

中等专业学校試用教科书

# 夾具設計

黃克孚編著



中国工业出版社

中等专业学校試用教科书

# 夾具設計

黃克孚編著



中国工业出版社

本书是以黄克孚編的“机床夹具設計”一书为基础，并根据教学实践及1959年机器制造专业和工具制造专业的教学大綱編写而成的。书中首先对夹具設計中的一些基本概念、工件的定位原理等作了較詳細的敘述；然后較为全面地介紹了各种定位方法及定位元件、夹紧装置、机械化傳动装置和夹具上其他元件的設計及其构造；同时对設計夹具的方法也作了簡單的闡述，使讀者对夹具設計有一初步的認識。最后根据加工类型，分別論述了钻床夹具、銑床夹具、車床及圓磨床夹具、鏜床夹具、刨床夹具及其他机床夹具。并介紹了夹具的标准化及万能拼合夹具。在本书的最末两章还簡單分別介紹了装配夹具和檢驗夹具。

本书是中等专业学校机器制造及工具制造专业的試用教科書，亦可作为工程技術人員參考。

## 夹 具 設 計

黄克孚編著

\*

第一机械工业部教材編审委员会編輯（北京復興門外三里河第一机械工业部）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路西10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本  $850 \times 1168 \frac{1}{32}$  · 印張  $10 \frac{1}{8}$  · 字数 231,000

1961年6月北京第一版·1962年9月北京第三次印刷

印数 16,111—21,423 · 定价 (9-4) 1.16 元

\*

統一书号：K15165·362(一机-52)

# 目 次

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 第一章 基本概念.....                                                                                                                    | 5   |
| 1 夹具的定义(5) 2 夹具的分类(5) 3 使用夹具的目的(7)                                                                                               |     |
| 4 夹具的组成(14)                                                                                                                      |     |
| 第二章 工件的定位原理.....                                                                                                                 | 16  |
| 1 基准的定义及其分类(16) 2 定位的概念(18) 3 定位基准的选择(22) 4 计算不等式(24)                                                                            |     |
| 第三章 定位方法与定位元件.....                                                                                                               | 28  |
| 1 一般概述(28) 2 工件以平面定位(28) 3 工件以外圆柱面定位(38) 4 工件以圆柱孔定位(47) 5 工件以两个圆柱孔定位(53) 6 工件以两个外圆柱面定位(59) 7 工件以一个圆柱孔和一个平面定位(61) 8 工件以其他表面定位(62) |     |
| 第四章 夹紧装置.....                                                                                                                    | 66  |
| 1 一般概述(66) 2 楔夹紧装置(71) 3 螺旋夹紧装置(73) 4 偏心夹紧装置(80) 5 杠杆夹紧装置(89) 6 弹簧夹紧装置(90) 7 组合夹紧装置(93) 8 多位夹紧装置(98)                             |     |
| 第五章 自动定心装置.....                                                                                                                  | 105 |
| 1 工作原理和应用范围(105) 2 自动定心装置的典型结构(107)                                                                                              |     |
| 第六章 机械传动装置.....                                                                                                                  | 125 |
| 1 一般概述(125) 2 气压传动装置(126) 3 液压传动装置(137) 4 气压液压传动装置(140) 5 电动传动及电磁装置(142)                                                         |     |
| 第七章 确定刀具位置及方向的元件.....                                                                                                            | 146 |
| 1 定义及一般概述(146) 2 确定刀具位置及预防其倾斜的元件——套筒(146) 3 确定刀具位置的元件——对刀装置(152) 4 同时确定刀具位置与方向的元件——靠模装置(154)                                     |     |
| 第八章 夹具体.....                                                                                                                     | 157 |
| 1 夹具体的功用及要求(157) 2 各种夹具体的比较(158) 3 夹具体与机床的连接方法(160)                                                                              |     |

## 第九章 夹具上的辅助装置及元件 ..... 165

- 1 夹具在机床上定位用的元件(165)
- 2 分度装置(166)
- 3 顶出器(172)
- 4 连接零件及其他辅助零件(172)

## 第十章 夹具设计方法 ..... 175

- 1 设计夹具的原始资料(175)
- 2 选择夹具的条件(176)
- 3 夹具结构图的设计顺序(178)
- 4 设计顺序举例(181)

## 第十一章 钻床夹具 ..... 186

- 1 一般概述(186)
- 2 钻模板(186)
- 3 各种钻床夹具的构造(189)
- 4 钻床夹具的精确度(211)

## 第十二章 铣床夹具 ..... 213

- 1 一般概述(213)
- 2 不利用机动时间装卸工件的直线进给夹具(214)
- 3 利用机动时间装卸工件的夹具(224)
- 4 靠模铣切夹具(232)

## 第十三章 车床及圆磨床夹具 ..... 233

- 1 一般概述(233)
- 2 在顶尖上装夹工件的夹具(233)
- 3 将工件固定于机床主轴上的夹具(251)
- 4 车床用的靠模机构(255)
- 5 圆磨床夹具(256)

## 第十四章 其他机床夹具 ..... 261

- 1 镗床夹具(261)
- 2 刨床夹具(267)
- 3 平面磨床夹具(268)
- 4 拉床夹具(272)
- 5 切齿机床夹具(277)

## 第十五章 夹具的标准化及万能拼合夹具 ..... 285

- 1 夹具的标准化、规格化(285)
- 2 万能拼合夹具的原理及特点(286)
- 3 万能拼合夹具的元件及部件(287)
- 4 万能拼合夹具的使用范围(292)

## 第十六章 装配夹具 ..... 294

- 1 紧固夹具(294)
- 2 安装夹具(296)
- 3 专门工序用的夹具(297)

## 第十七章 检验夹具 ..... 302

- 1 一般概述(302)
- 2 检验夹具的特殊元件(303)
- 3 各类检验夹具举例(313)

# 第一章 基本概念

## 1 夹具的定义

从广义上說，在机器制造厂中，凡能使工艺过程中的任何一道工序的工作減輕或加快的一切装置，都叫夹具。

在机器制造厂中，工件从毛坯开始到成品装箱为止，要經過机械加工、热处理、焊接、装配和檢驗等过程，这都需要采用各种各样的夹具。它們的构造、工作情况和設計原則等都不相同。夹具中以机床夹具用得最多。由于它們之間的差別很大而且应用范围都很寬广，所以不可能在一門課程中同时研究所有的夹具。本課程以研究机床夹具为主，但也介紹一些装配和檢驗夹具。

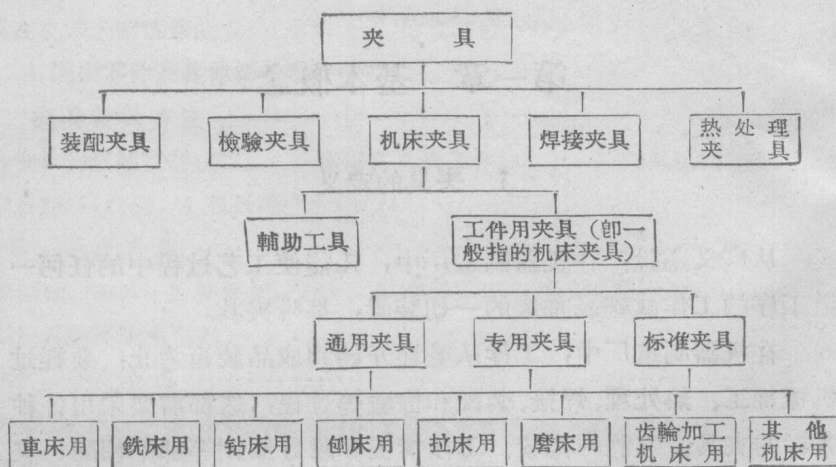
**机床夹具**是在机床上用的一种輔助設備，它可以使工件与刀具得到所需要的相对位置，并完成加工所需要的相对运动。

由上述定义可以看出，机床夹具包含两类：用来使工件定位和固定的，称为工件用夹具，簡称机床夹具或夹具；用来使刀具定位和固定的，称为刀具用夹具，或称为輔助工具。

## 2 夹具的分类

按照夹具的不同任务及应用情况，夹具可以分为各种不同类型，而每种类型中又可以分成不同的組，組以下又可以分为小組。現按照广义夹具及机床夹具的任务，可列出如下的分类表。

下面分类表中所列 [通用夹具]，是作为机床附件的一种夹具。它的通用性較大，可以用于各种不同尺寸（在一定範圍內）的工件，进行同性质的加工，如三爪卡盘、四爪卡盘、机床虎鉗、万能分度头及电磁工作台等。这些夹具通常由机床制造厂或專門的工具工厂制造。



〔专用夹具〕是指专门为了某一种工件在规定的工序中加工而设计的，所以它的需要量不大，往往是一套或两套，一般由工厂自行设计和制造。这类夹具是本课程中所研究的主要对象。

〔标准夹具〕是指预先制造好而存于仓库的整个或部分夹具，经过补充加工或添补些零件后，即可应用在各种不同的加工情况，如滑柱式钻模等。这样可以使夹具的设计与制造加快而且经济。

〔工件用夹具〕按动力的传动方式又可分为：手动、气压传动、液压传动、液性塑料传动及电动传动等等。也可以按构造而分为：可移动的、不动的、可翻转的、水平的、垂直的等等。

〔辅助工具〕可分为刀具夹头（夹持钻头、扩孔钻等的普通或快换夹头）、心轴（如安装铣刀的）、持刀架（用于转塔车床及自动车床）、镗杆（夹持镗刀块）、特殊刀架（多刀车床用）等类型。

到目前为止，对夹具的分类还没有一个统一的方法，而且新型的夹具也还在不断地出现，如万能拼合夹具，它的原理与一般夹具截然不同，是上述分类法所无法包括的。

### 3 使用夹具的目的

采用正确設計的夹具不仅可以保证产品质量和改善工人的劳动条件，同时还可以降低加工成本。利用夹具降低加工成本的途径在不同的条件下是不同的；但夹具設計者必須要知道，那些因素是可以用来降低加工成本的，以作为設計夹具結構时的主要依据。这就是我們为什么要研究使用夹具的目的的道理。

使用夹具的主要目的有下列三方面：

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

一、提高机床的生产率与降低工人工作等級 在大規模的生产中，广泛使用着能縮短工序时间与降低工人工作等級的夹具。

我們知道，单件工时  $T_{шт.}$  是用下式計算的：

即 
$$T_{шт.} = T_{маш.} + T_{всп.} + T_{обс.} + T_{отд.};$$

式中  $T_{маш.}$  —— 机动時間，

$T_{всп.}$  —— 輔助時間，

$T_{обс.}$  —— 技术組織服务時間，

$T_{отд.}$  —— 休息及自然需要時間。

在上述这些時間中， $T_{маш.}$  与  $T_{всп.}$  占絕大部分，因此，縮短单件工时主要是应設法使  $T_{маш.}$  及  $T_{всп.}$  减少。下面我們举例說明几个主要的办法：

#### 1) 縮短輔助時間

(1) 减少工件定位時間——例如图1是在齿輪上钻九个孔。如果采用通用夹具，必須先划綫并冲点，然后根据冲点来确定钻头 and 工件的相对位置。这样除了要花費很多的時間外，同时还要交給比較熟練的工人去做。如果我們为它設計一个专用的夹具，如图2所示，钻头就可以直接沿着钻模板上的钻套将工件的孔钻出来，而不需要鉗工划綫，并且还可以大大的节省輔助時間与降

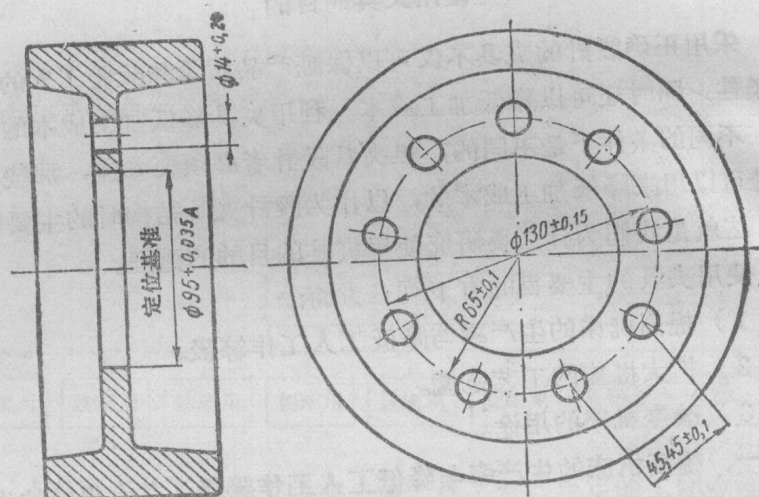


图1 在齿轮上钻孔的工序图。

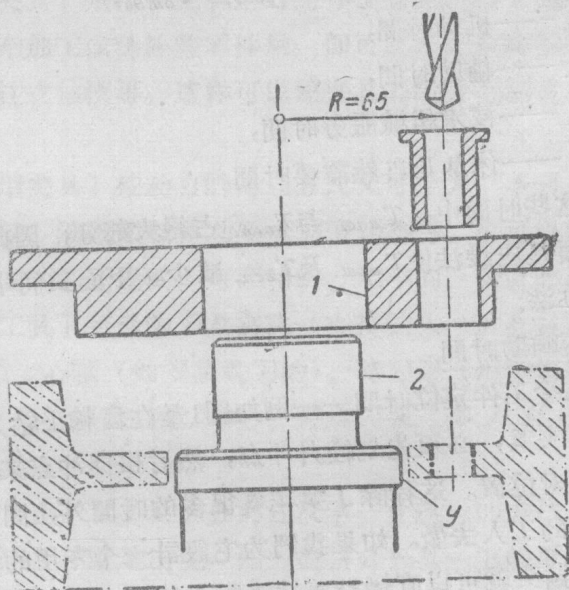


图2 在齿轮上钻孔用的夹具简图。

低工人的技术等级。

(2) 使用快速夹紧装置——采用气压、液压、电磁等快速夹紧的装置，以达到快速夹紧的目的。除此以外，还可以使用各种其他的快速夹紧方法，如操作一个手柄同时夹紧几个工件等。

图3是用心轴夹持圆环的情形（在车床上加工），一次可以夹紧10个工件。这样，不但每个工件的夹紧时间减少了，同时操纵机床的时间、车刀切入与退出的时间以及装卸心轴的时间也大大减少了。

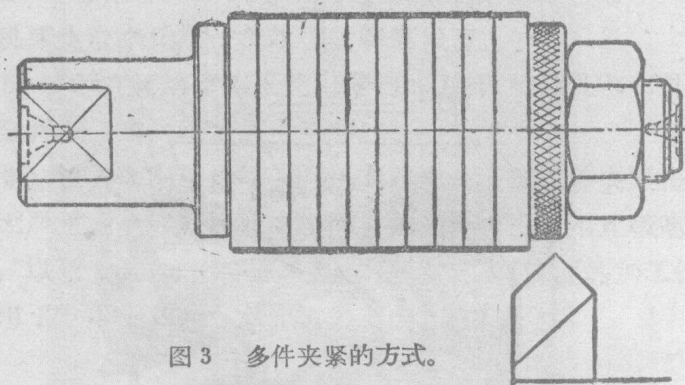


图3 多件夹紧的方式。

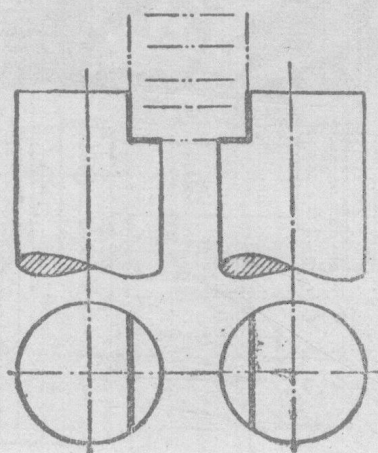


图4 平行多件加工。

(3) 采用圆周进给法——这种方法的进给运动是連續不断的，使机动时间与輔助时间重合，因此 $T_{bcn}=0$ 。

## 2) 减少机动时间

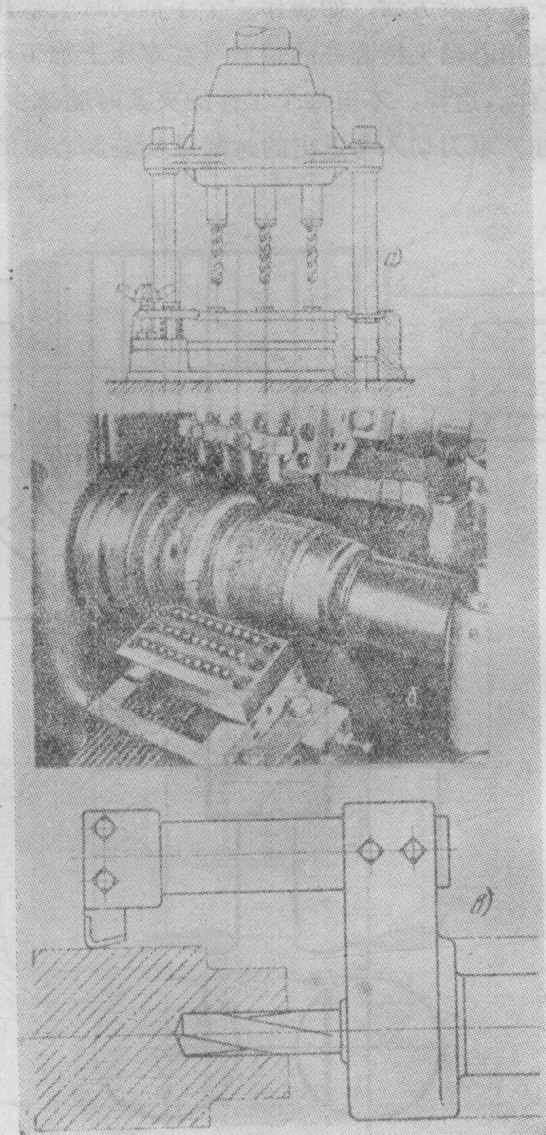


图5 增加同时工作的刀具以合并分工序的例子。

(1) 采用平行多件加工——图 4 所示为平行铣削两个小轴上缺口的情况。因为刀具同时加工两个工件，所以对一个工件来讲，机动时间就缩短了一半。

(2) 增加同时工作的刀具数量——当一个工序包括好几个工步时，如能用几把刀具同时加工，工序的机动时间就可以缩短，而使机床生产率提高。

图 5a 是使用多轴传动头同时钻三个孔，这样生产率就可大大提高。

图 5b 是使用多刀刀架切削气缸上的散热片，几把车刀同时切削，机床生产率比用一把车刀时提高很多。

图 5c 表示在转塔车床上使用专门的刀杆，把钻孔与车外圆两个工步合并在一起，以提高生产率。

(3) 提高切削用量——利用专门夹具，使工件夹紧得很稳固，但无严重的变形。因此，工件在加工时可以采用比较高的切削用量，以减少机动时间。图 6 所示是气缸筒外表面的加工情况，由于采用了专用夹具而可以允许多刀加工。

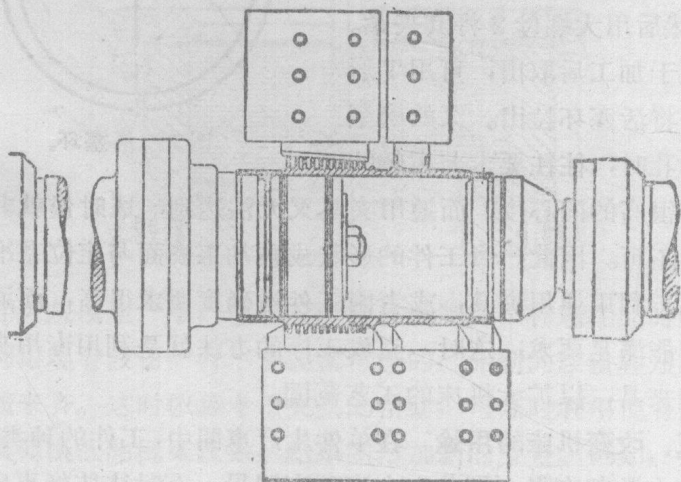


图 6 气缸筒的多刀加工。

我国現在普遍采用高速切削法以提高生产率。在高速切削时，除了應該特別注意机床剛性、功率、潤滑和冷却等条件外，对于利用夹具使工件夹紧牢固、变形最小也是一个重要問題。

**二、扩大机床的工艺范围** 每台机床所能完成的主要工作的种类是有一定的，且有一定的准确度。机床制造厂为机床配备了不少附件，利用这些附件，就可在机床上加工各种不同的工件。机床所具有的附件愈多，它的工艺范围也就愈广。由于工件的形状种类太多，而有的工件对准确度与生产率的要求又很高，因此，单靠各种有限的通用机床，即便加上各种通用的附件，其加工的范围也还是有限的。当工件的生产量在中等以下，如使用专用机床，往往不太經濟或者要受到生产时间的限制而不能采用。在这些情况下，就可以采用专用夹具来解决。

图7是已开口的活塞环，不論其生产量如何的小，不用专用夹具而想鏜内孔或車外圆都是不可能的。但若使用图8所示的专用夹具，就可将已开口的活塞环3一个一个地放入夹具体1的圆孔内，然后用大螺母2将其夹紧。为了便于加工后取出，可用T形拉杆4将活塞环拉出。又如磨削齿轮内孔时，往往要求与齿轮的

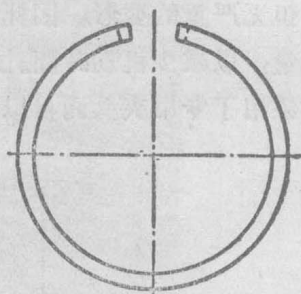


图7 活塞环。

节圆有很高的同心度，而通用夹具又无法达到，这时候就非用专用夹具不可。因此，当工件的形状或被加工表面与定位基准的位置不便于利用通用夹具，或者因工件准确度要求很高，而通用夹具又不能滿足要求；这时，完成工序的方法就是利用专用夹具代替通用夹具，以扩大机床的工艺范围。

**三、改变机床的用途** 在单件生产車間中，工件的种类很多，而机床台数却有限。因此，在这种車間里，有时往往将車床的刀架拆下，換上一套砂輪附件来完成磨削工作。

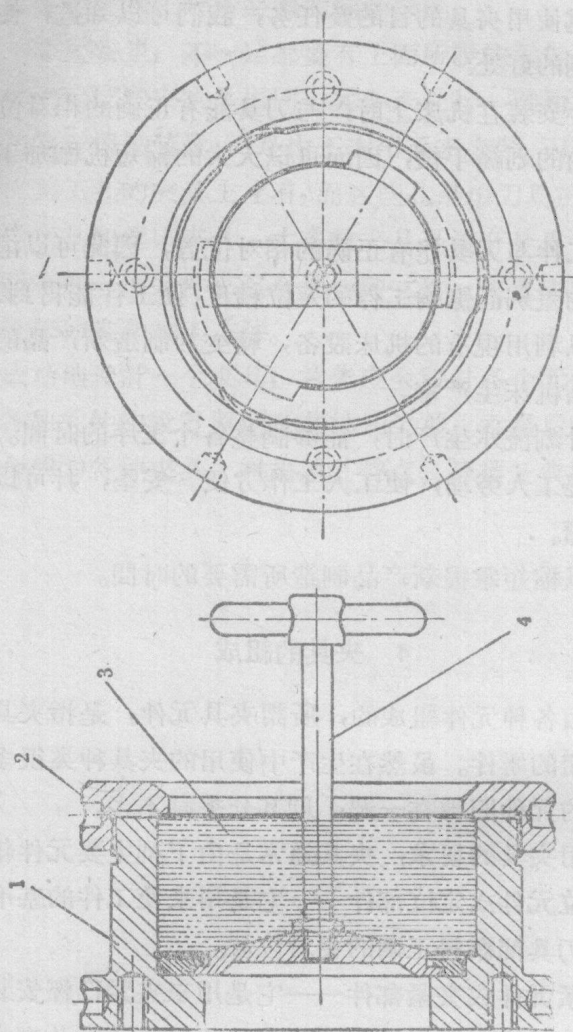


图 8 镗活塞环内孔用的夹具。

在大規模生产中，在修改产品或改制另一种新产品时，要充分地利用現有設備，并不是經常可能的，而新的設備在短時間內又不能來齊。这时依靠专用夹具的帮助，可临时利用現有的閑着的或負荷很低的机床設備，給車間增加新的力量。例如，把镗孔夹具放在車床拖板上，將刀杆裝在主軸上，就可变为镗床，用来加工箱体。

綜合上述使用夾具的目的及任務，我們可以知道，使用夾具可以獲得下列的好處：

1) 工件安裝在機床上時，與刀具能有正確的相對位置，並消除了加工前的劃線手續，因而可以大大的縮短機械加工的單件時間。

2) 因工件與刀具能有正確的相對位置，因此可以消除由於工人技術上的差別而影響工件的定位精度，使工件能得到互換性。

3) 可以利用現有的機床設備，轉變為製造新產品的設備。

4) 提高機床生產率。

5) 在計劃流水生產時，能夠調整各個工序的時間。

6) 減輕工人勞動，使工人工作方便、安全，並可以得到精確的工作定額。

7) 可以縮短掌握新產品製造所需要的時間。

#### 4 夾具的組成

夾具是由各種元件組成的，所謂夾具元件，是指夾具上用來完成一定作用的零件。雖然在生產中使用的夾具種類很多，但若將作用相同的元件歸納在一起，則其分類並不多。

根據專用夾具的要求，夾具通常是由下列主要元件組成：

1) 定位元件或定位部件——它是用來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——它是用來夾緊已經安裝好的工件，並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以及產生變形。

3) 確定刀具位置及方向的元件——它是用來引導或確定刀具與工件的相對位置。

4) 夾具體 又名本体，它是安置夾具的所有元件和部件用的，是夾具的骨架。

5) 輔助元件或輔助部件——它是用來加快工件在夾具中的

装卸，或作为在加工时所必須的輔助运动。

在一个夹具里，不一定都要有上面所說的元件，如有的工件在夹具中的定位和夹紧是用同一元件来进行，例如三爪卡盘；有許多夹具沒有傳动装置，而是由工人用手来夹紧。刀具导向元件通常只是在加工孔的夹具上才有，而这些孔是用刀具旋轉来加工的，例如钻床夹具和鏜床夹具。大多数夹具是沒有分度装置。夹具中究竟應該有那一种元件或沒有那一种元件，主要决定于使用这个夹具的机床种类和加工方法。

要成功地設計一个夹具，首先应会設計各个元件，所以下面将討論各种元件的設計原則及其結構类型。在最后的几章把这些元件組合成为各种夹具，并論述其特点、分类及典型結構。

## 第二章 工件的定位原理

### 1 基准的定义及其分类

基准是指一些点、綫或面的綜合，可以根据它来确定被考虑的其他点、綫或面的位置。

基准按照它的任务，可以分为設計基准及工艺基准两大类：

設計基准——为任何一个面、綫或点，可以根据它来确定工件图上其他表面、綫或点的位置。

工艺基准——是应用在机械加工工艺过程中的基准。

工艺基准又可分为下列三种：

1) 原始基准——为任何一个面、綫或点，在工艺卡片上根据它来确定被加工表面的位置。

2) 定位基准——是工件上的一个表面，用来确定工件在夹具中或在机床上的位置。

3) 度量基准——是測量加工表面位置时所依据的基准。

图9中的工件图、加工簡图和檢驗簡图，可以用来闡明上述的定义。

在本課程中将着重研究定位基准，因为当設計師兼作工艺师的工作而必須确定定位基准时，正确的選擇基准更是非常重要的問題。

定位基准可按下列方法进行分类：

1) 按它与被加工表面間的关系可分为：主要基准与輔助基准。

主要基准与被加工表面有直接的尺寸关系或相互关系（所謂相互关系是指平行度、同心度垂直度等）。图10 a 中的1就是主要基准。