



IM-1系列 高速主軸馬達

使用者操作手冊

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		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。
		E2 系列驅動器使用者操作手冊	MD28UC01-□□□□	詳細說明 E2 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。
		E1 系列驅動器多工位功能使用者操作手冊	MD32UC01-□□□□	詳細說明 E1 系列驅動器多工位功能的使用方式。
		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。
		Application Note E1 PROFINET 驅動器搭配 Siemens TIA Portal	MD30UC01-□□□□	詳細說明 E1 PROFINET 驅動器搭配 Siemens S7 系列 PLC 時，PLC 軟體 TIA Portal 的操作。
		Application Note E1 MECHATROLINK-III 驅動器搭配 YASKAWA MPE720	MD31UC01-□□□□	詳細說明 E1 MECHATROLINK-III 驅動器搭配 YASKAWA MP3000 系列運動控制器時，運動控制器軟體 MPE720 的操作。
	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。

產品		文件名稱	文件編號	內容
		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。
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	DMN 系列直驅馬達使用者操作手冊	MR01UC01-□□□□	詳細說明 DMN 系列直驅馬達的選擇、安裝、連接等。
		DMT 系列直驅馬達使用者操作手冊	MR03UC01-□□□□	詳細說明 DMT 系列直驅馬達的選擇、安裝、連接等。
		DMY 系列直驅馬達使用者操作手冊	MR04UC01-□□□□	詳細說明 DMY 系列直驅馬達的選擇、安裝、連接等。
		DMS 系列直驅馬達使用者操作手冊	MR05UC01-□□□□	詳細說明 DMS 系列直驅馬達的選擇、安裝、連接等。
		DMR 系列直驅馬達使用者操作手冊	MR06UC01-□□□□	詳細說明 DMR 系列直驅馬達的選擇、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 系列高速主軸馬達	IM-1 系列高速主軸馬達使用者操作手冊	MS01UC01-□□□□	詳細說明 IM-1 系列高速主軸馬達的選擇、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。

認證

馬達型號	認證項目	
	歐盟指令	北美認證
IM-1-135□□ IM-1-106□□	CE	UL
		

目錄

1.	導論.....	1-1
1.1	修訂紀錄.....	1-2
1.2	關於此手冊	1-3
1.3	注意事項.....	1-4
1.4	安全說明.....	1-5
1.5	版權	1-8
1.6	製造商資訊	1-8
1.7	產品監督.....	1-8
2.	基本安全資訊	2-1
2.1	簡介	2-2
2.2	基本安全事項	2-2
2.3	合理可預見的誤用	2-3
2.3.1	環境因素	2-3
2.3.2	產品因素	2-3
2.3.3	人員因素	2-3
2.4	換算與修正	2-4
2.5	殘餘風險.....	2-4
2.6	人員需求.....	2-4
2.7	安全設備.....	2-5
2.7.1	個人裝備要求	2-5
2.7.2	安全設備要求	2-5
2.8	高速主軸馬達標籤	2-6
3.	產品說明.....	3-1
3.1	高速主軸馬達說明	3-2
3.1.1	內藏式優勢.....	3-2
3.2	高速主軸馬達主要元件	3-4
3.2.1	定子種類	3-4
3.2.2	轉子結構	3-5
3.3	產品型號.....	3-6
3.3.1	馬達選型相關	3-7
3.3.1.1	馬達選型流程.....	3-7
3.3.1.2	熱損失.....	3-8
3.3.1.3	連續運轉溫度.....	3-9
3.3.1.4	熱時間常數	3-9
3.3.2	驅動器等周邊元件相關	3-11

3.3.2.1	電力系統.....	3-11
3.3.2.2	驅動器.....	3-11
3.3.2.3	電抗器.....	3-12
3.3.2.4	電壓保護模塊.....	3-12
3.3.2.5	回生電阻.....	3-12
3.3.3	冷卻相關.....	3-13
3.3.3.1	水冷系統計算.....	3-13
3.3.3.2	冷卻液選擇.....	3-14
3.3.3.3	冷卻液進、出水口示意圖.....	3-14
4.	運送與安裝.....	4-1
4.1	輸送.....	4-2
4.2	運送至安裝位置.....	4-4
4.3	安裝位置之需求規格.....	4-5
4.3.1	轉子安裝介面.....	4-5
4.3.2	定子安裝介面.....	4-6
4.3.2.1	不含冷卻水套的定子.....	4-6
4.3.2.2	含冷卻水套的定子.....	4-7
4.3.3	氣隙與裝配同心度.....	4-8
4.3.3.1	不含冷卻水套的定子與轉子.....	4-8
4.3.3.2	含冷卻水套的定子與轉子.....	4-9
4.3.4	馬達徑向吸引力.....	4-10
4.3.5	馬達軸向吸引力.....	4-12
4.3.6	轉子熱膨脹量.....	4-13
4.3.7	動平衡計算.....	4-14
4.3.7.1	平衡環間距.....	4-14
4.3.8	心軸壁厚.....	4-15
4.4	儲存.....	4-16
4.5	開箱與設定.....	4-17
5.	組裝與連接.....	5-1
5.1	機械安裝.....	5-2
5.1.1	機械組裝.....	5-2
5.1.1.1	冷卻水套設計與進、出水口位置建議.....	5-3
5.1.1.2	O 型環特性與規格.....	5-4
5.1.2	產品安裝手法.....	5-5
5.1.2.1	不含冷卻水套的定子安裝.....	5-5
5.1.2.2	含冷卻水套的定子安裝.....	5-6
5.1.2.3	轉子與心軸安裝.....	5-8
5.2	電氣安裝.....	5-10
5.2.1	電源供應器與控制器選型.....	5-10

5.2.2	溫度保護系統	5-10
5.2.2.1	PTC 溫度感測器	5-11
5.2.2.2	Pt1000 溫度感測器	5-12
5.2.3	UVW 三相動力線	5-13
5.2.4	線材彎曲半徑	5-13
6.	調適	6-1
6.1	調適	6-2
7.	保養與清潔	7-1
7.1	保養	7-2
7.2	清潔	7-2
8.	處置	8-1
8.1	廢棄物處理	8-2
8.1.1	汰換	8-2
8.1.2	處置	8-3
8.1.2.1	轉子處置	8-3
8.1.2.2	包裝處置	8-4
9.	故障排除	9-1
9.1	故障排除	9-2
9.1.1	故障排除表單	9-4
10.	公司聲明	10-1
10.1	公司聲明	10-2
11.	附錄	11-1
11.1	技術用語說明	11-2
11.2	單位換算	11-5
11.3	公差與假設	11-6
11.3.1	尺寸公差	11-6
11.3.1.1	孔的公差	11-7
11.3.1.2	軸的公差	11-8
11.3.1.3	幾何公差	11-9
11.3.2	假設	11-9
11.4	客戶需求調查表	11-10
11.4.1	冷卻水套加熱溫度需求表	11-12

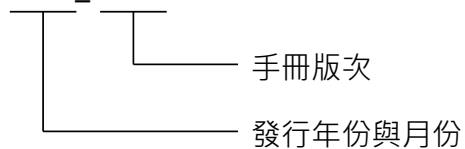
1. 導論

1.	導論.....	1-1
1.1	修訂紀錄.....	1-2
1.2	關於此手冊	1-3
1.3	注意事項.....	1-4
1.4	安全說明.....	1-5
1.5	版權	1-8
1.6	製造商資訊	1-8
1.7	產品監督.....	1-8

1.1 修訂紀錄

手冊版次資訊亦標記於手冊封面右下角。

MS01UC01-2303_V1.0



發行日期	版次	適用產品	更新內容
2023/03/17	1.0	IM-1 系列 高速主軸馬達	初版發行。

1.2 關於此手冊

本手冊主要目的為協助使用者安裝並使用 IM-1 系列高速主軸馬達。使用者操作產品前，請按照目錄的順序詳細閱讀本手冊內容，包含介紹、選型、安裝、保養、廢棄物處理、故障排除與附錄。使用者須遵守手冊中的注意事項與安全說明，以確保產品正常運轉。

1.3 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，請確實檢查產品外觀是否有破損或毀壞，並檢查配線是否正確，不正確的配線可能會造成產品不正常運轉，導致產品故障或損壞。若發現任何破損或錯誤情形，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。
- 使用產品前，請詳閱產品標籤需求或技術文件指定的之供應電源大小規格，並確認所使用之供應電源合乎產品要求，再依照產品規格及說明進行安裝。若因未使用正確的供應電源造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 請確保產品與額定負載搭配使用，請勿施加超過產品規格標定之最大負荷，若因不當使用造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 請勿讓產品承受衝擊或置於有衝擊的環境中，若因不當使用造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 請勿自行分解或改裝產品，由於產品設計均經過結構運算，模擬分析及實體測試驗證，故在未徵求同意之前，若因自行拆解或改裝產品而造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 兒童須被管理者監督以避免接觸本產品，請勿在產品使用範圍內嬉戲打鬧，且禁止丟擲產品與附屬物件，並請勿乘坐或將重物放置於產品上。
- 產品內部裝置強磁，裝有心臟節律器者與體內含有金屬儀器者請勿靠近。另外，須特別小心手部夾傷風險，避免使用磁性工具或螺絲，並避免磁性資料存取設備和精密儀器等物品靠近產品。若因此造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 無相關產品使用經驗者，不可使用本產品，除非有管理者或產品解說員在旁監督。若因此造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 若產品發生錯誤、異常等狀況，請參閱第 9 章進行故障排除。若無法排除，請將產品送回本公司處理，由本公司合格的技術人員進行維修。若因人為因素造成任何損害、發生的意外或傷害，本公司不予負責。
- 若登錄資料與訂貨資料不符或對產品有任何疑問時，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。

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。

1.4 安全說明

- 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，請詳閱馬達資訊、安全資訊及相關的注意事項。
- 本使用手冊的安全注意事項共分為三類：危險、警告、注意。

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。

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！



禁止金屬物品或手錶！



禁止金屬植入物！



禁止有磁性或導電性物品！



請勿重壓！



請勿堆疊！

強制性標誌



配戴安全帽！



閱讀手冊！



穿戴安全手套！



保養或維修前請斷開連接。



穿戴安全鞋！



吊掛點。



戴上耳罩！



置於兒童無法取得之處。

⚠ 危險



- ◆ 運送、安裝、操作產品時，裝置心臟節律器與體內含有金屬儀器者不可靠近接觸，避免發生性命問題。



⚠ 警告



- ◆ 請勿將產品存放於高溫、高濕、有灰塵、鐵粉、切削粉、腐蝕性物質、可燃性氣體及可燃性物質的場所。



- ◆ 所有周邊設備（包含驅動器與控制器）須與馬達共用電源系統，避免設備與馬達的壓差燒毀設備。



- ◆ 操作前，請確認產品指定的供應電源，否則可能會造成人員受傷或火災。
- ◆ 運轉時，請勿使用本產品於超過其額定負載之環境下運轉。須特別注意馬達溫度是否符合規定，若偵測到不正常的異味、噪音、煙霧或異常的振動，請立即停止運轉並關閉電源。
- ◆ 斷電後，請等待 10 分鐘再碰觸產品端子及內部零件，否則殘餘的電壓可能會造成觸電。
- ◆ 請正確配線，否則可能會導致產品故障、燒毀，或人員受傷及火災。
- ◆ 請勿更改配線及碰觸產品端子或內部零件，否則可能會造成觸電。

 注意

- ◆ 請戴手套，以免割傷。
- ◆ 請穿著安全鞋，避免產品砸傷。
- ◆ 拿取或放置時，不可只拉線材拖曳馬達。
- ◆ 請勿重壓產品。
- ◆ 請勿堆疊產品，以免造成倒塌。
- ◆ 請小心搬運產品，以免造成產品損壞。
- ◆ 產品運送、存放的環境溫度：-10°C ~ 50°C。
- ◆ 產品運轉時的環境溫度：5°C ~ 40°C。
- ◆ 轉子具有強大的吸力，須做好安全防護，不可接近導磁物（如鐵製品），避免發生危險。
- ◆ 安裝場所周圍溫度須符合使用手冊的規定，若周圍溫度過高，請使用風扇或空調降溫。
- ◆ 請勿將產品安裝於陽光直射的場所。
- ◆ 產品無防滴或防水設計，請勿將產品存放於室外、潮濕、灰塵及有害液體、有害氣體與陽光直射的場所。
- ◆ 請將產品安裝、存放於較少振動的場所。
- ◆ 請將產品安裝於不可燃物上（如金屬），避免造成火災。
- ◆ 請勿將重物置於產品上方，並避免對產品造成衝擊，否則可能會造成產品故障或人員受傷。
- ◆ 安裝時，請將產品重量列入考量，不當安裝可能會造成產品損壞。
- ◆ 啟動馬達前，須先確認總開關已經開啟。
- ◆ 馬達運轉前，請確認冷卻系統已經在運作。
- ◆ 輸送電力前，請確認至少有一條接地線連接所有的電氣產品。
- ◆ 馬達運轉時，若有其他物件位於路徑上，會產生非必要的摩擦力。若電流超過規格書所標示的最大容許電流，會使馬達內部磁性元件產生去磁現象，此時請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。
- ◆ 馬達運轉一段時間後會發熱，請使用冷卻系統。不使用馬達時，請將馬達解激磁，以免周圍溫度超過馬達規格。
- ◆ 請勿在馬達停止運轉時直接碰觸馬達。
- ◆ 供電恢復後產品可能會突然啟動，所以請勿太靠近產品。
- ◆ 因應緊急停止功能，請設置外部配線，以便及時停止馬達運轉。

1.5 版權

本產品的使用手冊為台中大銀微系統股份有限公司版權所有，不得以任何形式手段傳播文件。

使用手冊受版權保護，任何內容複製、出版、修改或刪減，均須要大銀微系統股份有限公司的書面核准。

註：

本公司保留變更的權利，如使用手冊內容或產品規格，恕不另行通知。

1.6 製造商資訊

表 1.6.1 製造商資訊

公司	大銀微系統股份有限公司
地址	40852 台中市南屯區精科中路 6 號 (精密科學園區)
電話	+886-4-23550110
傳真	+886-4-23550123
業務信箱	business@hiwinmikro.tw
客服信箱	service@hiwinmikro.tw
網站	http://www.hiwinmikro.tw

1.7 產品監督

請回饋以下內容給本公司業務。

- 意外風險評估。
- 涉及人身、財產的潛在危險源。
- 使用手冊中難以理解的內容或敘述。

2. 基本安全資訊

2.	基本安全資訊	2-1
2.1	簡介	2-2
2.2	基本安全事項	2-2
2.3	合理可預見的誤用	2-3
2.3.1	環境因素	2-3
2.3.2	產品因素	2-3
2.3.3	人員因素	2-3
2.4	換算與修正	2-4
2.5	殘餘風險	2-4
2.6	人員需求	2-4
2.7	安全設備	2-5
2.7.1	個人裝備要求	2-5
2.7.2	安全設備要求	2-5
2.8	高速主軸馬達標籤	2-6

2.1 簡介

此章節說明使用產品須注意的安全事項與風險管理辦法。

2.2 基本安全事項

- 使用產品時，應提高安全警覺意識，危急情況應立即回報。
- 應保持良好精神狀態，不可在意識不佳的情況下使用產品。
- 請勿於工作環境中奔跑、玩耍。
- 須了解各種與產品相關之化學品，且標示於瓶身避免誤食，例如：酒精、潤滑劑等。
- 請務必於操作環境中配置滅火器與安裝自動灑水器，避免發生火災導致人財損失。
- 工作區域嚴禁存放易燃物質，且禁止吸菸。

2.3 合理可預見的誤用

2.3.1 環境因素

- 於戶外使用產品。
- 將產品存放於潛在爆炸、腐蝕溶劑的環境中。
- 將產品與各種可導磁物品一起放置。
- 將產品放置於高處或堆疊的環境中。
- 將產品放置於不安全或工作移動中的機器上。

2.3.2 產品因素

- 未確實保養產品。
- 因不知產品含有強磁，故導致相關貴重物品毀損。
- 誤食用保養產品之潤滑劑。

2.3.3 人員因素

- 未經培訓或授權的人員進行維護工作。
- 未完全閱讀並了解此使用手冊的人員。
- 使用過程中，在故意或粗心的情況下不遵守使用手冊的說明。
- 在意識不清、服用藥物或酒後操作產品。

2.4 換算與修正

- 不可肆意或擅自修改、拆裝、破壞產品，若有任何需求，請聯繫本公司業務。
- 不可任意撕毀產品標籤與附掛之標示卡。
- 請勿將其他產品放置於含有本公司 Logo 的紙箱，再販售與轉寄。

2.5 殘餘風險

使用者若依照使用手冊的說明正常操作本產品，可有效控制與降低風險發生。有關保養和使用本產品可能出現的風險與警告，請參閱相關章節。

若使用者已閱讀此使用手冊，但無法確切知道是否完全理解本產品，仍對手冊上的內容有疑問，請聯繫本公司業務，本公司將提供專業的說明與回饋。

2.6 人員需求

裝置心臟節律器與體內含有金屬儀器者，請勿靠近產品，以避免生命危害。

使用者須先詳閱產品使用手冊，且須經過授權或對產品有認知，務必熟悉安全設備與規定。

表 2.6.1 人員要求準則

工作流程	人員資質、知識、能力等要求
搬運	未裝置心臟節律器與體內無金屬儀器的人員。
安裝	經過培訓的專業人員。
組裝	經過培訓的專業人員。
保養與清潔	代理商、經銷商或未裝置心臟節律器與體內無金屬儀器的人員。
維修	代理商、經銷商或經過培訓的專業人員。

2.7 安全設備

2.7.1 個人裝備要求

表 2.7.1.1 個人裝備要求

工作流程	個人裝備	說明
搬運		搬運時，為避免產品不小心掉落而產生砸傷風險，請穿上安全鞋。
組裝		組裝轉子時，因強大吸力須使用吊掛方式組裝，請戴上安全帽。
保養與清潔		產品表面塗上潤滑劑與酒精擦拭時，請穿戴乳膠手套。
運轉中		若出現噪音，請勿長時間暴露於噪聲中，且須戴上防護耳罩。

2.7.2 安全設備要求

本產品有不同的尺寸與規格，無法徒手搬運時，請使用天車吊掛。吊掛時，請務必戴上安全帽防護頭部。

表 2.7.2.1 安全設備要求

工作流程	安全設備	說明
吊掛		吊掛的吊環確實夾持，且載重負荷有在規範內。

2.8 高速主軸馬達標籤

此為產品紙箱上所貼之標籤，主要說明產品規格明細。

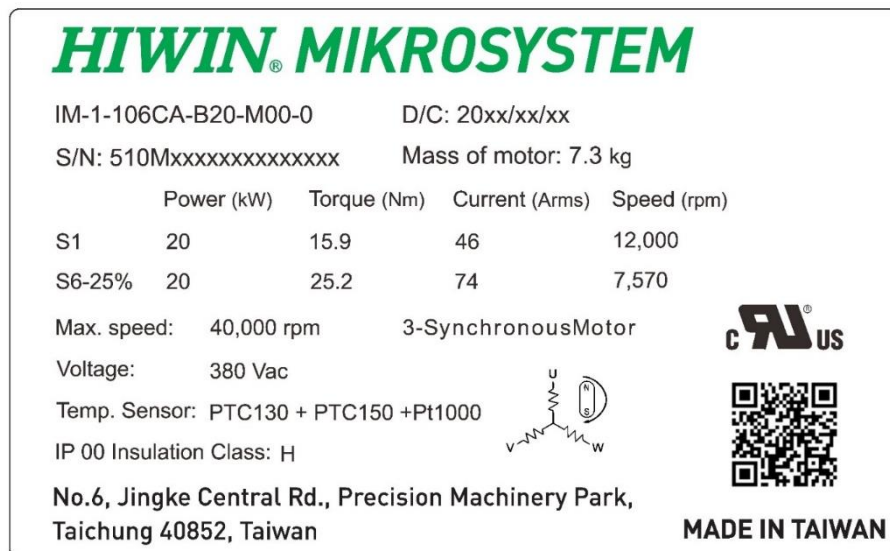


圖 2.8.1 出貨標籤貼紙

本產品的轉子具有強磁，故轉子外箱貼著強磁勿靠近的標示，裝置心臟節律器與體內含有金屬儀器者不可靠近。

警告

◆ 產品本身具有強磁，故不可靠近與接觸導磁物品。

註：

使用產品前，請再次確認標籤與提出之規格相符。

3. 產品說明

3.	產品說明	3-1
3.1	高速主軸馬達說明	3-2
3.1.1	內藏式優勢	3-2
3.2	高速主軸馬達主要元件	3-4
3.2.1	定子種類	3-4
3.2.2	轉子結構	3-5
3.3	產品型號	3-6
3.3.1	馬達選型相關	3-7
3.3.1.1	馬達選型流程	3-7
3.3.1.2	熱損失	3-8
3.3.1.3	連續運轉溫度	3-9
3.3.1.4	熱時間常數	3-9
3.3.2	驅動器等周邊元件相關	3-11
3.3.2.1	電力系統	3-11
3.3.2.2	驅動器	3-11
3.3.2.3	電抗器	3-12
3.3.2.4	電壓保護模塊	3-12
3.3.2.5	回生電阻	3-12
3.3.3	冷卻相關	3-13
3.3.3.1	水冷系統計算	3-13
3.3.3.2	冷卻液選擇	3-14
3.3.3.3	冷卻液進、出水口示意圖	3-14

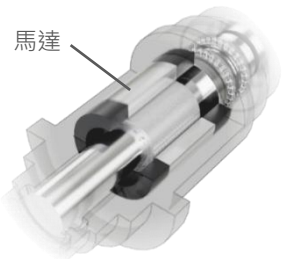
3.1 高速主軸馬達說明

本產品主要應用於直接驅動的高速電主軸，可將馬達放置於主軸內部的內藏式技術。

3.1.1 內藏式優勢

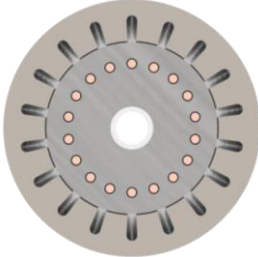
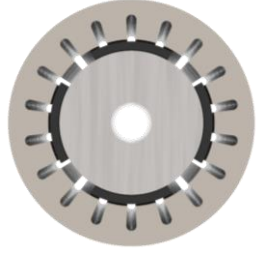
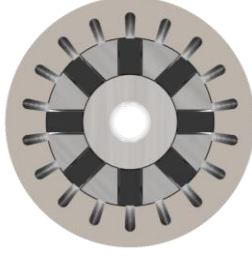
省去齒輪、皮帶、聯軸器或傳動的空間，因而降低機構之間的傳遞功率損耗，具有提高主軸傳動效率與轉速、提高精度、節能省電等優點。

表 3.1.1.1 主軸馬達種類

齒輪式	感應式
	
皮帶式	直結式
	
內藏式	
	

本產品採用內藏式主軸馬達架構，同體積下可比一般感應馬達提升 10%~30%的轉矩。因此，同樣輸出下，體積可縮減約 10%~30%，且熱損降低 50%。

表 3.1.1.2 轉子結構種類

感應式	內藏式
	
表貼式	內嵌式
	

本產品的馬達性能與附加價值具有以下優勢：

表 3.1.1.3 產品優勢

馬達性能		轉速提升：最高轉速提升 10%~30%。
		降低熱損：馬達損失最多減少 50%。
		加速時間：馬達從零到最高速度的加速時間減少 36%。
附加價值		節能減碳：減少主軸耗電量與碳排量 55%。
		提升精度：減少主軸心軸熱伸長量，提升精度 75%。
		加工效益：提升產品加工效益 56%。

3.2 高速主軸馬達主要元件

本產品由定子與轉子組成，主要應用於內藏式電主軸，提供主軸動力來源。定子分為兩種，不含冷卻水套的定子與含冷卻水套的定子。含冷卻水套的定子可提供高效率的熱傳導與熱管理，若客戶有高效散熱需求，建議使用含冷卻水套的定子。

3.2.1 定子種類

定子分為兩種，不含冷卻水套的定子與含冷卻水套的定子。主要材質為鋁合金、矽鋼片、線圈與環氧樹脂，出線的部分包含動力線與溫度感測器。

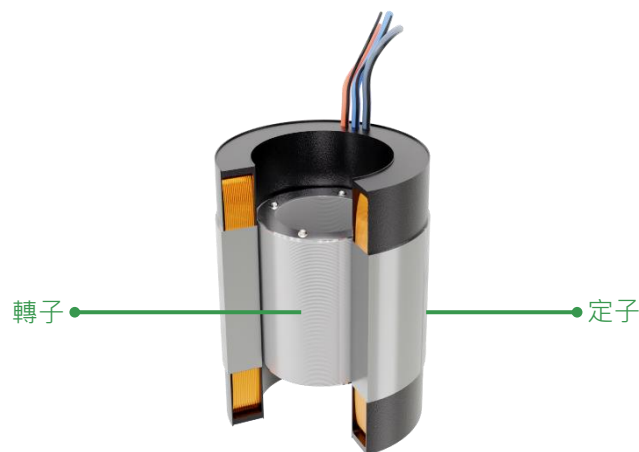


圖 3.2.1.1 不含冷卻水套的定子

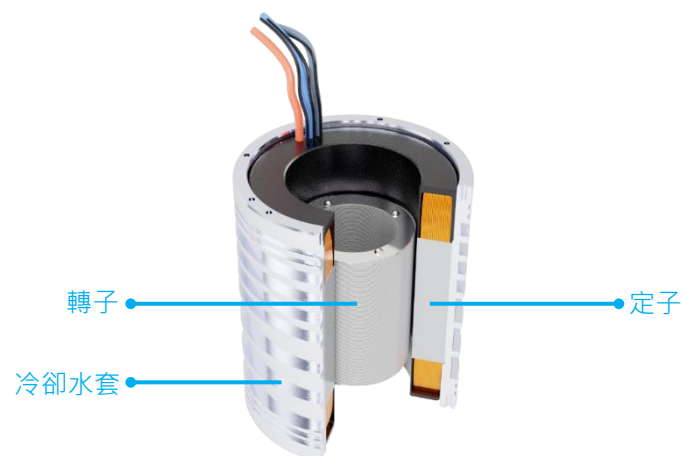


圖 3.2.1.2 含冷卻水套的定子

3.2.2 轉子結構

本產品採用永磁式轉子結構，主要材質為矽鋼片、不鏽鋼。磁鐵透過特殊的排列組合，使本產品具有高擴速能力（CPSR）以及寬廣運轉範圍之特性。

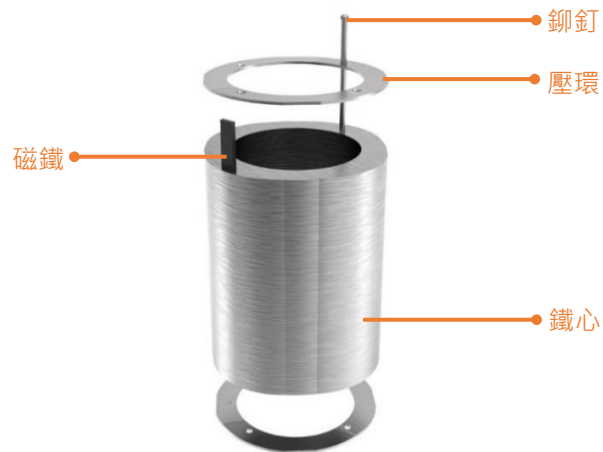


圖 3.2.2.1 轉子結構

註：

1. 轉子具有強大吸力，組裝或搬運時須做好安全防護，不可靠近導磁物（如鐵製品），以免發生危險。
2. 可客製產品，請聯繫本公司業務並提出規格需求。

3.3 產品型號

表 3.3.1 編碼原則

碼位	1	2	-	3	-	4	5	6	7	8	-	9	10	11	-	12	13	14	-	15
範例	I	M	-	1	-	1	3	5	C	A	-	B	2	0	-	M	1	0	-	0
1、2、3：IM-1 系列 高速主軸馬達	IM-1																			
4、5、6：定子外徑	083：83 mm 106：106 mm 135：135 mm 160：160 mm																			
7、8：定子高度	BA：50 mm CA：100 mm DA：150 mm EA：200 mm FA：250 mm																			
9：極數	A：2 B：4 C：6 D：8 E：10																			
10、11：額定功率	06：5.1~6.1 kW 11：10.1~11 kW 20：19.1~20 kW 30：29.1~30 kW																			
12：電壓	S：220 V M：380 V																			
13：動力線線長	0：500 mm 1：1000 mm 2：2000 mm																			
14：溫度感測器	0：PTC130 + PTC150 + Pt1000 1：PTC130 + PTC150 + Pt1000 x3																			
15：定子版本	0：不含冷卻水套 1：含冷卻水套																			

註：

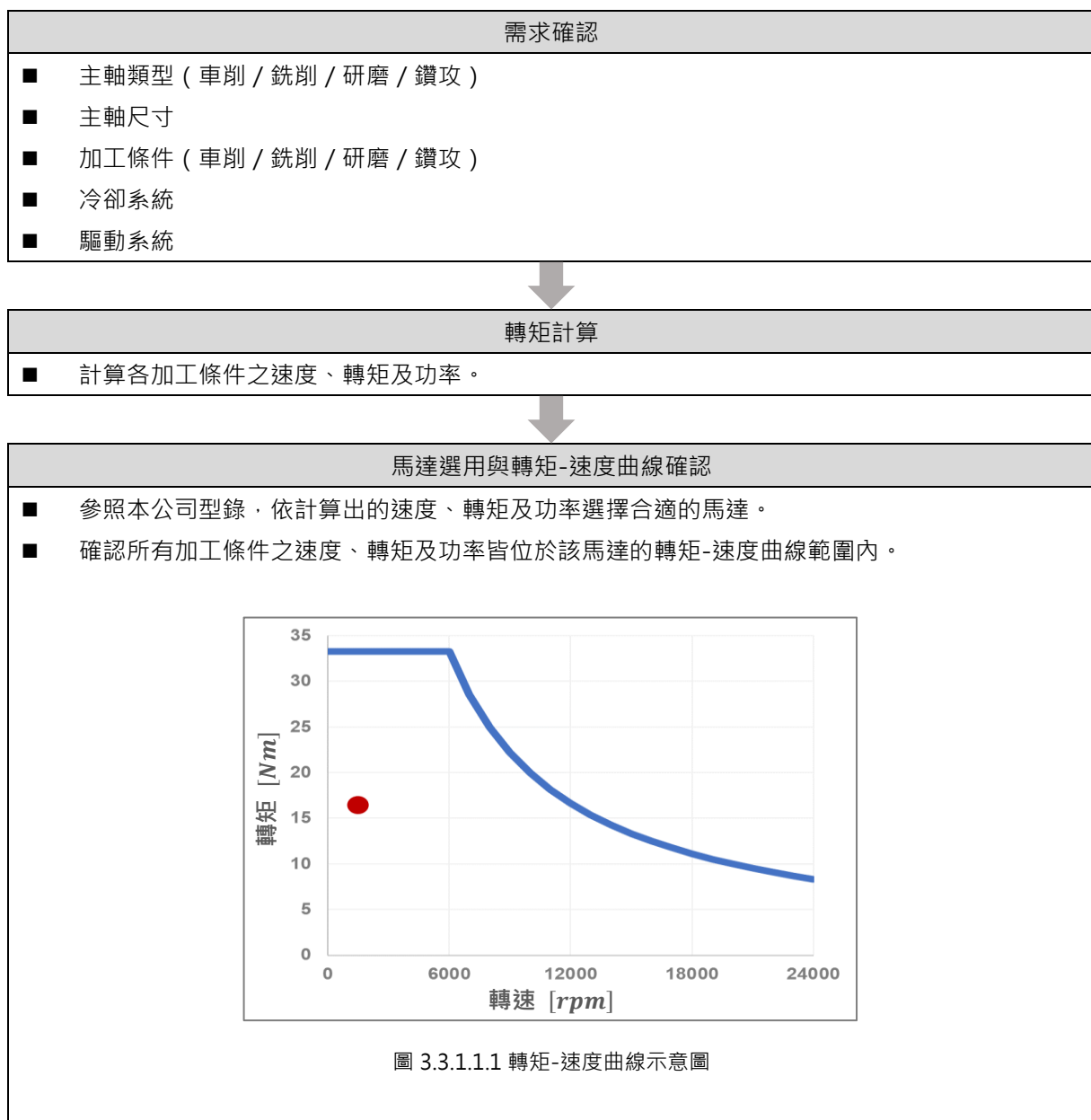
1. 額定功率範圍為 1~99 kW。
2. 可客製產品，請聯繫本公司業務並提出規格需求。

3.3.1 馬達選型相關

根據加工條件、電力系統與冷卻系統等需求選擇合適的馬達。

3.3.1.1 馬達選型流程

以下為馬達選型的基本流程。先根據主軸類型、尺寸與加工條件等需求來選擇合適的馬達，再確認轉矩-速度曲線（如圖 3.3.1.1.1 所示）。



3.3.1.2 熱損失

馬達將電能轉換為動能的過程中勢必會產生銅損、鐵損及機械損失。

- 銅損：電流流經馬達定子線圈時，因電阻而產生之損失。
- 鐵損：分為磁滯損及渦流損，該損失多數由定子鐵心、轉子鐵心及轉子磁鐵間之磁場轉換而生。
- 機械損失：細分為軸承損失、高速旋轉下的空氣摩擦損失及旋轉油封等因摩擦產生的熱損失。

以主軸為例，軸承佔機械損失的比例較高。若須計算該損失，請聯繫欲使用軸承的廠商進行精確的評估。

表 3.3.1.2.1 額定轉矩下銅損計算方式

額定轉矩下銅損計算方式
$P_c = \frac{3}{2} \cdot R_{25} \cdot \{1 + [0.00393 \cdot (\theta_c - 25)]\} \cdot I_c^2$
P_c = 線圈溫度在 θ_c 時的銅損 [W] R_{25} = 線圈溫度在 25°C 時的線間電阻 [Ω] I_c = 線圈溫度在 θ_c 時的額定電流 [Arms] θ_c = 線圈溫度 [°C]

馬達鐵損主要是因換相過程之磁通變化所產生，其中頻率影響甚大。因馬達轉速與頻率成正比，故高速時鐵損會更加顯著，且極對數同頻率一樣與鐵損成正比。若在高轉速連續運轉的情況下，鐵損須計算額外給予轉子的熱，此時馬達損失急遽升高，須適當調整運轉條件或對轉子做散熱措施以免產生過熱情況。

表 3.3.1.2.2 鐵損與頻率計算方式

鐵損計算方式	頻率計算方式
$P_{Fe} \propto f^2$	$f = \frac{n \cdot p}{60}$
P_{Fe} = 鐵損 [W] f = 頻率 [Hz]	n = 頻率 [rpm] p = 極對數

熱損失主要藉由熱傳導將線圈及鐵心的損失傳至馬達外殼。以自然空冷為例，損失熱源會從外殼與空氣接觸之表面藉由熱對流傳至外界環境，並藉由熱輻射和熱傳導從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，故可忽略熱源藉由對流傳至空氣之效應。

本產品之散熱方式可選用水冷或油冷。本公司採用水冷方式進行驗證，請參照承認圖所標註之進、出水口位置使用。若使用水以外的流體，流道內的流場型態將產生變化。因此若有此需求，請聯繫本公司，本公司將

提供專業的評估。另外，在任何操作條件下，馬達的線圈溫度最高不可超過 150°C。

3.3.1.3 連續運轉溫度

馬達線圈穩態溫度是依銅損、鐵損的比例而定，一般而言，轉速低時可以不考慮鐵損。馬達總損失及額定轉矩 T_c 皆以線圈溫度為 150°C 時所定義，當等效轉矩 T_e 小於額定轉矩 T_c 時，馬達線圈各種操作條件下的穩態溫度可由下列公式得知。

表 3.3.1.3.1 馬達線圈穩態溫度計算方式

馬達線圈穩態溫度計算方式
$\theta_e = \theta_{surr} + \left(\frac{T_e}{T_c} \right)^2 \cdot (\theta_c - 25)$
θ_e = 等效轉矩下的線圈穩態溫度 [°C] θ_{surr} = 環境溫度 [°C] T_e = 線圈溫度為 θ_e 時實際操作的等效轉矩 [Nm] T_c = 線圈溫度為 θ_c 時的額定轉矩 [Nm]

3.3.1.4 熱時間常數

下圖為馬達在供給額定電流下，線圈初始溫度升至線圈最高溫度差 63%所需的時間。

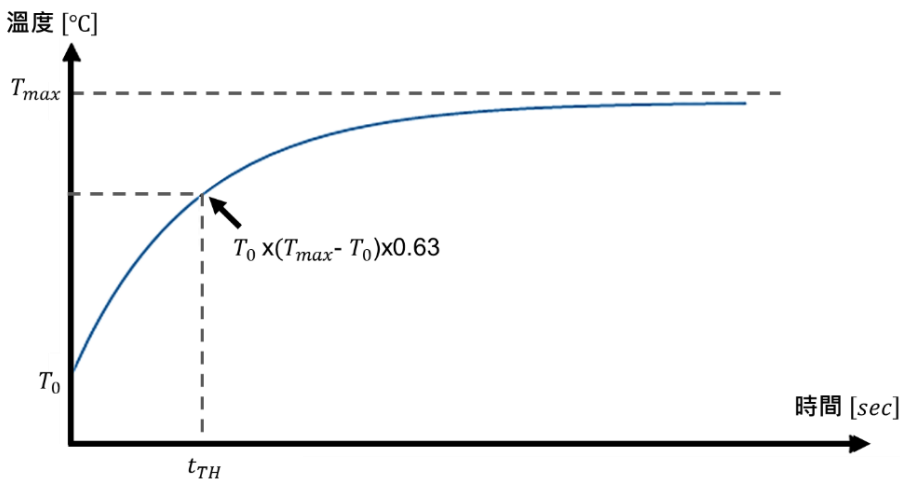


圖 3.3.1.4.1 馬達溫升曲線示意圖

表 3.2.1.4.1 熱時間常數與溫度之關係式

熱時間常數與溫度之關係式
$\theta(t) = \theta_i + (\theta_{(t)} - \theta_i) \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{T_{th}}\right)}\right)$
$\theta_{(t)}$ = 操作時間 t 時的線圈溫度 [°C] θ_i = 線圈初始溫度 [°C] t = 操作時間 [sec] T_{th} = 熱時間常數 [sec]

當操作電流 I_e 介於額定電流 I_c 與峰值電流 I_p 之間，必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的時間。首先透過熱時間常數 T_{th} 實際操作的等效轉矩 T_e ，取得等效轉矩下的線圈穩態溫度 θ_e ，再透過下列關係式取得相對最大操作時間。

 表 3.2.1.4.2 等效轉矩下的線圈穩態溫度 θ_e 與最大操作時間之關係式

等效轉矩下的線圈穩態溫度 θ_e 與最大操作時間之關係式
$t_o = -T_{th} \cdot \ln\left(1 - \frac{\theta_c - \theta_i}{\theta_e - \theta_i}\right)$
t_o = 最大操作時間 [sec]

註：

此處額定電流的線圈溫度 θ_c 不可超過規定之上限值。

表 3.2.1.4.3 線圈溫度與斷電休息時間之關係式

線圈溫度與斷電休息時間之關係式
$t_b = -T_{th} \cdot \ln\left(\frac{\theta(t_b) - \theta_{surr}}{\theta_c - \theta_{surr}}\right)$
$\theta(t_b)$ = 斷電休息時間 t_b 後欲冷卻的線圈溫度 [°C] t_b = 斷電休息時間 [sec]

註：

上兩式可決定馬達操作時之負載循環所需的時間分配。

3.3.2 驅動器等周邊元件相關

架設馬達驅動電力系統時，考量到成本、時間和空間，使用者通常不會加入濾波器、電抗器等元件，這增加了馬達或驅動設備故障及壽命降低的風險，造成後續維修機台的人力和時間成本。使用本產品時，除了必要的驅動設備之外，建議使用者加入周邊保護元件。

註：

對馬達周邊元件有任何疑問時，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。

3.3.2.1 電力系統

為保護馬達與驅動設備，使用本產品時，電力系統建議包含以下元件：

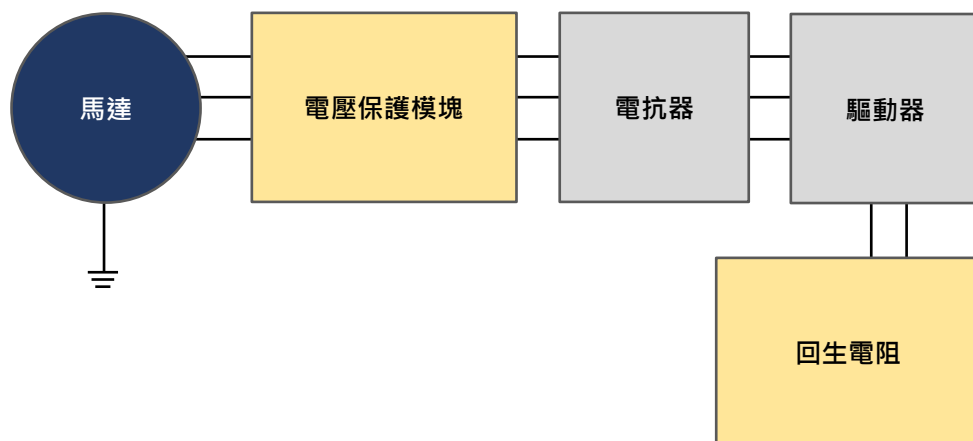


圖 3.3.2.1.1 電力設備安裝元件

3.3.2.2 驅動器

驅動器將電力公司頻率 50Hz 或 60Hz 的電轉為直流電後，透過變頻技術，送出可調頻率用電來調節馬達的運動。並利用安裝在馬達上的位置回授編碼器，使馬達在位置或速度控制上更為精準。

3.3.2.3 電抗器

使用電來驅動設備時，尤其是利用驅動器電驅馬達時，會受到動力線長、端子鎖附點、切換頻率等因素影響，導致驅動馬達的過程中過衝電壓增加，進而增加馬達損毀的風險。因此，建議在驅動器輸出端加裝電抗器，以降低過衝電壓的幅度。

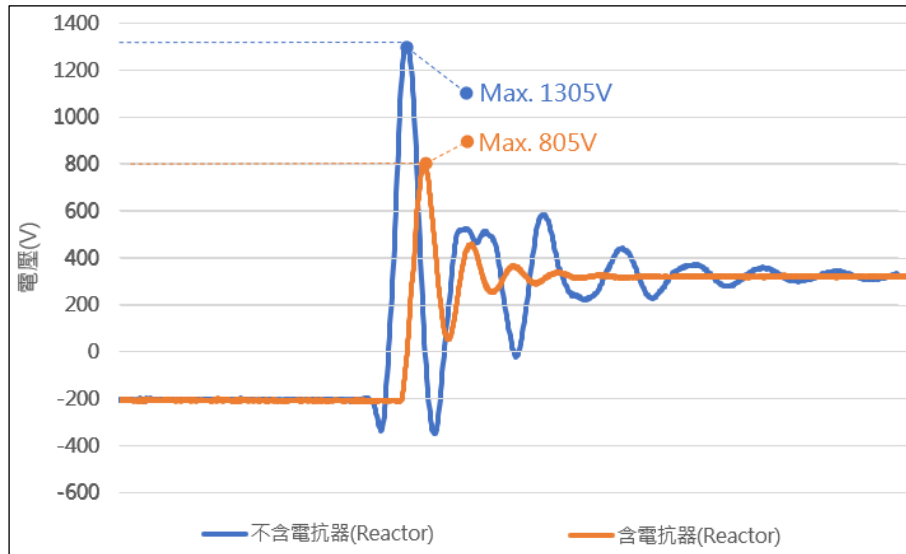


圖 3.3.2.3.1 馬達實測突波電壓

3.3.2.4 電壓保護模塊

當馬達高速運轉時，馬達會產生高壓反電動勢。一旦發生意外導致馬達處於不可控的狀態，馬達會從電動機轉換為發電機，馬達電動勢的電壓會透過動力線回灌至驅動設備，導致設備損毀。電壓保護模塊用於檢測電動勢電壓是否太高，若馬達回灌電壓高於電壓保護模塊電壓，則電壓保護模塊會使馬達三相動力線短路，使馬達減速，藉以保護驅動器。

3.3.2.5 回生電阻

當馬達進行減速時，驅動馬達的能量會回灌到驅動器內。當回灌能量超過驅動器電容所能承受的容量時，就必須透過回生電阻消耗多餘的能量以保護驅動器。

3.3.3 冷卻相關

本產品圖面與規格書標示為水冷系統，且冷卻液溫度為 20°C。

註：

若非使用水冷系統，請事先洽詢原廠評估，或聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。

3.3.3.1 水冷系統計算

馬達規格書標示之冷卻條件為馬達定子額定轉矩之連續運轉下，其線圈溫度控制在 150°C 以下。若馬達實際操作的等效轉矩低於規格書所標示的額定轉矩，則可調降其冷卻液流量，並可使用泵功較低的恆溫冷卻機。

當使用者的操作條件中，等效轉矩 T_e 小於額定轉矩 T_c ，根據馬達功率損失的不同，須調整水冷系統的邊界條件，可依下列公式取得與等效轉矩相對應的冷卻液流量。

表 3.3.3.1.1 與等效轉矩相對應的冷卻液流量計算

與等效轉矩相對應的冷卻液流量計算	
$P_e = \frac{P_c}{\left(\frac{T_c}{T_e}\right)^2}$ $P_e = 69.7 \cdot q_e \cdot \Delta\theta$	P_e = 等效轉矩下的馬達總損失 [W] $\Delta\theta$ = 馬達進、出水口溫差 [°C] q_e = 等效轉矩下的冷卻液流量 $\left[\frac{l}{min}\right]$

註：

進、出水口壓差(Δp_e)與冷卻液流量(q_e)有關。

舉例：

馬達型號 IM-1-135CA 的規格書標示，水冷散熱條件時的額定轉矩 T_c 為 29.5 Nm，功率損失 P_c 為 2249 W，冷卻液流量 q 為 8 $\left[\frac{l}{min}\right]$ ，進、出水口壓差 Δp 為 1 bar。若額定轉矩只使用 20 Nm，且馬達冷卻液進、出口溫差欲控制在 10°C，水冷系統之冷卻液流量 q_e 及進、出水口壓差 Δp_e 應為多少？

表 3.3.3.1.2 與等效轉矩相對應的冷卻液流量計算範例

與等效轉矩相對應的冷卻液流量計算範例			
$\left[v = \text{water} = 10^{-3} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) \right]$$P_e = \frac{P_c}{\left(\frac{T_c}{T_e} \right)^2} = \frac{2249}{\left(\frac{29.5}{20} \right)^2} = 1033.7 \text{ [W]}$$1033.7 = 69.7 \times q_e \times 10$$q_e = 1.48 \left[\frac{\text{l}}{\text{min}} \right]$$\Delta p_e = \Delta p \cdot \frac{q_e}{q} = 1 \times \frac{1.48}{8} = 0.185 \text{ [bar]}$	水冷情況下參數	標準情形 (Datasheet)	使用者情形 (User)
	轉矩 [T]	29.5 Nm	20 Nm
	能量損失 [P]	2249 W	1033.7 W
	進、出水口溫差 [Δθ]	5°C	10°C
	冷卻液流量 [q]	8 $\left[\frac{\text{l}}{\text{min}} \right]$	1.48 $\left[\frac{\text{l}}{\text{min}} \right]$
	進、出水口壓差 [Δρ]	1 bar	0.185 bar

3.3.3.2 冷卻液選擇

本產品亦可使用油冷系統，此時馬達性能須視冷卻液的特性做適當調整。

3.3.3.3 冷卻液進、出水口示意圖

本公司提供含冷卻水套的定子，冷卻液流向如下圖所示。

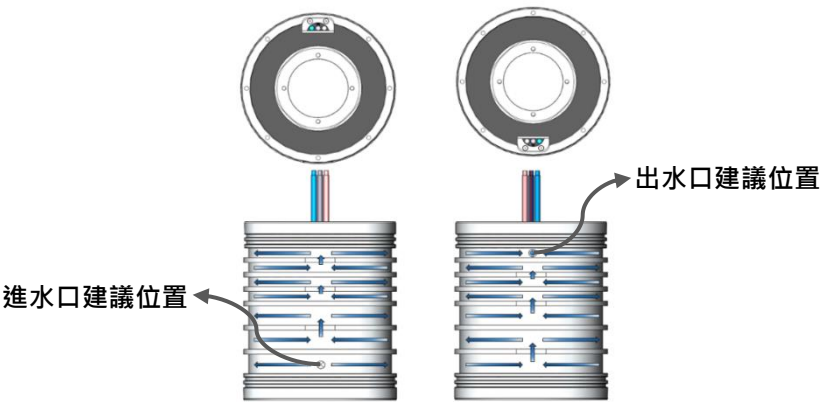


圖 3.3.3.3.1 冷卻液流向示意圖

4. 運送與安裝

4.	運送與安裝	4-1
4.1	輸送	4-2
4.2	運送至安裝位置	4-4
4.3	安裝位置之需求規格	4-5
4.3.1	轉子安裝介面	4-5
4.3.2	定子安裝介面	4-6
4.3.2.1	不含冷卻水套的定子	4-6
4.3.2.2	含冷卻水套的定子	4-7
4.3.3	氣隙與裝配同心度	4-8
4.3.3.1	不含冷卻水套的定子與轉子	4-8
4.3.3.2	含冷卻水套的定子與轉子	4-9
4.3.4	馬達徑向吸引力	4-10
4.3.5	馬達軸向吸引力	4-12
4.3.6	轉子熱膨脹量	4-13
4.3.7	動平衡計算	4-14
4.3.7.1	平衡環間距	4-14
4.3.8	心軸壁厚	4-15
4.4	儲存	4-16
4.5	開箱與設定	4-17

4.1 輸送

產品的定子與轉子為分開包裝出貨，且使用的紙箱尺寸不同。為避免運送過程中產品晃動或掉落，已將產品固定於紙箱上。輸送注意事項如下：

- 若為貨物運輸（包含永磁的產品在海運與公路運輸時），須遵守以下要求：
 - I. 接觸到產品的相關人員須事先得知產品含有強磁。
 - II. 包裝上須明確註明含有強磁的搬運標籤。
 - III. 須依照規範存放與包裝含有強磁的物品。
 - IV. 須遵守事故規定要求。
- 根據國際航空運輸協會（IATA）的危險貨品分類，內含永久磁鐵的轉子屬於第九類危險物品：包含磁性材料或雜項物質或物體，其運輸專用名稱為磁性物質（Magnetized material），編號為 UN2807。
- 航空運輸前，須事先獲得運送國家的批准，才可進行運輸。含有強磁的運輸須注意下方說明，若達不到以下要求，請將貨物轉託海運運輸。
 - I. 距離為 2.1M 時，磁場強度導致指南針的偏差超過 2°以上。
 - II. 距離為 4.6M 時，磁場強度導致指南針的偏差不可超過 2°。
2°的偏轉相當於距離 4.6M 時，量測的磁場強度為 0.418 A/m (0.525 μ T)。
- 包含永磁的產品在空運時，不能超過國際航空運輸協會（IATA）包裝規定中所指出的最大磁場強度。必要時須採取特殊措施，使其符合產品的運輸要求。若產品達到特定的磁場強度，須於包裝上明確註明。
- 下方列出國際航空運輸協會（IATA）包裝說明 953 的強磁運輸規定數值（僅限用於 UN2807 的客機和貨機運輸）：
 - I. 當距離貨物 4.6M 處，檢測出最大磁場強度超過 0.418 A/m (0.525 μ T) 時，該貨物必須獲得出口國家或空運企業所屬國家的公家機關許可才可以運輸；必須採取特殊措施符合運輸要求。
 - II. 當距離貨物 2.1M 處，檢測出最大磁場強度超過或等於 0.418 A/m (0.525 μ T) 時，此貨物必須列為危險物品配送。
 - III. 當距離貨物 2.1M 處，檢測出最大磁場強度小於 0.418 A/m (0.525 μ T) 時，此貨物可作為一般貨物配送，且無須附上報告和進行標示。

- 根據 EN 60721-3-2 (2018) 的規定，未拆封包裝與防風雨包裝的設備運輸須符合等級 2K11 級的要求與下列限制條件測試：

表 4.1.1 測試設備環境條件

環境參數	數值
溫度	-20°C ~ 60°C
氣壓	1140 hpa ~ 660 hpa (高度：-1000 M ~ 3500 M)
濕度	10% ~ 90%

註：

若出現結露，待完全乾燥後才可操作設備。

- 根據 EN 60721-3-2 (2018) 的規定，運輸的氣候環境條件須符合等級 2K2 級的要求：

表 4.1.2 氣候環境條件

環境參數	數值
溫度	-5°C ~ 40°C
相對濕度	5% ~ 85%
氣溫變化速度	最大 0.5 K/min
凝結 / 結露 / 結冰	不允許

註：

1. 須具備完善防護氣候的良好環境 (室內 / 廠內)，才允許運輸馬達。
2. 運輸環境必須乾燥無塵。

- 因應各種環境條件，所需符合的等級如下：

表 4.1.3 環境條件等級

生物環境條件	2B1 級
化學環境條件	2C1 級
機械環境條件	2S2 級
	2M2 級

註：

1. 運送時，請確認外箱之標籤與訂單數量相符。
2. 若上述內容與國際航空運輸協會 (IATA) 的包裝條款有落差，請以最新規範為主。

4.2 運送至安裝位置

本產品的轉子具有強磁，裝置心臟節律器與體內含有金屬儀器者不可靠近。

⚠ 危險



- ◆ 裝置心臟節律器與體內含有金屬儀器者不可靠近接觸，避免發生性命問題。
- ◆ 轉子為含有強磁的產品，請小心拿取，且周邊不可有導磁物。

⚠ 注意



- ◆ 搬運時，請務必穿著安全鞋，避免產品掉落砸傷。
- ◆ 拿取或放置時，不可只拉線材拖曳馬達。
- ◆ 請勿重壓產品。
- ◆ 請勿堆疊產品，以免造成倒塌。
- ◆ 不可將易受強磁影響的物品靠近轉子，例如：手錶。
- ◆ 當產品不慎被吸附時，請小心將相吸的兩個物品分開，避免手被夾傷。

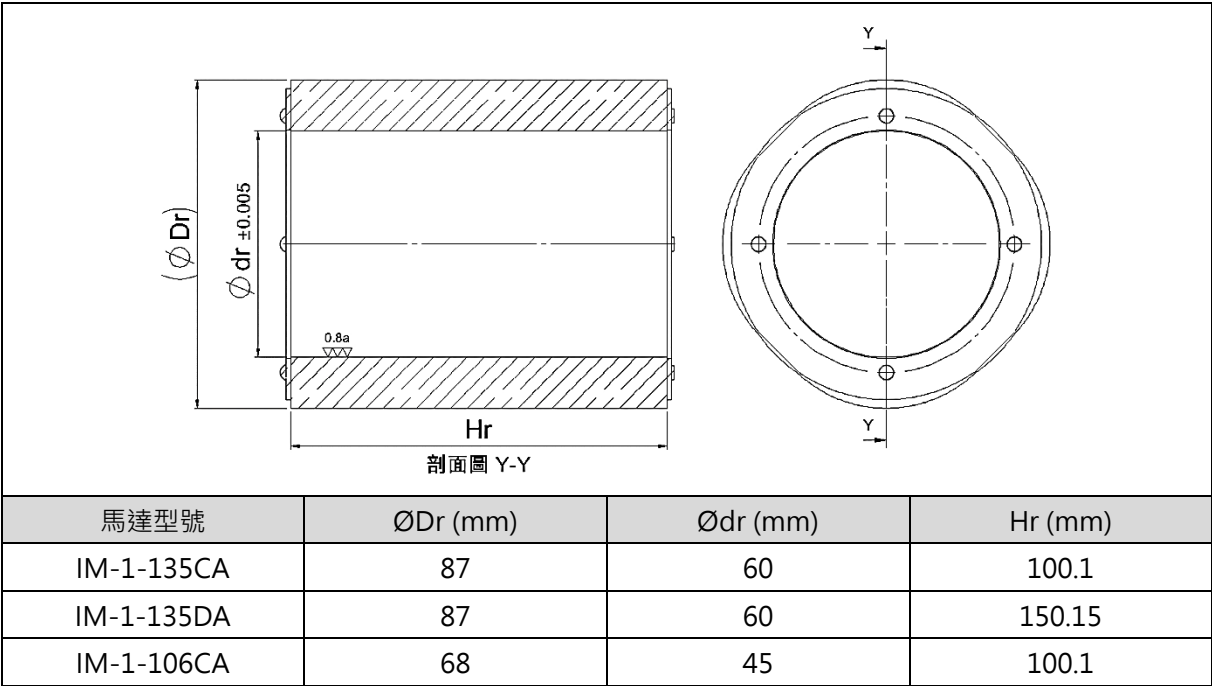
4.3 安裝位置之需求規格

此節說明轉子與定子的安裝介面與尺寸定義。

4.3.1 轉子安裝介面

轉子內徑，經研磨加工處理。

表 4.3.1.1 轉子安裝介面尺寸



註：

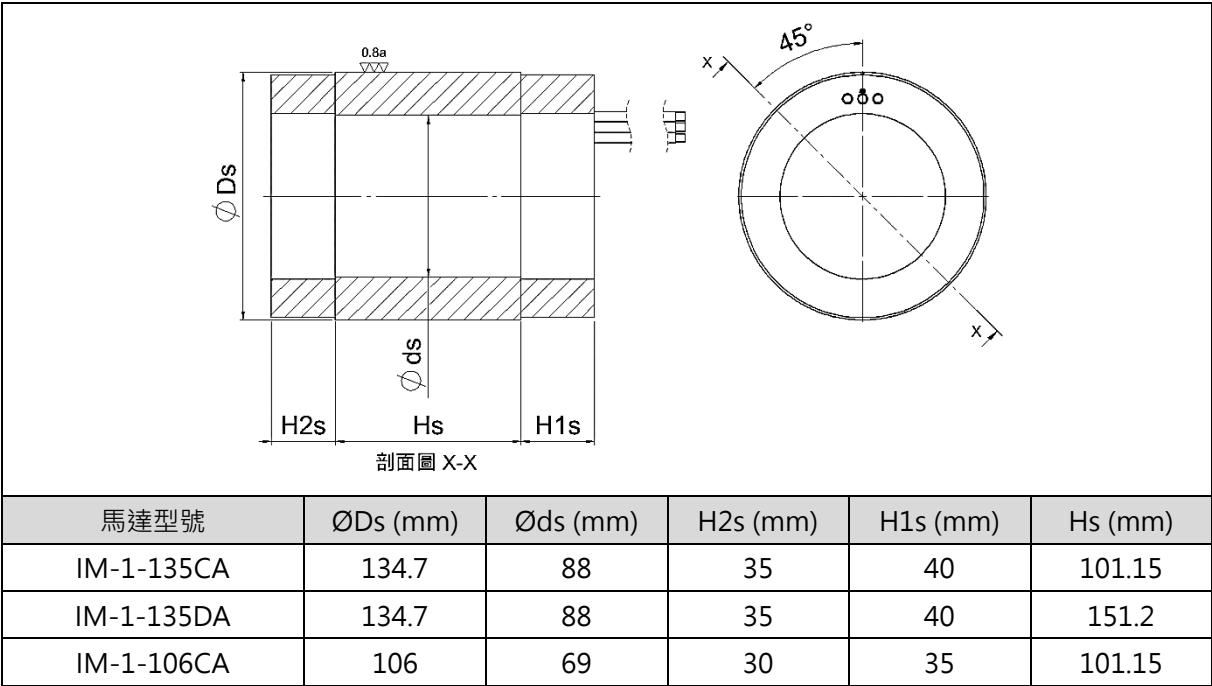
- 1. 最終標示之尺寸以提供之承認圖為主。
- 2. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

4.3.2 定子安裝介面

定子鐵心的外徑，經研磨加工處理。

4.3.2.1 不含冷卻水套的定子

表 4.3.2.1.1 不含冷卻水套的定子安裝介面尺寸

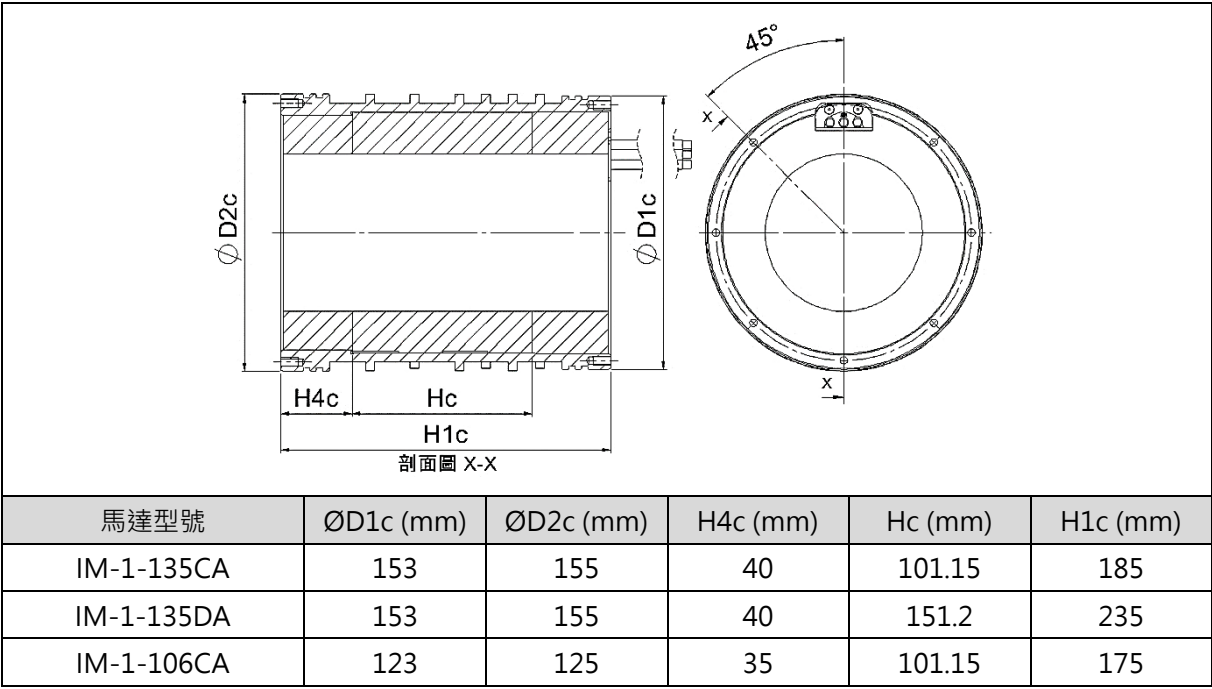


- 註：
- 1. 最終標示之尺寸以提供之承認圖為主。
 - 2. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

4.3.2.2 含冷卻水套的定子

請確認與外罩搭配的冷卻水套上、下端外徑尺寸。

表 4.3.2.2.1 含冷卻水套的定子安裝介面尺寸



註：

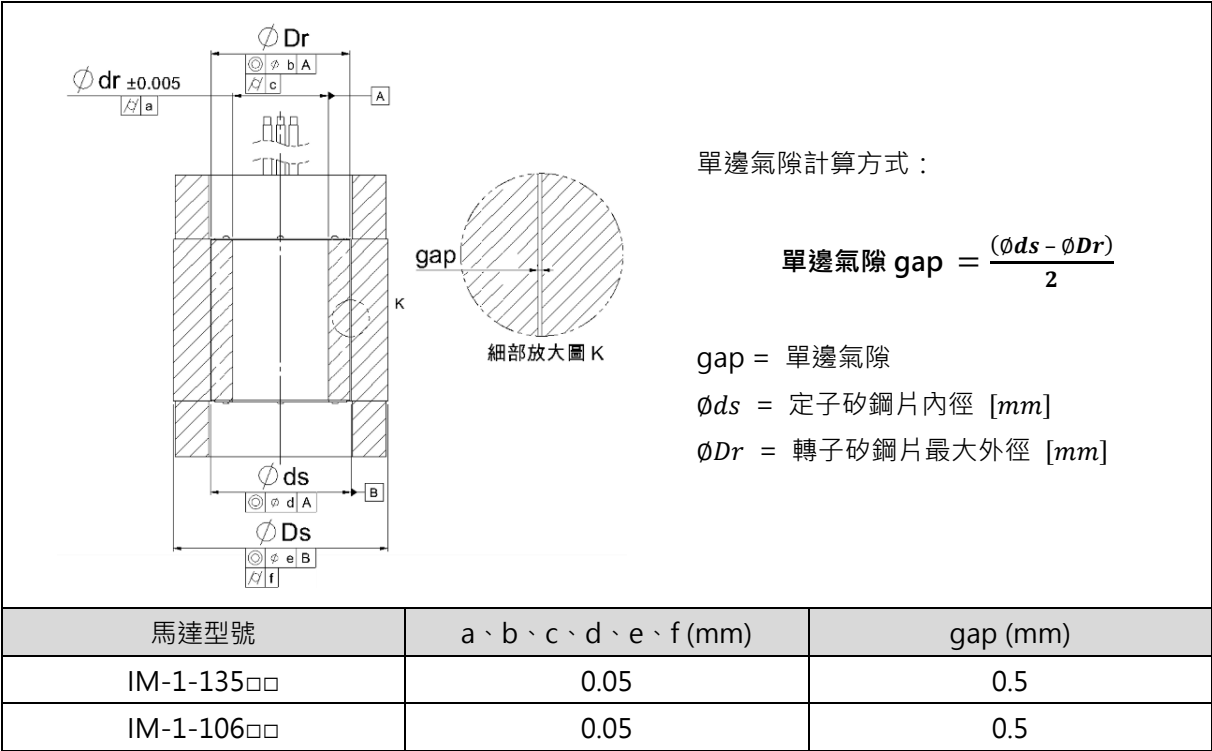
1. 最終標示之尺寸以提供之承認圖為主。
2. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

4.3.3 氣隙與裝配同心度

安裝馬達時，氣隙介於定子與轉子之間，可避免轉動時的任何損傷。氣隙與裝配同心度標準值用於確保馬達轉動時不會受到干涉。

4.3.3.1 不含冷卻水套的定子與轉子

表 4.3.3.1.1 不含冷卻水套的定子與轉子之氣隙與裝配同心度尺寸



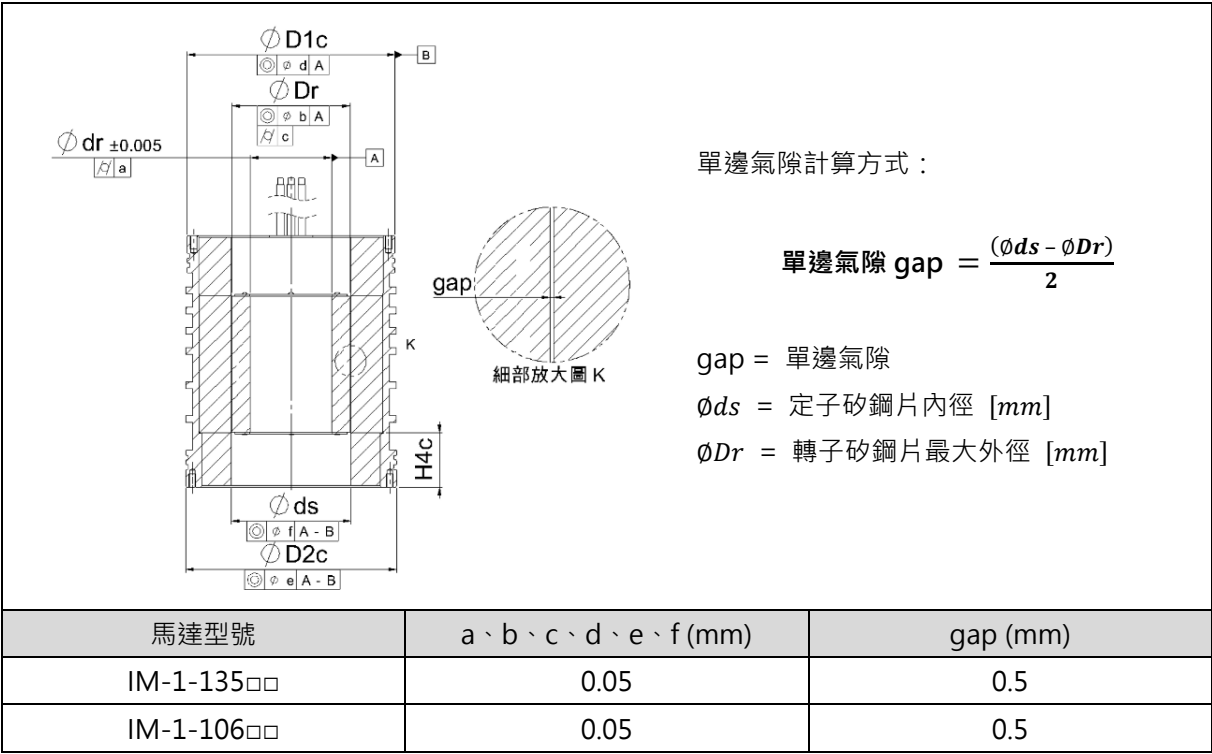
註：

1. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

4.3.3.2 含冷卻水套的定子與轉子

安裝含冷卻水套的定子前，冷卻水套的外徑須同心於轉子。

表 4.3.3.2.1 含冷卻水套的定子與轉子之氣隙與裝配同心度尺寸



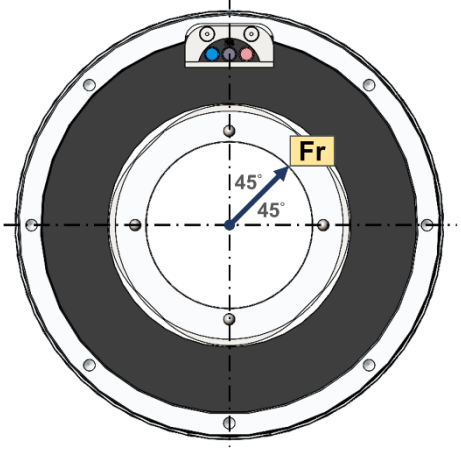
註：

1. 定子的鐵心須承靠於冷卻水套 H4c 的位置。
2. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

4.3.4 馬達徑向吸引力

當轉子與定子的同心度有偏移時，會產生徑向吸引力。

表 4.3.4.1 馬達徑向吸引力值

		
馬達型號	同心度 (mm)	徑向吸引力 $Fr (\frac{N}{mm})$
IM-1-135□□	0	0
	0.1	2.40
	0.2	4.64
IM-1-106□□	0	0
	0.1	0.93
	0.2	1.95

註：

- 1. 組裝時，請務必小心因吸引力而產生的夾傷風險。
- 2. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

不同定子高度的徑向吸引力計算如下。

表 4.3.4.2 徑向吸引力計算公式

徑向吸引力計算方式
Force = 徑向吸引力 Fr x L
L = 定子高度 [mm]

馬達定子高度請參考 3.3 節**產品型號**或下表。

表 4.3.4.3 定子高度對應表

馬達型號	定子高度 L (mm)
IM-1-xxxBA	50
IM-1-xxxCA	100
IM-1-xxxDA	150
IM-1-xxxEA	200
IM-1-xxxFA	250

舉例：

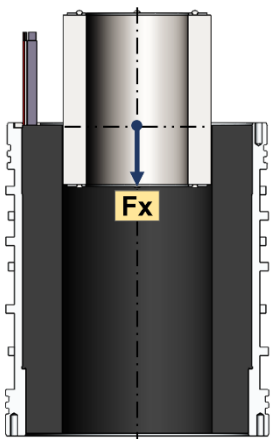
馬達型號 IM-1-135DA 的同心度為 0.2 mm，徑向吸引力應為多少？

Force = 徑向吸引力 $F_r \times L = 4.64 \times 150 = 696 \text{ (N)}$

4.3.5 馬達軸向吸引力

當轉子往定子移動時，會產生軸向吸引力。

表 4.3.5.1 馬達軸向吸引力值

	
馬達型號	軸向吸引力的最大合力 F_x (N)
IM-1-135□□	22.1
IM-1-106□□	51.1

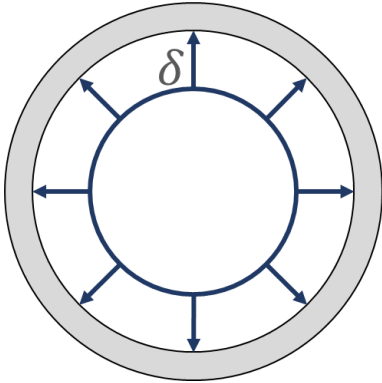
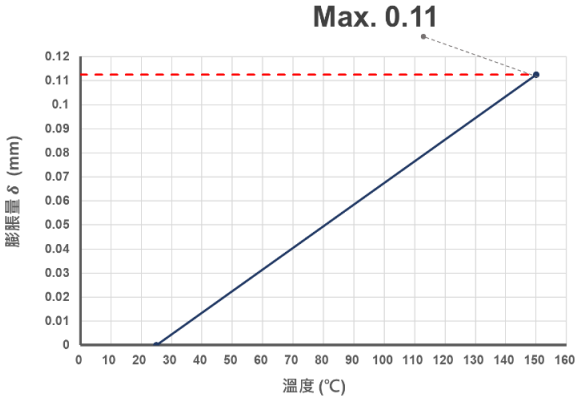
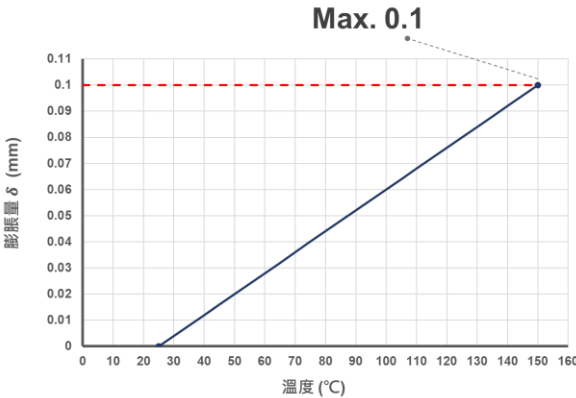
註：

1. 組裝時，請務必小心因吸引力而產生的夾傷風險。
2. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

4.3.6 轉子熱膨脹量

加熱轉子時，轉子內徑尺寸會因溫度上升而膨脹。

表 4.3.6.1 轉子熱膨脹量

		
馬達型號	熱膨脹量曲線圖	最大熱膨脹變形量 (mm)
IM-1-135□□		0.11
IM-1-106□□		0.10

註：

- 環境溫度為 25°C、轉子加熱溫度不得超過 150°C。
- 此熱膨脹量僅供參考，組裝時請以實際量測數值預留尺寸。

4.3.7 動平衡計算

本產品的轉子動平衡等級在出廠前達到 G2.5 以下，因此不建議客戶變動此結構。

表 4.3.7.1 轉子動平衡等級

轉子動平衡等級 (參照 ISO 1940-1)
動平衡等級 G2.5，參考轉速 500~1000 (rpm)

4.3.7.1 平衡環間距

轉子前後的平衡環間距 d 越小，馬達輸出功率會越低。若平衡環不是磁性材料，則可無視此影響。

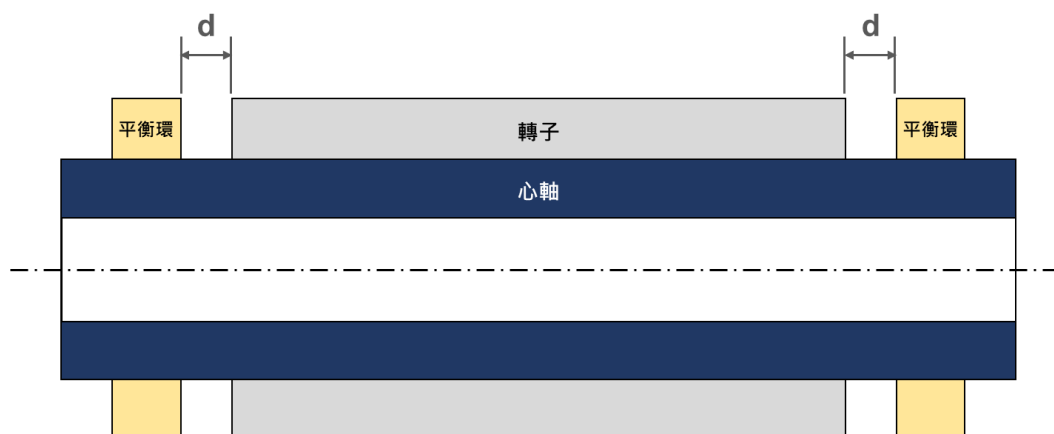


圖 4.3.7.1.1 磁性材料平衡環間距示意圖

註：

1. 馬達性能會依客戶實際組裝情況而有所不同。
2. 本產品主要用於高轉速的內藏型主軸，所以須特別注意心軸與轉子間的公差設計。為方便客戶進行公差設計與計算，本產品的轉子在出廠前會先完成內徑研磨。

4.3.8 心軸壁厚

本產品因心軸壁厚不同而有不一樣的特性變化。

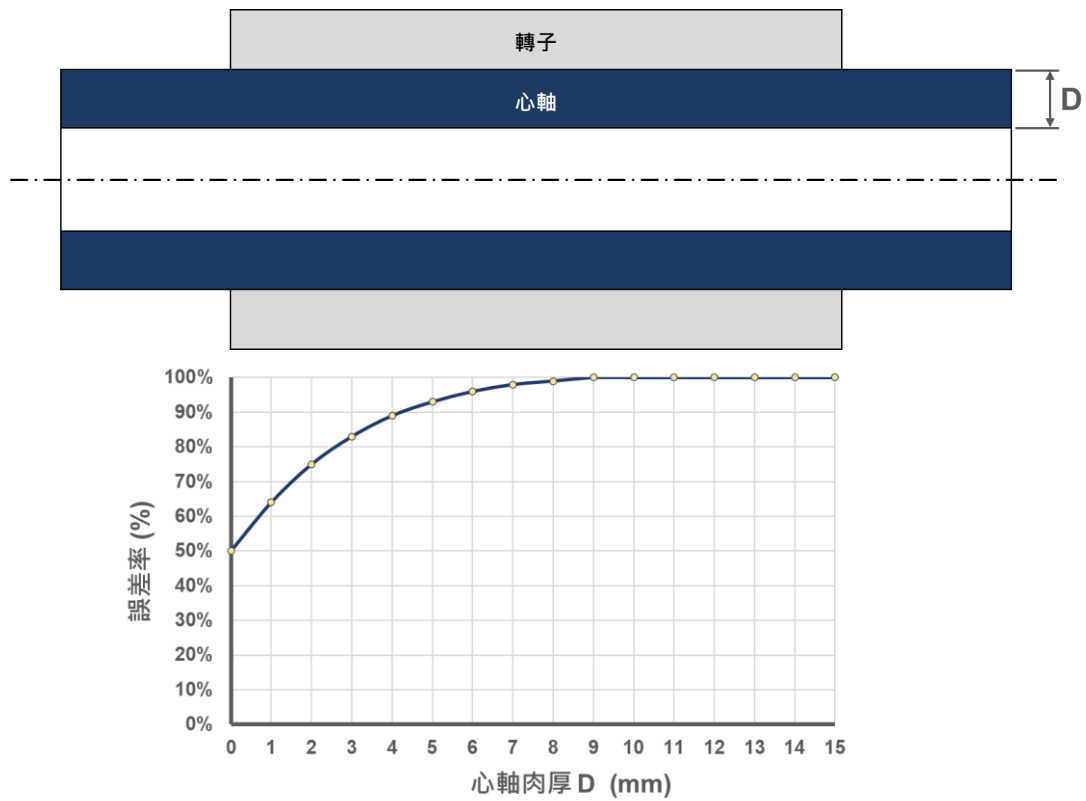


圖 4.3.8.1 心軸壁厚變化

註：

建議心軸使用 SCM415 材質。

4.4 儲存

本產品具有強磁，請務必在存放區放上告示牌，裝置心臟節律器與體內含有金屬儀器者不可靠近。

儲存注意事項如下：

- 請勿將產品存放於高溫、高濕、有灰塵、鐵粉、切削粉、腐蝕性物質、可燃性氣體及可燃性物質的場所。
- 產品無防滴或防水設計，請勿將產品存放於室外、潮濕、灰塵及有害液體、有害氣體與陽光直射的場所。
- 請將產品安裝、存放於較少振動的場所。
- 使用後請將產品置於原裝箱的紙箱內再做存放，以利後續使用時識別與拿取。
- 根據 EN 60721-3-1 (2018) 的規定，未拆封包裝且超過 2 週的設備存放須符合等級 1K21 級的要求。
- 儲存的氣候環境條件與輸送的要求一致，皆為等級 2K2 級，請參閱表 4.1.2。
- 因應長期環境條件，所需符合的等級如下：

表 4.4.1 長期存放環境條件等級

生物環境條件	1B1 級
化學環境條件	1C1 級
機械環境條件	1S2 級
	1M2 級

- 若產品無法置於無乾燥環境，須採取以下措施存放產品：
 - I. 使用吸濕材料包覆馬達，再使用密封方式包裝馬達。
 - II. 於密封包裝內放入乾燥劑，且須定期檢查並更換乾燥劑。
 - III. 定期檢查馬達。

註：

1. 若產品置於室內，最多可存放兩年。
2. 存放時，須注意不可壓傷動力線與溫度感測器。
3. 長期存放後再取出，產品可能會因為受潮而導致絕緣阻抗值降低。因此，使用前請先量測絕緣阻抗，避免超出規範。

4.5 開箱與設定

請於室內拆裝本產品，拆卸產品包裝的流程如下。

- 步驟1. 請確認數量與標籤貼紙的規格皆正確。
- 步驟2. 請小心拆卸紙箱，並注意轉子含有強磁。
- 步驟3. 請保存拆卸後的紙箱，後續若有問題可以送回。若無問題，請以環境友好的方式處理包裝。
- 步驟4. 請小心取出產品，確認外觀無破損與內部產品正確，可拍照留存。
- 步驟5. 請小心搬運產品至安裝地點，再進行組裝。因轉子含有強磁，周圍須避開易導磁物品。

(此頁有意留白。)

5. 組裝與連接

5.	組裝與連接	5-1
5.1	機械安裝	5-2
5.1.1	機械組裝	5-2
5.1.1.1	冷卻水套設計與進、出水口位置建議	5-3
5.1.1.2	O 型環特性與規格	5-4
5.1.2	產品安裝手法	5-5
5.1.2.1	不含冷卻水套的定子安裝	5-5
5.1.2.2	含冷卻水套的定子安裝	5-6
5.1.2.3	轉子與心軸安裝	5-8
5.2	電氣安裝	5-10
5.2.1	電源供應器與控制器選型	5-10
5.2.2	溫度保護系統	5-10
5.2.2.1	PTC 溫度感測器	5-11
5.2.2.2	Pt1000 溫度感測器	5-12
5.2.3	UVW 三相動力線	5-13
5.2.4	線材彎曲半徑	5-13

5.1 機械安裝

5.1.1 機械組裝

本產品可接受水冷或油冷系統。含冷卻水套定子的冷卻液通道設計如下圖所示，冷卻液通道的上下端有 O 型環做為防漏裝置。

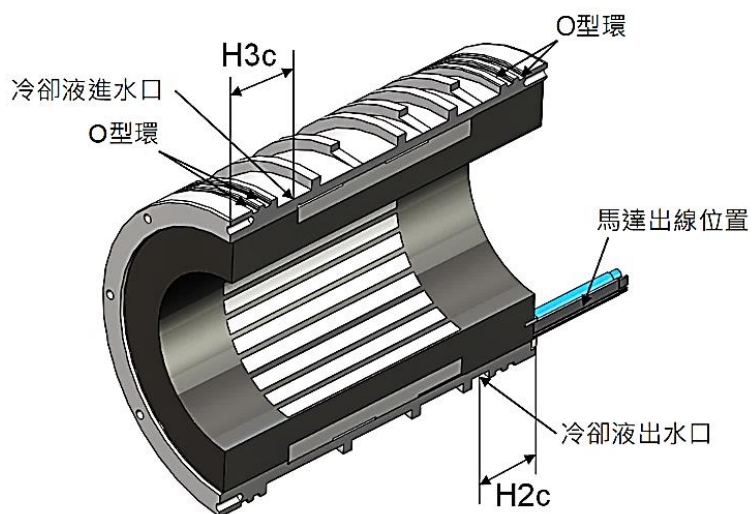


圖 5.1.1.1 含冷卻水套定子的基本構造

5.1.1.1 冷卻水套設計與進、出水口位置建議

冷卻液進、出水口的建議位置如下圖所示。

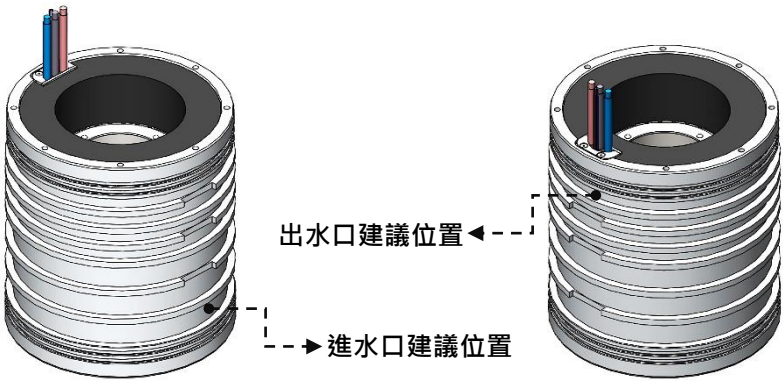
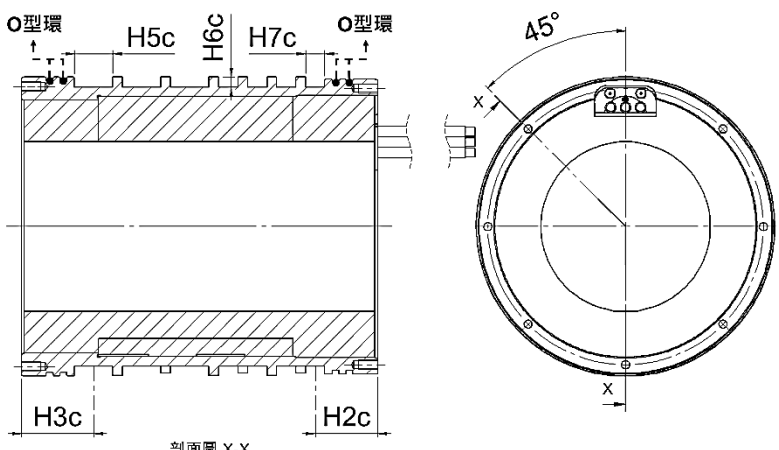


圖 5.1.1.1.1 冷卻液進、出水口建議位置

冷卻水套的進、出水口尺寸與流道設計如下表所示。

表 5.1.1.1.1 冷卻水套的進、出水口尺寸與流道設計

					
馬達型號	H2c (mm)	H3c (mm)	H5c (mm)	H6c (mm)	H7c (mm)
IM-1-135□□	32.5	37.5	20.0	5.05	10.0
IM-1-106□□	27.5	32.5	20.0	3.80	10.0

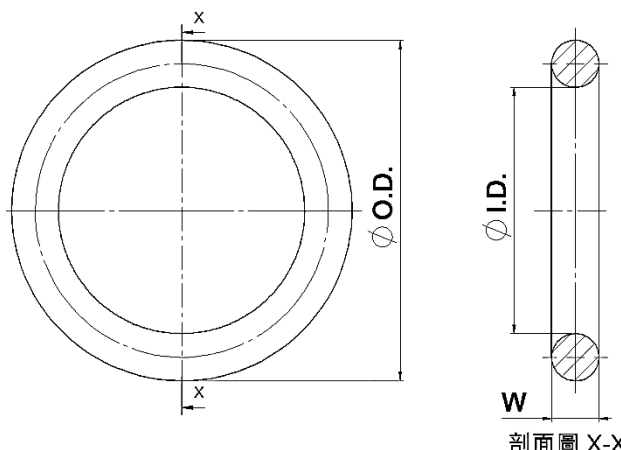
註：

1. 冷卻液進、出水口須對齊馬達出線位置，才能確保冷卻液有良好的循環，以達到冷卻的效果。
2. 最終標示之尺寸以提供之承認圖為主。
3. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

5.1.1.2 O 型環特性與規格

O 型環用於搭配冷卻水套設計。

表 5.1.1.2.1 O 型環尺寸

				
馬達型號	AS 規格	ØO.D. : 外徑 (mm)	ØI.D. : 內徑 (mm)	W : 厚度 (mm)
IM-1-135□□	AS 162	150.96	145.72	2.62
IM-1-106□□	AS 047	117.58	114.02	1.78

註：

1. 若非使用水冷系統，請事先洽詢原廠評估，或聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。
2. 最終標示之尺寸以提供之承認圖為主。
3. 本公司保留變更的權利，若產品規格增加，恕不另行通知。

O 型環會因冷卻液介質不同而選用不同的材質，使用前請參考下表。

表 5.1.1.2.2 O 型環材質選用

O 型環材質	材質硬度	冷卻液介質
丁腈橡膠 (Nitrile Butadiene Rubber · NBR)	70°	油、水
氟橡膠 (VITON)	75°	油、水
三元乙丙橡膠 (Ethylene Propylene Diene Monomer · EPDM)	70°	水

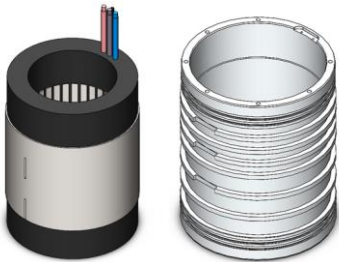
5.1.2 產品安裝手法

本產品的安裝包含兩個項目：定子安裝、轉子與心軸安裝。其中定子又分為兩種，不含冷卻水套的定子與含冷卻水套的定子。

5.1.2.1 不含冷卻水套的定子安裝

冷卻水套尺寸、結構與安裝介面等皆由客戶自行設計，安裝步驟及注意事項如下表。

表 5.1.2.1.1 不含冷卻水套的定子安裝

步驟	圖示	說明
1		準備不含冷卻水套的定子 ^{註1} 與客戶的冷卻水套。
2		使用無塵布與無水酒精將定子的鐵心表面擦拭乾淨，並確認外觀無汙染、無鏽、無鋒利的邊緣、無損壞。
3		加熱 ^{註2} 客戶的冷卻水套。加熱至目標溫度後，快速將不含冷卻水套的定子裝入客戶的冷卻水套 ^{註3} 。

步驟	圖示	說明
4		確認定子組裝位置有到位。

註：

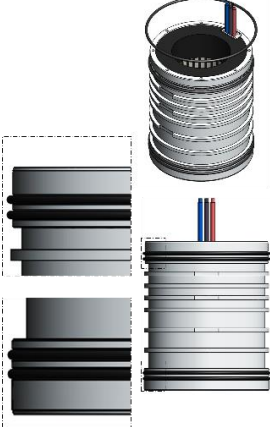
1. 定子外徑公差請以本公司承認圖之標示為主。
2. 須考量冷卻水套的材質、公差等因素。若無法自行判斷加熱溫度，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商，並提供冷卻水套的相關資訊（請參閱 11.4.1 節）。
3. 客戶的冷卻水套與定子的結合面建議採用過渡配合（JIS B 0401）。

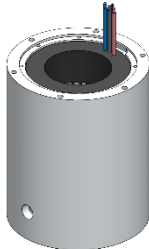
5.1.2.2 含冷卻水套的定子安裝

外罩尺寸、結構與安裝介面等皆由客戶自行設計，安裝步驟及注意事項如下表。

表 5.1.2.2.1 含冷卻水套的定子安裝

步驟	圖示	說明
1		準備含冷卻水套的定子 ^{註 1} 、客戶的外罩與四條 O 型環。
2		使用無塵布與無水酒精將冷卻水套表面擦拭乾淨，並確認外觀無汙染、無鏽、無鋒利的邊緣、無損壞。

步驟	圖示	說明
3		確認 O 型環無缺口或龜裂痕跡。
4		將 O 型環塗上油脂或滑石粉等合適的潤滑劑。
5		將四條 O 型環組裝於含冷卻水套的定子溝槽中。組裝時，須注意不可扭轉與刮破 O 型環。
6		將含冷卻水套的定子裝入客戶的外罩 ^{註2} 。外罩的進、出水口位置須對齊冷卻水套的進、出口位置。組裝時，須注意不可損傷 O 型環，以免漏水。

步驟	圖示	說明
7		確認定子組裝位置有到位。

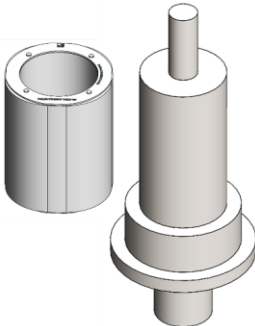
註：

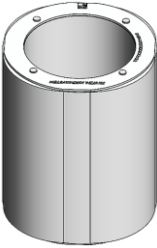
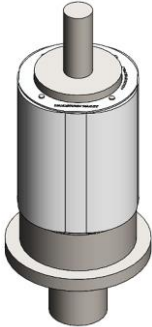
1. 定子進、出水口位置請以本公司承認圖之標示為主。
2. 客戶的外罩與定子的結合面建議採用餘隙配合 (JIS B 0401)。

5.1.2.3 轉子與心軸安裝

心軸尺寸、結構與安裝介面等皆由客戶自行設計，安裝步驟及注意事項如下表。

表 5.1.2.3.1 轉子與心軸安裝

步驟	圖示	說明
1		準備轉子 ^{註1} 與客戶的心軸 ^{註2} 。
2		使用無塵布與無水酒精將客戶的心軸表面擦拭乾淨，並確認外觀無汙染、無鏽、無損壞。

步驟	圖示	說明
3		加熱 ^{註3} 轉子。
4		加熱至目標溫度後，快速將轉子組裝於心軸上 ^{註4} 。

註：

1. 轉子內徑尺寸與公差請以本公司承認圖之標示為主。
2. 組裝前，須注意轉子具有磁性，在與心軸結合時會有較強的吸力產生，因此建議心軸使用 SCM415 材質。
3. 為避免破壞轉子特性，轉子的加熱溫度不可超過 150°C。請客戶自行判斷加熱溫度，以配合主軸最高轉速與組裝等需求所對應的公差。
4. 客戶的心軸與轉子的結合面建議採用過渡配合 (JIS B 0401)。

5.2 電氣安裝

5.2.1 電源供應器與控制器選型

選擇電源供應器時，須考慮額定電流、瞬間電流與操作電壓。實際應用請以產品承認圖之標示為主。

註：

關於驅動器等周邊元件的選用建議，請參閱 3.3.2 節。

5.2.2 溫度保護系統

本產品使用 PTC130、PTC150 與 Pt1000 三種溫度感測器，以提供溫度資訊至控制系統做必要的馬達過溫保護。使用產品前，須將這三種溫度感測器安裝至驅動器上。馬達運轉時，若馬達內部產生過熱現象，即可透過 PTC 熱敏電阻受熱阻值的躍變與 Pt1000 的輸出電阻值來判斷馬達是否須停止運轉。

表 5.2.2.1 溫度感測器功能

溫度感測器	功能
PTC130	警告通知 $\geq 130^{\circ}\text{C}$
PTC150	停止運轉 $\geq 150^{\circ}\text{C}$
Pt1000	溫度監測

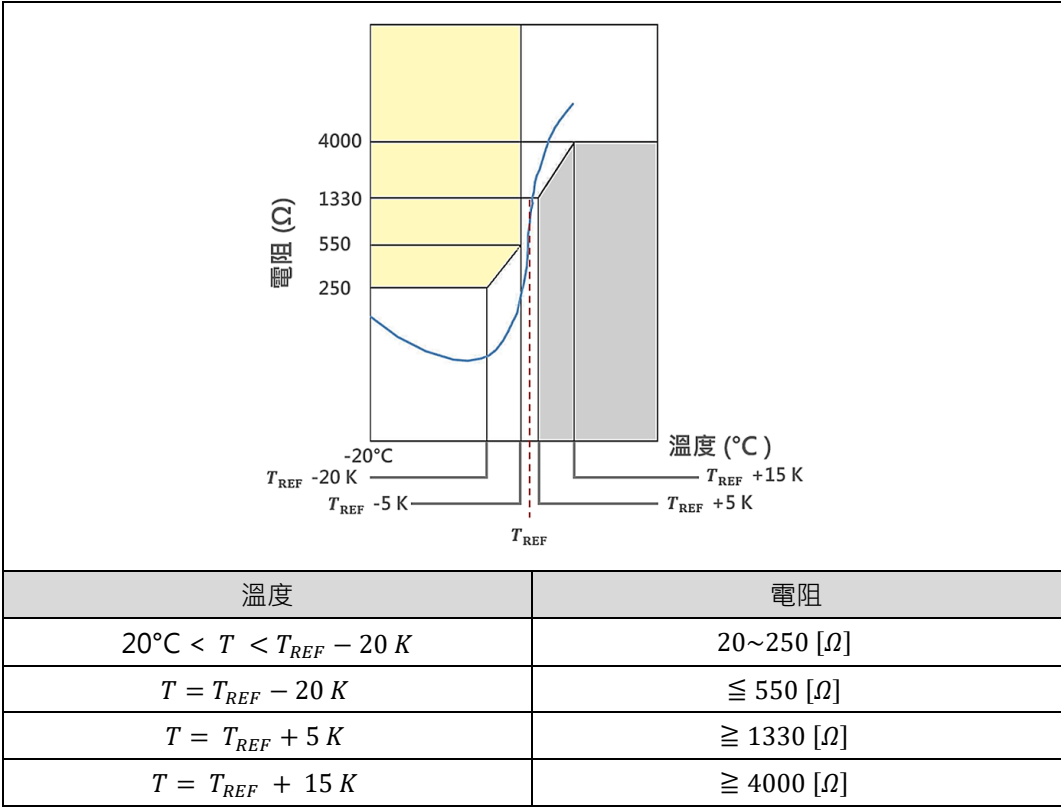
註：

關於馬達實際搭配的溫度感測器類型，請參照型錄或承認圖。

5.2.2.1 PTC 溫度感測器

此為馬達針對過熱保護常用的方法，於馬達定子的繞組裡埋設體積極小的傳感器用 PTC 溫度傳感器感溫頭。在正常情況下，馬達過熱保護用 PTC 熱敏電阻處於低阻態，不影響馬達的正常運轉。當馬達內部因故障過熱時，馬達過熱保護用 PTC 熱敏電阻受熱阻值躍變，與之搭配的保護迴路之繼電器失電釋放。此時馬達會停止運轉，待故障排除後再重新運轉。本產品使用 PTC130、PTC150 溫度感測器，其電阻值分別會於 $T_{REF}=130^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{REF}=150^{\circ}\text{C}$ 時大幅提升，其特性如下表所示。

表 5.2.2.1.1 PTC 溫度感測器特性



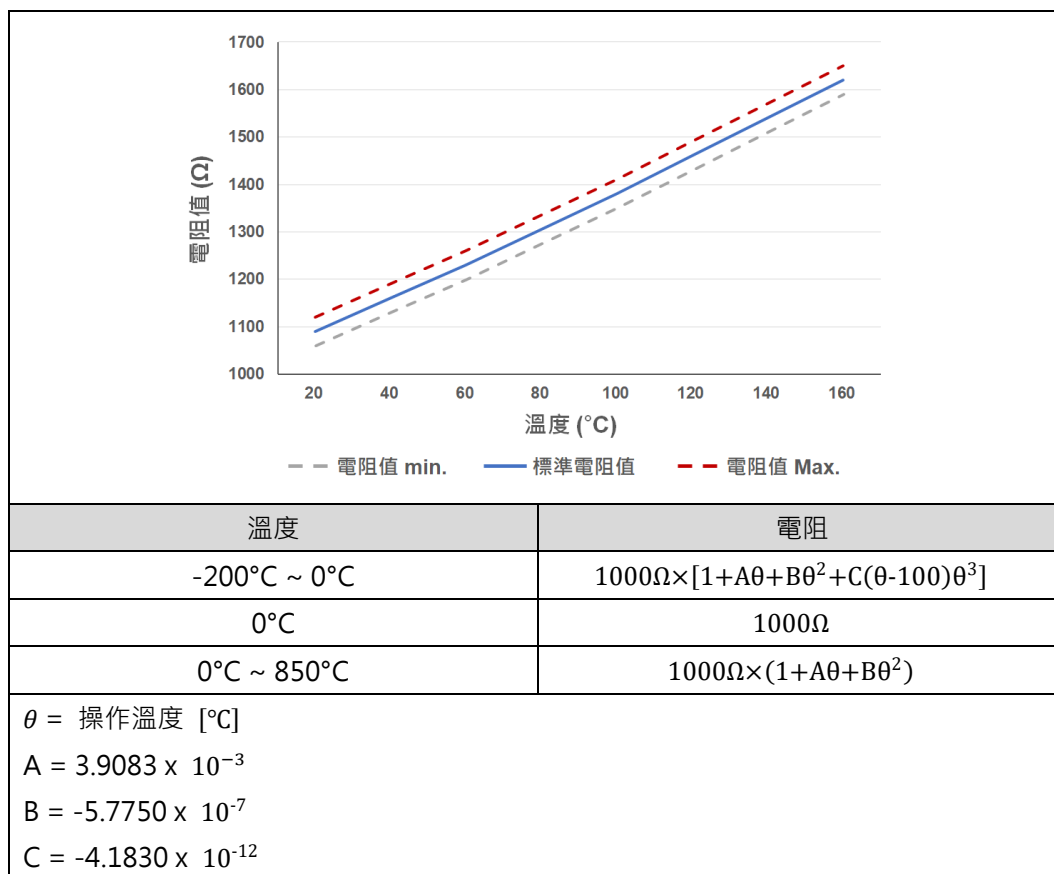
註：

1. 這種保護方法的優點在於直接監測繞組內部的溫度變化，在過熱溫度突破馬達的絕緣等級之前保護馬達。同時，由於 PTC 熱敏電阻的可恢復性，不必像保險絲電阻一樣必須更換新的。
2. PTC130、PTC150 溫度感測器的電阻值分別會於 $T_{REF}=130^{\circ}\text{C}$ 、 $T_{REF}=150^{\circ}\text{C}$ 時大幅提升。若量測電阻值大於 $1330\text{ }\Omega$ ，請於驅動器或控制器設定警告或急停功能。電阻值建議取安全係數的八成，即大於 1000Ω 便開始保護作動。

5.2.2.2 Pt1000 溫度感測器

Pt1000 為一款白金電阻溫度感測器，其特性為在 0°C 時電阻值為 1000Ω，可藉由量測輸出電阻值來獲得實際溫度。電阻值與溫度的關係如下表，電阻值於-200°C ~ 850°C 會線性增加或減少。

表 5.2.2.2.1 Pt1000 溫度感測器特性



註：

1. 調機時，請務必確認馬達已連接上位控制器並接受溫度感測訊號，才可進行送電。
2. 熱敏電阻的熱時間常數（過渡反應時間過程的常數）受傳輸介質影響。若操作電流超過額定電流，熱敏電阻的時間常數會造成溫度響應延遲，進而誤判馬達溫度。若有此應用，請聯繫本公司，本公司將提供專業的評估。

5.2.3 UVW 三相動力線

使用本產品前，須將定子上的 UVW 三條動力線安裝到驅動器上。驅動器通電時，才能將電力傳輸至馬達，使馬達正常運轉。

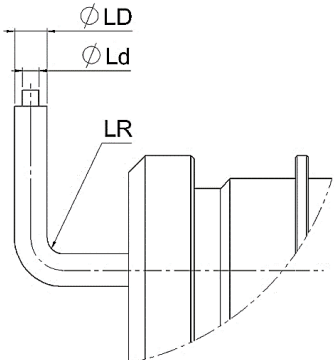
表 5.2.3.1 動力線線色對照表

動力線	線色
U 相	棕色
V 相	黑色
W 相	藍色

5.2.4 線材彎曲半徑

動力線、溫度感測器訊號線之最小彎曲半徑如下表。

表 5.2.4.1 彎曲半徑對照表

特性	圖示	公式
固定安裝之最小彎曲半徑 (請依線材最大外徑 D 計算)		$LR = 3 \times LD$
末端芯線彎曲之最小彎曲半徑 (請依線材內芯線最大外徑 d 計算)		$LR = 6 \times Ld$
LR = 曲率半徑 LD = 動力線、溫度感測器訊號線的外徑 Ld = 動力線、溫度感測器訊號線的芯線外徑		

(此頁有意留白。)

6. 調適



6.	調適.....	6-1
6.1	調適	6-2

6.1 調適

若有參數需求，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。本公司會依據客戶使用的控制器與驅動器輸入相對應的數據與數值，並依相關操作手冊進行調適。

7. 保養與清潔

7.	保養與清潔	7-1
7.1	保養	7-2
7.2	清潔	7-2

7.1 保養

請於本產品表面塗佈潤滑劑，防止產品表面生鏽、腐蝕。

注意



- ◆ 請先戴上手套，再於產品表面噴塗潤滑劑。

7.2 清潔

請定期檢查定子與轉子的表面，必要時再進行清潔。

注意



- ◆ 本產品的清潔方式：使用濃度 70%的酒精擦拭。

註：

1. 使用酒精擦拭清潔後，仍須塗佈潤滑劑，避免生鏽。
2. 轉子內部含有強磁，請勿接近易導磁物品（如鐵製品），避免強大的吸力導致夾傷風險。

8. 處置

8.	處置.....	8-1
8.1	廢棄物處理	8-2
8.1.1	汰換	8-2
8.1.2	處置	8-3
8.1.2.1	轉子處置.....	8-3
8.1.2.2	包裝處置.....	8-4

8.1 廢棄物處理

8.1.1 汰換

汰換或拆卸馬達時，請小心以下風險。

**警告**

◆ 若不按照指示拆卸或停用馬達，可能會導致人身傷害、死亡或財產損失。

汰換或拆卸馬達的流程如下。

- 步驟1. 斷開馬達電源，等待直流電源完全放電。
- 步驟2. 等待馬達冷卻（至少 30 分鐘），關閉所有冷卻系統，並將壓力排放到 0 bar。
- 步驟3. 移除所有電源線、訊號線和冷卻管線。
- 步驟4. 必要時請隔離所有電源連接，避免拆卸馬達時所產生的電壓導致觸電或短路。
- 步驟5. 排出內部所有冷卻液並妥善處理。
- 步驟6. 清理馬達上的異物、碎屑和灰塵。
- 步驟7. 於定子和轉子的間隙之間插入墊片，避免相吸導致夾傷風險。
- 步驟8. 若客戶自行設計固定夾具，可用於固定轉子。若採用導向夾具的方式，須確認相關夾具及配置已完成安裝。
- 步驟9. 拆下機器端的所有固定裝置後，若定子和轉子是固定的，可同時與機器分離；若採用導向方式，請按照與組裝相反的順序拆下定子和轉子。
- 步驟10. 使用原包裝或安全的方式正確包裝與存放定子和轉子。

註：

1. 拆卸馬達時，O 型環有可能會損壞。不可過度拉伸，也不可使用鋒利的工具，否則可能會造成永久性的損壞。
2. 更換新的主軸馬達時，建議使用新的 O 型環。請參閱 5.1.1.2 節選用合適的 O 型環材質與規格，或向本公司購買。另外，請參閱 5.1.2.2 節將 O 型環組裝於冷卻水套上。
3. 轉子內部含有強磁，請勿接近易導磁物品（如鐵製品），避免強大的吸力導致夾傷風險。

8.1.2 處置

請依照法規的正常回收流程報廢產品。



注意



◆ 按照當地法規回收辦法處置。

- 轉子：內部的永久磁鐵必須完全退磁，可藉由高溫烘烤的方式使之退磁。
- 產品須拆卸回收的部分：
 1. 電子廢棄物：如編碼器組件、溫度控制模塊等。
 2. 電氣廢棄物：如定子、動力線、溫度控制器等。
 3. 廢金屬合金：須按金屬分類，如鋁合金、鋼材、鐵材等。
- 不得與溶劑、冷清洗劑或油漆殘留物混和。

8.1.2.1 轉子處置

帶有永久磁鐵的轉子須經過特定的退磁處理，避免後續發生危險，建議交由專業的回收公司處理。

轉子退磁的流程如下。

- 步驟1. 將轉子放置於專用的無磁性烤箱中烘烤。
- 步驟2. 將轉子放置於治具上，治具材質須堅固、耐熱且不可導磁。
- 步驟3. 烘烤溫度至少須達到 310°C，且烘烤時間為 1 小時。
- 步驟4. 烘烤過程中所產生的廢氣須進行處理與管理，以免汙染環境。
- 步驟5. 烘烤結束後，須等待降溫，避免燙傷的風險。

註：

1. 拆卸馬達後，因轉子內部含有強磁，請勿接近易導磁物品（如鐵製品），且必須單獨放置在安全的包裝中。
2. 烘烤後再恢復常溫時，磁性剩餘量應接近 10 高斯，否則請重複退磁步驟。

8.1.2.2 包裝處置

本公司使用的包裝材料與輔料皆為環保材質。木質材料皆可回收再利用，且為可燃材質。

9. 故障排除

9.	故障排除.....	9-1
9.1	故障排除.....	9-2
9.1.1	故障排除表單	9-4

9.1 故障排除

若發生以下情況，使用者可自行排除問題。

表 9.1.1 故障排除

故障狀態	原因	解決方式
未接線至驅動器 卻無法用手轉動馬達	機構干涉	移除干涉部位。
	馬達三相短路	修復短路處。
馬達在任何狀態下 皆無法運轉	動力線配線錯誤	確認連接至驅動器之動力線。
	電流過載	(1) 確認是否有干涉並移除該干涉物件。 (2) 修復煞車異常作動。
	過溫保護	確認驅動器過溫設定。
	絕緣阻抗異常	待馬達冷卻後，量測定子絕緣阻抗（三相對地）。 量測條件： $1000 V_{DC} \ 60 \text{ sec} > 100 \text{ M}\Omega \ @25^{\circ}\text{C}$ 若小於 $100 \text{ M}\Omega$ ，請洽本公司。
	軸承異常	更換軸承。
馬達運轉方向錯誤	編碼器設定錯誤	確認編碼器設定。
	動力線配線錯誤	互換連接至驅動器之其中兩相動力線。
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。
	軸承不正常運轉	確認組裝方式。
	進、出水口位置錯誤	參照承認圖確認馬達進、出水口配置。
馬達外殼溫度異常	水冷機不正常運轉	確認水冷系統。
	控制器設定錯誤	確認控制器設定值。
	馬達參數設定錯誤	確認馬達參數設定值。
	軸承不正常運轉	確認組裝方式。
	流道內有氣泡	直接移除氣泡或提高流量來帶走氣泡。
馬達運轉不穩定 (振動)	絕緣阻抗異常	確認動力線對地電阻值大於 $50 \text{ M}\Omega$ 。
	編碼器安裝錯誤	確認編碼器安裝是否鬆動。
	編碼器訊號錯誤	確認編碼器屏蔽接線是否鬆脫。
	驅動器參數設定不當	確認控制參數合理性。
	馬達型號設定錯誤	確認馬達參數設定值。
	動力線接線鬆脫	確認動力線接線。
	軸承異常	更換軸承。
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。
	系統不平衡	確認動平衡。

故障狀態	原因	解決方式
	系統內有零件鬆脫	鎖緊構件。
	氣隙間含有異物	移除氣隙間異物。
使用一段時間後，馬達在不轉動的情況下產生噪音，且噪音頻率為 PWM 頻率的整數倍。	絕緣阻抗異常	待馬達冷卻後，量測定子絕緣阻抗（三相對地）。 量測條件： $1000 V_{DC} \ 60 \text{ sec} > 100 \text{ M}\Omega \ @25^{\circ}\text{C}$ 若小於 $100 \text{ M}\Omega$ ，請洽本公司。

註：

執行上述對策仍無法解決問題時，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。

9.1.1 故障排除表單

若馬達發生故障或錯誤，此表單可幫助使用者向本公司提供重要的細節，以便有效地對馬達進行障礙排除與維修，避免任何可能和不必要的停機時間，請善加利用。

表 9.1.1.1 故障排除表單

大銀微系統
HIWIN® MIKROSYSTEM

故障排除表單

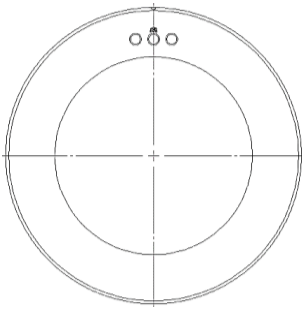
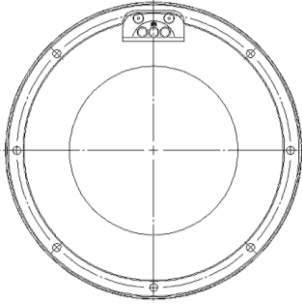
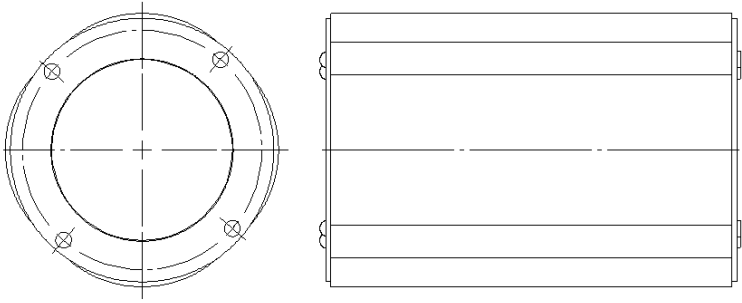
文件等級	屬性
極機密Most Confidential	
機密Confidential	V
一般	

故障排除調查表/ Troubleshooting Form

客戶名稱： 日期： 年 月 日

Email：		接洽人：	
電話：		職稱：	
傳真：			
A. 高速主軸馬達規格與機台類型			
品號	ex: FH□□□□□□□□	規格_版次	ex: IM-1-xxx□□_A□
產品序號	見標籤	加工機台名稱 (型號+軸數)	ex: 車床加工機
上機操作起始時間 (西元年/月/日)	ex: XXXX / XX / XX	加工位置 (國家、城市)	ex: 台灣
B. 使用條件			
是否使用液體冷卻	☐ 是 ☐ 否	輸入液體流 (l/min)	ex: □.□□
冷卻液規格	☐ 水+xx%添加劑 ☐ 油 $xx \frac{J}{(kg * K)}$ $xx \frac{kg}{m^3}$ ☐ 其他：		
機台操作使用液體	☐ 無 ☐ 有，規格：ex: 切削液	軸承規格	ex: CRBD XXX □□ X □□□ C8 P5
工件夾持方式	☐ 無 ☐ 有，規格：ex: 磁力式；液壓式；其他		
C. 故障情況			
故障描述：			
馬達故障狀態 (當下情況)	☐ 調機階段，說明： ☐ 操作階段，說明：		
其他操作：			
故障軸 (旋轉、轉台)	☐ 說明：		
控制器錯誤訊息	☐ 無 ☐ 有，訊息：ex: 錯誤代碼與說明內容 ☐ 突然停止，說明： ☐ 性能下降 (振動、紋波、噪音)，說明： ☐ 其他，說明：		

是否曾經發生過同樣的故障	☐ 是 ☐ 否	發生日期 (西元年/月/日)	ex: XXXX / XX / XX
D. 控制器參數			
控制器品牌		控制器規格	
☐ 其他意見：			
濾波器規格 (A)	☐ 無 ☐ 諧波濾波器 ☐ 回生濾波器 ☐ EMC 濾波器 ☐ 其他：		
扼流圈以及電抗器 (B)	☐ 無 ☐ 線路電抗器 ☐ 換向扼流圈 ☐ 其他：		
電源供應器規格 (C)	ex: ATX	放大器規格 (D)	ex: ADA
扼流圈以及電抗器 (E)	☐ 無 ☐ dv/dt 電抗器 ☐ 馬達扼流圈 ☐ 其他：		
濾波器規格 (F)	☐ 無 ☐ dv/dt 濾波器 ☐ 弦波濾波器 ☐ 其他：		
短路繼電器類型 (G)	☐ 無 ☐ 其他：		
使用 THPD 設定器 (H)	☐ 無 ☐ 其他：ex: THPD-50M Z 軸設定器		
E. 電氣障礙排除			
檢查整個接線，是否有任何可觀察到的連接鬆動或連接斷開？			
☐ 無 ☐ 有，確切位置：			
線間電阻值 (U=棕；V=黑；W=藍)	R_{U-V} ：	R_{V-W} ：	R_{U-W} ：
相對地電阻值	R_{U-G} ：	R_{V-G} ：	R_{W-G} ：
溫度感測器電阻值	R_{Pt1000} ：	R_{PTC130} ：	R_{PTC150} ：
F. 檢查			
定子檢查			
任何異常痕跡	☐ 無 ☐ 有	任何異常氣味	☐ 無 ☐ 有

請於右圖中，標記對應的異常代號圖示 水泡 (標記 ○) 燃燒點 (標記 △) 刮痕 (標記 ≡) 起皺摺 (標記 ~)	不含冷卻水套		
	含冷卻水套		
線材以及連接檢查			
動力線、溫度感測器以及連接檢查的任何損壞		☐ 無 ☐ 有	
轉子檢查			
任何異常痕跡	☐ 無 ☐ 有	任何異常氣味	☐ 無 ☐ 有
請於右圖中，標記對應的異常代號圖示 磁鐵脫落 (標記 ○) 燃燒點 (標記 △) 金屬屑 (標記 ×) 刮痕 (標記 ≡) 起皺摺 (標記 ~)			
馬達是否油膩	☐ 否 ☐ 是，說明：		
轉子表面是否含有金屬顆粒	☐ 否 ☐ 是，類似或疑似說明：		

註：

1. 請先關閉電源，待馬達冷卻至環境溫度 (25°C 左右) 再進行故障排除的量測。
2. 請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商，並提供此故障排除表單。

10. 公司聲明

10.	公司聲明	10-1
10.1	公司聲明	10-2

10.1 公司聲明

		大銀微系統股份有限公司 台灣40852台中市精密機械園區 精科中路6號 Tel : +886-4-23550110 Fax : +886-4-23550123	HIWIN MIKROSYSTEM CORP. No.6, Jingke Central Rd., Precision Machinery Park, Taichung 40852, Taiwan www.hiwinmikro.tw business@hiwinmikro.tw								
Declaration of Conformity according to Low Voltage EC directive 2014/35/EU											
Name and address of the manufacturer: HIWIN MIKROSYSTEM CORP., No.6, Jingke Central Rd., Taichung Precision Machinery Park, Taichung 408226, Taiwan											
Description and identification of the product: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Product</td> <td>Spindle Motor</td> </tr> <tr> <td>Identification</td> <td>Series: IM-1-135</td> </tr> </table>				Product	Spindle Motor	Identification	Series: IM-1-135				
Product	Spindle Motor										
Identification	Series: IM-1-135										
The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonization legislation Directive. <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">2015/863</td> <td>RoHS directive</td> </tr> </table>				2015/863	RoHS directive						
2015/863	RoHS directive										
References to the relevant harmonized standards used or references to the other technical specifications in relation to which conformity is declared <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">EN 60034-1:2010</td> <td>Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance</td> </tr> <tr> <td>EN 60034-1:2010/AC:2010</td> <td></td> </tr> <tr> <td>EN 60034-5:2010/A1:2007</td> <td>Rotating electrical machines - Part 5: Degree of protection provided by the integral design Of rotating electric machines (IP code) - Classification</td> </tr> <tr> <td>EN 60204-1:2018</td> <td>Safety of machinery - Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements</td> </tr> </table>				EN 60034-1:2010	Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance	EN 60034-1:2010/AC:2010		EN 60034-5:2010/A1:2007	Rotating electrical machines - Part 5: Degree of protection provided by the integral design Of rotating electric machines (IP code) - Classification	EN 60204-1:2018	Safety of machinery - Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
EN 60034-1:2010	Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance										
EN 60034-1:2010/AC:2010											
EN 60034-5:2010/A1:2007	Rotating electrical machines - Part 5: Degree of protection provided by the integral design Of rotating electric machines (IP code) - Classification										
EN 60204-1:2018	Safety of machinery - Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements										
This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.											
Taichung 408226, Taiwan		YU, KAI-SHENG, Executive Vice President									
02.03.2023	(Place, Date)	(Surname, first name, and function of signatory)	(Signature)								

11. 附錄

11.	附錄	11-1
11.1	技術用語說明	11-2
11.2	單位換算	11-5
11.3	公差與假設	11-6
11.3.1	尺寸公差	11-6
11.3.1.1	孔的公差	11-7
11.3.1.2	軸的公差	11-8
11.3.1.3	幾何公差	11-9
11.3.2	假設	11-9
11.4	客戶需求調查表	11-10
11.4.1	冷卻水套加熱溫度需求表	11-12

11.1 技術用語說明

- 反電動勢常數： $K_e \left[\frac{V_{l-l \cdot rms}}{krpm} \right]$

馬達在磁鐵溫度 25°C 時，每 1000 rpm 下所產生之感應電壓。發生於線圈感應到磁場變化時，反抗電流通過的電動勢。

- 額定電流： $I_c [A_{rms}]$

額定電流又稱連續電流，在環境溫度 25°C 下可連續供給馬達線圈之電流，且在冷卻水 20°C 的水冷條件下，線圈溫度最高不會超過 150°C，水冷下之額定電流為 I_c ，此時馬達達到額定轉矩 T_c 。

- 額定轉矩： $T_c [Nm]$

額定轉矩又稱連續轉矩，馬達在環境溫度 25°C 下連續運轉不休息且在水冷條件下線圈最終溫度不超過 150°C 所輸出的轉矩，此額定轉矩 T_c 對應施加給馬達之額定電流 I_c 。

- 線間電感： $L_{l-l} [mH]$

馬達在線圈溫度 25°C 時所量測之線圈線間電感值。

- 等效轉矩： $T_e [Nm]$

馬達在環境溫度 25°C 下實際操作所輸出的轉矩。

- 線間電阻： $R_{l-l} [\Omega]$

馬達在線圈溫度 25°C 時所量測之線圈線間電阻值。

- 馬達常數： $K_m \left[\frac{Nm}{\sqrt{W}} \right]$

在線圈以及磁鐵溫度 25°C 時，馬達輸出轉矩對消耗功率開根號的比值；越高的馬達常數代表馬達在輸出特定轉矩時會有越低的功率損失。

- 極數： $2p$

轉子的總極數，其中 p 為極對數。

- 峰值電流： $I_p [A_{rms}]$

一般定義為馬達額定電流的 2~3 倍，而電流所達到之馬達溫度不可超過 150°C；峰值電流為短時間需要高功率輸出時使用，馬達在正常操作範圍輸入峰值電流時，須確保散熱至正常溫度後才可再供給峰值電流。

■ 峰值轉矩： T_p [Nm]

馬達輸入峰值電流時之轉矩，此峰值轉矩對應之峰值電流不可使馬達溫度超過 150°C。

■ 轉子慣量： J_m [kg·m²]

轉動件抵抗轉動的慣性，與外型以及質量有關；轉子慣量越大，由靜止到開始轉動越困難，由運動中到停止亦然。

■ 動平衡等級： G [$\frac{mm}{s}$]

轉子因不平衡而造成轉子偏心，隨著轉速上升對軸承造成更大的負擔，進而對機械造成危害。轉子動平衡等級可用G來表示，其值越小代表平衡精密等級越高。

■ 熱時間常數：

熱敏電阻從保持在某溫度的狀態變化至目標溫度所需的時間。

■ 轉矩常數： K_t [$\frac{Nm}{A_{rms}}$]

馬達在單位電流 A_{rms} 下所能輸出的轉矩，轉矩常數越大代表相同電流下能輸出越大的電流；在正常操作範圍下，輸出轉矩與輸入電流接近線性關係，非線性部份則是因鐵心飽和所導致。

■ 額定轉速： n_c [rpm]

在額定磁通下，馬達的轉速從零增加到額定轉速，電動勢從零增加到額定電壓；由於驅動器提供電壓的限制，因此電動勢不能超過額定電壓。

■ 最高轉速： n_p [rpm]

在正常轉速內進入弱磁後操作在定功率區能達到的最高轉速；在定功率區運轉且輸入電流不大於額定電流時，轉速提高，轉矩則隨之下降。

■ 弱磁控制：

當轉速提高至額定轉速，即達到額定電壓時，若要再提高轉速，須啟動弱磁控制抑制反電動勢，進而提升轉速。高速馬達在操作範圍內實現恆定功率的運行，同時滿足高轉速時仍保有一定的輸出轉矩。

■ 最大操作電壓： V_{AC}

馬達正常工作環境所能使用的最大電壓。

■ 最大連續功率損失： P_c [W]

馬達連續運轉於額定電流下且線圈溫度為 150°C 以下所損失的能量，主要轉換為熱能。若使用水冷系統，此損失大多藉由水冷液體排除。

■ 最大壓降： ΔP [bar]

在水冷系統使用純水下，進出水口壓差所能容許的最大值，為最小水流量 q 所對應的壓差；若操作環境不同，須經過計算去調整壓差。

■ 最小水流量： q [$\frac{1}{\text{min}}$]

在水冷系統使用純水下，正常散熱所需的最小流量；若操作環境不同，須經過計算去調整水流量。

■ 最大功率損失下水溫差： $\Delta\theta$ [K]

在水冷系統使用純水下，進出水口溫差一般定義為 5°C；若操作環境不同，須經過計算去調整溫差。

11.2 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

		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

■ 角速度

		B			
		deg/s	rad/s	rpm	rpm
A	deg/s	1	1.745×10^{-2}	0.167	2.777×10^{-3}
	rad/s	57.29	1	9.549	0.159
	rpm	6	0.105	1	1.667×10^{-2}
	rpm	360	6.283	60	1

■ 旋轉慣量

		B			
		kg-m ²	lb-in ²	lb-ft ²	oz-in ²
A	kg-m ²	1	3417.63	23.73	54644.81
	lb-in ²	2.926×10^{-4}	1	6.943×10^{-3}	15.99
	lb-ft ²	4.214×10^{-2}	144.02	1	2302.73
	oz-in ²	1.83×10^{-5}	6.254×10^{-2}	4.34×10^{-4}	1

■ 轉矩

		B			
		N-m	lb-in	lb-ft	oz-in
A	N-m	1	8.851	0.7375	140.84
	lb-in	0.113	1	8.333×10^{-2}	16
	lb-ft	1.355	11.99	1	191.94
	oz-in	7.1×10^{-3}	6.25×10^{-2}	5.21×10^{-3}	1

■ 溫度

		B	
		°C	°F
A	°C	1	$(^{\circ}\text{F} - 32) \times 5 / 9$
	°F	$(^{\circ}\text{C} \times 9 / 5) + 32$	1

11.3 公差與假設

11.3.1 尺寸公差

產品承認圖對應之尺寸公差如表 11.3.1.1 所示。

表 11.3.1.1 承認圖公差表

< 6	6~30	30~120	120~300	300~600	600~1200	1200~2400	> 2400
±0.1	±0.2	±0.3	±0.4	±0.5	±0.8	±1.0	±1.5

註：

1. 單位：mm。
2. 最終標示之尺寸以提供之承認圖為主。

11.3.1.1 孔的公差

孔的公差摘錄自 JIS B 0401 (2016) · 如圖 11.3.1.1.1 所示。

基本尺寸 (mm)		孔的尺寸公差 (μm)				
以上	以下	H				
		6	7	8	9	10
-	3	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0
3	6	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0
6	10	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0
10	14	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0
14	18					
18	24	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0
24	30					
30	40	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0
40	50					
50	65	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0
65	80					
80	100	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0
100	120					
120	140	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0
140	160					
160	180					
180	200	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0
200	225					
225	250					
250	280	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0
280	315					
315	355	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0
355	400					
400	450	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0
450	500					

圖 11.3.1.1.1 孔的公差表

11.3.1.2 軸的公差

軸的公差摘錄自 JIS B 0401 (2016) · 如圖 11.3.1.2.1 所示。

基本尺寸 (mm)		軸的尺寸公差 (μm)				
以上	以下	f			g	
		6	7	8	5	6
-	3	- 6 -12	- 6 -16	- 6 -20	- 2 - 6	- 2 - 8
3	6	-10 -18	-10 -22	-10 -28	- 4 - 9	- 4 - 12
6	10	-13 -22	-13 -28	-13 -35	- 5 -11	- 5 -14
10	14	-16 -27	-16 -34	-16 -43	- 6 -14	- 6 -17
14	18					
18	24	-20 -33	-20 -41	-20 -53	- 7 -16	- 7 -20
24	30					
30	40	-25 -41	-25 -50	-25 -64	- 9 -20	- 9 -25
40	50					
50	65	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29
65	80					
80	100	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34
100	120					
120	140	-43 -68	-43 -83	- 43 -106	-14 -32	-14 -39
140	160					
160	180					
180	200	-50 -79	-50 -96	- 50 -122	-15 -35	-15 -44
200	225					
225	250					
250	280	-56 -88	- 56 -108	- 56 -137	-17 -40	-17 -49
280	315					
315	355	-62 -98	- 62 -119	- 62 -151	- 18 -43	-18 -54
355	400					
400	450	- 68 -108	- 68 -131	- 68 -165	-20 -47	-20 -60
450	500					

圖 11.3.1.2.1 軸的公差表

11.3.1.3 幾何公差

幾何公差摘錄自 JIS B 0021 (1998) · 如圖 11.3.1.3.1 所示。

公差的種類		符號	圖示	定義
形狀公差	平面度			該表面必須在間隔XXX mm的2個平行平面之間。
	真圓度			任意的軸正截面的外圓，必須在同一平面上相隔XXX mm的2個同心圓之間。
	圓柱度			對象面必須在相隔XXX mm的2個同軸圓柱面之間。
定向公差	平行度			指示線箭頭表示的面，應平行於已知平面A，且在指示線的方向上相隔XXX mm的2個平面之間。
	垂直度			指示線的箭頭表示的圓柱的軸線應在垂直於基準平面A、且直徑為XXX mm的圓柱內。
定位公差	位置度			指示線的箭頭表示的點應在以距離基準直線A X-1mm及距離基準直線B X-2 mm的實際位置為中心，並在直徑XXX mm的圓內。
	同軸度 或 同心度			指示線的箭頭所示的軸線必須在以基準軸線A作軸線的、直徑為XXX mm的圓柱之內。

圖 11.3.1.3.1 幾何公差表

11.3.2 假設

若冷卻水套由客戶自行準備，承認圖標示即依照客戶圖面標示與公差定義。

11.4 客戶需求調查表

客戶選用馬達前，請詳閱此表，了解自身的應用需求，以取得適用的馬達規格。

表 11.4.1 規格需求調查表

大銀微系統
HIWIN® MIKROSYSTEM

高速主軸馬達

文件等級	屬性
極機密Most Confidential	
機密Confidential	V
一般	

規格需求調查表/Inquiry Form

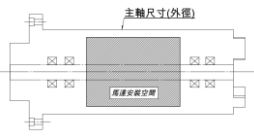
客戶名稱：

日期：

年

月

日

Email：		接洽人：	
電話：		職稱：	
應用產業	☐ 電路板產業 ☐ 模具產業 ☐ 汽車產業 ☐ 半導體產業 ☐ 自動化產業 ☐ 工具機產業 ☐ 其他：_____	主軸刀把	☐ BT30 ☐ BT40 ☐ BT50 ☐ HSK-A63 ☐ HSK-A100 ☐ A2-5 ☐ A2-6 ☐ A2-8 ☐ 其他：_____
應用設備	☐ 車床 ☐ 銑床 ☐ 磨床 ☐ 鑽攻 ☐ 複合機 ☐ 五軸機 ☐ 其他：_____	馬達 (a.或 b.可擇一填寫)	需求功率：_____ kW a. ☐ 轉速 額定轉速：_____ rpm 最大轉速：_____ rpm b. ☐ 轉矩 額定轉矩：_____ Nm 最大轉矩：_____ Nm
加工材料	☐ 鋁材 ☐ 鐵材 ☐ 合金鋼材 ☐ 木材 ☐ 晶圓 ☐ 其他：_____	冷卻方式 ^{註1}	☐ 水冷 ☐ 油冷：冷卻油規格_____ ☐ 其他：_____
加工目標	☐ 滑塊 ☐ 汽車零件 ☐ 碳纖輪框 ☐ 飛機零件 ☐ 板金 ☐ 其他：_____	馬達水套需求	☐ 是 ☐ 否
主軸外型	☐  ☐ 	控制器	廠牌：_____ 規格型號：_____ 驅動電壓：_____ V _{rms} 額定電流：_____ A _{rms} 峰值電流：_____ A _{rms}
主軸尺寸 (外徑)	☐ 120mm ☐ 150mm ☐ 170mm ☐ 190mm ☐ 200mm ☐ 220mm ☐ 其他：_____ 	驅動器	廠牌：_____ 規格型號：_____ 驅動電壓：_____ V _{rms} 額定電流：_____ A _{rms} 峰值電流：_____ A _{rms} 控制方式： ☐ 電壓命令 ☐ 脈波命令 ☐ 其他：_____
其他需求：			

註：

1. 高速主軸馬達皆採用水冷式設計與驗證。若冷卻方式為油冷式，裝機後須監控機台實際狀況。
2. 將上表內容回饋給本公司後，將產生一份專業的評估報告，供客戶參考並選出合適的馬達。
3. 若對填寫的內容有疑問，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。

另外，可利用下表查閱產品各項目的詳細說明、規格與尺寸。

表 11.4.2 產品各項目說明之參考章節列表

項目		參考
產品安裝介面	轉子	4.3.1 節
	不含冷卻水套的定子	4.3.2 節、4.3.2.1 節
	含冷卻水套的定子	4.3.2 節、4.3.2.2 節
氣隙與裝配同心度	不含冷卻水套的定子與轉子	4.3.3 節、4.3.3.1 節
	含冷卻水套的定子與轉子	4.3.3 節、4.3.3.2 節
徑向吸引力		4.3.4 節
軸向吸引力		4.3.5 節
轉子熱膨脹量		4.3.6 節
冷卻水套與進、出水口設計		5.1.1.1 節
搭配冷卻水套的 O 型環		5.1.1.2 節
冷卻水套加熱溫度		5.1.2.1 節、11.4.1 節

11.4.1 冷卻水套加熱溫度需求表

若無法自行判斷冷卻水套的加熱溫度，請填寫此表。

表 11.4.1.1 冷卻水套加熱溫度需求表

大銀微系統
HIWIN® MIKROSYSTEM

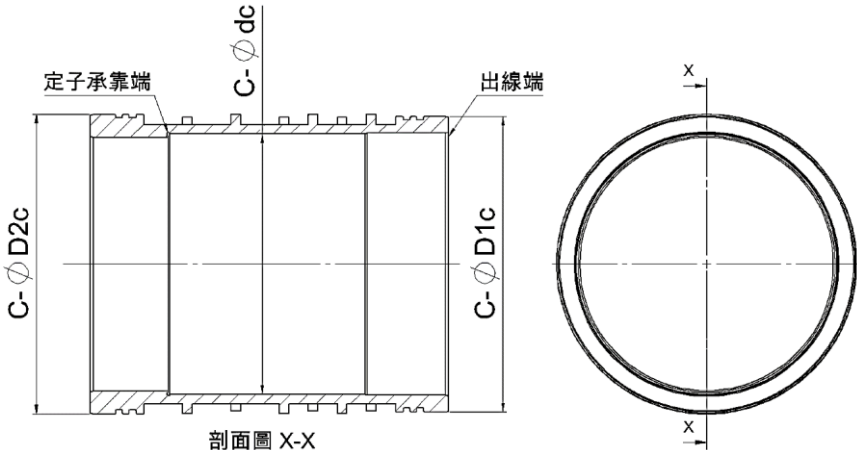
客戶冷卻水套

文件等級	屬性
極機密Most Confidential	
機密Confidential	V
一般	

加熱溫度需求表/ Heating Temperature Inquiry Form

客戶名稱：

日期： 年 月 日

Email：		接洽人：	
電話：		職稱：	
品號	ex: FH□□xx□□□□□□	規格_版次	ex: IM-1-xxx□□_A□
最大轉矩 S6-25% (Nm)	ex: □□□ (Nm)	冷卻水套材質	ex: AL6061-T6
冷卻水套尺寸 (mm)			
			
C-∅dc		C-∅D1c	
ex: □□□ (mm)		ex: □□□ (mm)	
		C-∅D2c	
		ex: □□□ (mm)	
其他需求：			

註：

1. 依實際狀況影響導致組裝失敗，皆須考量溫度已冷卻、對位方式錯誤等因素。
2. 將上表內容回饋給本公司後，將產生一份建議加熱溫度評估報告，供客戶參考。
3. 若對填寫的內容有疑問，請聯繫本公司業務或接洽之代理商、經銷商。