

第4章

工藝尺寸式原理

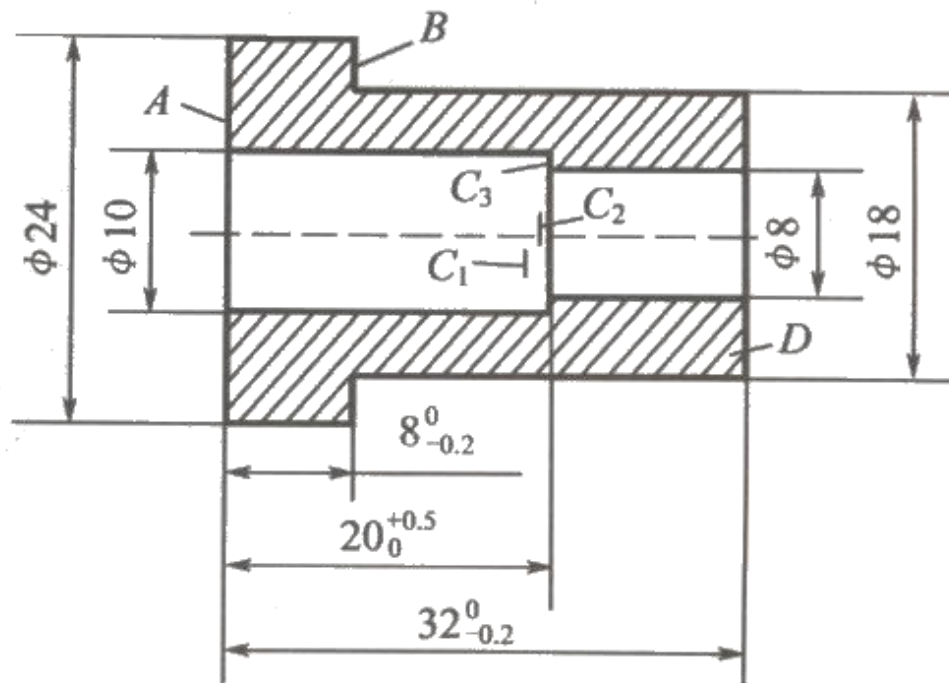
- | | |
|-----|----------------|
| 第一節 | 工藝尺寸式的基本概念 |
| 第二節 | 工藝尺寸式的原理及建立的方法 |
| 第三節 | 工藝尺寸式的計算公式 |

第一節 工藝尺寸式的基本概念

1. 尺寸的表示方法

1) 工序尺寸的表示方法

- ∞ 軸套零件圖：用A、B、C、D等英文字母自左到右依次順序地表示零件各端面。這裡必須注意英文字母的順序，否則就無法根據將要寫出的工藝尺寸式來判斷各個工序尺寸是如何影響設計尺寸和餘量



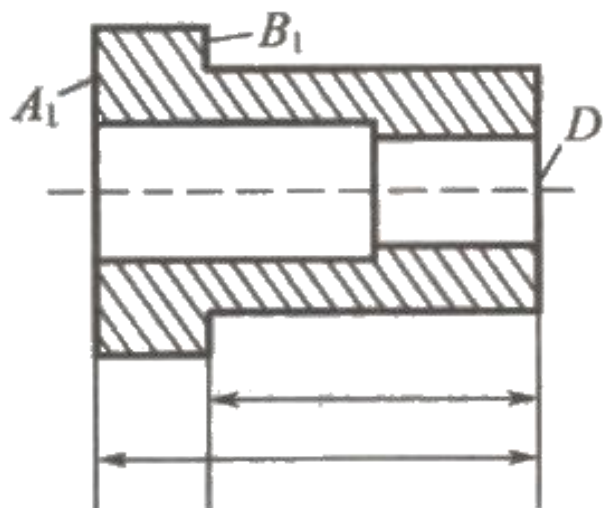
第一節 工藝尺寸式的基本概念

1. 尺寸的表示方法

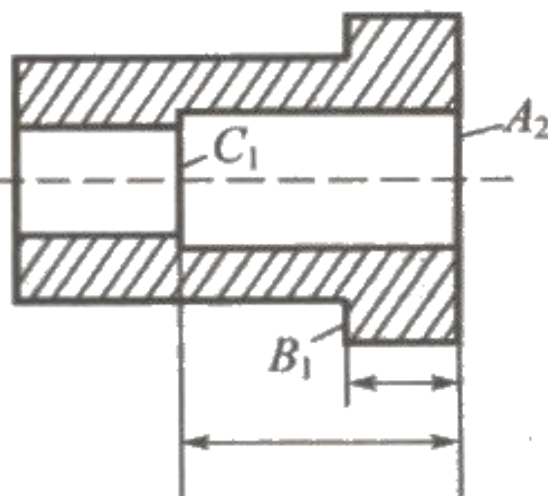
1) 工序尺寸的表示方法

各工序直接保證的工序尺寸為：

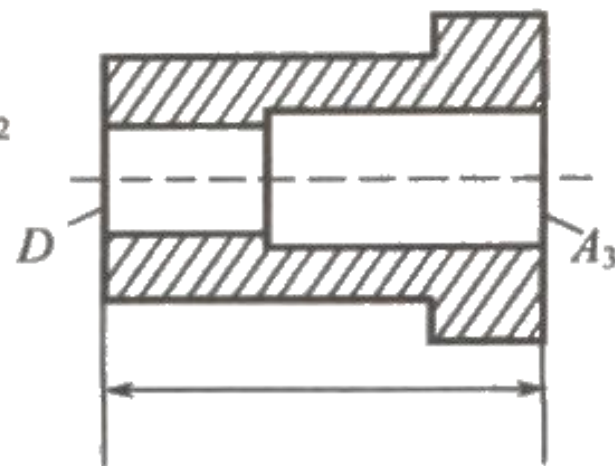
- 工序5：加工A面和B面，直接保證工序尺寸 DA_1 、 DB_1
- 工序10：加工A面和C面，直接保證工序尺寸 B_1A_2 、 A_2C_1
- 工序15：加工A面，直接保證工序尺寸 DA_3



工序5



工序10



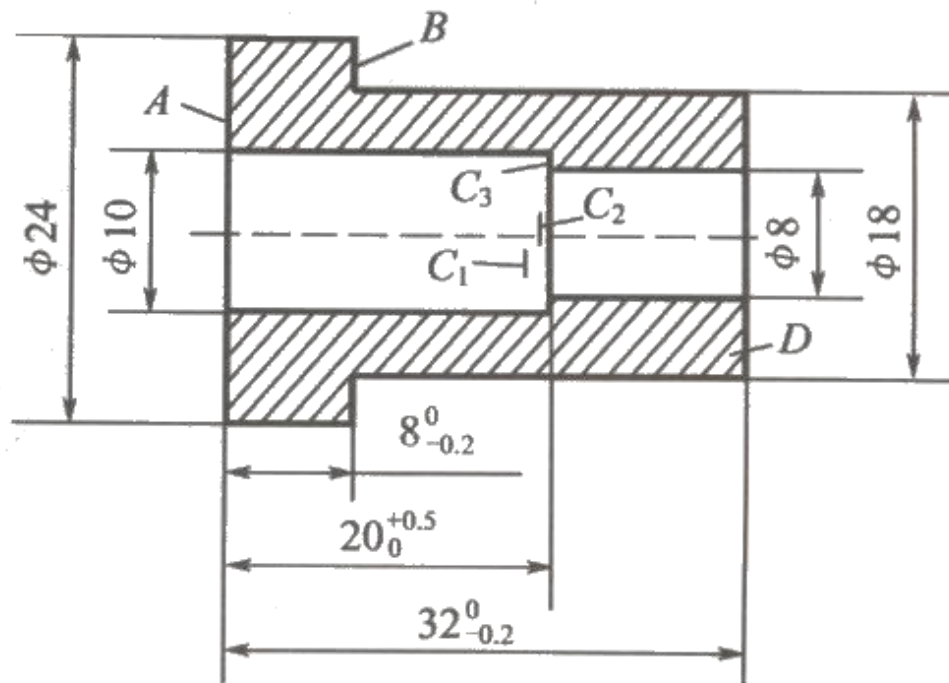
工序15

第一節 工藝尺寸式的基本概念

1. 尺寸的表示方法

2) 設計尺寸的表示方法

- 設計尺寸是工件加工完後自然得到的，因而設計尺寸的兩個對應面為最後形成的兩個面。如圖中的設計尺寸 $20_0^{+0.5}$ 用 A_3C_1 表示，而不能用 A_2C_1 或 A_3C 表示，這是因為 A_2 面及 C 面都不是工件終加工形成的面

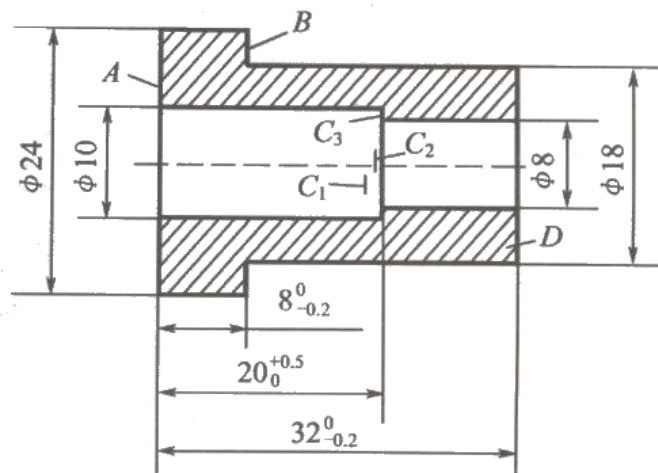


第一節 工藝尺寸式的基本概念

1. 尺寸的表示方法

3) 餘量的表示方法

- ∞ 餘量尺寸符號中第一個帶下腳標的字母表示的面應為在零件圖中靠左端的面，餘量尺寸符號中第二個帶下腳標的字母表示的面應為在零件圖中靠右端的面。例如上例中加工 C_1 面時的餘量尺寸符號為 C_1C_2 ，而不能為 C_2C_1 ，這是因為在零件圖的位置， C_1 面靠左， C_2 面靠右。再如加工 B 面時的餘量尺寸符號為 B_1B ，同樣是因為在零件圖的位置， B_1 面靠左， B 面（毛坯面）靠右



第一節 工藝尺寸式的基本概念

2. 設計尺寸及餘量與工序尺寸及毛坯尺寸之間的關係

- 工藝尺寸式：設計尺寸或餘量與工序尺寸及毛坯尺寸之間關係的數學表達式
- $A_{\text{設餘}} = f(A_{\text{毛}}, A_{\text{工}})$ ：工藝尺寸式的一般函數表達式
 - $A_{\text{設餘}}$ ：目標尺寸，表示設計尺寸或餘量，因為它是必須保證的尺寸，保證它的尺寸及其精度
 - $A_{\text{工}}$ ：工序尺寸， $A_{\text{毛}}$ ：毛坯尺寸，稱為相關尺寸，之所以稱它為相關尺寸是因為它和目標尺寸相關，它的尺寸及精度會影響目標尺寸，相關尺寸是在毛坯和工件製造過程中保證
- 尋找工藝尺寸式 $A_{\text{設餘}} = f(A_{\text{毛}}, A_{\text{工}})$ 的目的：找到目標尺寸與相關尺寸的關係，通過控制相關尺寸及其精度來保證目標尺寸，每一個設計尺寸及每一個餘量即每一個目標尺寸都存在各自的工藝尺寸式。
- $A_{\text{設餘}} = f(A_{\text{工}})$ ：工藝尺寸式的一種特殊函數表達式。在這個表達式中， $A_{\text{設餘}}$ 與毛坯尺寸無關，大多數情況下僅計算這種工藝尺寸式，而有些情況 $A_{\text{設餘}}$ 不僅與 $A_{\text{工}}$ 有關，而且與 $A_{\text{毛}}$ 有關

第二節 工藝尺寸式的原理及建立的方法

1. 工藝尺寸式原理

兩個面之間的尺寸必然和這兩個面中後形成面的工序尺寸有關，建立工藝尺寸式就是要找到目標尺寸（設計尺寸或餘量）的相關尺寸（工序尺寸或毛坯尺寸）。

- 各工序直接保證的工序尺寸為 DA_1 、 DB_1 、 B_1A_2 、 A_2C_1 、 DA_3 而要求保證的設計尺寸為 A_3B_1 、 A_3C_1 、 A_3D
- 設計尺寸 A_3C_1 就是 A_3 面和 C_1 面之間的尺寸，可以把它寫成：

$$A_3C_1 \rightarrow A_3 \dots C_1$$

- 從工序尺寸（ DA_1 、 DB_1 、 B_1A_2 、 A_2C_1 、 DA_3 ）中可以看出，對於 A_3 面和 C_1 面， A_3 面後被加工，因此可以斷定加工 A_3 面時的工序尺寸 DA_3 一定會影響 A_3 面和 C_1 面之間的尺寸（即設計尺寸 A_3C_1 ），把它寫成：

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots C_1$$

- 設計尺寸 A_3C_1 除和工序尺寸 DA_3 有關外，還和D面和 C_1 面之間的尺寸有關。同理，對於D面和 C_1 面， C_1 面較後加工，因而加工 C_1 面的工序尺寸 A_2C_1 一定會影響設計尺寸，我們把 A_2 寫在 C_1 的前面，即：

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots A_2C_1$$

第二節 工藝尺寸式的原理及建立的方法

1. 工藝尺寸式原理

- 設計尺寸 A_3C_1 除和工序尺寸 DA_3 、 A_2C_1 有關外，還和D面和 A_2 面之間的尺寸有關，對於D面和 A_2 面， A_2 面後加工，工序尺寸為 B_1A_2 ，因而把 B_1 寫在 A_2 的前面，即：

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots B_1A_2C_1$$

- 設計尺寸 A_3C_1 與工序尺寸 DA_3 、 A_2C_1 、 B_1A_2 及D面和 B_1 面之間的尺寸有關，而D面和 B_1 面之間的尺寸由工序尺寸為 DB_1 決定，因此可把D和 B_1 連接起來寫為：

$$A_3C_1 \rightarrow A_3DB_1A_2C_1$$

- A_3C_1 ：目標尺寸
- A_3D 、 DB_1 、 B_1A_2 、 A_2C_1 ：相關尺寸
- $A_3C_1 \rightarrow A_3DB_1A_2C_1$ ：工藝尺寸式

∞ 從工藝尺寸式 $A_3C_1 \rightarrow A_3DB_1A_2C_1$ 可知，設計尺寸 A_3C_1 和工序尺寸 A_3D ， DB_1 ， B_1A_2 ， A_2C_1 相關，因為設計尺寸在加工中沒有得到直接保證，而是靠工序尺寸來保證的，因此必須控制相關工序尺寸及公差來滿足設計尺寸要求。

第二節 工藝尺寸式的原理及建立的方法

1. 工藝尺寸式原理

- 如果把工藝尺寸式中的每個尺寸都看作一向量，並且規定零件圖自左到右的方向為向量的正方向，則：

$$\overrightarrow{A_3C_1} \rightarrow \overrightarrow{A_3D} + \overrightarrow{DB_1} + \overrightarrow{B_1A_2} + \overrightarrow{A_2C_1}$$

- 這裡討論的是一維尺寸，而且表示各面的英文字母是有序的排列，因此可以把它寫成代數和的形式，即在工藝尺寸式右端，和英文字母順序相同的工序尺寸為正號，相反的為負號：

$$A_3C_1 = A_3D - DB_1 - B_1A_2 + A_2C_1$$

$$A_3C_1 = A_3D - DB_1 - B_1A_2 + A_2C_1$$

- ☞ 這就是工藝尺寸式的數學表達式，從該式中可以看出，設計尺寸 A_3C_1 大小是由 A_3D ， DB_1 ， B_1A_2 ， A_2C_1 四個工序尺寸（相關尺寸）決定的，這四個工序尺寸中，任何一個工序尺寸的變化都會影響設計尺寸的變化，即四個工序尺寸的誤差都會對設計尺寸 A_3C_1 產生影響。
- ☞ 在工藝尺寸式的數學表達式中，還可以看到，有些相關尺寸為正號，例如 A_3D ， A_2C_1 ，它們增大（或減小）時，會引起目標尺寸的增大（或減小）。該類相關尺寸稱為正相關尺寸。有些相關尺寸為負號，例如 DB_1 ， B_1A_2 ，它們增大（或減小）時，會引起目標尺寸的減小（或增大）。該類相關尺寸稱為負相關尺寸。

第二節 工藝尺寸式的原理及建立的方法

2. 工藝尺寸式建立的過程和方法

- 建立某一設計尺寸的工藝尺寸式，實際上就是用有關的工序尺寸把設計尺寸對應的兩個面連接起來
- **連接的方法**：在工序尺寸中由後向前找第二個字母是未被連接的兩個字母，然後把該工序尺寸的第一個字母填入工藝尺寸式中，直到連接起來為止。工藝尺寸式的左段為設計尺寸，右段每相鄰兩個字母構成的工序尺寸都和左段的設計尺寸有關，如果把工藝尺寸式寫成方程式，則在工藝尺寸式右端，如果工序尺寸字母順序同英文字母順序，該工序尺寸在方程式中為正號，否則為負號

第二節 工藝尺寸式的原理及建立的方法

2. 工藝尺寸式建立的過程和方法

- 範例：設某零件加工時的工序尺寸按順序為 AF_1 、 AB_1 、 AC_1 、 F_1A_1 、 A_1D_1 、 D_1A_2 、 A_2B_2 、 F_1D_2 試找到以 B_2D_2 、 A_2F_1 及 C_1F_1 為目標尺寸的工藝尺寸式
- 直接根據工序尺寸符號寫出工藝尺寸式：

AF_1

AB_1

AC_1

F_1A_1

A_1D_1

D_1A_2

A_2B_2

F_1D_2

$B_2D_2 \rightarrow B_2A_2D_1A_1F_1D_2$

$A_2F_1 \rightarrow A_2D_1A_1F_1$

$C_1F_1 \rightarrow C_1AF_1$

- 對應的方程式為：

$$B_2D_2 = -B_2A_2 + A_2D_1 - D_1A_1 + A_1F_1 - F_1D_2$$

$$A_2F_1 = A_2D_1 - D_1A_1 + A_1F_1$$

$$C_1F_1 = -C_1A + AF_1$$

第三節 工藝尺寸式的計算公式

1. 尺寸計算公式

工藝尺寸式清楚地表達目標尺寸和相關尺寸之間的關係，因為由工藝尺寸式可以方便的寫出對應方程式，因此，尺寸式對應的方程式便為其尺寸計算公式

- 例1：由工藝尺寸式 $A_1C_2 \rightarrow A_1B_1D_1C_2$ 可以寫出

$$A_1C_2 = A_1B_1 + B_1D_1 - D_1C_2$$

- 例2：由工藝尺寸式 $A_2A_3 \rightarrow A_2B_1D_1A_3$ 可以寫出

$$A_2A_3 = A_2B_1 + B_1D_1 - D_1A_3$$

第三節 工藝尺寸式的計算公式

1. 尺寸計算公式

- 當正相關尺寸都處於最大極限尺寸，負相關尺寸都處於最小極限尺寸時，目標尺寸必然處於最大極限尺寸，由工藝尺寸式 $A_1C_2 \rightarrow A_1B_1D_1C_2$ 可得：

$$A_1C_{2\max} = A_1B_{1\max} + B_1D_{1\max} - D_1C_{2\min} \quad (4-1)$$

- 當正相關尺寸都處於最小極限尺寸，負相關尺寸都處於最大極限尺寸時，目標尺寸必然處於最小極限尺寸，由工藝尺寸式 $A_1C_2 \rightarrow A_1B_1D_1C_2$ 可得：

$$A_1C_{2\min} = A_1B_{1\min} + B_1D_{1\min} - D_1C_{2\max} \quad (4-2)$$

第三節 工藝尺寸式的計算公式

2. 公差計算公式

1) 極值法：由式(4-1)減去式(4-2)得

$$A_1C_{2\max} - A_1C_{2\min} = (A_1B_{1\max} - A_1B_{1\min}) + (B_1D_{1\max} - B_1D_{1\min}) + [-D_1C_{2\min} - (-D_1C_{2\max})]$$

$$\text{即 } \delta(A_1C_2) = \delta(A_1B_1) + \delta(B_1D_1) + \delta(D_1C_2)$$

- 式中 $\delta(A_1C_2)$ 、 $\delta(A_1B_1)$ 、 $\delta(B_1D_1)$ 、 $\delta(D_1C_2)$ 分別為 A_1C_2 、 A_1B_1 、 B_1D_1 、 D_1C_2 的公差
- **特點：**目標尺寸的公差等於所有相關尺寸公差之和
- 單件小批生產或相關尺寸的數量較少（四個以下）進行公差設計時，宜採用極值法

❧ 極值法計算確定工序尺寸公差時，考慮到各個相關尺寸都處於極限尺寸的情況下，目標尺寸也能夠保證，因而所確定的工序尺寸公差較小，給加工帶來困難。但是在實際加工中，一個加工尺寸處於極限尺寸的概率很小，幾個相關尺寸同時處於極限尺寸的概率更小，因而可以不考慮這些概率極小的情況，而只考慮多數情況，這樣就可以把相關尺寸的公差放大，這就是導出概率法計算公式的指導思想。

第三節 工藝尺寸式的計算公式

2. 公差計算公式

- 2) 概率法：考慮的加工情況較複雜，推出的公式也較複雜，所以這裡只給兩個常用公式。目標尺寸公差正比於各相關尺寸公差的均方根。例如，工藝尺寸式 $A_1C_2=A_1B_1+B_1D_1-D_1C_2$ 的目標尺寸公差為：

$$\delta(A_1C_2) = K \sqrt{\delta(A_1B_1)^2 + \delta(B_1D_1)^2 + \delta(D_1C_2)^2}$$

- 式中 $\delta(A_1C_2)$ 、 $\delta(A_1B_1)$ 、 $\delta(B_1D_1)$ 、 $\delta(D_1C_2)$ 分別為 A_1C_2 、 A_1B_1 、 B_1D_1 、 D_1C_2 的公差，K 為常數，一般取 $K = 1.2 \sim 1.7$
- **特別強調：**按概率法確定公差時，尺寸計算公式中的各個尺寸均應該為平均尺寸