

超薄直齿三面刃的加工

哈尔滨第一工具制造有限公司 （黑龙江 150078） 孙玉伟

整体直齿三面刃铣刀是在两侧面和圆周刃上均有切削刃的盘铣刀，齿向为直齿，用于加工槽和侧面。

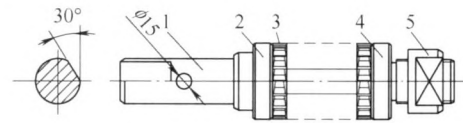
1. 问题的提出

通常情况，整体直齿三面刃铣刀一般直径较小，大于 125mm 的很少选用，较大直径的盘铣刀可选择镶齿结构。随着中国制造业的发展，要求刀具盘铣刀外径越来越大，厚度越来越薄，但国家标准 GB/T 6119.2—1996 只规定了直齿三面刃最小规格为 $\phi 50\text{mm} \times 4\text{mm}$ 和最大规格为 $\phi 125\text{mm} \times 8\text{mm}$ 已不能满足用户的需求，但在实际生产中经常遇到用户要求订（例如 $\phi 80\text{mm} \times 4\text{mm}$ 或 $\phi 100\text{mm} \times 4\text{mm}$ 等）外径大且厚度又薄的超出国家标准规定的直齿三面刃铣刀，这样就增加了制造加工的难度。通常这时应该采用镶齿结构，但因结构特点，其形状和位置公差都达不到整体三面刃的技术要求，如订锯片铣刀，由于锯片铣刀两侧没有切削刃，导致被加工件表面粗糙度达不到技术要求，因此用户要求订制整体三面刃结构的刀具，但因其外径过大，厚度又薄，在制造过程中极易变形，造成直齿三面刃端刃跳动超差，这就是我们在生产中急需解决的问题。

美加工好槽形，用线切割检验样板进行灯光缝隙检验，加工后零件获得优异的表面质量，能够满足图

2. 问题的解决

（1）超薄直齿三面刃淬火变形是造成端面跳动超差的最主要因素，因国家标准规定三面刃内孔通常为 $\phi 22\text{mm}$ 、 $\phi 27\text{mm}$ 、 $\phi 32\text{mm}$ ，半成品孔分别是 $\phi 21.7\text{mm}$ 、 $\phi 26.7\text{mm}$ 、 $\phi 31.7\text{mm}$ ，因此设计了工作部分直径分别为 $\phi 21.6\text{mm}$ 、 $\phi 26.6\text{mm}$ 、 $\phi 31.6\text{mm}$ ，胎杆总长分别为 240mm、250mm、290mm 的三种胎杆。胎杆工作部分直径尺寸比半成品孔尺寸小 0.10mm（见附图），作用是便于装卸被加工工件，提高生产效率。



1. 胎杆 2、4. 垫片 3. 直齿三面刃 5. 螺母

在胎杆柄部铣一平面，夹角为 30°，作用是用台钳夹紧，固定住胎杆，再用扳手拧紧螺母，夹紧被加工件。在胎杆柄部钻一个直径为 15mm 的通孔，作用是将三面刃成串夹紧后去淬火，这时重量很重，有时搬运不方便，此孔这时可做为吊装孔使用，用小吊车搬运，这样既节省人力又安全，平时不用时，

样尺寸及公差要求。加工工艺参数见附表。表格中所用刀具均是株洲钻石 YT05 硬质合金焊接刀具。

加工工艺参数

材质	设备	刀具	切削液	转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	进给率/ $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
Cr12MoV	沈阳机床 CAK6360b	株洲钻石 YT05	德国福斯 JM—4 水溶性切削液	—	—
		90°槽刀	浓度 30%	60 ~ 80	0.05 ~ 0.07
		直槽刀		60 ~ 80	0.05 ~ 0.07
		成形刀		80 ~ 100	0.03 ~ 0.06

MW （收稿日期：20131026）

还可利用此孔把胎杆悬挂在专用挂架上,便于保存。我们在胎杆尾部设计螺纹时,开始设计为粗牙螺纹,螺母旋入快,提高生产效率。但在生产搬运过程中,由于有时互相碰撞,造成个别有松扣现象,导致淬火变形超差,最后造成废品。细牙螺纹的自锁性能好,因此抗振动防松的能力强,细牙螺纹的缺点是螺纹容易碰坏,影响安装和拆卸,稍有尺寸误差或者磕碰就可能导致安装时乱扣使得螺杆与螺母同时损坏。为了防止松扣现象,最终选择细扣,又根据细扣螺纹容易碰坏的特点,把螺母的长度加长,螺母的长度一般比胎杆上外螺纹长度长5mm左右,这样就有效保护了胎杆上的细螺纹。另外还设计了材质为45钢,厚度为10mm,外径和内孔与被加工直齿三面刃铣刀相同的两个垫片,作用是把一个垫片装在胎杆最里面,然后装三面刃,在最外面再装一个垫片,用螺母拧紧后再去淬火,因被加工的三面刃两端被夹紧,三面刃因淬火导致变形被降到了最低点。

(2) 铣工在铣三面刃端面刃时,一般加工直齿三面刃铣刀端面时,铣工序为磨工序留0.5~0.6mm的磨削量,因超薄三面刃在淬火过程中变形大,按正常留量,则最后成品有时有个别端面齿有黑皮,即影响产品外观又影响产品质量。我们在生产过程中经过长期实践摸索,端面留量为0.8~1.0mm较为合适,如留量过大,铣工铣端面刃时,不但加工费劲,增加加工难度,还因铣削量过大,导致因机械加工造成直齿三面刃轻微变形。

(3) 铣工铣直齿三面刃圆周刃时,逆铣时切削厚度从零逐渐增大,铣刀刃口有一钝圆半径,当钝圆半径大于瞬时切削厚度时,实际切削前角为负值,刀齿在加工表面上挤压,滑行,切不下切屑,使这段表面产生严重冷硬层,下一齿切入时又在冷硬层表面挤压,滑行,使刀齿容易磨损,并且被加工工件表面粗糙度达不到产品图样的技术要求。顺铣时,刀齿的切削速度从最大开始,避免了产生挤压滑行现象,同时切削力始终压向工作台,避免了工件上下的振动,因而能提高铣刀寿命和加工表面质量。根据顺铣和逆铣的特点,以及产品图样的技术要求,在生产中选择了顺铣。

由于圆周刃的加工方法是把工件穿在铣工用胎杆上成串加工,在铣刀要铣完最后出刀时,最后几个三面刃由于厚度薄,在铣削力的作用下,都有轻

微变形,厚度越薄,变形越大,再加上淬火变形,两种变形累计在一起,就导致直齿三面刃铣刀端面齿跳动超差,为解决此问题,专门设计了材质为45钢,厚度为10mm,外径和内孔与被加工直齿三面刃半成品孔相同的1个垫片,(垫片厚度太薄起不到防止变形的作用,太厚,则没有必要,还浪费材料,经过长期在生产实践中摸索,总结出厚度为10mm即起到应有的作用,还不浪费材料)把这个垫片装在胎杆最里面,作用是在最后要铣完圆周刃,铣刀出刀时,垫片起到支撑作用,工件就克服了因铣削力的作用而产生变形的现象。

在实际生产中还摸索出,铣工铣直齿三面刃圆周刃所用的胎杆,因长期使用,由于正常磨损,当精度不符合要求时,正常情况下就按报废处理,这时可以把报废胎杆再利用,把胎杆半成品尺寸部分磨掉0.10mm改制成超薄直齿三面刃铣刀淬火时所用胎杆,经实践,效果非常好,这样可节约部分材料,进一步降低生产成本,增加了利润空间。

(4) 在铣工加工直齿三面刃铣刀时,因切削热而产生的热变形也导致超薄三面刃的端面跳动超差,所以铣工合理的选用切削液,可以降低切削温度,保证加工精度,减少切削力,减少被加工件的热变形。切削液可分为三大类:水溶液、乳化液、切削油。因铣削圆周刃时,加工余量和切削量较大,产生大量的切削热,这时选择切削液主要作用是降低切削温度,综合各种切削液的性能,选择了以冷却作用为主的乳化液,这样,加工时,大大的降低了切削温度,把超薄三面刃因切削热导致的热变形降低到最低点。

(5) 淬火后用平磨磨直齿三面刃铣刀两端面是最为关键序,磨端面时一定要勤翻面,且每次磨削量一定要少,这样能最大限度把因淬火造成的变形磨掉。因为平磨机床有多种型号,在选择机床时选择电磁盘吸力小的,因为超薄直齿三面刃铣刀厚度薄,又有淬火变形,当电磁盘吸力大时,在电磁盘上产生二次变形,砂轮虽然把三面刃端面磨平,但当关掉电磁盘磁力时,三面刃又恢复到原来变形,这时检测端面跳动仍然超差,但用电磁盘吸力小的平磨机床磨三面刃两端面时,这种因电磁盘吸力大造成二次变形现象明显改善。MW

(收稿日期:20131012)