

电气技术在工业自动化中的应用与发展趋势研究

田芳, 王显达

大族激光科技产业集团股份有限公司, 广东 深圳 518052

DOI: 10.61369/SSSD.2025070044

摘要 : 在工业现代化进程不断加快的背景下, 工业自动化已成为衡量国家工业发展水平的核心指标之一, 而电气技术作为工业自动化体系的关键支撑, 其技术迭代与应用拓展直接决定了工业自动化的深度与广度。从传统工业生产中的简单电力驱动, 到现代智能制造中的智能控制与协同调度, 电气技术始终扮演着“技术基石”的角色。本文围绕电气技术在工业自动化中的应用特点、影响与具体应用展开研究, 旨在为相关技术研发与产业实践提供理论参考。

关键词 : 电气技术; 工业自动化; PLC; 电力系统; 现代制造业

Research on the Application and Development Trend of Electrical Technology in Industrial Automation

Tian Fang, Wang Xianda

Han's Laser Technology Industry Group Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518052

Abstract : Against the background of the accelerating process of industrial modernization, industrial automation has become one of the core indicators to measure a country's industrial development level. As a key support for the industrial automation system, electrical technology's technological iteration and application expansion directly determine the depth and breadth of industrial automation. From simple electric drive in traditional industrial production to intelligent control and collaborative scheduling in modern intelligent manufacturing, electrical technology has always played the role of a "technical cornerstone". This paper focuses on the application characteristics, influences and specific applications of electrical technology in industrial automation, aiming to provide theoretical reference for relevant technology research and development and industrial practice.

Keywords : electrical technology; industrial automation; PLC; power system; modern manufacturing industry

引言

工业自动化作为现代制造业的核心组成部分, 自动化技术与生产流程的优化改进, 成功实现制造效率的提升、成本支出的降低, 同时有效增强产品品质的稳定性, 电气技术涵盖电力系统、电子技术、自动控制等多个专业领域, 主要围绕电能的转换、传输、分配及实际应用展开研究, 在工业制造场景中, 电气技术广泛应用于设备驱动、控制系统设计、能效管理等关键环节, 伴随技术的快速更新, 电气技术在工业自动化领域的应用范围不断延伸, 凭借先进的通信手段、计算手段及控制手段, 电气技术为生产装置、控制系统与制造流程赋予自主感知、智能研判和自动运行的机能, 为工业自动化的推进带来了深远变革, 并显著提升生产效益。

一、电气技术在工业自动化中的应用特点

(一) 高度协同性

电气技术应用于工业自动化场景时, 表现出控制精度与响应速度的高度趋同特征, 这一属性使其与传统机械控制模式形成显著区别^[1], 从技术本质层面分析, 电气控制借助电力电子转换技术可以完成能量的精准调节, 依靠闭环反馈机制可以实现对控制偏差进行实时修正, 将被控对象的参数波动限制在极小范围之内^[2], 在信号处理层面, 数字化控制算法的应用能够消除模拟控制模式

中的信号偏移问题, 确保控制指令的执行精度不受环境因素干扰, 这种协同特性不仅存在于单个设备的调控过程中, 更贯穿于整条生产线的协同运行环节, 在分布式控制网络的支持下, 各电气控制单元得以实现数据的即时交互与动作的精准配合, 进而确保复杂生产流程中各环节的参数适配与时序协调, 为工业自动化系统的高效稳定运行提供有力保障。

(二) 实现互联互通

从硬件角度来讲, 现代电气控制装置广泛采用标准化接口与模块化构造, 不同生产商的 PLC、变频器、传感器等装置可利用

统一的通信规范实现互联互通，降低系统整合的技术门槛，这种硬件适配性可以有效打破传统控制系统的封闭特性，让企业能够依据生产需求灵活挑选设备组合，规避单一供应商的技术垄断^[3]；在软件维度，电气控制软件运用开放式架构规划，兼容标准化编程用语与开发场景，使不同功能模块的程序编码能够无缝融合，与此同时软件平台的可拓展性让企业可依照工艺升级需求持续增添新的控制机能，而无须对整套系统开展颠覆性重构。

（三）高效转换与精确分配

电气技术依靠电力电子变换技术实现能量的高效转换与精准分配，有效减少传统能量传输过程中的损耗环节，在控制策略层面，电气控制系统采用动态能耗优化算法，能够根据负载变化实时调整能量输出状况，让能源供给与实际需求保持动态平衡，进而减少能量的无效消耗，同时电气技术的数字化特征为能耗监测与分析提供了精准手段，对生产流程各环节能耗数据进行即时采集与系统分析，可有效识别能源浪费节点，并据此制定具有针对性的优化措施^[4]，这种从能量转换、动态调控到监测优化的全流程技术应用，有效构建工业生产中的能耗控制闭环体系，为提高能源利用效率奠定坚实的技术基础。

二、电气技术作用在工业自动化中的影响

（一）实现生产流程的精准调控

电气技术作为工业自动化的核心支柱，对生产效率的提升发挥着系统性促进作用，在传统工业生产形态中，机械传动、人工操作等方式普遍存在响应速度迟缓、控制精度欠缺等问题，而电气技术借助电力电子装置、电机驱动系统等技术可以实现生产流程的精准调控^[5]；同时电气控制系统借助可编程逻辑控制器达成生产环节的自动化协同运作，降低人工介入引发的操作滞后与偏差，显著缩短生产线的节拍时间，从理论层面分析，电气技术构建的闭环控制体系能够实现“指令发送—执行操作—状态反馈—参数调整”的实时循环过程，保证生产参数始终处于最佳范围，动态优化能力突破了传统生产模式的局限，为工业生产效率的持续提升提供了技术保障^[6]。

（二）实现生产资源的优化配置与高效利用

在工业自动化体系中，生产资源的优化配置与高效利用是提升生产效率、降低运营成本的核心目标，而电气技术通过多维度技术创新，为这一目标的实现提供了关键支撑，其影响贯穿生产资源调度、使用、管控的全流程，具体而言，电气技术通过构建智能化的资源调度系统，依托可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）等核心设备，实现对生产资源的动态感知与实时调度^[7]；电气技术通过能量转换优化、设备协同控制等技术手段，大幅降低了生产资源的损耗率，实现了资源利用效率的最大化，同时在电力资源调度中，电气技术可通过电力电子变换装置实时监测各生产环节的电力需求，结合生产任务优先级，自动调整电力分配比例。

（三）实现对生产系统的全面监测

在工业制造过程中，设备超载、电压起伏、线路故障等状况

可能导致生产停顿乃至安全意外，而现代电气技术借助继电保护、可编程自动化控制器等器件实现了对生产系统的全面监测，从系统层面而言，电气技术搭建的冗余控制网络保障了关键设备的持续运转，借助双电源切换、热备份等技术达成故障情况下的无间断切换^[8]，此外电气技术的数字化革新让生产流程的参数追溯得以实现，管理人员可以利用历史数据回查剖析事故根源，为安全策略完善提供参考，这种“预防为先、迅速响应”的安全管控模式，显著降低工业生产的事故出现频率，为工业自动化的稳健发展提供了支撑。

三、电气技术在工业自动化中的应用

（一）电力监控与能源管理

电力监控与能源管理技术在工业自动化中发挥着关键的作用，在技术的不断完善下，工业自动化系统也随之进行变化和发展，在此基础下电力监控与能源管理技术在工业自动化系统中得到了有效的创新和应用，具体而言，电力监控技术凭借自身的优勢和应用特点，可以对工业自动化系统中的各项设备进行有效监管和修复，从电力监控的技术原理与应用功能来看，电气技术通过构建多层次的监测网络，实现了对工业电力系统的全方位、高精度监控^[9]，与此同时从能源管理的技术路径与应用价值来看，电气技术通过构建“监测—分析—优化”的能源管理体系，实现了工业能源的精细化管理与高效利用。在能源监测环节，系统依托电气传感技术，可实现对工业生产全流程的能源消耗数据采集，不仅包括电力消耗，还涵盖天然气、蒸汽、水资源等多种能源类型；此外能源管理系统能够依据具体的生产规划与工业装置的运行状况，调整整体的操作规范，进而推动能源达成最优使用效果。电力监控与能源管理技术在工业自动化领域的运用，可有效提升工业制造企业的综合效益，大幅削减生产开支，在此前提下，助力工业企业的绿色转型，减少能源耗费与环境损害，实现长久可持续发展目标。

（二）电力电子技术

电力电子技术作为工业自动化的核心支撑技术，对电能的转换、管控与优化，为工业生产提供稳定可靠的电力供应与精准调节能力，其核心机能在于实现电能形式的灵活转变，涵盖交流电与直流电之间的整流、直流电与交流电之间的逆变，以及电压、电流、频率等参数的动态调整，满足不同工业装置对电力形态的多样化需求，在技术原理维度，电力电子技术以功率半导体元件为核心，借助高频开关运作实现电能的高效转换，大幅减少能量转换过程中的耗损，提高工业生产的能源利用效能^[10]，在工业自动化系统里，电力电子技术扮演着能源枢纽的角色，连接着电网与各类用电装置，可以搭建可控的电力变换系统，保障设备在不同工作状态下的稳定运转，同时其数字化调控特征使电力参数的调节能够应对实时负载变动，实现动态优化管控，规避传统电力供应模式中的刚性欠缺问题，此外电力电子技术借助与微处理器的有效融合，可以在一定程度上构成智能电力管理系统，以此实现对电力质量的实时监测与有效管理，防止谐波、浪涌等电力污

染，保障精密自动化设备的安全运行^[11]。

（三）电机驱动技术

电机驱动技术在工业自动化领域中承担着动力输出与运动调控的核心职能，将电能转化为机械能，驱动各类工业装置实现精准的运动控制，其技术本质表现为依托控制算法对电机的转速、转矩、位置等关键参数进行精确调节，确保设备按照预设轨迹或工艺要求稳定运行，在工业自动化系统中，电机驱动技术是连接控制层与执行层的关键纽带，将控制系统的指令转化为具体的机械动作，支撑着输送、加工、装配等核心生产环节的自动化运行，并呈现出明显的集成化发展趋势，将驱动电路、控制模块、保护功能等整合为一体，简化了系统结构，从整体上提升运行稳定性，与此同时电机驱动技术与通信技术的深度融合，使其能够接入工业控制网络，实现远程监测与协同调控，满足自动化生产线的集中管理需求^[12]。

四、电气技术在工业自动化中的发展趋势分析

一方面，智能化与自适应控制将成为电气技术在工业自动化中的核心发展方向，科学技术的快速发展为工业自动化创新带来

了全新的发展方向，融入人工智能、机器学习等技术实现控制系统的自主优化与决策，未来的电气控制系统将具备更强的感知能力，分布式智能传感器网络实现生产环境、设备状态的全方位监测，数据采集精度可达微秒级，从而为智能决策提供基础；另一方面，绿色化与节能化技术将成为电气技术在工业自动化领域的重要发展方向，为工业生产实现低碳可持续发展提供支撑，在推进工业自动化进程中，相关技术应用会重点关注能源利用效率提升、碳排放量降低及环境影响减轻等核心问题，智能电气技术需与可再生能源系统及节能方案相结合，构建绿色低碳的生产模式，此外依托虚拟仿真与数字孪生技术，可对设备和系统进行全面建模与仿真分析，进而优化设计环节与运行流程。

五、结语

总之，电气技术构成了工业自动化体系的重要基础，其应用推广与技术演进持续推动着工业自动化领域的进步升级，从发展趋势来看，这类技术将向智能化、绿色化与集成化方向深入发展，通过技术创新进一步提高工业自动化的运行水平与生产效率，为现代工业生产模式的优化提供核心支撑。

参考文献

- [1] 李淳,吴世纪,杨德桥,等.电气仪表在工业自动化中的技术应用与未来发展分析[J].信息记录材料,2025, 26 (06): 133–135.
- [2] 张涛.智能化电气控制系统在工业自动化中的应用[J].冶金与材料,2025, 45 (03): 43–45.
- [3] 高瞳,章海峰.基于智能电气技术的工业自动化控制系统设计[J].自动化应用,2025, 66 (05): 12–14.
- [4] 林国梁.PLC技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].广西电业,2025, (Z1): 32–35.
- [5] 林蕴颖,顾晓峰.探究电气自动化技术在电力工业工程中的应用[J].中国高新科技,2024, (20): 96–98.
- [6] 陈俊贤.基于电气与智能化的工业自动化设备故障预测与维修方法研究[C]//中国智慧工程研究会.2024智慧施工与规划设计学术交流会论文集.浙江医药股份有限公司昌海生物分公司,2024: 534–537.
- [7] 丁治雄,余万纤子.智能电气技术在工业自动化系统中的应用[J].集成电路应用,2024, 41 (02): 335–337.
- [8] 胡娜,成的,仇培飞.人工智能技术在电力工业工程自动化转型中的应用研究[J].现代工业经济和信息化,2023, 13 (12): 327–329.
- [9] 迟博,车清宇.电气自动化技术在电力工业工程中的应用[J].自动化应用,2023, 64 (S2): 150–152.
- [10] 袁君,朱菁文,张长帅.电气工程自动化中的仪表测控技术探究[J].现代交通与冶金材料,2023, 3 (S1): 151–153+157.
- [11] 张国庆.人工智能技术在自动化控制系统中的应用[J].造纸装备及材料,2023, 52 (09): 44–46.
- [12] 龙帅.基于PLC控制的工业自动化技术探析[J].造纸装备及材料,2020, 49 (03): 33.