

# 物联感知技术在供配电系统中的应用研究

刘彦峰

河南智泰建筑工程有限公司，河南郑州，450000；

**摘要：**随着社会对能源的需求不断增加，供配电系统作为保障电力稳定供应的重要基础设施，正面临着越来越多的挑战，在这一背景下，物联网（IoT）技术的引入为供配电系统的智能化升级提供了新的机遇，物联感知技术，作为物联网中的核心技术，无线传感器、通信网络与数据分析相结合，为供配电系统提供了实时监测与动态优化的能力，该技术能够有效地提升电力设备的运行效率，降低故障风险，并加强系统的自动化和智能化水平，本文主要分析了物联感知技术在供配电系统中的应用。

**关键词：**物联感知技术；供配电系统；应用

**DOI：**10.69979/3029-2727.25.04.030

## 引言

在传统的供配电系统中，设备的运行状态和电力传输过程通常依赖人工巡检和定期维护，这种方式不仅效率低下，容易忽视潜在的风险，而随着电力需求的快速增长以及电网结构的日益复杂，传统的监控手段已经无法满足现代供配电系统对实时性、精准性与智能化的要求，物联网技术的飞速发展为电力系统的现代化提供了可能，嵌入各种传感器与智能设备，物联感知技术能够实时获取并传输大量关于电力设备状态、负荷情况及环境因素的数据，这些数据经过处理和分析后，能够为系统的优化运行提供支持，及时发现设备故障、负载不平衡等问题，进一步提升供配电系统的整体性能和可靠性。

## 1 物联感知技术在供配电系统中的应用

### 1.1 利用智能电表数据采集，优化用电负荷分配管理

随着智能电表技术的发展，传统的电力计量方式已经无法满足当前电力系统对精细化管理和实时监控的需求，智能电表作为物联感知技术的一部分，能够实时监测用户用电数据，无线通信网络将数据上传至中央控制系统，这些数据包括用电量、电压、电流、功率因数等多维度信息，为电力公司提供了准确的用电状况和负荷情况，数据的实时收集和分析，电力系统可以根据实际用电情况动态调整负荷分配，有效实现负荷的均衡调度，提高系统的稳定性和安全性<sup>[1]</sup>。

在电力负荷较高时段，系统调整非关键负荷的供电，推迟某些高耗能设备的使用时间，或利用储能装置进行调节，智能电表所采集的数据帮助电力公司实现对用户负荷的精准管理，还能进行需求响应管理，即根据电网负荷的变化，实时调整用户用电行为，以达到电网负荷平衡的目标，智能电表数据的实时性和精确性也使得电力公司能够及时发现设备故障、非正常用电等情况，提前进行预警和干预，降低电力系统的故障率与停电风险。

### 1.2 通过物联网技术实现配电线路故障精确定位，提升运维效率

物联网技术传感器网络、无线通信和云计算等技术手段，能够实时采集配电线路的运行数据，数据分析和智能算法，实现故障的快速定位和诊断，传感器网络可以监测线路的电流、电压、温度等参数，无线通信技术则确保数据能够实时传输到监控中心，云计算平台对海量数据的分析和处理，识别故障特征并确定故障位置，物联网技术实现配电线路故障精确定位，需要从数据采集、传输和分析等方面入手。

采用机器学习算法（如支持向量机、神经网络），对历史故障数据的学习，识别故障特征并确定故障位置，利用大数据分析技术，对线路的运行状态进行实时监控和预警，分析电流、电压和温度的异常变化，提前发现潜在的故障风险，还应开发用户友好的故障定位系统，可视化界

面显示故障位置和诊断结果,便于运维人员快速响应和处理,在数据分析过程中,应注重算法的优化和验证,对比试验和现场数据,验证算法的准确性和可靠性。

### 1.3 基于物联网的配电室环境监控,保障设备运行环境稳定

配电室内环境因素如温度、湿度、空气质量、震动等直接影响设备的使用寿命及安全性,传统的环境监控方法往往依赖人工巡检,这不仅效率低下,而且难以做到实时、全面的监控,随着物联网(IoT)技术的发展,基于物联网的环境监控系统逐渐成为保障配电室环境稳定的新手段,物联网集成温湿度传感器、气体传感器、震动传感器等设备<sup>[2]</sup>。能够实时收集环境数据无线通信技术传输至数据中心,实现对配电室环境的实时监控与动态调节,大数据分析这些系统不仅能发现潜在的环境风险,还能根据实时数据进行自动化控制,确保配电室内的温湿度等关键因素保持在合理范围,减少设备因环境问题导致的故障风险。

对温湿度、气体浓度、震动等环境参数的监控,系统能够实时判断配电室内的设备是否处于适宜的工作环境中,提前发现设备过热、空气质量恶化或震动异常等问题,发出预警信号,防止设备损坏或电力事故发生,这种环境监控系统可自动调节配电室的空调、除湿设备和通风系统,确保设备所需的最佳工作环境。当监控数据出现异常时,系统短信或邮件等方式及时通知管理人员进行干预,最大限度减少人工巡检的盲区和响应时间的延迟。

表1 配电室环境监控系统的主要监控参数

| 监控参数  | 监控设备  | 作用与意义                     |
|-------|-------|---------------------------|
| 温度    | 温度传感器 | 监控配电室内设备运行温度,避免设备过热导致故障。  |
| 湿度    | 湿度传感器 | 防止湿度过高导致设备受潮,确保电气设备的正常运行。 |
| 空气质量  | 气体传感器 | 检测有害气体浓度,防止因气体泄漏导致电气设备损坏。 |
| 震动    | 震动传感器 | 检测设备震动情况,识别设备是否存在松动或损坏风险。 |
| 风速与风向 | 风速传感器 | 监控通风系统的运行状态,确保空气流通及温湿度稳定。 |

温度传感器确保配电室内设备不会因过高温度而损坏,延长设备使用寿命;湿度传感器能够避免湿度过高导致电气设备受潮,减少设备故障的发生;气体传感器则保障了配电室内空气质量的安全,防止有害气体泄漏;震动传感器和风速传感器则保证了设备稳定运行,避免外部环境变化导致设备损坏或过载。

1.4 应用物联网技术监测电能质量,实现供电稳定性提升

电能质量主要包括电压、频率、谐波、闪变等参数,这些参数的异常波动会对电力设备和用户用电造成不利影响,物联网技术传感器网络、无线通信和云计算等技术手段,能够实时采集电能质量数据,数据分析和智能算法,识别电能质量问题并采取相应的控制措施,传感器网络可以监测电压、电流、频率等参数<sup>[3]</sup>。无线通信技术则确保数据能够实时传输到监控中心,云计算平台对海量数据的分析和处理,识别电能质量问题并生成预警信息,应用物联网技术监测电能质量,需要从数据采集、传输和分析等方面入手,科学合理的措施,提升供电稳定性和电能质量管理人员的效率。

采用机器学习算法(如支持向量机、神经网络),对历史电能质量数据的学习,识别电能质量问题的特征并生成预警信息,利用大数据分析技术,对电能质量进行实时监控和预警,分析电压、频率和谐波的异常变化,提前发现潜在的电能质量问题。还应开发用户友好的电能质量管理系统,可视化界面显示电能质量参数和预警信息,便于运维人员快速响应和处理,在数据分析过程中,应注重算法的优化和验证,对比试验和现场数据,验证算法的准确性和可靠性。

### 2 物联网技术在供配电系统中应用的注意事项

#### 2.1 确保物联网设备数据采集的实时性,避免误报

尤其是在设备数据采集方面,物联网能够实现对传感器数据的实时监控和远程管理,确保配电系统能够高效、安全运行,数据采集的实时性和准确性至关重要,尤其在电力系统中,任何延迟或误报都可能导致设备异常、系统故障或维护响应不及时,影响电力供应的稳定性和安全性,避免这些问题,必须保证物联网设备的数据采集过程具有高时效性,并能够准确传输至数据中心,同时避免因环境变化或设备故障引起的误报。

不断优化传感器硬件、数据采集系统及数据处理平台的配合,物联网技术在供配电系统中的应用能够更精准地

反映设备状态，实时发现潜在风险，确保电力系统的稳定运行和高效管理，在避免误报的同时，也能在最短的时间内做出正确响应，保障电力设备的正常运转，提升系统的可靠性和安全性。

## 2.2 加强物联网通信网络的安全防护，防止数据泄露

物联网通信网络的安全防护涉及数据传输的保密性、完整性和可用性，任何一方面的漏洞都可能导致数据泄露、篡改或服务中断，影响供配电系统的安全运行，物联网通信网络通常由传感器、网关、云平台等多个环节组成，每个环节都可能成为攻击的目标<sup>[4]</sup>。传感器可能被恶意入侵，导致数据被篡改或窃取；网关可能遭受拒绝服务攻击，导致数据传输中断；云平台可能面临数据泄露或非法访问的风险，加强物联网通信网络的安全防护需要从网络架构设计、数据加密、访问控制等方面入手，多层次、多维度的防护措施，确保通信网络的安全性和可靠性。

采用多因素认证（MFA）和角色权限管理，限制用户对网络资源的访问权限，防止非法访问和操作，应强网络设备的物理安全，安装监控设备和门禁系统，防止设备被恶意破坏或篡改，还应定期进行安全审计和漏洞扫描，日志分析和渗透测试，发现和修复网络中的安全漏洞。在安全管理过程中，应注重人员的培训和管理，安全培训和演练，提高员工的安全意识和应急响应能力，有效加强物联网通信网络的安全防护，防止数据泄露和网络攻击，保障供配电系统的安全运行。

## 2.3 优化传感器布局与安装，确保监测覆盖全面且无盲区

确保整个供配电系统的监测效果，必须优化传感器的布局和安装，确保设备监测覆盖全面且无盲区，传感器布置的合理性直接影响到数据采集的完整性与准确性，任何盲区或覆盖不全的区域都可能导致潜在故障的漏报或延迟发现，影响电力系统的稳定性和安全性，避免这种情况，在设计传感器布局时，需要综合考虑设备的运行环境、设备分布、监测点的需求以及电网的拓扑结构，确保系统中每个关键区域都有足够的传感器监控，且无数据遗漏和死角。

对电网负荷、设备使用频率、区域环境特征等因素的分析，合理选择传感器类型和数量，避免因过度布置而导致成本增加以及数据冗余，智能算法和数据融合技术的应用进一步提高布局的智能性与精准度，数据融合处理技术，将不同位置、不同类型传感器采集到的多维数据进行综合分析，弥补单一传感器可能存在的局限性，进一步提升监控系统的可靠性和准确性。

## 2.4 建立统一的数据管理平台，实现多源数据融合

这些数据涉及设备状态、环境监测、电力负荷、温湿度等多维信息，确保这些数据能够为系统的智能化管理和优化调度提供准确支持，建立统一的数据管理平台显得尤为重要，该平台能够将不同来源的数据进行汇总、存储、处理和分析，实现数据的集中管理和跨域融合。数据融合技术，能够从多维度多角度对供配电系统的运行状态进行全面的监控与分析，提升系统的运行效率和安全性，数据融合不仅提高对设备状态的实时预测能力，挖掘历史数据趋势，进行智能化的故障预警和维护调度，确保供配电系统的稳定运行。

表 2 供配电系统中多源数据的来源

| 数据类型   | 数据源            | 数据处理方法        | 融合目标           |
|--------|----------------|---------------|----------------|
| 设备运行数据 | 传感器（温度、湿度、电压等） | 数据清洗、过滤、归一化处理 | 提供设备状态实时监控     |
| 环境监测数据 | 环境传感器（气体、烟雾等）  | 数据融合、时序分析     | 分析环境因素对设备运行的影响 |
| 电力负荷数据 | 负荷监测设备         | 历史数据回溯、趋势分析   | 优化电力资源分配与调度    |
| 故障诊断数据 | 故障检测系统         | 异常检测、预测建模     | 实现故障预警和预测性维护   |
| 操作日志数据 | 系统操作记录         | 数据关联分析、行为模式识别 | 提高操作效率和系统安全性   |

设备运行数据来自传感器，清洗和归一化处理后，能够提供对设备状态的实时监控，环境监测数据和电力负荷数据经过融合与时序分析，能够进一步分析环境对设备运

行的影响，以及优化电力资源的分配与调度，故障诊断数据异常检测和预测建模，提供对潜在故障的预警功能，而操作日志数据则通过数据关联分析和行为模式识别，提高

系统操作效率和安全性,这一系列的数据融合措施,统一的数据管理平台能够为供配电系统提供全面的智能化支持,有效提升系统的安全性、稳定性和运行效率,数据的可视化展示确保了工作人员能够实时掌握系统状况,并及时采取相应的措施。

### 3 结语

物联网感知技术为供配电系统的智能化转型提供了全新的发展路径,物联网设备的广泛应用,供配电系统不仅能够实现更高效的实时监控,还能在问题发生之前进行预测和预警,极大地提高了电力系统的安全性与可靠性,物联网感知技术的实施仍面临诸多挑战,包括设备的高成本、系统集成的复杂性以及数据安全问题,随着技术的不断进步与应用经验的积累,物联网感知技术有望在未来的供配电

系统中发挥更大的作用,推动电力行业向更智能、更绿色的方向发展。

### 参考文献

- [1] 吴宇环. 智能配电系统在铁路站房照明负荷调节中的应用 [J]. 光源与照明, 2025, (01): 25-27.
- [2] 张衡, 刘杰, 李金方. 信息化技术在配电系统中的应用研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(01): 61-62+67.
- [3] 狄多涛, 骆军军, 马海军, 等. 供配电系统智能监视与集中控制技术在龙首矿的应用 [J]. 采矿技术, 2025, 25(01): 187-194.
- [4] 崔平, 卢鹏, 葛振雄. 物联网感知技术在供配电系统中的应用 [J]. 有色冶金设计与研究, 2024, 45(06): 54-57.