

前言

为有效减少运输至 2#连铸时间，减少温降，从而加快生产节奏，提高生产效率，海城市恒盛铸业有限公司拟出资 1000 万在现有精炼环节扩建 2 台 50 吨的 LF 精炼炉及其配套设施，对现有转炉钢水进行精炼，令终端钢坯满足轧制电力装备用特殊钢的要求，最终形成精炼钢水 110 万吨/年的生产能力。

为贯彻以人为本，坚持安全发展，坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，认真落实《中华人民共和国安全生产法》及《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》中有关“新建、改建、扩建项目，其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”的规定，实现建设项目本质化安全，海城市恒盛铸业有限公司委托沈阳万益安全科技有限公司对精炼炉技术改造项目进行安全预评价。

接受委托后，沈阳万益安全科技有限公司组成评价项目组，随即进行了现场勘察，根据《安全预评价导则》及企业提供的可研等相关资料，并按照有关安全生产、安全评价方面的法律、法规、规章、规范性文件和国家标准的要求，编制完成了《海城市恒盛铸业有限公司精炼炉技术改造项目安全预评价报告》。

本安全预评价报告的主要内容有：概述，建设项目概况，主要危险、有害因素识别与分析，评价单元及评价方法，定性定量评价，安全对策措施及建议，评价结论等。

在报告的编写过程中，得到了建设单位领导及有关专家的大力支持与帮助，在此一并表示谢意，不足之处，敬请指正。

目 录

1 概述	1
1.1 评价目的	1
1.2 评价依据	1
1.3 评价范围	7
1.4 评价程序	8
2 建设项目概况	10
2.1 建设单位简介	10
2.2 建设项目概况	10
2.3 地理位置及周边环境	10
2.4 自然条件	12
2.5 总平面布置	13
2.6 主要生产工艺、设备	14
2.7 公辅设施	19
2.8 组织机构及劳动定员	22
3 主要危险、有害因素识别与分析	24
3.1 危险有害因素分类依据	24
3.2 建设项目固有危险有害因素辨识与分析	24
3.3 物料的危险与有害性分析	25
3.4 生产工艺、设备设施危险有害因素分析	27
3.5 厂内运输危险有害因素辨识与分析	36
3.6 安全管理影响辨识与分析	37
3.7 自然环境及周边环境安全辨识与分析	38
3.8 事故后果辨识与分析	39
3.9 重大危险源的识别与分析	41
4. 评价单元及评价方法	43
4.1 评价单元的划分	43
4.2 评价方法的选择	43
5 定性定量评价	46
5.1 总平面布置	46

5.2LF 炉精炼系统	46
5.3 公辅设施	48
5.4 安全管理	52
5.5 故障树评价	52
6 安全对策措施及建议	56
6.1 可研中提出的安全对策措施	56
6.2 总平面布置补充的安全对策措施	56
6.3LF 炉精炼系统补充的安全对策措施	56
6.4 公辅设施补充的安全对策措施	59
6.5 安全管理补充的安全对策措施	63
7 评价结论	65
7.1 项目的主要危险、有害因素	65
7.2 应重视的安全对策措施	65
7.3 安全预评价结论	65

附件：

A、营业执照

B、立项批复

C、评审意见、签到表、修改说明

1 概述

1.1 评价目的

本安全预评价以海城市恒盛铸业有限公司精炼炉技术改造项目作为研究对象，根据建设单位提供的生产工艺过程、生产和使用的物质、主要设备和操作条件等，研究系统潜在的危险及有害因素，应用安全系统工程的原理和方法，对系统的危险性和危害性进行定性、定量分析，确定系统的危险、有害因素及其危险、危害程度；指出评价对象应重点防范的重大危险有害因素，明确应重视的安全对策措施建议；明确评价对象潜在的、有害因素在采取安全对策措施后，能否得到控制以及受控的程度如何；给出评价对象从安全生产角度是否符合国家有关法律法规、标准、规章、规范的要求。

安全预评价可为建设项目在安全设施、设备、装置及常规安全防护等方面的初步设计安全设施设计提供依据，并为当地应急管理部门对其日常监管提供技术支撑。

1.2 评价依据

1.2.1 法律

(1) 《中华人民共和国安全生产法》中华人民共和国主席令[2002]第七十号（根据中华人民共和国主席令[2009]第十八号第一次修正，根据中华人民共和国主席令[2014]第十三号第二次修正，根据中华人民共和国主席令[2021]第八十八号第三次修正）（施行日期 2021 年 9 月 1 日）

(2) 《中华人民共和国劳动法》中华人民共和国主席令[1994]第二十八号（根据中华人民共和国主席令[2009]第十八号第一次修正，根据中华人民共和国主席令[2018]第二十四号第二次修正）（施行日期 2018 年 12 月 29 日）

(3) 《中华人民共和国消防法》中华人民共和国主席令[1998]第四号（根据中华人民共和国主席令[2008]第六号第一次修正，根据中华人民共和国主席令[2019]第二十九号第二次修正，根据中华人民共和国主席令[2021]第八十一号第三次修正）（施行日期 2021 年 4 月 29 日）

(4) 《中华人民共和国气象法》中华人民共和国主席令[1999]第二十三号（根据中华人民共和国主席令[2009]第十八号第一次修正，根据中华人民共和国主席令[2014]第十四号第二次修正，根据中华人民共和国主席令[2016]第五十七号第三次修正）（施行日

期 2016 年 11 月 7 日)

(5) 《中华人民共和国突发事件应对法》中华人民共和国主席令[2007]第六十九号
(施行日期 2007 年 11 月 1 日)

(6) 《中华人民共和国特种设备安全法》中华人民共和国主席令[2013]第四号(施行日期 2014 年 1 月 1 日)

1.2.2 法规

(1) 《气象灾害防御条例》国务院令 第 570 号(根据国务院令 第 687 号修订)(施行日期 2017 年 10 月 7 日)

(2) 《特种设备安全监察条例》国务院令 第 373 号(根据国务院令 第 549 号修订)(施行日期 2009 年 5 月 1 日)

(3) 《生产安全事故应急条例》国务院令 第 708 号(施行日期 2019 年 4 月 1 日)

(4) 《生产安全事故报告和调查处理条例》国务院令 第 493 号(施行日期 2007 年 6 月 1 日)

(5) 《建设工程质量管理条例》国务院令 第 279 号(根据国务院令 第 687 号第一次修订, 根据国务院令 第 714 号第二次修订)(施行日期 2019 年 4 月 23 日)

(6) 《建设工程安全生产管理条例》国务院令 第 393 号(施行日期 2003 年 12 月 4 日)

(7) 《工伤保险条例》国务院令 第 375 号(根据国务院令 第 586 号修订)(施行日期 2011 年 1 月 1 日)

(8) 《辽宁省安全生产条例》辽宁省人民代表大会常务委员会公告[2007]第 61 号(根据辽宁省人民代表大会常务委员会公告[2014]第 15 号第一次修订, 根据辽宁省第十二届人大常委会公告[2017]第 64 号第二次修订, 根据辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会公告[2020]第 47 号第三次修订, 根据辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会公告[2022]第 92 号第四次修正)(施行日期 2022 年 4 月 21 日)

(9) 《辽宁省突发事件应对条例》辽宁省十一届人大常委会公告[2009]第 17 号(根据辽宁省人民代表大会常务委员会公告[2020]第 47 号修订)(施行日期 2020 年 3 月 30 日)

(10) 《辽宁省消防条例》辽宁省第十一届人大常委会公告[2012]第 53 号(根据辽

宁省第十三届人大常委会公告[2020]第 47 号修订,根据辽宁省第十三届人大常委会公告[2022]第 103 号修订)(施行日期 2022 年 11 月 9 日)

(11)《辽宁省气象灾害防御条例》辽宁省第十三届人大常委会公告[2018]第 7 号(施行日期 2018 年 10 月 1 日)

1.2.3 规章

(1)《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(根据原国家安全生产监督管理总局令[2013]第 63 号第一次修正,根据原国家安全生产监督管理总局令[2015]第 80 号第二次修正)(施行日期 2015 年 7 月 1 日)

(2)《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[2018]第 91 号(施行日期 2018 年 3 月 1 日)

(3)《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》原国家安全生产监督管理总局令[2010]第 30 号(根据原国家安全生产监督管理总局令[2013]第 63 号第一次修正,根据原国家安全生产监督管理总局令[2015]第 80 号第二次修正)(施行日期 2015 年 7 月 1 日)

(4)《安全生产培训管理办法》中华人民共和国国家安全生产监督管理局、中华人民共和国国家煤矿安全监察局令[2005]第 20 号(根据原国家安全生产监督管理总局令[2012]第 44 号第一次修订,根据原国家安全生产监督管理总局令[2013]第 63 号第二次修订,根据原国家安全生产监督管理总局令[2015]第 80 号第三次修正)(施行日期 2015 年 7 月 1 日)

(5)《生产安全事故应急预案管理办法》原国家安全生产监督管理总局令[2016]第 88 号(根据应急管理部令[2019]第 2 号修订)(施行日期 2019 年 9 月 1 日)

(6)《工贸企业重大事故隐患判定标准》应急管理部令[2023]第 10 号(施行日期 2023 年 5 月 15 日)

(7)《防雷减灾管理办法》中国气象局令[2013]第 24 号(施行日期 2013 年 6 月 1 日)

(8)《关于修订<特种设备目录>的公告》国家质量监督检验检疫总局[2014]第 114 号(施行日期 2014 年 10 月 30 日)

(9)《特种设备使用单位落实使用安全主体责任监督管理规定》国家市场监督管理总局令[2023]第 74 号(施行日期 2023 年 5 月 5 日)

(10) 《特种设备作业人员监督管理办法》中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局令第 140 号（施行日期 2011 年 7 月 1 日）

(11) 《辽宁省企业安全生产主体责任规定》辽宁省人民政府令[2011]第 264 号（根据辽宁省人民政府令[2013]286 号第一次修正,根据辽宁省人民政府令[2017]第 311 号第二次修正,根据辽宁省人民政府令[2021]第 341 号第三次修正）（施行日期 2021 年 5 月 18 日）

(12) 《辽宁省雷电灾害防御管理规定》辽宁省人民政府令[2005]第 180 号（根据辽宁省人民政府令[2018]第 324 号修订）（施行日期 2018 年 11 月 26 日）

1.2.4 规范性文件

(1) 《国务院安委会办公室关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见》安委办[2016]11 号（施行日期 2016 年 10 月 9 日）

(2) 《国家安全监管总局关于印发〈企业安全生产责任体系五落实五到位规定〉的通知》原安监总办[2015]27 号（施行日期 2015 年 3 月 16 日）

(3) 《财政部、应急管理部关于印发〈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（施行日期 2022 年 11 月 21 日）

(4) 《危险化学品目录(2015 版)》原国家安全生产监督管理总局等十部门公告 2015 年第 5 号（根据中华人民共和国应急管理部、中华人民共和国工业和信息化部、中华人民共和国公安部、中华人民共和国生态环境部、中华人民共和国交通运输部、中华人民共和国农业农村部、中华人民共和国国家卫生健康委员会、国家市场监督管理总局、国家铁路局、中国民用航空局公告 2022 年第 8 号修订）（施行日期 2023 年 1 月 1 日）

(5) 《关于印发开展工贸企业较大危险因素辨识管控提升防范事故能力行动计划的通知》安监总管四[2016]31 号（施行日期 2016 年 3 月 29 日）

(6) 《应急管理部办公厅关于印发〈有限空间作业安全指导手册〉和 4 个专题系列折页的通知》应急厅函[2020]299 号（施行日期 2020 年 10 月 29 日）

(7) 《工贸行业安全生产专项整治“百日清零行动”工作方案》应急厅函〔2022〕127 号（施行日期 2022 年 5 月 19 日）

(8) 《用人单位劳动防护用品管理规范》安监总厅安健[2018]3 号（施行日期 2018 年 1 月 15 日）

(9) 《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》国发〔2010〕23号（施行日期2010年7月19日）

(10) 《国家安监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（施行日期2018年3月1日）

(11) 《应急管理部办公厅关于印发金属冶炼一线岗位安全生产指导手册的通知》应急厅函〔2020〕236号（施行日期2020年9月11日）

1.2.5 标准

- (1) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022
- (2) 《消防设施通用规范》GB55036-2022
- (3) 《建筑设计防火规范》GB50016-2014（2018年版）
- (4) 《炼钢安全规程》AQ2001-2018
- (5) 《炼钢工程设计规范》GB50439-2015
- (6) 《冶金起重机技术条件 第5部分：铸造起重机》JB/T7688.5-2012
- (7) 《高温熔融金属吊运安全规程》AQ7011-2018
- (8) 《冶金用钢水罐车和铁水罐车技术规范》YB/T4224-2010
- (9) 《安全阀安全技术监察规程》TSGZF001-2006
- (10) 《钢铁冶金企业设计防火标准》GB50414-2018
- (11) 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB51309-2018
- (12) 《钢铁企业总图运输设计规范》GB50603-2010
- (13) 《钢铁工业除尘工程技术规范》HJ435-2008
- (14) 《生产安全事故应急演练基本规范》AQ/T9007-2019
- (15) 《社会单位灭火和应急疏散预案编制及实施导则》GB/T38315-2019
- (16) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020
- (17) 《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》GB39800.1-2020
- (18) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB4387-2008
- (19) 《室外排水设计标准》GB50014-2021
- (20) 《室外给水设计标准》GB50013-2018
- (21) 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014

- (22) 《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》 GB/T3766-2015
- (23) 《起重机械安全技术规程》 TSG51-2023
- (24) 《钢铁企业冶金设备基础设计规范》 GB50696-2011
- (25) 《钢铁企业管道支架设计规范》 GB50709-2011
- (26) 《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012
- (27) 《工业循环冷却水处理设计规范》 GB/T50050-2017
- (28) 《35kV~110kV 变电所设计规范》 GB50059-2011
- (29) 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
- (30) 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053-2013
- (31) 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
- (32) 《通用用电设备配电设计规范》 GB50055-2011
- (33) 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-2010
- (34) 《外壳防护等级 (IP 代码)》 GB/T4208-2017
- (35) 《剩余电流动作保护装置安装和运行》 GB/T13955-2017
- (36) 《用电安全导则》 GB/T13869-2017
- (37) 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T50065-2011
- (38) 《系统接地的型式及安全技术要求》 GB14050-2008
- (39) 《图形符号 安全色和安全标志 第 5 部分：安全标志使用原则与要求》
GB/T2893.5-2020
- (40) 《安全标志及其使用导则》 GB2894-2008
- (41) 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005
- (42) 《消防应急照明和疏散指示系统》 GB17945-2010
- (43) 《危险化学品重大危险源辨识》 GB18218-2018
- (44) 《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
- (45) 《工业循环水冷却设计规范》 GB/T50102-2014
- (46) 《冶金起重机技术条件第 1 部分：通用要求》 JB/T7688.1-2008
- (47) 《起重机械安全规程 第 1 部分：总则》 GB/T6067.1-2010
- (48) 《起重机 安全标志和危险图形符号 总则》 GB/T15052-2010

- (49) 《起重机安全使用第 1 部分：总则》GB/T23723.1-2009
- (50) 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》GB4053.1-2009
- (51) 《固定式钢梯及平台安全要求第 2 部分：钢斜梯》GB4053.2-2009
- (52) 《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》GB4053.3-2009
- (53) 《个体防护装备配备规范 第 3 部分：冶金、有色》GB39800.3-2020
- (54) 《特种设备使用单位安全管理通则》T/GDASE0019-2020
- (55) 《机械电气安全机械电气设备第 1 部分：通用技术条件》GB/T5226.1-2019
- (56) 《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019
- (57) 《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010
- (58) 《生产过程安全卫生要求总则》GB/T12801-2008
- (59) 《带式输送机工程技术标准》GB50431-2020
- (60) 《带式输送机 安全规范》GB14784-2013
- (61) 《企业职工伤亡事故分类》GB6441-1986
- (62) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T13861-2022
- (63) 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB7231-2003
- (64) 《压力管道规范 工业管道 第 6 部分：安全防护》GB/T20801.6-2020
- (65) 《生产设备安全卫生设计总则》GB5083-1999
- (66) 《冶金企业火灾自动报警系统设计》YB/T4125-2005
- (67) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T 13861-2022)
- (68) 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116-2013
- (69) 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015
- (70) 《消防控制室通用技术要求》GB25506-2010
- (71) 《深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程》GB16912-2008
- (72) 《安全评价通则》AQ8001-2007
- (73) 《安全预评价导则》AQ8002-2007

1.3 评价范围

本次安全评价对象为：海城市恒盛铸业有限公司精炼炉技术改造项目。

评价范围为：车间工艺平面布置、生产工艺及设备设施、公辅设施及安全管理等。既有钢水吊运、钢包烘烤均为利旧。

主要建设内容包括：改建 2 台 50 吨的 LF 精炼炉及其配套设施，主要包括：钢包车系统、水冷炉盖、电极升降装置、炉盖升降装置、加热机架及导向滚轮组装置、短网、液压系统、底吹氩系统、气动系统、冷却水系统、手动测温取样装置、电极存放站、集中润滑系统、喂丝装置、投料系统等。

1.4 评价程序

本安全预评价工作是按照《安全预评价导则》的要求进行。安全预评价程序，如图 1.4-1 所示。

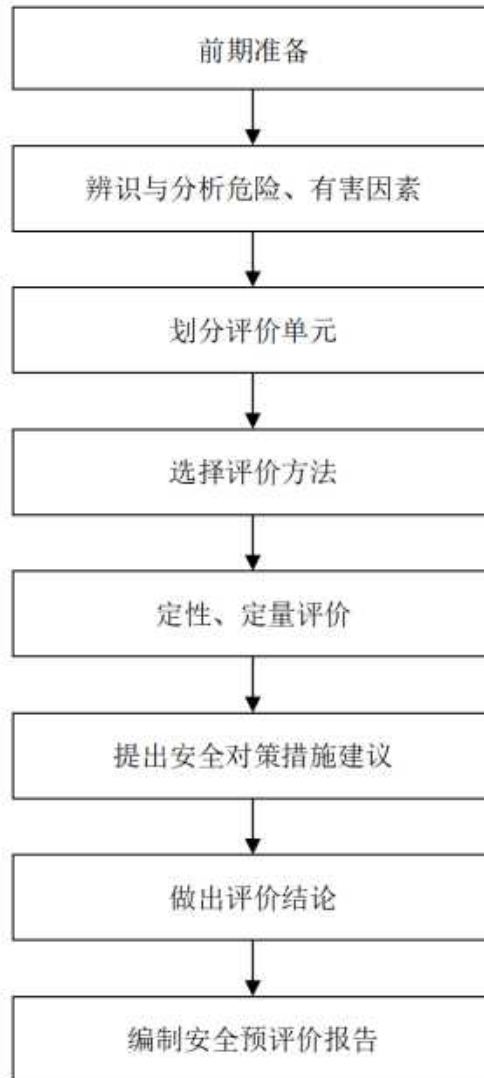


图 1.4-1 安全预评价程序图

2 建设项目概况

2.1 建设单位简介

海城市恒盛铸业有限公司成立于 2000 年 03 月 20 日，注册地位于辽宁省鞍山市海城市腾鳌镇南山街 18 号，法定代表人为陆晓东。经营范围包括许可项目：铁路运输设备制造，建筑用钢筋产品生产，道路货物运输（不含危险货物），货物进出口，技术进出口（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）一般项目：黑色金属铸造，钢、铁冶炼，铁合金冶炼，金属材料制造，钢压延加工，金属结构制造，金属表面处理及热处理加工，淬火加工，再生资源加工，金属废料和碎屑加工处理，高铁设备、配件制造，机械零件、零部件加工，金属矿石销售，非金属矿及制品销售，生产性废旧金属回收，再生资源回收（除生产性废旧金属），金属制品销售，高性能有色金属及合金材料销售，有色金属合金销售，机械零件、零部件销售，金属材料销售，金属结构销售，再生资源销售，高铁设备、配件销售，高品质特种钢铁材料销售，铁路运输基础设施销售，金属制品研发，热力生产和供应（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

2.2 建设项目概况

项目名称：海城市恒盛铸业有限公司精炼炉技术改造项目

项目投资额：1000 万元

50tLF 炉成套设备主要包括：钢包车系统、水冷炉盖、电极升降装置、炉盖升降装置、加热机架及导向滚轮组装置、短网、液压系统、底吹氩系统、气动系统、冷却水系统、手动测温取样装置、电极存放站、集中润滑系统、喂丝装置、投料系统等。

主要产品：为普通碳素钢（Q195-Q255）、优质普通碳素钢（08、08A1、20、45）、低合金高强度钢（Q295、Q345）等。

2.3 地理位置及周边环境

本项目位于辽宁省鞍山市海城市腾鳌镇南山街 18 号海城市恒盛铸业有限公司厂区内。

腾鳌镇地处辽宁省南部，辽东半岛北端。北靠鞍山市，与辽阳市、台安县临界，西部与高坨镇接壤，南部与耿庄、南台镇相接，东部与汤岗子新城毗邻。

本项目地理位置，见图 2.3-1。



图 2.3-1 项目地理位置示意图

本项目位于海城市恒盛铸业有限公司的西北角的炼钢连铸厂房内。厂房西面隔厂区道路为围墙，墙外为耕地，北面隔厂区道路为围墙，墙外为耕地，东面约 30m 为公司 6500 制氧、约 40m 为水泵房、约 120m 为 30000 制氧、约 50m 为转炉煤气柜。

炼钢连铸厂房周边环境，见图 2.3-2。

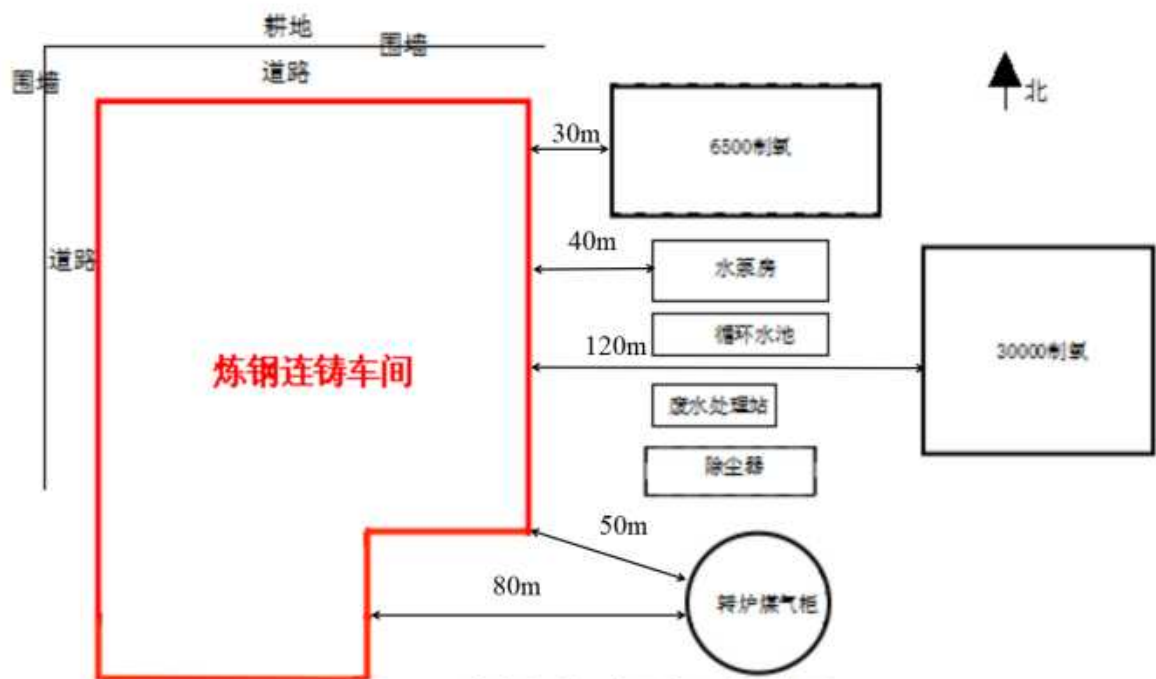


图 2.3-2 炼钢连铸厂房周边环境示意图

2.4 自然条件

2.4.1 气象条件

腾鳌地区属温带半湿润季风气候。其特点是：四季分明、雨热同季、干冷同期、温度适宜、光照充裕。

(1) 气温

平均气温	8.6℃
极端最高气温	36.9℃
极端最低气温	-30.4℃
最热月平均气温	28.7℃
最冷月平均气温	-20.4℃

(2) 湿度

年平均湿度	68%
最大月平均湿度	87%
最小月平均湿度	42%

(3) 降雨量

年平均降雨量	790.9mm
日最大降雨量	141.2mm

月平均最大降雨量	172.5mm
(4) 气压	
年平均气压	102.22kPa
(5) 风	
平均风速	2.6m/s
最大风速	21.06m/s
主导风向:	夏季: 东南 冬季: 东北
(6) 雷暴日	
年平均雷暴日数	36d
(7) 积雪深度	
最大积雪深度	0.33m
(8) 冻土深度	
最大冻土深度	143cm
(9) 风压、雪压	
基本风压: 0.5kN/m ² (50 年一遇)	
基本雪压: 0.4kN/m ² (50 年一遇)	

2.4.2 地质、水文条件

项目所在地区无江河流过, 无洪涝灾害之虞。地下水主要靠大气降水补给。地下水见水位约 7m~8m, 水量丰富, 可饮用。

2.4.3 地震烈度

本项目所在地区的抗震设防烈度为 8 度, 设计基本地震加速度 0.2g, 设计地震分组为第二组。

2.5 总平面布置

2.5.1 总平面布置

本项目位于海城市恒盛铸业有限公司现有厂区内, 2 台 50tLF 炉建设在原有炼钢连铸车间的北侧与中部, 本项目的主控室、液压站等辅助用房布置在 LF 炉的西侧, 具体平面

布置见图 2.5-1。

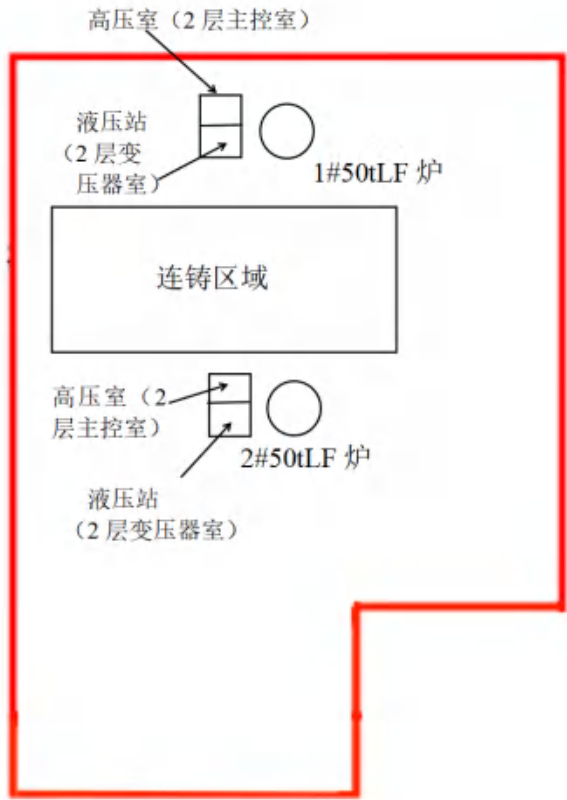


图 2.5-1 本项目平面布置简图

2.5.2 主要建构筑物

本项目涉及的主要建构筑物主要为主控室、液压站、高压室以及变压器室等，均布置在 LF 炉的西侧，具体情况见表 2.5-1。

表 2.5-1 主要建构筑物一览表

序号	建筑物	占地面积	层数	火灾危险类别	耐火等级	结构型式	备注
1	1#高压室	62 m²	2	戊	二	钢砼框架	2 层主控室
2	1#液压站	50 m²	2	丙	二	钢砼框架	2 层变压器室
3	2#高压室	43 m²	2	戊	二	钢砼框架	2 层主控室
4	2#液压站	44 m²	2	丙	二	钢砼框架	2 层变压器室

2.6 主要生产工艺、设备

2.6.1 生产工艺

(1) 转炉出钢到 LF 炉就位

出钢前，钢包烘烤 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ ，出钢结束后，吊包至 LF 炉钢包车坐包，接通底吹氩，钢包车运行至加热工位。

(2) LF 炉精炼处理

钢包就位后，炉盖下降到位，电极下降，送电加热。加热过程中，通过投料系统加入造渣料，通过底吹氩系统按工艺要求进行吹氩搅拌。加热 10min 钟左右，渣料完全熔化取样、测温，将试样送至化验室进行快速分析，等待化验结果期间继续加热。

化验结果出来后，LF 炉投料系统 PLC 指令，将所需物料输送至 LF 炉受料斗，启动受料斗插板阀，合金料即可加入钢包，从而达到合金调整之目的。第二阶段送电一定时间后停电，进行测温、取样，然后自动调整电压、电流保温，等样，继续加还原剂，样回后，停电测温，温度达标，成分合格后，升起电极。

氮气用气点：炉门气缸、喂丝机气缸、氮封插板阀气缸、电极吹扫等。

(3) LF 炉离位至连铸机浇注

电极升起后，升起炉盖，并进行软吹（根据工艺要求），钢包车运行至吊包工位喂丝，喂丝完成后，吊包（断开氩气）至连铸机浇注，完成 LF 炉一个周期的处理。

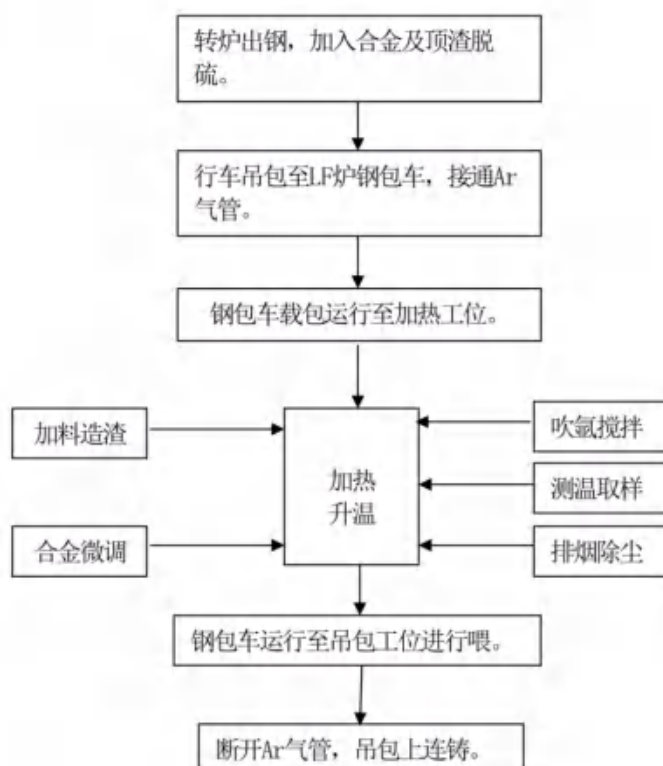


图 2.6-1 生产工艺流程图

2.6.2 主要设备情况

本项目 LF 炉主要规格和技术参数，见表 2.6-1。

表 2.6-1 LF 炉主要规格和技术参数一览表

序号	技术参数名称	单位	技术参数	备注
1	钢包			
	钢包公称容量	t	60	
	最大出钢量	t	50	
	钢包上口直径	mm	Φ3000	
	钢包总高	mm	3600	
	钢包吊重	t	91	考虑 50t 钢水
2	钢包车			
	最大承载	t	120	
	行走速度	m/min	2~20	
	驱动方式		电机-减速器	变频调速
	定位精度	mm	±10	
3	水冷炉盖			
	炉盖型式		管式水冷炉盖	
	钢包盖直径	mm	~ Φ3416	
	水冷炉盖提升高度	mm	~500	
	水冷炉盖提升速度	mm/s	0~50	
	紧急提升响应时间	ms	150	
4	电极升降装置			
	石墨电极直径	mm	Φ350	
	电极分布圆直径	mm	~ Φ650	
	电极升降行程	mm	~2500	
	电极升降速度 (升/降)	m/min	4.8/3.6	自动
			6/4.8	手动
	电极升降响应时间	s	0.1	
5	液压系统			
	工作压力	MPa	10~ 12	
	工作介质		水乙二醇	
	恒压变量柱塞泵	台	2	1 用 1 备

序号	技术参数名称	单位	技术参数	备注
	电液比例阀	台	4	3 用 1 备
	皮囊储能器组	组	1	4×100L
	油箱	L	3000	
6	集中润滑系统	套	电动润滑	
7	氩气系统			
	吹氩工作压力	MPa	0.8~1.0	
	事故吹开压力	MPa	1.6	
	氩气流量 (2 回路)	NL/min	2×(10~500)	单路最大 800 可调, 具备 高压吹堵和漏气检查功能
	氩气调节精度	NL/min	±3	
8	氮气吹扫系统			
	工作压力	MPa	0.4~0.6	
	流量	Nm³/h	~10	
9	水冷系统			
	冷却水流量	m³/h	~400	
	进水压力	MPa	0.4~0.6	回水压力 0.2MPa
	进水温度	°C	≤35	
	回水温度	°C	≤55	
10	电极存放站	套	4	
11	喂丝机	套	2	
	喂丝机型式		双线喂丝	
	喂丝速度	m/min	0~300	PLC+双变频调速
	喂丝线径	mm	φ8~φ18	
12	投料系统			
	高位料仓数量	个	8	
	高位料仓容积	m³	2×10m³+6×6m³	
	称量斗容积	m³	2×1.5m³	
	振动给料机	个	10	
	系统称量精度	%	≤0.5	

序号	技术参数名称	单位	技术参数	备注
	纵向水平皮带机	套	1	
	大倾角皮带机	套	1	
13	短网			
	阻抗不平衡系数	%	≤ 4.5	
	水冷电缆		6 根	
	阻抗绝对值	m Ω	$\leq 0.65 + j2.4\text{m}\Omega$	
	钢水升温速度	°C/min	≥ 4.5	
14	变压器			
	变压器额定容量	MVA	12	
	一次电压	kV	10	
	二次电压	V	300~272~216	13 级有载调压
	二次电流	A	25470	
	变压器冷却方式		OFWF	强油循环水冷
15	除尘系统			
	烟尘捕捉形式		炉盖侧吸+密闭罩	
	除尘风量	m ³ /h	220000	
16	考核指标			
	钢水平均升温速度	°C/min	≥ 4.5	
	平均电耗	kWh/°C·t	≤ 0.65	
	平均电极消耗	kg/kWh	≤ 0.012	

2.6.3 主要原材料及能源动力消耗

原辅材料消耗，见表 2.6-2。

表 2.6-2 原辅材料消耗一览表

序号	名称	火灾危险性类别	单位	数值
1	造渣料	戊	kg/t 钢水	1
2	合金料	戊	kg/t 钢水	4
3	Ca-Si 丝	戊	kg/t 钢水	0.3
4	Al 丝	戊	kg/t 钢水	0.5
5	电极	戊	kg/kWh	0.012
6	氩气	戊	NL/min	2×(10~500)
7	氮气	戊	Nm ³ /h	10
8	润滑油	丙	t/a	2

序号	名称	火灾危险性类别	单位	数值
9	水乙二醇液压油	戊	t/a	2
10	变压器油	丙	t/a	1

2.7 公辅设施

2.7.1 供配电设施

钢包精炼炉电气系统包括变压器、高压供电系统、低压电控系统、PLC+LED 系统四大部分。

(1) 10kV 高压供电系统

高压供电系统由进、出线真空断路器、电压互感器、电流互感器、氧化锌避雷器保护装置、阻容吸收器等组成。

高压系统电控柜主要包括：高压进线柜、PT 柜、高压出线保护柜、直流屏。

在高压室安装三面高压开关柜，分别为高压进线柜、PT 柜、高压出线保护柜。高压开关柜选用 KYN28-12 柜型。进线柜采用施耐德真空断路器、出线柜采用西门子真空断路器，真空断路器合闸回路采用防跳装置，克服真空触头反复合、分导致的电弧重燃，有效延长触头寿命。微机综保采用国产品牌，主要完成变压器各项保护。预留 RS485 通讯接口，MODBUS RTU 协议与 PLC 通讯。

出线保护柜配有以及阻容吸收及氧化避雷器，可迅速恢复变压器和电压互感器状态，有效防止操作过电压和浪涌过电压，对变压器和电压互感器的绝缘造成的危害。

进、出线柜具备就地/远程操作选择；合/分闸操作按钮；试验/工作位置信号灯、微机综保及 PLC 操作投入连接片等功能。真空断路器柜工作状态送 PLC 系统，并在 HMI 上显示。

(2) 精炼变压器 12000kVA/10kV

包括变压器本体，变压器有载调压开关、开关操作箱、释压器以及油水冷却器及变压器所带全部附件。

精炼炉用变压器为钢液升温来提供能量。和电弧炉相比，钢包炉液面平静，电弧稳定，熔池面直径和自由空间比电弧炉要小，为了兼顾获得尽可能高的升温能力，尽可能小的包衬损耗，采用低电压大电流超短弧操作，考虑到平衡生产所必需的升温能力，选用精炼炉专用变压器 12000kVA/10kV，顶进侧出线。

(3) 低压电气系统

低压电气系统由低压动力柜、液压控制柜、钢包车控制柜、投料控制柜、炉体 PLC 柜、电极调节器 PLC 控制柜、精炼炉主操作台、炉前操作台、投料操作箱、现场检测仪表和传感器、限位开关等设备组成，低压电控柜采用 GGD 型低压开关柜，采用表面喷塑处理，外形美观。

（4）自动控制系统

自动控制系统由两套 1500 系列 PLC 及二套工控机组成，工控机装有系统软件及编程软件，完成 LF 炉生产流程及重要设备运行状态及参数的监控，PLC1 为炉体控制，PLC2 为调节器控制，工控机作为上位监控机，PLC 与上位机系统连接实现实时监控。PLC 和工控机间构成基础级自动化，基础级控制系统通过网络可实现 PLC 之间、PLC 与上位监控机间数据传递和交换，满足数据传输的实时性、准确性和可靠性，确保系统正常运行。

（5）照明系统

- ①区域照明包括室站所照明、平台照明，电源取自 LF 区域照明配电箱（柜）；
- ②建筑物如主控室、变压器室、高压室、液压站等设置照明灯具；
- ③根据规范在各平台、主要出入口等地方需要加强照明强度，平台采用金属卤化灯照明灯具。

（6）接地系统

为确保系统不受干扰，可靠运行，接地方式为 TN-C-S。

本系统有以下几种接地：

- ①三相四线制电源地：N 接地电阻小于 10Ω 。

所有 220V 电源的零线接 N 点。

- ②保护地：PE。接地电阻小于 4Ω 。

所有用电设备（包括 PLC、控制柜、操作台等的外壳接 PE）须重复接地。

- ③信号地：TE。接地电阻小于 1Ω 。

PLC、计算机输入信号地屏蔽层接 TE。

2.7.2 给排水设施

（1）水源

LF 炉安全供水（炉盖）系统补水由厂区工业新水原有循环水池供给。

供水温度 夏季最高 35°C

回水温度	夏季最高 55℃
供水压力	0.4-0.6MPa
清洁系数	0.7
PH 值	7.5

(2) 安全供水设施

LF 炉冷却水为不允许间断供水用户，在事故状态下必须考虑紧急供水措施，以保证设备安全。LF 炉冷却水电源引自厂区原有变电站，为二级负荷，满足要求。

(3) 排水系统

生产用循环水为自循环系统，生产排水主要来自各循环系统不平衡时溢流、排污、洒扫用水等，均利用原有排水系统就近排入厂区排水管网。

2.7.3 动力设施

(1) 氩气供应

氩气由气源过滤装置、压力调节单元、进口质量流量控制器、电磁阀等组成，可同时向两包钢水进行吹氩，具有独立调节功能。

吹氩过程可以按设定工艺程序由 PLC 自动完成，也可手动控制。

系统中设置相应的手动球阀及旁路以便于在线检修，并设置事故破吹旁路，在透气塞发生堵塞时，启动此电磁阀可实现高压破吹（1.6MPa），同时，每台钢包车另设一吹氩回路，从氩气总管直接引入，设置于主操作平台两侧。

所有阀门、管件按 4.0MPa 压力设计。

设备组成：

氩气柜	1 套
现场操作箱	2 套
阀门及管道	1 套
气源过滤装置	1 套
一体化质量流量控制器	2 套

主要技术参数：

氩气供气压力	1.6MPa
氩气纯度	99.99%

氩气工作压力	0.8~1.0MPa
事故状态氩气压力	1.6MPa
氩气耗量	$2 \times (10 \sim 500) \text{ NL/min}$

(2) 氮气供应

氮气用户点：炉门气缸、喂丝机气缸、氮封插板阀气缸、电极吹扫等。

气动系统集成在一个柜体中，包括总进气阀门、过滤器、减压阀、压力表、油雾器及空气净化附件、系统配管及控制阀门、动作控制电磁阀。

设备组成：

气体三联件	1 套
阀门	全套
电磁阀	全套
管道及附件	全套
柜体	1 面

技术参数：

压力	0.4~0.6MPa
耗量	$10 \text{ Nm}^3/\text{h}$ （间隙用气）

2.7.4 除尘设施

半密闭式除尘罩管道——用于收集 LF 炉处理过程中从炉盖外溢的烟尘。

投料系统除尘管道——用于收集高位料仓上料时以及投料过程产生的烟尘。

四孔管道——用于收集冶炼过程中从炉盖收集的烟尘。

2.7.5 消防系统

(1) 消防水

利用原有室内外消防给水系统。

(2) 灭火器

变压器室、高压配电室、液压站、主控室等建筑物按要求设置灭火器。

2.8 组织机构及劳动定员

公司已建立了完整的管理体系和生产体系，本项目无新增劳动定员，所需人员通过

内部调配解决。

本项目沿用原有工作制，车间采用白班、夜班工作制，每班工作 8h。

3 主要危险、有害因素识别与分析

3.1 危险有害因素分类依据

根据《危险化学品名目录（2015版）》、《企业职工伤亡事故分类标准》、《生产过程和危险有害因素分类与代码》等标准，结合项目生产的工艺特点和具体情况进行危险、有害因素的辨识与分析。

3.2 建设项目固有危险有害因素辨识与分析

3.2.1 精炼炉生产

(1) 钢包车运行不稳，在精炼过程中钢水外溢，炙热的钢水遇可燃物如电缆、电线引起火灾；

(2) 精炼炉炉下区域、炉下漏钢坑内存在积水，钢水遇水可引起钢水爆炸；

(3) LF 炉精炼期间向精炼炉内添加潮湿合金料；

(4) LF 精炼炉炉盖、夹持石墨电极的电极夹等水冷件漏水，漏入精炉内可引起钢水爆炸等。

(5) 钢水包滑动水口损坏，漏钢。

事故后果：人员重大伤亡和系统严重破坏

3.2.2 供配电设施

(1) 变压器存在制造缺陷，日常维护或检修不当或造成绝缘材料、变压器油过热，长期过负荷运行等，使内部线圈绝缘损坏；

(2) 电缆的内因火灾：电缆的设计、材质、安装不当，导致电缆发生短路、过载、局部过热、电火花或电弧、电缆接头爆炸等；使绝缘材料在高温作用下，绝缘下降，加速老化；

(3) 用电超负荷，运行设备过热，过负荷报警保护器失灵；

(4) 配电室避雷系统失灵；

(5) 未采取防止小动物进入变配电室，造成短路引起火灾；

(6) 电缆接头过热、造成电缆着火；

(7) 接线错误;

(8) 绝缘损坏;

(9) 机械损伤所致;

(10) 配电室内存有易燃、可燃物品;

(11) 配电室、主控室等处没有按规定设置火灾自动报警系统, 高低压配电室等处没有按规定设置消防应急和消防器材等, 致使火灾发生时, 人员未及时采取有效防护措施, 导致火灾事故的扩大化。

(12) 电缆局部未涂刷防火涂料或是局部未用防火带、防火槽盒等。

事故后果: 引起火灾, 造成人员重大伤亡和系统严重破坏

3.2.3 给排水设施

本项目生产过程中使用冷却水冷却设备, 若供水出现故障、水质不良或供水能力不能满足生产要求, 则可导致设备烧穿甚至引起火灾、爆炸事故。

3.3 物料的危险与有害性分析

LF 钢包精炼生产是重要的炉外精炼手段, 其生产工艺已纳入《金属冶炼目录(2015年版)》, 对应的类别名称为“炼钢”, 对应的代码为 C3120, 属于金属冶炼安全监管的范围。

本项目生产中涉及的主要危险物料为钢水(含熔渣)、氩气、氮气、变压器油、润滑油、水乙二醇液压油, 物料危害性较小。物料信息汇总如表 3.3-1 所示。

表 3.3-1 主要危险物料汇总表

序号	名称	存在的装置或场所	危险性类别	CAS 号	火灾危险性	是否为危化品	是否重点监管危化品	危化品序号
1	钢水(含熔渣)	精炼跨钢包	难燃物质	-	丁类	否	否	-
2	氮气	氮气管道	第 2.2 类不燃气体, 窒息性气体	7727-37-9	戊类	是	否	172
3	氩气	氩气管道	第 2.2 类不燃气体, 窒息性气体	7440-37-1	戊类	是	否	2505
4	变压器油	变压器室	可燃液体	-	丙类	否	否	-
5	润滑油	管道	可燃液体	-	丙类	否	否	-
6	水乙二醇液压油	管道及液压站	不燃液体	-	戊类	否	否	-

3.3.1 钢水（含熔渣）

钢水（含熔渣）主要是指 LF 精炼生产中涉及的钢水、精炼渣及熔融态钢水覆盖保温剂。钢水的温度一般在 1300℃ 到 1700℃ 之间，是典型的高温热源。钢水的热量通过热对流、热辐射和热传导对工艺设备，以及工艺设备周围建（构）筑物、生产设备和人员造成危害，包括造成降低建（构）筑物和设备的强度甚至会导致烧损和变形；钢水发出的强热辐射不仅能直接灼伤人体使人难以忍受，吸入高温气体而窒息；而且会导致影响范围内的温度升高，岗位操作人员在高温工作环境下长期工作，使人体散热困难，引起体内蓄热、体温上升，产生热痉挛甚至热衰竭。

钢水存在爆炸、喷溅、泄漏等安全风险、易造成群死群伤事故是其纳入高危行业管理最主要的原因。钢水泄漏的原因可能包括钢包泄漏或吊运的钢包起重机因采用非铸造起重机、起重机之间碰撞及起重工误操作等引起的钢包倾翻、钢水和炉渣外溅、钢包水口失控等。钢水喷溅的主要原因包括，造渣剂、钢水覆盖剂潮湿，喂丝反应剧烈、电极加热过程钢水受热不均、钢包炉衬脱落等。冷却水进入钢水与熔渣内部导致爆炸的性质加重了钢水的危害性，接触的水可能来自钢包盖漏水、烟罩漏水，还包括潮湿的物料、潮湿的炉衬及钢水与熔渣泄漏时接触的车间潮湿、积水的地面等。

3.3.2 氮气、氩气

氮气为危险化学品，其危险化学品序号为 172，UN 号为 1066；氮气常温下是一种无色、无味、无臭的不燃烧气体；在标准状态下密度为 1.25kg/m^3 。

氩气为危险化学品，其危险货物编号为 2505，UN 号为 1006。氩气常温下是无色、无味的惰性气体；在标准状态下密度为 1.38kg/m^3 。

氮气、氩气的危险性是由于氮气、氩气在密闭或有限空间、密闭空间、半封闭空间通风不良时聚集，使该空间内氧气含量下降，操作人员一旦进入会发生缺氧窒息。据《缺氧危险作业安全规程》（GB8958-2006）的规定，当作业场所的氧气含量低于 19.5% 的时候，定为缺氧。轻度的缺氧反应，使人呼吸量增大，脉搏加快，注意力和思维能力明显减弱，肌肉的协调运动失调；呼吸的气体中氧气的含量低于 6% 的时候，会即刻窒息死亡。

3.3.3 油品类

（1）润滑油

润滑油为可燃液体，不属于危险化学品，闪点约 180~200℃、自燃点 300-380℃。按照现行标准《建筑防火设计规范》火灾危险性分类，润滑油为丙类火灾危险性物质。润滑油在使用和存储发生泄漏，受生产热源的影响达到自燃点或者遇到明火等都会燃烧，难以扑灭，易烧损设备和站房酿成火灾。此外，长期或持续接触油品会刺激皮肤，导致油脂性粉刺或皮囊炎等疾病。

（2）变压器油

变压器使用的变压器油，主要是由环烷烃、烷烃和芳香烃构成，可燃，具刺激性，闪点 135~160℃，为高闪点丙 B 类可燃液体。

危险特性：受热的影响，变压器油会分解出气体和聚合物，有引起火灾和爆炸的危险；变压器油作为电力绝缘化合物，含多氯联苯，多氯联苯被人体吸收后将导致人体发生癌变，并导致人体胎儿畸形；一旦污染土壤或水源后将难以控制。

泄漏处理：迅速撤离泄漏污染区人员至安全区，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄漏源。小量泄漏：用砂土或其它不燃材料吸附或吸收。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至槽车或专用收集器内。

灭火方法：消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。

（3）水乙二醇液压油

LF 钢包炉液压系统采用的液压介质为水加乙二醇，水加乙二醇是一种呈透明的真溶液，具有良好的稳定性和流动性，高的粘度指数。其难燃性决定于水含量，水量低于 35% 会大幅度降低，并且粘度显著增加。液压系统压力最高压力达 16MPa，一旦发生泄漏将冲击力巨大，高压油箱超压也可发生物理爆炸。

3.4 生产工艺、设备设施危险有害因素分析

3.4.1 主体生产系统存在的危险、有害因素分析

（1）钢水（含熔渣）泄漏、喷溅、爆炸

1) 钢水（含熔渣）泄漏、喷溅、爆炸的危害性

钢水在 LF 炉精炼过程中有发生泄漏、喷溅和爆炸的可能。喷溅是指熔池中瞬间产生大量气体并释放将金属和熔渣托出炉外，常见的喷溅类型为泡沫性喷溅，金属喷溅和爆发性喷溅。爆炸产生的机理主要是水进入高温金属液和熔渣内部或下部，迅速汽化、大量能量瞬间释放，它既在炉内、炉外均可能发生。钢水（含熔渣）的喷溅和爆炸是精炼生产过程中威胁现场工作人员安全的主要安全风险。LF 精炼过程中可能发生喷溅与爆炸事故，轻者会引起现场人员的灼烫伤害、设备的损毁；严重时，会导致人员的重大伤亡和炸毁设备、厂房而严重影响生产，还可能诱发火灾等二次事故。如失去控制的高温金属液与熔渣遇到地面水时，会使水急剧汽化，发生物理性爆炸，二次爆炸的能量会对人员造成严重的灼烫伤害，甚至致死，并对现场设备造成巨大破坏。因此，泄漏、喷溅与爆炸事故的特点是事故波及面大、受伤害人员多、易诱发特大恶性伤亡事故。当发生爆发性喷溅和爆炸事故时，精炼平台和主控室岗位人员是直接受影响的人群。

2) 钢水（含熔渣）发生泄漏、喷溅、爆炸的原因分析

①钢包盖、烟罩等设备的冷却件冷却水中断，水遇热迅速汽化膨胀，若压力不能有效释放将发生爆炸；钢包盖、烟罩等设备的冷却件的高压水冷却装置漏水，进入钢水和熔渣内部。

②LF 炉电极质量差，供电不稳等原因会造成电极折断，落入金属熔池而引起大的喷溅。

③炉盖坍塌，耐火材料进入炉内，引起喷溅；电极升降控制系统断电，电极下插引起喷溅；精炼造时，由于强电流作业引起的喷溅；加入的精炼渣潮湿遇高温钢水易导致喷溅；喂丝速度过快引起喷溅。

④钢水罐重新砌炉衬后烘烤不充分，倒入钢水后发生喷溅。

⑤钢包内盛装钢液太满，起重吊运及钢包车运输时发生外泄；钢包水口发生泄漏。

⑥采用非铸造起重机吊运高温金属和熔渣，发生钢包倾翻；吊运钢水罐的起重机急走、急停时，造成钢水外溅。

⑦钢渣、钢水罐车、过跨车运行急走、急停造成熔渣喷溅、外溅。

⑧精炼区域及钢水包行走路线区域地面若有积水，当钢水（熔渣）因发生泄漏、喷溅与水触发生喷溅、爆炸；厂房漏雨、飘雪。

⑨LF 炉的水冷元件未设置出水温度、进出水流量差等监测报警装置，或者监测报警

装置未与炉体倾动、氧（副）枪自动提升、电极自动断电和升起装置联锁。

（2）灼烫

钢水的温度一般在 1300℃ 到 1700℃ 之间，是典型的高温热源。钢水的热量通过热对流、热辐射和热传导等方式对接触人员造成灼烫伤害。喂丝岗位在作业过程引起的喷溅是发生灼烫伤害的主要原因；生产过程中，发生钢水的泄漏、爆炸及其他喷溅也会引起灼烫伤害。熔渣等高温物质及钢包也可引起灼烫伤害。

（3）起重伤害

在 LF 炉精炼生产中，利用使用厂房内起重设备实现对钢水、合金料、散装料、电极等物料的吊运。起重伤害将是精炼生产中的主要危险因素之一。起重司机和指挥工是最易受到伤害的岗位。

1) 精炼生产起重作业特点

① 多为交叉配合作业。生产过程中需要起重机、钢包车、料仓等进行频繁的交叉配合作业。

② 作业环境复杂。工作环境温度高，设备要耐高温；起重作业环境还存在尘雾、强噪声的影响。

③ 事故危害性大。若出现钢包倾翻的情况，造成大量流散，会对现场设备和人员造成巨大伤害。

2) 起重机伤害类型

① 吊物坠落。钢水吊运未采用固定式铸造起重机；吊运过程中吊挂方式不当，吊具、索具选择不当，起升超载限制器失灵等原因可导致吊物坠落事故。坠落物可能对地面指挥或经过人员造成打击、烫伤等多种伤害。

② 起重机挤压碰撞。起重机机体与建（构）筑物、厂内设备之间的挤压；吊物、吊具与附近建（构）筑物、厂内设备之间的挤压；起重机、升降机自身结构之间的挤压事故。

③ 触电事故。起重机发生触电事故较多。事故原因包括起重机接地不良、电气设备绝缘差、司机违章带电作业，维修、保养人员作业过程中其他人员误合闸、起重机司机室和滑线位于同一侧但缺乏防护设施等。

④ 高处坠落。起重机的操作、检查、维修工作多是高处作业，梯子、栏杆、平台是起重机上的工作装置和安全防护设施，一旦防护设施不到位、操作人员有发生高处坠落

的危险。

3) 起重机伤害原因分析

①起重机的不安全状态，首先是设计不规范带来的风险，其次是制造缺陷，诸如选材不当、加工质量问题、安装缺陷等，使带有隐患的起重设备投入使用。大量的问题存在于使用环节，例如不及时更换报废零件、缺乏必要的安全防护、保养不良带病运转，造成运动失控、零件或结构破坏，未按期进行安全性能检测等。

②作业人员安全素养和培训问题，操作技能不熟练，缺少必要的安全教育和培训；无证上岗；违章违纪蛮干，不良操作习惯；判断操作失误，指挥信号不明确；起重司机和地面指挥调度人员配合不协调等。

③不良的环节和作业条件（如烟尘、噪声、照明等）、恶劣的气象条件（如温度、湿度、风速等）环境，都会直接影响作业人员的操作意识水平，使失误机会增多，身体健康受到损伤。

④安全管理缺陷，包括起重机选型不当如钢水液吊运冶金起重机选型不当等；对起重设备的管理和定期检测不到位；安全规章制度和岗位操作规程不健全或执行不到位等。

(4) 机械伤害

机械伤害的危险源包括：合金料、造渣料皮带运输机、钢包盖加揭盖升降机构、起重机挂钩、液压泵、润滑泵、除尘风机、驱动电机等。其中，高层平台设置的皮带运输机的头部与尾部、托辊与皮带接触部位等转动或传动部位是发生机械伤害的主要危险点；电极整備、安装和更换过程中是发生机械伤害的主要作业环节。

发生机械伤害的主要原因包括：操作人员与危险源之间安全距离不够；机械运动部位缺乏防护或者防护失效；升降及倾动机构运动部位防护缺陷、操作机械失灵；缺乏安全警示标志；作业场所照明不良；操作人员进行巡检或设备维修时，误操作、未按规定穿戴劳保用品等。

(5) 高处坠落

根据《高处作业分级》（GB/T3608-2008）的规定，凡是坠落高度高于基准面 2m 以上（含 2m）有可能坠落的高处进行的作业均称为高处作业。LF 钢包炉根据工艺需要设有多层高层平台，其主体工艺设施也布置在厂房 2 层平台上。若精炼各生产平台边缘和高、低平台之间的斜梯缺乏防护栏杆，或者防护栏杆高度不符合要求，或焊接不牢固，或防护设施因锈蚀、高温热辐射影响失去防护作用均可能导致高处坠落伤害。

高处坠落伤害常发生在起重设备、高架平台上设置设备的维修作业中，各车间物料的吊装口应特别引起注意。安装、更换电极、炉盖和烟罩处理等非常规操作时，因未系安全带，或安全带佩戴不正确，或与工艺操作工配合不当，很容易发生高处坠落伤害。

（6）车辆伤害

车辆伤害是指因撞车、翻车、轧辗等车辆事故引起的伤害。造成车辆伤害的包括物的原因、人的原因、环境原因以及安全管理因素。

①物的因素：厂区、厂房道路不合理、无明显导向或警示标志；出入口狭窄，车辆转弯半径大、厂内车辆与建、构筑物间的距离小；运输车辆安全防护装置不完善如转向、自动、喇叭、照明、后视镜和转向指示灯失灵；车辆保养修理不及时，带“病”运行。

②人的因素：驾驶员操作技能低，野蛮驾驶；缺乏安全意识依靠于习惯作业；操作者精力不集中；生理和心理状态不佳；司机无证驾驶；疲劳驾驶。

③环境因素：道路条件差、曲折，视线不良，照度不足等。

④管理因素：现场安全管理不严格，规章制度及操作规程不健全、落实不到位。

（7）触电

触电是电流的能量直接或间接作用于人体造成的伤害，触电包括电击和电伤两类。电击是电流通过人体内部所造成的伤害，主要影响呼吸，心脏和神经系统，使人体内部组织破坏乃至死亡；按照人体触及带电体的方式，电击可分为单相触电、两相触电和跨步电压触电。电伤是由于电流的热效应、化学效应、机械效应等对人体造成的伤害。电伤属局部伤害，常见于人的机体外部，包括电烧伤、电烙印、皮肤金属化、电光性眼炎等。LF炉采用大电流加热，在接触电气设备操作实现LF精炼过程中，由于电气线路绝缘损坏等原因使设备外壳意外带电，如果漏电保护、接地（接零）等保护等装置失效，可能发生触电事故。

（8）火灾

精炼区域为丁类火灾场所，发生火灾的可能性较小。

润滑系统采用可燃矿物润滑油，当润滑油从润滑装置、油箱及管道系统发生泄漏，可能引发火灾。发泄泄漏的原因包括设计和安装问题、冲击和振动、密封件损坏、冷却效果不良油温过高、油品杂质污染、持续的高压运行。泄漏的油品当距离热源过近受强热辐射影响；或者润滑系统间接冷却水供应不足，系统设备自身发热导致的热量积累形成内热源；或者润滑油品受到检修动火以及其他火灾影响会发生燃烧。当现场缺乏火灾

报警以及必要的消防设施如灭火器、消火栓等则会酿成火灾。当润滑站缺乏防止油品流散的设施则会引起火灾蔓延。

此外，当发生钢水（含熔渣）泄漏、喷溅、爆炸时，易引起二次火灾。

（9）中毒和窒息

氩气、氮气泄漏，局部气体浓度超标，可能引起窒息事故。特别是氩气易在低洼处聚集，应高度重视。

进入有限空间作业时，未实行作业审批制度，未做到“先通风、再检测、后作业”，未配备个人防中毒窒息等防护装备，未设置安全警示标识，未对作业人员进行安全培训，未制定应急措施，现场未配备应急装备，盲目施救等易发生中毒窒息事故。

（10）物体打击

物体打击指在重力或其他外力的作用下产生运动，打击人体造成人身伤亡事故（不包括因机械设备、车辆、起重机械、坍塌等引发的物体打击）。

作业人员在高处作业平台进行检修、维修和巡检时，如果作业平台没有防护栏杆及踢脚挡板或设置的护栏、踢脚挡板有缺陷，高处作业平台物料摆放不规范、不整齐，人员作业时意外将工具、物料掉落等，均可能砸伤下面作业人员，造成物体打击伤害。

3.4.2 辅助生产系统危险有害因素分析

（1）供配电系统

1) 火灾

①油浸变压器的火灾危险性

油浸电力变压器油箱内充有大量的绝缘油。变压器油的闪点在 135~140℃ 范围（闪点 > 60℃）之内，按照《建筑设计防火规范》的有关规定，为丙类火灾危险性物质。变压器由于制造方面缺陷、故障短路、油箱漏油等均有发生火灾的可能。变压器油发生泄漏而无防止流散的措施，一旦发生火灾，火势将随着流散的油品迅速蔓延。因此，应设置事故油坑等防止油品流散的措施。

②电缆火灾

电缆遇外来火源、热源或电缆短路很容易引起电缆着火，主要原因如下：电缆长期过负荷运行、过热等原因使电缆老化，绝缘强度降低，电缆绝缘击穿短路；电缆的终端头是电缆绝缘的薄弱环节，如果接头盒密封被破坏，水、潮气进入，均可使绝缘强度降

低，导致绝缘击穿短路；外部机械损伤也可使电缆的绝缘强度降低，绝缘层击穿短路产生电弧，将绝缘层和填料燃着起火；焊接作业时有焊渣落到电缆上，引起电缆着火。此外，电缆穿越建、构筑物处采取防火封堵或封堵破坏，一旦发生火情，有可能使事故蔓延扩大。

③配电设备火灾

据统计，由于电气原因所引起的火灾，仅次于明火所引起的火灾，在整个火灾事故中居第二位。其原因包括：线路短路；过载发热引起火灾；电气设备自身故障导致过热而引起火灾；接地不良引起雷电火灾；选择了不合格的电气设备；小动物进入电气设备内部引起短路；其他火灾引起的电气火灾等。

2) 触电

常见的触电事故包括电击和电伤两大类。发生触电事故时，电能直接作用于人体会造成电击；电能转化为热能作用于人体会造成电烧伤等。触电伤害会带来人员的伤亡和重大的经济损失。

①电击

电击事故是指电流通过人体，作用于人的心脏、中枢神经系统、肺部等，形成危及生命的伤害。按照人体触及带电体的方式，电击可分为单相触电、两相触电和跨步电压触电。根据国内外的统计资料，单相触电占全部触电事故的70%以上，防止触电事故的安全及时措施应将单相触电作为重点。

单相触电是指人体在接触地面或其他接地导体的同时，另一部分触及某一项带电体所引起的电击。发生单相触电的原因包括：在带电设备附近工作时，不符合安全距离或无监护措施；跨越安全围栏或超越安全警戒线，工作人员误碰带电设备；引线摆动碰地、触及带电体；电缆有残余电荷；工作人员擅自扩大工作范围而触及带电体；使用电动工具的金属外壳不接地，不戴绝缘手套；由于违章操作、违章指挥，操作人员误合闸而使检修人员触电；电气设备发生事故如绝缘损坏、等电位体之间跨接线损坏等造成的人体意外接触带电体、作业人员缺乏电气设备使用安全知识等。

②电伤

电伤是由于电流的热效应、化学效应、机械效应等对人体造成的伤害。电伤属局部伤害，常见于人的机体外部，包括电烧伤、电烙印、皮肤金属化、电光性眼炎等。在全部电烧伤的事故中，大部分事故发生在电气维修人员身上。

电烧伤是最为常见的电伤，大部分触电事故都含有电烧伤成分。电烧伤可分为电流灼伤和电弧烧伤。电流灼伤一般发生在低压电气设备上，电弧烧伤既可以发生在高压系统、也可以发生在低压系统。在供配电系统中，由于带负荷拉开裸露的低压刀开关产生电弧、低压线路短路导致开启式熔断器熔断继而造成金属微粒飞溅、误操作引起高、低压短路打弧、人体与高压带电体间距小于放电距离、作业人员缺乏电气设备使用安全知识、不遵守岗位安全操作规程等均能造成电弧烧伤。

3) 设备事故危险性分析

①污闪事故分析

在大雾、冰雪等恶劣气候条件下，绝缘极易被击穿，从而发生污闪事故。

②高、低压配电装置设备事故

若断路器操作机构卡涩，跳（合）闸线圈烧毁等，容易引起拒分或误动；若断路器内部绝缘强度降低引起短路事故等；若操作电源故障，操作电源电压降低，熔断器熔断，辅助接点接触不良等，造成断路器故障而拒动；

③过电压保护和接地网故障

若防雷保护装置存在故障或接地网接地电阻不合格、接地引下线热稳定容量不满足要求或接地装置地下直埋部分存在腐蚀、虚连、断裂等现象，在遭受雷击时，容易造成电气设备、建（构）筑物损坏。

④继电保护事故

继电保护装置是保证电厂、电网安全稳定运行的重要设施，若人员“三误”（即误整定、误碰、误接线）可能造成继电保护误动或拒动，导致重大设备损坏、全厂停电甚至电网瓦解等重大事故。

5) 停电导致的火灾爆炸和设备损坏

突然停电会导致生产系统电力驱动设备停止运行，进而引起设备动作停止，易造成火灾、爆炸事故。例如电极提升机构不能工作导致无法从钢水中提出，供水泵停止冷却件冷却不足发生导致爆炸，火灾时消防泵不能提供消防水，起重机停止运行导致钢包悬空，除尘风机停止运转导致转炉烟气外溢等。此外，自动化控制系统停电失控易引起精炼相关设备拒动或误动等。

(2) 给排水系统

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泵、冷却设施、循环水池等，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，作业或巡检人员在进行登高作业时，有发生高处坠落的可能；循环水池周围没有设置完善的防护栏杆、在醒目的位置没有设置安全警示标志，有发生人员落水淹溺的危险性。

2) 给排水供水能力不足引发的危险性

冷却水系统断电、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冷却水供应不足。冷却水供水能力不足，有发生冷却设备烧穿甚至爆炸的危险性。

(3) 氮气、氩气供应系统

氮气供应系统和氩气供应管道阀门故障、法兰垫片老化导致供气系统严密性不足；氮气阀门站、底吹氩气站通风组织差；不同工业气体介质管道之间标识不明造成与空气、煤气等其他管道介质之间误用等原因会造成局部区域发生氮气、氩气积聚，形成缺氧窒息环境。特别是氩气易在低洼处聚集，应予以高度重视。

未对有限空间场所进行风险辨识，不通风不检测，盲目进入有限空间等易导致窒息事故。发生中毒窒息事故盲目施救，则会导致事故扩大。

此外，钢包维修过程中也可能发生缺氧窒息危险。

(4) 消防设施

火灾场所火灾报警、灭火器或消火栓等消防设施未有效配置，一旦发生火情不能及时报警或扑灭，易导致火灾蔓延。

(5) 电讯设施

当电讯系统发生故障时，岗位之间不能及时、有效和准确的沟通，以及无法对现场实时监控，容易造成工况误判断和误操作，不能科学和及时处置，引发次生灾害。

(6) 有限空间作业中毒窒息危险性分析

精炼炉、钢水罐、除尘器、循环水池等有限空间作业中毒窒息危险性分析

1) 作业环境危险因素

有限空间内的氧气不足是经常遇到的情况，氧气不足的原因很多，如被密度大的气

体挤占、燃烧、氧化、微生物行为、吸收和吸附、工作行为(如使用溶剂、涂料、清洁剂或者是加热工作)等都可能影响氧气含量。作业人员进入后,可由于缺氧而窒息,而超过常量的氧气可能会加速燃烧或其他的化学反应。

有限空间内可能会存在很多的有毒气体,既可以是在有限空间内已经存在的,也可能是在工作过程中产生的。聚积于有限空间的常见有害气体有硫化氢、一氧化碳、甲烷、沼气等,这些都对作业人员构成中毒威胁。

2) 作业过程危险因素

有限空间内作业时所用机械设备,若安全防护装置不当而失效或操作失误,运转部件触及人体或设备发生破坏,碎片飞出,都有可能造成机械损伤事故。在具有湿滑的表面的有限空间作业,有导致人员摔伤、磕碰等的危险。

循环水池的作业现场有导致人员遇溺的危险。

作业现场电气防护装置失效或误操作,电气线路短路、超负荷运行、雷击等等都有可能发生电流对人体的伤害,而造成伤亡事故的危险。

3) 作业流程危险因素

未制定有限空间作业的操作规程、操作人员无章可循而盲作业,操作人员在未明了作业环境情况下贸然进入有限空间作业场所,误操作生产设备、作业人员未配置必要的安全防护与救护装备等,都有可能导致事故的发生。

4) 作业管理危险因素

安全管理制度的缺失、有关部门没有编制专项作业方案、没有应急救援预案或未制定相应的安全措施,缺乏岗前教育及进入有限空间作业人员的防护装备与设施得不到维护和维修,是造成该类事故发生的重要原因。

3.5 厂内运输危险有害因素辨识与分析

厂区道路不顺畅,如乱堆乱放占用道路;物流、人流混合;路面宽度不够;转弯半径不足,可能引起车辆伤害。

若厂内运输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,厂内运输可能存在的主要危险因素有车辆伤人、机械设备伤人、间接导

致火灾等。

3.6 安全管理影响辨识与分析

《生产过程危险和有害因素分类与代码》中将生产过程的危险和有害因素分为人的因素、物的因素、环境因素和管理因素。其中，安全管理包括人的因素和管理因素两个方面。统计结果表明，85%的事故与管理因素有关。安全管理和安全技术措施作为安全生产工作的两个方面，缺一不可，作为管理和技术人员的过失，则有可能发生灾难性事故。

3.6.1 安全管理组织机构不健全

安全管理组织机构不健全或没有配备专职安全管理人员，一方面不符合国家法律的要求；另一方，安全管理工作无法实现专业、系统和有组织的管理。

3.6.2 人的不安全因素

人的不安全因素主要表现在思想意识、技术和心理或生理方面。即意识不到“安全第一”在生产中的意义，麻痹大意；技术上不熟练，违章、缺乏处理事故的经验；过度疲劳或带病上岗、酒后上岗、情绪波动和逆反心理等也易造成事故发生。

3.6.3 安全管理制度不健全、执行不到位

安全管理制度的因素主要包括安全管理文件包括安全管理制度和岗位操作规程的完整性、合规性，以及安全管理文件的有效落实方面。在管理制度方面，若存在管理制度缺少、不完善等，或出现组织结构不完善、责任落实不到位，或出现管理漏洞，责任不明确，会导致事故的发生。安全管理制度不严格执行，会存在停流于形式的现象，从而导致各项安全管理工作不能有效开展。此外，现在随着技术的进步，和引进新工艺、新技术、新设备，如果不及时制定或修订相应的操作规程，也可能引发相应的事故。

管理制度上的危险有害因素分析如下：

安全生产管理人员若未经专业安全技术培训、未取得专业安全管理资质，就有可能发生指挥失误，导致事故；若特种作业人员、生产操作人员未经过专业安全技术培训，取得上岗证，就有可能发生操作失误，导致机械伤害、火灾爆炸等事故。

安全生产管理制度存在严重缺陷或安全生产管理制度执行不严，忽视安全生产现场监督管理，可能导致事故发生。

人员在操作电气设施时，存在由于违章而引起电击伤亡、电弧灼伤和设备短路损坏等事故的危险。

若未按规定建立生产设备安全技术档案、定期巡检、检验和维护保养，不能及时发现设备缺陷隐患，导致设备损坏，甚至可能引发火灾和人身伤亡。

如果没有制订相应的事故应急救援预案或预案不完善，没有落实应急救援预案的各项措施，可能导致重大的人员伤亡和财产损失事故。

制度不健全、相关防护用品、器具配备不足或缺陷，防护措施不到位，人员防护知识技能欠缺，很可能在发生事故时应急救援不力导致事故。

隐患排查、安全检查等落实不到位，可能导致设备等带隐患运行，若遇诱发因素，可导致事故发生。

事故发生后，上报事故信息程序不明确，可能导致领导、监管部门无法及时准确地了解事故信息，降低事故救援的效率。

3.7 自然环境及周边环境安全辨识与分析

3.7.1 自然因素的影响

(1) 地震

地震是地球内部运动产生的一种能产生巨大破坏能量的自然现象。本项目所在地区抗震基本烈度和设防烈度均为8度。地震可能直接造成建（构）筑物倒塌和设备、管道的破坏，从而造成危险物品泄漏，遇到点火源可能发生火灾、爆炸事故，还会造成次生灾害，严重时甚至造成人员伤亡。

(2) 雷电

雷电放电具有电流大、电压高、冲击性强的特点，不但会直接毁坏厂房建筑，烧毁或击穿电气设备，造成大规模停电，而且会导致火灾和爆炸，造成人员伤亡和财产损失。

雷雨天多发生在夏季。该项目新建烟囱、除尘系统等构筑物在雷雨天存在着被直接雷击或感应雷击的危险。

(3) 突发性阵风

项目所在地春秋两季多大风。若建筑物连接构造不当、支撑系统布置不当或风荷载不能满足要求，建、构筑物在大风天有倾翻或者倒塌的可能。

（4）低温危害分析

若该工程给排水、消防水管材选择不当，敷设深度不合理。在严寒天气，易发生室外钢材冷脆、给排水管道、消防水管道冻结。

此外，若环境温度低于工作温度，可能出现设备工作失灵，还可能导致工作人员冻伤。

（5）冰雪灾害

大雪和冰冻灾害对输电线路和生产设施可能造成严重影响，辽宁地区近几年来发生数起雪灾和冰冻灾害，厂方应重视应对冰雪灾害的防范工作。

（6）暴雨

本项目所在地区年平均降水量 790.9mm，强降雨时如排水不畅，会造成雨水阻滞，水淹厂房，进而可能损毁设备、设施，一旦厂房基础受雨水冲刷下陷，则可能发生设备或厂房坍塌，还可能危及生命财产和公共设施安全。

3.7.2 周边环境

本项目位于海城市恒盛铸业有限公司炼钢连铸厂房内。本项目西面隔厂区道路为围墙，墙外为耕地，北面隔厂区道路为围墙，墙外为耕地，东面约 30m 为公司 6500 制氧、约 40m 为水泵房、约 120m 为 30000 制氧、约 50m 为转炉煤气柜。

本项目建设场地在公司现有厂区的现有车间内部，不影响厂区与厂外的外部防火距离；建场地周边无居民区、商业中心、公园等人口密集区域，无医院等公共设施。

3.8 事故后果辨识与分析

3.8.1 案例一

（一）事故经过

2006 年 1 月 6 日 19 时 50 分，3#LF 炉冶炼当班第二包钢水，当电极降至距液面 10cm 左右时，电极升降均不动作。经现场自动化人员检查，发现液压站漏油，油位标显示无油，油泵仍然运转，便立即通知岗位停泵。岗位班长孙某关闭了液压油泵的开关，同时向厂调度做了汇报。20 时 03 分，维检值班人员尹某、当班班长赵某等六人到了现场，了解情况后，赵某安排 4 名钳工去 18 米平台取油，准备加油。这是岗位准备用起重机将电极支臂吊起，将钢水包退出，由于液压装置内有余压，电极夹紧装置松不开，无法吊起，

必须泄压，赵某便向岗位借了一个活扳手，对岗位工说：“我去处理了，别转泵了”后独自走出主控室，到平台下面液压缸处 A 相电极液压缸软连接接头处泄压。20 时 20 分，孙某看到 A 相电极臂突然降落，2 分钟后发现赵某脸部流血蹲在钢包车旁。

（二）事故原因

1、违章采用拆卸油管的方式泄压，造成管内高压油冲击油管飞舞伤人是这次事故发生的主要原因。

2、伤者本人对液压系统知识了解不足，在漏油点没有查出的情况下，急于求成，在没有对电极采取防坠落措施的条件下，盲目动作是造成此次事故发生的又一原因。

（三）防范措施

1、作业时严格执行联系、确认、停电、挂牌、签字、监护等制度。

2、加强员工岗位技能培训，在对设备性能不了解、运行状况不明确的情况下不准作业。

3、按规定设置各设备的安全防护装置（油箱低位报警、油泵连锁自停等）。

3.8.2 案例二

（一）事故经过

2018 年 3 月 26 日 15 时左右，某钢铁公司炼钢 1 号车间 2 号电弧炉正常炼完一炉钢后，大部分钢水已倒入钢水包内并用起重机吊运到连铸机进行连铸。炼钢车间机修班长蔡某和炼钢车间电弧炉主管刘某在工作平台进行下一炉冶炼前对炉子整体进行常规检查，用时约 15 分钟，其他员工已到电弧炉主管刘某在安全区域休息。这时炉子内部突然发生爆炸。炼钢车间电弧炉控制室看表工杜某被爆炸引发的冲击波撞击倒地，炼钢车间清洁工贺某被爆炸冲击出来的炉体耐火砖砸中安全帽，机修班长蔡某被飞溅钢渣及冲击波击中腰部，电弧炉主管刘某被高温蒸汽喷射烫伤。事故发生后，杜某、贺某被送到医院进行抢救，后经抢救无效死亡。

（二）事故原因

由于电弧炉钢水出炉时，需要倾斜炉体。2 号电弧炉在倾斜过程中，少量钢水意外溅到水冷炉壁上，造成炉内水冷炉壁上的水管破损漏水，因未达到电脑报警流量而未被及时发现。而从上一炉钢溶炼完成到下一炉开始，用时约 15 分钟左右。随着时间推移，水流量大量储积(约 200 升左右)，此时炉内虽然余钢不多，但温度仍然在 1600 度左右，漏

入炉内的积水迅速被蒸发汽化而膨胀，造成炉内压力迅速增大，从而导致炉体爆炸。

（三）防范措施

- 1、按规定设置各设备的安全防护装置。
- 2、落实隐患排查治理制度。
- 3、加强安全教育，提高从业人员安全意识及自我防范能力。

3.9 重大危险源的识别与分析

3.9.1 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。

根据《危险化学品重大危险源辨识》，涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。

生产单元是指危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。

储存单元是指用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

根据《危险化学品重大危险源辨识》，单元内存在危险化学品的数量等于或超过该标准规定的临界量，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处理危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

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。

单元内存在的危险化学品为多品种时，则按下式计算，满足下式者，则定为重大危险源：

$$S = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1 \dots\dots\dots \text{式 3-1}$$

式中：S——辨识指标

q_1 、 q_2 、 q_n ——每种危险化学品的实际存在量 t；

Q_1 、 Q_2 、 Q_n ——与每种危险化学品相对应的临界量 t 。

3.9.2 辨识过程

本项目不涉及需要辨识的危险化学品，故不构成危险化学品重大危险源。

4. 评价单元及评价方法

4.1 评价单元的划分

通过对拟建项目的危险、有害因素进行辨识与分析，结合行业特点和拟建项目的具体情况，本次安全预评价按使用功能划分评价单元。

本次预评价单元划分，见表 4-1。

表 4-1 预评价单元划分表

序号	评价单元	包含内容
1	车间工艺布置	车间工艺布置
2	LF 炉精炼系统	总体布局及常规防护、合金和造渣料系统、钢水罐车、炉外精炼等
3	公辅设施	供配电设施、给排水系统、压力管道、除尘设施、消防系统
4	安全管理	安全生产组织机构、安全管理人员、特种作业人员、安全管理制度、安全生产责任制、操作规程及应急预案等

4.2 评价方法的选择

4.2.1 预先危险性分析（PHA）方法

预先危险性分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）方法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，属定性评价。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、事故情况、结果、危险等级和采取的措施。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。

在预先危险性分析中，按危险、有害因素导致的事故、危害的危险（危害）程度，将危险、有害因素划分为 4 个危险等级：

I 级：安全的，可以忽略的；

II 级：临界的，处于事故边缘状态，暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失，应予排除或采取措施；

III 级：危险的，会造成人员伤亡和系统破坏，要立即采取措施；

IV级：破坏性的，会造成灾难性事故，必须立即排除。

4.2.2 安全检查表

安全检查表（Safety Check List，缩写为 SCL）又称为过程安全检查、设计检查、避免危险检查。安全检查是对过程的设计、装置条件、实际操作、维修等进行详细检查，以识别所存在的危险性。安全检查主要用于识别可能导致人员伤亡、财产损失等事故的装置条件或操作程序，对生产过程潜在的安全问题进行定性描述，并提出改进意见。这种方法可用于工艺过程的各个阶段。它直观、现实、能发现隐患，督促人们采取有效措施，防止事故的发生，因此是常用的一种评价方法。

安全检查是通过安全检查表的方式进行的。安全检查表分析是将一系列分析项目列成检查表形式进行分析，以确定系统的状态，这些项目包括设备、贮运、操作、管理等各个方面。它是进行安全检查，发现潜在危险的一种有用而简单可行的方法，常常用于对安全生产管理，对熟知的工艺设计、物料、设备、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中的多年操作中所发现的危险。

4.2.3 故障树

故障树分析是一种既能定性又能定量的逻辑演绎评价方法，是从结果到原因描绘事故发生的有向逻辑树，在逻辑树中相关原因事件之间用逻辑门连接，构成逻辑树图，为判明事故发生的途径及损害间关系提供一种最形象、最简洁的表达形式。是安全系统工程中重要的分析方法之一。它能对各种系统的危险性进行识别评价，既适用于定性分析，又能进行定量分析。具有简明、形象的特点。其分析方法是从事分析的特定事故或故障顶上事件开始，层层分析其发生原因（中间事件），一直分析到不能再分解或没有必要分析时为止，即分析至基本原因事件为止，用逻辑门符号将各层中间事件和基本原因事件连接起来，得到形象、简捷地表达其因果关系的逻辑树图形（外形像棵倒置的大树）即故障树。通过对其简化计算达到分析评价目的的方法。

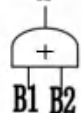
符号说明



顶上事件，中间事件需要进一步向下分析的事件



基本事件，不能再向下分析的事件



或门，表示下面的输入事件只要有一个发生就会引起上面输出事件的发生。



与门，表示下面的输入事件都发生，上面的输出事件才能发生。

为了便于清楚的观看故障树，各事件内容均写在方框内，不再用编号表示，在基本事件和省略事件方框的下部标注小圆形和小菱形表示。

通过故障树分析，求取出故障树最小割集或最小径集，并且确定出原因事件的结构重要度，从而找出避免事故发生的最捷途径，制定最有效的防范措施。

4.2.4 管理失误论事故模型

通常一个复杂的问题或现象可以用数学模型或图像模型来描述。模型往往是在一系列的假设前提下按理想的情况建立起来的，有些模型经过小型试验的验证，有的则可能与实际情况略有出入，但对辨识危险性来说是可参照的。

本模型是以管理失误为主因的事故模型，这一事故致因模型，侧重研究管理上的责任，强调管理失误是构成事故的主要原因。

5 定性定量评价

5.1 车间工艺布置

根据《炼钢工程设计规范》等标准规范，采用安全检查表法对本项目车间工艺布置进行评价，见表 5.1-1。

表 5.1-1 车间工艺布置安全检查表

序号	检查内容	依据	实际情况	检查结果
1	炉外精炼装置在车间中的平面位置应满足与炼钢炉、连铸机的配合关系，并宜设在精炼和(或)钢包转运跨内的出钢线与连铸机大包回转台之间的区域内	《炼钢工程设计规范》第 7.4.1 条	炉外精炼装置在车间中的平面位置满足与炼钢炉、连铸机的配合关系，并设在出钢线与连铸机大包回转台之间的区域内	符合
2	炉外精炼装置宜离线布置，可采用高架式或坑式。新建炼钢车间宜采用高架式布置	《炼钢工程设计规范》第 7.4.2 条	本项目 LF 炉离线布置	符合
3	炉外精炼装置主体设备位置、工作平台高度及其平面尺寸，应满足各种操作条件和设备维护要求	《炼钢工程设计规范》第 7.4.4 条	本项目 LF 炉主体设备位置、工作平台高度及其平面尺寸，满足各种操作条件和设备维护要求	符合
4	炼钢主车间的布置，应根据各种物料的流向，保证其能顺畅通行，互不交叉、干扰，并尽可能缩短铁水、废钢及钢坯等大宗物流的运输距离	《炼钢安全规程》第 5.2.1 条	LF 炉与上游炼钢和下游连铸系统紧凑、顺行畅通布置。	符合

小结：

通过安全检查表可知，本项目车间工艺布置符合国家有关安全生产方面的法律、法规、技术标准的要求。

5.2LF 炉精炼系统

采用预先危险性分析法对 LF 炉精炼系统存在的危险、有害因素进行分析。具体评价内容见表 5.2-1。

表 5.2-1LF 炉精炼系统预先危险性分析

事故类别	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
------	------	------	------	------

事故类别	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
金属熔融物爆炸喷溅	1. 造渣料、合金料等炉料潮湿，或混有压力容器、爆炸物等； 2. 钢水包或中间包等使用前未进行烘烤，罐内潮湿； 3. 车间内地面有积水； 4. LF 炉冷却水过热、水量不足、水压过低、水质不好，循环水系统破裂，导致水与熔融金属接触； 5. LF 精炼炉炉盖、夹持石墨电极的电极夹等水冷件漏水，漏入精炉内可引起钢水爆炸； 6. 突然停电会导致生产系统电力驱动设备停止运行，进而引起设备动作停止，易造成火灾、爆炸事故	财产损失，人员伤亡	III	1. 投入转炉的炉料应保持干燥，并进行严格筛选，爆炸品（雷管等）、密闭的压力容器严禁入炉； 2. 用来盛装钢水的容器应事先进行烤包处理； 3. 车间地面严禁有积水； 4. 冷却水应有安全供水措施，并设置水压、水温及流量等监测； 5. 加强日常安全检查，发现问题及时检修； 6. 保证 LF 炉重要用电设施时刻处于有电状态
起重伤害	1. 违章操作； 2. 未选用铸造起重机，龙门钩横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件，未进行定期检查，发现问题未及时整改； 3. 钢丝绳断裂； 4. 吊索、吊具选择不当； 5. 起重机缺少限位装置； 6. 盛装钢水与液渣的罐（包、盆）等容器耳轴未按国家标准规定要求定期进行探伤检测； 7. 电源线老化漏电，吊车运行声光报警装置失灵	财产损失，人员伤亡	III	1. 严格执行操作规程； 2. 龙门钩横梁、耳轴销和吊钩、钢丝绳及其端头固定零件应定期检测；吊运钢水、铁水或液渣应使用铸造起重机，发现起重机存在隐患立即整改； 3. 钢丝绳保持完好，定期润滑 4. 选择符合要求的吊索、吊具 5. 确保起重机械限位装置正常完好； 6. 钢水罐与渣罐等容器耳轴按国家标准规定要求定期进行探伤检测； 7. 保持吊车线路及运行声光报警装置完好
火灾	1. 润滑油箱或变压器油发生泄漏； 2. 高温区域设置的电缆没有加金属套管及耐热材料保护； 3. 电气设备超负荷运行，绝缘破损； 4. 作业区域堆放可燃物及油品； 5. 违章操作	财产损失，人员伤亡	II	1. 油箱应设有防止油品流散的设施，设事故储油池；油量超过 100kg 时单独设变压器室，设置挡油、储油设施； 2. 高温区域设置的电缆应穿管或刷耐热材料进行保护； 3. 严禁超负荷运行，定期检查，对于绝缘破损的电气线路要及时修复； 4. 作业区域严禁储存其他可燃物品； 5. 严禁违章操作
中毒和窒息	1. 作业场所氮气、氩气泄漏； 2. 生产场所通风不良； 3. 人员违章作业	人员伤亡	II	1. 确保管道密闭良好，避免气体泄漏； 2. 加强作业环境通风； 3. 避免违章作业
触电	1. 电气设备金属外壳接地（零）不良或未接地（零）； 2. 电气设备、电动工具的使用、维修不规范； 3. 电气防护距离不足； 4. 线路的电线质量、安装质量	人员伤亡	II	1. 确保电气设备接地、接零效果良好； 2. 电气绝缘效果良好； 3. 电气防护距离满足要求； 4. 在潮湿环境中使用安全电压 12V； 5. 绝缘良好；

事故类别	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
	及管理有缺陷; 5. 电气绝缘不良; 6. 未正确使用防护用品及工具; 7. 违反操作规程			6. 加强个人防护; 7. 禁止违章操作
灼烫	1. 出渣过程中使用的工具潮湿; 2. 精炼时反应过快, 钢水沸腾外溢; 3. 操作者未按要求穿戴劳动防护用品; 4. 违反操作规程	人员伤亡	II	1. 出渣过程中使用的工具应确保干燥; 2. 精炼过程中的操作岗位应与浇注口留有足够的安全防护距离; 3. 正确穿戴防护用品; 4. 严禁违章操作
物体打击	1. 物品堆放过高或不稳、物体从高处落下; 2. 物件意外改变运动轨迹; 3. 违章操作; 4. 缺乏个人防护措施	人员伤亡	II	1. 物品堆放要稳、不超高; 2. 避免物件意外改变运动轨迹; 3. 严格执行操作规程; 4. 操作人员正确穿戴防护用品
高处坠落	1. 护栏、平台、踏板、盖板等安全防护装置安全性能失效; 2. 违章操作	人员伤亡	II	1. 确保护栏、平台、踏板、盖板齐全, 强度足够; 2. 严禁违章作业
机械伤害	1. 违反操作规程; 2. 机械设备缺少安全连锁装置及防护装置; 3. 设备老化、失灵; 4. 操作人员没有正确穿戴防护用品	人员伤亡	II	1. 严格执行操作规程; 2. 机械设备防护罩和安全连锁装置齐全; 3. 设备应保持完好; 4. 穿戴符合国家标准个人防护用品
车辆伤害	1. 车辆故障; 2. 司机违章; 3. 行驶场地不良	人员伤亡	II	1. 确保车辆制动、照明等系统性能良好; 2. 驾驶员驾驶技能熟练并掌握安全驾驶知识; 防止违章作业; 3. 厂区道路应符合要求

小结:

通过上述分析可知, LF 炉精炼系统生产存在危险、有害因素主要有金属熔融物爆炸和喷溅、火灾爆炸、中毒和窒息、起重伤害、触电伤害、灼烫、物体打击、高处坠落、机械伤害、车辆伤害。

其中金属熔融物造成的爆炸和喷溅、起重伤害危险等级为III级, 应给予高度的重视。其它危险有害因素危险等级均为II级, 应予排除或采取措施。

5.3 公辅设施

5.3.1 供配电系统

采用预先危险性分析法对供配电系统存在的危险、有害因素进行分析, 见表 5.3-1。

表 5.3-1 供配电系统预先危险性分析表

事故类别	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
触电	1. 建筑物无防雷装置或装置不完善, 不能正常使用; 2. 电气设备接地(零)不良; 3. 电气设备没有漏电保护装置或保护装置失灵; 4. 人员违反操作规程, 违章作业; 5. 工作过程中未按规定使用安全电压	人员受伤	II	1. 建筑物安装防雷装置并保证正常使用; 2. 保证电气设备接地(零)性能良好, 并有足够的安全防护距离; 3. 作业人员应持证上岗, 在作业时应有专人进行监护工作; 4. 电气设备安装漏电保护装置并保证装置正常使用; 5. 带电作业时要按规定办理工作票, 穿戴齐全防护用品, 使用安全防护用具, 严格按操作规程作业; 6. 工作过程中按规定使用安全电压
火灾	1. 配电柜箱等超负荷, 引起火灾; 2. 电缆沟布线密集, 散热差, 高温引起火灾; 3. 违规违章动火, 未经允许使用用电设备 4. 雷击起火	人员受伤, 财产损失	II	1. 禁止配电柜、线路超负荷运行; 2. 电缆沟、进线室等应充分考虑电缆散热要求; 3. 选择合格的变配电产品, 定期检查; 4. 遵守操作规程, 禁止违章用电、违章动火 5. 建筑物安装防雷装置并保证正常使用

小结: 供配电系统存在的触电、火灾的危险等级均为 II 级, 处于事故边缘状态, 暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失, 应予排除或采取措施。

5.3.2 消防系统

根据《建筑设计防火规范》、《消防给水及消火栓系统技术规范》、《建筑灭火器配置设计规范》等技术标准的要求, 对本项目消防系统进行评价。具体评价结果, 见表 5.3-2。

表 5.3-2 消防安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
1.	建筑物室内消火栓设计流量不应小于 20L/s	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 3.5.2 条	室内消火栓用水量为 20L/s	符合
2.	消防水池应采取防冻措施	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 4.1.5 条	有防冻措施	符合
3.	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	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 4.3.8 条	水池有消防用水量不作他用的技术措施	符合
4.	设置室内消火栓的建筑, 包括设备层在内的各层均应设置消火栓	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 7.4.3 条	各层均设有室内消火栓	符合
5.	消防给水应采用环状给水管网	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 8.1.2 条	消防给水为环状给水管网	符合

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
6.	向室外、室内环状消防给水管网供水的输水干管不应少于两条,当其中一条发生故障时,其余的输水干管应仍能满足消防给水设计流量	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 8.1.3 条	有两条供水干管向管网供水	符合
7.	室内消火栓系统管网应布置成环状;室内消火栓竖管管径不应小于 DN100	《消防给水及消火栓系统技术规范》第 8.1.5 条	室内管网环状布置,竖管 DN100	符合
8.	消防、疏散系统的应急工作时间不应小于 90min	《消防应急照明和疏散指示系统》第 6.3.1.2 条	应急工作时间为 90min	符合
9.	消防用电设备应采用专用的供电回路	《建筑设计防火规范》第 11.1.4 条	消防用电设备有专用供电回路	符合
10.	配电室以及发生火灾时仍需正常工作的其它房间应设消防应急照明灯具	《建筑设计防火规范》第 11.3.1 条	设有消防应急照明灯具	符合
11.	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	《建筑灭火器配置设计规范》第 5.1.1 条	灭火器设置地点位置明显,便于取用	符合
12.	一个计算单元内的灭火器配置不应少于 2 具	《建筑灭火器配置设计规范》第 6.1.1 条	每个计算单元配有 2 具灭火器	符合

小结:通过安全检查表可知,本项目消防系统符合国家有关安全生产方面的法律、法规、技术标准的要求。

5.3.3 除尘系统

采用预先危险性分析法对除尘系统存在的危险、有害因素进行分析,见表 5.3-3。

表 5.3-3 除尘系统预先危险性分析表

事故类别	事故原因	事故后果	危险等级	对策措施
机械伤害	1.安全操作规程不健全;安全管理不严; 2.进行设备检修作业时,电源未切断,他人误启动设备; 3.设备传动部位等无安全防护装置等; 4.对设备维护保养不够	人员伤亡	Ⅱ	1.健全车间安全操作规程,严格管理,按规程要求作业; 2.设备检修至少要有两人以上作业,互相协作,避免设备误启动,配电柜应锁定; 3.设备传动等部位设置安全防护设施; 4.定期对设备进行维护保养
窒息	作业场所通风不良	人员伤亡	Ⅱ	1.加强作业环境通风; 2.避免违章作业

小结:除尘系统存在的机械伤害、窒息等危险有害因素的危险等级均为Ⅱ级,处于事故边缘状态,暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失,应予排除或采取措施。

5.3.4 压力管道

采用预先危险性分析法对动力设施存在的危险、有害因素进行分析,见表 5.3-4。

表 5.3-4 动力设施预先危险性分析表

事故类别	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
------	------	------	------	------

事故类别	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
压力管道爆裂	1. 控制系统故障引起压力管道超压, 超温、超压造成破裂; 2. 压力管道存在材质、腐蚀、疲劳、焊接或安装的问题, 金属腐蚀, 高温腐蚀; 3. 撞击造成的压力管道破裂; 4. 安全阀等安全附件失灵、损坏; 5. 未按操作规程进行操作; 6. 制造安装缺陷的扩展	人员伤亡, 财产损失	II	1. 严格按照规定进行制造、安装, 质量验收合格; 2. 严格执行操作规范, 杜绝违章作业; 3. 对安全附件作运行巡查及检修, 消除其隐患, 保证其完好; 4. 压力管道、泵、阀、管线等设备及其配套仪表要选合格产品, 并把好安装质量关; 5. 压力管道及有关设施在投产前按规范进行试压并对设备、管线、泵、阀、仪表等要定期检查、保养、维修, 保持完好状态; 6. 安全设施要齐全完好, 严格执行压力管道的安全监察规程, 定期由质检部门监督检验
中毒和窒息	1. 作业场所氮气、氩气泄漏; 2. 生产场所通风不良	人员伤亡	II	1. 确保管道密闭良好, 避免气体泄漏; 2. 加强作业环境通风; 3. 避免违章作业

小结: 动力设施存在的压力管道爆裂、中毒和窒息等危险有害因素的危险等级均为 II 级, 处于事故边缘状态, 暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失, 应予排除或采取措施。

5.3.5 给排水系统

采用预先危险性分析法对给排水系统存在的危险、有害因素进行分析, 见表 5.3-5。

表 5.3-5 给排水系统预先危险性分析表

事故类别	事故原因	事故结果	危险等级	对策措施
爆炸	1. LF 炉冷却水供水系统出现故障, 出现断水或水压不足情况; 2. LF 炉事故水系统失灵; 3. LF 炉冷却水供水系统水质不好, 导致水管结垢严重	财产损失, 人员伤亡	III	1. 保证冷却水循环系统工作正常, 且设置备用电源、备用水泵及高位水箱; 2. 确保事故水能正常运转; 3. 确保循环水水质; 4. 严禁违章操作
机械伤害	1. 设备转动部位未设置防护装置; 2. 检修时违章操作	财产损失、人员伤亡	II	1. 水泵等设备防护罩齐全; 2. 避免违章作业
触电	1. 使用的电气设备漏电、绝缘损坏; 2. 潮湿场所电气防护等级不够; 3. 电气设备没有接零、接地保护装置	财产损失、人员伤亡	II	1. 使用与环境 and 运行条件相适应的绝缘体, 并定期检查、维修, 保持完好状态; 2. 潮湿场所电气防护等级不应低于 IP44; 3. 根据要求对用电设备做好保护接地或保护接零
淹溺	1. 水池未设护栏或盖板; 2. 夜晚照明不良, 导致人员失足落水; 3. 无警示标志	财产损失、人员伤亡	II	1. 水池设置护栏或盖板; 2. 设置良好照明; 3. 设置警示标志

小结：给排水系统存在的爆炸危险等级为Ⅲ级，属于危险的，会造成人员伤亡和系统破坏，要立即采取措施，加强防护。机械伤害、触电、淹溺等危险有害因素的危险等级均为Ⅱ级，处于事故边缘状态，暂时尚不能造成人员伤亡和财产损失，应予排除或采取措施。

5.4 安全管理

事故之所以发生，是因为客观上存在着生产过程中的不安全因素，此外还有众多的社会因素和环境条件。事故的直接原因是人的不安全行为及物的不安全状态，但是，造成“人失误”和“物故障”的这一直接原因却常常是管理上的缺陷。后者虽是间接原因，但它却是背景因素，而又常是发生事故的本质原因。

人的不安全行为可以促成物的不安全状态，而物的不安全状态又会在客观上造成人之所以不安全行为的环境条件，见图 5.4-1。

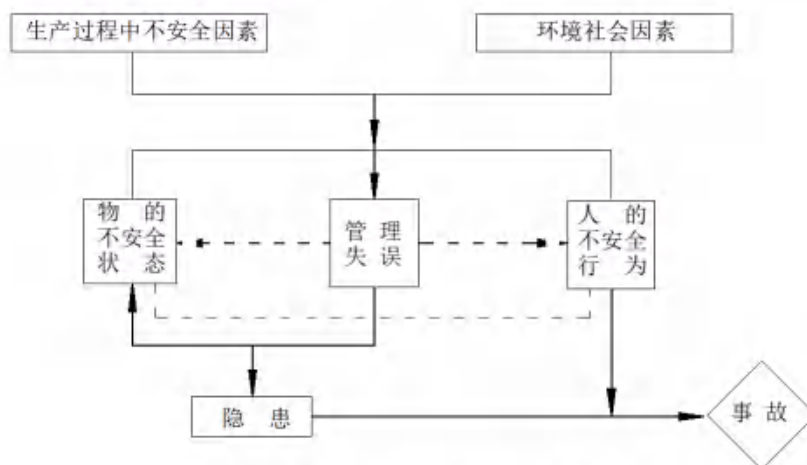


图 5.4-1 管理失误为主因的事故模型

“隐患”来自物的不安全状态即危险源，而且和管理上的缺陷或管理人失误偶合才能形成；如果管理得当，及时控制，变不安全状态为安全状态，则不会形成隐患。

客观上一旦出现隐患，主观上人又有不安全行为，就会立即显现为伤亡事故。

5.5 故障树评价

拟建项目利旧多台起重机，对起重伤害中的起重机吊物坠落伤人事故进行事故树分析，找出引发起重事故的各种因素之间的关系，以及它们的危险重要程度，从而可以有效的提出降低起重事故的对策措施。

吊物坠落伤人故障树，见图 5.5-1。

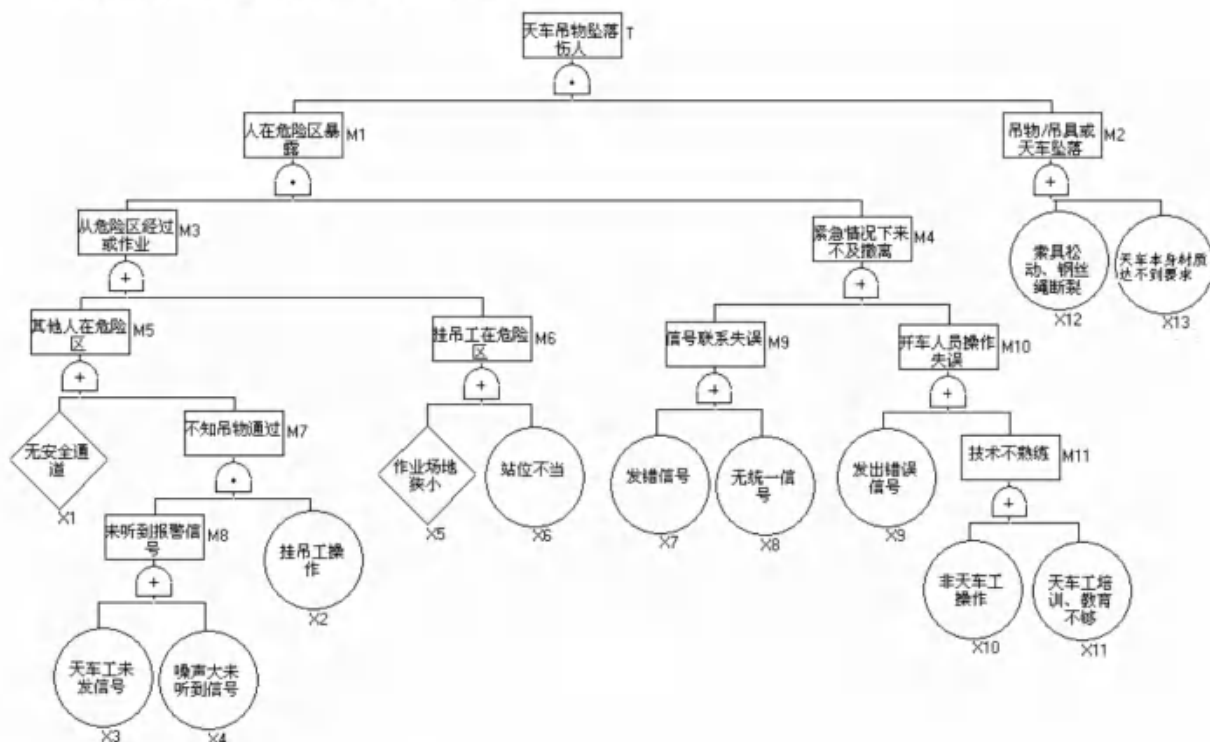


图 5.5-1 起重机吊物坠落伤人事故树

(1) 故障树最小割集

能够引起顶上事件发生的最低限度的基本事件的集合，称为最小割集。

求出最小割集：

$$\begin{aligned}
 T &= M_1 \cdot M_2 \\
 &= M_3 \cdot M_4 \cdot (X_{12} + X_{13}) \\
 &= (M_5 + M_6) (M_9 + M_{10}) (X_{12} + X_{13}) \\
 &= (X_1 + M_7 + X_5 + X_6) (X_7 + X_8 + X_9 + M_{11}) (X_{12} + X_{13}) \\
 &= (X_1 + X_2 X_3 + X_2 X_4 + X_5 + X_6) (X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11}) (X_{12} + X_{13}) \\
 &= (X_1 X_7 + X_1 X_8 + X_1 X_9 + X_1 X_{10} + X_1 X_{11} + X_2 X_3 X_7 + X_2 X_3 X_8 + X_2 X_3 X_9 + X_2 X_3 X_{10} + X_2 X_3 X_{11} + X_2 X_4 X_7 + \\
 &\quad X_2 X_4 X_8 + X_2 X_4 X_9 + X_2 X_4 X_{10} + X_2 X_4 X_{11} + X_5 X_7 + X_5 X_8 + X_5 X_9 + X_5 X_{10} + X_5 X_{11} + X_6 X_7 + X_6 X_8 + X_6 X_9 + X_6 X_{10} \\
 &\quad + X_6 X_{11}) (X_{12} + X_{13}) \\
 &= X_1 X_7 X_{12} + X_1 X_8 X_{12} + X_1 X_9 X_{12} + X_1 X_{10} X_{12} + X_1 X_{11} X_{12} + X_2 X_3 X_7 X_{12} + X_2 X_3 X_8 X_{12} + X_2 X_3 X_9 X_{12} + X_2 X_3 X_{10} X_{12} + \\
 &\quad X_2 X_3 X_{11} X_{12} + X_2 X_4 X_7 X_{12} + X_2 X_4 X_8 X_{12} + X_2 X_4 X_9 X_{12} + X_2 X_4 X_{10} X_{12} + X_2 X_4 X_{11} X_{12} + X_5 X_7 X_{12} + X_5 X_8 X_{12} + X_5 X_9 X_{12} + \\
 &\quad X_5 X_{10} X_{12} + X_5 X_{11} X_{12} + X_6 X_7 X_{12} + X_6 X_8 X_{12} + X_6 X_9 X_{12} + X_6 X_{10} X_{12} + X_6 X_{11} X_{12} + X_1 X_7 X_{13} + X_1 X_8 X_{13} + X_1 X_9 X_{13} + X_1 X_{10} X_{13} + X_1 X_{11} X_{13} + X_2 X_3 X_7 X_{13} + X_2 X_3 X_8 X_{13} + X_2 X_3 X_9 X_{13} + X_2 X_3 X_{10} X_{13} + X_2 X_3 X_{11} X_{13} + X_2 X_4 X_7 X_{13} + X_2 X_4 X_8 X_{13} + X_2 X_4 X_9 X_{13} + X_2 X_4 X_{10} X_{13} + X_2 X_4 X_{11} X_{13} + X_5 X_7 X_{13} + X_5 X_8 X_{13} + X_5 X_9 X_{13} + X_5 X_{10} X_{13} + X_5 X_{11} X_{13} + X_6 X_7 X_{13} + X_6 X_8 X_{13} + X_6 X_9 X_{13} + X_6 X_{10} X_{13} + X_6 X_{11} X_{13}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& X_5X_{10}X_{12} + X_5X_{11}X_{12} + X_6X_7X_{12} + X_6X_8X_{12} + X_6X_9X_{12} + X_6X_{10}X_{12} + X_6X_{11}X_{12} + X_1X_7X_{13} + X_1X_8X_{13} + X_1X_9X_{13} + \\
& X_1X_{10}X_{13} + X_1X_{11}X_{13} + X_2X_3X_7X_{13} + X_2X_3X_8X_{13} + X_2X_3X_9X_{13} + X_2X_3X_{10}X_{13} + X_2X_3X_{11}X_{13} + X_2X_4X_7X_{13} + X_2X_4X_8X_{13} + \\
& X_2X_4X_9X_{13} + X_2X_4X_{10}X_{13} + X_2X_4X_{11}X_{13} + X_5X_7X_{13} + X_5X_8X_{13} + X_5X_9X_{13} + X_5X_{10}X_{13} + X_5X_{11}X_{13} + X_6X_7X_{13} + X_6X_8X_{13} + \\
& X_6X_9X_{13} + X_6X_{10}X_{13} + X_6X_{11}X_{13}
\end{aligned}$$

此故障树的最小割集是：

$$\begin{aligned}
& K_1=\{X_1, X_7, X_{12}\} \quad K_2=\{X_1, X_8, X_{12}\} \quad K_3=\{X_1, X_9, X_{12}\} \quad K_4=\{X_1, X_{10}, X_{12}\} \quad K_5=\{X_1, X_{11}, X_{12}\} \\
& K_6=\{X_2, X_3, X_7, X_{12}\} \quad K_7=\{X_2, X_3, X_8, X_{12}\} \quad K_8=\{X_2, X_3, X_9, X_{12}\} \quad K_9=\{X_2, X_3, X_{10}, X_{12}\} \\
& K_{10}=\{X_2, X_3, X_{11}, X_{12}\} \quad K_{11}=\{X_2, X_4, X_7, X_{12}\} \quad K_{12}=\{X_2, X_4, X_8, X_{12}\} \quad K_{13}=\{X_2, X_4, X_9, X_{12}\} \\
& K_{14}=\{X_2, X_4, X_{10}, X_{12}\} \quad K_{15}=\{X_2, X_4, X_{11}, X_{12}\} \quad K_{16}=\{X_5, X_7, X_{12}\} \quad K_{17}=\{X_5, X_8, X_{12}\} \quad K_{18}=\{X_5, X_9, \\
& X_{12}\} \\
& K_{19}=\{X_5, X_{10}, X_{12}\} \quad K_{20}=\{X_5, X_{11}, X_{12}\} \quad K_{21}=\{X_6, X_7, X_{12}\} \quad K_{22}=\{X_6, X_8, X_{12}\} \quad K_{23}=\{X_6, X_9, X_{12}\} \\
& K_{24}=\{X_6, X_{10}, X_{12}\} \quad K_{25}=\{X_6, X_{11}, X_{12}\} \quad K_{26}=\{X_1, X_7, X_{13}\} \quad K_{27}=\{X_1, X_8, X_{13}\} \quad K_{28}=\{X_1, X_9, X_{13}\} \\
& K_{29}=\{X_1, X_{10}, X_{13}\} \quad K_{30}=\{X_1, X_{11}, X_{13}\} \quad K_{31}=\{X_2, X_3, X_7, X_{13}\} \quad K_{32}=\{X_2, X_3, X_8, X_{13}\} \\
& K_{33}=\{X_2, X_3, X_9, X_{13}\} \quad K_{34}=\{X_2, X_3, X_{10}, X_{13}\} \quad K_{35}=\{X_2, X_3, X_{11}, X_{13}\} \quad K_{36}=\{X_2, X_4, X_7, X_{13}\} \\
& K_{37}=\{X_2, X_4, X_8, X_{13}\} \quad K_{38}=\{X_2, X_4, X_9, X_{13}\} \quad K_{39}=\{X_2, X_4, X_{10}, X_{13}\} \quad K_{40}=\{X_2, X_4, X_{11}, X_{13}\} \\
& K_{41}=\{X_5, X_7, X_{13}\} \quad K_{42}=\{X_5, X_8, X_{13}\} \quad K_{43}=\{X_5, X_9, X_{13}\} \quad K_{44}=\{X_5, X_{10}, X_{13}\} \quad K_{45}=\{X_5, X_{11}, X_{13}\} \\
& K_{46}=\{X_6, X_7, X_{13}\} \quad K_{47}=\{X_6, X_8, X_{13}\} \quad K_{48}=\{X_6, X_9, X_{13}\} \quad K_{49}=\{X_6, X_{10}, X_{13}\} \quad K_{50}=\{X_6, X_{11}, X_{13}\}
\end{aligned}$$

(2) 故障树的结构重要度

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

该事故树有 50 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（起重机吊物坠落伤人事故）的发生。

通过分析可知：因起重机工操作失误、制动装置失灵、没有警示信号、噪声大听不到信号、非起重机工操作、起重机的索具松动、钢丝绳断裂、起重机本身材质达不到要求等都可能引起起重机吊物坠落伤人事故的发生。

(3) 防止事故发生的对策措施

①设备、工具、附件

定期对起重机的车梁、大车轮、轨道及安全防护装置如大车、小车、吊钩、钢丝绳、减速机、行程开关、制动器、防碰撞装置、警铃、操作开关等应定期或不定期进行巡视、检查，及时发现问题并作妥善处理。

②检测：对起重机应定期进行检测，对使用的各种吊具、吊耳还要日常检查，确保完好无损。

③操作：对起重机工和吊挂人员应进行培训，增强安全生产意识，提高其安全技能以保证作业安全。制定并实施统一的起重机作业指挥信号。

④环境：采取有效措施，降低车间噪音，确保在起吊高度内无障碍物。

6 安全对策措施及建议

6.1 可研中提出的安全对策措施

无。

6.2 车间工艺布置补充的安全对策措施

(1) 根据《炼钢安全规程》第 6.2.2 条, 各种建(构)筑物的建设, 应符合相关规定; 各种设备与建(构)筑物之间, 应留有满足生产、检修需要的安全距离; 移动车辆与建(构)筑物之间, 应有 0.8m 以上的安全距离。

(2) 根据《炼钢工程设计规范》第 7.4.4 条, 炉外精炼装置主体设备位置、工作平台高度及其平面尺寸, 应满足各种操作条件和设备维护要求。

(3) 根据《建筑设计防火规范》第 3.2.13 条, 二级耐火等级厂房内的房间隔墙, 当采用难燃性墙体时, 其耐火极限应提高 0.25h。

(4) 根据《钢铁企业总图运输设计规范》第 5.1.5 条, 扩建、改建项目应合理利用和改造既有设施, 并应尽量减少对既有生产的影响。

(5) 根据《炼钢安全规程》第 6.2.9 条, 转炉、AOD 炉和电炉主控室的布置, 应设置出现大喷事故的必要防护措施; 电炉炉后出钢操作室, 不应正对出钢方向开门, 其窗户应采取防喷溅措施; 所有控制室、电气室的门, 均应向外开启; 电炉与 LF 主控室, 应按隔声要求设计; 主控室应设置紧急出口。

6.3LF 炉精炼系统补充的安全对策措施

6.3.1 常规防护

(1) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》第 5.2.4 条, 建(构)筑物有可能被铁水、钢水或熔渣喷溅造成危害的建筑构件, 应采取隔热保护措施。运载铁水罐、钢水罐、渣罐、红锭、红(热)坯等高温物品的过跨车、底盘铸车、(空)钢锭模车和(热)铸锭车等车辆及运载物的外表面距楼板和厂房(平台)柱的外表面不应小于 0.8m, 且楼板和柱应采取隔热保护措施。

(2) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》第 5.2.5 条, 封闭式液压站和润滑站(库)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

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。

(3) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》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。

(4) 根据《炼钢安全规程》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。

(5) 根据《炼钢安全规程》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，主控室、电气间、可燃介质的液压站、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。

车间电缆隧道应设火灾自动报警装置和自动灭火装置。长度超过 7m 的，应设置通风设施。

(6) 根据《炼钢安全规程》第 6.2.7 条，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上铺砌厚铸铁板或采取其他措施保护。

(7) 根据《炼钢安全规程》第 6.2.9 条，LF 主控室应设置紧急出口。

(8) 根据《炼钢安全规程》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。

6.3.2 合金和造渣料系统

(1) 根据《炼钢工程设计规范》第 6.2.1 条第 4 款，合金与造渣材料在储存运输过程中应防止混料，并应防雨和防潮。

(2) 根据《带式输送机 安全规范》第 4.2.1 条，拉紧装置应装设极限位置限位器。

自动拉紧装置起升到极限位置时，必须保证自动切断起升电源，并给出禁止起升信号。当下降到极限位置时，保证自动切断下降电源，并给出禁止下降信号。

(3) 根据《带式输送机 安全规范》第 4.3.1 条，制动装置必处于能随时起制动作用的状态。其制动摩擦面不得有妨碍制动性能的缺陷或粘上油污。

(4) 根据《带式输送机 安全规范》第 4.3.2 条，正常的和紧急使用的制动装置应有醒目的标志，并应设在便于操作的位置。

(5) 根据《带式输送机 安全规范》第 4.3.3 条，卸料车制动装置应灵敏可靠。其限位夹紧装置应能独立承受工作状态下的最大风力而不致被风吹动。轨道端部止挡的设置应确保卸料车不脱轨、不翻倒。

(6) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》第 6.2.1 条第 4 款，带式输送机还应设置防打滑、防堵塞设施，当其电动机功率大于 55kW 时，还应设置速度检测装置。

(7) 根据《炼钢安全规程》第 8.5.10 条，带式运输机的通廊应设走道，设单侧走道其宽度应不小于 1m，设两侧走道其宽度应不小于 0.8m，并应在两侧走道间适当设置过桥；倾斜通廊的倾角大于 6° 时，走道应采取防滑措施；大于 12° 时，走道应采用踏步。走道沿线应设置可随时停车的停车绳。

6.3.3 炉外精炼

(1) 根据《炼钢安全规程》第 11.1.2 条，钢水炉外精炼装置，应有事故漏钢措施。

(2) 根据《炼钢安全规程》第 11.1.4 条，受钢液高温影响的水冷元件，应设可靠的断电供水设施，确保在断电期间保护设备免遭损坏。

(3) 根据《炼钢安全规程》第 11.1.6 条，LF 的供电设施，应遵循有关电气规程、规范，设备与线路的绝缘电阻应达到规定值，电极与炉盖提升机械应有可靠接地装置。

(4) 根据《炼钢安全规程》第 11.2.5 条，炉外精炼区域与钢水罐运行区域，地坪不得有水或潮湿物品。

(5) 根据《炼钢安全规程》第 11.2.7 条，精炼期间，人员不得在钢包周围行走和停留。

(6) 《炼钢安全规程》第 11.2.12 条，吊运满包钢水或红热电极，应有专人指挥；吊放钢包应检查确认挂钩、脱钩可靠，方可通知司机起吊。

(7) 《炼钢安全规程》第 11.2.9 条，LF 通电精炼时，人员不应在短网下通行，工作

平台上的操作人员不应触摸钢水罐盖及以上设备，也不应触碰导电体。人工测温取样时应断电。

(8) 根据《炼钢安全规程》第 11.2.13 条，潮湿材料不应加入精炼钢水罐；人工往精炼钢水罐投加合金与粉料时，应站在投加口的侧面，防止液渣飞溅或火焰外喷伤人。精炼炉周围不应堆放易燃物品。

(9) 根据《炼钢安全规程》第 11.2.15 条，喂丝线卷放置区，宜设置安全护栏；从线卷至喂丝机，凡线转向运动处，应设置必要的安全导向结构，确保喂丝工作时人员安全；向钢水喂丝时，人员应站在安全位置。

6.4 公辅设施补充的安全对策措施

6.4.1 供配电设施

6.4.1.1 10kV 高压供电系统补充的安全对策措施

(1) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》第 2.0.1.7 条，变电所不应设在厕所、浴室、厨房或其他经常积水场所的正下方处，也不宜设在与上述场所相贴邻的地方，当贴邻时，相邻的隔墙应做无渗漏、无结露的防水处理。

(2) 根据《20kV 及以下变配电所设计规范》第 6.2.4 条，变压器室、配电室、电容器室等房间应设置防止雨、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) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.2.9 条，变电所、配电所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。

(4) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.3.3 条，当变压器室、电容器室采用机械通风时，其通风管道应采用非燃烧材料制作。

(5) 根据《20kV 及以下变电所设计规范》第 6.4.3 条，在变压器、配电室装置和裸导体的正上方不应布置灯具。当在变压器和配电室内裸导体上方布置灯具时，灯具与裸导体的水平净距不应小于 1.0m，灯具不得采用吊链和软线吊装。

(6) 根据《低压配电设计规范》第 4.1.3 条，配电室内除本室需用的管道外，不应有其他的管道通过。室内水、汽管道上不应设置阀门和中间接头；水、汽管道与散热器的连接应采用焊接，并应做等电位联结。配电屏上、下方及电缆沟内不应敷设水、汽管

道。

(7) 根据《低压配电设计规范》第 4.2.1 条，落地式配电箱的底部宜抬高，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》第 6.1.1 条，配电线路应装设短路保护和过负荷保护。

(9) 根据《低压配电设计规范》第 7.6.28 条，电缆沟在进入建筑物处应设防火墙。电缆的穿墙处保护管两端应采用难燃材料封堵。

(10) 根据《建筑电气工程施工质量验收规范》第 6.1.1 条，柜、屏、台、箱、盘的金属框架及基础型钢应接地（PE）或接零（PEN）可靠；装有电器的可开启门，门和框架的接地端子间应用裸编织铜线连接，且有标识相连。

6.4.1.2 车间及附属设施的安全用电

(1) 根据《用电安全导则》第 5.1.1 条，用电产品应按照制造商要求的使用环境条件进行安装，如果不能满足制造商的环境要求，应该采取附加的安全措施，例如，为用电产品提供防止外来电气、机械、化学和物理应力的防护。一般条件下，用电产品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。

(2) 根据《用电安全导则》第 5.1.2 条，电气线路应具有足够的绝缘强度、机械强度和导电能力，其安装应符合相应产品标准的规定。当系统接地的形式采用保护接地系统（TT 系统）时，应在电路采用剩余电流保护器进行保护，并且保护应具有选择性。

(3) 根据《剩余电流动作保护装置安装和运行》第 4.5.1 条，生产用的电气设备、安装在户外的电气装置必须安装末端保护的剩余电流保护装置。

6.4.1.3 自动化控制和仪表

(1) 根据《炼钢工程设计规范》第 11.2.1 条第 6 款第 1 项，LF 钢包炉应设炉盖和短网侧冷却水温度、压力、流量检测，冷却回水流量检测，水冷部件回水温度温检测。

(2) 根据《炼钢工程设计规范》第 11.2.1 条第 6 款第 1 项和第 4 款第 4 项，LF 底吹应设底吹气体总管压力检测、调节、切断，支管压力、流量检测和流量调节，并可设模式控制。

(3) 根据《炼钢工程设计规范》第 13.1.3 条，自动化系统所控制的重要关键设备

应采用 UPS 电源供电，其后备时间应能满足工作电源停电后应急处理的需要。

(4) 根据《炼钢工程设计规范》第 10.1.6 条，LF 精炼系统的基础自动化设备及过程计算机设备应采用不间断电源。

(5) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》第 7.0.1 条，精炼炉的主控室、液压站等场所应设置火灾自动报警系统。

(6) 根据《钢铁冶金企业设计防火标准》第 10.7.1 条，精炼炉的主控室、液压站等场所应设置消防应急照明。

6.4.2 给排水系统

(1) 根据《工业循环水冷却设计规范》第 2.1.32 条，寒冷和严寒地区的冷却塔，进水阀门和管道应有防冻放水管或其他保温措施。

(2) 根据《炼钢安全规程》第 13.5.2 条，最低温度在 -5°C 以下的地区，间断用水的部件应采取防冻措施。

(3) 根据《炼钢安全规程》第 13.5.4 条，安全供水水塔(或高位水池)，应设置水位显示和报警装置；应使塔内存水保持流动状态，并应定期放水清扫水塔。

(4) 根据《炼钢工程设计规范》第 11.2.2 条第 6 款的要求，LF 水泵站应设冷却泵组总管温度、压力、流量检测、补水量检测，安全水箱液位检测。

6.4.3 动力设施

(1) 根据《压力管道规范 工业管道 第 6 部分：安全防护》第 6.2 条，位于通道、道路上方的管道不应安装阀门、法兰、螺纹接头以及带有填料的补偿器等可能发生泄漏的管道组成件。

(2) 根据《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》第 4.2 条，工业管道的基本识别色标识方法，使用方应从以下五种方法中选择。管道全长上标识；在管道上以宽为 150mm 的色环标识；在管道上以长方形的识别色标牌标识；在管道上以带箭头的长方形识别色标牌标识；在管道上以系挂的识别色标牌标识。

(3) 根据《炼钢安全规程》第 13.2.1 条，车间内各类燃气管线应架空敷设，从车间外引入的氧气、氮气、氩气管道在车间入口应设总管切断阀。

(4) 根据《炼钢安全规程》第 13.2.2 条，压缩空气、氮气、氩气、氧气等介质管线应按照规定进行强度试验及气密性试验。

6.4.4 除尘系统

(1) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 4.2.1 条, 各烟(粉)尘污染源设置集尘罩。

(2) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 4.2.3 条, 对产生烟(粉)尘的工艺设备, 应首先考虑从工艺上采取密闭措施。集尘罩内应保持一定的负压, 并避免吸入过多的生产物料, 集尘罩的扩张角不宜大于 60° 。

(3) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 4.3.2 条, 除尘管道应采取防积灰措施, 并考虑设置清灰设施和检查孔。

(4) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 4.3.9 条, 除尘管道应设置测量孔和必要的操作平台。

(5) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 5.1.1.3 条, 给料机及带式输送机应采取密封措施, 并设集尘罩。

(6) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 5.6.5.1 条, 钢包精炼炉应配炉盖罩和排烟弯管, 采用移动式滑套与固定排烟管连接。

(7) 根据《钢铁工业除尘工程技术规范》第 5.6.5.3 条, 若精炼炉工艺操作产生火星, 除尘器之前应设置火花捕集器。

6.4.5 消防系统

通过第 5.3.2 节检查表的检查结果可以看出, 本项目消防系统符合国家有关安全生产方面的法律、法规、技术标准的要求, 故本节不再补充安全对策措施。

6.4.6 其它

6.4.6.1 特种设备及强检设备

(1) 根据《特种设备安全监察条例》第二十五条, 特种设备在投入使用前或者投入使用后 30d 内, 特种设备使用单位应当向直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门登记。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。

(2) 根据《特种设备安全监察条例》第二十六条, 特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。

6.4.6.2 利旧设备

建议项目投入使用前，对利旧生产设备进行隐患排查治理，确保安全设施完好有效。

6.5 安全管理补充的安全对策措施

根据《中华人民共和国安全生产法》、《炼钢安全规程》和《钢铁冶金企业设计防火标准》等相关法律法规和标准，补充以下对策措施：

(1) 安全生产工作实行管行业必须管安全、管业务必须管安全、管生产经营必须管安全，强化和落实生产经营单位主体责任与政府监管责任，建立生产经营单位负责、职工参与、政府监管、行业自律和社会监督的机制。

(2) 应按照《辽宁省企业安全生产主体责任规定》要求落实企业主体责任。

(3) 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。

(4) 生产经营单位的主要负责人是本单位安全生产第一责任人，对本单位的安全生产工作全面负责。其他负责人对职责范围内的安全生产工作负责。

(5) 企业主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

(6) 企业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。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

(7) 从事特种作业的人员必须按国家规定经过专门的安全知识与安全操作技能培训并经过考核，取得特种作业资格，方可上岗工作。

(8) 针对本项目修订岗位操作规程和应急预案。

(9) 按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》相关要求进行相应的培训、演练、维护和更新，定期进行评审，不断改进，报送相关部门进行备案。

(10) 在危险的设备、设施、场所，设置明显的安全警示标志。

(11) 本项目的安全设施，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。

(12) 设计、施工和监理单位应当具备国家规定的注册资本、专业技术人员、技术

装备和安全生产等条件，依法取得相应等级的资质证书。

(13) 特种设备（耳轴、吊钩等）应购买有相应资质厂家生产的合格产品，并定期进行检验、检测。

(14) 根据《个体防护装备配备规范 第3部分：冶金、有色》相关要求，从事高温热接触或热辐射作业的人员，应配备安全帽（耐高温）、强光源防护镜、职业眼面部防护具、隔热伤害手套、安全鞋、熔融金属飞溅防护服、隔热服、阻燃服等个体防护装备；从事有限空间作业人员，应配备安全帽、安全带、安全绳、缓冲器、缓降装置、连接器、水平生命线装置、速差自控器、自锁器、安全网、挂点装置、长管呼吸器、自给闭路式压缩氧气呼吸器、自给开路式压缩空气呼吸器、防化学品手套、化学防护服、安全鞋等个体防护装备。

(15) 企业应建立安全生产费用年度提取制度，按照实际营业收入为计提依据，按比例提取安全费用。安全费用计入成本，专户储存，专项用于安全生产，确保安全生产投入。

(16) 企业应为员工缴纳工伤保险。

(17) 企业应对有限空间作业场所进行辨识，建立台账，并设置明显安全警示标志。有限空间落实作业审批制度，严禁擅自进入有限空间作业。

(18) 临时用电、动火、高处作业、起重作业等高危作业落实作业审批制度。

(19) 根据《工贸企业重大事故隐患判定标准》，冶金行业不得存在以下事故隐患：

1. 会议室、活动室、休息室、操作室、交接班室、更衣室（含澡堂）等6类人员聚集场所，以及钢铁水罐冷（热）修工位设置在铁水、钢水、液渣吊运跨的地坪区域内的；

2. 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、厂房内吊运和地面运输通道等6类区域存在积水的；

3. LF炉的水冷元件未设置出水温度、进出水流量差等监测报警装置，或者监测报警装置未与炉体倾动、氧（副）枪自动提升、电极自动断电和升起装置联锁的。

(20) 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安全措施。

7 评价结论

7.1 项目的主要危险、有害因素

通过对本项目危险、有害因素的辨识、分析以及定性、定量评价，认为项目中存在的危险有害因素包括熔融物喷溅、起重伤害、火灾、爆炸、灼烫、触电、高处坠落、物体打击、车辆伤害、机械伤害、淹溺、中毒和窒息等。

其中应重点防范的危险有害因素及部位：

熔融物喷溅：LF炉等工序钢水转运等处因钢水泄漏或遇潮湿环境引起熔融物喷溅。

另外，触电、车辆伤害、高处坠落等其他危险有害因素也不容忽视，企业应重视安全设施建设，改善作业条件，防止事故发生。

7.2 应重视的安全对策措施

本项目应高度重视的安全对策措施主要为：

(1) 防止熔融物喷溅的安全对策措施

车间地面应保持干燥，不应有积水；水冷系统应设置流量及压力报警。

(2) 车间工艺布置的安全对策措施

主控室等场所设置在钢水与液渣吊运影响的范围内，扩建、改建项目应合理利用和改造既有设施，并应尽量减少对既有生产的影响。

(3) 安全管理方面对策措施

建立、健全安全组织机构、管理制度、岗位责任制、操作规程，对特种作业人员培训，特种及强检设备的检验检测，编制火灾等事故应急预案等，并定期演练。加强安全教育，严禁习惯性违章。

7.3 安全预评价结论

海城市恒盛铸业有限公司精炼炉技术改造项目布局得当，符合国家经济发展政策要求。

本项目未构成危险化学品重大危险源。

通过对本项目生产过程情况分析结果可知，生产过程中存在一定的危险、有害因素，但在采取可行性研究报告及本安全预评价报告中提出的各项安全对策措施的基础上，工

程潜在的危險、有害因素可以得到有效控制，危險程度可以接受。

本安全预评价报告将为安全设施设计专篇提供依据。设计单位应对本安全预评价报告中提出的各项安全对策措施予以采纳，使项目的危險、有害因素能够得到有效控制，从而实现项目建成后的安全运行。