

# 工业4.0背景下自动化技术的应用与发展趋势

张 艺 赵中华 田法硕

迈迪森技术(杭州)有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要:** 在工业4.0的时代浪潮下,聚焦自动化技术的应用与发展。阐述工业4.0的时代背景和内涵,剖析其与自动化技术的紧密关联,点明研究目的是为推动二者协同发展,助力产业升级。介绍自动化技术的核心构成,包括自动化控制系统、传感器技术和执行器,分析在制造业、能源、交通运输等多元领域的应用。探讨技术革新和市场需求对自动化发展的驱动,以及应用中面临的挑战。展望工业4.0时代自动化技术在技术突破、产业生态变革、社会影响与可持续发展等方面的未来趋势,为相关领域的研究与实践提供参考。

**关键词:** 工业4.0; 自动化技术; 应用领域; 发展趋势; 驱动因素

## 1 引言

随着科技的飞速发展,工业领域正经历着深刻变革,工业4.0概念应运而生。它代表着第四次工业革命,以智能制造为主导,涵盖物联网、大数据、人工智能等前沿技术,旨在构建高度灵活、个性化、数字化的生产模式,重塑全球工业格局。自动化技术作为工业4.0的关键支撑,在这场变革中扮演着不可或缺的角色。它不仅提升生产效率、降低人力成本,还能保障产品质量的稳定性与精准度。二者相互促进,工业4.0为自动化技术开辟了更广阔的应用空间,自动化技术则是实现工业4.0的重要手段。研究工业4.0背景下自动化技术的应用与发展趋势,有助于企业把握技术走向,实现转型升级,对推动工业现代化进程、提升国家竞争力意义重大。

## 2 自动化技术核心构成与基础原理

### 2.1 自动化控制系统类别与原理

开环控制系统依据预设指令运行,对输出结果不做反馈检测,如简易的定时灌溉系统,按设定时间开启和关闭阀门,不管土壤实际湿度。它结构简单、成本低,但控制精度易受外界干扰影响。闭环控制系统则引入反馈机制,像智能空调,通过温度传感器实时监测室内温度,并与设定值比较,自动调节制冷或制热功率,使室温稳定在设定范围。其原理基于负反馈调节,能有效克服干扰,控制精度高,广泛应用于对控制精度要求严苛的工业生产中,如汽车制造的自动化生产线,精准控制零部件加工与装配,保障产品质量<sup>[1]</sup>。

### 2.2 传感器技术在自动化中的关键作用

传感器宛如自动化系统的“感知器官”,起着至关重要的作用。它能将各种物理量、化学量转化为电信号,供控制系统处理。在工业生产中,压力传感器监测管道内流体压力,一旦压力超出安全范围,系统即刻报

警并自动调节。温度传感器在电子设备制造中,实时监测芯片温度,防止过热损坏。位置传感器用于自动化物流仓储,精确确定货物位置,引导机械臂抓取。传感器的高精度和可靠性是保障自动化系统稳定运行的基础。随着技术发展,新型传感器不断涌现,如智能传感器集成了信号处理和通信功能,能自行分析数据并与上位机交互,极大提升了自动化系统的智能化水平,推动工业4.0中智能制造的发展。

### 2.3 执行器的功能与应用基础

执行器是自动化系统的“手脚”,负责将控制系统的指令转化为实际动作。常见的执行器有电动执行器、气动执行器和液压执行器。电动执行器利用电动机驱动,响应速度快、控制精度高,常用于数控机床,精准控制刀具位移,实现复杂零件加工。气动执行器以压缩空气为动力,结构简单、成本低、动作迅速,在食品包装生产线中,快速推动包装材料完成封装操作。液压执行器输出力大,适用于重型机械,如工程机械的起重臂升降,依靠液压执行器提供强大动力。执行器的性能直接影响自动化系统的工作效果,不同类型执行器根据应用场景需求,在工业生产、交通运输、智能家居等领域发挥着基础且关键的作用。

## 3 工业4.0中自动化技术的多元应用领域

### 3.1 制造业生产流程的自动化升级

在工业4.0的驱动下,制造业生产流程正进行全面自动化升级。以汽车制造为例,传统生产线需大量人力进行零部件组装,效率和精度受限。如今,自动化生产线引入工业机器人,借助高精度传感器与智能控制系统,可24小时不间断作业。从车身焊接到零部件装配,机器人能精准完成复杂操作,大大提高生产效率与产品质量稳定性。自动化仓储与物流系统也在制造业广泛应用,

自动化立体仓库利用自动导引车（AGV）和堆垛机，实现物料的自动存储、检索与配送，减少人工搬运误差，缩短生产周期。同时，数字化管理系统实时监控生产流程，根据订单需求灵活调整生产计划，实现生产的智能化与柔性化，让制造业在激烈的市场竞争中保持优势<sup>[2]</sup>。

### 3.2 能源领域自动化技术的深度融合

能源领域与自动化技术深度融合，为行业带来巨大变革。在电力生产中，自动化技术实现了发电设备的智能监控与优化运行。火电厂通过自动化控制系统，实时监测锅炉、汽轮机等设备的运行参数，自动调节燃料供给、蒸汽流量等，提高发电效率，降低能耗。风力发电场利用传感器监测风速、风向，自动调整风机叶片角度，确保风机始终处于最佳发电状态。在能源输送环节，智能电网借助自动化技术实现对输电线路的远程监控与故障诊断，快速定位并隔离故障点，保障电力稳定传输。自动化技术还应用于能源管理系统，对企业和建筑物的能源消耗进行实时监测与分析，制定节能策略，实现能源的高效利用，助力能源领域的可持续发展。

### 3.3 交通运输行业的自动化创新应用

交通运输行业在自动化技术推动下不断创新。在城市轨道交通方面，全自动运行系统已成为趋势。列车通过自动驾驶系统，根据预设程序自动完成进出站、加减速、开关门等操作，减少人为失误，提高运行效率和安全性。智能交通管理系统利用传感器、摄像头等设备收集交通流量信息，自动调节信号灯时长，缓解交通拥堵。在物流运输领域，自动驾驶卡车开始试点应用，借助高精度地图和传感器感知周围环境，实现货物的自动运输，降低人力成本和交通事故风险。无人机配送也在逐步发展，为偏远地区和紧急物资配送提供新途径，自动化技术正重塑交通运输行业的格局，提升出行和物流效率。

## 4 自动化技术发展的驱动因素与面临挑战

### 4.1 技术革新对自动化发展的推动

人工智能与机器学习技术的崛起，让自动化系统拥有自主学习和决策能力。在工业生产中，智能算法可分析海量生产数据，预测设备故障，提前安排维护，避免非计划停机，提升生产连续性。例如西门子的智能工厂，利用AI算法优化生产流程，产能提升显著。5G技术的高速率、低时延特性，为自动化设备实时通信提供保障。远程操控大型机械、协同作业的工业机器人，借助5G实现精准控制，突破空间限制，拓展自动化应用场景。此外，新型传感器技术不断涌现，如纳米传感器，以其高灵敏度和微型化特点，能探测更细微的物理量变

化，应用于医疗设备自动化生产，可实现更精密的操作，全方位推动自动化向智能化、精细化迈进<sup>[3]</sup>。

### 4.2 市场需求对自动化的导向作用

市场需求宛如指挥棒，引领自动化技术发展方向。随着全球制造业竞争加剧，企业追求高效、低成本生产，对自动化生产线需求猛增。例如电子制造行业，面对电子产品更新换代快、生产精度高的特点，企业纷纷引入自动化贴片设备、检测机器人，以提高生产效率和产品合格率，满足市场对电子产品的快速交付需求。在消费领域，智能家居市场兴起，消费者渴望更便捷、舒适的居住体验，推动自动化技术在家庭安防、家电控制等方面的应用，智能门锁、自动窗帘、智能温控系统走进千家万户。人口老龄化趋势下，医疗护理领域对自动化辅助设备需求增大，自动化康复训练设备、智能护理机器人应运而生，以应对护理人员短缺问题，满足社会养老与医疗需求。

### 4.3 自动化技术应用的现存挑战

尽管自动化技术发展迅猛，但应用中仍面临诸多挑战。技术层面，不同自动化设备和系统间兼容性差，数据难以互通共享，形成“信息孤岛”，如不同品牌工业机器人通信协议各异，在协同作业时集成难度大。安全问题也不容忽视，自动化系统网络安全防护薄弱，易遭受黑客攻击，一旦关键基础设施的自动化控制系统被入侵，将引发严重后果。成本也是制约因素，自动化设备初期采购、安装调试及后期维护成本高昂，对中小企业资金压力大。此外，自动化技术的广泛应用带来就业结构调整，部分低技能岗位被替代，若不能妥善解决人员再就业培训问题，可能引发社会矛盾，需政府、企业和社会多方协作应对。

## 5 工业 4.0 时代自动化技术的未来发展趋势

### 5.1 技术突破方向与前沿趋势

在技术突破的浪潮中，人工智能与自动化的深度融合正成为核心趋势。机器学习算法让自动化系统能够自主分析海量数据，进而做出精准决策。以智能工厂为例，系统能根据生产进度、原材料库存以及设备运行状况，自动调整生产计划，实现生产流程的高效优化，大幅提升生产效率和产品质量。与此同时，虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术也在为自动化领域带来新的变革。在设备维护方面，技术人员借助AR眼镜，可实时获取设备的三维模型、故障信息以及维修指导，实现远程协作维修，极大地提高维修效率，降低维护成本<sup>[4]</sup>。

另外，物联网技术的不断发展也为自动化技术提供了更为广阔的应用空间。通过将各类设备、产品连接到

互联网,实现数据的实时交互和共享。在智能家居领域,用户可以通过手机或语音助手远程控制家电设备,根据自身需求实现家居环境的自动化调节。而在工业领域,物联网技术使得工厂设备之间能够协同工作,形成一个有机的整体,进一步推动工业自动化向智能化、网络化方向迈进。

### 5.2 产业生态变革趋势

自动化技术的广泛应用正在重塑产业生态格局。一方面,制造业服务化转型加速,企业不再仅仅关注产品的生产制造,而是更加注重产品全生命周期的服务。例如,一些工业设备制造商在销售设备后,会为客户提供设备租赁、远程监控、定期维护以及技术升级等一系列服务,通过增值服务提升企业的市场竞争力和客户满意度。另一方面,产业协同创新不断深化,产业链上下游企业之间的合作更加紧密。自动化设备制造商与软件开发商、零部件供应商以及科研机构共同组建创新联盟,针对关键技术难题展开联合攻关,加快科技成果转化,实现互利共赢。

此外,随着自动化技术的普及,新的产业模式和业态不断涌现。共享制造平台的兴起,让中小企业能够通过租赁自动化设备和生产线,降低生产成本,提高生产灵活性。同时,个性化定制生产模式逐渐成为主流,企业借助自动化技术和大数据分析,能够根据客户的个性化需求进行定制化生产,满足市场多样化的需求,推动产业生态向更加多元化、智能化的方向发展。

### 5.3 社会影响与可持续发展趋势

自动化技术的快速发展对社会产生了深远影响。在就业方面,虽然部分重复性、规律性的工作岗位被自动化设备所取代,但同时也催生了一系列新的职业和岗位,如自动化系统工程师、数据分析师、人工智能训练师等。这就要求劳动者不断提升自身的技能水平,适应新的就业需求。教育机构也需要及时调整课程设置,加强对新兴技术和职业技能的培训,为社会培养更多适应

自动化时代的专业人才。

在可持续发展方面,自动化技术发挥着重要作用。在工业生产中,自动化控制系统能够精确控制生产过程,减少能源消耗和废弃物排放,实现绿色制造。例如,一些化工企业利用自动化技术优化生产流程,降低了能源消耗,减少了污染物的产生。此外,自动化技术在可再生能源领域的应用也日益广泛,如智能风力发电场、自动化太阳能电站等,提高了能源利用效率,推动了清洁能源的发展,为实现可持续发展目标提供了有力支撑<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

在工业4.0的宏大背景下,对自动化技术的研究已取得丰硕成果。我们明确了自动化技术在多元领域的深度应用,揭示出技术革新和市场需求是其发展的核心驱动力,同时也正视了应用中面临的挑战。展望未来,自动化技术在前沿突破、产业生态变革以及社会可持续发展等方面蕴含巨大潜力。未来,需进一步深挖自动化技术在复杂场景中的应用,结合更精确的量化研究,为其与工业4.0的协同发展提供更有力的支撑。相信随着技术的持续进步,二者将深度融合,推动工业领域迈向新的高度,为 global 经济发展注入强大动力。

## 参考文献

- [1]张永华.机械制造与冶金结合的自动化安全技术发展趋势分析[J].世界有色金属,2025(1):25-27.
- [2]冉建平.仪表技术在工业自动化中的应用与发展趋势[J].中国设备工程,2024(13):233-235.
- [3]翁传旺.电气自动化在工业4.0环境中的应用与发展趋势[J].新潮电子,2024(9):106-108.
- [4]丁建.工业4.0背景下智能化研磨抛光装备的发展趋势与应用前景分析[J].产业创新研究,2024(18):83-85.
- [5]王勇.工业4.0背景下数字技术在工业电气自动化系统中的应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(9):77-80.