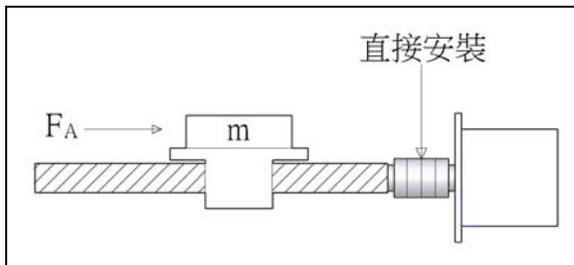


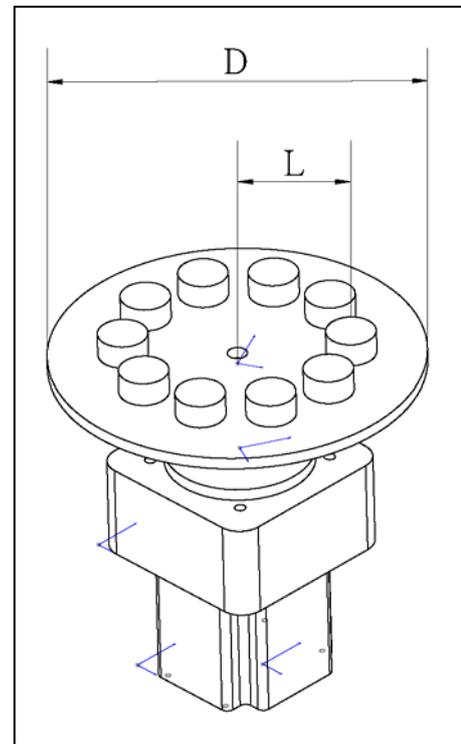


步進馬達選用需知

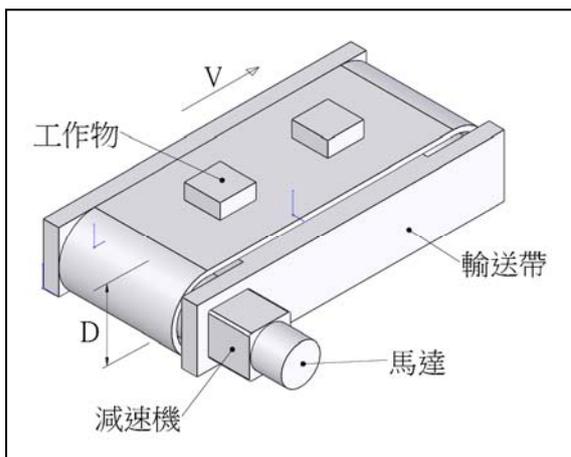
4-1 機構種類



圖【2】：滾珠導螺桿傳動



圖【4】：圓盤慣性體傳動



圖【3】：皮帶傳動

4-2 必要轉矩 T：傳動工作物體所必須的轉動力矩

$$T = T_L + T_a$$

T：必要轉矩

T_L ：負荷轉矩

T_a ：加速轉矩

T_M ：馬達輸出轉矩

$$T_M \geq 2T = 2(T_L + T_a)$$

4-3 慣性慣量 (J) 求法

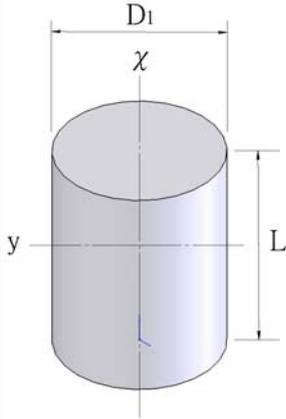
$$J_L = J_{rot} + J_{trans} \quad \text{【kgcm}^2\text{】}$$

$$J_{rot} = \frac{1}{8} \times W \times D^2 = \frac{\pi}{32} \times \varphi \times L \times D_1^4$$

$$J_{trans} = W \times \left(\frac{P}{2 \times \pi} \right)^2 = W \times \left(\frac{A}{2 \times \pi} \right)^2$$

J_L : 全負荷慣性慣量
 J_{rot} : 回轉慣性慣量
 J_{trans} : 直線移動慣性慣量

◎圓柱體的慣性慣量

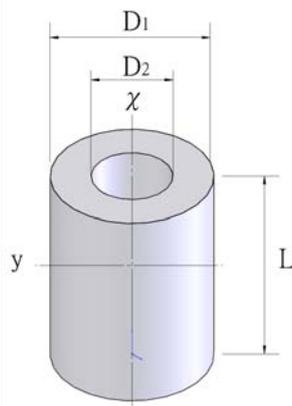


$$J_x = \frac{1}{8} \times W \times D_1^2$$

$$J_x = \frac{\pi}{32} \times \varphi \times L \times D_1^4$$

$$J_y = \frac{1}{4} \times W \times \left(\frac{D_1^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$$

◎中空圓柱體的慣性慣量

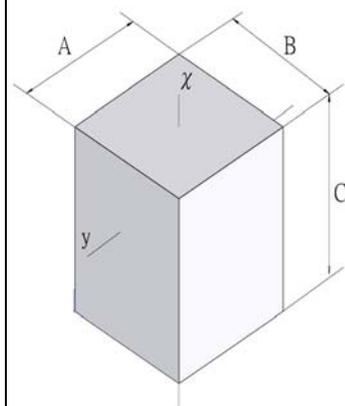


$$J_x = \frac{1}{8} \times W \times (D_1^2 + D_2^2)$$

$$J_x = \frac{\pi}{32} \times \varphi \times L \times (D_1^4 - D_2^4)$$

$$J_y = \frac{1}{4} \times W \times \left(\frac{D_1^2}{4} + \frac{L^2}{3} \right)$$

◎立方體的慣性慣量



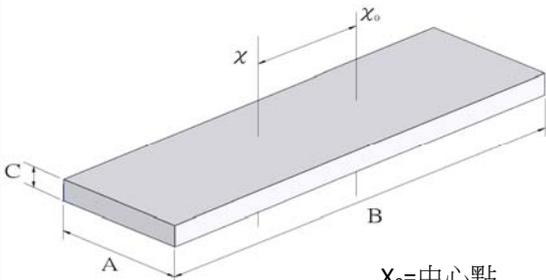
$$J_x = \frac{1}{12} \times W \times (A^2 + B^2)$$

$$J_x = \frac{1}{12} \times \varphi \times A \times B \times C \times (A^2 + B^2)$$

$$J_y = \frac{1}{12} \times W \times (B^2 + C^2)$$

$$J_y = \frac{1}{12} \times \varphi \times A \times B \times C \times (B^2 + C^2)$$

◎不從物體中心點傳動的慣性慣量

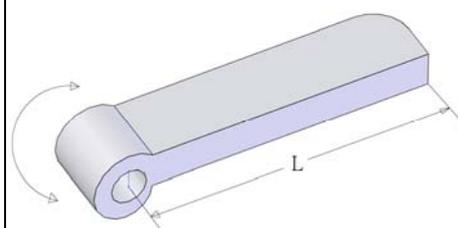


x_0 = 中心點
 L = x 和 x_0 之距離

$$J_x = J_{x_0} + WL^2$$

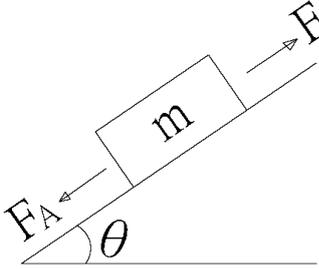
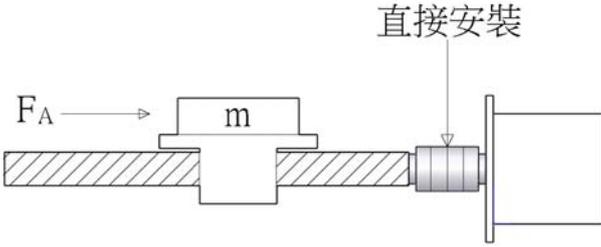
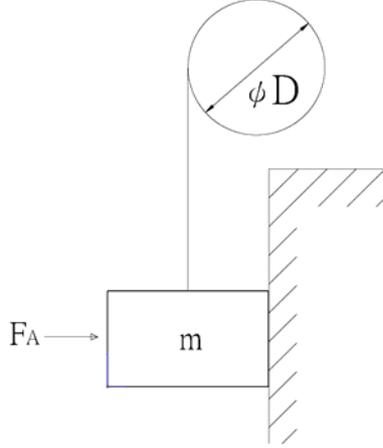
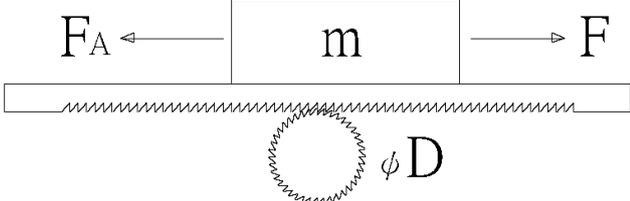
$$J_x = \frac{1}{12} \times W \times (A^2 + B^2 + 12L^2)$$

◎端點傳動的慣性慣量



$$J_x = \frac{1}{3} \times W \times L^2$$

4-4 負荷轉矩 (T_L) 求法

<p>◎軸方向荷重 (F) 的求法</p>  $F = F_A + W \times (\sin \theta + \mu_0 \cos \theta)$	<p>◎「導螺桿傳動」之負荷轉矩 (T_L)</p>  $T_L = \left(\frac{F \times P}{2\pi \times \eta} + \frac{\mu_0 \times F_0 \times P}{2\pi} \right)$
<p>◎「滾輪傳動」之負荷轉矩 (T_L)</p>  <p>【垂直負載場合】</p> $T_L = \frac{F \times D}{2 \times i} = \frac{(\mu_0 \times F_A + W) \times D}{2} \times \frac{1}{i}$	<p>◎「皮帶或齒條傳動」之負荷轉矩 (T_L)</p>  <p>【水平負載場合】</p> $T_L = \frac{F \times D}{2 \times \eta \times i} = \frac{(F_A + \mu_0 \times W) \times D}{2 \times \eta} \times \frac{1}{i}$

F：軸方向荷重 (Kg)

F_A ：外力 (Kg)

F_0 ：導螺桿予壓荷重 (Kg) 【 $\doteq F / 3$ 】

μ_0 ：滑動摩擦係數 (0.1~0.3)

μ ：滾動摩擦係數 (0.03~0.05)

i ：減速比

θ ：傾斜角度 ($^\circ$)

η ：效率 (0.85~0.95)

P_B ：滾珠導螺桿的「螺距」(cm/rev)

W：工作物的總重量 (Kg)

D：滾輪的直徑 (cm)

4-5 加速轉矩 (Ta) 求法

步進馬達之運轉特性，必須絕對跟隨脈波命令，做相對應位置之移動，否則會有位置不正確之情形，即一般所謂之『失步』現象；

當脈波命令之初始值（起動頻率）不為「0」之情形下，馬達即必須由「靜止」狀態，瞬間反應到脈波命令之相對應速度，之後再隨脈波命令加快而加速；

由上述說明可知，步進馬達之加速轉矩 (Ta) 包含兩種加速狀態，

【1】「自起動」加速轉矩 (Ta1)、【2】「加減速」加速轉矩 (Ta2)，如下所式：

$$\text{加速轉矩 (Ta)} = \text{「自起動」加速轉矩 (Ta1)} + \text{「加減速」加速轉矩 (Ta2)}$$

$$Ta1 = \frac{J_0 + J_L}{g} \times \frac{\pi \times \theta_s}{180 \times n} \times f_1^2 \dots [kgcm]$$

$$Ta2 = \frac{J_0 + J_L}{g} \times \frac{\pi \times \theta_s}{180} \times \frac{f_2 - f_1}{t_1} \dots [kgcm]$$

Ta：負載運轉必要之加速轉矩 (kgcm)

Ta1：自起動加速轉矩 (kgcm)

Ta2：加減速加速轉矩 (kgcm)

J₀：馬達轉子慣性慣量 (kgcm²)

J_L：對應馬達軸之負載慣性慣量 (kgcm²)

g：重力加速度 (980.7cm / sec²)

θ_s：步進角 (°)

n：相數 (2相=2，5相=5)

f₁：起動脈波速度 (pps)

f₂：運轉脈波速度 (pps)

◎脈波速度計算

(1) 動作脈波數

$$A = \frac{L}{P_B} \times \frac{360^\circ}{\theta_s}$$

(2) 自起動脈波速度【f】

$$f = \frac{A}{t_0}$$

(3) 運轉脈波速度【f₂】

$$f_2 = \frac{A - f_1 \times t_1}{t_0 - t_1}$$

A：動作脈波數

L：當次動作之移動距離 (cm)

P_B：滾珠導螺桿的「螺距」(cm/rev)

θ_s：步進角 (°)

f：自起動脈波速度 (pps)

f₁：起動脈波速度 (pps)

f₂：運轉脈波速度 (pps)

t₀：定位時間 (sec)

t₁：加速 / 減速時間 (sec)