

控制薄壁壳体铝合金材料变形 车削工艺

西安北方光电防务有限公司 (陕西 710043) 张利军

目前, 铝合金薄壁壳体零件的加工变形是机械制造业棘手的问题, 本文通过壳体零件的加工总结出一套加工方法, 通过实践证明该方法有效地解决了壳体薄壁零件加工变形的问题。

1. 工艺分析

如附图所示, 该零件材料为7A04-T6, 零件外形为曲线椭圆形, 此壳体零件的加工难度是如何保证零件的加工尺寸精度及形位公差。

影响薄壁壳体变形的因素很多, 主要体现在以下几方面:

(1) 在主切削力的挤压作用下及牵引导致零件产生变形。

(2) 零件刚性差, 切削过程中产生振动和变形。

(3) 从零件结构图中看出壳体壁薄2mm, 每一次切削由于应力释放, 造成零件变形。

(4) 零件定位压紧面小, 装夹时在径向力作用下, 使零件产生弹性变形。

(5) 超硬铝材料中铝元素易与于空气中的氢起化学作用, 使零件表面被腐蚀产生细针状气孔, 使工件变形。

都得到充分的冷却避免热变形, 保证镗孔的精度。

(2) 在加工 $\phi 195\text{mm}$ 沉孔时, 将原工艺定的主偏角 75° 机夹刀成孔加 90° 刀清根, 直接改为 90° 偏刀加工。手工刃磨, 加大刀的前角, 以利排屑, 保证最大限度的减小切削力。减小刀具的后角, 提高切削的稳定性。达到减小振动的效果。具体参数为: 增大刀具的前角选择范围为 $10^\circ \sim 15^\circ$, 粗镗时确保刀具强度, 选择较小的后角 $4^\circ \sim 6^\circ$, 精镗时后角选择 $8^\circ \sim 12^\circ$ 。减少后刀面与工件之间的摩擦, 避免切削热, 降低表面粗糙度值。

(3) 配合机修人员调整滑枕油压补偿, 保证滑枕的水平和夹紧效果。这样镗杆和滑枕就不会出现过大的偏移, 保证了孔的垂直度和 $\phi 195\text{mm}$ 沉孔与 $\phi 186^{+0.04}\text{mm}$ 孔之间的同轴度。

(4) 在精镗 $\phi 186^{+0.04}\text{mm}$ 孔时, 原工艺要求使用的单刃高速钢镗刀改为双刃高速钢镗刀, 借助千分表将镗刀调整到与所加工孔径相等, 并且两个刀

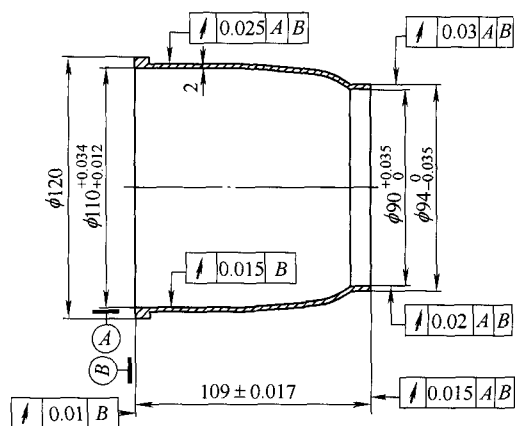
刃与镗杆回转中心对称, 这样减小切削力的同时, 也避免了振动, 使得镗杆转动时没有产生摆动。

依照上述改进的工艺方法, 加工连轴孔。结果是: 精镗后, 孔的前后直径差都是在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内, 锥度符合公差要求, 孔的表面粗糙度值分别达到了 $R_a=3.2\mu\text{m}$ 和 $R_a=1.6\mu\text{m}$ 。经过改进工艺后加工, 孔的尺寸公差、位置公差完全满足图样技术要求, 并一次交验合格。

4. 结语

加工三峡转子中心体连轴孔, 涉及到设备、工装、工件、操作者、加工过程中的工件的热变形、振动及受力变形等各方面。因此在实际加工时采用的工艺方法、选用的刀具必须结合设备、工装、工具、工件的实际, 只有将它们联系在一起综合加以考虑, 才会在最大程度上满足图样规定的加工技术要求。MW

(收稿日期: 20111123)



零件结构图

2. 解决方案

通过以上分析,造成薄壁壳体零件加工变形的主要因素是切削振动、切削力、加工应力及夹紧力,因此通过以下方法有效地减小变形。

(1) 合理的选择加工刀具控制变形。刀钝会使零件主切削抗力加大,零件轴向压力加大,造成零件变形。刀具切削刃太锋利,虽说有利于切削,但易加速刀具磨损,将零件拉向切削力的反方向,同样使零件变形。经实践粗加工时:刀具选用R形断屑槽,前角 $\gamma_0=20^\circ \sim 25^\circ$,后角 $\alpha_0=6^\circ \sim 10^\circ$;主偏角 $\kappa_r=91^\circ \sim 93^\circ$;负偏角 $\kappa'_r=6^\circ \sim 8^\circ$;主要是减小刀具摩擦及振动。精加工时:前角 $\gamma_0=25^\circ \sim 30^\circ$,后角 $\alpha_0=10^\circ \sim 12^\circ$;主偏角 $\kappa_r=45^\circ \sim 90^\circ$,负偏角 $\kappa'_r=10^\circ \sim 15^\circ$;主要是减小径向切削力,避免振动,并且加宽了主切削刃,从而减小了单位长度上的负荷,刀尖角大,散热快。

刀倾角 $\lambda_s=5^\circ \sim 10^\circ$,粗加工取小值,精加工取大值,用来弥补法向前角大而引起刀刃强度差的缺陷。刀具切削刃要求磨的锋利,刀面表面粗糙度值要小,提高零件表面加工质量。加工时将刀具通过刀架使切削刃沿轴向装夹,通过薄壁壳体的加工此径向切削力最小,工件不易变形。

(2) 合理的选择切削参数控制变形。粗加工时进给量为 $0.5 \sim 0.3 \text{ mm/r}$;切削深度 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$;切削速度 100 m/min 。主要是去除壳体零件大的余量,加快零件的散热性,加速切削应力的释放。精加工时进给量为: $0.05 \sim 0.07 \text{ mm/r}$,切削深度 $0.05 \sim 0.075 \text{ mm}$,切削速度 65 m/min 。主要是壳体零件加工时避开了与机床的共振,避免了切削时振动引

起的变形。高速度、小进给量,提高工件的表面加工质量,同时减小径向切削力,减小应力变形。

(3) 增加半精加工工序控制变形。随着零件加工余量的逐渐去除,零件加工应力逐渐释放,为了保证零件加工尺寸精度及形位公差要求,增加一道半精加工工序,加工余量控制在 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 左右,给精加工留余量 $0.3 \sim 0.5 \text{ mm}$,主要是将壳体零件曲线椭圆形状在粗加工基础上,进行一次半精加工使加工应力进一步得到释放,为后续精加工打下基础。

(4) 在精加工前安排一道基准精加工,消除工件定位的椭圆度,保证定位尺寸的一致性及精度,使壳体零件与夹具定位间隙最小,达到保证形位公差要求的目的。

(5) 多次热处理工序消除加工应力。在壳体零件粗加工前安排一次淬火工序,提高零件的强度,改善切削性能;粗加工后,进行一次热处理时效工序,释放粗加工应力;半精加工后,再进行一次工序间的热处理时效工序,进一步消除工件加工中的残余应力;完工后进行一次稳定尺寸的热处理工序。通过多次的热处理工序,将使壳体零件加工应力得到完全释放,从而达到了消除加工应力稳定零件加工尺寸的目的。

(6) 采用轴向夹紧力方式控制变形。从壳体零件图看出,零件基准为 $\phi 110^{+0.034}_{-0.012} \text{ mm}$ 孔及端面,外圆及小端外圆 $\phi 94^{+0.035}_{-0.035} \text{ mm}$ 和 $\phi 94^{+0.035}_{-0.035} \text{ mm}$ 孔及端面对基准都有形位公差要求,因此该尺寸的加工必须要通过一次加工,才能保证零件的形位公差要求。夹具设计要考虑既要保证零件不夹变形,又要保证零件加工的尺寸精度及形位公差要求。夹具设计时以 $\phi 110^{+0.034}_{-0.012}$ 孔及端面定位,采用双压板夹紧形式,先压紧台阶圆车端面及 $\phi 94^{+0.035}_{-0.035} \text{ mm}$ 孔,停机,零件不动换压板压紧端面,将零件外形加工到尺寸,保证零件的尺寸精度及形位公差要求。

(7) 为了保证壳体零件在加工过程中被腐蚀,工件在加工过程中,不采用水基切削液,为了减小摩擦,采用煤油或积架JAEGER 195无氯切削液,在超硬铝材料表面生成一层保护氧化膜,阻止超硬铝材料与空气中的气体发生化学反应被腐蚀。MW

(收稿日期:20111129)