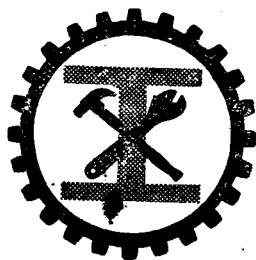


機械工人活葉學習材料

量具的熱處理

何天漢、孫一唐編譯



機械工業出版社

一 量具熱處理的方法

量具是一種檢驗成品尺寸用的工具。我們對它本身精度的要求是非常高的；因為在生產中要靠它去檢驗別的工件的尺寸，如果量具本身不夠精密，那麼用它檢驗的工件的尺寸當然也不會精確的了。量具在使用的時候，它的表面經常不斷地和工件接觸，所以受到的磨擦次數是很多的。如果量具的表面硬度不高，經不起很久的使用，表面就會磨掉一層，尺寸當然不精確了。所以量具的硬度至少要比它所檢驗的工件的硬度高。要達到這樣高的硬度，就一定要經過熱處理。

用普通方法來熱處理（淬火和回火），所得到的內部組織不是完全穩定的，所以熱處理以後在相當時間內，還要繼續轉變。在轉變過程中，工件的體積會有增加。這種由於天然時效現象而增加的體積是很小的（只有幾絲，最多幾十絲），對於一般普通的工件來說，並沒有什麼影響，但是對於精度非常高的量具就不行了。因此，我們一定要用特殊的熱處理方法，使得得到完全穩定的組織，這樣才能保證量具的尺寸不會在使用的時候產生任何變化。

1 調質處理 量具在粗車以後，先要經過調質處理，包括淬火（油淬）和高溫回火，然後送去精細加工，最後進行熱處理（淬火和低溫回火）。經過調質處理後得到的鋼的內部組織，是一種很細的珠光體。這種細珠光體的體積跟硬質的馬丁體體積之差，比普通的珠光體跟馬丁體體積之差要小，所以經過調質處理的工件，在最後一道淬火的時候，尺寸變化很小。此外，細珠光體的結構容易加工，

所以在最後精細加工後可以得到十分光滑的表面。像 X 和 XГ 合金鋼製的螺絲量具，一定要經過調質處理，以改善它的加工性。這種合金鋼在調質處理後，內部是細珠光體組織，硬度在洛氏 B 95~100（相當布氏 217~248）；這樣的硬度對於下一步加工螺絲工作是非常合適的。

在蘇聯 L 樣板工廠中，用 X 和 XГ 鋼製的螺絲量具調質處理的方法如下：

1. 加熱到 860°C，淬入油中冷卻；
2. 加熱到 700~720°C，在這個溫度保持 2~4 小時（根據工件的大小和要求的硬度而定），進行高溫回火。

尺寸比較小的量具，在高溫回火的時候，為了防止表面有氧化皮產生，要裝在盛滿生鐵屑的箱子中加熱，或者採用其他的方法以保護量具表面，使它不至於因為氧化作用而使尺寸變小。

在 L 樣板工廠中，先進工作者的經驗是：把螺絲量具加熱到 700~720°C，在這個溫度保持足夠的時間後，把爐溫降低到 680°C，再在這個溫度保持 10 分鐘到 2 小時（根據量具的尺寸而定）。這樣可以保證得到要求的硬度範圍（洛氏 B98）。

如果回火溫度太高（例如加熱到 760°C），或者保溫的時間過長，結果得到的硬度就低（洛氏 B88）；這樣的鋼，加工起來也不能叫人滿意。只有硬度在洛氏 B90~95 範圍內的 X 和 XГ 螺絲量具，加工起來最方便，而且加工以後，工件的表面最光滑。

蘇聯 L 樣板工廠出品的千分尺上面的螺釘，是用 Y12A（含碳 0.12% 左右）鋼來製造的。這種量具要求的精確性很高，在最後加

① X鋼的成分：0.95~1.1%C，≤0.4%Mn，≤0.35%Si，1.3~1.6%Cr。
XГ鋼的成分：1.3~1.5%C，0.45~0.7%Mn，≤0.35%Si，1.3~1.6%Cr。

工前也需要經過調質處理。工廠中處理的方法是這樣的：

1. 把螺釘放在火焰爐中加熱到 $860\sim 880^{\circ}\text{C}$ ，保持 $5\sim 10$ 分鐘，然後淬入油中冷卻；
2. 在熱的鹼性溶液中清洗；
3. 裝在盛滿生鐵屑的箱子中加熱到 700°C ，保溫 $3\sim 4$ 小時，然後爐冷下來。經過上面的方法處理後，工件的硬度在洛氏 B80~85。

最近「樣板」工廠採用在高溫回火時，把工件放在電爐中加熱到 720°C ，再保溫 12 小時的方法，來代替老的把工件裝在盛滿生鐵屑的箱子中加熱到 700°C ，再保溫 $3\sim 4$ 小時的方法。

新方法處理結果，硬度是洛氏 B80~88。

工件經過調質處理之後，就要進行精密加工（加工時留出研磨的尺寸），然後再熱處理。最後一道熱處理包括有滲碳、淬火和回火三個步驟。

2 滲碳 有些形狀比較複雜的量具像塞規、平規、缺口規等，在工作的時候只有表面部分經常跟工件磨擦，需要硬度很高，所以沒有必要全部淬硬。而且用普通鋼做，在淬火的時候容易淬裂或變形。因此這些量具常常用滲碳鋼來做。形狀複雜的環規和螺絲規，可以用合金滲碳鋼來製造，形狀比較簡單的塞規，可以用低碳滲碳鋼來製造。

量具的滲碳可以用固體滲碳、液體滲碳或氣體滲碳等方法。除了這三種主要的滲碳方法外，在新式的量具生產中，還有採用高溫碳氮共滲法（使工件表面同時飽和着碳和氮）的。許多重要的工件，用這種方法處理後，比用普通滲碳方法所得的結果更好得多。

一、固體滲碳法——外型卡規和缺口外卡規是用 10、15 和 20 號低碳滲碳鋼製成的，需要經過固體滲碳處理。固體滲碳劑的成分是：90~92% 泥炭製的焦炭，8~10% 碳酸鈉（鹼，蘇打）。

用過一次的滲碳劑，在第二次重新用的時候，要再加 30~40 % 新鮮的滲碳劑，來加強滲碳作用。

在固體滲碳時，把缺口外卡規或外型卡規放在用鋼板焊成的滲碳箱子中。箱子的尺寸最常用的有 500 公厘 × 300 公厘 × 300 公厘和 250 公厘 × 300 公厘 × 300 公厘兩種。

在工件裝箱以前，先在箱底放一層 40~50 公厘厚的滲碳劑，然後在上面放幾排工件，工件跟工件之間互相要隔開 20~30 公厘。當第一批工件放好之後，在上面鋪一層 30~40 公厘厚的滲碳劑，再放第二批。這樣一批一批逐層的放，直到最上面一層工件放好後，再鋪上 40~50 公厘厚的滲碳劑，然後合上箱蓋。沿箱蓋的四邊用黏土把縫密封住，這樣空氣就不會進到箱子中去，同時滲碳氣體也不能逃出來了。

等到箱子四邊塗的黏土乾了以後，就可以放到箱形爐中去，進行滲碳處理。在整個滲碳過程中包括三個階段：第一個階段是把箱子加熱到滲碳溫度；第二個階段是在滲碳溫度保持一段時間（從 5~10 小時）使箱子裏面的工件達到要求的滲碳深度和面層的含碳量；第三個階段從滲碳溫度冷卻下來。

1) 加熱到滲碳溫度：最好的滲碳溫度是 920~950°C，在這個溫度進行滲碳，可以保證面層含碳量達到 1~1.2%。加熱到 920~950°C 滲碳溫度需要的時間很難精確的計算出來，因為工件是裝在箱子裏，不能用溫度計測量，所以在工廠裏往往都是靠經驗來判定。蘇聯「樣板」工廠的工人，根據多年來操作的經驗，可以根據

滲碳箱的高度來計算加熱到滲碳溫度需要的時間：300 公厘高的滲碳箱，加熱到滲碳溫度需要經過 6 小時的時間；箱子高度每增加 5 公厘，加熱到滲碳溫度的時間要延長 1 小時。

2) 在滲碳溫度保溫的時間：在滲碳溫度保溫時間的長短，要看工件需要滲碳多深，需要滲碳的深度愈深，時間當然愈長。普通是以每小時滲碳 0.12~0.15 公厘深做標準來計算需要的滲碳時間的。表 1 介紹了蘇聯「樣板」工廠生產的各種量具的滲碳深度。

3) 冷却：滲碳以後，把箱子從爐子中取出來，放在空氣中冷却。如果爐冷下來，冷却速度太慢，工件表面的碳會結成網狀組織，這樣就使工件發脆，容易折斷。

滲碳箱在空氣中冷

表 1 各種量具的滲碳深度

工 件 名 稱	滲碳深度(公厘)
小型缺口外卡規	0.8~1.2
中型缺口外卡規	1.2~1.5
大型缺口外卡規	1.5~1.7
壓製的缺口外卡規	1.2~1.5
標準角規的側板條(尺寸小的)	0.8~1.0
標準角規的側板條(尺寸大的)	1.0~1.3
標準角規的內墊板(尺寸小的)	0.8~1.0
標準角規的內墊板(尺寸大的)	1.0~1.3

却到 200°C 以下時，可以開箱，把工件從滲碳箱中取出，然後送去淬火，使工件的表皮達到很高的硬度。

二、氣體滲碳法——近年來，在蘇聯製造量具的新式工廠中，都用氣體滲碳法來代替老的固體滲碳法。氣體滲碳法和固體滲碳法比較起來有下面幾個優點：

1) 整個滲碳過程可以縮短 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{2}$ 的時間；

2) 減少滲碳費用 20~40%；

3) 節省熱處理事間的生產面積（氣體滲碳加熱爐比固體滲碳加熱爐需要的尺寸小，爐子的數量也可以少，而且不需要有裝箱、

開箱和儲放固體滲碳劑的地方)，

4) 工作的時候，沒有煙、灰、滲碳劑等髒東西，所以對工作環境和工作人員的衛生有利；

5) 可以利用自動化和機械化設備裝置來控制加熱溫度、爐內氣體的壓力和氣體的成分；

6) 氣體滲碳時，由於加熱時間縮短，可以減少工件淬火後發生變形或扭曲等現象；

7) 工件在氣體滲碳後，可以直接淬火冷卻（由淬火爐中取出，等工件溫度降低到淬火溫度後，立刻淬入冷卻劑中冷卻）；

8) 氣體滲碳時，工件的加熱溫度和保持的時間，可以充分控制，而固體滲碳很難確知箱內工件什麼時候到達滲碳溫度，所以溫度和時間不能完全掌握。

(1) 滲碳氣體 表 2 是幾種常用的滲碳氣體的成分。

(2) 氣體滲碳的原理 氣體滲碳法就是把工件放在氣體滲碳爐中，然後通入滲碳氣體，使工件在高溫下（ 920°C ）跟滲碳氣體接觸發生作用。滲碳的手續分兩步完成：首先是滲碳氣體在高溫下分解，放出碳分，這種碳分的活動性很強，和工件接觸後會溶入工件的表面；第二步是已經溶入表面的碳分，繼續向內部進行擴散，使達到一定的深度。

在氣體滲碳的時候，影響到工件滲碳結果好壞的除了加熱溫度和時間外，還有爐內氣體的壓力和滲碳氣體的流量（每小時氣體流動的數量）兩個條件。氣體滲碳爐內的壓力要比爐外空氣的壓力（大氣壓力）高一些（保持在5~10公厘水柱高），這樣可以防止爐外空氣跑到爐子中去。爐內氣體的流量，也有一定的規定。如果氣體在爐子中流動的速度太快，那麼新鮮的滲碳氣體還沒有發生作用

表 2 幾種常用的滲碳氣體的成分

氣體名稱	氣體的成分 (%)						備 註
	二氧化碳 (CO ₂)	一氧化碳 (CO)	氫 (H ₂)	甲烷 (CH ₄)	乙炔 (C ₂ H ₂)	乙烷 (C ₂ H ₆)	氮 (N ₂)
蘇聯普里阿卓維亞 (Приазовья) 地方 的天然煤氣	<0.1	2.9	4.2	87	—	—	<5.0
煙用煤氣(照明氣)	3.0	12	45	30	4.5	—	6.0
分裂的丙烷(C ₃ H ₈) 和沒有分裂的丙烷 混合而成 (按5:1) 的滲碳氣	2.7	17.7	20	5.0	—	—	其餘
40%熱分解氣和60 %分裂氣混合而成 的滲碳氣(熱分解 和分裂煤油)	0.5	12~18	66~70	10~20	煤類 (C _n H _{2n}) 2~5%	—	其餘
							不含乙炔(C ₂ H ₂)、乙烷 (C ₂ H ₆)，在滲碳時不需 加入燃燒生成物 不需要精煉 丙烷(C ₃ H ₈) 在 940°C 分裂，在分裂作用時每 1 分丙烷需要加 8 分空 氣 1) 乾油在 830°C 熱分解 2) 有水蒸氣存在時，加 熱到 960~970°C 進 行分裂作用

就要排出來，這樣是很浪費的。如果流動速度太慢，會使滲碳作用減低，也就延長了滲碳的時間。最合適的氣體流動的速度，是要保證氣體和爐內全部工件均勻的接觸。滲碳的時間是根據滲碳溫度和要求滲碳的深度來決定的。

表3是加熱到900~920°C時，滲碳時間跟滲碳深度的關係。從表3上可以看出，得到同樣深度的滲碳層，用氣體滲碳法需要的時間，比固體滲碳法要少 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ 左右（跟前面固體滲碳法比較一下）。

表3 氣體滲碳時，滲碳時間跟滲碳深度的關係

滲碳時間(小時)	滲碳深度(公厘)
6~7	0.5~0.8
7~9	0.8~1.0
9~11	1.0~1.2

(3)氣體滲碳的設備 在蘇聯[樣板]工廠新建的熱處理車間中，採用的是連續式的氣體滲碳爐。這種設備裝置是由滲碳爐(附有降溫室)、淬火槽、清洗機和回火爐等部分組成。滲碳工件裝在淺底盤中，從滲碳爐的一端由推送器推入爐內。工件在滲碳爐中滲碳後進入降溫室，使工件的溫度從920°C降低到淬火溫度(760~780°C)，之後淬入油中冷卻。這種直接淬火的方法，可以簡化熱處理的手續，減少工件加熱的次數，因此也減少了工件的變形。

用連續式氣體滲碳的設備，可以大大地減少工人的勞動強度，使整個熱處理操作過程自動化和機械化。

目前我們的工廠中，還沒有這種連續式氣體滲碳的設備。隨着五年計劃經濟建設的發展，在不久的將來，這種新穎的熱處理爐，將在祖國無數新建的工廠中出現。

三、液體滲碳法——氣體滲碳法雖然有很多優點，但是採用設備的費用很高，爐子的構造也比較複雜。液體滲碳用的設備很簡單，除了通常的淬火設備如加熱爐、油槽、水槽和必需的傢俱外，最

主要的是一個鹽池。它最適合於小型的工件，像量具、刀具等。

液體滲碳用的鹽液的成分，可以分成兩類：第一類是含氰化物的滲碳鹽；第二類是含碳化矽的滲碳鹽。

1) 含氰化物的滲碳鹽^① 表4是常用的幾種含氰化物的滲碳鹽的成分。其中編號96~98和編號75的滲碳鹽，因為氰化鈉的含量最高(97% NaCN)，

表4 含氰化物的滲碳鹽的成分

所以滲碳作用最強。

當鹽池中的鹽液因不斷地工作使氰化物的濃度減低時，可以用來補充和加強，使鹽液中氰化物的含量保

編 號	化 學 成 分 (%)			溶化溫度 (°C)
	氰化鈉 (NaCN)	氯化鈉 (NaCl)	碳酸鈉 (Na ₂ CO ₃)	
96~98	97	—	2.5	560
75	75	22.5	2.5	570
45	45	18.0	37.0	625
30	30	40.0	30.0	625

持在一定的範圍，以保證滲碳作用的進行。

編號45的滲碳鹽，是直接用來滲碳的。這種滲碳鹽使用的結果很好，滲碳溫度是820~850°C。編號30的滲碳鹽，氰化物的含量比較低，除了做液體滲碳劑外，還可以加在工件淬火加熱時用的加熱劑中(加10%左右)。工件在含氰化物的鹽液中加熱，不會有脫碳現象發生。

量具在液體滲碳時的操作方法非常簡單，詳細的工作步驟介紹如下：

1. 把量具浸入滲碳鹽池中加熱，滲碳溫度在830~840°C，加熱時間是15~75分鐘；

① 用這種滲碳鹽滲碳的結果，在工件表面同時含有碳和氮兩種元素(含碳在1.0%，氮在0.2~0.4%左右)，淬火後表面硬度比普通用固體或氣體滲碳後工件表面的硬度要高。這種方法又可以叫做碳氮共滲碳法。

2. 到規定時間後，把量具從鹽池中取出，然後淬入水中或油中冷卻；

3. 在 5% 碳酸鈉溶液（蘇打溶液）中清洗；

4. 加熱到 $120\sim 150^{\circ}\text{C}$ 進行低溫回火（人工穩定處理）。

表 5 是 20 號鋼（含碳 0.20% 左右）在 $830\sim 840^{\circ}\text{C}$ 液體滲碳時，延長滲碳時間對於滲碳深度的影響。

淬入油中冷卻的量具，變形很小，而淬入水中冷卻容易發生變形，變形的範圍不許超過研磨的留量（0.03～0.05 公厘）。

為了加速滲碳的作用和加深滲碳層的深度，蘇聯最近研究出一種新的含氰化物的滲碳鹽。這種滲碳鹽採用 [黑鹽] 來代替氰化鈉。黑鹽的滲碳（和滲氮）能力比氰化鈉還要強。

表 5 滲碳時間與滲碳深度的關係

保溫時間	滲碳深度(公厘)
15分鐘	0.12
30分鐘	0.16
45分鐘	0.25
1小時	0.35
1小時15分鐘	0.40
1小時30分鐘	0.42

黑鹽含氰胺鈣 $[\text{Ca}(\text{CN})_2]$ 36% 左右，含氰化鈉 (NaCN) 不到 10%，其餘是氯化鈣 (CaCl_2)。

在工作的時候，先把六份氯化鈣和四份氰化鈉混和後，放在直徑 400 公厘，深 200 公厘的鹽池中，加熱到 880°C ，然後用杓子把鹽池中結起的鹽渣清除掉，再加入 6% 的黑鹽（指全部鹽的重量的 6%）。

黑鹽是分兩次放入的；第一次先放一半，當黑鹽放到鹽池中去的時候，在鹽液表面有泡沫產生，這種現象要繼續五分鐘，然後再把它餘的一半放進去，同樣要等到泡沫消除以後，才可以開始進行滲碳處理。

要滲碳的工件在放到高溫鹽池中去以前，最好先在低溫爐中預熱到 $400\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。形狀簡單的工件可以直接放在鹽池四邊烘熱一下就可以了。形狀複雜的和要求比較高的工件，需要放在箱形爐或低溫鹽槽中預熱。低溫鹽液的成分是：60% 氯化鈣和 40% 氯化鈉。

工件浸在黑鹽中滲碳，深度可達 1.0 公厘，表面含碳量最高達 $1.1\sim 1.2\%$ ，而含氮量比較低，大約是 0.2% 。

在工作的时候，因為氰化物的分解作用，使鹽池的滲碳能力逐漸減低，所以每隔 $2\sim 3$ 小時，需要再加入黑鹽 3% 左右。工廠的實驗室爲了幫助車間掌握鹽液的正確成分，在每班工作中（8 小時）要取一些鹽液去分析它的成分，來指導生產工作的進行。

表 6 是含氰化物鹽池的成分。

表 6 含氰化物鹽池的成分

名 稱	鹽池的成分 (%)				
	氰化鈉 (NaCN)	氰化鈣 (Ca(CN) ₂)	氯化鈉 (NaCl)	氯化鈣 (CaCl ₂)	碳酸鈉 (Na ₂ CO ₃)
含氰化鈉的加深鹽池	15~25	—	25~30	—	50~55
含黑鹽的加深鹽池	—	0.5~1.5	38	60	—
高碳鋼加熱用的氰化鹽池	15~25	—	25~30	—	50~55
中碳鋼加熱用的氰化鹽池	10~15	—	30~35	—	50~55

2) 含碳化矽的滲碳鹽 這種滲碳鹽的成分是：75~85% 碳酸鈉(Na₂CO₃)，15~10% 氯化鈉(食鹽，NaCl)和 10% 碳化矽(SiC)^①。滲碳溫度範圍在 $815\sim 860^{\circ}\text{C}$ (含碳低於 0.2% 的低碳鋼，滲碳溫度在 $840\sim 860^{\circ}\text{C}$ ，含碳在 0.3~0.4% 的中碳鋼，滲碳溫度在 $815\sim$

① 純碳化矽的熔化溫度是 2200°C ，但加了氯化鈉以後，混合物的熔化溫度降低到 600°C 左右。

840°C), 溫度再高, 就容易在鹽池中結起很多鹽渣, 對工作有很大妨礙。

平常在工作的時候, 也要定期地清除鹽渣。每隔 6~8 小時, 需要加 2~3 % 碳化矽(指全部鹽的重量的 2~3 %)作補充用。

表 7 是 20X 鋼(含碳 0.15~0.25%, 鉻 0.7~1.0%) 加熱到 850°C 滲碳時, 滲碳時間對於面層含碳量的關係。

3 淬火和回火 工件
滲碳以後, 要進行淬火和回火, 使表皮有很高的硬度。

表 7 滲碳時間跟面層含碳量的關係

離表面層 的深度 (公厘)	在 850°C 保持以下時間(小時)的 含碳量(%)			
	0.5	1.0	2.0	3.0
0.1	0.44	0.60	0.90	1.06
0.2	0.30	0.42	0.60	0.88
0.3	0.20	0.28	0.50	0.81
0.4	0.20	0.24	0.42	0.78
0.5	0.20	0.24	0.34	0.81
0.6	0.20	0.20	0.32	0.76
0.7	0.18	0.20	0.28	0.60

X 和 XΓ 鋼製的量具淬火時, 是淬入 15~30°C 的油中冷却的。這種合金鋼油淬後比 y10 和 y12 碳鋼製的量具油淬後的內應力要小, 因此變形也少。所以

形狀複雜的和精密的量具都用 X 和 XΓ 合金鋼製造。

細長的和形狀複雜的量具, 最好用分段淬火法。把加熱到淬火溫度的工件, 淬入 150~200°C 的熱油中或溶鹽中冷却(鹽液的成分是 50% 硝酸鉀(KNO₃) + 50% 亞硝酸鈉(NaNO₂) 溶點 155°C, 工作溫度是 200°C), 這樣可以減少工件的內應力, 使工件淬火後不會變形。

各種量具在加熱到淬火溫度以前, 一定先要放在箱形爐或低溫鹽池中進行預熱。在高溫加熱時, 量具在加熱爐中需要加熱的時間可以根據表 8 的數據來計算。

表 8 加熱時間的計算

加熱劑	加熱溫度(°C)	加熱的鋼料	加熱速度 (每10公厘直徑需要 加熱的時間)
鎢池	780~820°C	碳鋼和合金鋼	1
鹽池	780~820°C	碳鋼和合金鋼	2
加熱爐	780~820°C	碳鋼和合金鋼	8~10

表上的數據，只可以用來參考。在實際工作的時候，最好要根據爐內加熱工件的數量和加熱的條件等因素，試驗後決定。

淬火以後進行低溫回火，也就是人工穩定處理。把硬化的量具，加熱到 120~160°C，在這個溫度保持相當時間，目的是幫助淬火後的不穩定組織快些變成穩定的組織。在這種變化中也會引起體積的變化。經過人工穩定處理後，不穩定的組織可以很快的變完，以後就不再變了。

對於精密度特別高的量具，可以經過兩次人工穩定處理：第一次在熱處理或粗磨以後進行，把工件加熱到 120~160°C，保持 10~15 小時；第二次在精磨以後進行，把工件放在油池中加熱到 120~160°C，保持 10~15 小時。這樣可以絕對保證量具在以後使用時，尺寸不會發生變化。對於普通的量具，只要經過一次人工穩定處理就可以了。

4 磨損的量具修復的方法 量具經過長時間的使用後，因為不斷的摩擦作用，表面會磨掉一層。這樣尺寸就不準確，當然不能用它來檢驗別的工件了。

下面來談談怎樣利用熱處理方法來修復磨損的量具。

量具經過淬火和低溫回火(人工穩定處理，溫度在 120~160°C)後，雖然極大部分不穩定的組織都變成穩定的組織，但是還多

少保留一些未轉變的組織，這就是我們普通叫的剩餘奧氏體。鋼中含合金元素愈高，淬火後保留的剩餘奧氏體的數量也愈多。

磨損的合金鋼量具(直徑減小了)，如果用長時間的回火方法(放在 230°C 的油中煮 $2 \sim 5$ 小時)，使剩下來的一部分未轉變的組織轉變過來，結果直徑會增加一些，補足了磨損的部分。經過這樣熱處理的量具，硬度會減低一些，但直徑可以增大，這樣還可以用一個時期。

表 9 是螺絲樣板在 230°C 低溫回火 4 小時後，直徑和硬度的變化情形。

表 9 螺絲樣板在 230°C 低溫回火 4 小時，
平均直徑和硬度的變化

尺寸大小(公厘)	螺絲樣板的平均直徑 (公厘)		回火後平均 直徑的增加 (公厘)	硬度 (Rc)	
	回 火 前	回 火 後		回 火 前	回 火 後
56×2 不通過	55.330	55.380	0.050	60	60
56×2 通 過	55.097	55.146	0.049	62	61
76×2 通 過	74.663	74.723	0.060	62	62

比如，直徑 76.663 公厘的樣板，經過回火後，直徑就增加了 0.060 公厘。

表 10 是螺絲樣板在 230°C (油中)低溫回火的時間對於平均直徑增加的影響。

有些高合金鋼量具，淬火後保留的剩餘奧氏體的數量很多，可以採用多次回火法使這些不穩定的組織完全轉變，這樣直徑也可以增加得大些。

除了用人工穩定處理外，也有冰冷處理的。這種處理能使經過熱處理後的量具尺寸穩定，不生變形。進行冰冷處理的方法，就是

表10 螺絲樣板在 230°C (油中) 低溫回火
的時間跟平均直徑增加的關係

在 230°C 保溫 的時間(小時)	平均直徑的增加(公厘)			
	2M10×0.75	2M27×1.5	3M76×2	2M130×2
1	—	0.010	0.021	0.022
2	0.001	0.014	0.040	0.037
3	0.002	0.026	0.057	0.046
4	0.003	0.031	0.060	0.077

把經過熱處理的量具放在零下80°C 的冰箱中保溫 1~2 小時,然後取出來,立刻加熱到 150~180°C 進行低溫回火(或者在沸水中煮 1~2 小時)。冰冷處理之後,組織的轉變會引起體積的變化,內應力一定增加,低溫回火的目的是為了消除內應力。

量具經過冰冷處理後,由於硬性馬丁體組織的增加,硬度可達洛氏 C 65~67,這對於防止量具的磨損有很大幫助。

二 蘇聯量具材料的試驗標準

我們知道,材料的好壞對於產品的質量有非常重要的影響。在煉鋼廠裏,熔煉製造量具材料跟熔煉普通鋼料不同,要控制得十分嚴格。每一爐鋼要經過很多次各種各樣的試驗。下面是蘇聯國家科學研究院在熔煉量具材料的時候,必需進行的各種試驗的內容。

一、化學分析——每一爐鋼需要取出兩個試樣來分析它的化學成分。

二、顯微組織——從每三根鋼條中,取出一個試樣,檢查它的顯微組織(放大 360~500 倍)和碳化物的分佈情形。

三、非金屬雜質——同一爐鋼澆鑄出來的鋼條,每五根中取出

一個試樣，檢查它的非金屬雜質（氧化物、氮化物、硫化物和磷化物等）的含量和分佈情形。

四、粗相組織（肉眼組織）——直徑 25 公厘以下的鋼條，每批抽取 10% 左右，檢查它的斷面組織。直徑大於 25 公厘的鋼條，每批至少抽取三個試樣，把試樣切成圓錐形，用酸液浸蝕後，放大 50 倍或用肉眼觀看。

五、硬度——每批抽取 5 % 左右試驗硬度。

在試驗的時候，抽驗的試樣中如果有不合格的，那末在全部試驗結束後，需要抽取雙倍數量的試樣重新試驗。當第二次試驗時，發現仍有不合格的，那末這批鋼料就全部報廢。

量具製造廠在收貨的時候，是根據鋼料的硬度來驗收的。蘇聯 [樣板] 工廠驗收鋼料硬度的標準如下（可供參考）：

碳工具鋼：Y7A, Y8A, Y8ΓA..... 布氏 187（一般是 156~187）

Y10A, Y10ΓA 布氏 197（一般是 163~197）

Y12A..... 布氏 207（一般是 170~207）

Y13A..... 布氏 217（一般是 170~217）

（A 是表示高級鋼，Y 是表示碳鋼，數目字表示小數點下的含碳的百分量）

合金鋼：X12..... 布氏 269~217

XΓ 布氏 241~197

X..... 布氏 229~187

在鋼料的顯微組織中，不允許有網狀碳化鐵和厚片狀的珠光體存在。