

高速切削法參考材料

——第三輯——

普賴斯等著
陳朔等譯

科學技術出版社

編者的話

‘工業技術通訊’和‘機械工人’曾經刊登過一些高速切削法的文章，同時還收到一些同類的稿件。爲了便利學習高速切削法的同志們參考起見，特將這些材料彙編爲小冊子，分輯出版。

這一輯共收集了六篇文章，內容和第二輯相似，都是關於刀具的。這六篇文章曾在‘工業技術通訊’和‘機械工人’上刊登過，在這次選刊前，又請作者加以校正和補充，希望能對正在學習高速切削法的同志們有更大的幫助。

工業技術通訊編委會 1951 年 12 月

目 次

高速切削用的車刀·····	普賴斯著 陳朔譯 (1)
高速切削的新型刀具·····	薩甫魯夫斯 基雷日科夫 阿佈戈夫等著 周士炎節譯 (12)
硬質合金車刀的焊接和研磨·····	白寶超 (22)
嵌入式硬質合金刀具·····	秦曾志編譯 (28)
高速切削中刀具損壞的原因·····	廖上光 (23)
硬質合金刀片用量的計劃問題·····	····· 孫行昌 傅敦祺 (36)
附錄·····	(45)

高速切削用的車刀

普賴斯著 陳劍譯

高速切削要特別注意刀具及其結構和製造，因此，學者、工廠工程師、斯達哈諾夫式高速切削者以及生產革新者，都參加了改進車刀結構的研究工作。由於進行這個鉅大工作的結果，我們在實際工作中得到了非常好用的車刀。

車刀的種類

最初的高速切削法，主要是用外圓車刀車削大型工作物及光車，但現在在車床上已能用高速切削法來做更多的工作了。高速切削法可用來對較為細小的工作物加工，做多刀的工作及切斷等工作。

現在用在高速切削上的車刀形狀有好幾種，其中最普遍的有兩種：

1. 帶平前面及負前角的車刀；
2. 帶正前角及倒稜的車刀。

圖1就是帶平前面及負前角的車刀，為某個機器製造工廠所採用。前角 γ 是負角。加工的鋼料愈硬，則車刀便須愈堅固，負前角自然也需增大。圖1所示的車刀，用於加工抗張強度大於每平方公厘60公斤的鋼料。鋼料較弱時前角 $\gamma = -5^\circ$ 。

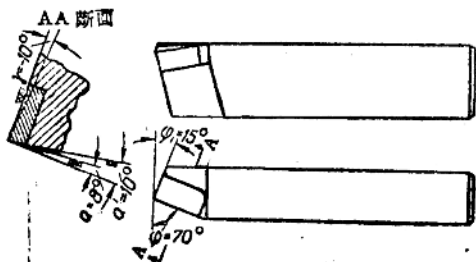


圖 1

刀刃斜角可取正 $10 \sim 12^\circ$ ，這樣可使刀尖免遭崩損。在車刀上有衝擊時，這點就愈為重要。在這種情形下，衝擊便不會打在車刀最弱的地方——刀尖上，而是打在距刀尖稍遠處，也就是在比較堅固的部分。

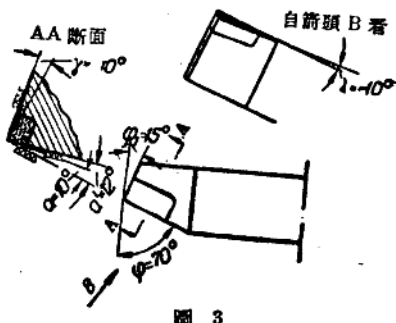
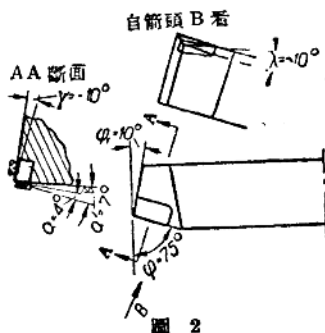
後角有兩個：在硬質合金刀片上的是 8° ；在刀桿上的是 10° ，以便磨刀。

主偏角 $\varphi = 70^\circ$ 。將普通直車刀用的主偏角從 45° 增大後，有下列的好處：因為使用負前角，所以切削壓力，特別是吃刀壓力（即切削橫向分力）增大很多，因之使工作物有頂彎或震動的情形發生，增大主偏角的目的就是為了避免這一點。

圖 2 也是這一類的車刀，為伏龍芝工廠所用。它的主偏角是 75° 。

圖 3 是斯大林汽車工廠用的直外圓車刀。一些烏拉爾工廠所使用的車刀主偏角較小， $\varphi = 60^\circ$ 。這大概是因為這些工廠設備的動力、工作物的堅固性及工作物裝卡的牢固等，容許它們應用較小的主偏角。圖 4 是一個烏拉爾工廠試用過並正在使用的車刀。圖 5 是另一工廠的車刀。

外圓彎刀使用得也很廣泛，因為用它可做的工作種類比較多，所以用處也比較廣，例如可用它車削外圓、切削端面甚至鏜削。所以雖然製造上比較複雜，但在實際工作中卻被廣泛的採用着。圖 6 是基洛夫斯基工廠採用的外圓彎刀。這些車刀的主



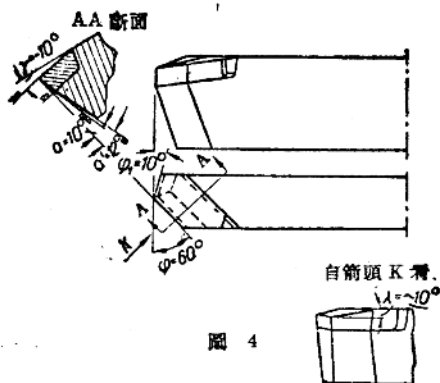


圖 4

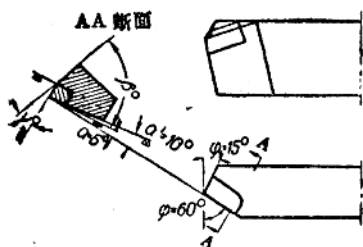


圖 5

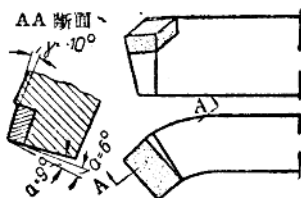


圖 7

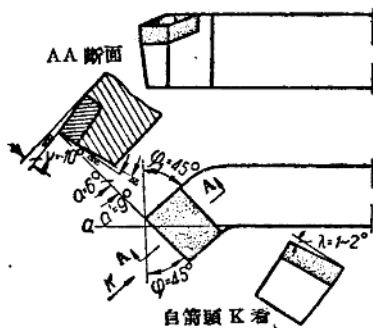


圖 6

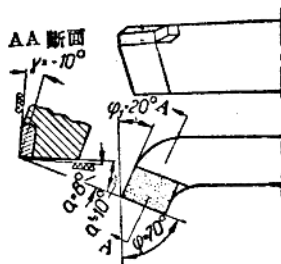


圖 8

偏角 $\leq 45^\circ$ 。製造這種車刀時不可使頭部彎曲過度，並注意勿使刀尖落在 a-a 綫的下面，否則車刀不夠堅固。圖 7 是斯大林金屬工廠同類的車刀。

圖 8 是基輔某工廠用的外圓彎刀。這些車刀在粗車重型鍛件及鋼鑄件的外圓工作上非常好用。

負前角車刀

使用帶平前面及負前角車刀的經驗，證明這種車刀有很多的優點，其中主要的是：

1. 提高了刀刃的堅固性；
2. 抗衝擊力的性能很強；
3. 延長了車刀的壽命。

這種車刀也有它的缺點：

1. 負前角較大，例如 $10 \sim 15^\circ$ ，工作時在車刀前面要出現一個月牙窪。同時這種車刀和其他高速切削用的車刀比較，一般來說在前面磨損較多，在後面磨損較少。既在前面上磨損較多，因此在磨刀時不僅要磨後面，而且還必須在前面上去掉一層。這樣，不僅浪費了很多的硬質合金，而且在磨刀上還要化費很多時間。此外，在磨鈹鎢鉍合金刀的前面時，常有裂紋出現，以致損害車刀。

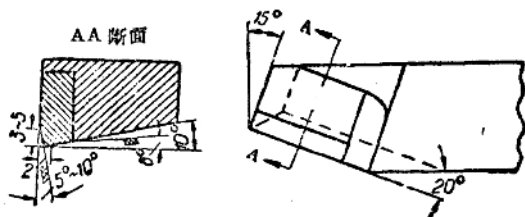


圖 9

用下列的方法，可以免掉這種帶平前面及負前角車刀的缺點。把刀片在刀桿上焊成正前角，爲了保持需要的負前角，可以沿着刀刃磨個寬 3~5 公厘的倒稜，如圖 9。這樣做成的兩個前面的車刀，一方面保留了

平前面車刀的優點；另一方面卻把上述的缺點去掉很多。圖 10 a 是說明在磨平前面車刀時去掉的一層；圖 10 b 是說明磨兩個前面的車刀時去掉的一層。很清楚的看出，在第二種情形下磨去的硬質合金要少許多。

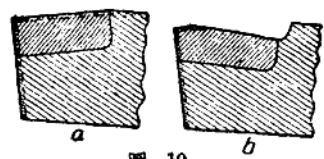


圖 10

2. 用負前角及平前面車刀工作時，切削壓力要比用正前角時大得多，這會消耗很多的動力。前角為 -10° 的車刀要比前角為 $+15^{\circ}$ 的車刀多消耗大約 25% 的動力。因此，用平前面車刀在動力較小的車床上工作，切削用量就會受到限制。

用帶負前角及平前面的車刀工作時，吃刀壓力增加得特別激烈。經驗證明，這時吃刀壓力比用正前角車刀工作時可能多 50~80%，所以當加工時，假若工作物不夠穩定或裝卡不牢，用這種車刀會得到很不好的效果。

正前角車刀

為了在高速切削時能減少切削壓力，開始廣泛的使用帶正前角及沿着刀刃磨有倒稜的車刀，倒稜的寬度普通是走刀量的 0.8~1.5 倍。

在實驗室及實際工作中證明，這種車刀不但保留了負前角車刀的大部優點，同時更具有正前角車刀的長處。用這種車刀時，除減少切削壓力外，並可減少前面上的磨損。因為切掉切屑時比較容易，所以使用這種車刀時切削抗力也減少了。

至於這些車刀刀刃的堅固性，則不如平前面的車刀。

圖 11 a 是斯大林工廠使用的

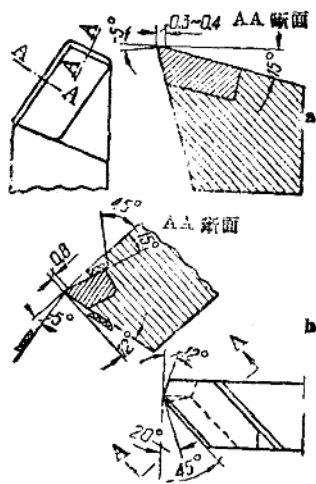


圖 11

帶正前角及倒稜的車刀。圖 11 b 是古比雪夫工廠使用的車刀。圖 12 是日丹諾夫工廠的高速切削車工阿凡納西也夫同志所用的車刀，用這種車刀車削發電機時，達到了每分鐘 1,040 公尺的切削速度。圖 13 是‘紅色無產者’工廠謝明斯基同志在精車時所使用的車刀，曾得到很好的成績。按照謝明斯基同志的資料，這種車刀在工作中要比波爾特闊維契的車刀更為耐用。

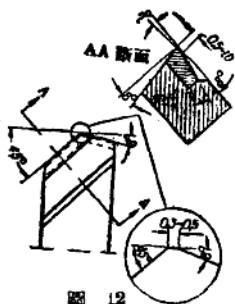


圖 12

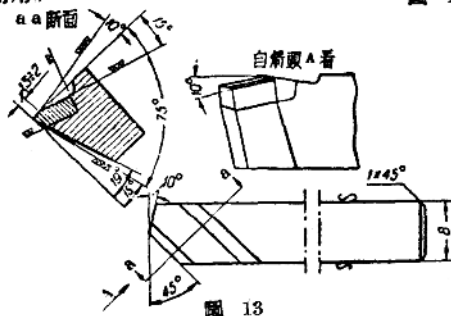


圖 13

前角的選擇

在下面的情形下，可以使用帶負前角及平前面的車刀：

1. 加工工作物的硬表皮。在間斷切削時及有衝擊時，這種車刀特別適用，這時車刀的壽命是決定性的因素。在這種工作中，使用正前角及倒稜的車刀容易崩裂。

2. 在力量大的車床上，且在提高切削壓力不

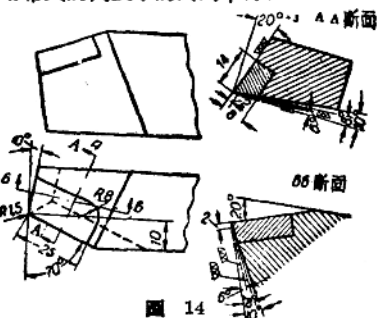


圖 14

會阻礙在車床上高速切削的加工時。

使用這種車刀，工作物的剛硬性及裝卡的穩定程度要大。

在其他的情形下，應當使用正前角及倒稜的車刀。

在個別的情形下實行高速切削時，使用其他種類的車刀也很有效。

圖14是‘紅色無產者’工廠用的車刀，曾經用來加工帶有間斷表面的鋼鑄件。它有正前角及很大的正值刀刃斜角 λ ，約為 $+20^\circ$ 。

當高速切削生鐵時，車刀上的負前角就不適用了。只有在切削很硬的生鐵時，在切削不同餘量的表面時或在有衝擊的時候才偶爾使用 -5° 以下的前角。

圖15是‘壓縮機’工廠在切削布氏硬度 $200 \sim 210$ 的生鐵工作物時用的外圓車刀及平切刀。

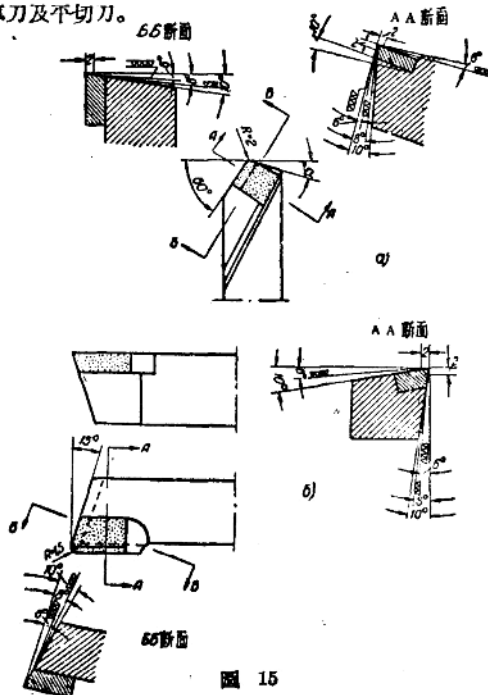


圖 15

克別克車刀

有幾位科學工作者（Крылов, Бруштейн, Егоров, Козлов）研究出了一種新式的車刀，這種車刀叫克別克（КБЕК 是四位發明者姓氏的第一個字母）。

發明者根據下面兩點來推薦他自己的車刀：

1. 根據在切削時擴大散出熱量的需要。這個熱量要軟化金屬被切削的一層，也就是使切削更容易進行。

2. 根據使車刀能具有耐磨性最大的形狀的需要。要是這樣的話，刀頭的堅固性必須最大，而導熱性也必須最良好。

圖 16 就是克別克車刀。這種車刀的基本特點，就是刀尖上沒有弧形；主、副偏角都很小。由於刀尖上沒有弧形，在刀刃上的後角可以保持不變。此外，發明者認為，這樣可以使切削層容易去掉，並會使刀刃整個工作部分上的磨損均勻。因為主偏角 φ 及副偏角 φ_1 很小，所以刀片比較堅固。發明者推薦

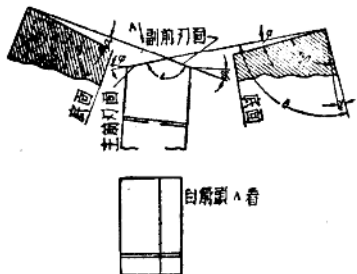


圖 16

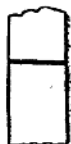
$\varphi = 10 \sim 20^\circ$, $\varphi_1 = 10 \sim 15^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\gamma = -5^\circ$ 。

發明者認為，雖然用克別克車刀要比用普通車刀多散出 20~30% 的熱來，但刀刃上的溫度卻反而降低，因為這是在很長的刀刃上進行切削的。

然而，在減小主偏角 φ 時，吃刀壓力卻會猛烈增加，因此，就容易使工作物震動和彎曲。此外，垂直分力也增加很多，因而增加動力的消耗。所以克別克車刀最適於用在力量大的車床上，加工裝卡牢固的工作物。因為車刀的磨損既平均又微小，所以在工作物全長上的尺寸幾乎是不變的，表面的質量也比較好。

在有震動的時候，發明者推薦使用圖 17 那樣的所謂抗震車刀。其

形狀與前者沒有什麼不同，只是在後面及主刀刃上有兩個小槽，其深度要小於切下金屬層的厚度。發明者指出，用這種車刀在高速下不僅可車普通的碳鋼，就連高級合金鋼及淬火鋼也同樣可以加工。他們引證出下列的例子：



1. 鉻鋼，淬火到抗張強度 160 公斤/平方公厘，切削時的速度是每分鐘 170 公尺，走刀量是每轉 0.21 公厘，吃刀深度是 1 公厘。

2. 不銹鋼（不淬火的），抗張強度 70~85 公斤/平方公厘，走刀量與吃刀深度同上，切削時的速度是每分鐘 285 公尺。

3. 碳鋼“45”，走刀量與吃刀深度同上，切削時的速度是每分鐘 1,080 公尺。

一些斯達哈諾夫式高速切削者在有成效地使用着克別克車刀。例如鄂木斯克城的斯達哈諾夫式工作者，也是高速切削的首創人沙拉也夫同志，就在自己的工作中使用這種車刀。沙拉也夫同志用這些車刀做獨件工作時，完成了定額的 350~400%。

在另外一個工廠中，在推行高速切削法之後，車工哈里多諾夫也極具成效地使用了克別克車刀。在車淬火的小軸時，他超額地完成了定額的 9 倍。

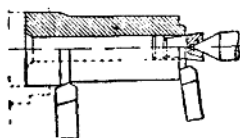


圖 18

圖 18 是沙拉也夫同志用克別克車刀加工狄塞爾活塞銷子的工序之一。

平 切 刀

高速切削時，平切刀不僅可用來平切或切端面，並可用來車不夠剛硬的、容易彎曲的、裝卡不夠牢靠的工作物的外圓；此外，當需要一把刀通車短工作物外圓和平切端面時，也很適用。圖 19 是用平切刀加工齒輪的例子。斯維爾得洛夫工廠得過斯大林獎金的車工波爾特闊維契很廣泛的利用着平切刀。右偏刀是他基本的刀子如圖 20。他用這種車刀車外圓、帶銷表面、平切端面、車削孔中的溝槽等。這種車刀帶有正前角及寬約等於 0.8~1.5 倍走刀量的倒稜，前面上的前角是 $+10^\circ$ ，倒稜上

是 -2° ，副偏角 8° ，刀尖的弧形半徑是0.5公厘，後角在硬質合金刀片上是 6° ，在刀桿上是 8° 。

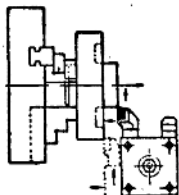


圖 19

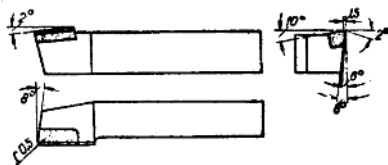


圖 20

其 他

主刀刃與副刀刃相接的地方是特別重要的。爲了使得刀尖堅固而耐磨，刀刃相接處應成弧形，弧形半徑愈大則導熱的情形愈良好，車刀也就愈耐用。但這樣會使震動猛烈增長，特別是在高速切削的時候，所以在製造硬質合金車刀時，應使弧形半徑盡可能的小，平常總在0.5~1.5公厘之間。

刀頭的弧形除掉是擴大震動的因素之外，在這部分很難在車間裏的條件下做出必要的後角，這是惡化車刀工作的原因。爲了避免這個缺點，在刀尖上打磨一個所謂‘間刃’來代替弧形。這樣，主刀刃與副刀刃就由這個直的斷面連在一起，這個斷面就叫做中間刀刃。

最近開始在切斷工作中使用高速切削法，尤史闊維所進行的最初的實驗證明，圖21所示的切刀很好用。刀片的材料是T15 K6。這個切刀具有中間刀刃。

對車刀工作成績良好與否有重要影響的，不僅是其切削部分的形狀及尺寸、硬質合金的牌號、固定刀頭的方法等，而且也要看刀桿的材料與尺寸如何而定。假如刀桿不夠堅固，那麼車刀在工作時就會彎曲或損壞；假如刀桿的硬度不夠，那麼在硬質合金刀片下面

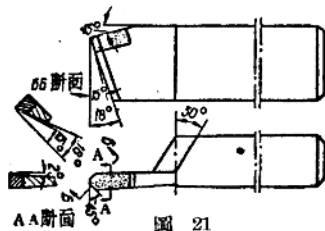


圖 21

的一部分刀桿就容易變形。很明顯的，由於這些原因都可使車刀損壞。

刀桿應用碳鋼‘60’或‘50’或是工具鋼‘y7’來製造。重型工作用的車刀，可以用鋼‘y8’或‘40X’（鉻鋼）來做刀桿。有時施以熱處理到洛氏硬度 40~45。

刀桿斷面要看吃刀深度、走刀量及車刀伸出的長短來定。因為用硬質合金刀工作時，必須避免其震動，應使伸出部分達到最小的程度。在高速切削時，刀桿伸出部分不應超過刀桿高度的 1~1.5 倍。

高速切削的新型刀具

薩甫魯夫斯基 雷日科夫 阿佈戈夫等著 周士炎節譯

新型刀具的式樣

我們現在用的刀具，都是裝在一個長方體的刀桿上。它們的優點，是易於固定在機床架上。但是它們有以下幾個共同的缺點：

1. 不能控制切屑。在高速切削時，切屑會對工作者有很大的危險。
2. 某一種刀具，只能做某種一定的工作。所以萬能機床的車工，必須備有一套各種形狀的刀具。
3. 大部分刀具上，硬質合金刀片的支撐面，都不夠堅實，以致時常有崩落的現象；所以 T15 K6、T30 K4 與 BK8 等性能較脆的硬質合金，不適用於粗削工作。

方桿刀具的主要缺點，是只有靠磨刀來改變刀頭形狀。此外，方桿的刀具，如鏗孔刀、車絲刀等，從刀架邊伸出長度的調節，也很困難。

斯達哈諾夫式工作者雷日科夫，創造了金屬高速切削用的新型刀具。這種新型刀具的截面是圓形的，它是由一短而結實的刀頭與一圓柱形刀桿組合而成（如圖1）。刀具藉特殊刀架（刀身）的幫助，堅實的固定在機床的刀具溜板上。刀身2是一個剖成兩半的長方體；內有圓柱形孔道，

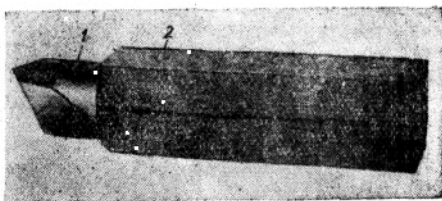


圖 1

孔道直徑與刀桿直徑相等。刀頭刻有度數，可以確定刀具在刀身中的位置。

刀具在刀身中，只有楔角不改變；其餘的角度，都隨着刀具迴轉的角度而改變。因此我們可以使前角與後角的值，達到很大。

例如楔角 β 為 60° ，主偏角 φ_3 為 25° 的刀具，在刀身中迴轉的結果，其工作角所能變化的範圍如下：

前角 γ_p 的工作角度	$0 \sim 27^\circ$
後角 α_p 的工作角度	$30 \sim 4^\circ$
主偏角 φ_p 的工作角度	$25 \sim 33^\circ$
主刀刃斜角 λ_p 的工作角度	$0 \sim 39^\circ$

爲了計算這些工作角的大小（參考圖2），克魯新求出了以下的計算公式。以主刀刃斜角 $\lambda_3 = 0$ 時的位置，作爲開始時的位置。已知的角度有磨刀得的主偏角 φ_3 ；磨刀得的副偏角 φ'_3 ；磨刀得的主後角 α_{p3} ；刀具的轉角 ω ；磨刀得的前角 γ_{p3} 。

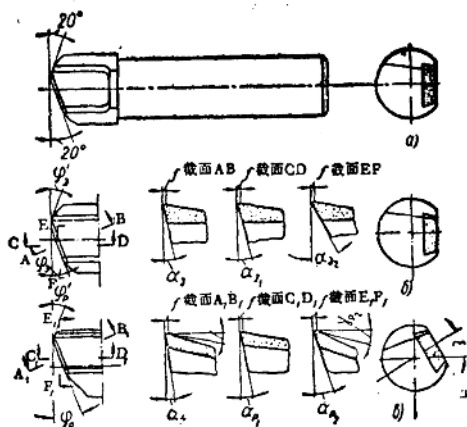


圖 2

$$\sin \lambda_p = \cos \varphi_3 \sin \omega \quad (1)$$

$$\tan \varphi_p = \frac{\tan \varphi_3}{\cos \omega} \quad (2)$$

$$\alpha_{p2} = \alpha_{p3} - \omega \quad (3)$$

$$\cot \alpha_{p1} = \cot \alpha_{p2} \cot \varphi_3 \quad (4)$$

$$\gamma_{p2} = \gamma_{p3} + \omega \quad (5)$$

$$\tan \gamma_{p1} = \tan \gamma_{p2} \cot \varphi_3 \quad (6)$$

$$\tan \varphi'_p = \frac{\tan \varphi'_s}{\cos \omega} \dots \dots \dots (7)$$

$$\tan \gamma_p = \tan \gamma_{p1} \cos \varphi_p + \tan \gamma_{p2} \cos \varphi_p \dots \dots \dots (8)$$

$$\cot \alpha_p = \cot \alpha_{p1} \cos \varphi_p + \cot \alpha_{p2} \sin \varphi_p \dots \dots \dots (9)$$

以上的計算公式，用在刀具的刀尖與刀身的中心相重合時的情況。由這些公式作出了下列的幾個表。現在特以 $\varphi = 20^\circ$ 與 60° 兩值時，刀具各工作角的數值表為例（表 1、2），從工作角的表 1 中可以看出： $\beta = 60^\circ$ ， $\varphi_s = 20^\circ$ ， $\varphi'_s = 20^\circ$ 的刀具，當其轉角 ω 為 44° 時，其 $\gamma_p = 23^\circ$ ， $\gamma_{p2} = 44^\circ$ ， $\alpha_p = 4^\circ$ ， $\varphi_p = 27^\circ$ ， $\varphi'_p = 27^\circ$ ， $\lambda_p = 41^\circ$ 。在刀具磨鈍後，後角 $\alpha_p = 0^\circ$ ，楔角 β 的數值也因而變為 64° 。

表 1

$\varphi_s = 20^\circ$; $\varphi'_s = 20^\circ$; $\gamma_{p1} = 0^\circ$									
β	ω	α_{p1}	α_{p2}	α_p	γ_{p2}	γ_p	φ_i	φ'_p	λ_p
60	0	28	56	30	0	0	20	20	0
60	10	20	46	20	10	4	20	20	9
60	20	15	33	15	20	7	21	21	19
60	32	9	24	9	32	13	23	23	30
60	44	4	12	4	44	23	27	27	41
65	20	13	33	12	20	7	21	21	19
65	32	8	21	7	32	13	23	23	30
65	40	5	13	4	40	19	25	25	37
70	20	9	24	8	20	7	21	21	19
70	28	6	16	5	28	11	22	22	26
70	32	4	12	4	32	13	23	23	30
75	10	9	24	9	10	3	20	20	9
75	20	5	14	5	20	7	21	21	19
75	24	4	10	3	24	9	22	22	23
80	10	4	11	4	10	3	20	20	9

從表 1 中可以看出，當 $\beta = 65^\circ$ ，轉角 $\omega = 32^\circ$ 時；這個刀具的 $\gamma_p = 13^\circ$ ， $\gamma_{p2} = 32^\circ$ ， $\alpha_p = 7^\circ$ ， $\varphi_p = 23^\circ$ ， $\varphi'_p = 23^\circ$ ， $\lambda_p = 30^\circ$ 。因此我們不必重新磨刀，只使刀具在刀身中迴轉 32° （ $\omega = 32^\circ$ ），就可以重新保證刀具的工作能力（切削能力）。