

剛性的探討

為提高NC機械及精密機器進給螺桿的定位精度，以及減少因切削力所引起的位移，有必要全面綜合地考慮各個組成元件的剛性來進行設計。

進給螺桿系統的軸向剛性

進給螺桿系統的軸向剛性用K表示時，軸向彈性變位置可以由以下(34)式算出。

$$\delta = \frac{F_a}{K} \quad \dots\dots(34)$$

δ : 進給螺桿系統的軸向彈性變位置 (μm)

F_a : 軸向負荷 (N)

進給螺桿系統的軸向剛性(K)由以下(35)式算出。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_s} + \frac{1}{K_N} + \frac{1}{K_B} + \frac{1}{K_H} \quad \dots\dots(35)$$

K : 進給螺桿系統的軸向剛性 (N/μm)

K_s : 螺桿軸的軸向剛性 (N/μm)

K_N : 螺帽的軸向剛性 (N/μm)

K_B : 支撐軸承的軸向剛性 (N/μm)

K_H : 螺帽支座及支撐軸承座的剛性 (N/μm)

【螺桿軸的軸向剛性】

螺桿軸的軸向剛性，因螺桿軸的安裝方法不同會有差異。

●當安裝方法是固定-支撐(或自由)時

$$K_s = \frac{A \cdot E}{1000 \cdot L} \quad \dots\dots(36)$$

A : 螺桿軸的斷面面積 (mm²)

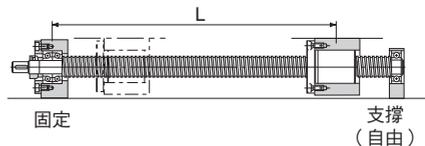
$$A = \frac{\pi}{4} d_i^2$$

d_i : 螺桿軸溝槽谷徑 (mm)

E : 楊氏模數 (2.06 × 10⁵ N/mm²)

L : 安裝面之間的距離 (mm)

螺桿軸的軸向剛性曲線如 **A 15-44** 上的圖 1 4 所示。



● 當安裝方法是固定-固定時

$$K_s = \frac{A \cdot E \cdot L}{1000 \cdot a \cdot b} \dots\dots(37)$$

當在 $a = b = \frac{L}{2}$ 的位置時， K_s 的值为最小，軸向彈性變位量为最大。

$$K_s = \frac{4A \cdot E}{1000L}$$

此構造中螺桿軸的軸向剛性曲線如 **圖 15-45** 上的圖15所示。

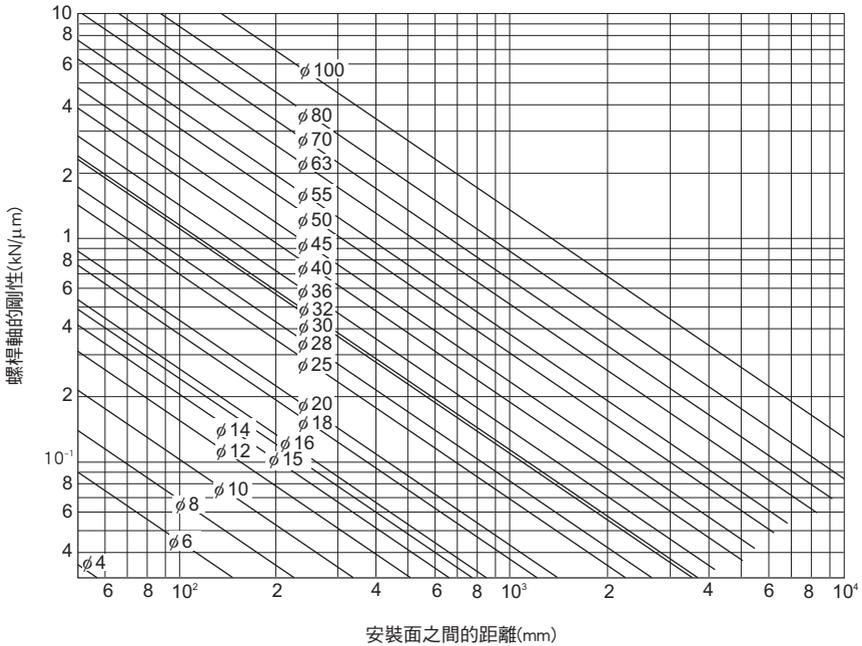
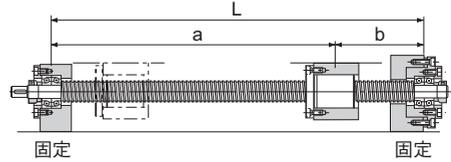


圖14 螺桿軸的軸向剛性(固定-自由·固定-支撐)

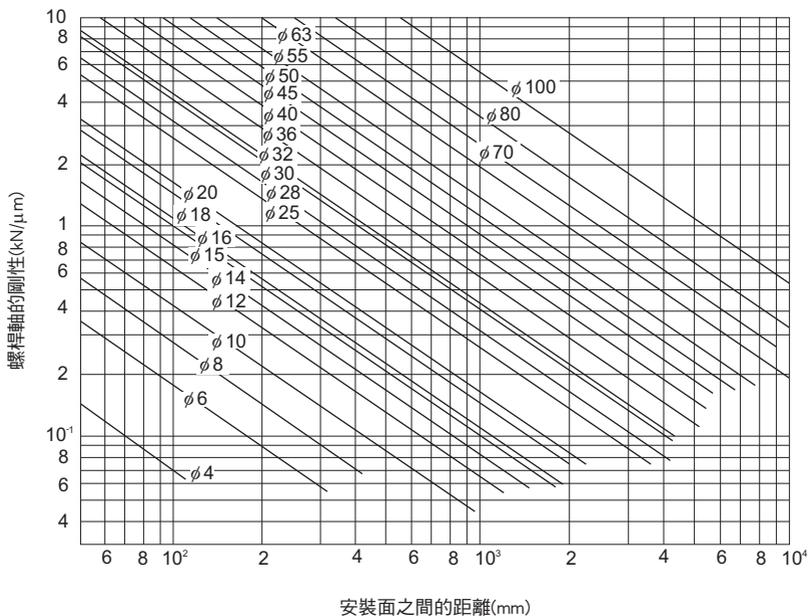


圖15 螺桿軸的軸向剛性 (固定-固定)

【螺帽的軸向剛性】

根據預壓的不同，螺帽的軸向剛性會有很大的差別。

●無預壓型

在施加基本額定動負荷(Ca)的30%的軸向負荷時，其理論軸向剛性值記錄在各相應型號的尺寸表中。這個數值不包括螺帽支座等有關安裝零部件的剛性。一般來說，請以表中數值的約80%為基準。軸向負荷不等於基本額定動負荷(Ca)的30%時，其剛性值由以下(38)式算出。

$$K_N = K \left(\frac{F_a}{0.3C_a} \right)^{\frac{1}{3}} \times 0.8 \quad \dots\dots(38)$$

- | | | |
|---------|---------|--------|
| K_N : | 螺帽的軸向剛性 | (N/μm) |
| K : | 尺寸表中剛性值 | (N/μm) |
| F_a : | 軸向負荷 | (N) |
| C_a : | 基本動額定負荷 | (N) |

● 預壓型式

在施加基本額定動負荷(Ca)的10%的軸向負荷時,其理論軸向剛性值記錄在各相應型號的尺寸表中。這個數值不包括螺帽支座等有關安裝零部件的剛性。一般來說,請以表中數值的約80%為基準。

預壓負荷不等於基本額定動負荷(Ca)的10%時,其剛性值由以下(39)式算出。

$$K_N = K \left(\frac{Fa_0}{0.1Ca} \right)^{\frac{1}{3}} \times 0.8 \quad \dots\dots(39)$$

K_N : 螺帽的軸向剛性 (N/ μ m)

K : 尺寸表中剛性值 (N/ μ m)

Fa_0 : 承受預壓 (N)

Ca : 基本額定動負荷 (N)

【支撐軸承的軸向剛性】

滾珠螺桿支撐軸承的剛性,根據所使用軸承的不同會有差異。

支撐座使用斜角滾珠軸承剛性的計算,如下(40)式所示。

$$K_B \doteq \frac{3Fa_0}{\delta a_0} \quad \dots\dots(40)$$

K_B : 支撐軸承的軸向剛性 (N/ μ m)

Fa_0 : 支撐軸承的承受預壓 (N)

δa_0 : 軸向位移量 (μ m)

$$\delta a_0 = \frac{0.45}{\sin\alpha} \left(\frac{Q^2}{Da} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$Q = \frac{Fa_0}{Z \sin\alpha}$$

Q : 軸向負荷 (N)

Da : 支撐軸承的珠徑 (mm)

α : 支撐軸承的初期接觸角 (度)

Z : 滾珠數

有關具體支撐軸承的詳細情況,請與生產廠家聯繫。

【螺帽支座及支撐軸承座的軸向剛性】

在進行機械設計時,要對其給予充分考慮,儘量提高其剛性。