

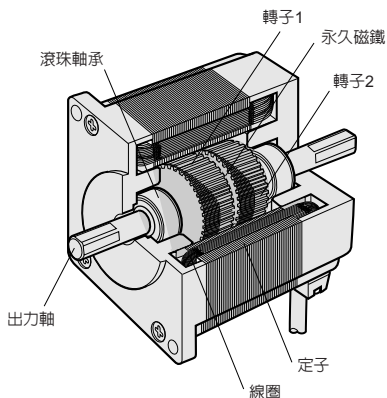
步進馬達

■步進馬達的構造

本公司 5 相步進馬達的截面圖如下圖所示。

步進馬達構造上大致分為定子與轉子兩部分。

轉子由轉子 1、轉子 2、永久磁鐵等 3 部分構成。而且轉子朝軸方向已經磁化，轉子 1 為 N 極時，轉子 2 則為 S 極。



馬達構造圖1：與出力軸成平行方向的截面圖

定子擁有小齒狀的磁極，共有 10 個，皆繞有線圈。

其線圈的對角位置的磁極相互連接著，電流通過後，線圈即會被磁化成同一極性。(例如某一線圈經由電流的流通後，對角線的磁極將同化成 S 極或 N 極。)

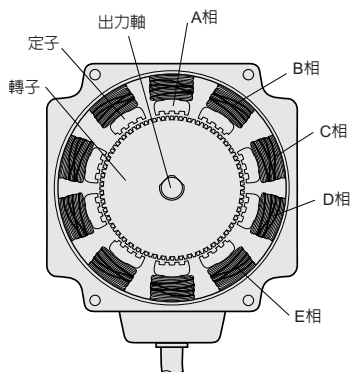
對角線的 2 個磁極形成 1 個相，而由於有 A 相至 E 相等 5 個相位，因此稱為 5 相步進馬達。

轉子的外圈由 50 個小齒構成，轉子 1 和轉子 2 的小齒於構造上相互錯開 1/2 齒距。

激磁：馬達線圈通電時的狀態

磁極：經由激磁而磁化的定子之突出部分

小齒：轉子和定子的齒狀



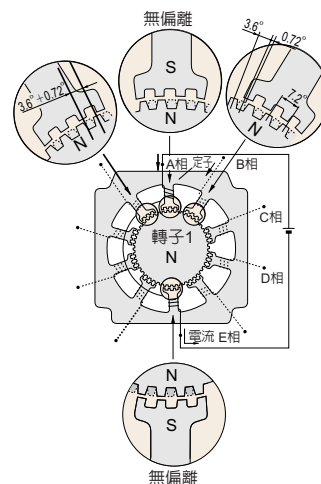
馬達構造圖2：與出力軸成垂直方向的截面圖

■步進馬達的動作原理

實際上經過磁化後的轉子及定子的齒的位置關係，在此說明如下。

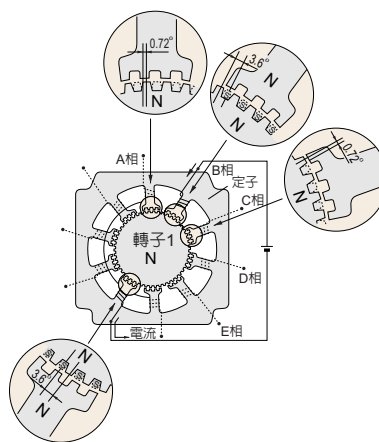
● A 相激磁時

將 A 相激磁，會使得磁極磁化成 S 極，而其將與帶有 N 極磁性的轉子 1 的小齒相吸引，並與帶有 S 極磁性的轉子 2 的小齒相斥，於平衡後停止。此時，沒有激磁的 B 相磁極的小齒和帶有 S 極磁性的轉子 2 的小齒相互偏離 0.72° 。以上是 A 相激磁時，定子和轉子小齒的位置關係。



● B 相激磁時

其次由 A 相激磁轉為 B 相激磁時，B 相磁極磁化成 N 極，與擁有 S 極磁性的轉子 2 相吸，而與擁有 N 極磁性的轉子 1 相斥。



也就是說，從 A 相激磁切換至 B 相激磁時，轉子旋轉 0.72° 。由此可知，激磁相位隨 A 相→B 相→C 相→D 相→E 相→A 相依次切換，則步進馬達以每次 0.72° 做正確的運轉。同樣的，欲作反方向運轉時，只需將激磁順序倒轉，依照 A 相→E 相→D 相→C 相→B 相→A 相激磁即可。

0.72° 的高解析度，係取決於定子和轉子構造上的機械偏移量，所以不需要編碼器等檢知器即可正確的定位。另外，就定位精度而言，會影響的只有定子與轉子的加工精度、組裝精度、及線圈的直流電阻之不同等而已，因此可獲得 ± 3 分（無負載時）的高定位精度。實際上步進馬達是由驅動器來進行激磁動作的切換，而激磁的切換時機則是由輸入驅動器的脈波信號所進行。以上舉的是單 1 相位激磁的例子，實際運作時，為有效利用線圈同時進行 4 相或 5 相激磁的。

選用計算

關於使用壽命

AC 小型標準馬達

DC 無刷馬達

步進馬達

關於減速機

電動機組化機構製品

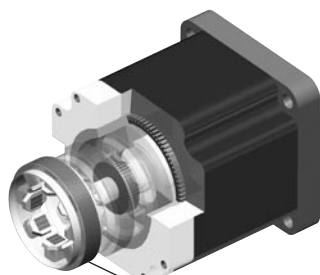
冷卻風扇

■ 步進馬達 α STEP

● 控制方法的概要

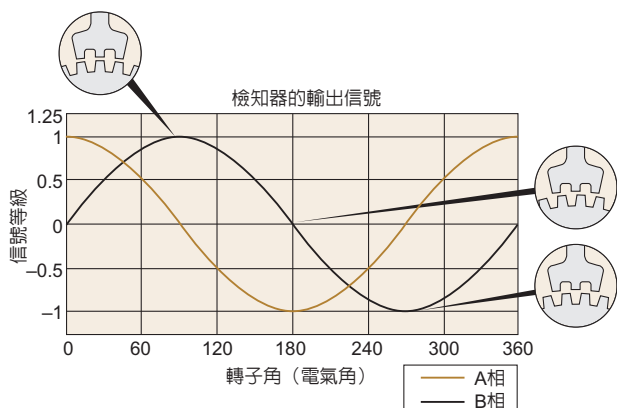
◇ 內藏新開發的轉子位置檢知器

於馬達的反出力軸側藏有轉子位置檢知器。



新開發轉子位置檢知器

利用檢知器線圈檢知出轉子運轉位置所產生的磁氣電阻的變化。



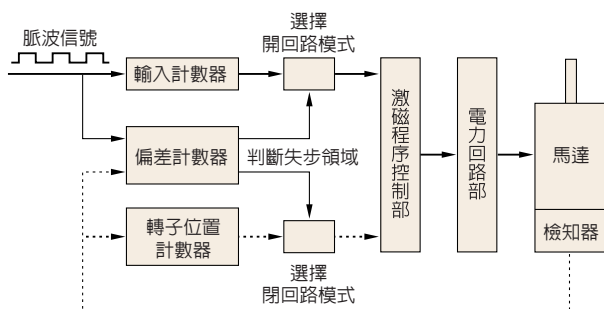
轉子位置檢知器的輸出信號

◇ 採用新概念的閉回路控制系統

透過偏差計數器的演算可得知，脈波信號的指令位置與實際的轉子運轉位置的偏差量（不足／過轉）。

透過偏差計數器的演算結果判斷是否進入「失步領域」，以切換開回路模式／閉回路模式。

- 位置偏差量未達 $\pm 1.8^\circ$ 時，以開回路模式進行運轉。
- 位置偏差量超過 $\pm 1.8^\circ$ 以上時，以閉回路模式進行運轉。

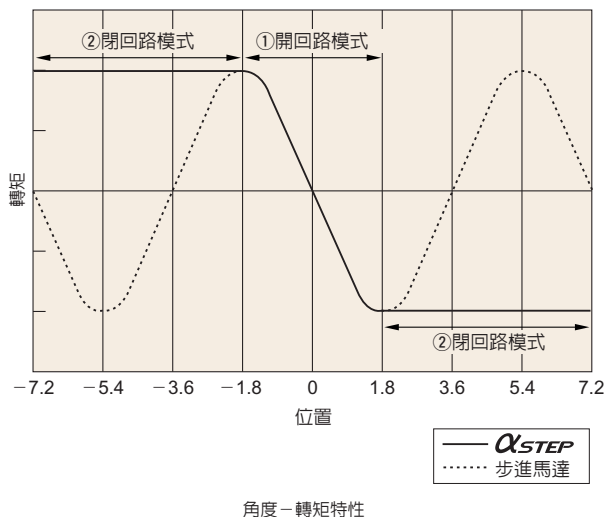


轉子位置計數器：指示激磁程序對轉子位置產生最大轉矩。

α STEP 的控制區間結構圖

於閉回路模式下，驅動器會控制馬達線圈的激磁狀態，令其對於轉子位置產生最大轉矩。

採用此種控制方式，於角度－轉矩特性上沒有所謂的不安定點（失步領域）。



角度－轉矩特性

● α STEP 的特徵

◇ 提升步進馬達的性能

- 高速領域的轉矩特性更容易使用

α STEP 因為不會失步，因此使用時不需如以往的步進馬達一般需要考慮以下各點：

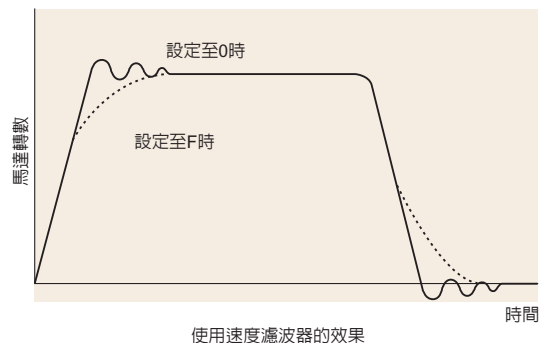
- 起因於控制器的脈波模式之加減速斜率、慣性慣量比之限制
- 起因於失步的起動脈波速度之限制

因此可更簡單的於運轉領域中進行高速運轉。

- 使用速度平滑性調整開關調整起動時／停止時的響應性

不需變更控制器的資料（起動脈波速度、加減速斜率）即可將起動時／停止時的響應性做 16 種類的調整。

此一功能主要目的是希望能減少對工作物的保護，以及降低低速運轉時的振動。



使用速度濾波器的效果

■步進馬達的基本特性

使用步進馬達時，馬達的特性是否合乎使用條件，是相當重要的一點。

在此就步進馬達使用時的重要特性說明之。

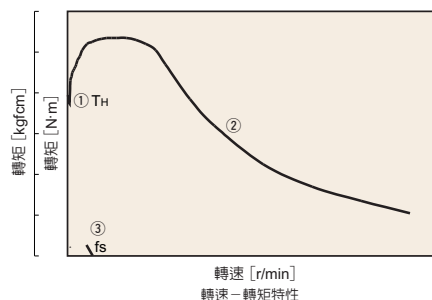
步進馬達的特性可大略分為兩項。

●動態特性：

這是與步進馬達起動或回轉時有關的特性。主要會影響機器的動作、週期時間等。

●靜態特性：

這是與步進馬達停止時角度變化有關的特性，主要會影響機器的精度。



●動態特性

◇轉速-轉矩特性

表示驅動步進馬達時的轉速和轉矩的關係，其特性圖如上所示。

這是選用步進馬達時所必須考慮的特性。橫軸代表馬達出力軸的轉速，而縱軸則代表轉矩。

轉速-轉矩特性取決於馬達與驅動器，因使用之驅動器的種類不同將產生很大的差異。

① 激磁最大靜止轉矩（Holding Torque）

步進馬達於通電狀態（額定電流）停止時，所能保持的最大轉矩（保持力）。

② 脫出轉矩（Pullout Torque）

各種轉速所能產生的最大轉矩。

選用馬達時必須注意所需轉矩一定要在此曲線的內側。

③ 最大自起動頻率（ f_s ）

步進馬達於摩擦負載、慣性負載為 0 時，可瞬間（無加減速時間）起動、停止的最大脈波速度。

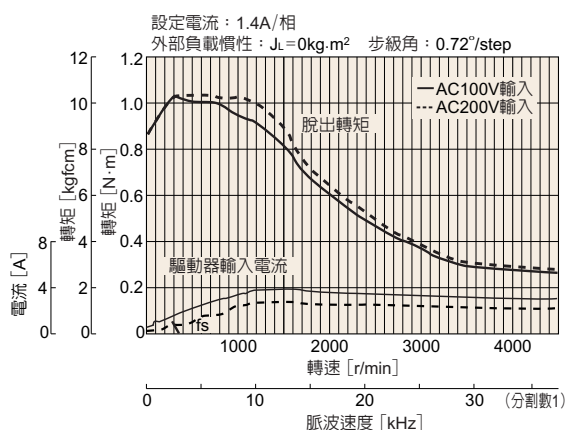
若以比此更大的脈波速度來驅動馬達時，則有必要進行緩慢加減速。馬達上有負載時，則此頻率會有所下降。

（請參考慣性負載-自起動頻率特性圖）

最大響應頻率（ f_r ）

步進馬達於摩擦負載、慣性負載轉為 0 時，進行緩慢的加減速時可運轉的最大脈波速度。

下圖為代表 5 相步進馬達組合的轉速-轉矩特性。

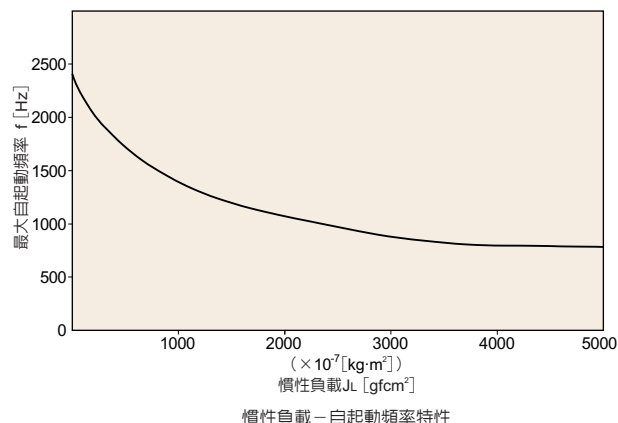


◇慣性負載-自起動頻率特性

表示因自起動頻率之慣性負載而產生變化的特性。

步進馬達的轉子本身或負載，因有慣性慣量存在，因此於瞬間起動或停止時，馬達出力軸會產生遲延或超過的現象。此一數值會隨脈波速度而變化，但是若超過某一數值時馬達將無法追隨脈波速度，而產生失步（miss-step）現象。

此一即將失步前的脈波速度就稱為自起動頻率。



相對於慣性負載的最大自起動頻率之變化可以下列公式算出近似值。

$$f = \frac{f_s}{\sqrt{1 + \frac{J_L}{J_o}}} \text{ [Hz]}$$

f_s : 馬達單體的最大自起動頻率 [Hz]

f : 有慣性負載時的最大自起動頻率 [Hz]

J_o : 轉子的慣性慣量 [$\text{kg}\cdot\text{m}^2$ (gfc m^2)]

J_L : 負載的慣性慣量 [$\text{kg}\cdot\text{m}^2$ (gfc m^2)]

($J = \frac{GD^2}{4}$ 的關係存在)

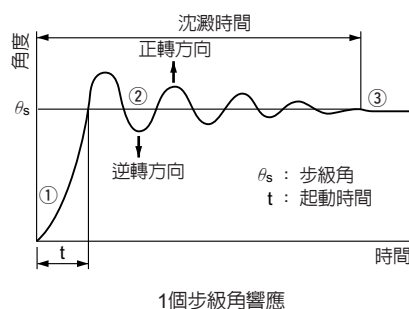
◇振動特性

步進馬達是以連續的步級狀態移動回轉。其步級狀態的移動會產生如下所示的 1 步級響應。

① 停止狀態的步進馬達輸入 1 脈波時，會朝下一個步級角進行加速。

② 加速後的馬達通過步級角並超過某個角度後，則會朝反方向被拉回。

③ 如此般衰減振動後，將於既定的步級角度位置上停止下來。



選用計算

關於使用壽命

AC 小型標準馬達

DC 無刷馬達

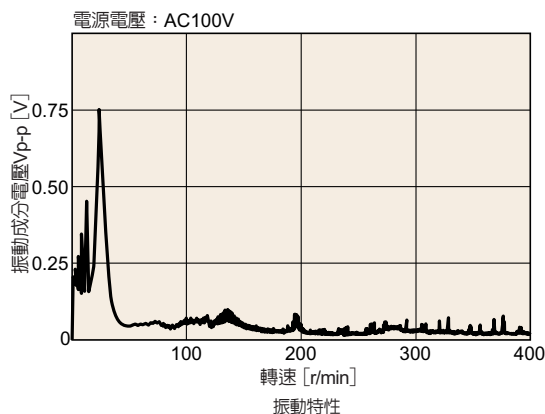
步進馬達

關於減速機

電動機組化機構製品

冷卻風扇

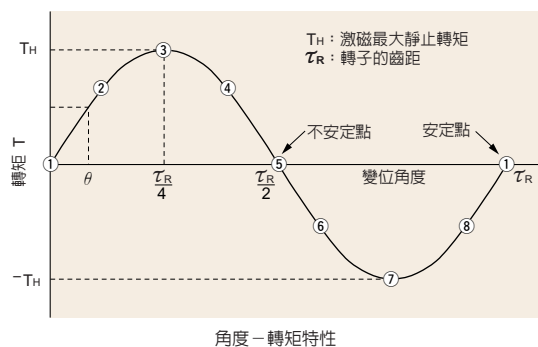
產生此一衰減振動的步級狀態之移動即為低速運轉時的振動原因。
振動特性所表現的即是步進馬達回轉中的振動之大小。
振動幅度越小回轉越順暢。



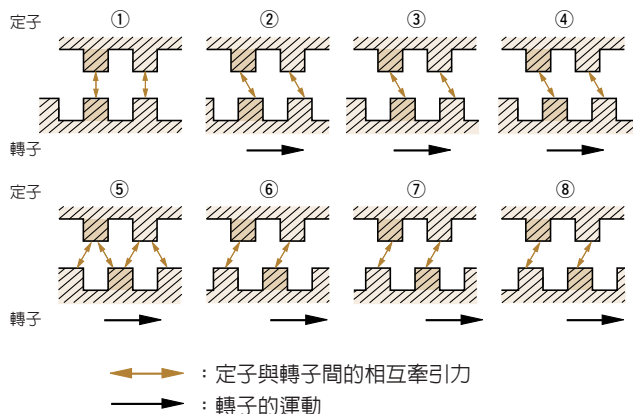
●靜態特性

◇角度－轉矩特性

將馬達以額定電流激磁，並由外部朝馬達出力軸施加轉矩，使得轉子角度產生變化，此時角度與轉矩的關係稱為角度－轉矩特性。下圖即其特性之表示。



將上示特性圖中，各點上的定子與轉子的小齒之位置關係表示如下。
在安定點①平衡並停止時，於馬達出力軸施加外力，則會於往左方向產生欲將之拉回安定點①的轉矩 T (+)，並於與外力取得平衡的角度上停止。②
繼續增加外力時，即會有一角度其產生的轉矩達到最大，此時所產生的轉矩稱為激磁最大靜止轉矩 TH。③
施加超過此一轉矩的外力時，就會通過不安定點⑤，並產生與外力同方向的轉矩 T (-)，而往下一個安定點① 移動後停止。



安定點：

係指定子與轉子的小齒於完全相對的位置而停止之點。此點非常的安定，當外力為 0 時一定會於此點上停止。

不安定點：

係指定子與轉子的小齒互相錯開 1/2 齒距的位置。為一非常不安定的狀態，施加些微的外力將使轉子往左邊或右邊的安定點移動。

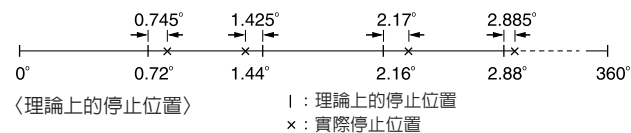
◇角度精度

步進馬達在無負載狀態時，將保持 ± 3 分 (0.05°) 以內的角度精度。此一些微的角度誤差之原因主要是來自轉子與定子的機械精度以及定子線圈上些微的電阻之不同所造成的。
步進馬達的角度精度一般是以下列之靜止角度誤差來表示。

靜止角度誤差：

指的是轉子在理論上和實際上停止位置的差距。此一差距所代表的是將轉子的任意停止位置作為出發點，以每 1 步級進行測定，共測量 360° 後的 (+) 最大值及 (-) 最大值之間的寬幅。

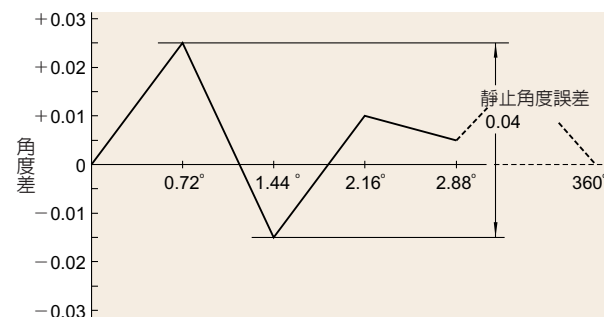
〈實際停止位置〉



雖然靜止角度誤差角度在 ± 3 分以內，然而這是在無負載條件下的數值，實際應用上必然有摩擦負載的存在。

此時，角度精度可從角度－轉矩特性看出，將因摩擦負載不同而產生不同之角度移位。當摩擦負載一定時，若朝同一方向運轉則移位角度一定，但若從正反兩方向進行運轉，則往返間將產生兩倍的移位角度。

因此若要求停止精度時，務必只朝單一方向進行定位。



■步進馬達組合製品

本目錄所介紹的 5 相組合製品皆採用新五角型接線的 5 條導線馬達及搭載專用激磁程式的驅動器所構成。本公司獨自開發的此一組合製品可達成以下特點：

- 簡單接線的 5 條導線
- 低振動化

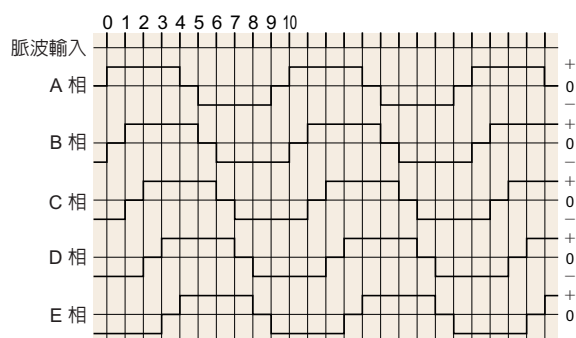
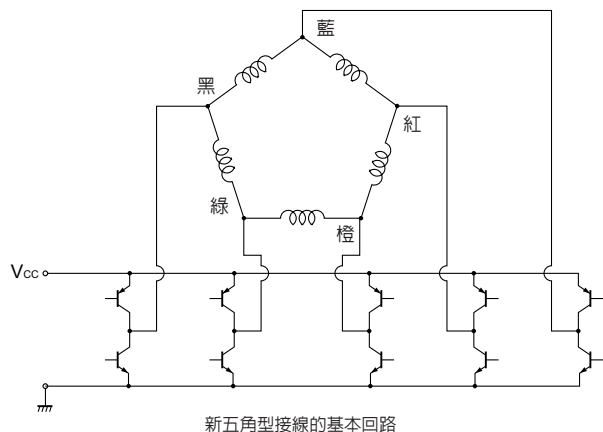
的成功實現。

在此針對此一接線及激磁程序說明如下。

●新五角型接線 4 相激磁方式…全步級

0.72°/step

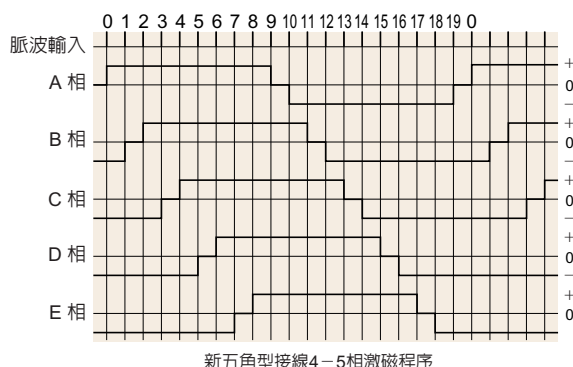
持續進行 4 相激磁的 5 相馬達獨特之方式，1 步級為 0.72° (0.36°)。阻尼效果較大且可獲得安定運轉。



●新五角型接線 4-5 相激磁方式…半步級

0.36°/step

為 4 相激磁與 5 相激磁交互重複使用的方式，1 步級為 0.36°。可將 1 回轉做 1000 分割。



■步進馬達的驅動器

步進馬達的驅動方式分為定電流驅動與定電壓驅動兩種。

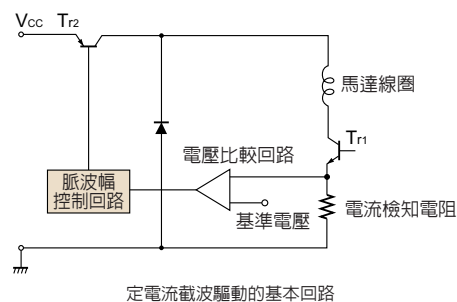
定電壓驅動方式因回路構造簡單，在高速領域時獲得較高的轉矩特性。

然而定電流驅動方式則是現在廣為使用的驅動方式，在高速領域中能掌握優良的轉矩特性，本公司的步進馬達驅動器全部採用此種驅動方式。

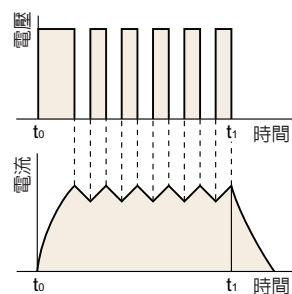
●定電流驅動方式的概要

步進馬達是將流過各線圈的電流按順序切換使其運轉的，但是轉速越快則此切換亦需加快，此時電流的上升無法追隨速度將導致轉矩下降。

因此透過將比馬達額定電壓更高的直流電壓截波的方式，即使於高速時也可提供馬達額定電流。



以電流檢知電阻將流過馬達線圈的電流作為電壓取出，並將之與基準電壓作比較。檢知電阻的電壓若比基準電壓更低時（未達額定電流時），電晶體開關 Tr2 持續 ON，若比基準電壓更高時（超過額定電流時），則將 Tr2 轉為 OFF。定電流驅動方式就是以這種方式控制電流線圈，使其可保持額定電流。



選用計算

關於使用壽命

AC 小型標準馬達

DC 無刷馬達

步進馬達

關於減速機

電動機組化機構製品

冷卻風扇

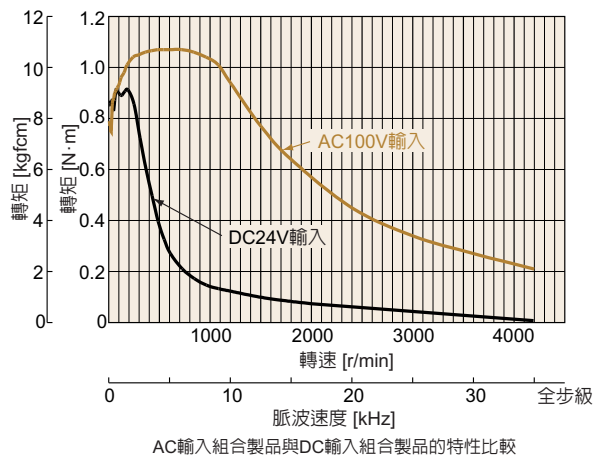
● AC 輸入與 DC 輸入特性上之不同

步進馬達透過驅動器施加直流電壓以驅動馬達。

本公司之 DC24V 輸入組合製品是將 DC24V 直接施加於馬達，而 AC100V、AC200V 輸入製品則是將電壓整流成 DC140V 電壓後施加於馬達（一部分製品除外）。

施加馬達電壓的不同會造成高速領域時的轉矩特性之不同。這是因為流經馬達線圈的電流上升會隨施加電壓越高而越快，因此 AC 輸入製品於高速領域也可以流過額定電壓。也就是說，AC 輸入組合製品從低速領域到高速領域都可獲得優異的轉矩特性及寬廣的速度比。

因此使用時建議您使用 AC 輸入組合製品，因為它可對應您機器多樣化的使用條件。



● 微步級驅動技術

5 相步進馬達的基本步級角 0.72° 。在無機械的減速機構下可以再細分化（最大 1/250）。

◇ 微步級驅動技術

步進馬達是在每一個由轉子與定子的凸極構造決定的步級角上進行運轉、停止的，所以具有可以做到高精度且簡單之位置控制的特徵。相反的，也同時具有每一步級角的運轉時，轉子產生速度變化，在特定轉數下會產生共振，使振動加大的特徵。

微步級驅動是控制流入馬達線圈的電流使馬達的基本步級角更加地細分化，以實現超低速、低噪音運轉的技術。

- 馬達的基本步級角 (0.72° / Full Step) 可以細分至 1/1 ~ 1/250，所以可經由超微小角傳輸實現順暢的運轉。
- 利用馬達之驅動電流的平滑性技術，控制馬達的振動，實現低噪音的運轉。

◇ 最大 250 分割之步級角

本微步級驅動器是二個步級角設定開關可以設定各自獨立的步級角（16 種類、最多 250 分割），利用外接的步級角切換輸入信號操作，可針對二個開關上所設定的步級角進行切換。切換位置不受限定，切換時的停止位置亦不會產生偏移。

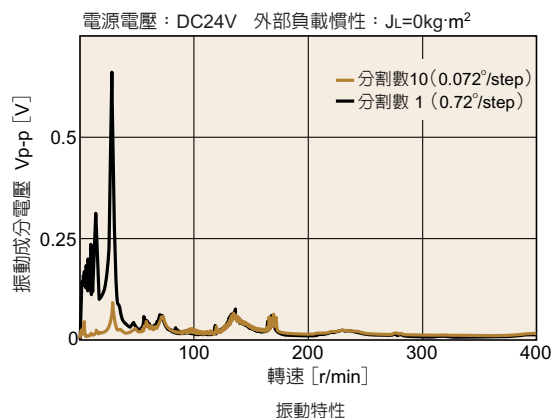
特性面

● 低振動

利用微步級技術執行步級角的電力細分化。使低速範圍的階段性運轉更加順暢，大幅地改善振動。

一般為了降低振動都是採用制振器，但是馬達本身就是低振動設計，再採用微步級技術更能夠降低振動。

因為振動對策非常地簡便，最適合使用在必須避免振動的用途與設備。



● 低噪音

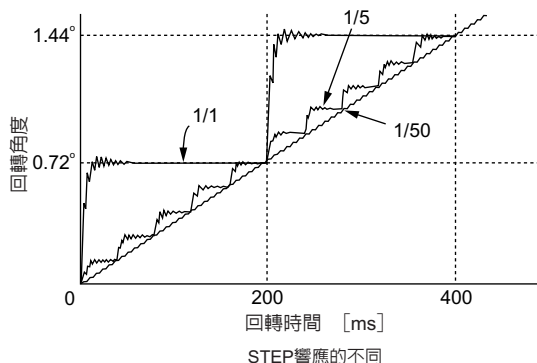
微步級技術改善低速領域之振動音，實現低噪音化。在必須保持安靜的環境中也能發揮威力。

● 提昇控制性

阻尼特性佳的新五角式的微步級驅動。

每一步級的過衝 (OVERSHOOT)、回衝 (UNDERSHOOT) 少，所以具有下述特徵。

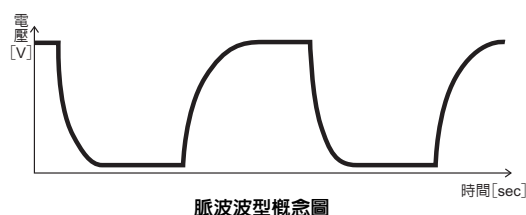
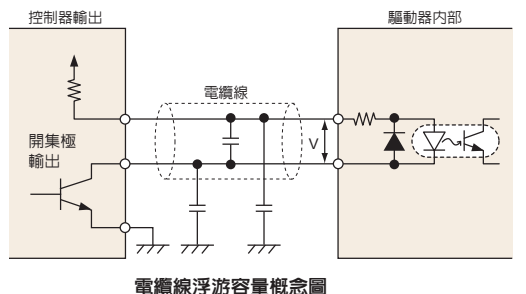
- 可以正確地追蹤脈波方式（線性也提昇了）。
- 可緩和起動、停止時的衝擊。



關於電纜線長度與傳送頻率的关系

脈波信號線愈長，可傳送的最高頻率愈低。這是受到電纜線的電阻成分與浮游容量等的影響，形成 CR 回路，造成脈波的上昇、下降遲延。

電纜線的浮游容量是發生在電線間、對地間等。電纜線的種類、接線、繞線等條件是不同的，所以很難定出明確的數值。



關於聯軸器剛性對設備的影響

表示聯軸器性能的規格有容許負載、容許轉速、扭轉彈簧定數、聯軸器本身的齒隙之有無、容許錯位 (Miss-alignment) 等。想要改善定位特性時，或是想要使用於能夠降低振動發生的設備上時，一般都以“剛性高、無齒隙”為首要條件選擇聯軸器。

但是，聯軸器的剛性從設備整體的剛性來看，有時影響並不大。這裏舉一個例子，比較滾珠螺桿驅動時的設備整體硬度與採用 MCS 類的鉗口聯軸器與剛性較高的風箱式聯軸器的不同。(引用自 KTR 公司的技術資料，聯軸器的大小與本公司上市的製品不同)。

● 實驗設備概要

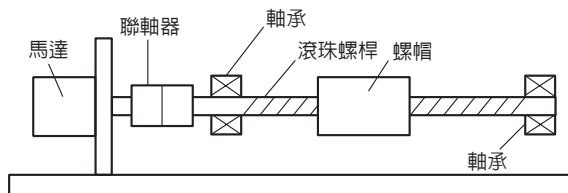


圖1 滾珠螺桿驅動設備

● 各部的規格

一般型聯軸器的扭轉彈簧定數

$$C_j = 21000 \text{ [N} \cdot \text{m/rad]}$$

波紋型聯軸器 (bellows coupling) 的扭轉彈簧定數

$$C_b = 116000 \text{ [N} \cdot \text{m/rad]}$$

伺服馬達的剛性

$$C_m = 90000 \text{ [N} \cdot \text{m/rad]}$$

滾珠螺桿的導程

$$h = 10 \text{ [mm]}$$

滾珠螺桿的齒底直徑

$$d = 28.5 \text{ [mm]}$$

滾珠螺桿的長度

$$L = 800 \text{ [mm]}$$

滾珠螺桿軸承的軸方向剛性

$$R_{brg} = 750 \text{ [N/}\mu\text{m]}$$

滾珠螺桿螺帽的軸方向剛性

$$R_n = 1060 \text{ [N/}\mu\text{m]}$$

滾珠螺桿的彈性係數

$$R_f = 165000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

① 求出滾珠螺桿、軸承、螺帽部分的變形剛性

$$\begin{aligned} \text{滾珠螺桿的軸方向剛性 } R_s \text{ 為} \\ R_s &= (R_f \times d^2) / L \\ &= (165000 \times 28.5^2) / 800 \\ &= 167526 \text{ [N/mm]} \\ &= 167.5 \text{ [N/}\mu\text{m}] \end{aligned}$$

因此，滾珠螺桿、軸承、螺帽部分的合計軸方向剛性 R_t 如下。

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_t} &= \frac{1}{2R_{brg}} + \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_n} \\ &= \frac{1}{2 \times 750} + \frac{1}{167.5} + \frac{1}{1060} \\ &= 0.00758 \\ \therefore R_t &= 131.9 \text{ [N/}\mu\text{m}] \end{aligned}$$

將此軸方向剛性置換成扭轉剛性 C_t 。

$$\begin{aligned} C_t &= R_t \left(\frac{h}{2\pi} \right)^2 \\ &= 131.9 \times 10^6 \times \left(\frac{10 \times 10^{-3}}{2\pi} \right)^2 \\ &= 334.1 \text{ [N} \cdot \text{m/rad]} \end{aligned}$$

② 求取使用一般型聯軸器時設備整體的剛性 C 。

$$\begin{aligned} \frac{1}{C} &= \frac{1}{C_m} + \frac{1}{C_j} + \frac{1}{C_t} \\ &= \frac{1}{90000} + \frac{1}{21000} + \frac{1}{334.1} \\ &= 0.003052 \\ \therefore C &= 327.7 \text{ [N} \cdot \text{m/rad]} \end{aligned}$$

③ 求取使用波紋型聯軸器時設備整體的剛性 C 。

$$\begin{aligned} \frac{1}{C} &= \frac{1}{C_m} + \frac{1}{C_b} + \frac{1}{C_t} \\ &= \frac{1}{90000} + \frac{1}{116000} + \frac{1}{334.1} \\ &= 0.0030128 \\ \therefore C &= 331.9 \text{ [N} \cdot \text{m/rad]} \end{aligned}$$

④ 計算結果

	聯軸器的剛性 [N·m/rad]	設備全體的剛性 [N·m/rad]
使用一般型聯軸器時	21000	327.7
使用波紋型聯軸器時	116000	331.9

一般型聯軸器時的剛性是波紋型聯軸器的 1/5，但是設備整體的剛性，差別是 1.2%。

選用計算

關於使用壽命

AC 小型標準馬達

DC 無刷馬達

步進馬達

關於減速機

電動機組化機構製品

冷卻風扇

■用語解說

● 1 個步級角響應

步進馬達是以連續的步級狀態移動運轉。觀察步級狀的變化之一（只有 1 步級運轉停止時的樣子）是 1 步級響應。

● AWG (American Wiring Gauge)

也稱為 BS (Brown & Sharp Wire gauge)，以單線導體的直徑 5[mil] 為 36AWG、以直徑 460[mil] 為 4/0AWG，有關其間的面積，分割為等比數列。

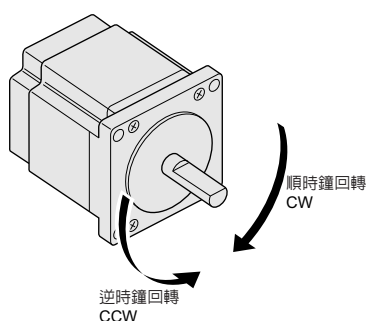
※ 1[mil] = 1/1000 [inch]

由此值求出導線截面面積如下

AWG No.	導線截面面積 [mm ²]
26	0.129
24	0.205
22	0.326
20	0.518

● CW、CCW

表示馬達的運轉方向。CW：由出力軸側觀看呈順時鐘方向（正轉）、CCW：逆時鐘方向（逆轉）



● T.I.R.

Total Indicator Reading：以基準軸心為中心點，將測量部位回轉 1 圈，以分厘表測得之總量。

● 懸吊載重

稱為對於馬達出力軸以垂直方向產生的負載重量。每一製品的容許值已定。

● 回生

馬達受外力轉動的狀態或是受外力轉動而發電的情形。

● 角度精度

一般是以馬達回轉的角度與理論值之間的差異為精度，依據基準的決定方式，表現方法各異。步進馬達的角度精度一般是以靜止角度誤差表示。

● 角度傳達誤差

一般而言，加上減速機構使用時，由輸入脈波數所計算的出力軸之理論上應運轉的角度與實際上運轉角度的差稱為角度傳達誤差。使用於表示減速機構的精度。本公司的 **PN** 齒輪，角度傳達誤差控制在最多 6 分。請使用在高精度的定位與分割。

● 慣性負載（負載慣性慣量）

係指物體欲保持目前運動狀態時的保持力的大小。任何物體均具有慣性慣量。慣性負載大時，加減速時就必須要有較大的轉矩。此轉矩的大小與從慣性負載的大小與轉速及加速時間求得的加速度大小成比例。

● 自動電流下降功能

脈波信號停止時，馬達電流自動下降約 50%，因此可以降低馬達、驅動器的發熱。（2 相 **CSK** 系列、**UMK** 系列約下降 40%）脈波停止後、約 0.1 秒即自動地降低至馬達停止時電流的設定值內。

$$\text{保持轉矩 [N}\cdot\text{m]} = \frac{\text{激磁最大靜止轉矩 [N}\cdot\text{m]} \times \text{停止時電流 [A]}}{\text{馬達額定電流 [A]}}$$

● 共振

在特定的速度領域中，振動較大現象。馬達及機構的固有振動數與動作時的振動是發生的原因。2 相步進馬達在 100 ~ 200Hz 時有極大的共振領域。5 相步進馬達與 2 相相比則只有非常小的振動。

● 振動成分電壓

步進馬達的速度變動以電壓表示。

● 振動特性

圖表中縱軸為振動成分電壓值、橫軸為轉速。

● 推力載重

稱為馬達出力軸上產生的軸方向之負載重量。製品的容許值已定。

● 靜止角度誤差

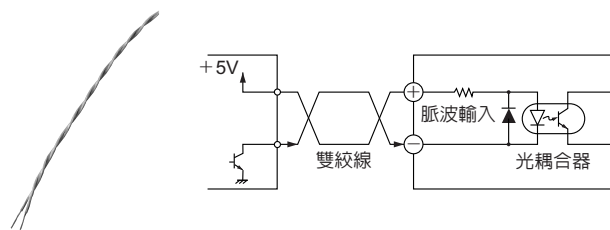
指的是馬達在理論上和實際上停止位置的差距。此一差距所代表的是將轉子的任意停止位置作為出發點，以每 1 步級進行測定，共測量 360° 角（+）最大值及（-）最大值之間的寬幅。步進馬達在無負載狀態時，將保持 ±3 分（0.05°）以內的角度精度。此一些微的角度誤差之原因主要是來自轉子與定子的機械精度以及定子線圈上些微的抗阻值之不同所造成的。然而實際應用上必然有摩擦負載的存在。此時，角度精度可從角度－轉矩特性看出，將因摩擦負載不同而產生不同之角度移位。

● 失步

步進馬達雖能與脈波同期運轉，但可能因急劇的速度變化或過負載無法與脈波同期運轉，此種無法與脈波同期的狀態稱之失步。經過正確選用且正常驅動的馬達不會突然發生失步的情況。可認為與伺服馬達發生過負載警示時是相同情形。

● 雙絞線

如下圖 2 條相纏在一起的電線，一種信號線防雜訊的對策。相互逆方向並流過同電流，可使環境入侵的雜訊相抵銷，因此有不易受雜訊干擾的效果。



●電磁剎車

保持馬達位置的機械式剎車。本公司採用因停電等造成電源中斷時可立即自動保持馬達位置的無激磁作動型電磁剎車。

●齒隙

為減速機或聯軸器上的間隙。齒隙角度的範圍是無法控制的，愈小愈容易執行高精度位置決定。本公司備有無齒隙的諧和式減速機、**PN** 減速機或齒隙較小的 **PL** 減速機、**TH** 減速機。

●脈波輸入方式

以脈波指令方式控制 CW、CCW 的運轉方向。有單脈波（1P）輸入方式與雙脈波（2P）輸入方式。單脈波輸入方式是依據脈波信號與回轉方向信號產生的方式。雙脈波輸入方式是在 CW 方向輸入 CW 脈波，在 CCW 方向輸入 CCW 脈波的方式。

●光耦合器（ON、OFF）

光耦合器是將電力信號轉換為光進行傳達的，輸入與輸出是採取電力絕緣的方式，具有不易受噪音干擾的特性。本公司之定義為驅動器內部的光耦合器（電晶體）通電狀態時為「ON」，驅動器內部的光耦合器（電晶體）非通電狀態時為「OFF」。

光耦合器狀態 OFF ON

●微步級

這是利用控制流入馬達線圈的電流，將步級角細分化，實現高解析度的技術。步級角是非常小的，所以不會因步進驅動產生振動，實現低振動、低噪音。

●捲下

將負載從上向下帶動的動作稱為捲下運轉。對馬達而言，因為會受重力而產生被帶動的情形，所以若使用伺服馬達時將會產生發電機功能，可能造成驅動器的損壞，所以必須加裝再生回路。步進馬達或 **αSTEP** 因是與脈波同步轉動的，所以捲下時也可執行速度控制。

●激磁原點

指激磁程序處於起始的狀態。5 相步進馬達時是每 7.2° 回到起始狀態。

●激磁程序

步進馬達是依照決定的組合與順序讓電流流入馬達線圈產生運轉的。電流流入馬達線圈的順序稱為激磁程序。因馬達或激磁方式的種類而異。

●激磁時序信號

表示激磁程序為起始狀態的信號，為一驅動器上的功能。馬達每轉動 7.2° 即輸出一。因此，5 相全步級時為每 10 脈波、半步級時為每 20 脈波輸出一。

選用計算

關於使用壽命

AC 小型標準馬達

DC 無刷馬達

步進馬達

關於減速機

電動模組化機構製品

冷卻風扇