

夾 具

(原理·設計·計算)

陸 元 章 韋 文 林
編 譯

大東書局出版

夾 具

(原理·設計·計算)

陸元章 韋文林 編譯

大東書局出版

本書係根據 Х.Л.Бохотин 和 Ф.П.Костромин: “Основы Конструирования Приспособления”, Вельтишев: “Гидравлические Приспособления для Металлорежущих Станков” 和 Дума: “Зажимные Приспособления с Использованием Гидропластмассы” 等書編譯而成。本書先由元件入手, 着重於定位理論及壓夾計算, 其次根據加工類型, 分別論述鑽模、銑床夾具、車床夾具、鏗孔夾具及剝床夾具。再次介紹氣壓、液壓及塑料等三種較新之壓夾方法(其中塑料加壓為蘇聯先進方法, 對於提高中心定位之精度, 甚有成效)。後則列舉若干設計正誤實例, 加以批判。最後專論切削, 說明解決切削問題之途徑。本書可作為大專學校之教本, 亦宜於工廠設計人員參考之用。

陸元章 章文林 編譯

顧崇銓 校閱

*

1954 年 7 月發排 · 1954 年 10 月上海第一版

1954 年 10 月上海第一次印刷(0001—3000 冊)

書號: 5163 · 30'' × 42'' · 1/16 · 204 千字 · 19⁵/₈ 印張 · 定價 25,000 元

*

大東書局(上海福州路 310 號)出版發行

• 上海市書刊出版業營業許可證出〇四三號 • 上海市書刊發行業營業許可證發〇六一號

導興印刷所(上海威海衛路 357 弄 12 號)印刷

序

夾具對於成品質量、勞動條件、工時定額、設備利用率及生產均衡性，均具有決定性之意義；因之，在機械製造工廠中，無論加工、銲接、裝配及檢驗，皆大量使用夾具，其中尤以加工夾具採用最廣。

目前我國機械工業正在大力發展，關於夾具之書籍甚為需要。因此，參閱後列各書，根據實際工作及學校教學之體驗，斟酌取材，輯為是書。最先由元章彙集資料，就教於交通大學機械製造系周志宏先生，荷蒙提出若干原則性之意見，並介紹文林參加，於是通力合作，得以完成。

本書自第二章至第五章，論述夾具之主要原件；第六章至第九章，則按加工類型，論述鑽模、銑床夾具、車床夾具、鏜孔夾具及剝床夾具；第十章至第十二章論述氣壓、液壓及塑料三種較新之壓夾方法。其中塑料加壓，為蘇聯之先進方法，對於提高中心定位之精度甚有成效；第十三章列舉設計實例，加以批判；最後一章則專論切屑問題。

本書之主要參考書如下：

Х.Л. Бодотин, Ф.П. Костромин, Основы Конструирования Приспособлений
А.М. Вельтищев, Гидравлические Приспособления Для Металлорежущих Станков
Р.Н. Дума, Зажимные Приспособления с Использованием Гидропластмассы
J.I. Karash, Analysis of Drill Jig Design
Fritz Grünhagen; Vorrichtungsbau
М.А. Апсеров и Б.Д. Бутковский, Приспособления для Фрезерных Станков
М.А. Толстов, Пневматические и Пневмогидравлические Приспособления
T.H. Colvin & L.L. Haas, Jigs and Fixtures
В.П. Фигаго, Проектирование Станочных Приспособлений
A.D.B., Richtlinien für den Vorrichtungsbau
Энциклопедический Справочник Машиностроения, VII

本書選材原則，一為求其概括完備，由淺入深，二為求其合乎我國當前之需要，故圖例力求實用。本書可作為大專學校之教本，亦宜於工廠設計人員作參考之用。但編者學識淺薄，謬誤之處，在所不免，尚請讀者指正。

本書承鄭瑞衡、王繩武、謝仰安、陸培林、陸漢雄諸同志在寫稿過程中多方協助，謹此致謝。

陸元章 韋文林 一九五四年九月於上海

目 錄

第一章 緒 論	1
(一)夾具之意義	1
(二)夾具設計程序	3
(三)夾具之經濟核算	5
(四)夾具底座之製造	6
第二章 定位方法	9
(一)“六點定位規律”	9
(二)中心定位與半中心定位法	12
(三)圓錐定位	15
(四)定位點之分解	15
(五)基面與工序的關係	17
(六)工件定位面之選擇	19
第三章 定位機件	23
(一)平面定位件	23
(二)輔助定位件(支持件)	24
(三)圓柱形工件之定位件	28
第四章 壓夾件	37
(一)螺絲壓夾件	37
(二)偏心壓夾件	47
(三)其他壓夾件	54
第五章 中心定位兼壓夾機構	56
(一)V形塊及自來夾頭式之中心定位機構	56
(二)用偏心槽的中心定位機構	60
(三)裂鉗夾頭(俗稱彈簧夾頭)	60
(四)塑料中心定位件	63

第六章 鑽 模	64
(一)總論	64
(二)簡式鑽模	71
(三)分度鑽模	77
(四)鑽套板升降式鑽模	92
第七章 銑床夾具	106
(一)銑具機件	106
(二)銑具之不利利用切削時間來裝卸工作者	108
(三)沿直線進刀並利用加工時間以裝卸工件之銑具	128
(四)圓周方向進刀之銑具	135
(五)按靠板銑不規則形狀之夾具	136
(六)兩軸之銑頭	140
第八章 車削及圓磨夾具	143
(一)利用頂尖加工所應用的夾具	143
(二)一般夾頭	155
(三)磨齒輪中心孔之夾頭	172
第九章 鏜孔夾具與剝床夾具	181
(一)鏜孔夾具	181
(二)剝床夾具	192
第十章 氣壓機構	199
(一)傳壓機構基本式樣	199
(二)強力的氣壓機構	212
(三)氣缸尺寸之計算	220
(四)傳壓機構之防漏	223
(五)控制機構	229
第十一章 液壓機構	238
(一)油路	238
(二)油壓夾具實例	244
(三)傳壓機構(油缸活塞及填料)	251
(四)四路開關	253

(五)壓力開關·····	256
(六)去除油路中之空氣·····	260
第十二章 塑料夾具·····	262
(一)塑料中心夾頭之實例·····	262
(二)塑料中心夾頭之設計與計算·····	267
(三)塑料夾具之製造·····	280
(四)多工件之塑料壓夾機構·····	285
第十三章 夾具設計實例及正誤比較·····	290
(一)活塞加工所用夾具舉例·····	290
(二)叉桿頭的加工程序及所用夾具·····	293
(三)鉸鏈鑽孔所用夾具舉例·····	295
(四)快速加壓夾具之正誤舉例·····	296
(五)鑽模設計之正誤舉例·····	297
第十四章 切 屑·····	299
(一)切屑之危害性·····	299
(二)排除切屑之法·····	299
(三)使切屑危害性減少至最小的方法·····	302

第一章 緒 論

(一) 夾具之意義

在機械加工中，每個工件每一道的加工，約可分為三個主要過程，即：(1) 安裝在機器上；(2) 切削；(3) 自機器上拆下。工件安裝得正確與否，必影響工件的精度；工件裝卸的快慢，必影響生產率。至於安裝工件的方法，在零星和小批生產裏，例如修理、實驗及工具車間的工作，常將工件直接裝在機床上，然後憑工人的經驗，用眼力或簡單的卡尺、劃針等來校正其位置，不僅不準確，而且費時很久，往往比切削時間為長。若工件是形狀複雜或尺寸很大的鑄鍛件，則先行劃線，然後放在機床上進行校正。劃線的目的，是保證每個加工面有足够的加工餘量，並使不加工表面不偏在加工表面的一邊。劃線工作，必須技術高的工人來做，但費的時間既多，而精度一般只達到 0.2 公厘至 0.5 公厘，僅能滿足特別大的工件之要求。因此，在大量生產裏，就不能採用上述辦法，而應採用夾具。

夾具是根據工件的幾何形狀及加工方式，而在機床上添置的一種裝置。它的一般任務是在加工時正確地夾持工件導引刀具，以完成切削工作；裝配用的夾具則幫助完成裝配工作。

下面為兩個簡單的例子：圖 1·1 為在銑床工作台(1)上，固置有夾具(2)，夾具內可放四個工件(3)，銑軸(4)上有心軸(5)，心軸上裝有銑刀(6)。當工作台帶同夾具沿箭頭方向移動時，銑刀即切削頂面，使工件得到一定之厚度。其尺寸相差不過 0.2 公厘而已，約需三分鐘即可完成四個工件：即兩分鐘用於切削，一分鐘用於裝卸工件、清除切屑及開車關車。

圖 1·2 為立式鑽床，工作台(1)上裝有夾具(2)，其中裝有工件(3)。鑽軸的夾頭(4)中，夾有一個擴孔鑽。工件為一個連動桿，須在大頭之圓心處擴孔，並使兩孔之中心距離 L 一定。這個工作，若不用夾具，而先劃線，再在鑽床上校正位置，則所需時間將在十倍以上。

由上兩例，可見夾具操作迅速，且使工件易於得到必要的精度，加工面與工件上用來

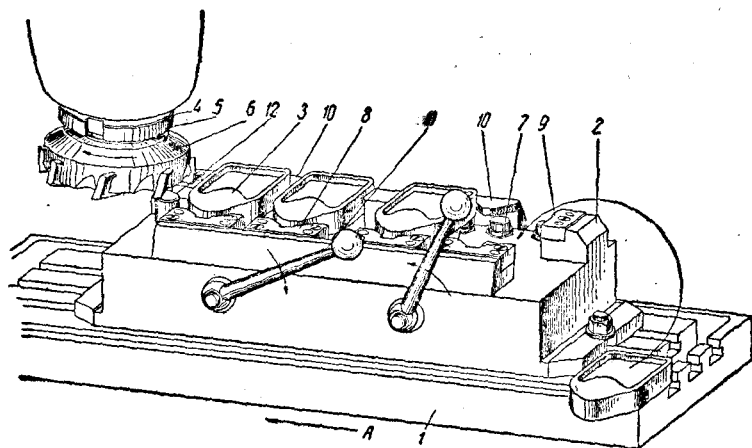


圖 1.1 銑具實例

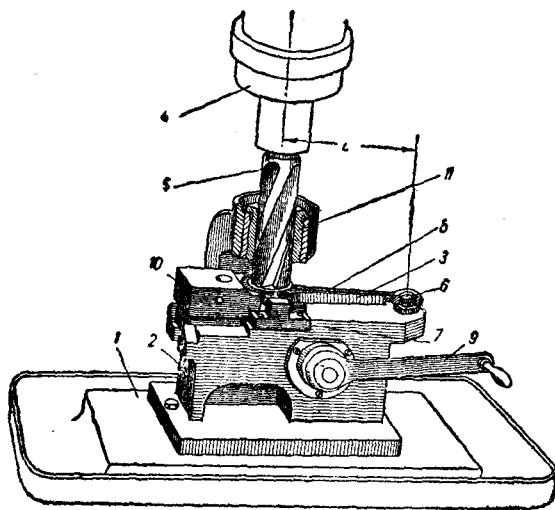


圖 1.2 鑽模實例

定位的平面，中軸或點之間，有一定的相對位置。

夾具的首要作用，為使工件在機床上有準確的安置所在，因此夾具有專用的安置機件，或稱定位機件。圖 1.1 中之支柱(7)，V 塊(8)及定位塊(9)即是。圖 1.2 中之圓銷(6)，突起(7)之側面及平板(8)之頂面，均為定位之用。

夾具的第二個作用，是將工件夾緊。工件在夾具中的位置，已加以肯定後，在加工過程中，由於切削力的影響，很可能要走動，故夾具有壓夾的裝置，以將工件夾緊。

工件放在正確的位置並夾緊以後，尚須使刀具與工件間有一定的相對位置，才能保證

工件的精度。所以夾具上裝有特殊的校刀機件，在切削第一工件以前，及在加工過程中，都須進行校刀。圖 1·1 之機件 (12) 即為校刀用的圓柱，以控制支柱 (7) 頂面至切削面之距離；在圖 1·2 中，鑽套 (11) 導引鑽頭，使鑽出的孔位置一定。

總起來說，夾具的主要作用有四：

(1) 夾具有定位機件，工件只須與各定位機件靠緊，其位置即一定，因而省去劃線及校準等手續。夾具中又有壓夾件，在工件定位後，實行壓緊，在加工完畢後，實行鬆夾，操作方便。複式夾具並能進行多件加工或輪次加工，使工件之安裝與拆卸時間縮短，大大提高勞動生產率及設備利用率。

(2) 定位件可以做得很準，工件只須定位妥貼，即可使所有的工件精確一致，因而能互換。由於能互換，裝配時無須個別修改加工，即能配合得宜；且同類零件之庫存量，可以減少。

(3) 某一工件各個工序所用的夾具，可作適當設計，使其前後加工過程的生產率相稱，形成均衡生產，縮短生產週期。

(4) 夾具能使操作簡便，易於熟練，並能使普通技術工人亦能生產精度較高的工件。

(二) 夾具設計程序

夾具設計程序，須根據企業組織實際情況決定，且在製造過程中及完成使用後，不斷注意修正。更應徵求多方面意見，尤其是操作者的意見，以求改進。至於一般程序，略如下述：

(1) 研究成品圖形 根據生產數額及機器設備，制訂工藝程序，並決定各工序所用夾具之輪廓（在有些企業組織裏，工藝程序和夾具輪廓先由施工組提出方案）。在工具機上，工件的卸除、安裝及夾緊等輔助時間，主要由夾具來決定。故夾具之設計對生產率之影響頗大；但另一方面，夾具的製造費用，須根據預計採用夾具後所可能節約金額的大小而決定。若投資金額大，可使壓夾工件快速或自動；若投資額小，則應求簡單化。

設計者應假想該夾具的操作過程，由裝料、壓夾、開車、切削、停車、鬆夾、卸料、清除切屑以至再裝料等。必須使其工作方便而安全。此外，尚須想到冷却潤滑劑是否供應很順利。

(2) 畫草圖 以圖 1·3 為例，工件是一個連動桿，其大軸套的內孔及端面已經加工。今需鑽出小軸套的內孔，及在小軸套突起，與大軸套突起上，各鑽一孔，共計三個孔。畫圖的程序如下：

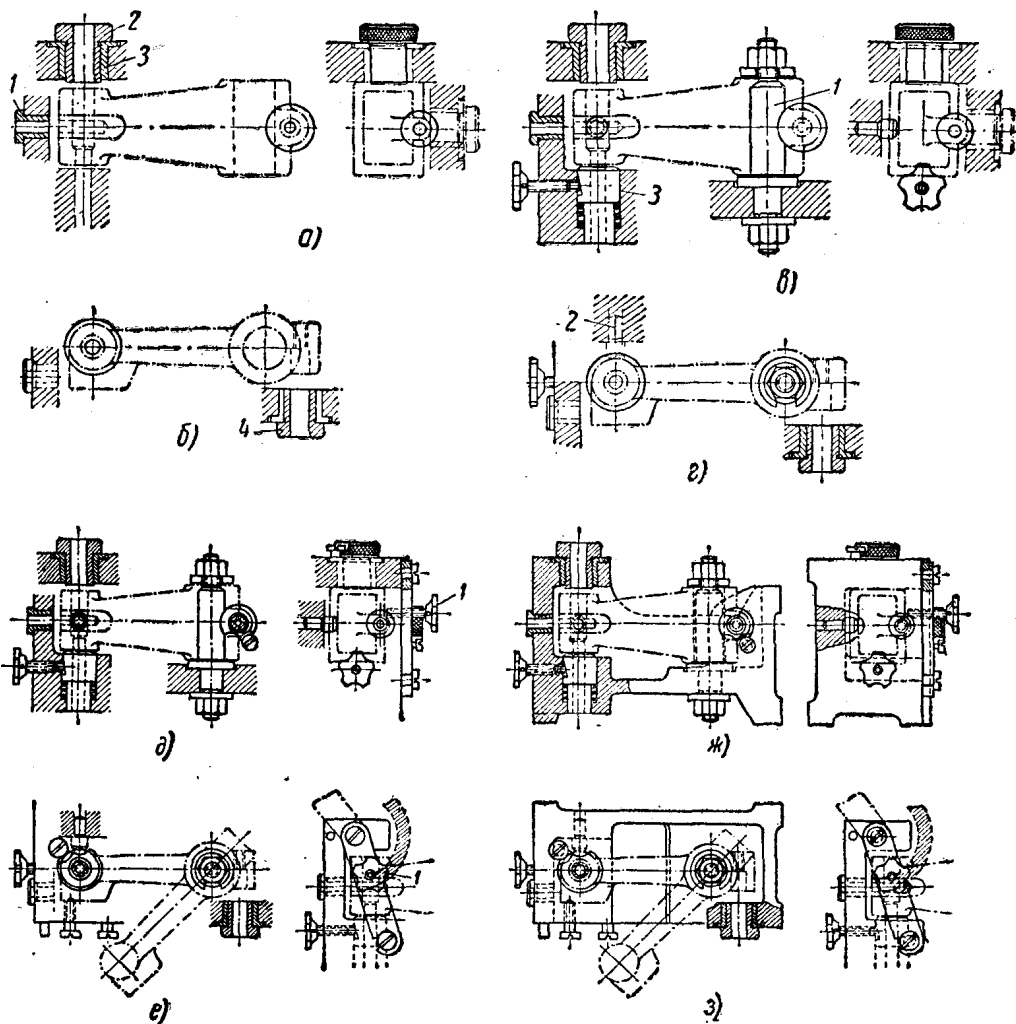


圖 1-3 鑽模畫草圖的程序

(a)用紅鉛筆，以假想線畫出工件的輪廓，包含與定位件及壓夾件接觸的部分和將要加工的部分。將要加工的部分最好加上斷面線。三個投影，最好全部畫出。比例尺儘可能用1:1。

(b)畫夾具最重要的零件，如a、b中所示的1、2、3、4四個鑽套即是。

(c)畫定位件及支持件，如b、c中的定位柱(1)及(2)，及活動的支持件(3)。

(d)畫壓夾件，見(d、e)。

(e)連接已畫好的零件，形成夾具的底座，見(f、g)。

(3) 根據下列各點作適當修改

(a)夾具不可與機床上任何部分有妨礙。

(b)構造力求簡單穩固，重心要低。

(c)若工件定位面以外的部分，有局部不規則性，必要時須加一個防誤銷釘。如圖1-4中的銷釘3即是。

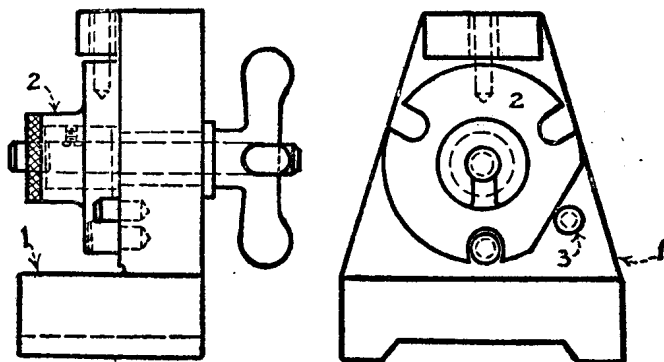


圖 1.4 防誤釘

(d) 估計切削速度、走刀量、所需馬力及操作方法等，以估計每天產量。

(e) 操作須簡單、迅速而安全，必要時加上卸料裝置。

(f) 夾具中須有足夠的空地，以便利裝卸。

(g) 須使切屑易於排出，以免堆積。

(h) 用冷潤劑時，須使其順利的流過刀具與工件接觸的區域。

(4) 畫施工圖樣 畫圖時須注意以下幾點：

(a) 由於夾具本身，一次只做一兩隻，為了製造方便，零件間之配合，往往只註明“滑配”、“壓配”、“轉配”等即可。

(b) 總圖上須註出檢驗尺寸，作為夾具的裝配、檢驗及以後修理時所根據的尺寸。在鑽模中，須註出由兩個互相垂直的定位面至一個鑽套中心的距離。其餘的鑽套，須以第一個鑽套之中心為根據，按縱橫坐標，註出位置。在銑具中，須註出自定位面至校刀塊之距離。以上所列的距離其公差約為工件公差的20%；至於臨時性夾具，公差可以放寬，約為工件公差的 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{2}$ ，且註法應為雙向公差。此外，銑具須用假想線畫出銑刀的位置及外形，並註出由校刀塊至銑刀距離，亦即校刀用的測片的厚度。

(c) 儘量採用標準零件及現貨材料。

(d) 加壓及調節用的螺釘，若有許多個，應儘可能合用一個扳手。

(e) 零件須儘可能不離開夾具，以免遺失。

(三) 夾具之經濟核算

一般工廠之設計部門，在設計夾具時，往往根據設計者之個人經驗，以審斷其經濟價值。

若欲計算經濟價值，以就兩個夾具中，加以選擇，實非易事；但為避免嚴重之錯誤起見，可用下列近似公式核對（蘇聯 Кован 教授所推荐）：

$$(b-a) \left(1 + \frac{p}{100} \right) \geq \frac{A-B}{n} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right)$$

A——第一個設計方案之夾具製造費（元）。

a——使用此夾具時，每個工件攤得之工資（元）。

B ——第二個設計方案之夾具製造費(元)。

b ——使用第二個方案時,每個工件應攤之工資(元)。

p ——企業費用,為工資之%。

q ——使用夾具時,每年所需的修理及維持之費用,夾具製造費之%。

i ——夾具之折舊年限。

n ——每年該工件之計劃生產量(件數)。

〔例〕 $A=300$ 元 $B=100$ 元 $a=0.05$ 元 $b=0.1$ 元 $p=300$ $q=15$ $i=3$ 年 $n=6000$

$$(b-a) \left(1 + \frac{p}{100} \right) = (0.1 - 0.05) \left(1 + \frac{300}{100} \right) = 0.2 \text{ 元/件}$$

$$\frac{A-B}{n} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right) = \frac{300-100}{6000} \left(\frac{1}{3} + \frac{15}{100} \right) = 0.02 \text{ 元/件}$$

根據以上之計算,可以得出結論,即應採用第一個方案。因第一方案比第二方案每件可節省費用 0.2 元,而所增加的夾具折舊保養等費僅為其十分之一,即 0.02 元。若欲比較採用夾具與不採用夾具孰為經濟,則第二方案即為不用夾具,公式簡化為:

$$(b-a) \left(1 + \frac{p}{100} \right) \geq \frac{A}{n} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right)$$

蘇聯先進經驗,係按年產量來大致決定工具及夾具的所需數量。蘇聯“機械製造百科全書”十五卷第 572 頁中列出公式:

工具、夾具等應予設計的數量(種) = 機床零件種數(標準件除外) $\times K$ 。 K 之值如下

表:

種 類	年 產 量 (台)					
	1—10	10—150	150—500	500—1500	1500—5000	>5000
夾 具	0.05	0.20—0.30	0.40—0.80	1.0—1.4	1.30—2.0	1.60—2.20
刃 具	0.04—0.08	0.15—0.25	0.25	0.30—0.50	0.50—0.70	≥ 0.90
量 具	0.09—0.20	0.20—0.35	0.40	0.40—0.80	1.00—1.20	≥ 1.50
輔助工具	0.02	0.05—0.10	0.15	0.20—0.40	0.50—0.60	≥ 0.80
壓鍛模	—	—	0.10	0.20	0.30—0.40	≥ 0.50
綜 合 係 數	0.20—0.55	0.60—1.00	1.30—1.70	2.10—3.30	3.60—4.90	≥ 5.30

有的標準夾具,如銑床分度頭,具有很大的萬能性,可用到很多種的工件上,使每個工件所攤的夾具費用很少,因此其經濟價值特高。在小批生產中亦可應用,能使勞動生產率比不用夾具時,提高 5 倍至 8 倍。

另一點須注意者,在社會主義建設重工業的前提下,決定夾具設計的因素,不單純是經濟核算,而常須聯系到完成生產任務的期限及使用是否安全、方便等問題。

(四)夾具底座之製造

底座之主要要求,為地位緊湊,形狀簡單而堅固。底座之構造,不外用: (1) 鑄鐵件;

(2)鋼件鉚成;(3)用加工過的鋼件或鑄鐵件構製而成;(4)用塑料鑄成。鑄鐵底座最為堅固,而其精度保持較久。但在鑄成後,須去皮時化。鑄件另一便利之點,為容易達到所要求之形狀,但因須先做模型然後澆鑄,製造較慢。一般中等複雜程度之鑄件,其費用比鉚接者為高。鉚接結構,係用軋出之鋼料鉚成,由於內部容易變形,故鉚後必須退火,但其製造迅速,常用於大型裝配夾具。

有的工廠其產品時常更換,或無鑄工車間者,底座可用標準鑄件,託其他工廠代製,貯存備用。最普通之標準底座,為方形平板、圓形平板、角鐵形及水流鐵(Π形鐵)形。除了用有一定形狀的鑄件以外,有時也可用鋼坯,鍛製成形,退火以後施工,作底座之用。

用塑料製成底座之方法,大致先用木料做成型箱,再灌入液狀塑料。然後將型箱放入爐中,在一定時間內保持一定溫度,取出後拆去型箱,即得底座。所有定位件均事先精確的固定於型箱中,故澆鑄後立刻得到夾具,使夾具的製造時間大為減少。但其剛性較低,不可以用在切削力大的地方。

圖 1.5 表示三種方式的底座。在用鉚接結構(a)及鑄件(b)時,首先須將其底面及兩個互相垂直之側面加工,在製造過程中用作定位面。外角之邊緣須倒角或銼圓。鑄件上不加工的面,應予上漆。漆的表面不另加工。底座(c)用鋼件構成。長方形或圓形的平板上,開

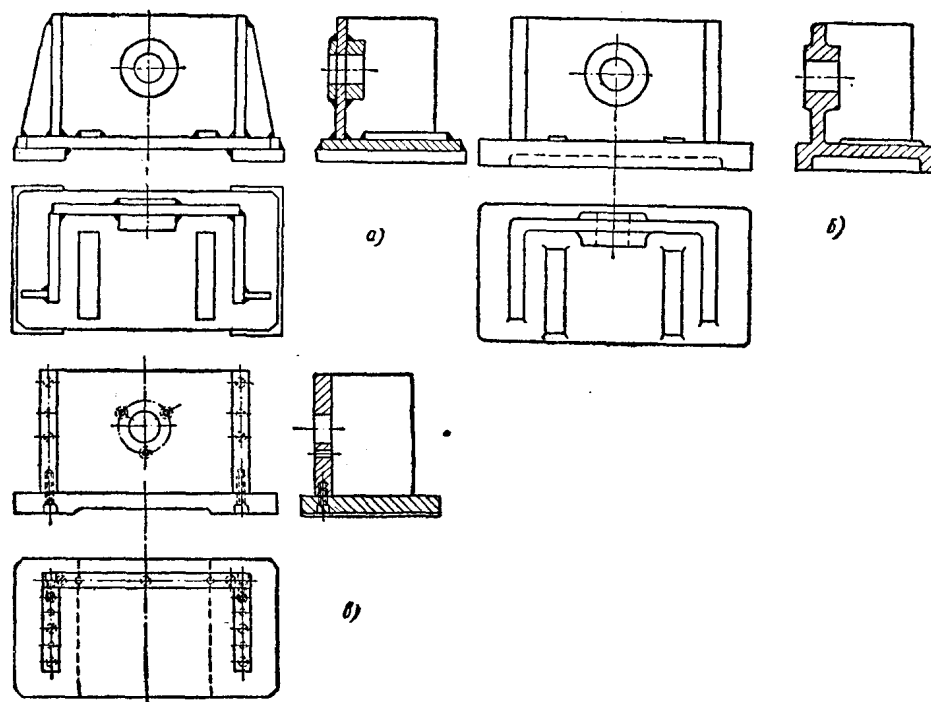


圖 1.5 夾具底座式樣

着若干橫向的槽子，其上裝有幾個精確的方形板，形成夾具的側壁。平板與平板之間，及平板與工作台之間，均用鍵塊及螺絲連接，不用肖釘。由於這些機件之精密性與耐磨性，在構成時，不需其他輔助加工，甚至於不需要劃線。

底座亦可用低碳鎳鉻鋼製成，滲炭淬硬至 $H_{RC}=60-64$ 。重的底座機件，成平板或角鐵形者，可用優質合金鑄鐵製成。其定位圓柱，V形塊及鑽套，可先裝在一平板上，然後固定在底座上。

第二章 定位方法

夾具之首要任務，為保證所有工件在加工後，達到所需的精度；夾具中之定位件或定位機構，即作此用。

圖 2·1 為一個方形工件(1)，須在中央鑽孔；並控制由圓孔至後側之距離 a 及由圓孔至左側之距離 b 。工件(1)與六個支柱接觸。三個支柱(2)在一個水平面內，其作用為使鑽孔與工件之底面垂直。兩個支柱(3)自後側與工件接觸，以控制距離 a ，支柱(4)則自左端與工件接觸，以維持距離 b 。此六個支柱，分別自三個互相垂直的方向與工件接觸，使工件鑽孔的位置正確，稱為定位件。

一個工件可用六個定位點使其定位，稱為“六點定位規律”。

此外，夾具中尚有一個或若干個壓夾件，加力於工件，使其緊靠各定位件，但壓夾件本身並不決定工件之位置，與定位件不同。為使工件放得最穩起見，三個支柱(2)，應分開愈遠愈好。切削力與壓夾力須指向三個支柱(2)所形成的三角形面積內，如斷面線所示，工件鑽孔時穩定。但若在 O 或 O_1 等點鑽孔，則工件不穩。此時若用加大壓夾力的方法，以防止鑽孔時工件走動，則工件可能變形太多。補救之法，是在鑽孔處另加一個支柱，以承受切削力；此支柱稱為支持件。支持件的唯一任務，是加強工件的堅度，並無定位的作用。支持件可以用很多個，根據工件外形及加工的情況而定。

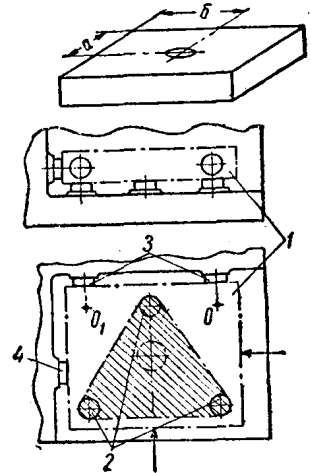


圖 2·1

工件支在六個支柱上

(一)“六點定位規律”

按照幾何學及物理學的觀念，任何剛體，在空間中有六個變位可能，或稱有六個自由度，如圖 2·2 所示：

- (1) 沿 x 軸平移 (2) 沿 y 軸平移 (3) 沿 z 軸平移
 (4) 繞 x 軸迴轉 (5) 繞 y 軸迴轉 (6) 繞 z 軸迴轉

欲使一物在空間有一定的位置，必須將六個自由度全部除掉。在夾具中，則須用六個定位點，除掉工件六個自由度，才能將工件定位。

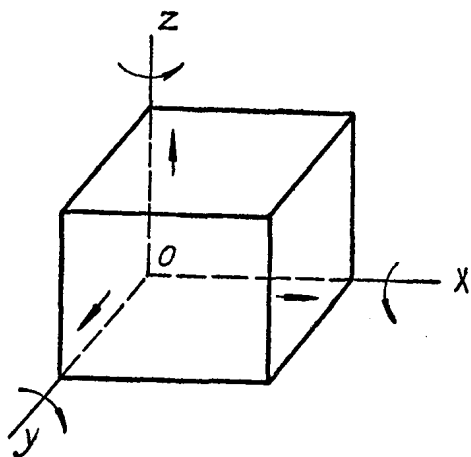


圖 2-2

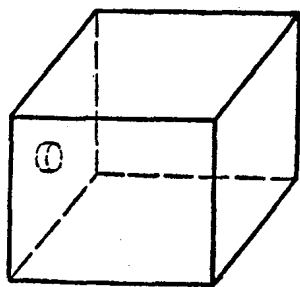


圖 2-3

今將定位點之作用，分析如下：

(1) 一個定位點取消一個自由度，如圖 2-3。此定位點除掉工件沿 x 軸平移的自由度；也就是說，工件與此定位點保持接觸，就不能沿 x 軸方向平移。

(2) 兩個定位點，或在同一直線上的若干點，取消兩個自由度。

如圖 2-4，兩個定位點取消沿 x 軸平移及沿 y 軸平移兩個自由度。

又如圖 2-5，兩個定位點取消沿 y 軸平移及繞 z 軸迴轉兩個自由度。

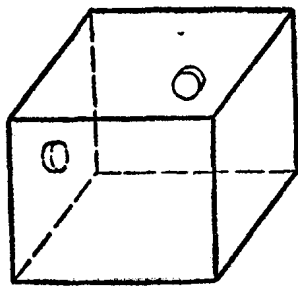


圖 2-4

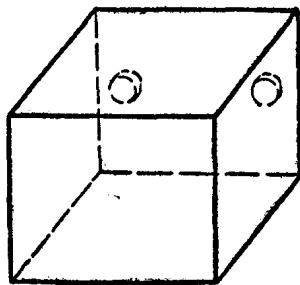


圖 2-5

(3) 不在一直線上的三個定位點，取消三個自由度。

一個平面相當於三個定位點（必須注意：每個定位點實際上都是個小“面”，但其效果