

三片式端面齿盘（鼠牙盘） 锁紧结构研究

沈阳机床股份有限公司（辽宁 110142） 卢金丽 马仕龙 王力斌

车铣复合机床的B轴除了需要任意角度锁紧功能外，还需要固定角度锁紧功能。任意角度锁紧装置是为了实现任意角度定向加工要求而设计的，固定角度锁紧是为了满足加工指定角度平面或定向结构的要求。为了能够实现有限指定角度强力切削，一般采用三片式端面齿盘锁紧。这种锁紧方式可实现B轴的高刚度。下面以实例说明三齿盘选用计算过程和相关结构，供大家借鉴。

1. 齿盘结构

依据本公司一款车铣复合机床的规格和加工要求，拟定B轴固定角度锁紧扭矩 $M = 4\ 000\text{ N} \cdot \text{m}$ ，查 Voith 公司样本可以得知，标准产品中传递扭矩接近 $4\ 000\text{ N} \cdot \text{m}$ 的旋转齿盘齿面外径为 200 mm ，齿面内径 150 mm 。参考上述的内外径数据详细设计锁紧结构后，确定旋转齿盘的齿面外径 $D = 182\text{ mm}$ ，齿面内径 $d = 143\text{ mm}$ （见图1）。

根据 M 、 D 、 d 的数据可以得到旋转齿盘周向力

$$F_u = \frac{4M}{D+d} = \frac{4 \times 4\ 000}{0.182 + 0.143} = 49\ 231\ (\text{N})$$

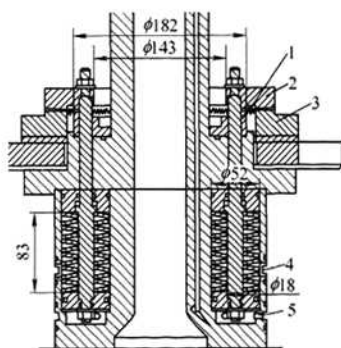


图1 三齿盘锁紧结构

1. 旋转齿盘 2. 锁紧齿盘 3. 固定齿盘

4. 辅助锁紧油路入口 P_2 5. 松开油路入口 P_1

这里选用的 Voith 公司端面齿盘的齿形角为 60° （标准齿形角为 40° 、 60° 、 90° ），从图2可知，在产生周向力 F_u 的同时，会产生如下附加的轴向力

$$F_a = F_u \tan 30^\circ = 28\ 423\text{ N}$$

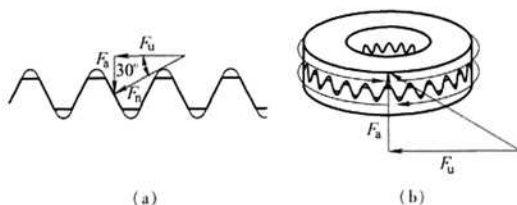


图2 齿盘锁紧时的周向力 F_u 和轴向力 F_a

端面齿盘锁紧时，为了防止外载荷作用下齿发生弯曲，需要拉紧锁紧齿盘实施足够的预载荷。这样外载荷对于齿根截面的应力分布的影响会很小，从而获得高的定位刚度和精度。预载荷的大小可以通过下面的公式求得

$$F_{ia} = KF_a = 1.8 \times 28\ 423 = 51\ 162\ (\text{N})$$

式中 K ——安全系数，介于 $1.8 \sim 3$ 之间，这里暂取 $K = 1.8$ 。

齿之间的精确啮合高度有公式可以求取，参考标准产品 $D = 160\text{ mm}$ 的啮合高度 $h_1 = 4.21\text{ mm}$ 和 $D = 200\text{ mm}$ 的啮合高度 $h_2 = 4.83\text{ mm}$ ，可以知道 $D = 182\text{ mm}$ 时啮合高度介于 h_1 和 h_2 之间。旋转齿盘随B轴进行摆动的时候，锁紧齿盘的行程要大于齿的啮合高度。

2. 相关尺寸计算

根据图1中的结构拟采用6个周向均匀分布的拉杆来拉紧和松开锁紧齿盘，根据结构尺寸碟簧的外径范围 $45 \sim 60\text{ mm}$ ，这里定锁紧齿盘抬起行程为 $L = 5.5\text{ mm}$ ，用 Mubert 公司碟簧计算软件计算，当选取 $50\text{ mm} \times 18.4\text{ mm} \times 2.5\text{ mm}$ 规格的碟簧，两片同方向安装为一组，一个拉杆用13组时可以得到下表计算结果。

弹簧相关参数

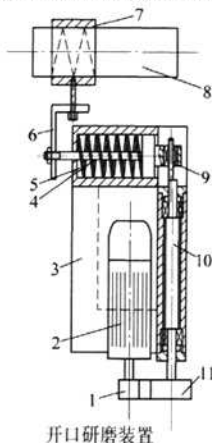
碟簧状态	碟簧长度/mm	单拉杆碟簧力大小/N
自由状态下长度	86.45	0
锁紧齿盘拉紧状态下	83	5 174
锁紧齿盘抬起状态下	77.5	12 064

如图1所示，根据碟簧的尺寸确定拉杆直径定为

以车代磨研磨镗轴

齐齐哈尔二机床(集团)有限公司 (黑龙江 161005) 李艳玲 徐学彬

镗轴是我公司生产制造的数控落地铣镗床的关键零部件之一,它的设计要求外圆表面粗糙值 $R_a = 0.1\mu\text{m}$,零件材质为 38CrMoAlA,热处理渗层深度 0.3mm,表面硬度 900HV,由于精密外圆磨床加工精度满足不了工艺要求,于是我们自行研究设计了研磨装置,将此装置夹紧在卧式车床下部刀架上,以车代磨对镗轴进行研磨,如附图所示。



1. 小带轮 2. 电动机 3. 支座
4. 顶杆 5. 弹簧 6. 支架
7. 开口研磨套 8. 镗轴 9. 滚子
10. 偏心轴 11. 大带轮

机座是根据车床中心高度设计的类似车床刀台加高形的一个支座体,电

动机固定在其上面,带动小带轮转动,经大带轮降速带动固定在机座上的纵向偏心 2.5mm 的偏心轴转动,偏心轴上安装一小滚子随着偏心轴转动,弹簧带动开口研磨套在镗轴外圆作轴向抖动,开口研磨套是铸铁材料制成,开口处有螺钉孔,用螺杆可调里孔与镗轴之间的间隙。内孔车有螺旋油线,用洗油调和金刚石粉,含在油线,研磨头随车床溜板做横向移动,速度为 20~30 mm/min。车床的选择根据镗轴大小来选,例如 TK6926 型镗轴为 $\phi 260\text{mm} \times 4900\text{mm}$,可选择床身长 8m 的 CW61100 车床;TK6913 型镗轴为 $\phi 130\text{mm} \times 3000\text{mm}$,可造用 5m 床身的 C630 车床。经过近几年的生产加工,此装置用起来既方便快捷又能完成满足设计工艺要求。

此外,研磨头在设备大修中也应用广泛,例如 T611、T6112 等卧式镗床的镗轴,如报废买新轴需 1 万余元,若用旧轴加修研磨再利用,还可节约大修费用。

MW (收稿日期:20100818)

$d_1 = 18\text{mm}$,活塞外径定为 $d_2 = 52\text{mm}$ 。

由于单个拉杆的锁紧力 $F_1 = 5174\text{N} < F_{\text{锁}}/6$,所以仅依靠碟簧的锁紧力还不能满足锁紧齿盘的预紧要求,需要在碟簧间的空隙内通液压油辅助锁紧。

辅助锁紧液压油腔活塞有效面积

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \times (d_2^2 - d_1^2) = 1870\text{mm}^2$$

辅助锁紧液压油压力

$$P_2 = \frac{F_{\text{锁}}/6 - F_1}{A_2} = 1.79\text{MPa}$$

这里取实际锁紧压力 $P'_2 = 3.5\text{MPa}$,实际的齿盘预载荷安全系数

$$K' = \frac{P'_2 A_2 + F_1}{F_{\text{锁}}/6} = 2.47$$

实际的安全系数仍介于 1.8~3,满足要求。

当 B 轴旋转的时候,不供辅助锁紧液压油,通过图 1 中松开油口 P_1 供油来抬起锁紧齿盘。

要使锁紧齿盘抬起 5.5mm 的行程,需要克服的单个拉杆的碟簧力 $F_2 = 12064\text{N}$ 。

松开油路活塞面积

$$A_1 = \frac{\pi}{4} d_2^2 = 2124\text{mm}^2$$

松开油路液压油压力

$$P_1 = \frac{F_2}{A_1} = 5.68\text{MPa}$$

这里取实际松开油路压力为 $P'_1 = 7\text{MPa}$ 。

因机床液压站一般系统压力不超过 10MPa,如果齿盘锁紧完全靠碟簧力,那么抬起锁紧齿盘的油路压力可能要大于 10MPa,这也是为什么用碟簧和液压油联合锁紧齿盘的原因。**MW** (收稿日期:20101009)