

硬質合金刀具的構造

謝 明 欽 柯 著



机械工业出版社

硬質合金刀具的構造

謝明欽 柯 著

康斯迦譯 陳乃隆校

機械工業出版社

出版者的話

本書是全蘇工具科學研究院設計科工作人員在技術科學博士謝明欽柯主編下編著而成的。內容包括：各種硬質合金刀具的結構特點，刀具幾何參數，以及全蘇工具科學研究院的實驗工廠和切削實驗室製造各種刀具時所採用的實際數據。書中並引用了各類刀具設計的詳細圖表。

在我國機器製造業中，推廣採用硬質合金刀具進行高速切削加工，這對提高勞動生產率，加速祖國工業化是有重大意義的，在我國目前尚缺乏有系統地介紹這方面蘇聯先進資料的情況下，本書實為現場從事刀具設計人員及工程技術人員的一本極有價值的參考書。

蘇聯 И. И. Семенченко 著 'Конструкции твердосплавного инструмента' (Машгиз 1951 年第一版)

*

*

*

No. 0607

1955年1月第一版 1959年5月第一版第二次印刷

787×1092¹/₂₅ 110千字 5⁸/₂₅印張 3,701—7,750冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

中央民族印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第003號 定價(11)0.90元

目 次

前言	6
刀具總論	7
刀具切削部分幾何參數的選擇	7
一般的結構部分	10
車刀	12
各種車刀的結構特點	12
裝鑲硬質合金刀片的車刀(15)	
I 後角—II 前面的形狀及尺寸—III 主刀刃斜角—IV 偏角—	
V 刀刃圓角—VI 過渡刀刃—VII 用於淬火鋼料加工的刀刃部分	
幾何形狀—VIII 車刀的幾何形狀	
割斷車刀(20)—外圓直車刀(23)—鏟刀(31)—平面車	
刀(37)—切溝車刀(40)	
鉋刀	41
鉋刀結構的特點	41
普通鉋刀(42)—平面鉋刀(44)—切溝鉋刀(46)	
鑽頭	47
直槽鑽頭和螺旋槽鑽頭	47
斜槽鑽頭	49
單刃深孔鑽	49
結構的特點	50
用於鑄鐵加工,帶直槽和螺旋槽圓錐形尾柄的硬質合金鑽	
頭(52)—用於鑄鐵加工,帶加強圓錐尾柄的傾角為 20° 的	
直槽與螺旋槽硬質合金鑽頭(54)—用於鑄鐵加工,帶直槽	
圓錐尾柄的硬質合金鑽頭(55)—用於鑄鐵加工,螺旋槽為	
20° 傾角的圓錐尾柄的硬質合金鑽頭(57)—用於鑄鐵加	
工,帶螺旋槽傾角為 60° 的圓錐尾柄的硬質合金鑽頭(59)	

——用於鑄鐵加工,帶螺旋槽為 60° 傾角的圓錐尾柄的硬質合金鑽頭(61)——用於鑄鐵加工的硬質合金鑽頭橫刃磨礪略圖(62)——用於鋼料加工,直徑為 2.5~10.5 公厘帶圓柱尾柄的斜槽硬質合金鑽頭(63)——用於鋼料加工直徑為 11~20 公厘帶圓柱尾柄的斜槽硬質合金鑽頭(65)——直徑為 7~19 公厘的硬質合金單刃深孔鑽(67)——直徑為 20~75 公厘的帶螺旋尾柄的硬質合金單刃深孔鑽(69)——用於深孔鑽的燒結硬質合金製成的切削刀片(71)——用於深孔鑽的燒結硬質合金製成的導向刀片(71)	
鉋鑽.....	72
結構的特點.....	72
帶柄鉋鑽.....	73
插柄鉋鑽.....	76
雙刃端面鉋鑽.....	85
鉸刀.....	86
帶柄的及插柄的機用鉸刀.....	86
裝鑲刀齒的插柄鉸刀.....	86
三邊鉸刀.....	88
直徑為 6~10 公厘的帶圓柱尾柄的硬質合金機用鉸刀(88)	
——直徑為 10~32 公厘的帶圓錐尾柄的硬質合金機用鉸刀(90)——直徑為 25~50 公厘的硬質合金插柄鉸刀(92)——用於高硬度鋼料加工帶圓錐尾柄的硬質合金三邊鉸刀(94)——鑲刀片的硬質合金鉸刀(96)——鉸刀上刀齒不均勻的分佈(103)	
銑刀.....	104
銑刀刀頭的幾何參數.....	104
裝配式端面銑刀.....	105
圓盤式三面槽銑刀結構(側面銑刀).....	107
端銑刀.....	109
鏈槽銑刀.....	110

插柄端面銑刀110

裝鑲硬質合金刀齒的端銑刀(112)——用於高速銑切的圓盤式三面槽銑刀(119)——裝鑲硬質合金刀齒的圓盤式三面銑刀(126)——鑲硬質合金帶圓錐尾柄的端銑刀(134)——鑲硬質合金帶圓柱尾柄的鍵槽銑刀(136)——用於鑄鐵加工鑲硬質合金刀片的插柄端銑刀(138)——鑲硬質合金刀片帶圓柱尾柄的端銑刀(140)

前 言

高速切削應了解爲在適合硬質合金切削性能充分利用的條件下，使用鑲有硬質合金刀片刀具的切削。然而在不可能完全具有這樣條件的場合下，就祇能說在一定的切削條件下合理地使用硬質合金，因而能有與高速鋼刀具相較，已顯著提高的生產率。這主要在動力小的或者剛性不高的機床上，不堅硬的（就硬度來說）毛坯加工有關。

本書刀具結構的設計，基本上是以全蘇工具科學研究院切削實驗室和設計科的創作爲依據，並根據各科學研究機構，各工廠的實驗數據，以及金屬高速切削會議的資料而製定。

本書內容包括：

- 1) 車刀；
- 2) 鑽頭，鉗鑽，鉸刀；
- 3) 銑刀。

本書是1948年全蘇工具科學研究院出版的硬質合金刀具規格第二次的修正版。全蘇工具科學研究院實驗工廠及切削實驗室所製造與試驗的主要的各類刀具均蒐集於書內。對刀具規格的修訂曾考慮了各工廠及各機構所反映的意見。

本書是由全蘇工具科學研究院設計科工作人員阿基莫夫工程師，達波夫贊夫和波羅夫在技術科學院候補院士伏羅別也夫講師指導下而編成的。

帶溝紋刀齒的裝配圓盤式銑刀及鑽頭各節，是在巴拉諾夫工程師指導下，由利伏娃工程師編成的。

各種刀頭幾何參數是在技術科學院候補院士格魯道夫指導下編製的。

刀 具 總 論

刀具切削部分幾何參數的選擇

在設計裝鑲硬質合金的刀具的時候，選擇刀具切削部分合理的幾何形狀，是首先應該解決的最基本的問題之一。

蘇聯各工廠所收集的硬質合金切削刀具幾何形狀的資料，表明了刀具切削部分有着十分不同的特點，並且又是沒有系統的，這說明在生產人員中間，直到目前還沒有對這個問題求得一致的成熟的意見。

除了刀頭雙重前面以外，有人採用正平前面，這種形狀從合理使用硬質合金的觀點來看，在多數情形下是不合適的。在某些個別的工廠裏，刀頭採用了圓弧形（曲線形）的前面。

在某些工廠內，採用統一的刀頭幾何形狀，而僅是根據被加工材料而改變切削速度，以代替幾何形狀的選擇。

蘇聯全蘇工具科學研究院，有鑒於此，根據研究和總結各工廠的實際經驗，按照加工特點和使用範圍製訂了刀具刀頭幾何參數的圖表。

產生刀具磨損的原因：

1) 刀刃和刀具後面對切削表面和被加工表面的摩擦，而發生了刀具材料微粒從刀刃上和後面上分裂掉下；因此，從刀刃上沿着後面和被加工材料的接觸表面發生磨損。

2) 切屑排出時對前面的摩擦，而在前面形成了月牙窪或凹槽。

刀具磨損的大小和磨損的程度●，主要是取決於切削溫度和

● 磨損程度——根據相對應的因素（ $T, v, s, t, \gamma, \varphi$ 和其他）而變化的磨損增加率。

切削力。當刀具在很低的溫度下切削，實際上前面上不會形成月牙窪，因此，刀刃磨損多數是沿後面發生。在具有高的切削溫度的時候，前面形成着顯著的月牙窪，這樣的磨損限制了刀具的使用期限。刀具變鈍的特點，表現在隨着後面磨損的急遽增加而使刀刃崩壞。

刀具的磨損取決於下面幾個因素：

- 1) 被加工金屬的物理機械性能，代表被切削的金屬的可加工性；
- 2) 刀具材料的物理機械性能，代表了它的切削性能和強度；
- 3) 切削刀具磨損表面狀況；
- 4) 切削過程中採用的冷卻劑或潤滑油；
- 5) 切去切屑的寬度；
- 6) 切去切屑的厚度；
- 7) 切削速度；
- 8) 刀具上切削部分的幾何參數。

以上列舉的每個因素單獨地或綜合地在切削過程中決定着刀具重磨前的使用期限和它完全磨損之前的總的壽命，因此，規定合理的加工過程，應該包括上述列舉的各個因素的具體數值的正確選擇，並考慮對工序所提出的具體工藝要求。

由此可見，刀具切削部分的幾何參數的選擇不容許孤立地來考慮，而只能在切削刀具磨損過程和它的強度的分析的基礎上，和其他的因素綜合為一整體來確定。

最終看來，刀具磨損終究是由於切削過程中發生溫度和對刀具作用的應力所致，研究各個磨損因素的影響首先應從這個觀點上結合刀刃的強度來着手。（譯者按：這個觀點指考慮溫度和應力）。裝鑲硬質合金刀具的磨損絕大多數情形是沿主後面和前面發生，但是在降低速度約相等於採用高速鋼刀具切削速度切削時，磨損主要沿後面發生。

全蘇工具科學研究院考慮到上述一般論點，擬製了車刀刀頭

的幾何參數。

根據工作條件，提出了兩種車刀前面的形狀——平前面和圓弧前面（曲線前面）。前面有數種型式，它們也是同樣依據切削刀具的工作條件和應用範圍選定。

表 1 考慮了刀具磨損及刀刃強度的特點而選定的後角數值。隨着後面上允許的最適當的磨損程度的增加，後角也因而增大。除此以外，在降低到相等於高速鋼刀具切削速度時，也同樣須增大後角，而減小前角。

主偏角應盡可能選擇小些。這在切削深度不變和加大進刀量工作時更為有利；但是不應忘記，小的主偏角需要機床——零件——刀具系統的剛性及增加機床動力。

主刀刃斜角決定着切屑流動的方向，在衝擊時增強切削力，而歸根到底，它決定着刀具的壽命。在衝擊性的工作時，主刀刃斜角應採用 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。縮小副偏角能提高刀具壽命，但是用於直入進刀切削時，副偏角須要增大。

刀尖圓角或過渡刀刃的角度及其長度，是依據刀具大小和工件條件來確定。必須估計到：當刀尖圓角和過渡刀刃長度增大時，切削應力也隨着增加，所以在這種情形下，必需具有機床——零件——刀具堅固的系統。過渡刀刃和副切削刀刃的後角應採用等於主後角。

直到目前，由於裝鑲硬質合金刀具切削部分最有利的幾何形狀的選擇的研究工作尚不夠深入，本書的切削角圖表是根據以往實用的一般見解製定。是以切削力、切削溫度、磨損特性和磨損劇烈度、切削刀刃強度以及刀具使用時其他條件為根據。

在擬定切削角的具體圖表時，曾利用了某些工廠實際資料和文獻，以及全蘇工具科學研究院切削實驗室進行研究結果的各種資料。

在表 9 內指出淬火鋼加工時刀具切削部分幾何形狀的選擇。該表主要是以全蘇工具科學研究院切削實驗室研究所得的資料為

依據。

一般的結構部分

在擬定裝鑲硬質合金車刀規格時，刀桿斷面則是按ГОСТ 2320-43 規定。外圓車刀和平面車刀除採用矩形斷面的刀桿外，也採用正方形斷面的刀桿，因為後者與矩形斷面刀桿具有相同的斷面面積時，能對因複合撓曲所生的變化有更强的抵抗（譯者註：[複合撓曲]指切削時所受的撓曲應力和扭剪應力複合的總應力）。此外，從正方形刀桿斷面上適宜安裝硬質合金刀片方面來看，證明這個見解是完全合理的。能够鉚接於正方形斷面刀桿上同樣尺寸的刀片，也能够鉚接於相同於正方形面積的矩形斷面刀桿上（如並無結構上的限制）。

分析蘇聯工廠中所採用的許多的車刀結構，矩形斷面刀桿上刀片厚度 C 和刀桿高度 H 的比例，以下列範圍內確定：

$$\frac{C}{H} = 0.16 \sim 0.20$$

該比例已成爲各類車刀設計時的依據。

減小刀片厚度和矩形斷面的比例相反地會使刀刃可能重磨次數減少，而且可能爲刀具急劇磨損底原因，但是增大它們之間的比例也會造成硬質合金不合理的使用，以及減弱車刀刀桿程度。

在高速車削時是從提高車刀的剛性要求出發來選擇刀桿材料；全蘇工具科學研究院推薦刀桿材料可用ГОСТ 1050-41 鋼 45，ГОСТ 380-41 鋼 Ст. 6 或ГОСТ 1435-42 V7 經熱處理，硬度 $H_{R_c} = 30 \sim 40$ ，這些鋼料的採用已在蘇聯工廠中得到了良好的效果。（介紹經類似熱處理的合金鋼 40X 用於割斷刀、溝車刀和鏟刀的刀桿）。

每種車刀的大小種數，不僅決定於刀桿斷面等級，而且還決定於刀桿長度等級。後者的選擇根據ГОСТ 鑲有高速鋼刀片的車刀的規定（用於單刀架上的或四方刀架上的）。

在閉合模上用衝壓製造即大批車刀生產時，要以計算來選定

彎頭外圓車刀和平面車刀的外形。

在刀桿主後面和副後面上的後角，較刀片上後角增大 3° 。

在刀具設計時，應先注意到儘可能地全面利用硬質合金切削性能的條件。然而，由於刀具在不同條件下使用時，刀頭均須具備良好幾何形狀的必要性，應該估計到車刀刀頭最後磨礪是在應用工廠內進行，而製造工廠僅僅進行最初一次的磨礪。因此就須預定刀桿上刀片挖口角成這樣角度 ($\gamma_{sp}=16^\circ$)，它可以使每次刀具能任意地磨礪以適合於當時的工作條件。

在確定車刀刀尖高度 h 時，必需估計在刀尖相對方面，刀片不應超過刀桿上表面；而另一方面，由於刀桿上有一個硬質合金刀片正挖口角，為了使刀桿最小程度的減弱，車刀刀尖高度應儘可能大些。

除了這些條件以外，車刀刀尖位置還決定於不同大小的主刀斜角 λ 。關於車刀刀尖高度不再贅述。車刀刀尖高度必須在各個具體條件下根據上面列舉之因素來確定。

各種外圓車刀上硬質合金刀片的刀尖角為 90° ，因而副偏角 φ_1 就等於：

$$\varphi_1 = 90^\circ - \varphi_0$$

在需要縮小副偏角 φ_1 時，沿副後面磨 $2\sim 3$ 公厘大小的倒角成為副偏角需要的角度。其他尺寸 ($R_1; R_2; m$ 等) 應適當地選擇以適合於車刀的型式。

車 刀

各種車刀的結構特點

正確的決定刀頭伸出部分大小 l ，是設計割斷車刀時一個最基本的問題。因為刀桿剛性愈大則硬質合金使用就愈良好。伸出部分 l 是根據刀桿高度 H 來選定的。

$$l = (0.75 \sim 0.9) H,$$

主刀刃長度決定於硬質合金刀片的尺寸，而刀片的選擇首先應該由刀桿斷面決定。

由於用於割斷刀上的刀片是長形的，爲了防止刀頭減弱起見，鑲刀口角選擇 12° 以下。爲了便於這種車刀製造及使用，刀桿靠刀頭旁斜邊爲 45° 角。

切溝車刀與割斷刀不同之處是在於切溝車刀的主刀刃長度係根據被加工工件上槽的寬度來確定。由於與主刀刃長度增加的同時，切削力的增加是和主刀刃抵抗力係數成比例的，因此刀頭的伸出部分的大小只決定於刀桿的斷面（較恰當地來說即它的高度），也就是說並不決定於主刀刃的長度。所以，切溝車刀 l 值的選擇與割斷刀相同，即： $l = (0.75 \sim 0.9) H$ 。切溝車刀採用較少，因要用專門刀片裝配是不合理的。因此，全蘇工具科學研究院擬製的切溝車刀的結構，採用外圓彎頭車刀同樣的刀片（形狀 01），而且刀片長度 a 是以被加工工件上圓槽的寬度加上一些磨製所需的加工餘量來決定。在這種情形下 $\frac{C}{H}$ 的比例（ C —刀片厚度； H —刀桿高度。——譯者）就小於所推薦的 $0.16 \sim 0.20$ 。

主偏角 φ 爲 45° 的矩形斷面外圓直車刀，採用標準刀片是不適宜的，因為標準刀片的邊緣將超出刀桿片以外。所以矩形斷面刀桿的外圓直車刀應採用截短了的刀片。正方形刀桿斷面的外圓直車刀用標準刀片（按長度而言）是完全適宜的。這樣，該種車刀需要

兩種刀片的尺寸規格。矩形斷面和正方形斷面車刀刀尖位置離側面平面間的距離，是在刀桿寬度 $0.5 \sim 0.6$ 範圍內選定。

主偏角 φ 為 60° 的外圓直車刀的規格，是與上述硬質合金刀片的兩種尺寸規格相似。刀尖與側面平面間的距離是在刀桿寬度 $0.4 \sim 0.5$ 範圍之內選定。

主偏角 φ 為 45° 的彎頭外圓車刀，刀尖離側平面約為 $0.2B = 0.2a$ ，式中 B —矩形斷面的刀桿寬度。

由此答出： $m = a \cos 45^\circ - 0.2a \approx 0.5a$ 。

彎頭外圓車刀上，半徑 R_1 和 R_2 根據刀桿寬度確定：

$$R_1 = \frac{B}{2}; R_2 = B。$$

刀頭彎曲時會變薄一些，因此刀片的尺寸 a （長度）常常少許小於刀桿寬度 B 。由於這一原因，矩形和正方形刀桿斷面相等的彎頭外圓車刀，採用同一種尺寸的硬質合金刀片是不可能的。

主偏角 φ 為 60° 的彎頭外圓車刀，刀尖處在接近刀桿側面平面上，由此我們確定側面伸出部分 m ：

$$m \approx a \sin 30^\circ，$$

式中 a —硬質合金刀片長度。

從上述見解中可知硬質合金刀片有兩種尺寸的意義。

半徑 R_1, R_2 按刀桿寬度而定：

$$R_1 = \frac{B}{2}; R_2 = B。$$

通孔鏜刀和不通孔鏜刀其副後面的外形係一弧線 $r = d$ ，式中 d —刀桿圓柱部分的直徑。具有這種副後面外形，鏜孔最小直徑 $D_{\min}$ 為 $2.5d$ ，即按ГОСТ規定比高速鋼刀片的鏜刀，鏜孔最小直徑平均小 1.5 倍到 2 倍。此外，鏜刀刀頭也反而顯得堅實。實際製造該種側面的副後面時可按樣板很容易地磨礪出來。全蘇工具科學研究院擬製的各種鏜刀結構，其伸出部分 m 為刀桿圓柱部分直徑之一半。

端面車刀上刀片寬度 b 即為主刀刃。因此，該種車刀祇採用截短了的刀片是完全合理的。此外，沿刀片長度上有着一個 20° 後角

和主刀刀斜角 λ ，在磨削後面時必需消去更多的加工餘量，這必須在刀片鑲口加工時估計到的。為了保證車刀必要的剛性，該種車刀主偏角採用 70° ，副偏角為 20° 。 κ 和 η 大小可適宜地選擇。半徑 R 選擇等於刀桿寬度 $R = B$ 。

端面車刀的平面外形，藉銑切加工就能獲得規定的形狀，同時也能在壓模上進行加工後獲得。

確定端面車刀的側面伸出部分 m 時，要保證最多的允許重磨次數，而同時又要不致損傷刀桿側面。

裝鑲硬質合金刀片的車刀

I 後角

1. 主後角大小按表 1 由車刀類型及進刀量大小而定。

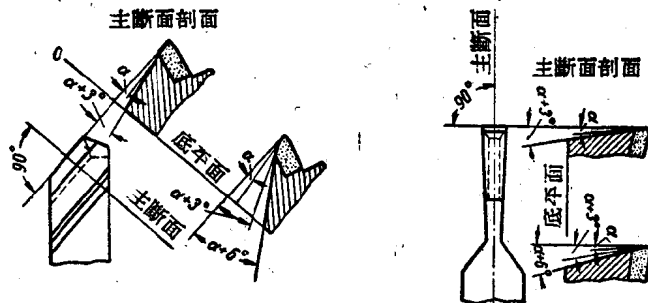
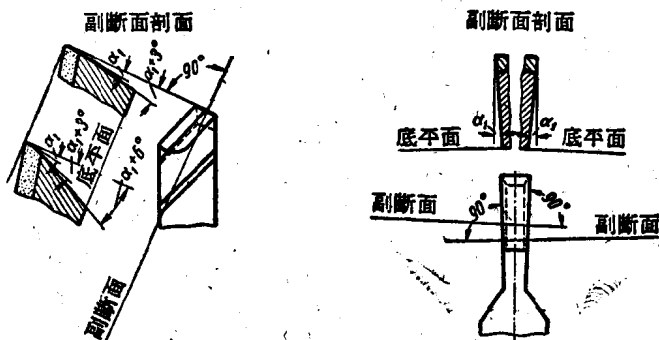


表 1.

車	以公厘計的每轉進刀量	
	0.25 以下	0.25 以上
	α°	
外圓車刀		
割斷車刀	12	8
切溝車刀		
$\varphi=90^\circ$ 的平面車刀	8	6

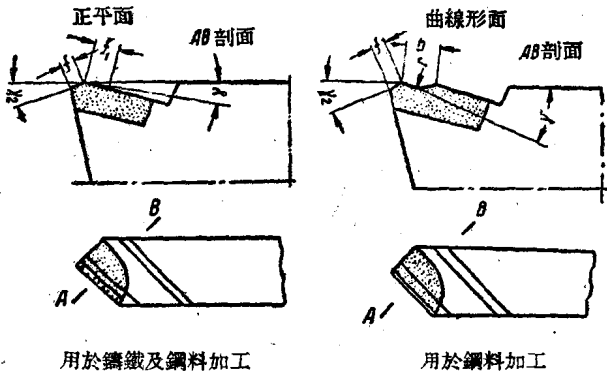
2. 除平面車刀和割斷車刀外，副後角 α_1 均相同於主後角 α 。切溝車刀及割斷車刀 $\alpha_1=2^\circ$ 。



3. α 和 α_1 角的極限偏差，除切溝車刀和割斷車刀上 α_1 角外，規定為 $\pm 1^\circ$ ；對於切溝車刀和割斷車刀極限偏差則為 $\pm 30'$ 。

II 前面的形狀及尺寸

4. 各種車刀前面形狀取決於被加工的材料。



5. 前角 γ 值及 γ_2 角值根據表 2 選擇。

表 2

前面形狀	被加工材料	σ_b	H_B	γ°	γ_2°	工作條件
正平面	鋼 鑄鐵	70以下 —	— 200以下	— 15	0 —	在中等的或小的 剛性條件下工作。 在鋼料加工時需採 用斷屑器
	鋼 鑄鐵	70~90 —	— 200~250	8 —	—5 —	
	鋼 鑄鐵	90~120 —	— 250~350	0 —	—10 —	
	鋼 鑄鐵	120~140 —	— 350~400	—5 —	— —	
	鋼 鑄鐵	140~160 —	— 400~500	—10 —	— —	在剛性條件下工 作。在鋼料加工時， 需採用斷屑器
	鋼	160~180 —	— —	—15 —	— —	
曲線平面	鋼	120以下	350以下	20	—5	在中等的或小的 剛性條件下工作

註：當 $\varphi = 60^\circ \sim 70^\circ$; $\lambda = 10^\circ \sim 15^\circ$; $\gamma = -10^\circ$ 時，鋼料 $\sigma_b \leq 140 \sim 160$ 公斤/公厘²，
 $t/s < 4 \sim 8$ 時採用該種車刀（ t —切削深度（公厘）； s —進刀量（公厘/轉）能保
 證切屑捲曲。