

智能技术在设备润滑中的应用与实施保障

程启涛

新疆八一钢铁股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830022

摘要: 钢铁企业核心设备长期处于高速、重载、高温、多粉尘水汽的恶劣工况,传统润滑方式存在供油精度不足、故障预警滞后、资源消耗大、拓展性差等问题。为此,将智能技术与润滑系统深度融合,构建智能润滑体系,其核心优势体现在适配恶劣工况、智能监控预警、降本增效、灵活拓展四大方面。同时,搭建“工况适配、管理闭环、技术支撑、实践验证”的实施保障体系,实现设备润滑的精准化、智能化、绿色化。实践表明,该系统有效降低非计划停机风险与运营成本,未来将结合工业互联网、人工智能向预测性维护升级,为钢铁行业智能化润滑提供实践参考。

关键词: 智能技术;设备润滑;降本增效;实施保障

引言

八钢公司作为钢铁行业骨干企业,其生产流程涵盖采矿、炼铁、炼钢、轧钢等多个环节,核心设备如转炉、连铸机、轧钢机、液压系统等长期处于高速、重载、高温工况,且作业环境粉尘多、水汽大、化学介质侵蚀风险高,设备润滑质量直接影响生产连续性和安全性。传统润滑方式(如干油润滑)在实际应用中暴露出诸多问题:供油精度不足导致设备磨损加剧、人工巡检效率低难以实现故障早发现、油脂消耗量大且污染环境、维护成本居高不下等。随着公司智能化转型战略推进,智能技术与设备润滑系统的深度融合成为破解上述难题的关键路径。本文结合公司生产实际,系统阐述智能技术在设备润滑中的应用优势,并构建适配钢铁行业工况的实施保障体系,为公司及同类企业提升润滑管理水平提供实践参考。

1 智能技术在设备润滑中的核心应用优势

结合公司设备工况特点(高速重载、多粉尘水汽、长周期运行),智能润滑系统通过技术创新实现了对传统润滑方式的全方位升级,核心应用优势体现在以下方面:

1.1 精准适配恶劣工况,提升润滑可靠性

公司转炉耳轴、轧钢机轴承等关键设备长期承受高温(可达500℃以上)、重载(轧制力超万吨)和粉尘侵蚀,传统干油润滑因轴承座无正压密封,易导致粉尘、水汽侵入,造成轴承磨损报废。智能润滑系统与油气润滑技术结合,通过0.3~0.8bar的正压密封设计,有效阻断外界污染物侵入,同时采用气液两相流体连续供油模式,润滑剂100%被利用,可使轴承座使用寿命达到传统干油润滑的3~10倍。针对公司不同设备需求,系统

可实现每点多样化供油参数设定,如轧钢机轴承设定高频次、小剂量供油模式,液压系统采用定时定量供油策略,精准匹配设备润滑需求^[1]。

1.2 全流程智能监控,降低故障停机风险

公司生产具有连续性强的特点,单台设备润滑故障可能导致整条生产线停机,造成巨大经济损失。智能润滑系统突破传统人工巡检局限,通过流量传感器、压力传感器等设备,实时监控各润滑点供油压力(油压30~100bar、气压2~10bar)、供油量、油脂状态等关键参数,实现故障类型及位置的精准定位。例如,当连铸机结晶器润滑点出现堵塞时,系统可在10秒内发出报警信号并锁定故障位置,故障处理效率较传统方式提升80%以上。结合公司设备管理平台,操作人员可远程实时查看各车间润滑系统运行状态,实现“无人值守、智能预警”,显著降低因润滑失效导致的非计划停机。

1.3 优化资源配置,实现降本增效

公司传统润滑系统存在油脂浪费严重、人工成本高的问题,干油润滑的润滑油消耗量是智能油气润滑的20~30倍,且更换轴承时需花费大量人力清洗粘附的油脂。智能润滑系统通过精准计量供油,使油脂消耗量降至传统方式的1/20~1/100,按公司年润滑油消耗量1000吨计算,每年可减少油脂消耗95吨以上,节约采购成本超200万元。同时,系统自动化运行大幅减少人工投入,如某轧钢车间原来需6名员工负责润滑巡检和加注,采用智能系统后仅需1名员工负责远程监控和定期维护,年节约人工成本约80万元。此外,系统零排放特性避免了油脂污染导致的环保处理费用,契合公司绿色生产理念^[2]。

1.4 灵活拓展适配,支撑产能升级

公司近年来持续推进产能扩张和设备升级,传统润

滑系统拓展性差的问题日益突出。智能润滑系统采用并联工作模式,不仅解决了递进式系统“一点受阻、全线停车”的弊端,且拓展性极强,可根据新上设备(如新增轧钢生产线、智能化转炉)灵活增加润滑点,无需对原有系统进行大规模改造。例如,公司某新建冷轧车间在原有智能润滑系统基础上,仅通过增加分配器和传感器模块,即可实现对新增5条生产线的润滑覆盖,改造周期缩短至传统系统的1/3,有效支撑了产能扩张需求。

2 智能技术在设备润滑应用中的关键技术

2.1 物联网(IoT)架构设计

(1)设备层的传感器网络是智能润滑监测的基础,需根据设备类型与润滑部位特性,合理部署振动、温度、油液分析等多类型传感器,形成覆盖全面的感知网络,实时采集润滑状态核心数据,为后续分析提供原始依据,同时要保障传感器安装稳定性与数据采集精度,适应工业现场复杂环境。(2)通信层协议选择需兼顾传输效率与环境适应性,5G协议凭借高带宽、低延迟优势,适合对实时性要求高的场景,能快速传输大量监测数据;LoRa协议则具备低功耗、远距离传输特点,适用于工业厂区大范围设备连接,可降低系统能耗,两种协议可根据实际需求灵活搭配,确保数据传输稳定可靠^[3]。

(3)平台层的云-边协同计算可实现数据高效处理,边缘节点就近处理实时性要求高的数据,如设备异常预警信息,减少数据传输延迟;云端则负责海量历史数据存储与深度分析,如长期润滑状态趋势研判,通过云边协同,平衡数据处理效率与存储成本,提升系统整体性能。

2.2 大数据分析 with AI 算法

(1)数据清洗需去除传感器采集数据中的噪声、异常值,采用平滑处理、缺失值填充等方法,保证数据质量;特征工程通过提取振动频率特征、油液粘度变化特征等关键信息,将原始数据转化为可用于算法建模的有效特征,为后续分析奠定基础。(2)深度学习模型在油液分析中应用广泛,CNN(卷积神经网络)可通过卷积操作提取油液污染物图像特征,精准识别污染物类型与浓度;LSTM(长短期记忆网络)能捕捉油液性能指标随时间的变化规律,预测油液性能衰减趋势,两种模型结合可提升油液分析准确性,为润滑状态评估提供技术支撑。

2.3 标准化与模块化设计

(1)接口协议统一采用OPCUA、MQTT等工业标准协议,OPCUA支持跨平台数据交互,确保不同品牌传感器、设备与平台间数据顺畅传输;MQTT协议轻量简洁,适合资源受限设备通信,统一协议可降低系统集成

难度,提升兼容性。(2)硬件兼容性解决方案需考虑不同型号设备、传感器的接口适配,通过设计通用转接模块、制定硬件接入规范,实现各类硬件设备快速接入系统,减少因硬件差异导致的集成问题,降低系统部署成本。

2.4 安全与隐私保护技术

(1)工业数据加密传输采用SSL/TLS等加密协议,对采集的润滑数据、设备运行数据进行加密处理,防止数据在传输过程中被窃取、篡改,保障数据传输安全,同时要兼顾加密效率,避免影响数据传输实时性。(2)访问控制通过设置不同角色权限,如管理员、运维人员等,限制不同人员对系统数据的访问范围;审计机制则记录所有用户操作行为,包括数据查询、修改等,便于后续追溯,一旦出现安全问题,可快速定位责任人,保障系统数据安全与隐私。

3 智能润滑系统的实施保障体系

结合公司生产环境恶劣、设备类型多样、产能规模大的特点,需构建“工况适配、管理闭环、技术支撑、实践验证”的全方位实施保障体系,确保智能润滑系统稳定高效运行。

3.1 工况导向的系统选型与配置

3.1.1 设备差异化选型:针对公司不同设备工况,精准匹配润滑系统参数。如转炉耳轴、连铸机辊道等高速重载设备,选用油气润滑结合智能控制系统,配置耐高温(200℃以上)、抗磨损的复合基润滑脂(NLGI稠度等级2~3级);液压系统选用ISOVG46~68等级润滑油,搭配粘度指数改进剂和抗泡沫剂,确保低温流动性和高温稳定性;对于粉尘浓度高的烧结车间设备,增加三级过滤装置(吸油过滤、管路过滤、终端过滤),将油品清洁度控制在ISO19/16标准以上。

3.1.2 污染防控专项配置:针对公司车间粉尘多、水汽大的问题,在智能润滑系统中增设除湿装置和粉尘分离器,降低油品中水分和颗粒物含量;在储油箱设置液位监测和自动补油装置,避免空气进入系统产生气泡;对露天布置的润滑设备(如原料场堆取料机),采用防雨防尘罩和隔热防护,确保系统在-20℃~60℃环境温度下正常运行。

3.2 闭环化维护管理体系

3.2.1 分级维护机制:结合公司设备运行周期,制定针对性维护计划。短期(2个月):检查轧钢机、连铸机等关键设备的润滑管路是否因振动导致损伤泄漏,更换吸油过滤器和入口过滤器,确保油路畅通;中期(3个月):全面检测系统压力传感器、流量传感器的准确

性,记录各润滑点供油参数,检查密封件老化情况;长期(6个月):清理储油箱和分配器内部脏物,对加油头进行超速检测,校验智能控制系统的通讯稳定性,结合油液检测结果更换老化油脂。

3.2.2 数字化管理平台:将智能润滑系统与公司设备管理系统(EMS)对接,建立润滑数据台账,实时记录油脂消耗、故障处理、维护记录等信息,通过大数据分析优化供油参数。例如,根据轧钢机轧制负荷变化,自动调整供油间隔时间,在高负荷时段缩短供油间隔,低负荷时段延长间隔,实现动态优化^[4]。

3.3 标准化施工调试流程

3.3.1 配管施工规范:公司车间设备布局复杂,配管施工需严格遵循以下标准:选用耐腐蚀合金钢管道,直径不小于10mm,适应高压供油需求;管道布置避开高温区域(如转炉烟罩附近),必要时采取隔热处理;弯曲半径不小于管道直径的5倍,避免管路堵塞;所有接口采用焊接+密封胶双重防护,防止粉尘和水汽侵入,焊接后进行压力测试(压力为工作压力的1.5倍),确保无泄漏。

3.3.2 分阶段调试方案:针对公司设备类型多的特点,采用"单机调试-分区联动-全系统试运行"的分阶段调试模式。单机调试阶段,重点验证单个设备润滑点的供油压力、流量是否符合设计要求;分区联动阶段,测试同一车间内多台设备的润滑协同性,如连铸机结晶器与拉矫机的润滑同步性;全系统试运行阶段,连续运行72小时,模拟满负荷生产工况,验证系统稳定性、故障报警准确性和数据传输可靠性,确保符合公司生产工艺要求。

3.4 案例化实践与持续优化

借鉴宝钢合成等同类企业的成功经验,公司在某轧钢车间开展智能润滑系统试点应用,通过合并润滑油品种(由原来的5种精简为2种)、引入智能流量计量模块、建立在线油液检测机制,实现了三大成效:一是轴

承故障停机时间减少5.7%,年增加产能约3万吨;二是润滑油消耗降低60%,年节约成本120万元;三是环保排放达标率100%,消除了油脂污染问题。基于试点经验,公司制定了《智能润滑系统推广应用标准》,在炼铁、炼钢、轧钢等主要生产车间逐步推广,同时建立持续优化机制,根据不同车间的应用反馈,调整系统参数和维护策略,例如在烧结车间增加粉尘过滤级数,在冷轧车间优化低温工况下的供油稳定性。

4 结论

智能技术在公司设备润滑中的应用,有效解决了传统润滑方式在恶劣工况下可靠性不足、故障预警滞后、资源消耗大等问题,通过精准供油、智能监控、数字化管理,实现了设备润滑的"精准化、智能化、绿色化"。而完善的实施保障体系(工况适配选型、闭环化维护、标准化施工、案例化推广)则确保了智能润滑系统的稳定运行,为公司提升生产连续性、降低运营成本、实现绿色发展提供了重要支撑。未来,随着公司工业互联网平台的建设,智能润滑系统将进一步与人工智能、预测性维护技术融合,通过分析设备运行数据预测润滑失效风险,提前采取干预措施,实现从"被动维护"向"预测性维护"的转变,为钢铁行业智能化润滑升级提供可复制、可推广的实践模式。

参考文献

- [1]王文中,李建军.智能油气润滑系统在高速重载冶金设备中的应用研究[J].润滑与密封,2020,45(8):142-147.
- [2]中国钢铁工业协会.钢铁企业设备润滑管理规范(GB/T39149-2020)[S].北京:中国标准出版社,2020.
- [3]陈明华.设备智能润滑技术与工程实践[M].北京:机械工业出版社,2019:136-158.
- [4]李海涛,赵亮.油气润滑技术在转炉耳轴轴承中的应用优化[J].冶金自动化,2019,43(5):76-80.