

电气工程自动化技术的现状与发展趋势

林 静

青岛电气工程安装有限公司送变电分公司 山东 青岛 266000

摘要: 电气工程自动化技术依托电力电子、自动控制、计算机等核心构成,在电力系统、工业生产等领域广泛应用,呈现集成化、节能化、数字化特征,但存在自主研发短板、适配性不足等瓶颈。本文分析指出,未来技术将向人工智能、物联网等方向深度融合,推动电力电子器件高效化、控制算法智能化升级,拓展智能电网、智能制造等场景,需强化自主研发、人才培养与产学研协同,为技术持续突破提供支撑。

关键词: 电气工程自动化;技术融合;核心升级;应用场景拓展;支撑条件

引言:电气工程自动化技术作为现代工业的关键支撑,融合了电力电子、自动控制、计算机与信息技术等多学科知识,在推动能源转型、提升工业生产效率等方面发挥着重要作用。随着科技的快速发展,该技术正面临新的发展机遇与挑战。深入分析其现状与发展趋势,对于把握技术发展方向、促进产业升级具有重要意义。

1 电气工程自动化核心技术构成

1.1 电力电子技术

电力电子器件性能与应用是电力电子技术的基础支撑,涵盖功率二极管、晶闸管等各类功率器件的特性参数优化、可靠性提升及适配场景选型,依托电力电子技术学科成熟理论实现器件高效应用,满足不同电力变换场景的性能需求,是电力电子系统稳定运行的核心前提^[1]。电力变换拓扑结构是电力技术的核心架构,包括整流、逆变、斩波等多种结构的设计与优化,通过合理构建拓扑结构实现电能形式的高效转换,兼顾转换效率与电能质量,适配电力系统不同运行工况,是连接电力电子器件与实际应用的关键环节。电力电子控制策略围绕电力变换过程精准调控展开,涵盖PID控制、模型预测控制等各类控制策略的设计与应用,通过优化控制策略实现电力电子系统输出特性的精准调节,提升系统动态响应速度与稳态运行精度,保障电力转换过程的稳定性与高效性。

1.2 自动控制技术

经典与现代控制理论融合是自动控制技术的理论核心,经典控制理论以传递函数为基础实现单输入单输出系统调控,现代控制理论以状态空间法为核心适配多输入多输出复杂系统,两者有机融合兼顾系统调控的简洁性与复杂性需求,为自动控制系统设计提供完善理论支撑。控制算法优化与改进聚焦各类算法性能提升,针对传统算法在响应速度、抗干扰能力、鲁棒性等方面的不足开展优化设计,提升算法对复杂工况的适配能力与调

控精度,为自动控制系统高效运行提供坚实算法保障。控制系统架构设计结合实际工程需求构建合理架构,涵盖硬件选型搭建与软件设计开发,实现控制、执行、检测各单元有机协同,保障系统可靠性、可扩展性与可维护性,适配各类电气工程自动化应用场景。

1.3 计算机与信息技术

嵌入式系统应用以嵌入式微处理器为核心,结合电力系统调控需求设计专用控制模块,实现对电力设备运行状态的实时监测与精准控制,具备体积小、功耗低、可靠性高的优势,广泛应用于各类电力自动化设备中。数据采集与处理技术通过各类传感器精准采集电力系统运行参数,采用滤波、降噪、拟合等处理方法提升数据精度,提取有效信息为系统调控、故障诊断提供有力支撑,保障电力系统稳定有序运行。通信技术与数据传输围绕系统各单元信息交互展开,采用有线与无线通信相结合的方式构建高效可靠通信网络,实现采集数据与控制指令快速传输,保障系统各单元协同高效运行。

1.4 电机与拖动技术

电机控制技术涵盖直流电机、交流电机等各类电机的调控方法,通过磁场定向控制、直接转矩控制等技术实现电机转速、转矩的精准调节,提升电机运行效率与控制精度,适配不同拖动场景的需求,是电机与拖动技术的核心内容。拖动系统优化针对电机拖动系统的运行特性开展优化设计,合理匹配电机与负载参数,优化系统运行工况,减少系统运行过程中的能量损耗,提升拖动系统的运行稳定性与高效性,延长设备使用寿命,降低运行成本。电机节能技术结合电机运行原理与电力系统节能需求,采用高效电机选型、变频调速、无功补偿等技术手段,降低电机运行过程中的能耗,契合节能减排的发展理念,提升电气工程自动化系统的节能水平,实现经济效益与环境效益的统一。

2 电气工程自动化技术当前发展现状

2.1 技术应用场景分布

电力系统自动化应用聚焦电能生产、传输、分配全流程的自动化调控,依托核心技术实现电网运行状态的实时监测与精准调节,推动传统电力系统向智能电网升级,支撑电力系统安全稳定高效运行,是电气工程自动化技术最核心的应用领域^[2]。工业生产自动化应用贯穿工业生产各环节,实现生产设备的自主调控、生产流程的智能管控,优化生产效率与产品质量,降低人工干预成本,适配工业4.0与智能制造发展趋势,成为现代工业体系构建的重要支撑。建筑电气工程自动化应用围绕建筑供配电、照明、暖通等系统展开,实现各类电气设备的智能管控与能耗调节,提升建筑居住与使用舒适度,契合绿色建筑发展理念,推动建筑行业向节能化、智能化转型。新能源领域自动化应用适配光伏、风电等新能源产业发展需求,实现新能源发电、储能、并网全流程的自动化调控,提升新能源利用效率,助力能源清洁化转型,为双碳目标实现提供技术支撑。

2.2 当前技术发展特征

技术集成化程度提升体现为电力电子、自动控制、计算机等多领域技术的深度联动,打破单一技术应用局限,构建一体化自动化系统,提升系统综合调控能力,适配复杂工程应用需求。节能化技术普及推进契合节能减排与双碳目标要求,各类节能技术与自动化系统深度融合,通过精准调控与优化设计降低电能损耗,提升能源利用效率,成为技术发展的重要导向。数字化转型逐步深化依托计算机与信息技术发展,实现自动化系统的数字化管控、数据化分析,推动设备运维、系统调控向智能化升级,提升系统运行的精准度与可控性。核心器件性能持续升级聚焦电力电子器件等核心部件的特性优化,通过技术研发提升器件可靠性、效率与使用寿命,突破传统器件性能局限,为自动化技术升级提供硬件支撑。

2.3 当前技术发展瓶颈

核心技术自主研发短板表现为部分高端核心技术仍依赖外部引进,自主研发能力不足,关键技术突破难度较大,制约技术自主可控发展进程,难以完全满足高端工程应用需求。技术适配性不足问题体现为现有自动化技术与不同行业、不同场景的实际需求匹配度不够,难以灵活适配各类复杂工况,限制技术应用范围与实际应用效果。系统稳定性与可靠性提升空间显著,复杂工况下自动化系统易受外部干扰影响,运行稳定性不足,部分系统长期运行后易出现故障,难以满足高可靠性工程应用要求。技术融合深度不够表现为各相关领域技术仍存在

脱节现象,融合应用不够深入,未能充分发挥各类技术的协同效应,制约自动化系统综合性能的进一步提升。

3 电气工程自动化技术未来发展趋势

3.1 技术融合发展方向

与人工智能技术融合是未来核心发展路径之一,依托人工智能的神经网络与深度学习功能,摆脱传统控制模型依赖,强化自动化系统决策能力与响应速度,实现从信息采集到故障诊断的自动化闭环,提升系统运行效率与稳定性,契合能源领域智能化发展导向^[3]。与物联网技术深度融合聚焦设备互联与状态感知,构建全覆盖的设备监测网络,实现电力设备远程管控与状态追踪,打破设备孤立运行局限,推动自动化系统向网络化、协同化转型,支撑设备精益化管理水平提升。与大数据、云计算技术融合依托海量运行数据的挖掘与分析能力,实现自动化系统运行工况的精准预判与优化调控,提升数据资源利用率,为系统优化设计、故障提前防控提供有力支撑,推动数字化转型向纵深发展。与新能源技术协同发展适配双碳目标与能源清洁化转型需求,优化新能源发电、储能、并网全流程自动化调控机制,提升新能源消纳能力,推动电力系统向绿色低碳转型,实现自动化技术与新能源产业协同升级。

3.2 核心技术升级方向

电力电子器件高效化、小型化升级聚焦器件特性优化与结构创新,通过技术研发提升器件能量转换效率与可靠性,缩小器件体积,适配小型化、集成化设备应用需求,为自动化系统硬件升级提供支撑。控制算法智能化、自适应优化摆脱传统算法局限性,提升算法对复杂工况与参数变化的适配能力,实现调控参数的自主调整与优化,强化系统鲁棒性与调控精度,契合智能化发展趋势。通信技术高速化、无线化发展依托5G等新一代通信技术优势,提升数据传输速率与稳定性,减少有线通信布线局限,推动自动化系统通信网络向高速化、无线化、全覆盖转型,保障各单元协同高效运行。嵌入式系统高性能、低功耗升级聚焦核心芯片与软件优化,提升系统数据处理能力与响应速度,降低运行功耗,兼顾高性能与节能需求,适配各类小型化、低能耗自动化设备应用场景。

3.3 应用场景拓展方向

智能电网领域应用拓展围绕新型电力系统建设需求,延伸自动化技术在电网规划、调度运行、设备运维等全环节应用,提升电网智能调控与安全保障能力,支撑智能电网向高效化、可靠化升级。智能制造领域深度渗透贯穿工业生产全流程,推动自动化技术与生产设备、工

艺流程深度融合,优化生产管控模式,提升生产智能化水平,助力工业强国建设与制造业高质量发展。新能源发电自动化升级聚焦光伏、风电等新能源领域,优化发电效率调控与并网适配能力,完善储能系统自动化管控技术,提升新能源利用效率,助力能源结构优化升级^[4]。智能建筑与智能家居领域延伸拓展自动化技术在建筑供配电、安防、暖通等系统的应用,推动技术向家庭场景延伸,实现家居设备智能管控与能耗优化,提升居住舒适度与节能水平,契合绿色建筑与智能家居发展需求。

4 电气工程自动化技术发展的支撑条件

4.1 技术支撑

核心技术自主研发与创新是推动电气工程自动化技术持续发展的核心动力,依托学科理论突破与工程实践积累,聚焦高端核心技术攻关,打破外部技术垄断,提升技术自主可控水平,为技术升级与场景拓展提供核心保障,契合我国高端制造业自主发展战略导向。技术集成与融合能力提升聚焦多领域技术的协同适配,打破单一技术应用壁垒,推动电力电子、自动控制、人工智能等相关技术深度联动,构建一体化技术体系,提升技术综合应用效能,适配复杂工程应用场景的多元化需求。核心器件研发与升级围绕电力电子器件、嵌入式芯片等关键部件展开,通过材料创新、结构优化与工艺改进,提升器件性能与可靠性,降低器件成本,突破核心器件性能瓶颈,为电气工程自动化技术落地应用提供硬件支撑。

4.2 人才与设备支撑

专业技术人才培养聚焦复合型人才培养,兼顾理论知识与工程实践能力,构建高校、企业联动的培养体系,提升人才对核心技术的掌握能力与技术创新能力,弥补行业人才缺口,为技术发展提供人力保障。自动化设备研发与适配结合不同应用场景需求,开展自动化设备的定制化研发,优化设备性能与运行效率,提升设备与技术、场景的适配程度,推动自动化设备向智能化、高效化转型,支撑技术规模化应用。设备检测与维护技术提升聚焦自动化设备全生命周期管理,研发高效检测技术与维护方法,实现设备故障的精准识别与及时处理,延

长设备使用寿命,降低设备运行与维护成本,保障自动化系统稳定长效运行。

4.3 产业与环境支撑

产业转型升级的有力推动,顺应了制造业高端化、智能化、绿色化的发展趋势。在此进程中,电气工程自动化技术在各行业实现了深度应用,并持续拓展技术应用场景。技术交流与合作深化通过国内外行业交流、企业协同合作等方式,借鉴先进技术经验与发展模式,拓宽技术研发视野,促进技术成果共享,推动技术快速迭代升级,提升行业整体技术水平^[5]。产学研协同创新推进构建高校、科研院所与企业协同的创新体系,整合科研资源与生产资源,推动技术研发与工程应用紧密结合,加速技术成果转化,缩短技术从研发到落地的周期,为技术持续发展提供良好环境支撑。

结束语

电气工程自动化技术的演进是技术融合与产业需求共同驱动的结果。从核心器件性能突破到系统架构优化,从单一场景应用到多领域协同,技术的每一次升级都需突破理论、工程与产业的边界。当前,通过强化自主研发、完善人才培养体系、深化产学研合作,可加速技术成果转化,提升系统稳定性与可靠性,推动自动化技术向更高效、更智能、更绿色的方向迈进,为能源转型与产业升级提供坚实保障。

参考文献

- [1]王建国.电气自动化技术在电气工程中的应用现状及发展趋势[J].电力设备管理,2022(10):147-149.
- [2]李松林,李明.电气工程自动化控制现状及智能化技术的有效应用分析[J].中国设备工程,2025(22):28-30.
- [3]潘泽超.探析电气自动化工程控制系统现状及发展趋势[J].科学与信息化,2025(16):121-123.
- [4]俞子豪.关于电气自动化技术在电气工程中的实践现状与发展探析[J].今日自动化,2021(12):153-154.
- [5]刘大伟.电气自动化技术在电气工程中的应用现状及发展趋势[J].数码设计(上),2021,10(2):50.