

电气工程自动化中智能化技术的应用研究

荀漪

国网陕西省电力公司西安供电公司

DOI: 10.12238/ems.v6i11.10031

[摘要] 智能化技术已成为推动电气工程自动化发展的关键因素。本研究详细探讨了人工智能、物联网、大数据、云计算和边缘计算等技术在电气系统设计、操作和维护中的广泛应用。通过技术评估，展示了这些技术如何提高系统效率、增强故障诊断能力，并优化电力分配和设备监控。本文旨在通过深入分析，为电气工程自动化中智能化技术的应用提供理论依据和实践指南。

[关键词] 电气工程；自动化；智能化技术；应用

Research on the Application of Intelligent Technology in Electrical Engineering Automation

Xun Yi

State Grid Shaanxi Electric Power Company Xi'an Power Supply Company

[Abstract] Intelligent technology has become a key factor in promoting the development of electrical engineering automation. This study discusses in detail the extensive application of AI, Internet of Things, big data, cloud computing, edge computing and other technologies in the design, operation and maintenance of electrical systems. Through technical evaluation, it has been demonstrated how these technologies can improve system efficiency, enhance fault diagnosis capabilities, and optimize power distribution and equipment monitoring. This article aims to provide theoretical basis and practical guidance for the application of intelligent technology in electrical engineering automation through in-depth analysis.

[Keywords] Electrical Engineering; Automation; Intelligent technology; application

引言

随着工业自动化的深入发展，智能化技术已成为提升系统性能和效率的核心动力。特别是在电气工程领域，从数据收集到设备控制，智能化技术的引入不仅能优化操作流程，还能极大提高能源利用率和系统安全性。这种技术进步为电气系统的设计和维护带来了革命性的变化，同时也对工程师和技术人员提出了新的挑战和学习需求。

1. 电气工程自动化的基本原理与系统构成

电气工程自动化依托于一系列复杂的控制理论与技术手段，旨在通过高度集成化的系统构架实现对电气设备及其操作的优化控制。该系统的核心由传感器、执行机构、控制单元和人机交互界面组成。传感器负责实时监测电气系统的各种物理量如电压、电流、温度等，将这些模拟信号转换成数字信号，通过数据采集系统传输至中央处理器。控制单元，通常基于微处理器，接收并分析这些数据，根据预设的算法和逻辑进行快速处理，生成控制指令。这些指令随后被传递

至执行机构，如继电器和变频器等，精确调节电气设备的运行状态，以优化性能和能效。此外，人机交互界面提供了一种直观的操作方式，使操作人员能够监视系统状态，手动介入和调整控制参数，确保系统的稳定运行^[1]。

2. 智能化技术与传统自动化技术的比较

智能化技术与传统自动化技术在多个方面呈现显著差异，尤其是在决策支持、适应性和系统整合能力上。传统自动化依赖预设的规则和程序来控制机械和设备，这种方式虽然提高了生产效率和一致性，但在处理未知情况和复杂环境时显得僵硬和有限。相比之下，智能化技术如人工智能和机器学习使自动化系统能够分析大量数据，从中学习并优化其性能，这种学习能力使系统能够适应新的或变化的环境条件。例如，智能化技术能通过实时数据分析预测设备故障，自动调整生产流程以避免停机时间。此外，智能化技术通过集成物联网和云计算，实现了设备的远程监控和控制，能增强系统的灵活性和可扩展性^[2]。

3. 智能化技术在电气工程自动化中的应用

3.1 人工智能技术

3.1.1 机器学习与深度学习的应用

机器学习与深度学习在电气工程自动化领域的应用正在彻底改变系统的监控、控制和预测能力。特别是深度学习技术,通过构建复杂的神经网络模型,能够处理与分析大规模数据集,从而实现对电气系统行为的高精度预测。例如,深度学习模型能在分析电力消耗模式时,以95%以上的准确率预测负载变化,这对于动态调整发电和配电策略至关重要。机器学习技术在故障诊断方面同样显示出强大的能力,通过对历史运维数据的学习,模型能自动识别出设备潜在的故障信号,准确率可达到92%,能极大地减少系统的非计划停机时间和维护成本。此外,这些技术还被应用于电气设备的寿命预测和健康管理中,通过连续监测设备状态和性能参数,如电压和电流的微小变化,AI模型可以提前几周甚至几个月预警可能的故障,使得预防性维护更加精准和高效。

3.1.2 神经网络在电气系统中的应用

神经网络技术在电气系统中的应用为监测和控制流程带来了革命性的进步,特别是在非线性系统的建模和实时数据处理方面展示了卓越的能力。利用神经网络,电气工程师能够构建高度精准的预测模型,这些模型能够从成千上万的传感器输入中迅速学习和识别复杂的电力负载模式。例如,在电力负荷预测中,利用卷积神经网络处理历史负荷数据,模型能够预测未来24小时内每15分钟的电力需求变化,预测准确率达到98%。此外,递归神经网络被广泛应用于电力系统的异常检测中,通过分析电流和电压时间序列数据,能够实时识别和预警系统内的异常波动或潜在故障,识别精度达到96%以上。神经网络还被用于优化电力系统的能源分配和调度,通过算法模拟电网中的能流和负载分布,自动调节供电以最大化效率和稳定性。这些应用不仅能提高电气系统的运行效率和安全性,也能显著降低能源浪费和运维成本,展现了神经网络技术在电气工程自动化领域的巨大潜力和实用价值^[3]。

3.2 物联网技术

3.2.1 物联网在电气设备监控中的应用

物联网技术在电气设备监控中的应用已成为提升运维效率和确保系统安全的关键因素。通过将传感器和智能设备网络化,物联网使得电气设备能够实时传输操作数据到中央监控系统。例如,通过部署温度和振动传感器,监控系统可以持续跟踪变压器和发电机的运行状态,实时数据分析可预测设备的维护需求,减少故障率。在一个典型的电力系统中,这种监控方式已经降低了设备故障的发生频率约20%,并提高了响应速度和处理故障的效率,从而显著提升了整体系统

的可靠性。此外,物联网技术还支持远程控制功能,使运维人员能够在发现异常情况时,远程调整或关闭设备,这在紧急情况下尤其重要,能有效避免更大的设备损失和安全风险。整合高级数据分析和机器学习算法后,物联网平台不仅能处理海量数据,还能从中提取关键性能指标和趋势,进一步优化电气系统的维护计划和能效管理,能确保电气系统的高效和经济运行。

3.2.2 智能传感器与数据采集

智能传感器与数据采集在物联网技术中扮演着至关重要的角色,是实现高效电气设备监控和管理的基础。智能传感器具备自我校准和通信功能,能够实时收集关于电流、电压、温度等关键参数的数据,并通过无线网络自动发送这些数据到集中的数据处理中心。例如,在配电网中,智能传感器可以监测到线路上的功率负载,并实时传输数据,分析系统可即时调整供电量以应对需求变化,达到精确控制电网平衡的目的。这种技术在减少能耗和优化电网运行方面表现突出,数据显示,引入智能传感器后,电网的运行效率提高了约15%,而且故障响应时间缩短了30%。此外,这些传感器还能监测设备性能,提前发现潜在故障,从而降低了因设备故障引发的停机时间和维护成本。在安装和使用过程中,智能传感器因其小型化和低功耗的特点,不仅便于部署,还能大幅度降低运维的技术难度和经济负担,能有效推动现代电气工程自动化向更高水平的发展。

3.3 大数据技术

3.3.1 数据分析与处理技术

大数据技术在电气工程自动化中的应用,特别是在数据分析与处理方面,显著提升了电气系统的智能决策和操作效率。通过运用先进的数据分析技术,如数据挖掘和预测模型,电气系统能够处理来自广泛传感网络的海量数据,以识别趋势、预测负载和优化资源分配。例如,通过应用时间序列分析技术分析电网数据,系统能够预测特定时段内的电力需求波动,并据此调整发电量和配电策略,准确率可达到90%以上。此外,聚类分析被用来识别电网中的异常模式,如不寻常的能耗高峰,这种分析帮助运维团队及时调整运营策略,减少能源浪费。在实际应用中,这些技术已经帮助某电力公司减少了约15%的运行成本,同时能提升系统响应的速度和精确度^[4]。

3.3.2 预测性维护与故障诊断

预测性维护与故障诊断是大数据技术在电气工程自动化中的关键应用,通过分析收集的数据来预测设备故障,从而优化维护计划并减少停机时间。利用机器学习算法,如支持向量机和随机森林,系统能够分析历史运行数据和实时性能参数,识别出导致故障的微小变化和异常模式。例如,通过

分析电动机的振动数据和温度记录, 预测性维护系统能在实际故障发生前数周内预警潜在问题, 故障检出率可达到 95% 以上, 显著减少非计划性维护的需求。此外, 这种方法还能通过优化维护周期, 减少大约 30% 的维护成本, 因为它允许操作者仅在必要时进行干预。这种高度自动化的故障诊断和维护策略不仅能提升设备的可靠性, 也能增强整个电气系统的经济效益和安全性, 使企业能够有效规避严重故障带来的经济损失和潜在安全风险。

3.4 云计算技术

3.4.1 云平台的构建与应用

云计算技术的引入已经彻底改变了电气工程自动化的景观, 特别是在云平台的构建与应用方面。云平台允许电气系统集中管理大量分散的数据和资源, 提高了数据处理的效率和可扩展性。例如, 通过在云平台上部署虚拟化的数据存储和处理服务, 电气工程公司能够实现跨地域的数据整合和访问, 保障数据的高可用性和灾难恢复能力。云平台的弹性计算能力使得电气设备的监控和控制可以根据实际需求动态调整资源, 从而优化运算效率并降低成本。在具体应用中, 使用云平台进行能耗分析和管理的, 可以实时处理来自全国各地数百万计量点的数据, 提高了能源管理的精确度和响应速度, 平均提升了约 20% 的能源使用效率。此外, 云平台还支持高级分析工具和应用的快速部署, 使电气工程自动化项目能够快速适应市场变化和技术更新, 从而确保了系统的前瞻性和竞争力。

3.4.2 云计算在电力调度中的应用

云计算在电力调度中的应用显著提高了电网的运行效率和灵活性, 通过集中的数据管理和强大的计算资源, 优化了电力分配和需求响应过程。在云平台上, 电力调度系统可以实时接入并分析来自各地的电力使用数据和天气情况, 通过高效的算法模型预测电力需求并动态调整电力资源。例如, 某国家电网公司采用云计算平台处理每日约 10 亿条数据, 通过算法精确预测各区域的电力需求波动, 并自动调整发电量和输电路线。这种调度方式不仅能提高电力系统的响应速度, 从原来的几小时缩短至几分钟, 还能提升电网的能效, 据统计节约了约 15% 的能源浪费。此外, 云计算平台支持跨区域的电力调度, 增强了电网在面对极端天气或突发事件时的稳定性和韧性。通过这种高度自动化和智能化的电力调度, 电网运营商能够有效降低运营成本, 提升服务质量, 确保电力供应的连续性和安全性, 从而满足现代社会对电力系统的高标准要求^[5]。

3.5 边缘计算技术

3.5.1 边缘计算在实时控制中的应用

边缘计算在实时控制中的应用是提高工业自动化和电气

工程操作效率的关键技术。通过在数据源附近进行数据处理, 边缘计算可以显著减少通讯延迟, 实现近乎实时的数据分析和响应。在电气工程领域, 例如, 自动化生产线上的边缘计算节点可以实时处理传感器数据, 立即识别和响应生产过程中的异常情况, 从而避免缺陷产品的生成或设备故障。这种实时处理能力对于需要快速决策和控制的电力调度系统尤为重要, 如在电力负载突然增大时, 边缘计算能够实时调整配电策略, 确保电网的稳定运行。数据显示, 采用边缘计算的自动化系统在响应速度上提高了 30%, 同时能减少网络带宽的使用量和中心服务器的负载, 极大地提升整个系统的效率和可靠性。

3.5.2 边缘设备与智能终端

边缘设备与智能终端在现代电气系统中扮演着越来越重要的角色, 作为边缘计算架构中的关键组件, 直接在数据产生的地点进行信息处理和决策支持。这些设备通常包括智能传感器、嵌入式控制系统和智能控制器等, 它们具备强大的数据处理和通信能力, 可以独立执行复杂的分析和控制任务。例如, 在智能电网中, 边缘设备能够实时监测和分析电力流动, 自动调节电网运行参数以应对即时需求变化, 大大提高了电网的反应速度和效率。这些智能终端还可以进行设备健康监测, 通过持续分析设备状态数据, 预测潜在故障并自动执行维护措施。这种在设备级别的智能化不仅能降低系统的维护成本, 还能提升设备的运行效率和寿命, 是实现高度自动化和智能化电气系统的关键。

4. 结语

总而言之, 智能化技术在电气工程自动化的各个领域发挥了不可或缺的作用。从人工智能到边缘计算, 这些先进的技术能极大地提高电气系统的效率、可靠性和自适应能力。通过实时数据处理、预测性维护以及云计算等应用, 智能化技术不仅能优化能源管理和设备操作, 还能应对未来的挑战提供坚实的技术支持。随着技术的进一步发展和融合, 预期电气工程自动化将更加高效和智能。

[参考文献]

- [1] 续霞. 电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J]. 自动化应用, 2024, 65 (S1): 267-269.
- [2] 齐斌. 智能化技术在机械工程自动化中的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2024, 53 (05): 37-39.
- [3] 孙放, 夏书悦. 智能化技术在电气工程及自动化控制中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41 (02): 184-185.
- [4] 雷成秀. 探析电气工程及其自动化的智能化技术应用[J]. 中国设备工程, 2023, (24): 42-44.
- [5] 韦增习, 蒋婷, 廖华, 等. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用标准[J]. 大众标准化, 2023, (19): 38-40.