

# Innovative research on electrical automation technology under the background of Industry 4.0

Jingruo Huang

Guangxi Nanguo Copper Industry Co., Ltd., Chongzuo, Guangxi, 532100, China

## Abstract

With the advent of the industry 4.0 era, the automation level and intelligence degree of the manufacturing industry have entered an unprecedented new stage. In this context, electrical automation technology, as an important cornerstone of supporting industrial intelligence and digital transformation, is facing great challenges and opportunities. Starting from the concept of industry 4.0, this paper discusses the application status and future development trend of electrical automation technology in industrial production, analyzes the innovative technology and key technology of electrical automation system under the intelligent manufacturing environment, and puts forward targeted development countermeasures. Research has shown that electrical automation systems based on cutting-edge technologies such as the Internet of Things, big data, cloud computing and artificial intelligence can achieve more efficient, accurate and flexible production control, thus promoting the transformation of industrial intelligence. Finally, this paper summarizes the development bottleneck of electrical automation technology in industry 4.0, and prospects the future development direction.

## Keywords

Industry 4.0; Electrical automation; intelligent manufacturing; Internet of Things; big data

## 工业 4.0 背景下电气自动化技术的创新研究

黄景若

广西南国铜业有限责任公司, 中国·广西 崇左 532100

## 摘要

随着工业4.0时代的到来, 制造业的自动化水平和智能化程度进入了前所未有的新阶段。在这一背景下, 电气自动化技术作为支撑工业智能化和数字化转型的重要基石, 面临着巨大的挑战与机遇。本文从工业4.0的概念出发, 探讨了电气自动化技术在工业生产中的应用现状与未来发展趋势, 分析了在智能制造环境下, 电气自动化系统的创新技术与关键技术, 并提出了针对性的发展对策。研究表明, 基于物联网、大数据、云计算和人工智能等前沿技术的电气自动化系统, 能够实现更加高效、精准、灵活的生产控制, 从而推动工业智能化转型。最后, 本文总结了电气自动化技术在工业4.0中的发展瓶颈, 并展望了未来的发展方向。

## 关键词

工业4.0; 电气自动化; 智能制造; 物联网; 大数据

## 1 引言

### 1.1 研究背景

随着信息技术的飞速发展和全球制造业转型升级的推进, 工业 4.0 已经成为当前工业发展的新趋势。所谓工业 4.0, 指的是通过智能化、数字化和自动化技术的广泛应用, 进一步推动工业生产的高效化、精细化和个性化。电气自动化技术在这一过程中发挥着至关重要的作用, 它不仅是实现工业 4.0 的核心基础设施之一, 也是支撑工业智能化生产的关键技术。

然而, 电气自动化技术在实践中的应用还面临诸多挑战。例如, 在多变的生产环境下, 如何保证电气自动化系统的高效性和稳定性, 如何实现与物联网、大数据等其他先进技术的深度融合, 如何提高系统的智能化水平等, 都是当前亟待解决的问题。为了应对这些挑战, 电气自动化技术必须进行创新, 不断推进技术的升级换代, 以适应工业 4.0 背景下的需求。

### 1.2 问题现状

当前, 传统的电气自动化技术依然在许多工业企业中占据主导地位。这些技术主要集中在自动控制、监测系统以及基础的 PLC 控制系统上, 虽然在一些简单的生产环境中能够满足需求, 但面对现代制造业的复杂性和多变性, 传统的自动化技术已经逐渐暴露出其局限性。例如, 传统系统难

【作者简介】黄景若 (1984-), 男, 壮族, 中国广西都安人, 本科, 助理工程师, 从事自动化研究。

以实现与智能设备、云平台的无缝连接，缺乏大数据分析能力，且在应对突发状况时响应迟缓，无法有效保障生产的灵活性和精确度。

### 1.3 研究意义

因此，研究电气自动化技术的创新与应用，不仅有助于提高工业生产效率，还能够推动制造业向智能化、数字化方向发展。本文旨在探讨工业 4.0 背景下，电气自动化技术的创新发展，为提升自动化系统的智能化和数字化水平提供理论指导和技术支持。

## 2 工业 4.0 对电气自动化技术的影响

### 2.1 工业 4.0 的基本概念

工业 4.0 (Industry 4.0) 是德国提出的第四次工业革命的概念，它强调通过数字化和智能化技术推动制造业的全面升级。其核心特点是“智能制造”——即将物理世界与数字世界深度融合，实现生产系统的自主决策、自我优化和自我恢复。与传统的工业模式不同，工业 4.0 将各类生产资源（如机器、传感器、设备，甚至人员）通过网络紧密连接，形成一个高度智能化、互联互通的生产生态系统。

工业 4.0 不仅仅是自动化控制系统的升级，更是物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术的深度融合。这些技术的结合促使电气自动化系统从传统的“单纯控制”发展为“智能决策”的平台，极大地提高了生产过程的智能化水平。在这一过程中，物联网技术通过实时监测和数据传输，提供了丰富的实时数据；大数据则通过海量数据的深度分析，为系统提供决策支持；人工智能则利用机器学习和优化算法，使系统能够自我学习和预测未来需求，从而不断提升自动化和决策的精准度。通过这些技术的无缝融合，电气自动化系统不仅能够实现生产过程中的精准控制，还能够根据变化的生产需求和环境条件，做出即时的智能响应和调整。这一转型推动了制造业向更加灵活、高效、智能的方向发展，提高了生产效率、产品质量，同时也为企业提供了更强的市场竞争力。

### 2.2 电气自动化技术的升级需求

工业 4.0 对电气自动化技术提出了更高的要求，主要体现在以下几个方面：

**高效性与精准性：**在智能制造的背景下，生产线需要处理更加复杂的任务，电气自动化技术需要更高的精准度和灵活性。

**自适应与实时反馈：**自动化系统不再仅仅依赖预定的控制逻辑，而是需要能够实时根据外部环境的变化进行调整。

**系统互联互通：**电气自动化系统必须与智能传感器、控制设备、信息系统等实现深度集成，形成一个互联互通、协同作业的智能制造生态。

### 2.3 电气自动化技术在工业 4.0 中的创新方向

电气自动化技术的创新必须紧跟工业 4.0 的步伐，重点

应放在以下几个方面：

**物联网技术应用：**电气自动化系统通过集成物联网技术，实现设备之间的互联互通，实时获取各类传感器和执行器的数据，从而实现智能控制。

**大数据与云计算的结合：**电气自动化系统通过与云平台的大数据分析结合，能够实现生产过程的实时监控与分析，提高决策的科学性和实时性。

**智能传感器和人工智能技术：**利用智能传感器实时采集生产数据，结合人工智能算法进行自我学习与优化，提升系统的自适应能力和故障诊断能力。

## 3 工业 4.0 背景下电气自动化技术的创新应用

### 3.1 物联网技术的创新应用

物联网技术为电气自动化提供了更为精准的数据采集与传输手段。在传统的自动化控制系统中，数据的获取往往局限于一些简单的传感器，但在工业 4.0 背景下，物联网技术通过将传感器、执行器和控制系统通过网络连接起来，能够实时采集生产线上的各类数据，并进行分析处理。通过将数据传输至云端平台，能够实现远程监控、分析和优化。

例如，在现代电气自动化系统中，生产设备的运行状态、负荷、温度等信息可以通过传感器实时采集，并通过无线网络传输到云端平台。云端平台对数据进行分析，给出实时的生产优化建议，帮助企业动态调整生产计划和控制策略，实现全生产流程的智能化调度。这样不仅提升了生产效率，也为设备的故障诊断与维护提供了依据，降低了停机时间和维护成本。

### 3.2 大数据与人工智能的结合应用

大数据和人工智能技术是推动电气自动化系统智能化的关键技术。在工业 4.0 背景下，电气自动化系统不仅需要实时响应生产需求，还需要基于大数据分析对未来趋势进行预测，从而提前采取措施，避免生产过程中的潜在风险。

大数据技术通过对生产过程中的历史数据、实时数据和外部环境数据进行深度分析，帮助自动化系统优化控制算法，提高生产效率。在实际应用中，结合大数据的智能算法能够实现精准的需求预测，并优化资源配置，提高生产线的整体效率。同时，人工智能技术能够在大数据的基础上进行深度学习，不断优化控制策略和决策模型，提升系统运行的自动化程度。人工智能还能够识别并学习历史数据中的规律，对系统的运行状态进行自动化调整，并预测可能出现的问题，从而提前进行维护和故障预警，最大限度地避免停机事故。

### 3.3 智能控制技术的突破与应用

在工业 4.0 的推动下，电气自动化技术已经进入了智能控制的新时代。智能控制系统不仅可以实现传统控制系统的功能，还能够根据生产的实时需求进行动态调整。智能控制技术通过不断学习和优化，使得电气自动化系统能够在生产过程中实时适应变化，优化运行效率。

例如,基于智能算法的电力负荷调度系统可以根据不同的生产阶段、设备状态和外部环境条件,动态调整电力供应,保证系统的高效运行。在电气自动化中,智能控制技术的应用已经不仅仅局限于单一设备的控制,更是扩展到整个生产流程的管理。通过智能算法的结合,系统可以进行自我调节和自我优化,确保生产过程中的电力需求和负荷波动得到实时有效的调节。与此同时,智能控制技术也为故障诊断和恢复提供了更为高效的手段,能够迅速识别并修正潜在的操作错误或设备问题,提高整个生产系统的可靠性和稳定性。

## 4 电气自动化技术创新的挑战与对策

### 4.1 技术集成的复杂性

电气自动化系统的创新往往涉及多个技术领域的交叉和集成,如物联网、大数据、云计算和人工智能等先进技术的结合。这种技术的多领域融合使得系统的设计、开发和实施面临一定的挑战。不同技术之间的兼容性和集成问题会对系统性能和稳定性造成影响,尤其是在实时数据处理和决策优化等关键环节。举例来说,物联网设备的实时监控和数据采集能力与云计算平台的数据处理能力之间的协同工作,需要进行深度集成和调试。此外,人工智能技术在分析和处理大数据时也可能遇到数据质量不稳定和算法误差的问题。因此,推动不同技术领域的协同创新,探索更高效的技术集成方案,将是电气自动化系统进一步发展的关键。为了提高系统的集成效率,必须加强技术的标准化和模块化设计,使得不同技术之间能够更加平滑地互联互通。这不仅能降低系统开发和维护成本,还能提升系统的可扩展性和可持续发展能力。

### 4.2 安全性与可靠性问题

随着智能化技术的深入应用,电气自动化系统的安全性和可靠性问题愈加突出。自动化系统高度依赖网络和信息技术,一旦遭遇网络攻击、病毒入侵或系统故障,可能会对生产活动造成严重的影响,甚至导致生产停滞和设备损坏。以工业控制系统为例,一旦发生网络安全事件,攻击者可能通过漏洞获取控制权限,从而操纵生产流程、篡改数据或破坏设备。为了应对这些挑战,电气自动化系统需要建立更为严格的信息安全防护体系。加强数据加密技术、访问控制和安全协议的使用,能够有效防止外部攻击和内部故障的发生。此外,系统的可靠性设计也尤为重要,特别是在高风险行业,系统故障可能造成重大经济损失或安全事故。因此,在技术创新的同时,需要高度重视信息安全和系统的可靠

性,采用冗余设计、容错机制和故障检测技术,以确保系统在任何情况下都能够保持高效、安全的运行。

### 4.3 人才培养与技术更新

电气自动化技术的快速创新和发展要求企业和科研机构不仅要具备先进的设备和技术,还需要培养大量的高水平人才。尤其是在工业 4.0 背景下,跨学科的复合型人才成为企业技术创新和转型升级的核心竞争力。这些人才不仅需要掌握电气自动化本身的知识,还需要具备信息技术、人工智能、数据分析等多领域的技能,能够在实际项目中将不同技术进行有效结合。因此,高校和企业应加大对复合型技术人才的培养力度,开设更多的跨学科课程和培训项目,提升从业人员的综合素质与创新能力。此外,随着技术不断更新迭代,现有的工程技术人员也需要不断提升自己的技能,掌握新技术的应用。为了确保技术更新不滞后,企业应提供持续的职业培训和技能提升机会,同时鼓励员工参与技术研讨、行业交流等活动,不断积累新知识、掌握新技术。

## 5 结语

工业 4.0 背景下,电气自动化技术的创新发展对于推动智能制造和提升生产效率具有深远意义。随着物联网、大数据、云计算和人工智能等新兴技术的深度融合,电气自动化系统的智能化水平得到了显著提高,生产过程的灵活性、精确性和智能化程度有了明显提升。自动化系统不仅能够实现实时监控、动态调整 and 智能优化,还能够大幅度提高生产效率、减少能源消耗,并为企业带来更多的经济效益。然而,在技术应用和创新的过程中,仍然面临着许多挑战,诸如技术集成的复杂性、安全性和可靠性的问题、人才培养的紧迫性等。因此,企业需要在技术创新、人才培养、标准化建设等多个方面同步推进,积极应对工业 4.0 带来的机遇与挑战,推动电气自动化技术向更高层次发展。只有通过持续的技术创新和优化,才能充分释放工业 4.0 技术的潜力,实现电气自动化技术在智能制造领域的深度应用和推广。

### 参考文献

- [1] 邵杨.电气自动化技术在冶金电气工程中的应用[J].冶金与材料,2024,44(11):92-94.
- [2] 徐礼峰.电气自动化技术在生产运行电力系统中的运用分析[J].办公自动化,2024,29(21):44-46.
- [3] 沈程军.电气自动化技术在火力发电中的应用与创新[J].产业创新研究,2024,(20):93-95.
- [4] 刘和忠.电气仪表自动化控制中PLC技术的应用研究[J].中国仪器仪表,2024,(10):53-56.