

网格状薄壁铝件加工及热处理工艺改进

■ 常德翔宇设备制造有限公司 (湖南 415100) 朱佳华

摘要: 针对薄壁铝件在加工过程中极易产生应力变形、采用传统加工方法应力消除不充分的问题,通过采用冷热循环处理方法,较为彻底地消除了加工应力,同时可减少中间过程的热处理工序。

加工一些形状不规则的铝制品经常会遇到这样的问题:每一道工序完成后,工件从机床或工装拆下来再去测量相关尺寸时,不仅尺寸有变化,形状和位置公差也达不到原来的要求,原因是工件产生了俗称的加工变形。解决此类问题,以往基本上都是采用多道工序加工,并且在每一道工序后增加一道去应力的热处理工序。这种方式对于加工余量大的工件必然会有工序多、周期长的弊端,而且最后一道工序尽管加工余量留得很小,也不能保证加工完成后变形量在期望的范围内,原因是热处理工序设置得不合理的话,即使多次重复的安排也不能完全消除加工过程中所产生的应力,尤其是对于网格状薄壁铝件而言。众所周知,影响零件稳定性的主要因素有残余应力的和微观组织结构的稳定性,如在加工过程中残余应力大、微观组织不稳定,将会导致宏观尺寸产生较大的变化。一般的装备制造企业难以具备通过改变微观组织来提高稳定性的技术和设备手段,解决此类问题比较可行的是采用合理的工艺路线及

热处理方法。

1. 采用传统加工方法出现的问题

最近我公司在加工网格状薄壁铝件时虽付出了一定的代价,但也收获了加工此类型零件的经验。零件的最终状态如图1和图2所示。坯料为2A14的圆柱形锻件,初次加工采用传统的加工方法及路线:首先用普通卧式车床去除绝大部分余量,加工至图3所示状态后热处理去应力;第二步,用数控车床加工至图4所示状态,壁厚方向留有加工余量,装夹位置加工至最终尺寸后热处理去应力;第三步,用五轴数控铣床按工序模型加工出所有通孔,尺寸及形状达到图5所示状态后

热处理去应力;第四步,用五轴数控铣床按工序模型加工至图6所示状态,壁厚及孔全部加工至最终尺寸,装夹位置保留,热处理去应力;第五步,用线切割方法去掉装夹位置,钳工精整后至最终状态(见图1、图2)。工件上检测台,检测的结果是两处尺寸490.3mm和490mm都不在公差范围之内,超差0.2~0.3mm;工件下平面的平面度也超差近0.4mm,最终判定此件为不合格品。仔细分析每一步的加工余量和去应力热处理工艺,初步判定为这种通过人工时效去除加工应力的热处理工艺去应力不彻底。一周后检测同样的两处尺寸和一处平面度,测得的结果和第一次相比又有较大的变化,再一次证

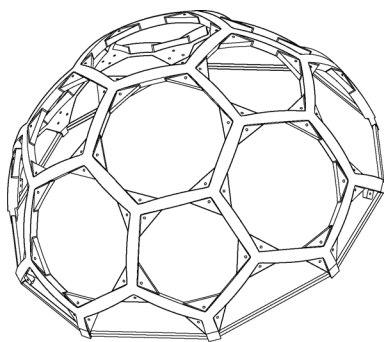


图 1

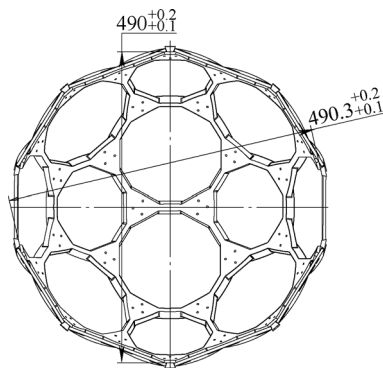


图 2

明工件内还存在较大的应力。

2. 改进后的工艺路线

既然这种人工时效的处理办法无法消除每一阶段的加工应力，我们下一步的重点就是要改进这种去应力热处理的方法。查阅相关的铝制品加工资料，并借鉴外单位的加工方法后，形成了一种新的去应力处理方案：冷热循环处理去应力。用此方式对一个试验件做反复试验后，最终将相关参数固化下来。改进后的工艺路线所用的设备不变，原工艺路线中的热处理工序取消，在精铣工件之前增加一道冷热循环处理工序，具体的路线如下：

(1) 备料。按锻件图要求的尺寸准备2A14铝制锻件，交货时锻件应经固溶时效处理。

(2) 粗车。用普通卧式车床初步去掉绝大部分加工量，加工成粗糙的薄壁状（见图3）。

(3) 数控车。用数控车床将零件形状加工成较精确的薄壁状，各部位只留少量的精加工余量，装夹位置加工至最终尺寸

（见图4）。

(4) 数控铣。用五轴数控铣床将壁面上的孔加工出来，孔留有精加工余量，形状及尺寸如图5所示。

(5) 冷热循环处理。将工件放入液氮中完全浸泡0.7~0.9h后，马上放入140~160℃箱式炉中处理1.5~2.5h；再将工件放入液氮中完全浸泡0.7~0.9h后，马上放入140~160℃箱式炉中处理1.5~2.5h。如此连续循环两次。

(6) 数控铣。用五轴数控铣床将外壁面、内壁面及孔所留精加工余量完全去掉，经此工序后零件上的加工已基本完成，只剩一个多余的安装夹位需去掉。形状及尺寸如图6所示。

(7) 线切割。用线切割的方法去掉安装夹位及检测位，工件经钳工精整后完成所有工序，具体如图1、图2所示。之所以选择用线切割的方法去掉安装夹位，主要是考虑尽量减小加工应力。

再次将工件上检测台，同样测量两处尺寸和一处平面度，检测结果均已达到图样要求。

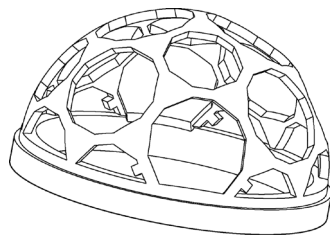


图 5

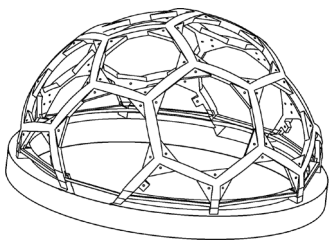


图 6

3. 结语

对比两次加工，采用同样的设备、同样的加工路线，不同的只是去应力热处理的方法，产生的是完全不同的效果。因此，对于类似于铝件等在金属加工过程中极易产生应力变形的工件，应慎重选择热处理的方法和时机。

参考文献：

[1] 才鸿年，马建平. 现代热处理手册[M]. 北京：化学工业出版社，2010.

MW（收稿日期：20170215）

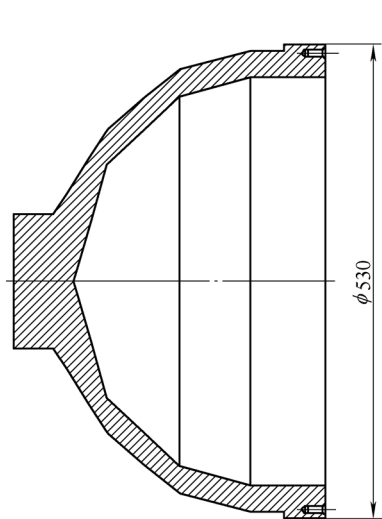


图 3

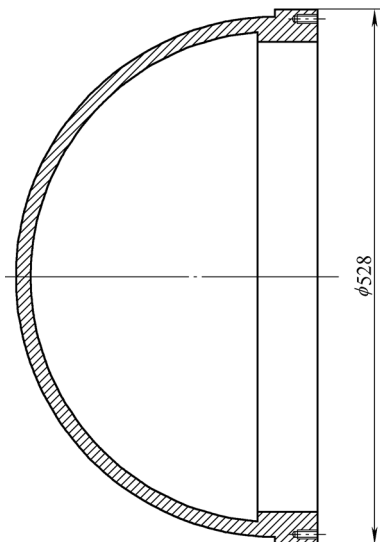


图 4

专家点评

薄壁铝件在加工过程中极易产生应力变形，当使用传统工艺方法无法制造出合格零件时，就必须寻求新的工艺方法。在本文中，作者巧妙地改进了传统的热处理工艺，最终加工出了合格的薄壁铝件。同行们在加工类似薄壁铝件时值得借鉴，同时作者的创新精神也是值得大家学习的。