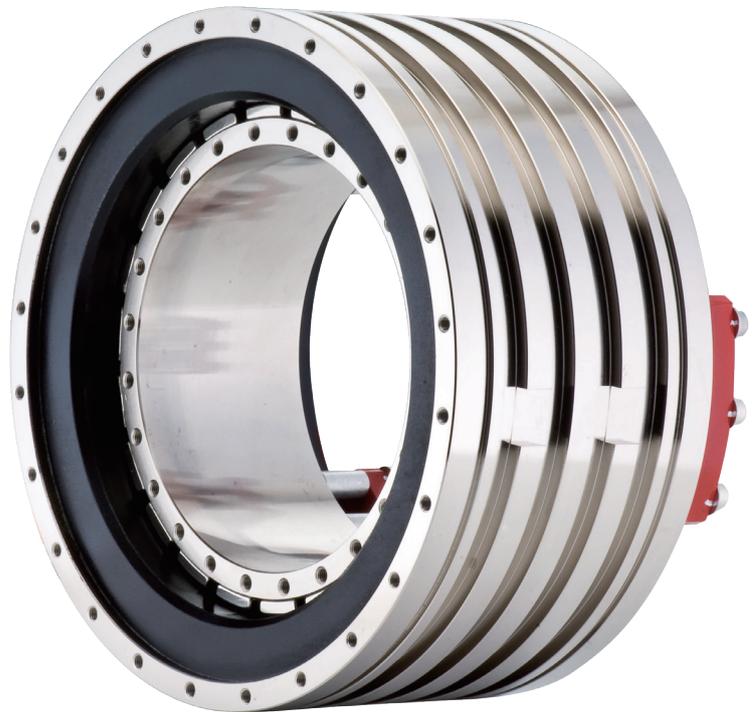


**HIWIN®**



# TMRW系列力矩馬達

安裝手冊

## 目錄

1.	介紹.....	1-1
1.1	使用前注意事項.....	1-2
1.2	安全規章.....	1-2
1.3	安全使用規範.....	1-3
1.3.1	線路注意事項.....	1-3
1.3.2	運轉注意事項.....	1-4
1.3.3	保養存放注意事項.....	1-4
2.	馬達基本構造.....	2-1
3.	馬達選用.....	3-1
3.1	力矩馬達選配.....	3-2
3.2	馬達熱計算.....	3-7
3.2.1	馬達熱損失.....	3-7
3.2.2	連續運轉溫度.....	3-8
3.3	熱時間常數.....	3-9
3.4	水冷系統計算.....	3-10
4.	馬達安裝介面設計.....	4-1
4.1	水冷介面設計.....	4-2
4.1.1	水冷通道位置.....	4-2
4.1.2	水冷通道尺寸.....	4-3
4.1.3	水冷通道配置.....	4-4
4.1.4	O型環特性.....	4-5
4.1.5	定轉子固定片尺寸.....	4-5
4.2	轉子安裝介面設計.....	4-7
4.3	定子安裝介面設計.....	4-8
4.4	定轉子氣隙與組裝同心度要求.....	4-9
4.5	定轉子作用力.....	4-10
4.5.1	徑向力.....	4-10
4.5.2	軸向力.....	4-11
4.6	定轉子螺絲扭力規範.....	4-12
4.7	馬達電纜線.....	4-13
4.7.1	電源電纜線規範.....	4-13
4.7.2	溫控電纜線規範.....	4-14

## 目錄

4.7.3	電纜線彎曲半徑 .....	4-16
4.8	馬達並聯運轉設計 .....	4-17
4.9	溫度感測器.....	4-21
5.	溫度保護裝置 .....	5-1
5.1	特色.....	5-2
5.2	溫度模組配線說明 .....	5-3
6.	馬達安裝.....	6-1
6.1	定、轉子一起安裝 .....	6-2
6.2	定、轉子分開安裝 .....	6-4
7.	故障排除.....	7-1
8.	技術用語.....	8-1

( 此頁有意留白。 )

# 1. 介紹

---

1.	介紹.....	1-1
1.1	使用前注意事項.....	1-2
1.2	安全規章.....	1-2
1.3	安全使用規範.....	1-3
1.3.1	線路注意事項.....	1-3
1.3.2	運轉注意事項.....	1-4
1.3.3	保養存放注意事項.....	1-4

HIWIN TMR(W)系列力矩馬達為單出定、轉子，應用時可直接驅動，無須減速機構。可搭配伺服驅動控制以發揮極佳加速度及運動平穩性。採中空軸形式，可由中空軸跑線或穿過相關配件。

## 1.1 使用前注意事項

使用產品前請詳閱本手冊。本公司對未依照本手冊之安裝說明及操作說明所發生的任何損害、意外或傷害不予負責。

- 安裝或使用產品前，請確認產品外觀無破損。若發現任何破損，請聯絡本公司或當地經銷商。
- 請確認配線無損壞，可正常連接使用。
- 請勿拆解或改裝產品。產品之設計均經過結構計算、電腦模擬及實際測試驗證。若因自行拆解或改裝產品而造成任何損害、意外或傷害，本公司不予負責。
- 請避免讓兒童接觸產品。
- 患身心疾病者或無使用相關產品經驗者不可單獨使用產品，須有管理者或產品解說員在旁確保其安全。

若登錄資料與您的訂貨資料不相符，請聯絡本公司或當地經銷商。

## 1.2 安全規章

規章	代表涵義
	高壓危險。
	強磁危險。
	高溫危險。
	有害環境。

## 1.3 安全使用規範

- ◆ 拿取或放置產品時，不可只拉著線材拖曳。
- ◆ 請勿在有衝擊性的環境中使用產品。
- ◆ 請勿施加超過規格標定之最大負荷於產品。
- ◆ 產品故障時請勿自行維修。產品僅能由本公司合格的技術人員進行維修。
- ◆ HIWIN 馬達認證測試請參照以下標準。

CE	LVD Safety: 2014/35/EU reference standard	EN 60034-1:2010
	EMC (Including EMI+EMS): 2014/30/EU reference standard	EN 61000-6-4:2007+A1:2011
		EN 61000-6-2:2005
		EN 61000-4-2:2009
		EN 61000-4-3:2006
		EN 61000-4-3:2008
		EN 61000-4-3:2010
		EN 61000-4-8:2010
UL	Rotating Electrical Machines reference standard 1004-1	

### 1.3.1 線路注意事項

- 使用產品前，請先閱讀規格標籤所標示之供應電源大小，並確認所使用之供應電源符合產品要求。
- 請檢查馬達配線是否正確。不正確的配線可能會造成馬達不正常運轉，導致馬達故障或損壞。
- 外接延長線時，請挑選有隔離網之延長線，隔離網須做接地處理。
- 請避免電源電纜線與溫控電纜線共用一條延長線。
- 電源電纜線與溫控電纜線含有隔離網，隔離網須做接地處理。

### 1.3.2 運轉注意事項

- 馬達運轉時，請避免非必要的摩擦力。
- 請確認馬達運轉路徑上無其他物件。
- 啟動馬達前，請確認水冷系統正常運作。
- 啟動馬達前，請確認總開關已開啟。
- 輸送電力前，請確認至少有一條接地線連接所有的電氣產品。
- 請勿在馬達停止運轉時直接碰觸馬達零件。
- 馬達運轉時，若電流超過規格書所容許的最大電流，將使馬達內部磁性元件產生去磁現象。發生此現象時，請聯絡本公司或當地經銷商。
- 請勿讓產品在超過其額定負載之環境下運轉。
- 馬達運轉時，其溫度須於規格書規定範圍內。
- 當偵測到任何不正常的味道、噪音、煙霧、熱氣或振動，請立即停止運轉並關閉電源。
- 運轉時環境溫度： $+5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ 。

### 1.3.3 保養存放注意事項

- 請勿將產品存放於易燃或有化學劑的環境中。
- 請將產品存放於不潮濕、無灰塵、無有害氣液體之場所。
- 請勿將產品存放於超出規格書規定振動量之場所。
- 存放及運送產品的溫度： $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 。
- 清潔產品的方式：以 70% 的酒精擦拭。
- 產品毀損後的處理方式：按照當地法規回收。

## 2. 馬達基本構造

---

2. 馬達基本構造 .....	2-1
-----------------	-----

HIWIN TMRW 系列可採用水冷來達到馬達最佳性能。馬達出貨時不包含軸承、位置回授裝置與相關連接件，其構造如圖 2.1。

## ■ 定子

TMR 系列定子不含冷卻液通道，TMRW 系列定子外部有冷卻液通道，外殼皆為鋁合金或矽鋼片。內部的組成為鐵心與線圈，矽鋼片與線圈外包覆環氧樹脂，其中一端面有兩條出線，分別為馬達電源線與溫度開關訊號線。定子須裝置於客戶機台的固定部。

## ■ 轉子

轉子主要的組成為一個鐵環外部貼附著磁鐵，轉子須裝置於客戶機台的旋轉部。

轉子具有強大的吸力，組裝或搬運時須做好安全防護，不可接近導磁物（鐵製品等），以免發生危險。

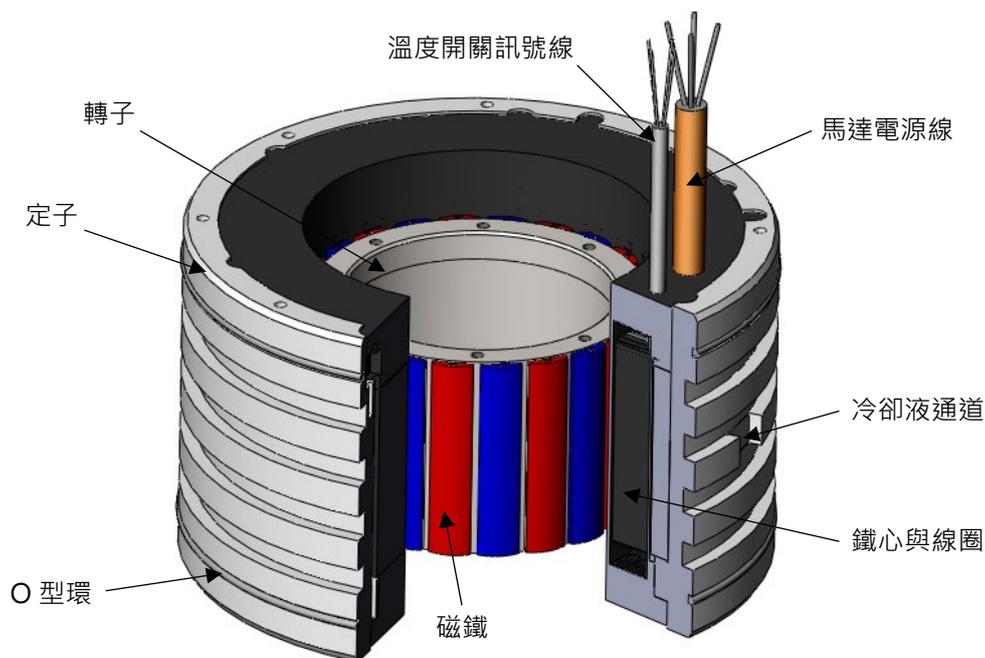


圖 2.1 TMRW 系列馬達基本構造

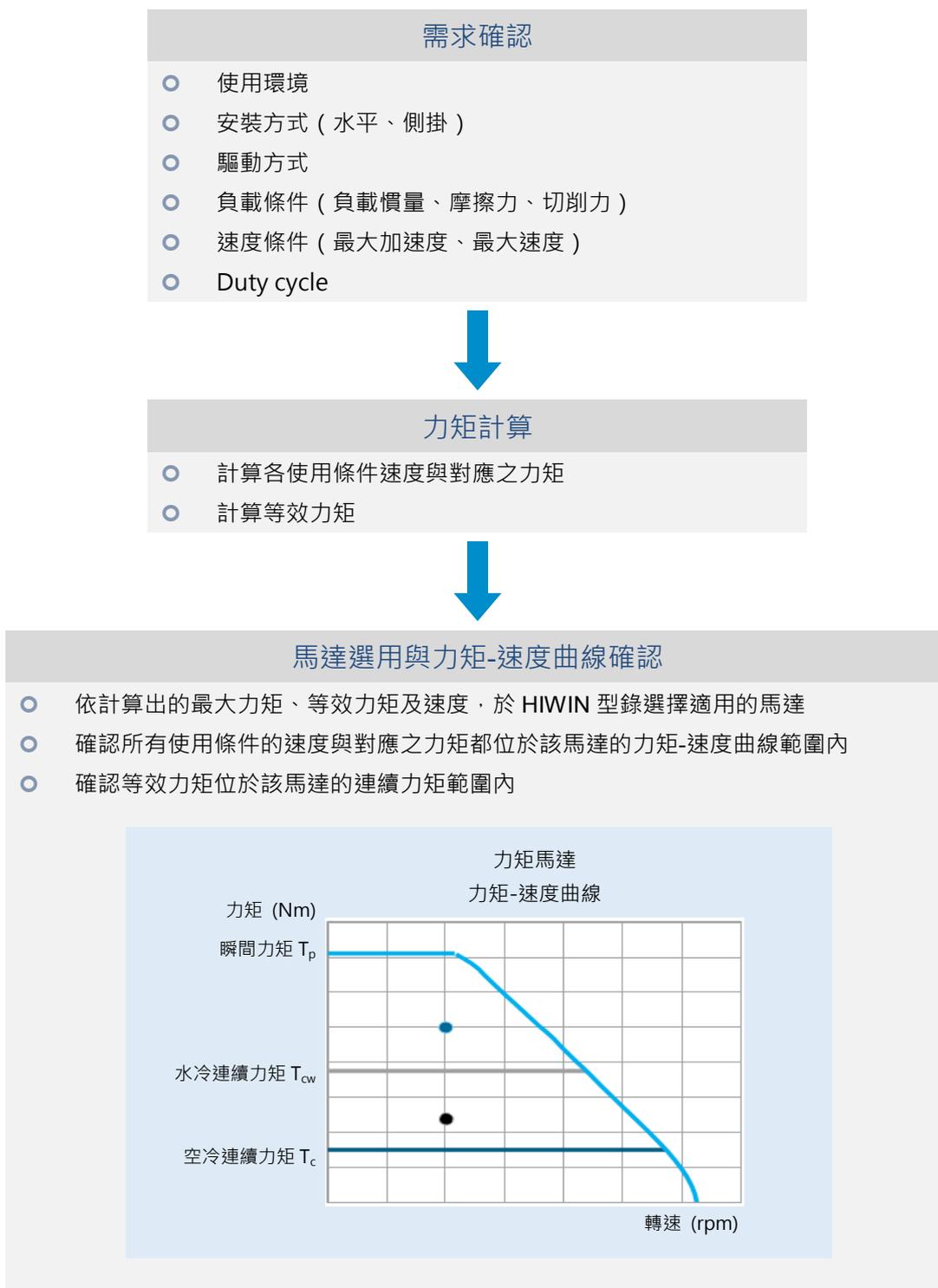
## 3. 馬達選用

---

3.	馬達選用.....	3-1
3.1	力矩馬達選配.....	3-2
3.2	馬達熱計算.....	3-7
3.2.1	馬達熱損失.....	3-7
3.2.2	連續運轉溫度.....	3-8
3.3	熱時間常數.....	3-9
3.4	水冷系統計算.....	3-10

## 3.1 力矩馬達選配

以下內容將說明如何根據速度、行程、負載等需求來選擇合適的馬達。進行選配工作的基本流程如下：



## ■ 符號

$\theta$	移動角度 (rad)	$I_p$	瞬間電流 ( $A_{rms}$ )
$t$	移動時間 (sec)	$I_e$	等效電流 ( $A_{rms}$ )
$\alpha$	角加速度 ( $rad/s^2$ )	$I_c$	連續電流 ( $A_{rms}$ )
$\omega$	角速度 (rad/s)	$\omega_0$	啟動角速度 (rad/s)
$J$	負載慣量 ( $kgm^2$ )	$m$	負載質量 (kg)
$J_m$	馬達轉子慣量 ( $kgm^2$ )	$R$	負載物外徑 (m)
$T_p$	瞬間力矩 (Nm)	$r$	負載物內徑 (m)
$T_c$	連續力矩 (Nm)	$a \cdot b$	負載物邊長 (m)
$T_i$	慣性力矩 (Nm)	$S$	負載物重心與旋轉中心距離 (m)
$K_t$	力矩常數 ( $Nm/A_{rms}$ )		

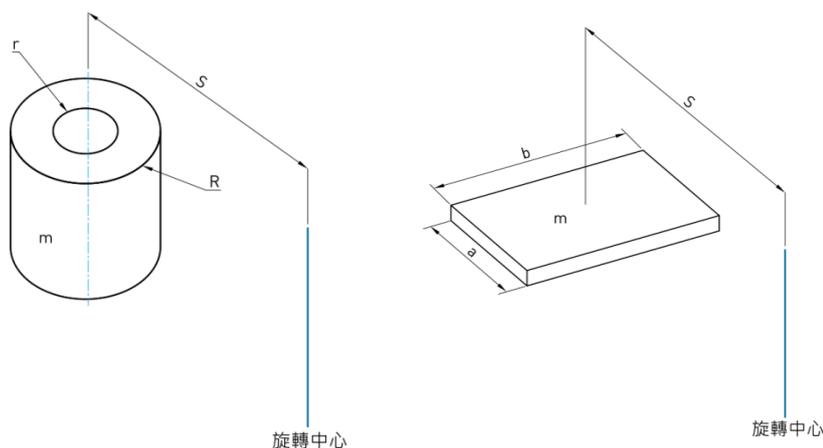
## STEP 1 需求確認

為能正確地決定出適合使用者需求的馬達，選用前必須了解下列負載慣量與運動公式的計算。

### 負載慣量計算

負載慣量一般可由 3D 繪圖軟體或依負載慣量方程式計算求得，常用的慣量方程式描述如下：

圓柱形負載  $J = m \left( \frac{R+r}{2} + S^2 \right)$       矩形負載  $J = m \left( \frac{a+b}{12} + S^2 \right)$



## 決定運動速度規劃與運動參數

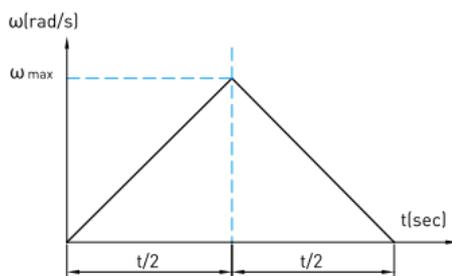
常用的基本運動學方程式描述如下：

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \quad \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

其中  $\omega$  是角速度， $\alpha$  是角加速度， $t$  是移動時間而  $\theta$  是移動角度。使用者可選擇這四個變數 ( $\omega, \alpha, t$  與  $\theta$ ) 中的任兩個變數當設計值，剩下的兩個變數可由上述公式計算得出。

### ※ 速度規劃

力矩馬達選用的速度規劃分為梯形軌跡 (Trapezoid profile) 與三角形軌跡 (Triangle profile)。梯形軌跡常用於掃描的應用，速度規劃分為加速段、等速段及減速段三部分，最大角加速度值可依前述基本運動學方程式求得；三角形軌跡通常用於點對點應用，速度規劃分為加速段及減速段兩部分，其速度曲線及公式可簡化如下：



$$\omega_{\max} = 2 \times \frac{\theta}{t} \quad \text{或} \quad \omega_{\max} = \sqrt{\alpha \times \theta}$$

$$\alpha_{\max} = \frac{4\theta}{t^2}$$

## STEP 2 力矩計算

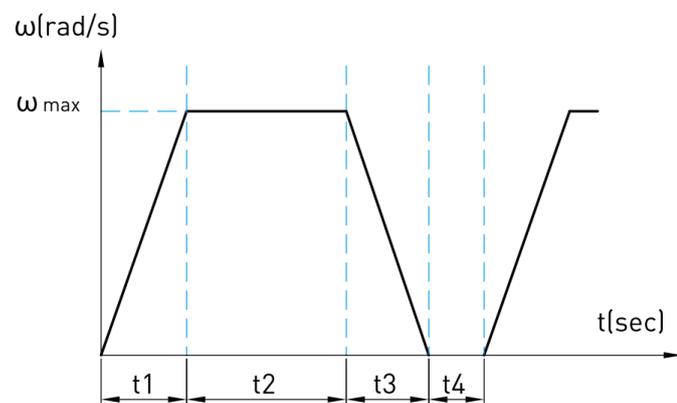
最大力矩的計算可由下式求得：

$$T_{\max} = (J + J_m) \times \alpha_{\max} + T_f = T_i + T_f$$

其中  $T_i$  是慣性力矩， $T_f$  是摩擦力矩、切削力等外力所產生之力矩。

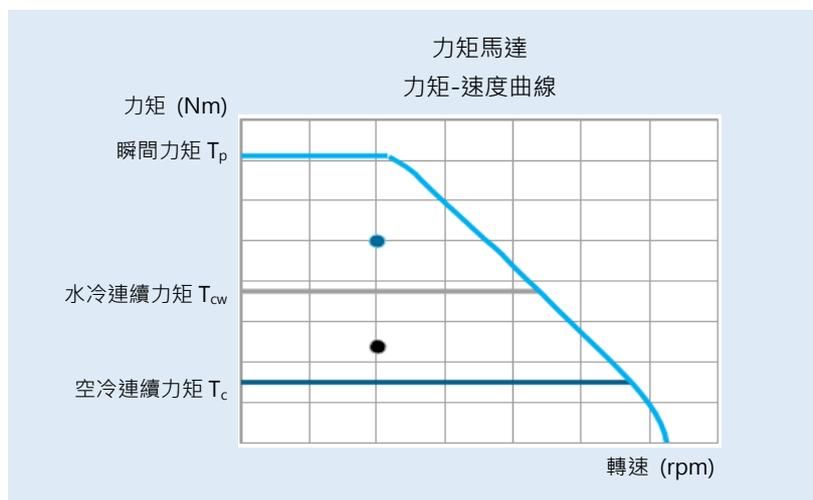
在大部分的應用案例，運動方式常是週期性的運動。假設一週期性運動，其中  $t_4$  為運動完的停留時間，該週期運動的等效力矩計算如下式：

$$T_e = \sqrt{\frac{(T_i + T_f)^2 \times t_1 + T_f^2 \times t_2 + (T_i - T_f)^2 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$



## STEP 3 馬達選用與力矩-速度曲線確認

透過 HIWIN 型錄的馬達規格表，使用者可以由瞬間力矩及等效力矩需求選擇適合的馬達，並確認所有使用條件的速度與力矩都位於該馬達的力矩-速度曲線範圍內。



馬達選用判斷式如下：

$$T_{\max} < T_p$$

$$T_e < T_c$$

使用者須考慮等效力矩與連續力矩的比值，通常其比值 ( $T_e/T_c$ ) 建議設計在 0.7 以內；其中 TMRW 系列連續力矩分為空冷與水冷，若馬達搭配水冷使用，其比較可依水冷連續力矩為準。

對應的瞬間電流  $I_{\max}$  與等效電流  $I_e$  可由馬達力矩常數代入下式計算得知 ( $K_t$  請參照第 8 章說明)。

$$I_{\max} = \frac{T_{\max}}{K_t}$$

$$I_e = \frac{T_e}{K_t}$$

## 3.2 馬達熱計算

### 3.2.1 馬達熱損失

馬達將電能轉換為動能過程中勢必產生銅損、鐵損及機械損失，其中銅損為電流流經馬達定子線圈時因電阻而產生之損失；而鐵損則分為磁滯損及渦流損，該損失由定子鐵心與轉子磁鐵間磁場轉換而生；機械損失一般遠小於銅、鐵損，故忽略不計。

連續力矩下之銅損計算方式為：

$$P_c = \frac{3}{2} \cdot R_{25} \cdot \{1 + [0.00393 \cdot (\theta_c - 25)]\} \cdot I_c^2$$

$P_c$  = 線圈溫度在  $\theta_c$  時的銅損 [W]

$R_{25}$  = 線圈溫度在 25°C 時的線間電阻 [ $\Omega$ ]

$I_c$  = 線圈溫度在  $\theta_c$  時的連續電流 [ $A_{rms}$ ]

$\theta_c$  = 線圈溫度 [°C] ( TMRW 系列為 120°C · TMR 系列請參照圖面。 )

而馬達鐵損主要是因換相過程之磁通變化所產生，其中頻率影響甚大。因馬達轉速與頻率成正比，高轉速時鐵損會更加顯著；HIWIN 力矩馬達因轉速低，故鐵損相對小於銅損。HIWIN 圖面與規格書標示之轉速值為馬達瞬間可達到的最高轉速。在高轉速連續運轉狀況下，鐵損須計算額外給予轉子的熱。此時馬達損失急遽升高，須適當調整運轉條件或對轉子做散熱措施，以免產生過熱情況。

馬達鐵損主要是因渦電流及頻率所產生，隨著轉速越高其頻率成正比，此時鐵損會更加顯著。

$$P_{Fe} \propto f^2$$

$P_{Fe}$  = 鐵損 [W]

$f$  = 頻率 [Hz]

而頻率定義為：

$$f = \frac{n \cdot p}{60}$$

$n$  = 轉速 [rpm]

$p$  = 磁極數

熱損失主要藉由熱傳導將線圈及鐵心的損失傳至馬達外殼，以自然空冷為例，損失熱源會從外殼與空氣接觸之表面藉由熱對流傳至外界環境，以及藉由熱輻射和熱傳導由客戶安裝面將熱導出；以水冷為例，損失熱源會藉由熱傳導從熱源中心傳遞至冷卻水中，因冷卻水對流熱傳係數遠高於空氣，故忽略熱源藉由對流傳至空氣之效應。TMRW 系列馬達之散熱方式可選用水冷或空冷形式，請確保使用的參數與規格書相同，並注意線圈溫度最高不可超過 120°C。

### 3.2.2 連續運轉溫度

馬達線圈穩態溫度是依銅、鐵損比例而定，一般轉速低時，可不考慮鐵損。馬達總損失及額定連續力矩 ( $T_c$ ) 皆以線圈溫度為 120°C 時所定義，當等效力矩 ( $T_e$ ) 小於額定連續力矩 ( $T_c$ ) 時，馬達線圈各種操作狀況下的穩態溫度可藉由下列公式得知。

當操作電流低於額定電流時 ( $I_{eff} \leq I_c$ )，其溫度與力矩之關係為

$$\theta_e = \theta_{surr} + \left( \frac{T_e}{T_c} \right)^2 \cdot (\theta_c - 25)$$

$\theta_e$  = 等效力矩下之線圈穩態溫度 [°C]

$\theta_{surr}$  = 環境溫度 [°C]

$T_e$  = 實際操作之等效力矩 [Nm] ( 當線圈溫度為  $\theta_e$  )

$T_c$  = 額定連續力矩 [Nm] ( 當線圈溫度為  $\theta_c$  )

### 3.3 熱時間常數

馬達在運轉過程中其線圈溫度與熱時間常數有關。熱時間常數定義為初始溫度達穩態溫度之 63% 之所需時間 ( 如圖 3.3.1 )，達到穩態時間約為熱時間常數的 5 倍。

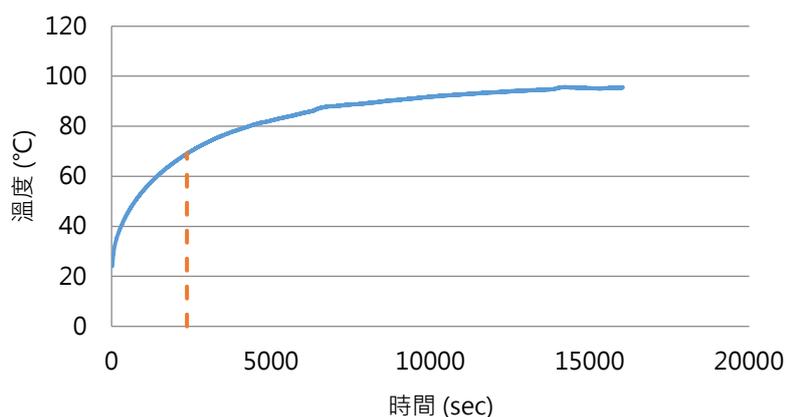


圖 3.3.1 馬達溫升曲線示意圖

熱時間常數與溫度之關係式為

$$\theta(t) = \theta_i + (\theta_c - \theta_i) \cdot \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{T_{th}}\right)} \right)$$

$\theta(t)$  = 線圈溫度 [°C] ( 於操作時間  $t$  )

$\theta_i$  = 線圈初始溫度 [°C]

$t$  = 操作時間 [sec]

$T_{th}$  = 熱時間常數 [sec]

當操作電流介於額定電流與瞬間電流之間時 (  $I_c < I_e < I_p$  )，須設定斷電休息時間使馬達冷卻，而上述之熱時間常數可應用於計算負載循環所需之時間。首先透過第 3.2 節，利用實際操作之等效力矩 (  $T_e$  ) 求解等效力矩下之線圈穩態溫度 (  $\theta_e$  ) 數值，再透過下列方程求解相對最大操作時間。

等效力矩下之線圈穩態溫度 (  $\theta_e$  ) 與最大操作時間之關係式為

$$t_0 = -T_{th} \cdot \ln \left( 1 - \frac{\theta_c - \theta_i}{\theta_e - \theta_i} \right)$$

$t_0$  = 最大操作時間 [sec]

註：此處額定電流之線圈溫度 (  $\theta_c$  ) 不可超過規定之上限值。( TMRW 系列為 120°C，TMR 系列請參照圖面。 )

線圈溫度與斷電休息時間關係式為

$$t_b = -T_{th} \cdot \ln \left( \frac{\theta(t_b) - \theta_{surr}}{\theta_c - \theta_{surr}} \right)$$

$\theta(t_b)$  = 欲冷卻之線圈溫度 [°C] (於斷電休息時間  $t_b$  後)

$t_b$  = 斷電休息時間 [sec]

以上兩式可決定馬達操作時之負載循環所需的時間分配。

## 3.4 水冷系統計算

HIWIN 水冷式馬達圖面與規格書標示之馬達特性為水冷狀況，且冷卻液溫度為 20°C；水冷式馬達亦可使用油冷，此時馬達性能可能需視冷卻液的特性做適當調整。馬達規格書標示之冷卻條件，為馬達定子之連續力矩條件下之連續運轉狀況，確保線圈溫度控制在 120°C 以下之最低條件。若馬達實際操作的等效力矩低於規格書所標示之連續力矩，其冷卻水流量得以調降以免消耗多餘泵功，冷卻條件可依下述公式適當調整。

以下公式可根據馬達功率損失的不同調整水冷系統邊界條件：

當使用者的操作條件在等效力矩小於連續力矩 ( $T_e < T_c$ ) 之下，欲決定客戶端所需調整的冷卻液流量，透過下列方程式求解與等效力矩相對應的冷卻液流量。

$$P_e = \frac{P_c}{\left(\frac{T_c}{T_e}\right)^2} \quad P_e = 69.7 \cdot q_e \cdot \Delta\theta$$

$P_e$  = 等效力矩下之馬達總損失 [W]

$\Delta\theta$  = 馬達進出水口溫度差 [°C]

$q_e$  = 冷卻液流量 [l/min] (於等效力矩條件下)

進出水口壓差 ( $\Delta p_{eff}$ ) 與冷卻液流量有關 ( $q$ )。

$$\Delta p_e = \Delta p \cdot \frac{q_e}{q}$$

$\Delta p_e$  = 進出水口壓差 [bar] (於等效力矩條件下)

$\Delta p$  = 進出水口壓差 [bar] (於等效力矩條件下)

$q$  = 冷卻液流量 [l/min] (於等效力矩條件下)

■ 範例

馬達型號 TMRWAF 規格書中標示，在水冷散熱條件時的連續力矩 (  $T_c$  ) 為 1290 Nm，功率損失 (  $P_c$  ) 為 8262 W，冷卻液流量 (  $q$  ) 為 23.7 l/min，進出水口壓差 (  $\Delta p$  ) 為 3 bar。若連續力矩只使用到 600 Nm，且馬達冷卻液進出口溫度差欲控制在 6°C，水冷系統之冷卻液流量 (  $q_e$  ) 及進出水口壓差 (  $\Delta p_e$  ) 應為多少？ [  $\nu_{\text{water}} = 10^{-3} (\text{m}^3/\text{kg})$  ]

$$P_e = \frac{P_c}{\left(\frac{T_c}{T_e}\right)^2} = \frac{8262}{\left(\frac{1290}{600}\right)^2} = 1787(\text{W})$$

$$1787 = 69.7 \times q_e \times 6$$

$$q_e = 4.27(\text{l/min})$$

$$\Delta p_e = \Delta p \cdot \frac{q_e}{q} = 3 \times \frac{4.27}{23.7} = 0.54(\text{bar})$$

下表為標準操作參數與使用者操作參數的差異比較。

表 3.4.1 冷卻操作參數差異表

參數 ( 水冷情況下 )	標準情形 ( Datasheet )	使用者情形 ( User )
力矩 ( T )	1290 Nm	600 Nm
能量損失 ( P )	8262 W	1787 W
進出水口溫差 ( $\Delta\theta$ )	5°C	6°C
冷卻液流量 ( q )	22 l/min	4.27 l/min
進出水口壓差 ( $\Delta p$ )	3 bar	0.54 bar

( 此頁有意留白。 )

## 4. 馬達安裝介面設計

4.	馬達安裝介面設計 .....	4-1
4.1	水冷介面設計 .....	4-2
4.1.1	水冷通道位置 .....	4-2
4.1.2	水冷通道尺寸 .....	4-3
4.1.3	水冷通道配置 .....	4-4
4.1.4	O 型環特性 .....	4-5
4.1.5	定轉子固定片尺寸 .....	4-5
4.2	轉子安裝介面設計 .....	4-7
4.3	定子安裝介面設計 .....	4-8
4.4	定轉子氣隙與組裝同心度要求 .....	4-9
4.5	定轉子作用力 .....	4-10
4.5.1	徑向力 .....	4-10
4.5.2	軸向力 .....	4-11
4.6	定轉子螺絲扭力規範 .....	4-12
4.7	馬達電纜線 .....	4-13
4.7.1	電源電纜線規範 .....	4-13
4.7.2	溫控電纜線規範 .....	4-14
4.7.3	電纜線彎曲半徑 .....	4-16
4.8	馬達並聯運轉設計 .....	4-17
4.9	溫度感測器 .....	4-21

## 4.1 水冷介面設計

TMRW 系列可接受水冷或空冷系統，定子外殼上有冷卻液通道的設計，冷卻液通道外側有 O 型環作為防漏裝置。冷卻液進、出水口設計須對齊馬達出線位置，才能確保冷卻液做良好的循環，達到冷卻效果。

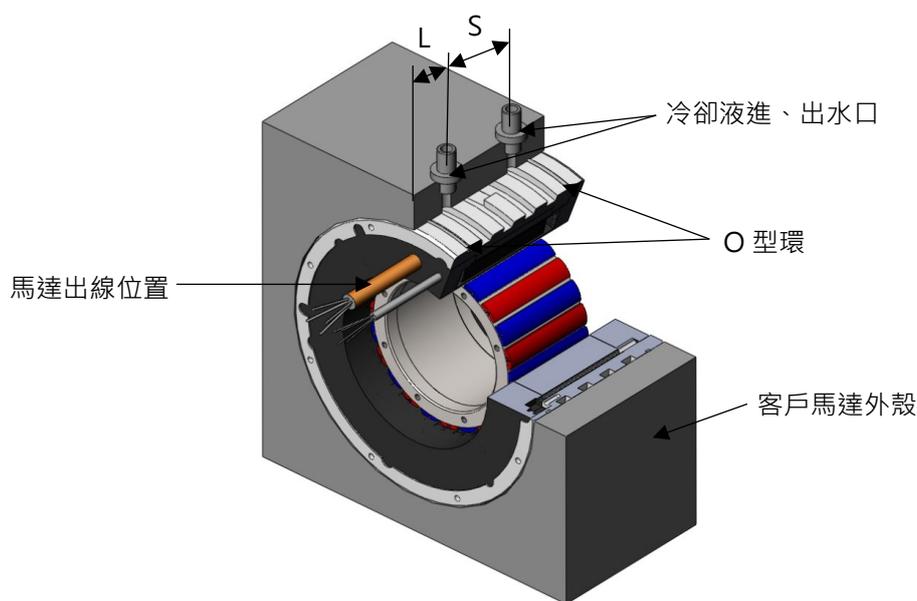


圖 4.1.1 TMRW 系列馬達基本構造

### 4.1.1 水冷通道位置

下表為各系列馬達冷卻液進、出水口位置之建議。

表 4.1.1.1 冷卻液進、出水口位置

L (mm)	S (mm)				
	20	40	60	90	140
25	TMRW13(L)	TMRW15(L)	TMRW17(L)	TMRW1A(L)	TMRW1F(L)
	TMRW43(L)	TMRW45(L)	TMRW47(L)	TMRW4A(L)	TMRW4F(L)
30	TMRW23(L)	TMRW25(L)	TMRW27(L)	TMRW2A(L)	TMRW2F(L)
35	TMRW73(L)	TMRW75(L)	TMRW77(L)	TMRW7A(L)	TMRW7F(L)
	TMRWA3(L)	TMRWA5(L)	TMRWA7(L)	TMRWAA(L)	TMRWAF(L)
43	TMRWD3(L)	TMRWD5(L)	TMRWD7(L)	TMRWDA(L)	TMRWDF(L)
35	TMRWG3(L)	TMRWG5(L)	TMRWG7(L)	TMRWGA(L)	TMRWGF(L)

## 4.1.2 水冷通道尺寸

各系列馬達水冷通道尺寸如下表所示。

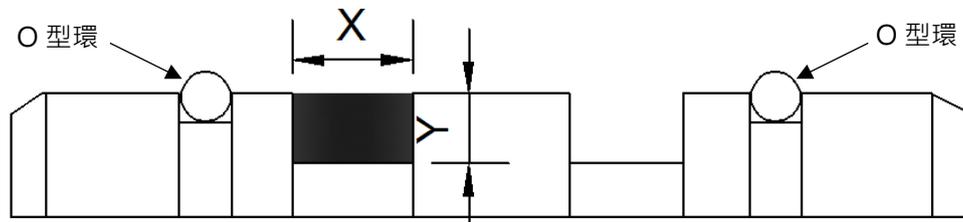


圖 4.1.2.1 水冷通道尺寸示意圖

表 4.1.2.1 水冷通道尺寸

馬達型號	X (mm)	Y (mm)	進、出水口內徑 (mm)	馬達型號	X (mm)	Y (mm)	進、出水口內徑 (mm)
TMRW13(L)	8	5	8	TMRWA3(L)	8	5	8
TMRW15(L)	8	5	8	TMRWA5(L)	8	5	8
TMRW17(L)	9	5	8	TMRWA7(L)	9	5	8
TMRW1A(L)	8	5	8	TMRWAA(L)	8	5	8
TMRW1F(L)	9	5	8	TMRWAF(L)	9	5	8
TMRW23(L)	8	5	8	TMRWD3(L)	8	5	8
TMRW25(L)	8	5	8	TMRWD5(L)	8	5	8
TMRW27(L)	9	5	8	TMRWD7(L)	9	5	8
TMRW2A(L)	8	5	8	TMRWDA(L)	8	5	8
TMRW2F(L)	9	5	8	TMRWDF(L)	9	5	8
TMRW43(L)	8	5	8	TMRWG3(L)	8	4.8	10
TMRW45(L)	8	5	8	TMRWG5(L)	8	4.8	10
TMRW47(L)	9	5	8	TMRWG7(L)	9	4.8	10
TMRW4A(L)	8	5	8	TMRWGA(L)	8	4.8	10
TMRW4F(L)	9	5	8	TMRWGF(L)	9	4.8	10
TMRW73(L)	8	4	8	/			
TMRW75(L)	8	4	8				
TMRW77(L)	9	4	8				
TMRW7A(L)	8	4	8				
TMRW7F(L)	9	4	8				

## 4.1.3 水冷通道配置

### ■ 水平安裝

馬達出線無論朝上或朝下，冷卻液出水口須裝置在上方，冷卻液進水口須裝置在下方，且冷卻液進、出水口須對齊馬達進、出水口位置（馬達進、出水口位置請參照 HIWIN 承認圖面標示）。

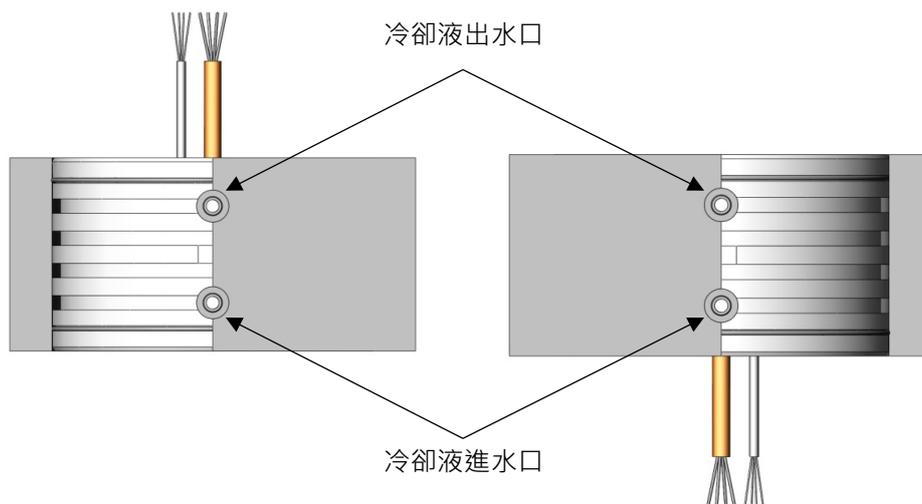


圖 4.1.3.1 水平安裝時冷卻液進、出水口位置

### ■ 垂直安裝

冷卻液進、出方向可由客戶自行決定，冷卻液進、出水口須對齊馬達進、出水口位置（馬達進、出水口位置請參照 HIWIN 承認圖面標示）。

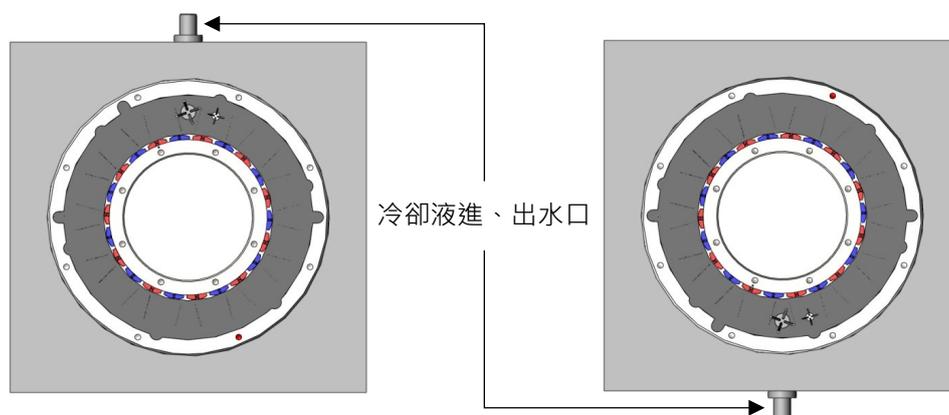


圖 4.1.3.2 垂直安裝時冷卻液進、出水口位置

### 4.1.4 O 型環特性

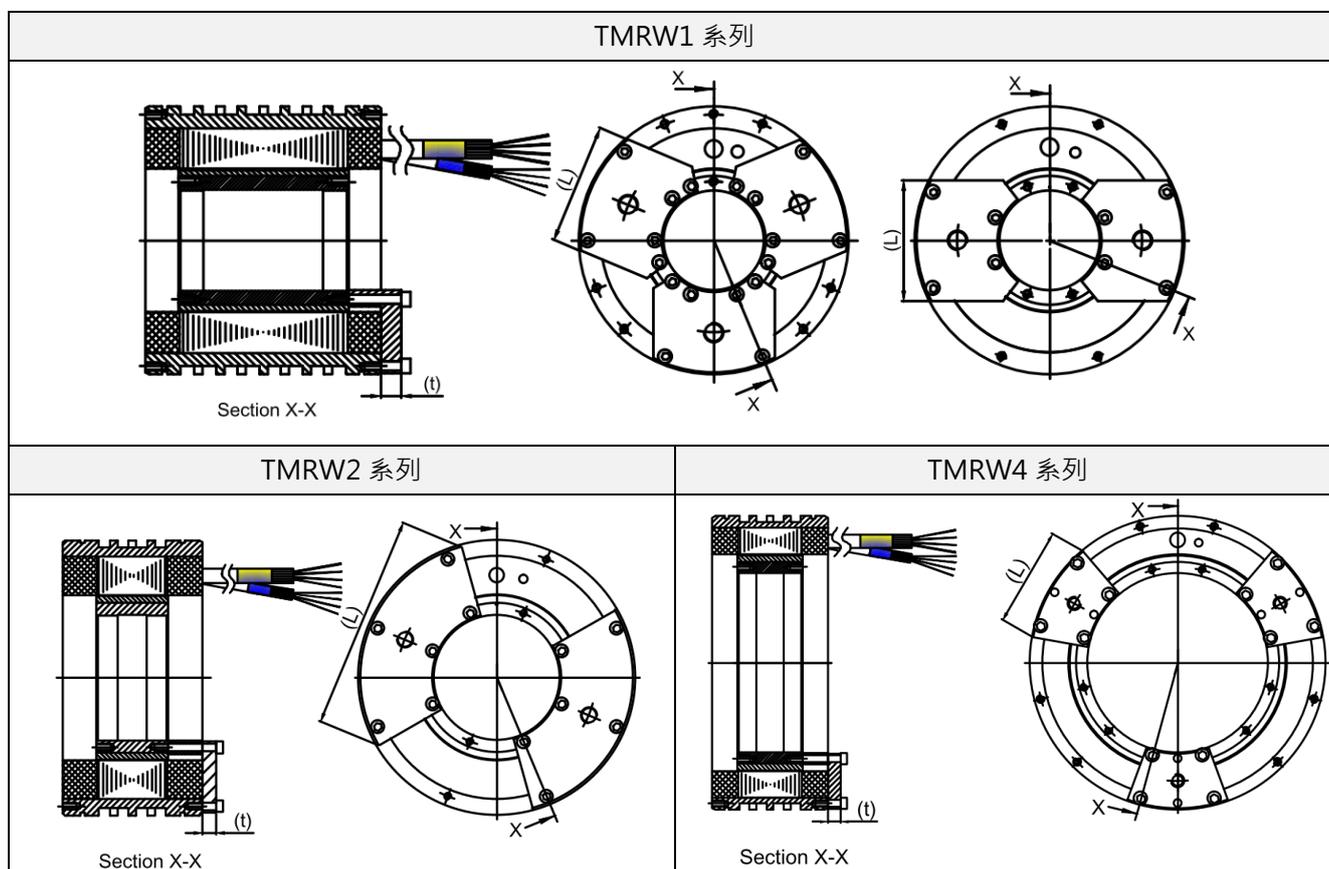
各系列馬達 O 型環特性如下表所示。

表 4.1.4.1 O 型環特性

馬達型號	O 型環材質	O 型環厚度 (mm)	O 型環內徑 (mm)
TMRW1□	VITON	2.62	152.07
TMRW2□	VITON	2.62	190.17
TMRW4□	VITON	2.62	221.92
TMRW7□	VITON	2.5	296
TMRWA□	VITON	4	370
TMRWD□	VITON	4	465
TMRWG□	VITON	4	550

### 4.1.5 定轉子固定片尺寸

各系列馬達定轉子固定片尺寸如下圖與下表所示。



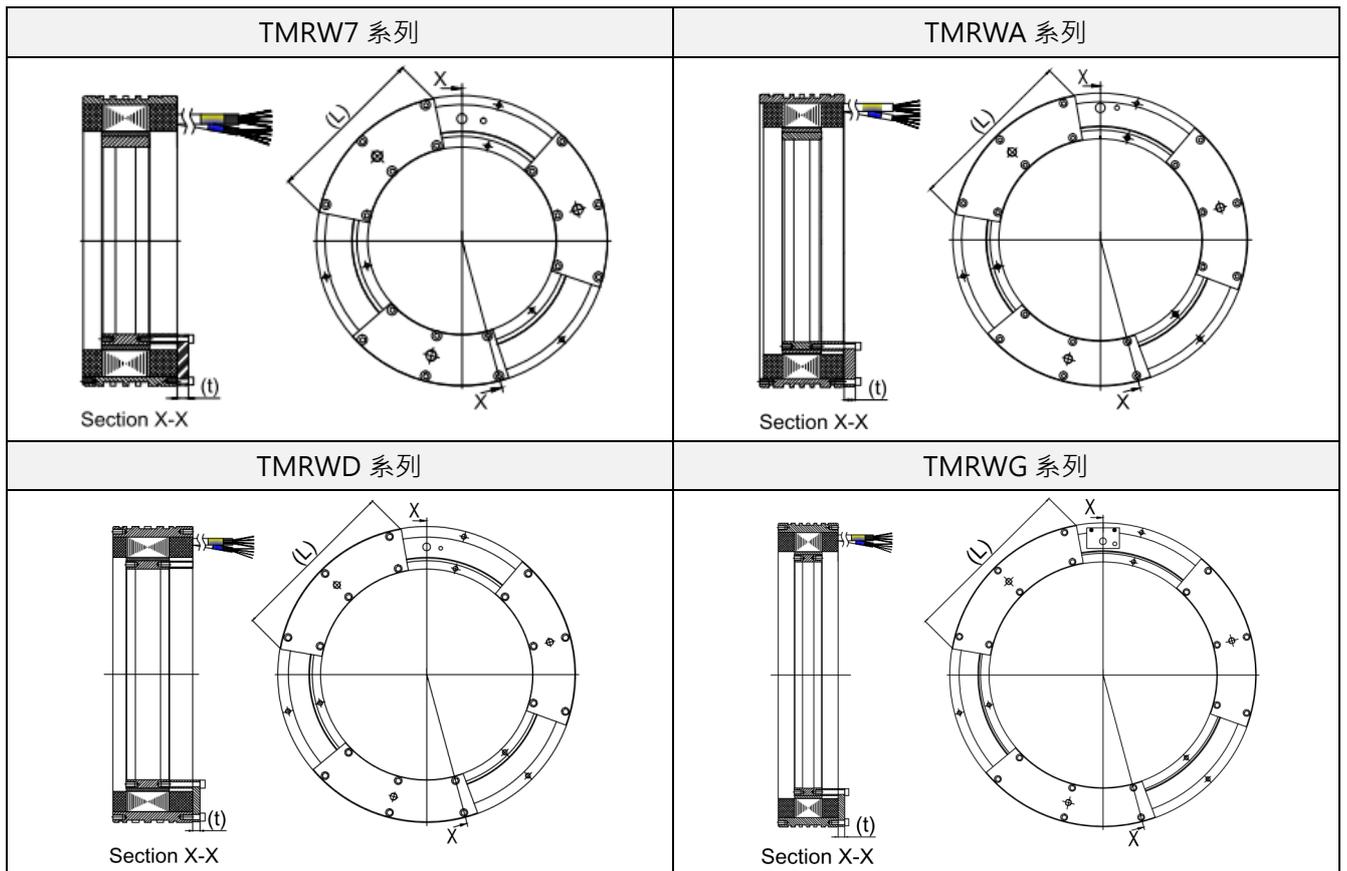


圖 4.1.5.1 定轉子固定片示意圖

表 4.1.5.1 定轉子固定片尺寸

馬達型號	固定片最大長度 L (mm)	固定片厚度 t (mm)
TMRW1□	72	12
TMRW2□	151	10
TMRW4□	76	10
TMRW7□	166	12
TMRWA□	205	15
TMRWD□	274	12
TMRWG□	312	12

## 4.2 轉子安裝介面設計

客戶設計心軸時，須於轉子接觸面靠近磁鐵的位置設計逃溝，才能避免與磁鐵干涉，影響馬達性能。心軸在定子內部的外徑 ( $\Phi D$ )、內徑 ( $\Phi d$ ) 以及轉子安裝面的平面度規格 (平面度 A)，建議尺寸的最大值如表 4.2.1。

註：TMR 系列請參照 HIWIN 承認圖面。

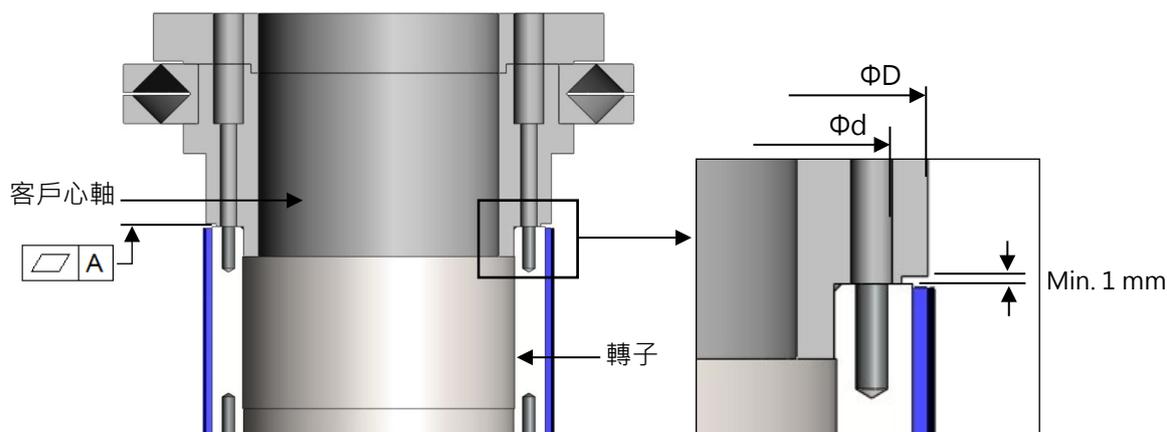


圖 4.2.1 轉子安裝介面

表 4.2.1 轉子安裝介面建議尺寸表

馬達型號	$\Phi D$ (mm)	$\Phi d$ (mm)	平面度 A (mm)	平面度 B (mm)
TMRW1□	84.5	76.5	0.05	0.05
TMRW2□	118	110	0.05	0.05
TMRW4□	168	158.5	0.1	0.1
TMRW7□	233	222.5	0.1	0.1
TMRWA□	298	284.5	0.1	0.1
TMRWD□	383	370	0.15	0.15
TMRWG□	458	447	0.15	0.15

## 4.3 定子安裝介面設計

客戶外殼內徑與定子安裝孔公差建議 H7 或 H8，與定子接觸面平面度建議如表 4.2.1 之平面度 B；客戶外殼出口處須倒角，建議尺寸如圖 4.3.1，才能避免組裝時傷到 O 型環，進而導致漏水。

註：TMR 系列請參照 HIWIN 承認圖面。

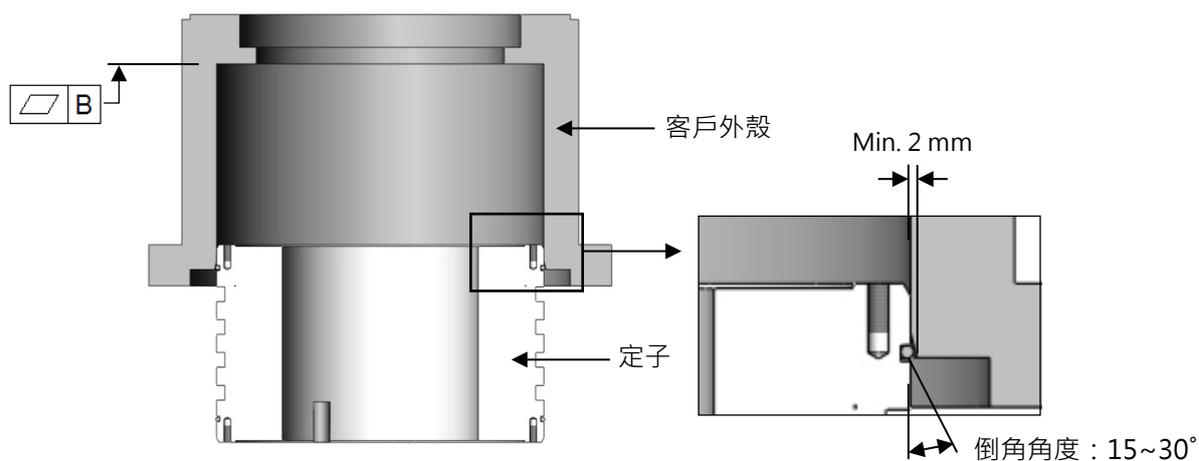


圖 4.3.1 定子安裝介面

## 4.4 定轉子氣隙與組裝同心度要求

安裝馬達時，氣隙介於定子與轉子之間，避免轉動時的任何損傷。依據表 4.4.1 所制訂的氣隙標準值與組裝同心度需求，可確保馬達轉動時不會干涉。

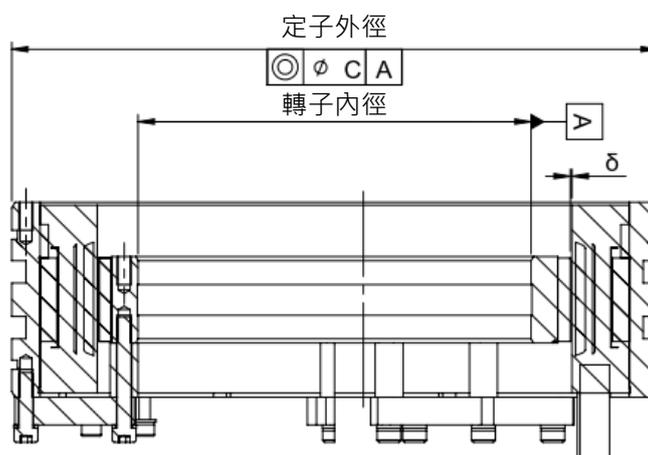


圖 4.4.1 定轉子氣隙與組裝同心度示意圖

表 4.4.1 定轉子氣隙與組裝同心度尺寸

馬達型號	氣隙 $\delta$ (mm)	組裝同心度 C (mm)
TMRW1□	0.5	0.2
TMRW2□	0.5	0.2
TMRW4□	0.5	0.2
TMRW7□	0.5	0.2
TMRWA□	0.6	0.3
TMRWD□	0.6	0.3
TMRWG□	0.6	0.5

## 4.5 定轉子作用力

### 4.5.1 徑向力

當轉子與定子同心度偏移，定子與轉子之間會產生徑向力。各系列馬達徑向力值如表 4.5.1.1 所示。

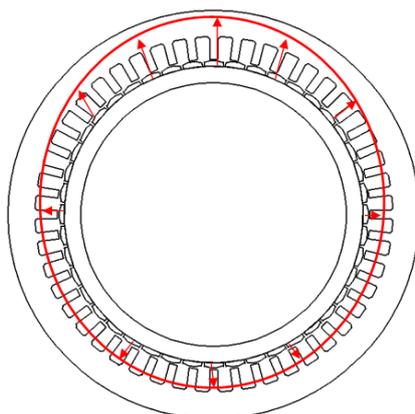


圖 4.5.1.1 定轉子同心度偏移示意圖

表 4.5.1.1 各系列馬達徑向力值

馬達型號	徑向力 f (N/mm)
TMRW1A	2184
TMRW2A	2590
TMRW4A	2946
TMRW7A	2899
TMRWAA	3574
TMRWDA	4350
TMRWGA	5158

不同馬達積厚的徑向力計算式如下：

$$\text{Force} = \text{徑向力} f \times \frac{L}{100}$$

其中 L 表示馬達積厚，各系列馬達積厚如表 4.5.1.2。

表 4.5.1.2 各系列馬達積厚

馬達型號	馬達積厚 L (mm)
TMRW□3	30
TMRW□5	50
TMRW□7	70
TMRW□A	100
TMRW□F	150
TMRW□J	190
TMRW□L	210

■ 範例

TMRW7F 徑向力：

$$\text{Force} = \text{TMRW7A 徑向力} f \times \frac{150}{100} = 2899 \times \frac{150}{100} = 4348.5 \text{ N/mm}$$

## 4.5.2 軸向力

當轉子往定子移動，定子與轉子之間會產生軸向力。各系列馬達軸向力值如表 4.5.2.1 所示，圖中 X 為移動距離，單位為 mm。

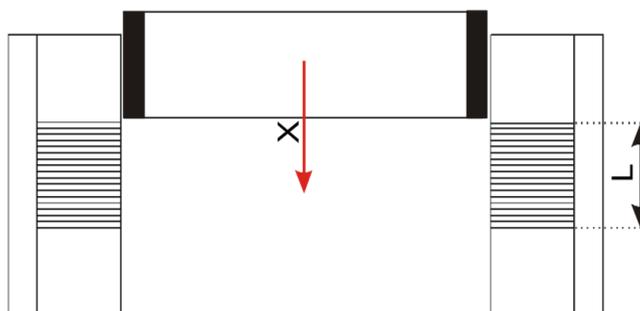


圖 4.5.2.1 定轉子軸向偏移示意圖

表 4.5.2.1 各系列馬達軸向力最大值

馬達型號	軸向力 f (N/mm)
TMRW1□	118
TMRW2□	176
TMRW4□	300
TMRW7□	375
TMRWA□	528
TMRWD□	944
TMRWG□	1335

## 4.6 定轉子螺絲扭力規範

定、轉子固定螺絲建議採用強度等級 12.9 的螺絲，各型馬達固定螺絲孔的規格、數量以及螺絲的建議鎖緊扭矩如下表所示。

表 4.6.1 螺絲扭力規範

馬達型號	螺紋孔規格	螺紋孔數	螺絲鎖緊扭矩 (kgf-cm)
TMRW13(L) TMRW15(L) TMRW17(L) TMRW23(L) TMRW25(L) TMRW27(L)	M5 x 0.8P x 10DP	8	80
TMRW1A(L) TMRW1F(L) TMRW2A(L) TMRW2F(L)	M5 x 0.8P x 10DP	16	80
TMRW43(L) TMRW45(L) TMRW73(L) TMRW75(L) TMRW77(L)	M5 x 0.8P x 10DP	12	80
TMRW47(L) TMRW4A(L) TMRW4F(L) TMRW7A(L) TMRW7F(L)	M5 x 0.8P x 10DP	24	80
TMRWA3(L) TMRWA5(L) TMRWA7(L)	M6 x 1P x 12DP	12	120
TMRWAA(L) TMRWAF(L)	M6 x 1P x 12DP	24	120
TMRWD3(L) TMRWD5(L) TMRWD7(L)	M8 x 1.25P x 12DP	12	250
TMRWDA(L) TMRWDF(L)	M8 x 1.25P x 12DP	24	250
TMRWG3(L) TMRWG5(L) TMRWG7(L)	M8 x 1.25P x 12DP	12	250
TMRWGA(L) TMRWGF(L)	M8 x 1.25P x 12DP	24	250

## 4.7 馬達電纜線

馬達規格品的電源與溫控電纜線長度為 2000mm±50mm ( 如圖 4.7.1 所示 )，出線端不包含金屬接頭連接器。客戶可選用其他長度之電纜線，以每 1m 為單位，最長可達 8m。

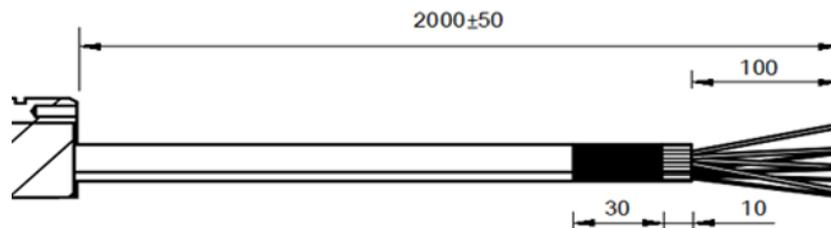


圖 4.7.1 電纜線規範

### 4.7.1 電源電纜線規範

電源電纜線使用 IGUS 的 Chainflex(CF27)、Chainflex(CF270)、Chainflex(CF310)與 LAPP 的 Olflex servo FD 796CP ( 均經 UL 與 CE 認證 )，線徑由力矩馬達水冷下之連續電流值所決定。線徑與力矩馬達型號之對照如下表所示。

註：電源電纜線含有隔離網，隔離網須做接地處理。

表 4.7.1.1 線徑與力矩馬達型號對照表

截面積 (mm <sup>2</sup> )	馬達型號				
1.5	TMRW13(L)	TMRW15(L)	TMRW17(L)	TMRW1A(L)	TMRW1F
	TMRW23(L)	TMRW25(L)	TMRW27(L)	TMRW2A(L)	TMRW2F
	TMRW43	TMRW45	TMRW47		
2.5	TMRW43L	TMRW45L	TMRW47L	TMRW4A	TMRW4F
	TMRW73	TMRW75	TMRW77	TMRW7A	TMRW7F
	TMRWA3	TMRWA5			
4.0	TMRW1FL	TMRW2FL	TMRW4AL	TMRW4FL	TMRW73L
	TMRW75L	TMRW77L	TMRW7AL	TMRW7FL	TMRWA3L
	TMRWA5L	TMRWA7	TMRWAA	TMRWD3	TMRWD5
	TMRWD7	TMRWDA	TMRWG3	TMRWG5	TMRWG7
6.0	TMRWA7L	TMRWAAL	TMRWAF		
10.0	TMRWAFL	TMRWD3L	TMRWD5L	TMRWD7L	TMRWDAL
	TMRWDF	TMRWG3L	TMRWG5L	TMRWG7L	TMRWGA
	TMRWGF				
25.0	TMRWDFL	TMRWGAL	TMRWGFL		

電源線線色與訊號關係如表 4.7.1.2 所示。

表 4.7.1.2 電源線線色與訊號關係

線色與編號	訊號	圖示
黑色線、標號 L1/U	U	
黑色線、標號 L2/V	V	
黑色線、標號 L3/W	W	
黃滾綠色線	接地	

## 4.7.2 溫控電纜線規範

溫控電纜線使用 IGUS 的 Chainflex(CF240)。標準規格中 (Type B) 有三顆溫度感測器：一組 SNM100、一組 SNM120，與一顆 Pt1000 或 KTY84-13。Pt1000 或 KTY84-130 溫度感測器安裝於各相繞阻中，其內部含有靜電放電防護裝置。各 Type 所使用的溫度感測器如表 4.7.2.1。溫控電纜線截面積為 0.25 mm<sup>2</sup>，圖 4.7.2.1 至圖 4.7.2.3 為各 Type 溫控線線色對照連接圖。

註 1：因供應商不再生產溫度感測器 KTY84-130，故後續會以 Pt1000 來取代。

註 2：溫控電纜線含有隔離網，隔離網須做接地處理。

表 4.7.2.1 各 Type 溫度感測器

Type	溫度感測器	備註
Type A	SNM120 + Pt1000 或 KTY84	-
Type B	SNM100 + SNM120 + Pt1000 或 KTY84	標準
Type C	SNM120 + 3x Pt1000 或 3x KTY84	-

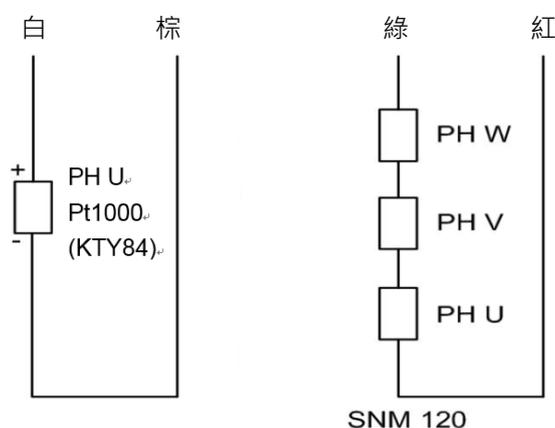


圖 4.7.2.1 Type A 溫控線線色對照連接圖

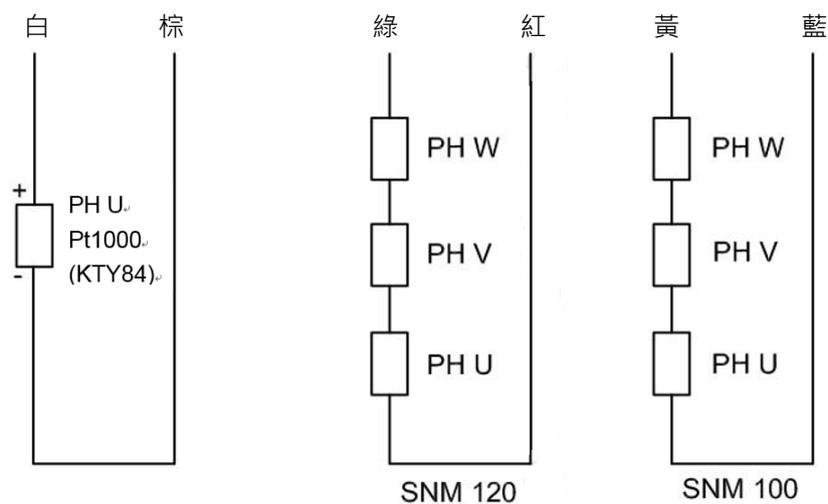


圖 4.7.2.2 Type B 溫控線線色對照連接圖

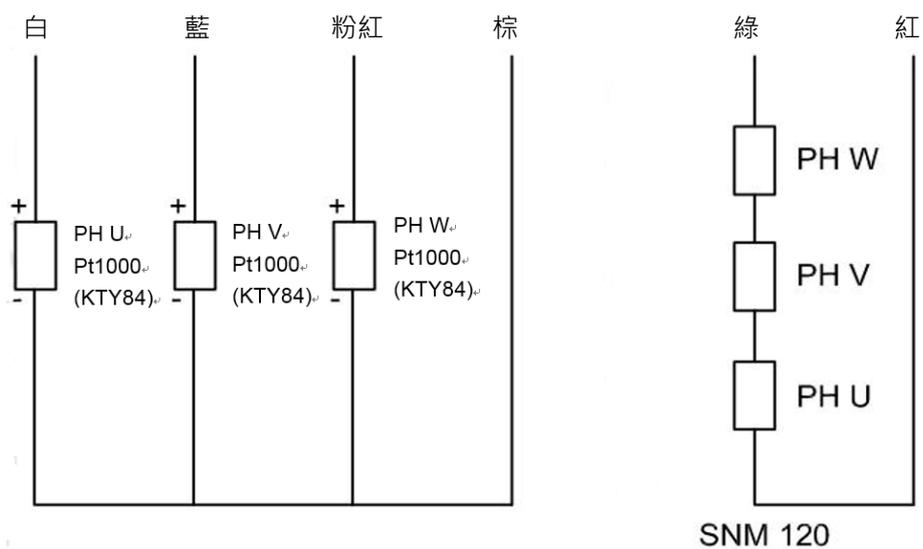
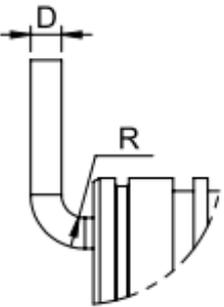


圖 4.7.2.3 Type C 溫控線線色對照連接圖

## 4.7.3 電纜線彎曲半徑

下表為 TMRW 系列所使用的電源與溫控電纜線最小之彎曲半徑對照表。

表 4.7.3.1 電纜線彎曲半徑對照表

特性	圖示	電源電纜線		溫控電纜線
		Olflex servo FD	Chainflex CF27 Chainflex CF270	Chainflex
固定安裝之 最小彎曲半徑		R = 4 x D	R = 4 x D	R = 5 x D
			R = 5 x D	
移動安裝之 最小彎曲半徑		R = 7.5 x D	R = 7.5 x D	R = 12 x D
			R = 10 x D	

## 4.8 馬達並聯運轉設計

力矩馬達可做同軸並聯運轉，電源線必須依照表 4.8.1 之連接方式進行電源電纜線之連接。

圖 4.8.2 至圖 4.8.7 為馬達並聯運轉情況一與情況二的細部接線圖。

表 4.8.1 馬達電源電纜線並連接方式

		情況一				情況二	
驅動器		Master	Slave	Master	Slave	Master	Slave
TMRW	1 A 系列	U	U	U	U	U	V
	2 D 系列	W	W	W	W	W	W
	7 G	V	V	V	V	V	U
TMRW4 系列		U	U	U	U	U	W
		W	W	W	W	W	U
		V	V	V	V	V	V

以並聯驅動多顆馬達的同時，須注意以下幾點：

1. 欲並聯驅動馬達，請洽本公司工程部門。
2. 並聯運轉之馬達須為相同型號。
3. 並聯運轉之馬達反電動勢相序必須相同。
4. 每個馬達轉子上的原點記號必須對準馬達電源線出線位置 ( 位置的誤差範圍為 $\pm 0.5^\circ$  )，如圖 4.8.1。原點記號沒有對準的同時若以額定負載進行運轉，可能會導致並聯運轉中的其中一顆馬達過載，發生馬達過熱之情形。
5. 電源電纜線與溫控電纜線含有隔離網，隔離網須做接地處理。
6. 欲了解 TMR 系列並聯資訊，請洽本公司工程部門。

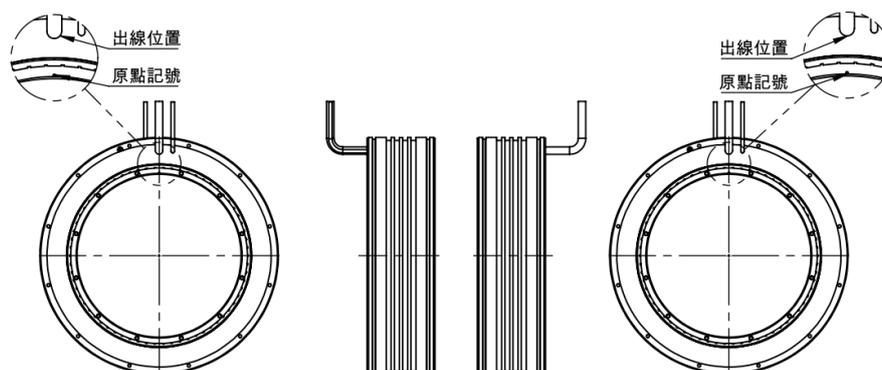


圖 4.8.1 並聯驅動時，原點記號與出線相對位置圖

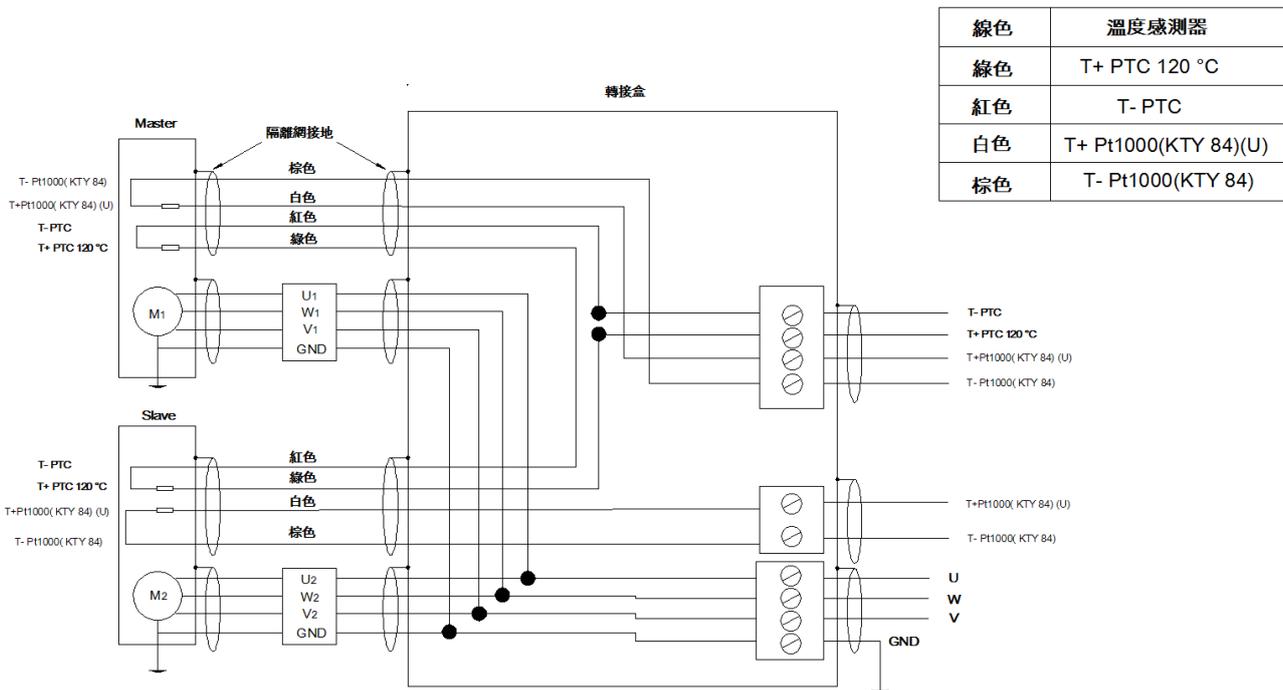


圖 4.8.2 Type A 溫控連接之馬達並聯運轉接線圖 ( 情況一 )

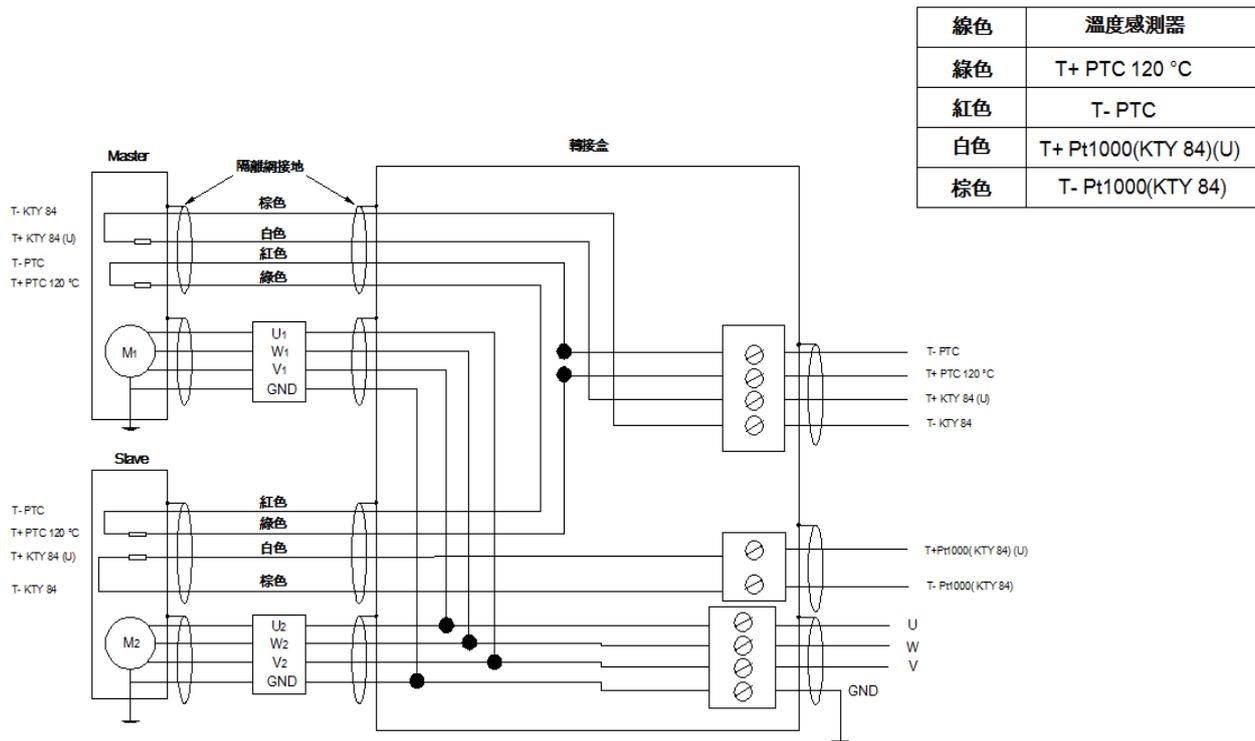


圖 4.8.3 Type A 溫控連接之馬達並聯運轉接線圖 ( 情況二 )

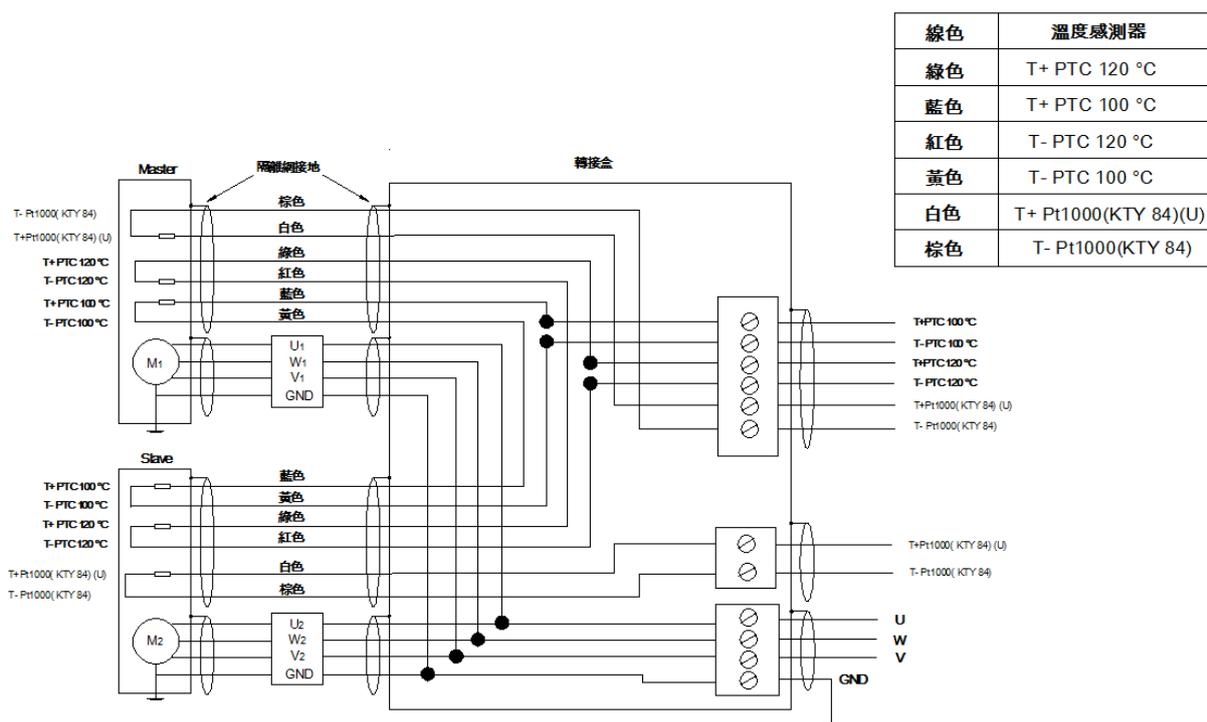


圖 4.8.4 Type B 溫控連接之馬達並聯運轉接線圖 ( 情況一 )

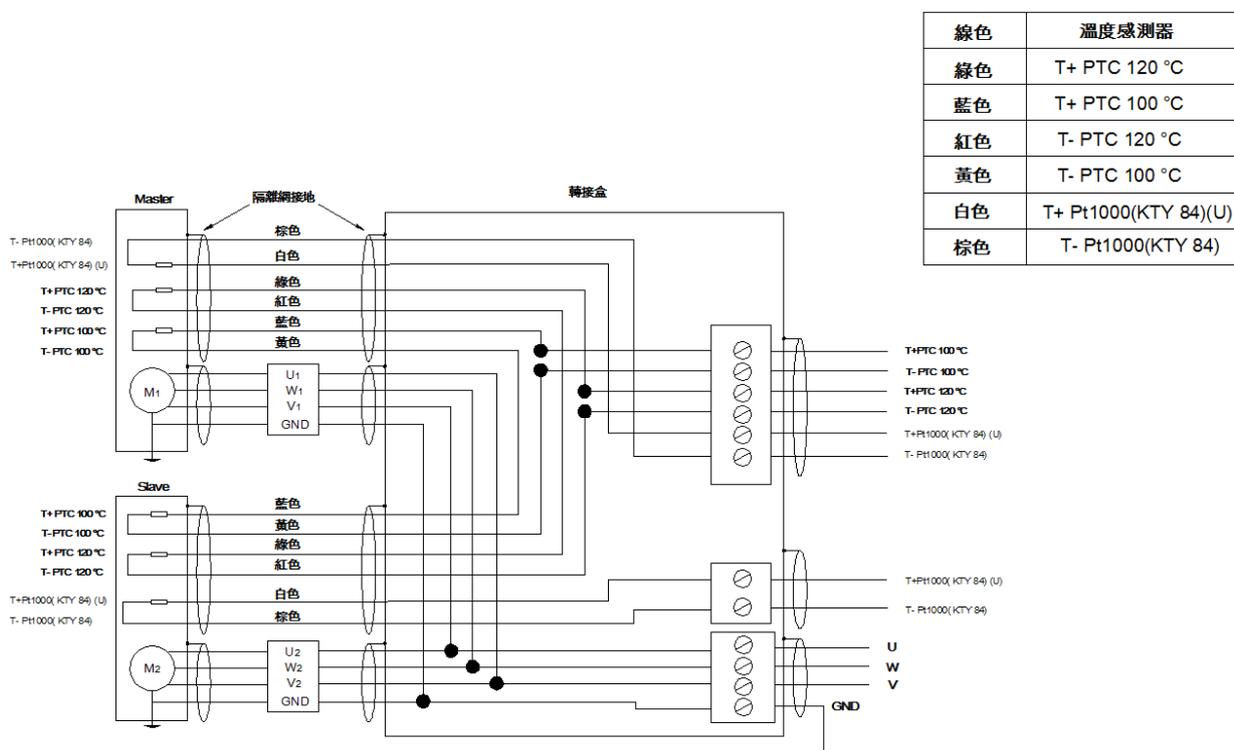


圖 4.8.5 Type B 溫控連接之馬達並聯運轉接線圖 ( 情況二 )

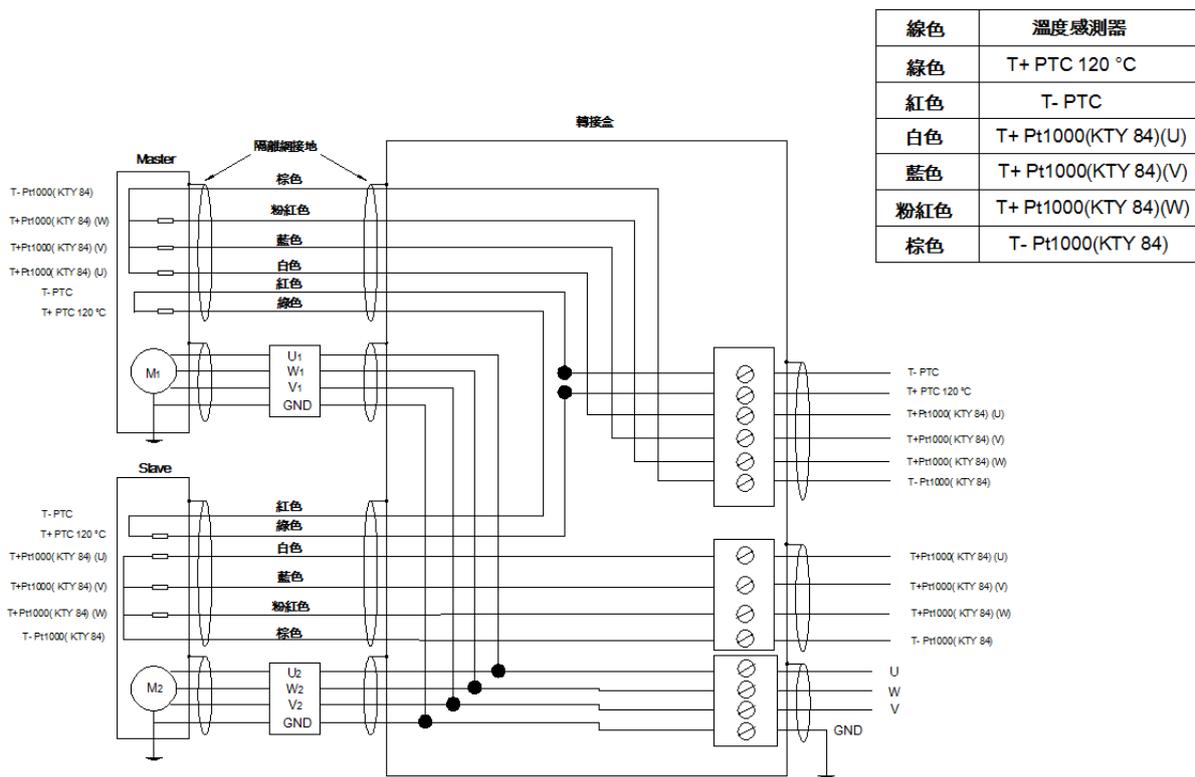


圖 4.8.6 Type C 溫控連接之馬達並聯運轉接線圖 ( 情況一 )

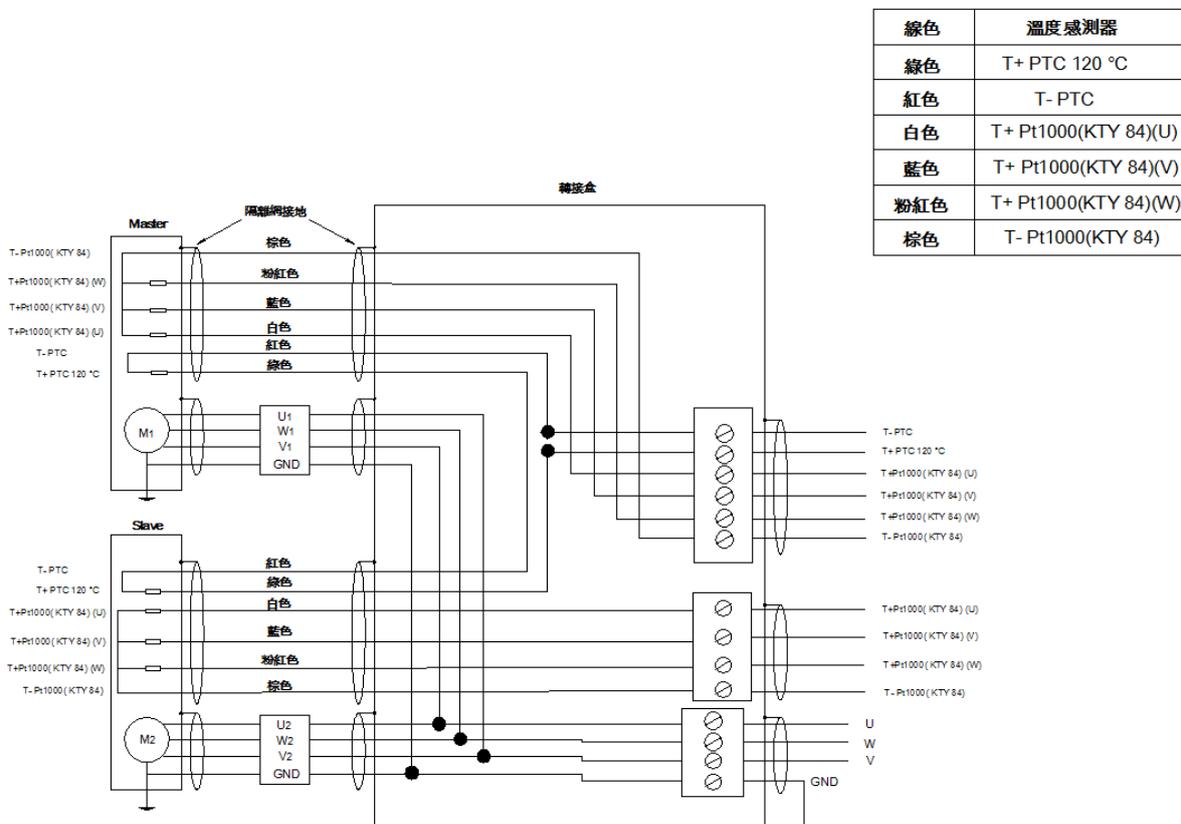


圖 4.8.7 Type C 溫控連接之馬達並聯運轉接線圖 ( 情況二 )

## 4.9 溫度感測器

KTY84-130 為一款矽晶體溫度感測器，藉量測輸出電阻值來獲得實際溫度。其特性如表 4.9.1，電阻與溫度的關係如圖 4.9.1。

表 4.9.1 KTY84-130 溫度感測器特性

符號	參數	條件	最小值	標準值	最大值	單位
$R_{100}$	100°C 下之電阻值	$I_{(out)}=2mA$	970	-	1030	$\Omega$
$R_{250}/R_{100}$	電阻值比例	T=250°C 與 100°C	2.111	2.166	2.221	$\Omega$
$R_{25}/R_{100}$	電阻值比例	T=25°C 與 100°C	0.595	0.603	0.611	$\Omega$

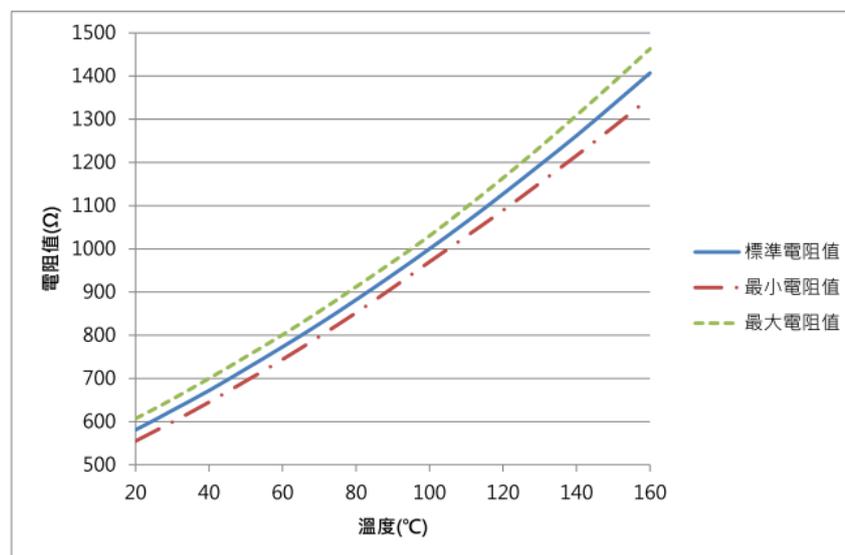


圖 4.9.1 KTY84-130 電阻與溫度的關係圖

Pt1000 為一款白金電阻溫度感測器 (RTD)，特性為在 0°C 時電阻值為 1000Ω，可藉量測輸出電阻值來獲得實際溫度。電阻與溫度的關係如圖 4.9.2，電阻與溫度的標準關係式如下所示：

當溫度範圍為 -200°C ~ 0°C

$$R_{\theta} = R_0 [1 + A\theta + B\theta^2 + C(\theta - 100)\theta^3]$$

當溫度範圍為 0°C ~ 850°C

$$R_{\theta} = R_0 (1 + A\theta + B\theta^2)$$

$$R_0 = 1000 [\Omega]$$

$$C = -4.1830 \times 10^{-12} [^{\circ}C^{-4}]$$

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} [^{\circ}C^{-1}]$$

$$\theta = \text{操作溫度 } [^{\circ}C]$$

$$B = -5.7750 \times 10^{-7} [^{\circ}C^{-2}]$$

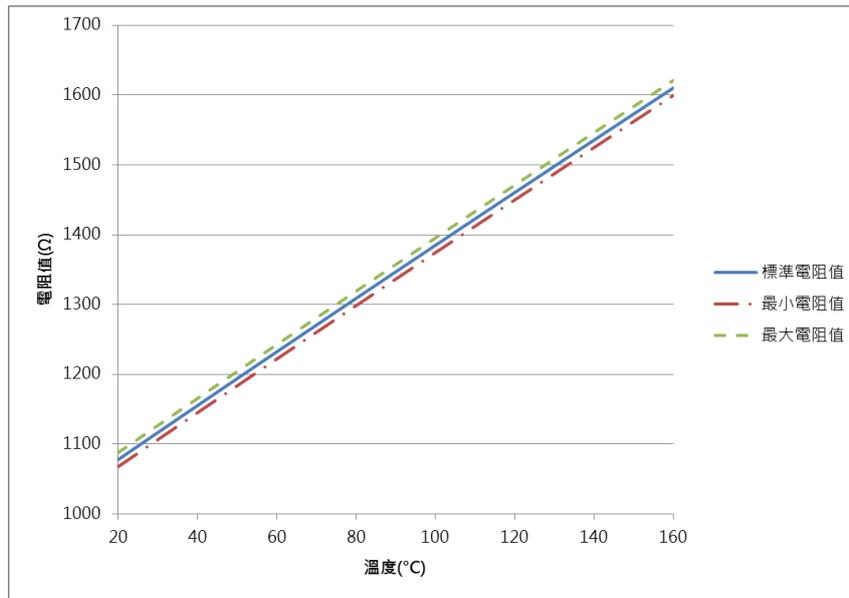


圖 4.9.2 Pt1000 電阻與溫度的關係圖

SNM100 與 SNM120 為一種熱敏電阻，輸出的電阻值將隨著線圈溫度而變化。SNM100 的電阻值會在  $T_{REF}=100^{\circ}\text{C}$  時大幅提升，而 SNM120 的電阻值會在  $T_{REF}=120^{\circ}\text{C}$  時大幅提升。其特性如表 4.9.2 與圖 4.9.3。

表 4.9.2 SNM 特性

溫度	電阻
$20^{\circ}\text{C} < T < T_{REF} - 20\text{K}$	$20\Omega \sim 250\Omega$
$T = T_{REF} - 20\text{K}$	$\leq 550\Omega$
$T = T_{REF} + 5\text{K}$	$\geq 1,330\Omega$
$T = T_{REF} + 15\text{K}$	$\geq 4,000\Omega$

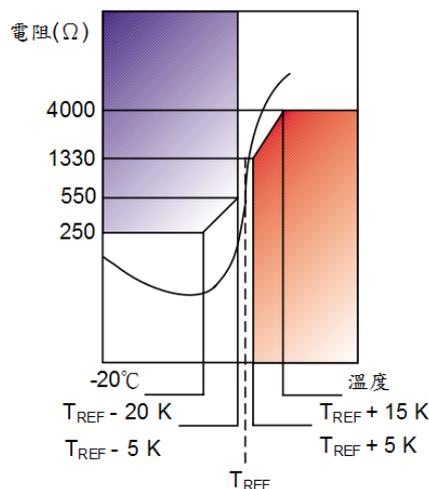


圖 4.9.3 PTC 溫度對電阻關係圖

## 5. 溫度保護裝置

---

5.	溫度保護裝置 .....	5-1
5.1	特色 .....	5-2
5.2	溫度模組配線說明 .....	5-3

欲了解溫度保護裝置 ( THPD ) 之規格、配線方式及相關說明，請參照操作手冊 MT99UC01。



圖 5.1 溫度保護裝置

## 5.1 特色

- 須搭配 HIWIN TMRW 與 TMRI 系列馬達使用。
- 將馬達的三個溫度感測器輸入，轉換成一個類比輸出與兩個數位輸出給控制器。
- 透過軟體補償溫度感測器的延遲，實現即時的溫度監控。即使在嚴苛的操作環境下，也能避免馬達過熱。
- 依 THPD 型號，溫度感測器輸入的規格可分為 KTY84-130 與 Pt1000。
- 可透過以下方式提供控制器完整的馬達溫度資訊。
  - 類比溫度輸出：KTY84-130 或 Pt1000
  - 數位警報輸出：Alarm
  - 數位錯誤輸出：Error

## 5.2 溫度模組配線說明

若馬達的溫度感測器為 KTY84-130，須搭配 THPD-130-120 使用。若馬達的溫度感測器為 Pt1000，則須搭配 THPD-1000-120 使用。配線架構圖如下所示。

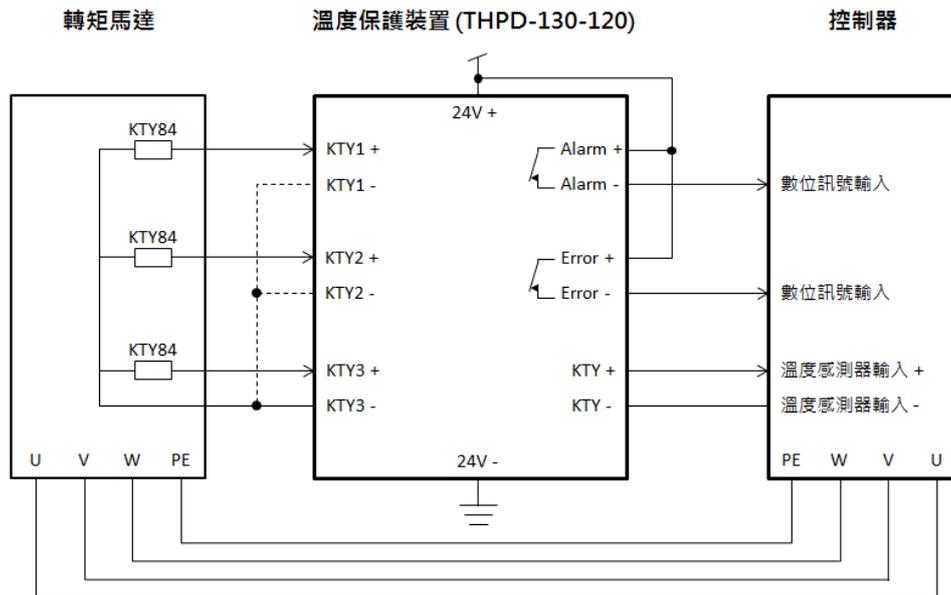


圖 5.2.1 KTY84-130 配線架構圖

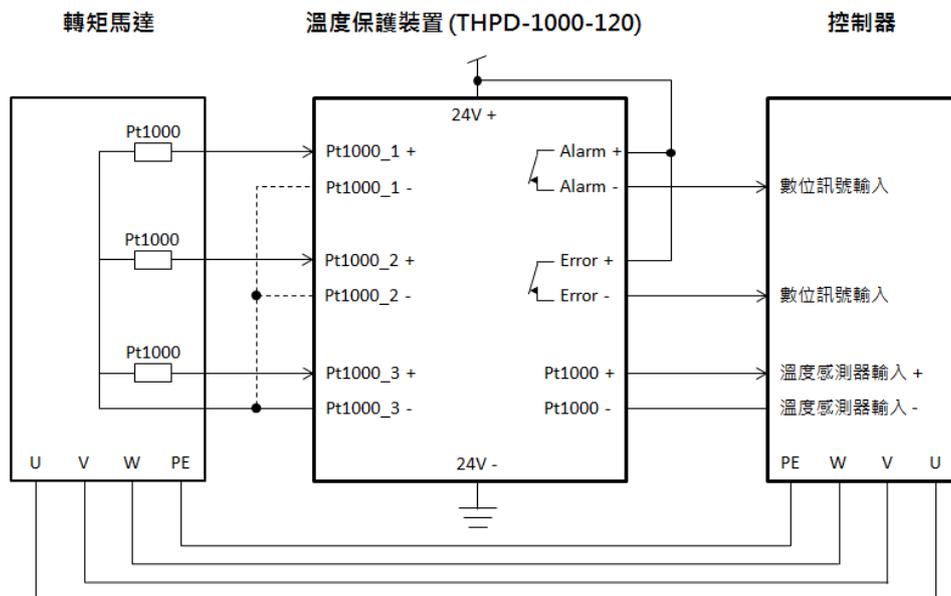


圖 5.2.2 Pt1000 配線架構圖

( 此頁有意留白。 )

## 6. 馬達安裝

---

6.	馬達安裝.....	6-1
6.1	定、轉子一起安裝.....	6-2
6.2	定、轉子分開安裝.....	6-4

馬達安裝的方式可分為下列兩種。

## ■ 定、轉子一起安裝

搭配 HIWIN 水冷式馬達出貨時附加的定轉子固定治具，其安裝位置可位於出線端或另一端。客戶下單前可與本公司業務或工程單位洽談，定義定轉子固定治具的安裝位置，本公司會出圖供客戶確認。

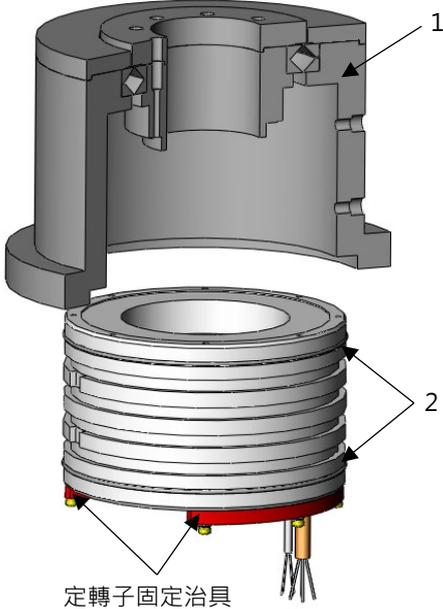
## ■ 定、轉子分開安裝

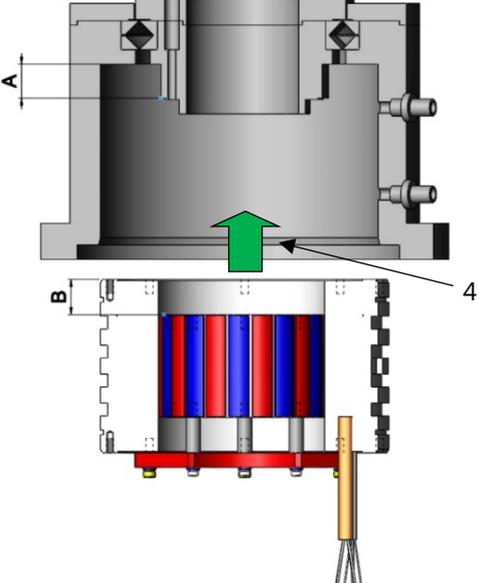
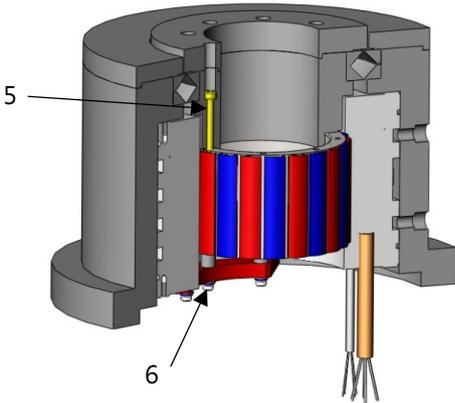
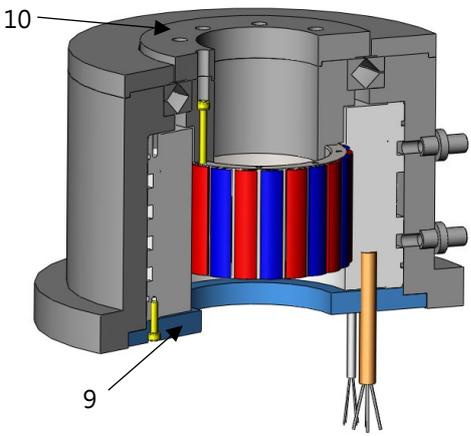
由客戶自行依機構的設計基準，設計導引治具安裝定、轉子。

建議安裝步驟如下。

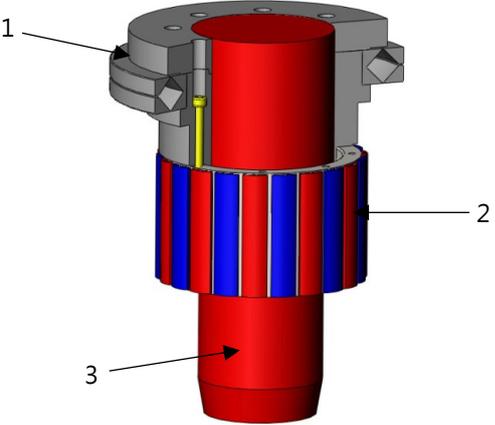
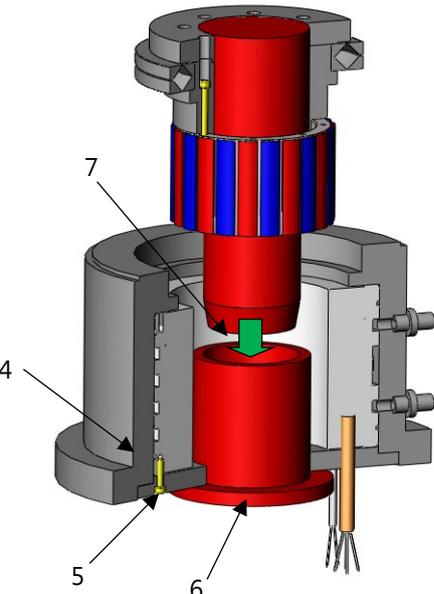
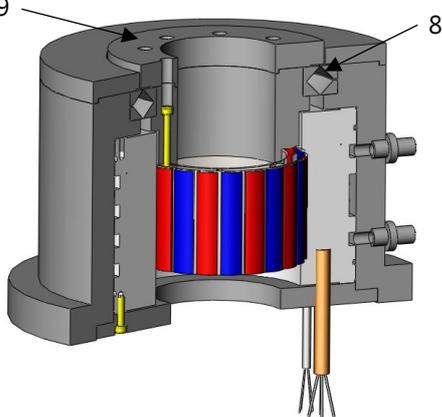
註：安裝步驟以水冷式馬達為例。至於 TMR 系列，忽略水冷相關說明即可。

## 6.1 定、轉子一起安裝

圖例	安裝步驟
 <p>定轉子固定治具</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組裝外殼、心軸與軸承相關配件。</li> <li>2. 組裝 O 型環於定子上。註：組裝時不可扭轉 O 型環。</li> </ol>

圖例	安裝步驟
	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 為確保馬達在組裝過程中不受定轉子固定治具與對手件的相互拉扯，建議組裝前量測心軸間距如 A 處、馬達定轉子高度如 B 處。</li> <li>4. 將定、轉子組合 (定轉子固定治具不可拆下) 裝入外殼，馬達進、出水口位置須對齊外殼冷卻液的進、出水口位置。且不可損傷 O 型環，以免漏水 (外殼設計請參照第 4 章)。組裝時須注意轉子強磁，磁鐵外露的位置不可接近導磁物 (鐵製品等)，以免發生危險。 註：馬達進、出水口位置請參照 HIWIN 承認圖面標示。</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. 將轉子固定在心軸上，此時螺絲鎖緊扭矩為規範的 80% (螺絲鎖緊扭矩請參照第 4.6 節)。</li> <li>6. 放鬆定轉子固定治具上所有螺絲約 1/8 圈。若間距 <math>A &gt; B</math>，請先鬆開轉子固定螺絲；間距 <math>A &lt; B</math>，則先鬆開定子固定螺絲。</li> <li>7. 將轉子固定螺絲鎖緊至扭矩規範，再將定轉子固定治具螺絲完全旋開，拆除定轉子固定治具。</li> <li>8. 請務必確保螺絲鎖緊至扭矩規範。</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. 裝上底座，並鎖上定子固定螺絲 (螺絲鎖緊扭矩請參照第 4.6 節)。</li> <li>10. 旋轉轉動部，確認轉動順暢，無干涉情形發生。</li> <li>11. 組裝其他部品，如冷卻液進出、水口接頭、下支撐軸承、編碼器等。</li> </ol>

## 6.2 定、轉子分開安裝

圖例	安裝步驟
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組裝心軸與軸承相關配件。</li> <li>2. 組裝轉子於心軸上( 螺絲鎖緊扭矩請參照第 4.6 節 )。</li> <li>3. 組裝導引治具於心軸上。</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 組裝 O 型環於定子上。註：組裝時不可扭轉 O 型環。</li> <li>5. 將定子組合裝入外殼，並鎖上定子固定螺絲( 螺絲鎖緊扭矩請參照第 4.6 節 )。馬達進、出水口位置須對齊外殼冷卻液的進、出水口位置。且不可損傷 O 型環，以免漏水( 外殼設計請參照第 4 章 )。 註：馬達進、出水口位置請參照 HIWIN 承認圖面標示。</li> <li>6. 必要時，組裝下導引治具於心軸上。</li> <li>7. 將轉動模組裝入固定部。轉子在裝入定子之前，導引治具須先接觸並結合，以避免定、轉子因強磁相互吸引而造成危險或無法組裝。</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. 固定軸承並拆下導引治具。</li> <li>9. 旋轉轉動部，確認轉動順暢，無干涉情形發生。</li> <li>10. 組裝其他部品，如冷卻液進出、水口接頭、下支撐軸承、編碼器等。</li> </ol>

## 7. 故障排除

---

7. 故障排除.....	7-1
--------------	-----

表 7.1 故障排除

故障狀態	原因	解決方式
馬達在任何狀態下皆無法運轉	電纜線配線錯誤	確認連接至控制器之電纜線
馬達運轉方向錯誤	編碼器設定錯誤	確認編碼器設定
	馬達電源電纜線配線錯誤	互換連接至控制器之其中兩相電源電纜線
產生燃燒的異味	水冷機不正常運轉	確認水冷系統
	控制器設定錯誤	確認控制器設定值
	馬達參數設定錯誤	確認馬達參數設定值
馬達外殼溫度異常	水冷機不正常運轉	確認水冷系統
	控制器設定錯誤	確認控制器設定值
	軸承不正常運轉	確認組裝方式
馬達運轉不穩定 (震動)	絕緣失效	確認電源電纜線對地電阻值大於 50MΩ
	編碼器安裝錯誤	確認編碼器安裝剛性
	編碼器訊號錯誤	確認編碼器接地端與連接端
	控制器設定錯誤	確認控制器設定值
馬達不易轉動或產生摩擦異音	轉子組裝異常	確認組裝方式
	氣隙間含有異物	移除氣隙間異物

## 8. 技術用語

---

8. 技術用語.....	8-1
--------------	-----

- **反電動勢常數 (線間) :  $K_v \left( \frac{V_{rms}}{rad/s} \right)$**

反電動勢常數定義為馬達在磁石溫度 25°C 時，單位轉速下所產生之感應電壓。發生於線圈感應到磁場變化時，反抗電流通過的電動勢。
- **連續電流 :  $I_c/I_{cw} (A_{rms})$**

連續電流定義為在環境溫度 25°C 下可連續供給馬達線圈之電流，且線圈溫度最高不會超過 100°C (水冷 TMRW 系列為 120°C)，此時馬達達到額定連續力矩  $T_c$ ；因連續電流與線圈溫度有關，水冷 TMRW 系列會有相對應空冷下之連續電流  $I_c$  以及水冷下之連續電流  $I_{cw}$ 。
- **連續力矩 :  $T_c/T_{cw} (Nm)$**

連續力矩定義為馬達在環境溫度 25°C 下連續運轉不休息且線圈最終溫度不超過 100°C (水冷 TMRW 系列為 120°C) 所輸出的力矩，此連續力矩對應施加給馬達之連續電流  $I_c/I_{cw}$ ；因連續力矩與線圈溫度有關，水冷 TMRW 系列會有相對應空冷下之連續電流  $T_c$  以及水冷下之連續電流  $T_{cw}$ 。
- **線間電感 :  $L (mH)$**

線間電感定義為馬達在線圈溫度 25°C 時所量測之線圈線間電感值。
- **線間電阻 :  $R_{25} (\Omega)$**

線間電阻定義為馬達在線圈溫度 25°C 時所量測之線圈線間電阻值。
- **馬達常數 :  $K_m \left( \frac{Nm}{\sqrt{W}} \right)$**

馬達常數定義為在線圈以及磁石溫度 25°C 時馬達輸出力矩對消耗功率開根號的比值；越高的馬達常數代表馬達在輸出特定力矩時會有越低的功率損失。
- **極數 :  $2p$**

極數  $2p$  定義為轉子的總極數，其中  $p$  為極對數。
- **瞬間電流 :  $I_p (A_{rms})$**

瞬間電流定義為馬達達到最大推力下所對應之瞬間大電流，而電流所達到之馬達溫度不可使磁鐵退磁；一般來說，馬達在正常操作範圍且輸入電流相位平衡時，瞬間電流可允許供給一秒，之後須確保散熱至正常溫度後，才可再供給瞬間電流。
- **瞬間力矩 :  $T_p (Nm)$**

瞬間力矩定義為馬達輸出不超過一秒之最大力矩，此力矩對應之瞬間電流不可使磁鐵退磁。

■ **轉子慣性矩：J (kgm<sup>2</sup>)**

轉子慣性矩定義為轉動部抵抗轉動的慣性，與外型以及質量有關。轉子慣性矩越大，越難使轉動部由靜止到開始轉動；欲由運動中至停止亦然。

■ **堵轉電流：I<sub>s</sub>/I<sub>sw</sub> (A<sub>rms</sub>)**

堵轉電流定義為當馬達在環境溫度 25°C 下且馬達為堵轉條件下所能供給之電流上限；因與散熱條件有關，水冷 TMRW 系列會有相對應空冷下堵轉電流 I<sub>s</sub> 以及水冷下堵轉電流 I<sub>sw</sub>。

■ **堵轉力矩：T<sub>s</sub>/T<sub>sw</sub> (Nm)**

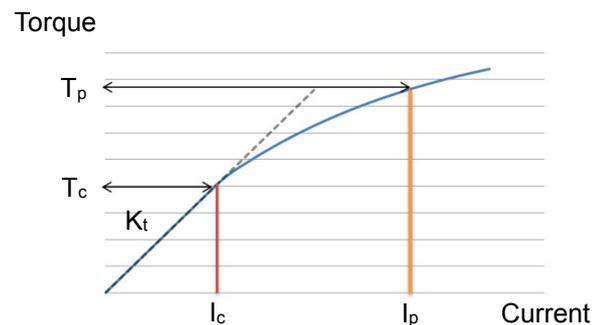
堵轉力矩定義為當馬達在環境溫度 25°C 下且馬達為堵轉條件下所能供給之力矩上限；因與散熱條件有關，水冷 TMRW 系列會有相對應空冷下堵轉力矩 T<sub>s</sub> 以及水冷下堵轉力矩 T<sub>sw</sub>。

■ **熱阻：R<sub>th</sub> (K/W)**

熱阻定義為熱量從馬達線圈內到散熱環境所受到之阻力 (空冷為 25°C 下馬達外部自然對流與輻射，水冷則為馬達外部以水溫 25°C 強制水冷)；熱阻越高表示相同熱量輸入下，線圈與散熱環境的溫差越大。

■ **力矩常數：K<sub>t</sub> (Nm/A<sub>rms</sub>) 於磁石溫度 25°C**

力矩常數定義為馬達在單位電流 (A<sub>rms</sub>) 下所能輸出的力矩，力矩常數越大表示相同電流下能輸出越大的電流；在正常工作範圍下，輸出力矩與輸入電流接近線性關係，非線性部份則是因鐵心飽和所導致。



■ **最高轉速**

最高轉速定義為在特定力矩下 (一般為連續力矩)，所能提供的最高轉速；在水冷馬達中有定義三種情況的最高轉速：空冷連續力矩下最高轉速、水冷連續力矩下最高轉速以及瞬間力矩下最高轉速。

■ **最大操作電壓 (V<sub>DC</sub>)**

最大操作電壓定義為馬達正常工作環境所能使用的最大電壓。

■ **最大連續功率損失：P<sub>c</sub> (W)**

最大連續功率損失定義為馬達連續運轉於連續電流下，且線圈溫度為 120°C 所損失的能量。主要轉換為熱能。水冷系統大多藉冷卻液排除此損失。

■ **最大壓降：Δp (bar)**

最大壓降定義為水冷系統使用純水下，進出水口壓差所能容許的最大值，為最小流量 q 所對應的壓差；若操作環境不同，須經過計算去調整壓差 (參考第 3.4 節)。

**■ 最小水流量：q (l/min)**

最小水流量定義為水冷系統使用純水下，正常散熱所需的最小流量；若操作環境不同，須經過計算去調整水流量（參考第 3.4 節）。

**■ 最大功率損失下水溫差： $\Delta\theta$  (K)**

最大功率損失下水溫差定義為水冷系統使用純水下，進出水口之溫差，一般定義為 5°K；若操作環境不同，須經過計算去調整最大功率損失下水溫差（參考第 3.4 節）。