

用振动时效的方法解决 回转体零件的加工变形

齐齐哈尔北方机器有限责任公司 (黑龙江 161000) 商咏梅 胡 强 佟 伟 张喜群 李文革

一、中间开口类零件

1. 问题的提出

在我厂生产的一种轴类筒形零件中,有一种油缸筒工件中间需要开槽(见图1),为防止该件工作时在开口处划伤密封件,所以同轴度的要求比较高。轴上开了一个半圆槽,开槽后的工件经检验所有加工件都有变形,按图样要求没有一件合格产品。这主要是因为加工后工件内应力重新平衡,造成了工件变形,而且这类轴的筒形零件又不能进行校正,所以此件是我厂生产的老大难问题。

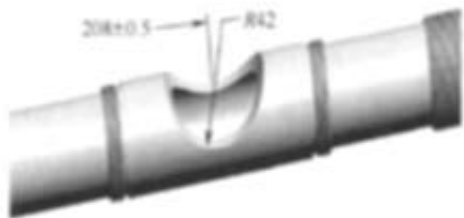


图 1

此件加工可以有两种方法:

(1) 先开槽,再加工外圆和内孔定寸。这样加工可以消除工件的变形问题,但由于开槽已经达到了中心线处,所以内孔、外圆加工又非常困难,很难保证图样同轴度的要求。

(2) 内孔和外圆加工定寸,然后再开槽。这样内孔和外圆加工可以保证图样要求,但后开槽工件的变形又不能解决,工件的同轴度超差,合格率非常低。

因此,上述两种加工方法都是不可行的。

2. 制定加工方案

首先,我们要解决加工后工件内部应力消除的问题,如果工件内部没有应力,工件就不会变形,所以必须要完全消除工件加工后的内应力。结合我厂生产的实际情况,如果采用热时效,因工件已加工定形,工件表面不能氧化,而且热时效工件还有变形,所以采用热

时效在我厂是不适合的。我们最终采用振动时效技术。

与热时效相比,振动时效是非常节能、降耗和零排放的技术。它还有如下优点:①振动没有氧化表面、应力也消除得非常彻底。②精加工后的工件振动时效也没有变形。③与热时效相比,工件时效是时间非常短,可提高工艺快速反应能力。

振动时效前,在工件上必须采取一些必要的工艺方法和措施。因为在加工过程中,工件必然要产生内应力,这也是工件产生变形的主要原因。如何在工件没变形的时候,消除工件的加工内应力,这是加工出合格产品的关键一步。

我们将工件上的半圆槽不完全开通,在圆的中心处留了一条不加工掉的工艺筋(见图2),就如同先粗加工一样,这时工件内部虽然存在着加工的内应力,但由于中间留有一条筋,所以工件的内应力不能释放,工件这时不会因内部有内应力而变形,这时我们再进行振动时效。



图 2

3. 振动时效

如北京翔博科技有限责任公司生产的领航者“振动消除应力专家系统”,它实现了对各种不同工件由计算机自动制定工艺,对激振点、拾振点的位置无特殊的要求,系统自动优化选取5个以上振动频率,能够对工件进行多维消除均化残余应力,并且解决了振动噪声问题。对任何不同的焊接结构件,都能准确地选择到共振峰,不会出现使用旧时效设备工件找不到共振峰的现象,解决了旧设备必须完全依靠人工操作技能的问题。新设备使这项技术减少了人为因素影响,可以真正地取

代热时效,是可完全消除工件残余应力的绿色环保产品。我们将工件全部刚性压平台上,一次可以振动多个工件。

振动时效共有5个加速度-时间曲线图,我们只选取了其中的一个曲线图(见图3)振动时效后,工件内部的加工内应力达到了平衡,工件内部内应力全部消除。也就是说,工件内部没有加工的内应力,后续无论怎样加工,工件都不会有变形了。我们再将工件上的那条筋加工掉,经检验,工件振前和振后的精度完全一致,工件振前和振后的一点变形都没有。后来我们又对3个工件做了同样的试验,效果完全一致。最后,我们完善了工艺,所有按此工艺加工的工件全部合格,解决了工厂多年生产的老大难问题,这也是振动时效技术在我厂生产中巧妙的应用。

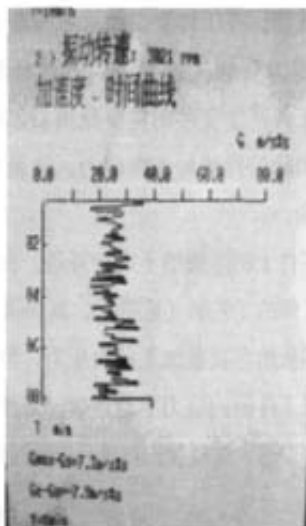


图 3

二、端部开口类零件

1. 问题的提出

通过上述的成功经验,我们又对另一种类型的零件进行了工艺试验。我厂生产的一种销类零件,在它的圆周的四个方向都开有槽,并且在销的两个侧面对称部位开两个长槽。销在开槽后,由于工件的刚性变差,工件在加工内应力的作用下,工件端部出现了胀口变形现象,所以加工的一批工件产生了百分之百的变形,按图样要求没有一件产品合格。这就是因为加工后工件内部的应力不平衡所造成的,此件的加工也成了我厂生产的难题。

为保证该工件的加工质量,解决生产关键,我们编排了两种工艺加工方法,并对此销进行对比加工试验:

(1) 将内孔和外圆全部加工定寸,然后再将槽全部

加工完成,这样内孔和外圆加工可以保证图样要求,但后开槽工件的变形又不能解决。这样加工后的销不能保证图样要求,工件的变形无法消除。为了消除工件的变形只有靠校正保证,但这种销类零件校正困难,工件的外径尺寸要求比较严格(公差为 $+0.02\text{mm}$),不但销校正达不到外圆的圆度和尺寸的要求,而且在校正过程中还容易划伤到外圆表面,保证不了表面粗糙度 $R_a=0.8\mu\text{m}$ 的要求。由于这种销类零件在机械装配中需要的数量大,用校正的方法不但费时费力,而且满足不了装配的要求(如图4所示)。

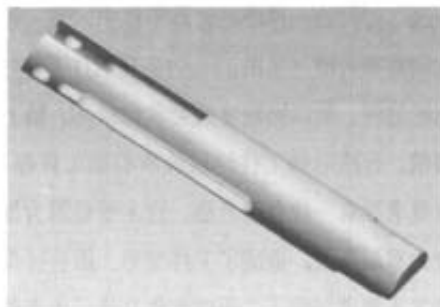


图 4

(2) 先将销的内孔、外圆均留量,再将槽开通并留量,随后再将内孔、外圆加工定寸,最后通过修研槽来保证图样要求。这样加工可以消除工件的变形问题,但由于内孔细而深,还需要设计一个专用的长刀杆,在上面安装一个小刀头。由于销上的槽已加工完成,在加工孔的过程中出现断屑切削,经常出现崩刀,对刀、接刀困难,给内孔加工带来很大的困难,加工质量无法保证,生产效率也很低。

2. 制定加工方案

根据上述方案的分析,首先我们需要解决加工后工件内部产生应力集中的问题。如果要使工件内部的应力重新平衡,就需要对工作进行时效处理。但是如果进行热时效,虽将工件的内部应力平衡了,但是还要按问题提出的第2个工艺方案进行,还是增加了加工难度,因此我们决定采用振动时效方法。

工件在振动时效前,我们在工件的加工中采取一些必要的措施,先将工件的外圆及内孔全部加工定形,再将工件上两侧不开通到大端面的槽全部加工定形,然后再把另两侧需要开到大端面的槽暂时不完全开通,在端部留 $5\sim 8\text{mm}$ 的宽度不铣通做工艺拉筋,最后进行振动时效(如图5所示)。

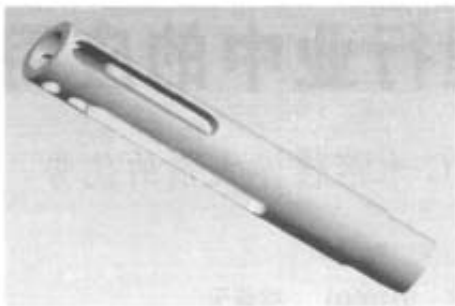


图 5

3. 振动时效

振动时间为 45min, 振动时效共有 5 个加速度-时间曲线图, 我们只选取了其中的一个曲线图 (见图 6)。

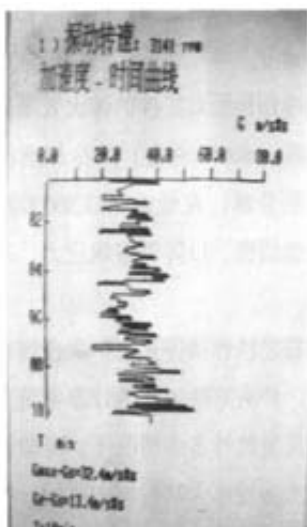


图 6

通过振动时效, 可以将工件内部集中的一部分应力消除后, 再将工件内部的其余应力重新平衡, 对工件进行再加工也就不会产生变形。这时我们再将工件上未铣削的工艺拉筋 5~8mm 铣削掉。经检验, 最后即使经过修研通槽, 也未使工件产生变形, 因此利用振动时效, 保证了工件振动前和振动后的精度完全一样。后来我们又对 4 个工件做了同样的试验 (见图 7), 效果也完全一



图 7

致。通过这一系列试验的成功, 我们既完善了工艺, 又使工件加工应力变形的废品率降为零。

三、应用效果

上述两个工件具有普遍的代表性, 是工艺与振动时效技术的完美结合, 工件的时效加工理念也得到了改变。零件在加工的过程中, 我们可以采用简便而实用的振动时效方法来解决, 与我们以前所认为的粗重、笨拙的热时效区分开来。

通过上述试验的成功, 我们已将类似的工件进行了工艺改进, 而且将振动时效运用到更多的领域, 例如焊接件、箱体类零件、隔板类零件和铸造类零件, 许多以前采用热时效的工件现都采用了振动时效, 既省时又省力, 给工厂带来非常大的经济效益。振动时效技术与热时效相比是“节能、降耗、没有污染”的绿色制造技术, 与热时效比, 缩短了时效时间, 提高了工作效率。

四、结语

工件通过加工, 都会破坏工件内部的应力平衡, 工件在内部残余应力和机加应力的共同作用下, 就会使工件在加工过程中产生变形。使工件内的应力重新达到平衡是解决应力产生变形的一个关键。

振动时效的工艺方法解决了工件内应力集中变形的问题, 体现了振动时效方法的方便、快捷和实用。相信振动时效方法在机械加工的各个领域中将有着广阔的发展前景。 MW (20071218)

=====

(上接第 66 页)

确所用加热炉的类别, 然后按该标准确定相应的检测周期。需要指出的是, 对利用率较低的热处理炉, 其测定周期可适当延长。对仅作为退火、正火和消除应力等预备热处理的加热炉, 以及经连续三个周期检测合格、使用正常的热处理炉, 其测定周期可延长至一年。

9. 热处理炉有效加热温度的测定

热处理加热炉有效加热区的测定方法按 GB/T 9452—2003《热处理炉有效加热区测定方法》执行。该标准于 2003 年 11 月 25 日发布、于 2004 年 6 月 1 日开始实施, 并自实施之日起, 原 GB/T 9452—1988《热处理炉有效加热区测定方法》和 JB/T《热处理炉有效加热区的测定》作废。新标准在原来基础上增加了很多内容, 使用时应加以注意。 MW (20071208)