减少零件淬火变形开裂的几种措施

江苏省太仓市人民新村 (215400) 赵礼彬

零件在淬火时，由于内外温差及组织转变的不等时性，使淬火后的零件残存有内应力，这种应力在淬火过程的某一瞬间，超过钢的屈服强度时，即产生变形，若超过钢的断裂强度时，则产生开裂。因此，零件在淬火过程中，从加热到冷却，应尽量减少内应力，以便减少变形和开裂。

1. 延迟淬火的应用

厚薄悬殊、形状复杂的碳素钢零件在盐水中淬火极易开裂，采用将零件在盐浴炉中取出后在空气中预冷一定时间，使薄壁处先冷却，以促使产生奥氏体到索氏体的转变，此时厚截面处的温度则仍处于 Ar_3 以上，然后再水淬油冷。延迟淬火可靠地避免和减少了零件的变形和开裂，它的应用为三液淬火法创造了条件。

三液淬火法即油、水、油，三液淬火法与普通淬火法不同之处是增加了 Ar_3 以上温度的预冷。它将零件正常加热后，先后连续置于三种冷却液中，以不同的速度作三段冷却。即零件在 Ar_3 以上温度的缓冷；在 650～300℃温度区间快冷；在 300℃以下再缓冷（见图 1）。在第一阶段冷却过程中，促使零件薄截面预先转变，而厚截面仍保持奥氏体塑性状态；第二阶段中，使厚截面部分开始转变为马氏体再缓冷。这样既保证了硬度，又可减少变形和开裂。

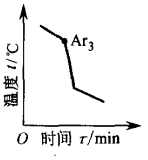


图 1

由上可知，对于截面厚薄相差悬殊、形状复杂的碳素钢零件，采用延迟淬火法颇为有效，对于带有平刮孔、形状复杂的碳素钢零件，其危险截面处不能向大气散发热量，无法依靠延迟预冷时，采用三液淬火法为宜。现碰到既有厚薄悬殊的截面，又有孔端平面，其危险截面处不能向大气散发热量的零件（见图 2）。其材料为 45 钢，要求硬度 40～45HRC，如果采用分级淬火，硬度达不到要求；用延迟淬火法，其硬度达到要求，但薄截面处发现开裂；用三液淬火法，其硬度符合要求，但薄截面处开裂仍未杜绝。分析原因后，我们采用延迟—三液淬火法，即顶盖肩部预冷到 Ar_3 温度再缓冷一下，使顶盖厚薄悬殊截面得到不同的温度，这时肩部因壁薄而冷却快，孔端平面温度已降到 680℃左右，而厚截面仍在 Ar_3 温度以上，随后再水淬油冷，这样顶盖厚截面处可淬硬获得马氏体，肩部及孔端平面则转变为塑性较好的托氏体和索氏体，从而减小了内应力避免了开裂，硬度也达到了要求。其具体工艺为：在 810℃盐浴中加热 7min 后，在空气中预冷 20～25s，入油 1s，水淬 1.5～2s 再转入油中冷却，经延迟—三液淬火后，顶盖硬度达 48～52HRC，并避免了开裂现象。

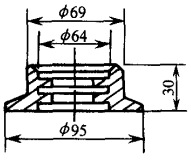


图 2

2. 直接亚温淬火的应用

亚温淬火进入两相区有两种方法：一种是直接加热到两相区；另一种是先加热到 Ac_3 以上再预冷到两相区。一般选用直接加热到两相区的方法。

直接亚温淬火与预冷淬火相比的特点是：加热温度低，热应力小，零件变形小，能显著减小形状复杂零件的变形，并避免开裂，降低电力消耗，缩短生产周期，提高生产效率和设备利用率。

图 3 的方刀架是机床上的构件之一，采用 45 钢，机加工后先正火处理，为淬火作组织准备。加工成形后采用三液淬火、回火使硬度达到 45～50HRC。加热温度为 780℃×15min，油冷 1s、水冷 4s 后入 150℃硝盐，约 120s 后取出空冷。

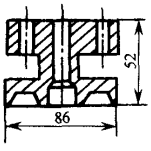


图 3

又如六角螺母采用 45 钢制成，螺母级数不同，其要求硬度也不同，如 M36 的 8 级螺母采用 745℃加热亚温淬火。若发现螺母孔有胀大现象，可利用热应力使内螺纹缩小的规律，使已胀大的六角螺母缩小。实践证明这是可行的，具体工艺如下：

(1) 水冷缩小 将变形超差的 8 级 M36 六角螺母放入 680～700℃盐浴中热透，浸入盐水中冷却，六角螺母靠热应力的作用而缩小。

00Cr13Ni8Mo2TiNbAl渗氮工艺研究

郑州1084#热表处理厂 （河南 450005） 李继良 毛 喆

我厂某产品上的弹射筒所用材料为00Cr13Ni8Mo2TiNbAl。在试验中，经多次弹射后，弹射筒工作表面出现划伤。图样上所要求该工作表面粗糙度不大于0.8μm，但在弹射中仍有划伤现象出现，可见该材料的耐磨性和抗咬合性差，为此我们决定通过渗氮来提高工作表面的耐磨性和抗咬合性。但国内尚无该材料的渗氮工艺可供借鉴，因此具体工艺参数的确定以及何种状态下零件综合性能最佳，成为了我们研究的内容。

一、试验条件

1. 材料及加工工艺

00Cr13Ni8Mo2TiNbAl属超低碳马氏体时效不锈钢，在同样的强度水平下具有较高的韧性，特别是断裂韧性。此钢的均匀伸长率较小而局部伸长率较大，在瞬时高温下亦有较好的强度，故也称瞬时不锈钢。

其化学成分（质量分数）见表1。

表1 00Cr13Ni8Mo2TiNbAl化学成分（质量分数）（%）

元素	C	Mn	P	S	Si	Cr
含量	≤0.03	≤0.35	≤0.02	≤0.025	≤0.35	12.5~13.5
元素	Ni	Mo	Ti	Nb	Al	
含量	7.5~8.5	1.7~2.5	0.55~0.95	0.2~0.5	≤0.3	

该材料热处理制度为固溶后进行时效强化，其加工路线为：下料→固溶→粗加工→时效→精加工。

为增加其耐磨性，我们在精加工后增加了渗氮处理。

2. 热处理制度简介

（1）固溶 零件经820℃保温加热，由于该钢种有良好的淬透性，空冷也可达到较高的固溶效果。

（2）时效 时效处理是该钢种强化的有利手段，该材料时效强度峰值出现在经480~510℃之间，故选用500℃×4h空冷时效处理。

（2）水冷硬化 将已收缩好的六角螺母烘干后重新加热至745℃，保温后淬入盐水中冷透。

处理后用M36螺纹塞规检验，对胀大的六角螺母经补救工艺处理，可达到技术要求，淬火硬度为40~50HRC，绝大部分螺母得以挽救，变为合格品。

3. 分级淬火的妙用

分级淬火也称热浴淬火，既可保证零件获得高硬度，又可使零件避免开裂，并不发生或很少产生变形。

图4所示的大流量(100L/min)油泵齿轮，材料为40Cr钢，要求硬度48~52HRC，内孔变形要求≤0.05mm。原材料先经正火处理，为淬火减少变形作组织准备。加工成形后处理，由于淬油后齿形及内外径的变化使加工困难，油泵噪声增加，后来采用在820℃加热保温7min，淬入260℃硝盐内等温冷却20min后再取出在空气中冷却，硬度可达50~52HRC，符合要求，内孔变形可控制在0.03~0.05mm范围内。

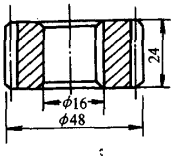


图 4

4. 阶段升温加热淬火的应用

采用的阶段升温加热淬火法，由于零件内外温差小，降低了零件的内应力，从而减少了零件的开裂倾向。

例如50CrMo钢的滚珠丝杠调质件，要求硬度为25~30HRC，采用阶段升温加热淬火法。丝杠的毛坯规格繁多，如φ25mm×600mm、φ35mm×600mm、φ40mm×600mm、φ60mm×800mm等。在电阻炉内采用阶段升温加热淬火法，其工艺为：750℃×1h~840℃×3h油冷（按2.5s/mm计算气冷），冒白烟取出后在空气中冷却，检验硬度为50~53HRC，随后立即高温回火至要求硬度。

又如CrWMn钢制模具，我们采用在800℃的盐浴炉中装炉，并在该温度保温20min后升至840℃（保温时间按1min/mm计算），再入160℃硝盐中冷却，来防止模具的开裂。

（20030928）