破碎带	26.92	153.49	25.64	2.04	0.26	1.42	0.81
断层	26.18	24.15	23.04	1.00	0.29	0.79	0.39
石英绿泥片岩Am	27.35	157.83	32.25	2.30	0.19	1.24	0.97

岩性	容重 kN/m ³	粘聚力 kN/m ²	内摩擦 角 (°)	弹性模量 E/10 ⁴ MPa	泊松比 μ	体积模量 E/10 ⁴ MPa	剪切 模量
Fe	34.70	354.20	36.41	4.10	0.21	2.36	1.69
钓鱼台石英岩Z _{2+3d}	27.19	399.04	36.59	5.20	0.13	2.34	2.30
南芬页岩组Z _{2+3n}	28.20	296.95	34.64	1.56	0.20	0.87	0.65
混合花岗岩Mr ₂	26.89	427.81	37.57	4.23	0.17	2.14	1.81
片麻状混合花岗岩Mr ₁ ²	26.89	482.56	38.74	4.67	0.17	2.36	2.00
云母片岩TmQ	26.99	368.42	36.59	3.16	0.22	1.88	1.30
辽河群石英岩Ptlal ₁	27.69	334.08	36.59	4.33	0.18	2.26	1.83
石英岩	27.69	386.62	36.27	8.86	0.18	4.61	3.75

4) 露天采场最终境界边坡稳定性分析

南芬露天采场共分为 9 个边坡分区，根据优化设计最终境界边坡的几何形状及工程地质条件，每个分区选取至少一个代表性剖面，考虑自然、饱和、地震等条件进行边坡稳定性计算，结合矿山边坡稳定性分析及治理工程专项研究结论，将边坡稳定性汇总于表 3.3-7。

表 3.3-7 南芬铁矿露天边坡安全系数汇总表

分区	计算工况安全系数			潜在变形破坏区
	自然工况	爆破工况	地震工况	
①区 1-1'	1.435	1.401	1.396	286m~322m 局部破碎边坡和 F1 和 F1'断层出露部位
②区 2-2'	1.345	1.319	1.314	上部破碎石英岩，断层及软弱夹层，F1、F1'断层和软弱夹层出露部位；崩塌落石等
③区 3-3'	1.280	1.255	1.252	F4 断层带
④a 区 4a-4a'	1.755	1.748	1.741	/
④b 区 4-4'	1.280	1.260	1.256	矿岩结合面和矿体之间的软弱夹层出露，黄柏峪河渗流作用
⑤区 5-5'	1.246	1.221	1.216	/
⑥区	1.242	1.221	1.205	参考资料 9 成果，中间 W2 剖面
⑦区 7-7'	1.339	1.312	1.306	/

分区	计算工况安全系数			潜在变形破坏区
	自然工况	爆破工况	地震工况	
⑧区 8-8'	1.309	1.282	1.274	/

边坡①区：

位于采场北端帮，岩层节理断层发育，主要呈反倾状态，上部地层为钓鱼台石英岩 Z_{2+3D} ，中部地层为太古界混合花岗岩 Mr_2 以及 F1 断层风化带，下部为铁矿石 Fe、绿泥石英片岩 Am。其中 F1 断层带为黑背山倒转背斜右翼边界，岩性为强风化-全风化石英岩及页岩。

优化设计后，①区总体边坡处于稳定状态。北山+286m~+322m 局部破碎边坡和 F1 和 F1'断层出露部位，可涉及数个并段台阶的规模性滑塌破坏，需开展相关专项治理。

边坡②区：

位于采场西北部，上部地层为钓鱼台石英岩 Z_{2+3D} ，中部地层分别为片麻状混合花岗岩 Mr_1^2 ，下部为混合花岗岩 Mr_2 、云母石英片岩 TMQ。

优化设计后，②区最终边坡处于稳定状态。由于边坡石英岩岩体非常破碎，F1-F1'断层出露于终了边坡 238m 台阶坡，可能发生表层岩体风化剥落以及松散破碎岩体崩塌落石等潜在安全隐患，因此需要针对以上两种形式的边坡安全隐患进行防护治理。

边坡③区：

位于采场上盘，地层自上而下依次为钓鱼台石英岩 Z_{2+3D} 、片麻状混合花岗岩 Mr_1^2 、云母石英片岩 TMQ、磁铁矿 Fe 以及部分软弱夹层与断层风化带等。

优化设计后，③区最终边坡处于稳定状态。终了边坡 286m 台阶坡将出露 F4 断层破碎带，局部岩体将可能形成楔形破坏。

边坡④区：

该区位于南端帮，地层上覆碎石土薄层，中部主要为片麻状混合黄岗岩 Mr_1^2 及云母片岩 TMQ 夹层，下伏地层为元古界辽河群石英岩 PtL_aL_1 。现状边坡基本均未开挖到界。

优化设计后，④b 区在工况I、工况III处于稳定状态，在工况IV处于基本稳定状态。需设置疏干排水工程措施以提高边坡安全系数，设置边坡安全监测措施实时掌握边坡稳定状况。

边坡⑤区：

位于采场下盘南部，主要地层为绿帘角闪岩 Aml 和二云母石英片岩 GPL。

优化设计，后⑤区在工况I、工况III处于稳定状态，在工况IV处于基本稳定状态，开采过程中应加强地下水的监测。

边坡⑥区：

位于采场下盘，现状边坡+430m 平台已开挖靠界，地层自上而下依次为铁矿 Fe、绿泥石英片岩 Am、绿帘角闪片岩 Aml、二云母石英片岩 GPL、石英斑岩脉。

+442m~+574m 局部台阶坡发生不同规模的滑坡，处于欠稳定状态；随着开挖的进行，标高+358m 平台靠临终了境界，坡脚岩体卸荷，可能形成滑体剪出口，造成规模性的滑塌破坏；+190m~+358m 之间局部边坡也存在局部破坏的可能。因此，需加强该区域边坡的治理工作。

边坡⑦区：

位于采场下盘，北侧为庙儿沟，上部主要地层为铁矿 Fe、绿泥石英片岩 Am，中部为绿帘角闪岩 Aml，下部为二云母石英片岩 GPL。

优化设计后，⑦区在工况I、工况III处于稳定状态，在工况IV处于

基本稳定状态，开采过程中应加强地下水的监测。

边坡⑧区：

位于采场下盘，上部主要地层为铁矿 Fe、绿泥石英片岩 Am，中部为绿帘角闪岩 Aml，下部为二云母石英片岩 GPL。开挖过程中，+298m 台阶坡附近由于构造断层等原因，可能形成局部浅层滑塌。

优化设计后，⑧区在工况I、工况III处于稳定状态，在工况IV处于基本稳定状态，开采过程中应加强地下水的监测。

（8）单元小结

设计方案中露天矿山开采工艺、边坡参数与所采用的采剥工艺，符合《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2006）的相关规定。

本单元应注意以下问题：

1）下一步设计阶段应将下盘滑体治理区域与矿山采剥衔接进行详细设计，并细化协同的工程技术措施。

2）矿山长时间存在上部扩帮和下部采剥同时进行，扩帮过渡生产组织难度大，下一步设计阶段应对分条带扩帮临时边帮参数等技术要求及安全措施进行细化。

3）根据边坡稳定性分析，各分区边坡整体处于稳定状态，但局部边坡会存在滑塌、崩塌等安全隐患，且目前⑤、⑥区存在滑坡体，地下水对边坡稳定性影响较大，矿山需进一步开展边坡稳定性研究及边坡治理工作。

4）下一阶段设计补充选用的电铲最大挖掘高度。

5）下一阶段设计需明确：露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。

6）下一阶段设计需明确：边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业；人员和设备不应在边坡底部停留。

7) 下一阶段设计需补充矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。

3.3.2 穿孔爆破子单元

(1) 危险、有害因素辨识与分析

本项目矿石中深孔穿孔采用孔径为 250mm 牙轮钻机，岩石中深孔穿孔采用孔径为 310mm 牙轮钻机。采用数码电子雷管起爆。穿孔爆破作业常见的爆破危害有爆破震动、爆破冲击波、爆破飞石、拒爆、早爆等危害，可能造成人体的伤害和财产的损失。

1) 拒爆危害

爆破作业中，由于各种原因造成起爆药包、炸药的部分或全部未爆的现象称为拒爆。爆破中产生拒爆不仅影响爆破效果，而且处理时有较大的危险性，如果未能及时预防发现或处理不当，将会造成人员伤亡。

炸药拒爆，在处理过程中有可能造成对人员和设备的伤害和损坏。

2) 早爆危害

早爆危害是指在爆破作业中未按规定的时间提前引爆或在运输过程中引爆的现象。如果不能及时发现和预防早爆，将对人员和设备造成极大的危害，酿成重大安全事故。

3) 爆破震动危害

炸药在岩体中爆炸后，在距爆源的一定范围内，岩体中产生水平和垂直的振动波，即是爆破地震。如果装药量不按设计要求，一次炸药量较大，爆破震动比较强烈，对设备设施和岩体等会有所影响，可能在一定范围内造成人员伤亡、财产损失。

4) 爆破冲击波危害

爆破时，爆炸产物高速向空气中膨胀，对周围空气造成强烈压缩

形成压力很高的冲击波，可能危害附件的构筑物、设备设施和作业人员等。

5) 飞石危害

飞石危害是指爆炸时将一些矿岩碎块弹射出去，如距离过近、防范不当，将会造成人员伤亡和设备设施损坏事故。

引起放炮事故的主要因素有：

- 1) 使用不合格的炸药或受潮变质的炸药，易造成早爆或拒爆事故；
- 2) 因矿山生产能力大，一次爆破炸药量较大，如果设计未对一次爆破最大起爆药量进行计算确定或实际生产时未严格按设计规定的起爆药量进行爆破，容易发生爆破振动或爆破冲击波造成的危害，影响采场边坡的稳定和对周边设施造成破坏；
- 3) 设置的爆破避炮硐室的位置未进行爆破振动和爆破冲击波安全允许距离的计算依据，易发生爆破伤害事故；
- 4) 盲炮处理不当以及违章打残眼；
- 5) 非爆破工作业或有证爆破工违反规程作业；
- 6) 爆破后过早进入现场；
- 7) 爆破作业时，警戒不严、信号不明、安全距离不够；
- 8) 多点放炮时，未做到统一指挥，分次放炮。

(2) 预先危险性分析（PHA）

表 3.3-8 穿孔爆破子单元预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
火药爆炸及爆破伤害	操作不当、引发爆炸	1. 爆破设计、审批不严格； 2. 炮孔施工、验收不严格； 3. 爆破组织松散，机械不到位； 4. 爆破作业场所混乱； 5. 炸药控制不严格； 6. 爆破器材不合格；	爆炸伤亡事故	致残或死亡	III	1. 严格执行爆破设计、审批制度，按设计严格炮孔施工、验收，严格爆破组织及爆破安全管理；

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		7. 爆破作业后检查不到位，没有彻底清理未爆炸的残余炸药，瞎炮处理不当； 8. 装药、起爆工艺不合理或违章作业； 9. 爆破器材运输过程中，遇到明火、高温、强烈振动或摩擦； 10. 炸药、雷管混装、混运； 11. 人员没有撤到安全地点就起爆； 12. 未圈定爆破警戒或警戒不到位； 13. 使用不合格的爆破器材； 14. 运输炸药过程中出现意外情况。				2. 严格执行爆破器材检验制度； 3. 规范爆破作业场所，加强现场爆破器材安全管理； 4. 严格执行《爆破安全规程》； 5. 爆破作业人员要 100%持证上岗。
机械伤害	凿岩工作不规范	1.不按规程操作； 2.凿岩机砸、夹、挤伤人，钻架倾倒，风、水管摆动或飞出伤人。	机械伤人	人员受伤	II	1.严格按照操作规程使用凿岩机。

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

（3）穿孔爆破安全检查表

根据《爆破安全规程》（GB6722-2014）及《国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一[2015]13 号）对本项目穿孔爆破进行安全检查。详见表 3.3-9。

表 3.3-9 穿孔爆破安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	露天爆破作业时，应建立避炮掩体，避炮掩体应设在冲击波危险范围之外，结构应坚固紧密；掩体位置和方向应能防止飞石和有害气体的危害；通达避炮掩体的道路不应有任何障碍。	《爆破安全规程》（GB6722-2014）第 7.1.1 条	采场内各个工作平台都应设置移动式避炮棚。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
2	爆破地点与人员和其他保护对象之间的安全允许距离，应按各种爆破有害效应(地震波、冲击波、个别飞散物等)分别核定，并取最大值。	《爆破安全规程》 GB6722-2014） 第 13.1.1 条	可研未明确爆破安全距离。	下一阶段设计中需完善
3	扩壶爆破（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；	国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知安监总管一〔2015〕13 号	设计采用中深孔爆破。	符合要求
4	掏底崩落、掏挖开采、不分层的“一面墙”开采（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；		设计采用分台阶开采，台阶高度 12m。	符合要求
5	使用爆破方式对大块矿岩进行二次破碎（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用）；		二次破碎采用液压碎石机。	符合要求
6	无稳压装置的中深孔凿岩设备（金属非金属露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）；		选用凿岩设备有稳压装置。	符合要求
7	集中铲装作业时人工装卸矿岩（金属非金属露天矿山自发布之日起立即禁止使用，地下矿山自发布之日起一年半后禁止使用）；		采用电铲装矿岩。	符合要求
8	未安装捕尘装置的干式凿岩作业（金属非金属地下矿山自发布之日起立即禁止使用，露天矿山自发布之日起半年后禁止使用）；		采用牙轮钻进行穿孔作业。	符合要求
9	主要无轨运输巷道及露天采场采用人力或畜力运输矿岩（金属非金属地下矿山及露天矿山自发布之日起一年后禁止使用）；		采用汽车运输矿岩。	符合要求

（4）爆破震动效应评价

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

1) 爆破振动安全允许距离计算

爆破振动安全允许距离，按如下公式进行计算：

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

式中：R——爆破振动安全允许距离，m；

Q——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，kg；

V——保护对象所在地安全允许质点振速，cm/s；

K，α——与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，企业未提供试验数据，参考 0 选取，K 取 100，α 取 1.4。

表 3.3-10 爆区不同岩性的 K、α 值

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

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

根据上述计算公式计算结果见表 3.3-11。

表 3.3-11 爆破振动安全允许距离计算表

序号	建构筑物名称	安全允许质点振速 cm/s	K	α	最大单段药量 kg	爆破振动安全允许距离 m	最小距离 m	是否满足要求
1	岩石边坡	24	100	1.4	700	24.6	—	距离爆源 24.6m 内会受影响
2	工业场地	4	100	1.4	700	88.5	距离在 800m 外	满足
3	排土场	8	100	1.4	700	54	距离在 1000m 外	满足

可研未给出一次爆破最大炸药量，矿山目前一次爆破最大单段药量按 700kg 进行计算，排土场、工业场地均在爆破振动安全允许距离

之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 24.6m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量或延时爆破等措施。

2) 爆破飞石安全距离

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

表 3.3-12 个别爆破飞散物安全距离表

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

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

（5）单元小结

设计采用中深孔爆破，总体符合国家安全监管总局关于发布金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知安监总管一[2015]13 号、《爆破安全规程》（GB 6722-2014）的相关要求。

本单元应注意以下问题：

1) 可研未给出一次爆破最大炸药量，矿山目前一次爆破最大单段药量 700kg 进行类比计算，排土场、工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 24.6m 以内的岩石

边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量或延时爆破等措施，下一阶段设计中应明确一次爆破最大炸药量并对爆破振动安全允许距离进一步核算。

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

3) 矿岩爆破作业后应先清除边坡上的孤石、浮石，待清除完成后方可进入采场进行下一步作业。

3.3.3 铲装子单元

(1) 危险、有害因素辨识与分析

本项目采用电铲作为矿岩的主要装载设备。铲装作业主要危险、有害因素有：

- 1) 铲装作业时岩石、矿块掉落有可能发生物体打击伤害；
- 2) 铲装作业使用的机械设备可能对人员造成机械伤害事故；
- 3) 铲装作业产生的粉尘、噪声等会对长期接触人员造成职业危害，挖掘机、运输汽车的驾驶室若密闭不完善，爆堆洒水降尘工作不到位，均会造成粉尘危害。

(2) 预先危险性分析（PHA）

表 3.3-13 铲装子单元预先危险性分析表

危险有害因素	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
物体打击	1. 铲装作业时铲斗下方有人，矿岩掉落； 2. 边坡上浮石未清理干净； 3. 未佩戴劳保用品或佩戴劳保用品不规范； 4. 滚石伤人。	物体掉落	人员伤亡 设备损坏	II	1. 铲装作业时铲斗下方禁止有人，严格控制满斗率； 2. 禁止在边坡下坐卧、停留； 3. 加强安全教育，按照规程操作； 4. 坚持工作前对工作面的安全处理，加强个人防护措施，注意滚石伤人。

危险因素	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	1. 设备质量不合格或缺乏检修维护； 2. 规程缺乏或未执行规程； 3. 操作失误。	机械伤害	人员伤亡	II	1.加强设备检修维护； 2.制定各种安全操作规程，并严格执行。
车辆伤害	冰雪和多雨季节，道路较滑时，没有防滑措施并减速行驶。急转方向盘、急刹车； 驾驶人员违反安全规程驾驶车辆，车辆维护保养及安全管理存在缺陷，采场内机动车辆带“病”行驶，无证驾驶等易造成车辆伤害。 矿车行驶中操作不当或发生滑坡、塌方；	车辆伤害	人员伤亡、财产损失	III级	加强人员培训，提升人员安全意识； 加强现场作业指挥； 危险地段设置安全警示标志，定期对道路进行维护； 定期对车辆进行维护保养，确保设备处于良好状态；

(3) 铲装安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）对本项目铲装作业进行安全检查。详见表 3.3-14。

表 3.3-14 铲装安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论																			
1	最小工作平台宽度应按爆堆宽度、装载和运输设备所需宽度、动力管线布置方式，以及采剥作业的安全宽度等计算确定，也可按下表选取。 <table> <tr> <th rowspan="2">岩石硬度系数 f</th> <th colspan="3">阶段高度（m）</th> </tr> <tr> <th>10</th> <th>12</th> <th>15</th> </tr> <tr> <td>13~16</td> <td>33~36</td> <td>37~41</td> <td>44~48</td> </tr> <tr> <td>7~12</td> <td>27~32</td> <td>30~36</td> <td>35~43</td> </tr> <tr> <td>2~6</td> <td>21~26</td> <td>23~29</td> <td>27~34</td> </tr> </table>	岩石硬度系数 f	阶段高度（m）			10	12	15	13~16	33~36	37~41	44~48	7~12	27~32	30~36	35~43	2~6	21~26	23~29	27~34	《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）第 7.2.3 条	最小工作平台宽度 60m。	符合要求
岩石硬度系数 f	阶段高度（m）																						
	10	12	15																				
13~16	33~36	37~41	44~48																				
7~12	27~32	30~36	35~43																				
2~6	21~26	23~29	27~34																				
2	挖掘机最小工作线长度应满足挖掘机的正常作业和运输设备调车要求。挖掘机最小工作线长度宜按下表选取。 <table> <tr> <th rowspan="2">挖掘机斗容（m³）</th> <th colspan="2">挖掘机最小工作线长度（m）</th> </tr> <tr> <th>铁路运输</th> <th>汽车运输</th> </tr> <tr> <td>1~2</td> <td>>200</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>3~4</td> <td>300~400</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>>4</td> <td>450~500</td> <td>400</td> </tr> </table>	挖掘机斗容（m³）	挖掘机最小工作线长度（m）		铁路运输	汽车运输	1~2	>200	150	3~4	300~400	300	>4	450~500	400	《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）第 7.2.4 条	可研设计挖掘机斗容 10~20m³，采用汽车运输，工作线最小长度 200m。	下一阶段设计中需完善					
挖掘机斗容（m³）	挖掘机最小工作线长度（m）																						
	铁路运输	汽车运输																					
1~2	>200	150																					
3~4	300~400	300																					
>4	450~500	400																					

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
3	陡帮开采最小采剥带宽度的确定应满足年下降速度、剥离循环周期、开采工艺、采剥运输设备、运输道路技术条件等要求。陡帮开采最小采剥带宽度不应小于缓帮开采最小工作平台宽度。	《冶金矿山采矿设计规范》 (GB50830-2013) 第 7.2.6 条	根据计算，陡帮开采最小采剥带宽度 60m。	符合要求
4	自卸汽车装载应遵守如下规定： ——停在铲装设备回转范围 0.5m 以外； ——驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外； ——不在装载时检查、维护车辆。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.4.2.2 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
5	铲装设备工作应遵守下列规定： ——悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留； ——铲斗不应从车辆驾驶室上方通过； ——人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留； ——不应调整电铲起重臂。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	多台铲装设备在同一平台上作业时，铲装设备间距应符合下列规定： ——汽车运输：不小于设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m； ——铁路运输：不小于 2 列车的长度。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.5 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
7	上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.6 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
8	铲装时铲斗不应压、碰运输设备；铲斗卸载时，铲斗下沿与运输设备上沿高差不大于 0.5m；不应用铲斗处理车箱粘结物。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.7 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
9	发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.8 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
10	铲装设备行走应遵守下列规定： ——应在作业平台的稳定范围内行走； ——上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。	《金属非金属矿山安全规程》 (GB16423-2020) 第 5.2.3.10 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善

(4) 单元小结

可研中对铲装运输方式进行了设计，总体上符合《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）的要求。

本单元应注意以下问题：

1) 可研选用的挖掘机斗容 $10\sim 20\text{m}^3$ ，采用汽车运输，工作线最小长度 200m，不符合规范要求的 400m，下一阶段设计中需完善。

2) 下一阶段设计应明确自卸汽车装载应遵守如下规定：

- 停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；
- 驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；
- 不在装载时检查、维护车辆。

3) 下一阶段设计应明确铲装设备工作应遵守下列规定：

- 悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；
- 铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；
- 人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留；
- 不应调整电铲起重臂。

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

5) 下一阶段设计需完善上、下台阶同时作业时，上部台阶的铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

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

7) 下一阶段设计需完善：发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。

8) 下一阶段设计需补充铲装设备行走应遵守下列规定：

——应在作业平台的稳定范围内行走；

——上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。

3.4 矿山供配电设施单元

3.4.1 危险、有害因素辨识与分析

本单元存在的主要危险、有害因素有：

（1）电气设备或电线等选材不良或电气设备、超负荷运行而导致绝缘老化，顺着各用电设备金属支架绑扎电线而胶皮裸露，埋地敷设的电缆未完全覆土而裸露，加上接地保护、漏电保安装置失灵或失效时，人员触及带电部分，就地受到电击或电伤。

（2）防雷设施维护保养不好，防雷接地保护失效，在雷雨天气里，建筑物设备和人员，有可能遭受雷击的危害。

（3）电工操作时未穿戴必需的劳动防护用品，如穿着拖鞋或趿着皮鞋到矿山上上班等等，增加了触电事故发生的可能性。

（4）雨天暴露在水中的供电线路和设备，未按潮湿、水气较大场所的要求装设漏电保护断路器，当供电线路和设备漏电时极可能发生人身触电。

（5）若职工在生活区内违章用电，可能发生触电伤害。

（6）架空线路因矿区边坡变形和蠕动而造成线路杆移位、架空线低垂，导致线路断线、短路等故障。

（7）电气设备检修时，未按照电气作业规程操作，如雷雨天检修电气设备发生触电事故；检修未切断电源，带电刀开关裸露部分未设保护罩，未挂检修警示牌，无专人监护等，都可能造成人员发生触电事故。

（8）本项目涉及到大量的高、低压电气设备，因设备故障、人为因素等可能发生触电、火灾、机械伤害事故。

3.4.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.4-1 矿山供配电设施预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	违章作业	1. 操作不熟练； 2. 操作地点不安全； 3. 作业前安全检查、处理不到位； 4. 防护装置（罩）不全。	机械伤害	人员伤害	II	1. 严格执行操作规程； 2. 加强个人防护措施； 3. 完善配备机械安全防护装置。
触电	违章作业； 保护设施不到位。	1. 电器设计、选型不合理、安装存在缺陷或运行时短路、漏电等导致过热及雷电放电产生的电弧、静电火花而引起电器火花； 2. 工作面潮湿； 3. 使用电气设备绝缘老化； 4. 电气设备缺少漏电保护等防护装置； 5. 不执行停送电制度； 6. 缺乏安全警示标志； 7. 作业无人监护； 8. 不使用安全电压； 9. 安全装置失效； 10. 个人防护措施不全； 11. 其他违章操作。	短路、 引发漏电、 触电	人员伤亡、 设备损坏	II	1. 严格执行操作规程； 2. 加强个人防护措施； 3. 合理设计、选择电气设备，严格按照施工图和规范进行设备安装、调试； 4. 电气设备采用保护接地； 5. 变压器周围设围栏，配电室铺设供工作人员检查的绝缘地毯； 6. 配电室配备绝缘靴、绝缘手套、绝缘杆等绝缘设备，门窗加防护网； 7. 高压设备附近悬挂防止触电的警告牌； 8. 在断电的线路上作业时，该线路的电源开关把手必须悬挂警示牌，只有执行这项工作的人员才有权取下； 9. 电气设备可能被人所触及的裸露带电部分，设置警戒标志； 10. 定期检查电气线路及设备； 11. 电气工作人员 100% 持证上岗。
雷击	保护设施不到位。	1. 主要建构筑物无防雷击设施； 2. 电气设备、线路，未设有可靠的防雷、接地装置； 3. 未定期进行全面检查和监测导致防雷设施失效； 4. 违章作业，未穿戴劳动防护用品。	电击、 电伤	人员伤亡	II	在变配电室、高大建筑附近安装避雷针或避雷器，定期检查、监测。

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
火灾	绝缘、保护装置失效	1. 电弧、电火花、杂散电流； 2. 保险丝（片）选用不当； 3. 开关及配电箱内油料着火； 4. 机械作用（包括摩擦、震动冲击等）所引起； 5. 绝缘、保护装置未检查，未维护； 6. 装置失效； 7. 未设置消防灭火设施； 8. 其他违章操作。	明火、短路引发火灾	人员伤亡、设备设施损坏	II	1. 严格执行操作规程； 2. 树立先安全后生产的观念，坚持工作前对工作面的安全处理； 3. 加强个人防护措施； 4. 加强安全管理； 5. 电气设备采用保护接地； 6. 电网设施漏电、触电、过电流保护装置； 7. 配电室、发电机房、电气设备工作室配置消防灭火设施； 8. 加强电气设备及其线路的检查、维护。
中毒窒息	电气设备事故	1. 设备质量不合格； 2. 电气设备未检查、未维护，缺乏检修，造成设备故障；	中毒窒息	设备设施损坏、人员伤亡	II	1. 必须选用具有国家安全认证标志的电气设备； 2. 加强电气设备及其线路的检查、维护；

3.4.3 矿山供配电安全检查表

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

表 3.4-2 矿山供配电安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	矿山电力负荷应划分为一级负荷、二级负荷和三级负荷，负荷划分应符合下列规定： 1 一级负荷： 1) 井下有淹没危险环境矿井的主排水泵及下山开采的采区排水泵； 2) 井下有爆炸或对人体健康有严重损害的危险环境矿井的主通风机； 3) 矿井经常升降人员的立井提升机； 4) 有淹没危险环境露天矿采矿场的排水泵或用井巷排水的排水泵； 5) 根据国家或行业现行有关标准	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 3.0.1 条	可研未明确划分电力负荷等级。 采石变电站两台 66kV 主变压器容量为 16MVA。 2025 年在新建的采场排水泵站附近新建采场排水高压配电室，两路 6kV 供电电源分别引自采石变电站 6kV 母线一、二段，当一路电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量满足配电室全部负荷电力需求。	下阶段设计中需完善

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
	规定应视为一级负荷的其他设备。			
2	有一级负荷的矿山应由双重电源供电；当一电源中断供电，另一电源不应同时受到损坏，且电源容量应至少保证矿山全部一级负荷电力需求，并宜满足大型矿山企业二级负荷电力需求。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 3.0.3 条	采石变电站两台 66kV 主变压器容量为 16MVA，其两回 66kV 电源现引自汽修变电所，本钢供电厂拟将其改接至电业局南芬一次变。汽修变电站为矿石运输系统及采场排水系统提供电源。	符合要求
3	矿山供电电压大于或等于 20kV 的矿山工程，矿山企业的一级配电电压宜采用 10kV；经技术经济比较确定合理时，也可采用 6kV 或局部采用 20kV 及以上电压。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 3.0.6 条	本项目一级配电电压 6kV。	符合要求
4	矿山地面主变电所的主变压器台数确定，应符合下列规定： 1.大、中型矿山工程宜采用 2 台及以上； 2.矿山一级负荷的两个电源均需经主变压器变压时，应采用 2 台及以上； 3.无一级负荷的小型矿山工程可采用 1 台。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 3.0.7 条	采石变电站两台 66kV 主变压器容量为 16MVA。	符合要求
5	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和二级负荷的供电。地面主变电所的主变压器为 1 台时，宜预留矿山全部负荷 15%~25%的裕量。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 3.0.8 条	采石变电站两台 66kV 主变压器容量为 16MVA，可研未明确其中 1 台停止运行，其余变压器容量应能保证一级和二级负荷的供电。	下阶段设计中需完善
6	采矿场的供电线路不宜少于两回路；两班生产的采矿场或小型采矿场可采用一回路。排废场的供电线路可采用一回路。当采用两回路供电的线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 70%。当采用三回路供电线路时，每回路的供电能力不应小于全部负荷的 50%。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.1 条	采场采用双回路供电，每回均能满足采场所有负荷用电要求。	符合要求
7	有淹没危险环境采矿场的排水泵或用井巷排水的排水泵应由双重电源供电。两回路供电线路中，当任一回路停止供电时，其余回路的供电能力应能承担最大排水负荷。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.5 条	可研未明确双电源供电。	下阶段设计中需完善

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
8	采矿场和排废场低压电力网的配电电压，可采用 660V、380V 或 220/380V。手持式电气设备的电压，不得大于 220V。 照明宜采用 220V 或 220/380V，行灯电压不应大于 36V。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.13 条	可研说明了矿区内部低压供电电压均为 220V/380V；照明采用 220/380V。	符合要求
9	主接地极的设置应符合下列规定： 1.采矿场的主接地极不应少于 2 组，排废场主接地极可设 1 组； 2.主接地极宜设在供电线路附近或其它土壤电阻率低的地方； 3.有 2 组及以上主接地极时，当任一组主接地极断开后，在架空接地线上任一点所测得的对地电阻值不应大于 4Ω ，移动式设备与架空接地线之间的接地线电阻值，不应大于 1Ω 。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.14 条	可研未对采场主接地极的设置情况进行说明。	下一阶段设计中需完善
10	采矿场的架空供电线路上装设避雷装置的地点，应符合下列规定： 1.采矿场配电线路与横跨线或纵架线的连接处； 2.多雷地区矿山的高压电气设备与横跨线或纵架线的连接处； 3.排废场高压电气设备与架空线的连接处。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.19 条	可研未对采场、排土场架空供电线路上避雷装置进行说明。	下一阶段设计中需完善
11	夜间工作的采矿场和排废场，在下列地点应设置照明： 1.凿岩机、移动式或固定式空气压缩机和水泵的工作地点； 2.斜坡卷扬机道、人行梯和人行道； 3 汽车运输的装卸车处、人工装卸车地点的排废场、卸车线； 4 调车站、会让站。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 5.0.20 条	可研未对夜间工作的采矿场和排土场的照明情况进行说明。	下一阶段设计中需完善
12	向井下或露天矿采矿场和排废场供电的 6kV 或 10kV 系统不得采用中性点直接接地方式。	《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）第 3.0.9 条	可研未对 6kV 供电系统的接地方式进行说明。	下一阶段设计中需完善

3.4.4 雷电危险性评价

雷电危险评价主要是针对项目中建构筑物应设置的防雷接地设施而进行的，所采用的方法是根据《建筑物防雷设计规范》（GB

50057-2010)等相关标准、规范,查评本项目建筑物、设施的防雷分类、防雷设施措施是否正确。

可研中对防雷设施进行了描述。对高度在 15m 以上的建(构)筑物考虑设防雷保护。车间变压器中性点接地、电气设备保护接地及建筑物防雷接地采用公共接地系统,其接地电阻值不大于 4Ω 。在电源线进入厂房的入口处 PE 线应做重复接地,其接地电阻值小于或等于 10Ω 。建筑物内应作等电位连接,其防雷、电气、以及电子系统采用共用的接地系统,并取其最小的接地电阻值。

但可研未对建(构)筑物防雷等级进行说明,避雷设施未详细设计,下一阶段设计中需完善;未对采场、排土场架空供电线路上避雷装置的设置进行说明,下一阶段设计中需完善;未对采场主接地极的设置情况进行说明,下一阶段设计中需完善。

3.4.5 单元小结

可研对供配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》(GB50070-2020)、《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) 可研未明确划分电力负荷等级,下一步设计阶段应明确矿山电力负荷等级,一级负荷应由双电源供电。

(2) 可研未明确采石变电站两台变压器其中 1 台停止运行,其余变压器容量能否保证一级和二级负荷的供电要求,下一阶段设计中需完善。

(3) 可研未对露天采场主接地极的设置情况进行说明,下一阶段设计中需完善。

(4) 可研未对采场、排土场架空供电线路上避雷装置进行说明,

下一阶段设计中需完善。

（5）可研未对夜间工作的采矿场和排土场的照明情况进行说明，下一阶段设计中需完善。

（6）可研未对向露天采矿、排土场供电的 6kV 系统的接地方式进行说明，下一阶段设计中需完善。

（7）可研未对胶带斜井电缆选型进行说明，下一阶段设计中需完善。

（8）可研未明确露天采矿排水泵是否为一级负荷，下一阶段设计中需完善。

3.5 防排水单元

3.5.1 危险、有害因素辨识与分析

目前，露天采场内无有效的截洪设施，露天采场上盘区域（采场西侧）及下盘区域（采场东侧）均存在一定范围的汇水，为减少大气降雨形成的洪水流入采场内，保护露天采场边坡稳定和减轻采场排水泵站负担，可研设计分别在采场上盘 448~358m 水平、上盘 286m 水平，下盘 310~286m 水平布置台阶截洪沟拦截上部洪水，使其能够自流排出。

随着服务时间的推移，采场露天坑底标高降至-62m。排水系统采用坑底直排+接力联合的排水方式。

本单元存在的主要危险、有害因素有：

（1）大量雨水冲刷边坡坡面有可能引发滚石、滑坡、泥石流等地质灾害。

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

（3）采场等积水可能发生淹溺事故。

3.5.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.5-1 防排水单元预先危险性分析表

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

3.5.3 防排水安全检查表

根据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）中的相关要求，对本项目防排水系统进行符合性评价，见表 3.5-2。

表 3.5-2 防排水安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	露天矿山应建立水文地质资料档案；有洪水或地下水威胁的应设置防、排水机构；水文地质条件复杂或有洪水淹没危险的应配备专职水文地质人员。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2006）第 5.7.1.1 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
2	露天采场的总出入口、平硐口、排水口和工业场地应不受洪水威胁。	《金属非金属矿山安全规程》	在露天采场上、下盘设置截洪沟，拦截汇向采场的	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
	胁。	（GB16423-2006）第 5.7.1.2 条	大气降水；工业场地的雨水通过排水明沟外排；总出入沟、排水口和工业场地不受洪水威胁。	
3	露天矿山应采取下列措施保证采场安全： ——在采场边坡台阶设置排水沟； ——地下水影响露天采场的安全生产时，应采取疏干等防治措施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.3 条	在露天采场上、盘台阶设置有截洪沟。	符合要求
4	露天矿山应按照下列要求建立排水系统： ——受洪水威胁的露天采场应设置地面防洪工程； ——不具备自然外排条件的山坡露天矿，境界外应设截水沟排水； ——凹陷露天坑应设机械排水或自流排水设施； ——遇设计防洪频率的暴雨时，最低台阶淹没时间不应超过 7D，淹没前应撤出人员和重要设备。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.4 条	矿山属于凹陷露天开采，采用机械排水方式；设计最低台阶淹没时间为 5 天。	符合要求
5	机械排水设施应符合下列规定： ——应设工作水泵和备用水泵；工作水泵应能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵应能在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。 ——应设工作排水管路和备用排水管路。工作排水管路应能配合工作水泵在 20h 内排出一昼夜正常涌水量；全部排水管路应能配合工作水泵和备用水泵在 20h 内排出一昼夜的设计最大排水量。任意一条排水管路检修时，其他排水管路应能完成正常排水任务。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.7.1.5 条	+142m 水平固定泵站、-62m 以下设接力排水泵站，泵站均设置有工作水泵和备用水泵，工作水泵能在 20h 内排出一昼夜正常涌水量，全部水泵能在 20h 内排出一昼夜的最大涌水量。 固定泵站主排水管路采用 3 根 $\Phi 529 \times 9$ 焊接钢管；移动泵站主排水管路采用 3 根 $\Phi 529 \times 9$ 和 1 根 $\Phi 325 \times 10$ 焊接钢管。	符合要求
6	有遭遇洪水危险的露天矿山应设置专用的防洪、排洪设施。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1 条	在露天采场上、下盘设置截洪沟，拦截汇向采场的大气降水。	符合要求
7	露天开采矿山采场涌水量应包括地下水涌水量和采场大气降雨径流量，并应计算正常和最大涌水量。	《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）第 5.2.1 条	露天采场涌水量计算包括了地下水涌水量和采场大气降雨径流量，-62m 水平：正常涌水量 15565m ³ /d，最大涌水量为 114283m ³ /d。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结论
8	计算露天采场的大气降雨径流量时，设计暴雨频率选取应根据矿山规模、服务年限、淹没时间及所造成的损失等因素综合分析确定。露天采场设计暴雨频率：特大型、大型矿山应为 5%，中型矿山应为 10%，小型矿山应为 10%~20%。	《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）第 5.2.2 条	南芬露天铁矿为特大型露天矿山，设计暴雨频率采用 P=5%（20 年一遇）。	符合要求

3.5.4 防排水能力校核

可研中计算露天开采矿山涌水量时包括了地下水涌水量和采场大气降雨径流量，本章节按可研预测的涌水量对水泵的排水能力进行复核。

（1）可研报告设计内容

1）+142m 固定排水泵站

选用 6 台 YQ900-180/3-710/W-S 型潜水泵，单台水泵流量 900m³/h，扬程 180m，功率 710kW，电压 6kV。

雨季正常排水：1 台 YQ900-180/3-710/W-S 型潜水泵工作，其他水泵备用检修。

雨季最大排水：所有水泵投入使用。

固定泵站主排水管路采用 3 根 Φ529×9 焊接钢管。雨季正常排水时，1 根 Φ529×9 工作，其余备用检修；雨季最大排水时，全部管道同时工作。

2）移动排水泵站

选用 2 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵，1 工 1 备，单台水泵流量 340m³/h，扬程 391.9m，功率 560kW，电压 6kV。

选用 6 台 YQ900-240/4-1000/W-S 型潜水泵（矿山现有），单台水泵流量 900m³/h，扬程 240m，功率 1000kW，电压 6kV。

非降雨时期排水：1 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵工作，其他水泵备用检修。

雨季正常排水：1 台 YQ900-240/4-1000/W-S 和 1 台 YQ275-460/12-560/W-S 型潜水泵工作，其他水泵备用检修。

主排水管路采用 3 根 $\Phi 529 \times 9$ 和 1 根 $\Phi 325 \times 10$ 焊接钢管。非降雨时期排水时，1 根 $\Phi 325 \times 10$ 工作，其余备用检修，将采场涌水从坑底移动泵站直排至 286m 平台，供矿山使用；雨季正常排水时，1 根 $\Phi 529 \times 9$ 和 1 根 $\Phi 325 \times 10$ 工作，其余备用检修；雨季最大排水时，全部管道同时工作。

（2）排水泵站排水能力校核

1) +142m 固定排水泵站

①水泵排水量校核

雨季正常涌水量时： $15565 \div 900 = 17.29\text{h}$

最大排水量时： $114283 \div (900 \times 6) = 21.16\text{h}$

从计算结果可知，在可研计算的正常涌水量和最大涌水量情况下，工作水泵能在 17.29h ($< 20\text{h}$) 内排出一昼夜的正常涌水量，全部水泵能在 21.16h ($> 20\text{h}$) 内排出一昼夜的最大涌水量，坑底允许淹没 5 天，符合要求。

②扬程校核

排水出口标高+286m，最低水平标高+142m。

水泵所需扬程： $H' = KH_p = 1.1 \times 144 = 158.4\text{m}$ ，所选水泵扬程为 180m，所选水泵扬程满足排水要求。

2) 移动排水泵站

雨季正常涌水量时： $15565 \div (900 + 275) = 13.25\text{h}$

最大用水量时： $114283 \div (900 \times 6 + 275) = 20.14\text{h}$

从计算结果可知，在可研计算的正常涌水量和最大涌水量情况下，工作水泵能在 13.25h（<20h）内排出一昼夜的正常涌水量，全部水泵能在 20.14h（>20h）内排出一昼夜的最大涌水量，坑底允许淹没 5 天，符合要求。

②扬程校核

排水出口标高+142m，最低水平标高-62m。

水泵所需扬程： $H' = KH_p = 1.1 \times 204 = 224.4\text{m}$ ，所选水泵扬程为 391.9m、240m，所选水泵扬程满足排水要求。

（3）涌水量预测

本项目可研设计防洪标准按 20 年一遇。依据《防洪标准》（GB50201-2014），南芬露天铁矿为特大型矿山，防洪标准（重现期）应为 100~200 年一遇，建议下一阶段设计中，提高防洪标准，对日最大降雨量数值进行搜集，合理选取暴雨设计频率、地表径流系数等，对露天采场的涌水量进行预测。

（4）截水沟过流能力校核

根据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）中的有关规定，本次露天采场台阶截洪沟的防洪标准采用设计频率 $P=2\%$ ，校核频率 $P=1\%$ ，即 50 年一遇设计，100 年一遇校核。

1) 洪峰流量计算

选用公路科学研究所经验公式进行计算。

$$Q = \varphi \cdot S_p \cdot F \quad (3.5-1)$$

式中：Q——洪峰流量， m^3/s ；

S_p ——雨力， mm/h ；

ϕ ——径流系数；

F——截洪沟的汇水面积， km^2 。

各截洪沟的洪峰流量计算结果见表 3.5-3。

表 3.5-3 截洪沟洪峰流量计算结果表

工程名称	截洪面积 F (km^2)	径流系数 ϕ	设计雨力 Sp (mm/h)	设计 频率	洪峰流量 Q (m^3/s)
上盘 448-358m 水平台 阶截洪沟	0.62	0.7	67.23	p=2%	8.11
			77.14	p=1%	9.31
上盘 286m 水平台阶截 洪沟（北段）	1.96	0.7	67.23	p=2%	25.64
			77.14	p=1%	29.43
下盘 310m 水平台阶截 洪沟	0.37	0.7	67.23	p=2%	4.84
			77.14	p=1%	5.55
下盘 286m 水平台阶截 洪沟（南段）	1.10	0.7	67.23	p=2%	14.39
			77.14	p=1%	16.51
下盘 286m 水平台阶截 洪沟（北段）	1.50	0.7	67.23	p=2%	19.62
			77.14	p=1%	22.52

2) 泄流能力计算

截水沟泄流能力计算：

采用明渠泄流公式对截洪沟的泄流能力进行计算，计算公式如下：

$$Q = CA\sqrt{RJ} \quad (3.5-2)$$

式中：J——坡度；

A——过水断面面积（满流状态）；

R——水力半径；

C——谢才系数；

各截洪沟的泄流能力计算结果见表 3.5-4。

表 3.5-4 截洪沟泄流能力计算结果表

工程 名称	底宽 (m)	沟深 (m)	糙率	纵坡度 (‰)	流速 (m/s)	洪峰 流量 (m^3/s)	最大过 流能力 (m^3/s)
上盘 448-358m 水平 台阶截洪沟	2.0	1.6	0.013	3	3.05	8.11	9.75

上盘 286m 水平台阶截洪沟（北段）	3.8	2.0	0.013	3	4.14	25.64	31.47
下盘 310m 水平台阶截洪沟	1.6	1.40	0.013	3	2.69	4.84	6.02
下盘 286m 水平台阶截洪沟（南段）	2.5	2.0	0.013	3	3.54	14.39	17.69
下盘 286m 水平台阶截洪沟（北段）	3.0	2.0	0.013	3	3.80	19.62	22.81

根据计算，各截水沟过流能力满足要求。

3.5.5 单元小结

可研中对本项目采场、工业场地均设置了防排水系统，总体能够满足安全要求。

本单元应注意以下问题：

（1）本项目为特大型矿山，建议下一阶段设计中，提高防洪标准，对日最大降雨量数值进行搜集，合理选取暴雨设计频率、地表径流系数等，对露天采场的涌水量进行预测。

（2）露天矿山应建立水文地质资料档案；有洪水或地下水威胁的应设置防、排水机构。

（3）本项目可研设计防洪标准按 20 年一遇。依据《防洪标准》（GB50201-2014），南芬露天铁矿为特大型矿山，防洪标准（重现期）应为 100~200 年一遇，建议下一阶段设计中，提高防洪标准，对日最大降雨量数值进行搜集，合理选取暴雨设计频率、地表径流系数等，对露天采场的涌水量进行预测。

3.6 排土场单元

3.6.1 危险、有害因素辨识与分析

排土场存在的主要危险、有害因素有：

（1）排土场因设计、施工、管理、气象和地震等因素影响，可能发生滑坡、泥石流；

（2）若在建设初期，排土场工程地质勘察及规划设计等涉及到排土场建设质量的许多重要方面被忽视，排土场在投用前对其底部的软弱层不清楚或者不清理或者清理不彻底，将会给排土场滑坡埋下隐患；

（3）在排土场排弃作业过程中，可能发生大块废石沿坡面滚下造成滚石伤人；

（4）排土场的设置不能满足废石的排弃要求，或堆排高度过大、边坡角过陡，或防排水设施不合理，排土场的整体稳定性及边坡稳定性差，在山洪冲刷等外部条件影响下，容易引起滑坡、坍塌并形成泥石流，对下游环境造成污染及灾害；

（5）弃排过程中管理不善，随意排放或高坡陡坡排放，也会发生矿车翻车、人员坠落、滚石伤人的事故；

（6）车辆运输、卸载过程中可能发生车辆伤害事故；

（7）边坡作业过程中可能发生高处坠落事故。

3.6.2 预先危险性分析（PHA）

表 3.6-1 排土场预先危险性分析表

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
滑坡、泥石流	1.暴雨； 2.超高堆放； 3.地震。	1.设计缺陷，选址不当、边坡坡度过陡、排水设施不满足排水要求等； 2.施工质量不合格； 3.排水设施损坏； 4.将岩、土分层交替堆置； 5.安全管理责任制、安全作业规程等的欠缺。	滑坡、泥石流	人员伤亡、设施破坏、设备损坏	II-III	1.委托有资质的设计单位设计； 2.委托有资质施工单位施工； 3.严格按照设计施工； 4.加强管理，定期进行隐患排查。
滚石	卸车时未观察周围情况。	1.人员进入卸载平台下方危险区域； 2.安全平台宽度	岩石滚落伤人	人员伤亡	II	1.设置安全警示标志，不得进入危险区域； 2.留有足够的安全平台宽度；

危险有害因素	触发事件	形成事故原因	事故模式	事故后果	危险等级	对策措施
		不足； 3.无防滚石措施。				3.设置防滚石挡墙。
车辆伤害	1.驾驶员粗心大意、精力不集中、超速行驶； 2.卸车时违规作业，靠近边坡眉线； 3.刹车失灵； 4.指挥人员指挥失误。	1.管理不善、车流混乱行驶； 2.无关人员进入作业场地； 3.卸载平台无车挡或车挡失效； 4.无证驾驶； 5.酒后驾驶、疲劳驾驶。	车辆撞到人员、设备等	人员伤亡、设备损坏	II	1.加强安全教育和培训，严禁酒后驾驶； 2.设置安全警示标志； 3.卸载平台按要求设置安全车挡； 4.定期对车辆进行检查和保养； 5.无关人员不得入场。
高处坠落	1.作业人员粗心大意，踩滑、踏空或被拌倒； 2.松散边坡垮塌导致人员坠落。	1.无安全护栏； 2.边坡松散不稳； 3.人员靠近边坡眉线。	人员坠落	人员伤亡	II	1.生产过程中加强管理，无关人员不得进入排土场； 2.作业人员不得靠近眉线； 3.设置安全警示标志； 4.加强边坡检查，排出松散边坡。

3.6.3 排土场安全检查表

依据《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）、《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）、《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）对排土场进行检查分析，见表 3.6-2。

表 3.6-2 排土场安全检查表

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结论
1	排土场不应受洪水威胁或者由于上游汇水造成滑坡、塌方、泥石流等灾害。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.1 条	排土场设截洪沟，上游设置拦挡坝和导流隧洞，防洪工程完成后不受洪水威胁或者由于上游汇水造成滑坡、塌方、泥石流等灾害。	符合要求
2	排土场不应给采矿场、工业场地、居民区、铁路、公路和其他设施造成安全隐患。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.2 条	排土场离采矿场、工业场地、居民区等较远，不会造成安全隐患。	符合要求
3	排土场不应影响露天矿山边坡稳定，不应产生滚石、滑塌等危害。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.3 条	排土场距离露天矿山约 400m，排土场总堆置高度超过 400m，排土场可能影响露天矿山边坡稳定。	下一阶段设计中需完善

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结论
4	排土场应设拦挡设施，堆置高度大于 120m 的沟谷型排土场应在底部设置挡石坝。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.1.1.5 条	在主要沟谷内上、下游排土场各设置拦挡坝各一座，上下游拦挡坝均位于排土场东、西两侧黄柏峪河沟谷内，下游拦挡坝位于西侧汽车排土边坡前缘，上游拦挡坝位于 +480m 汽车排土台阶的东侧黄柏峪河道内。	符合要求
5	排土作业区应符合下列要求： ——有良好的照明； ——配备通信工具； ——设置醒目的安全警示标志。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.2.3 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
6	汽车排土应遵守下列规定： ——排土平台应平整，排土线应整体均衡推进； ——在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4； ——由经过培训考核合格的人员指挥； ——汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 16km/h；与坡顶线距离小于 50m 时，车速不大于 8km/h； ——重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h； ——能见度小于 30m 时停止排土作业。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.2.4 条	可研未明确。	下一阶段设计中需完善
7	矿山企业应建立排土场边坡稳定监测制度，边坡高度超过 200m 的，应设边坡稳定监测系统，防止发生泥石流和滑坡。	《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）第 5.5.3.2 条	可研设计建立排土场监测系统，监测以边坡位移监测为主，降雨等其它相关监测共用露天边坡相关监测系统。在线监测采用 GNSS 接收机进行监测。	符合要求
8	排土场场址应满足与采矿场、工业场地（厂区）、居民点、铁路、公路、输电及通信干线、水域、隧洞等设施的安全防护距离的要求。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 4.1.1 条	排土场距离露天矿山约 400m，排土场总堆置高度超过 400m，排土场可能影响露天矿山边坡稳定。	下一阶段设计中需完善
9	排土场不宜设在工程地质和水文地质不良地带。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 4.1.2 条	排土场场地条件一般。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结论
10	不得将排土场选在水源保护区、江河、湖泊、水库上，排土场不得侵占名胜古迹保护区和自然保护区。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 4.1.3 条	排土场未设置在上述区域。	符合要求
11	排土场场址不宜设于居民区和工业厂区常年主导风向的上风侧和生活水源的上游。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 4.1.5 条	排土场位于居民区和工业厂区常年主导风向的下风侧。	符合要求
12	排土场不应布置在具有形成泥石流条件、排水不良、可能危及露天采矿场、井（硐）口、工业场地、居住区、村镇、交通干线等重要建（构）筑物的上游。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 4.2.1 条	排土场设截洪沟，上游设置拦挡坝和导流隧洞，排土场未布置在上述区域的上游。	符合要求
13	排土场应靠近采场。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 4.2.3 条	排土场靠近采场。	符合要求
14	排土方式应根据矿山开拓运输方式、岩土性质、运输量、运输距离，并结合排土场地形、地质条件等因素比较后确定。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 5.1.1 条	IV 号排土场为汽车排土场。	符合要求
15	多台阶排土场的总体边坡角应满足排土场整体稳定性要求。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 5.2.3 条	经稳定性计算，总体边坡角满足排土场整体稳定性的要求。	符合要求
16	排土场应设置防排水系统。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 5.6.1 条	排土场上游设置拦挡坝，排土场北侧山坡上布置 T-1#截洪沟、土场南侧山坡上布置 T-2#截洪沟，基底布置 T-1#排渗盲沟。	符合要求
17	排土场外围汇水面积较大时，应设置防排洪系统。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.2.1 条	排土场北侧山坡上布置 T-1#截洪沟、土场南侧山坡上布置 T-2#截洪沟。	符合要求
18	排土场平台应有 2%~5%的反坡，场内的地表水应有组织排至场外。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.2.4 条	排土场排弃时，排土场平台应有 2%~5%的逆坡，场内地表水应有组织地排至场外。	符合要求
19	排土场坡脚处宜采用大块石填筑高 5m~10m 的渗水层。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.2.5 条	由于暴雨时废石场坡脚处水流速度较大，为提高排土场的稳定性，排土场排土时在坡脚处堆排粒径较大的块石，以增加废石场的抗冲刷能力，排土场沟谷处基底堆排大块石形成渗水层。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	可研设计情况	检查结论
20	山坡或沟谷与排土场发生交叉时，应设置防洪设施，并应符合下列规定：①当排土场上游洪水量较小时，可采用截洪沟；②当排土场上游洪水量较大时，应在上游设置导流堤，并应根据地形条件，沿山坡设置防洪渠或在排土场底部设置暗涵。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.2.6 条	排土场上游设置拦挡坝，采用排洪隧洞排洪。	符合要求
21	排土场滑坡防治措施应符合下列规定：①排土场区应清理地表植被层及软弱地基；②地形坡度较大的地段应改造成为阶梯状；③在底部应排弃大块岩石；④排土场设计应安排排土顺序和设置排土高度；⑤排土场的上游区域或周边应设置截排水沟；⑥沟谷型排土场应设置压坡脚排土方式；⑦排土场滑坡防止措施应设置重力式挡土墙、中立式抗滑挡土墙、抗滑片石垛或抗滑桩等抗滑支挡构筑物。	《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）第 7.3.2 条	当北坡残坡积土厚度较大，坡度大于 1:5 且山坡有植被或第四系软弱层时，最终境界 100m 内的植被或第四系层应全部清除，将地基削成阶梯状；在底部应排弃大块岩石；排土场设计了排土顺序和设置排土高度；排土场的上游区域或周边应设置截排水工程。	符合要求
22	排土场的阶段高度、总堆置高度、安全平台宽度、总边坡角、相邻阶段同时作业的超前堆置高度等参数，应满足安全生产的要求在设计中明确规定。	《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）第 5.6 条	IV 号排土场排土场西端部形成 8 个平台，标高分别为 406m、430m、450m、480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 20m；单台阶最大堆积高度 30m，阶段坡面角 33.7°（废石自然安息角），总堆置高度 260m，总的边坡角为 19.6°。排土场上山道路沿汽排土场西端展布，运输平台宽 30m。 IV 号排土场东端部形成 5 个平台，标高分别为 480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 30m；单台阶最大堆积高度 30m，阶段坡面角 33.7°（废石自然安息角）总堆置高度 160m，总的边坡角为 24.0°。	符合要求

3.6.4 排洪系统排洪能力校核

该排土场等级为一级，按照 50 年一遇洪水设防标准进行校核。

（1）洪水计算

排土场部分采用《辽宁省设计暴雨洪水计算方法》中的相关计算方法计算Ⅱ期河流改道工程的洪峰流量和洪水总量。计算公式如下所示：

$$Q_P = 0.278\phi_p \cdot i_p \cdot F \quad (3.6-1)$$

$$\tau = x\left(\frac{L}{J}\right)^y \quad (3.6-2)$$

$$i = \frac{P_{\tau P_{\text{面}}}}{\tau} \quad (3.6-3)$$

式中： Q_P ——设计洪峰流量（ m^3/s ）

ϕ_p ——设计洪峰径流系数

i_p ——相当于汇流时间 τ 的设计面暴雨强度（ mm/h ）

F ——汇流面积（ km^2 ）

$P_{\tau P_{\text{面}}}$ ——一定频率下 τ 历时的设计面暴雨（ mm ）

τ ——汇流时间（ h ）

L ——控制地点以上的河流长度（ km ）

J ——河道平均坡度

x, y ——地区汇流参数

1) 洪水计算结果

洪水计算结果如表 3.6-3 所示。

表 3.6-3 洪水计算结果表

计算参数	数值
设计频率	2%（50 年一遇）
暴雨量 H_{24P} （ mm ）	232.2
坡度 J （‰）	45
X	0.96

计算参数	数值
Y	0.73
汇流历时 τ (h)	0.787
径流系数 ϕ_p	0.84
主河道长度 L (km)	5.11
汇水面积 F (km ²)	13.0
洪峰流量 Q_p (m ³ /s)	272.5
洪水总量 W_p (m ³)	299.56×10^4

2) 洪水过程线

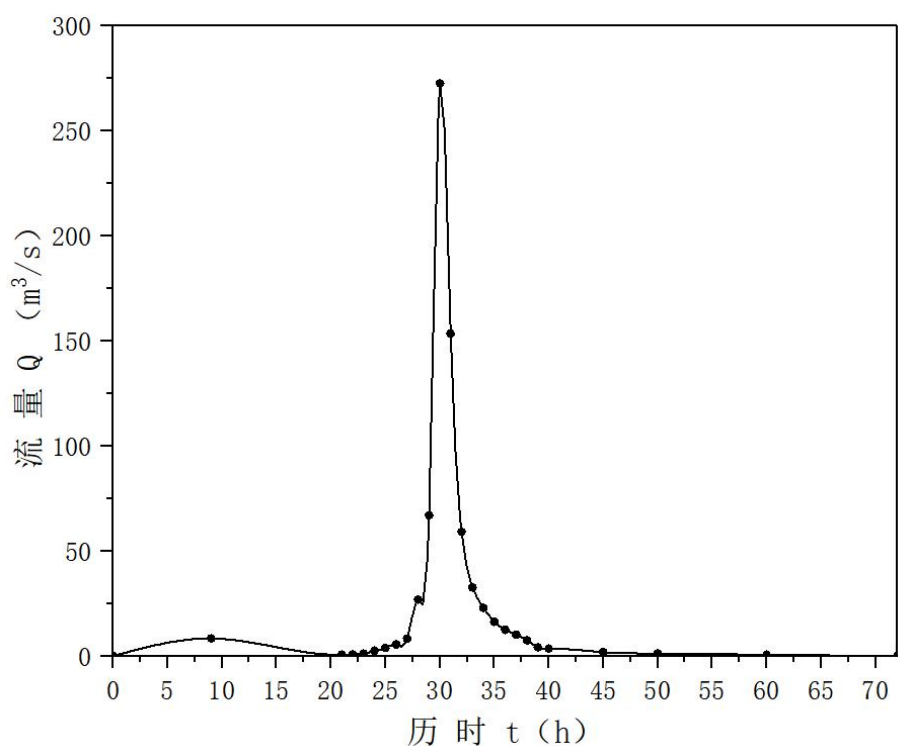


图 3.6-1 洪水过程线

(2) 排洪系统水力计算

1) 排洪系统设计概况

根据可研方案，I 期防洪工程主要由上游引流明渠、排洪隧洞、下游排洪明渠组成。上游引流明渠段长度 70m，明渠底宽 9m，高 3.5m，纵坡度 24‰；排洪隧洞段长度 1990m，底宽 B=4m，直墙高度 2.75m，

洞高 4.75m，纵坡度 24‰，隧洞下游排洪明渠段长度为 1035m，明渠底宽 9m，高 3.5m，纵坡度 3.62‰~45.3‰。

II 期防洪工程由入口排洪明渠、排洪隧洞组成。入口排洪明渠底宽 7.5m，入口排洪明渠长 116.5m，设计水深 2.75m，纵坡度 13‰，排洪隧洞长度为 1500m，II 期排洪隧洞断面与 I 期断面一致，底宽 B=4m，直墙段高度 2.75m，洞高 4.75m。II 期排洪隧洞出口接现有 I 期排洪隧洞。

2) 水力计算

隧洞的水力计算按照明口隧洞泄流流量计算公式，见表 3.6-4 所示。

表 3.6-4 框明口隧洞泄流流量计算公式

工作状态	计算公式
非淹没泄流（长洞）	$Q = m \zeta_n b \sqrt{2g} H_0^{1.5}$
半压力流	$Q = \mu_0 \omega \sqrt{2g} (H_0 - \beta h)$
压力流	$Q = \mu_H \omega \sqrt{2g(H_0 + il - 0.85h)}$ $\mu_H = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi + \frac{2gl}{C^2 R}}}$

式中：H₀——隧洞进口处的计算水头（m）；

M——流量系数；

b——隧洞宽度（m）

h——隧洞高度（m）；

ω——隧洞断面面积（m²）；

i——隧洞坡度；

C——谢才系数；

l——隧洞长度（m）；

R——水力半径（m）；

ξ ——阻力系数，非矩形断面取 1.22。

根据可研报告，本次调洪起调高程为+437.6m，经计算对应水位-泄流量关系曲线如图 3.7-2 所示。

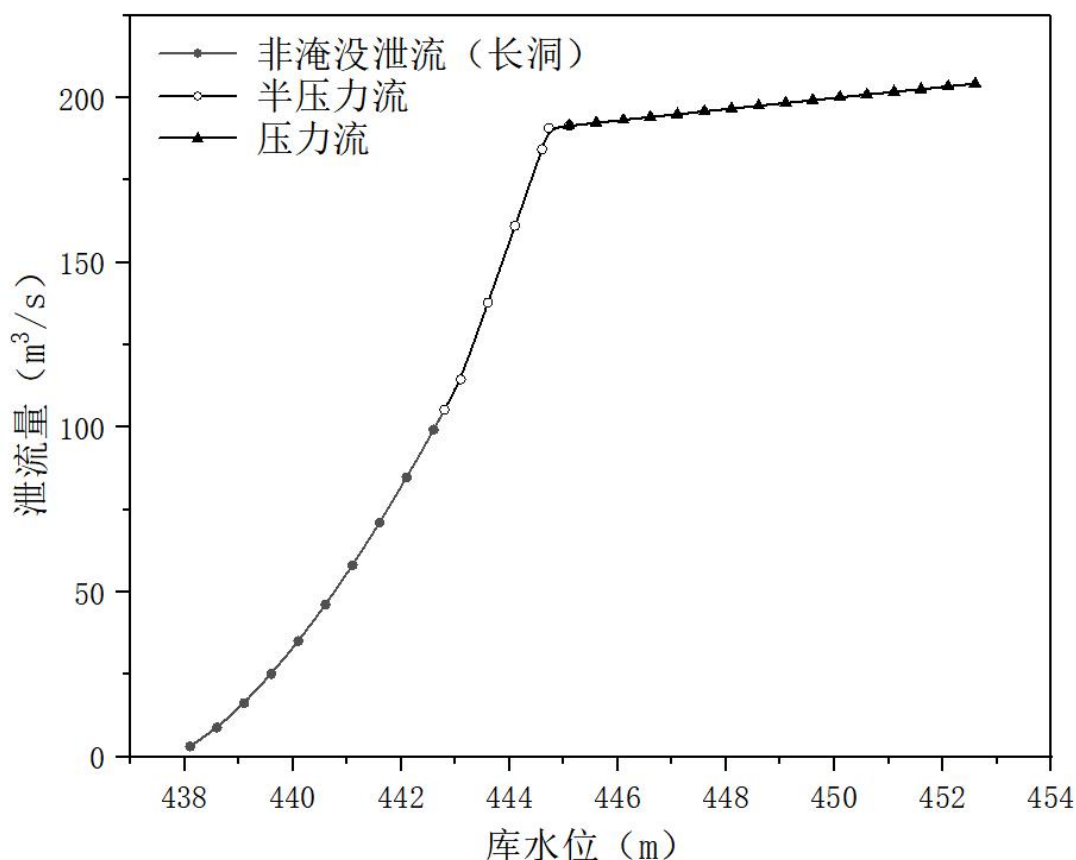


图 3.6-2 库水位-泄流量关系曲线

(3) 调洪演算

采用水量平衡法进行调洪演算，此法根据来水过程线和排水构筑物的泄水量与蓄水量关系曲线，通过水量平衡计算求出泄洪过程线，定出泄流量和调洪库容。水量平衡方程式如下：

$$\frac{1}{2} (Q_s + Q_z) \Delta t - \frac{1}{2} (q_s + q_z) \Delta t = V_z - V_s \quad (3.6-4)$$

式中： Q_s 、 Q_z ——时段始、终来洪流量， m^3/s ；

q_s 、 q_z ——时段始、终泄洪流量， m^3/s ；

V_s 、 V_z ——时段始、终蓄洪量， m^3 ；

Δt ——该时段的时间，h。

根据上述数据材料，计算最终调洪演算结果如表 3.7-5 所示。

表 3.6-5 调洪演算结果表

项目	单位	计算结果
评价选取设防频率	%	2（50 年一遇）
洪峰流量	m ³ /s	272.5
洪水总量	m ³	299.56×10 ⁴
现状水位（起调水位）	m	+437.6
最大下泄流量	m ³ /s	198.86
所需调洪库容	m ³	16.298×10 ⁴
最高洪水位	m	+449.343
调洪高度	m	11.743

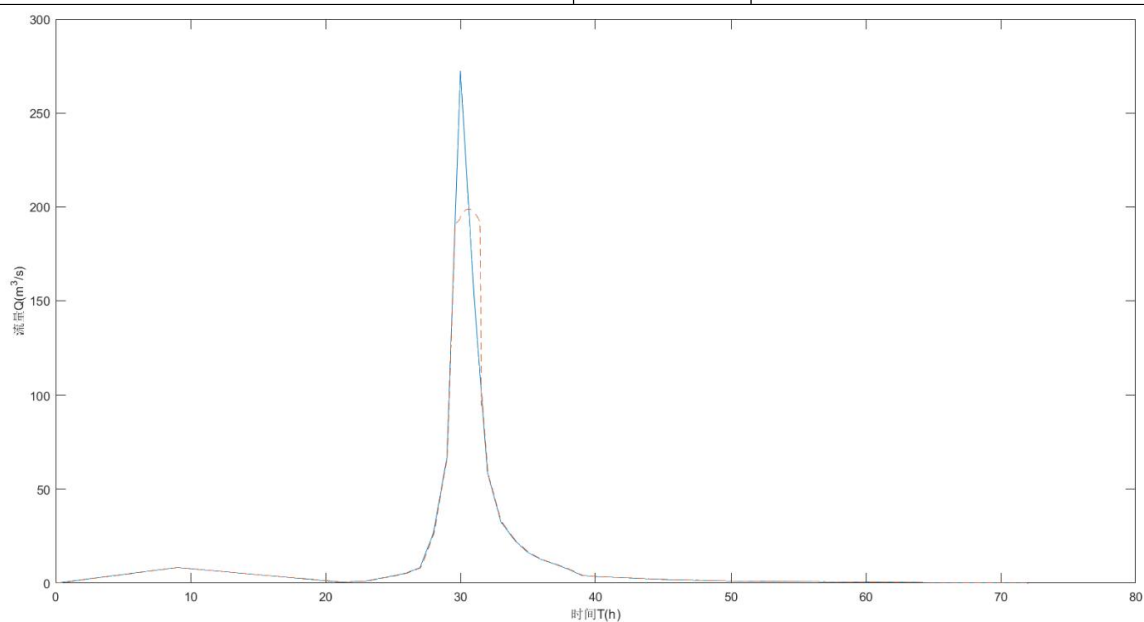


图 3.6-3 调洪演算过程线图

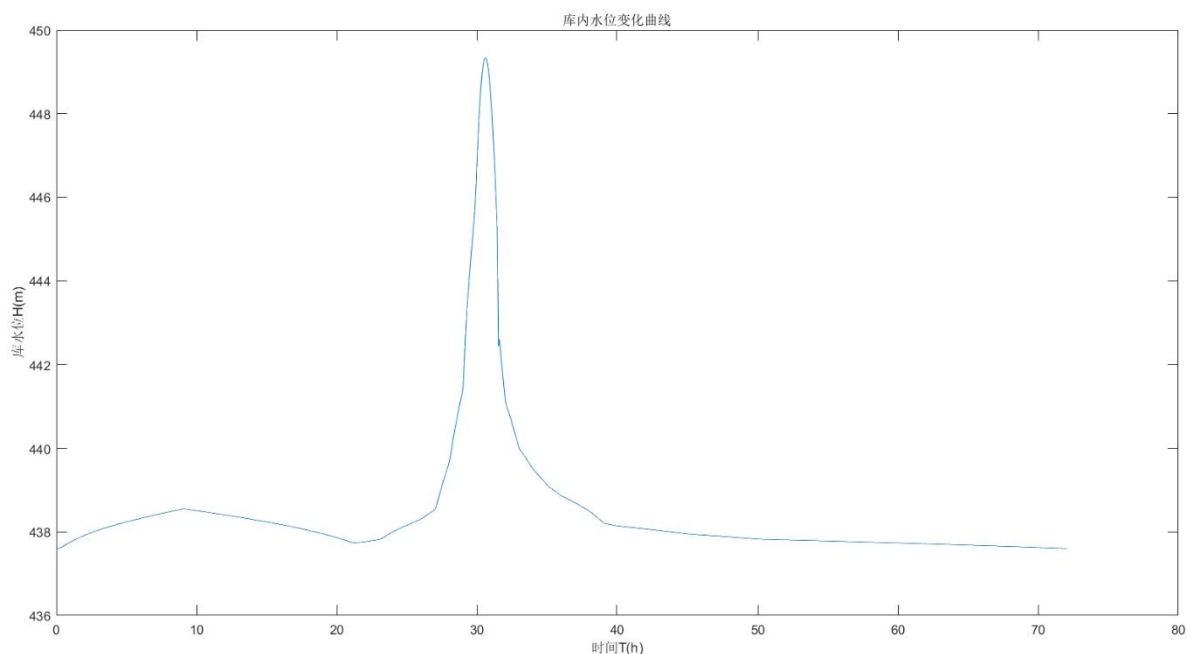


图 3.6-4 库内水位变化曲线图

(4) 明渠段过流能力验算

本次验算采用明渠泄流公式对其泄流能力进行计算，计算公式如下：

$$Q = CA\sqrt{RJ} \quad (3.6-5)$$

式中：J——坡度；

A——过水断面积（满流状态）；

R——水力半径；

C——谢才系数。

根据公式，带入明渠相关参数，计算得到 I 期工程隧洞出口段明渠的出流能力为 130.47~458.54m³/s，II 期工程隧洞入口段明渠的进流能力为 138.32m³/s。

根据设计及现场勘查可知，明渠段的泄流能力并不影响整个排洪系统的泄流能力，建议设计单位对明渠的进、泄流能力进行复核，适当提高明渠段的过流能力。

3.6.5 排土场边坡稳定性分析评价

（1）计算参数选取和计算状态

根据排土场逐年规划设计，在各时期形成的排土场状态中选择安全性最不利的区域选取典型剖面，对排土场的不同时期的堆排状态、工艺和工况下进行稳定性计算分析。尤其是排土场初期在（自）北侧自然边坡向黄柏峪河沟内排土（推进）过程中，形成的临时边坡高度较大，是排土场边坡风险较大时期，应特别注重对该时期的稳定性且需要加强边坡管理的工作时期。具体选取剖面位置和分析状态见计算结果部分内容。

本次排土场计算分析采用的计算参数和工程地质条件是根据前期勘察情况和各时期排土场稳定性研究成果为基础进行选取的。

在Ⅳ号排土场前期勘察统计的 55 个位置，自然安息角度为 $28^{\circ}\sim 37.5^{\circ}$ ，未来Ⅳ号排土场以下盘剥离的二云石英片岩为主，其胶带和汽车排土形成的安息角基本与目前形成的排土场相似，本次稳定性分析中自然安息角按 36° 考虑。

（2）稳定性分析标准

参照《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）相关规定，结合场地条件、排土高度以及容积，该排土场属一级排土场，相关安全标准应按照一级排土场进行计算分析。

矿区抗震设防烈度为 6 度，排土场距离露天境界较远，不受露天爆破影响，因此工况分析中不考虑地震和爆破影响，仅考虑自然和降雨工况。同时在排土过程中存在单阶段状态和多阶段覆盖排土状态，根据《冶金矿山排土场设计规范》相关规定，多阶段总体边坡和单阶段安全标准分别确定，多阶段总体边坡的安全标准为：

工况 1（自然工况）：1.25；

工况 2（降雨工况）：1.15。

单阶段排土及台阶的安全性根据物料特性、地基条件和排土方式通过控制阶段高度和排弃强度进行安全保证，因此其安全标准与总体安全标准不同，综合排土场相关条件，本次台阶安全稳定性标准：

工况 1（自然工况）：1.10；

工况 2（降雨工况）：1.05。

（3）计算方法

本次边坡稳定性计算采用极限平衡方法进行计算，计算方法包括 Bishop 法和 Janbu 法。

（4）各期土场堆排状态模拟计算分析结果

1）2021 年排土场状态稳定性计算

该时期主要为沟谷内的汽车排土，以及北侧为胶带排土场初期的初始路堤进行的汽车排土形成的边坡，计算剖面位置选取如图 3.7-5 所示，主要分析沟谷内形成的排土场边坡和北侧顺坡侧的排土场边坡的稳定性。

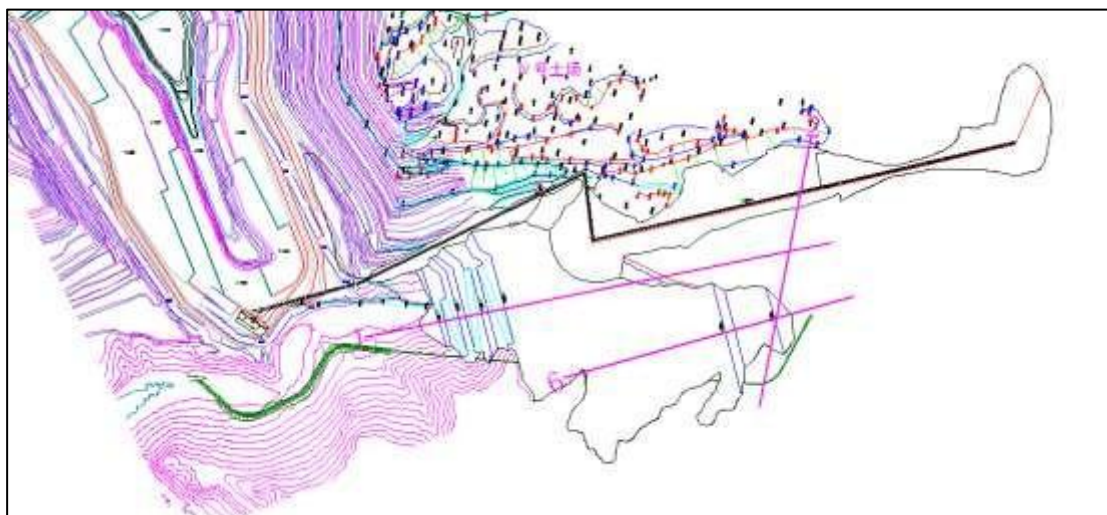
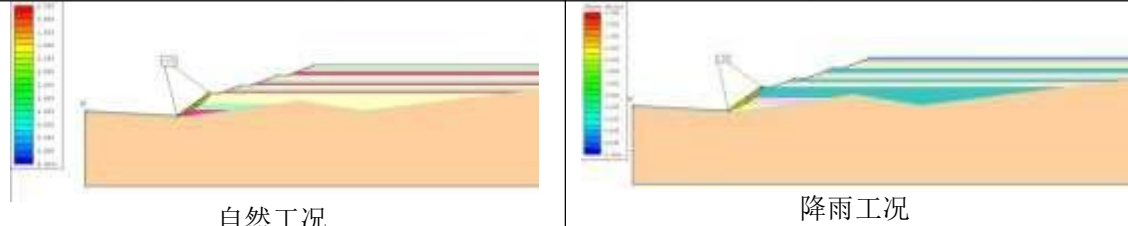
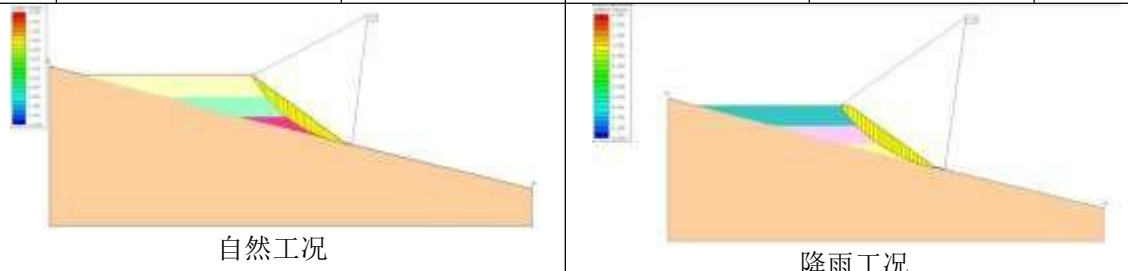
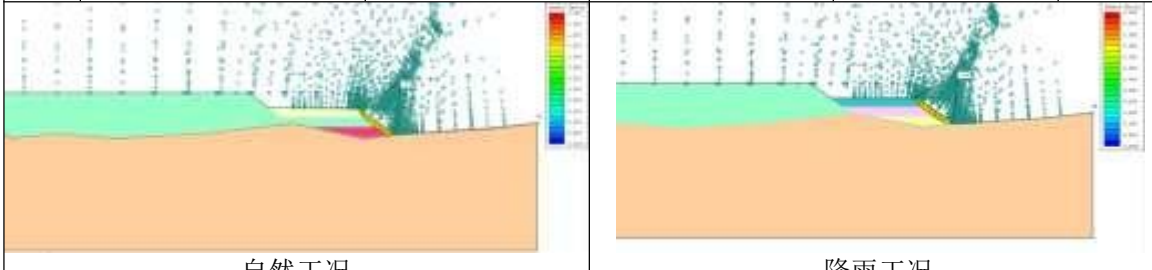


图 3.6-5 2021 年排土场状态及计算剖面位置

计算结果如下：

表 3.6-6 2021 年排土场稳定性计算成果表

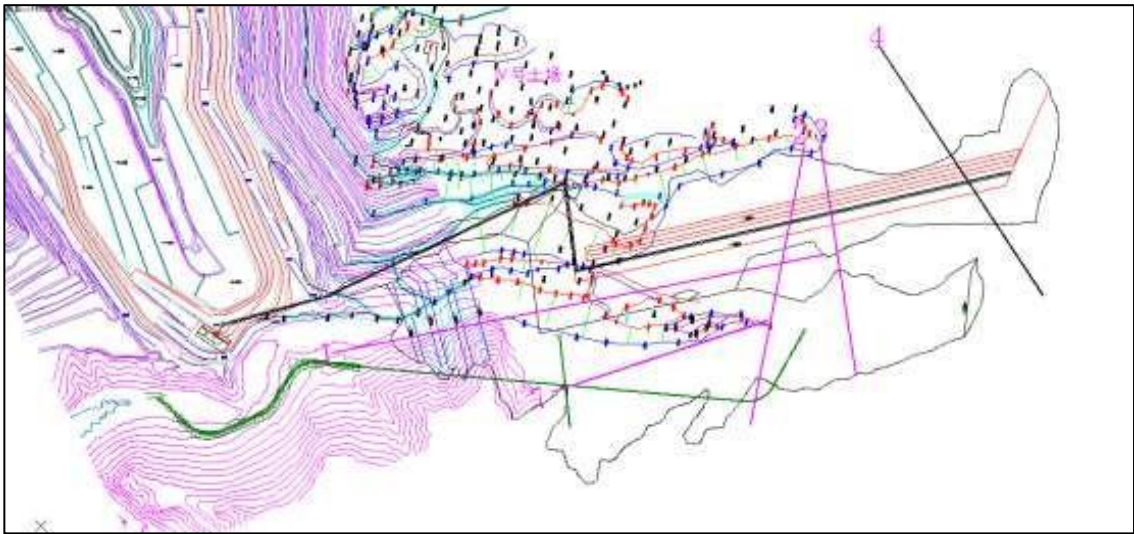
剖面位置	计算排土场状态	计算安全系数			稳定性评价
		计算方法	自然工况	降雨工况	
1	黄柏峪河沟谷下游侧汽车排土边坡	Bishop	1.272	1.224	稳定
		Janbu	1.284	1.229	
					
2	+600m单阶段（汽车排土边坡）	Bishop	1.193	1.140	稳定
		Janbu	1.210	1.155	
					
6	黄柏峪河上游侧汽车排土边坡	Bishop	1.279	1.244	稳定
		Janbu	1.294	1.248	
					

该排土场北侧基底边坡自然坡度为 16.8° 左右，初期排土场主要在山坡上进行排土，其基底以素填土、薄层残坡积土和风化岩为主，基底条件一般~较好。该时期边坡总体高度不大，发生总体大规模滑动可能性较小，该土场主要破坏模式为堆排速度较快区域或物料中细粒含量、受雨水冲刷引起的土场局部小的滑塌，总体稳定性较好。

沟谷内形成的汽车排土边坡为多阶段覆盖式排土，排土形成的总体边坡角度较缓，多阶段滑坡的可能性较低，第一阶段边坡相对较高，计算结果表明其安全性满足安全要求。

2) 2022 年排土场状态稳定性计算

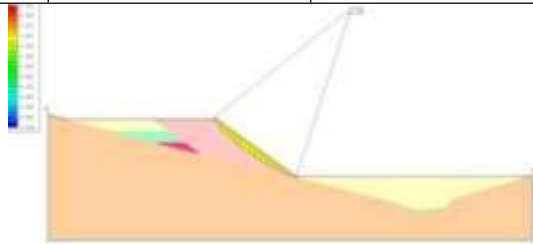
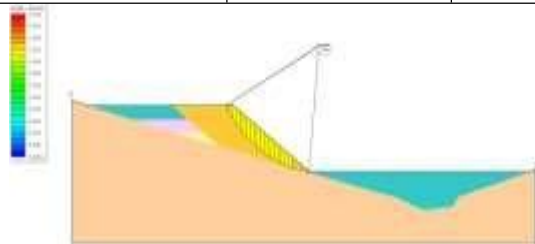
该时期主要为沟谷内的汽车排土，以及北侧胶带初期排土形成的边坡，计算剖面位置选取如图 3.6-6 所示，主要分析北侧顺坡情况下排土场边坡的稳定性。

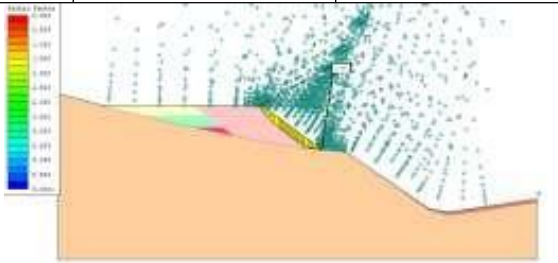
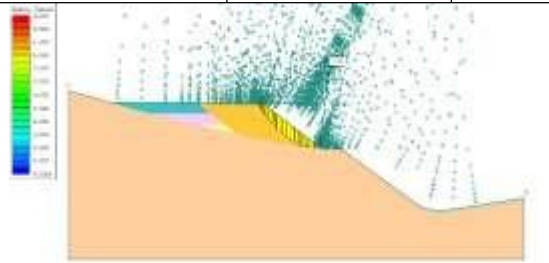
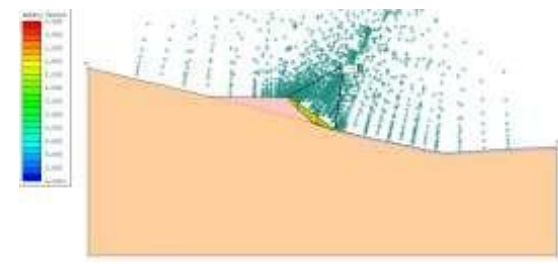
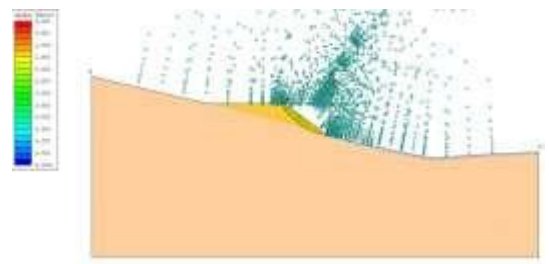


3.6-6 2022 年排土场状态及计算剖面位置

计算结果如下：

表 3.6-7 2022 年排土场稳定性计算成果表

剖面位置	计算排土场状态	计算安全系数			稳定性评价
		计算方法	自然工况	饱和	
2	北侧排土场边坡	Bishop	1.158	1.077	稳定
		Janbu	1.162	1.068	
					
自然工况		降雨工况			

剖面位置	计算排土场状态	计算安全系数			稳定性评价
		计算方法	自然工况	饱和	
3	北侧排土边坡	Bishop	1.194	1.143	稳定
		Janbu	1.192	1.146	
					
		自然工况	降雨工况		
4	北侧排土边坡	Bishop	1.112	1.059	稳定
		Janbu	1.120	1.070	
					
		自然工况	降雨工况		

该时期仍然在北侧山坡上进行排土，主要为胶带排土形成的边坡，该时期排土基底以素填土、薄层残坡积土和风化岩为主，基底条件一般~较好。该时期边坡总体高度有所增加，局部与底部原排土场边坡和汽车形成的+480m 阶段有所搭接，其向沟谷滑动有所限制。计算表明边坡稳定性满足要求，但相对安全储备较低。该时期发生总体大规模滑动可能性较小，该土场主要破坏模式为堆排速度较快区域或物料中细粒含量、受雨水冲刷引起的土场局部小的滑塌，应注意该时期原地形坡度较陡区域可能的顺坡滑塌，该时期应控制排土速度并加强监测和安全管理。

3）2034 年排土场状态稳定性计算

最终排土场已经完成覆盖河道，计算剖面位置如图 3.7-7 所示，主

要分析沟谷内上下游侧排土场边坡的稳定性。

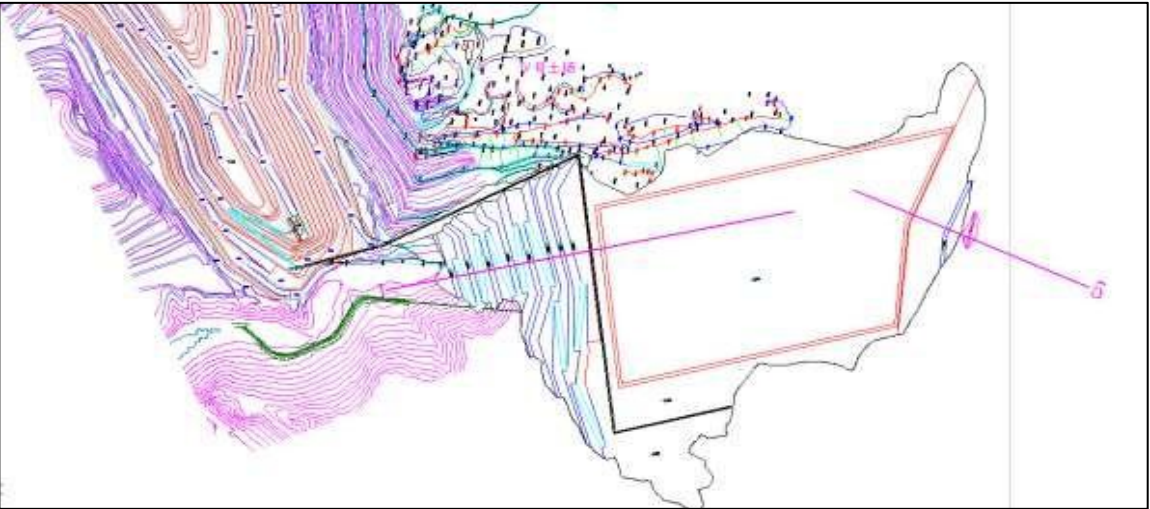
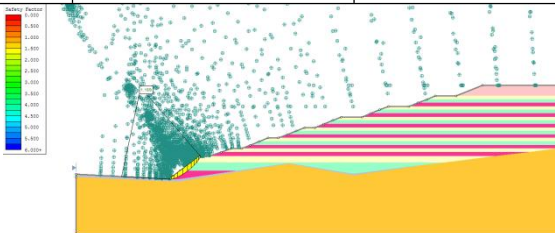
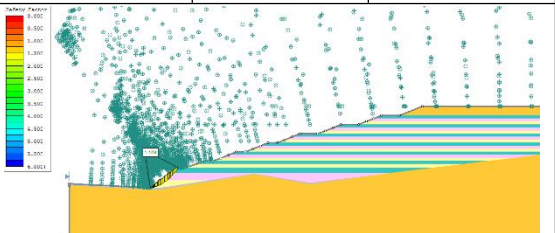
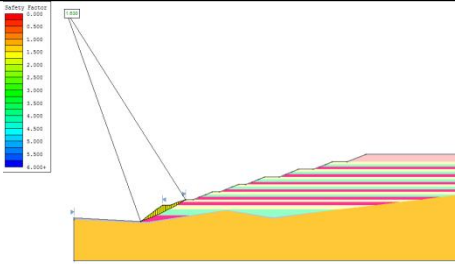
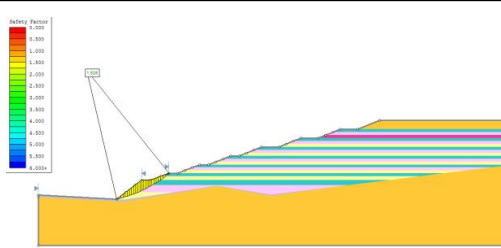
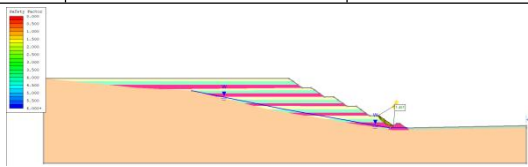
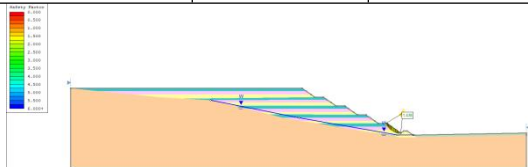
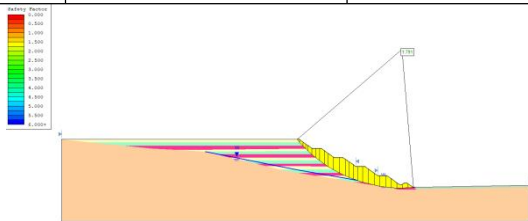
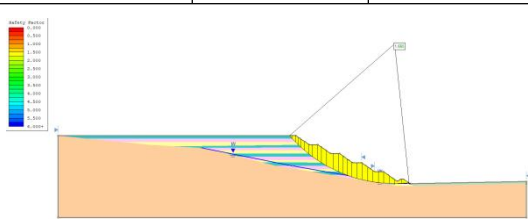


图 3.6-7 2024 年排土场状态及计算剖面位置

计算结果如下：

表 3.6-8 2024 年排土场稳定性计算成果表

剖面位置	计算排土场状态	计算安全系数				稳定性评价
		计算方法	自然工况	饱和	地震	
A	西侧下游边坡（底部单阶段）	Bishop	1.189	1.159	1.161	稳定
		Janbu	1.246	1.164	1.178	
		Morgenstern-Price	1.191	1.154	1.164	
						
自然工况		饱和工况				
A	西侧下游排土边坡（多阶段组合）	Bishop	1.630	1.527	1.581	稳定
		Janbu	1.650	1.555	1.600	
		Morgenstern-Price	1.630	1.528	1.580	

剖面位置	计算排土场状态	计算安全系数				稳定性评价
		计算方法	自然工况	饱和	地震	
						
			自然工况	饱和工况		
B	东侧上游排土边坡（底部单阶段）	Bishop	1.451	1.438	1.417	稳定
		Janbu	1.470	1.457	1.434	
		Morgenstern-Price	1.448	1.443	1.415	
						
			自然工况	饱和工况		
B	东侧上游排土边坡（多阶段组合）	Bishop	1.799	1.661	1.737	稳定
		Janbu	1.809	1.669	1.746	
		Morgenstern-Price	1.791	1.659	1.729	
						
			自然工况	饱和工况		

计算表明上、下游边坡稳定性满足安全要求。该时期排土场上、下游均应完成堆石坝工程的建设工作，并对地基第四系软弱地层进行了清理，计算表明总体边坡和阶段边坡均满足安全要求。

3.6.6 单元小结

可研中已对排土场的选址、废石排放方式、堆置总高度、台阶高度、安全平台宽度、总边坡角、排水设施等进行了说明，总体符合《金属非金属矿山排土场安全生产规则》（AQ2005-2005）、《冶金矿山排土

场设计规范》(GB51119-2015) 规范的相关要求。

本单元应注意以下问题：

(1) 设计IV号排土场西端部形成 8 个平台，标高分别为 406m、430m、450m、480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 20m；IV号排土场东端部形成 5 个平台，标高分别为 480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 30m，根据现场踏勘和实测图可知，IV号排土场排土最高标高已达到 670m，下一步设计应核实排土场实际情况，并对排土场排土参数进行详细设计。

(2) IV号排土场目前处于向沟谷中推进阶段，形成的临时边坡高度较大，是排土场边坡风险较大时期，下一步设计应降低排土段高，合理设计排岩道路，采用多台阶排土方式，确保排土场稳定。

(3) 由于排土场容量大，最终边坡高差大，在生产运行过程中应特别注意避免排土线区域的沉降问题对排土场安全运行造成影响，必要时可采取降低排土台阶高度以及增大安全平台宽度等安全技术措施。

(4) 排土作业区应符合下列要求：

- 有良好的照明；
- 配备通信工具；
- 设置醒目的安全警示标志。

(5) 汽车排土应遵守下列规定：

- 排土平台应平整，排土线应整体均衡推进；
- 在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4；
- 由经过培训考核合格的人员指挥；
- 汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 16km/h；

与坡顶线距离小于 50m 时，车速不大于 8km/h；

——重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h；

——能见度小于 30m 时停止排土作业。

（6）排土场调度或现场指挥车辆人员应考虑防寒措施，如设防冻铁皮房等。

3.7 安全管理单元

3.7.1 安全管理安全检查表

根据《中华人民共和国安全生产法》、《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》、《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》、《非煤矿山外包工程安全管理暂行办法》等法律法规的相关规定，采用安全检查表法对安全管理进行了分析评价，详见表 3.7-1。

表 3.7-1 安全管理安全检查表

序号	检查依据及要求	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。	南芬露天铁矿成立了安全生产委员会，设立了安全管理室，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，以及各类安全操作规程、操作规程等。	南芬露天铁矿建立健全了以矿长负责制为核心的各级安全生产责任制。在此基础上，建立了包含要求的各项安全管理制度。建立了安全操作规程、操作规程等。	符合要求
3	矿山企业应对职工进行安全生产教育和培训，未经安全生产教育和培训合格的不应上岗作业。	企业对职工进行安全生产教育和培训，未经安全生产教	符合要求

序号	检查依据及要求	检查情况	检查结果
		育和培训合格的不许上岗作业。	
4	新进露天矿山的作业人员，应接受不少于 72h 的安全教育，经考试合格后，方可上岗作业。	新进露天矿山的作业人员，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。	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。	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。	为从业人员办理了工伤保险。	符合要求
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。	南芬露天铁矿根据存在风险的种类、事故类型的情况制定综合应急预案和相应的专项应急预案。	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。	南芬露天铁矿建立了兼职应急救援组织，配备了必要的应急救援器材和设备。	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。	南芬露天铁矿制定应急预案演练计划，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。	南芬露天铁矿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	加强对外包施工队伍的安全管理。与外包施工单位签订了安全生产管理协议。	符合要求

序号	检查依据及要求	检查情况	检查结果
	位对承接工程负直接安全生产责任。		

3.7.2 单元小结

由于本项目为改扩建项目，已有较完善的安全管理制度，建议在现有基础上，适当增加专职安全人员，完善应急预案，增加应急救援器材和设备，对安全管理制度进行补充完善。

3.8 重大危险源辨识单元

（1）危险化学品重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2009）对本项目进行重大危险源辨识，本项目乙炔使用量较小，不构成重大危险源。

（2）民用爆炸物品重大危险源辨识

根据《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJ/T9093-2018）对本项目民用爆炸物品进行重大危险源辨识。

民用爆炸物品重大危险源是指长期地或临时地生产、储存民用爆炸物品，且数量等于或超过临界量的单元。

根据《民用爆炸物品重大危险源辨识》（WJ/T9093-2018）表 3 规定，胶状乳化炸药、粉状乳化炸药、水胶炸药、膨化硝铵炸药、改性铵油炸药和含单质炸药的粘性炸药等工业炸药临界量为 10t；多孔粒铵油炸药、不含单质炸药的粘性炸药等工业炸药临界量为 20t；工业雷管临界量为 5t。

爆破器材由本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司炸药厂统一配送，矿山不设炸药库，不构成民用爆炸物品重大危险源。

（3）重大危险源辨识结果

因此，本项目不存在重大危险源。

4 安全对策措施及建议

本章针对本项目特点和定性定量评价结果，依据国家的相关安全标准、规范，补充了以下安全对策措施：

4.1 总平面布置

（1）在矿山下盘沿 Fe1、Fe2 铁矿带扩帮区 12 号勘探线附近 -37m~358m 之间有规模大小不等的采空区以及废旧坑道，采场南端存在民采盗采后形成的空区，采空区和废旧巷道大小及位置无法准确测量其空间形态，下一步设计阶段应探明采空区以及废旧巷道，确定全部地下工程和矿柱的位置并绘制在矿山平、剖面对照图上，明确采空区治理方案设计。建议矿山在生产及靠帮过程中开展采空区探测与处理研究工作，合理处置采空区，防止造成滑坡、塌陷等地质灾害。

（2）前期IV号排土场进行过勘察工作，其工作范围主要位于可研设计的排土场下游沟口处及排土场现状位置，但是，可研规划的排土场场地范围较大，远远超出前期勘察范围，建设单位应在前期勘察基础上，进一步补充勘察工作，对场址适宜建设性进行分析并采取合理的安全措施。

（3）下盘滑坡去治理范围 466m 以上境界超出采矿许可证范围，下一步设计应将滑坡治理纳入设计范围，土地合规使用。

（4）对位于爆破警戒线内的建构筑物进行搬迁或拆除。

4.2 开拓运输

（1）矿山进入深凹露天开采，总出入沟标高为 286m，最低开采标高为-62m，矿石汽车运距超过 4.2km~5.7km，汽车运距已经超过经济合理运距，建议下一步设计阶段优化开拓运输方案，减少矿石汽车运距、降低矿石运输成本。

（2）下一阶段设计需对道路单向车辆行车密度进行计算，明确选用车辆宽度，说明车辆行车速度。

（3）下一阶段设计中应补充道路最小圆曲线半径，若局部地段因条件限制不能满足规范要求时，应采取限速、设挡墙、加宽路面等措施。

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

（5）可研设计最大坡段长度为 450m，缓和坡段最小长度：一般 80m，困难 60m，不能满足规范要求，下一阶段设计中需补充完善。

（6）下一阶段设计中需说明主要运输道路的急弯、陡坡、危险地段应设置警示标志；

（7）下一阶段设计中需补充：运输道路的高陡路基路段，或者弯道、坡度较大的填方地段，远离山体一侧应设置高度不小于车轮轮胎直径 1/2 的护栏、挡车墙等安全设施及醒目的警示标志。

（8）下一阶段设计需说明汽车运行应遵守下列规定：

- 驾驶室外禁止乘人；
- 运行时不升降车斗；
- 不采用溜车方式发动车辆；
- 不空挡滑行；
- 不弯道超车；
- 下坡车速不超过 25km/h；
- 不在主运输道路和坡道上停车；
- 不在供电线路下停车；
- 拖挂车辆行驶时采取可靠的安全措施，并有专人指挥；
- 通过道口之前驾驶员减速瞭望，确认安全后再通过；

——不超载运行。

（9）下一阶段设计中应说明现场检修车辆时，应采取可靠的安全措施；明确夜间装卸车应有良好的照明条件。

（10）下一阶段设计中需完善：雾霾或烟尘影响能见度时，应开启警示灯，靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m，视距不足 30m 时，应靠右停车。冰雪或多雨季节，道路湿滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。

4.3 采剥

（1）下一步设计阶段应将下盘滑体治理区域与矿山采剥衔接进行详细设计，并细化协同的工程技术措施。

（2）矿山长时间存在上部扩帮和下部采剥同时进行，扩帮过渡生产组织难度大，下一步设计阶段应对分条带扩帮临时边帮参数等技术要求及安全措施进行细化。

（3）根据边坡稳定性分析，各分区边坡整体处于稳定状态，但局部边坡会存在滑塌、崩塌等安全隐患，且目前⑤、⑥区存在滑坡体，地下水对边坡稳定性影响较大，矿山需进一步开展边坡稳定性研究及边坡治理工作。

（4）下一阶段设计补充选用的电铲最大挖掘高度。

（5）下一阶段设计需明确：露天坑入口和露天坑周围易于发生危险的区域应设置围栏和警示标志，防止无关人员进入。

（6）下一阶段设计需明确：边坡浮石清除完毕之前不应在边坡底部作业；人员和设备不应在边坡底部停留。

（7）下一阶段设计需补充矿山应建立健全边坡安全管理和检查制度。每 5 年至少进行 1 次边坡稳定性分析。

（8）可研未给出一次爆破最大炸药量，矿山目前一次爆破最大单段药量 700kg 进行类比计算，排土场、工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 24.6m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量或延时爆破等措施，下一阶段设计中应明确一次爆破最大炸药量并对爆破振动安全允许距离进一步核算。

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

（10）矿岩爆破作业后应先清除边坡上的孤石、浮石，待清除完成后方可进入采场进行下一步作业。

（11）可研选用的挖掘机斗容 $10\sim 20\text{m}^3$ ，采用汽车运输，工作线最小长度 200m，不符合规范要求的 400m，下一阶段设计中需完善。

（12）下一阶段设计应明确自卸汽车装载应遵守如下规定：

- 停在铲装设备回转范围 0.5m 以外；
- 驾驶员不离开驾驶室，不将身体任何部位伸出驾驶室外；
- 不在装载时检查、维护车辆。

（13）下一阶段设计应明确铲装设备工作应遵守下列规定：

- 悬臂和铲斗及工作面附近不应有人员停留；
- 铲斗不应从车辆驾驶室上方通过；
- 人员不应在司机室踏板上或有落石危险的地方停留；
- 不应调整电铲起重臂。

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

（15）下一阶段设计需完善上、下台阶同时作业时，上部台阶的

铲装设备应超前下部台阶铲装设备；超前距离不小于铲装设备最大工作半径的 3 倍，且不小于 50m。

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

（17）下一阶段设计需完善：发现悬浮岩块或崩塌征兆时，应立即停止铲装作业，并将设备转移至安全地带。

（18）下一阶段设计需补充铲装设备行走应遵守下列规定：

——应在作业平台的稳定范围内行走；

——上、下坡时铲斗应下放并与地面保持适当距离。

（19）在矿山下盘 12 号勘探线附近，存在规模大小不等的采空区以及废旧坑道。这些采空区和废旧巷道大小及位置，目前无法准确测量其空间形态。矿山在进行靠近采空区位置的采剥作业时，必须制定专门开采方案，保证生产安全及边坡稳定。

4.4 矿山供配电设施

（1）可研未明确划分电力负荷等级，下一步设计阶段应明确矿山电力负荷等级，一级负荷应由双电源供电。

（2）可研未明确采石变电站两台变压器其中 1 台停止运行，其余变压器容量能否保证一级和二级负荷的供电要求，下一阶段设计中需完善。

（3）可研未对露天采场主接地极的设置情况进行说明，下一阶段设计中需完善。

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

（5）可研未对夜间工作的采矿场和排土场的照明情况进行说明，

下一阶段设计中需完善。

（6）可研未对向露天采矿、排土场供电的 6kV 系统的接地方式进行说明，下一阶段设计中需完善。

（7）可研未对胶带斜井电缆选型进行说明，下一阶段设计中需完善。

（8）可研未明确露天采矿排水泵是否为一级负荷，下一阶段设计中需完善。

4.5 防排水

（1）本项目为特大型矿山，建议下一阶段设计中，提高防洪标准，对日最大降雨量数值进行搜集，合理选取暴雨设计频率、地表径流系数等，对露天采场的涌水量进行预测。

（2）露天矿山应建立水文地质资料档案；有洪水或地下水威胁的应设置防、排水机构。

（3）本项目可研设计防洪标准按 20 年一遇。依据《防洪标准》（GB50201-2014），南芬露天铁矿为特大型矿山，防洪标准（重现期）应为 100~200 年一遇，建议下一阶段设计中，提高防洪标准，对日最大降雨量数值进行搜集，合理选取暴雨设计频率、地表径流系数等，对露天采场的涌水量进行预测。

4.6 排土场

（1）未见现有的上盘排土场和四号排土场安设审批文件，四号排土场堆排范围已超过原设计范围，下一步设计阶段应对利旧的排土场合规性和可靠性进行论证。

（2）50 年一遇暴雨时排土场上游库区淹没深度为 11.2m，淹没水位标高 448.8m，下一步设计阶段应明确淹没范围内的设施采取的防护

或者搬迁措施，以防发生安全事故。

（3）前期IV号排土场进行过勘察工作，其工作范围主要位于可研设计的排土场下游沟口处及排土场现状位置，但是，可研规划的排土场场地范围较大，远远超出前期勘察范围，建设单位应在前期勘察基础上，进一步补充勘察工作，对场址适宜建设性进行分析并采取合理的安全措施。

（4）设计IV号排土场西端部形成 8 个平台，标高分别为 406m、430m、450m、480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 20m；IV号排土场东端部形成 5 个平台，标高分别为 480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 30m，根据现场踏勘和实测图可知，IV号排土场排土最高标高已达到 670m，下一步设计应核实排土场实际情况，并对排土场排土参数进行详细设计。

（5）IV号排土场目前处于向沟谷中推进阶段，形成的临时边坡高度较大，是排土场边坡风险较大时期，下一步设计应降低排土段高，合理设计排岩道路，采用多台阶排土方式，确保排土场稳定。

（6）由于排土场容量大，最终边坡高差大，在生产运行过程中应特别注意避免排土线区域的沉降问题对排土场安全运行造成影响，必要时可采取降低排土台阶高度以及增大安全平台宽度等安全技术措施。

（7）排土作业区应符合下列要求：

- 有良好的照明；
- 配备通信工具；
- 设置醒目的安全警示标志。

（8）汽车排土应遵守下列规定：

- 排土平台应平整，排土线应整体均衡推进；
- 在排土卸载平台边缘设置安全车挡，车挡高度不小于车轮轮

胎直径的 1/2，顶宽不小于车轮轮胎直径的 1/4，底宽不小于车轮轮胎直径的 3/4；

——由经过培训考核合格的人员指挥；

——汽车与排土工作面距离小于 200m 时，车速不大于 16km/h；
与坡顶线距离小于 50m 时，车速不大于 8km/h；

——重车卸载时的倒车速度不大于 5km/h；

——能见度小于 30m 时停止排土作业。

（9）排土场调度或现场指挥车辆人员应考虑防寒措施，如设防冻铁皮房等。

（10）II 期河流改道工程地段没有专门的工程地质勘察报告，下一阶段设计前，应针对黄柏峪河 II 期河流改道工程进行岩土工程勘察。

（11）建议下一阶段设计前针对河流改道工程开展水工模型试验及相关研究论证工作，验证河流改道工程的整体泄流能力。

4.7 安全管理及其它对策措施

（1）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。

（2）矿山采场边坡高度 100m，应当逐年进行边坡稳定性分析。

（3）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。

（4）企业应当配备安全总监，应当配备相关专业中专以上学历或者中级以上专业技术职称的专职技术人员。

（5）危险性较大的矿用产品，企业应根据国家有关规定取得矿用产品安全标志。

（6）矿山应有注册安全工程师从事安全生产管理工作。配备的专职安全生产管理人员应当从事矿山工作 5 年及以上、具有相应的非煤矿山安全生产专业知识和工作经验并熟悉本矿生产系统。专职安全生产管理人员数量按不少于从业人数的百分之一配备，并不少于 2 人。

（7）矿山应配备具有采矿、地质、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。

（8）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。

（9）矿山应建设安全管理信息平台，并应包括以下内容：矿山发生灾害时，快速、及时调用各系统的综合信息为安全避险和抢险救护提供决策支持情况，项目安全危害因素的事前预警情况等。

（10）本项目为扩建项目，已有较完善的安全管理制度，建议在原有基础上，适当增加专职安全人员，增加应急救援器材和设备，对安全管理制度进行补充完善。

（11）矿山外包工程应发包给相应资质的承包单位，并与其签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责，矿山应对外包工程的安全生产实施管理和监督。

（12）矿山在基建时，由于基建与生产同时进行作业，应统一协调，加强施工期的安全管理。

5 评价结论

5.1 本项目存在的主要危险、有害因素

本项目存在的主要危险、有害因素为：坍塌、滑坡、泥石流、滚石、高处坠落、爆破伤害、火药爆炸、车辆伤害、物体打击、机械伤害、触电、火灾、水灾、淹溺、粉尘、噪声与振动、中毒窒息等。

本项目不存在重大危险源。

5.2 本项目应重点防范的重大危险、有害因素

- （1）采场、排土场边坡坍塌和滑坡；
- （2）爆破器材运输、使用过程中火药爆炸及爆破伤害；
- （3）铲装、运输过程中车辆伤害；

5.3 应重视的安全对策措施建议

（1）在矿山下盘沿 Fe1、Fe2 铁矿带扩帮区 12 号勘探线附近 -37m~358m 之间有规模大小不等的采空区以及废旧坑道，采场南端存在民采盗采后形成的空区，采空区和废旧巷道大小及位置无法准确测量其空间形态，下一步设计阶段应探明采空区以及废旧巷道，确定全部地下工程和矿柱的位置并绘制在矿山平、剖面对照图上，明确采空区治理方案设计。建议矿山在生产及靠帮过程中开展采空区探测与处理研究工作，合理处置采空区，防止造成滑坡、塌陷等地质灾害。

（2）前期Ⅳ号排土场进行过勘察工作，其工作范围主要位于可研设计的排土场下游沟口处及排土场现状位置，但是，可研规划的排土场场地范围较大，远远超出前期勘察范围，建设单位应在前期勘察基础上，进一步补充勘察工作，对场址适宜建设性进行分析并采取合理的安全措施。

（3）下盘滑坡去治理范围 466m 以上境界超出采矿许可证范围，

下一步设计应将滑坡治理纳入设计范围，土地合规使用。

（4）对位于爆破警戒线内的建构筑物进行搬迁或拆除。

（5）矿山进入深凹露天开采，总出入沟标高为 286m，最低开采标高为-62m，矿石汽车运距超过 4.2km~5.7km，汽车运距已经超过经济合理运距，建议下一步设计阶段优化开拓运输方案，减少矿石汽车运距、降低矿石运输成本。

（6）下一阶段设计应对汽车运输及道路进行详细设计。

（7）下一步设计阶段应将下盘滑体治理区域与矿山采剥衔接进行详细设计，并细化协同的工程技术措施。

（8）矿山长时间存在上部扩帮和下部采剥同时进行，扩帮过渡生产组织难度大，下一步设计阶段应对分条带扩帮临时边帮参数等技术要求及安全措施进行细化。

（9）根据边坡稳定性分析，各分区边坡整体处于稳定状态，但局部边坡会存在滑塌、崩塌等安全隐患，且目前⑤、⑥区存在滑坡体，地下水对边坡稳定性影响较大，矿山需进一步开展边坡稳定性研究及边坡治理工作。

（10）可研未给出一次爆破最大炸药量，矿山目前一次爆破最大单段药量 700kg 进行类比计算，排土场、工业场地均在爆破振动安全允许距离之外，爆破作业不会对其造成影响；距离爆源 24.6m 以内的岩石边坡会受到爆破震动的影响；在以上受影响区域进行爆破作业时，应采取减少一次爆破药量或延时爆破等措施，下一阶段设计中应明确一次爆破最大炸药量并对爆破振动安全允许距离进一步核算。

（11）可研未明确划分电力负荷等级，下一步设计阶段应明确矿山电力负荷等级，一级负荷应由双电源供电。

（12）本项目可研设计防洪标准按 20 年一遇。依据《防洪标准》

（GB50201-2014），南芬露天铁矿为特大型矿山，防洪标准（重现期）应为 100~200 年一遇，建议下一阶段设计中，提高防洪标准，对日最大降雨量数值进行搜集，合理选取暴雨设计频率、地表径流系数等，对露天采场的涌水量进行预测。

（13）未见现有的上盘排土场和四号排土场安设审批文件，四号排土场堆排范围已超过原设计范围，下一步设计阶段应对利旧的排土场合规性和可靠性进行论证。

（14）50 年一遇暴雨时排土场上游库区淹没深度为 11.2m，淹没水位标高 448.8m，下一步设计阶段应明确淹没范围内的设施采取的防护或者搬迁措施，以防发生安全事故。

（15）前期 IV 号排土场进行过勘察工作，其工作范围主要位于可研设计的排土场下游沟口处及排土场现状位置，但是，可研规划的排土场场地范围较大，远远超出前期勘察范围，建设单位应在前期勘察基础上，进一步补充勘察工作，对场址适宜建设性进行分析并采取合理的安全措施。

（16）设计 IV 号排土场西端部形成 8 个平台，标高分别为 406m、430m、450m、480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 20m；IV 号排土场东端部形成 5 个平台，标高分别为 480m、510m、540m、570m 和 600m，平台宽度不小于 30m，根据现场踏勘和实测图可知，IV 号排土场排土最高标高已达到 670m，下一步设计应核实排土场实际情况，并对排土场排土参数进行详细设计。

（17）IV 号排土场目前处于向沟谷中推进阶段，形成的临时边坡高度较大，是排土场边坡风险较大时期，下一步设计应降低排土段高，合理设计排岩道路，采用多台阶排土方式，确保排土场稳定。

（18）II 期河流改道工程地段没有专门的工程地质勘察报告，下

一阶段设计前，应针对黄柏峪河 II 期河流改道工程进行岩土工程勘察。

（19）建议下一阶段设计前针对河流改道工程开展水工模型试验及相关研究论证工作，验证河流改道工程的整体泄流能力。

5.4 评价结果综述

北京国信安科技有限公司本着合法性、科学性、公正性、针对性的评价原则及对工作高度负责的态度，根据《安全评价通则》、《关于加强建设项目安全设施“三同时”工作的通知》、《安全生产许可证条例》和《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》的规定及业主委托，依据《安全生产法》、《矿山安全法》、《金属非金属矿山安全规程》、《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》等法律、法规、标准、规范及政策文件的要求，对本项目可行性研究报告所涉及总平面布置、开拓运输系统、采剥、防排水、排土场、矿山供配电、安全管理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，本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿 1500 万 t/a 规模扩建工程符合国家现行有关法律、法规、标准、规范的要求；工程潜在的危险有害因素在采纳合理的安全对策措施后能得到有效控制；被评价单位将应配备的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，可实现本项目的安全生产。

附件

- 1 委托书
- 2 营业执照
- 3 安全生产许可证
- 4 采矿许可证
- 5 评价项目组部分人员在现场调研照片

附图

- 1 地形地质图
- 2 Fe3-1 矿体垂直纵投影图
- 3 露天采场终了境界图
- 4 典型勘探线剖面图
- 5 露天采场防排水工程平面布置图
- 6 IV号排土场防护工程平面布置图
- 7 露天采场终了境界图
- 8 IV号排土场终了状态图
- 9 露天排水供电系统图
- 10 矿石外部运输系统平面图