

# 数控机床机械结构与制造技术的研究探讨

余 振 倪彬洲

宝鸡机床集团有限公司 陕西 宝鸡 721000

**摘要：**伴随时代的不断发展，以及科学技术的不断进步，人们越来越关注社会生产效率的提升，也越来越关注科学技术在现代市场经济发展过程当中的应用。关注到生产工作的体系优化和完善需求，针对数控机床的工作进行总结和优化处理，从实际的机械设备结构方面的设计入手，结合实际的制造行业生产技术进行发展与创新，促进未来数控机床发展新方向和新动态的工作进展。在研究的具体过程中实现对数控机床工作技术的优化，提供科学的建设性意见，为未来行业的发展奠定良好的基础力量。

**关键词：**数控机床；机械结构；制造技术

## 1 数控机床机械结构与制造技术优化的基本理念

数控机床机械结构与制造技术的优化基本理念是在满足机械结构强度和稳定性的基础上，通过提高机械结构的精度、刚性和动态特性，达到提高机床加工精度、提高工作效率和降低能耗的目标。首先，优化的基本理念是提高机械结构的精度。通过优化设计和制造工艺，确保机床工作精度符合要求，包括定位精度、重复定位精度和加工精度等。采用高精度的零部件、精密的加工工艺和严格的装配流程，以确保机床的加工稳定性和工艺精度。其次，优化的基本理念是提高机械结构的刚性。通过改进机械结构的材料选择、结构设计和加工工艺，提高机床的刚性和抗振性能，减小机床的变形和振动，从而提高机床的加工稳定性和抗干扰能力。优化的基本理念还包括提高机械结构的动态特性。通过优化结构设计和控制系统，减小机床的质量和惯性，提高机床的动态响应和运动精度，实现高速、高加速度和高效率的加工。最后，优化的基本理念还包括降低机床的能耗。通过优化机械结构设计和改进制造工艺，减小机床的能耗和电磁辐射，采用节能型传动装置和控制系统，提高机床的能源利用率和环境友好性<sup>[1]</sup>。

## 2 数控机床机械结构设计的要求

数控机床机械结构设计的要求包括以下几个方面：

(1) 性能要求：机械结构设计要能满足数控机床的加工要求，包括定位精度、重复定位精度、加工精度、刚性等。机械结构应具备足够的稳定性和刚性，以保证机床在高速加工和复杂工况下的稳定性能和加工质量。(2) 刚性要求：机械结构的刚性是保证机床加工精度的关键因素。机械结构应设计合理，材料选择合适，以保证在加工过程中能够抵抗来自切削力和动载荷的变形和振动，从而保证机床的稳定性、刚性和抗干扰能力。(3)

精度要求：机床加工精度与机械结构设计密切相关。机械结构设计要尽量减小机床的运动误差，包括定位误差、重复定位误差和加工误差等。同时，要考虑工作台的稳定性和平整度，以确保加工零件的精度。(4) 运动特性要求：机械结构设计要考虑机床的运动特性，包括运动平稳性、动态响应性能和运动速度。合理的结构设计和轴线配布可使机床获得较高的动态性能，提高加工效率和加工精度。(5) 结构简化和优化：机械结构设计要追求结构简化和优化，减小机床自重和惯性，提高机床的加工效率和动态特性。此外，还要考虑机械结构的可靠性和维修性，以方便机床的维护和保养。

## 3 数控机床机械结构设计的基本特征

### 3.1 刚性与稳定性

数控机床要求高速、高精度的加工，因此，机械结构设计必须具备足够的刚性和稳定性。设计中应考虑材料选择、结构布局、连接方式等因素，以保证机械结构在切削力和动载荷作用下的稳定性和刚性，从而保证加工精度和质量。

### 3.2 精密与精度

数控机床的加工精度要求较高，机械结构设计需要考虑减小误差源，包括定位误差、重复定位误差和加工误差等。通过合理的结构设计和优化的运动传动系统，控制机床的运动精度，提高加工质量<sup>[2]</sup>。

### 3.3 动态性能

数控机床在高速运动时，需要具备良好的动态响应性能，以实现高速加工和高效率生产。机械结构设计要考虑机床的动态特性，包括运动平稳性、随动性和响应速度，优化结构刚度和轴线布置等，以提高机床的动态性能和加工效率。

### 3.4 系统集成性

数控机床的机械结构设计需要与电气控制系统、传感器、执行器等进行紧密的集成。机械结构要具备适配和集成各个系统组件的能力,使各个子系统协调运行,实现高效、稳定的加工过程。

### 3.5 可靠性和维护性

数控机床设计要考虑结构的可靠性和维护性,包括设计合理的润滑、冷却和防尘装置,便于维修保养和零部件更换等。同时,机械结构要提供安全可靠的工作环境,确保操作人员的安全。

## 4 数控机床机械结构制造技术

### 4.1 材料选择与加工

根据机床的用途和工作条件来选择合适的材料,常见的材料有高强度合金钢、铸铁、铝合金等。高强度合金钢具有较高的强度和刚性,适合用于承受高载荷和高速运动的零部件;铸铁具有良好的耐磨性和抗震性能,适用于承受冲击和振动的零部件;铝合金具有较低的密度和良好的导热性能,适用于制造轻量化和散热要求高的零部件。在材料选择完成后,需要进行材料的加工。锻造工艺可用于生产高强度和耐磨零部件,通过对金属材料加热至一定温度后施加压力,使材料形成所需形状;铣削工艺适用于制造平面、曲面、孔等复杂形状的零部件,通过切削工具在旋转加工台或工件上进行削减材料的加工;砂铸工艺用于制造大型和复杂形状的零部件,通过将熔融金属倒入砂型内,然后冷却凝固后获得所需形状;铸造工艺适用于制造大批量、形状简单的零部件,通过将熔融金属倒入金属模具中,然后冷却凝固后获得所需形状。通过以上的加工工艺,可以得到符合设计要求的机械零部件<sup>[3]</sup>。在加工过程中,需要严格控制加工参数和操作技术,以保证零部件的尺寸精度和表面质量。同时,还需要进行质量检验和调试工作,检查零部件的尺寸、形状、表面质量等是否符合要求,并对装配后的机械结构进行调试和测试,确保其稳定性和性能。

### 4.2 数控机床机械结构制造中的零部件加工

通过数控加工中心、车床、铣床等设备,对机械结构的各个零部件进行加工是制造工艺的重要环节。数控加工是利用计算机控制加工设备进行自动化加工的一种工艺。相较于传统的手工或半自动加工,数控加工具有更高的加工精度和稳定性。在数控加工中,首先需要使用CAD/CAM软件将机械结构的三维模型转化为加工路径。在考虑材料特性、工件形状和加工要求的基础上,通过编程确定加工路径、切削参数和工件夹持方式等。然后将加工程序上传至数控机床的控制系统中。在实际加工过程中,数控机床根据预设的程序自动进行切削和

加工。数控加工中心可以进行多轴联动运动,在一次夹持下完成复杂零件的加工,其加工精度高、产品质量稳定。车床通过旋转工件进行切削加工,适用于轴类零件的加工;铣床则通过工具在工件上进行切削,适用于平面、曲线和孔的加工。数控加工过程中,通过严格控制加工参数,如进给速度、切削速度、切削深度等,以保证零部件的加工精度和表面质量。在数控加工完成后,需要进行质量检测和调试工作。通过使用测量工具和设备对零件的尺寸、形状、表面质量等进行检测,以确保零部件的精度和质量符合设计要求。

### 4.3 数控机床机械结构制造中的装配

装配过程将经过加工的各个零部件进行组合,形成完整的机械结构。在装配之前,需要对加工完成的零部件进行清洗和检查,确保其表面清洁,并排除可能存在的瑕疵和损伤。根据装配图纸的要求,对零部件进行定位和对准。使用合适的夹具、定位销或定位孔等工具,确保每个零部件的位置和方向准确。根据装配图纸和装配顺序,将各个零部件进行组合。通过螺栓、螺母、销钉等连接件,将零部件牢固地连接在一起。在组装过程中,需要注意零部件之间的配合间隙、紧固力度和固定顺序,以确保装配质量。在机械结构装配完成后,需要进行调试和测试工作。检查各个运动部件的运动轨迹、间隙、刚度等参数,并进行相应的调整,确保机械结构的稳定性和性能符合要求。在装配完成后,需要对机械结构进行润滑和防护处理。根据使用要求,加入合适的润滑剂和防腐剂,保护机械结构的运动部件,并提高其使用寿命和可靠性。装配过程中,需要严格按照装配图纸和装配工艺要求进行操作。同时,质量控制与质量检测也是至关重要的,例如进行尺寸测量、形状测量和功能测试,确保装配质量和机械结构的性能。

### 4.4 数控机床机械结构制造的质量控制

针对数控机床机械结构制造,建立一套完备的质量管理体系是非常重要的。首先,要编制质量手册和程序文件,明确质量管理的原则、目标和组织结构。质量手册应包括质量方针、质量目标及相关指标,为质量管理提供指导。程序文件则规定了各个质量管理活动的具体程序和要求。其次,制定质量目标和指标,根据产品和市场需求确定合理的质量目标。质量指标应具体而可衡量,例如尺寸精度、表面质量、装配精度等。通过设定质量目标和指标,可以引导生产过程中的质量控制工作,确保产品质量的稳定和提升。建立相应的质量控制流程,包括从材料采购、加工过程、装配过程到成品检验等各个环节的质量控制措施。对于材料采购,需要选

择合格的供应商，并建立供应商质量审核和评定机制。加工过程中，要制定详细的工艺规程和操作规范，严格控制加工参数，确保零部件的加工精度和表面质量。在装配过程中，需要明确装配工艺和要求，设立质量检验点，确保装配的精度和质量<sup>[4]</sup>。最后，在成品检验阶段，通过尺寸测量、功能测试和抽样检验等手段，对成品进行全面检验，确保质量合格。持续进行质量培训和质量监督，提高员工的专业技能和质量意识。通过培训和培训评估，确保员工熟悉质量管理的要求和工作流程。建立定期的质量检查和内审机制，对质量管理的执行情况进行监督和评估，及时发现和解决问题。

## 5 数控机床机械结构设计完善策略途径

### 5.1 加强稳定性设计，提高使用寿命

针对数控机床机械结构设计，提高稳定性和使用寿命是非常重要的。通过有限元分析等方法，对机械结构进行强度优化，确保其能够承受预期的工作载荷。通过增加强度和刚度，降低材料应力和变形，提高机械结构的稳定性和耐久性。在机械结构的制造过程中，采用合理的工艺优化措施，提高加工精度和表面质量。例如，使用先进的加工设备和工艺工具，提高加工精度和效率；合理选择加工顺序和工艺参数，减小加工残余应力和变形。合理选择机械结构所使用的材料，考虑其力学性能、耐磨性、疲劳寿命等因素。使用高强度、耐磨性好的材料，可以提高机械结构的耐用性和使用寿命。在机械结构的设计中，选择合适的零件连接方式，如焊接、螺栓连接、键连接等。通过合理选择连接方式和提高连接强度，保证连接的可靠性和稳定性。在设计过程中考虑机械结构的振动和噪声问题，采取相应的防振和降噪措施。例如，加装减振器、使用减震材料、优化结构设计等，减小振动和噪声的产生，提高机械结构的稳定性。除了设计优化，定期的维护与保养对于提高机械结构的使用寿命也非常重要。建立定期检查和保养计划，及时清洁、润滑和更换损耗部件，防止机械结构的磨损和故障。

### 5.2 引进新技术

通过引进新技术，可以改进机械结构的性能、提高

加工效率、降低能耗，并增强机床的竞争力。引入新型、高性能的材料，如轻质高强度合金、复合材料等，可以提高机械结构的强度、刚度和耐磨性，降低结构质量，提高机床的工作效率和精度。研发和引进先进的制造工艺，例如激光焊接、激光切割、粉末冶金等，可以提高机械结构的精度和工作效率。这些工艺能够实现高精度的加工、快速制造和高度集成，大幅提高机床的生产能力和竞争力。集成新型传感器技术，如位移传感器、应力传感器、温度传感器等，可以实时监测和控制机械结构的工作状态和负载情况，有效预防故障和提高机床的稳定性。采用先进的智能控制系统，如人工智能、机器学习、物联网等，可以实现机床的自动化和智能化。通过实时数据分析、自主学习和智能调整，提高机床的精度、效率和可靠性。结合新技术的应用，对机械结构进行优化设计。采用优化的CAD/CAE软件和仿真分析技术，综合考虑结构强度、刚度、质量分布等因素，提高机床结构的性能、稳定性和阻尼能力。

## 结束语

数控机床机械结构与制造技术的研究对于提高机床的精度、效率和可靠性，推动机床产业的创新和发展具有重要意义。通过不断探索和应用新的设计和制造技术，可以为机床制造企业提供更高质量、更可靠的产品，并与国际市场竞争接轨。未来的研究应该重点关注机械结构设计和制造技术的创新和应用，加强技术集成与产业合作，推动数控机床机械结构的发展，提升我国机床产业在国际市场上的竞争力。

## 参考文献

- [1] 连亚宣. 数控机床机械结构设计和制造技术优化[J]. 内燃机与配件. 2021.04:157-158.
- [2] 安红卫. 朱健. 数控机床机械结构设计和制造技术优化[J]. 内燃机与配件. 2021.03:75-77.
- [3] 官金良. 李祥. 李敏. 张彦斐. 基于弹性变形和矢量叠加原理的新型整骨机器人变形误差分析[J]. 科学技术与工程. 2019.19(35):234-240.
- [4] 刘碧云. 数控机床机械结构设计和制造技术新动态的研究[J]. 南方农机. 2019.50(23):135.139.