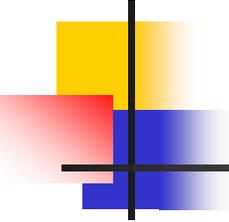
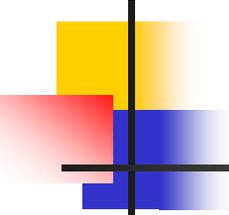


工件的定位夹紧与夹具



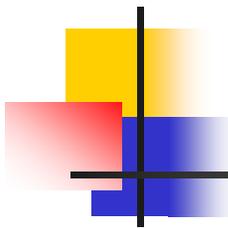
夹具的基本概念

- 夹具的作用及构成
- 机床夹具是机床上用以装夹工件（和引导刀具）的一种装置。其作用是将工件定位，以使工件获得相对的于机床和刀具的正确位置，并把工件可靠地夹紧。



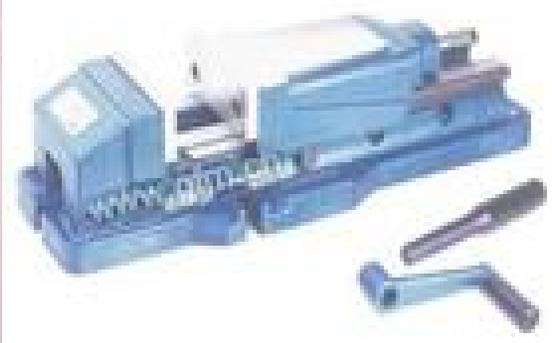
夹具的组成

- 定位元件
- 夹紧装置
- 导向元件和对刀装置
- 连接元件
- 夹具体
- 其它元件及装置

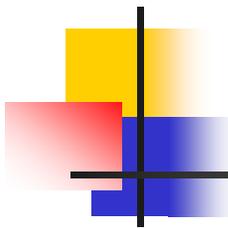


夹具的分类

- (1) 通用夹具 指具有较高通用性的夹具，其结构尺寸已经系列化。这类夹具有专门厂家生产制造，有些已经作为机床附件随机床一起供应。如：三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、虎钳等。
- 通用夹具均具有适应性强、成本低、可缩短生产准备周期的优点；但其效率较低、定位精度较差也是不容忽视的。因此，通用夹具多用于加工精度要求不高、生产类型属中、小批和单件生产的场合。

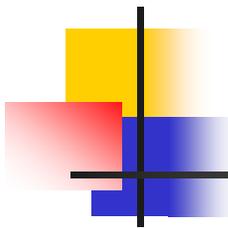


alibaba.com.cn



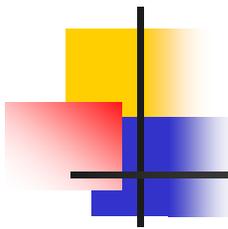
夹具的分类

- (2) 专用夹具 针对某一工件的某一工序的加工精度要求而专门设计、制造的夹具称为专用夹具。由于具有非常高的针对性，所以其效率很高，结构紧凑，定位精度较高；但制造周期较长，成本较高，不具有通用性。同时，高的针对性也决定了专用夹具一般由使用单位自行设计、制造。专用夹具多用于生产批量较大场合；小批量生产中，当工件加工精度较高或加工困难时也采用专用夹具。



夹具的分类

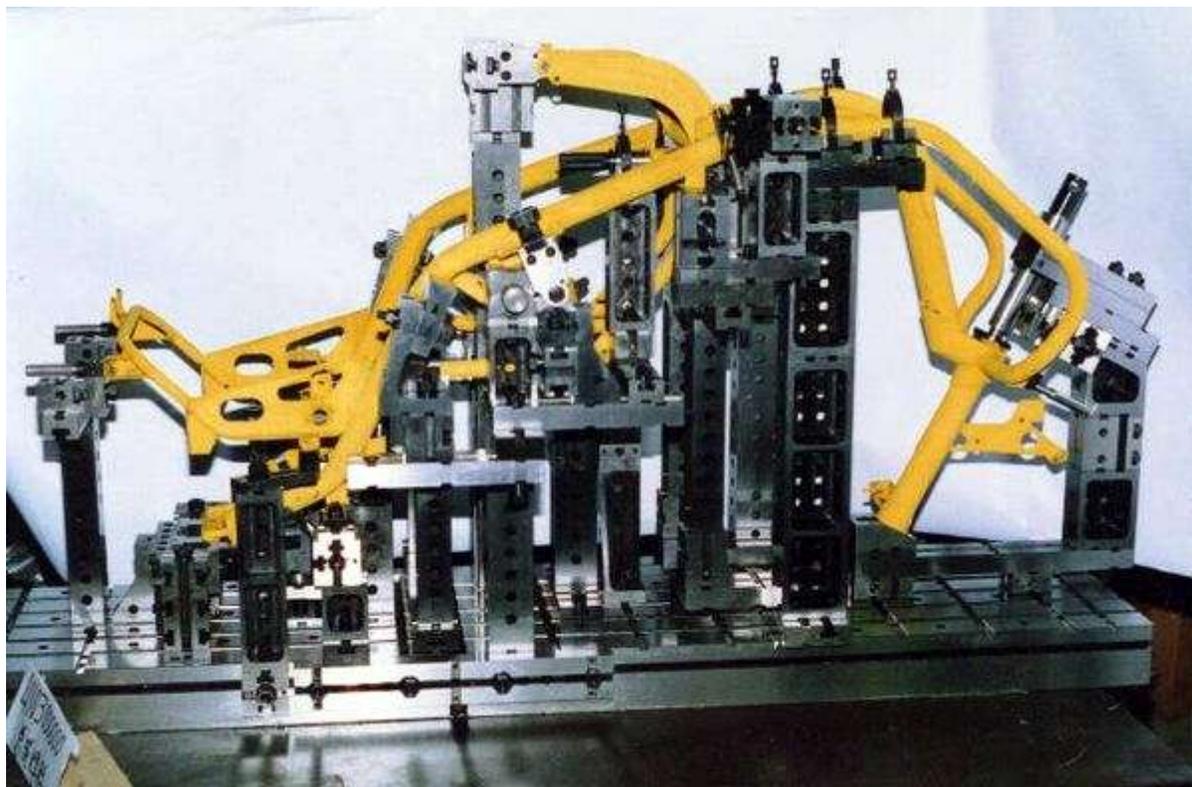
- (3) 可调夹具 通过更换和调整夹具上的个别元件，就可满足相同或相似类型、但具有不同结构尺寸工件装夹需要的一类夹具称为可调夹具。可调夹具又分为通用可调夹具和成组夹具两种。通用可调夹具是指具有一定通用性的可调夹具，如：滑柱钻模；成组夹具是专门应用于成组工艺的夹具，要求夹具在同组工件装夹中能够可调。

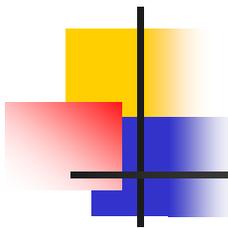


夹具的分类

- (4) 组合夹具 由预先制造好的标准元件、组合件组装而成的夹具，组成夹具的元件、组合件可多次拆装，重复利用。组合夹具的特点就是夹具组装极快；可减少夹具品种，降低夹具的保管、维护费用；可降低工件的加工成本。因此，组合夹具非常适合于新产品的开发试制和单件、小批生产类型。

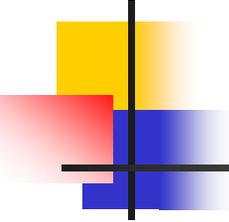
➤ 组合焊接夹具





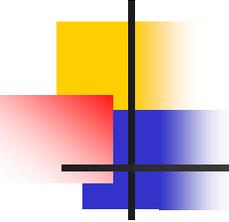
夹具的分类

- (5) 随行夹具 随行夹具是指在自动线加工中，可随同工件按加工工艺需要一起移动的夹具。随行夹具必须要与固定安装在各加工工位的工位夹具配套使用。随行夹具不同于一般夹具的地方就是具有两套定位基准，一套用于对工件进行定位，另一套用于在工位夹具上对其本身定位。加工时，先将工件装夹在随行夹具上，然后随行夹具带着工件沿自动线依次完成在各工位的装夹和加工。随行夹具适用于被加工工件无可靠定位基准或无可靠输送基面的情况。



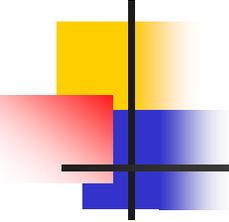
夹具的分类

- 按机床分类时，夹具可分为：车床夹具，铣床夹具，钻床夹具，镗床夹具，拉床夹具等；
- 按夹具夹紧动力源分类时可分为：手动夹具，电动夹具，气动夹具，液压夹具，电磁夹具，真空夹具等。



工件在夹具上的定位

- 定位原理与定位元件
- 六点定位原理
- 要解决工件在夹具中的定位问题，必须首先搞清楚下列几个问题：工件在空间有几个自由度，如何限制这些自由度？工件的工序加工精度与自由度限制有什么关系？如何限制工件的自由度？对工件自由度的限制有什么要求？

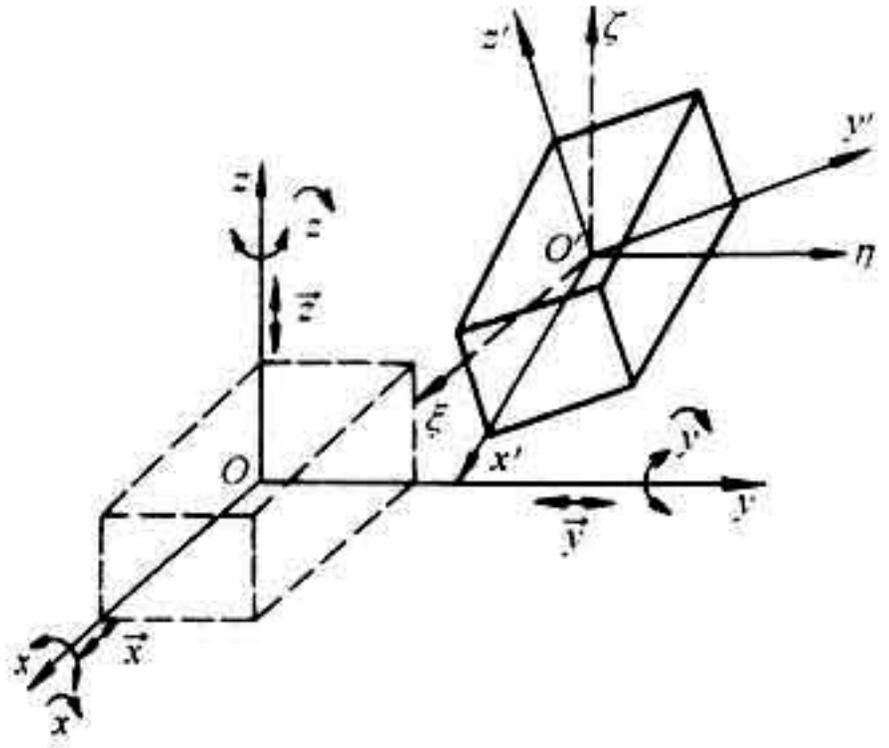


工件在夹具上的定位

- 定位的**目的**是使工件在夹具中相对于机床、刀具占有确定的正确位置，并且应用夹具定位工件，还能使同一批工件在夹具中的加工位置一致性好。
- 在夹具设计中，定位方案不合理，工件的加工精度就无法保证。工件定位方案的确定是夹具设计中首先要解决的问题。

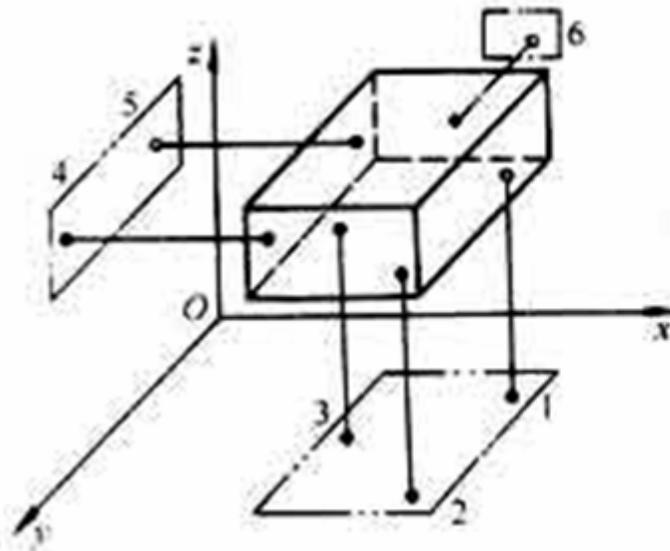
六点定位原理

- 一个自由刚体在空间直角坐标系中有六个独立活动的可能性。其中有三个是沿坐标轴方向的移动，另外三个是绕坐标轴的转动

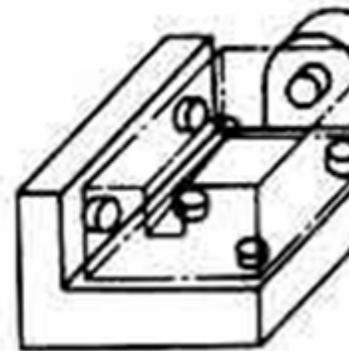


六点定位原理

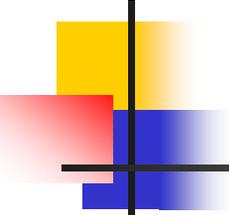
- 工件的六个自由度均被限制后，工件在空间的位置就唯一地被确定下来，而每个自由度可以用相应的点支承来加以限制，用六个点支承就可以完全确定工件的空间位置。这就是工件的六点定位原则。



a)

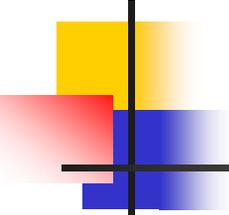


b)



“六点定位”的注意问题

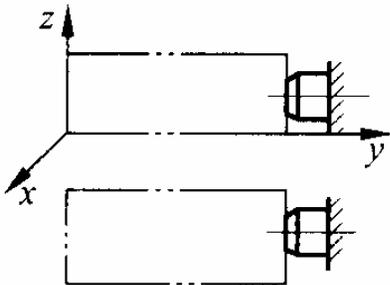
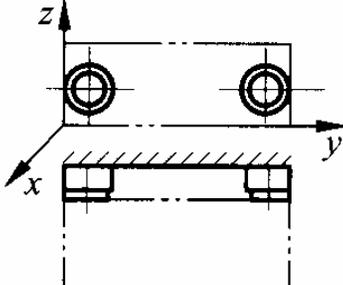
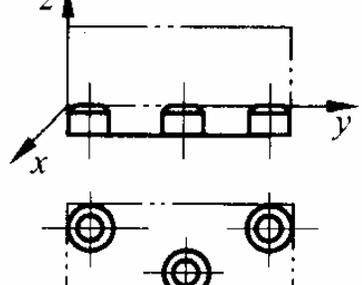
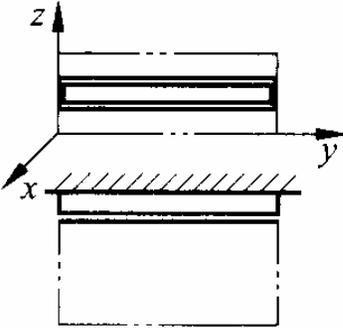
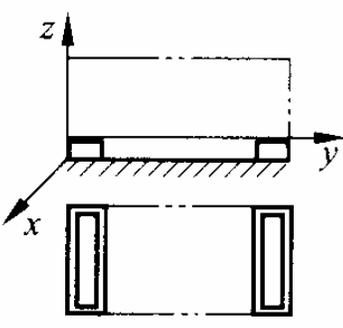
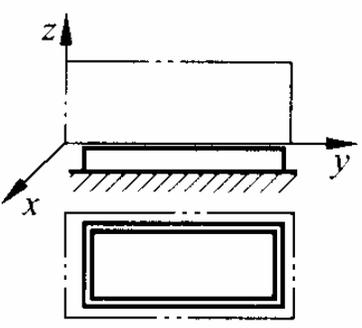
- (1) 定位就是限制自由度，通常用合理布置定位支承点的方法来限制工件的自由度。
- (2) 定位支承点限制工件自由度的作用，应理解为定位支承点与工件定位基准面始终保持紧贴接触。若二者脱离，则意味着失去定位作用。
- (3) 一个定位支承点仅限制一个自由度，一个工件仅有六个自由度，所设置的定位支承点数目，原则上不应超过六个。



“六点定位”的注意问题

- (4) 分析定位支承点的定位作用时，不考虑力的影响，定位和夹紧是两个概念，不能混淆：工件的某一自由度被限制，是指工件在这一方向上有确定的位置，并非指工件在受到使其脱离定位支承点的外力时，不能运动，即夹紧。
- (5) 定位支承点是由定位元件抽象而来的，在夹具中，定位支承点总是通过具体的定位元件体现。

典型的定位元件

| | | | | | |
|----|-----|--------|--|---|--|
| 平面 | 支承钉 | 定位情况 | 1 个支承钉 | 2 个支承钉 | 3 个支承钉 |
| | | 图示 |  |  |  |
| | | 限制的自由度 | \vec{y} | \vec{x}, \vec{z} | $\vec{z}, \vec{y}, \vec{x}$ |
| | 支承板 | 定位情况 | 一块条形支承板 | 二块条形支承板 | 一块矩形支承板 |
| | | 图示 |  |  |  |
| | | 限制的自由度 | \vec{x}, \vec{z} | $\vec{z}, \vec{y}, \vec{x}$ | $\vec{z}, \vec{y}, \vec{x}$ |

典型的定位元件

圆

圆柱销

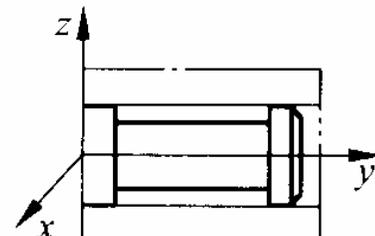
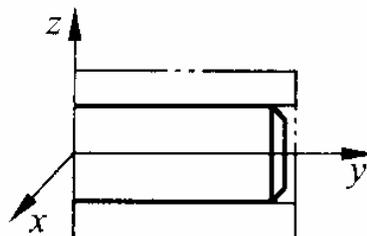
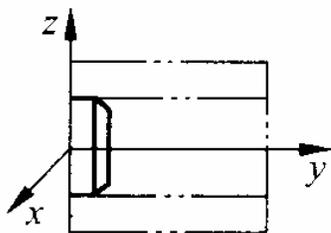
定位情况

短圆柱销

长圆柱销

两段短圆柱销

图示



限制的自由度

\vec{x}, \vec{z}

$\vec{x}, \vec{z}, \widehat{x}, \widehat{z}$

$\vec{x}, \vec{z}, \widehat{x}, \widehat{z}$

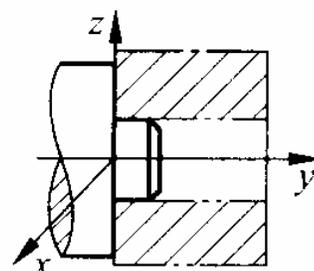
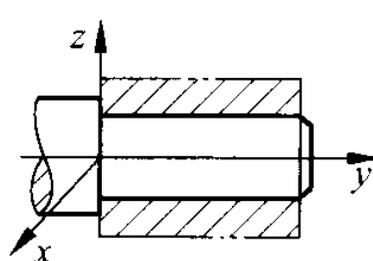
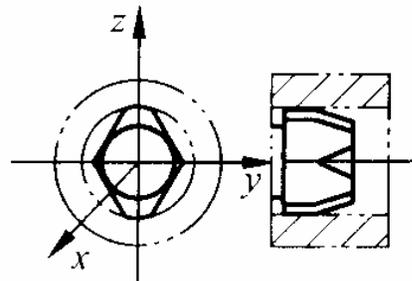
定位情况

菱形销

长销小平面组合

短销大平面组合

图示



限制的自由度

\vec{z}

$\vec{y}, \vec{x}, \vec{z}, \widehat{x}, \widehat{z}$

$\vec{y}, \vec{x}, \vec{z}, \widehat{x}, \widehat{z}$

典型的定位元件及限制的自由度

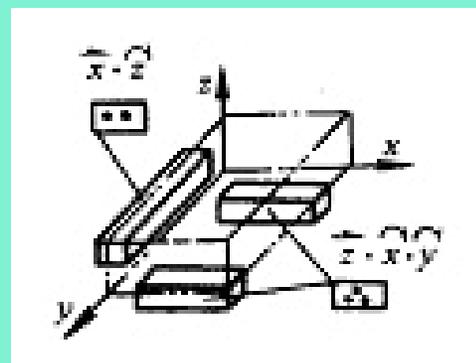
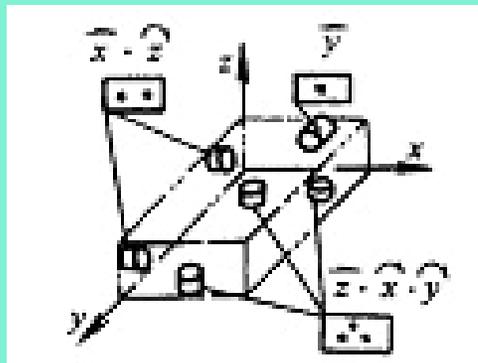
定位基准面

定位元件的定位方式及所限制的自由度

支承钉

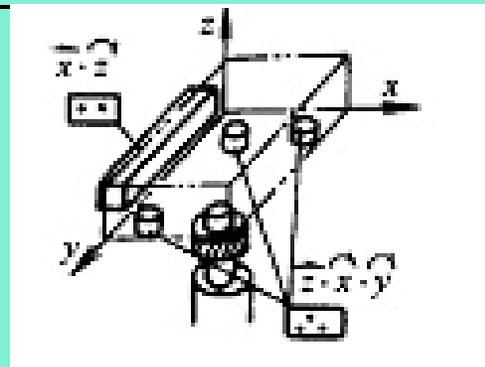
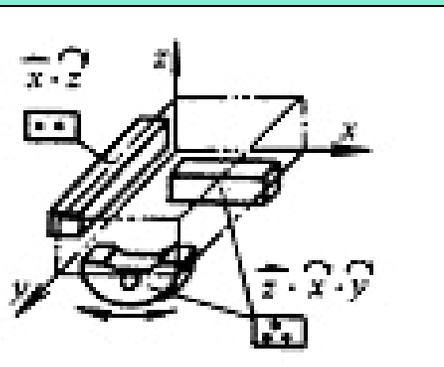
支承板

平面

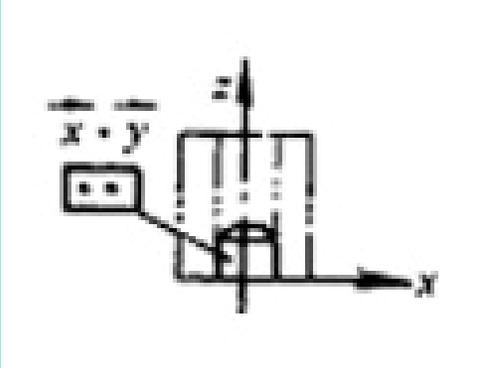
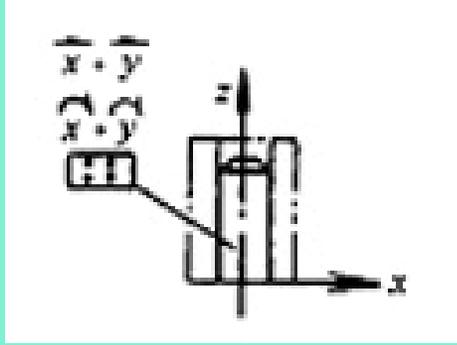
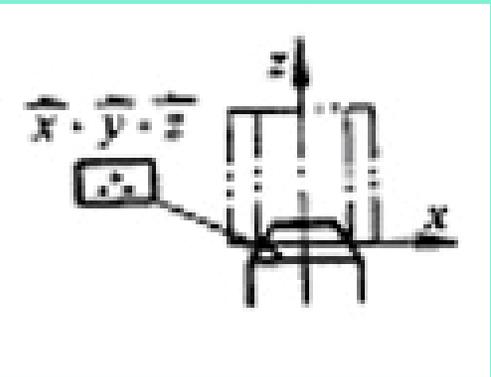
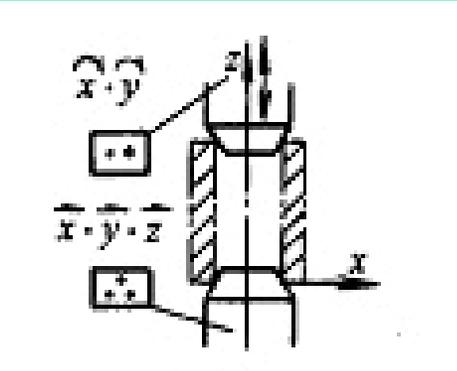


固定支承与自位支承

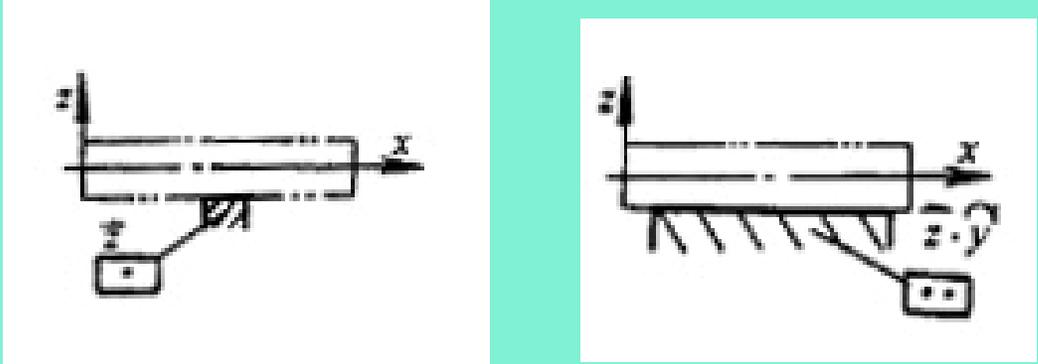
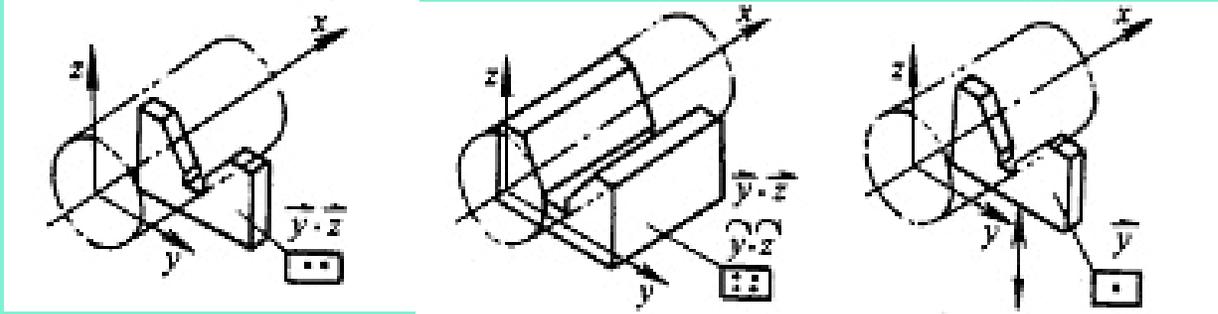
固定支承与辅助支承



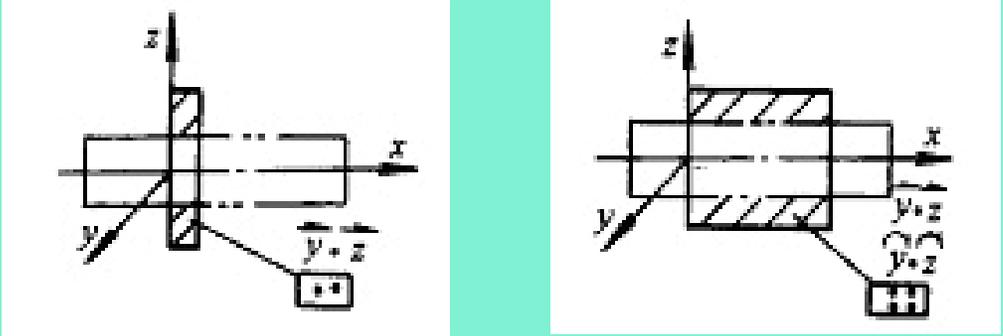
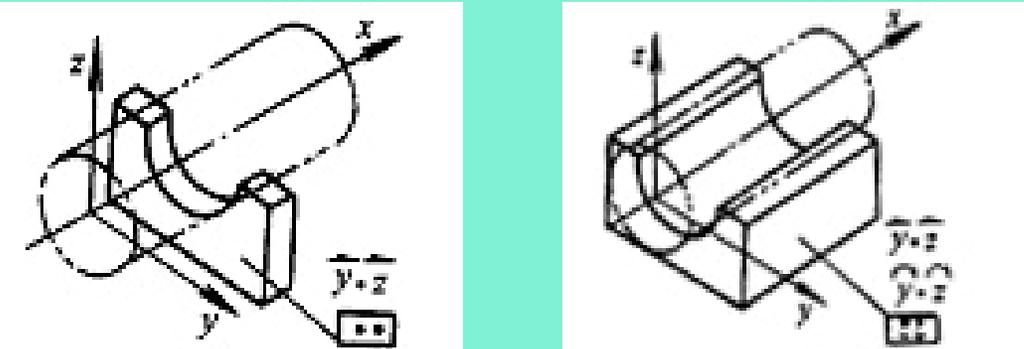
典型的定位元件及限制的自由度

| 定位基准面 | 定位元件的定位方式及所限制的自由度 | |
|-------|---|---|
| 圆孔 | 定位销（短销） | |
| |  <p>A 3D diagram showing a short cylindrical pin inserted into a hole in a workpiece. The pin's axis is aligned with the z-axis of a coordinate system. A callout box labeled $\bar{x} \cdot \bar{y}$ points to the hole, indicating that the degrees of freedom in the x and y directions are restricted.</p> |  <p>A 3D diagram showing a short cylindrical pin inserted into a hole in a workpiece. The pin's axis is aligned with the z-axis. A callout box labeled $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ points to the hole, indicating that the degrees of freedom in the x, y, and z directions are restricted.</p> |
| | 锥销 | |
| |  <p>A 3D diagram showing a tapered pin inserted into a hole in a workpiece. The pin's axis is aligned with the z-axis. A callout box labeled $\bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{z}$ points to the hole, indicating that the degrees of freedom in the x, y, and z directions are restricted.</p> |  <p>A 3D diagram showing a tapered pin inserted into a hole in a workpiece. The pin's axis is aligned with the z-axis. A callout box labeled $\bar{x} \cdot \bar{y}$ points to the hole, indicating that the degrees of freedom in the x and y directions are restricted.</p> |

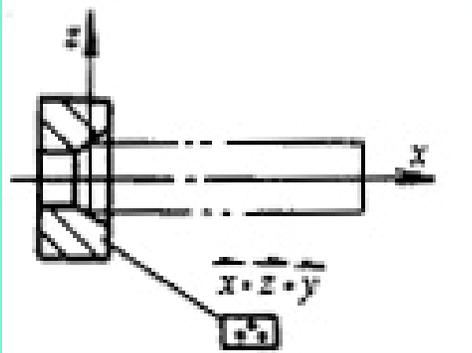
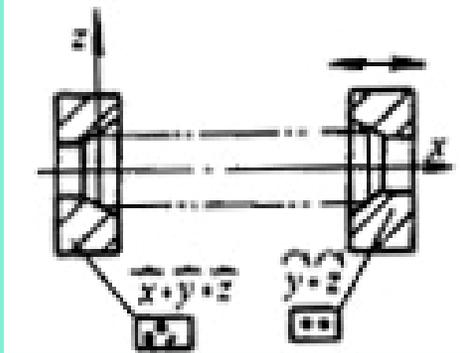
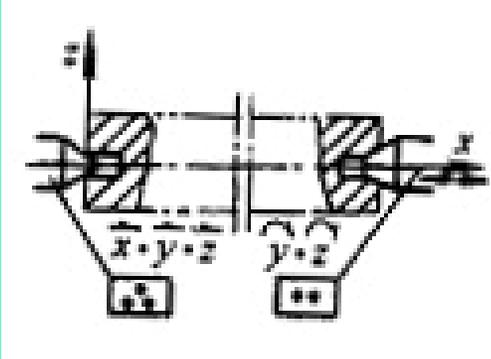
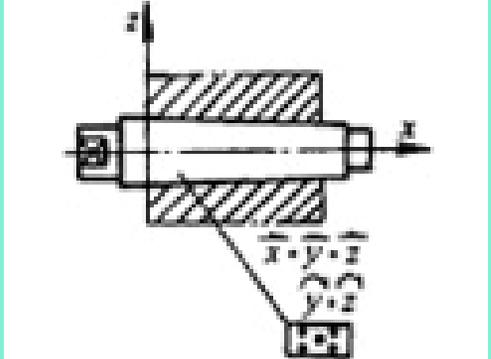
典型的定位元件及限制的自由度

| 定位基准面 | 定位元件的定位方式及所限制的自由度 |
|--|--|
| 外圆柱面 | <p>支承板或支承钉</p> |
| |  |
| | <p>V形块</p> |
|  | |

典型的定位元件及限制的自由度

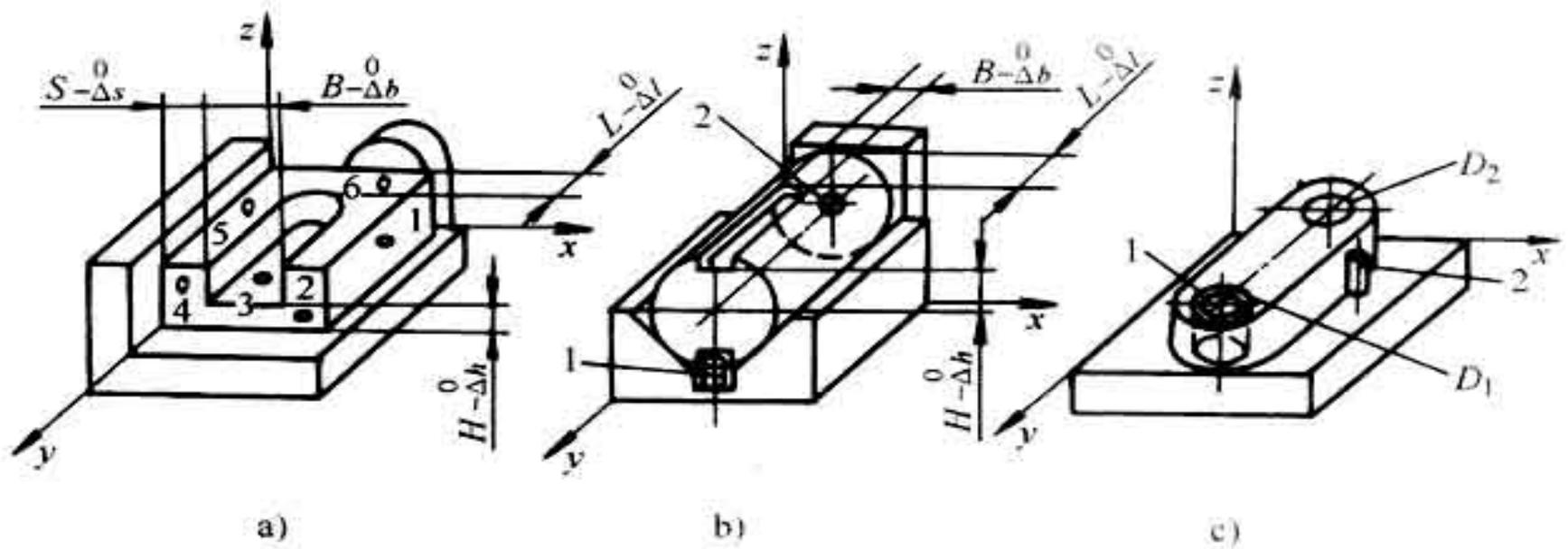
| 定位基准面 | 定位元件的定位方式及所限制的自由度 |
|-------|--|
| 外圆柱面 | 定位套 |
| |  |
| | 半圆孔 |
| |  |

典型的定位元件及限制的自由度

| 定位基准面 | 定位元件的定位方式及所限制的自由度 | |
|-------|--|---|
| 外圆柱面 | 锥套 | |
| |  |  |
| 锥孔 | 顶尖 | 锥心轴 |
| |  |  |

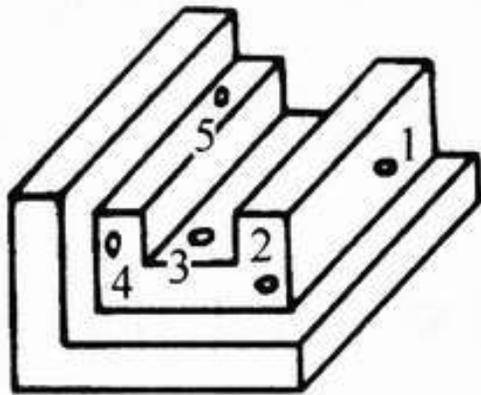
完全定位

- 工件的六个自由度均被夹具定位元件所限制，使工件在夹具中处于完全确定的位置。

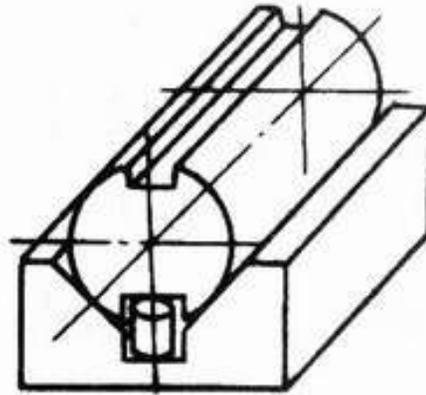


不完全定位

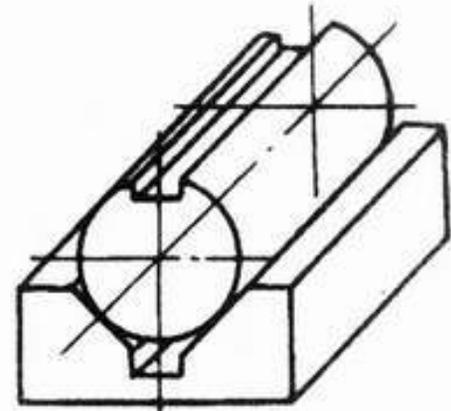
- 根据工件加工精度要求不需限制的自由度没有被夹具定位元件限制或没有被全部限制的定位。



a)



b)



c)

欠定位

- 根据工件加工精度要求需要限制的自由度没有得到完全限制的定位。这种定位显然不能保证工件的加工精度要求，在工件加工中是绝对不允许的。

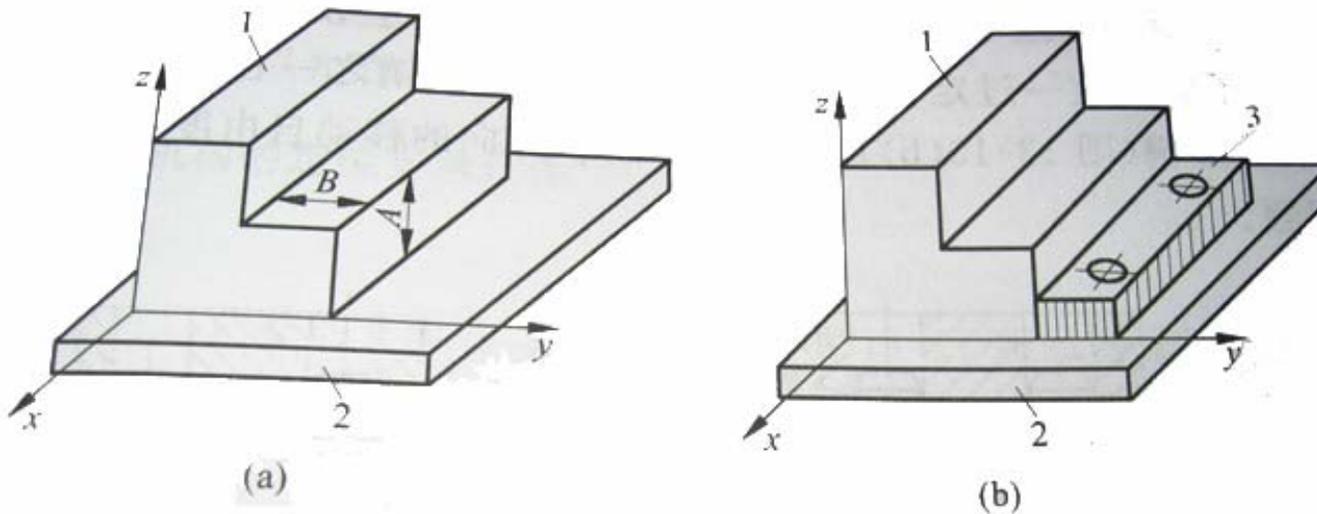
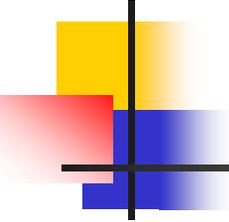


图 13-8 欠定位举例

1—工件；2—定位平板；3—条形支承板

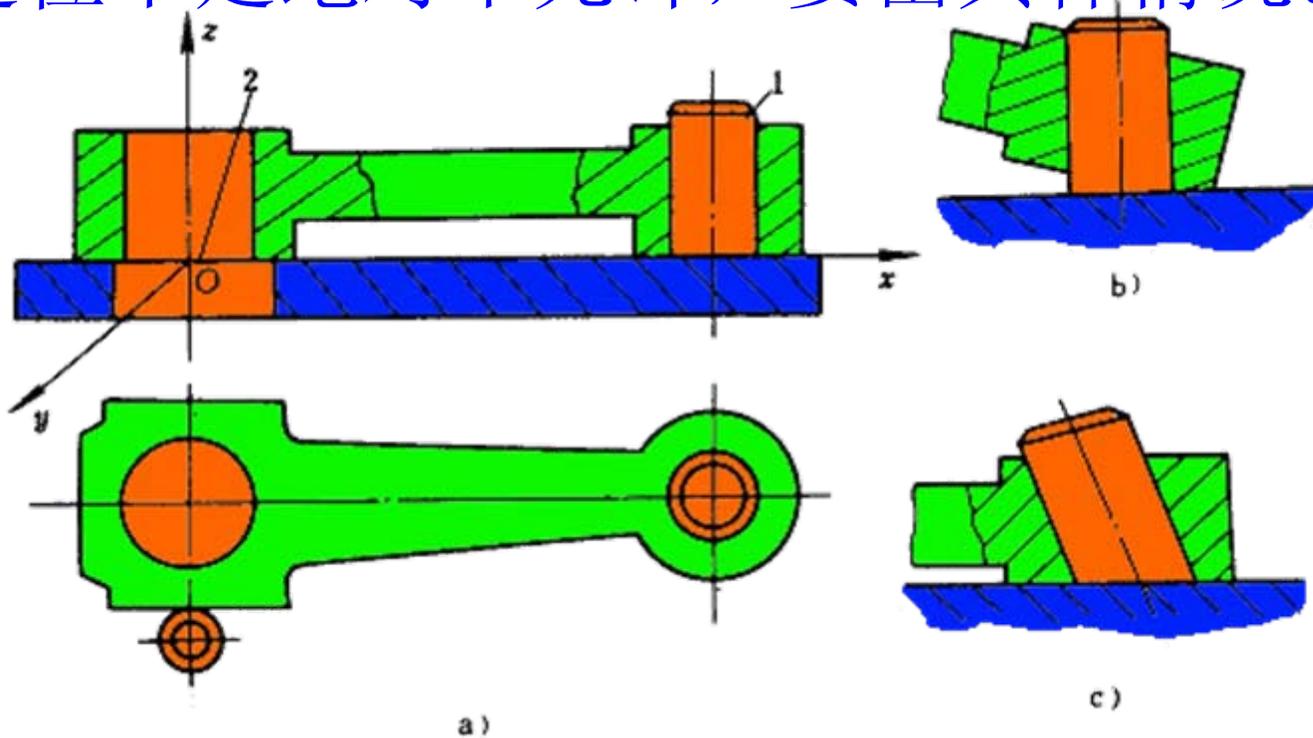


过定位

- 定位元件的一组限位面重复限制工件的同一个自由度的定位，这样的定位称为过定位。过定位可能导致定位干涉或工件装不上定位元件，进而导致工件或定位元件产生变形、定位误差增大，因此在定位设计中应该尽量避免过定位。

过定位

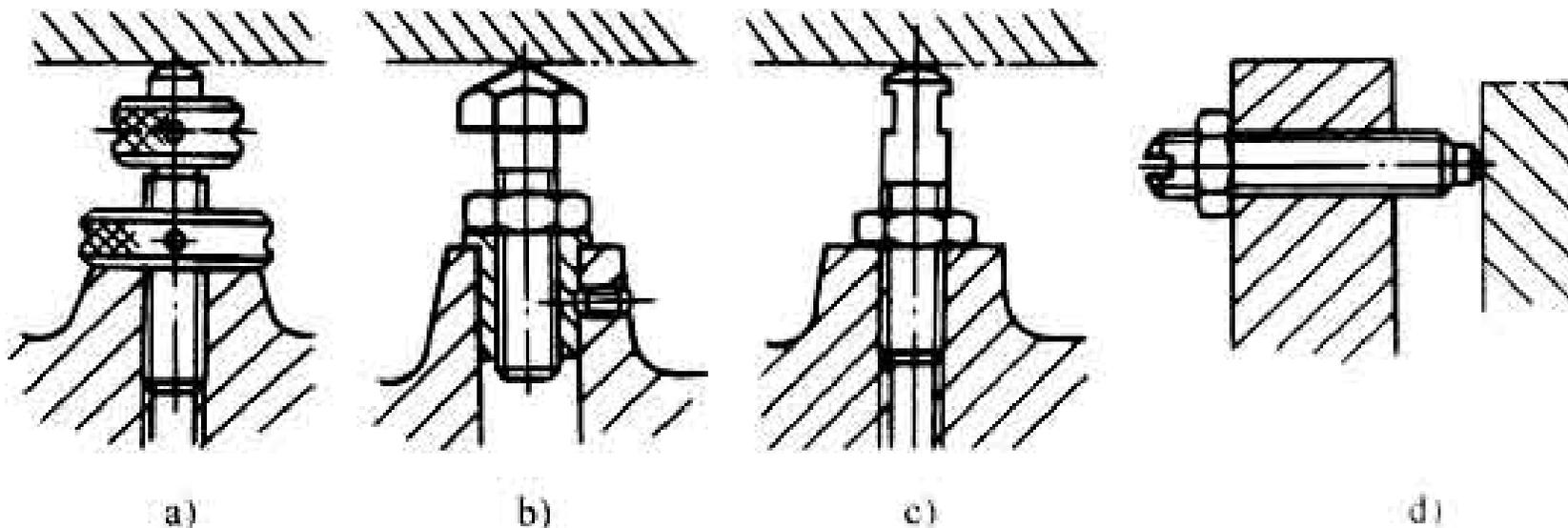
- 工件的同一自由度被二个或二个以上的支承点重复限制的定位。可能造成工件的定位误差，或者造成部分工件装不进夹具的情况。过定位不是绝对不允许，要由具体情况决定。



具有可调机构的定位支承元件

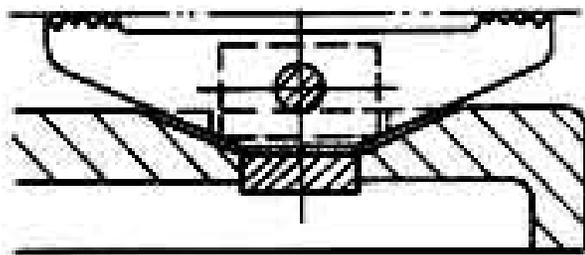
➤ 可调支承

- 可调支承是顶端位置可在一定高度范围内调整的支承。多用于未加工平面的定位，以调节和补偿各批毛坯尺寸的误差，一般每批毛坯调整一次。

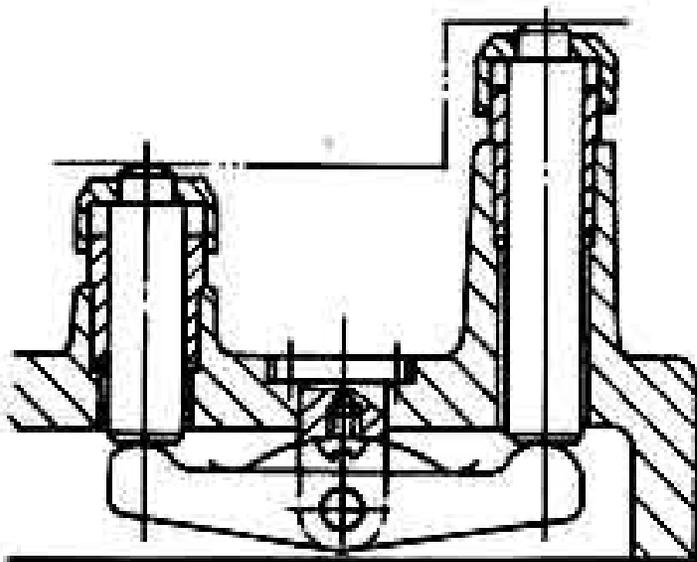


具有可调机构的定位支承元件

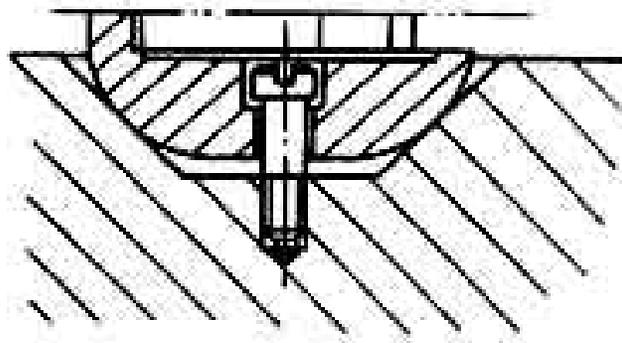
➤ 自位支承



a)



b)

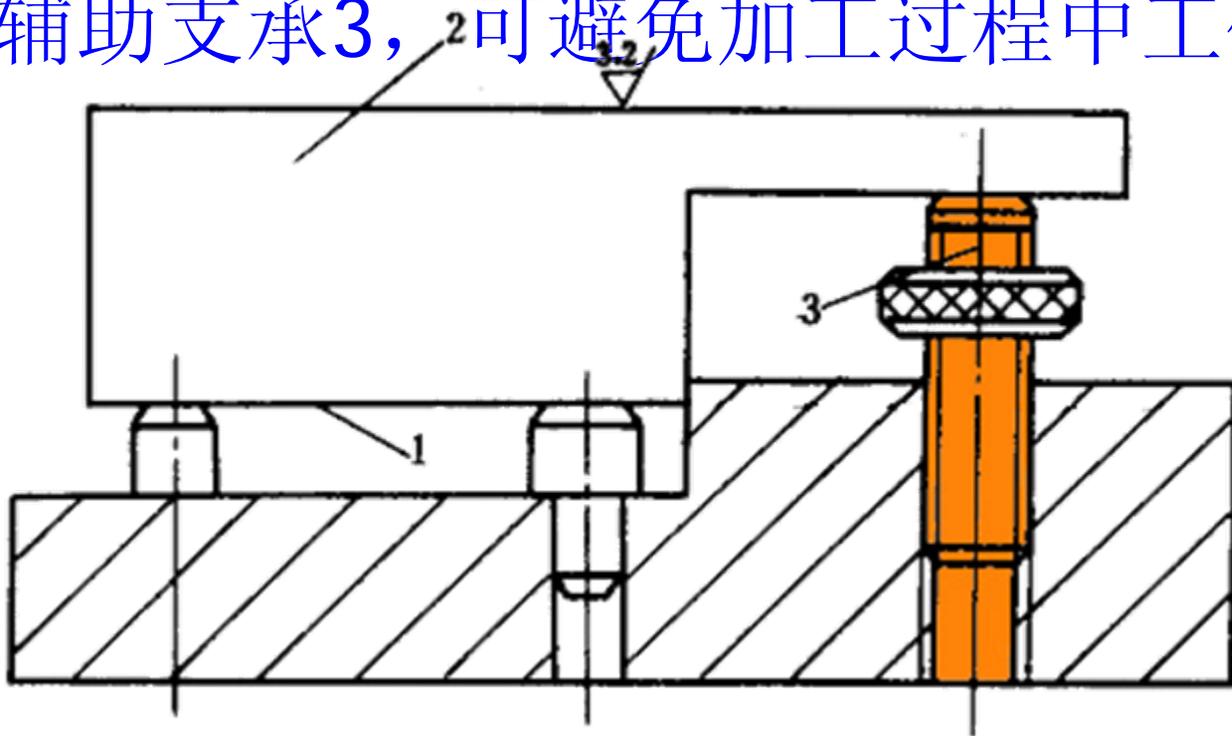


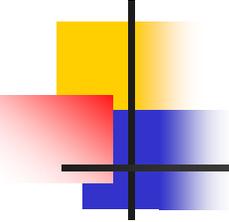
c)

具有可调机构的定位支承元件

辅助支承

在生产中，有时为了提高工件的刚度和定位稳定性，常采用辅助支承。如图所示阶梯零件，当用平面1定位铣平面2时，于工件右部底面增设辅助支承3，可避免加工过程中工件的变形。





定位误差的分析与计算

- 定位误差及其产生原因
- 当夹具在机床上的定位精度已达到要求时，如果工件在夹具中定位的不准确，将会使设计基准在加工尺寸方向上产生偏移。往往导致加工后工件达不到要求，存在定位误差。
- 定位误差包括定位基准与设计基准不重合误差和定位基准位移误差。

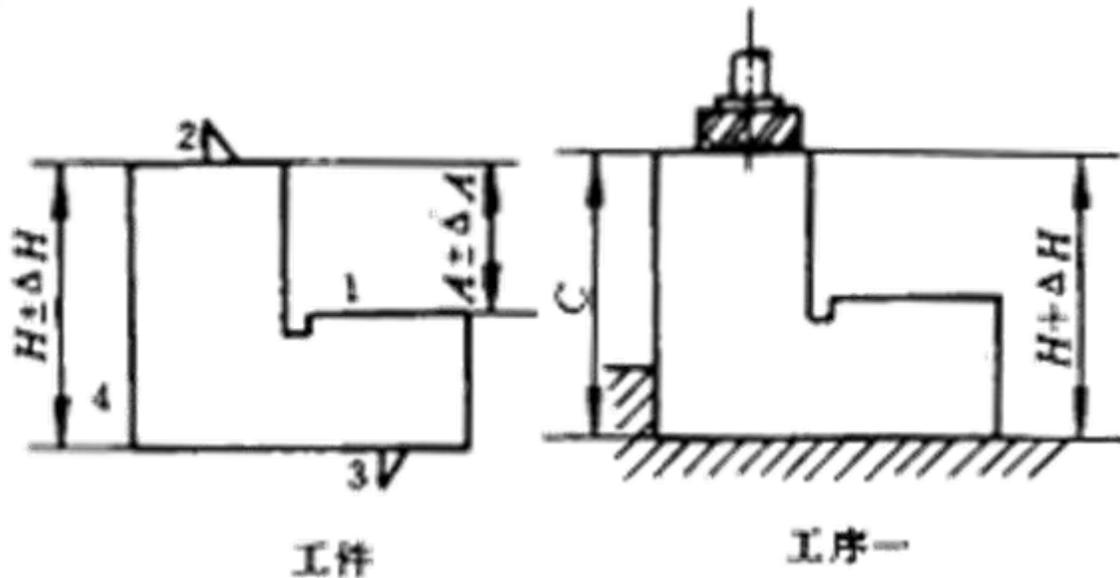
定位误差的分析与计算

基准不重合误差：

须明确的概念：

- a) 设计基准：在零件图上用来确定某一表面的尺寸、位置所依据的基准。
- b) 工序基准：在工序图上用来确定本工序被加工表面加工后的尺寸、位置所依据的基准。
- c) 基准不重合误差等于定位基准相对于设计基准在工序尺寸方向上的最大变动量。

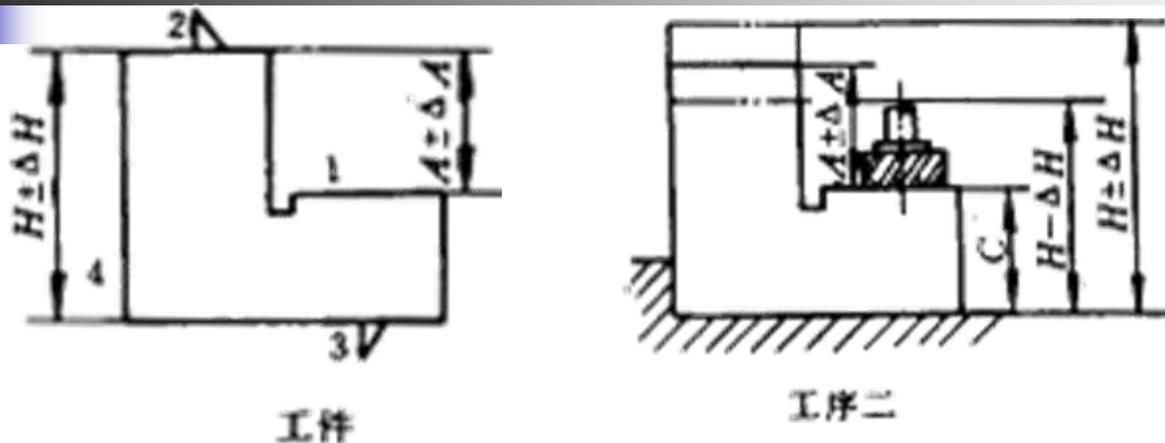
定位误差的分析与计算



加工顶面2，以底面和侧面定位，此时定位基准和设计基准都是底面3，即基准重合。

定位误差： $\epsilon_c = 0$

定位误差的分析与计算

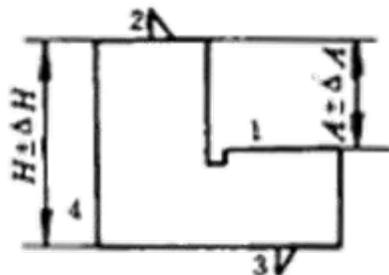


加工台阶面1，定位同工序一，此时定位基准为底面3，而设计基准为顶面2，即基准不重合。即使本工序刀具以底面为基准调整得绝对准确，且无其它加工误差，仍会由于上一工序加工后顶面2在 $H \pm \Delta H$ 范围内变动，导致加工尺寸 $A \pm \Delta A$ 变为 $A \pm \Delta A \pm \Delta H$

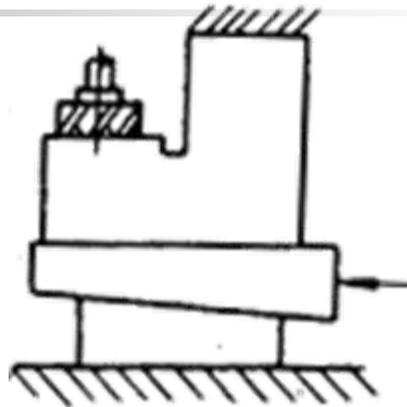
其误差为 $2\Delta H$ 。

基准不重合误差： $\varepsilon_c = 2\Delta H$

定位误差的分析与计算



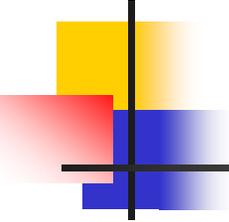
工件



工序二改进

工序二改进方案使基准重合了 ($\varepsilon_c = 0$)。这种方案虽然提高了定位精度，但夹具结构复杂，工件安装不便，并使加工稳定性和可靠性变差，因而有可能产生更大的加工误差

❖ 从多方面考虑，在满足加工要求的前提下，基准不重合的定位方案在实践中也可以采用。



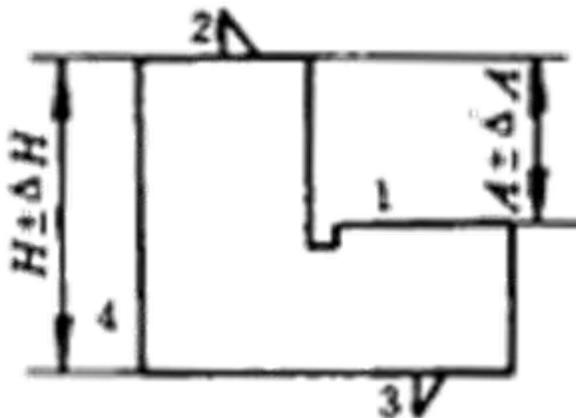
定位副制造不准确误差

工件定位面与夹具定位元件共同构成定位副，由于定位副制造得不准确和定位副间的配合间隙引起的工件最大位置变动量，称为**定位副制造不准确误差**。

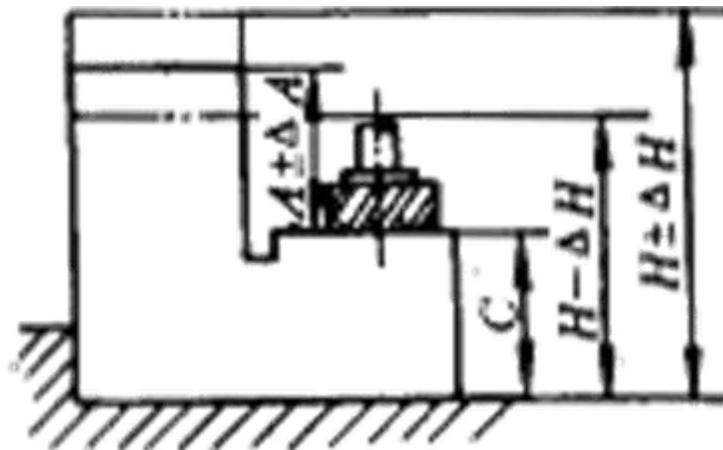
也称基准位移误差。

常见定位形式的定位误差

➤ 用平面定位平面

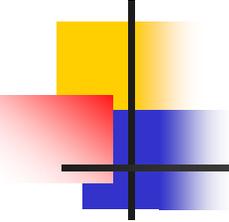


工件



工序二

$$\varepsilon_c = 2\Delta H$$



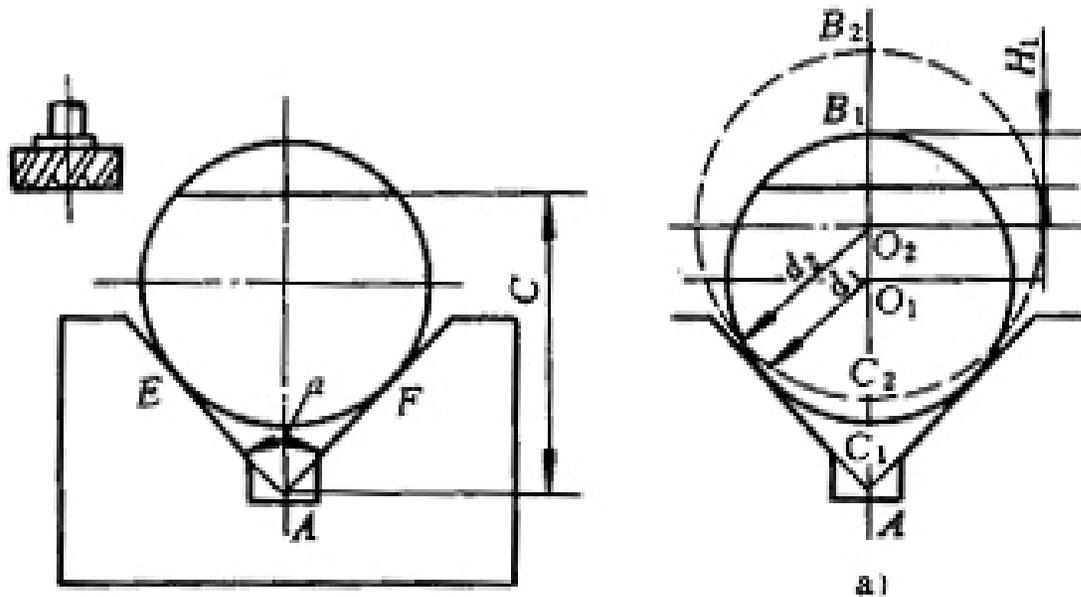
常见定位形式的定位误差

➤ 用支承钉定位平面

常见定位形式的定位误差

➤ 用V型块定位

(1) 要求保证上母线到加工面的尺寸，即设计基准为B:

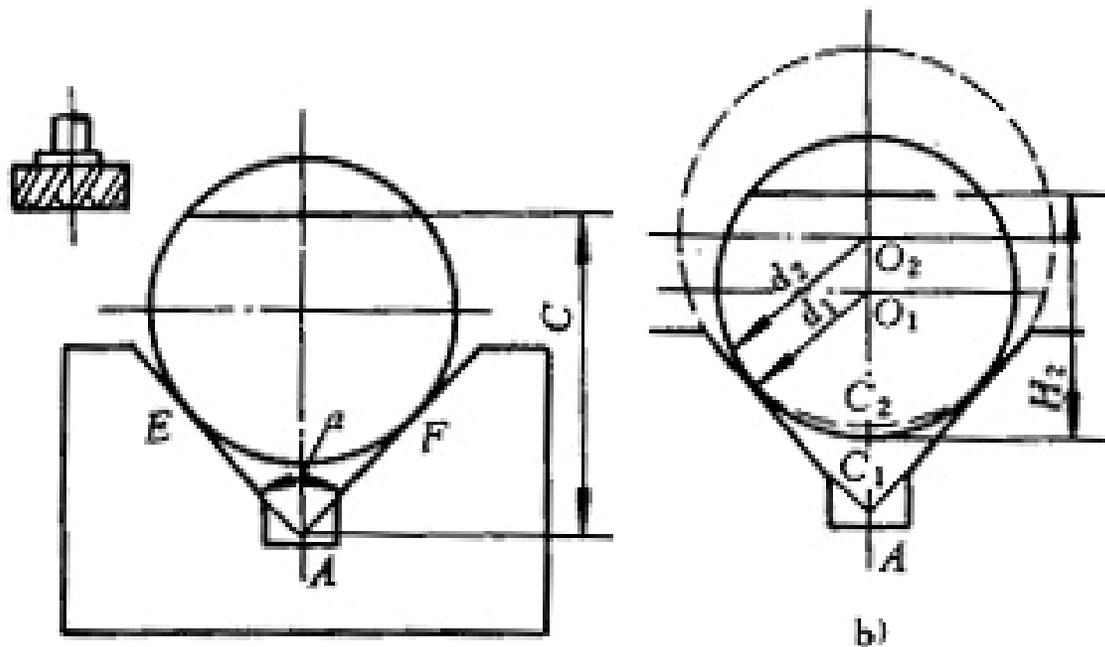


尺寸H1的定位误差为:

$$\Delta_{dw1} = \frac{\Delta d}{2} \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right]$$

用V型块定位

(2) 要求保证下
母线到加工面的
尺寸，即设计基
准为C:

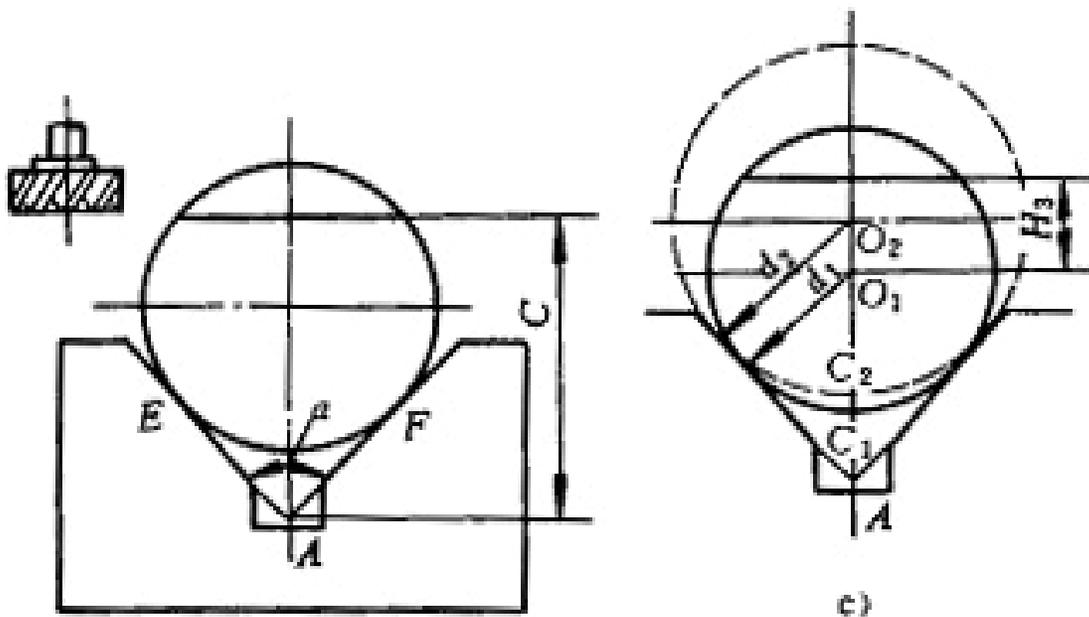


尺寸H2的定位误差:

$$\Delta_{dw2} = \frac{\Delta d}{2} \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right]$$

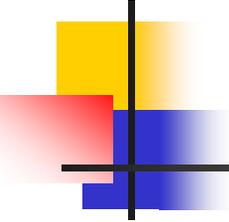
用V型块定位

(3) 要求保证
轴心线到加工
面的尺寸，即
设计基准为
O:



尺寸H3的定位误差:

$$\Delta_{dw3} = \frac{\Delta d}{2} \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

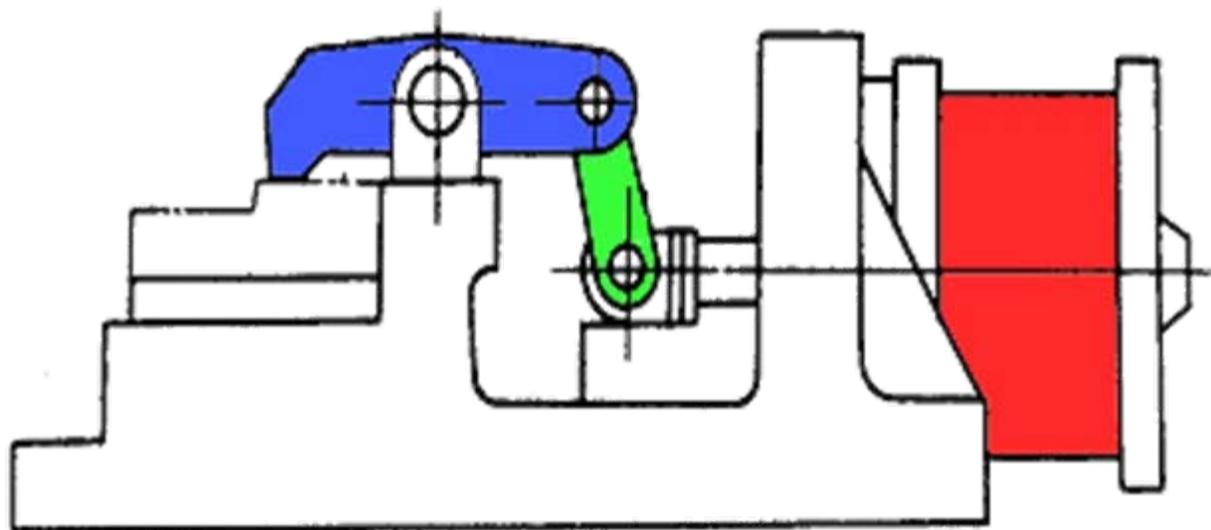


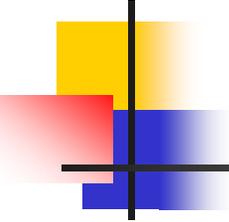
工件在夹具中的夹紧

- 工件在定位元件上定位后，必须采用一定的装置将工件压紧夹牢，使其在加工过程中不会因受切削力、惯性力或离心力等作用而发生振动或位移，从而保证加工质量和生产安全，这种装置称为**夹紧装置**。
- 机械加工中所使用的夹具一般都必须有夹紧装置，在大型工件上钻小孔时，可不单独设计夹紧装置。

夹紧装置的组成

- 力源装置:
- 夹紧元件:
- 中间传力机构





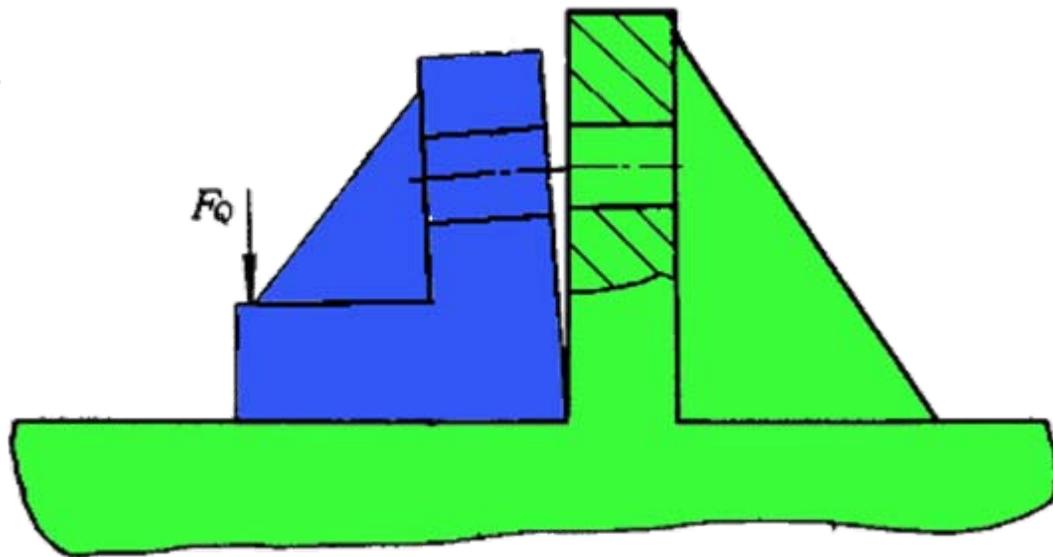
对夹紧装置的基本要求

- 夹紧时不能破坏工件定位后获得的正确位置；
- 夹紧力大小要合适，既要保证工件在加工过程中不移动、不转动、不振动，又不得产生不能使工件产生变形或损伤工件表面；
- 夹紧动作要迅速、可靠，且操作要方便、省力、安全；
- 结构紧凑，易于制造与维修。其自动化程度及复杂程度应与工件的生产纲领相适应。

夹紧力的确定

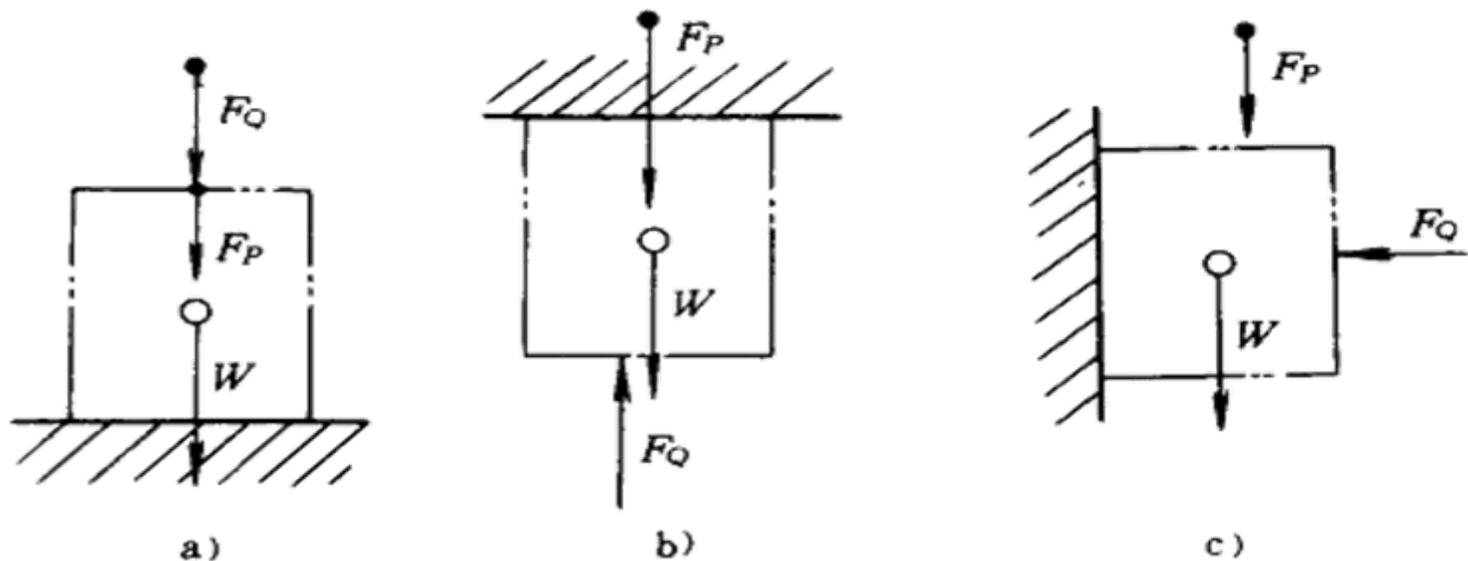
1. 确定夹紧力方向的原则:

- 1) 夹紧力的方向应使定位基面与定位元件接触良好，保证工件定位准确可靠。当工件由几个表面组合定位时，在各相应方向都应施加夹紧力，且主要夹紧力的方向应朝向主要定位基面；



夹紧力的确定

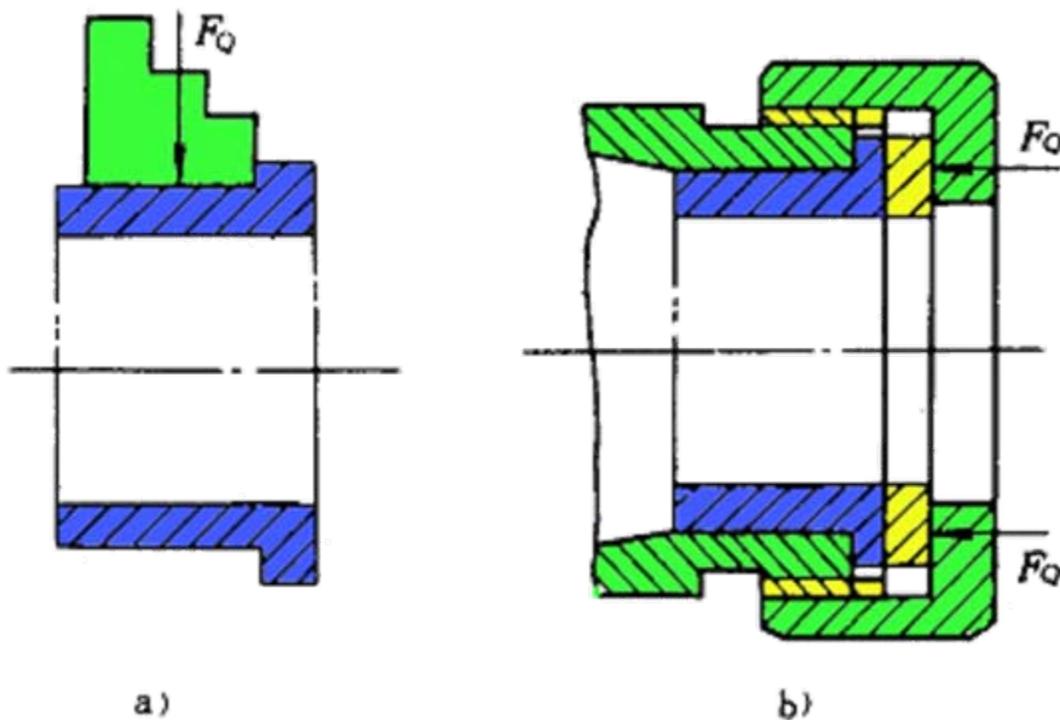
2)理想的夹紧力的方向应尽量与工件受到的切削力、重力等的方向一致，以减小夹紧力；



以上三种夹紧力、切削力、重力的三种方向关系中，图a)所需夹紧力最小，图c)所需夹紧力最大。

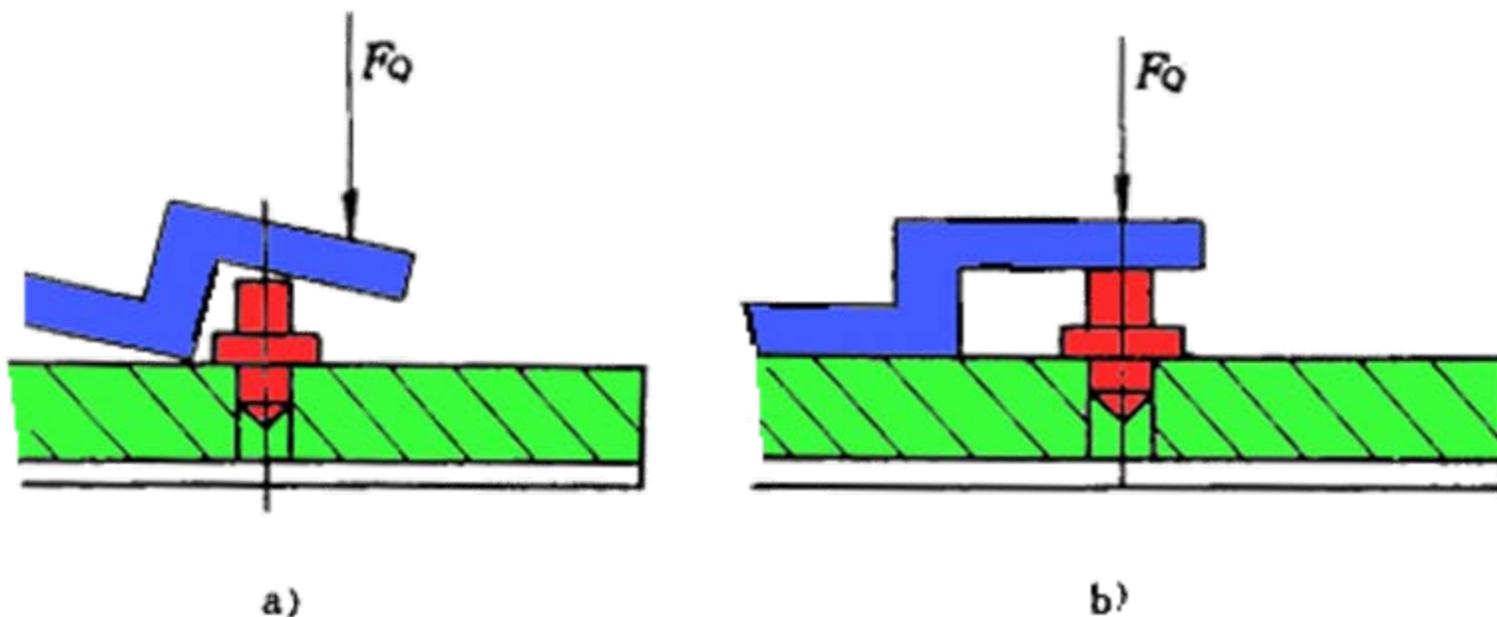
夹紧力的确定

- 3) 夹紧力的方向应与工件刚度最大的方向一致，以减小工件变形。夹紧薄壁工件时，尤应注意这种情况。



夹紧力作用点的确定

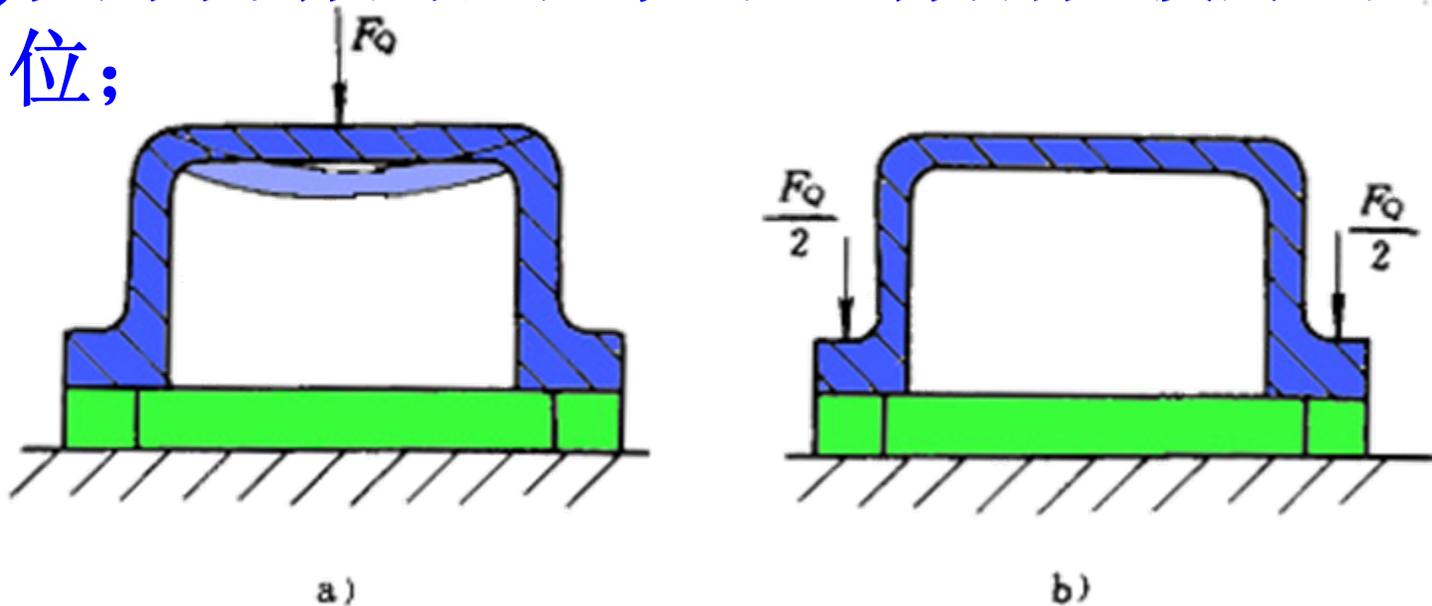
- 1) 夹紧力的作用点应正对支承元件或位于支承元件所形成的支承面内；



以上两种夹紧方案，相较而言b)方案是合理的。

夹紧力作用点的确定

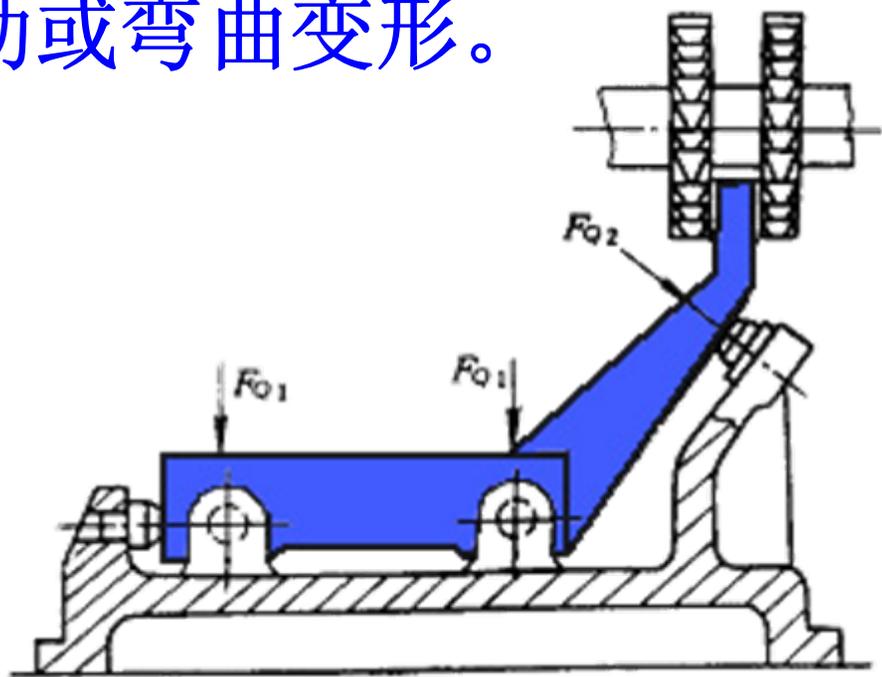
2) 夹紧力作用点应位于工件刚性较好的部位；



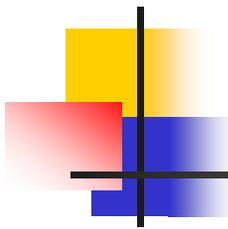
通过对比以上两种方案，将作用在壳体中部的单点改为在工件外缘处的两点夹紧，工件的变形大大改善，夹紧也更可靠。此项原则对刚性差的工件尤为重要。

夹紧力作用点的确定

3) 夹紧力的作用点应尽量靠近加工表面，以减小切削力对夹紧点的力矩，防止或减少工件的加工振动或弯曲变形。

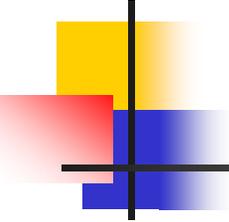


b)



夹紧力大小的估算

- 夹紧力的大小可根据切削力、工件重力的大小、方向和相互位置关系具体计算。为安全起见，计算出的夹紧力应乘以安全系数 K ，故实际夹紧力一般比理论计算值大2~3倍。
- 一般来说，手动夹紧时不必算出夹紧力的确切值，只有机动夹紧时，才进行夹紧力计算，以便决定动力部件（如气缸、液压缸直径等）的尺寸。



典型夹紧机构

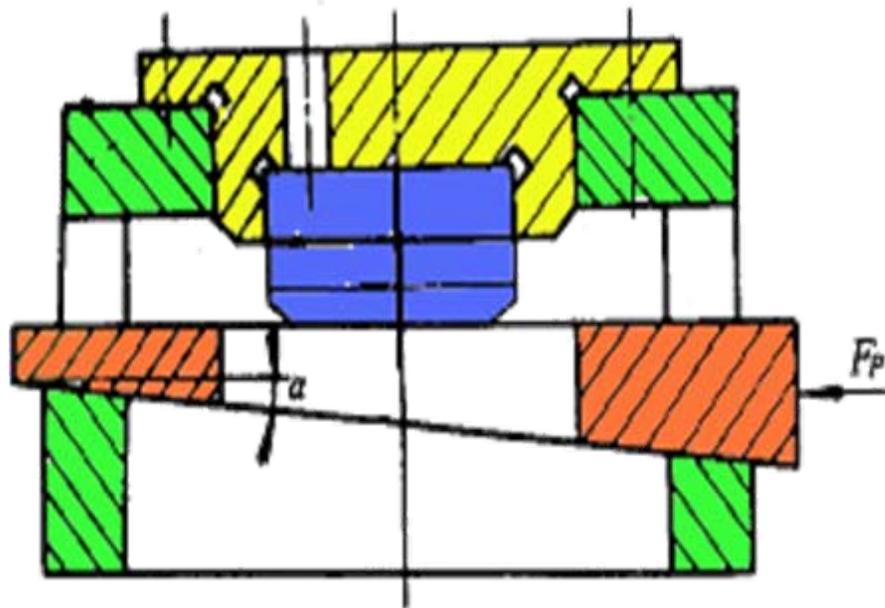
- 夹紧机构是夹紧装置的重要组成部分，因为无论采用何种动力源装置，都必须通过夹紧机构将原始力转化为夹紧力、各类机床夹具应用的夹紧机构多种多样，以下介绍几种利用机械摩擦实现夹紧，并可自锁的典型夹紧机构。

典型夹紧机构

1. 斜楔夹紧

特点:

- (1) 有增力作用;
- (2) 夹紧行程小;
- (3) 结构简单，但操作不方便。



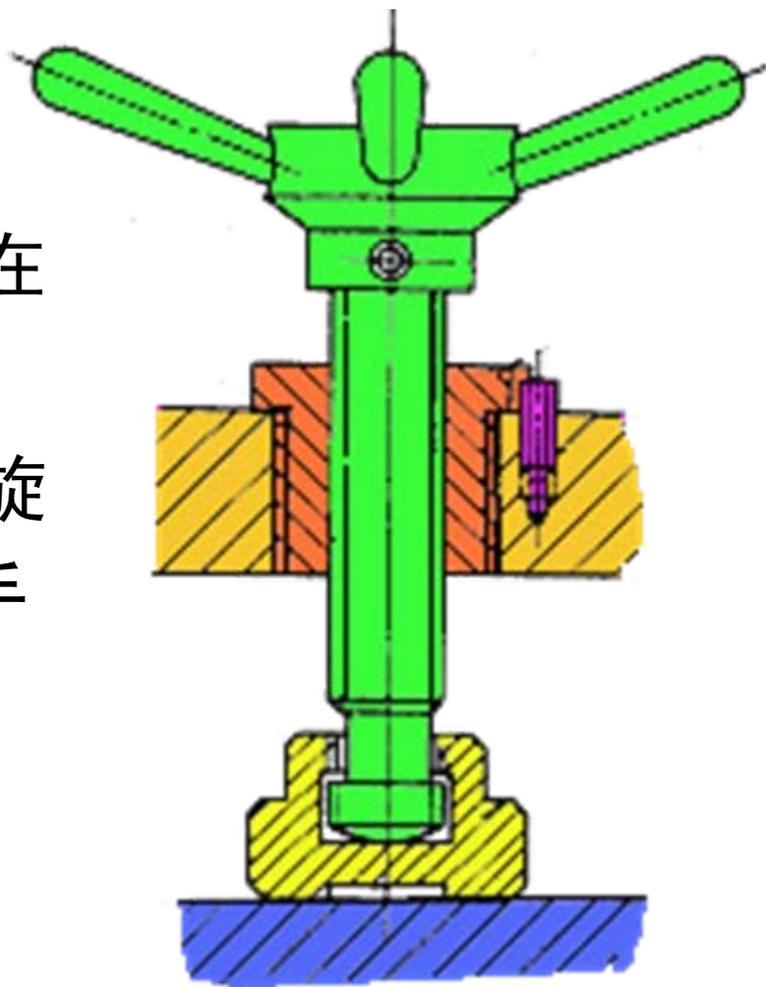
a)

典型夹紧机构

2.螺旋夹紧

特点:

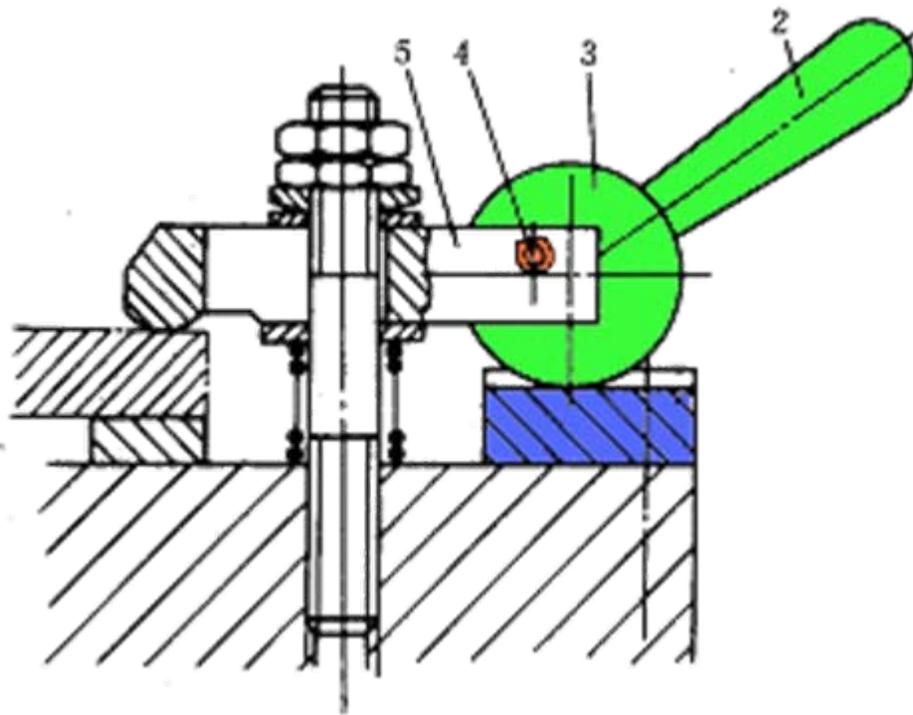
- (1) 夹紧结构简单，夹紧可靠，在加剧中得到广泛应用；
- (2) 夹紧力比斜楔夹紧力大，螺旋夹紧行程不受限制，所以在手动夹紧中应用极广；
- (3) 螺旋夹紧动作慢，辅助时间长，效率低，在实际生产中，螺旋一压板组合夹紧比单螺旋夹紧用的更为普遍。



典型夹紧机构

3. 偏心夹紧

特点：由于圆偏心夹紧时的夹紧力小，自锁性能不是很好，且夹紧行程小，故多用于切削力小，无振动，工件尺寸公差并不大的场合，但是圆偏心夹紧机构是一种快速夹紧机构。



典型夹紧机构

气-液组合夹紧

