

The Application of Numerical Control Technology in Mechanical Processing Technology

Zhongyang Liu¹ Yuqing Li^{2*}

1. Zhengzhou National Defense Science and Technology School, Zhengzhou, Henan, 450042, China

2. Henan University of Science and Technology, Xinxiang, Henan, 453003, China

Abstract

In the field of modern technology, the development speed of numerical control technology is evident in various industries, and its rapid development has had a substantial impact on improving the quality and efficiency of mechanical processing. The application of numerical control technology can improve the accuracy of mechanical processing, drive the execution of machine tool equipment processing behavior with computer instructions, make changes in the original processing and production methods, and promote the intelligent development and transformation of mechanical processing. Starting from actual mechanical processing technology and combining with practical work experience, this paper takes CNC machine tools and composite mechanical processing as examples to conduct in-depth analysis of the application methods and value of CNC technology, aiming to provide useful references for the development of mechanical processing enterprises in the field of CNC technology.

Keywords

numerical control technology; machining; intelligent manufacturing

数控技术在机械加工技术中的应用

刘中阳¹ 李玉青^{2*}

1. 郑州市国防科技学校, 中国·河南 郑州 450042

2. 河南科技学院, 中国·河南 新乡 453003

摘要

在现代科技领域, 数控技术的发展速度各行各业有目共睹, 其发展速度之快已经对机械加工领域的提质增效产生实质性影响。数控技术的应用能够提高机械加工的精度, 以计算机指令驱动机床设备加工行为的执行, 在原有加工及生产方式上做出改变, 促进机械加工的智能化发展与转型。论文从实际的机械加工技术出发, 结合实际工作经验, 以数控机床和复合机械加工为例, 对数控技术的应用方法与价值体现进行深入分析, 旨在对机械加工企业向数控技术领域发展提供有益参考。

关键词

数控技术; 机械加工; 智能制造

1 引言

数控技术在现代化生产领域中的应用较为广泛, 特别在机械加工领域具有较高的应用价值。通过这种高精度、高效率的自动化加工方式, 不仅能够提升机械加工的灵活性和生产效率, 还能为机械加工企业实现大规模定制化生产奠定坚实基础。数控技术融合了信息技术、传感器技术、自动化控制技术等技术, 使得机械加工过程更加精准可控, 大幅降低了人为操作误差, 提高了产品质量的一致性。目前, 数控技术在机械加工技术领域应用也呈现出一些问题, 如设备成本高和人才短缺等问题, 在一定程度上阻碍了数控机床制造的智能化发展。鉴于此, 论文研究数控技术在机械加工

技术的应用, 可从资源配置及数控优化上提出一些切实可行的建议, 有助于中国机械制造业竞争力的提升。

2 数控技术与机械加工技术

2.1 数控技术原理及核心特征

数控技术的产生以计算机为控制, 以计算机指令驱动自动化生产的执行。数控技术是实现自动化生产和智能化制造的技术支撑。数控技术可视为一种先进技术的综合体, 其具备计算机处理、自动控制和精密测量等多项先进技术功能。数控技术能够利用自检功能实现对各种类型机床的控制, 并且在控制过程中对所连接设备的运行情况和有无工作异常情况进行实时监测。在机械加工领域, 数控技术常被用于一线生产环节中, 对各种类型的生产设备进行自动化控制, 解放人力, 提高生产质量和安全性^[1]。

回顾近年来数控技术在实际加工、生产领域的应用中,

【作者简介】刘中阳(1980-), 男, 中国河南太康人, 本科, 讲师, 从事机械设计制造及其自动化研究。

可发现其具有操作难度低、智能设备配置高和灵活性强等特点。首先,在操作难度上,在数字信息的支持下,数控技术能够实现精准测量和自动化控制,符合机械生产专业需求,在机械加工中占据稳固地位。然而尽管数控技术的操作难度较低,但仍会对车间内的手艺技术人员造成一定的冲击,然而这一现象也揭示了数控技术的应用应当同时加大对技术加工人员的培训力度。其次,智能设备是支撑数控技术稳定运行的关键,现代机械加工企业要想引入数控技术首先应当升级车间设备,充实智能化配置。最后,灵活性强体现在数控技术可以根据计算机指令密切配合并执行相应的操作,同时数控技术还能够达到一些手艺技术难以达到的精度,并通过编程调整加工程序,实现对高精度零件的加工与修改^[2]。

2.2 数控技术在机械加工技术中的应用价值

在机械加工技术中数控技术的加入具有绝对的必要性,主要体现在三方面:

第一,促进机械生产效率的提升。数控技术所具有的自动化核心特征能够为机械加工与生产提供自动化监测、参数控制与快速生产的保障。相较于传统的手艺加工而言在过程中会更加紧凑,时间利用率更高。与此同时,数控机床加工能够按照预设的参与和指标进行加工,其间无需人工参与,减少了人工操作所带来时间上的不当消耗。

第二,提高机械加工生产的精确性和稳定性。数控技术以数字指令为驱动执行自动化行为和加工行为。以数控机床为例,根据数字指令可以参考预设参数进行高精度加工,还可进行反复修改,在数控机床中常见的可修改参数包括切削参数和运动轴向等,通过反复调整可以确保零件的尺寸达到预设精度,形状一致且同批次的零件质量稳定。这种高精度的生产特性符合汽车制造和航空航天等领域对于精密零件的加工需求,在这些领域具有一定的应用空间^[3]。

第三,增加机械加工的灵活性和机械生产的多样性。在数控机床中常见的可修改参数包括切削参数和运动指向等,通过反复调整可以确保零件的尺寸达到预设精度,形状一致且同批次的零件质量稳定。这种高精度的生产特性符合汽车制造和航空航天等领域对于精密零件的加工需求,在这些领域具有一定的应用空间。

3 数控技术在机械加工技术的具体应用

3.1 数控技术在机床加工方面的应用

机床是机械加工技术中的重要组成部分,同时也是数控技术应用的关键环节。数控机床的自动化和智能化体现在软硬件的控制上,硬件部分包括传感器和编码器等,软件部分包括运动算法和插补算法等,通过对软硬件的控制能够精准实现对设备运动轴向和刀削参数等的控制与调整,辅助机械加工各环节的制造与生产工作。以企业制造业为例,数控车床是数控技术的应用体现,在长轴、轴承、螺纹、齿轮和

发动机部件等旋转体部件的加工过程中可以通过对旋转和切削参数的精准控制与调整来实现精密制造和快捷生产。而在这一环节中,数控技术的自动控制功能体现如下。

3.1.1 主轴转速控制

主轴转速是影响工件表面质量的关键因素,过快或过慢都将影响工件质量,使其难以达到预设标准,拖延加工生产进度。在数控单元中可将主轴转速设为 n ,在工件的加工过程中,数控单元会对全过程加工所需的主轴转速进行计算并预设参数,维持工件表面切削过程中速度的稳定。主轴转速参数的得出与切削速度 v 和工件直径 d 有关,遵循式(1):

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \quad (1)$$

将 v 与 d 的数值代入后得出转速值,将其输入数控车床的主轴驱动器中,目前常见的驱动器为步进电机和伺服电机,二者的共同特点都是高精度。被输入的主轴转速参数将由电机控制单元所接收,经调控后可对车床的电流和电压进行调整,根据预设参数对主轴转速做出调控。而在此基础上,为实现这一控制流程的闭环并进一步提高控制精度,还需配备传感器,针对主轴转速进行装配传感。通过电机控制单元,驱动伺服电机和转速传感器,可实现主轴转速的传输与反馈,识别实际加工时的转速与预设转速之间有无偏差,如果存在误差,电机控制单元将会在第一时间对其进行修改调整,即便在长时间的加工生产环境下仍保持主轴转速处于最优状态。

3.1.2 刀具送料速度控制

刀具的送料速度将直接决定着工件加工过程中刀具的损耗情况以及工件尺寸是否合规。而数控技术的应用能够针对这一问题进行系统控制。刀具送料速度在参数预设的过程中因参与其中的因素较多,需综合考虑材料硬度和刀具类型等,在参数调控方面有两种方法,分别为人工计算设定和系统计算调整。而无论哪种设定方法最终确定的送料速度都能够精准达到预期效果并且不会受到加工环境的影响。刀具送料速度的规律为:在硬质材料处理时,为避免加剧刀具磨损,应在合理范围内降低送料速度;软质材料则相反。因刀具送料速度不合理所造成的问题事件包括:工件表面毛刺和刀具裂纹等。而为避免此类缺陷事件的发生,数控系统将以试切参数为基础生成经验公式,如式(2):

$$f = f_r N \quad (2)$$

式中, f 为刀具送料速度,以 mm/min 为单位; f_r 为每转的进给量,以 mm/min 为单位; N 为主轴转速,以 rpm 为单位。

对刀具宋亮速度的设置需同时满足材料质地、刀具类型和切削深度等多方面因素,常见的机械加工工件材料和与之适配的刀具类型如表1所示。

表1 常见工件材料及其适配的刀具

序号	工件材料	刀具类型
1	亚克力	单刃铣刀
2	密度板	双刃螺旋铣刀
3	铝合金	钨钢铣刀
4	碳钢	合金刀具

以碳钢为例，碳钢的硬度为45HRC，选择最适宜的刀具为合金刀，假设切削深度为2mm，那么最合适的 f_r 为0.1~0.2mm/min之间，此时N为150rpm，根据式(2)计算可知： $f_1=0.1 \times 150, f_2=0.2 \times 150, f$ 取自15~30mm/min的区间。

数控系统在实施自动化控制的过程中，会将工件材质、刀具材料和切削深度等参数考虑其中，结合试切结果预设刀具送料速度的最优值。电机控制单元再通过PID对主轴转速和扭矩进行参数调整，控制刀具送料的整个移动过程。此外，与主轴转速控制相同，均需要在数控系统上配备速度传感器，以便对全过程进行监测与偏差识别，及时检测有无错误问题的出现，维持送料速度的稳定性。

3.2 数控技术在高精度机械加工技术中的应用

高精度机械加工需求高稳定性的数控设备为硬件和技术支撑，是高精度机械加工的基础性需求。要想实现高精度加工，首先就需要保持加工过程中机床的稳定，仅可容纳微小振动，市面上性能较高的设备包括精密平面磨床和龙门铣床等。数控机床在投入使用后需对机械加工各环节均进行精准调控，将误差和偏差控制在合理范围内，在轴向、切削角度和直线度等参数方面需要进行校准，并在试切和试验公式的生成过程中对各项参数进行反复验证与调整，让数控机床的运动精度始终处于平稳状态。

要想利用数控技术对机械加工实现高精度控制，对数控系统和设备进行定期维护与保养十分必要，设备可以根据市面上对工件质量和精度的要求变化而进行预设参数的调整，实现进一步的参数优化，从而使设备能够适应更高级别的高精度机械加工需求。除此以外，对切削参数的数控优化也可以进一步提高机械加工的精度，切削是机械工件加工生产的关键环节，而切削的深度参数将决定着设备的振动幅度以及刀具是否会发生变形。由此可见，对刀具的精度和稳定性的控制本质上就是对切削精度的数控优化。在一个批次工件加工完成后需对设备及刀具的精度以及有无严重磨损进行检查，对刀具精度需进行测量与磨削。

此外，温度同样也是影响机械加工精度的关键因素，通过数控技术实现数字温控可实现加工精度的提升。工件加工精度不达标的主要原因之一是热变形的发生，而热变形的产生原因即为机床冷却系统和环境温控系统的缺失或落后。

对此，数字温控可以利用自动化控制功能和智能校正功能对工件加工与生产过程中刀具与工件之间的温度实现调节，避免温度因切削而持续升高，形成较大的精度误差。

3.3 数控技术在复合机械加工中的应用

复合机械加工的原理为多轴联动操作，而数控技术在其中发挥着编程与自动化控制的功能。在机械加工技术中，螺纹加工和曲线加工都属于复合加工，过程复杂且对精度的要求较高，在加工过程中需要对机床设备的轴向运动进行控制，数控指令驱动升降、进给和旋转任务的执行。数控技术应用于其中可实现如下效果：

第一，自动刀具装置支持刀具的自动切换。该效果的产生能够充分体现数控技术的灵活性，以加工需求为导向，根据不同加工工序的需求自动化选择并提供相应的刀具，避免人工更换所造成的不必要时间消耗，促进生产效率的提升。并且，针对刀具自动切换车间还需配备多功能操作台，通过集成传感器和控制系统对刀具的工作状态进行实时监测，确保精度和工作效能的稳定。

第二，自动化程序调整与工序切换。此举可提高刀具在工件加工过程中的使用率，根据各环节的需求不同让相对应的多套刀具共同参与其中，协调运作，在保障加工精度的同时也促使生产效率的提高。

第三，工件表面质量及精度参数的自动化监测与调控。数控系统对加工及生产状态进行实时监控，对偏差问题生成数据反馈，由数控系统对各环节的控制元件进行修正指令下达，及时对参数进行调整，对正进行的加工予以补偿，以保障同批次工件各项参数的一致性。

4 结语

综上所述，数控技术的出现打破了传统技术在集成制造、机械制造等方面的智能化需求局限。研究认为数控技术在机械加工技术领域中的应用所呈现出的实质性优势为精度和效率的双重提升，这也是促进中国机械制造业核心竞争力提升的关键，同时对中国目前的机械加工技术走向智能化发展之路予以强效的技术支持。

参考文献

- [1] 何剑波. 数控加工技术在机械智能制造中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2024, 60(9): 181-183.
- [2] 宋亚强. 机电一体化数控技术在机械制造中的应用[C]// 冶金工业教育资源开发中心, 中国钢协职业培训中心, 第13届钢铁行业职业教育培训优秀多媒体课件活动系列研讨会——电力工程与技术创新论文集, 张家口鹏辉建筑安装工程有限公司, 2024.
- [3] 周晓祺. 机电一体化数控技术在机械制造中的应用[J]. 流体测量与控制, 2024, 5(4): 99-101+104.