

小型薄壁零件数控车加工技术

■ 长治清华机械厂 （山西 046012） 万 庆 李晓波

摘要：通过对小型端面薄壁零件加工难点分析，设计了零件加工工装，改进了加工工艺，从而保证了小型端面薄壁零件的加工质量。

利用数控车床进行端面薄壁零件加工时，存在以下加工难点：

- ① 工件受装夹力变形。工件端面壁厚薄，在夹紧力作用下易产生变形，影响工件的尺寸和形状精度。
- ② 工件车削过程中受热变形。工件切削加工过程中产生热变形，影响工件尺寸精度。
- ③ 加工振动变形。在径向切削力作用下，加工过程中产生的振动和变形将导致工件表面粗糙度值超差。

综合以上因素考虑，需要根据图样要求设计加工夹具，合理选择刀具几何参数及切削用量来保证工件技术要求。

1. 零件结构及技术要求

图1所示为一典型的小型端面薄壁零件。材料为高强度硬铝2A12-H112（GB/T 3191—

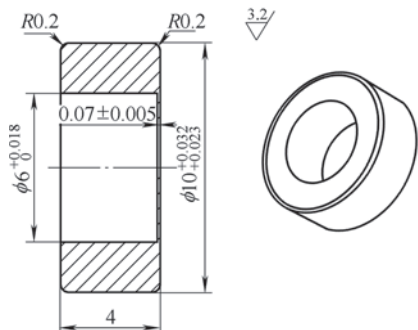


图 1

1998)，外径为10mm，内径为6mm，端面壁厚仅为0.07mm。技术要求：薄膜处用10倍放大镜检查，不得有划痕。

该零件尺寸小，装夹不易实现；且零件为硬铝材料，较大夹紧力易造成工件塑性变形，从而影响加工精度；端面厚度要求为 (0.07 ± 0.005) mm，加工过程中受夹紧力和切削力及切削热影响，极易变形，很难保证要求。

2. 端面薄壁零件加工难点

(1) 装夹不当易变形，壁厚尺寸不易控制。从零件图样及技术要求来看，零件加工要考虑保证工件的尺寸精度、定位精度，制定合理的加工工艺；同时装夹过程中尽可能减小零件的加工变形，选用合理的装夹方案。

此零件加工的难点一方面在于端面厚度尺寸不易控制，加工过程中极易变形；另一方面车削过程中的受力点与夹紧力作用点不容易控制，车削过程中产生弹性变形，导致成品的平面度和平行度超差。

在加工端面薄壁时，如果采用自定心卡盘的装夹方式，会因

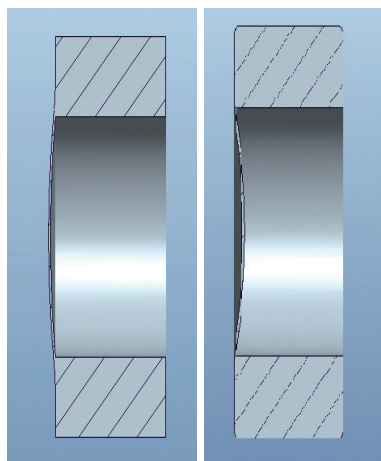
工件长度较短，找正困难；上道工序端面加工留0.2mm余量，但松开自定心卡盘后，会因零件的弹性恢复，使已车削端面变成边缘薄中间厚的弧面，这样将导致零件的塑性变形，最终导致精镗工序时，端面加工破裂。因此在加工过程中必须考虑如何装夹定位的问题。

(2) 切削热对加工精度的影响。车削过程中，切削热的产生不可避免，因为零件切削层金属的弹性/塑性变形，刀具与零件、刀具与切屑间的摩擦所消耗的能量，绝大部分转化成切削热。在车削薄壁零件时，为保证端面厚度尺寸，通常采用单面车削的方式，导致零件单面受热，薄壁两面间形成温差而变形，造成几何形状误差，易形成凸状或凹状，产生缺陷如图2所示，零件加工精度难以控制。

综上所述，决定采用专用夹具装夹的方式来解决零件装夹定位问题。

3. 薄壁零件加工工艺改进

(1) 夹具设计：根据零件结构特点设计专用夹具如图3所示。



(a) (b)
图 2

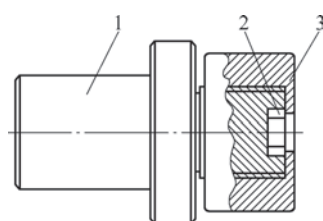


图 3
1.过渡联接法兰 2.零件 3.联接套

图4所示为薄壁零件在夹具中的安装图。利用工件外圆及左端面作为定位基准面，通过其与过渡联接法兰凹槽的端面和外圆相配合，限制工件沿径向方向的旋转及移动自由度，通过联接套的固定限制工件沿轴向方向的自由度。

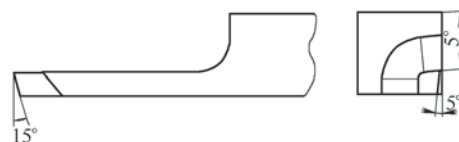
(2) 零件定位装夹方法：
车削加工时，将过渡联接法兰夹

持在数控车床的自定心卡盘台阶处紧靠卡爪，用百分表校正过渡联接法兰的外圆及端面。零件以左端面为基准，对正过渡联接法兰凹槽端面，外圆相配合；通过螺纹联接紧固联接套，并限制零件的轴向移动。采取这种装夹方式，能避免直接装夹带来的表面损伤；变径向夹紧为轴向夹紧，工件不受装夹力影响，靠轴向端面定位，使夹紧力沿工件圆周方向分布，减少夹紧变形；同时避免卸拆带来的弹性变形，实现一次装夹粗、精镗内孔及端面，避免重复装夹引起的塑性变形；另一方面，夹具凹槽与工件圆周面、薄壁端面紧密接触，也起到了散热作用。

(3) 刀具材料选择：工件材料为2A12，是一种高强度硬铝，其抗拉强度 $\sigma_b \geq 410\text{MPa}$ ；屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 265\text{MPa}$ 。为确保加工精度，选择白钢刀作为镗刀刀具材料，刀具的几何角度一次磨削成形。

(4) 刀具几何参数选择：在车削过程中，切削力的产生是必然的，但通过合理选择刀具几何角度可以改变其大小。精镗内孔时，刀柄刚度要求高，车刀的修光刃不易过长（选取0.2~

0.3mm），刃口锋利。刀具几何角度如图5所示。



(5) 切削用量选择：切削用量的选择直接影响切削力的大小。切削速度增加时，切屑在较短时间内被切除，绝大部分切削热被切屑带走，减少工件热变形；其次，由于切削速度高，切削层材料软化部分减少，减少零件加工的变形，有利于提高加工表面质量，但容易产生振动。当进给量较少时，振幅较大。建议切削用量选择切削速度 $v=80 \sim 100\text{m/min}$ ，切削深度 $\tau=0.01 \sim 0.03\text{mm}$ ，进给量为 $0.11 \sim 0.16\text{mm/r}$ 。

(6) 切削液选择：车削过程中产生的热变形，会破坏零件与刀具相对运动的准确性，因此利用切削液的冷却来降低切削工作区的温度，同时还能达到润滑的效果，降低零件表面粗糙度值。根据经验，选用混合切削液可有效提高零件加工表面质量并延长刀具寿命。

4. 结语

通过实际数控车削加工，证明加工生产工艺流程，夹具设计、刀具及几何角度选择，切削用量的选择合理，减少了装夹校正时间，提高了生产效率，且这种加工方式能有效保证零件加工精度，尤其是壁厚尺寸，甚至可以控制得更精准。MW

(收稿日期：20150116)

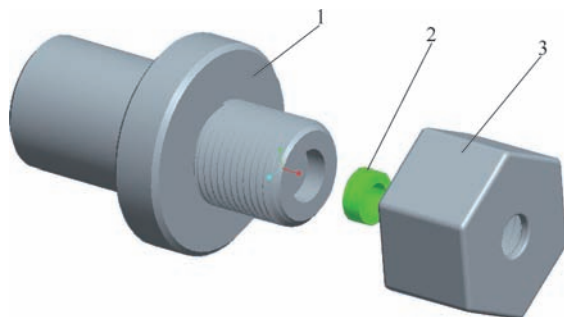


图 4
1.过渡联接法兰 2.零件 3.联接套