


規範類別			規範編號
電氣類	台塑企業規範		FGES-T-EIN00
<h2 style="margin: 0;">低壓變頻器設備規範</h2> <h3 style="margin: 0;">（廠商專用）</h3>			
制定日期	2017 年 11 月 16 日	制定部門	總管理處規範組
修訂日期	年 月 日	修訂版次	第 次

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

目 錄

	章 別	頁 次
第一章 總則		
1.1 目的	1	— 1
1.2 適用範圍	1	— 1
1.3 作業部門及工作職掌	1	— 1~ 2
1.4 參考資料	1	— 2~ 3
1.5 名詞解釋	1	— 3~ 6
第二章 工程篇		
2.1 低壓變頻器型式及特性	2	— 1~ 9
2.2 低壓變頻器選用說明及請購	2	— 10~14
2.3 低壓變頻器(盤)收料及倉儲	2	— 14~15
2.4 低壓變頻器安裝及配線	2	— 15~28
2.5 低壓變頻器(盤)測試、送電及驗收	2	— 28~30
2.6 使用變頻器致電動機產生軸承電流之預防措施	2	— 30~37
第三章 生產操作篇		
3.1 教育訓練	3	— 1
3.2 生產操作須知	3	— 1
3.3 低壓變頻器運轉注意事項	3	— 1~ 2
第四章 保養篇		
4.1 保養作業規定	4	— 1
4.2 預防保養	4	— 1~ 2
4.3 預知保養	4	— 2
4.4 定期保養	4	— 2~ 3
4.5 異常狀況及處理對策	4	— 3~10
第五章 改善案例篇		
5.1 改善案例	5	— 1
附 表		
附表一 低壓變頻器運轉記錄表	A1	— 1
附表二 低壓變頻器定期保養執行記錄表	A2	— 1
附 件		

- ④避免存放於含有腐蝕性氣體、腐蝕性液體的環境中。
- ⑤最好是適當包裝後放置於架台上

2.3.2.2 即使相對濕度滿足要求，如果環境溫度發生急劇變化，亦可能發生結露或結冰，故應避免存放在這種場所。

2.3.2.3 不可直接放置在地面上，應放置在架台上；若存放環境惡劣，應在包裝袋中加入乾燥劑。

2.3.2.4 存放時間超過三個月時，存放環境溫度應在 30°C 以下，以避免電解質電容器因溫度過高而劣化。

2.3.2.5 電解質電容器長期不通電將會劣化，故應避免在不通電的狀態下存放超過一年以上。

2.3.2.6 變頻器安裝場所環境不良（尤其是在建築工地或潮濕且灰塵多的場所），當較長時間不使用時，應將變頻器拆下移放在符合上述存放條件之環境中，並將變頻器盤加以適當密封防護。

2.4 低壓變頻器安裝及配線

2.4.1 變頻器的安裝

2.4.1.1 使用環境

- ①環境溫度：-10°C ~ 40°C
- ②相對濕度：90%以下，無結露。
- ③海拔高度：1,000m 以下
- ④使用場所：室內（無腐蝕性氣體、液體，無灰塵）
- ⑤耐振：通過 IEC 61800-5-1 振動試驗
- ⑥環境污染程度：Class 3C2（化學氣體）、Class 3S2（固態粒子），詳細說明如表 2-1、表 2-2（IEC 60721-3-3）所示。

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

表 2-1 Classification of chemically active substances

Environmental parameter	Unit ¹⁾	Class ²⁾								
		3C1R	3C1L	3C1	3C2		3C3 ³⁾		3C4 ³⁾	
		Maximum value	Maximum value	Maximum value	Mean value	Maximum value	Mean value	Maximum value	Mean value	Maximum value
a) Sea salts	None	No	No	No ⁴⁾	Salt mist		Salt mist		Salt mist	
b) Sulphur dioxide	mg/m ³	0,1	0,1	0,1	0,3	1,0	5,0	10	13	40
	cm ³ /m ³	0,037	0,037	0,037	0,11	0,37	1,85	3,7	4,8	14,8
c) Hydrogen sulphide	mg/m ³	0,0015	0,01	0,01	0,1	0,5	3,0	10	14	70
	cm ³ /m ³	0,001	0,0071	0,0071	0,071	0,36	2,1	7,1	9,9	49,7
d) Chlorine	mg/m ³	0,001	0,01	0,01	0,1	0,3	0,3	1,0	0,6	3,0
	cm ³ /m ³	0,00034	0,0034	0,0034	0,034	0,1	0,1	0,34	0,2	1,0
e) Hydrogen chloride	mg/m ³	0,001	0,01	0,01	0,1	0,5	1,0	5,0	1,0	5,0
	cm ³ /m ³	0,00066	0,0066	0,0066	0,066	0,33	0,66	3,3	0,66	3,3
f) Hydrogen fluoride	mg/m ³	0,001	0,003	0,003	0,01	0,03	0,1	2,0	0,1	2,0
	cm ³ /m ³	0,0012	0,0036	0,0036	0,012	0,036	0,12	2,4	0,12	2,4
g) Ammonia	mg/m ³	0,03	0,3	0,3	1,0	3,0	10	35	35	175
	cm ³ /m ³	0,042	0,42	0,42	1,4	4,2	14	49	49	247
h) Ozone	mg/m ³	0,004	0,01	0,01	0,05	0,1	0,1	0,3	0,2	2,0
	cm ³ /m ³	0,002	0,005	0,005	0,025	0,05	0,05	0,15	0,1	1,0
i) Nitrogen oxides (expressed in equivalent values of nitrogen dioxide)	mg/m ³	0,01	0,1	0,1	0,5	1,0	3,0	9,0	10	20
	cm ³ /m ³	0,005	0,052	0,052	0,26	0,52	1,56	4,68	5,2	10,4

1) The values given in cm³/m³ have been calculated from the values given in mg/m³ and refer to a temperature of 20 °C and a pressure of 101,3 kPa. The table uses rounded values.

2) Mean values are expected long-term values. Maximum values are limit or peak values, occurring over a period of time of not more than 30 min per day.

3) It is not mandatory to consider each of classes 3C3 and 3C4 as a requirement for the combined effect of all parameters stated. If applicable, values of single parameters may be selected from these classes. In this case the severities of class 3C2 are valid for all parameters not especially named.

4) Salt mist may be present in sheltered locations of coastal areas and in offshore sites.

表 2-2 Classification of mechanically active substances

Environmental parameter	Unit	Class			
		3S1	3S2	3S3	3S4
a) Sand	mg/m ³	None	30	300	3 000
b) Dust (suspension)	mg/m ³	0,01	0,2	0,4	4,0
c) Dust (sedimentation)	mg/(m ² · h)	0,4	1,5	15	40

2.4.1.2 安裝注意事項

- a. 變頻器運轉會產生很高的熱量，宜安裝在有空調之電氣室，特殊情況須安裝在現場無空調處所時，應注意其運轉溫度不得超過規定之使用環境要求。
- b. 變頻器之冷卻風扇會產生高噪音，建議避免安裝在有操作人員工作之控制

室。

- c. 變頻器安裝之前應進行外觀檢查，核對銘牌規格與設計部門請購規範是否相符，並確認周邊設備是否符合設計圖面所示。
- d. 變頻器應垂直安裝於金屬配電盤中，且不可顛倒、傾斜或水平安裝。
- e. 變頻器運轉時會產生許多熱量，為確保盤內通風路徑順暢，變頻器的上下與左右四周須留有一定的散熱空間，如圖 2-12 所示；變頻器產生的熱量會向上排放，因此易受溫度影響的器具應避免安裝在變頻器的上方。（變頻器安裝須依廠商使用說明書要求配置）

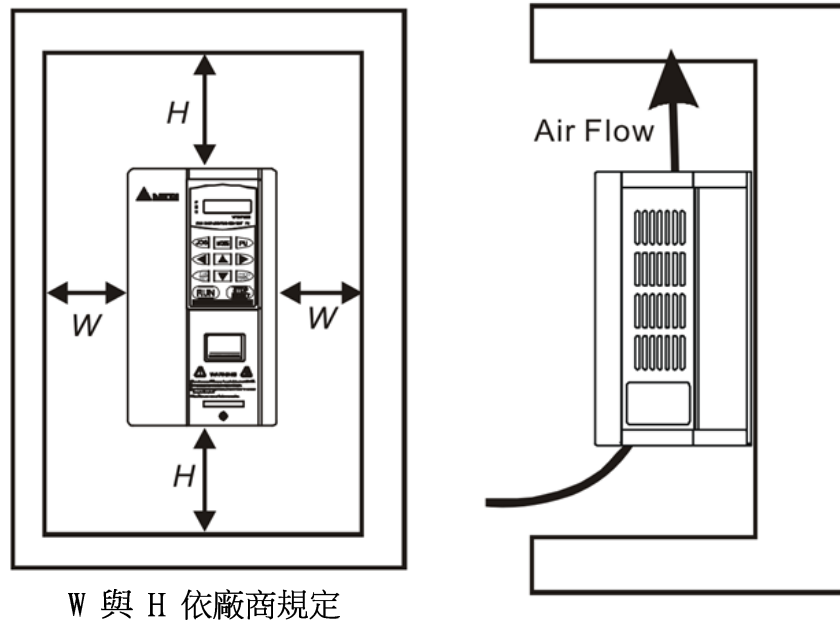


圖 2-12 變頻器的上下與左右須留有一定的散熱空間

- f. 一個配電盤中安裝多台變頻器時，為了降低相互間的熱影響，宜橫向排列安裝；特殊情況須上下層安裝時，則上下層變頻器之間宜設置分隔板，如圖 2-13 所示，以降低下層變頻器產生的熱量對上層變頻器造成影響，並須確保盤內通風路徑順暢。

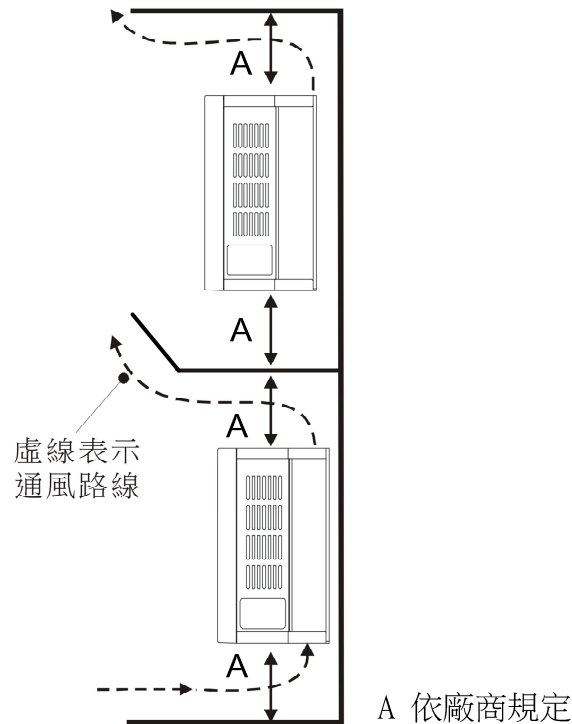


圖 2-13 變頻器上下安裝時須設置分隔板

- g.** 變頻器安裝在配電盤內，須考慮盤體對外之通風散熱，確保盤內變頻器的周圍溫度不超過規定值，不可將變頻器安裝在通風散熱不良的密閉箱體中，以免因過熱造成故障，變頻器盤進氣口宜設置於盤體門板最下方（須附濾網），排氣口應儘量設於盤體上方，最好裝在盤體頂部，如此會有最佳散熱效果，惟頂部開口處須避免水滴侵入盤內，及異物掉入，盤體須加強防水、異物等防護裝置設計，若自然熱對流通風可符合整體散熱需求時可免設排氣風扇，否則應設排氣風扇以利通風散熱，電動機控制中心（MCC 盤）因盤體構造不利對外之通風散熱，故 MCC 盤內不宜安裝變頻器，一般應使用傳統配電盤作為變頻器盤，且配電盤廠須提供盤體散熱計算書與盤內通風檢討書供業主審查。
- h.** 變頻器運轉時，散熱板的溫度可能高達 90°C 左右，所以變頻器背面的安裝固定板必須使用能承受高溫的材質。
- i.** 不可讓各種纖維、紙片、木屑或金屬碎塊等異物進入變頻器（盤）內或沾附於冷卻風扇上，盤內濾網須定期清理保持乾淨。

2.4.2 變頻器的配線

變頻器的配線須符合「FGES-T-EEE00 電氣工程規範」與廠商說明書之要求。

2.4.2.1 配線注意事項

a. 變頻器之配線分為主電路與控制電路，必須依照設計部門之線路圖確實配接線，圖 2-14 所示為常見之標準配線圖。

台塑企業規範

低壓變頻器設備規範

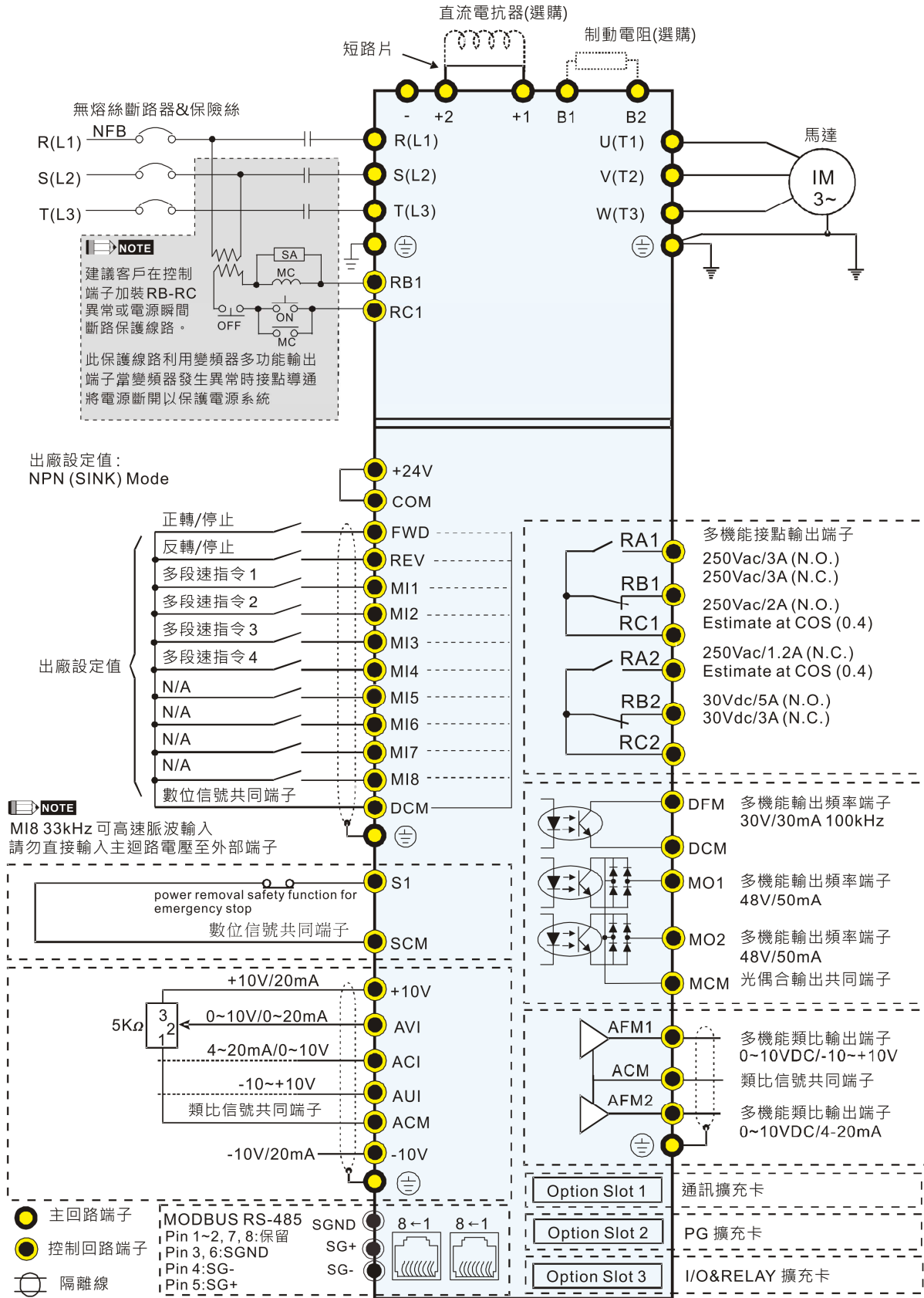


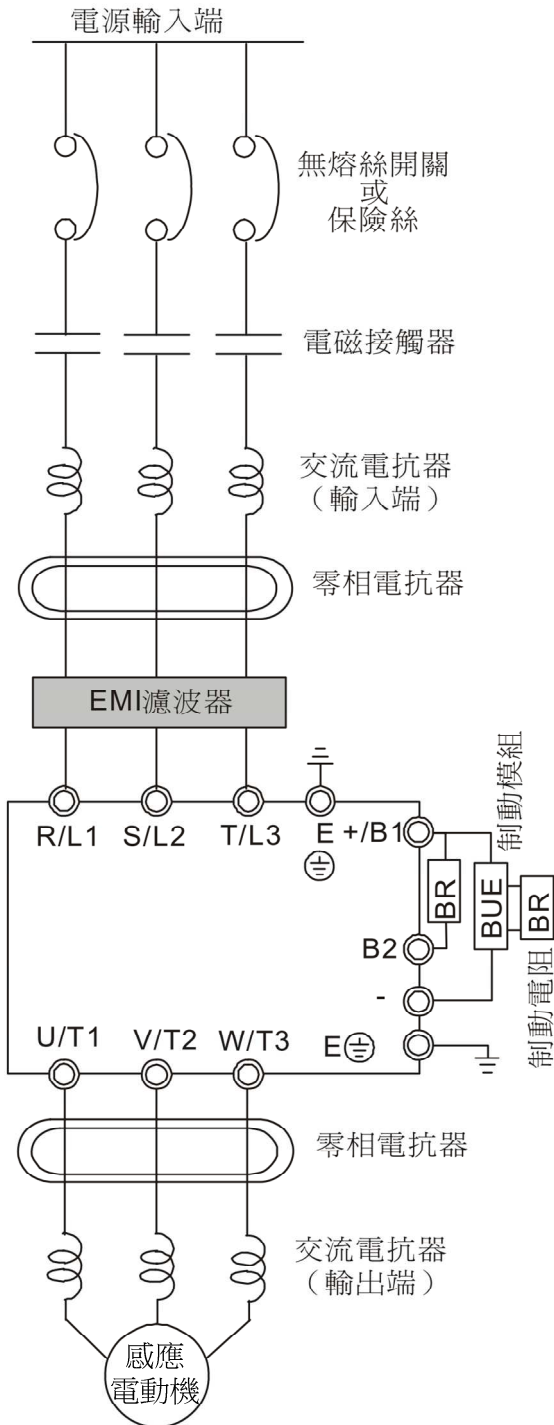
圖 2-14 變頻器標準配線圖(台達電子 C2000 系列)

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

- b. 打開蓋板後，露出主電路與控制電路之接線端子板，檢查各接線端子是否標示清楚，接線錯誤會損壞變頻器，並可能危害人員安全。
- c. 三相變頻器不可連接單相電源。
- d. 變頻器的主回路電源端子（R/L1、S/L2、T/L3）是輸入電源端，如果將輸入電源錯誤連接到其它端子（例如接到輸出端），將損壞變頻器。
- e. 接地端子必須確實接地，以防止人員感電、火災事故及降低雜訊干擾。
- f. 各接線端子的螺絲須確實鎖緊，以防止電纜（線）振動鬆脫產生火花。
- g. 變頻器、電動機及其配線等容易造成雜訊干擾，須注意周圍的控制線路、感知器（Sensor）等弱電信號設備是否會受干擾而發生誤動作。
- h. 配線完成後，須確實檢查下列事項：
 - ①全部配線是否都正確無誤
 - ②是否有遺漏未配接之線路
 - ③線路之間是否有短路或接地異常狀況
 - ④端子壓接良好，接點鎖固正常
- i. 當操作面板有顯示時表示變頻器送電中，不可實施拆接線。
- j. 通電後若要修改盤內配線，應先關閉變頻器電源。變頻器斷電後因為內部有直流濾波電容器，需要經過一段時間後才會完全放電，為避免感電危險，應等到充電指示燈熄滅後或使用放電裝置（電阻器）加速排除電容器的殘餘電荷，再用三用電表量測電壓，確認電壓值歸零或小於 25Vdc 後才能開始作業。

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

2.4.2.2 主電路配線，如圖 2-15 所示。



無熔絲開關 或 保險絲	感應電動機起動時會有較大的輸入電流，一般而言無熔絲開關的AT值約為變頻器額定輸出電流的2~4倍，可參考廠商之使用手冊來選定。
電磁接觸器	電磁接觸器可以用來控制感應電動機的運轉與停止，但過於頻繁的開、關電磁接觸器會損壞變頻器，最好是一小時只能操作一次。應從變頻器本身之運轉與停止按鈕來操作感應電動機。
交流電抗器 (輸入端)	上游變壓器容量大於600kVA或者會切換進相電容器時，產生的峰值電壓與電流會破壞變頻器內部元件，建議加裝此交流電抗器，亦可改善功因及降低電源諧波；安裝於距離變頻器10m以內。
零相電抗器	用來降低輻射干擾，特別是有音頻裝置的場所，有效範圍為AM波段到10M Hz，且可降低輸入和輸出側的干擾。
EMI濾波器	用來降低電磁干擾，濾波器與變頻器必須安裝在同一塊金屬板上，並且金屬板要有良好的接地。
制動模組 及 制動電阻	用來縮短感應電動機的減速時間，應使用廠商提供的產品，以避免異常。
交流電抗器 (輸出端)	感應電動機的配線長度會影響到感應電動機端之電壓反射波大小，當配線長度超過廠商規定時即建議加裝。

圖 2-15 變頻器主電路配線圖

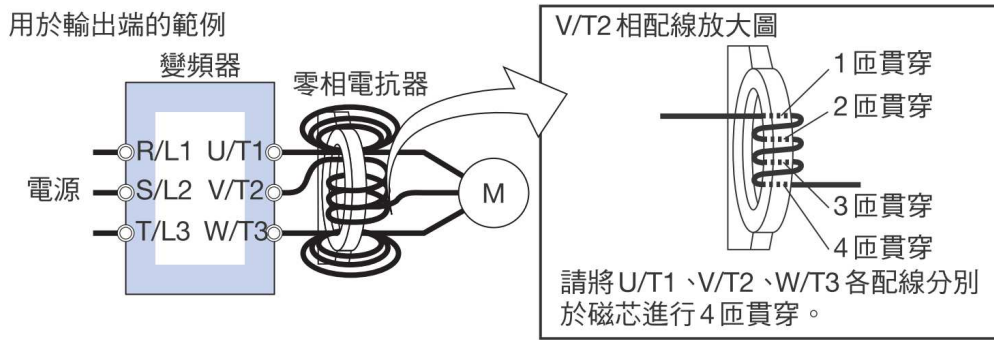
- a. 確定電源容量與電壓可符合變頻器需要。
- b. 輸入電源之相序（正相序或負相序）對變頻器而言並無分別，三相可任意

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

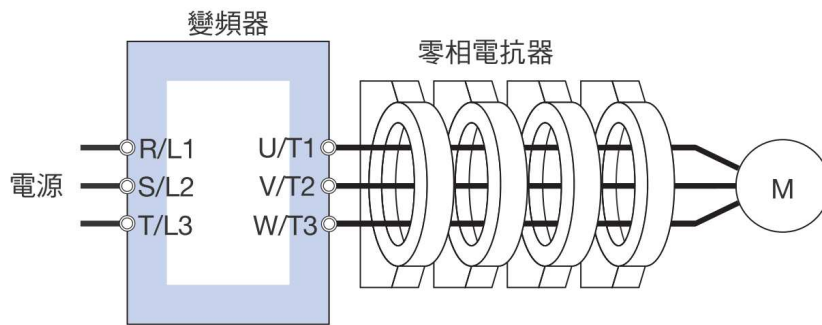
接線。

- c. 主電路電纜之線徑，應依「FGES-T-EEE00 電氣工程規範」規定選用。
- d. 輸入電源與變頻器之間應設置一個斷路器（或稱無熔絲開關）或保險絲，宜再串接一個電磁接觸器，以便於變頻器保護功能動作時可同時切斷電源。電磁接觸器的兩端須加裝 R-C 突波吸收器。
- e. 禁止以主電路電源斷路器或電磁接觸器的 ON、OFF 來控制電動機的運轉和停止，應使用控制回路的端子 FWD 和 REV，或操作面板上的 RUN 和 STOP 來操作電動機的運轉和停止。
- f. 變頻器盤上游電源變壓器容量大於 600kVA 或使用進相電容器時，輸入電源側會有大量諧波及較大的突波電壓與電流，可能會破壞變頻器的輸入側元件；此時輸入側必須加裝交流電抗器或濾波器，除了抑制電壓與電流外，並有降低電源諧波及改善輸入功率因數的效果。
- g. 變頻器數量較多或容量較大時，除以前項方式改善諧波外，亦可依「FGES-T-EPF00 功因與諧波改善設備規範」針對電力系統電源諧波進行整體性改善。
- h. 零相電抗器用來降低輻射干擾，特別是有無線電音頻裝置的場所，有效範圍為 AM 波段到 10M Hz，且可降低線路的雜訊干擾，於變頻器的輸入端與輸出端皆可使用，如圖 2-16 所示。

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

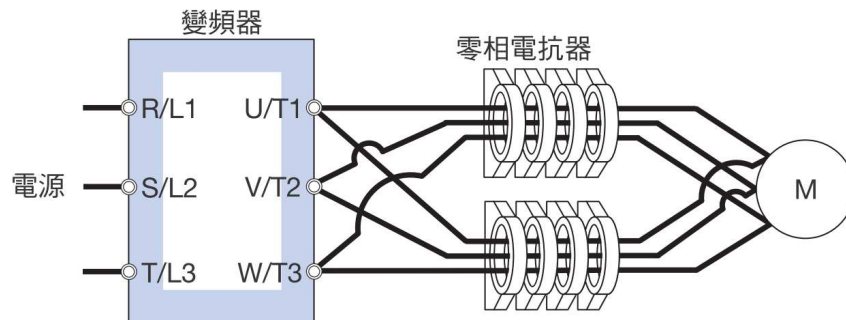


連接圖 a



使用時請勿將 U/T1、V/T2、W/T3 各配線全繞上，
而是貫穿所有 4 個串聯(串列)的磁芯。

連接圖 b



U/T1、V/T2、W/T3 各配線中，將一半分別貫穿 4 磁芯，
利用 2 組進行配線。

連接圖 c

圖 2-16 零相電抗器配線圖

h. 如果安裝變頻器的場所對干擾非常敏感，可視需要加裝 EMI 濾波器（電磁干擾濾波器）或稱為 RFI 濾波器（射頻干擾濾波器），用來抑制變頻器產生的

台塑企業規範

低壓變頻器設備規範

雜訊傳導到電源線及降低電源線外來的雜訊，安裝的位置距離變頻器越近越好。輸入端專用的 EMI 濾波器不可以使用在輸出端。

i. 變頻器的輸出端必須加裝雜訊濾波器時，必須使用電感式 L-濾波器，不可使用進相電容器、L-C 或 R-C 式濾波器。

j. 電動機的配線長度超過變頻器廠商規定的長度時，應依廠商的標準在變頻器輸出端加裝交流電抗器 (dV/dt 濾波器)，以避免突波電壓破壞電動機的繞組絕緣。實際使用交流電抗器 (或使用正弦波濾波器) 的時機依電動機之配線長度而定，各變頻器廠商標準皆不相同，請依各變頻器製造廠商之建議設置。

k. 在負載慣性大、需較短的減速時間或頻繁起動的場合，須加裝剎車 (制動) 電阻，以提高其剎車 (制動) 能力。

l. 剎車電阻宜由變頻器廠商配套提供，安裝時須考慮周圍環境的安全性、耐燃性。使用 2 台以上制動單元時，須注意並聯制動單元後的等效電阻值，不能低於每台驅動器等效最小電阻值。

m. 在有安裝剎車電阻的應用中為了安全的考量，在變頻器與剎車電阻之間或制動單元與剎車電阻之間加裝一熱動電驛 (Thermal Relay)；並與變頻器電源側的電磁接觸器 (MC) 作一連鎖的異常保護。加裝熱動電驛的主要目的是為了保護剎車電阻不因剎車頻繁過熱而燒毀，或是因輸入電源電壓異常過高導致制動單元連續導通燒毀剎車電阻。此時只有跳脫變頻器的電源才可避免剎車電阻燒毀。

n. 主回路與控制回路配線必須分開，以避免因干擾而發生誤動作；如必須交錯，應作成 90° 交叉，平行的部份越少越好。

o. 當變頻器盤內安裝多個變頻器與其他裝置時，宜將輸入、輸出動力線集中配線至盤的一側，PLC 及其他易受干擾之配線則集中配線至相對的另一側，以使變頻器感應出之雜訊電流的影響減至最小，如圖 2-17 所示。

台塑企業規範

低壓變頻器設備規範

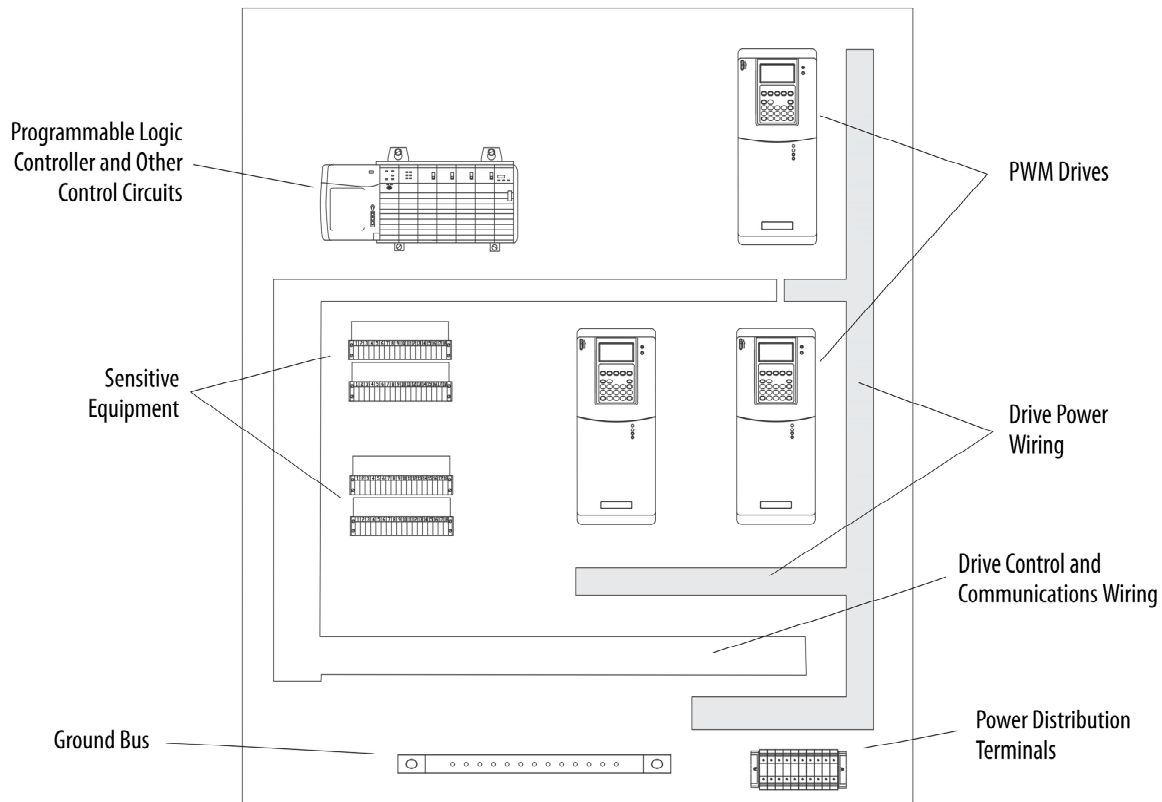


圖 2-17 盤內易受干擾的信號線與動力線分開配置示意圖

p. 重要製程設備使用之變頻器宜設計旁通回路，供變頻器故障時可切換至系統電源（60Hz）繼續定速運轉或是切換至緩啟動器繼續運轉，以降低對生產製程的影響。切換至市電之架構圖與電路圖，詳「附件三 變頻器市電旁路切換運用說明」。

2.4.2.3 控制電路配線

a. 變頻器控制電路以及與其直接相關的操作電路和周邊設備中所處理的信號均為弱電信號。為了確保變頻器正常工作的目的，除了應該選用各種必要的周邊裝置之外，在控制電路的佈線應避免主電路及相關設備中的強電信號產生的干擾進入控制電路。控制電路配線須使用隔離電纜，端子前的遮蔽層剝除段不得露出，應使用熱縮套管加以包覆。

b. 連接微弱的類比信號時，特別容易受到外部雜訊干擾，所以配線應儘可能短（小於 20m），並應使用對絞隔離電纜。此外，對絞隔離電纜的遮蔽層應於盤體側單端接地，但若感應雜訊大時，遮蔽層連接到類比信號共同端子（ACM 或

GND) 的效果會比較好。

c. 連接到外部的類比信號輸出器時，有時由於類比信號輸出器或由於變頻器產生的干擾而引起誤動作，發生這種情況時，可在外部類比信號輸出器側連接電容器和鐵氧體磁芯，如圖 2-18 所示。

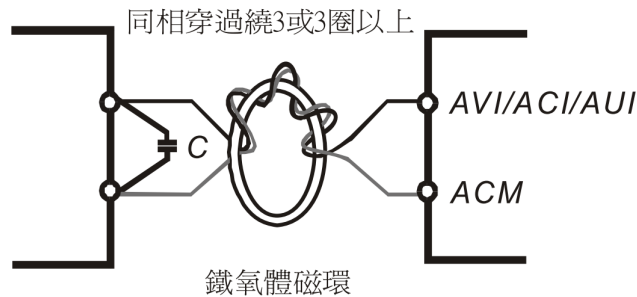


圖 2-18 在外部類比信號輸出器側連接電容器和鐵氧體磁芯

d. 電晶體（光耦合器）輸出端子：應正確連接外部電源的極性。在連接控制繼電器時，於激磁線圈的兩端應並聯突波吸收器或飛輪二極體，並應注意連接極性的正確性。

e. 變頻器盤體內部的控制電路配線要適當固定，應和主電路電線以及其他動力線路分開，使其不要過於接近主電路的帶電部份（例如主電路的端子板）。

2.4.2.4 接地端子接線：

a. 由於變頻器主電路中的半導體開關元件運轉中會進行高速的開閉動作，變頻器主電路和變頻器單元外殼以及配電盤之間的漏電電流也相對變大。為了防止操作人員感電，必須確保變頻器的接地端具有可靠接地。

b. 變頻器外殼非帶電金屬部份之接地，應接到一般之低壓設備接地；隔離電纜之遮蔽層接地，應接到專用之變頻驅動器信號接地。詳細之接地方式，詳「FGES-T-ELA00 避雷與接地工程規範 圖 2-22 所示」。

c. 變頻器的接地線不可與電焊機、大容量電動機、變壓器等大電流設備之接地線接在一起，必須單獨配設，並盡可能縮短接地線的長度。

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

- d. 230V 機種之接地電阻須小於 100Ω (第三種接地)，460V 機種之接地電阻須小於 10Ω (特種接地)。
- e. 多台變頻器安裝在同一盤體時，每台變頻器接地線應直接接至共同之接地匯流排 (或共同之接地端子)，並確定接地端子之間不會形成環路，如圖 2-19 所示。

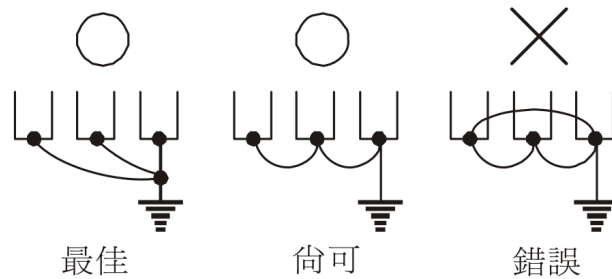


圖 2-19 多台變頻器安裝在一起時之接地方式

2.4.2.5 盤外線路配線

- a. 盤外線路配線須符合「FGES-T-EEE00 電氣工程規範」與廠商使用說明書之要求。
- b. 電動機動力線路若使用隔離電纜，應將隔離電纜之遮蔽層實施雙端接地，若廠商對於遮蔽層接地另有規定者則依廠商要求為準。
- c. 變頻器與電動機之間的配線很長時，由於線路間的分佈電容量較大，將產生較大的高頻電流，可能造成變頻器過電流跳脫；且因漏電流增加，電流值指示的準確度將變差。解決此高頻漏電的方法有降低載波頻率、採用遮蔽電纜或減少同一電纜架內的走線數量 (實際長度限制及防止措施亦可參考變頻器原廠技術資料)。

2.5 低壓變頻器 (盤) 測試、送電及驗收

低壓變頻器盤測試、送電及驗收等作業除依照廠商使用說明書外，另須符合「FGES-T-EMC00 低壓配電盤設備規範」之要求。

2.5.1 測試前檢查

2.5.1.1 運轉前再次核對接線是否正確，尤其是輸入電源絕對不可錯接至變頻器的輸出端子，並確認所有接地端子是否有正確接地。

2.5.1.2 確認各端子間或暴露的帶電部位沒有短路或接地的異常狀況。

2.5.1.3 檢查所有接線端子均鎖緊無鬆動。

2.5.1.4 投入電源前，所有開關均處於 OFF 狀態，確保電源投入時，變頻器不會自行起動及不會發生異常情形。

2.5.1.5 確認電動機聯軸器沒有連接機械負載。

2.5.1.6 最後將上蓋復原後方可送電。

2.5.2 送電測試

2.5.2.1 送電後面板顯示無異常訊息。

2.5.2.2 送電後變頻器內部的冷卻風扇運轉正常。

2.5.2.3 變頻器出廠時，設定為面板操作模式，依下列步驟試運轉。

a. 送電後，確認面板顯示頻率值 60.00Hz。

b. 進行參數設定：參考使用手冊，依據實際運轉所需，正確設定參數。

c. 將運轉頻率設定為 5Hz 左右的低頻率。

d. 按運轉鍵，電動機正向運轉；接著操作使其反向運轉，然後停止運轉。

e. 確認下列事項：

① 電動機轉向是否正確

② 運轉是否平穩（無異常噪音、無異常振動）

③ 起動加速/停止減速是否平穩

f. 如以上確認事項均正常，則可提高頻率設定值繼續試運轉。試運轉階段若

台塑企業規範



低壓變頻器設備規範

一切正常，則可以連結機械負載正式使用。

g. 試運轉中如變頻器或電動機發現有異常狀況時，應立即停止運轉，並依使用手冊指示，確認發生原因及排除異常。電動機停止運轉後，變頻器輸入電源未關閉前，如碰觸變頻器的輸出端子則可能發生感電事故。變頻器斷電後因為內部有直流濾波電容器，需要經過一段時間後才會完全放電，為避免感電危險，應等到充電指示燈熄滅後或使用放電裝置（電阻器）加速排除電容器的殘餘電荷，再用三用電表量測電壓，確認電壓值小於 25Vdc 後才能開始作業。

h. 變頻器之 PWM 的載波頻率高低對電動機的影響，如表 2-3 所示。變頻器之功率模組 IGBT 的功率損耗與載波頻率有關，載波頻率越高，功率損耗越大，功率模組發熱量增加，對變頻器不利，而且對其他設備的干擾也越大。試車時須依據現場實際狀況，調整 PWM 的載波頻率，求取最佳平滑性之電流波形，使電動機之噪音降至最低，以及最小的雜訊干擾。

表 2-3 變頻器之 PWM 載波頻率高低對電動機的影響

載波頻率	運轉噪音	溫升	有效轉矩	絕緣破壞	電流波形
1k Hz	大	大	小	小	
8k Hz	↓	↓	↓	↓	↓
15k Hz	小	小	大	大	

註：1. 一般而言，電動機容量越大，載波頻率越低，以減少對其他設備的干擾。

2. 載波頻率越高，變頻器的熱損耗就越大，對其他設備的干擾也越大。

i. 變頻器盤驗收時若現場製程條件許可，宜實施滿載溫升試驗，以確認變頻器本體與變頻器盤之運轉溫度均符合規範要求。若因現場條件無法試到滿載，則當實際運轉至滿載時若盤體散熱不良，應要求廠商依請購合約要求無條件免費改善完成。

2.6 使用變頻器致電動機產生軸承電流之預防措施

2.6.1 軸承損壞原因說明

2.6.1.1 有些電動機安裝了變頻器以後，運轉了幾個月其軸承即損壞，損壞原因是因為高頻電流流經軸承所致。因為變頻器快速上升的電壓脈波及高的切

換頻率造成電流脈波流經軸承，並且持續的在軸承轉動路徑上放電導致逐漸地侵蝕，最終造成洗衣板狀的電蝕痕跡，如圖 2-20 所示。

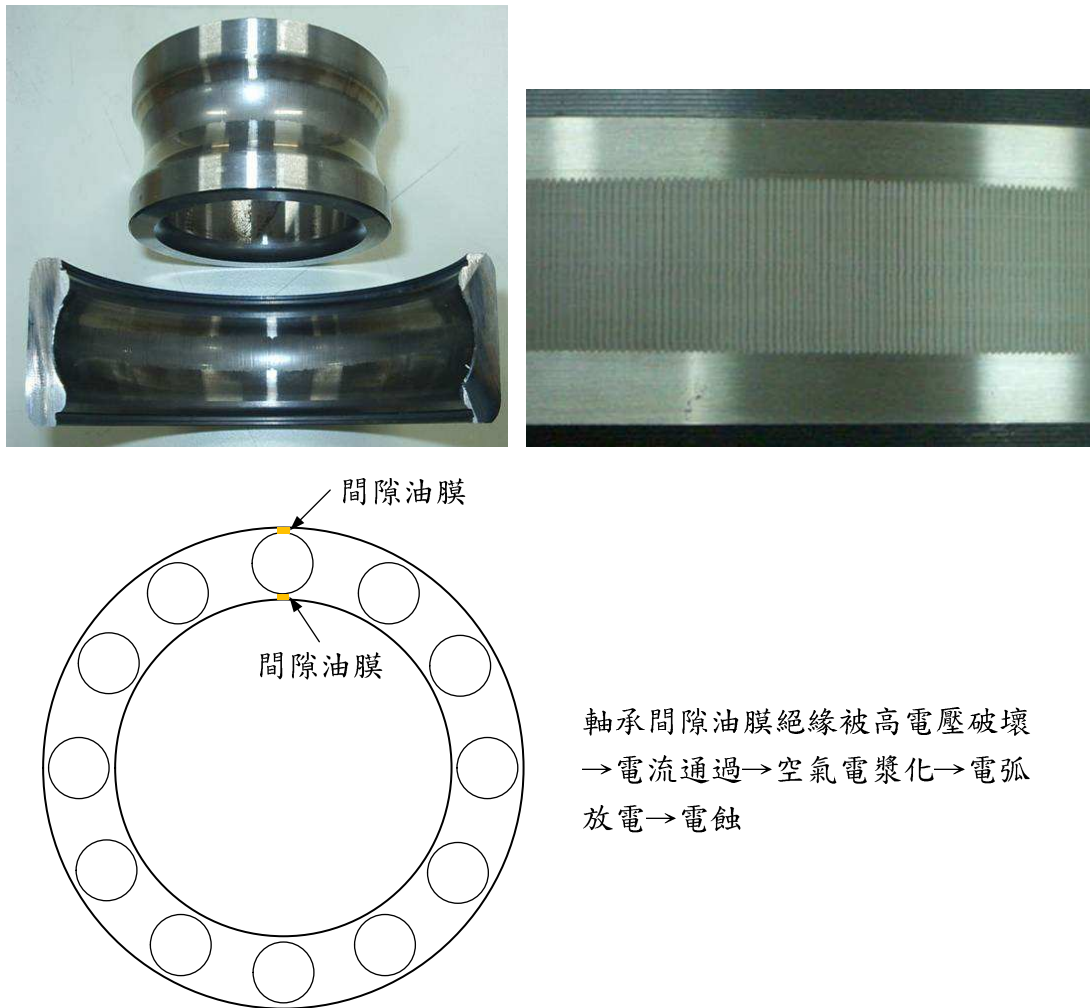


圖 2-20 軸承電流造成之洗衣板狀的電蝕痕跡

2.6.1.2 如何避免產生軸承電流

為了避免軸承損壞，應提供適當的接地路徑及讓雜散電流流回變頻器的框架（不可流經軸承）。使用對稱電動機電纜或變頻器輸出端加裝濾波器來降低雜散電流。或將軸承適當的絕緣以阻斷軸承電流。

2.6.2 高頻軸承電流如何產生

2.6.2.1 循環電流

大容量電動機，在定子上循環的高頻磁通量於轉子轉軸的兩端感應出高頻電壓。此磁通量的產生是因為沿著定子圓周其繞組與框架之間的非對稱電容性電流

洩漏所致。如果轉軸電壓高到（約 300mV）足以破壞軸承油膜的阻抗，則會形成轉軸→軸承→框架→軸承→轉軸之電流回路，此即為循環形式的高頻軸承電流，如圖 2-21 所示。

2.6.2.2 轉軸接地電流

電流洩漏至定子框架必須流回到變頻器，這就是轉軸接地電流的來源。任何流回路徑皆含有阻抗，如此一來電動機框架之電壓相較於變頻器電源的接地電位而言會增加，如果電動機轉軸經由驅動機械接地，而電動機框架電壓的增加被視為高於軸承，如果此電壓高到足以破壞驅動端軸承油膜的阻抗，部份的電流會流過驅動端軸承而回到變頻器，此即為轉軸接地形式的高頻軸承電流，如圖 2-21 所示。

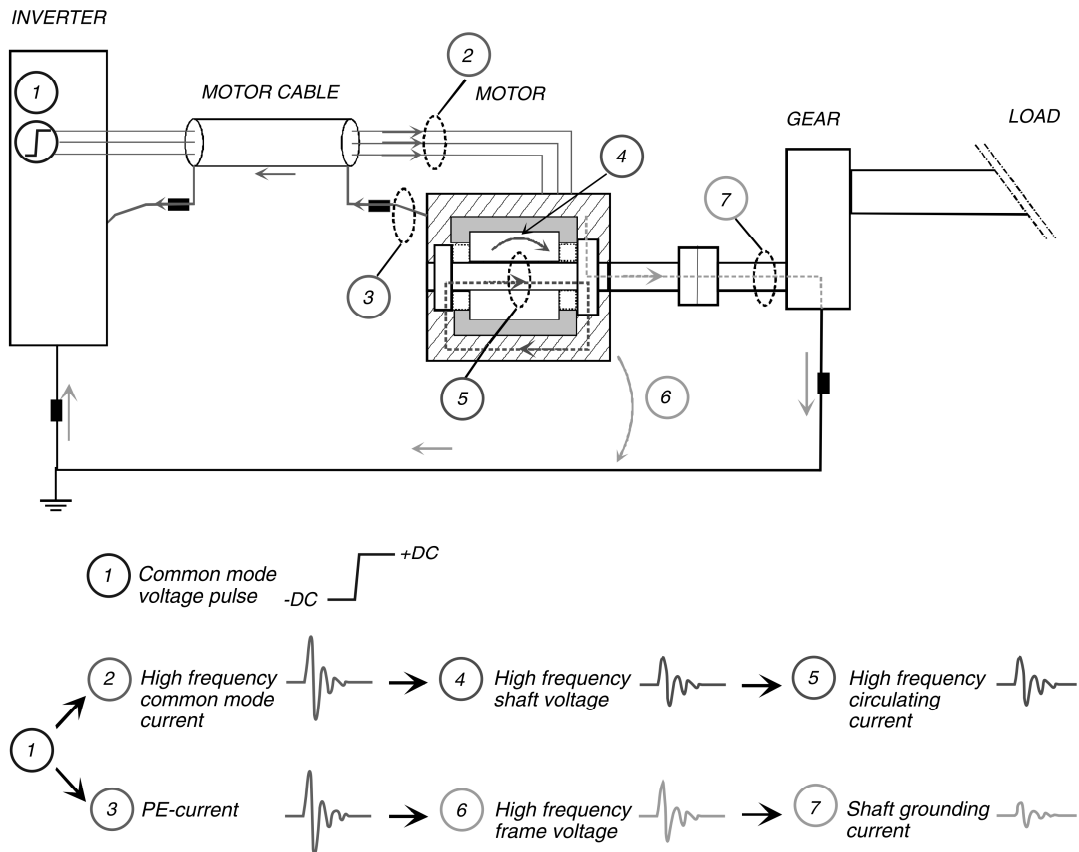


圖 2-21 循環電流與轉軸接地電流示意圖

2.6.2.3 電容性放電電流

小容量電動機，電動機共模電壓之內部電壓的部份若高於內部雜散電容的話，則可能造成轉軸電壓高到足以產生高頻軸承電流脈波。當電動機框架是標準的

保護接地而其轉軸沒有經由驅動機械接地，此情形就可能發生。

2.6.3 避免高頻軸承電流的破壞

有三種方法可以降低高頻軸承電流：電動機電纜適當的接線及遮蔽層接地、阻斷軸承電流回路及降低高頻共模電流。這些方法的目的是要降低軸承電壓到完全不會感應出高頻軸承電流脈波，或是降低脈波值至不會影響軸承壽命。不同形式的高頻軸承電流需要採取不同的對策。

2.6.3.1 電動機電纜適當的接線及遮蔽層接地

抑制所有高頻電流的基本作法就是適當的接地系統，標準的設備接地設計是在系統頻率故障時提供充份的低阻抗連接以保護人與設備，如果變頻器依循下列三要項安裝的話則在高的共模電流頻率下可以被有效地接地。

a. 多芯電動機電纜

使用對稱的多芯電動機電纜，在電纜內部其接地（保護接地，PE）導體的排列必須對稱以避免在基本波頻率產生軸承電流。PE 導體對稱有兩種方式可達成：三相芯線用一導體圍繞起來，或電纜包含對稱排列的三相芯線及對稱排列的三條接地導體，如圖 2-22 所示。

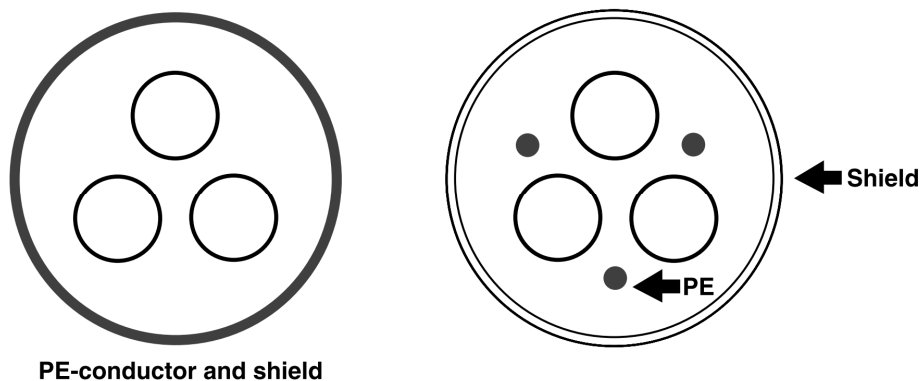


圖 2-22 具對稱芯線之電動機電纜

b. 短的低阻抗路徑

定義一個短的低阻抗路徑讓共模電流流回變頻器，最好及最簡單的方法是使用具遮蔽的電動機電纜，此遮蔽層必須連續及其材質是良好的導體，例如銅或鋁。及此電纜兩末端之遮蔽層須 360° 接地連接，如圖 2-23、圖 2-24、圖 2-25 所示。

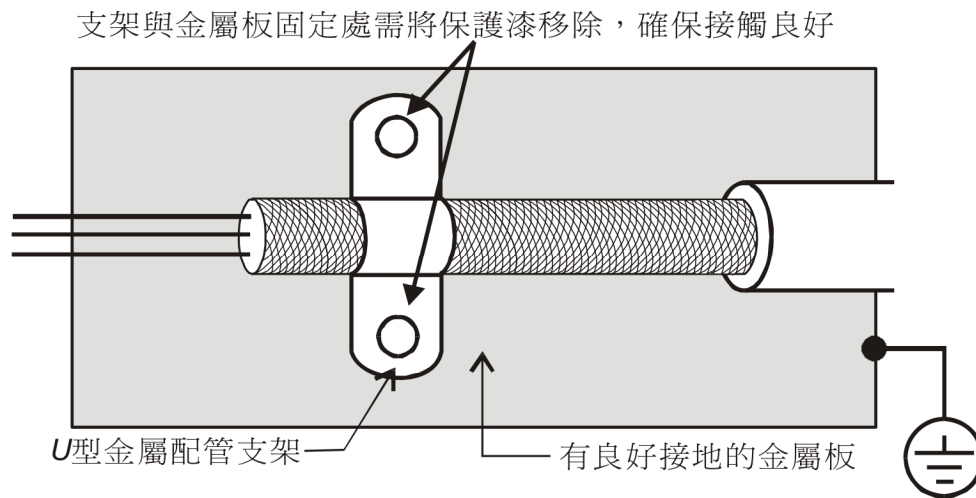


圖 2-23 遮蔽層必須以最短路徑及最大接觸面積(360°)接地

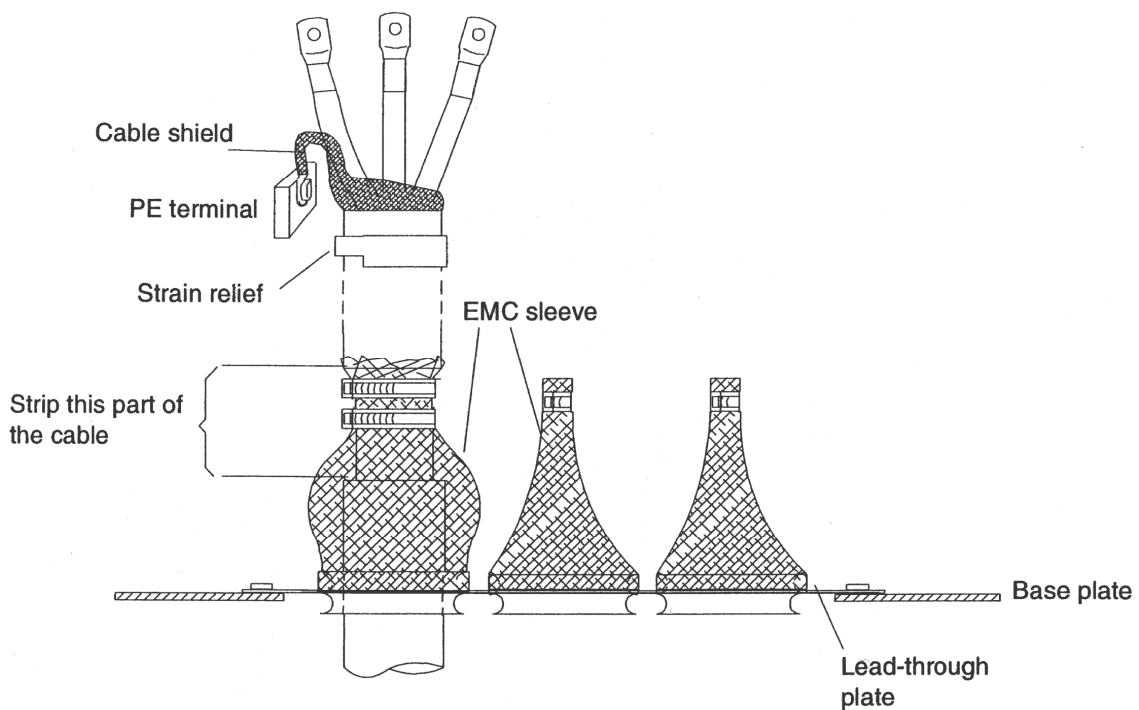


圖 2-24 歐洲的電纜接線系統，末端遮蔽層 360° 接地連接。此遮蔽層盡可能短的連接到 PE 端子，介於 EMC sleeve 與電纜遮蔽層之間為了做出 360° 高頻接地連接，電纜外部絕緣必須剝除。

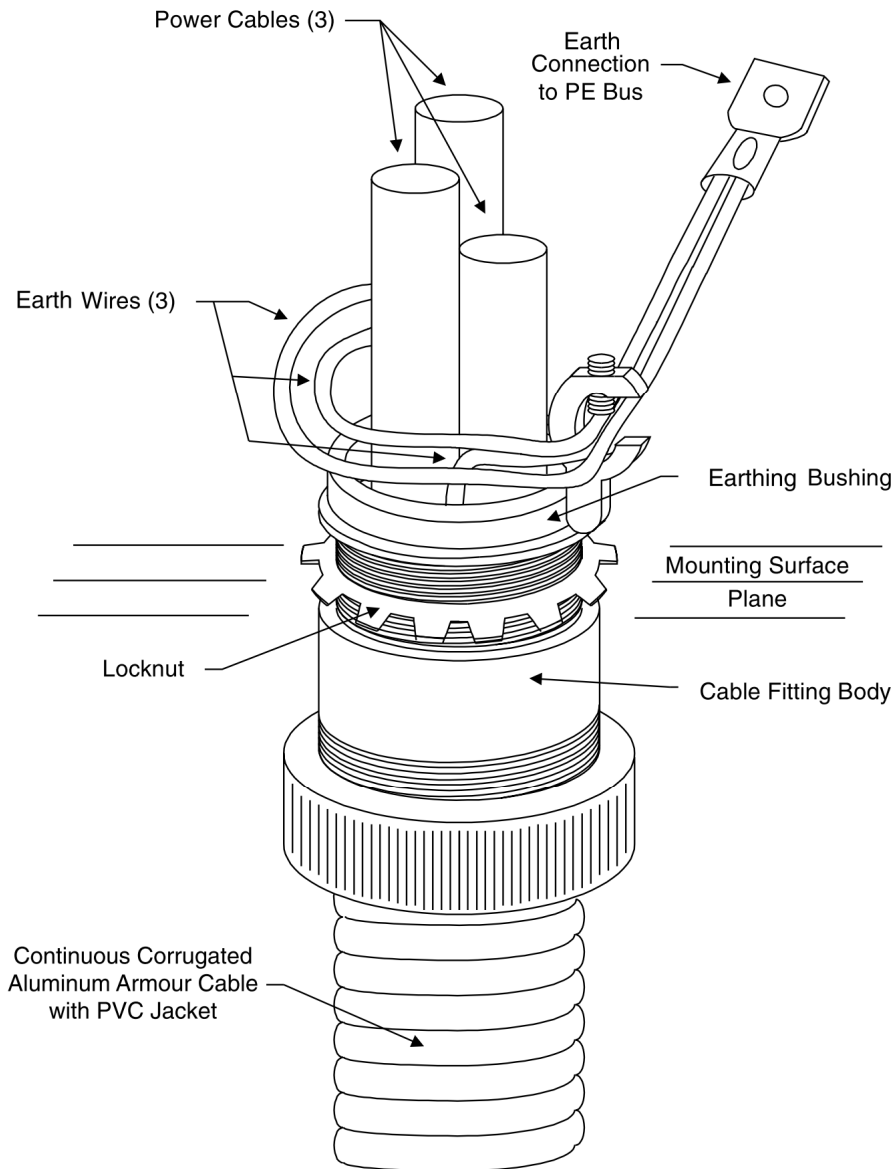


圖 2-25 美國的電纜接線系統，末端遮蔽層 360° 接地連接。在電動機電纜兩末端為了讓鎧裝或導線管有效地連接到接地線，接地套管(earthing bushing)必須使用。

c. 高頻搭接 (bonding connections)

在設備與已知的接地參考點之間使用 50~100mm 的編織軟銅帶做高頻搭接，將有影響的部份使其等電位，平面導體產生的電感低於圓形電線。變頻器的接地電位點與電動機之間無連接的話，就必須實施此高頻搭接。除此之外，電動機框架與驅動機械之間需要做等電位搭接，將流經電動機與驅動機械軸承的電流路徑旁路。

2.6.3.2 阻斷軸承電流回路

使用絕緣軸承以阻斷軸承電流回路，如圖 2-26 所示。

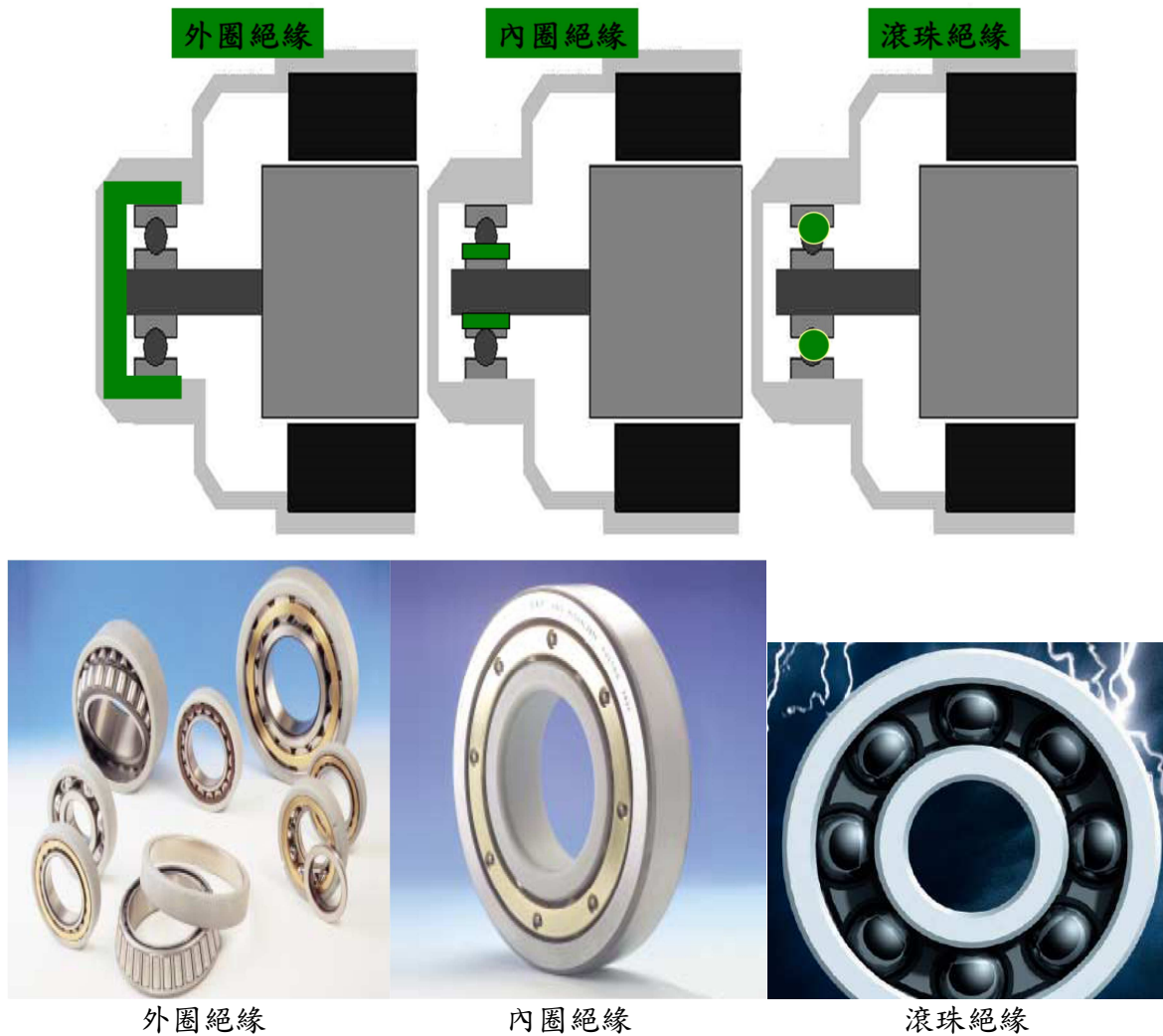


圖 2-26 絕緣軸承的種類

2.6.3.3 降低高頻共模電流

a. 轉軸接地

轉軸安裝接地碳刷（危險區域不可安裝接地碳刷）以確保轉軸電壓與大地電位相同，接地碳刷須與轉軸接觸良好，並且確實接地，以避免產生軸承電流，如圖 2-27 所示。或可採用接地環及接地軟銅帶的方式，此方法可減少接地不良的發生，如圖 2-28 所示。



圖 2-27 電動機轉軸安裝接地碳刷

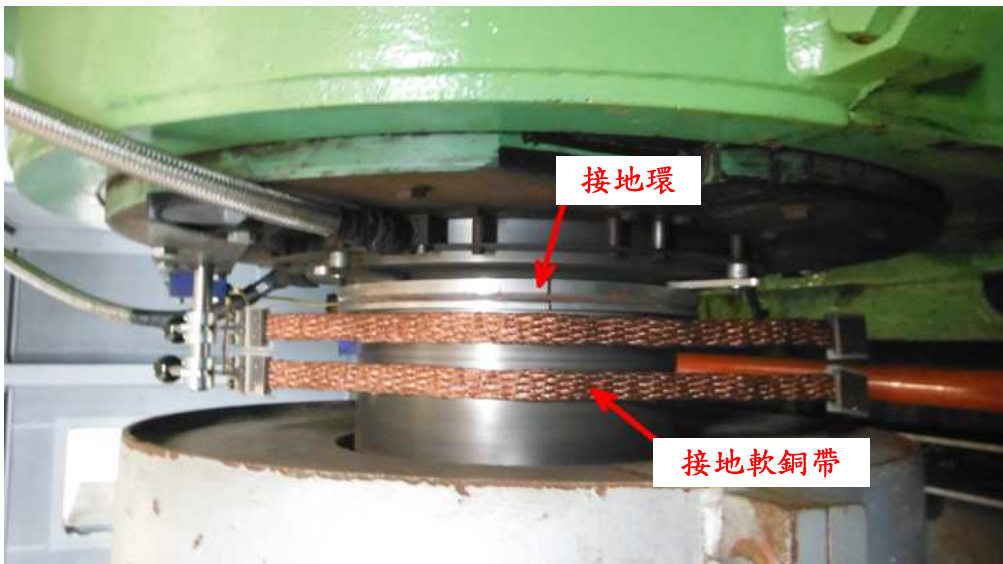


圖 2-28 電動機轉軸安裝接地環及接地軟銅帶

- b. 使用專用的濾波器可以降低高頻共模電流。

台塑企業規範
低壓變頻器設備規範

附表二 低壓變頻器定期保養記錄表

公司： 廠(處)： 盤名： 日期：

部位	項次	保養項目	基準	數據/檢查結果	保養週期	備註
盤體	詳「FGES-T-EMCOO 低壓配電盤設備規範」					
變頻器	1	散熱片清潔	變頻器散熱片乾淨無灰塵		配合定檢	
	2	冷卻風扇清潔	本體之冷卻風扇乾淨無灰塵或更新風扇			
	3	接線檢查	1. 電纜(線)與端子無過熱變色，端子鎖緊無鬆脫。 2. 變頻器內部接線端子台絕緣間隔片外觀無破損			
	4	電路板檢查	電路板乾淨無灰塵，零件無過熱變色、無銹蝕。			
	5	電容器檢查	直流濾波電容器無漏液、無變色、無膨脹。			
	6	設定參數檢查	設定值與設定參數表一致			
備註						

- 1.檢查結果：正常✓、異常X、未運轉△；異常已修復完成於備註欄內說明。
- 2.檢查時有明確數據者，須記錄檢查數據。
- 3.若有異常時，檢查人員應於備註欄說明異常情形(異常部位、異常狀況、處理方式)，保養主管須說明後續處理方式(如開立修復單、修復單編號)及預定完成日期。
- 4.本記錄表應與製造廠商檢討確認，不足部份應補充增加保養項目。

主管：

檢查人員：