

电气工程及其自动化现状

朱国忠

国网黑龙江省电力有限公司红兴隆供电公司检修公司 黑龙江 双鸭山 155620

摘要: 电气工程及其自动化作为现代科技的关键领域,对推动社会经济发展与科技进步意义重大。本文围绕电气工程及其自动化展开探讨。阐述了其核心技术,涵盖电力电子技术、智能控制技术与新能源发电技术,分析各技术要点及应用优势。介绍了该技术在电力系统、工业制造、交通及建筑等重点领域的应用现状。探讨了产业发展趋势,指出智能化、新能源应用拓展及与新兴技术产业融合将成为未来发展方向。旨在为电气工程及其自动化领域的研究与实践提供全面参考,助力产业创新升级。

关键词: 电气工程及其自动化;核心技术;应用现状

引言: 随着科技飞速发展,电气工程及其自动化核心技术不断革新,应用领域持续拓展。电力电子技术提升电能变换效率,智能控制技术赋予系统自主决策能力,新能源发电技术应对能源与环境挑战。在电力系统、工业制造、交通、建筑等重点领域广泛应用,深刻改变各行业生产运营模式。深入研究其现状与发展趋势,对把握行业脉搏、促进技术创新与产业升级至关重要。

1 电气工程及其自动化核心技术

1.1 电力电子技术

电力电子技术是通过电力电子器件实现对电能的变换和控制,在现代电力系统、工业传动、新能源发电等领域发挥着不可替代的作用。在电力电子器件方面,随着半导体制造工艺的进步,器件性能不断提升。以碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)为代表的宽禁带半导体器件,因其具有高击穿电场强度、高电子迁移率、低导通电阻等特性,逐渐成为研究和应用热点。相较于传统硅基器件,SiC器件能在更高的电压、温度和频率下工作,显著提升了电能转换效率,降低了系统体积和重量。如在新能源汽车的车载充电机和电机驱动器中,采用SiC器件可使系统效率提高5%-10%,同时减小散热器尺寸,优化整车空间布局。

在电能变换拓扑与控制策略上,新型变换拓扑不断涌现。多电平变换器拓扑通过增加电平数,有效降低了输出电压谐波,提高了电压等级,广泛应用于高压直流输电和大功率工业传动领域。而软开关技术的发展,如零电压开关和零电流开关技术,能够大幅降低开关损耗,提高电路工作频率和效率。在控制策略方面,基于模型预测控制、滑模控制等先进控制算法的应用,使电力电子系统的动态响应速度和控制精度得到显著提升,可更好地满足复杂工况下的电能变换需求。

1.2 智能控制技术

智能控制技术为电气工程及其自动化注入了智能化基因,推动系统向自主决策、自适应控制方向发展。在控制算法层面,人工智能算法的深度融合成为重要趋势。神经网络算法凭借其强大的非线性映射能力,在电力系统负荷预测、故障诊断等方面展现出优异性能。通过对海量历史数据的学习,神经网络能够准确预测电力负荷变化趋势,为电网调度提供科学依据。模糊控制算法则基于模糊逻辑规则,不依赖精确的数学模型,适用于复杂非线性系统的控制,在电机调速系统中,模糊控制可有效应对负载变化和参数不确定性,提升系统的鲁棒性。强化学习算法通过智能体与环境的交互学习,以最大化长期奖励为目标优化控制策略,在微电网能量管理系统中,利用强化学习可实现分布式电源、储能装置和负荷之间的最优协调控制。

在控制系统架构方面,随着物联网和云计算技术的发展,智能控制系统逐渐向分布式、网络化方向演进。分布式控制系统和现场总线技术实现了电气设备的分散控制和集中管理,提高了系统的可靠性和灵活性。基于云平台的远程监控与诊断系统,可实时采集和分析电气设备运行数据,实现故障的早期预警和远程维护。数字孪生技术的应用,通过构建物理系统的虚拟模型,能够对电气设备和系统进行实时仿真和优化,为智能控制提供更精准的决策支持。

1.3 新能源发电技术

新能源发电技术是应对能源危机和环境问题的重要手段,在电气工程及其自动化领域占据重要地位,具体如下:(1)风力发电技术。风机单机容量不断提升,从早期的几百千瓦发展到如今的10MW以上,通过采用更大的叶片、更高的塔架和更先进的传动系统,提高了

风能捕获效率。智能控制技术在风力发电中的应用愈发深入,基于风速预测的变桨距控制和最大功率点跟踪控制,能够使风机在不同风速条件下保持最优发电效率。海上风电技术发展迅速,漂浮式风电技术突破了水深限制,拓展了风能资源的开发范围。(2)太阳能发电技术。光伏电池转换效率持续提升,PERC(钝化发射极背面接触)电池、TOPCon(隧穿氧化层钝化接触)电池和HJ(异质结)电池等新型电池技术不断涌现,实验室转换效率屡创新高。在光伏电站系统层面,智能跟踪系统通过实时调整光伏组件的朝向,提高了太阳辐射接收量;储能系统与光伏发电的结合,有效解决了光伏发电的间歇性和波动性问题,提升了电力供应的稳定性和可靠性^[1]。光热发电技术也在不断发展,塔式、槽式和碟式光热发电系统通过高效集热和储热技术,实现了稳定的电力输出,可作为基础负荷电源接入电网。

2 电气工程及其自动化在重点领域应用现状

2.1 在电力系统领域

在电力系统领域,从以下发电侧到输电、配电、用电环节,自动化技术贯穿始终。(1)在发电环节,火电机组通过自动化控制系统实现了对锅炉、汽轮机等设备的精准调控。分散控制系统实时采集设备运行参数,通过预设控制逻辑和算法,对燃烧过程、蒸汽温度压力等关键指标进行闭环控制,提升发电效率并降低污染物排放。新能源发电方面,风电场和光伏电站广泛应用智能监控系统,通过对风速、光照强度等环境因素的实时监测,结合最大功率点跟踪技术,实现发电功率的最大化。同储能系统的接入也在自动化控制下,有效平滑新能源发电的间歇性和波动性,提高其并网稳定性。(2)输电环节,特高压输电技术的发展是电气工程及其自动化应用的重要体现。特高压直流输电和交流输电系统依赖高度自动化的保护与控制装置,实现长距离、大容量电能的安全传输。广域测量系统利用同步相量测量技术,实时采集全网的电压、电流相位和幅值信息,为电网调度提供精确的数据支持,使调度人员能够及时掌握电网运行状态,预防和处理电网故障。(3)配电环节,智能配电网通过自动化开关设备、配电自动化终端等设备,实现故障的快速定位、隔离和恢复供电。分布式电源的大量接入促使配电网从传统的单向供电模式向双向互动模式转变,自动化控制系统需要协调分布式电源、储能装置和负荷之间的功率平衡,保障配电网的稳定运行。(4)用电环节,智能电表和需求侧管理系统实现了用户用电数据的实时采集和分析。电力公司可根据用户用电行为进行负荷预测和调度,用户也能通过智能用电

设备优化自身用电策略,实现节能降耗。

2.2 在工业制造领域

在工业制造领域,电气工程及其自动化技术是推动产业升级和智能制造发展的核心力量,具体如下:(1)在生产过程自动化方面。汽车制造行业中,自动化生产线实现了从冲压、焊接、涂装到总装的全流程自动化。工业机器人承担着焊接、喷涂、装配等复杂任务,通过高精度的伺服控制系统和视觉识别系统,确保生产的高效和产品质量的一致性。在化工、冶金等流程工业中,过程控制系统对生产过程中的温度、压力、流量等参数进行实时监测和控制,通过先进控制算法实现生产过程的优化运行,提高产品收率和质量稳定性。(2)在工业电气传动系统方面。交流异步电机和永磁同步电机通过变频器实现调速控制,相比传统的恒速运行方式,能够根据实际生产需求调整电机转速,降低能耗。在起重、电梯等设备中,电气传动系统采用矢量控制、直接转矩控制等先进控制策略,提升系统的动态性能和控制精度。工业电力电子技术的应用,如中高压变频器、有源电力滤波器等设备,解决了工业电网中的谐波污染、功率因数低等问题,保障了工业电气系统的稳定运行。

(3)工业物联网和工业大数据技术与电气工程及其自动化的融合。通过在工业设备上部署传感器和通信模块,实现设备运行数据的实时采集和传输^[2]。基于大数据分析和人工智能算法,对设备故障进行预测性维护,优化生产工艺参数,提高生产效率和设备可靠性。

2.3 在交通领域

交通领域是电气工程及其自动化技术应用的重要场景,正加速向电气化、智能化方向发展,具体如下:

(1)在轨道交通方面。电气化铁路和城市轨道交通广泛采用电力牵引技术。电力机车和动车组通过受电弓从接触网获取电能,经变流装置驱动牵引电机运行。交流传动技术的应用,相比传统的直流传动,具有效率高、维护成本低等优势。列车运行控制系统实现了对列车的自动控制和调度。列车自动控制系统由列车自动防护、列车自动运行和列车自动监控子系统组成,通过轨道电路、无线通信等技术,实现列车的间隔控制、速度调节和运行监控,保障列车运行安全和准点。(2)在新能源汽车领域。电动汽车的动力电池管理系统实时监测电池的电压、电流、温度等参数,通过均衡控制、充放电管理等功能,保障电池的安全使用和延长使用寿命。电机驱动系统采用高性能的永磁同步电机和先进的控制算法,实现高效的能量转换和动力输出。充电桩和换电站等基础设施也依赖自动化控制技术,实现充电过程的安

全监控和智能调度。(3)智能交通系统的发展。通过传感器、通信技术和控制算法,实现对交通流量的实时监测和智能调控。智能信号灯系统根据交通流量自动调整信号灯时长,缓解交通拥堵。车载智能系统集成导航、自动驾驶辅助等功能,通过传感器感知周围环境信息,结合控制算法实现车辆的自动驾驶和安全辅助驾驶。

2.4 在建筑领域

在建筑领域,电气工程及其自动化技术致力于打造安全、舒适、节能的智能化建筑环境,具体如下:(1)在建筑电气系统方面。智能配电柜集成了电量监测、故障保护、远程控制等功能,通过通信网络将数据上传至建筑能源管理系统,实现对电力消耗的实时监测和优化管理。照明系统广泛应用智能照明控制技术,通过光线传感器、人体感应传感器和场景控制模块,实现照明的自动调节。在白天光照充足时,自动降低照明亮度;在无人区域,自动关闭灯光,达到节能目的。(2)在建筑设备自动化系统中。对空调、电梯、给排水等设备进行集中监控和管理。空调系统通过传感器监测室内温度、湿度、空气质量等参数,自动调节制冷/制热设备和通风设备的运行状态,提供舒适的室内环境并降低能耗。电梯群控系统采用智能调度算法,根据电梯运行状态和乘客需求,合理分配电梯资源,提高电梯运行效率和乘客等待舒适度。给排水系统通过水位传感器和压力传感器,自动控制水泵的启停,保障供水安全和稳定。(3)智能家居系统的兴起。智能家居系统集成照明控制、家电控制、安防监控等功能,用户可通过手机APP或语音控制实现对家居设备的远程操控和场景化设置。智能家居系统与建筑电气系统的融合,实现了能源的统一管理和优化,提升了建筑的智能化和节能水平^[3]。

3 电气工程及其自动化产业发展趋势

在科技持续创新与社会需求不断演进的推动下,电气工程及其自动化产业正展现出以下一系列发展趋势。

(1)智能化。随着人工智能、机器学习等技术的迅猛发展。在智能电网中,基于人工智能的算法能够实时分析

海量的电力数据,精准预测电力需求、优化电力分配,实现电网的智能调度与故障的早期预警,有效提升电网运行的稳定性与可靠性。在工业制造领域,智能化的电气设备和自动化生产线可依据生产状况自主调整运行参数,实现生产过程的优化控制,提高生产效率与产品质量。(2)新能源应用。随着全球对清洁能源需求的增长,风能、太阳能、水能等新能源在发电领域的占比持续攀升。这促使电气工程及其自动化产业围绕新能源发电开展技术研发与应用拓展。新能源发电设备不断升级,如风力发电机单机容量持续增大,光伏电池转换效率逐步提高;储能技术迅速发展,以应对新能源发电的间歇性与波动性问题,保障电力供应的稳定性。储能系统可在电力过剩时储存电能,在电力短缺时释放电能,维持电网供需平衡。(3)产业融合。电气工程及其自动化与物联网、大数据、云计算等新兴技术加速融合。物联网技术让电气设备实现互联互通,设备运行数据得以实时采集与传输,为远程监控、故障诊断和智能运维提供支撑^[4]。大数据与云计算技术则助力企业处理和分析海量数据,挖掘数据价值,制定科学决策。

结束语:电气工程及其自动化在核心技术突破、多领域应用拓展及产业融合发展等方面成果显著。电力电子、智能控制与新能源发电技术为各行业提供强大支持,在重点领域的应用提升了生产效率、保障了系统稳定、优化了资源配置。展望未来,智能化、新能源广泛应用及与新兴技术深度融合将成为产业发展主流趋势。

参考文献

- [1]李鹏飞.论电气工程及其自动化现状[J].建筑工程技术与设计,2020(24):41-42.
- [2]王科技.探析电气工程及其自动化现状[J].建筑工程技术与设计,2020(15):03-04.
- [3]董巍威.电气工程及其自动化现状及未来发展趋势[J].时代汽车,2020(11):4-5.
- [4]郭云,王卓.电气工程及其自动化现状及未来发展趋势[J].环球市场,2020(4):391-392.