

机械加工工艺与机械加工精度关系探究

蔡 硕

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘 要: 机械加工工艺涉及从原材料到成品的全过程, 而机械加工精度是衡量加工后零件质量的重要标准。本文深入探究了两者之间的关系, 指出加工设备的精度、加工方法的选择、加工环境的控制及操作人员的技能水平等因素均对机械加工精度有显著影响。通过优化加工工艺、提高设备精度、选择合适的加工方法及加强操作人员培训等措施, 可有效提升机械加工精度, 进而提高产品质量和企业竞争力。

关键词: 机械加工工艺; 机械加工精度; 关系

引言: 在现代制造业中, 机械加工工艺与机械加工精度是衡量产品质量和生产效率的关键因素。随着科技的不断进步, 市场对产品的精度要求日益提高, 因此探究机械加工工艺与机械加工精度之间的关系显得尤为重要。本文旨在深入分析机械加工工艺对机械加工精度的影响, 以及如何通过优化工艺参数、改进加工技术手段来提升加工精度, 进而为制造业的高质量发展提供参考和借鉴。

1 机械加工工艺概述

1.1 机械加工工艺的定义

(1) 加工工艺的基本概念及作用。机械加工工艺是制造业的核心环节, 它涉及利用机床、刀具和其他工艺装备, 按照预定的工序和参数对工件进行加工, 以达到预定的形状、尺寸、表面粗糙度和力学性能。这一过程中, 原材料或半成品经过一系列有序的切削、成形、装配等工序, 最终转化为符合设计要求的产品。加工工艺的作用在于提高产品质量、优化生产效率、降低生产成本, 并确保产品的可靠性和耐用性。(2) 机械加工工艺的分类和特点。机械加工工艺可按加工方式、加工对象、加工精度等多种方式进行分类。按加工方式可分为切削加工、压力加工、铸造、锻造、焊接等; 按加工对象可分为金属加工、非金属加工、复合材料加工等; 按加工精度可分为粗加工、半精加工、精加工和超精加工等。各类加工工艺各具特点, 如切削加工具有较高的加工精度和表面质量, 适用于复杂形状零件的加工; 铸造和锻造则适用于大型零件或批量生产的零件, 具有较高的生产效率。

1.2 机械加工工艺的流程

(1) 工艺路线的制定原则和方法。工艺路线的制定需综合考虑产品设计要求、生产条件、加工成本等多方面因素。其原则包括确保加工质量、提高生产效率、降

低生产成本、便于管理和操作等。制定方法通常包括分析产品图纸、确定加工顺序、选择加工设备和工艺装备、制定切削参数和时间定额等步骤。(2) 各工序的具体内容及所用设备和工艺装备。机械加工工艺通常包括多个工序, 如毛坯准备、粗加工、半精加工、精加工、检验和包装等。各工序的具体内容根据加工要求和工件材料而定。所用设备包括各类机床, 如车床、铣床、钻床、磨床等, 以及相应的刀具、夹具、量具等工艺装备。(3) 切削用量、时间定额的确定。切削用量包括切削速度、进给量和切深, 它们的确定对加工效率和加工质量具有重要影响。时间定额则是根据各工序的加工内容和设备条件确定的单位时间内应完成的工作量, 它是衡量生产效率的重要指标^[1]。

1.3 机械加工工艺的影响因素

(1) 机床的精度和刚性。机床的精度和刚性是影响加工质量的关键因素。高精度机床能够确保加工零件的几何形状和尺寸精度, 而机床的刚性则直接影响加工过程中的振动和变形。(2) 刀具的几何形状和磨损。刀具的几何形状决定了切削过程中的切削力和切削热, 进而影响加工质量和效率。刀具的磨损会导致切削性能下降, 影响加工精度和表面质量。(3) 工件的装夹方式。工件的装夹方式直接影响加工精度和稳定性。合理的装夹方式能够确保工件在加工过程中的定位精度和稳定性, 防止因振动或变形导致的加工误差。(4) 切削参数的选择。切削参数的选择对加工效率、加工质量和刀具寿命具有重要影响。合理的切削参数能够提高加工效率、降低加工成本, 同时确保加工质量和刀具寿命。

2 机械加工精度分析

2.1 机械加工精度的定义及分类

2.1.1 机械加工精度的基本概念

机械加工精度是指零件在加工过程中实际达到的几

何参数（如尺寸、形状和位置）与理想几何参数的符合程度。它是衡量机械加工质量的重要指标，直接关系到产品的性能、可靠性和使用寿命。机械加工精度的高低直接影响零件装配的互换性和产品的整体质量。

2.1.2 尺寸精度、几何形状精度、相互位置精度的定义及要求

（1）尺寸精度：指加工后零件的实际尺寸与理想尺寸的接近程度。尺寸精度要求零件的尺寸在允许的误差范围内，以确保装配的互换性和功能的实现。（2）几何形状精度：指加工后零件的实际形状与理想形状的符合程度。这包括平面度、直线度、圆度等几何形状的要求，以确保零件在功能上的准确性和稳定性。（3）相互位置精度：指加工后零件各表面之间的相互位置关系与理想位置的符合程度。这包括平行度、垂直度、同轴度等位置关系的要求，以确保零件在装配和使用过程中的准确性和可靠性。

2.2 机械加工误差的来源及影响

（1）误差的分类及产生原因。机械加工误差主要分为系统误差和随机误差。系统误差主要由机床、刀具、夹具等工艺装备的制造误差、安装误差和磨损引起，具有方向性和可重复性。随机误差则由多种不可控因素（如温度波动、振动、材料不均匀性等）引起，具有不确定性和不可重复性。（2）误差对机械加工精度的影响程度分析。误差的存在会导致零件的实际几何参数偏离理想值，从而影响产品的性能和使用寿命。系统误差对加工精度的影响较大，且难以通过单次测量来消除。随机误差虽然对单个零件的影响可能较小，但在大批量生产中会累积并导致整体加工精度的下降。

2.3 提高机械加工精度的途径和方法

（1）优化机械加工工艺参数。通过精确计算和分析，优化切削速度、进给量、切深等工艺参数，以减少加工过程中的切削力和切削热，降低刀具磨损和工件变形，从而提高加工精度。（2）引进先进的工艺技术和加工设备。采用高精度的数控机床、激光切割机、超声波加工等先进工艺技术和设备，可以显著提高加工精度和效率。同时，利用计算机辅助设计和制造（CAD/CAM）技术可以实现加工过程的自动化和智能化，进一步提高加工精度。（3）提高操作者的技术水平和专业素养。操作者的技术水平和专业素养对加工精度具有重要影响。通过培训和教育，提高操作者的操作技能和质量意识，使其能够熟练掌握加工设备和工艺方法，减少人为因素导致的加工误差。同时，建立严格的质量管理体系和检验制度，对加工过程进行实时监控和检测，确保加工精

度的稳定和可靠^[2]。

3 机械加工工艺与机械加工精度的关系探究

3.1 机械加工工艺对机械加工精度的影响机制

机械加工工艺对机械加工精度的影响主要体现在工艺流程的优化、工艺参数的调整以及加工设备和技术水平三个方面。（1）工艺流程的优化对精度的提升作用。工艺流程的优化是提高机械加工精度的重要途径。通过合理规划和优化工艺流程，可以减少不必要的加工步骤，降低加工误差的累积，从而提高加工精度。例如，在加工复杂形状零件时，采用先进的五轴联动加工技术，可以一次性完成多个面的加工，减少了装夹次数和定位误差，提高了加工精度。此外，优化工艺流程还可以提高生产效率，降低生产成本。（2）工艺参数的调整对精度的控制效果。工艺参数的调整对机械加工精度具有直接的控制效果。切削速度、进给量、切深等工艺参数的合理选择，可以显著影响切削力和切削热的产生，进而影响工件的变形和刀具的磨损，最终影响加工精度。通过精确计算和分析，结合具体的加工条件和要求，优化工艺参数可以显著提高加工精度。例如，在精密加工中，采用小进给量、高转速的切削参数，可以减少切削力和切削热的产生，降低工件变形和刀具磨损，从而提高加工精度^[3]。（3）加工设备和技术水平对精度的保障作用。加工设备和技术水平是影响机械加工精度的关键因素之一。高精度、高刚性的机床和先进的加工工艺技术可以显著提高加工精度。例如，采用数控机床进行加工，可以实现精确的轨迹控制和定位精度，减少人为因素导致的加工误差。此外，随着激光加工、超声波加工等先进加工技术的不断发展，这些技术因其高精度、高效率的特点，在机械加工领域得到了广泛应用，进一步提高了机械加工精度。

3.2 机械加工精度对机械加工工艺的反馈作用

机械加工精度对机械加工工艺具有显著的反馈作用，主要体现在对工艺路线的选择和优化、工艺参数的调整以及工艺持续改进三个方面。（1）精度要求对工艺路线的选择和优化的影响。机械加工精度的要求直接影响工艺路线的选择和优化。在满足功能需求的前提下，为了提高加工精度，需要选择更合理的工艺路线。例如，在加工高精度零件时，需要选择精度更高的加工方法和设备，同时优化加工步骤和装夹方式，以减少误差的累积。此外，对于不同精度的要求，需要采用不同的工艺路线和加工策略，以确保加工精度的稳定和可靠。（2）精度检测结果对工艺参数调整的指导作用。机械加工精度的检测结果对工艺参数的调整具有重要的指导

作用。通过对加工后的零件进行检测,可以了解当前工艺参数下的加工精度水平,进而对工艺参数进行调整和优化。例如,在发现加工精度不达标时,可以通过调整切削速度、进给量等参数,改善切削条件和刀具磨损情况,从而提高加工精度。这种基于检测结果的工艺参数调整方法,可以实现对加工过程的精确控制,确保加工精度的稳定和可靠^[4]。(3)精度稳定性对工艺持续改进的推动作用。机械加工精度的稳定性对工艺的持续改进具有推动作用。在机械加工过程中,如果加工精度不稳定,可能会导致产品质量的不一致性,影响产品的可靠性和使用寿命。因此,为了实现加工精度的稳定和提高,需要对工艺进行持续改进。通过对加工过程的深入分析,找出影响加工精度的关键因素,如机床误差、刀具磨损、工艺参数设置等,并采取相应的措施进行改进和优化。这种基于精度稳定性的工艺持续改进方法,可以不断提高加工精度和加工效率,满足市场对高质量产品的需求。

3.3 机械加工工艺与机械加工精度的协同优化策略

为了进一步提升机械加工的整体效能,必须实施机械加工工艺与机械加工精度的协同优化策略。这一策略的核心在于综合考虑工艺因素和精度要求,以实现两者之间的最佳平衡。(1)综合考虑工艺因素和精度要求,制定协同优化方案。在制定协同优化方案时,首先需要全面分析现有的机械加工工艺和精度要求。明确各道工序的加工目的、加工条件以及可能产生的误差来源。随后,根据零件的功能需求和精度要求,选择合适的加工设备、刀具和工装,以及合理的切削参数和工艺路线。同时,还需要考虑生产效率和成本等因素,以制定出一个既能满足精度要求,又能提高生产效率的综合优化方案。(2)实施协同优化策略,提升整体加工效率和精度水平。协同优化策略的实施需要依托先进的生产管理和质量控制体系。通过引入智能制造技术,如物联网、大数据和人工智能等,实现加工过程的实时监测和智能控制。这不仅可以及时发现和解决加工过程中的问题,还能根据实时数据对工艺参数进行微调,以进一步提升加

工精度。同时,加强对操作者的培训和管理,提高其技能水平和质量意识,也是实施协同优化策略的关键。通过定期的技能培训和质量控制活动,可以确保操作者能够熟练掌握先进的加工技术和设备,减少人为因素导致的加工误差。(3)对协同优化效果进行评估和改进。协同优化策略的实施并非一蹴而就,而是需要不断的评估和改进。通过对加工后的零件进行全面的检测和数据分析,可以了解当前协同优化策略的效果以及存在的问题。随后,根据检测结果和市场需求的变化,对协同优化方案进行调整和改进。这种持续改进的方法不仅可以提高加工精度和效率,还能不断适应市场对高质量产品的需求变化。在实施协同优化策略的过程中,还需要注意以下几点:一是要确保加工设备和刀具的维护和保养,以减少因设备故障或刀具磨损导致的加工误差;二是要加强对原材料的质量控制,确保原材料的尺寸精度和物理化学性能满足加工要求;

结束语

通过对机械加工工艺与机械加工精度的深入探究,我们认识到两者之间的紧密联系和相互影响。优化机械加工工艺参数、引进先进技术和设备、提高操作者技术水平等措施,可以有效提升机械加工精度。同时,机械加工精度对工艺路线的选择、工艺参数的调整以及工艺的持续改进也具有显著的反馈作用。未来,随着智能制造技术的不断发展,机械加工工艺与机械加工精度的协同优化将成为趋势,进一步推动制造业的高质量发展。

参考文献

- [1]赵静.机械加工工艺对零件加工精度的影响与控制研究[J].造纸装备及材料,2023,(06):110-112.
- [2]陈文昀.基于加工精度优化的机械加工工艺研究[J].造纸装备及材料,2023,(11):117-118.
- [3]宋林.机械加工工艺对零件加工精度的影响[J].内燃机与配件,2021,(11):121-122.
- [4]张向东,刘宁.机械加工工艺对零件加工精度的影响及控制的探讨[J].数字通信世界,2020,(10):93-94.