

工具機

第八章

刨床

機械工程系 工具機概論 教學參考輔助教材 僅限教室內使用

第八章

刨 床

8-1 牛頭刨床概說

牛頭刨床 (shaping machine or shaper) 係用於刨削平面以形成金屬零件者。其所用之切削刀具與車床所用者類似。刀具係裝在刨刀溜板 (ram) 之夾刀柱上。工作物則固定於工作台上，夾持方式通常以老虎鉗為之。進行切削時，溜板使刀具對工作物做間歇往復運動，此種運動之特點是刀具回程不切削時之速率較切削行程之速率為快，同時切削速率由慢而漸快，因此開始切削時，刀具無衝擊現象。另方面，工件則在床台上作與刀具切削運動方向成垂直方向之進給。

牛頭刨床主要用於刨削水平面、垂直面、側面、角度表面、直槽及鳩尾槽等。如圖 8-1 所示。由於牛頭刨床之切削能量有限，目前在大量生產中，加工類似工件時，已逐漸改用銑床或數控工具機來加工。

牛頭刨床之種類亦是不少，通常依不同之定義而加以分類如下：

(+) 依刨刀溜板之運動方向分：

- (1) 索式牛頭刨床 (horizontal shaper)
- (2) 立式牛頭刨床 (又稱插床) (vertical shaper)

(-) 依刀具切削方式為：

- (1) 推削式 (push cut type)
- (2) 拉削式 (draw cut type)

(=) 依溜板之驅動機構分：

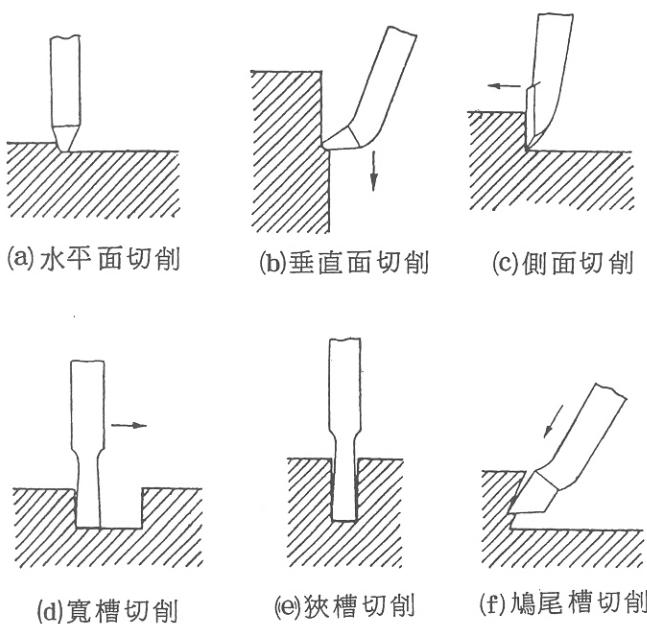


圖 8-1 牛頭刨床之工作法

- (1) 由曲柄與槽孔滑環 (crank and slotted link system) 所組成。
- (2) 由惠式急回機構 (whitworth quick return mechanism) 所組成。
- (3) 由齒輪與齒條機構 (rack and pinion system) 所驅動。
- (4) 由螺桿與螺帽機構 (screw rod and nut system) 所驅動。
- (5) 由液壓驅動 (hydraulic power system) 者。

8-2 臥式牛頭刨床

臥式牛頭刨床係指刀具作水平方向之直線往復運動之牛頭刨床。此種刨床之刨刀溜板之驅動機構以使用曲柄與槽孔滑環組成者最常

見。故又稱爲曲柄牛頭刨床 (crank shaper)。

臥式牛頭刨床之主要構造如圖 8-2 所示。茲分述如下：

(一) 底座：

是一個重鑄件，用以支持機床。

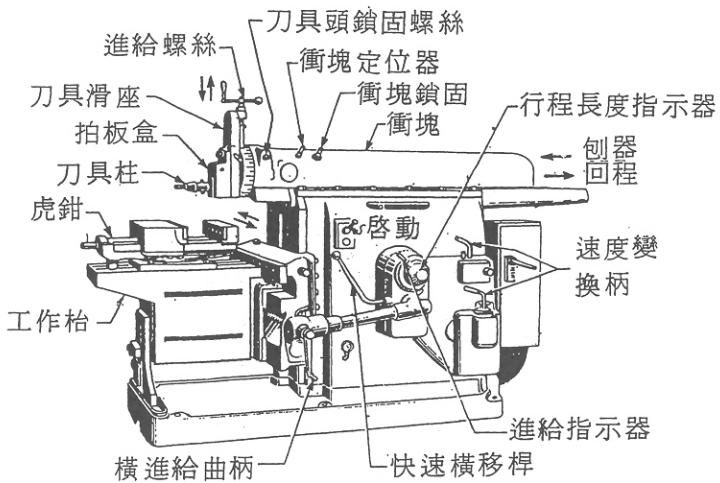


圖 8-2 (a) 牛頭刨床之外觀

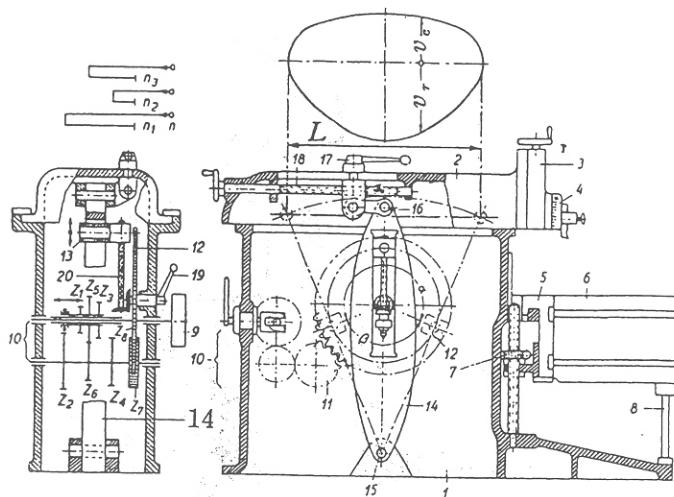


圖 8-2 (b) 牛頭刨床之構造

(二) 機架：

為一空心鑄件，內含各種傳動機構。其上部表面有鳩尾形導面，作為溜板切削運動之導引面。此種導引面可阻止溜板因作滑動運動而突出很多且受向上之力時，有自導引面脫落之傾向。

(三) 溜塊(板)(ram)：

裝置於機架上，可帶動刀具作切削往復運動者。

(四) 溜塊頭或刀具頭：

如圖 8-3 所示。裝置於溜板前端。能在任一方向移轉並固定之，以作角度切削。刀具滑座可藉進給螺絲及分厘環上下移動並調整切削深度。刀具之夾持可使用單一夾刀柱或旋轉刀頭為之。如圖 8-4 所示。另有拍板塊以鉸鏈附裝於刀具滑座之護板上，在向前切削時，拍板塊抵壓於護板上，對刀具做堅實之支持；回程時，拍板塊即移離護板而離開工件表面，防止刮傷加工面。

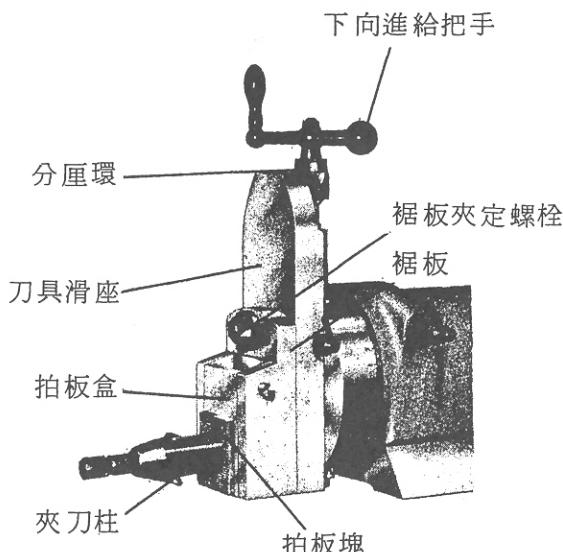


圖 8-3 牛頭刨床刀具頭零件圖

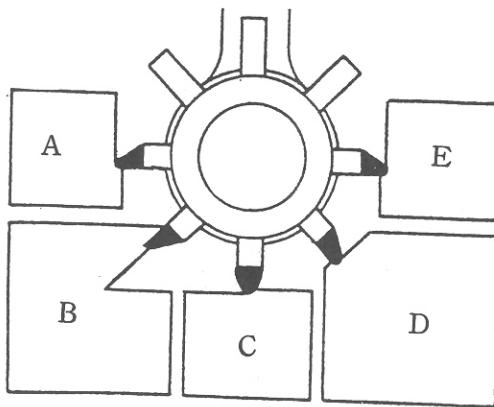


圖 8-4 旋轉頭刀夾或萬能刀夾常用於小型牛頭刨床上。刀具可作垂直切削 (A 及 E)，角度切削 (B 及 D)，及水平切削 (C)。

(四) 橫樑與工作台：

見圖 8-2。橫樑裝置於機架前之導面上，可上下調整位置。工作台則位於橫樑之鞍架上，可左右移動。其上有老虎鉗，便於夾持工件。

(六) 溜板之往復運動機構：

圖 8-5 所示。此機構通常是由曲柄、槽孔滑環及滑塊所組成。將旋轉運動轉為往復直線運動且具有速歸之特點。故亦稱為急回機構。亦即，溜座在同一行程內其回程時間較去程時間少。

(1) 動作方式：圖 8-6 中，齒輪 K 由電動機帶動、經齒輪 M 而帶動曲柄 BC 繞 B 軸旋轉，同時曲柄 BC 端之滑塊 1 在槽孔滑環 T 內上下滑動，使槽孔滑環 T 以 A 為軸做左右的擺動，進而推動連桿 H 及銷 P，使溜板 (6) 左右運動。其去程與回程之速度關係可由圖 8-7 中得知。當曲柄 BC 由 BC_1 位置擺動至 BC_0 位置時，即完成切削行程，此時曲柄 BC 已轉了 ϕ 角度。當曲柄 BC 由 BC_0 位置擺動至 BC_1 位

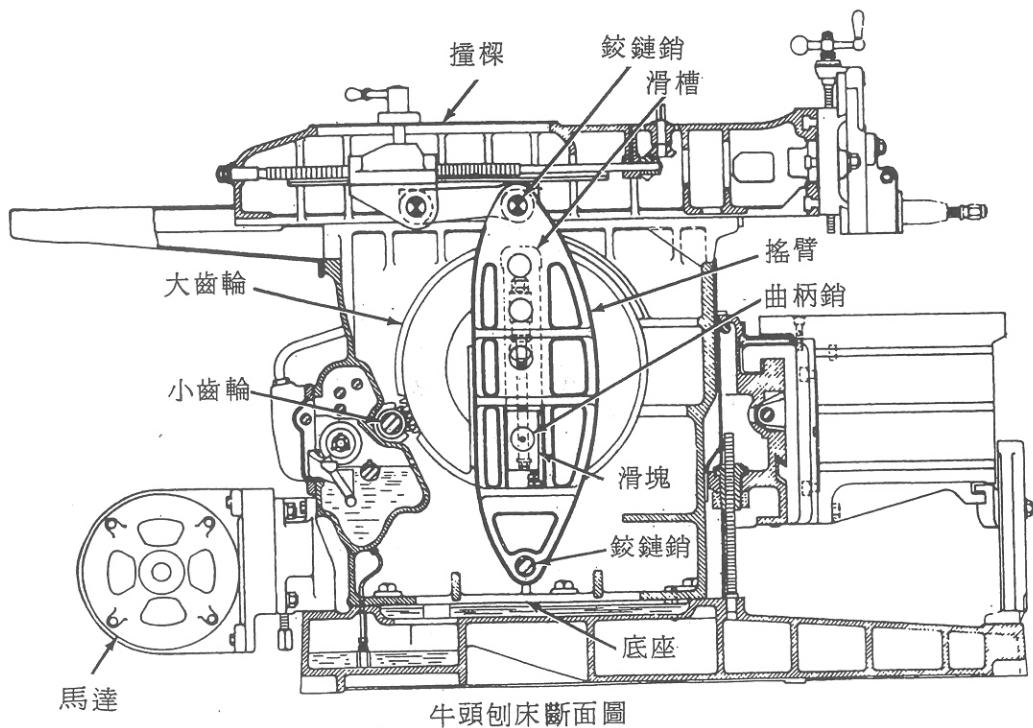


圖 8-5 牛頭刨床將旋轉運動變成往復直線運動

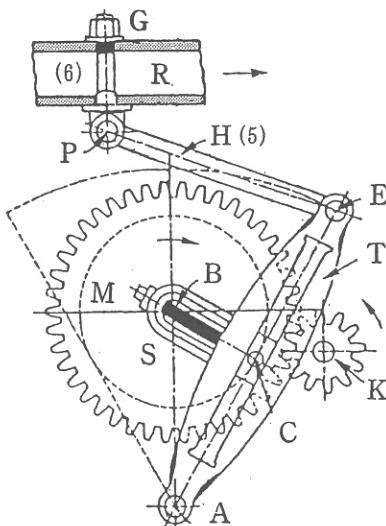


圖 8-6 曲柄式急回機構

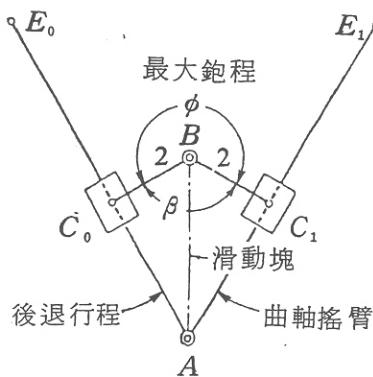


圖 8-7 急回機構簡圖

置時，即完成退刀行程，此時曲柄 BC 已轉了 β 角度。因溜板之切削行程與退刀行程的直線距離相等，且曲柄 BC 為等角速度運動。因此

$$\frac{\text{切削行程速率}}{\text{退刀行程速率}} = \frac{\text{切削行程時間}}{\text{退刀行程時間}} = \frac{\phi}{\beta}$$

上式中，因 $\phi > \beta$ ，所以溜板切削行程之平均速率小於退刀回程之平均速率。通常 $\phi / \beta = 1.6$ 左右。

(2) 刨刀位置之調整：

圖 8-6 中，溜板 (b) 以連桿 H 帶動，若要調整溜板上刨刀的位置，只要將螺帽 G 鬆開、再移動溜板 (b)，然後再將螺帽 G 鎖緊，如此即可完成溜板刨刀位置之調整。

(3) 刨刀行程之調整：

利用調整行程的扳手、帶動連桿將動力傳給螺桿而帶動曲柄 BC 上的銷 C，以改變曲柄 BC 的長度，如此即可變更溜板之行程。若曲柄 BC 愈長則行程愈長，反之，曲柄 BC 愈短，行程將愈短。

(七) 工作台進給機構：

當刨刀開始退刀回程之時，工作台即作橫向進給。其進給機構如圖 8-8 所示。刨刀於回程之際，驅動輪即帶動衝程盤旋轉，使連桿及掣子動作，而轉動進給螺桿軸，使床台作橫向進給。當刨刀進行切削行程時，連桿作反向運動，掣子爪則在棘輪上跳動，無法帶動床台進給螺桿軸，故無法移動床台。

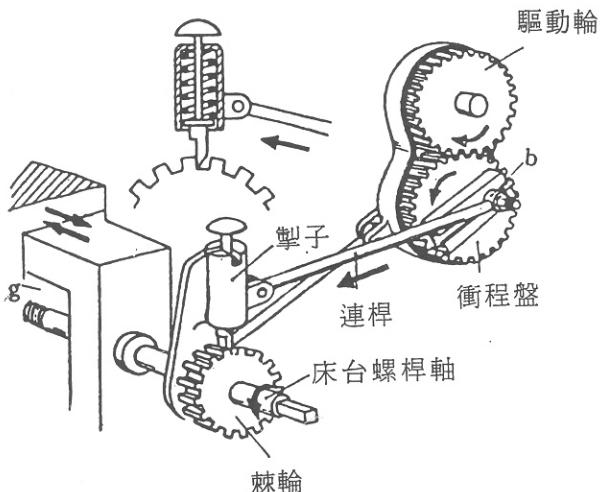


圖 8-8 刨刀進給機構

8-3 液壓式牛頭刨床

液壓式牛頭刨床係指利用液壓驅動之臥式牛頭刨床。其構造如圖 8-9 所示。液壓驅動急回機構之動作方式是：以電動機驅動油泵，將定壓之油經調節閥送入液壓缸推動活塞及活塞桿，進而使連接於活塞桿之刨刀溜板作往復運動。溜板運動方向之變更可藉液壓系統中的方向控制閥來變更液壓之流向來達成。而切削速度及進給之變更，則由

調節閥來控制。行程之長短則由兩個控制行程長度之極限開關之位置來決定。

液壓式驅動機構通常使用於大型之牛頭刨床上。其優點如下：

- (1) 切削速率可連續變換、操作容易。

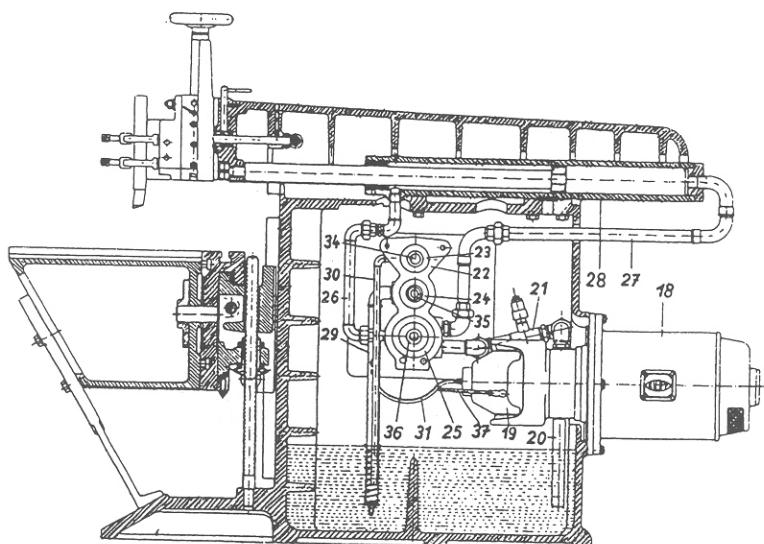


圖 8-9 (a) 液壓式牛頭刨床之構造

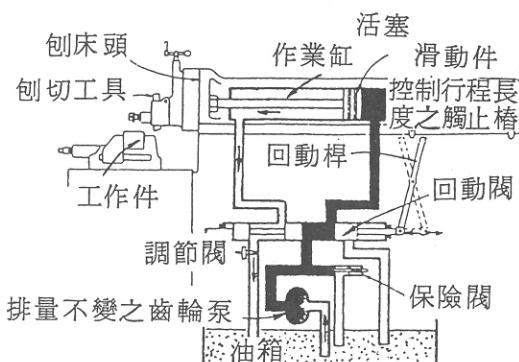


圖 8-9 (b) 液壓驅動機構回路圖

- (2) 若刨刀承受過大負荷，可藉壓力控制閥調整壓力，使其速度降低而避免損壞刀具。
- (3) 在切削行程與退刀行程中，具有近似守恒之工作速度，且回程速率與切削速率之比約 2:1。見圖 8-10。
- (4) 運動較為平穩安靜。

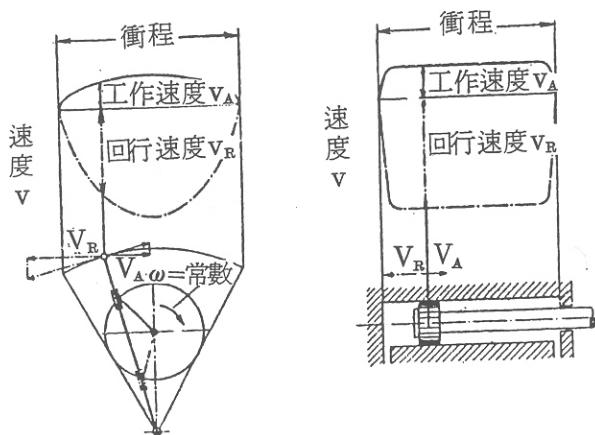


圖 8-10 機械驅動及液壓驅動牛頭刨床之速度形態

8-4 插 床

8-4-1 插床概說

插床亦稱為立式牛頭刨床，如圖 8-11，其構造與臥式牛頭刨床相似。所不同者是插床係以單鋒之插刀在垂直方向做上下直線切削運動，工件則放置於工作台上作水平方向之間歇進給運動。牛頭刨床之工作台只能作上下及左右方向之運動，而插床之工作台除了可作前後左右方向之運動外，亦可做旋轉運動。

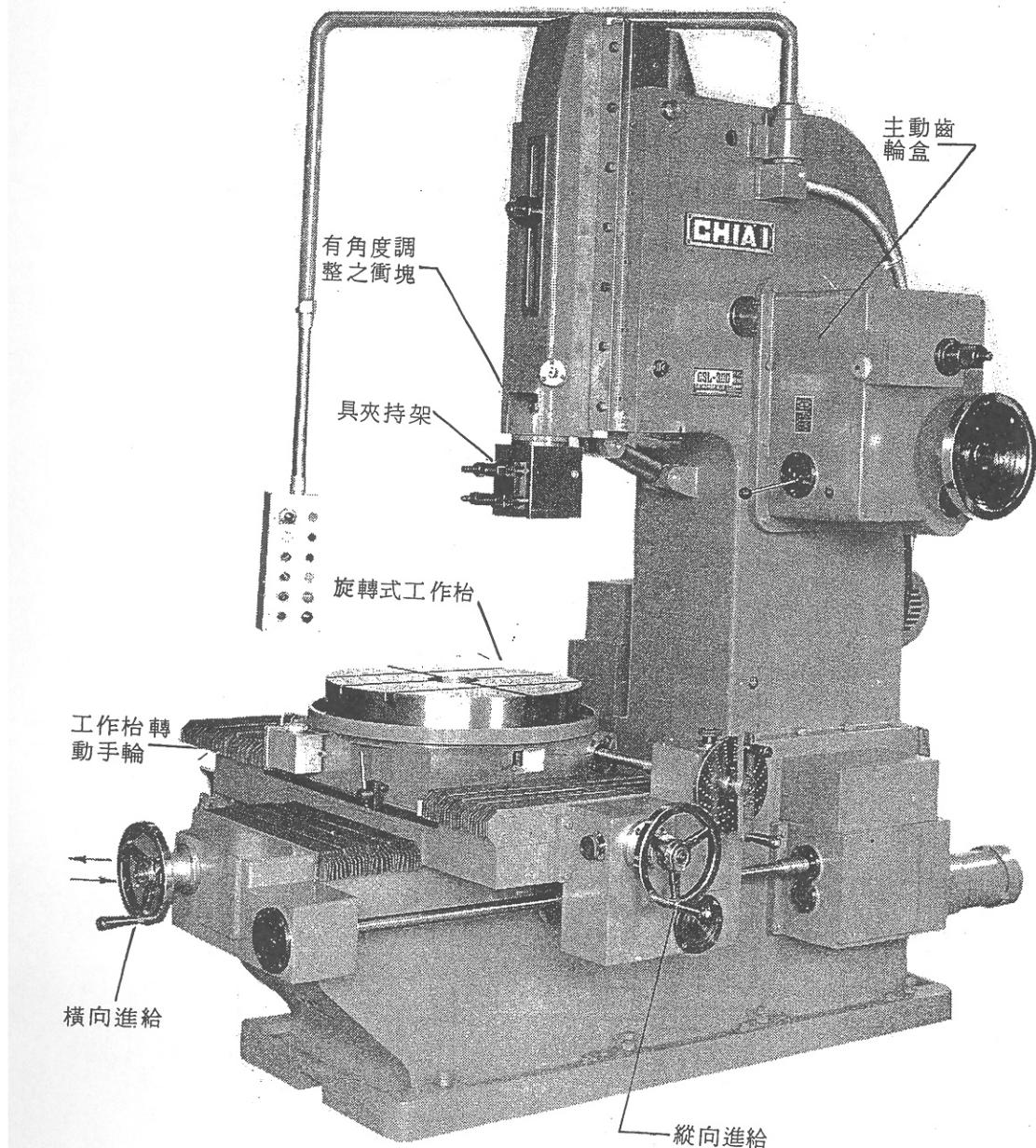


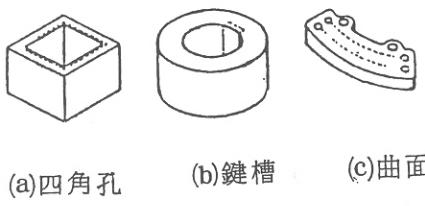
圖 8-11 插床外觀

插床之優點為：易於觀察工作切削情形，使之確實依照工件劃線部份進行切削工作，此外，當溜板向下移動作切削時，使溜板之重量與切削方向相同，故可加強切削力。插床之加工例子如圖 8-12 所示。包括一般四角孔內面、軸孔之鍵槽、彎曲面、內齒輪及棘輪等。某些插床之機頭尚可自垂直位置作傾斜，以作角度切削。

插床之分類方式有下列幾種：

(+) 依床身及工作台能否移動分：

- (1) 工作台與床身固定者。
- (2) 工作台可上下移動者。
- (3) 工作台可傾斜者。
- (4) 工作台可旋轉者。



(a)四角孔 (b)鍵槽 (c)曲面

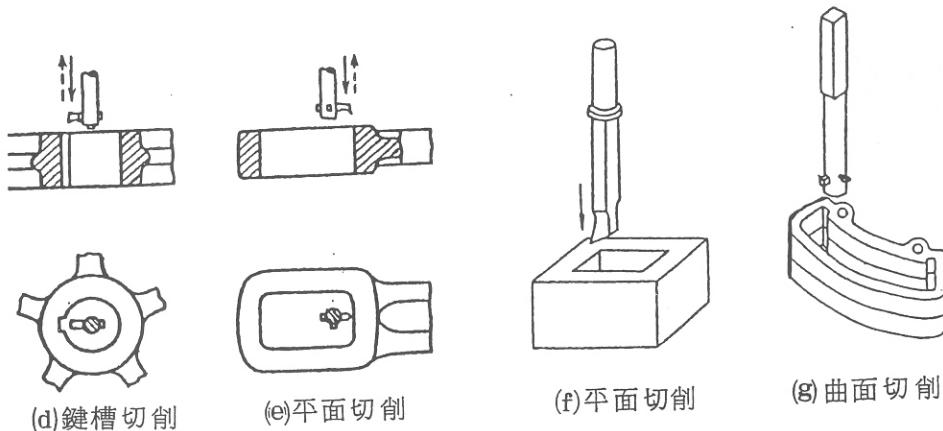


圖 8-12 插床之加工範圍

(二) 依刀具溜板運動方向分：

- (1) 可垂直上下移動者。
- (2) 可前後或左右傾斜並沿傾斜方向移動者。

(三) 依溜板驅動機構分：

插床之刀具溜板驅動機構與臥式牛頭刨床相似，均具有急回運動之特點。因此在分類上亦相同。於此不再敘述。唯插床一般以溜板可傾斜上下運動並以惠氏急回機構驅動者最為常用。

8-4-2 進給傳動系統

插床之構造係屬於床身固定，刀具溜板做垂直上下運動，工作台則配合溜塊之切削運動，而作手動或自動之縱向、橫向及旋轉進給。其自動進給裝置如圖 8-13 所示。

圖中之大齒輪 C 為驅動溜板動作之旋轉齒輪，其內側切有確動型

凸輪凹槽 A 之上下範圍

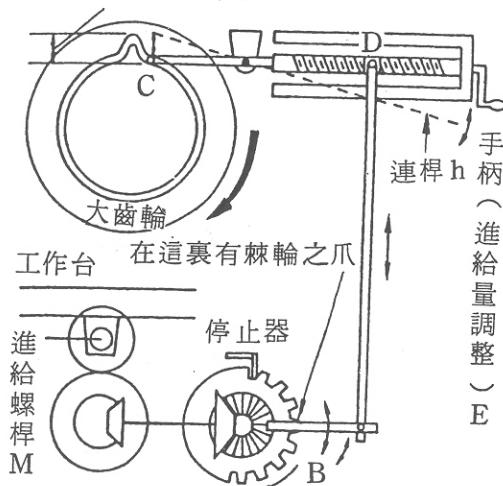


圖 8-13 自動進給裝置

凸輪凹槽 A，並有滑件 C 放入此凹槽中，並藉此滑件 C 連接連桿 h。當刀具溜板每往復一次之同時，凸輪凹槽 A 即迴轉一次，經由滑件 C 帶動連桿 h 在圖示之實線與虛線間作上下擺動，進而使連桿 B 於圖示方向上下運動。再經過棘輪機構產生一間歇運動，驅動兩對斜齒輪及齒輪機構轉動，並傳動至進給螺桿 M，而使床台作自動進給。進給量之調整係藉轉動手柄 E，移動滑塊 D 之位置進行。

8-5 龍門刨床

8-5-1 龍門刨床概說

龍門刨床 (planing machine) 係用於對牛頭刨床所不能加工之工作物作平面刨削者。龍門刨床與牛頭刨床不同之處為工作物夾持於工作台上作往復運動，刀具則安裝於橫跨工作台之橫架上，對工件作橫向之進給。通常用於切削 1 公尺以上長度之工件，其主要工作有切削水平面、垂直平面、斜平面、曲面、鍵槽、T 型槽、鳩尾槽、V 型槽及栓槽軸 (splined shaft) 等。如圖 8-14 所示。

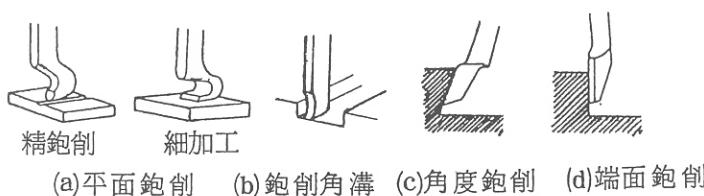


圖 8-14 龍門刨床作業之種類

龍門刨床如同牛頭刨床，結構簡單，操作容易，以車刀為主要刀具。唯其加工精度與加工效率較低，且床台之驅動功率消耗甚大。因

此逐漸為銑床及磨床所取代。

龍門刨床依機柱之構造可分為

- (1) 雙柱型或門型龍門刨床 (double housing planer)
- (2) 單柱型或敞邊型龍門刨床 (open side planer)
- (3) 坑型龍門刨床 (pit type planer)
- (4) 邊緣型龍門刨床 (edge planer)
- (5) 特殊龍門刨床 (special planer)

8-5-2 機床驅動機構

龍門刨床上最重要之運動機構為機床之驅動機構。由於此種機構是用來驅動機床與笨重工作件作往復運動，因此影響加工效率與精度甚大。其驅動機構一般有下列幾種：

- (1) 齒輪與齒條驅動法。
- (2) 蝸輪與蝸桿驅動法。
- (3) 曲柄驅動法。
- (4) 液壓驅動法。

在液壓驅動法中，床台內無齒輪，工作台之驅動是由床台之液壓缸與活塞桿為之，且是無段變速。其基本原理與液壓式牛頭刨床之溜板往復機構相同。而前三項之驅動機構中，其主要驅動源是以瓦勒調速系統 (Ward-Leonard control system) 為主。此為目前龍門刨床最普遍使用主驅動方式。在龍門刨床上，每一切削循環均包含加速、切削、煞車、加速、回程、煞車等階段，因此連結床台驅動軸之電動機，必須能隨工作台的運動，而改變轉動方向，並提供適當扭距，以產生所需之驅動力。瓦勒調速系統即是能滿足此種需求之主驅動源。其主要構成如圖 8-15 所示，包括一需要調速的電動機 M_0 ，以及一個高速電動發電機組，該組中有 M_1 、G 及 E 三機，裝在同一軸上。

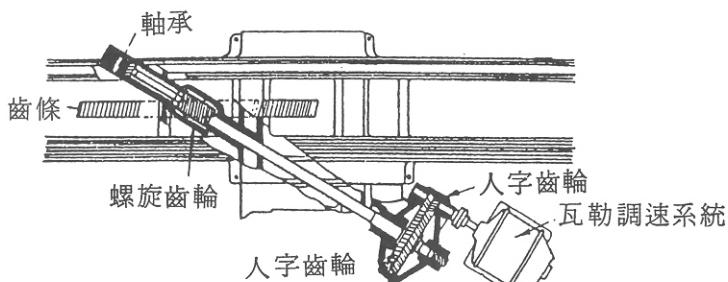


圖 8-15 (a) 工作台之驅動機構

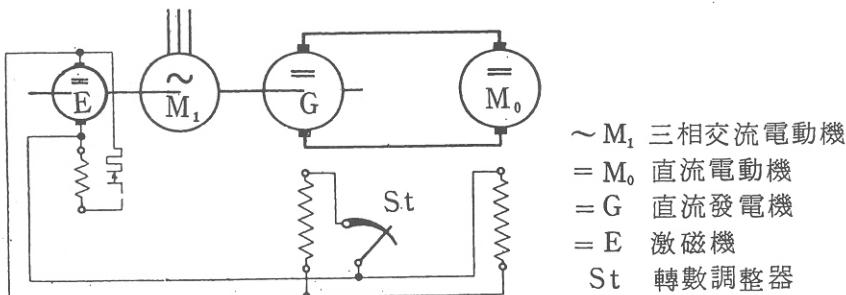


圖 8-15 (b) 瓦勒之變速機構

。G 是一他激直流發電機， M_1 是傳動電動機；E 是一小型自激直流發電機，稱做激磁機，用以供應發電機 G 與電動機 M_1 的磁場電流，電動機 M_1 則用以傳動 G 及 E。利用磁場調整器（可變電阻） R_f 與雙投反向開關 S，即可改變電動機 M_0 的速率在任一方向從零變到最大值。瓦勒調速系統之優點為：高速操作時亦可迅速而確實的進行逆轉操作且轉速範圍可達 1:15 至 1:20。同時功率消耗並不高。

龍門刨床之主要驅動源除了上述之瓦勒驅動方式外，尚有電磁摩擦離合器驅動法。此法是使用二電磁摩擦離合器，控制驅動軸作正轉或逆轉，而使床台作前進切削或回程退刀之動作。

8-6 門型龍門刨床

門型龍門刨床 (double housing planer) 係由機柱、機床、床台、頂樑、橫樑、刀具台及驅動與進給機構等構成，如圖 8-16 所示。其機床與床台均為重型而剛強之鑄件。機床上具有 V 型導引面以承接並引導床台之進給滑動。床台上具有 T 型槽以固定工件。在各排 T 型槽間並設有阻止銷 (stop pins)，用以阻止工件在重切削時，由側推力所引起的移動。在機柱兩側各設一直立機柱，機柱前端有滑軌，滑軌上支持橫樑而形成門型結構。此橫樑可沿機柱上下移動，同時橫樑上裝有工具頭 (刀具台) 可沿橫樑左右橫向移動，通常刀具台有一個或兩個。刀具以單鋒車刀為主。目前亦有將刀具頭換成銑刀頭，或柱型研磨機以進行銑削及輪磨加工，此可增加切削之速度 (效率)。

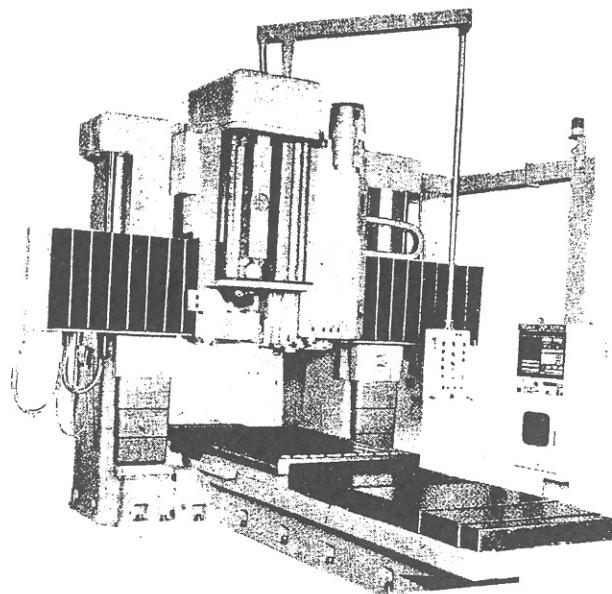


圖 8-16 龍門刨床外觀圖

門型龍門刨床之機床驅動機構，通常採用瓦勒驅動法，亦即，將直流發電機之激磁電流增減，以控制其作正轉、逆轉及轉速之改變。再經齒輪箱帶動固定於床台下面之齒條，使床台作進給。

8-7 單柱型龍門刨床

單柱型龍門刨床 (open side planer) 只有單一機柱豎立於床身側面，另一側敞開，而橫樑則懸空成為懸臂樑結構。因此又稱為敞邊式龍門刨床。如圖 8-17 所示。因其橫樑另一端懸空成為懸臂樑結構，因此懸臂與機柱之構造必須堅強牢固，具有相當之強度與剛性，以減少切削力所引起之變形量，而提高加工精度，亦有在橫樑之另一端增設輔助機柱者。單柱型龍門刨床之基本構造大致與門型者相同，適合於切削寬大之工件。

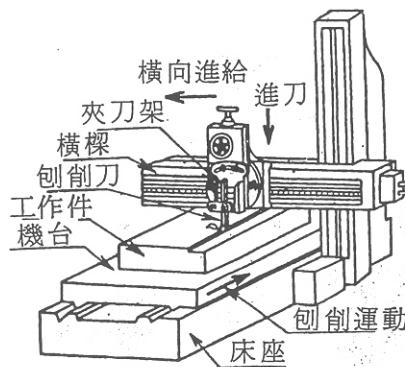


圖 8-17. 單柱型龍門刨床

8-8 坑型龍門刨床

地坑型龍門刨床 (pit type planer) 係屬於巨大而笨重之刨床，

外型結構類似於龍門刨床。唯其機床固定於地坑上。機柱與橫樑同時在坑兩側之床台導面上作前後往復運動，橫樑上通常裝有兩座溜塊式刀具台，此種刨床適用於切削大型工作物。

8-9 邊緣式龍門刨床

邊緣式龍門刨床 (edge planer) 係專用於切削高壓力容器及船體結構用熔接鋼板邊緣之槽角。如圖 8-18 所示。切削時，大型鋼板工件以液壓式夾具夾持，刀具裝置於刀具台上使用大型螺桿驅動作往復運動。

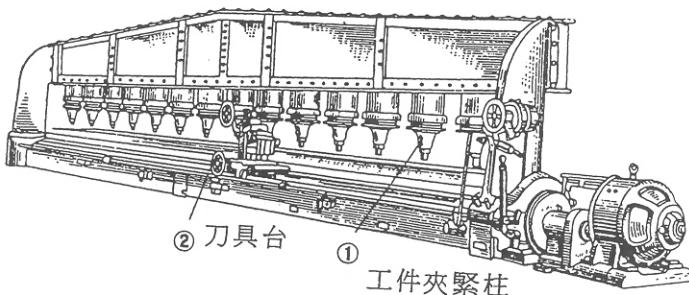


圖 8-18 邊緣式龍門鉋床

8-10 特殊龍門刨床

特種龍門刨床係指為特殊刨削加工而設計之刨床。例如：

- (1) 曲柄型龍門刨床 (crank planer)

係用曲柄推動床台作往復運動之 V 型龍門刨床。

- (2) 導軌龍門刨床 (rail guide planer)

274 工具機

係用於同時切削數條軌條之龍門刨床。

(3) 立式龍門刨床 (vertical planer)

係用於刨削直立於地上之大型工件之垂直面者，其切削情形類似於插床。刨刀係作上下切削進給運動。

8-11 拉 床

8-11-1 拉床簡介

拉床 (broaching machine) 係以不同形狀之拉刀在工件之孔內面或外表面拉削成所需之形狀之工具機。圖 8-19 所示即為各種形狀之拉刀與拉成之形狀，其中以鍵槽孔、方孔、多角孔、圓孔、內齒輪等為最常見之加工例。

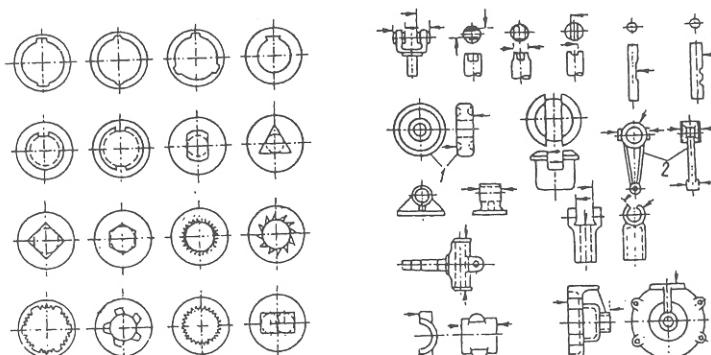


圖 8-19 拉削之部位

由於拉床之拉削加工具有下列之優點，因此非常適合於大量製造具有互換性之精密零件。其優點如下：

- (1) 能迅速而正確光製工件表面及孔內面。
- (2) 可以製成各種複雜之形狀。

(3) 製品具有互換性。

(4) 無須熟練技術。

8-11-2 拉床之種類

拉床依拉刀之施力方式可分為拉式拉床 (pull type) 及推式拉床 (push type) 兩種，茲介紹如下：

(一) 拉式拉床

拉式拉床係在工件或拉刀之軸線方向施以拉力以完成拉削加工者。圖 8-20 所示。即為拉削情形，其拉刀之拉動機構有：

- (1) 螺桿拉動式。
- (2) 齒條拉動式。
- (3) 液壓 (液壓缸之活塞) 拉動式。

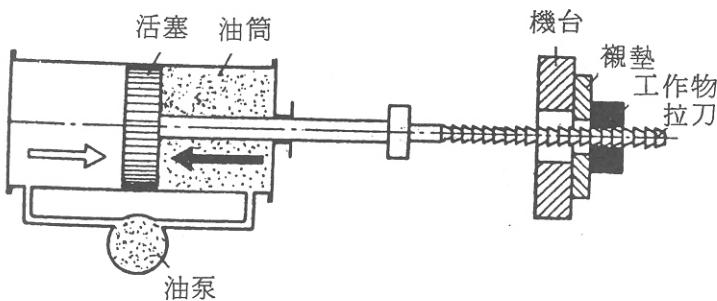


圖 8-20 拉式拉削

此種型式之拉床運動方向，又分為臥式及立式兩種。通常以臥式為多。

(二) 推式拉床

推式拉床通常使用於拉削短小的工件。施力方式是以壓機或鐵鎚將拉刀打入工件而完成拉削工作。圖 8-21 所示即推削情形。其推動

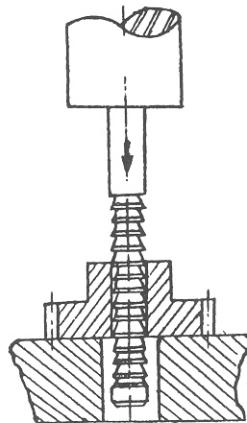


圖 8-21 推式拉床之拉削

機構有：

- (1) 螺桿推動式。
- (2) 齒輪推動式。
- (3) 液壓（液壓缸之活塞）推動式。

推式拉床亦分爲立式與臥式兩種。通常以立式爲主。

上述兩種型式之拉床中以拉式拉床最爲常見，而臥式拉床又可分爲連續式、床台旋轉式、隧道式及單刀式等種類。此外，拉床又可依加工件之加工內外面分爲內拉床及外拉床兩大類。下節將簡單說明各式拉床。

8-12 各式拉床

8-12-1 內拉床

內拉床 (internal broaching machine)。係用以加工工件內

面之拉床。其中以臥式拉床為最普遍如圖 8-22 所示。拉刀之拉動機構以液壓式居多。其構造如圖 8-23 所示。以電動機轉動油泵，將加

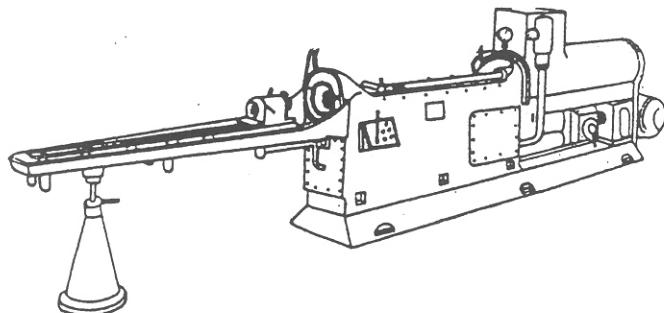
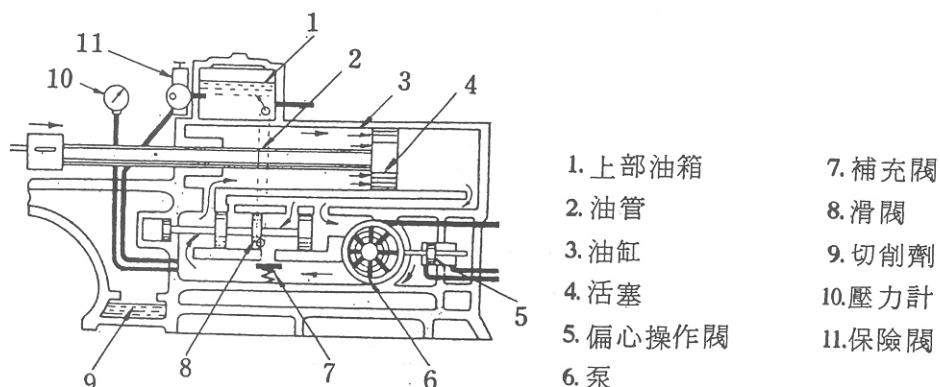
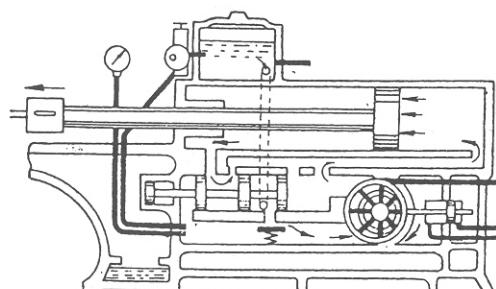


圖 8-22 臥式拉床



(a) 切削行程



(b) 回程

圖 8-23 臥式拉床之液壓機構

壓之油送入液壓缸推動活塞，再經溜板拉動拉刀。其切削行程與退刀回程，可由偏心操縱閥來改變油泵之偏心方向，藉此改變高壓油之流向，使活塞向左右移動而達成。

臥式拉床之特點有：

- (1) 適用於寬廣工件。
- (2) 可用手操作，設備費用較低廉。
- (3) 可安裝在平坦地面上，但佔地較大。
- (4) 工件裝卸較困難。

除臥式拉床外，尚有立式拉床。立式拉床亦是液壓驅動之內拉床。如圖 8-24 所示。其特點為：

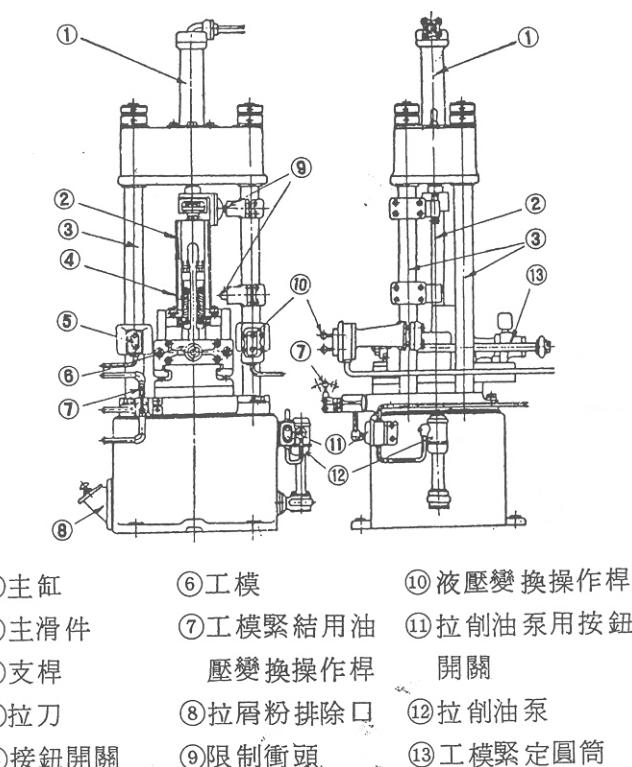


圖 8-24 立式內拉床

- (1) 工件大小受限制，通常以小型工件居多。
- (2) 機械佔地較小。
- (3) 可作自動操作，設備費用較昂貴。

8-12-2 外拉床

外拉床 (external broaching machine) 係用以加工工件表面之拉床。又稱為表面拉床 (surface broaching machine)，目前廣泛使用並代替銑床作為特殊形狀工件之加工專用機。外拉床亦可分為臥式及立式兩種。如圖 8-25 所示。立式又分單溜塊式 (single slide) 及雙溜塊式 (double slide)。前者使用單一拉刀，後者使用二把拉刀，因此可交互進行拉削工作而提高效率。

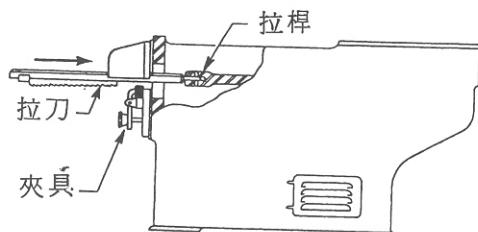


圖 8-25 (a) 臥式單溜塊式外拉床

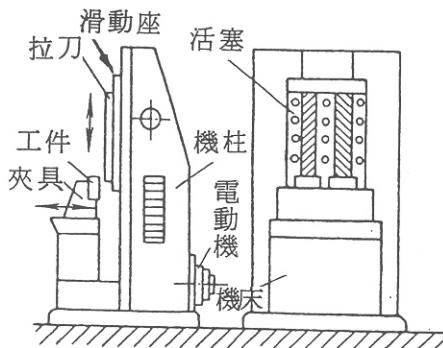


圖 8-25 (b) 外拉床

8-12-3 連續式拉床

連續式拉床 (continuous broaching machine) 係拉刀固定，工作物裝置於迴轉之鏈條上移動而連續加工之拉床。適用於大量生產如汽車上之小零件或電機零件等。連續式拉床之構造如圖 8-26 所示。

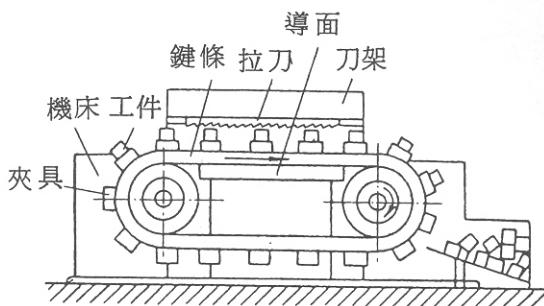


圖 8-26 連續式拉床

8-12-4 旋轉式拉床

旋轉式拉床 (rotary broaching machine) 與連續式拉床相似，其拉刀亦是固定，所不同者是，工作物係裝在旋轉式床台上隨床台轉動而連續加工。適用於大量同時加工上下兩面成平行面之工件。旋轉式拉床之構造如圖 8-27 所示。

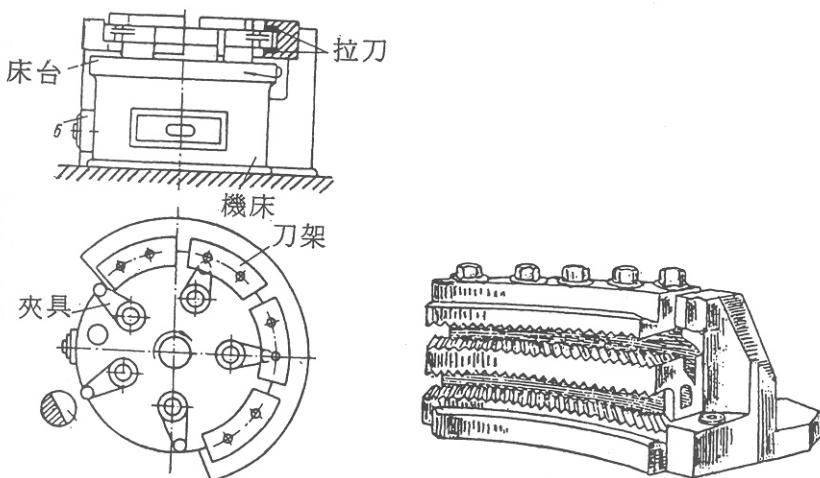


圖 8-27 (a) 旋轉式拉床

圖 8-27 (b) 旋轉式拉床用之刀架

8-12-5 隧道式拉床

隧道式拉床 (tunnel broaching machine) 係拉刀裝於隧道內之刀架上作水平運動，而工件裝在可昇降之床台上，調整進刀深度並加以拉削之拉床。其特點是：適用於較大平面之加工，加工能力大，可配合自動裝卸機械，完成自動加工循環，對特殊工件可取代銑床之加工且具有較高加工效率。隧道式拉床之構造如圖 8-28 所示。

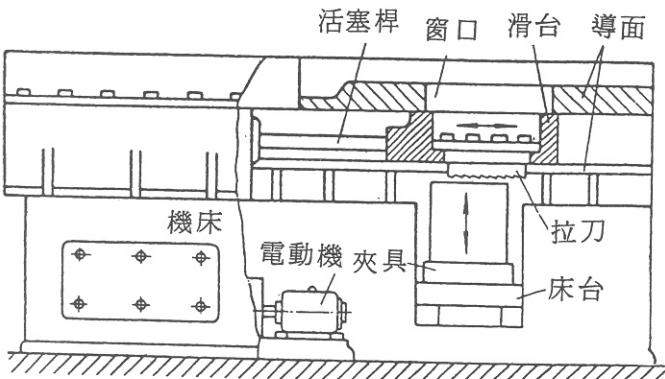


圖 8-28 隧道式拉床

習題

1. 簡述牛頭刨床之急回機構之構造及其運轉特性。
2. 說明插床之主要構造。
3. 請比較插削與刨削之不同點？
4. 簡述龍門刨床床台之主要驅動方式。
5. 拉床依施力方向可分為那兩種？試說明之。
6. 拉床是否適合於大量生產，其理由何在？
7. 說明內拉床與外拉床之不同點？