

技工學習叢書

高速車工

董 鎔 編 譯



機械工業出版社

1954

技工學習叢書

高 速 車 工

董 鎔 編 譯

機械工業出版社

1954

出版者的話

高速切削法是蘇聯先進工人所創造的新的加工方法。在許多革新車工中，已經廣泛地應用了這一先進的方法，不但使勞動生產率獲得巨大的提高，而且在實際工作中獲得了極其豐富的經驗。

本書根據蘇聯國立機器製造書籍出版社1953年出版伏·斯·伏林茨基和哈·依·高爾頓等合著的《高速車工》一書編譯而成。該書總結了蘇聯斯大哈諾夫工作者——車工們金屬高速切削的經驗，用於高速切削的車螺絲車刀的幾何形狀與結構的改造。闡述了正確選擇切削用量的方法。並對機床改裝以更好地採用高速切削作了基本指示。還說明了使用車刀的規則及技術安全，以及說明了如何改進加工方法和縮短輔助時間的方法。

我國的許多先進車工，在過去幾年中認真地學習了蘇聯先進經驗——高速切削法，並巨大地提高了勞動生產率。認真地學習本書所介紹的蘇聯先進車工在實際應用高速切削法所獲得的豐富經驗，將幫助我們更好地掌握高速切削法。

爲了使本書能更適合我國工人學習，編者曾加以必要的增刪，這是應當說明的。

編譯者：董 錦 文字編輯：汪靜觀 責任校對：崔 嵐

1954年7月第一版第一次印刷 0,001—9,200 冊

書號 0505 31×43 1/32 84 千字 65 印刷頁 定價 5,200 元(乙)

機械工業出版社(北京藍甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

新華書店發行

目次

一 金屬切削過程的基本概念.....	5
1 切屑的形成和切削用量.....	5
2 切削力和切削功率.....	7
3 切削熱和車刀的磨損.....	9
4 車削時加工表面的光潔度.....	11
二 車刀.....	13
1 車刀的各部分及其角度.....	13
2 高速切削的車刀材料及其使用規則.....	15
3 高速切削車刀幾何形狀的選擇.....	19
4 金屬高速加工車刀的新結構.....	23
5 硬質合金車刀的使用和研磨.....	31
三 高速切削時切削用量的選擇.....	35
1 切削用量.....	35
2 吃刀深度和走刀量的選擇.....	36
3 切削速度的選擇.....	43
四 高速切削機床的改裝及使用.....	56
1 車床的部分改裝.....	56
2 機床的保養.....	63
3 技術安全.....	65
五 節省輔助時間的基本方法及工地組織.....	70
1 車床工序的機動時間、輔助時間和準備時間.....	70
2 縮短輔助時間的方法.....	71
3 手工快速工作的原則.....	72
4 工作地的組織.....	77

六	改進工藝規程、應用簡單夾具以縮短輔助時間.....	80
1	改進工藝規程.....	80
2	改進工件的夾持方法.....	94
七	縮短操縱機床及更換切削工具的輔助時間.....	108
1	縮短機床操作時間.....	116
2	縮短安裝刀具的時間.....	121

一 金屬切削過程的基本概念

1 切屑的形成和切削用量

任何刀具都具有一個楔狀(如圖1)部分;由於被加工的金屬和切削刀具性能的不同,所以有着不同的楔角 β 。刀具材料必須比被加工材料硬,因而,當車刀所產生的切削力,超過了金屬本身分子間的結合力的時候,就會從工件上分離出切屑狀的金屬層。

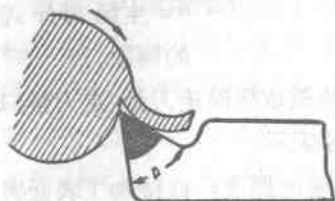


圖1 車刀工作的情形。

被形成的切屑的狀況,是由加工材料的性質,工件轉速,切屑斷面的大小,車刀切削部分的形狀,以及工件夾持的堅固性等來決定。

在硬鋼料加工時,所形成的切屑是片狀的,金屬的分子間有着薄弱的聯結,這種切屑叫做剪斷切屑;鑄鐵和青銅加工時,所形成的切屑形狀細小,金屬分子間是不相聯接的,所以叫做碎屑;軟金屬和韌性金屬(軟鋼、鋁、銅等)加工時,切屑形成密集的捲條狀,叫做連續切屑。

工件在普通機床上加工時,可以分為兩種主要的運動,即被加工工件的迴轉運動,叫做主運動;另一種是循着工件加工表面移動的運動,叫做走刀運動。這兩種運動在車床加工過程

中同時發生；並且主運動保證着切屑的分離，走刀運動則使切屑不斷地被切去。車削時的切削用量包括切削速度、走刀量和吃刀深度。與工件加工表面相對的車刀刀刃，單位時間內在

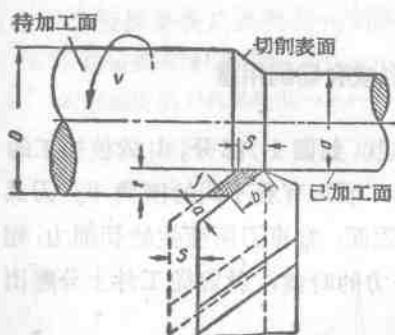


圖2 車削外圓時的情形。

加工表面上所移動的路程，叫做切削速度。切削速度是按每分鐘若干公尺計算，用字母 v 表示：

$$v = \frac{\pi D n}{1000},$$

式中 $\pi = 3.14$;

D = 工件直徑，

以公厘計算；

n = 主軸每分鐘的轉數。

工件旋轉一周，車刀所移動的數值叫做走刀量。走刀量以工件每轉若干公厘計算，用字母 S 表示。

在一次走刀時所切去的金屬層的厚度，或待加工表面與已加工表面間互相垂直的距離，叫做吃刀深度。吃刀深度按公厘計算，用字母 t 表示（如圖2）。

$$t = \frac{D - d}{2},$$

式中 D —— 待加工表面直徑；

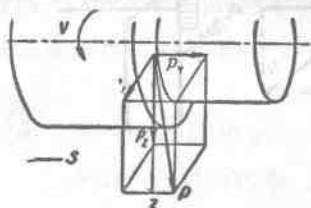
d —— 已加工表面直徑。

吃刀深度乘走刀量，或切屑寬度 b 乘切屑厚度 a 的乘積，叫做切屑橫斷面積。切屑橫斷面積用字母 f 表示，按平方公厘計算。

$$f = t \times S = b \times a \text{ 平方公厘}$$

2 切削力和切削功率

切削力 P 的產生，是由於被加工的金屬抵抗車刀切去切屑的結果。切削力是按公斤計算。如圖 3 中所指出的，切削力



可以分解成三個分力。垂直分力 P_z (又叫主切削力) 自上而下壓在車刀的前面上。

抵抗車刀走刀的那個力，叫做走刀力，用 P_x 表示。走刀力被機床的走刀機構所承受。

圖 3 車削時的作用力。

還有一個使車刀離開工件的力，叫做徑向力，用 P_y 表示。徑向力對機床刀座產生着壓力。在很多情況下，走刀力和徑向力的總和還顯著地小於切削力。在確定必需的動力時，不必計算這些力，因為它們在機床主軸上不產生扭力矩。垂直分力 P_z 的數值決定於被加工材料的機械性能、吃刀深度、走刀量、車刀幾何形狀以及冷卻條件等等。

走刀力 P_x ，徑向力 P_y ，和它們的合力 P_1 ，是隨着主偏角 φ 的改變而改變的，如圖 4 所示。

如果主偏角 $\varphi = 30^\circ$ ，那末徑向力 P_y 就大於走刀力 P_x 。主偏角 φ 增大，徑向力 P_y 就減小，而走刀力 P_x 則增加。在主偏角 $\varphi = 45^\circ$ 時，走刀力 P_x 的數值與徑向力 P_y 很相近似。當主偏角 φ 為 90° 時，走刀力 P_x 達到最大的數值而徑向力 P_y 則等於零。這就是為什麼當主偏角減小時，就會使工件發生彎曲和振顫的原因。所以一般在車削細長工件時，都採用主偏角 $\varphi = 90^\circ$ 的車刀。

物體在受到一定的力而移動一段距離，則力與距離的乘積為其所作的功，用公斤公尺計算。在單位時間內所完成的功，就叫做功率。

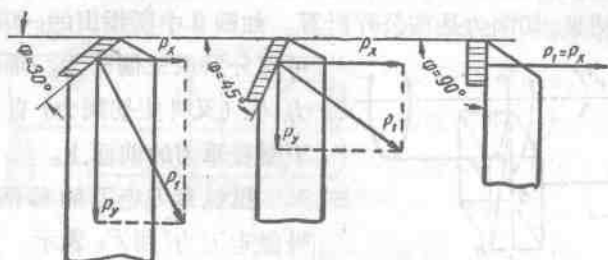


圖 4 隨着主偏角的變化 P_x 力和 P_y 力的變化。

在工程上，人們以馬力作為功率的單位；一馬力等於 75 公斤公尺/秒。功率也可以用仟瓦計算。1 仟瓦等於 1.36 馬力。

刀具在切去切屑的同時完成着功。一秒鐘內切去切屑所需要耗費的功，稱為切削功率。

$$P_z \times v \text{ 公斤公尺/秒,}$$

式中 P_z ——切削力(公斤)；

v ——切削速度(公尺/分)；

要求出每秒鐘內所完成的功，必須將上面的公式($P_z \times v$)除 60，即：

$$\frac{P_z \times v}{60} \text{ 公斤公尺/秒。}$$

如果要求出以馬力作單位的切削功率，必須將上面的公式再除 75：

$$N_{pes} = \frac{P_z \times v}{60 \times 75} \text{ 馬力,}$$

式中 N_{pes} ——切削功率；

P_z ——切削力(公斤);

v ——切削速度(公尺/分)。

從電動機傳到機床上的動力，並不是全部都被利用於切削上面，而其中有一部分動力則耗費在軸承、齒輪以及導桿的摩擦上。如果把切削功率 N_{pes} 除車床的全部功率，所得到的數值就是車床的效率。車床的效率用希臘字母 η (安泰) 表示。

$$\eta = \frac{N_{pes}}{N_e},$$

式中 N_e ——機床的全部功率;

N_{pes} ——切削功率。

不同機床的效率也不一致，一般它的數值 $\eta = 0.7 \sim 0.9$ 。

3 切削熱和車刀的磨損

切削所產生的熱量，影響着金屬的切削過程，並促使車刀磨損。產生切削熱的原因是：

- 1) 切屑在切削過程中要發生變形；即金屬切削層中的各個分子，要改變彼此間的相對位置，因而產生了很大的摩擦；
- 2) 切屑與車刀前面的摩擦；
- 3) 車刀後面與工件待加工面的摩擦。

在切屑變形時，金屬的各個分子間所發生的摩擦稱為內摩擦。車刀與工件以及切屑與車刀的摩擦稱為外摩擦。內摩擦形成的熱量要比外摩擦形成的熱量高達數倍。

切削時所產生的熱量，對車刀的磨耗有很大的影響。因此，必須懂得熱量分佈在刀具、切屑和工件的不同部分上的情況。如果熱量均勻地分佈在刀具的所有部分，那末刀具的溫度也就不會太高，因而也就不會損壞刀具。然而，切削熱的分佈

却並不是均勻的；在那些大量積集熱量的地方，溫度就會顯著地增高，以致使刀具會很快變軟和磨鈍。

試驗指出：車刀前面附近的切屑上的溫度最高。用高速鋼車刀切削時，當切屑厚度為 0.4 公厘，則其不同點上的溫度如圖 5 甲所示。圖 5 甲表示在切削十分鐘後，車刀不同點上的溫度。圖 5 乙是安·姆·達尼安梁教授在加工 3140 鎳鉻鋼時，切削速度 $v=38$ 公尺/分，吃刀深度 $t=2$ 公厘，走刀量 $S=0.54$ 公厘/轉 所試驗的結果。車刀前面刀尖上最高溫度為 228° ，後面刀尖上為 211° 。

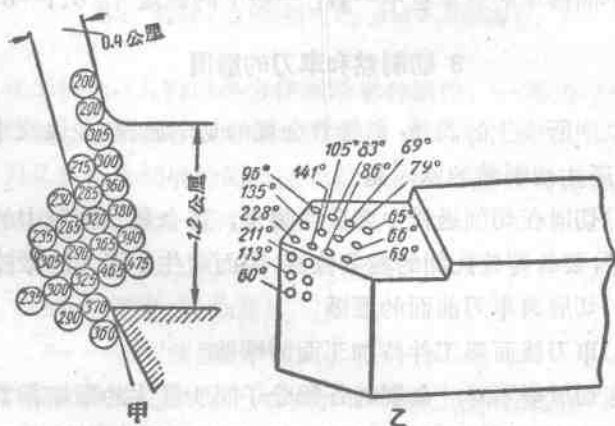


圖 5 車刀切削部分的溫度分佈：
甲—車刀前面和被加工工件上各點的溫度；
乙—車刀面上各點的溫度。

利用硬質合金車刀加工時，車刀將達到 $700\sim 900^{\circ}\text{C}$ 的高溫，並且在加工鋼料時切屑與工件分離處也同刀尖一樣能發熱到紅色。

切削速度和金屬硬度愈高，切屑厚度愈大，則車刀的溫度也愈高。增加切屑寬度，可以使它的斷面散熱良好，並能減低車刀的溫度。

每個車工都知道，在加工鋼料時，車刀的磨耗是沿車刀前面上離刀刃一定的距離開始的。切屑使車刀的前面形成淺窪，這個窪叫做月牙窪（如圖 6）；同時，車刀的後面也開始慢慢出

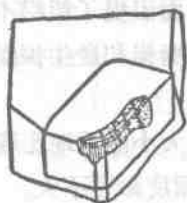


圖 6 硬質合金車刀的磨損。

現磨去的小稜面。隨着磨耗範圍的增大，月牙窪會擴展到刀刃，於是車刀很快就毀壞了，磨損不允許達到這樣的程度，因為這樣會導致切削力和能量消耗的增大，並降低加工表面質量，產生振動，而且在車刀重磨時，需磨去大層硬質合金。

爲了不使刀片切削部分過於磨損，高速車工——生產革新者們，在刀具使用過程中，定期地用綠色碳化矽油石沿車刀面上進行研磨。

表 1 根據被加工金屬的車刀磨損值（公厘）

未淬火鋼，強度極限 60~110 公斤/平方公厘	淬 火 鋼	灰 鑄 鐵
0.8~1	0.81	1.4~1.7 (在 $s \leq 0.3$ 公厘/轉時); 1.8~10 (在 $s > 0.3$ 公厘/轉時)

表 1 是刀具切削部分前、後面磨損的標準；這是根據無數次觀察車刀的使用情況而定的。

4 車削時加工表面的光潔度

在車床上加工時，工件表面的光潔度，是和加工材料，切

削用量、刀具幾何形狀及車床狀況有很大的關係。

有色金屬和硬鋼料加工時，加工表面能得到最大的光潔度；軟鋼和鑄鐵加工時，加工表面比較粗糙。切削速度增加到 $100\sim 150$ 公尺/分時，對中等硬度的鋼料加工，就會消除加工表面的不平現象，並改進加工表面的光潔度。有色金屬加工時，增加切削速度對於它的表面光潔度沒有多大影響。

如果在很大的切削速度下工作，加工表面出現了粗糙不平，這祇能說是在個別情況下，由於刀具迅速磨損和發生振動的結果。

在使用普通外圓車刀車削時，走刀量的大小嚴重地影響着加工表面的糙度，而吃刀深度則對表面光潔度影響不大。

使用普通車刀，主偏角 φ 和副偏角 φ_1 及刀尖圓角 r 都對加工面的糙度有很大影響。採用寬面車刀在 $\varphi=\varphi_1=0$ 時，加工表面的糙度却能減少至最低限度。車刀的其他角度，對加工表面的糙度沒有什麼大的影響。

消除車床各聯結部分的間隙，並將工件夾持的堅固，使機床有很高的剛性，這樣，就可以減少加工表面的糙度。

在剛性不夠的車床上加工，常常會發生振動，這是使加工表面質量變壞的一個原因。

二 車 刀

1 車刀的各部分及其角度

每把車刀都是由刀頭，即車刀的切削部分，和刀體，即用於夾持在刀座或刀架上的刀桿部分所組成。

車刀刀頭的主要部分是：

1) 前面(如圖 7)——刀頭的一個表面，切屑就是沿着這個表面流出的。

2) 兩個後面——朝向加工工件的車刀表面。

3) 主刀刃和副刀刃就是車刀前面和兩個後面的交線)。

4) 刀尖——主刀

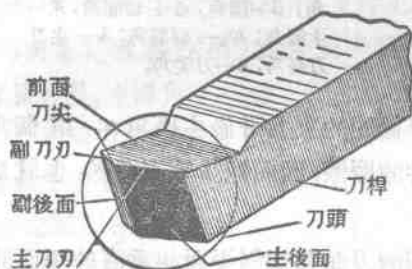


圖 7 車刀的各個部分。

刃和副刀刃的相交點。

由於走刀方向不同，車刀刀頭又分為左右兩面，即左偏刀和右偏刀(如圖 8)。

按照蘇聯國家標準 ГОСТ 的規定，車刀的幾個主要角度及所表示的希臘字母如圖 9 中所示。

為了確定車刀的角度，規定下面的基本平面：

1) 切削平面——和切削表面相切，通過車刀主刀刃平面；

2)底平面——和縱走刀橫走刀平行的平面。

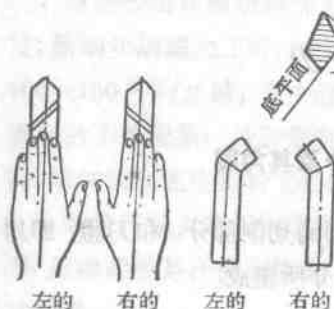


圖8 按進刀方向的车刀形狀。

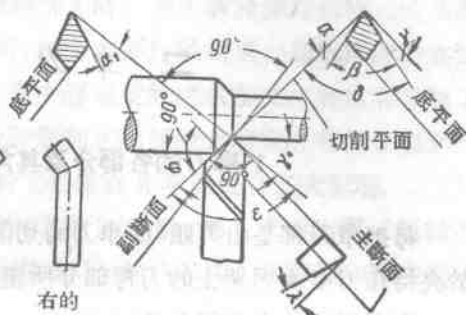


圖9 車刀角：

α —主後角； α_1 —副後角； γ —前角； β —楔角； δ —切削角； φ —主偏角； φ_1 —副偏角； λ —主刀斜角； ϵ —刀尖角。

車刀主後面和切削平面間的夾角叫做主後角 α ；這個角度能減少車刀與加工工件的摩擦，因而減少車刀發熱，也就是減少車刀的磨耗。

車刀前面和通過主切削刃而和切削平面相垂直的平面間的夾角叫做前角 γ 。前角 γ 愈小，切屑變形就愈強烈，因而對車刀的壓力也就愈大。前角一般在負 15° 到正 30° 的範圍內，依據工作條件來選擇（負前角用“ $-\gamma$ ”表示，如圖10乙）。

車刀前面和主後面間的夾角叫做楔角 β ；這個角度的大小決定於前角和後角的大小。楔角影響着車刀的強度，楔角通常在 $50\sim 90^\circ$ 之間。

車刀前面和切削平面間的夾角叫做切削角 δ ；隨着前角的增大，切削角和楔角就隨着減小。切削角 δ 的選擇，是根據

被加工金屬的硬度；工件硬度越高，切削角就應該愈大。切削角 δ 的大小通常在 $60 \sim 100^\circ$ 之間。

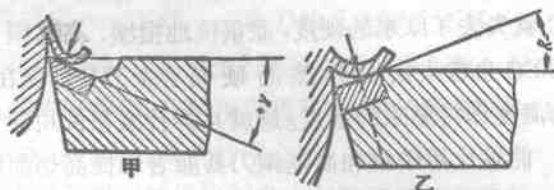


圖10 切削力對車刀的影響：

甲—在正前角時；

乙—在負前角時。

主刀刃在底平面上的投影線和走刀方向間的夾角叫做主偏角 φ ；隨着主偏角的減小，工件上所受的徑向力 P_y 就增大（如圖4）。但是，採用大的主偏角時，會使刀刃部分減小，因而容易磨損。主偏角 φ 根據工作條件選擇，一般在 $10 \sim 90^\circ$ 之間。

副刀刃在底平面上的投影線和走刀方向間的夾角叫做副偏角 φ_1 。這個角度影響着加工的光潔度，副偏角一般在 $5 \sim 30^\circ$ 之間。

主刀刃和副刀刃在底平面上的投影線間的夾角叫做刀尖角 δ 。

主刀刃和通過車刀刀尖而平行於底平面的直線間的夾角，叫做主刀刃斜角 λ 。

2 高速切削的車刀材料及其使用規則

硬質合金 蘇聯在1929年初，首先發明了硬質合金。從1930年起，用於製造刀具的硬質合金的生產就發展起來了，而且質量不斷的得到了改進。

硬質合金具有很高的硬度，能達到洛氏(R_c)硬度 87~90。此外，硬質合金具有很高的紅熱硬度。一般碳鋼刀具在300~350°C就失去了原來的硬度，並很快地損壞；高速鋼刀具到500~600°C也會失去硬度；然而硬質合金刀具却能在800~900°C的溫度保持原來的硬度。這就是為什麼在使用硬質合金刀具時，能够比用碳鋼和高速鋼刀具顯著地提高切削用量的原因。

鎢是硬質合金的主要成分，它是和碳化合成碳化鎢後再加入這樣合金內。碳化鎢具有很高的硬度，接近金剛石的硬度。但碳化鎢具有很大的脆性，所以硬質合金也有很大的脆性。

碳化鎢和鈷的合金組成了叫做鎢鈷類的硬質合金(BK)。這類硬質合金是用於鑄鐵、青銅及其他脆性材料的加工，在加工時流出的是碎屑。鎢鈷類硬質合金中鈷的成分約佔3~8%。硬質合金中含鈷愈少，就愈硬和愈脆。所含鈷的百分數是用硬質合金牌號中寫在字母K後面的數字來表示的。例如：BK8就是含鈷8%和碳化鎢92%。

硬質合金除了鎢鈷類以外，還有鈦鎢鈷合金(TK)，增加了碳化鈦的成分。鈦鎢鈷合金有着更高的硬度、耐磨性和耐熱性，但同時却降低了它的韌性。

TK類硬質合金用於鋼料的加工，切屑成連續狀。含鈦和鈷的百分數也是用硬質合金牌號中寫在字母T和K後面的數字來表示。例如：合金T15K6就表示含有碳化鈦15%，鈷6%和碳化鎢79%。

表2是最常用的各種硬質合金的牌號。