

汽车零部件加工中数控技术的应用分析

杨强

广西机电技师学院, 广西 柳州 545005

DOI: 10.61369/VDE.2025200029

摘 要 : 在现代汽车产业发展中, 汽车零部件加工的精度、效率与质量直接决定汽车性能与市场竞争力。传统机械加工方式已难以适配汽车产业高精度、规模化、多样化的需求, 数控技术凭借自动化、柔性化、高精度的特性, 成为推动汽车零部件加工行业转型升级的核心技术。本文分析了数控技术的基本特性及其与汽车零部件加工的适配性, 阐述其在切削、冲压、焊接、装配等加工环节的应用, 探讨当前应用中面临的人才短缺、维护成本高、技术集成度不足等问题, 并展望智能化、绿色化、集成化与网络化的发展趋势, 为汽车零部件加工领域的技术应用与发展提供参考。

关 键 词 : 汽车零部件加工; 数控技术; 加工环节; 应用方法

Analysis on the Application of CNC Technology in Automotive Parts Processing

Yang Qiang

Guangxi Technician College of Machinery & Electricity, Liuzhou, Guangxi 545005

Abstract : In the development of the modern automotive industry, the precision, efficiency and quality of automotive parts processing directly determine the performance and market competitiveness of automobiles. Traditional mechanical processing methods have been difficult to meet the high-precision, large-scale and diversified needs of the automotive industry. With the characteristics of automation, flexibility and high precision, CNC (Computer Numerical Control) technology has become the core technology to promote the transformation and upgrading of the automotive parts processing industry. This paper analyzes the basic characteristics of CNC technology and its adaptability to automotive parts processing, expounds its application in processing links such as cutting, stamping, welding and assembly, discusses the problems faced in current applications, including talent shortage, high maintenance costs and insufficient technology integration, and looks forward to the development trends of intelligence, greenization, integration and networking. It provides reference for the technical application and development in the field of automotive parts processing.

Keywords : automotive parts processing; CNC technology; processing links; application methods

随着汽车市场竞争对汽车性能的提高及安全性的要求, 以及各种车型的更新速度加快, 传统机械加工依靠人工参与操作, 在加工的一致性、精度、生产效率、复杂结构的加工等多方面显现出局限性^[1]。数控技术基于计算机控制, 利用数字信号控制整个加工过程, 自动化、柔性化、高精密度成为计算机数控技术的核心, 这就迎合了汽车零件加工的技术特点, 成为汽车零件加工发展的方向, 最终实现由传统的生产模式向现代性、智能化的汽车零件加工生产转型。

一、数控技术的基本特性与在汽车零部件加工中的适配性

(一) 数控技术的基本特性

CNC, 简称数控技术, 即将加工指令的工艺形成程序指令传递到设备中, 并使设备的加工运动轨迹与加工参数符合要求。从功能上来看, 第一, 设备加工过程无须大量人工参与, 实现复杂加工无须专人掌控即可完成, 减少人工判断失误及不确定性; 第二, 设备可实现可变性, 加工不同零件时所需加工零件的位置并

不需要做出大量改变, 调整程序即可满足不同加工零件规格与种类的需求; 第三, 自动化水平较高, 即加工精度可较好地控制, 并在加工过程中运用较为精密的控制与驱动系统, 从而完成相应的加工工作, 保证加工精度, 契合当前汽车零件的高精度加工要求。

(二) 与在汽车零部件加工的适配性

汽车零部件种类繁多、形式各异, 不同的汽车零部件对加工精度、表面要求、效率需求各异, 而数控技术特点正能满足这些需求。其一, 汽车零部件实现批量生产需要质量、效率的保证,

数控技术特点使数控加工能够实现不间断连续加工，避免不必要的停机工位，另外数控加工每一零部件均可保证合格的加工精度，使得部件的加工质量不会出现波动；其二，汽车消费多元，催生车型更加多样化，汽车零部件个性化、定制化生产的比重升高，而数控加工技术的柔性特点能够大幅度缩短部件生产前期准备的时间，通过修改加工程序快速实现对不同汽车零部件加工，从而提升工厂对企业市场需求的反应能力^[2]；其三，发动机的缸体、变速箱壳体等的结构较为复杂，部件自身存在较多的孔系以及复杂曲面等结构，通过传统的加工手段，很难精确定位，甚至无法实现精确定位，而数控技术可以实现在加工过程中精准控制，对复杂零部件各部结构都可以快速准确定位加工，从而保证发动机装配时对部件自身的质量要求以及装配后对各部件相互间的质量要求^[3]。

二、数控技术在汽车零部件加工各环节的应用

（一）切削加工环节

切削加工是汽车零部件加工中应用最为广泛的工艺，包含车削、铣削、钻削、磨削等方式，主要实现轴类、盘类、壳体类零部件加工。传统切削采用手工设置参数，精度受到操作者的技术及状态的影响，切削效率低，在数控技术的出现以后，采用了自动化的精确控制，数控车削中通过编程以精确控制，就可以实现轴类、盘类回转体零部件的自动化加工。数控车床的高精度主轴配合伺服进给系统，可以按照设置好的进给速度、切削深度等参数，连续完成回转体零部件的切削加工，在设计中，对带有圆弧、锥面、螺纹等各种轮廓的复杂形状回转体零部件，可以采用多轴联动，精确地完成刀具成型，并且有自动换刀的功能，可以自动换刀完成车外圆、镗孔等多道工序的自动加工，有效减少人工换刀带来的加工时间，提高工作效率。对于壳体类、支架类复杂结构零部件加工采用的是数控铣削，数控铣削的加工刀具在计算机的控制下沿着零件表面进行数控铣削加工^[4]；加工方式上采用数控铣床或加工中心，其中设计的控制对象是铣刀在计算机的程序中以切削参数及刀具坐标的形式输入数控车床进行编程，然后由程序控制加工形状及参数完成加工任务。针对复杂曲面的零件，例如发动机缸盖、进气歧管等可以通过应用 CAD/CAM 软件编程，控制铣刀进行高速、高精密切削，保证曲面的质量及精度；采用加工中心具有自动换刀与工作台交换系统，可以在一个工件的装夹中完成铣、钻、镗、攻丝等各个工序，有效减少装夹次数及定位误差，保证了加工零部件的精度及效率。

（二）冲压加工环节

汽车冲压加工主要应用于汽车车身覆盖件、底盘件、内饰件薄板生产，其加工效率高、材料利用率高。冲压加工传统的采用人工装料定位的方式，工作强度高、安全性低，加工复杂冲压件的精度与效率也难以满足，数控技术的应用使冲压加工逐步实现自动化、智能化。数控冲压床为冲压加工的关键应用机器，由计算机控制冲头运动轨迹与冲压速率，能够准确加工薄板材料，可进行冲孔、冲落料、成形、弯曲等多种冲压操作，并可用于不同冲

压件的加工；对于车门内板、行李箱盖板等汽车复杂冲压件，采用 CAD/CAM 等软件进行模具与冲压程序的设计，数控冲压床可自动化进行冲压作业，维持冲压件的冲压形状与尺寸精度要求；同时，通过自动输送与取料系统，代替人工来降低工作强度，提高生产效率、保障其生产安全性。另外，还可以使用数控冲压实现对冲压加工的数字化控制，实时获取冲压力、冲压速率、模具温度等参数信息，通过分析计算来及时发现生产异常状况，并对参数数值或者机器工作状态进行调整与优化或者停止，以避免因参数超限或设备运行异常而产生不合格冲压件；同时，把采集的冲压数据信息应用于生产管理，收集、分析、积累的冲压数据为后期改善冲压生产过程与模具的保养维护提供数据支持，提高冲压质量与效率^[5]。

（三）焊接加工环节

焊接工艺应用于汽车车身、车架、底盘的连接，焊接质量关乎汽车承载能力和安全性，手工焊接质量受焊工经验和操作技能的影响易出现焊缝不齐、气泡、夹杂等缺陷，且生产效率低下；自动化和数字化的焊接方法和装备，使得传统的手工焊接被数控焊接取代，使得焊接更加符合人机学原理，即焊接更加自动化和高精度化^[6]。用于焊接的数控设备有焊接设备（电弧焊设备、激光焊设备等）、点焊设备、激光扫描系统等。在自动化焊接方式中，针对焊接电流、焊接电压、焊接速度等参数的控制，利用计算机对焊接参数进行控制，使得控制精度更高，用于控制焊接设备的工作参数，在整个车身的焊接时实现焊接精确定位，提高焊接质量，将用于车身焊接的数控电阻焊广泛应用，精准控制电流及时间实现车身轻薄板的高质量焊接，形成均质稳定的焊缝；多点点焊功能，利用机械手（夹具）完成车身不同位置的焊接，提高车身焊接效率和稳定性。利用激光焊接方式，由于激光束能量高，焊接热影响区小，将激光束集中于所需焊接位置，利用计算机控制激光束聚焦位置和运行轨迹，进行复杂焊缝的焊接，可用于汽车发动机排气歧管、变速箱齿轮等精密复杂零件的焊接；与机器人联合组建激光焊接机器人系统，焊接系统利用机器人，自动识别零部件规格类型，在不同位置对汽车零部件进行焊接操作，以提高汽车零部件焊接的灵活性和自动化程度^[7]。

（四）装配加工环节

装配是零部件加工的最后一道工艺，直接影响整车质量和安全性。传统的汽车零部件手动装配效率低、装配精准度差，容易造成装配错位、间隙等问题，数控技术实现了装配的自动化和精准化。数控装配设备主要有装配机器人、拧紧装置、装配检测装置等。装配机器人是利用程序控制轨迹及动作以完成零部件的抓取搬运、定位、装配操作，如发动机装配时，定位安装活塞、连杆、曲轴等零部件，并适配不同类型型号的发动机装配需求，通过更改程序，可调节流程的灵活性以提升制造的适应性。拧紧装置是对于螺栓、螺母等紧固零件的安装装置，采用程序精确控制拧紧扭矩和角度，在底盘装配中，对螺栓等零件按照规定的拧紧力矩值进行安装，扭矩测量元件能实时监测扭矩值的增量和减量变化趋势，避免出现过度拧紧或者拧紧力矩值不够的情况，确保了装配件的连接质量和紧固性能，记录下拧紧安装的信息数据用

于产品追溯。装配检测装置是利用传感器采集高精度的测量数据和计算机将采集的高精度数据与标准数据进行比对,判断装配质量的合格度,如车身装配时利用该装置检测车身的轮廓尺寸、车身的孔位坐标,并根据误差情况及时反馈以纠正偏差偏差,保证车身装配的质量以及装配的美观度^[8]。

三、数控技术在汽车零部件加工中的未来发展趋势

(一) 智能化水平不断提升

人工智能技术加速数控技术智能化,未来数控系统具有更强学习、决策、自适应能力,在加工过程中借助各种传感器采集各种参数如切削力、温度、刀具磨损等信息,借助人工智能等算法分析处理数据,判断刀具状态和剩余刀具寿命,调整加工参数,进而提高刀具寿命、保证加工质量;实现加工过程自适应控制,可以根据材料不同性能或外部环境变化,及时调整加工过程,确保加工平稳性;实现设备故障自诊断及自修复,设备实时监测设备运行状态,可进行故障预警、初期故障处理,降低停机时间,提高设备开机率^[9]。

(二) 绿色化发展趋势明显

随着世界环保和节能工作的深入开展,数控技术发展必然进入绿色数控技术的阶段。绿色数控机床为节能电机、节能液压装置和冷却系统,减少能耗,绿色润滑剂和切削液减少污染,例如,数控磨削加工实现干磨削或者微量润滑;采用绿色加工工艺,尽可能减少和节约加工过程中的材料、时间与能源,例如,数控冲压过程嵌套排版最大化利用板材,数控切削加工实现高速

切削等;关注加工废弃物的再利用,实现废物的循环回收。

(三) 集成化与网络化发展

数控技术集成化、网络化——工业4.0、智能制造。集成化——数控技术将与计算机辅助设计制造(CAD/CAM)技术更深度地结合,实现设计数据到加工信息的自动转换,减少人为因素的影响,提高转换效率和质量;与物联网技术、大数据技术、云技术等技术的结合,建设工厂数字化生产,实现生产线实时的生产和加工数据的采集与分析,从而在云端完成工艺的优化、设备故障的预测和调度、生产线的灵活指挥等各项工作,以实现整体的自动化^[10]。网络化——借助于工业互联网,网络实现机床单元、生产单元间的信息共享和协调,提高整体灵活性,以实现汽车零部件生产规模性和个性化加工一体化的需求。

四、结语

总而言之,数控技术的自动化、灵活性、高精度的特点已经被广泛应用于汽车零部件的加工过程中,对提高汽车零部件加工精度、效率以及复杂加工能力有很大的帮助,成为汽车零部件加工发展的主要动力。虽然目前依然面临着人才紧缺、维修费用高等局限因素和在技术集成等方面能力还不完善,但伴随着智能、绿色、集成和网络趋势的发展,必将被逐步化解。数控技术将使汽车零部件加工模式再创新,促使企业适应市场发展的需要,为实现我国汽车零部件产业转型升级提供更强有力的技术支持,持续发挥数控技术对汽车零部件制造业朝着数字化、智能化方向发展的引领性作用。

参考文献

- [1] 陈海浩. 汽车零部件加工中数控技术的应用研究[J]. 内燃机与配件, 2024, (17): 109-111.
- [2] 吴海彬, 黄玉婷. 数控技术在汽车零部件加工中的应用研究[J]. 汽车维修技师, 2023, (08): 99-101.
- [3] 杨文平. 数控技术在汽车零部件加工中的应用研究[J]. 汽车维修技师, 2024, (20): 123-125.
- [4] 肖宇星, 刘志旭. 数控技术在农机零部件加工中的优化应用[J]. 中国农机装备, 2024, (10): 17-19.
- [5] 宫小东. 数控技术在农机零部件加工中的优化及应用策略[J]. 河北农机, 2024, (16): 12-14.
- [6] 宋慧. 数控技术在汽车零部件机械加工中的应用[J]. 汽车测试报告, 2024, (08): 62-64.
- [7] 杨加勇. 数控技术在汽车零部件加工中的应用[J]. 汽车测试报告, 2024, (04): 77-79.
- [8] 裴建军. 数控技术在农机零部件加工中的优化及应用[J]. 农机使用与维修, 2024, (01): 49-52.
- [9] 宋慧. 现代机械加工中数控技术的应用研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(07): 114-116.DOI: CNKI: SUN: FLZZ.0.2022-07-037.
- [10] 巫兵. 机械加工技术中数控技术的应用[J]. 民营科技, 2023, (09): 61.