

科學圖書大庫

工具鋼冶金學

譯者 呂金鑄

徐氏基金會出版

原 序

筆者與工具鋼結緣作為一個實踐冶金家已 38 年，這全部時間都在美國坩堝法製鋼公司 (The crucible steel CO. of America)，一所世界上著名的工具鋼製造廠的冶金和研究部門，在此期間中有些年，自 1944 ~ 1955，曾兼司蒂芬理工學院 (Steven Institute of Technology, Hoboken, New Jersey.) 研究所的助理教授，在那裡開了許多合金演講課程，這些演講所用的講義便構成本書骨幹。

本書專為各學院大學部和研究所學生在攻讀鋼之冶金及工業界從事工具鋼之冶金人員而設，其目的在儘可能簡單地提供多種成分不同的工具鋼當熱處理加熱和冷卻時所發生的反應的基本觀念，和熱處理後有關之性質，為完成此點，本書已提供六章通論全般工具鋼種及四章專論，每章針對一組鋼。自始至終本人都注意到資料之實用性。

因工具鋼在熱處理時並不與平衡狀況相符，本書對於平衡圖甚少提及；反之筆者寧可指出鋼之組織乃當其加熱硬化或退火時之實際狀況。另一方面，對於變態圖則給予相當之注意，因為這些的確指明當鋼從實際沃斯田鐵化溫度冷卻時的反應情形。

雖然對於工具鋼之冶金加重了實用的方法，但不包括可被認為工廠實用的熱處理細節。例如，避免脫碳和減小扭曲的步驟，同樣也提供了少許為特種用途選擇鋼料之注意，這些科目在 1961 年的第八版第一卷金屬手冊 P.637 ~ 657 和 P.671 ~ 778 內均有足夠的處理，另一方面對於工具鋼的金相學，一項在可用的文獻裡很少觸及的科目，亦給與相當之注意。

本書共分十章，第一章初步列舉美國鋼鐵學會 (AISI) 命名作為商用工具鋼的許多成分，後五章一般應用到受熱處理影響之全般工具鋼，

第二章處理加熱時之變化，第三章包括自各不同之加熱溫度冷卻時所發生之變化，第四章討論硬化能與硬化能試驗，第五章論及退火，第六章論及回火；在這些章裡，不論何處祇要討論到熱處理與顯微組織的相互關係均是用工具鋼作特別效應的說明。

第七章涵蓋高速鋼，第八章論及熱作鋼，第九章論及冷作鋼，而第十章論及碳鋼。在這四章中的每一章均特別針對每一特種組鋼的顯微組織或性質，在每組裡提供較重要之商用鋼。

供本書參考者均為現行文獻，一一列於每章末頁上，很高興從引證的論文得到許多幫助，而且許多見聞都是從美國坭坭法製鋼公司實驗室檔案中尚未發表的報告得來。非常感激坭坭法管理當局允許發表此等報告中的資料。

為讀者方便起見，附加了一項補充書目，此項書目涵蓋選自“金屬文獻論述（The Review of Metals Literature）”關於工具鋼之參考資料，分為十類，每類按年代自1944到1960依序排列，此金屬文獻參考資料的號碼提供在此項書目之內以便讀者在得到論文自身的原出處之前，為了論文簡短的描述可以查閱“論述（Review）”。

最後，非常感謝許多美國坭坭法製鋼公司的同事在準備和校對手稿賜予忠告與幫助。

譯 序

本書為美國新澤西州司蒂芬理工學院 (The Steven Institute of Technology, Hoboken, New Jersey) 研究所助理教授 Dr. P. Payson 自 1944 ~ 1955 年所開合金演講課程的講義整理改編，目的在為各學院及研究所學生修習鋼鐵冶金與處理工具鋼之工業冶金人員，提供各種成分之工具鋼當熱處理各階段加熱與冷卻時發生的各種反應基本觀念與熱處理後有關的性質，作者在著名的美國坩堝法製鋼公司 (The Crucible Steel CO. of America) 工作 38 年，可說是一位冶金工程專家。

本書內容前六章為一般鋼之冶金理論，後四章則偏重特種鋼組之論述，使讀者對鋼鐵組織隨溫度變化有所了解後再進一層專門研習，如此由淺入深。此外尚有許多實驗所得尚未發表而非常實用的資料和數據，是目前坊間有關書籍內所見不到的，彌足珍貴，且插圖豐富，說明詳細，是一部理論與實用並重的參考好書，用作補充教材，亦能收紅花綠葉之效。

現代工業，一日千里，作為一個機械工程師對金屬材料尤其是鋼鐵的認識當更為迫切，但書坊間關於此類基本理論書籍的譯本很少，不是失之深奧，便是太過簡略，對國人從事機械、冶金工程者是一大阻礙。這本書恰好可以補正過來，譯者有鑒於此，爰將之譯成中文，以供有志者研究。本人從翻譯中獲益亦不少，希望對讀者有所幫助，對我國工業有所貢獻。

本書在譯述途中，蒙陳爾活先生（前兵工廠副廠長）幫助甚多，特此致謝。

譯者謹識

目 錄

原 序	I
譯 序	III
第一章 工具鋼之冶金	1
1-1 緒 言	1
1-2 工具鋼之定義	1
1-3 工具鋼之成分	2
1-4 作者之目的	12
第二章 工具鋼加熱時之變化	14
2-1 固溶體與合金碳化物	14
第三章 沃斯田鐵之變態	32
3-1 碳化物之溶解與析出	32
3-2 肥粒鐵在冷卻期間之形成	36
3-3 沃斯田鐵之變態	36
3-4 麻田散鐵之形成	39
3-5 麻田散鐵以外之變態產物	49
3-6 S 5 型鋼之恒溫變態	49
3-7 變韌鐵件同麻田散鐵之形成	54
3-8 變態 - 溫度 - 時間圖	54

第四章	硬化能	65
4-1	T T T 曲線指示硬化能	65
4-2	硬化能之定義	66
4-3	硬化時之冷卻媒體	67
4-4	鋼件尺寸對冷卻速率之影響	67
4-5	冷卻時間與 T T T 曲線數據之相互關係	68
4-6	硬化能之觀念	69
4-7	2" 元鋼油硬之冷卻速率	72
4-8	空氣冷卻	73
4-9	合意的溫和冷卻	73
4-10	硬化能試驗	75
4-11	晶粒尺寸	86
4-12	麻回火與沃斯回火	91
第五章	工具鋼之退火	96
5-1	鋼之“自然”狀態	96
5-2	鋼為製造準備而退火	97
5-3	緩冷與退火之關係	99
5-4	鋼之 T T T 曲線重要意義	99
5-5	球狀化	111
5-6	正常化	120
第六章	鋼之回火	123
6-1	回火前鋼冷至 125 F 以下	123
6-2	差別硬化之實例	124
6-3	回火的四個階段	126
6-4	麻田散鐵之回火	137
6-5	殘留沃斯田鐵之變態	161
6-6	最大的紅熱硬度組成不明	166

6-7	中間產物與變韌鐵之回火	167
6-8	回火在機械性質上之影響	169
第七章 高速度鋼		173
7-1	與室溫硬度相稱的灼熱硬度	173
7-2	歷史背景	175
7-3	大鋼棒內碳化物之分布	180
7-4	高硫鋼	182
7-5	高速鋼之冶金	182
7-6	切削效率	208
7-7	表面處理	211
7-8	機械性質	211
第八章 熱作工具鋼		214
8-1	AISI 名稱	214
8-2	5% 鎢熱作鋼	215
8-3	熱作鋼組織中的 δ 肥粒鐵	227
8-4	熱作鋼之熱裂	237
8-5	塑膠模子鋼	242
第九章 冷作合金模具鋼		250
9-1	D 2 型，優越的耐磨鋼	250
9-2	最大之耐磨鋼	253
9-3	高韌性耐磨鋼 A 2 型	254
9-4	低 A H 溫度，風硬鋼	258
9-5	油硬鋼	260
9-6	抗震鋼	267
第十章 碳素工具鋼		272
10-1	碳素工具鋼流行的理由	272

10-2 W型鋼	272
補充書目	293
關於工具鋼顯微組織的事實與理論	293
工具鋼之熱處理，一般性	
工具鋼之熔接，一般性	
工具鋼之一般測試	
高速鋼	
A 熱作鋼 包括塑膠模	
B 熱作鋼，用於構造用途	
冷作鋼	
碳 鋼	
其 他	
中英文名詞對照索引	

第一章 工具鋼之冶金

1-1 緒 言

人類自最早期發展，即逐漸學習使用木或石製工具以補手指、臂強度之不足。最初人們習於使用手邊的東西，然後尋求更強之木和更堅之石，稍後發現銅和其他的金屬，最後學到如何鍊鐵和製鋼；用這些物彥做成避護所以抵抗寒冷和風雨、保護自己；製造軍備以抵抗敵人、防衛自己；製造武器捕殺動物以爲食糧並獲得權力以統治人民。

此期間，人們已可製造擴大大力數倍的機器，爲了這些機器零件，使用工具材料以切、鑽、刨、彎曲他種材料，製成品如鐵錨、汽車、牀、腳踏車、鏈條、鑄幣等等。經過初級階段，機器上所用之工具主要以鋼製之。由於其成分之不同與所用特殊熱處理，這些鋼發展一種廣範的性質，對於他種材料之切割或熱成形、冷衝片等特別有用，這就是本書所要討論的工具鋼。

人類仍在使用的手工具如鎚、鑿、鉗、鋸、螺釘、起子、扳手，並不常用特種工業類材料所稱的“工具鋼”製造，後者之製造須特別小心，以符合高品質的標準而能反覆抵抗因工作所受之高應力不致損壞；因爲在製造時需特別小心，故較平爐煉製以大噸位（Tonnage）計數之普通鋼貴得多。手工具用不昂貴之普通鋼製造，亦能給予優越的服務，因加於其上比較溫和之應力遠在材料能力以內。

1-2 工具鋼之定義

自工業觀點而言，工具鋼由美國鋼鐵學會（AISI）定義如下：

工具鋼爲碳素鋼或合金鋼，能被硬化與回火，常用電爐在工具鋼的

作業下熔解與生產，以符合特別之要求。工具鋼可能用為某些手工具，或用於對普通或高溫材料之切割、刨、削、成形與沖片之機械夾具上，也會因他種重要之磨耗抵抗而利用之。

為了本書章節編排目的，前述工具鋼並不包括用以製造空心鑽或此類產品如機工用之手工具、鏈、洋鎚、銼刀、礦用錐頭、工廠用大軋輥與低合金模塊(1)之“大量製造平爐鋼”。

因此任意確定許多普通工具並不需用工具鋼製造，其主要區別乃工具鋼在謹慎控制之狀態下製造以使最後運交予消費者之鋼為最高品質。在製造中每一階段，包括選擇進入熔化爐之原料，鋼錠模之設計，鋼錠與小鋼塊在軋小成棒、線、板、片之尺寸的期間加熱與機械操縱及希望的顯微組織和尺寸的檢驗等工作中，都必須小心，以保證最後產品無嚴重缺陷而適合工業上一般嚴格的標準。

即使工具鋼並不完美，但遠較所謂“噸位”鋼者為優越而無內部縮孔，頗大非期望的非金屬夾灰，嚴重的化學偏析和表面瑕疵；使用各種物理方法作巨視檢驗與金相學程序作顯微檢驗，以保證工具鋼適合於消費者的最低要求。消費者知道許多工具在工作中所受之嚴重應力，而在某種應用上較他種應用可能支持更剛性的需要。某些手工具在工作中僅受有比較溫和之應力，為此此類工具不需用高品質之工具鋼製造。不過大部機械驅動之工具均受有極高之應力，此類工具必須儘可能是沒有可以引起疲勞損壞或導致工具過早破裂之內部缺陷。

1-3 工具鋼之成分

從冶金家的觀點看來，工具鋼之不同於“噸位鋼”，主要在其廣範圍之成分，使工具鋼對於熱處理有極大不同之反應。美國鋼鐵學會(1)列出 85 種工具鋼，而許多製造者所生產的特種型式，在學會分類中並未標明。在此大量數目之鋼中，工具鋼製造廠的主要生產不過二十種；現有之大數目可歸因於消費者因某幾種型式在過去有良好的使用成績而偏愛。證明一種工具鋼在某種用途上明確優於另一種並不容易，雖然有些實驗室試驗可用以量度硬化工具鋼之抗磨力與韌性，而工作試驗則常是唯一可靠地指出某種鋼優於另一種鋼。然而，工作試驗昂貴而費時，一

且使用者決定某種鋼可以給與近乎滿意的服務，就不願改變；使用者僅由於預料有頗為更大之產量而不增加費用，或者降低費用頗大而無損產量，才能被刺激嘗試一種新鋼。此種不願改變甚至可以延伸到選擇鋼種的特定製造廠。

1-3-1 商標名稱

有些型式之鋼由許多廠商製造，而每一廠商所製造者均分別賦予其商標名稱。例如在美國現有多於 30 種商標名稱之 01 型油硬鋼 (2, 3)，消費者因使用 Tritus* 商標之 01 鋼而得滿意之效果，不但不願改用 A2 鋼，而且也可能不願改用 Govin* 商標之 01 鋼；即使兩種 01 鋼有相同之化學成分與可量度之性質。今日信賴商標名稱不如往昔〔參看參考資料(4)和(5)商標價值之討論〕，雖然由於美國鋼鐵學會與自動車工程學會 (SAE) 之努力促成消費者以指定型號代替商標名稱，但仍被堅持。此種堅持到某種程度是可以理解的，因為不同之品質仍然存在於不同廠商製造之相同成分各等級之鋼中。

對於工具鋼之消費者與冶金學生，大量數目之工具鋼併同每型大量數目的商標名稱，的確不得不造成為某種用途而選擇鋼種十分混亂，作者藉僅提及型號與一般認知的七類工具鋼中每類之數種型式以減少此種困擾。

鋼之性質，不同於有第 2 頁所講的“品質因素”者，乃決定於其成分與熱處理，為避免累積“品質因素”落入待討論的各種鋼最終性能而過於複雜，假定每種被考慮的鋼都屬良好品質而僅有兩項因素，成分與熱處理，控制該工具鋼之最後性質。

1-3-2 合金元素在鋼內之一般影響

工具鋼內發現的元素當然最主要的是鐵，某些水硬 (water-hardening) 工具鋼含 98 % 或更多，即使是很高合金的高速鋼**，其含量也超過 60 %，鐵的功能在加熱時能承受同素變態，自肥粒鐵 (α)

*這些都是杜造的商標名稱。

**這是在高切削速度作業的工具用鋼一般的名稱

變為沃斯田鐵 (γ) 與冷卻時再返回肥粒鐵，這使工具鋼可能發展高硬度與抗磨力。不過在工具鋼規格內，鐵量很少顯示，化學家報告在鋼內之全部其他元素而默契地接受其餘部分即是鐵。

一般碳、錳、磷、硫、矽、鎳、鉻、鈮、鎢、鉬和鈷在工具鋼分析中均有報告，但也有幾種元素因含量輕微常無報告。小量之鋁、鈦與鎢為去除熔鋼中之氧與控制鋼之晶粒尺寸可能由某些製造者加入鋼中。氮可能自大氣或鐵合金附加物進入熔融，含量可至 0.030%，或為有目的的加入，其量可至 0.10%，鋼在工具鋼中被視為一種“游離 (Tramp)”元素，可能自加料之鐵屑進入，但在優良品質之工具鋼中熔料乃經慎重選擇，鋼一般均在 0.20% 以下。

磷以殘留元素存於工具鋼中，一般在 0.03% 以下，硫亦是殘留元素，常以極小量出現於鋼中，但近年來為改進機械加工性能與表面光滑，已被有目的加入高合金工具鋼中。高速鋼之加硫在早期 1919 年(6)與 1922, 1923 年專利(7, 8)技術論文中已提到，但美國在商業上應用高硫工具鋼之製造直到 1953 年才開始。

碳，在工具鋼中碳為藉熱處理發展高硬度最重要之普通元素。在此對於讀者明瞭在“可獲硬度 (Attainable Hardness)”與“硬化能 (Hardanability)”兩名詞之間有何區別乃非常重要。當不同碳量之鋼被熱處理以使其最終之顯微組織全為麻田散鐵，此麻田散鐵硬度當用傳統的硬度計測量，則隨含碳量之增加而增加如圖 1 所示，這是“可獲硬度”，另一方面，硬化能乃決定因淬火所致的硬度深度與分布之特性。(9)硬化能在稍後的一章中將作較詳盡的討論，在此充分說明 1.0% 普通碳鋼有高可獲硬度但有低硬化能，而含 0.35% 碳的 5% 鉻鋼却有低可獲硬度但有高硬化能。

工具鋼含碳量少自 0.05% 之譜而高達 2.35% 之多，極低碳鋼如不用滲碳熱處理以增加其含碳量，事實上不用作工具。極低之含碳量使鋼可能被退火至極軟而適合於在模內進行冷間模壓的操作，然後此冷間模壓模具被滲碳至 0.80% 碳水平，其深度可至表面下 $1/16$ ”，而滲碳模為了優良之抗磨力，被熱處理至高表面硬度。

鋼之抗磨力一般與其硬度成正比。由於大部分工具均希望為耐磨耗

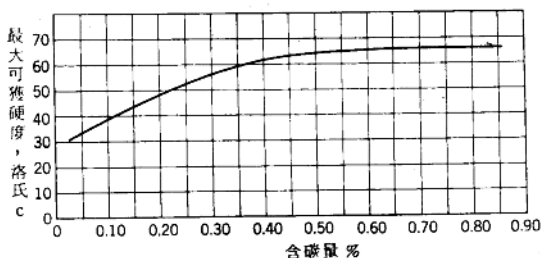


圖1 含碳量對於100%麻田散鐵熱處理鋼可獲硬度之影響，曲線係根據Burns, Moore和Archer (10) 高碳鋼之數據與Nehrenberg, Payson和Lillys (11) 之低碳鋼之數據繪成。

者，受熱處理後發展其高硬度自RC58至C68。一般鋼之硬度愈高，在工作中抵抗龜裂或破碎之能力愈低；所以有時需在耐磨力與所謂“韌性”之間加以折衷；在此情形下，工作中之工具其硬度值有低至RC35到C40者，其他比較上需要耐磨力小之工具但必須以加工作為最後製造程序者可能軟至RC30。

為此廣範圍硬度之需要，工具鋼可用廣範圍之含碳量。像已講到過的鋼經熱處理最大可獲硬度依賴於其含碳量；如圖1所示，鋼僅需0.60%之碳量即能被硬化至很高水平，但許多工具鋼是用遠多於0.60%之碳製造的；其理由乃碳與許多鋼內常用元素形成多種碳化物，特別是釩、鎢、鉬和鉻，此類化合物稱為碳化物，在低溫完全不溶於鋼內，但以某種程度溶於高溫形態之沃斯田鐵中。當硬化熱處理時，高碳鋼內許多碳化物微粒遺留而未溶解，埋入麻田散鐵基地中。由於碳化物微粒遠較基地為硬，提供了硬化鋼之耐磨力；第一提供高可獲硬度，第二產生碳化物，增加硬化鋼之耐磨能力。

錳及矽 錳及矽在所有工具鋼中均可發現，其量自0.15至3.0%，少量時主要作用在熔鋼最後階段中去氧，錳亦與硫在鋼中結合形成較無害的非金屬夾雜物、硫化錳。含量高於0.30%時，錳與矽二者均可增進鋼之硬化能，但錳之效果在這方面更大於矽。這些元素主要在高和

低溫鋼之固溶體內，錳也可能發生某種程度碳化物，當矽之含量為1.0 %或更多時，有降低高溫時鋼成渣速率之趨勢。

鎳 比較上很少工具鋼之含鎳量超過0.5 %，不過大部分鋼含有少量之鎳，均自廢鋼進入熔融中，鎳對增進鋼之硬化能有效，所以在製造極淺硬化碳素工具鋼時，僅特別選擇含鎳很低的廢鐵用為原料即可。鎳常增加高合金鋼退火的困難。

鉻 鉻用於許多工具鋼中，其含量自0.2至12 %，有效增進鋼之硬化能，亦為形成碳化物之元素，高碳高鉻鋼由於大量粒狀鉻碳化物埋於硬化鋼之基地內而有卓越耐磨能力。

釩 釩在工具鋼內主要為形成碳化物，為發展高速鋼紅熱硬度 (Red Hardness) 之重要元素，就是鋼即使熱至較高溫仍保留許多硬度的能力。含0.2 %少量之釩，即使鋼在熱處理時有阻止其晶粒成長之效，當含量在2.0 %與5.0 %之間，存於鋼中較大而極硬之釩碳化物微粒即予硬化鋼以顯著的耐磨能力。釩很少單獨使用於工具鋼中，一般與鉻、鉬、鎢聯合使用。

鎢與鉬 鎢自1890年起始為鋼中最重要合金元素之一，但鎢在工具鋼工業上的用量有相當的減小則係始自1950年。主要是用每磅價格較便宜的鉬代替，但每有效單位元素則較鎢便宜更多。常常鎢在鋼中產生的效果。祇要一半鉬量即可使之發生。此外消費者能得更多體積的鉬鋼以代替鎢鋼，因為鉬原子量僅為鎢之半。

鎢用於鋼中其含量自0.5至20.0 %而鉬自0.15至10.0 %，兩者均為形成碳化物之元素與助長硬化鋼之紅熱硬度和耐磨力。鉬增進鋼硬化能亦十分有效而較鎢更強。妨礙鉬在鋼內使用之趨勢乃為鋼在高溫脫碳之感染性，不過大量含鉬之鋼現代化的製造方法和熱處理已足夠阻止這種傾向。

鈷 鈷為工具鋼最後一項重要之元素，差不多專用於高速鋼，鋼中含鈷供人利用始自1910年；雖然知道鈷可助成高速鋼之紅熱硬度，但其機能仍不清楚，不像其他供給鋼紅熱硬度之元素，鈷並非碳化物之形成者；不過某些高速鋼⁽²⁾中已有發現鈷碳化物之報告。鈷一般使用量相當大，有自5.0至12.0 %之多。

1-3-3 美國鋼鐵學會工具鋼之命名

美國鋼鐵學會對大部商用重要工具鋼之成分已建立個別之符號*，這些符號包括一個字母和一位數字，字母指示工具鋼之分類，數字則標明此類鋼之特別成分。表列每一型式之成分僅為識別證明而並非意指鋼之規格。

分類包括七主類，有些主類基於其特別成分或不同熱處理又分亞類；不可否認此項分類並不完全，但已滿意地給予工具鋼製造者所生產廣大而不同成分之某種次序。

美國鋼鐵學會分類如下：

高速工具鋼：鉼基各型（符號M）

公稱成分，重量百分比

型 別	C	Cr	V	W	Mo	Co
M1	0.80	4.00	1.00	1.50	8.00	—
M2	0.80	4.00	2.00	6.00	5.00	—
M3, Class 1	1.05	4.00	2.40	6.00	5.00	—
M3, Class 2	1.20	4.00	3.00	6.00	5.00	—
M4	1.30	4.00	4.00	5.50	4.50	—
M6	0.80	4.00	1.50	4.00	5.00	12.00
M7	1.00	4.00	2.00	1.75	8.75	—
M10	0.85	4.00	2.00	—	8.00	—
M15	1.50	4.00	5.00	6.50	3.50	5.00
M30	0.80	4.00	1.25	2.00	8.00	5.00
M33	0.90	3.75	1.15	1.50	9.50	8.00
M34	0.90	4.00	2.00	2.00	8.00	8.00
M35	0.80	4.00	2.00	6.00	5.00	5.00
M36	0.80	4.00	2.00	6.00	5.00	8.00

*這些符號大部分亦為美國自動車工程學會所使用而在該學會“應用介紹 (Recommended Practice)”工模具鋼節內所表明。

高速工具鋼：鎢基各型（符號T）

公稱成分，重量百分比

型 別	C	Cr	V	W	Co
T1	0.70	4.00	1.00	18.00	—
T2	0.80	4.00	2.00	18.00	—
T4	0.75	4.00	1.00	18.00	5.00
T5	0.80	4.00	2.00	18.00	8.00
T6	0.80	4.50	1.50	20.00	12.00
T7	0.75	4.00	2.00	14.00	—
T8	0.75	4.00	2.00	14.00	5.00
T9	1.20	4.00	4.00	18.00	—
T15	1.50	4.00	5.00	12.00	5.00

熱作工具鋼：鉻基各型（符號H）

公稱成分，重量百分比

型 別	C	Cr	V	W	Mo	Co
H10	0.40	3.25	0.40	—	2.50	—
H11	0.35	5.00	0.40	—	1.50	—
H12	0.35	5.00	0.40	1.50	1.50	—
H13	0.35	5.00	1.00	—	1.50	—
H14	0.40	5.00	—	5.00	—	—
H15	0.40	5.00	—	—	5.00	—
H16	0.55	7.00	—	7.00	—	—
H19	0.40	4.25	2.00	4.25	—	4.25

熱作工具鋼：鎢基各型（符號H）

公稱成分，重量百分比

型 別	C	Cr	V	W
H20	0.35	2.00	—	9.00
H21	0.35	3.50	—	9.00
H22	0.35	2.00	—	11.00
H23	0.30	12.00	—	12.00
H24	0.45	3.00	—	15.00
H25	0.25	4.00	—	15.00
H26	0.50	4.00	1.00	18.00

熱作工具鋼：鉬基各型（符號H）

公稱成分，重量百分比

型 別	C	Cr	V	W	Mo
H41	0.65	4.00	1.00	1.50	8.00
H42	0.60	4.00	2.00	6.00	5.00
H43	0.55	4.00	2.00	—	8.00

冷作工具鋼：高碳，高鉻各型（符號D）

公稱成分，重量百分比

型 別	C	Cr	V	Mo	Co
D1	1.00	12.00	—	1.00	—
D2	1.50	12.00	—	1.00	—
D3	2.25	12.00	—	—	—
D4	2.25	12.00	—	1.00	—
D5	1.50	12.00	—	1.00	3.00
D7	2.35	12.00	4.00	1.00	—