

Technical Adaptation and Application of Edge Gateways in IoT Asset Management Systems

Shiding Geng

Nanjing Aoto Electronics Technology Co., Ltd., Nanjing, Anhui, 210039, China

Abstract

In order to solve the problems of low efficiency and insufficient real-time performance in traditional asset management, and to promote the deep integration of the Internet of Things and asset management systems, this study focuses on the technical adaptation application of edge gateways. First, analyze the integration requirements of the two, and clarify the core role of edge gateway in data transmission, protocol conversion, and edge computing, as well as the challenges faced by adaptation, such as device compatibility, data security, protocol differences, etc; Then, from the perspective of equipment docking, data transmission and processing, system integration and security assurance, a differentiated connection strategy, MQTT/CoAP protocol optimization, edge computing application, hierarchical integration and full process security protection scheme are proposed; Finally, verified by a case study of an electronic product manufacturing enterprise, the solution achieved efficient collaboration between asset equipment and management systems, reducing asset inventory time by 70%, improving management efficiency by 50%, and reducing management costs by 30%. This provides strong support for the intelligent upgrading and digital transformation of enterprise asset management.

Keywords

edge gateway; Internet of Things; Technical adaptation; system integration

边缘网关在物联网资产管理系统中的技术适配应用

耿士顶

南京奥拓电子科技有限公司, 中国·安徽 南京 210039

摘 要

为解决传统资产管理效率低、实时性不足等问题,推动物联网与资产管理系统深度融合,本研究聚焦边缘网关的技术适配应用。首先分析二者融合需求,明确边缘网关在数据传输、协议转换、边缘计算中的核心作用,以及适配面临的设备兼容性、数据安全、协议差异等挑战;进而从设备对接、数据传输处理、系统集成与安全保障三维度,提出差异化连接策略、MQTT/CoAP协议优化、边缘计算应用及分层集成与全流程安全防护方案;最后经某电子产品制造企业案例验证,方案实现资产设备与管理高效协同,使资产盘点时间缩短70%、管理效率提升50%、管理成本降低30%,为企业资产管理智能化升级与数字化转型提供有力支撑。

关键词

边缘网关; 物联网; 技术适配; 系统集成

1 引言

数字化时代,物联网技术迅猛发展,预计 2025 年全球物联网设备将达 750 亿个,5G 与云计算的进步为其提供有力支撑,推动各行业智能化变革。而资产管理对企业至关重要,传统管理方式存在效率低、实时性不足等问题,全球资产管理系统市场持续增长,但需与物联网深度融合以适配新需求。边缘网关作为物联网关键组件,可实现数据就近处理,降低延迟、减轻云端负担,在资产管理中能连接各类资产设

备,实时采集并预处理数据,为系统提供精准支持。本研究聚焦物联网边缘网关在资产管理系统的技术适配应用,综合运用文献研究法、案例分析法与技术调研,深入探索两者集成融合方法,创新提出基于边缘计算的系统架构,拓展资产实时定位、预测性维护等新应用场景,方案兼具实用性与可操作性,对提升资产管理智能化水平、助力企业数字化转型意义重大,也为相关领域研究提供理论与实践支撑。

2 物联网边缘网关与资产管理系统的适配需求分析

物联网系统具备强大的实时数据采集能力,可获取设备运行状态、环境参数等海量信息,而资产管理系统侧重资产全生命周期信息记录与管理,二者融合能实现资产实时监

【作者简介】耿士顶(1988-),男,中国安徽亳州人,本科,高级工程师,从事计算机科学与技术、软件工程、物联网、系统集成研究。

控、优化管理决策，为企业提供精准数据支持。边缘网关在融合中扮演关键角色，既是数据传输桥梁，可准确及时传递设备数据至资产管理系统；又能实现不同通信协议转换，解决设备与系统间的协议差异问题；还能通过边缘计算本地处理数据，过滤无效信息、减少传输量，提升处理效率。然而技术适配面临多重挑战：设备种类繁多导致兼容性难题，不同设备的接口、协议和数据格式差异给连接交互带来阻碍；数据在传输存储中存在被窃取、篡改的安全风险；设备、系统及边缘网关间的协议差异增加了集成复杂性。对此，需选择多接口多协议支持的边缘网关或开发适配驱动，采用加密、认证等安全技术保障数据安全，通过制定统一标准或中间件技术解决协议适配问题^[1]。

3 边缘网关与资产管理系统的技术适配方案

3.1 设备对接技术与实现

物联网资产管理系统中，边缘网关与物联网设备的连接分为有线和无线两类：有线连接里，以太网高带宽、稳定性强，适合工业场景大数据量实时传输，但布线成本高、施工复杂；RS-485 抗干扰能力强、支持多节点和远距离传输，适配工业复杂电磁环境，却传输速率低、功能扩展性有限。无线连接中，Wi-Fi 传输快、覆盖广、兼容性好，适用于办公场所和仓库设备调度，但其稳定性易受环境干扰、功耗较高；蓝牙低功耗、低成本、连接便捷，适合近距离小型设备或资产盘点数据传输，却传输速率低、覆盖范围有限；LoRa 长距离、低功耗的特点适配偏远或大面积场景，电池供电设备续航久，不过传输速率极低、网络部署管理复杂，实际需结合设备特性、场景需求和成本选择适配方式。资产管理系统的手机盘点机多通过 Wi-Fi 或蓝牙与边缘网关无线对接，工作人员扫描资产标签采集信息后，经数据校验机制传输至网关，网关预处理后同步至系统服务器；固定盘点终端常以以太网、Wi-Fi 或蓝牙对接网关，安装于固定位置自动读取资产信息并传输，后续由服务器更新资产数据。对接过程中需通过信号增强、抗干扰技术保障通信稳定，采用 MQTT 等轻量级协议提升传输效率，同时做好终端设备与网关的远程配置管理，确保系统高效运行。

3.2 数据传输与处理技术适配

资产管理系统中，数据传输协议的选择与优化直接影响传输可靠性和效率，MQTT 与 CoAP 是常用协议：MQTT 基于发布/订阅模式，轻量适配低带宽、不稳定网络，支持三种 QoS 级别，QoS 2 可确保关键数据可靠传输，还支持持久会话保障传输连续性，适合资产状态、位置等信息的实时推送；CoAP 基于 UDP，延迟低、消息体积小，适配资源受限设备和实时性需求高的场景，其确认机制能保障数据准确性，还可延长低功耗设备续航。优化方面，MQTT 可按需选择 QoS 级别、优化代理配置，CoAP 可采用 DEFLATE 压缩、优化确认机制并结合缓存技术，提升传输效率。边缘

计算在数据处理中作用关键，通过本地预处理去除原始数据中的噪声、重复项，经聚合压缩减少传输量；借助实时分析算法（如机器学习模型）监测资产运行状态，及时发现异常并报警；通过分析历史与实时数据挖掘价值信息，为资产维护计划制定、调配方案优化提供决策支持，同时大量本地数据处理仅传输关键结果，有效减轻云端负担、降低网络延迟，提升系统实时性，适配高实时性需求场景^[2]。

3.3 系统集成与安全保障

物联网平台与资产管理系统平台的集成是物联网资产管理的关键，主要有数据层和应用层两种集成方式：数据层集成通过数据库对接或 ETL 工具实现数据共享，直接高效且能保障数据实时准确，ETL 工具可解决数据库结构差异问题并增强安全性；应用层集成借助 API 接口实现功能调用与数据交互，灵活性高、安全性强，但对接口设计和管理要求严格，需遵循 RESTful 等标准规范并做好版本管理。接口设计需兼顾数据格式（常用 JSON/XML）、传输协议（HTTP/HTTPS 或 MQTT）及安全认证（用户名密码、令牌等认证机制），通过集成实现两平台数据共享与业务协同，助力资产实时监控、远程控制及精准决策。数据安全与隐私保护同样关键，传输过程采用 SSL/TLS 协议加密数据，防止窃取篡改；存储时用 SM4 等算法加密敏感信息，保障数据机密性；同时通过用户名密码、多因素认证等身份认证方式及设备认证机制，验证用户与设备合法性，仅允许授权主体访问，全面筑牢数据安全防线。

4 案例分析

4.1 案例选取与背景介绍

本研究选取某电子产品制造企业为案例，其资产数量多、分布广，传统人工+纸质文档的资产管理方式流程繁琐、效率低、数据不准，资产动态信息传递滞后，影响决策与资源配置。为提升资产管理水平、降低成本、增强竞争力，该企业引入物联网资产管理系统，通过边缘网关优化升级。

4.2 基于边缘网关的资产管理系统实施过程

4.2.1 系统架构设计与搭建

本系统采用分层分布式架构，涵盖感知层、边缘层、网络层与应用层四大核心层级。感知层由传感器、RFID 标签及智能终端构成，针对生产车间设备安装多参数传感器，实时采集温度、转速等运行数据及开关机时长等使用信息，通过 RFID 标签实现资产唯一标识与快速识别，为盘点追踪提供基础。边缘层依据资产分布，在车间、仓库及办公区域分布式部署边缘网关，作为连接感知层与网络层的关键枢纽。网关支持以太网、Wi-Fi、蓝牙、RS-485 等多种连接方式，兼容 Modbus、MQTT、HTTP 等协议，可适配不同类型物联网设备。其核心作用为就近采集数据并完成本地预处理，通过过滤噪声数据、聚合多源信息、检测异常值等操作，大幅减少无效数据传输，提升处理效率。网络层采用企业局

域网与互联网结合的传输模式，内部通过有线及无线网络保障数据稳定传输，远程场景借助互联网实现交互，全程采用 SSL/TLS 加密协议，防范数据窃取与篡改风险。应用层基于 B/S 架构搭建资产管理平台，集成资产入库、盘点、维修等全流程功能，通过分析边缘层传输的数据，提供实时状态监控、使用效率分析及故障预测等服务，助力管理者优化资产配置与预防性维护。该架构充分发挥边缘计算优势，分布式部署降低单网关负载，分层设计明确各模块职责，兼顾系统实时性、可靠性与可扩展性，为高效资产管理提供技术支撑。

4.2.2 技术适配的具体实现与调整

在设备对接方面，针对不同类型设备采用差异化方案：大型生产设备通过以太网直连网关，小型传感器及终端采用 Wi-Fi/ 蓝牙无线连接，对 Modbus 协议设备开发专用驱动程序，并优化波特率、校验方式等通信参数。手持机盘点机通过 Wi-Fi 接入网关，采用 MQTT 协议实现 RFID 标签数据实时传输；固定盘点终端部署于仓库关键位置，通过以太网与网关对接，自动读取资产标签信息，经统一配置管理保障协同工作。数据传输与处理环节，边缘网关与物联网设备间采用 MQTT 协议满足实时传输需求，通过服务质量分级保障关键数据可靠传输；网关与资产管理系统间选用 HTTP 协议适配集成需求，结合 GZIP 压缩算法减少传输量。利用边缘计算能力对数据进行实时分析，实现设备运行异常预警，及时触发维护响应。实施过程中针对现场问题动态优化：面对生产环境电磁干扰导致的无线传输不稳定，通过增加信号放大器、调整设备位置改善信号质量；针对高数据量设备采用分批传输策略，避免网络拥堵。经持续调整优化，系统实现稳定高效运行，适配复杂工业场景需求^[9]。

4.3 应用效果评估与经验总结

基于边缘网关的物联网资产管理系统为企业带来显著应用成效。效率提升方面，系统实现资产信息实时采集与更新，彻底改变传统人工手动盘点模式，通过手持机盘点机、固定盘点终端自动采集数据，大幅缩短盘点耗时并提升准确性。资产出入库、调拨等操作均实现自动化记录与实时同步，管理部门可动态掌握资产状态，响应速度显著加快。数据显示，系统落地后资产盘点时间缩短 70%，整体资产管理效率提升 50%。成本控制上，借助资产实时监控与数据分析能力，企业得以优化资产使用与维护规划，减少设备闲置浪费，降低运维成本。通过故障预测功能开展预防性维护，有效规避设备突发故障导致的停产损失，压缩维修开支，经估算资产管理成本降低 30%。决策支持层面，系统提供的资产实时状态监控、使用效率分析等功能，为管理者提供全面

精准的数据支撑。企业通过分析资产使用效率，及时调配闲置资产至需求部门，提升资产利用率；依据故障预测数据优化维护计划、储备维修备件，进一步提高设备可用性，助力科学决策与资源优化配置。

在实施过程中，也总结了一些宝贵的经验。在技术选型方面，要充分考虑企业的实际需求和现有设备情况，选择合适的边缘网关和物联网设备，确保系统的兼容性和可扩展性。在系统集成方面，要注重各个环节的对接和协调，建立完善的测试机制，及时发现和解决问题，确保系统的稳定性和可靠性。在人员培训方面，要加强对员工的培训，使员工熟悉系统的操作和使用，提高员工的工作效率和数据质量。同时，也认识到在实施过程中可能会遇到一些挑战，如技术更新换代快、数据安全风险等，需要企业持续关注技术动态，加强数据安全管控，不断优化和完善系统，以适应企业不断发展的需求。

5 结语

本研究聚焦物联网边缘网关在资产管理系统的技术适配应用，剖析系统融合需求与适配挑战，提出设备对接、数据传输处理及系统集成安全等多维度适配方案。设备对接上，明确各类设备连接方式与驱动开发策略，实现高效通信与数据采集；数据传输处理方面，对比 MQTT、CoAP 协议并优化，依托边缘计算完成数据预处理与实时分析，提升传输可靠性并减轻云端压力；系统集成与安全上，设计数据层、应用层集成方案，完善接口设计与安全认证，通过加密、认证技术保障数据安全。制造企业案例验证了系统可行性，在提升资产管理效率、降低成本、优化决策等方面成效显著，助力企业数字化转型。未来，该应用将向智能化、高效化、安全化发展，边缘网关将集成 AI 算法、融合新一代通信技术。后续研究需优化网关软硬件架构、强化安全技术、拓展全生命周期管理等应用场景，并探索与区块链、数字孪生等技术的融合，推动系统创新升级。

参考文献

- [1] 方纪磊.支持边缘计算任务的物联网网关系统的设计与实现[D].:西安电子科技大学,2023.DOI:10.27389/d.cnki.gxadu.2023.003341.
- [2] 李承龙.基于区块链的物联网边缘侧数字资产管理系统的设计与实现[D].:北京邮电大学,2020.DOI:10.26969/d.cnki.gbydu.2020.001874.
- [3] 高晓峰,李晓蕾,董书谦.电网企业中关于固定资产管理的物联网技术应用研究[J].电力系统装备,2019,(21):206-207.