

機械手臂暨末端收線機構動態捕捉 無人載具系統建置勞務委託書

一、計畫緣起

二、計畫目標

三、計畫時程

四、交付項目

五、驗收標準

六、付款辦法



一、計畫緣起

本勞務委託因應高動態空中與繩索自主捕獲技術之發展需求，針對擺盪物體與細微線材之空間動態捕捉，推動「機械手臂動態捕捉系統」之委託研發工作。面對高動態、極限張力之複合運動環境，機械手臂控制系統與末端抓取機構必須具備高度之即時響應能力、結構抗扭剛性以及精準之物理鎖定機能，以抓取動態繩索。

本勞務委託工作以「多自由度工業手臂高動態控制」為核心主軸。系統需接收外部高速動態預測座標，實現手臂平順軌跡切入動態繩索運動區間，降低抓取時之相對速度衝擊。在末端執行器方面，須於不損壞線材之前提下完成繩索捕捉；夾持鎖定後，進一步驅動末端機構，在抵抗 10 kgf 恆定拉力情境下流暢進行收線作業。

為確保研發成果具備可重複驗證性與工程可靠度，本委託案亦涵蓋「伺服動態模擬機構驗證台架」之建置，於繩索懸掛頂端整合精密伺服馬達、捲線筒、內部編碼器及扭矩/力量傳感器，提供「定位控制模式（模擬垂直動態位移）」與「力量控制模式（模擬 10 kgf 恆定/動態阻力）」，作為手臂末端機構在極限拉力情境下之攔截與繞線性能驗證基礎。

二、計畫目標

1. 建立多自由度機械手臂高動態切入控制系統：具備動態同速趨近演算法之控制架構，可即時介接外部視覺與物理預測系統輸出之目標攔截點座標與速度向量，達成機械手臂軌跡控制，完成 1 份控制架構報告並提供機械手臂 CAD。
2. 研製末端收線機構：設計整合於手臂第六軸法蘭之末端夾持裝置，確保在 10 kgf 向上拉力下維持恆定扭力流暢收線且不產生卡死或結構形變，並提供末端收線機構 CAD。
3. 建置伺服動態負載模擬機構與硬體驗證平台：設計並組裝包含伺服馬達、捲線筒、內部編碼器（Position）與扭矩傳感器（Force）之繩索模擬機構台架，支援定位位移模擬與 10 kgf 力量控制模式，最終完成整機實體機械手臂搭配末端收線機構捕捉與收線功能驗證，並提出 1 份系統驗證成果總結報告。



三、計畫時程

(一)計畫時程:

預計執行期間：下單日起~2026/12/20

(二)預定查核點說明

本計畫依工程實施期程分為「前期機構與控制規劃」、「中期模組組裝與單元測試」及「後期系統整合與極限拉力負載驗證」三大階段：

前期（下單日起至 115 年 10 月 31 日）：完成六軸機械手臂運動學規劃；完成末端收線模組之 3D CAD 工程細部設計；完成繩索懸掛區伺服動態模擬機構之機構剛性分析與電控規格選型。

中期（115 年 11 月 1 日至 115 年 12 月 5 日）：完成末端收線模組之組裝與氣電迴路配置；完成伺服動態模擬機構台架組裝（含馬達、捲線筒、編碼器與扭矩計）；完成手臂即時通訊控制驅動及同速趨近軌跡初步離線調校。

後期（115 年 12 月 6 日至 115 年 12 月 20 日）：完成末端機構搭載於六軸機械手臂之動態同速切入捕捉測試；介接外部預測座標指令進行閉迴路動態補償；於伺服模擬機構提供 10 kgf 恆定向上抗力情境下，執行機械手臂捕捉及收線連續測試，完成全案整合驗證與總結報告。



各項預定查核點說明如下：

查核點編號	預定完成時間	查核點概述
A	下單後兩週內	● 完成機械手臂動態捕捉控制與末端機構前期可行性分析
B	115年10月31日	● 完成機械手臂動態通訊架構規劃與同速趨近控制演算法設計。 ● 完成末端收線模組3D CAD工程圖面設計。 ● 完成伺服動態模擬機構（馬達、捲線筒、力量感測器）之台架結構與電控系統設計。
C	115年12月5日	● 完成末端抓取收線機構實體製作。 ● 完成繩索伺服動態模擬機構台架實體建置，支援定位模式與力量控制模式切換。 ● 完成手臂即時驅動整合與初版末端機構抓取動態響應調試。
D	115年12月20日	● 完成手臂動態軌跡切入與外部空間座標介接實體測試。 ● 完成極限拉力模擬驗證：在伺服模擬機構施加 10 kgf 向上拉力下順暢完成收線。 ● 完成機械手臂控制與末端機構模組系統整合驗證評估報告暨成果報告。

四、交付項目

交付編號	預定完成時間	查核點概述
A	下單後兩週內	● 機械手臂動態捕捉控制與末端機構前期可行性分析報告 1 份。
B	115年10月31日	● 機械手臂暨收線機構實體模組3D CAD。 ● 伺服動態負載模擬驗證台架3D CAD。
C	115年12月5日	● 機械手臂暨收線機構實體模組 1 套，並可成功抓取繩索。

		● 伺服動態負載模擬驗證台架 1 套（含伺服驅動器、編碼器、扭矩感測器及控制面板）。 ● 機械手臂動態切入控制與介接軟體原始碼及使用手冊 1 套。
D	115年12月20日	● 機械手臂動態控制與末端收繩機構模組系統整合驗證評估報告暨計畫成果報告 1 份。

五、 驗收標準

廠商依照計畫書之時程，交付本院各項交付項目後，若本院發現有不符要求者，得通知廠商改正，廠商應於本院通知後 14 個工作日內完成改正。若本院於交付後 14 個工作日未提出改正之通知，即視為驗收完成。

特定功能性驗收指標如下：

- 動態軌跡切入功能：機械手臂能依據通訊介面傳入之目標座標，即時規劃並執行平順切入軌跡，滿足逼近捕捉動作。
- 末端收線性能：在伺服模擬機構主動施加 10 kgf 恆定向上拉力條件下，末端收線機構能維持穩定轉速與恆定扭力流暢收線，無扭曲卡死現象。
- 伺服動態模擬機構功能：具備即時位置控制與力量控制切換機能，扭矩與位置回授資料更新頻率需支援即時測試監控。



六、 付款辦法

本案分二期支付廠商：

1. 交付項目A「機械手臂動態捕捉控制與末端機構前期可行性分析報告1份」經本院查驗合格並收到廠商請款憑證後，依本院定期付款方式支付總金額之50%；
2. 廠商交付本院全部交付項目，經本院驗收合格後並收到廠商請款憑證後，依本院定期付款方式支付尾款總金額 50%。

