

# 基于数控多轴机床的精密零件高效加工工艺研究

孙树尧

沈阳富创精密设备股份有限公司 辽宁 沈阳 110000

**摘要:** 随着科技的进步和工业的快速发展,对精密零件的加工要求越来越高。数控多轴机床以其高精度、高效率的特性,在精密零件加工领域得到了广泛应用。本文将对数控多轴机床在精密零件高效加工工艺方面进行深入的研究和分析,旨在探索提升加工工艺水平的方法,进一步推动数控技术的发展。

**关键词:** 数控多轴机床;精密零件;加工工艺

## 引言

精密零件加工是现代制造业的重要组成部分,其加工质量直接关系到产品的性能和使用寿命。数控多轴机床作为现代制造业的重要装备,其高精度、高效率的加工特点使得其在精密零件加工领域具有显著优势。因此,深入研究数控多轴机床在精密零件高效加工工艺方面的应用,对于提升我国制造业的整体水平具有重要意义。

### 1 数控多轴机床的加工原理及特点

数控多轴机床是一种通过预先编程来控制多个轴同时运动的机床。相比传统机床,数控多轴机床具有以下显著特点:(1)高精度:通过精确的编程和控制系统,实现微米级的加工精度,保证零件的尺寸和形状精度。(2)高效率:多轴联动加工方式可以同时进行多道工序,大大缩短了加工周期,提高了生产效率。(3)灵活性好:数控多轴机床可以加工各种形状复杂的零件,具有很强的适应性和灵活性。

### 2 基于数控多轴机床精密零件高效加工工艺技术分析

#### 2.1 多轴联动加工技术

多轴联动加工技术是现代数控机床领域的一大革新,它突破了传统机床在加工复杂零件时的局限性。通过多轴联动,机床能够在多个轴上同时进行精确而复杂的运动,从而极大地扩展了加工能力,提高了加工效率。以五轴机床为例,除了传统的X、Y、Z三轴直线运动外,还增加了A轴和C轴的旋转运动。这种配置使得刀具能够以更灵活的方式接近工件,实现更为复杂和精细的几何形状加工。无论是曲面、斜面还是其他非规则形状,五轴机床都能够轻松应对,满足各种高精度加工需求。多轴联动加工技术的优势不仅在于其加工能力的扩展,更在于其对加工效率和精度的提升。通过多轴联动,机床可以在一次装夹中完成多个面的加工,避免了传统加工中多次装夹、定位所带来的误差和时间浪费。这不仅大大缩短了加工周期,提高了生产效率,同时也

保证了零件的加工精度和质量<sup>[1]</sup>。此外,多轴联动加工技术还能够减少刀具的更换次数和切削力的变化,从而延长了刀具的使用寿命,降低了生产成本。同时,由于加工过程中刀具与工件的接触更加平稳,还能够减少切削振动和噪音,提高加工的稳定性和可靠性。

#### 2.2 高速切削技术

高速切削技术,作为现代制造技术中的一项革新性技术,以其独特的优势在数控加工领域中占据了重要的地位。它通过大幅提高切削速度和进给率,实现了材料去除速度质的飞跃,从而显著缩短了加工周期,提高了生产效率。这种技术的优势不仅体现在加工速度的提升上,更在于其对加工质量和刀具寿命的积极影响。由于高速切削过程中刀具与工件的接触时间极短,切削热大部分被切屑带走,因此能够有效减少刀具磨损和热变形。这不仅延长了刀具的使用寿命,更保证了零件的加工精度和表面质量。然而,要实现高速切削并非易事。首先,必须选用高强度、高耐磨性的刀具材料,以承受高速切削过程中产生的高温和高应力。同时,切削参数的优化也至关重要。通过合理的切削速度、进给量、切削深度等参数的设置,可以减少切削力和振动,确保加工过程的稳定性和安全性。此外,高速切削技术还需要与先进的数控系统和机床结构相结合,才能实现最佳的加工效果。数控系统的高精度控制和快速响应能力,以及机床结构的刚性和稳定性,都是实现高速切削不可或缺的因素。

#### 2.3 刀具管理技术

刀具管理技术,在数控多轴机床加工中,是确保整个加工过程连续性和稳定性的不可或缺的一环。刀具的状态直接影响着加工的质量和效率,因此,对刀具进行实时监测和有效管理显得尤为重要。通过高精度的传感器和监测系统,刀具管理技术能够实时捕捉刀具的磨损、断裂以及寿命等关键信息。这些数据不仅为操作者

提供了宝贵的反馈,使得他们能够在第一时间做出反应,如及时更换磨损严重的刀具或调整切削参数以避免断裂,更重要的是,它确保了加工过程的连续性和产品的一致性。现代刀具管理系统不仅局限于简单的监测功能,更融入了智能化的元素。这些系统能够根据当前的加工需求、材料的特性以及刀具的性能,自动选择最佳的刀具和切削参数。这种智能化的选择不仅提高了加工效率,更在一定程度上保证了加工质量,降低了因人为因素导致的误差。此外,刀具管理技术还与数控系统紧密结合,实现了刀具信息的实时共享和同步更新。这意味着,在加工过程中,任何关于刀具状态的变化都能够被数控系统迅速捕获,并作出相应的调整,从而确保加工的顺利进行。

#### 2.4 自动化加工技术

自动化加工技术是当今制造业中推动生产效率和质量飞跃的关键技术之一。通过引入机器人、自动夹具、自动换刀系统以及在线检测设备等先进装置,自动化加工技术将传统的加工过程推向了一个全新的高度,实现了加工过程的自动化和智能化。在传统加工中,许多操作需要人工完成,如上下料、工件翻转、刀具更换等,这不仅效率低下,而且容易出错。然而,自动化加工技术的引入彻底改变了这一现状。例如,利用机器人进行上下料和工件翻转等操作,不仅速度快捷,而且准确无误,极大地节省了生产时间并避免了人为因素导致的错误。此外,自动换刀系统的应用也大大提升了加工效率。在传统的加工过程中,每次更换刀具都需要人工操作,耗时耗力<sup>[2]</sup>。而自动换刀系统能够在极短的时间内自动完成刀具的更换,确保了加工的连续性和高效性。同时,在线检测设备在自动化加工技术中也扮演着重要的角色。这些设备能够在加工过程中实时检测工件的质量和尺寸,一旦发现问题,立即进行反馈和调整。这不仅确保了产品的一致性和高质量,还避免了因加工失误导致的浪费和损失。

#### 2.5 加工仿真技术

加工仿真技术,作为现代制造技术中的关键环节,利用计算机强大的计算和模拟能力,全面而精准地再现了整个加工过程。这一技术不仅涉及刀具的路径模拟、材料的逐步去除,更包括了切削力的分布、切削区域温度的变化等诸多复杂因素。在仿真分析的辅助下,工程师们得以提前洞察到实际加工中可能遭遇的各种潜在问题,如刀具与夹具、工件之间的碰撞、加工过程中的干涉以及可能导致工件过切的情况。这些问题在仿真环境中被发现并解决,大大降低了在实际加工中出现故障或

事故的风险。更为重要的是,加工仿真技术还为加工策略和参数设置的优化提供了强有力的工具。通过调整切削速度、进给量、刀具角度等参数,并观察仿真结果中的切削力、温度、工件变形等关键指标,工程师们可以找到最佳的加工方案,从而在确保加工质量和效率的同时,最大限度地降低生产成本。此外,加工仿真技术的广泛应用还显著减少了传统加工过程中不可或缺的试切和调试环节。在传统方法中,这些环节往往需要花费大量的时间和成本,而且很难保证一次就能得到满意的加工效果。而现在,通过仿真技术的预演和优化,这些成本和时间都被大大压缩,使得产品从设计到量产的速度得到了质的飞跃。

#### 2.6 精密测量技术

精密测量技术,被誉为现代制造业的基石,对于确保产品的加工精度和质量具有至关重要的作用。在当今追求高精度、高质量产品的时代,这一技术的地位更加凸显。借助三坐标测量机、数控机床上的检测探头等高精度测量设备和仪器,精密测量技术得以对工件的尺寸、形状、位置以及表面质量进行全面而细致的评估。三坐标测量机是一种具有可作三个方向移动的探测器,可在三个相互垂直的导轨上移动,此探测器以接触或非接触等方式传送讯号,三个轴的位移测量系统经数据处理器或计算机等计算出工件的各点坐标(X、Y、Z)及各项功能测量的仪器。三坐标测量机在精密测量中占据着重要地位,能够精确测量各种复杂工件的几何形状、尺寸和位置等。数控机床上的检测探头也是一种常见的精密测量设备。这种设备可以安装在数控机床上,用于在加工过程中对工件进行实时测量和反馈。通过与机床控制系统的配合,检测探头可以实现工件的在线测量和误差补偿,提高加工精度和质量。这些高精度测量设备和仪器的应用,不仅有助于及时发现并纠正加工过程中可能出现的误差,确保产品严格符合设计要求,而且为后续的加工和装配环节提供了精确的数据支持。

### 3 数控多轴机床加工工艺的优化措施

#### 3.1 优化编程方法

数控多轴机床加工工艺的优化对于提升制造效率和质量至关重要。在这方面,优化编程方法显得尤为关键。以某精密机械加工工厂为例,近期引入了数控多轴机床以提升其生产能力。然而,初期使用传统的数控编程方法,工厂发现其加工效率和产品质量并未达到预期水平。在传统的数控编程中,往往依赖操作人员的经验和手动计算,这不仅效率低下,而且容易出错。为了改善这种情况,工厂引进一套先进的自动化编程软件,这套

软件能够根据输入的工件几何信息和加工要求,自动生成高效且精确的加工路径和刀具轨迹。使用这款软件后,工艺编程人员只需进行简单的设置和参数调整,即可快速生成加工程序,大大缩短了编程时间。此外,工厂还加强了对工艺编程人员的培训,确保他们熟练掌握新的编程技术和设备知识。通过培训,工艺编程人员能够更好地理解和应用自动化编程软件,提高了编程的效率和准确性。同时,工厂还利用软件的模拟功能对刀具轨迹进行了精确的计算和预览。这使得工艺编程人员可以在实际加工前发现和修正潜在的误差,从而减少了废品率和返工率,显著提高了产品质量<sup>[3]</sup>。通过优化编程方法,该企业成功提高了数控多轴机床的加工效率和产品质量。这不仅为企业带来了显著的经济效益,还提升了其在精密零部件制造领域的竞争力。这个实例充分说明了优化编程方法在数控多轴机床加工工艺优化中的重要性和实际应用价值。

### 3.2 合理安排加工工序

在某精密机械加工工厂,生产一种关键零部件需要经过多道复杂的数控多轴机床加工工序。过去,由于工序安排不够合理,生产效率低下,且质量稳定性较差,废品率和返工率较高。为了解决这个问题,该厂决定对加工工序进行优化。首先,工艺编程人员对零件的加工要求进行了详细分析,包括形状、尺寸和材料特性等。他们发现,某些工序之间存在依赖关系,必须按照特定的顺序进行加工,以确保零件的整体精度和质量。因此,在安排加工工序时,他们充分考虑了这些要求,确保每一道工序都能为下一道工序打下良好的基础。其次,针对生产批量的不同,工艺编程人员采用了不同的工序安排策略。对于大批量生产,他们设计了流水线作业,将相似的工序集中在一起,以提高生产效率。而对于小批量生产或单件生产,他们则更加注重工序的灵活性和适应性,确保能够快速切换不同的加工任务。这种灵活的工序安排策略使得该厂能够迅速响应市场需求的变化。此外,工艺编程人员还注意到了各工序之间的衔接和协调问题。他们发现,某些工序需要特定的夹具或刀具,因此在安排工序时,他们确保这些资源能够得到及时有效的利用,避免因等待或更换工具而造成的生产延

误。这不仅提高了生产效率,还降低了生产成本。通过优化数控多轴机床的加工工序,该厂生产效率得到了大幅提升,质量稳定性也得到了明显改善。合理安排加工工序是数控多轴机床加工工艺优化的重要措施之一。通过充分考虑零件的加工要求、生产批量以及各工序之间的衔接和协调问题,可以实现生产效率和质量稳定性的提升。这对于提高产品的整体质量和可靠性具有重要意义。

### 3.3 加强设备维护和保养

维护和保养工作包括多个方面。首先是对设备的机械部分进行检查,如导轨、丝杠、轴承等关键部件的润滑和紧固情况。其次是电气系统的检查,包括电机、驱动器、传感器等的工作状态。此外,还需要对液压系统和冷却系统等进行维护,确保设备的各项功能都能正常发挥。在进行维护和保养时,还需要注意使用正确的工具和方法。例如,对于机械部件的润滑,需要选择适当的润滑油和润滑方式,避免因润滑不当而造成设备损坏<sup>[4]</sup>。同时,对于电气系统的检查,需要使用专业的检测设备和软件,以确保能够准确发现潜在的问题。除了定期的维护和保养,还需要建立设备故障的快速响应机制。一旦设备出现故障,需要能够迅速定位问题并进行修复,以最小化生产中断的时间。

### 结语

数控多轴机床在精密零件高效加工工艺方面具有显著优势,是未来制造业的重要发展方向。通过对数控多轴机床的深入研究和分析,我们可以不断优化加工工艺和方法,提高加工效率和精度,推动我国制造业向更高水平发展。同时,随着人工智能、物联网等新技术的不断发展与应用,数控多轴机床将迎来更加广阔的发展前景。

### 参考文献

- [1]冯克富.多轴典型零件的加工工艺分析[J].造纸装备及材料,2023,52(05):43-45.
- [2]钱强.模具多轴数控加工技术面临的挑战及对策[J].造纸装备及材料,2021,50(05):79-80+83.
- [3]吕炜帅,李慧敏.基于五轴数控机床的典型零件铣削加工[J].金属加工(冷加工),2021,(04):62-65+69.
- [4]秦秋香.基于UG的数控多轴加工工艺优化设计分析[J].现代制造技术与装备,2021,57(02):132-133.