

机械加工中数控车加工薄壁组合零件工艺分析

崔伟亮

海南省洋浦经济开发区高级技工学校 海南 儋州 578101

摘要: 本文对车薄壁零件的工艺分析和质量分析进行了系统的研究。通过综合考虑对车薄壁零件的加工质量和性能进行了细致的分析。研究结果表明,通过合理的工艺控制和优化的质量管理措施,可以提高车薄壁零件的制造效率和产品质量。

关键词: 机械加工; 数控车加工; 薄壁组合零件工艺

1 薄壁零件及其加工特点

1.1 薄壁零件

薄壁零部件也就是车壁相对比较薄的部分零部件,此类零件在当前的中国制造业发展中至关重要,成为不容忽视的关键零件,特别是在车辆制造业和军事领域,薄壁零件也起到了巨大功效。针对薄壁零件的具体使用情况来说,尽管其壁薄设计确实具有极其突出的使用优点,并克服了以往生产中所出现的较多困难,不过也恰恰由于其壁薄的特殊性,也很容易存在着某些明显隐患与困难,特别是刚度和抵抗热变形性能不足所造成的不良影响,更是必须引起高度重视,并力求通过多种适宜合理的加工方法进行处理,以保证薄壁零件能够达到最理想的使用性能。为了较好优化薄壁零件的应用性能,从加工着手是比较重要的手段,要求借助于更为先进适宜的加工工艺,促使薄壁零件在满足尺寸指标的基础上,也能够形成较为理想的性能,降低后续应用可能出现的故障问题。薄壁零部件在现阶段的加工生产中大多采用了数控车工生产方法,该技术的运用重点涵盖到了产品设计与开发、加工生产和成品检测三个阶段,因此需要将技师们的重点围绕在这三个环节上加以严格把关与管理,才能有效适应薄壁零部件加工制造特点,并克服了其中存在的严重工艺问题^[1]。

1.2 薄壁工件的加工特点

1.2.1 夹紧变形

薄壁组合零件的加工在机械加工中具有独特的特点和挑战。首先,薄壁零件在加工过程中容易发生夹紧变形。由于零件相对较薄且材料柔软,在夹紧过程中容易发生变形,尤其是在切削力的作用下,可能导致零件的形状和尺寸不符合要求。其次,薄壁组合零件对尺寸精度和表面质量的要求较高。由于薄壁零件通常用于精密仪器、航空航天等领域,对尺寸精度和表面质量的要求非常严格。加工过程中,需要保证零件的尺寸精度和

表面质量达到要求,避免出现尺寸偏差或表面缺陷。此外,薄壁组合零件的加工中,还需要考虑加工工艺对零件材料的影响。由于零件的薄壁结构,加工时需要选择适当的切削参数和工艺策略,以避免过度切削和材料热变形,从而保证零件的质量和寿命^[2]。

1.2.2 振动变形

由于薄壁工件的结构薄且刚度较低,其在加工过程中容易受到切削力的作用,从而引起振动变形。这种振动变形可能导致工件表面质量下降、尺寸偏差增加以及加工效率低下等问题。振动变形的主要原因可以归结为两个方面。首先是切削力的作用引起的静态变形。当切削力作用于薄壁工件时,由于其结构的柔软性和刚度的不足,容易发生局部形变,进而影响到整体的形状和尺寸。其次是振动切削引起的动态变形。由于薄壁工件本身的柔软性,当切削刀具与工件接触时,产生的切削力可能引起工件的共振效应,从而导致工件发生不规则的振动,进而导致工件表面的波纹状纹理和尺寸偏差的增加。

1.2.3 热变形

热变形是指由于加工过程中产生的热量,在工件材料中引起温度变化,导致工件发生形状和尺寸的变化。首先是加工过程中产生的热量导致工件局部温度升高。在加工过程中,由于切削力的作用,会产生大量的摩擦热和塑性变形热,使工件表面和局部区域的温度升高。这种温度升高会导致工件材料的热膨胀和塑性变形,进而引起形状和尺寸的变化。其次,薄壁工件的薄且材料柔软,使得其导热性能较差。这样一来,由于热量不能及时传导到工件的其他部位,就会导致热量在局部积累,引发局部温度升高,进而引起热变形^[3]。

1.2.4 测量变形

由于薄壁工件的特殊结构和柔软性,其在加工过程中容易受到外部力的作用而发生形状和尺寸的变化,这就给工件的测量带来了困难。第一,薄壁工件由于结

构的薄弱和材料的柔软,容易受到在夹紧、装夹、切削等过程中产生的应力的影响,进而发生形状和尺寸的变化。第二,由于薄壁工件表面的变形会引起局部形状和尺寸的非均匀变化,导致测量结果的不准确性。

2 薄壁零件数控车工加工工艺优化策略

2.1 优化设计编程

薄壁零件对数控车工加工技术的运用必然要求首先重视设计和程序环节,同时需要使得设计和程序都更加合理有效,并能够以此达到对后续工艺操作的合理引导。由于薄壁零部件制造复杂度相对较多,精度要求同样也相对严苛,进而也就必须使得产品设计的程序更加细致,切实做好前期薄壁零件的分析工作非常必要。在薄壁零件数控车工加工前的设计和编程中,技术人员需要首先明确相应加工要求,对于壁薄程度以及其他相关参数指标进行准确掌握,以此明确相关参数设置要求,促使其可以表现出更强的针对性。为了确保薄壁零件的加工精度可以得到理想保障,往往还需要重点考虑到数控系统的适宜应用,比如在最为常见的FANUCOi数控系统的应用中,就需要结合薄壁零件的加工精度要求,合理设置选用G76复合型螺纹削循环或者G92螺纹车削循环指令,促使其能够对于薄壁零件体现出较强的适应性,随之更好优化后续执行效果,对于因为车削不当带来的变形或者是精度不达标问题予以防治。在设计编程工作完成后,往往还应该做好相应校验工作,要求予以全面详细检查,对于存在异常和偏差的问题予以及时修复,最大程度上提升其对于后续加工作业科学指导^[4]。

2.2 合理选用刀具几何参数

刀具的几何参数包括刀具形状、刀具角度和刀具尺寸等,对薄壁工件加工过程中的变形起着至关重要的作用。对于薄壁工件,可以选择圆弧刀具或切刃具有较大半径的刀具。较大半径的刀具在切削时,能够减少切削力的集中作用,降低工件表面的应力和变形。合适的刀具角度能够降低切削力的作用,并减少刀具与工件之间的摩擦,从而减小工件的变形。例如,选择合适的背角和前角能够减少刀具与工件的接触面积,降低摩擦力的作用。

2.3 增大装夹接触面积(防止薄壁零件变形的装夹方法)

在装夹过程中,通过增大工件与夹具之间的接触面积,可以均匀分布夹紧力,减少薄壁工件受到的局部应力,从而有效地防止工件的变形。有几种常用的增大装夹接触面积的方法,如下所述:(1)使用平板夹具:平板夹具能够提供均匀的支撑面,使工件受到的夹紧力分

布均匀。在夹紧薄壁工件时,可使用与工件相匹配的平板夹具,确保工件与夹具之间的大面积接触,防止工件局部发生变形。(2)增加夹具夹持点:夹紧薄壁工件时,可以增加夹具夹持点的数量和分布,使夹具夹持点均匀分布在工件的不同位置,以增大工件与夹具之间的接触面积,分散夹紧力,减少工件的变形。(3)使用软垫或垫片:在夹紧薄壁工件时,可在工件与夹具之间添加软垫或垫片。软垫或垫片能够增大工件的接触面积,使夹持力均匀分布,减少工件的局部应力集中^[5]。(4)采用多点夹紧:多点夹紧是另一种有效的增大装夹接触面积的方法。通过使用多个夹紧点,能够使夹紧力均匀分布在工件的多个位置,减少工件局部的应力集中,从而减少薄壁工件的变形风险。

2.4 采用轴向夹紧夹具

轴向夹紧夹具是一种特殊的夹具,它在夹紧工件时通过轴向力来均匀分布夹紧力,有效地减少薄壁工件的变形。使用轴向夹紧夹具的关键思想是通过施加均匀的轴向力,使夹紧力在工件的轴向方向上均匀分布。这样可以减少工件表面和局部区域受到的不均匀应力,从而降低薄壁工件的变形风险。轴向夹紧夹具的工作原理类似于夹持工件的两螺帽夹紧原理。通过在工件的两端分别安装一对对称的夹紧装置,通过调节装置来施加相等的轴向力。由于夹紧力均匀施加在工件的两侧,能够有效地防止工件的变形和形状的不规则变化。同时,轴向夹紧夹具还可以通过调整夹紧力的大小和转矩,对工件进行微调,进一步减少变形的可能性。

2.5 增加工艺肋

工艺肋是指在薄壁工件上增加一些凸出的肋条,通过增加薄壁工件的刚度和强度,有效地防止工件在加工过程中发生形状和尺寸的变化。增加工艺肋的优点在于它能够增加工件的刚度,并将加载应力均匀分布到工艺肋上,减少工件自身的弯曲和变形。这样可以大大降低工件表面和局部区域的应力集中程度,保持工件的形状和尺寸稳定。在设计工艺肋时,需要考虑工艺肋的数量、宽度和高度等因素。适当增加工艺肋的数量可以进一步增强工件的刚度,降低变形的风险。同时,合理选择工艺肋的宽度和高度可以平衡工件刚度和加工难度,确保工件在加工过程中获得稳定的结构支撑。

2.6 一次性装夹

采用一次性装夹的好处在于,一次性装夹能够保持工件在整个加工过程中的相对位置和夹持力,从而减少了工件的变形可能性。相比于多次夹紧的方法,一次性装夹能够降低由于插拔和调整夹具而引入的工件变形。

2.7 减振措施

通过采取减振措施,可以有效地降低振动,减少工件的变形风险。一种常用的减振措施是使用减振装置。减振装置可以在工件和夹具之间加入缓冲材料或弹簧模块,用于吸收切削产生的振动,降低对工件的影响。这样可以减少工件的共振现象,保持工件的形状和尺寸稳定。定期维护和保养加工设备也是减少薄壁工件变形的关键。确保设备的正常运行状态,包括机床的稳固性、夹具的精度和刀具的磨损情况等,能够减少振动和变形的发生^[6]。

2.8 切削用量的合理选用

切削深度指的是刀具在一次切削过程中切削掉工件的厚度。过大的切削深度容易引起较大的切削力和载荷,导致工件发生形状和尺寸的变化。因此,需要根据薄壁工件的刚度和强度,合理选择切削深度,避免过大的切削量和变形的风险。其次,进给量的选择也对薄壁工件的变形起着重要作用。进给量指的是切削刀具在单位时间内移动的距离。合适的进给量可以控制切削过程中工件的受力状态,使工件受到均匀分布的力,从而减少变形的可能性。过大或过小的进给量都容易引起工件变形,因此需要根据工件的材料和形状等特性,合理选用进给量。

3 车薄壁零件的质量分析

机械加工中数控车加工薄壁组合零件是一项复杂的任务,需要进行详细的工艺分析。以下是对该过程的工艺分析和对车薄壁零件质量的分析:(1)针对数控车加工过程中的薄壁组合零件,需要针对其形状和结构进行细致的工艺分析。这包括对零件的初始形状、材料特性以及加工困难点的研究。通过分析零件的结构特点,可以确定数控车加工的最佳工艺路线,保证零件的加工质量和精度。(2)对数控车加工薄壁组合零件的夹持方式进行分析。薄壁零件容易受到加工过程中的振动和变形的影响,因此需要选用合适的夹具和夹持方式,以确保零件在加工过程中的稳定性和精度。这包括对应力分布、夹具形状和夹紧力的分析和优化。(3)需要针对数

控车刀具的选择和切削参数的确定进行分析。选择合适的刀具可以提高加工效率和加工质量,同时减少对薄壁零件的变形风险。在确定切削参数时,需要综合考虑工件材料、刀具特性和加工要求等因素,以确保切削过程的平稳、精确和高效。(4)强度和刚度的分析也是车薄壁零件质量的重要方面。通过材料选择、工艺参数控制和结构设计的优化,确保零件具备足够的强度和刚度,以承受外部力和振动的要求。同时还需要进行适当的强度和刚度测试,以验证零件的性能是否满足要求。(5)对于车薄壁零件的耐腐蚀性和耐疲劳性的分析也是重要的。通过选用具有良好耐腐蚀性能的材料、合理的防护措施和表面处理,可以延长零件的使用寿命。同时,通过疲劳试验和分析,对车薄壁零件的寿命进行预测和评估,以保证其在使用过程中的可靠性。

结束语

在车薄壁零件的设计和制造过程中,工艺分析和质量分析起着关键作用。通过不断优化和改进工艺和质量控制措施,可以满足市场对高质量车薄壁零件的需求,提升产品竞争力和客户满意度。在优化设计和编程方案的基础上,逐步规范各个数控车工加工流程和工序,提升操作人员的质量意识,进而在做好成品检验工作后,更好实现对于最终加工质量的控制。

参考文献

- [1]向云红.机械加工中数控车加工薄壁组合零件工艺研究[J].山东工业技术,2019,(13):32+10.
- [2]廖剑斌,苏茜.分析薄壁零件数控加工工艺质量改进方法[J].科技创新与应用,2017(06):133-134.
- [3]鲁华东.咬合式夹持技术在薄壁零件加工中的应用[J].模具工业,2020,46(06):69-73.
- [4]郭奇,沈涛,张大伟,拜英梅,南小侠.不锈钢薄壁轴套零件的加工方法研究[J].轻工科技,2020,36(06):46-47+62.
- [5]孙伟.薄壁化注塑技术在汽车零件上的应用[J].时代汽车,2020(11):139-140.
- [6]冯煜棋.小型薄壁轴承套类零件数控车加工工艺分析[J].机电信息,2019(20):75+77.