

薄壁不锈钢类零件加工工艺探讨

■ 秦川机床工具集团股份公司（陕西宝鸡 721009） 王理斌

摘要：针对奥氏体类不锈钢材料的加工难点，以典型的薄壁类零件为例进行分析，通过改进工件的装夹方法和加工步骤，减少热变形，消除内应力，进一步提升产品质量。



随着机械行业的不断发展，奥氏体类不锈钢零件由于其优异的抗腐蚀性能和优良的抗磁性能，被越来越多地应用于各种不同的行业。但是由于奥氏体类不锈钢塑性大、韧性好，加工的时候硬化程度高，造成切削力变大，极易产生变形与振动。

同时该材料又有较高的黏附性、较差的导热性能，车削时容易产生积屑瘤，从而加剧了刀具磨损；磨削时易粘附堵塞砂轮，烧伤加工表面，以上都会不同程度地导致零件加工精度不高、表面质量不好以及零件变形等问题。如果该零件为薄壁类，则由于夹紧力、切削热及弹性复原能力等因素的影响，会造成加工过程中受力、受热膨胀变形的规律不易掌握，最后直接影响工件的尺寸精度和形状精度，加工起来难度颇大。

1. 零件分析

图1所示为某定子零件。该定子毛坯为锻件，材料为1Cr18Ni9Ti，主要保证零件两端面的平行度0.02mm、内外圆的同轴度0.025mm、内孔对端面的垂直度0.02mm及内外圆尺寸的IT7级公差。孔壁厚度为孔径的1/30，远远超出一般薄壁零件的1/8~1/10，是典型的奥氏体不锈钢薄壁类零件。在精加工过程中要极力避免使用卡盘夹持来加工内外圆，防止出现卡爪松开后，工件由于弹性变形及加工应力不断释放，破坏工件的加工精度，造成零件精度超差，严重时可能报废。因此考虑改进装夹方法是减小工件受力变形最有效的办法。

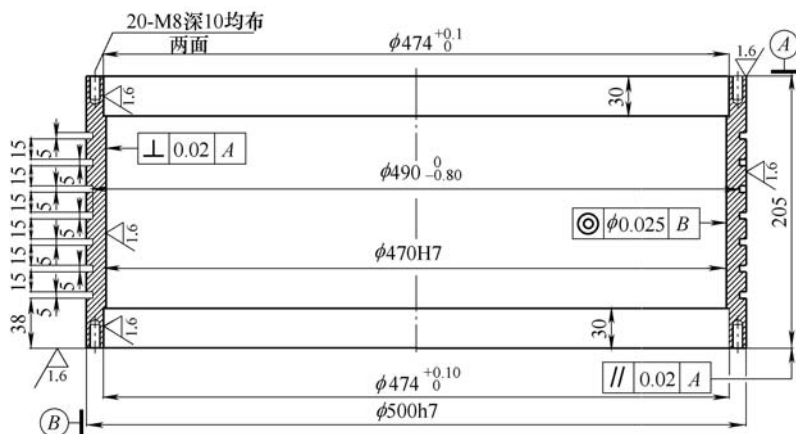


图 1

2. 工艺路线

(1) 工艺路线一为：①锻造。②固溶处理。③粗车，上四爪单动卡盘，车上端面及上端 $\phi 474^{+0.1}_0$ mm内孔；翻身，车下端面及 $\phi 474^{+0.1}_0$ mm、 $\phi 470H7^{+0.06}_0$ mm内孔；两端面留磨削余量、内孔留精车余量。去掉四爪单动卡盘，换压板，过内孔压端面，校正内孔，车 $\phi 500h7^{+0.06}_0$ mm外圆留精车余量，其余至成品尺寸。④划两端面十字中心线。⑤校正外圆划线，钻、攻两端面20-M8螺纹孔。⑥平磨，上工装，将零件用螺钉通过零件两端面螺纹孔压紧于工装上，反复平磨两端

面,保证两面平行度0.015mm以内。具体装夹方式如图2所示,工装不拆转下道工序。⑦上数控立式车床,夹住工装外圆,校正端面跳动0.015mm以内,校正内孔,精车 $\phi 474 \left(\begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm、 $\phi 470H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.06 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm内孔,精车 $\phi 500h7 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.06 \end{smallmatrix} \right)$ mm外圆,以上内容均一刀下,保证外圆、内孔0.025mm同轴度。

(2) 工艺路线二为:①锻造。②固溶处理。③粗车,上四爪单动卡盘,车上端面及上端 $\phi 474 \left(\begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm内孔;翻身,车下端面及 $\phi 474 \left(\begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm、 $\phi 470H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.06 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm内孔;两端面留磨削余量、内孔留精车余量。去掉四爪单动卡盘,换压板,过内孔压端面,校正内孔,车 $\phi 500h7 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.06 \end{smallmatrix} \right)$ mm外圆留精车余量,其余至成品尺寸。④精车,上压板,精车内外圆留磨削余量。⑤划两端面十字中心线。⑥校正外圆划线,钻、攻两端面20-M8螺纹孔。⑦平面磨,上工装,将零件用螺钉通过零件两端面螺纹孔压紧于工装上,反复平磨两端面,保证两面平行度0.015mm以内。具体装夹方式如图2所示,工装不拆转下道工序。⑧上立式磨床,吸盘吸住工装下端面,校正端面跳动0.015mm以内,校正内孔,分粗、精磨 $\phi 474 \left(\begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm、 $\phi 470H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.06 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ mm内孔、 $\phi 500h7 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.06 \end{smallmatrix} \right)$ mm外圆至尺寸。



图 2

3. 工艺方案比较

工艺方案一与工艺方案二均可满足零件精度要求,方案二为添加立式磨床后的工艺改进,经过对前后两种方案加工后的零件精度进行分析比较表明,方案二的零件精度明显优于方案一50%~70%以上,且尺寸稳定,表面质量好,后续变形小。

4. 加工时的注意事项

(1) 在粗、精车的过程中,可选用YG6X硬质合金刀具,车刀刃磨质量要好。特别是在精车时,进给速度、背吃刀量都要尽量小,基本选择进给量 $f=0.08 \sim 0.30$ mm/r,背吃刀量 $a_p=0.10 \sim 0.15$ mm,切削速度要高, $v=120 \sim 150$ m/min。

(2) 在初次平磨时,可以在工装与工件之间垫上一层厚度为0.5~3.0mm的橡胶弹性物质,由于橡胶被压缩,消除一部分工件原有弹性变形,可以磨出较平整的工件及大幅减少磨削次数。

(3) 不锈钢磨削时应及时整修砂轮,精磨时砂轮要始终保持锋利,磨削过程中必须充分冷却,以带走大量的磨削热和进行冲刷,防止砂轮堵塞和工件表面烧伤。分粗、精磨,精磨余量单边留0.15mm即可。

5. 结语

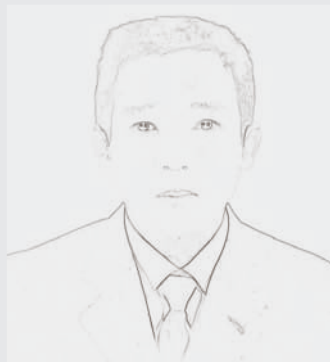
不锈钢薄壁类工件在加工过程中必须合理选择刀具、砂轮;选用合理的车削、磨削参数;改进工件的装夹方法;细化加工工艺,划分粗、精工序;减少热变形,消除内应力,从而提高零件精度,进一步提升产品性能。

参考文献:

- [1] 王先逵. 机械制造工艺学[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [2] 薛源顺. 磨工(中级)[M].北京:机械工业出版社,2007.

MW (收稿日期:20151016)

专家点评



文章以典型的奥氏体类不锈钢薄壁类零件为例进行分析,在原有的工艺基础上改进创新,增加了磨削内孔和外圆工序,进一步释放工件内部的残余应力,满足零件精度要求。薄壁类零件装夹方法和加工时的注意事项都很具体,具有一定的参考价值。