

实用技术

中心孔定位形式对轴类零件真圆度的影响

周俊康

(科研处)

0 前言

实践证明,在精磨高精度的轴类零件外圆时,采用一般中心孔作定位,即使是对中心孔作了特殊处理,如研磨等也还会存在有一定的微量偏差,将会严重地影响被加工工件的外形误差,使轴类零件的精度得不到提高。本文论述了中心孔定位形式对轴类零件真圆度的影响。

1 影响真圆度的因素

影响被加工工件真圆度的因素很多,一般可分为三大类。

1.1 机床刚性

由于机床本身刚性不足,在其传动系统及切削力的作用下将引起车头、尾座、甚至磨轮架发生振动,从而严重地影响工件真圆度的提高。在这种情况下,除了对机床本身进行必要的改装以提高刚度外,要提高加工精度是较困难的。

1.2 拨盘形式

带动被加工工件作旋转的拨盘结构形式,对提高加工零件的真圆度也有一定的影响。目前一般是采用单杆式拨盘来带动工件回转的。从其作用力来分析,单杆式拨盘传动不如双杆式拨盘传动平稳。单杆式拨盘传动工件时,工件除了受到转矩外,其回转中心还将受到径向力的作用(如图1)。此径向力的方向虽永远指向工件回转中心,但相对于砂轮位置而言,径向力的大小及方向将随

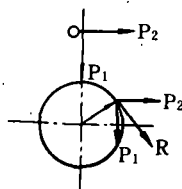


图1 单杆式拨盘
作用力分析

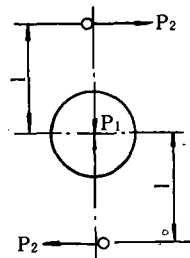


图2 双杆式拨盘
作用力分析

收稿日期:1993-05-17

着工件旋转时的位置不同而作周期性的改变,这样精磨出的工件外圆将呈心形曲线。如以双杆式拨盘带动工件,则所作用于工件回转中心的二个径向力将相互抵消,这样会有利于工件真圆度的提高(如图2)。

1.3 顶针付的结构形式

轴类零件在机床上的定位一般都是采用普通 60° 锥形中心孔与 60° 顶针作定位基准。采用这种定位形式,必须保证顶针与工件二端中心孔具有极好的接触,方能获得高精度的零件。但事实证明,由于加工本身所产生的工件中心孔及顶针锥度误差,以及工件二端中心孔的同心度误差,均难以确保顶针付的良好接触,因而工件真圆度的提高也就受到了限制。

试验证明,改变轴类零件精磨时的定位形式,对提高工件加工过程中的回转精度及真圆度将产生重大影响。

2 定位付形式对零件真圆度影响的试验及分析

2.1 60° 锥形中心孔的定位误差

如图3所示之试轴,以普通 60° 锥形中心孔与 60° 顶针作定位,经磨加工后在圆度仪上测得结果为:左端真圆度 $0.7\mu\text{m}$;中段真圆度 $0.6\mu\text{m}$;右端真圆度 $0.8\mu\text{m}$ 。

产生误差的原因是零件中心孔、机床顶针的中心以及其锥度均很难做到一致性,因而不能保证顶针付的良好接触。常见有以下几种情况。

(1) 机床二顶针同心,但工件二端中心孔不同心。两中心孔中心线有平行或交错的不同心现象,则顶针付接触情况如图4所示。

(2) 工件二端中心孔同心,但机床二顶针不同心,其中心有平行或交错现象,则顶针付接触情况如图5所示。

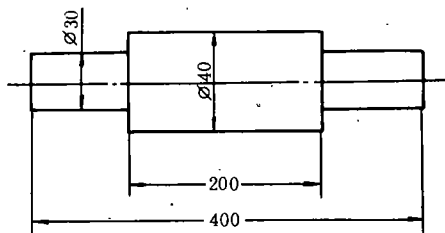


图3 试轴

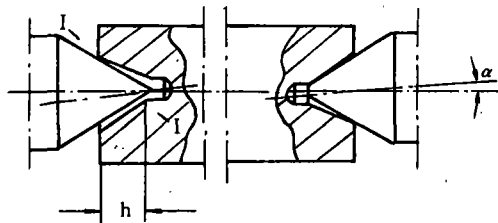


图4 工件中心孔不同心情况

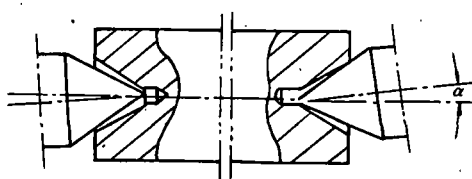


图5 机床顶针不同心情况

(3) 机床二顶针及工件二中心孔均同心,但顶针及工件中心孔锥度不等,顶针付的接触情况如图6、图7所示。

(4) 各种误差的综合反映,在这种情况下,有可能各种不利因素之间相互抵消而减少了对提高工件真圆度的影响。但是这种机率是很少的,往往各种误差相互重叠的现象较多,

因而必须提出新的定位形式,以求得工件真圆度的提高。

从图4、图5可见,由于其顶针付的接触不是整个锥面接触,而是二点接触,因而其接触截面不是一个圆,而是一个椭圆形,(如图4 I-I剖面所示),从而影响了被加工工件的旋转精度及其接触刚性。这样,工件在加工过程中受到切削力作用后,其回转中心将产生微量的

飘动,其飘动量必然直接反映到工件加工表面,因而限制了工件的加工精度的提高。按图4分析可知,其接触截面(即椭圆形)的长短轴之差,与顶针付二接触点在轴向投影之距离 h 值成正比。同时也与工件二端面中心孔及机床二顶针的同心度密切相关,要消除这类同心误差是较困难的,但在改变中心孔定位形式后,对上述同心度将可做到无特殊的要求下,可减少顶针付上二接触点在轴向投影距离的 h 值,从而使接触截面椭圆的长短轴之差也将随着减少,其关系可表示为

图6 顶针锥角小于中心孔锥度

上二接触点在轴向投影距离的 h 值,从而使接触截面椭圆的长短轴之差也将随着减少,其关系可表示为

$$h \rightarrow 0$$

$$b \rightarrow 0$$

h ——接触截面二接触点在轴向投影的距离

b ——接触截面椭圆形的长短轴之差

从上述关系可知, h 值趋向于零,则顶针付接触截面将接近于一个正圆。显然,顶针付的接触截面在为一个正圆的情况下是最理想的加工定位形式,因而 h 值的大小是提高工件真圆度极其重要的因素。

实践证明,即使机床二顶针与工件二中心孔中心均同心,但因锥角大小不等,同样会影响顶针付的良好接触,如图6、图7所示。从图6所示看,其定位接触刚性极差,因而加工工件的精度也将受到很大影响,所以有些工厂有意识地将中心孔锥角磨成使顶针与中心孔在大头接触(见图7),其接触刚性明显较图6所示情况要好。但如工件二端面与二中心孔不垂直(有护锥的中心孔例外),则对中心孔进行研磨或加大顶针锥角以改变定位接触情况,即使达到图7所示情况也难以达到加工精度的进一步提高。

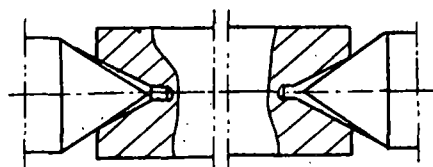
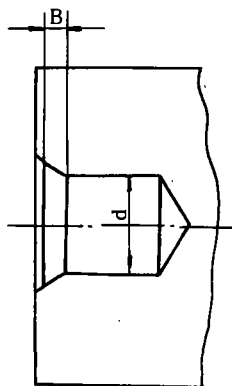
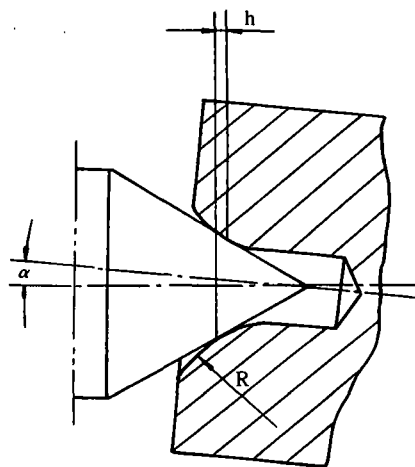


图7 顶针锥角大于中心孔锥度

2.2 R型中心孔定位误差

北京第一机床厂曾提出过将普通 60° 锥面中心孔改为短 60° 中心孔(图8),即加大中心孔小孔直径 d ,以减少定位接触面长度 B ,这也是一种减少顶针付接触截面上二接触点在轴向投影距离 h 值的措施之一,但由于机床顶针以及工件中心孔加工误差的必然存在,因而也难以获得工件的更高精度。如把中心孔锥面母线改为圆弧母线(图9),R型中心孔钻头可用现有标准 60° 中心孔钻在铲床上加工,由于R型中心孔具有圆球自动调心定位的特点,所以能促使减少工件二端面中心孔及机床二顶针不同心等不利因素对提高工件真圆度的影响,使顶针付接触截面上二接触点在轴向投影距离 h 值大大减小(见图9)。同时,R型中心孔定位还可避免工件中心孔锥角误差对顶针付接触情况的影响,对工件真圆度的提高有一定的

效果。据试验,人为地将工件二端面之 R 型中心孔交差偏移 0.24mm ,经磨加工后,其真圆度尚能控制在 $1\mu\text{m}$ 以内。但从图9可知, R 型中心孔定位仍存在 h 值,虽其大大少于 60° 锥形中心孔定位情况,但对工件的定位刚性有影响而使工件回转精度下降。

图8 短 60° 中心孔图9 R 型中心孔定位

2.3 圆球形顶针的定位精度

根据圆球能各向自位的特点,将顶针改制成如图10所示的结构形式。件1为压紧螺帽,件2为顶针体,件3为钢珠并借档板4自由地置于顶针体工件的 60° 中心孔中。以钢珠3代顶尖支持工件而与工件 60° 顶针孔接触,从而起到定位作用。这样,顶针和工件的同心度,及其 60° 锥角误差对顶针付定位均无影响,对其回转精度也无影响。因为,圆球内通过任意二点的截面均为一个圆,因而圆球在 60° 锥形顶针孔中心的接触截面也必为一个圆(图11),这是提高工件旋转精度,提高工件真圆度的重要因素。

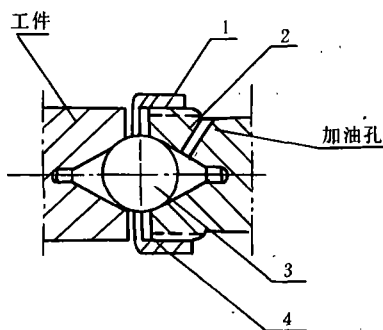


图10 圆球形顶针结构

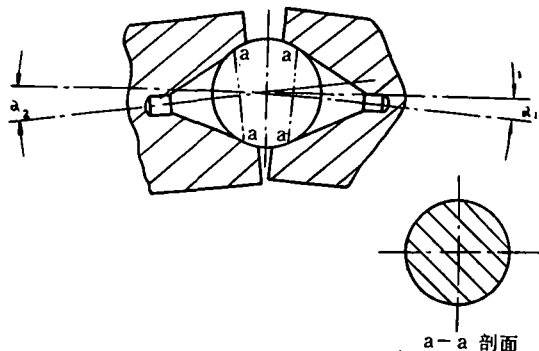


图11 圆球形顶针型分析

经试验,以 $\varnothing 80 \times 60$ 的轴套,用螺帽分别紧固在 400mm 长并打有普通 60° 锥形中心孔轴的二端,以图10所示的圆球形顶针定位,经磨加工后,在圆度仪上测得结果如表1。

表1 圆度仪上测量结果

试样号	右端套真圆度(μm)	左端套真圆度(μm)
1	0.3	0.3
2	0.2	0.2
3	0.3	0.5
4	0.2	0.2
5	0.2	0.2

试样经4磨加工后在圆度仪上的测定结果如图12.

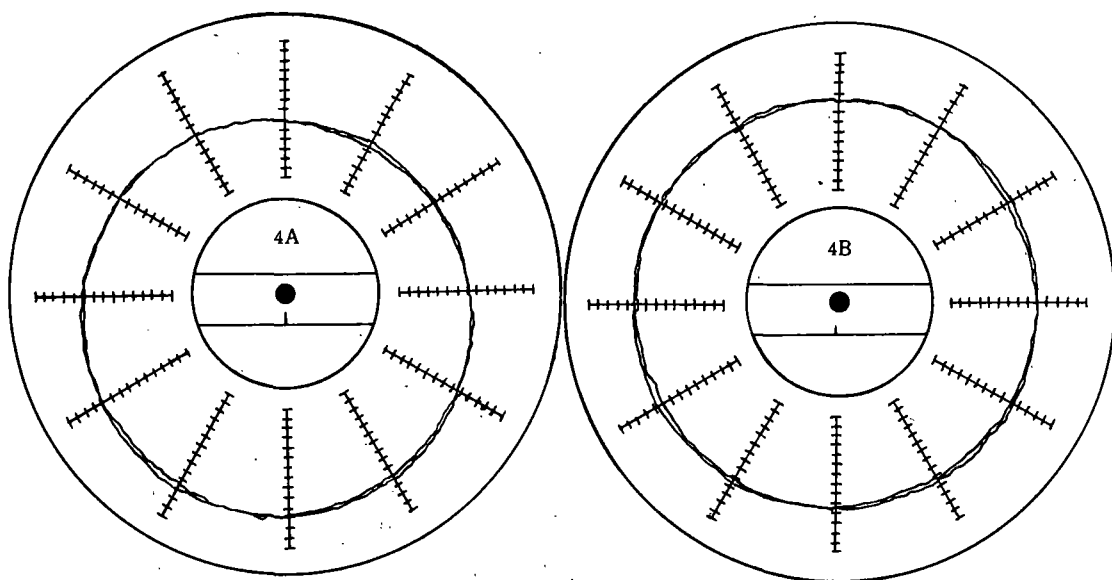


图12 圆度仪测定结果

试验结果表明,以圆球形顶针定位法磨削所得的工件的真圆度是较高的,但仍有一定误差,产生误差的原因主要是:

- (1) 机床运动系统误差对工件加工过程中的反应
- (2) 圆球与顶针孔接触截面虽是一个圆,但工件回转中心与该接触截面不可能绝对垂直。

3 结 语

普通 60° 锥形中心孔与 60° 顶针的定位,限制了工件真圆度的进一步提高。如采用 R 型中心孔,或圆球顶针定位,则有利于工件真圆度的进一步提高。但采用 R 型中心孔,或圆球形顶针定位尚须注意下列几点:

- (1) R 型中心孔及以圆球形顶针定位加工的工件,如二次安装定位再行加工,则由于定位接触位置与前次定位接触位置不可能完全重叠而可能发生变动,从而影响工件加工的

精度。

(2) R 型中心孔的定位, 60° 顶针最好采用硬质合金。

(3) 圆球形顶针因其钢球消耗较大, 如能采用硬质合金钢球, 效益会更好。

(4) 采用 R 型中心孔或圆球形顶针定位的中心孔面必须保持清洁, 否则会影响工件加工精度的提高。

(5) 采用 R 型中心孔或圆球形顶针定位时, 宜采用锂基润滑剂, 因其附着力大。如采用一般普通的润滑油, 则须在加油孔内经常加油, 以保证顶针付的良好润滑。