

第六章 切刀、銑刀和拉刀

切 刀

功用、使用範圍和類型

切刀是金屬切削加工中用得最廣泛的刀具。切刀可以用在車床、轉塔（六角）車床、銕床、立式車床、鉋床、插床、半自動機床、自動機床及其他特種機床上。各類切刀都有其特具的形狀、構造和幾何參數。

切刀可分為下列幾類：

1) 按機床種類來分：a) 車刀；б) 鉋刀；в) 插刀；г) 半自動機床用的車刀；д) 自動轉塔車床用的車刀；е) 銕床用的銕刀；ж) 特種切刀；

2) 按加工類別來分：a) 表面縱削刀；б) 端面刀；в) 割刀；г) 切槽刀；д) 銕孔刀；е) 圓溝刀；ж) 倒稜刀；з) 螺絲車刀；и) 成形刀（樣板刀）；

3) 按切刀與工件相對的位置而分：a) 徑向刀 б) 切線刀；

4) 按加工性質分：a) 粗加工切刀；б) 精加工切刀；в) 細加工切刀；

5) 按刀桿截面形狀分：a) 矩形的；б) 方形的；в) 圓形的；

6) 按刀頭構造來分：a) 直頭刀（圖 1, a）；б) 彎頭刀（圖 1, б）；в) 拐頭刀（圖 1, в）；г) 鏟頭刀（圖 1, г）；

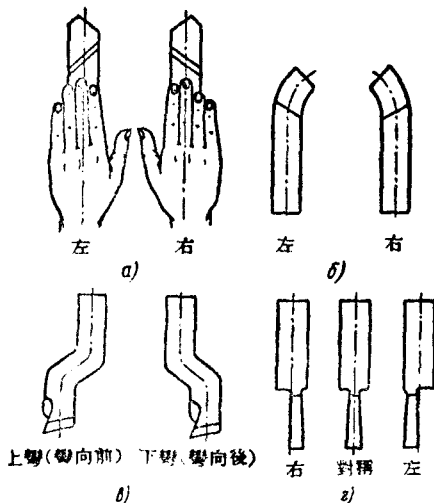


圖 1 切刀刀頭的構造。

7) 按進給方向來分：（圖 1, a）a) 右向的；б) 左向的；

8) 按製造方法來分：a) 整體刀（刀頭和刀身由一塊整的材料做成）；б) 鉚頭刀（刀頭與刀身用對鉚法連接起來）；в) 鉚片刀（把刀片鉚在刀頭上——譯者）（圖 4）；г) 鉚扁鋼條的刀（圖 5）；д) 熔滴刀頭的刀（把高速鋼熔化滴在刀頭上——譯者）；е) 帶刀把的刀（刀頭插在刀把內）；

9) 按材料來分：a) 硬質合金刀；б) 高速鋼刀；в) 碳鋼刀；г) 合金鋼刀。

後體刀（截面為方形或矩形的——譯者）的基本概念、名稱和形狀在 OCT/BKC (897 中有規定，這種刀切削部分的幾何參數在 ГОСТ 2320-43 中有規定。以上所述各項在前章（第五章）中也大略講到了一些。

切刀的總尺寸

切刀的截面尺寸可根據垂直切削分力 P_z 和距離 l （刀尖至支點之距離）來選定之（圖 2）。

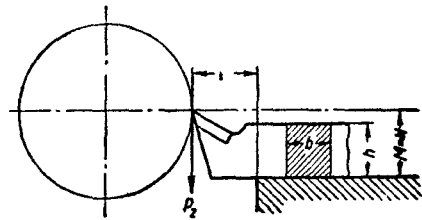


圖 2 切刀截面之決定法。

決定截面的公式如下：

$$P_z = K_s \cdot F,$$

式中 K_s —— 單位切削比壓，（公斤/公厘²）； F —— 切削屑截面面積（公厘²）。

彎曲力矩

$$M = P_z \cdot l = W \cdot \sigma_u,$$

式中 W —— 切刀截面係數，（公厘³）； σ_u —— 容許之彎曲應力，工具鋼之 σ_u 約為 20~25 公斤/公厘²。

矩形截面切刀的計算公式為

$$b \cdot h^2 = \frac{6 P_z \cdot K_s \cdot l}{\sigma_u};$$

方形截面切刀的計算公式爲

$$s = \frac{6F \cdot K_s \cdot l}{\sigma_u};$$

圓形截面切刀的計算公式爲

$$d^3 = \frac{10F \cdot K_s \cdot l}{\sigma_u}.$$

除強度外，還要考慮機床、刀具、工件，這個組合的總剛性和加工的性質（如不連續切削、切削硬度等等）。

在實際工作中，由於計算法很複雜，所以通常只根據經驗總結所得出的資料來決定切刀所必需的截面面積，其數值按切屑截面面積或車床中心高度而不同。切削中等硬度鋼料時，切刀截面面積可查表 1 和表 2。

選擇切刀截面時，必須考慮刀尖距離切刀支持面的高度 H （圖 3, a）。 H 之值愈小，切刀的使用範圍愈大（大小車床上都可以用——譯者）。因為 H 是和機床中心至支持面的最小距離 M 有密切關係的（圖 2）。

表1 根據切屑斷面選擇切刀截面尺寸

切刀類型	代表符號	切屑截面面積(公厘 ²)						
		1.5	2.5	4	6	9	12	16~25
		切刀尺寸(公厘)						
矩 形	$b \times h$	10×16	12×20	16×25	20×30	25×40	30×45	40×60
方 形	h	12	16	20	25	30	40	50

表2 根據車床中心高度選擇
車刀截面尺寸

車刀安裝方法	中心高度(公厘)				
	150	180~200	260	300	350~400
	車刀尺寸(公厘)				
裝在方刀架上	12×20	12×20	16×25	20×30	25×40
裝在單刀刀架上	12×20	16×25	20×30	20×30	25×40

切刀截面的主要形狀是矩形的，因為這種切刀鑲上刀片後，頭部刀桿仍然較高（圖 3, a 中 $H_1 > H_2$ ），所以刀桿強度減少不多。只有在不能使用或不便使用矩形切刀時才用方形切刀，例如銼床、插床、自動轉塔車床上使用的刀具就是方形的。此外當機床中心至支持面的距離不大時，也用方形切刀。

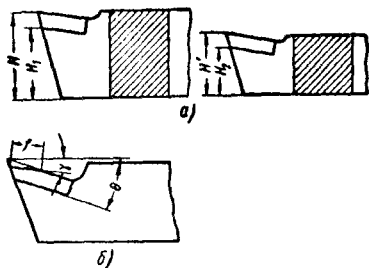


圖3 刀尖高度及刀片角度。

銼刀的刀身是圓形的，因為圓形切刀可以容許鏤

刀在刀架中旋轉少許，這樣就可以改變刀尖的高度，而得出不同的切削角來。不過當工作進行時，圓形刀具必須牢固地夾緊在刀架裏，以免其自由轉動。

鉋床上切削截面同樣大小的切屑，所用的刀具比車床上的車刀要大 1.25~1.5 倍。這是因為鉋刀工作時，常常有衝擊現象，切削力經常在變化，因此刀身的應力也不均勻的緣故。

轉塔車床、半自動與自動車床上所用的車刀，其截面比普通車刀小些，這是因為這些機床上放刀的地方受到了限制的緣故。

自動車床上使用的切線車刀的尺寸是根據加工材料的直徑來選擇的，一般尺寸如下：

D	6	9	12	19	25(公厘)
h	3	6	8	10	11(公厘)

方形與圓形工具鋼料的標準見 ГOCT 1133-41，扁鋼條的標準見 OCT 10007-38。

切刀的長度按所選擇的切刀截面來決定（表 3 及表 4）。

自動轉塔車床和半自動車床上的車刀通常安裝在帶有調節螺絲的刀把裏，刀把上的螺絲抵住車刀的後端，所以這種車刀比普通車刀短得多。

切刀頭部的構造概述

只有碳工具鋼製成的切刀，其頭部與刀身是由一塊整材料構成的。為了經濟起見，高速鋼切刀總是合成的。這種高速鋼切刀的刀桿材料是低碳鋼（6 號鋼）、硬

表3 矩形切刀的長度(公厘)

切 刀	切刀截面($b \times h$)(公厘)						
	10×16	12×20	16×25	20×30	25×40	30×40	40×60
裝在單刀刀架裏的車刀	150	200	225	250	300	400	500
裝在方刀架裏的車刀	125	125~150	150~175	150~200	150~250	150~250	—
半自動車床用的車刀	—	125	125~150	150~175	175~200	—	—
鉋刀	150	200	250	300	350	400	500
插刀	200	250	300	350	450	500	600

表4 方形切刀的長度(公厘)

切 刀	切刀截面(公厘)								
	6	8	10	12	16	20	25	30	40
裝在單刀刀架裏的車刀	—	—	—	—	175	200	250	300	400
裝在方刀架裏的車刀	—	—	—	—	125~250	125~150	125~200	150~250	200~250
自動六角車床用的車刀	25	50	60	70	80	100	125	—	—

質合金刀的刀桿材料是工具鋼Y8~Y10。

小切刀(截面小於12公厘×12公厘的)是把高速鋼刀頭對鉗在刀身上的。

應用得最廣的是鉚片切刀(圖4)。 δ 型和B型切

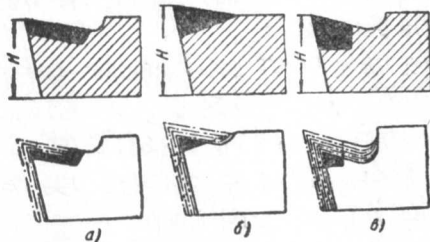


圖4 刀片的形狀。

刀比 α 型切刀的磨重次數可以多些。所以更能充分利用它們的材料,但是它們的刀片需要特別軋製,鉚接起來也麻煩些,因此實際上很少採用。矩形刀片厚度與長度之比須接近1:2.2,因為這時前面和後面可以重磨的次數大約相等。前面為一平面的切刀(ГОСТ 2320-43中的第III種形狀)刀片傾斜角 Θ (圖3,б)應比前角 γ 大 5° ,這樣地嵌裝刀片,重磨切刀時前面上就會得出倒稜 f ,因而改進了刀頭的形狀。刀片槽座應以刀身截面的25~30%為極限,以免刀身太單薄。新切刀的刀尖高出刀桿1~2公厘。

自動轉塔車床和半自動車床上宜採用鉚扁鋼條的車刀(圖5)。刀身可以由一整塊材料製成,也可以鉚一托座以承托高速鋼的扁鋼條。這種結構使車刀使用壽

命增加到4~5倍,而高速鋼的消耗增加得並不多。

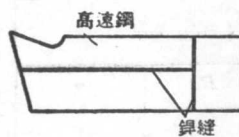


圖5 鉚扁鋼條的切刀。

實際應用上,端面刀有兩種安裝刀片的方法:安裝在上方和安裝在兩側,這就看加工時切刀那一面(前面或後面)所受的磨損最大,就把刀片安裝在那一面。

刀片的標準形狀:高速鋼刀片見ГОСТ 2379-44,硬質合金刀片見ГОСТ 2209-45。

阿·姆·意格納節夫(A. M. Игнатьев)[1]的車刀是在後面上鉚上一塊很薄的高速鋼刀片,車刀裝上刀架後,就形成了一定不變的後角,刃磨時只沿 γ_1 角之平面來磨前面, γ_2 角下的圓槽(圖6)是在切削過程中自動形成的。

溶滴刀頭的切刀在構造上和整體切刀(刀頭刀身是整的)並無區別。

用硬質合金車刀加工鋼料時,切屑的清除工作很麻煩:切屑由車刀上成帶狀地流下,捲成螺旋線或線圈,纏在刀頭上,因而不得不時常停住車床來清除切屑,於是降低了車床的生產率。所以最好在車刀前面上做一台阶(圖7),切屑碰

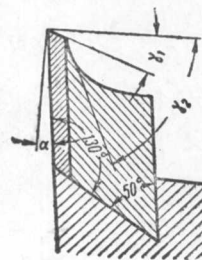


圖6 意格納節夫的車刀。

到台階就折斷成爲一節節的小圓環，從工件上落下來。台階的大小按車刀類型和進給量的大小而不同。主偏角 $\varphi=45^\circ$ 、 60° 及 90° 的車刀，其台階尺寸列在表5中。台階深度爲0.4~0.6公厘，刀尖圓角半徑爲1.5~2.5公厘。台階的前角 γ 和整個前面的前角相等。進給量若小於0.2公厘/轉，切屑的折斷情況較差，進給量大

於1.5公厘/轉時，必須將 c 的數值增大。

台階大時，由於楔角減小，所以車刀強度降低。有兩種構造可以免除這種缺點(圖8)：a)在硬質合金刀片的上方鍍上一片合金(如X5H)，形成 45° 的傾斜面。b)把硬質合金刀片嵌入刀身裏，上述斜面就由刀身構成。這兩種構造都可以使切屑折成一節節的單獨小圓環。

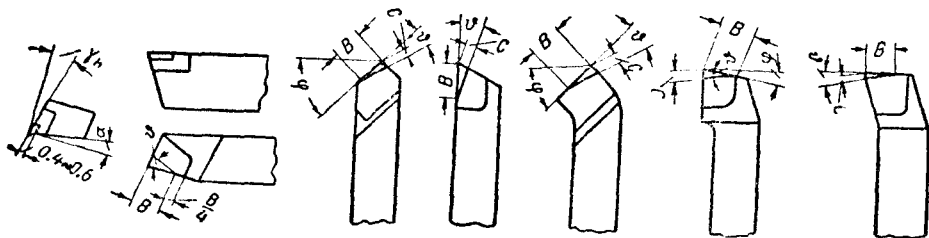


圖7 各種車刀上的斷屑台階。

用較高的切削用量切削硬金屬時，最好在平滑的後面上做出一些細小的斷屑槽，把寬切屑改成若干窄切屑，這樣就可以避免振動。

表5 斷屑台階的尺寸

切削深度	台階尺寸(公厘)		
t	C	B	γ
2~4.0	2.5	7.3	20°
4.5~8	3.0	12.5	14°
8.5~14	3.0	21.5	8°

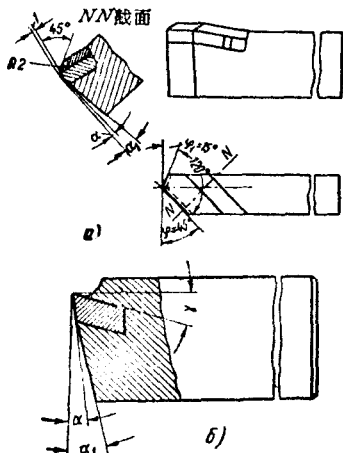


圖8 斷屑器。

車刀

車床上用的車刀有外圓車刀(縱削車刀)、端面車刀、割刀、鏜刀。所有這些車刀都用兩種形狀：直車刀

(圖9, a, b, d, e, f)和彎車刀(圖9, g, z, k, u, k, A)。粗車外圓車刀(圖9, a, b)的特徵主要是在所選的主偏角 φ 和副偏角 φ_1 上(ГОСТ 2380-44和2381-44)。精車外圓車刀有兩種：半徑爲 R 的大圓角車刀(圖9, b, r)和平口車刀(圖9, d)(見ГОСТ 2383-44)。

端面車刀如圖9, e, k所示。

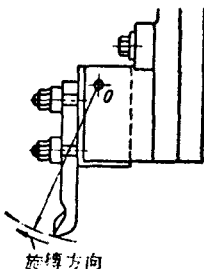
割刀(圖9, z, u)根據ГОСТ 2382-44可以做成對鉗刀頭的和鉗刀片的兩種，刀頭高於刀桿，以便更完善地利用刀具材料。

鏜孔刀根據ГОСТ 2384-44和2385-44隨用途不同其形狀也有區別。鏜通孔時(圖9, k)其刀頭形狀與外圓車刀相同，亦即有 φ 角。鏜不通孔時(圖9, l)或者孔中有硬的鑄鐵皮時，就不能有 φ 角，刀尖一定要磨尖銳，因此刀子較弱，生產率也低些。

鉋刀和插刀

鉋刀的刀架必須以 O 點爲旋轉中心(圖10)這樣一來，鉋刀在回程中就可以減少摩擦，並且可以避免鉋

刀刺入工件表面。同時爲了避免刀尖擦傷工件表面，刀頭應當做成彎的，不論在進程或回程中，刀尖都應當位於刀桿中心線上(根據ГОСТ 2880-45, 2881-45和2882-45)或者位於刀架支持面的延長線上。圖11所示爲各種典型鉋刀。



旋轉方向

圖12爲各種插刀(見圖10 鉋床上的刀架。ГОСТ 2883-45, 2884-45, 2885-45)。

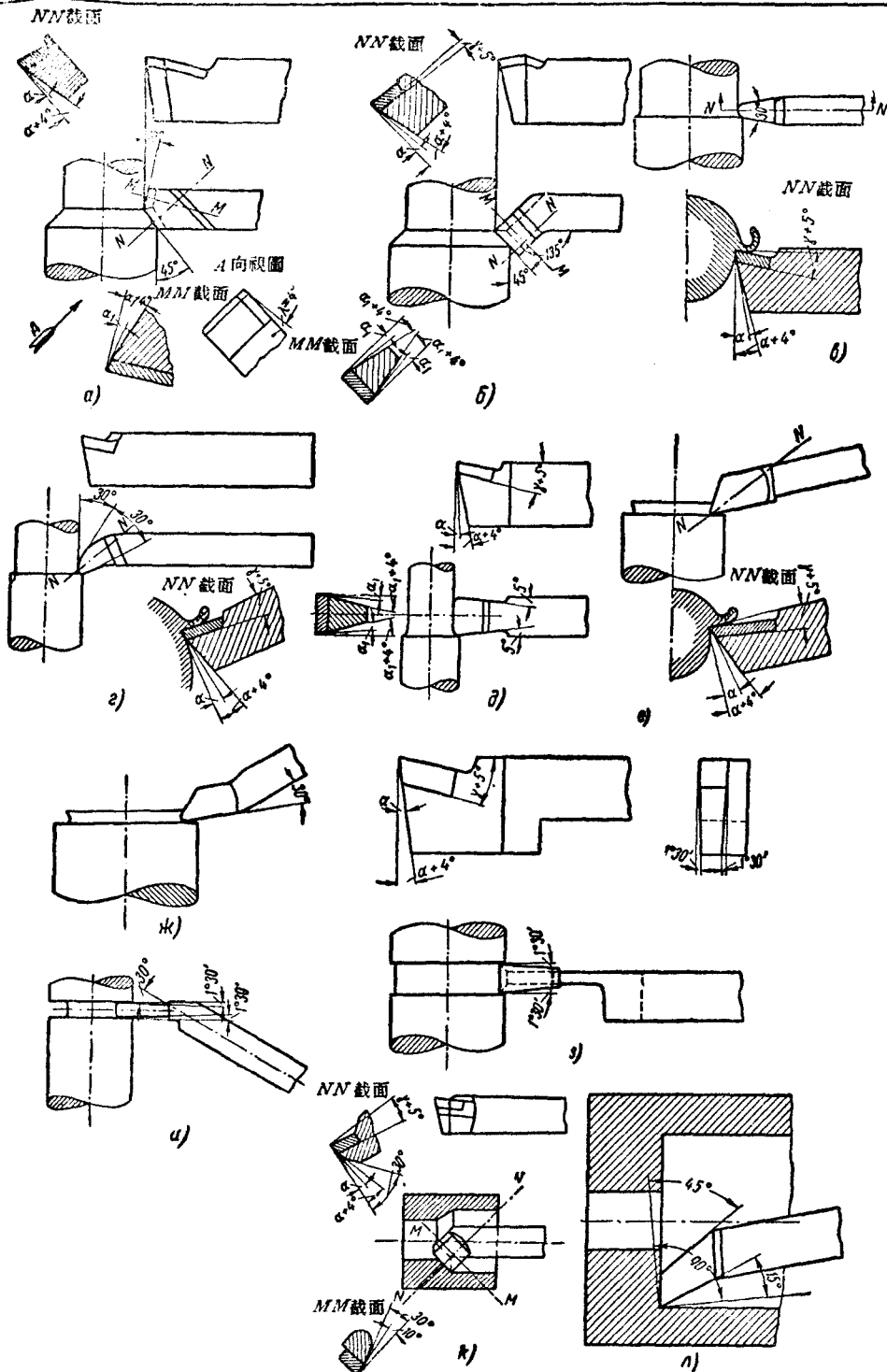


圖9 車刀各種類型:

a—粗車外圓車刀; *b*—精車外圓的彎車刀; *c*—精車外圓的圓口直車刀; *d*—精車外圓的圓口彎車刀; *e*—精車外圓的平口車刀; *f*—端面直車刀; *g*—端面彎車刀; *h*—直割刀; *i*—鏟削刀; *k*—通孔鑽刀; *l*—不通孔鑽刀。

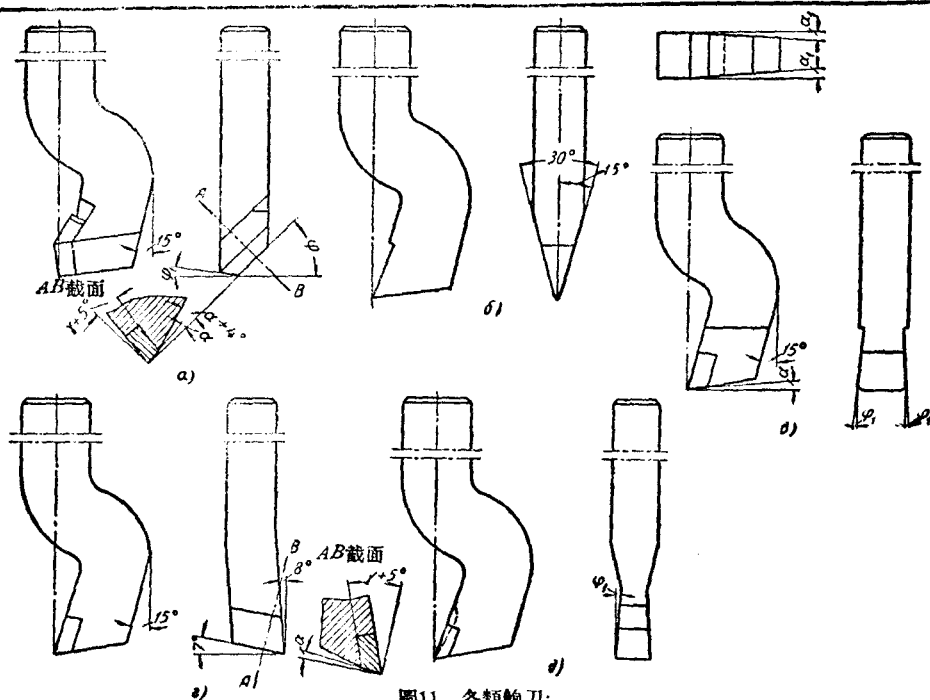


圖11 各類鉋刀:

a—粗縱鉋刀; *b*—窄口縱鉋刀; *c*—鏟狀、縱削光法鉋刀; *d*—端面鉋刀; *e*—槽鉋刀。

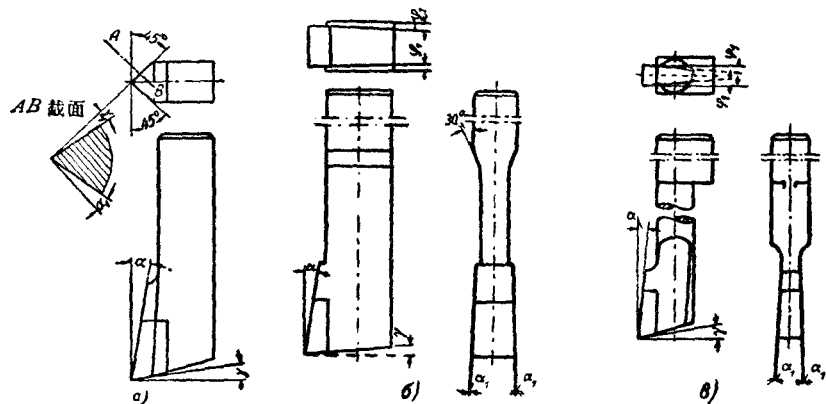


圖12 各種插刀:

a—兩面刃縱削插刀; *b*—鍵槽插刀; *c*—槽插刀。

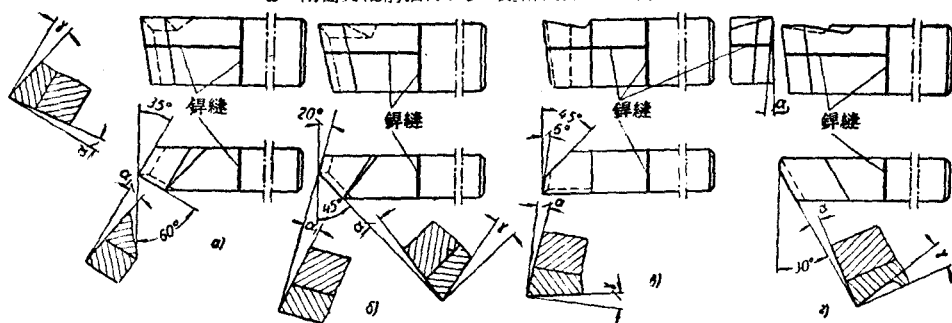


圖13 半自動車床上用的各類車刀:

a—有切入量的外圓車刀; *b*—外圓車刀; *c*—端面車刀; *d*—倒棱車刀。

半自動車床和自動轉塔車床上 所用的車刀

車刀用在半自動車床上，可以做帶有切入量的工作，也可以做不帶切入量的工作（見圖 13），切入角達 $25 \sim 30^\circ$ ，副偏角達 $35 \sim 45^\circ$ ，尖角不應超過 90° ，否則切削就難於進行。這種車刀也可以裝上刀桿，車刀中心線與刀桿成 15° 或 30° 的角。

圖 14 所示為自動轉塔車床上所用的標準車刀。

自動轉塔車床用的外圓車刀也可以裝在刀桿上，車刀與刀桿中心線成 15° 或 30° 的角度（見圖 15）。鑽孔刀裝在鑽刀桿上，最常用的角度為 0° 、 30° 和 45° （圖 16）。

用來作 30° 及 45° 倒稜的倒稜車刀，安裝的角度為 0° 、 30° 及 45° 。自動轉塔車床及半自動車床用的車刀主偏角 φ 及副偏角 φ_1 數值列在表 6 及表 7 中。

單軸自動車床上，有時採用圓體車刀（見圖 17），它的各部分尺寸見表 8。

表 6 半自動車床上所用的車刀的主偏角及副偏角

角 度	外 圓 車 刀			有切入量的外圓車刀			端 面 車 刀				倒 稜 車 刀		
φ	45	60	0	45	60	75	0	0	0	80	30	45	60
φ_1	20	10	10	45	35	35	35	6	6	20	—	—	—

表 7 自動轉塔車床上所用的車刀的主偏角和副偏角

角 度	外 圓 車 刀				倒 稜 車 刀			內 倒 稜 的 車 刀			割 刀		鏜 刀			
φ	45	60	75	0	45	45	60	90	30	15	Or20	60	60	45	30	90
φ_1	35	35	20	10	0	45	60	—	—	—	≤ 10	10	40	55	55	10

表 8 自動車床上所用的圓體車刀的尺寸（公厘）

類 型	b	D	d	d_1	d_2	d_3	d_4	R	f	e	c	h	r
I	10~12	52	12	19	3	—	6.1	11	10	12	—	42.5	2
II	>12	52	12	19	—	29	6.1	11	10	—	$b \sim 12$	42.5	2
I	10~16	68	16	23	42	—	8.1	14	13	16	—	53	3
II	>16	68	16	23	—	37	8.1	14	13	—	$b \sim 16$	53	3

常用的圓體車刀有下列數種（圖 18）：a）切槽用的圓體車刀（ $a=1.5 \sim 4$ 公厘， $l=6 \sim 13$ 公厘）；b）單面倒稜圓體車刀（ $a=0.8 \sim 3.5$ 公厘， $b=4 \sim 7$ 公厘， $l=4 \sim 6$ 公厘， $\varphi=45^\circ$ 及 60° ）；c）雙面倒稜圓體車刀（ $a=0.8 \sim 3.5$ 公厘； $b=6 \sim 10$ 公厘； $h=1.8 \sim 3.5$ 公厘， $\varphi=45^\circ$ 及 60° ）；d）圓體割刀（ $a=1.5 \sim 3$ 公厘， $l=6.5 \sim 12$ 公厘， $\varphi=18 \sim 10^\circ$ ）。

切 線 車 刀

切線車刀是沿工件外圓切線方向安裝的，這樣就可以使車刀上的各個分力（垂直分力 P_z 、軸向力 P_x 和徑向力 P_y ）能分佈得更好些（圖 19，a）。作用在切線車刀上的最大分力 P_z 其方向是徑向的，所以不會在

車刀桿上產生撓曲力矩，這在普通車刀上是無法避免的（圖 19，b）。切線車刀抵抗切削力的能力强，所以在同樣的工作條件下切線車刀比普通車刀可以切削較大的切屑。

切線車刀只沿前面磨刃，後角是靠車刀的安裝位置而形成的（圖 20）。切線車刀的主要優點就是刃磨和安裝都很簡單。

切線車刀在自動車床與半自動車床上用得很多。

最適宜的刃磨角度和安裝角度（圖 21）可從表 9 中查出。

加工碳鋼時，最好將刀裝斜 $1 \sim 2^\circ$ （ λ 角）（圖 21，a 中的左投影圖）。加工韌性金屬時，切線車刀的前面

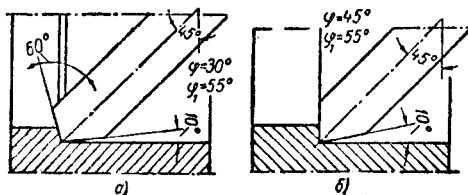
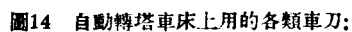


圖17 自動車床上的圓體車刀尺寸圖。

a—通孔;δ—不通孔。

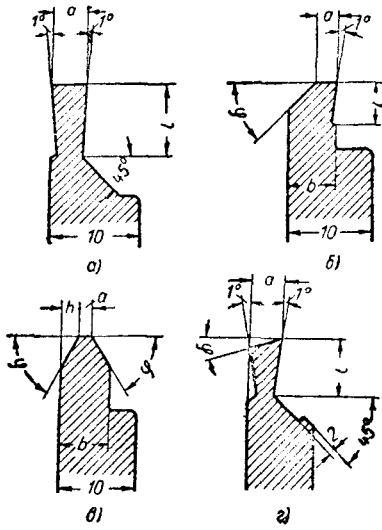


圖18 自動車床上用的各類圓體車刀：
 a —切溝圓體車刀； b —單面倒稜圓體車刀；
 c —雙面倒稜用的圓體車刀； d —圓體割刀。

表9 切線車刀的刃磨角度和
 安裝角度^①

加工種類	角度 (度)	被加工的金屬—鋼	
		自動車床用的鋼	工具鋼
粗加工 (圖21, a)	α	8~10	8~10
	γ	10	8
	β	70~72	72~74
	λ	10	8
精加工 (圖21, b)	α	10~12	8~10
	γ	15~18	8~10
	β	60~65	70~74
	λ	—	—

① 加工自動車床用的鋼時 $h = \frac{1}{10} D$
 加工工具鋼時 $h = \frac{1}{8} D$ 。

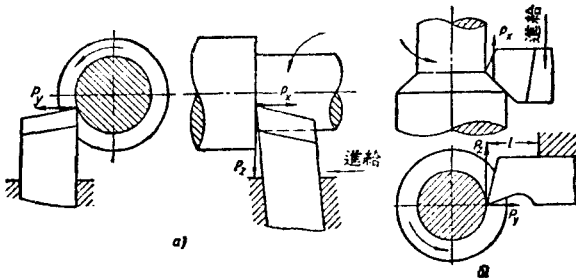


圖19 切線車刀與普通車刀上的切削力。

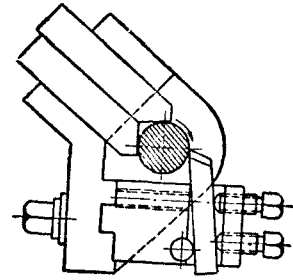


圖20 切線車刀安在刀架上的位置。

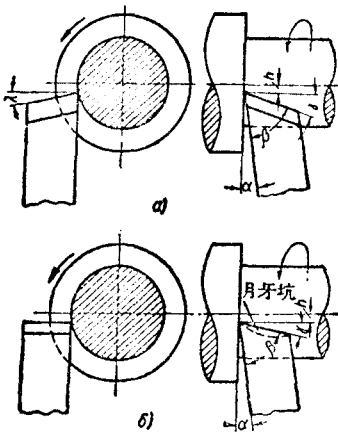


圖21 切線車刀切削刃的角度。

上應磨出一個月牙坑，以便導出切屑(圖21, b)。

銼床上用的銼刀

臥式銼床上，銼刀夾固在銼刀桿上，隨刀桿而旋轉，工件是固定在一定位置上不動的。銼刀桿旋轉時，可以得出很規矩的圓柱形孔來，不過孔的中心線很難保證一定是條不彎曲的直線，並且孔中心線的位置也難保證沒有偏差。若刀具靜止不動，則孔的實際中心線將永遠與它的理論幾何中心線相重合，但是所得出的孔可能不是圓柱形，而是橢圓或錐形的。

銼孔時可以用單刃銼刀，也可以用多刃銼刀(如兩面刃銼刀、鑲片銼刀、組合銼刀、多齒銼刀頭)。

單刃銼刀的生產率比多刃的小，並且對於工人的技術水平也要求得高些，這是因為單刃銼刀本來就不容易銼出精確的孔的緣故。因此單刃銼刀主要只用在單件生產或小批生產上。銼刀可以安裝得與刀桿垂直(例如銼通孔的銼刀——圖22, a)，也可以與刀桿傾斜一角度(例如銼不通孔的銼刀——圖22, b)。夾固

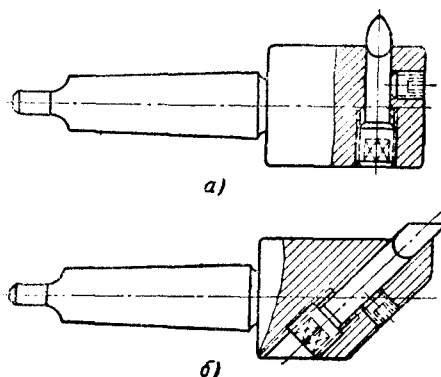


圖22 夾固在鏢刀桿裏的鏢刀。

鏢刀的方法有很多種(圖23)。最簡單、最方便的辦法(圖24)是使用一種調節裝置,使鏢刀由刀桿伸出的距離 x 可以自由調整。這種鏢刀不論是安裝新刀或者在

工作中換刀,都必須在工具車間按尺寸妥善裝好。這種鏢刀不論粗加工或精加工都可以用,所得的精確度在3~4級之間(鉸孔及細鏢孔前之預加工)。切下的切屑截面是圓形的。刀與刀桿的直徑隨孔的直徑而不同,表10中是其適當的數值。

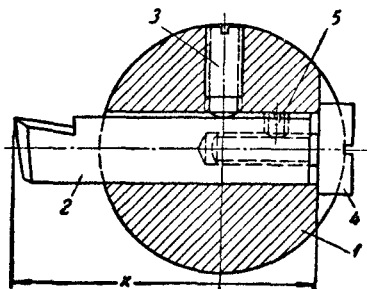


圖24 可以調節直徑的鏢刀:

1—刀桿; 2—鏢刀; 3—夾緊鏢刀的螺絲;
4—調節螺絲; 5—定位螺絲。

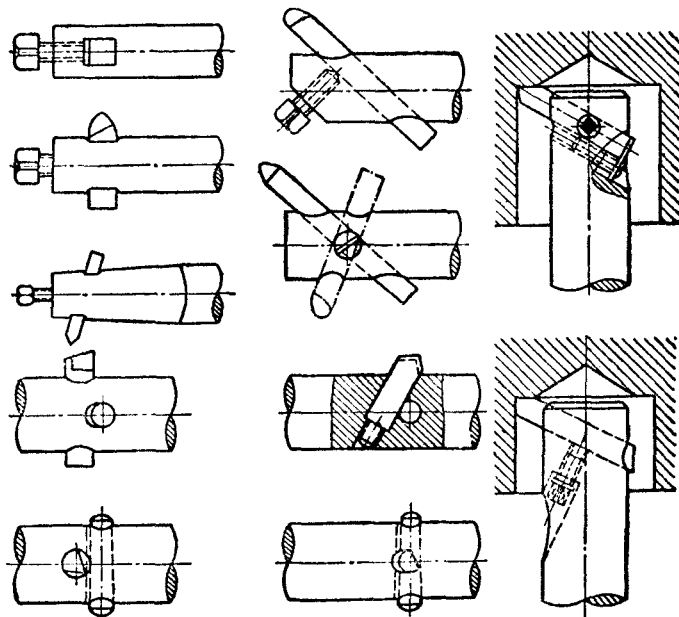


圖23 鏢刀在刀桿中的各種夾固裝置。

表10 鏢刀及其刀桿之直徑

孔的直徑	40~50	51~70	71~85	86~100	101~140	141~200
刀桿直徑	32	40	50	60	80	100
刀的直徑	10	12	16	18	20	24

雙刃鏢刀(圖25)是用來鏢直徑大於20~30公厘的同心孔或鑄件上的階梯孔。雙刃鏢刀刀桿截面選擇適當後(不太大),即可保證各孔中心的正確位置,並

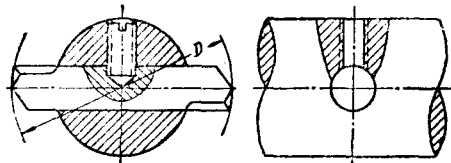


圖25 雙刃鏢刀。

且換刀時不必重新移動刀桿或校對其位置。鏢刀是藉螺絲夾固在刀桿之內的。因為刀磨的次數有限,不能充分利用刀具材料,這是這種鏢刀的缺點。

片狀鏢刀(圖 26)直徑大於 40 公厘的孔主要都用片狀鏢刀來鏢製。圖 27 所示為鏢刀在刀桿內的幾種夾固方法。片狀鏢刀工作時僅端面上的切削刃在切削，圓柱面上的切削刃除鄰近端面的一部分(圖 26, a 中的 1 部分)外基本上是不參加切削的，所以鏢刀用鈍以後，只要刃磨端面上的切削刃和圓柱面上很短的一部分切削刃。

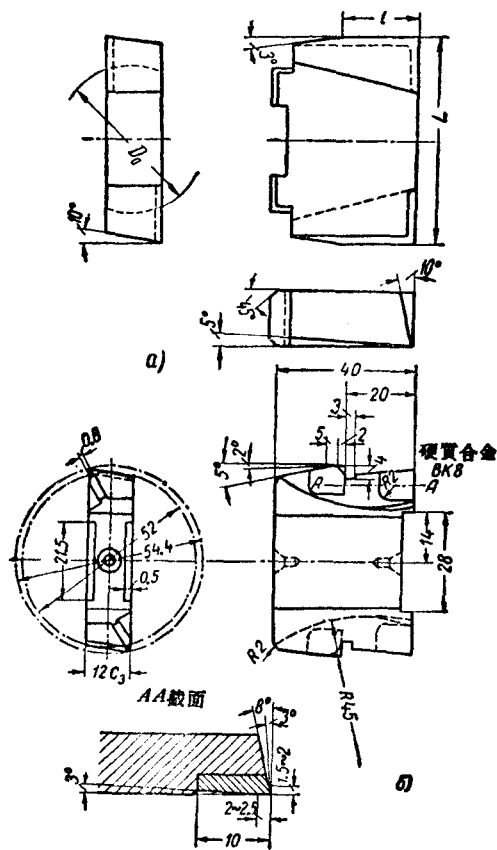


圖 26 片狀鏢刀:

a—高速鋼作的片狀鏢刀;

b—硬質合金作的片狀鏢刀。

成形內孔也可以用片狀鏢刀來加工(圖 28),爲了節省高速鋼,鏢刀的刀體部分可用低碳鋼製成,並用對錫法將它與鏢刀頭銲接起來。

採用鑲嵌刀頭的構造(圖 29, a)同樣也可以節省刀具材料。兩個刀頭嵌裝在刀桿上的孔中,刀頭尾部用彈簧連接起來,旋轉螺絲時,螺絲前端的錐面可使刀頭伸縮,因而可以調節所鏢的孔徑。

圖 29, b 中的兩個鏢刀頭是藉細齒面連接起來的,刀具用鈍後,可以再移出一兩個齒距以保持原來的孔徑。

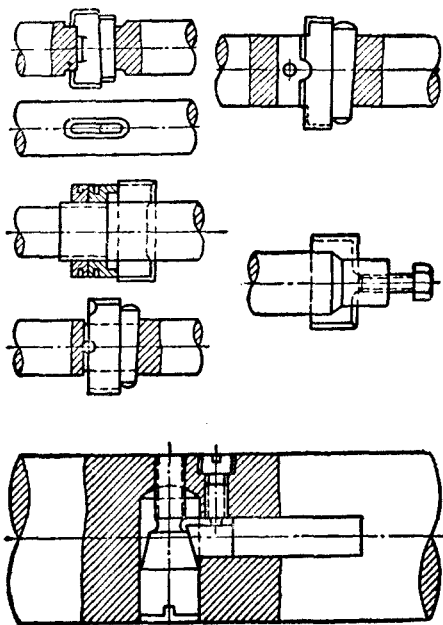


圖 27 片狀鏢刀在刀桿中的夾固方法。

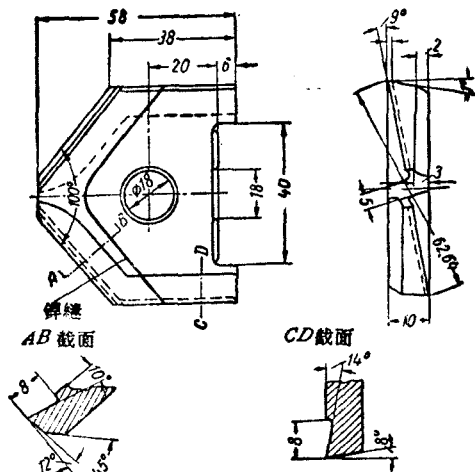


圖 28 片狀鏢刀。

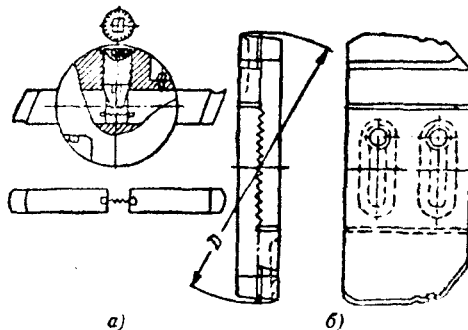


圖 29 鑲嵌刀頭的片狀鏢刀。

組合銑刀是一個刀桿上裝有一對或數對可以調節刀片的銑刀，它可以用來粗銑孔或精銑孔，在拖拉機及機床製造業中這種銑刀是很通用的。

組合銑刀有下列優點：1)能很好的利用硬質合金，2)取高的切削速度和小的切屑面積時，能獲得質量很高的表面，3)比起銑刀來組合銑刀的總尺寸及重量都小些，因此使用起來方便些，4)組合銑刀工作時發生的熱量較少，所以比起銑孔來，孔不易發生銹度，5)調整直徑大小時，不必將銑刀桿由夾具上卸下來，因為組合銑刀的刀座是可以很快的由刀桿上取下來的。

按構造來分，組合銑刀有兩種分類法：一種是按刀片在刀座中的夾固與調整方法來分，另一種是刀座在刀桿中的夾固和對準中心的方法來分。

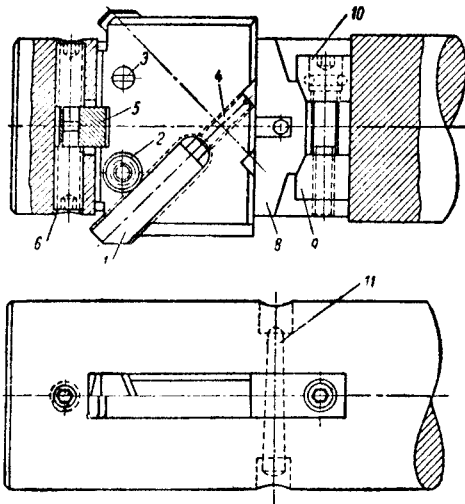


圖30 精加工之組合銑刀。

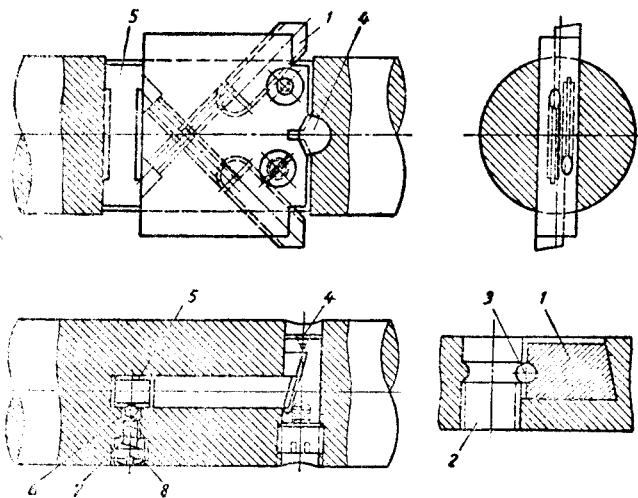


圖31 精加工之組合銑刀。

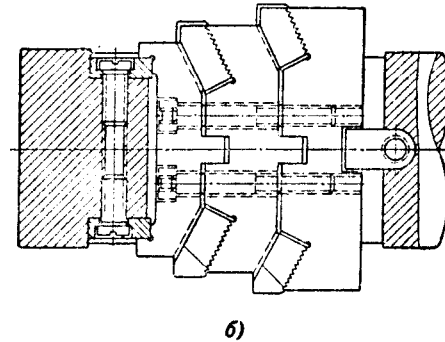
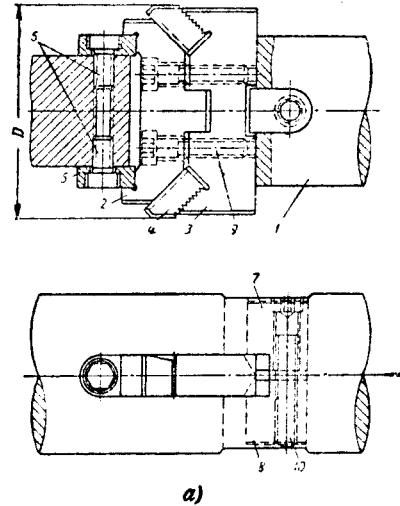


圖32 機床科學研究實驗所組合銑刀的構造：

a—單層銑刀：1—刀桿，2—刀座上部，3—刀座下部，4—銑刀，5—托板，6—螺絲，7—楔塊（不帶螺紋的），8—楔塊（帶螺紋的），9—夾固刀座的螺絲，10—螺絲；b—雙層銑刀。

圖30是組合銑刀的構造，銑刀1是具有 10° 的梯形，它被藉螺絲旋緊的具有 10° 斜度的錐形筒2夾住。刀具的尺寸靠螺絲4來調節，刀座靠鍵槽5及兩個螺絲6很精確的安裝在刀桿上，同時用平板8及兩個夾緊的楔塊夾住。旋轉螺絲10時，兩楔塊9便互相接近，而將刀座夾緊在刀桿中。平板8上有錐形插銷11。這種構造是用在較沉重的工作中的。

圖31中銑刀1靠螺絲2及銷3夾在刀座裏。刀座在刀桿中的夾固方法和對準中心的辦法如下：有錐度的插銷4和墊塊5把刀座夾固在刀桿中，插銷4的頭部有外螺絲，及六角形沉頭孔（為扳手用的）。鋼珠6，彈簧7及螺絲8是用來防止墊塊滑出來的。有了墊

塊5更換刀座就可以迅速些，因為這時只要略微旋鬆一下螺絲4，取出墊塊5，就可以把刀座向左退出一點，離開螺絲4，取了出來。這種構造可以保證刀具夾固的可靠性及剛性。

有些工廠採用圖30的夾固方法，而刀桿的構造採用圖31的形式。

蘇聯工具機科學研究試驗所(ЭНИМС)推薦的粗加工組合鏜刀如圖32。鏜刀刀座由兩部分或三部分組成，按鏜刀數目而定。細齒面的作用是調節切削深度用的，並且當刀具用鈍以後可以移開一兩個齒，以保持原來的尺寸。

刀具的刃磨角度 γ 及 α (即靜止時的角度)應按相對應的工作角度(切削過程中的角度) α_θ 和 γ_θ 來選擇(圖33, a)：

$$\alpha = \alpha_\theta - \tau; \gamma = \gamma_\theta + \tau.$$

角 τ 可由公式 $\operatorname{tg} \tau = \frac{b}{R}$ 算出，式中 b ——刀尖至刀桿中心的距離， R ——工件孔的半徑。 α_θ ——採用 $10^\circ \sim 12^\circ$ 之間， γ_θ ——一般可取 $5^\circ \sim 10^\circ$ 之間，按加工材料來決定。

切削刃斜角 $\lambda = 4^\circ$ 。

主偏角 φ 及副偏角 φ_1 與鏜刀在刀桿內的安裝角度 ψ 有關係(圖33, b)。精加工的組合鏜刀與刀桿中心線的夾角 $\psi = 45^\circ$ ，粗加工的組合鏜刀 $\psi = 60^\circ$ 。因此粗鏜刀的主偏角 $\varphi = 60^\circ$ ，副偏角 $\varphi_1 = 10^\circ \sim 15^\circ$ ，精鏜刀的主偏角 $\varphi = 90^\circ$ ，副偏角 $\varphi_1 = 0^\circ \sim 30'$ 。

多齒鏜刀頭 這種鏜刀刀具的生產率比任何其他鏜孔刀具的生產率都高些，它們是用在孔的初次加工上的(預加工)。夾固方法有下列幾種：a) 套筒和夾緊

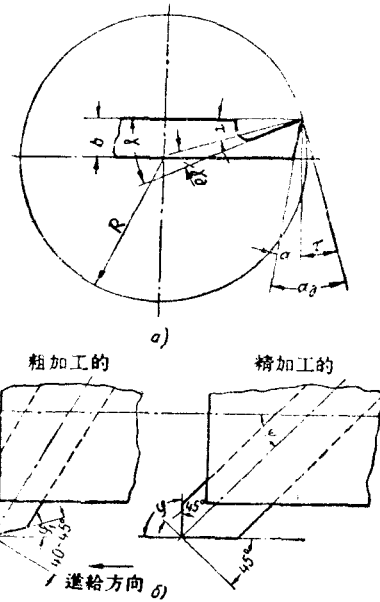


圖33 組合鏜刀的切削刃角度。

螺絲, b) 圓錐形螺絲, b) 插銷, r) 有細齒面的楔形鏜刀片(楔角 5°)。圖24是鑲硬質合金刀片的多齒鏜刀頭。刀齒的數目 Z 按孔的直徑而定：

D (公厘)	Z
120~155	4
160~220	6
230~300	8

游動鏜刀 孔的精加工是最複雜的工序之一。它的主要工具是鉋刀，但是鉋刀並不是在任何情況下都能保證孔的精確度、光潔度和表面質量的。因為鉋刀本身的重量以及其軸心與工件孔不重合的緣故，所以鉋

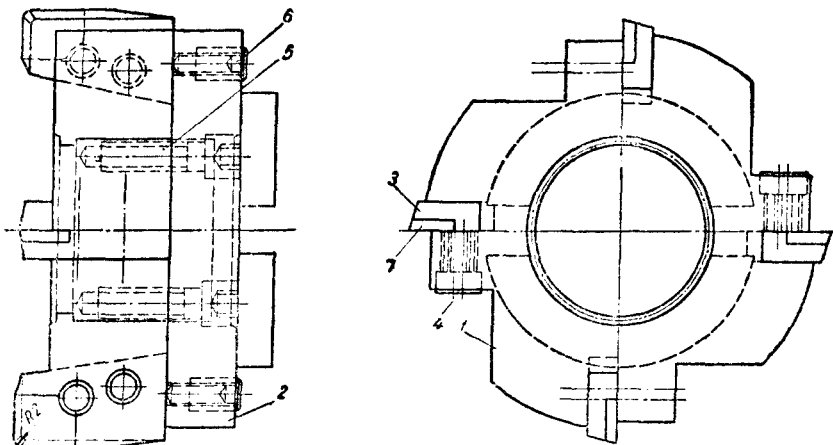


圖34 多齒鏜刀頭。

1—刀身；2—托盤；3—刀齒；4—夾固刀齒的螺絲；5—托盤螺絲；6—調整螺絲；7—硬質合金刀片。

刀切削刃上發生徑向壓力。當工件水平橫放時，所鉋出的孔就會由於銼刀的重量及刀桿的搖動而變成錐形或橢圓形。游動銼刀就沒有這種缺點。游動銼刀是在刀桿內裝上兩把可以沿徑向自由移動的銼刀片。精加工時它們所切下的金屬層很薄，銼刀的游動性就可以抵償安裝時中心的偏差，因此可以得出很正確的孔來。

游動銼刀的直徑 25~600 公厘不等，直徑愈大，游動銼刀的功用和加工的經濟性也愈顯著。

圖 35 所示的構造中，銼刀 1 可在刀桿 2 的槽中沿徑向自由移動。頂蓋 3 上安裝着兩個銷 4，用來頂住彈簧 5，彈簧把銼刀壓向刀桿內部。精密螺絲 6 一端旋入右邊的銼刀裏，另一端可以在左邊的銼刀中自由旋轉。螺絲上裝有齒輪 7，與安裝在軸 9 上的厚牙齒輪 8 相啮合，軸端有刻度頭，軸每轉一刻度時，直徑變更 0.025 公厘。

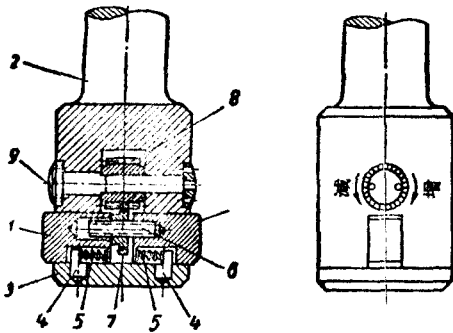


圖 35 游動組合銼刀。

圖 36 的構造中：1 為銼刀，2 為刀座。旋轉螺絲 3 時，帶有斜面的墊塊 4 即被推動，因此將銼刀沿徑向推出。尺寸對準以後，銼刀即由螺絲 5 夾固之；然後再把整個刀座裝在刀桿中，這種刀桿同樣能使銼刀座沿徑

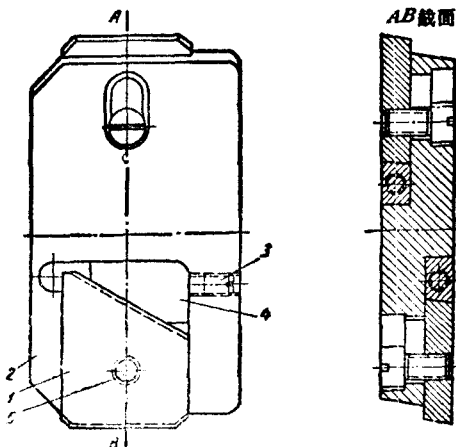


圖 36 鑲片游動銼刀。

向自由移動。

細加工所用的車刀

細加工所用的車刀是用金剛石或硬質合金做的。金剛石車刀一般用來車削有色金屬、輕金屬和合金，以及數種不同金屬所構成的零件如發電機上的聚電環（分向器）等。硬質合金（粉末冶金法製成的）車刀主要是用來車削鋼和鑄鐵。

金剛石車刀的缺點是昂貴而性脆。它的耐磨時間約為 40~50 小時，超過這個時限，它的刃部就會因為某種機械摩擦作用而損壞。硬質合金刀片的耐用度如下：車削巴氏合金為 8~12 小時，車削青銅為 4~8 小時，車削鑄鐵為 4 小時。由於工件直徑減小約 0.0025 公厘而調整車刀，所以工作時需調整車刀 2~6 次。

細車刀切削部分的刃磨角度及幾何形狀隨加工材料和車刀切削部分的材料而不同。

硬質合金車刀一般只磨成單刃的；金剛石車刀可以磨成單刃、多刃及其他各種形狀，它的幾種主要形狀如下（圖 37）：單刃車刀、多稜車刀（寶石邊）、圓口車刀等。

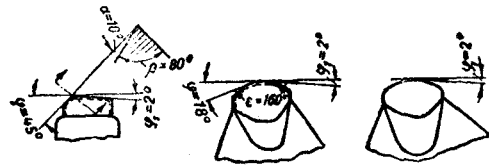


圖 37 各種形狀的金剛石車刀。

單刃車刀銼內孔時用得最廣。多稜車刀的好處是：當一稜用鈍後可用另一稜繼續切削。圓口車刀多用來切削塑料、硬橡皮和橡膠等。在一般加工情況下，標準車刀的幾何要素可採用表 11 的數值。

按具體加工情況來選擇車刀的幾何形狀時，必須考慮下列各因素。

小於 7° 的正切削刃斜角 λ 會使切屑易於流出，切削時車刀只有單刃工作的，尤其是切削剝性金屬時最好用此種切削刃斜角。切削時，車刀若兩個刃同時工作，則取 $\lambda=0$ 。

細加工時，車刀上常生積屑瘤，工件表面質量因而降低。要減少積屑瘤的發生，就應當增加前角 γ ，不過這時因為楔角減小，刀具的強度就減低了。金剛石是很脆的，所以前角應在 $0\sim5^\circ$ 之間（按加工材料而定）。

脆性和硬性材料細加工時用負前角較好，為了易於將切屑導出，可以把車刀安裝得略高於車床頂針的中心，高出工件直徑的 $\frac{1}{100}$ ，此時前角數值就略略增加了些。

表11 細加工用的車刀的幾何形狀

加工材料	車刀的刃磨角度(度)					刀尖圓角半徑 R (公厘) ^②
	後角 α	前角 γ ^①	主偏角	副偏角	主切削刃斜角	
抗磨合金(巴氏合金, 白色金屬)		3~12			—	0.5~1.0
鋁及鋁合金	鏜孔時10~15°	0~10	45~90°不等, 按車刀用途而定	0~45°不等, 按車刀用途而定	0~7	0.5~1.5
硬青銅	車外圓時 8~12°不等, 按直徑大小而定	-7~0			0	0.3~0.5
鋼		0~10		10~20	0~5	0.5~1.0
鑄鐵		0		10~20	0	0.5~1.0

① 金剛石刀應取小值, $\gamma_{\text{最大}}=5^\circ$ 。

② 金剛石刀不論切削任何材料 $R_{\text{最大}}=0.8$ 公厘, 最好取 $R=0.2\sim0.5$ 公厘。

後角在8~12°之間, 鏜孔時的後角應比車外圓時大些。

主偏角及副偏角按工件的剛性和工序的性質而定。主偏角 $\varphi=60^\circ$ (單向走刀車外圓), $\varphi=45^\circ$ (進程回程都車削); $\varphi=90^\circ$ (切凹面); 楔角大於 90° 時, 副偏角 $\varphi_1=20^\circ$ (單向鏜孔), $\varphi_1=45^\circ$ (往復鏜孔); 在車光表面時, 有所謂清車副切削刃, 它的 $\varphi_1=0\sim2^\circ$ 。在任何情況下 $180^\circ-(\varphi+\varphi_1)$ 不得小於 90° 。

為了改善加工表面的質量, 刀尖呈圓弧形, 半徑 $R=0.2\sim0.5$ 公厘之間。 R 增大時, 容易使車刀振動, 切削韌性金屬與硬金屬時特別厲害。

金剛石及硬質合金刀片可用機械夾固法或鉚接法裝在刀把上。金剛石應當有三分之二鉚入刀把才能鉚牢。硬質合金則可以按照一般車刀上的鉚法, 用鉚藥鉚在刀把上或鉚在刀把的槽中。用鉚接法把金剛石夾固在刀把上是非常可靠的辦法, 不過加熱時須異常小心, 否則金剛石容易碎裂。

刀把是用工具鋼Y6或構造鋼做的, 大多數是圓形。刀把上刻有縱紋, 以便裝上鏜刀桿時定位之用。

表12為硬質合金鏜孔刀具的尺寸。用機械夾固法的金剛石車刀刀頭較大, 僅能用在在外圓加工及精鏜直徑較大的內孔上。

圖38為金剛石的各種夾固法, 金剛石1(圖38,a)

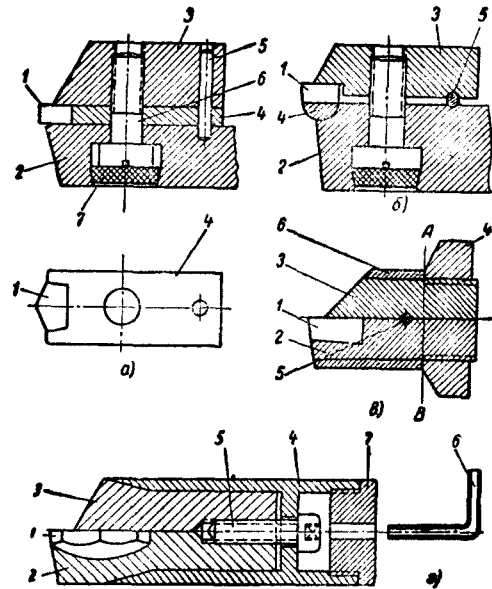


圖38 金剛石在刀桿中的夾固法。

夾在刀把2及壓板3中間, 其間並有墊塊4及定位銷5。夾緊螺絲旋入後, 再嵌入壓塊7。墊塊4的底邊若作成球形(圖38, b)則金剛石會承托得更好些。刀把2與壓板3中有銷子5。

圖38, b中, 刀把剖為兩半邊, 即2與3。旋轉螺

表12 細鏜刀的尺寸

孔的直徑.....	10 12 15	18 21 25	30 36 42 50
鏜刀長度.....	8 10 12	15 18 21	25 30 36 42
鏜刀刀把直徑.....	5	8	10
鏜刀刀把剖平處的厚度.....	4.5	6.5	9.2
硬質合金刀片的厚度.....	2	2.5	3.5

母4時,外套6即向前移動,而將金剛石1夾緊在刀把中。然後鑽一小孔,插入插銷5,這樣就可以防止外套自動鬆開。最後沿AB線將刀把後半部有螺絲的一段和螺母一同割去,然後才能裝上銼刀桿。

圖38, a中的金剛石1具有球形底面。球面的中心位於金剛石上表面以外較遠的地方,因此金剛石若有一點擺動,切削刃的位置不致有什麼大的變更。刀把上下兩半2與3裝在外套4內,搬手6可穿過後蓋7來旋轉螺絲5,螺絲5轉動時,就會將上下兩半刀把拉入

外套,因為外套前端有斜面的關係,金剛石就被夾固在刀把之間。

然後將這種裝有刀片的刀把裝上銼刀桿。精加工時,可用微動螺絲或偏心裝置的螺絲來調節銼刀。

參考文獻

1. Альбом инструмента по обработке отверстий, ЭНИМС, 1940.
2. Белецкий Д. Г., Тонкое точение, Оборонгиз, 1946.
3. Семенченко И. И., Режущий инструмент, т. I, ОНТИ, 1936.

成形車刀

功用、類型及使用範圍

成形車刀是用來車削外形是一定曲線的工件的。這種車刀可以車出形狀完全相同的工件,可以保證尺寸的精確。它不但具有很高的生產率,並且刀具刃磨的次數也比較多些。

在大規模生產及大批生產中,成形車刀更是廣泛地被應用着。

成形車刀可以分為下列幾種:

1. 按車刀外形分: a) 圓體成形車刀, б) 稜體成形車刀(圖39)。

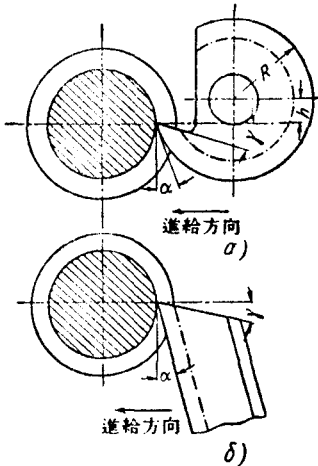


圖39 圓體車刀(a)和稜體車刀(б)。

2. 按車刀工件的相對位置分: a) 徑向成形車刀(圖39), б) 切線成形車刀(圖40)。

3. 按車刀內孔(或中心線)和工件中心線的相對位置分: a) 刀具中心線平行於工件中心線的(圖41, a), б) 兩者不平行的(圖41, б)。

4. 按前面的位置分: a) 前角是正的或等於零的(圖

39), б) 前角與切削刃斜角均為正值者(圖42)。

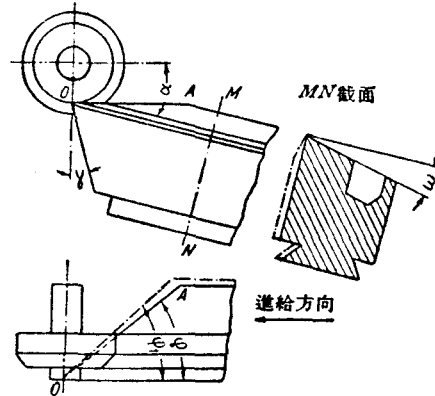


圖40 切線車刀。

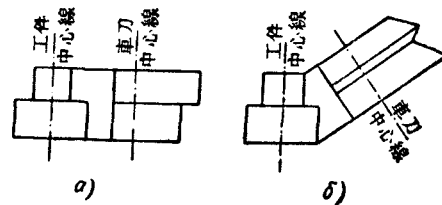


圖41 工件與車刀中心線平行的(a)和工件與車刀中心線不平行的(б)。

5. 按成形面母線的形狀分: a) 環狀母線的(圖39), б) 螺旋形母線的(圖43)。

圓體成形車刀是安裝在刀桿上工作的,車刀一端的端面上有細齒面以防車刀轉動。稜體車刀是靠鳩尾和螺栓來安裝在刀桿中的。

徑向切削的成形車刀有圓體的和稜體的兩種,而切線成形車刀則只有稜體的一種。圓體成形車刀可以加工外表面,也可以用來加工孔的內壁。而稜體成形車刀只能用來加工外表面。

徑向成形車刀與工件的相對位置必須安裝得適當,才能沿徑向橫進給(圖 39)。此時在切削過程中,切削刃與工件中心線相交於一點或數點。徑向成形車刀由於切削刃很寬闊,所以工作起來很沉重的,因而不得不降低切削用量。如果用這種車刀加工細長的零件時,由於切削力較大,零件有彎曲的可能。

切線方向切削的車刀安裝時得與工件外形的最小圓相切才行。車刀具有主偏角 φ (圖 40)。這種車刀的整個切削刃並不是同時開始參加工作的,而是逐漸切入的(由 O 點開始,最後切削的是 A 點)。當切削刃上的 A 點切過工件中心線後,外形就加工完畢。

切線車刀最好用來切削抗彎力小而外形不深的工件。

實際工作中,成形車刀最通用的裝刀方法如下:圓體車刀的中心線平行於工件中心線,稜體車刀則是車刀的基面(夾固基面)與工件中心線平行。在某些例外情形下,若安裝車刀使其中心線平行於工件中心線,則由於工件外形的關係車刀不能獲得適宜的後角,這時車刀的位置就應當與工件中心線傾斜一定的角度。

若要改善切削條件,成形車刀必須具有正的前角 γ (圖 39)。有了前角 γ 後成形車刀的計算與製造仍然和以前一樣。所以用 $\gamma=0$ 的成形車刀是不必要也是不合理的。當工件形狀與尺寸的精確度要求得很高時,(例如圖 42 中主要尺寸 $1\sim 2$ 間的長度 l),成形車刀必須具有正的前角 γ ,同時也須具有正的切削刃斜角(圖 42)。

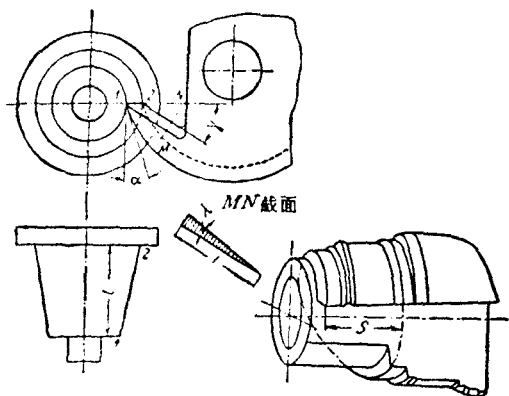


圖 42 具有 γ 及 λ 角的圓體車刀。

圖 43 由螺旋線構成外形的車刀。

圓體成形車刀一般都是由一定外形的圓環所構成。若工件的外形有一部分垂直於車刀軸心時,則須將刀其切削刃的兩側做出傾斜角(約 2°),或者在刃口旁留出稜帶(圖 44)以免摩擦太大。此外採用螺旋形的成

形車刀(車刀的外形沿螺旋線而形成,不是沿圓環形成),也可以減少摩擦(如圖 43), S 為螺距。螺絲梳刀就是屬於這類成形刀具的。

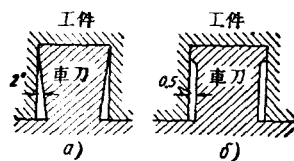


圖 44 (a) 刀刃兩側有傾斜角 γ 的車刀, (b) 有稜帶的車刀。

稜體成形車刀比圓體成形車刀要精確得多,並且夾固後較為牢靠,後角的選擇範圍較大,切削刃較強,傳熱的條件也好些。

圓體車刀所以能够廣泛地被運用着,是因為它製造起來很簡單,等於做旋轉工件一樣。

成形車刀切削刃的各角

要使圓體成形車刀能具有後角 α (圖 39, a),那麼車刀的前面就必須低於車刀的中心。刃尖與中心的高度差別 $h = R \sin \alpha$, 式中 R 是車刀的最大半徑。 α 角增大則 h 的數值也增加。這樣會降低了切削刃的強度,因此後角 α 應在 $10\sim 12^\circ$ 之間。

[後角 α] (圖 39, b) 稜體成形車刀的後角 α 不是磨出來的,而是由它裝在刀桿上的位置所得出的。稜體成形車刀的後角 α 數值可以比圓體成形車刀的大些,其值在 $12\sim 15^\circ$ 之間。

上述 α 之值是車刀切削刃外緣上的,切削刃上其他各點的後角 α 是各不相同的。圓體車刀中切削刃外緣上離車刀中心愈近的各點,其 α 值愈大;稜體車刀中切削刃上離工件中心愈遠(也就是離車刀夾固基面愈近的)的各點,其 α 角愈大。

選擇後角時,同時要考慮到工件的形狀。

切削刃上平行於工件中心線的一段切削刃其後角數值為最適宜。與工件中心線垂直的一段切削刃,其後角為零。切削刃上任一點 x 處(圖 45)的後角 α_x ,可由公式

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{R}{\gamma_x} \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi_x,$$

決定之,式中 R 及 γ_x ——車刀外緣上一點及任意一點 x 到車刀中心或夾固基面的距離; φ_x ——在 x 點的切線與垂直於零件中心的直線的夾角。

選擇後角時,應該使切削刃上最小的後角 α_x 大於 $2\sim 3^\circ$ 。 x 點的位置是由 φ_x 的數值而決定的, φ_x 可用作圖法或計算法求出。

切削刃上與工件中心線垂直的部分必須製成帶有側傾斜角或稜帶的(圖 44),或者做成螺旋形車刀(圖 43)。