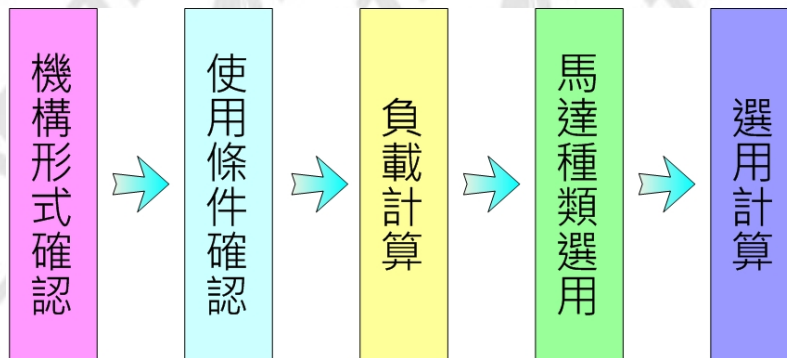


馬達選用之負載慣性慣量之計算

一、馬達選用的基礎概念

在選用前我們必須先對以下的說明有些瞭解。



1. 機構形式的確認：驅動機構為何？是皮帶輪、螺桿還是齒輪機構。
2. 使用條件確認：使用環境為何？啟動、停止時間、頻率為何？
3. 負載計算：估算馬達所要承受的負載轉矩及負載慣性慣量。
4. 馬達種類選用：依以上使用需求條件，選擇馬達種類（直流無刷馬達、AC 感應馬達或步進馬達）。
5. 選用計算：

二、選用計算

一般馬達的規格主要內容為輸出功率、額定轉速及額定轉矩。

$$P = \omega \cdot T \dots\dots\dots (\text{公式 1})$$

P = 馬達額定輸出功率

ω = 馬達額定轉速

T = 馬達額訂轉矩

速度伺服類型的馬達，在額定轉速使用範圍及輸出功率固定的前提下，馬達轉矩 T 就是可以提供推動負載的力矩。

但是，請注意馬達輸出轉矩要推動的，除了負載的轉矩外，還要加上機構本身的摩擦及其他力量損耗，所以轉矩 T 要改寫成 $\Sigma T_{\text{馬達轉矩}} = T_{\text{負載}} + T_{\text{機構損耗}}$ ，因此如果無法正確得知機構損耗的話，建議選用計算出來的負載轉矩及負載慣性慣量除以安全係數 $f.s.=0.7\sim0.8$ 後，再去參考馬達型錄規格，選擇適合的馬達規格。

要如何計算負載呢。

$$T = \alpha \cdot J \dots\dots (\text{公式 2})$$

J_r = 慣性慣量

α = 停止到額定轉速的加速度

$$\Sigma T_{\text{馬達轉矩}} = T_{\text{負載}} + T_{\text{機構損耗}} = \alpha \cdot (J_{\text{轉子}} + J_{\text{負載}})$$

三、慣性慣量計算

圓柱型慣性慣量如何計算呢？

確認選轉中心為圓心後，慣性慣量為：

$$J_r = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \dots\dots (\text{公式 3})$$

其中 J_r = 慣性慣量 (圓柱型) · m = 質量 · r = 半徑

把質量 (m) 換成圓柱體積 (V) 乘材料密度 (ρ)

$$J_r = \frac{1}{2} V \cdot \rho \cdot r^2$$

再把圓柱體積 (V) 換成圓面積 (A) 乘圓柱長度 (L)

$$J_r = \frac{1}{2} A \cdot L \cdot \rho \cdot r^2$$

代入圓面積公式

$$J_r = \frac{1}{2} \pi r^2 \cdot L \cdot \rho \cdot r^2$$

將半徑換成直徑 (D) 來計算

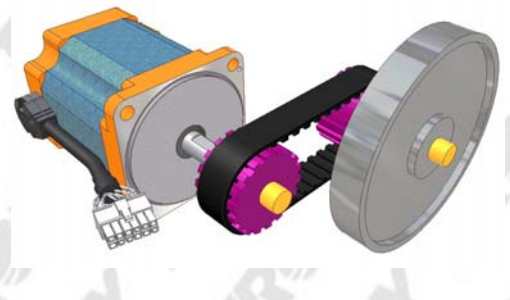
$$J_r = \frac{1}{2} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \cdot L \cdot \rho \left(\frac{D}{2} \right)^2$$

整理一下，得圓柱形慣性慣量計算公式

$$J_r = \frac{\pi}{32} \rho L D^4 \quad \text{..... (公式 4)}$$

四、範例

圓盤式端子片研磨機構，以圓軸馬達直接結合 1:1 鋁質皮帶輪的機構，帶動鋼質研磨盤（附圖一），皮帶輪機構效率 $\eta = 0.9$ ，研磨盤轉速達到 2500rpm 時，開始進行端子片研磨，加壓力量 F 為 0.85 kg，研磨盤尺寸如（附圖二）所示，請問馬達規格如何選用。



a. 首先，先求出加工負載轉矩為何？

已知：

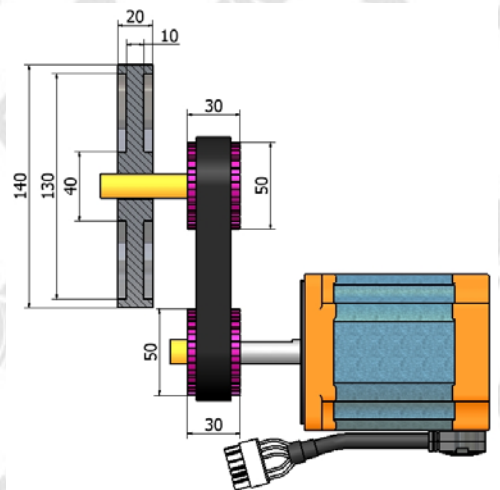
$F = 0.85 \text{ kg}$ ，半徑 $r = 7 \text{ cm}$ ，皮帶機構減速比 $i = 1$ ，

$$T_{\text{負載}} = (F \cdot r) / (\eta \cdot i)$$

$$T_{\text{負載}} = (0.85 \times 7) / (0.9 \times 1) = 6.62 \text{ kg-cm}$$

除以安全係數 0.7

$$T_{\text{負載}} = 6.62 / 0.7 = 9.46 \text{ kg-cm}$$



附圖一

b. 再來，求出圓盤機構慣性慣量為何？

已知：

各部分尺寸，查附表得知鋼材 $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ 、

$$J_r = \frac{\pi}{32} \rho L D^4$$

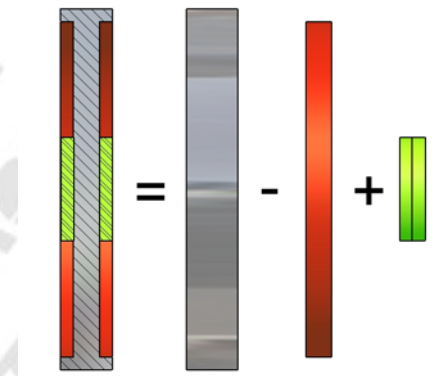
鋁材 $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$ ，代入公式 4，

計算各部份慣性慣量

(以下計算長度尺寸以 m 為單位)

飛輪盤

$$\begin{aligned}
 J_r &= \left[\pi/32 \times 7850 \times 0.02 \times 0.14^4 \right] \\
 &\quad - \left[\pi/32 \times 7850 \times 0.01 \times 0.13^4 \right] \\
 &\quad + \left[\pi/32 \times 7850 \times 0.01 \times 0.04^4 \right] \\
 &= 0.00374 \text{ kg-m}^4 \\
 &= 37.4 \text{ kg-cm}^4
 \end{aligned}$$



附圖二

皮帶輪(2 個)

$$\begin{aligned}
 J_r &= 2 \times \left[\pi/32 \times 2700 \times 0.03 \times 0.05^4 \right] \\
 &= 0.0000497 \text{ kg-m}^4 \\
 &= 0.497 \text{ kg-cm}^4
 \end{aligned}$$

全部慣性慣量

$$J_r = 37.4 + 0.497 \approx 37.9 \text{ kg-cm}^4$$

換算成 $GD^2 =$

$$3.79 \times 4 = 151.6 \text{ GD}^2$$

除以安全係數 0.7

$$151.6 \div 1.4 = 216.57 \text{ GD}^2$$

c.產品選用

對照型錄規格，符合轉矩 9.47 kg-cm 且容許慣性慣量值大於 216.57 GD^2 的馬達，

那就選擇額定轉矩 16 kg-cm，容許慣性慣量值 225 GD^2 的 9BM400S-3 的馬達，搭配

BMD400-3 驅動器的產品。