

Research on the Influence of Mechanical Processing Technology on Processing Accuracy

Lijuan Sun

Pingdingshan Technician College, Pingdingshan, Henan, 467200, China

Abstract

Mechanical processing, as one of the core basic processes in modern manufacturing, directly affects the quality and performance of products in terms of processing accuracy. However, many factors affect the realization of machining accuracy, from process design to equipment selection, to external environmental fluctuations. Accuracy issues have always been a pressing problem that needs to be solved in the industry. This study focuses on the impact of mechanical processing technology on machining accuracy, systematically analyzing the constraints of precision difficulties, equipment and tool selection, environmental changes, and other factors in process design. It explores how to improve machining accuracy through refined process planning, material selection optimization, temperature control technology, tool workpiece contact accuracy control, and vibration monitoring. Through in-depth research on these measures, it can effectively promote the continuous optimization of machining accuracy and improve the overall manufacturing level.

Keywords

mechanical processing; Processing accuracy; Process planning; Temperature control technology; Vibration control

机械加工工艺对加工精度影响的研究

孙丽娟

平顶山技师学院, 中国 · 河南 平顶山 467200

摘 要

机械加工作为现代制造业中核心的基础工艺之一,其加工精度直接关系到产品的质量和性能。然而,许多因素影响着加工精度的实现,从工艺设计到设备选择,再到外部环境的波动,精度问题一直是行业内亟待解决的难题。本研究聚焦于机械加工工艺对加工精度的影响,系统分析了工艺设计中精度难点、设备工具选择、环境变化等因素的制约,探讨了如何通过精细化的工艺规划、材料选择的优化、温控技术、刀具与工件接触精度控制以及振动监测等手段来提升加工精度。通过这些措施的深入研究,能有效推动加工精度的持续优化,提升整体制造水平。

关键词

机械加工; 加工精度; 工艺规划; 温控技术; 振动控制

1 引言

在制造业中,机械加工是将原材料转变为高质量成品关键环节,其精度水平直接影响到产品的整体质量。然而,由于机械加工过程的复杂性,如何在实际生产中精准控制加工精度,仍然是行业中面临的重要挑战。加工精度的提升不仅仅是技术的进步,更是对工艺、材料、设备、环境等多重因素协调作用的深刻理解。无论是在航空航天、汽车制造,还是在精密仪器等领域,精度的微小差异都可能导致巨大的性能差距。

2 机械加工工艺与加工精度概述

2.1 机械加工工艺的基本类型

机械加工工艺主要是指使用工艺来制造产品或者半成

品,机械加工工艺众多,如车削、铣削、磨削、钻孔等。不同的机械加工工艺的应用,精度的要求各不相同。其中车削工艺主要对圆形的工件进行外加工,铣削主要应用在对平面的工件及各种形状较复杂的工件进行加工。磨削工艺广泛应用于对工件精密密度较高、工件光洁度较高的表面进行加工,不同的机械加工工艺对工件加工精度的要求不同,工艺的选择直接影响工件最终的加工尺寸精度及加工表面质量。机械加工的智能化与自动化程度不断提升,使得加工精度及效率在不断提高。

2.2 加工精度的关键因素

加工精度指加工时工件实际尺寸相对于设计尺寸的偏差,直接影响产品质量和工作性能;主要受加工工艺、设备精度、刀具磨损、工件材质及外界环境影响等因素;如不同材料的不同切削性质、刀具的不同几何形态及刀具状态等;而加工时温度的波动、机加工和人员加工技艺等也对精度的大小存在决定性作用,加工精度通常不是由单独因素所

【作者简介】孙丽娟(1988-),女,中国河南平顶山人,本科,工程师,从事机械类研究。

决定的,而是多方面因素相互影响的结果。

3 机械加工精度问题的根源

3.1 加工工艺设计中的精度难点

而成本、加工工艺条件的可行性和精度的要求始终是加工工艺设计中无法兼顾的三大难点,在加工过程中,不同的加工工艺都有其精度制约的。由于不同的加工工艺、不同的生产工艺条件会带来加工精度控制的难以量化问题,在工艺设计过程中,如加工方法的选取、切削参数的选择都会对后续加工效果产生较大的影响。在保障生产效率的前提下,最大程度获取较高的加工精度,取决于工艺设计人员能否及时发现这些潜藏的加工风险,并做出精准的决策。

3.2 设备工具选择对加工精度的制约

设备和工具有关的选择是影响加工精度的关键因素之一。在加工过程中,高精度设备与刀具可以更好地降低因设备加工带来的误差,进而提高加工精度。然而,设备本体的加工精度是有物理限制的,就算是先进的设备与工具,在长久的加工使用或者更大的切削负荷的情况下,也因为磨损或者变形,从而直接造成加工精度难以提升。尤其是对一些高速加工或者高硬度材料进行加工中,对于设备的稳定性和设备的选刀是非常重要的内容^[4]。如果设备和工具的精度无法对应工艺的精度,想要保证预计的加工精度,是比较难以实现的目标,因此,针对设备和工具的合理选取与及时保养,保障设备的稳定性才是保证加工精度的基本。

3.3 环境因素加工精度之间的相互作用

在加工过程中,最容易被忽略同时也是对加工生产影响较大的就是一些环境因素。其中常见的环境影响因素之一就是温度。在对一些精密工件进行加工时,由于受到加工生产环境内温度的影响,工件材料的尺寸热胀就会造成工件尺寸的变化。而由于机器机械自身的热变形也会给工件加工的尺寸精度造成影响。除此之外,空气中含有的水汽量以及车间中空气的洁净程度以及车间中也包括的其他振动都是对工件加工生产尺寸精度的严重影响。其中一部分振动可能是由于机器设备运行的自身振动引起的,也可能是由其他外界条件的振动造成的,归纳起来,在精密加工作业中应该切实做好相关的环境控制工作,保证加工生产中环境的稳定,从而减少其他影响加工生产精度的环境因素。

4 提高机械加工精度的工艺措施研究

4.1 精确工艺规划与工艺优化策略

任何机械加工作为一个系统,对产品质量或效率的理解就是其工艺规划;对这个加工精度的保证,其基础在于工艺规划,主要取决于根据工件的结构、材料、精度需求等进行的选择或合理的工件加工方式和切削加工参数。工艺优化策略的目标是精确定位全流程切削参数组合的制定,包括切削速度、进给量、切削深度等方面。工艺优化策略之一是工件加工工艺方法的合理选择,加工方案要结合实际加工过程

中工件的特点,对于形状较复杂的零件应避免单一加工带来的不足,而采取多工序联合加工的方式,避免由于单次加工产生的误差积累的导致加工精度不足问题。工艺优化策略之二是选择加工的工艺参数合理进行加工方案的组合,结合实际加工零件的材料,选择合理的参数进行加工的调整,避免工件因加工参数选择不合理而导致出现工件加工精度不足的问题^[5];工艺优化策略之三是结合加工中的实时反馈动态更改加工的切削参数,这一步骤可增加加工的精度以补偿无法预估的不确定性因素,例如程序对刀位置的微调。

4.2 材料特性加工方式匹配的优化措施

材料性能与加工方法匹配是影响机械加工精度的又一因素,由于材料的各种物理性能特征如硬、韧、导热性等影响了材料在加工过程中的行为变化,进而影响加工精度。硬度高的材料需要选择较硬的刀具和较慢的切削速度,以防止刀具磨损和热变形并防止过大切削力的产生。韧性大的材料可以用适当的方法和适当的切削力控制降低加工过程中材料的变形,进而确保工件尺寸精度。优化材料与加工方法匹配时应根据工件使用状态和性能需要,从加工过程中温度控制和冷却方式搭配选择与使用切削液的种类和使用方法^[6]。因此,经过热处理的材料一定要充分冷却和消除应力,并在加工过程释放内应力,防止内应力产生的加工过程变形。实际加工过程中要进行材料和加工方法的有机结合,在加工过程中结合每种材料的特性和加工工艺的最佳匹配,以保障最终加工精度满足设计目标。

4.3 控制加工过程中的温度变化

工艺组织中的机械加工中,温变影响也是不容忽视的。在机械加工时,无论是刀具与工件摩擦切削时产生的热量,还是机床运动的过程中产生的热量,都会导致温度发生波动,这又直接引起被加工材料的热变形、膨胀,从而导致加工精度的下降。工艺组织期间,为了避免温度对机械加工精度造成的影响,首先就要做好温度波动对加工精度造成影响的认知。温度波动的控制,也可以体现在机械加工时及时利用有效的冷却介质。要想及时处理温变,就要选用合适的冷却介质,并在加工的过程中加以及时利用,这样可以通过冷却的作用降低温度,还能够利用冷却的作用对被加工物进行润滑处理,减少刀具在刀具运动中的损耗,并且还有利于抑制因温度过高引起的被加工物的热变形。高温条件下的高精加工,更是需要利用高效的控温装置,比如数控机床中的温控装置,该装置能够根据数控机床的各部分实时温度,自动调节冷却液的喷射流量及喷射压力,从而保证温变的控制。除此以外,温度变比较大的高温敏感材料的机械加工中,还可以进一步利用气体冷却、喷雾冷却等处理措施来进行加工,这样在保证加工精度的同时也能够提升刀具使用寿命。工件的几何尺寸一方面可以直接因工件材料在低温和高温时热应力的大小发生改变,另一方面也会因为由温度变化引起的机床各零部件热变形在机床加工过程中因刀具路径偏

移从而引起全加工过程偏差。因此在精密加工中除需要考虑冷却水的温度以外,还要考虑对机床进行热补偿设计,优化机床热性能。使用热稳定材料改进机床的结构热刚性可减少由温度变化引起的各种误差。

4.4 刀具工件接触的精度调整

刀具—工件接触状态对机械加工精度的影响是至关重要的因素之一。由于刀具—工件接触状态直接影响切削力和热的分布,从而影响加工精度和表面质量。因此,如何控制刀具—工件接触状态,避免加工接触不良造成的误差直接影响加工精度,是改善加工精度的主要方面之一。对于这一问题,应从刀具的选取和调整着手。刀具的几何结构与尺寸精度直接影响了切削接触。刀具的磨损、刀尖钝化都会使刀具与工件接触时稳定性较差,产生加工误差,需要改善。为此,在刀具加工过程应予以实时监控,通过精度较高的刀具磨损监控装置在刀具磨损一定程度的时候能够及时更新刀具,避免磨损过大带来精度误差。刀具的正确安装程度也会影响刀具—工件之间的接触状况。由于刀具安装过程中有时会出现微小的偏差,偏心、歪斜或不垂直等因素,这样会引发刀具—工件的局部不均匀接触,从而导致尺寸误差。在实际加工过程中,借助高精度的刀具安装装置可以使得刀具对位较为精确,从而尽量避免接触误差。切削参数选择对刀具—工件接触状态同样也起着举足轻重的作用。刀具切削速度、进给速度和切削深度选择不当,都会造成接触点应力过高,过量切削热与振动产生,导致加工精度误差。所以,从工艺编制阶段开始就要综合考虑工件、刀具以及切削力等因素,优化切削参数,保证刀具和工件的稳定接触,从而保证精度的加工稳定性。

4.5 振动监测动态补偿技术

在机械加工中,振动是产生加工误差的重要因素之一。由于加工过程中机床、刀具及工件之间的相互作用,往往会诱发加工振动,从而造成加工面表面粗糙度的提升以及加工误差的产生,严重的还会致使工件加工误差进一步增大,甚至是加工形状、尺寸等难以预料的变化。振动的产生往往是由多种因素导致的,例如,刀具与工件接触不均匀、切削力不稳定、机床刚性不足、人为操作不当等。为了避免和补偿加工过程中的振动,需利用振动监测及动态补偿,其主要原理是及时准确地实时监测到加工振动信息,在振动的第一

时间及时发现及分析振动源,并及时采用动态补偿的方式进行补偿。振动监测系统一般采用高性能的振动传感器实时采集机床的振动情况,再通过分析机床振动情况来确定振动频率、振动大小及振动的原因。振动传感器和分析软件的融合,可以通过实时监测的方法对振动进行全面的把控,发现加工过程的异常情况,避免由振动造成的精度损失。同时,可以通过对机床轨迹进行实时调整的方式来对振动进行动态补偿。对刀具的补偿属于动态补偿的方法。对刀具的补偿是利用刀具的使用状态,并及时通过刀具使用补偿,补偿使用后由于刀具的变形及磨损所导致的加工过程中振动的影响。补偿控制系统可以实时跟踪刀具的状态和加工过程中的振动信息,并对切削量/刀具轨迹进行即时修正,使加工过程处于稳定状态。振动监测与动态补偿技术既可以应用在精密的加工环节,同样广泛应用于大规模生产的加工环节。该技术会随着机床控制系统、传感器技术等进步得以不断完善,必将给精密的机械加工更加精准、有效的技术改进提供理论支持。振动监测与动态补偿技术可以降低振动对加工质量造成的不良影响,实现稳定高效的加工。

5 结语

影响机械加工精度的因素较多,即便再复杂多变的生产加工过程,只要我们不断加强加工过程中的工艺设计、合理选用材料和设备、控制加工制造过程中温度、振动监控的水平,都将最终提高加工过程的精确性。伴随着当前现代制造技术的逐渐完善,再复杂的机械加工过程、对精度的要求也将不再是“高不可攀”。对于机械加工精度而言,不断地研究、不断地创新是进一步提高其精度的重点发展方向,也是制造业不断迈进高精尖制造的技术水平和市场竞争的有力依托。希望基于本文所述的解决方案,对进一步促进加工精度的提升提供一点借鉴作用,并为更好的进行制造业制造服务。

参考文献

- [1] 左殿阁.机械加工工艺对航空零件加工精度的影响研究[J].中国机械,2024(2).
- [2] 牟德文.机械加工工艺对汽车零部件精度的影响与运用研究[J].时代汽车,2025(8).
- [3] 武昊.机械加工工艺对金属零件制造精度的影响及相关对策研究[J].中国金属通报,2024(19):198-200.