

# 机械加工工艺技术误差产生的原因与控制措施

屈小艳 谢敏婷

陕西烽火电子股份有限公司 陕西 宝鸡 721000

**摘要:** 机械加工行业对加工精度有着严格的高要求, 不断追求加工精度是相关领域研究者的探索方向, 加工误差是影响加工精度的重要因素, 对其研究的必要性则不言而喻。误差的特殊在于它的不可避免性, 所以要做的只有将误差控制在合理范围内。本文就对机械加工误差的原因和解决措施进行了一番探究。

**关键词:** 机械加工; 加工误差原因; 控制措施

引言: 机械加工工艺技术误差是指在机械制造过程中, 由于各种原因导致的加工精度偏差。机械加工工艺技术误差的存在会直接影响到产品的质量和性能, 严重时甚至会导致产品报废。因此, 研究机械加工工艺技术误差产生的原因, 并采取相应的控制措施, 对于提高机械制造精度和产品质量具有重要意义。

## 1 加工误差的概念

加工误差是指在机械加工过程中, 由于各种原因导致的加工精度偏差。具体来说, 加工误差是指对零件进行加工所得到的实际几何参数与理想的几何参数之间产生的偏离程度。理想化的设计在实际加工中很难达到, 因此机械加工误差是不可避免的。然而, 通过提高加工工艺、增强操作能力等措施, 可以最大限度地降低机械加工的加工误差, 提高加工精度和生产效能。

## 2 机械加工工艺技术误差产生的原因

### 2.1 机床误差

(1) 几何误差是指机床各部件的实际几何形状与理想几何形状之间的偏差。其中, 主轴回转误差和导轨直线度误差是最常见的几何误差。主轴回转误差会导致工件表面产生波纹或圆度误差, 而导轨直线度误差则会影响到工件的定位精度和加工表面的直线度。为了减少几何误差, 可以采用高精度主轴和导轨、合理的结构设计、高精度的制造和装配工艺等措施。(2) 运动误差是指机床各部件在运动过程中的偏差, 主要包括传动链误差和进给误差。传动链误差是由于传动元件之间的间隙、磨损、制造误差等因素引起的, 会影响机床的运动精度和加工精度。进给误差则是由于进给系统中的间隙、磨损、制造误差等因素引起的, 会影响工件的形状和位置精度。为了减少运动误差, 可以采用高精度传动元件、合理设计传动链结构、高精度进给系统等措施<sup>[1]</sup>。(3) 热误差是指机床在加工过程中由于热变形而引起的误差。机床在加工过程中会产生大量的热量, 导致机床部

件的热膨胀和热变形, 从而影响加工精度。为了减少热误差, 可以采用合理的结构设计、高精度的热变形补偿系统、控制加工过程中的热量产生等措施。

### 2.2 刀具误差

(1) 几何误差是指刀具的实际几何形状与理想几何形状之间的偏差。这可能是由于刀具制造过程中的误差, 或者是由于刀具在使用过程中的磨损和破损所导致的。例如, 刀具的切削刃不直、刀具的磨损等都会导致几何误差的产生。几何误差会影响到刀具的切削性能和加工精度, 因此需要对刀具的几何形状进行精确的控制和检测。(2) 磨损误差是指刀具在加工过程中由于磨损而引起的误差。刀具在加工过程中会受到工件材料和切削力的作用, 从而导致刀具的磨损。磨损会使刀具的切削性能和加工精度下降, 甚至会导致刀具的破损。因此, 需要对刀具的磨损情况进行及时的监测和更换, 以保证加工精度和刀具的使用寿命。

### 2.3 工件误差

(1) 几何误差是指工件的实际几何形状与理想几何形状之间的偏差, 如工件的平面度、圆柱度等。这可能是由于工件在制造过程中的误差, 或者是由于工件在加工过程中的变形所导致的。几何误差会影响到工件的加工精度和使用性能, 因此需要对工件的几何形状进行精确的控制和检测。(2) 定位误差是指工件在加工过程中由于定位不准确而引起的误差。这可能是由于工件在装夹过程中的误差, 或者是由于工件在加工过程中的移动所导致的。定位误差会影响到工件的加工精度和使用性能, 因此需要对工件的定位进行精确的控制和检测<sup>[2]</sup>。

### 2.4 工艺系统受力变形引起的误差

工艺系统受力变形引起的误差是指在机械加工过程中, 由于工艺系统受力变形而引起的加工精度偏差。工艺系统受力变形主要包括机床部件受力变形、工件受力变形、刀具受力变形等。机床部件受力变形是指机床

部件在加工过程中由于受力变形而引起的误差。工件受力变形是指工件在加工过程中由于受力变形而引起的误差。刀具受力变形是指刀具在加工过程中由于受力变形而引起的误差。

### 2.5 工艺系统受热变形引起的误差

工艺系统受力变形引起的误差是影响机械加工精度的重要因素之一。在机械加工过程中,工艺系统受到各种力的作用,包括切削力、夹紧力、重力等,这些力会导致机床部件、工件和刀具产生变形,从而影响加工精度。机床部件受力变形主要是指机床的基础零件、主轴、轴承等部件在加工过程中由于受力变形而引起的误差。为了减少机床部件受力变形引起的误差,可以采用加强机床基础零件的刚度、提高主轴和轴承的精度和刚度等措施。工件受力变形主要是指工件在加工过程中由于受力变形而引起的误差。工件受力变形的原因包括工件材料的不均匀性、工件结构的不合理性、夹紧力的不均匀性等。为了减少工件受力变形引起的误差,可以采用合理的工件结构设计、选用合适的夹紧方式和夹紧力大小等措施。刀具受力变形主要是指刀具在加工过程中由于受力变形而引起的误差。刀具受力变形的原因包括刀具材料的不均匀性、刀具结构的不合理性、切削力的不均匀性等。为了减少刀具受力变形引起的误差,可以采用选用高强度、高刚度的刀具材料、合理设计刀具结构、选用合适的切削参数等措施。

### 2.6 测量误差

测量误差是指在机械加工过程中,由于测量不准确而引起的加工精度偏差。测量误差主要包括量具误差、测量方法误差等。量具误差是指量具本身存在的误差,如量具的精度不高、量具的使用不当等。测量方法误差是指测量方法本身存在的误差,如测量方法的选择不当、测量方法的操作不当等<sup>[3]</sup>。

## 3 机械加工工艺技术误差的控制措施

### 3.1 提高机床精度和稳定性

提高机床精度和稳定性是减少机械加工工艺技术误差的重要措施之一。机床是机械加工的主要设备,其精度和稳定性直接影响到加工零件的质量。因此,必须采取以下措施来提高机床的精度和稳定性:(1)定期对机床进行维护和保养。定期对机床进行维护和保养可以保持机床的良好状态,延长机床的使用寿命,提高机床的精度和稳定性。维护和保养的内容包括清洁机床、润滑机床、检查机床的精度和稳定性等。(2)采用高精度、高稳定性的机床部件。采用高精度、高稳定性的机床部件可以提高机床的精度和稳定性。例如,采用高精度的

主轴、导轨、轴承等部件可以提高机床的几何精度和运动精度;采用高稳定性的机床结构可以减少机床在加工过程中的振动和变形,提高机床的稳定性。(3)采用先进的机床制造技术。采用先进的机床制造技术可以提高机床的制造精度和稳定性。例如,采用精密磨削、超精密切削等制造技术可以提高机床的几何精度和运动精度;采用先进的控制系统和补偿技术可以提高机床的控制精度和补偿能力。

### 3.2 采用高精度刀具

采用高精度刀具是减少机械加工工艺技术误差的重要措施之一。刀具是机械加工中的重要工具,其精度和稳定性直接影响到加工精度。因此,必须采取以下措施来提高刀具的精度和稳定性:(1)选用高精度、高稳定性的刀具。选用高精度、高稳定性的刀具可以减少刀具的几何误差和磨损误差。例如,采用金刚石刀具、陶瓷刀具等高性能材料可以提高刀具的硬度、耐磨性和抗冲击性;采用高精度、高稳定性的切削刃可以减少刀具的几何误差。(2)采用先进的刀具制造技术。采用先进的刀具制造技术可以提高刀具的制造精度和稳定性。例如,采用涂层技术可以在刀具表面形成一层硬度和耐磨性很高的薄膜,减少刀具的磨损;采用精密磨削等制造技术可以提高刀具的几何精度和表面质量。(3)定期对刀具进行检查和更换。定期对刀具进行检查和更换可以及时发现和处理刀具的磨损和破损,保持刀具的良好状态。检查和更换的内容包括检查刀具的几何形状、磨损情况、切削性能等,并根据实际情况进行更换或修复。

### 3.3 提高工件的精度和稳定性

提高工件的精度和稳定性是减少机械加工工艺技术误差的重要措施之一。工件是机械加工的对象,其精度和稳定性直接影响到加工精度。因此,必须采取以下措施来提高工件的精度和稳定性:(1)采用高精度、高稳定性的工件材料。采用高精度、高稳定性的工件材料可以减少工件的材料误差。例如,采用高强度合金钢、陶瓷等高性能材料可以提高工件的硬度、耐磨性和抗冲击性,减少工件在加工过程中的变形和磨损。(2)采用先进的工件制造技术。采用先进的工件制造技术可以提高工件的制造精度和稳定性。例如,采用精密铸造、精密锻造等制造技术可以提高工件的几何精度和表面质量;采用先进的热处理技术可以减少工件的内部应力和变形,提高工件的稳定性。(3)定期对工件进行检查和修复。定期对工件进行检查和修复可以及时发现和处理工件的磨损和变形,保持工件的良好状态<sup>[4]</sup>。检查和修复的内容包括检查工件的几何形状、表面质量、内部缺陷

等,并根据实际情况进行修复或更换。

### 3.4 减少工艺系统受力变形和受热变形

减少工艺系统受力变形和受热变形是减少机械加工工艺技术误差的重要措施之一。工艺系统是指机床、刀具、夹具和工件等组成的整个加工系统。工艺系统受力变形和受热变形会影响到加工精度和质量。因此,必须采取以下措施来减少工艺系统受力变形和受热变形:

(1)采用合理的工艺系统和加工方法。采用合理的工艺系统和加工方法可以减少工艺系统受力变形和受热变形的可能性。例如,采用对称加工的工艺系统可以减少工件在加工过程中的变形;采用低温加工的加工方法可以减少工艺系统的热变形。(2)对工艺系统进行优化设计和改进。对工艺系统进行优化设计和改进可以提高工艺系统的刚性和热稳定性,减少工艺系统受力变形和受热变形的可能性。例如,采用高刚性的机床结构可以提高机床的刚性;采用热对称结构可以减少机床在加工过程中的热变形。(3)对工艺系统进行定期检查和调整。对工艺系统进行定期检查和调整可以及时发现和处理工艺系统的变形和误差,保持工艺系统的良好状态。检查和调整的内容包括检查机床的几何精度和运动精度、检查刀具的磨损情况、检查夹具的定位精度等,并根据实际情况进行调整或修复。

### 3.5 提高测量精度和准确性

在机械加工工艺过程中,测量是不可或缺的重要环节,其精度和准确性直接影响到加工精度和质量。因此,提高测量精度和准确性是减少机械加工工艺技术误差的重要措施之一。(1)选用高精度、高稳定性的测量仪器和设备。选用高精度、高稳定性的测量仪器和设备可以提高测量的精度和准确性。例如,采用高精度显微镜可以对工件的表面质量和几何形状进行精确测量;采用高精度测长机可以对工件的长度、直径等尺寸进行精

确测量。这些高精度、高稳定性的测量仪器和设备可以减少测量误差,提高测量精度和准确性。(2)采用先进的测量技术和方法。采用先进的测量技术和方法可以提高测量的精度和准确性。例如,采用光学测量技术可以对工件的表面质量和几何形状进行非接触式测量,减少测量误差;采用电子测量技术可以对工件的尺寸、形状等进行快速、准确的测量。这些先进的测量技术和方法可以提高测量的精度和准确性,减少测量误差。(3)对测量人员进行培训和教育。对测量人员进行培训和教育可以提高测量人员的技能水平和责任心,减少测量误差。培训和教育的内容包括测量原理、测量方法、测量仪器和设备的使用等。通过培训和教育,可以提高测量人员的技能水平和责任心,使其能够准确、快速地进行测量,减少测量误差。

结语:机械加工工艺技术误差的存在会直接影响到产品的质量和性能,严重时甚至会导致产品报废。通过对机械加工工艺技术误差产生的原因进行分析,可以采取相应的控制措施,如提高机床精度和稳定性、采用高精度刀具、提高工件的精度和稳定性、减少工艺系统受力变形和受热变形以及提高测量精度和准确性等,从而有效地减少机械加工工艺技术误差,提高机械制造精度和产品质量。

### 参考文献

- [1]郭勇.机械加工工艺技术误差原因及控制策略[J].内燃机与配件,2021,4(14):36-37.
- [2]康德.机械加工工艺技术误差原因及控制策略[J].技术与市场,2020,27(10):116-117.
- [3]张超群.浅议机械加工工艺技术误差原因及对策[J].山东工业技术,2019,9(08):69.
- [4]熊敏.机械加工误差产生原因分析及应对策略[J].技术与市场,2018,25(11):140+142