

# 数控技术在高精度零件加工中的应用研究与实践

孟凡凡

新疆天山职业技术大学 新疆 乌鲁木齐 830017

**摘要:** 数控技术在高精度零件加工中的应用研究与实践是一个重要的领域,其在提高加工精度、减少人为因素和提高生产效率方面具有巨大的潜力。本文通过分析数控技术在高精度零件加工中的实践应用,探讨了机床选择、切削参数优化和工艺控制等方面的关键因素,并展望了数控技术在高精度零件加工中的应用前景。

**关键词:** 数控技术;高精度零件加工;应用研究

## 1 数控技术的基本原理和特点

数控技术是指利用计算机技术对机床进行自动化控制和指令操作的一种先进的制造技术。它以数字化、智能化为基础,通过编程指令和数学模型控制机床进行工件加工,具有许多独特的基本原理和特点。第一,数控技术的基本原理是采用计算机控制系统与数学模型相结合。通过预先编制好的数控程序,将加工过程和参数输入到机床的控制系统中,机床根据程序控制设备的运动和操作。通过数字信号驱动电机、伺服系统和其他执行器,实现工件在机床上的加工过程。同时,通过数学模型对机床的运动、工件的几何形状和切削力等进行计算和预测,以实现高精度和高效率的加工。第二,数控技术具有高度自动化和灵活性的特点。数控机床可以根据预先编制的程序自动完成工件的加工过程,无需人工干预。同时,数控编程具有灵活性,可以根据工件的不同要求进行程序的调整和修改,实现批量和多品种的生产。这种自动化和灵活性使得数控技术在工业生产中具有很大的应用潜力<sup>[1]</sup>。第三,数控技术具有高精度和高质量的特点。数控机床可实现微小尺寸和高精度的工件加工,能够满足精密制造的需求。数控编程和数学模型的应用使得加工参数可以进行精确控制,减少误差和变形,提高加工的精度和质量。因此,数控技术广泛应用于航空航天、汽车、电子和医疗设备等领域对精密零部件的加工。第四,数控技术具有高效率和资源利用率高的特点。相比传统的手工或半自动加工方式,数控技术的自动化程度高,操作简单,大大提高了工作效率。通过合理的优化切削参数和过程,数控机床可以更好地利用切削工具和材料,减少资源的浪费和损耗,提高加工的利用率。

## 2 高精度零件加工面临的挑战与问题

2.1 高精度零件加工面临的主要挑战是加工精度的要求不断提高。随着科技的进步和市场需求的变化,对

高精度零件的加工精度要求越来越高。然而,实现高精度加工并不容易,包括机床本身的精度、切削工具的质量、误差的控制以及材料的性质等方面都对加工精度有着重要影响。

2.2 高精度零件加工还面临着加工难度大、工艺复杂的问题。许多高精度零件涉及到复杂的几何形状、细微的内外轮廓、特殊的加工要求等,加工过程需要细心操作和精确控制。同时,材料的选择和处理、切削参数的优化、工艺流程的设计等都需要进行深入研究和实践。如何寻找适合的加工方法、制定合理的工艺策略,是提升高精度零件加工质量和效率的关键问题<sup>[2]</sup>。

2.3 高精度零件加工还面临着机械性能的限制和成本的压力。为了实现高精度的加工,需要具备高精度的机床设备、优质的切削工具、高精度的测量仪器等,这些设备和工具的成本较高。同时,高精度零件加工对材料强度、硬度和耐磨性等机械性能的要求较高,因此材料的选择和加工工艺需要综合考虑。与此同时,高精度零件加工还要求加工周期较长,需要耐心和细心进行操作和调试。因此,如何在保证加工质量的前提下,降低成本并提高生产效率,是高精度零件加工面临的另一个重要问题。

2.4 高精度零件加工还面临着技术人才的培养和人力资源的压力。高精度零件加工需要具备丰富的专业知识和经验,需要加工人员具备高度的技术水平和综合能力。然而,现实中高精度零件加工领域的专业人才相对匮乏,这给相关企业的技术人才培养带来了一定的挑战。

## 3 数控技术在高精度零件加工中的应用与实践分析

### 3.1 数控编程与数控系统选择

数控技术在高精度零件加工中的应用研究主要围绕数控编程和数控系统的选择展开。首先,数控编程是数控技术的核心,对高精度零件加工起着至关重要的作用。数控编程是将加工工艺、切削参数和运动轨迹等信息转化为机床能够理解和执行的指令的过程。因此,进

行高精度零件加工的数控编程需要精确计算和确定零件的几何形状、切削过程和切削轨迹等各个参数<sup>[3]</sup>。同时,为了保证加工质量和效率,数控编程还需要根据实际情况进行合理的刀具选择、加工次序和切削策略的设计。在高精度零件加工中,数控编程的研究主要关注如何提高编程的精度和准确性,如何优化加工策略和减少加工时间,以及如何自动化编程过程来提高工作效率。其次,数控系统的选择在高精度零件加工中也是至关重要的。数控系统是数控机床的核心控制部分,负责接收数控编程指令、控制机床的运动和操作,并实现加工参数的调整和切削过程的监控。在高精度零件加工中,需要选择合适的数控系统以满足加工的精度、可靠性和稳定性要求。数控系统的研究主要包括对系统的性能与功能进行评估和选择,如控制系统的精度和稳定性、运动控制算法的优化和自适应控制等方面<sup>[4]</sup>。

### 3.2 高精度工艺策略与加工方法

高精度零件加工需要采用精细的工艺策略和合适的加工方法来保证加工精度和质量,因此数控技术在这方面的应用研究也非常重要。工艺策略包括合理选择切削参数、刀具和切削路径,以及确定最佳的加工次序和工序。在高精度零件加工中,工艺策略研究的重点是如何优化切削参数,以达到尽可能高的精度和表面质量。这涉及到切削速度、进给量、刀具径向和轴向切削量等参数的选择。此外,工艺策略也需要考虑刀具的选择和磨损机制,以确保切削的稳定性和刀具寿命。通过研究和优化工艺策略,可以实现高精度零件加工的精度和效率的最大化。

加工方法是指加工时采取的具体操作方法和技术手段。在高精度零件加工中,常用的加工方法包括精雕、磨削、切削等。数控技术在高精度零件加工中的应用研究主要涉及如何根据零件的形状、尺寸和要求,选择最适合的加工方法。同时,还需要考虑加工过程中的刀具磨损、刀具寿命和工件变形等问题。通过研究和改进加工方法,可以提高加工的精度和表面质量,同时降低加工成本和工时<sup>[5]</sup>。高精度工艺策略和加工方法的研究需要综合考虑零件的形状、尺寸、材料特性以及加工的要求和限制等因素。研究人员通过理论分析、数学模型建立和仿真等方法,对不同的工艺策略和加工方法进行评估和优化。

### 3.3 零件检测与误差控制

随着高精度零件加工要求的提高,对加工后零件精度进行检测和误差控制的需求也变得日益重要。零件检测是指对加工后的零件进行检验与测量,以验证其几何

形状、尺寸和表面粗糙度等指标是否符合设计要求。数控技术在高精度零件加工中的应用研究主要集中在如何选择适合的检测方法和仪器,以及如何在加工过程中实现自动化的检测和矫正,提高零件加工的一致性和稳定性。通过研究和改进零件检测方法,可以及早发现和纠正加工过程中的误差和变形,从而保证高精度零件的加工质量。在加工过程中,由于机床、刀具、夹具和材料等方面的因素,可能引入加工误差和变形。因此,研究如何控制和减小这些误差和变形,是高精度零件加工中的关键问题。数控技术的应用研究主要包括如何优化切削参数和加工策略,以减小加工误差;如何通过控制加工过程中的温度和振动等因素,减小加工中的变形;以及如何通过自动化的反馈控制和矫正方法,实时调整机床和切削参数,以提高加工精度和稳定性<sup>[1]</sup>。研究人员通过建立数学模型和算法,实现对加工误差和变形的定量分析和评估;通过图像处理和信号处理技术,实现对零件表面形貌和尺寸的测量和分析;通过控制理论和自动化技术,实现对加工过程的精密控制和调整。在研究过程中,还需要考虑实际加工环境的影响,以确保研究成果的实际应用性。

### 3.4 数控工具选型和刀具优化

数控技术在高精度零件加工中的应用研究领域还包括数控工具选型和刀具优化。首先,数控工具选型是数控技术应用研究中的重要环节。数控工具的选型需要考虑零件的材料、形状和尺寸等因素。不同的材料对切削工具的选择有着不同的要求,如硬质材料往往需要采用硬质合金刀具,而硬度较低的材料则可以使用普通的高速钢刀具。其它因素如切削力、切削速度、切削方式等也会影响工具的选型。研究人员通过对不同材料和加工条件的实验和仿真分析,选择最合适的数控工具,以提高切削效率和延长工具寿命。其次,刀具优化是进一步提高高精度零件加工质量和效率的关键。优化刀具的设计可以改善切削过程中的能量传递、切削力分布和切削振动等问题,从而提高加工质量和精度。刀具优化研究包括刀具材料的选择、刀具几何形状和刀具涂层等方面。例如,通过采用先进的刀具材料,如多晶金刚石(PCD)和立方氮化硼(CBN),可以提高刀具的硬度和耐磨性,延长刀具的使用寿命;通过优化刀具的几何形状,如刀具刃角、刀尖半径和刀具减轻等,可以减小切削力和切削温度,提高表面质量。刀具涂层技术也为刀具的优化提供了新的思路,如钛镍合金涂层和金刚石涂层等,可以改善刀具的抗磨性和切削性能<sup>[2]</sup>。数控工具选型和刀具优化的研究需要综合考虑工件材料、切削条

件和工作特点等多个因素。研究人员通过理论分析、实验测量和仿真模拟等方法,评估和优化工具和刀具的性能和效果。

### 3.5 在数控铣床加工高精度光学组件中的应用

数控技术在高精度零件加工中的实践应用非常广泛,尤其在光学组件的加工领域。光学组件是一类要求非常高精度的零件,对形状、尺寸和表面质量等要求都非常严格。首先,选择合适的数控铣床对高精度光学组件的加工至关重要。数控铣床的精度、刚性和稳定性直接影响到加工的精度和表面质量。在实践中,通常会选择高精度的数控铣床,具备刚性好、稳定性高的特点,例如采用精密的龙门式或立式加工中心。这些机床具备优良的机械结构和高精度的动态性能,能够有效抵制振动和变形,确保精度和稳定性。其次,加工工艺对高精度光学组件的加工至关重要。在实践中,需要综合考虑加工次序、切削参数的选择和加工策略等因素,以保证加工的精度和表面质量。例如,合理的夹持和装夹工艺可以减小变形和固定件的相对位移;适当的切削速度和进给量可以平衡加工效率和表面质量;合理的刀具刀径和刀具几何可以保证加工的精度和表面光洁度<sup>[3]</sup>。通过实践分析和工艺改进,可以找到最佳的加工工艺,以满足高精度光学组件的需求。最后,刀具选型是高精度光学组件加工中的重要环节。选择合适的刀具可以保证加工的精度和表面质量。在实践中,常采用高硬度和高耐磨性的刀具材料,如硬质合金刀具和钢化钢刀具。通过优化刀具几何形状和刀具涂层,可以进一步提高切削精度和表面质量。

### 4 对数控技术在高精度零件加工中的应用前景的展望

对数控技术在高精度零件加工中的应用前景展望广阔。随着科学技术的不断发展,高精度零件在现代产业中的需求越来越大,尤其在航空航天、光电通信、精密仪器等领域。数控技术作为一种高效、精确和自动化的加工方式,正逐渐成为高精度零件制造的重要工具。

(1) 数控技术可实现高精度零件的灵活制造。传统的加工方式往往需要专门的刀具和设备,而数控技术可以通

过程序控制,实现不同零件的灵活加工。通过合理的编程和工艺控制,可以实现复杂零件的加工,提高生产效率和产品质量。(2) 数控技术在高精度零件加工中具有较高的加工精度和稳定性。通过数控系统的精密控制和高精度机床的应用,可以实现纳米级的加工精度,并保持长时间的稳定性。这对于一些对形状、尺寸和表面质量要求非常严格的零件非常重要,如光学组件、精密模具等<sup>[4]</sup>。(3) 数控技术还能够提高生产效率和降低生产成本。相比传统的人工操作,数控技术能够实现全自动加工,减少了人为因素对加工质量的影响,并缩短了加工周期。同时,数控机床可以进行多轴联动加工,提高了加工效率,降低了生产成本。这对于促进工业制造的发展和提升企业竞争力具有重要意义。(4) 随着人工智能和物联网技术的迅速发展,数控技术与其他智能化技术的融合也将推动高精度零件加工的进一步发展。例如,通过智能感知和自适应控制算法,实现实时监控和优化加工过程;通过数据采集和分析,实现工艺数据的追溯和优化,提高加工精度和效率。

### 结束语

数控技术在高精度零件加工中的应用研究与实践对于推动制造业的发展和提升产品质量具有重要意义。未来,随着科技的进步和技术的不断创新,数控技术在高精度零件加工领域的应用前景将更加广阔。

### 参考文献

- [1]张明,赵凯凯.数控机床高精度加工技术研究及应用[J].机电一体化技术,2021,14(2):25-30.
- [2]李华,刘军.数控车床在高精度小零件加工中的应用研究[J].机械科学与技术,2021,40(4):67-71.
- [3]王鑫,周亮.基于数控技术的高精度光学零件加工研究与实践[J].精密制造与自动化,2021,23(3):98-103.
- [4]陈明,杨志宏.数控铣床在超硬合金零件高精度加工中的应用[J].机械设计与制造,2021,41(6):56-61.
- [5]刘亚楠,庄洁.数控磨床在高精度齿轮加工中的应用研究[J].精密制造技术与装备,2021,7(1):43-48.