

定位精度的探討

影響定位精度的誤差因素

影響定位精度的誤差因素主要有：導程精度、軸向間隙、進給螺桿系統的軸向剛性等。其他的重要因素還有因發熱引起的熱變形、因導向系統引起的運行姿勢的變化等。

導程精度的探討

根據所要求的定位精度，由滾珠螺桿的精度（**圖15-12**上的表1）中選定適合的滾珠螺桿等級是很必要的。**圖15-50**上的表20表示了根據實際應用而做成的精度等級選定例。

軸向間隙的探討

軸向間隙儘管不成為往同一方向進給時定位精度的主要因素。但是，進給方向反轉時或軸向負荷相反時，則會出現背隙。請從**圖15-19**上的表10和表12來選定與所要求的背隙相稱的軸向間隙。

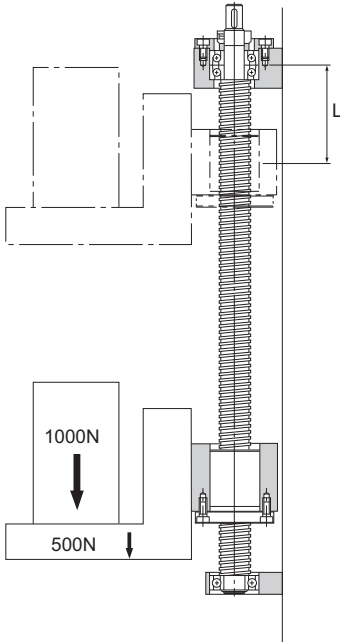
表20 根據實際應用而做成的精度等級選定例

用途		軸	精度等級							
			C0	C1	C2	C3	C5	C7	C8	C10
NC工具機	車床	X		●	●	●	●			
		Z				●	●			
	機械加工中心	XY			●	●	●			
		Z			●	●	●			
	鑽床	XY				●	●			
		Z					●	●		
	治具搪床	XY	●	●						
		Z	●	●						
	平面磨床	X				●	●			
		Y		●	●	●	●			
		Z		●	●	●	●			
	外圓磨床	X	●	●	●					
		Z		●	●	●				
	放電加工機	XY	●	●	●		●			
		Z		●	●	●	●			
	放電加工機 線切割機械	XY	●	●	●					
		Z	●	●	●	●				
		UV		●	●	●				
沖切機	XY				●	●	●			
鐳射機	X				●	●	●			
	Z				●	●	●			
木工機						●	●	●	●	
一般機械,專用機械					●	●	●	●	●	
工業用機器人	直交座標	裝配				●	●	●	●	
		其他					●	●	●	
	垂直關節型	裝配					●	●	●	
		其他						●	●	
柱面座標					●	●	●			
半導體製造機械	影印機	●	●							
	化學處理機械			●	●	●	●	●	●	
	引線焊接機		●	●						
	探測器	●	●	●	●	●				
	印刷電路板鑽孔機		●	●	●	●	●			
	電子元件插入物			●	●	●	●			
三座標測量設備		●	●	●						
圖像處理機		●	●	●						
射出成型機							●	●	●	
辦公室裝置						●	●	●	●	

進給螺桿系統軸向間隙的探討

在進給螺桿系統軸向剛性之中，螺桿軸的軸向剛性因行程位置而變化。軸向負荷大時，螺桿軸的軸向剛性的這種變化會給定位精度帶來影響。因此，有必要探討進給螺桿系統的剛性（**A 15-45** ~ **A15-48**）。

例：垂直運送時，由進給螺桿系統的軸向剛性而產生的定位誤差。



〔使用條件〕

運送重量：1,000 N；工作臺重量：500 N

使用的滾珠螺桿：BNF2512-2.5型（螺桿軸溝槽谷徑 $d_1 = 21.9$ mm）

行程長度：600mm（ $L = 100$ mm ~ 700mm）

螺桿軸安裝方式：固定-支撐

【探討】

在 $L = 100$ mm和 $L = 700$ mm之間的軸向剛性之差，僅為螺桿軸的軸向剛性。

因此，由進給螺桿系統的軸向剛性所產生的定位誤差是 $L = 100$ mm和 $L = 700$ mm之間的螺桿軸所產生的軸向位移量之差。

【螺桿軸的軸向剛性 (參閱 A15-45和A15-46)】

$$K_s = \frac{A \cdot E}{1000L} = \frac{376.5 \times 2.06 \times 10^5}{1000 \times L} = \frac{77.6 \times 10^3}{L}$$

$$A = \frac{\pi}{4} d_1^2 = \frac{\pi}{4} \times 21.9^2 = 376.5 \text{ mm}^2$$

$$E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

(1) L=100mm時

$$K_{s1} = \frac{77.6 \times 10^3}{100} = 776 \text{ N/}\mu\text{m}$$

(2) L=700mm時

$$K_{s2} = \frac{77.6 \times 10^3}{700} = 111 \text{ N/}\mu\text{m}$$

【螺桿軸的軸向剛性引起的軸向變位置】

(1) L=100mm時

$$\delta_1 = \frac{Fa}{K_{s1}} = \frac{1000+500}{776} = 1.9 \mu\text{m}$$

(2) L=700mm時

$$\delta_2 = \frac{Fa}{K_{s2}} = \frac{1000+500}{111} = 13.5 \mu\text{m}$$

【進給螺桿系統的軸向剛性引起的定位誤差】

定位精度= $\delta_1 - \delta_2 = 1.9 - 13.5$

$$= -11.6 \mu\text{m}$$

因此，由進給螺桿系統的軸向剛性而產生的定位誤差是11.6 μm 。

因發熱而引起熱變形的探討

如果在運轉中螺桿軸的溫度上升，螺桿軸因熱而伸長，會使定位精度下降。由以下(43)式可算出因發熱而引起的螺桿軸伸縮量。

$$\Delta l = \rho \times \Delta t \times l \dots\dots(43)$$

Δl : 螺桿軸的軸方向伸縮量 (mm)

ρ : 熱膨脹係數 ($12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

Δt : 螺桿軸的溫度改變 ($^{\circ}\text{C}$)

l : 螺紋有效長度 (mm)

也就是說，螺桿軸的溫度每上升 1°C 時，螺桿軸每1m伸長 $12\mu\text{m}$ 。因此在滾珠螺桿的使用條件成為高速時，其發熱量也增大。而且導致溫度上升，從而使定位精度降低。所以在要求高精度時，必須採取對策防止溫度上升。

【溫度上升對策】

● 盡可能降低發熱

- 盡可能減少滾珠螺桿、軸承座的預壓量。
- 加大滾珠螺桿的導程，降低轉速。
- 選定適當的潤滑劑。(參閱A24-2上的潤滑相關產品)
- 用潤滑油或冷氣等，對螺桿軸外部進行冷卻。

● 盡可能避免因發熱所引起的溫度上升的影響

- 把滾珠螺桿的基準運行距離的目標值定為負值。
一般來說，考慮因發熱所引起溫度上升為 $2^{\circ}\text{C} \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，將基準運行距離的目標值設定為負值。
($-0.02\text{mm} \sim -0.06 \text{mm/m}$)
- 對螺桿軸施加預張力。(參閱A15-29上的結構的圖10。)

運行中姿勢變化的探討

滾珠螺桿的導程精度，是位於滾珠螺桿軸中心的定位精度。通常需要定位精度的位置，因與滾珠螺桿中心在高度方向或寬度方向各不相同。所以，運行中的姿勢變化會給定位精度帶來影響。

運行中的姿勢變化，最容易給定位精度帶來影響的是，與滾珠螺桿的中心位置在高度方向不同時產生的俯仰角，在寬度方向不同時產生的偏轉角。

因此，要根據從滾珠螺桿中心到需要精度的位置的距離，對運行中的姿勢變化（俯仰角、偏轉角等的精度）進行探討。

由以下(44)式可算出因俯仰角、偏轉角所引起的定位誤差。

$$A = \ell \times \sin\theta \quad \dots\dots(44)$$

- A : 俯仰角 (或偏轉角) 引起的定位精度 (mm)
 ℓ : 從滾珠螺桿中心的垂直 (或水平) 距離 (mm) (參閱圖16)
 θ : 俯仰角 (或偏轉角) (度)

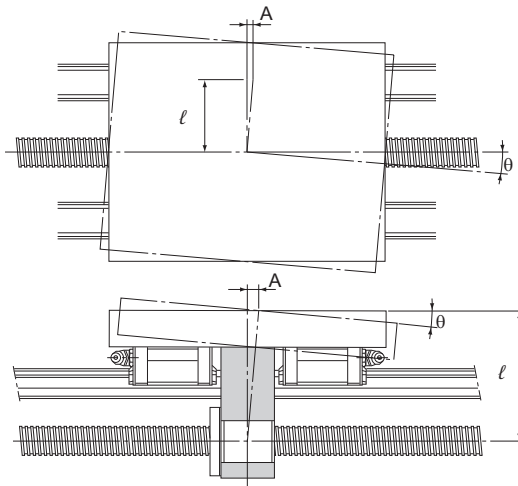


圖16