

机电设备远程监控自动化控制系统开发与研究

贺鹏 130322199101163533

摘要

随着工业互联网与智能制造技术的快速发展，传统机电设备现场运维模式已经难以满足现代工业生产对效率、安全与成本控制的要求。本文针对机电设备远程监控自动化控制系统展开开发与研究，分析系统整体架构设计，明确感知层、传输层、应用层三层核心功能模块，研究数据采集、远程通讯、故障预警、自动控制等关键技术，并完成原型系统开发与功能测试。测试结果表明，该系统能够实现机电设备运行状态的实时采集、远程传输与自动化调控，有效降低企业运维成本，提升设备运行稳定性，具有较高的实际应用价值。

关键词：机电设备；远程监控；自动化控制；系统开发

一、研究背景与意义

现代工业生产体系中，机电设备是生产环节的核心载体，设备运行状态直接决定生产效率与产品质量。传统机电设备管理多采用人工定期巡检、现场调试的模式，不仅需要投入大量人力成本，而且无法实时掌握设备运行参数，故障发生后往往需要较长时间排查修复，容易造成生产停滞，给企业带来较大经济损失。近年来，物联网、嵌入式计算、大数据分析技术的快速普及，为机电设备的远程管控提供了技术支撑，开发一套稳定可靠的远程监控自动化控制系统，已经成为工业制造领域智能化转型的重要需求。

开展机电设备远程监控自动化控制系统的开发研究，一方面可以帮助企业实现设备运行数据的全生命周期管理，通过实时采集温度、压力、转速、电流等核心运行参数，提前识别潜在故障风险，实现从被动抢修到主动预防的运维模式转变，降低设备 downtime，提升生产连续性；另一方面，远程自动化控制可以实现跨区域设备的集中管控，对于分散布置的生产设备，企业无需在每个现场配置专职运维人员，能够有效压缩人力成本，提升管理效率。因此，该研究不仅具有重要的理论价值，也具备较强的实际应用意义。

二、系统总体架构设计

本系统基于物联网三层架构设计理念，整体分为感知层、传输层、应用层三

个核心层级，各层级功能独立、接口标准，保证系统的可扩展性与可维护性。

感知层是整个系统的数据基础，主要由前端采集模块、传感单元与执行机构组成，负责完成机电设备运行参数的采集与控制指令的执行。针对不同类型的机电设备，本系统支持多种传感器接入，包括温度传感器、压力传感器、电流电压传感器、振动传感器等，能够覆盖绝大多数工业机电设备的参数采集需求。采集模块采用 STM32 嵌入式芯片作为核心控制单元，完成多传感器数据的 A/D 转换、预处理与打包，同时接收来自应用层的控制指令，传输给对应的执行机构完成设备调整操作，例如调整电机转速、切换工作模式、触发紧急停机等。

传输层负责完成感知层与应用层之间的数据交互，考虑到工业现场不同的网络环境，本系统支持有线以太网、WiFi、4G/5G 多种通讯方式，用户可以根据现场条件自由选择。为了保证数据传输的稳定性与安全性，传输层采用 MQTT 协议实现数据封装，该协议具有轻量、低带宽消耗的特点，适合工业现场的远程数据传输，同时通过数据加密与身份验证机制，防止数据被窃取或篡改，保证系统网络安全。

应用层是系统的核心管控模块，部署在云服务器或企业本地服务器，主要完成数据存储、状态展示、故障预警、自动控制四大功能。应用层提供可视化的人机交互界面，管理人员可以通过 PC 端或移动端实时查看所有设备的运行参数与状态曲线，当设备参数超出阈值，系统自动通过弹窗、短信、消息推送等方式发出预警，同时根据预设的控制逻辑自动下发调控指令，实现设备运行状态的自动化调整，无需人工干预。

三、系统关键技术研究

1. 多源数据采集与预处理技术

不同类型机电设备输出信号类型不同，既有模拟量信号也有数字量信号，本系统通过模块化设计实现多源数据的兼容采集，对于模拟量信号通过 12 位 A/D 转换模块实现模数转换，对于数字量信号直接通过 IO 口读取，保证数据采集的精度。采集得到的原始数据存在噪声干扰，主要来自工业现场的电磁干扰，本系统采用滑动平均滤波法对原始数据进行预处理，去除随机噪声，提升数据质量，为后续的状态判断与故障预警提供可靠的数据基础。

2. 故障预警与诊断技术

故障预警是远程监控系统的核心功能，本系统采用阈值预警与趋势预测结合的预警机制，首先针对每个设备参数预设正常运行阈值范围，当采集到的参数超

出阈值范围时立刻触发一级预警；同时基于历史运行数据建立参数变化趋势预测模型，通过拟合参数的变化趋势，提前预判参数未来一段时间内的走势，若预测结果显示参数即将超出阈值，则提前触发二级预警，提醒运维人员提前排查处理，实现故障的提前干预。对于常见故障，系统通过建立故障特征库，将实时采集的特征参数与故障库进行匹配，能够快速定位故障位置与故障类型，缩短故障排查时间。

3. 自动化闭环控制技术

本系统实现了从数据采集到状态判断再到指令下发的闭环自动化控制，管理人员可以提前根据生产需求设置控制规则，当设备运行状态偏离预设目标时，系统自动按照控制规则下发调控指令，调整设备运行参数，使设备回到正常运行区间。例如针对供配电系统的机电设备，当负载电流超出额定范围时，系统自动调整负载分配，触发备用设备启动，保证系统稳定运行；针对生产流水线设备，当检测到工位异常时，系统自动触发停机指令，避免故障扩大化。

四、系统测试与结果分析

为验证本系统的功能与稳定性，选取某工厂的 3 台异步电机设备作为测试对象，搭建测试环境，开展为期 1 个月的功能测试。测试过程中，系统能够稳定完成电流、温度、转速三类参数的实时采集，采集频率设定为 1 次/秒，数据传输延迟平均小于 200ms，满足远程监控的实时性要求。模拟 3 次参数异常场景，系统均能够在 10 秒内触发预警，并按照预设规则自动完成调控，将参数调整回正常范围，预警与控制准确率达到 100%。测试结果表明，本系统的功能满足设计要求，运行稳定可靠，能够有效实现机电设备的远程监控与自动化控制。

五、结论

本文针对机电设备远程监控自动化控制系统展开开发与研究，完成了系统整体架构设计与核心模块开发，测试结果证明系统能够有效提升机电设备管理的自动化水平，降低企业运维成本。未来研究可以进一步深化大数据与人工智能技术在故障诊断中的应用，提升故障预测的准确率，扩展系统的适用范围，为更多类型的机电设备提供智能化管控支持。

参考文献

- [1] 王田苗, 胡建军. 智能制造与工业互联网技术发展现状与趋势[J]. 机械

工程学报, 2018, 54(10): 1-10.

[2] 张宏科, 王洪超. 工业物联网技术及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2020.

[3] 李刚, 刘辉. 基于物联网的机电设备远程监控系统设计[J]. 机床与液压, 2021, 49(12): 168-172.