

# 物联网驱动下的机电设备健康状态智能检测与管理系统设计

刘学冬

陕西德源府谷能源有限公司三道沟煤矿 陕西 榆林 719400

**摘要:** 文章聚焦物联网驱动下机电设备健康状态智能检测与管理系统设计。阐述物联网定义及关键技术,分析机电设备智能检测管理重要性,从感知、网络、平台、应用层设计智能检测系统,涵盖数据采集传输与处理分析;构建智能管理系统,包含健康评估、故障诊断预警及维护决策支持。该研究为提升机电设备运维效率、保障设备稳定运行提供理论与技术支持。

**关键词:** 物联网; 机电设备; 健康状态; 智能检测; 管理系统

引言: 随着物联网技术蓬勃发展,各行业对机电设备智能化运维需求日益迫切。机电设备作为现代生产生活核心设施,其运行状态关乎企业效益与社会运转。传统运维方式弊端凸显,难以满足高效管理需求。在此背景下,研究物联网驱动下机电设备健康状态智能检测与管理系统,旨在利用物联网技术实现设备状态实时监测、精准诊断与科学决策,推动机电设备运维向智能化、高效化转型。

## 1 物联网与机电设备智能检测和管理概述

### 1.1 物联网的定义

物联网(IoT)是利用信息传感器、射频识别等装置与技术,采集物体或过程各类信息,通过网络实现物与物、物与人的广泛连接,达成智能化感知、识别和管理。其本质是互联网的延伸,将连接对象拓展至世间万物,为每个物理实体赋予“数字身份”,使其能网络交互与协同。在智能家居中,冰箱可自动补货,窗帘智能调节;工业领域,生产设备能实时反馈状态、预警故障。物联网打破物理与数字世界界限,构建虚实融合生态,为各行业数字化、智能化转型提供关键技术支撑,推动生产生活方式变革,是数字时代发展的重要驱动力。

### 1.2 物联网关键技术

物联网依赖多项技术协同。感知技术以传感器为核心,将物理参数转化为数字信号,用于采集设备运行与环境数据,是获取信息的基础。通信技术负责数据传输,近距离的蓝牙、Wi-Fi等适用于小范围高速交互,广域网的NB-IoT、5G等满足远程、低功耗、海量设备连接需求<sup>[1]</sup>。云计算提供强大计算存储能力,实现数据集中处理;边缘计算则在网络边缘处理数据,降低延迟、增强

安全。人工智能技术通过机器学习等算法,挖掘分析数据,实现设备状态预测、故障诊断,赋予系统智能决策能力。这些技术相互配合,从数据采集、传输、处理到应用,共同构建起物联网完整的技术体系。

## 2 机电设备健康状态智能检测与管理的重要性

### 2.1 机电设备在各行业的重要地位

机电设备作为现代社会运转的核心基础设施,广泛渗透于工业、能源、交通等领域,对国民经济和社会发展意义重大。在工业制造领域,机床、机器人、自动化生产线等机电设备是生产主力,如汽车制造中,冲压、焊接、涂装设备直接决定生产效率与产品质量,影响企业市场竞争力。能源领域里,火力发电的汽轮机、风力发电的风机机组,以及电网的变压器、断路器等设备,保障着电力稳定供应,维系社会能源安全。交通运输行业中,汽车、火车、飞机等交通工具本身就是复杂机电系统,其性能关乎出行安全;交通枢纽的电梯、安检设备等,则为旅客提供便捷服务。建筑行业的中央空调、医疗行业的CT扫描仪、农业领域的智能农机装备,都体现了机电设备在各行业不可或缺的地位,是推动行业发展的关键要素。

### 2.2 智能检测与管理的优势

传统机电设备运维依赖人工巡检和定期维护,存在效率低、成本高、预判能力弱等弊端。智能检测与管理借助先进技术,显著提升了设备运维水平。在可靠性方面,系统通过实时采集设备振动、温度、电流等数据,利用数据分析和人工智能算法,能提前发现轴承磨损、转子不平衡等潜在故障,降低设备故障率,延长使用寿命,避免生产中断带来的经济损失。运维效率上,智能管理系统依据设备实际状态制定个性化维护计划,摒弃

“一刀切”的定期维护模式，减少冗余工作，降低成本；远程监控和诊断功能让技术人员无需现场作业，快速处理故障。同时系统对设备运行数据的集中分析，为企业优化生产流程、提高效率、降低能耗提供数据支撑，助力企业实现绿色可持续发展，在提升竞争力的同时创造更大价值。

### 3 物联网驱动下的机电设备健康状态智能检测系统设计

#### 3.1 系统总体架构设计

物联网驱动下的机电设备健康状态智能检测系统采用分层架构设计，主要包括感知层、网络层、平台层和应用层，各层相互协作，实现对机电设备运行状态的全面监测和智能分析。感知层由各类传感器和数据采集设备组成，负责实时采集机电设备的运行参数，如温度、振动、压力、电流、电压等，以及设备的环境参数，如湿度、粉尘浓度、噪声等。这些传感器通过有线或无线方式与数据采集模块相连，将物理信号转换为数字信号，并进行初步的信号调理和数据预处理。网络层承担着数据传输的重任，它将感知层采集的数据安全、可靠地传输到平台层<sup>[2]</sup>。根据数据传输距离和应用场景的不同，可选用不同的通信技术。对于短距离数据传输，可采用Wi-Fi、蓝牙等技术；对于长距离、低功耗的数据传输，可选用NB-IoT、LoRa等技术；而对于实时性要求高、数据量大的场景，5G网络则是理想的选择。网络层还需要具备数据加密、认证等安全机制，保障数据传输的安全性和完整性。平台层是整个系统的核心，负责对采集到的数据进行存储、处理和分析。它采用云计算和大数据技术，构建强大的数据存储和计算平台，能够处理海量的设备运行数据。平台层运用机器学习、深度学习等算法对数据进行挖掘和分析，提取设备运行特征，建立设备健康状态模型。应用层面向用户提供直观、便捷的交互界面，用户可以通过电脑、手机等终端设备实时查看设备的运行状态、健康评估报告、故障预警信息等。应用层还支持数据可视化展示，通过图表、曲线、三维模型等形式，直观呈现设备运行数据的变化趋势和异常情况。

#### 3.2 数据采集与传输

数据采集是智能检测系统的基础环节，其准确性和实时性直接影响系统的检测效果。在机电设备上合理部署各类传感器，是实现全面数据采集的关键。数据传输过程中，需要根据不同的应用场景选择合适的通信协议和传输方式。对于工业现场环境，由于存在电磁干扰等问题，通常优先采用有线传输方式，如以太网、RS485

等，以保证数据传输的稳定性。而在一些布线困难或需要移动监测的场景中，无线传输方式则更具优势。蓝牙、Wi-Fi等无线技术适用于短距离、高速率的数据传输；NB-IoT、LoRa等低功耗广域网技术则适合长距离、低速率、大量设备接入的场景。为确保数据在传输过程中的安全性，需要对数据进行加密处理，采用SSL/TLS等安全协议，防止数据被窃取或篡改。另外，还需建立数据传输的冗余机制，当主传输通道出现故障时，能够自动切换到备用通道，保障数据传输的连续性。

#### 3.3 数据处理与分析

采集到的原始数据往往存在噪声、缺失值等问题，需要进行预处理，以提高数据质量。数据预处理包括数据清洗、数据转换、数据归一化等操作。数据清洗通过去除重复数据、纠正错误数据、填补缺失数据等方式，保证数据的准确性和完整性；数据转换将数据转换为适合分析的格式，如将时间序列数据转换为矩阵形式；数据归一化则将不同量纲的数据统一到相同的尺度，消除量纲对数据分析的影响。在数据处理的基础上，运用数据分析算法对设备运行数据进行深入挖掘。常用的数据分析方法包括统计分析、机器学习和深度学习<sup>[3]</sup>。统计分析通过计算均值、方差、标准差等统计量，对数据的分布特征进行描述，发现数据中的异常值和趋势变化；机器学习算法如决策树、支持向量机、随机森林等，能够根据历史数据建立设备健康状态分类模型和故障预测模型，实现对设备故障的诊断和预警；深度学习算法如卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）及其变体LSTM、GRU等，在处理复杂的时序数据和图像数据方面具有强大的能力，能够自动提取设备运行数据的深层特征，提高故障诊断的准确性和可靠性。

### 4 物联网驱动下的机电设备健康状态智能管理系统设计

#### 4.1 健康状态评估

机电设备的健康状态评估是智能管理系统的重要功能之一，它通过对设备运行数据的综合分析，准确判断设备当前的健康状况，为设备的运维提供科学依据。健康状态评估首先需要建立合理的评估指标体系，根据机电设备的类型、结构和运行特点，选取能够反映设备健康状态的关键参数作为评估指标。同时，结合设备的设计标准、历史运行数据和行业规范，确定各评估指标的正常范围和阈值。然后，运用合适的评估方法对设备的健康状态进行量化评估。常用的评估方法包括层次分析法（AHP）、模糊综合评价法、灰色关联分析法等。层次分析法通过构建层次结构模型，确定各评估指标的

权重,综合计算设备的健康状态得分;模糊综合评价法利用模糊数学理论,处理评估过程中的不确定性和模糊性,对设备的健康状态进行多因素综合评价;灰色关联分析法通过计算各评估指标与理想健康状态指标的关联度,判断设备的健康状况。另外,随着人工智能技术的发展,基于机器学习和深度学习的健康状态评估方法也逐渐得到应用,这些方法能够自动学习设备运行数据与健康状态之间的映射关系,提高评估的准确性和智能化水平。通过定期对设备进行健康状态评估,企业可以及时掌握设备的退化趋势,提前采取维护措施,避免设备故障的发生。

#### 4.2 故障诊断与预警

故障诊断与预警是物联网驱动下机电设备智能管理系统的核心功能,它能够快速准确地识别设备故障类型和故障位置,并在故障发生前发出预警,降低故障造成的损失。故障诊断采用基于数据驱动和模型驱动相结合的方法。基于数据驱动的方法利用设备运行过程中积累的大量历史数据,通过机器学习和深度学习算法建立故障诊断模型。基于模型驱动的方法则根据设备的物理结构和工作原理,建立设备的数学模型,通过对模型输出与实际测量数据的对比分析,判断设备是否发生故障以及故障的类型和位置。故障预警则通过设置合理的预警阈值和预警规则来实现。当设备运行参数超过预设的阈值或出现异常变化趋势时,系统自动发出预警信息。预警信息可以通过短信、邮件、APP推送等多种方式发送给相关人员,同时在管理平台上进行醒目提示。系统还能够根据故障的严重程度划分预警等级,如一般预警、严重预警和紧急预警,以便运维人员采取不同级别的应对措施。通过故障诊断与预警功能,企业可以实现从被动维修向主动预防的转变,提高设备的可靠性和生产的连续性。

#### 4.3 维护决策支持

维护决策支持是智能管理系统的最终目标,它根据设备的健康状态评估结果、故障诊断信息以及企业的生产计划等因素,为运维人员提供科学合理的维护决策建议,实现设备维护的最优化。维护决策支持系统首先对

设备的健康状态进行综合分析,判断设备是否需要维护以及维护的紧急程度。对于处于早期故障阶段或健康状态下下降明显的设备,系统建议及时进行维护;对于健康状态良好的设备,则根据其运行工况和历史数据,制定合理的预防性维护计划。在制定维护决策时,系统还会考虑维护成本、生产影响等因素。通过建立维护成本模型,计算不同维护方案下的直接成本(如零部件更换费用、人工费用)和间接成本(如生产停机损失),评估各维护方案的经济性<sup>[4]</sup>。结合企业的生产计划和订单情况,分析维护活动对生产进度的影响,选择对生产影响最小的维护时间窗口。维护决策支持系统还具备案例推理和知识共享功能。它将以往的设备维护案例进行整理和存储,当遇到类似的设备故障或维护需求时,系统能够自动检索相关案例,为运维人员提供参考解决方案。同时系统支持运维人员在平台上分享维护经验和知识,促进企业内部的知识交流和技术创新。通过维护决策支持功能,企业可以实现设备维护资源的合理配置,降低维护成本,提高设备的综合利用率和企业的经济效益。

#### 结束语

本文完成了物联网驱动下机电设备健康状态智能检测与管理系统设计,形成完整技术体系。经研究,实现设备数据的高效采集分析与精准运维决策,有效提升设备可靠性与运维效率。未来,随着物联网与人工智能技术融合深化,该系统将在功能拓展、算法优化、跨领域应用等方面持续完善,为更多行业机电设备智能化管理赋能。

#### 参考文献

- [1]韩雪.机电一体化接口技术中物联网技术的研究和应用[J].信息记录材料,2024,25(11):114-116.
- [2]郑志海.物联网机电一体化系统的集成应用[J].大众标准化,2024,(18):133-135.
- [3]徐鹏.工业互联网与物联网下轨道交通机电设备的数字化运维研究[J].交通科技与管理,2024,5(12):163-166.
- [4]浦静俭.基于物联网技术的智能微电网设备监控系统设计[J].电气技术与经济,2025,(02):216-218+222.