

简析机械加工工艺对加工精度的影响

王 杰 李 霞

山东泰鹏智能家居股份有限公司 山东 肥城 271600

摘要：社会的高速发展，带动了我国机械水平的不断提高，促进了生产加工效率的提升。最近几年，我国为机械行业提供了良好的发展契机。机械加工是机械行业最关键的一项内容，加工的精度管控直接影响加工的质量和效率。本文深入探讨了机械加工工艺对加工精度的影响。通过分析切削参数、机床设计与制造、刀具选择、夹具设计合理性以及加工环境等多个方面，揭示了各因素如何直接或间接作用于加工过程，进而影响工件的尺寸精度、形状精度和位置精度。

关键词：机械；加工工艺；加工精度；影响；措施

引言：机械加工是通过机械设备对原材料进行切削、磨削、铣削、钻削等加工过程，以获得所需形状、尺寸和表面质量的零件或产品的过程。加工精度是指零件加工后的实际几何参数（尺寸、形状和位置）与理想几何参数的符合程度。在机械加工过程中，由于各种因素的影响，加工精度会受到不同程度的影响。基于此，研究机械加工工艺对加工精度的影响，对于提高产品质量和生产效率具有重要意义。

1 机械加工与加工精度的基本概念

机械加工，作为现代制造业的核心技术之一，是指通过机械设备对原材料进行切削、磨削、铣削、钻削等一系列物理或化学变化，以得到所需形状、尺寸、表面质量和性能的零件或产品的过程。这一过程不仅要求操作者具备丰富的技术知识和熟练的操作技能，还需要高精度、高效率的机械设备作为支撑。加工精度，则是衡量机械加工质量的重要指标之一。它指的是零件加工完成后，其实际几何参数（如尺寸、形状和位置）与理想几何参数的接近程度。加工精度的高低直接影响到产品的使用性能、寿命以及整机的装配精度。因此，在机械加工过程中，对加工精度的控制是至关重要的^[1]。为了实现高精度的加工，机械加工行业不断探索和应用新技术、新工艺和新材料。例如，采用数控技术可以实现零件的高精度加工；通过优化刀具材料、几何参数和切削参数，可以减小切削力和切削热，降低刀具磨损和工件变形；利用先进的测量技术和检测设备，可以实时监测加工过程，确保加工精度的稳定性。

2 机械加工工艺对加工精度的影响因素分析

2.1 机床误差

机床误差主要包括几何误差、运动误差和热变形误差。几何误差源于机床制造、安装和调整过程中的不精

确性，如导轨的直线度、平行度误差，主轴的径向跳动和轴向窜动等，这些误差会直接导致加工工件的形状和位置精度偏离设计要求。运动误差则是由机床传动链中各元件的制造和装配误差，以及传动过程中的摩擦、振动等因素引起的。这些误差会造成机床各运动部件之间相对位置的不稳定，进而影响加工过程的稳定性和精度。除此之外，机床在工作过程中由于切削热、摩擦热等热源的作用，会产生热变形。这种热变形会改变机床各部件的几何形状和相对位置，进一步加剧机床误差，对加工精度产生不利影响。

2.2 刀具误差

刀具误差主要包括尺寸误差、形状误差和磨损误差三个方面。尺寸误差是指刀具的几何尺寸与理论尺寸之间的偏差。这种偏差会直接导致加工工件的尺寸精度下降，如刀具的直径、长度等尺寸不准确，将使得加工出的孔或槽的尺寸偏离设计要求。另外，形状误差则是指刀具切削刃的形状与理论形状之间的不符。切削刃的直线度、平面度等形状误差会直接影响加工工件的形状精度，如刀具切削刃不平直，将导致加工出的平面或曲面出现凹凸不平的现象。最后，磨损误差是刀具在长时间使用过程中，由于与工件材料的摩擦和切削力的作用，导致切削刃逐渐磨损变钝。磨损后的刀具不仅切削力增大，切削温度升高，而且切削刃的形状和尺寸也会发生变化，进而对加工精度产生不良影响。

2.3 夹具误差

夹具误差主要包括定位误差、夹紧误差和安装误差。定位误差是指夹具定位元件的尺寸、形状和位置精度不足，导致工件在夹具中的定位不准确。这种误差会直接影响工件的加工位置精度，使得加工出的零件与设计存在偏差^[2]。另外，夹紧误差则是由于夹紧力不均

匀或过大,导致工件在加工过程中发生变形或位移。夹紧力过小可能导致工件在切削过程中松动,而夹紧力过大则可能使工件产生塑性变形,进而影响加工精度。再者,安装误差也是夹具误差的一个重要方面。如果夹具在安装过程中与机床的连接不紧密或存在偏差,将导致夹具整体的位置和姿态不准确,进一步影响工件的加工精度。

2.4 切削参数

切削参数主要包括切削速度、进给量和切削深度。切削速度的快慢会直接影响切削力和切削温度。过高的切削速度虽然能提高加工效率,但也会导致切削力增大、切削温度升高,进而引起工件热变形和刀具磨损加剧,降低加工精度。相反,切削速度过低则会导致切削过程不稳定,容易产生振动和切削力波动,同样不利于加工精度的保证。进给量的大小决定了单位时间内切削层材料的去除量。进给量过大,切削力会显著增加,可能导致工件变形或刀具破损;进给量过小,虽然能提高表面质量,但会降低加工效率,且可能因切削力过小而难以保证切削稳定性。最后,切削深度则直接影响了切削层的厚度。切削深度过大,切削力会急剧增大,增加工件变形的风险;切削深度过小,则可能因切削层过薄而导致切削过程不稳定,影响加工精度。

2.5 加工环境

温度与湿度:在机械加工过程中,温度与湿度的控制至关重要。过高或过低的温度都可能导致工件和机床的热变形,从而影响加工精度。同时,湿度过高可能引发机床和工件的锈蚀,降低设备性能和工件表面质量。**振动与噪音:**机械加工车间内存在的振动和噪音也会对加工精度产生影响。振动可能导致机床和工件的不稳定,进而产生加工误差。而噪音不仅影响操作人员的身心健康,还可能掩盖机床运行中的异常声音,难以及时发现并处理潜在问题。

3 提高机械加工精度的措施

3.1 优化机床设计和制造

为了显著提升机械加工精度,深入优化机床的设计与制造过程显得尤为关键。在机床设计阶段,应采用先进的计算机辅助设计(CAD)和仿真技术,对机床的几何结构、传动系统、支撑部件等进行精确建模和动态仿真。通过模拟机床在不同工况下的运行状态,预测并消除潜在的误差源,如热变形、振动等,从而在设计阶段就奠定高精度的基础。接着,在机床制造过程中,应严格控制加工精度和装配精度。采用高精度的加工设备和测量方法,确保机床各部件的尺寸、形状和位置精度达

到设计要求。同时,优化装配工艺,采用先进的预紧、调整技术,减少装配过程中产生的误差和应力集中现象。随后,还应注重机床的材料选择和热处理工艺。选用高强度、高刚性的材料,通过合理的热处理工艺改善材料的力学性能,提高机床的刚性和稳定性。这有助于减小机床在加工过程中的变形和振动,进一步提高加工精度。最后,随着智能制造技术的发展,将智能化元素融入机床设计和制造中也是提升加工精度的重要途径。例如,通过集成传感器、控制系统和数据分析软件,实现机床运行状态的实时监测和数据分析,及时发现并处理加工过程中的异常情况,从而确保加工精度的稳定性和可靠性。

3.2 选用合适的刀具

刀具材料的选择需考虑工件材料的性质、切削条件及加工要求。例如,对于硬度较高的工件材料,应选用高硬度、高耐磨性的刀具材料,如硬质合金或陶瓷刀具,以减少刀具磨损,保持切削刃的锋利度,从而提高加工精度。同时,刀具材料的热稳定性也需考虑,以避免在切削过程中因高温而发生软化或变形。刀具的几何形状应根据加工需求和工件形状进行设计。合理的刀具几何形状能够减小切削力、降低切削温度,并减少工件变形。例如,采用正前角刀具可以降低切削力,提高切削效率;而采用合理的后角和刃倾角则能改善刀具的散热条件,减少刀具磨损。再者,刀具刃口的质量也是影响加工精度的重要因素。刃口应锋利且均匀,避免存在崩刃、缺口等缺陷。锋利的刃口能够减小切削过程中的摩擦和阻力,降低切削力,从而减少工件变形和表面粗糙度^[3]。同时,刃口的均匀性也能保证切削过程的稳定性,提高加工精度。最后,刀具的适应性也是选用时需要考虑的因素。不同的加工任务和工件形状可能需要不同类型的刀具。因此,在实际加工中,应根据具体情况选用合适的刀具类型和规格,以充分发挥刀具的性能优势,提高加工精度和效率。

3.3 设计合理的夹具

在机械加工过程中,夹具作为工件定位和夹紧的关键装置,其设计合理性直接关系到加工精度的稳定性。(1)定位精度是夹具设计的核心要素之一。合理的定位方案应确保工件在夹具中的位置准确无误,且能够在加工过程中保持稳定。这要求夹具的定位元件具有较高的精度和重复定位精度,同时还需要考虑工件形状、尺寸及加工要求,采用适当的定位方式和定位点布局,以减少定位误差对加工精度的影响。(2)夹紧方式的选择也至关重要。夹紧力应足够且均匀,以确保工件在加工过

程中不会发生移动或变形。同时,夹紧方式还应考虑工件的材质、形状及加工要求,避免对工件表面造成损伤或影响加工精度。例如,对于易变形的薄壁件,可采用多点支撑和均匀夹紧的方式,以减少工件变形;而对于高精度要求的加工件,则可采用浮动夹紧或自适应夹紧等方式,以确保夹紧力的精确控制。(3)夹具的刚度也是影响加工精度的重要因素。刚度不足的夹具在加工过程中容易发生变形,导致工件位置偏移和加工误差。因此,在设计夹具时,应充分考虑其结构刚性和稳定性,采用合理的材料、截面形状及加强筋设计,以提高夹具的刚度。(4)随着自动化技术的发展,设计具有自动化功能的夹具也是提高机械加工精度的重要途径。自动化夹具能够实现工件的快速定位、夹紧和释放,减少人为操作误差,提高加工效率和精度。同时,自动化夹具还能与数控机床等先进加工设备集成,实现加工过程的智能化和自动化控制。

3.4 合理设置切削参数

切削速度的选择需根据工件材料、刀具材质及加工要求综合考量。过高的切削速度虽能提高加工效率,但易导致切削力增大、切削温度升高,进而引发工件热变形和刀具磨损,降低加工精度。因此,应在刀具和机床性能允许范围内,选择既能保证加工效率又能控制切削力和温度的合理切削速度。另外,进给量的设定同样关键。进给量过小,虽能降低切削力,但加工效率低且易产生振动;进给量过大,则切削力急剧增加,工件变形和表面粗糙度恶化^[4]。因此,需根据工件材质、刀具耐用度及加工质量要求,精确计算并设定合适的进给量,以确保加工过程的稳定性和精度。最后,切削深度的选择也需慎重。切削深度过大,切削力显著增加,工件变形风险加大;切削深度过小,则加工效率低且难以保证切削稳定性,应根据工件形状、尺寸及加工要求,合理设定切削深度,以平衡加工效率和加工精度。

3.5 改善加工环境

加工环境作为机械加工过程中的外部条件,其质量

对加工精度具有不可忽视的影响。为了深入提升机械加工精度,必须采取有效措施改善加工环境。(1)控制加工车间的温度和湿度是关键。过高或过低的温度都可能导致机床和工件的热变形,进而影响加工精度。同时,湿度过高则可能引发锈蚀和腐蚀,降低设备性能和工件质量。因此,应配备专业的温湿度控制设备,确保加工环境处于稳定且适宜的状态。(2)减少振动和噪音也是改善加工环境的重要方面。振动不仅会影响机床和工件的稳定性,还可能加剧刀具磨损和工件变形。而噪音则会对操作人员的身心健康造成不良影响,降低工作效率和加工精度,应采取有效的减震降噪措施,如安装减震垫、隔音板等,以降低振动和噪音对加工过程的影响。(3)保持加工车间的清洁和整洁也是至关重要的。灰尘、油污等杂质可能附着在机床和工件表面,影响加工精度和表面质量,应定期清理加工车间,确保环境干净、无杂物。

结语

总之,机械加工工艺对加工精度的影响是多方面的,包括机床误差、刀具误差、夹具误差、切削参数和加工环境等因素。为了提高加工精度,需要采取一系列的措施来优化机床设计和制造、选用合适的刀具、设计合理的夹具、合理设置切削参数、改善加工环境以及引入先进的加工技术和设备等。通过这些措施的实施,可以显著提高机械加工精度和生产效率,为企业的发展提供有力的支持。

参考文献

- [1]潘庆娟.分析机械加工工艺对零件加工精度的影响[J].内燃机与配件,2020(24):110-111.
- [2]王坤.机械加工工艺对零件加工精度的影响[J].南方农机,2020,51(23):115-116.
- [3]刘家伦.加工工艺对机械零部件加工精度的影响与优化措施研究[J].装备维修技术,2020(02):244.
- [4]杨海峰.探讨机械加工工艺对零件加工精度的影响[J].价值工程,2020,39(09):228-229.