

技工學習叢書

銑床先進工作法

阿弗路欽著



機械工業出版社

技工學習叢書

銑床先進工作法

阿弗路欽著 王存鑫譯

出版者的話

本書根據蘇聯國立機器製造書籍出版社出版的「銑床先進工作法」增訂第四版譯出。內容包括以高速銑削為主的銑床工作法，新式銑刀和銑床夾具的構造，銑床的新式改裝法和合理操作法，以及以縮短主要時間，輔助時間和銑削過程的自動化為基礎的提高銑床生產率的各種主要方法等。

本書內容豐富而實用，可以作為四、五級銑床工人的學習資料，也可以作為大學、專科學校和中等專業學校學生實習時的參考書。

蘇聯 С. В. Аврутин 著 'Рациональная работа фрезеровщика' (Машгиз
1951 年第四版)

* * *

書號 0498

1954 年 7 月第一版第一次印刷 0,001—5,000 冊

31×43 1/26 177 千字 108 印刷頁

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印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價 13,000 元(甲)

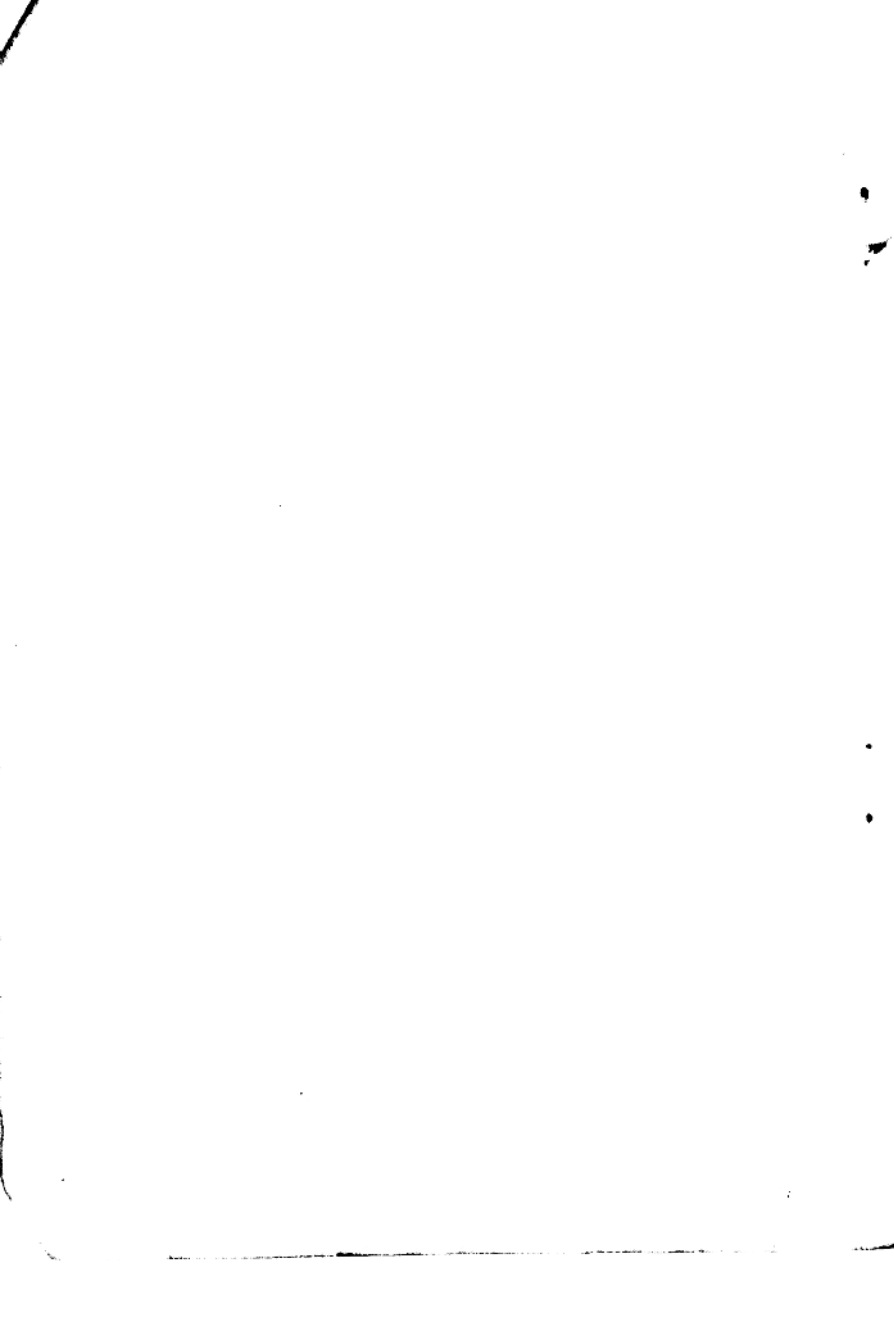
目 次

原序	7
導言	9
一 銑床工作的合理化方法	11
1 加工時間由甚麼組成的	11
加工時間分類——技術工時定額的組成	
2 縮短加工時間的方法	12
縮短準備終結時間——縮短主要時間——縮短輔助時間——縮短工地服務時間	
3 組合加工時間	20
基本定義——能把主要時間和輔助時間組合起來的夾具——銑削方法對勞動生產率的影響——多機床工作法	
4 銑床工作自動化	26
自動化的任務——自動化方法	
參考書目(一)	
二 合理切削的原理	28
5 銑刀的幾何形狀	30
刀具切削刀刃的形狀——切屑形成的過程——刀子的各部分——銑刀的各部分——普通銑刀的幾何形狀——高速切削銑刀的幾何形狀	
6 切削中的銑刀	44
切屑的種類——銑削中的圓柱銑刀——銑削中的端銑刀	
7 銑削過程的因素	51
切削速度——進給量——銑削寬度、銑削深度和切屑厚度——切屑的橫截面積	
8 銑削時發生的力	58
銑削時力量消耗在何處——銑削時發生的力——切削壓力	
9 銑削用的功率	62
扭矩的概念——功率的概念——效率	
參考書目(二)	
三 合理的銑刀結構和操作	66
10 銑刀結構的基本認識	66
銑刀的分類——按刀齒構造分類的銑刀——按刀齒形狀分類的銑刀——按刀齒對銑刀軸線的位置分類的銑刀——按鑲卡方法分類的銑刀——按內部構造分類的銑刀——按工作性質分類的銑刀——按製造材料分類的銑刀	

11 組合銑刀.....	82
組合銑刀的優點——加工水平面和垂直面的組合銑刀——加工直角肩體的組合銑刀——加工斜面的組合銑刀——加工水平面、垂直面和斜面組合成的面的組合銑刀——加工成形面的組合銑刀——組合銑刀合理操作的條件	
12 高速切削銑刀.....	90
高速銑刀的工作條件——銑頭——硬質合金刀片用機械方法裝卡的銑刀——刀片鉗接於刀體的銑刀	
13 銑刀的操作.....	97
對銑刀操作的一般認識——尖齒銑刀的磨銳——鏵齒銑刀的磨銳——銑頭的磨銳——硬質合金銑刀的研磨——銑刀磨銳後的檢驗	
參考書目(三)	
四 怎樣選用高產量的銑床夾具.....	105
14 對夾具的基本認識.....	105
定義、術語、分類——夾具的用途	
15 夾緊夾具.....	107
標準夾緊夾具——專門夾緊夾具——風動夾緊夾具——水力夾緊夾具	
16 安裝夾具.....	122
標準安裝夾具——半自動安裝夾具	
17 導引夾具.....	126
定位具——靠模——縱行進給的靠模夾具——圓周進給的靠模夾具	
18 分度頭.....	130
分度頭的類別——直接分度的分度頭——簡單分度的分度頭——萬能分度頭——差動分度的實例——銑螺旋槽時的調整工作——提高生產率的方法和分度夾具的自動分度	
參考書目(四)	
五 銑床的合理使用.....	147
19 對銑床的基本認識.....	147
銑床的用途和分類——有升降台的銑床——沒有升降台的銑床——龍門銑床	
20 蘇聯原有銑床用於高速銑削的可能性.....	156
對高速銑削的銑床有些甚麼要求——蘇聯銑床的速度定額和功率定額	
21 蘇聯原有銑床新式改裝的例子.....	159
改裝銑床的經驗——改裝 612 型銑床——改裝 6B2, 6Г82, 6B82 和 6B82Г 等型銑床——改裝 615 型銑床——改裝 6B3 型銑床——改裝 6Г65 型銑床	
22 原有銑床自動循環的可能性.....	175
循環中那些工作可以自動化——利用工作台的周行銑削——原有銑床用在自	

動循環時的新式改裝 —— 速度箱和進給箱的合理操縱法

23	高速切削下銑床的操作	186
	高速工作前銑床的準備工作 —— 精確度的檢驗 —— 蘇聯高爾基銑床廠出品的銑床的上油 —— 工作時的防屑和排屑 —— 安全技術條例 參考書目(五)	
六	怎樣選用合理的切削用量	190
24	根據甚麼選取切削用量	190
	甚麼是最有利的切削用量 —— 銑刀壽命 —— 怎樣選銑刀的直徑 —— 怎樣選擇銑削深度 —— 怎樣選進給量 —— 怎樣求切削速度 —— 加工面的光潔度 —— 怎樣求所需要的功率	
25	怎樣檢驗所選用量是否適合於銑床	205
	概念 —— 銑床說明書 —— 怎樣檢驗所選的切削用量 參考書目(六)	
附表		211



原 序

本書第三版出版到現在，已經二十年了。當時提出的技術問題，在今天大多數已經被祖國的學者、工程技術人員以及先進鉋工們全部解決了。

在第一個斯大林五年計劃時，作為金屬切削加工先進方法的鉋削尚在推行的階段；那時這種方法正在排擠生產率較低的鉋削；而現在鉋削法已成為機器製造中實用的方法之一了。鉋床工人已經和車床工人一樣的普遍。蘇聯政府很重視這種勞動，對先進鉋工都給有獎勵。得斯大林獎金的鉋工，計有波索以（Д. Ф. Босой）、西蒙諾夫斯基（Н. Н. Симоновский）、契貝謝夫（Я. А. Чебышев）、科木亞金（П. И. Комягин），他們的名字已經為全國人民所熟知，他們都成為數萬渴望自己進入先進生產者行列的青年鉋工的榜樣。

根據工程師郭瓦廖夫（Ф. Л. Ковалев）的創議，蘇聯工業中的廣大勞動羣衆已經展開了先進經驗和先進工作法的學習運動。推廣先進鉋工的經驗，總結和交流這些經驗，已成為技術宣傳工作的中心任務。

使鉋削工作合理化的方法之一，是擴大高速切削的使用範圍。

採用高速鉋削法後，就會出現許多複雜的、多方面的縮短輔助時間的問題，出現加快調整機床的問題，出現了動作機械化、自動化的問題等等。要解決這些問題，就需要學習這些個別問題的理論。

在很多主要企業中，斯達哈諾夫工人、工程技術人員和科學家們的創造性的合作，使鉋削方面的理論和實際相結合有很大的成效。聯合小組的工作，便是這樣合作成就的最好證明。

這本書對於青年鉋工，能夠幫助他們把自己的理論知識，提高到能在聯合小組中順利地工作的水平。本書的目的不僅敘述了鉋削方面的理論與實際的基礎，和要幫助青年鉋工們提高工作熟練程度和掌握生產工作的先進工作法，而且在他們面前提供了一個新的在社會主義工

業中的任務，那就是要把生產過程自動化的任務。

根據銑床夾具機械化和自動化的經驗，銑床工作台動作自動化的經驗和機床操縱自動化的經驗，現今銑床工作循環半自動化已屬可能；這也引導我們要更進一步解決整個工作過程全部自動化的問題。

作者希望本書在這項重大事業中，將能有所貢獻。

莫斯科，1950年11月

導 言

任何一個工件的加工工藝過程，在保持需要的和足够的精確度和加工面光潔度的條件下，都應盡量保證高度的生產率和經濟性。

銑削是金屬機械加工法之一，也應完全服從這個原則。

在銑床工作方面，對加工的精確度和光潔度的要求是不同的，這要看加工的性質（粗加工或精加工）和它在工件製造的工藝過程中所佔的位置而定。

要提高銑削加工的生產率，首先要提高切削速度和工作台的進給量。

要提高切削速度，必須改良銑刀切削部分的幾何形狀，必須採用新式刀具和新的切削刀具材料。

高速銑削時，銑刀的轉數很高，所以用於切削所需要的功率也很高。因此，要提高生產率，通常都需要增加銑床的功率。

提高切削速度和工作台的進給量，就能夠縮短加工工件的機動時間，就是所謂主要時間（工藝時間）。

要進一步提高銑削的生產率，可縮短工件的全部時間（單件時間）中的其餘時間。所以要儘量縮短以下時間：

1) 裝卸工件的時間，開關銑床的時間，搖擺和搖開工作台的時間，度量工件的時間等等的輔助時間。

2) 準備終結時間的一部分，也就是調整銑床、裝卸銑刀、安裝與夾緊夾具等時間。

3) 一部分機床服務時間，如機床潤滑、清除切屑、清潔和供應冷卻液等的時間。

組成單件時間的這些輔助時間對銑床工作具有決定性的意義，有時提高切削用量的效果，還不如縮短上述這些時間來得大。因此採用高的切削速度後，縮短這些輔助時間，就有它首要的意義。

縮短這些時間的最好辦法，就是使銑床工作自動化。

但由於在銑床上加工時，工件裝卸這一工作的自動化，並不是經常都能很簡單地作到的，尤其是裝卸巨大的工件和形狀複雜的工件更不容易作到；所以一般新式的機床製造業，也只能作到半自動銑床。在這種銑床上，除了裝卸工件以外，其餘的工作全可作到自動化。

新式的銑床如 6H12 型和 6H82 型，銑床的動作可以半自動，工作台的推進可以全部自動化。其他如 索科洛夫(Т. Н. Соколов)設計的 6441A 型電動靠模銑床，刀具按平面曲線或按任何形狀的表面的運動，全是自動進行。

檢查銑床各系統(如電路、液壓、潤滑等)的是否正確，也可以自動化；任何一部分系統發生障礙時，這部分的有色燈泡便立刻發出信號。

採用半自動夾具、進料裝置、多位置的工作台，連續旋轉式的工作台(轉筒式)等，可儘量節省銑床的非切削的時間。

在機器零件的大量流水生產中自動化是機床組自動化，流水線和整個工廠自動化的先決條件，而就在這方面蘇聯在世界的技術方面佔着主要的地位。

這本書裏有系統地敘述了銑床上的各種先進工作法，包括切削理論基礎、銑刀的幾何形狀和構造，普通的和半自動銑床夾具(機動的、風動的和液動的)的構造、銑床的類型和它的新式改裝法和為自動化而改裝的方法，調整分度頭的公式，以及其他許多銑工所需要的補充資料。本書的前一部分，是銑床工作合理化的基本規則，它是根據蘇聯先進銑工和機器製造工廠的經驗編寫而成的。

一 銑床工作的合理化方法

1 加工時間由甚麼組成的

加工時間分類

在銑床上加工工件的時間，由下列幾個部分組成：

準備終結時間，包括工人熟悉工作和圖樣的時間、工作地點的準備時間、設備調整時間、夾具和刀具的裝卸時間、整理和交付成品的時間。

工人接受每一項生產任務，只費一次準備終結時間，這時間的長短跟加工工件的件數是沒有關係的。

工件的單件時間是由主要時間（工藝時間）、輔助時間、工地服務時間、休息中斷和自然需要時間組成。

主要時間是銑削工件的時間。

主要時間是用 $T_{主}$ 來代表，主要時間也就是：

1) 機動時間（切削時工作台的推進是用機械方法）；

2) 手搖機動時間（切削時手搖工作台推進）。

輔助時間是工人幫助主要工作的進行所花費的時間，這時間可能是作一件工件要費一次，或是作一定數量的工件費一次。

輔助時間用 $T_{輔}$ 代表，它包括裝卸工件的時間、操縱銑床的時間（開、停銑床和變換進給的時間）、進退工件的時間、轉換工作台的走動方向的時間、轉動分度頭的時間、度量工件的時間等。

主要時間加輔助時間，總稱為操作時間。

操作時間是指完成該操作之工作直接所需的時間。加工一批工件的操作時間的長短，和工件的數量成比例。操作時間用 $T_{操}$ 代表。

工地服務時間為工人收拾工作地點的時間，使工作地點能保持在工作順利進行的情況之下。這時間包括有調換用鈍了的銑刀的時間，在工作中調整銑刀和調整銑床的時間，掃除切屑，銑床潤滑和清潔銑床

的時間，接班和換班時佈置工具和收拾工具的時間。工地服務時間用 $T_{服}$ 代表。

休息中斷和自然需要時間和工作條件有關，只有作費勁的體力工作或者當流水式工作（用運輸帶）時，才把它計入工作時間。自然需要時間通常採用操作時間的 2%。休息中斷時間和自然需要時間用 $T_{休}$ 代表。

技術工時定額的組成

加工一批工件的時間（用 $T_{批}$ 代表）：包括準備終結時間（用 $T_{準}$ 代表）加上單件時間（用 $T_{單}$ 代表）乘該批工件的件數（用 $n_{件}$ 代表），就是：

$$T_{批} = T_{準} + T_{單} \times n_{件} \text{ (分鐘)}。$$

加工一件工件所需要總時間的技術定額，按下列公式計算：

$$T_{單·總} = \frac{T_{準}}{n_{件}} + T_{單} \text{ (分鐘)}。$$

單件工件所需要時間的技術定額是用下列公式計算的：

$$T_{單} = T_{主} + T_{輔} + T_{服} + T_{休} \text{ (分鐘)}。$$

我們既然懂得了工時技術定額的分析和每種時間的計算，那末就要想辦法使加工過程合理化，縮短單件工件所需要的每種時間；這樣加工的總時間也可以縮短，生產率也就可以提高。

2 縮短加工時間的方法

縮短準備終結時間

準備終結時間，是以同時投入加工的一批工件來計算的，所以這批工件的件數越多，那麼每件工件所佔的時間就越少，加工過程愈完善，以及一般說來，銑床的調整愈複雜（採用複合銑刀，多位置夾具，多軸銑頭），那末單件時間也就愈少。因此加工單件工件的總時間 $T_{單·總}$ ，等於每件平均的準備終結時間，加上該批工件的單件時間。這時間只有在一定的機床調整複雜性之下才是最短的。從這裏也就發生一個問題，在每個個別情況下，怎樣的機床調整複雜性才算是最合適呢？

以前曾認為加工工件的數量不大時，不宜採用複雜的機床調整。因為採用複雜的機床調整，耗費很多的準備終結時間。所以認為只有在大批和大量生產時，才宜採用複雜的機床調整。在今天說來，為了要得到最高生產率，我們不得不放棄上面所說的那種對於這個問題的不正確的看法。

企圖把銑床與大量生產的加工方法用於成批生產的試驗一天比一天多起來了。這時問題的中心就在於怎樣縮短調整銑床的時間。如果銑床的調整時間能夠大大縮短，那末成批生產的工廠，它的生產水準，就會提高到接近大量生產的水準。於是就要提到高速調整銑床的問題。

縮短銑床調整時間的第一個方法，就是提高工人的技術水平。要提高工人技術水平，工廠主管部門的中心任務是：學習先進銑工所採用的郭瓦廖夫(Ф. Л. Ковалев)工程師最先進的調整法，總結經驗和教育使用銑床的工人。

分析調整銑床的過程時，不難看出調整過程是幾項跟加工本身很相似的輔助工作。假使調整銑床按一定規則進行，就可以大為縮短調整的時間。遵守調整規則，訂出該項工作準確的時間定額，並教會工人作這項調整工作，才可以精確地決定究竟採用哪一種製造方法，才能預先知道應該選用那一種複雜程度的調整。斯大哈諾夫運動明確了提高工人技術水平是主要任務。在現今許多成批生產的機器製造工廠中，調整銑床的不是專門的調整工人，而是斯大哈諾夫銑工本人。這種制度無疑地，就是提高成批生產工廠中的工人技術水平最可靠的方法。

此外，銑工的理論基礎以及調整規則的知識也很重要。這本書中也說明了怎樣把分度頭分成各種複雜分度的公式和裝備用查表方法來調整機床，這樣就可以縮短調整機床的時間。

另一縮短時間的方法，是使用能適用於許多同類工件的固定調整(例如裝在心軸上的組合銑刀，具有可換鉗口的萬能虎鉗等)，使用標準夾具和工具(標準的裝卡工具、標準的錐度梢柄等)，使用能使調整迅速可靠的特種設備和方法(按基準工件、定位器等來調整)。

縮短主要時間

縮短銑削工件主要時間的方法，是採用生產率較高的切削用量（選用較高的切削速度、較大的進給量和切削深度），這時就要使用特別的銑刀、功率高的銑床，並使工件要裝卡可靠等等。

高速銑削是縮短主要時間最好的方法，儘可能把高速銑削用量，用於所有的銑削工作中。工程技術人員和斯大哈諾夫銑床工人的任務，就是要解決這項問題。1949年在列寧格勒和莫斯科召開過關於高速加工法的會議，在這個會議上通過了許多為進一步發展高速銑削的實際辦法。

斯大哈諾夫銑床工人還用了其他的許多縮短加工工件主要時間的方法。

如果同時能夠加工幾件工件，就能夠縮短單件工件加工的主要時間；例如加工兩件工件時，單件工件的主要時間幾乎可以減少一半；加工三件工件，每一單件工件的主要時間，約可減少三分之二，其他的以此類推。所以我們最好採用能同時加工幾件工件的多位置夾具和能銑幾個面的組合銑刀，這樣也可以縮短加工單件工件的主要時間。

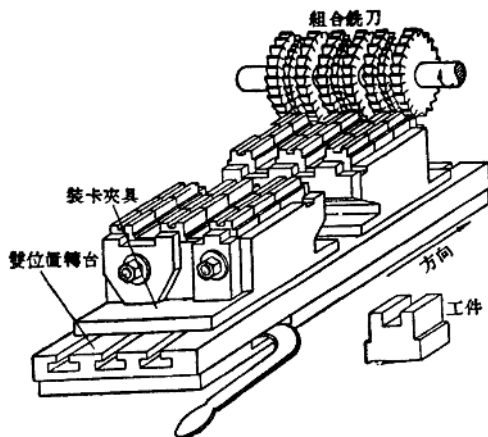


圖1 在多位置夾具上用組合銑刀銑叉形工件（古道夫設計）。

間。例如用由兩個圓盤銑刀組成的組合銑刀，加工六面體或八面體的面，這樣加工單件工件的主要時間，比一個面一個面去銑的時間就可以減少一半。

使用成形銑刀一下子就可以銑出圖樣所規定的特別形狀，更能够大大地縮短主要時間。

斯大哈諾夫銑床工人，就是用組合銑刀或成形銑刀銑削的方法，創造了他們的生產新記錄。

圖 1 所示，是按照古道夫同志（斯大哈諾夫銑床工人）建議的方式，銑削叉形工件的槽和側面的情形。古道夫用這方法把每班工作的效率提高到 3505%；所加工的工件（叉）如圖 1 右面的圖所示。裝在同一銑床心軸上的九把銑刀，組成三個組合銑刀，這組合銑刀同時加工順次裝卡在夾具上的九件工件中的三件。旋轉台左面的另一夾具裏，還裝有另外九件工件，等待加工。

縮短輔助時間

用在裝卸工件的時間，普通在整個工作時間裏佔有很大的一部分。

調整工件和找正工件也要耗費許多的時間。

爲了在夾得比較緊的時候儘量避免工件發生變形，在裝卡工件時要特別注意，這就要設計良好的夾具（夾具包括機動夾具、液動夾具及風動夾具）。

裝卡工件的方法，對時間的耗費多少，有很大的影響。把工件裝卡在銑床工作台上所耗費的時間，要比採用特別夾具來裝卡的時間來得多。

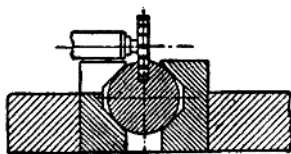


圖 2 機床虎鉗上的特別鉗口。

在普通的機床虎鉗上，使用特別的鉗口，可以大爲縮短輔助時間。

圖 2 所示的特別鉗口，把它裝在機床虎鉗上時，就可使圓形工件（軸）裝卡得更簡單又迅速。

圖 3 所示的是有偏心夾的機床虎鉗。轉動手柄 1（圖 3 乙）時，由於它的圓頭 2 對旋轉中心有偏心距離 e （圖 3 甲），活動鉗口 4 就向前

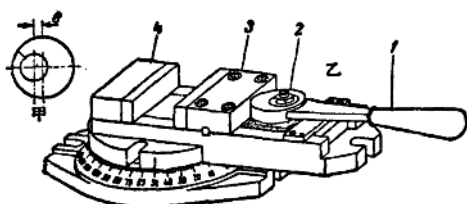


圖 3 有偏心夾的機床虎鉗。

移動而壓緊工件。把手柄 1 倒轉，鬆開鉗口就可以把工件取下。使用偏心夾的虎鉗，裝卡加工數量大的小工件是非常方便的。

使用電磁板裝卡工件也可以縮短工件的裝卡時間，這種裝卡法，普通只用在平面磨削加工上。

在立式銑床上也有用電磁板，把薄片形的工件裝卡在上面，來進行高速銑削加工的。這時工件互相緊靠地卡在上面，爲了不使它們移動，可以裝置一個擋板來防止。

圖 4 甲所示的是把 28 件截面爲 22×22 公厘、長爲 100 公厘的板

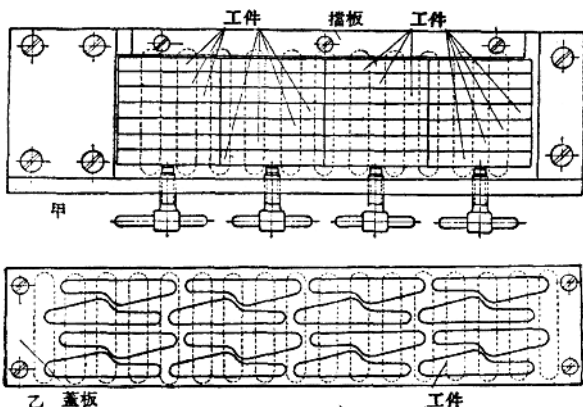


圖 4 利用電磁板卡緊高速銑削的工件：

甲—裝卡工件用的擋板；乙—裝卡工件用的蓋板。