

基于物联网的冶金机械远程监测与智能维护研究

张晓帆

安阳钢铁建设有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要]随着冶金行业的不断发展,冶金机械在高温、高负荷以及复杂的环境下开展运行,如此一来便很容易出现各类故障。就传统而言,定期检修以及人工巡检这两种方式很难做到及时地去发现设备所存在的隐患,进而使得维护方面的成本偏高,生产效率也处于较低的水平。当下,部分企业已经开始运用传感器还有数据采集系统来针对设备展开监测工作了,不过依旧存在着实时性较差、数据分析的能力有所欠缺以及缺少智能决策方面的支持等诸多问题。物联网以及人工智能的发展进程给远程监测以及智能维护给予了相应的技术支撑,然而在实际的应用过程当中,仍然面临着传感器该如何布置、数据怎样处理以及维护策略需要如何优化等一系列的挑战。所以,构建起基于物联网之上的冶金机械远程监测与智能维护系统,对于提升设备的可靠性、降低运维的成本以及推动智能化管理的实现都有着十分重要的意义。

[关键词]物联网;冶金机械;远程监测;智能维护

DOI: 10.33142/sca.v8i9.17973

中图分类号: TH133.33

文献标识码: A

Research on Remote Monitoring and Intelligent Maintenance of Metallurgical Machinery Based on Internet of Things

ZHANG Xiaofan

Anyang Iron & Steel Construction Co., Ltd., Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: With the continuous development of metallurgical industry, metallurgical machinery runs in high temperature, high load and complex environment, which makes it easy to have various failures. Traditionally, it is difficult to find the hidden dangers of equipment in time by regular maintenance and manual inspection, which makes the maintenance cost high and the production efficiency low. At present, some enterprises have begun to use sensors and data acquisition systems to monitor equipment, but there are still many problems such as poor real-time performance, lack of data analysis ability and lack of intelligent decision-making support. The development of Internet of Things and artificial intelligence has given corresponding technical support to remote monitoring and intelligent maintenance. However, in the actual application process, it still faces a series of challenges, such as how to arrange sensors, how to process data and how to optimize maintenance strategies. Therefore, it is of great significance to build a metallurgical machinery remote monitoring and intelligent maintenance system based on the Internet of Things to improve the reliability of equipment, reduce the cost of operation and maintenance and promote the realization of intelligent management.

Keywords: Internet of Things; metallurgical machinery; remote monitoring; intelligent maintenance

引言

我国冶金行业正处在快速发展的阶段,在此进程中,冶金机械作为生产环节当中的核心设备,其能否实现高效且稳定的运行,这与生产安全以及经济效益是紧密相关的。不过,冶金机械长时间处于高温、高负荷以及复杂的工况环境下开展运行,如此一来便很容易出现诸如磨损、振动出现异常、温度不断升高、电气方面发生故障等诸多问题,进而致使非计划性的停机情况频发,同时维护成本也在持续增加,这对生产效率造成了极为严重的影响。就传统的

设备维护模式而言,大多依靠定期展开检修以及人工进行巡检,而这种方式存在着维护周期是固定的、故障出现时响应速度较为滞后、维护资源存在一定程度的浪费并且很难及时察觉到潜在隐患等一系列问题,所以说它很难契合现代冶金生产对于设备需要具备高可靠性以及要达成智能化管理所提出的各项需求。伴随着物联网、大数据、人工智能还有边缘计算等相关技术的不断发展,将这些技术应用到冶金机械的远程监测以及智能维护当中,这就为设备状态的实时感知、故障的预测以及维护的优化开辟了全

新的路径。借助传感器网络针对关键部件以及运行环境展开实时的数据采集工作,再与数据处理、异常诊断以及健康管理模型相互结合起来,如此便能够达成对设备状态进行动态的评估以及对其剩余寿命做出预测的目的;接着通过智能决策机制以及预测性维护算法,把分析得出的结果转变成更为优化的维护策略,以此来实现对维护资源进行合理的配置以及尽可能地减少非计划停机的情况。以物联网为基础所构建的远程监测与智能维护体系,一方面能够提升冶金机械的运行可靠性以及生产效率,另一方面还能够降低维护成本,让设备的使用寿命得以延长,同时还可为企业的数字化、智能化转型给予重要的支撑。

1 冶金机械设备应用特点

冶金机械设备的应用特点主要体现在其适应复杂环境、结构设计、运行要求、智能化发展及安全性等方面。设备通常在高温、高粉尘、重载甚至有害气体环境下连续作业,因此需要具备耐腐蚀、抗磨损的特性。结构上,多为体积庞大的高炉、转炉等冶炼设备,传动系统采用模块化设计,以便于维护和部件更换,降低维护成本。在运行方面,连铸机、轧机等设备需24小时连续运行,对润滑和散热系统要求极高,同时通过能效优化实现高生产效率^[1]。随着智能化趋势的发展,冶金设备逐渐集成监测系统,通过传感器实时监控运行状态,实现故障预警,并向半自动或全自动操控方向发展,减少人工干预。在安全性方面,高负载设备如起重机需满足严格的满载和工作级别要求,并配备防倾覆装置和紧急制动系统,有效防止熔融金属泄漏及其他风险,保障生产安全和稳定运行。

2 冶金机械远程监测系统设计

2.1 系统总体架构设计

冶金机械远程监测系统的总体架构设计在实现设备状态实时监测、数据分析以及智能维护方面占据着核心基础的地位,其设计务必要综合考量系统的稳定性、可靠性还有可扩展性等因素。该系统一般是由感知层、网络传输层、数据处理层以及应用层这几个部分所构成的。感知层借助安装于冶金机械关键部位的各类传感器来实时采集设备诸如振动、温度、压力、电流、转速等一系列运行参数,并且还会同步监测工作环境中的温湿度、粉尘浓度等相关信息,以此为后续开展的各项分析工作给出完整的数据来源。网络传输层主要负责把采集所得的数据凭借有线或者无线通信的方式传送到数据处理平台,从而确保数据传输能够做到及时并且稳定。数据处理层融合了边缘计算以及云计算这两种技术,针对数据展开实时的处理操作、存储管理、异常诊断以及趋势分析等工作,与此同时还会

运用大数据分析以及智能算法来对设备的健康状况加以评估并预测可能出现的故障情况,进而达成对设备状态的精准把控。应用层则能够为管理人员提供可视化的操作界面以及决策支持方面的功能,具体包含运行监控、报警提示、维护计划的制定以及远程操作的指导等内容,以此保证维护决策可以科学且高效地去落实。

2.2 传感器布置与数据采集策略

在冶金机械远程监测系统当中,传感器的布置以及数据采集策略属于极为关键的环节,其对于设备状态能否实现实时且准确的监测有着决定性的作用。就传感器而言,其选择与布置务必要依据设备的具体类型、关键的运行部位还有故障容易发生的区域来展开科学合理的规划,比如在像关键轴承、齿轮传动部位、液压系统以及电机核心部位这样的地方,要布置上振动、温度、压力还有电流传感器,以此来将设备运行状态的信息全面地捕捉到。与此还得在工作的环境里设置像温湿度、粉尘浓度这类的环境传感器,方便后续对设备所受外部条件影响的情况展开综合分析。在数据采集策略这块,应当采用高频率、多通道并且分层次的数据采集方式,以此来保障关键参数具备连续性以及实时性,而且要借助边缘计算节点针对数据开展初步的处理以及滤波操作,借此减少噪声干扰以及数据冗余现象,进而提升数据的质量^[2]。考虑到冶金现场复杂的工作环境,传感器布置的时候还必须要充分考量抗振动、耐高温、防尘防腐等一系列性能方面的要求,从而确保能够实现长期稳定的运行状态。

2.3 数据处理与异常诊断算法

在冶金机械远程监测系统当中,数据处理以及异常诊断算法属于实现设备状态智能化管理还有预测性维护的关键环节。所采集到的原始数据往往具备多源、高频率以及存在噪声干扰等特性,所以得先开展数据预处理工作,具体包含去噪操作、滤波处理、归一化处理以及异常值的剔除等方面,以此来确保后续分析具备准确性与可靠性。经过预处理之后的数据便会进入到特征提取与分析这个阶段,借助于提取关键运行参数的统计特征、频域特征以及时域特征,进而构建起设备状态特征向量,从而给异常诊断给予基础信息方面的支撑。异常诊断算法一般会把规则判定、模型预测还有智能学习方法相互结合起来运用,就好比说基于阈值的实时告警方式、状态空间模型、支持向量机、神经网络或者深度学习算法等,通过对设备运行状态加以建模以及预测的操作,来识别出潜在存在的故障或者是异常行为。该算法能够凭借历史运行数据去建立起设备健康状态模型,达成对振动异常、温度异常、压力波

动、电流异常等一系列问题的自动检测以及报警目的,并且还能依靠趋势分析以及预测算法来对设备剩余寿命做出评估,进而为维护决策给予科学层面的依据。

2.4 系统安全性与可靠性设计

在冶金机械远程监测系统的具体设计进程里,系统所具备的安全性以及可靠性无疑属于极为关键的因素,它们能够切实保障设备可以实现长期且稳定的运行状态,同时也能够确保数据维持较高的准确性。就安全性设计而言,其主要涉及数据安全、网络安全以及访问控制等诸多方面,借助数据加密传输手段、防火墙的相关设置操作、身份验证流程以及权限管理举措,以此来保证监测数据在整个从采集到传输、再到存储以及最终处理的整个过程当中不会出现被篡改、泄露或者遭到非法访问等情况,并且还能够有效防范网络攻击以及系统入侵给监测平台所带来的种种干扰。而可靠性设计方面,则包含了硬件冗余、通信冗余、故障检测以及容错机制等内容,其目的在于确保当出现传感器发生故障、网络出现中断或者是服务器存在异常等一系列情况时,系统依然能够持续不断地采集并且处理那些至关重要的数据,从而避免因单点故障的缘故而导致监测工作被迫中断或者数据出现丢失的现象^[3]。倘若想要提升系统整体的稳定性,在设计环节当中还需要充分考虑到环境适应性方面的相关情况,比如说传感器以及通信设备所具备的抗振动能力、防尘能力、防潮能力、防高温能力以及防腐蚀能力等,只有如此才能够更好地去适应冶金现场那种复杂且颇为严苛的工作条件。

3 冶金机械智能维护方法研究

3.1 设备状态评估与健康管理模型

在冶金机械智能维护领域当中,设备状态评估以及健康管理模型乃是达成预测性维护并且降低故障风险的关键根基所在。借助于针对冶金机械关键部件的运行参数展开的长期监测以及相关数据所开展的分析工作,便能够构建起设备健康状态模型,把振动、温度、压力、电流、转速等一系列关键指标同设备实际的运行状况相互结合起来,进而形成一套综合性的健康评分体系。此模型一方面能够体现出设备当下的运行状态,另一方面还能够凭借历史数据以及趋势分析来预估潜在故障的发展走向,以此为维护决策给予科学方面的依据。在进行建模工作的过程当中,一般会将统计分析、物理模型以及数据驱动算法相互结合起来运用,像是机器学习、深度学习或者状态空间模型等,以此达成对设备性能衰退情况、异常行为表现以及寿命预测等方面的精准评估效果。与此健康管理模型务必要能够支持分层管理,也就是要将整机、关键部件以及子

系统的状态综合起来加以评估,从而能够在不同层级上制定出与之相对应的维护策略。

3.2 预测性维护算法设计

在冶金机械智能维护领域当中,预测性维护算法的设计属于极为关键的一个环节,其对于实现设备故障的提前预警以及维护策略的优化都有着不容忽视的作用。该算法会针对设备运行数据展开长时间的采集工作并加以分析,进而构建起设备健康状态的相关模型。借助于振动、温度、压力、电流、转速等这些关键参数所呈现出的时序方面的特征,去精准地识别出设备性能出现衰退的具体趋势以及潜在存在的故障模式。预测性维护算法往往会把统计分析、机器学习以及深度学习等多种方法综合起来运用,像是回归分析、支持向量机、随机森林还有神经网络等等,以此来达成对设备剩余寿命较为精确的预测目的,同时也能够实现异常状态尽早做出识别的效果^[4]。在算法设计的过程里,务必要充分考虑到冶金机械自身所具有的高负荷特点、复杂的工况情况以及多变量耦合这样的特性。通过开展特征选择方面的相关工作、实施降噪处理的操作以及对模型加以优化等举措,从而促使预测的精度得以提升,同时让预测的稳定性也获得增强。与此为了确保能够具备实时性的特点,该算法还能够在边缘计算节点针对关键数据展开快速的处理操作,进而实现近乎实时的故障预测效果,并且最终会将处理所得的结果反馈到管理平台之上,以此来为维护决策提供相应的指导。

3.3 故障诊断与智能决策机制

在冶金机械智能维护领域当中,故障诊断以及智能决策机制属于极为关键的部分,其对于保障设备能够安全地运行有着十分重要的作用,同时也是优化维护策略的核心环节所在。故障诊断会针对采集所得的诸如振动、温度、压力、电流、转速等一系列关键参数展开多维度的分析,与此还会综合历史运行方面的数据以及设备健康的相关模型,借助模式识别、机器学习、专家系统或者深度学习等算法来精准地识别出潜在的故障类型以及故障具体的位置,进而达成对设备出现异常状态时能够快速予以定位并且进行分类的目的。并且,智能决策机制会把诊断所得到的结果同预测性维护方面的分析、生产计划以及资源约束等因素相互结合起来,凭借优化算法去生成既科学又具备可行性的维护方案,这里面就涵盖了检修时间该如何安排、人员需要怎样调度、备件要如何准备以及维修方式应怎样选择等诸多方面。这一机制不但在察觉到异常情况的时候能够及时地发出预警信息,以此来引导操作人员采取相应的干预措施,而且还可以依据设备的实际健康状况以

及生产方面的具体需求动态地去调整维护策略,从而实现维护环节当中资源的最优配置,并且让停机的时间尽可能地达到最小化。除此之外,智能决策机制还能够借助信息化平台来达成闭环管理的目标,把诊断所涉及的数据、决策制定出来的方案以及最终的执行结果都记录下来并加以分析,进而为后续设备的改进工作以及维护策略的优化事宜给予数据层面的有力支撑,最终促使冶金机械运行管理朝着智能化、科学化以及高效化的方向迈进,由此不断提升整体的生产效率以及设备自身的可靠性程度。

3.4 维护策略优化与实施方案

在冶金机械智能维护领域当中,维护策略的优化以及实施方案属于极为关键的环节,其能够把设备状态评估、预测性维护所得到的结果以及故障诊断的结果切实转化为实际的运维行动。通过针对设备的健康状态、故障预测方面的结果还有生产工艺的具体要求展开综合性的分析,进而制定出具备科学性的维护优先级安排、检修周期规划以及资源配置方案,从而达成维修活动的合理安排以及最优化的效果。优化策略一般涵盖有依据风险评估而实施的优先维护方式、依照剩余寿命情况来开展的条件维护方式,还有将生产负荷状况与设备的重要性相结合所采用的综合维护方法,以此尽可能地将非计划停机以及生产中断所带来的影响降到最低程度。就实施方案来讲,要清楚明确具体的维护操作步骤、备件储备的相关计划、人员调度的具体方案以及现场执行的相应标准,并且要和远程监测系统相结合以实现动态的调整,当设备的状态出现变化或者有异常预警的情况发生时,能够及时地去修改维护计划以及应急措施,以此来保证维护活动具备灵活性以及高效性。

4 结语

本文着重对基于物联网的冶金机械远程监测以及智能维护方法展开研究,并且拿出了系统设计方面的方案、数据采集方面的方案、异常诊断方面的方案还有智能维护策略方面的方案等一系列方案。经研究发现,借助实时对设备状态加以监测、对潜在故障做出预测以及对维护计划予以优化等方式,是能够切实有效地将非计划停机的情况降下去的,同时还能促使设备可靠性得以提升,生产效率同样也会有所提高。这种方法给冶金机械实现高效的运维以及智能化的管理给予了可操作的技术方面的有力支持,同时也给企业达成数字化转型以及确保安全稳定运行提供了相应的参考依据。

[参考文献]

- [1]程国强.冶金工艺的发展与展望[Z]//河南省有色金属行业协会,河南省有色金属学会.2025 年第六届中原国际铝加工创新发展论坛论文集.河南恒康铝业有限公司,2025:200-212.
- [2]王超.冶金电气自动化控制技术的创新与应用研究[J].冶金与材料,2025,45(5):103-105.
- [3]谢龙.自动化技术在冶金机械设计制造中的应用分析[J].冶金与材料,2024,44(9):69-71.
- [4]程寿绵.基于物联网技术的金属冶炼研究[J].有色金属(冶炼部分),2024(6):166.

作者简介:张晓帆(1989.1—),男,毕业院校:濮阳职业技术学院,所学专业:建筑工程技术,当前就职单位:安阳钢铁建设有限责任公司,职务:设备工程助理工程师,职称级别:初级。