解决碳素工具钢淬火变形及开裂的方法

齐齐哈尔二机床（集团）有限责任公司 （黑龙江 161005） 张 宇

1. 问题的提出

我公司模具材料大多为T8、T10的碳素工具钢，热处理技术要求硬度62～64HRC，变形量在±0.02mm范围。

以前，我公司模具淬火（碳素钢淬火）采用“10%盐水-油”双液淬火法，工件入水后凭听声音及振动来确定入水时间，若操作不当就会使工件变形和开裂。后来，我们又采用过零件的断面每增厚3～4mm，在冷却盐水中停留就增加1s的方法计算工件入水时间，但仍存在开裂现象，而且以上方法操作起来很不方便。

2. 解决方法

针对以上情况，淬火时既要保证表面淬硬和有足够的淬硬层深度，又要尽量减少淬火内应力所造成的变形和开裂。从这一淬火操作的基本矛盾来看，对淬火介质的要求是相互矛盾的。结合S曲线进行具体的分析，可以发现，快冷的目的主要是在于抑制珠光体（或贝氏体）转变，使冷却速度线躲过S曲线的鼻尖部（一般为500～650℃）。这就要求工件在500～650℃的范围内快速冷却。而在500℃以下时，过冷奥氏体的稳定性增加，孕育期增长，冷却速度减慢不会引起奥氏体的分解，这样对于减少低温马氏体转变所产生的组织应力和热应力是很有好处的。因此，若得到如图1所示的理想冷却曲线的冷却介质，便可以很好地解决上述淬火操作的基本矛盾。

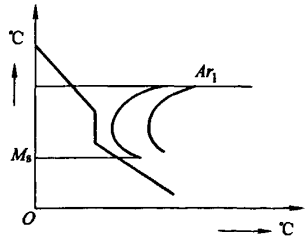

图 1

根据淬火介质冷却的三个阶段，认为淬火介质在三个阶段中，起主要作用的是第二个阶段——沸腾阶段。

从淬火所获得的组织来看，希望第一阶段（蒸汽膜阶段）较短；第二阶段越早结束越好，不希望延长至M_s点以下，而且希望此阶段具有足够的冷却速度；至于第三阶段（对流阶段）冷却速度越慢越好。

根据以上分析，配制一种聚乙烯醇的水溶液或“光亮淬火剂”作为碳素工具钢的淬火介质较为理想。这是由于溶液的粘度增加，使冷却的第一阶段的蒸汽膜不易破裂，延长了蒸汽膜期，而在500～650℃区域内，其冷却速度与盐水相似，而在200～300℃低温区内，由于在工件表面形成乳胶似的一层薄膜，阻碍了对流阶段的冷却，因而使这个阶段的冷却速度大为降低，并且随溶液粘度的增加，降低的越多。

这种介质是介于水油之间的冷却介质。按0.60%～0.80%聚乙烯醇+10%～20% NaOH（混合水溶液），4% ZnCl+10%～20% NaOH+H_2O（光亮淬火剂），配出的两种较为理想的淬火介质。

生产实践证明，在这两种淬火介质中，用低粘度的聚乙烯醇碱水溶液来代替水冷，能较好地减少碳钢工件的开裂。但聚乙烯醇溶液配制时需用砂网或纱布包扎过滤，操作起来较为麻烦；而“光亮淬火剂”配制则方便许多，它们的最大特点是500～650℃具有较强的冷却速度，在低温区200～300℃具有较小的冷却速度，它们吸取了无机物和有机物作为淬火剂的优点。

工件经这种“光亮淬火剂”淬火后，可以得到光亮润滑的表面，如果将模具两端的销钉或螺钉孔用1.0mm左右的铁皮做一个卡子卡着，可大大地减少两端头的热应力和组织应力，这对于较为复杂的工模具减少变形开裂起着十分重要的作用。

（下转第57页）

三、控制质量的方向及措施

生产实践中，大批量轴件调质后硬度超差的类型是并存的，且相互影响。只有对影响因素（技术、管理、原材料、操作等）按分布规律进行综合调节，才能有效地实现大批量轴件调质硬度超差的控制。

如图2所示，设［a，b］闭区间为图样要求硬度的下限与上限范围，则$b-a$为硬度公差；令$\mu=(a+b)/2$，使σ尽量小，让正态分布曲线尽量压缩在［a，b］区间内。这就是对第一类超差进行控制的总思路。

第二类超差无法用概率统计的方法描述，但形成的根源是可知的。因此，单件不均匀超差是可控的。控制时一般考虑两个因素，即测试硬度的极差R和测试硬度的算术平均值。极差是测试数据中最大值和最小值之差。R的大小图样上有时会限定，比如有些图样规定同件产品上硬度变化不大于3个HRC值。若图样不做限定，令$R\leqslant b-a$即可。把同件产品上测试硬度的算术平均值作为该件的硬度检验结果，算术平均值的控制目标是$(a+b)/2$。

在全员的努力下，进一步找出造成硬度超差的其他原因，并画出因果图，通过调整和理顺工艺、改进工装、改变操作方法、严肃操作纪律、加强检验和完善管理制度等措施对质量实施综合控制。

在工艺技术方面，对影响硬度超差因素的控制，按前面的分析和要求去执行，努力克服引起σ增大和μ变动的原因。

另外，在管理上需要做到：

（1）将所有轴件调质工艺统一整顿，做到随用随查，人人清楚。

（2）健全质量管理机构，增强检验力量，检验人员对生产全过程实行监督与控制。

（3）明确各类质量管理人员岗位责任制，引入考核机制，将个人的工作质量与工资挂钩。

（4）建立质量责任追究制度，出现质量问题后能够追溯责任人，做到职责分明。

（5）经常开展质量教育和职工技术培训活动，唤起职工质量意识，提高操作技能。特别强调对质量体系标准的学习与贯彻，养成遵守标准的良好习惯，依靠高质量的工作换取高质量的产品，形成产品即人品的思想氛围。

（6）车间经常召开质量分析会，不定期举办别开生面的质量活动。

四、结语

轴件硬度的不均匀超差一般是由产品在生产时得不到均匀的工艺参数所致，所以设法使每件产品以及它们的每个部位得到相同的工艺参数是解决不均匀超差问题的技术关键。**MW**

（20100128）

（上接第54页）

因此，用铁皮卡子卡着模具两端头的螺钉或销钉孔的方法，在聚乙烯醇水溶液或“光亮淬火剂”中淬火，就可以基本消除用碳素工具钢制作模具的变形开裂问题。

在模具的销钉或螺钉孔处硬度很高和变形过大，将影响模具的装配。因此，一般在模具的两端头孔处硬度要求应为40～50HRC；在模具的刃口部分硬度要求应为62～64HRC。

通过试验，热处理工艺可参见图2。

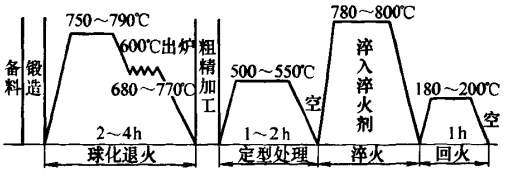

图 2

根据金相分析，在孔的两端处组织为贝氏体，在模刃口部分的组织为回火马氏体＋少量残余奥氏体，其刃口硬度为62HRC，两端头处为40HRC。经生产实践证明，模具使用寿命有了大幅提高，每刃磨一次为2～3万冲次，比原来提高了两倍以上。一年来，无论是聚乙烯醇碱水，还是“光亮淬火剂”的使用性能均良好。凡经这种淬火剂和加卡子的办法，模具的刃口部分硬度均在62～65HRC，能控制变形量在±0.02mm范围以内。

3. 结语

需要说明的是，虽然聚乙烯醇水溶剂和“光亮淬火剂”在使用一定时期后会老化，介质粘度增加，使冷却能力有所降低，并且淬火时液体表面有少量蒸汽挥发并伴有臭气，但对人体影响不大。**MW**　（20100116）