用浮动球面夹紧方式加工薄壁件

安徽神剑科技股份有限公司 （合肥 230022） 赖正望

薄壁零件在机械加工中一直是个难题，不管机床、刀具的精度多高，若工艺及装夹不佳都会造成产品变形超差。产品的变形主要由以下两个方面原因造成：①产品的壁薄，刚性较差，装夹时易受夹紧力影响产生变形，产品加工后释放夹紧力，引起产品回弹变形超差。②材料存在内应力，去除材料后内应力释放引起产品的变形。

1. 典型件问题描述

我厂生产的薄壁件形状如图1所示，材料为2A12，内孔及外圆尺寸要求较高。

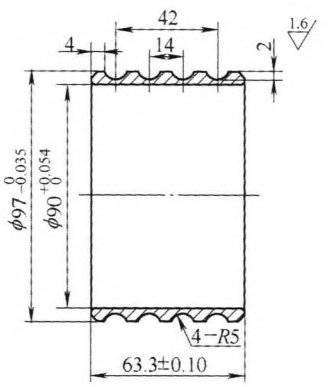

图 1

产品材料本身存在内应力，通过先粗加工、半精加工后再精加工的方式可逐步去除材料本身的内应力影响，使得产品变形可控。产品在毛坯状态由于壁厚，可以采用通用的装夹方式（如用三爪夹外圆或胀内孔装夹方式装夹）进行粗加工、半精加工，但是产品在精加工时由于产品壁较薄，若装夹不当容易受装夹力影响引起产品变形，如采用三爪夹外圆或胀内孔装夹方式装夹都会引起产品变形超差。对于此类薄壁件的装夹，通常采用的方式是压端面装夹。然而实际生产过程中，由于种种原因（产品在加工两端面时由于调头装夹、定位误差、切削过程中的工件、刀具让刀等情况影响使得产品的两个端面加工后不平行）加工后产品的两端面不平行，造成产品装夹面局部受力，使得产品局部变形较大，产品完成切削加工后在夹紧力未撤消时尺寸符合要求，夹紧力撤消后造成产品的局部回弹变形过大而超差。

2. 解决方案

采用浮动球面夹紧方式装夹产品可使产品的两端面均匀受力，消除产品切削加工后局部变形问题，并可有效、适度控制产品的夹紧力大小。浮动球面夹紧装置如图2所示，该装置由本体、定位环、压环、开口垫、螺钉组成，本体的外圆柱可定心，台阶面为产品的定位面。由于产品和本体间有较小的配合间隙，使得本体台阶定位面可以和产品的一个面进行有效贴合，均匀受力；产品的另一个面采用球头曲面夹紧工件，球面可以转动，能自动找正产品的受力方向，使得产品的受力始终垂直产品的端面，受力均匀，不会造成产品的局部受力过

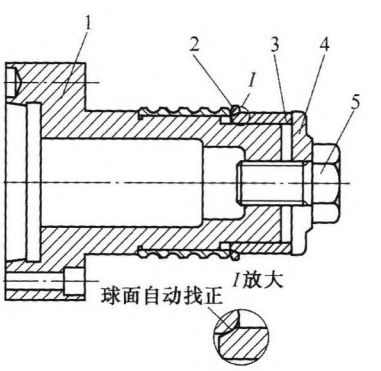

图 2

1.本体 2.定位环 3.压环 4.开口垫 5.螺钉

细长轴加工工艺改进

一拖（洛阳）建筑机械有限公司 （河南 471003） 杨赞伟 陈艳萍 陈兴进 崔 陶

1. 细长轴的特点

所谓细长轴就是轴的长度L与直径d之比大于25的细长工件。细长工件之所以难车，主要是由于它刚性差，在切削力和切削热的作用下，细长轴很容易产生弯曲变形，这样就破坏了刀具和零件相对运动的准确性。而相对工件来说机床和车刀的刚性好，所以车削过程中就使变形与振动等都集中在细长轴上，从而引起一系列问题，如：

（1）在车削时受切削力和重力的作用而引起弯曲变形，产生振动，从而影响加工精度和表面质量。

（2）在切削热的作用下，轴件会产生相当大的热膨胀，如果两端用固定支撑会使工件受挤压而产生弯曲变形。当轴以高速运转时，这种轴弯曲所引起的离心力会加剧轴的变形和振动。

（3）车削细长轴在高速小进给量精车时，刀具易于磨损，从而影响工件的尺寸精度、形状精度和表面粗糙度。

（4）工件长径比愈大，刚性愈差，切削加工愈困难。

大变形现象。根据刀具的最大切削力，推算出装夹产品的端面所需的最大静摩擦力，进而推算出螺纹的最小预紧力，可适度控制产品夹紧力，螺纹拧紧力矩采用力矩扳手法进行精确限定，避免产品受力过大变形。此浮动球面夹紧方式用于产品精车外形，产品的尺寸能够得到有效控制。当然，采用同样的装夹原理设计夹具也可以进行产品的精镗内孔加工。

3. 确定力矩扳手的最大值

刀具的最大切削深度为a_p=1mm，最大进给量f=0.2mm/r，主轴转速为1 000r/min，刀具为硬质合金外圆车刀（γ_o=20°，刀尖半径为R=0.4mm，60°菱形刀片），根据公式可计算最大切削力为142.7N，工件端面的正压力为839.34N。

为了增强螺纹锁紧防松能力以及防止受切削力载荷螺母的滑动，螺纹联接要预紧。对于螺纹联接，其拧紧力矩T用于克服螺纹副的螺纹阻力矩T_1及螺母与被联接件(或垫圈)支承面间的端面摩擦力矩T_2。施加拧紧力矩时，可用力矩扳手法控制预紧力，计算拧紧力矩的计算公式为

$$T=F'\tan(\phi+\rho_v)d_2/2+F'\mu/3\times(D_w^3-d_0^3)/(D_w^2-d_0^2)=KF'd$$

式中，d为螺纹公称直径（mm）；F'为预紧力，（N）；d_2为螺纹中径（mm）；ϕ为螺纹升角；ρ_v为螺纹当量摩擦角；μ为螺母与被联接件支承面间的摩擦因数；K为拧紧力矩系数；D_w为扭矩搬手螺帽内切圆直径；d_0是螺钉大径。

K可查表得：K=0.12，$F'=N$=839.34N，螺纹公称直径为30mm。

$$T=KF'd=0.12\times839.34\times30=3021.624\text{N}\cdot\text{mm}=3.0\text{N}\cdot\text{m}$$

4. 结语

实际生产时，选定切削刀具型号、固化产品加工参数后，通过计数得出最小力矩值，可通过力矩扳手法控制拧紧力矩的数值，使产品在最小的变形状态下，实现稳定加工，可有效控制产品的尺寸精度。**MW**

（收稿日期：20130803）