

基于发明技法研发的模具钢嵌套变形测试试样

张忠信

沈阳创推科技有限公司 辽宁沈阳 110141

摘要：应用TRIZ理论的发明技法，以渗碳淬火变形试样为基础，研发了用于模具钢热处理变形量测试试验的嵌套试样。试验证明：嵌套变形试样的变形量数值脱离了试验误差范围，变形数据的离散度低、稳定性好，总变形量采用加权平均的方法确定，使吻合性更强。试验结论：嵌套试样可以应用于模具钢真空热处理的变形量测试试验，用于研究高精复杂模具的变形经济实用，可以推广应用于结构钢的常规热处理的变形量测试试验。

关键词：嵌套试样；模具钢；创新技法

1 序言

虽然Cr12MoV冷作模具钢的变形倾向不大，对于一般的模具件，变形不是突出的制造技术问题，但对于结构复杂、尺寸相差悬殊的模具，特别是大型精密复杂模具，变形确实制约着模具制造技术的进步，用实际模具件进行减小变形的试验，不仅成本高，而且见效慢，经济实用的方法就是用试样进行试验、用模具件进行验证。为此，我们应用发明

技法^[1]研发了用于模具钢变形量^[2]测试试样。

2 试验材料及试验方法

为了研发适用于模具钢的变形量测试试样，我们以Cr12MoV冷作模具钢为试验材料，采用尺寸为 $\phi 90\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的棒材试料加工制作变形试样，试验材料的化学成分完全符合GB/T 1299—2014《工模具钢》要求，见表1。

表1 Cr12MoV冷作模具钢试验材料的化学成分（质量分数）（%）

元素	C	Cr	Mo	V	Si	Mn	S	P
试料	1.59	12.15	0.48	0.20	0.30	0.28	0.010	0.015
国标	1.40~1.70	11.00~12.50	0.40~0.60	0.15~0.30	≤ 0.40	≤ 0.40	≤ 0.030	≤ 0.030

由于渗碳淬火的变形量很大，而Cr12MoV冷作模具钢是微变形钢，相对渗碳淬火来讲变形量很小，所以直接应用渗碳淬火的变形试样测试Cr12MoV冷作模具钢变形量是行不通的，那么就要创新设计适用于Cr12MoV冷作模具钢变形量的测试试样。基本思路是以图1所示的渗碳淬火的变形试样

为基础，通过改变试样的结构尺寸进行创新设计，采用线切割加工变形试样，进行真空热处理工艺过程的变形量测试试验，开发能用于模具钢的变形试样。

3 创新试验及数据分析

3.1 常规创新试验

直接将渗碳淬火变形试样用于模具的变形试验，变形量很小，甚至可以说没有变化，不能用于模具的真空热处理工艺的变形量测试试验，只有对试样的结构尺寸进行改进。对试样结构改进的目的就是增大试样的变形量，增大试样的尺寸可以增大变形量，我们以试样直径按比例增加、厚度加倍增加的思路，设计了外圆尺寸 $\phi 76\text{mm}$ 、厚度增大到30mm的试样（其他尺寸按比例增大），进行真空

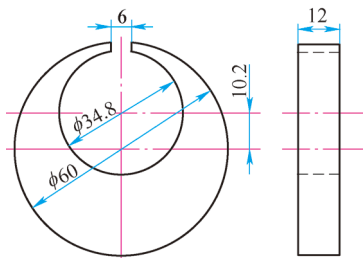


图1 渗碳变形试样

淬火、回火工艺过程变形量的测试试验,具体测量数据列于表2。同渗碳淬火试样相比,虽然变形量略有增大,但变形量的数值太小,没有脱离测量误差范围,还无法用于模具真空热处理工艺的变形量测试试验。

表2 增大试样尺寸的变形试验测量数据 (mm)

试样	平均变形量	真空处理前尺寸	真空处理后尺寸
1	+0.020	6.02、6.02、6.01	6.04、6.03、6.04
2	+0.033	6.02、6.02、6.03	6.05、6.06、6.06

常规改进的第二种试验是减小开口环形试样的壁厚,设计思路是继续增大试样尺寸的同时,改变两圆直径的比例关系,即增大内圆的相对尺寸、同时减小两圆的偏心距,达到减小两圆之间最大壁厚尺寸的目的。为此,我们设计了如图2所示的模具真空热处理变形量测试试样,用其进行真空淬火、回火的变形量测试试验,结果变形量大幅增加,即灵敏度很高,用于模具真空热处理变形量测试试验没有问题,但数据波动大,直接应用还是不可行。

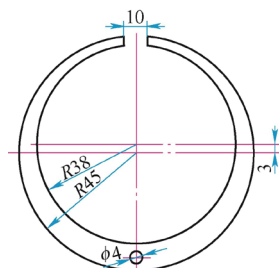


图2 减小壁厚变形试样

3.2 应用创新技法试验

常规创新试验的效果虽然不是很理想,但也积累了一些模具钢变形规律的经验,在前期试验的基础上,开始尝试应用TRIZ理论中的发明技法设计变形试样。首先应用TRIZ理论的发明原理5,在空间上将相同的物体组合,采用3个变形试样组合进行试验,那么3个试样以什么样的结构关系组合呢?

经过分析,我们又应用了TRIZ理论的发明原理7,把一个物体嵌入另一物体,然后将这两个物体嵌入第三个物体,依此类推,形成了“俄罗斯套娃”的结构关系。设计了如图3所示的模具钢变形测试试验的嵌套试样,并用其进行模具真空淬火、回火工艺过程的变形测试试验,测量的变形量数据见表3。

分析表3的变形数据,变形量数值脱离了试验测量误差的范围,可以用于模具钢的热处理变形测试试验;变形规律明显,试样尺寸越大的变形量也越大,特别是外圈试样的变形量比内圈的变形量大得

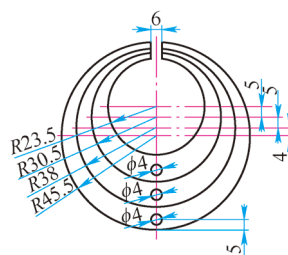


图3 应用发明技法的试样

表3 应用创新技法的试验测量数据 (mm)

试样	平均变形量	真空处理前尺寸	真空处理后尺寸
外圈	+0.237	6.03、6.03、6.04	6.28、6.28、6.25
中圈	+0.117	6.05、6.04、6.04	6.15、6.16、6.17
内圈	+0.047	6.02、6.03、6.03	6.08、6.08、6.06

更多,这是因为它不仅尺寸大,而且开口环的壁厚尺寸是最小的。

真空热处理变形测试试验总变形量的确定,采用3个试样平均变形量的加权平均方法计算,按外圈试样平均变形量的20%、中圈试样平均变形量的30%、内圈试样平均变形量的50%加权平均确定,本次试验的总变形量为 $0.047+0.035+0.024=0.106\text{mm}$,采用加权平均计算确定总变形值的方法,使试验数据更加符合模具的实际变形。

4 结束语

基于发明技法研发的模具钢嵌套变形测试试样组,变形量数值脱离了试验测量误差的范围,变形数据离散度低、稳定性好,采用加权平均计算确定总变形值的方法,使试验数据更加符合模具的实际变形,试验结论是可以应用于模具钢真空热处理的变形测试试验。

采用嵌套变形试样不仅可以进行模具的真空热处理变形测试试验,也可以用于热处理前不同的前期制造工艺对热处理变形影响的比较,还可以用于优化热处理工艺后减小变形效果的比较,甚至可以推广应用于结构钢的常规热处理的变形量测试试验。

参考文献:

- [1] 赵敏,史晓凌,段海波.TRIZ入门及实践[M].北京:科学出版社,2018.
- [2] 陈显辉.Cr12MoV钢冷作模具热处理后变形与预防及工艺优化:第四届十三省区市机械工程学会科技论坛暨2008海南机械科技论坛[C].北京:中国机械工程学会,2008.