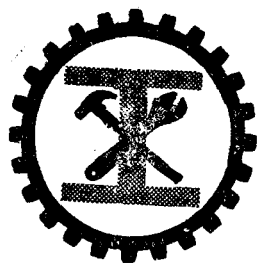


機械工人活葉學習材料

切削刀具熱處理

上 冊

孫一唐編譯



上 冊 機械工業出版社

出版者的話

在每一個機器工廠裏，都需要用各種各樣的刀具來加工機件，而所有的刀具都必須經過精確的熱處理。刀具熱處理的方法跟一般機件的熱處理方法不同，它對熱處理的要求很高，因為處理結果的好壞，是會影響到刀具的使用壽命的。

這本《切削刀具熱處理》介紹了蘇聯工具工廠切削刀具的熱處理方法，同時對工具鋼的成分和檢驗方法也作了詳細的說明。內容具體，是六、七級熱處理工必讀的材料，是現場工作者很好的參考材料。

本書分成上下兩冊。這本小冊子是上冊，介紹了刀具一般熱處理的原理。下冊所介紹的是各種刀具的熱處理方法。

編譯者：孫一唐 文字編輯：顏一琴 責任校對：俞治本

1953年7月發排 1953年9月初版 1—13,000冊
書號 0325-9-76 31×43¹/₃₂ 20千字 16印刷頁 定價 2,000元(丙)

機械工業出版社(北京歷甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

中國圖書發行公司總經售

一 切削刀具應具備哪些條件

工廠裏用來加工（車、銑、鑽、鉋等）工件的各種刀具都叫做切削刀具。切削刀具應具有很高的硬度，至少要比被加工工件的硬度高，這樣才能夠把工件被加工部分的材料撕成碎屑（鐵屑）。

在工作的時候，刀具的切削刀刃不斷地跟撕下來的碎屑接觸，也就是說，切削刀刃跟碎屑發生連續的摩擦作用，而使刀刃部分很容易磨損壞。所以，切削刀具除了要求有很高的硬度外，還必須具有很強的抵抗磨損的能力（我們把它叫做抗磨性）。

切削刀具因為長時間的工作，不斷地和工件表面接觸發生摩擦作用，所以使刀具、工件的表面和切下來的碎屑都發生高熱。在切削速度比較低或者加工材料比較軟的時候，切下來的碎屑也比較少，刀具工作起來容易，所以刀具受熱的情況不會十分嚴重。如果切削速度很高（像高速切削時，切下來碎屑的溫度有 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，所以在黑暗中看，發櫻紅色），而被加工的材料又是比較硬的，撕下來的碎屑也比較多，這樣，刀具在切削的時候吃力很大，刀刃部分就要發生很高的溫度。所以在負荷較高（吃力較大）的情況下進行切削工作時，切削刀具一定要具有熱硬性。就是說，刀刃部分雖然被加熱到較高溫度，還應當保持它的一定硬度，而不影響刀具繼續進行切削工作。

在正常的工作情況下，切削刀具還可能偶而受到震動和衝擊，所以除了要具有很高的硬度、抗磨性和熱硬性以外，切削刀具還要有足夠的韌性性質。這樣，就不容易折斷和脆裂。

二 碳工具鋼和合金工具鋼的化學成分

負荷較輕就是吃力較小的切削工作所用的切削刀具，多半是用碳工具鋼或者合金工具鋼製成的。負荷較大的切削工作，就需要用高速鋼製成的切削刀具來進行工作，關於高速鋼的切削刀具在後面還要詳細談到。下面是製造切削刀具用的碳工具鋼和合金工具鋼的化學成分(表1)。

表1 碳工具鋼和合金工具鋼的化學成分

鋼類	鋼號	化 學 成 分 (%)					
		碳(C)	錳(Mn)	矽(Si)	鉻(Cr)	鎢(W)	鉬(V)
碳工具鋼	Y10	0.95~1.09	≤0.30	≤0.35	≤0.20	—	—
	Y10A	0.95~1.09	0.15~0.25	≤0.30	≤0.20	—	—
	Y12	1.10~1.25	≤0.30	≤0.35	≤0.20	—	—
	Y12A	1.10~1.25	0.15~0.25	≤0.30	≤0.20	—	—
合金工具鋼	X	0.95~1.10	≤0.40	≤0.35	1.3~1.6	—	—
	XΓ	1.30~1.50	0.45~0.70	≤0.35	1.3~1.6	—	—
	XBΓ	0.90~1.05	0.80~1.10	0.15~0.35	0.90~1.20	1.2~1.6	—
	9XC	0.85~0.95	0.30~0.60	1.20~1.60	0.95~1.25	—	—
	9XBΓ	0.85~0.95	0.90~1.20	0.15~0.35	0.5~0.8	0.5~0.8	—
	XB5	1.25~1.50	≤0.30	≤0.30	0.4~0.7	4.5~5.5	—
	X12M	1.45~1.70	≤0.35	≤0.40	11.0~12.5	0.5~0.8 鉬(Mo)	0.15~0.30

註 Y10A 和 Y12A 含硫和磷的數量要比 Y10 和 Y12 少。

三 碳鋼和合金鋼切削刀具的熱處理方法

1 碳鋼切削刀具的熱處理方法 用碳鋼製成的刀具不能承受劇烈的衝擊，因為它的刀刃具有很高的硬度。所以用碳鋼製成的鑽頭、鉸刀、銑刀、螺絲攻、板牙等刀具，如果受到劇烈的衝擊就會折裂。

製造切削刀具的碳鋼，含碳都在0.83%以上，所以是屬於高碳鋼範圍內。這種鋼經過淬火以後還有未溶解的碳化鐵 (Fe_3C) 存在，所以結構組織是硬質的馬丁體和未溶解的碳化鐵。馬丁體和碳化鐵都是很硬的組織，所以能够提高切削刀具的抗磨性能。

表2是各種碳工具鋼熱處理的溫度。

表2 碳工具鋼熱處理的溫度

鋼 號	退火(或燜火)		淬 火		回 火	
	溫度($^{\circ}\text{C}$)	布氏硬度	溫度($^{\circ}\text{C}$)	洛氏C級硬度	溫度($^{\circ}\text{C}$)	洛氏C級硬度
Y10、 Y10A	760~780	197	770~330	62~65	160~180	60~63
Y12、 Y12A	760~780	207	760~790	62~65	160~180	60~63

一、退火(或燜火)——一般刀具都是鍛造出來的，又經過機械加工，所以一定會產生內應力和組織不均勻等毛病。如果不經過退火處理，那末在以後淬火的時候，容易發生變形和淬裂的情形。所以刀具在淬火以前，必須進行退火。刀具退火的主要目的有三個：1)消除內應力；2)使刀具變軟容易加工；3)使結構組織均勻。

退火的方法是這樣的：把刀具裝在鐵筒或者鐵箱中，在刀具的四周用鐵屑(或木炭粒)填滿，然後用耐火黏土把箱蓋封好，放到爐

子中去加熱(加熱到 A_{c1} 臨界溫度以上 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$)，等加熱到退火溫度後保持一段時間，在爐中冷卻下來。冷卻速度不要超過每小時 40°C ，等爐冷到 650°C 以下，就可以取出，在室內空氣中繼續冷卻到室溫為止。

二、淬火——加工好了的刀具，一定要經過淬火，使得到很高的硬度(洛氏 C 級 $60\sim 65$)。淬火的時候，把碳鋼刀具加熱到 A_{c1} 以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，然後急速淬入水中冷卻(高碳工具鋼也可以用油淬，但是油淬後的硬度不及水淬的高)。水淬的刀具硬度很高，但是硬化層並不很深，而且由於劇烈的冷卻作用(水淬)，在結構內部會引起很大的內應力，甚至於造成碎裂現象。所以最好是先淬入水中，但不冷卻到底，等溫度降低到 $200\sim 150^{\circ}\text{C}$ 時，迅速地把刀具從水中取出，移到油中繼續冷卻，直使它完全冷卻到室溫為止。

但是這種淬火方法，需要有相當的操作經驗和熟練的技術才行，因為不容易確定工件應該在什麼時候從水中取出移到油中去冷卻。如果從水中取出時間太早，工件內部的組織還沒有轉變成堅硬的馬丁體，結果使硬度減低。對於粗厚的工件，如果從水中取出的時間太早，心部還沒有足夠的冷卻，使一部分餘熱由心部向外擴散，這樣就會使表面的馬丁體組織回火，硬度降低。但是在水中停留時間太久，又容易發生淬裂和變形的危險。所以究竟應該在水中停留多少時間取出才最合適，就需要靠實際工作的經驗了。

下面介紹三種工廠裏常用來確定提出時間的經驗方法。

1) 水聲確定法：鋼淬入水中，最初水因沸騰而發出聲音，等到這個聲音快消滅的時候，水會發出一種「休，休……」的聲音，在這個時候把工件從水中提出最為合適。如果用小型的鐵箱淬火，聽到的聲音最清楚。

2) 震動確定法: 鋼淬入水中, 最初會發生一種「撲魯, 撲魯……」的震動傳到手上 (如果是板狀的刀具, 這種感受比較明顯), 在震動將要停止的時候, 急速把工件從水中提出。

3) 厚度確定法: 由工件的厚度來決定時間。根據每 3 公厘厚在水中停留 1 秒鐘, 那麼 24 公厘厚的刀具, 投入水中經過 8 秒鐘之後, 就要立刻提出。用這個方法比較方便, 任何人都能學會。

還有一個較好的淬火方法, 可以減少刀具的內應力、變形和碎裂等情形發生。這個方法叫做馬丁體等溫淬火法。就是把刀具先淬入 $220\sim 230^{\circ}\text{C}$ (或者 $160\sim 170^{\circ}\text{C}$) 的鹽槽中, 在這個溫度保持一段時間, 使刀具各部分的溫度均勻後, 再取出放在空氣中繼續冷卻到室溫。根據工作的經驗, 淬入高溫 $220\sim 230^{\circ}\text{C}$ 鹽槽中比淬入低溫 $160\sim 170^{\circ}\text{C}$ 的鹽槽中要好, 因為當刀具從 $220\sim 230^{\circ}\text{C}$ 的鹽槽中取出時, 內部組織仍舊是柔軟的奧氏體, 所以對於細長的刀具很容易進行校直工作。如果淬入 $160\sim 170^{\circ}\text{C}$ 的鹽槽中冷卻後, 鋼的組織已經開始轉變為馬丁體, 所以要進行校直工作就很困難了。

這種淬火方法對於碳工具鋼製的小型刀具是很適用的。直徑在 7 公厘以下的刀具可以淬入 $220\sim 230^{\circ}\text{C}$ 的鹽槽中, 而直徑在 7 公厘以上到 15 公厘為止的刀具最好淬入 $160\sim 170^{\circ}\text{C}$ 的低溫鹽槽中冷卻。

對於大型的碳工具鋼刀具, 不能採用這個方法來淬火。因為碳工具鋼的臨界冷卻速度 (就是使結構組織全部轉變為馬丁體的最低冷卻速度) 較高, 直徑在 15 公厘以上的刀具, 用這個方法淬火後, 不能全部得到馬丁體組織, 結果硬度減低。

三、回火——淬火後的碳工具鋼刀具, 一定要經過回火, 以消除淬火的應力。切削刀具的回火溫度一般是在 $160\sim 240^{\circ}\text{C}$ 。有些

刀具要求硬度很高的，可以在低一些溫度回火，而有些刀具要求韌性較好的，回火溫度可以高一些。回火的時間是根據刀具尺寸的大小而定，一般是1～2小時。

2 合金鋼切削刀具的熱處理方法 合金工具鋼的抗磨性和硬化性要比碳工具鋼好得多，所以合金工具鋼的刀具可以淬入油中冷卻，這樣可以減少變形和碎裂的危險。

鉻鋼製成的刀具，淬火以後硬度很高，硬化層也很深，抗磨性好，變形很小，所以用來製造修理和刻模工作用的切削刀具，如鑽頭、銼刀、錐坑鑽頭和淬火後要求扭曲較小的螺絲攻，以及尺寸較小的鉸削速度較低的鉸刀等，最為合適。

9XC 鋼適宜於用來製造要求扭曲較小的刀具。

XΓ 和 XBΓ 鋼製成的刀具，淬火後變形極小(XBΓ 鋼的加工性和變形程度比 XΓ 鋼更好些)，可以用來製造細長形的刀具，如鑽頭、銼刀、錐坑鑽頭、螺絲攻和鉸刀等。

XB5 鋼在蘇聯又叫做金剛鋼，可以用來製造車整刀具和切削硬度較高的工件用的銼刀和切刀，但是切削速度不能太高。

X12M 鋼可以用來製造螺絲模和鉸刀。

表3是合金鋼切削刀具熱處理的溫度。

表3 合金鋼切削刀具熱處理的溫度

鋼 類	臨界點 Ac ₁ (°C)	退火(焯火)		淬 火		回 火	
		溫 度 (°C)	布氏硬度	溫度(°C)	洛氏C 級硬度	溫度(°C)	洛氏C 級硬度
X	750	780~800	187~229	820~840	62~64	170~200	60~62
XΓ	740	780~800	197~241	820~840	62~64	170~200	60~62
XBΓ	750	780~800	207~251	790~820	63~65	190~210	62~64
9XC	770	820~840	187~229	840~860	62~64	160~240	61~63
9XBΓ	760	780~800	197~241	810~830	62~64	170~200	60~62
XB5	760	780~800	229~283	850~860	65~67	120~150	65~67
X12M	810	850~870	207~255	1100~1150	49~45	525(二次的)	61~63

合金工具鋼製成的刀具，退火後的冷却速度（爐冷）要比碳工具鋼刀具低；一般是以每小時 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的速度冷却，等爐溫降低到 $700\sim 650^{\circ}\text{C}$ 以下，再從爐中取出，放在空氣中繼續冷却。合金工具鋼刀具可以用等溫退火法來處理；就是把刀具加熱到高溫，接着很快的淬冷到 A_{c1} 臨界點以下 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的溫度，在這個溫度保留一段時間，使刀具各部分的溫度均勻後，再取出放在空氣中冷却下來。

合金工具鋼的硬化性好，所以多半是淬入油中冷却。直徑在 20 公厘以下的合金工具鋼刀具，也可以淬入 $180\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的硝酸鹽槽中冷却。這樣，淬火以後內應力較小，不會有淬裂的危險，所以不需要用等溫淬火法來處理。

XB5 鋼製成的刀具，可以淬入水中冷却，但淬火溫度最好要低一些（ $800\sim 820^{\circ}\text{C}$ ）。

四 碳鋼和合金鋼刀具的加熱時間和淬火方法

碳鋼和合金鋼刀具在加熱到高溫以前，最好先經過一次預熱，預熱溫度在 $400\sim 600^{\circ}\text{C}$ 。尤其是含合金元素較多的合金鋼，它的導熱能力較差，所以必需預熱一次，然後再加熱到淬火溫度。這樣可以減少工件內外層的溫度差，避免在冷却時發生變形或碎裂的危險。

刀具在高溫加熱的時間和加熱爐的性質有很大關係。在鉛槽中加熱時，刀具每公厘直徑（或厚度）需要的加熱時間是 $6\sim 8$ 秒鐘。在鹽槽中加熱時，需要 $12\sim 14$ 秒鐘。在箱形電爐中加熱，刀具每公厘直徑（或厚度）需要的加熱時間最長，大約 $50\sim 80$ 秒鐘左右。

碳工具鋼刀具在高溫加熱的時間可以比上面的規定縮短一些，而合金工具鋼刀具的加熱時間要長一些。

在淬火的時候，刀具浸入冷卻劑中的方式是否恰當，對於淬火的結果也有很大的影響。最好是一個挨一個，或者一小批一小批的沿着固定的方向淬入冷卻劑中冷卻。這樣可以保證冷卻劑均勻地跟刀具的刃部接觸，淬火後使每個刀具都能達到要求的最高硬度。如果淬得不好，會引起刀具的變形，這一點應該特別留意。對圓柱形細長的刀具，如螺絲攻、鉸刀、螺旋形鑽頭（麻花鑽頭）等，一定要垂直地淬入冷卻劑中冷卻。圓的盤形刀具如圓盤銑刀、圓鋸片等，要沿軸的水平位置淬入冷卻劑中冷卻。

刀具淬入冷卻劑中以後要不斷地運動，使各部分冷卻均勻，這一點也是十分重要的。像棒形的鑽頭、螺絲攻等刀具，在冷卻劑中不能沿水平方向運動，必須沿着垂直的方向上下運動。

五 工具鋼品質的檢驗

工具鋼品質的好壞，對於切削刀具的使用壽命有直接影響。所以製造切削刀具的工廠，在每一批工具鋼進廠的時候，都要經過嚴格的檢驗。檢驗工作包括的內容很多，有下面幾項：

1) 分析化學成分：如果鋼料的成分跟標準規格不符，就會使熱處理工作增加很多困難。因為在大量生產的工廠中，所有的操作都是按照預先製訂好的操作規程來進行的，如果某一批鋼料的成分改變了，就會影響到全部操作規程的進行。而且由於這樣的返工，會增加廢品的百分率，提高了刀具的生產成本。同時，製造出來的刀具也沒有達到規定的標準。

2) 檢查金相組織：工具鋼中不允許有非金屬雜質存在，如硫化

物、氧化物等。所以必須從每一批鋼料中抽取幾個試樣，磨光後用酸液腐蝕，然後放在顯微鏡下放大 360~500 倍進行金相檢驗。

在鋼料中的硫化物，多半是硫化錳(Mn S)，它是灰色的呈細長形狀，而鋼中的氧化物的形狀像一串串的鉸鏈，所以在顯微鏡下是很容易分辨出來的。

如果非金屬雜質在鋼中存在的數量很少，那麼對鋼的品質影響還不太大，如果含非金屬雜質的數量很多，或者含量雖然不多但是聚集在一起而成粗塊狀，這樣的鋼，製成的刀具，在工作的時候就容易損壞，很不經用。

工具鋼如果鍛造得不好，在鋼中會有碳化物網狀組織或者大塊的碳化物存在，這樣就大大的減低了刀具的切削性能。經過金相檢驗的鋼料，如果發現有這種毛病存在，可以用淬火或高溫退火的方法來改正。

3) 檢查粗相組織(肉眼組織)：工具鋼中不允許有氣孔存在。氣孔對刀刃部分特別有害，會使刀刃不堅固，而在工作時容易折裂。氣孔在鋼中分佈的位置不是固定的，有的分佈在鋼料的邊緣上，有的分佈在中心部分(如圖 1)。有了氣孔的鋼，在某些情況下，我們

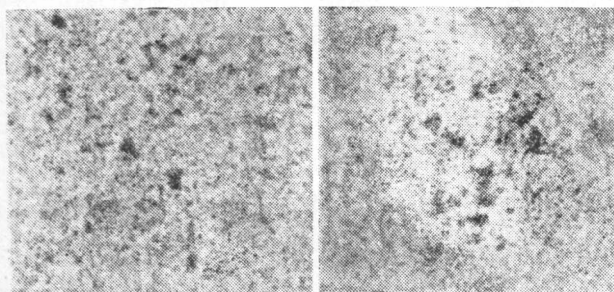


圖1 鋼中的氣孔。左——一般氣孔；右——中心氣孔。

可以根據各種刀具不同的切削條件，分別加以利用。如中心部分有氣孔的鋼，不可以拿來做盤形銑刀，因為盤形銑刀的刀刃部分接近中心，但可以用它來製造螺絲攻，因為螺絲攻的切削刀刃在表面四周的邊緣上。

不正確的鍛造方法（如錘力太大，鍛造溫度太低），容易產生內裂紋和外裂紋。鋼中有了裂紋存在，跟氣孔一樣都會影響到製成刀具的品質。

在檢查的時候，發現氣孔要比發現裂紋更困難一些，尤其是細微的氣孔，肉眼看不見，需要用酸液腐蝕後，放在顯微鏡下進行檢查。

4) 試驗硬度：每一批鋼料必需抽 5 % 來試驗硬度。碳工具鋼的硬度規定在布氏 160~210 之間（含碳愈高，硬度也愈高）。合金工具鋼的硬度規定在布氏 185~260 之間。如果鋼料的硬度太高，會增加加工的困難，而且加工以後，工件的表面很不光滑，切削刀具也容易受損。

硬度不合規定的鋼料，要重新退火，使硬度減低。

5) 試驗硬化性：鋼的硬化性（就是淬硬的程度）對刀具的品質影響也很大。有些刀具像鑽頭淬火後要全部硬透（淬透）。而有些刀具像螺絲攻、銑刀等只要表面層淬硬（到一定深度）就可以了，中心部分必需保持相當的韌性。

工具鋼的硬化性可以分成八個等級。圖 2 是蘇聯[電鋼]工廠表示碳工具鋼(Y7~Y13)硬化性的方式。不同硬化性的碳工具鋼，淬火後的硬化深度可以參看表 4 的數據。

試驗硬化性的時候，鋼樣的尺寸是 20×20×100 公厘（為了以後折斷方便在試樣上銑了一條凹槽）。試樣在爐子中加熱到 780°

C, 820°C, 860°C, 在這溫度停留半小時, 然後淬入水中冷却。

淬火溫度 (°C)	斷面的圖形					
860						韌軟心部
820						過熱
780						深透硬化
符號	0	1	2	3	4	裂紋

圖2 碳工具鋼的硬化性等級。

表4 碳工具鋼的硬化溫度

表示硬化性的符號	加熱到下面溫度 (°C) 淬火後, 鋼的硬化深度		
	780°C	820°C	860°C
0	1.0 公厘	1.5 公厘	2 公厘
1	1.5 公厘	3 公厘	4 公厘
2	3~4 公厘	6~7 公厘	完全硬透
3	3.5~4 公厘	完全硬透	完全硬透
4	完全硬透	完全硬透	完全硬透

符號 0 和 1 的鋼, 用來製造小型的螺絲攻和鉸刀。符號 1 和 2 的鋼, 用來製造大型的螺絲攻、鉸刀和錐坑鑽頭。符號 2 和 3 的鋼, 用來製造鑽頭。符號 4 的鋼, 用來製造大型的鑽頭。

6) 檢查脫碳層的深度: 工具鋼表面脫碳層的深度, 是有一定規定的 (根據蘇聯國家標準規定), 絕對不允許太厚。如果加工以後沒有把脫碳層完全去掉, 那末淬火後的刀具刀刃部分很軟, 就不能

用來進行切削工作。檢查脫碳層深度的方法是把鋼料的側面浸在 4 % 的硝酸溶液中經過 3 ~ 4 分鐘後取出，從表面顏色的深淺，量出脫碳層的大致深度來。如果要精確的測定鋼料脫碳層的深度，最好用金相檢驗的方法，把鋼料腐蝕後放在高倍數的顯微鏡下觀看。

六 高速鋼的化學成分和特性

許多形狀複雜，吃力又大的切削刀具，是用高速鋼來製造的。高速鋼的熱硬性很好，所以在速度高，吃力的情況下工作，硬度也不會降低。（普通高速鋼加熱到 600°C 左右，冷卻後仍能保持原來的硬度。）

高速鋼的化學成分要比碳鋼和合金鋼來得複雜，因為高速鋼中含有很多量的特殊合金元素，像鎢、鉻、釩、鉬、鈷等。

根據高速鋼中合金元素的含量，一般可以分為高合金高速鋼和低合金高速鋼兩類。

高合金高速鋼像 PΦ-1（就是 18-4-1 高速鋼，在工廠裏通稱為鋒鋼）的化學成分是：碳 0.7~0.8%，鎢 17.5~18%，鉻 3.8~4.6%，釩 1~1.4%。PΦ-1 高速鋼中因為含有很多貴重的鎢，所以價格極高，用來製造普通形狀（形狀不複雜）的刀具是很不合算的。為了減少高合金高速鋼的消耗，在蘇聯有許多研究工作者，學者和工程師們經過多年的研究，試驗出利用低合金高速鋼來代替高合金高速鋼的使用。低合金高速鋼中，含鎢量減少到只有原來的 $\frac{1}{3}$ 。現在，許多蘇聯工廠都採用低合金高速鋼（又叫做高速鋼代用品）來製造切削刀具了。低合金高速鋼的化學成分如表 5 所示。

PΦ-1 高速鋼製成的刀具，切削速度很高，而且可以切削布氏硬度 300~400 的工件。

表5 低合金高速鋼(高速鋼代用品)的化學成分(%)

鋼 號	碳(C)	鎢(W)	鉻(Cr)	鈦(V)
ЭИ-262	0.85~0.95	8.5~10.0	4.0~4.6	2.0~2.6
ЭИ-184	0.8~1.0	3.5~4.8	7.0~9.0	1.0~1.5
ЭИ-347	0.7~0.8	8.5~9.5	4.0~4.6	1.3~1.7

PΦ-1 高速鋼除了有很好的切削性能外，還有很好的研磨性(容易磨光，不會損壞砂輪)和足夠的韌性性質；而且淬火溫度的範圍比較大，不容易過熱，所以對熱處理工作有很大的方便。

ЭИ-262 和 ЭИ-347 高速鋼(低合金高速鋼)製成的刀具，切削性能並不比 PΦ-1 高速鋼的刀具差，所以完全能用來代替 PΦ-1 高速鋼。只是 ЭИ-262 和 ЭИ-347 高速鋼(尤其是 ЭИ-262 高速鋼)的研磨性很不好，而且在有震動和衝擊負荷下工作的時候，用這兩種高速鋼製成的刀具的使用壽命就顯著降低(韌性較差)。

ЭИ-184 高速鋼(低合金高速鋼)的缺點是淬火溫度的範圍太小，所以在熱處理工作的時候，必需要嚴格的控制加熱的溫度，否則容易使鋼料過熱。而且 ЭИ-184 高速鋼，淬火後有大量的剩餘奧氏體存在(有 65~75%)，所以硬度不高，需要進行多次回火(至少 3~4 次)，使剩餘奧氏體繼續分解為硬質的馬丁體，然後才能使用。

圖 3 是各種高速鋼熱硬性的曲線。從圖上可以看出：PΦ-1 高速鋼的熱硬性最好，而 ЭИ-184 高速鋼的熱硬性

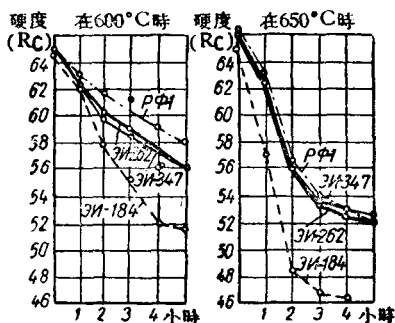


圖3 不同鋼號高速鋼的熱硬性。

最差。當溫度升高到 600°C 左右，ЭИ262 和 ЭИ347 高速鋼的熱硬性跟 РФ-1 高速鋼的熱硬性相差很少，而當溫度再高到 650°C ，它們就幾乎完全一樣了（曲線幾乎完全重合在一起）。

高速鋼的主要合金元素是鎢，我國鎢礦的儲藏量和產量，佔世界上第一位，原料這樣豐富，如果再吸收和學習蘇聯的製造技術和經驗，加上我國科學技術工作者及經濟建設者們的努力，高速鋼在我國工業建設中發展的前途，是不可限量的。

七 高速鋼澆鑄後的結構組織

高速鋼澆鑄後的結構組織中包括有：共晶成分的雷氏體和奧氏體或者奧氏體的分解物像細珠光體，馬丁體等。

從普通鐵碳平衡圖上（可以參看機械工人活葉學習材料 1 鋼料的基本知識）我們知道，含碳要在 1.7% 以上的時候，才會有雷氏體出現，而一般高速鋼含碳都在 $0.7\sim 0.8\%$ 左右，為什麼也有雷氏體存在呢？原因是高速鋼中含合金元素量很高，所以它的平衡圖就跟普通只有鐵和碳兩個元素的合金的平衡圖完全不相同。它即使在含碳不到 1.7% 的時候，也可能有雷氏體出現。

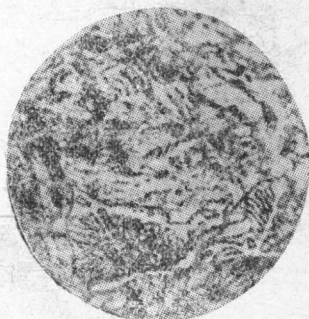


圖 4 高速鋼鑄件的細相組織 (500倍)。

在高速鋼的鑄件中共有三種類型的碳化物：第一種是初生的碳化物（雷氏體組織），第二種是在冷卻後從奧氏體中析出來的再生碳化物；第三種是由珠光體轉變而成的共析成分（含碳在 0.83% 的鋼就叫做共析鋼，在鐵碳平衡圖上，含碳 0.83% 的一點叫共

析點)的碳化物。這些碳化物在高速鋼鑄件中分佈得很不均勻,所以要用鍛造和退火的方法,使碳化物均勻的分佈在鋼的截面上。

八 高速鋼的鍛造方法

PΦ-1 高速鋼的最高鍛造溫度是 $1140\sim 1180^{\circ}\text{C}$, 最低的鍛造溫度是 $900\sim 950^{\circ}\text{C}$; 換句話說, 就是把 PΦ-1 高速鋼燒到 $1140\sim 1180^{\circ}\text{C}$ 高溫, 然後開始鍛造。如果溫度再高, 會形成粗大的結晶組織, 因而使鋼料發脆。等溫度降低到 $900\sim 950^{\circ}\text{C}$ 的時候, 就必須停止繼續鍛造。如果鍛造溫度太低 (低於 900°C) 還貪圖多打幾錘, 就會引起鍛裂的危險。

在鍛造爐中加熱的時候, 必須十分緩慢而均勻。因為高速鋼的導熱能力很低, 只有碳鋼的 $\frac{1}{2}\sim\frac{1}{3}$, 所以如果溫度升高太快, 使鋼料內外層溫度相差很大, 結果會產生內應力, 容易發生開裂現象。所以鍛料一定要先放在 $450\sim 550^{\circ}\text{C}$ 的低溫爐中進行預熱, 然後再把爐溫提高到 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 保持一段時間, 再移到另外一個高溫爐中加熱到 $1140\sim 1180^{\circ}\text{C}$ 。(或者就在原來的爐子中, 繼續把溫度升高到 $1140\sim 1180^{\circ}\text{C}$ 進行最後加熱。)

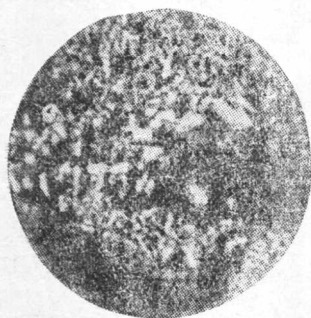


圖5 鍛造不好的高速鋼中不均勻碳化物的分佈(500倍)。

在鍛造的過程中, 最好採取輪流回爐加熱的方法, 因為只經過一次鍛造有時候不可能鍛成需要的毛坯形狀。鍛造完了以後, 立刻把鍛件放在石灰箱中 (或者埋入沙中), 使緩慢冷卻下來, 等溫度降低到 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ 以下, 再取出放在空氣中繼續冷卻到室溫為止。