

工具材料及磨具

陳正和譯



民智書店出版

工具材料及磨具

陳 正 和 譯



民智書局出版

譯 者 的 話

本書係譯自蘇聯 Б. А. 阿列克西也夫和 А. И. 羅靜所著“Инструментальное дело” (Машгиз—1952 年版) 書中第一和第二兩篇。原書為提高機械製造工廠中工具車間工人技術水平的參考書。

本書內容第一篇是製造工具所用的材料。說明碳素工具鋼、高速鋼、硬質合金和磨料的性質和應用範圍，使製造工具時能正確地選擇材料。第二篇是磨輪(砂輪)的性質、製造方法和選擇，並着重指出如何利用報廢的磨輪來節約工具。每章末附有複習問題，以便讀者能更好地掌握書中的內容。因此，本書是適合於工具製造者學習的參考書。

本書在譯校過程中，限於譯作能力和技術經驗，在譯句和譯名上難免有錯誤的地方，希望讀者在學習過程中予以指正批評，以便今後的改進。

本書根據：“Инструментальное Дело”
(Б. А. Алексеев 與 А. И. Розин 合著
Машгиз—1952)一書第一、二兩篇譯出。

書號 024 工具材料及磨具

譯 者	陳 正 和
出 版 者	民 智 書 店
發 行 者	北京西琉璃廠 101 號
	電話 (3) 4 8 2 3 號
印 刷 者	萃 斌 閣 印 刷 工 廠
	北京西河沿 233 號

1954 年 3 月發排 1954 年 6 月初版 第一次印刷 印數 0001 ~ 1500
開本 787 × 1092¹/₂₅ 印張 2¹²/₂₅ 印刷頁 31 字數 43 千字
定價 4,400 元

北京市書刊出版業營業許可證出字第 040 號
版權所有 * 不准翻印

原 序

機器製造的發展與工具製造有着密切的聯系。新的高生產率的工具的創造，促使機器製造工廠中的施工過程改善，而機器製造技術的發展和勞動生產率的提高，對工具又提出了新的更高的要求。在現代的粉末冶金的硬質合金的基礎上，廣泛地應用高速切削方法，使勞動生產率的提高有了更大的可能性，並且使裝備和工具有完全被利用的可能。

大家知道，工具的質量與很多的因素有關。鋼料，熱處理用量和切削部份的幾何參數正確的選擇，磨料，輪磨和刃磨用量適當的選擇，工具切削部分的強化——所有這些，都能夠影響切削工具的質量，影響它的生產率和壽命。

適當的鋼料和正確的熱處理用量可以保證量具尺寸的不變。量度表面的強化和高質量的研磨，由於耐磨性的提高，可以大大地增加它的使用壽命。構造合適，製造質量高的夾具，由於縮短了加工時的輔助時間，可以提高施工工序的勞動生產率。

在我們的國家(蘇聯)裏，隨着機器製造技術不斷地發展，大大地提高了對工具製造的要求，引起了新材料的應用，在生產中引起了現代的鑄造法、堆鍍、冷處理、高頻率表面淬火和電解質淬火、電鍍和電火花加工的應用。爲了充分掌握現代的生產過程，工具製造者必須

提高其技術知識的水平。蘇聯的科學家和工程技術工作者與斯達哈諾夫工作者和生產革新者共同地合作，正在不斷地創造新的高生產率和高壽命的工具，改善生產的施工過程。這工作的成功，在很大的程度上是取決於工具製造者對現代工具製造的基本技術的掌握。

本書的讀者對象是機器製造工廠中的工具製造工人和工長們。希望通過這本書，幫助他們掌握全部工具製造的基本技術，並介紹生產中所應用的各種加工形式。

所敘述的工具製造的施工過程，是根據機器製造工廠中工具車間技術上的可能性和利用普通的萬能裝備來考慮的。在這種條件下，應用那些高生產率的施工過程，其可能性是有限的，例如工具製造廠所廣泛應用的模鍛、拉孔和拉槽。因此，在這種條件下所應用的施工過程，在某些個別情況下使施工過程成為非現代化的形式。但是，在工具車間的單件生產和小批生產的條件下，應用這樣的過程還是經濟合理的。

本書簡要地敘述了鋼與硬質合金的特性，它們的成份、加工性和應用範圍，以及製造磨具的資料，磨具的名稱和特性。

工具生產的施工過程是由許多工序所組成，與機器製造的施工過程相同的，祇不過這時候是表示工具製造性質的工序。在這本書裏，主要的只是在闡明工具施工方法的特點。

本書並沒有將所涉及的問題全部加以深入的闡明，而祇是扼要而全面地介紹了全部的工具製造方法。

目 次

原 序 1

第一篇 製造工具的主要材料

第一章 工具鋼..... 1

1. 碳素鋼..... 1

2. 合金鋼..... 3

3. 高速鋼..... 5

複習問題..... 7

第二章 硬質合金..... 8

1. 硬質合金的應用..... 8

2. 硬質合金的牌號..... 9

3. 硬質合金的加工性..... 13

4. 硬質合金的使用..... 14

複習問題..... 16

第三章 磨料..... 17

1. 天然磨料..... 17

2. 人造磨料..... 18

複習問題..... 21

第二篇 磨 具

第一章 磨具的形式和應用	22
1. 分類	22
2. 特性	27
3. 磨輪的選擇	31
複習問題	35
第二章 磨具製造	36
1. 由廢品翻新顆粒	36
2. 準備膠合劑和配料	37
3. 磨具的造型和烘乾	38
4. 焙燒	39
5. 人造樹膠膠合劑磨具的製造特點	41
6. 研磨膏的製造	42
複習問題	43
第三章 磨削工作前的準備工作	44
1. 磨輪的試驗	44
2. 磨輪的安裝	44
3. 磨輪的修整	46
複習問題	50
第四章 舊磨具的利用和改變磨具特性的方法	51
1. 磨輪的機械加工	51
2. 提高磨輪的硬度	53
3. 降低磨輪的硬度	55
複習問題	56

第一篇 製造工具的主要材料

第一章 工具鋼

工具鋼分碳素鋼、合金鋼和高速鋼。究竟用那一種鋼就要看對工具的要求而決定。

1. 碳素鋼

碳素鋼的性質主要是決定於含碳量的多少，碳素工具鋼的各種牌號也是根據含碳量來分類的。

高級優質碳素鋼（表示鋼號時有字母A）含較少的有害雜質，淬火和輪磨時發生鱗裂的傾向較小，並且不容易折斷。所以，它常用來製造形狀較複雜的工具。鋼中碳素成份增加，它的硬度也隨之增高，但同時它的脆性也增加。所以受衝擊的工具，須應用含碳量較少的鋼（例如Y7和Y8），而對於刀具和量具，須應用含碳量較高的鋼（例如Y10和Y12），因為它們需要高的硬度和耐磨性。夾具中常受磨損的零件（如鑽套、固定銷等），通常由工具鋼Y10和Y12製造，而經受衝擊的零件（如止動器、定位鉸等），則由工具鋼Y7和Y8製造。

碳素鋼沒有紅硬性，也就是說，當熱至300—400°C時，它不能保持其硬度；因而不能用來製造吃重工作（切削刃受到高熱）的刀具。

但是，對於切削速度低並且工作條件平穩（例如絲錐、鉸刀等）的刀具，用碳素鋼來製造是合理的。

由金相學可以知道，碳素鋼在結晶過程中析出鐵素體與碳的化合物，它稱為西門太體，繼續冷卻至 721°C 以下，所有剩下部分轉變為鐵素體與西門太體的混合物，它稱為波來體（或譯珠光體）。

碳素鋼的原始組織應保證有較好的加工性和可淬性。符合這些條件的結晶組織是細粒的波來體和均勻分佈的粒狀西門太體（這裡是指含碳量大於 0.9% 的碳素鋼）。層狀的和過分細粒的波來體組織使鋼的加工性減低，而西門太體網絡則使鋼的脆性增加，並且對於過熱和淬火皸裂更為敏感。由於這些緣故，帶有很多西門太體網絡的碳素鋼只能當作廢品，或者一部份用正火的辦法矯正過來。如果西門太體網絡不多，那麼，這樣的鋼還可以用來製造量具，而對於刀具必須用沒有西門太體網絡的鋼料。

按含碳量的不同，碳素工具鋼有各種不同的用途。

鋼Y7和Y7A用來製造衝擊性的工具，這些工具須有較大的韌性，並有適當的硬度，例如，斧頭、鑿子、木用銼刀、鑿子、戳子、夾鉗、錘、錘、中心錐、樣板、卡板、夾具中的止動器和定位鉸等。

鋼Y8、Y8Г、Y8A和Y8ГA用來製造衝擊性的工具，這些工具須有較高的硬度，並有適當的韌性，例如，風鑿、加工木材的刀具、穿孔器、衝模、樣板、卡板、夾具中的淬火零件等。

鋼Y9和Y9A用來製造堅硬並有一些韌性的衝擊性工具，例如，加工木材的刀具、穿孔器、衝模和岩鑿等。

鋼Y10、Y10Г、Y10A和Y10ГA用來製造高硬度的並有一些韌性的工具，這些工具工作時沒有衝擊，例如，絲錐、板牙、木鑽頭、冷壓頂鍛模子、螺紋卡規、圓柱卡規、斜度卡規、特形卡規、手鋸條、加工木材用的橫切鋸、帶鋸和圓鋸、鑽套和固定銷等。

鋼Y12和Y12A用來製造硬度極高並且工作時沒有衝擊的工具，

例如，擴孔鑽、鉸刀、絲錐、板牙、刮刀、外科手術用的工具、加工金屬的鋸子和卡規等。

鋼Y13和Y13A用來製造硬度極高的和刃口薄的工具，例如，雕刻工具、刮臉刀、刮刀、拉絲工具等。

2. 合金鋼

爲了提高碳素鋼的耐磨性和對回火的穩定性，於是有合金工具鋼的出現。這種鋼與碳素鋼的區別在於有較多的合金元素，即鉻、鎢、鉬、釩、鈦和錳。加在碳素鋼中的合金元素形成合金西門太體，即是鐵素體、合金元素和碳素的化合物，它比通常西門太體具有較高的硬度和較細的晶粒。並且合金西門太體使鋼對於回火的穩定性提高（約30—50°）。合金鋼能保持切削刃鋒利的時間較長，並能允許切削速度的提高。按鋼中的合金成份，它可分爲：鉻鋼（X和X12），鉻鈦鋼（9XC），鉻錳鋼（XГ），釩鋼（Φ），鉻釩鋼（8XΦ），鎢鋼（B₁和B₂），鉻鎢鋼（XBГ，5XBГ和9XBГ），鉻鉬鋼（X12M），鈦鎢鋼（8CBM）等。同樣可歸之於合金工具鋼的，還有滾珠軸承鉻鋼（ШX15），它用於製造冷壓頂鍛模子和螺紋卡規；還有錳鈦彈簧鋼（牌號60G2），它用來製造吃重工作下的風鑿，甚爲有效。

鉻鋼比之碳素鋼具有較高的硬化能力（即可淬性）和耐磨性，這是由於鉻元素溶於鐵素鐵並形成合金西門太體的緣故。但是鉻元素的合金能力低於鎢、釩和鉬，因此，鉻鋼的工具要在工作平穩且對紅硬性要求不高的條件下工作。鉻鋼的優點是熱處理時變形較小。

鉻鋼X用來製造長的擴孔鑽、鉸刀和絲錐、切絲梳刀和不大的拉刀。鉻鋼X12含較多的鉻元素，具有極高的耐磨性，故用於製造拉絲模子、冷壓頂鍛和彎曲的模子、軋壓螺絲的平板牙和圓滾。滾珠軸承鉻鋼ШX15的性質和鋼X相似，用於製造大的圓板牙、冷壓頂鍛模子

和軋壓螺絲的圓滾、螺紋卡規和斜度卡規。

鉻鈣鋼比之鉻鋼有更高的硬化能力。此外，鈣元素加入鉻鋼內使麻騰賽體對回火的穩定性提高。因而鉻鈣鋼能在較高的切削用量下工作，實際上它能與鎢鋼 B_1 和 B_2 相比。

鉻鈣鋼中應用得最廣泛的是9XC。它用來製造麻花鑽、型銼刀、擴孔鑽、鉸刀、切絲刀具、小的拉刀和量具，但是必須注意，鉻鈣鋼9XC所製造的刀具，能提高的切削用量比碳素鋼只不過多30%而已。

鉻錳鋼XΓ具有對於很多工具極重要的性質，即淬火時變形極微。淬火時變形小的那些合金鋼有X，9XC，X12，X12M和XBΓ。而牌號XΓ的鉻錳鋼，含很少的合金成份，就能保證變形非常小，它用作製造螺紋卡規、高精度的圓柱卡規以及切絲樣板刀。這種鋼也常常用來製造小的鑽套，這些鑽套淬火後無法內磨。

鉻鎢鋼淬火時變形也不大；由於鎢元素的加入，使它具有更高的切削性能。其中最普遍的為牌號XBΓ鉻鎢鋼，它能允許提高的切削速度比碳素鋼高出40%，是介於高速鋼與碳素鋼之間。它用於製造拉刀、長的擴孔鑽、鉸刀和絲錐、圓板牙、卡規和軋壓螺絲的圓滾。

必須注意，鉻鎢鋼XBΓ和大多數合金工具鋼一樣，在輪磨時有燒灼的傾向，因此，必須仔細選擇磨輪的性質，必須充分使用冷卻，並且應選擇較小的磨削用量。

近幾年來，鎢鋼、鈳鋼、鉻鈳鋼、鈣鎢鋼和鉻鎢鋼差不多已不用了，因為這些合金工具鋼的工作性能雖好，然而它的合金元素很貴，以致覺得不太合算。

當規定合金鋼工具的加工裕量時，必須考慮到脫碳層的大小，它在最主要的斷面上約為直徑的3—5%。

在合金工具鋼的組織中不應該有碳化物網絡和粗的碳化物積聚。

檢驗鋼的組織，大多數工廠係將組織的不勻性分爲五等。對於拉刀、切絲刀具和螺紋卡規應該用第一和第二等組織的鋼，其他工具可由第一到第三等的鋼製造。鋼組織不勻性爲第四和第五等者，只有重鍛後才能應用。

金屬斷面中碳化物的不勻性，通常，不同斷面內將是不同的。故其不勻性應由工具的工作部分來決定。檢驗是在樣片縱斷面上進行。

3. 高速鋼

金屬切削加工的生產率，在很大的程度內取決於刀具抵抗金屬變形與割裂切片力量的能力、抵抗摩擦力的能力以及抵抗切削溫度的能力。大的切削速度、大的切片斷面和高硬度的加工材料使切削刃發熱至400—500°C。由於切削過程中受到這樣高的熱量，因此，製造刀具的鋼應具有紅硬性。在工具鋼中加入比合金鋼更多的形成碳化物的元素，使很多的合金元素與碳素形成特殊的碳化物，因之得到紅硬性。這樣的元素有鉻、鎢、鈮和鉬。由於加入元素的不同，就有各種牌號的高速鋼，它們都具有較高的紅硬性。

近十年來，曾有很多種牌號的高速鋼及其代用品，但是，大多數代用品的切削性能和其合金的高價比較起來是不相稱的，現時用得最多的高速鋼爲牌號P18（原先的PΦ1）和P9（原先的ЭИ-262）。

高速鋼的應用，須嚴格地受到限制，只有在由於加工條件的關係應用硬質合金刀具不合理的時候才能應用，並且那時候的切削用量，應按照機床製造部切削委員會所規定的標準，要能充分地利用高速鋼的紅硬性。

牌號P18高速鋼由於其高貴的合金成份，應用的範圍是應該受限制的，在各種情況下應儘可能用牌號P9來代替它。但是高速鋼P9的可磨性較低，被磨表面有燒灼的和不均的傾向。如P9所製的螺絲銑刀的

輪磨時間，幾乎兩倍於P18所製的同一銑刀。故特狀刀具，尤其是它的齒距甚小，寧願用P18來製造。

另一方面，高速鋼P18較之P9更易形成碳化物分佈的不勻性。因此，長的、不允許頂鍛的刀具，還是用P9製造來得好。

於是，高速鋼P18祇有在工作條件特別吃重時應用：切片斷面大、切削速度高並且加工材料的硬度高。它用來製造高生產率的樣板刀和型銑刀、切管頭、插齒刀、滾齒刀、螺絲銑刀、切絲梳刀、剃齒刀、鉋齒刀和高生產率的形狀複雜的拉刀。

其他場合，在製造有紅硬性的刀具時，如麻花鑽、銑刀、高生產率的擴孔鑽和鉸刀、搪刀片、拉刀、平板牙、鋸片等等應該用高速鋼P9。

因為高速鋼P9是P18的代用品，故在一般加工條件下可以認為它們有同樣的價值。

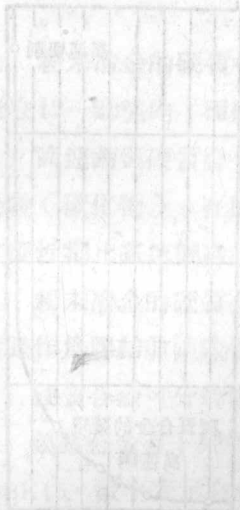
鋼製造的刀具的生產率是由能允許的切削速度的係數來確定的。對於高速鋼P18和P9，切削速度係數等於1，鋼XPT為0.7，鋼9XC為0.65，鋼X為0.6，鋼Y10A和Y12A為0.5。

鍛軋過的高速鋼應該沒有共晶組織和碳化物網絡。當鋼錠冷卻和結晶時，碳化物分佈在結晶邊界上。鍛軋加工使這些碳化物擊碎並成為細的晶粒，且使其在截面上均勻分佈。分佈愈均勻，鋼的質量就愈好。

碳化物的不勻性檢驗時分十等。一至三等組織的高速鋼可製造拉刀、平板牙、鉋齒刀、螺絲銑刀、滾齒刀、插齒刀和剃齒刀。四等組織的高速鋼可製造三面圓片銑刀、端銑刀、帶柄端銑刀、鑽頭、擴孔鑽、鉸刀和鑲在刀具上的刀片。五等和六等組織的高速鋼可製造簡單的切刀和一些不重要的刀具。七等至十等組織，必須重鍛，使碳化物的不勻性減少。

複習問題

1. 工具鋼分為那幾類？
2. 各種牌號的碳素工具鋼用什麼來區別？
3. 試述碳素鋼、合金鋼和高速鋼的用途。
4. 何謂紅硬性？紅硬性對刀具有何作用？



第二章 硬質合金

1. 硬質合金的應用

在工具的切削部分和導引部分應用硬質合金甚為廣泛。用了硬質合金可使切削速度增高好多倍（圖1）。

爲了在機床上廣泛地應用高的切削量，必須儘量地增加硬質合金的產量。雖然硬質合金的加工性差，並且很脆，但是在工具生產中它是日益廣泛地被應用着。毫無疑義，繼續不斷地推廣和發展硬質合金的電加工，繼續不斷地改進硬質合金的質量，會克服它的那些缺點的。最近的將來，在工具製造中，它將會比高速鋼用得更加普遍。

工具製造中所用的硬質合金，按照它的性質和用途，可分爲兩類：粉末冶金的硬質合金和堆鍍用的（或鑄造的）硬質合金。

粉末冶金的硬質合金的製造是將壓過的粉末體燒結成片狀。用機械方法或者銲接將它固定在刀具上。

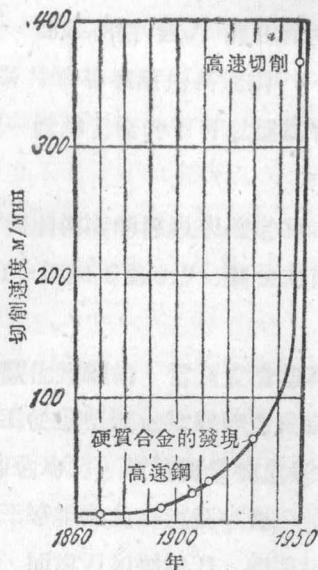


圖1. 刀具材料的改進與切削速度的增高

堆鐸用的（鑄造的）硬質合金是製成粉末狀或者鑄成小棍狀。用氧乙炔焰或電弧將它熔於工具的表面。

粉末冶金硬質合金，主要是用於金屬切削刀具、拉絲和採礦工具的工作部分，以及加工玻璃和其他非金屬的刀具的工作部分。

堆鐸用的硬質合金是用於需要抵抗摩擦的工具的表面，即將它堆鐸（將合金熔於工作表面）於工具的表面。例如，高速切削時刀具的導引表面，車床頂尖，無心磨床上支片的表面，壓力加工模子的工作面，夾具中靠模的表面等等。

2. 硬質合金的牌號

粉末冶金硬質合金與高速鋼在本質上是不同的。高速鋼中含鎢量在12—20%內，而硬質合金的含鎢量有時超過90%。

高速鋼與硬質合金的高硬度是由於它們具有合金元素與碳素的化合物（碳化物）。在硬質合金內有極多的碳化物，因而它的耐磨性和紅硬性都比高速鋼高得多，也就是說它的壽命比高速鋼更長。

粉末冶金硬質合金含有三種組成部分：碳化鎢、碳化鈦和鈷。鈷是作為膠結前兩碳化物用的膠結物質。

硬質合金可分為兩大類：1) 鎢鈷合金；2) 鎢鈦鈷合金。

鎢鈷合金有下列各種牌號：BK3、BK3a、BK6、BK6a、BK3、BK8A和BK15。數字表示合金中含鈷的百分數。合金中含鈷愈少，則此合金就愈硬、愈脆。

鎢鈦鈷合金有下列各種牌號：T15K10、T15K7、T14K8、T15K9和T30K4。T後的數字表示含碳化鈦的百分數，K後的數字表示含鈷的百分數。合金中碳化鈦愈多，此合金耐磨性愈高，但也就愈脆。

各種牌號的硬質合金的用途列於表1。

粉末硬質合金的用途

表 1

機 械 加 工 方 式	被 加 工 材 料			
	鋼	鑄鐵	有色金屬	非金屬材料
粗車（切片斷面大，有衝擊和斷續切削的條件下）	T5K10 T5K7	BK8	EK6	—
粗車和半粗車	T14K8	BK6 BK6a	BK6	BK6a
半粗車和精車	T15K6	BK6 BK6a	EK6	BK6a
精車	T15K6	BK3 BK6a	EK6	BK6a
最精車	T30K4	BK3 BK3a	EK6	BK3a
車螺絲	T15K6 T30K4	BK6 BK3	BK6	—
粗銑	T15K10 T14K8	BK8	EK6	—
精銑	T14K8 T15K6	BK6 BK6a	EK6	BK6a
高速銑	T15K6	BK6	EK6	—
高速銑螺絲	T15K6	—	—	—
粗鉋	T5K10	BK8	BK8	—
精鉋	T5K10	BK	BK8	—
鑽孔	T5K10	BK6 BK6a	EK6	BK6a
擴孔鑽	T14K8	BK6 BK6a	BK6	BK6a
銩	T15K6	BK6 BK6a	BK6	—
拉絲	EK6 EK6 EK8A		EK3 BK6	

附註：1.合金BK6a和BK3a用於加工鍛件和白口鐵。
2.合金BK15用於鑿岩鑽和拉絲。