

# 数控机床自动化加工过程测头应用保护改进设计

马良宏

宁波海天精工股份有限公司 浙江 宁波 315800

**摘要:** 本文探讨了数控机床自动化加工过程中测头的应用及其保护改进设计。测头作为数控机床实现高精度自动化加工的关键装置,其稳定性和可靠性至关重要。文章概述了测头技术的基本原理和类型,并分析了测头在数控机床自动化加工中的关键作用。详细探讨了测头应用过程中存在的风险,并提出了包括防撞保护、环境适应性优化、接口通信质量提升、维护校准精细规划以及人员培训与安全管理强化在内的多项改进设计。设计验证与效果评估表明,这些改进措施显著提升测头的稳定性和可靠性,降低故障率和维修成本,为数控机床自动化加工的安全和效率提供有力保障。

**关键词:** 数控机床; 自动化加工; 测头; 保护改进设计

引言: 随着制造业的快速发展,数控机床单机乃至组线的自动化加工需求越来越高,而测量自动化是自动化加工中至关重要的一环。测头作为数控机床的核心测量装置,其性能直接影响到加工精度和效率。在实际应用中,测头面临着碰撞、环境干扰和通信故障等多重风险,这些风险不仅威胁着测头的稳定运行,还可能对产品质量和生产安全造成严重影响。因此,对数控机床自动化加工过程中测头的应用进行保护改进设计,具有重要的现实意义和迫切需求。

## 1 测头技术概述

测头在数控机床中扮演着至关重要的角色,它主要负责工件的轮廓与尺寸精准测量,通过精准的测量确保加工过程的准确无误。了解测头的基本类型和工作原理,对于我们作为使用者的操作和维护至关重要。在测头类型中,接触式测头最为常见,通过触头与工件表面的直接接触,获取准确的尺寸数据。这种测量方式虽然直接,但准确性极高,广泛应用于各类数控机床中,无论是精密零部件还是复杂结构件的加工,都能提供稳定可靠的测量结果。此外,无线测头以其摆脱线缆束缚的灵活性,为操作带来便捷。而光学/激光测头,通过光信号实现非接触测量,避免接触误差与磨损,同时测量范围广、适应性强,满足各种复杂环境下的测量需求<sup>[1]</sup>。借助测头技术,数控机床实现了自动化功能的飞跃,如加工前的工件分中、加工中的实时尺寸测量与参数调整,以及加工后的刀具自动补偿,确保整个加工过程的稳定与精确。

## 2 测头在数控机床自动化加工中的关键作用

### 2.1 保障加工精度

在自动化加工流程中,能够实时捕捉工件在各个维

度上的精确数据,为制造复杂精密零部件提供了可靠的保障。对于现代制造业而言,加工精度是衡量产品质量的重要指标之一。特别是在航空航天、汽车制造等高端制造领域,微小的尺寸偏差都可能导致产品性能的下降甚至报废。而测头的精准测量能力,正是把控这些高精度产品品质的关键。凭借测头的精准测量,制造过程中的尺寸偏差可以被控制在极小的范围内。在自动化加工过程中,测头通过实时监测工件尺寸变化,及时调整加工参数,确保每一个工件都能达到预期的精度要求。

### 2.2 推动加工智能化

随着智能制造技术的发展,数控机床与测头的深度融合,使得加工过程更加智能化。测头不仅具备自动执行测量任务的能力,还能够实时反馈加工状态,为机床提供精准的测量数据。这些数据被用于驱动加工参数的动态调整,构建起一个稳定的闭环控制体系。它能够实时监测工件的加工状态,一旦发现偏差或异常,立即向机床发出调整指令。这种实时反馈与动态调整的机制,不仅提高了加工效率,还显著减轻了操作人员的负担。操作人员不再需要频繁地进行人工测量和调整,而是可以更加专注于整体生产流程的监控与优化<sup>[2]</sup>。测头的智能化应用还推动了数控机床向更高层次的智能制造发展;通过与数控机床的深度融合,测头为机床提供了更加精准、可靠的测量数据,为后续的智能化生产提供了坚实的基础。

### 2.3 适配柔性制造

在当今瞬息万变的市场环境中,柔性制造已成为企业应对市场变化、提高竞争力的重要手段。测头在数控机床自动化加工中的应用,为柔性制造提供了有力的支持。柔性制造要求企业能够快速调整生产流程,生产

出符合市场需求的新产品。而测头的实时测量和反馈功能,使得数控机床能够快速校验加工路径,灵活调整加工参数,从而满足新产品的生产需求。这种快速响应的能力,使得企业能够在激烈的市场竞争中迅速抢占先机,赢得市场份额。通过实时监测和分析加工过程中的数据,测头能够帮助企业发现生产流程中的瓶颈和浪费,从而提出改进方案,优化生产流程,提高生产效率。

### 3 数控机床自动化加工过程测头应用风险分析

#### 3.1 碰撞风险

在数控机床自动化加工的快节奏运转场景下,测头由于工作特性,需要频繁地与工件“亲密接触”,这无疑大大增加了碰撞风险。自动化加工追求高效,机床各部件运动速度快、启停频繁,倘若缺乏周全有效的防撞手段,测头就如同置身于“枪林弹雨”之中,极易与工件、夹具,甚至是机床内部的部件发生意外碰撞。轻微的碰撞,看似不起眼,实则犹如一颗“暗雷”,悄然破坏测头内部构造精密的传感器、传动结构等关键组件,使得测量精度悄然下滑。而一旦发生严重碰撞,后果更是不堪设想,测头极有可能当场报废,整个加工进程戛然而止。更为严重的是,碰撞瞬间产生的冲击力,还潜藏着对操作人员人身安全的威胁,以及对机床设备造成不可逆损伤的隐患。

#### 3.2 环境影响风险

温度与湿度的波动,以及设备产生的振动,都是影响测头稳定工作的关键因素,高温环境下,测头所使用的材料可能会因热胀冷缩效应而发生形变,这种微小的物理变化足以对测量精度造成显著影响。特别是在进行精密加工时,任何微小的误差都可能导致产品质量下降,甚至引发废品率上升;湿度方面,高湿度环境对电子元件构成了潜在威胁。电子元件一旦受潮,不仅可能导致性能下降,更有可能引发短路故障,从而直接威胁到测头的正常工作,这种故障不仅会影响测量的连续性,更可能因数据中断而导致加工过程的中断。在加工过程中,机床和测头往往会承受来自各个方向的振动。这些振动可能导致测头内部零件松动或移位,进而影响到测量的准确性,长期受到振动影响,测头的整体性能可能会逐渐下降,测量误差也会随之增大。

#### 3.3 接口通信风险

测头与机床之间的数据通信,高度依赖接口的稳定性与兼容性,而这一环节在实际应用中却荆棘丛生。接口,作为两者之间的信息“桥梁”,一旦出现稳定性短板,或是兼容性漏洞,数据传输就会陷入重重困境。延迟问题会让测头反馈的实时数据姗姗来迟,机床依据过

时信息做出的加工动作必然偏离预期;丢包现象则如同信息传输途中的“黑洞”,部分关键数据凭空消失,导致机床接收的数据残缺不全,加工精度大打折扣;错码状况更是一场“数据灾难”,错误编码的数据被机床误读,执行出错误的加工指令,使得加工效率与品质双双遭遇重创,成为制约整个加工品质提升的顽固“梗阻”。

### 4 数控机床自动化加工过程测头保护改进设计

#### 4.1 总体设计策略

在数控机床自动化加工过程中,测头作为关键组件,其稳定性和可靠性直接关系到加工精度和生产效率。因此,本设计策略以全方位保护测头效能为核心目标,综合考虑测头性能特点、加工环境复杂性和人员操作的便捷性与安全性。整体保护方案涵盖硬件防护升级、环境适应性优化、通信链路强化、维护校准精细规划以及人员培训与安全管理等多个维度,旨在构建一个稳固而高效的测头保护体系。

#### 4.2 防撞保护策略

传统简易防撞手段已无法满足现代数控机床对测头保护的高要求。因此,引入了智能防撞体系。首先,在机床数控系统中植入先进的防撞算法,该算法能够深度解析工件的加工工艺与机床的运动逻辑,通过模拟预演测头的运动轨迹,精准规划出一条无碰撞的“安全航道”。同时,还在测头周边部署了高敏红外距离传感器矩阵,构建了360°无死角的防护圈<sup>[3]</sup>。这些传感器能够实时监测测头与周边物体的间距,一旦检测到距离突破预设的安全阈值,便会立即触发机床的急停机制,从而有效阻断碰撞风险。

#### 4.3 环境适应性方案

针对数控机床加工环境中常见的温度、湿度和振动等干扰因素,进行深度的环境适应性优化。在温度管理方面,为测头加装智能温控模块,该模块集成微型制冷片和加热丝,并配备高精度温度传感器。通过实时监测测头的工作温度,并自动调节制冷或加热功率,确保测头始终工作在最佳温度范围内。在湿度管理方面,为测头定制密封防潮罩,并内置除湿剂和微型风机。通过持续除湿和保持内部干燥环境,有效抵御湿度对测头性能的影响。在振动管理方面,采用高阻尼减震支架搭配弹性缓冲垫的设计方案。这种设计能够全方位吸收外界振动能量,从而确保测头在复杂的工作环境下仍能保持稳定的性能。

#### 4.4 接口通信品质提升

为了提升测头与机床之间的通信质量,对接口通信协议进行了升级。选用高速抗扰的工业以太网标准,并

配备了双层屏蔽线缆和高品质接插件,从物理层面有效隔绝了电磁干扰。同时,还增设信号增强与校验模块,该模块运用纠错编码技术,能够自动检测并修复传输过程中的差错。另外,还定期使用专业的通信诊断软件对接口进行深度巡检,通过模拟数据传输、检测丢包率、分析误码率等手段,提前揪出潜在的故障点,并进行及时修复。这一系列的改进措施确保数据传输的“高速公路”始终保持畅通无阻,从而保证了测头与机床之间的实时通信质量,为加工过程的稳定性和准确性提供了坚实的基础。

#### 4.5 维护校准计划

为确保测头能够长期稳定运行,精心规划一套测头维护校准体系。以季度为基准,定期对测头展开深度清洁、部件紧固以及精度校验工作。在深度清洁环节,采用专用的清洁工具和环保溶剂,对测头的各个精密部件进行全面细致的清洁,以彻底清除积累的灰尘、油污等杂质。在部件紧固方面,使用经过校准的专业扭矩扳手,对测头的关键连接部件进行精确紧固,从而确保连接处的稳固与可靠。在精度校验方面,引入了先进的智能化校准平台。该平台集成了高精度标准件和自动化校准程序,只需一键操作,即可完成整个校准流程,并自动生成详尽的校准报告。报告内容涵盖测头的各项性能指标、校准结果,以及校准过程中发现的任何异常数据。通过这一系列的校准作业,能够精准地追踪测头性能的细微变化,及时发现并妥善处理潜在的精度偏差问题<sup>[4]</sup>。另外,还建立了完善的电子维护档案系统,详细记录测头的每一次维护校准历程、故障详情,以及每次维护校准后性能的具体变化情况。这一举措不仅有助于全面掌握测头的运行状态,更为后续的维护决策提供了有力的数据支持。

#### 4.6 人员培训与安全管理强化

为了提升操作人员对测头的熟悉度和操作技能,量

身定制测头操作培训课程。课程内容涵盖测头的原理讲解、实操演示、故障应急处理等多个板块。通过理论授课,操作人员能够深入了解测头的工作原理和性能特点;通过现场实操,操作人员能够熟练掌握测头的操作流程和注意事项;通过模拟演练,操作人员能够在模拟的故障场景中锻炼应急处理能力。还编制了可视化操作指南和安全手册,这些资料以图文并茂的形式直观地展示了测头的操作流程和安全注意事项。同时,在机床的显眼位置张贴了安全警示标识,以提醒操作人员时刻注意安全。为了进一步强化安全管理,建立严格的安全考核机制,将规范操作与绩效挂钩。通过定期的安全考核和绩效评估,能够及时发现并纠正操作人员的违规行为,从而确保测头的安全应用。

#### 结束语

综上所述,通过对数控机床自动化加工过程中测头的应用进行保护改进设计,可以显著提升测头的稳定性和可靠性,降低故障率和维修成本,从而确保数控机床自动化加工的安全和效率。未来,应继续关注测头技术的发展趋势和市场需求,不断优化和改进设计,为制造业的发展贡献更多的力量。同时,加强操作人员对测头的熟悉度和操作技能,也是提升数控机床自动化加工水平的关键所在。

#### 参考文献

- [1]邱寿昆.浅析数控机床自动化设计与制造[J].内燃机与配件,2021(24):73-74.
- [2]吴晓明.数控机床自动化控制应用研究[J].中国设备工程,2020(05):194-195.
- [3]刘微,武玉明,刘智.数控机床自动化控制应用研究[J].自动化应用,2023,64(05):106-108+112.
- [4]边玉昌.PLC在数控机床自动化控制中的应用研究[J].信息记录材料,2020,21(10):99-100.