

中央人民政府高等教育部推薦
中等技術學校教材試用本

切削原理與金屬切削刀具習題集

П. В. БОНДАРЕВ 著

傅 佑 同 譯

龍門聯合書局

1
k.2
中央人民政府高等教育部推薦
中等技術學校教材試用本



切削原理與金屬切削刀具習題集

П. В. 邦達列夫著
傅佑同譯

龍門聯合書局

本書係根據蘇聯國立機械製造科技出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 出版的邦達列夫 (П. В. Бондарев) 著 “切削原理與金屬切削刀具習題集” (Сборник задач и упражнений по резанию металлов и металлорежущему инструменту) 1949年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為中等技術學校教學參考書。

本書係由哈爾濱工業大學傅佑同志翻譯。

切削原理與金屬切削刀具習題集
СБОРНИК ЗАДАЧ
И
УПРАЖНЕНИЙ ПО РЕЗАНИЮ МЕТАЛЛОВ
И
МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕМУ ИНСТРУМЕНТУ
П. В. БОНДАРЕВ 著
傅 佑 同 譯

★版權所有★

龍門聯合書局出版
上海南京東路61號101室
新華書店華東總分店總經售
中國科學公司印刷
上海延安中路537號 電話 64545

1954年11月初版 印數0001—5000冊
1954年2月 定價 ¥14,500

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

中央人民政府高等教育部推薦 中等技術學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國中等技術學校調整後的一項重大工作。在我國中等技術學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的材料，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力。依照需要的緩急，有計劃地翻譯蘇聯中等技術學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作為現階段我國中等技術學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我們需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

序 言

目前中等專科技術學校中講授“切削原理與金屬切削刀具”一門課程時內容都是理論材料的敘述。不論在試驗室裏或家庭作業中幾乎都沒有實際練習或操作。

要提高中等技術學校的科學水平必須學會廣泛的利用已學到的理論知識來解決實際生產上的問題，這樣對於將來的工作有很大的益處。因此在學習“切削原理與金屬切削刀具”的同時必須有具體的試驗工作與要靠自己獨立工作的家庭作業。這本習題集就是爲了能順利的完成上述目的而寫成的。

習題集中包含許多以加工種類爲根據的獨立章節。每一章裏都概要的敘述了一些基本規律，利用這些規律解決問題的例子與一些設計刀具的例題。解決各種問題的方法不僅是計算法也有利用切削用量手冊的查表法。

這本習題集是機械製造專科的教學參考書，但是也可以作爲機械製造工廠中製造工程師與技術員提高技術水平的學習材料。

II. 邦達列夫 1949年莫斯科

目 錄

序

| | |
|----------------------------|----------------|
| 第一章 車削 | 1-117 |
| § 1. 車削的概念, 計算公式與計算舉例..... | 1 |
| 習題..... | 5 |
| § 2. 車刀的幾何形狀..... | 9 |
| 習題..... | 24 |
| § 3. 切屑的橫截面積..... | 25 |
| 習題..... | 27 |
| § 4. 車削的切削抗力..... | 29 |
| 習題..... | 42 |
| § 5. 刀具的耐用度與切削速度..... | 49 |
| 習題..... | 63 |
| § 6. 車床與車刀的合理使用..... | 71 |
| 習題..... | 85 |
| § 7. 車刀的設計與計算..... | 90 |
| 習題..... | 111 |
| 第二章 鉋削與插削 | 118-128 |
| § 8. 一般概念, 計算公式與舉例..... | 118 |
| 習題..... | 123 |
| 第三章 拉削 | 129-161 |
| § 9. 概念, 計算公式與舉例..... | 129 |
| § 10. 拉刀的計算與設計..... | 144 |

| | |
|---------------------------|---------|
| 習題····· | 155 |
| 第四章 鑽孔,擴孔與鉸孔 ····· | 162-215 |
| § 11. 概念,計算公式與舉例····· | 152 |
| § 12. 鑽頭與鑽床的合理使用····· | 178 |
| § 13. 用鉸鑽與鉸刀加工孔····· | 182 |
| 習題····· | 187 |
| § 14. 鑽頭的計算與設計····· | 199 |
| 習題····· | 214 |
| 第五章 螺絲加工 ····· | 216-239 |
| § 15. 概念,計算公式與舉例····· | 216 |
| § 16. 螺絲加工刀具的計算與設計····· | 227 |
| 習題····· | 234 |
| 第六章 銑削 ····· | 240-300 |
| § 17. 概念,計算公式與舉例····· | 240 |
| § 18. 切削速度與耐用度····· | 256 |
| § 19. 切削力與動力····· | 266 |
| § 20. 銑刀與銑床的合理使用····· | 269 |
| 習題····· | 275 |
| § 21. 銑刀的計算與設計····· | 286 |
| 習題····· | 299 |
| 第七章 磨削 ····· | 301-318 |
| § 22. 概念,計算公式與舉例····· | 301 |
| 習題····· | 314 |
| 名詞對照表 ····· | 319-322 |
| 參考資料 ····· | 323 |

第一章

車削

§ 1. 車削的概念、計算公式與計算舉例

車床工作時的運動

要在車床上進行切削工作，車床必需保證工件的旋轉運動與車刀沿工件軸心方向或在垂直工件軸心線的方向的直線運動。旋轉運動是由車床的變速箱與主軸傳來的，這種運動叫做車床的主要切削運動。車刀沿走刀方向的移動是由走刀箱、溜板箱與走刀架傳來的，這種運動叫作輔助切削運動(圖 1, a 與 b)。

切削速度 車削時的切削速度是指車刀的切削刃沿主要切削運動方向在被加工表面上單位時間裏所移動距離的長度(OCT 6898)。因

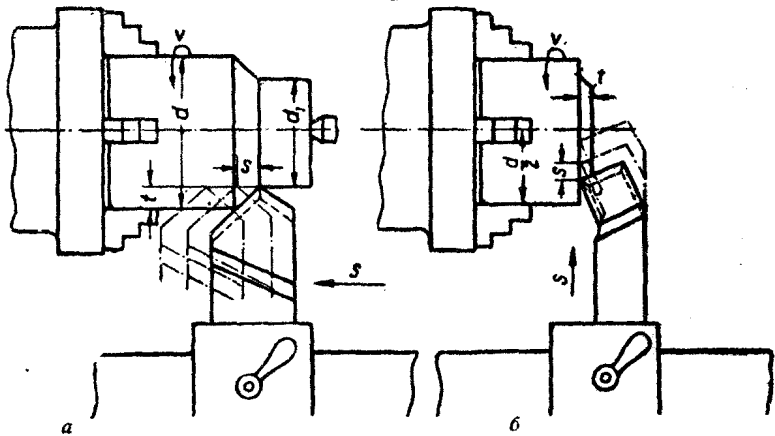


圖 1. 車床上的工作簡圖

a—縱向走刀切削時；b—橫向走刀切削時

此,切削速度不是別的,而是旋轉工件的圓周速度,當車床的傳動系統與工件直徑有變化時,則切削速度也隨之變化。度量切削速度或圓周速度的單位是每分鐘多少公尺(公尺/分)並且用 v 字來表示。

車削時切削速度,工件直徑與主軸轉數之間的關係可由下式表示:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \text{ 公尺/分} \quad (1)$$

式中 d —工件直徑,以公厘為單位; n —主軸每分鐘的轉數。

根據車床上實有轉數計算出來的切削速度,以下都稱為實際切削速度。

車削時的走刀量是指車刀在工作時對工件的相對移動的速度。走刀分為兩種,縱走刀是車刀沿工件軸心方向作縱向移動,另一種是車刀在垂直工件軸心方向的橫向移動(圖 1, a 與 b)。

走刀量是用 s 來表示,以工件每旋轉一轉車刀移動多少公厘為度量單位(公厘/轉)或用每一分鐘內車刀移動多少公厘為度量單位(s_n 公厘/分), s 與 s_n 之間的關係如下:

$$s_n = s \cdot n \text{ 公厘/分}, \quad (2)$$

由上式也可得到

$$s = \frac{s_n}{n} \text{ 公厘/轉}, \quad (3)$$

式中 s_n —每分鐘的走刀量,公厘/分; s —工件旋轉一轉的走刀量,公厘/轉; n —工件或主軸每分鐘的轉數,轉/分。

吃刀(切削)深度是每一次走刀中待加工表面與已加工表面之間的垂直距離(OCT 6898)。因此應該把加工餘量與切削深度這兩個概念加以區別。但當一次走刀就能將全部加工餘量車去時切削深度就等於加工餘量。

吃刀深度用 t 字表示，以公厘為度量單位，可由下式算出：

$$t = \frac{d - d_1}{2} \text{ 公厘}, \quad (4)$$

式中 d —未加工前的工件直徑(公厘)； d_1 —一次走刀後的工件直徑(公厘)。

應該注意，吃刀深度、走刀量與切削速度是表示切削量的三個主要因素。在切削金屬時要根據許多因素才能選定吃刀深度、走刀量與切削速度，“金屬切削原理與切削刀具”這一門課程的目的就是研究這些因素。

車削的機製時間 車削的機製時間是指車刀自工件表面上切下切屑的一段時間。

機製時間用 T_o 字來表示並根據下式計算：

$$T_o = \frac{L}{s_n} \times i = \frac{l + l_1 + l_2}{s \times n} \times i \text{ 分}, \quad (5)$$

式中 L —車刀在走刀方向的移動距離，以公厘計； s_n —每分鐘的走刀量，以公厘/分計； l —順走刀方向有車刀移動過的工件表面的長度，以公厘計。加工方式不一樣，計算此長度也要根據不同的公式，例如：

- (a) 用一把車刀縱向車削外圓時 l 等於車削長度(圖 2, a)；
- (b) 用幾把車刀縱向同時車削圓柱體的外表面時 l 等於車削距離最長的那把車刀所車過的長度(圖 2, b)；
- (B) 車削實心端面時與割斷時(圖 2, B)

$$l = \frac{d}{2} \text{ 公厘};$$

- (r) 車削成形表面、空心端面與圓環狀溝槽時(圖 2, r)：

$$l = \frac{d - d_1}{2} \text{ 公厘};$$

l_1 —車刀的切入長度，以公厘為單位，並可由下式算出：

$$l_1 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} \text{ 公厘,}$$

式中 φ —車刀的導角； t —吃刀深度，以公厘計；由計算法求得的 l_1 ，通

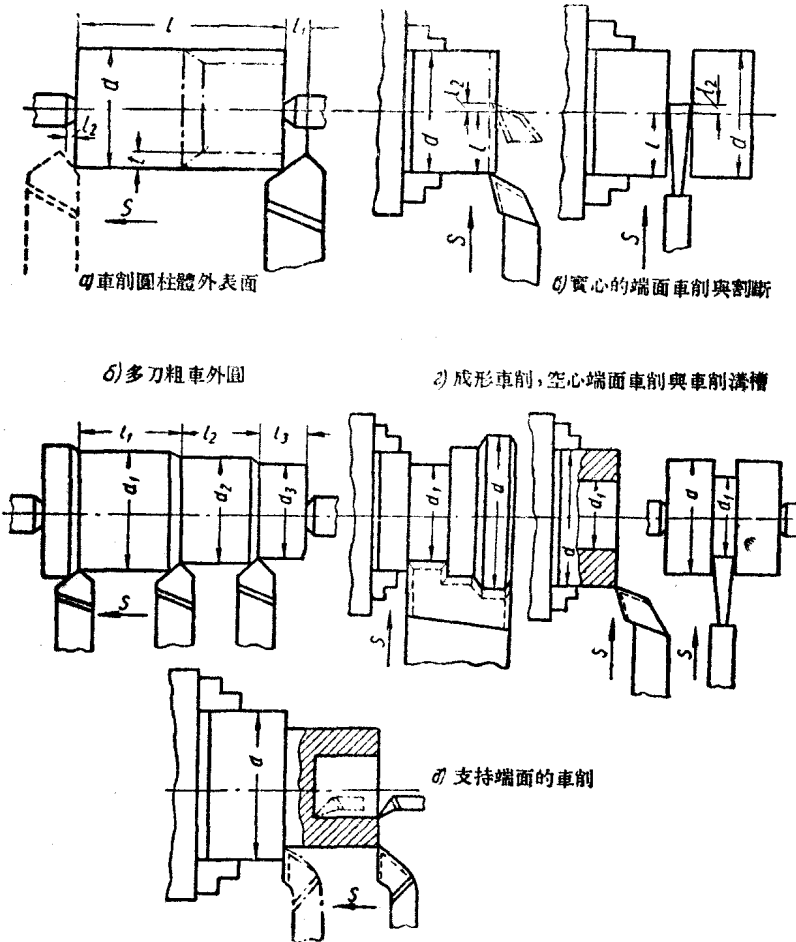


圖 2. a—用一把刀車削圓柱體外表面；b—多刀粗車；c—實心的端面車削與割斷；d—成形車削、空心的端面車削與溝槽車削；e—支持端面的車削

常應該增加 0.5—2 公厘作為實際工作中的 l_1 ，這樣可以保證工作走刀開始後車刀能夠順利的走向被加工表面； l_2 —車刀在走刀方向的超出距離，以公厘為單位，為着使車刀能完全移開加工表面， l_2 應等於 1—5 公厘；若切削工作在橫截面上進行時（凸緣的端面切削與切割溝槽等） $l_2=0$ （圖 2, δ ）； n —主軸每分鐘的轉數； s —走刀量，以公厘/轉為單位； i —走刀次數。

習 題

1. 若在具有最低主軸轉數 $n_1 = 29$ 轉/分與最高轉數 $n_6 = 396$ 轉/分的車床上車削直徑 $d = 100$ 公厘的工件，試求出車削時最小與最大的實際切削速度。

題解：

$$v_1 = \frac{\pi \times d \times n_1}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 29}{1000} = 9.1 \text{ 公尺/分};$$

$$v_6 = \frac{\pi \times d \times n_6}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 396}{1000} = 124.3 \text{ 公尺/分}.$$

2. 在車床上割斷直徑 $d = 100$ 公厘的鋼軸時若所用主軸轉數 $n = 75$ 轉/分，試求出實際切削速度是多少。

題解：根據已知的主軸轉數來決定切削速度

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 100 \times 75}{1000} \approx 23.5 \text{ 公尺/分}.$$

3. 求出在車床上車削鋼管端面時的實際切削速度。鋼管的外徑 $d = 120$ 公厘，內徑 $d_1 = 100$ 公厘，車削時主軸轉數 $n = 58$ 轉/分。

題解：

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 120 \times 58}{1000} = 21.8 \text{ 公尺/分}.$$

4. 以 45 號鋼為工件的材料，在不同方式的加工過程中需要變更切削速度。粗車時坯件外徑 $d = 90$ 公厘， $v_1 = 22$ 公尺/分；精車時工件外徑 $d_1 = 84$ 公厘， $v_2 = 26$ 公尺/分；凸緣車削時大外徑 $d_1 = 84$ 公厘，小外徑 $d_2 = 80$ 公厘， $v_3 = 16$ 公尺/分。

求出上列各種加工中所需要的主軸轉數，車床上有下列轉數 $n_1 = 63$ 轉/分， $n_2 = 79$ 轉/分， $n_3 = 99$ 轉/分。

題解：根據上述各種車削方式先求出理論上所要求的轉數：

粗車時

$$n = \frac{v_1 \times 1000}{\pi \times d} = \frac{22 \times 1000}{3.14 \times 90} = 77.8 \text{ 轉/分};$$

精車時

$$n = \frac{v_2 \times 1000}{\pi \times d_1} = \frac{26 \times 1000}{3.14 \times 84} = 98.5 \text{ 轉/分};$$

端面車削時

$$n = \frac{v_3 \times 1000}{\pi \times d_1} = \frac{16 \times 1000}{3.14 \times 84} = 60.6 \text{ 轉/分}.$$

然後在機床所有的轉數中選出三個與上面求出的數值相近者做為我們的實際主軸轉數： $n_1 = 63$ 轉/分， $n_2 = 79$ 轉/分， $n_3 = 99$ 轉/分。

5. 工件外徑 $d = 65$ 公厘，切削速度 $v = 21$ 公尺/分，走刀量 $s_r = 20.6$ 公尺/分，求出每轉的走刀量 s 等於多少。

題解：先求出切削速度 $v = 21$ 公尺/分時主軸的轉數：

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times d} = \frac{21 \times 1000}{3.14 \times 65} = 103 \text{ 轉/分},$$

然後才能求出 s

$$s = \frac{s_r}{n} = \frac{20.6}{103} = 0.2 \text{ 公厘/轉}.$$

6. 求出車削工件時兩次走刀的吃刀深度 t 。坯件外徑 $d = 80$ 公厘，第一刀粗車後工件外徑 $d_1 = 72$ 公厘，第二刀精車後 $d_2 = 70$ 公厘。

題解：先求出粗車時的吃刀深度

$$t = \frac{d - d_1}{2} = \frac{80 - 72}{2} = 4 \text{ 公厘};$$

再求出精車時的吃刀深度

$$t = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{72 - 70}{2} = 1 \text{ 公厘}.$$

7. 求出加工一個長度 $l = 600$ 公厘，直徑 $d = 90$ 公厘的鋼煨件時的機製時間 T_0 。工作圖上註明加工後表面光潔度為 $\nabla\nabla 4$ 級，直徑的加工餘量等於 12 公厘。在車床上加工有兩次換刀：第一次為粗車，吃刀深度 $t = 5$ 公厘，第二次換刀為精車，吃刀深度 $t = 1$ 公厘。兩把車刀的導角 $\varphi = 45^\circ$ 。

第一次換刀中只一次走刀就將所有加工餘量車去。粗車時主軸轉數 $n = 150$ 轉/分，走刀量 $s = 0.5$ 公厘/轉。

第二次換刀中也只有一次走刀，工作時的轉數 $n = 292$ 轉/分，走刀量 $s = 0.2$ 公厘/轉。

題解：先求出粗車時的機製時間

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s \times n} \cdot i = \frac{600 + 6 + 1}{0.5 \times 150} \times 1 = 8.1 \text{ 分}.$$

切入距離 l_1 從下式得出：

$$l_1 = \frac{t}{\text{tg } \varphi} = \frac{5}{\text{tg } 45^\circ} = 5 \text{ 公厘}.$$

實際工作中常將從公式裏求出的 l_1 多加 1 公厘，這樣可使車刀在工作走刀開始後能順利的走向工件的被加工表面。因此 l_1 的值應該等

於 $5 + 1 = 6$ 公厘。

車刀的超出距離 l_2 的數值常取為 1 公厘。

走刀次數等於 1。

然後再決定精車時的機製時間

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{s \times n} \cdot i = \frac{600 + 1.5 + 1}{0.2 \times 292} \cdot 1 = 10.3 \text{ 分。}$$

最後就能將總加工的總機製時間求出

$$T_{\text{общ}} = 8.1 + 10.3 = 18.4 \text{ 分。}$$

8. 在車床上車削直徑 $d = 120$ 公厘的鋼軸。若車床上有下列幾個主軸轉數： $n_1 = 75$ 轉/分， $n_2 = 105$ 轉/分， $n_3 = 148$ 轉/分， $n_4 = 204$ 轉/分，求出對應於各個轉數的實際切削速度。

9. 在車床上車削工件的端面，工件直徑 $d = 60$ 公厘，切削速度 $v = 40$ 公尺/分，走刀量 $s = 0.3$ 公厘/轉。求出此種加工的機製時間。

10. 鋼坯件的長度 $L = 1200$ 公厘，直徑 $d = 140$ 公厘，加工後直徑 $d_1 = 128$ 公厘，表面光潔度要求達到 $\nabla\nabla 4$ 級。在車床上加工上述工件，車削時有兩次換刀：第一次粗車時吃刀深度 $t = 5$ 公厘，主軸轉數 $n = 38$ ，走刀量 $s = 0.9$ 公厘/轉；第二次精車時轉數 $n = 147$ 轉/分，走刀量 $s = 0.3$ 公厘/轉。車削時所用車刀的導角都等於 45° 。求出此時的實際切削速度 v 與機製時間 T_o 。

11. 車削直徑 $d = 75$ 公厘，長 $L = 800$ 公厘的工件。若車床上主軸轉數中有 $n_1 = 64$ 轉/分， $n_2 = 87$ 轉/分， $n_3 = 120$ 轉/分。求出採用各種轉數加工工件時所得到的實際切削速度。轉數不同時走刀量並不變化而且都等於 $s = 0.2$ 公厘/轉。畫出切削速度變化時機製時間 T_o 的變化曲線。

12. 車削管狀工件的端面，工件的外徑 $d = 200$ 公厘，內徑 d_1

= 100 公厘。工作時主軸轉數 $n = 75$ 轉/分，走刀量 $s = 0.4$ 公厘/轉。求出此種加工的實際切削速度 v 與機製時間 T_o 。

13. 車削一個鋼軸，將車刀的切入與超出距離都考慮在內的總加工長度 $L = 2000$ 公厘，軸的外徑 $d = 150$ 公厘。車削時機床轉數 $n = 60$ 轉/分，若採用不同的走刀量如下： $s_1 = 0.2$ 公厘/轉， $s_2 = 0.4$ 公厘/轉， $s_3 = 0.8$ 公厘/轉， $s_4 = 1.2$ 公厘/轉。求出車削時的實際切削速度 v 與採用不同走刀量時所得到的機製時間 T_o ，並畫出走刀量與機製時間的變化曲線。

14. 在外徑 $d = 50$ 公厘的工件上切出一環狀溝，溝寬 $b = 8$ 公厘，溝底圓的直徑 $d_1 = 40$ 公厘。車溝時的主軸轉數 $n = 48$ 轉/分，走刀量 $s = 0.1$ 公厘/轉。求出加工時的實際切削速度 v 與機製時間 T_o 。

15. 求出車削管子端面的機製時間 T_o ，若工件外徑 $d = 80$ 公厘，內徑 $d_1 = 60$ 公厘，工作時的切削速度 $v = 22$ 公尺/分，走刀量 $s = 0.35$ 公厘/轉。

§ 2. 車刀的幾何形狀

稜體車刀形狀的定義與車刀各部份的名稱在蘇聯 OCT BKC 6897 中都有規定。

車刀由刀頭與刀桿兩部份組成，刀頭是切削部份，刀桿是用來夾緊在刀架裏的(圖 3)。

刀頭的組成因素有：前傾面，後隙面，切削刃，刀尖，刀頭高與刀頭長(圖 4, a)。

有切屑滑出的表面叫做前傾面。

面向工作物表面的面叫做後隙面。與主切削刃相連的叫主後隙面而與副切削刃相連的叫副後隙面。

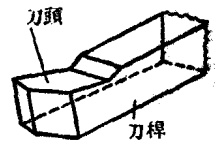


圖 3. 車刀的各部份

前傾面與後隙面的交線就是切削刃，切削刃可分為進行主要切削作用的主切削刃與副切削刃。

主切削刃與副切削刃的交點叫做刀尖。

刀頭高是刀尖與車刀基面間的垂直距離，以字母 h 表示並以公厘為度量單位(圖 4, θ)。

刀頭長是刀尖到磨礪表面的最遠距離，度量時順平行於刀桿縱面的方向，用字母 l 表示並用公厘為度量單位(圖 4, θ)。

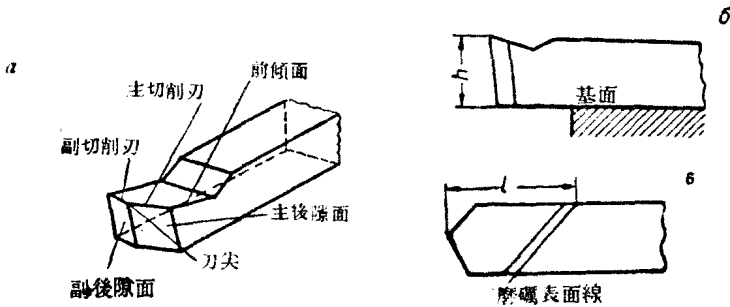


圖 4. 車刀刀頭的各組成因素

切削加工的基本概念在蘇聯的 OCT BKC 6898 中都有明文規定。這裏只把主要的幾項加以說明，計有加工表面，切削時的座標平面，車刀角度與切屑的幾何形狀。

當用車刀自工件表面上切下切屑時，工件上的各表面可分為未加工表面，已加工表面與切削表面(圖 5)。

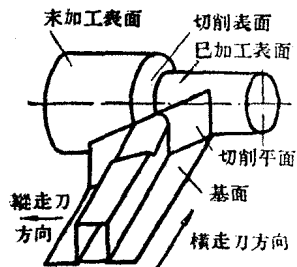


圖 5. 車削時的表面與座標平面

未加工表面是需要用切削加工方法切下切屑的表面。

已加工表面是切下切屑以後所得到的表面。

在工件上直接由切削刃所組成的表面叫做切削表面。這個表面也是未加工表面