

电气工程及其自动化应用研究

许 文

大悦城控股集团（浙江）有限公司 浙江 杭州 311200

摘 要：电气工程及其自动化融合多学科理论与技术，对现代社会发展具有重要意义。自动化控制、电力电子及电气传动等关键技术的突破，推动其在工业生产、交通运输、能源等领域广泛应用，显著提升生产效率与能源利用水平。在发展过程中，面临技术集成、人才供给、安全可靠性等挑战。通过加强技术研发、统一标准、强化人才培养及完善安全保障体系等对策，可促进该领域持续创新与稳健发展，为各行业智能化转型提供有力支撑。

关键词：电气工程；自动化应用；对策

引言

随着科技的飞速发展，电气工程及其自动化技术已成为推动各行业变革的核心力量。自动化控制技术实现精准调控，电力电子技术优化电能转换，电气传动技术提升设备运行效率，这些技术在工业、交通、能源等领域发挥着关键作用。然而，技术集成复杂性、专业人才缺口及安全可靠隐患等问题，制约着其进一步发展。本文聚焦电气工程及其自动化应用，深入剖析关键技术、应用场景、现存挑战，并提出针对性对策，旨在为该领域的创新发展提供参考。

1 电气工程及其自动化概述

电气工程及其自动化是融合多学科知识的综合性工程技术领域，以电磁现象与规律为研究基础，通过对电能的产生、传输、转换、分配与利用展开系统性研究，实现电气系统的高效、可靠运行。该领域不仅聚焦于发电机、变压器、电动机等传统电气设备的设计与优化，还深入探索电力电子器件的性能提升，旨在实现电能与其他形式能量间更高效的转化，满足工业生产、交通运输、商业建筑等多场景用电需求。自动化技术的深度融合是电气工程发展的重要特征。通过引入传感器、控制器、执行器构建闭环控制系统，结合先进的控制理论与算法，使电气系统具备自适应调节能力。例如，在智能电网中，自动化技术能够实时监测电网运行状态，快速定位故障点并自动隔离故障区域，同时依据负荷变化动态调整发电与配电方案，确保电力供应的稳定性与经济性。现代电气工程广泛应用计算机技术、信息技术，将电气设备与系统进行数字化建模与仿真分析，不仅显著提升研发效率，还能在虚拟环境中对复杂系统进行性能优化与故障预测。随着新能源技术的兴起，电气工程及其自动化迎来新的发展契机。在风能、太阳能等可再生能源发电系统中，该领域技术负责解决新能源发电的间歇

性、波动性问题，实现其与传统电网的稳定并网。在电动汽车领域，电气技术推动着动力电池系统、电机驱动系统的革新，而自动化控制则提升车辆能量管理效率与驾驶安全性。从微观的芯片级电力电子器件到宏观的跨区域电力网络，电气工程及其自动化持续推动着人类社会向智能化、低碳化方向迈进，已然成为现代工业与社会发展的核心技术支撑。

2 电气工程及其自动化关键技术分析

2.1 自动化控制技术

自动化控制技术是电气工程自动化的核心支柱，其基于自动控制理论，通过计算机、可编程逻辑控制器（PLC）、传感器等设备构建闭环控制系统。在实际应用中，系统实时采集温度、压力、电流、电压等物理量，经传感器转化为电信号，再由控制器依据预设算法与控制策略，对执行机构发出指令，实现对电气设备运行状态的精准调控。以智能电网为例，自动化控制技术可实时监测电网运行参数，快速分析处理海量数据，当电网出现负荷波动、短路故障等异常时，迅速调整发电机输出功率、切换备用线路，保障电网稳定运行。随着人工智能、大数据技术的融合，自动化控制技术正朝着智能化、自适应化方向发展，能够自主学习复杂工况，优化控制策略，提升系统整体性能与可靠性^[1]。

2.2 电力电子技术

电力电子技术通过电力电子器件实现电能的变换与控制，在现代电气工程中发挥着关键作用。以晶闸管、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）为代表的电力电子器件，可将交流电转换为直流电、直流电转换为交流电，还能实现电压升降、频率调节等功能。在新能源发电领域，光伏逆变器利用电力电子技术，将太阳能电池板产生的直流电逆变为符合电网要求的交流电并入电网；在电动汽车行业，车载充电机通过电力电子变换技术，实现交

流市电与动力电池直流电之间的高效转换。电力电子技术在电能质量改善方面效果显著,通过动态无功补偿、谐波抑制等手段,提升电网供电质量。随着宽禁带半导体材料如碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)的发展,电力电子器件朝着高频化、高效率、小型化方向演进,进一步拓展了电力电子技术的应用边界。

2.3 电气传动技术

电气传动技术专注于将电能转换为机械能,驱动各类电动机运转,为工业生产、交通运输等领域提供动力。其涵盖电机设计制造、调速控制、系统集成等多个环节。在工业生产线上,交流异步电机与变频调速器结合,可根据生产工艺需求灵活调节电机转速,实现精准的物料输送、加工;在轨道交通领域,电力机车采用牵引传动系统,通过变流器将电网电能转换为适合牵引电机的电能形式,实现列车的启动、加速、制动控制。高性能的电气传动系统具备快速响应、高精度控制的特点,能够满足复杂工况下的运行要求。随着永磁同步电机、无刷直流电机等新型电机的广泛应用,以及矢量控制、直接转矩控制等先进控制策略的发展,电气传动技术在效率、功率密度、控制精度等方面不断提升,推动着各行业的装备升级与智能化发展。

3 电气工程及自动化在主要领域的应用

3.1 工业生产领域

(1) 在工业制造流程中,电气工程及自动化技术构建起高度集成的智能控制系统,通过可编程逻辑控制器(PLC)与分布式控制系统(DCS),实现对生产线设备运行参数的实时监测与精准调节。例如汽车制造车间,自动化焊接机器人借助伺服电机与传感器协同作业,以微米级精度完成车身部件的拼接,大幅提升产品一致性与生产效率。(2) 工业自动化网络架构利用现场总线技术和工业以太网,将分散的生产设备互联成有机整体,构建起数据采集与分析平台。在此框架下,电气传动系统可根据生产负荷动态调整电机转速,在化工连续生产装置中,通过变频器优化泵与风机的能耗,降低设备运行成本。(3) 先进的故障诊断系统融合电气信号分析与机器学习算法,能够在设备故障发生前预判异常状态。冶金行业中,基于振动频谱分析与电流波形监测的智能诊断系统,可提前识别电机轴承磨损或传动带松弛等潜在问题,避免非计划停机造成的经济损失。

3.2 交通运输领域

(1) 轨道交通系统中,牵引供电与传动控制是电气工程及自动化技术的核心应用场景。高铁动车组采用的交-直-交牵引传动系统,通过脉冲宽度调制(PWM)技

术实现电能的高效转换,将接触网的高压交流电转换为适合牵引电机的可变频率交流电,使列车获得强劲且平稳的动力输出。(2) 智能交通信号控制系统利用感应线圈、视频识别等技术采集交通流量数据,通过模糊控制与优化算法动态调整信号灯配时方案。在城市主干道,自适应控制系统能够根据实时车流密度自动延长绿灯时长,减少车辆等待时间,缓解交通拥堵。(3) 新能源汽车的电驱动系统集成高性能永磁同步电机、先进的电机控制器和能量回收装置。矢量控制技术精确调节电机转矩与转速,配合电池管理系统(BMS)对动力电池组的充放电过程进行智能管理,既保障了车辆的动力性能,又显著提升了续航里程与能源利用效率^[2]。

3.3 能源领域

(1) 在发电环节,火电厂的自动化控制系统通过分散控制系统(DCS)实现对锅炉、汽轮机、发电机等核心设备的协同控制。电气自动化技术优化蒸汽参数调节与燃烧控制,使燃煤机组的发电效率提升至45%以上,同时降低污染物排放。(2) 可再生能源发电领域,风力发电机组的变桨距控制系统与双馈异步发电机技术紧密结合,根据风速变化自动调整叶片角度,确保风机在不同工况下保持最佳发电效率。光伏电站通过最大功率点跟踪(MPPT)技术,实时调节光伏阵列的输出电压与电流,使太阳能转化效率最大化。(3) 智能电网建设中,柔性交流输电系统(FACTS)和高压直流输电(HVDC)技术解决了新能源并网与跨区域电力输送难题。静止无功发生器(SVG)动态补偿电网无功功率,提升电能质量;特高压直流输电线路以低损耗、大容量特性实现清洁能源的远距离高效传输,保障能源供应的稳定性与可靠性。

4 电气工程及自动化应用面临的挑战与对策

4.1 面临的挑战

4.1.1 技术集成难度大

电气工程及自动化涉及电力电子技术、计算机控制技术、通信技术等多领域交叉融合,不同技术体系的底层架构、数据协议存在显著差异,使得系统集成面临数据交互不畅、接口兼容性差等问题。以智能电网为例,分布式电源、储能装置、电力负荷的动态接入,需实现多种异构设备间的实时协同控制,但各设备厂商的通信协议与控制逻辑缺乏统一范式,导致能量管理系统在数据采集、指令传输过程中易出现延迟与误差,严重制约系统整体运行效率与稳定性,难以满足复杂电力场景下的协同需求。

4.1.2 人才短缺

行业技术迭代加速,对复合型人才提出更高要求,既要掌握传统电路分析、电机控制等理论知识,又需精通人工智能算法、大数据分析等新兴技术。然而,企业内部人才培养周期长、成本高,且现有人才储备难以满足行业快速发展需求。在新能源汽车电驱系统研发中,需要具备电力电子拓扑设计、软件算法优化及系统集成能力的综合性人才,但市场此类人才供给稀缺,导致企业在技术创新与产品开发过程中面临人力瓶颈,阻碍了行业前沿技术的落地应用与产业升级^[3]。

4.1.3 安全与可靠性问题

随着电气系统智能化、网络化程度提升,运行环境复杂性加剧,设备故障、电磁干扰等问题对系统安全构成威胁。在工业自动化生产线中,传感器故障可能导致控制信号失真,引发设备误动作;电网中的谐波干扰会影响继电保护装置的正常工作,甚至引发大面积停电事故。电气设备长期运行产生的绝缘老化、机械磨损等潜在隐患,若未及时监测与处理,易引发安全事故,给企业生产和社会用电带来巨大风险,保障系统安全稳定运行成为亟待解决的难题。

4.2 对策

4.2.1 加强技术研发与标准统一

通过企业与科研机构合作,聚焦关键共性技术攻关,构建统一的技术标准体系。在工业物联网领域,针对设备互联互通问题,研发标准化通信协议与接口规范,建立兼容性测试平台,确保不同厂商设备间的无缝对接。开展多技术融合创新研究,如将数字孪生技术应用于电气系统仿真,提前验证系统集成方案可行性,优化系统架构设计,降低集成风险,提高系统整体协同效率与稳定性。

4.2.2 强化人才培养

企业应建立完善的内部人才培养机制,结合行业技术发展趋势,制定分层分类的培训计划。针对在职技术人员,开展新技术专题培训与项目实践,鼓励参与行

业技术交流与学术研讨,拓宽技术视野;对于新入职员工,通过导师制与轮岗制,帮助其快速掌握多领域知识与技能。搭建企业技术创新平台,提供研发项目实践机会,激励员工进行技术创新,在实践中培养和锻炼复合型人才,满足企业技术创新与发展需求。

4.2.3 完善安全保障体系

采用先进的状态监测与故障诊断技术,构建电气设备全生命周期健康管理系統。利用传感器阵列实时采集设备运行参数,结合大数据分析机器学习算法,对设备状态进行智能评估与故障预测,实现隐患早期预警。在电网安全防护方面,部署智能监测装置,实时监测电网运行状态,通过自适应保护控制策略,快速隔离故障区域,保障电网安全稳定运行。优化设备设计与制造工艺,提高设备抗干扰能力与可靠性,从源头降低安全风险^[4]。

结语

综上所述,电气工程及自动化凭借其关键技术优势,在多领域展现出强大的应用潜力与发展价值。尽管当前面临诸多挑战,但通过加强技术研发、构建标准化体系、强化人才培养机制、完善安全保障措施等策略,能够有效突破发展瓶颈。未来,随着技术的持续创新与优化,电气工程及自动化将在智能化、绿色化等方向深入发展,为推动社会经济高质量发展、实现可持续发展目标贡献更大力量。

参考文献

- [1]黎松.电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J].模具制造,2023,23(3):205-207.
- [2]郝海艳.电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J].工程技术研究,2024,6(8):25-27.
- [3]刘子瑜,夏烨峰,习振东,等.电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J].数码设计,2023(19):88-90.
- [4]李思峰.电气工程及其自动化的智能化技术应用研究[J].仪器仪表用户,2024,31(10):56-58.