

Research on the application of CNC technology in machining of automobile parts

Xinfang Tian

Jiangsu Aoliwei Sensor High-tech Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract

Automobile parts are a kind of precision parts, but also an indispensable part of automobile manufacturing. With the progress of science and technology, China's automobile industry has developed rapidly, and the huge market demand has made the accuracy and quality requirements of automobile parts continue to improve. Automotive parts machining want to achieve high precision, high quality improvement, need the support of numerical control technology. Based on this, this paper will analyze the working principle and advantages of numerical control technology, discuss the factors that affect the current numerical control processing of automotive parts, further study the innovative application of numerical control technology for machining of automobile parts, provide technical support and theoretical basis for the development of automotive manufacturing industry, so as to promote the development of automotive manufacturing industry to higher precision, high efficiency, intelligence and green direction.

Keywords

auto parts; Automotive machinery; Mechanical processing; Numerical control technology; Applied research

汽车零部件机械加工数控技术应用研究

田新仿

江苏奥力威传感高科股份有限公司, 中国·江苏·扬州 225000

摘要

汽车零部件是一种精密零件,也是汽车制造中不可或缺的一部分。随着科技进步,中国汽车产业发展迅速,庞大的市场需求使得汽车零部件的精度和质量要求在不断提高。汽车零部件机械加工想要实现高精度、高质量的提升,需要数控技术的加持。基于此,本文将对数控技术的工作原理、优势进行分析,探讨当前影响汽车零部件数控加工的因素,进一步研究汽车零部件机械加工数控技术的创新应用,为汽车制造业发展提供技术支持与理论依据,从而推动汽车制造业向更高精度、高效率、智能化、绿色化方向发展。

关键词

汽车零部件; 汽车机械; 机械加工; 数控技术; 应用研究

1 引言

随着人民生活水平的提高,汽车已成为现代社会重要的交通工具。据相关调查显示,2023年我国汽车产销量分别完成3016.1万辆和3009.4万辆,同比分别增长11.6%和12%,产销量连续15年稳居全球第一。汽车产销量的持续增高,高产销的背后反映出汽车市场的需求也在不断提升,对于汽车零部件的精度和效率提出更高的要求^[1]。汽车零部件是汽车的重要组成部分,发动机、高压油泵驱动单元、轮毂单元、全电动变速器、转向节、车轴、轴承等都是汽车的关键零部件。传统机械加工虽然可以满足一定的汽车零件生产需求,但效率低、精度低、灵活性差,无法满足日益增长的市场要求。工业化发展带动机械化需求,如今数控技术已广泛

应用于汽车零部件机械加工中。数控技术是一种具有成本效益的制造技术,具有高精度、自动化等优势。智能化时代背景下,数控加工技术更依赖于计算机操作系统的管理与控制,可以加强对零件精度的把控^[2]。

2 数控技术的工作原理及优势

2.1 数控技术的工作原理

数控技术是一种利用计算机控制机床运动的加工技术。按照零件的设计图纸和加工工艺要求,将加工工艺转化为数控程序,再通过编程器将数控编程输入到数控系统中,系统会对数控程序进行运算,计算出每个轴的运动参数,并将参数传输至执行机构,控制机床各轴的运动,开始汽车零部件加工。在加工过程中,数控系统可以通过传感器实时监控加工过程,反馈加工状态和精度信息,通过程序控制机床运动,具体如图1。数控技术实现了零件加工的自动化和精确控制,提高了加工效率和精度^[3]。

【作者简介】田新仿(1983-),女,中国江苏邳州人,本科,中级工程师,从事汽车零部件设计与制造研究。

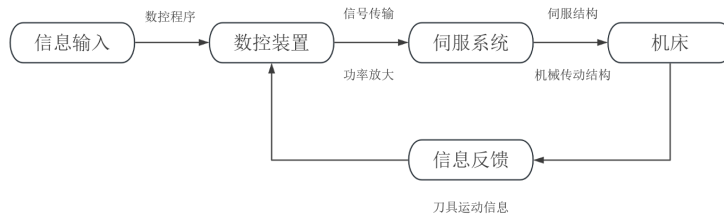


图1 数控技术的工作原理

2.2 数控技术的优势

2.2.1 高精度

数控机床能够根据事先编好的程序进行加工，加工精度高，产品质量稳定，能够满足现代工业对产品精度的严格要求。数控机床是高度综合的机电一体化产品，由精密机械和自动控制系统组成，具有很高的定位精度和重复定位精度^[4]。机床的传动系统与机床的结构具有很高的刚度及热稳定性，在设计传动结构时采取了减少误差的措施，并由数控系统自动进行补偿，所以数控机床有较高的加工精度，尤其提高了同批零件加工的一致性，使产品质量稳定，合格率高。

2.2.2 高效性

在数控技术的加持下机床能够实现自动化操作，相较于手工操作数控技术减少人工干预，避免误差的发生，从而提高生产效率，缩短生产周期，间接提升汽车零件加工制造商的经济效益。同时，数控机床中可以采用较大的切削用量，有效节省加工时间。

2.2.3 灵活性

数控机床能够根据不同的加工需求，快速调整加工程序与参数，实现多种产品的生产，满足个性化定制的需求。同时还可以配备多种刀具和工装，适应不同材料和形状的加工需求。较传统机械加工可以更好地应对市场变化时，具有很强的适应性^[5]。

3 当前影响汽车零件数控加工的因素

3.1 技术因素

3.1.1 缺乏软件更新意识

随着技术的不断进步，数控技术所搭配的软件需要定期更新以支持新的功能和更高的精度要求。软件更新不仅能提高系统的稳定性，还可以通过引入更先进的算法，优化加工路径，更精确地规划刀具的运动轨迹，减少不必要的空行程和切削过程中的振动，减少加工误差^[6]。但是当前很多汽车零件加工企业没有创新意识，没有充分认识到软件更新对于提高加工质量和效率的重要性，对于汽车零件加工认为只要保障正常运行，完成基本的加工任务即可，忽视了软件更新所带来的潜在效益。

3.1.2 加工工具的选择

在数控机床上，加工工具的选择直接影响整个加工过程的效率和效果。合适的加工工具可以提高加工效率和质量，减少加工中的损耗和故障。需要根据加工物料的材质、形状和尺寸等因素进行判断选择合适的刀具材料，常见的刀

具材料有硬质合金、陶瓷、立方氮化硼等。

3.1.3 加工参数的设置

数控机床是按数字信号形式控制的，其加工精度一般可达到0.005~0.1mm，数控装置每输出一个脉冲信号，机床移动部件就会移动一个脉冲当量。想要生产高精度的汽车零件需要合理设置加工参数，如进给速度、切削速度、切削方向、切削角等。常见的因加工参数设置不当对加工精度的影响主要有轴向尺寸误差、定位精度下降、反向间隙误差、弹性形变。轴向尺寸误差主要原因是车刀偏角与圆弧半径问题，处理加工零部件过程中容易发生轴线尺寸误差问题，这种误差会随着圆弧半径的增加而增加。定位精度下降主要原因是滚珠丝杠的传动导致的误差，因为数控车床准确定位需要依靠滚珠丝杠，而滚珠丝杠的传动会影响车床的定位精度。反向间隙误差是在伺服系统驱动运行过程中，滚珠丝杠逆向运行时可能会出现空运转的情况，从而造成反向间隙误差，影响加工精度。弹性形变是由于数控车床在传动作业中，会受到一定的外力作用，容易产生弹性形变情况，导致车床位置发生差异性，影响零件加工精度。

3.2 设备因素

一是数控机床自动化程度高，在汽车零件生产过程中，数控机床的设计缺陷、伺服控制系统传动误差、测量反馈系统精度误差、机床制造装配和调试的几何精度误差，都会影响汽车零件的加工精度。这些误差难以及时修正，通常是在发现汽车零件加工精度降低后才对数控机床进行维护修理，此时数控机床加工精度已经受到影响。二是不同厂家生产的数控机床匹配的数控系统各异，CAD/CAM软件与数控系统、机床硬件之间的匹配水平，也会间接影响加工精度和产品质量。三是在长期高强度的生产加工中，数控机床中的关键零部件如导轨、主轴、夹具等会产生磨损，导致定位精度和传动精度降低，使零件加工精度下降。

3.3 材料因素

不同材料牌号和料厚在加工过程中会产生不同的切削力和热影响，导致加工后的零件尺寸和形状可能存在偏差。其次，材料物理、化学性质的不同可能也会导致加工过程中汽车零件精度发生改变。物理特性主要指材料的硬度、韧性、热传导性等，硬度较高的材料在加工时切削阻力大，容易加快刀具的磨损，影响加工精度。韧性较好的材料在切削过程中会产生振动，影响零件的表面质量和尺寸精度。化学特性主要指材料中的化学成分会影响数控加工性能。例如，

含有较多杂质或合金元素的材料在加工时更容易出现裂纹或变形。

此外,当前汽车零件加工中很多采用新型材料,如复合材料、纳米材料等。较传统金属材料,新型材料在进行汽车零件加工时,其收缩率、吸湿性、流动性、水敏性、热敏性、热稳定性、结晶度等与传统金属材料不同,需要调整加工工艺、刀具与参数,以适应新型材料的加工需求。

3.4 温度因素

3.4.1 周围环境温度影响

机床周围环境是指机床近距离范围内各种布局形成的热环境。一是受天气变化、昼夜交替、通风等因素影响,数控机床车间的温度会有缓慢变化。二是太阳照射、供暖设备和大功率照明灯的辐射等车间热源会影响机床整体或部分部件的温升,相邻设备在运行时产生的热量会以辐射或空气流动的方式影响机床温升。

3.4.2 机床内部热影响

数控机床内部结构中的电动机在运行过程中可能会出现主轴电动机、伺服电动机、冷却润滑泵电动机发热的情况,主要原因是电能驱动电动机运转时80%电能会转化为动能,剩下20%左右会转化为热能导致电动机发热,除此之外在生产过程中不可避免因运动摩擦生热的情况,如轴承、导轨、滚珠丝杠和传动箱等结构发热。

3.5 人员因素

虽然数控加工技术自动化水平高,但是在进行汽车零件加工时还是依靠人工控制系统,对操作人员的技能水平与经验要求较高。如果操作人员的技能水平不足,将无法充分发挥数控机床的性能,对复杂零件进行加工。

4 汽车零件机械加工数控技术的创新应用

4.1 自动化编程技术的应用

自动化编程技术是数控技术中重要的技术,主要基于计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)软件实现的,通过对汽车零件进行3D建模,将其几何信息和工艺要求通过特定的算法与规则转化为代码指令。常用的自动化编程软件有Mastercam、UG NX、PowerMILL等,其中Mastercam的二维和三维加工编程功能强大,配有刀具路径策略,可以对汽车零件进行复杂的曲面加工。UG NX可以实现产品设计到加工编程的无缝衔接,适用于汽车零件的整体开发。PowerMILL侧重于高速加工编程,能够优化刀具路径以提高加工效率和表面质量,提升汽车零件精度和表面光洁度。

针对常见的汽车零件,自动化编程软件可以通过预先设计加工工艺与参数,创建编程模板。在导入汽车零件3D模型时,自动化编程软件可以对3D模型中的汽车零件上的孔、槽、轮廓、曲面等几何特征进行自动识别,根据形状和尺寸智能选择合适的加工工艺和刀具,快速生成相应的加工指令,相比传统数控编程方法,即减轻编程工作量又提高生产效率。

4.2 对原有机械设备进行数控化改造

一台全新的数控机床价格区间在十几万到几千万不等,

对于资金有限的中小企业而言成本较为昂贵,而原有机械设备进行数控化改造的成本远低于购买新的数控机床,改造可以充分利用现有的机械设备资源,减少设备的废弃和更新换代带来的资源浪费,还可以帮助企业节约成本,在有限的预算内提高生产效率,将资金使用率最大化。数控化改造首先要明确使用需求与预算,再对当前机床实际情况进行评估,确定改造的目标和范围。改造主要分为机械部分改造、电气部分改造两个模块。在机械部分的改造主要是针对机床结构,通过对当前设备机械状况进行评估,确定机械设备的磨损情况、精度状况、可改造性。根据评估结果对机床的床身、立柱、导轨等关键部件进行强化和优化,提高机床的刚度和精度保持性。同时还要对传动系统、刀具库进行系统升级,将原有的普通电机更换为高精度的伺服电机,并根据需要匹配合适的减速机。伺服电机能够实现精确的转速和转矩控制,提高传动的精度和稳定性。在汽车零件加工的铣床中,升级后的传动系统可以更准确地控制工作台的移动速度和位置,保证铣削加工的精度。增加刀具库容量,优化自动换刀系统,自动换刀系统可以根据加工工艺要求,快速准确地更换刀具,减少加工过程中的停机时间。在电气部分改造主要是利用PLC对机床控制系统进行改造,根据生产加工需求与预算选择合适的数控系统,对于车床、铣床等设备,可选择功能全面、可靠性高的数控系统,如FANUC、Siemens。对于一些简单的专用设备,可以选择经济型数控系统。同时要增设传感器检测反馈系统,通过在设备上安装位移、角度、力、温度等传感器,将传感器采集到的数据实时传输至系统管理平台,可以帮助管理人员及时掌握刀具或工件的位置变化、多轴联动加工中轴的角度变化、切削力的大小变化、电动机发热情况。管理人员通过数据反馈信息可以及时调整设备运动和加工参数。

5 结语

工业4.0背景下,智能化、数控化已成为汽车零件加工主要发展方向。通过自动编程技术、对原有机械设备进行数控化改造,实现对汽车零件加工生产的创新,从而提高汽车零件精确度、高效性,降低生产成本。

参考文献

- [1] 李晓红.汽车零件机械加工数控技术应用研究[J].专用汽车,2023(2):54-56.
- [2] 张永永.汽车零件机械加工数控技术应用研究[J].内燃机与配件,2021(12):101-102.
- [3] 陈春光,曹二文.数控技术在汽车零件机械加工中的应用[J].汽车测试报告,2024(1):67-69.
- [4] 林芸.汽车零件机械加工过程的数控技术应用分析[J].现代制造技术与装备,2024,60(8):175-179.
- [5] 武志伟,康小平.机械加工技术在汽车工业中的应用分析[J].科技与创新,2024(7):191-193.
- [6] 赖光耀,黎芳华.汽车零件机械加工数控技术应用[J].时代汽车,2020(13):159-160.