

Innovation and Development Trends of Industrial Robots in the Field of Mechanical Manufacturing and Automation

Yongsheng Wang

Midea Washing Appliance Manufacturing Co., Ltd., Shunde District, Foshan City, Foshan, Guangdong, 528311, China

Abstract

The application of industrial robots in the fields of mechanical manufacturing and automation is gradually becoming popular, promoting progress in production efficiency, product quality, and manufacturing intelligence. At the beginning of this article, a brief introduction was given to the core functions of industrial robots in the field of mechanical manufacturing, including the optimization of automated production lines, the construction of intelligent processing systems, and the development of flexible manufacturing technology. Subsequently, an analysis was conducted on the challenges encountered in the application of industrial robots, such as low level of intelligence, limited key core technologies, high application costs, and significant safety risks in human-machine collaboration. This article proposes a series of innovative development strategies in response to these challenging situations, involving promoting the integration of artificial intelligence and robotics technology, improving the manufacturing level of domestic core components, optimizing human-machine collaboration processes, and improving the industry standard system.

Keywords

industrial robots; Mechanical manufacturing; Automation; Intelligent manufacturing; development trend

工业机器人在机械制造及其自动化领域的应用创新与发展趋势

王勇胜

佛山市顺德区美的洗涤电器制造有限公司，中国·广东 佛山 528311

摘 要

工业机器人在机械制造及自动化领域的应用正逐步普及，促进了生产效率、产品质量及制造智能化水平的进步。本篇文章起初对工业机器人在机械制造领域的核心职能进行了简要介绍，包括自动化生产线的优化、智能加工系统的构建与柔性制造技术的发展等核心内容。继而，对工业机器人应用所遭遇的难题进行了剖析，诸如智能化水平不高、关键核心技术受限、应用成本较高以及人机协作安全风险较大。针对这些挑战情境本篇文章提出了一系列创新发展的策略，涉及促进人工智能与机器人技术的融合、提升国产核心零部件的制造水平、优化人机协作流程以及完善行业标准体系。

关键词

工业机器人；机械制造；自动化；智能制造；发展趋势

1 引言

在全球制造业的迅猛进步之际，工业机器人在机械制造及自动化领域的应用范围不断拓展，成为智能制造技术进步的核心动力源泉。通过显著提升生产效率及降低人力成本，机器人在高精度、高复杂度、高风险的制造任务中凸显出显著优势。目前，工业机器人在焊接、喷涂、装配、搬运、检测等环节的广泛应用已是不争的事实，极大地促进了机械制造行业自动化与智能化水平的进步。

2 工业机器人在机械制造及自动化领域的应用概述

作为智能制造领域的关键构成，工业机器人在此领域占据核心地位。在机械制造及自动化领域中占据核心地位，该做法有效促进了生产效率与产品质量的提升也实现了成本降低提升了生产环节的优化水平，助力制造业实现智能化与柔性化发展的新飞跃^[1]。在人工智能、大数据、物联网等技术的融合助力下，在技术融合的推动下，工业机器人正迈向自主感知、智能决策及协作作业模式，这是从传统固定编程模式过渡的必然趋势。

在机械制造行业，工业机器人被广泛应用于焊接、喷涂、装配、搬运、打磨、检测等多个生产环节。例如，在汽车制造业领域，焊接机器人执行车身焊接作业时，体现了高水平

【作者简介】王勇胜（1991-），男，中国河南新蔡人，硕士，从事机械制造及其自动化研究。

的精度与统一性,生产效率的增长与人工操作误差的降低相辅相成。电子生产领域的高精度装配机器人在芯片封装及电子元件安装等环节实施其功能,确保精度为微米级。

在自动化生产线中部署工业机器人,进一步加快了智能制造的节奏。借助机器人集群构建的现代智能工厂实现创新,实施生产流程的柔性化改进,让生产线灵活变动,以适应各类产品的生产规定。例如,Cobot可与人工配合实施协同作业,也增强了生产的灵活性,也降低了劳动者的辛劳强度。

3 工业机器人应用中存在的问题

3.1 智能化程度不足难以适应复杂制造环境

现阶段的机械制造及自动化行业,工业机器人的应用现状,智能化水平有待进一步增强,限制了其在复杂制造环境中的适应性。传统工业机器人一般采用既定程序进行作业,未具备自适应学习及自主决策的技巧,难以适应生产需求的频繁波动。例如,在汽车制造与电子装配产业中,生产线上的产品型号与工艺流程需不断进行变动,遇到工件及工序的调整传统工业机器人一般需重新编程及调试流程,造成生产调整成本上升,削弱了其适应多样化生产需求的能力。

此外,在复杂的制造背景中,工业机器人的感知及人机协作能力相对较弱。尽管现代工业机器人引入了传感器及视觉识别系统,纵然现代工业机器人引入了传感器和视觉识别系统,其处理非结构化环境的能力依然有限。例如,对于精密加工领域的机器人而言,必须配置高精度感知与识别系统。

3.2 核心技术受限国产化率较低

高精度减速器是工业机器人性能提升的核心要素,其成本在整机成本中占超过三分之一的比重。目前,在当前全球范围内,高端工业机器人普遍采用日本生产的RV减速器和谐波减速器,国产替代产品在精度、寿命、稳定性方面尚有较大不足。此外,伺服电机与控制系统构成了工业机器人精确动作及智能操控的核心技术体系,针对高速高精度伺服驱动技术及运动控制算法,我国企业,与国际前沿水平存在明显不足,这也使得我国工业机器人在智能化、精确度和稳定性方面相对较为薄弱。

因核心技术的不足,工业机器人产业链的整体竞争力有所削弱^[2]。鉴于核心部件的进口依赖性现状,引起国产工业机器人整体制造成本的增加,难以在市场上形成价格上的竞争水平。此外,核心技术的自主掌握存在不足,造成国产机器人在高端应用领域难以普及认可,航空航天与半导体制造等行业的高精度加工范畴,现时普遍采用国外品牌的机器人设备。

3.3 设备成本高中小企业难以普及

工业机器人本体及其辅助性装备的采购成本相对较大。例如,高精度的六轴工业机器人的价格一般是在几十万元到

一百万元这个区间,针对需多台机器人协作的生产线,整体投资规模将变得更为庞大。此外,在应用阶段,工业机器人必须安装精密传感器、视觉识别系统、智能控制软件等辅助设备,整体投入成本因此进一步上升。

工业机器人的维护及操作费用相对较高,定期维护是机器人设备运作的必要环节,维持其正常运行,核心部件的更换与维修一般需借助原厂资源,故此,维护费用偏高。此外,企业应安排专业技术人员对工业机器人进行编程、调试及管理操作,人才短缺现象使企业的人力成本进一步攀升。

3.4 人机协作安全性问题

工业机器人高速转动阶段,存在威胁操作人员安全的潜在风险。例如,对于汽车制造及金属加工行业,进行焊接、切割、冲压等高强度工序时,若发生操作错误或设备出现故障,可能造成严重的安全后果。因此,处于人机互动的场合,确保机器人在异常状况下迅速停止以避免人员伤害,是工业机器人安全设计的关键目标。

目前协作技术面临一定的局限,涉及传感器精度不够、响应速度慢、环境感知能力有限等状况,可能导致机器人对事实的错误判断或反应不够迅速,可能构成对协作安全的隐患。因此,未来应优先集中力量提升工业机器人的安全算法,也需对实时避障机制进行优化升级,并增强机器人对环境变化的感应效果,改善其在复杂环境中的安全适应水平。

4 工业机器人未来的发展策略

4.1 强化人工智能与机器人技术融合,提升智能化水平

当前,工业机器人在机械制造及自动化领域的智能化水平仍然较低,主要运用既定程序进行重复操作,难以应对复杂多变的生产环境挑战。因此,人工智能(AI)与机器人技术的紧密结合是关键,这即工业机器人智能化升级的核心路径。通过实施深度学习、计算机视觉、边缘计算等尖端技术,显著改善机器人对环境的感知、自主决策及实时适应能力,从而更好地满足现代制造业对柔性生产的期望。

计算机视觉与深度学习技术的交汇,将极大地提升机器人对复杂环境的感知水平。传统工业机器人主要依照既定程序执行操作步骤,智能机器人通过高精度摄像头、激光雷达、力控传感器等设备,实时监测生产现场的变化,并采用AI算法完成目标识别、路径规划和操作优化^[3]。以电子装配及汽车制造领域为案例,AI赋能的机械手可自主识别不同型号的零部件,准确执行组装任务,减少人工干预,提高生产水平。

AI技术对工业机器人的自主学习与自适应能力进行了有效地改进。依托强化学习技术,机器人在实际操作中持续汲取经验,自行调整操作细节。以精铣加工为例,机器对切削参数实施持续的调节,匹配各类材料和加工需求,优化加工精度和生产效率。此外,采用边缘计算及云计算技术,执

行远程监控、数据共享和协同作业的任务由机器人承担,优化整体智能化水平。

4.2 加强核心零部件的自主研发,提升国产化能力

我国工业机器人在关键部件上存在明显缺陷,高端机器人市场中的关键部件,诸如高精度减速器、伺服电机和控制系统,主要由国外企业掌握,且这些部件均依赖进口,对国产机器人发展构成重大限制。因此,增强核心零部件的自主研究开发实力,提升国产化水平,这成为我国工业机器人产业升级至高端的关键环节。

高精度减速器自主创新能力之提升,乃核心要求,工业机器人实现精确的运动控制机制,减速器为其核心部件之列,其性能对机器人的精度、稳定性和使用寿命产生直接影响。目前,全球高端工业机器人普遍采用日本企业生产的RV减速器与谐波减速器,国产替代产品在加工精度和耐用性上还有待提高。鉴于现状,我国需提升在材料科学、精密制造及摩擦学等领域的科研能力,增强我国国产减速器的性能与稳定性,推行高端机器人关键部件的国产替代战略。

突破伺服电机和控制系统技术瓶颈,提升机器人自主控制能力。工业机器人完成精确动作所倚重的核心构成是伺服电机,动态响应性能对机器人的灵活性与精度起着决定性作用。现阶段,我国生产的伺服电机在能效、噪音控制及响应速度上尚存提升余地。此外,智能控制系统是影响机器人运行效率和智能化水平的核心要素,必须着重加强运动控制算法、实时数据处理及智能决策等关键领域的自主创新能力,将国产工业机器人引向高端智能化前沿。

4.3 发展新型人机协作模式,提高安全性与适应性

增强新型人机协作模式的安全级别,保障机器人安全高效,实现与人类和谐共处。在一般工业机器人作业环境中,在常规工业机器人的应用领域,一般采用物理隔离来分隔机器与人工操作人员,人机协作型机器人需实施高精度环境感知技术,确保在与人近距离接触时人类安全无虞。例如,可利用高灵敏度的力控传感器,若机器人检测到外力异常,它将自动中止动作,避免碰撞事故的进一步发生。除此之外,人工智能与计算机视觉技术的融合,通过精准辨认人的动作,机器人实时优化作业路径,有效提升人机协作的安全性能。

提高人机协作机器人的适应性,使其能够应对复杂、多变的生产环境。为应对制造环境的复杂性及多变性,与仅能执行既定任务的常规机器人形成对立,人机协作机器人应实现自适应学习与智能调整的技巧。以电子组装行业为例,机器借助AI算法掌握操作模式,并依据实际情况对动作进行调整,以提升协作效率。同时,借助5G与物联网技术,

机器人实时接收生产指令,与设备操作人员无缝衔接,提升生产效能。

4.4 完善行业标准与政策支持促进产业升级

完善的行业标准和政策支持是工业机器人产业健康发展的基石,以推动产业升级的步伐,提升整体竞争水平。从当前情况来看,我国工业机器人产业正遭遇技术标准不统一、监管体系不健全、产业扶持力度不够的困境。因此,形成完整的行业规范体系,强化政策引导的强度,这成为工业机器人产业高质量发展的核心驱动力,制定共同的行业标准,增进机器人产品的兼容性与稳定性。当前众多企业生产的工业机器人在接口协议、控制系统、数据格式等方面尚未达成统一标准,使设备互联互通的挑战性增强,影响了工业机器人集成应用的效果。因此,政府及行业协会需扮演主导角色,确立一套机器人行业的标准体系,确立并统一技术关键指标标准,增强产品间的兼容性,推动产业生态的协同增长进程。

实施政策扶持,激发产业升级与技术进步的动力。例如,政府设立专项资金作为推动手段,激发对工业机器人核心技术的自主研究热情,同时实施税收减免、融资扶持等措施,鼓励企业扩大技术研发与设备投资的规模。除此之外,还能推动机器人示范应用项目的开展,促进企业对国产机器人产品的采纳,增强本土机器人品牌的市场渗透率。推动国际合作与标准对接,助力我国工业机器人产业提升国际竞争力水平,投身于国际标准制定的行列。与国际顶尖企业实施技术交流与协作,有利于提高我国机器人产业的国际影响力水平,加速我国国产机器人企业走向国际市场的步伐,引领产业迈向高质量发展的新篇章。

5 总结

工业机器人在机械制造及自动化领域的应用已成为制造业智能化转型的重要推动力。尽管目前仍面临智能化程度不足、核心技术受限、成本高昂等挑战,但通过人工智能技术的融合、核心部件的自主研发、人机协作模式的优化以及行业标准的完善,工业机器人将在未来发挥更大作用,助力制造业向更高效、更智能、更安全的方向发展。

参考文献

- [1] 陈柏,叶可,吴洪涛."机器人+"背景下工业机器人技术创新发展方向[J].机械制造与自动化, 2023, 52(2):1-3.
- [2] 吴宗,李万里.工业机器人技术在智能制造中的应用分析[J].文渊(高中版), 2022(8):647-649.
- [3] 李燕.新时代职业院校"工业机器人技术应用"课程思政改革研究[J].畅谈, 2022:199-201.