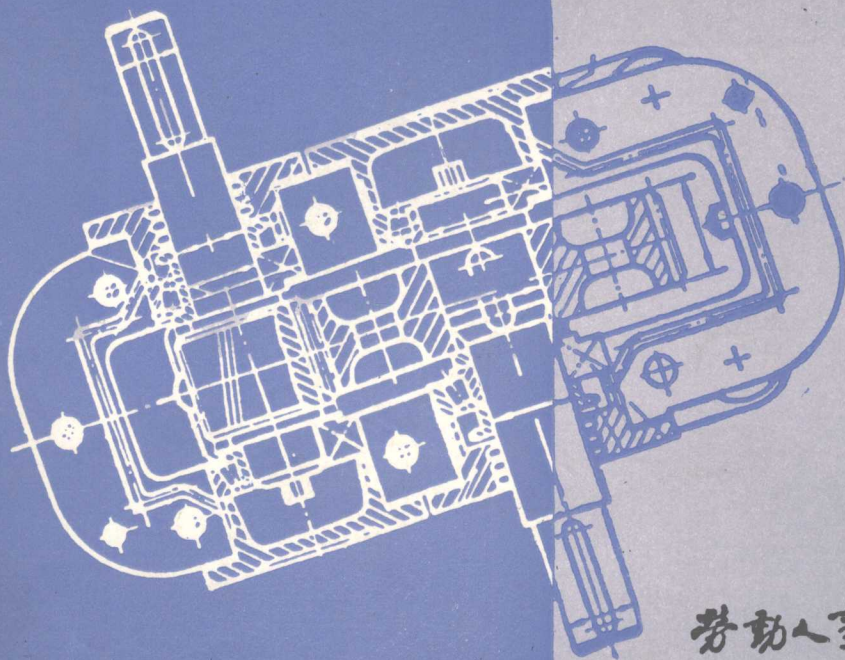
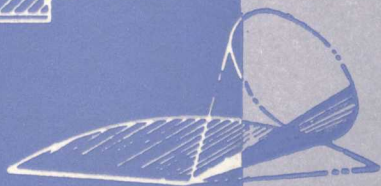
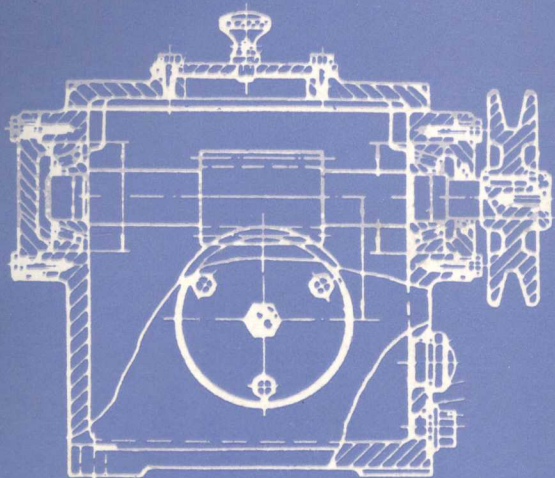


机械类高级技工培训教材



# 机 床 夹 具

劳动人事出版社

TG 75  
15

TG75  
15

机械类高级技工培训教材

# 机 床 夹 具

(试 用)

劳动部培训司组织编写

劳动人事出版社

本书是根据劳动部培训司审订颁发的《机床夹具教学大纲》编写，供高级技工培训使用的教材。

内容包括：机床夹具概论，工件在夹具中的定位，工件的夹紧与分度，机床专用夹具，机床夹具的安装，机床夹具的设计与制造，现代机床夹具的发展方向等。

本书也适合班组长培训、关键岗位的专业培训和职工自学使用。

本书由姜鲁奎编写第一、二、七章，高鲁民编写第四、六章，孙希军编写第三、五章，姜鲁奎主编，阴泽苍、夏隆坤审稿，阴泽苍主审。

## 机 床 夹 具

劳动部培训司组织编写

责任编辑：陈卫国

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

怀柔县东茶坞印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 13.5印张 334千字

1989年7月北京第1版 1989年7月北京第1次印刷

印数：15 000册

ISBN 7-5045-0374-6/TH·034 (课)

定价：5.70元

## 说 明

为了满足生产建设不断发展和适应企业深化改革的需要，原劳动人事部培训就业局于1987年10月组织编写了部分工种（专业）高级技工培训教材。这次组织编写的教材有机械制图、公差配合与技术测量、机构与零件、液压技术、机床电气控制、金属切削原理与刀具、机床夹具、机械制造工艺与设备、高级钳工技能训练和高级车工技能训练等10种。其余高级技工培训教材将根据需要陆续组织编写。

这次组织编写的教材内容，是根据高级技工的培养目标，按照原机械委颁发的工人技术等级标准对高级技工应知应会的要求，结合生产需要确定的。着重阐述本工种高级复杂程度的零件加工、复杂设备的调整、维修等操作技能、技巧和技术理论知识；适当介绍有关新技术、新工艺、新设备、新材料的应用；也涉及到某些技术岗位关键问题的处理。

教材的编写，力求理论联系实际，突出操作技能训练。各门课程相对独立，图文并茂，并采用了现行的新国标。这些教材通用性较强，比较适应当前培养高级技工的需要，也适合于班组长培训、关键岗位的专业培训和职工自学。

我们组织编写这一层次的教材，是初次尝试，不足之处在所难免，请各单位和个人在使用中提出宝贵意见和建议。

劳动部培训司

1988年6月

# 目 录

第一章 机床夹具概论.....	(1)
§ 1—1 机床夹具的概念.....	(1)
§ 1—2 机床夹具的分类、组成及作用.....	(1)
第二章 工件在夹具中的定位.....	(5)
§ 2—1 工件定位的基本原理.....	(5)
§ 2—2 定位基准的选择.....	(14)
§ 2—3 常用定位方法及所用定位元件.....	(21)
§ 2—4 定位误差的计算.....	(37)
§ 2—5 夹具定位方案示例.....	(48)
第三章 工件的夹紧与分度.....	(52)
§ 3—1 夹紧装置的组成和要求.....	(52)
§ 3—2 基本夹紧机构.....	(53)
§ 3—3 复合夹紧机构.....	(60)
§ 3—4 定心夹紧机构.....	(67)
§ 3—5 联动夹紧机构.....	(75)
§ 3—6 夹紧的动力装置.....	(80)
§ 3—7 夹紧装置的选用原则.....	(87)
§ 3—8 工件夹紧方案示例.....	(91)
§ 3—9 分度装置.....	(92)
第四章 机床专用夹具.....	(103)
§ 4—1 车床夹具.....	(103)
§ 4—2 铣床夹具.....	(112)
§ 4—3 钻床夹具.....	(119)
§ 4—4 镗床夹具.....	(137)
§ 4—5 机床专用夹具应用实例.....	(144)
第五章 机床夹具的安装.....	(153)
§ 5—1 夹具的调装.....	(153)
§ 5—2 夹具的对刀.....	(161)
第六章 机床夹具的设计与制造.....	(165)
§ 6—1 专用夹具的设计方法.....	(165)
§ 6—2 夹具结构工艺性.....	(175)
第七章 现代机床夹具发展方向.....	(181)
§ 7—1 通用可调夹具与成组夹具.....	(181)

§ 7—2	组合夹具 .....	(185)
§ 7—3	自动线夹具 .....	(192)
§ 7—4	自动化夹具 .....	(195)
综合作业 .....		(196)
附 录	部分机床夹具通用零部件规格 .....	(199)
附录 1	固定钻套 .....	(199)
附录 2	钻套用衬套 .....	(200)
附录 3	可换钻套 .....	(201)
附录 4	快换钻套 .....	(202)
附录 5	镗套 .....	(203)
附录 6	V形块 .....	(205)
附录 7	固定V形块 .....	(206)
附录 8	定向键 .....	(207)
附录 9	定位键 .....	(208)
附录10	圆形对刀块 .....	(209)
附录11	方形对刀块 .....	(209)
附录12	直角对刀块 .....	(210)
附录13	对刀平塞尺 .....	(210)

# 第一章 机床夹具概论

## § 1—1 机床夹具的概念

在机械制造过程中，凡用以装夹工件（和引导刀具）的装置，统称为夹具。目前在机械加工、装配、检验、热处理、焊接等工作中都大量地采用着各种夹具。本课程仅研究应用在机械加工过程中与机床有关的夹具，称为机床夹具。

在机械加工过程中，为了使加工的工件符合图样要求，就必须使工件相对于机床和刀具位置正确，在加工过程中，还要保持其位置不变。为了达到这些要求，通常是把工件安装在夹具中进行加工。

如图1—1所示，是在轴套工件上钻 $\phi 5H9$ 径向孔的专用钻床夹具。工件以内孔和端面为定位基准，分别与夹具的定位销5相配合并与其端面保持接触，从而确定了工件在夹具中的正确位置。然后拧紧螺母3，通过开口垫圈4即可将工件夹紧在确定的位置上。因为装在钻模板2上的钻套1到定位端面的位置，是根据工件钻孔中心到其端面的距离 $L$ 来确定的，所以保证了钻套所引导的钻头具有正确的钻孔位置。

夹具体上的所有元件和装置是由夹具体6联成一个夹具的整体，这就确定了夹具各组成元件间以及夹具与机床、刀具间有一个正确的相对位置，保证了工件的加工技术要求。

## § 1—2 机床夹具的分类、组成及作用

### 一、机床夹具的分类

目前尚无统一的分类法，随着生产技术的发展，新的夹具又在不断地产生，夹具的分类也在不断地变化，一般可将机床夹具分为三大类：

1. 通用夹具 在通用机床上一般都附有通用夹具，如车床上的三爪卡盘和四爪卡盘等，铣床上的平口钳，分度头和回转工作台等。它们有很大的通用性，使用时无需调整或稍加调整就可以用于装夹不同的工件。部分通用夹具已标准化、系列化，其中有些已经作为机床附件供应用户，有些品种已有专业工厂生产制造，直接作为商品出售。

2. 专用夹具 专用夹具是为某种工件在某道工序上的装夹需要而专门设计制造的夹具。如图1—1所示，是为钻轴套上的 $\phi 5H9$ 径向孔而专门设计制造的钻模。这类夹具适用于成批大量生产的产品。

3. 组合夹具 组合夹具是由一套标准化、系列化的元件组装成的专用夹具。它在使用上具有专用夹具的特点，当工件加工完后又可将其拆成标准元件，以便组装新的夹具。

此外，自动线上的随行夹具也逐渐形成一类夹具。由于成组工艺的发展，又出现一类成组夹具。这两类夹具在第七章将作简要介绍。

除了上述分类外，夹具还可按动力来源不同分为手动夹具、气动夹具、液动夹具、电动

夹具、磁力夹具、真空夹具以及自夹夹具等。按工种又可分为车床夹具、铣床夹具、磨床夹具、钻床夹具等。

## 二、机床夹具的组成

如将夹具中作用相同的元件或机构归纳一起，一般夹具由下述各部分组成，

1. 定位装置 用来确定工件在夹具中正确加工位置的装置称为定位装置。如图1-1中

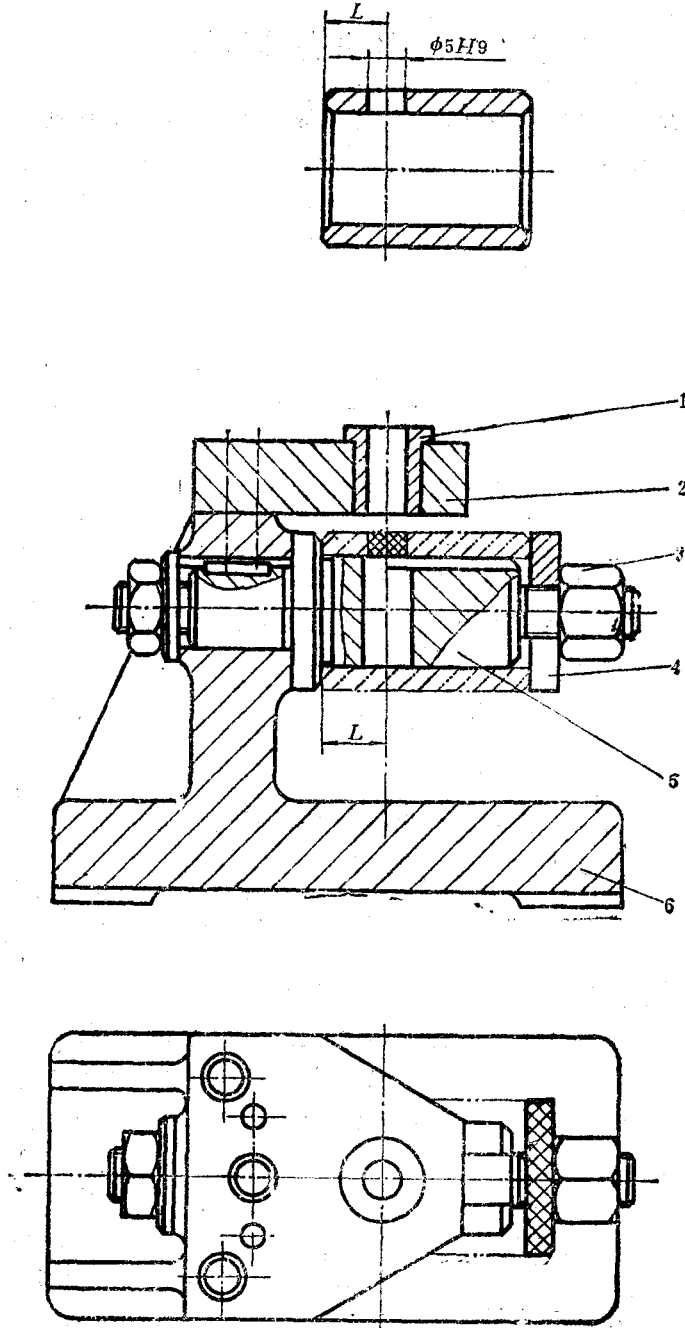


图 1-1 钻轴套径向孔的钻床夹具



的定位销。它是与工件定位基准（轴套的内孔和端面）直接相配合和接触的夹具元件。

2. 夹紧装置 工件定位后将其固定，使其在加工过程中保持定位位置不变的装置称为夹紧装置。如图1—1中的螺母3和垫圈4组成的夹紧机构。

3. 夹具体 它是夹具中的基础元件，它把组成夹具的所有元件和装置连接成为一个有机整体。如图1—1中的夹具体6。

4. 对刀、导向元件 用来确定刀具在加工前处于正确位置的元件，称为对刀元件。用来确定刀具位置并引导刀具进行加工的元件，称为导向元件。如图1—1中的钻套1。

5. 其它装置或元件 根据需要，夹具上还可设置一些其它装置，如分度装置，为便于卸下工件而设置的顶出器，以及夹具在机床上定位的连接元件等。

上述各组成部分，不是每一个夹具都必须具备的。一般来说，定位装置、夹紧装置、夹具体是夹具的基本组成部分。

### 三、机床夹具的作用

机床夹具的设计和使用是促进生产迅速发展的重要工艺措施之一。因此，一切机械制造行业的广大工人和工程技术人员，历来都把机床夹具的改进、研制和开发，作为提高生产率和经济效益的主要课题之一。机床夹具的作用主要有以下几个方面：

1. 保证工件加工精度，稳定产品质量 由于夹具在机床上和工件在夹具中的装夹位置均已确定，所以工件在加工中的位置得到可靠保证，且不受划线质量和找正技术水平等因素的影响。

2. 扩大机床使用范围，充分发挥机床潜力 对于中小工厂，由于机床品种、规格和数量有限，为了适应生产的需要，充分发挥现有设备的潜力，往往通过设计不同的夹具来进一步扩大机床的工作范围，达到一机多用的目的。如在车床的拖板上或在摇臂钻床工作台上装上镗模就可以进行箱体的镗孔加工，以代替镗床工作。如图1—2所示为车床镗孔夹具，这种结构可用于工件镗孔的高度位置较大的情况。镗杆经过一对齿轮用浮动接头进行传动，并用镗模上的前后导向孔来引导。

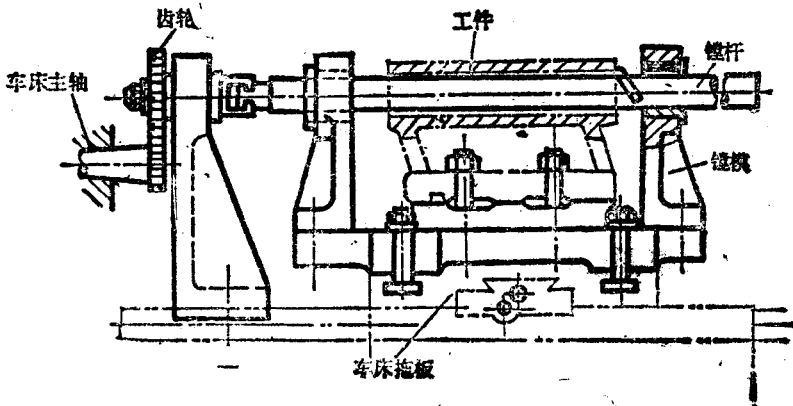


图 1—2 车床镗孔夹具

3. 缩短装夹时间，提高劳动生产率 采用专用夹具装夹工件，可以不用划线找正便可将工件迅速而准确地装夹到正确加工位置上，从而大大地缩短了与装夹工件有关的辅助时间。在某些情况下，由于使用了夹具，工件装夹得比较牢固可靠，有可能加大切削用量或增多同

时加工的刀具数目和工件数目，以减少加工时间，提高劳动生产率，降低成本。

如图1—3所示为车削薄壁衬套内孔的夹具，由于准确的定位和可靠的轴向夹紧，增加了工件的刚度，因而可以提高切削用量，并可防止变形。

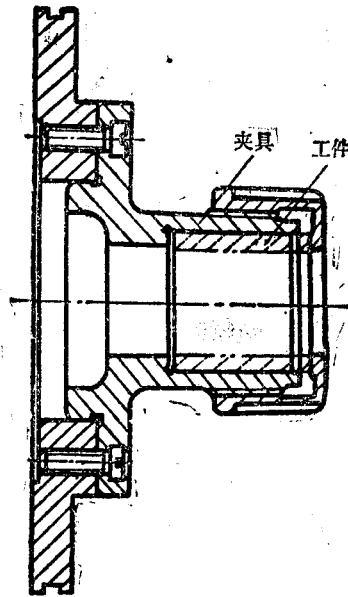


图 1—3 车削薄壁套筒内孔用夹具

4. 减轻工人的劳动强度 使用夹具装夹工件，显然要比不用夹具方便、省力、安全。在大批大量生产中，夹具的夹紧装置多采用气动、液动或其它机械动力装置，这就大大减轻了工人的劳动强度。

## 第二章 工件在夹具中的定位

### § 2—1 工件定位的基本原理

#### 一、六点定位原理

任何一个工件未定位之前，都可视为空间直角坐标系中的自由物体。如图2—1所示方块工件，它在空间的位置是任意的，可沿 $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$ 三个坐标轴移动（用符号 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 表示）和绕三个坐标轴转动（用符号 $\widehat{X}$ 、 $\widehat{Y}$ 、 $\widehat{Z}$ 表示）的自由度。要使工件在某方向上有确定的位置，就必须设法限制该方向上的自由度。当工件的六个自由度完全被限制后，该工件空间的位置就完全被确定了。

在夹具中工件自由度的限制是由支承点来实现的。一个支承点可以限制一个自由度，如图2—2中 $F$ 点可以限制 $\vec{Y}$ 的自由度。两个支承点可以限制两个自由度，如 $D$ 、 $E$ 点可限制 $\vec{X}$ 、 $\widehat{Z}$ 的自由度。不在同一直线上的三个支承点可以限制三个自由度，如 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 三点限制了 $\vec{Z}$ 、 $\widehat{X}$ 、 $\widehat{Y}$ 三个自由度。因此在三个平面内，且在一个平面上不超过三点的六个支承点可限制全部六个自由度。

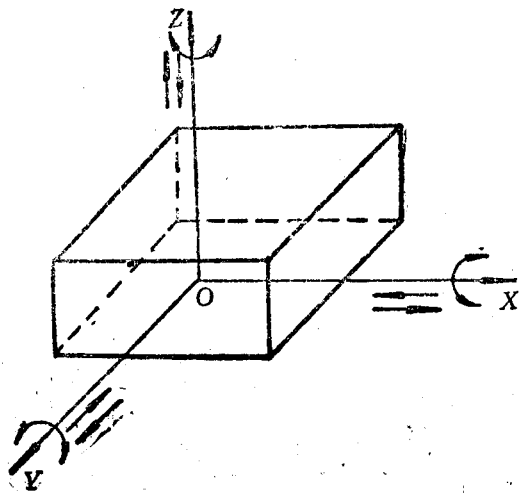


图 2—1 工件在空间的六个自由度

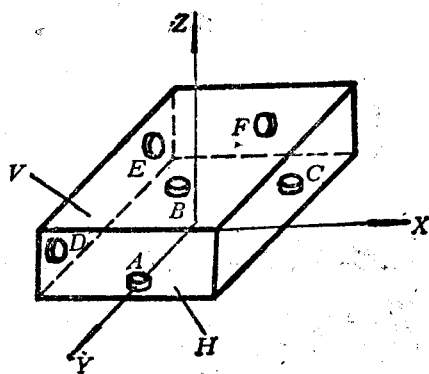


图 2—2 六点定位支承点的分布示例

在夹具中，用合理分布与工件接触的六个支承点来限制工件六个自由度的规则，称为六点定位规则（简称六点定则）。

#### 二、六点定位规则的应用

1. 完全定位 对于任何形状的工件，在夹具中若需要完全定位时，则上述“六点定则”

都是适用的，只是定位支承点的分布有所不同。如图2-3所示，是一个连杆工件加工孔的定位方法。工件是由平面A、销钉B和C来确定位置的，平面A相当于三个支承点（限制 $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ ），销钉B相当于两个支承点（限制 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ ），防转销钉C相当于一个支承点（限制 $\vec{Z}$ ）。这样限制了全部六个自由度，使工件在夹具中占有完全确定的位置，称为完全定位。

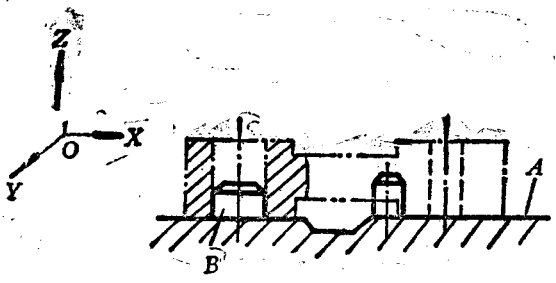
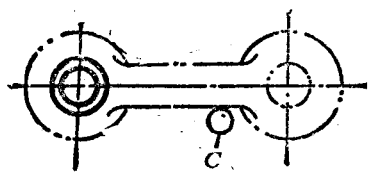


图 2-3 连杆定位简图

如图2-4a所示为在环形工件上钻孔的工序图，夹具上布置了六个支承点(图2-4b)，工件端面紧贴在1、2、3上，限制 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 三个自由度；工件内孔紧靠支承点4、5上，限制 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 两个自由度；键槽侧面靠在支承点6上，限制 $\vec{X}$ 自由度。图2-4c是图2-4b中六个支承点所采用定位元件的具体结构，以台阶面A代替1、2、3三个支承点；短销B代替4、5两个支承点；嵌入键槽中的防转销C代替支承点6。



1、2、3三个支承点；短销B代替4、5两个支承点；嵌入键槽中的防转销C代替支承点6。

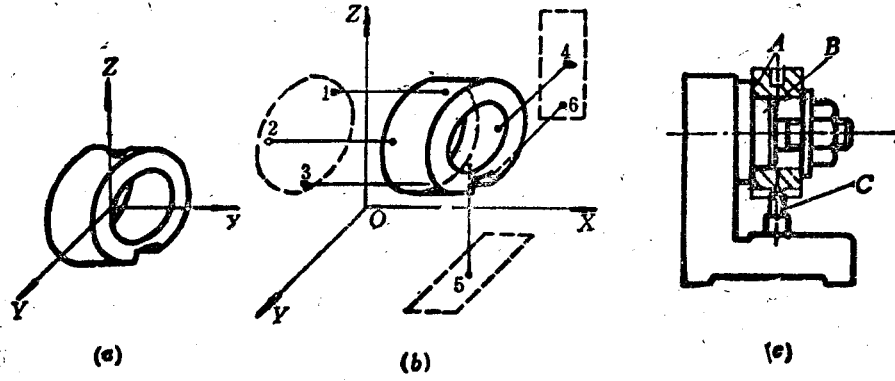


图 2-4 环形工件支承点的分布示例

2. 不完全定位 工件在加工过程中，切削刀具的运动轨迹是一定的。从保证工件的精度来看，并不是所有的自由度都要限制。因为工件的有些自由度不影响定位基准对刀具的运动轨迹位置，这些自由度就不必加以限制。如图2-5所示，在一个矩形平板上铣一个直角面。加工要求是：保证尺寸a和b，保证平面C、D分别垂直于平面A和B且又分别平行于B面和A面。

定位时工件以A面为定位基准与夹具上的三个定位支承点接触，限制工件 $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 三个自由度，工件侧面B与夹具上的两个定位支承点接触，限制工件 $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$ 两个自由度，就能满足定位要求，保证尺寸a和b，以及保证A、B、C、D各面平行度和垂直度。这样定位只限制了工件的五个自由度，工件还有沿Y轴方向移动的自由度未限制，因该方向移动对加工要求

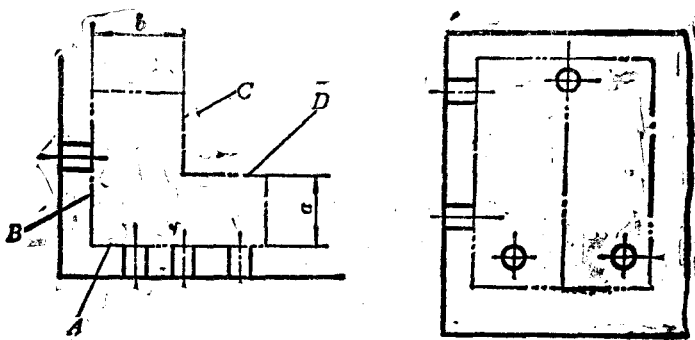


图 2—5 在矩形工件上铣直角槽的定位简图

没有影响，所以可以不必限制。

从保证工件加工要求来看，不需要限制六个自由度的定位称为不完全定位。

通过上述分析可知，工件在夹具中定位时，需要限制的自由度数量应由工件结构形状及其在该工序中的加工技术要求所决定。例如图2—6与图2—7所示工件的加工内容相同（平面加工），但由于工件结构形状不同，所以应限制的自由度数量不一样。

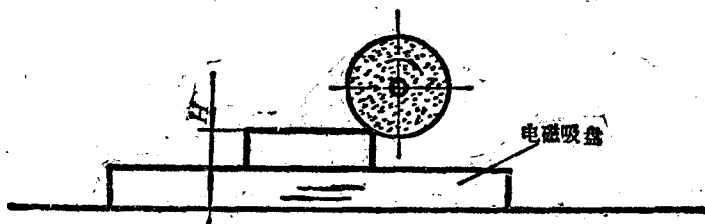


图 2—6 磨平面

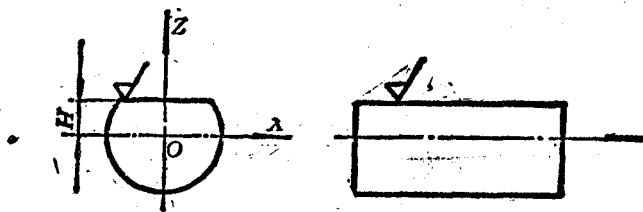


图 2—7 在圆周上铣平面

如图2—8和图2—9所示工件的结构一样，加工技术要求不同，工件应限制的自由度数量也不一样。

表2-1列出了常见工件及其加工技术要求应限制的自由度数量，以供参考。

### 三、工件定位注意事项

#### 1. 定位支承点的数量问题

(1) 欠定位 工件定位原理已经指出，每个支承点只能限制一个自由度。因此当定位支承点的数量少于必须限制自由度的数量时，就不能满足加工要求。我们把必须限制的自由度未被相应地加以限制的情况，称为欠定位。如图2—10所示，工件在支承1和两个圆柱销2上定位，只限制了工件五个自由度，工件在沿X轴方向移动的自由度未予限制，因而钻出来

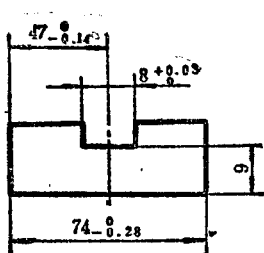


图 2-8 铣通槽

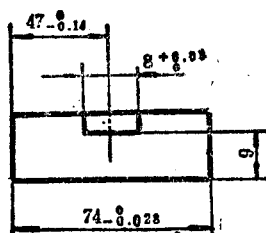


图 2-9 铣不通槽

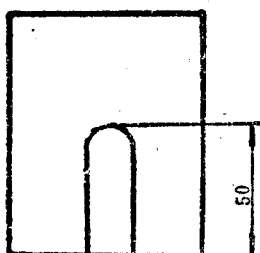
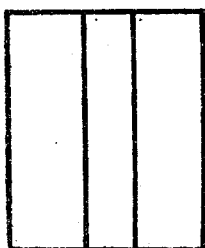
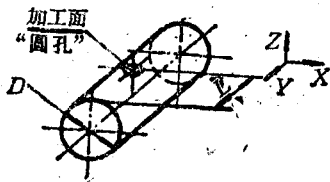
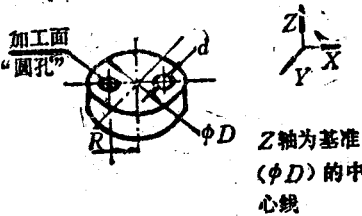
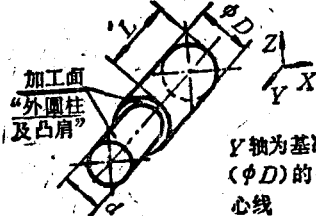


表 2-1 常见加工方式所需限制的自由度

工序简图	位置要求	机床及刀具	需限制自由度
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸<math>B</math></li> <li>2. 尺寸<math>H</math></li> <li>3. 槽侧面与<math>M</math>面平行</li> <li>4. 槽底面与<math>M</math>面平行</li> </ol>	立式铣床  立铣刀	$\vec{X}, \vec{Z}$  $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸<math>H</math></li> <li>2. 尺寸<math>L</math></li> <li>3. <math>b</math>与轴线平行并对称</li> </ol>	立式铣床  立铣刀	$\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$  $\vec{X}, \vec{Z}$
	通孔 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸<math>B</math></li> <li>2. 尺寸<math>L</math></li> </ol> 不通孔 <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 孔中心线垂直<math>M</math>面</li> </ol>	立式钻床  钻头	$\vec{X}, \vec{Y}$ $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$ $\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}$

工序简图	位置要求	机床与刀具	需限制自由度
	<p>通孔</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸L</li> <li>2. 加工孔中心与轴D轴线垂直并相交</li> </ol> <p>不通孔</p>	<p>立式钻床</p> <p>钻头</p>	<p>需限制自由度</p> <p>通孔: <math>\vec{X}, \vec{Y}</math> (限制), <math>\vec{Z}</math> (自由)</p> <p>不通孔: <math>\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}</math> (限制)</p>
 <p>Z轴为基准 (<math>\phi D</math>) 的中心线</p>	<p>通孔</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸R</li> <li>2. 对孔d的角度位置</li> </ol> <p>不通孔</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 圆孔与底面垂直</li> </ol>	<p>立式钻床</p> <p>钻头</p>	<p>需限制自由度</p> <p>通孔: <math>\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}</math> (限制)</p> <p>不通孔: <math>\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}</math> (限制)</p>
 <p>Y轴为基准 (<math>\phi D</math>) 的中心线</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加工面D对d须同轴</li> <li>2. 尺寸L</li> </ol>	<p>车床</p> <p>车刀</p>	<p>需限制自由度</p> <p>同轴: <math>\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z}</math> (限制)</p> <p>尺寸L: <math>\vec{X}, \vec{Z}</math> (限制)</p>

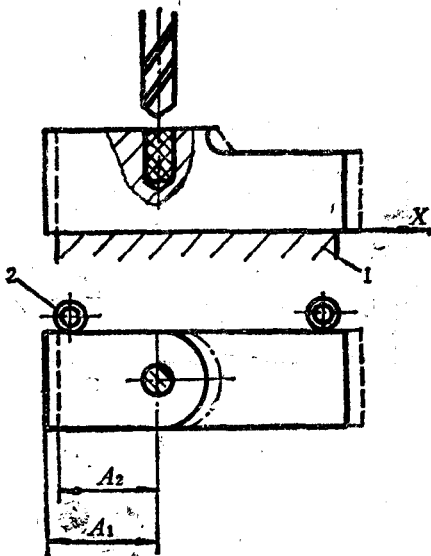


图 2—10 欠定位简图  
1—支承件 2—圆柱销

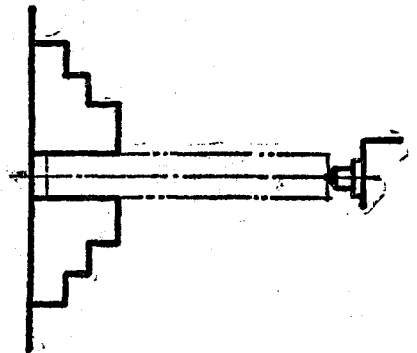


图 2—11 过定位简图

的孔在沿X方向的长度尺寸不能保持一致。故欠定位不能保证加工要求，所以欠定位是不允许的。

(2) 过定位 定位支承点的数量超过应限制的自由度数量的现象，称为过定位。产生过定位的原因是夹具上的定位元件重复限制工件的同一个或几个自由度。如图2—11所示，在车床上加工细长轴，根据加工要求需限制 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 四个自由度。若用三爪卡盘夹持，夹持长度较长时，完全可满足要求。但因工件细长，为了增加刚性，可用后顶针定位，又限制了 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 两个自由度。这时工件的 $\vec{Y}$ 和 $\vec{Z}$ 两个自由度被重复限制。若基准外圆与床尾顶针孔不同轴时，用三爪卡盘夹住工件后，而后顶针顶不进工件的中心孔中，如果人为地使顶针顶进工件的顶针孔中，就必然使工件变形，产生弯曲，破坏了工件的正确位置，影响了加工精度。其原因就是夹具上的两个定位元件（三爪卡盘和后顶针）重复限制了工件的 $\vec{Y}$ 和 $\vec{Z}$ 两个自由度产生了过定位。

在设计夹具时，一般尽量避免过定位，但有时为了加强工艺系统的刚性，防止振动，可采用过定位的方案。但必须采取适当措施，将过定位引起的误差，限制在规定的加工误差范围内。

消除或减小过定位所引起的干涉，一般有两种方法：

①提高定位基准之间以及定位元件工作表面之间的位置精度 如图2—12所示为镗削加工车床床头箱孔系的定位简图。采用两个短圆柱销1限制 $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Z}$ 四个自由度；止推支承3限制 $\vec{Y}$ 自由度；窄长支承板2限制 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 两个自由度。其中 $\vec{X}$ 是重复限制的自由度，产生过定位。当图中床头箱的V形槽和A面经过精加工保证有足够的平行度，夹具上的支承板装配后再经磨削，且与短销1轴线平行，使产生的误差在允许范围内时，这种定位方法是可以采用的，而且夹具结构比较简单。

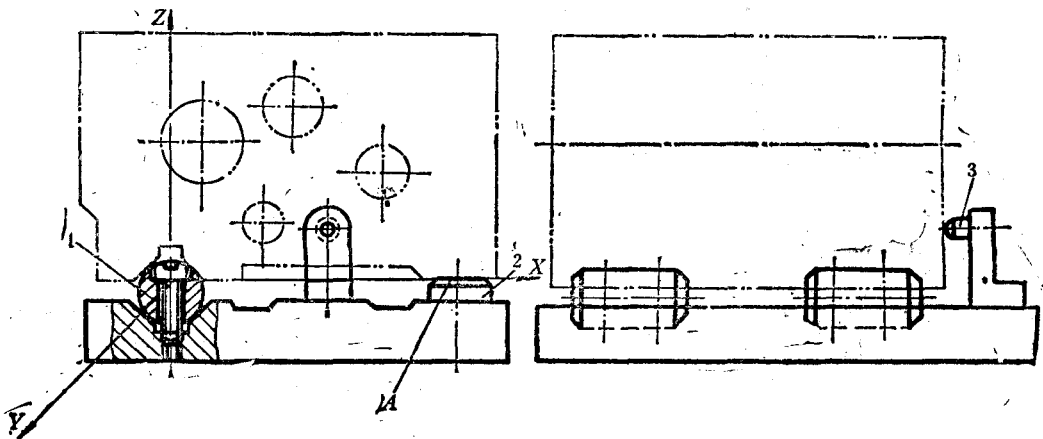


图 2—12 床头箱镗孔定位简图

1—圆柱销 2—支承板 3—止推支承

②改变定位元件的结构，使定位元件在重复限制自由度的部分不起定位作用 如图2—13所示，图a将圆柱销改为削边销；图b采用斜楔定位（小型工件采用），它们都不限制 $\vec{Z}$ 自由度。图c为带球面垫圈的长心轴，其端面只限制 $\vec{X}$ 自由度，对工件的 $\vec{Y}$ 和 $\vec{Z}$ 自由度不起限制



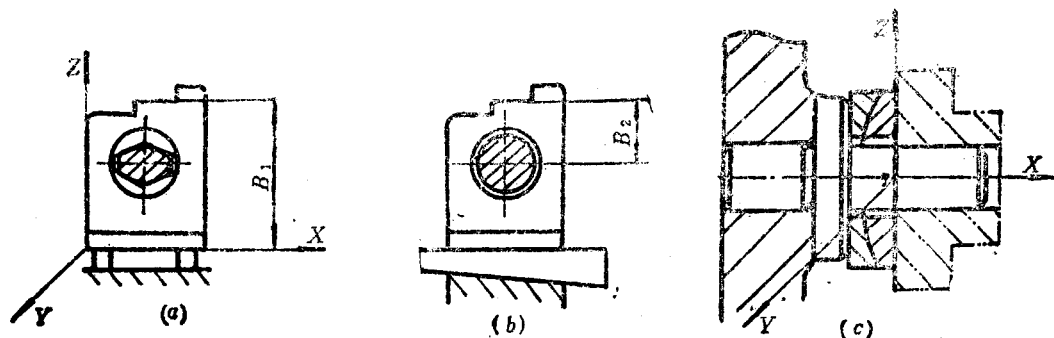


图 2-13 改善过定位的措施

作用，因此，当工件以孔和端面在其上定位时，即使两基准之间的垂直度误差较大也不会发生干涉。如上所述，当改变了定位元件结构后，不再出现重复限制同一个自由度时，也就不属于过定位了。

2. 定位支承点的布置 工件定位是通过工件的定位基准面与夹具的定位元件的接触(或配合)来实现的，所以定位支承点的位置一定要布置合理，否则即是定位支承点的总数与需要限制的自自由度数目相同，仍会出现欠定位或过定位现象。

如图2-14所示， $H$ 平面上共有 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 四个支承点，产生了过定位。同时 $V$ 面上只有 $E$ 点，这样 $Z$ 的自由度又未被限制而出现欠定位。

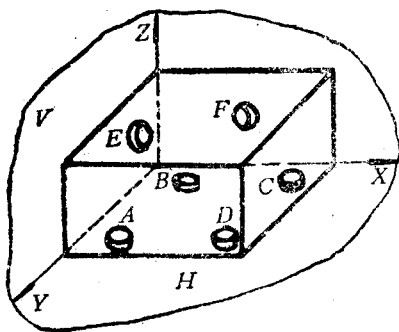


图 2-14 支承点的错误布置

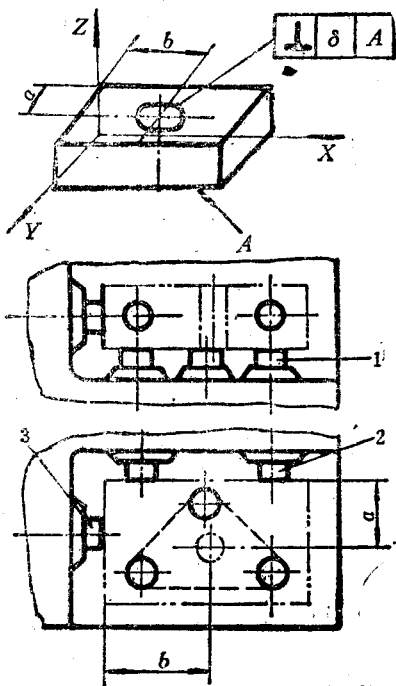


图 2-15 定位支承点的合理分布

可见夹具上的六个支承点在三个互相垂直的平面上，必须按“3、2、1”的规律分布。如图2-15所示为一矩形工件，要在中央钻一个孔。孔的位置有三个要求，即对底面的垂直度