

170074



金屬切削加工

下 冊



南京航空學院編印

3
231

金屬切削加工

下 冊



南 京 航 空 學 院
金 屬 切 削 加 工 及 公 差 教 研 室 編

1956.8.

270071

812

122004

3.5

本書下冊包括鉋削，鑽削，銑削，磨削，螺紋加工，齒輪加工及組合機床等七章。

本書為了減低成本盡量採用本校原有鋅版圖，同時目前印刷廠任務繁重，無暇改製鋅版，因此許多圖上仍有原文，甚至有未能修改的小錯誤。

刀具材料按大綱每章均需提到，為免重覆，本書僅在車刀一節中較詳細，其他各節略去。

照大綱龍門鉋床二科為7833型，三科為724型，本書同時編進，按科選讀。

本書下冊是在55—56學年第二學期由金屬切削加工及公差教研室教師凌惠杰同志編寫，葉自儼同志校稿。

金屬切削加工下冊目錄

第三章 鉋 削

第十一節 鉋削過程

1. 概述..... 1
2. 鉋削時切削過程的特點..... 2
3. 鉋削的切削用量各原素..... 2
4. 作用於鉋刀的力 刀具容許的切削速度 鉋削功..... 4

第十二節 鉋刀與插刀

1. 鉋刀..... 6
2. 插刀..... 8

第十三節 鉋床與插床

1. 概論..... 9
2. 736型牛頭鉋床..... 12
3. 724型龍門鉋床..... 17
4. 7833型單柱龍門鉋床..... 18
5. 743型立鉋床..... 20

第十四節 拉削時之切削過程，拉刀與拉床

1. 概述..... 23
2. 拉刀..... 25
3. 拉削時的切削原素..... 27
4. 拉床..... 32

第四章 鑽孔，鏤孔，鉸孔

第十五節 鑽孔，鏤孔與鉸孔的切削過程

1. 鑽孔，鏤孔與鉸孔的定義..... 35
2. 鑽孔，擴孔，鏤孔與鉸孔時之切削因素..... 35
3. 切削抗力..... 38
4. 鑽削類加工時所需功率..... 42
5. 刀具壽命..... 43
6. 切削用量的選擇..... 46

第十六節 鑽頭，鏤鑽，鉸刀

1. 鑽頭..... 49

2. 鏤鑽	53
3. 鉸刀	54
第十七節 鑽床與鏤床	
1. 鑽床概論	59
2. 2135型立式鑽床	61
3. 2B56型旋臂鑽床	66
4. 刀具的固定	68
5. 鏤床	69

第五章 銑 削

第十八節 銑削時的切削過程

1. 概述	76
2. 銑刀切削部份的幾何原素	78
3. 圓柱銑削時的切削用量各原素	79
4. 銑削力及功率	82
5. 銑刀的磨損與壽命	84

第十九節 銑刀

1. 基本概念	87
2. 直齒銑刀與螺旋齒銑刀	89
3. 尖齒銑刀與縮齒銑刀	90
4. 銑刀的刃磨	91

第二十節 銑床與分度頭

1. 銑床概論	93
2. 6H82型萬能銑床	96
3. 銑床的附件	100
4. 分度頭	102

第六章 螺紋切削

第二十一節 形成螺紋的方法

1. 概述	110
2. 車製螺紋	110
3. 鉸螺紋	111
4. 用螺絲切頭切螺絲	114
5. 旋風式切削螺紋法	115
6. 螺紋滾壓法	117
7. 製螺紋的專用機床	118

第二十二節 螺紋銑刀和螺紋銑床

1. 銑削螺紋法	123
2. 螺紋銑刀	125
3. 螺紋銑床概論	125
4. 563 型螺紋銑床	126
5. 561 型螺紋銑床	127

第七章 磨 削

第二十三節 磨削時的切削過程

1. 概述	133
2. 磨削工作分類	134
3. 磨削的切削要素	135
4. 磨削力及功率	137

第二十四節 磨削工具

1. 磨具的性質	139
2. 磨具的形狀	142
3. 砂輪的選擇	145
4. 砂輪的磨損與修整	147

第二十五節 磨床及精磨床

1. 磨床的類型	148
2. 316 M 型外圓磨床	152
3. 3181 型無心磨床	154
4. 325 II 型內圓磨床	156
5. 371 型平面磨床	158
6. 精磨機床	160

第八章 齒輪的切製

第二十六節 齒輪的切削方法

1. 概述	165
2. 展成切齒法	165
3. 切齒刀具的壽命與切削速度	168
4. 切削因素的決定	170

第二十七節 切齒工具

1. 仿形刀具	173
2. 展成法刀具	174
3. 刀具的幾何要素	178

第二十八節 切齒機床

1. 概述	180
-------	-----

2. 5B32 型滾齒機床.....	180
3. 5A12 型插齒機床.....	187
4. 526 型炮齒機床.....	190
5. 切削人字齒輪機床.....	197
6. 齒輪精加工機床.....	198

第九章 組合機床

第二十九節 組合機床和自動作業線

1. 組合機床.....	204
2. 自動作業線.....	206

第三章 鉋削與拉削

第十一節 鉋削過程

I. 概 述

鉋削過程，用於加工平面及加工直母線的成形表面。這個過程是在鉋床上進行，主（工作）運動是直線運動。鉋床分為二類：龍門鉋床及牛頭鉋床。龍門鉋床的主運動由工作台實現，坯件就固定在它上面；走刀運動由刀具（切刀）實現。相反的，在牛頭鉋床上（圖131），固定於機床銜頭上的切刀，具有主運動，而工作台具有走刀運動，坯件也固定在工作台上。

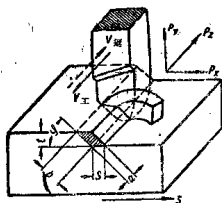


圖 131 鉋削的切削要素

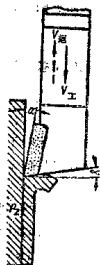


圖 132 插削

鉋床具有工作行程及空返行程。在工作行程中進行切削過程；在空返行程中，坯件或切刀在相反的方向移動而不進行切削，在這行程時，進行走刀運動，即切刀和坯件作相對的移動。

隨機床的結構不同，沿加工的整個長度內，工作行程及空返行程的速度，或者是不變動的（如龍門鉋床或齒條傳動的牛頭鉋床），或者是變動的（如搖桿傳動的牛頭鉋床）。為了減少空返行程的時間，鉋床空返行程的速度要比工作行程的速度為大。

插床也屬於鉋床，但它的往復運動不是在水平面內，而是在垂直面內（圖132）。這種機

床的工作行程速度和空返回行程的速度，通常是相等的。

2. 鉋削時切削過程的特點

鉋削時和車削一樣，在切屑形成過程中發生彈性及塑性變形，伴生着摩擦、熱量、硬化、刀磨和形成刀具的磨損。鉋削時所得的各種切屑形狀，也和車削時所產生的各種切屑相類似。但是，鉋削時的切削過程中却有一些特點。

當切刀連續車削時，它一次切入被加工的金屬中，然後在整個加工長度內，便處於切屑的作用下。而鉋削時切刀僅在工作行程中才處於切屑的作用下；在空返回行程中，切削過程暫停，此時切刀不切削，而是在冷卻，這樣便對切刀的壽命發生很好的影響。但是，當鉋刀每次切入坯件時，都是發生衝擊的，它的破壞力，隨切削速度、切削橫截面積和被加工金屬硬度的增加而增大。這種衝擊載荷的存在，對於切刀的強度和壽命，均有不良的影響，迫使切削工作在較低的切削速度下進行。

鉋床具有往復運動的這個特點，對於高速切削工作也發生困難。它那較大的移動質量 and 慣性力，使回轉條件（即從工作行程轉變為空返回行程，或相反的轉變）發生困難。所以目前的鉋床上，切削速度不高於 80 公尺/分鐘。

鉋削時的走刀與車削時不同，它是斷續性的，它是在空返回行程時進行的。這樣便消除了切削過程中走刀對於前角和後角的影響。坯件的尺寸以及刀尖對支承平面的距離，也不影響這些角度。

3. 鉋削的切削用量各要素

鉋削時的切削速度是工作行程中切下切屑的速度（公尺/分鐘），龍門鉋床的切削速度是工作台（坯件）的移動速度；牛頭鉋床的切削速度是衝擊器（切刀）的速度。

圖 133 為龍門鉋床的工作台對刀具的運動圖，若工作行程開始時，切刀相對於坯件的位置為 I，而在工作行程終結時的位置為 II（虛線所示），則工作台在主運動方向的行程長度為

$$L = \Delta + l + y \text{ 公厘,}$$

式中 l —坯件的鉋削表面長度，公厘；

y —工作行程的越出長度，公厘；

Δ —空返回行程的越出長度，公厘。

越出長度的總值 $y + \Delta$ ，可以引用表 20 中所示者。

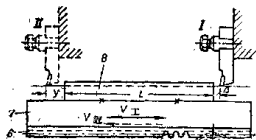


圖 133 工件與刀具的相對運動

表20 鉋削時的越出長度總值

龍門鉋床			牛頭鉋床	
鉋削長度 L 公厘	工作台越出長度 公厘	工作台越出長度 (制動式的機床) 公厘	鉋削長度 L 公厘	切刀的越出長度 公厘
2000以下	200以下	150	100以下	35
2000—4000	200—325	150—245	101—200	50
4000—6000	325—400	250—280	201—300	60
6000—10000	400—475	300—375	301—500	75

若已知行程長度 L ，根據第一章第四節中往復運動機構，可以求出每往復行程所需時間 t (分鐘) 或者工作台 (或衝擊器) 每分鐘的往復行程數 n 。

在插床上，因為切削速度等於回空速度，所以每分鐘的往復行程數 n 為

$$n = \frac{2L}{1000V}$$

切削深度 t ——一次走刀後被切下的金屬層，它的單位是公厘，沿着與已加工表面垂直的方向度量 (圖131)。

走刀量 s ——一次雙行程後，在與主運動垂直的方向中切刀和坯件的相對移動距離，單位是公厘/雙行程。

切削厚度 a 是在與主切削刃垂直的方向中度量的，單位是公厘。

切削寬度 b 是沿切削刃的方向度量的，單位是公厘。

和車削中一樣，在切削厚度和走刀量之間，以及在切削寬度和切削深度之間，有下列關係。

$$a = s \sin \varphi$$

$$b = \frac{t}{\sin \varphi}$$

式中 φ —主偏角 (圖131)。

切削橫截面積

$$f = ab = ts \text{ 公厘}^2$$

鉋削時的機動時間按下式計算：

$$T_{\text{機}} = \frac{B + B_1 + B_2}{n \cdot s} \text{ 分鐘}$$

式中 B —在走刀方向中，被加工坯件的寬度，公厘；

B_1 —在側面上切刀的切入長度，公厘 (圖134)；

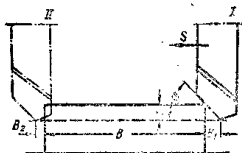


圖 134 鉋刀在走刀方向中的行程原素

$$B_1 = l \cdot \text{ctg} \varphi$$

B_1 —在側面上切刀的越出長度，公厘（2~3公厘）；

n —每分鐘內轉行程的次數；

s —走刀量，公厘/雙行程。

4. 作用於鉋刀的力：刀具容許的切削速度；鉋削功。

在切削過程中，鉋刀上作用着一些力，如圖 49 所示。和車削時一樣，可以把這些力的合力分解成 P_x 、 P_y 及 P_z （圖 131）。

力 P_z 在主（工作）運動的平面內使切刀彎曲，並企圖移動坯件。根據這個力，可以計算機床運動的機構、機床電動機所必需的功率、裝夾坯件的力以及切刀的強度和剛度。

力 P_y 把切刀推離坯件，並把坯件壓向工作台。

力 P_x 企圖把切刀從刀架中扭出，它在走刀運動的平面內使切刀彎曲並企圖移動坯件。

但因走刀是在空返行程時進行的，所以力 P_x 並不消耗機床電動機的功。

和車削時相同的若干因素，也對於鉋削力發生影響；鉋削力的計算，也用相同的公式，即

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{x_z} \cdot s^{y_z} \cdot K \text{ 公斤。}$$

係數 C_{Pz} 、指數 x_z 和 y_z ，以及總係數 K 的各修正係數，均從與車削中相同的表格內選取。

高速鋼鉋刀的切削性能所容許的切削速度，可按與機車外圓車刀相同的公式計算：

$$V_T = \frac{C_v T}{b \cdot v \cdot s^{y_v}} K \text{ 公尺/分鐘，}$$

式中 K —總係數，包括衝擊載荷的修正和切刀行程長度的修正。

衝擊載荷和行程長度的修正係數，僅採用於高速鋼切刀在牛頭鉋床及插床上工作時；對於牛頭鉋床，衝擊載荷修正係數 $K_{sp} = 0.8$ ；對於插床， $K_{sp} = 0.5 \sim 0.6$ 。

切刀行程長度的修正係數 K_L 如下：

切刀的行程長度 L ，公厘.....	50	100	150	200	300	500
係數 K_L	1.18	1.11	1.02	1.0	0.96	0.87

在龍門鉋床上工作時，因為它的剛性條件比牛頭鉋床和插床為高，所以在這種情況下，高速鋼鉋刀所容許的切削速度，可以看成與機車外圓車刀所容許的切削速度一樣（考慮到

無冷卻加工以及其他各種具體的切削條件)。

高速鉋削在金屬加工的工業部門中，已經廣泛使用而成為高生產率的方法。例如鋼橋 (Стальмост) 工廠的建工共青團員Ю. 馬托可夫已達到高度的工作指標，當鉋削高樓快速電梯的五公尺長的鋼料的方向桿時，他採用 T 5 K 10 的硬質合金切刀(圖135)以 $v=70$ 公尺/分鐘; $t=4\sim 10$ 公厘, $s=0.5\sim 0.75$ 公厘/齒行程工作，而得到的加工表面光潔度是 $\nabla\nabla 6$ 。

馬托可夫採用高速鉋削時，並同時利用龍門鉋床的所有四個刀架；在這一道工序上，他完成了定額的 250~300%。馬托可夫的切刀有高的壽命(用油石修整 3~4 遍時，可達 120~150 分鐘)，並特別能忍受較高的切削速度。所以，當馬托可夫參加金屬加工工廠高速切削青工莫斯科代表會議時(1952年1月 МТК ВЛКСМ 組織的)，他曾向機床製造者提出要求，在最近的將來，應製造工作行程速度為 120~150 公尺/分鐘的龍門鉋床。

鉋削時消耗於切削的功率為

$$N_{\text{切削}} = \frac{P_s \cdot v_1}{60 \cdot 10^2} \text{ 仟瓦.}$$

機床電動機的必要(額定)功率為

$$N_{\text{ME}} = \frac{N_{\text{切削}}}{\eta}$$

正中 η —機床效率

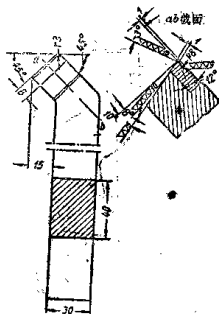


圖 135 Ю. 馬托可夫的硬質鉋刀

第十二節 鉋刀與插刀

1. 鉋 刀

鉋刀用在鉋床以鉋削平面及特形面。

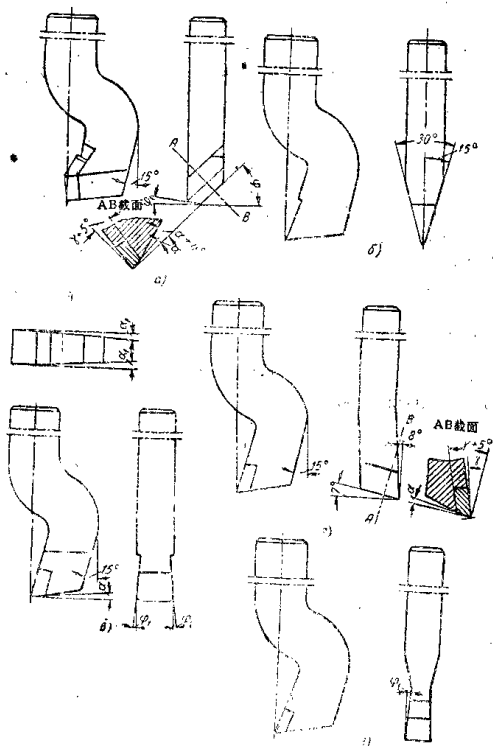


圖 136 鉋刀的類型：

а—直走刀； б—窄口直走刀； в—直裝輪作鉋頭刀； г—橫切刀； д—槽刀。

鉋削時，鉋刀只有在工作行程才切削金屬。回行(空)行程時它並不工作，只是自行冷卻。這對鉋刀的壽命，確是利。但從另一方面看，鉋刀每次都是以衝擊的方式切入工件的，這對它的強度及壽命又都是不利。由於這衝擊性的載荷，我們不得不降低鉋刀的切削速度，和增加鉋刀的截面積。

鉋刀有簡單的和特形的兩種，圖 136 所示，為鉋刀的類型。直走刀(圖 136, a)用以鉋削整個工件寬度內、無突出處的平面。窄口直走刀(圖 136, б)用於普通直走刀難於工作的地方。精作鈍頭刀(圖 136, в)用於工件的光潔加工。除進給量大切削深度小的鈍頭刀可作精作刀外，還有以 6~15 公厘為半徑圓切削刃的精作刀。擴切鉋刀(圖 136, г)用於鉋削工件的側面、工件上凸出及凹下部分的側面。起槽刀(圖 136, д)用以鉋製窄槽。

鉋刀可作成拐頭的形式(圖 137)以使刀尖通過刀的軸線(按照ГОСТ2880-45, 2881-45及2882-45)或使刀尖位於支承面的平面上。這樣作是使鉋刀在受切削力而彎曲時，可以減少或完全除去刀尖切入加工面。這在硬質合金刀尤其重要。

鉋刀切削部分的幾何參數，須根據ГОСТ2320-43選取。主切削刃斜角必須選為正的($+10^{\circ} \sim +20^{\circ}$)。這樣作是使切削中的衝擊力不作用於刀尖，而作用於離刀尖稍遠的切削刃

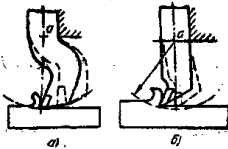


圖 137 鉋刀的彎曲

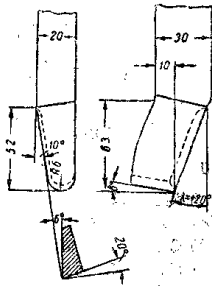


圖 138 鉋工李基浮洛夫所用的刀鉋

上。有高速鋼刀片的， $\varphi=45^{\circ}$ 的直走鉋刀的尺寸是按照ГОСТ2880-45作，有高速鋼刀片的橫切鉋刀—ГОСТ2881-45，有高速鋼刀片的窄口精作鉋刀—ГОСТ2882-45。鉋刀也有用硬質合金刀片作的。

圖 138 所示，為李基浮洛夫(Ю. Никифоров)(莫斯科斯大林汽車廠裏的鉋床工人)所用的鉋刀。這鉋刀為高速鋼作的，其主切削刃斜角為正($\lambda=+20^{\circ}$)。前角 $\gamma=20^{\circ}$ ，圓尖半徑為 6 公厘。這鉋刀的切削深度可用到 60 公厘。

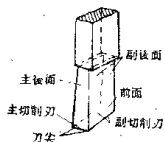


圖 139 插刀刀頭組成部分

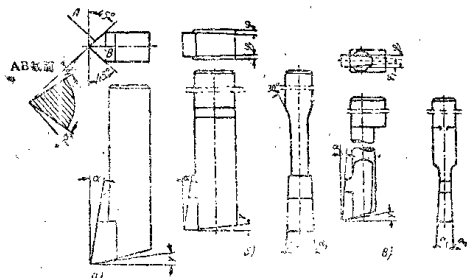


圖 140 插刀的類型:

a—直走雙面刃插刀； 6—鍵槽插刀； b—細槽插刀。

2. 插 刀

插刀的工作與鉋刀相類似，不同的僅是插刀的往復運動是在垂直面，及 P_z 力是在沿插刀的軸線的。圖 135 所示為插刀刀頭的組成部分。

圖 140 所示為插刀的類型。直走雙面插刀(圖140a)用於加工垂直面。

鍵槽插刀(圖140, 6)用於在套筒裏作鍵槽。細槽插刀(圖140, b)與鍵槽插刀相似，用於作窄的槽。

插刀切削部分的幾何參數，可按ГОСТ 2320-43 選取。

圖 141 所示，為帶有高速鋼刀片(尺寸根據ГОСТ 2883-45)的鍵槽插刀。橫切插刀根據ГОСТ 2884-45 作，直走雙面插刀—ГОСТ 2885-45。

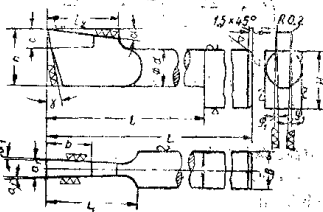


圖 141 鍵槽插刀

插刀除用高速鋼刀片作外，也可用適當的硬質合金刀片。

第十三節 鉋床與插床

1. 概 論

一) 使用範圍

鉋床作往復運動，利用鉋刀鉋出直的和較長的平的表面之用。鉋床已大大地被銑床，拉床和磨床所排擠。這種情況，在大批和大量生產中尤其顯著。

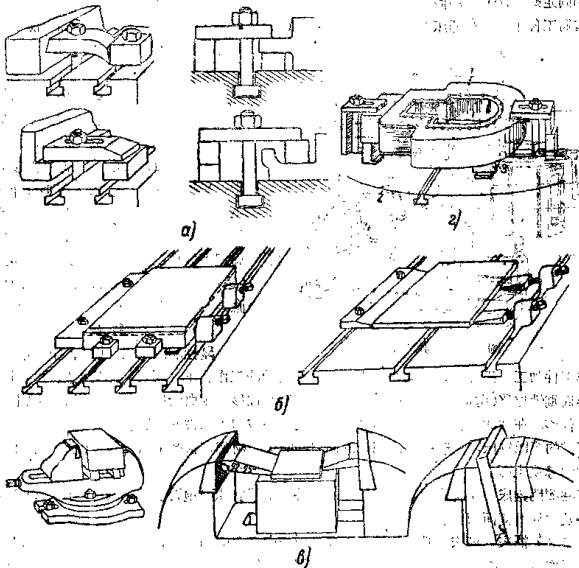


圖 1-42 在鉋床上固定工件的方法

但是，鉋床在某些工業部門中所起的作用仍然很大。它在某些重要生產方面，具有以下優越性：

1. 刀具及刀具的磨銳均甚簡單和經濟；
2. 製造狹窄直表面時，生產率很高；
3. 在送進量小和切削深度淺的精鉋時，由於切削力小，表面加工的精度較高；
4. 在用寬的車刀，送進量又很大的精鉋時，生產率高；
5. 當加工複雜表面由於磨刀費用過高不能採用成套樣板銑刀時，可用鉋床加工。

鉋床的主要使用範圍是在修理車間和實驗室內，夾具及刀具精加工工廠內和機床製造廠內，供機座直線導軌，刀具溜板和滑座等工件精加工之用。

二) 固定零件的夾具

圖142表示在鉋床工作台上固定工件的方法。這些方法係利用各種壓板和墊鐵(A)，擋鐵和固定螺栓(B)及虎鉗和鐵錘(C)。

當將工件1固定在插床的工作台2時(圖142r)，應以墊鐵3墊高工件，俾使插刀能超過工件端面而不致碰及工作台。

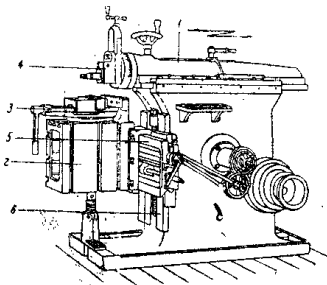


圖143 牛頭鉋床

三) 鉋床分類

1) 牛頭鉋床 牛頭鉋床給尺寸不大的工件加工。衝擊器1的最大行程(圖143)不超過1200公厘(通常為400~700公厘)。工件可直接固定在工作台2上，或固定在平口鉗3上。至於刀具則固定在刀具溜板4的刀座上。工作台2在橫樑5導軌上作周期性(每往復行程一次後)橫向移動(送進)。橫樑5可在機床導軌6的垂直方向予以調節。

2) 門龍鉋床

雙柱龍門鉋床 雙柱龍門鉋床是給巨型工件加工。工件安在沿機座的導軌作往復運動的工作台上(圖144)。安裝鉋刀的刀具溜板作周期性位移(送進)——在滑座的導軌上作垂直位移，或與滑座一起在橫樑的導軌上，作水平位移。在柱的導軌上，可以調節橫樑，使適合被加工工件的高度。

新式的龍門鉋床，一般裝有三個或四個刀具溜板：兩個在橫樑上面，兩個(或一個)在旁邊支柱的導軌上面。

單柱龍門鉋床 單柱龍門鉋床是給寬的工件加工(圖145)鉋刀安裝在橫樑的兩個刀具溜板上，及立柱的側面刀具溜板上。

3) 插床 插床又叫立鉋床，主要是用於內表面的加工，也可加工外表面。圖146工件的工作台可根據加工表面的形狀和位置作橫向，縱向或旋轉運動。插刀固定在衝擊器的刀架上，衝擊器沿機座的導軌作上下的往復運動。