



六軸協作機器人 **AX6:** **AX6 操作手冊**

翻譯版

©Seiko Epson Corporation 2026

Rev. 2
TCM268R9120M

目錄

使用條款.....	4
安全手冊.....	4
簡介.....	4
系統概覽.....	5
1. 安全.....	6
1.1 符號說明.....	7
1.2 預期用途.....	8
1.3 安裝與操作安全.....	9
1.4 斷電.....	11
1.5 無驅動電源時的移動.....	11
1.6 標籤.....	11
2. 規格.....	12
2.1 型號.....	13
2.2 概述與零件名稱.....	13
2.3 尺寸與工作範圍.....	14
2.4 技術資料.....	16
2.5 最大性能限制.....	17
2.5.1 負載限制.....	17
2.5.2 熱限制.....	19
2.6 停止時間與停止距離.....	19
2.7 機械手臂使用壽命.....	21
2.8 材料清單.....	21
2.9 排放.....	21
2.9.1 噪音.....	21
2.9.2 潔淨室.....	21
3. 安裝.....	22
3.1 環境.....	23
3.2 拆箱、包裝與運輸.....	23
3.2.1 包裝姿態.....	25
3.3 安裝方向.....	25
3.4 安裝.....	26
3.4.1 安裝區域.....	27
3.4.2 安裝機械手臂.....	27
3.4.3 安裝表面要求.....	29
3.4.4 連接纜線.....	30
3.5 狀態指示燈.....	31
3.5.1 LED 狀態環.....	31
3.6 控制按鈕.....	32
4. 末端執行器介面.....	33
4.1 簡介.....	34
4.2 重量與慣性設定.....	34
4.3 機械式末端執行器介面.....	34

4.4 連接器保護蓋.....	35
4.5 氣管連接器.....	36
4.6 末端執行器的電氣介面(工具 I/O)	37
4.6.1 簡介.....	37
4.6.2 工具連接器類型與接腳設定.....	38
4.6.3 I/O 設定.....	38
4.6.4 I/O 電源.....	39
4.6.5 數位輸入(工具 I/O)	39
4.6.6 數位輸出(工具 I/O)	42
4.6.7 類比輸入(工具 I/O)	44
4.6.8 類比輸出(工具 I/O)	45
4.7 乙太網路線.....	46
5. 維護.....	47
5.1 簡介.....	48
5.2 機械手臂與控制器的清潔.....	48
5.3 維護檢查.....	48
5.4 維修.....	50

使用條款

未經明確書面許可,不得以任何形式複製或翻印本說明手冊的任何部分

本文件中的資訊如有變更,恕不另行通知

如果您發現本文件中存在任何錯誤,或對其中的資訊有任何疑問,請與我們聯絡

安全手冊

安全手冊中提供以下資訊：

- 製造商
- 進口商
- 聯絡資訊
- 廢棄處理

詳情請參閱《AX6 & RC-A101 安全手冊》。

簡介

感謝您購買本 Epson 機器人系統。本手冊提供正確使用機器人系統所需的資訊。

使用本系統前，請閱讀本手冊及相關手冊（請參閱「AX6 & RC-A101 — 安全手冊」），以確保正確使用。

閱讀本手冊後，請將其存放於易於取用的位置，以便日後參考。

愛普生進行嚴格的測試與檢驗，以確保其機器人系統的性能符合標準。請注意，若愛普生機器人系統在手冊所述的操作條件以外使用，產品將無法達到其基本性能。

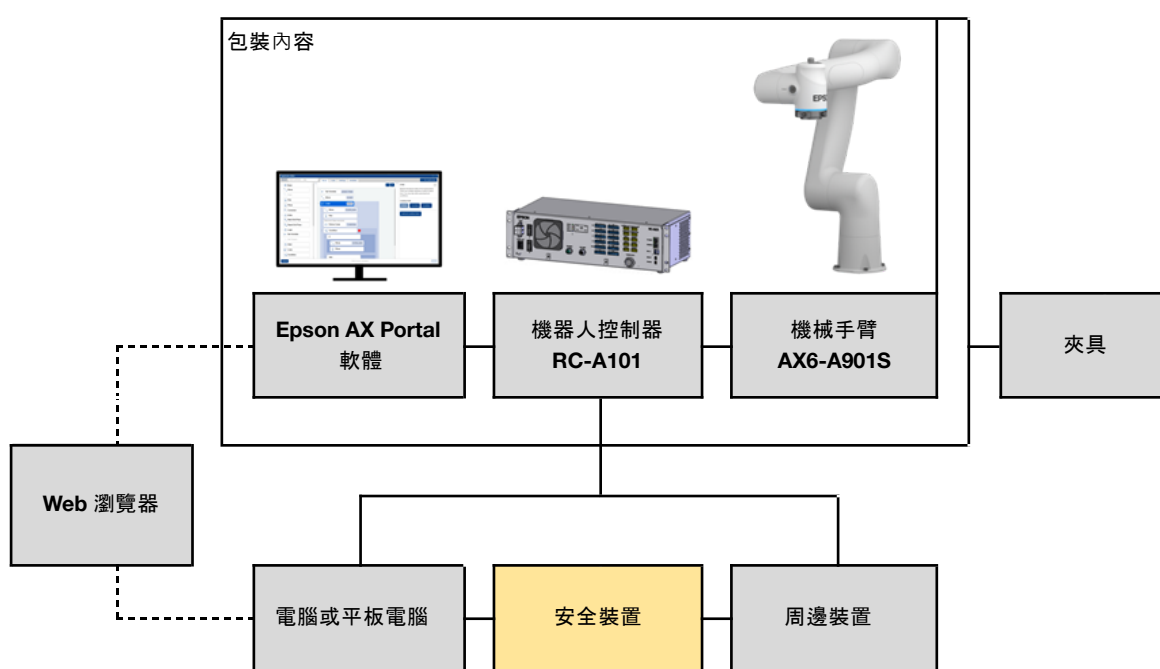
本手冊描述了預見的潛在危險與問題。為安全且正確地使用 Epson 機器人系統，請務必遵循本手冊所載的安全資訊。

系統概覽

AX6 是一款六自由度輕量級機械手臂。AX6 專為與人類協作而生。作為最新一代個人化、創新且多功能的機器人，AX6 非常適合承接複雜的自動化任務、執行精密的實驗室流程，或作為大學的研究機器人。

功能強大且多用途的基於網頁的 AX Portal 軟體，開創了前所未有的可能性。從直觀的圖形化編程到複雜的 Python 程式碼——AX Portal 讓每位程式設計師都能輕鬆上手。憑藉多種介面，AX6 可輕鬆整合至現有系統中。夾爪、相機或外部軸等周邊設備均可無縫整合。支援多種工業匯流排以及 ROS。外部安全控制面板確保操作員享有高度的操作便利性。

操作 AX6 機械手臂需搭配控制器 RC-A101 (隨 AX6 出貨)。



1. 安全

1.1 符號說明

下表說明本文件及產品本身使用的符號

 警告	若未遵守相關說明，可能造成嚴重傷害或死亡。
 警告	若未正確遵守相關說明，可能因觸電造成人身傷害或死亡。
 注意	若未正確遵守相關說明，可能造成人身傷害或設備／設施損壞。
	此符號表示必須配戴安全護目鏡。

1.2 預期用途

AX6 通常整合於生產線中，並與夾爪或其他末端執行器配合使用。在首次使用 AX6 之前，必須針對將整合 AX6 的最終系統進行風險評估。此風險評估必須符合各國的安全標準與指令。在協作應用中，風險評估時必須特別注意避免對人體造成危害。AX6 可應用於不同產業的固定或移動式應用。其主要用途是處理或組裝零件、使用末端執行器、工具或夾具執行自動化流程，以及在啟用協同作業的安全功能時，與人員直接互動。

 警告	任何不屬於預期用途的使用均視為誤用，且不得使用。 誤用範例如下(清單並非詳盡無遺)： ● 任何可能對人類或動物造成傷害的應用。 ● 任何在發生故障時可能危及人類或動物生命，或造成傷害的應用。 ● 在協同作業應用中處理或使用危險物品或物質。 ● 超出指定操作限制，或在不符合允許環境條件的情況下操作機器人。 ● 舉升任何人類或動物。 ● 在爆炸性環境中使用。
---	--

1.3 安裝與操作安全

本機器人系統的設計與安裝，必須由經本公司或供應商培訓過機器人系統的人員執行。使用者必須接受系統專用的培訓，並了解所有安全事項。

本機器人配備整合式安全功能，可支援協作應用。若要將某項應用宣告為協作應用，必須在強制性風險分析中證明該機器人不會造成危害。否則，必須對機器人的工作區域進行防護。有關機器人安全的詳細資訊，請參閱《AX6 & RC-A101 安全手冊》。



警告

請注意以下安全指示：

- 使用本機器人系統前，請務必閱讀本手冊、《機器人控制器 RC-A101 手冊》及《AX6 / RC-A101 安全手冊》。若未充分理解安全注意事項即操作機器人系統，極為危險，可能導致嚴重人身傷害及／或機器人系統嚴重損壞。
- 機器人系統必須依相關手冊所述的環境條件使用。在超出這些條件的環境中使用本產品，可能縮短使用壽命並造成嚴重安全問題。
- 協同作業應用：儘管碰撞偵測功能可將與人體碰撞的危害降至最低，仍須防止與頭部及頸部發生碰撞的風險。
- 非協同作業應用：機器人通電時，請勿進入機械手臂的工作區域；通電前，請確認該區域內無人。身處已通電機械手臂的工作區域極為危險，可能引發嚴重安全問題，因為機械手臂即使看似停止仍可能移動。
- 若機械手臂在運作期間出現異常移動，請立即按下緊急停止按鈕。在機械手臂異常移動時繼續運作極為危險，可能導致嚴重人身傷害及／或機器人系統嚴重損壞。
- 本機器人系統的維修與配線作業，僅限使用向本公司或合作夥伴購買的原廠零件。使用第三方零組件可能導致觸電、嚴重受傷、機器人系統故障及／或損壞。

 警告	請注意以下有關電力的安全指示： ● 在執行任何更換程式之前，請先關閉控制器及相關設備，然後將電源插頭從電源插座拔下。在通電狀態下執行任何更換程式極為危險，可能導致觸電及／或機器人系統故障。
 注意	除安全指示外，請注意以下事項： ● 可行情況下，應由單人操作機器人系統。若必須多人共同操作，請確保所有人員彼此溝通，並採取所有必要的安全防護措施。 ● 若關節反覆以小於 5 度的操作角度運作，可能因軸承油膜不足而提早損壞。為防止提早故障，請約每小時讓每個關節移動超過 30 度一次。 ● 機械手臂移動時，視機械手臂方向與末端執行器負載的組合，可能發生連續振動(共振)。這些振動由機械手臂固有頻率造成，可透過以下措施控制： ○ 變更機械手臂速度 ○ 變更位置 ○ 變更末端執行器質量。

1.4 斷電

在機械手臂運作期間，請勿關閉控制器。此舉可能縮短齒輪的使用壽命，並導致煞車磨損。

若在機械手臂運作期間因停電導致控制器關閉，待電源恢復後，應檢查以下事項：

- 減速齒輪是否受損。
- 所有 6 個關節的煞車是否運作正常

1.5 無驅動電源時的移動

若無電源供應，有兩種方式可移動機械手臂。在嘗試以下任一方法之前，請務必先確認是否可透過手動引導模式移動機器人。

1) 拉動或推擠機械手臂連桿

若電源已斷開或急停按鈕已被按下，各關節的煞車將使機器人保持在當前位置。在此情況下，可透過以足夠力道拉動或推壓機器人連桿，以手動方式移動關節。下表顯示了預估的煞車扭力，但請注意，實際扭力可能與指定值有高達 50% 的偏差。

關節(軸)	AX6
1	200 Nm
2	
3	
4	30 Nm
5	
6	

請注意，此操作可能會導致 TCP 略微偏移。若發現 TCP 發生偏移，請參照《AX6 機械手臂服務手冊》進行校正。

此操作可能在緊急情況下必要，例如有人被困時。僅在別無選擇的情況下，才可手動移動關節(軸)。

2) 旋鬆機械手臂

在某些情況下，鬆開機械手臂的螺絲可能比用手移動關節(軸)更為容易。因此，確保固定機械手臂的螺絲始終處於可觸及狀態(即未被遮蓋)也至關重要。

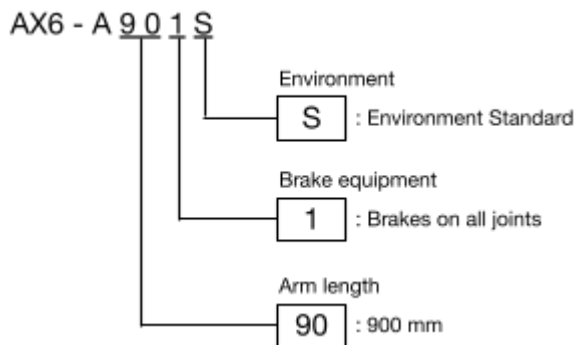
1.6 標籤

請務必遵守標籤上的資訊與警告，以確保安全操作及維護機械手臂。請勿撕毀、損壞或移除標籤。

詳情請參閱《AX6 & RC-A101 安全手冊》。

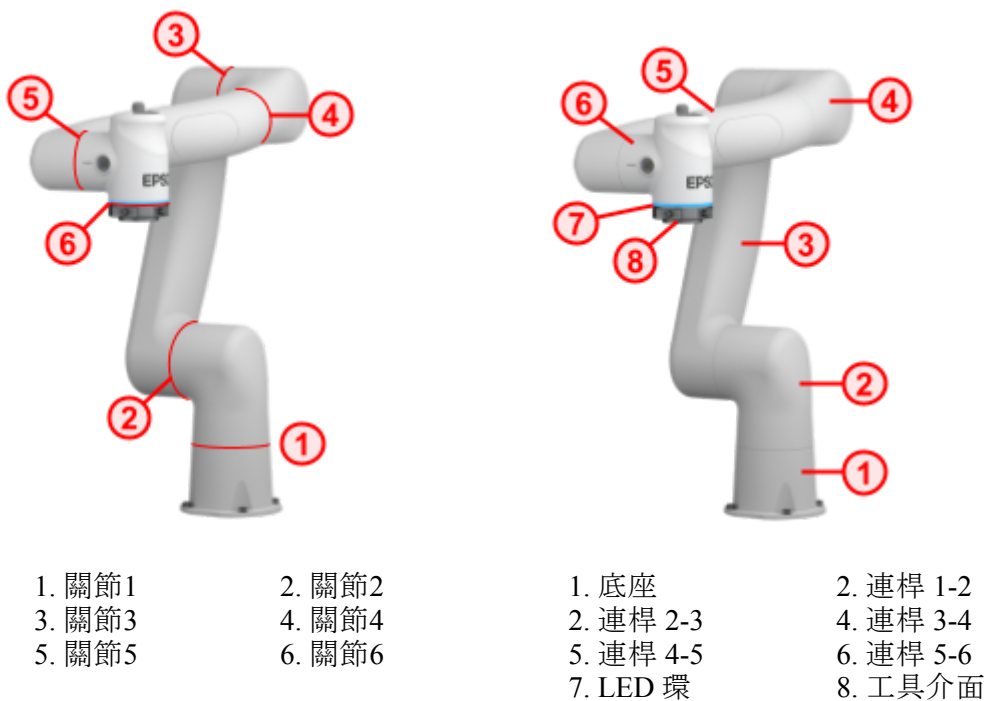
2. 規格

2.1 型號



2.2 概述與零件名稱

AX6 是一款具有六自由度的機械手臂。機械手臂結構由堅固且輕量的碳纖維強化聚合物和鋁材製成。下圖顯示了機器人結構的概覽。

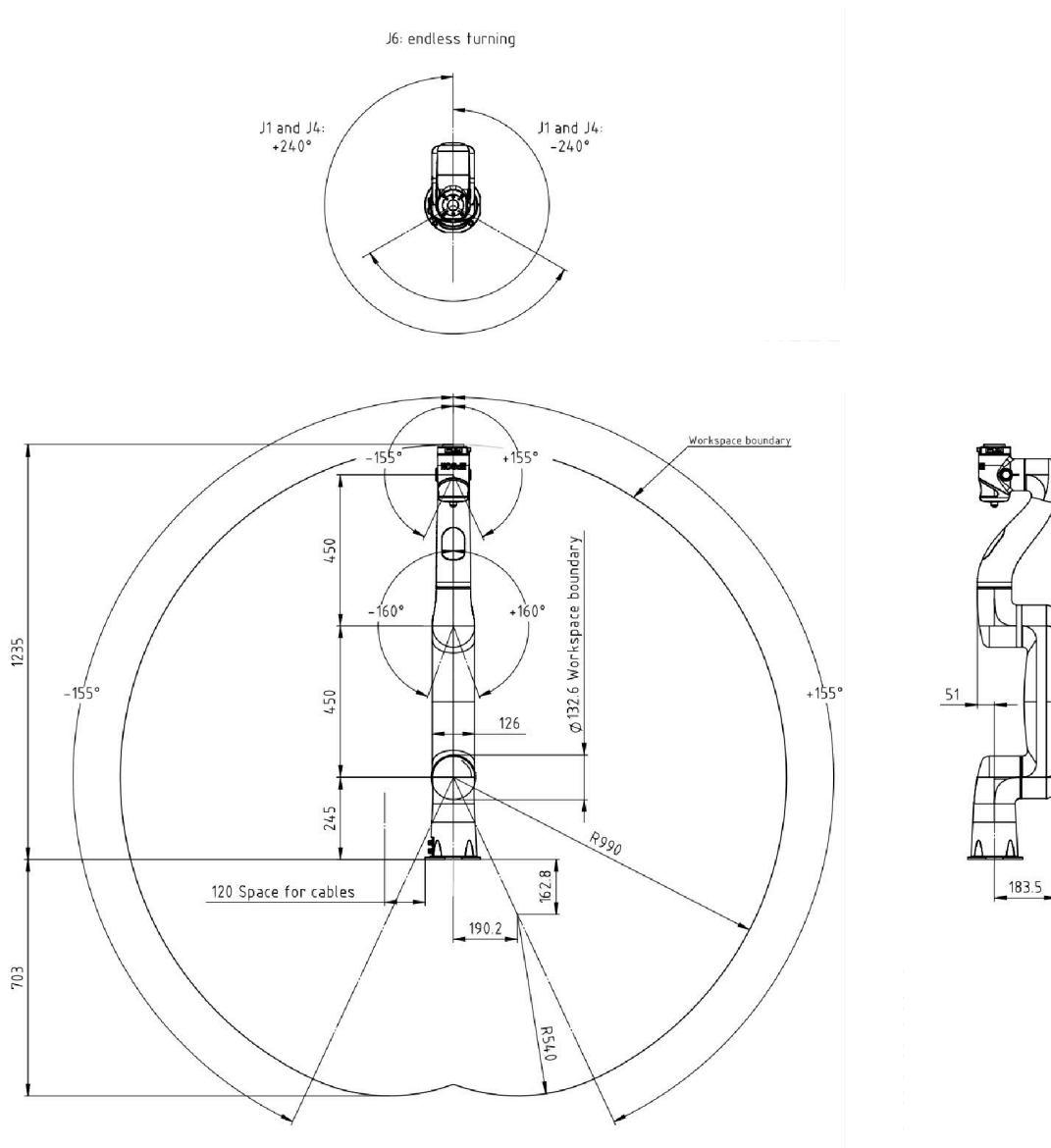


該機器人可透過四顆螺絲牢固地固定於堅固表面，而底座上的定位銷或精密定位面則確保精確對齊。

每個關節均由配備安全絕對式編碼器的無刷馬達驅動。应变波齿轮箱确保最高的传动精度。最先进的驱动技术确保运作平顺且安全。

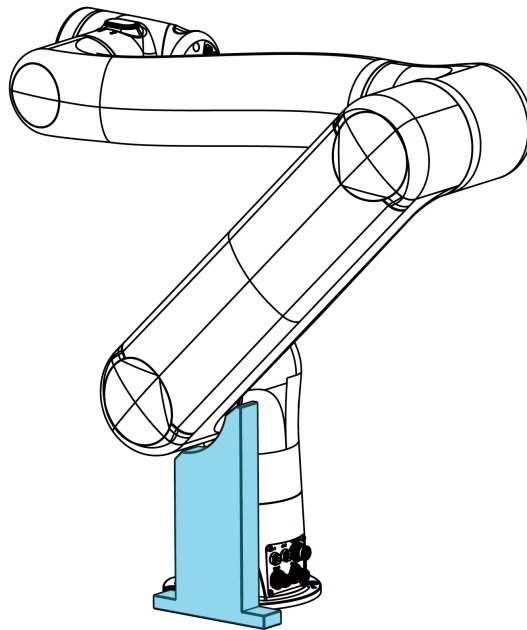
2.3 尺寸與工作範圍

下圖顯示 AX6 的工作空間。請注意，並非工作空間內的每個位置都能在末端執行器的所有可能方向下觸及。



AX6 的工作範圍。

若需機械限制，客戶必須自行準備並安裝適當的機械限位裝置。圖中陰影區域為機械限位裝置的示意範例。



機械限位器的範例



警告

請透過適當的屏障或安全裝置，確保在使用機械限位器時，手指或其他身體部位不會被夾住。
此外，請將機械止動裝置調整至不會損壞機器人的位置。

製作機械擋塊時，請參照以下規格作為指引：

- 材質：相當於 S45C
- 機械擋塊厚度：30 公釐或以上
- 安裝螺栓：M10 或更大
- 安裝螺栓座厚度：15 公釐或以上

2.4 技術資料

下表列出機械手臂的技術資料。

型號		AX6
伸展範圍(J1 中心至 J5 中心)		900 mm
機械手臂重量(不含纜線)		18 公斤
最大負載		6 公斤
最大運作速度	關節1	180 °/s
	關節2	180 °/s
	關節3	180 °/s
	關節4	240 °/s
	關節5	240 °/s
	關節6	240 °/s
最大工作加速度	關節1	500 °/s ²
	關節2	500 °/s ²
	關節3	500 °/s ²
	關節4	1000 °/s ²
	關節5	1000 °/s ²
	關節6	1000 °/s ²
最大運動範圍	關節1	±240°
	關節2	±155°
	關節3	±160°
	關節4	±240°
	關節5	±155°
	關節6	無限制 ¹
TCP 處的最大笛卡爾速度		2000 mm/s
允許力矩	關節4	24 Nm
	關節 5	24 Nm
	關節 6	24 Nm

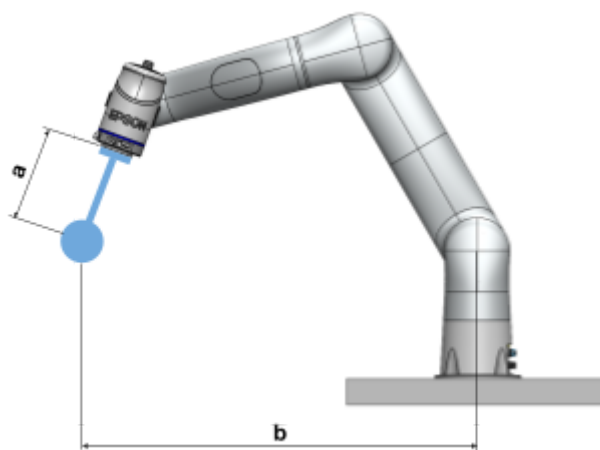
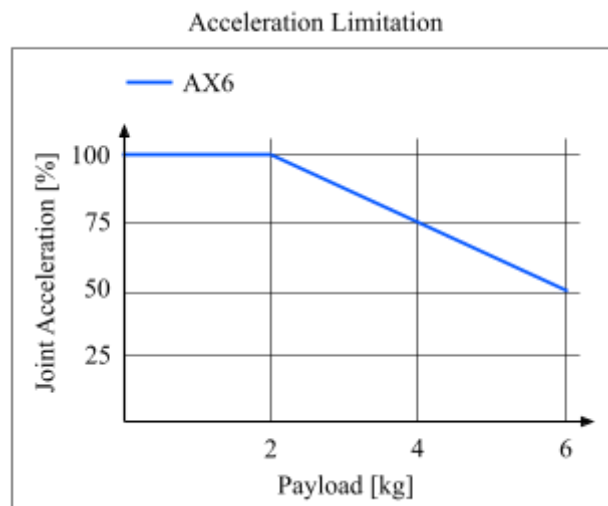
¹關節 6 的多圈計數器設有 ±50 圈完整旋轉的限制。超出此限制的動作將無法執行。當使用連接至末端執行器的乙太網路線及／或氣管時，這些管線會限制關節 6 的活動範圍。

允許慣性矩 ($GD^2/4$)	關節 4	0.6 Nm
	關節 5	0.6 Nm
	關節 6	0.6 Nm
重复定位精度		±0.03 mm
機台纜線	動力纜線	0.5 m、1.5 m、3 m、5 m
	訊號纜線	0.5 m、1.5 m、3 m、5 m

2.5 最大性能限制

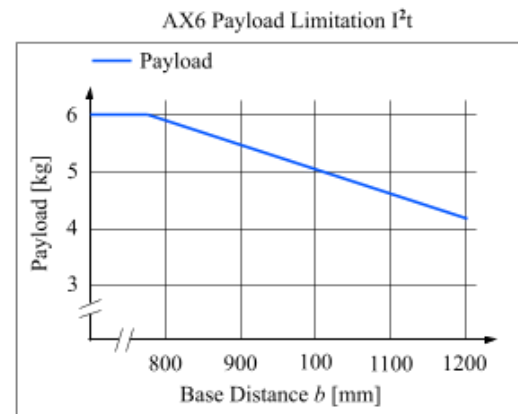
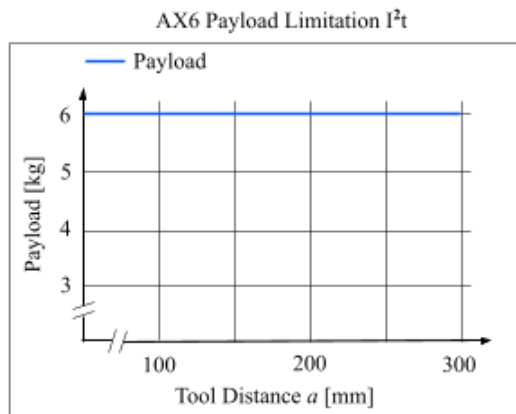
2.5.1 負載限制

關節的最大可能加速度取決於有效負載(工具質量和物體質量)，如下圖所示。要設定正確的有效負載，請參閱《AX Portal — 用戶手冊》。



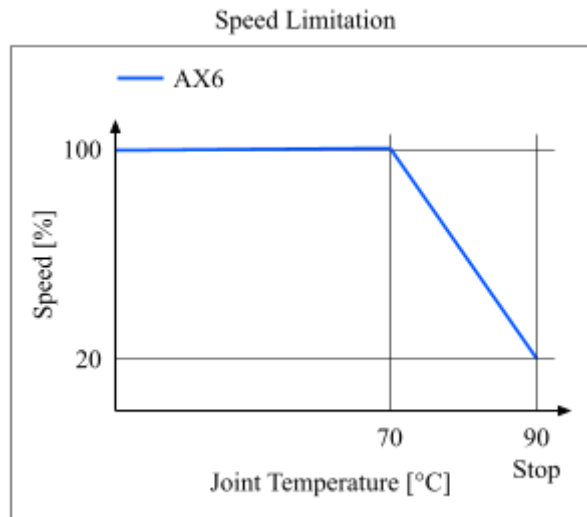
與有效負載的距離。

若有效負載的重心遠離末端執行器介面(圖中工具距離 a)或機器人底座(底座距離 b)，則可能適用下圖所示的進一步限制。



2.5.2 熱限制

請注意，此處適用熱限制。雖然高強度動作在特定時間內可輕鬆執行，但若不間斷地重複執行，可能會導致驅動器過熱。當關節溫度達到 70 °C 時，熱保護機制會限制機器人最大速度，以防止機器人受損。若溫度升至 90 °C，機器人將停止運作，詳見下图。可停用 70 °C 的速度限制。請注意，在此情況下，機器人將更快達到 90 °C 的臨界溫度（無論如何機器人都會在此溫度停止運作）。詳見《AX Portal — 用戶手冊》。



當機器人應用於高速或高負載情境時，建議透過 AX Portal 監控關節溫度。可透過降低應用速度、減少負載或優化路徑來降低溫度。

除了關節溫度感測器外，系統還提供保護功能，以防止因高持續電流導致過熱。若超過機器人最大負載，或施加持續的外力，可能會發生此情況。

2.6 停止時間與停止距離

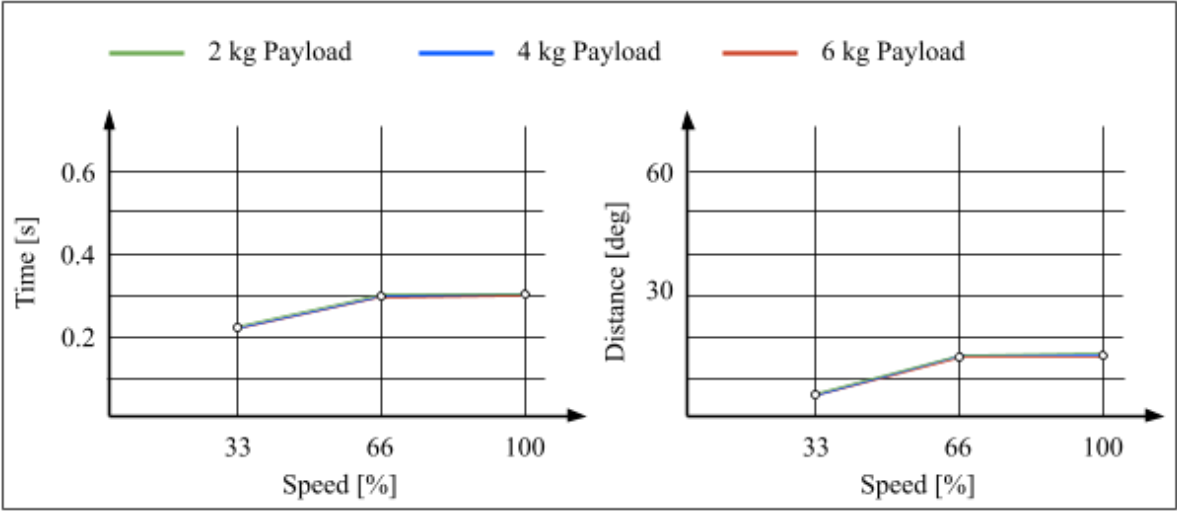
下圖顯示了停機時間與停機距離隨關節速度變化的關係。這些圖表適用於 IEC 60204-1 標準中第 1 類和第 2 類的停機情況，並針對第 1、2 和 3 號關節進行了記錄。

關節測試條件如下：

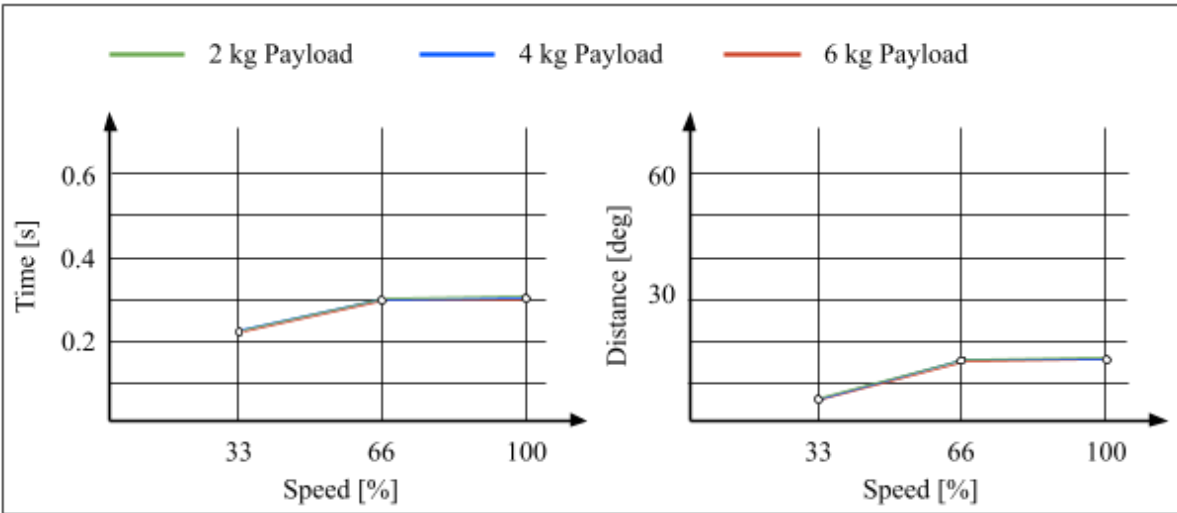
- 關節 1: 水平移動, TCP 距離關節 1 900 mm
- 關節 2: 向下移動, TCP 距離關節 2 900 mm
- 關節 3: 向下移動, TCP 距離關節 3 450 mm

請注意，當 TCP 距離關節 900 mm 時，由於笛卡爾速度限制，關節 1 和關節 2 無法達到 100% 速度 (180 °/s)。這正是為何關節 3 測得較大數值的原因。若將關節與 TCP 之間的距離設置為不受此限制，則關節 1 和關節 2 的行為將與關節 3 相同。

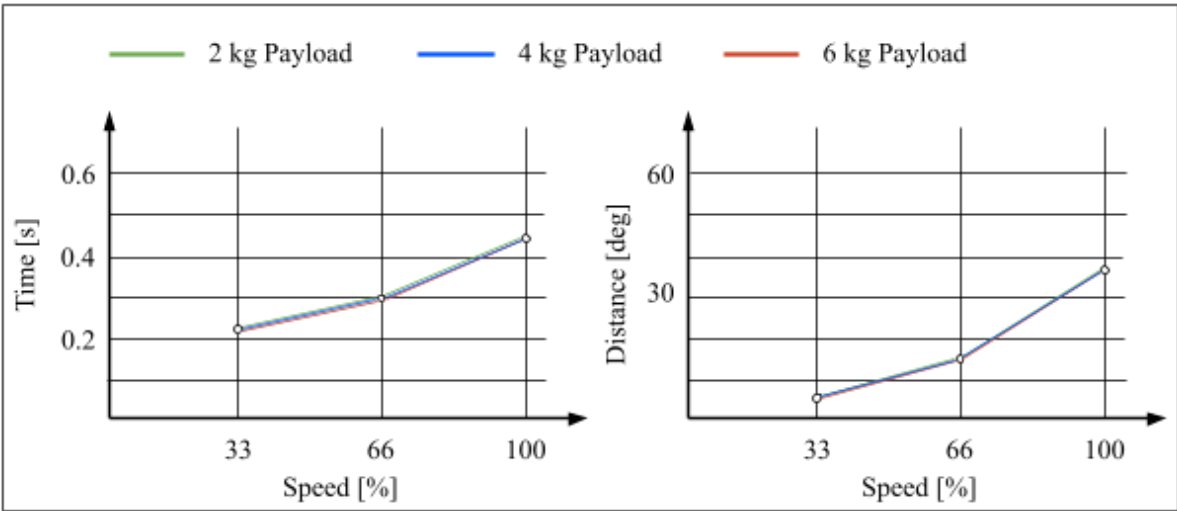
AX6:關節 1 (桌面安裝、天花板安裝)



AX6:關節 2 (桌面安裝、天花板安裝)



AX6:關節 3 (桌面安裝、天花板安裝)



2.7 機械手臂使用壽命

通常，機械手臂的壽命取決於齒輪的壽命。負載最高的關節通常是第 2 關節 (若為壁掛式則為第 1 關節)，但這取決於具體應用。齒輪箱的使用壽命在很大程度上取決於關節所承受的扭矩，即負載、溫度、速度曲線以及編程位置。為盡可能延長機器人的使用壽命，建議檢視應用中是否存在不必要的過高加速度與減速度值，並保持關節溫度低。此外，定期的維護檢查有助於確保機械手臂擁有最長的使用壽命，詳見「維護檢查」。

針對典型應用，建議您在約 20,000 小時後考慮更換零件 (例如關節(軸))。此時，因長期運作導致的磨損跡象，可能使高負荷的機械手臂關節產生精度下降或故障。如前所述，各關節的負載程度在很大程度上取決於應用情境，因此上述 20,000 小時僅為參考值，在重負載情況下可能提前達到，但實際使用時間往往會超過此數值。

2.8 材料清單

下列清單列出機械手臂外殼主要使用的材料：

- 噴漆鋁材：底座、連桿 1-2、連桿 3-4、連桿 5-6
- 鋁合金：底座、連桿 5-6 (通常被氣壓及乙太網路連接器蓋板遮蔽)
- 塗裝碳纖維強化聚合物：連桿 2-3、連桿 4-5
- 噴漆聚酰胺 (PA)：第 2-3 節與第 4-5 節的護蓋
- 陽極氧化鋁：工具端接面、底座底部的鋁板、氣動接頭
- 不鏽鋼：連接器安裝處的金屬片、底座內的墊圈
- 熱塑性彈性體 (TPE)：第 5-6 節的橡膠護蓋與按鈕
- NBR/PVC 複合材料：第 5-6 節的按鈕
- 聚碳酸酯 (PC)：LED 環
- 鍍鎳金屬：連接器
- 鍍鋅及不鏽鋼螺絲

2.9 排放

2.9.1 噪音

通常，機械手臂的噪音排放量為 75 分貝，測量位置距離機械手臂 1 m。

2.9.2 潔淨室

該機械手臂符合 ISO 14644-1 第 5 級潔淨室規範。

3. 安裝

3.1 環境

為確保機器人系統能正常且安全地運作，必須具備合適的環境。請務必將機器人系統安裝於符合以下條件的環境中：

環境	條件
環境溫度 ²	運輸/儲存: -20 至 60 °C 運作: 5 至 40 °C
環境相對濕度	運輸/儲存: 10 至 90 % (無冷凝) 操作: 10 至 80 % (無冷凝)
快速瞬變突波雜訊	1 kV 或以下
靜電放電	4 kV 或以下
海拔	最高 2000 m
防護等級代碼	IP 54 ³

請確保：

- 安裝於室內。
- 請遠離灰塵、含油煙霧、鹽分、金屬粉末或其他污染物。
- 請遠離易燃或具腐蝕性的溶劑及氣體。
- 請遠離水 (請參閱上表中的防護等級代碼)。
- 請避免機器人受到衝擊或震動。
- 請遠離超過規格的電磁干擾源 (電氣雜訊)。
- 請遠離爆炸性區域。
- 請遠離大量輻射源。

溫度和濕度的急劇變化可能會導致機械手臂內部產生冷凝水，進而造成損壞或性能下降。請避免將處於低溫狀態的機器人帶入溫暖區域，以防止冷凝水產生，且切勿在機器人潮濕時開機。

3.2 拆箱、包裝與運輸

拆箱、包裝及運輸作業必須由曾參加過本公司或供應商舉辦之機器人系統培訓課程的人員執行。必須遵守所有國家及地方法規。建議機器人應始終使用原廠包裝進行運輸。

² 請注意，當機器人在接近指定最低溫度時運作，功率與力限值的碰撞偵測可能會產生誤判碰撞。在此情況下，建議在進行協作操作前先預熱機器人。

³ IP 54 防塵及防水等級是根據適用標準，對機械手臂本體、動力線及訊號線進行設計評估後得出的。此資訊僅供參考，並不保證機器人在出貨時或實際安裝及運作條件下的性能。



警告

安裝時，請遵守有關搬運重物的法律法規。搬運過重的負荷可能導致永久性傷害。



注意

注意：在安裝、運輸或移動機械手臂前，請注意以下事項：

- 機械手臂即使只是暫時放置，也不得在未以螺絲固定於堅固表面的情況下架設；否則可能傾倒，造成設備損壞或人員受傷。若無法以螺絲固定，請將其平放於堅固桌面並確保穩定。
- 手持搬運機械手臂時請格外小心。請先確認行進路徑沒有絆倒危險或類似障礙物。搬運前，請先將機器人調整至適合搬運的位置，並以舒適且能防止滑落的方式搬運。
- 放置機器人時，請注意不要夾到手指。
- 若需長距離搬運，請使用合適的手推車並確保機械手臂在推車上穩定。
- 若機械手臂曾存放於低於 5 °C 的環境中，安裝後必須靜置，直到其適應環境溫度。

3.2.1 包裝姿態

若要將機器人裝回原包裝，應將機器人放置於下表所示的位置。這些數值亦作為機器人的預設原點位置。

關節(軸)	角度
J1	0°
J2	-37°
J3	132°
J4	0°
J5	85°
J6	0°

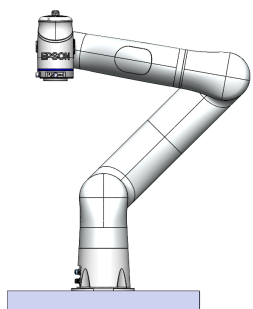
3.3 安裝方向

機械手臂可水平安裝(通常安裝於工作檯上，但也可能安裝於機架或地面)、傾斜安裝、壁掛或吊頂安裝。每次變更安裝方向時，皆需在 AX Portal 安全使用者介面中重新設定機械手臂，詳見《AX Portal — 用戶手冊》。

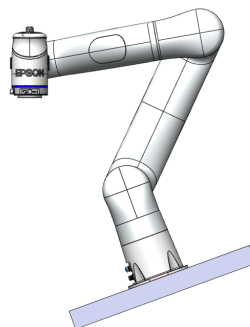


警告

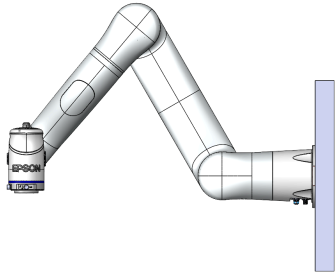
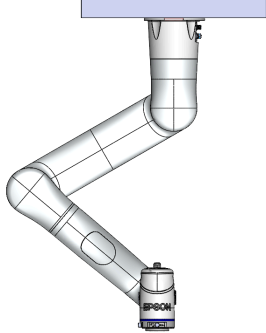
請注意，機械手臂預設設定為水平安裝。任何其他安裝方式或安裝方向的變更，均需在 AX Portal 中重新設定。錯誤的設定將導致手動引導模式下運作不穩定及出現意外動作。此情況極為危險，可能造成財物損失及人身傷害。



水平安裝。



傾斜安裝。

	
壁掛式安裝。	天花板安裝。

3.4 安裝

 警告	警告：操作本機器人系統時，請務必遵循以下指示： ● 切勿在未安裝緊急停止按鈕的情況下操作機器人。請確保緊急停止按鈕隨時可觸及。若忽略此項，可能導致危險情況。有關緊急停止按鈕的接線，請參閱《機器人控制器 RC-A101 手冊》。 ● 非協同作業應用：請將機械手臂安裝於空間充足的位置，確保其（包含夾爪與負載）絕不會與安全防護裝置發生碰撞。若將機械手臂安裝於空間不足的位置，極為危險，可能導致嚴重人身傷害及／或機器人系統嚴重損壞。 ● 在接通電源或操作機械手臂之前，請先將其固定。若在未固定狀態下操作機械手臂，極為危險，可能導致嚴重人身傷害及／或機器人系統嚴重損壞，因為機械手臂可能會墜落。 ● 在安裝及操作機械手臂之前，請確保其無任何外部缺陷。若任何零件遺失或損壞，機械手臂可能無法正常運作，進而導致嚴重人身傷害及／或機器人系統嚴重損壞。
---	--

3.4.1 安裝區域

此外，除安裝機械手臂、控制器、周邊設備及其他裝置所需的區域外，還應至少預留以下空間。

- 示教空間
- 維護與檢查空間(用於安裝夾具，並在安全柵欄內安全作業)
- 纜線空間

3.4.2 安裝機械手臂

機器人需使用四顆 M8 螺絲進行固定。請注意以下事項：

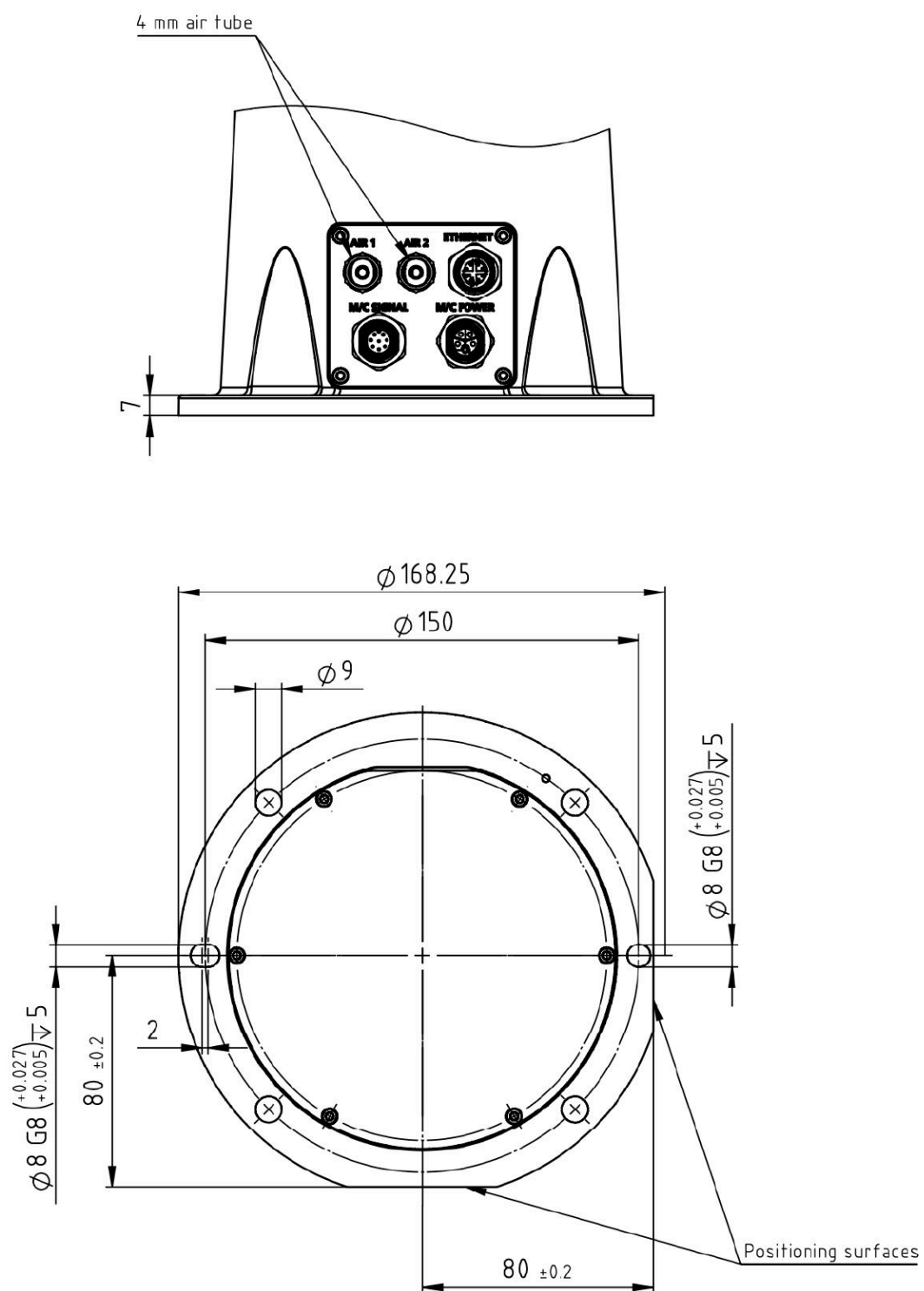
- 請使用符合 ISO 898-1 標準 8.8 強度等級的 M8 螺絲。
- 鎖緊扭力應為 18 Nm。
- 建議使用螺紋鎖固劑。
- 請確保安裝板上的螺紋能承受相關作用力。

可選用兩根定位銷或利用兩個定位面將機械手臂精確定位，以便更換機器人。幾何尺寸請參閱下圖。



警告

請確保固定機械手臂的螺絲始終處於可觸及狀態(即未被遮蓋)。在緊急情況下(例如有人被機械手臂夾住)，您可能需要拆下機械手臂。



AX6 底座。

3.4.3 安裝表面要求

安裝表面必須能支撐機械手臂的重量，並承受機械手臂的動態運動。若安裝於工作台上，必須確保機器人在運作期間工作台不會在地面上移動。機械手臂的安裝表面最大平整度應為 0.2 mm。

機器人的最大反作用力為：

	AX6
最大水平旋轉扭矩 [Nm]	500
最大水平旋轉力 [N]	500
最大垂直旋轉扭矩 [Nm]	500
最大垂直旋轉力 [N]	1000

3.4.4 連接纜線

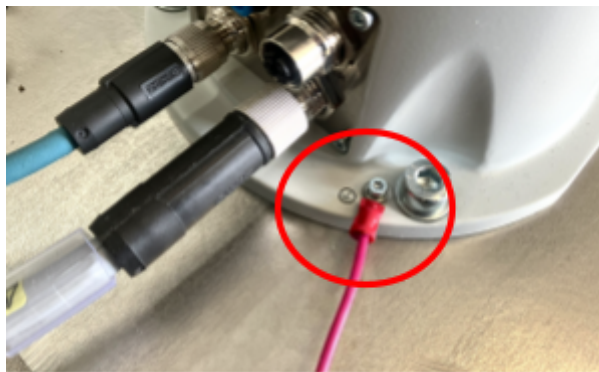


警告

連接或斷開纜線時，請務必遵循以下指示：

- 僅授權或經認證之人員方可進行接線作業。若由未經授權或未經認證之人員進行接線，可能導致人身傷害及／或機器人系統故障。
- 在連接或斷開纜線前，務必先關閉控制器電源。若在控制器通電狀態下進行此操作，可能導致觸電及／或損壞機器人系統。

強烈建議將機械手臂底座連接至附近的接地插座(適用於固定安裝)，或連接至主機架(若用於直流供電的移動系統)，如下圖所示。請使用合適的 (8.8 級或 A2 級) M3x6 螺絲，並以 0.7 Nm 的扭力鎖緊。



機械手臂的接地連接。

請使用以下線纜連接機械手臂與控制器：

- 動力線(灰色)
- 訊號線(綠色)

將纜線用手擰緊。



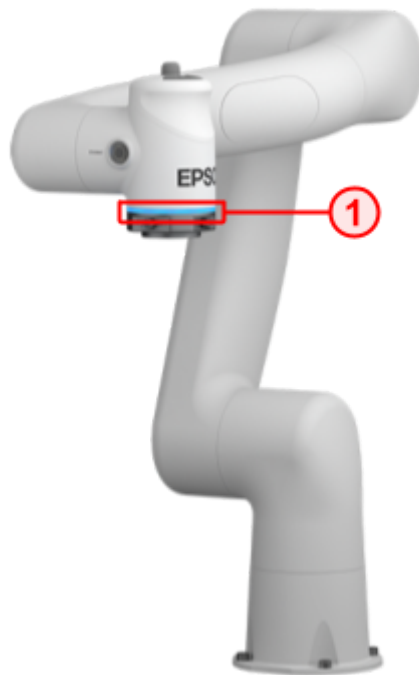
連接機械手臂與控制器。

3.5 狀態指示燈

3.5.1 LED 狀態環

介面上的 LED 環顏色表示 AX Portal 的運作模式。

LED 狀態	操作模式	馬達功率	說明
綠色	自動模式	開啟	—
藍色	手動模式	開啟	—
黃色	任意	開啟	任何安全功能已啟動 (例如: SS2 保護性停止、碰撞)
紅色	安全扭矩關斷	關	因安全功能或錯誤而停止 (例如: 急停)
閃爍 (任何顏色)	任意	開啟	手動引導控制啟用
熄滅	已關機	關閉	—

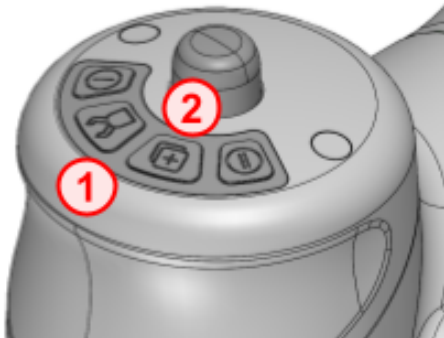


LED 狀態環 (1. LED 環)

3.6 控制按鈕

 警告	請勿使用可自訂的使用者按鍵(I 和 II)來觸發快速移動或其他潛在危險功能。
---	--

在第 5-6 號連接處設有四個控制按鈕及一個手動引導模式按鈕(「手動引導控制按鈕」)。其中兩個控制按鈕為預設功能。另外兩個按鈕可自訂(請參閱《AX Portal — 用戶手冊》), 可用於執行 AX Portal 的各項功能。



1. 控制按鈕, 2.手動引導控制 (HGC) 按鈕。

I		使用者定義。
工具		若已設定夾爪, 可透過此按鈕開啟及關閉夾爪。
教學		可透過此按鈕記錄姿態。
II		使用者自訂。
手動引導控制器按鈕	此按鈕有三個位置: 未按下、按至中間位置以及完全按下: • 按下按鈕至中間位置, 將使機器人進入手動引導模式。 • 若按至到底, 機器人將立即停止。 此按鈕符合性能等級 d (TÜV: EN IEC 60947-5-8:2021)。	

4. 末端執行器介面

4.1 簡介

AX 系列與多種夾爪相容。下文將更詳細說明的機械 ISO 介面、電氣 M8 連接埠以及氣動連接埠，皆可支援多種夾爪。若無現成標準產品，機器人客戶可自行開發客製化解決方案。

4.2 重量與慣性設定

請注意，必須在 AX Portal 中設定已安裝末端執行器的重量與慣性。請參閱《AX Portal — 用戶手冊》。

 警告	安裝或拆除末端執行器後，務必在 AX Portal 中更新夾爪設定。若忽略此步驟，可能導致故障，尤其可能在手動引導模式下發生意外移動，並可能造成人員受傷或機器人系統損壞。
---	---

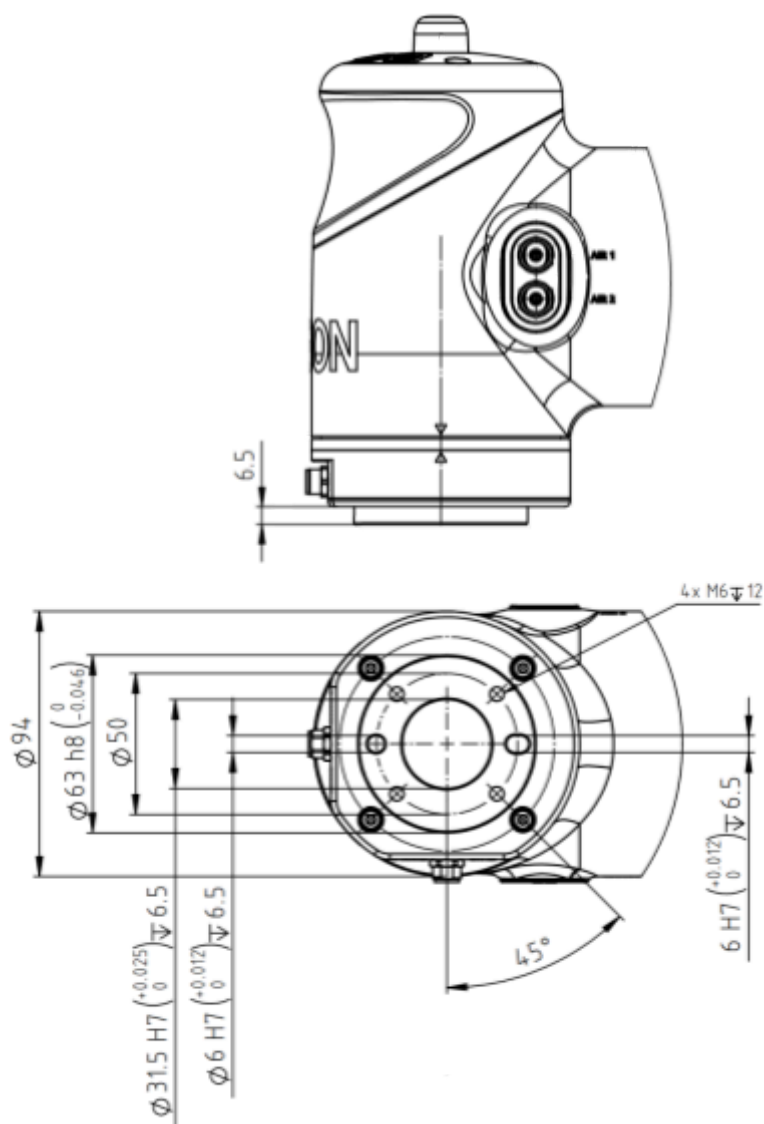
4.3 機械式末端執行器介面

末端執行器介面是允許安裝多種標準夾爪及其他末端執行器的介面。提供ISO介面 (ISO 9409-1, 尺寸 50-4-M6) 用於安裝末端執行器。使用末端執行器時，請注意以下事項：

- 請使用符合 ISO 898-1 標準 8.8 強度等級的 M6 螺絲。
- 確保螺紋咬合深度至少為 10 mm。
- 擰緊扭力不得超過 6 Nm，並請查閱您的末端執行器使用手冊，因為某些末端執行器僅能承受較低的擰緊扭力

下圖顯示了末端執行器介面。

 注意	僅在末端執行器已正確安裝的情況下操作機器人。否則，末端執行器可能會從機器人上脫落，導致財物損壞或人身傷害。
---	---



末端執行器介面。

4.4 連接器保護蓋

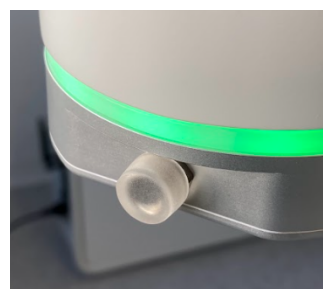
在連桿 5-6 以及末端執行器介面上，氣路、乙太網路和每個 I/O 連接器均配有橡膠保護套。



乙太網路連接器保護蓋。



氣路連接器保護蓋。



I/O 連接器保護蓋。

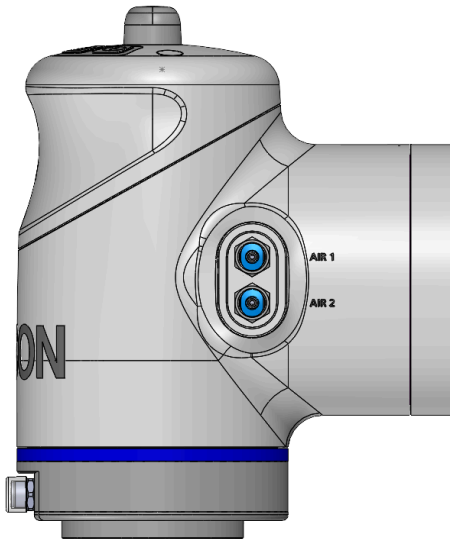
 注意	若未連接任何連接器，必須安裝橡膠保護套，以維持機器人的協同作業功能。若未安裝保護套即將機械手臂作為協同作業機器人使用，可能會導致受傷。
---	--

4.5 氣管連接器

機械手臂內部有兩條氣管，從底座延伸至末端執行器介面。連接器的尺寸適用於 4 mm 管；機械手臂內的軟管為 3 mm (內徑 2 mm)。它們可用於真空或壓縮空氣的輸送。

請勿超過 6 bar (0.6 MPa, 6.11 kgf/cm²) 的最大壓力。

	使用氣管時請配戴安全護目鏡。
---	-----------------------

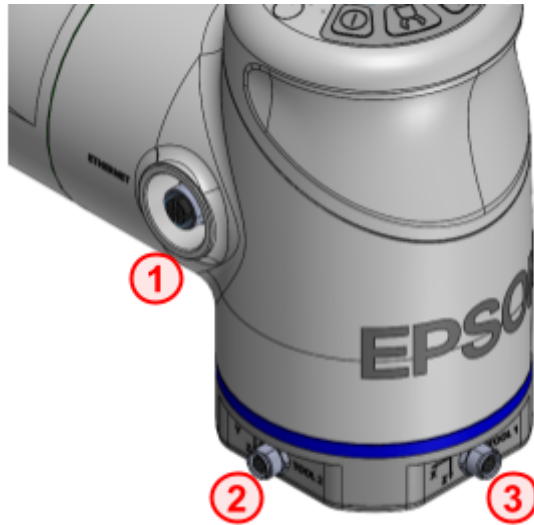
	
底座處的氣體連接器。	末端執行器介面處的氣體連接器。

4.6 末端執行器的電氣介面(工具 I/O)

4.6.1 簡介

末端執行器介面及連接 5-6 號鏈接處提供以下電氣連接, 用於連接末端執行器(另請參閱下圖):

- 工具 1 和工具 2: 數位與類比輸入/輸出, 24 V 電源供應。詳見下一節。
- 從底座延伸至 5-6 號連接器的乙太網路線。請參閱「乙太網路線」章節。



末端執行器介面上的連接器。

1. Ethernet, 2. 工具 1 ("Tool 1"), 3. 工具 2 ("Tool 2")



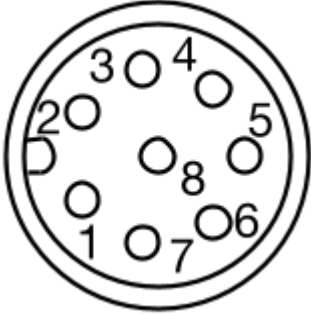
注意

請注意, 錯誤使用 I/O 可能會損壞機器人。請勿顛倒數位或類比 I/O 的極性, 亦請勿超過任何電流或電壓限制。

4.6.2 工具連接器類型與接腳設定

使用的連接器類型如下：

- 工具連接器為 M8 型、A 編碼、8 針、母座。合适纜線的訂購資訊請參閱下表。

工具 1	1:類比 I/O 2 2:類比 I/O 1 3:數位輸出 2 4:數位輸出 1 5:24 V 6:數位輸入 2 7:數位輸入 1 8:接地	 連接器型號: Same Sky CDM809-08A-FW-F010-050-67 配對纜線型號: Same Sky CDM817-08A-01MRA-1M-67
工具 2	1:類比 I/O 4 2:類比 I/O 3 3:數位輸出 4 4:數位輸出 3 5:24 V 6:數位輸入 4 7:數位輸入 3 8:GND	

4.6.3 I/O 設定

在 AX Portal 中，可在啟動機器人之前，透過「I/O 配置」面板設定類比與數位 I/O。

數位輸入可設定為「輸入」（預設，下拉電阻啟用）或「輸入（上拉）」，後者會停用可切換的下拉電阻。

每個類比 I/O 接腳皆為可設定電路，可作為輸入或輸出使用，並可進一步設定為電壓模式或電流模式運作。由此產生以下模式：

- 輸入 – 電壓模式
- 輸入 – 電流模式
- 輸出 – 電壓模式
- 輸出 – 電流模式

規格及連接示意圖將於後續章節中提供。

4.6.4 I/O 電源

24 V 和 GND 接腳用於為連接至數位及類比輸入與輸出的電路和裝置供電。

輸出電壓	24 V
每個接腳的最大輸出	1 A (1.1 A OCP)
最大總電流	2 A (所有引腳總和, 包含數位輸出)

4.6.5 數位輸入(工具 I/O)

每個數位輸入皆為高阻抗電路, 具備固定上拉電阻與可切換下拉電阻的設定(預設為下拉電阻啟用)。這些輸入可同時支援 PNP 及 NPN 型號的感測器。以下展示上述各設定的連接示意圖。請注意, 每個輸入端子皆可設定為不同模式(例如: 數位輸入 1 啟用下拉電阻, 而數位輸入 2 停用下拉電阻)。

最大輸入電壓	24 V
導通電壓	≥ 3 V
關斷電壓	< 1 V
輸入電阻	14.7 k Ω (下拉電路啟用時) 334 k Ω (下拉電路停用時)
輸入電流	24 V 時為 2.17 mA(下拉電路啟用) 24 V 時為 1.23 mA(下拉電路停用)

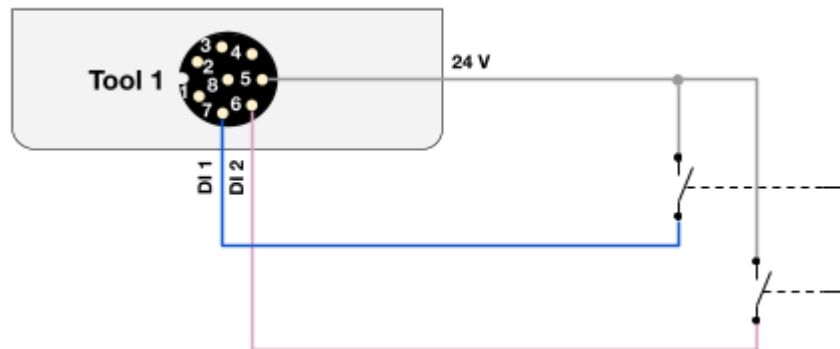


注意

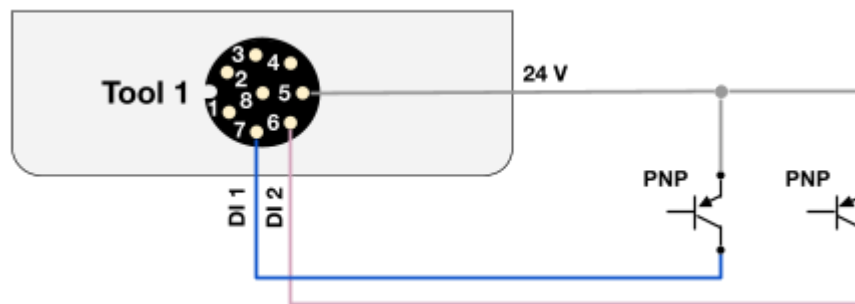
指定外部裝置的 24 V 和 GND 連接應取自所使用之相應工具 I/O 連接器提供的對應接腳。

注意：以下範例使用「Tool 1」連接器，但「Tool 2」連接器具有完全相同的功能。

兩個按鈕的範例（下拉啟用）⁴

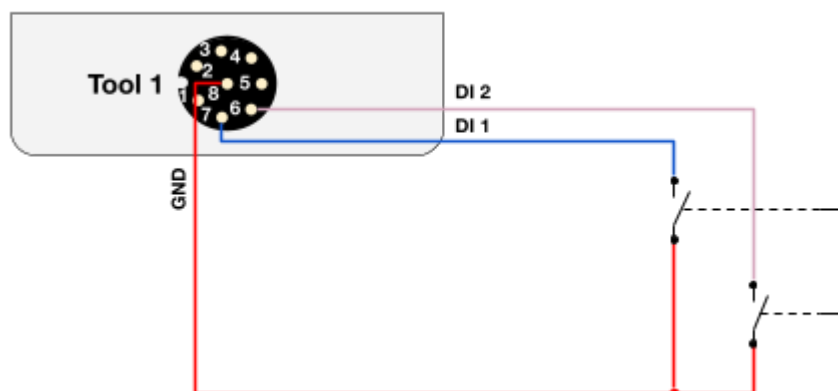


兩個 PNP 型感測器的範例（下拉電位啟用）

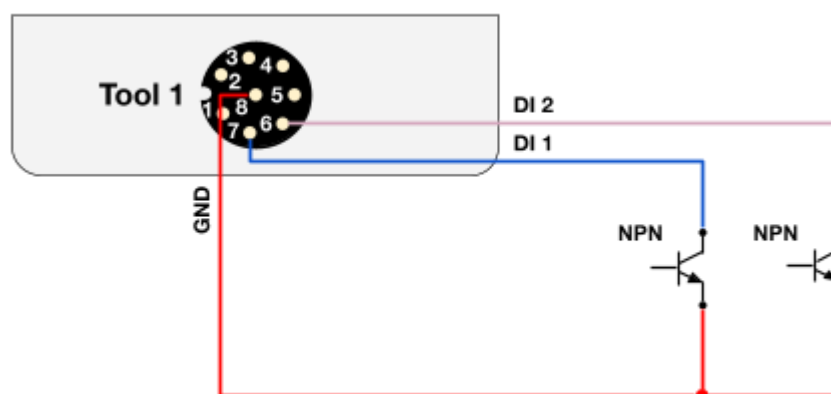


⁴ 請注意，本文件中指定的線纜顏色符合廣泛採用的 DIN 47100 標準。

兩個按鈕的範例 (下拉功能停用)



兩個 NPN 型感測器的範例 (下拉電位關閉)



4.6.6 數位輸出(工具 I/O)

輸出驅動器	半橋功率驅動器
輸出電壓	24 V
最大輸出電流(源出／汲入)	1 A (1.1 A OCP)

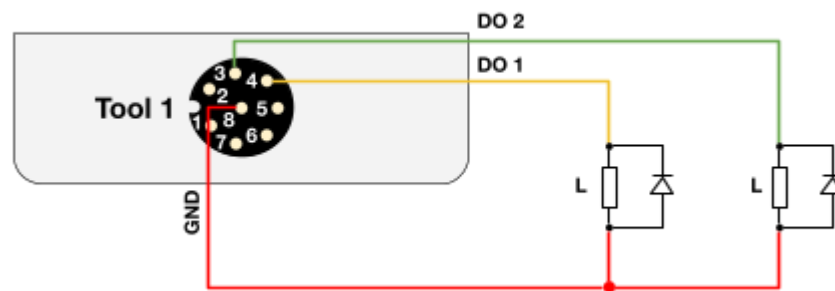
每個數位輸出皆為電流限制型、推挽式、半橋式功率驅動器。該驅動器支援源出模式(PNP 型)、汲入模式(NPN 型)，以及使用兩個輸出端構成的全橋式設定。上述各設定的連接示意圖如下所示。數位輸出的預設狀態為低準位。有關設定詳情，請參閱《AX Portal — 用戶手冊》。



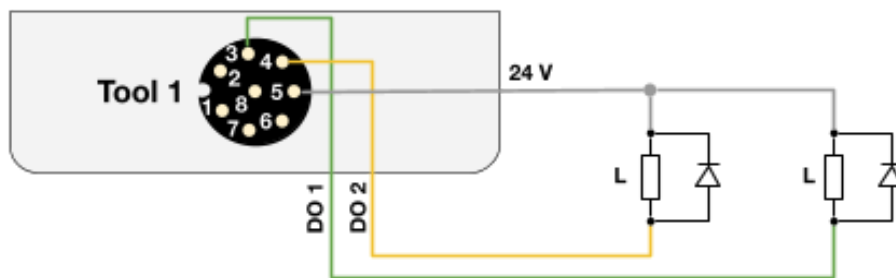
注意

所示外部裝置的 24 V 及 GND 連接應取自所使用之對應工具 I/O 連接器所提供的相應接腳。

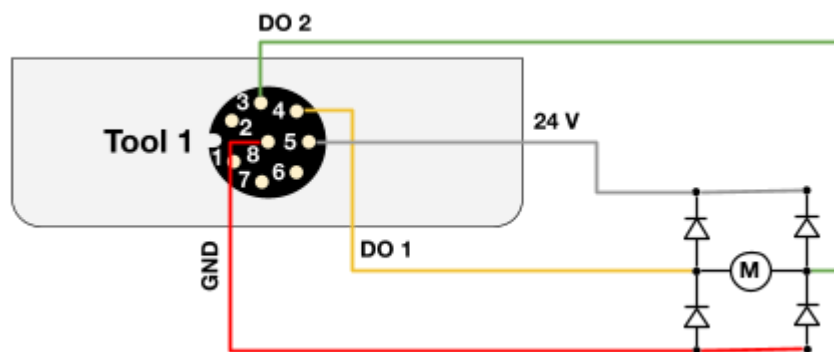
連接兩個負載的範例(源出模式 – PNP)



連接兩個負載的範例 (汲入模式 -NPN)



連接馬達的範例 (全橋模式)



注意

關於直流馬達使用的警告

針對感性負載 (例如有刷直流馬達、繼電器或電磁閥) 的特定應用，應加裝外部續流二極體 (flyback diode)，以抑制反電動勢，並在馬達關閉時讓多餘的慣性能量回流。

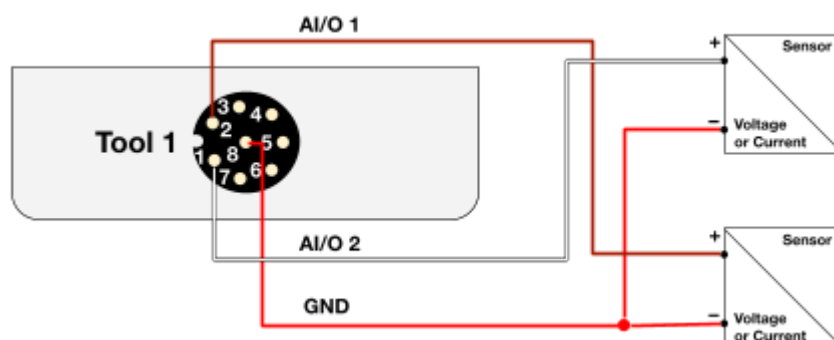
4.6.7 類比輸入(工具 I/O)

類比工具 I/O 可設定為電壓或電流模式的輸入。在電壓模式下，可讀取 0–10 V 範圍內的類比值。在電流模式下，電路中的感測電阻會被啟動，允許讀取 4–20 mA 範圍內的電流值。下方顯示的連接示意圖適用於電流和電壓兩種模式。

類比輸入設定

一般規格	最大採樣頻率	20 Hz
	最大輸入電壓	10 V
	採樣解析度	12 位元
電壓模式	輸入電壓範圍	0–10 V
	輸入電流消耗	< 1 mA
	最小本地阻抗	$\geq 100\text{ k}\Omega$
電流模式	輸入電流範圍	4–20 mA ⁵
	感測電阻	135 Ω

兩個連接的類比感測器範例(電壓或電流模式)



⁵ 允許在 0–20 mA 範圍內運作，但無法進行故障檢測。

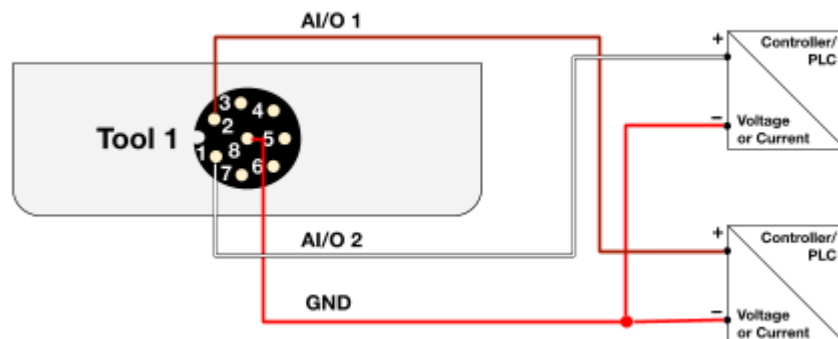
4.6.8 類比輸出(工具 I/O)

類比工具 I/O 可設定為電壓模式或電流模式的輸出。在電壓模式下，類比輸出範圍為 0-10V。在電流模式下，可產生 0-20 mA 範圍的輸出。下方顯示的連接示意圖適用於電流模式與電壓模式。

類比輸出設定

一般規格	最大輸出頻率	20 Hz
	輸出解析度	12 位元
電壓模式	輸出電壓範圍	0-10 V
	最大輸出電流	1 mA
	最小遠端阻抗	$\geq 50 \text{ k}\Omega$ 建議 $\geq 100 \text{ k}\Omega$
電流模式	最大輸出電壓	10 V
	輸出電流範圍	0-20 mA
	輸出負載電阻	$< 300 \Omega$

連接兩個類比感測器的範例(電壓或電流模式)



4.7 乙太網路線

乙太網路線從機器人底座穿過機身，連接至 5-6 號接點：

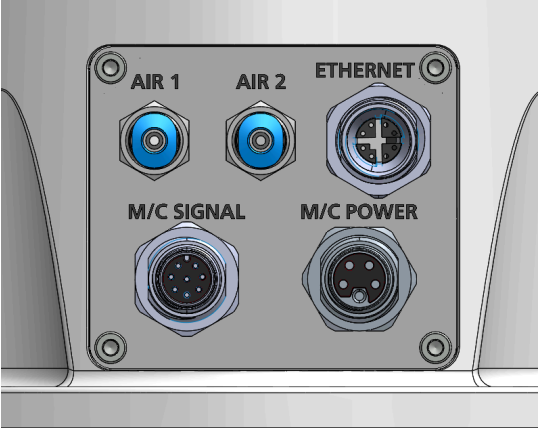
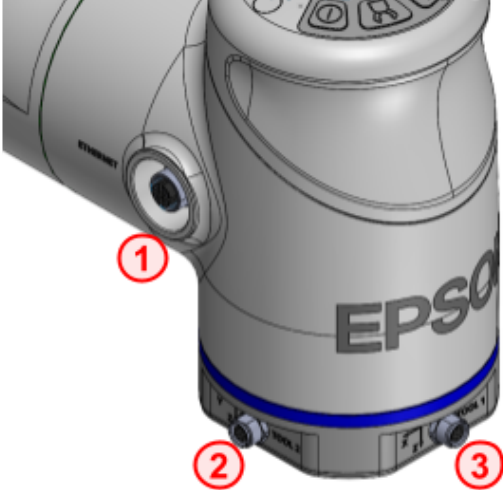
連接器類型為：

- 乙太網路連接器為 M12 型、X編碼、8 針、母座。

下表列出乙太網路線的特性。

類別	Cat 5e
資料傳輸速率	1 Gbit/s
支援乙太網路供電	支援最高符合 IEEE 802.3at (第 2 類) 標準的乙太網路供電 (PoE) ⁶

在 連桿 5-6 插上乙太網路線並操作機械手臂時，請確保第 6 關節的角度受限。

	
底座上的乙太網路連接器。	連桿 5-6 處的乙太網路連接器。 1. Ethernet, 2. 工具 1 ("Tool 1"), 3. 工具 2 ("Tool 2")

⁶ 需額外配備 PoE 供電器，以為乙太網路設備供電（不包含在供貨範圍內）。

5. 維護

5.1 簡介

AX6 機器人幾乎不需要維護。步驟分為維護和檢查項目。後者對於機器人系統的安全運作至關重要。

請注意，本節僅針對機械手臂，不涉及其所整合的系統。系統整合商必須針對機器人所整合的系統，定義額外的維護與檢查項目。

 警告	在對機器人系統進行維護前，請注意以下事項： - 進行任何維護作業前，請先關閉系統電源。請採取措施防止第三方意外啟動系統，例如張貼「請勿開啟」標誌。在系統運轉期間進行維護作業，可能導致嚴重受傷或死亡。 - 僅執行本章所列之維護工作。切勿自行嘗試維修故障的機器人系統。不當維修可能導致嚴重受傷或死亡。
 警告	切勿在任何情況下開啟機械手臂或控制器。此舉可能導致觸電。
	在維護作業中需拆卸氣管時，請務必配戴安全護目鏡——即使已關閉氣源供應。

5.2 機械手臂與控制器的清潔

若機器人及控制器外殼髒污，請進行清潔：

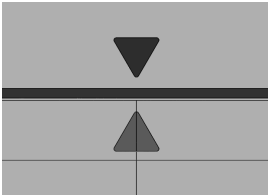
- 請使用柔軟的超細纖維布擦拭機械手臂上的污垢。若需清除頑固污漬或進行消毒，可將布沾濕 70% 異丙醇。請小心勿刮傷機械手臂的塗層。

 警告	切勿將任何液體（包括清潔劑）噴灑在控制器上。若液體噴灑到控制器上，可能會導致觸電。
---	--

5.3 維護檢查

 警告	必須遵守以下檢查要點，以確保機器人能長期安全運作。若未遵守檢查要點，可能導致功能故障、受傷甚至死亡。
---	---

請檢查下列項目。

檢查項目	檢查頻率	位置	檢查方法
鬆動的螺絲	每月 / 250 小時 ⁷	用來固定 ● 機械手臂 ● 末端執行器 ● 接地線	請使用扭力扳手檢查螺絲/螺母是否已擰緊。
鬆動的連接器	每月 / 250 小時	外部電氣及氣體連接器 ● 基座 ● 連桿 5-6 ● 工具法蘭	檢查連接器是否鬆動。若連接器鬆動，請重新正確安裝並再次檢查。
外部缺陷	每週	機械手臂	若機械手臂髒污，請進行清潔，詳見「機械手臂與控制器的清潔」章節。
		外部線纜	檢查外部纜線（例如：來自控制器的供纜線、周邊設備纜線）及氣管是否有外部缺陷。立即更換有缺陷的纜線和氣管。
煞車操作	每月 / 250 小時	關節 1 至 6 之煞車	關閉機器人電源，並在手動移動機械手臂時檢查煞車是否咬合。若煞車運作正常，各軸僅能移動極短距離，隨後煞車便會伴隨喀噠聲響停止動作，或直接完全鎖死該軸。若能輕易移動機械手臂，則表示煞車故障。 請同時檢查，在關機狀態下，機械手臂是否會因自身重量而向下移動。
振動與噪音	每月 / 250 小時	—	檢查機器人是否有異常運作噪音或振動（例如變速箱發出巨大聲響）。
歸零位置	每年	關節 1 至關節 6 的零點標記。 	將每個關節移動至 0°，並檢查零點標記是否對齊。

⁷ 若機器人每月通電時間超過 250 小時，請每 250 小時執行所有每月項目。

5.4 維修

本機器人設計上便於維修。維修工作應由受過適當訓練的服務工程師執行。詳情請參閱《AX6 & RC-A101 安全手冊》。