

# 电气工程中的无线传感器网络监测技术研究

张 剑

张家口第一建筑工程集团有限公司 河北 张家口 075000

**摘要:** 本研究深度分析了无线传感器网络 (WSN) 在电气工程监测领域的实际应用, 并对其在各种不同环境下的优点和所面临的挑战进行了探讨。无线传感器网络凭借其高度的灵活性、低廉的成本以及便于部署的优势, 为电气工程领域的智能化和自动化提供了全新的解决途径。研究关注了传统监测技术存在的局限, 并提出了一种基于WSN技术的解决方案来提高监测系统运行的灵活性与效率。本论文全面分析起重机能耗监测, 水产养殖环境参数监测和水质监测几种应用场景, 对WSN网络架构, 能耗管理和数据融合关键技术问题展开深入研究。研究表明: WSN技术可以有效地增强监测精度、降低能耗、提高系统自组织能力。结论强调电气工程WSN监测技术既有实际应用价值又对促进电气工程智能化、自动化发展有重大意义。

**关键词:** 无线传感器网络; 电气工程; 监测技术; 能耗管理; 数据融合

## 引言

在电气工程领域, 监测技术正在经历一个从传统的有线方式向无线传感器网络 (WSN) 的重大转型。无线传感器网络凭借其高度的灵活性、低廉的成本以及便于部署的优势, 为电气工程领域的智能化和自动化提供了全新的解决途径。该文提出了一种利用基于图论中极大独立集理论并考虑传感器网络运行要求的分布式三元量度无线传感网监测网格划分算法来改善网络连通性及监测效率。同时为了解决能耗管理中存在的问题, 本论文将讨论以太阳光为核心的无线传感网监测系统的设计, 采用可再生能源来减少系统对外部电源的依赖性, 提高网络寿命。通过对这些技术路线进行探究及应用, 旨在对电气工程无线传感器网络监测技术有一个更全面、更深刻的认识, 促进这一领域技术进步及应用的发展。

## 1 无线传感器网络在电气工程中的应用概述

### 1.1 无线传感器网络的基本概念与特点

无线传感器网络构成了一种自我组织和分布式的网络架构, 它由众多具备感知、数据处理以及无线通讯功能的传感器节点所组成。这些节点以无线方式互相连接构成了覆盖面广的监测网络。WSN较传统有线监测系统有如下显著特点:

首先, WSN灵活性高, 可扩展性强。由于传感器节点间通信采用无线方式, 在网络部署与扩展时, 不需要繁杂的布线工作, 可按需灵活增减节点以满足不同监测需求。

其次, WSN可实现环境参数实时监控。传感器节点有能力实时收集各种环境因素, 例如温度、湿度和压力等, 并能通过无线网络技术将这些数据传送至中心节点

或数据处理中心, 从而为电气工程的实时监控和决策制定提供必要的支持。

最后, WSN部署维护成本低。由于传感器节点一般都是低功耗设计并可由电池提供电能, 所以部署时不需要考虑供电问题。与此同时, 网络具有自组织特性使得节点维护与管理变得比较简单。

### 1.2 电气工程中无线传感器网络的应用领域

无线传感器网络在电气工程领域有着广泛的应用, 包括但不限于能源管理、环境监测和安全监控等多个方面。能源管理领域中, 无线传感器网络能够实时监控电力系统运行状态, 达到电网优化调度与故障诊断的目的, 提高了能源利用效率。如在变电站内布置无线传感器可对变压器和断路器的工作状态进行实时监控, 对异常情况进行及时发现和处理, 确保电网平稳运行。<sup>[1]</sup>

在环境监测中, 无线传感器网络能够实时监控电气工程周围的温度、湿度、噪声等环境参数, 从而为项目的环境保护与污染治理提供数据支撑。另外, 无线传感器网络也能用于监控电气设备的工作环境, 例如机房、配电室等, 以确保设备在适宜的环境中运行, 从而延长设备的使用寿命。

在电气工程领域, 无线传感器网络的安全监测成为了另一项关键的应用。通过将无线传感器布设于关键设备及区域内, 可实现电气工程实时监控, 发现隐患及时处理。如沿高压输电线路布置无线传感器可对线路运行状况进行实时监控, 及时发现和处理线路故障以确保供电可靠。

另外, 无线传感器网络可用于电气工程智能控制与自动化管理。通过将无线传感器网络与控制系统进行集成,

能够远程操控电气设备并进行智能调度,从而提升整个工程的自动化程度。与此同时,无线传感器网络也能够结合大数据,人工智能技术实现电气工程智能分析及决策支持,促进电气工程朝着智能化,自动化方向发展。

### 1.3 无线传感器网络与传统监测技术的比较

相对于传统有线监测技术,将无线传感器网络应用于电气工程有着明显优势。一是无线传感器网络更具灵活性与可扩展性。由于无线传感器网络以无线通信方式进行通信,不需要布设很多通信线路,可根据监测需要灵活地部署传感器节点,便于系统扩展与升级。

二是无线传感器网络建设成本低、维护成本低。传统有线监测系统需部署大量通信线路且施工费用昂贵。并且无线传感器网络采用无线通信方式减少通信线路布设和建设成本。同时无线传感器网络维护更便捷,可远程配置维护传感器节点,减少维护成本。

另外,无线传感器网络抗干扰能力强、自适应性强。电气工程中环境复杂多样,有线监测系统易受电磁干扰、物理损坏等因素的干扰。并且无线传感器网络采用多条通信与网络自愈机制相结合,抗干扰能力强、自适应性强,可以确保监测数据准确可靠。

在电气工程领域,无线传感器网络也遭遇了若干挑战。比如无线通信易受信号衰减、干扰等因素的干扰,因此无线通信技术有待优化与完善。与此同时,无线传感器网络能耗管理问题是个关键性问题,必须采取合理的能耗控制策略来延长传感器节点寿命。

## 2 无线传感器网络在特定电气工程场景下的应用研究

### 2.1 智能电网监测

在无线传感器网络(WSNs)的应用中,智能电网监测被视为一个核心领域,它为当代电力系统带来了一种既高效又灵活的监测方式。在智能电网系统中,WSNs是由众多分布广泛的传感器节点构成的,这些节点有能力实时地收集和传递电网的各种关键运行参数,包括电流、电压、功率质量、频率、线路温度和负荷变化等。<sup>[2]</sup>

电网运营商利用这些数据能够更准确地监测电网状态并对电力生产,输送及分配等环节进行实时控制与管理。智能监测在提高电网运行效率与可靠性的同时,有利于防范并迅速应对各类故障与异常,进而缩短停电时间、增强电力供应连续性与稳定性。另外,智能电网监测系统可以为需求侧管理提供支撑,并通过对用户用电模式进行分析来对电力资源进行优化配置,从而达到节约能源,提高效率。

### 2.2 配电自动化

配电自动化作为电气工程的关键技术之一,通过将

先进的通信,控制以及信息技术进行整合,来实现配电网的有效管理以及控制。在配电自动化领域,无线传感器网络(WSNs)起到了不可或缺的作用,提供了一种既灵活又可扩展的监控和管理方式。在配电自动化系统里,WSNs是由众多的传感器节点所构成,这些节点被安置在配电网的核心位置,例如变电站、配电线路、变压器和电表等。传感器节点可以对电力流动、电压水平、电流强度、温度变化和负载状态进行实时监控,并通过无线的方式向中央监控系统发送这些信息。通过对这些数据分析,配电自动化系统可以实现对故障的检测与定位、对电网事件的快速反应、缩短故障恢复时间等。

### 2.3 设备状态监测和预测性维护

在电气工程领域,无线传感器网络(WSNs)的关键应用之一是设备的状态监测以及预测性的维护。<sup>[3]</sup>WSNs通过在关键的电气设备上部署如电机、变压器和电力传输线路等传感器,能够实时地收集设备运行的各种数据,包括但不限于温度、振动、声音、压力和电流等关键参数。这些数据被传送给中央监控系统进行分析处理后可对设备健康状况及性能水平进行评价。预测性维护使用所采集的数据并将机器学习算法用于确定设备失效的早期征兆并预测可能出现性能下降或者失效的时刻。这使得维护团队能够在出现问题前就行动起来,并安排修理或替换零件,以避免意外停机及造成相关经济损失。

### 2.4 安全监测和入侵检测

在电气工程领域,无线传感器网络(WSNs)的安全监控和侵入检测显得尤为关键。这些网络可以为电力设施及电网提供综合监测并保证安全完整。传感器节点部署于变电站,控制中心以及电力线路等关键区域的周边,用于监控环境变化,不正常活动或者非授权接入。WSNs能够检测多种安全威胁,包括物理入侵、设备故障、环境风险(如火灾和洪水)以及其他潜在的安全隐患。当发现异常时,该系统立即报警并告知安全人员或者自动启动照明,声音报警或者视频监控系统等防御措施来制止入侵者或者对紧急情况迅速做出反应。通过实时数据分析与模式识别,WSNs也能将正常运行与可疑行为区分开来,降低误报的发生率,从而提高安全系统运行的精度与效率。

### 2.5 数据收集和分析

在电气工程领域,无线传感器网络(WSNs)的关键应用之一就是数据的收集与分析。WSNs能够通过配电网的关键节点部署大量的传感器,收集大量关于电力系统运行状态的数据,包括电压、电流、功率、温度、负载等参数。<sup>[4]</sup>这些数据对了解电网行为模式,优化电

力分配、预测设备故障、提高能源效率等方面具有重要意义。

通过大数据分析、机器学习等高级数据处理技术能够从采集的数据中挖掘出宝贵的信息与见解。分析结果有助于电网运营商更准确地进行决策，如通过预测性维护缩短停机时间或者通过需求响应程序进行负载平衡优化等。另外，对数据进行深入分析可以揭示能源消耗模式并支撑智能电网发展，从而实现更可持续、更有效的能源管理。

### 3 无线传感器网络监测技术的关键问题与解决方案

#### 3.1 无线传感器网络的网络架构与通信协议

网络的结构构成了无线传感器网络的核心，它直接影响到网络的整体组织和操作模式。电气工程中因监测环境复杂，对网络架构要求灵活性高，可扩展性强。通信协议的主要职责是确保传感器节点间的数据流通，并保障信息的精确传达。<sup>[1]</sup>为了满足电气工程中的特殊要求，研究人员提出了各种网络架构与通信协议，例如基于簇数的网络架构与基于事件数的通信协议等，这些协议有效地改善了网络效率与可靠性。但如何在复杂环境下设计同时满足实时性需求的网络架构与通信协议仍然是目前的研究热点。

#### 3.2 无线传感器网络的能耗管理与优化

能耗是无线传感器网络的关键问题之一。由于传感器节点一般由电池供电且能量受限，如何高效地对能耗进行管理并延长整个网络生命周期对无线传感器网络能否长时间稳定工作具有重要意义。就电气工程而言，能耗管理既涉及节点休眠策略问题，又涉及数据采集、处理及传输等环节能耗优化问题。研究人员已提出许多能耗优化策略，例如动态调整传感器工作频率和使用能量高效路由算法。另外，采用如太阳能和振动能这样的能量收集技术，也被认为是解决能源消耗问题的一种高效方法。今后的研究还需进一步探讨新型能耗管理机制来满足电气工程多变的监控需求。

#### 3.3 无线传感器网络的数据融合与信息处理

在无线传感器网络中，数据融合被视为核心技术之

一，它通过融合来自多个传感器节点的信息，从而增强了监测结果的精确度和信赖度。就电气工程而言，因其监测环境多样且复杂，数据融合遇到了数据量庞大，数据类型繁多的挑战。为了适应各种不同的监测环境，研究人员已经推出了多个数据融合算法，包括基于卡尔曼滤波和基于神经网络的融合方法等。另外，像异常检测和模式识别这样的信息处理技术，也被视为提升监测的效率和精确度的关键途径。在今后的研究中，还需进一步探讨与电气工程特点相适应的数据融合与信息处理技术，从而达到更加高效、精准的监控。

### 4 结束语

本研究深度分析了无线传感器网络（WSN）在电气工程监测领域的实际应用，并对其在各种不同环境下的优点和所面临的挑战进行了探讨。国内外学者广泛认为WSN技术由于灵活性强、成本低、易部署等优点在电气工程领域有着显著应用潜力。研究结论认为：将无线传感器网络技术应用于电气工程，既能提高监测实时性与准确性，又能减少维护成本与复杂性。本论文研究结果不仅对电气工程无线传感器网络监测技术研究提供理论依据与实践指导，而且对这一领域技术进步与应用发展具有指导作用。

### 参考文献

- [1]刘楠,钟瀚,陈达轩,等.基于无线传感器网络的超高压线路在线监测技术研究[J].电力设备管理,2023(19):93-95.
- [2]陈炜,张莹.无线传感器网络技术在煤矿通风机监测系统中的应用研究[J].能源与环保,2022(7):243-248.
- [3]曹桂荣,任英浩.基于无线传感器网络的环境监测技术研究[J].当代化工研究,2021(2):124-125.
- [4]朱壮普,吴勇.农业机械远程电子监测技术研究——基于分簇无线传感器网络路由算法[J].农机化研究,2020(1):199-203.
- [5]张安安,邓芳明.融合无线传感器网络与射频识别的输电线路杆塔状态监测网络低延时技术[J].科学技术与工程,2020(4):1442-1447.