

# 農機具性能測定報告

ALIGN E1 全自動導航植保直昇機



行政院農業委員會農業試驗所

中華民國一〇八年十月

行政院農業委員會  
農業試驗所  
農機性能測定專用章

附註：本測定報告未加蓋本所性能測定圖章者無效

# ALIGN E1全自動導航植保直昇機性能測定報告

## 一、依據：

- (一) 行政院農業委員會96.2.13.(96)農糧字第0961060160號令修正之『農機性能測定要點』。
- (二) 亞拓電器股份有限公司108年07月23日亞字第10807003號申請書。

## 二、農用無人飛行載具噴藥機性能測定方法及暫行基準 (TS108)：

- (一) 適用範圍：本基準適用於單旋翼、雙旋翼或多旋翼無人飛行載具噴藥機。
- (二) 採樣：接受測試之測定機(具)需由廠商提供至少3部商品機中隨機抽樣，不得為特製品或特選品。

### (三) 調查項目：

#### 1. 本機部份：

- (1) 機體規格：長、寬、高、材質、重量、最大起飛重量及機身號碼等。
- (2) 動力源：
  - ① 引擎：廠牌型式、編號、最大馬力與對應轉速、油箱容量及標稱續航力。
  - ② 電動機：廠牌型式、編號、額定電壓、額定功率及轉速；電池之廠牌型式、容量(Ah)、數量、充電方式、充電時間及標稱續航力。
- (3) 動力傳動方式、飛行控制(高度、速度、轉向及方位等)方式、控制器之廠牌型式規格及其他附屬裝置等。
- (4) 旋翼數量及規格：螺距、槳葉數、直徑、長、寬、材質、各軸心幾何位置、最低離地距離及最大轉速等。
- (5) 交通部「遙控無人機管理規則」施行後，測定機型需檢附民航局相關檢驗合格證明。

#### 2. 噴藥機具部份：

- (1) 動力源：
  - ① 引擎：廠牌型式、編號、最大馬力與對應轉速及油箱容量等。
  - ② 電動機：廠牌型式、編號、額定電壓、額定功率、轉速；電池之廠牌型式、容量(Ah)、數量、充電方式及充電時間。
- (2) 噴藥幫浦之廠牌型式、迴轉速、噴霧壓力及流量。
- (3) 噴嘴之型式、規格、數量、配置位置與距離；噴桿折疊方式及安全設

計。

(4) 藥液桶之材質及標稱最大(裝滿)容量、現存藥液量及安全操作時間之顯示方式。

(5) 噴藥作業調整方式與範圍、標稱噴藥作業時間。

(6) 噴藥控制閥(電磁閥或比例式針閥等)之數量、型式及規格。

(7) 最適作業高度及有效噴幅。

3. 飛行遙控部分：

(1) 面板規格、顯示與操作功能及資料傳輸模式。

(2) 電池之廠牌規格型式及數量。

(3) 最遠遙控距離。

(4) 工作頻率與避免信號干擾功能。

(5) 射頻識別功能。

(6) 衛星定位系統飛行軌跡紀錄及作業資訊輸出功能。

(7) 自動飛航或噴藥功能。

4. 作業環境限制、安全裝置、飛行高度限制功能與避障功能。

(四) 測試項目及方法：

測試作業時需進行相關作業環境及作物調查：溫度、相對濕度、風速、風向、作物品項及植株高度、栽植密度及行株距等。

1. 飛控性能測定：於無噴藥作業之狀態進行下列性能測試項目，至少重複試驗 3 次：

(1) 最高飛行速度測定：在空機及滿載兩種情況下，操作於廠商標稱作業高度範圍內，以全速飛行以測定其最高速度(km/h)。

(2) 平均偏移量(m)：於平坦之試驗場域擇定標定點位，包含起飛點位及 4 個中繼點位及其順序，各點位距離至少 100m 以上，在正常作業情況下，以衛星定位系統為信號接收之自動飛行模式，於起飛點位起飛後依序降落於標定之中繼點位後返航，量測各降落點位與標定點位之偏移量，取其平均值。

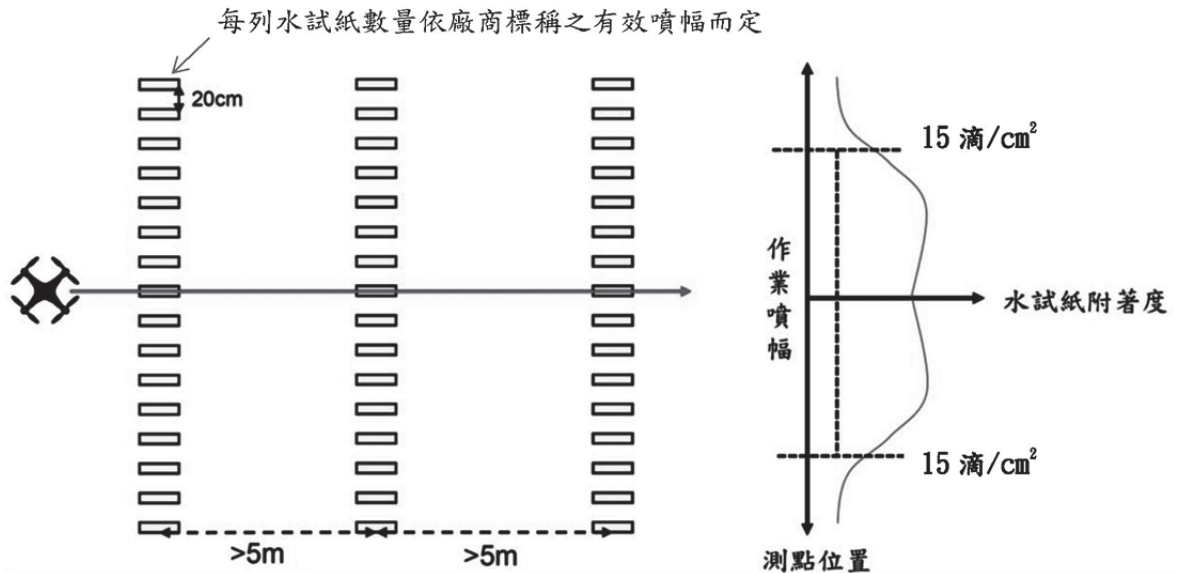
(3) 有效遙控距離(m)：機台放置於標稱最遠接收距離之平坦地面，測試是否能以人工遙控方式返航。

2. 噴霧性能測定：在自然風速低於 1.0 公尺/秒以下，噴霧壓力設定在其標稱作業壓力下，測定下列作業性能：

- (1) 出水量均勻性測定：於標稱作業壓力下同時量測每一噴嘴之噴霧量 1 分鐘，以測定其出水量均勻性，重複 3 次。
  - (2) 作業能力暨藥液附著度試驗：在廠商標稱適用作物及其生長期下，以水試紙進行本項測定，測定面積應在 1000 平方公尺以上，在進行噴藥作業前，於供試田區選定 3 處作物群(每處範圍至少 2 平方公尺)，每處試區之作物葉表、葉背及株桿上均勻隨機分佈各黏貼水試紙 10 張，噴藥作業後，計算水試紙單位面積(平方公分)藥霧附著滴數，求其藥液附著度(滴/平方公分)平均值，並記錄作業時間，以計算其作業能力。
  - (3) 最適作業高度之平均有效噴幅測定：將水試紙水平固定於 0.2 公尺高的支架上(圖一)，並排列垂直於飛行方向，間隔 20 公分設置一張水試紙，於正常作業之情況下，以標稱作業高度進行噴霧，記錄其作業噴幅，重複 3 次。
  3. 續航力測定：電動機型於正常噴霧作業情形下，記錄其電池充電飽和後可作業之時間；引擎機型於正常噴霧作業情形下，記錄其加滿油後可作業之時數。
  4. 連續作業試驗：於現場實際操作連續飛行及噴霧 2 小時以上(扣除返航正常更換電池或加油時間)。
- (五) 暫行基準：
1. 需具備衛星定位系統飛行軌跡紀錄及作業資訊輸出功能。
  2. 最高飛行速度不得超過 20km/h。
  3. 平均偏移量：裝設 RTK 系統之機型不得超過 0.5 公尺；裝設一般衛星定位系統之機型不得超過 2.0 公尺。
  4. 有效遙控距離需達廠商標稱值以上。
  5. 續航力：電動機型於充電飽和後作業之時數需達廠商標稱值以上；引擎機型於加滿油後作業之時數需達廠商標稱值以上。
  6. 出水量均勻性：每一噴嘴之噴霧出水量誤差應在平均值之 $\pm 10\%$ 以內。
  7. 藥液附著度：葉表及株桿之藥液附著度達 30 滴/平方公分以上者佔總樣本數 90%以上，葉背達 20 滴/平方公分以上者佔總樣本數 90%以上。
  8. 作業能力需達廠商標稱值以上。
  9. 最適作業高度之平均有效噴幅需達廠商標稱值以上。
  10. 連續作業試驗中，機械不得有異常故障，且故障排除時間不得高於總作業

時間之 10%。試驗後，機械經檢查不得有異常磨耗及損壞之現象。

備註：RTK 為 Real-time kinematic 之縮寫。



圖一、有效噴幅測定

### 三、ALIGN E1全自動導航植保直昇機概要說明：

本次測定係自 ALIGN E1 全自動導航植保直昇機(以下簡稱本機) 3 台待測商品機 (機號/馬達編號 193005214/02000723、193005238/0200064 及 193005239/0200100)中，隨機抽出機號/馬達編號 193005214/02000723 之商品機作為測定機。

本機使用額定電壓 44.4V，額定功率 5.1kW，轉速 19,980rpm 之 ALIGN 牌 850MX 無刷馬達 1 顆為動力源，以電動方式啟動，動力經由減速齒輪輸出至螺旋槳葉片，提供飛行動力，使用亞拓公司自製 ALIGN 牌 44.4V/10Ah 之電池 1 顆提供所須電力。

噴藥系統係由 2 個 5 公升之藥液桶、動力噴霧幫浦、噴霧管路、2 支噴桿及 4 個噴嘴等構成，2 支噴桿位於本機下方，兩側噴桿各鎖附 2 個噴嘴，分別配置於噴桿末端及本機側邊(兩噴嘴距離 51.5cm)，本機兩側下方噴嘴距離 69cm，正常噴藥作業續航力約 12 分鐘。噴藥作業時由手持式搖控器控制噴藥幫浦開關及(設定)單位面積內噴藥量，本機會依據飛行速度快慢自動調整噴藥流量以確保單位面積內噴藥量相同。本機藥液桶基座及藥液桶下方設計一組快拆機構，更換

藥液桶時僅須將藥液桶安裝在藥液桶基座即可，分離時須按下快拆開關，即可使藥液桶基座與藥液桶之間卡榫開啟，進行人工抽換。

本機採用衛星定位系統(GPS)進行飛航操控，控制系統硬體由手持式控制器及平板電腦所組成，控制器左右兩邊各具有控制推桿，左右推桿控制模式分為 Mode 1(日本模式)與 Mode 2(美國模式)。本機測試時採用 Mode 2 進行操控，左邊推桿前後方向為油門大小，即為控制螺旋槳轉速大小，左右方向為控制左右方向轉向；右邊推桿前後方向為控制前進、後退與速度大小，左右方向推桿為控制左傾與右傾；控制系統軟體係廠商自行開發之「地面站」APP，經由平板電腦介面顯示飛航衛星影像圖資與各項飛航設定參數等資料，飛航模式可切換為手動或衛星定位系統(GPS)自動飛行兩種模式，飛航控制距離可達 600 公尺以上，並具有高度限制與避障功能等功能。

#### 四、測定結果：

- (一) 本機主要規格如表一。
- (二) 本機性能測定結果如表二。
- (三) 本機連續作業試驗結果如表三。

#### 五、討論與建議：

- (一) 本次測定之性能結果與暫行基準之比較如下：

項目\比較項	暫行基準	本次測定
衛星定位系統飛行軌跡紀錄及作業資訊輸出	需具備衛星定位系統飛行軌跡紀錄及作業資訊輸出功能。	本機具有衛星定位系統飛行軌跡紀錄及作業資訊輸出功能。
最高飛行速度 (km/h)	最高飛行速度不得超過 20 km/h。	測試3次空載時平均值為 5.83 km/h、滿載(10L)時平均值為 5.46 km/h，最高飛行速度均無超過 20 km/h。
平均偏移量 (m)	裝設RTK系統之機型不得超過 0.5 公尺；裝設一般衛星定位系統之機型不得超過 2.0 公尺。	標定 5 個點位(起飛點與 4 個中繼點)，兩點之間距離為 100m 以上，測試 3 次之平均值分別為 0.983m、0.773m、1.090m、0.897m 及 0.977m，本機為一般衛星定位系統，平均偏移量均無超過 2.0 公尺。

項目\比較項	暫行基準	本次測定
有效遙控距離 (m)	需達廠商標稱值(600m)以上。	測試3次分別為600m、607m及604m，平均值為603.7m，均達廠商標稱值(600m)以上。
電池續航力	電動機型於充電飽和後作業之時數需達廠商標稱值(12min)以上；引擎機型於加滿油後作業之時數需達廠商標稱值以上。	電池充電飽和後作業之時間為12.53 min，達廠商標稱值(12min)以上。
噴嘴出水量均勻性 (mL)	每一噴嘴之噴霧出水量誤差應在平均值之±10%以內。	測試3次4個噴嘴之噴霧出水量平均值分別為690.64、680.97及680.10 mL；誤差範圍為-3.40~4.08、-3.40~4.04及-3.88~2.86%，誤差均在平均值之±10%以內。
藥液附著度 (%)	葉表及株桿之藥液附著度達30滴/平方公分以上者佔總樣本數90%以上，葉背達20滴/平方公分以上者佔總樣本數90%以上。	測試3次葉表及株桿藥液附著度達30滴/平方公分以上者佔總樣本數93.3%及96.7%；葉背達20滴/平方公分以上者佔總樣本數93.3%，均符合基準。
作業能力 (ha/h)	需達廠商標稱值(2ha/h)以上。	作業能力為4.53 ha/h，達廠商標稱值(2ha/h)以上。
平均有效噴幅 (m)	最適作業高度之平均有效噴幅達廠商標稱值(6m)以上。	測定3次之平均有效噴幅分別為6.13、6.27及6.20 m，均達廠商標稱值(6m)以上。
連續作業試驗	機械不得有異常故障，且故障排除時間不得高於總作業時間之10%。試驗後，機械經檢查不得有異常磨耗及損壞之現象。	試驗時機械無異常故障；試驗後經檢查無異常磨耗及損壞之現象。

## 六、結論：

ALIGN E1全自動導航植保直昇機之作業性能符合『農用無人飛行載具噴藥機性能測定方法及暫行基準』之規範。

表一、ALIGN E1全自動導航植保直昇機主要規格表

申請廠商：亞拓電器股份有限公司

廠牌型式：ALIGN E1

主要規格：由廠商填寫本所查驗

廠商地址：臺中市豐原區水源路345號

本機部分	機體規格	長×寬×高 (cm × cm × cm)		167.7 × 42.7 × 57	
		材質		3K 碳纖維	
		重量 (kg)		13.7	
		最大起飛重量 (kg)		24	
		機身號碼		193005214	
	動力源	電動機	廠牌型式/編號		ALIGN 牌 850MX 無刷馬達/02000723
			額定電壓 (V)		44.4
			額定功率 (kW)		5.1
			轉速 (rpm)		19,980
		電池	廠牌/型式		ALIGN/廠商自製，無型式
			容量 (Ah)		10
			數量 (組)		1 組(2 顆)
			充電方式		專用 AC 充電器充電
			充電時間 (h)		0.5
			標稱續航力 (min)		12
	動力傳動方式		馬達搭配減速齒輪		
	飛行控制方式		AP2 高效能智慧飛控系統、GPS 定位/自動導航		
	控制器之廠牌/型式規格		ALIGN/AP2 高效能智慧飛控系統		
	其它附屬裝置		P2 PCU 智能電源管理系統、地面站系統、噴灑系統		
	旋翼數量及規格	減速齒輪比		1:13.32	
		螺距 (cm)		無	
		主旋翼槳葉數 (支)		3	
		長×寬 (cm × cm)		83~84 × 6.6 (直徑：184.5cm)	
		尾翼槳葉數 (支)		2	
		長×寬 (cm × cm)		12 × 3.3	
		材質		碳纖維	
		各軸心幾何位置(最大軸距) (cm)		無(單旋翼)	
最低離地距離 (cm)		57			
最大轉速 (rpm)		1,500			
噴藥幫浦	廠牌/型式		ALIGN/隔膜幫浦		
	迴轉速 (rpm)		4,320		
	噴霧壓力 (kg/cm <sup>2</sup> )		6		
	流量 (mL/min)		4,000		



(續前表)

本機部份	噴嘴	型式/規格	Teejet 扇形/VP11002
		數量 (個)	4 個
		配置位置	兩側噴桿各裝設 2 個噴嘴，噴嘴配置於噴桿末端及接近本機兩側下方處
		距離 (cm)	兩側噴桿各裝設 2 個噴嘴，第 1 個(末端)與第 2 個噴嘴間距 51.5cm；第 2 個與第 3 個噴嘴為本機兩側下方噴嘴，間距 69cm；第 3 個與第 4 個(末端)噴嘴間距 51.5cm
		噴桿折疊方式及安全設計	噴桿不需任何工具，即可快速向後收折 90 度
	藥液桶	材質	聚丙烯(PP)
		標稱最大(裝滿)容量 (L)	10
		現存藥液量及安全時間之顯示方式	「地面站」螢幕顯示無藥與總噴灑藥量
	噴藥作業	調整方式	「地面站」(設定)單位面積內噴藥量，配合飛控系統偵測本機飛行速度，依據飛行速度快慢自動調整噴灑流量。
		作業能力	2 ha/h
		標稱噴藥作業時間 (min)	12
	控制方式	噴藥控制閥數量 (個)	無
		型式	壓力式；由遙控器飛控系統啟動藥液幫浦，並將藥液輸送至噴嘴。
規格		無	
	最適作業高度 (m)	3	
	標稱有效噴幅 (m)	6	
飛行遙控部份	面板	規格	Andriod 7.0 以上，4GB RAM 支援 5G wifi 之平板。
		顯示與操作功能	飛行資訊 OSD、地圖、影像顯示與地面戰功能操作。
		資料傳輸模式	無線 wifi 傳輸。
	電池	廠牌規格	ALIGN 7.4V/5200 mAh
		數量 (個)	1
		最遠遙控距離 (m)	600(空曠無干擾空中)
		工作頻率與避免信號干擾說明	2.4 GHz 與 5.8GHz
		射頻識別功能	自動跳頻系統與 SDR 無線電傳輸架構
		衛星定位系統飛行軌跡紀錄	GPS/Glonass/BDS 衛星定位系統、噴藥軌跡紀錄
		作業資訊輸出功能	飛行作業管理，可輸出已儲存作業資訊
	自動飛航或噴藥功能	可自動導航與自動噴藥	

(續前表)

作業環境限制	5 級風以下可正常飛行
安全裝置	緊急動力關閉開關
飛行高度限制功能	距起飛點上方 300 公尺
避障功能	電子圍籬避障
備註	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 「地面站」係廠商自行開發專用於無人飛行載具產品之 APP，初始時已將此 APP 安裝至遙控器內。</li><li>2. 藥液量係由遙控器軟體(地面站)進行計算所得。開啟自動噴藥時，若速度靜止或橫移飛行，噴灑流量為 0%(關閉)；在前進或後退飛行時，噴灑量依據飛行速度的快慢增減，原始設定為飛行速度 2m/s 時，流量為 100%(全開)。</li></ol>

表二、ALIGN E1全自動導航植保直昇機性能測定結果

測試日期		108年9月16日~9月17日						
飛控性能測定	試驗地點	台中市石岡區何盛里						
	地面狀況	柏油路面						
	溫度 (°C)	35.8~36.0						
	相對濕度 (%)	55.6-60.3						
	自然風速	0.1~0.7 m/s 之間						
	風向	東北風						
	最高飛行速度測定	測定距離 (m)	100					
		載重量	空 載			滿 載(10L)		
		飛行時間 (sec)	62.12	62.31	60.97	68.03	66.67	63.29
		速度 (km/h)	5.80	5.78	5.91	5.29	5.40	5.69
		速度平均值 (km/h)	5.83			5.46		
	平均偏移量	各點之間距離 (m)	100m以上					
		標定5個點位	重 複 數			平均值		
			第1次	第2次	第3次			
起飛點 → 中繼點1 (m)		1.03	0.97	0.95	0.983			
中繼點1 → 中繼點2 (m)		0.58	1.02	0.72	0.773			
中繼點2 → 中繼點3 (m)		1.07	1.15	1.05	1.090			
中繼點3 → 中繼點4 (m)		0.92	0.83	0.94	0.897			
中繼點4 → 返航起飛點 (m)	0.89	0.89	1.15	0.977				
有效遙控距離 (m)	600	607	604	603.7				
噴霧性能測定	出水量均勻性測試	試驗地點	台中市豐原區水源路					
		重複數	第1次		第2次		第3次	
		噴霧出水量 (mL)	673.65	667.18	664.05	657.80	699.52	704.22
			702.90	718.81	693.57	708.47	653.74	662.93
		平均值 (mL)	690.64		680.97		680.10	
		誤差範圍 (%)	-3.40~4.08		-3.40~4.04		-3.88~2.86	
	出水量均勻性	誤差均在平均值±10%以內						
	作業能力暨藥液附著度試驗	試驗地點	台中市石岡區					
		溫度 (°C)	33.8~36.8					
		相對濕度 (%)	55.6-58.3					
		自然風速/噴霧壓力	0.1~0.7 m/s之間/ 6 kg/cm <sup>2</sup>					
		風向	東北風					
		作物品項	水稻					
		植株高度 (cm)	57.2~64.5cm，平均值株高度59.1cm					
栽植密度/行株距		每平方米28株/平均行距30.2cm、株距14.8cm						
作業高度 (m)	3.0							
測試面積 (長×寬)	1,140m <sup>2</sup> (57m×20m)							

(續前表)

噴霧性能測定	作業能力暨藥液附著度試驗	供試田區取樣3處		第1處		第2處		第3處	
		葉表	單位面積藥液附著滴數(滴/cm <sup>2</sup> )	37	<u>28</u>	65	<u>21</u>	39	42
				35	42	38	42	48	62
				49	78	38	32	32	68
				32	76	31	59	72	32
				31	35	62	48	35	41
				平均	44.3	平均	43.6	平均	47.1
		達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率		93.3%					
		葉背	單位面積藥液附著滴數(滴/cm <sup>2</sup> )	<u>7</u>	21	21	25	35	21
				<u>35</u>	92	20	35	<u>18</u>	37
				61	33	24	21	23	24
				42	45	38	42	42	32
	37			28	43	27	21	28	
	平均			40.1	平均	29.6	平均	28.1	
	達20滴/平方公分以上者佔總樣本數比率		93.3%						
	株桿	單位面積藥液附著滴數(滴/cm <sup>2</sup> )	42	38	32	45	62	35	
			45	72	38	35	99	35	
			79	31	45	47	91	48	
			32	39	62	51	46	<u>28</u>	
			41	37	58	32	37	<u>78</u>	
			平均	45.6	平均	44.5	平均	55.9	
	達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率		96.7%						
	作業面積 (ha)		0.114						
	作業時間 (min)		1.51						
	作業能力 (ha/h)		4.53						
	平均有效噴幅測定	試驗地點		台中市石岡區何盛里					
		溫度 (°C)		35.8~36.0					
相對濕度 (%)		55.6~60.3							
風速 (m/s)		0.1~0.7 m/s 之間							
風向		東北風							
作業高度 (m)		3							
飛行時間 (sec)		7.14		7.05		7.28			
重複序		第1次		第2次		第3次			
有效噴幅寬度 (m)		第一排	6.2		6.0		6.4		
		第二排	5.8		6.4		5.8		
	第三排	6.4		6.4		6.4			
平均值		6.13		6.27		6.20			
電池續航力試驗 (min)		12.53							
備註									

表三、ALIGN E1全自動導航植保直昇機連續作業試驗部份

連續 作業 試驗	測 定 日 期	108年9月18日
	測 定 地 點	台中市豐原區
	開 始 時 間	10時39分
	結 束 時 間	13時40分
	連 續 作 業 時 間	2小時12分鐘(扣除49分鐘更換藥液桶及電池之時間)
	故 障 排 除 時 間	無
連 續 作 業 試 驗 結 果		試驗後，機械經檢查無故障及損壞。
備	註	作業時共更換藥液桶計23次，更換電池計23次