

高等學校教學用書

夾具設計原理

波洛金、康斯特洛明合著



機械工業出版社

親愛的讀者，当您讀完這本書後，請盡量地指出本書內容、設計和校對上的錯誤和缺點，以及對我社有關出版工作的意見和要求，以幫助我們改進工作。來信請寄北京東交民巷二十七號本社收（將信封左上角剪開，註明郵資總付字樣，不必貼郵票），並請詳告您的通訊地址和工作職務，以便經常聯系。

機械工業出版社

高等學校教學用書



夾具設計原理

楊曾燾、黃錫橋合譯

蘇聯高等教育部批准為
高等工業學校的教學參考書



機械工業出版社

出版者的話

本書是從原著的增訂第三版譯出的。原著經蘇聯高等教育部批准為高等工業學校的教學參考書。

書中第一篇詳盡地敘述機床夾具上一般性的元件的設計和計算的原理，而特別着重夾緊機構的力的計算。第二篇分章介紹各種機械加工所應用的新型夾具的構造，並說明各種夾具上的特殊元件的設計要點。這樣按照各種機械加工來分類，作為設計參考，特別方便。

本書可作為機械製造工程專業學生學習用的教材，同時也是機器製造廠的設計師和工藝師們一本實用的參考書。

蘇聯 X. Л. Болотин、Ф. П. Костромин 合著 'Основы Конструирования приспособлений' (Машигиз 1951 年第三版)

* * *

No. 0487

1954 年 10 月第一版 1956 年 6 月第一版第六次印刷

787×1092 $\frac{1}{18}$ 字數 496 千字 印張 22 $\frac{8}{9}$ 10,201—17,600 冊

機械工業出版社(北京東交民巷27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(10) 3.10 元

目 次

第三版序言	7
第二版序言	8
第一版序言	9
緒論	11

第一篇 夾具的元件

第一章 定位元件	15
1 根據平面定位用的基本支承	16
2 根據平面定位用的輔助支承	19
3 根據圓柱面定位用的基本支承	23
第二章 夾緊元件	32
1 螺旋夾緊裝置	33
2 偏心夾緊裝置	46
3 彈簧夾緊裝置	56
第三章 定位夾緊機構	58
1 V形體對中機構及平口爪對中機構	58
2 槓桿定心機構	62
3 偏心槽定心機構	63
4 滑柱定心機構	63
5 筒夾定心機構	64
6 液壓定心機構	67
第四章 氣壓傳動在夾具上的應用	71
1 單向作用的氣缸	72
2 雙向作用的氣缸	76
3 雙向作用的迴轉式氣缸	79
4 增大活塞桿的壓力的幾個實例	82
5 利用空心活塞桿或空心活塞的氣缸的實例	84
6 配氣閥	85
7 空氣壓力調節器	89
8 壓縮空氣流速調節器	93
9 使幾個氣缸按先後循序動作	94
10 單向閥	94
第五章 力的擴大機構在夾具中的應用	95

第二篇 各種機械加工所應用的夾具

第一章 鑽床夾具	104
----------------	-----

一 鑽床夾具的特殊元件	104
1 鑽模套筒	104
2 鑽模板	106
二 各種鑽床夾具的構造	109
1 固定式鑽床夾具	109
2 懸浮模板夾具	112
3 昇降模板夾具	112
4 齒條型活柱鑽模	113
5 齒條型活柱鑽模上的鎖緊裝置	118
6 利用彈簧夾緊的槓桿型活柱鑽模	130
7 活柱鑽模的自動化	136
8 利用氣壓傳動的活柱鑽模	139
9 可卸模板夾具	141
10 鉸鏈模板夾具	142
11 移動式夾具	142
12 迴轉式夾具	146
13 翻轉式夾具	164
14 工件向上壓緊於固定鑽模板下方的夾具	165
第二章 鑽孔用多軸傳動頭	171
1 專用傳動頭	171
2 多軸傳動頭的設計	176
3 在旋臂鑽床上使用多軸傳動頭	187
4 專用多軸傳動頭的計算	187
5 萬能傳動頭	198
第三章 鑽床夾具精確度的基本問題	206
第四章 鑽床的輔助工具	209
1 利用橫銷閉鎖裝置的心軸	209
2 過渡心軸	209
3 速換夾頭	210
4 單軸機床上用的螺絲攻夾頭	211
5 多軸機床上用的螺絲攻夾頭	213
6 夾持圓柱柄鑽頭的夾頭	215
第五章 銑床夾具	215
一 夾具元件	215
二 不利用機器時間更換工件的銑床夾具	217
1 幾種典型的構造	217
2 機器虎鉗	221
3 立軸迴轉夾具	229
4 橫軸迴轉夾具	237

三 利用機器時間更換工件的直線進給的銑床夾具	243
1 工件分組夾緊逐組銑切的夾具	243
2 往復進給的銑床夾具	247
3 幾種規範化的轉台	248
4 自動迴轉夾具	255
5 連續銑切自動夾具	259
四 周向進給銑切夾具	260
五 靠模銑切夾具	263
1 作縱向和橫向運動的靠模銑台	263
2 作直線和迴轉運動的靠模銑台	266
3 萬能的靠模銑切夾具	268
六 銑切用的雙軸傳動頭	268
第六章 銑床的輔助工具	270
1 單支承心軸	271
2 雙支承心軸	272
3 夾頭	272
第七章 車床及圓磨床夾具	273
一 利用頂針加工所應用的夾具	273
1 頂針	273
2 心軸	276
3 傳動裝置	280
二 扶架	288
三 將工件固定於機床主軸上的夾具	288
1 特殊構造的夾頭	291
2 規範化的自動定心夾頭	295
3 靠模機構(車形機構)	330
第八章 車床與轉塔車床的輔助工具	335
1 固定在轉塔上的支架	336
2 夾頭加工與棒料加工所應用的刀夾	339
3 轉塔上的輔助刀架	341
4 切削螺紋的輔助工具	341
5 轉塔車床的橫刀架的刀座	345
第九章 鏜床夾具及其輔助工具	346
1 安裝套形刀具的規範化心軸	347
2 特殊工具	347
3 鏜孔工具的導向裝置	350
4 鏜桿與機床主軸的連接方法	353
5 立鏜用的夾具	355
6 橫鏜用的夾具	356

第十章 拉床夾具	361
1 拉削鍵槽用的夾具	362
2 拉削圓柱形孔內螺旋槽用的夾具	363
3 拉孔用的夾具	364
4 拉刀與機床的連接	364
5 外拉用的夾具	365
第十一章 切齒機床夾具	368
1 插齒機夾具	368
2 鉋齒機夾具	370
3 銑齒機夾具	371
第十二章 通用機床專能化	372
1 在車床上進行多軸鑽孔用的夾具	372
2 在車床上鏜孔用的夾具	373
3 在車床上磨平面用的夾具	374
4 在車床上銑切用的夾具	381
5 在鑽床上研磨零件的對接平面用的夾具	381
6 在插齒機上切削齒條用的夾具	383
第十三章 夾具設計和製造上的幾個問題	384
1 夾具總圖的繪製程序	384
2 夾具體的製造	385
3 位置精確的孔的加工方法	386
第十四章 夾具的經濟計算	389
參考文獻	392
附錄	393
中俄名詞對照表	404

第三版序言

本書第一版(1938年)和第二版(1946年)出版之後,蘇聯機器製造工業的規模和生產工藝的組織兩方面都有了巨大的變化。因此,機床夾具所起的作用也愈形重要,它不但是保證製造品的互換性、高的勞動生產率和高設備生產率的工具(沒有它,是不可能很經濟地大量製造零件的),而且是極度減輕產業工人勞動的工具。

因此,在修訂第三版時,關於利用夾具來提高生產率的問題,比前兩版介紹得更多,並特別着重敘述力的擴大機構(它只要求工人用很小的力,就能把工件夾得很穩固),在選圖方面也有重大的變動和補充,並且修正了在以前兩版內所發現出的錯誤和缺點。但就編寫的輪廓來說,還是採取原來的辦法。

這一版仍和以前一樣,把夾具按機械加工的種類來分類,即分為:鑽床夾具、銑床夾具、車床和磨床夾具、鏜床夾具、拉床(剝床)夾具以及切齒機床夾具等。介紹每種夾具時,就其所專有的零件和部件加以說明,而把各種夾具上的一般性的元件歸納在第一篇中,分章討論。

對於已經列進規範裏去的夾具,這一次也採取以前的寫法,對它們加以分析批判。在擬定這些夾具的規範時,是非常重視構造上的深入研究的。因此,可以把這些構造看作是在某一定時期內所累積的經驗的結論。

規範化這回事,不能把它看作是限制了設計者的創造積極性,而應當看作是樹立近代夾具的一些典型。這意味着:要是專為某種目的設計出來的夾具,那就不但要和它們相媲美,而且應當勝過它們。

在這一版裏,仍舊保留敘述關於個別的在構造上有代表性的夾具的分析原則。介紹這些例子,旨在說明應當怎樣地去解決某些工藝上的問題,而不拘於被加工的零件的用途是什麼。

本書着重地說明從安全技術着眼,對於夾具構造方面應當有那些要求。關於擴大機床的工藝可能性的問題,作了進一步的討論。

這一版和前兩版不同的是在於:未開始講述夾具的構造以前,特地先作一篇緒論,把夾具這門課程下個定義,使讀者對夾具能有一個明晰的概念和了解它在生產中的作用和地位。緒論中所例舉的兩個夾具的構造,僅僅是為了使學生在研究夾具這門專業課程之前,對於夾具和機床、刀具三者之間的相互關係能夠有總的概念。

這樣的撰寫方式,是根據著者多年講授這門功課和設計夾具的經驗,這在使用本書的前兩版給學生、工藝員和設計員們作教材的實踐中,曾充分證明這樣開頭是正確的。

鑒於黨和政府關於思想性問題的決議中,認為在教材內容上有建立正確的思想性的必要,這一版便全部以我們祖國的各種型式的夾具的資料作根據來編寫。這些式樣的夾具在許多方面都是勝過外國的。

當然,著者認為這一次還遠遠沒有把本書以前兩版中所存在的缺點完全地改正過來。因此,希望能得到讀者們的客觀的批評和意見,作為進一步改進本書的依據。

著者

第二版序言

本書第一版於1938年問世，從那個時候起，蘇聯國民經濟的各部門都有了巨大的變化，在機床夾具設計方面，當然也不是例外的。

在偉大的衛國戰爭的年代裏，由於很大數目的工廠必須迅速地改變生產對象，或由於需要把原產品的生產計劃極大地提高，機床夾具在生產中的作用也就越發增長了。在戰時的條件下，機器製造工業系統的大部分工廠要想獲得專門的機器設備的可能性是很有限的，只有大力開展機床夾具的設計及運用的工作之後，才能使萬能的機器設備擔任專門的工作。譬如說，利用夾具可以使普通的立式鑽床做多軸鑽床或甚至於做鏜床的工作；把萬能銑床作為專能的銑床使用；把普通車床作為靠模車床使用等。

某些工廠不但創造了巨大數目的使通用機床專能化的夾具；並且由於將夾具上大多數的零件和個別的部件規範化之後，使得夾具的設計和製造的工作大大地簡化了。

正因為這樣，本書在這次再版時作了必要的修訂和補充。經過這一番工作，使得在各種不同條件下工作的設計師、工藝師和大學生們都可以使用這一本書。

至於編寫方式，並沒有重大的改變，但是在材料方面已有相當大的變動、修改和補充。由於多機床看管運動的發展和戰時的需要，出現了許多新的夾具，這些夾具，本書也加以介紹。

這一版更選進一些材料，以說明為爭取最有效地利用機床設備和極度地減輕工人勞動而努力的夾具設計的新方向。譬如說，對於夾具的自動化和利用加工時所產生的切削力以夾緊工件的問題等，給予很大的重視。

撰寫這一版時，參考了幾個主要的坦克工廠的資料和 ЦНИИТМАШ[●] 的文獻。這些文獻對夾具設計方面的新的趨勢說明得既細緻又完全，因此對於我們是很有用處的。

● ЦНИИТМАШ 是蘇聯中央工藝學及機器製造研究所 (Центральный научно-исследовательский институт технологии и машиностроения) 的簡寫。——譯者

第一版序言

本書是‘汽車拖拉機製造工藝學’[●]這門專業教程的第二部分。因此，在這本書中，不再詳細敘述關於合理地選擇工件的基面的問題，同時也避免重複上述的第一部分內已經討論過的各種問題。

編寫本書的目的是：爲了給汽車拖拉機工業部門中機械加工方面的工藝師們和高等工業學校的學生們提供一本夾具設計的參考書。

這本書的內容包括：1)夾具的分類；2)關於夾具元件的分析和根據各種不同的條件，特別是根據工件的基面闡明正確的選擇夾具元件的原理；3)介紹各種夾具的典型的構造和指出在各種生產條件下設計夾具的要則。

編寫本書時，採用了СТЗ^②和ГАЗ^③的許多資料，同時也引用 ЦХОМ Оргаметалла^④的一些規範和典型構造。著者認爲這個工廠在夾具設計經驗的系統化方面的工作，做得有相當成績的。

本書把夾具按機械加工的種類來分類(鑽床夾具、銑床夾具等等)，自然是最正確的了。

本書前面一部分敘述各種機床夾具上的一般性的元件。至於特殊的元件，則分別於講述各種典型的構造時一併介紹。

-
- 這教程的第一部分是卡西林(А. И. Каширин)教授所著的‘機械車間工藝過程設計原理(Основы проектирования технологических процессов механических цехов)’一書。其第二版於1937年出版。
 - ② СТЗ 是薩拉托夫拖拉機製造廠(Саратовский тракторный завод)的簡寫。——譯者
 - ③ ГАЗ 是高爾基城莫洛托夫汽車製造廠(Горьковский автозавод им. Молотова)的簡寫。——譯者
 - ④ ЦХОМ Оргаметалла 是金屬工業管理局金屬冷加工廠的簡寫，現在已經沒有 Оргаметалл 這個機構了。——譯者

緒 論

在機器製造中，凡能使工藝過程中的任何一道工序的工作減輕和加快的一切裝置，通常都叫做夾具。

這種裝置名目繁多，範圍廣泛。因此，不能把一切型式的夾具在一本書中全部討論。本書僅討論機床上加工用的夾具——就是所說的機床夾具。

機床夾具是機床的附加設備，以便工人根據機械加工的工藝過程的要求，利用它把工件和刀具定好位置（定位）並且固定起來（固定或夾緊）。

因此，工件定位和固定用的夾具以及刀具定位和固定用的夾具都屬於機床夾具。以後我們把第一類夾具簡單地就叫做夾具；而把第二類叫做輔助工具。

使用機床夾具，有以下的幾個好處：

1. 工件安置在機床上時，與刀具能有正確的相對位置，並且零件在加工之前，可以省去劃線，這樣，每個零件的機械加工的時間就縮短了很多（可達數倍）。
2. 能够避免因工人的習慣和手藝上的參差所造成的工件定位的誤差，以免影響加工的精確度，並由此獲得零件的互換性。
3. 可能利用現有數目的機床設備，轉變為製造新產品的設備。
4. 提高在機床上機械加工的勞動生產率。
5. 減輕工人勞動。更準確地估算工作定額。
6. 在計劃機器的流水生產時，能够調整各個工序的時間。
7. 掌握新機器製造所需的期間，也可以縮短。

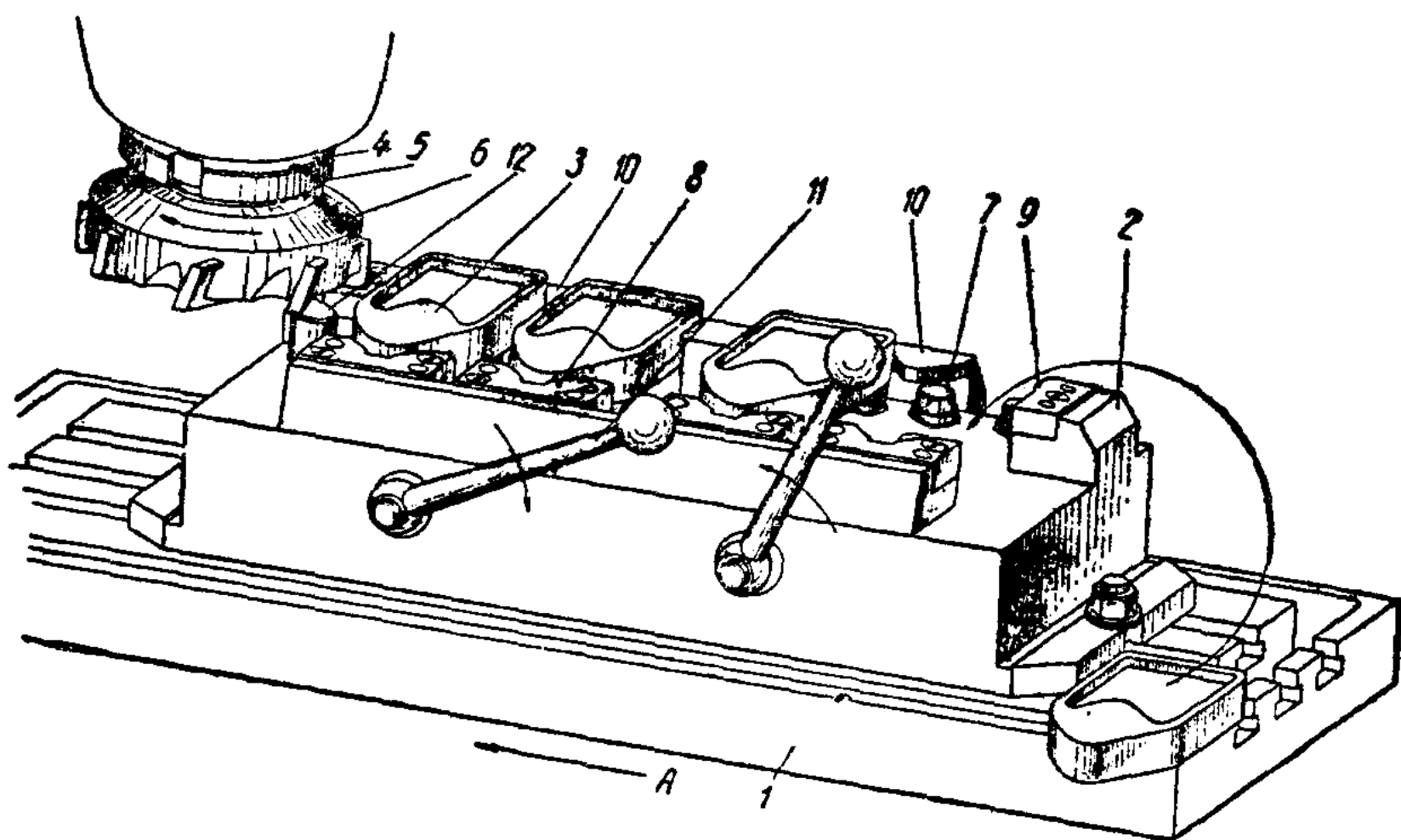


圖1 銑床的工藝用具。

機床夾具、切削工具和輔助工具總稱為機床的工藝用具。

圖1是銑床的工藝用具的一個例子。在機床的工作台1上安置着一個夾具2。它可以夾持四個相同的工件3。在機床的主軸4上安裝着心軸5(輔助工具), 銑刀6即安裝在心軸上。

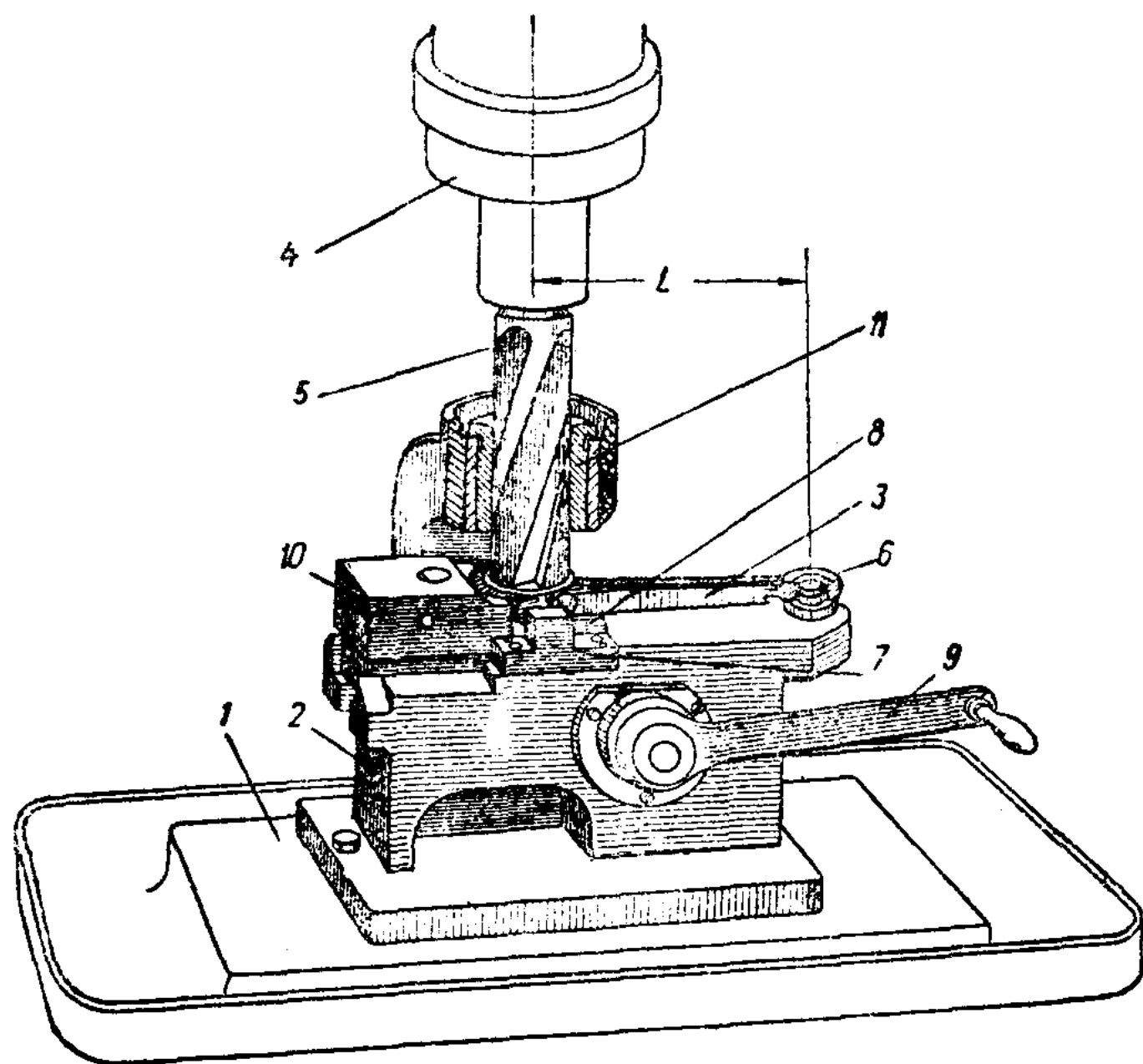


圖2 立式鑽床的工藝用具。

當工作台和夾具一起沿着箭頭4的方向移動時, 銑刀便銑削工件的上平面, 即使毛坯高度的尺寸有些參差, 但銑好後零件的厚度是一定的。

用這個夾具加工時, 如果工件的上、下兩平面間相互位置的精確度不高於0.2公厘, 那末加工四個工件只需要3分鐘左右, 其中約2分鐘是切削過程, 1分鐘是化費在安裝工件和完工後拆卸工件, 並且包括清除切屑和管理機床的時間在內。

圖2是立式鑽床的工藝用具的例子。在工作台1上安置着夾具2, 夾具內夾着工件3。機床主軸的下端裝着速換夾頭4(輔助工具), 擴孔鑽5裝在這個夾頭內。

利用這個夾具, 便能保證工件上的孔和它的幾何軸線有一定的相對位置, 使連桿兩頭的孔之間的距離 L 合乎要求, 而不受毛坯尺寸的偏差的影響。

如果不用夾具來完成以上所述的兩個工序, 事先就需要在工件上劃線, 而後再在機床上對正工件, 這樣所費的時間便要多10~15倍。因此, 在現代化的大量生產和大批生產中, 廣泛地使用夾具, 通常都不採用劃線的方法。

從上面的例子可以看出, 使用夾具, 便能迅速而簡易地使各個加工表面的相互位置以及加工表面與工件上其他表面、軸線或點的相互位置達到必要的精確度。

獲得這樣的效果，首先是由於夾具能保證工件對於刀具的正確的位置。

在夾具中，工件定位的正確性是利用專門的定位元件而達到的。在圖 1 與圖 2 所示的兩種構造中，應用的定位元件如下：銑床夾具中為銷釘 7、V 形體 8 和定程 9；在鑽床的擴孔夾具中為銷 6、凸塊 7 的側面和墊板 8 的上平面。

定位元件決定工件在夾具中的位置，但在加工過程中，由於切削力的作用，會使這個既定的位置變動。因此，便需要用特殊的夾緊裝置把工件固定在夾具內。在圖 1 和 2 兩種構造中的夾緊裝置如下：在銑床夾具中可操縱手柄 11，使楔 10 夾緊工件；在鑽床的擴孔夾具中可操縱手柄 9，使活動壓鐵 10 移動，把夾緊力傳到連桿蓋上的兩個點。

然而即使工件安放得很正確，固定得很可靠，如果沒有把它的位置和刀具加以聯系，結果也會加工得不正確。正因為這樣，在夾具上還得應用特殊的導向元件。導向元件的用途是：在加工過程中不斷地引導着刀具，或在加工之前用以校正夾具與刀具的相對位置。上面兩種構造中的導向元件如下：在銑床夾具上為對刀銷 12，它是用來校正銑刀的位置，使它與定位釘 7 之間有一定的高度；在鑽床夾具中為套筒 11，它在整個加工過程中引導着鑽頭進給。

除了上述的各種元件之外，在夾具上還常常用到分度零件或分度機構（用以改換工件與刀具間的相對位置），以及液壓（油壓）、氣壓（風動）和電氣等設備的零件或機構（用以傳動夾具上的其他機構）。

夾具體是特殊的一類零件，由它聯接上述的一切零件或某一部分的零件。

這樣說來，‘機床夾具設計原理’這門課程便需要包括：

- 1) 研究夾具上各個別元件的構造和在各種不同的生產條件下選擇的準則；
- 2) 介紹各種機械加工方式所應用的在構造上有代表性的夾具，並研究利用這些夾具的可能性；
- 3) 夾具精確度、夾持性能以及個別元件的強度等的計算；
- 4) 使用夾具的經濟合理性的計算。

但是，本課程的內容並不限於這一些，因為夾具不但要保證加工精確度、高的勞動生產率和適當地減輕勞動，並且要能利用普通機床來完成一般任務以外的專門工作。

這種情形，對於要改變產品或擴大原產品的生產計劃的企業來說，尤其有特別重大的意義。

譬如說，有一工廠為了製造螺線齒錐形齒輪，曾利用普通立式銑床，裝上特殊的夾具，以代替專門的機床，克服了缺乏設備的困難。另外有一個工廠，需要生產大量的冕形螺母，但是沒有專門切槽用的機床，後來利用一部已經不用的立式齒輪滾床完成這個工序。只設計一個特殊的迴轉夾具，就能使這部機床擔任連續的銑槽工作。在這個工廠裏，又應用一個特殊的夾具，把某種直徑很大的圓柱形工件上的刻度和切齒等

兩個工序合併起來；這樣，就不需要專為刻度而花費時間了。

在實際生產中，在蘇聯，這樣的例子不勝枚舉。因此，在‘夾具設計原理’這門課程裏，也需要闡述關於機床專門化的問題。

本教程的編寫，便是以上述的情況為基礎的。

本課程的內容，係根據蘇聯各企業中夾具設計的實際經驗，經過科學化的總結而成的。這些實際經驗的特徵是意圖：1) 創造構造最完善的夾具；2) 極力推廣高效率的夾具的使用範圍；3) 把夾具中個別元件或部件普遍地規範化，使夾具製造簡化；4) 將夾具盡量自動化，使夾具運用方便。

蘇聯各生產企業和研究所在這一方面已發展到很高的水平。因此，關於夾具設計中的某些原則，在近年內出版的文獻中已經作了科學的總結。

茲舉出下列的著作為例：關於工件在夾具中定位方法的選擇和定位精確度的計算的理論基礎有卡西林 (А. И. Каширин) 教授、雅亨 (А. Б. Яхин) 教授的著作；關於應用各種夾具的經濟合理性的分析有琪勒斯 (С. А. Тиллес) 碩士的著作；關於夾具夾持性能的計算有勒先托夫 (Д. Н. Решетов) 教授、安塞洛夫 (М. А. Ансеров) 碩士的著作等等。

在蘇聯，由於技術的發展突飛猛進，更需要把各生產與科學研究小組的成就以及個別斯大哈諾夫式工作者的成就，作更廣泛的科學的總結。這樣將促使夾具設計的發展更深入一步，並能使它的利用收到更大的效果。

縱使就創造夾具的構造方面來說，我們已有了巨大的成就；但是就夾具的強度、生產率和經濟性的計算方面來說，現在還沒有肯定的掌握。因此，本教程的內容也存在着這個缺陷。

第一篇 夾具的元件

第一章 定位元件

夾具上決定工件對於刀具的正確的相對位置並保證其位置先後一致的零件或機構，都叫做定位元件。

在設計和製造夾具時，最重要的要求，便是要長期保持定位元件的尺寸以及其相互位置的精確度。能夠符合這樣的要求，就能夠避免造成廢品，並節省修理夾具所費的時間和費用。因此，通常是不允許直接利用夾具體來擔任定位的任務。

定位零件的工作表面必須具有很高的耐磨性。因此，這些零件用鋼料製成之後，通常是經過適當的熱處理，使它的表面獲得必要的硬度。常用的材料是鉻鋼 20 X 或普通碳鋼 20，工作表面經過滲碳（滲入深度 0.8~1.2 公厘），而後淬火至硬度 $H_{RC} = 58 \sim 62$ 。

這些定位元件在夾具體中的排列位置，要使得它們在磨損或損壞之後，更換起來迅速而方便。為了使定位元件的工作表面保持潔淨並且使工件和它靠得更確實些，定位元件的工作表面的尺寸必須盡可能地小，更不必和工件的定位表面全部接觸。

在定位時，是把工件支持在定位元件上，因此定位元件簡單地又叫做支承。支承可分為兩類：一類是基本支承；一類是輔助支承。

根據加工時的要求，限制工件的全部自由度或其中幾個自由度的定位元件，叫做基本支承；換句話說，基本支承是用以保證工件在夾具中佔有一定的位置。

圖 3 表示一個矩形的工件所需要的基本支承的佈置方法。在這個工件的中央需要鑽一個孔。工件 1 在夾具中的位置，是由六個基本支承所決定；其中有三個在同一水平面上，另外的三個分別在兩個垂直的平面上。

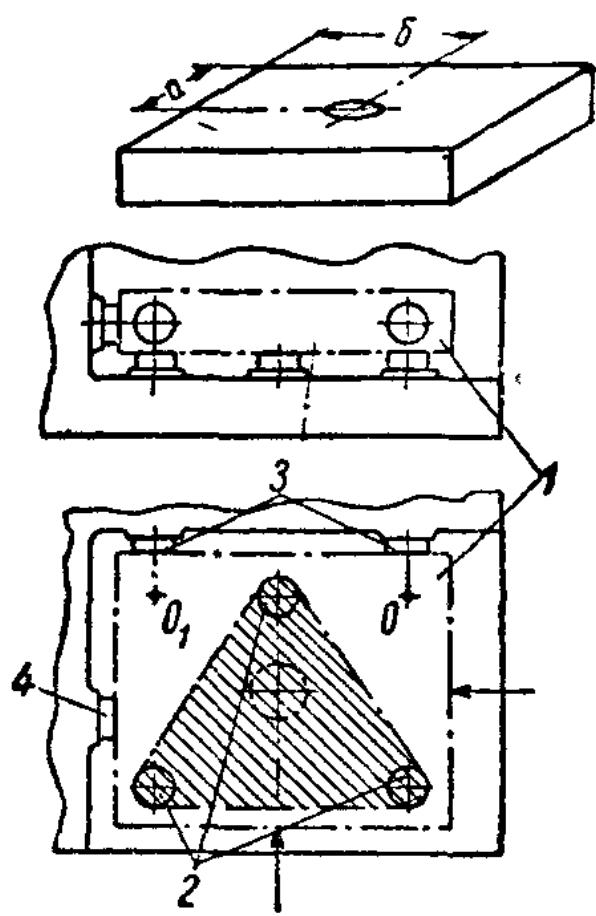


圖3 工件在六個支承上定位。

三個支承 2 限制住工件的三個自由度，保證被加工孔的軸線垂直於工件的底面；支承 3 和 4 限制了工件的其他三個自由度，保證孔的中心至兩側面的尺寸各為 a 和 δ 。據此便創立了所謂‘六點規則’。就是說，如果某一加工表面的位置，可以用三個互相垂直的平面作為坐標來表示，那末，根據這個規則，在加工該表面時需要把工件安放在六個支承上，以限制住工件的六個自由度。