

# 第8章

## 定位誤差的新定義與計算方法

第一節	概述
第二節	定位誤差的新定義
第三節	基於新定義的定位誤差計算

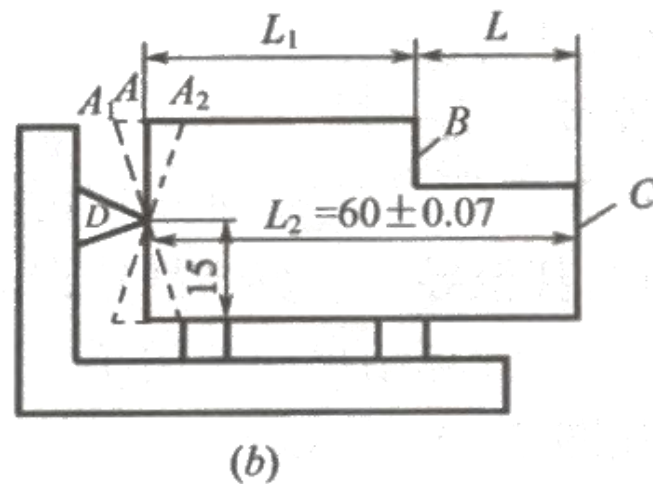
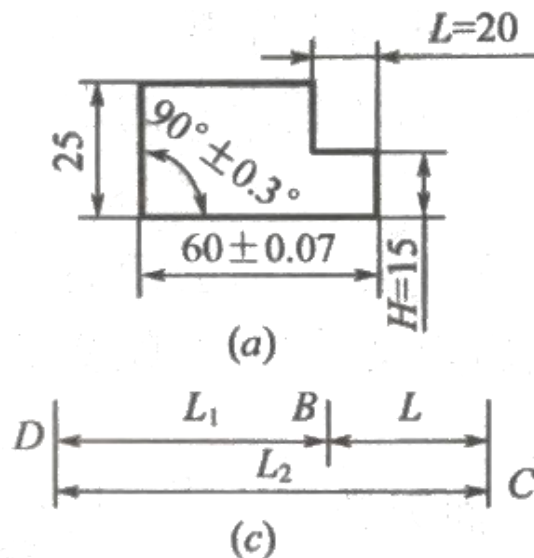
# 第一節 概述

- 定位誤差的分析與計算：機械製造工藝設計中的常見問題
- 目前各種教材中對定位誤差有不同的定義，例如：
  - 1) 由於定位不準確造成某一工序在工序尺寸（通常指加工表面對工序基準的距離尺寸）或位置要求方面的加工誤差
  - 2) 一批工件由於在夾具中定位而使得工序基準在沿工序尺寸方向上產生位移，其可能最大的位移量即為該工序的定位誤差
  - 3) 工件在夾具中的位置不一致而引起的誤差
  - 4) 由於工件定位不準所造成的加工面相對其工序基準的位置誤差

## 第二節 定位誤差的新定義

- 加工一批工件，當工件在夾具上定位時，通常會選用位置誤差較小的表面來定位
- 限位基面：定位元件上與工件相配合（或接觸）的表面
- 定位基準：圓柱、圓錐等限位基面的中心
- 定位誤差：在工序尺寸方向上限位基面或定位基準與工序基準之間存在的誤差
- 在臥式機床上用三面刃銑刀加工一批長方形工件，工件在夾具中實現部分定位。圖1(a)為工件簡圖，圖1(b)為加工工序簡圖，求工序尺寸 $L$ 的定位誤差

圖1



## 第二節 定位誤差的新定義

### 傳統方法

$$\delta_{\text{位移}(L)} = 2 \times (15 \times \tan 0.3) \approx 0.156 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{不重合}(L)} = 2 \times 0.07 = 0.14 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{定位}(L)} = \delta_{\text{位移}(L)} + \delta_{\text{不重合}(L)} = 0.296 \text{ mm}$$

### 新定義

$$\delta_{\text{定位}(L)} = 2 \times 0.07 = 0.14 \text{ mm}$$

- 為什麼兩種計算方法結果不同，哪一種方法有錯誤，錯在何處呢？

通過尺寸鏈（也可以用尺寸式，這種簡單的尺寸關係宜用尺寸鏈）來分析：  
如圖1(b)、(c)所示尺寸鏈中， $L_1$ 為對刀尺寸，它是刀具相對於限位基面(D)的尺寸， $L_1$ 顯然與圖(a)中工件的角度誤差無關； $L_2$ 是限位基面(D)與工件右端面之間的尺寸，根據公差獨立原則，無論工件角度有多大誤差， $L_2$ 始終為 $60 \pm 0.07$ ，即 $L_2$ 和角度誤差沒有關係， $L$ 尺寸完全取決於 $L_1$ 和 $L_2$ ，因此 $L$ 的定位誤差和圖(a)的角度誤差沒有任何關係

- 傳統計算方法為什麼會把角度誤差引起的基準位移誤差給計入定位誤差呢？

原因是傳統方法錯誤認為：由於存在角度誤差工件不同高度處的 $L_2$ 的基本尺寸會發生變化，實際上， $L_2$ 的基本尺寸是不會變化，角度所引起的誤差應該在 $L_2(60 \pm 0.07)$ 的公差範圍之內，即基準位移誤差應該包含在基準不重合誤差之內， $90^\circ \pm 0.3^\circ$ 所產生的尺寸誤差應該在 $60 \pm 0.07$ 之內

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

只要找出限位基面或定位基準與工序基準之間的尺寸，該尺寸誤差便為定位誤差

## 1. 工件以外圓定位時的定位誤差

工件以外圓在V形塊上定位時的定位誤差，圓柱體上銑鍵槽。工件直徑為  $D \pm \frac{\delta_D}{2}$ ，而鍵槽槽底的工序基準不同可能出現  $H_1$ ， $H_2$ ， $H_3$  三種標註方法，不考慮定位元件的製造誤差，用新定義分別求算這三個尺寸的定位誤差

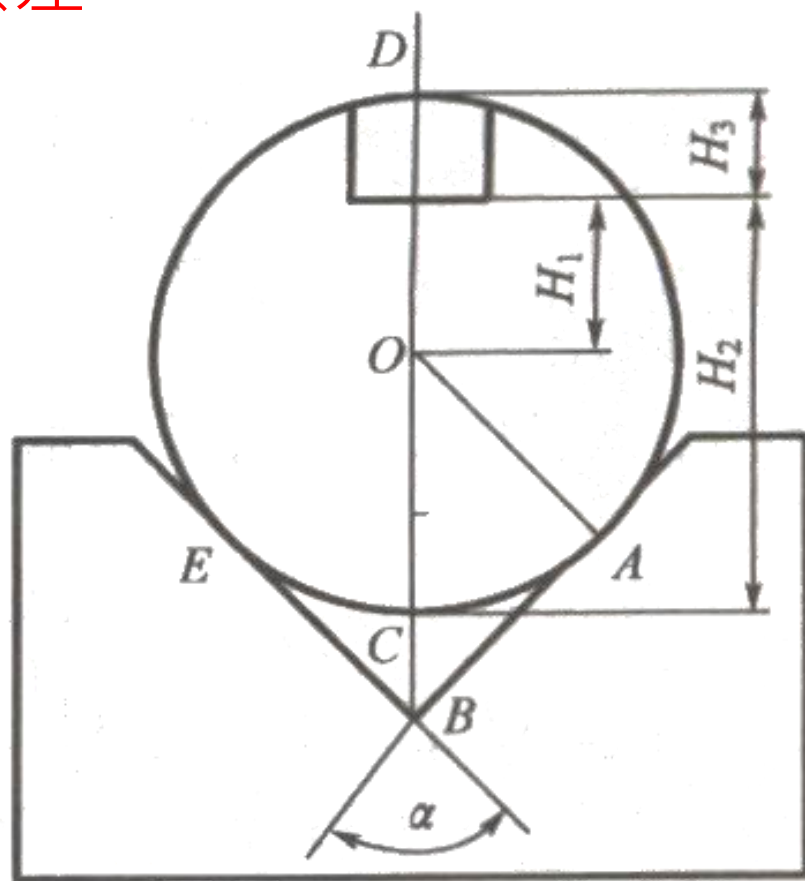


圖2

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 1. 工件以外圓定位時的定位誤差

### 1) 尺寸 $H_1$ 的定位誤差

工序基準為圓心 $O$ ，工序基準與定位基準之間的尺寸為 $OB$ ，由幾何關係可知：

$$BO = \frac{AO}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

所以 $H_1$ 的定位誤差

$$\delta_{H_1} = \delta_{BO} = \frac{\delta_D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 1. 工件以外圓定位時的定位誤差

### 2) 尺寸 $H_2$ 的定位誤差

工序基準為工件外圓下母線C點，工序基準與定位基準之間的尺寸為CB

$$BC = BO - OC = \frac{\frac{D}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{D}{2} = \frac{D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right]$$

所以 $H_2$ 的定位誤差

$$\delta_{H_2} = \delta_{BC} = \frac{\delta_D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right]$$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 1. 工件以外圓定位時的定位誤差

### 3) 尺寸 $H_3$ 的定位誤差

工序基準為工件外圓上母線D點，工序基準與定位基準之間的尺寸為DB

$$BD = DO + BO = \frac{D}{2} + \frac{\frac{D}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right]$$

所以 $H_3$ 的定位誤差

$$\delta_{H_3} = \delta_{BD} = \frac{\delta_D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right]$$



## 第三節 基於新定義的定位誤差計算

2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

工件以圓孔定位的大多數形式都是以圓柱銷定位。設定位銷直徑  $D_1 \pm \frac{\delta_1}{2}$ ，圓心為O，它顯然是定位基準；工件孔  $D_2 \pm \frac{\delta_g}{2}$ ，圓心為O<sub>1</sub>；工件外圓直徑  $D \pm \frac{\delta_D}{2}$

；最小間隙為 $\Delta$ ，試求為加工孔M時工序尺寸 $H_1, H_2, H_3$

的定位誤差，這種情況下，顯然定位基準為O。

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

### 1) 定位元件垂直放置

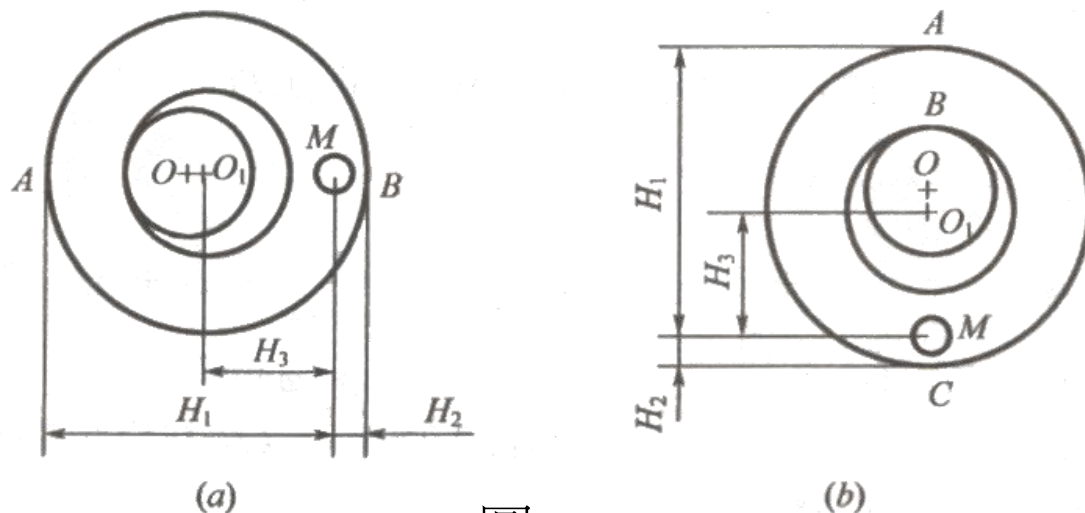


圖3

工件相對定位銷軸可以自由移動

移動的最大範圍：孔的最大間隙 $\Delta_{\max} = \Delta + \delta_j + \delta_g$

$O$ 和 $O_1$ 之間的誤差： $\delta_{O_1O} = \Delta_{\max} = \Delta + \delta_j + \delta_g$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

### 1) 定位元件垂直放置

#### ① 尺寸 $H_1$

工序基準為工件外圓左母線，即圖3(a)中點A。工序基準A與定位基準O之間的尺寸為AO，其工藝尺寸式為：

$$AO \rightarrow AO_1O$$

尺寸式對應的方程式為：

$$AO = AO_1 - O_1O = \frac{D}{2} - O_1O$$

所以，定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(H_1)} = \delta_{AO_1} + \delta_{O_1O} = \frac{\delta_D}{2} + \Delta_{\max} = \frac{\delta_D}{2} + \Delta + \delta_j + \delta_g$$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

### 1) 定位元件垂直放置

#### ② 尺寸 $H_2$

工序基準為工件外圓右母線，即圖3(a)中點B。工序基準B與定位基準O之間的尺寸為BO，其工藝尺寸式為：

$$BO \rightarrow BO_1O$$

尺寸式對應的方程式為：

$$BO = BO_1 + O_1O = \frac{D}{2} + O_1O$$

所以，定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(H_2)} = \delta_{BO_1} + \delta_{O_1O} = \frac{\delta_D}{2} + \Delta_{\max} = \frac{\delta_D}{2} + \Delta + \delta_j + \delta_g$$

## 第三節 基於新定義的定位誤差計算

### 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

#### 1) 定位元件垂直放置

##### ③ 尺寸 $H_3$

工序基準為工件內孔中心 $O_1$ ，工序基準 $O_1$ 與定位基準 $O$ 之間的尺寸為 $O_1O$ ，

所以，定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(H_3)} = \delta_{O_1O} = \Delta + \delta_j + \delta_g$$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

### 2) 定位元件水平放置

#### ① 尺寸 $H_1$

工序基準為工件外圓上母線，即圖3(b)中點A。工序基準A與定位基準O之間的尺寸為AO，由AO→AO<sub>1</sub>BO得：

$$AO = AO_1 - O_1B + BO = \frac{D}{2} - \frac{D_2}{2} + \frac{D_1}{2}$$

所以，定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(H_1)} = \delta_{AO_1} + \delta_{BO_1} + \delta_{BO} = \frac{\delta_g}{2} + \frac{\delta_j}{2} + \frac{\delta_D}{2}$$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

### 2) 定位元件水平放置

#### ② 尺寸 $H_2$

工序基準為工件外圓下母線，即圖3(b)中點C。工序基準C與定位基準O之間的尺寸為CO，由OC→OBO<sub>1</sub>C得：

$$OC = -BO + BO_1 + O_1C = -\frac{D_1}{2} + \frac{D_2}{2} + \frac{D}{2}$$

所以，定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(H_2)} = \delta_{BO} + \delta_{BO_1} + \delta_{O_1C} = \frac{\delta_D}{2} + \frac{\delta_g}{2} + \frac{\delta_j}{2}$$

# 第三節 基於新定義的定位誤差計算

## 2. 工件以圓孔定位時的定位誤差

### 2) 定位元件水平放置

#### ③ 尺寸 $H_3$

工序基準為內孔中心 $O_1$ ，工序基準 $O_1$ 與定位基準 $O$ 之間的尺寸為 $O_1O$ ，由 $OO_1 \rightarrow OBO_1$ 得：

$$OO_1 = -OB + BO_1 = -\frac{D_1}{2} + \frac{D_2}{2}$$

所以，定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(H_3)} = \delta_{BO} + \delta_{BO_1} = \frac{\delta_j}{2} + \frac{\delta_g}{2}$$



## 第三節 工序公差的計算

### 3. 用圓錐表面定位

工件在圓錐面上定位，限位基面為錐面，限位點在工序尺寸方向上為B點，工序尺寸A的工序基準為P。由幾何關係知：

$$BP = \frac{D}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

所以，工序尺寸A的定位誤差為：

$$\delta_A = \frac{\delta_D}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

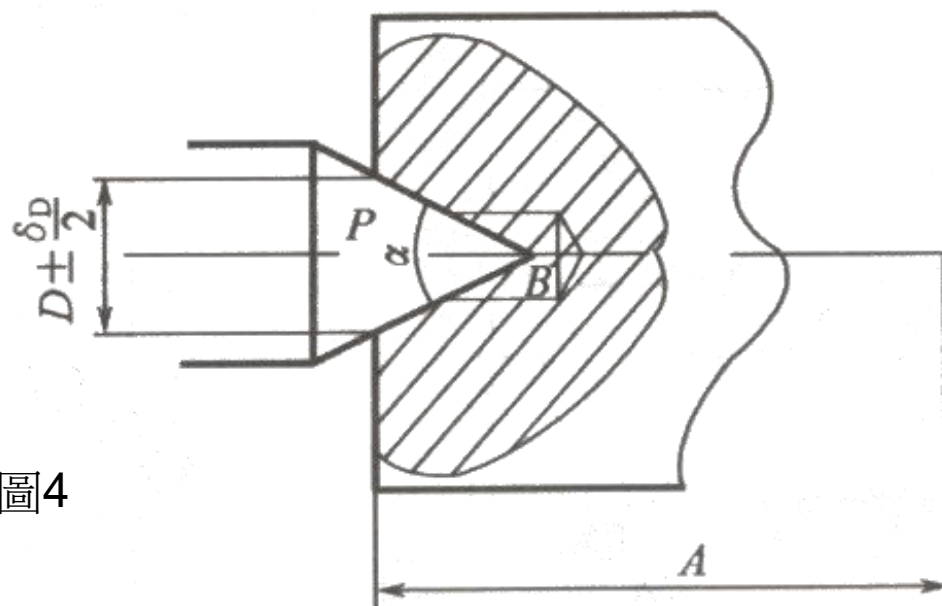


圖4

# 第三節 工序公差的計算

## 4. 組合表面定位

- 圖5(a)：以箱體工件的底面A和側面B定位加工孔 $O_2$ ，箱體上的孔 $O_1$ 已加工完畢，現分析計算兩孔中心距尺寸 $L$ 的定位誤差
- 圖5(b)：工序基準為圓心 $O_1$ ，限位基面為A、B，限位點在工序尺寸方向上為 $C'$ 點，由幾何關係可知

$$C'O_1 = \cos(\beta - \alpha) \cdot CO_1 = \cos(\beta - \alpha) \cdot \sqrt{CO_{1X}^2 + CO_{1Y}^2} = \cos(\beta - \alpha) \cdot \sqrt{L_1^2 + L_2^2}$$

$L$ 的定位誤差為：

$$\delta_{\text{定位}(L)} = \cos(\beta - \alpha) \cdot \sqrt{\delta_{1X}^2 + \delta_{1Y}^2} = \cos(\beta - \alpha) \cdot \sqrt{\delta_{L_1}^2 + \delta_{L_2}^2}$$

$$\beta = \arctan \frac{L_2}{L_1} = \arctan \frac{\delta_{L_2}}{\delta_{L_1}}$$

圖5

