

机械加工中加工精度的影响因素与控制

Influencing Factors and Control of Machining Accuracy in Machining

刘建广

Jianguang Liu

上海昭晟机电设备有限公司 中国·上海 201609

Shanghai Zhaosheng Electromechanical Equipment Co., Ltd., Shanghai, 201609, China

摘要: 机械加工是一种常见的制造工艺,其加工精度对于产品的功能和质量至关重要。论文主要研究机械加工中加工精度的影响因素与控制方法。首先,介绍了机械加工的基本概念及其在工业生产中的重要性;然后,阐述了加工精度的定义和测量方法,分析了影响机械加工精度的关键因素;最后,通过案例分析验证了控制方法的有效性,进一步验证了研究结果的可行性和可靠性。

Abstract: Machining is a common manufacturing process, and its processing accuracy is crucial to the function and quality of the product. This paper mainly studies the influencing factors and control methods of machining accuracy in machining. Firstly, the basic concepts of mechanical processing and its importance in industrial production were introduced; then, the definition and measurement methods of machining accuracy were elaborated, and the key factors affecting machining accuracy were analyzed; finally, the effectiveness of the control method was verified through case analysis, further validating the feasibility and reliability of the research results.

关键词: 机械加工;加工精度;影响因素;控制方法

Keywords: machining; machining accuracy; influencing factors; control method

DOI: 10.12346/etr.v5i7.8281

1 引言

机械加工是制造业中常用的加工工艺之一,其加工精度直接关系到产品的质量、性能和可靠性。随着科技的进步和市场的竞争加剧,对产品加工精度的要求也越来越高。因此,深入研究机械加工中加工精度的影响因素与控制方法,对于提升产品质量和生产效率具有重要意义。论文旨在探究机械加工中加工精度的影响因素,分析不同因素对加工精度的作用机制,并提出科学合理的控制方法,从而提高加工精度,满足市场需求。

2 机械加工的基本概念

2.1 机械加工的定義和分类

机械加工是利用机械工具(如铣床、车床、钻床等)对工件进行切削、磨削、钻孔、铰孔等加工操作的过程。通过机械加工,可以实现对工件形状、尺寸和表面质量的精确控制,达到设计要求的要求。

机械加工根据加工方式和工艺特点的不同,可以分为以下几种常见分类。

2.1.1 切削加工

切削加工是最常见的机械加工方式,通过刀具将工件上多余部分切削掉,使其达到设计要求的形状和尺寸。常见的切削加工方法包括铣削、车削、钻孔、铰孔、刨削等。

2.1.2 磨削加工

磨削加工是通过磨料与工件接触来消除工件表面的凹凸和提高表面质量的一种加工方式。常见的磨削加工方法包括平面磨削、外圆磨削、内圆磨削、中心磨削等。

2.1.3 制造加工

制造加工是通过将零件进行切削、焊接、锻造、冲压等工艺操作,来组装成成品或部件的一种加工方式。常见的制造加工方法包括焊接、钻孔、螺纹加工、铆接、冲压等。

2.1.4 钻削加工

钻削加工是通过钻头对工件进行孔加工的一种加工方

式。钻削加工适用于各种材料的孔加工，常见的钻削加工方法包括中心钻、钻孔等。

2.1.5 锻造加工

锻造加工是通过将金属材料加热至一定温度，然后施加压力使其形变，从而改变材料的形状和性能的加工方式。常见的锻造加工方法包括手锤锻造、机械锻造、冷锻造等。

根据不同的加工需求，可以选择合适的机械加工方式进行加工，从而实现对工件的精确加工和形状控制。

2.2 机械加工在工业生产中的应用

机械加工在工业生产中具有广泛的应用，主要体现在以下几个方面：

①制造零部件：机械加工是制造各种机械、设备、工具和产品的的基础加工方法。它可以对金属、塑料等材料进行精确的加工，制造各种零部件，如齿轮、螺纹、轴等。这些零部件通过机械加工后可以组装成成品，并广泛应用于汽车、航空航天、电子、机械设备等行业。②模具制造：机械加工在模具制造中起着至关重要的作用。通过机械加工可以制造出各种精密模具，如注塑模具、压铸模具、冲压模具等。这些模具用于制造各种产品的成型，如汽车零部件、电子产品外壳等。③零件修复和改良：机械加工可以对已经损坏或使用不合理的零部件进行修复和改良。通过修复和加工，可以恢复或提升零部件的功能和性能，延长其使用寿命，减少资源浪费。④快速原型制作：机械加工在快速原型制作中扮演着重要角色。通过快速加工方法，如数控机床、激光加工等，可以快速制作出产品的原型，进行测试和审查，节省了传统制造方式所需的时间和成本。⑤精密加工：机械加工是实现精密加工的重要手段。在需要高精度和高表面质量的领域，如航空航天、光学仪器、精密仪器等，机械加工可以提供高精度和高质量的加工服务。

3 影响机械加工精度的因素

3.1 加工设备对加工精度的影响

加工设备是影响机械加工精度的重要因素之一。以下是加工设备对加工精度的影响的一些关键因素：

①设备刚性：加工设备的刚性指其抗变形性能，即在加工过程中是否能保持稳定的结构形态。较高的设备刚性可以降低振动和变形，从而提高加工精度。②传动精度：传动系统的精度对加工精度有重要影响。如丝杆传动、齿轮传动等，传动误差会直接影响加工精度。因此，传动系统的设计和选择都应考虑其传动精度。③控制系统：控制系统的精度对加工过程中的定位、速度、压力等参数的控制至关重要。准确的控制系统可以确保加工精度的稳定性和一致性。④加工工具与夹具：加工工具和夹具的设计和制造质量直接影响加工精度。工具刃口的磨损、夹具的稳定性以及工具与夹具的安装和调整等因素都会对加工精度产生影响。⑤加工过程控制：加工过程中的参数设置和操作技术对加工精度有着直接的影响。例如，切削速度、进给量、切削深度的选择和控

制，以及降低振动和冷却润滑等辅助措施，都能够提高加工精度。

要提升加工精度，需要选择合适的加工设备，并在使用和维护过程中注意以上因素的影响。同时，采取合理的工艺措施和操作方法，也能够增加加工精度的稳定性和可靠性。

3.2 切削工具对加工精度的影响

切削工具是影响机械加工精度的关键因素之一。以下是切削工具对加工精度的影响的一些关键因素：

①刀具材质：切削工具的材质对加工精度有直接影响。高硬度、高耐磨性和良好的耐热性的刀具材料，如硬质合金、陶瓷、刚玉等，可以提供更稳定的切削性能，减少刀具磨损，从而提高加工精度。②刀具几何结构：切削刀具的几何结构，如刀尖半径、切削刃形状、主偏角等，对加工精度有显著影响。适当的刀具几何结构可以降低表面粗糙度、减少切屑、改善切削热量分布，从而提高加工精度。③刀具磨损：切削工具在加工过程中会逐渐磨损，导致刀具尺寸的变化和变形。刀具磨损会直接影响加工精度，例如导致形状尺寸偏差、表面粗糙度增加等。因此，对刀具进行定期检查和更换，以控制刀具磨损，是提高加工精度的重要措施。④刀具安装与调整：刀具的正确安装和调整也影响加工精度。刀具的轴向和径向位置、刀具偏角的调整等，都应根据加工要求进行精确的调整，以确保切削力和切削力矩均衡，减少刀具振动和变形，提高加工精度。⑤冷却润滑：在切削加工中，使用适当的冷却润滑剂能够有效降低切削温度，减少刀具磨损和工件变形。适当的冷却润滑剂选择和使用，能够提高切削质量和加工精度^[1]。

3.3 工件材料对加工精度的影响

工件材料是影响机械加工精度的重要因素之一。以下是工件材料对加工精度的影响的一些关键因素：

①材料硬度：工件材料的硬度对加工精度有直接影响。较硬的材料会增加切削力和切削温度，使刀具磨损更快，可能导致切削力变化较大，进而影响加工精度。因此，在加工硬材料时，可能需要使用更加坚固的切削工具以及更严格的加工参数和工艺控制，以确保加工精度。②材料的可加工性：每种材料都有其独特的加工特性。有些材料更易于切削，切削力和切削热量较低，容易获得较高的加工精度。而有些材料可能出现材料塑性变形、回弹或断裂等问题，导致加工精度降低。因此，在选择工件材料时，需要考虑其加工性能对加工精度的影响。③材料的热膨胀系数：材料的热膨胀系数会影响加工过程中的热变形。当工件受热时，其尺寸会发生变化，从而影响加工精度。高热膨胀系数的材料在加工过程中更容易发生尺寸的变化，因此需要采取一些措施来控制工件的温度和热变形，以确保加工精度。④材料的稳定性：某些材料在加工过程中可能会发生相变、变形或变质等问题，从而影响加工精度。例如，金属材料在高温下可能发生相变，导致工件尺寸的变化。对于这些不稳定的材料，需要根据其特性采取相应的加工方法和工艺控制，以确保加工精度。

3.4 切削参数对加工精度的影响

切削参数是影响机械加工精度的关键因素之一。以下是切削参数对加工精度的影响的一些重要因素：

①切削速度：切削速度是指在单位时间内刀具对工件的相对移动速度。过高的切削速度可能导致刀具与工件之间的磨损加剧，甚至刀具断刃，从而影响加工精度。反之，过低的切削速度可能导致加工效率低下，加工表面质量较差。因此，在确定切削速度时，需要考虑刀具耐磨性能、工件材料和加工要求，并确保切削速度在适当范围内，以保证加工精度。②进给速度：进给速度是指刀具在切削过程中与工件的相对运动速度^[2]。过大的进给速度可能会导致切屑过大或切削力增加，从而影响加工表面质量和精度。而过小的进给速度则可能导致加工效率低下。因此，在选择进给速度时，需要根据工件材料和切削条件综合考虑加工需求，以确保切削过程的稳定性和加工精度。③切削深度：切削深度是指每次切削时刀具与工件之间的距离。过大的切削深度可能会引起切削过程中的振动和变形，导致加工精度降低。而过小的切削深度可能会导致加工过程中的很多切削力分量无法发挥，从而影响加工精度和效率。因此，在确定切削深度时，需要平衡切削过程中的切削力和加工精度的要求。④切削方式：切削方式是指刀具在切削过程中的运动路径和方式，如直线切削、曲线切削等。不同的切削方式将对刀具和工件的受力状况产生不同影响，从而影响加工精度。因此，在选择切削方式时，需要考虑工件的几何形状、加工特点和加工精度要求等因素。

4 机械加工精度的控制方法

4.1 工艺优化

在机械加工过程中，工艺优化是实现高精度加工的重要方法之一。工艺优化主要涉及以下几个方面：

①刀具选择和几何设计：选择合适的刀具和刀具材料对于实现高精度加工非常重要。刀具的几何设计包括刀尖半径、刃数、刃角等参数的选择，应根据具体加工要求确定。合理的刀具选择和几何设计可以降低切削力，减少振动和切削热量，提高加工精度^[3]。②切削参数优化：切削参数的优化包括切削速度、进给速度、切削深度等。通过实验或数值模拟等方法，确定合适的切削参数组合，以最大限度地提高加工精度。切削速度和进给速度要在合适范围内选择，以保证加工过程的稳定性和刀具寿命。切削深度要根据工件材料和刚度等因素综合考虑，以避免过大的切削深度导致振动和加工精度的降低。③加工路径规划：加工路径规划涉及切削轨迹的设计和工艺顺序的确定。通过优化切削轨迹可以减少刀具停顿和倒角等导致的误差，提高加工精度。工艺顺序的确定可以减少切削过程中的变形和残余应力，从而提高加工精度。④机床和装夹的优化：选择合适的机床和装夹方式对于实现高精度加工非常重要。机床的刚性和稳定性会直接影

响到加工精度，而装夹方式会影响到工件的固定度和刚性。通过选择合适的机床和装夹方式，可以提高加工精度。⑤温度控制：加工过程中的温度变化会导致工件和刀具的尺寸变化，从而影响加工精度。通过适当的冷却液的选择和喷洒方式，以及加工过程的温度控制，可以减小温度变化对加工精度的影响^[4]。

4.2 设备精度提升

在机械加工精度的控制中，提升设备精度是非常关键的一项措施。以下是一些可以提升设备精度的方法：

①选购高精度机床：选择具有高精度和稳定性的机床是提升设备精度的关键。高精度机床通常具有更高的机械刚性、更低的热变形、更精密的传动系统等特点，能够提供更精确和稳定的加工环境。②提高机床的刚性：机床的刚性对于加工精度影响很大。通过使用更好质量的材料、改善机床结构和加强机床固定等方式，可以提高机床的刚性，减少振动和变形，从而提升设备精度^[5]。③保证机床的稳定性：机床的稳定性对于加工精度的控制至关重要。采取一些措施，如减少切削振动、改善切削冲击状况、使用减振装置等，可以提高机床的稳定性，进而提高设备的加工精度。④定期维护保养：定期维护保养设备是保证设备精度的重要措施。定期检查和清洁机床、更换磨损部件、校准测量系统等，可以保持设备的良好状态，提高加工精度。⑤加强测量与校准：设备精度的提升需要依靠准确的测量和校准。使用高精度测量仪器，如三坐标测量机、激光干涉仪等，进行定期的设备测量和校准，可以及时发现设备的偏差和误差，并进行调整，从而提高设备精度。⑥优化加工工艺：根据设备的实际情况，进行工艺优化，合理安排切削参数和加工路径等，可以最大程度地发挥设备的精度潜力，提高加工精度。

5 结论

总结起来，机械加工精度的控制需要从机床精度、切削参数、外界环境和加工用具、测量设备精度等多个方面进行综合考虑和控制。通过合理选择和调整这些因素，加强机床维护和校准以及定期校准测量设备，可以提高机械加工的精度水平。

参考文献

- [1] 吴小凤. 机械加工精度的影响因素及提升策略[J]. 科技创新与应用, 2022(26):12.
- [2] 方勇. 机械加工精度的影响因素和改进策略[J]. 南方农机, 2023, 51(24):2.
- [3] 李玲, 吕治军. 机械加工精度的影响因素及提高措施探究[J]. 内燃机与配件, 2021(11):2.
- [4] 汶宏伟, 吕小强. 提高薄壁零件机械加工精度的工艺研究[J]. 新型工业化, 2020(10):3.
- [5] 梁璨. 机械加工精度影响及控制措施[J]. 内燃机与配件, 2021(13):2.