



六軸精密嵌入式自動化位移系統

採購規範書

一、產品名稱

六軸精密嵌入式自動化位移系統

二、開系統簡介

本系統為一高度整合之嵌入式自動化設備。架構上以 Raspberry Pi (樹莓派) 作為核心運算中樞，深度結合精密機械結構與智慧型六軸運動控制軟體。本系統專為實驗室之高精度作業與工業自動化場域設計，兼具低功耗、高穩定性與開機即用之特性，能有效降低技術導入門檻，並大幅縮短自動化製程之開發週期。

三、硬體規格

本系統之硬體架構由高階運算核心、精密機構及完善的安全防護機制組成，詳細硬體規格如下：

3.1 運算與控制核心

- 中央處理器 (CPU)：採用 Broadcom 四核心 64 位元架構，提供穩定且高效的運算能力。
- 記憶體 (RAM)：搭載 4GB LPDDR4 (可視實際配置需求彈性調整)。
- 控制軸數：具備 6 軸同步控制能力，確保多維度連動之順暢性。

3.2 機構與精度規格

- 結構材質：全機採用高強度鋁合金，並經 CNC 精密加工成型。
- 表面處理：採工業級硬質陽極處理，具備優異的抗腐蝕與耐化學試劑特性，適應各類實驗與工業環境。
- 重複定位精度：可達 0.1 mm，滿足精密自動化作業之要求。



- 支架設計：採用滑軌支架設計，具備高剛性與抗震特性，維持運作時之幾何穩定。
- 外觀尺寸：800 x 400 x 500 mm (長 x 寬 x 高)。

3.3 電力與安全防護

- 輸入電源：支援寬電壓 AC 110V - 220V 輸入，內部轉換為 DC 12V / 5V 供電。
- 整機功耗：系統運轉時功耗約 45W - 65W，具備低功耗節能優勢。
- 使能控制 (Enable Control)：支援 6 軸獨立 Enable / Disable 電力管理，提升系統待機安全性與電源效率。
- 限位感應 (Limit Sensing)：於 M1~M3 軸配備實體物理限位開關 (採 2-Wire 接地觸發設計)，防止機構發生超行程碰撞。
- 散熱設計：整合式冷卻風扇，支援 24/7 持續運行。

3.4 通訊與傳輸介面

- 有線傳輸：配備 HDMI x2 (支援雙螢幕輸出)、USB 3.0 x2、USB 2.0 x2 以及 Ethernet (RJ45) x1。
- 無線傳輸：內建 WiFi 與藍牙 (Bluetooth) 模組，支援無線聯網與周邊設備擴充。

四、軟體規格

本系統軟體架構採雙核心分工設計，結合輕量化作業系統與直覺化操作介面，兼顧即時控制與使用者體驗。詳細規格如下：

4.1 系統平台與運算架構

- **核心主控**：採用 Raspberry Pi 4B 嵌入式系統作為上位機主控中樞，負責圖形運算與自動化邏輯排程。
- **副控制處理器**：搭載 Arduino Mega 2560 作為下位機控制器，專責處理底層硬體 I/O 與高速馬達脈衝產生，確保硬體訊號無延遲。
- **作業系統**：運行客製化 Linux (Raspbian) 輕量化作業系統，去除冗餘背景服務，確保各項自動化任務執行之高度即時性與穩定性。

4.2 操作介面與任務編程



- **圖形化介面 (GUI)**：預載基於 Python 與 PyQt5 框架開發之專屬操作介面，畫面直覺且全面支援觸控操作，有效降低人員操作與學習門檻。
- **腳本化任務 (Scripting)**：支援外部匯入 tasks.csv 檔案進行自動化動作序列編寫。系統可解析並循序執行包含 MOVE (座標移動)、HOME (原點復歸)、WAIT (等待延遲) 等標準指令，實現靈活的製程排程。

4.3 通訊與傳輸協定

- **通訊協議**：主副控制器內部採用高速 Serial (序列) 通訊協議進行指令交握；系統外部則全面支援 USB 資料傳輸、HDMI 影像輸出，並具備網路連線能力以支援遠端監控與維護。

4.4 智慧控制與安全防護

- **智慧歸零**：內建自動脫離極限開關功能，並具備防碰撞之多軸歸零順序邏輯，確保機構於初始化或斷電重啟過程之絕對安全。
- **雙重系統防護**：具備實體硬體緊急停止 (Emergency Stop) 電路與軟體執行緒中斷雙重機制。當異常發生時，能瞬間切斷動力並凍結軟體指令，提供最高等級之操作防護。

五、出貨內容物

得標廠商於交貨時，應完整提供下列各項硬體、軟體、配件及相關技術文件，以作為驗收點收之依據：

5.1 硬體與機構設備

- **CNC 精密機械本體 1 組**：內含 6 組步進馬達與 3 組實體限位開關。
- **嵌入式控制電箱 1 組**：內建樹莓派核心控制器、馬達驅動器模組與工業級穩壓電源供應器。

5.2 連接線材與周邊配件

- **系統專用線材組 1 套**：包含控制電箱至機械本體之高屏蔽動力線與訊號連接線、AC 電源輸入線、以及主機通訊線材 (USB/Ethernet)。

5.3 軟體與系統還原載具



- **預裝軟體環境**：出廠前須於硬體內預載客製化作業系統、Python 控制介面與相關驅動程式。

5.4 技術文件與認證報告

- **操作與維護說明手冊 1 份**：內容須包含硬體接線定義說明、各軸配置參數、故障排除指引以及 tasks.csv 動作序列編寫範本說明。
- **產品保固書 1 份**：須註明本系統之整體保固期限與售後技術支援聯絡窗口。

六、售後服務與保固

- **硬體保固**：整機提供一年有限保固。
- **技術支援**：提供軟體調校與任務編寫諮詢。