

基于物联网技术的配电设备运行维护管理研究

刘智清

国网银川供电公司 宁夏 银川 750001

摘要：本文聚焦于基于物联网技术的配电设备运行维护管理研究，旨在探索物联网技术如何有效应用于配电设备的实时监测、预警、故障诊断及优化调度等关键环节，以提升配电系统的可靠性和稳定性。通过深入分析物联网技术在配电设备运维中的应用原理与具体实践，文章构建了一个基于物联网的配电设备运维管理平台框架，并探讨其在实际应用中的潜在价值与挑战。研究表明，物联网技术能够显著提升配电设备运维管理的智能化水平，为配电系统的安全、高效运行提供有力保障。

关键词：物联网技术；配电设备；运行维护；智能管理

1 物联网技术在配电设备管理中的应用基础

1.1 物联网技术架构

物联网技术架构是物联网技术在配电设备管理中的基础框架，它决定了物联网系统如何运作、如何与配电设备进行交互。物联网技术架构通常分为三个主要层次：感知层、网络层和应用层。第一，感知层是物联网架构的最底层，主要由各种传感器和传感器网关组成。这些传感器包括温度传感器、湿度传感器、RFID标签、读写器、摄像头、GPS等感知终端。感知层相当于人的眼耳鼻喉和皮肤等神经末梢，负责识别物体并采集信息。在配电设备管理中，感知层通过传感器实时监测配电设备的状态，如温度、湿度、振动、电流等关键参数。这些传感器数据是实时采集的，并以一定的频率不断更新，确保数据的准确性和时效性。第二，网络层是物联网架构的核心，负责传递和处理感知层获取的信息。网络层由各种私有网络、互联网、有线和无线通信网、网络管理系统和云计算平台等组成。它相当于人的神经中枢和大脑，将感知层采集的数据进行传输、整合和处理。在配电设备管理中，网络层通过电力信息网络实现各种能量信息的传输和分配。云计算平台则提供强大的数据处理能力，支持对海量传感器数据进行实时分析和智能处理。第三，应用层是物联网架构的最上层，也是物联网和用户（包括人、组织和其他系统）的接口。应用层与行业需求结合，实现物联网的智能应用。在配电设备管理中，应用层利用智能计算、模糊识别等技术实现电网信息的综合分析和处理，实现智能决策、控制和服务。例如，应用层可以实时监测配电设备的运行状态，预测设备故障，提供预警信息，并自动调整设备运行参数，以确保设备的可靠性和安全性。

1.2 配电设备物联网化改造

配电设备的物联网化改造是实现智能电网的重要一环。通过物联网技术，配电设备可以实现远程监测、智能控制、故障预警等功能，从而提高配电系统的可靠性和安全性。智慧配电站房以物联网、边缘计算、大数据分析以及人工智能技术为基础，以融合终端/可视化网关为核心，通过对配电室环境、安防、电气设备状态等信息的实时监测、智能分析、联动管控、可视化展示等，实现配电室的“无人值守、少人值班”。例如，配备智能巡检机器人，支持定时定点等多种巡检方式，可以实时监测配电设备的运行状态和环境参数^[1]。通过物联网技术，配电设备的运行状态、安防状态以及设备状态可以实时监测。这有助于及时发现设备故障和安全隐患，提高配电系统的可靠性和安全性。物联网技术可以实现物的状态自动判断及联动控制，人的行为智能识别及安防告警。例如，通过分析传感器数据，可以预测配电设备的寿命和故障趋势，提前进行维护或更换，避免设备故障导致的供电中断。智能巡检机器人和物联网技术相结合，可以实现配电设备的自动化巡检。这不仅可以提高巡检效率，还可以降低巡检人员的劳动强度和安全风险。

1.3 关键支撑技术

物联网技术在配电设备管理中的应用离不开一系列关键支撑技术的支持。这些支撑技术包括微机电系统（MEMS）、嵌入式系统、软件和算法、电源和储能技术以及人工智能技术等。微机电系统（MEMS）：为物联网设备提供了小巧、高效的传感器和执行器。在配电设备管理中，MEMS传感器可以实时监测设备的振动、温度等参数，为设备状态监测和故障预警提供数据支持。嵌入式系统：使得物联网设备能够智能化地处理数据并做出决策。在配电设备管理中，嵌入式系统可以实现对传感器数据的实时处理和分析，提供智能控制功

能。软件和算法：是物联网系统的灵魂，决定了其功能和性能。在配电设备管理中，软件和算法可以实现对传感器数据的智能处理和分析，提供故障预警、智能决策等功能。电源和储能技术：确保了物联网设备的持续运行。在配电设备管理中，电源和储能技术可以为传感器、控制器等物联网设备提供稳定的电源供应，确保设备的正常运行。人工智能技术：包括机器学习、深度学习、神经网络等技术，为物联网系统提供了强大的智能处理能力。在配电设备管理中，人工智能技术可以实现对传感器数据的智能分析和预测，提高设备状态监测和故障预警的准确性。

2 传统运维管理方法的局限性

2.1 工巡检的时效性与准确性问题

传统运维管理方法中，人工巡检是保障设备正常运行的重要手段。然而，人工巡检面临着时效性与准确性方面的挑战。由于运维人员数量有限，巡检周期往往较长，导致设备故障的发现和存在延迟。人工巡检过程中，运维人员的经验、技能以及工作态度等因素都会影响巡检结果的准确性。如果运维人员缺乏足够的经验或技能，可能会遗漏某些潜在的故障点，或者误判设备的运行状态，从而给设备的稳定运行带来风险。

2.2 故障诊断的依赖性与滞后性

传统运维管理方法在故障诊断方面主要依赖于运维人员的经验和专业知识。这种依赖性导致故障诊断存在滞后性和不确定性。一方面，由于运维人员的经验和知识有限，可能无法及时准确地诊断出设备故障的原因和位置，导致故障处理延误。另一方面，即使运维人员能够诊断出故障，但由于缺乏实时的数据支持和智能分析手段，往往需要在故障发生后才能进行诊断，无法提前预测和预防故障的发生。这种滞后性不仅增加设备故障的风险，也影响运维管理的效率和质量。

2.3 运维管理成本高昂

传统运维管理方法在运维管理成本方面存在较高的问题。由于人工巡检和故障诊断需要大量的人力资源，包括运维人员的工资、培训费用以及相关的设备购置和维护费用等，导致运维管理成本居高不下。传统运维管理方法往往缺乏有效的数据分析和智能管理工具，导致运维决策缺乏科学依据，增加运维管理的复杂性和不确定性。这些因素都进一步推高运维管理的成本，给企业的运营带来额外的负担^[2]。

3 基于物联网的配电设备运行监测

3.1 实时监测

在基于物联网的配电设备运行监测体系中，实时监

测是核心功能之一。通过物联网技术，配电设备的关键参数和运行状态能够被实时捕捉并传输至中央监控系统。这些参数包括但不限于电流、电压、功率因数、温度、湿度以及设备的振动状态等。实时监测的实现依赖于安装在配电设备上的各类传感器，这些传感器如同设备的“神经末梢”，能够精准感知设备的每一个细微变化。实时监测的优势在于其能够迅速响应设备状态的任何异常波动。一旦设备出现运行异常，如过载、过热或振动异常等，传感器会立即捕捉到这些变化，并通过物联网网络实时传输至监控中心。监控中心的系统软件会对这些数据进行快速分析，判断设备是否存在故障风险，并立即触发相应的预警机制。这种即时反馈机制极大地缩短了故障发现和存在的时间，有效降低了因设备故障导致的供电中断风险。实时监测还提供了丰富的历史数据积累。通过对这些数据的长期跟踪和分析，运维人员可以更加深入地了解设备的运行规律和故障模式，为设备的预防性维护和优化运行策略提供科学依据。

3.2 远程监控

基于物联网的配电设备运行监测不仅实现了实时监测，还进一步扩展到了远程监控的范畴。远程监控使得运维人员无需亲临现场，就能对配电设备进行全面的监控和管理。这得益于物联网技术提供的远程通信能力，使得监控中心与配电设备之间的数据传输变得实时、可靠且高效。远程监控的引入，极大地提高了运维管理的灵活性和效率，运维人员可以随时随地通过移动设备或电脑终端访问监控中心的系统界面，查看设备的实时运行状态、历史数据以及预警信息。这不仅方便了运维人员的工作，还降低了因人员流动或地理位置限制而导致的运维管理难度。更重要的是，远程监控为配电设备的智能化管理提供了可能，通过集成先进的算法和模型，监控中心的系统可以对设备数据进行深度挖掘和分析，实现设备的智能预警、故障诊断和状态评估。这些智能化功能不仅提高运维管理的精准度和效率，还为设备的预防性维护和优化运行策略提供更加科学的依据。

4 基于物联网技术的配电设备运行维护管理方案

4.1 物联网技术在配电设备运维中的应用原理

物联网技术，作为新一代信息技术的核心组成部分，通过智能感知、识别技术与普适计算等通信感知技术，将各种信息传感设备与互联网结合起来而形成的一个巨大网络。在配电设备运维管理中，物联网技术的应用原理主要体现在以下几个方面：首先，通过部署在配电设备上的各类传感器，如温度传感器、湿度传感器、电流电压传感器等，实时采集设备的运行参数和环境数

据；其次，利用物联网的通信技术，如Zigbee、LoRa、NB-IoT等，将采集到的数据传输至云端或本地数据中心；最后，通过数据分析与处理平台，对接收到的数据进行清洗、分析、挖掘，实现对配电设备运行状态的实时监测、预警、故障诊断及优化调度^[3]。物联网技术的应用，使得配电设备的运维管理从传统的被动式维护转变为基于数据的主动式管理。通过实时获取设备的运行数据，运维人员可以及时了解设备的健康状况，预测潜在的故障风险，从而采取预防措施，避免或减少设备故障的发生，提高配电系统的可靠性和稳定性。

4.2 物联网技术在配电设备运维中的具体应用

物联网技术在配电设备运维中的具体应用包括但不限于几个方面：（1）实时监测与预警：通过部署在配电设备上的传感器，实时监测设备的运行状态，如电流、电压、温度、湿度等，一旦监测到异常数据，立即触发预警机制，通知运维人员进行处理，有效预防设备故障的发生。（2）远程故障诊断：利用物联网技术，运维人员可以远程访问配电设备的运行数据，结合专家系统和机器学习算法，对设备进行远程故障诊断，减少现场维修的频次，提高运维效率。（3）智能巡检：结合无人机、智能机器人等巡检设备，利用物联网技术实现配电设备的智能化巡检，提高巡检的准确性和效率，降低人工巡检的成本和风险。（4）能效管理：通过对配电设备运行数据的分析，优化设备的运行策略，提高能源利用效率，降低能耗成本，实现绿色、低碳的运维管理。（5）资产管理：物联网技术还可以用于配电设备的资产管理，包括设备的采购、入库、出库、安装、调试、维修、报废等全生命周期的管理，提高资产管理的效率和准确性。

4.3 基于物联网的配电设备运维管理平台构建

基于物联网的配电设备运维管理平台的实现是配电设备智能化运维的关键。该平台主要包括几个部分：（1）

数据采集层：负责采集配电设备的运行数据和环境数据，包括电流、电压、温度、湿度等传感器数据，以及设备的运行状态、告警信息等。（2）数据传输层：负责将采集到的数据传输至云端或本地数据中心，支持多种通信协议和传输方式，确保数据的实时性和可靠性。

（3）数据存储与处理层：负责存储采集到的数据，并对数据进行清洗、分析、挖掘，提取有价值的信息，为运维决策提供支持^[4]。（4）应用服务层：提供实时监测、预警、故障诊断、能效管理、资产管理等应用服务，满足运维人员的不同需求。（5）用户交互层：提供友好的用户界面，方便运维人员查看设备运行状态、接收预警信息、进行故障诊断等操作。

结束语

综上所述，基于物联网技术的配电设备运行维护管理研究具有重要的理论意义和实践价值。通过本文的探讨，深刻认识到物联网技术在配电设备运维管理中的应用潜力与广阔前景。未来，随着物联网技术的不断发展和完善，有理由相信，基于物联网的配电设备运维管理平台将在提高配电系统可靠性、降低运维成本、优化能源利用等方面发挥更加重要的作用。同时也应持续关注物联网技术在配电设备运维管理中的新应用与新挑战，不断探索和实践，以推动配电系统运维管理的智能化升级。

参考文献

- [1]胡吉祥.基于物联网技术的电力设备数据实时采集系统[J].能源与环保,2022,44(06):231-236.
- [2]高崧,郭磊.电力物联网技术在电力设备在线监测中的应用研究[J].电气自动化,2022,44(03):44-47.
- [3]葛陈刚.基于物联网技术的电力设备状态检测研究[J].电子元器件与信息技术,2021,5(12):22-23.
- [4]喻金.基于物联网技术传统配电房智能化改造方案及应用[J].农村电气化,2021(1):29-31.