

自动定心弹簧套筒夹具

丹东 518 内燃机配件 (集团) 有限责任公司
丹东通信分公司

(118009) 胡艳萍 王大鹏 曲贵龙
(118000) 贾忠辉

图 1 是我公司生产的一种产品, 其端部外圆和半球面需要用车削加工完成。过去由于生产批量较少, 采用三爪自动定心卡盘来加工, 随着生产批量和产品质量要求的不断提高, 通用的工艺装备已经满足不了现代

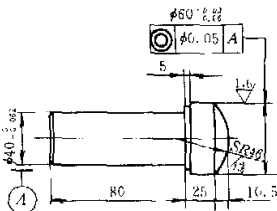


图 1

生产的需要。为此, 我们根据同类产品生产厂家的经验, 设计了自动定心弹簧套筒夹具, 并对结构进行了改进设计, 安装在卧式车床上, 效果较好, 装卸工件省力, 生产效率高, 同时也保证了产品质量的提高。更换不同直径的弹簧套筒, 可以加工不同直径的同类产品, 通用性好, 应用比较广泛。

1. 自动定心弹簧套筒夹具的结构原理

自动定心弹簧套筒夹具是利用弹性元件受力后的均匀弹性变形, 实现对工件的自动定心和夹紧的。这种自动定心弹簧套筒夹具, 夹紧行程小, 但定心精度较高, 具体结构见图 2 所示。当浮动拉杆 1 向左运动时, 弹簧套筒 5 上的圆锥面就与安装在夹具体 2 上的固定套 3 的圆锥面作相对滑动, 强制弹簧套筒产生弹性变形。实现对工件的定心和夹紧。加工后浮动拉杆 1 向右运动, 弹簧套筒 5 依靠自身的弹性变形的恢复力松开工件。自动定心弹簧套筒夹具结构简单、紧凑, 装夹迅速、具有较高的定心精度, 一般可达 0.02 ~ 0.05mm 左右, 但是弹簧套筒夹紧表面与工件定位夹紧面间的间隙不能过大, 一般小于 0.1 ~ 0.5mm。

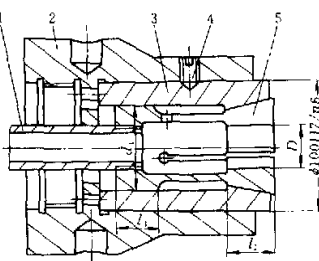


图 2

1. 浮动拉杆 2. 夹具体 3. 固定套
4. 紧定螺钉 5. 弹簧套筒

2. 夹具结构的改进

自动定心弹簧套筒夹具在实际生产中使用寿命不长, 除了弹簧套筒的导向部分和锥面颈部粗糙度值高及硬度较低外。由于一般都是采用铸铁做夹具体的, 与其配合表面的粗糙度不但难以达到要求, 而且由于弹簧套筒 5 表面采用热处理淬火, 所以与夹具体相接触的配合表面极易磨损。为此, 我们改用增加固定套结构 (见图 2), 固定套的材料选用 T8A 钢, 表面进行热处理硬度为 55 ~ 60HRC。内孔和外圆在磨床上加工可达到较高精度, 再进行配研, 弹簧套筒的导向部分表面粗糙度值可达 $R_a 0.4 \mu m$, 同时又保证了较小的配合间隙不大于 0.015mm, 固定套外圆直径与夹具体配合过盈量为 0.025mm, 这样既增加了耐磨性又增加了夹具的使用寿命。

3. 弹簧套筒的结构设计

我公司设计的弹簧套筒结构 (见图 3), 它是一个薄壁带锥面的弹性套筒, 带锥面一端开有三条或四条轴向槽, 由三个基本部分组成。一是卡爪 A (颈部), 二是弹性瓣 B (弹性部分), 三是尾部导向部分 C。卡爪 A (颈部) 是定心主要工作面, 又是摩擦面, 故要求耐磨, 一般热处理淬火硬度为 58 ~ 62HRC, 弹性瓣 B (弹性部分) 经常张开、收缩, 为了防止断裂和产生永久变形, 故要具有良好的弹性和耐磨性以及耐疲劳性。弹性瓣和尾部导向部分 C 连结处, 由于形状和截面变化大, 容易产生应力集中而断裂。所以要求与尾部一起进行热处理淬火硬度为 40 ~ 45HRC, 以保持弹性。弹簧套筒的材料一般最常用的是 65Mn, 也有采用 45 钢或 40Cr 等材料。

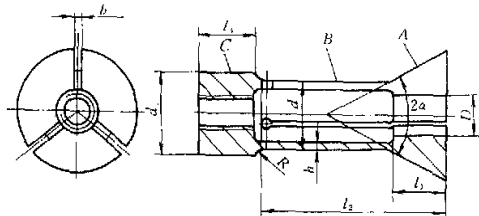


图 3



采用弹簧套筒夹具夹紧工件时,工件被夹表面的尺寸偏差不宜太大,因为弹簧套筒变形大时,卡爪与工件以及弹簧套筒的锥面与固定套的内锥面的接触不良,造成定位精度和夹紧刚度降低,难以保证被夹紧工件的形状精度。

(1) 弹簧套筒的导向部分直径 d_1 一般都是根据设计的结构需要来确定。

(2) 卡爪长度 l_1 $l_1 = (0.5 \sim 1.2) D$, D 为工件直径,或者 $l = 1.67 \sqrt[4]{d_1^3}$ 。

(3) 弹性瓣的外圆直径 d $d = d_1 - (2 \sim 3) \text{ mm}$ 。

(4) 弹簧瓣的长度 l_2 也就是弹簧套筒的开槽长度,与弹性瓣的外圆直径有关,一般 $l = (1.5 \sim 2.5) d$ 。

(5) 弹性瓣的壁厚 h 壁厚 h 与弹性瓣的外圆直径 d 有关, d 愈大, h 也相应增加, l_2 愈长, h 也相应增加,一般当 $d = (25 \sim 85) \text{ mm}$, $l_2 = (35 \sim 75) \text{ mm}$ 时, $h = (1 \sim 3) \text{ mm}$ 之间选取,或者 $h = 0.37 \sqrt{d_1}$ 。

(6) 导向部分长度 l_3 及圆角 R $l_3 = 2.72 \sqrt{d_1}$, $R = (0.1 \sim 0.2) d_1$ 。

(7) 弹簧套筒的开槽宽度 b 和卡爪瓣数 n $b = 0.6 \sqrt[3]{d_1}$, 一般取 $b = (2 \sim 4) \text{ mm}$, n 一般取 3。

(8) 弹簧套筒的夹紧力 W 。

弹簧套筒夹紧力的计算与楔块夹紧相似,但要考虑夹紧时弹簧套筒的变形阻力 R , 每个单簧瓣卡爪的阻力 R_1 可近似地按弧形断面的悬臂梁的变形阻力来计算 (见图 4)。

$$R_1 = 0.1875 \frac{h E \Delta d^3}{L^3} \left(\beta + \sin \beta \cos \beta - \frac{2 \sin^2 \beta}{\beta} \right)$$

$$R = n R_1$$

式中 E ——卡爪材料的弹性模量, MPa

Δ ——卡爪与工件的直径间隙, mm

h ——弹性瓣的薄壁厚度, mm

d ——弹性瓣的外圆直径, mm

L ——卡爪计算长度 (由卡爪中心到弹簧瓣根部开槽处距离), mm

n ——卡爪瓣数

β ——每瓣卡爪的扇形角之半, rad

令 $K = 0.1875 n E \left(\beta + \sin \beta \cos \beta - \frac{2 \sin^2 \beta}{\beta} \right)$, 则

$$R = K \frac{h \Delta d^3}{L^3}$$

若取 $E = 2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$, $\beta = \frac{\pi}{n}$, 则:

$n = 3$ 时, $K = 600$; $n = 4$ 时, $K = 200$; $n = 6$ 时, $K = 40$ 。

弹簧套筒的卡爪在夹紧时的受力分析见图 5, 当工件无轴向定位时, 卡爪和工件间不产生相对运动, 没有摩擦阻力, 由静力平衡条件可得:

$$W = \frac{Q}{\tan(\alpha + \varphi_1)} - R$$

式中 α ——弹簧套筒卡爪的锥角

φ_1 ——弹簧套筒卡爪与固定套的摩擦角

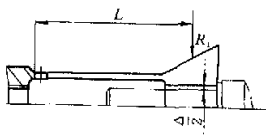


图 4

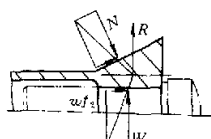


图 5

弹簧套筒的卡爪锥角与相配合的固定套的内锥角大小, 根据夹具的具体情况确定。当要求夹紧范围大时, 使夹紧点始终在弹簧套筒外端离切削点近一些。对于正锥弹簧套筒, 固定套内锥角应取 $2\alpha + 1^\circ$, 对于倒锥弹簧套筒, 固定套内锥角应取 $2\alpha - 1^\circ$, 一般锥角 2α 取 30° 。通常弹簧套筒用于夹紧 IT7 ~ IT10 级精度的工件, 如果要求夹紧范围不大时, 固定套的内锥角可与弹簧套筒的锥角一样大小。

4. 注意事项

(1) 弹簧套筒是夹具的关键零件之一, 制造精度必须符合图样要求, 锥角和导向部分应进行配磨和配研加工。

(2) 弹簧套筒的弹簧瓣应在整个弹簧套筒加工合格后, 再切开。并且要将开槽处的尖角毛刺去掉, 各工作表面不得有各种杂质附着物。

(3) 夹具使用时, 应先装上工件, 然后才能夹紧, 以防止损坏弹簧套筒的弹性卡爪。

(4) 夹具不使用时, 弹簧套筒应处于非工作状态, 并且在卡爪内孔中旋转工件, 以防止错误操作时, 造成弹簧套筒的弹性卡爪产生永久变形。

(5) 弹簧套筒经过长期使用磨损后, 应及时更换, 配上新的弹簧套筒, 以保持弹簧套筒精度, 从而保证产品的加工质量。 (收稿日期: 20030217)