

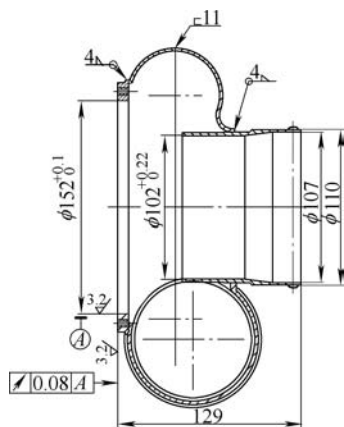
填充物在薄壁零件加工中的应用

■ 中航工业金城南京机电液压工程研究中心十三分厂（江苏 211106） 唐玉洁

摘要：本文分析了填充物在薄壁零件加工中的应用，对解决零件加工变形、提高零件加工质量有较好的效果。

薄壁零件在航空产品中应用广泛，这类零件在机械加工中容易产生变形，尺寸精度和形位公差精度要求高。由于其刚性强度差，薄壁零件在加工过程中受到切削力、切削热及夹紧力等因素的影响，零件尺寸精度、表面质量难以满足设计要求，此外还可能使整个加工系统产生振动，出现零件报废的情况。

以我分厂某焊接零件（见图）为例，材料为1Cr18Ni9，零件最大回转直径380mm，壁厚尺寸1.5mm。该零件在制造过程中刚性差，在切削力等因素作用下产生变形、振动等问题，零件尺寸精度、形位公差精度和表面质量无法满足技术要求。后来，采



某焊接零件结构图

用对零件进行浇注填充的方法，使零件形成了一个刚性实体，降低了装夹和加工的困难程度。实践表明，采用此方法可以使零件满足技术要求。

浇注填充是加工前在零件内腔填充物料，以起到支撑、防止变形的作用，增强零件刚性，具体有浇注填充低熔点合金、石蜡及尿素等。

1. 填充物材料特性

填充物在性能上应满足以下几点：①要有足够的刚度，确保零件在加工时的变形量小于零件尺寸公差的20%。②热膨胀系数要小，零件腔内的填充物在常温下的收缩量要小于零件尺寸公差的20%。③具有较低的熔点，易于实现填充物料的状态变化，完成填充过程，同时减小零件受热变形。④具备良好的可结合性和可脱离性。可结合性指填充物凝固时与零件间具有较好的结合力，可脱离性指熔化后的填充物不会残留在零件腔内而造成质量问题。

需要注意的是，要避免填充物在零件加工过程中受到切削热影响而产生熔化。因此，所选填

充物的熔点不能低于60℃。

2. 常用填充物及选用

（1）低熔点合金。采用低熔点合金，与铸造原理类似，在零件腔内浇注熔化的合金，使零件成为刚性实体。为了保证在零件加工的过程中低熔点合金不熔化，要求其熔点不能低于60℃，在70~150℃范围内较理想。

低熔点合金成分的选用：

①保证在使用过程中对操作者无毒无害。②要选择常用的材料，从常用金属材料熔点考虑，铋、铅、锡及锑等金属元素是比较理想的低熔点合金成分。将低熔点合金材料加热成熔融状态，浇注至零件内腔，冷却后与零件结合成整体，可以达到提高零件刚性和加工质量的目的。

以铋金属为主要成分，逐渐加入铅、锡等其他金属元素，并不断改变其含量，得到所需要的低熔点合金。例如，按铋41%、铅30%、锡20%和锑9%进行配比，可以得到熔点为70℃的合金。

低熔点合金的配制过程要严格按照比例进行，在配制时将金属氧化物、杂质清理干净。在

使用和回收的过程中，应避免污染，及时清理合金溶液中的零件金属屑。一般低熔点合金循环使用超过3次以后，一些合金成分就会发生损耗，造成合金成分组成比例发生改变，从而引起低熔点合金熔点变化，因此要对低熔点合金成分及熔点定期进行检测。

(2) 石蜡。石蜡是石油加工产品的一种，无臭无味，为白色或淡黄色半透明结晶蜡状固体；相对密度为 $0.82 \sim 0.90 \text{g/cm}^3$ ，在 $43.3 \sim 65.5^\circ\text{C}$ 熔化，不溶于水；通过添加硬脂酸可提高其强度；在加工过程中，材料不会发生明显的软化，可以满足机床装夹及加工要求。浇注石蜡时，先将零件内腔清洗干净，增加其结合力；再将石蜡加热至液态，同时将零件预热，使石蜡缓慢冷却，避免快速冷却造成石蜡脱落；最后将液体石蜡浇注至零件内腔，应使用较软的工具去除多余的石蜡，避免划伤零件。加工完成后去除石蜡时，只需用开水冲洗即可。

(3) 尿素。尿素是工农业用品，为白色略带红色固体颗粒，无臭无味；熔点 132.7°C ，溶于水。尿素的加热熔化、浇注和石蜡类似，去除时只需在常温状态下用水冲洗即可。尽管使用尿素作为填充物的成本较低，但现在机械加工中已很少采用，因为在加工时尿素会溶于冷却液，只能采取干切法，这样切削尿素时会产生大量粉尘，对加工环境和操作者身体健康会造成很大的影响。

3. 确定选用填充物方案

针对我分厂焊接零件（见图），采取了浇注石蜡的方法，

这种材料易熔化、易浇注，凝固时不会产生应力，而且收缩率小，在加工时不易脱落。零件加工完成后，内腔浇注的石蜡容易去除，不会引起零件变形，并且加工时不会溶于冷却液。这样增加了零件的刚性，避免了加工中的振动及变形。

4. 加工与验证

零件加工工艺路线：备料→组焊→内腔填充材料（浇注石蜡）→清理定位表面杂质→车法兰端→钳（钻孔、攻螺纹）→数控车型面→去除内腔填充材料→清洗→检验→表面处理→检验。

使用石蜡进行浇注填充的加工方法，有效地解决了零件易变形的问题，取得了很好的效果，零件的尺寸精度、形位公差精度及表面粗糙度全部合格，加工质量稳定。这种方法操作简单，不需要高精度工装夹具和设备的投入，降低了生产成本，加工质量也得到了提升。

经过实践，此方法已经推广至我分厂其他类似薄壁零件的加工，取得了良好的应用效果。

使用石蜡作为填充物来提高零件刚性，可以很好地控制零件精度，有效解决了薄壁零件加工易变形的问题，提高了零件的工艺性，取得了很好的效果。

参考文献：

- [1] 张虎. 浅谈防止薄壁类零件变形的办法[J]. 科技信息, 2010 (23) : 50-52.
- [2] 庄纪纲. 复杂薄壁零件加工的辅助刚性增强方法[J]. 航空制造技术, 2012 (15) : 63-65.

MW (收稿日期: 20160512)



赛帕埃惜

日本サイバーRC株式会社

日本进口



Tool Regrind Machine
五轴全自动刀具磨床



Tool Regrind Machine
四轴全自动刀具磨床



Automatic Drill-Honing Machine
自动钻头钝化机

对象刀具

刀具种类	钻头、铣刀、丝锥、铰刀、3刃钻头、侧刃、3刃倒角刀、不等分铣刀、雕刻刀、枪钻
刀具材质	高速钢 (HSS)、钨钢/硬质合金 (carbide)
刀具最大把持直径	$\phi 20 (\phi 26 \times) \times \phi 26$ 规格为选配
刀具长度	45 ~ 200mm

特征

- 操作简单 自动对刀、自动补正偏心 自动研磨
- 对应多种刀具
- 任意设置刀具参数
- 不需编程、可追加新程序，进行版本升级

地址：苏州吴中区金枫路216号
东创科技园C幢108

联系人：代女士

手机：13651758961

电话：0512-62695591

QQ：642504730

邮箱：cyberrc_dll@aliyun.com

◆广告 查询编号：0035