

Research and Application of Precision Manufacturing and Machining Technology of Mechanical Parts

Xiangdong Wang

Chengdu Taihua Zhongcheng Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610213, China

Abstract

The precision manufacturing and processing technology of mechanical parts has an important impact on product performance and production efficiency. This paper mainly focuses on the precision manufacturing of mechanical parts, in order to achieve the improvement of parts processing precision and production efficiency as the goal, the current precision machining technology for further research and application practice. On the premise of ensuring the functionality of the parts, the precision machining methods of ultra-precision grinding, ultrasonic processing and precision cutting were studied, and compared with the traditional methods. The results show that after the application of precision machining technology, the machining accuracy and surface quality of the parts are significantly improved, and the production efficiency is also significantly improved. On this basis, we also explore the application situation and existing problems of these methods in practical production, and put forward targeted solution strategies.

Keywords

precision manufacturing; mechanical parts; production efficiency; machining accuracy; manufacturing level

机械零部件精密制造加工技术研究与应用

王向东

成都泰华中成科技有限公司, 中国·四川成都 610213

摘要

机械零部件的精密制造加工技术对于产品性能和生产效率有着重要影响。论文主要围绕机械零部件的精密制造而展开, 以实现零部件加工精度的提升和生产效率的提高为目标, 对当前的精密加工技术进行深入研究和应用实践。实验在保证零部件功能性的前提下, 研究了超精密磨削、超声加工、精密切削等精密加工方法, 并与传统方法进行对比。结果表明, 应用精密加工技术后, 零部件的加工精度和表面质量得到显著提升, 生产效率也有明显的提高。在此基础上, 我们还探讨了这些方法在实际生产中的应用情况和存在的问题, 提出了针对性的解决策略。

关键词

精密制造; 机械零部件; 生产效率; 工精度; 制造水平

1 引言

当前, 机械零部件的加工制造对产品性能具有举足轻重的影响, 尤其是精密零部件的制造, 更为珍贵。传统的机械加工技术往往难以满足精密零部件的制造要求, 为此, 如何提升零部件的加工精度和生产效率就显得尤为重要。论文旨在进行机械零部件的精密制造加工技术研究, 尝试通过使用更为精细、精准的加工方法来提高零部件的精度和生产效率。在此过程中, 我们针对超精密磨削、超声加工、精密切削等精密加工方法进行了深入的实践研究和对比。结果表明, 这些精密加工技术在零部件加工精度和效率上均有显著

提升, 但在实践应用中也存在一些问题。在接下来的部分中, 我们会详细讲解每一种精密加工技术的应用以及所需要解决的相关问题, 希望能为机械零部件的精密制造带来一定的启示和参考。

2 机械零部件精密加工技术的研究

2.1 精密加工过程和方法的综述

精密加工技术在现代制造业中的角色无可替代, 其核心定位在于提升零部件的加工精度和表面质量^[1]。超精密磨削、超声加工和精密切削作为其中的代表技术, 各自具备独特的工艺优势^[2]。超精密磨削使用精细磨料, 以微米甚至纳米级精度去除工件表面材料, 适用于高要求的平面和曲面加工。超声加工则利用超声振动辅助传统切削或磨削过程, 显著改善材料去除率与切削力度, 常被应用于加工高硬度和脆性材料。精密切削通过高精度刀具及先进机床控制系统, 实现对工件材料的高效切削, 达到严格的尺寸公差与表面光洁

【作者简介】王向东(1972-), 男, 中国山西阳城人, 本科, 助理工程师, 从事机械零部件制造加工、生产工艺、零部件设计等研究。

度要求。

这些方法虽然各具特色，但相辅相成，通常在生产中协同使用以最优化加工效果。随着数控技术与自动化技术的发展，这些精密加工方法的应用范围不断扩展。结合特殊加工环境和高精度检测技术，精密制造赋予复杂结构件更高的加工精度及一致性。这不仅改善了最终产品的性能，也为大规模生产中的流程优化铺平了道路。在实际应用中，各种精密加工技术的发展和选择依然面临材料兼容性、设备成本和技术操作难度等挑战，需要以综合性策略不断加以改进和完善。

2.2 精密加工技术的研究方法

在研究精密加工技术时，需要系统性的研究方法来获取深入的理解和有效的应用。文献研究是不可或缺的，通过分析当前国内外精密加工技术的研究现状与发展趋势，可以掌握最新的技术动态和学术成果。实验研究扮演着关键角色，通过对不同精密加工技术进行实验验证，可以评估其加工效果和适用范围。实验设计通常包括工艺参数的选择、加工材料的确定以及性能指标的测定，以便观察不同技术条件对加工精度和表面质量的影响。仿真模拟技术也被广泛应用于精密加工研究，通过计算机建模与模拟，能够预测和优化加工过程，节省时间和成本。与此相结合的是统计分析方法，通过对实验及仿真数据的深入分析，可以揭示出影响加工质量的关键因素，并为工艺优化提供数据支持。通过文献研究、实验验证、仿真模拟以及统计分析的综合应用，可以全面深入地研究和提升机械零部件的精密加工技术，进而促进其在实际生产中的应用。

2.3 制造过程中存在的问题和挑战

在机械零部件的精密加工过程中，尽管当前技术已实现了较高水平，但仍面临诸多问题和挑战。精密加工需要极高的加工精度和表面质量，受限于加工设备的能力，难以稳定维持高精度。材料的多样性和复杂性也对加工工艺带来困难，尤其是在加工硬脆材料时，易出现表面损伤和微裂纹。加工过程中温度变化容易导致热变形，从而影响加工精度。针对复杂零部件形状的加工，其难度与设备和技术的匹配度密切相关，工艺参数的选择和控制在至关重要^[1]。在生产中，如何在高精度与高效率之间实现平衡，也是一个持久的挑战。当前精密加工中还需解决的另一个问题是高成本，尤其是在高精度设备和工具的使用上，成本因素制约了技术的广泛应用。

3 精密制造技术的应用实践

3.1 超精密磨削超声加工精密切削等方法的应用研究

超精密磨削、超声加工和精密切削作为现代精密制造技术的重要组成部分，在机械零部件生产中发挥着关键作用。这些技术的应用不仅推动了加工精度的提高，也大幅提升了生产效率。

超精密磨削是一种利用高精度磨削设备和磨料，通过细微材料去除实现零部件高度平整和精细加工的技术。这种方法适用于要求极高表面光洁度和形状精度的零部件加工，例如超精密轴承、光学元件等。其应用大幅减少了传统加工方法可能带来的表面缺陷^[4]。

超声加工通过将高频振动能量引入工件和工具之间，促进材料去除。这种方法在加工难切削材料时表现出色，如硬质合金和陶瓷材料。超声加工避免了高温和机械应力对材料造成的损伤，从而保持材料的力学性能。

精密切削技术通过精细控制切削参数和工具材料，达到高精度和高质量的加工效果。应用在航空、航天和精密仪器行业，能够显著提升零部件的尺寸精度和表面粗糙度。

比较传统制造方法，这些精密加工技术显著缩短加工时间，提高材料去除率和加工质量，降低能耗和材料浪费。其中，超精密磨削、超声加工和精密切削以其独特的优势在不同加工场合展现出广泛应用前景，对机械零部件的精密制造提供了强有力的技术支撑。

3.2 精密加工与传统制造方法的对比分析

在精密零部件制造中，精密加工技术相较于传统制造方法表现出显著优势。精密加工技术在加工精度方面具有独特的优势，其应用可以实现微米级甚至亚微米级的加工精度，这是传统制造方法难以达到的。这种高精度得益于超精密磨削和精密切削技术的应用，它们能够有效减少加工过程中产生的误差。精密加工技术在表面质量方面也表现优异，能够获得高光洁度的表面，提高零部件的使用性能。在生产效率上，精密加工技术通过减少加工步骤和提高自动化水平，显著提升了生产效率。传统方法往往需要多次加工和中间检测，导致效率低下，而精密加工技术通过简化流程提高了整体的生产效率。精密加工技术在材料利用和资源节约方面也有显著成效，能够有效减少材料浪费和能源消耗。

3.3 精密加工技术在生产效率和加工精度上的影响

精密加工技术在提升生产效率和加工精度方面发挥了关键作用。通过采用先进的精密加工方法，如超精密磨削和超声加工，不仅可以大幅度提高机械零部件的表面质量，还能显著减少表面粗糙度，从而提升加工精度。高效的精密加工技术能够优化生产流程，缩短加工周期，进而提高整体生产效率。这些技术通过减少加工误差和次品率，实现了更高标准的质量控制，降低了制造成本。在机械零部件的制造过程中，精密加工技术已成为提升产品竞争力的重要工具。

4 精密制造技术在机械零部件生产中的应用和优化策略

4.1 精密制造技术在生产过程中的应用

精密制造技术在机械零部件生产过程中得到了广泛应用，其主要目标是提高零部件的加工精度和生产效率^[5]。在生产过程中，超精密磨削技术通过采用高精度磨削设备和优

化的磨削参数,有效减少了加工误差,提升了零部件的尺寸精度和表面光洁度。这种方法常用于要求高表面质量的工件生产,如光学镜片和高精度轴承等。

超声加工技术在脆性材料和硬质合金的加工中显示出优越性,利用超声振动辅助切削,能够显著降低切削力,减少工件表面损伤,延长工具寿命。在航空航天及医疗器械领域的精密零件加工中,超声加工已成为不可或缺的工艺手段。

精密切削技术以高精度机床和先进刀具为基础,实现了复杂零件的高效加工。通过控制加工条件和刀具路径,精密切削能够加工出满足严格公差要求的零件。在汽车工业中的发动机零部件制造中,此技术显著提高了产品的一致性和安全性。

这些精密制造技术的应用不仅改善了零部件的性能,还提升了整体生产效率,为生产过程的优化提供了新的思路,对推动机械制造行业的发展起到了积极作用。

4.2 针对精密制造中出现的问题提出的解决策略

在精密制造过程中,尽管技术取得了长足发展,但依然面临着一些问题,影响了实际应用效果。常见问题包括加工设备的高成本、工艺过程复杂、对操作人员的高技能要求以及在特殊材料加工中的局限性。针对这些问题,可以采取多种策略予以解决。

在设备高成本方面,引入模块化设计理念,促进设备通用部件的使用,以降低制造和维护成本,提升设备的经济适用性。在工艺复杂性和对操作人员技能要求高的情况下,推动自动化与智能化技术融合应用,通过智能控制系统和先进数控技术,减少对人力的依赖,增强加工过程可控性和稳定性。

在特殊材料的加工方面,建议研发新型刀具材料和涂层技术,提高刀具耐磨性和化学稳定性,适应不同材料特性的需求。这些策略的实施,有助于提升精密制造过程的整体效率和质量,为机械零部件的高效生产提供了有力支持。通过不断的技术改进与优化,企业能够更好地应对市场竞争,满足多样化的生产需求。

4.3 精密制造技术对优化生产流程和提高制造水平的作用及参考价值

在精密制造技术中,优化生产流程和提高制造水平是关键目标。通过采用先进的技术手段,如数控技术、自动化

加工和智能制造,可以显著提升生产效率和产品质量。数控技术的应用使得复杂零件的加工变得更加精准和快捷,减少了传统工艺中的人为误差。自动化加工设备的引入有效降低了生产过程中的人工成本,提高了生产线的工作效率。智能制造技术通过数据采集和分析实现对生产全过程的实时监控,帮助快速识别并解决生产中的潜在问题,从而减少停机时间和废品率。精密制造技术的实施不仅改善了产品的最终性能,还推动了制造行业的技术创新,对于企业提升市场竞争力具有重要参考价值。

5 结语

本次研究以机械零部件的精密制造作为研究的核心,致力于实现零部件的加工精度的提升和生产效率的提高,深入探索并实践了精密磨削、超声加工、精密切削等多种精密加工方法。结果显示,精密加工技术能有效提升零部件的加工精度和表面质量,同时也大幅提高了生产效率,具有广阔的应用前景。研究过程中,我们充分考虑了零部件的实际功能性,并在保证其功能的前提下,尝试运用新的精密加工技术对其进行改良。在对比下,发现应用精确制造技术在加工精度、表面质量和生产效率等方面均优于传统方法。此外,我们还关注到实际生产过程中的应用问题,进而提出了针对性的应用策略。综上,本研究的结果为机械零部件的精密制造提供了有益的参考,对于提高制造水平和优化生产流程具有显著的实际价值。然而,精密制造技术的发展仍有待进一步的探索和优化,未来我们将继续研究,以期进一步提高精密制造的工艺水平和生产效率,力争为机械制造行业做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 陈娟.机械零部件加工精度影响因素研究[J].时代农机,2019,46(1):42-43.
- [2] 王倩倩,孙娜,李清清.汽车制造中零部件加工精度问题研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(3):171-174.
- [3] 郭兰,王建珩.浅析机械制造中零部件加工精度的影响因素[J].数码设计(上),2021,10(3):244-245.
- [4] 侯绪亮,焦强胜.机械零部件加工精度影响因素探究[J].科学与信息化,2021(10):119-120.
- [5] 陈红旗.机械零部件加工精度影响因素分析[J].装备维修技术,2021(9):248-249.