工業技術研究院
Industrial Technology Research Institute

專業、技術服務_採購規範書

品名：委託製造設計船載繫留無人機系統

案號：_____

目　　錄

1. 目的/用途說明
2. 規格/功能需求
3. 安裝/測試要求
4. 檢測/驗收標準
5. 交貨期
6. 訓練
7. 保固
8. 廠商交付文件
9. 工作環境及安全衛生注意事項
10. 其他
11. 廠商資格條件

撰寫人：_____日　期：_____

1. 目的/用途說明

本案委託製造設計一套船載繫留無人機系統，供船舶定點保持期間執行高空通信、影像數據整合及科研驗證。採購範圍包含無人機、繫留收放設備、發電機、供電與機載轉換設備、地面站、定位及降落攝影機、通訊、備援電池、收納設備、整合測試、訓練及保固。發電機及攝影機由賣方提供；通信中繼、Mesh 及 LTE／5G 以上行動通訊設備由買方提供，賣方應完成約定之機械、供電與網路介面整合。船舶本體由買方提供，實際安裝與施工界面於安裝前由雙方確認。

2. 規格/功能需求

2.1 機體及動力

項目	需求／配置
機型／軸距	四軸機；950 mm
螺旋槳	23×8.8 吋摺疊槳
最大起飛重量	最大起飛重量能力≥12 kg，並須滿足完整配置及 5 kg 酬載需求
有效任務酬載	需求範圍 2～5 kg；驗收以 5 kg 執行
機體材質	碳纖維管、鋁合金管及塑膠製品
動力	80A 電調；推力依最終起飛重量估算選型，推力及功率由廠商實測佐證

- 動力概估：設實際起飛質量為 M kg，懸停總推力至少約 M kgf，四軸每組約 M／4 kgf。初步選型以總最大靜推力約 2.0～2.5 倍起飛重量估算；以 12 kg 參考質量計，總推力約 24～30 kgf、每組約 6～7.5 kgf。此區間僅供初步配置，須依最終重量、纜線拉力及風力條件修正，不替代實測驗收。功率不能僅由起飛重量可靠推定，廠商應提供實際槳徑、馬達效率及負載下之功率資料。有效任務酬載需求範圍為 2～5 kg，驗收以 5 kg 實體或等效任務酬載執行；應扣除飛行必需設備、機載轉換模組、備援電池及實際懸吊纜線等負載後計算。最大起飛重量能力應達 12 kg 以上，且須容納完整飛行配置與 5 kg 酬載；不得僅以 12 kg 額定能力替代 5 kg 酬載實測。廠商應提出整機重量分配及性能佐證。

2.2 飛控及定位

- 飛控硬體以 CUBE 系列為主，台製飛控為輔助選項；台製飛控如作替代配置，應經買方同意並具相同必要功能。主要交付飛控應支援 PX4，完成軟硬體相容性及系統整合驗證。韌體以 PX4 為主；其他韌體得作為輔助、研究或相容性驗證選項，不得取代主要交付之 PX4 系統。廠商應完成 PX4 與機體、繫留供電、定位、精準降落及備援控制之整合，並以 PX4 配置完成本案必要功能驗收，提供實際版本、參數備份、操作模式及整合介面說明。
- 具自動返航、GPS 定位及姿態定高功能，配置雙頻 RTK GPS（L1＋L5）及視覺標記輔助定位系統，攝影機由賣方提供。應具輔助定位與精準降落能力，並能於船舶定點保持、甲板隨波晃動情況下完成降落；廠商應提出甲板平移、升沉及姿態變化之容許範圍與降落程序。

2.3 繫留及供電系統

- 採 2 光 4 電光電複合纜線，總長須大於 60 m；計入繫纜路徑、傾斜及安全餘長後，有效作業高度須達相對起降甲板垂直高度 50 m 以上。
- 賣方應提供發電機，配置為單台連續額定輸出功率 6,000 W 以上，或兩台各 3,000 W 以上且具原廠允許之同步並聯功能及配套。不得僅以峰值功率或兩台銘牌功率相加判定合格。供電模組採 AC220V 輸入、DC400V 繫留輸出；發電、轉換及配電整體須足以供應 5 kg 酬載飛

行與約定任務設備之正常連續負載。
- 機上轉換設備應將 DC400V 降至 DC50V。
- 捲線器具扭矩、無扭矩及強制收線模式，應提供各模式限制及安全操作程序。
- 外部燃油及電力供應正常時，發電、繫留供電及機載轉換系統應可連續運作至少 8 小時。廠商應提供實際輸入、連續輸出、功率損耗、散熱及負載分配資料；燃油補給、切換或保養安排不得中斷約定之連續供電。8 小時為供電能力要求，不等同 8 小時連續飛行驗收。
- 應具適當之過電流、短路、過欠電壓保護、電氣隔離與緊急斷電設計；接地、絕緣及接頭防護應於交付前檢查。
- 應提供纜線單位重量、容許張力、彎曲半徑、收放速度、磨耗檢查及更換準則。

2.4 電池及失效處置
- 備援電池採 12S 5Ah、21700 鋰電池。
- 備援電池須具至少 1 分鐘緊急降落供電能力，以 3 分鐘為設計目標；並須在 5 kg 酬載條件下，足以由 50 m 以上作業高度完成安全降落。若 1 分鐘不足以完成實際緊急降落，應提高可用容量。外部供電中斷後應切換備援電池；有線控制鏈路中斷後應可切換無線控制降落，並提供切換邏輯、電量門檻、實測紀錄與操作程序。

2.5 通訊與地面控制
- 採光纖有線傳輸，機上及捲線器端配置 5 埠 Gigabit 智慧網管型 PoE 交換器。
- 地面站採強固型平板電腦，另配置可在有線鏈路失效時接管降落之無線備援遙控鏈路，並具明確控制權切換與狀態顯示。
- 支援 MAVLink，提供通訊架構、埠位、資料流及買方整合所需介面文件。
- 廠商應說明飛控、影像及任務資料之傳輸路徑與容量，並驗證約定任務資料可正常雙向傳輸。

2.6 收納及交付範圍
- 機體採工程塑膠攜行箱，捲線器採鋁合金箱。
- 交付數量為完整系統 1 套，含發電機及所需並聯配件（採雙機方案時）、繫留供電與收放設備、機體、控制定位設備、攝影機、電池、充電設備與收納附件。買方提供通信中繼、Mesh 及 LTE／5G 以上設備；廠商應先取得其重量、尺寸、功率與介面需求，完成 5 kg 以內任務酬載整合。

3. 安裝/測試要求
- 完成船載機體、發電機、繫纜、收放設備、供電、定位、攝影機、通訊及地面站整合。安裝前提交固定配置、甲板淨空、配電接線、繫纜路徑及操作程序。
- 到貨 14 日內完成組裝、設定與靜態測試；因買方場地因素或雙方書面同意調整者，依契約辦理。
- 測試前提交計畫，列明酬載、作業高度、時間、氣象限制、警戒範圍與異常處置。
- 先完成實物點檢、供電與通訊靜態測試，再進行收放纜、繫留飛行與回收測試。
- 應完成船舶定點保持、甲板隨波晃動條件下之輔助定位、精準降落及實船整合測試。測試前確認甲板尺寸、淨空、固定強度及船體運動限制，記錄船位、姿態、風況與影像。

4. 重要規格、功能檢測/驗收標準
採文件審查、實物點檢、5 kg 酬載飛行、船載降落、連續供電及安全功能測試驗收。各項測試應依買方核定計畫執行，提供可追溯之數據、影像及合格判定。

4.1 機體及酬載驗收

核對四軸構型、950 mm 軸距、最大起飛重量能力 12 kg 以上及完整重量配置；以 5 kg 實體或等效任務酬載完成起飛、50 m 以上定點滯空及安全回收。應記錄機體、備援電池、轉換模組、任務酬載及懸吊纜線重量，確認不超過額定最大起飛重量。

4.2 高度及收放纜驗收

量測纜線總長大於 60 m；於 5 kg 酬載下達到相對甲板垂直高度 50 m 以上，記錄高度、放纜長度與安全餘長，驗證收放及張力管理正常。另以實船定點保持且甲板隨波晃動之條件，驗證視覺輔助定位、精準降落及無線備援接管功能。

4.3 連續供電及負載驗收

以可代表 5 kg 酬載飛行與實際任務設備需求之等效負載，驗證發電、配電及轉換系統連續供電至少 8 小時；得以實際設備、負載設備或組合方式執行，負載設定應以實測用電資料佐證並經買方核定。記錄電壓、電流、功率、溫度及燃油補給情形，不得發生供電中斷、異常重啟、過熱或非預期跳脫。本項不要求連續飛行 8 小時；飛行測試應完成第 4.1 及 4.2 項功能，測試程序與持續時間於測試計畫明定。

4.4 通訊及安全功能驗收

驗證光纖遙測、控制、影像及買方任務資料傳輸；驗證有線鏈路中斷後無線接管，以及供電中斷後電池備援。備援可用時間至少 1 分鐘，以 3 分鐘為目標，並須足以在 5 kg 酬載下由 50 m 以上高度安全降落。先以地面、模擬或低高度方式驗證，再按核定計畫完成所需實飛；同步驗證緊急停止、低電量及收放異常處置。

5. 訓練

- 交貨期限及地點依契約規定。
- 交貨期限內完成設備交付、船載安裝整合、靜態與實船測試、教育訓練及文件交付。

6. 保固

- 自驗收合格日起提供至少 12 個月保固；接獲故障通知後 24 小時內回應，並提出處理方式或維修規劃。
- 範圍涵蓋本案交付設備及整合功能；耗材、電池、纜線正常磨耗與人為損壞之認定及排除條件應明列。
- 提供保固期間技術諮詢、維修窗口、備品供應及後續維護方式。

7. 廠商交付文件

- 設備與附件清冊、主要零組件 BOM、規格及來源證明；飛控、通訊、遙控、動力、電池、攝影機及繫留供電設備應提供非中國製佐證。
- 整機重量分配、5 kg 有效酬載、實測推力與功率、50 m 以上作業高度、蒲福風力 6 級之操作能力及環境限制資料。
- 機械配置、安裝固定圖、繫纜路徑、電力及網路架構圖。
- 飛控硬體型號、製造商、產地及 PX4 相容性資料；PX4 主要飛控韌體及地面站之實際版本、參數備份、MAVLink 及整合介面文件；其他輔助韌體如有交付，應另附版本及適用範圍。本案客製程式應交付完整原始碼、建置部署說明、必要依賴與買方修改使用授權。
- 操作與維護手冊、充電程序、檢查及耗材更換準則、緊急應變程序。
- 發電機連續額定功率、並聯相容及配套證明（採雙機時）、負載分配、8 小時連續供電紀錄，

以及電池切換、備援時間及緊急降落紀錄。

- 出廠檢驗、5 kg 酬載飛行、50 m 高度、實船精準降落、無線接管、安全功能及防護等級證明，另含教育訓練及保固文件。

8. 工作環境及安全衛生注意事項

- 系統應可在蒲福風力 6 級以下（含）執行約定船載繫留作業，廠商應提供對應性能佐證與操作限制；本案不另指定海況等級。機體應達 IP67，其餘本案供應設備應達 IP65 以上，得以符合等級之完整防護外殼實現。應說明正常工作狀態、接頭、穿線處及發電散熱排氣之防護配置，並提供與交付配置相符之試驗或認可證明；僅運輸時封箱防護不得替代工作狀態要求。
- 高壓供電與旋翼作業區應設警戒、標示及緊急處置；高壓接頭不得帶電插拔。
- 飛行前確認纜線、接頭、固定、供電、定位、通訊、電池及作業區淨空。
- 電池存放、充電與運輸依原廠安全程序，配置適用之消防與應變措施。
- 設備應適用船載淡水及沿岸環境，提供耐腐蝕、防鹽霧處理及維護方式；實際降落應於船舶定點保持狀態執行，並遵守經確認之甲板運動與操作風速限制。

9. 涉及智慧財產權歸屬要求

既有軟硬體及核心技術之智慧財產權歸原權利人；廠商應提供合法且足以持續使用之授權及整合所需介面、設定與參數。本案客製程式應交付完整原始碼與建置部署文件，並授予買方使用、修改及自行維護之權限；開源部分依適用授權履行義務。不得因保固屆滿或維護未續約而停用已購買之基本功能。

10. 其他

- 無線通信、飛行操作及場地申請依適用法規及主管機關要求辦理；頻率與輸出功率由廠商列明並提供必要證明。
- 飛控、通訊、遙控、動力、電池、攝影機及繫留供電設備須為非中國製；廠商應逐項提供製造商、製造地、產地或可追溯來源證明，列入 BOM 並供買方審查。買方自備通信任務設備之採購與來源管理由買方辦理。
- 付款、交貨日期及地點依契約辦理；設備替代應事先取得買方書面同意，且不得降低性能、相容性、防護等級與非中國製要求。

11. 廠商資格條件

廠商應為原製造商、合法授權代理商或具相應技術能力之系統整合廠商，並提出無人機、繫留供電、收放纜或相關無人系統供應整合實績。應具備設備供應、飛行測試、教育訓練、維修及技術支援能力；涉及依法須具資格之作業，應由符合資格者執行。