

机械工程及自动化在制造中的应用及发展趋势

黄祖乾

中铁上海工程局集团第五工程有限公司 广西 南宁 530000

摘要: 本文围绕机械工程及自动化在制造业的应用与发展趋势展开研究, 阐述其核心概念与技术体系, 分析其在加工制造、产品装配、物流仓储及质量检测等环节的具体应用, 指出当前核心技术依存度高、中小企业升级困难等问题, 探讨智能化、绿色化等发展方向及对应对策, 为制造业依托该技术实现转型升级、提升核心竞争力提供理论与实践参考, 助力制造业向高效、精准、可持续的智能发展模式转型。

关键词: 机械工程; 自动化; 制造; 应用; 发展趋势

引言: 在智能制造浪潮推动下, 制造业正从传统粗放型向智能高效型转型, 机械工程及自动化作为核心赋能技术, 贯穿制造全流程, 是推动产业高质量发展的关键支撑。当前, 工业物联网、人工智能等技术与制造业深度融合, 既为机械工程及自动化带来发展机遇, 也使其面临技术、人才等层面的挑战。基于此, 本文系统探讨其应用场景、现存问题及发展趋势, 对推动制造业转型升级、提升行业整体发展水平具有重要现实意义。

1 机械工程及自动化相关理论基础

1.1 机械工程及自动化的核心概念

(1) 机械工程是研究机械系统设计、制造、运维及优化的综合性工程学科, 核心范畴贯穿机械全生命周期, 涵盖机械设计的方案规划与结构优化、机械制造的工艺选择与精度控制、机械运维的故障诊断与寿命提升等关键环节, 是支撑制造业发展的核心基础, 为各类机械产品的落地提供技术支撑。(2) 机械自动化是在传统机械制造基础上, 融入自动控制、智能感知等技术, 实现机械操作过程的自主运行、精准调控, 区别于传统机械制造对人工的高度依赖, 其核心特征体现为自动化、智能化, 可减少人为操作误差, 提升生产连续性, 推动机械制造向高效、精准、智能转型。

1.2 机械工程及自动化的核心技术

(1) 基础机械技术是整个领域的核心支撑, 主要包括精密加工技术, 保障零件加工精度与表面质量; 机械传动技术, 实现动力与运动的高效传递; 结构设计技术, 优化机械产品的受力性能与使用稳定性, 三者共同构成机械产品实现其功能的基础。(2) 自动化控制技术是实现机械自动化的核心, 涵盖PLC可编程控制技术, 可灵活编制控制程序实现流程自动化; 伺服驱动技术, 精准控制机械运动的速度与位置; 传感器检测技术, 实时采集设备运行数据, 为控制决策提供依据, 三者协同保障自

动化系统的稳定运行^[1]。(3) 辅助支撑技术为核心技术的落地提供保障, CAD/CAM设计技术实现产品设计与制造的数字化衔接, 提升设计与生产效率; 工业物联网(IIoT)实现设备、数据的互联互通; 数据采集与分析技术挖掘生产过程中的优化空间, 助力生产效率提升。

1.3 机械工程及自动化与制造业的融合逻辑

(1) 融合的核心目标聚焦于制造业高质量发展, 通过技术赋能, 提升生产效率、缩短生产周期, 降低人工操作成本与人为误差, 保障产品精度一致性, 同时实现柔性生产, 满足多品种、小批量的市场需求, 增强制造业核心竞争力。(2) 融合的关键路径包括技术融合, 将机械核心技术与自动化、智能化技术深度结合; 流程融合, 重构生产流程, 实现设计、制造、运维全流程协同; 管理融合, 依托数字化技术优化生产管理模式, 推动制造业从传统粗放型生产向智能高效型生产转型。

2 机械工程及自动化在制造中的具体应用

2.1 机械加工制造环节的应用

(1) 自动化加工设备应用是机械加工环节智能化转型的核心支撑, 当前数控机床自动化改造已在制造业广泛普及, 通过搭载高性能数控系统与精密伺服驱动技术, 实现加工过程的自动启停、刀具自动切换与工序自主衔接, 大幅减少人工干预; 加工中心的柔性加工应用更为灵活, 可根据生产订单快速调整加工参数, 适配多品种、多规格零件加工, 同时依托高精度定位系统实现纳米级定位, 精准把控复杂零件的加工精度, 有效解决传统加工中精度不足、效率低下、一致性差的痛点, 广泛应用于航空航天、精密仪器、汽车零部件等高端制造领域。(2) 加工过程自动化控制聚焦于加工全流程的精准调控与优化, 通过在加工设备上加集成温度、压力、振动等各类传感器, 实时监测刀具磨损程度、工件尺寸偏差、加工温度波动等关键参数, 将采集的数据实时传输至控制

终端,系统快速完成数据分析与研判,自动实现在线检测与加工参数的自适应调整,优化刀具运动路径,避免因人为操作失误、设备损耗或环境变化导致的加工缺陷,既提升了加工质量的稳定性,也延长了刀具使用寿命,降低了生产成本与废品率^[2]。(3)加工废料自动化处理是制造业绿色低碳发展的重要举措,通过部署专用的废料回收、分类自动化设备,对加工过程中产生的金属碎屑、边角料、塑料废料等进行自动收集、分拣与初步处理,再通过粉碎、压缩等自动化流程实现废料再利用,不仅减少了人工清理废料的工作量,降低了人力成本,还显著提升了资源利用率,减少了废料填埋、焚烧带来的环境压力,契合制造业绿色可持续发展的趋势。

2.2 产品装配环节的应用

(1)自动化装配设备已成为产品装配环节提质增效的核心装备,其中工业机器人凭借灵活的操作性能与高精度控制能力,承担起焊接、搬运、拧紧、精密装配等复杂工序,相较于人工装配,不仅大幅提升了装配效率,还能严格保证装配精度的一致性,避免人为操作误差;自动化装配生产线通过流水线作业与多设备协同,实现从零件上料、装配、紧固到初步检测的全流程自动化,适用于汽车、电子元件、家电等大批量生产领域,有效解决了传统装配中效率低、误差大、劳动强度高的问题。(2)装配过程智能化控制重点聚焦于装配精度的提升与缺陷防控,通过集成视觉检测设备、力传感器等,实时检测装配过程中的零件位置偏差、配合间隙、紧固力矩等关键参数,一旦发现偏差或缺陷,系统立即触发修正指令,自动完成装配误差的精准修正,最大限度减少人为装配误差对产品质量的影响,尤其适用于精密仪器、高端装备、医疗器械等对装配精度要求极高的产品生产。(3)柔性装配系统针对当前多品种、小批量的市场需求,通过模块化设计与智能调度系统,实现不同规格、不同类型产品装配流程的快速切换,无需大规模调整生产线布局与设备参数,即可高效完成多种产品的装配作业,既降低了生产线改造成本,又提升了企业对市场需求的快速响应能力,助力企业实现多元化、柔性化生产^[3]。

2.3 生产物流与仓储环节的应用

(1)自动化物流设备彻底打破了传统生产物流的人工依赖模式,AGV小车凭借激光导航、视觉导航等自主导航技术,可实现工件、物料在车间各加工工序、装配工位之间的自动流转,无需人工驾驶,精准到达指定位置,避免了物料搬运过程中的碰撞损耗与运输延误;自动化传送带则实现了物料连续、高效输送,将加工、装配、检测等环节无缝衔接,大幅提升了生产流程的连

贯性与整体效率。(2)智能化仓储管理以立体仓库为核心载体,搭配自动化存取设备、智能货架、条码识别系统等,结合仓储管理软件,实现物料的自动入库、出库、盘点、调度与库存预警,相较于传统平面仓库,大幅节省了仓储空间,提升了仓储容量,同时通过系统精准管控,减少了物料积压、损耗与错发问题,实现物料精准管理,提升了仓储作业效率与管理水平^[4]。(3)物流与生产协同自动化通过工业物联网(IIoT)技术,实现生产、物流、仓储三大环节的数据互联互通与智能协同,系统根据生产进度自动调度物流设备与仓储资源,确保原材料、零部件及时供应,成品快速出库,实现三者的无缝衔接,彻底解决了传统模式中物流与生产脱节、仓储与物流不协调的问题,大幅提升了生产连续性与整体生产效率,降低了生产运营成本。

2.4 产品检测与质量控制环节的应用

(1)自动化检测设备全面替代了传统人工检测,视觉检测设备通过高清摄像头、图像识别算法,可快速识别产品表面划痕、凹陷、尺寸偏差等缺陷,检测速度快、精度高、稳定性强,适用于电子元件、零部件、包装等大批量产品检测;无损检测设备则在不损坏产品结构的前提下,检测产品内部裂纹、气孔等缺陷,保障产品的结构安全性与使用可靠性,广泛应用于航空航天、机械装备、管道等领域。(2)质量数据自动化分析通过采集检测过程中的各类质量数据,借助大数据处理与分析系统,挖掘质量问题的根源的规律,实现质量问题的精准溯源,同时根据分析结果优化生产工艺、加工参数与检测流程,从源头减少质量缺陷,提升产品质量的稳定性与一致性,助力企业实现质量闭环管理,提升核心竞争力^[5]。(3)全流程质量监控构建了从原材料进场到产品出厂的完整质量防控体系,通过在各生产环节部署自动化检测设备与数据采集设备,实时监控原材料质量、加工精度、装配质量、成品性能等关键指标,确保每一个环节都符合质量标准,及时发现并处理质量隐患,全面提升产品合格率,为企业树立良好的品牌形象。

3 机械工程及自动化在制造应用中存在的问题及发展趋势

3.1 当前应用中存在的主要问题

(1)技术层面存在明显短板,核心技术对外依存度高。国内制造领域的高端自动化设备、核心工业软件多依赖进口,自主研发能力薄弱,缺乏自主知识产权核心技术,不仅增加应用成本,还存在技术卡脖子风险,制约了机械工程及自动化技术的深度应用与升级。(2)企业层面困境突出,中小制造企业尤为明显。自动化设备

的采购、安装及维护成本较高,中小企业资金有限,难以承担大规模技术升级投入,技术升级动力不足;同时行业复合型人才短缺,既懂机械工程又掌握自动化控制、智能系统操作的人才供不应求,影响自动化技术落地与高效应用。(3)行业层面缺乏统一规范,协同能力不足。机械工程及自动化领域技术标准不统一,不同厂家设备、软件接口不兼容,导致多设备协同衔接不畅、效率低下;且行业整体数据治理能力薄弱,生产数据无法有效整合利用,难以发挥其对生产优化的支撑作用。

3.2 机械工程及自动化在制造中的发展趋势

(1)智能化发展成为核心方向,通过结合人工智能、数字孪生等前沿技术,实现制造系统的自主决策与预测性维护。人工智能技术赋能设备自主学习、故障识别,数字孪生技术构建虚拟生产场景,模拟生产全流程,提前预判设备故障、优化生产参数,推动制造模式从自动化向智能化、智慧化转型。(2)绿色化发展契合时代需求,聚焦低碳环保生产目标,推动节能型自动化设备应用,优化生产工艺,减少生产过程中的能源消耗与污染物排放;同时,推广废料回收利用自动化技术,实现资源循环利用,助力制造业实现绿色可持续发展。(3)网络化发展趋势日益明显,依托工业互联网平台,实现各类生产设备、系统的互联互通,打破企业内部及企业间的信息壁垒,推动跨企业、跨领域协同生产,构建集设计、制造、物流、运维于一体的智能工厂体系,提升产业整体协同效率。(4)微型化与精密化发展持续推进,技术应用向微米、纳米量级延伸,突破传统加工与装配的精度极限,拓展在医疗设备、航空航天、精密仪器等高端制造领域的应用,满足高端产品对精度、尺寸的严苛要求,提升我国高端制造业的竞争力。

3.3 推动机械工程及自动化在制造中高质量应用的对策

(1)技术层面强化创新驱动,加大核心技术研发投入,重点突破高端自动化设备、工业软件、核心零部件

等技术瓶颈;完善技术创新体系,鼓励企业与科研机构合作,推动技术成果转化,提升核心技术自主可控水平,降低对外依存度。(2)企业层面主动突破困境,加大自动化改造投入,结合自身生产需求,合理引入自动化设备与技术;建立健全人才培养体系,通过校企合作、内部培训等方式,培养兼具机械、自动化、智能化知识的复合型技术人才,同时优化生产管理模式,适配自动化生产需求。(3)行业层面加强规范引导,加快完善机械工程及自动化领域的技术标准体系,统一设备接口、数据格式,提升多设备协同兼容性;推动产学研深度融合,搭建技术交流与合作平台,促进技术共享、经验互通,提升行业整体数据治理能力与发展水平。

结束语

机械工程及自动化的深度应用,彻底改变了传统制造业的生产模式,大幅提升了生产效率与产品质量,为制造业高质量发展注入强劲动力。尽管当前应用中仍存在核心技术薄弱、人才短缺等短板,但随着技术创新与政策引导,其智能化、绿色化、网络化发展趋势愈发清晰。未来,通过强化技术研发、培育复合型人才、完善行业规范,必将推动该技术与制造业深度融合,助力我国制造业实现质的飞跃。

参考文献

- [1]张军.机械工程及自动化在制造业中的应用现状与发展趋势[J].机械工程学报,2024,50(10):8-10.
- [2]李天宝.机械自动化技术在机械制造中的应用[J].模具制造,2024,24(06):175-177.
- [3]谭佳.机械加工制造中自动化技术应用分析[J].模具制造,2024,24(05):195-197.
- [4]睢雪亮,马兆宾.机械自动化技术在机械制造业中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(10):73-75.
- [5]鲁建荣.机械自动化技术在机械制造中的应用分析[J].中国机械,2023,(29):51-54.