

# 基于物联网技术的智能电力系统监控平台设计

张虎 胡清婕

国网天津市电力公司宝坻供电分公司

DOI:10.32629/acair.v3i4.17891

**[摘要]** 为解决传统电力系统监控效率低、实时性差、运维成本高的问题,本文设计了一套基于物联网技术的智能电力系统监控平台。该平台整合处理器、无线通信模块及ZigBee无线传感器模块等硬件,搭配模块化软件架构,实现对电力设备运行状态、电网参数的实时采集、传输、分析与预警。经测试验证,平台运行稳定,数据传输延迟低、准确率高,可有效提升电力系统的监控智能化水平,降低运维风险与成本,为电力系统安全可靠运行提供技术支持。

**[关键词]** 物联网技术; 智能电力系统; 监控平台; ZigBee传感器; 实时监控

中图分类号: TM712 文献标识码: A

## Design of an Intelligent Power System Monitoring Platform Based on IoT Technology

Hu Zhang Qingjie Hu

Baodi Power Supply Branch, State Grid Tianjin Electric Power Company

**[Abstract]** To address the issues of low monitoring efficiency, poor real-time performance, and high operational costs in traditional power systems, this paper designs an intelligent power system monitoring platform based on IoT technology. The platform integrates hardware such as processors, wireless communication modules, and ZigBee wireless sensor modules, combined with a modular software architecture, to achieve real-time collection, transmission, analysis, and early warning of power equipment operating status and grid parameters. Test results verify that the platform operates stably, with low data transmission latency and high accuracy, effectively enhancing the intelligence level of power system monitoring, reducing operational risks and costs, and providing technical support for the safe and reliable operation of power systems.

**[Key words]** IoT technology; intelligent power system; monitoring platform; ZigBee sensor; real-time monitoring

电力系统作为国民经济的核心基础设施,其安全稳定运行直接关系到社会生产与居民生活。传统电力系统监控多采用人工巡检与分散式监测模式,存在数据采集不及时、故障排查滞后、资源浪费严重等问题,已难以满足现代电力系统规模化、复杂化的运行需求。物联网技术以“万物互联”为核心,通过传感器、通信网络、数据处理等技术的融合,实现设备间的信息交互与智能协同<sup>[1]</sup>。将物联网技术应用于电力系统监控,能够打破传统监控模式的局限,构建全方位、实时化、智能化的监控体系。基于此,本文从硬件选型、软件架构设计、系统实现与测试等方面,详细阐述智能电力系统监控平台的设计方案,为电力系统智能化升级提供参考。

### 1 物联网技术概述

物联网技术作为一种综合性技术,融合了传感器技术、无线通信技术、嵌入式计算技术、网络技术等多领域的技术。核心架构分为感知层、网络层和应用层。感知层负责采集数据,网络

层负责传输数据至处理中心。应用层则针对特定场景开展数据解析、处理、展示以及提供决策支持<sup>[2]</sup>。在电力系统监控领域,物联网技术的应用优势十分明显。它能够实现对电力设备参数、环境状态等信息的全面感知,借助无线通信技术突破空间限制,降低布线成本,同时依托大数据分析实现故障预警与智能运维,为电力系统的高效运行提供技术支持。

### 2 智能电力系统监控平台设计

该平台在架构设计上采用了“感知层-网络层-应用层”这样的三层结构模式,每一层都具有明确的功能分工,并通过各层之间的紧密协作,共同实现对整个流程的全面监控和高效管理。见下图1所示。

感知层作为整个架构的基础部分,主要负责数据的采集工作。在这一层中,会部署诸如ZigBee无线传感器等多种先进的传感设备。这些设备能够实时、精准地采集电力设备的运行参数,例如电压、电流、功率等关键指标,同时还可以对与设备运行紧

密相关的环境数据进行监测,如温度、湿度以及振动状况等。这些数据为后续的分析 and 决策提供了重要的依据。

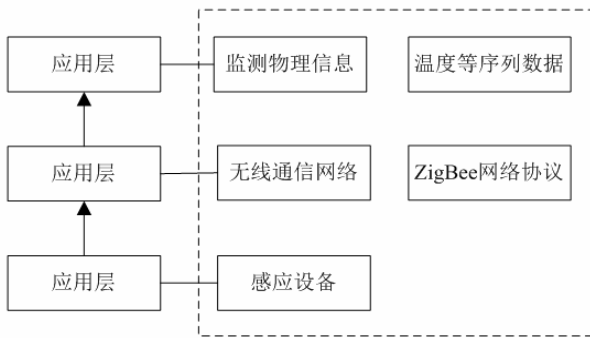


图1 平台整体框架图

网络层则扮演着连接感知层与应用层的重要角色,其核心功能是实现数据的可靠传输。这一层由多种无线通信模块构成,这些模块具备高效的数据传输能力,可以将感知层采集到的各种信息快速、稳定地传递到应用层。在网络层的设计中,特别注重通信的稳定性与抗干扰能力,以确保即使在复杂的环境中也能保障数据传输的完整性与及时性。

应用层是整个架构的顶层,也是直接面向用户的部分,其功能丰富多样,涵盖了多个关键的功能模块。其中包括用于对采集数据进行深度处理的数据处理模块,能够将原始数据转化为可供分析和展示的有效信息;监控展示模块则通过直观的界面呈现设备运行状态及环境变化趋势,便于用户实时掌握系统动态;预警管理模块可以根据预设规则或智能算法,对潜在风险进行识别并发出警报;而运维调度模块则进一步协助用户制定科学的维护计划,优化资源配置,提升整体运维效率。通过这些功能模块的协同运作,应用层为用户提供了高度智能化的监控服务,极大地提升了系统的管理水平与响应速度。

### 3 智能电力系统监控平台硬件设计

#### 3.1 处理器

处理器选用STM32F103系列单片机。该处理器基于ARM Cortex-M3内核,主频高达72MHz,具备高性能、低功耗、低成本的特点<sup>[3]</sup>。它支持多种外设接口,可与传感器、通信模块等硬件设备灵活对接,能够快速处理采集到的电力参数数据,满足平台实时性处理需求。同时,其良好的稳定性与抗干扰能力,可适应电力系统复杂的运行环境。

#### 3.2 无线通信模块

无线通信模块采用ESP8266模块。该模块支持Wi-Fi无线通信协议,传输速率快,通信距离可达100米以上,适用于近距离数据传输场景。它具备串口通信功能,可与处理器无缝衔接,将采集到的数据快速传输至应用层服务器。此外,ESP8266模块功耗低、成本低,且支持多种网络协议,能够灵活适配平台的数据传输需求。

#### 3.3 ZigBee无线传感器模块

ZigBee无线传感器模块选用CC2530芯片作为核心。ZigBee

技术具有低功耗、低速率、短距离、自组网的特点,非常适合多节点数据采集场景。该模块可部署在电力设备关键位置,实现电压、电流、温度、湿度等参数的实时采集。模块支持自组网功能,多个传感器节点可自动形成通信网络,当某个节点出现故障时,数据可通过其他节点传输,确保数据采集的连续性与可靠性。同时,其低功耗设计可延长传感器的使用寿命,降低运维成本。图2所示为ZigBee无线传感器节点。

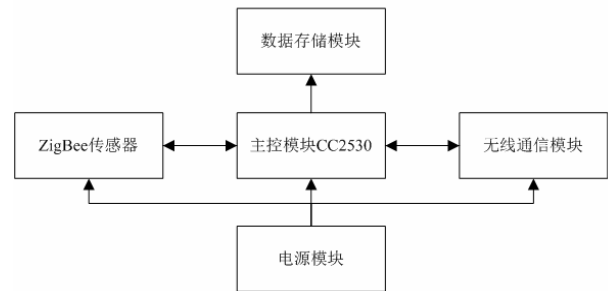


图2 ZigBee无线传感器节点

## 4 智能电力系统监控平台软件设计

### 4.1 数据采集模块

数据采集模块运行于感知层传感器节点,通过传感器对电力设备参数进行周期性采集<sup>[4]</sup>。模块支持采集频率配置,用户可根据监控需求设置采集间隔。采集过程中,模块对原始数据进行初步滤波处理,去除噪声干扰,确保数据准确性。同时,模块具备数据缓存功能,当通信网络中断时,可暂存采集数据,待网络恢复后自动上传。

### 4.2 数据传输模块

数据传输模块基于TCP/IP协议,实现感知层与应用层之间的数据传输。模块采用加密传输方式,对传输数据进行AES加密处理,防止数据被窃取或篡改。

它具备数据重传机制,当数据传输失败时,自动进行重传,确保数据完整性。同时,模块支持多节点并发传输,可高效处理大量传感器节点的数据流<sup>[5]</sup>。

### 4.3 数据处理模块

数据处理模块是平台的核心模块,运行于应用层服务器。模块采用大数据分析技术,对采集到的电力参数数据进行深入处理。首先对数据进行清洗,去除异常值与重复数据;然后通过建立数学模型,对数据进行趋势分析与异常检测,识别电力设备的故障隐患;最后将处理后的数据存储至数据库,为监控展示与预警管理提供数据支持。

### 4.4 监控展示模块

监控展示模块采用B/S架构,用户可通过浏览器访问监控界面。界面采用可视化设计,以图表、仪表盘等形式直观展示电力设备运行参数、数据变化趋势、设备状态等信息。

用户可通过界面查询特定设备的历史数据,支持数据导出与打印功能。同时,界面具备权限管理功能,不同角色用户拥有不同的操作权限,确保系统安全。

#### 4.5 预警管理模块

预警管理模块根据数据处理模块的分析结果,判断电力设备是否处于异常状态。模块预设多级别预警阈值,当设备参数超过阈值时,自动触发预警。

预警信息通过短信、邮件、平台弹窗等多种方式通知相关运维人员,并附带异常参数、设备位置等详细信息,便于运维人员快速响应。同时,模块记录预警历史,支持预警信息查询与统计分析<sup>[6]</sup>。

#### 4.6 运维调度模块

运维调度模块为运维人员提供工单管理、任务分配、进度跟踪等功能。当收到预警信息后,系统自动生成运维工单,根据运维人员的地理位置、工作状态等信息进行智能派单。运维人员可通过移动终端接收工单,实时反馈运维进度。模块支持工单状态查询与历史记录管理,便于管理人员进行运维工作考核与总结。

### 5 系统实现

#### 5.1 系统部署与调试

在电力系统关键位置安装传感器和通信设备,用于采集电压、电流等运行数据并传输至数据处理中心,形成信息感知网络以实时监测系统状态。随后调试硬件设备,确保参数设置准确、连接稳定,避免数据丢失或错误。在此基础上运用面向对象理念开发软件功能模块,将其部署至嵌入式板和服务器,并开展集成测试。在调试过程中,针对传输延迟问题对协议策略加以优化,针对处理能力不足的情况对硬件和算法进行升级。通过调整参数、优化算法以及采用缓存机制,提升系统的性能和响应速度。

表1 测试结果

| 测试项目      | 测试结果   | 备注            |
|-----------|--------|---------------|
| 故障预警准确率/% | 98%    | 误报率和漏报率相对较低   |
| 数据采集准确率/% | 99.90% | 误差在可接受范围内     |
| 系统响应时间/ms | <500   | 用户体验良好        |
| 数据传输延迟/s  | <1     | 可以满足实时性需求     |
| 用户满意率/%   | 90%    | 大部分用户对于系统表示满意 |

#### 5.2 系统测试与评估

本文运用多项标准对该系统的可用性与可靠性进行评估。对数据采集的准确性、数据传输的时效性、系统的反应速度、故障预警的精准度以及用户满意度展开了测试。实际测试完成后,对测试数据进行了统计,具体结果见下表1所示。经分析发现,该智能电力监控平台在各方面均表现优异,完全达成了初始设计的预期目标。

### 6 总结

综上所述,基于物联网技术,本文设计了智能电力系统监控平台,并且实现电力设备运行参数实时采集、传输、分析、预警及运维调度等功能。经测试,平台具高准确率、低延迟和高稳定性。其应用可提高电力系统监控智能化程度,降低运维风险与成本,为电力系统数字化、智能化升级提供可行方案。

#### [参考文献]

[1]顾奕豪,孙福道.基于物联网技术的智能电力系统监控平台设计与实现研究[J].消费电子,2025(10):101-103.

[2]段锦鹏,张瑞洲,刘裕生.基于物联网技术的智能电力系统监控平台设计与实现[J].电子产品世界,2024,31(12):34-37.

[3]毛晓燕.基于物联网技术的电力系统智能监控与管理系统设计及实现[J].电气技术与经济,2025(1):42-44.

[4]汤晓丹.基于物联网技术的电力系统智能监控与管理系统设计及实现[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(6):071-074.

[5]孙嘉杰,王慧琦,赵洪生,等.基于物联网技术的智能电力系统远程监控与管理平台设计与实现[J].电气技术与经济,2024(7):278-280.

[6]张书生.基于物联网技术的智能电网监控系统设计与实现[J].电气技术与经济,2025(2):89-91.

#### 作者简介:

张虎(1995--),汉族,男,河北省邢台市人,大学本科,单位:国网天津市电力公司宝坻供电分公司,职称:助理工程师,研究方向:电力系统。

胡清婕(1992--),汉族,女,内蒙古赤峰市人,大学本科,单位:国网天津市电力公司宝坻供电分公司,职称:中级,研究方向:电力系统。