

自动化技术在机械加工中的应用研究

李自强

天津滨海概念人力信息科技有限公司，天津 300457

DOI:10.61369/ME.2026050009

摘 要： 装备制造业的根基就在于机械加工，这项技术会对产品的质量起到决定性作用。机械加工的精确程度会对产业能否发展壮大产生影响。加工效率的高低以及工艺是否稳定，这两方面一同塑造着机械制造业的面貌。机械加工一直以来都依靠人工以及经验来开展，这种依赖通常会引发一系列的弊病，也就是加工偏差比较明显、产出速率比较缓慢、人为影响较为频繁、安全隐患比较突出、成批制造的统一性难以得到保障，传统工艺难以去满足现今制造业对于精密加工、定制化生产、大规模量产以及产品规格统一性方面所提出的严格要求。本文深入开展了对自动化技术的关键实质以及构成框架的阐释工作，围绕机械制造的整个过程，着重去处理数控系统、机器人集群的解析工作柔性制造、在线智能检测、物联网管控等自动化技术的应用原理与实践场景。结合当前行业应用现状，梳理自动化技术在机械加工应用中存在的设备适配性不足、技术融合度低、运维体系不完善、人才储备匮乏等核心问题，技术方面的提升，开展流程各个环节的提炼工作，进行整体架构的重构以及人才发展体系的塑造，构成了系统性革新的多重路径。

关 键 词： 自动化技术；机械加工；数控技术；柔性制造；智能检测；生产优化

Research on the Application of Automation Technology in Machining

Li Ziqiang

Tianjin Binhai Concept Human Resources Information Technology Co., Ltd., Tianjin 300457

Abstract： The foundation of the equipment manufacturing industry lies in machining, a technology that plays a decisive role in product quality. The precision of machining influences the growth and development of the industry. The efficiency of processing and the stability of the process together shape the landscape of the mechanical manufacturing sector. Machining has traditionally relied on manual labor and experience, often leading to a series of drawbacks, including significant processing deviations, slow production rates, frequent human intervention, prominent safety hazards, and difficulties in ensuring uniformity in batch manufacturing. Traditional processes struggle to meet the stringent requirements of modern manufacturing for precision machining, customized production, large-scale mass production, and product specification uniformity. This paper delves into the key essence and structural framework of automation technology, focusing on the entire mechanical manufacturing process. It emphasizes addressing the application principles and practical scenarios of automation technologies such as numerical control systems, robotic clusters, flexible manufacturing, online intelligent inspection, and Internet of Things (IoT) management and control. By examining the current state of industry applications, it identifies core issues in the application of automation technology in machining, including inadequate equipment adaptability, low technological integration, imperfect operation and maintenance systems, and a shortage of skilled personnel. Improving technological capabilities, streamlining various process links, reconstructing the overall architecture, and shaping a talent development system constitute multiple pathways for systematic innovation.

Keywords： automation technology; machining; numerical control technology; flexible manufacturing; intelligent inspection; production optimization

引言

制造业开展转型升级方面的核心阶段，机械加工是构成制造业核心基础的工序，它在航天航空、汽车工业、工程机械以及精密设备制造等多个行业当中得到了广泛的应用，也就成了评判国家制造业精细化以及现代化发展状况的关键指标。操作依靠人工来开展的传统机械加工过程，表现为工件装夹、参数校准、工艺执行、质量检验以及物料运送等方面，都是凭借人工经验来推动的；这种模式不但导致劳动力需求变得密集，并且还延长了整个生产流程的时间跨度，产品的加工精度会受到作业者的状态以及操作习惯等因素的干扰，进而致使批量生产的一致性出现不足的情况，同时还伴随着机械操作方面的安全隐患，这些因素对制造业提质增效的进程起到了阻碍作用。

一、自动化技术核心内涵与技术体系

（一）自动化技术核心内涵

机械加工自动化技术是融合机械工程、计算机控制、电子信息、传感检测、智能算法的综合性技术体系，核心是通过自动化设备、智能控制系统与数据传输平台，机器开展运作时不需要人手进行介入，它们开展了物料移动、工件固定、切削执行、参数调整、品质查验以及设备维护等一系列步骤。整个过程得以自主运行，可以自动适应并且持续优化。自动化技术是现代信息化高速发展的产物，是信息时代的一种新技术应用。^[1]这种科技聚焦于无人作业、精准调控、量产标准以及智能管理这四个方面的要素，能够极大程度上减少人为方面的干扰，开展生产工序的改良工作，确保加工过程可以平稳且有序地进行，并且符合相关规范，新型加工模式对多元化小批订单以及精确规模化产出的共同要求作出了回应。

（二）核心技术体系

机械加工场景的自动化体系当中囊括了五大关键模块，各个模块之间相互关联并且彼此支持，从而组成了完整的自动化生产流程，自动化数控技术构建起了加工机械化中心的原理，它让数值化编程得以实现，可以确保完成参数加工、路径切削以及工序流程的控制；工业机器人技术把关注点放在重复工序场景方面，以开展搬运工件、自动装夹、上下料、打磨抛光等工作当作典型应用。这些操作体现出它在执行重复任务当中的价值；三是柔性制造技术，可适配多规格、多品类工件的柔性加工生产，提升生产线适应能力；

二、自动化技术在机械加工中的具体应用场景

（一）工业机器人自动化应用

自动化技术运用到制造业当中，能够去完成那些危险、繁重以及重复的任务。这样工人可以避免直接面对风险，生产效率得以显著提升，工业机器人凭借定位精确以及动作稳固的能力，能够开展长时间的连续作业，被广泛运用到机械加工领域当中，进行物料的提取与装载、零件的夹持以及搬运、表面打磨来去除毛刺，还有焊接辅助这样的多种操作场景。其优点是运动速度可控，距离、时间可预设，搬运精准；结构紧凑，工作范围大而安装占地面积小；^[2]工业机械臂凭借预设的轨迹以及操作流程，高效地开展对工件的自动化抓持、精确定位以及可靠固定工作，有效避免手动操作所带来的偏移和误差方面的问题，这样来为高精度加工创造条件。

（二）柔性自动化制造技术应用

柔性自动化技术主要指柔性制造技术，通常以数字控制为导向，是结合产品的加工要求、制造需求，智能、自动地完成多批量、多品种检测、装配、制造、加工等操作的技术。^[3]当下，

制造领域呈现出了多样化、小批量以及高度定制的特性。标准化生产线仅仅适宜特定零件的制造工作，装置的通用性不够，产线调整的费用极高，市场需求所出现的动态转变，经常会让企业缺乏足够的适应能力。借助模块化设备、控制系统以及动态调度系统，柔性制造技术可以进行加工工艺的转换并且开展生产参数的调整，这样就能契合工件不同规格的加工生产，实现生产线的柔性化适配。机械设备零件加工完成后，通过计算机将装配流程输入到数控设备中，并按照设定的形状和规格进行设备配件的自动化安装、调试以及验收，这样能够形成一条自动化机械 设备装配流水线，在自动化设备的协助下完成所有零件的装配。^[4]

（三）在线自动化检测技术应用

传统加工方面的质量检查工作依靠的是事后开展人工抽样，存在着效率比较低下、误差相对较高以及检测存在延迟等方面的弊端，很难马上捕捉到制造环节当中的精度偏离情况，有可能会引发大规模的不合格产品，会产出资源上的虚掷情况。在机械设施生产过程中，所涉及到的零件极多，且种类繁多。各类机械设施大多是由零件组合而成的。^[5]像激光传感器这类智能装置，借助它们的检测能力，在机械加工的整个过程当中，能够实时开展质量监测工作。同时，视觉设备、尺寸仪器以及振动监测也参与进来，在加工过程当中，检测设备会实时开展工件尺寸精度、表面粗糙度、加工平整度、设备振动以及温度等核心数据的采集工作。这些数据会自动和预设的标准工艺参数进行比对，要是识别出任何偏差这个系统可以在识别到设备出现失常情况的时候马上进行通报警示，引导制造单元开展实时补偿工作，并且去调整工序。

（四）生产流程自动化管控应用

基于物联网与工业互联网的自动化管控技术，可实现机械加工全流程的智能化、可视化管控，开展生产管控系统的建立工作，来实现对各类生产单元的整合。系统拥有数据整合功能，囊括了生产单元，像加工设备、机械臂、检验仪器、运输装置等。这一开展整合的过程，可以保证设备运行数据、生产参数、进度状态以及产品信息等的连接和控制能耗数据会进行动态的交换以及开展统一的调配工作。生产订单会驱动智能系统去开展自主完成排产任务的工作。会把各工序顺序进行动态调整，智能地指派设备的工作内容。这个系统得以实现对生产调度以及流程管控的人工替代。

三、自动化技术在机械加工应用中的现存问题

（一）技术应用碎片化，整体融合度不足

多数机械制造商把自动化技术当作工具来使用，处于一种割裂的状态，也就是局限在单台设备或者单个环节来开展升级改造工作，部分厂家购置了数控机床以及自动机器人这类孤立的设备，却没有开展配套的管理控制框架以及协作机制的构建工作，

结果各类自动化装置各自运转、信息隔绝、流程断档，自动化产线的协同机制还没有得以有效构建，从而导致各个环节之间缺乏有效的联动。传感器结构形式从结构性如电阻应变式传感器，逐渐朝着集成传感器、智能传感器发展。^[6]设备之间形成了数据屏障，生产信息难以开展及时的互通工作，相关参数难以进行协同性的调整，这样自动化技术就没办法充分地来赋能生产过程，整体效率的提升也就受到了限制。

（二）设备适配性差，升级改造成本偏高

中小加工企业当中，机械设备的整体配置趋于陈旧，设备性能的受限情况比较明显，设备之间进行智能衔接存在困难，自动化协作系统经常难以在其平台上来进行部署和运转，若要实现全流程自动化升级，需大规模更换设备、改造生产线，前期设备采购、系统搭建、生产线改造的资金投入较大，多数中小企业难以承担高额升级成本。设备的通用性存在一定限度，特别是在去处理特殊复杂零件当中，它的适配能力相对较弱。那么，自动化技术就难以全面覆盖多样化的加工场景，其普及应用会受到一定的制约。

（三）运维体系不完善，设备稳定性不足

在具体的应用当中，这些设备的构造十分精妙、技术相当繁琐，这就要求开展维护工作时既契合专业标准，又要遵循固定的规程，企业大多缺少规范的运维规程，日常维护通常依靠普通技工。机械制造企业在日常安全生产管理中，应当落实岗位责任，在日常安全检查中，要认真对设备所存在的安全隐患进行排查，还要对操作人员进行安全培训教育。^[7]标准化的检修、保养以及调试机制还没有形成，专业化的技术支撑显著不足。设备参数偏移、部件磨损以及系统故障有可能在长期使用当中发生。要是没有立马去开展检修校准工作，自动化加工的精度就会降低，设备的故障率也会随之提高，这样就会对整个生产线的平稳运转造成影响。

（四）专业技术人才储备匮乏

机械设备往智能方向转化的过程当中，囊括了机械工艺、算法指令、自动化调控以及信息解析等方面的知识，同时对作业者、技术专家、系统维护者这些人员的专业素养提出了比较苛刻的要求。当前行业内普遍存在专业人才缺口，传统技工仅掌握基础机械加工操作，缺乏自动化设备编程、系统调试、数据运维、故障排查的专业能力，高端自动化技术人才稀缺的态势得以凸显，而行业升级的脚步还在持续提速，相比之下，人才培养的进程出现了滞后。人才匮乏导致企业自动化设备利用率偏低，先进技术无法充分落地应用，成为制约机械加工自动化转型的核心人才瓶颈。

四、自动化技术在机械加工中的应用优化策略

（一）构建系统化自动化生产体系，强化技术融合

针对自动化技术应用碎片化问题，企业需立足生产全流程，

统筹规划自动化升级方案，摒弃单一工序、单一设备的局部改造模式，构建全链条、开展生产流程的自动化融合工作，不仅让各环节的无缝衔接得以实现，也让整个制造过程变得更系统连贯，其内部结构可以自行调配。机械制造自动化技术的应用，可以提升机械产品的生产效率，突破传统机械产品加工与生产技术的弊端，更好地满足现代机械制造行业的要求，并做好联动产品的发展，为它们提供更加宽阔的空间。^[8]各种自动化单元，像数控加工以及机器人作业，还有智能检测以及物流输送，这些共同构成了一个集成的数据管控网络。这个网络借助统一的工业互联网管控平台来开展协调，从而让各设备和工序之间的数据可以相互流通状态的协同运作得以实现。同时，结合企业产品加工特点，优化自动化工艺流程，打通工序衔接壁垒，实现从工件上料、加工、检测、下料到仓储转运的全流程自动化联动，借助自动化技术来开展集群优势的充分发挥工作，让整体生产效能得以有效增强。

（二）推行分层升级模式，降低改造成本

中小企业面临着设备升级成本极大、兼容复杂的挑战，选用分阶段自动化实施策略来开展，运用不同层级的方案，防止把全线设备一次性替换，那么对于焦点工序、也就是耗能大户和效率洼地这些方面，要优先开展自动化升级工作，逐步地把陈旧装备淘汰掉，来匹配性价比得以优化的自动控制系统。在进行机械制造的过程中，自动化技术的应用能很大程度上优化机械设备的生产过程，并通过减少人工参与为企业节约成本，提高产品质量。^[9]

（三）搭建标准化运维体系，保障设备稳定运行

自动化设备的运维体系需要涵盖它的整个使用周期，开展关于操作、保养、检修以及排查的统一规程的确立工作，其中硬件设施包括了各个运营环节使用的硬件设备，包括机床等生产设备、动力设施以及办公设备等等。^[10]清晰地界定具体流程以及相关职责，安排专业技术人员负责自动化设备与智能系统的日常运维，定期完成设备精度校准、部件保养、系统调试与数据校验，提前排查设备故障隐患。

（四）强化人才培养，夯实技术应用基础

促进企业、院校以及行业联手开展推动的人才培养架构，以应对专业人士不足这一困局，企业把自动化设备操作、编程调试、系统运维以及数据分析这些核心技能当作专项实训内容来设置，目的是有针对性地提高在职员工的综合专业能力。同高等学府以及职业学校开展协作联动，来定向开展专业机械加工自控人才的培育工作，把契合产业需要的复合技术型人才输送过去。

五、结束语

随着智能化浪潮的席卷，工业互联网以及数字孪生技术持续开展演进工作，机械加工自动化进程愈发朝着集成运作、环境友好以及无人值守等方面发展。鉴于人工智能和大数据的推动，这一发展态势正不断深化其演进路径。未来的研究当中，把自动化

以及人工智能进行整合是值得深入去开展的，它能够让工艺进行自行改良，能对故障加以智慧察觉，决策可以在没有人为干预的情况下形成，把半自动化控制技术的机械加工生产线当作核心，逐渐地朝着完全智能化作业过程迈进；二是深化数字孪生技术应用，构建虚实结合的自动化加工仿真体系，实现工艺预演、参数优化、风险预判的智能化升级；绿色自动化制造需要把能耗调控以及排放控制纳入当中，借助高效与节能的体系来开展行业提升工作可持续发展。

参考文献

[1]孔小红. 自动化技术在机械产品加工中的应用研究 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(6): 46-48.

[2]王莉, 杨京兆, 孟清, 等. 物流自动化技术在机械加工中的应用 [J]. 中国建材科技, 2019, 28(6): 124+137.

[3]唐毅青. 机械加工制造中自动化技术的应用研究 [J]. 化纤与纺织技术, 2022, 51(1): 119-121.

[4]杨建伟. 自动化技术在机械加工制造中的应用研究 [J]. 科技展望, 2016, 26(34): 36.

[5]李莹光. 机械加工中自动化技术应用分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2020, (10): 26.DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202010020.

[6]任根羊. 机械加工制造中自动化技术的应用研究 [J]. 内燃机与配件, 2019, (22): 197-198.DOI: 10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2019.22.099.

[7]黄日闽. 自动化控制技术在机械加工工艺中的应用研究 [J]. 中国高新区, 2017, (1): 107.

[8]李嘉伟. 机械制造自动化技术应用研究 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(1): 19-21.

[9]李淑红. 机械加工制造中自动化技术应用研究 [J]. 南方农机, 2020, 51(18): 74-75+188.

[10]焦太安. 机械加工制造中自动化技术的应用研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2019, 9(5): 53-54.DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2019.05.24.