

中等專業學校教學用書

機器制造工艺学

下 册

严礼宏、蕭熙林、吳震盤等編



机械工业出版社

中等專業學校教學用書



机 器 制 造 工 艺 学

下 册

严礼宏、萧熙林、吴震盘等編



机械工業出版社

1957

出版者的話

本書以第一机械工業部中等專業學校金屬切削加工專業機器制造工艺学課程教学大綱为根据，以師資訓練班苏联專家叶尔紹夫同志的講稿为藍本，並結合我国機器制造業的生产实际編写而成。內容包括工艺規程設計中的主要問題、典型机械零件的加工、夾具設計原理、機器裝配工艺等四个部分，分上、中、下三册出版。本册內容为夾具設計原理和機器裝配工艺。

本書全面而精練地闡述了機器制造工艺中的主要問題，系統严密、取材新穎，並且結合我国的生产实际，是目前中等專業學校金屬切削加工專業機器制造工艺学課程最适宜的教科書，也可以作为機器制造企业工程技術人員和大学機器制造系学生的参考書。

本書初稿由严礼宏、蕭熙林、陈起龙、吳震盤、胡致中、梁福同、朱佳生、龔丹桂、何士珩、張揚慰等十同志編成，最后由严礼宏、蕭熙林、吳震盤修訂。

NO. 1426

1957年4月第一版 1957年4月第一版第一次印刷

850×1168^{1/32} 字數318千字 印張12^{1/8} 00,001—13,000册

机械工業出版社(北京东交民巷27号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第008号 定价(10) 1.80元

目 次

第三篇 夾具設計原理

第二十四章	關於夾具的一般知識.....	5
第二十五章	工件定位的方法.....	13
第二十六章	夾緊裝置.....	47
第二十七章	鑽床用夾具.....	109
第二十八章	夾具設計的方法.....	168
第二十九章	銑床用夾具.....	177
第三十章	車床、轉塔車床和圓磨床用的夾具.....	223
第三十一章	鏜床用夾具.....	280
第三十二章	切齒機床用夾具.....	292
第三十三章	拉床用夾具.....	303
第三十四章	其他夾具.....	312

第四篇 機器裝配工藝

第三十五章	制訂裝配工藝規程的概念.....	330
第三十六章	裝配工作的機械化.....	358

第三篇 夾具設計原理

第二十四章 關於夾具的一般知識

1 夾具的定義和分類

製造機器時，凡能使加工方便與加速機器生產，在某些工序中所用的裝置，一般都叫做夾具。

但在機床上加工零件時，夾具往往僅是指那些用來安裝和夾緊工件所用的裝置；至於用來安裝和夾緊刀具的那些裝置，在實用上通常叫做輔助工具。這些在機床上裝夾工件和裝夾刀具的裝置一般也可統稱為機床夾具。

這些夾具按其工作的適應範圍可以分為下列幾類：

1. 萬能夾具——這類夾具是成批地製造的，它是機床的附件（如爪式卡盤、花盤、機器虎鉗、鑽夾等）。這類夾具常常又叫做通用夾具，一般都由出產該機床的工廠附在機床上，或由專門的工具廠製造。這類夾具的萬能性是它們共同具備的特點。

2. 標準夾具——這類夾具也是成批地製造的，有一定的類型和尺寸範圍。使用這類夾具時要根據工件的結構和尺寸及所作工序的性質來製造一些專為加工某些零件用的夾具附件。組合夾具就是屬於這類夾具中最完善的一種。

3. 專用夾具——這是為某一零件用在某一加工工序中而設計的，如大多數的銑床和鑽床夾具等。

安裝和夾緊工件的夾具又可按其用途分為車床、鑽床、磨床等方面的夾具或按其夾緊方法再分為手動、氣動、液壓和電動夾緊等類型。在構造方面則又可分為可移動的、固定的、可翻轉的、可旋轉的、水

平的、垂直的等类型或按其夾持工件的数量分为單位的或多位的夾具，另外最新式的还有自动化的夾具。

安裝和夾紧刀具的輔助工具可分为夾头（夾持鑽头、扩孔鑽等）、心軸（如安裝銑刀的）、刀夾、鏗桿、特殊刀架（如多刀車床用刀架）等类型。

2 使用夾具的目的

採用正确設計的夾具，可以減輕工人的体力劳动，保證零件在机床上的加工精度，並能获得最大的經濟效果。採用夾具可以免除零件在加工前必須的划綫工作及工人在机床上按划綫找正工件位置的工作；由於工件位置不須要按划綫对机床的工作台或主軸找正，因而可提高在机床上加工零件的精度。

使用夾具能获得經濟利益的原因是：

1. 扩大机床的工艺范围；
2. 提高机床的生产率与降低工人工作等級；
3. 改变机床的用途。

在第一种情况下获得的最大經濟利益，主要是由於在通用机床上配备了夾具后可以不必採用原来所必須的特种机床或專用机床；可以不必將工件运到其他有这类設備的車間或別的工厂去加工。使用夾具来扩大机床可能的工艺范围，在小規模生产中是極為典型的。例如，在原来不能加工成型表面的机床上加上靠模夾具后，就可进行这类表面的加工。

第二种情况是靠縮短工序時間及降低工作等級的办法来达到最大的經濟效果。縮短工序的加工時間也就是提高生产率。

採用夾具以縮短工序時間的主要办法是：

- 1) 縮短安裝和夾紧工件的輔助時間；
- 2) 增加同时工作的刀具；
- 3) 同时加工数个工件；
- 4) 提高切削用量。

使用具有这种主要用途的夾具，随着生产綱領的增大，所得到的經濟利益也愈大。

第三种情况是將缺乏符合原来用途的工作的机床或是負荷不足的机床，应用夾具后使之适於使用或能把其他工作来补足負荷等方法来达到經濟的目的。改变机床的用途，常在小規模生产时适用。因为在这种車間中，零件的名目很多，而机床的台数却是有限的。为此而購置所有可能用得着的机床是不合适的，因为这时一般不可能使机床有足够的負荷。所以在这种車間中，常常可看到在車床的走刀架上，拆下刀架而換上磨头来进行輪磨；用銑床代替鏜床来进行鏜削；將車床作鏜床用，此时工件可裝在走刀架上，而將刀桿紧固在主軸中（一般用於加工大的工件），以及在車床上进行銑削等等。

在机器制造厂的生产过程各部分中（如运输、檢驗、热处理、装配等），都使用着各种不同的夾具。但在机器零件的整个制造过程中，机床夾具起着最重要的作用。它們的数目、性質和复杂程度都取決於制造对象和生产規模。机器的生产綱領愈大，使用夾具就愈經濟（甚至往往可使用極复杂的夾具）。相反，生产規模愈小，使用夾具就愈不經濟，特别是使用通常比成批制造的万能夾具貴的專用夾具，就更不經濟。

在單件生产和小批生产中，应采用万能夾具。只有在不用專用夾具就不能按照加工技术条件来制造零件时，才採用專用夾具。至於如生产綱領很大的汽車和拖拉机制造工厂中，应广泛採用專用夾具，才能大大提高生产率和降低产品成本。

在机器制造厂的各生产过程中都应用着各种夾具、切削工具、量具、輔助工具，模具等的工艺装备。为某产品設計的專用工艺装备数量被产品中基本零件数量除得的商数称为工艺装备系数。工艺装备总系数可由下式表示：

$$K = \frac{c}{n}$$

式中 K ——工艺装备总系数；

c ——工艺装备的总数量（專用的切削工具、夾具、量具、輔

助工具、模具等)；

“——机器的基本零件数 (不包括外購件、标准件及本厂出产的与其他产品通用的零件)。

工艺装备系数必須根据部門或工厂的具体生产情况来确定，要适应工厂的生产类型、生产規模、技术水平与生产組織。这些因素变更时，按照积累的經驗，重新审核工艺装备系数以便不断地加以改进。因之它是确立工厂技术-經濟指标的根据，也是确定工艺規程、採用夾具时的准則。

表 58 是金屬切削机床厂在不同生产类型和生产規模中採用的 工艺装备系数。

表58 各种生产型式的工艺装备系数

專用工艺 装备名称	装 备 系 数					
	單件生产 年 产 量 1~10	小批生产 年 产 量 10~150	中批生产 年 产 量 150~500	大 批 生 产		
				年 产 量 500~1500	年 产 量 1500~5000	年 产 量 5000以上
夾 具	0.05	0.20~0.30	0.40~0.80	1.0~1.4	1.3~2.0	1.6~2.2 以上
切削工具	0.04~0.08	0.15~0.25	0.25	0.3~0.5	0.5~0.7	≥0.9
量 具	0.09~0.20	0.20~0.35	0.40	0.4~0.8	1.0~1.2	≥1.5
輔助工具	0.02	0.05~0.10	0.15	0.2~0.4	0.5~0.6	≥0.8
模 具	—	—	0.10	0.2	0.3~0.4	≥0.5
装备总系数	0.20~0.55	0.60~1.00	1.30~1.70	2.1~3.3	3.6~4.9	≥5.3

3 夾具結構的選擇

專用夾具的費用，將直接影响加工零件的成本。如果用了專用夾具比不用时的零件工序成本为低，那就获得使用夾具的經濟效果。因之这是确定夾具容許費用和選擇夾具結構的主要前提。

不用夾具时的零件工序成本为： $c_1 = z_1 + H_1$ 。

用了夾具后的零件工序成本为： $c_2 = z_2 + H_2 + \frac{P}{m}$ 。

式中 c_1 及 c_2 ——使用夾具前后的工序成本；

z_1 及 z_2 ——使用夾具前后的工人工資;
 H_1 及 H_2 ——使用夾具前后的附加費用;
 P ——夾具成本;
 m ——用此夾具加工的零件数量。

使用夾具后的工序成本应降低, 即:

$$z_2 + H_2 + \frac{P}{m} < z_1 + H_1, \text{ 或}$$

$$P < m[(z_1 - z_2) + (H_1 - H_2)]$$

因为 $z_1 = \frac{T_1 a K_1}{60}, \quad z_2 = \frac{T_2 a K_2}{60},$

式中 T_1 及 T_2 ——單件工时, 分鐘;

a ——1 級工人的小时工資率;

K_1 及 K_2 ——技术等級系数。

所以: $P < m\left[\frac{a}{60}(T_1 K_1 - T_2 K_2) + (H_1 - H_2)\right]。$

上式表示夾具最大容許成本与其他因素間的相互关系。例如 m 越大, 即加工的零件数越多或附加費用 ($H_1 - H_2$) 可节省很大时 (因为 $\frac{a}{60}(T_1 K_1 - T_2 K_2)$ 之值一般很小), 則夾具的成本就可容許提高, 即可採用結構复杂的高生产率夾具。

但是, 設計師在最初阶段要客觀地估計到影响將來夾具的結構与使用性質及其經濟性的各因素是很困难的。如夾具的制造成本、工序時間、以及有关車間組織-技术条件的因素只能作極近似的估計。如果所有这些因素都要考虑周密, 將會影响工厂的生产准备時間; 而且一般每种夾具不过生产一、二件, 利用詳細的計算是不經濟的。因之上述表明确定夾具經濟效果的公式在实际工作中一般仅用作概略計算, 主要帮助設計師指出这些因素相互关系的性質。

選擇夾具的結構时, 应考虑尽可能取得最大的經濟效果。如果为完成某一工序須設計一夾具以代替所缺的机床而可节省費用时, 則可选取結構复杂的夾具。如果加工零件数量少, 显然應該選擇結構最簡單与最便宜的夾具。

如在大量生产的条件下, 使用夾具是为提高机床生产率、縮短工

序時間以獲得極大的經濟效果，這時最合適夾具結構方案的選擇，將是一樁極複雜的事。這裡必須指出：高生產率的夾具不能總是最合適的，因夾具生產率的提高將使它的結構複雜，影響零件工序成本的工序時間等雖然縮減，而同時卻提高了影響零件成本的另一因素——夾具的費用。這樣就要求最好選擇適中的生產率的夾具結構，而這是一個複雜的問題。例如單件工時和夾具費用之間的变化沒有一定規律；在不同的生產條件和生產規模中工序成本實際上還不總是能用作選擇夾具結構方案的準則；另外，夾具的生產率將影響零件的生產速度，影響到車間各技術-經濟因素，因之設計師在選擇夾具結構方案時，一般僅約略計算一下用此夾具方案後的工序時間、比較規定的生產节拍，而不用複雜的技術-經濟計算，但這個問題能否成功地解決，將完全取決於設計師的實際經驗。

4 夾具的組成部分

安裝和夾緊工件用的夾具，由下列各主要元件構成：

1) 定位元件或定位部件，它們的用途是使工件的基準面與加工用的切削刀具間獲得正確的相對位置。

2) 夾緊元件或夾緊部件，它們的用途是要求能足以抵抗切削抗力，但又不至於壓出工件或使工件變形的力量來夾緊工件（這裡也可以包括夾緊作用的驅動裝置）。

3) 導向與控制刀具對夾具定位表面間相對位置的導向元件或導向部件（如導向套筒等）。

刀具導向（如鑽頭或鉸刀在導向套筒中）是在工件加工時直接進進的。

控制刀具對夾具定位件間相對位置的元件是用作在加工之前安裝和調整刀具位置的。

4) 輔助元件或輔助部件，它們的用途是加速工件在夾具中的裝卸工作；作為工件在加工時減少振動的輔助支承等等；也用來作為夾具或其某一部分在加工時必須的輔助運動（如迴轉和定位機構等）。

5) 夾具体，它是夾具的骨架，在其上安放著夾具的所有部件和零件。

一个夾具里面不一定都要有以上的各种元件，如有时工件在夾具中的定位和夾紧是用同一元件来进行（如在爪式卡盤上），大多数夾具沒有分度裝置。

夾具中究竟應該有那一种元件或沒有那一种元件，主要決定於使用这个夾具的那台机床的用途，而首先是这台机床的种类，和对工件所应作的加工种类。

5 夾具零件及其組成部分的标准化和規格化

設計和制造專用夾具須耗費大量的材料和时间，会使生产的准备工作趨於困难。

在航空工業、汽車拖拉机、机床工具等工業部門，广泛使用标准化的夾具零件，經驗証明这种办法是完全正确的。

在夾具結構中，广泛採用标准件可使夾具的結構統一化，減少夾具設計工作，並且使夾具的制造过程也可簡化。标准零件可以預先制造，能保証在短時間內供給机床所需要的夾具，因而也就縮短了生产准备的时间。

由於零件的标准化可使夾具零件的名目減少，所需毛坯的种类也可随着減少，这样毛坯可以大量生产，並可节省毛坯的材料。使用标准件后，裝配夾具时可以減少修配工作；所要求裝配工人的技术熟練程度也可随着降低。

夾具的質量也因配合的类别和公差的大小可由所选的标准件来掌握而提高，这会增加夾具結構的可靠性。現在，在許多机床夾具中，标准零件的平均百分率几达 80% 或更高了。

标准化了的鑄鉄夾具体，在成批制造时的最大优点是它們的价值低廉，制造迅速並且达到結構堅固等的要求。使用标准化的鑄鉄夾具体，可減少机械加工劳动量二、三倍，同时还可將加工后的标准夾具体放在倉庫儲存，以便制造新夾具时可大大縮短其生产时间。

制定标准时为了使夾具体的規格尺寸数目尽量減少，所以每一夾具体在裝用时还須进行某些补充加工。所需的补充加工由所加工的工件及机床形式的特点来决定，这些加工不外乎鏜孔、鑽孔、攻絲、銑槽等只是劳动量少的那些工序。

在現代机器制造業中，广泛进行了許多夾具零件和夾具部件的标准化工作。一般为專業部門或工厂自己制定的“标准”称为“規格化”，而具有全国意义的則称为“标准化”。

夾具零件和部件标准化和規格化后，可以扩大制造数量，組織集中生产，而減少了設計工作；並可以採用高生产率設備及先进加工方法，因而提高了夾具質量並降低夾具的成本。所以在設計夾具时，应尽可能採用这些标准件。

第二十五章 工件定位的方法

1 工件定位的六点定則

利用夾具加工工件的精度，首先決定於它在夾具中定位的正確性。加工時所採用的工件定位方法必須要能最大限度地保證定位的精度；此外，還應保證工件在夾緊以及受切削力作用時不致改變它在夾具中的原來位置和產生變形。

在三個相互垂直平面體系中研究的任何剛體都有六個自由度，三個沿座標軸 ox 、 oy 及 oz 移動（圖 456 a）和三個繞這三個軸轉動。每個沿某軸移動或繞某軸轉動的都各算作一個自由度。

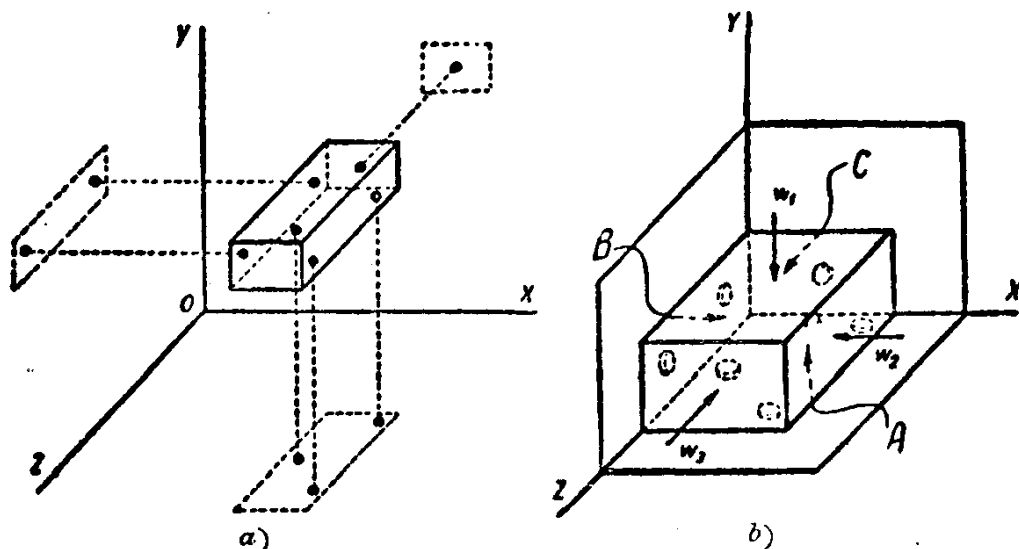


圖456 稜形工件完全定位典型圖：

a—工件在三個相互垂直平面中的位置；

b—工件在夾具中的位置。

如果約束住工件的六個自由度，就能確定工件在空間的位置。

圖 456 a 中在 xoz 平面位置上的三個點，就約束住工件的三個自由度——沿 oy 軸移動及繞 ox 與 oz 軸轉動。

在 yoz 平面位置上的兩個點，就約束住工件兩個自由度——沿 ox

軸移動及繞 oy 軸轉動。

在 xoy 平面位置上的一个点，則約束住工件最后一个自由度——沿 oz 軸移動。

如果把座标平面看作是夾具平面，用支承点（如支承釘）代替座标点，則得到一个平面工件或箱体工件在夾具中定位的典型方式（圖 456 b ）。夾紧力 W_1 、 W_2 及 W_3 保証工件与夾具上支承点間相互接触。

由圖 456 看出稜形体工件以平面在夾具中定位时，其位置完全決定於它的下列三个表面：

1) 表面 A 它有三个支承点，約束工件的三个自由度，这个表面叫做主要定位基准。

如果把这定位面上的三个支承点連接起来，就得到一个三角形。这个三角形愈大、工件放得愈稳固，因此也愈能保持工件表面間的位置精度。所以常选工件上最大表面作为主要定位基面。

2) 表面 B 它有两个支承点，約束工件的两个自由度，这个表面叫做导向定位基准。

常选工件上最長的表面作为导向面。因为長表面可使这两个支承点距离較远，而使工件对側座标平面的位置較准确、較可靠。

3) 表面 C 它有一个支承点，約束工件最后一个自由度，这个表面叫做止推定位基准。

常选工件上最短最狹的表面作为止推表面。

由於工件及夾具都有制造誤差（指平面度），因之工件表面上也只能有几个点与夾具接触。所以夾具上所有的定位表面都可以支承点（支承釘）代替。

工件在夾具中加工时所必須的位置完全是由这六个点来决定。这种定位就叫做六点定則定位法，应用六点定則能保証工件有可靠的定位。

圓柱表面在夾具中定位时，用以約束工件六个自由度的支承点在三个座标平面內的分佈与上述略有不同。如圖 457 为圓柱面軸定位时六个支承点的分佈情况：在圓柱面上的四个支承点，約束工件在 ox

和 oy 軸的移動和轉動；端面上的一點約束工件在 oz 軸向的移動；另外在鍵槽上一點則約束工件繞 oz 軸的轉動。

圖 458 為由圓柱面構成的盤形工件的定位情況。在工件的端面上分佈有三個支承點，在圓柱面上有二個支承點，鍵槽側面上有一個支承點，約束了工件的六個自由度。

圖 459 為具有部分圓柱面的工件——連桿的定位情況。在連桿的底平面上有三個支承點，連桿的大端圓柱面由V形體定位有二個支承點，另外一個支承點抵住連桿小端側面，用以約束連桿繞大端圓柱中心轉動，使連桿的位置完全確定。

圖 456 至圖 459 所述都是以工件上實際表面為基準的定位情況。如果工件要求以假想基準（如中心綫、中心面等）來定位時，則與上述情況又有不同。

如圖 460 為在等腰三角板形工件上加工圓孔，並要求孔中心距底邊有一定距離且在等腰夾角的平分綫上。工件以底面上三個支承點約束住沿 y 軸的移動和繞 x 與 z 軸的轉動，底邊上有兩個支承點約束了

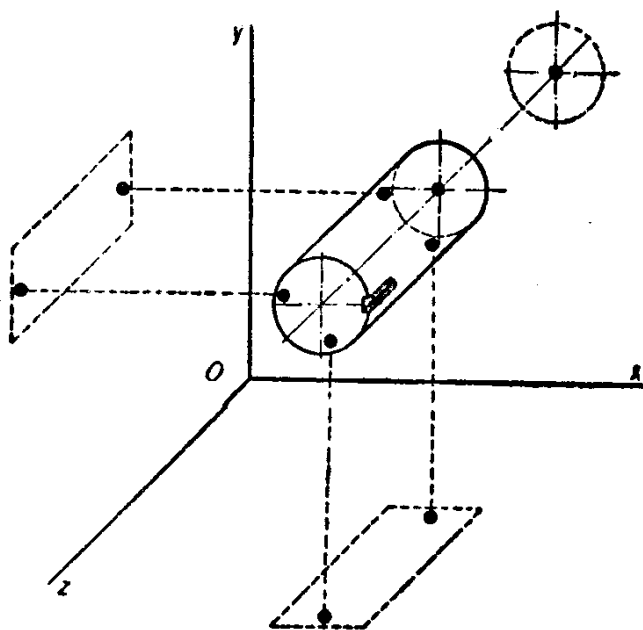


圖 457 圆柱体工件定位时六个支承点的分佈情况。

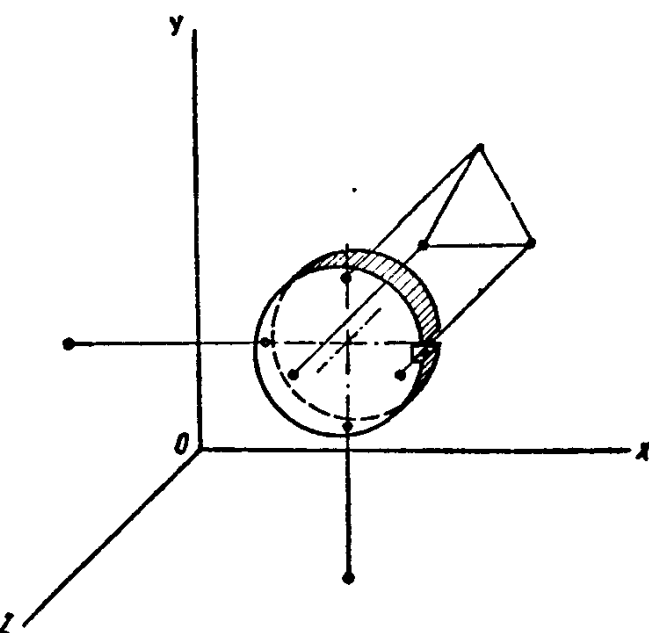


圖 458 盤形工件定位时六个支承点的分佈情况。

工件沿 x 軸的移动和繞 y 軸的轉动。如此即滿足圓孔中心距底边一定距离的要求。但工件的另一加工要求为孔中心須在等腰夾角的平分綫上，即要求以等腰夾角的中心綫为基准

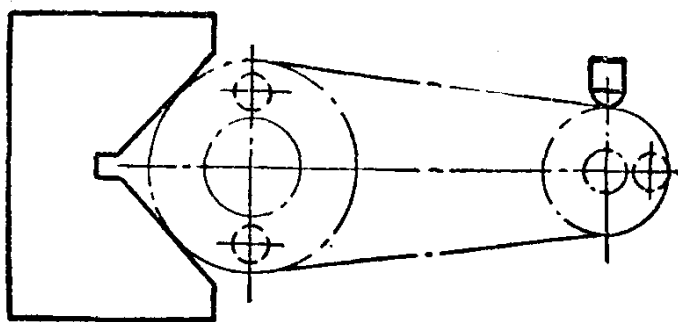


圖459 連桿定位的情況。

来定位，但中心綫为假想基准，不可能与定位支承点接触，所以採用可以滑动的V形体以約束工件沿 z 軸的移动，並使工件的兩等腰夾角的中心位置固定。从表面看来好像是用V形体上的兩個点来約束工件沿 z 軸移动的自由度，但这里的工件並不是要求以

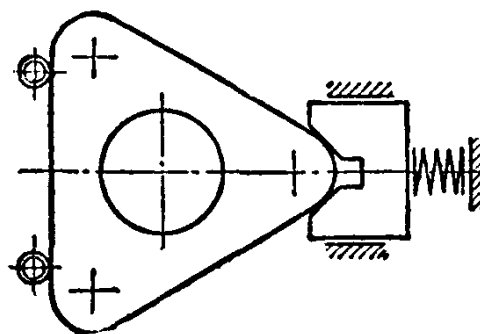


圖460 工件以假想基准定位的方法。

与V形体接触的點为基准，而是以V形体上平分夾角的一个假想支承点来約束工件沿 z 軸的移动，所以仍符合六点定則的定位方法。

工件按六个点来定位的叫完全定位。当被加工表面在零件圖上的位置是由三个尺寸决定时（即三个座标， x 、 y 和 z ），採用这种定位法。这时工件应按三个基准面定位。

如果工件的被加工表面与工件上某兩個或一个表面有尺寸关系，則这种工件定位只用兩個或一个基准面。这种定位法叫做不完全定位，因为工件定位所必須的基准面減少了。

在圖 461 a 的零件圖上，所銑槽的位置由三个尺寸 x 、 y 、 z 来决定。要想在調整好的机床上自动获得这些尺寸，必須根据三个基准面 1、2 及 3 定位的完全定位法来設計夾具。

圖 461 b 所示工件上被加工台阶的位置由兩個尺寸 x 、 y 决定。这在已經調整好的机床上加工时，工件沿 z 軸定位不准确也無关系，所以只有兩個基准面 1 和 2 就够了。至於工件的端面，只把它当作靠在支承上的止推面，来承担載荷，完全不起定位作用。