

# 钢厂冶金设备维护与维修策略探讨

贾善斌 夏焕梅

邯钢集团邯宝钢铁有限公司邯宝热轧厂 河北 邯郸 056015

**摘要:** 钢厂冶金设备的高效运行对钢铁产业发展至关重要。设备长期处于高温、重载、强腐蚀等恶劣工况,机械故障、电气故障、液压与润滑系统故障频发。通过深入分析故障成因,提出实施状态监测与预知维修、优化维护管理体系、应用新技术与设备升级改造、建立应急处理机制等策略。这些策略能有效降低设备故障率,提升可靠性与稳定性,对保障钢铁生产连续高效、推动产业可持续发展具有重要现实意义。

**关键词:** 钢厂冶金设备; 维护维修; 策略

## 引言

在钢铁工业蓬勃发展的当下,冶金设备作为生产核心载体,其运行状况直接影响钢铁产品质量与企业经济效益。然而,高温、高粉尘、强振动等恶劣工况,加之维护管理缺陷、设备固有设计制造问题,导致机械、电气、液压等系统故障多发。亟需系统探究钢厂冶金设备的维护与维修策略。本文通过剖析设备常见故障类型及成因,针对性提出科学有效的维护维修策略,旨在为钢铁企业提升设备管理水平、增强竞争力提供理论与实践参考。

## 1 钢厂冶金设备概述

钢厂冶金设备构成复杂且庞大,覆盖从原材料处理至最终产品成型的整个流程。在炼铁环节,原料处理需借助多种设备。烧结设备将铁矿粉、焦粉等混合烧结成烧结矿,球团设备把铁矿粉制成球团矿,两者均能有效提高高炉利用率。焦化设备通过煤炭干馏产出焦炭,为高炉提供必要的燃料与还原剂。高炉作为炼铁核心设备,由炉壳、炉衬、冷却系统等构成,将烧结矿、球团矿、焦炭等原料冶炼为生铁,配套的热风炉负责加热鼓风,极大地提高高炉冶炼效率,而除尘设备则用于处理高炉烟气,减少环境污染。直接还原炼铁工艺采用回转窑,不经过高炉就能将铁矿石还原成海绵铁。炼钢环节中,转炉炼钢依靠转炉本体,通过供氧系统向生铁中吹入氧气,氧化去除杂质炼成钢,过程中产生的烟气由除尘设备处理。电弧炉炼钢则利用电弧产生的高温熔化废钢,其本体包含炉壳、炉盖、电极升降机构等,变压器为其提供电力,同样配备除尘设备净化烟气。精炼设备进一步提升钢的质量,如LF炉利用电弧加热钢液并添加合金元素,VD炉在真空环境下脱除钢液中的气体,RH炉通过循环处理去除气体和杂质。连铸设备将钢水连续铸造成坯,结晶器是使钢水凝固成型的关键部件。轧钢环

节首先由加热炉将钢坯加热至合适的轧制温度,随后轧机依据不同产品需求将钢坯轧制成板材、棒材、线材、型钢等各类型材,如初轧机将钢坯轧制成中间产品,型材轧机用于轧制H型钢、角钢等,板带轧机轧制钢板和钢带,线材轧机轧制线材。轧制完成后,冷却设备对钢材进行冷却,精整设备再对钢材进行矫直、切割、包装等后续处理。物料输送设备、除尘设备、水处理设备、配电系统以及自动化控制系统等辅助设备,协同保障整个钢厂冶金生产的高效、稳定运行。

## 2 钢厂冶金设备常见故障类型及原因分析

### 2.1 常见故障类型

#### 2.1.1 机械故障

钢厂冶金设备在运行过程中,机械故障是较为常见的故障类型之一。设备的机械部件长期处于高负荷、高转速、强冲击的工作状态,使得零部件承受着巨大的应力。如轧机的轧辊,在轧制钢材时,不仅要承受高温钢材的压力,还要抵抗轧制过程中产生的摩擦力,长时间运行后,轧辊表面容易出现磨损、裂纹,甚至剥落现象。传动系统中的齿轮,由于相互啮合传递动力,在频繁启停和载荷变化的作用下,齿面会发生疲劳点蚀、胶合,导致齿轮传动精度下降,进而影响整个设备的运行稳定性。轴承作为支撑旋转部件的关键零件,在高温、粉尘等恶劣环境下,润滑条件容易恶化,造成轴承过热、卡死,使设备无法正常运转。

#### 2.1.2 电气故障

电气系统是钢厂冶金设备实现自动化控制和动力传输的核心部分,其故障的发生会严重影响设备的正常运行。在冶金生产环境中,高温、潮湿、多尘以及电磁干扰等因素,对电气设备的性能和可靠性产生极大影响。例如,电机作为设备的动力源,长期在高温环境下运行,其绕组绝缘材料会逐渐老化,导致绝缘性能下降,

引发短路故障。电气控制系统中的各种传感器、控制器,在复杂电磁环境下,信号传输容易受到干扰,出现误动作或信号丢失的情况。电气连接部位在长期运行过程中,由于电流的热效应和振动的影响,会导致接触不良,引起局部过热,甚至引发火灾事故<sup>[1]</sup>。

### 2.1.3 液压与润滑系统故障

液压与润滑系统是保障钢厂冶金设备正常运行的重要辅助系统,其故障会直接影响设备的工作效率和使用寿命。液压系统的故障主要源于液压油的污染和系统密封性能下降。在冶金生产现场,大量的粉尘、金属碎屑容易混入液压油中,这些杂质会堵塞液压阀、磨损液压泵和液压缸的内部零件,导致液压系统压力不稳定、动作失灵。润滑系统方面,润滑脂在高温环境下容易氧化变质,失去润滑性能,使得设备的运动部件之间摩擦加剧,产生大量热量,加速零部件的磨损。润滑系统的管路如果出现泄漏,会导致润滑不足,进一步恶化设备的运行状况,严重时可能造成设备卡死或损坏。

## 2.2 原因分析

### 2.2.1 设备运行工况恶劣

钢厂冶金设备的运行工况极为恶劣,这是导致设备故障频发的重要原因。生产过程中,设备要长期承受高温、高压、高湿度以及强腐蚀等极端环境的影响。例如,在炼钢炉附近,设备长期暴露在1000℃以上的高温环境中,金属材料的力学性能会随着温度升高而下降,导致零部件变形、强度降低。生产现场存在大量的粉尘和腐蚀性气体,粉尘会进入设备的各个运动部件之间,加剧磨损;腐蚀性气体则会与金属表面发生化学反应,造成金属腐蚀。设备在运行过程中还会受到频繁的冲击和振动,如连铸机在拉坯过程中,铸坯的重量和运动惯性会对设备产生较大的冲击力,这种长期的冲击和振动会使设备的零部件产生疲劳裂纹,最终引发故障。

### 2.2.2 维护管理不到位

维护管理不到位是钢厂冶金设备出现故障的另一关键因素。设备的定期维护和保养是确保其正常运行的重要手段,但在实际生产中,由于生产任务紧张,往往忽视了设备的维护工作。例如,设备的润滑工作没有按照规定的周期和标准进行,导致润滑不足或润滑过度,影响设备的正常运行。设备的点检工作也存在流于形式的情况,未能及时发现设备潜在的故障隐患,使得一些小问题逐渐发展成重大故障。设备维修人员的技术水平参差不齐,在设备出现故障时,不能快速准确地诊断和修复,延长了设备的停机时间,增加了设备的损坏程度。

### 2.2.3 设备设计与制造缺陷

设备本身存在的设计与制造缺陷也是导致故障发生的根源之一。在设备设计阶段,如果对冶金生产工艺的特殊性考虑不足,会导致设备的结构设计不合理,无法适应实际的生产需求。例如,某些设备的散热设计不合理,在高温环境下运行时,设备内部的热量无法及时散发,导致设备过热损坏。在制造过程中,由于加工精度不达标、材料质量不合格等问题,会使设备的零部件存在质量缺陷。如零部件的加工尺寸误差过大,会导致装配后设备的运行精度下降;使用的材料强度不足,在设备运行过程中容易发生断裂或变形。这些设计与制造缺陷在设备运行初期可能不会立即显现,但随着设备运行时间的增加,会逐渐引发各种故障<sup>[2]</sup>。

## 3 钢厂冶金设备维护与维修策略

### 3.1 实施状态监测与预知维修

(1) 钢厂冶金设备运行环境复杂,长期处于高温、重载、强腐蚀工况,设备故障具有突发性和连锁性特征。通过构建基于传感器网络的实时监测系统,在关键设备的轴承座、齿轮箱、电机等部位部署振动、温度、应力传感器,可实现设备运行参数的毫秒级采样。利用信号处理算法对采集数据进行滤波、频谱分析,能够捕捉设备早期异常征兆,例如滚动轴承点蚀初期产生的高频振动分量,或齿轮磨损导致的啮合频率异常波动。

(2) 结合大数据分析机器学习技术,建立设备健康状态评估模型。将历史运行数据、故障案例、维护记录整合为多维数据库,通过深度学习算法训练出预测模型,可实现设备剩余使用寿命的精准预估。例如,针对连铸机结晶器振动装置,基于LSTM神经网络建立的预测模型,能够提前72小时预警振动频率偏移,预测准确率达92%以上,为维修决策提供数据支撑。(3) 构建动态维修决策系统,根据设备健康状态划分维修等级。针对早期劣化阶段设备,制定维护计划,采取润滑优化、精度调整等措施延缓故障;对接近失效阈值设备,结合生产计划安排停机检修、更换磨损部件,避免非计划停机损失。通过状态监测与预知维修的实施,可使设备平均故障间隔时间延长30%以上。

### 3.2 优化维护管理体系

(1) 基于冶金设备全生命周期管理理念,建立涵盖设备选型、安装调试、运行维护、报废处置的一体化管理流程。在设备选型阶段,引入综合评估模型,从设备可靠性、维护便捷性、能耗指标等维度进行量化评价,优先选择模块化设计、易损件标准化的设备,降低后期维护难度。例如,采用单元化设计的高炉鼓风机,可实现核心部件的快速更换,减少停机时间。(2) 推行基

于风险的维护策略（RCM），通过故障模式与影响分析（FMEA）对设备进行风险分级。针对高风险设备，如转炉倾动系统、煤气净化装置，制定详细的维护作业指导书，明确维护周期、检测项目和操作规范；对于低风险设备，适当延长维护间隔，采用点检替代全面检修，实现维护资源的优化配置。（3）搭建数字化维护管理平台，集成设备台账管理、维护计划制定、工单执行、成本核算等功能模块。通过移动端设备实现维护任务的实时派发与进度跟踪，利用二维码技术对设备进行身份标识，扫码即可获取设备参数、维护记录等信息。平台自动生成维护成本统计报表，为设备维护经济性分析提供依据，助力企业实现维护成本降低15%-20%的目标<sup>[3]</sup>。

### 3.3 应用新技术与设备升级改造

（1）智能化技术在冶金设备维护领域的应用为设备管理带来变革。采用机器视觉技术对加热炉钢坯表面质量进行实时检测，通过卷积神经网络识别氧化铁皮、裂纹等缺陷，检测精度可达0.1mm；利用AR（增强现实）技术辅助设备检修，维修人员通过智能眼镜获取设备三维装配图和维修步骤指引，显著提升复杂设备的维修效率。（2）对关键设备进行节能增效升级改造，采用永磁同步电机替代传统异步电机，在轧机主传动系统中应用变频调速技术，可降低设备能耗18%-25%。针对高温设备，如高炉热风炉，采用新型陶瓷纤维保温材料和高效蓄热装置，提高热效率，减少热量损失。通过设备升级改造，不仅提升设备性能，还能降低运行成本，增强企业竞争力。（3）引入物联网（IoT）技术实现设备互联互通，构建智慧设备管理系统。将各类设备接入工业互联网平台，实现设备运行数据的云端存储与分析。利用数字孪生技术创建设备虚拟模型，通过仿真模拟设备不同工况下的运行状态，预测设备性能变化趋势，为设备优化升级提供技术支持，推动冶金设备向智能化、数字化方向发展。

### 3.4 建立设备故障应急处理机制

（1）针对冶金设备可能出现的突发故障，制定分级

分类的应急预案。按照故障影响范围和严重程度，将故障划分为Ⅰ级（重大故障）、Ⅱ级（严重故障）、Ⅲ级（一般故障），分别制定详细的处置流程。例如，对于可能导致重大安全事故的煤气泄漏故障，明确规定在发现泄漏后5分钟内启动紧急停机程序，30分钟内完成泄漏点隔离与现场警戒。（2）组建专业的应急抢修队伍，配备经验丰富的机械、电气、自动化等专业技术人员。定期开展应急演练，模拟设备突发故障场景，检验和提升抢修队伍的快速响应能力与协同作战水平。建立应急物资储备库，储备常用备品备件和专用维修工具，确保在故障发生时能够迅速获取所需物资，缩短抢修时间。（3）建立故障分析与改进机制，在故障处理完毕后，组织技术人员对故障原因进行深入分析，采用5Why分析法追溯故障根源，制定针对性的改进措施。将故障案例纳入企业知识库，为后续设备维护和操作提供参考，不断完善应急处理机制，提高企业应对设备突发故障的能力，保障生产的连续性和稳定性<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述，钢厂冶金设备维护与维修策略的优化是保障钢铁生产高效稳定的关键。通过对设备常见故障类型及成因的深入分析，提出的状态监测、体系优化、技术应用及应急机制等策略，能显著降低设备故障风险。未来，随着工业智能化发展，钢铁企业应持续探索新技术、新方法，不断完善设备维护维修体系，以适应行业转型升级需求，推动钢铁工业向更高质量发展。

### 参考文献

- [1]陈新敏.冶金企业电气自动化设备故障维修与维护探讨[J].价值工程,2025,44(3):154-157.
- [2]姜效诚.冶金企业电气自动化设备故障维修与维护研究[J].冶金与材料,2024,44(4):19-21.
- [3]兰志玉,高宁,邹宗来.冶金企业电气自动化设备故障维修与维护研究[J].山西冶金,2023,46(10):262-264.
- [4]徐凡.冶金企业电气自动化设备故障的维修与维护[J].冶金与材料,2024,44(12):172-174.