

**HIWIN® MIKROSYSTEM**



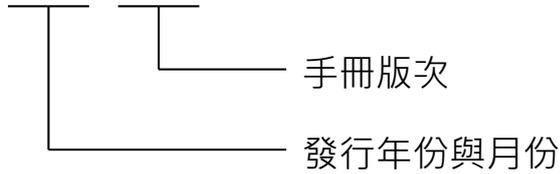
# 線性馬達

操作說明書

## 修訂紀錄

手冊版次資訊亦標記於手冊封面右下角。

MP99UC01-2304\_V1.4



發行日期	版次	適用產品	更新內容
2023/04	1.4	線性馬達	1. 增加延長線安裝說明 2. 增加限壓說明
2022/10	1.3	線性馬達	1. 排版修訂
2021/09	1.2	線性馬達	1. 增加運輸注意事項 2. 增加電源與控制器選擇 3. 增加瞬間推力與氣隙關係圖 4. 增加線性馬達正方向定義以及移動方向 5. 增加定子組裝以及警告注意事項 6. 修正動子搭配接頭規格 7. 增加霍爾警告注意事項 8. 修正霍爾腳位圖 9. 修正安裝公差
2021/01	1.1	線性馬達	1. 增加 LMSA-Z、LMFP 馬達系列 2. 增加延長線安裝建議 3. 增加 LMSA-Z、LMC、LMT、LMFP 接頭腳位
2020/06	1.0	線性馬達	初版發行。

# 相關文件

產品相關文件的關係圖表如下，請視需要參閱文件。

產品

## 控制器

HIMC  
運動控制器

## 驅動器

E 系列  
驅動器

D 系列  
驅動器

## 馬達

線性馬達  
✓

直驅馬達

力矩馬達

伺服馬達

IM-1 系列  
永磁同步  
主軸馬達

## 線性馬達定位平台

單軸  
線性馬達  
定位平台

## 致動器

線性  
致動器

產品	文件名稱	文件編號	內容	
控制器	HIMC 運動控制器	HIMC 安裝指南	MH07UC01-□□□□	詳細說明 HIMC 運動控制器的安裝、連接等。
		HIMC iA Studio 軟體使用手冊	MH01UC01-□□□□	詳細說明 HIMC 運動控制器的人機介面操作。
		HIMC Modbus TCP 使用手冊	MH02UC01-□□□□	詳細說明 Modbus TCP 通訊協定應用於 HIMC 運動控制器的方式。
		HIMC HMPL 使用手冊	MH06UC01-□□□□	詳細說明 HIMC 運動控制器的 HMPL 函式庫。
		HIMC API 參考指南	MH05UC01-□□□□	詳細說明 HIMC 運動控制器的 API 函式庫。
		HIOM 安裝指南	MH03UC01-□□□□	詳細說明 HIOM ( HIWIN mega-ulink IO 模組 ) 的安裝、連接等。
		ETA3 安裝指南	MH09UC01-□□□□	詳細說明 ETA3 ( HIMC 遠端模組 ) 的安裝、連接等。
驅動器	E 系列 驅動器	E1 系列驅動器使用者操作手冊	MD09UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器的選擇、安裝、連接、設定、試運轉、調機、監控等。
		E1 系列驅動器 Thunder 軟體操作手冊	MD12UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器的人機介面操作。
		E1 系列驅動器 EtherCAT(CoE) 通訊命令手冊	MD08UC01-□□□□	詳細說明 EtherCAT 通訊協定應用於 E1 系列驅動器的方式。
		E1 系列驅動器 MECHATROLINK-III 通訊命令手冊	MD24UC01-□□□□	詳細說明 MECHATROLINK-III 通訊協定應用於 E1 系列驅動器的方式。
		E1 系列驅動器 PROFINET 通訊命令手冊	MD02UC01-□□□□	詳細說明 PROFINET 通訊協定應用於 E1 系列驅動器的方式。
		E1 系列驅動器龍門控制系統使用者操作手冊	MD22UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器龍門控制系統的使用方式。
		E1 系列驅動器電子凸輪控制系統使用者操作手冊	MD27UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器電子凸輪控制系統的使用方式。
		MPI 函式庫參考手冊	MD19UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器與 D 系列驅動器的 MPI 函式庫。
		MPI 範例程式	MD18UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器與 D 系列驅動器的 MPI 範例程式。
		驅動器 API 函式庫參考手冊	MD23UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器與 D 系列驅動器的 API 函式庫。
		E1 系列驅動器 PDL 範例程式	MD25UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器的 PDL 範例程式。
	D 系列 驅動器	D1 驅動器使用者操作手冊	MD20UC01-□□□□	詳細說明 D1 驅動器的選擇、安裝、連接、設定、試運轉、調機、監控等。
		D2 驅動器使用者操作手冊	MD07UC01-□□□□	詳細說明 D2T 驅動器的選擇、安裝、連接、設定、試運轉、調機、監控等。
D2T-LM 系列驅動器使用者操作手冊		MD11UC01-□□□□	詳細說明 D2T-LM 驅動器的選擇、安裝、連接、設定、試運轉、調機、監控等。	
MPI 函式庫參考手冊		MD19UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器與 D 系列驅動器的 MPI 函式庫。	
MPI 範例程式		MD18UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器與 D 系列驅動器的 MPI 範例程式。	
驅動器 API 函式庫參考手冊		MD23UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器與 D 系列驅動器的 API 函式庫。	
PDL 範例程式使用者操作手冊		MD13UC01-□□□□	詳細說明 D 系列驅動器的 PDL 範例程式。	

產品		文件名稱	文件編號	內容
馬達	線性馬達	線性馬達使用者操作手冊	MP99UC01-□□□□	詳細說明線性馬達的選擇、安裝、連接等。
	直驅馬達	直驅馬達使用者操作手冊	MR99UC01-□□□□	詳細說明直驅馬達的選擇、安裝、連接等。
	力矩馬達	力矩馬達使用者操作手冊	MW99UC01-□□□□	詳細說明力矩馬達的選擇、安裝、連接等。
	伺服馬達	伺服馬達使用者操作手冊	MC03UC01-□□□□	詳細說明伺服馬達的選擇、安裝、連接等。
	IM-1 系列 永磁同步 主軸馬達	IM-1 系列永磁同步主軸馬達 使用者操作手冊	MS01UC01-□□□□	詳細說明 IM-1 系列永磁同步主軸馬達的選擇、安裝等。
線性 馬達 定位 平台	單軸 線性馬達 定位平台	單軸線性馬達定位平台使用者操作手冊	MM06UC01-□□□□	詳細說明單軸線性馬達定位平台的選擇、安裝、連接等。
致動器	線性致動器	線性致動器使用者操作手冊	MA99UC01-□□□□	詳細說明線性致動器的選擇、安裝、連接等。

# 序言

感謝您使用本產品，本使用操作手冊提供線性馬達系列相關資訊。內容包括：

- 線性馬達使用安全注意事項
- 線性馬達介紹
- 線性馬達選型
- 線性馬達介面設計
- 線性馬達安裝
- 故障排除
- 保養維護
- 附錄

使用前請詳閱本手冊以確保產品正確使用。

## 認證

馬達型號	認證項目			
	歐盟指令		北美認證	
LMSA	CE	RoHS	UL	cUL
LMSA-Z		RoHS		
LMFA	CE	RoHS	UL	cUL
LMFP	CE	RoHS	UL	cUL
LMSS	CE	RoHS	UL	cUL
LMC	CE	RoHS		
LMT	CE	RoHS		

## 注意事項

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

- 安裝或使用產品前，請確認產品外觀無破損。若發現任何破損，請聯絡本公司或當地經銷商。
- 請勿拆解或改裝產品。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。

本公司對產品提供一年保固，於此期間因不當使用(請參閱本使用手冊之注意與安裝事項)或天然災害造成之損害，本公司不負責更換及維修產品。

## 安全注意事項

- 安裝、運送、保養及檢查產品前，請詳閱本使用手冊，以確保正確使用產品。
- 使用產品前，請詳閱電機資訊、安全資訊及相關注意事項。
- 本使用手冊的安全注意事項共分為：危險、警告和注意三項。

### 危險

#### 迫切危害！

具有危險威脅的情況，不遵守此注意事項會造成人員重傷甚至死亡。

### 警告

#### 潛在危險！

不遵守此注意事項可能會造成人員重傷甚至死亡。

### 注意

#### 潛在危險！

不遵守此注意事項可能會造成財產損失或環境污染。

## 章節簡介

章節	章節標題	章節內容說明
1	介紹	介紹線性馬達的基本資訊，例如構造、規格與型號說明等。
2	選型	介紹選擇線性馬達的方法。
3	介面設計	介紹線性馬達的介面設計。
4	安裝	介紹安裝線性馬達時的條件與注意事項。
5	故障排除	介紹線性馬達故障時的應對方式。
6	保養與廢棄物處理	介紹保養與報廢線性馬達的方式。
7	附錄	介紹線性馬達的技術用語、單位換算與其他補充內容。

# 目錄

修訂紀錄 .....	ii
相關文件 .....	iii
序言 .....	vi
認證 .....	vii
注意事項 .....	viii
安全注意事項 .....	ix
章節簡介 .....	x
目錄 .....	xi
1 介紹 .....	1-1
1.1 概述 .....	1-2
1.1.1 安全提示和安全符號說明 .....	1-2
1.1.2 安全使用規範 .....	1-3
1.1.3 用途 .....	1-5
1.1.4 線路注意事項 .....	1-6
1.1.5 保養存放注意事項 .....	1-6
1.1.6 運輸注意事項 .....	1-7
1.2 特色 .....	1-9
1.2.1 線性馬達簡介 .....	1-9
1.3 型號說明 .....	1-9
1.3.1 馬達標籤 .....	1-9
1.3.2 IP 等級 .....	1-10
2 選型 .....	2-1
2.1 馬達相關 .....	2-2
2.1.1 線性馬達選用 .....	2-2
2.1.1.1 鐵心式線性馬達(LMSA/LMSA-Z/LMSS)組成 .....	2-3
2.1.1.2 水冷式線性馬達(LMFA/LMFP)組成 .....	2-5
2.1.1.3 鐵心式線性馬達(LMSC)組成 .....	2-6
2.1.1.4 無鐵心式線性馬達(LMC)組成 .....	2-7
2.1.1.5 棒狀線性馬達(LMT)組成 .....	2-8
2.1.1.6 水冷式線性馬達冷卻系統 .....	2-10
2.1.1.7 LMFC 動子精密水冷 .....	2-11
2.1.1.8 LMFC 定子精密水冷 .....	2-11
2.1.2 熱計算 .....	2-11
2.1.2.1 馬達熱損失 .....	2-11
2.1.2.2 連續操作溫度 .....	2-12
2.1.2.3 熱時間常數 .....	2-13

2.1.2.4	環境溫度與連續推力.....	2-14
2.1.2.5	溫度感測器.....	2-16
2.1.2.6	溫度感測器保護.....	2-18
2.1.2.7	過溫保護配置與腳位圖.....	2-19
2.2	驅動器相關.....	2-20
2.2.1	電源和控制器選擇.....	2-20
2.3	冷卻相關.....	2-23
2.3.1	冷卻系統計算.....	2-23
2.3.2	冷卻機選用.....	2-25
2.3.3	散熱功率選用.....	2-25
2.3.4	流量選用.....	2-27
3	介面設計.....	3-1
3.1	介面設計.....	3-3
3.1.1	水冷設計.....	3-3
3.1.1.1	LMFA/LMFP 水冷馬達冷卻管路設計.....	3-3
3.1.1.2	LMFA/LMFP 水冷馬達搭配 LMFC 精密水冷流道設計.....	3-4
3.1.1.3	水冷馬達流道使用材料.....	3-8
3.1.1.4	水冷馬達冷卻液.....	3-8
3.1.2	鐵心式線性馬達介面設計.....	3-9
3.1.2.1	LMSA 線性馬達系列.....	3-10
3.1.2.2	LMFA 水冷式線性馬達系列.....	3-11
3.1.2.3	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列.....	3-14
3.1.2.4	LMSS 線性馬達系列.....	3-15
3.1.3	無鐵心式線性馬達(LMC)介面設計.....	3-16
3.1.4	棒狀線性馬達(LMT)介面設計.....	3-17
3.2	組裝.....	3-22
3.2.1	推力與氣隙.....	3-22
3.2.1.1	LMSA 系列.....	3-22
3.2.1.2	LMFA 系列.....	3-25
3.2.1.3	LMFP 系列.....	3-31
3.2.1.4	LMSC 系列.....	3-37
3.2.2	螺絲選用及說明.....	3-38
3.2.2.1	動定子螺絲安裝孔規格表.....	3-38
3.2.2.2	動子建議螺絲鎖入深度表.....	3-41
3.2.2.3	定子建議螺絲鎖入最小深度表.....	3-42
3.2.2.4	動定子建議螺絲扭力表.....	3-42
3.3	電氣連接.....	3-43
3.3.1	電纜.....	3-43
3.3.1.1	電源電纜線標準出線型式.....	3-43
3.3.1.2	接地保護建議施工方式.....	3-44

3.3.1.3	無鐵心式線性馬達接地保護建議施工方式 .....	3-45
3.3.1.4	LMSA-Z 系列延長線安裝建議施工方式 .....	3-46
3.3.1.5	含接頭馬達系列 .....	3-52
3.3.1.6	接頭選用及腳位圖 .....	3-54
3.3.2	動子並聯設計 .....	3-58
3.3.2.1	線性馬達移動方向 .....	3-59
3.3.2.2	LMSA 線性馬達系列 .....	3-61
3.3.2.3	LMFA 水冷式線性馬達系列 .....	3-62
3.3.2.4	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列 .....	3-63
3.3.2.5	LMSS 線性馬達系列 .....	3-64
3.3.2.6	LMC 無鐵心線性馬達系列 .....	3-65
3.3.2.7	LMT 棒狀線性馬達系列 .....	3-69
3.3.3	霍爾配件 .....	3-72
3.3.3.1	霍爾感測器 .....	3-72
3.3.3.2	霍爾感測器安裝說明 .....	3-78
3.3.3.3	霍爾感測器螺絲選用 .....	3-79
3.3.3.4	霍爾編碼器 .....	3-79
3.3.3.5	霍爾編碼器編碼說明 .....	3-80
3.3.3.6	霍爾編碼器特性規格 .....	3-81
3.3.3.7	霍爾編碼器規格尺寸 .....	3-82
4	安裝 .....	4-1
4.1	機械安裝 .....	4-2
4.1.1	鐵心式線性馬達安裝 .....	4-2
4.1.1.1	定子拿取注意事項 .....	4-2
4.1.1.2	動定子安裝注意事項 .....	4-8
4.1.1.3	LMSC 動定子安裝注意事項 .....	4-12
4.1.2	無鐵心式線性馬達安裝 .....	4-18
4.1.2.1	LMC 動定子安裝注意事項 .....	4-18
4.1.2.2	LMT 動定子安裝注意事項 .....	4-23
4.1.3	水冷式線性馬達水冷系統安裝 .....	4-28
4.1.3.1	動定子精密水冷安裝 .....	4-28
4.1.3.2	水冷馬達快速接頭安裝 .....	4-31
4.1.3.3	精密水冷馬達快速接頭安裝 .....	4-32
5	故障排除 .....	5-1
5.1	故障排除 .....	5-2
6	保養與廢棄物處理 .....	6-1
6.1	廢棄物處理 .....	6-2

7	附錄.....	7-1
7.1	技術用語說明.....	7-2
7.2	單位換算.....	7-6
7.3	客戶需求調查表.....	7-8

# 1 介紹

1	介紹.....	1-1
1.1	概述 .....	1-2
1.1.1	安全提示和安全符號說明 .....	1-2
1.1.2	安全使用規範 .....	1-3
1.1.3	用途 .....	1-5
1.1.4	線路注意事項 .....	1-6
1.1.5	保養存放注意事項.....	1-6
1.1.6	運輸注意事項 .....	1-7
1.2	特色 .....	1-9
1.2.1	線性馬達簡介 .....	1-9
1.3	型號說明.....	1-9
1.3.1	馬達標籤 .....	1-9
1.3.2	IP 等級.....	1-10

## 1.1 概述

### 1.1.1 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：

 <b>危險</b>
<b>迫切危害！</b> 具有危險威脅的情況，不遵守此注意事項會造成人員重傷甚至死亡。
 <b>警告</b>
<b>潛在危險！</b> 不遵守此注意事項可能會造成人員重傷甚至死亡。
 <b>注意</b>
<b>潛在危險！</b> 不遵守此注意事項可能會造成財產損失或環境污染。

以下為手冊使用之特定風險符號：

警告標誌	
	帶有心臟植入性電子儀器者不可使用！
	環境有害物質！
	警告！
	壓傷注意！
	帶電！
	高溫表面！
	強磁！

## 1.1.2 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（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1.3.2章節)
- 依據IEC60085標準，HIWIN線性馬達產品的熱等級為F。
- HIWIN線性馬達產品認證符合以下項目。

表1.1.2.1

CE	LVD: 依據標準 2014/35/EU	EN60034-1:2010
	EMC: 依據標準 2014/30/EU	EN61000-6-4:2007/A1:2011
		EN61000-6-2:2005
UL	線性馬達產品依據標準 1004-1	

### 1.1.3 用途

- 線性馬達使用於工業系統。
- 線性馬達須避免灰塵髒污以及接觸腐蝕性物質。
- 若無清楚標示說明，避免將線性馬達安裝於危險區域內。
- 確保安裝條件符合使用規範。
- 線性馬達系統不可使用於：
  - (1) 戶外
  - (2) 有爆炸性的環境

## 1.1.4 線路注意事項

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

## 1.1.5 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，請參閱第六章。

在存儲HIWIN線性馬達時，必須遵守以下說明：

- 存放前須清潔和保護使用過的線性馬達。
- 產品應存放在原始包裝中，並水平放置，請勿直立放置，以及勿互相堆疊。
- 請注意馬達電纜線請勿放置於馬達下方。
- 請勿將線性馬達存放於易爆環境或暴露於化學品的環境中。
- 請將線性馬達存放在乾燥、無結冰、無腐蝕的環境中。並確保線性馬達於存放期間不受振動或衝擊。
- 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40mm (例如保麗龍)，並於存放時，須附上強磁警告標籤。

- 若長期存放或在熱帶國家中，建議使用防銹包裝本產品。
- 任何金屬物品請勿靠近本產品，以免導致物件損壞。

表1.1.5.1

操作環境	溫度	0~40°C
	相對溼度	5~85%
儲存環境	溫度	-5~40°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

### 1.1.6 運輸注意事項

- 根據國際航空運輸協會(IATA)，永久磁鐵被列為危險物品(磁化材料UN2807)。
- 包含永久磁鐵的產品，無需採取其他包裝措施即可抵抗海運以及陸地運輸中的磁場。
- 根據國際航空運輸協會包裝規範，包含永久磁鐵的產品，在空運中不得超過最高允許磁場強度。產品高於一定的磁場強度時，必須依照IATA的包裝說明953，對此類貨物貼以標籤(參閱下方內容或IATA最新規定)，需要採取特殊措施才可運輸此類產品。
  - (1) 與產品距離4.6M，磁場強度最高超過 $0.418 A m / (0.525 \mu T)$  或指南針偏差 $2^\circ$ 的產品，必須獲得產品所在國家的負責國家機構的運輸許可(原產國)和空運公司所在國家/地區。需採取特殊措施來運輸產品。
  - (2) 與產品距離2.1M，磁場強度最高超過 $0.418 A m / (0.525 \mu T)$  或指南針偏差 $2^\circ$ 的產品，應依照危險品運輸的規定進行運輸。
  - (3) 與產品距離2.1M，磁場強度小於 $0.418 A m / (0.525 \mu T)$ 的產品，無需通知相關處理單位，也不必在產品上貼上標籤。

- 運輸原始包裝之線性馬達，不需要標記。

運輸條件必須符合EN 60721-3-2 (參閱表1.1.6.1)。

表1.1.6.1 運輸條件

環境參數	單位	數值
氣溫	(°C)	-5~40
相對濕度	(%)	5~85
溫度變化率	(°C/min)	0.5
凝露		不允許
結冰		不允許
運輸條件		等級 2K2
馬達在良好天氣環境中運輸(室內/工廠)		
生物條件		等級 2B1
化學活性物質		等級 2C1
機械活性物質		等級 2S2
機械條件		等級 2M2

## 1.2 特色

### 1.2.1 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。馬達與負載間接沒有任何傳動機構，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。

## 1.3 型號說明

### 1.3.1 馬達標籤

■ 馬達標籤資訊(範例)

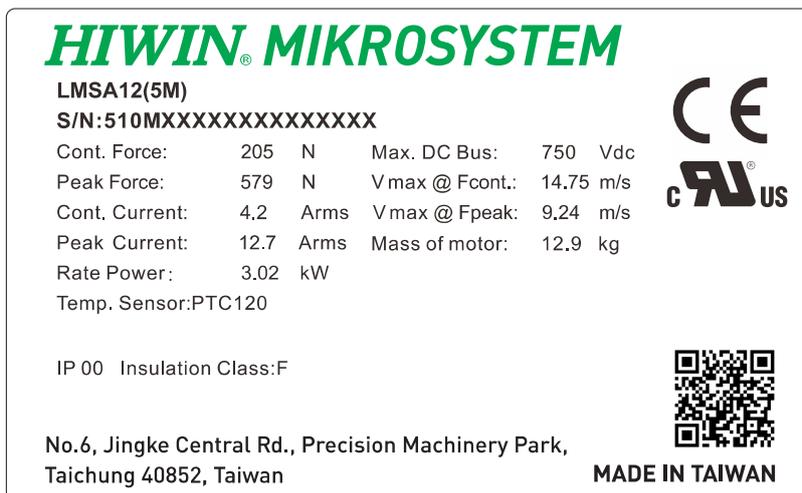


圖1.3.1.1 馬達標籤範例

### 1.3.2 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

表1.3.2.1

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

定子的機械設計已可防止腐蝕，但是必須採取適當措施以預防鐵磁顆粒(例如鐵屑)積聚在定子上。必須透過適當的防護措施(密封劑、波紋管、防護漆)，來避免與液體接觸以及與腐蝕性介質的一般接觸。

## 2 選型

2	選型	2-1
2.1	馬達相關	2-2
2.1.1	線性馬達選用	2-2
2.1.1.1	鐵心式線性馬達(LMSA/LMSA-Z/LMSS)組成	2-3
2.1.1.2	水冷式線性馬達(LMFA/LMFP)組成	2-5
2.1.1.3	鐵心式線性馬達(LMSC)組成	2-6
2.1.1.4	無鐵心式線性馬達(LMC)組成	2-7
2.1.1.5	棒狀線性馬達(LMT)組成	2-8
2.1.1.6	水冷式線性馬達冷卻系統	2-10
2.1.1.7	LMFC 動子精密水冷	2-11
2.1.1.8	LMFC 定子精密水冷	2-11
2.1.2	熱計算	2-11
2.1.2.1	馬達熱損失	2-11
2.1.2.2	連續操作溫度	2-12
2.1.2.3	熱時間常數	2-13
2.1.2.4	環境溫度與連續推力	2-14
2.1.2.5	溫度感測器	2-16
2.1.2.6	溫度感測器保護	2-18
2.1.2.7	過溫保護配置與腳位圖	2-19
2.2	驅動器相關	2-20
2.2.1	電源和控制器選擇	2-20
2.3	冷卻相關	2-23
2.3.1	冷卻系統計算	2-23
2.3.2	冷卻機選用	2-25
2.3.3	散熱功率選用	2-25
2.3.4	流量選用	2-27

## 2.1 馬達相關

### 2.1.1 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2.1.1.1。



圖2.1.1.1 線性馬達應用說明圖

### 2.1.1.1 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。

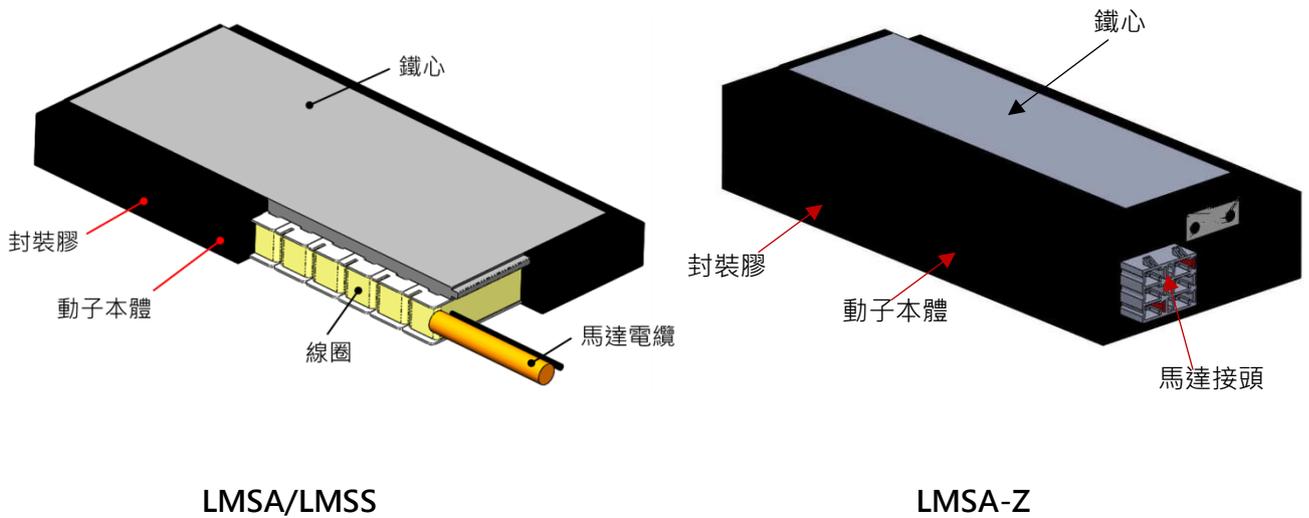


圖2.1.1.1.1 動子組成

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。

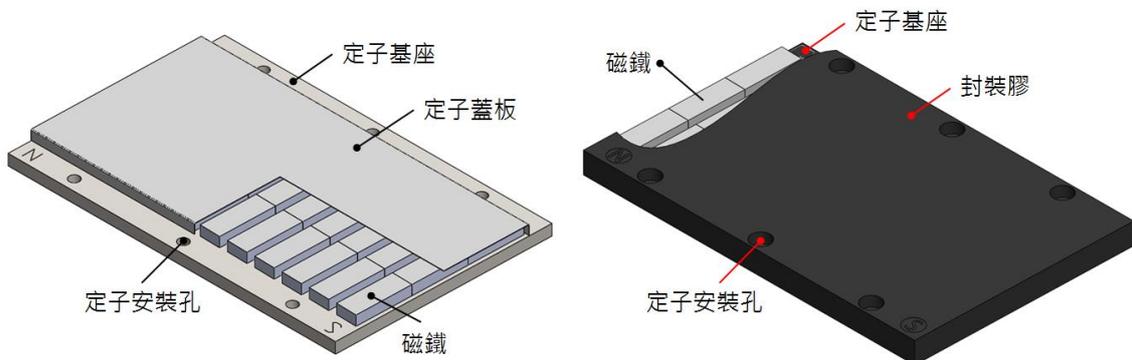
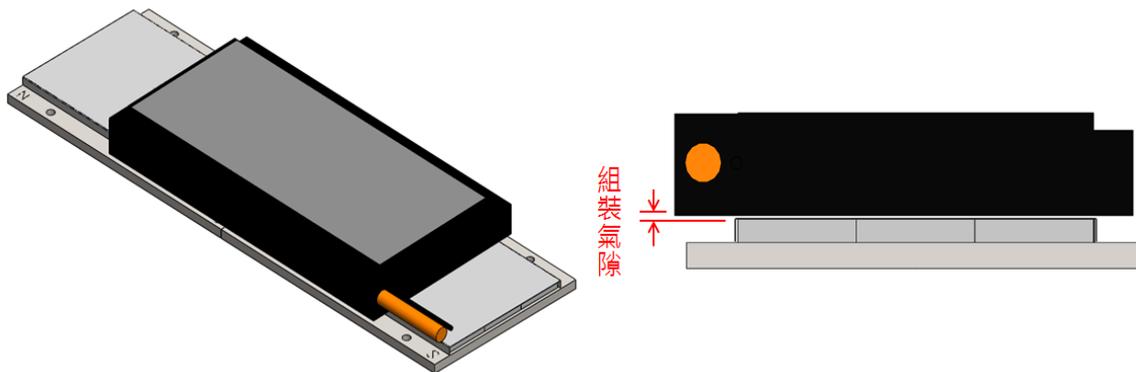


圖2.1.1.1.2 定子組成

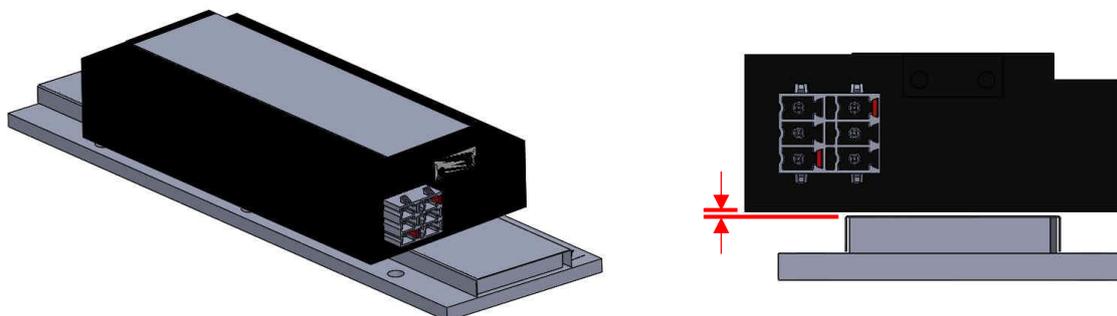
在安裝馬達時需注意動定子間組裝氣隙，鐵心式線馬氣隙對性能之關係，可參照手冊3.2.1章節說明。

馬達動定子安裝規範可參照手冊4.1.1章節說明，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



### 2.1.1.1.3 動定子組成

### 2.1.1.2 水冷式線性馬達(LMFA/LMFP)組成

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。

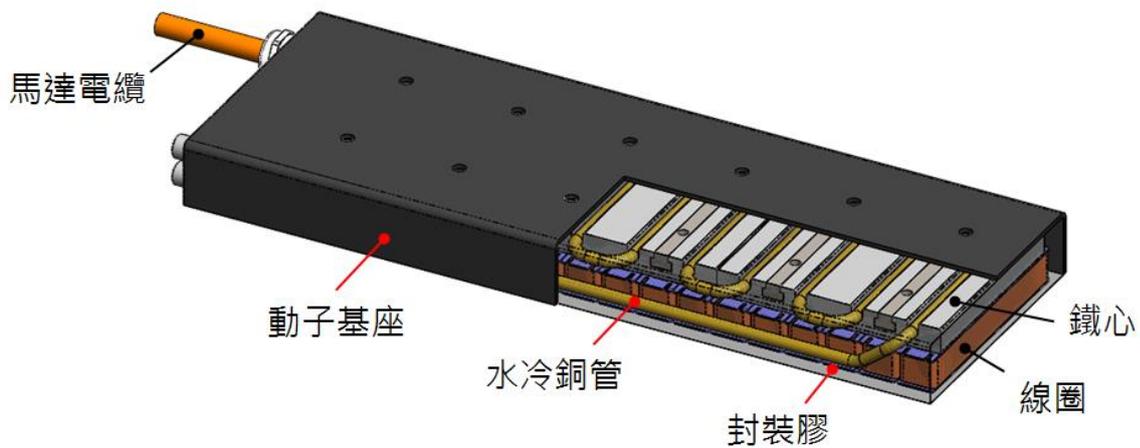


圖2.1.1.2.1 動子組成

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。

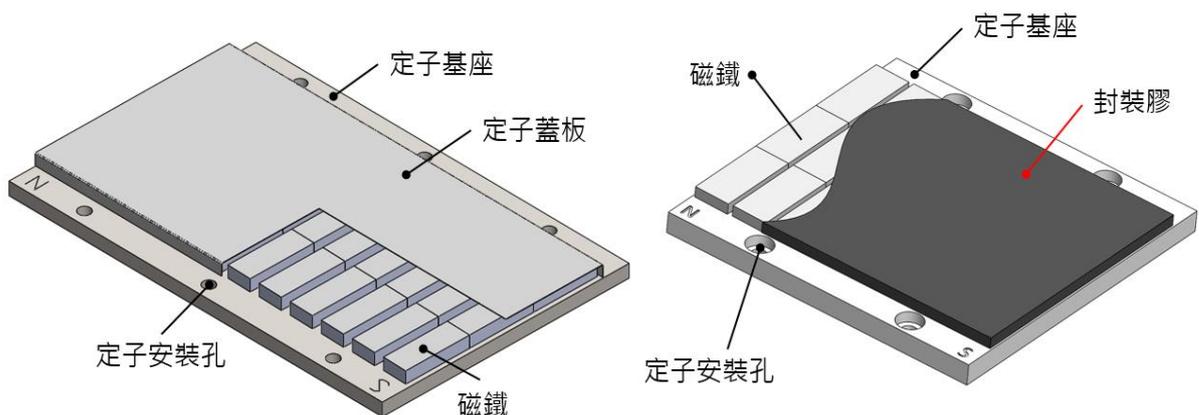


圖2.1.1.2.2 定子組成

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3.2.1章節說明。



### 2.1.1.4 無鐵心式線性馬達(LMC)組成

LMC產品為無鐵心式馬達，由圖2.1.1.4.1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。

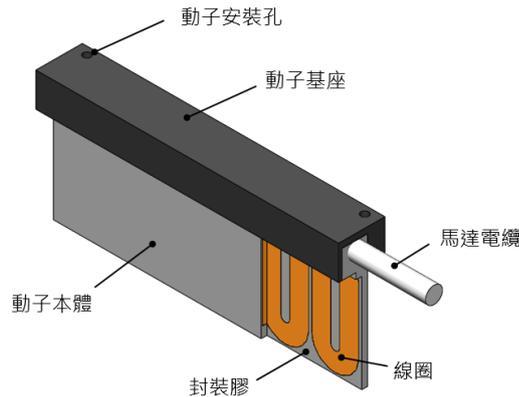


圖2.1.1.4.1 動子組成

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2.1.1.4.2。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。

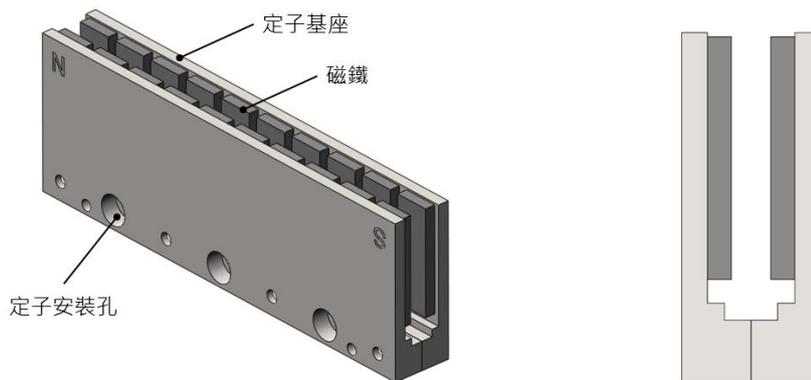


圖2.1.1.4.2 定子組成

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2.1.1.4.3所示。馬達動定子安裝規範可參照手冊4.1.2章節說明。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。

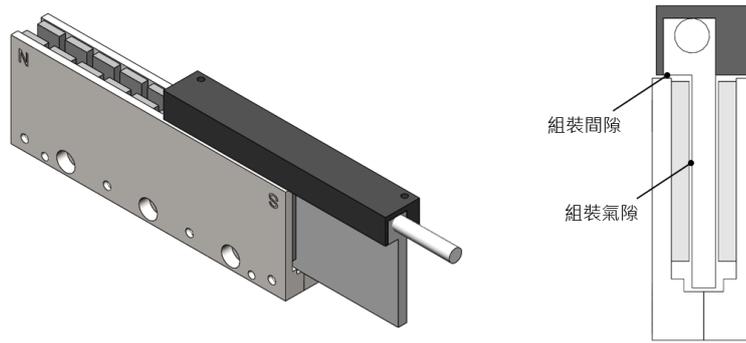


圖2.1.1.4.3 動定子組成

## 2.1.1.5 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2.1.1.5.1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。

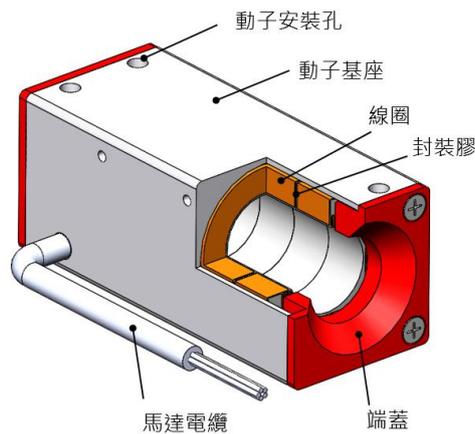


圖2.1.1.5.1 動子組成

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2.1.1.5.2所示。在安裝馬達時需注意動定子間組裝間隙，如圖2.1.1.5.3所示。馬達動定子安裝規範可參照本手冊4.1.2章節說明。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。

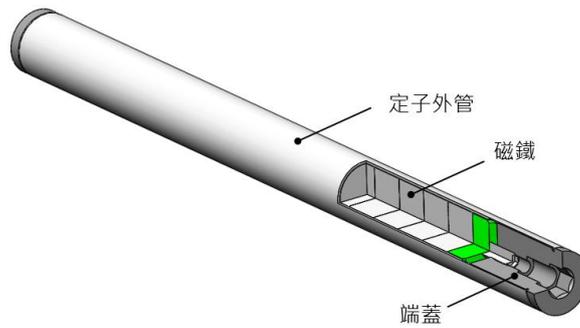


圖2.1.1.5.2 定子組成

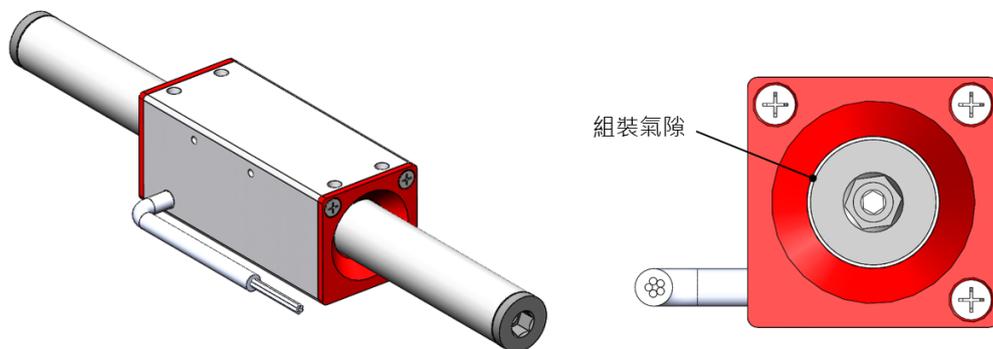


圖2.1.1.5.3 動定子組成

### 2.1.1.6 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2.1.1.6.1所示，實現高精度的應用需求。其構造如圖2.1.1.6.2。

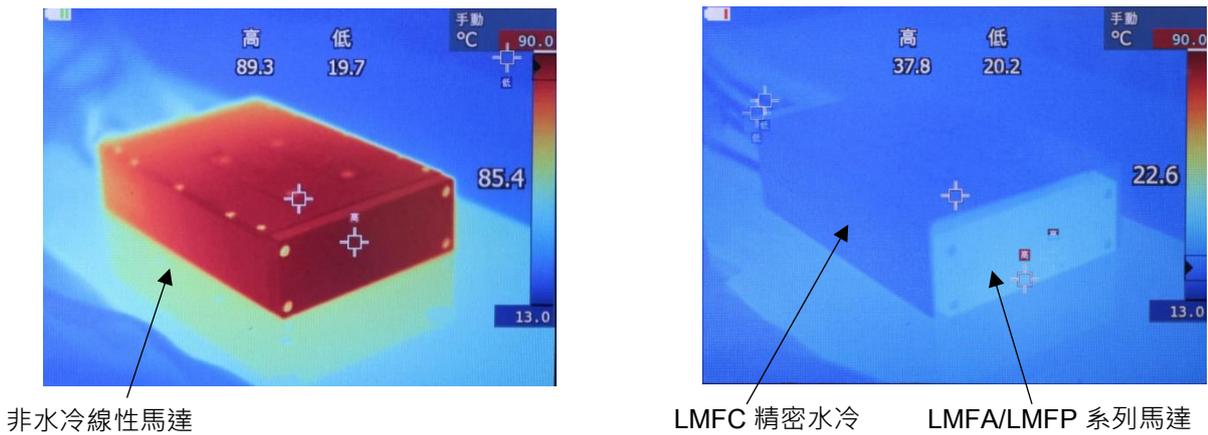


圖2.1.1.6.1. 溫度分佈比較圖

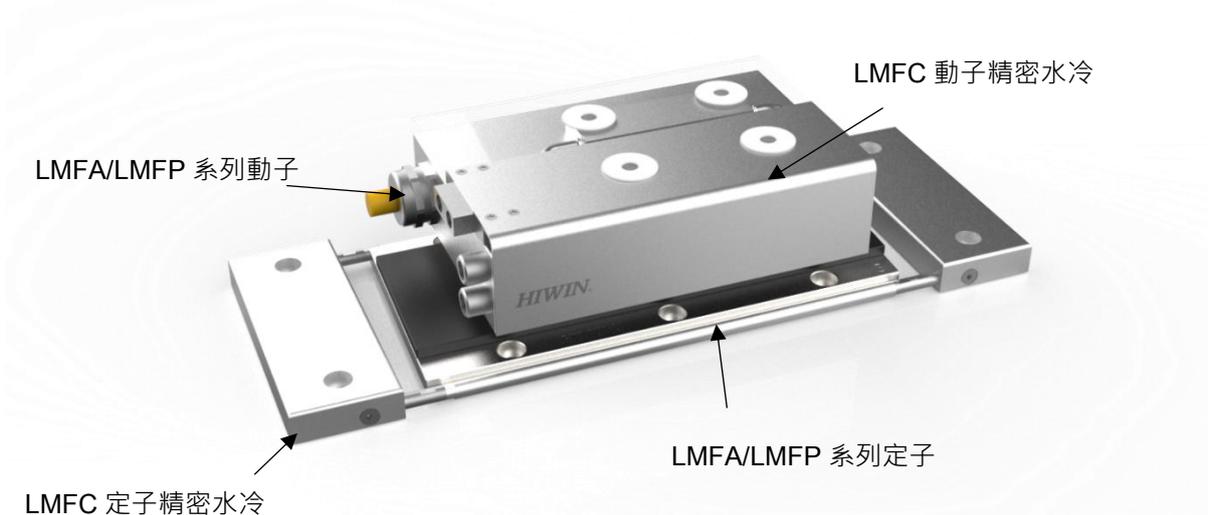


圖2.1.1.6.2 LMFA/LMFP系列搭配LMFC精密水冷馬達基本構造

### 2.1.1.7 LMFC動子精密水冷

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動子上方安裝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。

### 2.1.1.8 LMFC定子精密水冷

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。

## 2.1.2 熱計算

### 2.1.2.1 馬達熱損失

馬達將電能轉換為動能過程中勢必產生銅損、鐵損及機械損失，其中銅損為電流流經馬達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 [ $\Omega$ ]

$I_C$ ：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。

### 2.1.2.2 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 $T_{max}$ )

### 2.1.2.3 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2.1.2.3.1），馬達達到穩態時間約為熱時間常數  $t_{TH}$  的5倍。

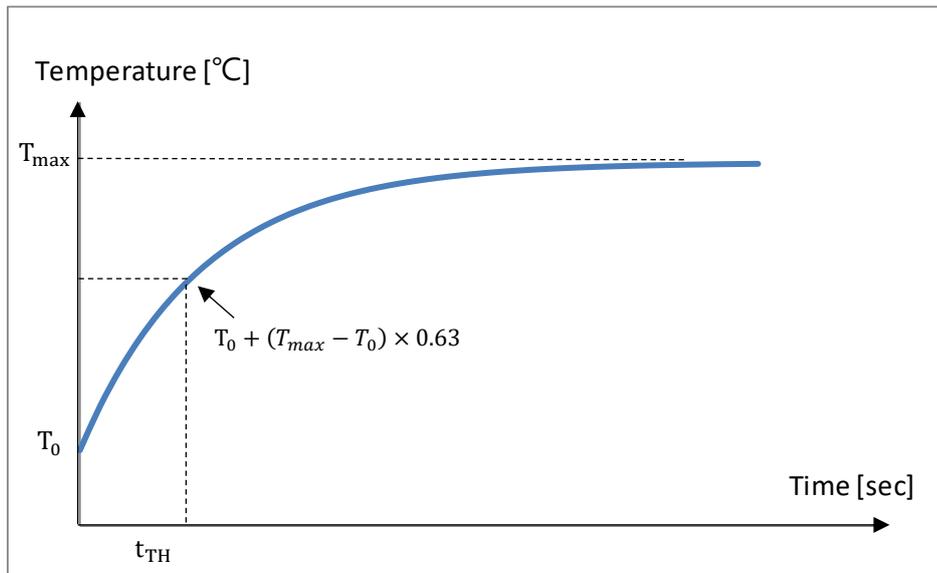


圖2.1.2.3.1 馬達溫升曲線示意圖

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2.1.2.2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

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

$t$  : 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 ( $T_{max}$ )。

#### 2.1.2.4 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2.1.2.4.1、圖2.1.2.4.2所示：

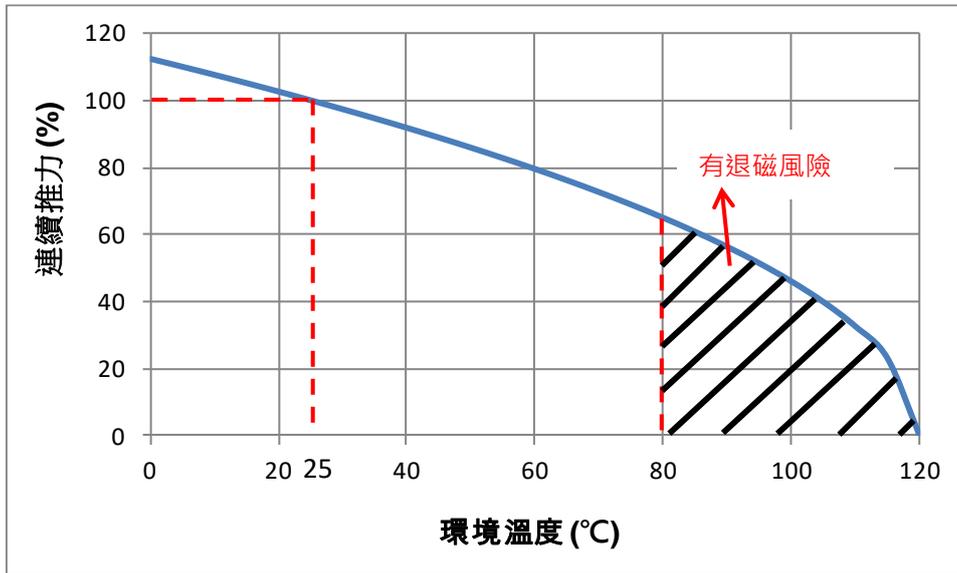


圖2.1.2.4.1 馬達空冷 環境溫度-連續推力關係圖

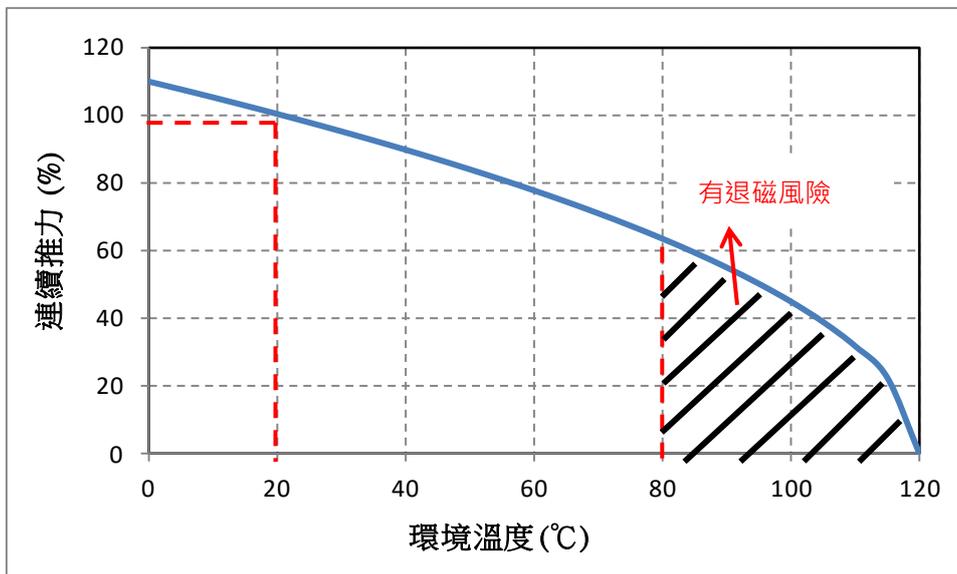


圖2.1.2.4.2 馬達水冷 環境溫度-連續推力關係圖

## 2.1.2.5 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：

使用PTC元件僅通過溫度監控來保護馬達，可能不足；例如，如果馬達在高於連續電流的電流下運行，就會出現這種狀況。HIWIN 建議在控制端使用其他保護算法。最大的計算電流高於連續電流時的運行時間可參考2.1.2.3章節說明。

常見的溫度感測器包含PTC、Pt1000等。安裝於馬達中的溫度感測器類型，可參閱目錄或驗收圖，溫度感測器性能表現描述如下：

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2.1.2.5.1 PTC溫度感測器特性

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

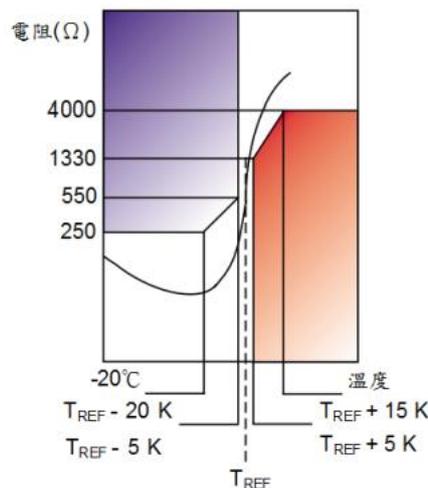


圖2.1.2.5.1 PTC溫度對電阻關係圖

Pt1000 為一款白金電阻溫度感測器 ( RTD )，特性為在 0°C 時電阻值為 1000Ω，可藉量測輸出電阻值來獲得實際溫度。電阻與溫度的關係如圖2.1.2.5.2，電阻與溫度的標準關係式如下所示：

當溫度範圍為-200 ~ 0°C

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

當溫度範圍為 0 ~ 850°C

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

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

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

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

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

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

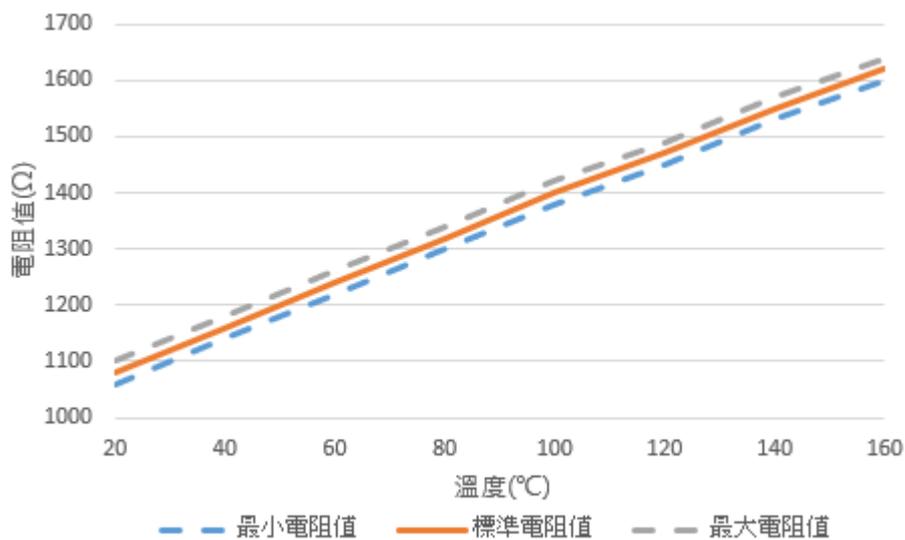


圖2.1.2.5.2 Pt1000電阻與溫度關係圖

KTY84-130為一款矽晶體溫度感測器，藉量測輸出電阻值來獲得實際溫度。其特性如表2.1.2.5.2，電阻與溫度的關係如圖2.1.2.5.3。

表2.1.2.5.2 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	$\Omega$
$R_{250} / R_{100}$	電阻值比例	T = 250°C與 100°C	2.111	2.166	2.221	$\Omega$
$R_{25} / R_{100}$	電阻值比例	T = 25°C與 100°C	0.595	0.603	0.611	$\Omega$

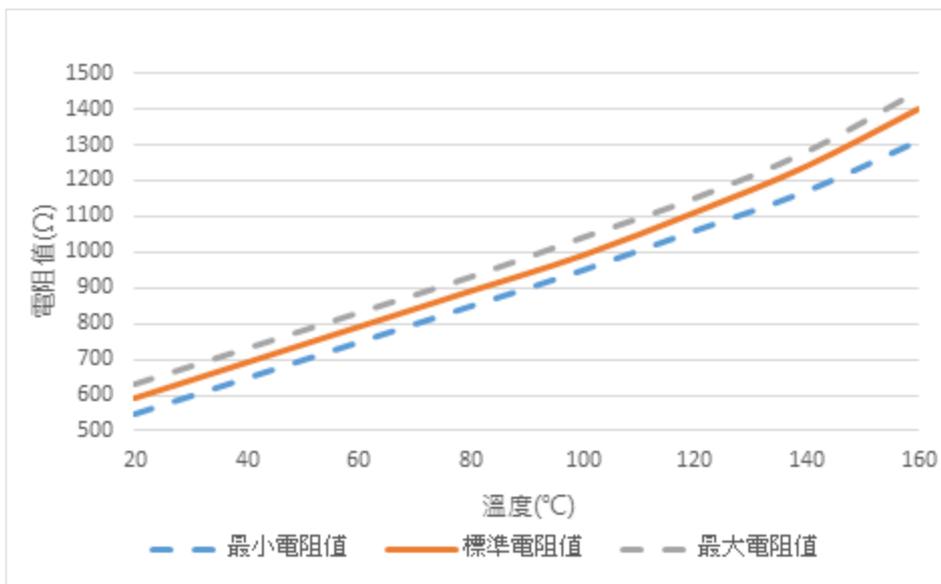


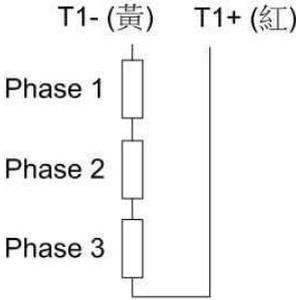
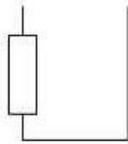
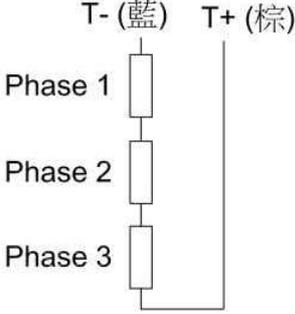
圖2.1.2.5.3 KTY84-130電阻與溫度的關係圖

## 2.1.2.6 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。

2.1.2.7 過溫保護配置與腳位圖

表2.1.2.7.1 過溫保護配置表

	配置圖
PTC SNM120	<p>T1- (黃) T1+ (紅)</p> 
PT1000	<p>T2+ (黑) T2- (白)</p> 
SKM120	<p>T- (藍) T+ (棕)</p> 

## 2.2 驅動器相關

### 2.2.1 電源和控制器選擇

選定電源供應器時，必須考慮連續電流、瞬間電流以及操作電壓。另外必須考慮到某些驅動器統會在馬達中引起共振效應。馬達是由數個獨立線圈串聯組成，每個線圈皆有一個串聯的電感以及對地雜散電容。所獲得的LC網路具有諧振頻率，因此當對相輸入施加電振盪(尤其是PWM頻率)時，馬達的中性點會相對於地球以非常高的幅度振盪，並且絕緣可能會由於這些振盪而損壞，這種現象在極數較多的馬達(例如線性馬達)中更為明顯。

在理想狀態下，電源供應器提供600 V<sub>DC</sub>應相對於地面為±300 V<sub>DC</sub>。但是在某些配置中，母電壓和大地間的電壓具有振盪電壓，並且高電壓的峰值會傳輸到馬達。電壓與地之間的振盪取決於系統特性。根據經驗，很少有軸連接到母電壓系統不太容易在母線上產生擾動振盪，但例如在具有許多軸的大型機床中，振盪會達到高振幅。如果這些振盪頻率接近馬達的諧振頻率，則可能導致中性點發生過電壓故障。

控制器的PWM頻率恰好對應於馬達的諧振頻率，在這種情況下，PWM頻率的基本諧波直接激發了馬達的諧振頻率，因此在中性點上會有很高的電壓。另外，由於PWM電壓是方波，因此包含奇數次諧波(1、3、5、7等)，這些奇次諧波也可能引起馬達共振。所幸諧波的幅度比基波要小。

另一種情況下，也可能導致過電壓故障。在這種情況下，PWM頻率的基本諧波直接激發了馬達的諧振頻率，因此在中性點上有很高的電壓。此外由於PWM電壓是方波，因此包含奇數次諧波(1、3、5、7等)，這些奇次諧波也可能引起馬達共振。總之，為防止發生任何故障，必須考慮兩個因素：母電壓和地之間的振盪以及PWM頻率。如果以上兩個元素均未與馬達產生共振，則馬達沒有任何危險。

選擇電源時，請檢查以下條件：

LM 馬達電源和中性點電壓說明，參照表 2.2.1.1、表 2.2.1.2 以及圖 2.2.1.2、圖 2.2.1.3 說明。

表2.2.1.1 LMS, LMSA, LMF, LMFA, LMFP 系列電源和中性點限壓

項目	LMSA, LMF, LMFA, LMFP	LMS
$V_{bus}$	Max. 750	Max. 600
$ V_{peak}^+ \text{ to ground} $	< 1000 $V_p$ (相對地) @ PWM 頻率	
$ V_{peak}^- \text{ to ground} $	< 1000 $V_p$ (相對地) @ PWM 頻率	
電壓梯度 $ dV/dt $	< 11kV/ $\mu$ s (瞬間) 若瞬時電壓梯度難以求得，可用下式估算(參照圖 2.2.1.1)： $ dV/dt  =  (90\%V_{pp} - 10\%V_p)/t_r $	

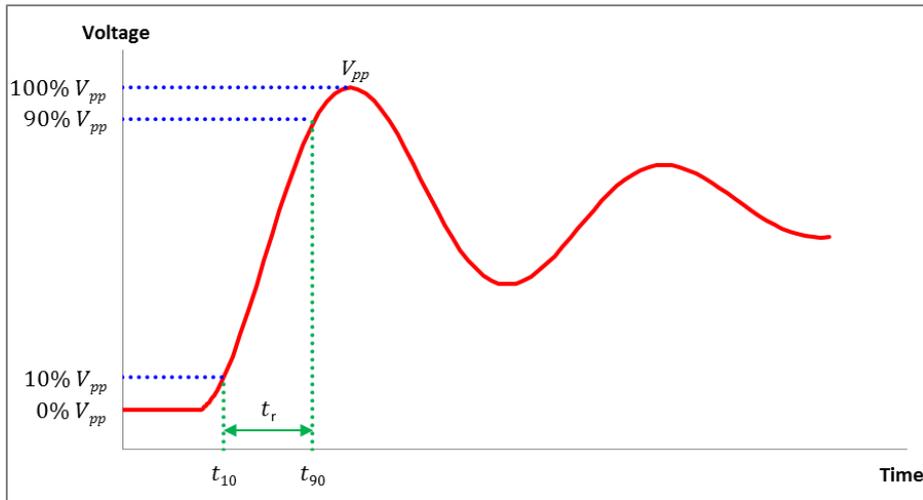


圖2.2.1.1 上升時間  $t_r$  定義

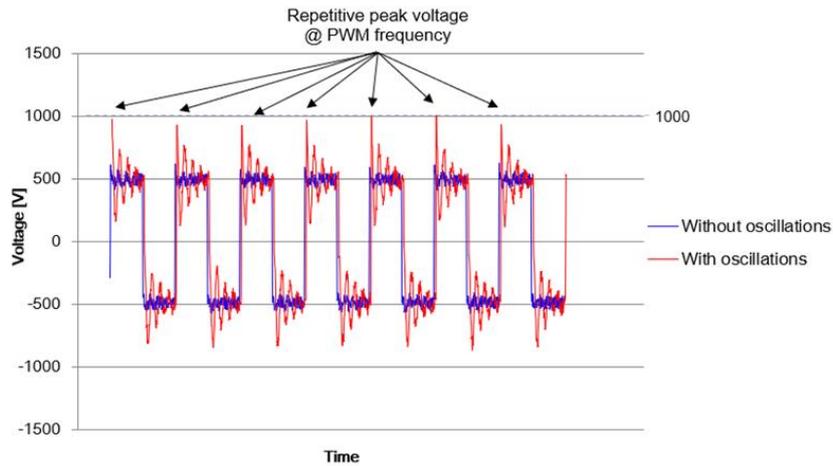


圖2.2.1.2 電壓振盪示意圖 ( 600/750 V<sub>DC</sub>控制器 )

表2.2.1.2 LMC、LMT系列電源及中性點限壓

項目	300 V <sub>DC</sub> 控制器
V <sub>bus</sub>	Max. 300
V <sub>peak. to ground</sub> <sup>+</sup>	< 750 V <sub>p</sub> (相對地) @ PWM 頻率
V <sub>peak. to ground</sub> <sup>-</sup>	< 750 V <sub>p</sub> (相對地) @ PWM 頻率
電壓梯度 dV/dt	< 8kV/μs (瞬間) 若瞬時電壓梯度難以求得，可用下式估算(參照圖 2.2.1.1)： $ dV/dt  =  (90\%V_{pp} - 10\%V_p)/t_r $

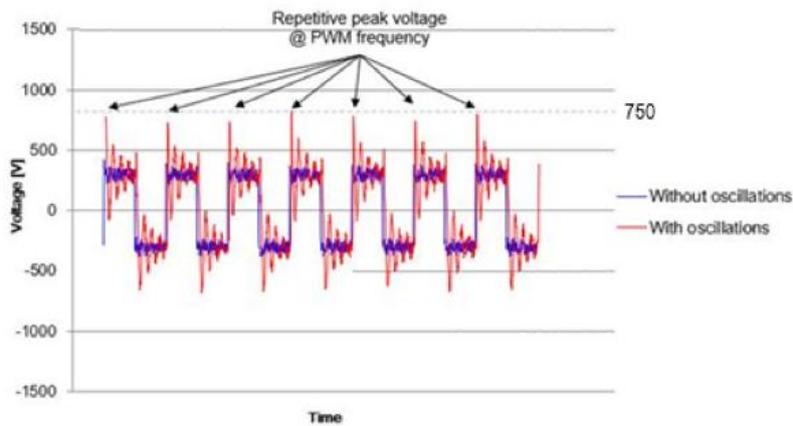


圖2.2.1.3 電壓振盪示意圖 ( 300V\_DC控制器 )

控制器與馬達之間的電纜會由於電纜與馬達間的阻抗不匹配而產生反射波，並且反射電壓會與隨後的輸入電壓疊加，而導致電壓上升。當馬達電纜較長時，這樣的現象會更加明顯。如果控制器與馬達之間的電纜線超過10m，就必須測量馬達端子上的電壓，卻保有低於上述規定。如果測量值較大，則濾波器必須插入控制器與馬達之間進行保護。

## 2.3 冷卻相關

### 2.3.1 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]

$\Delta T$ ：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]

冷卻液的流量與進出水口溫差關係如圖2.3.1.1所示，而進出水口壓差與流量關係如圖2.3.1.2所示。

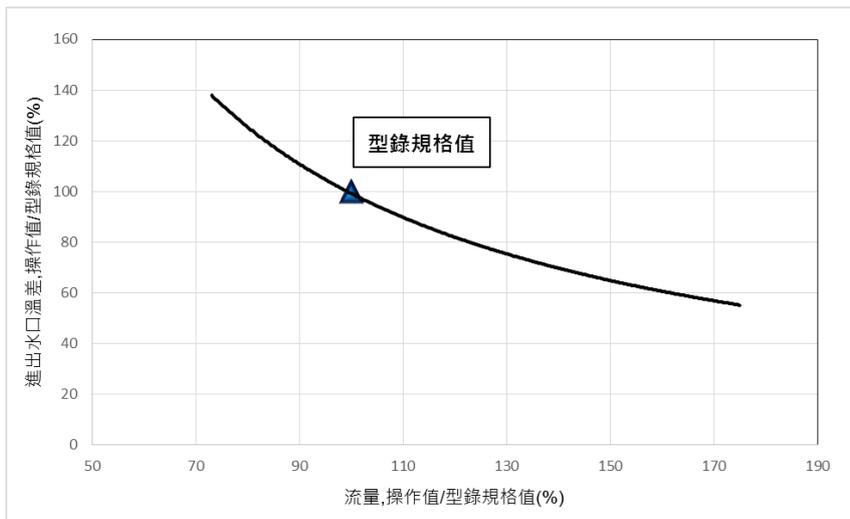


圖2.3.1.1 冷卻液的流量與進出水口溫差關係圖

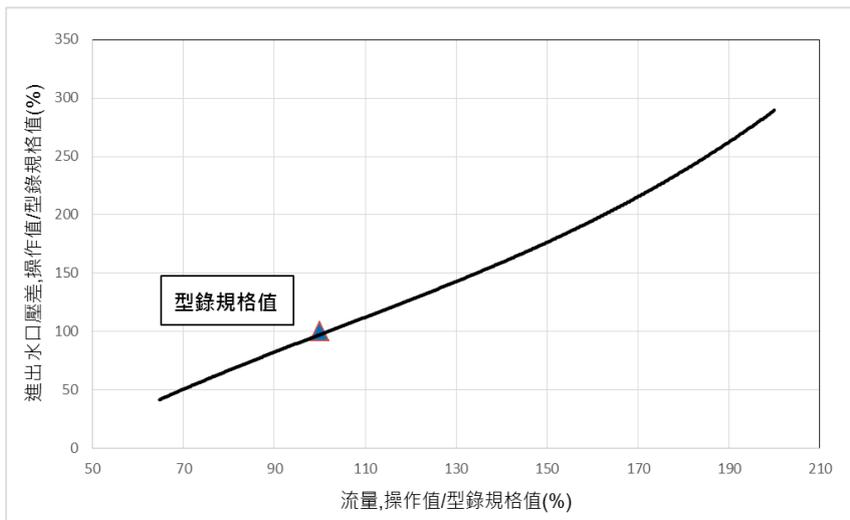


圖2.3.1.2 進出水口壓差與流量關係關係圖

## 2.3.2 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2.3.1章節冷卻系統之計算值參考選用。

## 2.3.3 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)。以表2.3.3.2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)。

表2.3.3.1 LMFA31系列規格參數

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	120°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	$2\tau$	mm	46	
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	20	
熱感測開關	-		1xKTY84-130+1x(3PTC SNM120 In Series)	
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

表2.3.3.2 水冷卻機功率

項目/機型		HWK-50PTS	HWK-250PTS	HWK-400PTS	HWK-600PTS	HWK-750PTS	HWK-900PTS
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				

## 2.3.4 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 $2 \times 4.0 = 8.0$  (L/min)。以表2.3.4.2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)。

表2.3.4.1 LMFA31系列規格參數

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	120°C	
電氣時間常數	Ke	ms	11.3	11.4
電阻(線間, 25°C)	R <sub>25</sub>	Ω	4.3	1.9
電阻(線間, 120°C)	R <sub>120</sub>	Ω	5.6	2.6
電感(線間)	L	mH	48.3	22.2
極對距	2τ	mm	46	
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	20	
熱感測開關	-		1xKTY84-130+1x(3PTC SNM120 In Series)	
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 <sub>P,H,MAX</sub>	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

表2.3.4.2 水冷卻機功率

項目/機型		HWK-50PTS	HWK-250PTS	HWK-400PTS	HWK-600PTS	HWK-750PTS	HWK-900PTS
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				

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

## 3 介面設計

3	介面設計	3-1
3.1	介面設計	3-3
3.1.1	水冷設計	3-3
3.1.1.1	LMFA/LMFP 水冷馬達冷卻管路設計	3-3
3.1.1.2	LMFA/LMFP 水冷馬達搭配 LMFC 精密水冷流道設計	3-4
3.1.1.3	水冷馬達流道使用材料	3-8
3.1.1.4	水冷馬達冷卻液	3-8
3.1.2	鐵心式線性馬達介面設計	3-9
3.1.2.1	LMSA 線性馬達系列	3-10
3.1.2.2	LMFA 水冷式線性馬達系列	3-11
3.1.2.3	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列	3-14
3.1.2.4	LMSS 線性馬達系列	3-15
3.1.3	無鐵心式線性馬達(LMC)介面設計	3-16
3.1.4	棒狀線性馬達(LMT)介面設計	3-17
3.2	組裝	3-22
3.2.1	推力與氣隙	3-22
3.2.1.1	LMSA 系列	3-22
3.2.1.2	LMFA 系列	3-25
3.2.1.3	LMFP 系列	3-31
3.2.1.4	LMSC 系列	3-37
3.2.2	螺絲選用及說明	3-38
3.2.2.1	動定子螺絲安裝孔規格表	3-38
3.2.2.2	動子建議螺絲鎖入深度表	3-41
3.2.2.3	定子建議螺絲鎖入最小深度表	3-42
3.2.2.4	動定子建議螺絲扭力表	3-42
3.3	電氣連接	3-43
3.3.1	電纜	3-43
3.3.1.1	電源電纜線標準出線型式	3-43
3.3.1.2	接地保護建議施工方式	3-44
3.3.1.3	無鐵心式線性馬達接地保護建議施工方式	3-45
3.3.1.4	LMSA-Z 系列延長線安裝建議施工方式	3-46
3.3.1.5	含接頭馬達系列	3-52
3.3.1.6	接頭選用及腳位圖	3-54
3.3.2	動子並聯設計	3-58
3.3.2.1	線性馬達移動方向	3-59

3.3.2.2	LMSA 線性馬達系列.....	3-61
3.3.2.3	LMFA 水冷式線性馬達系列.....	3-62
3.3.2.4	LMSC 磁力相煞型線性馬達系列.....	3-63
3.3.2.5	LMSS 線性馬達系列.....	3-64
3.3.2.6	LMC 無鐵心線性馬達系列.....	3-65
3.3.2.7	LMT 棒狀線性馬達系列.....	3-69
3.3.3	霍爾配件.....	3-72
3.3.3.1	霍爾感測器.....	3-72
3.3.3.2	霍爾感測器安裝說明.....	3-78
3.3.3.3	霍爾感測器螺絲選用.....	3-79
3.3.3.4	霍爾編碼器.....	3-79
3.3.3.5	霍爾編碼器編碼說明.....	3-80
3.3.3.6	霍爾編碼器特性規格.....	3-81
3.3.3.7	霍爾編碼器規格尺寸.....	3-82

### 3.1 介面設計

#### 3.1.1 水冷設計

##### 3.1.1.1 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3.1.1.1.1 ( 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3.1.1.1.2所示，複數精密水冷時請參考圖3.1.1.1.3。

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。

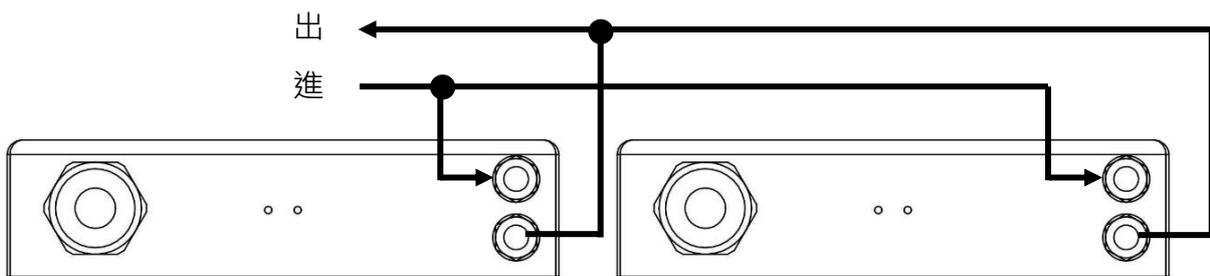


圖3.1.1.1.1 馬達冷卻管路安裝示意圖

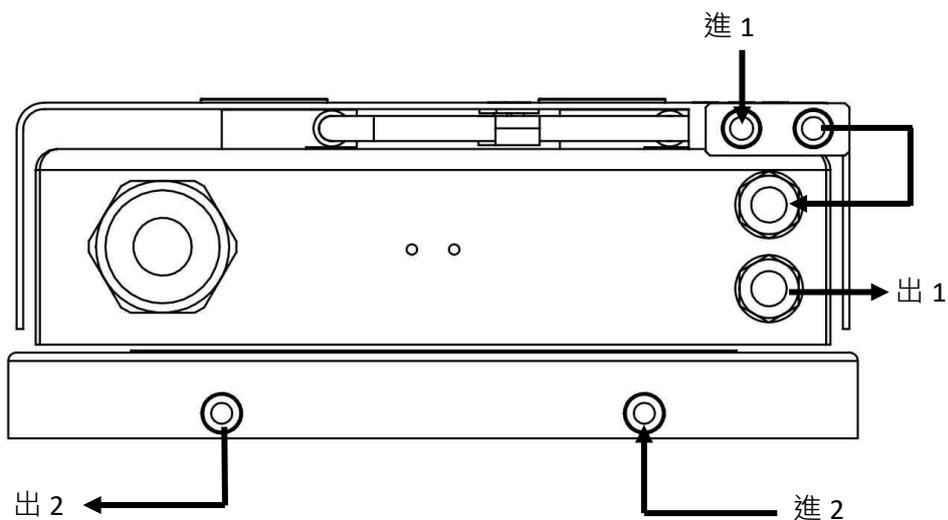


圖3.1.1.1.2 精密水冷流道示意圖

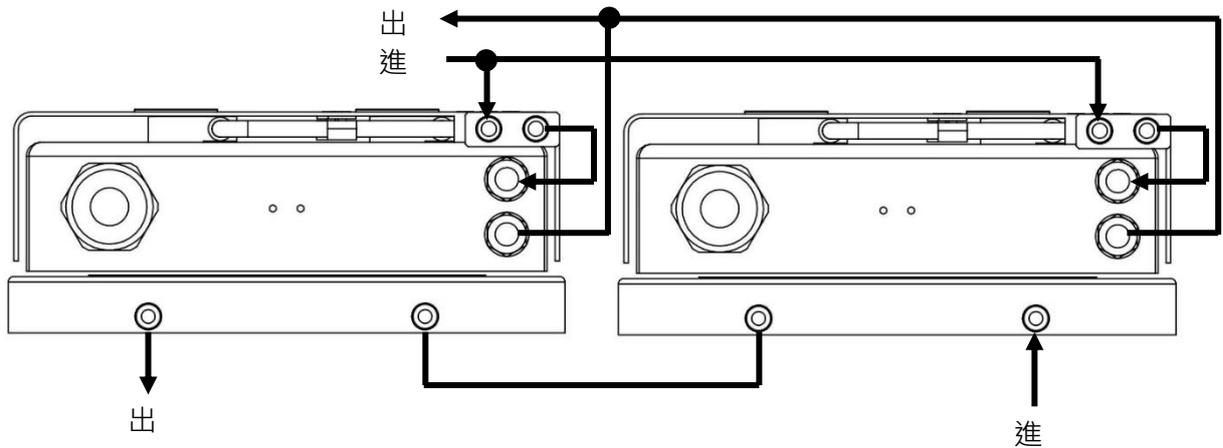


圖3.1.1.1.3 複數精密水冷流道示意圖

### 3.1.1.2 LMFA/LMFP水冷馬達搭配LMFC精密水冷流道設計

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3.1.1.2.1所示；LMFC3~4系列另有迴流式水流道設計，如圖3.1.1.2.2所示。

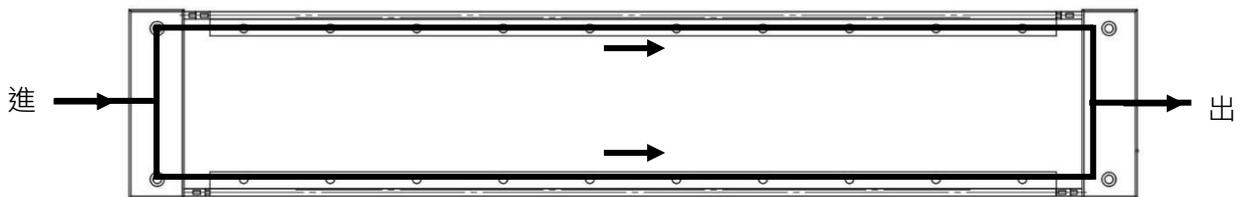


圖3.1.1.2.1 標準式水流道示意圖

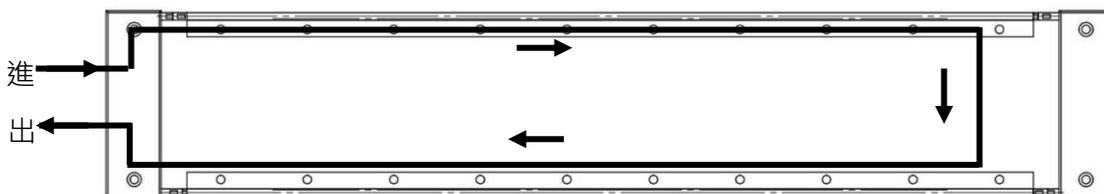


圖3.1.1.2.2 迴流式水流道示意圖

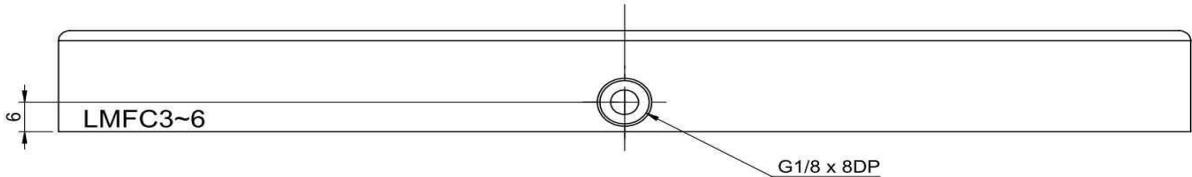


圖3.1.1.2.3 標準式安裝介面

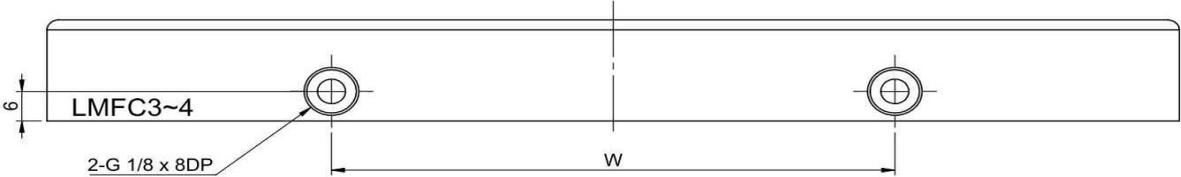


圖3.1.1.2.4 迴流式安裝介面

表3.1.1.2.1 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

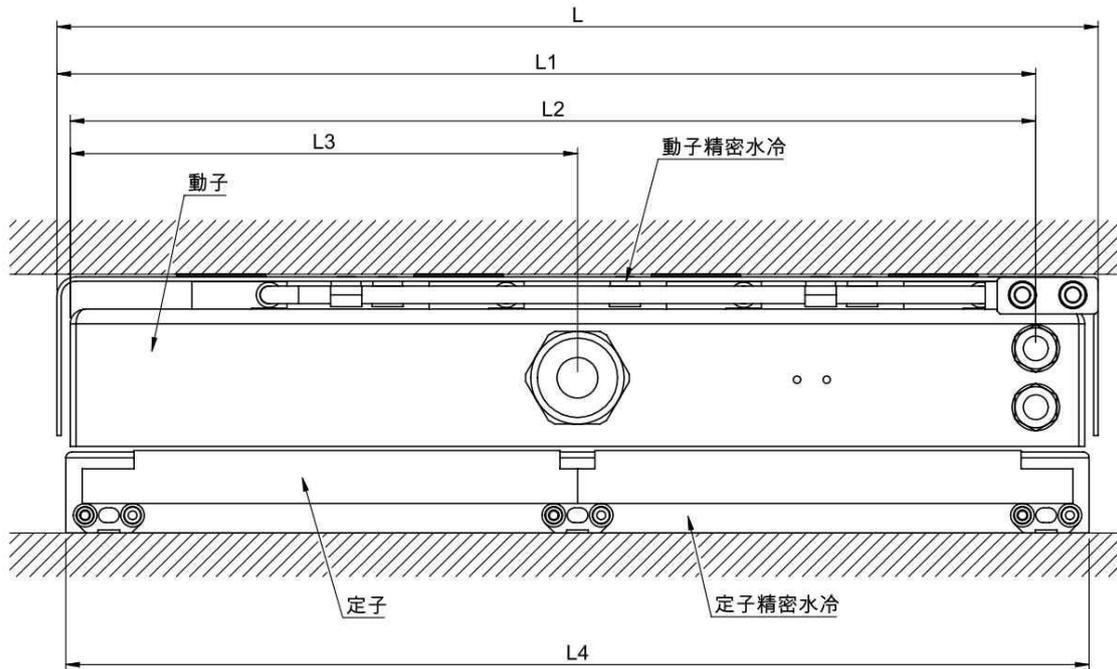


圖3.1.1.2.5 LMFA精密水冷式線性馬達組合示意圖

表3.1.1.2.2 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

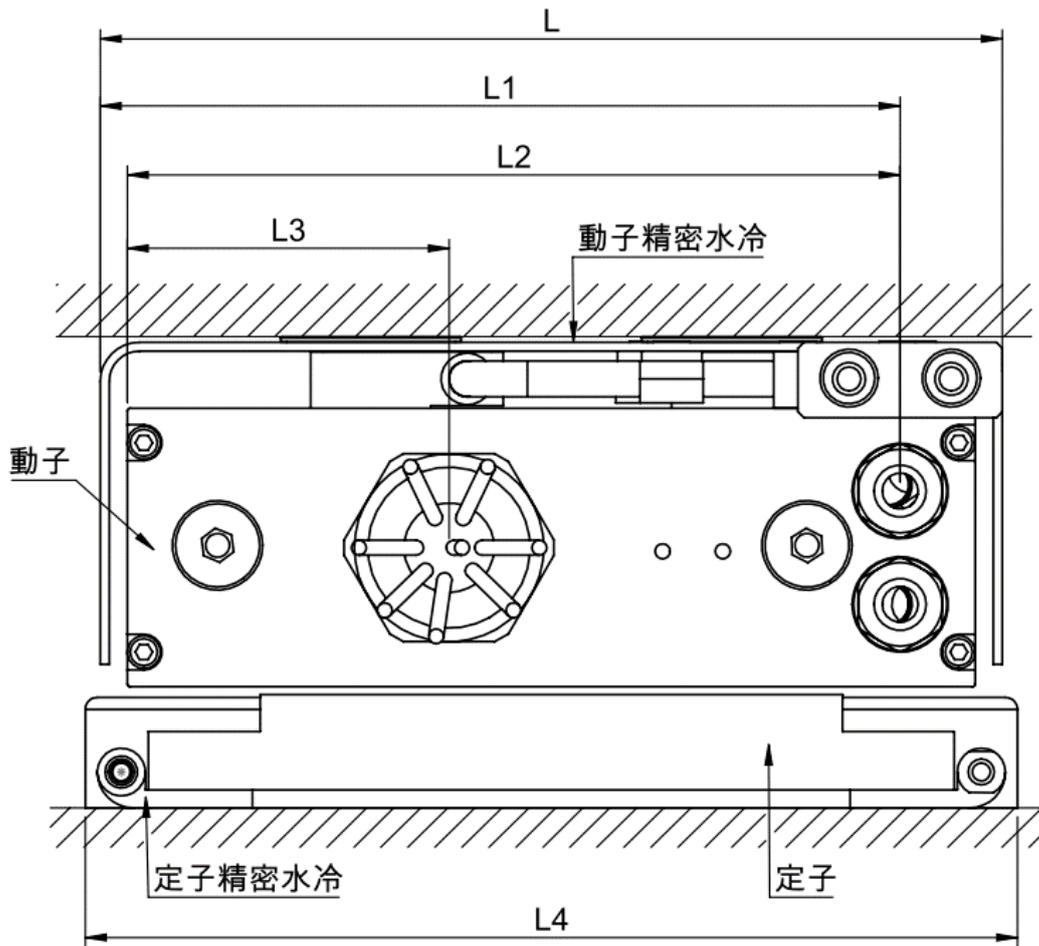


圖3.1.1.2.6 LMFP精密水冷式線性馬達組合示意圖

表3.1.1.2.3 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

**3.1.1.3 水冷馬達流道使用材料**

表3.1.1.3.1 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

**3.1.1.4 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：
  - (1) 乙二醇（熱敏性）
  - (2) 乙二醇與20%至30%的軟化水
  - (3) 含3%的Panolin的水

- (4) 含10-20%的Tyfocor的水
- (5) 粘度為7 cst的油
- (6) 含30%的clysantin的水。

作為冷卻劑基礎的水必須符合以下需求：

- (1). 氟化物濃度：c<100 mg/l
- (2). 硫酸鹽濃度：c<100 mg/l
- (3).  $6.5 \leq PH \leq 9.5$

有關其他要求，請聯繫防腐劑製造商。

### 3.1.2 鐵心式線性馬達介面設計

在使用線性馬達前，須特別注意馬達動定子間之間隙，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0.1mm/500mm（如圖3.1.2.1）。

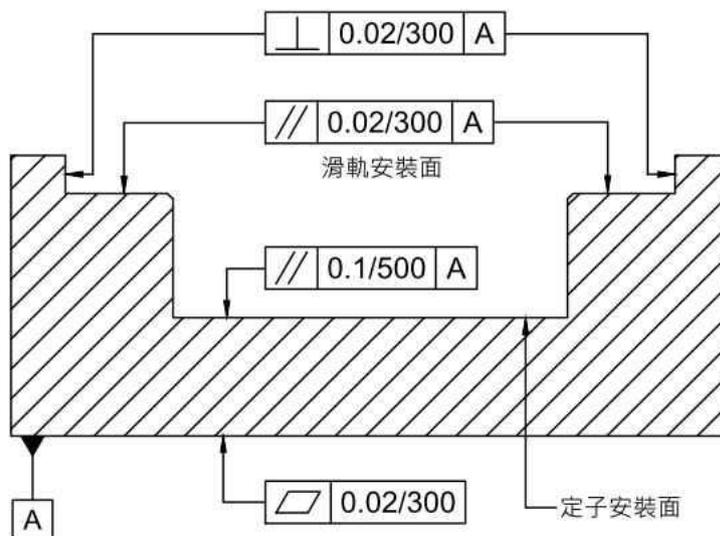


圖3.1.2.1 設計剖面圖

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。

### 3.1.2.1 LMSA線性馬達系列

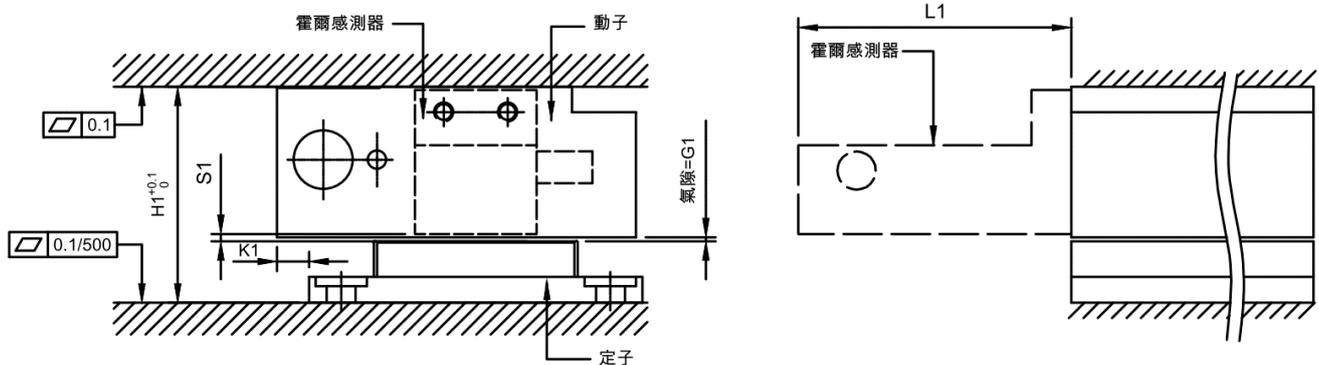


圖3.1.2.1.1 LMSA鐵心式線性馬達系列組合示意圖

表3.1.2.1.1 LMSA/LMSA-Z鐵心式線性馬達系列組合尺寸

型號	尺寸 (mm)							
	H1	K1		L1		G1		S1
		蓋板式	注膠式	數位	類比	蓋板式	注膠式	蓋板式/注膠式
LMSA0□ LMSA0□-Z	34	4.2	3.5	/	/	0.6 +0.35/-0.25	0.6 ±0.25	1 ±0.2
LMSA1□ LMSA1□-Z	34	5.7	5	28	42.6			
LMSA2□ LMSA2□-Z	34	3.7	3	28	42.6			
LMSA3□ LMSA3□-Z	36	3.7	3	28	42.6			
LMSAC□	36	1.75		28	42.6			

註：S1為霍爾感測器與定子之組裝後間隙

### 3.1.2.2 LMFA水冷式線性馬達系列

註：

- (1) 不包含精密水冷安裝尺寸
- (2) 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之安裝面。

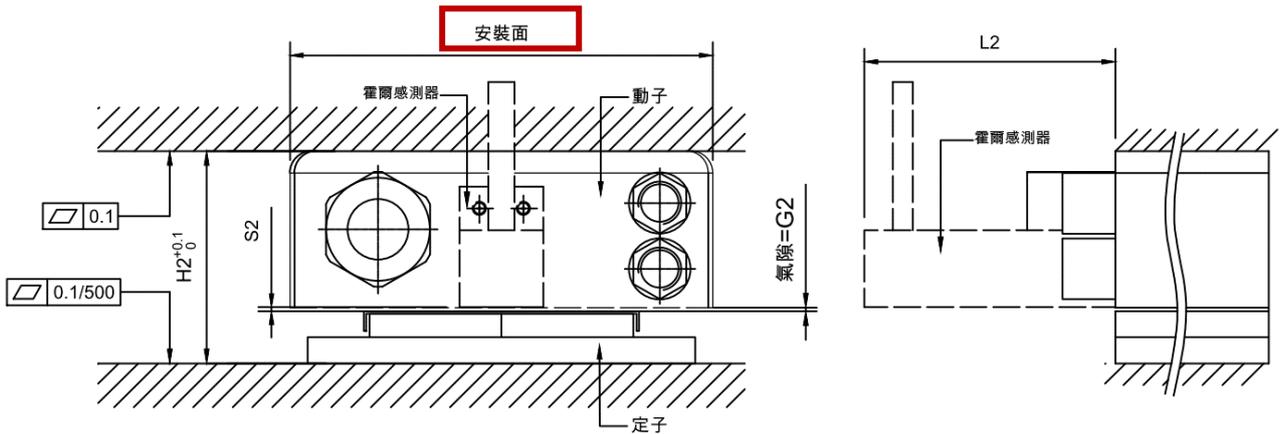


圖3.1.2.2.1 LMFA水冷式線性馬達組合示意圖

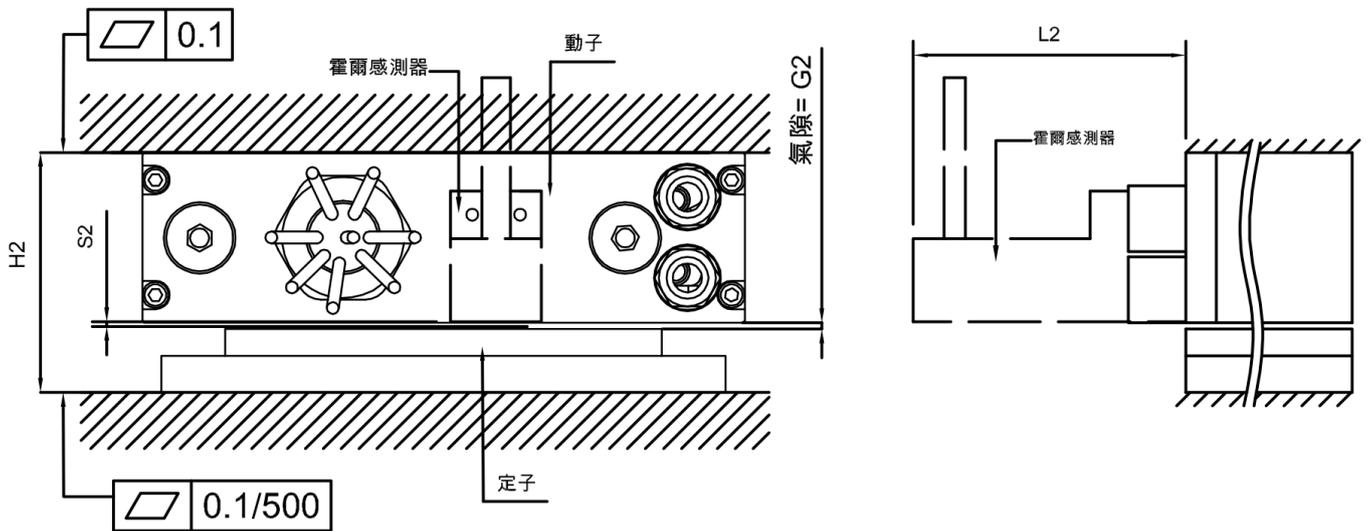


圖3.1.2.2.2 LMFP水冷式線性馬達組合示意圖

表3.1.2.2.1 LMFA/LMFP水冷式線性馬達組合尺寸

型號	尺寸 (mm)						
	H2	L2		G2		S2	
		數位	類比	蓋板式	注膠式	蓋板式	注膠式
LMFA0□	48.5	26.4	57	0.9 ±0.2	1.4 ±0.2	1.1 ±0.2	1.4 ±0.2
LMFA1□	48.5	26.4	57				
LMFA2□/LMFP24	50.5	26.4	57				
LMFA3□/LMFP3□	64.1	33	34.9				
LMFA4□/LMFP4□	66.1	33	34.9				
LMFA5□/LMFP5□	64.1	33	34.9				
LMFA6□/LMFP6□	66.1	33	34.9				

註：S2為霍爾感測器與定子之組裝後間隙

註：包含精密水冷LMFC安裝尺寸

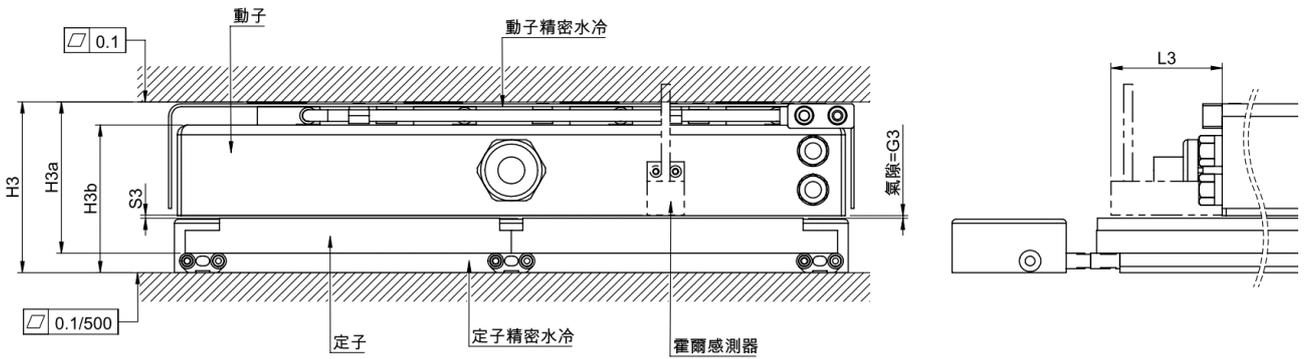


圖3.1.2.2.3 LMFA精密水冷式線性馬達組合示意圖

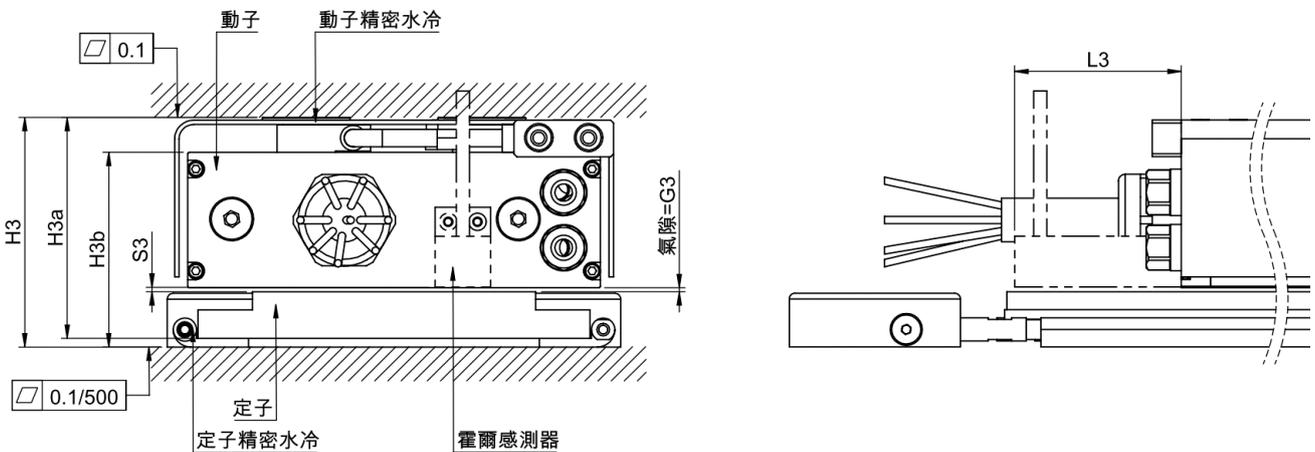


圖3.1.2.2.4 LMFP精密水冷式線性馬達組合示意圖

表3.1.2.2.2 LMFA/LMFP精密水冷式線性馬達組合尺寸

型號	尺寸 (mm)								
	H3	H3a	H3b	L3		G3		S3	
				數位	類比	蓋板式	注膠式	蓋板式	注膠式
LMFA0□	/			26.4	57	/		1.1 ±0.2	1.4 ±0.2
LMFA1□				26.4	57				
LMFA2□/LMFP24				26.4	57				
LMFA3□/LMFP3□	79.0	76	67.1	33	34.9	0.9 ±0.5	1.4 ±0.5	/	1.4 ±0.2
LMFA4□/LMFP4□	81.0	78	69.1	33	34.9				
LMFA5□/LMFP5□	86.0	76	74.1	33	34.9				
LMFA6□/LMFP6□	88.0	78	76.1	33	34.9				

註：

- (1) H3：含動定子與動定子精密水冷。
- (2) H3a：含動定子與動子精密水冷。
- (3) H3b：含動定子與定子精密水冷。
- (4) S3為霍爾感測器與定子之組裝後間隙。

## 3.1.2.3 LMSC 磁力相煞型線性馬達系列

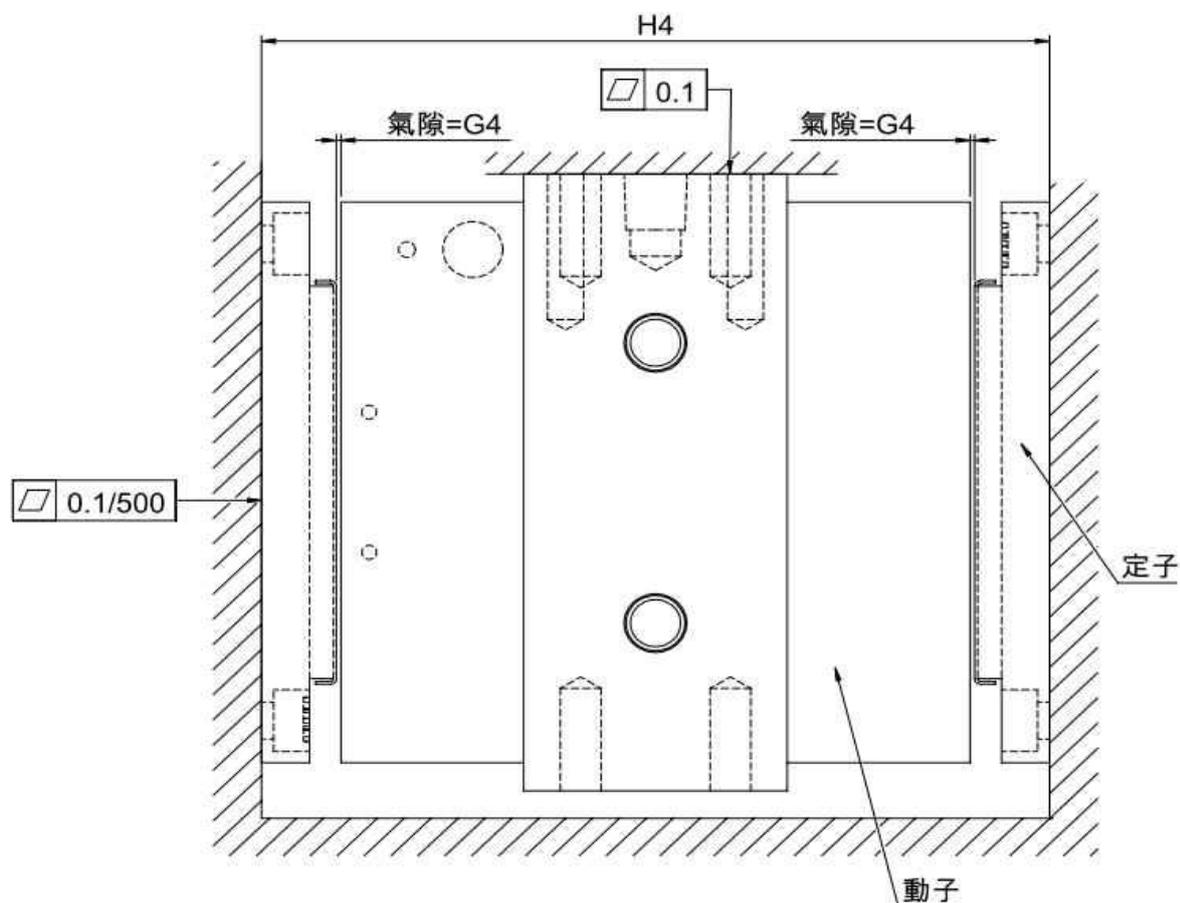


圖3.1.2.3.1 LMSC磁力相煞型線性馬達組合示意圖

表3.1.2.3.1 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

3.1.2.4 LMSS線性馬達系列

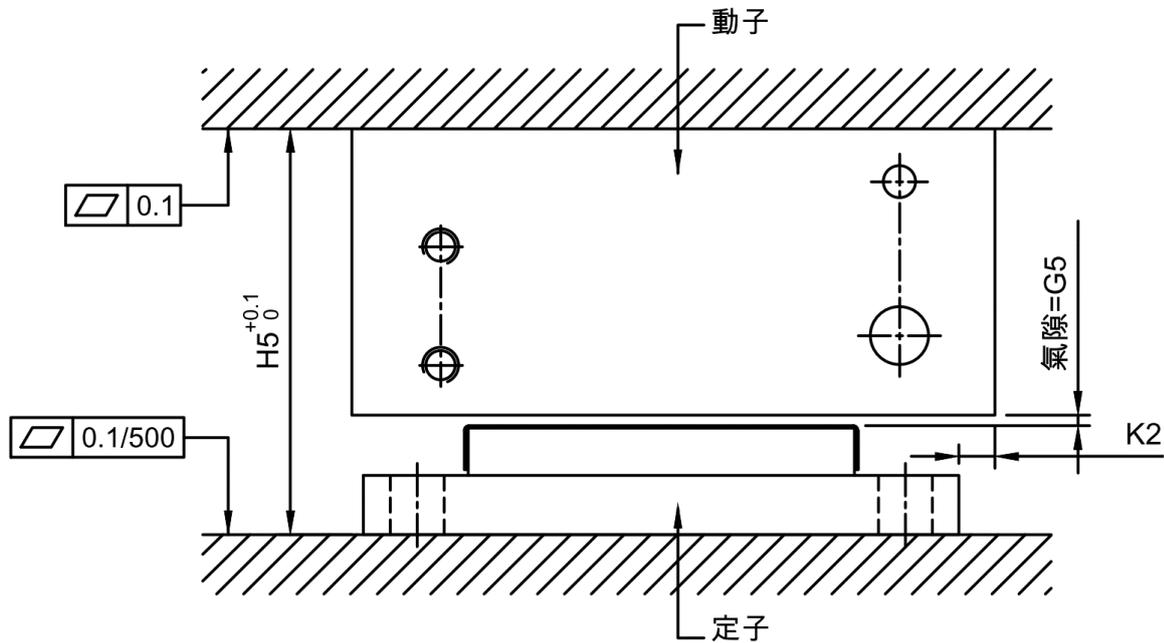


圖3.1.2.4.1 LMSS鐵心式線性馬達組合示意圖

表3.1.2.4.1 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

### 3.1.3 無鐵心式線性馬達(LMC)介面設計

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。

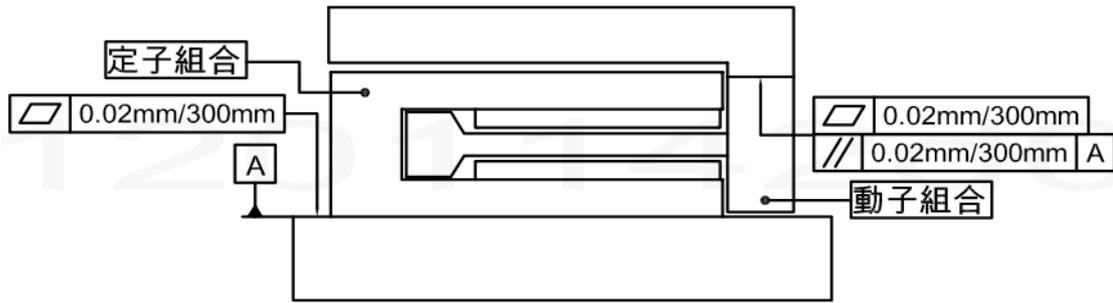


圖3.1.3.1 無鐵心式線性馬達安裝介面組裝精度

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3.1.3.1 )

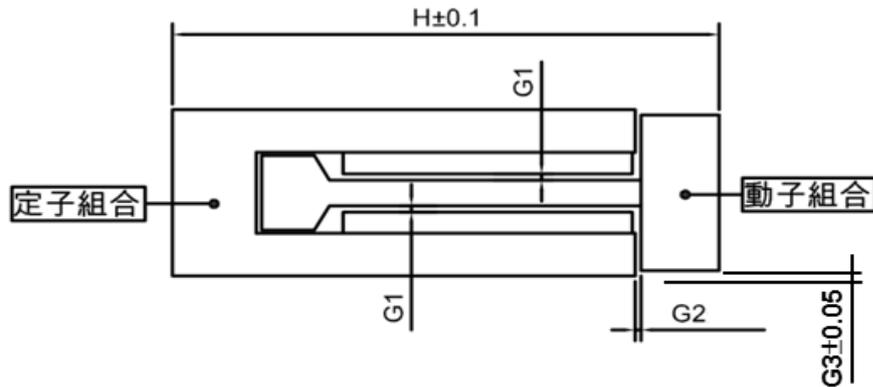


圖3.1.3.2 無鐵心式線性馬達安裝尺寸

表3.1.3.1 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

### 3.1.4 棒狀線性馬達(LMT)介面設計

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。

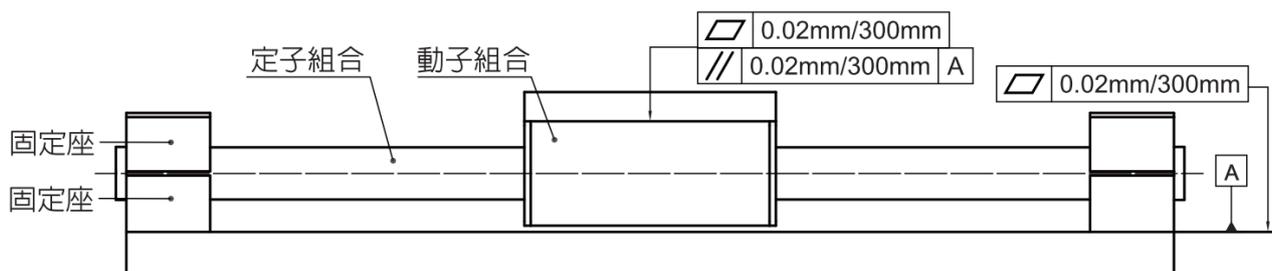


圖3.1.4.1 棒狀線性馬達安裝介面幾何精度

建議設計定子固定座採用V型枕塊。

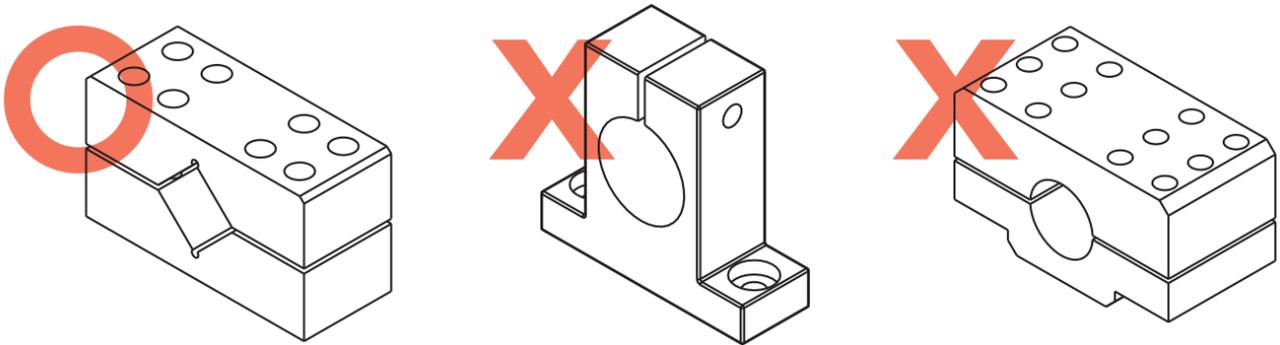


圖3.1.4.2 固定座設計

夾持定子的固定座長度(L1)會因行程不同而改變。

表3.1.4.1 夾持固定座長度

型號	LMT2D/LMT2T/LMT2Q		
行程 S (mm)	50~350	400~800	850~1050
L1 (mm)	25	40	60
型號	LMT6D/LMT6T/LMT6Q		
行程 S (mm)	100~350	400~800	850~1050
L1 (mm)	25	40	60
型號	LMTA2/LMTA3/LMTA4		
行程 S (mm)	100~300	350~700	750~1550
L1 (mm)	25	40	60
型號	LMTB2/LMTB3/LMTB4		
行程 S (mm)	100~700	750~1300	1350~1550
L1 (mm)	50	70	100
型號	LMTC2/LMTC3/LMTC4		
行程 S (mm)	100~750	800~1500	1550~2000
L1 (mm)	50	70	100

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； $|H1-H2| \leq 0.2\text{mm}$ ； $|W1-W2| \leq 0.2\text{mm}$ 。(如圖3.1.4.3)

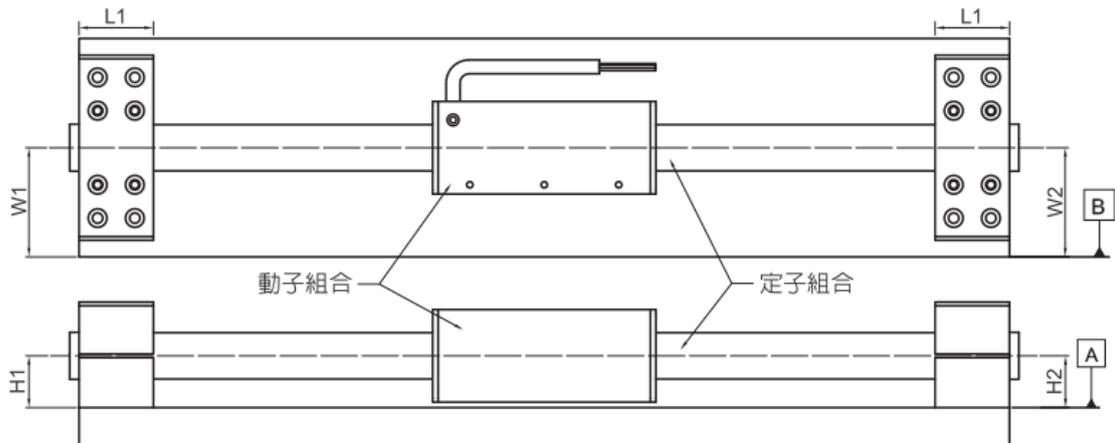


圖3.1.4.3 定子組合安裝尺寸

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3.1.4.4)

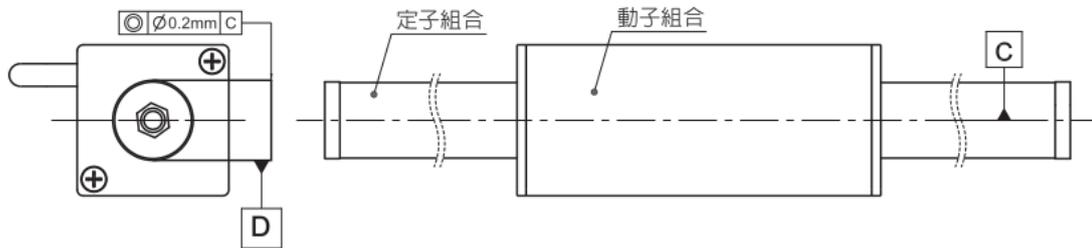


圖3.1.4.4 動定子組合安裝高度之幾何公差

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3.1.4.5)。(G、 $\Phi D1$ 值如表3.1.4.2)。

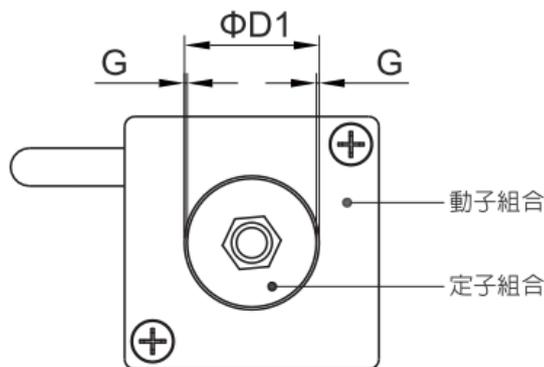


圖3.1.4.5 動定子組裝尺寸精度

表3.1.4.2 安裝尺寸

型號	尺寸 (mm)	
	øD1	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3.1.4.6)。(c值如表3.1.4.3)。

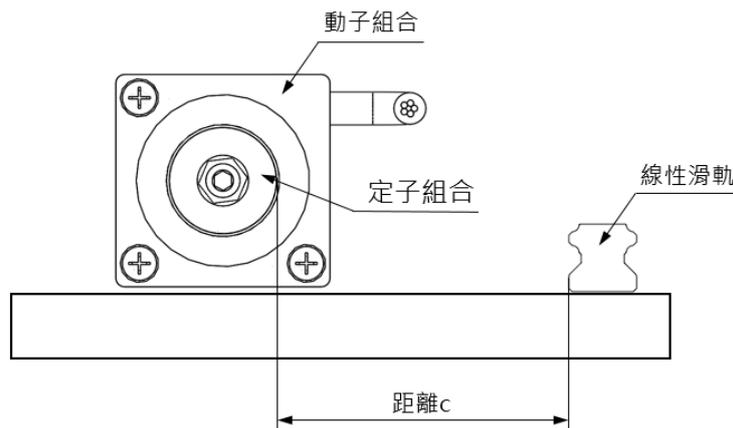


圖3.1.4.6 線軌組裝安全距離

表3.1.4.3 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3.1.4.7)·若磁場太強容易造成定位上的干擾·(d值如表3.1.4.4)。

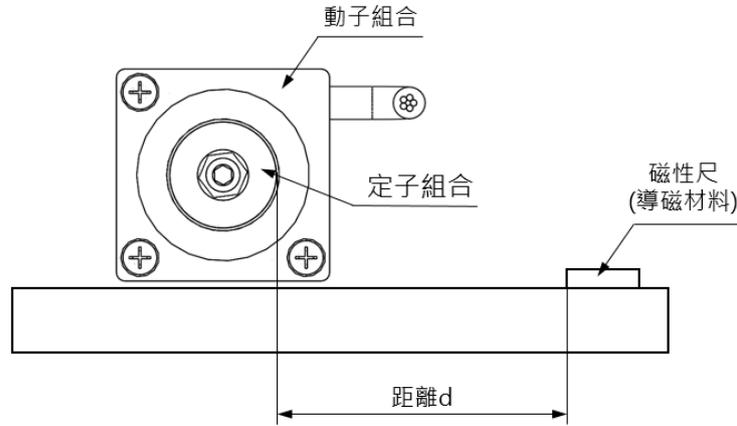


圖3.1.4.7 磁性尺組裝安全距離

表3.1.4.4 安全距離

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

### 3.2 組裝

#### 3.2.1 推力與氣隙

線性馬達連續推力/瞬間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/瞬間推力、吸力與組裝氣隙的關係，供馬達選用與機構設計時的參考。

##### 3.2.1.1 LMSA系列

■ 連續推力/瞬間推力與氣隙

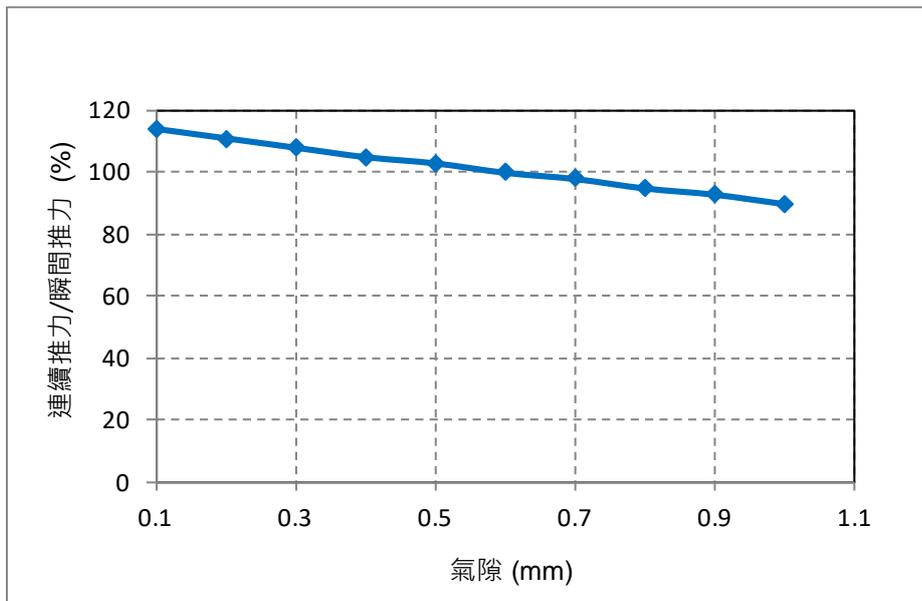


圖3.2.1.1.1 LMSA連續推力/瞬間推力-氣隙關係圖

表3.2.1.1.1 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

■ 吸力與氣隙

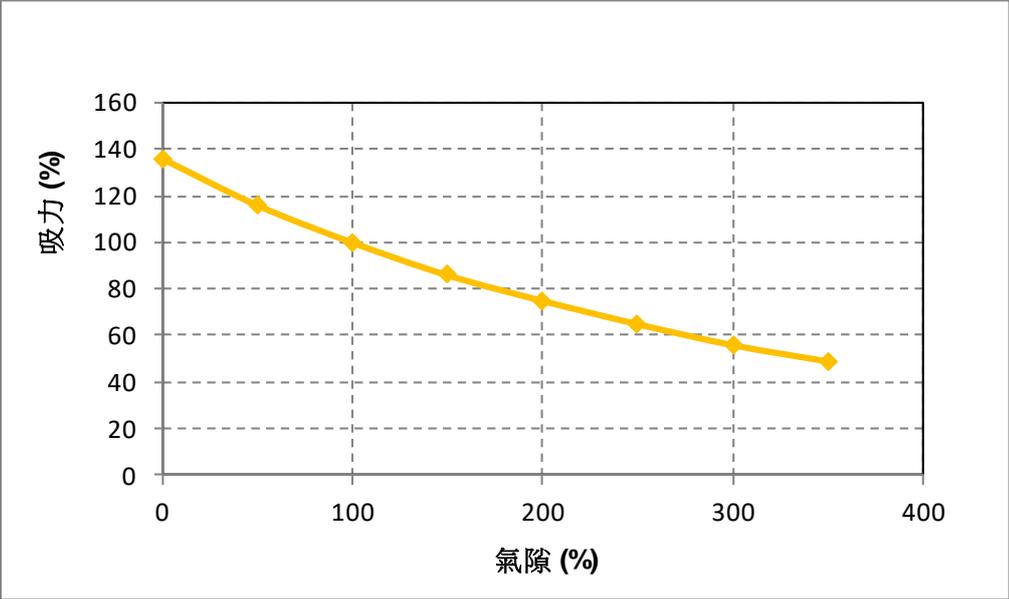


圖3.2.1.1.2 LMSA 吸力-氣隙關係圖

表3.2.1.1.2 LMSA 系列吸力-氣隙對照表

LMSA1□~LMSA2□ / LMSA1□-Z~LMSA2□-Z 系列_吸力 單位 : N							
氣隙 (mm)	LMSA11 LMSA11-Z	LMSA12 LMSA12-Z	LMSA13 LMSA13-Z	LMSA21 LMSA21-Z	LMSA22 LMSA22-Z	LMSA23 LMSA23-Z	LMSA24 LMSA24-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 單位 : N							
氣隙 (mm)	LMSA31 LMSA31-Z	LMSA32 LMSA32-Z	LMSA33 LMSA33-Z	LMSA34 LMSA34-Z	LMSAC3	LMSAC5	
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	

### 3.2.1.2 LMFA系列

■ 連續推力/瞬間推力與氣隙：蓋板式

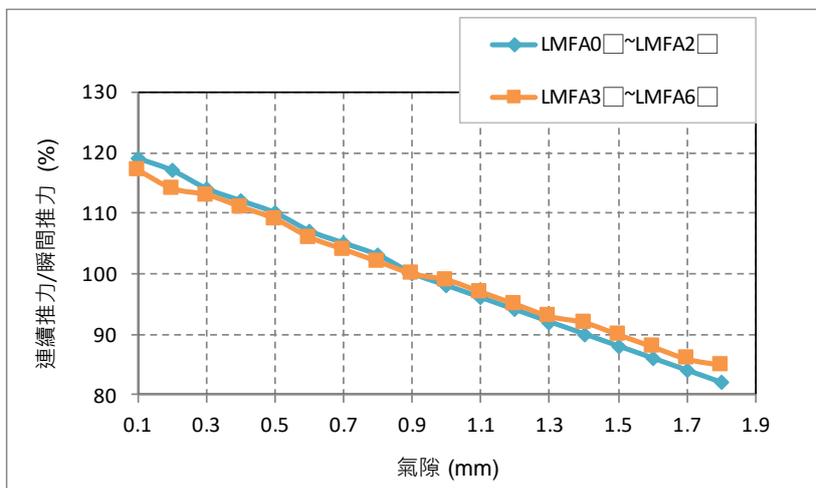


圖3.2.1.2.1 蓋板式LMFA系列定子 連續推力/瞬間推力-氣隙關係圖

表3.2.1.2.1 蓋板式LMFA 系列定子連續推力/瞬間推力-氣隙對照表

LMFA 系列_連續推力/瞬間推力(蓋板式) 單位：%		
氣隙 (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
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/瞬間推力與氣隙：注膠式

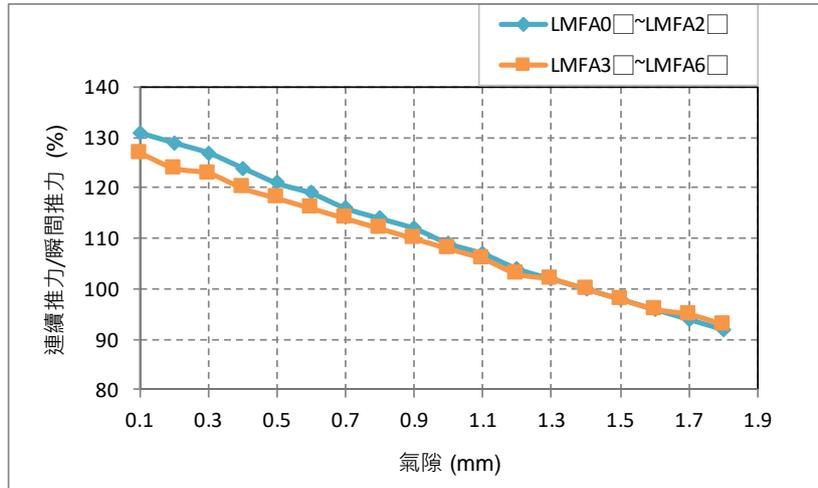


圖3.2.1.2.2 注膠式LMFA系列定子 連續推力/瞬間推力-氣隙關係圖

表3.2.1.2.2 注膠式LMFA系列定子 連續推力/瞬間推力-氣隙對照表

LMFA 系列_連續推力/瞬間推力(注膠式) 單位：%		
氣隙 (mm)	LMFA0□~LMFA2□	LMFA3□~LMFA6□
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

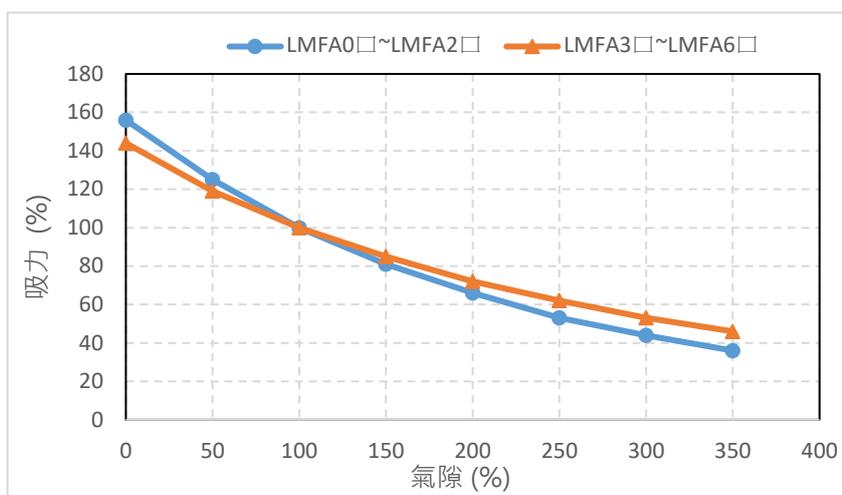


圖3.2.1.2.3 蓋板式LMFA系列定子 吸力-氣隙關係圖

表3.2.1.2.3 蓋板式LMFA0~2系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA0~LMFA2 系列_吸力(蓋板式) 單位：N											
氣隙(mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
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3.2.1.2.4 蓋版式LMFA3~6系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA3□~LMFA4□ 系列_吸力(蓋板式) 單位：N								
氣隙 (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
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□ 系列_吸力(蓋板式) 單位：N								
氣隙 (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
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

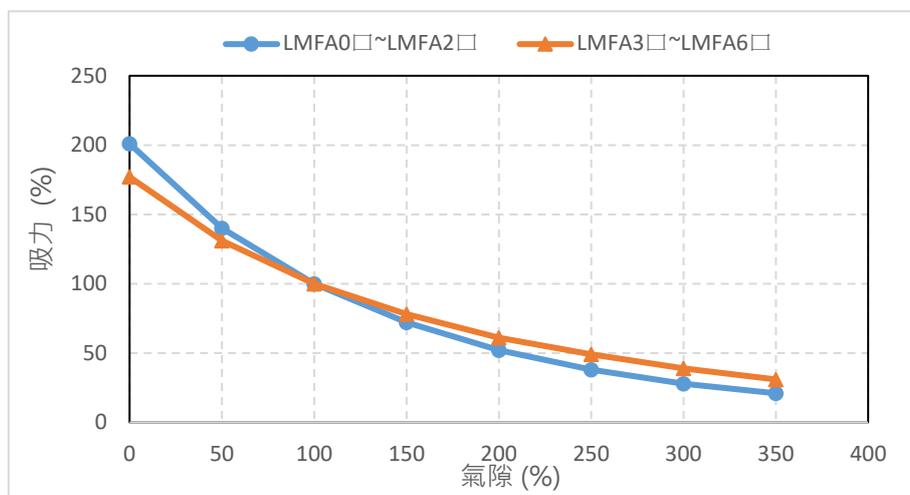


圖3.2.1.2.4 注膠式LMFA系列定子 吸力-氣隙關係圖

表3.2.1.2.5 注膠式LMFA0~2系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA0□~LMFA2□ 系列_吸力(注膠式) 單位：N											
氣隙 (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
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3.2.1.2.6 注膠式LMFA3~6系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFA3□~LMFA4□ 系列_吸力(注膠式) 單位：N								
氣隙 (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
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□ 系列_吸力(注膠式) 單位：N								
氣隙 (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
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		

### 3.2.1.3 LMFP系列

■ 連續推力/瞬間推力與氣隙：蓋板式

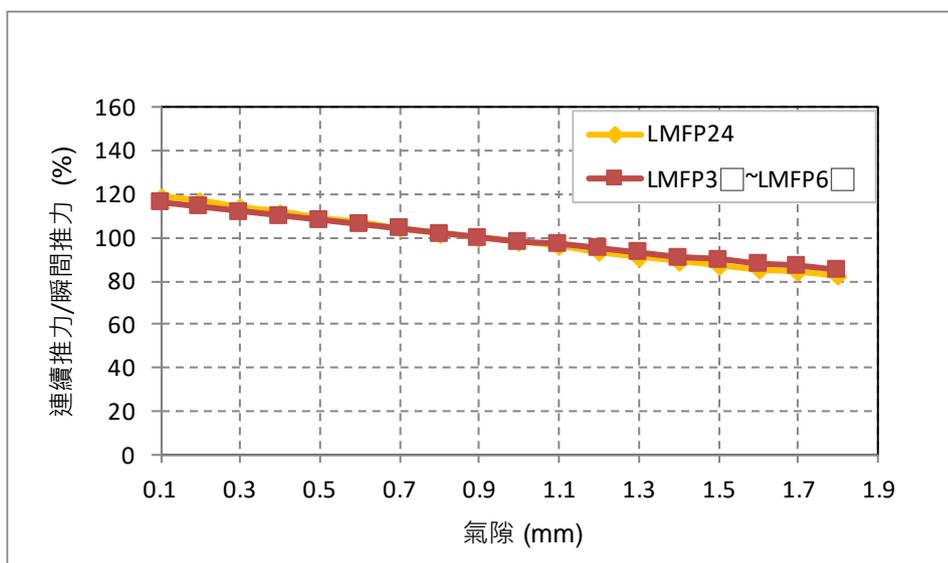


圖3.2.1.3.1 蓋板式LMFP系列定子 連續推力/瞬間推力-氣隙關係圖

表3.2.1.3.1 蓋板式LMFP 系列定子連續推力/瞬間推力-氣隙對照表

LMFP 系列_連續推力/瞬間推力 (蓋板式) 單位: %		
氣隙 (mm)	LMFP24	LMFP3□~LMFP6□
0.1	119	116
0.2	117	114
0.3	114	112
0.4	112	110
0.5	109	108
0.6	107	106
0.7	104	104
0.8	102	102
0.9	100	100
1	98	98
1.1	96	97
1.2	93	95
1.3	91	93
1.4	89	91
1.5	87	90
1.6	85	88
1.7	84	87
1.8	82	85

■ 連續推力/瞬間推力與氣隙：注膠式

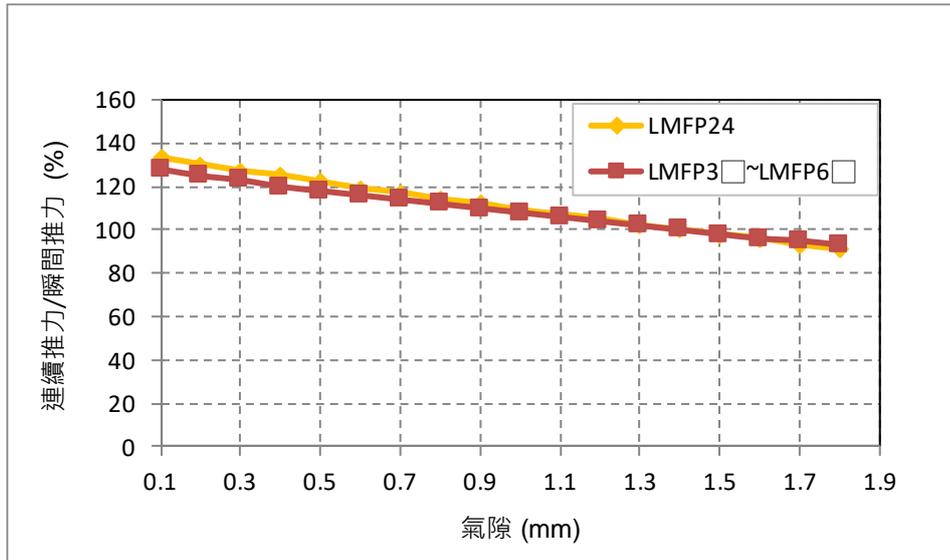


圖3.2.1.3.2 注膠式LMFP系列定子 連續推力/瞬間推力-氣隙關係圖

表3.2.1.3.2 注膠式LMFP 系列定子連續推力/瞬間推力-氣隙對照表

LMFP 系列_連續推力/瞬間推力 (注膠式) 單位: %		
氣隙 (mm)	LMFP24	LMFP3□~LMFP6□
0.1	133	128
0.2	130	125
0.3	127	123
0.4	125	120
0.5	122	118
0.6	119	116
0.7	117	114
0.8	114	112
0.9	112	110
1	109	108
1.1	107	106
1.2	105	104
1.3	102	102
1.4	100	100
1.5	98	98
1.6	96	96
1.7	93	95
1.8	91	93

■ 吸力與氣隙：蓋板式

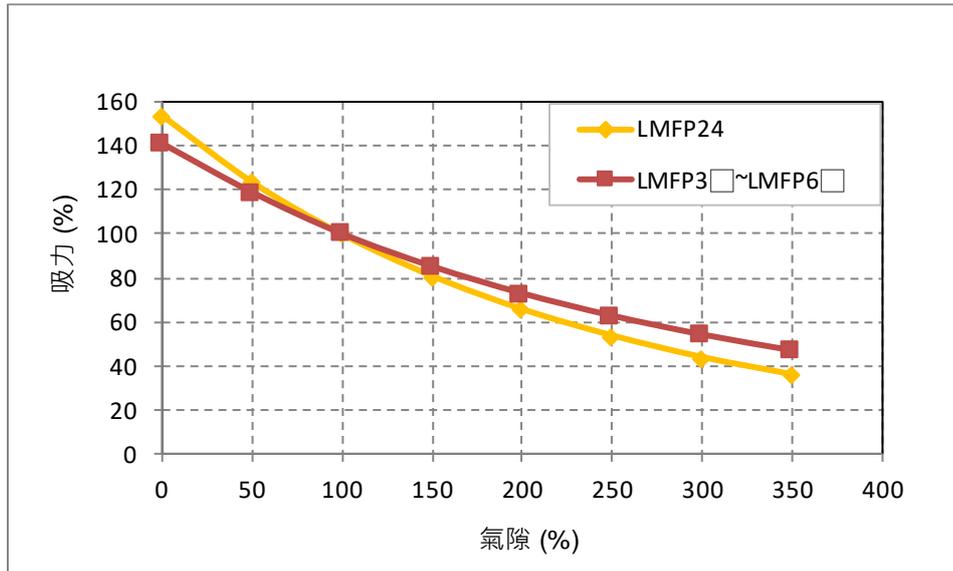


圖3.2.1.3.3 蓋板式LMFP系列定子 吸力-氣隙關係圖

表3.2.1.3.3 蓋板式LMFP24~4系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFP24~LMFP4□ 系列 吸力 (蓋板式) 單位: N									
氣隙 (mm)	LMFP24	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	7065	4404	8808	13213	17617	6606	13213	19819	26425
0.45	5674	3710	7419	11129	14839	5565	11129	16694	22258
0.9	4583	3121	6243	9364	12485	4682	9364	14046	18728
1.35	3710	2656	5313	7969	10625	3984	7969	11953	15938
1.8	3017	2273	4546	6819	9092	3409	6819	10228	13638
2.25	2466	1955	3910	5864	7819	2932	5864	8797	11729
2.7	2013	1687	3374	5061	6748	2531	5061	7592	10123
3.15	1653	1461	2922	4383	5845	2192	4383	6575	8767
5	737	828	1657	2485	3313	1243	2485	3728	4970
10	87	196	393	589	786	295	589	884	1179
15	11	50	99	149	198	74	149	223	297
20	0	12	24	37	49	18	37	55	73

表3.2.1.3.4 蓋板式LMFP5□~6□系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFP5□~LMFP6□ 系列 吸力 (蓋板式) 單位: N						
氣隙 (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64
0	17591	26387	35183	26425	39638	52851
0.45	14814	22226	29635	22258	33388	44517
0.9	12467	18701	24934	18728	28092	37456
1.35	10610	15914	21219	15938	23906	31875
1.8	9079	13618	18157	13638	20457	27276
2.25	7808	11712	15616	11729	17593	23458
2.7	6739	10108	13477	10123	15184	20245
3.15	5836	8754	11672	8767	13150	17534
5	3309	4963	6617	4970	7455	9940
10	785	1177	1569	1179	1768	2357
15	198	297	396	297	446	595
20	49	73	97	73	110	146

■ 吸力與氣隙：注膠式

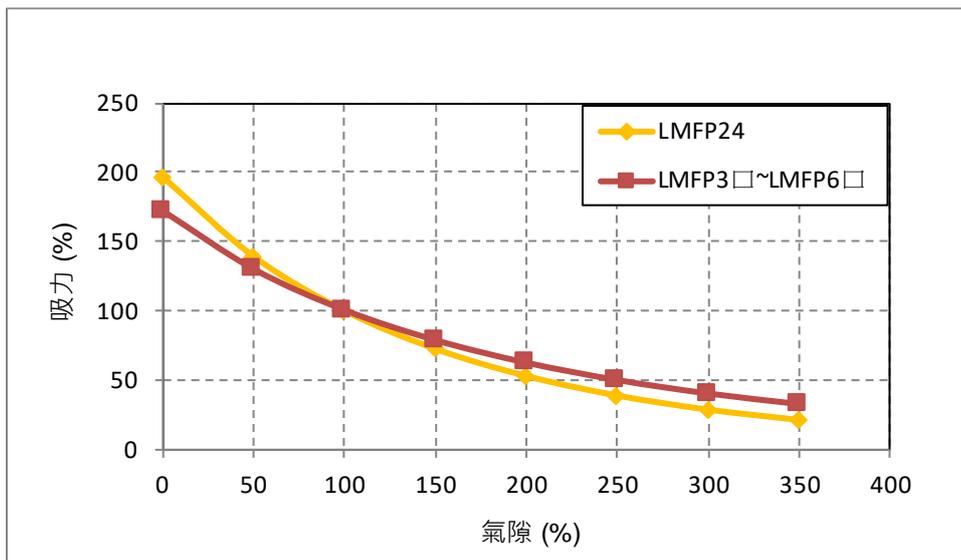


圖3.2.1.3.4 注膠式LMFP系列定子 吸力-氣隙關係圖

表3.2.1.3.5 注膠式LMFP24~4□系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFP24~LMFP4□ 系列 吸力 (注膠式) 單位: N									
氣隙 (mm)	LMFP24	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	9016	5355	10713	16068	21424	8034	16068	24102	32136
0.7	6380	4044	8089	12133	16177	6067	12133	18200	24266
1.4	4583	3121	6243	9364	12485	4682	9364	14046	18728
2.1	3319	2444	4888	7332	9776	3666	7332	10998	14664
2.8	2420	1936	3872	5807	7743	2904	5807	8711	11615
3.5	1773	1545	3091	4636	6181	2318	4636	6954	9272
4.2	1306	1241	2483	3725	4966	1862	3725	5587	7450
4.9	965	1004	2009	3013	4017	1506	3013	4519	6026
10	114	974	1949	2923	3898	1462	2923	4385	5847
15	18	230	460	689	919	345	689	1034	1379
20	0	57	114	171	228	85	171	256	342
30	-	15	30	45	60	22	45	67	90

表3.2.1.3.6 注膠式LMFP5□~6□系列定子 吸力-氣隙對照表

LMFP5□~LMFP6□ 系列 吸力 (注膠式) 單位: N						
氣隙 (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64
0	21393	32090	42786	32136	448205	64273
0.7	16154	24231	32307	24266	36399	48532
1.4	12467	18701	24934	18728	28092	37456
2.1	9762	14643	19523	14664	21996	29328
2.8	7732	11598	15463	11615	17422	23229
3.5	6172	9258	12344	9272	13907	18543
4.2	4959	7439	9918	7450	11175	14899
4.9	4011	6017	8023	6026	9039	12052
10	3892	5838	7784	5847	8770	11693
15	918	1377	1836	1379	2068	2758
20	228	341	455	342	513	684
30	60	90	119	90	135	179

### 3.2.1.4 LMSC系列

■ 吸力與氣隙

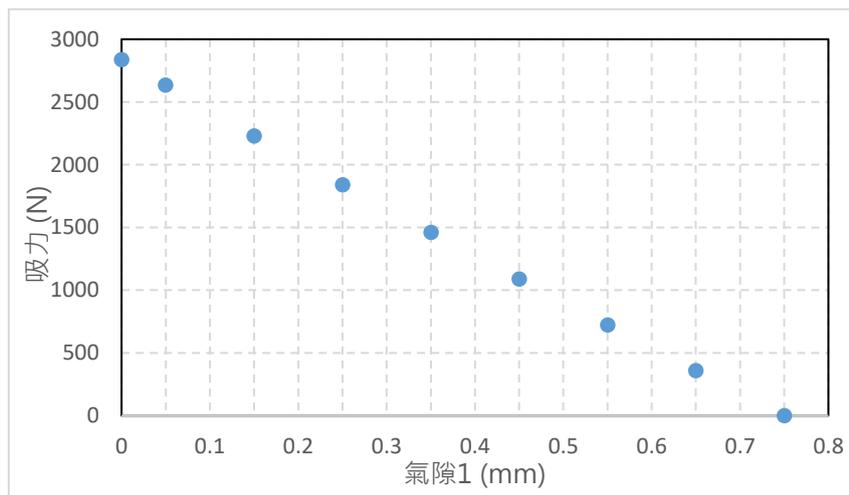
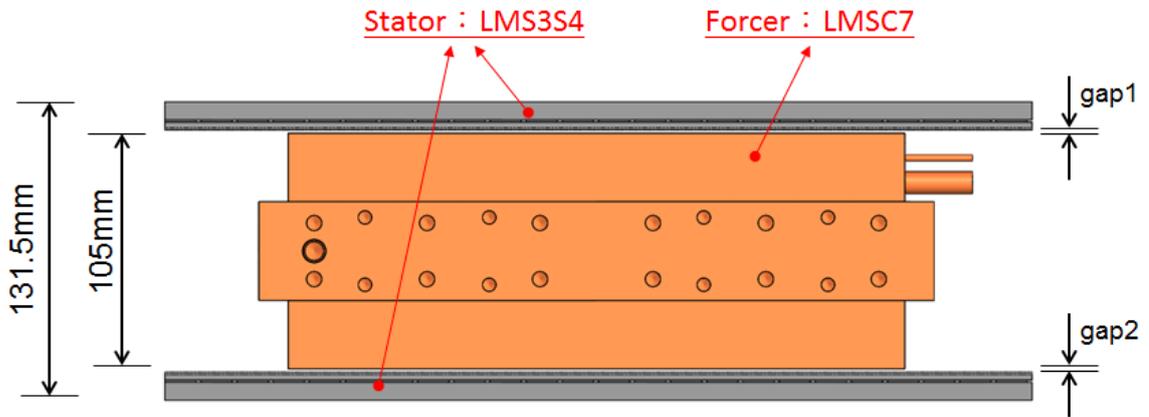


圖3.2.1.4.1 LMSC吸力-氣隙關係圖

表3.2.1.4.1 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

## 3.2.2 螺絲選用及說明

- 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，並參考下述建議鎖緊扭力值。
- 在移動或振動結構中，螺絲須以螺絲膠固定。

### 3.2.2.1 動定子螺絲安裝孔規格表

表3.2.2.1.1 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
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
LMFP3□~LMFP6□	M8x1.25Px12.5DP	LMF6S□E	Ø6.5THRU; Ø10.5x6DP

表3.2.2.1.2 LMSA/LMSA-Z動、定子螺絲安裝孔規格表

LMSA 系列動子		LMSA 系列定子		
	安裝孔		蓋板式	注膠式
LMSA0□ LMSA0□-Z	M5x0.8Px4DP	LMSA0S□(EA)	Ø4.5 THRU	Ø4.5 THRU, Ø8x5.6DP
LMSA1□(L) ~LMSA3□(L) LMSA1□-Z ~LMSA3□-Z	M4x0.7Px4DP	LMSA1S□(EA)	Ø4.5 THRU	Ø4.5 THRU, Ø8x5.6DP
		LMSA2S□(EA)	Ø5.5 THRU	Ø5.5 THRU, Ø10x5.6DP
		LMSA3S□(EA)	Ø5.5 THRU	Ø5.5 THRU, Ø10x5.6DP
LMSAC□(L)		LMSACS□(EA)	Ø5.5 THRU	Ø5.5 THRU, Ø10x5.6DP

表3.2.2.1.3 LMSS動、定子螺絲安裝孔規格表

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

表3.2.2.1.4 LMSC動、定子螺絲安裝孔規格表

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

表3.2.2.1.5 LMC動、定子螺絲安裝孔規格表

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3.2.2.1.6 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3.2.2.1.7 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3.2.2.1.8 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

### 3.2.2.2 動子建議螺絲鎖入深度表

表3.2.2.2.1 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	
LMFP24	M5	8 0/-2	
LMFA3□~6□	M8	12 0/-3.5	
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/EFE	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3.2.2.2.2 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	
LMFP3□~6□	M8	23 0/-3	

### 3.2.2.3 定子建議螺絲鎖入最小深度表

表3.2.2.3.1 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

### 3.2.2.4 動定子建議螺絲扭力表

表3.2.2.4.1 螺絲扭力規格表

螺絲尺寸	扭力值 (kgf-cm)	扭力值 (N-m)
M3x0.5P	15	1.5
M4x0.7P	34	3.3
M5x0.8P	69	6.8
M6x1.0P	118	11.6
M8x1.25P	286	28.1

## 3.3 電氣連接

### 3.3.1 電纜

#### 3.3.1.1 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0.5~1.2M，線長增加單位為100mm，出線模式可分成接頭與散線模式（如圖3.3.1.1.1），線長超過1.2M時，請洽各供應商或與大銀聯絡。

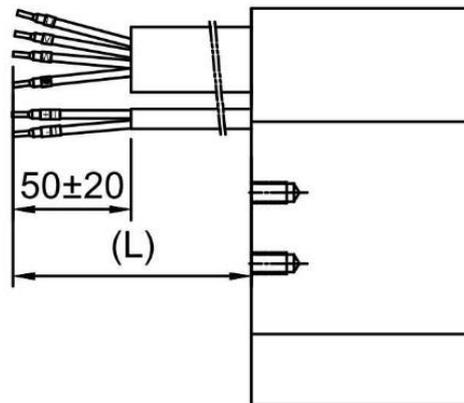


圖3.3.1.1.1 電纜線出線規範

## 3.3.1.2 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3.3.1.2.1）。
- 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。

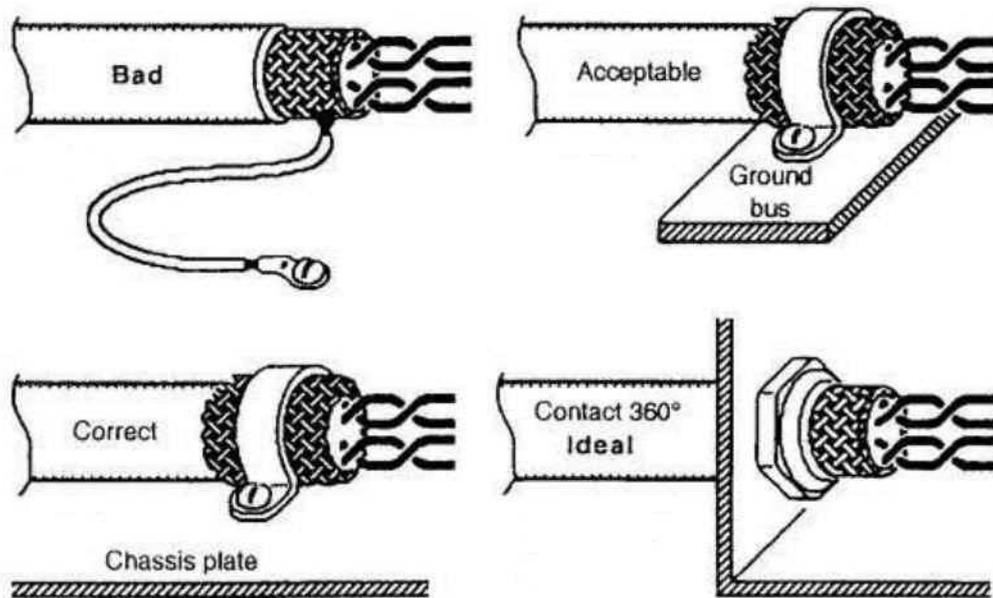
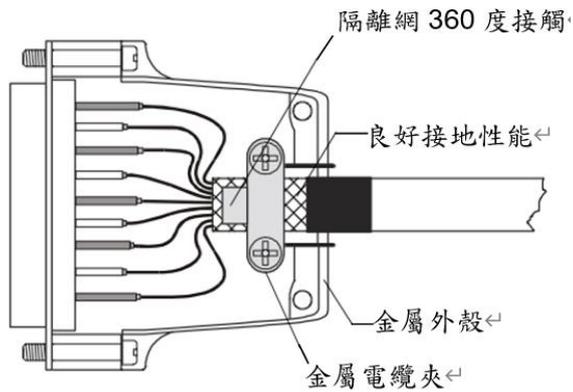


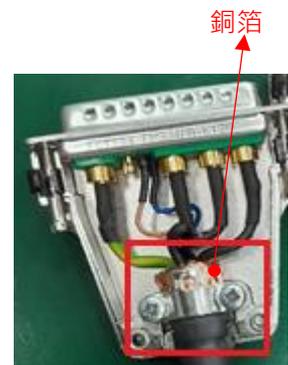
圖3.3.1.2.1 建議接地方式

### 3.3.1.3 無鐵心式線性馬達接地保護建議施工方式

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3.3.1.3.1所示。



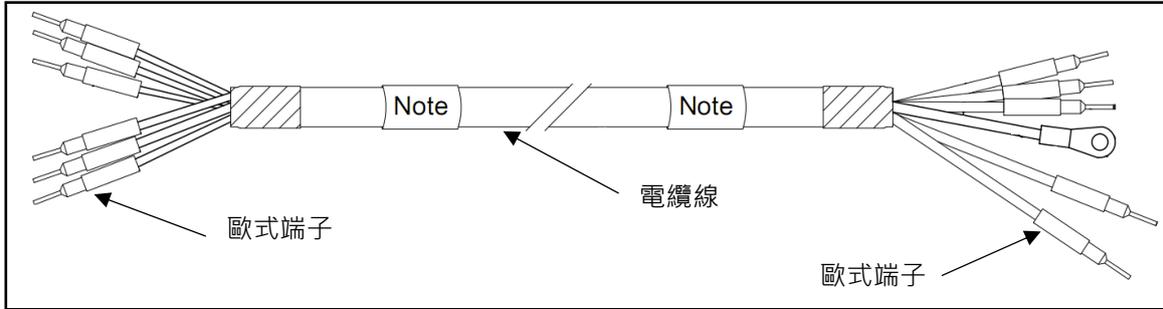
將隔離網分為兩部分，一部分為接地，另一部分以銅箔包覆後與金屬外殼連接。



3.3.1.3.1 無鐵心式線性馬達接地保護

## 3.3.1.4 LMSA-Z系列安裝建議施工方式

■ 延長線製作，注意事項：



- (1) 歐式端子長度規格參照表 3.3.1.4.1 說明。
- (2) 電纜線銅線截面積規格參照表 3.3.1.4.1 說明。
- (3) 接頭腳位參考圖 3.3.1.4.1 說明。

表 3.3.1.4.1 規格表

歐式端子長度(L) (mm)	電纜銅線截面積	
	AWG	DIN (mm <sup>2</sup> )
10	22	0.5
10	20	0.75
10	18	1.0

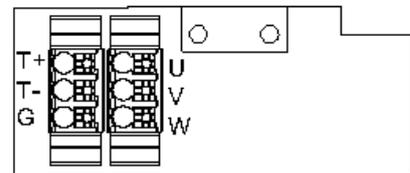
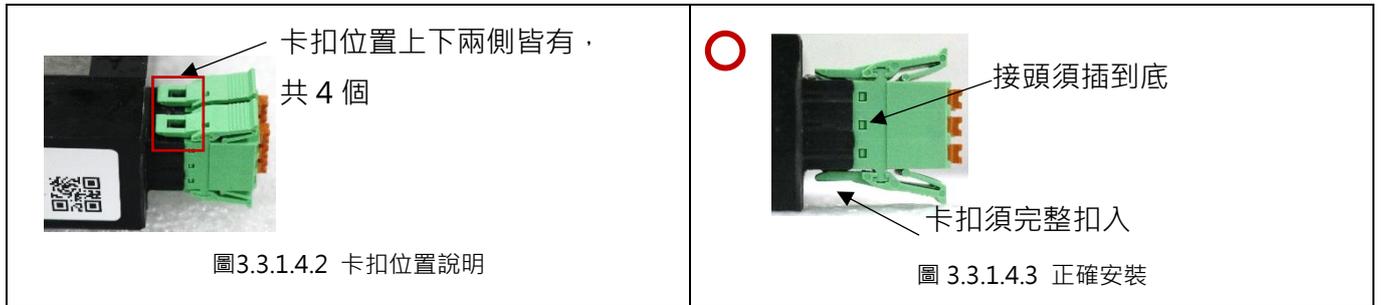


圖3.3.1.4.1 腳位圖

■ 接頭安裝注意事項：

馬達出貨皆已將延長線端接頭對接安裝於馬達上。

若須插拔接頭時，安裝注意須插到底以及四個卡扣皆須完整扣入，卡扣位置說明如圖3.3.1.4.2，以及正確安裝如圖3.3.1.4.3。



避免錯誤狀態造成運作異常，如下圖3.3.1.4.4~3.3.1.4.6。



■ 馬達與延長線對接安裝：

馬達已對接好接頭，可卸下接頭方便製作延長線，如下圖3.3.1.4.7。

接頭安裝參照接頭”安裝注意事項”。



圖3.3.1.4.7 馬達與延長線對接

鐵心式線性馬達若使用環境為高粉塵，建議於機台加裝防塵罩。

如需使用熱縮套管配件，建議安裝方式如下：

■ 安裝說明：

- (1) 自包裝盒(如圖3.3.1.4.8)取出馬達(勿將綠色接頭拔出，並確認接頭須插到底以及四個卡扣皆須完整扣入)，需自備一大一小熱縮套管(如圖3.3.1.4.9)。
  - (2) 熱縮套管 $\Phi$ 為22mm；小熱縮套管長度為9mm，大熱縮套管長度為70mm。
  - (3) 將①小熱縮套管套於馬達接頭對接卡扣處後烘緊(如圖3.3.1.4.10)。
  - (4) 將②大熱縮套管預套於③延長線上(如圖3.3.1.4.11)。
  - (5) 將③延長線配接好之歐式端子與馬達上之④接頭對接 (如圖3.3.1.4.12)。
- \*延長線上與馬達接頭對接側之歐式端子，規範請參閱表3.3.1.4.1。
- \*馬達接頭腳位，請參閱圖3.3.1.4.1。
- (6) 先確認①小熱縮套管已冷卻降溫，再將②大熱縮套管移動至馬達接頭處(如圖3.3.1.4.13)。
  - (7) 以⑤熱烘槍烘緊②大熱縮套管，烘緊方向如圖示(如圖3.3.1.4.14)。
  - (8) 完成熱縮套管包覆(如圖3.3.1.4.15)。
  - (9) 最後再將步驟(7)之馬達含延長線安裝上機台。



圖3.3.1.4.8 馬達包裝盒

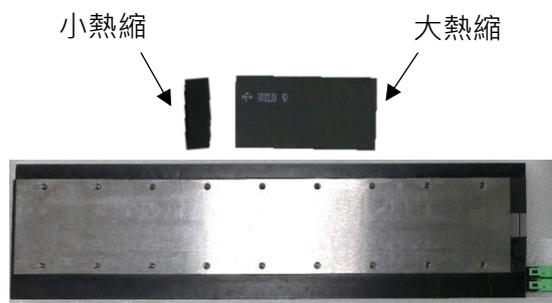
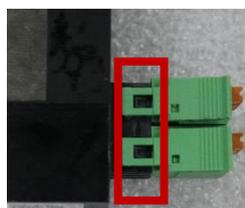


圖3.3.1.4.9 馬達、自備一大一小熱縮套管



小熱縮套管放置位置

烘緊後如右圖

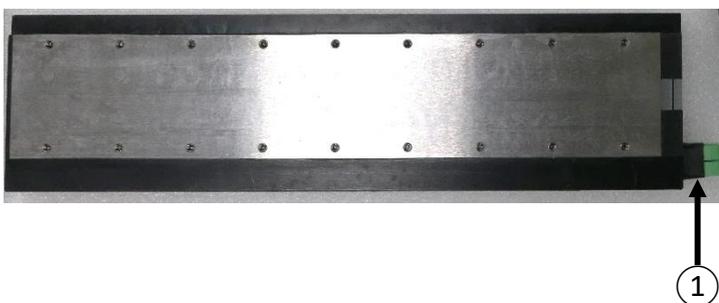


圖 3.3.1.4.10 小熱縮套管位置

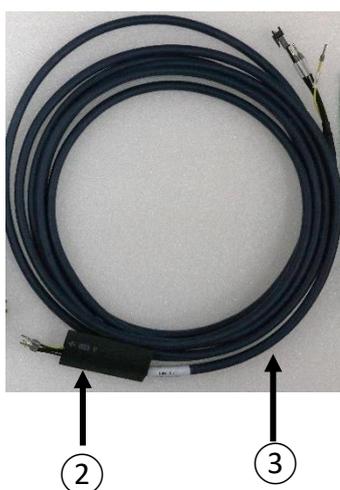


圖 3.3.1.4.11 熱縮套管預套於延長線

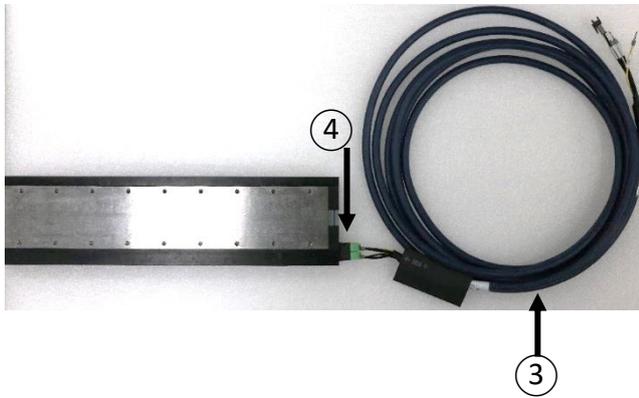


圖 3.3.1.4.12 延長線與馬達接頭對接

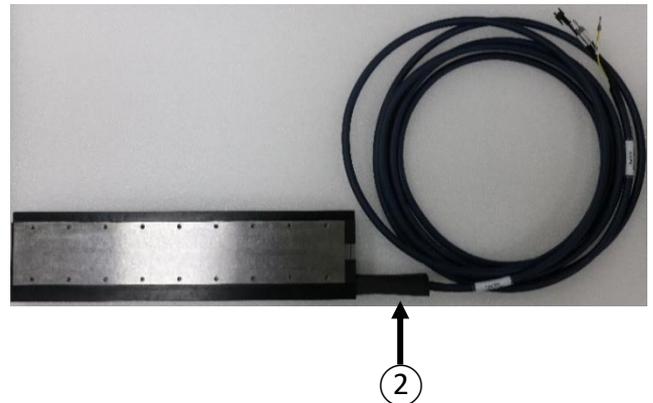


圖 3.3.1.4.13 大熱縮套管移動至馬達接頭處

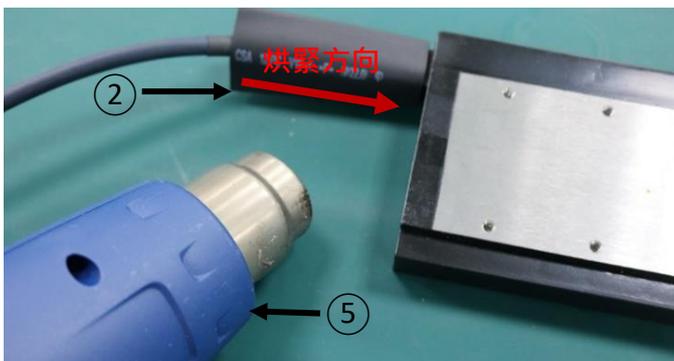


圖 3.3.1.4.14 熱烘槍烘緊

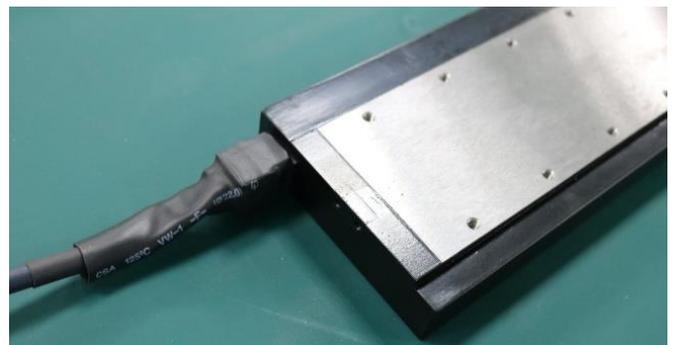


圖 3.3.1.4.15 完成包覆

馬達延長線皆須使用線扣適當固定，並進入托鏈，確保運作正常(如圖3.3.1.4.16、圖3.3.1.4.17)。

以上若安裝不當(如圖3.3.1.4.18、圖3.3.1.4.19)，會有如線材晃動、脫落、磨損等失效模式發生，造成異常。

## ■ 建議方式

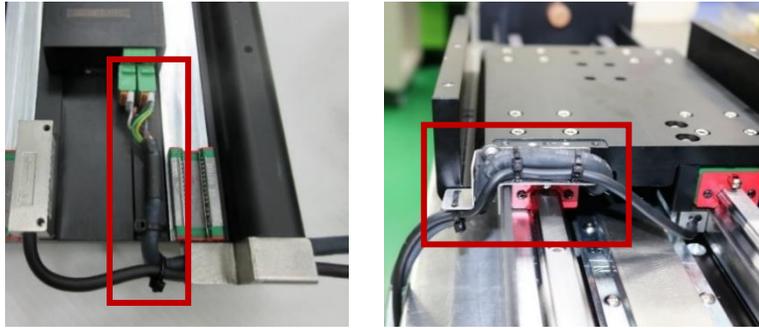


圖3.3.1.4.16 馬達出線固定，並入走線板金

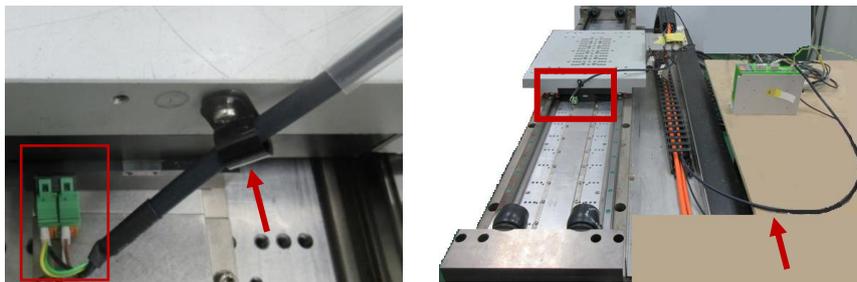


圖3.3.1.4.17 延長線以繫線帶固定後，入托鏈

## ■ 不建議方式

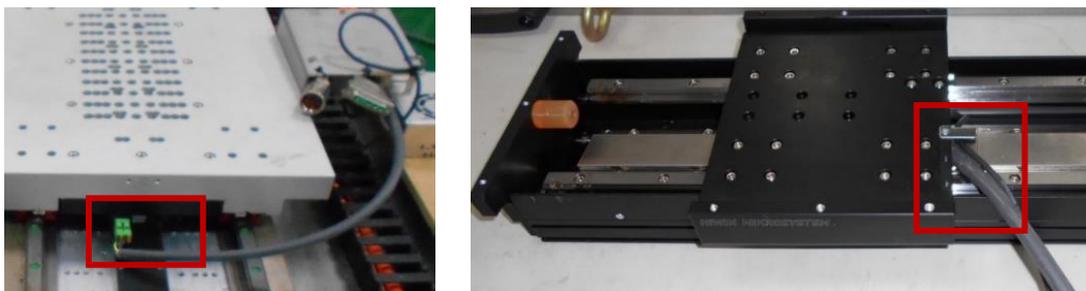


圖3.3.1.4.18 馬達延長線無固定

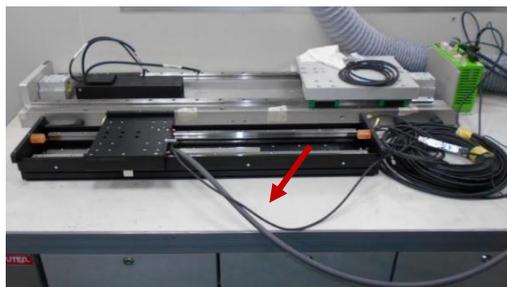


圖3.3.1.4.19 馬達延長線沒有進托鏈

### 3.3.1.5 含接頭馬達系列

在標準出接頭的馬達系列與標準延長線的組裝說明，如下建議。

- 標準出貨方式：銅柱配件附件於馬達延長線出貨。
- 若採用無銅柱設計：客戶自備轉接板固定座，上面有4個內牙孔，用來讓兩端的接頭可以螺絲鎖固。使用範例說明，如圖3.3.1.5.2(左側)。
- 若採用銅柱設計：客戶在自備的轉接板固定座上採取貫穿孔，讓小螺絲通過(如圖3.3.1.5.1之紅圈零件)供鎖固。使用範例說明，如圖3.3.1.5.2(右側)。

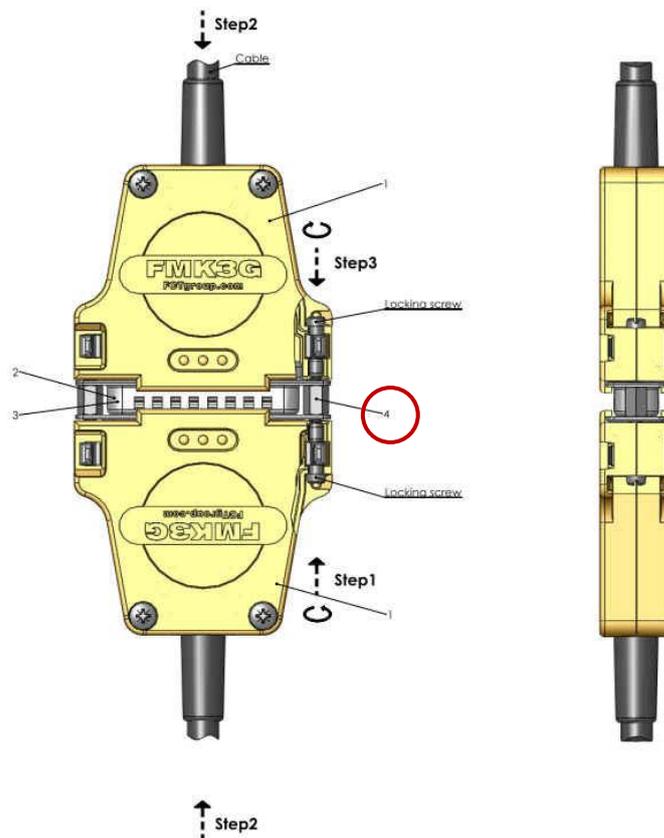
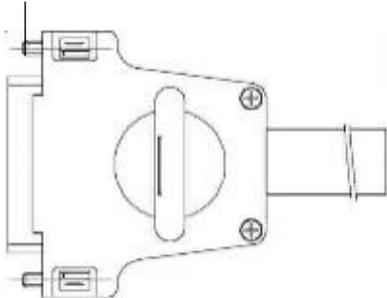


圖3.3.1.5.1 對接示意圖

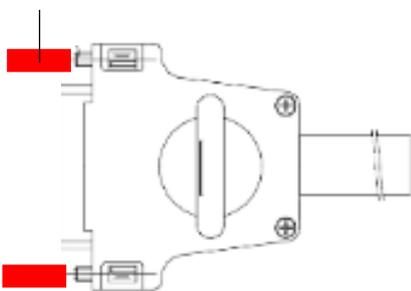
標準：無需銅柱設計

含配件：需銅柱設計

外螺紋



附銅柱配件



使用範例：透過固定座連接

使用範例：透過銅柱連接

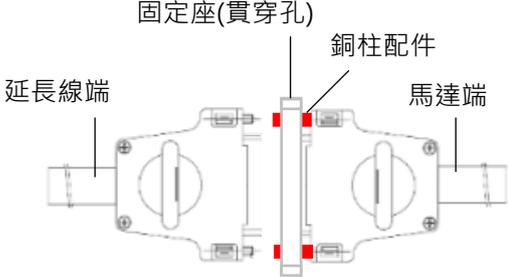
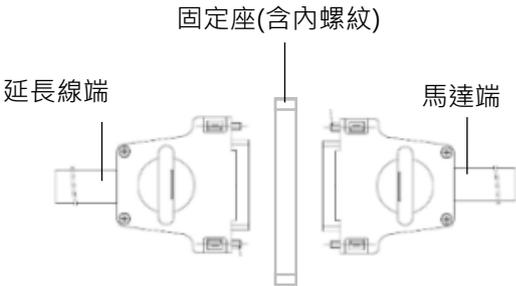
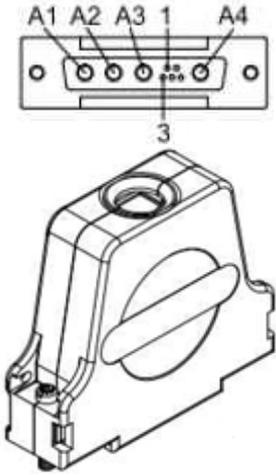
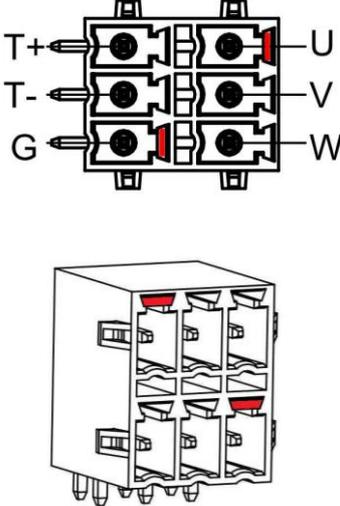
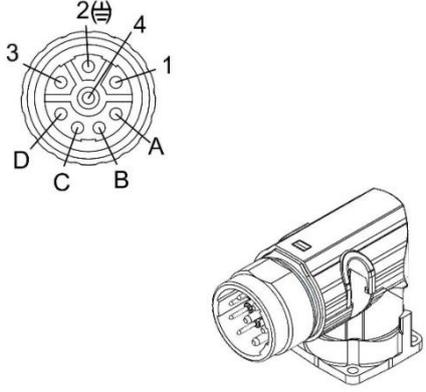
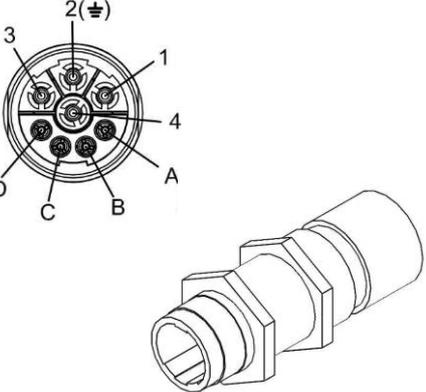
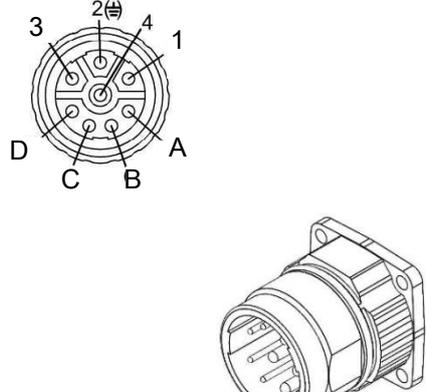


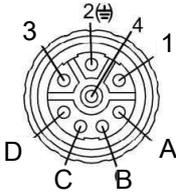
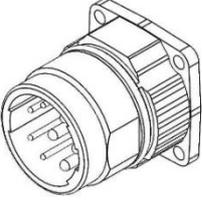
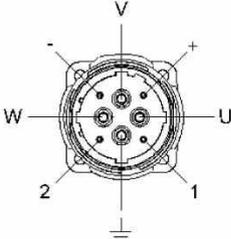
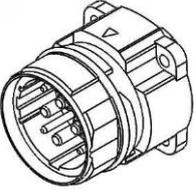
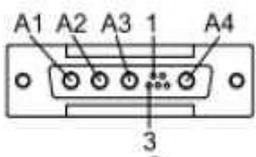
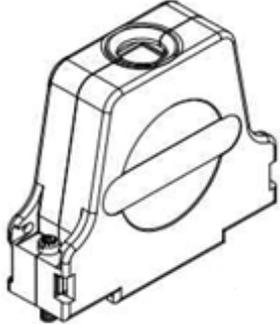
圖3.3.1.5.2 使用範例說明

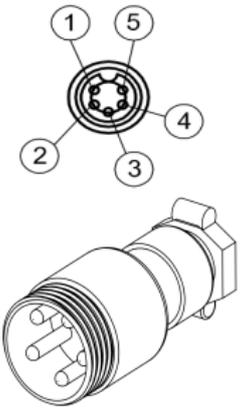
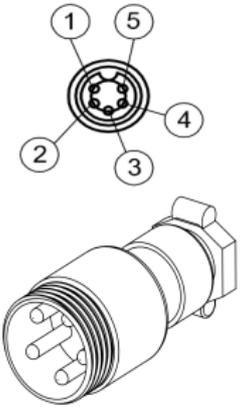
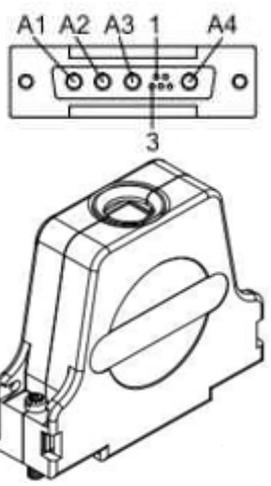
## 3.3.1.6 接頭選用及腳位圖

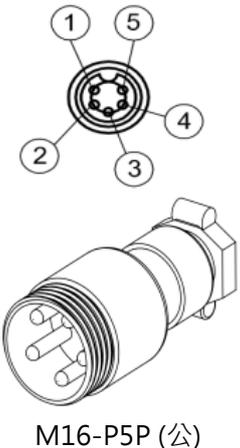
表3.3.1.6.1 接頭選用配線表

規格	接頭	腳位																		
LMSA系列	 <p>D型接頭(公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> <tr> <th>D 型接頭 (公)</th> <th>訊號</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>外殼</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		D 型接頭 (公)	訊號	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	外殼	
腳位圖																				
D 型接頭 (公)	訊號																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
外殼																				
LMSA-Z系列	 <p>可插拔接線端子</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> <tr> <th>可插拔接線 端子</th> <th>訊號</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>T+</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>T-</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>G</td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		可插拔接線 端子	訊號	U	U	V	V	W	W	T+	T+	T-	T-	G	G		
腳位圖																				
可插拔接線 端子	訊號																			
U	U																			
V	V																			
W	W																			
T+	T+																			
T-	T-																			
G	G																			

LMFA系列 (M23)	 <p>90°金屬接頭(公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90°金屬接頭(公)</td> <td>訊號</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>(2) </td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>外殼</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+(Gray)</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1-(Gray)</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+(Red)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2-(White)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">  PTC SNM120   Pt1000         </p>	腳位圖		90°金屬接頭(公)	訊號	1	U	4	V	3	W	(2)		外殼	A	T1+(Gray)	B	T1-(Gray)	C	T2+(Red)	D	T2-(White)
	腳位圖																						
	90°金屬接頭(公)	訊號																					
1	U																						
4	V																						
3	W																						
(2)																							
外殼																							
A	T1+(Gray)																						
B	T1-(Gray)																						
C	T2+(Red)																						
D	T2-(White)																						
 <p>金屬接頭(公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>金屬接頭(公)</td> <td>訊號</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>(2) </td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>外殼</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+(Gray)</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1-(Gray)</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+(Red)</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2-(White)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">  PTC SNM120   Pt1000         </p>	腳位圖		金屬接頭(公)	訊號	1	U	4	V	3	W	(2)		外殼	A	T1+(Gray)	B	T1-(Gray)	C	T2+(Red)	D	T2-(White)	
腳位圖																							
金屬接頭(公)	訊號																						
1	U																						
4	V																						
3	W																						
(2)																							
外殼																							
A	T1+(Gray)																						
B	T1-(Gray)																						
C	T2+(Red)																						
D	T2-(White)																						
 <p>金屬接頭(公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>金屬接頭(公)</td> <td>訊號</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>2(  )</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>外殼</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">  PTC SNM120   Pt1000         </p>	腳位圖		金屬接頭(公)	訊號	1	U	4	V	3	W	2(  )		外殼	A	T1+	B	T1-	C	T2+	D	T2-	
腳位圖																							
金屬接頭(公)	訊號																						
1	U																						
4	V																						
3	W																						
2(  )																							
外殼																							
A	T1+																						
B	T1-																						
C	T2+																						
D	T2-																						

LMFP系列	  <p>金屬接頭(公) (M23)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> <tr> <th>金屬接頭 (公)</th> <th>訊號</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>2(  )</td> <td rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>外殼</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table> <p>PTC SNM120 Pt1000</p>	腳位圖		金屬接頭 (公)	訊號	1	U	4	V	3	W	2(  )		外殼	A	T1+	B	T1-	C	T2+	D	T2-
	腳位圖																						
金屬接頭 (公)	訊號																						
1	U																						
4	V																						
3	W																						
2(  )																							
外殼																							
A	T1+																						
B	T1-																						
C	T2+																						
D	T2-																						
	  <p>金屬接頭(公) (M40)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> <tr> <th>金屬接頭 (公)</th> <th>訊號</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 rowspan="2"></td> </tr> <tr> <td>外殼</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>	腳位圖		金屬接頭 (公)	訊號	U	U	V	V	W	W			外殼	1	T1+	2	T1-	+	T2+	-	T2-
腳位圖																							
金屬接頭 (公)	訊號																						
U	U																						
V	V																						
W	W																						
																							
外殼																							
1	T1+																						
2	T1-																						
+	T2+																						
-	T2-																						
LMSC7	  <p>D型接頭(公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> <tr> <th>D 型接頭 (公)</th> <th>訊號</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>外殼</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		D 型接頭 (公)	訊號	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	外殼				
腳位圖																							
D 型接頭 (公)	訊號																						
A1	V																						
A2	U																						
A3	W																						
A4	GND																						
1	T+																						
3	T-																						
外殼																							

<p>LMSS11</p>	 <p>M16-P5P (公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M16-P5P (公)</td> <td>訊號</td> </tr> <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>外殼</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		M16-P5P (公)	訊號	1	V	2	U	3	W	外殼	GND	4	T+	5	T-		
腳位圖																				
M16-P5P (公)	訊號																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
外殼	GND																			
4	T+																			
5	T-																			
<p>LMC A/B/C/D/E/ EFC/HUB</p>	 <p>M16-P5P (公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M16-P5P (公)</td> <td>訊號</td> </tr> <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>外殼</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		M16-P5P (公)	訊號	1	V	2	U	3	W	外殼	GND	4	T+	5	T-		
腳位圖																				
M16-P5P (公)	訊號																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
外殼	GND																			
4	T+																			
5	T-																			
<p>LMC F/EFE/EFF</p>	 <p>D型接頭(公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D 型接頭 (公)</td> <td>訊號</td> </tr> <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>外殼</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		D 型接頭 (公)	訊號	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	外殼	
腳位圖																				
D 型接頭 (公)	訊號																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
外殼																				

<p>LMT 2/6/A/B/C</p>	 <p>M16-P5P (公)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">腳位圖</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M16-P5P (公)</td> <td>訊號</td> </tr> <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>外殼</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	腳位圖		M16-P5P (公)	訊號	1	V	2	U	3	W	外殼	GND	4	T+	5	T-
腳位圖																		
M16-P5P (公)	訊號																	
1	V																	
2	U																	
3	W																	
外殼	GND																	
4	T+																	
5	T-																	

### 3.3.2 動子並聯設計

線性馬達可同軸多組動子並聯使用，多組動子並聯安裝時，須確認線性馬達型號相同、並依出線方向、並聯跨距 ( $\Delta X$ ) 設計組裝，確保線性馬達相位相同才可驅動，各系列線性馬達並聯跨距與安裝出線關係詳述於後續章節。馬達並聯參數計算請參照表3.3.2.1。

表3.3.2.1 馬達並聯參數計算

	單顆	2 顆並聯	3 顆並聯	4 顆並聯
電阻 ( $\Omega$ )	A	$A/2$	$A/3$	$A/4$
電感 (mH)	B	$B/2$	$B/3$	$B/4$
推力常數 (N/Arms)	C	C	C	C
反電動勢常數 ( $V_{rms}/(m/s)$ )	D	D	D	D
連續電流 (Arms)	E	$E*2$	$E*3$	$E*4$
瞬間電流 (Arms)	F	$F*2$	$F*3$	$F*4$
連續推力 (N)	G	$G*2$	$G*3$	$G*4$
瞬間推力 (N)	H	$H*2$	$H*3$	$H*4$

3.3.2.1 線性馬達移動方向

線性馬達移動之正方向定義：依序輸入U/V/W，初始移動方向為正方向。

線性馬達移動正方向如下說明：

■ 鐵心式馬達:

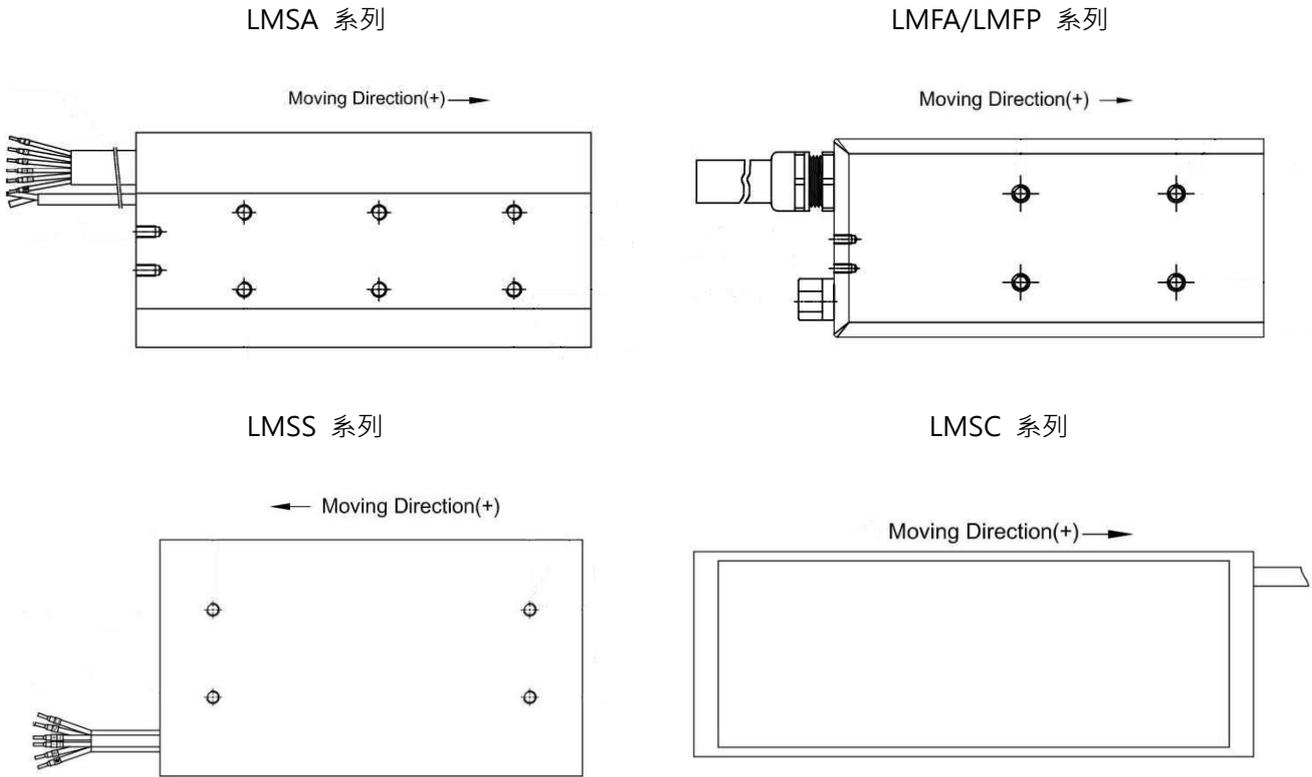
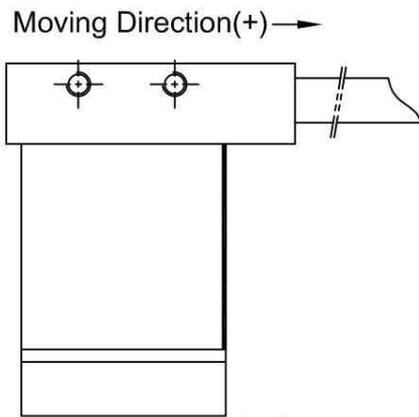


圖3.3.2.1.1

■ 無鐵心式馬達:

LMC 系列



LMT 系列

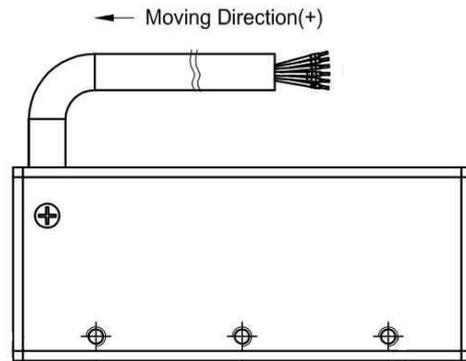


圖3.3.2.1.2

3.3.2.2 LMSA線性馬達系列

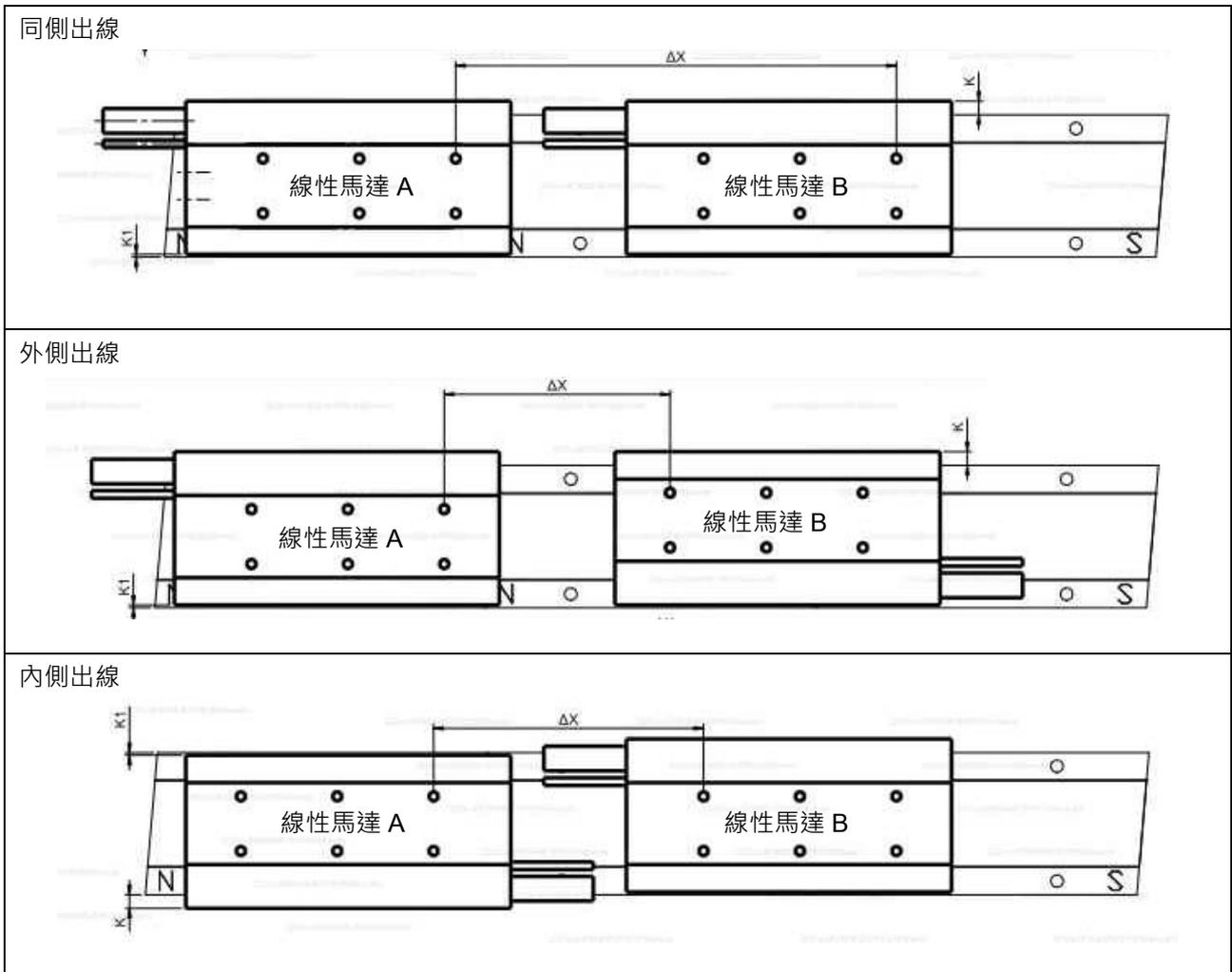


圖3.3.2.2.1 LMSA/LMSA-Z線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.2.1 LMSA/LMSA-Z並聯配線表

LMSA/LMSA-Z	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
$\Delta X$ (2P=30mm)	$n*2P$ (n =1,2...)			$65+n*2P$ (n=0,1,2...)			$65+n*2P$ (n=0,1,2...)		

3.3.2.3 LMFA水冷式線性馬達系列

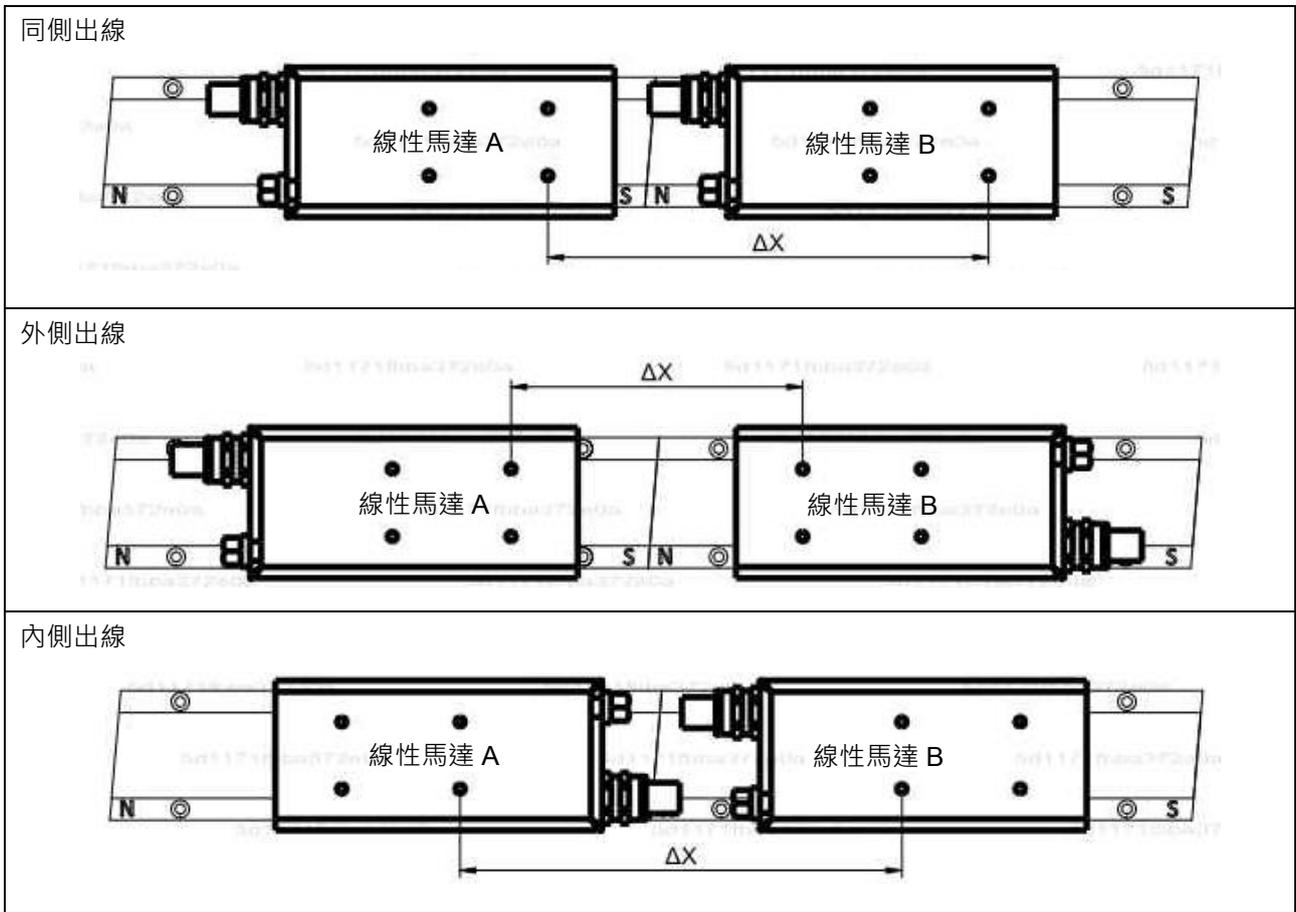


圖3.3.2.3.1 LMFA/LMFP線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.3.1 LMFA/LMFP並聯配線表

LMFA/LMFP	同側出線			外側出線			內側出線			規格
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	
$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (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

3.3.2.4 LMSC磁力相煞型線性馬達系列

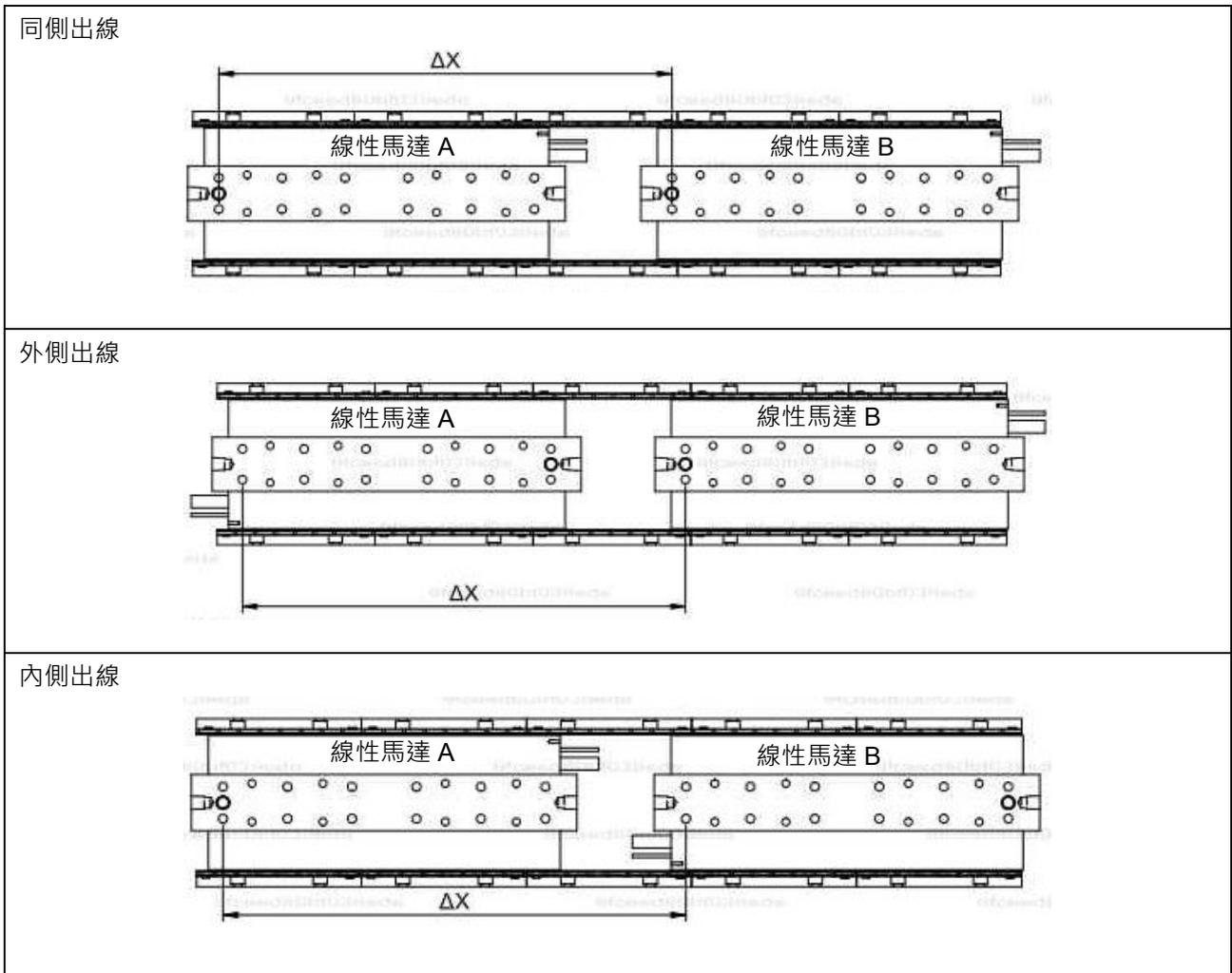


圖3.3.2.4.1 LMSC線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.4.1 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=32mm)	320+n*2P (n=1,2,3...)								

3.3.2.5 LMSS線性馬達系列

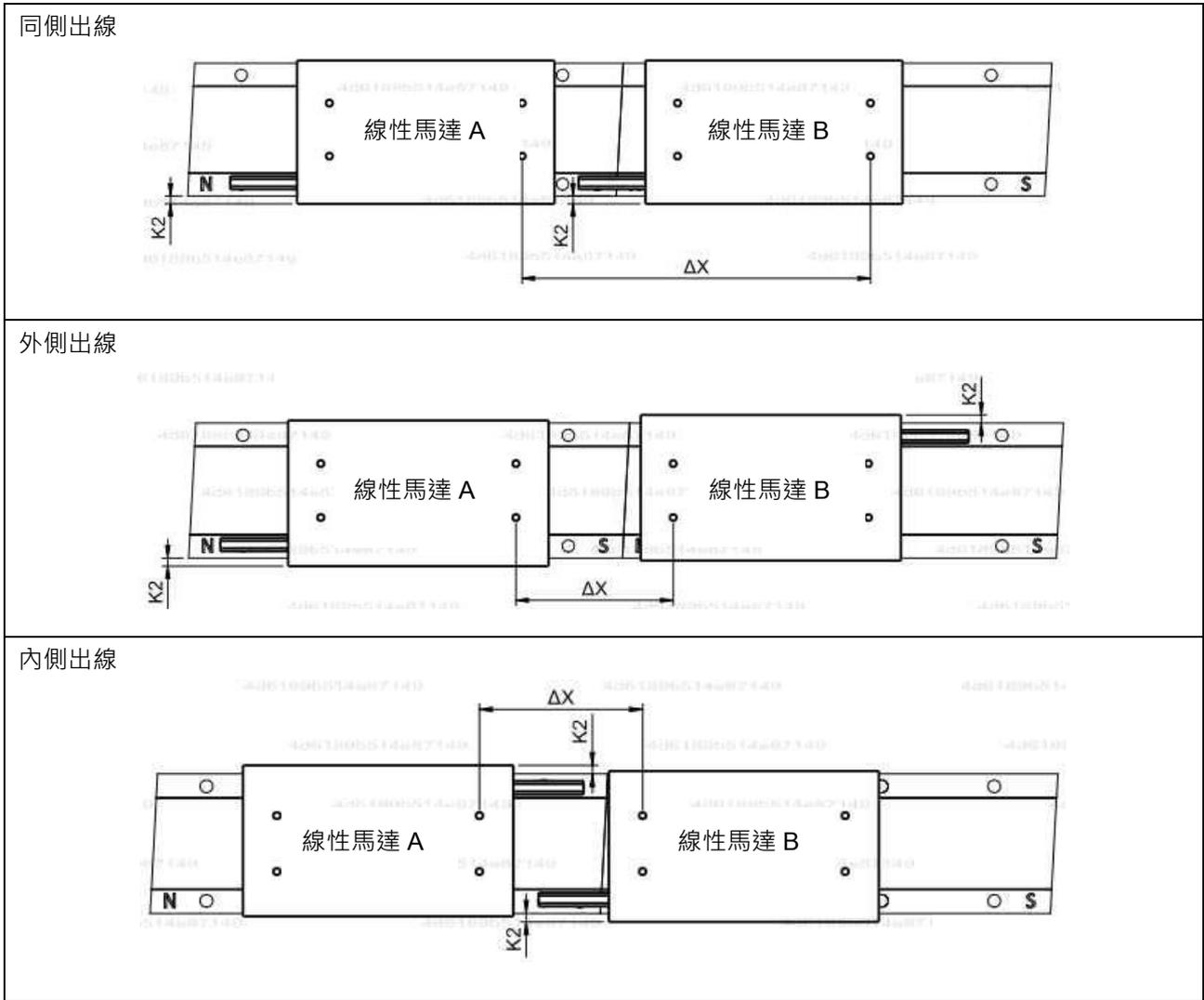


圖3.3.2.5.1 LMSS線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.5.1 LMSS並聯配線表

LMSS	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
$\Delta X$ (2P=20mm)	n*2P (n=1,2...)			35+n*2P (n=0,1,2...)			81+n*2P (n=0,1,2...)		

3.3.2.6 LMC無鐵心線性馬達系列

■ LMC A/B/C/D/E/F系列

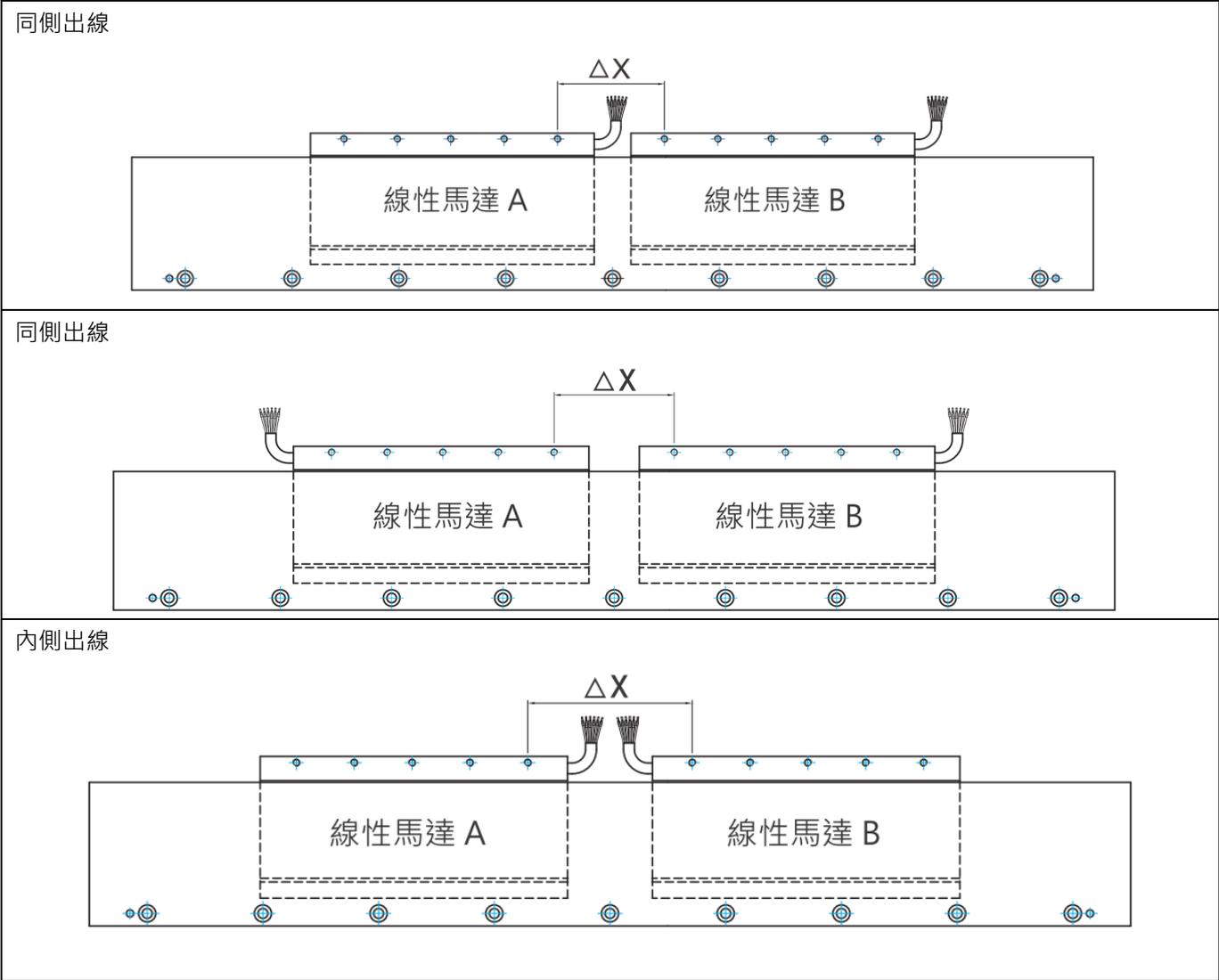


圖3.3.2.6.1 LMC A/B/C/D/E/F線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.6.1 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
$\Delta X$ (2P=32mm)	$32+n*2P$ (n=1,2...)			$18+n*2P$ (n=1,2...)			$46+n*2P$ (n=1,2...)		

表3.3.2.6.2 LMCD/E/F並聯配線表

LMCD/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
$\Delta X$ (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

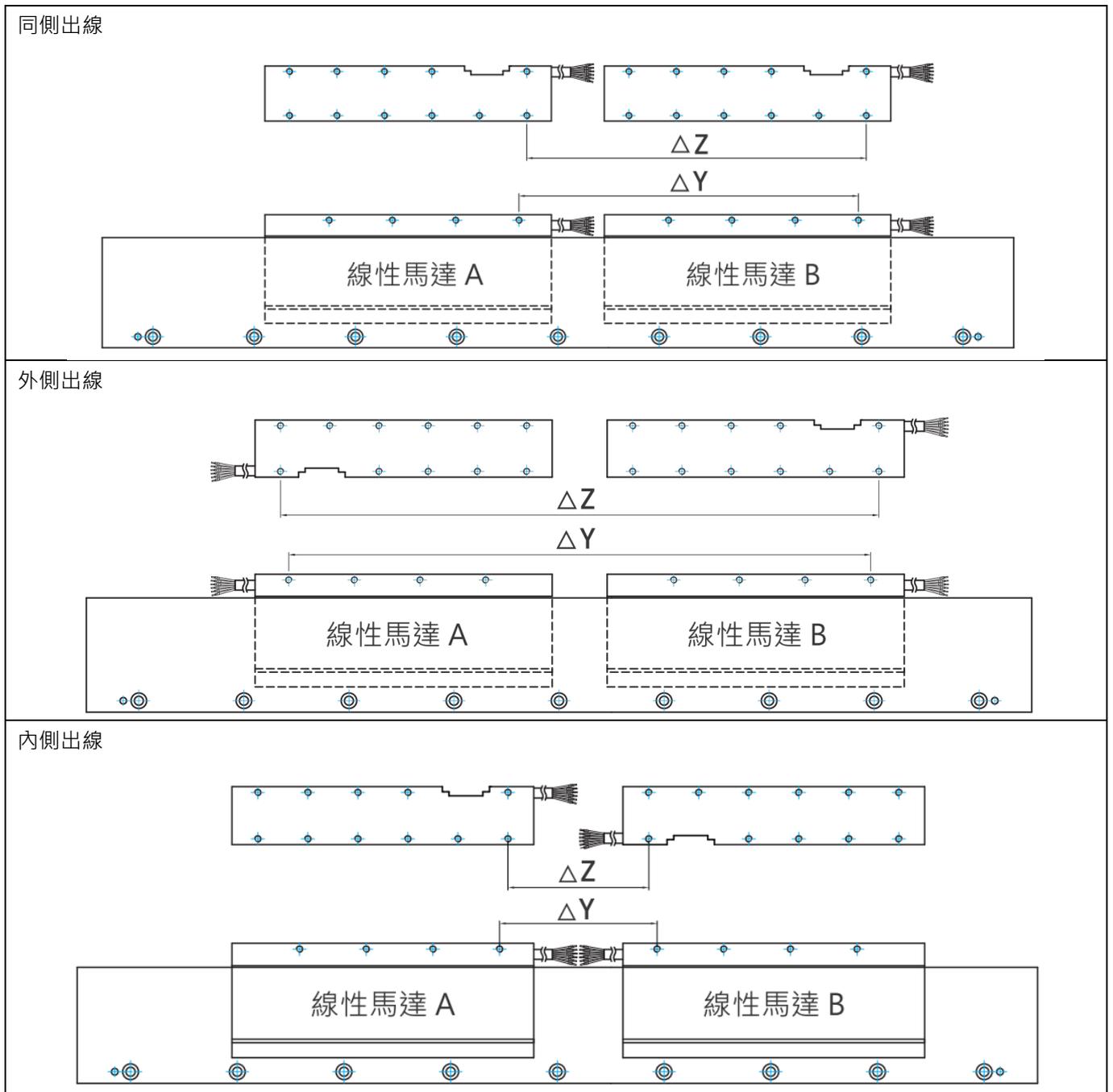


圖 3.3.2.6.2 LMC-EF 線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.6.3 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
$\Delta Y$ (2P=60mm)	n*2P			90+n*2P			10+n*2P		
$\Delta Z$	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
$\Delta Y$ (2P=60mm)	n*2P			90+n*2P			10+n*2P		
$\Delta Z$	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...		

3.3.2.7 LMT棒狀線性馬達系列

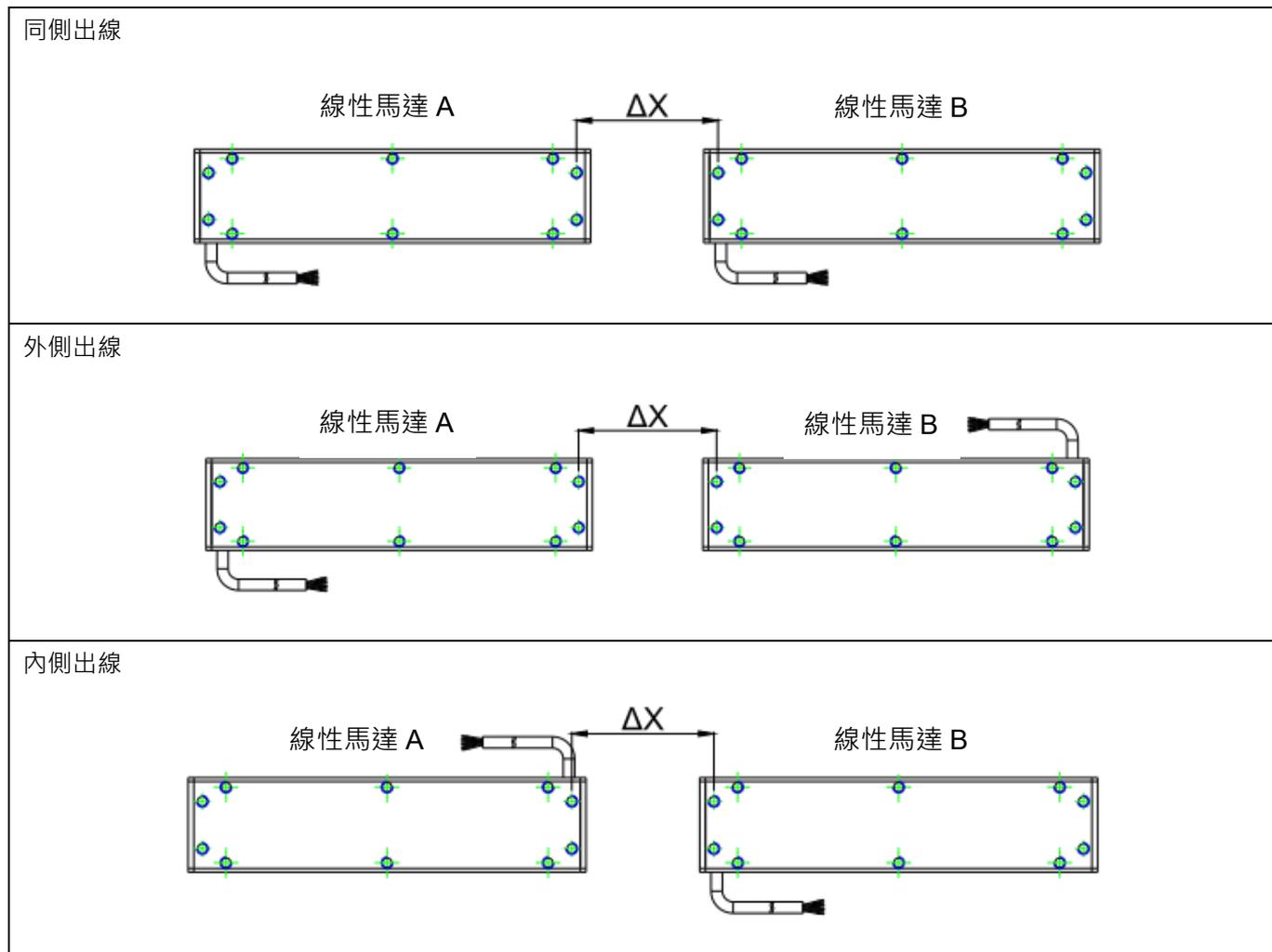


圖3.3.2.7.1 LMT線性馬達並聯示意圖

表3.3.2.7.1 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
$\Delta X$ (2P=48mm)	$n*2P-8.2$ (n=1,2,3...)			$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (2P=60mm)	$n*2P-10.5$ (n=1,2,3...)			$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (2P=72mm)	$n*2P-12$ (n=1,2,3...)			$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (2P=90mm)	$n*2P-15$ (n=1,2,3...)			$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (2P=120mm)	$n*2P-20$ (n=1,2,3...)			$\Delta X$ (P=60mm)	$(2n-1)*P-20$ (n=1,2,3...)		

表3.3.2.7.2 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
$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (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
$\Delta X$ (2P=120mm)	n*2P-20 (n=1,2,3...)					

## 3.3.3 霍爾配件

### 3.3.3.1 霍爾感測器

 **警告**

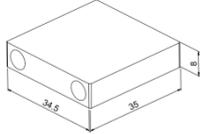
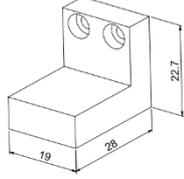
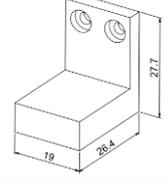
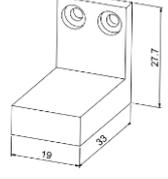


馬達失控導致的傷害風險

- ◆ 錯誤的霍爾感測器安裝或連接, 可能導致馬達失控, 造成人員傷害以及機台損壞
- ◆ 霍爾感測器須由專業人員進行安裝。

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。

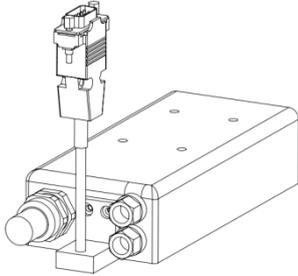
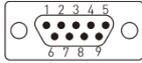
表3.3.3.1.1 有鐵心數位訊號之霍爾感測器規格比較表

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
LMAHS	數位	接頭		LMS 系列
LMAHS-W	數位	散線		
LMAHSA	數位	接頭		LMSA 系列
LMAHSA-W	數位	散線		
LMAHF1	數位	接頭		LMFA0~2 系列
LMAHF1-W	數位	散線		
LMAHF2	數位	接頭		LMFA3~6 系列
LMAHF2-W	數位	散線		

出線模式與信號腳位圖

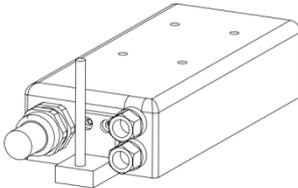
範例 1：接頭出線模式與信號線腳位圖

Connector  
D-Sub male 9 channel plug



信號線	
信號	接頭
Vcc	1
Hall A (out)	2
Hall B (out)	3
Hall C (out)	4
GND	5
$\perp$	外殼

範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖



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
$\perp$	隔離網

註：在範例2中，信號腳位圖不包含LMAHF2以及LMAHF2-W的規格。

註：LMAHF2以及LMAHF2-W的規格，信號腳位圖如下表

信號線		
信號	顏色	接頭
Vcc	棕色	1
Hall B (out)	白色	2
Hall C (out)	灰色	3
Hall A (out)	黃色	4
GND	綠色	5
$\perp$	隔離網	外殼

表3.3.3.1.2 有鐵心類比訊號之霍爾感測器規格比較表

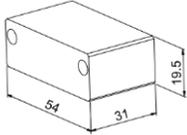
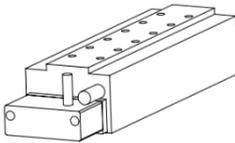
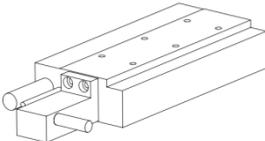
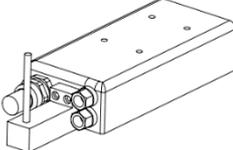
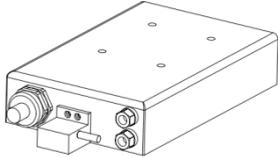
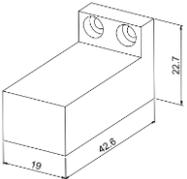
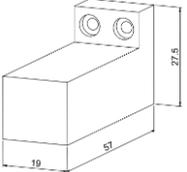
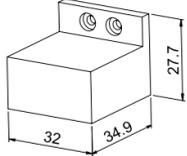
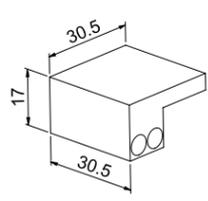
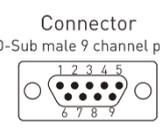
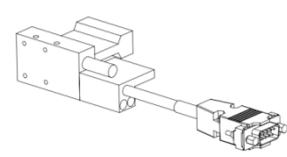
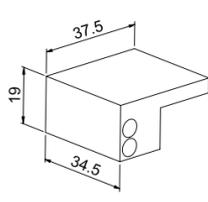
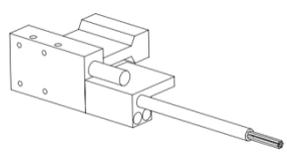
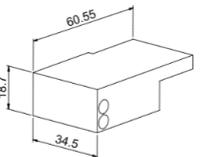
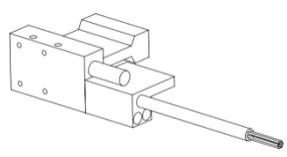
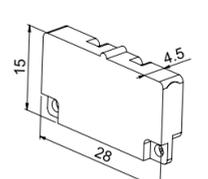
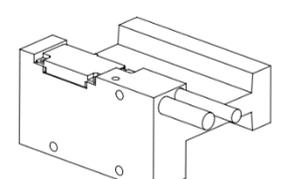
霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖																		
LMAHSA-D	類比	散線		LMS系列	<p>範例：類比輸出訊號散線模式與信號線腳位圖</p>     <table border="1" data-bbox="1200 616 1503 1041"> <thead> <tr> <th colspan="2">信號線</th> </tr> <tr> <th>信號</th> <th>顏色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+5V</td> <td>棕色</td> </tr> <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																						
LMAHSAA-D	類比	散線		LMSA系列																			
LMAHFA1-D	類比	散線		LMFA0~2系列																			
LMAHFA2-D	類比	散線		LMFA3~6系列																			

表 3.3.3.1.3 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	<p>範例 1：接頭出線模式與信號線腳位圖</p>   <table border="1" data-bbox="1244 448 1548 828"> <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	<p>範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖</p>  <table border="1" data-bbox="1244 918 1548 1344"> <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	<p>範例 2：散線出線模式與信號線腳位圖</p>  <table border="1" data-bbox="1244 918 1548 1344"> <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																				
LMAHC3-W	數位	散線																			
LMAHEF3-W	數位	散線		LMC-EFC/LMC-EFE/LMC-EFF 系列	<p>範例：散線出線模式與信號線腳位圖</p>  <table border="1" data-bbox="1244 1478 1548 1859"> <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																				

註：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3.3.3.1.4 LMC類比訊號之霍爾感測器規格比較表

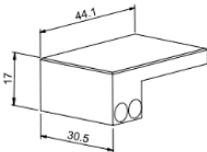
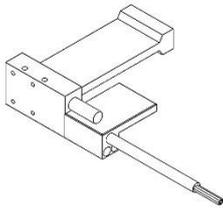
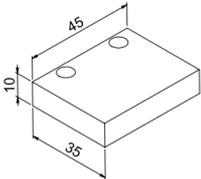
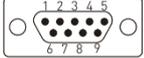
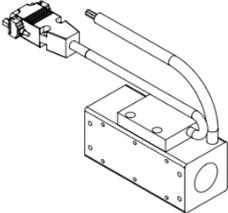
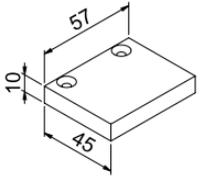
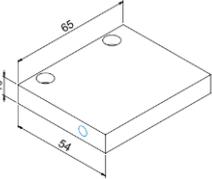
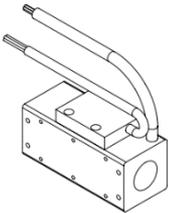
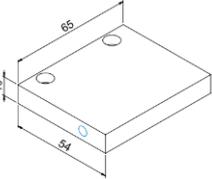
霍爾感測器規格	輸出訊號	出線模式	霍爾感測器尺寸圖	適用線性馬達系列	出線模式與信號腳位圖																		
LMAHCA-D	類比	散線		LMCA/ LMCB/ LMCC 系列	<p>範例：散線出線模式與信號線腳位圖</p>  <table border="1" data-bbox="1054 696 1355 1126"> <thead> <tr> <th colspan="2">信號線</th> </tr> <tr> <th>信號</th> <th>顏色</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td> <td>棕色</td> </tr> <tr> <td>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	Vcc	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																						
Vcc	棕色																						
A+	紅色																						
A-	藍色																						
B+	黃色																						
B-	綠色																						
GND	白色																						
	隔離網																						

表 3.3.3.1.5 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> <p>Connector D-Sub male 9 channel plug</p>   <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																				
LMDHTA-W	數位	散線		LMTB 系列																	
LMDHTB	數位	接頭																			
LMDHTB-W	數位	散線		LMTC 系列	<p>範例 2：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>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																				
LMDHTC	數位	接頭		LMTC 系列																	
LMDHTC-W	數位	散線																			

### 3.3.3.2 霍爾感測器安裝說明

**⚠ 危險**



注意霍爾感測器行程

- ◆ 評估霍爾感測器時，必須注意不可超出定子全行程，如超出定子行程，會出現異常警訊以及造成馬達失控的狀況。

霍爾感測器與動子鎖附時，霍爾感測器底面需與基準面A共面或不超出基準面A。

LMSA/LMSA-Z系列安裝間隙請參照3.1.2.1節之S1。

LMFA/LMFP系列安裝間隙請參照3.1.2.2節之S2。

LMFA/LMFP精密水冷系列間隙請參照3.1.2.2節之S3。

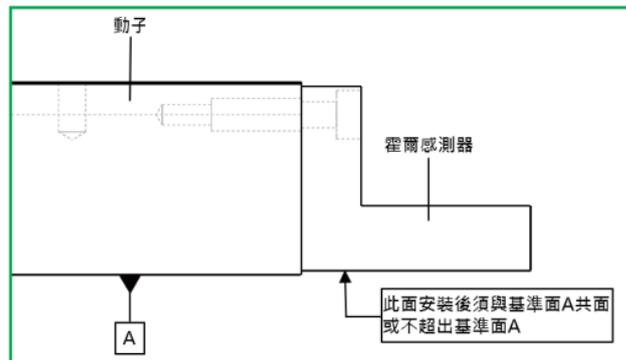


圖3.3.3.2.1 霍爾感測器安裝說明

### 3.3.3.3 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3.3.3.3.1 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

### 3.3.3.4 霍爾編碼器

類比式霍爾編碼器應用於線性馬達定位平台，市場上有別於增量式光學尺或磁性尺，為客戶提供多一項編碼器選擇，只需要安裝一顆霍爾式感測讀頭，省去編碼器位置尺，搭配線性馬達既有的定子部件便可達到良好的位置定位能力。

#### ■ 特點

- (1) 搭配鐵心式線性馬達使用
- (2) 取代光學尺、磁性尺編碼器
- (3) 安裝容易
- (4) 適用於點對點長行程一般精度要求的應用
- (5) 優異的抗塵、抗油汙與抗水能力

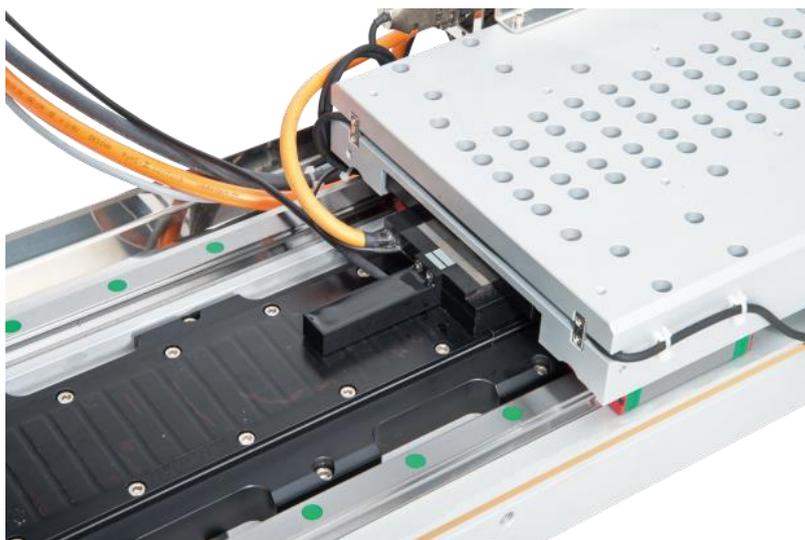
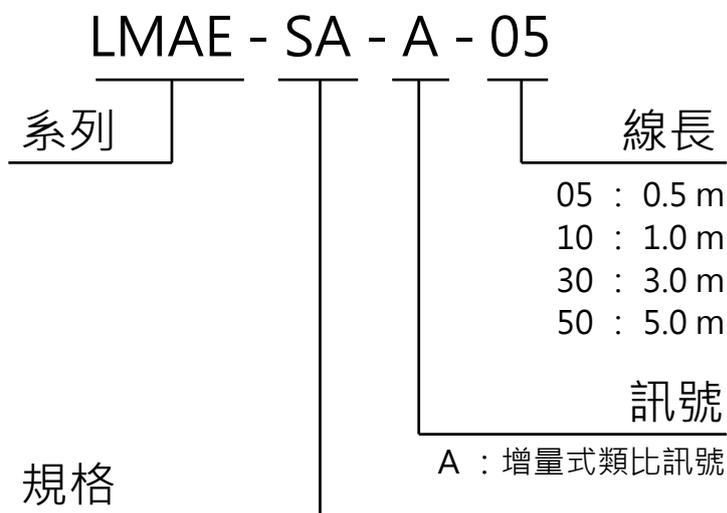


圖3.3.3.4.1 霍爾編碼器實體示意圖

### 3.3.3.5 霍爾編碼器編碼說明

#### ■ 產品型號編碼原則



SA : 搭配LMSA線性馬達

F1 : 搭配LMFA0~2/LMFP24線性馬達

F2 : 搭配 LMFA3~6/LMFP3~6 線性馬達

■ 信號腳位圖

表3.3.3.5.1 霍爾編碼器信號腳位圖

功能	信號	顏色
電源	+5V	棕色
	GND	白色
輸出訊號	SIN+	綠色
	SIN-	黃色
	COS+	藍色
	COS-	紅色

3.3.3.6 霍爾編碼器特性規格

表3.3.3.6.1 霍爾編碼器特性規格表

	LMAESA	LMAEF1	LMAEF2
輸入電源	5V±5%	5V±5%	5V±5%
極對距	30mm	30mm	46mm
解析度 <sup>(1)</sup>	7.5µm	7.5µm	11.5µm
重現精度 <sup>(1)</sup>	±15µm	±15µm	±23µm
精度 <sup>(1)(2)</sup>	±45µm	±45µm	±69µm
輸出訊號	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p
操作溫度(不能結冰)	0~50°C	0~50°C	0~50°C
儲存溫度(不能結冰)	-5~60°C	-5~60°C	-5~60°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

### 3.3.3.7 霍爾編碼器規格尺寸

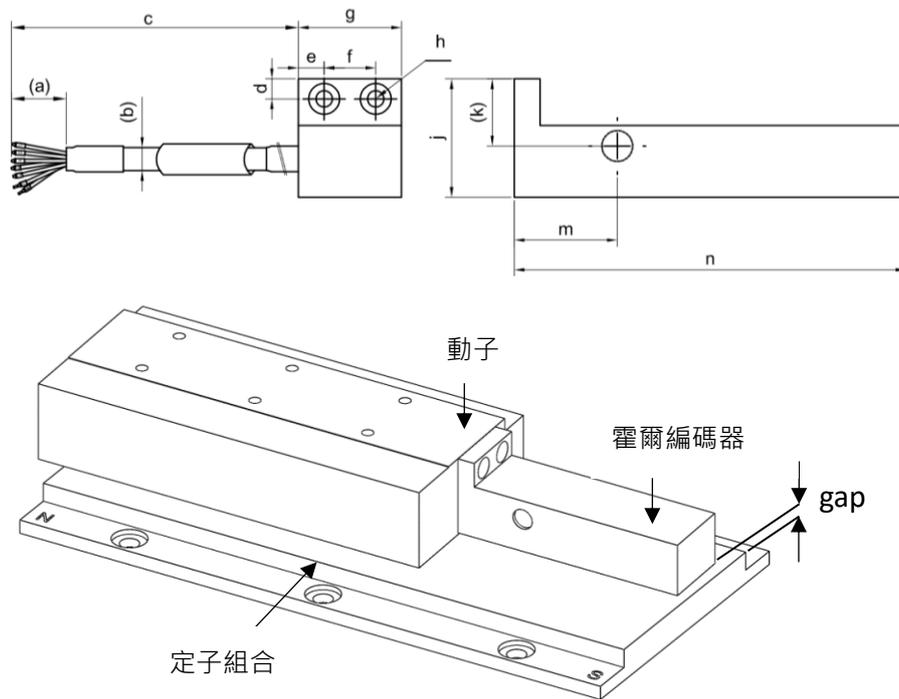


圖3.3.3.7.1 霍爾編碼器尺寸圖

表3.3.3.7.1 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)

(此頁有意留為空白。)

## 4 安裝

4	安裝.....	4-1
4.1	機械安裝.....	4-2
4.1.1	鐵心式線性馬達安裝.....	4-2
4.1.1.1	定子拿取注意事項.....	4-2
4.1.1.2	動定子安裝注意事項.....	4-8
4.1.1.3	LMSC 動定子安裝注意事項.....	4-12
4.1.2	無鐵心式線性馬達安裝.....	4-18
4.1.2.1	LMC 動定子安裝注意事項.....	4-18
4.1.2.2	LMT 動定子安裝注意事項.....	4-23
4.1.3	水冷式線性馬達水冷系統安裝.....	4-28
4.1.3.1	動定子精密水冷安裝.....	4-28
4.1.3.2	水冷馬達快速接頭安裝.....	4-31
4.1.3.3	精密水冷馬達快速接頭安裝.....	4-32

## 4.1 機械安裝

### 4.1.1 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.

#### 4.1.1.1 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 4.1.1.1.3)。
- ◆ 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 4.1.1.1.4), 否則可能會造成人員受傷或定子損壞。

##### 警告

強大磁力的擠壓風險

當定子串聯排列, 定子上的永久磁鐵會產生強大的吸力以及斥力



- ◆ 定子安裝前, 請勿將定子由包裝中取出。
- ◆ 請勿將數個定子包裝同時拆開。
- ◆ 請勿將未固定的定子相鄰放置。
- ◆ 立即安裝未包裝之定子。
- ◆ 如安裝介面含有電纜線, 亦須注意夾傷的風險。

 警告

材料損壞以及傷害風險

- ◆ 錯誤的定子串聯安裝會導致故障以及失控的馬達移動
- ◆ 依正確方式安裝串聯定子(如圖 4.1.1.1.5)。

 警告

永久磁場導致死亡風險

即使馬達關閉，若體內有心律裝置或醫療植入物的人員靠近，依然會使其處於危險之中

- ◆ 一般人員請至少與永久磁場保持 50mm 的距離。
- ◆ 體內有心律裝置或醫療植入物的人員，請至少與永久磁場保持 500mm 的距離(符合 2013/35/EU 的 0.5mT 靜磁場觸發閾值)。

 警告

永久磁場造成的損害風險

在 100mm 距離內使用含永磁體的組件，永久磁場會對可磁化性的材料產生強大的吸引力

- ◆ 請勿低估永久磁場的強度。
- ◆ 在感應區域內，請勿攜帶可磁化材料。
- ◆ 請使用不可磁化材料的工具。
- ◆ 請避免將永磁物料做相對於導電材料的移動，亦須避免將導電材料做相對於永磁物料的移動。
- ◆ 只在需要安裝使用時才將包裝拆開。
- ◆ 當拆開包裝時，立刻安裝包含永磁物料的組件。
- ◆ 安裝線性馬達需防止意外的操作。

## ■ 包材說明(定子)

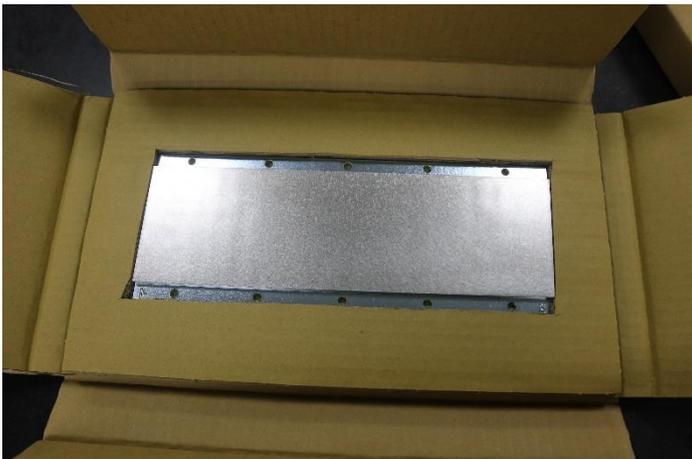
(1). 外箱



(2). 打開外箱



(3). 打開第二層外箱



(4). 取下內框，拿取定子，請勿同時拿取多片定子



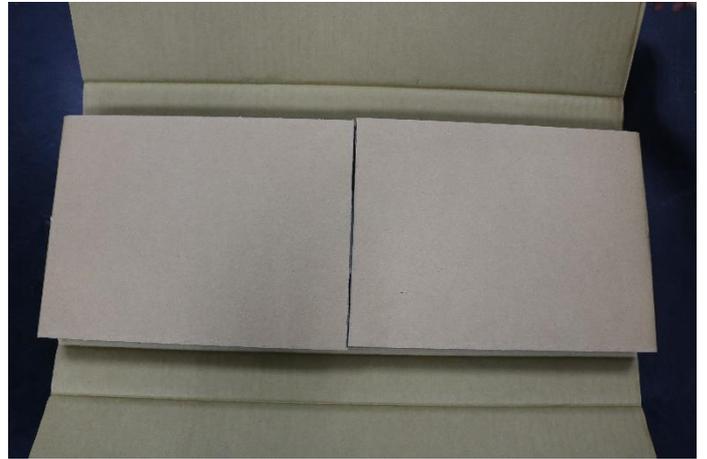
圖4.1.1.1.1 鐵心式定子包材

■ 包材說明(動子)

(1). 外箱



(2). 打開外箱



(3). 打開第二層外箱

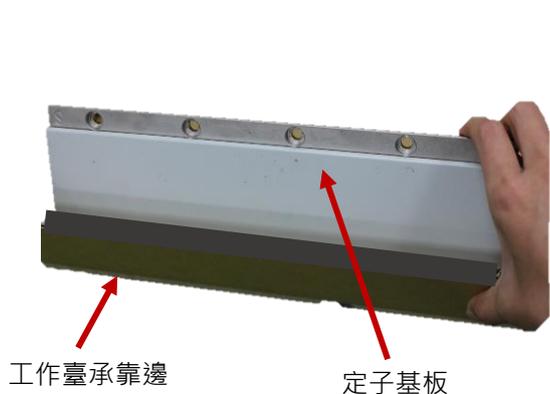


(4). 取下內框，拿取動子

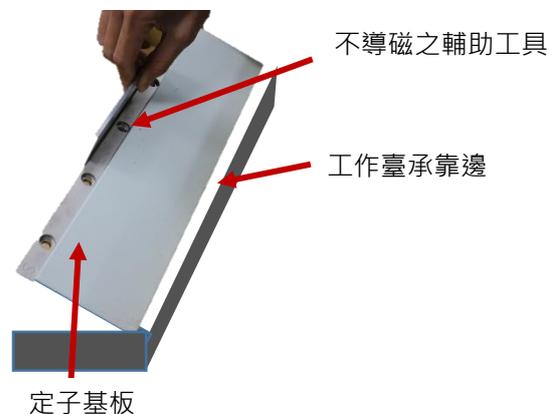


圖4.1.1.1.2 鐵心式動子包材

## ■ 正確方式



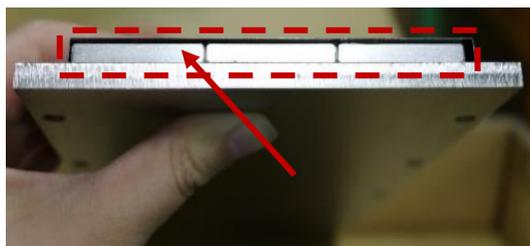
定子承靠一邊，手於定子基板處拿取定子。



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4.1.1.1.3 定子正確拿取方式

## ■ 錯誤方式



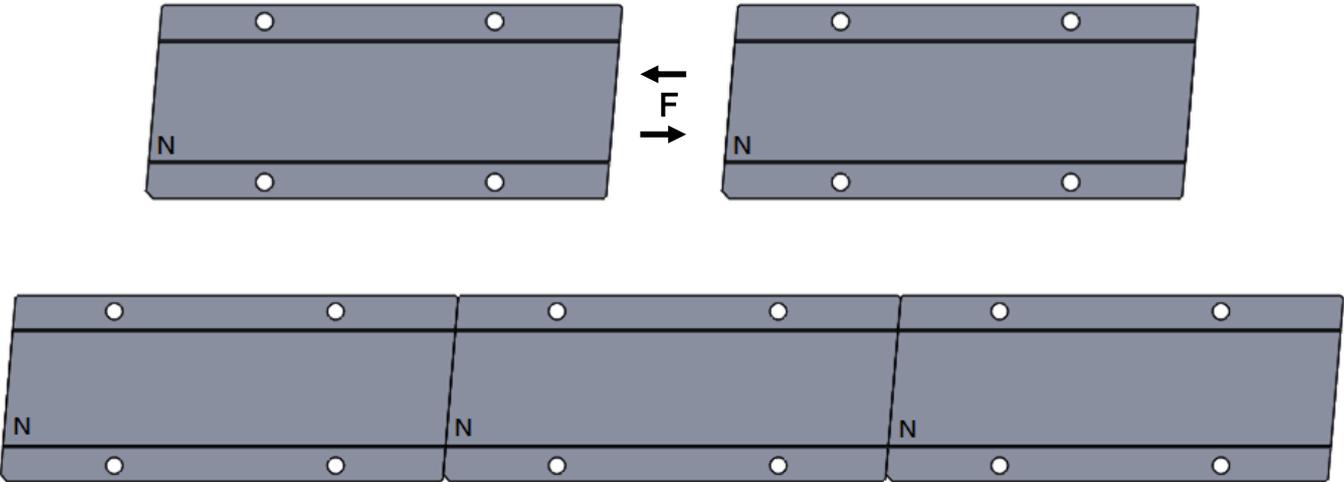
不可由蓋板邊緣拿取定子。



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4.1.1.1.4 定子錯誤拿取方式

■ 定子正確安裝



■ 定子錯誤安裝

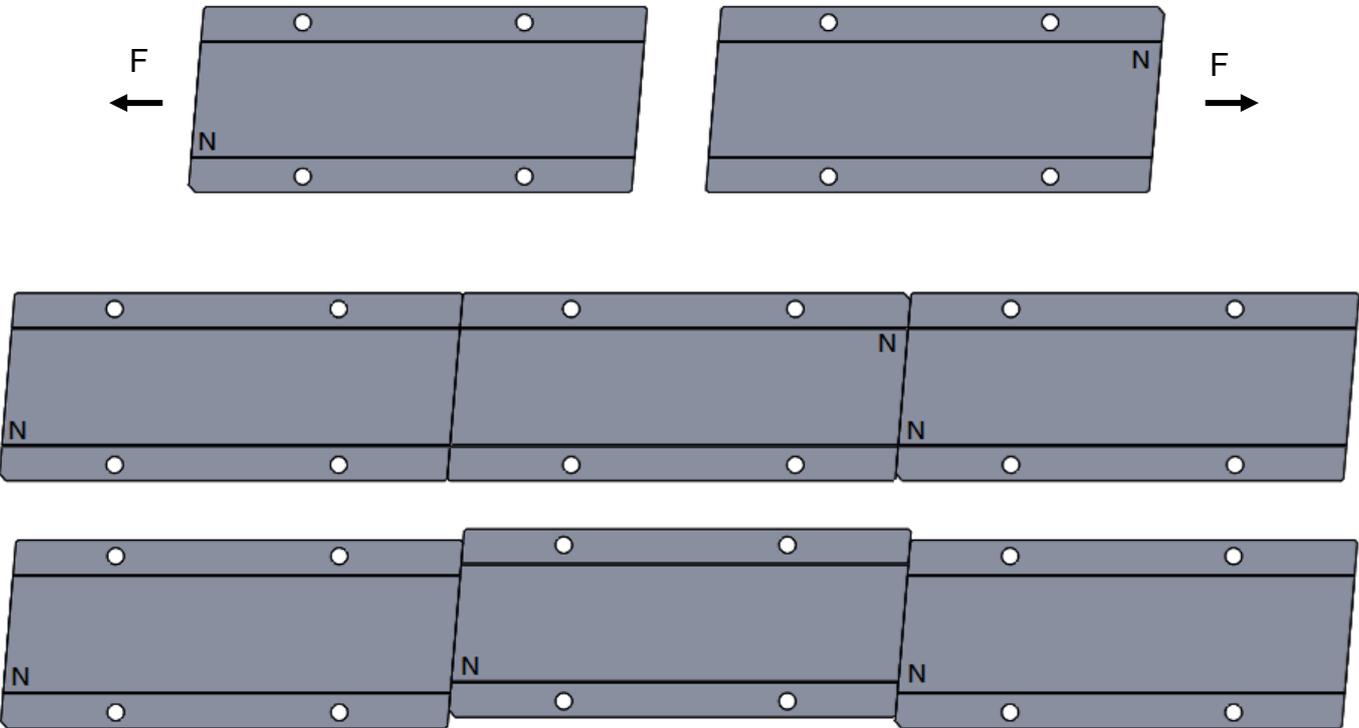


圖4.1.1.1.5 定子正確以及錯誤安裝

## 4.1.1.2 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 4.1.1.2.4。安裝動子組合方式，由中間往左右兩端依序鎖緊螺絲，如圖 4.1.1.2.5。鎖固完成後，動子與動子座無氣隙，如圖 4.1.1.2.6。
- ◆ 需注意兩定子間之強磁吸力，手勿於兩定子間（如圖 4.1.1.2.9）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 4.1.1.2.10），於定位後再行鎖固，完成後移除間隙片。

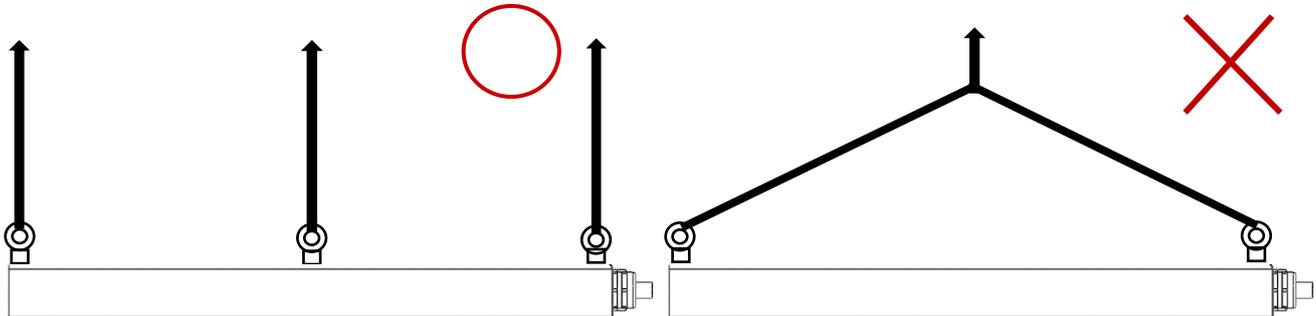
### 注意



#### 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 3.2.2.2 章節。
- ◆ 動子選用之螺絲最大鎖固深度、最小螺絲深度為請參考 3.2.2.2 章節。
- ◆ 鎖附動定子組合之螺絲扭力強度請參考 3.2.2.2 章節。

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。



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4.1.1.2.1)

#### ■ 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4.1.1.2.2)

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4.1.1.2.3)

#### ■ 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4.1.1.2.7)

使用螺絲⑩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4.1.1.2.8)

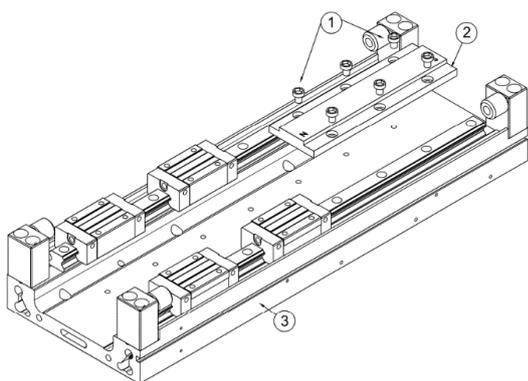


圖4.1.1.2.1 首片定子安裝

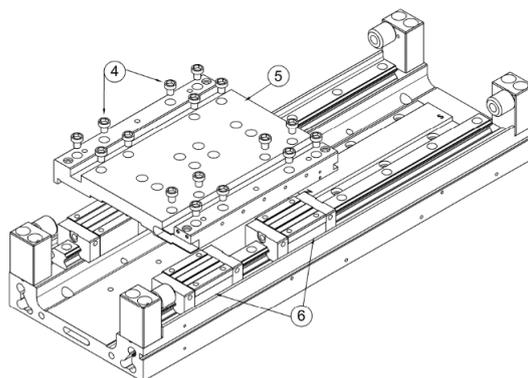


圖4.1.1.2.2 動子座安裝

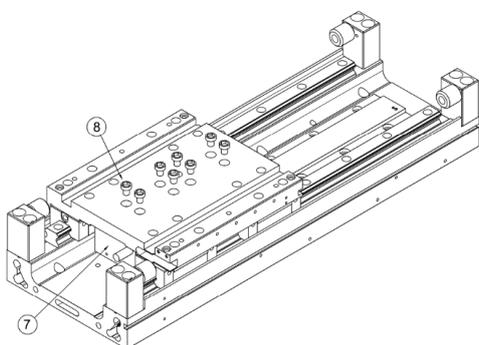


圖4.1.1.2.3 動子安裝



馬達前方



馬達後方

圖4.1.1.2.4 安裝間隙確認

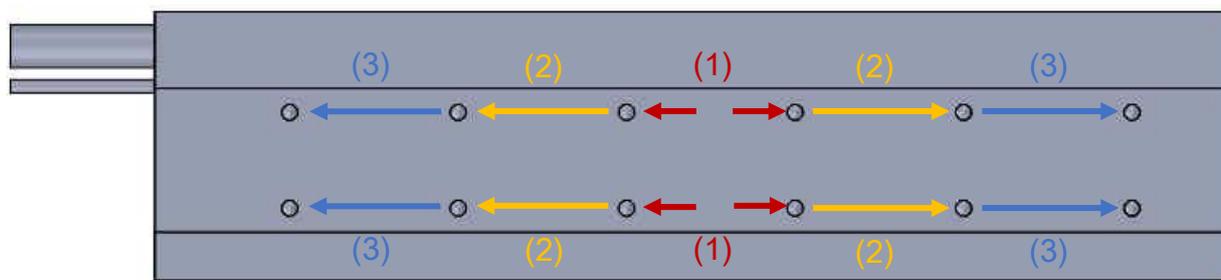


圖4.1.1.2.5 動子安裝手順示意圖

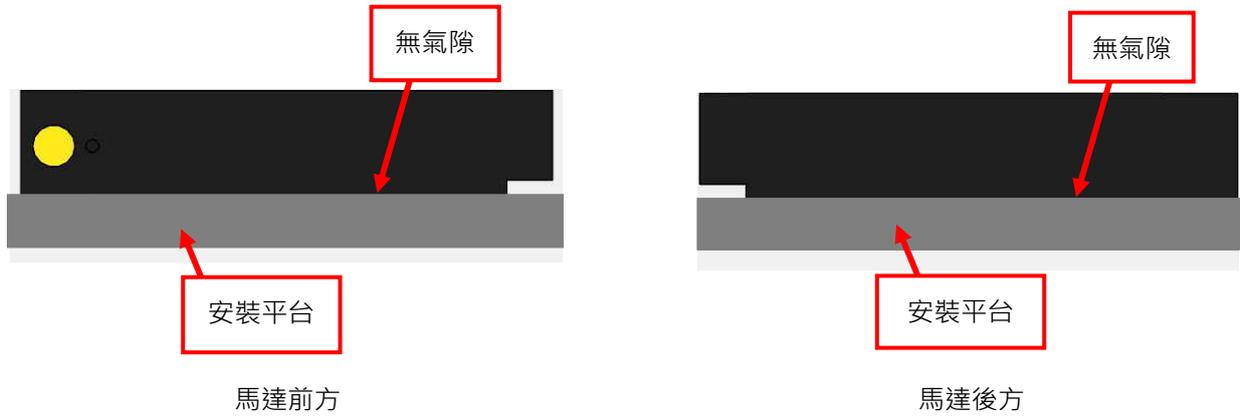


圖4.1.1.2.6 動子間隙說明

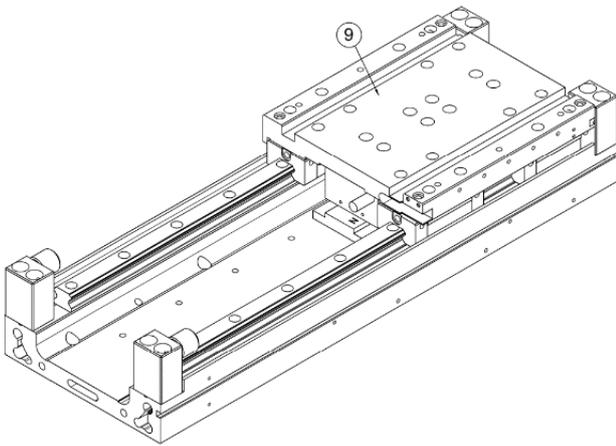


圖4.1.1.2.7 動子座移位

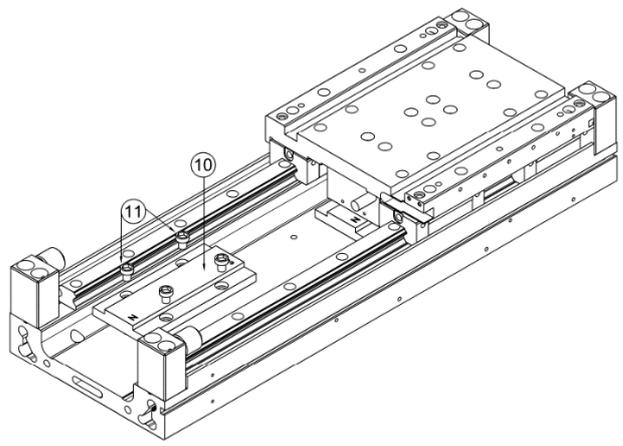


圖4.1.1.2.8 定子安裝

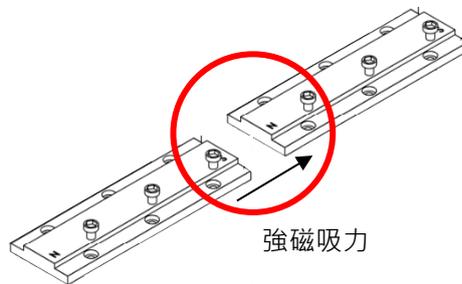


圖4.1.1.2.9 定子間有強磁吸力，須注意避免人員手部夾傷

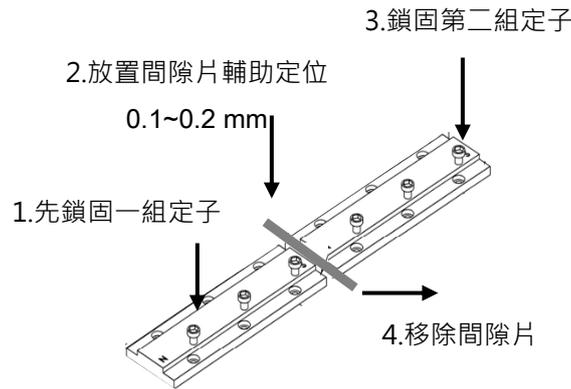


圖4.1.1.2.10 鎖固多組定子建議以間隙片輔助定位

### 4.1.1.3 LMSC動定子安裝注意事項

#### 警告

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 4.5mm 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 4.1.1.3.13)

#### ■ 安裝步驟(定子)：

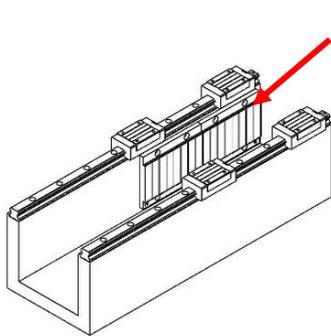
- (1) 先清潔所有安裝面
- (2) 將鎖固定子的螺絲點上螺絲固定膠 ( 如圖4.1.1.3.1 )
- (3) 定子上方使用非導磁材質間隔
- (4) 放入定子

- (5) 使用非導磁工具 ( 如圖4.1.1.3.2 ) 安裝行程一半之一側定子。
- (6) 擺放非導磁物於兩側定子安裝面之間。(如圖4.1.1.3.3)
- (7) 使用非導磁工具安裝行程一半之另一側定子。(如圖4.1.1.3.4)



螺絲點上螺絲固定膠

圖4.1.1.3.1 塗螺絲固定膠

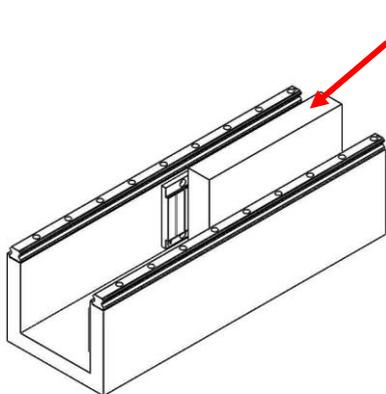


定子



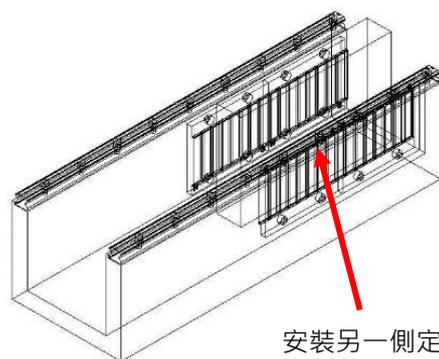
非導磁性工具

圖4.1.1.3.2 使用非導磁工具安裝定子



非導磁物

圖4.1.1.3.3 放置非導磁物



安裝另一側定子

圖4.1.1.3.4 使用非導磁工具安裝定子

■ 安裝步驟(動子)：

- (1) 先將動子安裝於動子座上。(如圖4.1.1.3.5)
- (2) 將動子座安裝於基座滑塊上。(如圖4.1.1.3.6)
- (3) 使用厚薄規調整氣隙 (如圖4.1.1.3.7) 至 $0.75^{+0.25}_{-0.15}$

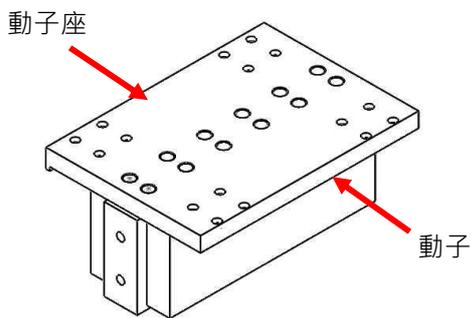


圖4.1.1.3.5 動子安裝

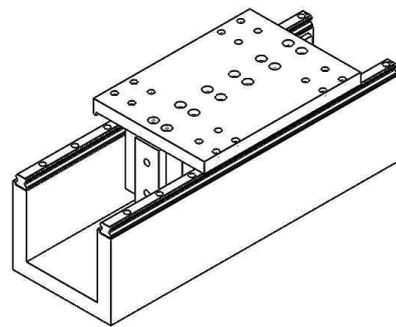


圖4.1.1.3.6 動子座安裝

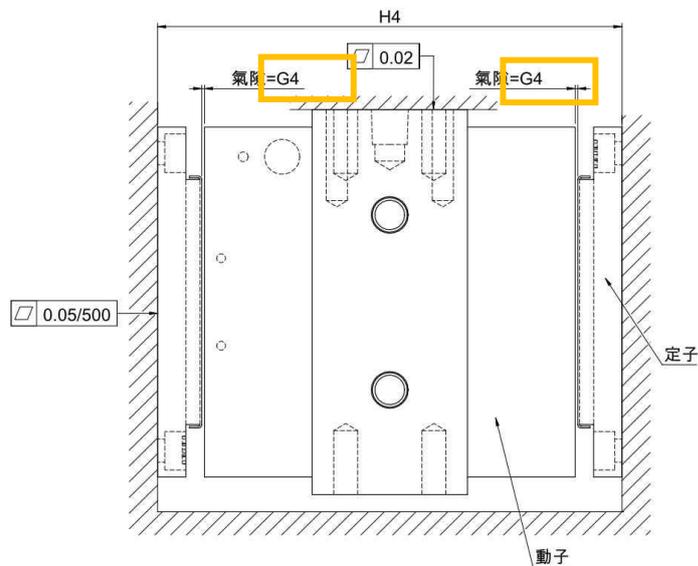


圖4.1.1.3.7 氣隙說明

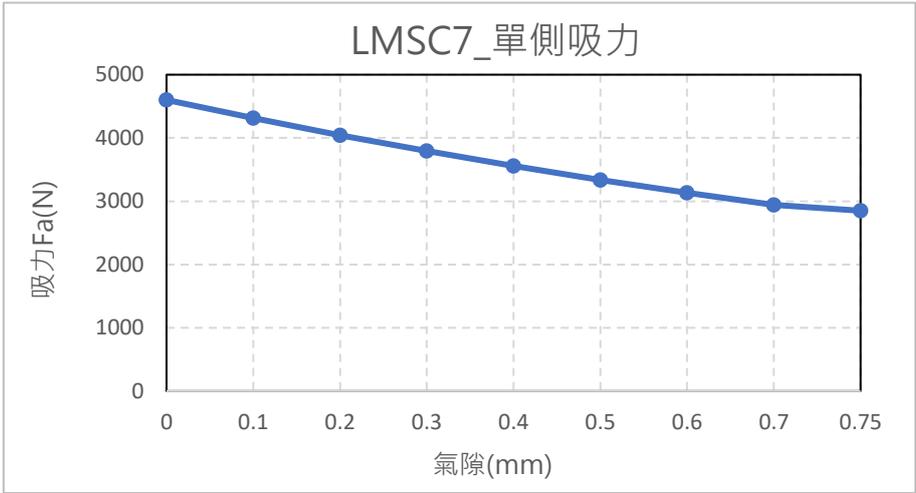


圖4.1.1.3.8 LMSC氣隙-吸力關係圖

表4.1.1.3.1 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 Fa (N)	4601	4313	4042	3796	3556	3338	3134	2942	2850

■ 安裝步驟(其餘定子)：

- (1) 移動動子座，以安裝其餘定子。(如圖4.1.1.3.9)
- (2) 使用非導磁工具安裝行程一半之一側定子。(如圖4.1.1.3.10)
- (3) 擺放非導磁物於兩側定子安裝面之間。(如圖4.1.1.3.11)
- (4) 使用非導磁工具安裝行程一半之另一側定子。(如圖4.1.1.3.12)

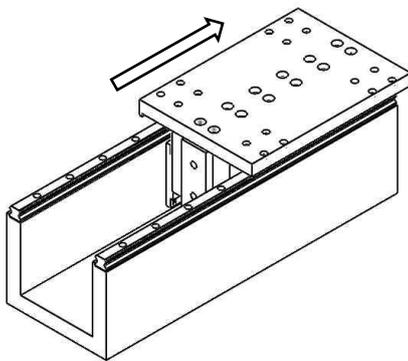


圖4.1.1.3.9 動子座移位

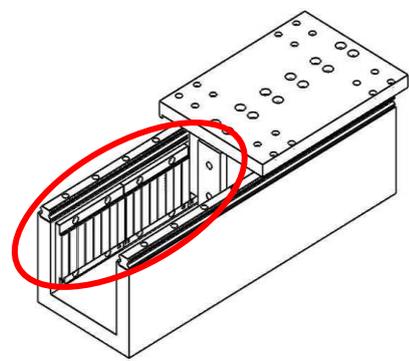


圖4.1.1.3.10 安裝單側定子

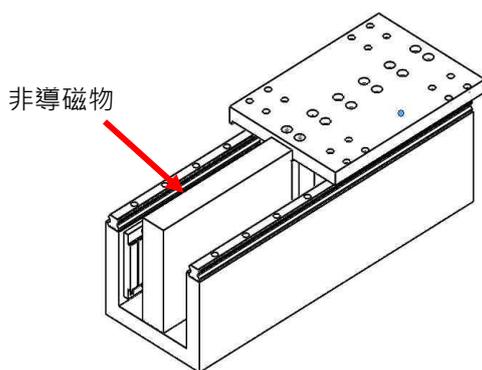


圖4.1.1.3.11 放置非導磁物

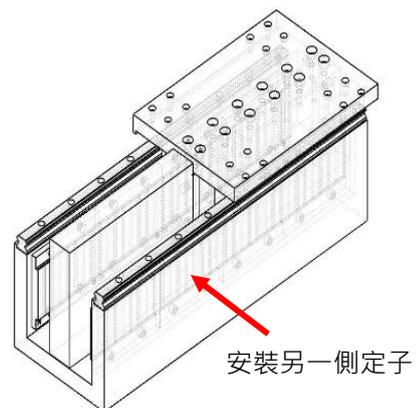


圖4.1.1.3.12 安裝另一側定子

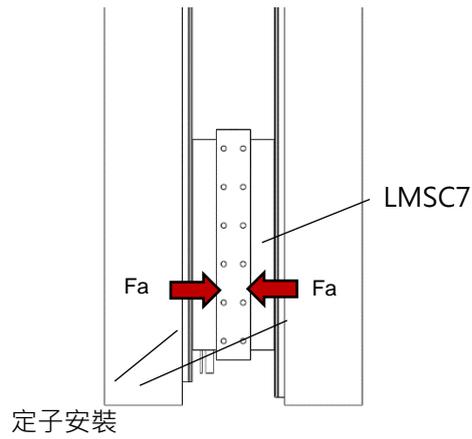


圖4.1.1.3.13 LMSC動、定子安裝圖

表4.1.1.3.2 LMSC氣隙不平均-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 Fa (N)	2838	2633	2230	1840	1461	1090	724	361	0

## 4.1.2 無鐵心式線性馬達安裝

### 4.1.2.1 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



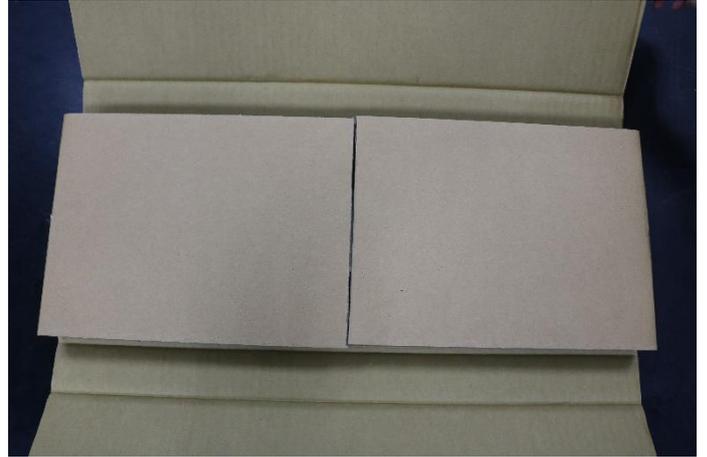
- ◆ 定子警告標籤務必朝上。
- ◆ 參照 3.1.3 章節動定子組合組裝後，需特別注意動定子間之尺寸。
- ◆ 鎖附動定子組合之螺絲扭力參考 3.2.2.2 章節。
- ◆ 選用螺絲之長度與牙深請參考 3.2.2.2 章節。

■ 包材說明(定子)

(1). 外箱



(2). 打開外箱



(3). 打開第二層外箱



(4). 取下內框，拿取定子，請勿同時拿取多片定子

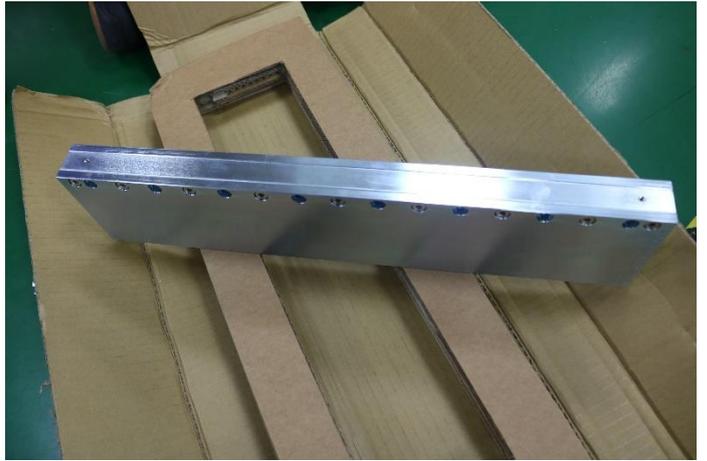


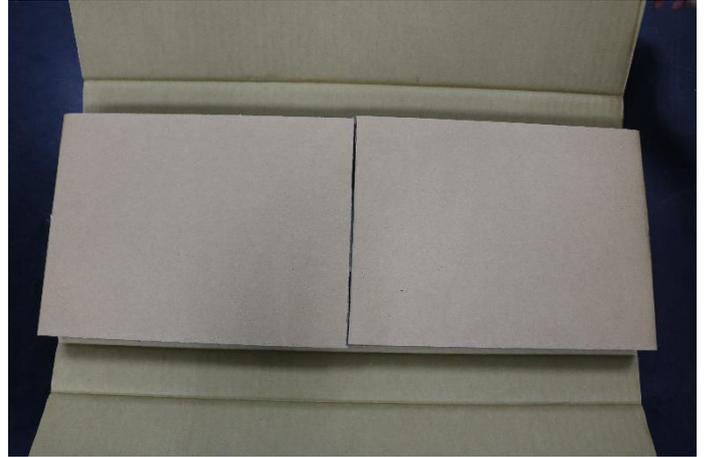
圖4.1.2.1.1 無鐵心式定子包材

## ■ 包材說明(動子)

(1). 外箱



(2). 打開外箱



(3). 打開第二層外箱



(4). 取下內框，拿取動子

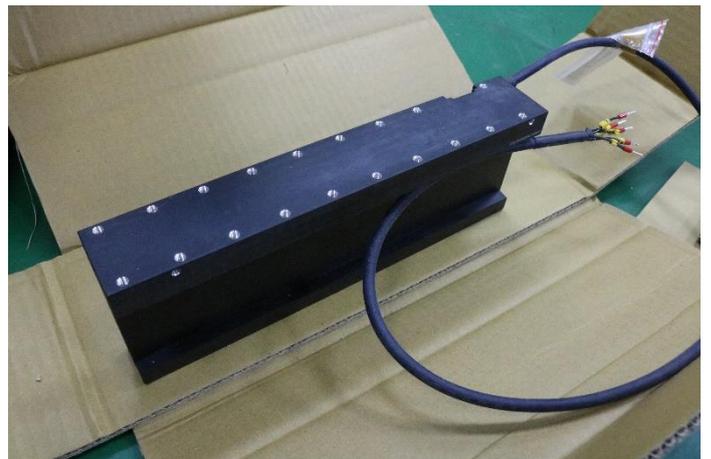


圖4.1.2.1.2 無鐵心式動子包材

**■ 安裝步驟：**

- (1) 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4.1.2.1.3)
- (2) 使用螺絲①將最右側定子組合②與底板③結合。(如圖4.1.2.1.4)
- (3) 使用螺絲④將動子座⑤安裝於線性滑塊⑥上。(如圖4.1.2.1.5)
- (4) 將動子座⑦移至最左側，方便鎖附動子組合⑧。(如圖4.1.2.1.6)
- (5) 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4.1.2.1.7)
- (6) 將其餘定子組合⑩鎖附於底板⑪上。(如圖4.1.2.1.8)
- (7) 組裝完成，滑動動子座確認無任何干涉現象。(如圖4.1.2.1.9)

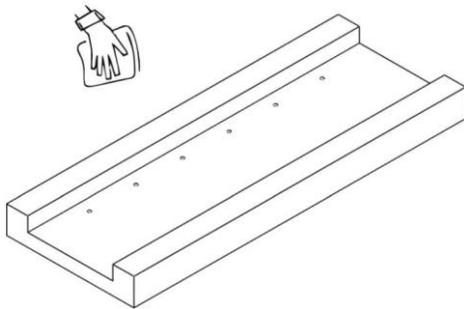


圖4.1.2.1.3 清潔安裝介面

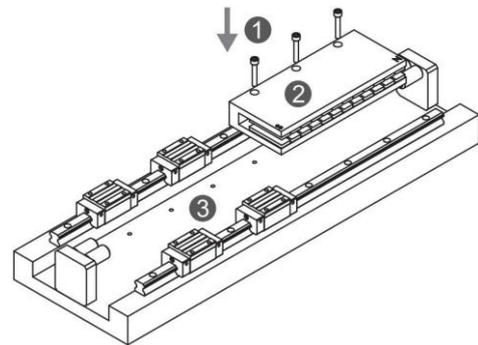


圖4.1.2.1.4 定子組裝

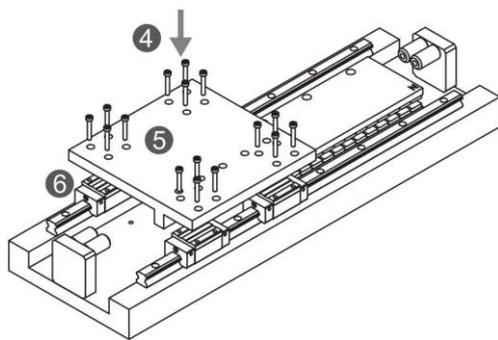


圖4.1.2.1.5 動子座組裝

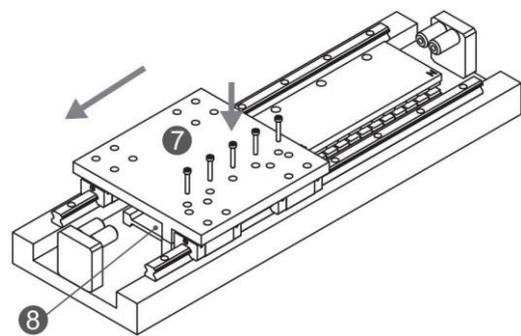


圖4.1.2.1.6 移動動子座

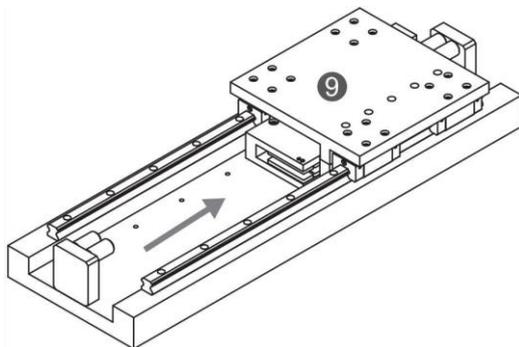


圖4.1.2.1.7 組裝動子

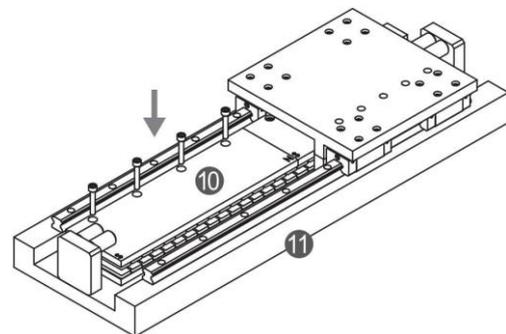


圖4.1.2.1.8 組裝定子

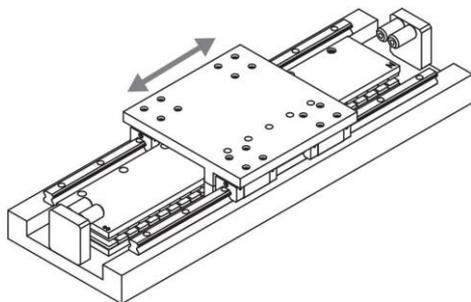


圖4.1.2.1.9 順暢度確認

## 4.1.2.2 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 3.1.4 章節，動子組合組裝後，同心度不可大於 0.2mm。
- ◆ 參照 3.1.4 章節，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 3.2.2.2 章節。
- ◆ 選用螺絲之長度與牙深請參考 3.2.2.2 章節。

## ■ 包材說明(定子)

1. 外箱



2. 打開外箱



3. 取下緩衝材



4. 拿取定子，請勿同時拿取多支定子



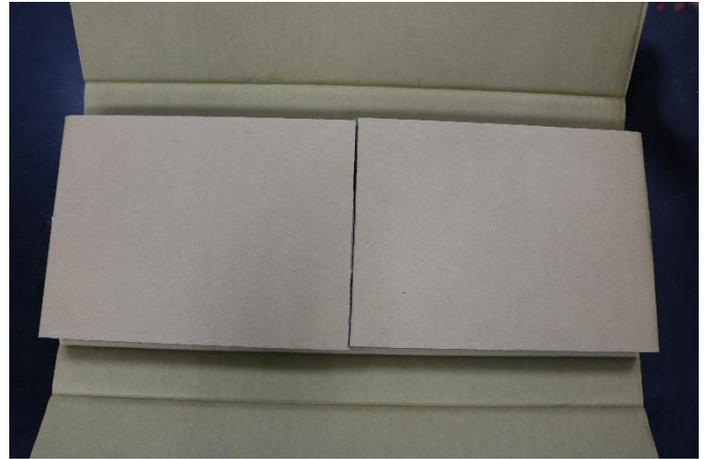
圖4.1.2.2.1 棒狀馬達定子包材

■ 包材說明(動子)

1. 外箱



2. 打開外箱



3. 打開第二層外箱



4. 取下內框，拿取動子



圖4.1.2.2.2 棒狀馬達動子包材

**■ 安裝步驟：**

- (1) 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4.1.2.2.3)
- (2) 將動子組合①放置於定子組合②。(如圖4.1.2.2.4)
- (3) 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4.1.2.2.5)
- (4) 使用螺絲⑥將動子座⑦安裝於滑塊⑧上。(如圖4.1.2.2.6)
- (5) 使用螺絲⑨將動子組合⑩鎖附於動子座⑪上。(如圖4.1.2.2.7)
- (6) 組裝完成，滑動動子座確認無任何干涉現象。(如圖4.1.2.2.8)

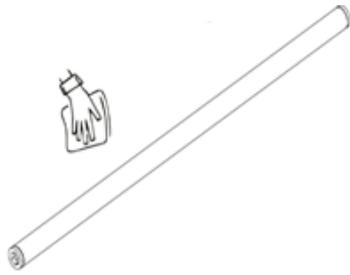


圖4.1.2.2.3 清潔安裝介面

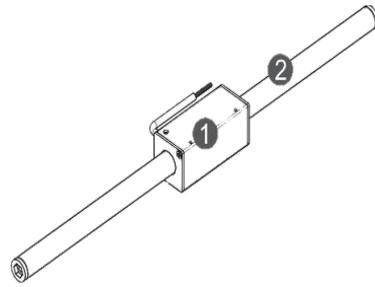


圖4.1.2.2.4 動、定子結合

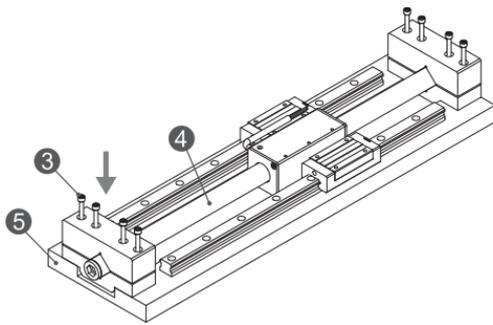


圖4.1.2.2.5 安裝定子

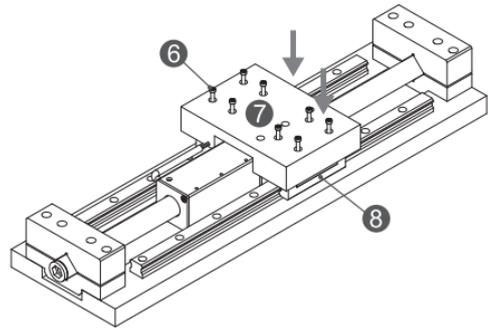


圖4.1.2.2.6 安裝動子座

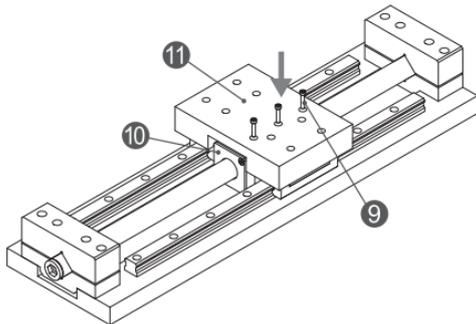


圖4.1.2.2.7 安裝動子

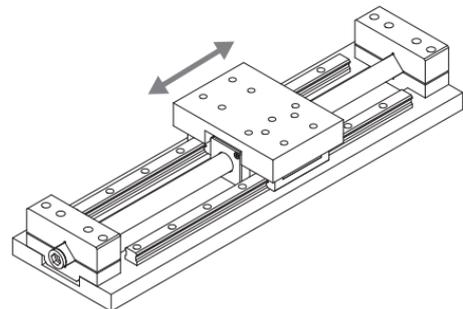


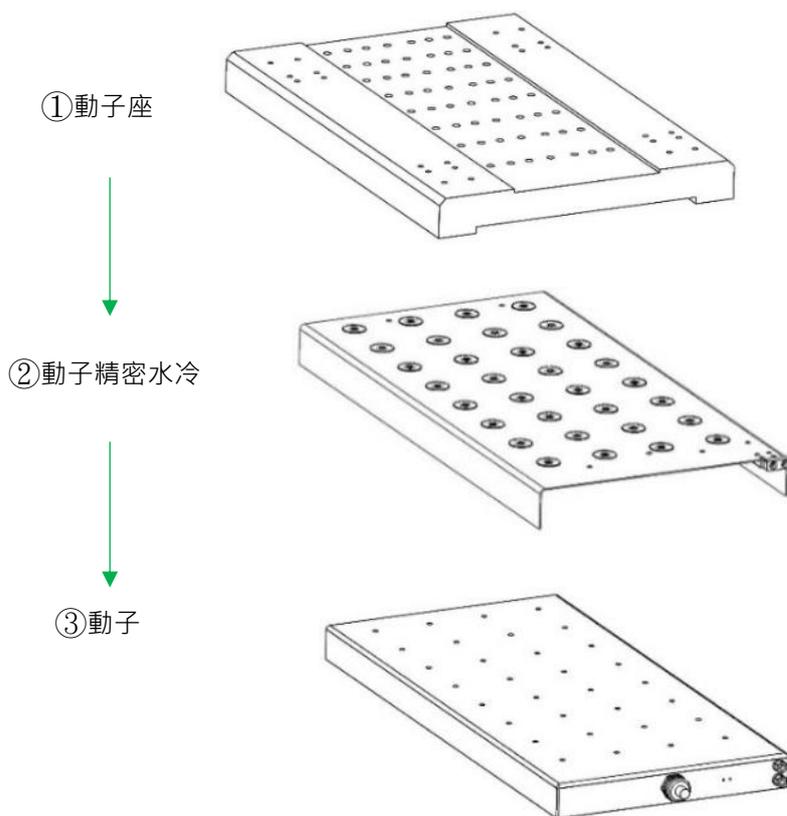
圖4.1.2.2.8 順暢度確認

### 4.1.3 水冷式線性馬達水冷系統安裝

#### 4.1.3.1 動定子精密水冷安裝

■ 動子精密水冷安裝步驟：(如圖4.1.3.1.1、圖4.1.3.1.2)

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 鎖固完成後，即可安裝於工作平台滑塊上，請參考4.1.1.2章節之說明。



4.1.3.1.1 動子精密水冷安裝示意圖

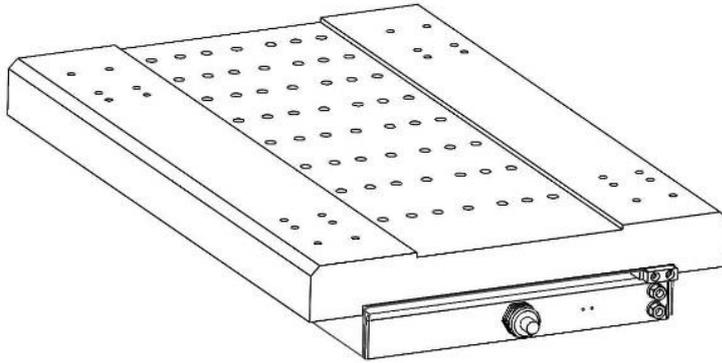


圖4.1.3.1.2 動子精密水冷安裝完成圖

■ 定子精密水冷安裝步驟：(如圖4.1.3.1.3、圖4.1.3.1.4)

- (1) 將一側之①連接座鎖固於作業平台工作位置。
- (2) 將②冷卻管與平台上之①連接座對插。
- (3) 若⑤定子長度較長，②冷卻管以拼接的方式連接。
- (4) 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。
- (5) 將⑤定子置於②冷卻管上對應位置。
- (6) 鎖固所有⑤定子，多組定子鎖固方式請參考4.1.1.2章節定子組裝。

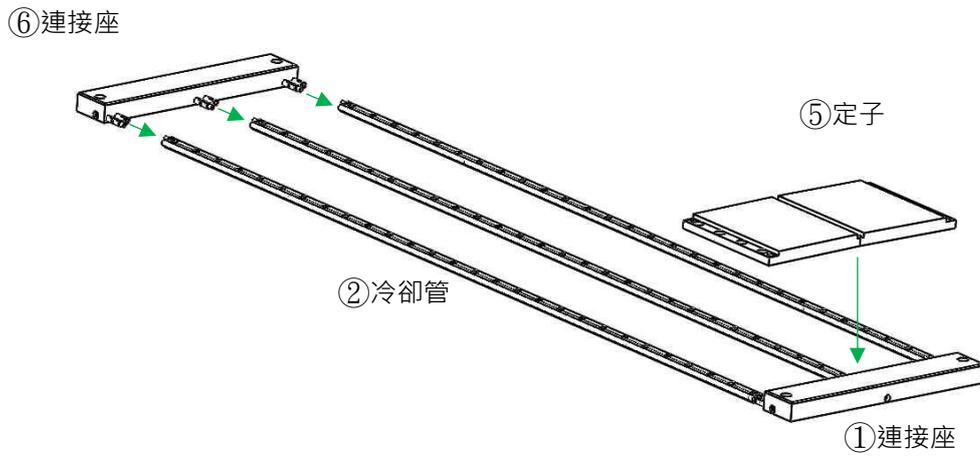
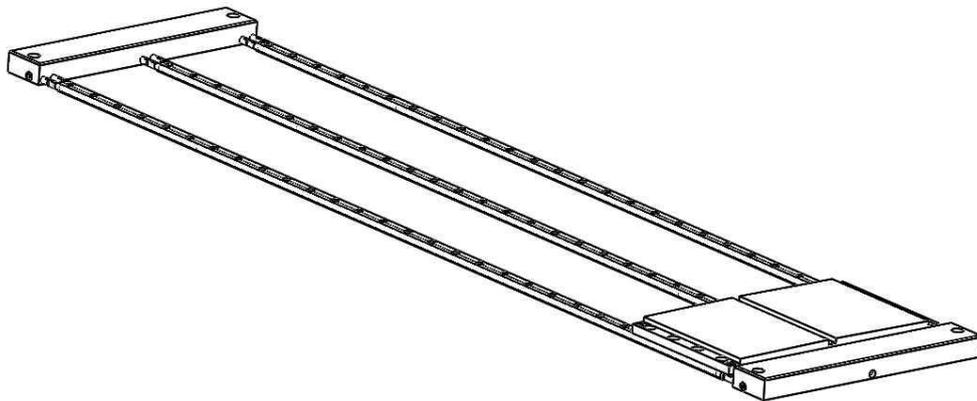


圖4.1.3.1.3 定子精密水冷安裝示意圖



### 4.1.3.2 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以及LMFP，所使用管螺紋如下表:

表4.1.3.2.1 動子水冷接頭螺紋

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

水冷接頭⑫為入水孔，水冷接頭⑬為出水孔。

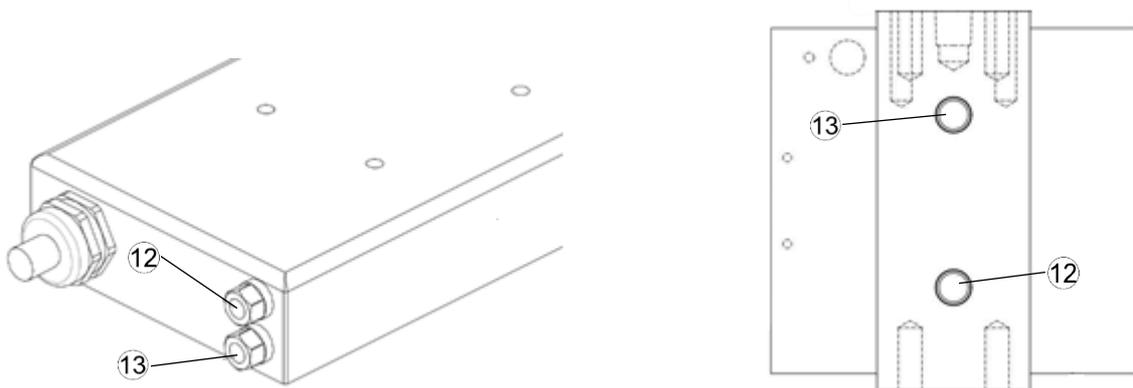


圖4.1.3.2.1 水冷接頭安裝位置

## 4.1.3.3 精密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。

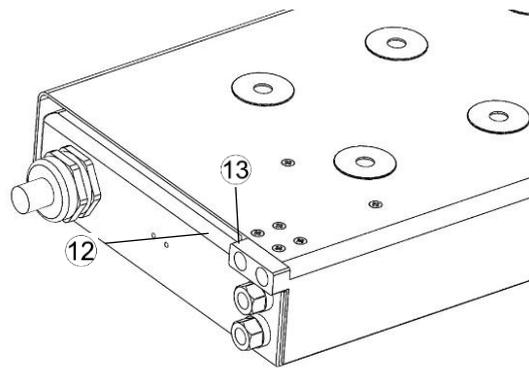


圖4.1.3.3.1 動子精密水冷接頭安裝位置

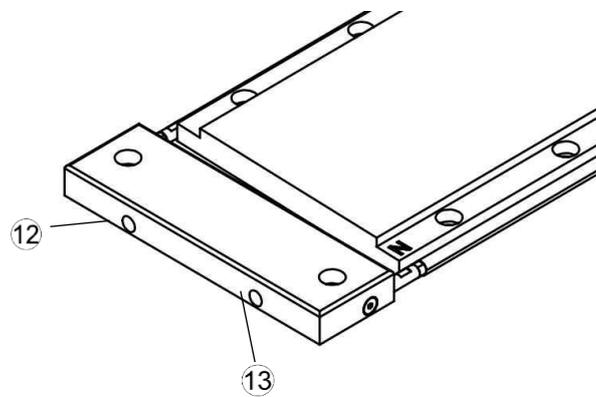


圖4.1.3.3.2 定子精密水冷接頭安裝位置

## 5 故障排除

---

5	故障排除.....	5-1
5.1	故障排除.....	5-2

## 5.1 故障排除

表5.1.1 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

## 6 保養與廢棄物處理

---

6	保養與廢棄物處理 .....	6-1
6.1	廢棄物處理 .....	6-2

## 6.1 廢棄物處理

### 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。

## 7 附錄

---

7	附錄.....	7-1
7.1	技術用語說明.....	7-2
7.2	單位換算.....	7-6
7.3	客戶需求調查表.....	7-8

## 7.1 技術用語說明

### ■ 連續推力 $F_c$ [N]

定義為馬達在環境溫度 25°C 下，連續運動不休息所輸出的推力，此連續推力對應施加給馬達之連續電流  $I_c$ 。

### ■ 連續電流 $I_c$ [ $A_{rms}$ ]

定義為在環境溫度 25°C 下，可連續供應給馬達線圈的電流，亦為產生連續推力的電流。

### ■ 水冷連續推力 $F_c(wc)$ [N]

定義為馬達在水冷溫度 20°C 下，連續運動不休息所輸出的推力，此水冷連續推力對應施加給馬達之水冷連續電流  $I_c(wc)$ 。

### ■ 水冷連續電流 $I_c(wc)$ [ $A_{rms}$ ]

定義為在水冷溫度 20°C 下，可連續供應給馬達線圈的電流，亦為產生水冷連續推力的電流。

### ■ 瞬間推力 $F_p$ [N]

定義為馬達在不超過一秒的時間可以輸出的最大推力，一般用於加速與減速的目的。

### ■ 瞬間電流 $I_p$ [ $A_{rms}$ ]

定義為馬達達到瞬間推力下所對應之瞬間大電流，在正常操作範圍，瞬間電流可允許供給 1 秒。

### ■ 極限推力 $F_u$ [N]

定義為馬達達到極限推力下所對應之極限電流，在正常操作範圍，極限電流可允許供給 0.5 秒

### ■ 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 $T_{max}$ [°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<sub>rms</sub>] 磁鐵溫度 25°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。

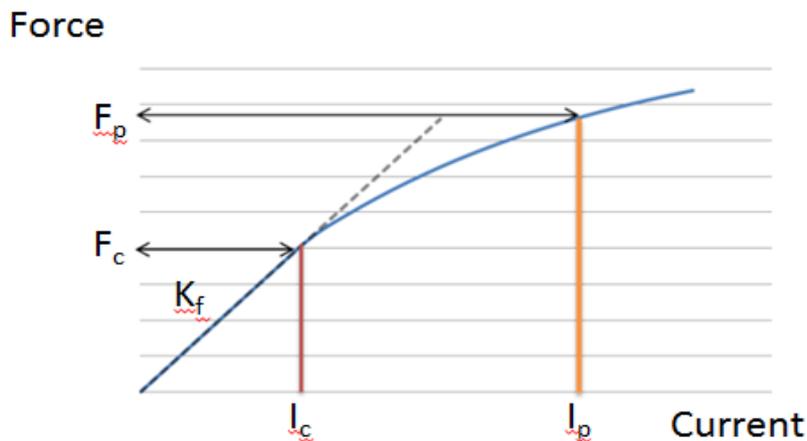


圖7.1.1

■ 電阻  $R_{25}$  [Ω]

定義為馬達在線圈溫度 25°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  $2\tau$  [mm]

定義為定子上兩同極性磁鐵之間的距離，即 N→N 或 S→S。

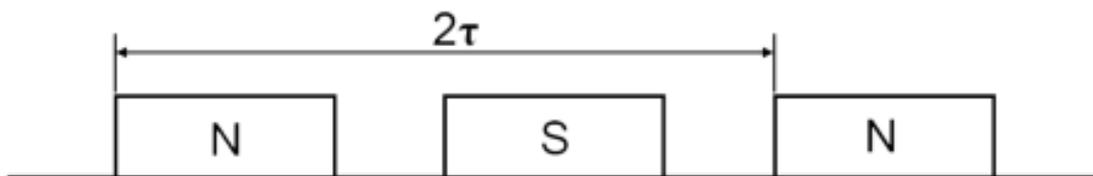


圖7.1.2

- 反電動勢常數 $K_v$  [ $V_{rms}/(m/s)$ ]  
定義為馬達在磁鐵溫度  $25^{\circ}\text{C}$  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 $K_m$  [ $\text{N}/\sqrt{\text{W}}$ ]  
定義為線圈以及磁鐵溫度  $25^{\circ}\text{C}$  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 $R_{TH}$  [ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ]  
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。

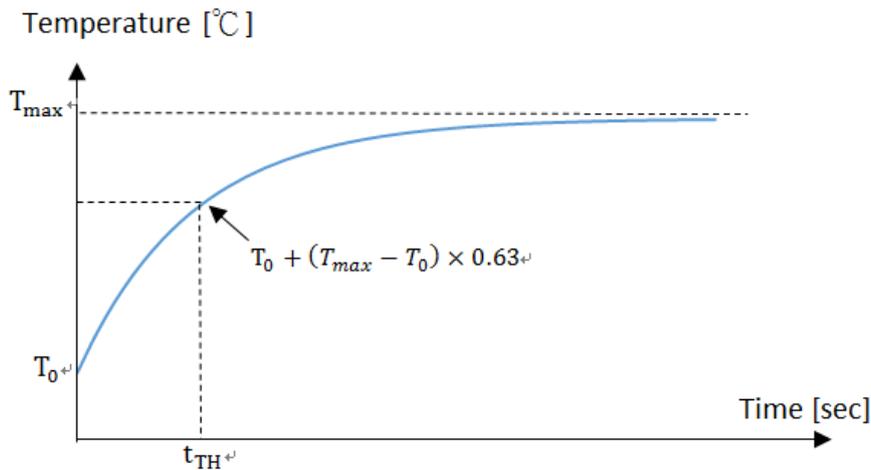


圖7.1.3

- 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 [°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 $F_c(wc)$ 。
- 壓降 $\Delta P$  [bar]  
定義為冷卻液在最小流量下的進出水口壓力差。

- 瞬間推力最高速度  $V_{max,F_p}$  [m/s]  
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。
- 最大輸入功率  $P_{EL,max}$  [W]  
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。
- 最大熱損失  $Q_{P,H,max}$  [W]  
定義為馬達在線圈最高溫度  $T_{max}$  時線圈產生的熱損失。
- 堵轉電流  $I_0$  [ $A_{rms}$ ]  
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。
- 堵轉推力  $F_0$  [N]  
定義為馬達在短行程(行程小於極對距  $2\tau$ )及堵轉應用時，所能供給之推力上限，其值受限於堵轉電流。
- 最大操作電壓 [ $V_{DC}$ ]  
定義為馬達在正常工作環境所能使用的最大操作電壓。

## 7.2 單位換算

欲將B欄的單位轉換成A欄的單位，請乘以表格中相對應的數字。

### ■ 質量

表7.2.1

		B			
		g	kg	lb	oz
A	g	1	0.001	0.0022	0.03527
	kg	1000	1	2.205	35.273
	lb	453.59	0.45359	1	16
	oz	28.35	0.02835	0.0625	1

### ■ 線性速度

表7.2.2

		B				
		m/s	cm/s	mm/s	ft/s	in/s
A	m/s	1	100	1000	3.281	39.37
	cm/s	0.01	1	10	$3.281 \times 10^{-2}$	0.3937
	mm/s	0.001	0.1	1	$3.281 \times 10^{-3}$	$3.937 \times 10^{-2}$
	ft/s	0.3048	30.48	304.8	1	12
	in/s	0.0254	2.54	25.4	$8.333 \times 10^{-2}$	1

### ■ 推力

表7.2.3

		B		
		N	lb	oz
A	N	1	0.2248	3.5969
	lb	4.4482	1	16
	oz	0.2780	0.0625	1

■ 長度

表7.2.4

		B				
		m	cm	mm	ft	in
A	m	1	100	1000	3.281	39.37
	cm	0.01	1	10	$3.281 \times 10^{-2}$	0.3937
	mm	0.001	0.1	1	$3.281 \times 10^{-3}$	$3.937 \times 10^{-2}$
	ft	0.3048	30.48	304.8	1	12
	in	0.0254	2.54	25.4	$8.333 \times 10^{-2}$	1

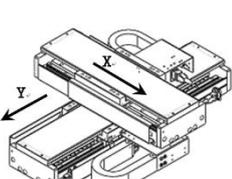
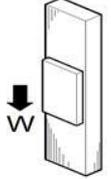
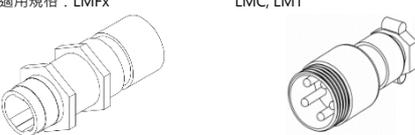
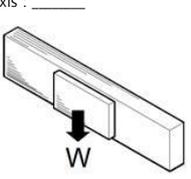
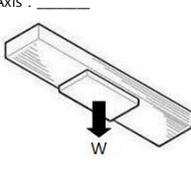
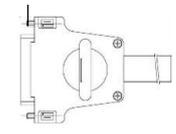
■ 溫度

表7.2.5

		B	
		°C	°F
A	°C	1	$(°F - 32) \times 5 / 9$
	°F	$(°C \times 9 / 5) + 32$	1

## 7.3 客戶需求調查表

表7.3.1

*號部分為必填欄位。		日期：_____	
客戶名稱：_____		接洽人：_____	
Email：_____		職稱：_____	
電話：_____ 傳真：_____		負責業務：_____	
*應用產業	_____		
*使用環境	<input type="checkbox"/> 一般 25°C 環境 <input type="checkbox"/> 無塵室，等級：_____ <input type="checkbox"/> 真空環境，等級：_____ <input type="checkbox"/> 其它：_____		
*平台型式	<input type="checkbox"/> 單軸 <input type="checkbox"/> XY 軸 <input type="checkbox"/> 橋式 <input type="checkbox"/> 龍門(單驅) <input type="checkbox"/> 龍門(雙驅) <input type="checkbox"/> 其它：_____		
*負載	<input type="checkbox"/> 重量：_____ kg		
外部施力值(N)	X-axis	Y-axis	Z-axis
_____	_____	_____	_____
*最大速度(m/s)	X-axis	Y-axis	Z-axis
_____	_____	_____	_____
*加速度(m/s <sup>2</sup> )	X-axis	Y-axis	Z-axis
_____	_____	_____	_____
*行程(m)	X-axis	Y-axis	Z-axis
_____	_____	_____	_____
*安裝方式	<input type="checkbox"/> 水平 Axis：_____ 	<input type="checkbox"/> 垂直 Axis：_____ 	<input type="checkbox"/> 線+圓型接頭 適用規格：LMFx LMC, LMT 
	<input type="checkbox"/> 壁掛 Axis：_____ 	<input type="checkbox"/> 側掛 Axis：_____ 	<input type="checkbox"/> 線+D型接頭 適用規格：LMSA, LMC-EFE, LMC-EFF, LMCF 
運動曲線：	備註：		<input type="checkbox"/> 線+直接頭 適用規格：LMFA, LMFP 
			
以下由 HIWIN 或代理商填寫。			
建議規格：			