

薄壁零件加工装夹方法及车削加工技巧

广西南宁高级技工学校 (530003) 雷奋红

薄壁零件是较难加工的零件,这类零件的壁厚与它的径向、轴向尺寸相比较,相差悬殊,所以薄壁零件的刚性较差,易变形。这类零件在切削力作用下,容易引起热变形及产生振动和变形,影响工件的尺寸精度、形位精度和表面粗糙度。此外,部分精密零件的结构复杂、精度要求高,而且需要多次换位装夹找正费工费时,生产准备时间过长,影响加工效率,给车削加工带来一定的困难,因此装夹成为加工质量和提高效率的关键。本文就薄壁零件车削加工中常出现的问题、解决办法以及如何加工技巧进行一些探讨。

1. 薄壁零件加工问题分析

(1) 工件装夹不当产生变形 用自定心卡盘夹紧薄壁外圆,车削完成卸下后,被卡爪夹紧部分会因弹性变形而胀大,导致零件呈多角形。为了减少变形,使用前车削扇形软卡爪内孔及内端面并符合零件定位外圆尺寸,且保持内孔与端面垂直,同时采用外加开口套筒或改用特殊软爪等措施来增大接触面积,使夹紧力均匀分布。

(2) 相对位置调整不准,产生壁厚不均 工件、夹具、刀具与机床主轴旋转中心的相对位置调整不准,引起工件几何形状变化和壁厚不均匀。

(3) 有些薄壁零件均匀性要求很高,但其尺寸精度要求却不高 这类工件若采用刚性定位,则误差较大,壁厚极易超差。

(4) 刀具的选用会影响零件的精度和表面粗糙度 精车薄壁零件孔时,刀杆的刚度要高,修光刀不宜过长(一般取 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$),刀具刃口要锋利,同时注意冷却润滑,否则影响加工表面粗糙度;精车深孔薄壁时,还要注意刀具的磨损情况,特别是车削高强度材料的薄壁时,往往由于刀具逐渐磨损而使工件孔径出现锥度。

2. 零件装夹是影响加工效率的重要因素

薄壁零件刚性差,在加工过程中因受到切削力、夹紧以及切削热和残余应力的影响而极易产生变形,所以控制加工变形是保证薄壁零件加工质量的关键。控制加工变形的措施有进给量局部调整、改进装夹方案和改进毛坯的结构工艺性等,其中装夹方案是重要的一项。

夹具的主要作用是通过合理布置夹具和支撑块的位置及合适的夹紧力,在加工过程中对工件进行定位、约束和支撑。薄壁工件在装夹中的位置受夹紧力引起的工件夹紧点局部刚性转动,从而使工件相对于刀具的位置发生改变。工件在机床上的装夹精度也是影响加工精度的重要因素,25%~50%的加工误差是由装夹引起的,因此通过优化装夹方案来减小装夹引起的弹性变形是提高加工精度和生产效率的重要途径。

3. 薄壁工件车削时的装夹方法

对车削加工来说,比较常见而且车削比较困难的是车薄壁类工件。薄壁类工件刚度低,在夹持力、切削力作用下很容易产生变形,容易导致吃刀量不均和让刀等现象。另外,薄壁零件容易因温度升高而变形,使加工后的孔出现形状和尺寸误差。为了防止薄壁零件因夹紧和车削变形,一般的装夹及加工必须在保证内外原轴线的同轴度、端面与内孔轴线的垂直度,以及两平面的平行度前提下完成。可采取以下几种方法:

(1) 采用开口套装夹 用开口套改变自定心卡盘的三点夹紧为整圆抱紧,即用自定心卡盘夹持开口套使其变形并均匀抱紧薄壁套后再车削内孔。

(2) 采用大弧形软爪装夹 改装自定心卡盘的两个卡爪,在三个通用卡爪上焊接大弧形软爪,增大夹持面积,减小薄壁套的夹紧和车削变形。注意

在把大弧形软爪与原自定心卡盘的三个卡爪焊接后适当放置一段时间,让其自然变形,然后对大弧形软爪应有足够的径向厚度,使其有足够的刚度。在使用一定时间后,再次进行“自车自”的精密车削,确保精度不变。

(3) 直径大、尺寸精度和形位精度要求较高的圆盘薄壁工件,可装夹在花盘上车削。在花盘上用螺钉固定一个定位盘,注意在固定前要用千分表调整定位盘的外圆与车床主轴同轴,用两个或四个压板轴向压紧薄壁套后就可以车削内孔。在夹紧时注意不要完全压紧一个压板后,再压紧另一个压板,而是对称地逐渐使各个压板压紧薄壁套,这样不会因夹紧力而使薄壁套变形。车削完整后,也是对称地逐渐松开各个压板。车削时,先将工件装夹在自定心卡盘上粗车内孔及外圆,各留 $1\sim 1.5\text{mm}$ 精车余量,并精车两端面至长度尺寸,然后将工件装夹在花盘上精车内孔及内端面。精车内孔装夹方法:先在花盘面上车出一凸台,凸台直径与工件内孔之间留 $0.5\sim 1\text{mm}$ 间隙,用螺栓、压板压紧工件的端面,压紧力要均匀,找正后即可车削内孔及端面。精车外圆时装夹方法:将三点接触式压板通过螺栓适当压紧,即可车削外圆。以上两种夹紧方法,由于用力均为轴向,工件不易变形。

4. 薄壁零件的车削加工技巧

薄壁零件的几何形状和技术要求各不相同,车削薄壁零件后工件易变形,这主要是工件内部存在内应力和由夹紧力不均匀而产生的夹紧外应力。所以要根据他们的特点和要求选择合理的工艺方案,这是保证薄壁零件加工质量的关键,同时要从防止变形和保证精度出发去设计加工工艺。

薄壁零件的车削一般应把粗车和精车加工分开进行,为消除粗车时切削力过大而产生的变形,粗车后必须进行退火等处理,可减小其内应力。有些零件形状复杂,精度要求高,需要在粗车和精车之间增加半精车工序,使粗加工产生的变形逐渐得到修正,几何形状和尺寸精度逐步得到提高。当使用同一基准、一次装夹完成工件半精车与精车加工时,可应用开口套筒及专用扇形软卡装夹薄壁工件,可增大装夹接触面积,使夹紧力均匀分布在薄壁工件上,以减少工件的变形。在精车前松开工件,并把它稍微转动一下,使它恢复到自由状态。其中要减

小外应力的方法之一就是精车前松动一次夹紧,或调整一下工件位置后再夹紧,可起到减少和改善薄壁工件变形的作用,再把工件夹紧进行精车,同样能达到修正变形的目的。同时使用夹具时应减少工件夹紧与车削时的变形,以此保证薄壁质量。

另一种简便易行的释放工件外应力的工艺方法:首先粗车端面、外圆和内孔,车削长度大于工件长度;松动一次三爪,半精车端面、外圆和内孔;其次在外圆上按工件长度车一个槽,注意槽的底径要大于精车后工件的内孔直径;最后再沿槽切断。用这种方法车削的薄壁件,变形情况大为减小,其原因就是车出的槽使工件释放出了夹紧力不均而产生的外应力,使精车时工件处于无应力变形状态,接近自由状态,车断后工件仍然保持了车削时的形状和尺寸精度。

此外,合理选择刀具几何角度、切削用量和切削液也至关重要。粗加工时,背吃刀量和进给量可以大些;精加工时,背吃刀量一般在 $0.2\sim 0.5\text{mm}$,进给量一般在 $0.1\sim 0.2\text{mm/r}$,甚至更小。切削速度对切削力影响不大,但要根据工件材料、工件直径、刀具材料及角度,控制在一定范围内,一般取 $v_c=6\sim 120\text{m/min}$ 。精车时尽量用高的切削速度,但要采取一定的措施,防止工件的共振,降低工件表面的粗糙度值。切削速度同时也是影响刀具寿命的主要因素,如果切削速度高,刀具容易磨损,刀具锋利程度的减弱,也同样会引起切削力的增加。因此背吃刀量和进给量不宜过大,否则稍遇振动极易产生“轧刀”,减小切削时的切削力将会大大减少工件变形,而采用较大的主偏角、稍大的前角、较小刀尖圆弧半径的锋利车刀,则切削力较小;一般地,主偏角取 $\kappa_r=95^\circ$,后角 $\alpha=3^\circ$,副偏角 $\kappa'_r=0^\circ\sim 4^\circ$,刃倾角 $\lambda_s=-2^\circ\sim 0^\circ$ 。同时切削时吃刀深度小些,并采用充足冷却润滑液等方法都将减少工件变形。所以只有适当地安排工艺顺序,精心操作才能保证薄壁工件的加工质量。

5. 结语

按上述工件装夹方法和加工技巧手段,对加工后的薄壁零件进行检测,从结果可知采用以上方法保证了工件的尺寸及加工精度,同时降低生产成本,提高生产效率,保证产品质量,为企业生产取得良好的经济效益。MW (收稿日期:20110221)