

文章编号:1007-6492(1999)01-0108-02

铜合金薄零件的加工工艺及变形控制

卫 静<sup>1</sup>, 刘安斌<sup>2</sup>

(1.平原大学机械与电子工程系,河南 新乡 453003; 2.河南第一一六厂,河南 新乡 453002)

**摘 要:** 机械加工中,铜合金薄壁零件因其材料强度低,弹性模数小,遇夹紧力和切削力作用容易变形,加工难度大.从改变夹紧力的方式、控制切削热、合理选择切削用量等方面着手,提出了控制变形的有效方法.

**关键词:** 铜合金; 薄壁零件; 工艺; 变形

**中图分类号:** TH 161 **文献标识码:** B

在机械加工时,经常遇到铜合金薄壁套筒零件.由于该类零件的材料强度低,弹性模数小,加工时在夹紧力及切削力的作用下容易变形,且铜合金的线膨胀系数较大,在切削热的影响下,变形会更大.下面有 2 种属薄壁套筒形零件,材料为 QAL 10-3-1.5,其尺寸见表 1 所示批量生产,尺寸精度、表面粗糙度、圆柱度要求较高.从改变夹紧力的方式,控制切削热,合理选择切削用量及刀具几何角度等方面着手,可有效地控制变形.

表 1 基本尺寸 mm

零件编号	Φ 1	Φ 2	L
I	Φ 86 <sup>+0.16 +0.09</sup>	Φ 80	94
II	Φ 66 <sup>+0.1 +0.075</sup>	Φ 60	65

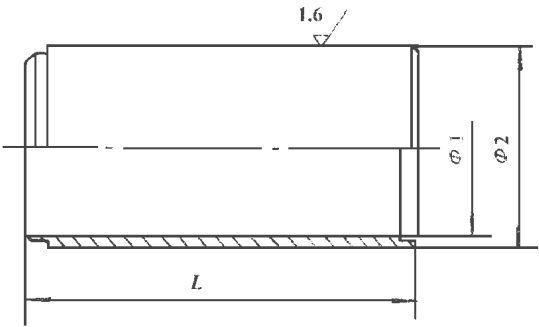
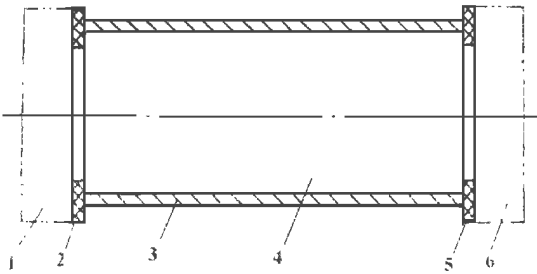


图 1 零件图

1 采用合理的装夹方式<sup>[1]</sup>

薄壁铜套零件强度低,弹性模数小,装夹时在夹紧力的作用下极易产生弹性变形,因此无法控制其尺寸精度.为增强零件的抗变形能力,可采用

如图 2 所示的精车外圆夹具,变径向夹紧为轴向夹紧,克服了其径向刚性差的弱点.但此结构不能消除夹具和两端压紧面上存在的微观不平度所引起的受力点不均匀而产生的变形.试验结果显示,加工后所产生的变形数据呈离散状态.为克服这一变形,分别在两端面贴合处各增加一个橡胶垫,变刚性压紧为中间具有一缓冲装置的柔性压紧,使工件两端面所受夹紧力呈均匀分布,从根本上解决了夹紧方式问题造成的变形.此外,该橡胶垫能够控制零件在切削影响下产生的变形.



1,6 压块 2,5 胶垫 3 零件 4 心轴

图 2 精车外圆夹具

2 控制切削热<sup>[2,3]</sup>

2.1 轴向延长

薄壁零件的热容量较小,极易在切削热影响下产生变形,并导致零件尺寸增大.因此,在加工过程中要充分考虑到零件在温升膨胀后的伸长问题.采用轴向的刚性压紧,温升后必然导致夹紧力的增大,变形难以控制.而采用橡胶垫式的柔性压

紧方式,零件升温膨胀,压缩橡胶垫其轴向自然伸长,有效防止了工件受力增大而产生的变形.

2.2 径向胀大

套筒类零件壁厚越薄,其热胀冷缩现象就越显著,而铜合金材料的线膨胀系数又较大,因此,切削热对零件精度影响很大.下面通过计算来验证温度变化对它的影响.

套筒类零件的外径胀缩量  $\lambda = \alpha d \Delta$ .  
式中:  $\alpha$  为零件材料线膨胀系数;  $d$  为外径尺寸 (mm);  $\Delta$  为温度变化值 ( $^{\circ}\text{C}$ ).

设工件温升  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 则有

$$\lambda_1 = \alpha_1 \cdot d_1 \cdot \Delta = 17.6 \times 10^{-6} \times 30 \approx 0.035 (\text{mm})$$

$$\lambda_2 = \alpha_2 \cdot d_2 \cdot \Delta = 17.6 \times 10^{-6} \times 30 \approx 0.035 (\text{mm})$$

$\lambda_1$  已达到零件 I 尺寸公差值 0.07 的一半,  $\lambda_2$  已超出零件 II 尺寸公差值 0.025, 可见温度对加工精度影响很大. 所以, 在加工完毕测量工件时, 要特别注意到切削热所带来的膨胀量, 以免造成热时合格, 凉后超差的现象. 在加工此套筒类零件时, 要注意控制温升, 防止变形.

3 选择合理的刀具材料和刀具角度

3.1 刀具材料

由于该零件材料为 QAL 10-3-1.5, 属青铜类, 性脆, 切削加工性较差. 故采用综合性能较好的 YW 作为精车外圆刀具.

3.2 刀具角度

(1) 前角  $\gamma$ : 铜合金的弹性模数小, 硬度低, 易产生强性变形和塑性变形. 精车时, 由于切深小, 刃口挤压作用较大, 会降低表面加工质量. 因此, 选用较大的前角可以使刃锋利, 减小切削变形

和切屑与前刀面的摩擦, 从而降低切削力和切削热. 一般选择前角  $\gamma=5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ .

(2) 后角  $\alpha$ : 切削过程中工件的弹性恢复和热胀现象所造成的后刀面与加工表面间的摩擦比较严重, 因此, 应相应取较大后角  $\alpha=6^{\circ}\sim 8^{\circ}$ .

(3) 主偏角  $K_r$ : 为减小径向切削力, 从而减小变形和振动, 应选用较大的主偏角  $K_r=70^{\circ}\sim 90^{\circ}$ .

(4) 刃倾角  $\lambda_s$ : 为避免切屑划伤已加工表面, 应使切屑流向待加工表面,  $\lambda_s$  宜取  $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ .

4 切削用量的选择

铜合金强度低, 弹性模数小, 线膨胀系数大, 所以切削用量不易过大, 以限制切削力和切削热, 降低弹性变形、塑性变形和热变形的影响. 切削深度  $a_p=0.1\sim 0.2\text{ mm}$ , 进给量  $f=0.1\sim 0.15\text{ mm/r}$ , 切削速度  $v=60\sim 100\text{ m/min}$ .

5 应注意事项

(1) 零件壁薄易变形, 应严格区分开粗、精加工工序. 粗加工时切除大部分余量, 尽可能减少精加工余量.

(2) 装夹零件时, 夹紧力要均匀, 不宜过大.

(3) 精车时, 不许用手摸零件表面, 防止手汗浸蚀已加工表面.

(4) 充分注意尺寸的热胀冷缩现象.

参考文献

[1] 国营黎明机械制造有限公司编. 车削工艺 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1975.  
[2] 史洪志. 金属切削理论与实践 [M]. 北京: 北京出版社, 1980.  
[3] 阮宝湘. 机械工人小顾问 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1981. 42-45.

Operational Process and Deformation Control of Thin-walled Copper Alloy Parts

WEI Jing<sup>1</sup>, LIU An-hui<sup>2</sup>

(1. Department of Mechanical and Electronic Engineering, Pingyuan University, Xinxing 450003, China; 2. 116th Factory of Henan, Xinxing 453002, China)

**Abstract:** Thin-walled copper alloy parts are low in intensity, small in modulus of elasticity, so they are very easy to be out of shape when clamping force and cutting force occur during mechanical operation. The paper expresses effective steps to prevent deformation including changing clamping means, controlling cutting heat, limiting work capacity, etc.

**Key words:** copper alloy; thin-walled part; operational process; deformation