内圆磨头的改进

丹东518内燃机配件总厂 （辽宁 118009） 曲贵龙

在机械加工中，我们会经常遇到精度要求很高和表面粗糙度值要求较低的内圆柱孔或内圆锥孔的套筒类零件需要进行磨削加工，而现有的工具磨床所配备的用来磨削内圆孔的磨头的加工尺寸和本身的结构设计存在着一定的使用问题，已经满足不了目前产品生产的需要，为此，我们改进设计与制造了一种适合我厂使用的简易高效的内圆磨头，见图1。从近几年的使用情况看，加工的产品精度和效率都比较高，产品磨削后的尺寸精度，可以控制在IT6～IT7，内孔表面粗糙度值根据材料热处理状态的不同可以达到 $R_a0.8$～$R_a0.2$。

一、内圆磨头改进设计后的具体结构

内圆磨头的结构如图1。

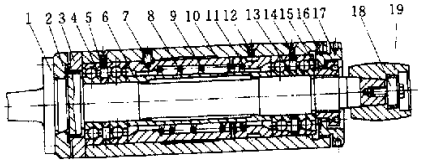


图 1

1. 连接杆 2. 主轴 3. 法兰盘 4. 轴承
5、13. 垫圈 6、9. 隔套 7、12、14、16、18. 螺钉
8. 弹簧 10. 磨头体 11. 导向套 15、17. 螺母 19. 带轮

锁紧螺钉7用来锁紧外环隔套，螺钉12、14用来浇注各种润滑油脂，锁紧螺钉16锁紧调整螺母，夹紧螺钉18将带轮轴向压紧在磨头主轴的锥面上用来传递动力。

磨头在磨削内孔时，由于受加工件内孔直径的限制，所使用的砂轮直径比较小，砂轮的转速又受到磨头转速的限制，由于磨削速度较低造成磨削表面的粗糙度值达不到产品图样要求。磨削内孔时，磨削液不易进入磨削区内，磨屑不易排出，磨削力和磨削热都比较大，影响了砂轮的磨削性能。为此，对内圆磨头进行了改进。

（1）选用高精度的C级径向推力球轴承作为主轴的前、后支承，主轴的前端和后端分别采用两对轴承进行组合配对，要求轴承的外圆直径尺寸一致，挑选实际制造公差在0.001～0.003mm的轴承，但是同一端的两个轴承外圆直径尺寸必须一致，轴承的可游动一端设计在装带轮的一端。由于径向推力球轴承的安装方式不同，其支承刚性也不同，为了增加磨头主轴刚性，前、后两组轴承采用“背对背”安装，其轴承钢球的接触压力线沿轴线方向扩散，此时轴承刚性最强，对产品的加工质量的保证也有好处。

（2）磨头体两端面安装轴承的孔应有良好的加工工艺性，以保证轴承孔的加工精度和同轴度，因此，我们设计的磨头体采用了通孔加工，中间设有空刀，然后再采用内衬套的结构。这样磨头体上安装轴承的孔，可以实现一次装夹进行精镗孔加工，从而保证了轴承安装孔的尺寸精度和同轴度。内衬套用来支承轴承的两上端面与外圆直径的垂直度要求为0.005mm，在加工上是很容易保证的，内衬套用紧定螺钉锁紧在磨头体上以后，它的端面既起到内台肩的作用，同时又保证了与安装轴承的孔轴心线的垂直度，从而保证磨头轴承的安装精度。

（3）磨头连接杆与磨头主轴采用短圆锥定位和大端面连接，这种结构不仅加工工艺性好，而且定位精度也高，装配刚性好，并且在磨削过程中，也不易引起振动，以保证产品的加工质量。

二、磨头关键零件的结构设计和制造

1. 磨头主轴

磨头的结构由于受磨床结构的限制，磨头体的壁厚不能太厚，但是为了保证磨头体的刚性和强度要好，所以磨头体的壁厚又不能太薄，由于磨头的主轴属于细长轴，并且除法兰盘外其余各处直径都比较接近。为了防止在机械加工过程中和拆卸安装过程中弯曲变形，造成磨头制造精度差，磨头主轴的材料选用40Cr，热处理调质硬度27～33HRC。这样可以提高磨头主轴的硬度、强度、韧性，由于轴承内孔与轴颈配合采用过盈配合，在选择轴承时，要保证靠近磨头主轴法兰盘的一组轴承（前轴承组）内孔比主轴尾部的一组轴承（后轴承组）内孔大0.001～0.002mm，同时主轴两端轴承配合处的轴颈直径尺寸在安装轴承时，按轴承内孔直径尺

寸配磨，保证与轴承内孔有0.002～0.003mm的配合间隙。磨头主轴与磨头连接杆采用锥孔定位和大端面连结，磨头连接杆上1:5定位锥与主轴法兰盘上的1:5锥分别配研，使二者之间的接触面积达到75%以上，从而大大减少了磨削过程中的振动，也增加了磨头主轴和磨头连结杆的安装连结精度。

2．磨头体

为了防止加工过程中磨头体的变形和尽可能减小安装和使用过程中的应力变形，磨头体最好选用HT200，进行人工时效处理，或选用45#钢锻件进行调质热处理硬度27～33HRC，以减小加工应力。磨头体内孔应在坐标镗床上最终配镗，内孔表面粗糙度值为 $R_a0.8$ 为好。

3．轴承的内、外环垫圈

前、后两组轴承内、外环垫圈设计和制造质量对磨头的整体精度和刚性影响很大，从实际生产经验看，内、外环垫圈的设计方法是先给定其中一个垫圈尺寸大小，另一个垫圈的厚度尺寸要根据轴承内环和外环端面的轴向名义尺寸差计算，具体可见图2。

$$A = B - \Delta h_1 + \Delta h_2$$

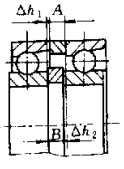


图 2

但是为了保证主轴的旋转精度，除了选用相应精度等级的轴承外，还必须在装配轴承时采取轴承预紧措施。即 Δh_1 和 Δh_2，这两个尺寸不能直接按《机械设计手册》查出的轴承名义尺寸直接使用，必须对它预加以一定的轴向力，从而使轴承的滚动体与滚道之间的间隙减小，甚至要产生过盈，提高磨头主轴的旋转精度和刚性。具体测量方法如下，在预加载荷作用下进行实际测量，将已按要求选配好的轴承作好标记，包括装配端向和前后位置，并分别测出每一组轴承内环、外环的实际厚度，作好记录。然后，把轴承放在两端面都已磨平的专用圆套上，使被测轴承的外环托起见图3，并把二者一起放在平台上，把加工有三个均匀分布测量缺口的压头装在内环孔内，在压头上施加预加载荷，预加载荷的大小的选择方法是根据所选轴承型号，磨头主轴工作载荷大小，旋转精度及转速高低来确定。同一类型轴承，外径越大，宽度越宽，承载越大，根据实践证明预加载荷一般取150N为好，也是比较理想的。

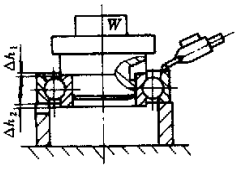


图 3

预加载荷必须保证压力中心与轴承轴心线重合，并且是静载荷，同时用杠杆千分表在圆周方向三个位置上测出轴承内环和外环的高度差分别为 Δh_{1a}、Δh_{1b}、Δh_{1c}，取三者平均值 $\Delta\bar{h}_1 = (\Delta h_{1a} + \Delta h_{1b} + \Delta h_{1c})/3$，同样采用上述方法测出 $\Delta\bar{h}_2$ 的平均值或通过尺寸链换算计算出 $\Delta\bar{h}_2$。按上述方法实测出 $\Delta\bar{h}_1$ 和 $\Delta\bar{h}_2$ 之后，便得出内环、外环垫圈的厚度尺寸。方法如下所述：先把每一对内环和外环垫圈作好标记，以便装配时，确定装配位置，然后再精磨内环垫圈厚度两面并研磨平，测出其厚度实际尺寸 B，根据实际尺寸 $\Delta\bar{h}_1$ 和 $\Delta\bar{h}_2$，计算出外环垫圈厚度尺寸 A，精磨外环垫圈厚度尺寸，并且留出一定的研磨量，最后配研尺寸 A，从而达到轴承预紧的目的。

最终进行装配时，一定要进行预装测试，检查一下内、外环垫圈加工是否符合理想状态具体方法见图4所示装置，它把压头施加静载荷以后，用探针通过外环垫圈上的探测孔，推动内环垫圈，再推动外环垫圈，观察两者与轴承内环，外环端面的贴紧程度，以松紧一致为好，如果不一致，则继续研磨贴得紧的垫圈两面，直到一致为止，经过上述测试的轴承和内外环垫合格后才能进行装配生产。

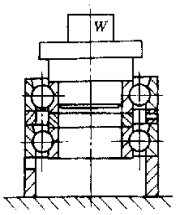


图 4

4．内圆磨头的正确安装

为保证装配质量，应将要装配的零件进行清洗和整形，将零件表面的灰尘，砂粒、切屑及棉丝等各种脏物清除干净，避免脏物进入有相对运动的表面之间，以防止表面拉伤或胶粘，修去机械加工后留下的各种毛边、毛刺和在搬运过程中碰撞产生的印痕，以保证装配精度。

（1）轴承和内、外环垫圈的装配一定要按操作规程要求执行，保证它们之间的相互位置关系，保证装配精度。

（2）轴承内环应定向装配，使磨头主轴前、后轴承内环的偏心（径向跳动）和主轴前锥孔中心线的偏差置于同一轴向截面内，并按一定方向进行装

CM6132 进给齿轮间隙的消除

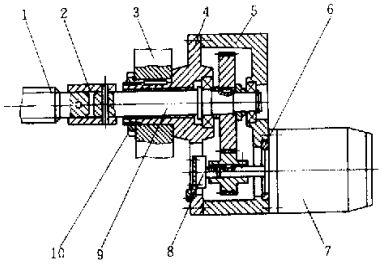
锦州变压器厂 （辽宁 121001） 陈 红
锦州欧仕包装机械有限公司 （辽宁 121001） 刘雄心 杨 宇

在不破坏机床原有功能的前提下，为了减少数控改造工作量，我们对 CM6132 车床纵向进给机构作如下改装：保留原机床的主轴旋转运动；保留原机床纵向进给的机动部分，将离合器脱开，将丝杠的右端通过一对减速齿轮与步进电机轴相连；保留原丝杠的固定方式，同时在步进电机轴上加检测装置进行半闭环控制，这样就避免了丢步现象并满足零件的加工精度。

由于数控改造对机床的加工精度要求很高，因此必须减小齿轮传动的齿侧间隙。

通常数控改造一般采用双片薄齿轮错齿调整法来消除齿轮传动的齿侧间隙。在这种结构中，其中一个是宽齿轮，另一个是把两个薄片组成的齿轮，同时采取措施，使一个薄片齿轮的齿左侧和另一个薄片齿轮的齿右侧分别紧贴在宽齿轮的齿槽左、右两侧。这样错齿后就消除了齿轮传动的齿侧间隙，反向时不会出现死区。它的特点是齿轮传动的齿侧间隙可自动补偿，但结构复杂，价格较昂贵，适用于大批量生产中。

考虑到本次数控改造只是单台份，因此我们采用了偏心轴套来减小齿轮传动的齿侧间隙。如图所示为这种方法的安装简图。安装顺序为：



1. 丝杠 2. 联轴器
3. 车床托脚 4. 箱盖 5. 齿轮箱 6. 偏心轴套
7. 步进电机 8. 旋转编码器 9. 短轴 10. 圆螺母

（1）将轴承、大齿轮、间隔套等安装在短轴上，然后将他们送入箱盖中。

（2）将箱盖、齿轮箱用螺栓把合为一体。

（3）把偏心轴套套在步进电机的凸台上后，将小齿轮用螺栓固定在步进电机轴上，然后把他们一齐从齿轮箱右侧送入齿轮箱。

（4）从箱盖左侧用塞尺检测齿轮传动的齿侧间隙，当间隙不符合要求时，将步进电机从齿轮箱上卸下，转动偏心轴套，直到间隙达到要求后，用螺栓把步进电机固定在齿轮箱右端。

（5）将旋转编码器从箱盖左侧送入，使旋转编码器的转轴与步进电机轴相连，然后用螺栓把旋转编码器固定在箱盖左端。

（6）将装配好的齿轮箱从车床托脚右侧装入，用圆螺母锁紧，最后用联轴器将短轴与丝杠连在一起。

同样，我们对横向进给机构也进行了数控改造，这里就不再赘述。

车床数控改造后，通过实践检验：提高了零件的加工精度，节省了人力，噪声低且运行平稳。达到了预期的效果。 （收稿日期：20030518）

配，以提高磨头主轴的旋转精度。因此，为了减少磨头主轴径向跳动量，应将前、后轴承内环的径向跳动量调到同一个方向上，并使主轴前锥孔的中心线偏差量调到与其相反的方向上。同时，选用的后轴承精度也可以比前轴承低一级，因为有时前后轴承精度相同或后轴承精度比前轴承精度高时，往往在装配后出现磨头主轴径向跳动量反而会增加，这一现象应注意。

（3）内圆磨头尾部后轴承的调节螺母，安装时应先使螺母左侧端面与轴承外环右端面贴紧，然后再将螺母退回一扣，使螺母端面与轴承端面产生 1.5mm 左右的间隙，以防止磨头在工作过程中因升温使主轴轴承游动使用的间隙。

（4）轴承内均匀地注入白色锂基润滑脂，注入量的多少根据实际情况需要确定，不得过量以免温升过高，影响磨头的使用性能。

（5）装配后，压住磨头体，以适当力量用手轴向推动主轴，允许有 0.005mm 左右的轴向移动量，在离磨头主轴的磨头连接杆端面 100mm 处，检轴的径向跳动量不大于 0.01mm。（收稿日期：20030314）