

Assembly process and debugging of mechanical components in CNC machine tool manufacturing

Jiuzhu Shen Yongchao Zhao

Shenyang Machine Tool Zhongjie Friendship Factory Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110142, China

Abstract

Numerical control machine tool is the core equipment of modern manufacturing industry, its performance and accuracy are related to the quality and production efficiency of processed parts. Under the background of the high quality development of manufacturing industry, it is of great significance to explore the assembly technology of CNC machine tools to improve the performance of machine tools, optimize the assembly process and improve the production efficiency. This article deeply discusses the assembly process and debugging of mechanical components in the manufacturing of CNC machine tools. This paper expounds the importance of assembly process debugging in CNC machine tool manufacturing, analyzes the common mechanical component assembly process, and puts forward a series of targeted assembly process and debugging strategies, aiming to improve the assembly quality and performance of CNC machine tool, and provide theoretical support and practical guidance for the production practice in related fields.

Keywords

CNC machine tools; mechanical components; assembly process; debugging

数控机床制造中的机械组件装配工艺及调试

申久祝 赵永超

沈阳机床中捷友谊厂有限公司, 中国·辽宁 沈阳 110142

摘要

数控机床是现代制造业的核心设备, 其性能与精度关乎加工件的质量与生产效率。在当前制造业高质量发展的背景之下, 深入探究数控机床制造中的机械组件装配技术, 对于提升机床性能、优化装配工艺、提高生产效率具有重要意义。文章深入探讨数控机床制造中机械组件装配工艺及调试相关内容。详细阐述了装配工艺调试在数控机床制造中的重要性, 分析了常见的机械组件装配工艺, 并提出了一系列针对性的装配工艺及调试策略, 旨在提高数控机床的装配质量与性能, 为相关领域的生产实践提供理论支持与实践指导。

关键词

数控机床; 机械组件; 装配工艺; 调试

1 引言

数控机床作为现代装备制造的核心设备, 其本身的性能会对产品加工精度及生产率产生关键影响。数控机床的机械部件组装工艺与调试是整个数控机床加工中的重要环节, 而精密和有效的组装调试则可以保证数控机床各个部件之间完成协调运动, 满足机床本身在设计时所预期的各项精度要求、稳定性等指标。鉴于数控机床越来越多的使用需求与不断增加的精密性要求, 深入研究装配工艺及调试技术具有极为重要的现实意义。

2 数控机床制造中的机械组件装配工艺调试的重要性

数控机床加工制造的机械部件装配工艺调试是数控机床精密性和稳定性的关键与先决条件, 不仅影响机床设备本身的出厂质量, 更直接影响后续使用生产以及生产效率以及加工产品质量。以下将从保证机床精度、提升机床稳定性以及延长机床使用寿命三个方面, 详细探讨数控机床制造中机械组件装配工艺调试的重要性。

2.1 保证机床精度: 从丝杠螺母副到坐标轴定位的准确性

数控机床高精度加工能力和精度, 很大程度上依靠着各个机械零件的精确组合。丝杠螺母副作为机床坐标轴驱动系统中最基本的组件之一, 其装配精度直接影响了机床的定位精度。在装配过程中, 若丝杠的安装存在同轴度误差, 即便微小的偏差, 在机床长时间的运行过程中也会逐渐累积,

【作者简介】申久祝 (1986-), 男, 满族, 中国辽宁葫芦岛人, 本科, 助理工程师, 从事机械类 (机床装配工艺) 研究。

导致工作台在移动时产生不可忽视的偏差,进而使得加工出的零件尺寸精度无法满足设计要求。据相关研究数据显示,丝杠装配超差可能使机床的定位误差达到 $\pm 0.05\text{mm}$ 以上,这对于精密加工而言是致命的^[1]。因此,在装配过程中,必须采用高精度的测量工具和方法,对丝杠螺母副的同轴度、垂直度等关键参数进行精确测量和调整,确保装配精度符合设计要求。同时,还需进行多次试运行和调试,及时发现并纠正装配过程中的微小偏差,从而确保机床的最终精度满足甚至超越设计标准。

2.2 提升机床稳定性: 主轴组件装配的优化与振动控制

机床的整体稳定性是机床长时间正常高效运转的前提。数控机床主轴组件是数控机床进行切削加工的核心部件之一,主轴组件的装配直接影响着数控机床的加工质量和稳定性。主轴轴承预紧力是主轴组件的关键装配参数。若预紧力设置不当,主轴在高速旋转时会产生较大的振动,这不仅会严重影响加工表面的质量,还可能导致主轴部件的过早损坏。因此,在主轴组件的装配过程中,要求严格的调试、测量,使其达到最佳预紧力;调试合理的主轴组件在进行高速旋转的情况下,其振动幅值可降低30%~50%,能够大大提高机床运行的稳定性;另外主轴的动平衡调试的准确性,应保证主轴运转中不会出现较大的离心力,以减小其振动和噪声^[2]。

2.3 延长机床使用寿命: 导轨副装配的精度与磨损控制

数控机床上各个部件的使用寿命很大程度上取决于机械部件的耐磨性和抗疲劳性。导轨副作为机床运动部件的重要支撑,装配精度直接影响机床的刚性与精度精确性。在导轨副的装配过程中,若导轨的安装不平行或存在其他几何误差,滑块在运动过程中会出现偏载现象,导致导轨与滑块的磨损加速。这不仅会降低机床的精度和稳定性,还会缩短机床的使用寿命。因此,在导轨副的装配过程中,必须采用高精度的测量工具和方法,对导轨的平行度、垂直度等关键参数进行精确测量和调整。同时,还需对导轨和滑块的配合间隙进行精确控制,确保其在运动过程中能够保持良好的接触和润滑状态。经过精确装配与调试的导轨副,其使用寿命可延长2-3倍,大大降低了企业的设备更新成本。

数控机床加工制造中的机械组件装配的工艺调试关系到机床的性能、精度以及寿命,需要对机械组件通过测量、调校来完善,保证其装配精度要求符合设计需要,达到其稳定的使用寿命。同时,这一过程也为后续的维护和保养提供了重要的参考依据,有助于降低企业的运营成本和提高生产效率。

3 数控机床制造中的机械组件装配工艺分析

机械性能和机械精度完全取决于机械装配质量及装配

技术,数控机床装配工作流程及调试过程是其主轴箱组件、丝杠螺母副、导轨副等系统各组件之间的装配、并结合精密的检测与调试手段,以确保机床的整体性能达到设计要求。

3.1 主轴组件装配工艺

数控机床主轴组件是机床的心脏,主轴装配的好坏直接关系到机床加工质量和精度。轴承的安装中热装法、冷装法是常用的两种安装方法。主轴上安装轴承一般选用热装法,对于高精密型数控机床主轴使用油浴加热,即将轴承置于油中加热至 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$,使其内径胀开,迅速套装于主轴上,冷却后,使轴承与主轴构成过盈配合,并能保证轴承安装牢固。不至于因装配时轴向应力而损伤轴承。装配好的主轴,需对主轴的径向跳动和轴向窜动检测调整,一般用千分表或百分表测量径向跳动 $0.002\sim 0.005\text{mm}$ 、轴向窜动 $0.001\sim 0.003\text{mm}$;如在某型号高速加工中心主轴装配中,经过多次热装,精确调整达到主轴径向跳动小于 0.003mm ,轴向窜动小于 0.0015mm 的高精度装配,确保了机床的高速、高精度加工能力。

3.2 丝杠螺母副装配工艺

丝杠螺母副是数控机床坐标轴的运动传动装置,丝杠螺母副的装配精度直接影响着机床的定位精度和重复定位精度。在装配过程中,首先要保证丝杠的安装同轴度,通过调整垫铁、刮研床身安装面等方式,确保丝杠的直线度和平行度误差控制在 $0.01\sim 0.02\text{mm/m}$ 以内。然后安装螺母座、调整螺母与丝杠间的间隙,如果间隙过大,则容易造成机床在移动过程中发生爬行现象,影响机床加工精度;间隙过小则会产生较大的摩擦力,增大能耗和磨损,可以通过垫片或螺纹的调隙方式将其调整在 $0.01\sim 0.02\text{mm}$ 的范围内。

3.3 导轨副装配工艺

导轨副作为数控机床运动部件的支撑部件,其装配精度直接影响机床的运动精度和承载能力。在装配直线导轨时,首先要清洁导轨安装面,保持无油污、杂质等,然后将导轨利用螺栓预固定在床身上,利用导轨专用量具检测调整后导轨的直线度(如使用激光干涉仪测量导轨的直线度,直线度精度 $0.005\sim 0.01\text{mm/m}$ 以内),导轨与导轨滑块的配合松紧程度,通过调整滑块的预紧力,使滑块在导轨上移动时手感均匀、无卡滞现象。在某型号的数控加工中心导轨装配中,通过精密的调整和润滑,实现了导轨副的高精度、高刚度装配,为机床的高精度加工提供了坚实的基础。

在完成上述机械组件的装配后,还需进行整机调试。调试过程中,需对机床的各项性能指标进行全面检测,如定位精度、重复定位精度、加工精度等。同时,还需对机床的润滑系统、冷却系统、电气系统等进行检查与调试,确保机床的各项功能正常、运行稳定。通过科学的机床装配工艺技术、精密的调试工艺手段,使数控机床的机械组件实现高精度、高稳定性装配,为现代制造业提供高效、可靠的加工设备。

4 数控机床制造中的机械组件装配工艺及调试策略

数控机床制造中机械零部件的安装与调校不仅是技术的关键领域，同时也是保证数控机床质量、精度、稳定性的基石。这一过程融合了精密机械技术、电学技术、自动控制技术等多门科技的交叉，对技术的精确性、技术的流程性、技术的应用性等诸多方面有着严格的要求，最终实现高质量、高效率的生产目标^[1]。以下是对数控机床制造中机械组件装配工艺及调试策略的深化探讨。

4.1 建立完善的装配工艺流程：理论与实践的双重保障

装配工艺流程是数控机床制造前期的重要环节，它如同一座桥梁，连接着设计理念与实际生产。这一流程应细致入微地规划从零部件准备到整机调试的每一步操作，确保每一步都精准无误，符合既定的技术要求和质量标准。以机床导轨的装配为例，首先需对导轨面进行精密磨削，确保其表面粗糙度和直线度达到设计要求。随后，采用精密测量工具如激光测距仪检测导轨的安装位置和平行度，确保导轨间的相对位置精度。在导轨与床身固定时，需采用合适的紧固工艺，如预紧力矩控制，以防止因紧固不当导致的导轨变形或松动。最后，通过运行测试，验证导轨的运动平稳性和精度保持性。这一系列标准化的装配流程，不仅减少了装配误差，还提高了装配效率和产品质量，为机床的后续调试和长期使用奠定了坚实的基础。

4.2 采用先进的装配与调试技术：智能化与自动化的深度融合

能制造相关装配和调试技术正逐渐成为数控机床的主要竞争手段，虚拟装配技术就是其中的典型代表，它采用计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）软件，利用计算机模拟装配方式，将机床部件在虚拟软件中进行精确装配。以数控机床的传动系统为例，通过虚拟装配技术，可以预先发现传动链中的干涉问题，对齿轮啮合参数进行优化，保证传动的效率和精度。通过激光干涉仪、三坐标测量机等高精度检测手段实现对机床精度的测试与调试，为机床的装配与调试提供了更高的精度要求。例如激光干涉仪，用于对机床的各轴进行定位精度、重复定位精度进行测量，在此基础上实现机床的误差补偿。智能装配设备如自动拧紧机、机器人装配系统的引入，则进一步提升了装配的自动化水平和精度，确保了机械组件连接的稳定性和可靠性。这些

先进技术的应用，不仅提高了装配效率，还显著提升了机床的整体性能和精度。

4.3 加强装配人员培训与管理：技术与责任的双重提升

数控机床制造中的机械组件装配及调试工作，对装配人员的专业技能和责任心提出了极高的要求。因此，加强装配人员的培训与管理，成为提升装配质量和效率的关键。定期组织装配人员参与专业技能培训，内容包括装配工艺，先进装配技术和装备的操作，质量控制等方面培训，譬如以数控机床中的主轴装配为例，主要培训主轴轴承安装、主轴动平衡调整等装配工艺，以提升主轴装配质量水平。建立完善的装配人员质量考核评价制度，对装配质量实施量化考核，譬如装配质量合格率、返修率等考核制度，将考核结果与装配人员个人报酬相结合，激励装配人员，要求在一定程度上提高装配质量水平，并对装配人员的现场装配过程加强监督，确保装配过程严格按照既定的工艺流程和技术要求进行，避免因人为因素导致的质量问题。通过这一系列措施，可以培养出一支技术精湛、责任心强的装配团队，为数控机床的制造提供坚实的人才支撑。

数控机床制造的机械部件装配技术和调试方法是保障机床运行性能、精度、稳定性的重要措施，通过制定并完善数控机床的装配工艺技术、应用先进的装配调试技术和提高装配人员的专业素养和装配管理工作可以实现提升数控机床的制造质量和竞争力，助推智能制造。

5 结语

数控机床制造过程中的机械件装配工艺以及调试是一项复杂而且重要的工作。重视装配工艺的调试，并进行分析装配工艺，实施科学、合理的装配工艺及调试方法，能够有效提升数控机床的装配质量、性能及使用寿命。随着制造业的发展，装配工艺及调试技术应该不断创新及革新，以匹配制造业中对于越来越高质量的、精密的数控机床制造需求，以促进制造业的发展向高端化、智能化的方向发展。

参考文献

- [1] 周进. 数控机床制造中的机械组件装配工艺及调试[J]. 今日制造与升级, 2022(9):177-180.
- [2] 郭昱玮. 数控机床制造中的机械组件装配探究[J]. 中国金属通报, 2024(18):95-97.
- [3] 凌思庆. 数控机床制造中的机械组件装配研究[J]. 现代制造技术与装备, 2023, 59(7):85-87.