

机械加工误差产生原因与控制策略探究

黄幸 王禹 魏一波

杭州东华链条集团有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着制造业的飞速发展,机械加工误差问题日益凸显,成为影响产品质量和性能的关键因素。本文深入探讨了机械加工误差的产生原因,包括设备、工艺、材料和人为等多方面因素。同时,提出了针对性的控制策略,如设备优化与维护、工艺参数调整、材料选择与预处理以及提高操作技能与管理水平等。这些策略的实施,旨在减少加工误差,提高产品质量,推动制造业的可持续发展。

关键词: 机械加工; 误差产生原因; 控制策略

引言: 随着现代制造业的发展,机械加工误差的控制成为了提升产品质量和技术水平的关键。机械加工误差的产生往往源于多个方面的综合影响,包括设备精度、加工工艺、原材料性质以及操作人员技能等。这些误差不仅直接关系到最终产品的性能和合格率,还可能影响企业的生产效率和经济效益。因此,本文将从多个角度深入探究机械加工误差的产生原因,并提出相应的控制策略,以期为提高机械加工精度和质量提供有益参考。

1 机械加工误差产生原因分析

1.1 设备因素

设备因素在机械加工误差的产生中扮演着关键角色。(1) 机床作为机械加工的核心设备,其本身的精度和性能直接影响到最终产品的几何精度和质量。如果机床的主轴存在径向跳动或轴向窜动等精度问题,那么这些误差会直接反映在加工零件的尺寸和形状上。为了降低这种误差,机床的选型、安装调试以及日常使用中的维护保养都至关重要。(2) 除了机床本身的精度,刀具的状态也是影响加工误差的重要因素。刀具在切削过程中会逐渐磨损,这种磨损不仅会增加切削力和切削温度,而且还会导致加工表面的粗糙度增加,尺寸精度下降。因此,刀具的合理使用和定期更换是确保加工精度的重要手段。此外,刀具的选用也是关键。不同类型的加工材料、不同的加工要求需要选择不同类型的刀具,刀具的尺寸、角度等参数也需要与加工要求相匹配。如果刀具选用不当,那么不仅会导致加工效率降低,而且会产生严重的误差。(3) 夹具作为定位和夹紧工件的装置,其定位精度也是导致加工误差不可忽视的因素。夹具的制造精度、安装精度以及使用过程中的磨损等都会影响到工件的定位精度。如果夹具的定位不准确,那么即使机床和刀具的精度再高,也无法保证加工出高精度的零件。因此,夹具的设计、制造和使用都需要严格控

制精度,并定期进行维护和检修。

1.2 工艺因素

工艺因素在机械加工过程中扮演着至关重要的角色。其中,切削参数的选择直接关系到加工精度和效率。切削深度、切削速度和进给量等参数的设置需要综合考虑材料性质、刀具条件以及加工要求。若参数选择不当,不仅可能导致切削力、切削温度以及刀具磨损的显著变化,而且还会直接影响到工件的尺寸精度和表面质量。例如,切削深度过大可能导致刀具过快磨损,进而引发切削力不稳和加工表面粗糙;切削速度过高则可能引起切削温度过高,导致工件和刀具的热变形,进而影响加工精度。热变形是机械加工中常见的误差来源之一。在切削过程中,由于切削热、摩擦热以及工件与刀具之间的热交换作用,工件和刀具都会发生热变形。这种变形不仅会导致工件尺寸的变化,还可能引起加工表面的形状误差。因此,在加工过程中需要采取有效的冷却措施,如使用切削液或进行冷却循环,以降低切削温度和减少热变形。此外,残余应力也是导致加工误差的重要因素。在机械加工过程中,由于材料内部应力的释放和重新分布,会产生残余应力。这种应力会导致工件发生变形,尤其是在高精度加工中,残余应力对加工精度的影响更加明显。为了降低残余应力对加工精度的影响,可以采取热处理、时效处理等方法来消除或降低残余应力^[1]。

1.3 材料因素

材料因素在机械加工过程中同样占据重要地位,其对加工精度和表面质量有着直接的影响。首先,材料硬度的均匀性是一个关键指标。当材料硬度分布不均时,切削过程中切削力会产生波动,这种波动不仅会导致切削刀具的磨损加快,而且还会使得加工后的表面粗糙度增大,难以达到预期的尺寸精度。例如,某些材料表面

可能存在硬质层或软质层,这些区域的硬度与其他部分存在显著差异,从而在切削时产生不稳定的切削力,影响加工质量。除了硬度,材料内部的缺陷也是导致加工误差的重要因素。材料中可能存在的裂纹、夹杂物、气孔等缺陷在加工过程中可能成为应力集中点,导致工件在切削力作用下发生变形或开裂。这些缺陷不仅影响加工精度,还可能对工件的整体性能产生负面影响。此外,材料的热膨胀系数也是一个不容忽视的因素。在机械加工过程中,切削热会导致工件产生热膨胀,而不同材料的热膨胀系数存在差异。这意味着在相同的切削条件下,不同材料的工件可能会产生不同程度的热膨胀,从而导致加工误差的产生。特别是在高精度加工中,这种由热膨胀系数差异引起的误差往往难以忽视。因此,在选择加工材料时,除了考虑其机械性能和加工性能外,还需要充分考虑其硬度均匀性、内部缺陷以及热膨胀系数等因素。

1.4 人为因素

在机械加工中,人为因素是导致误差产生的不可忽视的原因之一。(1)操作技能的不熟练会对加工精度产生直接的影响。操作人员对机床、刀具、夹具等设备的操作不熟悉,可能导致设备操作不当,加工参数控制不准确,从而引发误差。例如,错误的刀具安装、不合理的切削参数选择或夹具调整不当都可能造成加工表面的不平整、尺寸的超差等问题。(2)测量误差也是人为因素中的一个重要环节。在机械加工过程中,需要频繁地对工件进行测量以确保加工的精度。然而,如果测量设备存在精度不足的问题,或者操作人员的测量方法不当,都会导致测量误差的产生。这种误差会进一步传递到加工过程中,影响最终的加工精度。(3)工艺文件的执行不严格也是人为因素中导致误差的一个重要原因。工艺文件是机械加工过程中的重要指导文件,它规定了加工的步骤、参数、设备选择等关键信息。如果操作人员在加工过程中没有严格按照工艺文件进行操作,或者工艺文件本身存在缺陷,都会导致加工过程的混乱和误差的产生。例如,操作人员未按照规定的切削参数进行加工、未按照要求的步骤进行操作等都可能造成加工误差的产生。

2 机械加工误差控制策略

2.1 设备优化与维护

机械加工的核心在于设备的性能与稳定性,设备优化与维护对于确保加工精度和产品质量具有至关重要的作用。(1)机床作为加工的主要设备,其精度直接决定了工件的加工质量。因此,机床的定期检查和维修显得

尤为关键。主轴径向跳动、轴向窜动等关键指标不仅影响工件的尺寸精度,更直接关系到加工表面的质量。通过定期的精度检测和调整,可以确保机床在最佳状态下运行,从而保障加工的稳定性和精度。(2)刀具的选择和刃磨也是设备维护中不可或缺的一环。刀具作为直接与工件接触的切削工具,其性能直接影响切削过程的稳定性和切削效率。根据加工材料的种类、硬度、韧性等特性,选用合适的刀具类型、尺寸和角度至关重要。此外,刀具的刃磨同样重要。刃磨不仅能够修复刀具的磨损,更能够优化刀具的切削性能,提高刀具的使用寿命和加工精度^[2]。(3)夹具作为定位和夹紧工件的装置,在机械加工中也扮演着举足轻重的角色。夹具的设计和定位精度直接决定了工件在加工过程中的稳定性和精度。因此,应根据工件的具体特性和加工要求,优化夹具的设计和定位方式。通过合理的夹具选择和定位,不仅可以确保工件在加工过程中的稳定性,更可以提高加工精度和效率。

2.2 工艺参数调整

在机械加工中,切削参数的选择直接关系到工件的加工精度和表面质量。因此,合理调整切削参数是确保加工质量的关键环节。这需要根据加工材料的特性,如硬度、韧性、导热性等,综合考虑切削深度、切削速度和进给量等参数,以获得最佳的切削效果。(1)切削深度是决定切削力大小和加工效率的关键因素。切削深度过大可能导致切削力过大,引发振动和噪声,甚至损坏刀具;切削深度过小则可能影响加工效率。因此,选择合适的切削深度是确保加工质量的重要前提。(2)切削速度的选择则直接影响到切削过程中的热量产生和切削效率。切削速度过快可能导致切削温度过高,引发热变形,影响加工精度;切削速度过慢则可能导致切削效率低下。因此,需要根据材料的导热性、硬度等特性,选择合适的切削速度。(3)进给量的大小决定了刀具与工件之间的相对运动速度。进给量过大可能导致加工表面粗糙度增加,影响加工质量;进给量过小则可能导致切削效率低下。因此,需要根据加工要求和材料特性,合理调整进给量。除了切削参数的选择,切削液的使用也是减少热变形和提高加工精度的重要手段。切削液可以有效地降低切削温度,减少刀具磨损,提高加工效率。在加工过程中,应根据材料类型和加工要求,选择适当的切削液类型和用量。此外,通过优化加工顺序,如采用粗加工、半精加工和精加工的组合,可以逐步减少工件的残余应力,提高加工精度。这种加工顺序的优化可以有效减少工件在加工过程中的变形和误差累积,从而

确保工件的加工精度和表面质量。

2.3 材料选择与预处理

机械加工中,原材料的选择是第一步,也是最基础的一步。原材料的质量、均匀性和稳定性直接影响到后续的加工精度和产品质量。因此,在材料选择上,我们应该秉持严谨和精确的原则,优先考虑质量稳定、性能均匀的材料。这样的材料不仅能够有效减少加工过程中可能出现的误差和变形,还能够一定程度上提高加工效率。然而,在实际生产和加工中,有时我们难免会遇到一些内部存在缺陷或性能不够稳定的材料。对于这样的情况,单纯地更换材料并不是最经济和高效的解决方法。这时,我们可以考虑通过预处理手段来改善材料的性能。其中,热处理是一种常见的预处理方式。通过热处理、退火或正火等手段,我们可以有效地消除材料内部的应力,改善其组织结构,进一步提高其加工性能。除了热处理外,对于某些硬度不均匀或表面状态不佳的材料,我们还可以通过预先的机械加工或磨削处理来使其达到加工要求。例如,对于硬度不均匀的材料,我们可以通过预先的磨削处理来使其表面达到均匀一致的硬度要求,为后续加工提供良好的基础^[3]。需要注意的是,材料选择与预处理并不是一次性的工作,而是需要贯穿于整个生产和加工过程中。随着加工的进行和产品的变化,我们可能需要根据实际情况进行材料的调整和优化,以确保加工精度和产品质量的稳定。

2.4 提高操作技能与管理水平

在机械加工过程中,人为因素往往是导致误差产生的重要原因之一。即便是最先进的设备和技术,如果操作不当或管理不规范,也可能导致加工精度的下降。因此,提高操作人员的技能水平和加强管理水平,对于减少加工误差、确保产品质量具有至关重要的作用。(1)加强操作人员的技能培训是必不可少的。通过系统的培训,操作人员可以熟练掌握设备的操作方法,了解加工

参数的选择原则,明确工艺文件的执行要求。这种技能的提升不仅有助于提高操作人员的操作水平和技能熟练度,更能使他们在加工过程中更加得心应手,减少因操作不当导致的误差。(2)引入先进的测量设备和技术是提高加工精度的重要手段。高精度的测量设备可以帮助操作人员更加准确地了解工件的尺寸和形状,为后续的加工提供准确的数据支持。同时,先进的测量技术还可以帮助操作人员及时发现和纠正加工过程中的误差,确保加工质量。(3)加强工艺文件的管理和质量控制标准的执行力度也是减少人为误差的关键。工艺文件是指导加工的重要文件,其准确性和规范性直接关系到加工质量。因此,要确保工艺文件的正确性和可操作性,同时加强对工艺文件执行情况的监督和检查。同时,质量控制标准是确保产品质量的重要依据,严格执行质量控制标准可以减少人为误差的产生,确保加工过程的稳定性和可靠性。

结束语

经过对机械加工误差产生原因的细致剖析,结合控制策略的深入探究,我们不难发现,减少误差、提升产品质量并非无迹可循。实施设备定期维护、优化加工工艺、严选原材料以及提升操作人员的技能和管理水平,这些控制策略在实际操作中展现出了显著的成效。展望未来,我们仍需不断探索和完善,以适应制造业的快速变革,为实现更高标准的加工精度和更优质的产品打下坚实基础。

参考文献

- [1]张纯茂.机械加工工艺产生误差的不良影响及处理对策分析[J].现代制造技术与装备,2019(7):98+118.
- [2]王鹤.机械加工工艺产生误差的不良影响及处理措施[J].大科技,2021(15):213-214.
- [3]孟祥辉.机械加工工艺产生误差的不良影响及处理对策[J].企业技术开发,2020,33(23):110-111.