

机电制造过程中的自动化与智能化技术应用

赵玲玲

博世电动工具(中国)有限公司 浙江 杭州 310052

摘要: 本文聚焦机电制造过程, 阐述自动化与智能化技术基础理论。自动化技术含检测传感等模块, 应用于生产流程、物流、质量检测等环节, 提升效率与质量。智能化技术赋予系统自主能力, 在智能装备、智能决策、制造优化、数字孪生等方面应用广泛。未来, 人工智能与制造技术深度融合, 自主移动机器人与无人化工厂将普及, 推动机电制造向自主智能、柔性高效方向发展。

关键词: 机电制造; 自动化技术; 智能化技术

引言: 在科技飞速发展的当下, 机电制造行业作为国民经济的重要支柱, 正面临着转型升级的关键挑战。传统制造模式在效率、质量、灵活性等方面逐渐难以满足市场需求。自动化与智能化技术的兴起, 为机电制造带来了新的发展契机。深入探讨这些技术在机电制造过程中的应用, 不仅有助于企业提升生产效能与产品质量, 更能推动整个行业向智能化、高端化迈进, 具有重要的现实意义。

1 自动化与智能化技术基础理论

1.1 自动化技术概述

自动化技术是一门融合机械工程、电子技术、计算机科学、控制工程等多学科的综合性技术, 其核心目标是通过技术手段替代或辅助人工完成各类生产作业, 实现流程的精准化、高效化与规模化。从技术构成来看, 自动化技术包含检测传感、控制执行、信息处理三大核心模块: 检测传感模块负责采集生产过程中的温度、压力、位置等关键参数; 控制执行模块依据预设逻辑或反馈信号, 驱动电机、气缸等执行元件完成操作; 信息处理模块则对数据进行分析与指令下达, 保障系统稳定运行^[1]。在机电制造领域, 自动化技术已广泛应用于生产线启停、物料传输、工艺参数调节等场景, 显著降低了人工劳动强度, 提升了生产效率与产品一致性, 成为现代制造业不可或缺的技术支撑。

1.2 智能化技术概述

智能化技术是在自动化技术基础上, 融合人工智能、大数据、云计算、物联网等前沿技术形成的高级技术形态, 其核心特征是赋予系统自主感知、推理决策、学习进化的能力。与传统自动化技术相比, 智能化技术突破了“被动执行预设程序”的局限, 能够通过传感器感知环境与设备状态, 借助大数据分析挖掘潜在规律, 通过人工智能算法实现动态决策与自主优化。在机电制

造场景中, 智能化技术的核心应用包括设备状态智能监测、生产工艺自适应优化、故障预测与健康管理等。例如, 通过物联网技术实现生产设备的互联互通, 利用机器学习算法分析设备运行数据, 提前预判故障风险; 基于计算机视觉技术实现产品缺陷的智能识别与分类, 大幅提升检测精度与效率, 为机电制造行业迈向柔性生产、个性化定制提供了核心技术支撑。

2 机电制造过程中的自动化技术应用

2.1 生产流程自动化

生产流程自动化是机电制造自动化技术应用的核心环节, 通过整合PLC控制系统、工业机器人、自动化生产线等技术, 实现从原料投入到成品产出的全工序自主运行与精准管控。在加工环节, 数控机床、加工中心等自动化加工设备根据预设程序, 完成金属切削、冲压、焊接等工艺操作, 通过伺服系统保障加工精度达到微米级; 在装配环节, 工业机器人凭借灵活的关节运动与高精度定位能力, 完成零部件的抓取、对位、装配等作业, 替代人工完成高强度、高重复性的工作; 在工序衔接环节, 自动化输送设备与移栽机构实现物料的自动转运, 保障各加工单元的无缝衔接。同时, 中央控制系统实时监控生产进度、设备状态与工艺参数, 当出现异常时自动发出警报并启动应急处理程序, 确保生产流程稳定运行。生产流程自动化不仅将生产效率提升30%以上, 还大幅降低了人为因素导致的产品缺陷, 为机电制造企业实现规模化、标准化生产提供了核心支撑。

2.2 物流自动化

物流自动化是机电制造过程中保障生产连续性的关键环节, 通过整合AGV(自动导引车)、自动化立体仓库、智能输送线、RFID(射频识别)等技术, 实现物料从入库、存储、搬运到配送的全流程自动化管理。在原料入库环节, RFID技术对物料进行身份标识,

自动化输送线将物料转运至立体仓库,堆垛机根据系统指令完成自动存取;在生产配送环节,AGV小车通过激光导航、视觉导航等技术,精准穿梭于各生产工位之间,按需将原材料、零部件送达指定位置,实现“货到人”的高效配送;在成品出库环节,自动化分拣设备根据订单信息对成品进行分类整理,通过输送线转运至出库区域,大幅提升出库效率^[2]。物流自动化不仅减少了物料周转过程中的人工干预,降低了物料损耗与错配风险,还通过实时数据采集与调度优化,实现了库存的精准管理与物流效率的最大化,为机电制造企业构建柔性生产体系提供了重要保障。

2.3 质量检测自动化

质量检测自动化是机电制造过程中保障产品质量的核心手段,通过融合自动化检测设备、传感技术、数据采集与分析系统,实现对产品尺寸、性能、外观缺陷等指标的精准、高效检测。在尺寸检测方面,自动化影像测量仪、三坐标测量机等设备通过高精度摄像头与传感器,快速采集产品几何参数,与标准数据进行自动对比,判断是否合格;在性能检测方面,自动化测试台模拟产品工作环境,对其电压、电流、功率等性能参数进行全面检测,生成详细测试报告;在外观缺陷检测方面,机器视觉检测系统通过高速摄像头采集产品图像,借助图像处理算法识别划痕、凹陷、色差等缺陷,实现100%全检。与人工检测相比,质量检测自动化不仅将检测效率提升5-10倍,还避免了人工检测的主观性与疲劳误差,检测精度可达微米级。同时,检测数据实时上传至质量管控平台,实现质量问题的追溯与分析,为生产工艺优化提供数据支撑,助力企业提升产品质量稳定性与市场认可度。

3 机电制造过程中的智能化技术应用

3.1 智能装备与机器人

智能装备与机器人是机电制造智能化技术应用的核心载体,通过融合人工智能、物联网、传感器等技术,具备自主感知、决策执行、协同作业的能力,大幅突破传统自动化设备的应用局限。在加工环节,智能数控机床能够通过传感器感知刀具磨损状态与工件加工精度,自动调整切削参数,保障加工质量的稳定性;在装配环节,协作机器人具备力觉、视觉感知能力,能够与人工安全协同作业,灵活应对多品种、小批量的装配需求;在物料处理环节,自主移动机器人(AMR)通过SLAM导航技术自主规划路径,避开障碍物,实现物料的柔性配送。另外,智能装备与机器人通过物联网技术接入生产网络,实时上传运行数据,与其他设备实现互联互通

与协同作业,构建柔性化、智能化的生产单元。与传统自动化设备相比,智能装备与机器人不仅具备更高的生产效率与精度,还能快速适应产品迭代与生产计划调整,为机电制造企业实现个性化定制、柔性生产提供了核心硬件支撑。

3.2 数据驱动的智能决策

数据驱动的智能决策是机电制造智能化的核心引擎,通过整合生产全流程的多源数据,借助大数据分析、机器学习等技术,实现生产计划、资源配置、工艺优化等决策的科学化与精准化。在数据采集层面,通过物联网传感器、自动化设备、ERP系统等,全面采集市场需求、生产进度、设备状态、物料库存、质量检测等数据,构建覆盖生产全链条的数据集;在数据处理层面,利用云计算与大数据技术对海量数据进行清洗、整合、分析,挖掘数据背后的关联规律与潜在问题;在决策应用层面,基于数据分析结果优化生产排产方案,根据设备运行数据调整维护计划,依据质量数据追溯问题根源并优化工艺参数^[3]。例如,通过分析历史生产数据与市场需求数据,智能决策系统能够预测未来订单量,提前调整生产计划与物料采购计划;通过分析设备运行数据,精准判断设备维护需求,实现预防性维护,减少停机时间。数据驱动的智能决策打破传统经验型决策的局限,提升了决策的科学性与时效性,为机电制造企业降本增效、提升市场响应能力提供重要支撑。

3.3 人工智能赋能的制造优化

人工智能技术正深度赋能机电制造过程的全流程优化,通过机器学习、深度学习、计算机视觉等算法,实现生产工艺、设备运行、质量管控等环节的自主优化与智能升级。在工艺优化方面,基于机器学习算法分析大量生产数据,挖掘工艺参数与产品质量、生产效率之间的复杂关系,自动生成最优工艺参数组合,实现工艺过程的自适应调整;在设备管理方面,利用深度学习算法构建设备故障预测模型,通过分析设备运行数据提前预判故障风险,制定精准维护计划,降低设备故障率与停机损失;在质量管控方面,计算机视觉技术结合深度学习算法,实现产品缺陷的快速识别、分类与原因追溯,不仅提升检测精度与效率,还能为工艺优化提供数据支撑;在能耗优化方面,人工智能算法分析生产过程中的能耗数据,识别能耗浪费环节,优化生产调度与设备运行参数,实现节能减排。

3.4 数字孪生技术

数字孪生技术是实现机电制造智能化的关键支撑技术,通过构建物理生产系统的虚拟镜像,实现物理世界

与虚拟世界的实时映射、数据同步与协同优化。数字孪生系统由物理实体、虚拟模型、数据链路、应用服务四大核心模块构成：物理实体包括生产设备、生产线、车间等；虚拟模型通过三维建模、仿真技术，精准复刻物理实体的几何形态、运行规律与物理特性；数据链路通过物联网技术实现物理实体与虚拟模型之间的实时数据传输；应用服务基于虚拟模型开展仿真分析、预测优化、远程监控等应用。在机电制造过程中，数字孪生技术的应用场景广泛：在生产规划阶段，通过虚拟仿真模拟生产线布局与生产流程，优化方案设计，降低试产成本；在生产运行阶段，虚拟模型实时反映物理设备的运行状态，通过仿真分析预测潜在问题，指导物理系统调整运行参数；在维护维修阶段，基于虚拟模型模拟故障场景，制定精准维修方案，缩短维修时间。数字孪生技术打破了物理世界与虚拟世界的壁垒，实现了生产过程的全生命周期可视化、可预测、可优化，为机电制造企业构建智能工厂提供核心技术支撑。

4 未来发展方向

4.1 人工智能与制造技术的深度融合

未来，人工智能与制造技术的深度融合将成为机电制造行业的核心发展方向，两者的协同将从“局部应用”向“全流程渗透”跨越，构建全链条智能生产体系。在技术融合层面，人工智能算法将与自动化设备、数字孪生、物联网等技术深度集成，赋予制造系统更强的自主感知、推理决策与学习进化能力。例如，基于深度学习的自适应控制技术将广泛应用于加工设备，实现工艺参数的实时优化；人工智能驱动的数字孪生系统将具备更强的仿真分析与预测能力，能够模拟复杂生产场景并优化决策方案；人机协同智能技术将进一步发展，协作机器人通过情感计算、自然语言处理等技术，实现与人类的更高效协同。在应用场景层面，融合技术将覆盖从产品设计、生产制造到售后服务的全生命周期：设计阶段通过生成式AI快速迭代产品方案；生产阶段实现订单接收、排产、加工、检测的全流程自主运行；售后阶段通过AI算法分析产品运行数据，提供个性化维护服务。人工智能与制造技术的深度融合，将彻底改变传统制造模式，推动机电制造行业向“自主智能、柔性高

效”的方向跨越式发展。

4.2 自主移动机器人（AMR）与无人化工厂的普及

随着导航技术、传感器技术、人工智能算法的不断进步，自主移动机器人（AMR）与无人化工厂将成为机电制造行业的主流发展趋势，推动生产模式向全流程自动化、柔性化转型。自主移动机器人（AMR）将突破现有技术局限，具备更精准的导航定位能力、更强的环境适应能力与协同作业能力，能够灵活应对复杂车间环境、动态障碍物与多任务需求，广泛应用于物料搬运、零部件配送、成品转运等场景，成为车间物流的核心载体^[4]。在此基础上，无人化工厂将实现全面普及，通过AMR、工业机器人、智能装备的协同作业，结合数字孪生、智能调度系统，构建“无人工干预”的全流程生产体系：从原料入库到成品出库，从生产加工到质量检测，所有环节均由智能设备自主完成，中央控制系统实现全局调度与优化。无人化工厂不仅将生产效率提升至新高度，还能大幅降低人工成本、减少安全事故，同时具备更强的柔性生产能力，能够快速响应市场需求变化，实现多品种、小批量产品的高效生产，成为机电制造企业提升核心竞争力的关键。

结束语

综上所述，自动化与智能化技术在机电制造过程中的应用已取得显著成效，从生产各环节的自动化到智能化决策与优化，都展现出强大优势。展望未来，随着人工智能等技术的深度融合以及自主移动机器人、无人化工厂的普及，机电制造将迎来全新的发展格局。企业应紧跟技术潮流，积极应用新技术，提升自身竞争力，以适应市场变化，推动机电制造行业持续创新发展。

参考文献

- [1]陈孝威.机电制造过程中的自动化与智能化技术应用[J].模具制造,2025,25(3):189-191.
- [2]邵楠.机电制造过程中的自动化与智能化技术应用研究[J].电脑应用文粹,2024(5):88-90.
- [3]陈杰.机电自动化技术在机械制造领域的使用与研究[J].消费电子,2025(1):251-253.
- [4]杨张海,徐盼盼.机电自动化在工程机械制造中的应用研究[J].造纸装备及材料,2023,52(1):26-28.