

机械工程及自动化在制造中的应用及发展趋势

刘俊前 李学峰 郭璞龙

内蒙古大全新能源有限公司 内蒙古 包头 014010

摘要: 机械工程及自动化技术在现代制造领域发挥着关键作用。本文深入探讨其在制造中的多元应用,涵盖生产设备自动化、工业机器人应用、智能检测与监控系统以及柔性制造系统等方面,分析自动化生产线、数控加工设备、焊接与搬运机器人等技术带来的生产效率提升与质量优化。同时,结合行业发展动态,阐述智能化、绿色化、网络化与增材制造等未来发展趋势,为机械制造行业把握技术方向、实现转型升级提供参考依据。

关键词: 机械工程; 自动化; 制造应用; 发展趋势

引言: 在科技飞速发展的当下,制造业作为国家经济的支柱产业,正面临着效率、质量与创新的多重挑战。机械工程及自动化技术的出现与发展,为制造业突破瓶颈、实现可持续发展带来了新契机。从自动化生产线取代传统手工操作,到工业机器人提升生产精度与稳定性,机械工程及自动化已深度融入制造的各个环节。研究其在制造中的应用及发展趋势,不仅有助于剖析行业现状,还能为企业技术革新、抢占市场先机提供理论支持,对推动制造业高质量发展具有重要意义。

1 机械工程及自动化概述

1.1 基本概念

机械工程及自动化融合机械工程学与自动控制技术,通过计算机、电子和机械设计制造技术协同,实现机械系统自动化运行与智能管理。它贯穿产品设计、生产、检测全流程,以自动化生产线、智能设备为载体,对生产过程中的物料、能量和信息流精准把控,减少人工干预,提升生产效率与产品质量,是推动现代制造业发展的核心技术。

1.2 发展历程

机械工程及自动化始于蒸汽机驱动的初步机械化,电力技术应用实现部分环节自动化。20世纪中叶数控技术兴起,推动行业数字化。进入21世纪,物联网、大数据与人工智能赋予其智能化特征,智能制造、工业4.0等理念引领制造业从传统模式向高度自动化、智能化转型,持续革新行业发展格局^[1]。

1.3 核心技术

其核心技术涵盖传感器、数控、自动控制、CAD/CAM及工业机器人等领域。传感器实时采集物理量为控制提供数据;数控技术实现零件高精度加工;自动控制理论与算法保障系统精准运行;CAD/CAM实现产品设计制造一体化;工业机器人提升生产灵活性与精准度,这

些技术共同构建起完整的技术体系。

2 机械工程及自动化在制造中的应用

2.1 生产设备自动化

2.1.1 自动化生产线

自动化生产线是机械工程及自动化在制造领域的重要应用成果,它将多个生产工序整合,通过机械、电气与电子技术协同,实现产品生产的连续化、无人化运作。在汽车制造行业,从冲压、焊接到涂装、总装,自动化生产线凭借机械臂的精准操作,大幅提升生产效率,降低人工干预导致的质量波动。其具备高度柔性,通过调整程序与设备布局,可快速适配不同产品型号生产,减少换线时间与成本。同时,借助传感器与监控系统,生产线能实时采集数据,实现故障预警与预防性维护,保障生产稳定,为企业带来显著经济效益与竞争优势。

2.1.2 数控加工设备

数控加工设备依托计算机数控系统(CNC),将零件加工信息转化为控制指令,精准控制机床运动与加工过程。在航空航天领域,面对钛合金、复合材料等难加工材料,数控加工设备可实现复杂零件的高精度切削,满足航空发动机叶片、飞机结构件等零部件制造需求。相比传统机床,它无需频繁人工调整,加工精度达微米级,且支持多轴联动与多种编程模式,加工范围更广、能力更强。

2.2 工业机器人应用

2.2.1 焊接机器人

焊接机器人是工业机器人在制造领域的典型应用,它集成机械臂、焊接设备与智能控制系统,可精准完成各类焊接任务。在汽车车身制造中,焊接机器人凭借高速度、高精度的特性,能快速且稳定地完成车身框架焊接,大幅提升生产效率。其机械臂灵活的关节设计,可在复杂空间位置作业,有效避免人工焊接因疲劳、技术

差异导致的焊接质量不稳定问题。通过预设焊接参数与路径,焊接机器人能保证焊缝均匀、牢固,降低焊接缺陷率。

2.2.2 搬运机器人

搬运机器人在制造流程中承担着物料运输的重要任务,通过自动化操作替代人工搬运,显著提升物流效率与生产安全性。在电子制造车间,搬运机器人能精准抓取微小电子元器件与成品,避免人工操作造成的元件损坏与污染。其配备的激光导航、视觉导航等系统,可自主规划路径、智能避障,在复杂车间环境中灵活穿梭,将物料准确送达指定位置。部分搬运机器人还具备自动充电功能,可实现全天候作业,确保生产线物料供应不间断。同时,搬运机器人与生产管理系统相连,实时反馈运输状态,便于企业优化生产调度与库存管理,降低物流成本,推动制造业向智能化、高效化方向迈进。

2.3 智能检测与监控系统

2.3.1 传感器技术应用

传感器技术是智能检测与监控系统的“感知基础”,在制造过程中发挥着不可或缺的作用。各类传感器如同生产线上的“触角”,实时捕捉温度、压力、振动、位移等物理量信息。在机械加工设备中,温度传感器监测刀具与工件温度,预防因过热导致的精度下降;振动传感器则通过分析设备振动频率,及时发现轴承磨损、齿轮故障等潜在隐患。视觉传感器在产品质量检测环节大显身手,利用图像识别技术快速识别零部件表面缺陷和尺寸偏差,相比人工检测效率提升数倍,且避免了人为误差,为生产过程的稳定性和产品质量提供有力保障^[2]。

2.3.2 数据分析与处理

数据分析与处理是智能检测与监控系统的“智慧核心”,通过挖掘传感器采集的海量数据,为制造决策提供科学依据。借助机器学习算法,系统可对历史生产数据建模,预测产品质量趋势,提前预警潜在缺陷,降低不良品率。例如,在汽车零部件生产中,通过分析设备运行参数与产品质量数据的关联,精准定位影响产品质量的关键因素,优化生产工艺。同时,基于大数据分析的设备故障预测功能,能制定预防性维护计划,减少停机时间。可视化的数据展示界面,让管理人员直观掌握生产动态,实现生产资源的合理调配与生产流程的持续优化。

2.4 柔性制造系统

2.4.1 可重构生产线

可重构生产线打破传统生产模式的固定局限,通过

对设备、工艺及布局的动态调整,实现生产系统的快速响应。在消费电子行业,产品更新换代频繁,可重构生产线能依据新产品需求,迅速重组生产设备、调整工艺流程,将新产品投产周期大幅缩短。其基于标准化接口与模块化设计,使各类生产设备可便捷地接入或退出生产线,实现资源的灵活配置。同时,结合工业物联网技术,可重构生产线实时监控设备状态与生产进度,智能调度资源,在满足多样化生产需求的同时,有效提升生产效率,降低企业生产成本,增强企业在多变市场环境中的适应能力。

2.4.2 模块化设计与制造

模块化设计与制造是柔性制造系统实现产品多样化生产的关键路径。它将产品分解为多个功能独立的模块,通过不同模块的组合搭配,快速满足客户个性化需求。在工程机械制造领域,模块化设计让挖掘机、装载机等设备的动力系统、液压系统、操控系统等模块可按需组合,既加快新产品研发速度,又降低生产成本。制造过程中,模块化设计支持各模块并行生产与独立装配,显著提高生产效率。产品后期维护与升级时,模块化设计便于直接更换故障模块,减少停机时间。

3 机械工程及自动化在制造中的发展趋势

3.1 智能化发展趋势

3.1.1 人工智能技术应用

人工智能技术正重塑机械工程及自动化制造格局。在生产加工环节,深度学习算法可分析设备运行数据,动态优化切削参数,提升加工精度与效率,降低刀具损耗。计算机视觉技术应用于质检,能快速识别产品表面0.1毫米级缺陷,检测效率较人工提升80%以上。自然语言处理技术则实现人机语音交互,操作人员通过语音指令即可控制设备启停与参数调整,简化操作流程。

3.1.2 智能决策与管理

智能决策与管理系统整合大数据、人工智能技术,为制造企业提供科学决策依据。通过对市场需求、生产进度、设备状态等多维数据的实时分析,系统可自动生成最优生产计划,合理调配原材料、设备与人力等资源,降低库存积压成本达30%。在设备管理领域,基于机器学习的故障预测模型,能提前7-15天预警设备潜在故障,指导企业开展预防性维护,减少非计划停机时间。可视化决策平台还可直观展示生产全流程数据,辅助管理者快速调整生产策略,实现生产效率、质量与成本的协同优化,增强企业市场竞争力^[3]。

3.2 绿色化发展趋势

3.2.1 节能减排技术

在机械工程及自动化制造领域,节能减排技术成为实现绿色转型的关键引擎。高效变频驱动系统替代传统电机,可使设备能耗降低20%-30%,显著减少电力消耗;余热回收装置将生产过程中产生的高温废气、冷却水热量转化为可用能源,用于预热原料或厂区供暖,能源利用率提升15%以上。干式切削、微量润滑等绿色加工工艺,彻底摒弃切削液的使用,避免废液污染土壤与水体。

3.2.2 可持续发展理念

可持续发展理念贯穿机械工程及自动化制造的全链条。产品设计阶段,采用生态设计方法,优先选用可回收、可降解材料,优化产品结构以降低生产与使用阶段能耗;制造环节推广清洁能源应用,部分企业已实现光伏供电、氢能驱动设备,减少碳排放。在产品使用周期结束后,完善的回收再制造体系将废旧零部件拆解、修复、升级,使资源循环利用率超80%。企业通过建立碳足迹追踪系统,量化生产各环节碳排放,制定针对性减排措施,将绿色发展理念转化为可量化、可执行的行动方案,实现经济效益与环境效益的双赢。

3.3 网络化与远程控制

3.3.1 工业物联网应用

工业物联网是推动机械工程及自动化制造网络化的核心技术,通过将生产设备、传感器、控制系统等接入网络,构建起互联互通的智能生产体系。在智能工厂中,每台机床、机器人都成为网络节点,实时上传运行参数、加工进度等数据至云端平台。企业借助大数据分析,能精准预测设备故障,提前安排维护,使非计划停机时间减少50%以上;依据订单需求动态调整生产计划,优化资源配置,提升设备利用率。

3.3.2 远程协作与服务

远程协作与服务依托高速网络 and 智能技术,彻底改变了传统制造服务模式。在设备维护场景中,工程师通过远程监控系统,可实时查看异地设备的运行状态、故障代码,利用AR技术远程指导现场人员完成维修操作,服务响应时间缩短70%。针对复杂技术问题,跨地域专家团队能通过虚拟会议系统共享数据、协同诊断,快速制定解决方案。在客户服务领域,企业借助远程服务平台为用户提供设备操作培训、软件升级等服务,提升用户体验。远程协作与服务不仅降低了企业服务成本,还打破了地域限制,促进技术资源共享,推动制造业服务向智能化、高效化方向发展。

3.4 增材制造技术发展

3.4.1 3D打印技术应用拓展

3D打印技术正不断突破应用边界,在多领域展现强大潜力。航空航天领域,其用于制造复杂结构的发动机燃烧室、机翼支架等零部件,通过优化内部晶格结构,在保证强度的同时实现减重20%-30%,提升飞行器性能。医疗行业中,基于患者CT数据的个性化3D打印植入物,如定制化钛合金骨骼、牙科义齿,实现精准医疗。建筑领域,3D打印技术可快速成型建筑构件,甚至整栋房屋,施工周期缩短40%。此外,在文创产品、汽车零部件制造等领域,3D打印按需定制的特性满足了多样化市场需求,推动制造业从大规模生产向个性化定制转型。

3.4.2 材料与工艺创新

材料与工艺创新为增材制造注入新动能。材料方面,金属基复合材料、生物活性陶瓷、可降解高分子等新型材料不断涌现,例如纳米增强金属材料使打印零件强度提升50%,生物墨水材料助力3D打印人造器官研究取得突破。工艺上,多材料多喷头同时打印技术实现同一零件不同材质组合;双光子聚合3D打印工艺将精度提升至亚微米级。此外,激光选区熔化、电子束熔融等新工艺的成熟,使高温合金、钛铝基合金等难加工材料的打印成为现实,大幅拓展了增材制造的应用范围,推动机械工程及自动化制造向更高精度、更复杂结构制造迈进^[4]。

结束语

机械工程及自动化已成为制造业变革的核心驱动力,从生产设备自动化到增材制造技术的创新应用,其深度重塑了行业发展格局。展望未来,智能化、绿色化、网络化与增材制造技术的融合发展,将持续推动制造业向更高水平迈进。企业需紧跟技术趋势,加大研发投入,促进产学研合作,实现技术创新与产业升级。

参考文献

- [1]芮晨.机械工程及自动化在制造中的应用及发展趋势[J].大众标准化,2022(03):110-112.
- [2]刘耀树.机械工程及自动化在制造中的应用及发展趋势[J].冶金管理,2021(17):60-61.
- [3]万成龙.机械工程及自动化在制造中的应用及发展趋势[J].内燃机与配件,2021(02):171-172.
- [4]谭文钢.机械工程及自动化在制造中的应用及发展趋势[J].内燃机与配件,2020(17):160-161.