

*****有限公司

*****项目

安全预评价报告

(备案稿)



辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司

资质证书编号：APJ-（辽）-009

2026年5月6日

LK2025AY0153

*****有限公司

*****项目



安全预评价报告

(备案稿)

力康咨询
LIKANG CONSULTING

法定代表人：严匡武

技术负责人：陈 凌

项目负责人：吴玉坤

2026年5月6日

(安全评价机构公章)

评价人员

评价单位	辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司					
项目名称	*****有限公司*****项目 安全预评价报告					
评价人员	姓 名	资格证书编号/ 资格证管理号	从业登记编 号/执业证号	资格 等级	专业能力	签 字
项目负责人	吴玉坤	0800000000207978	014022	二级	机 械	
项目组成员	刘明国	1100000000303272	023755	三级	冶 金	
	张 爽	1500000000300200	025419	三级	有色金属	
	游 强	1500000000301853	025936	三级	安 全	
	郭春波	2017033130332017 130202001120	22220323837	三级	电 气	
报告编制人	吴玉坤	0800000000207978	014022	二级	机 械	
	刘明国	1100000000303272	023755	三级	冶 金	
报告审核人	周景岭	0800000000203109	007997	二级	安 全	
过程控制 负责人	苏 鑫	1700000000300467	031621	三级	安 全	
技术负责人	陈 凌	1700000000100056	023406	一级	冶 金	

前 言

*****有限公司（以下简称“瑞矿公司”）系攀枝花钢城集团有限公司（以下简称“钢城公司”）下属全资子公司，是一家从事*****，成立于*****，注册地位于*****，法定代表人***，注册资本***。经营范围*****

为此，*****于*****进行了立项备案，项目名称为“*****项目”，并取得了四川省固定资产投资项目备案表，备案号：*****。

“安全第一，预防为主，综合治理”是我国的安全生产方针。安全预评价是落实该方针的重要技术保障，也是安全生产监督管理的重要手段。根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令 88 号，2021 年）第三十一条：“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，安全设施投资应当纳入建设项目概算”。根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 36 号，77 号令修订）第七条规定：“建设项目在进行可行性研究时，生产经营单位应当分别对其安全生产条件进行论证和安全预评价”。通过安全预评价，可以完善工艺流程的安全性、避免选用不合适的设备、设施以及原材料，若必须采用不安全的工艺、原料、设备、设施时，提出降低或消除危险的有效方法，也是切实落实科学发展观，将监管关口前移，使系统能到达真正的本质安全。为此，*****有限公司于 2026 年 1 月 22 日委托辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司对*****项目进行安全预评价。

辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司接受委托后，组织相关专业人员成立了项目评价组，收集了相关的法律法规，并进入项目现场，收集了相关技术资料，制定了安全评价的工作内容和计划，运用系统安全工程



的分析方法和手段，对其潜在的危險、有害因素进行系统分析，采用多种评价方法对潜在危險、有害因素的危害形式、事故严重度进行了定性、定量分析评价，编制完成《*****有限公司*****项目安全预评价报告》。

此次安全预评价，我们本着尊重客观、实事求是、坚持标准，严格把关、遵守导则、整体推进的原则，认真开展安全预评价工作，在评价过程中得到了*****有限公司的鼎力支持，在此表示诚挚的感谢！



目 录

第一章 评价说明	1
1.1 评价目的.....	1
1.2 评价依据.....	1
1.3 评价范围.....	11
1.4 评价程序.....	11
第二章 建设单位及项目概况	13
2.1 建设单位简介.....	13
2.2 建设项目基本情况.....	13
2.3 建设项目所在地理位置及周边外环境.....	14
2.4 自然条件.....	15
2.5 总图布局.....	21
2.6 产品方案.....	24
2.7 原辅料及能源消耗.....	24
2.8 车间组成、工艺布置、工艺流程.....	25
2.9 主要工艺装置、设备设施.....	25
2.10 公用工程及辅助设施.....	29
2.11 劳动定员及生产班制.....	35
2.12 安全投入.....	35
第三章 危险、有害因素辨识	37
3.1 危险、有害因素辨识依据说明.....	37
3.2 物料的危险性分析.....	38
3.3 危险、有害因素产生的原因分析.....	46
3.4 选址及总平面布置危险性分析.....	48
3.5 生产过程中的危险、有害因素辨识.....	51
3.6 主要设备危险性分析.....	63
3.7 利旧构筑物危险性分析.....	67
3.8 利旧设备危险性分析.....	68
3.9 施工过程危险性分析.....	68
3.10 公用工程及辅助设施危险性分析.....	73
3.11 自然条件对建设项目的影晌.....	78
3.12 建设项目与周边单位生产、经营活动或者居民生活的相互影响分析.....	80
3.13 有限空间作业危险性分析.....	80
3.14 危险化学品重大危险源辨识.....	81
第四章 评价单元划分和评价方法选择	84



4.1 评价单元划分.....	84
4.2 评价方法选择.....	85
第五章 定性、定量分析评价.....	88
5.1 选址、周边环境及总平面布置单元.....	88
5.2 生产工艺单元.....	89
5.3 生产设备单元.....	92
5.4 公用工程及辅助设施单元.....	99
5.5 安全管理单元.....	105
5.6 施工单元.....	108
第六章 安全对策措施.....	112
6.1 可行性研究报告提出的对策措施.....	112
6.2 补充的安全对策措施.....	115
6.3 建议.....	162
第七章 安全评价结论.....	164
7.1 主要危险、有害因素辨识结果.....	164
7.2 危险、有害程度评价结果.....	164
7.3 应重视的安全对策措施.....	165
7.4 建设项目外部安全条件.....	165
7.5 总体结论.....	166
第八章 附件、附图目录.....	167

第一章 评价说明

1.1 评价目的

根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第 36 号，总局令第 77 号修订）文件及相关规定要求，必须在工程建设前进行安全预评价。其目的在于：根据建设项目可行性研究报告的内容，分析和预测建设项目可能存在的主要危险、有害因素的种类和程度，采用定性、定量分析和预测的方法，查找建设项目应重点防范的重大危险、有害因素。明确建设项目中应重视的重要安全对策措施及建设项目从安全生产角度是否符合国家有关法律、法规、技术标准。为建设项目安全设施设计提供科学依据，建立使系统安全的最优方案，为决策提供科学依据；为实现安全技术、安全管理的标准化和科学化创造条件，促进实现生产过程本质安全。

通过本项目的安全预评价，有助于从项目的前期工作入手，预测、预防建设项目投产后存在的各种潜在的危险及危害，避免出现“先建设、后治理”的被动局面，保证建设项目中的必要安全技术措施与安全“三同时”按规定履行，力求以最少的投资达到最佳的安全效果。充分体现“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，有助于安全投资的合理选择和效益最佳化；有助于提高企业的安全管理水平。

1.2 评价依据

1.2.1 法律

- 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令第 88 号，自 2021 年 9 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令第 81 号，自 2021 年 4 月 29 日施行）



- 《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第 4 号，2014 年 1 月 1 日实施）
- 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第 24 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行）
- 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第 28 号，自 2018 年 12 月 29 日起施行）
- 《中华人民共和国劳动合同法》（中华人民共和国主席令第 73 号，自 2013 年 7 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，自 2015 年 1 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第 25 号，自 2024 年 11 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国危险化学品安全法》（2025 年 12 月 27 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十九次会议通过）

1.2.2 法规

- 《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 591 号，2013 年国务院令第 645 号修订，自 2013 年 12 月 4 日起施行）
- 《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令第 373 号，2009 年 1 月 24 日修订）
- 《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令第 586 号，自 2011 年 1 月 1 日起施行）
- 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号，自 2007 年 6 月 1 日起施行）
- 《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号，自 2019 年 4 月 1 日起施行）

➤ 《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院令第 588 号，2011 年 1 月 8 日修订实施）

1.2.3 部门规章及规范性文件

➤ 《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，第 77 号令修正，自 2015 年 5 月 1 日起施行）

➤ 《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 80 号修正，自 2015 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）

➤ 《冶金企业和有色金属企业安全生产规定》（原国家安全生产监督管理总局令第 91 号，2018 年 3 月 1 日起施行）

➤ 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（中华人民共和国应急管理部令第 19 号，2026 年 6 月 1 日施行）

➤ 《危险化学品目录（2015 版）》（应急管理部等 10 部门公告〔2026〕第 3 号调整）

➤ 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行）

➤ 《原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》（国家安全生产监督管理总局令第 77 号，2015 年 5 月 1 日起施行）

➤ 《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部等四部联合公告 2020 年第 3 号，自 2020 年 5 月 30 日起施行）

➤ 《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 58 号，2023 年 10 月 30 日实施）

➤ 《工贸企业重大事故隐患判定标准》（中华人民共和国应急管理部令



第 10 号，2023 年 5 月 15 日施行)

➤ 《工贸企业粉尘防爆安全规定》（中华人民共和国应急管理部令第 6 号，2021 年 9 月 1 日施行）

➤ 《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）

➤ 《应急管理部办公厅关于印发工贸企业有限空间重点监管目录的通知》（应急厅〔2023〕37 号）

➤ 《国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）的通知》（原安监总厅管三〔2015〕80 号）

➤ 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）

➤ 《金属冶炼目录（2015 版）》（原安监总管四〔2015〕124 号）

➤ 《关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》（原安监总科技〔2015〕75 号）

➤ 《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》（应急厅〔2024〕86 号）

➤ 国家安全监管总局印发《关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》（原安监总科技〔2016〕137 号）

➤ 《工作场所职业卫生管理规定》（中华人民共和国国家卫生健康委员会令第 5 号，自 2021 年 2 月 1 日起施行）

➤ 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 37 号，2018 年）

➤ 《国家安全监管总局关于发布金属冶炼企业禁止使用的设备及工艺目录（第一批）的通知》（原安监总管四〔2017〕142 号，2018 年 3 月 1 日施行）

1.2.4 地方法规、规定



- 《四川省安全生产条例》（四川省第十四届人民代表大会常务委员会第3次会议通过，2023年）
- 《四川省消防条例》（四川省第十四届人民代表大会常务委员会第十四次会议修订通过，2024年11月1日起正式施行）
- 《四川省生产经营单位安全生产责任规定》（四川省人民政府令第216号，2007年）
- 《四川省安全生产事故应急预案管理实施细则》（原川安监〔2018〕第43号）
- 关于印发《四川省工贸行业涉危险化学品安全管理指导手册》的通知（川应急〔2023〕154号）

1.2.5 标准、规范

- 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 《安全预评价导则》（AQ8002-2007）
- 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）
- 《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）
- 《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
- 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）
- 《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）
- 《铸造机械 安全要求》（GB 20905-2025）
- 《铸造安全规范》（AQ7016-2025）
- 《金属热处理生产过程安全、卫生要求》（GB 15735-2012）
- 《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）
- 《高温熔融金属及熔渣盛装、运输容器安全要求》（AQ7030-2025）
- 《有限空间作业安全技术规范》（GB 46768-2025）

- 《粉尘防爆安全规程》（GB15577-2018）
- 《粉尘爆炸泄压规范》（GB15605-2024）
- 《气瓶安全技术规程》（TSG23-2021/XG1-2024）
- 《气瓶搬运、装卸、储存和使用安全规定》（GB/T34525-2017）
- 《液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求》（GB/T 3766-2015）
- 《液压元件通用技术条件》（GB/T 7935-2005）
- 《金属热处理生产过程安全、卫生要求》（GB15735-2012）
- 《工业电视系统工程设计标准》（GB/T50115-2019）
- 《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T50011-2010）
- 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
- 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- 《危险货物品名表》（GB12268-2025）
- 《用电安全导则》（GB/T13869-2017）
- 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 《电气设备安全设计导则》（GB/T 25295-2010）
- 《通用用电设备配电设计规范》（GB 50055-2011）
- 《危险场所电气防爆安全规范》（AQ3009-2007）
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
- 《剩余电流动作保护装置安装和运行》（GB/T13955-2017）
- 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 《并联电容器装置设计规范》（GB 50227-2017）
- 《高压配电装置设计规程》（DL/T5352-2018）
- 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）
- 《电力工程电缆设计标准》（GB50217-2018）

- 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T 50062-2008）
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》（GB/T50063-2017）
- 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB50093-2013）
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》行业标准第1号修改单（GBZ2.1-2019/XG1-2022）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》行业标准第2号修改单（GBZ2.1-2019/XG2-2024）
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分物理因素》（GBZ2.2-2007）
- 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）
- 《生产安全事故分类与编码》（GB6441-2025）
- 《安全色和安全标志》（GB2894-2025）
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）
- 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）
- 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-2023）
- 《生产过程安全基本要求》（GB12801-2025）
- 《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求》（GB/T8196-2018）
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯》（GB4053.1-2025）
- 《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》（GB4053.2-2025）

- 《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及平台》（GB4053.3-2025）
- 《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016/XG1-2020）
- 《安全阀安全技术监察规程》（TSG ZF001-2006/XG1-2009）
- 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）
- 《个体防护装备配备规范 第 1 部分：总则》（GB 39800.1-2020）
- 《带式输送机工程技术标准》（GB 50431-2020）
- 《带式输送机安全规范》（GB 14784-2013）
- 《钢结构防火涂料》（GB14907-2018）
- 《钢结构防火涂料应用技术规程》（T/CECS24-2020）
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB 50046-2018）
- 《建筑采光设计标准》（GB 50033-2013）
- 《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）
- 《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）
- 《压力管道规范 工业管道第 6 部分：安全防护》（GB/T20801.6-2020）
- 《设备及管道绝热设计导则》（GB/T 8175-2025）
- 《工业设备及管道绝热工程施工规范》（GB50126-2008）
- 《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB50184-2011）
- 《作业场所环境气体检测报警仪器 通用技术要求》（GB12358-2024）
- 《爆炸性环境用气体探测器 第 1 部分：可燃气体探测器性能要求》（GB/T20936.1-2022）
- 《爆炸性环境用气体探测器 第 2 部分：可燃气体和氧气探测器的选型、安装、使用和维护》（GB/T20936.2-2017）
- 《爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求》（GB/T3836.1-2021）
- 《爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的 设备》

(GB/T3836.2-2021)

- 《爆炸性气体环境用检修箱》（JB/T11188-2011）
- 《建筑消防设施的维护管理》（GB25201-2010）
- 《消防控制室通用技术要求》（GB25506-2010）
- 《起重机械安全技术规程》行业标准第 1 号修改单（TSG 51-2023/XG1-2024）
- 《起重机械安全技术规程》（TSG51-2023）
- 《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）
- 《室外排水设计标准》（GB50014-2021）
- 《液化石油气供应工程设计规范》（GB 51142-2015）
- 《铸造机械 通用技术规范》（GB/T 25711-2023）
- 《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》（GB/T 47237-2026）
- 《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》（GB/T 47253-2026）
- 《工业炉及相关工艺设备 电弧炉炼钢机械和设备的安全要求》（GB/T 41994-2022）
- 《电热装置的安全 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求》（GB 5959.2-2008）
- 《电热和电磁处理装置的安全 第 1 部分：通用要求》（GB/T 5959.1-2019）
- 《电热和电磁处理装置基本技术条件 第 1 部分：通用部分》（GB/T 10067.1-2019）
- 《电热装置基本技术条件 第 21 部分：大型交流电弧炉》（GB/T 10067.21-2015）
- 《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）



- 《炼钢工程设计规范》（GB 50439-2015）
- 《工业炉窑控制装置 第1部分：通用技术条件》（GB/T 28475.1-2012）
- 《工业炉及相关工艺设备安全 第1部分：通用要求》（GB/T 37752.1-2019）
- 《铸造机械 造型制芯设备安全技术规范》（GB/T 47256-2026）
- 《铸造砂型 3D 打印设备 通用技术规范》（GB/T 42156-2023）
- 《铸造 3D 打印用砂型(芯)微波烘干设备技术规范》（JB/T 14743-2024）
- 《电热装置的安全 第3部分：对感应和导电加热装置以及感应熔炼装置的特殊要求》（GB 5959.3-2008）
- 《电热装置基本技术条件 第31部分：中频无心感应炉》（GB/T 10067.31-2013）
- 《电热设备电力装置设计规范》（GB 50056-1993）
- 《液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求》（GB/T 3766-2015）
- 《液压元件通用技术条件》（GB/T 7935-2005）
- 《铸造机械 抛喷丸设备安全技术规范》（GB/T 47257-2026）
- 《电热装置的安全 第4部分：对电阻加热装置的特殊要求》（GB 5959.4-2008）
- 《电热装置基本技术条件 第48部分：台车式电阻炉》（GB/T 10067.48-2014）
- 《铁液浇包 第2部分：技术条件》（GB/T 25714.2-2010）
- 《浇包设计规范》（JB/T 12552-2015）
- 《工业循环水冷却设计规范》（GB/T 50102-2014）
- 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB 50093-2013）
- 《钢铁工业自动化仪表与控制装置安装规范 第1部分：总则》（YB/T 6227.1-2024）

- 《钢铁工业除尘工程技术规范》（HJ 435-2008）
- 《铸造防尘技术规程》（GB 8959-2007）
- 《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）
- 《电力工程电缆设计标准》（GB 50217-2018）

1.3 评价范围

根据*****有限公司与辽宁力康职业卫生与安全技术咨询服务有限公司签订的技术服务合同，本次评价对象和范围为*****有限公司*****项目，主要针对项目涉及的选址、总平面布局、生产工艺及装置设施、工艺管线、配套公用工程和辅助设施等方面进行安全预评价。

建设项目所涉及到的岩土工程勘察、环境保护、消防、职业卫生等以政府有关部门的认可的技術文件为准，报告所需原始、基础、技术资料等均由企业提供，其真实性由企业负责。

1.4 评价程序

本次安全预评价主要按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的有关要求进行，评价工作大体可分为三个阶段：

（1）准备阶段：主要收集有关资料，进行初步的工程分析和危险、有害因素识别，选择评价方法。

（2）实施评价阶段：对工程中涉及的安全设施状况进行类比分析，运用合适的评价方法进行定性定量分析，提出职业安全卫生对策措施。

（3）报告编制阶段：主要是汇总第一、二阶段所得到的各种资料、数据，综合分析，提出评价结论和建议，完成安全预评价报告书的编制。

安全评价工作的具体程序如下图 1.4-1 所示：

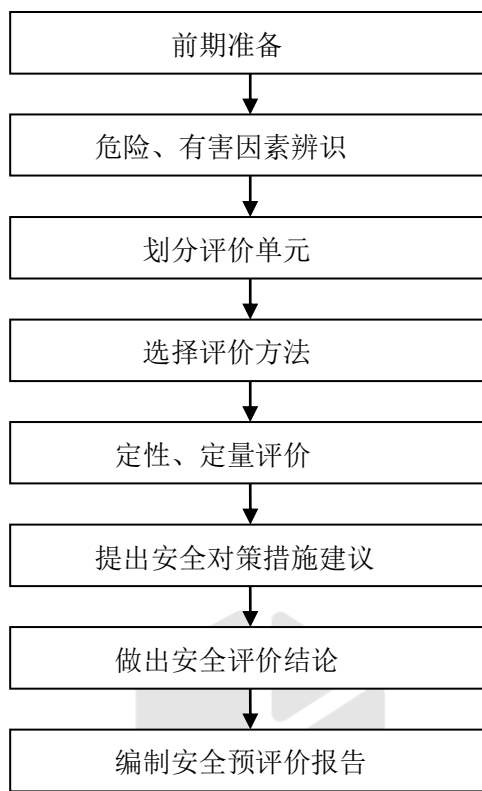


图 1.4-1 安全预评价程序图

力康咨询
LIKANG CONSULTING

第二章 建设单位及项目概况

2.1 建设单位简介

*****是一家主要从事矿石加工及贸易、尾矿综合利用、金属制品制造等综合性的生产型企业。

2.2 建设项目基本情况

2.2.1 建设项目基本情况概述

根据*****有限公司*****项目“四川省固定资产投资项目备案表”，拟建项目的基本情况如下：

建设单位：*****有限公司

项目名称：*****项目

项目类型：基本建设（发改）

建设性质：新建

所属国标行业：黑色金属铸造

建设地点：*****

建设内容及规模：建设*****。

项目投资：项目总投资****万元。

2.2.2 选址及政策符合性

1、选址及用地符合性

拟建项目位于*****。

2、产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）的规定，鼓励类-十四、机械-第 4 项铸造装备：“砂型 3D 打印/切削快速成型工艺与装备.....金属液自动化转运及定量浇注设备，金属液(铸铁)短流程铸造工艺与设备，铸件高效自动化清理成套设备”。第 11 项关键铸件、锻件：“高强度、高塑性球墨铸铁件，高性能蠕墨铸铁

件.....耐高温、耐低温、耐腐蚀、耐磨损等高性能轻量化新材料铸件、锻件.....领域用高性能关键铸件、锻件”。拟建项目新建一条高端钒钛耐磨新材料，依托核心铸造装备 3D 打印/MQPT 自动化淬火生产线，产品涵盖钒钛耐磨铸球/段(球墨铸铁)等，属于“鼓励类”产业，本项目符合产业发展规划。

2.3 建设项目所在地理位置及周边外环境

2.3.1 地理位置

拟建项目为*****有限公司*****项目，项目在瑞矿工业公司现有厂房内进行改建，*****，建设用地周边道路均为厂区内已有的用地和道路。项目地理位置图见图 2.3-1：



图 2.3-1 项目地理位置图

2.3.2 周边外环境

拟建项目 3D 打印车间南面 145 米处为*****有限公司钢球厂，东北面 150 米处为*****；250 米处为*****；高端耐磨材料生产车间西北面 157 米处*****。

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版），拟建项目厂区主要建筑物与厂区周边外环境的防火间距符合性如下表 2.3-1 所示，其周边关系图如图 2.3-2。

表 2.3-1 本项目建筑物与周边环境关系距离检查表

序号	本项目车间名称	方位	名称	实际距离 (m)	规范距离 (m)	执行规范	结论
1	***** (二级, 戊类)	南面	*****有限公司钢球厂 (二级, 丁类)	103	10	《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版) 第 3.4.1 条	符合
2		东北面	***** (二级, 戊类)	150	10		符合

3			***** (二级, 戊类)	250	10		符合
4	***** (二级, 丁类)	西北面	***** (二级, 戊类)	157	10		符合



图 2.3-2 周边关系图

2.4 自然条件

本章节根据《*****岩土工程勘察报告》（*****，2025年12月）进行描述如下：

2.4.1 气象及水文

1、气象

攀枝花市气候属南亚热带干热河谷气候，具有夏季长、日温差变化大、四季不分明、气候干燥、降雨集中、日照多、太阳辐射强、气候垂直差异显著，以及高温、干旱等特点。根据水文气象资料统计结果，主要气候特点具体表现如下：

(1) 年平均气温 20.9℃，最热月份为 5 月，日最高气温的月平均值为

33.2℃，极端最高气温 42.2℃(出现在 2012 年 5 月 21 日)，极端最低气温 -1.0℃(出现在 1983 年 12 月 28 日)。

(2) 攀枝花市降雨主要集中在 6~10 月，雨季中的降雨量平均占全年降雨量的 95.5%左右，11 月下旬至次年 5 月为旱季。降雨多在夜间，多雷阵雨，年平均降雨量 801.6 毫米，年最大降雨量 1006.9 毫米。

(3) 年平均相对湿度为 56%，在一年或一个月中相对湿度差异较大，最大相对湿度可高达 100%，最小相对湿度可低至 0%。旱季，特别是 3、4 月份湿度很小，空气异常干燥，进入雨季后，湿度逐渐增大。

(4) 风季一般出现在 2~4 月份，风向多为偏南风，风力不等，风速小则 1~2 米/秒，大者常达到大风标准。年平均风速 1.50 米/秒，年最大风速 18.30 米/秒，年平均大风日数为 27 天。

2、水文

勘察区属于横断山系，山脉沟谷纵横，树枝状水系发育，区域内有大小河流 90 余条，呈网纹状分布，分别属于金沙江及其一级支流雅砻江、二级支流安宁河水系，它们均属金沙江水系。河流以金沙江、雅砻江、安宁河为主，构成该区骨干水系。金沙江横穿整个攀枝花市区，安宁河与雅砻江在桐子林汇合，雅砻江在攀枝花矿区东南侧倮果附近汇于金沙江。与场区最近的河流主要为金沙江和雅砻江，分别从场区南部、东部流过。根据金沙江水文水资源勘测队 1994 年~2003 年实测资料，金沙江最大流量 12200m³/s，平均流速 3.73m/s，最小流量 404m³/s，平均流速 1.07m/s。

勘察场区内及附近无水库、湖泊、河流等地表水体存在。场地最低洼处与金沙江江面高差 150~160m，场地内无其它常流性地表水，地下水补给主要为大气降水，大气降水多以面流形式排泄至金沙江，少部分入渗形成地下水。勘察场区为斜坡地带，场地为人为开挖堆填形成的平地，平地上有完善的疏排水设施，场地水文地质条件简单。

2.4.2 地层岩性及工程地质特征

根据钻探揭露和地表调查，场地地层划分为 3 个地层单元：①第四系全新统人工回填(Q4^{ml})素填土，②第三系上新世(N₂)~第四系下更新世(Q₁)湖相沉积物昔格达组(NQ_x)泥岩、砂岩互层；③早元古代(Pt₁(r))花岗岩，地层特征及分布分述如下：

①第四系全新统人工回填(Q4^{ml})

①素填土：浅黄-灰白色，干，稍密，稍湿，主要由砂性土夹少量碎块、角砾组成，为前期厂房修建场平、道路修建人为填筑而成，不均匀，中等压缩性，局部欠固结，无湿陷性。该层主要分布于平台南部场平回填部位，钻孔揭露厚度 0.30~14.40m，层底标高介于 1212.11m~1236.02m 之间。

②第三系上新世(N₂)~第四系下更新世(Q₁)湖相沉积物昔格达组(NQ_x)

②昔格达组泥岩、砂岩互层：浅黄色-深灰色，砂泥质结构，水平层状构造，产状 300° ∠5°，半成岩，见垂直裂隙，遇水易软化，岩芯呈短柱状、长柱状，碎块状，碎块手可折断，该层以泥岩和砂岩互层出现，主要分布在场地东南侧，钻孔揭露厚度 2.20~15.80m，东南部钻孔未揭穿，层底标高介于 1212.11m~1229.24m 之间。属半成岩、极软岩，岩体极破碎，基本质量等级为 V 级。

③早元古代花岗岩(Pt₁(r))

为基底基岩层，场地全区分布，矿物成分主要为长石、石英、黑云母等矿物组成，中粒结构，块状构造，按颜色、风化程度和岩芯状态不同可分为 2 个亚层。

③₁强风化花岗岩：浅黄色，主要由长石、石英、黑云母等矿物组成，大部分矿物已风化蚀变，中粗粒结构，块状构造，岩体风化强烈，极破碎，岩芯呈砂土状，干钻钻进困难，场地北部直接出露，钻探揭露厚度 1.70m~14.70m，层顶标高介于 1201.51~1236.22m，差异风化强烈，顶面埋深

起伏大。属极软岩，岩体较破碎， $RQD=0\%$ ，属极差的。岩体基本质量等级为 V 级。

③₂强风化花岗岩：浅黄-灰色，主要由长石、石英、黑云母等矿物组成，部分矿物已风化蚀变，中粗粒结构，块状构造，岩体风化强烈，极破碎，岩芯呈砂土状、碎块状,局部短柱状，钻孔揭露厚度 0.30~7.0m，层顶标高介于 1211.34~1231.02m，属极软岩，岩体较破碎， $RQD=5\%$ ，属极差的。岩体基本质量等级为 V 级。

2.4.3 水文地质条件

1、地表水

拟建项目场地无地表水分布，勘察时处于旱季，大气降雨时会形成短暂的地表径流，这类地表水水量较小，地表水通过沟谷排泄至低洼处，最终汇流到金沙江，金沙江是外围最大的地表水体。

2、地下水

(1) 地下水类型

勘察期间(2025年11月)为旱季，每年6~9月为雨季，根据现场地质调绘、钻探结果及相关水文地质资料，勘察区地下水类型简单，根据地下水赋存条件，场地地下水类型主要为上部素填土、昔格达组泥岩砂岩中的上层滞水及赋存于基岩中的基岩裂隙水。

1) 上层滞水：它主要赋存于素填土和昔格达组泥岩、砂岩中，主要补给途径为地表人类活动用水及大气降水；下渗受粘性土阻隔，以蒸发方式排泄。它埋藏较浅，分布不均，无统一的地下水位，水量较小，勘察期间未测到。

2) 基岩裂隙水：主要接受雨季上部松散土体下渗补给，下渗补给下部含水层或侧向径流排泄。岩性主要为花岗岩，接受大气降水和地表水体渗透补给，沿裂隙向深部排泄及沿斜坡地形向地势低洼处排泄，本次在 ZK28、

ZK29、ZK31 钻孔内测得基岩裂隙水，水位为 18.0~19.70m(相应高程 1206.75~1208.22m)，此类地下水量较小，对场地影响小。

(2) 地下水埋深及变化幅度

勘察期间时逢旱季，场地处于地势相对较高的斜坡沟谷区，地表水径流条件好，斜坡山脊区地下水埋藏较深。经对钻孔内混合水位观测可知，钻孔深度范围内地下水变化幅度较大，且地下水位随雨、旱季有一定变化幅度，一般为 2.0~5.0m。

(3) 地下水补、径、排

项目场区主要处于地下水的补给、径流区，大气降水入渗土中主要受地形、岩性的控制。一部分在填土层中顺坡向径流，这部分水一部分在缓坡地带或山体斜坡坡脚处形成暂时性上层滞水或潜水，另一部分直接向坡面沟谷排泄，最终汇入金沙江。

2.4.4 不良地质作用

经现场踏勘，拟建项目南侧边坡部位地经人工回填碾压形成平地，经钻探揭露填方厚度 0.30~14.40m，密实程度不均匀，局部地段固结未完成，场区地面、道路存在差异沉降会构成不利影响；项目东侧约 1km 处有一矿山，矿山开采活动（如爆破、挖掘）可能破坏山体稳定性，引发滑坡、崩塌、滚石等地质灾害。极端天气（暴雨、地震）或矿山作业可能直接导致土石方涌入厂区，冲击*****、*****东侧墙体及附属设施。

2.4.5 抗震设防区划及建筑抗震设防类别

拟建场地位于*****，根据《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2015）和《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T50011-2010），场地抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组，设计基本地震加速度值为 0.15g，场地类别为 II 类，反应谱特征周期为 0.45s。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）规定，本工程属于

工业建筑中的生产建筑，不属于规范列举的重点设防类，故抗震设防类别可按标准设防执行(丙类)。应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用，达到在遭遇高于当地抗震设防烈度的预估罕遇地震影响时不致倒塌或发生危及生命安全的严重破坏的抗震设防目标。

2.4.6 场地和地基的稳定性及适宜性评价

1、场地的稳定性及适宜性评价

工程区在一定范围内无发震断裂通过，场地内无埋藏河道、防空洞，但存在有排洪沟及电缆沟等不利埋藏物，无滑坡、崩塌、泥石流等影响工程稳定的不良地质作用。

综上所述：经钻探和地质调查表明，勘察场地内未见断裂构造，未发现滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用。设计过程中对边坡、基坑采取安全可靠的支挡、采取完善的地表水地下水疏排等相关措施后，场地整体稳定，工程建设适宜性为较适宜。

2、地基的稳定性分析与评价

场地主要地基土为素填土、昔格达组泥岩、砂岩互层及强风化花岗岩层，拟建建筑物基础宜采用独立柱基础+桩基础的基础型式，持力层为昔格达组泥岩、砂岩互层及强风化花岗岩层，地基稳定。

2.4.7 结论

(1) 拟建场地位于*****，地貌上属于低中山斜坡剥蚀构造地貌，原始地形为斜坡、冲沟，场区内无断层通过，场地周边未发现滑坡、泥石流、崩塌、地裂缝等地质灾害及不良地质作用，场地在现状条件下处于稳定状态，工程建设适宜性为较适宜。

(2) 场地地层构成主要为：①第四系全新统人工回填(Q_4^{ml})素填土，②第三系上新世(N_2)~第四系下更新世昔格达组泥岩、砂岩互层(NQ_x)，③早元古代强风化花岗岩($Pt_1(r)$)，各土层力学性质差异较大，且层厚变化较大，因

此场地属不均匀地基。场地内①素填土层因成份杂乱、结构松散，承载力较低不能作为基础持力层，其余各层可以根据建构筑物及设备的荷载情况，选用浅基础或深基础型式。

(3) 根据勘察结果，工程区内地下水以基岩裂隙水为主，钻孔深度范围内地下水位 18.0~19.70m，基坑开挖需要做好支护及防排水。综合判定场地内水对混凝土结构具微腐蚀性，对混凝土结构中钢筋具微腐蚀性；土对混凝土结构具微腐蚀性，对混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀性。工程建设时，应做好建筑材料腐蚀防护，应符合国家标准《工业建筑防腐设计规范》(GB50046)规定。

(4) 拟建场地土的类型属软弱~中硬场地土，场地属 II 类建筑场地。场地所属抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，反应谱特征周期 0.45s，设计地震分组为第三组，场地位于构造剥蚀低中山山地斜坡沟谷地貌，建筑物位于建筑抗震一般~不利地段，场地内地基土不存在可能液化或震陷土层。

(5) 本报告可作为施工图设计依据。

2.5 总图布局

2.5.1 总平面布置

*****，本车间火灾危险性为丁类，耐火等级为二级且为单层，此车间作为一个防火分区，车间内部在熔炼跨（AB 跨）的熔炼工位与南侧延长段的铁水罐修砌区之间，砌筑了高度+2.0m 的隔墙，该车间内拟设置不少于 2 个安全出口。

*****：*****布置在现有厂区预留空地上，车间位于厂区东侧，与*****平行，车间轴线尺寸 $L \times B = 48m \times 24m$ ，本车间火灾危险性为戊类，耐火等级为二级且为单层，此车间作为一个防火分区，该车间拟设置不少于 2 个安全出口。

辅助与附属建筑：在*****，其东侧则布置*****；在*****。

本项目所在区域地势平坦，所有建构筑物均在同一台阶布置，总平面具体布置简图如下，详细布局见附件总平面布置图。

图 2.5-1 总平面布置简图

总平面布置检查表如下：

表 2.5-1 总平面布置检查表

序号	建筑物或设施名称	方位	相邻建筑物或设施名称	实际距离	标准距离	结论
1	***** (丁类，耐火等级：二级)	北	*****	2.51m	/	/
2		西	*****	10.62m	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条, 7.5m	符合
3			*****	8.74	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条, 4m	
4		南	***** (甲类, 耐火等级：二级)	14.55m	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条, 12m	符合
5		东	***** (戊类, 耐火等级：二级)	13.42m	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条, 10m	符合
6	***** (戊类，耐火等级：二级)	北	空地	/	/	/
7		东	*****	20.10m	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条, 10m	符合
8		南	厂区道路	5.5	/	/
9		西	*****	33.84	GB50016-2014 (2018 年版) 第 3.4.1 条, 12m	符合

2.5.2 总图运输

本项目总运输量 37501t/a，其中运入量 18769t/a、运出量 18732t/a。

本项目原料及成品运输均采用载重量为 15t 的普通汽车，厂区道路采用沥青路面（汽车-15 级荷载），道路宽 7m，接入现有厂区道路。

2.5.3 竖向布置

本项目现有场地已进行平整，场地标高在 1226.60m 左右，地势平坦。结合用地地形现状和厂外道路标高，厂区竖向布置采用平坡式。根据现有地势，设计新建工业园路面标高为 1126.6m，厂区 3D 打印车间西侧用地推平和路面标高齐平。

厂区排水系统采用雨污分流制。厂区雨水采用地面散排、道路集中的方式，地面雨水排往道路，道路设横坡，其中 8m 宽及以上的道路设双向横坡，横坡坡底设纵向街沟，纵向街沟坡底接雨水井，雨水汇往遍布道路侧边的雨水管网，雨水经道路上的雨水口排入用地外雨水明渠，其他排水经过污水处理站后统一用于绿化灌溉。

2.5.4 道路

厂内道路采用城市型道路，采用沥青路面。干道采用双车道，路面宽 7.0m，支道宽 4.0m，路侧不设置人行道，车间引道与门同宽。道路最小内缘半径为 9m，最大坡度 5.5%。

2.5.5 主要构筑物

主要建（构）筑物建筑规模及主要参数详见下表：

表 2.5-1 建（构）筑物一览表

序号	单体名称	轴线尺寸:长×宽 (m)	层数	层高 (m)	结构形式	建筑面积 (m ²)	备注
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

2.6 产品方案

拟建项目建成后，产品方案如下表。

表 2.6-1 主要产品方案一览表

序号	产品名称	代表规格型号	材质	生产纲领	备注
1					
3					
2					

图 2.6-1 主要产品

2.7 原辅料及能源消耗

1、原辅材料

拟建项目年产 1.2 万吨铸件所需的原材料如下表所示：

表 2.7-1 原辅材料运输、供应与包装方式表

序号	原辅材料	年需数量 (t/a)	运输方式	物料状态	包装	火灾危险性
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

2、能源消耗

拟建项目*****能源消耗如下表所示：

表 2.7-2 能源消耗一览表

序号	项目名称	单位	单耗	年耗量（tce）
1				
2				
3				
4				
5				
6				

2.8 车间组成、工艺布置、工艺流程

2.8.1 原生产车间厂房及起重机配置现状

2.8.2*****厂房及起重机配置

2.8.3*****厂房及起重机配置

2.8.4 工艺布置

2.9 主要工艺装置、设备设施

拟建项目主要工艺装置、设备设施如下表：

表 2.9-1 主要设备设施一览表

序号	项目、设备名称	规格、型号	单位	数量	备注
一					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



21					
22					
23					
24					
25					
二					
1					
2					
3					
4					
5					
三					
1					
2					
3					
4					
5					

6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

2.10 公用工程及辅助设施

2.10.1 供配电

1、供电电源

本项目配套建设一个 6kV 变电所 S1 和一个 0.4kV 变电所 S2。S1 变电所采用两路 6kV 电源进线，一路电源带电炉、LF 炉等冲击负荷，另一路电源带一台 1600kVA 的动力变压器，这样可以避免电炉等冲击负荷对重要设备的影响，使系统运行更加可靠。

电源引自上级变电所，外部线路不在本设计范围内，采用送电制，电源送至本变电所进线柜。

表 2.10-1 变配电室配置一览表

序号	名称	尺寸(长×宽×高 m)	变压器容量(kVA) ×台数	供电范围
1	S1 变电所	24×5.6×3.5，一层框架建筑	1600×1	全厂
2	S2 变电所	16×5.6×3.5，单层框架	2000×1	热处理车间

2、供电负荷

本系统主要负荷按三级用电负荷设计，不考虑两路电源。

系统设计柴油泵，满足事故水的需要，没有一级供电负荷。

对自动化控制系统、重要的控制系统，采用不间断电源装置（UPS）供电，以确保自动化控制系统正常运转。

重要的液压站，采用蓄势器作为保安应急措施。

对配电室、电气室、操作室、危险场所和人员疏散通道等处，采用集

中电源集中控制的应急照明系统，持续时间不小于 60 分钟，在电气室、操作室、人员疏散通道等处，设置应急照明、疏散照明及疏散指示标志。

2.10.2 给排水

1、净循环水系统

本系统主要是向中频炉、电炉、LF 炉、铁模覆砂线、除尘及其他设备等冷却供水，总循环水量约 $290\text{m}^3/\text{h}$ 。系统水质为生产新水，补水量约 $9\text{m}^3/\text{h}$ ，系统循环率约 97%。

2、浊循环水系统

本系统主要用水户为热处理工序，总循环水量约 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。系统补水主要为净循环水系统溢流及放空水、生产新水和其他零星废水，其中生产新水最大补水量约 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。

3、安全供水系统

本项目中频炉、电炉及 LF 炉需安全供水，流量分别按各炉冷却水量的 50% 计，则安全供水量为 $130\text{m}^3/\text{h}$ ；安全供水时间 30min，供水压力不小于 0.30MPa。

4、给水系统

厂区生产、生活及消防用水的水源，均采用市政自来水。从项目北侧引入一根 DN150 给水管，在厂房内敷设环状供水管网，负责供应本厂区各单体的生产、生活及消防水池补水。供水压力为 0.30MPa。

5、初期雨水收集系统

本项目初期雨水收集池利旧拟建场地东南侧 1202.50m 标高处现废弃水塘进行改造，改造后有效容积约 900m^3 ，满足本设计有效容积约 754m^3 的贮存要求，池内少量泥砂定期人工清掏并外运集中处理。

2.10.3 自动化控制系统

自动化控制系统主要由电炉电极调节控制 PLC；电炉炉体动作控制

PLC；工控机（HMI）构成。系统总体采用仪、电、计算机、PLC 一体化设计，充分考虑系统的先进性、实用性、可靠性及合理性，兼顾电炉之间的有关信息交换。

（1）电极调节器系统采用 PLC 控制，实现以下功能：电量值检测；电气参数计算；弧长控制；弧压检测；智能 PID 调节；综合控制输出；网络通讯使系统对电极短路、断路能有效控制，大大减小对电网的冲击。

（2）炉体动作控制 PLC 完成以下功能：高压及变压器设备的监控及联锁和保护；冷却水监控和显示（包括炉子、电气设备和液压站的冷却水）；液压站设备的检测、显示和控制；炉盖升降；电极夹持器控制；钢水温度读取；与电极调节器的通讯；与工控机（HMI）的通讯。

（3）工控机（HMI）工作站：工控机系统设置两台，一台用于电炉操作，一台用于调节器辅助控制。工控机系统要求：Windows10；PLC 编程软件 TIA Portal V16；工控组态软件 Wincc V7.5 SP2。工控机（HMI）功能要求：设备运行监视；报警/事件管理；以太网通讯监视；辅助调节器工作；过程数据记录保存（电耗、钢水温度等重要数据）。工控机（HMI）工作站画面显示要求：高压画面（电炉供电系统图、断路器合分闸状态、变压器工作状态、高压系统故障点显示等）；加热画面（钢水温度、变压器档位显示、加热曲线选择、弧压、弧流等参数显示）；冷却画面（水冷系统回路、压力流量显示、进出水温度）；液压画面（液压回路总图、电极升降阀状态、电极夹紧放松状态等）

本项目主要控制室设置如下：

2.10-2 本项目主要控制室一览表

序号	电气室名称
1	电炉主控制室
2	LF 炉控制室
3	中频炉主控制室
4	热处理控制室
5	中央集控室

2.10.4 仪表

对电炉、LF 炉、中频炉、水处理系统、气体汇流排供气系统、除尘系统等有关工艺参数进行检测，一次检测仪表的信号送入 PLC 控制系统，由 PLC 系统来完成数据处理，实现 LCD 集中显示，集中操作，集中管理和分散控制，使工艺参数保持在最佳范围。控制功能先进完备，控制方式设自动、控制室键盘手动及现场手动。

2.10.5 消防

1、消防给水

根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）、《消防给水及消水栓系统技术规范》（GB50974-2014）、《消防设施通用规范》（GB50036-2022）、《建筑防火通用规范》（GB50037-2022）规范要求，本项目消防用水量按同一时间内的火灾次数为一次，消防用水量按需水量最大的一座建筑物考虑，即高端耐磨材料生产车间（体积：54675m³）。高端耐磨材料生产车间耐火等级为二级，生产类别为丁类，根据消防规范，则本项目消防用水量如下：

室内消防：Q₁= 10L/S H≥0.38MPa；

室外消防：Q₂= 15L/S H≥0.15MPa；

消防用水时间 2h，一次消防用水量 252m³。

根据外部水源条件，消防给水系统拟采用常高压给水系统，水源拟由场地北侧 1278.00m 处 400m³ 生产及消防共用高位水池供给，其中消防用水水

量 252m^3 ，其中生产用水量约 120m^3 。根据《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）第 4.3.8 条，消防用水与其他用水共用的水池，应采取确保消防用水量不作他用的技术措施。如在 400m^3 的高位水池内部，采用钢筋混凝土隔墙，将其物理分隔为两个独立的部分：消防专用储水池（容积 $\geq 270\text{m}^3$ ）和生产用水储水池（容积 $\leq 130\text{m}^3$ ）。

2、灭火器配置

根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005），本项目建构筑物应配置 MF/ABC4 型、MF/ABC5 型及 MFT/ABC20 型磷酸铵盐干粉灭火器。

2.10.6 热力

本项目净化压缩空气最大用气总量 $1235\text{Nm}^3/\text{h}$ （ $20.58\text{Nm}^3/\text{min}$ ），平均用气量约 $18.44\text{Nm}^3/\text{min}$ ，压力 $0.6\sim 0.8\text{MPa}$ ，用气制度间断，新建 2 台额定排气量 $10\text{m}^3/\text{min}$ 风冷变频螺杆空压机供气（无备用），采用 DN100（20#）无缝钢管输送至各用气点。

2.10.7 燃气

拟建项目气体汇流排间设置为 3 个房间，分别分布了液氧汇流排、氩气汇流排、丙烷汇流排，房间相互之间设置有防火隔墙进行分隔，分别设置独立的安全出口。

1、氧气

本项目氧气用户点：电炉炉门氧枪，最大用气量 $168\text{Nm}^3/\text{h}$ ，压力 $0.6\sim 0.8\text{MPa}$ ，用气制度间断。每天冶炼~5 炉，每炉用气时间~10min，每天用氧量 140Nm^3 ，根据用量，气体汇流排间内配置 4 个 175L 的液氧杜瓦瓶（PN16），氧气汇流排+减压阀供气，使用周期 2 天，采用 DN40 不锈钢无缝

钢管输送至各用气点。

2、氩气

本项目氩气用户点：LF底吹，最大用气量 3~5Nm³/h，正常工况压力：0.8MPa，事故工况 1.6MPa，用气制度间断。每天精炼~5 炉，每炉用气时间~10min，每天用气量 2.5~5Nm³。设计 2×10 瓶组(40L, 15MPa 钢瓶, 约 6Nm³/瓶)氩气汇流排+减压阀供气，使用周期 10 天，采用 DN32(20#)无缝钢管输送至各用气点。

3、丙烷

本项目丙烷用户点：铁水罐烘烤器、事故切割，烘烤器最大用气量 10Nm³/h，压力~5kPa，用气制度间断。连续用气量 8h，考虑部分切割用气，每天用气量 90Nm³。设计 1×8 瓶组(50kg 钢瓶, 约 27.3Nm³ 瓶)丙烷汇流排+减压阀供气，使用周期 2 天，采用 DN32(20#)无缝钢管输送至各用气点。

2.10.8 除尘系统

(1) 熔炼除尘系统 (C-1)

表 2.10-3 除尘点及风量分配 (C-1)

序号	除尘点名称	除尘点数 (个)	同时工作点 (个)	风量 (万 m ³ /h)	温度(°C)	总风量 (万 m ³ /h)	备注
1							
2							
3							

(2) 浇注除尘系统 (C-2)

表 2.10-4 除尘点及风量分配 (C-2)

序号	除尘点名称	除尘点数 (个)	同时工作点 (个)	风量 (万 m ³ /h)	温度 (°C)	总风量 (万 m ³ /h)	备注
1							
2							
3							
4							

(3) 其它除尘系统

本项目铸球分离分选除尘、落砂除尘、抛丸除尘均由设备成套供应。

2.10.9 火灾自动报警及消防联动系统

根据《工业电视系统工程设计标准》(GB/T50115-2019)、《火灾自动报警设计规范》(GB50116-2013)、《建筑设计防火规范》(GB50016-2014, 2018 年版)的规定, 设置火灾自动报警系统。

在调度室内设置 1 台 8 回路火灾报警控制器, 火灾自动报警及消防联动控制信号均接入该控制器。在各电气室、各控制室等处设置点式感烟火灾报警探测器; 在各液压站设置红外火焰探测器, 在液压站及各电气室地下电缆室、电缆桥架上设置双回路可恢复式差定温缆式线型感温探测器; 并在上列各处设置适量的手动报警按钮和声光报警器等。同时对风机、防火阀、空调等实现联动控制, 当有火灾发生时, 自动关闭风机、防火阀、空调等通风设备, 接收其反馈信号, 启动火灾警报装置, 以便及时发现火情, 迅速处理。

2.11 劳动定员及生产班制

本项目新增劳动定员 46 人, 年有效作业天数 300 天, 熔炼、浇注、铸件热处理工序采用夜班工作制, 铸球热处理工序采用四班三运转, 连续工作制。

2.12 安全投入

拟建项目总投资为 17070 万元，其中，安全投入约为 450 万元，约占总投资额的 2.6%。安全投入主要用于消防设施、视频监控系统、防雷接地装置、火灾自动报警系统、安全防护装置、安全警示标志、安全教育培训、事故应急预案及演练、劳保用品等方面的安全投入。安全投入《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知（财资〔2022〕136 号）的相关规定，同时，建设单位在下一步设计中应明确拟建项目的安全设施和安全投入的预算。



第三章 危险、有害因素辨识

3.1 危险、有害因素辨识依据说明

危险因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损害的因素。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损害的因素。通常情况下，二者并不加以区分而统称为危险、有害因素。

针对评价对象的生产工艺、设备设施的特点，采用科学、合理的评价方法，进行危险、有害因素，具体辨识依据如下：

(1) 按照《危险化学品目录（2015版）》（应急管理部等10部门公告〔2026〕第3号调整），将有害物质分为爆炸物、易燃气体、气溶胶、氧化性气体、加压气体、易燃液体、易燃固体、自反应物质和混合物、自燃液体、自燃固体、自热物质和混合物、遇水放出易燃气体的物质和混合物、氧化性液体、氧化性固体、有机过氧化物、金属腐蚀物、急性毒性、皮肤腐蚀/刺激、严重眼损伤/眼刺激、呼吸道或皮肤致敏、生殖细胞致突变性、致癌性、生殖毒性、特异性靶器官毒性一次接触、特异性靶器官毒性-反复接触、吸入危害、危害水生环境、危害臭氧层，共计28类，对系统中使用的物质及产品进行辨识与分析。

(2) 根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），对拟建项目中使用到的各种危险化学品进行重大危险源的辨识；根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2011〕95号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通知》（原安监总管三〔2013〕12号）对建设项目进行重点监管危险化学品进行判定；根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（原安监总管三〔2009〕116号）、《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺部分典型工艺的通知》（原安监总管三〔2013〕3号）对建设项目进

行重点监管的化工工艺的判定。

(3) 根据《生产安全事故分类与编码》(GB6441-2025), 综合考虑起因物、致害物、致害方式、不安全状态、不安全行为等, 将事故分为物体打击、厂(场)内车辆致害、道路(轨道)车辆致害、机械致害、起重致害、触电等 27 类, 对系统中作业场所按照事故类型进行辨识与分析。

(4) 根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022) 对拟建项目生产过程中的危险、有害因素进行辨识与分析。

3.2 物料的危险性分析

危险物质的辨识是根据《危险化学品目录(2015 版)》(应急管理部等 10 部门公告(2026) 第 3 号调整)、《危险化学品目录(2015 版)实施指南(试行)》(原安监总厅管三(2015) 80 号)、《危险货物品名表》(GB12268-2025) 和危险化学品安全技术说明书, 结合拟建项目生产装置的工艺流程、原辅材料的描述进行分析而得出。

拟建项目在生产过程中涉及的危险化学品包括氧(压缩的或液化的)(危序号 2528)、氩(压缩的或液化的)(危序号 2505)、丙烷(危序号 139)。

根据《易制毒危险化学品名录》(2018 年版)可知, 拟建项目不涉及易制毒危险化学品。

根据《易制爆危险化学品名录》(2017 年版)可知, 拟建项目不涉及易制爆危险化学品。

根据《特别管控危险化学品目录》(第一版)可知, 拟建项目不涉及特别管控危险化学品。

根据《四川省危险化学品“禁限控”目录(第一批)》可知, 拟建项目不涉及四川省危险化学品“禁限控”目录(第一批)中的危险化学品。

根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通知》(原安监总管三(2011) 95 号)可知, 拟建项目不涉及重点监管的危险

化学品。

拟建项目涉及危险物质的危害特性如下表：

表 3.2-1 危险物质的危害特性表

危险物质	危险物质序号	CAS 号	火灾危险性	危险性类别	闪点 (°C)	爆炸上、下限 (%)	危险特征
氧(压缩的或液化的)	2528	7782-44-7	乙类	氧化性气体,类别 1 加压气体	--	--	是易燃物、可燃物燃烧爆炸的基本元素之一,能氧化大多数活性物质。与易燃物(乙炔、甲烷等)形成有爆炸性的混合物。
氩(压缩的或液化的)	2505	7440-37-1	戊类	加压气体	--	--	若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。
丙烷	139	74-98-6	甲类	易燃气体,类别 1 加压气体	-104	2.1~9.5	与空气混合能形成爆炸性混合物,遇明火、高热能引起燃烧爆炸。其蒸气比空气重,能在较低处扩散到相当远的地方,遇火源引着回燃。若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。
石灰	--	1305-78-8	戊类	皮肤腐蚀/刺激,类别 1B; 严重眼损伤/眼刺激,类别 1	--	--	未有特殊的燃烧爆炸特性。具有较强的腐蚀性。与酸类物质能发生剧烈反应。
高温熔融金属(铁水/钢水)	--	--	丁类	高温物质,类别 1	--	--	1. 高温灼烫与火灾: 温度高达 1450-1650°C, 接触人体造成严重灼伤, 接触可燃物(木材、油类、塑料)引发火灾。 2. 遇水爆炸: 与水或潮湿物质接触时, 水瞬间汽化, 体积急剧膨胀(可达千倍以上), 引发剧烈蒸汽爆炸, 产生冲击波和金属喷溅。

危险物质	危险物质序号	CAS号	火灾危险性	危险性类别	闪点(°C)	爆炸上、下限(%)	危险特征
增碳剂	--	7440-44-0 (碳)	丙类	易燃固体, 类别2; 特异性靶器官毒性-单次接触, 类别3 (呼吸道刺激); 危害水生环境-急性危害, 类别3	--	60 ~ 125 g/m ³ (粉尘云最小点火能低)	1. 粉尘爆炸: 其粉尘与空气混合能形成爆炸性混合物, 尤其在密闭空间 (如料仓、除尘器) 内, 遇明火、高热或火星 (如电炉电弧) 极易引发粉尘爆炸。 2. 火灾危险: 固体状态为可燃物, 堆积状态下遇热源可能阴燃。
球化剂	--	--	丙类	遇水放出易燃气体的物质和混合物, 类别2; 皮肤腐蚀/刺激, 类别2; 严重眼损伤/眼刺激, 类别2	--	--	遇湿易燃: 主要成分为镁 (Mg), 化学性质活泼, 遇水或潮湿空气会发生剧烈反应, 放出氢气 (H ₂) 并产生大量热量。积聚的氢气与空气混合可形成爆炸性气体, 遇热或明火即爆炸。
孕育剂	--	--	丙类	遇水放出易燃气体的物质和混合物, 类别3; 皮肤腐蚀/刺激, 类别2; 严重眼损伤/眼刺激, 类别2	--	--	主要成分为硅 (Si)、钙 (Ca) 等, 化学性质较活泼, 遇水或潮湿空气会发生反应, 放出氢气 (H ₂) 和少量热量。在密闭空间内, 积聚的氢气可能形成爆炸性混合物。
固化剂	--	--	丙类	皮肤腐蚀/刺激, 类别1B; 严重眼损伤/眼刺激, 类别1; 特异性靶器官毒性-单次接触,	--	--	1. 健康危害: 强腐蚀性和刺激性。接触皮肤、眼睛可引起严重灼伤。吸入其蒸气或雾对呼吸道有强烈刺激, 可引起化学性肺炎。误食会灼伤口腔和消化道。 2. 火灾爆炸危险: 许多液态固化剂含有易

危险物质	危险物质序号	CAS号	火灾危险性	危险性类别	闪点(°C)	爆炸上、下限(%)	危险特征
				类别3(呼吸道刺激)			燃有机溶剂,其蒸气与空气可形成爆炸性混合物,遇明火、高热极易燃烧爆炸。
醇基耐火涂料(以石英粉、锆英粉为主要骨料)	--	--	乙类	易燃液体,类别2;严重眼损伤/眼刺激,类别2;特异性靶器官毒性-单次接触,类别3(呼吸道刺激、中枢神经系统抑制);致癌性,类别1A(石英粉尘,长期吸入可致矽肺)	依具体溶剂而定	依具体溶剂而定	1.火灾爆炸危险(首要风险):以甲醇、乙醇等低碳醇为主要溶剂,闪点极低,挥发性强。其蒸气与空气混合极易形成爆炸性气体,遇明火、高热、电火花或静电放电即可引发猛烈燃烧或爆炸。 2.健康危害:吸入其蒸气可引起头晕、头痛、恶心、视力模糊,严重者导致中枢神经系统抑制甚至昏迷。皮肤反复接触可能导致干燥、脱脂和皮炎。误食可致中毒。

对涉及到的危险物料的理化数据、危险特性、毒性资料等采用安全技术说明书或安全数据表的形式进行汇总,如下列表:

1、氧(压缩的或液化的)

表 3.2-2 氧的安全数据表

标识	中文名:	氧; 氧气英文名: Oxygen	
	分子式:	O ₂	分子量: 32
	CAS号:	7782-44-7	RTECS号: RS2000000
	UN编号:	1072	
	IMDG规则页码:	2169	
理化性质	外观与性状:	无色无臭气体。	
	主要用途:	用于切割、焊接金属, 制造医药、染料、炸药等。	
	相对密度(水=1):	1.14/-183°C	相对密度(空气=1): 1.43
	饱和蒸汽压	506.62/-164°C	

	(kPa) :	
	溶解性:	溶于水、乙醇。
	临界温度 (°C) :	-118.4 临界压力 (MPa) : 5.08
燃烧爆炸危险性	燃烧性:	助燃
	建规火险分级:	乙
	危险特性:	是易燃物、可燃物燃烧爆炸的基本元素之一,能氧化大多数活性物质。与易燃物(乙炔、甲烷等)形成有爆炸性的混合物。
	稳定性:	稳定
	聚合危害:	不能出现
	禁忌物:	易燃或可燃物、活性金属粉末、乙炔。
	灭火方法:	切断气源。喷水冷却容器,可能的话将容器从火场移至空旷处。雾状水、二氧化碳。
包装与储运	危险性类别:	第 2.2 类无毒不燃气体
	危险货物包装标志:	3
	储运注意事项:	不燃性压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30°C。远离火种、热源。防止阳光直射。应与易燃气体、金属粉末分开存放。验收时要注意品名,注意验瓶日期,先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸,防止钢瓶及附件破损。
毒性危害	接触限值:	中国 MAC: 未制定标准; 苏联 MAC: 未制定标准; 美国 TWA: 未制定标准; 美国 STEL: 未制定标准
	侵入途径:	吸入
	健康危害:	常压下,当氧的浓度超过 40%时,有可能发生氧中毒,吸入 40~60%的氧时,出现胸骨后不适感、轻咳,进而胸闷、胸骨后烧灼感和呼吸困难,咳嗽加剧;严重时可发生肺水肿、窒息。吸入的氧浓度在 80%以上时,出现面部肌肉抽动、面色苍白、眩晕、心动过速、虚脱,继而全身强直性抽搐、昏迷、呼吸衰竭而死亡。
	吸入:	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。呼吸停止时,立即进行人工呼吸。就医。
防护措施	工程控制:	密闭操作。提供良好的自然通风条件。
	呼吸系统防护:	一般不需特殊防护。
	眼睛防护:	一般不需特殊防护。
	防护服:	穿工作服。
	手防护:	必要时戴防护手套。
泄漏处置	建议应急处理人员戴自给式呼吸器,穿相应的工作服。切断火源。避免与可燃物或易燃物接触。切断气源,然后抽排(室内)或强力通风(室外)。漏气容器不能再用,且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。	
其他	避免高浓度吸入。	

2、氩

表 3.2-3 氩的安全数据表

氩			
标识	中文名:	氩	英文名: Argon
	分子式:	Ar	分子量: 39.95
	CAS 号:	7440-37-1	RTECS 号: CF2300000
	UN 编号:	1006	危险货物编号: 22011 IMDG 规则页码: 2105
理化性质	外观与性状:	无色无臭的惰性气体。	
	主要用途:	用于灯泡充气和对不锈钢、镁、铝等的电弧焊接, 即“氩弧焊”。	
	熔点(°C):	-189.2	沸点: -185.7
	相对密度(水=1):	1.40/-186°C	相对密度(空气=1): 1.38
	饱和蒸汽压(kPa):	202.64/-179°C	
	溶解性:	微溶于水。	
	临界温度(°C):	-122.3	临界压力(MPa): 4.86 燃烧热(kj/mol): 无意义
燃烧爆炸危险性	燃烧性:	不燃	建规火险分级: 戊
	闪点(°C):	无意义	自燃温度(°C): 无意义
	爆炸下限(V%):	无意义	爆炸上限(V%): 无意义
	危险特性:	惰性气体, 有窒息性, 在密闭空间内可将人窒息死亡。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。	
	稳定性:	稳定	
	聚合危害:	不能出现	
	灭火方法:	不燃。切断气源。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。	
包装与储运	危险性类别:	第 2.2 类 不燃气体	
	危险货物包装标志:	3	包装类别: III
	储运注意事项:	不燃性压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30°C。远离火种、热源。防止阳光直射。应与易燃、可燃物分开存放。验收时要注意品名, 注意验瓶日期, 先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸, 防止钢瓶及附件破损。 废弃: 允许气体安全地扩散到大气中。 包装方法: 钢质气瓶。	
毒性危害	接触限值:	中国 MAC: 未制定标准; 苏联 MAC: 未制定标准; 美国 TWA: ACGIH 窒息性气体; 美国 STEL: 未制定标准	
	侵入途径:	吸入	
	毒性:	对环境可能有害。	
	健康危害:	普通大气压下无毒。高浓度时, 使氧分压降低而发生窒息。氩浓度达 50% 以上, 则引起严重症状; 75% 以上时, 可在数分钟内死亡。当空气中氩浓度增高时, 先呈呼吸加速, 注意力不集中, 共济失调。继之, 疲倦乏力、烦躁不安、恶心、呕吐、昏迷、抽搐, 以至死亡。 液态氩可致皮肤冻伤, 眼部接触可引起炎症。	
急救	皮肤接触:	若有皮肤冻伤, 先用温水洗浴, 再涂抹冻伤软膏, 用消毒纱布包扎。就医。	
	眼睛接触:		

	吸入:	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时, 立即进行人工呼吸。就医。
	食入:	
防护措施	工程控制:	密闭操作。提供良好的自然通风条件。
	呼吸系统防护:	高浓度环境中, 佩带供气式呼吸器或自给式呼吸器。
	眼睛防护:	一般不需特殊防护。
	防护服:	穿工作服。
	手防护:	一般不需特殊防护。
	泄漏处置:	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并隔离直至气体散尽, 建议应急处理人员戴自给式呼吸器, 穿相应的工作服。切断气源, 通风对流, 稀释扩散。如有可能, 即时使用。漏气容器不能再用, 且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。
	其他:	避免高浓度吸入。进入罐或其它高浓度区作业, 须有人监护。

3、丙烷

表 3.2-4 丙烷的安全数据表

丙烷	
标识	中文名: 丙烷 英文名: Propane
	分子式: C_3H_8 分子量: 44.1
	CAS 号: 74-98-6 RTECS 号: TX2275000
	UN 编号: 1978 危险货物编号: 21011 IMDG 规则页码: 2147
理化性质	外观与性状: 无色气体, 纯品无臭。
	主要用途: 用于有机合成。
	熔点($^{\circ}C$): -187.6 沸点: -42.1
	相对密度(水=1): 0.58/-44.5 $^{\circ}C$ 相对密度(空气=1): 1.56 饱和蒸汽压(kPa): 53.32/-55.6 $^{\circ}C$
	溶解性: 微溶于水, 溶于乙醇、乙醚。
	临界温度($^{\circ}C$): 96.8 临界压力(MPa): 4.25 燃烧热(kJ/mol): 2217.8
燃烧爆炸危险性	燃烧性: 易燃 建规火险分级: 甲
	闪点($^{\circ}C$): -104 自燃温度($^{\circ}C$): 450
	爆炸下限(V%): 2.1 爆炸上限(V%): 9.5
	危险特性: 与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇明火、高热能引起燃烧爆炸。其蒸气比空气重, 能在较低处扩散到相当远的地方, 遇火源引着回燃。若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。
	燃烧(分解)产物: 一氧化碳、二氧化碳。 稳定性: 稳定
	聚合危害: 不能出现 禁忌物: 强氧化剂、卤素。
	灭火方法: 切断气源。若不能立即切断气源, 则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。雾状水、泡沫、二氧化碳。
与 危险性类别: 第 2.1 类 易燃气体 危险货物包装标志: 2 包装类别:	

	储运注意事项:	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、氧化剂等分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。灌装适量，不可超压超量盛装。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。
毒性危害	接触限值:	中国 MAC: 未制定标准; 苏联 MAC: 300mg/m ³ ; 美国 TWA: ACGIH 室息性气体。; 美国 STEL: 未制定标准
	侵入途径:	吸入
	毒性:	属微毒类
	健康危害:	1%丙烷, 对人无影响; 10%以下的浓度, 只引起轻度头晕; 在较高浓度的丙烷、丁烷混合气体中毒时, 有头痛、头晕、兴奋或嗜睡、恶心、呕吐、流涎、血压轻度降低、脉缓、神经反射减弱、无病理反射; 严重者出现麻醉状态、意识丧失; 有的发生继发性肺炎。
急救	皮肤接触:	
	眼睛接触:	迅速脱离现场至空气新鲜处。注意保暖, 呼吸困难时给输氧。呼吸及心跳停止者立即进行人工呼吸和心脏按压术。就医。
防护措施	工程控制:	生产过程密闭, 全面通风。
	呼吸系统防护:	高浓度环境中, 佩带供气式呼吸器。
	眼睛防护:	一般不需特殊防护, 高浓度接触时可戴安全防护眼镜。
	防护服:	穿工作服。
	手防护:	一般不需特殊防护, 高浓度接触时可戴防护手套。
	泄漏处置:	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处, 并隔离直至气体散尽, 切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器, 穿一般消防防护服。切断气源, 喷雾状水稀释、溶解, 抽排(室内)或强力通风(室外)。如有可能, 将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。漏气容器不能再用, 且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。
	其他:	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐或其它高浓度区作业, 须有人监护。

4、石灰

表 3.2-3 石灰的安全数据表

氧化钙; 生石灰			
标识	中文名:	氧化钙; 生石灰	英文名: Calcium oxide
	分子式:	CaO	分子量: 56.08
	CAS 号:	1305—78—8	RTECS 号: EW310000
	UN 编号:	1910	危险货物编号: 82501
性质理化	外观与性状:	白色无定形粉末, 含有杂质时呈灰色或淡黄色, 具有吸湿性。	
	主要用途:	用于建筑, 并用于制造电石、液碱、漂白粉和石膏。实验室用于氨气的干燥和醇的脱水等。	
	熔点(°C):	2580	沸点(°C): 2850

	相对密度(水=1):	3.35	相对密度(空气=1):
	溶解性:	不溶于醇, 溶于酸、甘油。	
燃烧爆炸危险性	燃烧性:	不燃	
	闪点(°C):	无意义	自燃温度(°C): 引燃温度(°C): 无意义
	爆炸下限(V%):	无意义	爆炸上限(V%): 无意义
	危险特性:	未有特殊的燃烧爆炸特性。具有较强的腐蚀性。与酸类物质能发生剧烈反应。	
	燃烧(分解)产物:	氧化钙。	稳定性: 稳定
	聚合危害:	不能出现	禁忌物: 水、酸类、易燃或可燃物。
	灭火方法:	雾状水、砂土。	
包装与储运	危险性类别:	第 8. 2 类 碱性腐蚀品	
	危险货物包装标志:	16	包装类别: III
	储运注意事项:	储存于高燥清洁的仓间内。保持容器密封。防止受潮和雨淋。切忌与酸类混储混运。搬运时要轻装轻卸, 防止包装及容器损坏。雨天不宜运输。	
毒性危害	接触限值:	中国 MAC: 未制订标准; 前苏联 MAC: 未制订标准; 美国 TLV—TWA: ACGIH 2mg/m ³ ; 美国 TLV—STEL: 未制订标准	
	侵入途径:	吸入, 食入	
	毒性:		
	健康危害:	本品属强碱, 有刺激和腐蚀作用。对呼吸道有强烈刺激性, 吸入本品粉尘可致化学性肺炎。对眼和皮肤有强烈刺激性, 可致灼伤。摄入刺激和灼伤消化道。长期接触本品可致手掌角化、皸裂、指甲变形(匙甲)。	
急救	皮肤接触:	脱去污染的衣着, 用流动清水冲洗。就医。	
	眼睛接触:	立即翻开上下眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟。就医。	
	吸入:	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时, 立即进行人工呼吸。就医。	
	食入:	给饮牛奶或蛋清。就医。	
防护措施	工程控制:	密闭操作, 局部排风。	
	呼吸系统防护:	可能接触其粉尘时, 应该佩戴防毒口罩。	
	眼睛防护:	必要时戴化学安全防护眼镜。	
	防护服:	穿防酸碱工作服。	
	手防护:	戴橡皮胶手套。	
	泄漏处置:	戴好防毒面具, 穿化学防护服。不要直接接触泄漏物, 用洁净的铲子收集于干燥净洁有盖的容器中, 运至废物处理场所。如大量泄漏, 收集回收或无害处理后废弃。	
	其他:	工作后, 淋浴更衣。注意个人清洁卫生。	

3.3 危险、有害因素产生的原因分析

根据《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861-2022)对可能导致生产过程中危险和有害因素进行分析, 具体如下:

3.3.1 人的不安全行为

人的因素（personal factors）是指在生产活动中，来自人员自身或人为性质的危险和有害因素。主要包括：

1、心理生理性危险和有害因素

如负荷超限、健康状况异常、从事禁忌作业、心理异常、辨识功能缺陷等。

2、行为性危险有害因素

（1）指挥错误。如指挥失误、违章指挥及其他指挥错误；各工序之间、各作业环节之间缺少联络或未衔接好。

（2）操作错误。如误操作、违章作业；不熟悉或者不严格执行操作规程。

（3）监护失误。如检修时未设置互保对子。

3.3.2 物的不安全状态

1、防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷

（1）无防护（无安全保险装置、无安全标志、无护栏或护栏损坏、电气设备未接地、绝缘不良、其他）。

（2）防护不当（防护装置调整不当、作业安全距离不够、电气线路部分裸露、其他）。

2、设备、设施、工具、附件有缺陷

（1）设计不当、结构不符合安全要求。

（2）强度不够（机械强度不够、绝缘强度不够、通风强度不够、其他）。

（3）设备在非正常状态下运行（设备带“病”运行、超负荷运行、其他）。

（4）维修、调整不良（设备失修、地面不平、保养不当设备失灵、其他）。

3、个人防护用品用具（安全帽、防护服、防尘口罩等）缺少或有缺陷。

- (1) 无个人防护用品、用具。
- (2) 所用防护用品、用具不符合安全要求。

4、生产场地环境不良

- (1) 照明光线不良（照度不足、光线过强）。
- (2) 作业场所狭窄。
- (3) 作业场地杂乱、地面湿滑。
- (4) 操作工序设计或配置不安全。

3.3.3 管理因素

管理因素（management factors）是指，管理和管理责任缺失所导致的危险和有害因素。主要包括：

- 1、组织机构不健全
- 2、责任制未落实
- 3、规章制度不完善
 - (1) 安全管理制度未落实
 - (2) 操作规程不规范
 - (3) 事故应急预案及响应缺陷
 - (4) 培训制度不完善
- 4、安全投入不落实
- 5、管理不完善

3.4 选址及总平面布置危险性分析

3.4.1 选址危险性分析

拟建项目选址安全与否，将直接影响该项目的正常运行。

(1) 厂址有便利的交通环境，能保证原（辅）材料的供应。如果交通不便，将会影响建设工程的施工、检修与正常生产。一旦发生火灾，消防车辆不能及时到达，不利于火灾扑救，也不利于抢救受伤人员。

(2) 若本项目所在区域的工程地质或水文地质条件不满足建厂条件，当发生自然灾害事故时可能导致坍塌、洪涝、地质滑坡等次生灾害。

(3) 若厂址与居民区或相邻企业之间的防火间距不符合要求，一旦发生火灾事故，将可能危及临近企业。

(4) 若厂址位于居民区主导风向的上风向，或厂区与居民区之间不满足卫生防护距离的要求，将可能影响居民区的大气环境和人群健康。

(5) 丙烷汇流排间及管道线路选择不符合规范要求，与周边建构筑物、电线电缆、通信设施等的安全距离不满足规范要求，当发生丙烷泄漏时，可能引发安全事故。

综上所述，如果厂址、管道敷设路线选择不合理，可能存在的危险、有害因素包括坍塌、洪涝、地质沉降以及引发的次生的火灾、爆炸、中毒和窒息等灾害。

3.4.2 总平面布置

(1) 总平面布置应将功能区划分明确，如果生活区、生产区混杂交错，不仅使得厂区的人流、物流得不到有效的分流，使较大的人流、货物经常性的穿越整个厂区，也使得工艺折返迂回次数增多，降低了生产效率，也增加了发生车辆伤害的几率，且一旦生产区出现火灾、爆炸事故，则可影响到生活区、办公区。

(2) 建（构）筑物之间未按照主导风向来进行合理布置，具备有毒有害、易燃、易爆场所布置在上风向，则可能对下风侧的区域造成毒害、火灾、爆炸的危险。如果厂区办公、生活设施设在厂区常年季节盛行风向的下风侧，且距生产车间较近，不满足防火间距要求，一旦发生火灾、爆炸等事故，将危及到办公、生活设施内的人员。

(3) 场内建（构）筑物、装置设施相互之间的防火间距不满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）、《建筑防火通用规范》

(GB55037-2022)等规范要求,当其中一个建(构)筑物发生火灾事故,则会影响到相邻建构筑物的安全。

(4) 丙烷汇流排间东侧东北侧为厂区道路,一旦发生丙烷泄漏爆炸,冲击波和火灾将严重威胁作业人员安全及厂区主要出入口。

(5) 若氧气汇流排与丙烷汇流排间毗邻或共用建筑,将极大增加风险。氧气泄漏会加剧任何火灾的强度,并使丙烷燃烧更剧烈,因此氧气汇流排与丙烷汇流排间必须保持一定的安全间距。

(6) 熔炼炉(高温热源、明火)、钢包维修区(耐火材料修砌,可能产生粉尘)、浇注区同处一个车间(熔炼跨),虽以矮墙分隔,但物理隔离有限。钢包维修区的粉尘、熔炼区的喷溅火花存在相互影响风险。

(7) 高温熔融金属的转运路径(尤其是过跨车)穿越车间,可能与地面维修、巡检人员通道存在交叉,存在重物坠落、碰撞伤害风险。

(8) 高噪声场所与低噪声场所未分开布置,会影响到低噪声作业区人员的身体健康。

(9) 若变配电室位于多尘、有腐蚀性气体和有水雾的场所,则可能引起电气短路、线路腐蚀、绝缘失效等。

(10) 若厂内道路不满足消防车道的要求,一旦发生火灾,消防车辆不能在厂区内通行或转弯,不利于火灾扑救,也不利于抢救受伤人员。

综上所述,如果总平面布置不合理,可能存在的主要危险、有害因素有火灾、爆炸、厂(场)内车辆致害等事故。

3.4.3 车间布局

如果建筑物内部疏散通道不畅、疏散通道距事故点太近、疏散通道太窄、疏散标志不清、没有灭火器材或数量不够、位置摆放不当以及消火栓(选型、数量、间距)、建筑耐火等级及结构等不符合国家相关标准,这些因素都可能使得火灾的事故后果扩大。特别是消防设施、器材的布置或本身的缺陷极

有可能使得一般性的失火发展为火灾，并造成严重后果。

综上所述，如果车间布局不合理，可能存在的主要危险、有害因素有火灾、爆炸等事故。

3.5 生产过程中的危险、有害因素辨识

根据《生产安全事故分类与编码》（GB6441-2025），综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等，拟建项目在生产过程中存在或引起的危险、有害因素主要包括：可燃气体爆炸、高温熔融物爆炸、可燃液体蒸气爆炸、粉尘爆炸、容器爆炸、管道爆炸、灼烫、火灾、中毒、窒息、泄漏、机械致害、触电、起重致害、高处坠落、跌落、物体打击、厂（场）内车辆致害、坍塌、淹溺、水害、其他等，具体如下：

3.5.1 可燃气体爆炸

（1）拟建项目电炉在进行钢熔炼过程中，通过添加增碳剂（碳粉）调整钢液碳含量，并使用石墨电极产生电弧供热。在此过程中，电极因高温烧蚀以及碳粉、钢液中元素的氧化反应，会产生少量 CO、CO₂、SO₂ 等气体。若电炉配套的一次烟气除尘系统未设置、失效或损坏，可能导致上述烟尘和气体在生产车间内逸散和聚集。其中，CO（一氧化碳）为易燃易爆气体。若其在车间局部空间内持续聚集，浓度达到爆炸下限（12.5%~74.2%），并遇到具备足够能量的点火源（如电炉明火、电弧、电气火花等），则可能引发气体爆炸事故。

（2）拟建项目铁水罐烘烤器、事故切割等会使用丙烷，如丙烷管线、气瓶损坏、操作不当等发生泄漏等，在区域聚集可能会引发气体爆炸事故。

（3）使用丙烷燃烧装置的燃气总管未设置管道压力监测报警装置，或者测报警装置未与紧急自动切断装置联锁，或者燃烧装置未设置火焰监测和熄火保护系统的如发生熄火或泄漏等，在区域聚集可能会引发气体爆炸事故。

(3) 拟建项目储存的氧气瓶、丙烷气瓶在搬运装卸过程，可能会导致瓶阀损坏，也可能造成瓶体损坏，引发泄漏事故，遇点火源引发火灾、爆炸事故。

(4) 树脂、涂料等挥发出来的有机可燃气体，在通风不足的空间内积聚，遇点火源可引发火灾、爆炸事故。

3.5.2 高温熔融物爆炸

(1) 拟建项目在使用电炉（电炉、中频炉、LF精炼炉等）在冶炼过程中，采用水冷却降温，若冷却水管道破裂损坏，导致了水或其它低温物质进入炉内部，引起水的迅速蒸发产生大量气体骤然膨胀和爆炸，对周边的作业及巡视人员造成伤害。

(2) 冶炼中铁水在出炉前没有对铁包进行充分预热，铁包内有潮气，熔融态的铁遇到潮湿的环境会造成强烈的爆炸；在出炉过程中，盛装铁水的铁包盛满后没有及时移走，造成容器内铁水外溢，如果地面有积水，便会造成强烈的爆炸。

(3) 在进行浇铸前没有对铁锭模型充分预热，在浇铸时熔融态铁水接触铸模的瞬间会造成爆炸事故发生。

(4) 在浇铸、铁包吊运过程中，如果吊车工操作不当或指挥工指挥不当，铁水会溢出铸模外，此时如果地面有水或潮湿物质，就会发生爆炸；电极烧断、违章压放电极、明弧操作都会造成爆燃、炉喷事故发生。地坑浇注中地坑潮湿或渗水也会发生爆炸。

3.5.3 可燃液体蒸气爆炸

(1) 与电炉配套的控制电极升降的液压系统，在液压油泄漏的情况下容易着火，如果没有及时发现，火焰会顺着油管蔓延，如蔓延到油箱处，外部的加热会使油箱温度过高，油箱内的液压油会加速蒸发，同空气形成爆炸性混合物，此混合物遇到火花会造成油箱爆炸。

(2) 气体汇流排间（丙烷）、涉及有机溶剂使用的 3D 打印区域以及存在可燃润滑油/液压油的设备场所。事故可能由可燃液体泄漏、挥发形成爆炸性蒸气云，遇到明火、高温表面、电气火花等点火源而引发爆炸。

3.5.4 粉尘爆炸

捕集电炉、LF 炉、中频炉烟气，粉尘中含金属烟尘（铁、锰、铬等）、未燃尽碳粉等。系统内部（管道、除尘器箱体）属于有限空间，若粉尘浓度达到爆炸极限，遇火星（来自炉膛）或静电可能引发爆炸。

3.5.5 容器爆炸

(1) 拟建项目储存的液氧杜瓦瓶、氩气钢瓶、丙烷钢瓶属于压力容器范畴，若在日常搬运装卸过程中受到较大冲击或者处于曝晒状态下，会发生瓶体破损、瓶内压力过大发生容器爆炸事故。

(2) 拟建项目工艺过程中设置有空气压缩机，空压机容器属于简单压力容器，空压机在维护过程中由于润滑油不按规定加入，导致进入设备容器及管道内部，长时间会形成一定积炭，当积炭和压缩空气接触达到一定温度会引起容器爆炸；同时如果空压机安全泄压装置损坏、压力容器损坏或腐蚀、未定期检验维护等原因，可能引发容器过压爆炸。

3.5.6 管道爆炸

(1) 丙烷管道、阀门、法兰、软管（如连接烘烤器的部分）等连接处因腐蚀、振动、老化或安装缺陷发生泄漏。丙烷气体比空气重，泄漏后会在地面、地沟、电缆槽等低洼处积聚，形成爆炸性气体云，遇明火、高热、电火花等点火源即发生蒸汽云爆炸（VCE）。

(2) 氧气管道内若有油脂、铁锈、焊渣等可燃杂质，在高压氧气流中会剧烈燃烧甚至爆炸。

(3) 压缩空气与氩气管道因堵塞、安全阀失效、误操作导致压力超过设计承压极限，发生物理性爆炸。

3.5.7 灼烫

(1) 生产过程中熔炼工艺段及铸造工艺段涉及电炉、LF 精炼炉、中频炉等炉体以及在铸造过程中使用的铁水包等高温设备，在运行过程中会产生大量的热，导致设备外表有较高的温度，作业人员若失误接触或未穿戴个体防护用品可能造成严重的高温烫伤；攀枝花市夏季高温同时设备长时间运行，厂内机械设备外表均可能产生较高的温度，作业人员接触也会造成高温物体烫伤。

(2) 在熔炼过程高温铁水在工艺操作、倾倒转卸和运输过程中经常会飞溅铁花，若周围有作业人员且未穿戴个体防护用品保持安全距离，可能接触铁花造成高温烫伤伤害；各电冶炉在运行过程中，铁液的温度高达 1500℃ 以上，主要靠水冷系统来保持电炉可靠运行的生命保障，若作业人员接触冷却系统的出水方，相关管道及附件可能会附有较高温度，会造成作业人员烫伤。

(3) 钢水包吊运过程中由于车间内未划分安全通道区域，作业人员与钢水包靠得过近或误接触会发生严重的烫伤事故；在进行钢水浇铸过程中，若操作失误、设备泄漏、未穿戴个体防护用品等，导致作业人员过近接触、模具潮湿致钢水喷溅造成高温灼伤事故的发生。

(4) 电弧炉钢水及残渣的温度高达 1500℃ 以上，热辐射很强且易于喷溅，加上设备及环境温度高，起重吊运、倾倒作业频繁，作业人员极易发生烫伤事故，灼伤及其发生的原因主要是：设备泄漏，如钢炉、钢水罐满溢；钢、渣液遇水发生的物理化学爆炸及二次爆炸；炉内喷出热气也会对人体造成灼伤。

(5) 车间内吊运设备故障，如防松脱装置、传动装置等安全装置失效，导致吊物掉落，若吊物为钢水或高温物件等，掉落在作业人员工作区，可能导致严重的灼烫事故。炉体周围存在积水，在炉内钢水或高温物体接触积水

时，导致水体快速蒸发，形成大量高温蒸气，对周围作业人员造成灼烫伤害。

(6) 拟建项目生产过程中使用石灰，石灰属强碱，对呼吸道有强烈刺激性，吸入以上物料粉尘可致化学性肺炎；对眼和皮肤有强烈刺激性，可致灼伤；口服刺激和灼伤消化道；在对石灰装卸运输过程中，未设置简易除尘设施、作业人员未配备个人防护用品、作业人员操作不当，以及在对石灰储存时，未密闭保存等，均可能对作业人员造成化学灼伤。

(7) 检修过程中，使用电焊、气焊过程中会产生电焊弧光及气焊强光，对人体眼睛及皮肤会造成灼伤，如项目检修作业人员在以上操作时未配备相应的护目镜、焊工面罩及工作服，可能会产生物理灼伤。

3.5.8 火灾

(1) 在生产过程中熔炼、铸造过程中涉及各冶炼炉，钢水遇水或潮湿物质、冷却水系统故障等引起爆炸、铁水迸溅等造成可燃物质（润滑油、电器设备、电线线路等）燃烧，发生火灾事故。

(2) 在生产过程中违章动火、供电线路老化漏电，容易引起电气火灾；电线或电器照明设备出现短路等现象有可能引起火灾；变压器若发生故障也可能发生火灾。

(3) 当切割、焊接时使用氧气、丙烷进行金属切割焊接作业时，如果操作不当、劳保用品穿戴不好、违章操作以及其他突发事故等原因会引起火灾事故严重时引发爆炸。在检修使用氧气、丙烷时若搬运气瓶不按规范或者操作不当可能引起火灾事故严重时引发爆炸。氧气瓶、丙烷瓶安全附件损坏或遇明火有可能引起火灾爆炸。

(4) 变电所内电缆密集（包括电源进线、出线），电缆因过载、短路、绝缘损坏、接头松动、敷设不当（如受机械损伤）等，可能引发电气火灾。电缆燃烧会产生大量有毒烟雾。

(5) 高低压开关柜内部断路器、隔离开关、母线、互感器等设备，因接触电阻过大、载流部件松动、绝缘劣化、操作过电压等，可能产生电弧或过热，引燃柜内可燃物（如绝缘材料、积尘）。

(6) S1变电所紧邻高端耐磨材料生产车间（丁类），车间内存在高温熔融金属（电炉、LF炉、中频炉）、高温铸件、热处理炉等强热源。若变电所与车间的防火间距不足，或车间发生钢水泄漏、火灾等事故，热辐射或火焰可能直接威胁变电所安全，引发次生电气火灾。

(7) 生产车间产生的金属粉尘、增碳剂粉尘可能飘散至变电所区域，粉尘在电气设备上积聚，可能降低绝缘性能，导致短路；若粉尘为可燃性，遇电气火花可能引发粉尘爆炸或火灾。

3.7.9 中毒

(1) 电炉熔炼过程中会产生烟尘，烟尘中含有 CO_x 、 NO_x 、 SO_x 、 CaO 等物质，特别是 CO 具有较大毒性，如烟尘收集装置发生故障或失效，可能会导致 CO 在熔炼、铸造车间内发生聚集，导致车间内的作业人员发生中毒事故；维修检修过程中，焊接作业及气焊作业，如周围空气不流通，烟尘及气焊气体聚集，也可能会引发作业人员的轻度中毒。

(2) 在炉体长期时候后，炉体可能会发生损坏、耗损等，需要对其内部进行检修维护作业，在停炉后，作业人员可能深入内部检修维护，炉体设备内部均为有限空间，在检修维护前未进行有限空间内氧含量、其它气体（ CO 、 CO_2 、 SO_2 等）含量检测便进入空间内，同时独自一个人进入空间操作且空间外没有专职监护人员陪同作业，未对空间内进行吹扫，未按照操作规程操作等都会引起作业人员在有限空间内发生中毒的可能。

(3) 在生产过程中会使用石灰原料，石灰为强碱性，具有腐蚀性，在上料、装卸运输过程中，作业人员未穿戴个人防护用品、操作不当等造成作业人员食入、吸入，导致内脏器官中毒，引发严重的中毒事故。

(4) 有毒气体泄漏：树脂砂、覆膜砂浇注及固化过程产生 VOCs(苯系物等)；丙烷气体泄漏可引发严重的中毒事故。

3.7.10 窒息

在冶炼过程中，LF 精炼炉会使用氩气气体，氩气比空气较重，若氩气在生产过程中逸出，沉浮在地坑、地沟及局部包围的人行区域，作业人员在此区域作业中可能会发生窒息事故发生。

3.7.11 泄漏

(1) 丙烷储存在气体汇流排间（甲类），通过管道输送至车间内铁水罐烘烤器和事故切割点。丙烷比空气重，泄漏后易在低洼处、地沟、电缆槽内积聚，形成爆炸性气体云。

(2) 氧气以液氧杜瓦瓶形式储存于气化站，气化后经管道输送至电炉炉门氧枪，氧气泄漏不会直接爆炸，但会形成富氧环境，大幅降低材料的燃点，使通常不燃的物质（如油脂、工作服）变得极易燃烧，并加剧任何火灾的强度和速度。

(3) 氩气以高压钢瓶组形式储存，通过汇流排和管道输送至 LF 炉底吹。大量氩气在密闭或通风不良空间（如地下电缆室、阀井、炉坑）泄漏，会导致缺氧窒息。

(4) 铁水/钢水在电炉、LF 炉、中频炉的出铁口、炉体，以及铁水包吊运、浇注过程中，因设备故障（如炉衬侵蚀烧穿、倾翻机构失灵）、操作失误、碰撞等原因发生泄漏，泄漏的高温熔融金属（ $>1500^{\circ}\text{C}$ ）接触潮湿地面、积水或可燃物，可能引发剧烈的蒸汽爆炸或火灾，并造成大面积灼烫伤害。

(5) 碱性化学品：如石灰因包装袋损坏或操作不当导致泄漏，遇水会发生剧烈反应并放热，可能引起灼伤。

(6) 熔炼烟尘、砂尘、抛丸粉尘等从除尘系统管道、除尘器本体、卸灰口等处泄漏或逸散，不仅污染环境、危害健康，若为可燃粉尘（如铝尘、

树脂尘) 在空气中达到一定浓度, 还会形成粉尘爆炸风险。

3.7.12 机械致害

机械致害包括机械设备运动(静止)部件、工具、加工件直接与人体接触引起的夹挤或挤压、冲击、碰撞、碾压、绞绕或绞碾、剪切、切割、缠绕或卷入、或刺伤、摩擦或磨损、飞出物打击、甩出、高压流体喷射、碰撞或跌落等危害。本项目涉及到的机械设备如分离机、提升机、落砂机、磁选机等, 均存在机械致害的可能, 具体分析如下:

(1) 缺乏安全装置。如有的机械传动带、接近地面的联轴节、皮带轮等易伤害人体部位没有完好防护装置, 人一疏忽误接触这些部位, 就会造成事故。

(2) 作业人员在作业过程中违规操作, 在操作岗位未设置操作规程、工作制度等, 可能导致作业人员发生机械伤害。

(3) 在机械设备进行检修过程不按规程操作, 带电进行设备检修, 检修过程中未挂牌、未办理检修票据等。

(4) 进入机械运行危险作业区作业。

(5) 在机械运行中进行清理、卡料等作业。

(6) 设备控制系统失灵, 造成设备误动作, 导致事故发生。或系统无紧急制动装置, 发生机械伤害事故不能及时制止, 造成机械伤害事故的扩大。

(7) 无相应的急停装置, 造成发生事故不能立即就地停机, 会加大机械伤害。

(8) 在不安全的机械上停留、休息, 导致事故发生。

(9) 衣物穿戴不规范、头发散乱等被绞入转动设备。

(10) 未正确穿戴劳动防护用品。

(11) 不具操作机械素质的人员上岗或其他人员乱动机械。

3.7.13 触电



(1) 生产过程中，因作业环境中存在高温等原因，会造成电气设备、线路老化、腐蚀而造成短路、漏电，易引起触电事故。

(2) 夏秋季节雨水较多，露天设置的电气设备、开关等易进水受潮锈蚀老化造成短路、漏电，造成电气线路或电气设备绝缘性能降低，易引起触电事故。

(3) 电气设备长时间使用后，也会造成线路老化、设施锈蚀，而造成绝缘损坏或接触不良，如果接零（地）线接触不好非常容易引起触电事故。

(4) 在生产、检修、维护过程中，防护用品和工具产品的质量缺陷或使用不当，均能引发触电伤害事故。

(5) 电气线路在运行中缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、PE线断线等隐患，易造成触电。

(6) 安全技术措施缺失（如：保护接零、漏电保护、安全电压、等电位联结等），或安全措施失效，易造成操作人员触电。

(7) 电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等造成触电。

(8) 电气设备、开关箱外壳、电动机械设备、电机等金属外壳没有触电保护接地（零），或保护接地（零）线对地电阻超标，装置出现漏电时，有使作业人员发生触电的危险。

(9) 电工无证上岗，停电时不挂警示牌、送电时有人未撤离、人员劳动防护用品穿戴不全等，以及在生产过程中由于作业人员未按照电气工作安全操作规程进行操作或缺乏安全用电常识等。

(10) 厂区用电存在私拉乱接现象，可增加触电的几率。

3.7.14 起重致害

拟建项目在熔炼、锻造及铸造等工艺段生产过程中使用起重机较为频繁，若起重设备质量缺陷、操作失误、安全装置失灵、管理缺陷或防护措施

不到位等因素均可引发起重致害，可能造成人员伤亡、设备损坏等。起重致害主要有：

(1) 重物坠落。吊具或吊装容器损坏、挂吊位置不当、制动器失灵、车速过快、重心不稳、吊物摆动、钢丝绳断裂等引起重物坠落。

(2) 吊物时未按要求走吊物专用通道、站位不当未及时避让也可引发起重致害。

(3) 挂吊人员与指吊人员配合不当，吊物未放稳、挂吊人员手或身体未离开盲目起吊，都可引发起重致害。

(4) 未制定规范的吊装作业操作规程，作业人员未按规程操作、疏忽大意等，同时作业人员未穿戴个人防护用品，吊装作业区未设置明显的绿线红线区及安全通道，也是造成起重致害的因素。

3.7.15 高处坠落

厂内高于 2m 及以上（2m）操作平台、爬梯等区域进行检维修作业、巡检作业、登高作业时，没有防护栏杆、安全防护栏杆不牢固或存在缺陷、检维修作业未佩戴安全带或存在注意力不集中造成踩空等易发生高处坠落事故。

3.7.16 跌落

在作业过程中及行走、攀爬等过程中，由于涉及高处作业平台，存在地面湿滑、上下层交叉作业，如果确认不当、防护设施不完善或者违章等而发生跌落。

3.7.17 物体打击

物体打击是指物体在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体而造成人身伤亡事故。一般情况下可能发生物体打击事故的主要原因如下：

(1) 物体往高处搬运或生产、巡检过程中，因物体摆放不当或摆放过高及工具失手，有发生物体坠落造成物体打击。

(2) 在设备检修过程中，因工具、零部件存放不当，维修现场混乱，违章蛮干，而发生工具、设备和其他物品的打击事故。

(3) 高处作业现场没有监护人、未设立安全警示牌，高处作业覆盖区域有人员通行，存在高处作业人员失手造成工具等重物坠落，砸伤无关人员的危险。

(4) 旋转设备在转动过程中出现旋转的零件、部件飞出也可能引起物体打击伤害。

3.7.18 厂（场）内车辆致害

拟建项目原辅料、试验产物均需通过汽车运输，物料运输车辆使用频繁，因此，车辆在厂区内运行时，易引发车辆致害事故，主要表现在：

(1) 车辆出入口、转变处，如果未设立警示牌、反光镜，驾驶人员，驾驶人员一旦出现违章驾驶，则可能会造成车辆致害事故。

(2) 车速过快或操作失误，撞击到建构筑物，还会引发建构筑物坍塌事故。

(3) 转弯过程中车速过快造成控制不及时引发车辆侧翻而引发车辆致害事故。

(4) 转弯过程中未进行鸣笛，可能发生相向而行的车辆同时转弯而引发对碰事故，从而造成车辆致害。

(5) 雷雨天气在厂区通行的车辆会增大车辆致害事故发生的机率。

3.7.19 坍塌

拟建项目新安装的炉体设备质量较大且在炉体运行过程中装料卸料对基础产生变载荷，在为这些大型设备基础安装过程中，如未按要求进行安装或偷工减料，可能在设备运行中发生坍塌事故；另一方面支撑行车的建筑支座由于长时间的使用造成腐蚀或受到外界较大的冲击、碰撞（进入车辆等）而变得不稳固，从而造成设备坍塌伤人事故。

3.7.20 淹溺

拟建项目设置有热处理循环水池、净环水池、调节池、回用水池及污泥池等，若防护栏杆稳定性不够，人员依靠时损坏，造成人员跌落至水池；无相应的安全警示标志，未对附近人员及时提醒，如果不小心或者发生意外，可能掉进池中，发生淹溺事故。

3.7.21 水害

(1) 炉内进水：水冷元件破损，冷却水直接流入盛有高温铁水/钢水的炉膛内，瞬间汽化，体积急剧膨胀（可达千倍以上），引发炉内爆炸。

(2) 出铁/浇注过程遇水：出铁沟、铁水包、浇注区域地面或模具内有积水、潮湿，高温金属接触后发生喷溅或爆炸。

(3) 泄漏铁水遇水：熔融金属泄漏到潮湿地面或流入有水的沟、基坑。

(4) 暴雨时，厂区雨水排放系统不畅，特别是高端耐磨材料生产车间北侧紧贴高陡边坡，边坡汇水可能直接冲刷车间墙根，若排水沟不完善，易导致车间内部或周边区域积水。

(5) 净环水池、热处理循环水池、调节池、回用水池及污泥池均为地下或半地下式。若防水设计或施工不当，地下水渗入或暴雨倒灌，可能淹没设备，影响生产，并导致电气短路。

(6) 车间内电缆沟若防水措施不足，积水可能导致电气故障、短路，引发火灾或停电事故。

3.7.22 其他

拟建项目气化站内配置有 4 个 175L 的液氧杜瓦瓶，液氧为低温液体，在低温液体卸车、加压等过程中，如果低温液体泄漏，人员防护用品不全，接触低温液体或设备可能造成冻伤。另外液氧输送管道及汽化器、汇流排等

部位都会产生低温，若检查人员或员工操作不当接触也易产生低温冻伤危害。

3.6 主要设备危险性分析

3.6.1 电弧炉

拟建项目使用的电炉、LF 炉、中频炉等均为电弧炉，电弧炉主要在整个工艺过程中提供采用电力转化大量热能的设备，存在着较大的危险势能，主要危险性分析如下：

(1) 电弧炉在工作过程中会产生大量的烟尘，如清洁除尘设施对烟尘的收集能力不够或由于局部通风导致烟尘的部分逸出，特别是 CO 的逸出，会导致工作人员的中毒，区域聚集的 CO 达到爆炸下限可能会导致气体爆炸事故。

(2) 电弧炉在整个设备运行中，炉内处于高温状态，工作者如果没有和炉体保持好安全距离或没有做好个人防护措施，可能造成工作人员灼伤的危险；在设备周围如没有良好的通风环境导致周围环境温度过高，工作人员在设备周围工作时，也可能导致高温中暑、昏厥。

(3) 电弧炉运行过程中，如果电炉附属水冷构件损坏导致大量漏水与高温液态熔体接触，会造成爆炸，形成炉喷。

(4) 生产期间冶炼、精炼、铸造生产区域的事故坑、炉下渣坑，以及熔融金属泄漏、喷溅影响范围内的炉前平台、炉基区域、厂房内吊运和地面运输通道等 6 类区域存在非生产性积水的。上述区域一旦存在非生产性积水，在接触高温熔融金属（钢水、铁水、热渣）时，会瞬间引发极其危险的物理性爆炸事故，其破坏力巨大。

(5) 当浇注过程发生异常，如钢水罐失控泄漏、浇注口堵塞导致钢水喷溅、铸型跑火（钢水从铸型缝隙泄漏）、或浇注区域发生其他紧急情况（如

火灾、设备故障)时,若无专用的紧急排放和应急储存设施,将导致高温钢水无控制地泄漏至作业地面或平台。泄漏的钢水流淌可引燃地面及周边的可燃物,如液压油、润滑油、电缆绝缘层、包装材料(树脂、涂料桶)、木质垫板等,引发大面积火灾;若与地面的非生产性积水(如清扫水、雨水、设备冷却水泄漏)或潮湿物料(如潮湿的砂子、地面)接触,水瞬间汽化,体积急剧膨胀约 1700 倍,可产生剧烈的蒸汽爆炸。

(6) 本项目冶炼炉窑(电炉、LF 炉、中频炉)和加热炉(热处理炉)需采用水冷冷却,当主循环供水系统因停电、水泵故障、管路破裂、阀门误操作等原因突然中断时,若无应急水源(如高位水池等)立即自动或手动投入,上述设备的水冷元件将在数十秒至数分钟内失去冷却,可能引发水冷元件过热烧穿与熔融金属泄漏、蒸汽爆炸、电气短路与火灾等事故。

(7) 本项目冶炼炉窑(电炉、LF 炉、中频炉)的闭路循环水冷元件出水温度、进出水流量监测报警装置,或者开路水冷元件进水流量、压力监测报警装置,或者开路水冷元件出水温度监测装置失效未及时发现问题,可能导致水冷元件过热烧穿、高温熔融金属泄漏,从而导致灾难性后果。

(8) 电极烧断、违章压放电极、明弧操作都会造成爆燃、炉喷事故发生。

(9) 与电炉配套的控制电极升降的液压系统,在液压油泄漏的情况下容易着火,如果没有及时发现,火焰会顺着油管蔓延,如果蔓延到油箱处,外部的加热会使油箱温度过高,油箱内的液压油会加速蒸发,同空气形成爆炸性混合物,此混合物遇到火花会造成油箱爆炸。

(10) 电弧炉在运行过程中,可能发生熔池内出现大沸腾并进而引发喷溅事故,大多数发生在熔化末期和氧化初期,其致因主要有以下几点:

1) 钢液温度在接近碳-氧反应的临界温度时,如果此时加入炉料较多,势必降低钢液温度,使碳氧反应不能迅速发生;如果再加上造渣不合理,透

气性较差，熔池内上下温差大，钢水中的气体不能迅速溢出，必然会导致熔池内潜伏着大沸腾的危险。

2) 炉料质量太差，钢水中碳含量偏高，再加上过速吹氧助熔，供氧量较大，造成铁的大量氧化，使得渣与钢中积存大量的氧化铁，为碳-氧的激烈反应创造了条件。

3) 随着时间的推移，当钢液的温度达到碳-氧反应的临界温度时，如果在这时操作不当，引发炉内钢水的震荡，熔池内的碳-氧反应就会激烈地发生，必然产生大量的 CO 气泡，熔池内的压力急剧增加，进而引发大沸腾，火焰和热浪裹带着钢水、钢渣从炉口等地方喷射而出，甚至导致炉盖崩塌。

4) 由于操作人员经验不足和心存侥幸，未能及时准确地判断炉内沸腾的强度，也就没有及时采取防范措施，引发严重后果。

3.6.2 台车式电阻炉

拟建项目在锻造工艺中采用台车式电阻炉对钢锭进行热处理，相对于利用燃气进行退火处理，电阻炉危险性相对较小，在实际使用过程中存在以下危险因素：

(1) 拟建项目采用台车式电阻炉，功率为 420kW，主要动力介质为电力，在使用过程中电力装置损坏、维护不当、装置老化等，可能会引起作业人员接触操作发生触电危险性发生。

(2) 电阻炉在实际运行过程中，炉体内部为高温环境，虽采用高温材料对内部高温有一定隔断作用，但在外部仍然有较高温度，作业人员未穿戴有效的个体防护装备可能会发生灼伤及高温中暑事故发生。

(3) 电阻炉为台车式，在移动以及出炉过程，由于锭件固定装置失效、脱离，可能导致锭件滚落出台车，导致砸伤、烫伤等严重事故。

(4) 电阻炉运行为自动控制，若自控装置传感器、控制系统问题未设置联锁装置，可能会导致电阻炉温度过高发生炉体损坏。

(5) 电阻炉台车在出炉时，可能会导致台车损坏，无法移出，在进行处理时，由于作业人员操作不当，可能会发生物体打击、灼烫、触电事故发生。

3.6.3 空压机

拟建项目生产过程中会使用设备空压机，空压机不属于压力容器特种设备，但属于简单压力容器，在使用过程中会发生机械致害、容器爆炸、火灾及触电等伤害，分析如下：

(1) 空压机空气过滤器过滤效果不好，空气中含尘量大易形成积炭，当积炭和压缩空气接触达到一定温度会引起容器爆炸。

(2) 冷却水系统故障。空气压缩机冷却水中断、供水量不足或水温过高冷却效果不好，压缩机内温度超高，导致润滑油热裂解，在压缩机轴瓦、气缸、气阀、排气管道、冷却器、分离器及缓冲罐等处形成积炭，积炭是一种易燃物，在高温过热、机械撞击、气流冲击下可导致积炭自燃，产生碳氧化物（如 CO 等），当浓度达到爆炸极限时，会发生燃烧和爆炸。

(3) 润滑油系统故障。空气压缩机注油泵或润滑油系统故障可导致润滑油供油不足或中断，润滑油质量问题可导致润滑效果差，压缩机机械磨擦发热，成为空压机系统火灾爆炸的点火源。

(4) 空压机设备电机及使用线路未进行定期的检查维护或线路老化受损，同时未进行有效的接地或空压机房的防雷处理，可能会导致空压机电气火灾，严重时发生电气爆炸；作业人员接触会导致触电伤害。

(5) 空压机的贮罐、管线及相关阀门等未定期进行维护或检查，长时间运行，可能罐体会存在损坏的可能，严重时发生容器过压爆炸。

3.6.4 起重机

项目生产线中涉及起重行车，行车易发生的事故主要有掉落物料及误操作对作业人员造成物体打击、同时若超载吊运可能会导致设备损坏、电气事

故及垮塌，其主要危险有害因素分析如下：

(1) 起重机在起重吊物过程中，从事吊装过重而重量不明的物体时因制动装置失灵或勾挂不牢靠等，吊绳索具、挂钩强度不够发生断绳、滑勾等均会造成被吊物落下，摔坏物件或砸伤人体。

(2) 起重机操作工违规作业，从事拖拉作业或拖拉连带的物体时因超重，保护装置失灵、绳索或挂钩强度不够发生断绳乱摆而擦伤人体。

(3) 起重机吊高偏低前行时，会发生撞击前行方向的栏杆、机架、设备或行人；

(4) 钢丝绳长期高温重载作业，即使正常使用，仍会产生拉伸、弯曲、振动、压缩及扭折等；滚筒和滑轮位置长期受交变应力作用极易疲劳，发生脱落或制动失效的危险。

(5) 吊装作业中，野蛮装卸物料时，易导致线盘损坏、钢丝绳损坏或散乱，特别是歪拉斜吊，轻则使钢丝绳与轮槽偏离跑槽，行车无法正常工作；重则导致钢丝绳的异常磨损、扭转、打结、破裂、断股或断丝损伤而失效，致使钢丝绳拉断、大钩坠地。

(6) 吊具特别是钢丝绳作业时，直接承受高温辐射影响，加料作业时受到熔融金属飞溅和火焰烘烤，车间烟尘气体腐蚀多及熔融金属易腐蚀钢丝绳，使其损伤更严重，截面积变小，弹性和承受冲击能力大为降低。而生锈的钢丝绳非常危险，特别是不允许吊钩螺纹腐蚀及吊钩、吊轴、吊耳的损伤。

3.7 利旧建构筑物危险性分析

拟建项目高端耐磨材料生产车间一部分利旧，利旧面积为 2336.4m²，利旧的建构筑物在使用过程中可能存在一定危险有害因素，对其分析如下：

1、建筑老化：由于长期使用或维护不当，建筑结构可能会出现老化现象，如混凝土碳化、钢筋锈蚀等，可能造成坍塌事故。

2、结构设计不合理：部分建构筑物的设计可能存在不合理之处，例如

基础设计不牢固、结构支撑不足等，这些可能会导致建筑物出现下沉、裂缝、倾斜等问题。

3、电线老化：老旧的建筑物中电气线路老化或防雷设施损坏，可能引发电气火灾，还可能因电线的热效应而加速火势蔓延。

4、若原有建构筑耐火等级过低或失效，防火墙材质不合理，可能易发生火灾事故。

3.8 利旧设备危险性分析

根据现场踏勘，原有厂房内共有 4 台起重机，均为 2004 年建厂时投用，对利旧的起重设备分析如下：

1、主要受力结构件（如主梁、端梁、支腿）因长期承受交变载荷，可能存在疲劳裂纹、局部变形或整体下挠。锈蚀会削弱金属构件的有效截面，降低其承载能力和刚度。可能导致起重机构件在吊运重物（如铁水包、铸件）时发生突然断裂或严重变形，引发重物坠落、设备倾覆等重大事故。

2、卷筒、钢丝绳、滑轮组锈蚀或磨损超标，制动器（抱闸）等失效，可能导致吊运失控（如溜钩、急速下坠）、运行冲击或碰撞，可能引发铁水倾翻、设备损坏或人员伤亡。

3、起升高度限位器、行程限位器、超载限制器、紧急停车开关等安全保护装置因锈蚀、损坏或未校准而失效，失去对起重机的有效控制和关键安全保护，极易发生冲顶、撞车、超载运行等事故。

3.9 施工过程危险性分析

拟建项目涉及对原有起重设备、高端耐磨材料生产车间顶棚及项目东北侧高压电杆的拆除作业，项目拆除过程中的危险性分析如下：

1、项目拆除过程危险性分析

(1) 项目拆除过程露天作业时间长，作业量大，作业过程中受气候条件影响较大，如受风、雨和雷电等恶劣自然环境的影响，从而导致拆除过程危险性增大。

(2) 拆除过程中高处作业较多，受到施工环境的影响，在防护不当时，极易发生高处坠落事故。

(3) 拆除过程作业面狭窄，交叉作业多，导致危险源在有限空间内高度集中，容易导致物体打击、触电等事故发生。

(4) 拆除作业劳动强度大，手工劳动多，从业人员易产生工作疲劳、注意力分散，从而出现误操作导致事故发生。

(5) 操作过程复杂程度高，若不重视周围环境变化，作业中协调不及时，也极易导致事故的发生。

(6) 拆除过程中应从上至下、逐层、逐段进行，先拆除非承重结构，再拆除承重结构，若不按顺序拆除，可能引发坍塌事故。

(7) 拆除切割过程中若氧气及乙炔瓶防火距离不够、易燃和易爆物品管理不当(堆放安全距离不够、操作人员不了解物品的危险性或不遵守危险物品管理规定)，在作业区内违反规定（如抽烟、擅自动火等），极易引发火灾或爆炸事故。

(8) 在使用起重机吊下重物时，若现场未设置安全警戒标志、专人监护，可能引发起重事故发生。

(9) 作业现场内道路转角处视野不开阔、疲劳作业、违章驾驶、车辆机械故障等因素存在，易造成车辆伤害事故。

2、项目建设过程危险性分析

拟建项目新建构筑物及新设备的安装阶段存在的危险有害因素如下：

(1) 起重伤害

拟建项目在新建构筑物及新设备的安装时，需要起重设备对构筑物构件、设备进行吊运，因此，在吊运过程中可能存在以下危险：

1) 起重的物件超过规定重量，易造成起重设备失稳，造成起重机械损坏，并波及到作业人员受到伤害；

2) 若作业人员操作失误，吊运的设备掉到正在施工的其他区域可能造成较为严重的伤害事故；

3) 若起重操作人员在吊装物件时站在重物的正下方，若设备或材料未系牢或者吊绳断裂，设备或材料在吊装过程中脱落，会造成人员伤亡；

4) 吊运时未按要求走吊物专用通道或地面作业人员未走安全通道、操作人员站位不当、未及时避让也可引发起重伤害。

(2) 物体打击

该危险因素发生在土建过程，土石装卸、运输的作业中，工人移动、提举、搬运、装载和存放材料时发生的事故，由于人的不安全行为和使用不安全的工作方法或判断失误而引起物体打击。

在高空（如在高大设备顶部）施工时，工具乱丢、乱放被人踢下或工具未拿紧或用力过猛而滑落，易造成物体打击。

(3) 机械伤害

施工现场设备的运转部位如果没有防护网罩，或防护栏杆等可能导致使

用、维护人员受到机械伤害。施工现场会使用到大量的机械设备，在操作过程中，若违章操作，则易发生机械伤害事故。

在机械检修中发生误操作也会造成机械伤害。

（4）车辆伤害

拟建项目在新建构筑物及新设备的安装阶段过程，需使用较多的运输车辆进行材料和设备的运输，在运输中存在车辆伤害。若运输道路宽度、转弯半径、缓坡段长度等不够，坡度太大，司机违反规程驾驶、装载量和装卸不符合安全规程、车辆的照明、安全装置不完好等因素，就易引起物体倒塌、下落、撞击、挤压等事故，发生车辆伤害。雨天运输过程中，路面比较湿滑，若操作不当，易造成车辆倾翻事故。

（5）高处坠落

拟建项目建构筑物修建及设备安装过程中，高度落差较大，在距离基准面 2m 以上的位置施工时未系安全带或者安全带未系牢，可能发生高处坠落。

（6）触电伤害

作业过程中，现场的临时用电在工程施工中存在点多、面广、随机的特点，成为施工过程中极易发生安全事故的关键环节。施工现场的环境较恶劣，电气装置、配电线路、用电设备等易受外界的影响，大多工种存在立体交叉作业，易造成触电伤亡事故。

1) 一闸多用，开关处多路引线，易导致电流过大、烧毁开关及电线、设备及用电器、引起火灾。

2) 引线混乱易导致电线挤压裸露、短路、漏电等事故。

3) 乱拉乱接易导致短路、漏电、触电、火灾等事故。

4) 设备使用电缆拖地，易导致电线破损、裸露、短路、漏电等事故。

5) 电线连接线头裸露，容易导致直接触电、短路等事故。

6) 设备电缆破损裸露，容易导致直接触电、短路等事故。

7) 机械设备和线路的接零保护、重复接地与防雷接地不满足规范要求，导致作业人员发生触电危险。

8) 电工专业知识匮乏，管理人员电气安全管理意识不到位，对从业人员未要求持证上岗，非专业人员从事电气操作，从而引发触电伤害事故。

9) 施工建设现场用电未编制“临时用电施工组织设计”，或编制了“临时用电施工组织设计”，但未履行“审核、批准”程序，导致施工现场用电与“临时用电施工组织设计”编制的用电方案不一致，而现场作业人员未严格按照“临时用电施工组织设计”作业，从而引发电气作业伤害事故。

(7) 火灾

项目建设现场会存在不同类型的可燃物质，如施工用的支护模板，在施工过程中需要使用氧气、乙炔进行焊接、切割，若作业附件存在可燃物，则易引发火灾事故；氧气、乙炔发生泄漏也易引发火灾事故。施工建设现场的临时电线等，若没有安装防漏电等装置或没有按照要求设置线路，也可能引起火灾事故的发生。

(8) 坍塌

项目建设过程现场涉及到较多的安装材料、设备，若堆放过高，则易发生坍塌事故；现场使用的脚手架，若牢固不稳定，易发生坍塌事故；若施工

建设过程中，混凝土浇筑质量不符合要求，易引发浇筑物发生坍塌事故。

（9）高温

攀枝花盛夏季炎热季节，由于天气炎热，施工作业环境温度较高，加上劳动强度大，长时间在阳光下作业，作业人员会发生眩晕、中暑等病症。

（10）其他伤害

每天施工作业进行完，未将现场的杂物清理，可能造成职工摔跤绊倒等伤害。

3.10 公用工程及辅助设施危险性分析

3.10.1 供配电系统危害因素分析

1、触电危险性分析

（1）供配电设备、设施在生产运行中由于产品质量不佳，绝缘性能不好；现场环境恶劣（高温、潮湿、腐蚀、振动）、运行不当、机械损伤、维修不善导致绝缘老化破损，可能造成人员触电。

（2）设计不合理、安装工艺不规范、各种电气安全净距离不够；安全措施和安全技术措施不完备、违章操作、保护失灵等原因，若人体不慎触及带电体或过于靠近带电部分，都有可能发生电击、电灼伤的触电危险。特别是高压设备和线路，因其电压值高，电场强度大，触电的潜在危险更大。

2、电气火灾、爆炸风险分析

（1）各种高低压配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，如果安装不当、外部火源移近、运行中正常的闭合与分断、不正常运行的过负荷、短路、过电压、接地故障、接触不良等，均可产生电气火花、电弧或者过热，若防护不当，可能发生电气火灾或引燃周围的可燃物质，造成火灾事故。

（2）在有过载电流流过时，还可能使导线（含母线、开关）过热，金

属迅速气化而引起爆炸。

(3) 电气设备的安全装置或保护措施（熔断器、断路器、漏电保护器、屏护、绝缘、保护接地与接零等）不可靠，可能发生触电、火灾甚至爆炸等事故。

(4) 爆炸危险区域内的电气设备未按防爆要求设计、安装或选用的电气设备不能满足爆炸危险区域相应的防爆等级，在可燃气体或可燃粉尘泄漏时，可能发生火灾、爆炸事故。

(5) 配电室的消防设备设施配备不足、布置不合理、失效等原因致使不能有效控制火势蔓延，将造成事故扩大，危险升级。

3、电气设施的雷击危险性分析

室外变配电装置、配线（缆）、构架、箱式配电站及电气室都有遭受雷击的可能。若防雷设计不合理、施工不规范、接地电阻值不符合规范要求，则雷电过电压在雷电波及范围内会严重破坏建筑物及设备设施，并可能危及人身安全乃至有致命的危险，巨大的雷电流流入地下，会在雷击点及其连接的金属部分产生极高的对地电压，可能导致接触电压或跨步电压的触电事故；雷电流的热效应还能引起电气火灾及爆炸。

4、由电气设备设施引起的其他危险有害因素分析

(1) 配电室内发生火灾，会产生大量的毒烟（电缆、电线的塑料外壳燃烧），操作人员在抢救时若不佩戴防护用具或防护用具使用不当，可能造成中毒和窒息事故。

(2) 电气设备未进行有效的绝缘预防性试验，未认真编写主要设备的绝缘试验报告、缺陷和处理意见档案等情况，影响电气设备的计划检修、维护和保养。

(3) 若未按时对电气设备各类保护装置的完整性、可靠性（包括继电保护的校验、整定记录、避雷针、避雷器的保护范围，技术参数，接地装置

是否符合规程要求，各类保护接地、接零是否安全正确可靠等）进行检查、校验和检测，将不能保证电气设备的安全运行。

（4）若配电室专用建筑物通风、防火、防爆、防雨和防小动物进入等不符合安全条件要求时，易发生漏电、起火、损坏电气设备等事故。

（5）若电气设备的仪表本身的故障，可能导致压力、温度及液位等指示迟缓或错误，影响生产控制的及时性和准确性，可能因此而导致事故发生。

（6）因生产区内，电缆安装时没有注意电缆防火措施处理，若在生产过程中，一处电缆失火，会造成大面积电缆火灾。

（7）当电源停电时，若没有备用电源和应急事故照明或备用电源和应急事故照明出现故障，消防泵、控制室等都完全失控，一旦发生事故，将对事故的抢救带来很大的困难，同时也不利于操作人员及时撤离现场。

3.10.2 给排水系统危险性分析

给排水设施危险性包括给排水设备本身危险性和供水能力不足所引发的生产系统的危险性。

1、给排水设备本身危险性

给排水设备主要包括各类泵，其中的转动设备、传动设备没有采取有效的防护设施或防护设施不完善，在运行过程中有发生机械伤害的可能；高处操作平台、登高梯台的防护栏杆、平台、梯子设置不合理，作业或巡检人员在登高作业时，有发生高处坠落的可能。

拟建项目厂区内设置有循环水站，若水池周围无安全防护栏杆或防护设施存在缺陷，操作人员有可能跌落水中，发生淹溺事故。

2、供水能力不足等引发的危险性

生产供水系统断电、供水泵故障、水路进入异物、水管因腐蚀漏水、阀门故障及管路水垢过厚均能造成生产供水供应不足，若出现循环水管水套内缺水，循环水管内不能及时进行换热处理，套管内温度持续增高，可能造成

导管发生破裂，引发导管发生爆炸，并危及主体工艺装置的生产安全。

3、给水泵故障或给水管网发生破损，无法及时提供足量的水源，影响生产、生活、消防等用水需求，当发生事故时可能造成事故扩大。

4、生产废水管网损坏，造成生产废水外泄，大量生产废水流散到外环境，可能会引发环境污染。

3.10.3 消防系统危险性分析

消防设施的配置，是为预防、建设生产安全事故的有力措施，若未按照相关规范要求设置相应的消防设施或设置的消防设施不满足使用要求，则发生事故后，可能引发事故扩大。消防设施涉及到的危险性分析如下：

1、对火灾危险性较大的部位未设置火灾自动报警系统，发生火灾后不能及时对火灾进行探测、报警，可导致火灾扩大。

2、消防给水系统管网压力不足，实施灭火作业时，消防水枪的充实水柱达不到灭火需求，从而无法实施有效灭火救援。

3、消火栓的配备数量不满足规范要求，或消火栓的布置间距达不到规范要求，不能满足同一平面的两支消防水枪的两股充实水柱到达同一场地，无法保证及时灭火。

4、各生产作业场所、办公区、值班室、配电室等场所，未按规定配置相应的灭火器材，发生初期火灾时未能及时扑灭，造成火灾扩大。

3.10.4 除尘系统危险性分析

1、除烟尘风机、电机等设备受潮、线圈老化、绝缘破坏，漏电保护装置、接地装置失灵或失效，可能造成触电伤害。

2、电机等设备防护罩缺失或质量缺陷、带负荷处理故障，可能造成机械伤害。

3、风机底座安装固定不牢，可能造成噪声伤害。

4、除烟尘系统不是防爆型设备，在运行过程中，熔炼产生的 CO 气体

在烟尘系统内部局部聚集，达到爆炸下限可能发生爆炸。

3.10.5 液压站危险性分析

液压油是液压传动或控制系统使用的流体介质，在液压系统中起着能量传递、系统润滑、防腐、防锈、冷却等作用，在生产过程中，液压设备频繁使用，存在一定的危险性，对其分析如下：

1、 液压站采用可燃介质的液压油，在液压站运行中，可能产生挥发的可燃蒸气与空气混合，达到一定浓度后，遇着火源或高温物体极易起火。

2、 由于可燃液体具有渗透、浸润及毛细现象等特性，易在容器极细处渗出挥发，使空气中的可燃液体蒸气浓度增加，增加了发生燃烧爆炸的危险性。

3、 冶炼车间中常常可见因泄漏等原因导致地面油污积聚而引发火灾的情况，在火灾案例中亦有因热钢或其剪下的板落于地面油污中而引起的火灾，其致着火的因素如下：

- (1) 生产过程中产生的开放式火源；
- (2) 高温物体落入危险区域极易引发火灾；
- (3) 高压液压管道忽然破裂或液压管道长期泄漏，在高温环境中起火。

3.10.6 自动控制系统危险性分析

拟建项目生产工艺系统主要通过自动控制系统进行相应的监测、显示、报警等，生产工序中配备有相应的仪表装置，仪表装置的准确性、灵敏性、完好性也是系统能够正常运行的保证。若仪表装置出现故障，则可能引发相应的生产安全事故。因仪表系统引发的生产事故原因分析如下：

(1) 若传感仪表线路发生故障，不能及时更换线路，自控系统不能对工艺装置进行及时监控，发生事故时不能及时控制，可能引起事故扩大化。

(2) 若传感仪表出现故障，反馈数据不准确，可能引起系统误判，进而引起事故发生。

(3) 若报警系统安装后未能及时调试启用，不能起到报警作用，生产过程中发生意外不能及时报警，可能造成巨大损失。

(4) 若自动控制系统内存在病毒，可能破坏系统，威胁生产安全。

(5) 自动控制系统未设置不间断电源或备用电源，系统停电使仪器、仪表失控造成系统压力、流量波动可能损坏设备、管道而发生事故。

(6) 在变送器故障，传送信号失真引起控制器误作，系统波动造成事故。

(7) 仪表电缆、电源线路未做穿管保护，因腐蚀、老化破损、磨损而造成短路引起输送系统失控，发生事故。

(8) 有震动管路的仪表若未选择防震仪表或采取隔震措施，可能造成仪表损坏引起输送系统失控，发生事故。

(9) 因操作人员误操作系统压力、流量波动可能损坏设备、管道而发生事故。

(10) 在 PLC 系统的调试及使用过程中，由于使用移动通讯设施，可能会造成对 PLC 系统的干扰，进而造成 PLC 功能紊乱而出现重大事故。

3.11 自然条件对建设项目的影晌

根据项目所在地自然、地质条件资料，从拟建项目的生产特点和所涉及物料的危险特性，乃至事故危害及影响等因素综合考虑，拟建项目须对地震、山洪、暴雨、雷电、地质等自然条件予以充分的考虑，具体分析如下：

1、地震

根据国家标准化管理委员会《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计标准(2024年版)》(GB/T50011-2010)，拟建项目场地对应的地震基本抗震设防烈度为VII(7)度，属于第三组，地震动反应谱特征周期值为0.45s。若发生7度以上的大地震，则易造成项目场地地质松散，即易造成各种重型的建构筑物、工艺装置、设备、水池等设

备设施发生结构损坏，严重时引发坍塌事故。

2、地质条件

根据《瑞矿公司钒钛耐磨中试平台项目岩土工程勘察报告》（四川乐山地质工程勘察院集团有限公司，2025年12月）可知，拟建项目未发现场区内有影响工程整体稳定性的大型崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用，无地下防空洞、沟浜、孤石等对工程不利的埋藏物。场地稳定好，正常情况下不会对本项目建设造成影响。

从项目总平面布置图看，本项目高端耐磨材料生产车间（主车间）北侧紧邻一处高陡边坡，对于边坡、堡坎地带，受雷雨季节的影响，若防护强度达不到要求，长年累月的影响，可能引发坍塌、沉降的风险。同时边坡成为天然的汇水面，暴雨时雨水沿坡面集中冲刷，可能淹没或冲蚀车间北墙根脚。

3、雷电

雷电的危害主要体现在雷电电流高热效应、机械效应和雷电波上。雷电电流高热效应会放出几十至上千安的强大电流，并产生大量热能，在雷击点的热量会很高，可导致金属熔化，引发火灾和爆炸事故。雷击电流机械效应致使被雷击物体发生爆炸、扭曲、撕裂等现象导致财产损失和人员伤亡。雷电波的侵入和防雷装置上的高电压对建筑物的反击作用也会引起配电装置或电气线路断路而燃烧导致火灾。

攀枝花市年均雷暴天数为66.3天，在雨季期间雷电比较集中，若厂区构筑物及装置、设备未设置防雷接地装置或防雷接地装置损坏，易发生雷电伤害事故；同时，对气化站、丙烷输气管道、丙烷用气装置等区域，雷电与泄漏的丙烷接触，有发生火灾、爆炸的风险。

4、山洪、暴雨

拟建项目场地地势相对较高，正常情况下，发生山洪、暴雨不会蔓延至车间内，且周边设置有排水沟，可及时对山洪、暴雨进行排泄。但若排水系

统发生堵塞，山洪较大，则可能发生山洪漫入车间内，影响正常生产。

3.12 建设项目与周边单位生产、经营活动或者居民生活的相互影响分析

1、建设项目对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响分析

本项目位于***，证书编号：***，项目用地符合要求。根据表 2.3-1 可知，本项目主要建筑物、装置与周边厂房之间的防火间距满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）的相关规定，因此，当装置范围内的安全设施运行正常、防护措施到位的情况下，对周边厂房影响相对较小，安全风险在可控范围内。但若厂区发生火灾爆炸事故，将对周边厂房及环境带来较大的影响，因此，应加强与周边厂房的联络联动，保证在事故发生情况下的应急工作。

2、周边单位生产、经营活动或者居民生活对建设项目的影 响分析

本项目场地周边 200m 范围内不涉及到生产、储存易燃、易爆、有毒的危险化学品的企业，周边企业建构物与本项目的建构物、装置的防火间距满足规范要求，正常情况下不会对本项目产生安全隐患。

3.13 有限空间作业危险性分析

拟建项目工艺设备中存在电炉、LF 炉、中频炉等设备以及地坑、地道区域，以上设备内部及区域存在局部有限空间，在对其进行检修、维护检查作业时，由于有限空间内可能存在有毒气体（CO、SO₂等）、有毒刺激性粉尘（CaO）等，如未按照有关规程有序操作或误操作可能会导致中毒、窒息等伤亡事故发生。其危险有害因素分析如下：

（1）涉及有限空间的部位在长期使用后，内部结果可能会存在一定的磨损、损坏，则需要对内部进行检修维护处理。在进行有限空间作业过程前，未办理“有限空间作业许可证”，或未进行相应的审批，未对有限空间内部可能存在的危险性进行分析，从而引发有限空间作业事故。

（2）进入有限空间前，未进行通风置换、未进行空气质量检测，冒然

进入有限空间内部，则可能因存在有毒气体物质而引发中毒和窒息；若有限空间内残留有易燃易爆气体物质，出现动火或使用铁制工器具，则可能引发火灾、爆炸事故。

(3) 进入有限空间前对空气质量的检测过早，超过 30min，或未每 2h 对内部空间的空气质量进行一次检测，内部空间内可能会再次残留有毒有害、易燃易爆的气体物质，从而增加了有限空间作业事故的发生。

(4) 在有限空间内进行检修电焊或气焊作业时，未进行及时的通风换气，作业人员大量吸入电焊烟尘可引起中毒和窒息；进行气焊切割时，造成氧气、乙炔瓶泄漏，可能会在有限空间内形成气体爆炸环境，从而引发火灾、爆炸事故。

(5) 在进行有限空间作业过程中，若直接输入纯氧，则可能造成氧浓度升高引发窒息危害；如有限空间内部氧浓度过高或过低，都会引发中毒、窒息等可能。

(6) 有限空间作业时，在有限空间外未配备监护人或监护人擅自离开，内部发生紧急事故时，不能及时采取相应的安全应对措施，造成有限空间作业事故扩大。

(7) 有限空间作业时，未设置相应的警示标志和警示说明，可增加有限空间作业事故的风险。

3.14 危险化学品重大危险源辨识

1、辨识依据

危险化学品重大危险源是指长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

危险化学品应依据其危险特性及其数量进行重大危险源辨识，具体见《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中表 1（危险化学品名称及其临界量表）和表 2（未在表 1 中列举的危险化学品类别及其临界量）。

危险化学品的纯物质及其混合物按规定进行分类。危险化学品重大危险源可分为生产单元危险化学品重大危险源和储存单元危险化学品重大危险源。

2、危险化学品临界量的确定方法

在《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中表 1 范围内的危险化学品，其临界量应按表 1 确定；未在表 1 范围内的危险化学品，应依据其危险性，按表 2 确定其临界量；若一种危险化学品具有多种危险性，应按其中最低的临界量确定。

3、重大危险源辨识指标

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中表 1、表 2 规定的临界量，即被定为重大危险源。

单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多种品种时，按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源。

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots\dots\dots q_n/Q_n \geq 1$$

式中：

S——辨识指标

q_1 、 q_2 q_n ——每种危险化学品实际存在量，t

Q_1 、 Q_2 Q_n ——与各种危险化学品相对应的临界量，t

4、辨识过程

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，拟建

项目涉及危险源辨识的危险化学品为厂区储存的液氧、丙烷。

拟建项目液氧汇流排、丙烷汇流排设置在同一个汇流排间，房间相互之间设置有防火隔墙进行分隔，分别设置独立的安全出口，根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，仓库以独立库房(独立建筑物)为界限划分为独立的单元。因此液氧汇流排、丙烷汇流排划分为同一个储存单元，经调查液氧汇流排内配置有4个175L的液氧杜瓦瓶，液氧的密度为1141 kg/m³，经计算液氧重量约0.8t；丙烷汇流排内储存的丙烷气瓶约8瓶，每瓶重50kg，共计约0.4t。

重大危险源辨识单元划分情况见表3.14-1。其实际数量与临界量见表3.14-2。

表 3.14-1 危险化学品重大危险辨识单元划分表

序号	单元类型	单元划分
1	储存单元	液氧储存区、丙烷储存区

表 3.14-2 危险化学品实际数量与临界量

单元	危险化学品	临界量 Q (t)	实际量 q (t)	计算结果
储存单元	液氧	200	0.8	0.8/200+0.4/50=0.012<1
	丙烷	50	0.4	

5、辨识结果

经辨识，拟建项目不涉及生产单元，储存单元S值均<1，故拟建项目未构成危险化学品重大危险源。

第四章 评价单元划分和评价方法选择

4.1 评价单元划分

评价单元就是在危险、有害因素分析的基础上，根据评价目标和评价方法的需要，将系统分成的有限、确定范围进行评价的单元。划分评价单元是为评价目标和评价方法服务的，便于评价工作的进行，有利于提高评价工作的准确性。

4.1.1 评价单元划分原则

评价单元的划分主要遵循下列原则：

- (1) 以可能造成人员伤害的危险设备、设施及作业场所为对象划分；
- (2) 充分考虑工艺方案、总体布置及自然条件、社会环境对系统安全的影响。以主要的危险形式为依据，将危险模式、设备、设施、工艺、作业环境等方面存在明显差异的对象划分为不同的危险源；
- (3) 考虑设备、设施在平面、空间布置上的联系；
- (4) 考虑岗位的设置状况。

4.1.2 评价单元划分结果

评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、有害因素的类别、分布有机结合进行划分，并根据评价需要可将一个评价单元再划分为若干个子单元。

本次安全预评价根据项目工艺过程的危险、危害的性质和重点危险因素的分布等情况划分出六个评价单元进行评价，划分如下：

- ① 选址、周边环境及总平面布置单元
- ② 生产工艺单元
- ③ 生产设备单元
- ④ 公用工程及辅助设施单元
- ⑤ 安全管理单元

⑥施工单元

4.2 评价方法选择

4.2.1 评价方法选择结果

根据项目生产装置特点和生产工艺流程，共划分六个评价单元，结果见表 4.2-1。

表 4.2-1 评价单元划分结果

序号	评价单元	评价方法
1	选址、周边环境及总平面布置单元	安全检查表
2	生产工艺单元	预先危险性分析
3	生产设备单元	事故树分析
4	公用工程及辅助设施单元	预先危险性分析、事故树分析
5	安全管理单元	鱼刺图
6	施工单元	预先危险性分析

4.2.2 安全评价方法简介

1、安全检查表分析法

安全检查表分析法（Safety Check List，简称 SCL）简便灵活，是安全评价的常规方法，具有简便、实用、有效的特点，常常用于对安全生产管理，对熟知的工艺设计、物料、设备或操作规程进行分析，也可用于新开发工艺过程的早期阶段，识别和消除在类似系统的多年操作中所发现的危险。这种方法主要是依据国家、地区、行业等相关的标准、法规编制检查表，针对检查内容判断是否、有无，从而找出系统中存在的缺陷、疏漏、隐患、问题，并提出在工程设计、建设或运行过程中应注意的问题。

2、预先危险性分析法

预先危险性分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的各种危险因素（类别、分布）、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分

析的系统安全分析方法。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故，避免考虑不周所造成的损失。属于定性评价。即：讨论、分析、确定系统存在的危险、有害因素，及其触发条件、现象、形成事故的原因事件、事故类型、事故后果和危险等级，有针对性地提出应采取的安全防范措施。

(1) 预先危险性分析的功能主要有：

- 1) 大体识别与系统有关的主要危险；
- 2) 鉴别产生危险的原因；
- 3) 预测事故发生对人体和系统产生的影响；
- 4) 对已经识别的危险进行分级，并提出消除或控制危险性的措施。

(2) 预先危险性分析步骤：

1) 对分析系统的生产目的、工艺过程以及操作条件和周围环境进行充分的调查了解；

2) 收集以往的经验 and 同类生产中发生过的事故情况，判断所要分析对象中是否也会出现类似情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤亡的危险性；

- 3) 根据经验、技术诊断等方法确定危险源；
- 4) 识别危险转化条件，研究危险因素转变成事故的触发条件；
- 5) 进行危险性分级，确定危险程度，找出重点控制的危险源；
- 6) 制定危险防范措施。

分析的结果最终以表格的形式表示。PHA 分析的结果用危险性等级来表示。危险性可划分为四个等级，见表 4.2-2。

表 4.2-2 危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损失
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损失或降低系

		统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损失，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范

3、事故树分析法

事故树分析又称故障树分析，是一种演绎的系统安全分析方法。它从要分析的特定事故或故障开始，层层分析其发生的原因，一直分析到最基本的原因（基本事件）为止。将故障和各层原因（事件）用布尔逻辑符号连接起来，得到形象、简洁、表达其逻辑关系的逻辑树图形，即事故树，利用布尔代数对故障树化简、计算、可达到对事故进行分析、评价的目的

4、鱼刺图分析法

鱼刺图分析属因果分析法，是安全系统工程的重要分析方法之一。因其形状像鱼骨或鱼刺，故称为鱼刺图法。图中将事故结果列在右边，再用一条带箭头的干线指向事故结果。事故的主要原因直接指向干线，相关的次要原因则列在主要原因的两旁。

第五章 定性、定量分析评价

5.1 选址、周边环境及总平面布置单元

根据《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）、《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）、《铸造安全规程》（AQ 7016-2025）对本项目的选址、周边环境及总体布局进行安全检查评价，见表 5.2-1：

表 5.2-1 选址、周边环境及总平面布局单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查记录	结论
1	在进行厂区规划时，应同时进行消防规划，并应根据企业及其相邻建(构)筑物、工厂或设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向、交通、水源等条件，合理布置。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 (GB50414-2018) 第 4.1.1 条	已进行消防规划，并根据地形、风向、交通、等进行了合理布置。	符合
2	钢铁冶金企业内的消防车道，当与生产、生活道路合用时，应满足消防车道的要求。消防车道的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。	《钢铁冶金企业设计防火标准》 (GB50414-2018) 第 4.1.7 条	拟建项目干道采用双车道，路面宽 7.0m，支道宽 4.0m，道路最小内缘半径为 9m，最大坡度 5.5%，消防车道的设置满足要求。	符合
3	钢铁企业的总体布置应与所在地区城市(镇)规划和工业区规划相协调，应有利于与所在地城市(镇)、工业区及相邻单位统筹布局、相互依托、相互协作、协调发展。	《钢铁企业总图运输设计规范》 (GB50603-2010) 第 4.1.2 条	拟建项目总体布置与相关规划协调。	符合
4	总平面布置应根据企业建设要求和工程建设标准，在总体布置的基础上，结合厂址的自然、环境、交通运输等条件，进行各设施的布置，经多方案技术经济比较后确定。	《钢铁企业总图运输设计规范》 (GB50603-2010) 第 5.1.1 条	拟建项目总体布置结合厂址的自然、环境、交通运输等条件，进行各设施的布置。	符合
5	铸造生产中产生烟尘、粉尘、有害气体、蒸汽或异味的生产厂房应远离厂前区、洁净厂房以及人流密集处，并布置在厂区全年最小频率风向的上风侧，且地势开阔、通风良好的地段。	铸造安全规程 (AQ 7016-2025) 第 4.1.1 条	经现场核查，本项目高端耐磨车间位于厂区西侧，远离办公楼（厂前区）、机加工车间（洁净厂房）及主要人流通道。根据当地气象资料，该位置处于厂区全年最小频率风向（西北风）的上风侧。场地平坦开阔，车间设计采用大面	符合

序号	检查项目	检查依据	检查记录	结论
			积侧窗与屋顶天窗，通风条件良好。	

评价小结：采用安全检查表法对本项目选址、周边环境及总平面布置单元进行符合性评价，共检查了5项，从检查结果可知，能够满足《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）、《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）、《铸造安全规程》（AQ 7016-2025）的相关规定。

5.2 生产工艺单元

运用预先危险性分析法对本项目生产工艺单元存在的各种危险因素（类别、分布）、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析，并将分析结果填入预先危险性分析表中。具体分析如下表：

表 5.2-1 生产工艺单元预先危险性分析表

事故	诱导因素	事故后果	危险等级	措施
原料供应工序（包括铁水、生铁、废钢转运）				
钢水喷溅、跑漏伤人	铁水运输、铁水注入均有可能出现铁水喷溅和跑漏，工作人员在附近被烫伤。	烫伤周围作业人员	III	铁水运输和注入时要注意防止铁水喷溅和跑漏，操作人员应与铁水罐和电炉炉口保持安全距离。
起重致害	1.行车由于吊运操作失误、意外断电等原因造成坠物伤人； 2.行车操作人员技术不熟练、吊物撞人； 3.行车安全装置不全或不灵； 4.违章作业	人员伤亡	III	1.对行车进行定期检查和检验，确保设备正常运转、断电保护装置及其它安全装置齐全有效； 2.行车操作人员精心操作，技术熟练，杜绝违章。
触电	1.检修时没按要求办停电手续，他人误启动，造成触电； 2.设备没有良好接地，外壳带电； 3.绝缘破损、老化。	人员伤亡	III	1.加强停送电管理，实行挂牌制度； 2.设备良好接地。
厂（场）内车辆致害	厂内运输原料的车辆在厂房内碰伤人员或与其它机动车辆发生交通事故造成人员伤亡。	人员伤亡	II	1.建立完善的厂区运输管理机构制度及安全行驶路线； 2.重视车辆用道路设施的完善状况；

				3.加强机动车驾驶人员的培训。
冶炼工序（涉及装料、吹炼、取样测温、出钢、出渣和各种维修作业）				
积水引起爆炸	1.炉下有积水，出钢时钢水外溢，遇积水引起爆炸； 2.钢水运行，铁水运行的路线有积水，钢包、铁水包漏，高热高温钢水、铁水与大量水接触发生爆炸。	设备损坏，人员伤亡	III	1.炉下不能有积水要保持干燥； 2.钢包、铁水包运行路线要固定、在路线上不能有给水并要求干燥。
废钢引起爆炸	炉内装入废钢中混有密闭容器、潮湿废钢、易爆物品，废钢斗中有水。	设备损坏，人员伤亡	III	1.入炉废钢保持干燥、无水； 2.废钢入炉前要检查，有违反安全规定的物品要拣出。
冷却水泄漏引起爆炸	1.烟罩漏水，冷却水进入炉内的钢水中发生爆炸； 2.冷却系统管道损坏、堵塞或失效等，造成冷却水泄漏；	设备损坏、烫伤工人	III	1.冶炼开始时检查烟罩冷却装置，发现漏水及时检修更换重要部件； 2.炉内进水，不准摇炉，待水蒸发后，方可继续操作。
钢水喷溅引起烫伤事故	炉体倾转、铁水注入均会引起钢渣反应，产生大量气体，而将钢水、铁水喷出，工作人员在炉口附近被烫伤。	烫伤工人	III	炉体倾倒时要缓慢，操作人员应避开炉口附近，炉体兑铁水时，人员要避开炉口。
漏钢引起烫伤烧伤	1.炉体吹炼过程中，由于炉体衬太薄或炉衬局部侵蚀过深，冶炼时钢水穿过炉壳，发生漏钢； 2.钢水包铁水包运转阶段，由于包衬耐火材料受侵蚀、衬厚度不够或局部侵蚀严重，以至钢水、铁水漏出； 3.盛装钢水、铁水、钢渣的高温容器发生倾倒，吊挂运送中耳轴或吊挂装置出现断裂造成盛装铁水钢渣、钢水的高温容器发生倾倒泄漏。	烧坏设备、烫伤人员	III	1.炉体炉龄后期要定期检查炉衬侵蚀情况，损坏严重的要修补或更换炉体内衬； 2.钢包、铁水包使用前要检查内衬完整状况，有问题要更换。 3.浇注系统耐火材料要始终保持干燥，潮湿的坚决不用； 4.吊挂运送盛装铁水、钢水、钢渣的高温时其吊挂装置以及行车的安全装置必须定期检测。
中毒、窒息	1.电炉熔炼过程中会产生烟尘，烟尘中含有 CO _x 、NO _x 、SO _x 、CaO 等物质，特别是 CO 具有较大毒性，如烟尘收集装置发生故障或失效，可能会导致 CO 在熔炼、铸造车间内发生聚集，导致车间内的作业人员发生中毒事故；	人员伤亡	III	1.电炉、LF 炉等尾气回收系统应设置一氧化碳和氧气连续检测与自动控制装置，当尾气中的氧含量超过 2% 时，应能自动打开放散阀，并应能保证经点火燃烧后排入大气；

	2. 在冶炼过程中, LF 精炼炉会使用氩气气体, 氩气比空气较重, 若氩气在生产过程中逸出, 沉浮在地坑、地沟及局部包围的人行区域, 作业人员在此区域作业中可能会发生窒息事故发生。			2. 气化站及使用氧气的区域应设置氧浓度检测装置, 并应具备当氧含量体积组分大于等于 23% 时进行富氧报警的功能。
出钢过程中钢包大翻	钢包较深层, 大块合金未熔化, 合金熔化时合金所含水分形成蒸汽, 在高温下积聚膨胀, 推开钢水向外排出。	破坏设备、危及人身安全	III	1. 出钢前不得将合金加在钢包包底; 2. 合金溜槽位置应合理, 避免钢包包底渣过多; 3. 出钢过程采用钢包吹氩搅拌。
钢渣爆炸	炉体出钢时钢渣外溢; 炉渣遇给水引发爆炸。	飞溅伤人, 损坏设备	III	出钢操作区, 地坪以及炉下钢渣罐查道保持平整干燥。
突然停电造成爆炸及跑钢	炉体倾倒时突然停电, 炉体钢水流在地上烧坏渣车, 电缆造成短路。	设备损坏, 引发火灾, 人员伤亡	III	1. 双路供电, 可自动切换; 2. 设 UPS 不间断电源, 供炉体液压电磁制动系统松开, 炉体自动复位等。
仪表及控制故障引起生产设备事故引起人身伤亡	1. 误操作引起的设备运转故障, 引发生产事故, 造成人员伤亡; 2. 仪表、自动化控制系统故障引发生产事故, 造成人员伤亡。	设备损坏, 人员伤亡	III	1. 对仪表控制系统及阀门开关操作人员加强培训与教育, 正确操作, 避免事故; 2. 加强对仪表及控制系统的维护, 发现问题及时处理。
起重致害	1. 行车安全装置不灵, 吊钩、钢丝绳、吊耳不良以及操作人员违章操作引起坠包伤人; 2. 废钢吊运过程中, 发生散落伤人; 3. 挂钩人员与行车操作人员配合不当, 挂钩时发生事故。	人员伤亡	III	1. 对行车进行定期检查和检验, 确保设备正常运转, 安全装置齐全有效; 2. 行车司机与重物吊挂作业人员密切配合, 杜绝违章; 3. 吊运钢水、铁水和熔渣的起重机设过载报警和两道过极限安全保护。
高处坠落	平台无栏杆、高处作业不系安全带, 平台孔洞无盖或没设置标志。	人员伤亡	II	1. 高处作业执行安全规程, 戴安全帽; 2. 高处平台设牢固栏杆, 空洞处设有盖设置标志;
物体打击	1. 工具 (扳手、锤子)、检修更换件从高空落下; 2. 运转设备零部件飞脱伤人;	人员伤亡	II	1. 禁止高空作业抛物、检查设备应设标志, 禁止下面有人, 工作完毕工具, 更换件收集归位;

				2.对运转的机械部件定期检查。
高温伤害	炉体冶炼过程中产生高温,长期高温作业损害职工健康。	有损职工健康	II	在高温作业区设置通风降温设施。

评价小结：通过对原料供应工序进行预先危险性分析，可看到该系统可能发生的事故有：铁水喷溅、跑漏伤人；起重致害；触电；车辆致害等，以上事故危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）；冶炼工序可能发生的事故有：爆炸、钢水外喷，漏钢烫伤、烧伤、高温危害、高处坠落、物体打击、吹炼烫伤事故等，以上事故危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

5.3 生产设备单元

5.3.1 电炉事故树分析

拟建项目使用电炉频率较高，同时炉内势能较高，一旦发生爆炸事故，爆炸是电炉生产中破坏性最大的事故类型，它的发生主要与电炉使用的水冷件有关，为保障电炉的有效运行，进而提出可靠的防范措施，编制下列事故树分析，见下图所示：

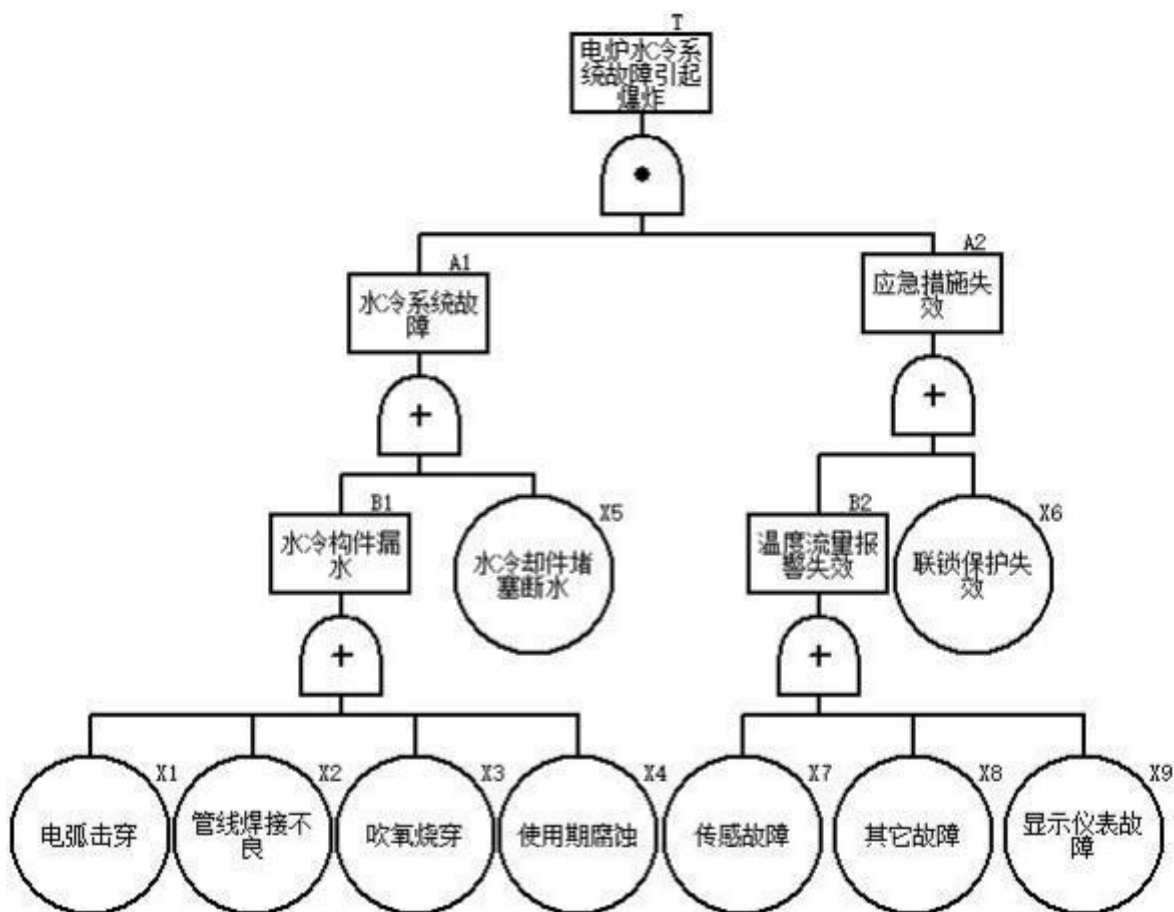


图5.3-1 电炉事故树图

(1) 最小割集及结构重要度

电炉水冷系统故障引起爆炸事故树列举了 9 个基本事件，根据事故树分析，可以得到电炉水冷系统故障引起爆炸事故的结构函数式为：

$$T=A_1A_2= (B_1+X_5) (A_2) = (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5) (B_2+X_6) = (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5) (X_6+X_7+X_8+X_9) =X_1X_6+ X_1X_7+ X_1X_8+ X_1X_9+ X_2X_6+ X_2X_7+ X_2X_8+ X_2X_9+ X_3X_6+ X_3X_7+ X_3X_8+ X_3X_9+ X_4X_6+ X_4X_7+ X_4X_8+ X_4X_9+ X_5X_6+ X_5X_7+ X_5X_8+ X_5X_9$$

事故树有 20 个最小割集：

$$\{X_2,X_7\}\{X_5,X_7\}\{X_1,X_7\}\{X_3,X_7\}\{X_4,X_7\}\{X_2,X_6\}\{X_5,X_6\}\{X_1,X_6\}\{X_3,X_6\}\{X_4,X_6\}\{X_2,X_8\}\{X_2,X_9\}\{X_5,X_8\}\{X_5,X_9\}\{X_1,X_8\}\{X_1,X_9\}\{X_3,X_8\}\{X_3,X_9\}\{X_4,X_8\}\{X_4,X_9\};$$

结构重要度：

根据以上分析的结果，运用结构重要度近似方法，得出各种基本事件的结构重要度的排列顺序如下：

$$I[X_6]=I[X_7]=I[X_8]=I[X_9]>I[X_5]=I[X_2]=I[X_1]=I[X_3]=I[X_4];$$

(2) 分析结论

1) 通过对该事故树分析，电炉事故结构重要度较大事件为温度、流量报警失效导致以及联锁报警装置失效，容易引起爆炸事故发生，在日常使用过程中应重视此部分监控装置，并应定期维护。

2) 冷却系统堵塞也是导致电炉发生故障事故主要原因之一，因此电炉使用的冷却水若水质无法达到要求，可能长期的运行导致水冷系统管道堵塞，电炉无法得到冷却或导致管道破损，引起电炉爆炸事故发生，需要对电炉水冷水源进行定期检测，并定期检查疏通管线。

3) 水冷构件漏水主要是长期运行中，未进行检查、维护等造成漏水事故，造成电炉事故发生，日常的使用应派专员管理、维护，制定相关规章制度，保证电炉的正常运行。

5.3.2 起重设备事故树分析

在生产过程中，起重设备使用非常频繁，所需的钢水、废钢、铁合金等都需要起重机吊运，各种设备重量大，检修、拆卸、安装全靠起重设备，容易发生起重伤害事故，因此对起重伤害进行事故树分析如下：

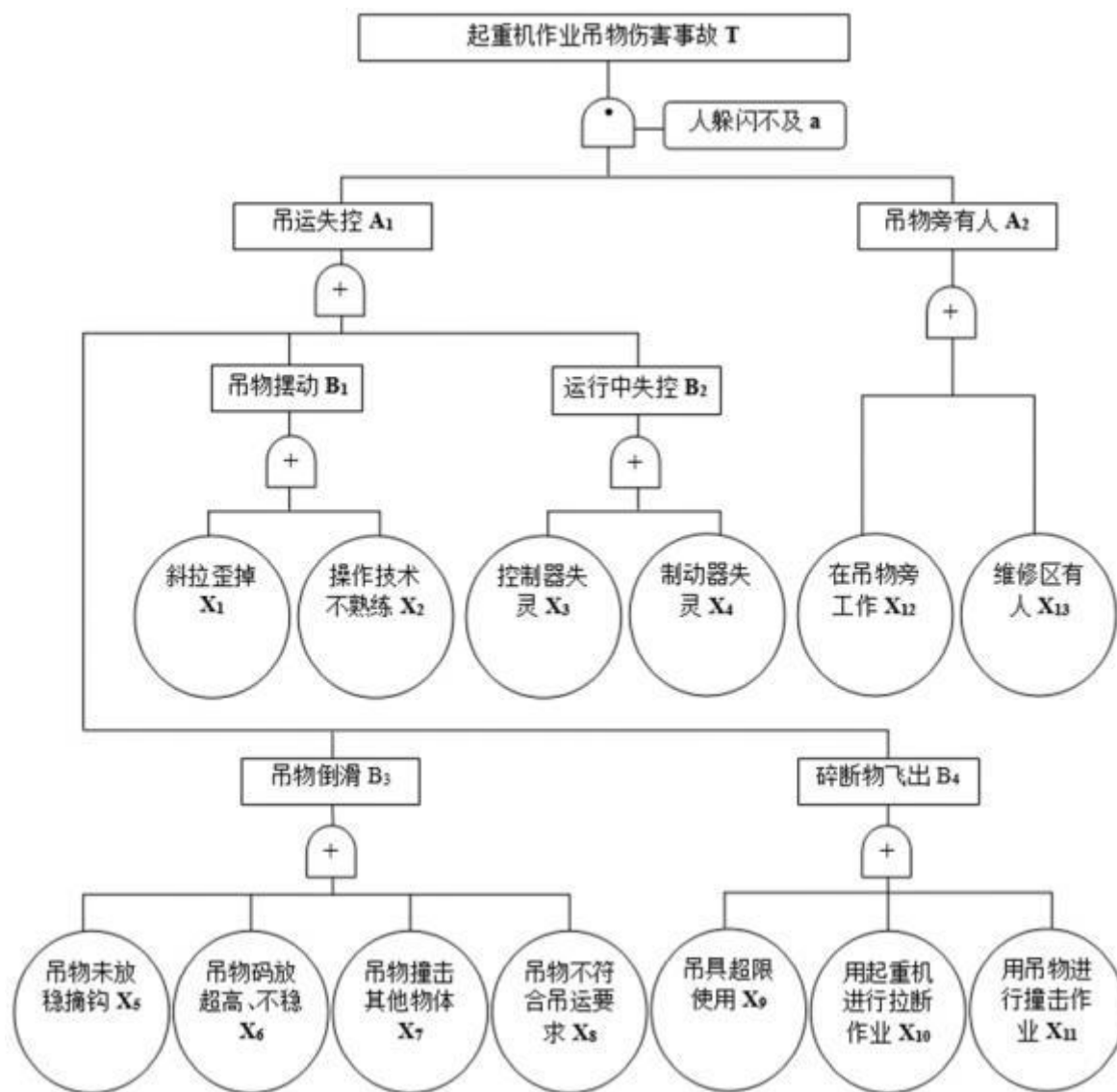


图5.3-2 起重设备事故树图

(1) 最小割集及结构重要度

1) 最小割集

起重伤害事故树列举了 13 个基本事件，根据事故树分析，可以得到起重伤害事故的结构函数式为：

$$\begin{aligned}
 T &= A_1 A_2 = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11}) \cdot (X_{12} + X_{13}) \\
 &= X_1 \cdot X_{12} + X_2 \cdot X_{12} + X_3 \cdot X_{12} + X_4 \cdot X_{12} + X_5 \cdot X_{12} + X_6 \cdot X_{12} + X_7 \cdot X_{12} + X_8 \cdot X_{12} + X_9 \cdot X_{12} + X_{10} \cdot X_{12} \\
 &\quad + X_{11} \cdot X_{12} + X_1 \cdot X_{13} + X_2 \cdot X_{13} + X_3 \cdot X_{13} + X_4 \cdot X_{13} + X_5 \cdot X_{13} + X_6 \cdot X_{13} + X_7 \cdot X_{13} + X_8 \cdot X_{13} + X_9 \cdot \\
 &\quad X_{13} + X_{10} \cdot X_{13} + X_{11} \cdot X_{13}
 \end{aligned}$$

起重伤害有 22 个最小割集，其中二阶割集 22 个；

$$\begin{aligned} K_1 &= \{ X_1, X_{12} \}, & K_2 &= \{ X_2, X_{12} \}, & K_3 &= \{ X_3, X_{12} \}, \\ K_4 &= \{ X_4, X_{12} \}, & K_5 &= \{ X_5, X_{12} \}, & K_6 &= \{ X_6, X_{12} \}, \\ K_7 &= \{ X_7, X_{12} \}, & K_8 &= \{ X_8, X_{12} \}, & K_9 &= \{ X_9, X_{12} \}, \\ K_{10} &= \{ X_{10}, X_{12} \}, & K_{11} &= \{ X_{11}, X_{12} \}, & K_{12} &= \{ X_1, X_{13} \}, \\ K_{13} &= \{ X_2, X_{13} \}, & K_{14} &= \{ X_3, X_{13} \}, & K_{15} &= \{ X_4, X_{13} \}, \\ K_{16} &= \{ X_5, X_{13} \}, & K_{17} &= \{ X_6, X_{13} \}, & K_{18} &= \{ X_7, X_{13} \}, \\ K_{19} &= \{ X_8, X_{13} \}, & K_{20} &= \{ X_9, X_{13} \}, & K_{21} &= \{ X_{10}, X_{13} \}, \\ K_{22} &= \{ X_{11}, X_{13} \}. \end{aligned}$$

2) 结构重要度

根据以上分析的结果，运用结构重要度近似方法，得出各种基本事件的结构重要度的排列顺序如下：

$$I\phi(12)=I\phi(13) > I\phi(1)=I\phi(2)=I\phi(3)=I\phi(4)=I\phi(5)=I\phi(6)=I\phi(7)=I\phi(8)=I\phi(9) \\ =I\phi(10)=I\phi(11)$$

(2) 分析结论

1) 通过对起重作业过程中可能发生的吊物伤人事故造成人员伤害事故树分析，导致该事故发生的基本事件多，最小割集均为二元事件组合，说明造成起重作业吊物伤人事故的途径较多；

2) 从各基本事件的结构重要度来看，在进行起重作业过程中，作业场所危险区域有其他无关人员及司索工在完成捆绑、挂钩等作业后，未撤离到安全区域最重要，因此企业应加强对作业场所的管理，起重作业场所不得逗留其他无关人员，司索工作业完毕也应撤离到安全区域；

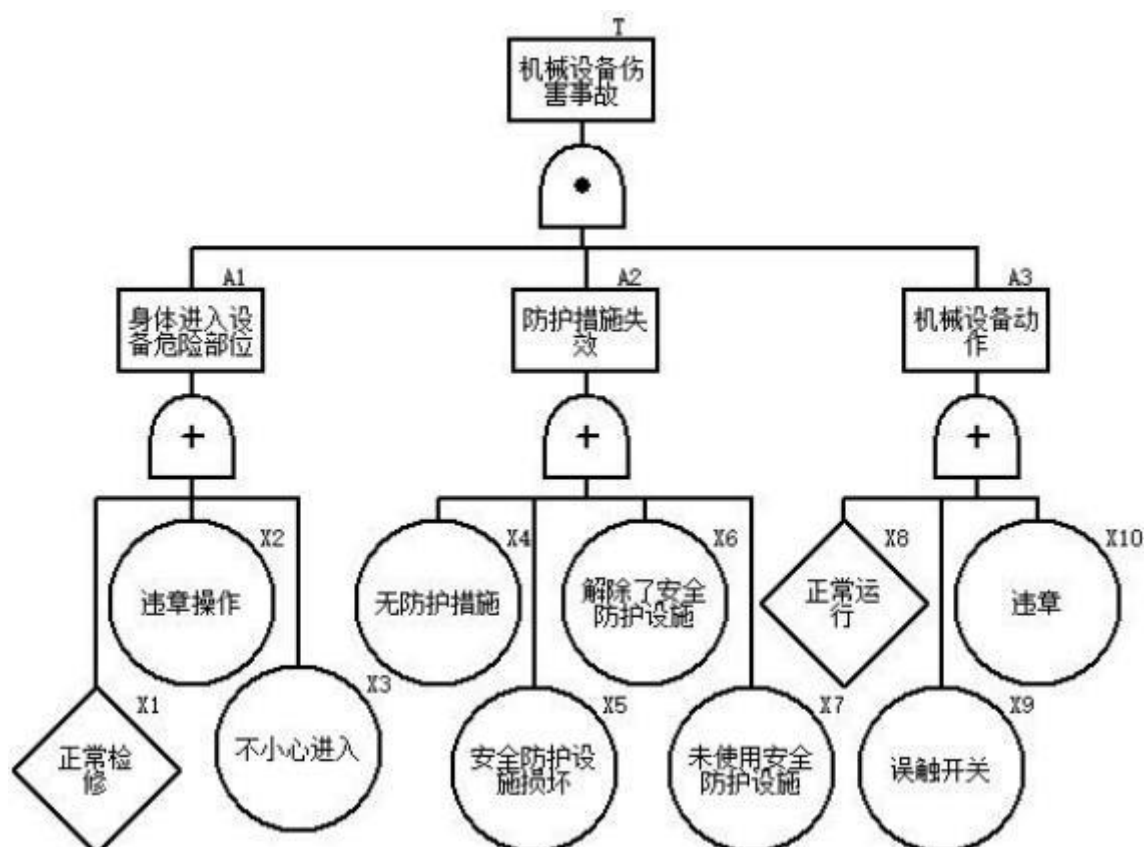
3) 对起重设备、设备安全附件、吊运物件、吊运环境应作出明确的要求，保证起重设备完好，安全附件齐全，吊运物件不超标超重，作业环境无影响起重作业正常进行的障碍物；

4) 消除人的不安全因素。作业人员应具备上岗资格持证上岗，制定详细的安全操作规程，对作业人员进行定期培训，杜绝起重作业违章现象；

5) 提高起重作业的自动化控制程度，如遥控系统及规则物体的自动装夹系统等，减少起重作业现场人员的操作及逗留时间。

5.3.3 机械设备事故树分析

拟建项目在生产过程中会涉及较多机械设备，如分离机、提升机、落砂机、磁选机等等，实际操作中容易发生机械事故，对机械设备进行事故树分析评价：



(1) 最小割集及结构重要度

1) 最小割集

机械设备伤害事故树列举了 10 个基本事件，根据事故树分析，可以得到机械设备伤害事故的结构函数式为：

$$\begin{aligned}
T &= A_1 A_2 A_3 = (X_1 + X_2 + X_3) (X_4 + X_5 + X_6 + X_7) (X_8 + X_9 + X_{10}) \\
&= (X_1 X_4 + X_1 X_5 + X_1 X_6 + X_2 X_7 + X_2 X_4 + X_2 X_5 + X_2 X_6 + X_2 X_7 + X_3 X_4 + X_3 X_5 + X_3 X_6 + \\
&X_3 X_7)(X_8 + X_9 + X_{10}) \\
&= X_1 X_4 X_8 + X_3 X_4 X_8 + X_2 X_4 X_8 + X_1 X_5 X_8 + X_1 X_6 X_8 + X_1 X_7 X_8 + X_3 X_5 X_8 + X_3 X_6 X_8 + \\
&X_3 X_7 X_8 + X_2 X_5 X_8 + X_2 X_6 X_8 + X_2 X_7 X_8 + X_1 X_4 X_9 + X_1 X_4 X_{10} + X_3 X_4 X_9 + X_3 X_4 X_{10} + X_2 X_4 \\
&X_9 + X_2 X_4 X_{10} + X_1 X_5 X_9 + X_1 X_5 X_{10} + X_1 X_6 X_9 + X_1 X_6 X_{10} + X_1 X_7 X_9 + X_1 X_7 X_{10} + X_3 X_5 X_9 + \\
&X_3 X_5 X_{10} + X_3 X_6 X_9 + X_3 X_6 X_{10} + X_3 X_7 X_9 + X_3 X_7 X_{10} + X_2 X_5 X_9 + X_2 X_5 X_{10} + X_2 X_6 X_9 + X_2 X_6 \\
&X_{10} + X_2 X_7 X_9 + X_2 X_7 X_{10}
\end{aligned}$$

机械伤害有 36 个最小割集，其中三阶割集 36 个；

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

2) 结构重要度

根据以上分析的结果，运用结构重要度近似方法，得出各种基本事件的结构重要度的排列顺序如下：

$$I[X_1]=I[X_3]=I[X_8]=I[X_9]=I[X_{10}]=I[X_2]>I[X_4]=I[X_5]=I[X_6]=I[X_7]$$

(2) 分析结论

该事故树有 36 个最小割集，其中任何一个中的事件发生都会导致顶上事件的发生。通过分析可知：身体进入危险部位是导致发生事故的最重要因素，而防护措施失效，是导致事故另一个重要原因，因此，严禁违章作业，

避免冒险进入机械危险部位，加强生产作业中的安全防护措施是防止机械伤害事故的关键，还有加强安全管理力度，防止非操作人员随意开机对预防事故的发生也很重要。

5.4 公用工程及辅助设施单元

5.4.1 供配电系统子单元

1、供配电系统子单元预先危险性分析

供配电系统子单元预先危险性分析评价见表 5.4-1:

表 5.4-1 供配电系统子单元预先危险性分析表

事故	诱导因素	事故后果	危险等级	措施
电气火灾	1.电缆沟内流入钢水、铁水高温渣液烧坏绝缘形成短路过负荷引起电缆发热烧坏绝缘； 2.电气线路符合过大，引起线路严重发热，引起可燃物燃烧； 3.电气设备受潮或受损，绝缘性能降低引起漏电短路、设备自燃； 4.雷电或静电引起火灾； 5.变压器火灾； 6.电缆绝缘损坏。	烧坏设备造成财产损失引发火灾	III	1.电源有电流保护； 2.电缆沟远离热源； 3.钢包、铁水包与运走路线不能与电缆沟靠近； 4.接近高温处电缆外涂防火漆； 5.电缆隧道内设阻火墙； 6.设置事故报警。
变压器爆炸	1.变压器油年久老化，绝缘性能降低，可能造成线圈短路爆炸事故； 2.冷却水供应不足，如温度继电器失灵，可能使线圈严重过热，造成线圈短路，变压器烧毁，甚至爆炸； 3.冷却系统内漏，冷却水漏入变压器油中，导致设备绝缘下降，造成线圈短路，设置爆炸。	设备损坏人员伤亡	III	1.定期取变压器油样化验，发现绝缘能力下降及时更换； 2.定期检查，保证冷却水供应正常； 3.检查温度继电器状况，发现问题及时处理； 4.保证冷却系统变压器油压大于水压。
触电事故	1.设备接地线损坏； 2.电气装置的绝缘或外壳损坏； 3.电气工作不办理工作票、操作票，不执行安全监护制度； 4.不适用或使用不合格的绝缘工具，工作前不验电； 5.移动使用的配电箱、板及所用	人身伤亡	III	1.设备外壳进行接地或接零，设备接地要牢靠； 2.电气设备要有良好的绝缘和机械强度； 3.电线电缆避开高温； 4.严格执行电气安全规程；

	导线不符合要求，未使用漏电保护器，不戴绝缘手套； 6.在电缆沟、金属容器内工作不使用安全电压，不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人； 7.乱接不符合要求的临时线；			5.移动使用的配电箱、板应采用完整的、带保护线的多股铜芯橡皮护套软电缆或护套软线作电源线，同时应装设漏电保护器； 6.临时用电应经主管部门审查批准专人管理； 7.在金属容器内、电缆沟内及在潮湿工作场所工作要使用安全电压； 8.电气设施选型合理、规范安装、维修及时。
突然停电造成爆炸及跑钢事故	当电炉冶炼过程及出钢过程中突然停电： 1.冷却水漏入炉内发生爆炸； 2.电炉倾倒时突然停电，电炉钢水流在地上烧坏渣车、电缆损坏短路。	设备损坏，引发火灾，人员伤亡	III	1.双路供电，可自动切换； 2.设 UPS 不间断电源，电炉液压电磁制动器松开，电炉自动复位等。

评价小结：供配电系统子单元主要存在的危险因素包括电气火灾、变压器爆炸、触电事故、突然停电造成爆炸及跑钢事故等，危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

2、触电事故树分析

拟建项目电气设备设施、电气装置较多，触电伤害事故也是项目在作业过程中较常见的易发事故，为了解触电伤害事故发生的原因，进而提出防范措施，对触电事故进行事故树分析。

（1）触电伤害事故树

触电伤害事故树分析见图表 5.4-1：

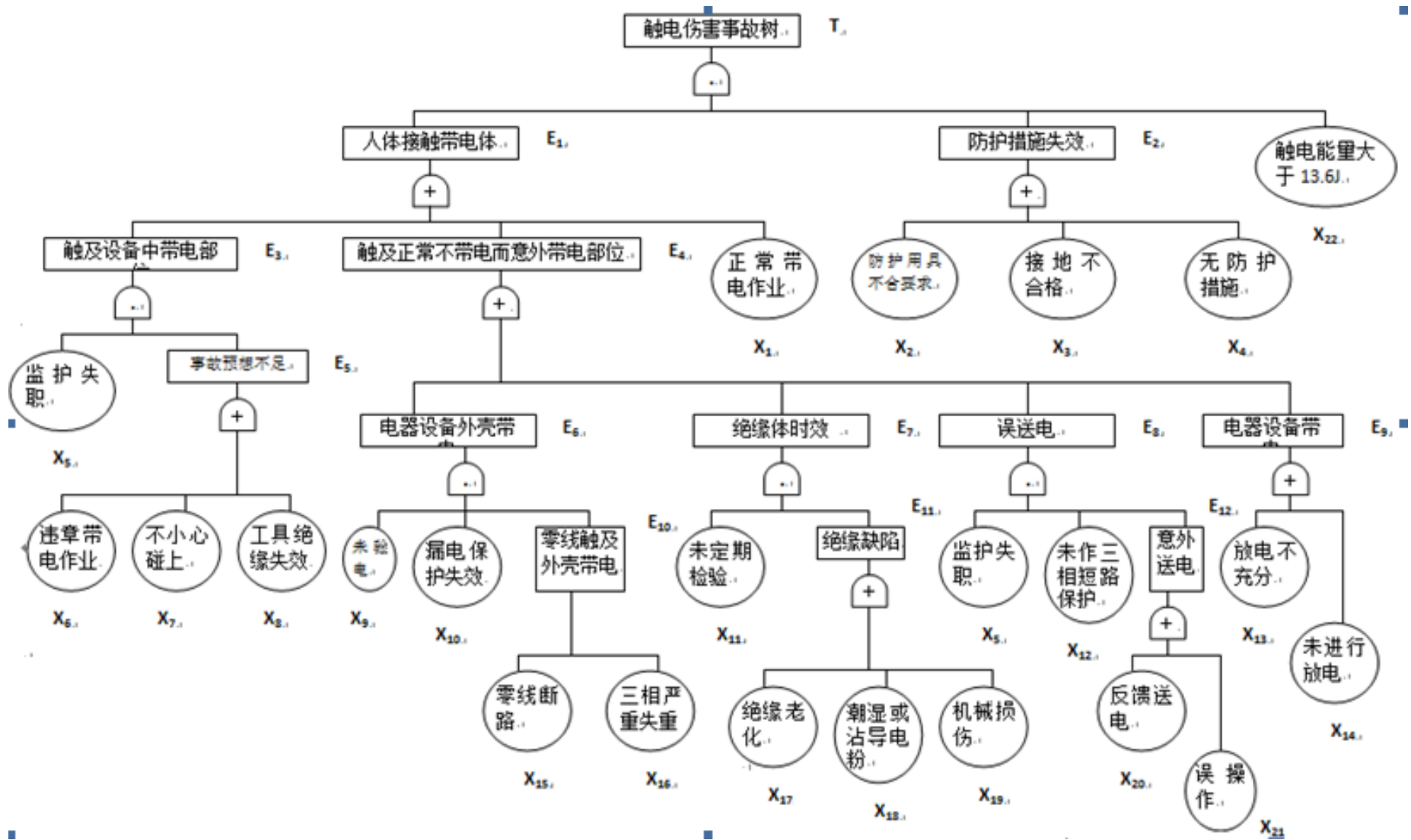


图 5.4-1 触电伤害事故树分析图

(2) 求最小割集

触电伤害事故树由 22 个基本事件构成, 根据图 5.4-1 触电伤害事故树的分析, 我们可以得到触电伤害事故的结构函数式为:

$$T=X_1X_2X_{22}+X_1X_3X_{22}+X_1X_4X_{22}+X_2X_{13}X_{22}+X_2X_{14}X_{22}+X_3X_{14}X_{22}+X_3X_{14}X_{22}+X_4X_{13}X_{22}+X_4X_{14}X_{22}+X_2X_5X_6X_{22}+X_2X_5X_7X_{22}+X_2X_5X_8X_{22}+X_2X_{11}X_{17}X_{22}+X_2X_{11}X_{18}X_{22}+X_3X_5X_6X_{22}+X_3X_5X_7X_{22}+X_3X_5X_8X_{22}+X_3X_{11}X_{17}X_{22}+X_3X_{11}X_{18}X_{22}+X_3X_{11}X_{19}X_{22}+X_4X_5X_6X_{22}+X_4X_5X_7X_{22}+X_4X_5X_8X_{22}+X_4X_{11}X_{17}X_{22}+X_4X_{11}X_{18}X_{22}+X_4X_{11}X_{19}X_{22}+X_2X_5X_{12}X_{15}X_{22}+X_2X_5X_{21}X_{22}+X_2X_9X_{10}X_{15}X_{22}+X_2X_9X_{10}X_{16}X_{22}+X_3X_5X_{12}X_{15}X_{22}+X_3X_5X_{12}X_{21}X_{22}+X_3X_9X_{10}X_{15}X_{22}+X_3X_9X_{10}X_{16}X_{22}+X_4X_9X_{10}X_{15}X_{22}+X_4X_9X_{10}X_{16}X_{22}+X_4X_5X_{12}X_{15}X_{22}+X_4X_5X_{12}X_{21}X_{22}$$

触电伤害有 39 个最小割集, 其中三阶割集 9 个, 四阶割集 18 个, 五阶割集 12 个:

$$\begin{aligned} K_1 &= \{X_1, X_2, X_{22}\} & K_2 &= \{X_1, X_3, X_{22}\} & K_3 &= \{X_1, X_4, X_{22}\} \\ K_4 &= \{X_2, X_{13}, X_{22}\} & K_5 &= \{X_2, X_{14}, X_{22}\} & K_6 &= \{X_3, X_{13}, X_{22}\} \\ K_7 &= \{X_3, X_{14}, X_{22}\} & K_8 &= \{X_4, X_{13}, X_{22}\} & K_9 &= \{X_4, X_{14}, X_{22}\} \\ K_{10} &= \{X_2, X_5, X_6, X_{22}\} & K_{11} &= \{X_2, X_5, X_7, X_{22}\} \\ K_{12} &= \{X_2, X_5, X_8, X_{22}\} & K_{13} &= \{X_2, X_{11}, X_{17}, X_{22}\} \\ K_{14} &= \{X_2, X_{11}, X_{18}, X_{22}\} & K_{15} &= \{X_2, X_{11}, X_{19}, X_{22}\} \\ K_{16} &= \{X_3, X_5, X_6, X_{22}\} & K_{17} &= \{X_3, X_5, X_7, X_{22}\} \\ K_{18} &= \{X_3, X_5, X_8, X_{22}\} & K_{19} &= \{X_3, X_{11}, X_{17}, X_{22}\} \\ K_{20} &= \{X_3, X_{11}, X_{18}, X_{22}\} & K_{21} &= \{X_3, X_{11}, X_{19}, X_{22}\} \\ K_{22} &= \{X_4, X_5, X_6, X_{22}\} & K_{23} &= \{X_4, X_5, X_7, X_{22}\} \\ K_{24} &= \{X_4, X_5, X_8, X_{22}\} & K_{25} &= \{X_4, X_{11}, X_{17}, X_{22}\} \\ K_{26} &= \{X_4, X_{11}, X_{18}, X_{22}\} & K_{27} &= \{X_4, X_{11}, X_{19}, X_{22}\} \\ K_{28} &= \{X_2, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\} & K_{29} &= \{X_2, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\} \end{aligned}$$

$$K_{30}=\{X_2, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{31}=\{X_2, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$$

$$K_{32}=\{X_3, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{33}=\{X_3, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$$

$$K_{34}=\{X_3, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{35}=\{X_3, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$$

$$K_{36}=\{X_4, X_9, X_{10}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{37}=\{X_4, X_9, X_{10}, X_{16}, X_{22}\}$$

$$K_{38}=\{X_4, X_5, X_{12}, X_{15}, X_{22}\} \quad K_{39}=\{X_4, X_5, X_{12}, X_{21}, X_{22}\}$$

(3) 结构重要度分析

根据以上分析结果，运用结构重要度近似方法，得出各种基本事件的结构重要度的排列顺序如下：

$$I_{\varphi(22)} > I_{\varphi(1)} = I_{\varphi(13)} = I_{\varphi(14)} > I_{\varphi(6)} = I_{\varphi(7)} = I_{\varphi(8)} > I_{\varphi(11)} > I_{\varphi(17)} = I_{\varphi(18)} = I_{\varphi(19)} \\ > I_{\varphi(5)} > I_{\varphi(9)} = I_{\varphi(10)} > I_{\varphi(15)} = I_{\varphi(16)} > I_{\varphi(12)} > I_{\varphi(15)} = I_{\varphi(20)} = I_{\varphi(21)} > I_{\varphi(2)} = I_{\varphi(3)} \\ = I_{\varphi(4)}$$

根据以上结果分析，触电能量（X22）是造成电伤害的首要危险因素。因此，控制触电能量小于 13.6J 是防止电伤害的首要条件。

(4) 事故控制途径分析

由触电伤害事故树的最小割集分析可以看出，所有割集中均有基本事件触电能量大于 13.6J（X₁），这说明该基本事件是造成电伤害的首要危险因素，这同时说明，在运行、检修中，只要把触电能量控制在 13.6J 以下，便可达到防止触电伤害的目的。因此，在设计中厂用电气、接地系统应严格按照相关规程、规范要求设计，各种电器设备应做到良好的绝缘、接地。

在日常运行、维护、检修过程中，应严格执行安全规程，加强监护，防止误操作，对正常带电部位做到良好的隔离，加强各种防护措施，对电器设备的绝缘定期进行检测，发现绝缘缺陷，应及时修补；同时加强从业人员的安全知识培训，提高安全意识。

5.4.2 除烟尘、通风子单元

拟建项目在熔炼过程中会产生大量烟气，烟气中含有 SO₂、CO 等有毒

气体，若除烟尘通风装置出现了问题，极易发生中毒、灼烫等事故发生，中断生产；对该单元的评价进行预先危险性分析见下表所示：

表 5.4-2 除烟尘、通风子单元预先危险性分析表

事故	诱导因素	事故后果	危险等级	措施
灼烫	烟尘管道附件如阀门损坏导致烟气体逸出发生灼烫	人员伤亡	II	烟尘管道及阀门等附件的选用和安装符合规定并正常维护检修。
触电	1.除尘通风设备接地线损坏； 2.除尘通风设备的绝缘或外壳损坏；	人员伤亡	II	1.设备外壳进行接地或接零。设备接地要牢靠； 2.设备要有良好的绝缘和机械强度。
噪声	除尘通风装置在工作中会产生噪声，会影响作业人员的听觉，造成人员误操作，导致事故发生。	人员伤亡	II	1.选用低噪声设备； 2.加强人员个体防护措施；
粉尘	除尘设备在工作过程中可能泄漏粉尘，现场工作人员缺少防护意识长期吸入粉尘且现场通风不良。	造成职业伤害	II	1.保证除尘设备完好不泄漏粉尘； 2.现场工作，检修等人员要采取防护措施，避免吸入粉尘；通风良好；
机械致害	1.设备控制系统失灵，造成设备误动作，导致事故发生； 2.机械设备安全防护装置缺乏或损坏、被拆除等； 3.机械设备有故障不及时排除，设备带有故障运行； 4.违章操作，穿戴不符合安全规定的服装进行操作； 5.在机械运转中从事清理、修理等工作； 6.在检修和正常工作时，机械设备突然被别人随意启动。	人员伤亡	III	1.安全装置齐全有效，所有转动部分设有必要的安全罩或栏杆； 2.机械设备正常进行维护保养，不带故障运行； 3.禁止在机械运行中接触转动部分； 4.安装检修完善安全措施，做好联系确认，维修，检修人员撤离后才可送电启动设备。
中毒、窒息	烟尘中可能含有 SO ₂ 、CO，气体毒性极高，人体吸收即可发生中毒，严重时致死。	人员中毒可能致死	III	1.设置有毒气体检测报警装置； 2.配置手持式检测报警仪，及时警告并采取措施。

评价小结：通过对该单元采取预先危险性分析得出，危险事故包括灼烫、触电、噪声、粉尘、机械伤害、中毒窒息等，危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低

系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

5.4.3 消防系统子单元

消防系统子单元预先危险性分析评价见表 5.4-3:

表 5.4-3 消防系统子单元预先危险性分析表

序号	危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
1	火灾扩大	1、未根据项目实际情况设置完善的消防供水设施、消防灭火设施等。 2、移动式灭火器不足或失效，或配备的灭火器与现场火灾种类不匹配。 3、消防通道堵塞，消防车道宽度、高度、转弯半径、坡度等不满足消防车通行要求。 4、电气设备电缆未使用阻燃电缆，电缆桥架中未敷设缆式线型感温探测器；电缆穿墙孔洞未采用不燃材料进行封堵。	人员伤亡	III 级	1、按规范要求并结合项目实际情况设置齐备、可靠的消防供水设施、消防灭火设施。 2、火灾危险场所应有足够数量的消防器材，消防器材与火灾种类相匹配；每天检查消防设施和器材的完好有效性。 3、消防车道宽度、高度、转弯半径、坡度等按规范设置，消防车道要保持畅通。 4、电缆使用合格的阻燃电缆，电缆穿孔处都用不燃材料封阻。

评价小结：消防系统子单元主要产生的危险因素为造成火灾扩大，即当项目所配置的消防设施不完善或配置的消防设施不满足规范和使用要求，可导致火灾扩大，并造成更大的损失。根据对消防系统子单元进行预先危险性分析，其造成火灾扩大的危险等级为 III 级，属于“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

5.5 安全管理单元

安全管理是企业管理的一个重要组成部分，它是为实现安全目标而进行的有关决策、计划、组织和控制等方面的活动；通过安全管理原理、方法和手段，分析和研究各种不安全因素，从技术上、组织上和管理上采取有力的措施，解决和消除各种不安全因素，防止事故的发生。采用因果（鱼刺）图

分析法对本项目安全管理单元进行评价：

(1) 因果分析图（鱼刺图）是由原因和结果两部分组成。评价人员从人的不安行为（安全管理、设计者、操作者）和物质条件构成的不安全状态两大因素中从大到小，从粗到细，由表及里深入分析，得出因果分析鱼刺图。

(2) 因果分析

造成安全管理缺陷从而引发事故（结果）有 7 大因素（原因），包括：

- 1) 生产经营者素质低下
- 2) 安全管理机构、人员不健全或不符合要求
- 3) 未建立健全管理制度和安全规程
- 4) 安全教育、培训、考核不符合要求
- 5) 安全监督与检查不到位
- 6) 未制定事故应急救援预案
- 7) 安全设施不符合要求，安全投入不足

第一阶段的上述 7 大因素（原因）又是第二阶段的结果，导致这些结果又有其原因。以“生产经营者素质低下”为例进一步进行分析。

导致“生产经营者素质低下”（结果）有 6 个因素（原因），它们是：

- 1) 国家安全生产方针与安全生产劳动保护政策不落实
- 2) 违背科学生产规律决策、指挥
- 3) 缺乏专业技术知识
- 4) 安全生产能力不足
- 5) 法制观念差，未依法生产经营
- 6) 安全意识薄弱，重经济效益，轻安全生产

其它类推，此不复述。因果分析鱼刺图见下图：

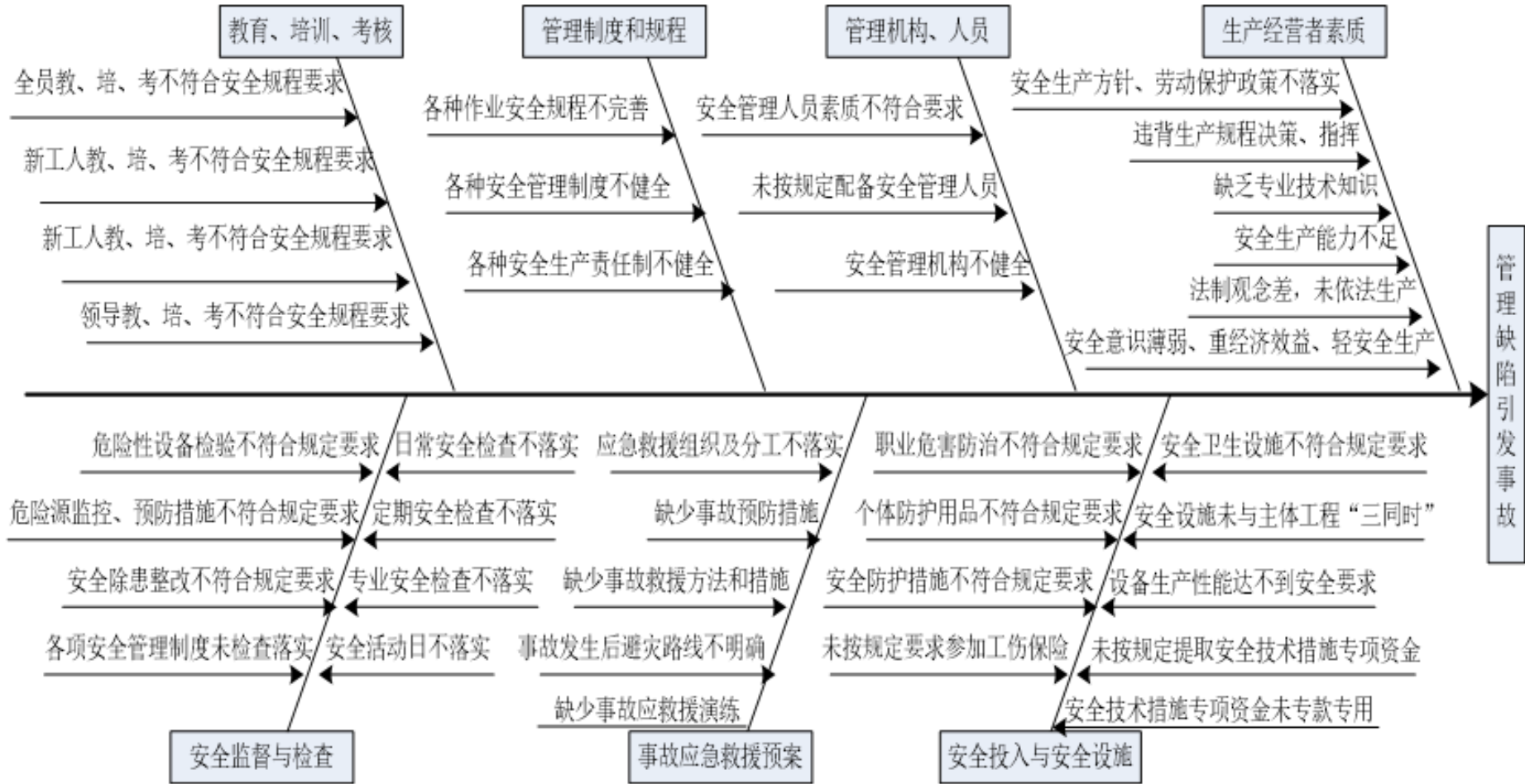


图 5.5-1 安全管理缺陷因果分析图

5.6 施工单元

运用预先危险性分析法对本项目施工单元存在的各种危险因素（类别、分布）、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析，并将分析结果填入预先危险性分析表中，具体如下：

表 5.6-1 施工单元预先危险性分析表

潜在事故	危险因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
触电	临时用电现场的电气装置、配电路、用电设备	1、临时用电线路私拉乱接，电气线路绝缘损坏、老化，设备漏电。 2、临时配电箱设置不合理。 3、临时配电箱保护接地、接零不当。 4、场地潮湿或存在积水，无遮雨设施。 5、电气设备金属外壳接地不良。 6、手持电动工具类别选择不当，疏于管理。 6、防护用品和工具质量缺陷或使用不当。 7、一闸多机，存在误送电。	人员伤亡、引发二次事故	III级	1、电气绝缘等级要与使用电压、环境动作条件相符，并定期检查、检测、维护、维修、保持完好状态。 2、采用遮拦、护罩、箱匣等防护措施，防止人体接触带电体。 3、严禁私拉乱接。 4、临时配电设施做好防雷接地。 5、电焊机绝缘完好、接线不裸露，定期检测漏电，电焊作业者穿戴防护用品，注意夏季防触电，有监护和应急措施。 7、根据作业场所特点正确选择 I、II、III类手持电动工具，确保安全可靠，并根据要求严格执行安全操作规程。 8、对防雷措施进行定期检查、检测，保持完好、可靠状态。 9、按制度对强电线路加强管理、巡查、检修。 10、严格执行“一机一闸”要求。
火灾	可燃材料、电气火灾、违规动火	1、施工作业区域存在易燃可燃物，动火作业前未进行清理，易引发火灾。 2、施工临时用电使用的电气线路短路、过载，引发电气火灾。 3、施工作业中使用的氧、乙炔泄漏，违规操作、放置气瓶引起气体泄漏，从而引发火灾事故。 4、防腐使用的油漆，违规存放、违规使用，引发火灾。	人员伤亡，设备损坏	II级	1、施工前，办理动火作业证，经审批后执行。 2、施工期间，清除作业区易燃可燃物，配备一定的灭火器材，同时，配备监护人，全程监护。 3、施工作业期间，加强对电气线路的检查、巡查，有损坏及时更换；严禁超负荷使用电气设备。 4、氧、乙炔气瓶按规定放置，保持安全距离，严禁摔、撞击。 5、油漆单独区域储存，使用过程中有专人负责监护。

潜在事故	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
起重伤害	移动式起重机	1、起重车站车位置选址不当，造成车辆倾翻。 2、起重机司机与指挥人员配合不当，造成重物撞击到其他设施或人。 3、超过起重机的额定起重量而引发起重机吊臂断裂、吊物脱落。 4、钢丝绳、卡扣等吊具损坏，造成重物掉落。 5、起重机幅度过大，造成起重机发生倾翻。	人员伤亡，设备损坏	II级	1、起重车站车位置需选择中地质坚固且满足结构材料吊卸位置。 2、起重机司机、指挥人员需持证上岗。 3、严禁超载吊装建筑材料。 4、定期对吊具进行维护、检修，确保安全使用。 5、根据起重机的起重量，合理选择吊车幅度。
机械伤害	施工作业区的传动、转动机械设备	1、转动设备转动部位无防护措施。 2、在施工作业时，不注意而被机械设备碰、割、戳、碾、挤等。 3、衣物等被绞入转动设备。 4、旋转、往复、滑动物体撞击伤人。 5、作业人员违章作业。 6、联系确认不够。	人员伤亡	II级	1、工作时注意力要集中，要注意观察。 2、正确穿戴好劳动防护用品。 3、作业过程中严格遵守操作规程。 4、设备转动部分设置防护罩（如外露轴等）。 5、危险运动部位的周围应设置防护栅栏。 6、机器设备要定期检查、检修，保证其完好状态。
高处坠落	超过 2m 的施工平台、临边、孔洞	1、在进行高处作业，未使用安全带。 2、安全带失效，作业人员身体状况不佳等。 3、高处作业站位不当、湿滑。 4、高处行道、管线架桥及护栏等锈蚀，或强度不够。 5、梯子无防滑措施，或强度不够、固定不牢。 6、高处作业有洞无盖、临边无栏以及栏高不符合要求。	人员伤亡	III级	1、登高作业必须严格执行“十不登高”。 2、登高作业人员必须穿戴防滑鞋，系好安全带。 3、事先搭设脚手架等安全设施。 4、在屋顶、管道等高处作业顶设防护栏杆、安全网。 5、上下层交叉作业顶搭设严密牢固之中间隔板、罩棚作隔离。 6、临边、洞口要做到“有洞必有盖”、“有边必有栏”以防坠落。 7、安全带安全网、栏杆、护墙、平台要定期检查确保完好。 8、六级以上大风、暴雨、雷电、大雾等恶劣气候条件下尽可能避免高处作业。 9、加强对登高作业人员的安全教育、培训、考核工作。

潜在事故	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
					10、坚决杜绝登高作业中的“三违”。
物体打击	交叉施工作业	1、物体从高处平台坠落。 2、作业时用力不当，工具反弹。 3、交叉作业时抛掷、上方物体散落。 4、未戴安全帽	人员受伤	II级	1、加强相关作业者作业安全意识、安全技能的培训，穿戴好劳保用品。 2、高处需要的物件必须合理摆放并固定牢靠。 3、施工现场设置安全警示标志。 4、平台栏杆需设置踢脚线。
车辆伤害	施工运输车辆	1、物料运输过程驾驶车辆不遵守交通规则发生交通事故。 2、人员在通过公路中确认不到位发生车辆撞人事故。 3、道路坡度、宽度、转弯半径等设计不合规范要求或未按规范设计施工，危险路段标志不清，未能有效提示行人及车辆。 4、车辆未定期保养，带“病”使用。 5、司机违规行驶，超速、超载、酒后驾车、疲劳驾车、空档滑行等。 6、在暴雨、雷电等不适宜驾车的恶劣气候条件下继续行驶。 7、装卸材料未安排专人指挥，避让措施不当，或违章指挥、操作造成人员的挤伤、撞伤。	人员受伤，车辆损坏	II级	1、加强交通运输安全培训。 2、加强车辆驾驶人员安全培训，增强安全意识。 3、驾驶车辆过程中必须严格按照交通规则进行。 4、在场地区域设置人员通行道路或标识。 5、做好车辆的维护、保养。 6、加强对驾驶员的安全教育，驾驶机动车按照规定系好安全带。 7、将举升系统纳入“一日三检”内容，驾驶人员加强对车辆的检查，杜绝事故的发生。 8、司机按照《道路交通安全法》和操作规程驾驶车辆。 9、车上人员互相提醒时刻监督司机，防止疲劳驾驶，杜绝酒后驾驶机动车。
坍塌	施工脚手架	1、脚手架安装不牢 2、结构件焊接不牢 3、基础不牢 4、物体在外力或重力作用下，超过自身的强度极限或因结构稳定性破坏而造成的危险。 5、基坑、管沟开挖未从上至下开挖，开挖后基坑、	人员伤亡	III级	1、加强相关作业者作业安全意识、安全技能的培训，合格后上岗作业。 2、穿戴好劳保用品，加强岗位人员协作联系，做好监护工作。 3、脚手架搭设由专人负责，搭设脚手架人员需持证上岗。 4、基坑开挖后，采取模板进行支护，基坑区域严禁有重型车辆进

潜在事故	危险有害因素	触发事件	事故后果	危险等级	防范措施
		管沟未采取防护措施，受车辆、雨水等因素影响，发生基坑、管沟垮塌。			入。管沟开挖后，做好相应的防护。
中毒和窒息	有限空间作业	在有限空间作业时，未进行通风置换、未对内部空气质量进行检查，长时间在有限空间内部作业，受焊接、切割产生的烟尘影响，可能引发中毒和窒息危害。	人员伤亡	III级	1、进入有限空间作业前，应进行通风换气，同时，焊接、切割作业时，自然通风不能满足要求，应设置机械通风设施。 2、配置有限空间作业监护人，监护人不得离开现场。 3、定期对有限空间内部进行空气质量检测，发现异常，及时采取应对措施。
灼烫	焊接切割火花	焊接切割时，作业人员操作失误，切割火焰烧伤作业人员；焊接、切割作业人员未采用有效的防护，焊接、切割产生的火花飞溅到作业人员皮肤上引发灼烫。	人员受伤	II级	1、加强人员培训，焊接切割人员由持证人员作业，无证人员严禁从事焊接、切割。 2、焊接、切割作业配备专门的防飞溅劳保防护用品，如防护镜、防护手套、防护面罩等。 3、焊接、切割时，设置防护隔离板，以防止火花飞溅。

评价小结：通过采用预先危险性分析法对施工单元进行评价，施工单元存在的主要危险有害因素为：触电、火灾、起重伤害、机械伤害、高处坠落、物体打击、车辆伤害、坍塌、中毒和窒息、灼烫等。其中，触电、高处坠落、坍塌、中毒和窒息的危险等级为 III 级；火灾、起重伤害、机械伤害、物体打击、车辆伤害、灼烫的危险等级为 II 级。

第六章 安全对策措施

6.1 可行性研究报告提出的对策措施

《*****有限公司高端钒钛耐磨新材料中试平台项目初步设计（代可研）》（攀枝花攀钢集团设计研究院有限公司编制，2026年1月）提出的对策措施如下：

6.1.1 防熔融金属安全

本项目最大的安全隐患来自熔融金属，为保证安全，熔融金属所用设备采购具有国家特种设备生产许可证的供应商，设备布置过程按照国家规范进行，使用过程按质量、安全、职业卫生作业体系规范操作过程。同时加强操作人员岗位培训，发放安全防护用具等。

6.1.2 交通通行

厂区的道路不小于 6m 宽，道路采用城市型道路，转弯半径为 9m，车间引道宽同厂房大门。环形道路贯通整个生产区，满足消防及厂内运输要求。

6.1.3 防火防爆

1、总图布置

所有建构筑物的布置均按消防和工业卫生规范要求进行，生产厂房周围有环行道路供消防车通行，所有建筑物的间距均保证了建筑物的安全生产及通风采光要求。

2、建筑安全

（1）建筑防火设计严格执行“建筑设计防火规范”、“建筑内部装修设计防火规范”及修改条文的有关规定要求。认真贯彻“预防为主，防消结合”的消防工作方针，防止或减少建筑物火灾的危险，保护人身和财产的安全。

（2）本工程项目所设计的建筑物的耐火等级均不低于二级。

（3）建筑防火设计采取的措施：严格按照“建筑设计防火规范”有关规定进行防火分区，每个防火分区安全出口不少于 2 个。安全出口、疏散宽

度及疏散距离均满足防火规范要求。

6.1.4 电气安全

1、防雷

本工程所有单体建筑物均为三类防雷建筑，单体厂房利用屋面压型彩钢板(厚度不得小于 0.5mm)，屋架、檩条作为防雷接闪器，利用柱内钢筋作为引下线，利用基础和桩基主筋做接地体；另在屋顶四周屋角，屋檐和檐角明敷避雷带，要求接闪器，引下线，接地极相互焊接连通；辅房、更衣室及浴室等单体建筑采用屋面明敷镀锌圆(扁)钢避雷带组成不大于 20m ×20m 的网格作为接闪器，利用柱子内钢筋作为引下线，基础内的钢筋作为接地极，要求接闪器，引下线接地极相互焊接连通，按机械工厂电力设计规范要求防雷的接地装置宜与电气设备等的接地装置共用，接地电阻不大于 1 欧姆。

2、接地

高压 6.3kV 为中性点不接地系统，低压 380/220V 为 TN-S 接地系统，变压器中性点直接接地，其接地电阻不大于 1 欧姆。建筑物内的下列金属导体应作总等电位联结：PE 干线、电气装置接地极的接地干线、建筑物内的水管、工艺管道和工艺设备等。

3、电气安全

所有电气设备不带电的金属外壳均需与保护线 PE 可靠连接。

4、安保电源

根据建设单位要求，铸造起重机、循环水泵等负荷需提供保安电源。拟采用 1 台基本功率（PRP）180kW 的柴油发电机组作为保安电源，要求柴发自动化等级不低于 2 级，性能等级为 G2 级，建议安装位置与本次新建变电所毗邻。

6.1.5 防机械致害及运输安全

1、总图布置道路宽阔、通畅，人、货流分明，减少人流、货流的交汇。

2、对高温设备进行有效隔热保温，减少损耗及避免人员的烫伤。

3、厂房内均设有足够宽的纵横向通道，工序划分明确，堆放场地分明，工艺设备之间考虑了安全检修场地及足够的操作位置，确保安全作业。

4、在熔炼、造型、浇注、冷却、打箱、清理等工序设备的作业危险区设有保护系统或报警系统，以保证人身的安全。

5、设备往复、高速旋转外凸部分，均设置安全防护屏障。

6、对于有跌落危险的平台、地坑及有危险的地方均设置明显标记，并安装了防护栏杆及盖板或防护网。

7、严格要求车间相应的工作人员佩戴相应的防护装置如防护手套、工作服、安全帽等。

8、本项目部分操作需要人员高空作业，必须经严格培训，执证上岗，在安全带、护栏等安全措施到位后方可作业。

6.1.6 防高温灼伤

对接触熔融金属和高温金属的设备采用隔热处理，增加防护罩，对操作人员提供防高温辐射服、头盔、眼睛护罩等。

6.1.7 防尘防毒

1、改革生产工艺，实行工艺操作机械化、程序化和自动控制，加料采用自动给料机、采用操作机等设备，这不仅降低了劳动强度，还可使作业人员不接触或少接触有毒物质。

2、工艺过程中如浇注工位等产生一定的浇注烟尘，在产生污染的地点设置局部排风系统，进行局部处理达标排放。同时对整个车间进行全室通风，确保室内空气畅通。

3、打磨工操作砂轮机产生的含粉尘废气经设备自带的处理装置处理后达标排放。

4、抛丸室产生的粉尘，由设备自带的布袋除尘过滤器处理后排放；通

过上述措施，使工作场所粉尘浓度满足规范要求。

5、按规定正确配戴劳动防护用品，加强各种劳动防护用品使用的督促检查。

6.1.8 防暑降温措施

- 1、车间内设置通风系统，改善室内的工作环境。
- 2、车间内设置了岗位风机，用于夏季的防暑降温。
- 3、车间的辅助办公用房、预留了空调插座，可根据具体的需要使用，防暑降温。

6.1.9 防噪控制

1、在满足生产要求的前提下，工艺设备选用时，采用低噪声设备，减少噪声对环境的影响；设备采用减振、隔音设施，以减轻对周围环境的影响。

2、在易产生噪声的区域，采取个人防护措施，操作工人可以通过佩戴耳塞、防声棉、耳罩和帽盔等进行个人防护。

3、风机、空调设备等产生的噪声：本项目设计中所采用设备均为低噪声设备，使噪声控制在国家及地方有关规定限值之下。

4、本项目给排水、消防工程中水泵是主要噪声源，各水泵选用低噪声水泵，采用隔振底座，水泵的进出口设橡胶软接头及弹性吊支架，水泵的出口设缓闭式消声止回阀，以减少噪声和振动。

5、空压机运行中，主要噪音为振动噪音，因此，设计选用减振效果好的产品，以使噪音达到标准要求。

6.2 补充的安全对策措施

在该项目的可行性研究报告中，提出了一些原则性的防范措施，这对于建成后的安全生产将起到一定的保证作用。针对项目生产过程中的危险、危害因素及评价结果，本报告结合项目的生产工艺特点与国家有关法律、法规、

标准、规程，按照经济合理和具有可操作性的原则，有针对性地补充一些安全对策措施，具体如下：

6.2.1 总平面布局安全对策措施

1、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 4.1.2 条，钢铁企业的总体布置应与所在地区城市(镇)规划和工业区规划相协调，应有利于与所在地城市(镇)、工业区及相邻单位统筹布局、相互依托、相互协作、协调发展。

2、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 4.1.4 条，钢铁企业各场地、设施之间及其与企业外相关设施之间的人流、物流应短捷、顺畅、不折返，人、货分流，并应避免与企业外交通干线平面交叉。

3、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 4.1.5 条，钢铁企业各场地、设施之间及其与企业外各设施之间应避免交叉污染。

4、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 5.1.1 条，总平面布置应根据企业建设要求和工程建设标准，在总体布置的基础上，结合厂址的自然、环境、交通运输等条件，进行各设施的布置，经多方案技术经济比较后确定。

5、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 5.1.2 条，总平面布置应符合下列规定：

（1）根据生产工艺流程，应使物流、介质流及人流短捷、顺畅、不折返；应尽量使人、货分流。并应避免特种物流与主要普通物流平面交叉或混行。

（2）散发烟气、粉尘等污染物较大的生产区和设施应布置在散发烟气、粉尘等污染物相对较小的生产区和设施常年最小频率风向的上风侧。要求洁净的生产区和设施应布置在其他生产区和设施常年最小频率风向的下风侧。厂前区应布置在厂区常年最小频率风向的下风侧。

(3) 功能分区应明确。

6、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 5.1.6 条，在满足生产工艺及安全、卫生要求的条件下，应尽可能使建筑物、构筑物联合、多层布置。

7、根据《钢铁企业总图运输设计规范》（GB50603-2010）第 5.1.9 条，主要生产车间宜有良好的自然通风和采光条件。在炎热地区，生产车间的纵轴宜与夏季盛行风向成不小于 45° 交角。高温、热加工等车间和生活设施建筑物应尽量避免西晒。

8、根据《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）第 4.1.1 条，在进行厂区规划时，应同时进行消防规划，并根据企业及其相邻建(构)筑物、工厂或设施的特点和火灾危险性，结合地形、风向、交通、水源等条件，合理布置。

9、根据《钢铁冶金企业设计防火标准》（GB50414-2018）第 4.1.7 条，钢铁冶金企业内的消防车道，当与生产、生活道路合用时，应满足消防车道的要求。消防车道的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

10、根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）要求，金属冶炼有高温熔融金属的厂房，车间地面标高应高出厂区周围地面标高 0.3m 以上，并采取防止屋面漏水和天窗飘雨等措施，还应防止区域内地面积水。

11、根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 5.2.1 条，炼钢主车间的布置应根据各种物料的流向/保证其能顺畅运行/互不交叉、干扰/并尽可能缩短铁水、废钢及钢坯(锭)等大宗物流的运输距离。

12、根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 5.2.2 条，炼钢主车间与各辅助车间(设施)应布置在生产流程的顺行线上---铁水、钢水与液体渣，应设专线(或专用通道)运输以减少其他物流干扰。

13、根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 5.2.3 条，炼钢主车间应按从原料至成品(坯、锭)的生产流程以各工序分区作业为原则，合理布置各工艺装备及生产设施/确保各工序安全、顺行。

14、根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 5.2.4 条，炼钢厂内应按消防规定设置必要的消防设施和消防通道，并设有明显的标志牌。

6.2.3 设备设施对策措施

1、起重设备

（1）根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 4.2 条，金属冶炼企业应对有高温熔融金属吊运作业的厂房定期进行检查检验。熔融金属吊运区域进行技术改造时，应满足高温熔融金属吊运的安全要求，不得占用起重机、起吊物等运行通道和空间。

（2）根据《高温熔融金属吊运安全规程》第 4.4 条，起重机改造时，若起重机自身额定起重量增大及工作制级别提高，应对起重机的轨道梁、立柱及基础等的承重能力进行校核，必要时应采取加固措施。

（3）根据《高温熔融金属吊运安全规程》第 4.5 条，吊运高温熔融金属的起重机应建立严格的点检制度和管理台账。点检制度应包括岗位点检和专业定期点检，确保各机构运行性能良好，声响与灯光信号和各项安全保护机构功能完好。检查的重点部位为钢丝绳、压板螺丝、卷筒、滑轮、吊钩横梁、销轴及压板、钢丝绳平衡臂、双制动器、位置限制器、超载限制器、联轴器、各机构的机械限位及电气限位等。对检查出的故障、隐患应及时整改、记录。

（4）根据《高温熔融金属吊运安全规程》第 4.6 条，起重机械应按照 GB/T6067.1 和特种设备安全监督管理的有关规定定期进行检测检验。吊钩、板钩、横梁等吊具部件应每年至少进行一次离线探伤检查；吊钩、板钩等出现严重磨损、钩片开片等情况应进行更换，并对板钩、横梁的轴进行探伤检查;必要时进行金相检查，防止发生蠕变现象。

(5) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》第 4.7 条，吊运高温熔融金属必须使用符合 GB25683、GB/T23583.1、GB/T23583.2、GB/T25714.1、GB/T25714.2、JB/T3260、YB/T061、YB/T4175 等要求的专用罐，冶金用钢水罐车、铁水罐车、渣罐车应符合 YB/T4224、JB/T2450 的要求。

(6) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 4.9 条，高温熔融金属罐和浇包应定期进行检查检验。耳轴应定期进行无损探伤检验；罐体、包体及其内衬有裂纹、内衬严重侵蚀、罐包口严重结壳、耳轴有缺陷的，应停止使用。

(7) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 5.4 条，冶炼、熔炼、铸造主厂房，地坪应设置宽度不小于 1.5m 的人行安全走道，走道两侧应有明显的标志线；主厂房及中、重级工作类型桥式起重机的厂房，应设置双侧贯通的起重机安全走道，轻级工作起重机厂房，应设单侧贯通的安全走道，走道宽度应不小于 0.8m。

(8) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 5.5 条，桥式起重机司机室与滑触线、罐体和浇包的倾倒出口，宜相对布置；若两者位于同一侧，则应有安全防护措施。

(9) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 5.7 条，高温熔融金属和熔渣吊运行走区域禁止设置操作室、会议室、交接班室、活动室、休息室、更衣室、澡堂等人员集聚场所；不应设置放置可燃、易燃物品的仓库、储物间；不应有液压站、电气间、电缆桥架等重要防火场所和设施。危险区域附近的上述建筑物的门、窗应背对吊运区域。

(10) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 5.8 条，吊运高温熔融金属和熔渣不应跨越生产设备设施或经常有人停留的场所，不应从主体设备上越过。

(11) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 5.9 条，

吊运高温熔融金属和熔渣的区域应设置事故罐，事故罐放置应在专用位置或专用支架上，并设置明显安全警示标识。

(12) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)第 6.1.6 条，吊运熔融金属的起重机，起升机构应具有正反向接触器故障保护功能，防止电动机失电而制动器仍然通电，导致电动机失速造成重物坠落。

(13) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)第 6.1.8 条，8 吊运熔融金属的起重机应设置不同形式的上升极限位置的双重限位器，并能够控制不同的断路装置，当起升高度大于 20m 时，还应设置下降极限位置限制器。

(14) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)第 6.1.11 条，同跨运行的起重机应安装具有自动停止功能的防碰撞装置。

(15) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)第 6.1.12 条，吊运高温熔融金属的起重机司机操作室应设置有效的隔热层，窗户玻璃应采用防红外线辐射、防爆的钢化玻璃，司机操作室应设置空调。起重机本身需要采取隔热措施的部位，应设置可靠的隔热层，电气舱内应设置空调等降温设施。

(16) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)第 6.1.13 条，存在高温熔融金属喷溅危险的起重机操作室应设置遮挡喷溅物的设施。

(17) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 8.4.3 条，铁水罐、钢水罐起重设备的横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件，应定期进行检查，发现问题及时处理，应定期对吊钩本体作超声波探伤检查。

2、熔融金属罐和浇包

(1) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018)第 6.2.2 条，制造熔融金属罐体和浇包包体、底板、吊攀、横梁、吊杆的所用材料应符合

GB/T700 的规定，耳轴座所用材料应符合 GB/T11352 的规定，耳轴所用材料力学性能不应低于 35#钢，并符合 GB/T699 的规定，吊钩、吊攀和吊杆不应使用铸件。

(2) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018) 第 6.2.4 条，吊钩式熔融金属罐体和浇包的耳轴端部应设有吊钩限位。

(3) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018) 第 6.2.5 条，熔融金属罐体和浇包的上缘应设置挡板，在耳轴座处应用加强筋加固。

(4) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018) 第 6.2.6 条，罐体和浇包耳轴加工后应进行探伤检查，探伤的要求应遵守 JB/T5000 的规定。使用中的熔融金属罐体和包体每年应至少对耳轴作一次无损探伤检查，做好记录，并存档。凡耳轴出现内裂纹、壳体焊缝开裂、明显变形、耳轴磨损超过原轴直径的 10%、机械失灵、内衬损坏超过规定，均应报修或报废。

(5) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018) 第 6.2.9 条，罐体和包体修砌后，应保持干燥，并烘烤至要求温度后方可使用，内衬不应出现裂纹和缺损。罐体和包体使用前应有专人进行检查、烘烤并确保干燥，确保内衬完好、内部不应有水或潮湿的物料。

(6) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018) 第 6.2.11 条，高温熔融金属罐需卧放地坪时，应放在专用位置或专用的罐体支座上，且保证罐体放置牢固稳定；热修罐应设置作业防护屏；两热装罐罐位之间的净空距，应不小于 2m。

(7) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》(AQ7011-2018) 第 6.2.12

条，不应使用凝结盖孔口直径小于罐径 1/2 的熔融金属罐和浇包，也不应使用轴耳开裂、内衬损坏的罐体、包体，重罐、重包不宜落地，特殊情况需要落地的，罐、包体的底部不能承重，应放置在专用位置，且必须确保放置稳固并采取可靠的安全措施。

(8) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 6.2.13 条，罐体、包体内的高温熔融金属有凝盖时，不应用其他罐、包压凝盖，也不应人工使用管状物撞击凝盖。在未破盖前，不得进行倾倒作业。有未凝结残留物的罐、包体，不应卧放。严禁在熔融金属罐体、包体未吊离的状态下实施检修。

(9) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 6.2.14 条，熔融金属浇包应能自锁或锁定，锁定装置应安全可靠。

(10) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）第 6.2.16 条，熔融金属浇包主安全卡与吊杆两侧间隙之和不应大于 5mm，容量小于 5t 包体至少应设置单侧安全卡，容量大于或等于 5t 包体应在两侧分别设置安全卡。安全卡应转动灵活、焊接牢固，安全可靠。

4、电炉

(1) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.3 条，电炉倾动机械应设零位锁定，电极升降应有上限位锁定；电炉炉盖升降与旋转、电极升降与旋转、炉子倾动等动作的机械之间，应设有固靠的安全联锁；电炉液压站，应在断电事故情况下仍能完成一次出钢动作。

(2) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.5 条，氧气阀门

至氧燃烧咀和碳氧喷枪的氧气管线，应采用不锈钢制作，并应在软管接头前焊接长 1.5m 以上的铜管。

(3) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.13 条，电炉供电设施及其各部位的绝缘电阻，应符合有关电气规程、规范的规定；炉壳与电极、炉盖升降装置，应固靠接地。供电设施附近，不应有易造成短路的材料与物件。

(4) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.14 条，炉后出钢操作室(或操作台)应设在安全的位置，其正对出钢口的窗户应有防喷溅设施。操作室出入口应设在远离出钢口一侧。炉下钢水罐车运行控制应与电炉出钢倾动控制组合在一个操作台上，以便协调操作。电炉出钢倾动应与炉下钢水罐车的停靠位置及电子秤联锁，出钢水量达到规定值，电炉回倾到适当位置后，钢水罐车方可从出钢工位开出，以保证出钢作业安全。

(5) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.18 条，应在电炉炉下不同厚度的耐火材料中设置温度测量元件,当某特定测量点温度超过规定值时，应立即停止冶炼，修理炉底。

(6) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.20 条，采用铁水热装工艺的电炉，应能正确控制兑铁水小车的停车位和铁水罐倾动的速度与位置，防止造成跑铁事故。

(7) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.23 条，电极连接站，应设置可靠的防护设施，以防红热电极灼伤人员或损坏周围设施。

(8) 根据《炼钢安全规程》（AQ 2001-2018）第 10.1.24 条，拟建项目

使用的铁合金料，应严格分类保管，并应防止混料和沾水，运输过程中应防雨、防湿，电炉车间内不应设铁合金破碎与烘烤设施。

(9) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 10.2.1 条，电炉开炉前应认真检查，确保各机械设备及联锁装置处于正常的待机状态，各种介质处于设计要求的参数范围，各水冷元件供排水无异常现象，供电系统与电控正常，工作平台整洁有序无杂物。

(10) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 10.2.4 条，电炉吹氧喷碳粉作业，应加强监控。当泡沫渣升至规定高度时，应停止喷碳粉。水冷氧枪应设置极限位，以确保氧枪与钢液面的安全距离。

(11) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 10.2.7 条，电炉通电冶炼或出钢期间，人员应处于安全位置，不应登上炉顶维护平台，不应在短网下和炉下区域通行。

(12) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 10.2.8 条，电炉冶炼期间发生冷却水漏入熔池时，应断电、断气，关闭烧嘴，停止一切操作，并立即处理漏水的水冷件，不应动炉。直至漏入炉内的水蒸发完毕，方可恢复冶炼。

(13) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 10.2.10 条，电炉炉下区域、炉下出钢线与渣线地面，应保持干燥，不应有水或潮湿物。

(14) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 10.2.11 条，电炉加料(包括铁水热装和吊铁水罐)、吊运炉底、吊运电极，应有专人指挥。吊物不应从人员和设备上方越过，人员应处于安全位置。

(15) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 11.1.4 条,受钢液高温影响的水冷元件,应采取必要的安全措施,确保在断电期间保护设备免遭损坏;可能因冷却水泄漏酿成爆炸事故的水冷元件,应配备进出水流量差报警装置;报警信号发出后,氧枪应自动提升并停止供氧,停止精炼作业。

(15) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 11.2.6 条,精炼过程中发生漏水事故,应立即终止精炼,若冷却水漏入钢包,应立即切断漏水件的水源,钢包应静止不动,人员撤离危险区域,待钢液面上的水蒸发完毕方可动钢水罐。

(16) 在高端耐磨材料生产车间的浇注跨(BC 跨),选择合理位置(通常靠近浇注区末端或侧面安全区域),设置一个或多个固定式钢筋混凝土结构的事故钢水坑(槽),其有效容积应能容纳单个最大铁水包的全部铁水量,并考虑一定的余量。

(17) 拟建项目 5t 电炉、10t LF 炉、3t 中频炉均采用水冷冷却,必须设置可靠的应急水源,并完善监测报警与自动连锁:

1) 在每座冶炼炉窑的关键水冷回路(如炉盖、炉壁、电极夹持器)设置流量、压力、温度监测传感器。

2) 必须设置进出水流量差或温差报警,这是检测冷却系统泄漏最灵敏的手段之一。

3) 当监测参数低于安全阈值或检测到泄漏时,系统应能声光报警,并自动连锁启动应急水源系统,同时可根据设定条件自动切断电炉主电源,防止事故扩大。

(18) 拟建项目涉及丙烷气体作为燃料用于铁水罐烘烤器，为防止气体泄漏、回火或火灾蔓延，必须在管道系统关键位置安装可靠的隔断装置。

(19) 根据《工业炉及相关工艺设备 电弧炉炼钢机械和设备的安全要求》(GB/T 41994-2022) 第 6.1.6，应将炉渣引至炉渣区。炉渣区和出钢区应避免水和(或)潮湿。炉渣区的围墙应用耐火材料进行衬砌并给出指示。

(20) 根据《工业炉及相关工艺设备 电弧炉炼钢机械和设备的安全要求》(GB/T 41994-2022) 第 6.1.22，受限区域以外的可接近或可触摸表面，其温度应不超过 ISO13732-1 规定的接触时间和材料的燃烧阈值。如果不能保持这些限制，应采取额外的技术措施，例如绝缘、距离保护。这些措施应辅以警告指示，必要时穿戴个人防护设备。

(21) 根据《电热装置的安全 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求》(GB 5959.2-2008) 第 17.2.2 条，每个电极的升降系统应供有两只限位开关或类似的装置。第二只限位开关或类似装置可用于检测超行程。另外，应提供机械式的行程终端停止装置。

(22) 根据《电热装置的安全 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求》(GB 5959.2-2008) 第 17.3.1 条，除了检测流量和温度外，还应提供泄漏监测系统，用于中断炉子的能源供应，切断水源(进、出水管)和提升电极。

(23) 根据《电热装置的安全 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求》(GB 5959.2-2008) 第 17.3.2 条，每根电极应配备调节水流量的装置。使水流量在正常运行条件下(包括倾炉和出钢、除渣)，所有的水都在电极上蒸发掉。有必要采取足够的措施在炉子停电时切断喷水冷却(可能延迟一段时间后)。

(24) 所有类型的炉壳(例如，骨架结构的炉壳)应直接接地或把它们与也应接地的炉壳机座相连接。

(25) 根据《电热装置的安全 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求》(GB 5959.2-2008) 第 17.4.2 条，应采用合适的联锁机构或类似装置，很好地控制炉子各部分运动，例如，倾炉、炉壳旋转和炉盖旋开，以防止任何误操作或损坏部件。

(26) 根据《电热装置的安全 第 2 部分：对电弧炉装置的特殊要求》(GB 5959.2-2008) 第 17.4.7 条，炉子应提供提升电极到安全位置的机构。停电时，电极应停在其位置上，或者如有必要，将电极送至安全位置。

(27) 根据《电热装置基本技术条件 第 21 部分：大型交流电弧炉》(GB/T 10067.21-2015) 第 5.1.3 条，应专线输送电弧炉用冷却循环水，循环水量及水压峰值应能达到全套电弧炉装置额定水量及水压的 1.2 倍，进水温度及循环水质应符合 GB/T10067.1-2005 中 5.1.3 规定，循环冷却水系统要配置备用水源，当主供水系统故障时，备用循环水量应能保证电弧炉的各热态装置持续冷却 30min 以上。

(28) 根据《电热装置基本技术条件 第 21 部分：大型交流电弧炉》(GB/T 10067.21-2015) 第 5.2.5 条，电极升降行程底端应保证在最低留钢液面时可起弧，行程高端应保证炉盖旋开过程中无电极损伤。电极升降速度应在保证安全操作的前提下尽可能快速，以减少运行短路。电极升降装置应设有高/低极限位、出钢位等关键位置信号输出，并设置电极高位手动锁定装置。

(29) 根据《电热装置基本技术条件 第 21 部分：大型交流电弧炉》(GB/T 10067.21-2015) 第 5.2.7 条，冷却水装置应符合 GB5959.1-2005 中 6.6 及 GB/T10067.1-2005 中 5.13 的规定。应设有总进水压力、流量、温度及总回水流量信号输出；炉体、炉盖、吹氧装置、废钢预热装置(如有等重要支路，应分别设有进水压力、流量、回水流量(开关)及温度信号输出并就地显示；电炉变压器及液压系统的水冷热交换器支路，应设有进水压力调节阀，保证冷却水压力不高于被冷却介质压力。

(30)根据《电热装置基本技术条件 第 21 部分:大型交流电弧炉》(GB/T 10067.21-2015)第 5.2.8 条,液压系统应符合 GB/T3766-2001 的规定,宜使用阻燃液压油;电极升降回路应具有自动/手动操作功能,双油缸操作的炉盖提升及倾炉回路应有油缸同步设施;炉盖旋开回路应有油缸运行平衡设施;电极升降及倾炉回路应设有失压保护装置;倾炉回路、炉盖升降回路及炉盖旋开回路应设专用故障阀站,各项动作可完全手动操作;蓄能器装置应能在发生动力电停时完成如下动作,将三相电极提升至确保断弧的最小高度、一次完全倾炉出钢和炉体复位。

(31)根据《电热装置基本技术条件 第 21 部分:大型交流电弧炉》(GB/T 10067.21-2015)第 5.2.10 条,控制系统应具备防止误操作及误动作的联锁保护功能及系统操作过电压保护功能;信号采集应具备抗干扰能力;基础自动化级计算机系统应具有监视设备运行状态、参数记录、故障报警、故障记录和向二级(过程控制级)计算机系统传送数据的功能;在条件具备时宜考虑配置二级工艺模型;炉体倾动应在控制室主屏幕上显示倾动角度,在操作地点配备炉体倾动角度显示仪表或机构;电极自动调节系统应为独立的控制系统;弧流的取值应在变压器二次侧进行;控制室内计算机应配备 UPS 电源。

5、3D 打印机

(1)根据《铸造砂型 3D 打印设备 通用技术规范》(GB/T 42156-2023)第 4.2 条,打印头与黏结剂接触的部位应与黏结剂具有兼容性;设备应配备喷孔防堵塞和喷头喷出率检测装置和/或程序。

(2)根据《铸造砂型 3D 打印设备 通用技术规范》(GB/T 42156-2023)第 4.3 条,液料供给系统中与液料接触的零部件应与液料具有兼容性;液料供给系统不应有阻塞和渗漏现象;液料供给系统应有过滤装置。

(3)根据《铸造砂型 3D 打印设备 通用技术规范》(GB/T 42156-2023)第 4.6 条,控制系统软件应能支持模拟运行,应能动态显示打印层厚、打印

层数、打印时间等工作参数和工作状态信息；设备控制系统应具有手动调试和自动生产的功能；系统软件应具有故障诊断功能，可记录报警信息并能向用户提供文本帮助。

(4) 根据《铸造砂型 3D 打印设备 通用技术规范》(GB/T 42156-2023) 第 4.8 条, 设备的安全卫生设计应符合 GB5083 的规定; 设备应配备防护罩, 防护罩的开闭应和设备的运行连锁; 设备的防护罩应设置观察设备运行情况的观察窗; 运动系统做往复运动时应设置限位机构; 设备应具有急停和断电保护功能。

(5) 根据《铸造砂型 3D 打印设备 通用技术规范》(GB/T 42156-2023) 第 4.10 条, 设备运转过程中各部件的动作应准确、稳定、可靠; 控制系统在自动运行或手动调试条件下动作应灵活、稳定, 限位准确可靠; 在防护罩未闭锁和工作平台未回到初始位置时, 设备应无法运转; 空运转条件下的噪声声压级不应大于 80dB(A); 气动和液压系统不应出现渗漏现象。

6、振动落砂装置

(1) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026) 第 4.2.1.2 条, 机器的结构和外形布局应确保其稳定性, 在按规定条件储运、安装和使用, 不应存在意外倾翻、掉落或自行移动危险。

(2) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026) 第 4.2.1.3 条, 机器易接触的外露部位不应有引起人体损伤的尖角、锐边, 防护罩、检修门、盖板等薄板件的棱边应倒钝、折边或修边, 可能引起刮伤的管端开口应包覆。

(3) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026) 第 4.2.1.5 条, 振动设备的激振器旋转零件应牢固安装在轴上, 采取防松措施。应设置防护装置, 并在使用信息中说明。

(4) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026)

第 4.2.1.6 条，机器易接触并可能造成缠绕、卷入等危险的运动部件和传动装置(如链轮、传动带、滚筒、传动轴等)应设置防护装置，并在使用信息中说明。

(5) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026) 第 4.2.2.4 条，对于人员需要进入的危险区域内的活动式防护装置，应带有防护联锁，当防护装置打开时，应断开相关危险运动的驱动电源。

(6) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026) 第 4.2.8.1 条，在固定工作场所、操作点和人员经过的主要路线，相关区域应设置警示标志，防止接触机器热表面和受到热辐射给人员带来的伤害。

(7) 根据《铸造机械落砂除芯设备 安全技术规范》(GB/T 47237-2026) 第 4.2.8.5 条，处理高温工件或在高温环境下工作的机器，应采取防护措施防止人员接触和接近工件、热砂等高温材料。使用信息中应包括补充措施，如规定冷却时间、操作者应使用个体防护装备等。

6.2.3 生产工艺过程中的安全对策措施

1、防火、防爆措施

(1) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018) 第 3.0.2 条，下列二级耐火等级建筑在生产中或火灾发生时，其表面辐射温度低于 200℃ 的金属承重构件，可不采用防火保护隔热措施，火焰直接影响的部位或热辐射温度高于 200℃ 的部位，应采取外包敷不燃材料或其他防火隔热保护措施：

- 1) 设置自动灭火系统的单层丙类厂房；
- 2) 丁、戊类厂房。

(2) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018) 第 3.0.8 条，设置在丁、戊类主厂房内的甲、乙、丙类辅助生产房间应单独划分防火分区，并应采用耐火极限不低于 3.00h 的不燃烧体墙和 1.50h 的不燃烧体楼

板与其他部位隔开。

(3) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 4.3.1 条,敷设甲、乙、丙类液体管道和可燃气体管道的全厂性综合管廊,宜避开火灾危险性较大、腐蚀性较强的生产、储存和装卸设施以及有明火作业的场所。

(4) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 4.3.2 条,甲、乙、丙类液体管道和可燃气体管道不得穿过与其无关的建(构)筑物、生产装置及储罐区等。

(5) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 5.2.3 条,防火分隔构件的建筑缝隙应采用防火材料封堵,且该防火封堵部位的耐火极限不应低于相应防火分隔构件的耐火极限。

(6) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 5.2.4 条,拟建项目在熔炼区、浇注区、铁水罐运输路径(如过跨车道)以及钢包烘烤器附近的厂房柱、梁、楼板等建筑构件,应采取敷设防火隔热板(如硅钙板)、涂抹防火隔热涂料或设置耐火砖护壁等永久性隔热保护措施,以抵抗高温热辐射和偶然喷溅;运载铁水罐的过跨车或底盘车,其罐体或车辆外表面与两侧的厂房柱(或平台柱)以及上方楼板的外表面之间的净距,必须严格保证不小于 0.8 米。

(7) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 5.2.5 条,封闭式液压站直接开向疏散方向的门,应采用常闭式甲级防火门或火灾时能自动关闭的常开式甲级防火门。当上述场所设置在建筑的首层,且其直接开向厂房外的门不采用防火门时,门的上方应设置宽度不小于 1.0m 的防火挑檐或高度不小于 1.2m 的窗槛墙。

(8) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 5.2.6 条,柴油发电机房宜单独设置,当柴油发电机房设置在建筑物内时,应符合

现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

(9) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 5.3.1 条,存放、运输液体金属和熔渣的场所,不应设置积水的沟、坑等。当生产确需设置地面沟或坑等时,应有严密的防渗漏措施,且车间地面标高应高出厂区地面标高 0.3m 及以上。

(10) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 5.3.2 条,电气室、控制室宜独立设置,当与甲乙类厂房贴邻设置时,应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火墙与其他部位分隔。门窗应采用甲级防火门窗。

(11) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 6.5.2 条,主抽风系统的机头电除尘器应根据烟气和粉尘性质设置防爆和降温装置。

(12) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 6.7.1 条,铁水、钢水、液态炉渣作业和运行区域的工艺和设施应符合下列规定:

1) 铁水、钢水、液态炉渣、红热固体炉渣和铸坯等高温物质运输线上方的可燃介质管道和电线电缆,必须采取隔热防护措施;

2) 装有铁水、钢水、液态炉渣的容器,必须用铸造级桥式起重机吊运,并应防止该区域内的地面积水;

3) 在铁水、钢水、液态炉渣作业或运行区域内的地表及地下不应设置水管、氧气管道、燃气管道、燃油管道和电线电缆等,必须设置时,应采取隔热防护措施。

(13) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 6.7.6 条,增碳剂等易燃物料的粉料加工间必须设置防爆型粉尘收集装置。

(14) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 6.10.3 条,退火炉(含罩式退火炉)地坑应设可燃气体浓度监测报警装置。

(15) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 9.0.5

条，建筑物内设有储存易燃易爆物品的单独房间或有防火防爆要求的单独房间应设置独立排风系统。

(16) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 9.0.6 条，可能突然放散大量爆炸危险气体的建筑物，应设置事故通风装置。事故通风的通风机应分别在室内、外便于操作的地点设置启停开关。事故通风设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019 和《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的有关规定。

(17) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 9.0.7 条，下列设备应采用防爆型设备，但当通风机布置在室外时，通风机应采用防爆型：

- 1) 直接布置在有甲、乙类物品场所中的通风、空气调节和热风采暖的设备；
- 2) 排除有甲、乙类物品的通风设备；
- 3) 排除含有燃烧或爆炸危险的粉尘、纤维等丙类物品，且含尘浓度大于或等于其爆炸下限的 25%时的通风设备。

(18) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 9.0.8 条，防火阀的设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定，并宜与通风、空气调节系统的通风机、空调设备连锁；应采用带位置反馈的防火阀，其位置信号应接入消防控制室。

(19) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 9.0.9 条，排除爆炸危险物质的排风系统应在现场设置通风机启、停状态的显示信号，并将该信号反馈至消防控制室。

(20) 根据《铸造安全规范》(AQ 7016-2025)第 4.1.3 条，熔炼区、浇注区等可能被熔融金属或熔渣喷溅的建筑构件，应有隔热、绝热、防火等保护措施。

(21) 根据《铸造安全规范》(AQ 7016-2025)第4.1.4条,熔炼区、浇注区厂房屋面防水等级不应低于二级,应有防止雨水飘落、渗漏的防护措施且不应设置落水管;作业区地坪标高应高出室外地面150mm以上。

(22) 根据《铸造安全规范》(AQ 7016-2025)第4.2.2条,铸造用熔炼炉、精炼炉、保温炉应设置紧急排放和应急储存设施,且应急储存设施容积不应小于炉体最大容量;两台或者两台以上熔炼炉、精炼炉、保温炉共用应急储存设施的容量不应小于各熔炼炉、精炼炉、保温炉炉体容量之和。

(23) 根据《铸造安全规范》(AQ 7016-2025)第4.2.3条,生产期间,铸造用熔炼炉、精炼炉、保温炉的炉底、炉坑和事故坑,以及熔融金属泄漏、喷溅影响范围内的炉前平台、炉基区域、造型地坑、浇注作业坑和熔融金属转运通道正下方平面及其周边3m区域等区域不应有积水。

(24) 根据《铸造安全规范》(AQ 7016-2025)第5.1.6条,熔炼设备、熔融金属转运和浇注设备的液压系统应采用难燃液压油。

(25) 根据《粉尘防爆安全规程》(GB15577-2018)第5.1条,存在粉尘爆炸危险场所的建筑物宜为框架结构的单层建筑,其屋顶宜用轻型结构。如为多层建应采用框架结构。

(26) 根据《粉尘防爆安全规程》(GB15577-2018)第5.6条,粉尘爆炸危险场所应设有安全疏散通道,疏散通道的位置和宽度应符合GB50016的相关规定;安全疏散通道应保持畅通,疏散路线应设置应急照明和明显的疏散指示标志。

(27) 根据《粉尘防爆安全规程》(GB15577-2018)第7.3.1条,工艺设备的强度不足以承受其实际工况下内部粉尘爆炸产生的超压时,应设置泄爆口,泄爆口应朝向安全的方向,泄爆口的尺寸应符合GB/T 15605的要求。

(28) 根据《粉尘防爆安全规程》(GB15577-2018)第7.3.2条,对安装在室内的粉尘爆炸危险工艺设备应通过泄压导管向室外安全方向泄爆,泄

压导管应尽量短而直，泄压导管的截面积应不小于泄压口面积，其强度应不低于被保护设备容器的强度。

(29) 根据《粉尘防爆安全规程》（GB15577-2018）第 7.5.2 条，存在粉尘爆炸危险的多层构筑物楼梯之间，应设置隔爆门，隔爆门关闭方向应与爆炸传播方向一致。

(30) 根据《粉尘防爆安全规程》（GB15577-2018）第 8.2.1 条，所有产尘点均应装设吸尘罩并保证有足够的入口风量以满足作业岗位粉尘捕集要求。

(31) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）第 4.1.4 条，在爆炸性粉尘环境中应采取下列防止爆炸的措施：

1) 防止产生爆炸的基本措施，应是使产生爆炸的条件同时出现的可能性减小到最小程度。

2) 防止爆炸危险，应按照爆炸性粉尘混合物的特征采取相应的措施。

3) 在工程设计中应先采取下列消除或减少爆炸性粉尘混合物产生和积聚的措施：

①工艺设备宜将危险物料密封在防止粉尘泄漏的容器内。

②宜采用露天或开敞式布置，或采用机械除尘措施。

③宜限制和缩小爆炸危险区域的范围，并将可能释放爆炸性粉尘的设备单独集中布置。

④提高自动化水平，可采用必要的安全联锁。

5) 爆炸危险区域应设有两个以上出入口，其中至少有一个通向非爆炸危险区域，其出入口的门应向爆炸危险性较小的区域侧开启。

6) 应对沉积的粉尘进行有效地清除。

7) 应限制产生危险温度及火花，特别是由电气设备或线路产生的过热及火花。应防止粉尘进入产生电火花或高温部件的外壳内。应选用粉尘防爆

类型的电气设备及线路。

8) 可适当增加物料的湿度,降低空气中粉尘的悬浮量。

(32) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014)第5.1.1条,爆炸性环境的电力装置设计应符合下列规定:

1) 爆炸性环境的电力装置设计,宜将设备和线路,特别是正常运行时能发生火花的设备,布置在爆炸性环境以外。当需设在爆炸性环境内时,应布置在爆炸危险性较小的地点。

2) 在满足工艺生产及安全的前提下,应减少防爆电气设备的数量。

3) 爆炸性环境内的电气设备和线路,应符合周围环境中化学的、机械的、热的、霉菌以及风沙等不同环境条件对电气设备的要求。

4) 在爆炸性粉尘环境内,不宜采用携带式电气设备。

5) 爆炸性粉尘环境内的事故排风用电动机,应在生产发生事故情况下便于操作的地方设置事故起动按钮等控制设备。

6) 在爆炸性粉尘环境内,应尽量减少插座和局部照明灯具的数量。如必须采用时,插座宜布置在爆炸性粉尘不易积聚的地点,局部照明灯宜布置在事故时气流不易冲击的位置。粉尘环境中安装的插座必须开口的一面朝下,且与垂直面的角度不应大于 60° 。

7) 爆炸性环境内设置的防爆电气设备,必须是符合现行国家相关标准的产品。

(32) 根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014)第5.2.2.1条,爆炸性环境内电气设备保护级别的选择应符合表下表规定。

表 6.2-1 爆炸性环境内电气设备保护级别的选择

危险区域	设备保护级别(EPL)
0区	Ga
1区	Ga或Gb
2区	Ga、Gb或Gc

20区	Da
21区	Da或Db
22区	Da、Db或Dc

(33) 根据《金属热处理生产过程安全、卫生要求》(GB15735-2012)第 7.3.1 条, 燃料管道应设总阀门, 每台设备上应设分阀门。

(34) 根据《金属热处理生产过程安全、卫生要求》(GB15735-2012)第 7.3.2 条, 通入炉内的气、油管道要有压力调节阀、压力超高超低自动截止阀。在燃烧器前应有火焰逆止器。

(35) 根据《金属热处理生产过程安全、卫生要求》(GB15735-2012)第 8.2.3 条, 可控气氛、保护气氛加热炉在通入可燃生产物料前应用中性气体充分置换掉炉内空气, 或在高温条件下以燃烧法燃尽炉内的空气。

(36) 根据《金属热处理生产过程安全、卫生要求》(GB15735-2012)第 9.3 条, 在存放易燃、易爆物质的库房和可能产生易燃、易爆因素的设备及工艺作业场地应按有关规定配备相应的消防设备和器材, 必要时应设危险气体泄漏报警仪。

(37) 根据《建筑设计防火规范》(GB 50058-2014)第 3.6.2 条, 有爆炸危险的厂房或厂房内有爆炸危险的部位应设置泄压设施。

(38) 根据《建筑设计防火规范》(GB 50058-2014)第 3.6.3 条, 泄压设施宜采用轻质屋面板、轻质墙体和易于泄压的门、窗等, 应采用安全玻璃等在爆炸时不产生尖锐碎片的材料。

1) 泄压设施的设置应避开人员密集场所和主要交通道路, 并宜靠近有爆炸危险的部位。

2) 作为泄压设施的轻质屋面板和墙体的质量不宜大于 60kg/m²。

3) 屋顶上的泄压设施应采取防冰雪积聚措施。

(39) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011)第 7.1.5 条规定, 电缆敷设的防火封堵, 应符合下列规定:

1) 布线系统通过地板、墙壁、屋顶、天花板、隔墙等建筑构件时，其孔隙应按等同建筑构件耐火等级的规定封堵。

2) 电缆敷设采用的导管和槽盒材料，应符合现行国家标准《电气安装用电线槽管系统第1部分：通用要求》（GB/T19215.1-2003）、《电气安装用电线槽管系统第2部分：特殊要求第1节：用于安装在墙上或天花板上的电线槽管系统》（GB/T19215.2-2003）和《电气安装用导管系统第1部分：通用要求》（GB/T20041.1-2015）规定的耐燃试验要求，当导管和槽盒内部截面积等于大于 710mm^2 时，应从内部封堵。

3) 电缆防火封堵的材料，应按耐火等级要求，采用防火胶泥、耐火隔板、填料阻火包或防火帽。

4) 电缆防火封堵的结构，应满足按等效工程条件下标准试验的耐火极限。

(40) 生产期间冶炼、精炼和铸造生产区域的事故坑、炉下渣坑，以及熔融金属泄漏和喷溅影响范围内的炉前平台、炉基区域、房内吊运和地面运输通道等6类区域应保持干燥不应存在积水。

(41) 熔融金属冶炼炉窑的闭路循环水冷元件应设置出水温度、进出水流量差监测报警装置，或者开路水冷元件应设置进水流量、压力监测报警装置。

(42) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）要求，熔融金属冶炼(熔炼)炉的炉下及周围、熔融金属罐、渣罐和浇包吊运区域、熔融金属罐车和渣罐车运行区域，地面不得有积水，不应堆放潮湿物品和其他易燃、易爆物品。

(43) 根据《高温熔融金属吊运安全规程》（AQ7011-2018）要求，高温熔融金属、熔渣作业或吊运危险区域、高温熔融金属吊运通道与浇注区及其附近的地面与地下，禁止设置水管、氧气管道、燃气管道、燃油管道和电

线电缆等管线。如必须设置时，应采取可靠的防护措施。

(44) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.5.4 条，容易发生液压油泄漏、喷溅等引发火灾危险的液压管路应采取与高温热源隔离的防护措施；液压介质宜采用难燃液压油。

(45) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.5.5 条，使用可燃、有毒、爆炸性气体的机器应配备漏气报警装置，并按 GB/T 25285.1 给出的方法进行爆炸的预防和防护。

(46) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.6 条，存在放电条件或静电电荷积聚的机器应采取满足 GB 12158 要求的静电防护措施。

(47) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018) 第 6.2.4 条，主要生产场所的火灾危险性分类及建(构)筑物防火最小安全间距、防火设施的设置，设置灭火器的场所和数量要求应遵循 GB50016、GB50414、GB50140 等消防法规、标准的规定，控制室、电气间、液压系统、连铸切割介质的气站、一次除尘风机房、电缆夹层等易发生火灾的建(构)筑物，应设自动火灾报警装置。

(48) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018) 第 6.2.7 条，铁水预处理、转炉、电炉、精炼炉的炉下区域，应采取防止积水的措施，炉下漏钢坑应按防水要求设计施工，其内表应砌相应防护材料保护，且干燥后方可使用；炉下钢水罐车、渣罐车运行区域，地面应保持干燥；炉下热泼渣区，周围应设隔热防护结构，其地坪应防止积水；炉渣冲击与挖掘机铲渣地点，应在耐热混凝土基础土铺砌厚铸铁板或采取其他措施保护。

(49) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018) 第 6.2.9 条，电炉、精炼炉、中频炉控制室的布置，应设置出现大喷事故的必要防护措施；加废钢的起重机司机室玻璃窗应采取必要的防止喷溅的措施，炉后出钢操作室，不

应正对出钢方向开门，其窗户应采取防喷溅措施。

(50) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 6.2.10 条，炼钢炉、钢水与液渣运输线、钢水吊运通道与浇注区及其附近的地表与地下，不应设置水管(专用渗水管除外)、电缆等管线；如管线必须从上述区域经过，应采取可靠的保护措施。

(51) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 6.2.11 条，易积水的坑、槽、沟，应有排水措施；所有与钢水、液渣接触的罐、槽、工具及其作业区域，不应有冰雪、积水，不应堆放潮湿物品和其他易燃、易爆物品。

(52) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018)第 7.3.6 条，铁水预处理设施，应布置在地坪以上；若因条件限制采用坑式布置，则应采取防水、排水措施，保证坑内干燥。铁水预处理时，铁水罐四周不得有人。

(53) 根据《液化石油气供应工程设计规范》(GB 51142-2015)第 4.1.6 条，丙烷管道不得在堆积易燃、易爆材料和具有腐蚀性液体的场地下面穿越，不得与其他管道或电缆同沟敷设，且不得穿过各种设施的阀井、阀室、地下涵洞、沟槽等地下空间。

(54) 根据《液化石油气供应工程设计规范》(GB 51142-2015)第 4.2.3 条，丙烷管道装有安全泄放装置时，设定压力或最大标定爆破压力应小于管道的设计压力。

(55) 根据《液化石油气供应工程设计规范》(GB 51142-2015)第 4.2.8 条，丙烷管道的连接应采用焊接；管道与设备、阀门等可采用法兰连接或螺纹连接。

2、防灼烫措施

(1) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018)第 6.11.2 条，金属熔液浇注易发生泄漏的工位或场所，应设置容纳漏淌熔液的应急设施。

(2) 根据《工业设备及管道绝热工程设计规范》(GB 50264-2013) 第 3.0.1 条的要求,对电炉设备、冷却水系统管线、液压系统等设备及管线进行保温绝热。

(3) 根据《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50019-2015) 第 3.0.2 条的要求,对主厂房高温区域采取隔热降温措施,采用隔热墙或机械通风装置进行强制降温,保证作业人员安全作业。

(4) 根据《安全色和安全标志》(GB2894-2025) 第 5.1 条,在高温设备区域设置危险警示标识。

(5) 根据《个体防护装备配备规范 第 1 部分:总则》(GB 39800.1-2020) 第 4.1 条,为本项目高温作业岗位、检维修岗位及涉及石灰等危险物料投放操作岗位人员配备必要的个体防护用品。

(6) 吊运高温熔融金属的起重机司机操作室应设置有效的隔热层,窗户玻璃应采用防红外线辐射、防爆的钢化玻璃,司机操作室应设置空调。起重机本身需要采取隔热措施的部位,应设置可靠的隔热层,电气舱内应设置空调等降温设施。

(7) 存在高温熔融金属喷溅危险的起重机操作室应设置遮挡喷溅物的设施。

(8) 熔融金属铸造环节应设置紧急排放和应急储存设施,冶炼、精炼、铸造生产区域的事故坑、炉下渣坑等防止熔融金属泄漏、喷溅影响。熔融金属泄漏和喷溅影响范围内的炉前平台、炉基区域、房内吊运和地面运输通道等 6 类区域应保持干燥不应存在积水。

(9) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.4.2 条,容易引起高温烫伤的机器及其管路应在其显著位置设置警告标志,并应在使用说明书中给出使用个体防护装备的说明。

(10) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T

47253-2026) 第 4.2.4.3 条, 用于金属液转运或浇注的机器应设置隔热防护装置或符合 4.2.8.3 规定的操作室, 并应在使用说明书中给出使用适宜的个体防护装备的说明。

(11) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.8.3.1 条, 机器的操作室应具备隔离金属液飞溅和烟气的功能。具有热辐射危险的操作室还应采取隔热防护措施。

(12) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.8.3.3 条, 操作室的观察窗应为预防高温辐射的钢化玻璃。

(13) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018) 第 6.2.3 条, 易受高温辐射、液渣喷溅危害的建(构)筑物, 应有防护措施, 所有高温作业场所, 如炉前主工作平台、钢包冷热修区等均应设置通风降温设施。

3、防中毒和窒息措施

(1) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018) 第 6.13.2 条, 气化站及使用氧气的区域应设置氧浓度检测装置, 并应具备当氧含量体积组分大于等于 23% 时进行富氧报警的功能。

(2) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》(GB50414-2018) 第 6.8.6 条, 电炉、LF 炉等尾气回收系统应设置一氧化碳和氧气连续检测与自动控制装置, 当尾气中的氧含量超过 2% 时, 应能自动打开放散阀, 并应能保证经点火燃烧后排入大气。

(3) 根据《工贸企业有限空间作业安全规定》(中华人民共和国应急管理部令第 13 号, 2024 年 1 月 1 日施行) 第十一条, 企业应当在有限空间出入口等醒目位置设置明显的安全警示标志, 并在具备条件的场所设置安全风险告知牌。

(4) 根据《工贸企业有限空间作业安全规定》(中华人民共和国应急管理部令第 13 号, 2024 年 1 月 1 日施行) 第十四条, 有限空间作业应当严

格遵守“先通风、再检测、后作业”要求。存在爆炸风险的，应当采取消除或者控制措施，相关电气设施设备、照明灯具、应急救援装备等应当符合防爆安全要求。

4、防触电对策措施

(1) 根据《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）5.2 条，用电产品应具有符合规定的铭牌或标志，以满足安装、使用和维护的要求。

(2) 根据《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）5.5 条，正确选用用电产品的规格型式、容量和保护方式（如过载保护等），不得擅自更改用电产品的结构、原有配置的电气线路以及保护装置的整定值和保护元件的规格等。

(3) 根据《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）5.6 条，选择用电产品，应确认其符合产品使用说明书规定的环境要求和使用条件，并根据产品使用说明书的描述，了解使用时可能出现的危险及需采取的预防措施。

(4) 按照《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）第 6.5 条，用电产品及电气线路的周围应留有足够的安全通道和工作空间，且不应堆放易燃、易爆和腐蚀性物品。

(5) 按照《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）第 6.5 条，用电产品的测试及维修应根据情况采取全部停电、部分停电和不停电三种方式，并设置安全警示标志及采取相应的安全措施。

(6) 按照《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）第 10.4 条，从事电气作业中的特种作业人员应经专门的安全作业培训，在取得相应特种作业操作资格证书后，方可上岗。

(7) 按照《用电安全导则》（GB/T 13869-2017）第 10.5 条，当非电气作业人员有需要从事接近带电用电产品的辅助性工作时，应先主动了解或由电气作业人员介绍现场相关电气安全知识、注意事项或要求，由具有相应资

格的人员带领和指导下参与工作，并对其安全负责。

(8) 按照《用电安全导则》(GB/T 13869-2017)第 10.7 条,用电产品应有专人负责管理,并定期进行检修、测试和维护,检修、测试和维护的频度应取决于用电产品的规定的要求和使用情况。

5、防容器爆炸措施

(1) 本项目压力容器严格按照《压力容器》(GB150.1~150.4-2011)的要求进行设计。

(2) 根据《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21-2016/XG1-2020)第 141 条的规定,本项目配备的液氧杜瓦瓶、氩气钢瓶、丙烷钢瓶等压力容器应按要求装设安全泄放装置。

(3) 根据《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG 21-2016/XG1-2020)第 146 条规定,本项目所涉及压力容器上只安装一个安全阀,安全阀的开启压力 P_z 不应大于压力容器的设计压力 P ,且安全阀的密封试验压力 P_t 应大于压力容器的最高工作压力 P_w ,即: $P_z \leq P$, $P_t > P_w$ 。

6、防机械伤害对策措施

(1) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第 4.1 条,生产设备及其零部件,必须有足够的强度、刚度、稳定性和可靠性。在按规定条件制造、运输、贮存、安装和使用,不得对人员造成危险。

(2) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第 6.1.1 条,人员易触及的可动零部件,应尽可能封闭或隔离。

(3) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第 6.1.2 条,对操作人员在设备运行时可能触及的可动零部件,必须配置必要的安全防护装置。

(4) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第 6.1.3 条,对运行过程中可能超过极限位置的生产设备或零部件,应配置可靠的限位装

置。

(5) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第6.1.4条,若可动零部件(含其载荷)所具有的动能或势能可能引起危险时,则必须配置限速、防坠落或防逆转装置。

(6) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第6.1.5条,设计安全防护装置,应满足下列要求:

①使操作者触及不到运转中的可动零部件。其防护距离应符合GB12265的要求;

②在操作者接近可动零部件并有可能发生危险的紧急情况下,设备应不能启动或能立即自动停机、制动;

③避免在安全防护装置和可动零部件之间产生接触危险;

④安全防护装置应便于调节、检查和维修,并不得成为危险源;

⑤安全防护装置应符合产品标准规定的可靠性指标要求。

(7) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第6.1.6条,以操作人员的操作位置所在平面为基准,凡高度在2m之内的所有传动带、转轴、传动链、联轴节、带轮、齿轮、飞轮、链轮、电锯等外露危险零部件及危险部位,都必须设置安全防护装置。

(8) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第6.2.1条高速旋转零部件必须配置具有足够强度、刚度、形态和尺寸的防护罩,并应在设计中规定此类零部件的检查周期和更换标准。

(9) 根据《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-2023)第6.2.2条生产设备运行过程中突然中断动力源时,若运动部位的紧固联接件或被加工物料等有松脱或飞甩的危险,则应在设计中采取防松脱措施,配置防护罩或防护网等安全卫生防护装置。

(10) 根据《铸造安全规范》(AQ 7016-2025)第4.2.8条,铸造生产

线、带式输送机等设备设施，在人员经常横跨作业处应设置带护栏的人行过桥或者通道，且梯子角度不应大于 45° 。

(11) 根据《铸造机械 浇包、浇注机及相关设备 安全技术规范》(GB/T 47253-2026) 第 4.2.8.1.3 条，固定式防护装置(如围栏)应与危险区保持安全距离，安全距离的设定应符合 GB/T 23821-2022 的规定。

(12) 《铸造机械 通用技术规范》(GB/T 25711-2023) 第 6.2.7 条，机器紧固后的螺钉槽、螺母和螺钉、螺栓头部不应有损伤；螺钉、螺栓和螺母拧紧后，同一组螺钉、螺栓末端露出螺母的长度应一致。

(13) 根据《炼钢安全规程》(AQ 2001-2018) 第 6.2.6 条，拟建项目厂区内的坑、沟、池、井，应设置安全盖板或安全护栏。操作位置高度超过 1.5m 的作业区，应设固定式或移动式平台；固定式钢平台应符合 GB4053.3 的规定，平台负荷应满足工艺设计要求。

高于 1.5m 的平台，宽于 0.25m 的平台缝隙，深于 1m 的敞口沟、坑、池，其周边应设置符合 GB4053.3 规定的安全栏杆(特殊情况例外)，不能设置栏杆的，其上口应高出地坪 0.3m 以上。

平台、走廊、梯子应防滑。

易受钢水与液渣喷溅的平台工作面，应采用铸铁板或钢板贴面混凝土块(耐火材料)铺设。

7、防高处坠落措施

(1) 根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及平台》(GB4053.3-2025) 第 4.2.1 条，当平台或工作面敞开边缘的临空高度不小于 1200mm 时，敞开边缘应设置防护栏杆。

(2) 根据《固定式金属梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及平台》(GB4053.3-2025) 第 4.2.2 条，当平台或工作面敞开边缘相邻设施存在可能垮塌或容易导致人员受到伤害等风险时，或相邻设施不能起到防护栏

杆的防护作用时，该处敞开边缘应设置防护栏杆。

(3) 根据《固定式金属梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及平台》（GB4053.3-2025）第4.6.3条，防护栏杆表面应光滑，无锐边、尖角、毛刺或其他可能对人员造成伤害的表面缺陷。

(4) 根据《固定式金属梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及平台》（GB4053.3-2025）第4.7.1条，平台及防护栏杆的构件应根据使用环境、设计工作年限、材料耐腐蚀性能，采取防腐蚀措施，防腐蚀设计应符合GB/T 50046的规定，防腐蚀涂装应符合GB/T 51082的规定。

(5) 根据《固定式金属梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及平台》（GB4053.3-2025）第5.2.1条，防护栏杆高度应根据平台、工作面或通行区的临空高度确定，并满足以下要求：

- a) 临空高度小于 2 m 时，防护栏杆高度应不低于 900mm；
- b) 临空高度大于或等于 2 m 且小于 20m 时，防护栏杆高度应不低于 1050mm；
- c) 临空高度不小于 20 m 时，防护栏杆高度应不低于 1 200 mm。

(6) 根据《金属热处理生产过程安全、卫生要求》（GB15735-2012）第7.11.5.4条，炉体应设置固定扶梯，炉顶周围应设置脚踏板，方便操作人员炉顶工作，超过安全高度 2 m 以上，应设置安全护栏。

(7) 根据《铸造安全规范》（AQ 7016-2025）第4.2.6条，作业区域的地面应平坦；平台、走台、坑池边和升降口有跌落危险处，应设护栏或盖板。

8、防淹溺对策措施

(1) 对本项目热处理循环水池、净环水池、调节池、回用水池及污泥池等各类水池四周设置防护栏杆，防护栏杆的设置要求根据《固定式金属梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及平台》（GB4053.3-2025）执行。

(2) 水池区域设置“当心淹溺”、“水深危险”等警示标志。

9、防车辆伤害对策措施

防车辆伤害措施按照《防车辆伤害的十项基本安全操作要求》执行，分别如下：

(1) 未经劳动、公安交通管理部门培训合格持证人员，不熟悉车辆性能者不得驾驶车辆。

(2) 应坚持做好例保工作，车辆制动器、喇叭、转向系统、灯光等影响安全的部件如作用不良不准出车。

(3) 乘坐车辆应坐在安全处，头、手、身不得露出车厢外，要避免车辆启动制动时跌倒。

(4) 车辆进出现场，在场内掉头、倒车，在狭窄场地行驶时应有专人指挥。

(5) 现场行车进场要减速，并做到“四慢”，即：道路情况不明要慢，线路不良要慢，起步、会车、停车要慢，在狭路、桥梁弯路、坡路、岔道、行人拥挤地点及出入大门时要慢。

(6) 在临近机动车道的作业区和脚手架等设施，以及在道路中的路障应加设安全色标、安全标志和防护措施，并确保夜间有充足的照明。

(7) 机动车辆不得牵引无制动装置的车辆，牵引物体时物体上不得有人，人不得进入正在牵引的物与车之间，坡道上牵引时，车和被牵引物下方不得有人作业和停留。

6.2.4 公用工程及辅助设施对策措施

1、供配电

(1) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）第 6.1.1

条的规定，本项目所设置的配电室的耐火等级不应低于二级。

(2) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013) 第 6.2.4 条的规定，配电室应设置防止雨、雪和蛇、鼠等小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等处进入室内的设施。

(3) 按照《20kV 及以下变电所设计规范》(GB50053-2013) 第 6.4.1 条的要求，在后期运行中，低压配电室、控制室内不应有无关的管线和线路通过。

(4) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 6.1.1 条的规定，本项目各配电线路应装设短路保护和过负荷保护。

(5) 按照《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 4.3.7 条要求，本项目涉及配电室的门、窗关闭应密合；与室外相通的洞、通风孔应设防止鼠、蛇类等小动物进入的网罩。

(6) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 7.1.5 条的规定，本项目电缆穿越敷设区域的防火封堵，应按下列规定执行：布线系统通过地板、墙壁、屋顶、天花板、隔墙等建筑构件时，其孔隙应按照等同建筑构件耐火等级的规定进行封堵；电缆防火封堵的材料，应按耐火等级要求，采用防火胶泥、耐火隔板或填料阻火包。

(7) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 4.2.1 条的规定，本项目车间内落地式配电箱的底部应抬高，高出地面的高度室内不应低于 50mm，室外不应低于 200mm；其底座周围应采取封闭措施，并应能防止鼠、蛇类等小动物进入箱内。

(8) 根据《低压配电设计规范》(GB50054-2011) 第 6.4.3 条的规定，为减少接地故障引起的电气火灾危险而装设的剩余电流监测或保护装置，其动作电流不应大于 300mA；当动作于切断电源时，应断开回路的所有带电体。

(9) 按照《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303-2015) 第 5.1.1

条的要求，本项目涉及的电气柜、台、箱的金属框架及基础型钢应与保护导体可靠连接；对于装有电器的可开启门，门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于 4mm^2 的黄绿色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识。

(10) 配电装置室的门和变压器室的门的高度和宽度，宜按最大不可拆卸部件尺寸，高度加 0.5m ，宽度加 0.3m 确定，其疏散通道门的最小高度宜为 2.0m ，最小宽度宜为 750mm 。

(11) 变电站、配电室位于室外地坪以下的电缆夹层、电缆沟和电缆室应采取防水、排水措施；位于室外地坪下的电缆进、出口和电缆保护管也应采取防水措施。

(12) 本项目配电室、车间内所有配电柜（箱）均应做相应的接地跨接，其操作面均铺设绝缘胶垫。

2、消防安全

(1) 根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）第 8.1.2 条的规定，本项目应按照《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）的要求设置室外消火栓系统，室外消火栓的数量应根据室外消火栓设计流量和保护半径经计算确定，保护半径不应大于 150.0m 。

(2) 根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018年版）第 8.4.3 条的规定，对厂房内可能散发可燃气体、有毒气体的场所应设置可燃有毒气体报警装置，报警仪器应具备声光报警的功能。

(3) 根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）第 5.1 条规定，厂区配置的灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点且不得影响安全疏散；对有视线障碍的灭火器设置点，应设置指示其位置的发光标志口；灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外；手提式灭火器宜设置在灭火器箱内或挂钩、托架上，其顶部离地面高度不应大于 1.50m ，底部离地面高度不宜小于 0.08m ；灭火器箱不得上锁；灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当

必须设置时，应有相应的保护措施；灭火器设置在室外时，应有相应的保护措施；灭火器不得设置在超出其使用温度范围的地点。本项目生产作业区、办公生活区建议配置 MF/ABC5 手提式干粉灭火器，配电室内配设 MFTZ/ABC35 推车式干粉灭火器和手提式二氧化碳灭火器。

(4) 根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）第 7.1.8 条的规定，本项目厂区内主要建筑物外应设置环形消防车道，消防车道应符合以下要求：

- 1) 车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0m。
- 2) 转弯半径应满足消防车转弯的要求，本项目不得小于 9m。
- 3) 消防车道于建筑物之间不应设置妨碍消防车操作的树木、架空管线等障碍物。
- 4) 消防车道靠建筑物外墙一侧的边缘距离建筑外墙不宜小于 5m。
- 5) 消防车道的坡度不宜大于 8%。

(7) 根据《建筑设计防火规范》（GB50016-2014，2018 年版）第 8.1.6 条的规定，消防水泵房的设置应符合下列规定：

- 1) 单独建造的消防水泵房，其耐火等级不应低于二级。
- 2) 疏散门应直通室外或安全出口。

3、空压系统防护措施

(1) 根据《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）第 2.0.2 条的要求，空压站的朝向宜使机器间有良好的自然通风，并宜减少西晒。

(2) 根据《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）第 3.0.14 条的要求，空气压缩机与止回阀之间，应设置放空管，放空管上应设置消声器。空气压缩机与储气罐之间，不应装设切断阀，当需要装设切断阀时，在空气压缩机与切断阀之间，必须装设安全阀。

(3) 根据《压缩空气站设计规范》（GB50029-2014）第 3.0.18 的要求，

储气罐上必须装设安全阀，储气罐与供气总管之间，应装设切断阀。

6.2.5 自然灾害安全对策措施

1、加强对厂区边坡区域的巡视、检查，特别是每年的雨季前，查看边坡地带是否存在地质松散的现象，如果存在，则及时采取防护措施，避免雨水冲刷造成滑坡的可能。

2、提高作业现场的作业环境，设置员工休息室，休息室内配置空调，并配备必要的清凉饮料、防暑降温药品，为员工在高温季节预防中暑提供必备的条件。休息室需与产生高噪音的车间、设备分开设置。

3、定期组织员工参加应对突发自然灾害的应急演练，同时，在厂区主要出入口设置应急疏散图，并标明相应的安全区，当发生地震时，可提醒人员往相对安全的地方疏散。

4、定期对厂区的雨排水设施进行维护，在每年雨季前，进行一次全面的检查、维护，确保是完好、有效。

5、定期邀请有资质的防雷检测机构对厂区的主要建构筑物、设备设施进行防雷、防静电接地检测，并在检测有效期到期前1个月内进行检测，避免在有效期后才进行检测。

6.2.6 有限空间作业安全对策措施

1、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第13号，2024年1月1日施行）第四条，企业主要负责人是有限空间作业安全第一责任人，应当组织制定有限空间作业安全管理制度，明确有限空间作业审批人、监护人员、作业人员的职责，以及安全培训、作业审批、防护用品、应急救援装备、操作规程和应急处置等方面的要求。

2、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第13号，2024年1月1日施行）第五条，企业应当实行有限空间作业监护制，明确专职或者兼职的监护人员，负责监督有限空间作业安全措施

的落实。

监护人员应当具备与监督有限空间作业相适应的安全知识和应急处置能力，能够正确使用气体检测、机械通风、呼吸防护、应急救援等用品、装备。

3、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）第六条，企业应当对有限空间进行辨识，建立有限空间管理台账，明确有限空间数量、位置以及危险因素等信息，并及时更新。

4、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）第七条，企业应当根据有限空间作业安全风险大小，明确审批要求。未经企业确定的作业审批人批准，不得实施有限空间作业。

5、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）第九条，企业应当每年至少组织一次有限空间作业专题安全培训，对作业审批人、监护人员、作业人员和应急救援人员培训有限空间作业安全知识和技能，并如实记录。

6、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）第十条，企业应当制定有限空间作业现场处置方案，按规定组织演练，并进行演练效果评估。

7、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）第十一条，企业应当在有限空间出入口等醒目位置设置明显的安全警示标志，并在具备条件的场所设置安全风险告知牌。

8、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令 第 13 号，2024 年 1 月 1 日施行）第十二条，企业应当对可能产生有

毒物质的有限空间采取上锁、隔离栏、防护网或者其他物理隔离措施，防止人员未经审批进入。监护人员负责在作业前解除物理隔离措施。

9、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令第13号，2024年1月1日施行）第十三条，企业应当根据有限空间危险因素的特点，配备符合国家标准或者行业标准的气体检测报警仪器、机械通风设备、呼吸防护用品、全身式安全带等防护用品和应急救援装备，并对相关用品、装备进行经常性维护、保养和定期检测，确保能够正常使用。

10、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令第13号，2024年1月1日施行）第十四条，有限空间作业应当严格遵守“先通风、再检测、后作业”要求。存在爆炸风险的，应当采取消除或者控制措施，相关电气设施设备、照明灯具、应急救援装备等应当符合防爆安全要求。

作业前，应当组织对作业人员进行安全交底，监护人员应当对通风、检测和必要的隔断、清除、置换等风险管控措施逐项进行检查，确认防护用品能够正常使用且作业现场配备必要的应急救援装备，确保各项作业条件符合安全要求。有专业救援队伍的企业，应急救援人员应当做好应急救援准备，确保及时有效处置突发情况。

11、根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（中华人民共和国应急管理部令第13号，2024年1月1日施行）第十五条，监护人员应当全程进行监护，与作业人员保持实时联络，不得离开作业现场或者进入有限空间参与作业。

发现异常情况时，监护人员应当立即组织作业人员撤离现场。发生有限空间作业事故后，应当立即按照现场处置方案进行应急处置，组织科学施救。未做好安全措施盲目施救的，监护人员应当予以制止。

作业过程中，企业应当安排专人对作业区域持续进行通风和气体浓度检

测。作业中断的，作业人员再次进入有限空间作业前，应当重新通风、气体检测合格后方可进入。

6.2.7 安全色和安全标志

1、根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第 7.1.1 条，安全标志牌应采用坚固耐用的材料制作，不应使用遇水变形、变质或易燃的材料。特殊环境下使用的标志牌，还应满足该环境下的特定要求(如:耐高温或低温、耐腐蚀等)。存在触电危险的作业场所应使用绝缘材料。

2、根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第 7.1.2 条，安全标志牌应图形清晰，无毛刺、孔洞等影响使用的瑕疵。

3、根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第 7.3.1 条，安全标志牌应设在醒目位置。照明条件差的场所应采用逆向反光材料和自发光材料制作安全标志图形。

4、根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第 7.3.2 条，安全标志牌的平面与视线夹角应接近 90° ，观察者位于最大观察距离时，最小夹角应不小于 75° 。

5、根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第 7.3.3 条，多个安全标志牌在同一部位设置时，应按警告、禁止、指令、提示类型的顺序，先左后右、先上后下排列。

6、根据《安全色和安全标志》（GB2894-2025）第 7.4.1 条，安全标志牌应至少每半年检查一次，如发现存在以下情况，应立即更换或采取相应措施：

- 1) 安全色或对比色变色、褪色；
- 2) 本体材料变形、开裂或剥落；
- 3) 安装不牢靠；
- 4) 部分缺失或损毁；

- 5) 被遮挡;
- 6) 与环境颜色相融;
- 7) 照明亮度不足。

6.2.8 利旧建构筑物、设备设施对策措施

对利旧建构筑物:

1、对高端耐磨材料生产车间利旧部分必须进行全面的结构可靠性鉴定,评估原有结构的现状承载能力、腐蚀状况和损伤程度。

2、严格按加固设计施工,确保新旧结构协同工作,对利旧部分的钢结构进行必要的防腐处理。

拟建项目已于 2026 年 4 月委托中钢安环院武汉检测检验有限公司对利旧建筑物进行了房屋鉴定,房屋鉴定结论及处理建议详见报告附件。

对利旧设备设施:

1、对原有的 3 台桥式起重机(熔炼跨 1 台 10/3.2t、1 台 5/3.2t,浇注跨 1 台 5t)进行大修后使用。大修必须全面、彻底,特别是对已锈蚀损坏的移动小车、起升机构、电气系统等进行更换或修复,并需经特种设备检验机构检验合格后方可重新投入使用。

2、建议对所有钢丝绳、制动器摩擦片、主要限位开关、控制器老旧触点等易损件和安全部件进行强制性更换。

3、为利旧设备建立独立的、更严格的技术档案,记录大修详情、更换部件清单及后续所有检查维护记录。制定更高的点检、巡检和定期检验频次,尤其在投入使用初期。

6.2.9 施工过程安全对策措施

1、项目拆除过程的安全对策措施

拟建项目涉及对原有起重设备、高端耐磨材料生产车间顶棚及项目东北

侧高压电杆的拆除作业，拆除过程应采取的安全对策措施如下：

(1) 开工前组织作业人员认真熟悉、研究拆除方案和有关技术资料并做好安全技术交底工作，做好准备工作。

(2) 施工前做好施工现场临时设施、区域围挡和建筑材料的储存和堆放工作，拆除作业区周围搭设 1.8m 高施工围挡，并在施工区设置危险警示牌，拉好警戒线，并派专职安全员负责，非作业人员不得进入施工现场。

(3) 对作业人员进行安全教育，制定安全规章制度，严格做到安全生产、文明施工等。

(4) 拆除过程应避免风、雨和雷电等恶劣自然环境进行作业。

(5) 拆除时自下而上，分层切割，逐段分割落下。

(6) 高空作业人员，必须戴安全帽、系安全带、穿软底鞋，下设安全网。

(7) 高空作业时，所用工具均应随手放入工具袋内，施工走道、通道和登高用具，应随时清扫干净。拆卸下的废料均应及时清理运走，不得任意乱置或向下丢弃。工具传递禁止空中抛掷。

(8) 涉及高处作业应向单位提出申请，办理高处安全作业证。

(9) 需进行切割作业时，应办理动火证，动火作业应有专人监护，作业前应清除场内的易燃物品，并配备消防器材。

(10) 检查起重设备钢丝绳及锁扣的牢固性，检查无误后方可作业，在拆除吊运时切忌没有人员指挥私自拆除。

(11) 吊装时，还要注意吊点的合理选择。经常检查索具、夹扣等，使

用的固定绳索一定要拴牢固，可靠。

(12) 吊运构件时，应采用专用的保险吊钩，钢管严禁单点起吊，吊物下面严禁站人。

(13) 场内机动车辆应经常进行维护保养，避免带病作业，操作人员应按规范严格操作。

2、项目建设过程的安全对策措施

拟建项目新建构筑物及新设备的安装阶段应采取的安全对策措施如下：

(1) 施工安全技术交底

施工队伍进入施工现场前，业主单位安全生产管理部门应当与施工单位进行现场安全技术交底，明确施工安全管理措施。确定施工区域，指定搭临设施堆放地点，落实定置管理措施。并将施工区域进行有效的隔离和保护，禁止无关人员和车辆进入施工区域。

(2) 施工管理组织

1) 业主单位应选择有相应建筑资质的施工单位进行项目施工。

2) 业主应与施工单位签订相关方安全监督管理协议，应明确甲、乙双方的安全责任和范围。

3) 业主应安排专职安全管理人员定期对建筑方履行安全管理协议的情况进行检查监督。

4) 施工期间，业主单位安全生产管理部门对定期检查和不定期抽查发现的安全隐患，强令施工单位及时落实整改，还应该定期召开施工安全会议，及时解决施工过程中的安全问题。

5) 建筑方应加强对在用特种设备的检查和维护保养并作到操作人员持证上岗。

(3) 施工要求

1) 凡砌体材料与砖墙、构造柱、框架柱连接应按有关砌体材料施工规范及抗震要求施工。

2) 墙壁体与构造柱、楼板、圈梁、坡屋面板之间，施工时必需可靠连接。

3) 防雷接地在屋面处避雷钢带与框架柱内钢筋焊接，在构造柱与基础交接处，角筋必须与电气接地线焊接。

4) 预制现浇构件施工时必需可靠支承，未达 100% 设计强度时不得任意堆放施工荷载。

5) 存在高处作业的岗位作业人员在作业前一定要检查好劳动防护用品，以免发生高处坠落事故。

(4) 施工用电安全措施

根据《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2016）标准规定，施工临时用电应采取的安全措施有：

1) 临时用电工程必须经编制、审核、批准部门和使用单位共同验收，合格后方可投入使用。

2) 临时用电工程图纸应单独绘制，临时用电工程应按图施工。

3) 电工必须经过按国家现行标准考核合格后，持证上岗工作；其他用电人员必须通过相关教育培训和技术交底，考核合格后方可上岗工作。

4) 安装、巡检、维修或拆除临时用电设备和线路，必须由电工完成，并应有人监护。电工等级应同工程的难易程度和技术复杂性相适应。

6.2.10 安全管理措施

1、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第四条的规定，生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度，加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度，改善安全生产条件，加强安全生产标准化、信息化建设，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

2、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第二十四条的规定，本项目应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。

3、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第二十七条要求，生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

4、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第二十八条的规定，本项目生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。对所有新增人员应进行“三级”安全教育和培训，考核合格后上岗；对原有职工还应进行“新改扩”教育和培训。

生产经营单位应当建立安全生产教育和培训档案，如实记录安全生产教

育和培训的时间、内容、参加人员以及考核结果等情况。

5、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第三十条的规定，本项目生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。

6、根据《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〔2006〕第 3 号公布，2013 年第 63 号第一次修正，2015 年第 80 号第二次修正）第四条规定，本项目生产经营单位涉及安全培训的人员包括：主要负责人、安全生产管理人员、特种作业人员和其他从业人员；同时，需在有资质的培训机构参加培训。

7、根据《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〔2006〕第 3 号公布，2013 年第 63 号第一次修正，2015 年第 80 号第二次修正）第九条、第十三条规定，本项目主要负责人和安全生产管理人员初次安全培训时间不得少于 48 学时，每年再培训时间不得少于 16 学时；新上岗的从业人员，岗前安全培训时间不得少于 72 学时。

8、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第四十五条的规定，本项目生产经营单位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。

9、根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令第 88 号，2021 年修正）第五十一条的规定，本项目生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。

10、根据《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2016〕第 88 号，2019 年应急管理部第 2 号修订）第五条的规定，本项目生产经营单位主要负责人负责组织编制和实施本单位的应急预案，并对应急预案的真实性和实用性负责；各分管负责人应当按照职责分工落实应

急预案规定的职责。

11、根据《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2016〕第 88 号，2019 年应急管理部第 2 号修订）第六条的规定，生产经营单位应急预案分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。

通过对本项目存在的危险、有害因素分析，结合本项目的实际情况，本项目应编制的专项应急预案应包括且不限于以下：

- （1）高温熔融金属（铁水/钢水）泄漏、喷溅、爆炸事故专项应急预案
- （2）可燃气体（丙烷）泄漏、火灾、爆炸事故专项应急预案
- （3）有限空间作业中毒窒息事故专项应急预案

本项目应编制的现场处置方案应包括且不限于以下：

- （1）高温熔融金属（铁水/钢水）泄漏、喷溅、爆炸现场处置方案
- （2）可燃气体（丙烷）泄漏、火灾、爆炸现场处置方案
- （3）电气火灾、触电事故现场处置方案
- （4）有限空间作业事故（中毒、窒息）现场处置方案
- （5）起重伤害现场处置方案
- （6）灼烫事故现场处置方案
- （7）坍塌事故现场处置方案
- （8）车辆伤害事故现场处置方案。

6.3 建议

（1）按照有关规定，应委托有资质的单位进行建设项目的设计、施工和工程监理，严格按照有关文件规定履行建设项目安全“三同时”手续。

（2）按照有关规定，应委托有资的单位进行建设项目职业病危害预评价和控制效果评价。

（3）按《工伤保险条例》（国务院令第 586 号）的规定为员工购买工伤保险。

(4) 企业应用按照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号）文件要求，每年提取安全费用，加大安全投入，确保安全设施完好有效。

(5) 应根据《防雷减灾管理办法》（中国气象局第24号令）文件规定，项目建成后，每年委托有资质的单位对厂区构筑物防雷接地装置的完好性进行检测。

(6) 本报告中危险程度的最终评价结果是建立在各项安全预防措施都有效落实原则基础上的。为此，建议项目的设计单位对本报告所列各种技术措施、管理措施全面实施，以确保项目建成后的本质安全。

(7) 下一步在设计专篇中落实设备布局图、可燃气体报警仪分布图等图纸。

(8) 下一步设计专篇落实报警仪安放位置、数量；落实除尘器的型号、风量等基本信息。



第七章 安全评价结论

根据对本项目危险、有害因素分析和定性、定量评价结果，*****有限公司*****项目安全评价结论如下：

7.1 主要危险、有害因素辨识结果

本项目涉及的主要危险化学品为氧（压缩的或液化的）（危序号 2528）、氩（压缩的或液化的）（危序号 2505）、丙烷（危序号 139）。

本项目的主要危险、有害因素有：可燃气体爆炸、高温熔融物爆炸、可燃液体蒸气爆炸、粉尘爆炸、容器爆炸、管道爆炸、灼烫、火灾、中毒、窒息、泄漏、机械致害、触电、起重致害、高处坠落、跌落、物体打击、厂（场）内车辆致害、坍塌、淹溺、水害、其他等。

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）辨识可知，*****有限公司*****项目未构成危险化学品重大危险源。

7.2 危险、有害程度评价结果

1、采用安全检查表法对本项目选址、周边环境及总平面布置单元进行符合性评价，共检查了 16 项，从检查结果可知，能够满足相关规范、标准的规定。

2、通过预先危险性分析法对生产工艺单元进行危险性分析可知，原料供应工序可能发生的事故有：铁水喷溅、跑漏伤人；起重致害；触电；车辆致害等，以上事故危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）；冶炼工序可能发生的事故有：爆炸、钢水外喷，漏钢烫伤、烧伤、高温危害、高处坠落、物体打击、吹炼烫伤事故等，以上事故危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会

造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

3、公用工程及辅助设施预先危险性分析结果：

(1) 通过预先危险性分析法对供配电系统子单元进行危险性分析可知，存在的危险因素包括电气火灾、变压器爆炸、触电事故、突然停电造成爆炸及跑钢事故等，危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

(2) 通过预先危险性分析法对除烟尘、通风子单元进行预先危险性分析，其危险事故包括灼烫、触电、噪声、粉尘、机械伤害、中毒窒息等，危险等级为 II 和 III，属于“临界的”（处于事故的状态边缘，暂时尚不会造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施）和“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

(3) 通过预先危险性分析法对消防系统子单元进行预先危险性分析，其造成火灾扩大的危险等级为 III 级，属于“危险的”（会造成人员伤亡、系统损坏，要立即采取措施）。

7.3 应重视的安全对策措施

针对本项目存在的主要危险、有害因素，建设单位和设计单位应重视本报告中补充的安全对策措施，主要包括：总平面布局安全对策措施、生产工艺过程中的安全对策措施、公用工程及辅助设施对策措施、有限空间作业安全对策措施、安全色和安全标志、安全管理措施等，并在本项目安全设施设计和建设施工中予以落实，切实做到建设项目涉及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，确保项目安全运行。

7.4 建设项目外部安全条件

本项目选址位于***，项目与周边外环境建构筑物的防火间距满足相关

规范、标准要求，在正常生产情况下，其潜在的危險、有害因素不会对周边外环境造成安全影响。

7.5 总体结论

根据国家及行业相关技术标准的要求，对*****有限公司*****项目进行了全面分析和评价，本评价认为：*****有限公司*****项目选址及总平面布局合理，项目与周边外环境的安全距离满足相关规范要求，场地地质条件整体稳定，所涉主要建构筑物、装置设施的布局合理，公用工程及辅助设施配套完善，满足项目运行需求，项目在后续设计、施工中落实本报告中提出的安全对策措施，其潜在的安全风险是可以接受的，从安全生产角度分析，满足国家相关法律法规、标准、规章、规范规定的安全要求。



第八章 附件、附图目录

- 1、授权委托书、现场勘察照片
- 2、营业执照
- 3、四川省固定资产投资项目备案表、用地批复
- 4、岩土勘察报告
- 5、可行性研究报告及资质
- 6、房屋鉴定报告
- 6、周边关系图、总平面布置图





力康咨询
LIKANG CONSULTING