

标准中心孔的改进

空军航空维修技术学院 (湖南长沙 410124) 周志平

1. 问题的提出

在机械加工中,有许多精度要求较高的轴类零件,如精密机床主轴、专用心轴等,由于在精加工过程中工件是以中心孔为主要定位基准加工外圆、端面的,因此对中心孔精度要求很高。目前大多数企业均采用铸铁棒研磨法、硬质合金顶尖挤研法、四棱顶法挤研法、卡住挤削、砂轮顶尖研磨等方法对标准中心孔进行研磨。使其最终在 60° 锥角、几何尺寸、粗糙度、圆度等指标上达到设计要求,以此来保证工件的加工精度。但在实际加工当中,我们发现,当研磨较小工件的标准中心孔时,工件外形尺寸小,中心孔就小。通过上述方法可较易达到精度要求。而当研磨大型工件的标准中心孔时,就比较困难,从而造成工件表面同轴度、圆度及支承轴颈的相对径向圆跳动、轴肩端面圆跳动大大超差,产生废品。废品率往往达到 20% 以上。

2. 分析原因

对于 6 级以上的高精度轴类零件,其中心孔技术要求为:表面粗糙度 $R_a 0.32\mu\text{m}$,圆度小于 $0.8\mu\text{m}$,其锥面与磨床顶尖的接触面积在最后工序要达到 80% 以上。如果仅依靠中心钻孔来保证精度要求很难,而且中心孔是以粗车外圆定位的,两端中心孔同轴度不能一致。当工件经热处理后,中心孔易发生变形,因此在整个工序加工路线中,都需要通过“互为基准”的方式对中心孔和外圆进行反复研磨和磨削,使工件精度和中心孔精度、锥面与磨床顶尖的接触精度逐渐提高,最终达到技术要求。但是生产效率很低、废品率较高。

我们知道利用硬质合金顶尖挤研、硬质合金四棱顶尖挤研及卡住挤削效率高,但缺点是当中心孔 D 部尺寸在 $\phi 5\text{mm}$ 以上时(见图 1),因中心孔较大,锥面面积相应增大,一则使研磨增加了难度,很难保证接触精度;二则容易产生高温,反而会挤坏中心孔,并造成中心孔硬度软化。从而工件圆度、径向圆跳动、同轴度无法保证在 0.002mm 以下。当采用砂轮顶尖研磨法研磨中心孔时,砂轮顶尖最容易磨损,需经常修正,既费时、检测又不方便,很容易产生废品。不适合于批量生产。因此笔者认为影响工件精度最关键的

因素为中心孔的加工精度(除了机床本身符合精度要求和按操作规程操作外)。要提高中心孔精度最好的方法就是适当减少锥面面积。

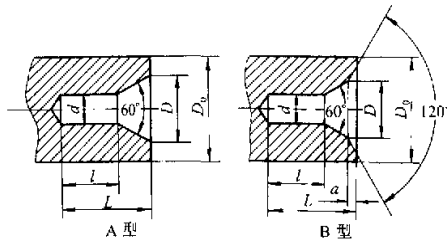


图 1 标准中心孔

3. 解决措施及改进后的优点

(1) 解决措施 为消除标准中心孔存在的缺陷,可适当改变中心孔的尺寸,以减小 60° 锥面面积,改进方法有两种:

方法 1: 按工件直径和长度,不改变尺寸 D ,只增大孔的尺寸 d 。中心孔尺寸 D 在 $\phi 5\text{mm}$ 以下,仍按标准中心孔钻削,在 $\phi 5 \sim \phi 10\text{mm}$ 之间时,加大 d 孔 $1 \sim 1.5\text{mm}$;在 $\phi 10 \sim \phi 15\text{mm}$ 孔之间时,加大尺寸 d 2mm ;在 $\phi 15 \sim \phi 20\text{mm}$ 之间时,加大孔尺寸 d 4mm 。以此类推,虽然没有减小尺寸 D ,但由于加大了尺寸 d ,就使 60° 锥度面积减小了,顶尖与中心孔锥面接触精度也相应提高,这样不但好钻削而且减小了研磨时间,最重要的是保证了工件磨削的质量要求,尤其是重长的工件此方法效果很好。

方法 2: 根据工件直径和长度减小尺寸 D ,而不改变尺寸 d ,以此减少 60° 锥面面积。

以上两种方法具体增加尺寸见下表,仅供参考。(表中 500、1000 指工件长度小于 500mm 或 1000mm 时的情况)

(2) 改进后的中心孔的优点 ①孔钻削和研磨较简便。②工件在热处理发生变形,由于 60° 锥面小,所以好修研。③对于磨削用中心孔,由于 60° 锥面小,因此与顶尖接触面就小,能够保证同轴度,并可减少圆度和径向圆跳动,防止中心孔产生高温、挤坏,因而能保证工件高精度的要求。

4. 实例

如图 2 为高精度磨床用砂轮主轴简图。从图中

实验数据表 (单位: mm)

D_0	型式	d		D		L	l	a
超过	到	500	1000	500	1000			
4	6	0.7		1.5		2	1	0.3
6	10	1		2		2.5	1.2	0.4
10	16	1.5	1.5	3	3	4	1.8	0.6
16	26	2.5	4	3	4.5	5	2.4	0.8
26	40	3.5	4.5	4	5.5	6	3	0.8
40	55	4	5	6.5	8	7.5	3.6	1
55	70	5	5	8	9	10	4.8	1.2
70	100	8	6	9	10	10	4.8	1.2

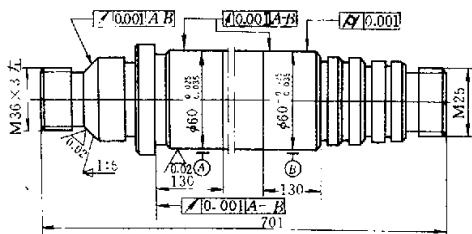


图 2 高精度磨床用砂轮主轴简图

可知: 保证支承轴颈 $\phi 60_{-0.033}^{+0.025}$ mm 表面圆度与圆柱度均为 0.001 mm。两轴颈相对径向圆跳动为 0.001 mm。前轴肩的端面圆跳动为 0.001 mm。安装砂轮的 1:5 锥面对支承轴颈的径向圆跳动为 0.001 mm, 其与砂轮内锥面接触面积不小于 80%, 该工件渗氮处理后硬度 65HRC。

在整个精加工工序中,中心孔加工与研磨是关键,在企业中一般都是通过反复研磨标准中心孔,使工件逐步达到技术要求,最后通过磨床顶尖来检验接触精度是否达到80%,其加工既费时,又很难控制,往往废品率在20%以上。主要原因是圆度与圆柱度公差在0.005mm以上,严重超差。通过实验,如将左端标准中心孔直径 d 加大4.5mm,右端标准中心孔 d 加大4mm,只要用砂轮顶尖轻微研磨,很快就会达到理想结果(公差范围在0~0.0005mm以内)。实践告诉我们:当工件尺寸在 $\phi 5 \sim \phi 20\text{mm}$ 之间时顶尖与锥孔接触面在轴线方向上不超过1~1.5mm;外径大于 $\phi 20\text{mm}$ 时,顶尖与锥孔接触面在轴线方向上不超过1.5~2mm,就很容易达到要求。

5. 结论

要想磨好一件高精度的轴类工件，除了磨床本身必须符合精度要求和按操作规程外，最重要的就是保证中心孔的修研质量，根据实践证明，中心孔60°锥面采用较小的尺寸对车削和磨削都比较适当，得到的效果也较好。

(收稿日期：20020829)

(收稿日期: 20020829)

灵活运用工艺方法 降低生产成本

江苏连云港杰瑞模具技术有限公司 (222006) 李务斌

我公司是全国最大异型材挤出模生产商之一。在加工定型模时,遇到一较复杂零件,极易因残余内应力和加工硬化变形而报废。零件如图1。

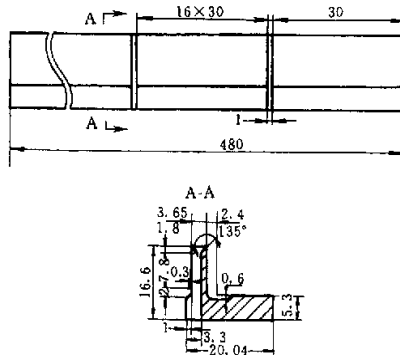


图 1

原因分析：此零件属于细长类零件，材质为 2Cr13 属马氏体类不锈钢，机械加工性能较好。为了消除在机械加工中产生的应力变形，我们设计其工艺规程为：锻打→退火→粗加工→调质→铣、刨、磨（外形成）→去应力→铣、电火花（真空槽）→校直。这样虽然达到消除变形的目的，但由于多次运用热处理，大大地提高了生产成本和延长了生产周期，成为模具配套的瓶颈。针对以上情况，结合零件的具体特性，我们认为零件的变形主要是在加工真空槽时产生的，因其壁厚较薄，弯曲刚度不足以抵抗加工应力，故而产生弯曲变形。

对策措施：只要增加刚度和消除（加工真空槽时产生的）内应力，就可以避免弯曲变形。经过多次讨论和工艺实验，我们改变了原工艺规程，如图示，将铣、电火花真空槽提前，以

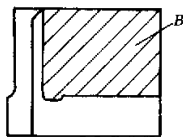


图 2

增加其刚度 (B 示部型面暂不加工); 在型腔加工到尺寸后, 再进行人工时效处理, 以消除内应力。其工艺规程为: 调质 $\rightarrow$ 铣、刨、磨 (外形成) $\rightarrow$ 铣、电火花 (真空槽) $\rightarrow$ 刨、磨 (余型腔) $\rightarrow$ 人工时效。

(收稿日期: 20020926)