

農機具性能測定報告

東台牌 TT04N24 型無人飛行載具噴藥機



行政院農業委員會農業試驗所

中華民國一〇八年十月

附註：本測定報告未加蓋本所性能測定圖章者無效

東台牌TT04N24型無人飛行載具噴藥機

一、依據：

(一) 行政院農業委員會96年2月13日(96)農糧字第0961060160號令修正之『農機性能測定要點』。

(二) 東台興業股份有限公司108年7月22日東台字第108001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。

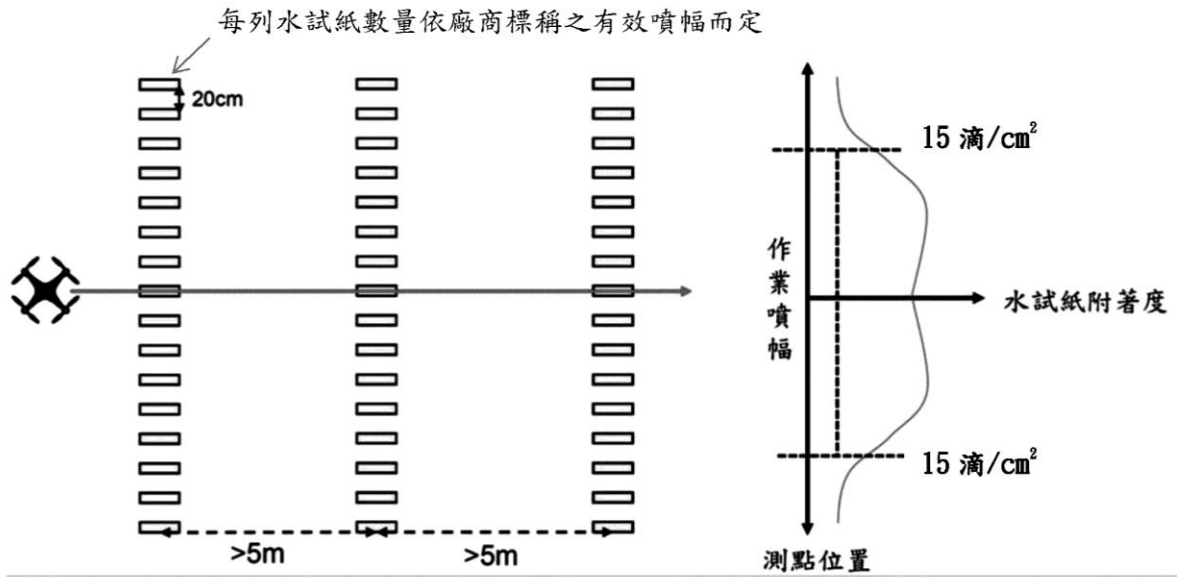
1. 飛控性能測定：於無噴藥作業之狀態進行下列性能測試項目，至少重複試驗3次：
 - (1)最高飛行速度測定：在空機及滿載兩種情況下，操作於廠商標稱作業高度範圍內，以全速飛行以測定其最高速度(km/h)。
 - (2)平均偏移量(m)：於平坦之試驗場域擇定標定點位，包含起飛點位及4個中繼點位及其順序，各點位距離至少100m以上，在正常作業情況下，以衛星定位系統為信號接收之自動飛行模式，於起飛點位起飛後依序降落於標定之中繼點位後返航，量測各降落點位與標定點位之偏移量，取其平均值。
 - (3)有效遙控距離(m)：機台放置於標稱最遠接收距離之平坦地面，測試是否能以人工遙控方式返航。
2. 噴霧性能測定：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 1, 000 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、東台牌TT04N24型無人飛行載具噴藥機概要說明：

本次測定係自東台牌 TT04N24 型無人飛行載具噴藥機三台待測商品機，機號分別為 TT04N24-01、TT04N24-02 及 TT04N24-03 中，隨機抽出 TT04N24-02 之商品機為測定機(以下簡稱本機)。查驗時反覆檢查驅動馬達外觀後並未發現馬達編號，廠商亦表示無相關編號。

本機主要結構係由飛行旋翼動力系統、噴藥系統、飛行遙控系統及主機體機架承載結構等 4 部份所組成，詳述如下。

1. 飛行旋翼動力系統：包括 4 個旋翼驅動馬達、4 組螺旋槳及 2 組電池所構成。本機使用珠海梟鷹模型 36N40P 型號 8318 旋翼驅動馬達，以驅動馬達直接帶動旋翼，本機使用之兩組電池以 Samsung/INR21700 電池封包而成。
2. 噴藥機系統：包括 1 個 8 公升之藥液桶、1 個動力噴霧幫浦、噴霧管路及 24 只噴嘴等。本機藥液桶實測最大可裝載 8.12 公升，4 旋翼下方各設置 6 只噴嘴，6 只噴嘴間相距約 10 公分，正常噴藥作業續航力約 9 分鐘。
3. 飛行遙控系統：本機全程使用筆記型電腦安裝之飛行控制軟體進行飛行遙控，無遙控器配置。飛行控制之軟體為 ARDUPILOT M Mission Planner，使用者可利用此軟體規劃預計飛行之軌跡(本機出廠時即設定完成單一飛行速度及限制最大飛行高度 4 公尺，使用者無法自行更改飛行速度及限制最大飛行高度。)
4. 主機體機架承載結構：包括碳纖維材質飛控主機盒及鋁合金管材機架。

本機利用 RTK 定位飛行，惟其前置定位準備時間需 30 分鐘以上，每趟飛行前檢查藥液桶中藥液量，藥液由藥液桶側邊開口注入補充。

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：

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	需具備衛星定位系統飛行軌跡紀錄及作業資訊輸出功能。	本機具備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	最高飛行速度不得超過20km/h。	本機最高飛行速度測定結果分別為空機8.731、9.053及8.993 km/h，平均為8.926km/h。滿載8.867、8.867及8.766，平均為8.833 km/h。
平均偏移量	裝設RTK系統之機型不得超過0.5公尺。	各點平均偏移量為0.343、0.443、0.123、0.183及0.143公尺，本機平均偏移量為0.247公尺。
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(10分鐘)。	本機於正常噴霧作業下續航力約為9.23分鐘， <u>少於廠商標稱值10分鐘以上</u> 。
出水量均勻性	每一噴嘴之噴霧出水量誤差應在平均值之±10%以內。	本機各噴嘴出水量誤差每次測試分別介於 -7.59~22.31%、-7.90~19.19%、-10.33~18.68%， <u>未符合暫行基準</u> 。
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。	本機藥液附著度試驗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53.3%及50%，葉背達20滴/平方公分以上者佔總樣本數50%， <u>未符合暫行基準</u> 。
作業能力	作業能力需達廠商標稱值(1.97 ha/h)以上。	本機作業能力2.14 ha/h，達廠商標稱值以上。
最適作業高度之平均有效噴幅	最適作業高度之平均有效噴幅需達廠商標稱值(3m)以上。	測定噴幅三次分別為2.20、2.43、2.07 m， <u>低於廠商標稱值3m</u> 。
連續作業試驗	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。	飛行途中有一次因不明原因飛高後再飛回原軌跡，廠商表示為訊號干擾，時間僅1分鐘，未高於總作業時間之10%。試驗後經檢查無異常故障及磨耗之現象。

六、結論：

東台牌 TT04N24 型無人飛行載具噴藥機之作業性能未符合『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、東台牌TT04N24型無人飛行載具噴藥機主要規格

申請廠商：東台興業股份有限公司

廠牌型式：東台牌 TT04N24 型

主要規格：由廠商填寫本所查驗

廠商地址：臺中市西屯區台中工業 31 路 30-2 號

本機部分	機體規格	長×寬×高 (cm × cm × cm)		143 × 143 × 73	
		材質		飛控主機盒：碳纖維，機架：鋁合金管材	
		重量 (kg)		17.86	
		最大起飛重量 (kg)		25.95	
		機身號碼		TT04N24-02	
	動力源	電動機	廠牌型式/編號		珠海梟鷹模型 36N40P/8318/無相關編號
			額定電壓 (V)		44.4
			額定功率 (kW)		2.5
			轉速 (rpm)		4,800-5,500
		電池	廠牌/型式		Samsung/INR21700
			容量 (Ah)		22.2V 21Ah
			數量 (組)		2
			充電方式		25.2V，15A 充電 60 分鐘
			充電時間 (h)		1.0
			標稱續航力 (min)		空載：15，負載(8 公斤)：10。
	動力傳動方式		馬達直接驅動螺旋槳		
	飛行控制方式		RTK 定位飛行導航		
	控制器之廠牌/型式規格		Pixhawk / ARM 32 位元處理器		
	其它附屬裝置		Lidar-Lite V3 定高系統		
	旋翼數量及規格	螺距 (cm)		90	
		槳葉數 (支)		4	
		長×寬 (cm x cm)		76 × 7	
		材質		碳纖維	
各軸心幾何位置(最大軸距) (cm)		126.5			
最低離地距離 (cm)		高度感測器 51.0 cm、幫浦 2.5 cm			
最大轉速 (rpm)		5,500			

(續前表)

噴藥機具部份	噴藥幫浦	廠牌/型式	東台/微型高壓柱塞式幫浦
		迴轉速 (rpm)	1,100
		噴霧壓力 (kg/cm ²)	22
		流量 (mL/min)	893
	噴嘴	型式/規格	東台奈米級高壓噴嘴/Φ0.2mm
		數量 (只)	24
		配置位置	每具螺旋槳下方配置 6 個東台奈米級高壓噴嘴
		距離 (cm)	單一螺旋槳下方噴嘴之間各相距約 10 公分
		噴桿折疊方式及安全設計	無
	藥液桶	材質	Nylon
		標稱最大(裝滿)容量 (L)	8.12
		現存藥液量及安全時間之顯示方式	無
	噴藥作業	調整方式	以噴灑時間或飛行距離控制
		範圍	3209.5 m ² /次
		標稱噴藥作業時間 (min)	10
	控制閥	噴藥控制閥數量 (只)	---
		型式	以電磁開關控制幫浦取代控制閥方式進行控制
規格		---	
	最適作業高度 (m)	1.7	
	標稱有效噴幅 (m)	3	
飛行遙控部份	面板	規格	使用筆記型電腦控制，安裝使用 ARDUPILOT M Mission Planner 軟體
		顯示與操作功能	螢幕顯示，以飛控軟體規劃飛行軌跡
		資料傳輸模式	915/433 MHz 天線
	電池	廠牌規格	筆記型電腦
		數量 (只)	1
		最遠遙控距離 (m)	100
		工作頻率與避免信號干擾說明	工作頻率為 915/433 MHz，無避免信號干擾說明
		射頻識別功能	無
		衛星定位系統飛行軌跡紀錄	自動儲存在飛行器內的 SD 記憶卡，使用者定期將資料轉存於電腦備查。
		作業資訊輸出功能	可輸出飛行軌跡資訊
	自動飛航或噴藥功能	採程式控制飛行及開啟噴藥功能	
	作業環境限制	---	
	安全裝置	無訊號或訊號不良環境可自動返航	
	飛行高度限制功能	限制飛行高度 4m	
	避障功能	無	

表二、東台牌TT04N24型無人飛行載具噴藥機性能測定結果

測試日期		108年9月9日~9月12日						
飛控性能測定	試驗地點	農業試驗所						
	地面狀況	柏油路面						
	溫度 (°C)	32.4						
	相對濕度 (%)	65.0						
	風速 (m/s)	1.94						
	風向	東南						
	最高飛行速度測定	測定距離 (m)	30					
		載重量	空載			滿載(8.12L)		
		飛行時間 (sec)	12.37	11.93	12.01	12.18	12.18	12.32
		速度 (km/h)	8.731	9.053	8.993	8.867	8.867	8.766
		速度平均值 (km/h)	8.926			8.833		
	平均偏移量 (m)	各點之間距離 (m)	100m以上					
		標定5個點位 (m)	重複數					平均值
			第1次	第2次	第3次			
		起飛點 → 中繼點1	0.470	0.315	0.245			0.343
		中繼點1 → 中繼點2	0.360	0.470	0.500			0.443
中繼點2 → 中繼點3		0.155	0.120	0.095			0.123	
中繼點3 → 中繼點4		0.165	0.155	0.230			0.183	
中繼點4 → 返航起飛點	0.185	0.095	0.150			0.143		
有效遙控距離	有效距離 (m)	110.5	105.0	104.0			106.5	
噴霧性能測定	試驗地點	農業試驗所農機工廠						
	噴霧出水量 (mL)	噴霧出水量 (mL)	第1次		第2次		第3次	
			36.11	35.11	36.11	34.10	37.11	38.11
			34.10	36.11	35.11	36.11	36.11	37.11
			37.11	45.14	38.11	44.13	38.11	45.14
			35.11	36.11	34.10	36.11	35.11	38.11
			35.11	40.12	35.11	40.12	35.11	42.13
			37.11	39.12	36.11	39.12	38.11	39.12
			37.11	38.11	37.11	37.11	38.11	39.12
			34.10	37.11	34.10	37.11	34.10	38.11
			36.11	39.12	37.11	39.12	37.11	40.12
			34.10	38.11	34.10	38.11	34.10	39.12
			34.10	38.11	36.11	38.11	37.11	38.11
			35.11	38.11	37.11	39.12	38.11	40.12
	平均值	36.90		37.03		38.03		
誤差範圍	-7.59~22.31		-7.90~19.19		-10.33~18.68			
出水量均勻性	誤差超過平均值±10%範圍							

(續前表)

噴霧性能測定	作業能力暨藥液附著度試驗	試驗地點		台中市南屯區水稻田					
		溫度 (°C)		36.0					
		相對濕度 (%)		51.0					
		自然風速/噴霧壓力		1m/s以下/ 22 kg/cm ²					
		風向		南南西					
		作物品項		台梗11號水稻					
		植株高度 (cm)		72					
		栽植密度/行株距		每平方米約20株/行距26.0、株距22.0					
		作業高度 (m)		1.7					
		測試面積(長×寬) (m ²)		1268.8 (104.0m×12.2m)					
		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 ²)	35	15	20	12	31	45
				43	12	47	20	42	33
				15	34	11	12	32	24
				32	41	52	32	24	15
				8	33	47	10	36	12
				平均	26.8	平均	26.3	平均	29.4
		達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率		53.3%					
		葉背	單位面積藥液附著滴數 (滴/cm ²)	10	16	15	22	8	30
				12	22	8	24	24	20
				26	15	12	10	32	26
				42	26	32	12	25	10
				37	14	43	8	16	15
				平均	22.0	平均	18.6	平均	20.6
		達20滴/平方公分以上者佔總樣本數比率		50%					
		株桿	單位面積藥液附著滴數 (滴/cm ²)	14	18	17	16	32	18
				32	32	76	46	34	23
				46	37	63	37	43	40
				17	24	59	12	22	30
16	30			22	21	16	21		
平均	26.6			平均	36.9	平均	27.9		
達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率		50%							
作業面積 (ha)		0.1269							
作業時間 (min)		3.57							
作業能力 (ha/h)		2.13							

(續前表)

噴霧性能測定	平均有效噴幅測定	試驗地點		農業試驗所		
		溫度 (°C)		32.7		
		相對濕度 (%)		65.9		
		風速 (m/s)		0		
		風向		無		
		作業高度 (m)		1.7		
		重複序		第1次	第2次	第3次
		有效噴幅寬度 (m)	第一排	2.0	2.3	1.8
			第二排	2.2	2.4	2.2
			第三排	2.4	2.6	2.2
平均值		2.20	2.43	2.07		
電池續航力試驗 (min)			9.23			
備	註	1. 廠商表示本機出廠飛控軟體設計僅能由原廠設定單一速度，使用者無法更改。 2. 本機前置定位準備設定需時30分鐘至數小時不等。				

表三、東台牌TT04N24型無人飛行載具噴藥機連續作業試驗

連續作業試驗	測 試 日 期	108年9月11日
	試 驗 地 點	台中市南屯區
	開 始 時 間	15時38分
	結 束 時 間	19時18分
	連 續 作 業 時 間	2小時10分鐘(已扣除電池更換及加水時間)
	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	1. 電量用完停機更換電池及加水共14次，費時1小時30分鐘。 2. 飛行途中有一次因不明原因飛高後再飛回原軌跡，廠商表示為訊號干擾。