

基于物联网的机电一体化设备远程监控系统设计

赵旭东 130982199005110318

摘要：本文提出并论述了一种基于物联网的机电一体化设备远程监控系统，介绍了分层架构、感知与通信方案、边缘—云协同的数据处理及故障诊断与预测性维护功能，分析了关键技术选型、兼容性与安全性挑战，并提出标准化、模块化与 AI 赋能的发展路径，为工业设备智能运维与生产管理提供工程参考。

关键词：物联网远程监控;机电一体化;边缘计算;云平台;多协议适配

一、引言

机电一体化设备作为现代工业生产的核心支柱，其运行状态的稳定性与可控性直接决定了生产效率、产品质量与运营成本。系统的设计与应用不仅推动机电一体化设备向智能化、网络化转型，更助力工业生产实现柔性化调度、预测性维护与精益化管理，对提升制造业核心竞争力、推动工业数字化转型具有重要理论价值与实践意义。

二、系统总体架构设计

(一) 分层架构体系构建

基于物联网的机电一体化设备远程监控系统采用分层式架构设计，确保各模块功能独立且协同高效。感知层作为系统数据采集终端，以高精度传感器、智能采集模块、边缘网关为核心，实现对设备运行参数、能耗数据、故障特征信号的全方位采集，同时具备数据预处理、格式转换与本地存储功能，为后续传输提供标准化数据支撑。网络传输层依托 5G、工业以太网、LoRa、NB-IoT 等多通信技术融合组网，根据设备分布密度、数据传输速率要求、通信距离等场景特性，灵活选择传输路径，实现数据的低时延、高可靠、广覆盖传输，同时通过协议转换网关兼容 Modbus、OPCUA、MQTT 等多种工业通信协议，解决异构设备数据互通问题。应用层面向用户需求，提供可视化监控界面、故障预警推送、远程控制操作、运维管理报表等多元化应用服务，支持 PC 端、移动端等多终端访问，满足不同用户的管理需求。

(二) 核心硬件选型与设计

感知层硬件选型聚焦高精度、低功耗与高兼容性。传感器采用工业级智能传感设备，具备自校准、抗干扰、宽温域工作特性，可精准采集各类物理量与电气参数，部分传感器支持无线通信功能，降低现场布线复杂度。平台层服务器采用分布式集群架构，配备高性能 CPU、大容量内存与固态存储设备，支撑海量数据并发处理与实时分析，同时通过冗余设计提升系统运行可靠性。

三、系统关键技术实现

（一）数据采集与预处理技术

数据采集采用“多源异构数据融合采集”模式，通过标准化接口适配不同类型、不同品牌的机电一体化设备，实现运行参数、控制信号、故障信息等多维度数据的同步采集。为提升数据质量，采用数字滤波、异常值检测与数据补全算法，过滤环境干扰与传感器误差导致的无效数据，对缺失数据进行合理插值补全。同时，基于边缘计算的本地数据预处理技术，在网关端完成数据格式转换、数据压缩与特征提取，减少原始数据传输量，提升系统响应速度，确保实时监控需求得到满足。

（二）无线通信与协议适配技术

针对工业场景复杂、设备分布分散的特点，采用多通信技术融合组网方案。5G 技术满足高带宽、低时延的实时控制与高清视频监控需求；LoRa 与 NB-IoT 技术适用于低功耗、广覆盖的远程数据采集场景；工业以太网则用于车间内部设备的高速数据交互。协议适配技术通过统一的协议转换网关，实现 Modbus、OPCUA、MQTT、HTTP 等多种协议的互联互通，将异构设备数据转换为标准化数据格式，打破“信息孤岛”，确保系统的兼容性与扩展性。

四、系统功能实现与应用价值

（一）核心功能实现

实时监控功能实现了机电一体化设备运行状态的全天候、全方位监测，用户可通过可视化界面实时查看设备运行参数、工作状态、能耗数据等关键信息，支持参数超标自动报警与异常状态弹窗提示。远程控制功能支持授权用户在任意网络环境下，通过 PC 端或移动端发送控制指令，实现设备启停、参数调节、工艺切换等操作，指令执行结果实时反馈，确保控制精准有效。故障诊断与预警功能能够自动识别设备异常信号，快速定位故障位置，推送维修建议与备件需求信息，将传统“事后维修”转变为“预测性维护”，大幅降低设备故障率与停机损失。运维管理功能实现设备档案数字化管理、维护计划自动生成、维护记录实时统计与分析，提升运维工作的规范化与高效化水平。

（二）应用价值体现

系统的应用显著提升了机电一体化设备的管理水平与运行效能。在效率提升方面，远程监控与远程控制功能减少了现场巡检与操作的人工成本，预测性维护技术降低了非计划停机时间，使设备利用率提升显著；在成本控制方面，通过精准能耗监控与优化调度，降低了单位产品能耗，减少了维护成本与备件库存积压，实现了运营成本的有效控制；在安全保障方面，全方位的安全防护体系与故障预警机制，降低了设备运行风险与安全事故发生率，保障了人员与

设备安全；在管理升级方面，数据化、可视化的管理模式为生产调度、决策制定提供了科学依据，推动管理模式从“经验驱动”向“数据驱动”转型，助力企业实现精益化管理。

五、系统设计与应用面临的挑战

（一）技术层面挑战

复杂工业环境对系统稳定性提出严峻考验，高温、高湿、强电磁干扰、粉尘等恶劣条件易导致传感器失效、通信信号衰减，影响数据采集与传输质量。多源异构设备的兼容性问题依然突出，不同厂商设备的接口标准、通信协议差异较大，增加了系统集成难度与维护成本。核心技术对外依存度较高，部分高精度传感器、专用芯片与核心算法仍依赖进口，存在技术安全风险与升级受限问题。

（二）成本与标准化挑战

系统建设与运维成本较高，包括硬件采购、软件开发、网络部署、人员培训等多方面投入，中小企业受资金限制难以全面推广应用。行业标准化体系不完善，缺乏统一的设备接口标准、数据传输协议与安全规范，导致不同系统之间难以互联互通，影响了系统的扩展性与通用性。同时，技术更新迭代速度快，已建成系统的升级改造与兼容适配成本较高，部分企业面临“建设即落后”的困境，制约了系统的推广与应用。

六、未来发展趋势

（一）技术融合深度升级

未来，系统将朝着“多技术深度融合”方向发展。5G-A、6G技术的应用将实现毫秒级超低时延通信与千亿级设备接入能力，支撑更精准的远程控制与大规模设备协同管理；人工智能大模型与系统深度融合，将提升故障诊断精度与运行状态预测能力，实现从“被动响应”向“主动预判”转型；数字孪生技术的全面应用，将构建设备全生命周期的虚拟映射，实现运行状态模拟、故障仿真分析与运维方案优化的一体化；边缘计算与云计算的协同优化，将进一步提升数据处理效率与系统响应速度，满足复杂场景下的实时监控需求。

（二）标准化与模块化发展

行业标准化进程将加速推进，统一的设备接口标准、数据传输协议、安全规范与数据共享标准将逐步建立，打破不同厂商、不同系统之间的兼容壁垒，提升系统的通用性与扩展性。模块化设计将成为主流，通过构建标准化的功能模块与接口组件，实现系统的快速搭建、灵活扩展与按需配置，降低系统建设与维护成本。

七、结论

基于物联网的机电一体化设备远程监控系统通过分层架构设计、多技术融合应用，实现了设备运行状态的远程感知、智能分析与精准调控，为工业生产提供了高效、可靠、安全的设备管理解决方案。未来，需通过技术创新突破核心瓶颈，完善行业标准化体系，加强复合型人才培养，推动系统在各行业的广泛应用，为制造业数字化、智能化转型提供坚实技术支撑。

参考文献

[1]李玉婷,李忠民.机电一体化技术在现代汽车制造中的应用与创新研究[J].汽车维修技师,2025,(06):115-116.

[2]梁德合.基于物联网的智能机电一体化设备远程监控方法[J].现代制造技术与装备,2025,61(01):95-97.DOI:10.16107/j.cnki.mmte.2025.0019.

[3]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.