

电气自动化及电气自动化发展趋势探究

吴 旻 汪 勤 孙适雨

国网四川电力送变电建设有限公司 四川 成都 610000

摘 要：本文系统阐述电气自动化的基本概念、关键技术及其在各领域的广泛应用。深入分析当前电气自动化技术发展现状，结合行业动态与技术创新，探究其未来发展趋势，旨在为电气自动化领域的从业者及相关研究人员提供理论参考，推动电气自动化技术持续进步与广泛应用。

关键词：电气自动化；发展趋势；技术应用；智能控制

引言

随着科技的飞速发展，电气自动化技术已成为现代工业生产、日常生活等众多领域不可或缺的关键支撑。从工厂自动化生产线到智能家居系统，电气自动化技术的应用极大地提高了生产效率、改善了生活质量。在全球倡导智能制造、绿色发展的大背景下，深入研究电气自动化技术及其发展趋势，对推动产业升级、实现可持续发展具有重要意义。

1 电气自动化概述

电气自动化，作为一门融合多学科知识的综合性技术，致力于运用自动化手段对电气设备及系统进行精准操控。其定义可概括为，在无需人工直接干预的情况下，利用各类先进技术实现电气系统的自动监测、控制与调节。从涵盖范围来看，电气自动化贯穿于工业生产、交通运输、建筑以及日常生活等众多领域。在工业生产中，大到自动化生产线的运行，小到电机的精准控制，都离不开电气自动化技术的支撑；在交通运输领域，智能交通系统的信号控制与电动汽车的核心控制技术也属于其范畴；建筑内的智能照明、空调及安防系统，更是电气自动化在建筑领域的典型应用；日常生活中的智能家居与可穿戴设备，同样彰显着电气自动化的魅力。其核心技术丰富多样，自动化控制理论是基础，为系统的控制策略制定提供依据，像经典控制理论与现代控制理论，能够根据不同的控制需求构建合适的控制模型。传感器技术宛如系统的“触角”，通过温度、压力、位置等各类传感器，实时感知电气设备及系统的运行状态，并将这些信息精准反馈。通信技术则是连接各个环节的“桥梁”，无论是工业现场总线通信，还是无线通信技术，都保障了数据在不同设备与系统间的快速、准确传输。凭借这些核心技术，电气自动化技术实现了对电气设备及系统的全方位自动监测、控制与调节。在提高系统运行可靠性方面，它能够及时发现并处

理设备的潜在故障，避免突发故障导致的停机；在稳定性上，通过精准的控制策略，使设备运行状态保持平稳；在效率提升上，自动化的运行模式大幅缩短了生产周期，提高了资源利用率，从而在各领域发挥着关键作用^[1]。

2 电气自动化技术应用

2.1 工业生产领域

(1) 在汽车制造行业，电气自动化技术构建自动化生产线时，通过可编程逻辑控制器（PLC）对生产流程进行精确编程控制。机器人手臂在传感器与视觉识别系统辅助下，完成零部件的精准抓取、搬运与组装。例如特斯拉汽车工厂，其高度自动化生产线借助电气自动化技术，将汽车零部件加工精度控制在极小公差范围内，极大提升产品质量。自动化生产线可实现24小时不间断生产，相较于传统人工生产线，生产效率提升数倍，人力成本大幅降低。在电子设备生产行业，SMT（表面贴装技术）生产线依靠电气自动化实现电子元件的高速、精准贴装。通过自动化光学检测（AOI）设备实时监测贴装质量，确保产品合格率。像富士康的电子元件生产车间，自动化生产线使得每小时产能可达数万件，显著提高生产效率。(2) 在化工、电力等流程性工业的过程控制中，分布式控制系统（DCS）发挥关键作用。以化工生产为例，温度、压力、流量等参数通过各类传感器实时采集并传输至DCS系统。DCS依据预设控制策略，调节阀门开度、泵的转速等执行机构，精准控制反应温度、物料流量等。如在炼油厂常减压蒸馏装置中，通过电气自动化精准控制，使产品质量波动极小，产品合格率大幅提高，同时保障生产过程稳定、高效，避免因参数波动引发的安全事故与生产停滞。

2.2 交通运输领域

(1) 在智能交通系统中，电气自动化技术用于智能交通信号灯控制。通过车辆检测传感器与交通流量监测系统，实时收集路口车流量数据。智能交通控制系统依

据这些数据,动态调整信号灯时长,实现交通流量优化。例如北京部分路口采用的智能交通信号灯,可使路口通行效率提高15%-20%。在车辆自动驾驶辅助系统方面,传感器融合技术(如毫米波雷达、摄像头等传感器数据融合)为车辆提供周围环境精确信息。自适应巡航控制(ACC)、自动紧急制动(AEB)等功能借助电气自动化实现车辆自动跟车、制动,有效降低交通事故发生率。(2)在电动汽车技术中,电池管理系统(BMS)运用电气自动化技术对电池组进行监测与管理。通过测量电池电压、电流、温度等参数,BMS精确计算电池剩余电量(SOC),并进行均衡控制,延长电池使用寿命。电机控制系统利用电力电子技术与控制算法,实现对电机的高效控制,提升电动汽车动力性能与续航里程。例如比亚迪的电动汽车,凭借先进的电气自动化电池与电机控制技术,在续航里程、充电速度等方面表现出色,推动新能源汽车产业发展。

2.3 建筑领域

(1)在智能建筑系统构建中,电气自动化技术通过建筑自动化系统(BAS)实现照明、空调、安防等系统的集成控制。照明系统可根据环境光线与人员活动情况自动调节亮度,如飞利浦智能照明系统,能节省30%-50%的照明能耗。空调系统通过传感器监测室内温度、湿度,自动调节制冷制热功率,提高建筑舒适度。安防系统中的门禁、监控设备通过电气自动化实现互联互通,实时监控建筑安全状况。通过智能建筑系统,整体能源消耗可降低20%-30%,实现绿色建筑目标。(2)在电梯控制系统中,电气自动化技术通过电梯控制器实现电梯运行逻辑控制。利用传感器监测电梯轿厢位置、速度,保障电梯平稳运行。故障监测与诊断系统通过分析电梯运行数据,提前发现潜在故障,如奥的斯电梯的智能故障诊断系统,可将电梯故障率降低30%左右,大大提升建筑垂直交通便利性与安全性^[2]。

2.4 日常生活领域

(1)在智能家居系统中,电气自动化技术通过物联网(IoT)实现家居设备互联互通。智能灯光系统可通过手机APP或语音控制,实现远程开关、亮度调节。智能家电如智能冰箱、智能洗衣机,可根据用户习惯自动运行。智能安防系统中的门窗传感器、摄像头等设备实时监控家居安全,异常情况及时报警。例如小米智能家居生态系统,为用户提供便捷、舒适、安全的生活环境,提升生活品质。(2)在可穿戴设备方面,电气自动化技术用于实现对人体健康数据的实时监测与分析。智能手表、智能手环通过传感器采集心率、血压、运动步数等

数据,借助微处理器与无线通信技术将数据传输至手机APP。APP利用算法对数据进行分析,为用户提供个性化健康管理建议,如华为智能手表在健康监测功能方面表现出色,助力用户关注自身健康。

3 电气自动化发展趋势

3.1 智能化发展

(1)在智能控制技术应用方面,人工智能(AI)、机器学习(ML)及深度学习(DL)正重塑电气自动化控制系统。以工业机器人控制为例,深度学习算法可对机器人操作过程中的大量数据进行分析,使机器人能自主学习复杂任务,实现对不同工件的精准抓取与操作,显著提升生产灵活性。在电力系统中,基于AI的智能电网调度系统能依据实时电网运行数据、天气变化及用户用电需求,进行自主决策,优化电力分配,实现自适应控制,极大增强电网应对复杂多变环境的能力,提高供电可靠性与电能质量。(2)对于智能诊断与维护,大数据分析、故障预测与健康监测(PHM)技术发挥关键作用。在大型电机设备中,传感器实时采集振动、温度、电流等多源数据,PHM系统运用大数据分析技术挖掘数据特征,建立设备健康模型。通过对比实时数据与模型,可提前预测潜在故障,如轴承磨损、绕组短路等。例如,西门子的智能电机诊断系统,借助此类技术能提前数周甚至数月发现故障隐患,指导维护人员及时干预,降低设备故障率,提高设备运行可靠性与维护效率,减少因设备停机造成的经济损失^[3]。

3.2 集成化发展

(1)系统集成层面,电气自动化系统与信息技术系统、工业互联网平台深度融合。在智能制造工厂中,电气自动化生产线与企业资源计划(ERP)系统集成,生产设备实时将产量、设备运行状态等数据传输至ERP系统,ERP系统根据订单需求、库存情况等信息,向电气自动化生产线下达生产指令,实现数据共享与协同工作。工业互联网平台整合各类电气自动化设备数据,通过数据分析优化生产流程,提高企业整体运营效率与竞争力。例如,GE的Predix工业互联网平台,连接大量电气设备,为企业提供设备管理、性能优化等服务,助力企业降本增效。(2)在硬件集成方面,电气自动化设备正朝着小型化、模块化、集成化发展。以可编程逻辑控制器(PLC)为例,新型PLC将多种功能模块集成在更小尺寸的设备中,减少设备占地面积。模块化设计使不同功能模块可根据需求灵活组合,降低系统布线复杂度。如三菱的小型模块化PLC,用户可根据控制需求快速搭建控制系统,且在设备维护时,可方便地更换故障模块,提高

系统可靠性与可维护性,适应现代工业对设备紧凑化、高效化的要求。

3.3 绿色化发展

(1) 节能技术在电气自动化系统中广泛应用。高效电机采用新型材料与优化设计,降低电机运行损耗。例如,永磁同步电机相较于传统异步电机,效率可提高5%-10%,在工业风机、水泵等设备中大量应用,显著降低能耗。智能功率模块(IPM)通过优化功率转换效率,减少电力电子设备发热与能量损耗。能量回馈技术将电机制动时产生的能量回馈至电网,实现能量回收再利用,如在电梯、起重机等设备中,能量回馈装置可使系统节能15%-30%,助力实现节能减排目标。(2) 在可再生能源应用领域,电气自动化技术是实现太阳能、风能等可再生能源高效利用与稳定并网的关键。在太阳能光伏发电系统中,电气自动化控制技术实现光伏板的最大功率点跟踪(MPPT),提高太阳能转换效率。同时,通过智能逆变器将直流电转换为交流电并稳定并网。在风力发电场,电气自动化系统监测风机运行状态,根据风速、风向调整风机叶片角度与转速,实现风能高效捕获,保障电力稳定输出,推动能源结构绿色转型。

3.4 网络化发展

(1) 工业互联网对电气自动化影响深远。通过工业互联网,企业可实现对电气设备的远程监控与远程运维。在石油化工企业,工程师可通过网络远程监控分布在不同区域的电气设备运行参数,及时发现设备异常。利用远程运维技术,可对设备进行软件升级、故障诊断与修复,减少现场维护工作量。工业互联网还整合设备运行数据,进行大数据分析与优化,挖掘设备潜在价值,推动制造业数字化转型与智能化发展,如施耐德电气的工业互联网解决方案,帮助企业提升生产管理水平。(2) 物联网技术使电气设备互联互通与智能化管理成为现实。在智能建筑中,各类电气设备(照明、空调、安防等)通过物联网连接,物联网平台收集设备运行数据,分析设备运行规律,实现设备优化运行。例如,根据人员活动与环境变化自动调节照明亮度与空调温度。在故障诊断方面,物联网平台依据设备数据特

征,及时发现故障并定位故障点,为设备维护提供数据支持,提高建筑电气系统管理效率与可靠性^[4]。

3.5 标准化发展

(1) 技术标准制定对电气自动化发展至关重要。国际电工委员会(IEC)、电气与电子工程师协会(IEEE)等组织制定了众多电气自动化相关标准。例如,IEC制定的PLC编程标准规范了PLC编程语言与程序结构,促进不同厂家PLC产品的兼容性与互换性。在产品的设计环节,标准指导设计人员遵循统一规范,确保产品质量与性能。生产过程中,标准保障产品一致性。测试环节依据标准进行严格检测,提高电气自动化产品质量,推动行业健康发展。(2) 在安全标准方面,电气自动化系统面临信息安全与功能安全挑战。信息安全标准要求采取加密、访问控制等措施保护系统数据与通信安全,防止黑客攻击与数据泄露。功能安全标准规定电气自动化系统在故障情况下应保持安全状态,如在工业自动化生产线中,安全PLC遵循功能安全标准设计,确保设备故障时能及时停机,防止事故发生,保障人员与设备安全,促进电气自动化系统安全可靠运行。

结语

总结电气自动化技术在各领域的广泛应用及对社会经济发展的重要推动作用。强调把握电气自动化技术智能化、集成化、绿色化、网络化、标准化发展趋势的重要性,鼓励相关企业与研究机构加强技术创新与应用推广,促进电气自动化技术持续健康发展,为实现经济社会可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]关邈帅.新时期电气自动化及电气自动化发展趋势探究[J].电脑校园,2020(7):1145-1146.
- [2]王卓.电气自动化及电气自动化发展趋势探究[J].电脑高手,2020(4):1871-1872.
- [3]崔峰宾.新时期电气自动化及电气自动化发展趋势探究[J].电脑爱好者(校园版),2021(12):267-268.
- [4]杨锐锐.新时期电气自动化及电气自动化发展趋势探究[J].智能建筑与工程机械,2022,4(1):61-63.