

(4) 对刀或导向元件 对刀或导向元件的作用是保证工件与刀具之间的正确位置。用于确定刀具在加工前正确位置的元件,称为对刀元件;用于确定刀具位置并引导刀具进行加工的元件,称为导向元件。图 6-3 中的快换钻套就是导向元件。

(5) 夹具体 夹具体是夹具的基座和骨架,用来配置、安装各夹具元件并使之组成一整体。如图 6-3 所示的夹具体。

(6) 其他装置或元件 根据工序要求的不同,有些夹具上还设有分度装置、靠模装置、工件顶出器、上下料装置以及标准化了的其他连接元件。

在某些夹具中,为了在加工前或加工过程中随时调整方便,连接元件及导向元件也可以不设置。但对任何夹具来说,定位装置、夹紧装置和夹具体基本组成部分,是不可或缺的。

### 6.1.2 机床夹具在机械加工中的作用

夹具在机械加工中的作用可归纳为以下几个方面:

(1) 保证加工精度,稳定产品质量 由于采用夹具安装,可以准确地确定工件与机床、刀具之间的相互位置,所以在机械加工中,可以保证工件各表面的相互位置精度,使其不受或少受各种主观因素的影响,因而容易获得较高的加工精度,并使一批工件的精度稳定。

(2) 提高生产率、降低成本,减轻工人的劳动强度 采用夹具使工件装夹方便,免去工件逐个找正对刀所花费的时间,因此可以大大缩短这部分的辅助时间,减轻工人的劳动强度。如果采用气动、液动等动力装置,更可大幅度地缩短辅助时间。另外,采用夹具后,产品质量稳定,对操作工人的技术水平的要求可以降低等,均有利于提高生产率和降低成本。

(3) 扩大机床工艺范围 使用机床专用夹具可以改变原机床的用途和扩大机床的使用范围,实现一机多能。例如,在车床或摇臂钻床上安装镗模夹具后,就可以对箱体孔系进行镗削加工;通过专用夹具还可将车床改为拉床使用;附加靠模装置便可以进行仿形车削或铣削加工,以充分发挥通用机床的作用。

以上分析显示了夹具在机械加工中的重要性,所以夹具的设计和改进行是技术革新中的一个主要内容。由于生产规模和生产条件不同,夹具的功用也有所侧重,其结构的复杂程度也有所不同。对于单件、小批或多品种生产,宜采用通用夹具、通用可调夹具或结构简单的专用夹具;对于大批生产,夹具的主要作用则是在保证加工精度的前提下尽量提高生产率。此时,夹具结构的完善性是必要的,虽然夹具的制造费用要高一些,但由于生产率的提高,产品质量的稳定,技术经济效果还是显著的。

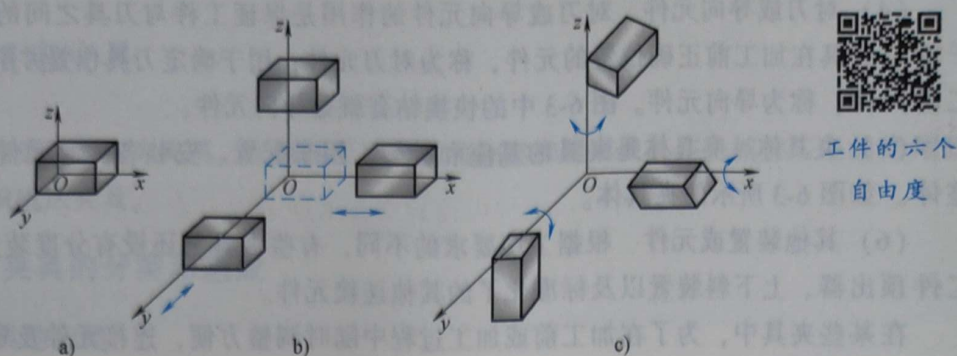
## 6.2 工件定位方案的设计

### 6.2.1 工件定位的基本原理

#### 1. 自由度的概念

一个位于空间自由状态的物体,对于直角坐标系来说,具有六个自由度。如图 6-4a 所示长方体工件,它在空间的位置是任意的,即能沿  $Ox$ 、 $Oy$ 、 $Oz$  三个坐标轴移动,如图 6-4b 所示,称为移动自由度,分别表示为  $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ ;并能绕着三个坐标轴转动,如图 6-4c 所示,称为转动自由度,分别表示为  $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 、 $\hat{z}$ 。





工件的六个自由度

图 6-4 工件的六个自由度

a) 工件 b) 移动自由度 c) 转动自由度

## 2. 六点定位原则

定位，就是限制自由度。工件的六个自由度如果都加以限制了，工件在空间的位置就完全被确定下来了。

分析工件定位时，通常是用一个支承点限制工件的一个自由度，用合理设置的六个支承点，限制工件的六个自由度，使工件在夹具中的位置完全确定，这就是所谓的“六点定位原则”，简称“六点定则”。下面对长方体工件、圆盘类工件和轴类工件三种常见形状的工件进行六点定则的分析。

(1) 长方体工件 如图 6-5a 所示，在工件底面上布置三个支承点 1、2、3（不能在同一条直线上），限制了工件的  $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  三个自由度，此面也称为工件的主要定位基准面。三个支承点连接起来所形成的三角形越大，工件就放得越稳。所以往往选择工件上最大的定位基准面作为主要定位基准面。

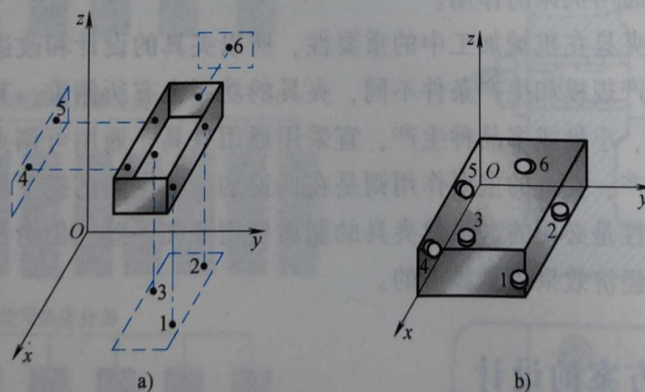


图 6-5 长方体工件定位时支承点的分布示例

a) 定位原理 b) 定位结构

在工件侧面上布置两个支承点 4、5（此两点的连线不能与底面垂直）限制了工件的  $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  两个自由度。此面称为工件的导向定位基准面。所以应尽量选择工件上窄长表面作为导向定位基准面。

在工件端面上的一个支承点 6 限制了工件的  $\vec{x}$  自由度，此面称为止推定位基准面。于是共限制了工件的六个自由度，工件实现了完全定位。





在具体的夹具中,支承点是由定位元件来体现的。如图 6-5b 所示设置了六个支承钉。每个支承钉与工件的接触面很小,可视为支承点。

(2) 圆盘类工件 对于圆盘类工件,也可以采用类似的方法定位。图 6-6a 所示为在环形工件上钻孔的工序图,图 6-6b 中相应设置了六个支承点,工件端面紧贴在支承点 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,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 6-6c 是图 6-6b 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;键槽中的防转销 C 代替支承点 6。

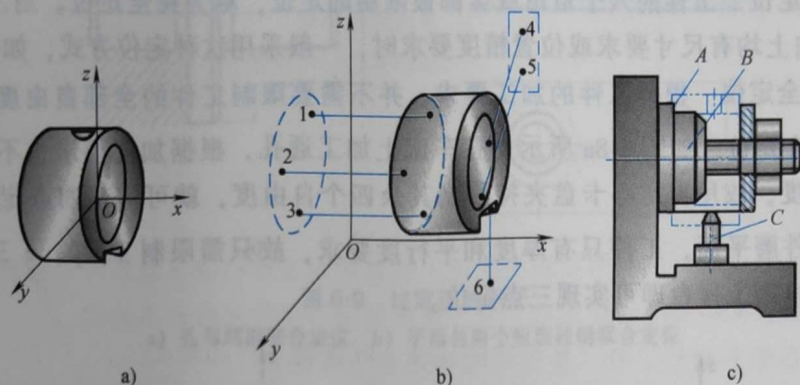


图 6-6 圆盘类工件定位时支承点的分布示例

a) 工件 b) 定位原理 c) 定位结构

(3) 轴类工件 对于轴类零件,如图 6-7a 所示,可在外圆柱表面上,设置四个支承点 1、3、4、5,限制  $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  四个自由度;槽侧设置一个支承点 2,限制  $\vec{x}$  一个自由度;端面设置一个支承点 6,限制  $\vec{x}$  一个自由度,工件实现完全定位。为了在外圆柱面上设置四个支承点,一般采用 V 形块,如图 6-7b 所示。

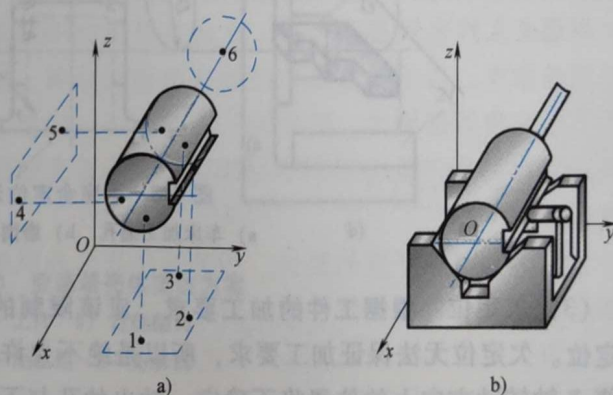


图 6-7 轴类工件定位时支承点的分布示例

a) 定位原理 b) 定位结构

六点定位原则也适用于其他形状的工件,在分析限制工件的空间自由度时,也就是分析工件的定位时,需注意下面两点:

1) 用定位支承点限制工件的自由度,可以理解为:定位支承点与工件的定位基准必须始终保持紧贴接触,即工件上的定位基面与夹具上的定位元件的工作表面要始终保持接触配合。若二者一旦脱离,就表示定位支承点(即定位元件)失去了限制工件自由度的作用,也就是失去了定位的作用。

2) 在分析定位支承点,即定位元件起定位作用时,不要考虑力的影响。工件在某一方向上的自由度被限制,是指工件在该方向有了确定的位置,而不是指工件在受到使工件脱离支承点的外力时,不能运动。使工件在外力作用下不能运动,这是夹紧的任务。所以,不要





把“定位”与“夹紧”两个概念相混淆,两者更不能互相取代。若认为工件被夹紧后,其位置不能动,所有自由度也就被限制了,这是完全错误的。

### 3. 限制工件自由度与加工要求的关系

一批工件在夹具中定位时,只有满足以下两个要求,定位方案才是可行的:一是需要限制的自由度,必须都能得到恰当的限制;二是保证必要的定位精度和稳定性。因此,确定定位方案时,要根据工件的加工精度要求,遵循六点定位原则,分析工件应该限制的自由度,确定定位方法,选择定位元件,继而进行定位误差的分析和计算。

### 4. 工件定位中的几种情况

(1) 完全定位 工件的六个自由度全部被限制的定位,称为完全定位。当工件在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三个坐标方向上均有尺寸要求或位置精度要求时,一般采用这种定位方式,如图 6-6 所示。

(2) 不完全定位 根据工件的加工要求,并不需要限制工件的全部自由度,这样的定位,称为不完全定位。如图 6-8a 所示为在车床上加工通孔,根据加工要求,不需要限制  $\vec{x}$  和  $\vec{y}$  两个自由度,故用自定心卡盘夹持限制其余四个自由度,就可实现四点定位;图 6-8b 所示为平板工件磨平面,工件只有厚度和平行度要求,故只需限制  $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  三个自由度,在磨床上采用电磁工作台即可实现三点定位。

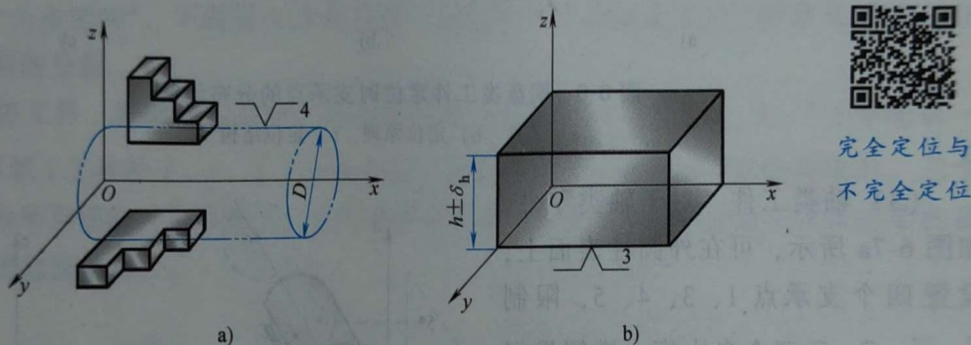


图 6-8 不完全定位示例

a) 车床加工通孔 b) 磨削板类工件

(3) 欠定位 根据工件的加工要求,应该限制的自由度没有完全被限制的定位,称为欠定位。欠定位无法保证加工要求,所以是绝不允许的。如图 6-6 所示,若无防转销 C,工件绕  $X$  轴转动方向上的位置将不确定,钻出的孔与下面的槽不一定能达到对称要求。

(4) 过定位 夹具上的两个或两个以上的定位元件,重复限制工件的同一个或几个自由度的现象,称为过定位。图 6-9 所示为两种过定位的示例。

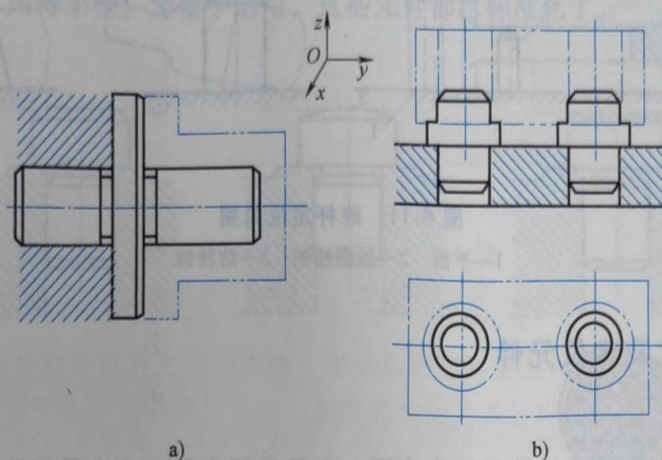
图 6-9a 所示为孔与端面联合定位的情况,由于大端面限制  $\vec{y}$ 、 $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$  三个自由度,长销限制  $\vec{z}$ 、 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  四个自由度,可见  $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$  被两个定位元件所重复限制,出现过定位;如图 6-9b 所示为平面与两个短圆柱销联合定位情况,平面限制  $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  三个自由度,两个短圆柱销分别限制  $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$  和  $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  共四个自由度,则  $\vec{y}$  自由度被重复限制,出现过定位。过定位可能导致下列后果:

1) 工件无法安装。如图 6-10 所示,工件以  $P$ 、 $M$  两面及孔  $O$  为定位基面,在支承板 2 (两块) 和定位销 1 上定位。支承板 (两块) 与工件底面  $P$  接触,限制工件的  $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$  三





个自由度,定位销限制工件的 $\vec{x}$ 、 $\vec{z}$ 两个自由度,则 $\vec{z}$ 自由度被重复限制。当工件的尺寸 $H$ 和夹具上定位元件之间的尺寸 $H_1$ 有误差时,如 $H > H_1$ 时,若保证工件孔 $O$ 与定位销良好配合,则将使工件底面 $P$ 与支承板2不能全面贴合;若使工件底面 $P$ 与支承板全面贴合,则将使 $O$ 与定位销配合时发生干涉而无法装入工件。如 $H < H_1$ ,情况亦然。



过定位与  
欠定位

图 6-9 过定位的例子

a) 孔与端面联合定位 b) 平面与两个短圆柱销联合定位

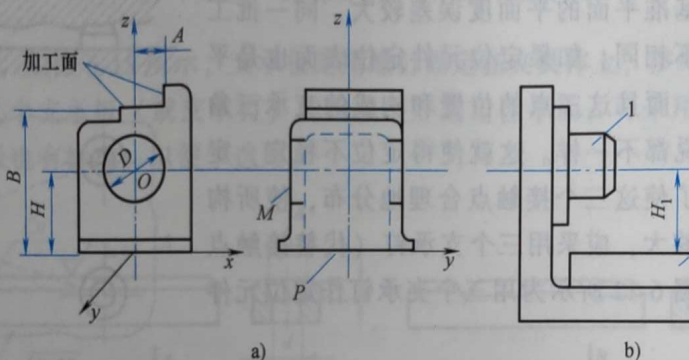


图 6-10 变速箱壳体定位方案

a) 工件 b) 定位结构

1—定位销 2—支承板

2) 造成工件或定位元件变形。图 6-11a 所示为加工连杆孔的正确定位方案。平面 1 限制 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 三个自由度,短圆柱销 2 限制 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 两个自由度,防转销 3 限制 $\vec{z}$ 自由度,属完全定位。若用长销代替短圆柱销 2,如图 6-11b 所示,长销限制 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 和 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 四个自由度,将使 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 自由度被重复限制。由于工件孔与端面、长销外圆与凸台面均有垂直度误差,若长销刚性很好,将造成工件与平面 1 为点接触,致使定位不稳定或在夹紧力作用下使工件变形;若长销刚性不足,则将弯曲而不能保证定位精度,甚至损坏夹具。这两种情况都是不允许的。

由于过定位往往会带来不良后果,所以应尽量避免。消除过定位所引起的干涉,一般有两种方法:一是改变定位元件的结构,使定位元件重复限制自由度的部分不起定位作用,如削边销的使用;二是提高工件定位基准之间以及定位元件工作表面之间的位置精度。这样既





可消除因过定位而引起的不良后果,又能保证工件的加工精度,而且有时还可以使夹具制造简单,工件定位稳定,刚性增强。因此,过定位也可合理应用。

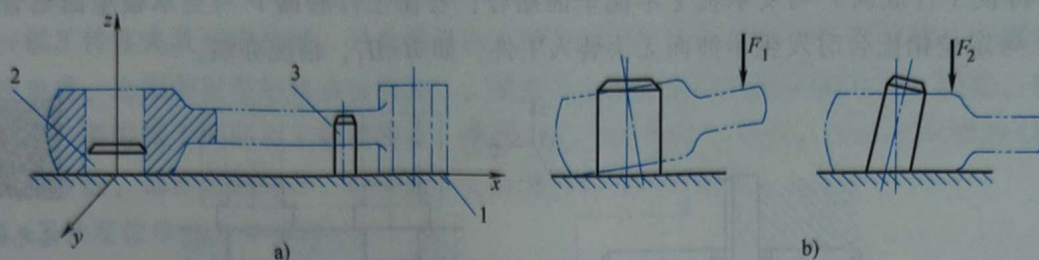


图 6-11 连杆定位简图

1—平面 2—短圆柱销 3—防转销

## 6.2.2 定位方式及定位元件

### 1. 平面定位

工件用平面作定位基准的情况极为广泛。夹具常用支承钉或支承板作定位元件来实现定位。由于平面基准有粗基准和精基准之分,选择使用的定位元件也不相同。

(1) 对粗基准平面的定位 粗基准是指毛坯上未经机械加工的平面,该基准平面的平面度误差较大,同一批工件上的平面状况也不相同。如果定位元件定位表面也是平面,只有三点接触,而且这三点的位置和构成的支承三角形,对每个工件来说都不一样。这就使得定位不稳定,定位的误差加大。为了使这三个接触点合理地分布,使所构成的支承三角形足够大,应采用三个支承钉(代替接触点的支承)来定位,图 6-12 所示为用三个支承钉作定位元件的情况。

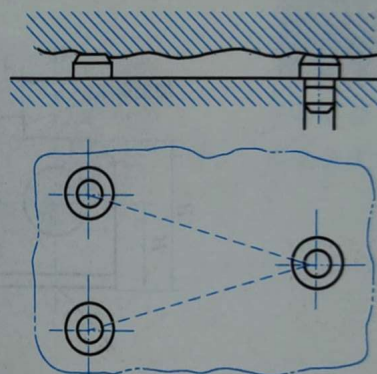


图 6-12 用三个支承钉作定位元件

(2) 对精基准平面的定位 精基准是指已经机械加工的平面,这样的基准平面度误差小,可以直接放在平面上定位。为了提高定位的稳定性,常把定位元件定位表面的中部挖低一些,以防工件基准平面中部略凸时会使定位不稳,如图 6-13a 所示。当工件的刚性较差而平面度较好时,宜采用开有若干窄槽的平面来定位,如图 6-13b 所示,接触面积增大,窄槽便于排屑。所使用的定位元件定位表面的外廓尺寸应略小于基准的外廓,以防定位面在长期使用后磨出痕迹而影响定位(造成工件倾斜),如图 6-13c 所示。

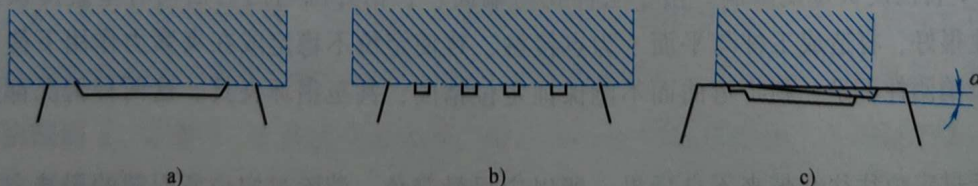


图 6-13 工件用精基准的定位

a) 采用中部挖空的平面定位 b) 采用开槽的平面定位 c) 不正确的定位平面

