

有效提升数控车床加工精度的措施研究

杨明¹, 胡宝文², 黄鋆奕³

1. 西安航天动力研究所航天机电事业部, 陕西西安, 710100; 2. 上海宇航系统工程研究所, 上海, 201102;
3. 西安航天源动力工程有限公司, 陕西西安, 710100

摘要: 从分析数控车床的概念着手, 探讨影响数控车床加工精度的主要因素, 包括伺服系统驱动、车刀控制及运行误差因素等, 阐明以上因素给加工实践带来的具体影响, 在此基础上提出几点能提升数控机床加工精度的建议及措施, 包括提高伺服系统精度、增加车床导轨精度、科学选用加工刀具、严控数控机床编程过程、运用误差补偿改进控制措施、提升工人操作规范性等。希望本文论述的内容对同行实践能起到一定抛砖引玉的作用。

关键词: 数控车床; 加工精度; 影响因素; 提升措施

中图分类号: TG519.1

文献标志码: A

0 引言

进入21世纪以来, 我国工业制造技术明显提升, 数控车床是制造行业内的高端产品, 有精准度高、工作效率高等特点, 在很多行业内实现了普及应用。但是具体使用时, 车床设计、程序编制等因素均影响着数控车床的生产精准度, 最后降低个别加工零部件的质量及整体制造效率以致无法创造较理想的效益, 不利于社会经济的持久、稳定发展^[1]。数控车床加工技术应用过程中迫切需处理的问题是怎样提升加工精度, 这就要求作业人员在实践中善于观察, 不断总结经验, 明确影响数控加工精度的因素, 客观分析其成因, 采用合理的手段改善数控车床的整体性能, 有针对性地完善加工技术方案, 减少或规避加工误差, 最大限度地提升加工效率。

1 数控机床的介绍

在机械工程领域, 数控车床多被用在数控

加工及复查产品的成型设计方面, 追求高精度加工及保证产品质量, 具备加工快速、智能水平高等特点。

1.1 车床的结构

数控车床主要由数控编程、驱动、控制、加工辅助系统等构成。其中, 驱动系统作为车床的驱动机构, 通过工人的合理操作去控制车床的使用过程。主机系统可以被看成是一种配置加工机器, 作用以加工制造工件等为主。

加工辅助系统即为支持数控加工过程而提供的一些辅助性功能, 确保工件加工任务能顺利、精准执行。数控编程作为车床的核心控制部分, 通过设计与应用数控编程输入, 能够控制车床的运行模式、状态等, 实现工件的自动化加工与处理, 提升产品的实际制造效率。

1.2 分类

数控车床有很多类型, 结合运动方式的不同, 可以将其分成点位、直线、轮廓控制数控机床; 按照控制方式可以分成开环、半闭环、闭环控制数控机床等。在科学技术日新月异的时代

中，数控加工技术持续完善与提升，研发制造出的一些数控车床具备特殊功能，较好地满足了机械制造行业的发展需求。科学规划数字机床的所属类别，为其合理选择加工精度的改善方案，最大限度地提升加工精准度，引领数控产业实现可持续发展的目标。

1.3 性能

加工精准度高是数控车床的典型特征，这也是其适用于加工制造特殊配件及复杂零件的主要原因。工件生产过程稳定、可靠，质量也得到一定保障，可以顺利实现半自动和自动操控，进一步提升工件实际加工效率但数控机床内部系统构成十分复杂，后期检修、运维管理难度较高，需要有专业技术人员执行该项工作。数控机床使用时的成本投入较大，故而在有效控制成本费用的基础上，提升机床加工的精准度，只有这样才能更好地满足新时期下社会发展的现实需求，达成可持续发展的宏伟目标。

1.4 管理控制加工度数

合理运用数控编制设置工作流程，这是数控机床使用过程中的主要特征之一，其能明显减少车床对人工手动操作的依赖性，且能显著提升其运作效率。现规范编辑被加工零部件的程序，把程序语言完整地输入进数控装置，过运用伺服系统驱动车床，精准操作加工零件。有效控制数控加工过程，不断提升加工的精度，能使我国工业产业获得更好的发展，创造更加理想的效益^[2]。

2 影响数控车床加工精度的主要因素

2.1 伺服系统驱动

结合数控车床的基本工资原理，伺服电机在整个车床内发挥着重要的驱动作用，其对滚珠丝杠产生一定作用力，使数控车床有效运用定位滚珠，并有效驱动与控制电机的运作工程，只有这样数控车床才能更加顺畅、高效率地完成工件的加工制造任务。但是在以上过程中，如果滚珠丝杠出现了传动误差，则会给数控车床加工精

度带来负面影响。当下国内大部分数控车床配置应用了半闭环控制伺服系统，希望利用其有效控制整个数控车床电机。工件实际加工过程中，伺服电机要反方向运转以后，其内形成的空气在电机工作期间会呈现出空转状态以致运行轴承会出现一定误差。机械外力可能会作用在数控车床内的传动设备上，导致其出现弯曲、变形等情况，以致局部因受力而产生弹性间隙问题，造成数控机床加工精度进一步降低。

2.2 车刀控制

数控加工实践中，刀具是影响工件最后加工精度的主要因素之一，前期通过设置各项标准参数值，使刀具对各种材料或者部件等进行切削处理，将其打造出工件所需的形状。但是车刀实际应用过程中，受本体构成要素、刀尖圆弧半径、车刀控制和轴线尺寸两者之间的误差等因素影响，容易使部件实际加工时出现不同程度的误差。既往有很多研究已经证实，不同要素对加工精度产生的影响不同，在使用车床刀具时，应将精度误差管控在10%~15%范围，控制夹具精度误差6~10%^[3]。因此在数控车床编程过程中，要不断提升各项加工参数设计的合理性，并严格控制车刀运行轨迹，尽量减少加工误差，提升工件加工的精度。

2.3 运行误差

数控车床电机运作过程中，圆整误差、逼近误差等均可能对其造成一定影响，以致驱动过程中出现速度不合理的情况。对于圆整误差而言，其是指在控制步进电机期间，使脉冲当量形成的直线位移量抵达最小值，在此基础上管理控制零部件图纸尺寸和脉冲数目，确保其符合对接规格参数的规范要求^[4]。但是在现实的数控加工处理时，仅允许把脉冲当量值作为圆整，这就会增加加工误差问题发生的概率。对于逼近误差而言，其是指编程零件轮廓的数控加工程序时，运用基于拟合思维理念的近似算法，解除方式确保运算所得数据与轮廓相近。因为数控机床技术处理不规则零部件过程中，运用近似算法对非

圆曲线进行线性分割处理,运用直线把曲线取而代之,以致最后所得的刀具轮廓和现实加工扩型之间存在着一定差别,业内将以上这种差异称之为逼近误差。总之,不管是圆整误差,是逼近误差,都会影响着数控车床加工部件的精度,故而应采用适宜、有效的方法加强控制,力争将加工误差降到最低,提升数控机床的应用效果。

3 数控车床加工精度的提升方法

3.1 提升伺服系统精度

伺服系统是数控车床的重要构成部分,其直接影响数控讲过的精度,关系着工件的加工制造质量,在条件允许时,尽量为伺服系统配置安装高性能的组件,例如一些动态性能良好的驱动一起等,有益于减少伺服系统对车床加工精度产生的不良影响。加工工件过程中适时调整伺服系统的运行参数,减少误差量。比如,在车削工序中,直线与圆弧均是十分常见的加工形式,伺服系统会影响其最后加工效果,要采用合理的方法抑制不良影响,但理论上讲允许存在着一定量的速度误差,这主要是因为这种类型的误差基本上不会影响单轴直线精度及造成部分加工精度的损失。笔者认为,最佳状态是车床进给轴处于 45° 位置,能够使车床输出的工件有较高的精度与质量,这就意味着在加工圆弧类工件时,要尽量应用开环增益,其能起到较好的补偿作用,始终维持开环增益的统一性,进而最大限度地提升毛坯零件外周轮廓加工的精准度^[5]。

3.2 提高车床导轨精度

在工业化不断推进过程中,数控技术的应用范畴呈现出不断拓展趋势,数控车床的工件加工质量、精准度均有很大提升,这在很大程度上提高了数控技术的利用效率。为了谋得更好、更快发展,工业企业更加追求数控机床实用性的实现情况,那么此时其对车床性能就会提出更高的要求。车床若运用斜齿机床去取代铸造结构,则能使数控机床更好地发挥自身的使用功能,其要合理对

车床本体进行轻量化设计。车床导轨优化设计时还可以尝试运用闭式圆筒结构,该结构能辅助增强车床的抗弯抗扭能力,进而使车床运作工程的可靠性、稳定性得到更大保障。总之,为了增加机床导轨的几何精度,一定要完善机床底座和导轨结构的设计方案,且在实践中适时调整、改进。

3.3 科学选用加工刀具

首先,既往大量的实践表明,科学选择、组装与维护车床加工刀具,有助于提升数控加工精度。通过分析车床运行期间的刚性需求,客观分析不同位置加工件结构特性,掌握不同加工技术应用要点等。结合工业化实际生产需求合理选择刀具产品,比如粗车时要选用强度高、耐损耗系数偏低的刀具;精车时以配置精度较高的刀具为主,这种刀具的切割性能较强,且能辅助提升加工精度。其次,加强刀具制作材料的控制,刀具制造过程中长时间处于高压、高压环境中,且要承受着较大的摩擦力,故而用于生产各类刀具的材料应用性能要好、韧度优良,在各种工况下不易发生变形^[6]。最后,尽早建立健全刀具库管理办法,严格推行专人专管机制。库内的刀具应是标准化的、具备较高的一致性的,以从根本上保证刀具质量。当前很多数控车床具备自动换刀的功能,各项功能相对较为先进,为了能有效应用就要提前建立完善的刀具库,确保不同材料制成的加工刀具满足实际生产需求,最大限度地提升刀具切削效果与效率。

3.4 严控数控机床编程过程

技术人员为了能有效管控数控机床编程进程,前提是要合理、准确管控加工刀具的基本行进路线,将数控机床生产加工优势淋漓尽致地显现出来,这样才能制造出高精度工件产品,更好地满足工业企业的现实发展需求。数控车床程序编程工作一定要和现实生产情况有机结合,始终把工件加工生产设计图纸作为依据,进而从根本上确保机床编程工作的科学性、合理性,辅助提升加工生产精度与效率。

可以尝试运用先进的计算机软件为被加工

工件构建三维立体模型：运用数字化形式呈现出被加工件的结构特征，展现出其工业应用价值。具体编程过程中要全面分析被加工工件材质的基本属性、刀具外形特征及生产工艺应用需求等，最大限度地提升编程合理性，进而使数控加工精度得到更大的保障^[7]。数控编程对企业技术人员的能力提出很高的要求，特别是一线工人，他们作为数控机床的直接操作者，应该是最懂数控机床的群体，故而企业要加大对这类群体的综合培训力度，提升他们的职业素养与加工技能水平。企业也要积极引进UG、Cimatron、PROE等三维软件，通过定期培训帮助技术人员掌握软件的正确操作流程，提升专业知识储备量，只有这样才能进一步提高工件数控加工精度。

3.5 误差补偿改进控制措施

首先，生产实践中要参照数控机床加工的现实情况，有针对性地实施相关管理、控制措施，本文这里围绕误差补偿改进控制措施开展分析。数控加工精度管控过程中，运用误差补偿法主要是对那些已经存在的坐标轴进行补偿处理，通过配合运用软、硬件，最大限度地提升工件产品的加工精度。在这里需要重点提及的一项内容是半闭环伺服系统运作过程中，反向偏差问题容易给定位精度产生不利影响。故而建议在误差补偿过程中，尝试运用反向偏差补偿相关办法，有效抵消以上这种误差问题。

其次，设计数控机床工作方案时为了提升加工精度控制的有效性，通过合理运用误差补偿措施，能促进数控机床的科学应用过程，数控加工实践中不必频繁更换，帮助企业更好的控制成本。

最后，误差补偿措施也可以被用在丝杠进给作业过程中，其能对滚珠丝杠发挥有效补偿作用。数控加工工件时，丝杠进给的精准程度直接影像产品加工精度与质量，如果丝杠进给存在偏差，则数控加工精度就很难得到保障，误差问题的发生率相应增加。特别是在加工螺纹过程

中，由于运用了横纵联动的形式，如果横纵丝杠局部出现了缝隙，那么将会导致螺纹加工过程出现较大的误差问题。为了减少或规避以上情况，技术人员可以尝试运用间隙补偿的办法对滚珠丝杠误差进行补偿处理，消除间隙，进而提升滚珠丝杠的使用性能，延长其使用寿命^[8]。

3.6 提升技术人员加工的规范化水平

操作数控机床前，技术人员要全面了解生产工艺执行过程，以此为据科学规划部件的加工路线，这是提升数控加工精度的重要基础。不同产品采用的生产加工工艺不尽相同，采用数控机床技术加工制造时，若规划的加工工艺方案不满足实际要求，那么一定会造成机床运作期间出现故障问题，以致输出产品的质量合格率长期偏低，加工精度固然达不到要求。为了充分发挥数控机床加工优势，提升工件加工质量与效率，技术人员要自觉提升自身的职业能力，积极改进传统工作模式，设计研发新工艺、新方法等，科学整合多种加工技术，结合实际情况不断完善技术应用过程，辅助提升产品的合格率^[9]。深入研读零部件的加工设计图纸，反复论证其合理性、有效性，在比选中找到最优秀的加工生产方案及加工模具配方。比如在生产中，要合理运用稳定性较高的夹紧方式，在安装好构件夹紧后，严格复核夹紧程度，以防出现严重错误。可以尝试选用组合夹紧方式，以进一步提升工件装夹的可靠性。一些工件结构较特殊，技术人员在选用装夹方式时，要严格审核设计图纸，确保装夹方式合理、有效，将其给车床精度带来的影响降到最低，提升企业生产效率。

当下很多工业企业内有很多应届毕业生或大学实习生，企业高层领导要重视这些人才资源的储备情况，大学生精力旺盛，对知识的主观接受能力较强，更加拥护、肯定科学、规范化加工。故而应积极将科学加工的思想理念渗透到后备人才培养实践中，使企业有更强大的人才基

（下转第112页）

- DOI:10.1145/982484.982504.
- [2] Lin, Dazhen;Li, Lingxiao;Cao, Donglin;Li, Shaozi. Multi-modal Sentiment Feature Learning Based on Sentiment Signal. Chinese CSCW '17: Proceedings of the 12th Chinese Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing. September 2017. Pages 33 - 40. DOI:10.1145/3127404.3127410.
- [3] Sergio, G.C., Lee, M. (2016). Audio Generation from Scene Considering Its Emotion Aspect. In: Hirose, A., Ozawa, S., Doya, K., Ikeda, K., Lee, M., Liu, D. (eds) Neural Information Processing. ICONIP 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9948. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46672-9_9.
- [4] 刘君芳,邵曦.《多模态融合的家庭音乐相册自动生成》.南京信息工程大学学报(自然科学版).[J].2017,9(06).11.
- [5] 晁建嵩.基于跨媒体语义匹配的相册背景音乐推荐[D].上海交通大学,.2013.
- [6] S Saravanakumar, A Vadivel, C. G. Saneem Ahmed. Multiple object tracking using HSV color space. ICCCS '11: Proceedings of the 2011 International Conference on Communication, Computing & Security. February 2011. Pages 247 - 252. DOI:10.21917/ijivp.2011.0039.
- [7] What is music21?[EB/OL]. <http://web.mit.edu/music21/doc/#>
- [8] 刘侠.音乐的计算机模拟生成研究[D].苏州大学,2004.
- [9] Sicheng Zhao, Yue Gao, Xiaolei Jiang, Hongxun Yao, Tat-Seng Chua, Xiaoshuai Sun. Exploring Principles-of-Art Features for Image Emotion Recognition. MM '14: Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. November 2014. Pages 47 - 56.

(上接第108页)

础去增强自身精细化加工能力,使数控加工质量得到更大保障。

4 结语

新时期下,数控机床广泛被用在我国工业生产领域,数控加工精度不足是制约工业生产水平提升的一项主要因素。数控机床加工自身是一项复杂度很高的加工操作,加工生产不同工件时应用性能、技术工艺等方面均存在很大差别,故而对加工技术工艺、车床刀具及操作人员能力等提出更高的要求。为提升数控加工效率与精度,就要全面分析各项影响因素,为我国现代化工业稳定发展创造坚实基础。

参考文献

- [1] 林新,韦德周.数控机床加工精度的工艺处理及优

化[J].内燃机与配件,2022,74(06):72-74.

- [2] 王运祥.高精度阶梯轴加工工艺改进及刀具反装技术应用[J].机械制造与自动化,2022,51(01):65-69.
- [3] 杨大英.数控车床加工精度的影响因素及提高策略研究[J].机械管理开发,2022,37(01):307-308+310.
- [4] 胡新华.探析加强数控车床薄壁零件加工的措施[J].内燃机与配件,2022,47(01):105-107.
- [5] 刘晋斌,庄道军.数控车床在加工活塞环锥形表面中的应用研究[J].九江学院学报(自然科学版),2021,36(04):35-38.
- [6] 王鹏.数控车床加工特殊螺纹油套管的质量优化措施[J].今日制造与升级,2021,41(12):75-76.
- [7] 田华.数控加工技术在机械加工制造中的应用[J].IT经理世界,2021(11):109-110.
- [8] 关海英,雷彪.数控车床加工精密薄壁零件的工艺探讨[J].内燃机与配件,2021,10(23):105-106.
- [9] 李镜悬,邱述龙,覃事鹏.影响金属切削数控车床操作精度的因素及解决方法[J].世界有色金属,2021,07(22):184-185.