

# 智能化技术在冶金安全管理中的应用与创新

孙勤华

新疆昆玉钢铁有限公司 新疆 奎屯 833200

**摘要:** 随着智能化技术的迅猛发展,其在冶金安全管理领域的应用日益广泛且深入。智能化技术凭借大数据分析、物联网感知、人工智能算法等先进手段,实现对冶金生产全过程的安全监测、风险预警与智能决策。不仅极大地提升了安全管理的精准度与及时性,更推动了管理模式的创新变革,有效降低事故发生率,为冶金行业构建起全方位、多层次、智能化的安全防护体系。

**关键词:** 智能化技术;冶金安全管理;应用;创新

引言:冶金行业作为国民经济的重要支柱,生产流程复杂、环境恶劣,安全管理面临诸多挑战。传统管理模式依赖人工经验,存在监测盲区、响应滞后等问题。在科技飞速发展的当下,智能化技术为冶金安全管理带来了新契机。大数据、物联网、人工智能等前沿技术的深度融合应用,正推动冶金安全管理从被动应对向主动预防转变,开启创新发展新篇章。

## 1 冶金安全管理现状与问题分析

### 1.1 传统安全管理模式的特点与局限

(1) 依赖人工巡检与经验判断:传统模式下,设备状态监测、风险排查多依靠巡检人员现场查看,判断设备是否存在隐患、操作是否合规,主要依赖员工的工作经验,缺乏科学数据支撑,易因人员经验不足、责任心差异导致隐患漏判。(2) 实时性差、数据分散、预警滞后:人工巡检存在固定周期,无法实时掌握设备运行与环境变化情况,且巡检记录、设备数据多以纸质或分散电子文档存储,数据难以整合,当出现异常时,需人工层层上报,预警信息传递慢,难以及时制止风险扩大。

### 1.2 冶金行业典型安全风险类型

(1) 高温高压设备故障:冶金生产中高炉、转炉等设备长期处于高温(超1000℃)、高压环境,易出现炉衬侵蚀、管道开裂等故障,一旦发生可能引发熔融物喷溅,造成重大人员伤亡。(2) 有毒有害气体泄漏:煤气、二氧化硫等气体在生产中广泛使用,若管道密封失效或阀门故障,气体泄漏后易在车间积聚,引发人员中毒或爆炸事故。(3) 作业人员违规操作:部分员工为追求效率,违反安全规程,如未按要求佩戴防护装备、违规操作起重设备等,增加了事故发生概率。(4) 火灾与爆炸风险:冶金过程中使用的燃油、煤气等可燃物,遇明火或静电火花易引发火灾,若未及时控制,可能进一步升级为爆炸<sup>[1]</sup>。

### 1.3 现有安全管理体系的不足

(1) 信息化程度低,缺乏全局协同:现有体系多采用孤立的管理手段,如部分环节虽有简单数据记录,但未形成统一信息化平台,生产、设备、安全等部门数据不互通,难以从全局视角统筹安全管理,协同效率低。(2) 应急响应效率亟待提升:事故发生后,需人工收集现场信息、协调救援力量,信息传递不及时、资源调配无序,导致救援指令下达慢、救援措施针对性不足,延长应急处置时间,可能加剧事故后果。

## 2 智能化技术在冶金安全管理中的核心应用

### 2.1 物联网(IoT)与传感器技术

(1) 实时监测设备状态与环境参数:在冶金生产关键设备(如高炉、转炉、管道)上部署多类型传感器,可实时采集设备表面温度、内部压力、振动频率等运行数据,同时在车间关键区域安装气体传感器,精准监测一氧化碳、二氧化硫等有毒有害气体浓度及氧气含量,数据通过IoT网络实时上传至管理平台,实现对设备与环境风险的动态感知。(2) 案例:高炉炉温智能监测系统:某大型钢铁企业高炉炉体不同区域嵌入光纤传感器与红外温度传感器,实时捕捉炉内温度分布数据,结合IoT传输技术,将数据同步至中控平台。系统可自动识别炉温异常波动,当温度超出预设阈值时,立即触发声光报警,避免因炉温过高导致炉衬烧穿等事故,相比传统人工测温,监测精度提升30%,预警响应速度缩短至秒级。

### 2.2 人工智能与大数据分析

(1) 基于机器学习的风险预测模型:收集冶金企业历史设备故障数据、环境监测数据、事故记录等海量信息,通过大数据技术进行清洗与整合,再利用机器学习算法构建风险预测模型。模型可分析设备故障与参数变化的关联规律,提前72小时预测设备潜在故障风险,如

预判风机轴承磨损故障,为维修保养提供精准依据,降低突发故障发生率。(2)作业行为识别与违规预警:在车间关键作业区域部署AI视频监控系統,通过计算机视觉技术识别作业人员行为。当系統检测到人员未佩戴安全帽、违规跨越安全护栏、在危险区域吸烟等行为时,可实时抓拍画面并向管理人员手机APP推送预警信息,同时现场语音播报提醒违规人员,违规行为识别准确率达95%以上,有效减少人为操作风险<sup>[2]</sup>。

### 2.3 数字孪生技术

(1)构建虚拟冶金工厂,模拟安全风险场景:依托实际冶金工厂的三维数据,构建1:1数字孪生模型,将设备运行数据、环境参数、人员位置信息实时映射至虚拟场景。可模拟高温设备泄漏、气体扩散等安全风险场景,直观展示风险蔓延路径与影响范围,帮助管理人员精准识别生产流程中的薄弱环节。(2)优化应急预案与培训演练:在数字孪生系统中开展应急演练,模拟火灾、爆炸等突发事件,无需中断实际生产。演练过程中可测试不同应急预案的效果,如调整救援路线、优化物资调配方案,同时让员工在虚拟场景中进行实操培训,提升应急处置能力,培训效率较传统方式提高40%。

### 2.4 5G与边缘计算

(1)低延迟数据传输支持远程操控:利用5G网络低延迟(毫秒级)、高带宽的特性,将冶金高危岗位(如高炉出铁、转炉炼钢)的设备操控数据实时传输至远程控制中心。操作人员可在安全环境下通过控制台远程控制设备,避免人员直接暴露在高温、高压危险环境中,降低岗位安全风险。(2)现场作业的实时安全干预:在边缘计算节点部署安全分析算法,对现场作业数据(如人员位置、设备运行状态)进行实时分析。当检测到人员进入禁入区域、设备参数异常可能引发事故时,边缘节点可立即向现场人员的智能终端发送预警信息,同时触发设备紧急停机指令,实现秒级安全干预<sup>[3]</sup>。

### 2.5 无人机与机器人技术

(1)危险区域巡检与隐患排查:采用搭载高清摄像头、红外热像仪的无人机,对冶金厂区内的高空管道、储罐顶部、高温炉体外部等人工难以到达的危险区域进行巡检。无人机可快速识别管道腐蚀、储罐泄漏、炉体表面温度异常等隐患,生成巡检报告并标记隐患位置,巡检效率较人工提升3倍,且避免人员高空作业风险。(2)自动化灭火与救援设备:投入耐高温消防机器人,在冶金厂区发生火灾时,机器人可通过远程操控进入高温火场,利用高压水枪、干粉喷射装置开展灭火作业,同时搭载气体检测模块,实时监测火场有害气体浓度。

此外,救援机器人可进入坍塌、有毒区域搜救被困人员,携带急救物资送达现场,减少救援人员伤亡风险。

## 3 智能化技术驱动的冶金安全管理创新路径

### 3.1 从被动应对到主动预防的范式转变

打破传统“事后整改”的被动模式,通过整合IoT传感器实时采集的设备运行数据(温度、压力、振动)、环境数据(气体浓度、粉尘含量),以及历史事故数据、作业人员操作记录等多维度信息,构建动态风险评估模型。模型借助大数据分析技术,实时计算各生产环节的风险值,如针对高炉区域,可结合炉温波动趋势、煤气管道压力变化、人员作业频次等参数,自动生成风险等级(低、中、高)。当风险值接近阈值时,系統提前推送预警信息至管理人员,同时联动设备控制系统调整运行参数(如降低炉温、增强通风),将风险控制在萌芽阶段,实现从“事故应对”到“风险预判”的主动预防转型。

### 3.2 人机协同的安全管理模式

(1)智能穿戴设备与人员定位系統:为作业人员配备集成心率监测、气体检测、定位功能的智能手环或安全帽,设备实时采集人员生理状态与所处位置信息,通过5G网络同步至管理平台。当人员进入高温、有毒气体超标区域,或心率异常(如因高温出现中暑征兆)时,系統立即触发声光报警,同时推送人员位置至调度中心,便于及时干预;此外,定位系統可实现人员轨迹追溯,若发生事故,能快速确定被困人员位置,提升救援效率。(2)AR/VR辅助安全培训与操作指导:利用AR技术在设备表面叠加虚拟操作指引,如在转炉控制面板上显示按钮功能、操作步骤及安全注意事项,帮助新员工快速掌握规范操作;通过VR构建模拟事故场景(如煤气泄漏、炉体坍塌),员工在虚拟环境中进行应急处置演练,可反复操作且无安全风险,强化安全操作记忆,同时减少传统实操培训对生产的影响,实现“边学边练”的人机协同培训模式<sup>[4]</sup>。

### 3.3 智能化应急决策支持系統

(1)多源数据融合的应急指挥平台:整合IoT监测数据、AI视频监控画面、无人机巡检影像、人员定位信息等多源数据,构建一体化应急指挥平台。事故发生时,平台自动汇总事故区域的设备状态(如是否停机、有无泄漏)、人员分布、环境风险(如气体扩散范围),以可视化图表(热力图、动态扩散模型)呈现,帮助指挥人员快速掌握事故全貌,避免因信息碎片化导致决策延误。(2)智能疏散路径规划与资源调度:基于事故现场实时数据(如火灾蔓延方向、有毒气体扩散速度),系

统利用算法自动规划最优人员疏散路径,通过智能终端(如手机APP、现场指示灯)引导人员撤离;同时根据事故类型与规模,自动匹配所需救援资源(如消防机器人、急救设备、防护用品),并规划最短调配路线,联动仓库与救援队伍,实现资源快速到位,提升应急处置效率。

#### 3.4 区块链技术保障安全数据可信性

将冶金生产过程中的安全数据(如设备巡检记录、人员操作日志、环境监测数据、应急预案执行情况)上传至区块链网络,利用区块链“不可篡改、可追溯”的特性,确保数据真实完整。当发生安全事故时,管理人员可通过区块链追溯事故发生前的所有相关数据,清晰还原事件经过,如确定设备故障是否因未及时维修、人员操作是否存在违规等;同时,基于链上数据明确各部门、各岗位的责任,避免责任推诿,为事故处理与后续整改提供可信依据,也为行业事故案例库建设提供真实数据支撑。

### 4 智能化冶金安全管理的挑战与对策

#### 4.1 技术层面挑战

(1) 数据安全与隐私保护:智能化管理需采集设备运行、人员位置等海量敏感数据,若防护措施不足,易遭黑客攻击或数据泄露,不仅影响生产安全,还可能泄露企业核心生产信息与员工隐私,如人员定位数据泄露可能引发个人安全风险。(2) 多系统兼容性与标准化问题:冶金企业可能引入不同厂商的IoT传感器、AI监控、数字孪生系统,各系统数据格式、接口不统一,难以实现数据互通,形成新的“数据孤岛”;同时行业缺乏统一的智能化安全管理技术标准,导致系统选型、数据应用无章可循,影响智能化落地效果。

#### 4.2 管理层面挑战

(1) 人员技能转型与组织文化适配:传统员工多熟悉人工巡检、经验化管理,缺乏数据分析、智能系统操作能力,难以适应智能化管理需求;且部分企业存在“重硬件投入、轻人员培养”的文化倾向,员工对智能

化技术接受度低,阻碍管理模式转型。(2) 成本投入与长期效益平衡:智能化系统(如传感器网络、数字孪生平台)初期建设成本高,且需持续投入维护与升级费用,部分中小企业短期内难以看到明显效益,导致智能化改造动力不足。

#### 4.3 对策建议

(1) 政企协同推动技术标准制定:政府牵头联合行业协会、龙头企业与科研机构,加快制定冶金智能化安全管理的数据接口、安全防护、系统认证等标准,规范市场秩序;同时设立专项基金,对企业智能化改造给予补贴,降低企业成本压力。(2) 加强复合型人才培养与激励机制:企业与高校合作开设冶金安全智能化相关专业,定向培养既懂冶金生产又掌握智能技术的人才;内部开展技能培训,建立“智能操作考核与奖励”机制,对熟练运用智能系统的员工给予薪资提升、职位晋升等激励,推动人员技能转型与文化适配。

#### 结束语

智能化技术在冶金安全管理中的应用与创新,是行业发展的必然趋势与关键路径。其以高效精准的优势,有效破解了传统管理难题,大幅提升了安全保障水平。未来,随着技术持续迭代升级,智能化将深度融入冶金生产各环节,实现更智能的风险感知、预测与防控。我们应积极拥抱变革,不断探索创新,让智能化技术为冶金行业安全稳定发展筑牢坚实基础。

#### 参考文献

- [1]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):153-154.
- [2]段晓萍,韩剑通.冶金安全生产事故频发的根源及应对措施[J].冶金管理,2021,(05):178-179.
- [3]陈朝德.新形势下自动化技术在机械设计制造中的应用研究[J].模具制造,2024,24(12):182-184.
- [4]李玉花,林雨昕,李丹丹.人工智能技术应用如何影响企业创新[J].中国工业经济,2024,(10):155-157.