

拨叉轴类产品工艺创新

陕西（宝鸡）法士特齿轮有限责任公司 （722409） 韩文静

我公司生产的拨叉轴类产品（见图1）工艺流程为：下料→车端面，倒角，打中心孔→粗精车外圆→软磨外圆→加工孔、槽→热处理→精磨外圆→成品。上述工艺流程主要存在毛坯留量大，材料利用率低的缺点。针

对这一问题，我们

的工艺方案必须推

1. 新工艺方案分析与讨论

解决材料利用率的关键是减少毛坯留量，原有的下料工艺是：棒料规格 $\phi 22\text{mm} \times 170^{+1.6}_{-0.03}\text{mm}$ ，调质后硬度23~28HRC，直线度 $\leq 0.8\text{mm}$ 。产品的直径要求为 $\phi 19\text{mm}$ 。若我们考虑毛坯棒料直接进入无心磨床，这样只要在保证毛坯质量的前提下仅需要留出磨削余量，就可以提高材料利用率。

（1）磨削余量的确定 由于是以毛坯表面定位直接磨削，为减少机床砂轮、导轮的磨损，粗磨分多刀切削，磨削余量暂定为0.85mm，精磨留量定为0.15mm。所以下料工艺的棒料直径可以暂定为 $\phi 20\text{mm}$ 。

（2）直线度的确定 虽然无心磨床对于轴类产品有自动校直作用，但是若毛坯质量差，对于机床磨损以及加工质量的稳定都是无法控制的。因此对棒料直线度的要求是一个关键条件。一般校直方法有热校和冷校，热校比冷校理想。校直后的弯曲度应控制在工件每1 000mm长度，其弯曲度在0.15mm以内。在试验初期，我们采用砸凹点校直法将棒料直线度控制在 $\leq 0.15\text{mm}$ 。为避免个别误差放松要求，这里我们要求下料工艺中棒料的直线度 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

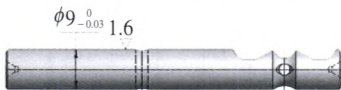


图 1

2. 工艺试验的初步设计

试验产品：12JS160T-1702064。棒料规格： $\phi 20\text{mm} \times 170^{+1.6}_{-0.03}\text{mm}$ ，调质后硬度23~28HRC，直线度 $\leq 0.2\text{mm}$ 。

工艺路线：磨削外圆→车端面，倒角，打中心孔→加工孔槽→热处理→精磨外圆→成品。注意问题：毛坯表面直接定位，关注加工质量、磨削状态、机床运行状态以及砂轮导板对磨削质量的影响，观察试件外表面的表面粗糙度。质量目标：直线度0.025mm，外径尺寸 $\phi 20^{+0.03}_{-0}\text{mm}$ 。

3. 试验前期准备

（1）正确选用砂轮 粗精磨时选择相应砂轮粒度，粗磨半精磨46#，精磨60#~80#，硬度中软偏硬。粗磨时需要自锐性、磨削性好点的砂轮，精磨时砂轮圆度小，保证磨削精度。

（2）选择合理的中心高 工件的中心高于磨削轮和导轮的中心连线，这样工件与磨削砂轮和导轮间的接触点不对称，于是工件上某些凸起的表面在多次转动中逐渐磨圆。

根据表1将托板安装到合适位置（见图2），保证中心高 h ，我们加工的零件为 $D_c=19\text{mm}$ ，工件中心高出量约为工件直径的1/2，即选 $h \approx 10\text{mm}$ 。中心高在具体调整过程中不方便测量，我们将其转化为 L ，即工件顶点到导板底面的距离

$$L=A+D_c/2+h$$

式中： D_c 为工件直径； h 为砂轮连心线至工件中心的高度； A 为磨削轮与导轮中心连线到托架基面的距离（机床参数）； L 为工件顶点到导板底面的距离。

（3）修整砂轮与导轮 修整主砂轮，将砂轮

表 1 (单位: mm)

工件直径	托板厚度	工件安装高度 h	托板支撑面的倾角 $\psi=30^\circ$	
			C_0	C
5~15	4	2.5~7	0.75	1~2.4
15~40	10	7~15	2-3	2~7
40~80	15	15~20	3-4	7.5~11

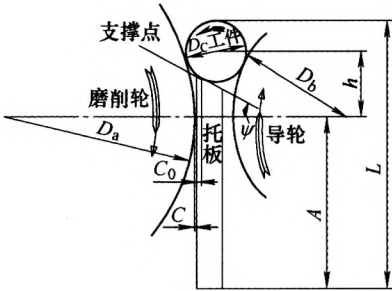


图 2

前部修整为小锥形，方便工件渐渐切入，后部修整成锥度不大的锥形，使工件在脱离磨削区域时不至于影响工件表面粗糙度。然后修整导轮确保圆度，精确调整砂轮和导轮间隙，校正导轮架水平回转。

(4) 选择合理的磨削用量 粗磨进给量 1.8mm/min，精磨进给量 1.2mm/min。

4. 试验存在的问题及解决措施

本工艺试验方案的成功与否关键在于软磨外圆的质量。我们对该试验产品进行软磨的过程记录跟踪，加工过程中出现了以下加工质量问题：

- (1) 磨削表面 出现螺旋纹（见图3）。
- (2) 工件 产生多角形形状，棱圆度明显。
- (3) 产生黑皮 磨削棒料时两端的直径较其他地方小，热后容易在两端留有黑皮（见图4）。

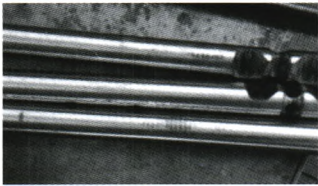


图 3

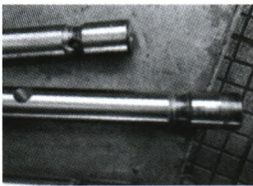


图 4

无心磨削是工件不定中心的磨削，工件的运动由砂轮、导轮共同控制，工件运动的稳定性不仅取决于机床传动链，还与工件、导轮、托板的实际情况以及采用的磨削用量和磨削参数有关。对于以上存在的加工现象，相关人员根据加工时现场情况对其进行分析讨论，其主要原因是中心偏低。在后续

试磨削时，我们分别取 h 为12mm、15mm、18mm测量加工后的圆度，当 $h=15\text{mm}$ 时，工件磨削后的圆度及棱圆度都比较理想。

由于试件原始表面尺寸和外表面粗糙度比车削件差的多，仅进行3遍磨削，加工质量还不能满足工艺要求，主要表现为黑皮留量大，热后磨削加工费劲，因此对试件进行多次磨削（4~5次）试验，对留量进行合理分配，具体走刀量如表2所示。磨后产品随机抽取20件，质量水平达到预期目标。

表2 粗磨外圆每刀走刀量

走刀次数 (各50件)	每刀走刀量/mm					现象
	1	2	3	4	5	
4	0.1	0.25	0.25	0.25	—	机床振动大，试件直线度 $>0.1\text{mm}$ ，砂轮磨损快，同一试件不同截面外圆尺寸不同
5	0.1	0.15	0.2	0.2	0.2	粗磨时机床振动声大，试件粗磨后直线度稳定在 0.08mm 以内，试件圆度在 0.03mm 左右

5. 结语

通过工艺攻关，利用现有的工艺系统将下料工艺中的 $\phi 22\text{mm}$ 更改为 $\phi 20\text{mm}$ ，接近尺寸下差更节约材料，也可满足产品要求，省掉车外圆工序，直接无心磨床磨削加工满足产品要求。这样的加工方式不仅提高了材料利用率而且节约了车床设备和人力成本等。我们以拨叉轴中的其他相似产品为研究对象进行了工艺推广，试验效果良好，经济效益比较明显。但弊端是环境污染大，磨削的粉末状切屑不易回收利用，下一步我们将以此为研究方向，力求环保经济双向受益。MW

(收稿日期：20120924)

埃马克被德国采埃孚授予
“节能奖”

近日，德国埃马克萨拉赫机床有限公司通过其高效的制造技术、紧凑的设计和构造荣获德国采埃孚集团组织的“节能奖”。埃马克总是试图寻找更经济的技术工艺，比如把传统磨削工艺替换为无纹路车削或硬车等制造工艺，便可减少达90%的能源消耗。