

Design and Implementation of an Internet of Things Integrated Electrical Automation Remote Monitoring System

Dongdong Jiao

Yunhe County Power Supply Company, State Grid Zhejiang Electric Power Company, Lishui, Zhejiang, 323600, China

Abstract

In the context of the continuous advancement of industrial digital transformation, traditional electrical automation systems have gradually revealed limitations in terms of real-time information collection, equipment collaboration efficiency, remote operation capabilities, and fault warning levels. Integrating Internet of Things technology into the electrical automation remote monitoring system can help achieve integrated applications of equipment status perception, real-time data transmission, remote centralized control, and intelligent analysis and decision-making, thereby enhancing the safety, stability, and management accuracy of the electrical system. This article analyzes the design concept of the Internet of Things integrated electrical automation remote monitoring system, elaborates on the overall architecture, key functional modules, communication mechanism, and implementation path of the system, and discusses the security guarantees and optimization directions in system operation based on application requirements. The research suggests that the deep integration of the Internet of Things and electrical automation not only expands the application boundaries of remote monitoring systems but also provides more practical technical support for equipment management in industrial sites, energy efficiency regulation, and fault diagnosis.

Keywords

Internet of Things; Electrical Automation; Remote Monitoring; System Design; Data Collection; Intelligent Control

物联网融合电气自动化远程监控系统设计与实现

焦东东

国网浙江省电力有限公司云和县供电公司, 中国·浙江 丽水 323600

摘要

在工业数字化转型持续推进的背景下,传统电气自动化系统在信息采集实时性、设备协同效率、远程运维能力及故障预警水平方面逐渐暴露出局限。将物联网技术引入电气自动化远程监控系统,有助于实现设备状态感知、数据实时传输、远程集中控制和智能分析决策的一体化应用,从而提升电气系统运行的安全性、稳定性与管理精度。文章围绕物联网融合电气自动化远程监控系统的设计思路展开分析,阐述系统总体架构、关键功能模块、通信机制及实现路径,并结合应用需求探讨系统运行中的安全保障和优化方向。研究认为,物联网与电气自动化的深度融合,不仅拓展了远程监控系统的应用边界,也为工业现场设备管理、能效调控和故障诊断提供了更具实用价值的技术支撑。

关键词

物联网; 电气自动化; 远程监控; 系统设计; 数据采集; 智能控制

1 引言

电气自动化系统广泛应用于工业制造、能源输配、楼宇控制、矿山机电、交通设施及市政运行等领域,其运行状态直接关系到生产连续性、设备安全性和管理效率。随着设备规模不断扩大、控制节点日益增多以及运行环境愈发复杂,单纯依赖现场值守和局部控制的管理方式已难以满足现代工程对实时监测、远程维护和综合调度的要求。尤其在大型工业现场和分布式设备系统中,设备状态分散、故障定位滞

后、数据利用不足等问题较为突出。物联网技术以感知层、网络层和平台层协同为基础,能够实现设备信息的持续采集、远距离传输与集中分析,为电气自动化远程监控系统升级提供了新的技术路径。研究物联网融合电气自动化远程监控系统的设计与实现,不仅有助于提升系统运行可靠性,也具有较强的工程应用意义。

2 物联网融合电气自动化远程监控系统的设计基础

2.1 电气自动化系统升级对远程监控提出新的需求

传统电气自动化系统主要围绕现场控制、参数采集和本地联动展开,其在早期工业管理中发挥了重要作用。但随着工业设备数量增长和系统结构复杂化,传统模式的局限逐

【作者简介】焦东东(1992-),男,中国山东德州人,硕士,工程师,从事新型电力系统研究、新能源研究、人工智能及机器学习研究。

渐显现。一方面，现场控制方式对人工巡检依赖较强，难以及时掌握分散设备的动态变化；另一方面，不同装置之间的信息共享程度不高，导致运行数据难以形成统一管理和综合分析。特别是在电机群控、配电监测、泵站运行、通风排水及智能制造等场景中，管理者不仅需要掌握设备开停状态，更需要获取电流、电压、温度、振动、功率、故障报警和能耗变化等多维信息。由此可见，现代电气自动化系统对远程监控提出了更高要求，即系统不仅要“看得见”，还要“传得快”“判得准”“控得稳”。

2.2 物联网技术为远程监控系统拓展了实现路径

物联网技术的核心在于借助传感设备、识别技术、通信网络和数据平台，实现“物—网—端—云”之间的信息贯通。对于电气自动化系统而言，物联网技术的引入使大量分散设备能够被持续感知和统一接入，构建起跨空间、跨层级的远程监控链条。通过在现场端部署电流传感器、温湿度传感器、压力传感器、振动模块、视频终端和智能采集装置，可实现对设备运行状态和环境参数的实时获取；借助工业以太网、无线传输、4G/5G 或专用通信网络，可将采集数据快速上传至监控平台；再结合可视化界面、数据库管理和预警分析机制，系统便具备了远程监测、异常识别和联动控制的能力。物联网技术并非简单增加通信功能，而是从体系结构层面重构了电气自动化远程监控的实现方式。

2.3 系统设计需兼顾实时性、可靠性与可扩展性

物联网融合电气自动化远程监控系统面对的往往不是单一设备，而是由多个控制节点、传感单元、执行终端和管理平台构成的复合系统。因此，在设计过程中不能仅关注功能叠加，而应从整体运行逻辑出发，兼顾实时响应、数据可靠和后期扩展等要求。实时性决定了监控系统能否及时反映现场状态并支持快速处置，尤其在短路预警、温升异常和设备故障场景中至关重要；可靠性关系系统能否在复杂工业环境下稳定运行，避免因通信中断或采集错误影响控制效果；可扩展性则决定系统未来接入更多设备、增加新功能或适配新场景的能力。只有在设计阶段统筹考虑这三方面要求，系统才能真正满足工程应用需要。

3 物联网融合电气自动化远程监控系统的关键功能模块设计

3.1 数据采集与边缘处理模块

在远程监控系统中，数据采集模块承担着原始信息输入职责，而边缘处理则决定数据进入平台前的质量和有效性。由于工业现场产生的数据类型复杂、数量庞大，若全部原样上传，不仅增加网络负担，也会影响平台处理效率。因此，在设计中应引入边缘网关或智能采集终端，对现场数据进行预处理，如滤波去噪、格式统一、异常值初筛和本地缓存。这样一来，系统既能保留关键运行信息，又能降低无效数据传输压力。边缘处理还可在短时通信中断情况下实现临

时数据存储，待网络恢复后补传，减少信息缺失风险。对于电气自动化系统而言，这一模块的设置能显著提升远程监控系统的数据稳定性和工程实用性。

3.2 远程报警与故障诊断模块

远程报警功能是物联网监控系统的重要应用价值所在。系统可根据不同设备类型和运行要求预设报警阈值，当采集数据超过设定范围或状态逻辑异常时，平台自动触发报警，并通过弹窗、声光、短信、移动端消息等方式推送给相关人员。相比传统人工巡检发现故障的方式，远程报警能够显著缩短故障感知时间。进一步地，在报警基础上，还可结合历史数据和故障特征规则构建初步诊断模块，对过载、缺相、过温、绝缘下降、通信异常和运行波动等问题进行分类识别。这种功能虽然不能完全替代专业检修判断，但能够帮助维护人员快速锁定故障区域和可能原因，提高处置效率。对于连续运行设备而言，及时预警与快速诊断直接关系到停机损失控制和系统安全保障。

3.3 远程控制与运维管理模块

在数据监测基础上，系统还应具备远程控制和运维管理能力，以实现更高层次的自动化管理。远程控制模块需在严格权限认证和安全逻辑约束下运行，支持对设备启停、参数设定、模式切换和联锁动作进行远程下发。为避免误操作，系统应设置多级确认、操作记录和异常回退机制，确保控制过程可追溯、可校验。运维管理模块则主要负责设备档案建立、巡检记录管理、报警处置闭环、维护计划提醒和运行报表生成。通过将监测信息与运维流程结合，系统不再只是一个观察平台，而是逐步转变为综合设备管理平台。这样不仅有助于提高管理规范性，也能为设备全生命周期维护提供数据支撑。

4 物联网融合电气自动化远程监控系统的实现要点

4.1 硬件选型与接口适配要满足现场应用需求

系统实现的前提在于硬件基础可靠。不同应用场景对采集装置、控制器、通信模块和执行终端的性能要求差异较大，因此硬件选型必须与现场工况相适配。若环境中存在较强电磁干扰，应选择具备工业级防护能力和良好抗干扰性能的 PLC、RTU 和网关设备；若设备运行点位多、分布广，则应优先考虑低功耗、高稳定性的无线终端。接口适配同样关键，由于现场常见设备协议和端口类型并不统一，系统设计需考虑模拟量、数字量和不同工业协议之间的兼容转换问题。只有完成硬件层面的稳定接入，才能保证后续通信和平台控制顺利实现。

4.2 软件系统开发需重视功能协同与操作友好

远程监控系统的软件开发不应仅强调功能叠加，而应注重模块协同和使用体验。平台软件要能够支持实时数据显示、趋势曲线查询、设备状态地图、报警记录统计和用户权

限管理等常用功能，同时保证界面结构简洁清晰，避免信息堆积影响操作效率。对于运维人员而言，系统界面越直观，故障识别和指令操作越高效；对于管理人员而言，统计报表和历史追溯功能越完善，决策支持价值越明显。软件系统还应考虑移动端适配，使管理者能够在非值守状态下及时获取关键报警和设备动态。通过软件层面的人机交互优化，可显著提升系统的可用性和推广价值。

4.3 系统安全设计是稳定运行的重要保障

物联网远程监控系统在提高管理效率的同时，也增加了网络攻击、数据泄露和非法控制的风险。因此，系统安全设计必须贯穿整体建设全过程。数据传输层面应采用加密通信和身份认证机制，防止关键控制指令被篡改；平台层面应设置分级权限和日志追踪功能，限制不同角色的操作范围；终端层面则需加强设备接入校验和异常访问阻断，避免未经授权的设备进入系统。此外，系统还应建立数据备份与容灾机制，在服务器异常或网络中断情况下尽量降低信息损失和控制中断风险。对电气自动化系统而言，安全不是附加选项，而是实现远程监控可靠落地的必要条件。

5 物联网融合电气自动化远程监控系统的应用成效与优化方向

5.1 提升设备运行透明度与管理时效性

物联网技术与电气自动化系统融合后，使设备运行状态能够通过平台实现实时可视化展示。管理者能够直观掌握设备是否正常、参数是否越限以及是否发生故障，相较传统人工抄录和定时巡检模式，运行信息的透明度显著提高。在多设备、多区域及连续生产环境中，系统能够提供完整的运行数据与趋势分析，帮助管理者及时发现异常，合理分配维护资源并制定处置方案，从而提升整体管理效率。远程监控不仅解决了信息滞后的问题，还为生产调度、设备调配和风险预判提供了可靠依据，使管理决策更加科学和精确。这种“看得全、看得快”的能力，是物联网远程监控系统在电气自动化领域最直接、最直观的应用价值，能够有效支撑企业在复杂运行环境下的安全、高效管理，同时为后续智能化运维和数据驱动决策奠定基础。

5.2 增强故障预警能力与设备维护主动性

传统设备维护多依赖定期检修或故障发生后的被动修复，容易出现维护过度或滞后处置的问题。物联网远程监控系统通过对设备运行参数的连续采集与分析，可以识别温升异常、电流波动、启停频繁以及振动变化等早期征兆，为预

防性维护提供科学依据。设备维护因此由“被动修复”转向“主动预防”，不仅延长了设备使用寿命，还有效降低了突发停机风险。特别在关键电机、配电回路和高负荷运行装置中，这种预警机制能够及时提示潜在隐患，使运维人员在问题尚未扩展前采取干预措施，避免生产中断和经济损失。

5.3 推动系统向智能化与集成化方向发展

当前物联网融合的电气自动化远程监控系统已具备基础监测与控制能力，但在智能化和集成化方面仍有提升空间。通过引入数据建模、趋势预测和故障学习机制，系统能够实现对运行状态的深度分析和预测判断，提升决策辅助能力。同时，远程监控系统应与生产管理系统、能源管理系统和设备维护系统实现数据共享与业务联通，使监控不再是孤立技术，而成为企业数字化管理的重要组成部分。系统与多业务平台的融合，可形成协同决策机制，将监控数据直接转化为生产、维护和能耗优化策略，从而提升企业整体运行效率。

6 结语

物联网融合电气自动化远程监控系统的设计与实现，是工业自动化向网络化、智能化和精细化发展的重要体现。该系统以感知层、网络层和平台层为基础，通过数据采集、远程报警、故障诊断和控制管理等功能模块，构建起覆盖设备运行全过程的监测与控制体系。其应用不仅提高了设备状态感知能力和远程管理效率，也在故障预警、运维优化和安全保障等方面展现出明显优势。面对未来更高要求，系统建设仍需在通信稳定性、接口兼容性、平台智能化和网络安全防护等方面持续优化。只有坚持从工程实际出发，推动物联网技术与电气自动化系统深度协同，才能真正实现远程监控系统由“可用”向“好用”“智用”的转变，为现代工业运行提供更加可靠的技术支撑。

参考文献

- [1] 董志强.基于物联网与电气仪表自动化的蓄电池远程监控系统设计[J].自动化应用,2026,67(02):220-222+226.
- [2] 闫帅.基于物联网技术的电气自动化系统远程监控系统设计与实现[J].电气技术与经济,2024,(12):90-92.
- [3] 黄东旭.基于物联网的立磨机械电气自动化远程监控系统设计[J].自动化应用,2024,65(16):133-135.
- [4] 韩一鸣,潘一帆.基于宽带数据传输技术的电气自动化远程监控研究[J].中国宽带,2025,21(01):97-99.
- [5] 马栎.电气自动化控制系统的设计与应用[J].无线互联科技,2020,17(12):39-40.