

冶金高温作业安全管理优化与风险防范

王尚新 李晓雪 张 岩 何春灿

鞍山钢铁劳研所科技有限公司 辽宁 鞍山 114001

摘 要:冶金高温作业场景复杂、作业强度大,存在烫伤、设备故障、火灾爆炸及职业健康等多重安全风险,是冶金企业安全管控的重难点。当前行业安全管理存在制度细化不足、人员培训不规范、现场管控有盲区、风险预警滞后、应急防控体系不完善等问题。本文系统分析冶金高温作业的风险诱因与管理短板,从制度建设、人员管控、现场硬件升级、应急体系构建四个维度,提出针对性的安全管理优化策略与风险防范措施,助力企业构建全周期闭环安全防控体系。

关键词:冶金高温作业;安全管理优化;风险防范

引言:冶金行业高温作业贯穿炼铁、炼钢、轧钢等核心生产工序,作业环境高温高热、工况复杂多变,叠加高强度人工操作,极易引发各类安全事故与职业健康问题。随着冶金行业安全生产标准化要求不断提升,传统粗放的高温作业管控模式,已无法适配现代化生产的安全需求。为有效化解高温作业安全隐患,补齐风险防控短板,本文结合冶金高温作业场景特点与现存管理问题,探索科学可行的安全管理优化路径,为企业筑牢高温作业安全生产防线提供参考。

1 冶金高温作业概述及安全风险分析

1.1 冶金高温作业核心场景与作业特点

(1) 主要高温作业场景:涵盖炼铁高炉出铁场、炼钢转炉与电炉平台、连铸中间包及轧钢加热炉、热处理炉周边作业,以及冶金炉窑定期清渣、砌筑、修补等检修作业。(2) 高温作业核心特点:作业环境温度高,热辐射强度大,设备与介质温度多超 1000℃;作业连续性强,倒班作业下设备 24h 运行,生产节奏紧凑,且作业空间常受高温、粉尘、噪声交织影响,环境复杂^[1]。(3) 作业人员作业特性:作业涉及人工取样、堵眼、清渣、堆焊等重体力操作,劳动强度大,单次在岗时间长,高温热辐射下机体散热困难,易导致疲劳累积,身心负荷显著增大。

1.2 冶金高温作业主要安全风险类型

(1) 人身伤害风险:高温环境易引发中暑、热痉挛、热衰竭等急性热致疾患;高温熔体、红钢、炉体表面及蒸汽管道等直接接触,可造成严重烫伤、灼伤甚至烧伤。(2) 设备运行风险:长期高温作用加剧设备金属蠕变、密封件老化、耐火材料剥落,引发炉壳变形、

水冷系统结垢或失效,增加管道炸裂、高温介质喷溅或泄漏风险。(3) 安全事故风险:高温遇可燃物或密闭容器可引发火灾、爆炸;高温区域电气绝缘下降易致触电,且高温环境下人员操作失误概率上升,易诱发高处坠落、物体打击等次生事故。(4) 职业健康风险:长期接触高温与热辐射,可诱发心血管系统慢性疾病、消化系统功能紊乱,同时强辐射及有害烟气对视力、呼吸系统造成渐进性损伤。

1.3 高温作业风险产生的核心诱因

(1) 人为因素:作业人员安全意识薄弱,存在简化操作、防护用品佩戴不全等违章行为,且对突发喷溅、泄漏等异常状况应急处置能力不足。(2) 设备因素:高温区域隔热、防护设施老化失效,通风降温或空调设备能力不足,温度、压力、气体浓度等安全监测仪表滞后或校准不及时。(3) 管理因素:安全责任制落实不细,高温巡检与设备点检频次不足,岗前安全培训及高温防护技能训练不规范,排班缺少合理轮换与休息机制。(4) 环境因素:车间自然通风或机械通风不良,夏季高温季节与热源叠加,部分检修作业空间密闭狭小,热量难以散失,显著加剧作业风险。

2 冶金高温作业安全管理现状及存在问题

2.1 现行高温作业安全管理体系

(1) 行业现行安全规范与标准体系:冶金行业已建立以《冶金企业安全生产监督管理规定》《高温作业分级标准》(GB/T4200)《工业场所有害因素职业接触限值》(GBZ2.2)等为核心的法规标准框架,对高温作业环境参数监测、劳动保护、作业时限等提出了基本规范要求。(2) 企业现有安全管理制度、岗位职责与管控流

程:多数冶金企业已制定高温作业安全操作规程、岗位安全生产责任制及三级安全教育制度,明确了从厂部、车间到班组的逐级安全管理职责,配套形成了班前会交底、作业票审批、高温时段巡查等日常管控流程。(3)现有高温作业防护、巡检、应急管理机制:各企业普遍建立了高温季节防暑降温专项方案,配备了岗位通风降温设施、隔热防护装备及清凉饮品供应点;定期巡检制度覆盖了高炉、转炉、加热炉等关键热源设备;应急预案体系包含高温中暑、烫伤、火灾爆炸等专项处置方案,设有兼职应急救援队伍^[2]。

2.2 安全管理现存主要问题

(1)管理制度层面:现有制度多参照通用标准制定,对具体岗位、具体工序的差异化风险缺乏针对性细化措施;部分企业制度更新滞后,未能及时纳入新工艺、新设备带来的高温风险管控要求;制度执行中“以文件落实文件”现象突出,现场考核问责力度不足,流于形式。(2)人员管理层面:高温防护专项培训多集中在夏季高温时段,尚未形成贯穿全年的常态化培训机制;培训内容偏重理论灌输,缺少结合岗位实际的案例教学与实操演练;一线作业人员对热射病早期症状识别、突发喷溅避险等关键技能掌握不牢,风险防控意识薄弱,习惯性违章行为时有发生。(3)现场管控层面:高温作业区域广、工序衔接复杂,巡检点位多、频次低,高温时段监管力量分散,导致冶炼平台、炉下清渣区、有限空间检修点等关键部位存在监管盲区;动态风险管控依赖人工判断,对作业环境温度突变、设备异常升温等即时风险响应滞后,缺乏实时跟踪与闭环管理手段。(4)防护保障层面:部分企业隔热防护服、耐高温面罩等个体防护装备配备数量不足,使用年限超期后未及时更换;岗位空调休息室、通风降温设施覆盖不全,老旧设备制冷效果下降;高温季节防暑药品、含盐饮料等保障标准偏低,未完全满足一线作业实际需求。

2.3 风险防范工作存在的短板

(1)风险识别不全面:高温作业风险识别多依赖班组长及老员工个人经验,缺乏系统化、标准化的风险辨识评估流程;对非稳态作业环节(如炉窑临时抢修、交叉作业)的风险因素辨识遗漏较多;尚未建立常态化的全员风险排查机制,岗位员工主动参与度不足。(2)风险预警不及时:高温环境温度、热辐射强度、有害气体浓度等关键参数监测仍以定时人工巡检为主,在线实时监测设备安装覆盖率低,数据采集与传输存在延迟;预警指标单一,未将人员生理状态、连续作业时长等因素纳入综合预警模型,整体以被动响应式防控为主,缺

乏事前预判能力。(3)应急处置能力不足:高温事故应急预案内容笼统,对不同类型、不同等级的事故情景缺乏分级响应流程;应急演练多按预定脚本开展,频次偏低且实战性不强,未充分模拟突发喷溅、多人中暑等复杂场景;现场作业人员初始处置能力薄弱,紧急降温、伤员转运等关键环节熟练度不够。(4)长效防控缺失:安全管理重心长期偏向事故发生后的事故调查与善后处置,对高温作业风险的前期评估、过程干预、效果评估等事前预防环节投入不足;尚未形成从风险辨识、监测预警、过程管控到应急响应的全周期闭环管理体系,长效防控机制有待系统构建。

3 冶金高温作业安全管理优化策略与风险防范措施

3.1 完善高温作业安全管理制度体系

(1)细化分级管控制度:依据作业环境温度、热辐射强度、持续作业时间及工序危险程度,将高温作业划分为一般风险、较大风险和重大风险三个等级,逐级明确管控标准与管控措施。针对炼铁出铁场、转炉炉前、炉窑内部检修等高风险岗位,制定“一岗一策”风险管控方案,将各级管理人员和岗位员工的管控责任逐项分解、清单化落实,确保责任到人、措施到位^[3]。(2)健全考核监督制度:建立高温安全管理专项考核办法,将高温防护措施落实、巡检质量、隐患整改闭环率等核心指标纳入车间及班组月度绩效考核体系。推行高温作业“红黄牌”警示制度,对违规操作、防护缺失等问题实施分级问责。同时设立安全行为正向激励基金,对主动排查高温隐患、及时制止违章行为的员工给予表彰奖励,形成刚性约束与正向激励并重的长效考核机制。(3)优化作业排班制度:综合考虑高温时段作业风险差异,科学调整作业班次,将高强度高温作业尽可能安排在环境温度相对较低的时段;对必须连续高温作业的工序,实行缩短连续作业时长、增加轮换频次的弹性排班模式。每班次明确强制休息时段,依托高温休息室保障作业人员有效恢复体能,切实减轻高温时段人员生理负荷。

3.2 强化作业人员安全管理与培训

(1)常态化安全培训:建立“岗前、岗中、季节性”三位一体的高温安全培训机制。岗前重点培训高温作业操作规程、个体防护用品正确穿戴及热射病预防知识;岗中结合生产实际每月开展高温典型事故案例剖析与复盘;季节性培训在每年入夏前集中组织,内容涵盖防暑降温常识、中暑先兆识别及现场急救技能,确保培训频次充足、内容贴合岗位实际。(2)严格岗前资质审核:联合企业医疗部门建立高温作业人员健康档案,每

年高温季节前组织专项职业健康体检,重点筛查心脑血管系统疾病、高血压及皮肤疾病等高温禁忌症,凡体检不合格者一律调离高温岗位。实行高温作业持证上岗制度,操作人员须完成规定学时的安全培训并经理论、实操双项考核合格后方可上岗作业。(3)强化安全意识引导:利用班前安全宣誓、高温风险每日一讲、安全文化长廊等多种形式,将高温风险防范意识融入日常作业氛围。精选行业内高温灼烫、中暑昏迷等典型事故案例制作警示教育片,定期组织员工集中观看并开展反思讨论,引导员工从“被动防护”向“主动防范”转变,自觉抵制违章操作、疲劳作业等不安全行为。

3.3 优化现场风险防控与硬件保障

(1)升级硬件防护设施:全面排查高温岗位现有隔热、通风、降温设备运行状况,对老化失效的轴流风机、工业空调、水冷系统等及时更换或升级。按照国家标准为高温岗位足额配备隔热防护服、耐高温面罩、防冲击护目镜、隔热手套等个体防护装备,建立防护用品使用台账,实行到期强制报废更换制度,确保防护装备始终处于有效状态。(2)搭建智能监测预警系统:在炼铁高炉平台、转炉炉前、加热炉周边等高温关键区域部署无线温湿度传感器、热辐射监测仪及设备红外测温装置,构建高温作业环境参数实时监测网络。系统设定多级阈值报警功能,当环境温度、设备表面温度或有害气体浓度超限时自动推送预警信息至中控室及管理人员终端。同时探索引入智能穿戴设备,实时监测作业人员心率、体温等生理指标,实现人员状态异常预警^[4]。(3)优化作业现场环境:对高温车间进行全面通风诊断,合理布置强制送风系统,改善自然通风条件,在热源集中区域增设岗位送风岗位空调。在车间内合理规划高温作业休息缓冲区域,配备空调降温、清凉饮品供应及急救药箱,确保作业人员可就近获得有效休整和应急补给,缓解高温作业环境累积影响。

3.4 构建全流程应急风险防范体系

(1)完善专项应急预案:针对高温中暑、热痉挛、热衰竭、高温熔体烫伤灼伤、煤气中毒及高温区域火灾爆炸等主要事故类型,分别制定专项处置方案。每项方案明确事故分级标准、应急响应启动条件、现场处置操作

流程、紧急医疗救护路径及信息上报程序,确保一线员工可对照方案快速采取正确应对措施,杜绝盲目施救或处置不当。(2)常态化开展应急演练:将高温事故应急演练纳入年度演练计划,每季度至少组织一次专项实战演练。演练不设固定脚本,随机模拟高温中暑昏迷、炉体突发喷溅、人员烫伤等多种叠加复杂情景,重点检验信息报送速度、现场先期处置能力及医疗救护衔接效果。演练结束后现场进行点评打分,针对暴露问题限期整改,确保应急队伍始终保持实战状态^[5]。(3)健全事后复盘机制:建立高温作业事故及未遂事件的“一事一复盘”制度,每起事件发生后48小时内组织相关人员召开复盘分析会,从人员操作、设备状态、管理环节、环境因素四个维度深入剖析根本原因。形成书面复盘报告,将改进措施纳入岗位操作规程和日常管控清单,实现“事件一分析一改进一固化”的闭环迭代,持续优化高温作业全周期防控策略。

结束语

冶金高温作业风险具有复杂性、突发性和累积性特点,其安全管理是一项系统性、长期性的工作。本文针对行业现存的管理、人员、现场、应急等多方面短板,制定了全方位的优化与防控方案。通过完善制度体系、强化人员培训、升级硬件设施、健全应急机制,可有效降低高温作业安全事故发生率,改善作业环境与职业健康条件,推动冶金企业高温作业安全管理向规范化、智能化、闭环化长效发展。

参考文献

- [1] 吴雅菊,许开立.高温熔融金属作业安全完整性评价[J].东北大学学报(自然科学版),2021,42(04):571-577.
- [2] 居丹丹.冶金安全生产事故频发的根源及对策措施[J].冶金与材料,2022,42(02):153-156.
- [3] 施志勇,杨俊涛.安全管理虚拟团队在冶金安全风险防范中的应用[J].工业安全与环保,2023,49(04):59-62.
- [4] 董锁堂,张琦,张京亮.冶金生产安全事故易发因素与精准防范研究[J].冶金与材料,2025,45(06):102-104.
- [5] 刘军,王鹏.冶金高温设备热疲劳监测与预防性防护技术优化[J].重型机械,2026,18(01):65-70.