

机电一体化技术在现代制造业中的应用及发展趋势

汤红祥

绍兴瑞飒检测技术有限公司，浙江绍兴，312000；

摘要：本文聚焦机电一体化技术在现代制造业的应用及发展趋势。通过分析其在自动化生产线、工业机器人、精密加工设备、智能仓储系统等领域的具体应用，阐述其提升生产效率、产品质量和自动化水平的关键作用。同时，结合工业 4.0 背景，探讨机电一体化技术向智能化、网络化、集成化、绿色化、个性化定制方向发展的必然性，并指出其在推动制造业转型升级中面临的挑战与应对策略。

关键词：机电一体化技术；现代制造业；应用领域；发展趋势

DOI：10.69979/3060-8767.26.01.020

引言

在工业 4.0 浪潮的推动下，现代制造业正经历着深刻的变革，智能化、自动化、柔性化成为其发展的核心方向。机电一体化技术作为机械工程、电子工程、计算机科学等多学科交叉融合的产物，通过将机械系统与电子系统有机结合，实现了产品的智能化、自动化和信息化，成为推动现代制造业发展的关键技术之一。它不仅改变了传统制造业的生产模式，还在提升生产效率、改善产品质量、降低劳动强度、节约能源和原材料等方面发挥着重要作用。因此，深入研究机电一体化技术在现代制造业中的应用及其发展趋势，对于把握制造业未来发展方向、推动产业升级具有重要的现实意义。

1 机电一体化技术概述

机电一体化技术是机械技术与电子技术深度融合的产物，其发展历程经历了多个阶段。最初，它仅是对传统机械设备进行简单改进，加入电子元件和基础控制系统。随着微电子技术和传感器技术的进步，机电一体化技术逐渐向自动化、精密化方向发展，开始应用于自动化生产线、机器人、智能设备等领域^[1]。如今，现代机电一体化技术已不仅仅局限于传统机械设备的改造，更多地体现在与人工智能、大数据、云计算等前沿技术的结合，成为智能制造的基础，使生产设备和生产过程能够实现高度智能化、个性化和柔性化^[2]。

机电一体化技术的实现依赖于多个技术领域的有机结合，主要包括机械设计、传感技术、控制技术、信息处理技术等。机械设计为机电一体化系统提供结构和动力支撑，确保设备具备稳定可靠的物理基础；传感技术则如同系统的“感官”，用于实时采集机器设备的状态信息，如温度、压力、位置、速度等数据，使系统能够实时监控设备的运行状态；控制技术作为系统的“大

脑”，通过对机械设备的操作信号进行处理和分析，调整机械设备的工作状态，先进的控制方法如模糊控制、神经网络控制和自适应控制等，使设备在复杂和动态环境中保持稳定工作；信息处理技术则负责对采集到的数据进行存储、分析和处理，为系统的决策提供依据^[3]。

2 机电一体化技术在现代制造业中的应用

2.1 自动化生产线

在现代制造业中，机电一体化技术在自动化生产线领域的应用意义重大且成效显著。自动化生产线借助机电一体化技术，达成了工序衔接的自动化，极大减少了人工干预，有力提升了生产效率与产品质量^[4]。

以汽车制造行业为例，焊接、装配等流水线作业高度依赖机电一体化技术。在焊接工序里，工业机器人是关键执行者。它融合了精确的机械控制与先进的焊接工艺，凭借机电一体化赋予的精准定位和稳定操作能力，能按照预设程序，在复杂的车身结构上实现高质量、高效率的焊接作业。其焊接精度可达毫米级，大幅提升了焊接的一致性，有效减少了焊接缺陷，如焊缝不均匀、气孔等问题，确保了汽车车身的强度和安全性^[5]。

在装配环节，机电一体化技术同样发挥着核心作用。自动化装配设备通过传感器实时获取零部件的位置、尺寸等信息，再经控制系统精准分析处理，指挥机械臂完成抓取、放置、拧紧等动作。这一过程不仅速度快，而且装配精度高，能够满足汽车零部件日益精密的装配要求。

2.2 工业机器人

工业机器人作为机电一体化技术的典型代表，集机械设计、电子控制、计算机技术于一身，拥有灵活运动、精确控制与智能感知能力，在现代制造业中占据关键地位，应用范围极为广泛。

在组装工作场景里,工业机器人优势尽显。它依据预设程序与传感器反馈信息,能精准抓取和放置零部件。以电子产品组装为例,电子元件体积微小、精度要求极高,人工组装易出现误差且效率较低。而工业机器人凭借高精度的机械臂和先进的视觉识别系统,可快速准确地识别元件位置与方向,以合适力度和角度进行抓取与放置,实现高精度组装,大幅提升组装效率与质量,降低产品次品率。

焊接作业中,工业机器人同样表现出色。在汽车制造等行业,焊接工作环境恶劣、劳动强度大,人工焊接质量受工人技能和疲劳程度影响较大。工业机器人则不受这些因素干扰,能持续稳定工作。其配备的先进焊接设备与精确控制系统,可根据不同焊接材料和工艺要求,自动调整焊接参数,如电流、电压、焊接速度等,确保焊接质量均匀一致,焊缝美观牢固,有效提升产品整体质量。

2.3 精密加工设备

精密加工设备是现代制造业实现高精度制造的核心装备,机电一体化技术的深度融入,为其赋予了卓越的加工能力。在精密加工中,伺服控制、传感器及数控系统等机电一体化关键技术协同作用,达成微米级加工精度,满足高端零部件制造需求。以高精度数控机床为例,其机械传动系统经过精心设计,具备高刚性和低摩擦特性,能精准传递动力,确保刀具按照预定轨迹运动。先进的传感器如同设备的“敏锐感官”,实时监测加工过程中的各项参数,如切削力、振动、温度等。一旦参数出现异常,传感器会迅速将信息反馈给控制系统。

数控系统作为“智慧大脑”,依据传感器反馈的数据,结合预设的加工程序,精确控制刀具的运动速度、进给量和切削深度等。在加工航空航天领域的关键零部件时,这些精密加工设备能按照严格的设计要求,加工出形状复杂、尺寸精度极高的零件,保证零件的性能和质量。

而且,借助机电一体化技术,精密加工设备还具备自适应加工能力。在加工过程中,可根据材料特性、刀具磨损等情况自动调整加工参数,始终保持最佳加工状态,有效提高加工效率和零件质量,为现代制造业向高端化、精密化发展提供坚实的技术支撑。

2.4 智能仓储系统

智能仓储系统通过机电一体化技术实现了货物的自动识别、分拣与存储,提高了物流效率。在智能仓储系统中,自动化搬运系统、智能分拣系统和实时监控系统等相互协作,完成了货物的出入库、存储和分拣等操作。

例如,自动化堆垛机、AGV(自动引导车)和无人机等设备,能够根据订单需求自动搬运和分拣物品。AGV可以通过内置的导航系统和传感器,在仓库内自主行驶,准确地将货物搬运到指定位置,大大提高了仓储作业的效率 and 准确性。同时,智能仓储系统还配备了实时监控系統,能够实时掌握货物的存储状态和位置信息,为仓储管理提供了便利。

3 机电一体化技术的发展趋势

3.1 智能化

在机电一体化领域,智能化已成为推动其发展的核心驱动力,深度融入各类设备与系统,带来显著变革。智能化让机电一体化设备具备强大的自主感知能力。通过集成多种高精度传感器,如视觉传感器、力觉传感器、温度传感器等,设备能实时、精准地获取周围环境及自身运行状态的信息。例如在智能机器人中,视觉传感器可识别物体的形状、颜色和位置,力觉传感器能感知抓取物体时的力度,为后续决策提供丰富数据。

基于感知信息,设备还拥有自主决策与规划能力。借助先进的算法和智能控制系统,它能根据不同任务需求,快速分析并制定最优行动方案。以自动化生产线上的智能搬运机器人为例,它可根据货物位置、目的地以及周围障碍物情况,自主规划搬运路径,避开障碍,高效完成任务。

3.2 网络化

网络化是机电一体化技术发展进程中极为关键的一环,它借助网络通信技术,将分散的机电一体化设备、系统乃至不同区域的生产单元紧密相连,构建起一个庞大且高效的协同工作网络。

在工业生产场景里,网络化让设备之间的信息交互变得畅通无阻。通过工业以太网、无线通信等技术,各类生产设备,如数控机床、机器人、传感器等,能够实时共享生产数据。例如,在一个汽车零部件加工车间,数控机床将加工进度、质量检测数据等及时上传至网络,管理人员在控制中心就能精准掌握每台设备的运行状况,合理安排生产任务,避免设备闲置或过载,大大提高了生产效率。

网络化还实现了远程监控与维护。企业技术人员无需亲临现场,通过互联网就能对异地设备进行实时监控,及时发现设备故障隐患并发出预警。一旦设备出现问题,可远程指导现场人员进行维修,甚至直接进行远程调试和程序更新,减少设备停机时间,降低维护成本。

3.3 集成化

集成化是机电一体化技术发展进程中凸显的重要

特性,它打破了传统机械、电子、控制等领域的界限,将多种功能和技术有机融合于一体,为现代制造业带来了全新的变革。在产品设计层面,集成化使得机电一体化产品更加紧凑、高效。通过将机械结构、电子电路、控制软件等进行一体化设计,减少了零部件数量和连接环节,不仅降低了产品的体积和重量,还提高了系统的可靠性和稳定性。

在生产制造环节,集成化实现了生产过程的高度自动化和智能化。自动化生产线将加工设备、搬运机器人、检测仪器等集成在一起,通过统一的控制系统进行协调运作,实现了从原材料到成品的全自动生产,大大提高了生产效率和产品质量。

集成化还促进了不同学科和技术的交叉融合。机械工程、电子工程、计算机科学、控制理论等多学科的知识和技术相互渗透,为机电一体化产品的创新发展提供了强大的动力,推动着制造业向高端化、智能化方向不断迈进,满足日益多样化的市场需求。

3.4 绿色化

绿色化作为机电一体化发展的关键趋势,正深刻影响着制造业的走向,旨在实现经济与环境的和谐共生。在产品设计阶段,绿色化理念贯穿始终。工程师们优先选用环保、可回收材料,从源头上减少对环境的污染。例如,采用生物降解塑料替代传统塑料,降低产品废弃后对土壤和水源的长期危害。同时,优化产品设计结构,降低产品能耗,提升能源利用效率。像一些新型节能家电,通过改进电机、电路等部件,在满足使用功能的前提下,大幅减少电力消耗。

生产制造过程中,绿色化体现在节能减排措施的广泛应用。机电一体化设备采用先进的节能技术,如智能变频调速,根据实际生产需求自动调整设备运行功率,避免能源浪费。企业还引入清洁生产技术,对生产过程中产生的废气、废水、废渣进行有效处理和回收利用,降低污染物排放。

产品使用环节,绿色化注重延长产品使用寿命,提高产品的可维护性和可升级性。通过模块化设计,方便用户对损坏部件进行更换维修,减少整机报废带来的资源浪费。而且,一些产品具备智能节能模式,可根据使用场景自动切换,进一步降低能源消耗,推动制造业向绿色、可持续方向转型。

3.5 个性化定制

随着消费者需求的多样化和个性化,制造业正从大规模生产向个性化定制转变。机电一体化技术在这一转

型过程中发挥着关键作用,通过柔性制造系统和模块化设计,机电一体化设备可以快速适应不同产品的生产需求,实现小批量、多品种的个性化定制生产。柔性制造系统通过自动化设备和机器人进行灵活的生产调度,能够根据不同的生产任务自动调节设备配置,快速切换生产产品。模块化设计则将设备分解为多个独立的模块,每个模块具有特定的功能,通过组合不同的模块可以快速组装出满足不同需求的设备。例如,在电子产品制造领域,企业可以根据客户的需求,通过模块化设计和柔性制造系统,快速生产出具有不同功能和配置的电子产品,满足市场的个性化需求。

4 结论

机电一体化技术在现代制造业中已经得到了广泛的应用,在自动化生产线、工业机器人、精密加工设备、智能仓储系统等领域发挥着重要作用,显著提升了生产效率、产品质量和自动化水平。随着工业4.0的到来和科技的不断进步,机电一体化技术呈现出智能化、网络化、集成化、绿色化和个性化定制等发展趋势,这些趋势将进一步推动制造业向智能化、高效化、绿色化和个性化方向发展。然而,在迎接这些机遇的同时,机电一体化技术发展也面临着一些挑战,如技术融合的难度、系统安全性和可靠性的考验、高端人才短缺等。为了应对这些挑战,需要进一步加强跨学科合作,推动技术创新,培养复合型人才,制定相关标准和规范,充分发挥机电一体化技术在推动制造业转型升级中的重要作用,实现制造业的可持续发展。

参考文献

- [1]赵小会.基于机电一体化技术的现代制造业人才培养模式研究[J].造纸技术与应用,2024,52(02):76-78.
- [2]侯效华.机电一体化技术在机械制造业中的应用[J].内燃机与配件,2021,(12):200-202.
- [3]陈志恒.机电一体化技术在机械制造业中的应用[J].黑龙江科学,2020,11(18):72-73.
- [4]戴忠顺.机电一体化技术在机械制造业中的应用分析[J].南方农机,2019,50(01):174.
- [5]李娅玮.机电一体化技术在现代机械制造业中的应用浅析[J].化工管理,2017,(02):170.

作者简介:汤红祥(1987-),男,浙江绍兴,本科,中级工程师,研究方向:机电一体化。