

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

HIWIN[®]

MM01UC01-2006

4b885673e10bbc
線性馬達操作說明書

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

線性馬達

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

操作說明書

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

修訂紀錄

發行日期	版次	適用產品	更新內容
2020/06	V1.0	LM 全產品	新版發行
2021/01	V1.1	LM 全產品	增加 LMSA-Z、LMFP 馬達系列 增加延長線安裝建議 增加 LMSA-Z、LMC、LMT、LMFP 接頭腳位

目錄

目錄.....	3
1. 線性馬達安裝前注意事項.....	1
1.1 使用前注意事項.....	2
1.2 安全提示和安全符號說明.....	2
1.3 安全使用規範.....	4
1.3.1 用途.....	6
1.3.2 線路注意事項.....	6
1.3.3 保養存放注意事項.....	7
1.4 馬達 IP 等級.....	8
1.5 馬達標籤.....	8
2. 線性馬達介紹.....	9
2.1 線性馬達簡介.....	10
2.2 線性馬達組成.....	10
2.2.1 鐵心式線性馬達(LMSA/LMSA-Z/LMSS)組成.....	10
2.2.2 水冷式線性馬達(LMFA/LMFP)組成.....	12
2.2.3 無鐵心式線性馬達(LMC)組成.....	14
2.2.4 棒狀線性馬達(LMT)組成.....	15
2.3 水冷式線性馬達冷卻系統.....	17
2.3.1 LMFC 動子精密水冷.....	18
2.3.2 LMFC 定子精密水冷.....	18
2.4 溫度感測器.....	19
2.4.1 PTC 溫度感測器.....	19
2.4.2 Pt1000 溫度感測器.....	20
2.4.3 KTY84 溫度感測器.....	21
2.4.4 溫度感測器保護.....	21
3. 馬達性能與水冷馬達冷卻系統設計.....	22
3.1 線性馬達選用.....	23
3.2 鐵心式線性馬達連續推力、吸力 vs 氣隙.....	24
3.2.1 LMSA 系列.....	24
3.2.2 LMFA 系列.....	27
3.2.3 LMSC 系列.....	33
3.3 環境溫度與連續推力.....	34
3.4 馬達熱計算.....	36
3.4.1 馬達熱損失.....	36
3.4.2 連續操作溫度.....	36
3.4.3 熱時間常數.....	37
3.5 冷卻系統計算.....	39
3.6 冷卻機選用.....	41
4. 馬達機構介面.....	45
4.1 鐵心式線性馬達組裝介面.....	46

4.1.1	LMSA 線性馬達系列	47
4.1.2	LMFA 水冷式線性馬達系列	48
4.1.3	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列	52
4.1.4	LMSS 線性馬達系列	53
4.2	無鐵心式線性馬達(LMC)機構安裝介面	54
4.3	棒狀線性馬達(LMT)機構安裝介面	55
4.4	動子並聯設計	60
4.4.1	LMSA 線性馬達系列	61
4.4.2	LMFA 水冷式線性馬達系列	62
4.4.3	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列	63
4.4.4	LMSS 線性馬達系列	64
4.4.5	LMC 無鐵心線性馬達系列	65
4.4.6	LMT 棒狀線性馬達系列	68
4.5	LMFA/LMFP 水冷馬達冷卻管路設計	71
4.6	LMFA/LMFP 水冷馬達搭配 LMFC 精密水冷流道設計	73
4.7	水冷馬達流道使用材料	77
4.8	水冷馬達冷卻液	77
5.	馬達組裝	78
5.1	鐵心式線性馬達安裝	79
5.1.1	定子拿取注意事項	79
5.1.2	動定子安裝注意事項	81
5.1.3	LMSC 動定子安裝注意事項	86
5.2	無鐵心式線性馬達安裝	92
5.2.1	LMC 動定子安裝注意事項	92
5.2.2	LMT 動定子安裝注意事項	94
5.3	水冷式線性馬達水冷系統安裝	96
5.3.1	動定子精密水冷安裝	96
5.3.2	水冷馬達快速接頭安裝	98
5.3.3	精密水冷馬達快速接頭安裝	99
6.	馬達配件與電源線選用	100
6.1	電源電纜線標準出線型式	101
6.2	接地保護建議施工方式	101
6.2.1	無鐵心式線性馬達接地保護建議施工方式	102
6.3	延長線安裝建議施工方式	103
6.4	接頭選用及腳位圖	105
6.5	過溫保護配置與腳位圖	109
6.6	霍爾感測器	110
6.6.1	霍爾感測器安裝說明	114
6.6.2	霍爾感測器螺絲選用	115
6.7	霍爾編碼器	116
6.7.1	霍爾編碼器編碼說明	117
6.7.2	霍爾編碼器特性規格	118

1. 線性馬達安裝前注意事項

1.	線性馬達安裝前注意事項.....	1
1.1	使用前注意事項.....	2
1.2	安全提示和安全符號說明.....	2
1.3	安全使用規範.....	4
1.3.1	用途.....	6
1.3.2	線路注意事項.....	6
1.3.3	保養存放注意事項.....	7
1.4	馬達 IP 等級.....	8
1.5	馬達標籤.....	8

1.1 使用前注意事項

使用產品前請詳閱本說明書。本公司對未依照本說明書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。

■ 裝有心臟節律器者，禁止使用產品。

■ 無相關產品使用經驗者，必須交由專業人員進行。

停產通知：LMS 與 LMF 系列於 2016 年 4 月起停止銷售，原 LMS 系列由 LMSA 系列替代，原 LMF 系列則由 LMFA 系列替代。

1.2 安全提示和安全符號說明

安全提示使用表示，以及特定風險符號表。

使用以下符號以及風險級別：



危險

危險!

不遵守安全提示將導致嚴重人身傷害甚至死亡



警告

危險!

不遵守安全提示將導致嚴重傷害或死亡

注意

危險!

不遵守安全提示可能造成財產損失或環境汙染

以下為手冊使用之特定風險符號：

Warning and prohibition signs

	帶有植入式心臟設備者不得進入		有毒環境
	警告		小心夾手
	高壓危險		高溫危險
	強磁危險		

1.3 安全使用規範

⚠ 危險

永久磁場會導致死亡風險

當永久磁鐵靠近馬達時，即便馬達斷電，也可能會使有帶醫療植入物的人處於危險之中。定子組合具有強大磁場，使用必須謹慎處理，否則可能導致人員受傷以及定子損壞。



- ▶ 定子拆裝作業時，須避免導磁性金屬物件靠近，並特別注意手部夾傷的風險，務必謹慎處理。
- ▶ 機台運轉時，禁止觸摸動、定子組合。
- ▶ 為避免影響裝有心臟節律器或金屬植入物的人員，請至少與永久磁場距離 500mm。(依據 2013/35/EU，有 0.5mT 的靜磁場觸發值)

⚠ 警告

線性馬達組裝風險

定子永久磁鐵有壓碎風險

在可磁化的材料上，定子吸引力明顯增加。

靠近定子會有壓傷之風險。



定子的吸引力為 KN，例如吸引力為 100kg 的磁力，足以使人員受傷。

- ▶ 組裝和操作時，必須交由專業人員進行。
- ▶ 組裝時，盡可能避免使用導磁性工具。
- ▶ 定子組合鎖固前，請人員務必將強磁標籤貼附於明顯處，避免人員受傷。
- ▶ 拿取定子時，不可直接利用蓋板邊緣拿取，否則可能會造成人員受傷或定子損壞。
- ▶ 切勿同時拆開多組定子組合
- ▶ 切勿在無防護措施下，將定子組合彼此相鄰放置。

⚠ 警告

線性馬達操作風險

操作錯誤或故障，可能造成馬達過熱，引起火災、冒煙，導致嚴重傷害或死亡。

過高的溫度會損壞馬達，並導致更多故障以及使馬達壽命縮短。



- ▶ 機台運轉時，請特別注意操作溫度須於規定範圍內。
- ▶ 機台停止運轉後，須將欲拆除之動子組合靜置至室溫 25°C 後，再進行拆除作業，以避免燙傷。
- ▶ 機台運轉時，當偵測到任何異常的味道、噪音、煙霧、熱氣或是振動，請立即停止運轉並關閉電源。

警告**表面高溫導致人員受傷**

馬達運轉中，表面溫度升高，觸摸馬達表面可能導致灼傷。



- ▶ 機台運轉時，請特別注意操作溫度須於規定範圍內。
- ▶ 開始作業前，先讓馬達冷卻。並請勿施加超過動子組合規定之最大連續電流。
- ▶ 做好適當人員保護，例如：手套。

注意**線性馬達組裝風險**

電場或靜電放電會損壞元件，造成電路或設備故障。

- ▶ 磁性資料存取裝置和精密機械儀器等（如攜帶手錶、信用卡、敏感物...），請勿靠近本產品，以免導致物件損壞。
- ▶ 針對 ESD（靜電放電）必須採取必要的預防措施。（如手套、鞋...等）。
- ▶ 拿取或放置動子組合時，請勿拖曳線材。
- ▶ 電纜線部分不可有損壞或擠壓，否則易觸電。
- ▶ 請確認馬達運行過程中電纜線不會干涉到其他物件（建議使用拖鏈），並注意電纜線是否有足夠之彎曲半徑，以避免電纜線壽命降低。

注意**產品注意事項**

產品外觀說明，避免因不當拆卸而造成損壞。

- ▶ 定子表面使用無塵室專用擦拭布沾酒精（95%工業用酒精）擦拭乾淨，建議每三個月一次；若為發塵較大之機台設備（如 PCB 成形機或鑽孔機...等），則建議每兩週一次。
- ▶ 動定子產品如在注膠面有些許斑點，屬於環氧樹脂沉澱現象，不影響產品性能。
- ▶ 產品發生異常狀況，請勿自行處理。請交由本公司合格技術人員維修或送回本公司處理。
- ▶ 擅自更換零件及拆解，將造成動、定子受損，本公司將不負任何損壞、意外或傷害之責任。
- ▶ 本產品自出廠日起一年內為有效的保固期，於此期間因不當使用（請參閱本說明書之注意與安裝事項）或自然天災所造成的產品損壞，本公司不負責免費更換及維修產品之責任。

■ 當拿取或置放產品時，請勿只使用電纜拖拉移動。

■ 請勿使產品受到衝擊。

■ 確保產品在額定負載下使用。

■ 依據 IEC60034-5 標準，HIWIN 線性馬達產品具備 IP 防護等級。（參照 1.4 節）

■ 依據 IEC60085 標準，HIWIN 線性馬達產品的熱等級為 F。

1.3.3 保養存放注意事項

警告

產品注意事項

若使用錯誤方式處理元件(特別是永久磁鐵)，則可能導致嚴重傷害、財產損失甚至死亡。

- ▶ 產品損壞處置方式，請根據當地法規進行回收。
- ▶ 相關處置方式，請參閱第八章。

在存儲 HIWIN 線性馬達時，必須遵守以下說明：

- 任何金屬物品請勿靠近本產品，以免導致物件損壞。
- 定子必須分開並包裹在非磁性保護裝置中。保護層厚度須超過 40 mm (例如保麗龍)。
- 產品應存放在原始包裝中，並水平放置，請勿直立放置。
- 產品請勿互相堆疊。
- 請注意馬達電纜線請勿放置於馬達下方。
- 若長期存放或在熱帶國家中，建議使用防銹包裝本產品。

操作環境	溫度	0~40°C
	相對溼度	5~85%
儲存環境	溫度	-5°C~40°C
	相對溼度	5~85%
海拔高度		1000M 以下
溫度變化速度		最大 0.5K/min
凝露		不允許
結冰		不允許

1.4 馬達 IP 等級

線性馬達使用 IEC 馬達標準來定義馬達防護等級。IP□□的第一數字代表防塵等級，等級 6 為無塵保護。第二數字代表防水等級，等級 0 為無特別保護，等級 5 為防噴水，等級 6 為防大浪。

■ 各規格馬達 IP 等級

馬達規格	等級
LMSA	IP60
LMFA	IP60
LMFP	IP65
LMC	IP60
LMSS	IP60
LMT	IP66

1.5 馬達標籤

■ 馬達標籤資訊(範例)

HIWIN MIKROSYSTEM CORP.




LMSA12(5M)
S/N:510MXXXXXXXXXXXXXX

Cont. Force:	205 N	Max. DC Bus:	750 Vdc
Peak Force:	579 N	V max @ Fcont.:	11.7 m/s
Cont. Current:	9.0 Arms	V max @ Fpeak:	7.3 m/s
Peak Current:	12.7 Arms	Mass of motor:	12.9 kg
Rate Power:	4.51 kW		

Temp. Sensor:PTC120

IP 00 Insulation Class:F

No.6, Jingke Central Rd., Precision Machinery Park,
Taichung 40852, Taiwan




MADE IN TAIWAN

2. 線性馬達介紹

2.	線性馬達介紹	9
2.1	線性馬達簡介	10
2.2	線性馬達組成	10
2.2.1	鐵心式線性馬達(LMSA/LMSA-Z/LMSS)組成	10
2.2.2	水冷式線性馬達(LMFA/LMFP)組成	12
2.2.3	無鐵心式線性馬達(LMC)組成	14
2.2.4	棒狀線性馬達(LMT)組成	15
2.3	水冷式線性馬達冷卻系統	17
2.3.1	LMFC 動子精密水冷	18
2.3.2	LMFC 定子精密水冷	18
2.4	溫度感測器	19
2.4.1	PTC 溫度感測器	19
2.4.2	Pt1000 溫度感測器	20
2.4.3	KTY84 溫度感測器	21
2.4.4	溫度感測器保護	21

2.1 線性馬達簡介

線性馬達可區分成有鐵心式及無鐵心式線性馬達，鐵心式線性馬達擁有較大推力，而無鐵心式線性馬達較為輕巧，擁有較佳的動態特性。馬達與負載間沒有任何傳動機構，可直接驅動負載，除機構更為簡單外，也擁有出色的動態響應；此外，線性馬達為非接觸之設計，不會產生磨耗，因此可提供更高的精度，也可減少保養及維護；線性馬達的定子採用模組拼接的方式，可以無限拼接，行程長度不受限制。

2.2 線性馬達組成

2.2.1 鐵心式線性馬達(LMSA/LMSA-Z/LMSS)組成

LMSA/LMSA-Z/LMSS 產品為鐵心式馬達，動子由鐵心、線圈、封裝膠組合而成，因為鐵心與磁鐵交互作用，此系列馬達具頓力、動定子間吸引力的影響，在設計動子安裝座時，需納入考量；此產品適合應用在高加減速場合。如：移載/搬運設備、數位印刷、3D 列印、PCB 鑽孔機、輕型加工機等。

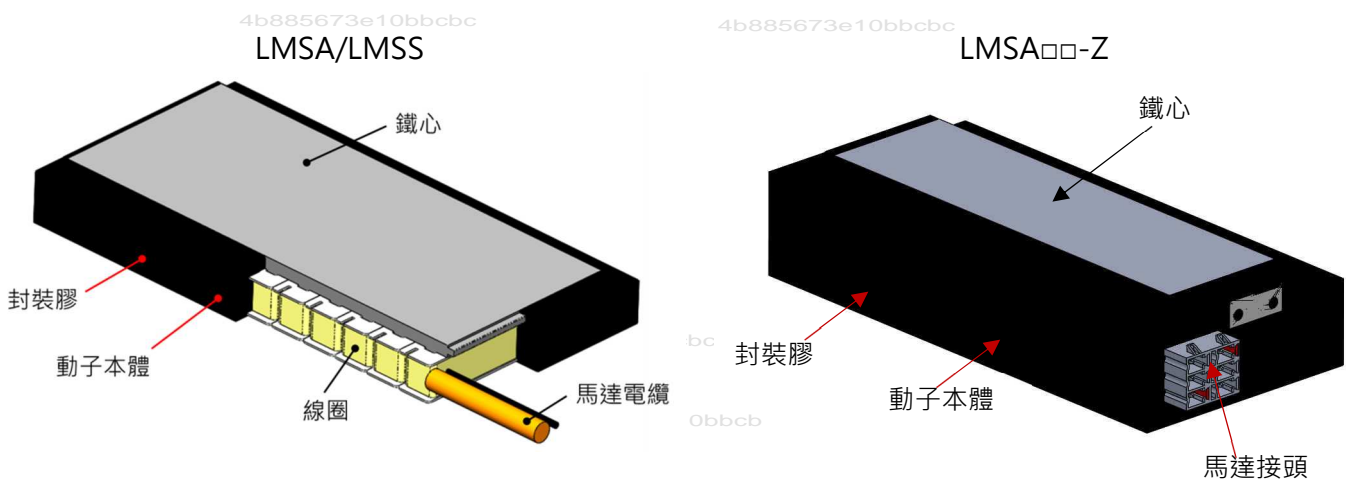


圖 2.2-1 動子組成

線性馬達操作說明書

LMSA/LMSA-Z/LMSS 定子從上視看是一方形的結構，客戶可依產業應用，選擇蓋板式或注膠式版本，另外，也可將定子作為移動部使用。

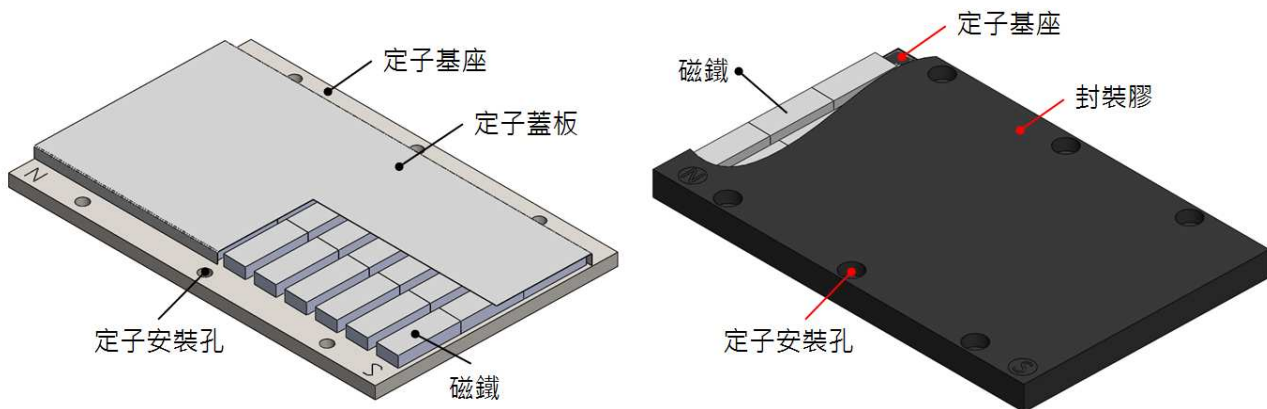
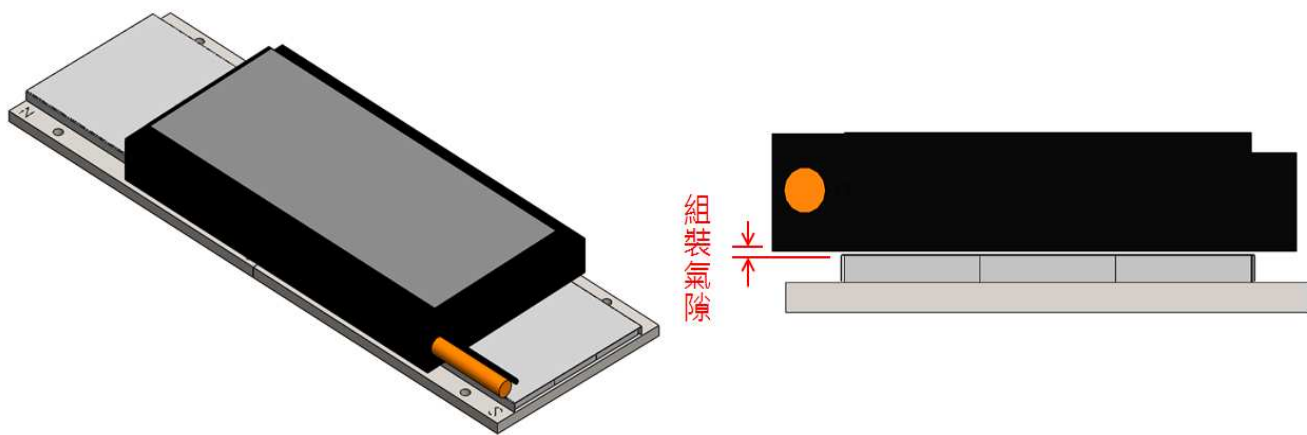


圖 2.2-2 定子組成

在安裝馬達時需注意動定子間組裝氣隙，鐵心式線馬氣隙對性能之關係，可參照手冊 3.2 章說明。馬達動定子安裝規範可參照手冊 5.1 章說明，由於動定子間具強力的磁吸力，請勿任意拆卸定子以及靠近鐵磁性物質以免發生危險，另外，定子拼裝的長度需大於動子長度，否則會有不可預期的風險。

LMSA/LMSS



LMSA-Z

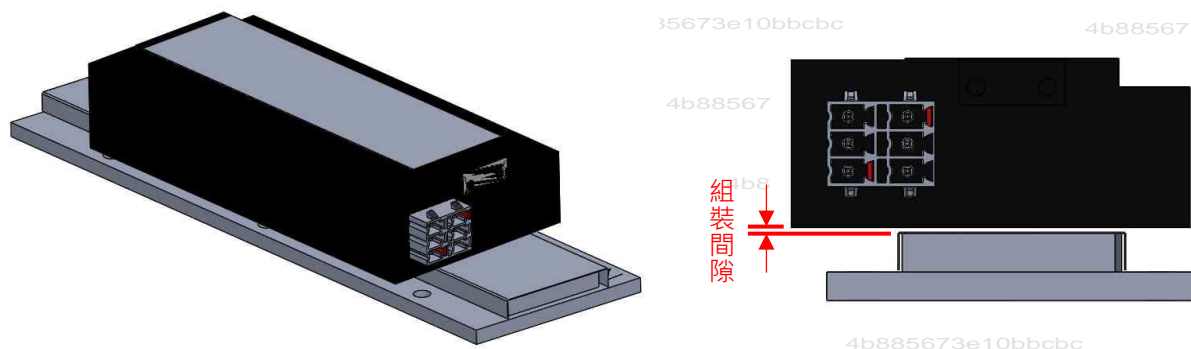


圖 2.2-3 動定子組成

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc

2.2.2 水冷式線性馬達(LMFA/LMFP)組成

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc

LMFA/LMFP 產品為鐵心式水冷馬達，動子由鐵心、動子基座、線圈、水冷銅管和封裝膠組合而成，因為鐵心與磁鐵交互作用，此系列馬達具頓力、動定子間吸引力的影響，在設計動子安裝座時，需納入考量；此產品透過冷卻系統來提高馬達性能，適合應用在重負載場合。如：移載/搬運設備、PCB 鑽孔機、加工機、磨床等。

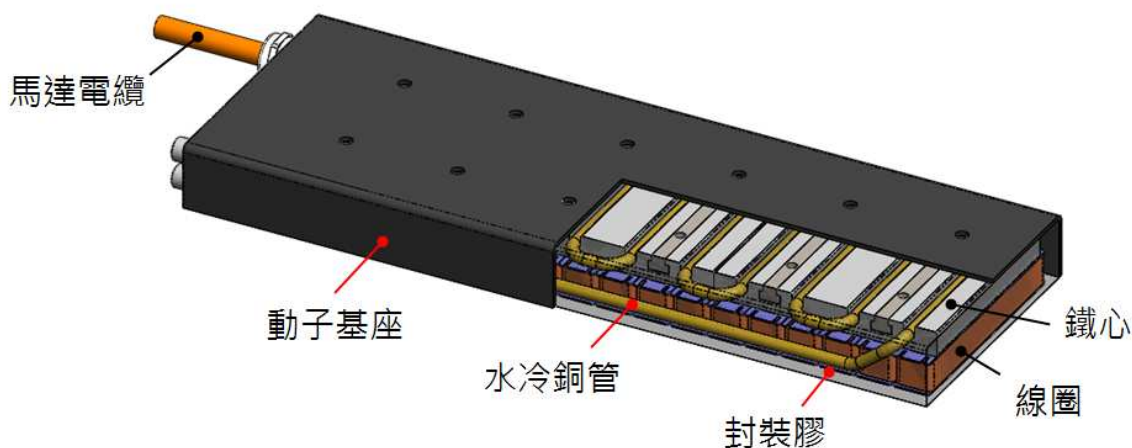


圖 2.2-4 動子組成

LMFA/LMFP 定子從上視看是一方形的結構，客戶可依產業應用，選擇蓋板式或注膠式版本。

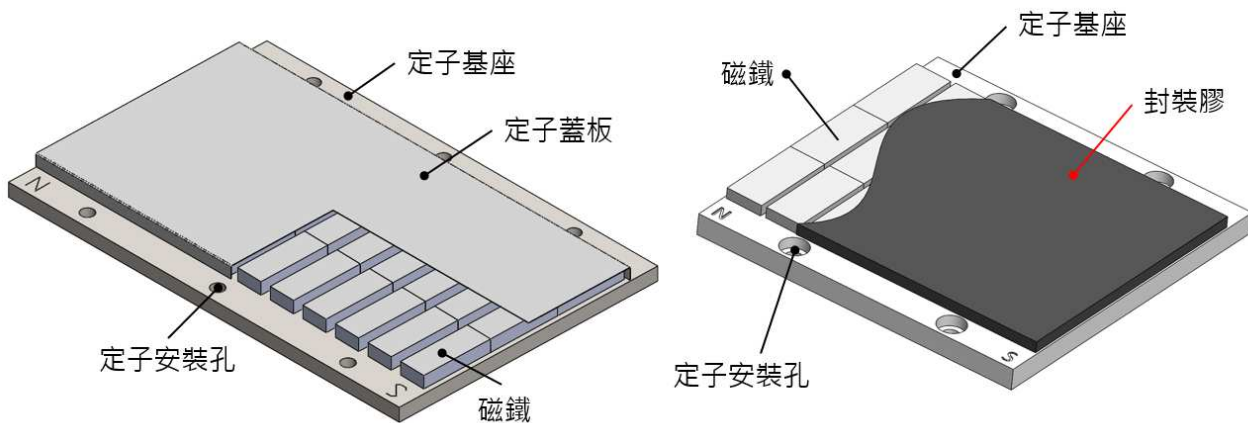


圖 2.2-5 定子組成

線性馬達操作說明書

在安裝馬達時需注意動定子間組裝氣隙，鐵心式線馬氣隙對性能之關係，可參照手冊 3.2 章說明。馬達動定子安裝規範可參照手冊 5.1 章說明，由於動定子間具強力的磁吸力，請勿任意拆卸定子以及靠近鐵磁性物質以免發生危險，另外，定子拼裝的長度需大於動子長度，否則會有不可預期的風險。

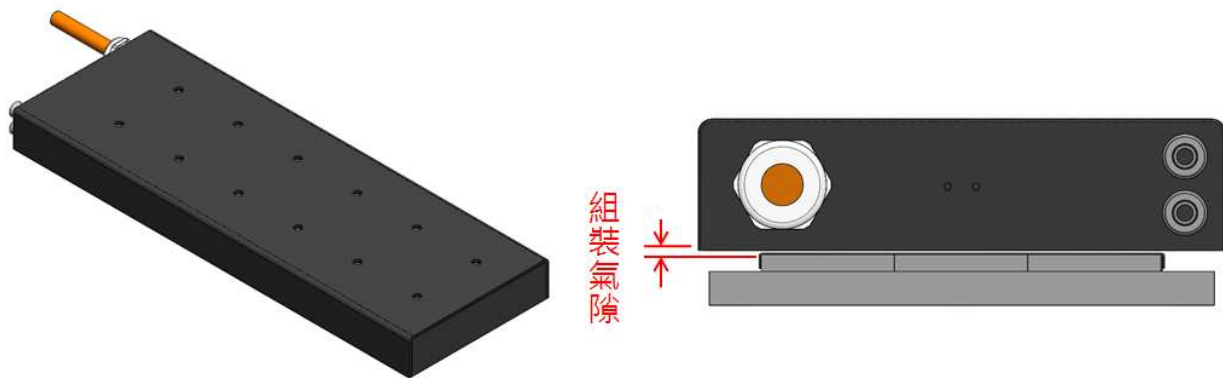


圖 2.2-6 動定子組成

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc

2.2.3 無鐵心式線性馬達(LMC)組成

LMC 產品為無鐵心式馬達，由圖 2.2-7 的動子組成圖中可以瞭解動子內部不含鐵心，僅由線圈、動子基座和封裝膠組合而成。因為無鐵心構造，此系列馬達具無頓力、動定子間吸引力、低慣量的特性。適合應用在高速輕負載、極低速度漣波和低磁場散逸要求的場合。如:光學檢測設備、掃描式電子顯微鏡設備等。

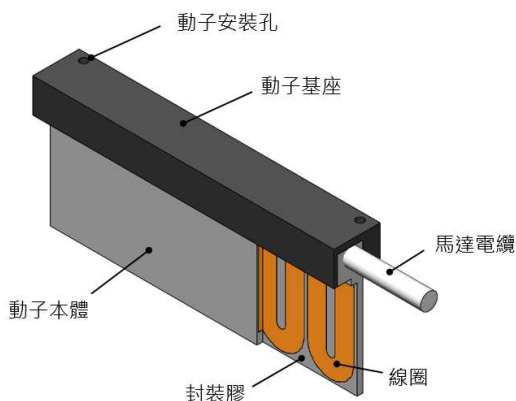


圖 2.2-7 動子組成

LMC 定子從側邊看是一 U 形的結構，是由基座以及兩列磁鐵組成如圖 2.2-8。因為磁鐵用量較鐵心式線馬多導致整體重量比動子重，因此不建議客戶將定子作為移動部使用。

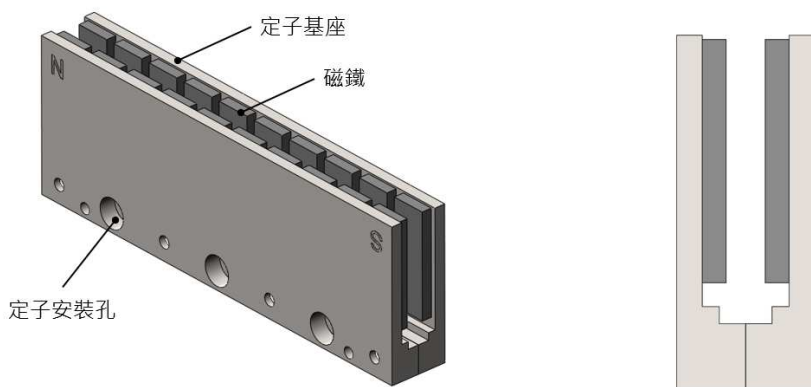


圖 2.2-8 定子組成

LMC 定子 U 形結構空缺處是為了讓動子在定子間作動，在安裝馬達時需注意動定子間組裝間隙，如圖 2.2-9 所示。馬達動定子安裝規範可參照手冊 5.2 章說明。由於定子使用的磁鐵具強力的磁吸力，請勿任意拆卸定子以及靠近鐵磁性物質以免發生危險。

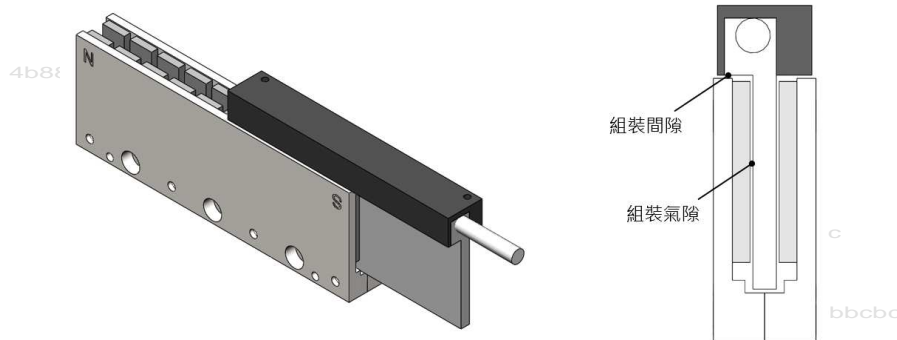


圖 2.2-9 動定子組合

2.2.4 棒狀線性馬達(LMT)組成

本公司 LMT 系列產品為無鐵心式棒狀馬達，由於無鐵心的構造使馬達特性與 LMC 系列特性一致，具無頓力、動定子間吸引力、低慣量的特性。動子組成如圖 2.2-10 所示，結構內無鐵心構造。LMT 與 LMC 不同之處是其結構較為緊湊、簡單且外形近似螺桿線性機構，使得維護容易且可提升機架空間利用率。針對客戶螺桿線性機構切換成直驅線性機構可說是最佳的選用方案。常用的應用如：光學檢測設備、工具機線切割設備、掃描電子顯微鏡設備、食品自動化設備和醫療自動化等產業。

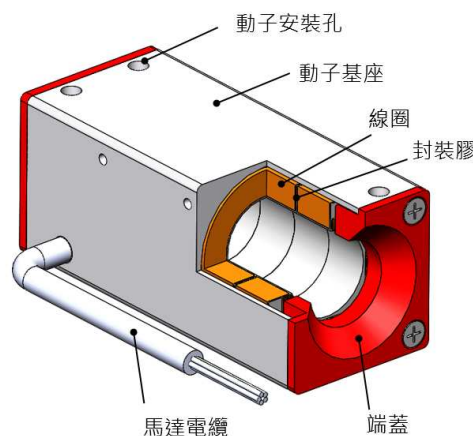


圖 2.2-10 動子組成

4b885673e10bbc LMT 定子外觀為一封閉的圓棒，是由定子外管與磁鐵組成，如圖 2.2-11 所示。在安裝馬達時需注
 4b885673e10bbc 意動定子間組裝間隙，如圖 2.2-12 所示。馬達動定子安裝規範可參照本手冊 5.2 章說明。由於定
 4b885673e10bbc 子使用的磁鐵具強力的磁吸力，請勿任意拆卸定子以及靠近鐵磁性物質以免發生危險。

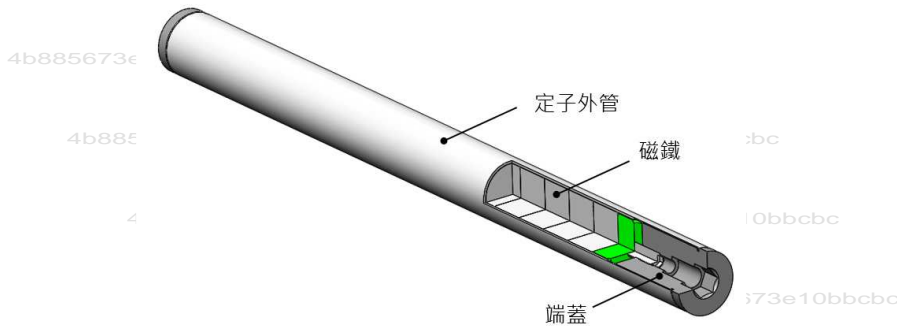


圖 2.2-11 定子組成

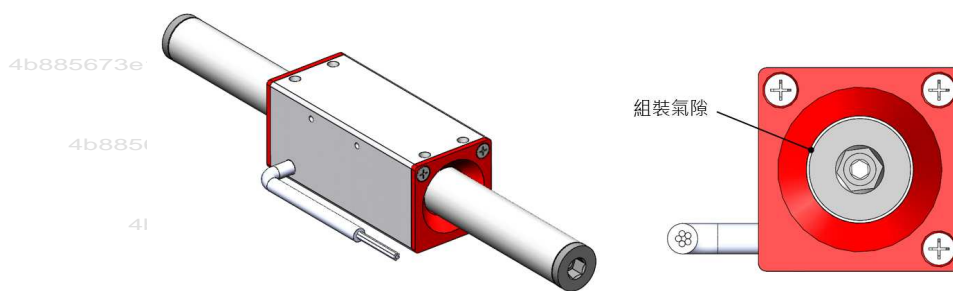


圖 2.2-12 動定子組合

2.3 水冷式線性馬達冷卻系統

HIWIN LMFA/LMFP 系列馬達可採用內部水冷來達到最佳之馬達效能，除內部水冷之外，LMFA/LMFP 系列馬達亦可以選配 LMFC 精密水冷配件，藉由提高熱交換面積與隔絕來自馬達的熱傳遞，大幅度降低客戶機台的溫度，溫度分佈比較如圖 2.3-1 所示，實現高精度的應用需求。其構造如圖 2.3-2。

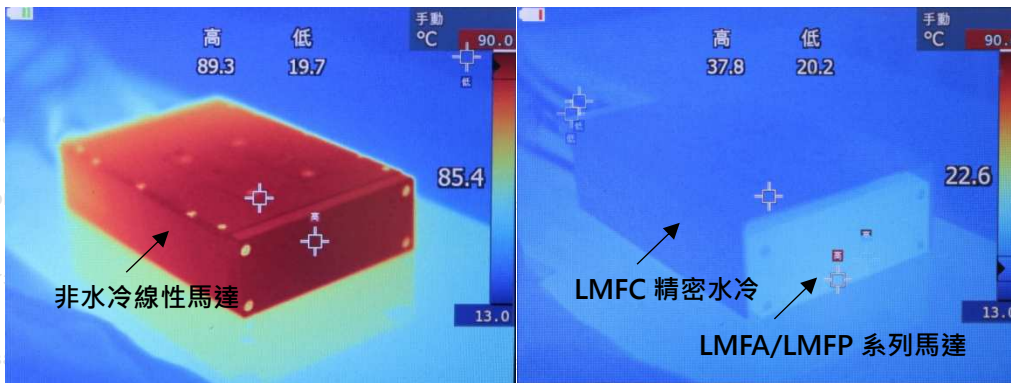


圖 2.3-1 溫度分佈比較圖

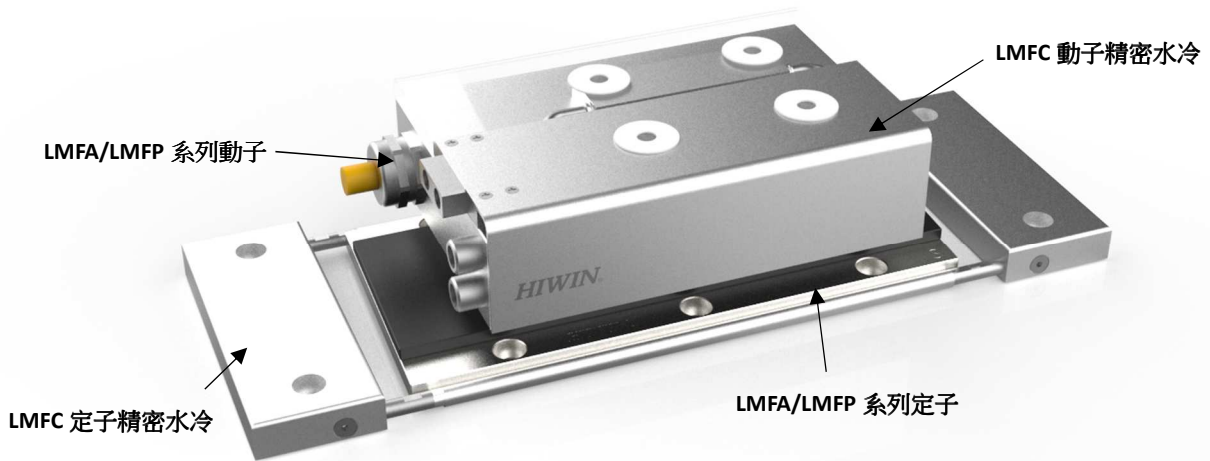


圖 2.3-2 LMFA/LMFP 系列搭配 LMFC 精密水冷馬達基本構造

4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc

2.3.1 LMFC 動子精密水冷

4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc

LMFA/LMFP 系列馬達內部有冷卻液通道，冷卻液由水冷接頭進水處通入馬達內部進行冷卻，經過封閉式通道散熱後由水冷接頭出水處回到水冷機。搭配 LMFC 動子精密水冷之馬達在原本 LMFA/LMFP 動子下方安裝 LMFC 精密水冷配件，藉由精密水冷搭載之隔熱材質隔絕熱量傳遞，由水冷接頭進水處通入馬達內部進行冷卻，經過封閉式通道散熱後由水冷接頭出水處回到水冷機。

4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc

2.3.2 LMFC 定子精密水冷

4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc 4b885673e10bbc bc

定子之散熱只有搭配 LMFC 精密水冷系列才有冷卻設計，LMFC 定子精密水冷安裝在 LMFA/LMFP 定子下方，由水冷接頭進水處通入馬達內部進行冷卻，經過封閉式通道散熱後由水冷接頭出水處回到水冷機，達到快速帶走熱量的效果。

2.4 溫度感測器

線性馬達皆內建溫度感測器提供訊號給控制系統座必要的馬達過溫保護，常見的溫度感測器有 PTC、Pt1000 等，馬達配備的溫度感測器請參照型錄或承認圖，其性能分述如下

2.4.1 PTC 溫度感測器

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

表 2.4-1 PTC 溫度感測器特性

溫度	電阻
$20^{\circ}\text{C} < T < T_{REF} - 20\text{K}$	$20\Omega \sim 250\Omega$
$T = T_{REF} - 20\text{K}$	$\leq 550\Omega$
$T = T_{REF} + 5\text{K}$	$\geq 1330\Omega$
$T = T_{REF} + 15\text{K}$	$\geq 4000\Omega$

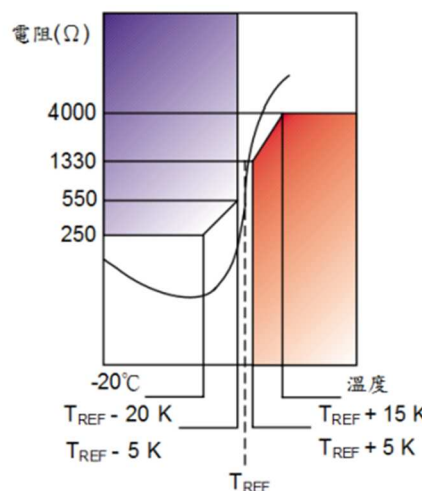


圖 2.4-1 PTC 溫度對電阻關係圖

2.4.2 Pt1000 溫度感測器

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 2.4-2，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

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

$$R_0 = 1000 \text{ } [\Omega]$$

$$\theta = \text{操作溫度 } [^{\circ}\text{C}]$$

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

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

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

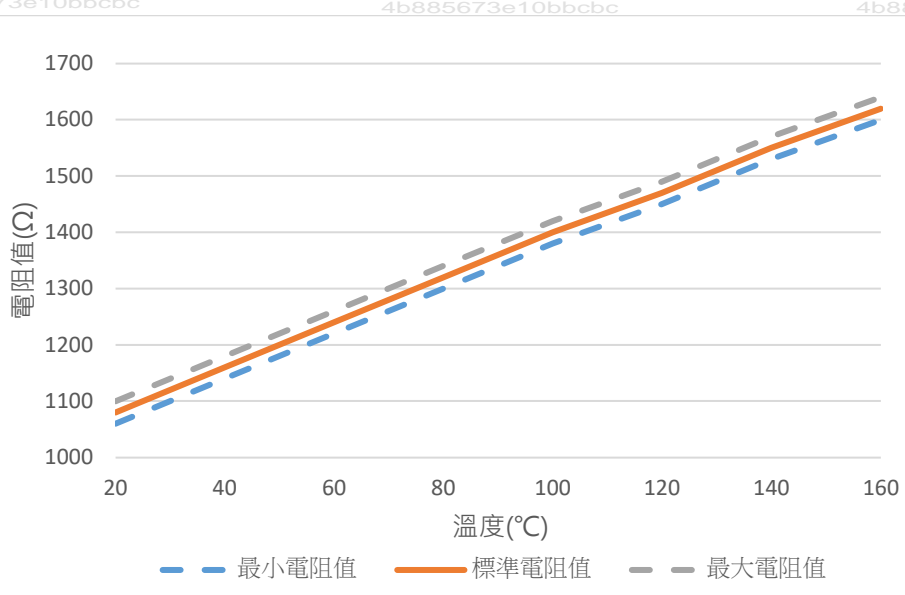


圖 2.4-2 Pt1000 電阻與溫度關係圖

2.4.3 KTY84 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。其特性如圖 2.4-3。電阻與溫度的關係如圖 2.4-3。

表 2.4-2 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 下的電阻值	$I_{(out)} = 2mA$	970	-	1030	Ω
R_{250} / R_{100}	電阻值比例	T = 250°C 與 100°C	2.111	2.166	2.221	Ω
R_{25} / R_{100}	電阻值比例	T = 25°C 與 100°C	0.595	0.603	0.611	Ω

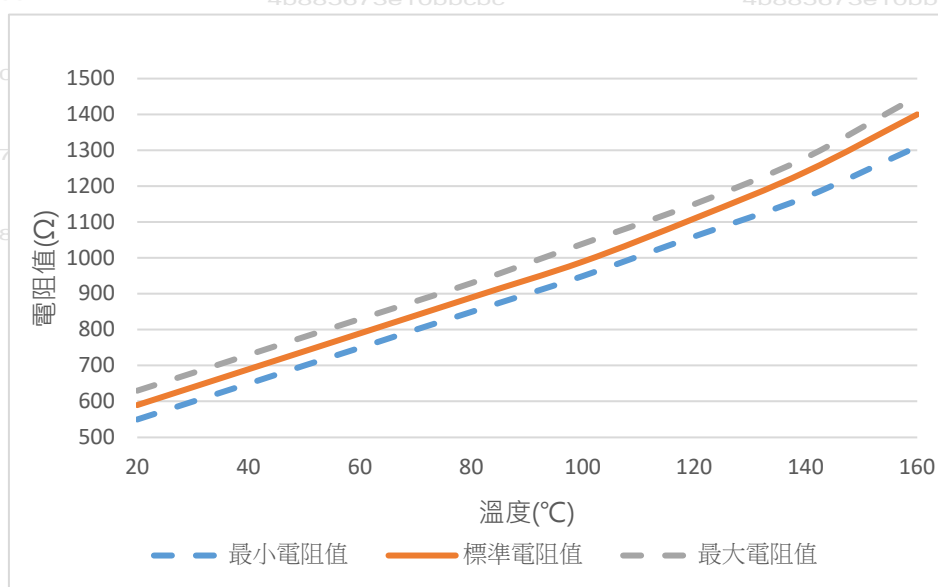


圖 2.4-3 KTY84-130 電阻與溫度的關係圖

2.4.4 溫度感測器保護

溫度監控電路通常直接連結驅動器，若要滿足 EN61800-5-1 的保護隔離需求，則必須將溫度感測器與驅動器之去耦模組連結。

3.1 線性馬達選用

根據產業應用，主要可分成點對點運動及掃描應用，鐵心式線性馬達適用於點對點運動，而無鐵心式線性馬達適用於掃描應用，如圖 3.1-1。

鐵心式



LMFA系列
- 適用於加工機、工具機產業



LMSA系列
- 適用於自動化、PCB鑽孔應用

無鐵心式



LMC系列
- 適用於半導體檢測、自動化



LMT系列
- 適用於線切割專用機、自動化

圖 3.1-1 線性馬達應用說明圖

3.2 鐵心式線性馬達連續推力、吸力 vs 氣隙

線性馬達連續推力與動定子間吸力會隨動、定子組裝氣隙而有所改變，此章節列出各系列線性馬達連續推力、吸力與組裝氣隙的關係，供馬達選用與機構設計時的參考。

3.2.1 LMSA 系列

■ 連續推力與氣隙

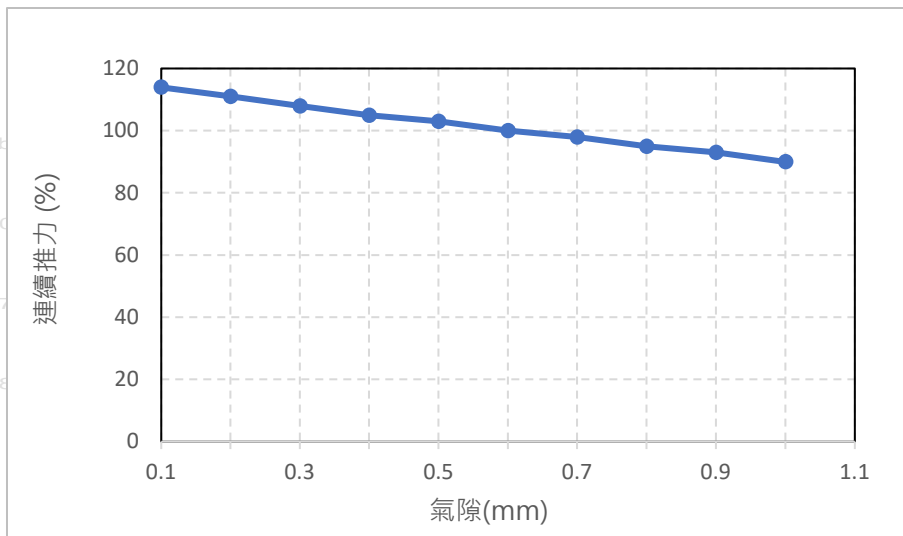


圖 3.2-1 LMSA 連續推力-氣隙關係圖

表 3.2-1 LMSA 系列連續推力-氣隙對照表

系列	LMSA1 □~LMSAC □ / LMSA□□-Z									
氣隙 (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
連續推力 (%)	114	111	108	105	103	100	98	95	93	90

線性馬達操作說明書

■ 吸力與氣隙

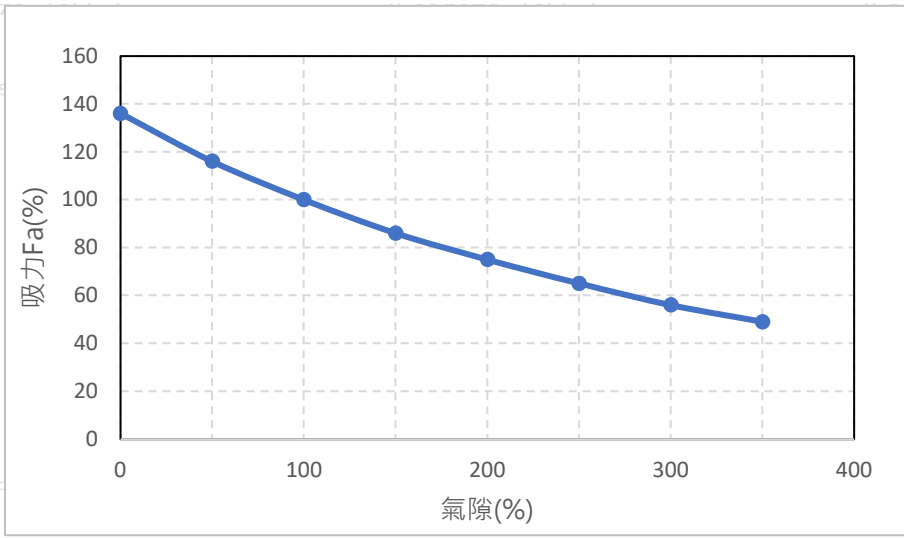


圖 3.2-2 LMSA 吸力-氣隙關係圖

表 3.2-2 LMSA 系列吸力-氣隙對照表

LMSA1□~LMSA2□ / LMSA1□-Z~LMSA2□-Z 系列_吸力							
氣隙 (mm)	LMSA11	LMSA12	LMSA13	LMSA21	LMSA22	LMSA23	LMSA24
	LMSA11-Z	LMSA12-Z	LMSA13-Z	LMSA21-Z	LMSA22-Z	LMSA23-Z	
0	653	1306	1959	1306	2612	3918	5224
0.3	560	1120	1680	1120	2240	3360	4480
0.6	481	963	1444	963	1926	2888	3851
0.9	415	830	1245	830	1660	2490	3320
1.2	359	718	1077	718	1436	2154	2872
1.5	312	624	936	624	1248	1872	2496
1.8	271	542	813	542	1084	1626	2168
2.1	236	472	708	472	944	1416	1888
5	66	132	198	132	264	396	528
10	8	16	24	16	32	48	64
15	1	2	3	2	4	6	8
LMSA3□~LMSAC□ / LMSA3□-Z 系列_吸力							
氣隙 (mm)	LMSA31	LMSA32	LMSA33	LMSA34	LMSAC3	LMSAC5	
	LMSA31-Z	LMSA32-Z	LMSA33-Z				
0	1959	3918	5877	7836	6367	10611	
0.3	1680	3360	5040	6720	5460	9100	
0.6	1444	2888	4333	5777	4694	7823	
0.9	1245	2490	3735	4980	4046	6744	
1.2	1077	2154	3231	4308	3500	5834	
1.5	936	1872	2808	3744	3042	5070	
1.8	813	1626	2439	3252	2642	4404	
2.1	708	1416	2124	2832	2301	3835	
5	198	396	594	792	644	1073	
10	24	48	72	96	78	130	
15	3	6	9	12	10	16	

3.2.2 LMFA 系列

■ 連續推力與氣隙：蓋板式

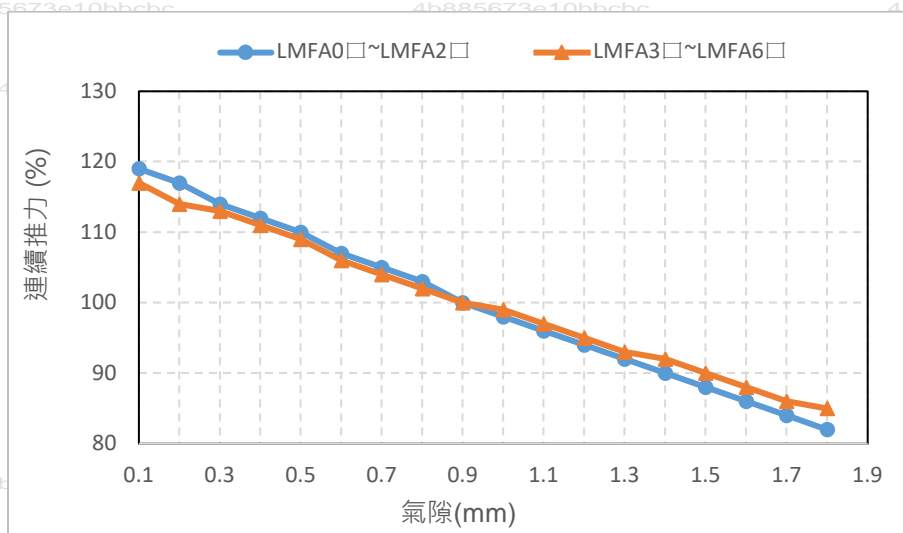


圖 3.2-3 蓋板式 LMFA 系列定子 連續推力-氣隙關係圖

表 3.2-3 蓋板式 LMFA 系列定子連續推力-氣隙對照表

LMFA /LMFP 系列_連續推力(蓋板式)		
氣隙 (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
	LMFP24	LMFP3~LMFP6
0.1	119	117
0.2	117	114
0.3	114	113
0.4	112	111
0.5	110	109
0.6	107	106
0.7	105	104
0.8	103	102
0.9	100	100
1	98	99
1.1	96	97
1.2	94	95
1.3	92	93
1.4	90	92
1.5	88	90
1.6	86	88
1.7	84	86
1.8	82	85

■ 連續推力與氣隙：注膠式

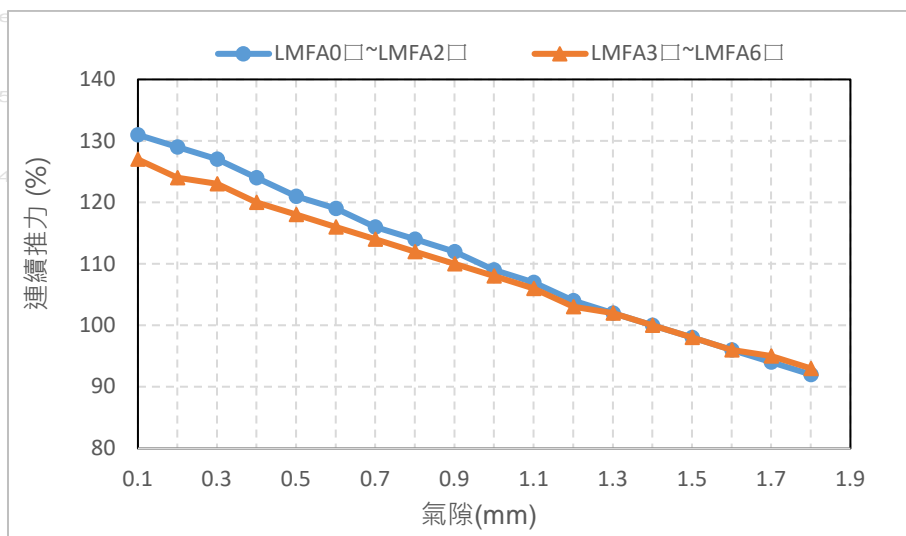


圖 3.2-4 注膠式 LMFA 系列定子 連續推力-氣隙關係圖

表 3.2-4 注膠式 LMFA 系列定子 連續推力-氣隙對照表

LMFA/LMFP 系列_連續推力(注膠式)		
氣隙 (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
	LMFP24	LMFP3~LMFP6
0.1	131	127
0.2	129	124
0.3	127	123
0.4	124	120
0.5	121	118
0.6	119	116
0.7	116	114
0.8	114	112
0.9	112	110
1	109	108
1.1	107	106
1.2	104	103
1.3	102	102
1.4	100	100
1.5	98	98
1.6	96	96
1.7	94	95
1.8	92	93

■ 吸力與氣隙：蓋板式

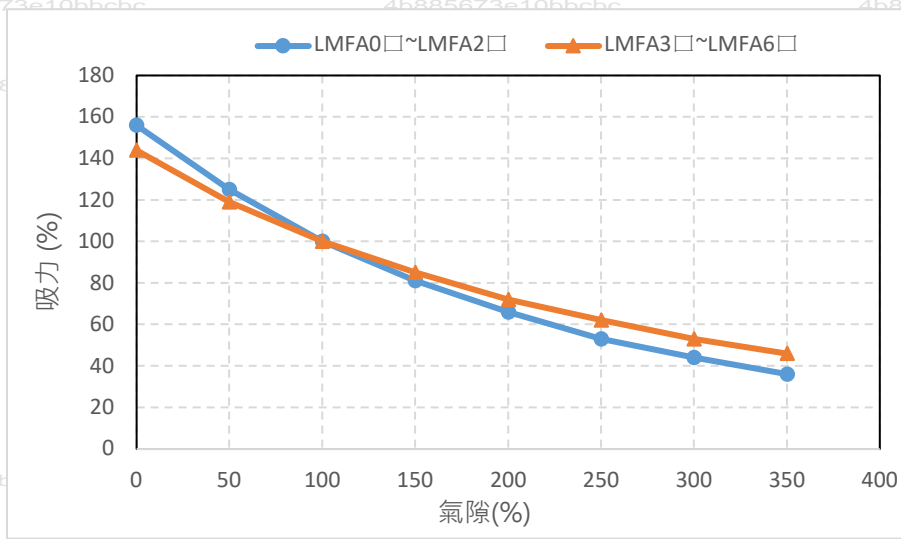


圖 3.2-5 蓋板式 LMFA 系列定子 吸力-氣隙關係圖

表 3.2-5 蓋板式 LMFA0~2 系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA0~LMFA2/LMFP24 系列_吸力(蓋板式)											
氣隙(mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24 LMFP24
0	713	1426	2141	1306	2612	3919	5225	1965	3930	5894	7859
0.45	569	1138	1709	1042	2085	3127	4169	1568	3136	4704	6271
0.9	457	914	1372	837	1674	2511	3348	1259	2518	3777	5036
1.35	369	738	1108	676	1352	2029	2705	1017	2034	3051	4068
1.8	299	599	899	548	1097	1645	2194	825	1650	2475	3299
2.25	244	487	731	446	892	1338	1785	671	1342	2013	2684
2.7	199	398	597	364	729	1093	1458	548	1097	1645	2193
3.15	163	325	488	298	595	893	1191	448	896	1343	1791
5	72	145	218	133	266	398	531	200	399	599	799
10	9	17	26	16	32	48	64	24	48	72	96
15	1	3	4	2	5	7	10	4	7	11	15
20	0	0	1	0	1	1	2	1	1	2	2

表 3.2-6 蓋版式 LMFA3~6 系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA3□~LMFA4□/LMFP3□~LMFP4□ 系列_吸力(蓋板式)								
氣隙 (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	4926	9851	14777	19703	7388	14777	22165	29554
0.45	4089	8179	12268	16357	6134	12268	18402	24536
0.9	3430	6860	10290	13720	5145	10290	15435	20580
1.35	2902	5805	8707	11609	4354	8707	13061	17414
1.8	2471	4942	7413	9884	3707	7413	11120	14826
2.25	2117	4234	6351	8468	3176	6351	9527	12703
2.7	1821	3642	5462	7283	2731	5462	8193	10925
3.15	1572	3144	4717	6289	2358	4717	7075	9433
5	885	1770	2655	3539	1327	2655	3982	5309
10	208	417	625	833	312	625	937	1250
15	52	104	156	207	78	156	233	311
20	13	26	40	53	20	40	59	79
LMFA5□~LMFA6□/LMFP5□~LMFP6□ 系列_吸力(蓋板式)								
氣隙 (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64		
0	19674	29511	39348	29554	44331	59108		
0.45	16333	24500	32667	24536	36804	49072		
0.9	13700	20550	27400	20580	30870	41160		
1.35	11593	17389	23185	17414	26121	34828		
1.8	9870	14805	19740	14826	22239	29653		
2.25	8456	12684	16912	12703	19054	25405		
2.7	7272	10909	14545	10925	16387	21849		
3.15	6280	9419	12559	9433	14150	18866		
5	3534	5301	7069	5309	7964	10618		
10	832	1248	1664	1250	1874	2499		
15	207	311	414	311	467	622		
20	53	79	105	79	119	158		

■ 吸力與氣隙：注膠式

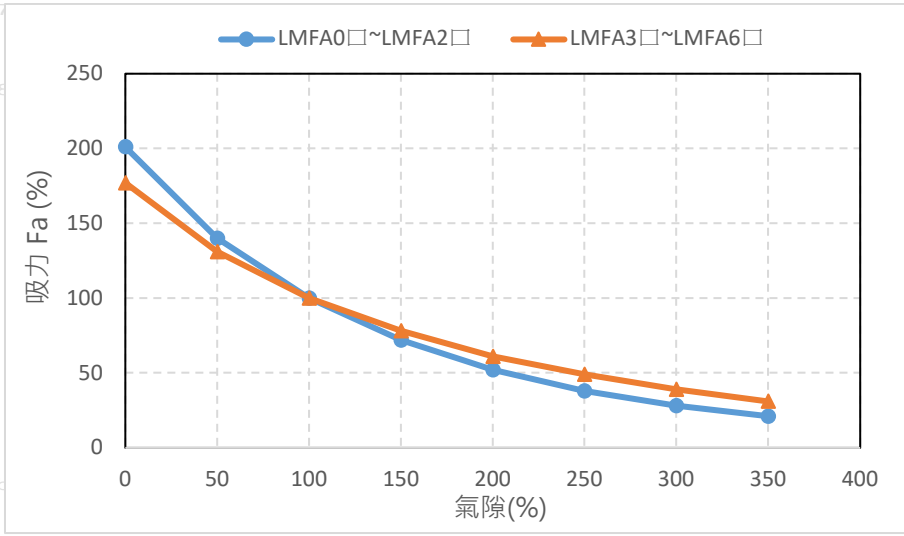


圖 3.2-6 注膠式 LMFA 系列定子 吸力-氣隙關係圖

表 3.2-7 注膠式 LMFA0~2 系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA0~LMFA2/LMFP24 系列 吸力(注膠式)											
氣隙 (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24 LMFP24
0	919	1839	2760	1684	3368	5052	6736	2533	5066	7599	10132
0.7	641	1282	1925	1174	2349	3523	4697	1766	3533	5299	7066
1.4	457	914	1372	837	1674	2511	3348	1259	2518	3777	5036
2.1	329	659	988	603	1206	1809	2412	907	1814	2721	3628
2.8	239	478	718	438	876	1314	1752	659	1318	1976	2635
3.5	175	350	525	320	640	960	1280	482	963	1445	1926
4.2	129	257	386	236	472	707	943	355	709	1064	1419
4.9	95	189	284	173	346	520	693	261	521	782	1042
10	11	22	33	20	40	60	79	30	60	90	119
15	1	3	4	3	5	8	11	4	8	12	16
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.2-8 注膠式 LMFA3~6 系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA3□~LMFA4□/LMFP3□~LMFP4□系列_吸力(注膠式)								
氣隙 (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	6069	12138	18206	24275	9103	18206	27310	36413
0.7	4494	8989	13483	17978	6742	13483	20225	26966
1.4	3430	6860	10290	13720	5145	10290	15435	20580
2.1	2663	5326	7988	10651	3994	7988	11982	15977
2.8	2098	4195	6293	8391	3147	6293	9440	12586
3.5	1665	3330	4995	6660	2497	4995	7492	9989
4.2	1335	2670	4005	5340	2002	4005	6007	8010
4.9	1076	2152	3228	4304	1614	3228	4842	6456
10	245	490	734	979	367	734	1102	1469
15	61	122	184	245	92	184	275	367
20	15	31	46	62	23	46	69	93
30	0	0	0	0	0	0	0	0
LMFA5□~LMFA6□/LMFP5□~LMFP6□系列_吸力(注膠式)								
氣隙 (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64		
0	24240	36360	48480	36413	54619	72826		
0.7	17951	26927	35903	26966	40450	53933		
1.4	13700	20550	27400	20580	30870	41160		
2.1	10635	15953	21271	15977	23965	31953		
2.8	8379	12568	16757	12586	18880	25173		
3.5	6650	9975	13300	9989	14984	19979		
4.2	5332	7998	10664	8010	12014	16019		
4.9	4297	6446	8595	6456	9683	12911		
10	978	1467	1956	1469	2203	2938		
15	244	367	489	367	551	734		
20	62	92	123	93	139	185		
30	0	0	0	0	0	0		

3.2.3 LMSC 系列

■ 吸力與氣隙

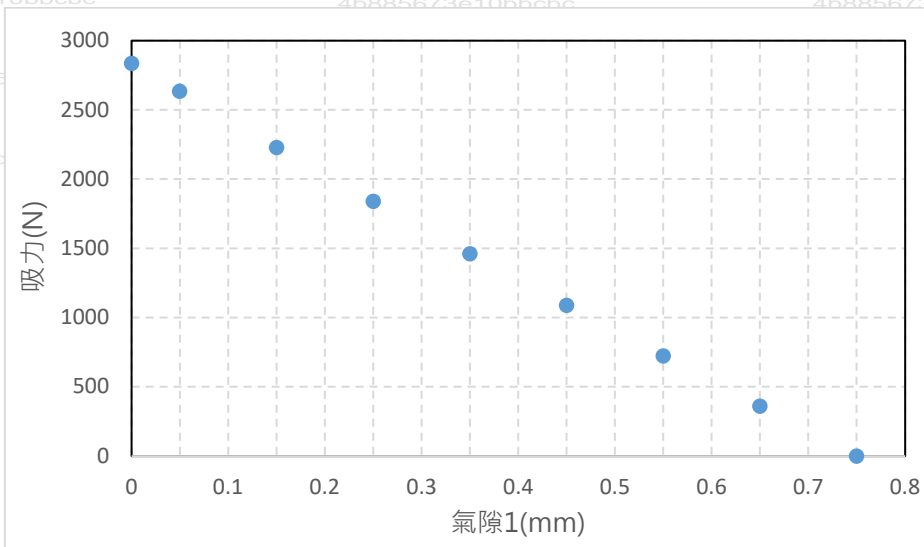
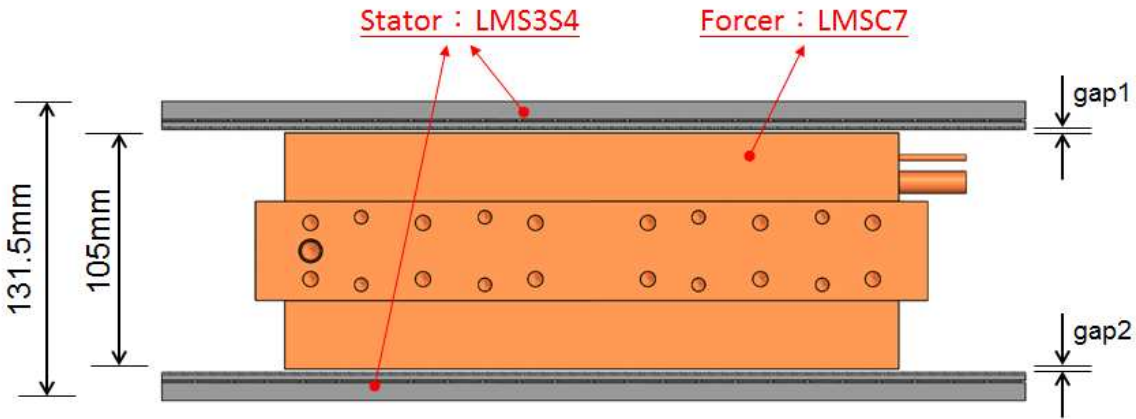


圖 3.2-7 LMSC 吸力-氣隙關係圖

表 3.2-9 LMSC 吸力-氣隙對照表

系列	LMSC7(L) (WC)								
氣隙 1 (mm)	0	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75
氣隙 2 (mm)	1.5	1.45	1.35	1.25	1.15	1.05	0.95	0.85	0.75
吸力 (N)	2838	2633	2230	1840	1464	1090	724	361	0

3.3 環境溫度與連續推力

HIWIN 線性馬達連續推力是以環境溫度 25°C 到達個系列線性馬達之線圈最高溫度所定義，當使操作的環境溫度超過 25°C 時，馬達所能達到的連續推力會隨之下降，在不同環境溫度下維持馬達不超過線圈最高溫度所能達到的連續推力可由以下公式計算。

$$\frac{T_{max} - T_{amb}}{T_{max} - T_0} = \frac{F_x^2}{F_C^2}$$

T_{max} ：線圈最高溫度(型錄值) [°C]

T_{amb} ：環境溫度 [°C]

T_0 ：馬達初始溫度 [°C] · 水冷 $T_0 = 20^\circ\text{C}$ · 空冷 $T_0 = 25^\circ\text{C}$

F_C ：連續推力(型錄值) [N]

F_x ：不同環境溫度可達到之連續推力 [N]

不同環境溫度與可達到之連續推力關係如圖 3.3-1、圖 3.3-2 所示

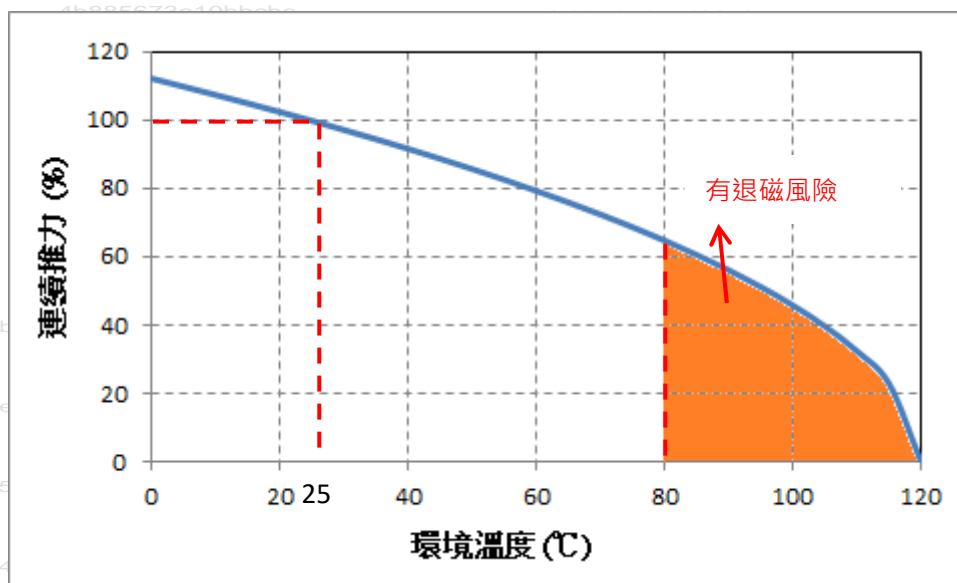


圖 3.3-1 馬達空冷 環境溫度-連續推力關係圖

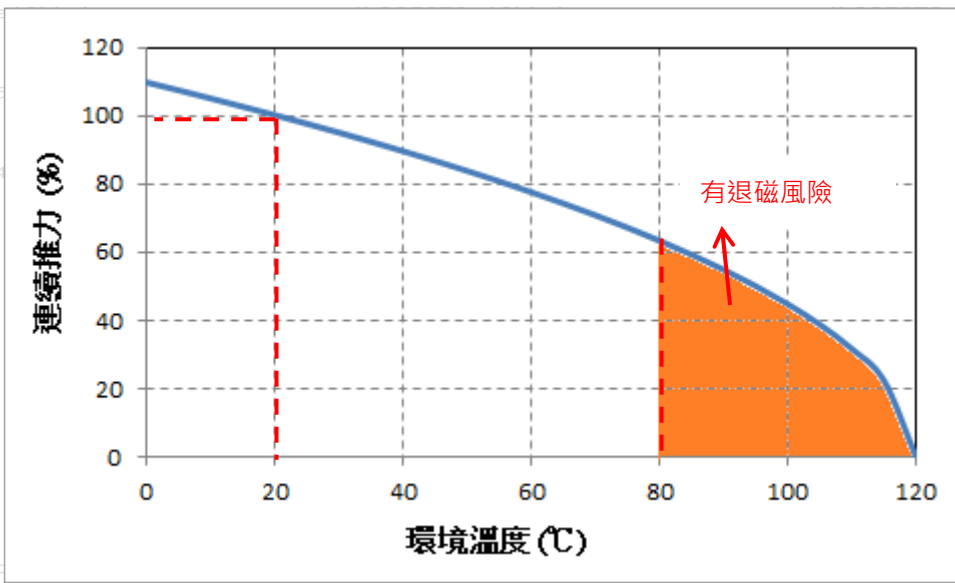


圖 3.3-2 馬達水冷 環境溫度-連續推力關係圖

3.4 馬達熱計算

3.4.1 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動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，該損失由動子與定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。

連續推力下之銅損計算方式為：

$$P_C = \frac{3}{2} \times R_{25} \times \{1 + [0.00393 \times (T_{max} - 25)]\} \times I_C^2$$

P_C ：線圈溫度在 T_{max} 時的銅損 [W]

R_{25} ：線圈溫度在 25°C 時的線間電阻 [Ω]

I_C ：線圈溫度在 T_{max} 時的連續電流 [A_{rms}]

T_{max} ：線圈最高溫度 [°C] (請參照各系列馬達型錄)

熱損失主要藉由熱傳導將線圈的損失傳至馬達表面，以自然空冷為例，損失熱源會從馬達表面與空氣接觸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。LMFA 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。

3.4.2 連續操作溫度

馬達線圈穩態溫度是依銅、鐵損比例而定，線性馬達使用可不考慮鐵損。馬達總損失及額定連續推力 (F_C) 皆以型錄規範之線圈最高溫度時所定義，當等效推力 (F_e) 小於額定連續推力 (F_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 ($I_e \leq I_C$)，其溫度與推力之關係為

$$T_e = T_{amb} + \left(\frac{F_e}{F_C}\right)^2 \times (T_{max} - 25)$$

T_e ：等效推力下之線圈穩態溫度 [°C]

T_{amb} ：環境溫度 [°C]

F_e ：實際操作之等效推力 [N] (當線圈溫度為 T_e)

F_C ：額定連續推力 [N] (當線圈溫度為 T_{max})

3.4.3 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。熱時間常數定義為馬達供給連續電流，線圈從初始溫度 T_0 升至線圈最高溫度 T_{max} 時，兩者溫差的 63% 所對應的時間（如圖 3.4-1），馬達達到穩態時間約為熱時間常數 t_{TH} 的 5 倍。

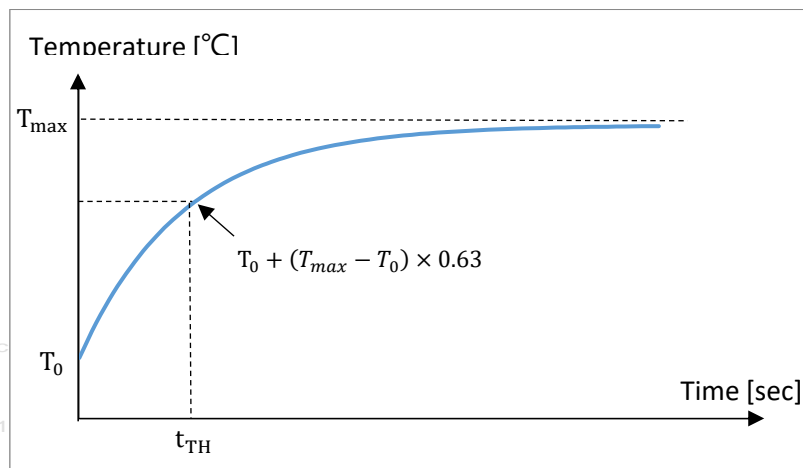


圖 3.4-1 馬達溫升曲線示意圖

熱時間常數與溫度之關係式為

$$T(t) = T_0 + (T_{max} - T_0) \times \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_{TH}}\right)}\right)$$

$T(t)$ ：線圈溫度 [°C]（於操作時間 t ）

T_0 ：線圈初始溫度 [°C]

T_{max} ：線圈最高溫度 [°C]

t_{TH} ：熱時間常數 [sec]（請參照各系列馬達型錄）

t ：操作時間 [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 3.4.2 節，利用實際操作之等效推力 (F_e) 求解等效推力下之線圈穩態溫度 (T_e) 數值，再透過下列方程求解相對最大操作時間。等效推力下之線圈穩態溫度 (T_e) 與最大操作時間之關係式為

$$t = -t_{TH} \times \ln \left(1 - \frac{T_e - T_0}{T_{max} - T_0} \right)$$

t : 最大操作時間 [sec]

註：此處等效電流之線圈溫度 (T_e) 不可超過型錄之線圈最高溫度 (T_{max})。

3.5 冷卻系統計算



警告

工作溫度風險

若操作不當出現故障，馬達會過熱引起冒煙、火災，可能導致嚴重傷亡。過高的溫度會使馬達零件損壞，並導致更多故障以及縮短馬達壽命。



- ▶ 需依相關規範操作。
- ▶ 讓動子充分冷卻(在 25°C 的室溫下)後，再開始進行相關作業。
- ▶ 此時馬達線圈工作溫度將達到馬達最高工作溫度 120°C。
- ▶ 檢測到異常氣味、噪音、煙霧、振動時，請立即關閉電源。

馬達冷卻系統主要依據馬達最大熱損失、冷卻液最小流量、冷卻液進出水口壓差與冷卻液進出水口溫差來做計算，操作時依型錄數值設計選用冷卻系統可充分發揮馬達性能。若馬達實際操作的等效推力低於型錄所標示之連續推力，在允許馬達可操作在較高溫度下(不超過線圈最高 120°C 溫度)，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推力小於連續推力之下($F_e < F_c$)，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推力相對應的冷卻液流量。

$$Q_{P,H,e} = \frac{Q_{P,H,MAX}}{(F_c/F_e)^2}$$

$$Q_{P,H,e} = 69.7 \times q_e \times \Delta T$$

其中

$Q_{P,H,e}$ ：等效推力下之馬達總損失 [W]

$Q_{P,H,MAX}$ ：最大熱損失 [W]

ΔT ：進出水口之溫度差異 [°C]

q_e ：等效推力下之冷卻水流量 [L/min]

F_c ：連續推力(型錄值) [N]

F_e ：實際操作等效推力 [N]

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc
 冷卻液的流量與進出水口溫差關係如圖 3.5-1 所示，而進出水口壓差與流量關係如圖 3.5-2 所示。

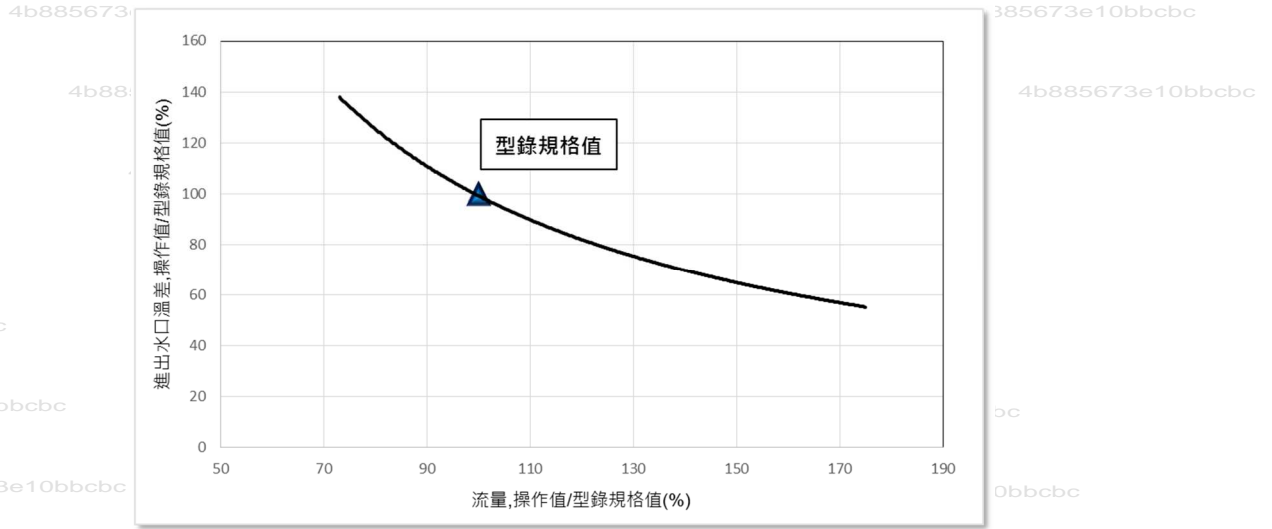


圖 3.5-1 冷卻液的流量與進出水口溫差關係圖

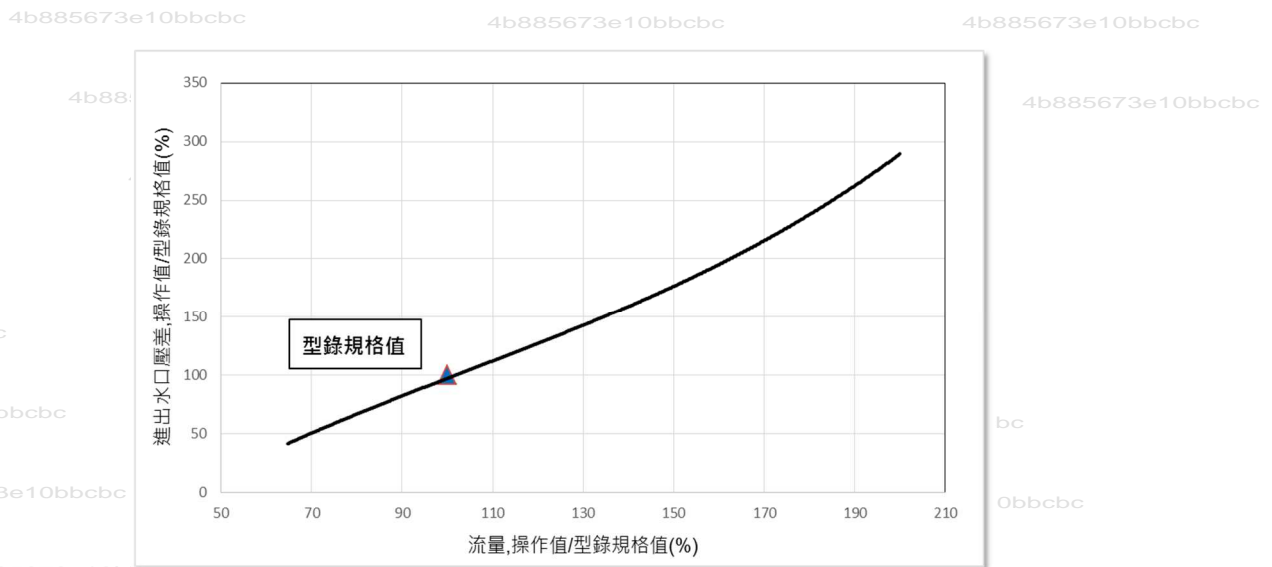


圖 3.5-2 進出水口壓差與流量關係關係圖

3.6 冷卻機選用

冷卻機選用除考量電源使用範圍、冷卻液外，主要選擇散熱功率與流量，建議依據型錄值選用冷卻機可完整發揮馬達性能，或可依 3.5 節冷卻系統之計算值參考選用。

散熱功率選用

範例如下，若使用兩個線性馬達 LMFA31，對照型錄規格表的最大熱損失，其值為 324 (W)，則兩個馬達最大熱損失總和為 $2 \times 324 = 648$ (W)。以圖 3.6-1 之水冷卻機為例，在 50Hz 時的冷卻能力為 980 (W)，確實大於馬達最大熱損失 648 (W)。

LMFA3 系列規格	符號	單位	LMFA31	LMFA31L
連續推力	F_c	N	380	380
連續電流	I_c	A(rms)	3.1	4.6
連續推力(WC)	$F_c(wc)$	N	759	759
連續電流(WC)	$I_c(wc)$	A(rms)	6.2	9.1
瞬間推力(1 秒)	F_p	N	1750	1750
瞬間電流(1 秒)	I_p	A(rms)	19.2	28.3
推力常數	K_f	N/A(rms)	122.7	83.1
動子與定子間吸引力	F_a	N	3430	3430
線圈最高溫度	T_{max}	°C		
電氣時間常數	K_e	ms	11.3	11.4
電阻(線間, 25°C)	R_{25}	Ω	4.3	1.9
電阻(線間, 120°C)	R_{120}	Ω	5.6	2.6
電感(線間)	L	mH	48.3	22.2
極對距	2τ	mm		
反電動勢常數(線間)	K_v	Vrms(m/s)	70.9	48.0
馬達常數(25°C)	K_m	N/√W	48.4	48.7
熱阻	R_{th}	°C/W	1.17	1.19
熱阻 (WC)	$R_{th}(wc)$	°C/W	0.29	0.30
最小流量	-	L/min	4.0	4.0
水冷溫度	-	°C		
熱感測開關	-			
瞬間推力的最高速度	V_{max}, F_{max}	m/s	4.08	6.19
最大輸出功率	PEL,MAX	W	10255	13910
最大熱損失	$Q_{PH,MAX}$	W	324	320
堵轉力(水冷)	F_e	N	531	531
堵轉電流(水冷)	I_0	A(rms)	4.3	6.4

冷卻能力	KCAL/H 50/60Hz	450/500	840/1000	1400/1500	1700/2100	2600/3000	3200/3800
	W 50/60Hz	525/580	980/1170	1630/1750	1980/2450	2900/3500	3700/4400
	BTU/H 50/60Hz	1800/2000	3360/4000	5600/6000	6800/8400	10000/12000	12800/15200
溫度控制	A	固定型(設定範圍 10~40°C)					
	B	差溫型(室溫/機體溫度追蹤型 · 設定範圍 -10 ~ +10°C)					
使用範圍	室溫	10 ~ 40°C					
	油溫	10 ~ 30°C					
電源		3φ200~230V 50/60Hz					
馬達(W)	壓縮機	460		740	1135	1450	
	風扇	56	50	95	180		
	泵浦	120	750				
泵浦流量(L/min)	50Hz	2	40				
	60Hz	3.5	50				

圖 3.6-1 卻機功率選用

流量選用

水冷卻機在選定頻率 (50/60Hz) 之下，泵浦流量須大於馬達最小流量的總和，且泵浦流量產生的壓力應大於馬達內部冷卻迴路之壓降總和。若大型設備的冷卻迴路較長，則應同時考慮迴路管阻造成的壓降。

範例如下，若使用兩個線性馬達 LMFA31，對照型錄規格表的最小流量，其值為 4.0 (L/min)，則兩個馬達最小流量總和為 2x4.0=8.0 (L/min)。以圖 3.6-2 之水冷卻機為例，在 50Hz 時的泵浦流量為 40 (L/min)，確實大於馬達最小流量 8.0 (L/min)。

LMFA3 系列規格	符號	單位	LMFA31	LMFA31L
連續推力	Fc	N	380	380
連續電流	Ic	A(rms)	3.1	4.6
連續推力(WC)	Fc(wc)	N	759	759
連續電流(WC)	Ic(wc)	A(rms)	6.2	9.1
瞬間推力(1 秒)	Fp	N	1750	1750
瞬間電流(1 秒)	Ip	A(rms)	19.2	28.3
推力常數	Kf	N/A(rms)	122.7	83.1
動子與定子間吸引力	Fa	N	3430	3430
線圈最高溫度	Tmax	°C		
電氣時間常數	Ke	ms	11.3	11.4
電阻(線間，25°C)	R ₂₅	Ω	4.3	1.9
電阻(線間，120°C)	R ₁₂₀	Ω	5.6	2.6
電感(線間)	L	mH	48.3	22.2
極對距	2τ	mm		
反電動勢常數(線間)	Kv	Vrms(m/s)	70.9	48.0
馬達常數(25°C)	Km	N/√W	48.4	48.7
熱阻	Rth	°C/W	1.17	1.19
熱阻 (WC)	Rth(wc)	°C/W	0.29	0.30
最小流量	-	L/min	4.0	4.0
水冷溫度	-	°C		
熱感測開關	-			
瞬間推力的最高速度	Vmax,Fmax	m/s	4.08	6.19
最大輸出功率	PEL,MAX	W	10255	13910
最大熱損失	Q _{PH,MAX}	W	324	320
堵轉力(水冷)	Fe	N	531	531
堵轉電流(水冷)	I0	A(rms)	4.3	6.4

冷卻能力	KCAL/H 50/60Hz	450/500	840/1000	1400/1500	1700/2100	2600/3000	3200/3800
	W 50/60Hz	525/580	980/1170	1630/1750	1980/2450	2900/3500	3700/4400
	BTU/H 50/60Hz	1800/2000	3360/4000	5600/6000	6800/8400	10000/12000	12800/15200
溫度控制	A	固定型(設定範圍 10~40°C)					
	B	差溫型(室溫/機體溫度追蹤型·設定範圍 -10 ~ +10°C)					
使用範圍	室溫	10 ~ 40°C					
	油溫	10 ~ 30°C					
電源		3φ200~230V 50/60Hz					
馬達(W)	壓縮機	460			740	1135	1450
	風扇	56	50	95		180	
	泵浦	120	750				
泵浦流量(L/min)	50Hz	2	40				
	60Hz	3.5	50				

圖 3.6-2 卻機流量選用

以上簡略說明水冷卻機的選用。若在選用上有所疑難，建議可將上述資訊提供給水冷卻機廠商進一步詢問討論。

4. 馬達機構介面

4.	馬達機構介面	45
4.1	鐵心式線性馬達組裝介面	46
4.1.1	LMSA 線性馬達系列	47
4.1.2	LMFA 水冷式線性馬達系列	48
4.1.3	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列	52
4.1.4	LMSS 線性馬達系列	53
4.2	無鐵心式線性馬達(LMC)機構安裝介面	54
4.3	棒狀線性馬達(LMT)機構安裝介面	55
4.4	動子並聯設計	60
4.4.1	LMSA 線性馬達系列	61
4.4.2	LMFA 水冷式線性馬達系列	62
4.4.3	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列	63
4.4.4	LMSS 線性馬達系列	64
4.4.5	LMC 無鐵心線性馬達系列	65
4.4.6	LMT 棒狀線性馬達系列	68
4.5	LMFA/LMFP 水冷馬達冷卻管路設計	71
4.6	LMFA/LMFP 水冷馬達搭配 LMFC 精密水冷流道設計	73
4.7	水冷馬達流道使用材料	77
4.8	水冷馬達冷卻液	77

4.1 鐵心式線性馬達組裝介面

在使用線性馬達前，須特別注意馬達動定子間之隙，此間隙值將會影響線性馬達之性能及可靠度。因此，設計良好的定位平台及適當的公差範圍可以提昇產品的穩定性。以下為一般鐵心式線性馬達定位平台底座之剖面圖及建議公差，鎖附定子組合的安裝面建議平面精度為 0.02mm/300mm (如圖 4.1-1)。

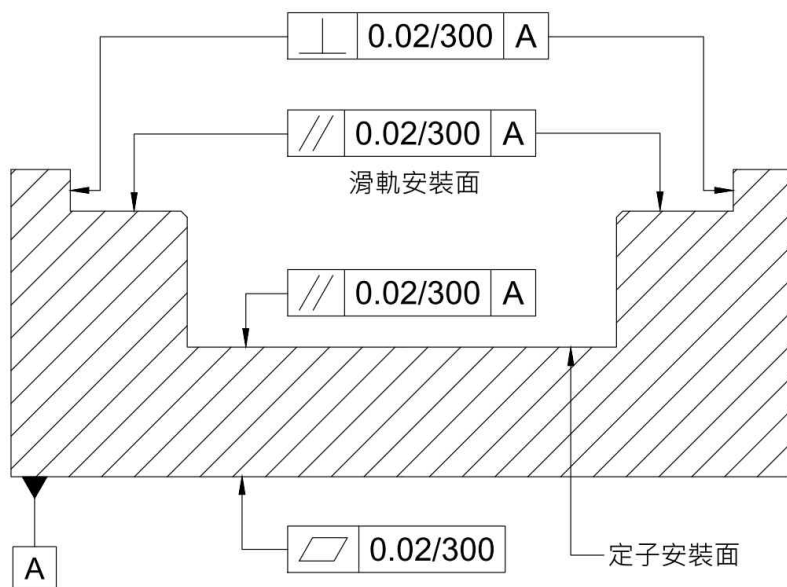


圖 4.1-1 設計剖面圖

安裝動定子組合時，須特別注意動定子之尺寸，如動子與定子之總組合高度 H 、動子與定子之氣隙 G ，氣隙值將會影響線性馬達之性能及可靠度 (請參考各系列線性馬達氣隙規格)。定子的形式分為不鏽鋼蓋板式與環氧樹脂注膠式。

鐵心式動、定子間有強大吸力 (吸力值請參照各系列線性馬達型錄 F_a)。因此，動子、定子安裝介面設計時須考慮、計算結構因吸力造成的變形因素，才可確保總組合高度 H ，動子與定子之氣隙 G 符合建議值。如因結構變形造成氣隙 G 不良或動、定子干涉損壞，本公司概不負責免費維修、調整之責任。

4.1.1 LMSA 線性馬達系列

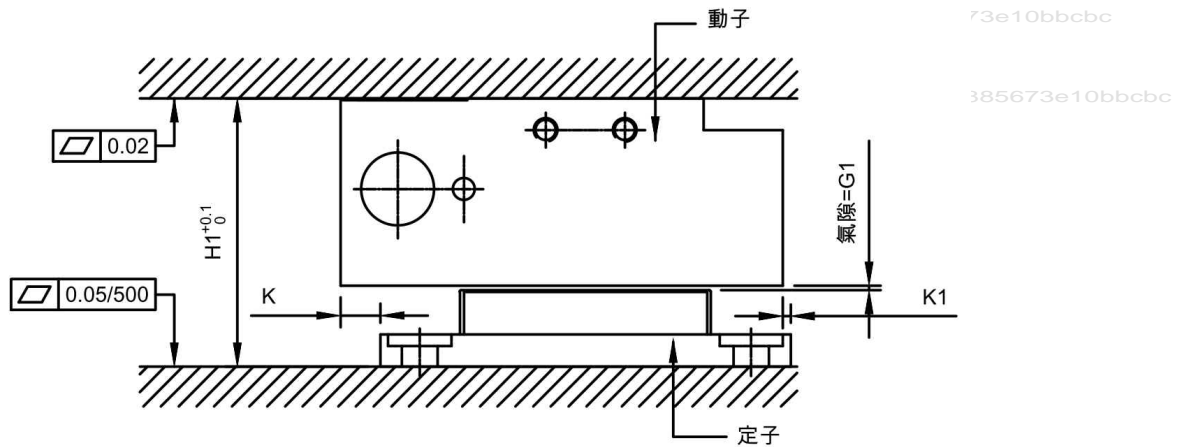


圖 4.1-2 LMSA 鐵心式線性馬達系列組合示意圖

表 4.1-1 LMSA 鐵心式線性馬達系列組合尺寸

型號	尺寸 (mm)					
	H1	K	K1	G1		
				蓋板式	注膠式	
LMSA1□ LMSA1□-Z	34	5	/	0.6 +0.35/-0.25	0.6 ±0.25	
LMSA2□ LMSA2□-Z	34	3				
LMSA3□ LMSA3□-Z	36	3				
LMSAC□	36	1.75				4.25

4.1.2 LMFA 水冷式線性馬達系列

註：不包含精密水冷安裝尺寸

註：由於環氧樹脂會隨溫度變化，產生膨脹或收縮，因此量測 LMFA 系列馬達寬度尺寸，建議量測面為如下圖 4.1-3 之安裝面。

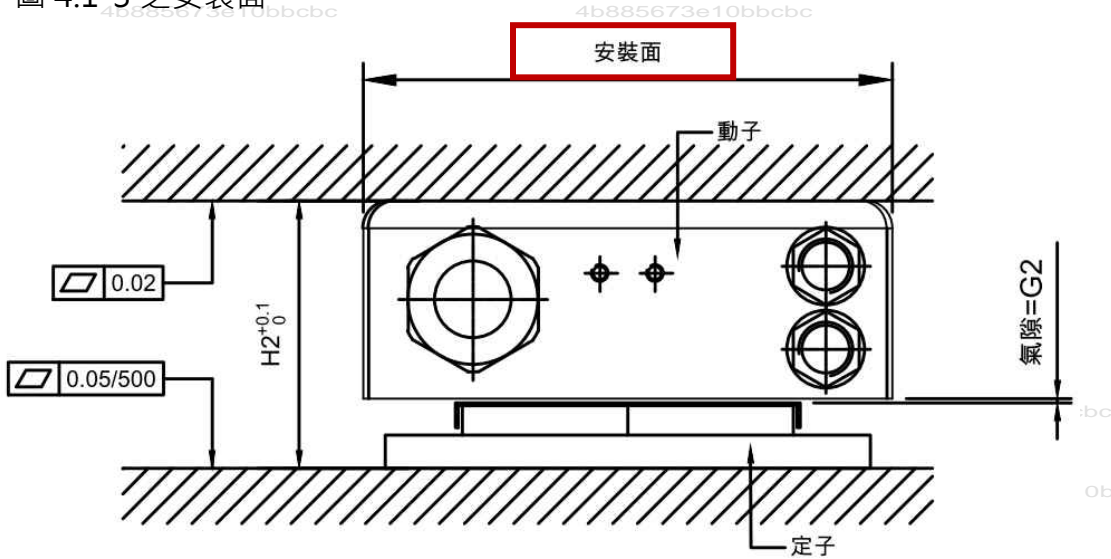


圖 4.1-3 LMFA 水冷式線性馬達組合示意圖

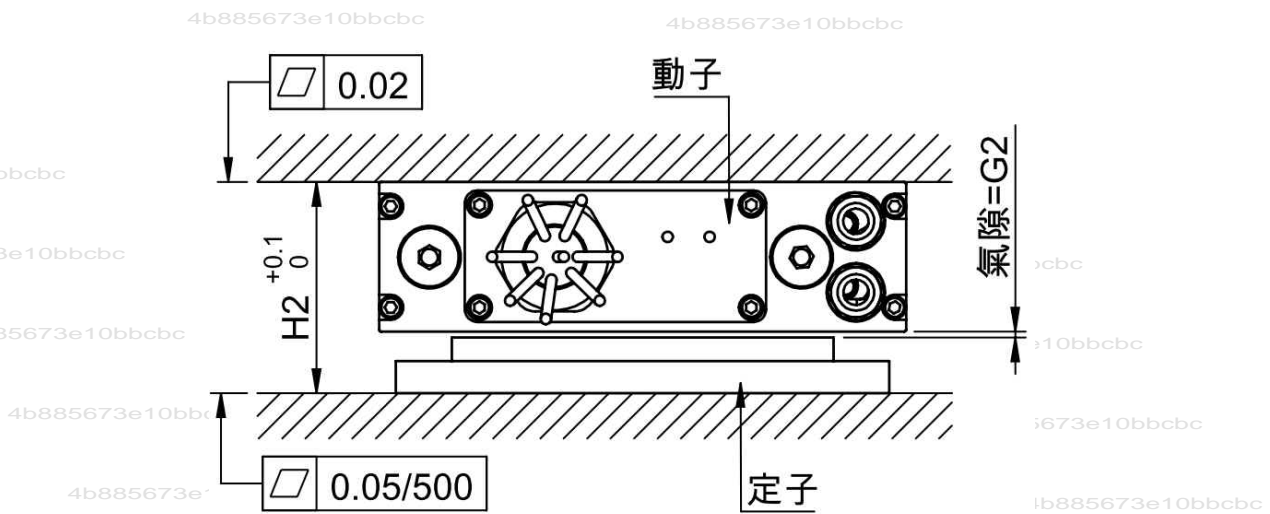


圖 4.1-4 LMFP 水冷式線性馬達組合示意圖

表 4.1-2 LMFA/LMFP 水冷式線性馬達組合尺寸

型號	尺寸 (mm)	
	H2	G2
		蓋板式
LMFA0□	48.5	0.9 ±0.2 1.4 ±0.2
LMFA1□	48.5	
LMFA2□/LMFP24	50.5	
LMFA3□/LMFP3□	64.1	
LMFA4□/LMFP4□	66.1	
LMFA5□/LMFP5□	64.1	
LMFA6□/LMFP6□	66.1	

表 4.1-3 LMFA/LMFP 精密水冷式線性馬達組合尺寸

型號	尺寸 (mm)				
	H3	H3a	H3b	G3	
				蓋板式	注膠式
LMFA0□					
LMFA1□					
LMFA2□					
LMFA3□/LMFP3□	79.0	76	67.1	0.9 ±0.5	1.4 ±0.5
LMFA4□/LMFP4□	81.0	78	69.1		
LMFA5□/LMFP5□	86.0	76	74.1		
LMFA6□/LMFP6□	88.0	78	76.1		

H3：含動定子與動定子精密水冷

H3a：含動定子與動子精密水冷

H3b：含動定子與定子精密水冷

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc
4.1.3 LMSC 磁力相煞型線性馬達系列

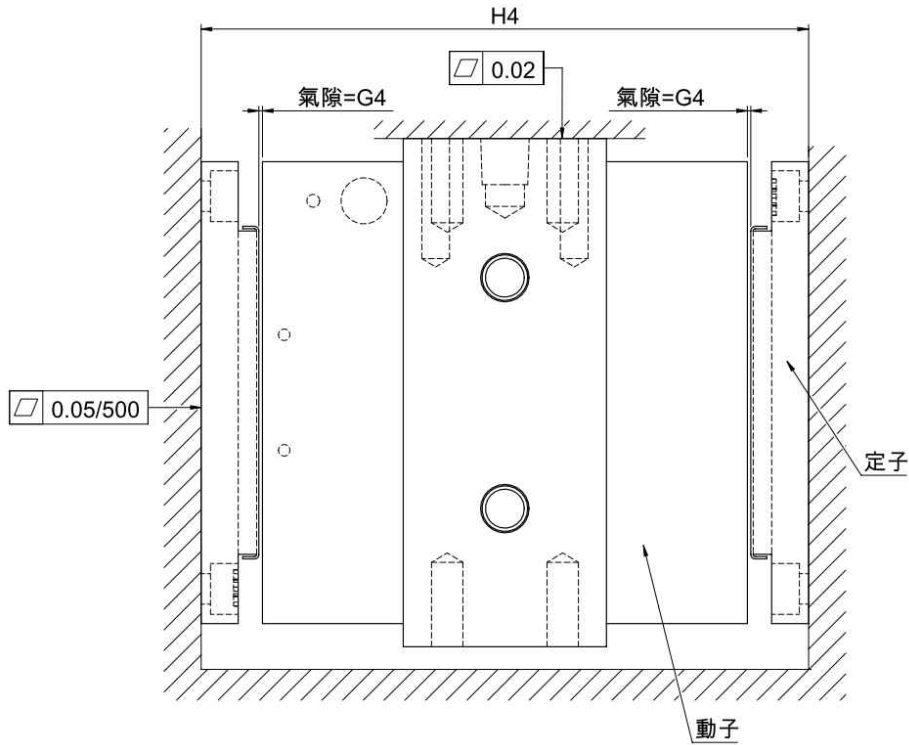


圖 4.1-7 LMSC 磁力相煞型線性馬達組合示意圖

表 4.1-4 LMSC 相煞型線性馬達組合尺寸

型號	尺寸 (mm)	
	H4	G4
LMSC7	131.5	0.75 +0.35/-0.2

4.1.4 LMSS 線性馬達系列

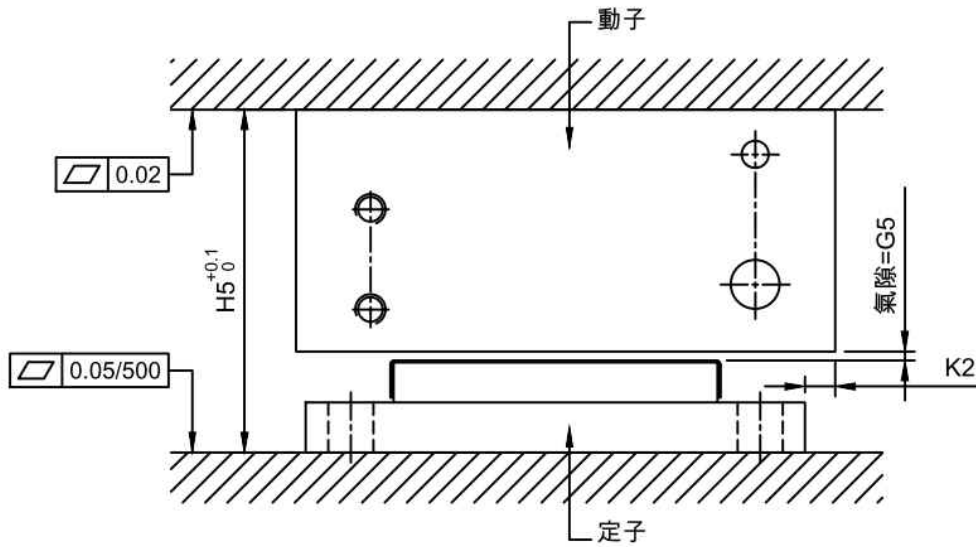


圖 4.1-8 LMSS 鐵心式線性馬達組合示意圖

表 4.1-5 LMSS 鐵心式線性馬達組合尺寸

型號	尺寸 (mm)		
	H5	K2	G5
LMSS11	34.3	3	0.9 +0.3/-0.35

4.2 無鐵心式線性馬達(LMC)機構安裝介面

無鐵心式線性馬達鎖附定子組合的安裝面(基準面 A)，建議平面精度為 0.02mm/300mm，鎖附動子組合的安裝面，建議平面精度為 0.02mm/300mm，並平行於基準面 A，平行精度為 0.02mm/300mm。

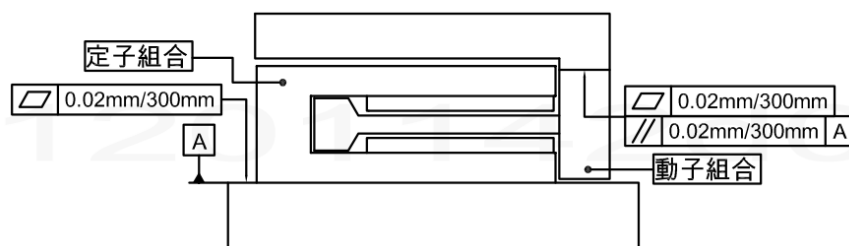


圖 4.2-1 無鐵心式線性馬達安裝介面組裝精度

無鐵心式線性馬達安裝動定子組合時，需特別注意動定子間之尺寸(H & G1 & G2 & G3)，此尺寸值將會影響線性馬達之性能及可靠度。(H & G1 & G2 & G3 值請參照表 4.2-1)

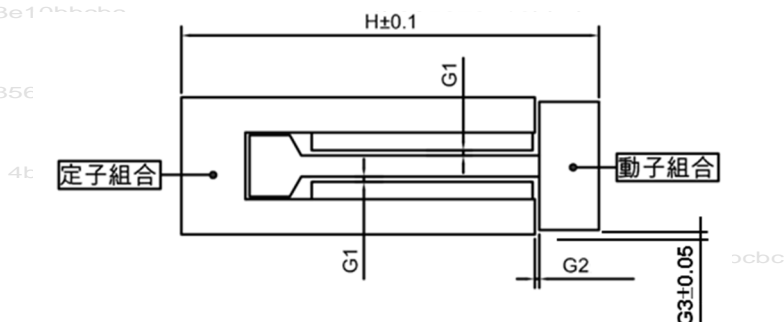


圖 4.2-2 無鐵心式線性馬達安裝尺寸

表 4.2-1 無鐵心式線性馬達安裝尺寸表

型號	尺寸 (mm)			
	H	G1	G2	G3
LMCA	74.5	≥0.4	1	1
LMCB	94.5	≥0.4	1	1
LMCC	117.5	≥0.4	1	3
LMCD	105	≥0.4	1.2	1
LMCE	125	≥0.4	1.2	1
LMCF	172	≥0.4	1.2	2.3
LMC-EFC	68.5	≥0.4	1.3	0.35
LMC-EFE	93	≥0.4	1.3	0.35
LMC-EFF	122	≥0.4	1.4	0.5
LMC-HUB	53	≥0.4	0.5	0.65

4.3 棒狀線性馬達(LMT)機構安裝介面

夾持定子組合的下固定座安裝面(基準面 A)，建議平面精度為 0.02mm/300mm。鎖附動子組合的安裝面，建議平面精度為 0.02mm/300mm，並平行於基準面 A，平行精度為 0.02mm/300mm。

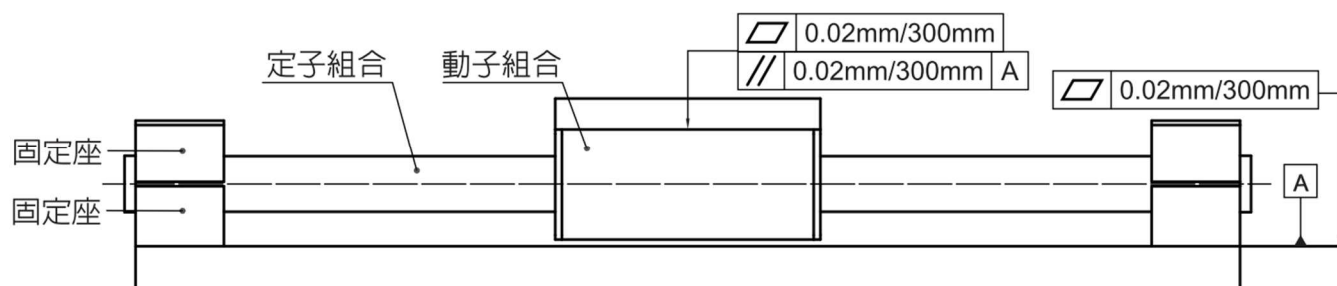


圖 4.3-1 棒狀線性馬達安裝介面幾何精度

H1 及 H2 皆為基準面 A 至定子組合中心高尺寸，建議定子組合組裝後，高度差不可大於 0.2mm；
 W1 及 W2 皆為基準面 B 至定子組合中心高尺寸，建議定子組合組裝後，高度差不可大於 0.2mm；
 $|H1-H2| \leq 0.2mm$ ； $|W1-W2| \leq 0.2mm$ 。(如圖 4.3-3)

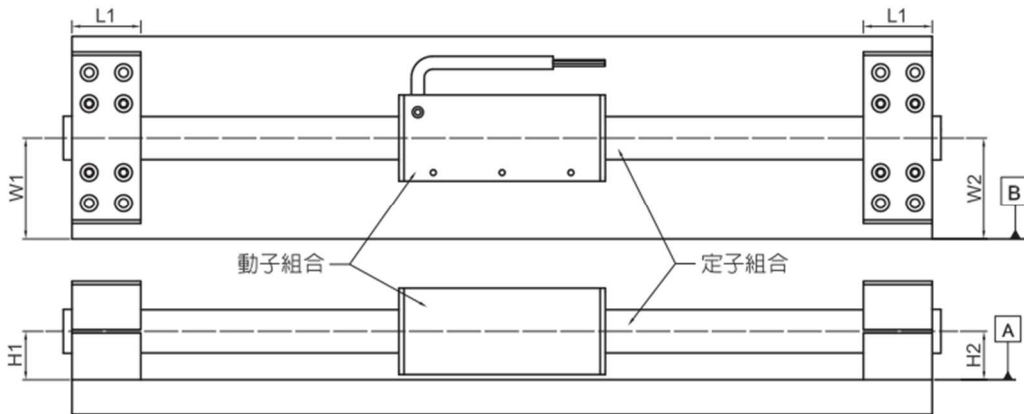


圖 4.3-3 定子組合安裝尺寸

基準 C 為定子組合之中心，基準 D 為動子組合之基準軸，建議動定子組合組裝後，基準 C 與基準 D 同心度不可大於 0.2mm。(如圖 4.3-4)

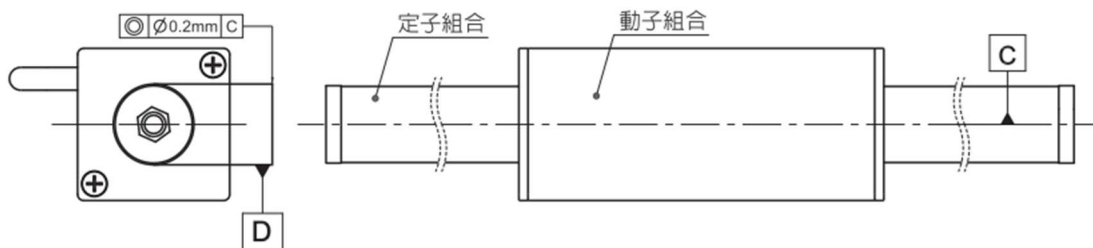


圖 4.3-4 動定子組合安裝高度之幾何公差

安裝動定子組合時，需特別注意動定子間之尺寸(G)，此尺寸值將會影響線性馬達之性能及可靠度 (如圖 4.3-5)。(G、 $\Phi D1$ 值如表 4.3-2)。

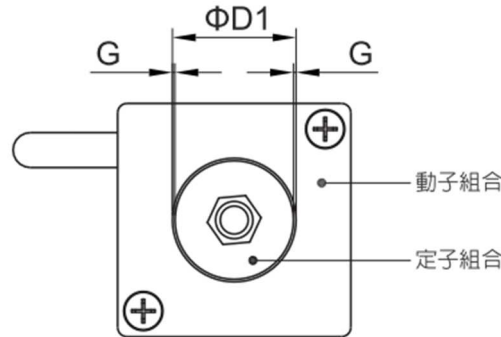


圖 4.3-5 動定子組裝尺寸精度

表 4.3-2 安裝尺寸

型號	尺寸 (mm)	
	$\Phi D1$	G
LMT2	13	0.25~0.50
LMT6	16	0.25~0.50
LMTA	21.5	0.375~0.75
LMTB	26.5	0.375~0.75
LMTc	37	0.50~1.00

由於線軌是鐵磁性元件，極容易與定子產生吸引力。為避免定子受到吸力產生變形和組裝困難，應保持一適當之安全距離(c) (如圖 4.3-6)。(c 值如表 4.3-3)。

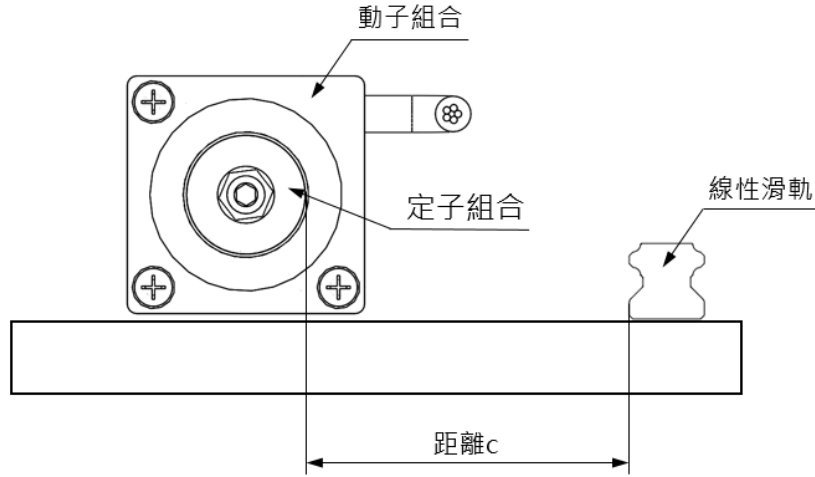


圖 4.3-6 線軌組裝安全距離

表 4.3-3 安裝距離

系列	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTc
c(mm)	≥30	≥30	≥40	≥50	≥80

安裝磁性位置尺時同樣需注意與定子間之安全距離(d)(如圖 4.3-7)，若磁場太強容易造成定位上的干擾。(d 值如表 4.3-4)。

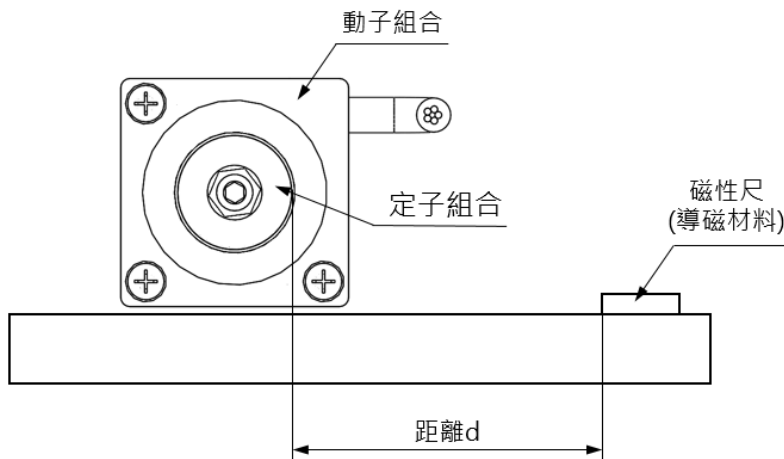


圖 4.3-7 磁性尺組裝安全距離

表 4.3-4 安全距離

系列	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTc
d(mm)	≥40	≥50	≥60	≥70	≥100

4.4.1 LMSA 線性馬達系列

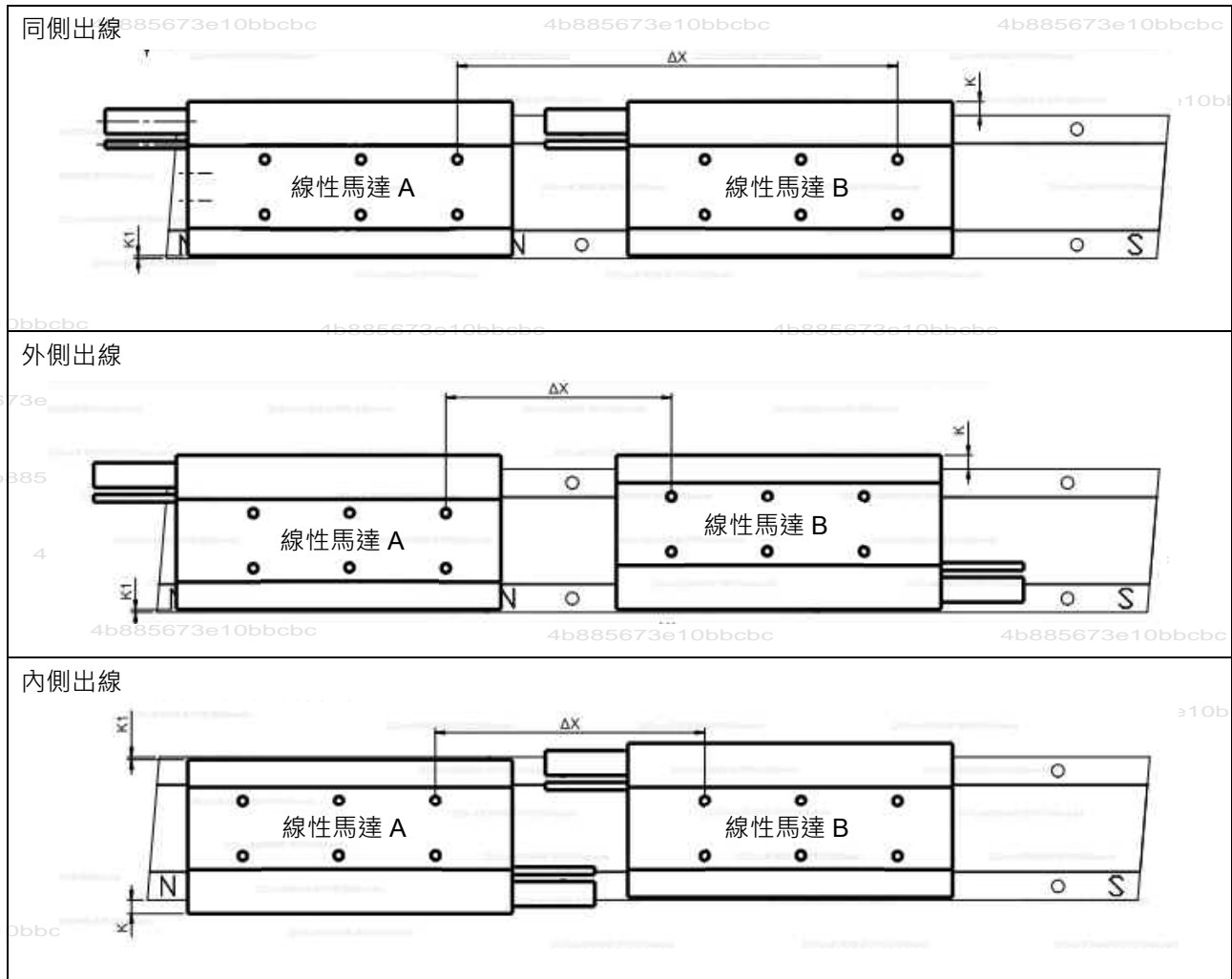


圖 4.4-1 LMSA/LMSA-Z 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-2 LMSA/LMSA-Z 並聯配線表

LMSA/LMSA-Z	同側出線			外側出線			內側出線		
	線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V
線性馬達 B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P=30mm)	$n*2P$ (n=1,2...)			$65+n*2P$ (n=0,1,2...)			$65+n*2P$ (n=0,1,2...)		

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc

4.4.2 LMFA 水冷式線性馬達系列

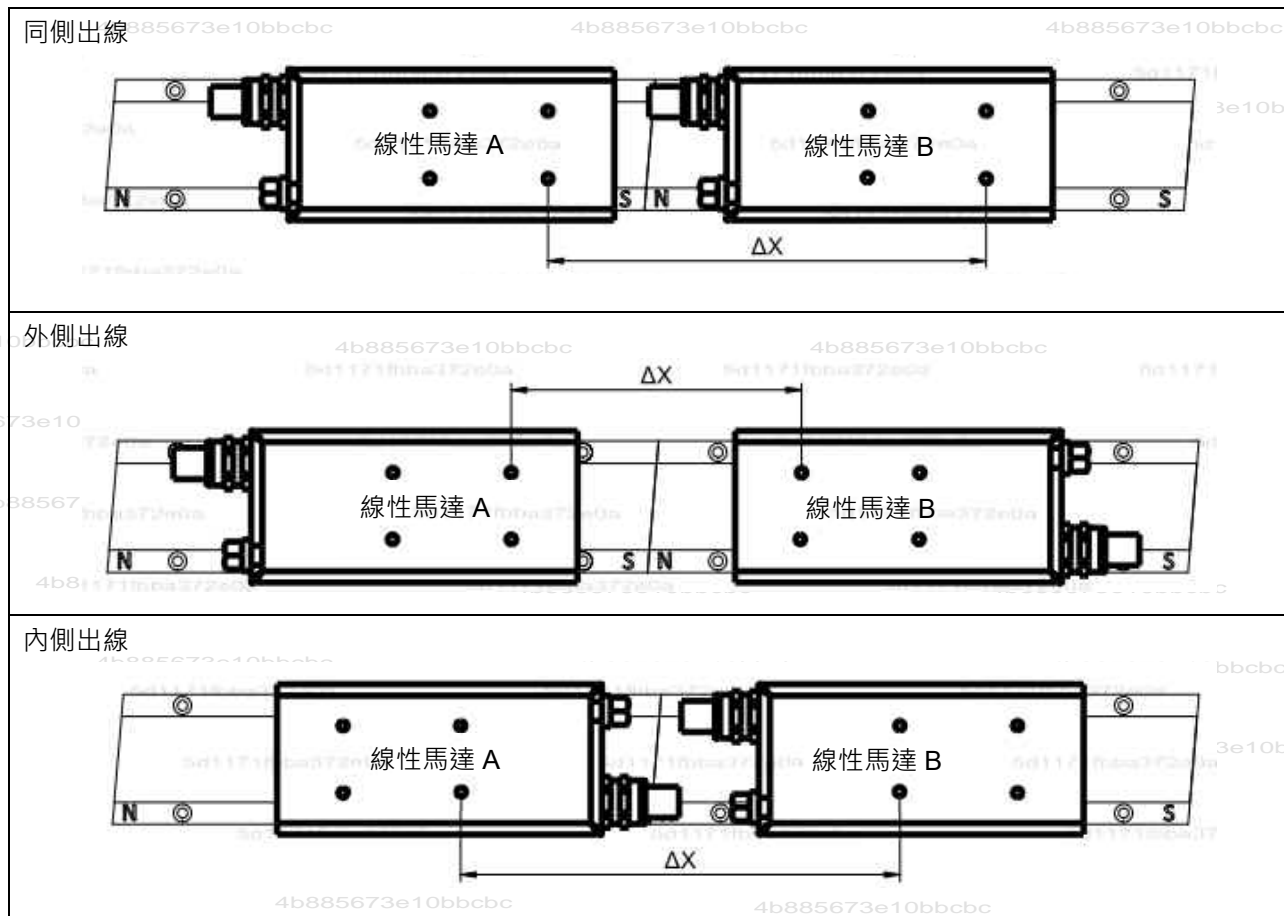


圖 4.4-2 LMFA/LMFP 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-3 LMFA/LMFP 並聯配線表

LMFA/LMFP	同側出線			外側出線			內側出線			規格
	U	V	W	U	V	W	U	V	W	
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W	
線性馬達 B	U	V	W	W	V	U	W	V	U	
ΔX (2P=30mm)	$n*2P$ (n=1,2...)			$82.5+n*2P$ (n=0,1,2...)			$322.5+n*2P$ (n=0,1,2...)			LMFA0~2 系列 LMFP24 系列
ΔX (2P=46mm)	$n*2P$ (n=1,2...)			$127+n*2P$ (n=0,1,2...)			$402+n*2P$ (n=0,1,2...)			LMFA3~6 系列 LMFP3~6 系列

4.4.3 LMSC 磁力相煞型線性馬達系列

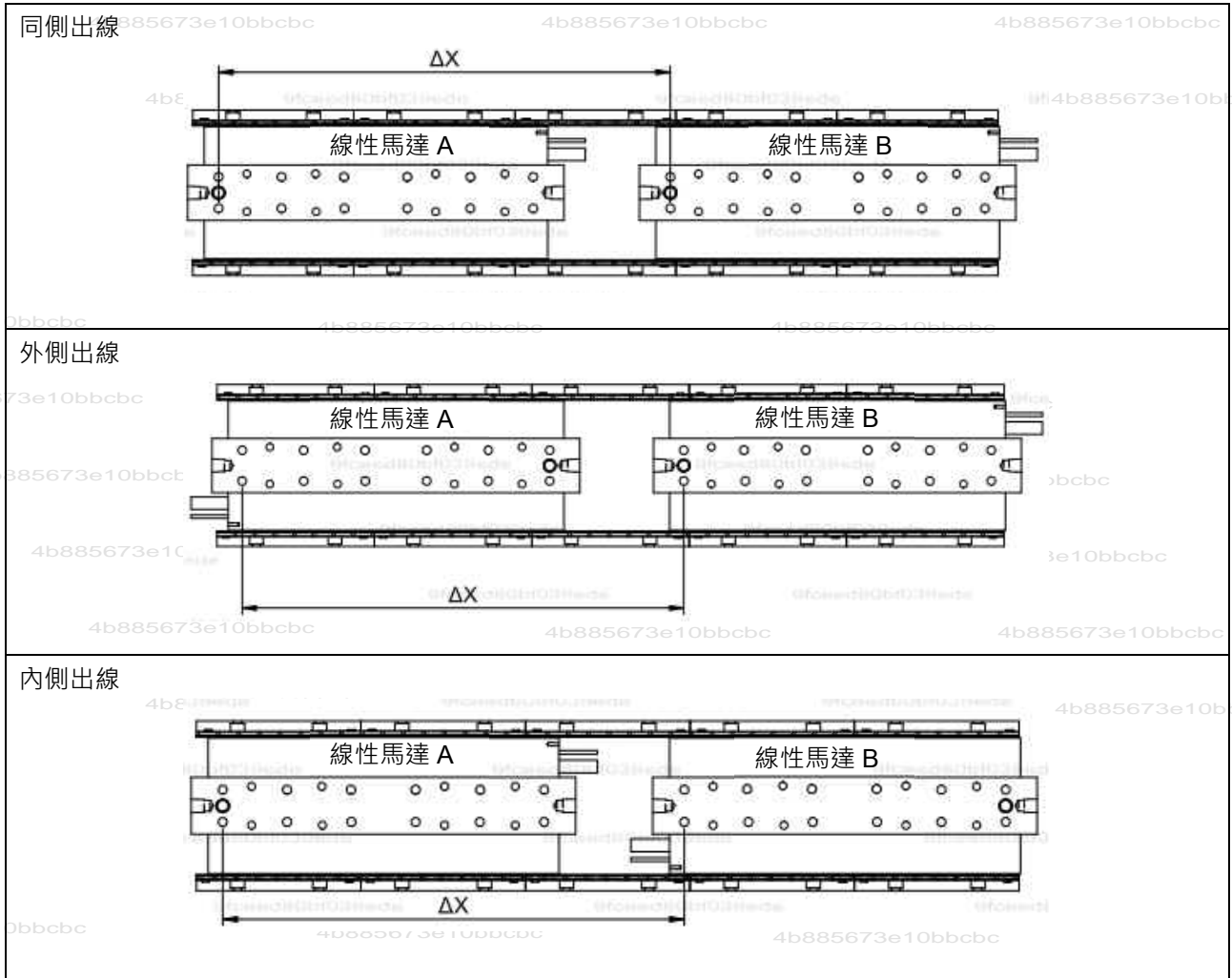


圖 4.4-3 LMSC 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-4 LMSC 並聯配線表

LMSC	同側出線			外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX ($2P=32\text{mm}$)	$320+n*2P$ ($n=1,2,3\dots$)								

4.4.4 LMSS 線性馬達系列

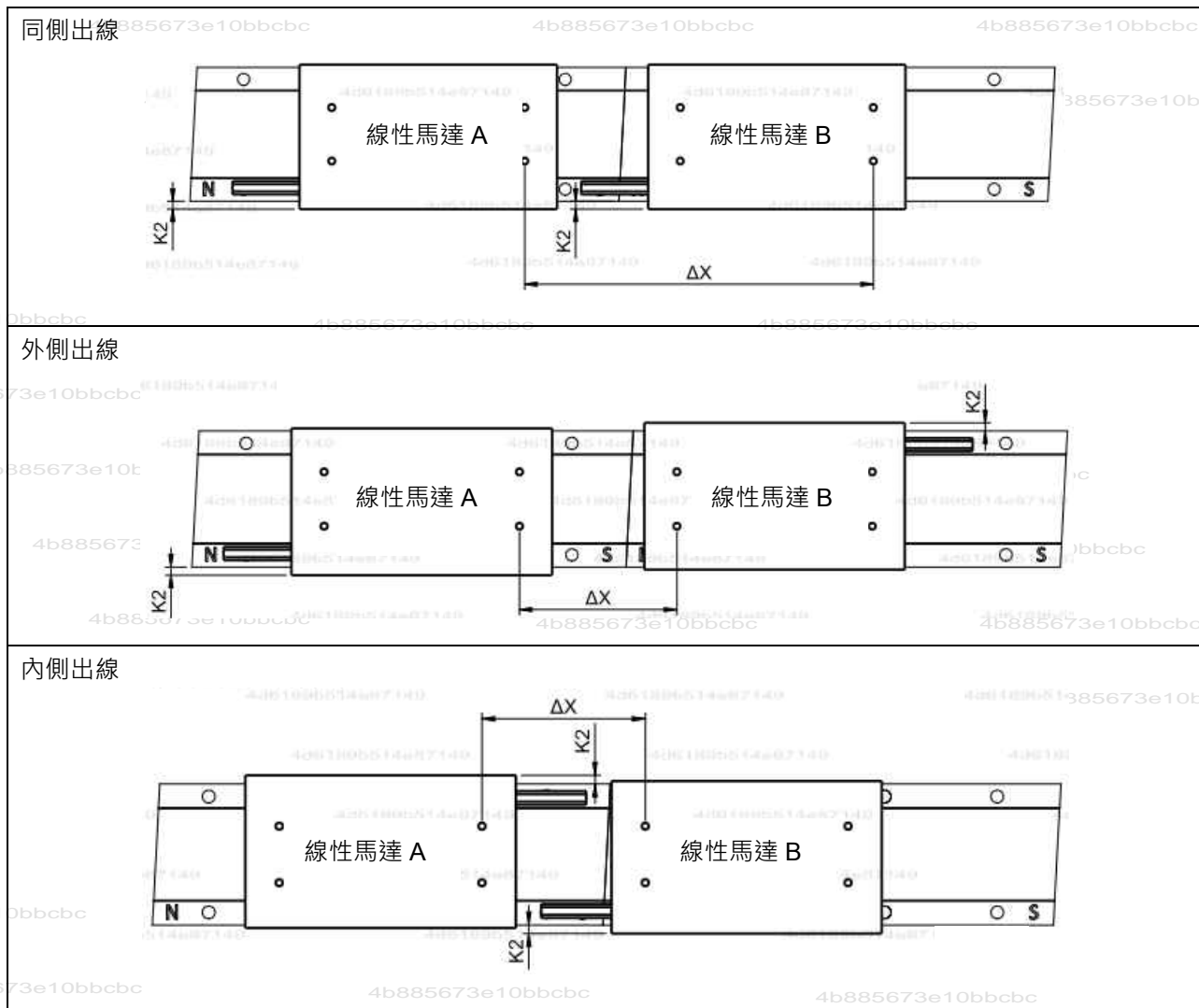


圖 4.4-4 LMSS 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-5 LMSS 並聯配線表

LMSS	同側出線			外側出線			內側出線		
	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P=20mm)	$n*2P$ (n=1,2...)			$35+n*2P$ (n=0,1,2...)			$81+n*2P$ (n=0,1,2...)		

4.4.5 LMC 無鐵心線性馬達系列

LMC A/B/C/D/E/F 系列

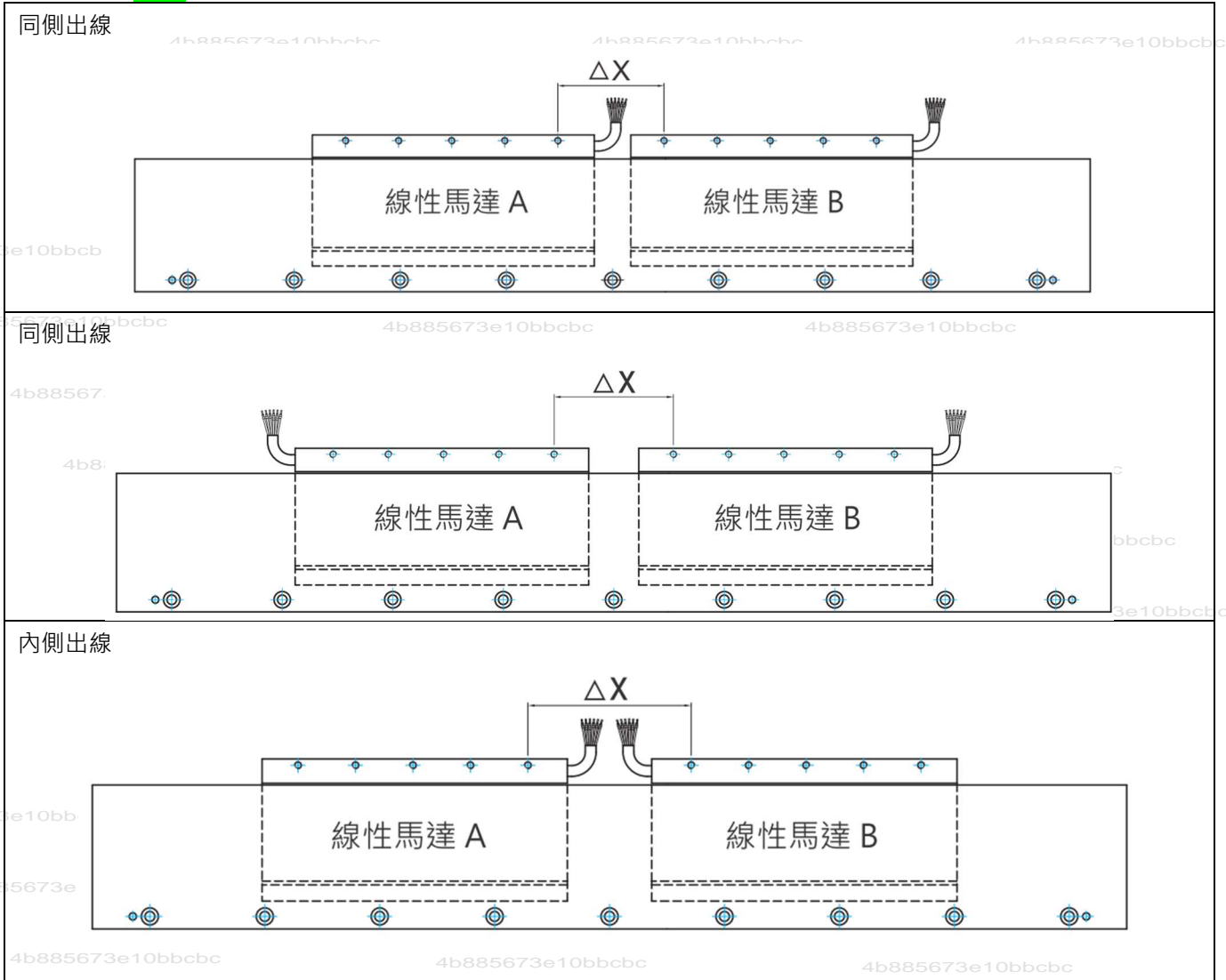


圖 4.4-5 LMC A/B/C/D/E/F 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-6 LMCA/B/C 並聯配線表

LMCA/B/C	同側出線			外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P=32mm)	32+n*2P (n=1,2...)			18+n*2P (n=1,2...)			46+n*2P (n=1,2...)		

表 4.4-7 LMC/E/F 並聯配線表

LMC/E/F	同側出線			外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔX (2P=60mm)	60+n*2P (n=1,2,...)			50+n*2P (n=0,1,2,...)			50+n*2P (n=0,1,2,...)		

LMC-EF 系列

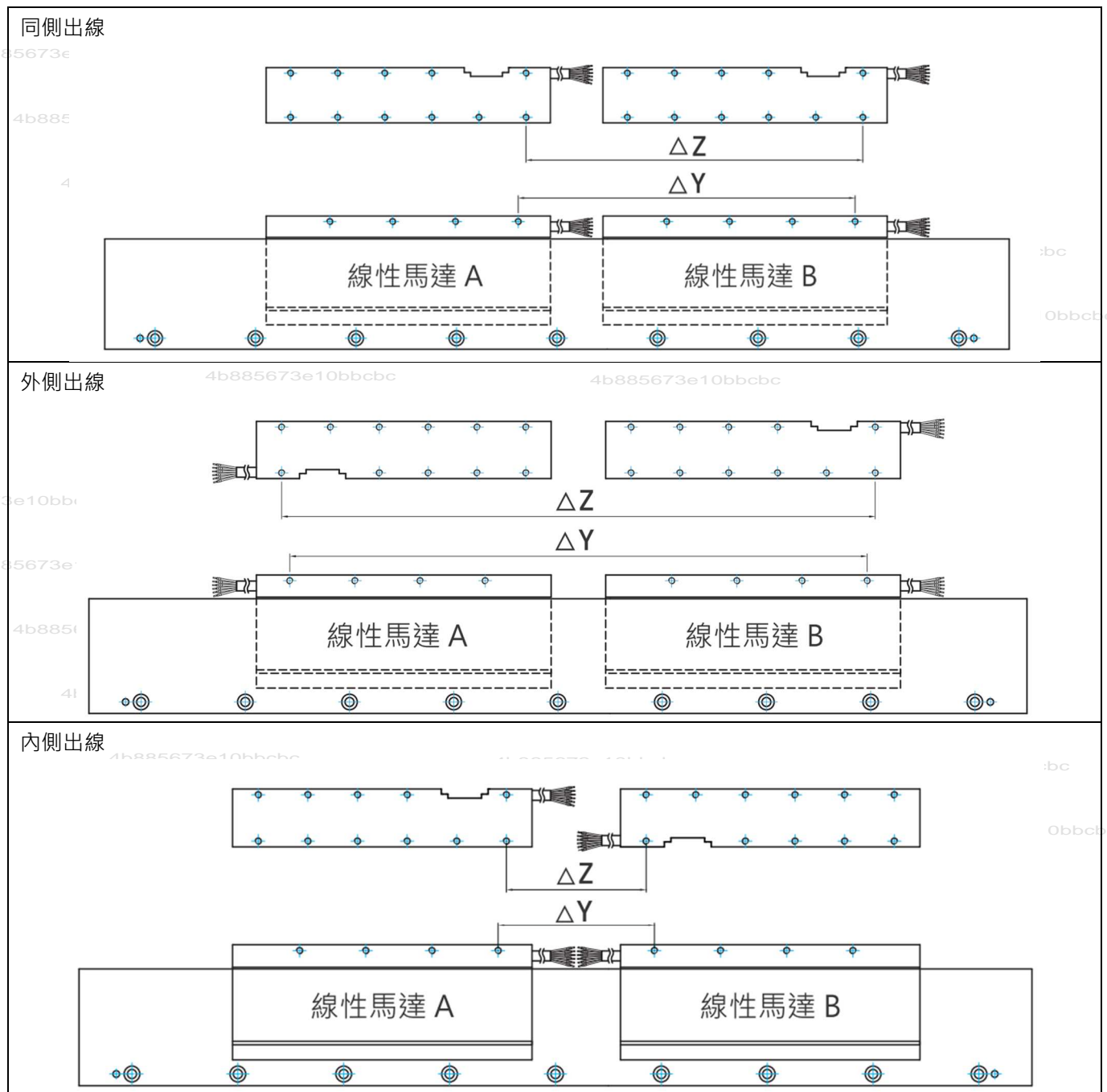


圖 4.4-6 LMC-EF 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-8 LMC-EF 並聯配線表

LMC-EFC	同側出線			外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔY (2P=60mm)	n*2P			90+n*2P			10+n*2P		
ΔZ	n*2P			100+n*2P			n*2P		
n	LMC-EFC1 : n=2,3,4... LMC-EFC2 : n=3,4,5... LMC-EFC3 : n=4,5,6... LMC-EFC4 : n=5,6,7...			LMC-EFC1 : n=0,1,2... LMC-EFC2 : n=2,3,4... LMC-EFC3 : n=4,5,6... LMC-EFC4 : n=6,7,8...			n=2,3,4...		
LMC-EFE	同側出線			外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔY (2P=60mm)	n*2P			90+n*2P			10+n*2P		
ΔZ	n*2P			99+n*2P			1+n*2P		
n	LMC-EFE1 : n=2,3,4... LMC-EFE2 : n=3,4,5... LMC-EFE3 : n=4,5,6... LMC-EFE4 : n=5,6,7... LMC-EFE5 : n=6,7,8... LMC-EFE6 : n=7,8,9...			LMC-EFE1 : n=0,1,2... LMC-EFE2 : n=2,3,4... LMC-EFE3 : n=4,5,6... LMC-EFE4 : n=6,7,8... LMC-EFE5 : n=8,9,10... LMC-EFE6 : n=10,11,12...			n=2,3,4...		

4.4.6 LMT 棒狀線性馬達系列

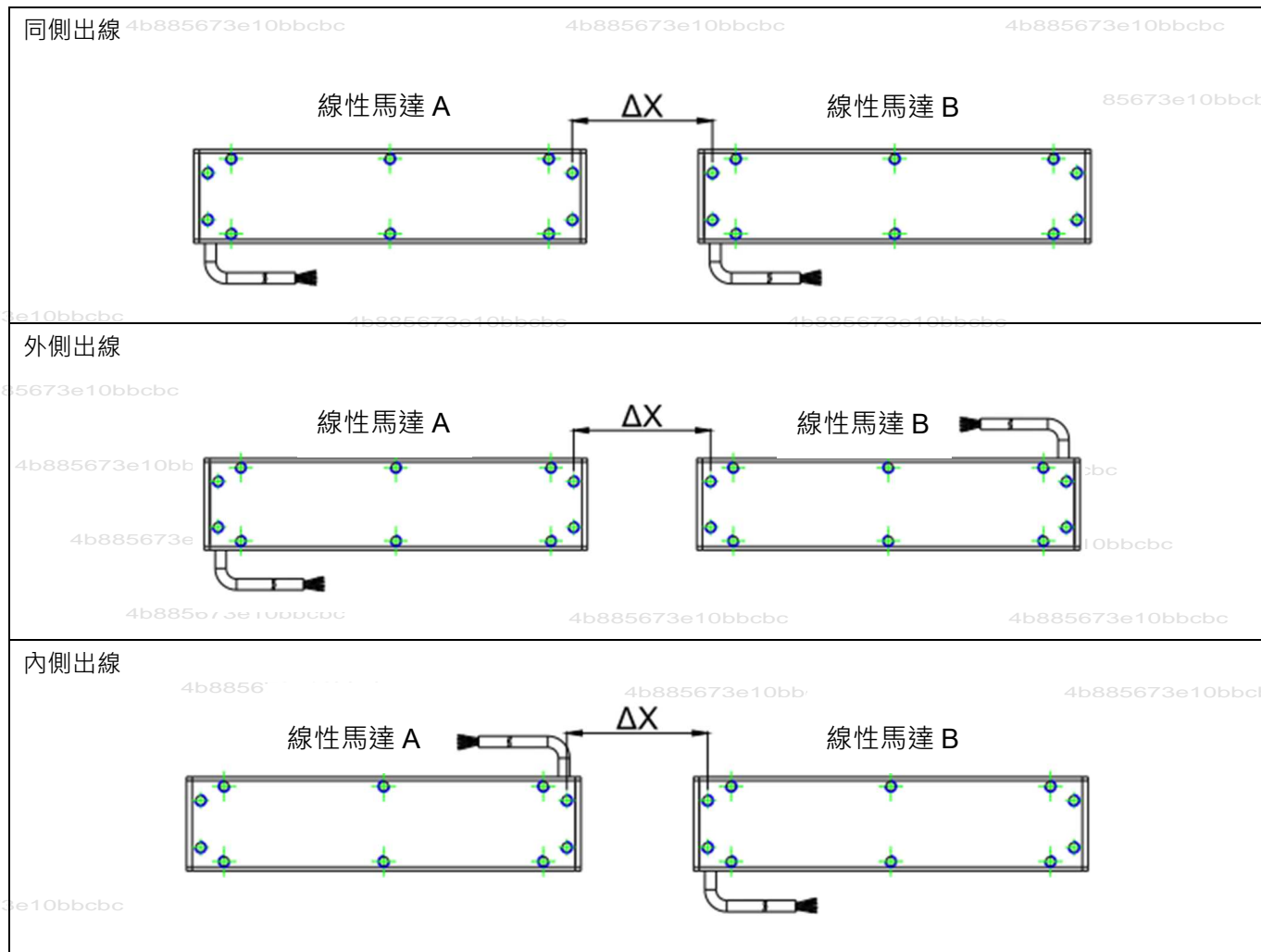


圖 4.4-7 LMT 線性馬達並聯示意圖

表 4.4-9 LMT 同側出線並聯配線表

LMT 2D/2Q	同側出線			LMT 2T	同側出線		
線性馬達 A	U	V	W	線性馬達 A	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	線性馬達 B	U	V	W
ΔX (2P=48mm)	$n*2P-8.2$ (n=1,2,3...)			ΔX (P=24mm)	$(2n-1)*P-8.2$ (n=1,2,3...)		
LMT 6D/6Q	同側出線			LMT 6T	同側出線		
線性馬達 A	U	V	W	線性馬達 A	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	線性馬達 B	U	V	W
ΔX (2P=60mm)	$n*2P-10.5$ (n=1,2,3...)			ΔX (P=30mm)	$(2n-1)*P-10.5$ (n=1,2,3...)		
LMT A2/A4	同側出線			LMT A3	同側出線		
線性馬達 A	U	V	W	線性馬達 A	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	線性馬達 B	U	V	W
ΔX (2P=72mm)	$n*2P-12$ (n=1,2,3...)			ΔX (P=36mm)	$(2n-1)*P-12$ (n=1,2,3...)		
LMT B2/B4	同側出線			LMT B3	同側出線		
線性馬達 A	U	V	W	線性馬達 A	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	線性馬達 B	U	V	W
ΔX (2P=90mm)	$n*2P-15$ (n=1,2,3...)			ΔX (P=45mm)	$(2n-1)*P-15$ (n=1,2,3...)		
LMT C2/C4/C6	同側出線			LMT C3/C5	同側出線		
線性馬達 A	U	V	W	線性馬達 A	U	V	W
線性馬達 B	U	V	W	線性馬達 B	U	V	W
ΔX (2P=120mm)	$n*2P-20$ (n=1,2,3...)			ΔX (P=60mm)	$(2n-1)*P-20$ (n=1,2,3...)		

表 4.4-10 LMT 不同側出線並聯配線表

LMT 2 系列	外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	V	U	W
線性馬達 B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=48mm)	n*2P-8.2 (n=1,2,3...)					
LMT 6 系列	外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	V	U	W
線性馬達 B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=60mm)	n*2P-10.5 (n=1,2,3...)					
LMT A 系列	外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	V	U	W
線性馬達 B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=72mm)	n*2P-12 (n=1,2,3...)					
LMT B 系列	外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	V	U	W
線性馬達 B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=90mm)	n*2P-15 (n=1,2,3...)					
LMT C 系列	外側出線			內側出線		
線性馬達 A	U	V	W	V	U	W
線性馬達 B	V	U	W	U	V	W
ΔX (2P=120mm)	n*2P-20 (n=1,2,3...)					

4.5 LMFA/LMFP 水冷馬達冷卻管路設計

使用複數個以上的線性馬達時，馬達的冷卻管路必須以並聯的方式安裝，示意圖如圖 4.5-1(左側馬達的進水口與右側馬達的進水口相接，出水口以此類推)。使用精密水冷時，流道如圖 4.5-2 所示，複數精密水冷時請參考圖 4.5-3。

建議：將動子精密水冷與定子精密水冷之流道分開運作，方可達到較優異之效果。

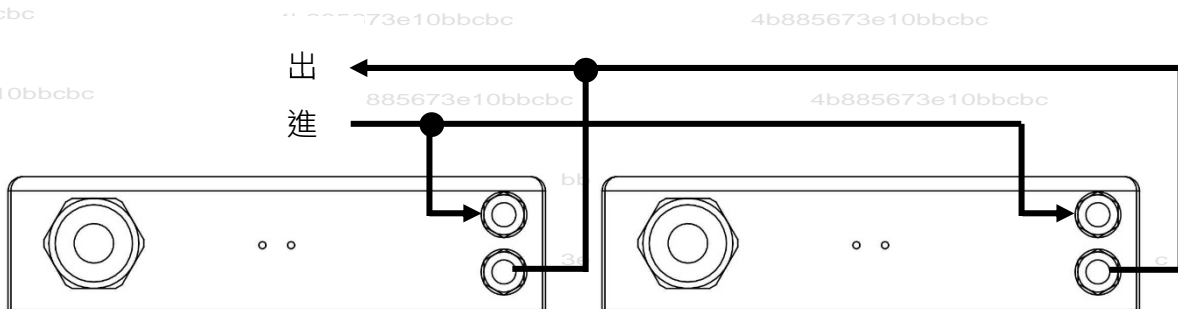


圖 4.5-1 馬達冷卻管路安裝示意圖

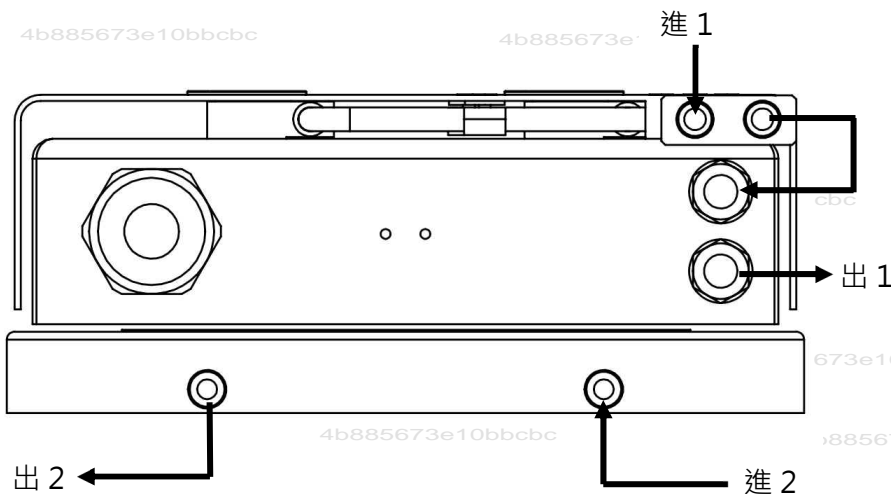


圖 4.5-2 精密水冷流道示意圖

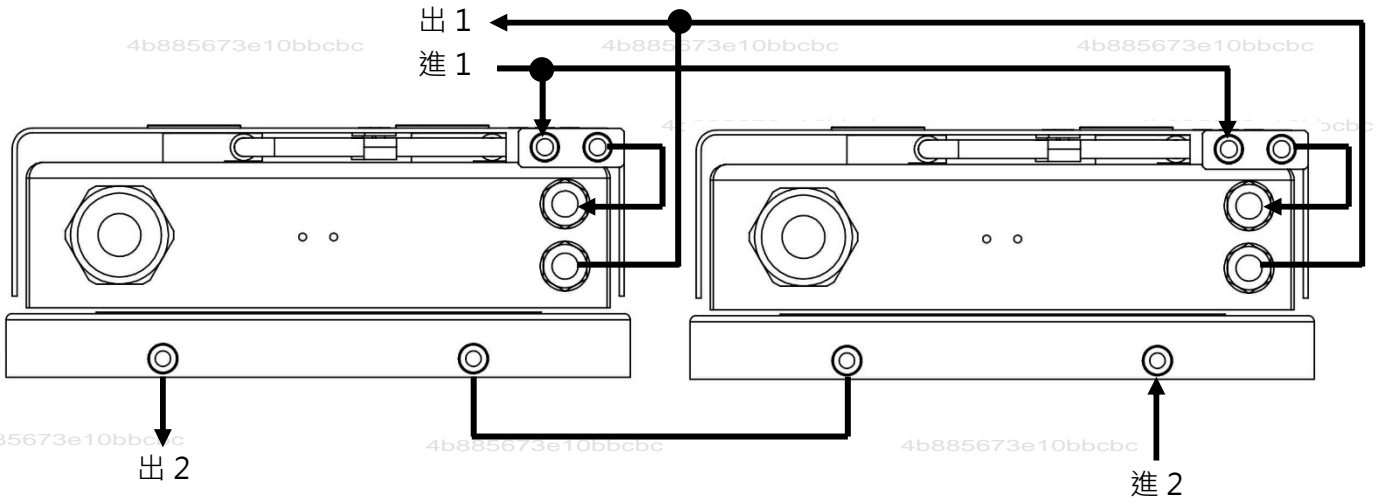


圖 4.5-3 複數精密水冷流道示意圖

4.6 LMFA/LMFP 水冷馬達搭配 LMFC 精密水冷流道設計

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

使用水冷式線性馬達 LMFA/LMFP 搭配精密水冷系列 LMFC 時，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，為馬達定子在連續推力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。LMFC 精密水冷之效能定義為精密水冷表面溫度不可高於冷卻機出水設定溫度 4°C 以上，LMFC 定子精密水冷則有以下兩種形式，LMFC3~6 系列有標準式水流道設計，如圖 4.6-1 所示；LMFC3~4 系列另有迴流式水流道設計，如圖 4.6-2 所示。

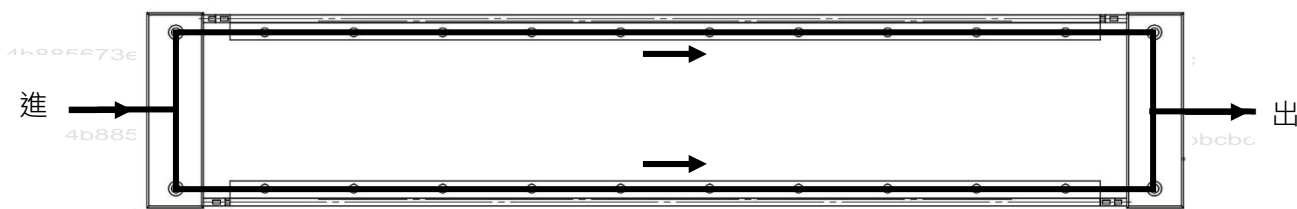


圖 4.6-1 標準式水流道示意圖

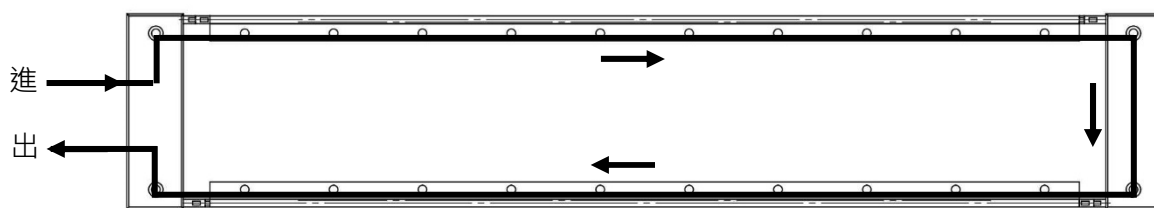


圖 4.6-2 迴流式水流道示意圖

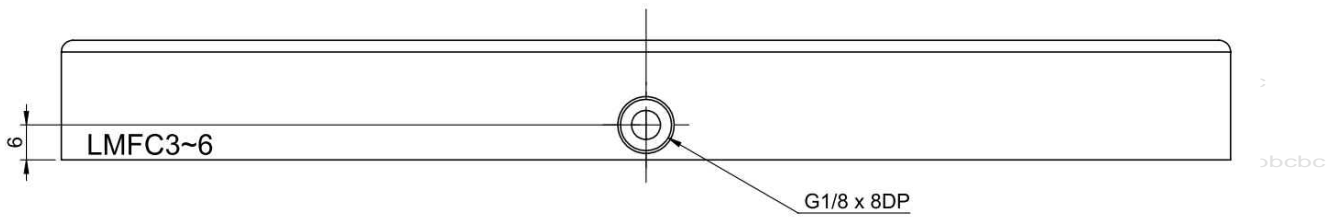


圖 4.6-3 標準式安裝介面

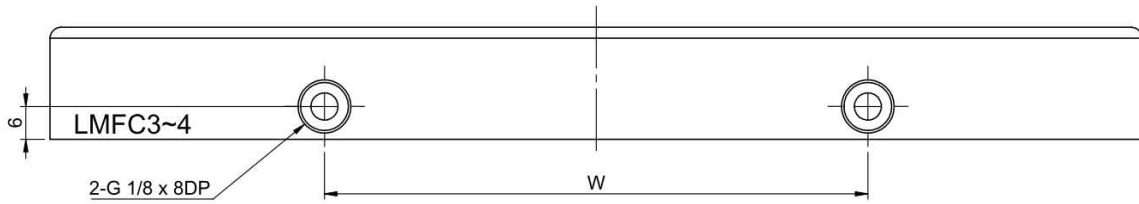


圖 4.6-4 迴流式安裝介面

表 4.6-1 迴流式安裝尺寸表

型號	尺寸 (mm)
	W
LMFC3□	50
LMFC4□	100

LMFC 精密水冷式線性馬達組合示意如下圖

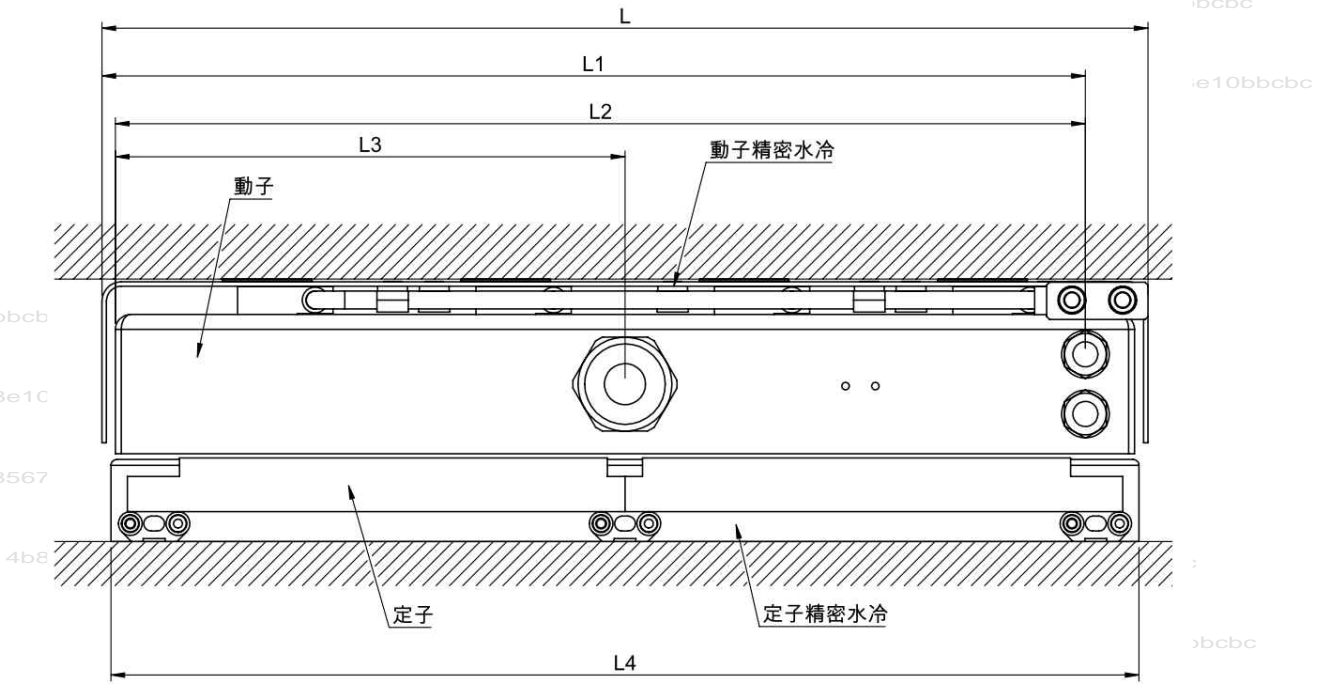


圖 4.6-5 LMFA 精密水冷式線性馬達組合示意圖

表 4.6-2 LMFA 精密水冷安裝尺寸表

型號	尺寸 (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0□	/				
LMFC1□					
LMFC2□					
LMFC3□	150	131	126.5	30	155
LMFC4□	197	178	173.5	30	201
LMFC5□	257	236	231.5	124	251
LMFC6□	351	330	325.5	171	345

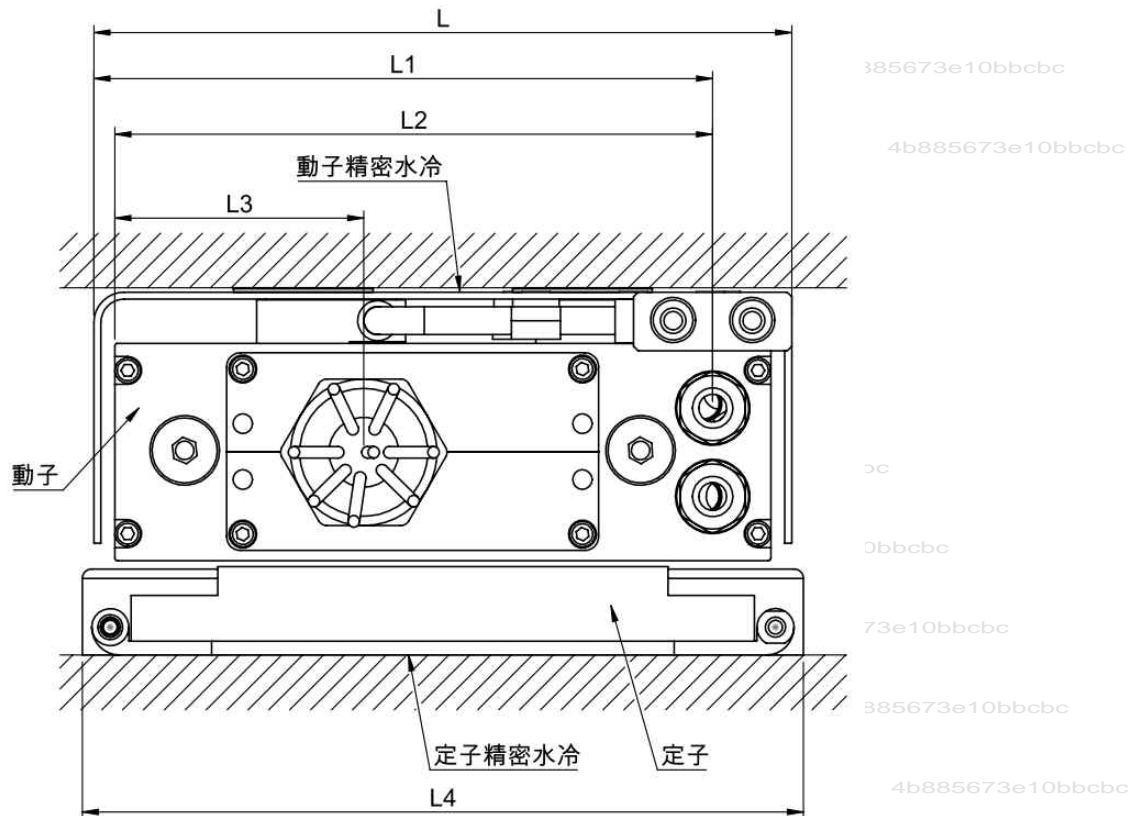


圖 4.6-6 LMFP 精密水冷式線性馬達組合示意圖

表 4.6-3 LMFP 精密水冷安裝尺寸圖

型號	尺寸 (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0□					
LMFC1□					
LMFC2□					
LMFC3□	150	133	128.5	53.5	155
LMFC4□	197	180	175.5	53.5	201
LMFC5□	257	240	235.5	53.5	251
LMFC6□	351	334	329.5	53.5	345

4.7 水冷馬達流道使用材料

表 4.7-1 水冷馬達流道材料表

項目	使用材料
LMFA/LMFP 水冷馬達	Cu ; SUS303 ; Viton
LMFC 動子精密水冷	A6061 ; SUS304 ; Viton
LMFC 定子精密水冷	A6061 ; SUS303 ; Viton

4.8 水冷馬達冷卻液

注意

冷卻系統使用風險

注意冷卻系統使用環境，避免損壞。

- ▶ 請勿於結霜或結冰的環境下使用水冷系統。
- ▶ 請勿使用未經處理的水，否則可能造成嚴重的損壞或故障。

水冷機與冷卻異的選用由客戶端決定，

■ 建議使用具有防腐蝕保護作用的水作為冷卻劑

■ 必須預先清潔或過濾冷卻介質，以防止冷卻迴路堵塞

■ 冷卻介質中顆粒的最大允許尺寸為 100µm

■ 冷卻液必須與 Oring 材料兼容，避免可能的污染

■ 推薦的添加劑包括：乙二醇（熱敏性），乙二醇與 20%至 30%的軟化水，含 3%的 Panolin 的水，含 10-20%的 Tyfocor 的水，粘度為 7 cst 的油，含 30%的 clyasantin 的水。

5. 馬達組裝

5.	馬達組裝.....	78
5.1	鐵心式線性馬達安裝.....	79
5.1.1	定子拿取注意事項.....	79
5.1.2	動定子安裝注意事項.....	81
5.1.3	LMSC 動定子安裝注意事項.....	86
5.2	無鐵心式線性馬達安裝.....	92
5.2.1	LMC 動定子安裝注意事項.....	92
5.2.2	LMT 動定子安裝注意事項.....	94
5.3	水冷式線性馬達水冷系統安裝.....	96
5.3.1	動定子精密水冷安裝.....	96
5.3.2	水冷馬達快速接頭安裝.....	98
5.3.3	精密水冷馬達快速接頭安裝.....	99

5.1 鐵心式線性馬達安裝

定子警告標籤

警告! 強磁危險!



裝有心臟節律器或金屬植入物的人請遠離! 拆裝作業時, 需特別小心手部夾傷的風險, 避免使用鐵磁性的工具或螺絲, 磁性資料存取設備和精密機械儀器等物品靠近時可能會損壞。

HIWIN
HIWIN MIKROSYSTEM CORP.

5.1.1 定子拿取注意事項

警告

定子取放使用風險

避免損壞產品以及人員受傷, 務必使用正確方式取放定子



- ▶ 磁鐵警告標籤需貼於明顯處, 避免人員受傷。
- ▶ 請使用正確方式處理定子, 避免產品損壞以及人員受傷。
- ▶ 請使用正確方式拿取定子, 以避免人員受傷或定子損壞 (如圖 5.1-1)。
- ▶ 無論使用何種方式, 皆不可直接利用蓋板邊緣來拿取定子 (如圖 5.1-2), 否則可能會造成人員受傷或定子損壞。

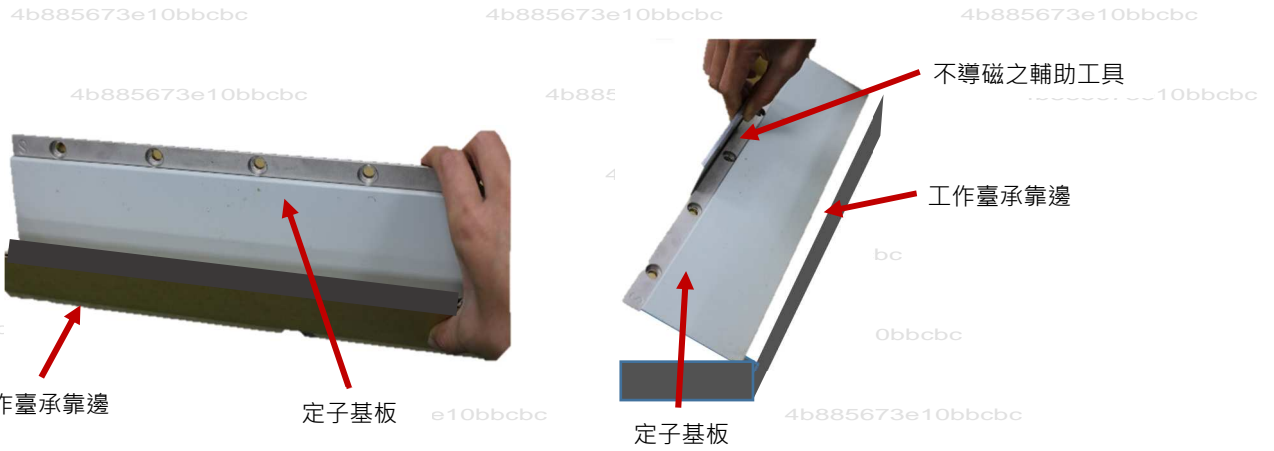
警告

永久磁場可能導致嚴重傷亡

即使馬達斷電, 靠近永久磁場仍然會影響裝有心臟節律器或金屬植入物的人員。

- ▶ 為避免影響裝有心臟節律器或金屬植入物的人員, 請至少與永久磁場距離 500mm。(依據 2013/35/EU, 有 0.5mT 的靜磁場觸發值)。

■ 正確方式



定子承靠一邊，手於定子基板處拿取定子。

定子承靠一邊，以不導磁輔助工具，從定子基板處拿取定子。

圖 5.1-1 定子正確拿取方式

■ 錯誤方式



不可由蓋板邊緣拿取定子。

為避免使用人員受傷或者造成定子損壞，不得接觸定子蓋板邊緣來拿取定子。

圖 5.1-2 定子錯誤拿取方式

5.1.2 動定子安裝注意事項

⚠ 危險**強磁場危險**

動定子間具有強大磁場，為避免人員受傷，務必遵守使用規範。

- ▶ LMSA / LMFA 的動定子之間有極大（數百公斤）的吸力，請安裝人員依照手冊安裝，以避免被動子與定子夾傷。

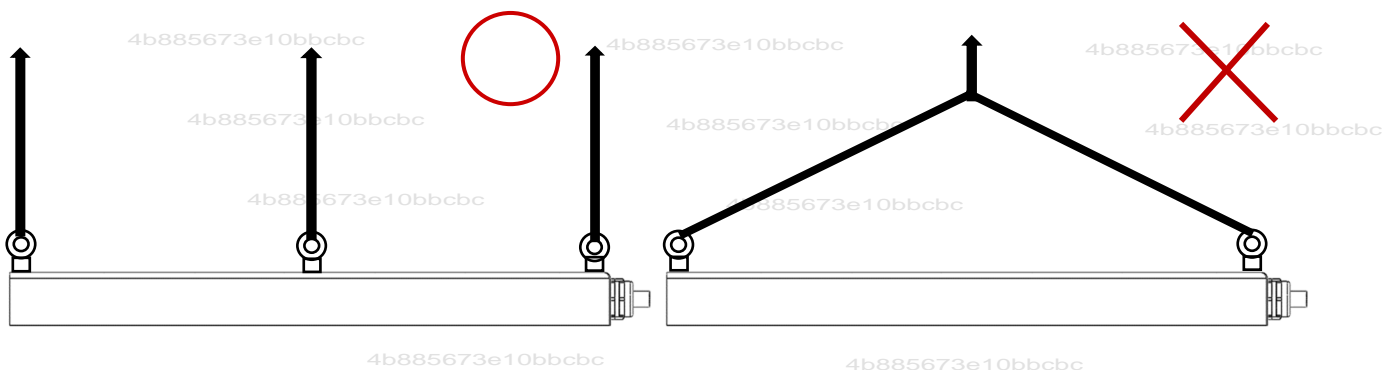
⚠ 警告**線性馬達組裝風險**

為避免人員受傷，務必遵守動定子安裝規範。



- ▶ 多組動子並聯安裝時，須注意跨距規範及馬達相位，以確保有效推力。
- ▶ 安裝動子時，須注意動子與定子間氣隙，若未正確安裝，可能會增加頓力以及降低馬達推力。
- ▶ 安裝動子前，擺放在平台上若有間隙情況是正常現象，如圖 5.1-6。安裝動子組合方式，由中間往左右兩端依序鎖緊螺絲，如圖 5.1-7。鎖固完成後，動子與動子座無氣隙，如圖 5.1-8。
- ▶ 需注意兩定子間之強磁吸力，手勿於兩定子間（如圖 5.1-11）以免造成人員受傷（導磁物、手錶等也須遠離）。
- ▶ 安裝多組定子時，可能因定子長度累積公差造成孔位偏移，此屬正常狀況。故組裝時可於兩定子間放置 0.1~0.2 mm 間隙片輔助調整螺絲定位（如圖 5.1-12），於定位後再行鎖固，完成後移除間隙片。

在搬運大型動子時(例如 LMFA/LMFP)，必須使用吊具並使其完全對置的形況下進行搬運，若動子重量>20kg 時，請使用 3 條以上繩索吊掛以免發生危險。



注意

線性馬達風險



- ▶ 定子選用之螺絲最大鎖固深度依客戶平台的螺紋孔而定；最小鎖固深度請參考 9.1.2 節。
- ▶ 動子選用之螺絲最大鎖固深度、最小螺絲深度為請參考 9.1.2 節。
- ▶ 鎖附動定子組合之螺絲扭力強度請參考 9.1.2 節。

安裝步驟：

▶ 首片定子安裝

先安裝其中一組定子，安裝時須注意滑軌與定子之平行度，再使用螺絲①將定子②安裝於平台③上。(如圖圖 5.1-3)

▶ 動子座及動子安裝

使用螺絲④將動子座⑤安裝於滑塊⑥上。(如圖 5.1-4)

使用螺絲⑧將動子⑦安裝於動子座。安裝方式須由中間往左右兩端依序鎖緊。(如圖 5.1-5)

▶ 定子安裝

移動動子座⑨於平台上方，以便安裝其他定子。(如圖 5.1-9)

使用螺絲⑪將定子⑩安裝於平台上，滑動動子座確認無任何干涉現象。(如圖 5.1-10)

線性馬達操作說明書

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

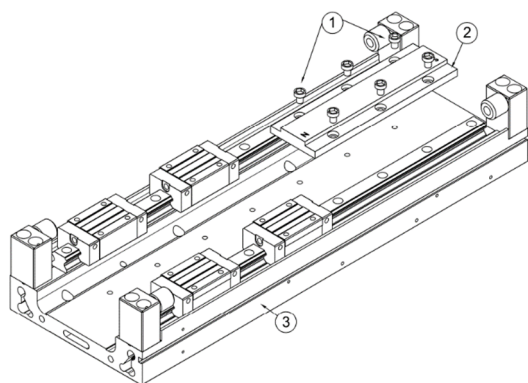


圖 5.1-3 首片定子安裝

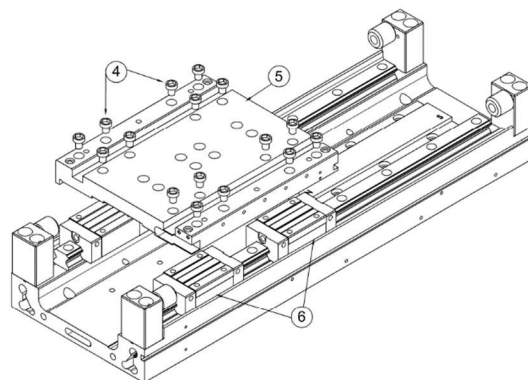


圖 5.1-4 動子座安裝

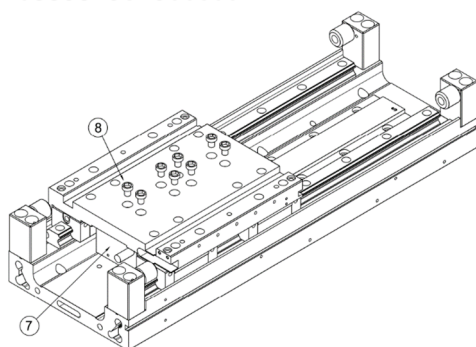
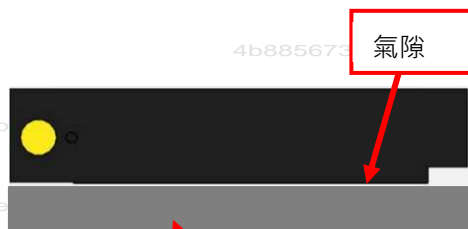


圖 5.1-5 動子安裝



安裝平台

馬達前方



安裝平台

馬達後方

圖 5.1-6 安裝間隙確認

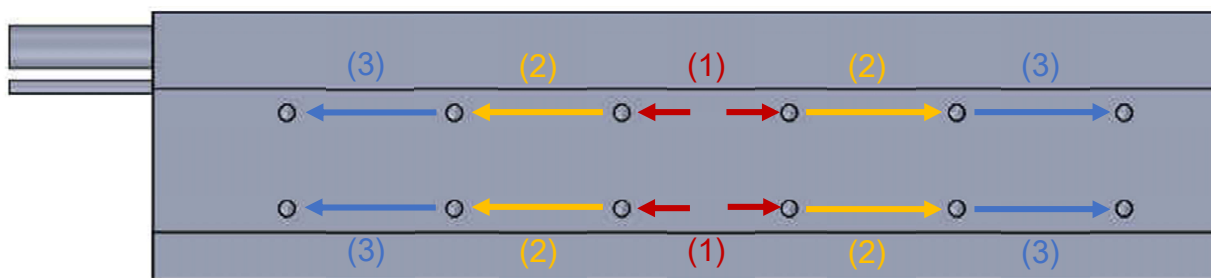


圖 5.1-7 動子安裝手順示意圖

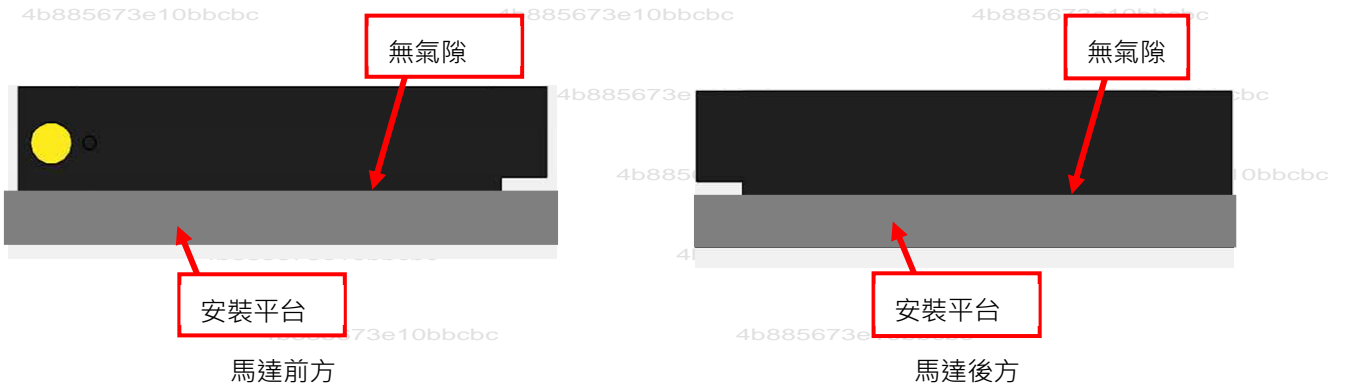


圖 5.1-8 動子間隙說明

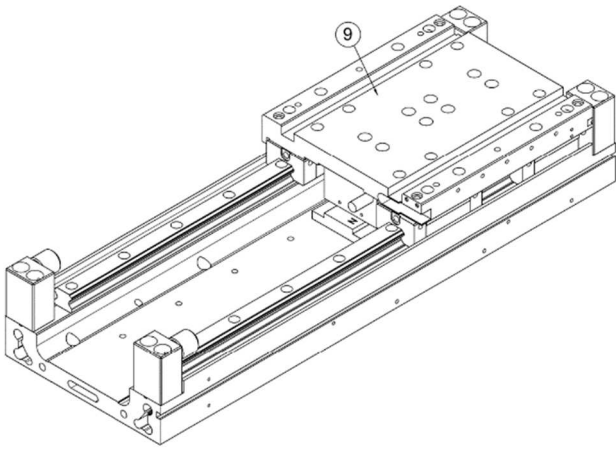


圖 5.1-9 動子座移位

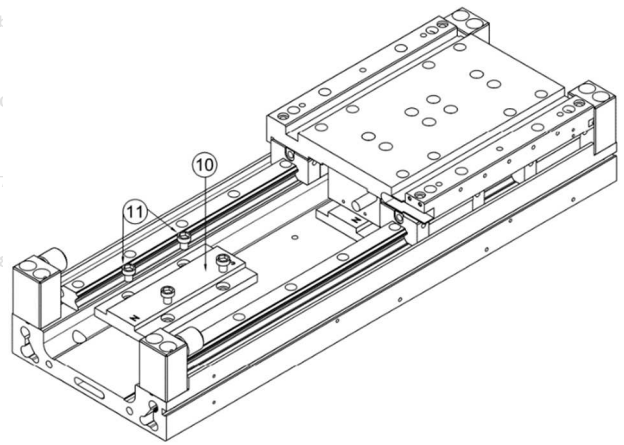


圖 5.1-10 定子安裝

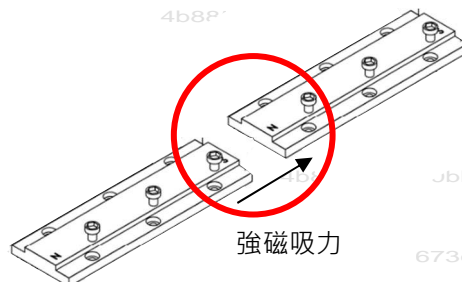


圖 5.1-11 定子間有強磁吸力，須注意避免人員手部夾傷

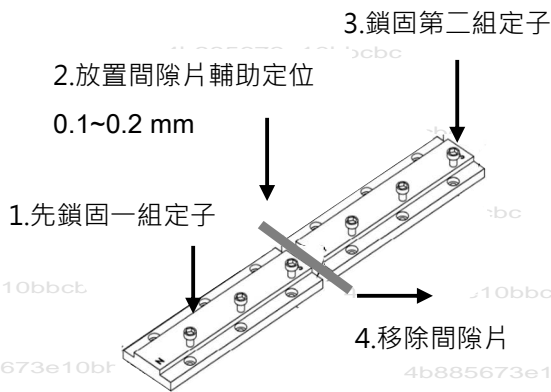


圖 5.1-12 鎖固多組定子建議以間隙片輔助定位

5.1.3 LMSC 動定子安裝注意事項

⚠ 注意**線性馬達組裝損壞風險**

由於在動定子間具有強大的吸引力，須注意結構強度設計。若結構強度不足會導致結構變形，若安裝公差過大亦會影響馬達性能。



- ▶ 動定子間有強磁吸引力，單側吸引力至少 2850N。
- ▶ 需考慮兩側定子安裝結構強度，避免因強吸力造成結構變形。
- ▶ 動定子間距離在 4.5 mm 以上時，吸引力接近為 0。
- ▶ 兩側之定子極性標示須相反。
- ▶ LMSC 磁力相煞型線性馬達裡的氣隙不平均會影響動子與定子間的吸力。(如圖 5.1-25)

安裝步驟(定子)：

- ▶ 先清潔所有安裝面
- ▶ 將鎖固定子的螺絲點上螺絲固定膠 (如圖 5.1-13)
- ▶ 定子上方使用非導磁材質間隔
- ▶ 放入定子
- ▶ 使用非導磁工具 (如圖 5.1-14) 安裝行程一半之一側定子。
- ▶ 擺放非導磁物於兩側定子安裝面之間。(如圖 5.1-15)
- ▶ 使用非導磁工具安裝行程一半之另一側定子。(如圖 5.1-16)



圖 5.1-13 塗螺絲固定膠

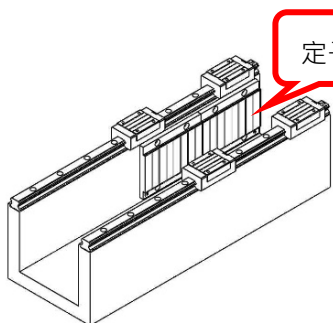


圖 5.1-14 使用非導磁工具安裝定子

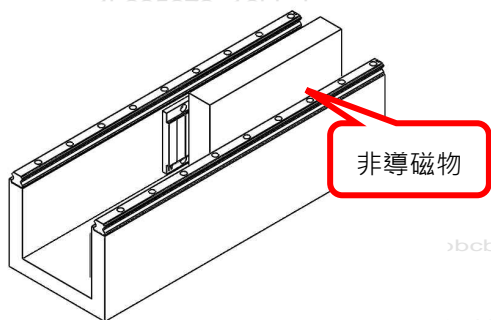


圖 5.1-15 放置非導磁物

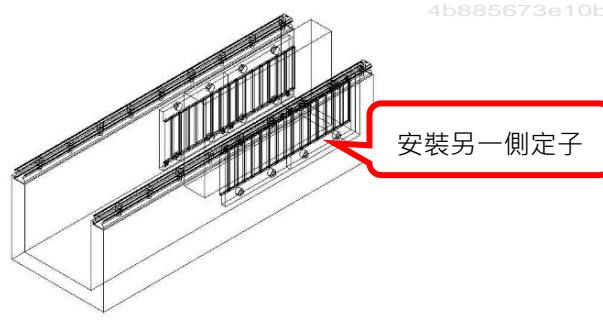


圖 5.1-16 使用非導磁工具安裝定子

安裝步驟(動子)：

- ▶ 先將動子安裝於動子座上。(如圖 5.1-17)
- ▶ 將動子座安裝於基座滑塊上。(如圖 5.1-18)
- ▶ 使用厚薄規調整氣隙 (如圖 5.1-19) 至 $0.75^{+0.25}_{-0.15}$

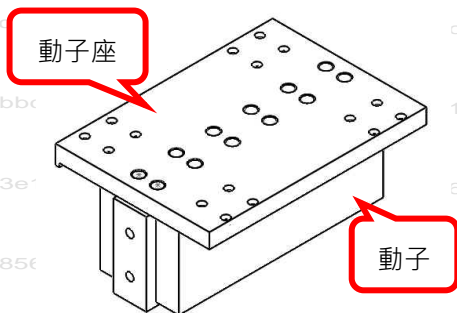


圖 5.1-17 動子安裝

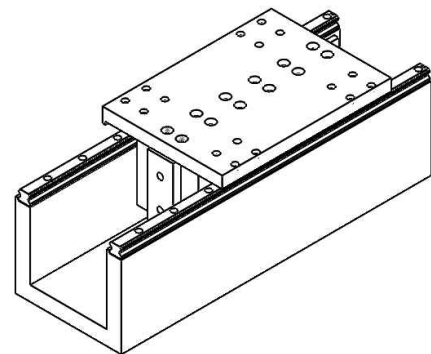


圖 5.1-18 動子座安裝

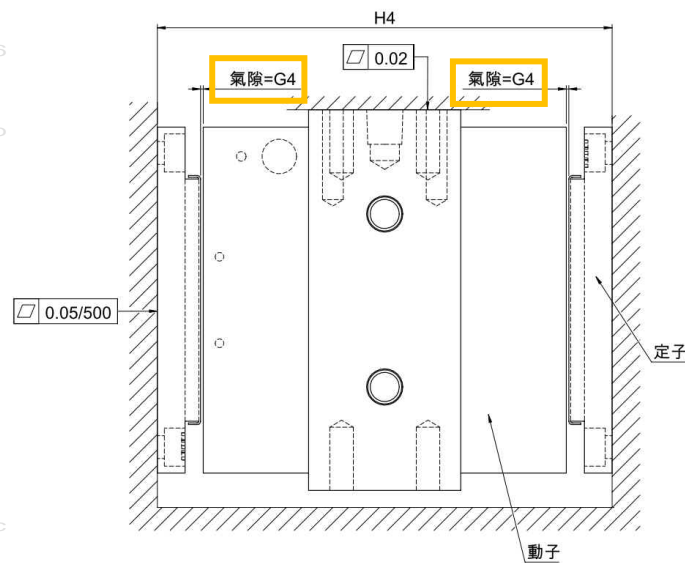


圖 5.1-19 氣隙說明

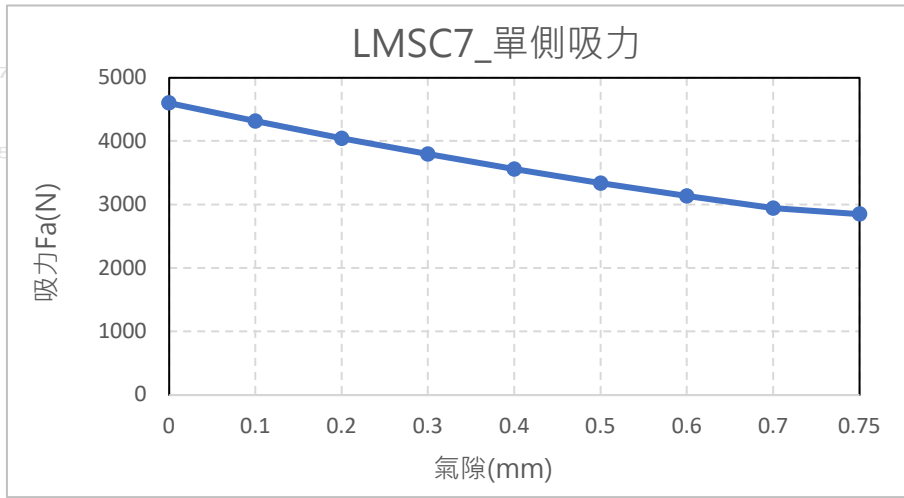


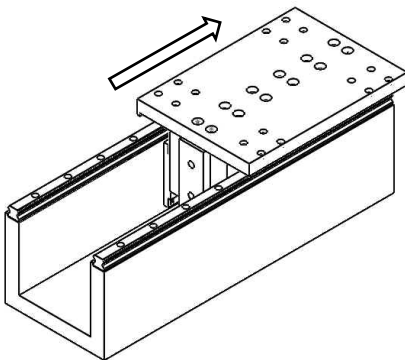
圖 5.1-20 LMSC 氣隙-吸力關係圖

表 5.1-1 氣隙-吸力關係表

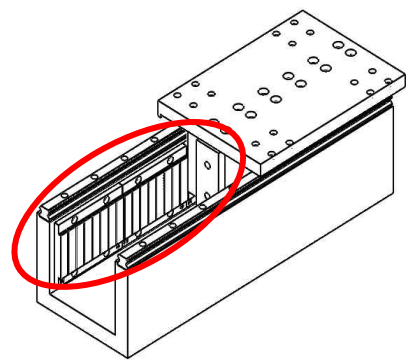
氣隙 (mm)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.75
單側吸力 F_a (N)	4601	4313	4042	3796	3556	3338	3134	2942	2850

4b885673e10bbcbc 安裝步驟(其餘定子)：

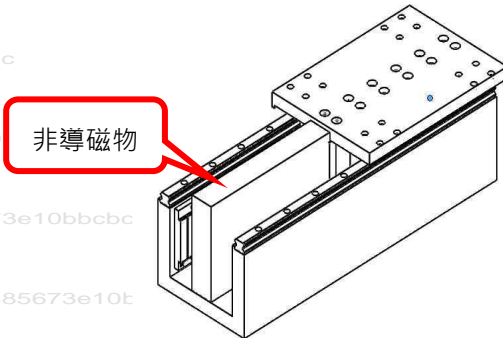
- ▶ 4b885673e10bbcbc 移動動子座，以安裝其餘定子。(如圖 5.1-21)
- ▶ 4b885673e10bbcbc 使用非導磁工具安裝行程一半之一側定子。(如圖 5.1-22)
- ▶ 4b885673e10bbcbc 擺放非導磁物於兩側定子安裝面之間。(如圖 5.1-23)
- ▶ 4b885673e10bbcbc 使用非導磁工具安裝行程一半之另一側定子。(如圖 5.1-24)



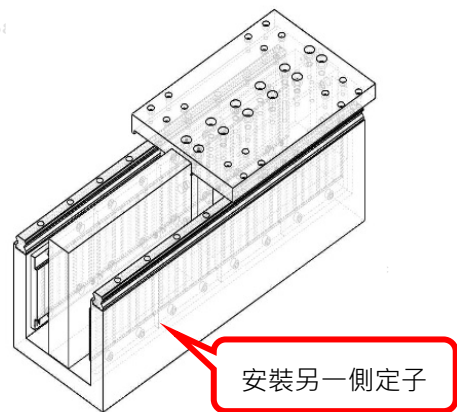
4b885673e10bbcbc 圖 5.1-21 動子座移位



4b885673e10bbcbc 圖 5.1-22 安裝單側定子

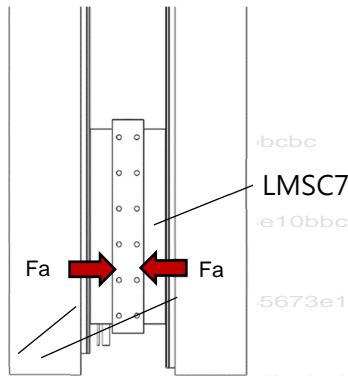


4b885673e10bbcbc 圖 5.1-23 放置非導磁物



4b885673e10bbcbc 圖 5.1-24 安裝另一側定子

線性馬達操作說明書



定子安裝

圖 5.1-25 LMSC 動、定子安裝圖

表 5-1-2 LMSC 氣隙不均-吸力對應表

氣隙 1 (mm)	0	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75
氣隙 2 (mm)	1.5	1.45	1.35	1.25	1.15	1.05	0.95	0.85	0.75
吸力 F_a (N)	2838	2633	2230	1840	1461	1090	724	361	0

5.2 無鐵心式線性馬達安裝

5.2.1 LMC 動定子安裝注意事項

警告



動定子組裝風險

使用線性馬達產品時，需注意避免手部夾傷。

- ▶ 務必小心處理定子組件，避免人員手部夾傷。

注意

- ▶ 定子警告標籤務必朝上。
- ▶ 參照 4.2 節動定子組合組裝後，需特別注意動定子間之尺寸。
- ▶ 鎖附動定子組合之螺絲扭力參考 9.1.2 節。
- ▶ 選用螺絲之長度與牙深請參考 9.1.2 節。

安裝步驟：

- ▶ 使用乾淨擦拭布沾酒精(95%工業用酒精)將安裝介面擦拭乾淨。(如圖 5.2-1)
- ▶ 使用螺絲①將最右側定子組合②與底板③結合。(如圖 5.2-2)
- ▶ 使用螺絲④將動子座⑤安裝於線性滑塊⑥上。(如圖 5.2-3)
- ▶ 將動子座⑦移至最左側，方便鎖附動子組合⑧。(如圖 5.2-4)
- ▶ 將組裝好之動子組合⑨，推至右側確認動定子組合是否有干涉；並方便進行下一組定子組裝。(如圖 5.2-5)
- ▶ 將其餘定子組合⑩鎖附於底板⑪上。(如圖 5.2-6)
- ▶ 組裝完成，滑動動子座確認無任何干涉現象。(如圖 5.2-7)

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

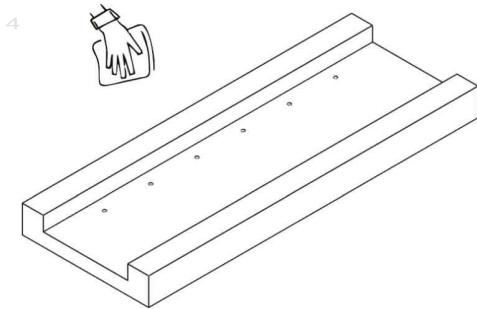


圖 5.2-1 清潔安裝介面

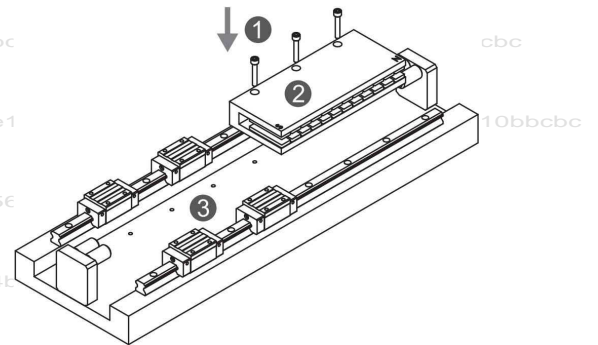


圖 5.2-2 定子組裝

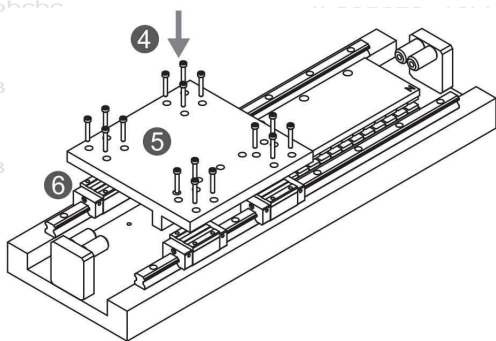


圖 5.2-3 動子座組裝

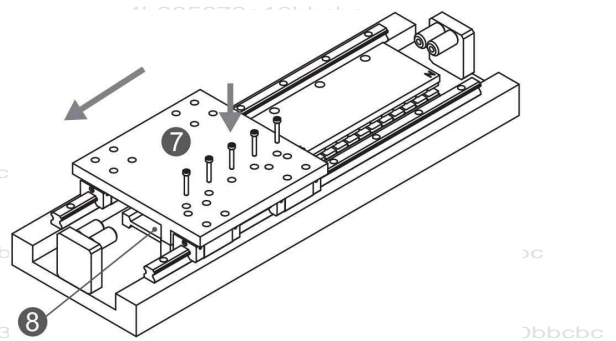


圖 5.2-4 移動動子座

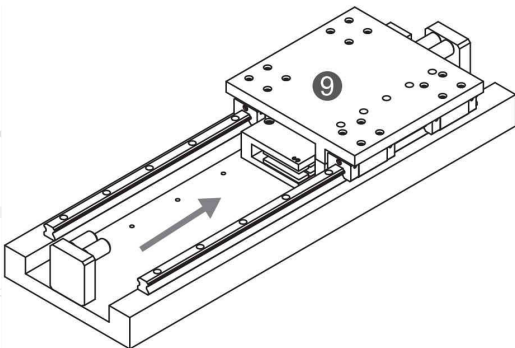


圖 5.2-5 組裝動子

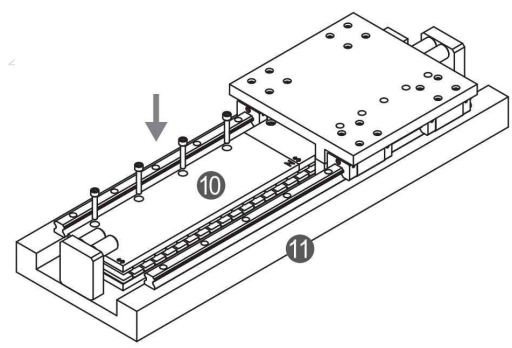


圖 5.2-6 組裝定子

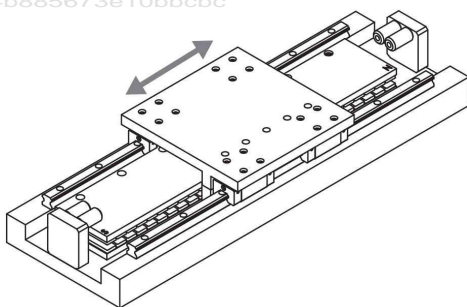


圖 5.2-7 順暢度確認

5.2.2 LMT 動定子安裝注意事項

警告**動定子組裝風險**

使用線性馬達產品時，需注意避免手部夾傷。

- ▶ 務必小心處理定子組件，避免人員手部夾傷。

注意**動定子組裝風險**

須特別注意動定子間安裝之氣隙。

- ▶ 參照 4.3 節，動子組合組裝後，同心度不可大於 0.2mm。
- ▶ 參照 4.3 節，動定子組合組裝後，需特別注意動定子間之尺寸。
- ▶ 鎖附動定子組合之螺絲扭力參考 9.1.2 節。
- ▶ 選用螺絲之長度與牙深請參考 9.1.2 節。

安裝步驟：

- ▶ 使用乾淨擦拭布沾酒精(95%工業用酒精)將定子組合擦拭乾淨。(如圖 5.2-8)
- ▶ 將動子組合①放置於定子組合②。(如圖 5.2-9)
- ▶ 使用螺絲③將定子組合④安裝於固定座⑤上，並量測高度差及左右差不可大於 0.2mm。(如圖 5.2-10)
- ▶ 使用螺絲⑥將動子座⑦安裝於滑塊⑧上。(如圖 5.2-11)
- ▶ 使用螺絲⑨將動子組合⑩鎖附於動子座⑪上。(如圖 5.2-12)
- ▶ 組裝完成，滑動動子座確認無任何干涉現象。(如圖 5.2-13)

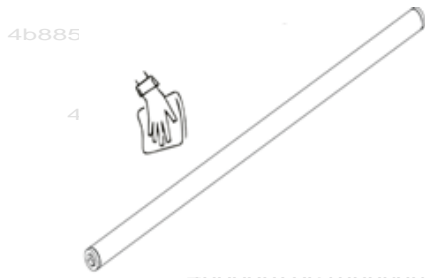


圖 5.2-8 清潔安裝介面

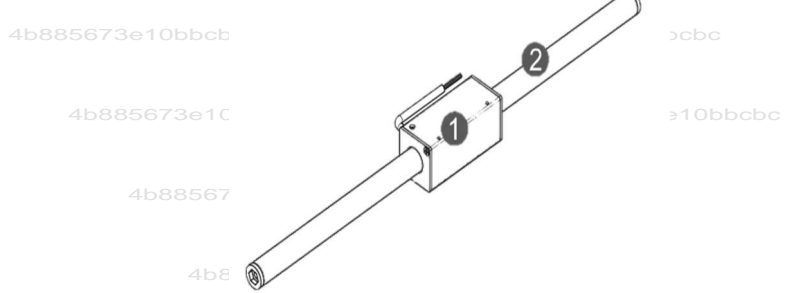


圖 5.2-9 動、定子結合

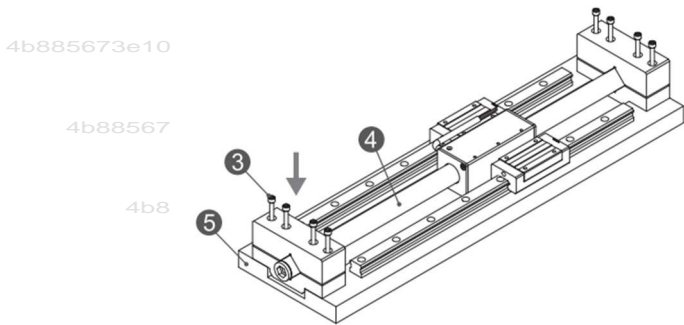


圖 5.2-10 安裝定子

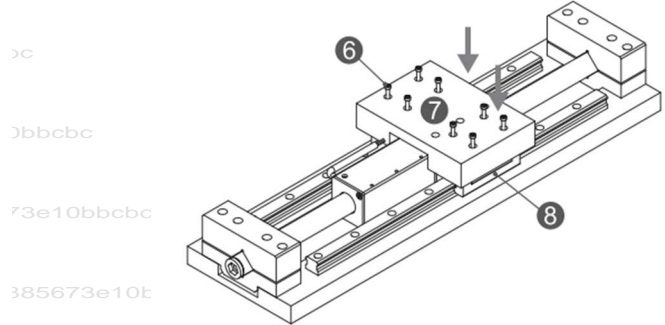


圖 5.2-11 安裝動子座

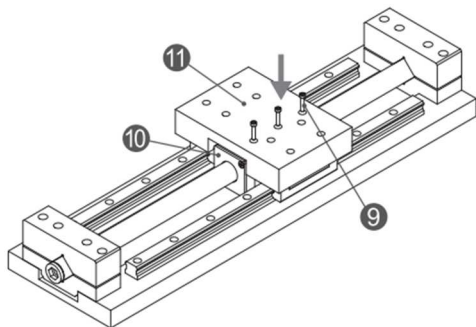


圖 5.2-12 安裝動子

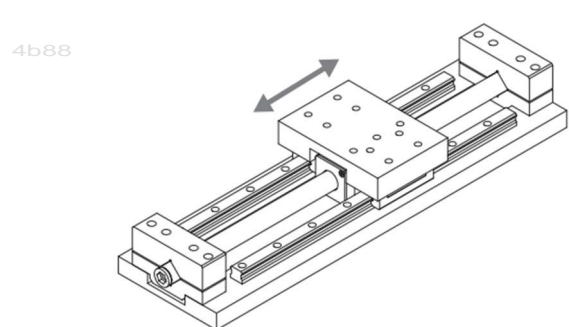


圖 5.2-13 順暢度確認

5.3 水冷式線性馬達水冷系統安裝

5.3.1 動定子精密水冷安裝

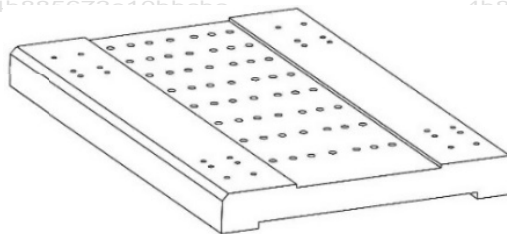
動子精密水冷安裝步驟：(如圖 5.3-1、圖 5.3-2)

▶ 將 ② 動子精密水冷置於 ③ 動子上方，兩物料孔位須對齊且方向須一致。

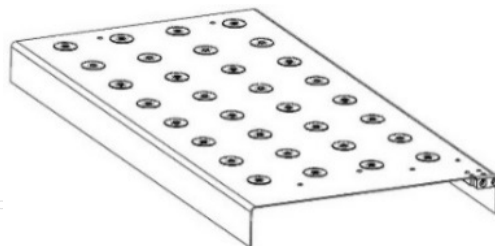
▶ 將 ① 動子座、② 動子精密水冷與 ③ 動子孔位對齊後進行安裝。

▶ 鎖固完成後，即可安裝於工作平台滑塊上，請參考 5.1.2 節之說明。

①
動子座



②
動子精密水冷



③
動子

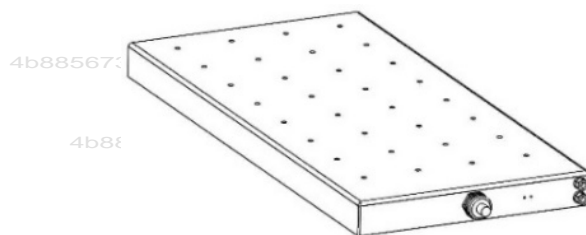


圖 5.3-1 動子精密水冷安裝示意圖

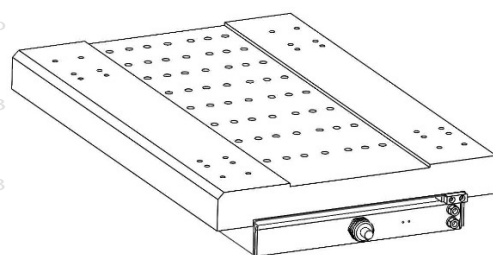


圖 5.3-2 動子精密水冷安裝完成圖

定子精密水冷安裝步驟：(如圖 5.3-3、圖 5.3-4)

- ▶ 將一側之 ① 連接座鎖固於作業平台工作位置。
- ▶ 將 ② 冷卻管與平台上之 ① 連接座對插。
- ▶ 若 ⑤ 定子長度較長，② 冷卻管以拼接的方式連接。
- ▶ 待所有 ② 冷卻管安裝完成後，再將另一側之 ⑥ 連接座與冷卻管調整並鎖固。
- ▶ 將 ⑤ 定子置於 ② 冷卻管上對應位置。
- ▶ 鎖固所有 ⑤ 定子，多組定子鎖固方式請參考 5.1.2 節定子組裝。

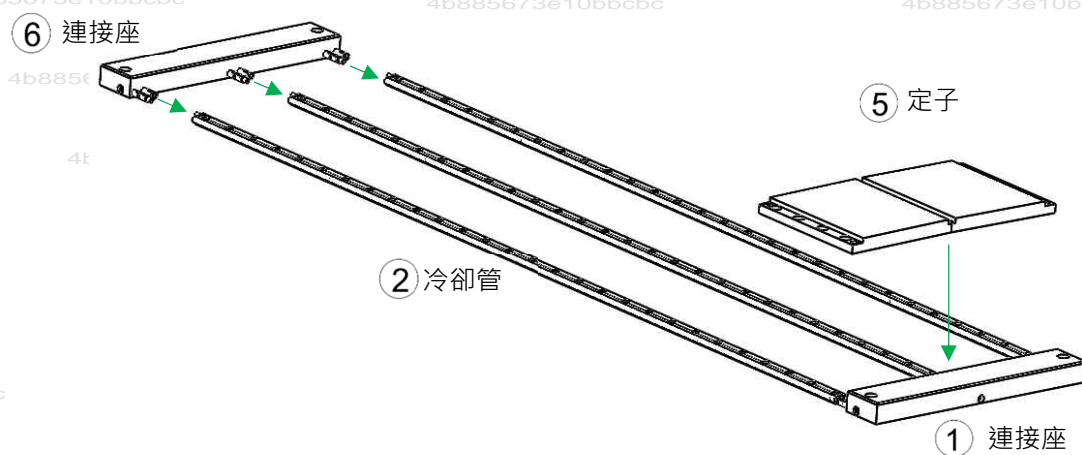


圖 5.3-3 定子精密水冷安裝示意圖

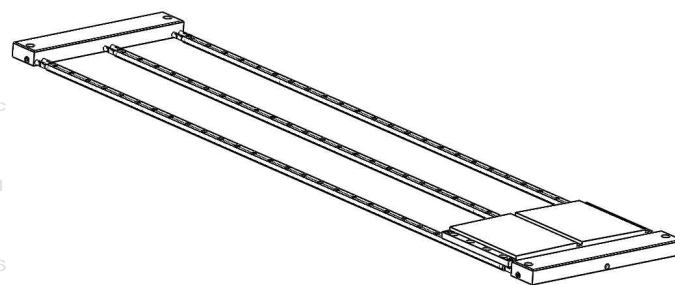


圖 5.3-4 定子精密水冷安裝完成圖

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

5.3.2 水冷馬達快速接頭安裝

注意

- ▶ 1/8PT 牙徑之快速接頭鎖緊於進出水孔上，接頭上須纏繞白色止洩帶防止漏水。
- ▶ G1/8 牙徑之快速接頭鎖緊於進出水孔上，接頭上須加裝墊片或 O 型環以防止洩漏。
- ▶ 在螺紋上有 PTFE 塗層的快速接頭連接到入口或出口時，不需要再纏繞白色止洩帶。
- ▶ 水冷迴路最大承受壓力為 10 bar。
- ▶ 使用扭力扳手（最大扭力不得超過 100 kgf-cm (9.8 Nm)）。
- ▶ 如以上未正確的安裝可能導致水冷接頭損壞、漏水或破裂。
- ▶ 所有出廠產品上之任何配件均不可任意拆卸，否則不保證產品效能。

LMFA 系列動子規格包含 LMFA、LMFA-P 以及 LMFP，所使用管螺紋如下表

表 5.3-1 動子水冷接頭螺紋

動子規格	管螺紋
LMFA	1/8 PT
LMFA-P	G 1/8
LMFP	G 1/8
LMSC	1/8PT

水冷接頭¹²為入水孔，水冷接頭¹³為出水孔。

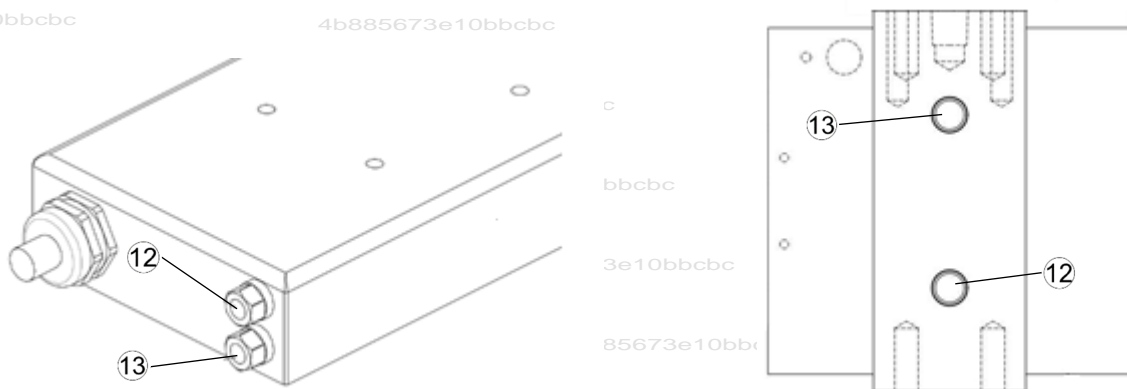


圖 5.3-5 水冷接頭安裝位置

5.3.3 精密水冷馬達快速接頭安裝

LMFC 水冷馬達快速接頭安裝

水冷接頭¹²為入水孔，水冷接頭¹³為出水孔，皆為 G1/8。

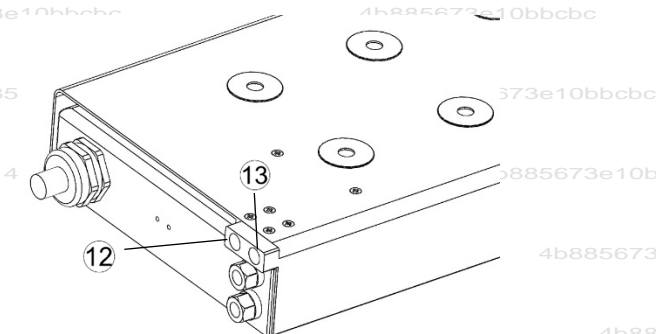


圖 5.3-6 動子精密水冷接頭安裝位置

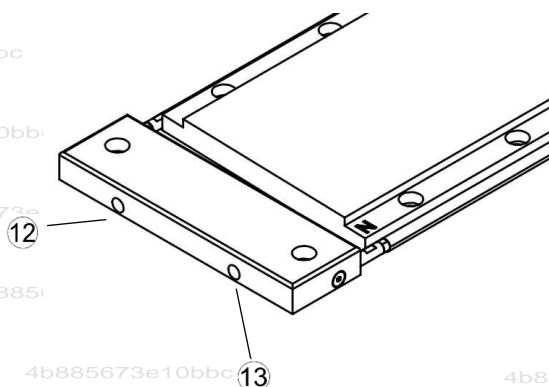


圖 5.3-7 定子精密水冷接頭安裝位置

6. 馬達配件與電源線選用

6.	馬達配件與電源線選用	100
6.1	電源電纜線標準出線型式	101
6.2	接地保護建議施工方式	101
6.2.1	無鐵心式線性馬達接地保護建議施工方式	102
6.3	延長線安裝建議施工方式	103
6.4	接頭選用及腳位圖	105
6.5	過溫保護配置與腳位圖	109
6.6	霍爾感測器	110
6.6.1	霍爾感測器安裝說明	114
6.6.2	霍爾感測器螺絲選用	115
6.7	霍爾編碼器	116
6.7.1	霍爾編碼器編碼說明	117
6.7.2	霍爾編碼器特性規格	118
6.7.3	霍爾編碼器規格尺寸	119

6.1 電源電纜線標準出線型式

線馬規格品的電源線與溫控線長度為 0.5m~1.2m，線長增加單位為 100mm，出線模式可分成接頭與散線模式（如圖 6.1-1），線長超過 1.2m 時，請洽各供應商或與大銀聯絡。

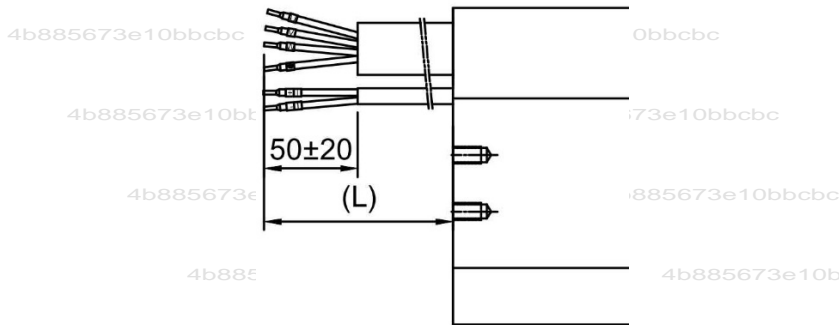


圖 6.1-1 電纜線出線規範

6.2 接地保護建議施工方式

- 電源電纜線或溫控電纜線須選用含有隔離網，且隔離網須做接地處理（如圖 6.2-1）。
- 剝出隔離網後，將整撮隔離網剪至適當長度以利作業；不可剪去部分隔離網，否則隔離網容易斷裂，影響接地效能。

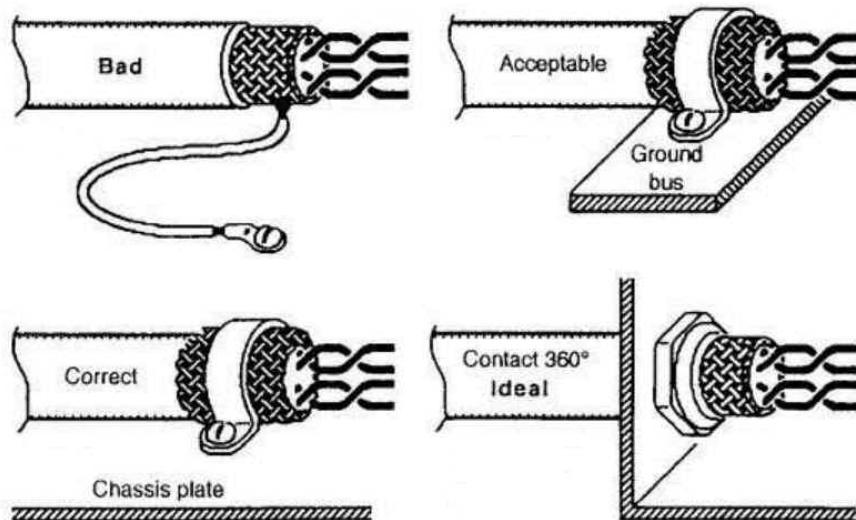


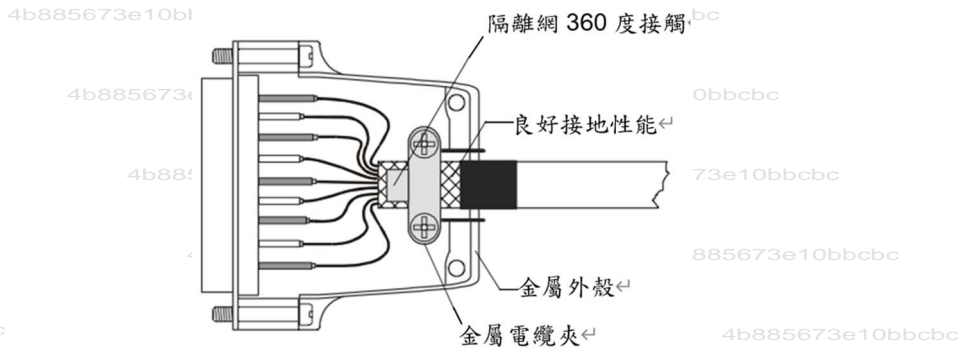
圖 6.2-1 建議接地方式

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc

6.2.1 無鐵心式線性馬達接地保護建議施工方式

4b885673e10bbc 4b885673e10bbc 4b885673e10bbc

無鐵心式線性馬達電源線建議以隔離網作為接地保護，將隔離網分為兩部分，一部分為接地，另一部分以銅箔包覆後與金屬外殼連接，如圖 6.2-2 所示。



將隔離網分為兩部分，一部分為接地，另一部分以銅箔包覆後與金屬外殼連接。

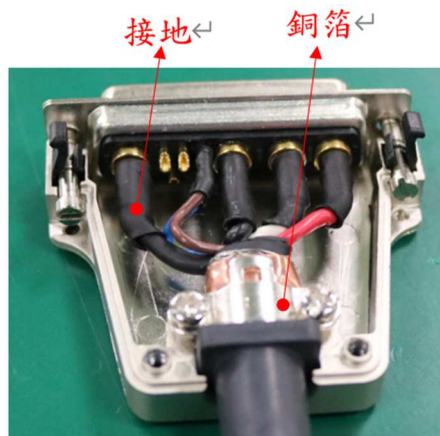


圖 6.2-2 無鐵心式線性馬達接地保護

6.3 延長線安裝建議施工方式

鐵心式線性馬達 LMSA-Z 系列為接頭方式接線，使用直接與延長線進行對接，於安裝使用須注意線材固定方式，避免安裝不當造成線材失效模式。

於動子安裝於動子座上後，馬達出線端須以紮線帶進行固定，並進入走線板金。以及延長線亦須使用紮線帶適當固定後，進入托鏈。以確保運作正常(如圖 6.3-1、圖 6.3-2)。

以上若安裝不當(如圖 6.3-3、圖 6.3-4)，會有如線材晃動、脫落、磨損等失效模式發生，造成異常。

■ 建議安裝方式

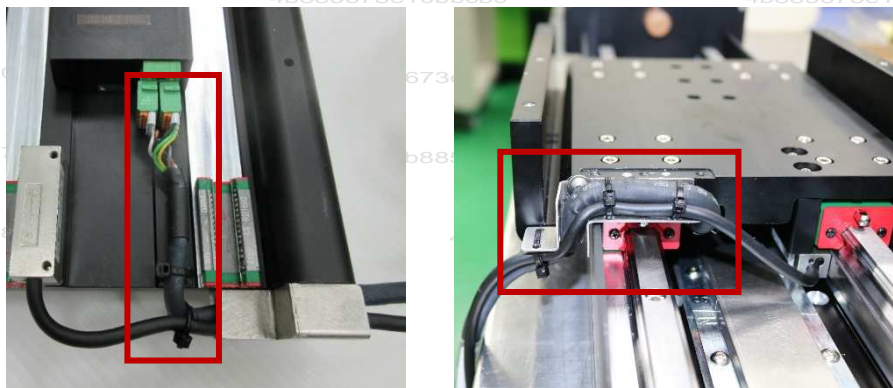


圖 6.3-1 馬達出線固定，並入走線板金

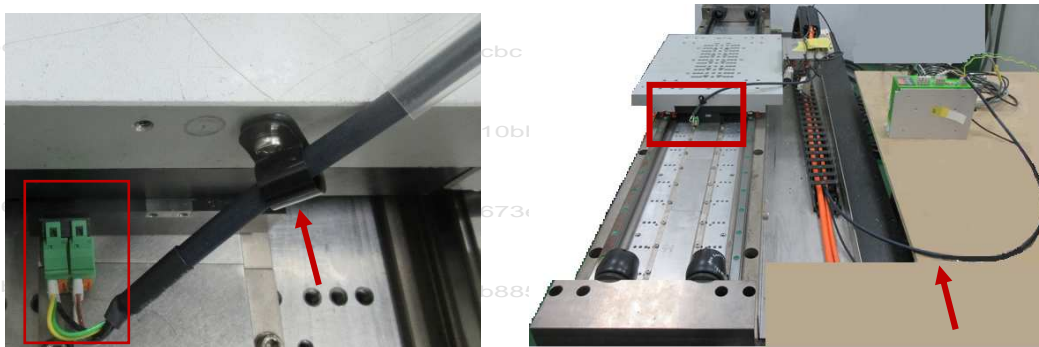


圖 6.3-2 延長線以紮線帶固定後，入托鏈

■ 不當安裝方式

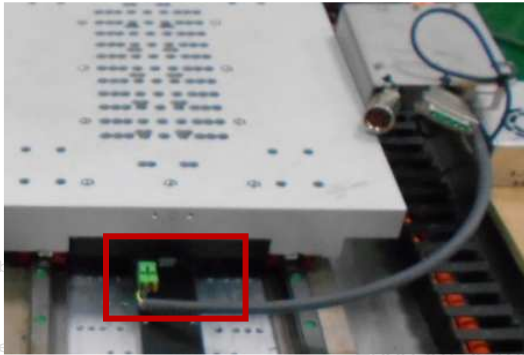


圖 6.3-3 馬達延長線無固定

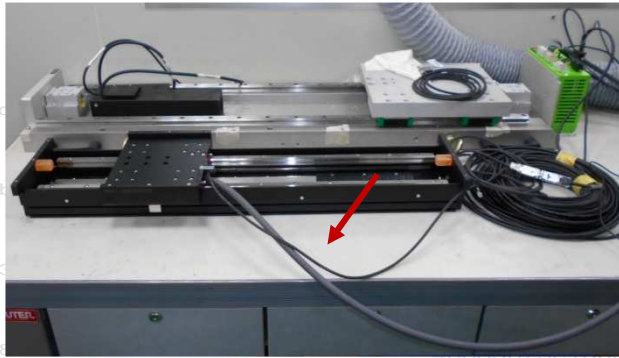
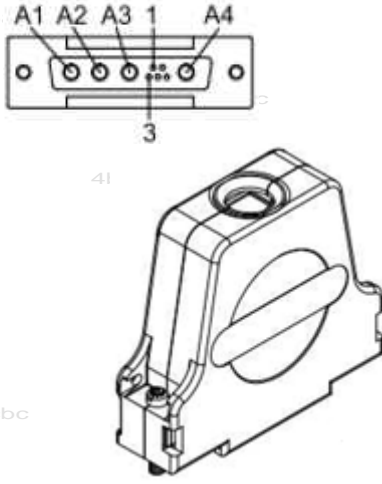
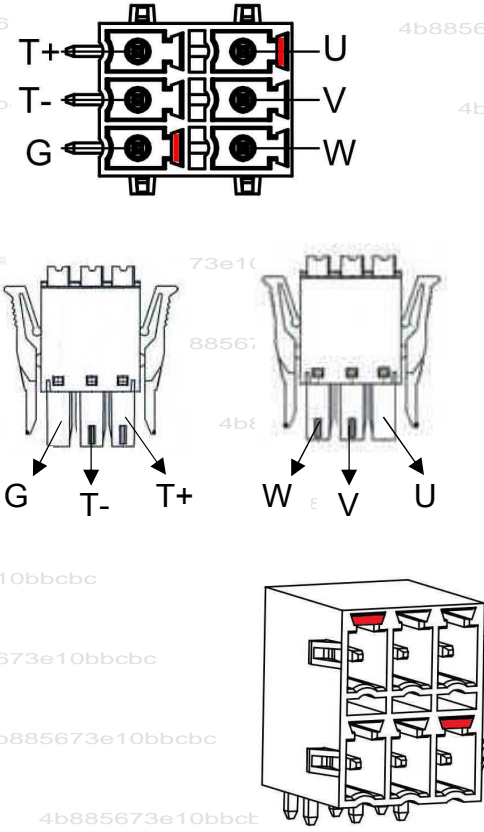
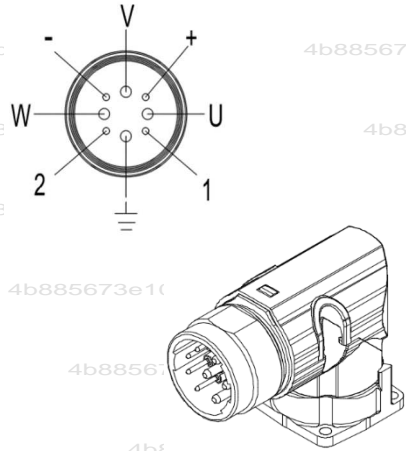
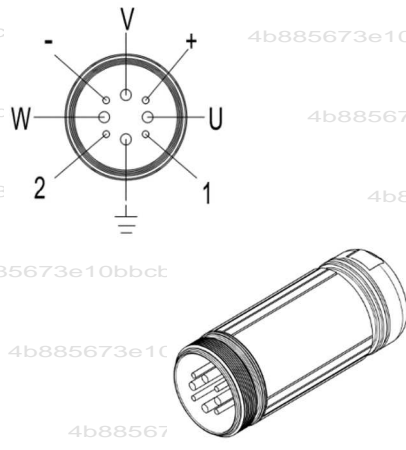
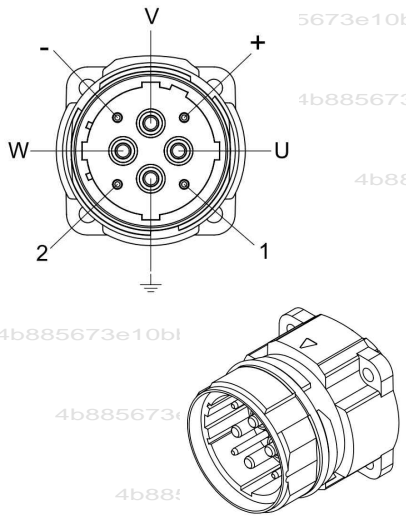


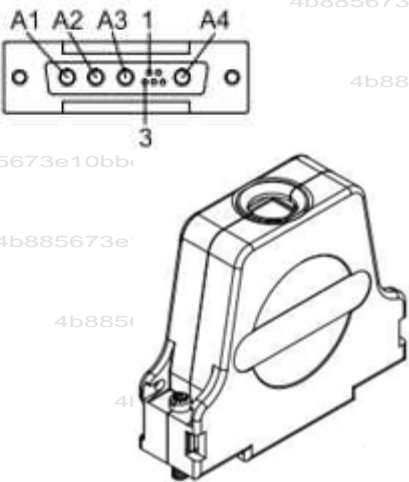
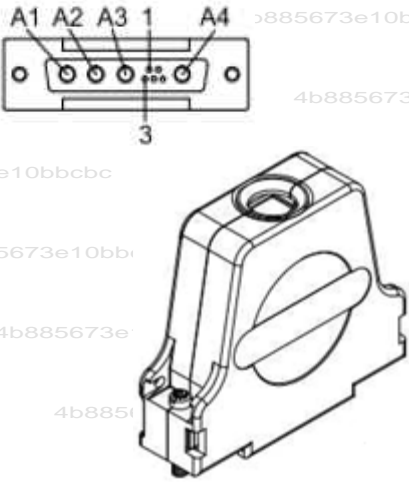
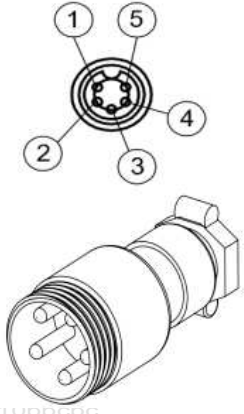
圖 6.3-4 馬達延長線沒有進托鏈


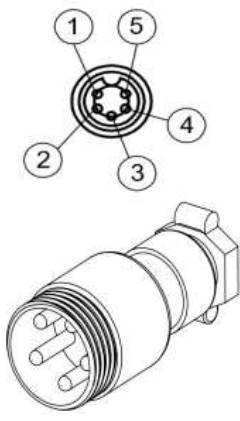
6.4 接頭選用及腳位圖

表 6.4-1 接頭選用配線表

規格	接頭	腳位																		
LMSA 系列	 <p>D-Sub 9-Pin 連接器</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Diagram</th> </tr> <tr> <th>FMK3G(Male)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>CASE</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Wiring Diagram		FMK3G(Male)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	CASE	
Wiring Diagram																				
FMK3G(Male)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
CASE																				
LMSA-Z 系列	 <p>可插拔接線端子</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pin Assignment</th> </tr> <tr> <th>Pluggable Terminal Blocks</th> <th>Cable Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>T+</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>T-</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>G</td> </tr> </tbody> </table>	Pin Assignment		Pluggable Terminal Blocks	Cable Signal	U	V	V	U	W	W	T+	T+	T-	T-	G	G		
Pin Assignment																				
Pluggable Terminal Blocks	Cable Signal																			
U	V																			
V	U																			
W	W																			
T+	T+																			
T-	T-																			
G	G																			

<p>LMFA 系列</p>	 <p>金屬連接器 (可旋轉角度)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Table</th> </tr> <tr> <th>Male</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>⏏</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>Case</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>T1+</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T2+</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table> <p>PTC SNM120 Pt1000</p>	Wiring Table		Male	Signal	U	U	V	V	W	W	⏏	⏏	Case	⏏	+	T1+	-	T1-	1	T2+	2	T2-
Wiring Table																								
Male	Signal																							
U	U																							
V	V																							
W	W																							
⏏	⏏																							
Case	⏏																							
+	T1+																							
-	T1-																							
1	T2+																							
2	T2-																							
	 <p>金屬連接器</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Table</th> </tr> <tr> <th>Male</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>⏏</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>Case</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>T1+</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T2+</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table> <p>PTC SNM120 Pt1000</p>	Wiring Table		Male	Signal	U	U	V	V	W	W	⏏	⏏	Case	⏏	+	T1+	-	T1-	1	T2+	2	T2-
Wiring Table																								
Male	Signal																							
U	U																							
V	V																							
W	W																							
⏏	⏏																							
Case	⏏																							
+	T1+																							
-	T1-																							
1	T2+																							
2	T2-																							
<p>LMFP 系列</p>	 <p>電纜固定頭</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Table</th> </tr> <tr> <th>Male</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>⏏</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>Case</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T1+</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>T2+</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table> <p>PTC SNM120 Pt1000</p>	Wiring Table		Male	Signal	U	U	V	V	W	W	⏏	⏏	Case	⏏	1	T1+	2	T1-	+	T2+	-	T2-
Wiring Table																								
Male	Signal																							
U	U																							
V	V																							
W	W																							
⏏	⏏																							
Case	⏏																							
1	T1+																							
2	T1-																							
+	T2+																							
-	T2-																							

<p>LMSC7</p>	 <p>D-Sub 9-Pin 連接器</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Diagram</th> </tr> <tr> <th>FMK3G(Male)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>CASE</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Wiring Diagram		FMK3G(Male)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	CASE	
Wiring Diagram																				
FMK3G(Male)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
CASE																				
<p>LMSS11</p>	 <p>D-Sub 9-Pin 連接器</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Diagram</th> </tr> <tr> <th>FMK3G(Male)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>CASE</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Wiring Diagram		FMK3G(Male)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	CASE	
Wiring Diagram																				
FMK3G(Male)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
CASE																				
<p>LMC A/B/C/D/E/ EFC/HUB</p>	 <p>M16-P5P (公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Diagram</th> </tr> <tr> <th>Male</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>Case</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	Wiring Diagram		Male	Signal	1	V	2	U	3	W	Case	GND	4	T+	5	T-		
Wiring Diagram																				
Male	Signal																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
Case	GND																			
4	T+																			
5	T-																			

<p>LMC F/EFE/EFF</p>	 <p>D-Sub 9-Pin 連接器</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Diagram</th> </tr> <tr> <th>FMK3G(Male)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>CASE</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Wiring Diagram		FMK3G(Male)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	CASE	
Wiring Diagram																				
FMK3G(Male)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
CASE																				
<p>LMT 2/6/A/B/C</p>	 <p>M16-P5P (公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Wiring Diagram</th> </tr> <tr> <th>Male</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>Case</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	Wiring Diagram		Male	Signal	1	V	2	U	3	W	Case	GND	4	T+	5	T-		
Wiring Diagram																				
Male	Signal																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
Case	GND																			
4	T+																			
5	T-																			

6.5 過溫保護配置與腳位圖

表 6.5-1 過溫保護配置表

	配置圖
PTC SNM120	<p>The diagram shows three vertical resistors representing Phase 1, Phase 2, and Phase 3. The top terminals are labeled T1- (黃) and T1+ (紅). Phase 1 is connected to T1- and T1+. Phase 2 is connected to T1- and T1+. Phase 3 is connected to T1- and T1+.</p>
PT1000	<p>The diagram shows a single vertical resistor connected between terminals T2+ (黑) and T2- (白).</p>
SKM120	<p>The diagram shows three vertical resistors representing Phase 1, Phase 2, and Phase 3. The top terminals are labeled T- (藍) and T+ (棕). Phase 1 is connected to T- and T+. Phase 2 is connected to T- and T+. Phase 3 is connected to T- and T+.</p>

6.6 霍爾感測器

線性馬達在驅動控制時，可以選購霍爾感測器來尋找較佳的電機角，霍爾感測器依訊號輸出方式可分成數位與類比，數位霍爾感測器有較佳抗干擾能力，但有最大 30° 電機角誤差，類比霍爾感測器容易受到干擾，但沒有電機角誤差；以下分成有鐵心與無鐵心霍爾感測器介紹。

表 6.6-1 有鐵心數位訊號之霍爾感測器規格比較表

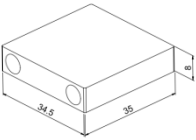
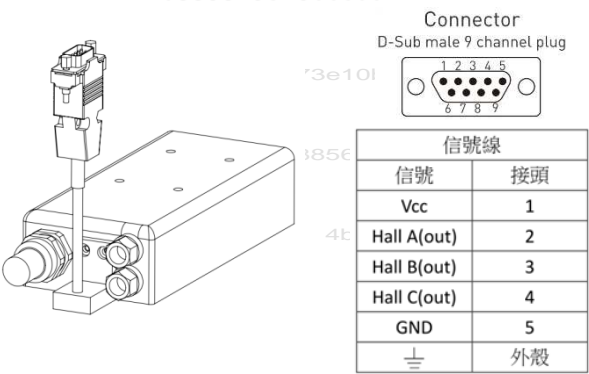
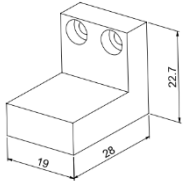
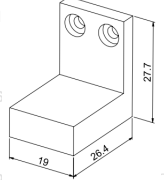
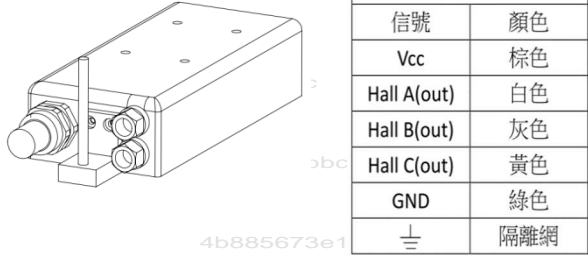
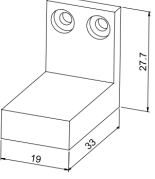
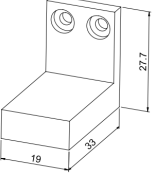
霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖																
LMAHS	數位	接頭		LMS 系列	<p>範例 1：接頭出線模式與信號線腳位圖</p>  <p>Connector D-Sub male 9 channel plug</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">信號線</td> </tr> <tr> <td>信號</td> <td>接頭</td> </tr> <tr> <td>Vcc</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hall A(out)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Hall B(out)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Hall C(out)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>⏏</td> <td>外殼</td> </tr> </table>	信號線		信號	接頭	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5	⏏	外殼
信號線																					
信號	接頭																				
Vcc	1																				
Hall A(out)	2																				
Hall B(out)	3																				
Hall C(out)	4																				
GND	5																				
⏏	外殼																				
LMAHS-W	數位	散線		LMSA 系列																	
LMAHSA	數位	接頭																			
LMAHSA-W	數位	散線		LMFA0~2 系列	<p>範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖</p>  <table border="1"> <tr> <td colspan="2">信號線</td> </tr> <tr> <td>信號</td> <td>顏色</td> </tr> <tr> <td>Vcc</td> <td>棕色</td> </tr> <tr> <td>Hall A(out)</td> <td>白色</td> </tr> <tr> <td>Hall B(out)</td> <td>灰色</td> </tr> <tr> <td>Hall C(out)</td> <td>黃色</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>綠色</td> </tr> <tr> <td>⏏</td> <td>隔離網</td> </tr> </table>	信號線		信號	顏色	Vcc	棕色	Hall A(out)	白色	Hall B(out)	灰色	Hall C(out)	黃色	GND	綠色	⏏	隔離網
信號線																					
信號	顏色																				
Vcc	棕色																				
Hall A(out)	白色																				
Hall B(out)	灰色																				
Hall C(out)	黃色																				
GND	綠色																				
⏏	隔離網																				
LMAHF1	數位	接頭		LMFA3~6 系列																	
LMAHF1-W	數位	散線																			
LMAHF2	數位	接頭		LMFA3~6 系列																	
LMAHF2-W	數位	散線																			

表 6.6-2 有鐵心類比訊號之霍爾感測器規格比較表

霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖																		
LMAHSA-D	類比	散線		LMS 系列	範例：類比輸出訊號散線模式與信號線腳位圖 																		
LMAHSAA-D	類比	散線		LMSA 系列	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">信號線</th> </tr> <tr> <th>信號</th> <th>顏色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+5V</td> <td>棕色</td> </tr> <tr> <td>A+</td> <td>紅色</td> </tr> <tr> <td>A-</td> <td>藍色</td> </tr> <tr> <td>B+</td> <td>黃色</td> </tr> <tr> <td>B-</td> <td>綠色</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>白色</td> </tr> <tr> <td></td> <td>隔離網</td> </tr> </tbody> </table>	信號線		信號	顏色	+5V	棕色	A+	紅色	A-	藍色	B+	黃色	B-	綠色	GND	白色		隔離網
信號線																							
信號	顏色																						
+5V	棕色																						
A+	紅色																						
A-	藍色																						
B+	黃色																						
B-	綠色																						
GND	白色																						
	隔離網																						
LMAHFA1-D	類比	散線		LMFA0~2 系列																			
LMAHFA2-D	類比	散線		LMFA3~6 系列																			

表 6.6-3 LMC 數位訊號之霍爾感測器規格比較表

霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖																
LMAHC	數位	接頭		LMCA/LMCB/LMCC 系列	範例 1：接頭出線模式與信號線腳位圖 Connector D-Sub male 9 channel plug <table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">信號線</th></tr> <tr><th>信號</th><th>接頭</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vcc</td><td>1</td></tr> <tr><td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr> <tr><td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr> <tr><td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr> <tr><td>GND</td><td>5</td></tr> <tr><td>⏏</td><td>外殼</td></tr> </tbody> </table>	信號線		信號	接頭	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5	⏏	外殼
信號線																					
信號	接頭																				
Vcc	1																				
Hall A(out)	2																				
Hall B(out)	3																				
Hall C(out)	4																				
GND	5																				
⏏	外殼																				
LMAHC-W	數位	散線																			
LMAHC2	數位	接頭		LMCD/LMCE 系列	範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖 <table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">信號線</th></tr> <tr><th>信號</th><th>顏色</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vcc</td><td>棕色</td></tr> <tr><td>Hall A(out)</td><td>白色</td></tr> <tr><td>Hall B(out)</td><td>灰色</td></tr> <tr><td>Hall C(out)</td><td>黃色</td></tr> <tr><td>GND</td><td>綠色</td></tr> <tr><td>⏏</td><td>隔離網</td></tr> </tbody> </table>	信號線		信號	顏色	Vcc	棕色	Hall A(out)	白色	Hall B(out)	灰色	Hall C(out)	黃色	GND	綠色	⏏	隔離網
信號線																					
信號	顏色																				
Vcc	棕色																				
Hall A(out)	白色																				
Hall B(out)	灰色																				
Hall C(out)	黃色																				
GND	綠色																				
⏏	隔離網																				
LMAHC2-W	數位	散線																			
LMAHC3	數位	接頭		LMCF 系列	 Connector D-Sub male 9 channel plug <table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">信號線</th></tr> <tr><th>信號</th><th>接頭</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vcc</td><td>1</td></tr> <tr><td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr> <tr><td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr> <tr><td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr> <tr><td>GND</td><td>5</td></tr> <tr><td>⏏</td><td>外殼</td></tr> </tbody> </table>	信號線		信號	接頭	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5	⏏	外殼
信號線																					
信號	接頭																				
Vcc	1																				
Hall A(out)	2																				
Hall B(out)	3																				
Hall C(out)	4																				
GND	5																				
⏏	外殼																				
LMAHC3-W	數位	散線																			
LMAHEF3	數位	接頭		LMC-EFC/LMC-EFE/LMC-EFF 系列	範例 1：接頭出線模式與信號線腳位圖 Connector D-Sub male 9 channel plug <table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">信號線</th></tr> <tr><th>信號</th><th>接頭</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vcc</td><td>1</td></tr> <tr><td>Hall A(out)</td><td>2</td></tr> <tr><td>Hall B(out)</td><td>3</td></tr> <tr><td>Hall C(out)</td><td>4</td></tr> <tr><td>GND</td><td>5</td></tr> <tr><td>⏏</td><td>外殼</td></tr> </tbody> </table>	信號線		信號	接頭	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5	⏏	外殼
信號線																					
信號	接頭																				
Vcc	1																				
Hall A(out)	2																				
Hall B(out)	3																				
Hall C(out)	4																				
GND	5																				
⏏	外殼																				
LMAHEF3-W	數位	散線			範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖 <table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">信號線</th></tr> <tr><th>信號</th><th>顏色</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vcc</td><td>棕色</td></tr> <tr><td>Hall A(out)</td><td>白色</td></tr> <tr><td>Hall B(out)</td><td>灰色</td></tr> <tr><td>Hall C(out)</td><td>黃色</td></tr> <tr><td>GND</td><td>綠色</td></tr> <tr><td>⏏</td><td>隔離網</td></tr> </tbody> </table>	信號線		信號	顏色	Vcc	棕色	Hall A(out)	白色	Hall B(out)	灰色	Hall C(out)	黃色	GND	綠色	⏏	隔離網
信號線																					
信號	顏色																				
Vcc	棕色																				
Hall A(out)	白色																				
Hall B(out)	灰色																				
Hall C(out)	黃色																				
GND	綠色																				
⏏	隔離網																				

LMAHEF3 與 LMAHEF3-W 無單獨販售，需與對應的動子系列一同下單，此霍爾感測器會與動子鎖附後出貨。

表 6.6-4 LMC 類比訊號之霍爾感測器規格比較表

霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖																		
LMAHCA-D	類比	散線		LMCA/ LMCB/ LMCC 系列	<p>範例 1：散線出線模式與信號線腳位圖</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">信號線</th> </tr> <tr> <th>信號</th> <th>顏色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+5V</td> <td>棕色</td> </tr> <tr> <td>A+</td> <td>紅色</td> </tr> <tr> <td>A-</td> <td>藍色</td> </tr> <tr> <td>B+</td> <td>黃色</td> </tr> <tr> <td>B-</td> <td>綠色</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>白色</td> </tr> <tr> <td>⏏</td> <td>隔離網</td> </tr> </tbody> </table>	信號線		信號	顏色	+5V	棕色	A+	紅色	A-	藍色	B+	黃色	B-	綠色	GND	白色	⏏	隔離網
信號線																							
信號	顏色																						
+5V	棕色																						
A+	紅色																						
A-	藍色																						
B+	黃色																						
B-	綠色																						
GND	白色																						
⏏	隔離網																						

表 6.6-5 LMT 數位訊號之霍爾感測器規格比較表

霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖														
LMDHTA	數位	接頭		LMTA 系列	<p>範例 1：接頭出線模式與信號線腳位圖</p> <table border="1"> <caption>信號線</caption> <thead> <tr> <th>信號</th> <th>接頭</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hall A(out)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Hall B(out)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Hall C(out)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>外殼</td> </tr> </tbody> </table>	信號	接頭	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5		外殼
信號	接頭																		
Vcc	1																		
Hall A(out)	2																		
Hall B(out)	3																		
Hall C(out)	4																		
GND	5																		
	外殼																		
LMDHTA-W	數位	散線																	
LMDHTB	數位	接頭		LMTB 系列	<p>範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖</p> <table border="1"> <caption>信號線</caption> <thead> <tr> <th>信號</th> <th>顏色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td> <td>棕色</td> </tr> <tr> <td>Hall A(out)</td> <td>白色</td> </tr> <tr> <td>Hall B(out)</td> <td>灰色</td> </tr> <tr> <td>Hall C(out)</td> <td>黃色</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>綠色</td> </tr> <tr> <td></td> <td>隔離網</td> </tr> </tbody> </table>	信號	顏色	Vcc	棕色	Hall A(out)	白色	Hall B(out)	灰色	Hall C(out)	黃色	GND	綠色		隔離網
信號	顏色																		
Vcc	棕色																		
Hall A(out)	白色																		
Hall B(out)	灰色																		
Hall C(out)	黃色																		
GND	綠色																		
	隔離網																		
LMDHTB-W	數位	散線																	
LMDHTC	數位	接頭		LMTA 系列															
LMDHTC-W	數位	散線																	

6.6.1 霍爾感測器安裝說明

霍爾感測器與動子鎖付時，霍爾感測器底面需與基準面 A 共面或不超出基準面 A。

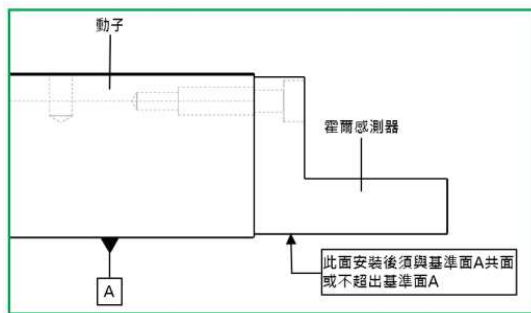


圖 6.6-1 霍爾感測器安裝說明

6.6.2 霍爾感測器螺絲選用

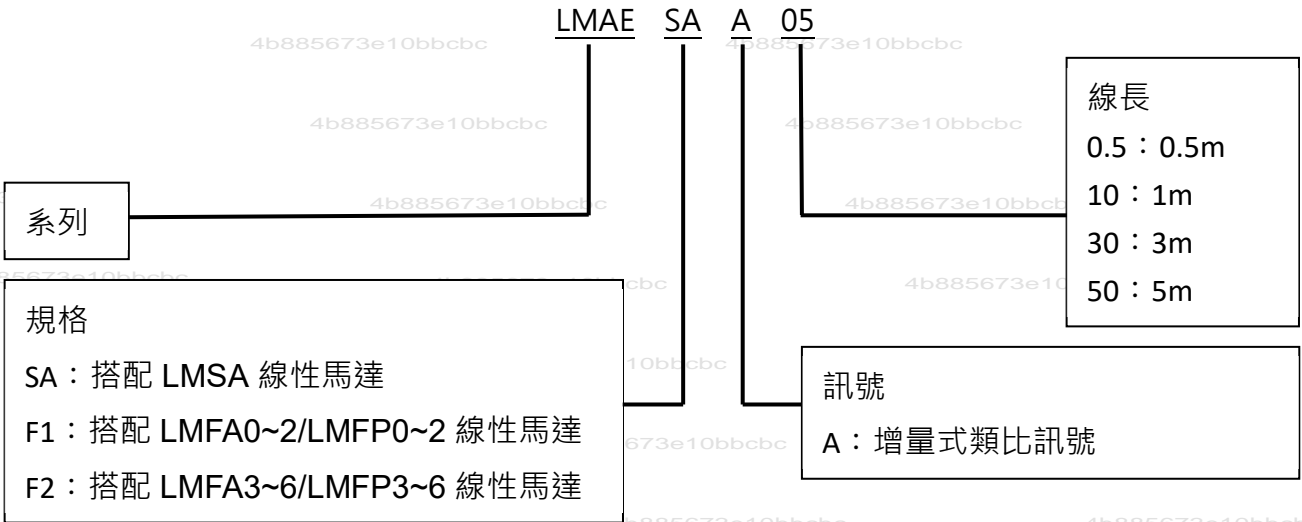
有鐵心霍爾感測器均使用 M3 螺絲，無鐵心霍爾感測器依型號有所差異。

表 6.6-6 霍爾感測器螺絲選用表

螺絲規格	適用霍爾感測器系列
M2	LMAHEF3、LMAHEF3-W
M3	LMAHS、LMAHS-W、LMAHSA、LMAHSA-W LMAHF1、LMAHF1-W、LMAHF2、LMAHF2-W LMAHSA-D、LMAHSAA-D、LMAHFA1-D、LMAHFA2-D LMAHC、LMAHC-W、LMAHC2、LMAHC2-W LMAHC3、LMAHC3-W、LMAHCA-D、LMDHTA、LMDHTA-W
M4	LMDHTB、LMDHTB-W、LMDHTC、LMDHTC-W

6.7.1 霍爾編碼器編碼說明

產品型號編碼原則



信號腳位圖

表 6.7-1 霍爾編碼器信號腳位圖

功能	信號	顏色
電源	+5V	Brown
	GND	White
輸出訊號	SIN+	Green
	SIN-	Yellow
	COS+	Blue
	COS-	Red

6.7.2 霍爾編碼器特性規格

表 6.7-2 霍爾編碼器特性規格表

	LMAESA	LMAEF1	LMAEF2
Power supply 輸入電源	5V±5%	5V±5%	5V±5%
Pole pair pitch 磁對距	30mm	30mm	46mm
Resolution ⁽¹⁾ 解析度	7.5µm	7.5µm	11.5µm
Repeatability ⁽¹⁾ 重現精度	±15µm	±15µm	±23µm
Accuracy ⁽¹⁾⁽²⁾ 精度	±45µm	±45µm	±69µm
Signal 輸出訊號	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p
Operating temperature 操作溫度(不能結冰)	0°C~50°C	0°C~50°C	0°C~50°C
Storage temperature 儲存溫度(不能結冰)	-5°C~60°C	-5°C~60°C	-5°C~60°C

註：

1. 搭配 HIWIN 驅動器，細分割數 4000
2. 精度為補償後誤差(搭配 HIWIN 驅動器)
3. LMAESA 可搭配 SSA 單軸定位平台出貨，重現精度可達±5µm

6.7.3 霍爾編碼器規格尺寸

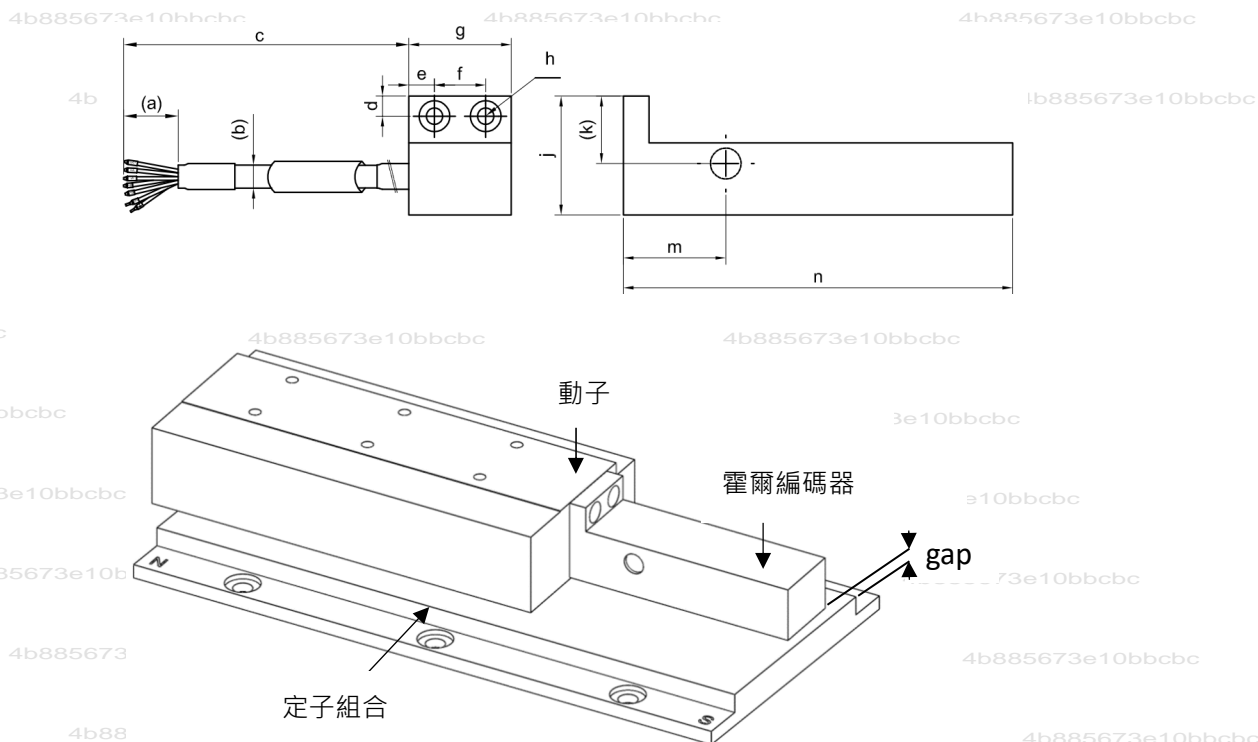


圖 6.7-2 霍爾編碼器尺寸圖

表 6.7-3 霍爾編碼器規格尺寸表

尺寸	LMAESA-A	LMAEF1-A	LMAEF2-A
a(mm)	50	50	50
b(mm)	5, 饒曲半徑 R=25	5, 饒曲半徑 R=25	5, 饒曲半徑 R=25
c(mm)	500~5000	500~5000	500~5000
d(mm)	3.9	4.4	4.4
e(mm)	5	5	5
f(mm)	10	10	10
g(mm)	20	20	20
h(mm)	2-Ø3.5 THRU, Ø6x3DP	2-Ø3.5 THRU, Ø6x3DP	2-Ø3.5 THRU, Ø6x3DP
j(mm)	23.1	26.6	26.6
k(mm)	13.1	16.6	15.6
m(mm)	24.3	24.3	24.3
n(mm)	72.3	72.3	98.5
gap(mm)	1.1	1.4 (蓋板式) 1.9 (注膠式)	1.4 (蓋板式) 1.9 (注膠式)

7. 故障排除

7. 故障排除.....	120
7.1 故障排除.....	121

7.1 故障排除

表 7.1-1 簡易故障排除

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
	不正常運轉	確認組裝方式
	溫控顯示異常	確認組裝方式及隔離網須與地導通
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 10MΩ
	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
	編碼器訊號干擾	確認隔離網須與地導通
	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
	氣隙異常	確認組裝公差與結構剛性

8. 廢棄物處理

8. 廢棄物處理 122

8.1 廢棄物處置 123

8.1 廢棄物處置

⚠ 危險



強磁場危險

- ▶ 永磁物料須進行完全退磁後才可進行後續處理，如未進行完全退磁，可能會造成嚴重傷害。

注意

環境有害物質



- ▶ 廢後之廢棄物處理須遵循國家當地相關規定，並依照可循環使用材料回收流程。
- ▶ 廢棄物料包含電子物料、鐵、鋁、絕緣材料、永磁物料等，依循相關流程回收處理。
- ▶ 永磁物料進行退磁處理，加溫至少須達 300°C，並維持至少 30 分鐘以上。
- ▶ 產品使用之包材如為可回收材料，則須進行回收。

當線性馬達產品相關元件使用達需更換標準時，須將預汰換之產品做適當處置後才可進行廢棄處理。尤其需特別注意永磁物料，若未依規定進行適當處置(參照上述警告說明)進行退磁，可能造成人員嚴重傷害。

本公司對未依照以上注意事項所發生的任何損害、意外或傷害不予負責。

9. 附錄

9.	附錄.....	124
9.1	螺絲選用規定及說明.....	125
9.1.1	動定子螺絲安裝孔規格表.....	125
9.1.2	動子建議螺絲鎖入深度表.....	128
9.1.3	定子建議螺絲鎖入最小深度表.....	129
9.1.4	動定子建議螺絲扭力表.....	130
9.2	專有名詞簡介.....	130

9.1 螺絲選用規定及說明

- 安裝動定子元件前請檢查安裝尺寸
- 清潔動定子元件安裝面和機台表面
- 螺絲請選用符合 DIN912 標準，強度 10.9 之螺絲。
- 請使用全新螺絲且盡可能不重複拆裝動定子
- 請依動定子螺絲孔/螺紋孔尺寸選用適合的螺絲
- 組裝定子時，螺絲頭部不可超出定子表面
- 螺絲鎖緊請使用扭力扳手，並參考下表建議鎖緊扭力值

9.1.1 動定子螺絲安裝孔規格表

表 9.1-1 LMFA 動、定子螺絲安裝孔規格表

LMFA 系列動子		LMFA 系列定子	
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)	M5x0.8Px10DP	LMF0S□(E)	Ø4.5THRU; Ø8x2DP
		LMF1S□(E)	Ø5.5THRU; Ø10x1.5DP
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)-P LMFP24	M5x0.8Px9DP	LMF2S□(E)	Ø5.5THRU; Ø10x3.5DP
		LMF3S□(E)	Ø9THRU; Ø15x6DP
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)	M8x1.25Px14DP	LMF4S□(E)	Ø9THRU; Ø15x6DP
		LMF5S□E	Ø9THRU; Ø15x6DP
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)-P LMFP3□~LMFP6□	M8x1.25Px12.5DP	LMF6S□E	Ø6.5THRU; Ø10.5x6DP

4b885673e10bbc 表 9.1-2 LMSA/LMSA-Z 動、定子螺絲安裝孔規格表 4b885673e10bbc

LMSA 系列動子		LMSA 系列定子		
LMSA□□(L) LMSA□□-Z	M4x0.7Px4DP		蓋板式	注膠式
		LMSA1S□(EA)	Ø4.5 THRU	Ø4.5 THRU, Ø8x5.7DP
		LMSA2S□(EA)	Ø5.5 THRU	Ø5.5 THRU, Ø10x5.7DP
		LMSA3S□(EA)	Ø5.5 THRU	Ø5.5 THRU, Ø10x5.7DP
		LMSACS□(EA)	Ø5.5 THRU	Ø5.5 THRU, Ø10x5.7DP

4b885673e10bbc 表 9.1-3 LMSS 動、定子螺絲安裝孔規格表 4b885673e10bbc

LMSS 系列動子		LMSS 系列定子	
LMSS11	M3x0.5Px5DP	LMSS1S□	Ø4.5 THRU

4b885673e10bbc 表 9.1-4 LMSC 動、定子螺絲安裝孔規格表 4b885673e10bbc

LMSC 系列動子		LMSC 系列定子	
LMSC7(L)	M8x1.25Px12DP	LMS3S□	Ø6.5 THRU, Ø11x4DP

4b885673e10bbc 表 9.1-5 LMC 動、定子螺絲安裝孔規格表 4b885673e10bbc

LMC 系列動子		LMC 系列定子		
	底部安裝孔	側邊安裝孔		
LMCA	M3x0.5Px4.5DP	M4x0.7Px5DP	LMCAS□	Ø5.5 THRU, Ø9.5x8DP
LMCB			LMCBS□	Ø5.5 THRU, Ø9.5x8DP
LMCC			LMCCS□	Ø6.5 THRU, Ø11x10DP
LMCD	M5x0.8Px6DP	M4x0.7Px8DP	LMCDS□	Ø6.5 THRU, Ø11x8DP
LMCE			LMCES□	Ø6.5 THRU, Ø11x8DP
LMCF			M5x0.8Px9DP	LMCFS□

表 9.1-6 LMC-EF 動、定子螺絲安裝孔規格表

LMC-EF 系列動子		LMC-EF 系列定子	
	底部安裝孔		
LMC-EFC	M4x0.7Px5DP M4x0.7Px12DP	LMC-EFCS□	Ø4.2 THRU, Ø7.5x6.35DP
LMC-EFE	M4x0.7Px5DP M4x0.7Px12DP	LMC-EFES□	Ø5.5 THRU, Ø9.5x6.85DP
LMC-EFF	M5x0.8Px10DP M5x0.8Px12DP	LMC-EFFS□	Ø5.5 THRU, Ø9.5x8DP

表 9.1-7 LMC-HUB 動、定子螺絲安裝孔規格表

LMC-HUB 系列動子			LMC-HUB 系列定子	
	底部安裝孔	側邊安裝孔		
LMC-HUB	M3x0.5P THRU	M3x0.5Px3DP	LMC-HUBS□	Ø4.5 THRU, Ø8x4.5DP

表 9.1-8 LMT 動子螺絲安裝孔規格表

LMT 系列動子	
LMT2	M3x0.5Px5DP
LMT6	M3x0.5Px5DP
LMTA	M4x0.7Px6DP
LMTB	M6x1.0Px9DP
LMTC	M8x1.25Px12DP

9.1.2 動子建議螺絲鎖入深度表

表 9.1-9 動子螺絲鎖入深度表

動子規格	螺絲規格	螺絲鎖入深度 H(mm)	示意圖
LMSS	M3	4.5 0/-1	
LMSA/LMSA-Z	M4	3.5 0/-1	
LMFA0□~2□	M5	9 0/-2.5	
LMFA0□~2□-P	M5	8 0/-2	
LMFP24	M5	8 0/-2	
LMFA3□~6□	M8	12 0/-3.5	
LMFA3□~6□-P	M8	11 0/-3	
LMFP3□~6□	M8	11 0/-3	
LMSC7	M8	11 0/-3	
LMCA~C	M3(底部)	4 0/-1	
	M4(側邊)		
LMCD~E	M5(底部)	5 0/-1	
	M4(側邊)	6 0/-2	
LMCF	M5(底部)	5 0/-1	
	M5(側邊)	8 0/-2	
LMC-EFC~E	M4	4 0/-1	
		8 0/-3	
LMC-EFF	M5	8 0/-2	
LMT2□	M3	4.5 0/-1	
LMT6□			
LMTA□	M4	5 0/-1	
LMTB□	M6	8 0/-2	
LMT□	M8	11 0/-3	

註：LMC-EFC 系列動子底部螺紋孔為兩種深度，請參考型錄圖示

表 9.1-10 動子含精密水冷螺絲鎖入深度表

動子規格	螺絲規格	螺絲鎖入深度 H(mm)	示意圖
LMFA3□~6□	M8	24 0/-3.5	
LMFA3□~6□-P	M8	23 0/-3	
LMFP3□~6□	M8	23 0/-3	

9.1.3 定子建議螺絲鎖入最小深度表

表 9.1-11 定子螺絲鎖入深度表

材料	碳鋼	鑄鐵	鋁合金
鎖入深度	1.2 x d	1.6 x d	1.8 x d

註：最大鎖入深度由客戶機台上之螺紋孔決定

線性馬達操作說明書

極限電流 I_u [A_{rms}]

定義為馬達連續電流 I_c 的五倍；在此電流下，馬達輸出之推力在飽和的非線性區內，推力常數會降低，輸入此電流馬達有過溫風險，建議操作時間為 0.5 秒以下。

動子與定子間吸引力 F_a [N]

定義在額定氣隙下鐵心式線性馬達動子與定子之間的作用力，此力形成對滑塊的預壓，將由滑軌承受。

線圈最高溫度 T_{max} [$^{\circ}C$]

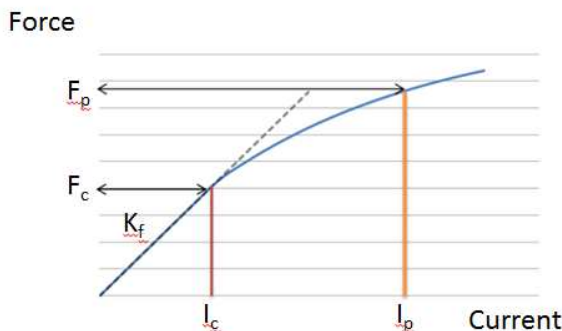
定義為馬達線圈允許的最高溫度。馬達的實際平衡溫度會取決於機構、冷卻方式以及運動規劃等等因素，理論計算可能會有偏差，通常以實際測試為依據。

電氣時間常數 K_e [ms]

定義為供給馬達的電流達到目標值 63% 所需要的時間，其值越小表示響應時間越快。

推力常數 K_f [N/A_{rms}] 磁鐵溫度 $25^{\circ}C$

定義為馬達在單位電流下的輸出推力，除 LMFA 水冷馬達系列除外，其餘系列在正常工作範圍下，輸出推力與輸入電流接近線性關係，非線性部分是因鐵心飽和所導致。



電阻 R_{25} [Ω]

定義為馬達在線圈溫度 $25^{\circ}C$ 時所量測之線間電阻值；電阻值會隨溫度上升而提高。

$$R_c = R_{25} \times (1 + 0.00393) \times (T_c - 25)$$

R_c ：任意溫度下之線間電阻

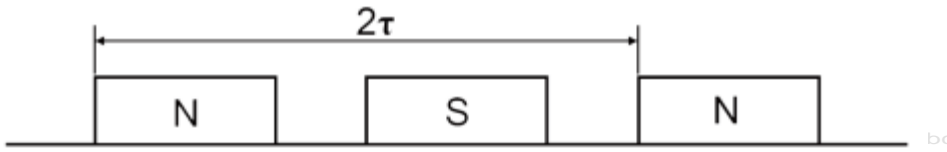
T_c ：任意溫度

電感 L [mH]

定義為馬達所量測之線間電感值(不含定子)。

極對距 2τ [mm]

定義為定子上兩同極性磁鐵之間的距離，即 N→N 或 S→S。



反電動勢常數 K_v [$V_{rms}/(m/s)$]

定義為馬達在磁鐵溫度 25°C 時，單位速度所產生的感應電動勢。發生於線圈感應到磁場變化時，反抗電流通過的電動勢。

馬達常數 K_m [N/\sqrt{W}]

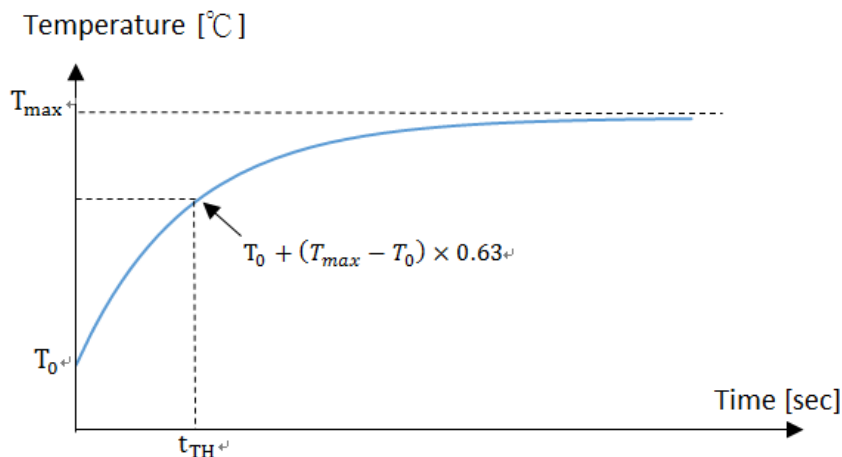
定義為線圈以及磁鐵溫度 25°C 時馬達輸出推力對消耗功率開根號的比值，越高的馬達常數代表馬達再輸出特定推力時，會有越低的功率損失，為判斷馬達效率的指標之一。

熱阻 R_{TH} [$^{\circ}C/W$]

定義為熱量從馬達線圈內部到散熱環境所受到的阻力；熱阻越小代表相同熱量輸入下，線圈與散熱環境的溫差越小，亦表示散熱效果越好。

熱時間常數 t_{TH} [sec]

定義為馬達在供給連續電流下，線圈初始溫度 T_0 升至線圈最高溫度 T_{max} 溫差 63% 所需的時間。



最小流量 [L/min]

定義為冷卻液在額定水冷溫度下，馬達要達到水冷連續推力 $F_c(wc)$ 需要的最小流量。

水冷溫度 [$^{\circ}C$]

定義為在最小流量下，馬達冷卻液需要在此溫度才能達到水冷連續推力 $F_c(wc)$ 。

線性馬達操作說明書

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

壓降 ΔP [bar]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為冷卻液在最小流量下的進出水口壓力差。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

瞬間推力最高速度 V_{max,F_p} [m/s]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為在瞬間推力下，馬達所能達到的最高速度；此參數需取決於最大操作電壓。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

最大輸入功率 $P_{EL,max}$ [W]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為馬達操作在瞬間推力最高速度 V_{max,F_p} 與最大熱損失 $Q_{P,H,max}$ 條件下所需要的輸入功率。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

最大熱損失 $Q_{P,H,max}$ [W]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為馬達在線圈最高溫度 T_{max} 時線圈產生的熱損失。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

堵轉電流 I_0 [A_{rms}]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為當馬達在環境溫度 25°C與堵轉條件下，所能供給電流之電流上限，其值與散熱條件有關。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

堵轉推力 F_0 [N]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為馬達在短行程(行程小於極對距 2τ)及堵轉應用時，所能供給之推力上限，其值受限於堵轉電流。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

最大操作電壓 [V_{DC}]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

定義為馬達在正常工作環境所能使用的最大操作電壓。

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b88 **HIWIN**[®]

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

MM01UC01-2006

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

線性馬達操作說明書

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc

4b885673e10bbc