

机械制造中高精度加工工艺创新与应用

贾相志 安建梅 韩雪晨 王鑫祺 王 堃
湖北新产业技师学院 湖北 咸宁 437000

摘要: 机械制造中高精度加工工艺的创新与应用是推动制造业转型升级的关键。文章探讨高精度加工工艺在技术融合、智能化与自动化、绿色环保等方面的最新进展,以及这些创新在航空航天、汽车制造、精密仪器等多个领域的应用实践。通过优化加工工艺和切削参数,提高加工精度和效率,减少能耗和废弃物排放,实现绿色可持续发展。本文旨在为高精度加工工艺的创新与应用提供理论指导和实践参考,推动制造业向更高质量、更高效率、更可持续的方向发展。

关键词: 机械制造; 高精度加工; 工艺创新; 应用实践

1 机械制造中高精度加工工艺概述

机械制造中的高精度加工工艺是一种至关重要的制造技术,广泛应用于航空航天、汽车制造、精密仪器、医疗器械等工业领域。这种工艺的主要特点在于能够实现极高的加工精度和表面质量,满足各种高精度、高质量要求的零部件制造。高精度加工工艺利用先进的切削工具和设备,在严格控制加工条件下,对工件进行高精度、高质量的切削加工。这种加工方式能够实现微米甚至纳米级的加工精度,并且具有较高的加工效率和稳定性。具体来说,高精度加工工艺包括几个方面:(1)高精度的实现。通过先进的设备和技术手段,将材料加工到微米级甚至纳米级的精度。这种高精度能够满足对零部件尺寸、形状和表面光洁度的严格要求。(2)高质量的表面。高精度加工工艺不仅能够实现高精度的加工,还能够达到镜面、超镜面等高质量要求,从而提高产品的使用寿命和性能。(3)高效率的加工。采用先进的切削工具和设备,能够实现高效率的加工过程,提高生产效率。(4)高稳定性。加工过程稳定,能够实现批量生产的稳定性和一致性,确保产品质量的可靠性。在高精度加工工艺中,数控机床(CNC)是核心设备之一。它通过计算机程序控制加工过程,确保加工零件的一致性和高精度。电火花加工(EDM)和激光加工也是高精度加工工艺中常用的技术手段。电火花加工适用于加工硬度极高或复杂形状的零件,具有高精度和高表面质量的特点;而激光加工则利用高能激光束对材料进行切割、焊接、打孔和表面处理,速度快、精度高,适合加工微小和复杂的零件^[1]。随着科技的不断进步,高精度加工工艺也在不断发展。未来,纳米加工技术、智能制造和绿色制造将成为主要发展方向。纳米技术的应用可以促使零部件生产精度更高,甚至在一些高精度零部件中已经

达到了微米级,符合现代机械制造行业的发展趋势。智能制造和绿色制造也将推动高精度加工工艺的进一步发展,提高生产效率和产品质量,降低对环境的影响。

2 高精度加工在机械制造中的应用领域

2.1 航空航天

在航空航天领域,高精度加工技术是不可或缺的基础。航空航天设备对零部件的精度、强度和可靠性有着极高的要求,任何微小的误差都可能导致灾难性的后果。高精度加工技术,如五轴联动加工、激光切割和精密磨削等,被广泛应用于飞机发动机叶片、涡轮盘、机翼结构件和航天器部件的制造中。这些技术能够确保零部件的尺寸精度达到微米级,表面粗糙度极低,从而满足航空航天设备在极端环境下的高性能需求。例如,飞机发动机叶片的制造需要极高的精度和表面质量,以确保气流的高效通过和减少能耗。高精度五轴联动加工中心能够一次性完成复杂曲面叶片的加工,无需多次装夹,大大提高了加工效率和精度。航空航天设备中的许多关键部件,如精密轴承、齿轮和密封件,也需要通过高精度加工技术来实现其精密的配合和长寿命。

2.2 汽车制造

在汽车制造领域,高精度加工技术同样扮演着至关重要的角色。随着汽车工业的快速发展和消费者对汽车性能、安全、舒适性和环保性的要求不断提高,汽车制造商对零部件的精度和表面质量提出了更高的要求。高精度加工技术,如数控车削、数控铣削、磨削和激光焊接等,被广泛应用于汽车发动机缸体、曲轴、变速箱齿轮、车身结构件和底盘部件的制造中。以汽车发动机缸体为例,高精度加工技术能够确保缸体内壁的精度和表面粗糙度达到设计要求,从而提高发动机的燃油效率和可靠性。高精度加工技术还能够实现汽车零部件的轻量

化,通过精确控制材料的去除量,优化零部件的结构设计,降低汽车的整体重量,从而提高燃油经济性和减少排放。

2.3 精密仪器

在精密仪器领域,高精度加工技术是制造高精度、高稳定性和高可靠性仪器的关键。精密仪器,如光学仪器、测量仪器、分析仪器和医疗设备,对零部件的精度和表面质量有着极高的要求。高精度加工技术,如超精密车削、超精密磨削、离子束抛光和激光微加工等,被广泛应用于精密仪器的制造中。例如,在光学仪器的制造中,高精度加工技术能够确保透镜、反射镜和棱镜等光学元件的表面精度和形状精度达到纳米级,从而满足光学系统的设计要求。高精度加工技术还能够实现精密仪器的微型化和集成化,通过精确控制材料的去除量和形状,优化仪器的结构设计,提高仪器的性能和可靠性。这些技术的应用,不仅推动精密仪器制造业的发展,还为科学研究、工业生产、环境监测和医疗诊断等领域提供重要的技术支持^[2]。

2.4 医疗器械

在医疗器械领域,高精度加工技术是确保医疗器械安全、有效和可靠的关键。医疗器械,如手术器械、植入物、体外诊断设备和医学影像设备,对零部件的精度、表面质量和生物相容性有着极高的要求。高精度加工技术,如数控车削、数控铣削、激光切割和精密磨削等,被广泛应用于医疗器械的制造中。以手术器械为例,高精度加工技术能够确保手术器械的刃口精度和表面粗糙度达到设计要求,从而提高手术的精确度和安全性。高精度加工技术还能够实现医疗器械的微型化和轻量化,通过精确控制材料的去除量和形状,优化医疗器械的结构设计,提高医疗器械的使用便捷性和舒适性。在植入物的制造中,高精度加工技术还能够确保植入物的精度和表面质量符合生物相容性的要求,减少植入后的并发症和排斥反应。这些技术的应用,不仅提高了医疗器械的性能和安全性,还为医疗行业的发展提供了重要的技术支持。

2.5 电子产品

在电子产品领域,高精度加工技术是制造高性能、高可靠性和高集成度电子产品的关键。电子产品,如智能手机、平板电脑、笔记本电脑、服务器和通信设备,对零部件的精度、表面质量和材料利用率有着极高的要求。高精度加工技术,如数控钻孔、激光切割、精密磨削和微纳加工等,被广泛应用于电子产品的制造中。以智能手机为例,高精度加工技术能够确保手机内部零部

件的精度和表面粗糙度达到设计要求,从而提高手机的性能和可靠性。高精度加工技术还能够实现电子产品的微型化和轻量化,通过精确控制材料的去除量和形状,优化电子产品的结构设计,提高电子产品的使用便捷性和续航能力。在通信设备的制造中,高精度加工技术还能够确保设备内部电路的精度和稳定性,提高通信设备的传输速度和抗干扰能力。

3 机械制造中高精度加工工艺的创新点与发展

3.1 新型高精度加工技术的研发

在机械制造领域,新型高精度加工技术的研发是推动行业进步的关键动力。随着科学技术的飞速发展,一系列创新的高精度加工技术应运而生,这些技术不仅提高了加工精度和效率,还拓展了加工范围,满足了更多复杂、精密零部件的制造需求。其中,超精密加工技术是当前研究的热点之一,该技术利用超精密机床和精密测量系统,结合先进的切削工具和工艺参数,能够实现纳米级甚至亚纳米级的加工精度。超精密加工技术在光学元件、半导体材料、精密模具等领域的应用,极大地推动了相关产业的技术进步和产品升级。非传统加工技术,如激光加工、电子束加工和离子束加工等,也在高精度加工领域展现出巨大的潜力。这些技术利用高能束流对材料进行去除、改性或焊接,具有加工速度快、精度高、热影响小等优点。特别是在微纳制造领域,非传统加工技术能够实现复杂三维结构的精确加工,为微纳器件的制造提供了有力的技术支持。随着人工智能和大数据技术的兴起,智能高精度加工技术也逐渐成为研究的重点。通过引入机器学习算法和智能控制系统,可以实现对加工过程的实时监测和精确控制,进一步提高加工精度和效率。智能高精度加工技术还能够根据加工任务的不同,自动调整工艺参数和切削策略,实现加工过程的优化和自适应。

3.2 加工设备的创新与改进

加工设备的创新与改进是高精度加工工艺发展的另一个重要方向。随着精密制造技术的不断进步,传统的加工设备已经难以满足日益增长的精度和效率需求。在机床领域,五轴联动加工中心、高速加工中心和超精密加工机床等新型设备不断涌现。这些设备不仅具有更高的加工精度和效率,还能够实现复杂曲面的精确加工,满足了航空航天、汽车制造等领域对高精度零部件的需求。这些设备还配备了先进的测量系统和控制系统,能够实时监测加工过程,确保加工质量的稳定性和一致性^[3]。除了机床外,其他加工设备也在不断创新和改进。例如,激光切割机通过优化光束控制系统和切割参数,实现更高精

度和效率的切割加工；电子束加工设备则通过改进电子枪和加速系统，提高加工的精度和深度；离子束加工设备则通过优化离子束的聚焦和扫描系统，实现对微小结构的精确加工。加工设备的智能化和自动化也是当前的发展趋势，通过引入机器人、传感器和智能控制系统，可以实现对加工设备的远程监控和自动调整，提高设备的利用率和加工效率。

3.3 加工材料与工艺的创新

加工材料与工艺的创新也是高精度加工工艺发展的重要方面。随着新材料技术的不断进步，越来越多的高性能材料被应用于机械制造领域。为了应对这些挑战，研究人员不断探索新的加工工艺和方法。这些新型工艺还能够减少加工过程中的热影响和残余应力，提高加工质量。随着绿色制造理念的深入人心，环保型加工工艺也逐渐成为研究的热点。通过优化切削参数、采用环保型切削液和回收再利用等措施，可以减少加工过程中的能耗和废弃物排放，实现加工过程的绿色化和可持续发展。

4 高精度加工工艺的未来发展趋势

4.1 技术融合与集成

在未来，高精度加工工艺将更加注重技术融合与集成，形成多学科交叉、多技术协同的综合加工体系。随着纳米技术、信息技术、材料科学等领域的快速发展，高精度加工工艺将不断吸收和融合这些领域的最新成果，推动加工技术的持续创新。例如，纳米级加工技术与材料科学的结合，将能够开发出具有特殊性能的新型材料和加工方法；信息技术与高精度加工工艺的融合，将实现加工过程的数字化、网络化和智能化，提高加工效率和精度。多技术集成也将成为高精度加工工艺发展的重要趋势，通过整合不同加工技术的优势，形成互补效应，满足复杂、多样化加工需求。

4.2 智能化与自动化

智能化与自动化将是高精度加工工艺未来发展的关键方向。随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断进步，高精度加工工艺将实现更高层次的智能化和自动化。通过引入智能控制系统和传感器，可以实时监测加工过程，对加工参数进行自动调整和优化，提高加工精

度和效率^[4]。智能化加工系统还能够根据加工任务的不同，自动选择合适的加工策略和工艺参数，实现加工过程的自适应和自优化。自动化加工设备的广泛应用，将减少人工干预，提高加工过程的稳定性和可靠性，降低生产成本。

4.3 绿色环保与可持续发展

绿色环保与可持续发展将是高精度加工工艺未来发展的必然趋势。随着全球环保意识的提高和可持续发展理念的深入人心，高精度加工工艺将更加注重环境保护和资源节约。通过优化加工工艺和切削参数，减少加工过程中的能耗和废弃物排放，实现加工过程的绿色化和环保化。高精度加工工艺还将积极推广循环经济理念，对加工过程中产生的废弃物进行回收再利用，提高资源利用率，降低对环境的影响。高精度加工工艺还将注重与可再生能源和清洁能源的结合，推动加工过程的低碳化和可持续发展。

结束语

高精度加工工艺的创新与应用对于提升机械制造业的竞争力具有重要意义。随着科学技术的不断进步和市场需求的变化，高精度加工工艺将不断发展和完善。本文所探讨的创新点和应用实践仅为冰山一角，未来还有更多未知领域等待我们去探索和开发。希望本文能够为读者提供一些有益的启示和思考，共同推动机械制造业向更高水平迈进。

参考文献

- [1]贾大虎.机械制造工艺中的合理化机械设计研究——以某型气缸盖为例[J].造纸装备及材料,2022,51(01):34-36.
- [2]孙彦超,任少蒙,杨立云.基于机械制造加工工艺合理化的机械设计制造探讨[J].南方农机,2023,54(06):196-198.
- [3]王晏羽,常赫楠,高培哲,等.机械制造自动化中机器视觉技术的应用[J].信息记录材料,2022,23(05):104-106.
- [4]王松,陈磊,杨中凯,等.某矿用机械产品左连接架组件制造工艺的调整优化[J].今日制造与升级,2022,(04):122-124+149.