

工业自动化控制系统应用研究

柳正海 王丹萍

西安航天自动化股份有限公司 陕西 西安 710065

摘要：在科技浪潮的推动下，工业领域正经历着深刻变革，工业自动化控制系统已成为这场变革的核心力量。本文聚焦工业自动化控制系统应用研究。先概述其概念等，分析传感器、控制器、通信、执行器等关键技术。阐述应用优势，如提高生产效率、提升产品质量、降低成本、保障安全。剖析应用中面临系统集成、数据安全、人才短缺、维护管理等问题，并提出对应解决策略。旨在全面探究工业自动化控制系统，为其在工业领域的更好应用与发展提供理论支撑和实践参考。

关键词：工业自动化；控制系统；应用研究

引言：随着工业现代化进程加速，工业自动化控制系统在工业生产中愈发关键。它通过多种技术实现生产自动化，显著优化生产各环节。然而，在应用过程中面临着一系列复杂问题。深入研究其技术、优势、问题及解决策略，对充分发挥系统效能、推动工业转型升级、增强企业竞争力具有重要意义，能助力工业在新时代实现高质量发展。

1 工业自动化控制系统概述

在当今工业体系里，工业自动化控制系统是工业生产迈向现代化、智能化的关键支柱，占据着举足轻重的地位。从定义来说，它是一套能够借助各类自动化装置、智能算法和通信网络，在无需人工持续干预的情况下，对工业生产过程进行精准监测、控制与优化的系统。该系统主要包含传感器、控制器、执行器和通信网络这几个关键部分。传感器的职责是收集生产现场的温度、压力、流量等物理量数据，并且把它们转化成电信号，传输给控制器。而控制器就像是系统的“大脑”，接收传感器传来的信号后，按照预先设定好的程序和算法进行分析运算，然后生成相应的控制指令。执行器则依据这些指令，对生产设备执行开启、关闭、调节等操作，以此实现对生产过程的精确控制。通信网络在其中扮演着数据传输的桥梁角色，保障各个部件之间的信息能够顺畅交互。它的工作原理是以反馈控制机制为基础，通过实时采集生产过程的数据，与设定值进行对比，进而调整控制策略，让生产过程保持稳定。工业自动化控制系统一路走来，历经机械自动化、电气自动化阶段，发展到如今高度智能化、网络化的时代，持续推动着工业生产效率的提升和质量的变革，在各个工业领域发挥着无可替代的重要作用^[1]。

2 工业自动化控制系统的关键技术

2.1 传感器技术

在工业自动化控制系统里，传感器技术就像人体的感知器官一样重要，它能敏锐捕捉生产过程里的各类物理和化学信息。像温度、压力、湿度这些非电信号，经传感器巧妙转化为电信号，给系统运作提供精准数据。比如热电偶传感器，靠热电效应测温度；压力传感器则依据压阻效应感知压力。如今，传感器正往微型化、智能化、多功能化发展。体型变小，能安装在更复杂的地方；智能升级，有了自我诊断和校准能力；功能多样，一个顶多个用，降低成本。在生产线上，传感器帮着监测设备、检测产品，是自动化生产的得力助手。

2.2 控制器技术

控制器作为工业自动化控制系统的核心，犹如人的大脑，承担着数据处理与决策的重任。常见的控制器有可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）等。PLC 具有编程简单、可靠性高的特点，能通过编写梯形图等程序实现逻辑控制、顺序控制等功能，在小型自动化生产线中应用广泛。DCS 则更适用于大型工业过程控制，它采用分散控制、集中管理的模式，将控制功能分散到各个现场控制站，通过高速通信网络实现数据集中管理与监控。控制器依据预设的控制算法，对传感器传来的数据进行分析处理，输出控制指令，以调节执行器的动作，确保生产过程稳定运行。随着技术的发展，控制器的运算速度不断提升，功能愈发强大，能够实现更复杂的控制任务。

2.3 通信技术

在工业自动化控制系统里，通信技术就像神经网络，是设备间沟通的桥梁。少了它，设备各自为战，整个系统就瘫痪了。工业以太网和现场总线是常用的通信技术。工业以太网源于以太网，速度快、开放性强，能

轻松接入不同厂家设备，像控制器和上位机间大量数据的实时传输，它就能完美应对。现场总线则专注现场设备通信，比如 PROFIBUS 和 CAN，可靠性高、实时性强、抗干扰出色，能把传感器、执行器和控制器紧密相连，保障生产精准控制，推动工业迈向智能化、网络化，提升企业生产管理效率。

2.4 执行器技术

在工业自动化控制系统里，执行器堪称“手脚”，把控制器的信号变为实际动作，调控生产。像电机、调节阀和电磁阀都是常见执行器。电机通过改变转速与转向，带动工厂里的机器运转，比如机械臂的灵活运动就靠它。调节阀在化工、电力行业调节流体参数，保障生产稳定。电磁阀控制气液通断，像热水器的水阀开关。执行器性能直接关乎控制精度和响应速度。如今，它朝着高精度、高可靠、智能化迈进，智能执行器能自我诊断、远程操控，让工业生产更高效、智能。

3 工业自动化控制系统的应用优势

3.1 提高生产效率

在工业生产领域，效率是衡量企业竞争力的重要指标之一，工业自动化控制系统在提升生产效率方面效果显著。传统生产模式依赖人工操作，不仅易受生理极限限制，如工人长时间工作会产生疲劳，导致操作速度减缓、失误增多，而且不同工人的熟练度差异也会造成生产节奏的不稳定。相比之下，自动化控制系统凭借其精准的程序设定和强大的执行能力，能够实现 24 小时不间断作业。以食品饮料行业为例，在自动化灌装生产线中，传感器实时监测产品的输送速度和位置，控制器根据预设程序精准控制灌装设备的启停和灌装量。每一瓶饮料的灌装时间误差可控制在毫秒级，相较于人工灌装，效率提升数倍。同时，自动化控制系统还能借助大数据分析技术，对生产流程进行深度挖掘，发现潜在的时间浪费点并加以优化。

3.2 提升产品质量

产品质量是企业的生命线，工业自动化控制系统为保障和提升产品质量提供了坚实的技术支撑。在生产过程中，传感器就像一个个敏锐的“监测员”，时刻收集关键生产数据，如在机械加工行业，高精度的位移传感器可精确测量零部件的加工尺寸，温度传感器则能实时监控加工过程中的温度变化。一旦这些数据偏离预先设定的质量标准，控制系统便迅速做出反应，自动调整生产参数，避免因参数偏差导致的产品质量问题。以手机制造企业为例，自动化生产线上的高精度机器人手臂在进行零部件装配时，重复定位精度可达微米级，远高于

人工装配的精度。同时，借助先进的图像识别技术，自动化检测设备能够快速、准确地识别产品表面的细微瑕疵，如划痕、裂纹等，检测准确率可达 99% 以上。通过这种全方位、高精度的质量管控，确保了每一部出厂手机的质量稳定可靠，有效提升了企业的品牌形象和市场竞争能力，使企业在激烈的市场竞争中脱颖而出。

3.3 降低生产成本

从成本控制的角度来看，工业自动化控制系统为企业带来了实实在在的经济效益。第二，在人力成本方面，自动化设备的广泛应用大幅减少了企业对人工的依赖。以纺织行业为例，传统纺织车间需要大量工人进行布匹的织造、分拣和包装工作，而引入自动化纺织生产线后，原本需要几十人完成的工作，现在仅需少数技术人员进行监控和维护，人力成本大幅降低。第二，在资源利用方面，自动化控制系统能够实现对原材料和能源的精细化管理。在塑料加工行业，通过精确控制注塑机的温度、压力和注塑时间，可有效减少原材料的浪费，使原材料利用率提高 10% - 20%。同时，自动化控制系统还能根据生产需求实时调整设备的运行功率，避免能源的不必要消耗^[2]。

3.4 保障生产安全

在工业生产中，保障员工的生命安全是企业的首要责任，工业自动化控制系统在这方面发挥了至关重要的作用。许多工业场景存在着各种危险因素，如在金属冶炼行业，高温熔炉旁的工作环境对人体危害极大；在煤矿开采行业，井下存在瓦斯爆炸、透水等安全隐患。工业自动化控制系统能够将工人从这些危险环境中解放出来，采用自动化设备代替人工进行高危操作。例如，在金属冶炼厂，自动化的加料机器人能够在高温、强辐射的环境下准确地将原料加入熔炉，避免了工人直接接触高温环境。同时，自动化控制系统配备了完善的安全保护机制，包括多重传感器监测、紧急制动系统和故障报警装置等。一旦检测到异常情况，如设备运行参数异常或出现安全隐患，系统立即触发紧急制动，并发出警报通知相关人员。

4 工业自动化控制系统应用中面临的问题与解决策略

4.1 面临的问题

4.1.1 系统集成问题

不同厂商设备与系统的通信协议、接口标准不统一，导致兼容性差。集成时需整合多种品牌设备，如某自动化生产线要集成 A 厂传感器、B 厂控制器、C 厂执行器，因协议差异，常出现数据传输不畅、设备控制不稳定等状况，且要兼顾设备性能差异、功能需求与扩展

性,增加集成难度与复杂性。

4.1.2 数据安全问题

随着与互联网融合,工业自动化控制系统面临严峻数据安全挑战。外部黑客入侵、恶意软件感染等网络攻击频发,内部管理不善,如员工安全意识淡薄、权限管理混乱、数据加密措施不完善,都可能导致生产数据、商业机密等泄露、篡改或破坏,给企业带来巨大损失。

4.1.3 人才短缺问题

工业自动化控制系统涉及多学科知识技能,需复合型人才。但高校教育与实际应用脱节,培养的学生实践与创新能力不足。同时,行业技术更新快,企业员工缺乏有效培训,再加上工作环境和待遇等因素影响,导致人才吸引力和稳定性差,市场上此类人才匮乏。

4.1.4 维护管理问题

工业自动化控制系统设备繁多、结构复杂,故障诊断与维修难度大,维护人员技术水平参差不齐,易导致故障排查时间长,影响生产。软件需定期更新维护,却常出现兼容性问题。且网络化发展带来远程维护需求,面临网络安全、通信延迟等问题,缺乏完善的远程维护管理机制。

4.2 解决策略

4.2.1 针对系统集成问题的策略

建立统一的通信协议和接口标准是解决系统集成兼容性问题的关键。行业协会和标准化组织应发挥主导作用,推动制定统一的工业自动化通信协议和接口标准,促进不同厂商设备之间的互联互通。例如,目前已经广泛应用的 OPC UA(开放式平台通信统一架构)协议,它为工业自动化系统提供了一种统一的、跨平台的通信标准,能够实现不同设备和系统之间的数据交换和互操作性。同时,企业在进行系统集成时,应优先选择支持统一标准的设备和软件,降低系统集成的难度和成本。

4.2.2 针对数据安全问题的策略

为了保障工业自动化控制系统的数据安全,企业需要建立完善的数据安全防护体系。首先,加强网络安全防护,采用防火墙、入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)等网络安全设备,对控制系统的网络边界进行保护,防止外部网络攻击。同时,定期对系统进行漏洞扫描和安全评估,及时发现并修复系统中的安全漏洞。其次,加强数据加密技术的应用,对传输和存储的数据

进行加密处理,确保数据的保密性和完整性。例如,采用 SSL/TLS 等加密协议对数据传输进行加密,采用 AES 等加密算法对数据存储进行加密。

4.2.3 针对人才短缺问题的策略

为了解决工业自动化控制系统人才短缺的问题,需要政府、高校和企业共同努力。政府应加大对工业自动化相关专业教育的支持力度,鼓励高校和职业院校开设相关专业,并加强专业建设和师资队伍建设。高校和职业院校应根据市场需求,优化课程设置,加强实践教学环节,提高学生的实践能力和创新能力。例如,与企业合作建立实习实训基地,让学生在真实工作环境中学习和锻炼。企业应加强与高校和科研机构的合作,开展产学研合作项目,吸引高校毕业生和科研人员参与企业的技术研发和项目实施^[1]。

4.2.4 针对维护管理问题的策略

为了提高工业自动化控制系统的维护管理水平,企业应建立完善的维护管理体系。首先,加强维护人员的培训,提高维护人员的专业素质和技能水平。定期组织维护人员参加技术培训和业务学习,学习新的设备维护技术和故障诊断方法,不断提升维护人员的能力。其次,建立设备故障预警机制,利用传感器和数据分析技术,实时监测设备的运行状态,提前发现设备潜在的故障隐患,并及时采取措施进行处理,避免设备故障的发生。

结束语

综上所述,工业自动化控制系统在现代工业中扮演着举足轻重的角色。其凭借传感器、控制器等关键技术,展现出提高生产效率、保障产品质量等显著优势。然而,应用过程中也面临系统集成、数据安全等诸多挑战。为推动工业自动化持续发展,需行业各方协同合作,统一标准、强化安全防护、培育专业人才并完善维护机制。

参考文献

- [1]王幼鹏.试论自动控制系统的现代特征[J].网络财富,2019(20):170-171。
- [2]王少勇.自动化仪表维护工作程序化实践[J].中国石油和化工,2019(9):48-49。
- [3]王永胜.智能仪表技术及工业自动化应用发展探讨[J].自动化博览,2019(6):48-51。