

基于物联网的粮油加工设备远程运维研究

黄玉 邹静

江西工业贸易职业技术学院 信息工程系

DOI:10.32629/pe.v3i6.18044

[摘要] 粮油加工工业正向智能化、数字化方向发展,传统的人工巡视已无法满足连续、稳定生产的需求,利用物联网技术实现设备状态的远程在线监测与智能诊断,提升维修效率和安全性,已成为必然趋势。本文针对粮油加工设备的特点,构建基于物联网的远程维修系统框架,并从传感器布置、数据采集和分析、边缘计算与云端协同处理、系统功能构建,维修流程标准化以及系统部署条件等方面提出策略,为粮油企业建设一套高效、经济的远程智能维修体系提供经验和借鉴。

[关键词] 物联网; 粮油加工设备; 远程运维; 智能监测; 数据管理

中图分类号: TS142.1 文献标识码: A

Research on Remote Operation and Maintenance of Grain and Oil Processing Equipment Based on Internet of Things

Yu Huang Jing Zou

Department of Information Engineering, Jiangxi Vocational College of Industry and Trade

[Abstract] The grain and oil processing industry is moving towards intelligence and digitalization. Traditional manual inspection can no longer meet the demands of continuous and stable production. Utilizing Internet of Things (IoT) technology to achieve remote online monitoring and intelligent diagnosis of equipment status, thereby enhancing maintenance efficiency and safety, has become an inevitable trend. This paper, in light of the characteristics of grain and oil processing equipment, constructs a framework for a remote maintenance system based on the Internet of Things. It also proposes strategies from aspects such as sensor deployment, data collection and analysis, edge computing and cloud collaborative processing, system function construction, standardization of maintenance processes, and system deployment conditions, providing experience and reference for grain and oil enterprises to build an efficient and economical remote intelligent maintenance system.

[Key words] Internet of Things; Grain and oil processing equipment; Remote operation and maintenance; Intelligent monitoring; Data management

引言

粮油加工设备在长时间、高强度、恶劣环境下运行,一旦出现问题可能会引发机器停机或成品率降低,因此对这种机械设备的诊断检修十分关键。但由于食品企业设备种类多且分散,专业运维人员紧缺,传统检测方式无法实现高效精准地检查。随着传感器的升级,以及无线通讯技术和计算平台的应用,可以更容易快捷地采集与分析机械设备的工作信息,进而为实现远端控制的理论提供了基础。针对粮油加工场景的物联网运维体系可以更好地提升设备可靠性、降低检修成本,更有利于推动行业智能化与精细化方向优化发展。

1 理论基础与技术支撑体系

1.1 粮油加工设备运维的基本特征与关键诉求

粮油加工设备在高湿热、高粉尘、结构复杂且流程紧凑的环境中工作,任何一个环节发生故障都可能对整体系统产生影响;同时受原料、负载、磨损因素变化的影响,整机工况变化大,故障发生率高、外扰性强,传统人工巡视无法实现对问题的早期预判与控制。要解决这些问题,必须加强对整机运行状态的持续监测,提高故障探测速度,减少非计划停机造成的经济损失,从而实现机械设备高效、可靠的现代化生产模式。然而,由于机械数量日益增多、覆盖范围日渐扩大、维护人员紧缺,现有工作方式难以满足先进制造对生产效率和可靠性的要求。因此必须尽快建立智能化与可量化的新运维体系。

1.2 物联网技术在设备远程感知中的技术基础

可采用物联网相关技术,基于感知、通讯与计算相结合的方

式,为远程运维提供基础支撑。现场的温度、振动、电流、湿度等传感器可以实时监测设备的状态,将设备内部的运行情况以更精确的方式呈现出来。粮油生产环境比较复杂,对现场传感器有防尘和抗干扰能力强的要求,因此需要使用工业级传感器,这样可以保证数据采集的有效性和可靠性。相关数据的传输可以采用诸如工业以太网、Wi-Fi、LoRa、5G等方式,具体选择根据覆盖范围需求和实时性要求来确定。边缘节点能够实现对数据的初步处理和快速分辨,这样可以降低时间延迟并减少云端压力;云端负责存储历史信息、趋势分析和模型建立,实现了对多设备、多车间的大范围统一管控。

1.3 智能运维系统的功能构成与运作机制

传统智能运维系统一般包含监测、诊断、决策与管理四个环节。其中监测环节将设备的关键性能指标变化情况予以呈现,以实现运行状态的可视化;诊断环节依托于既定规则或模型来界定异常源头;接着在诊断结论的基础上,决策环节生成处理方案或任务指令;管理环节将整理汇总设备信息与操作历史,从而使系统具备自我改进能力。其工作机制是通过数据的获取、分析、反馈形成循环流程,实时把握设备运行状态。设备发生故障之后会启动决策机制,紧接着将处理结果反向输入用于数据库更新。数据越多,便能越准确地把握设备健康的演变规律,促使运维系统向预测性、智能化的方向发展。

2 粮油加工设备远程运维系统设计思路与技术实现

2.1 运维体系的整体构思与模块化逻辑

粮油加工设备远程运维系统旨在适应产业非周期性生产的需求以及各种不同类型机器的特征,通过“感知—传输—分析—决策—执行”的闭环体系,完成生产和操作数据的实时采集、跨地域协同操作、自动维保决策,实现由经验导向型生产运维到数据驱动型生产运维模式的转变。平台组织结构分为感知、传输、就地处理、平台计算与服务五个层级;一级是感知层,主要实现对温度、振动、电流等数据指标的采集;二级为传输层,主要实现数据信息和指令的传送;三级为现场数据初步分析以及快速判断;四级主要是深度数据的深度挖掘、模型学习、数据存储;第五级主要提供可视化监控、告警和工单调度服务。该平台的模块化设计可以适配不同机型(清洗机、粉碎机、煮炒锅、挤压机、压榨机等),扩大应用范围,实现集中管理,并推动运维流程标准化与运维服务智能化。

2.2 系统关键技术路径探讨

粮油加工设备的种类繁多,操作步骤多样,需要远程运维系统提供分布式技术支持,以适应多维度的感知、诊断和解析处理等需求。基于对设备状态进行准确评级的要求,设计了以特征融合计算为基础的“健康指数”(HI)模型,可以用来计算和记录设备的状态分数,该方法包括将各特征数据(如振动、温度、电流等特征)进行标准化处理,并根据不同特征分配一定的权重,以此就可以计算出对整个设备状态的持续评估结果。其计算模型如下:

$$HI = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \frac{x_i - x_i^{\min}}{x_i^{\max} - x_i^{\min}} \quad (1)$$

其中, x_i 为第 i 个监测参数, w_i 为其权重。该模型可反映设备的整体运行健康状况,为系统提供基础性判断依据。当健康指数出现持续下降或突变时,系统可自动触发预警或进入深度诊断流程。

该系统依托边缘设备与云端的巨大计算能力和深度学习能力,先由边缘端对数据进行快速筛选并进行初步判断,再以大量历史数据为基础,由云端进一步进行更为精确的分析。在这个流程中,边缘设备主要使用阈值规则、移动均值算法或简单的模式匹配实现微秒级快速反应时间,用于应对诸如电机的过载、温度的升高等危机,而对于更复杂的其他问题。如复杂的机械损伤,则由云端使用机器学习或统计方法。例如,决策随机树、SVC、频率特等方法,用于获取和预测深层次成因。

2.3 数据管理与平台部署思路

粮油加工设备产生的数据信息种类繁多、类型多样,数据量极大,为降低云端的负载、提高计算效率,系统采取边—云协同的数据模式,利用在边缘完成部分处理能够减少响应时间,缩减频繁传输的数据。系统的总计算代价可表示为:

$$C_{total} = C_{edge}(D_e) + C_{cloud}(D - D_e) \quad (2)$$

其中, D 为总数据量, D_e 为边缘端处理部分, $C_{edge}(D_e)$ 为边缘侧计算代价, C_{total} 为总计算代价, $C_{cloud}(D - D_e)$ 为云端计算代价。通过优化 D_e 的比例,可以在实时响应和深度分析之间获得合理平衡。例如,对于变动非常快的振动数据,可在边缘侧先进行特征提取和异常识别,只上传提取的结果;对于趋势明显的温度、电流数据,可依策略调整上传周期,减少通信带宽的使用。

本系统构建了多层次的数据库存储框架,将实时动作数据、检验结果、作业执行结果分别存在不同的数据库中,以更好地满足查询性能与系统稳定性的需求。系统的配置方式可依据企业规模与网络条件进行灵活应用;对于规模较大的粮油加工厂,可采用云端式架构,以支持多厂区合作和机器群组的集中管理;若网络条件受到限制,或对资料安全要求较高,可以采用纯内网的私有模式或混合式云端配置。本系统可通过多用户模式允许其他业者或机构,如维修服务供应商参与,以使服务模式由单一企业操作扩展至区域性,甚至产业级的协同生态体系。

3 运维应用逻辑与推广建议

3.1 运维流程的标准化逻辑设计

粮油加工设备的远程运维需要形成系统化、可追踪的工作流程,只有这样才能让监测、判断和执行构成完整闭环。其标准流程是监测设备状态、分析异常,接着发出警报,再进行远程诊断、生成工作指令单,最后完成任务并反馈结果。系统能够实时接收来自传感器(振动、温度、电压、湿度等)的数值信息,并以图表的形式呈现,方便管理人员对该状态一目了然。如果该数据超标,边缘部分会基于特定规则或简单逻辑对数据进行初筛;如果发现连续波动或出现明显越界特征,则会将数据传送到云端进行深入分析。云端结合历史样数据、健康趋势和同类装置运行的样本群,可准确界定故障的类型和可能的危害程度,并自动制定故障预警等级。

当报警发生后,系统进行远程诊断,根据故障现象采取相应的解决措施,比如检查的位置、常见的干扰源、推荐的维修方法等;随后自动创建任务并派发给相应的专业人员或第三方服务机构;待其维修完成后,提交维修报告、图片以及零部件情况说明,以便更新设备信息并完善数据库。通过不断的数据积累与模型更新,使新的设备以及未知的故障也能通过该系统快速诊断,逐步迈入预见性维护和知识管理之路。

3.2 推进远程运维平台建设的关键支撑条件

远程运维平台的建立必须有良好的基础设备和组织管理,企业要有足够的传感器放置区域,稳定可靠的互联网连接能力和各种设备接口,才能保障实时收集的数据被可靠地传输到系统中。对于经常有大量灰尘或者金属构件较多的地方,还要加强现场信号的覆盖,确保数据采集和传输不间断。

在企业运行中,必须依赖明确的职责和工作模式。企业应构建完善的设备管理记录、工作票流程、紧急预案,使警示信息能够及时传递到合适的关键人员手中并得到处理。对于大型集团化、工厂数量较多且车间分布较广的企业,还应建立跨部门协调流程,以便于信息流动和资源调度更加有效。技术原则是支撑平台长期稳定的基石,主要包括设备接入标准、通讯协议、警示等级、工作票流程、数据保密等。该平台需要具备加密传送、身份认证、权限管理等手段,以保证维保数据、制程数据等信息的安全性。外部资源在平台建设中也具有非常重要的作用,设备提供商可提供接口协议和典型问题案例,以提升检测模型精准度;科研院所可在算法优化、预测模型设计、数字孪生技术等方面提供技术支持,以提升平台的持续发展能力。

3.3 运维系统的适配性拓展与未来应用趋势探析

粮油加工行业对远程运维系统的需求推动了其在生产行业的应用。平台从单机设备的监测延伸到整个生产过程,如清扫、焙烤、挤压、过滤、提纯等环节,实现了上述环节的全面整合,能够完成对各个环节运行状态的健康评价和故障的协同诊断。通过接口转换和设备协议分析,系统将逐步对接不同厂家的设备,不论设备年代或自动化水平,从而提升对复杂工业环境的适应性。

从技术发展上看,数字化及人工智能将是未来技术发展主流。通过建立设备仿真模型,可实时反映运行状态,并开展故障预测及优化选择;以人工智能提高异常情况鉴别准确度,从而实现预警更加及时。随着数据的增多,该系统将逐渐具备自我学习功能,使维护决策更加精确。该系统将远端维护体系与能耗控制、生产流程规划、质量追踪等系统的集成可对全流程的相关数据进行综合分析,为企业提供更高层次的智能决策支持。

4 结语

通过物联网技术构建的粮油加工设备远程运行维护体系,为设备运行提供了高效率、可视化和智能化的作业方式。该体系由信息采集、传输到处理平台、解析并生成决策的循环过程,能够对潜在的风险进行实时辨识,并针对风险数据制定维修计划,从而使故障率降低,增强设备稳定性。随着人工智能、虚拟现实等技术的发展,远程运行维护将向预知式、自适应式方向发展,对粮油加工企业的智能化、信息化注入长效活力,发挥重要的引领作用,并在全行业的数字化转型中充当关键角色。

[参考文献]

- [1]王亚峰.水泥厂IOT设备的远程监控技术研究[J].新世纪水泥导报,2021,27(5):1-5.
- [2]郑彩英,张伟,孙红科.基于物联网的教学设备远程集群智能控制系统研究[J].无线互联科技,2022,19(19):55-58.
- [3]张冬冬,李保宗,于培培,等.基于物联网技术的同相供电电控装置远程控制研究[J].电气化铁道,2024,35(2):20-23.
- [4]伍宏鹏,张顺琦,应申舜,等.基于物联网拉床设备远程监控系统设计[J].工业控制计算机,2021,034(2):116-117.
- [5]纪显奇,张文潇,姚彬杰,等.基于物联网的分布式光伏监控管理系统设计[J].电脑知识与技术,2024,20(8):103-106.

作者简介:

黄玉(1990—),女,汉族,安徽巢湖人,硕士研究生,助教,研究方向:人工智能。

邹静(1996—),女,汉族,江西赣州人,硕士研究生,助教,研究方向:人工智能。