

農機具性能測定報告

大疆(DJI)牌 T16 型農用無人飛行載具噴藥機



行政院農業委員會農業試驗所

中華民國一〇九年三月

附註：本測定報告未加蓋本所性能測定圖章者無效

大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機性能測定報告

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) 寰宏農業科技股份有限公司108年10月24日寰宏第003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」實施後，測定機型需符合民航局有關檢驗或認可之規定，並檢附證明(如適用)。

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。

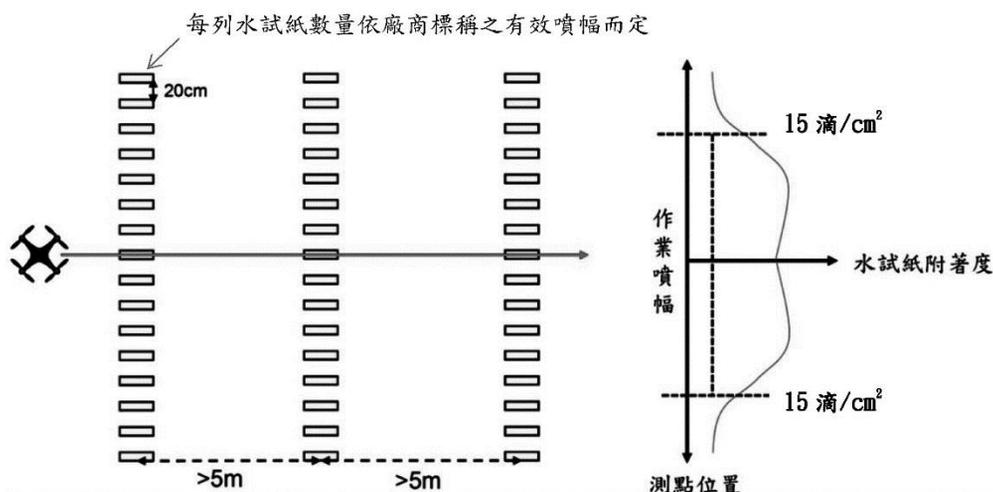
3. 續航力測定：電動機型於正常噴霧作業情形下，記錄其電池充電飽和後可作業之時間；引擎機型於正常噴霧作業情形下，記錄其加滿油後可作業之時數。

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、大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機概要說明：

本次測定係由三台大疆(DJI)牌 T16 型農用無人飛行載具噴藥機商品機【機身號碼 0UQDG5K00479LK、0UQDG5W004J2T4 與 0UQDG5X004392C】中，隨機抽出機身號碼 0UQDG5K00479LK 之商品機作為此次之測定機(以下簡稱本機)。

本機為 6 軸旋翼農用無人飛行載具噴藥機，裝設一般衛星定位系統，於出廠時設定最高飛速 18.0 km/h，飛行高度限制 30m。本機主要係由飛行旋翼動力系統、噴藥機系統、飛行操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：使用 1 顆大疆 DJI / AB2-17500mAh-51.8V 電池安裝於機身以提供電動機及噴藥幫浦之電力。使用 6 顆大疆 DJI 75KV 旋翼電動機，直接驅動多軸旋翼。本機標稱最大起飛重量 40.5kg，電池之噴藥作業續航力為 8 分鐘，充電時需將電池拆離機身，以配屬充電器充電。

2. 噴藥機系統：包括 1 個 PE 材質可抽換式藥液桶、4 個動力噴霧幫浦、噴霧管路及 8 組噴嘴等。藥液桶最大容積 16 公升，打開上蓋，可注入補充藥液。亦可採取抽換藥液桶方式，本機之 4 個動力噴霧幫浦，可產生最高壓力 3.0 kg/cm²，合計 6.4L/min 流量之藥液。本機之 8 組噴嘴係安裝於 4 個旋翼下方(每處 2 組噴嘴)，其中，1 組噴嘴包含 1 個可換式噴嘴及 1 個洩壓閥，標配噴嘴型號為 TJ-60 11002VS，藥液總流量 3.60-4.96L/min。

3. 飛行操控系統：本機之飛行操控具有高度限制、避障(結合其避障雷達)及必要之懸停或返航等功能。手持飛行控制器為本機之操控介面，結合機身攝影機，可顯示噴藥機前方影像於螢幕。本控制器可輸出(匯出)飛行噴霧作業資料，控制器之觸控顯示幕可顯示及設定作業參數，噴灑時可選擇智能、輔助以及手動作業模式，其中，智能模式係結合機身衛星定位系統(GPS)接收功能，設定自動飛行路徑及施藥量之作業方式。本機手持飛行控制器標稱最遠控制距離為 500 公尺。

4. 主機體機架承載結構：機身材質主要為高強度工程塑料及纖維複合材料，藉以承載藥液桶、電池及各項機件。本機包含 6 組飛行旋翼臂，可收合及展開，本機展開尺寸長×寬×高為 252×221×72cm，攜行之摺疊尺寸為 110×57×72cm。本機包含飛行狀態顯示燈，嵌裝於旋翼臂外緣。

四、測定結果：

(一)大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機主要規格如附表一。

(二)大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機性能測定結果如附表二。

(三)大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機連續作業試驗結果如附表三。

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
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)	不得超過 20 km/h。	空載時平均值為 17.54、滿載 (16L) 時平均值為 17.38，均無超過 20 km/h。
平均偏移量 (m)	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)，測定 3 次之平均值分別為 0.46、0.86、0.60、0.88 及 0.70m，平均偏移量均無超過 2.0 公尺。
有效遙控距離 (m)	需達廠商標稱值 (500m) 以上。	測定 3 次分別為 560、600 及 660m，均達廠商標稱值以上。
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 (8min) 以上。	電池充電飽和後作業之時間為 19.39min，達廠商標稱值以上。
噴嘴出水量均勻性	每一噴嘴之噴霧出水量誤差應在平均值之 $\pm 10\%$ 以內。	測定 3 次，8 個噴嘴之噴霧出水量誤差值範圍為 -5.18~6.15%、-4.77~5.85% 及 -5.63~6.61%，誤差值均在平均值之 $\pm 10\%$ 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。	取樣 3 處，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 96.7% 及 96.7%；葉背達 20 滴/平方公分以上者佔總樣本數 96.7%，均符合基準。
作業能力 (ha/h)	需達廠商標稱值 (0.75ha/h) 以上。	作業能力為 1.71 ha/h，達廠商標稱值以上。
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 (3m) 以上。	測定 3 次之平均有效噴幅分別為 3.47、3.40 及 3.27m，均達廠商標稱值以上。
連續作業試驗	機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。	機械無故障、異常磨耗及損壞。

六、結論：

大疆(DJI)牌 T16 型農用無人飛行載具噴藥機之作業性能符合『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、大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機主要規格表

申請廠商：寰宏農業科技股份有限公司

廠牌型式：大疆(DJI)牌T16型

主要規格：由廠商填寫經本所查驗

廠商地址：台中市大雅區文雅里中清路三段

999號3樓之1

本機部分	機體規格	長×寬×高 (cm)	252×221×72 cm (機臂展開，含螺旋槳)	
		材質	高強度工程塑料、碳纖維複合材料	
		重量(不含電池和藥液桶) (kg)	18.5	
		最大起飛重量 (kg)	40.5	
		機身號碼	0UQDG5K00479LK	
	動力源	電動機	數量	6
			廠牌型式/編號	大疆 DJI 75KV/ 10015
			額定電壓 (V)	51.8
			額定功率 (kW)	2.4
	電池	電池	轉速 (rpm)	4,410
			廠牌/型式	大疆 DJI / AB2-17500mAh-51.8V
			電池容量/重量	17.5 Ah / 6.12kg
			數量	機身安裝 1 顆+3 顆替換電池(標配數量)
			充電方式	拆離機身，以專用充電器充電
	旋翼數量及規格	旋翼	充電時間 (h)	約 1 小時
			標稱續航力 (min)	8
	動力傳動方式		電動機直接驅動槳葉	
	飛行控制方式		多軸動力系統轉速調配	
	控制器之廠牌/型式規格		內部電路板控制(無標示型式規格)	
	其它附屬裝置		旋翼臂收合固定片 6 片	
	旋翼數量及規格	旋翼	螺距 (cm)	22.86 cm (9 吋)
			槳葉數 (支)	12 (6 軸)
			直徑×長×寬 (cm)	84.5×40×8 cm
材質			高強度工程塑料	
各軸心幾何位置(最大軸距) (cm)			189.5	
最低離地距離 (cm)			51	
最大轉速 (rpm)			4,410 (電動機直驅)	
噴藥機具部份	噴藥幫浦	廠牌/型式	大疆 DJI / P17	
		數量	4 顆	
		迴轉速 (rpm)	1,800	
		噴霧壓力 (kg/cm ²)	最高 3.0	
		最大流量 (mL/min)	1,600	
	噴嘴	噴嘴	型式/規格	可換式雙扇型/ TJ-60 11002VS (標配噴嘴)
			配置位置與數量 (組)	本機 6 支飛行軸之其中 4 支(左前/左後/右前/右後)下方各安裝 1 支垂直藥管，再分支成 2 組噴嘴，共有 8 組噴嘴

(續表一)

(續)噴藥機具部份	距離 (cm)	垂直藥管對角 170 (間距 149, 前後列距 81) 分支成 2 組噴嘴間距 18
	噴桿折疊方式及安全設計	(無)
	材質	PE
	標稱最大(裝滿)容量 (L)	16 L
	現存藥液量及安全時間之顯示方式	手持飛行控制器螢幕顯示已噴藥量, 並具備低藥量(小於 800mL)警示功能
	噴藥作業調整方式	以作業前進速度、藥劑流量調整噴藥量
	噴藥作業調整範圍	前進速度 0~18.0km/h(註 1) 藥劑流量 3.60~4.96L/min(註 2)
	標稱噴藥作業時間(能力) (ha/h)	0.75
	噴藥控制閥	(無控制閥, 以噴藥幫浦之起停控制藥液供應)
	最適作業高度 (m)	2.5
有效噴幅 (m)	3	
飛行操控部份	控制器之廠牌/型式規格	大疆 DJI/手持式 GL300N
	面板規格	5.5 吋觸控面板
	顯示與操作功能	顯示: 軌跡圖示、飛行及噴藥狀態 操作: 手動/自動模式切換、各參數設定
	資料傳輸(匯出)模式	外接傳輸線
	電池廠牌規格	大疆 DJI / WB37-4920mAh-7.6V
	數量 (只)	1 (另附 1 個專用充電器)
	最遠遙控距離 (m)	500
	工作頻率與避免信號干擾說明	2.4 GHz 及 5.8 GHz 频段 (無避免電磁干擾之技術說明)
	射頻識別功能	具射頻識別功能(與飛行載具內置接收器對頻)
	衛星定位系統飛行軌跡紀錄	可設定並記錄飛行軌跡
作業資訊輸出功能	可輸出作業軌跡、飛速及流量等作業資訊	
自動飛航或噴藥功能	具備自動飛航及噴藥功能(自動模式)	
作業環境限制	於高磁場干擾、GPS 阻斷及 4 級以上風速等環境不可作業	
安全裝置	避障雷達、飛控器警示狀態	
飛行高度限制功能	出廠設定限制 30 m	
避障功能	避障雷達功能需開啟, 距障礙物前後方 15m 警示, 飛近 3m 前懸停	
備註	1. 出廠設定最高飛行速度為 18.0 km/h。 2. 藥劑流量依據噴嘴流量決定, 本表所列係為標配噴嘴流量數值。	

表二、大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機性能測定結果

飛控性能	測定日期	108年12月27日						
	測定地點	農業試驗所廣場與試驗田區						
	自然風速	平均0.52 m/s						
	風向	北至東北						
	最高飛行速度測定	測定距離 (m)	20					
		載重量	空 載			滿 載 (16L)		
		飛行時間 (sec)	4.17	4.18	3.97	4.13	4.21	4.09
		速度 (km/h)	17.27	17.22	18.14	17.43	17.10	17.60
		速度平均值	17.54			17.38		
	平均偏移量	測定日期	109年1月6日					
測定地點		農業試驗所試驗田區						
各點之間距離 (m)		皆>100						
標定5個點位		重 複 數			平均值			
		第1次	第2次	第3次				
起飛點至中繼點1 (m)		0.46	0.18	0.74	0.46			
中繼點1至中繼點2 (m)		0.59	0.92	1.08	0.86			
中繼點2至中繼點3 (m)		0.44	0.51	0.84	0.60			
中繼點3至中繼點4 (m)		0.86	0.56	1.22	0.88			
中繼點4至返航起飛點 (m)	1.23	0.48	0.40	0.70				
有效遙控距離 (m)	重複3次試驗(距離560、600及660m) 有效遙控距離皆達標稱值500m以上							
噴霧性能	出水量均勻性測試	測定日期	109年3月17日					
		測定地點	農業試驗所農業工程組農機工廠					
		出水量量測時間 (min)	1					
		重複數	第1次		第2次		第3次	
		噴霧出水量 (使用標配噴嘴) (mL)	656.80	623.07	653.13	618.55	664.38	627.40
			628.29	586.72	624.49	587.58	636.95	588.09
			601.32	632.03	602.67	634.33	606.39	638.43
			589.85	632.11	582.58	632.89	587.53	636.07
		平均值 (mL)	618.77		617.03		623.16	
誤差值範圍 (%)	-5.18%~6.15%		-4.77%~5.85%		-5.63%~6.61%			
出水量均勻性	誤差值均在平均值±10%以內							

(續表二)

噴霧性能	作業能力暨藥液附著度試驗	測定日期		108年12月24日					
		測定地點		新竹縣芎林鄉上山村					
		溫度(°C)/相對濕度 (%)		20.9 / 72.3					
		風向/自然風速		北至東北/0.57(m/s)					
		作物品項		水稻田					
		植株高度 (cm)		130~140					
		栽植密度/行株距		每分地15,600株/行距30.5cm、株距21.0cm					
		作業高度/噴霧間距 (m)		2.5 / 3					
		飛速		6.12					
		使用噴嘴		TJ-60 11002VS(雙扇型噴嘴)					
		噴霧流量 (L/min)		4.96					
		測試面積(長×寬)		1,080 m ² (24.0 m×45.0 m)					
		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/平方公分)	52	60	72	52	44	80
				32	32	104	64	92	56
				28	48	64	68	96	96
				32	33	80	84	88	64
				34	68	108	56	108	88
				平均	41.9	平均	75.2	平均	81.2
		達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率96.7%							
		葉背	單位面積藥液附著滴數 (滴/平方公分)	24	12	60	60	<u>64</u>	60
				20	52	56	23	56	68
				36	32	36	44	72	60
				28	56	40	68	96	56
				56	56	48	68	56	60
				平均	37.2	平均	50.3	平均	64.8
		達20滴/平方公分以上者佔總樣本數比率96.7%							
		株桿	單位面積藥液附著滴數 (滴/平方公分)	52	28	68	64	104	68
31	60			68	64	68	44		
60	60			72	64	72	76		
36	36			68	60	64	92		
60	40			36	64	48	100		
平均	46.3			平均	62.8	平均	73.6		
達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率96.7%									
作業面積 (ha)		0.1080							
作業時間 (min)		3.80(已扣除返航加藥時間62秒)							
作業能力 (ha/h)		1.71							

(續表二)

噴霧性能	平均有效噴幅測定	測定日期		109年3月17日		
		測定地點		農業試驗所農機工廠前方廣場		
		溫度	(°C)	26.3~29.3		
		相對濕度	(%)	41.5~43.0		
		平均風速	(m/s)	0.59~0.83		
		風向		北~東北風		
		作業高度	(m)	2.5		
		標配噴嘴		TJ-60 11002VS		
		噴霧流量	(L/min)	4.96		
		飛行速度	(km/h)	5.75	6.16	5.95
		測定重複序		第1次	第2次	第3次
		有效噴幅寬度 (m)	第一排	3.60	3.40	3.40
			第二排	3.40	3.40	3.20
			第三排	3.40	3.40	3.20
平均值		3.47	3.40	3.27		
電池續航力試驗		(min)	11.24			
備註	電池續航力試驗時間以電池電量100%運行至20%為準。					

表三、大疆(DJI)牌T16型農用無人飛行載具噴藥機連續作業試驗結果

測定日期	109年1月2日
測定地點	農業試驗所40號試驗田
開始時間	13時40分
結束時間	16時18分
連續作業時間	2小時10分鐘(扣除28分鐘補充藥液、更換電池之時間)
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	作業過程中，返航22次，其中，單獨補充藥液桶水量11次，單獨更換電池2次，同時更換電池及補充藥液桶水量9次。