

372
初級技工用機械製造叢書

銑工基本知識

於鶴鳴編著

大東書局出版

序

今天大規模的經濟建設開始了。爲了更進一步提高生產效率，一個新型技工，不但在實際操作上需要熟練並且在理論上也需要有一定的認識。本書出版的目的，就在使學習的技工們，能得到有系統的理論知識；同時使有實際經驗的技工老大哥們，能更進一步地瞭解銑床操作的道理。因爲有了理論的結合，才能使工作效率更進一步的提高，尤其是銑床操作。

目前在國內，關於銑床方面比較切合實際的書籍很少；因此，本人在各方面搜集實際經驗及有關資料，編著此書。由於本人學識淺鮮，爲時又很倉卒，所以錯誤及遺漏之處必定很多，希望工程界前輩及讀者們提出指正，以便在再版時修改和增訂。本書承何金甫同志謄寫，莊毅同志繪圖，并此致謝。

於鶴鳴謹識

目 錄

第 一 章 銑床種類和萬能銑床的傳動機構.....	1
第一節 銑床的種類和使用範圍.....	1
第二節 萬能銑床.....	4
第三節 銑床附件.....	9
第 二 章 工作物夾持法.....	12
第一節 壓緊法.....	13
第二節 老虎鉗夾持法.....	17
第三節 前後頂針支持法及其他.....	21
第 三 章 銑刀.....	25
第一節 銑刀的種類和應用.....	25
第二節 銑刀的磨鋒法.....	35
第三節 銑刀的安裝.....	38
第 四 章 切削用量.....	47
第一節 切削速度.....	47
第二節 進刀量及其他.....	50

第 五 章 分 度 頭.....	54
第一節 單式分度原理及算法.....	54
第二節 複式分度法.....	58
第三節 差動分度法.....	63
第 六 章 銑床的保養和安全.....	70
第一節 銑床的保養.....	70
第二節 銑床操作的安全.....	71
第 七 章 基本銑床操作實例.....	73
第一節 銑床各進刀量刻線盤的應用.....	73
第二節 銑平面.....	76
第三節 開槽.....	80
第四節 鑽眼.....	85
第 八 章 正齒輪.....	87
第一節 正齒輪的計算.....	87
第二節 銑刀號數的選擇.....	97
第三節 工作台昇高的計算常數.....	98
第四節 工作步驟.....	100
第五節 較大型正齒輪銑製法.....	106

第 九 章 齒條.....	109
第一節 齒條的各部計算.....	109
第二節 工作台推進法.....	112
第三節 工作步驟.....	121
第 十 章 螺旋齒輪.....	122
第一節 各部名稱關係及計算.....	123
第二節 交換齒輪搭算法.....	127
第三節 螺旋齒輪的方向.....	130
第四節 銑刀號數的選擇計算.....	132
第五節 工作步驟.....	133
第十一章 傘齒輪.....	137
第一節 各部名稱及計算.....	137
第二節 傘齒輪的迴轉比與節錐角關係.....	142
第三節 銑刀刀型及號數選擇計算.....	147
第四節 偏移量及工作步驟.....	149
第十二章 蝸桿蝸輪.....	156
第一節 蝸桿蝸輪的各部名稱計算及關係.....	156
第二節 蝸桿銑法.....	159
第三節 蝸輪銑法.....	161

第十三章 克勒子、拉線及銑刀的銑製法.....	166
第一節 克勒子銑法.....	166
第二節 拉線.....	168
第三節 銑刀銑製法.....	171
第十四章 凸輪.....	178
第一節 凸輪的性質.....	178
第二節 凸輪銑法.....	179
附 錄.....	188
一 代數簡要.....	188
二 三角簡要.....	189
三 齒輪傳動.....	190
四 連分法化近似分數.....	194
五 齒厚測量器應用.....	195
六 徑節與模數的關係.....	197
附 表.....	199
一 複式分度表.....	199
二 差動分度表.....	203
三 螺旋工作搭牙表.....	207
四 近似分數表.....	215
五 小到 5000 的因子分解表.....	218
六 三角函數表.....	235

第一章 銑床的種類和萬能銑床的傳動機構

銑床是刀具(銑刀)旋轉,工作物向銑刀推進(或相反的)來切削;因此它同車床的工作物旋轉,用刀具來推進切削的方式不同。這種切削方式的特點很多:第一、能銑製各種複雜的形狀,是其他工具機所不能做的。第二、銑刀刃口很多,因此磨耗比較緩慢,不像鑽頭車刀等須經常磨礪。第三、因多刃的銑刀旋轉而連續切削,所以能縮短工作時間。因為它的用途很廣,所以成為機工場中最主要的工具機之一。

第一節 銑床的種類和使用範圍

銑床的用途既然很廣,因此為了工作的需要程度不同,它的構造形式也各異;但大體可以分成兩大類:第一是固定床身式,第二是固定車頭式。

1. 固定床身式

固定床身式是工作台與床身為一固定的整體,就是使工作物夾持在工作台上不能活動,用裝銑刀的車頭軸來調整刀刃與工作物的相對位置,利用這相對的關係來切削工作物,使達到加工(或製造)的目的。這一類最普通的是描樣銑床(又稱靠模銑床),它能利用一個所需要的形狀的靠模,使銑刀靠着靠模走,銑製出與靠模形狀完全相同的工作物。因此它能銑任意不規則的

曲線，如凸輪、樣板等。

2. 固定車頭式

固定車頭式是車頭軸不能活動，就是銑刀祇能旋轉（自轉），而不能調整位置；但工作物可以向銑刀作進刀運動。它可以分為兩種：第一是車頭軸與水平的工作台垂直的銑床，第二是車頭軸與水平的工作台平行的銑床。茲分別敘述於下：

（1）車頭軸與工作台垂直的稱為立式銑床，簡稱立銑床，它的車頭軸圍繞一垂直的軸心線旋轉，而工作台可以上下前後左右來調整。它最適合用端銑刀（棒形銑刀），銑平面開槽或銑製“T”形槽等。

（2）車頭軸與工作台平行的可概分為簡式銑床（俗稱平銑床）與萬能銑床兩種。

簡式銑床除車頭軸與水平的工作台平行外，其他與立式銑床也頗有相同之點，它能銑平面梢子槽及正齒輪等。

萬能銑床除工作台能在水平面上轉動一相當大的角度（約在 45° — 50° ）外；並且能使進刀（就是工作物向銑刀推進）與工作物的自轉能

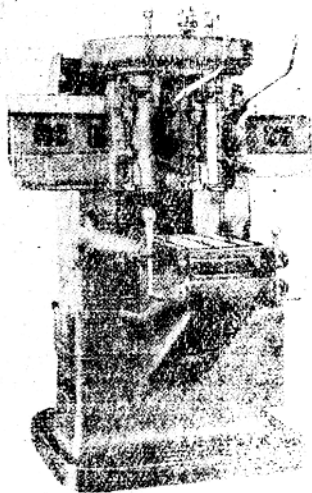


圖 1-1 搖擺銑床

維持一定的速比,其他也和平銑相同。它又能銑製螺旋齒輪、螺旋銑刀及麻花鑽頭等螺旋切削工作。它既具有以上的特點,因

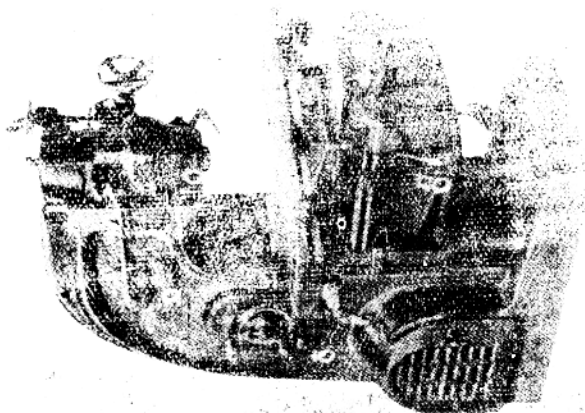


圖 1.2 立銑床

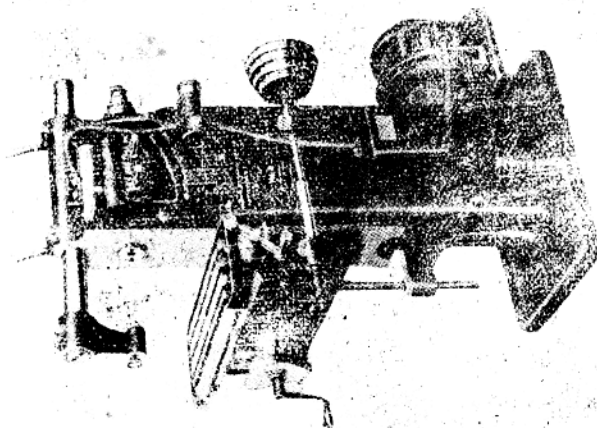


圖 1.3 平銑床

此萬能銑床在工具機中就成為極重要的工具機了。

圖 1.1、1.2、1.3 是描樣銑床、立銑床及平銑床的外貌。

銑床的種類雖多，但傳動方式都是大同小異；祇要對萬能銑床的原理和工作法精通後，對其他種類的銑床工作，也不成多大問題，所以本書用萬能銑床來說明。

第二節 萬能銑床

1. 萬能銑床的各部名稱及作用

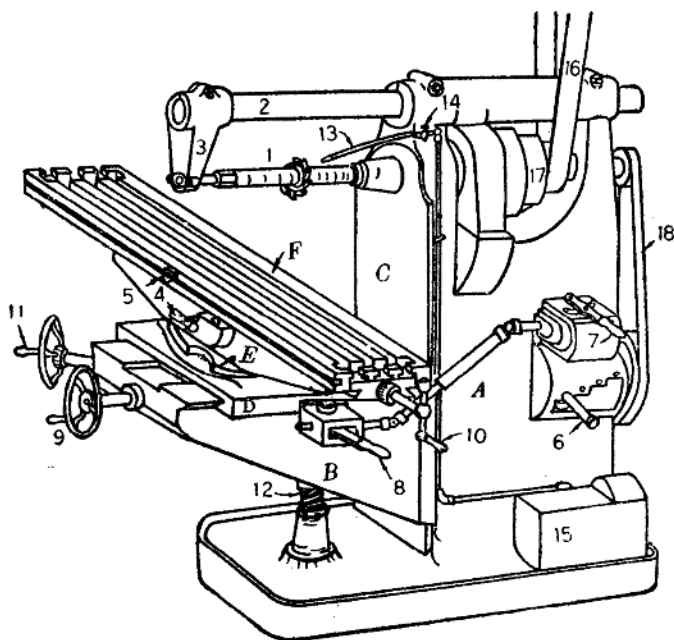


圖 1.4

萬能銑床的外觀見圖 1.4, 其各部份名稱及作用分別敘述於下:

(1) 各部份名稱及作用 A 床身, 它與底座為一整體。B 托架; 用以支持縱拖板、轉盤及工作台, 它可以作垂直上下調整。C 床柱面, 它是托架上下滑動時所貼緊的光面。D 縱拖板, 它可以在托架上縱向移動(就是工作者面對銑床正面, 拖板前後移動)。E 轉盤, 可以在縱拖板上轉動, 且底面四周刻有度數來指明轉動的角度。F 工作台, 它可在轉盤上橫向移動(就是工作者面對銑床正面, 工作作左右移動)。

(2) 各零件名稱及作用 1. 車頭軸, 在軸端有退拔(錐形)眼和兩個搭子(凸起的東西), 用以裝銑刀軸等來傳動刀具。2. 橫槓與 3. 掛腳, 作為銑刀軸的外軸承支持點。4. 自動進刀吃檔柄, 若扳動它能使工作台自動橫向進刀。5. 自動進刀停止板, 當它跟工作台自動到頂點時, 能使工作台自動停止, 其位置可以任意調節。6. 進刀速度變換檔, 用以調節自動進刀的快慢速度。7. 進刀速度快慢檔, 用以調節自動進刀的快慢。8. 自動進刀方向選擇桿, 用以改變自動進刀的方向。9. 縱拖板搖手柄, 使工作台縱向移動用。10. 橫進刀搖手柄, 使工作台橫向移動用。11. 昇降搖手柄, 使工作台上下移動用。12. 昇降長螺絲桿(又稱千斤螺絲), 搖動昇降搖手柄, 傳動它使工作台昇降。13. 冷却油管子, 銑削時用的冷却劑管子。14. 油管開關, 用以開停冷却劑流出。15. 冷却油儲藏箱, 用以藏冷却劑, 內有水泵將冷却劑作循環的迴流。16. 傳動皮帶, 它傳動着銑床的原動

力。17.寶塔皮帶盤，因皮帶輪的大小關係，若調動傳動皮帶16的位置，可以得到不同的車頭速度。18.自動進刀傳動皮帶，用以傳動自動進刀的原動力。

2. 萬能銑床的傳動機構

圖1.5是圖1.4的銑床內部機構。下面分兩個系統來說明：一個是車頭軸系、一個是自動進刀系（傳動機構如圖1.5）。

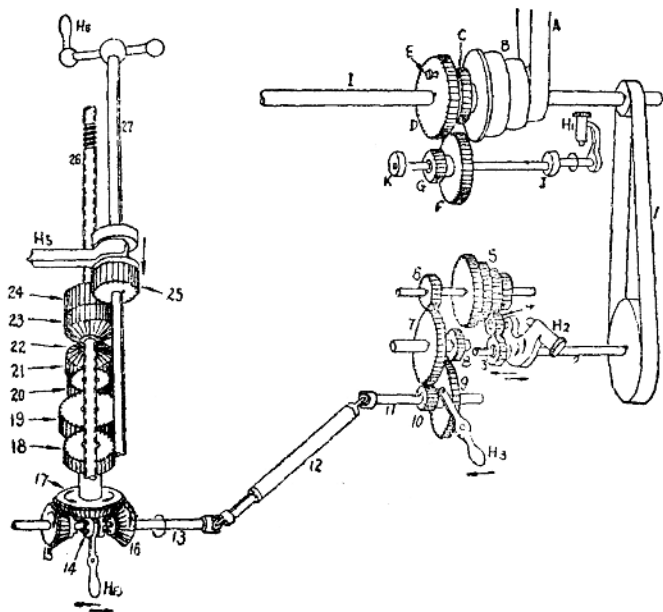


圖 1.5

(1) 車頭軸系 由傳動皮帶 A 帶動寶塔皮帶盤 B。寶塔皮帶盤 B 並不固定在車頭軸 I 上，就是寶塔盤可以在車頭軸上

自由轉動。寶塔盤 B 與齒輪 C 相聯結，齒輪 D 與車頭軸 I 相聯結，齒輪 D 上有肖子 E，若將肖子插入（因齒輪 C 上有一個眼子），就能使齒輪 C 和 D 相聯結。因此，皮帶 A 帶動寶塔盤 B 及齒輪 C，又因肖子關係帶動了齒輪 D，而使車頭軸 I 轉動。因為寶塔盤的直徑大小不同，若調動皮帶 A 的位置，可得三種不同的車頭速度。

若將肖子 E 依箭頭方向拔出，將手柄 H_1 ，依圖上箭頭拔下，因偏心 JK 的關係，可以使齒輪 F、G 與 C、E 相嚙合，齒輪 F、G 固定在同一根軸上，所以 F 與 G 相互聯結。如此一來，皮帶 A 傳動寶塔盤 B 及齒輪 C，齒輪 C 帶動齒輪 F，再由齒輪 G 帶動 D，使車頭軸轉動。因為齒輪 C、F、G、D 的齒數關係，得到的車頭速度比原來的主動輪慢，因此連上述的三種速度，共能得 $(3 \times 2 = 6)$ 六種不同的車頭速度。

利用這種的方式來改變速度，叫做背輪機構，齒輪 FG 稱為背輪，俗稱“慢盤牙齒”。這種機構在工具機上常會遇到的；但在利用慢盤牙齒時，必須將肖子拔出，否則就會損壞機器。

(2) 自動進刀系

(甲) 快慢機構 由車頭軸 I 利用皮帶 1 傳動軸 2，使齒輪 3 轉動，再經惰輪 4 去傳動寶塔齒輪 5。因為軸 2 上的肖子槽較長，齒輪 3 可以在軸上左右滑動，只要扳動手柄 H_2 ，可使齒輪 4 與寶塔齒輪的任何一檔相嚙合（其扳動方式可見圖 1.4 的 6），因此可使寶塔齒輪 5 的軸得到四種不同的轉速。

齒輪 6 與寶塔齒輪 5 固定在同一軸上，因此轉動的齒輪 6 經

過齒輪 7 傳動了齒輪 10，使軸 11 旋轉。因為軸 11 的梢子槽較長，所以相同體的齒輪 10、9 可以左右滑動。若扳動手柄 H_1 ，使齒輪 7 與 10 脫開，同時使齒輪 8、9 相嚙合，此時齒輪 6 傳動齒輪 7 及 8，再傳動齒輪 9，使軸 11 傳動；但所得到的轉速比原來慢。所以扳動手柄 H_3 ，可使軸 11 得到兩種不同的轉速，連同調手柄 H_2 可使軸 11 共得到 $(4 \times 2 = 8)$ 八種不同的轉速。軸 11 是連系工作台的自動推進機構，因此若調節手柄 H_2 及 H_3 共可得八種不同的進刀速度。

(乙)方向機構 轉動的軸 11 經過可以伸縮的萬向接頭 12，使軸 13 旋轉。軸 13 套有離合器(克勒子) 14，因離合器的孔內有梢子與軸上的梢子槽相配合，所以離合器跟着軸 13 轉動。軸上的梢子槽較長些，所以離合器能在軸上左右滑動。

在離合器的兩邊有傘齒輪(角尺牙) 15 及 16，這兩只傘齒輪能在軸上自由轉動；但傘齒輪的裏側也有離合器，可與中間的離合器 14 相嚙合，傘齒輪 15 及 16 同時又和傘齒輪 17 相嚙合。

若將手柄 H_4 扳向右，則離合器 14 與傘齒輪 15 相結合，而使它旋轉，此時傘齒輪 17 倒向轉動。如果把手柄 H_4 向左扳，則離合器 14 與傘齒輪 16 相結合而使它旋轉，此時傘齒輪 17 順向轉動。

齒輪 17 是連系工作台自動推進機構，所以扳動手柄 H_4 ，能使推進的方向改變。

(丙)推進機構 傘齒輪 17 的轉動，帶動了它的同體正齒輪 18，再經齒輪 19、20、21 及與同體的傘齒輪 22，再由 22 帶動

與正齒輪 23 同體的傘齒輪，而使 23 轉動，正齒輪 23 套在長螺絲 26 上，可以自由轉動。

長螺絲 26 與傳動桿 27 裝在橫拖板上，並且長螺絲在橫拖板上固定不能轉動，齒輪 25、24、23 都限制在轉盤上，其他一切齒輪都限止在縱拖板上，假如搖轉橫拖板手柄 H_6 ，則經齒輪 25 使齒輪 24 轉動；但齒輪 24 的內空是陰螺絲與長螺絲 26 配合，所以轉動了齒輪 24，迫使長螺絲在陰螺絲內進出，從而使工作台橫向移動。

假如扳動自動進刀吃檔柄，使柄 H_5 依圖上的箭頭方向移動一距離，使齒輪 25 與 24、23 同時相嚙合，因此正在自由轉動的齒輪 23 經 25 而傳動 24，這樣就使工作台自動推進了。

萬能銑床的傳動機構，因設計的不同，方式很多，上面所述的不過其中的一種，總之其傳動的最後目的是不變的；但設計較完全的銑床，除了橫向能自動推進外，並且縱向和昇降也都能自動的。

第三節 銑床附件

在萬能銑床上的附件很多，下面來畧述一下主要的幾種附件，其他各附件在以後各章內陸續再述。

1. 分度頭及頂針座

分度頭及頂針座是銑床上最重要的附件，其型式與應用詳見第二章及第五章。

2. 立銑頭

立銑頭(見圖 1.6)安裝在萬能銑床上,其車頭軸可以在垂直面內調節到任意角度(度數有刻度線指明),然後固定。這樣就可代替立式銑床來担任立銑工作,譬如銑某些型式的平面及槽(可見第六章)就非用立銑頭不可。

3. 轉盤工作台

轉盤工作台(見圖 1.6)能固定在銑床床面上而工作物可夾持在轉盤工作台上,若搖轉手柄能使圓形工作台旋轉而銑成曲面。曲面的半徑可預先在圓的工作台上準確地調準好。圖 1.6 是立銑頭與轉盤工作台配合在一起銑製內部的曲面。

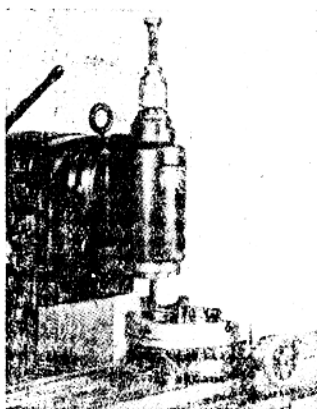


圖 1.6

第二章 工作物夾持法

在銑床的工作台上備有幾條“T”形槽(或稱丁字槽),這幾條槽是與工作台的推進方向平行的,它就是爲了工作物的定位與夾持(直接或間接的)應用的。工作物的夾持方式,大致有三種:

(一)壓緊法(搭壓板),將工作物直接或間接的夾持在工作台上(見圖 2.1)。

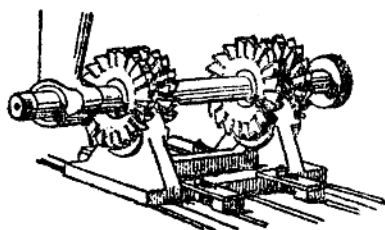


圖 2.1

(二)老虎鉗軋持法,是利用預先準確地裝在工作台上的老虎鉗,而將工作物軋持在老虎鉗上(見圖 2.2)。

(三)前後頂針軋持法,就是將工作物夾持在心軸(孟德羅)上,再利用分度頭及頂針座上的頂針支持心軸,如銑製齒輪等(見圖 2.3)。

除了以上三種方式外,另有軋頭盤軋持法(見圖 2.4)、法蘭