

物联网时代电气工程的技术变革探讨

唐俊 党继平

中广核(内蒙古)新能源投资有限公司

DOI:10.12238/acair.v3i1.11860

[摘要] 本文探讨了物联网时代电气工程领域的技术变革和发展趋势,具体分析了物联网技术在电气工程中的应用,包括智能电网、智慧建筑和工业自动化等领域。同时讨论了关键技术挑战,如数据安全、互操作性和能源效率问题。最后,总结了物联网技术对于电气工程未来发展的潜在影响,强调了加速技术升级与跨学科合作的重要性。

[关键词] 物联网; 电气工程; 技术变革; 智能电网; 数据安全; 工业自动化

中图分类号: S972.7+4 **文献标识码:** A

Discussion on the technical change of electrical engineering in the Era of the Internet of Things

Jun Tang Jiping Dang

CGN (Inner Mongolia) New Energy Investment Co., LTD.

[Abstract] This paper explores the technological transformations and development trends in the field of electrical engineering in the era of the Internet of Things (IoT). It examines the application of IoT technology in areas such as smart grids, intelligent buildings, and industrial automation. Key technical challenges, including data security, interoperability, and energy efficiency, are also discussed. Finally, the paper concludes with the potential impacts of IoT on the future development of electrical engineering, highlighting the importance of accelerating technological advancements and interdisciplinary collaboration.

[Key words] Internet of Things; electrical engineering; technological transformation; smart grid; data security; industrial automation

1 研究背景

近年来,物联网(IoT)技术发展迅猛,已广泛渗透到智能家居、工业自动化、智慧城市等各个领域,并成为全球技术创新和社会变革的重要推动力量。作为现代化社会的基础学科之一,电气工程主要关注电力系统与设备的设计、开发和应用,其传统模式正面临物联网技术的深刻冲击与转型需求。在物联网技术的引领下,电气工程正逐步从传统的单一电力设计扩展到多学科交叉的智能化新时代。

1.1 研究意义

物联网与电气工程的结合,不仅推动电力系统的智能化和高效化,还为能源管理、智能电网和设备自动化开辟了崭新的应用场景。因此,研究物联网时代下电气工程的技术变革,不仅能够深刻理解这些变革对行业发展的意义,还能为推动新技术区域扩展、产业落地提供实践指导。这对于行业创新和全球能源可持续发展均具有重要价值。

1.2 核心问题

在物联网技术逐步普及的背景下,传统电气工程面临多重挑战:电气设备如何实现智能化互联?如何利用数据驱动优化

设计与运营电气系统?传统电气系统技术如何与物联网技术实现深度融合?本文将围绕这些核心问题展开论述,重点解析物联网技术对电气工程的驱动作用及未来发展方向。

2 物联网技术特点与对电气工程的驱动作用

2.1 物联网技术的基本特点

物联网(Internet of Things, IoT)是通过网络将物理世界的设备、设施和系统连接起来,实现信息的采集、传输和智能处理的一种技术体系。其主要特点包括:万物互联,物联网通过传感器、通信网络和嵌入式设备实现不同物体之间的信息交互和联通。设备之间彼此连接,不再是孤立的存在,而成为智能系统的一部分。智能化,通过人工智能(AI)、机器学习及大数据分析技术,物联网设备可以生成有效的决策和预测,从而实现自主优化控制和运行。数据驱动与实时性,物联网以数据为驱动核心,通过实时收集和处理大量数据,实现对系统的动态监测与调整,从而提升效率、降低能耗,并及时应对突发情况。高度集成,物联网将通信技术、计算技术和物理设备深度融合,推动硬件和软件的协同发展。

2.2 物联网对电气工程的驱动力

物联网技术的发展深刻影响并推动了电气工程的变革,使其在多个方面发生重大变化:

(1) 智能化需求推动电气设备升级。传统电气设备通常以独立、固定功能为主,而物联网提出了更高的要求,要求设备能够通过智能传感器实时感知环境变化,通过通信技术共享信息,进而优化自身运行。

如智能电表、智能开关等设备,不仅实现了更高的能效和管理便利性,还推动了家庭智能化和能源优化。

(2) 数据处理与信息化要求推动电气系统的转型。电气工程需要适应物联网所生成的海量数据,加快与信息技术(如云计算、边缘计算)的融合,建立新型的电气基础设施,实现电力系统的数字化转型。例如,物联网通过实时数据收集和预测性维护,极大提高了设备运行的安全性和效率。

(3) 能源管理与分布式电力系统的需求。随着新能源(如光伏、风电)的崛起,传统以集中供电为主的电力系统需要向分布式供电系统过渡。物联网技术通过实时监控和动态管理能源流动,极大促进了分布式电力系统的优化与推广,实现了能源利用效率的提升。

如微电网技术的发展,依赖物联网实现了分布式能源的协调控制和高效管理。

(4) 现代通信技术为电力设备提供可靠连接。物联网通信技术(如LoRa、NB-IoT、5G、Wi-Fi等)的发展,为电气设备之间提供了低延迟、高效率、高可靠性的连接方式。这种技术极大提升了电力系统的灵活性和可控性,支持大规模设备的联网与高效运作。

整体来看,物联网技术的“万物互联”“智能化”和“数据实时性”的特点,与电气工程中设备互联、系统优化和智能管理的需求高度匹配。这种技术驱动力引导电气工程从传统的“电力供应”转向以数据为核心的“电力智能管理”,全面推进电气行业的升级转型。

3 物联网时代电气工程核心技术变革

在物联网(IoT)技术的推动下,电气工程领域经历了深刻的核心技术变革。这些变革不仅重新定义了传统电气系统的结构和功能,也开创了更加智能、高效和可持续的电气工程未来。

3.1 智能电网技术革新

传统电网正在向智能电网快速转型,这种转型的核心在于融入了物联网技术。智能电网利用传感器、通信网络和数据分析实现了对电能生产、传输和消耗过程的全面监控与优化管理。分布式能源(如光伏和风能)通过与物联网技术的深度结合,促进了微电网的广泛应用。微电网借助智能调控手段,实现了负载均衡、自主供电,以及能源优化分配。此外,智能电网还加强了对电力设备的实时监测与远程操控,进一步提高了供电系统的稳定性和可靠性。

3.2 嵌入式系统与传感器技术

嵌入式系统与智能传感器技术的结合是物联网时代电气工程发展的重要驱动力。智能传感器可以高效地感知电流、电压、

温度以及震动等多维数据,为电气设备提供实时状态反馈。这种精准的数据收集能力为预测性维护、设备效率优化和故障响应提供了依据。与此同时,嵌入式系统的不断进步推动了设备的小型化和功能集成化,使复杂的电气设备能够以更低的能耗完成多任务操作。通过将嵌入式算法与传感技术相结合,其在能源管理、系统监控和工业自动化中的应用更具实用性和智能化水平。

3.3 边缘计算与云技术的应用

在物联网时代,边缘计算和云技术成为电气工程数据处理的重要支柱。边缘计算通过在接近设备的位置处理数据,大幅度降低了延迟,使实时电气系统能够快速响应环境变化,例如电网负载波动。这种技术在电力调度和分布式能源管理中发挥了重要作用。另一方面,云技术为电气设备的全生命周期管理提供了解决方案。设备从设计、生产到使用和维护,云平台可以存储并分析所有相关数据,支持远程监控和系统升级。边缘和云的协同工作使电气系统更加智能化、高效化,也显著降低了运营成本。

3.4 物联网协议与通信技术

物联网协议与通信技术的优化是电气工程数字化转型的关键支撑。可靠的通信协议如LoRa、5G能够在广泛分布的电气设备之间建立稳定的连接,实现大规模数据传输和实时交互。在电力领域,低功耗广域通信协议(如LoRaWAN)适用于远程电力监控和故障检测,而高速通信技术5G则支持动态电力分配和超低延迟的控制场景。此外,MQTT和CoAP等传输协议在小数据包的高效交互上表现出色,为物联网设备之间的稳定通信奠定了基础。这些技术融合使电力传输网络的信息化程度不断提高。

3.5 人工智能与机器学习在电气系统优化中的作用

人工智能(AI)与机器学习(ML)在物联网时代为电气系统的优化提供了巨大潜力。通过训练复杂的数据模型,AI技术可以对电网状态进行预测性分析,实现设备的预测性维护,显著减少停机时间。同时,AI算法优化功耗,帮助电气设备实现更高的能源利用效率。比如,在配电系统中,智能控制算法可以基于实时数据做出自动化决策,调整电力分配以满足动态需求。此外,神经网络算法还适用于异常检测与电力故障诊断,从而提升了系统可靠性和用户体验。

物联网时代的到来加速了电气工程领域的核心技术变革。从智能电网技术到边缘计算与AI的深度融入,这些创新技术为电气工程现代化奠定了坚实基础,并以其强大的适应性和扩展性推动了领域的持续发展。

4 技术变革下的应用领域与挑战

随着物联网(IoT)技术的快速发展,电气工程在多个应用领域实现了颠覆性变革。这些技术不仅带来了前所未有的便利,也对传统行业的效率提升和创新发展起到了推动作用。然而,与此同时,这些变革也伴随着各种实际挑战,需要在技术和制度层面进行不断优化。

典型应用领域分析:

4.1 智慧家居: 电气设备智能化与自动控制

智慧家居已成为IoT技术融入日常生活的最典型代表之一。

通过各种传感器和通信协议,家用电气设备如空调、灯光、安防系统等可以实现远程监控与自动控制。例如,通过语音助手的人机交互,用户可以轻松调节智能设备的电力输出,实现能耗优化和生活便利性提升。然而,这些技术的实现离不开电气设备的智能化转型,要求将感知、控制与通信技术深度嵌入传统设备中,从而形成系统的智能联动。

4.2 工业自动化:工业物联网(IIoT)背景下的智能制造与能源管理

在工业领域,IIoT正在推动智能制造的大发展。通过传感器实时数据采集、分布式计算和云端分析,工业车间内的电气控制设备可以动态调整生产参数,提高生产效率并降低能耗。同时,IIoT还优化了能源管理系统,在工业园区或大型设施中实现能源分配的透明化与精细化。例如,智能电网系统可以动态调整电力分配以应对峰值用电需求,从而有效提升资源利用率和企业利润。

4.3 电力基础设施:发电、配电与输电系统的全面升级

物联网技术正在重塑全球电力系统。发电方面,风能、光伏等新能源技术通过传感器和联网设备实现了发电效率的动态监控;配电系统借助智能电表与物联网通讯技术能够实现精准计量与远程操控;而输电系统则通过引入AI算法和大数据分析预测设计需求,从而减少输电损耗并提高整个系统的稳定性。整体来看,这些升级极大提升了电力基础设施的智能化和灵活性。

实际挑战:

尽管技术变革加速了电气工程与IoT的深度融合,但现实中的诸多挑战仍需克服:

4.4 数据安全和隐私保护

智能化系统的广泛应用使电力设备和控制系统更容易成为网络攻击的目标。黑客可能通过系统漏洞破坏关键设备的正常运行,甚至造成更大范围的电力瘫痪。此外,海量电力数据的收集和传输也带来了隐私保护方面的难题,特别是在用户层面,如何防止个人用电数据被滥用,已经成为行业的重要议题。

4.5 电力系统大规模数据的实时处理难题

电力物联网中传感设备生成的数据量极为庞大,这些数据需要实时处理以实现快速反馈。然而,传统的计算和网络基础设施能力有限,无法有效支持如此大规模的实时感知与处理需求。这就对数据处理技术和硬件性能提出了更高要求,成为电气工程在IoT时代的核心挑战之一。

4.6 新技术研发投入力度不足与人才缺乏

IoT技术的创新和落地都离不开长期的研发支持,但许多传统电力设备制造商在技术转型初期面临资金不足的问题。同时,IoT领域需要既掌握电气工程专业知识又具备物联网系统技能的复合型人才,而当前市场对此类高水平技术人员的供给严重不足,制约了行业的快速发展。

4.7 传统电气设备兼容性问题

电气工程领域一直以来沿用的传统设备在与新技术融合时往往存在兼容性难题。这主要体现在数据协议的不统一、硬件结构的不可扩展性及老旧设备的升级成本过高。例如,工业生产中使用的传统电机或控制系统可能无法直接与IoT网络相连接,这就要求企业在设备更新、改造和资源分配上投入更多。

综上所述,技术变革下的电气工程在IoT时代蓬勃发展的同时,也面临着安全、技术、资金及设备兼容性等多方面的挑战。只有不断创新,突破瓶颈,才能推动IoT时代电气工程的进一步发展及扩展。

5 未来发展趋势

随着物联网技术的不断进步,电气工程与物联网的深度融合将进一步推动行业转型与升级。未来,以下三大趋势值得关注:①深度融合与智能化:电气工程将更多地与物联网、大数据和人工智能结合,实现电力设备的全生命周期智能监控、管理和优化,提高系统的自适应性与稳定性。这种深度融合将使电气设备的智能化程度达到新高度。②新能源与电气自动化并进:新能源技术(如光伏、风能)与电气自动化将共同发展,促进分布式能源系统的高效管理与能源互联网的普及。这将为构建更加清洁、可持续的电力生态奠定基础。③高效、安全、绿色电力系统:未来的电力系统将专注于提升能源利用效率,同时加强安全性和环保性。例如,智能电网的广泛部署将支持低碳能源的优化调配,同时降低综合能耗及设备风险。

6 结语

物联网背景下电气工程的技术变革,不仅推动了行业本身的现代化,也为整个社会的智慧化发展提供了坚实基础。这种转型在提升电力效率与稳定性的同时,加速了信息、能源与技术的全面结合。展望未来,这一变革将推动社会向绿色、智能与可持续发展的方向发展,为全球经济、民生与生态带来深远影响。

[参考文献]

- [1]陈红刚,吴传龙,吴南群.刍议电气工程中电气自动化融合技术[J].中国设备工程,2022(5):198-199.
- [2]宋倩,蓝俊欢,罗富贵,等.人工智能技术在电网调度中的应用研究[J].农村电气化,2023(5):28-32.
- [3]忻鹏程.基于智能电网调度技术支持系统的电网稳定运行措施探讨[J].中国信息化,2018(12):74-75.
- [4]梁潇龙.智能电网调度与监控一体化运行模式分析[J].科技创新导报,2019,16(20):14-15.
- [5]朱清,邵春雷,宋明曙,等.智能电网中电网调度技术的应用[J].中国新通信,2023,25(2):87-89.

作者简介:

唐俊(1989—),男,汉族,内蒙古呼和浩特市人,本科,中级工程师,电气工程。