

No.495

農機具性能測定報告

佐翼牌 DX5 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

中華民國一〇九年八月

附註：本測定報告未加蓋本所性能測定圖章者無效

佐翼牌DX5型農用無人飛行載具噴藥機

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)佐翼科技有限公司109年2月20日科發字第20200220001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：

(i) 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。

(ii) 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：

(i) 引擎：廠牌型式、編號、最大馬力與對應轉速及油箱容量等。

(ii) 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、藥液補充方式、現存藥液量及安全操作時間之顯示方式。

(5) 噴藥控制閥(電磁閥或比例式針閥等)之數量、型式、規格。

(6) 噴藥量調整方式、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. 標稱作業能力。

5. 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。

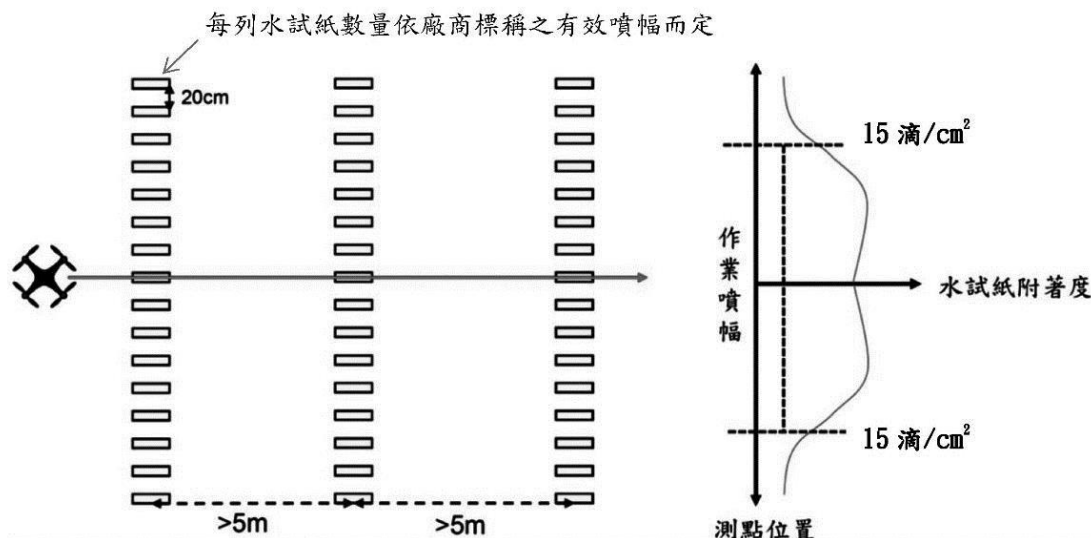
3.續航力測定：電動機型於正常噴霧作業情形下，記錄其電池充電飽和後可作業之時間；引擎機型於正常噴霧作業情形下，記錄其加滿油後可作業之時數。

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20 km/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、佐翼牌DX5型農用無人飛行載具噴藥機概要說明：

本次測定係由3部佐翼牌DX5型農用無人飛行載具噴藥機商品機【機號/引擎編號為DX-5-00325、DX-5-00365、DX-5-00351】中，隨機抽出機身號碼DX-5-00351之商品機作為此次之測定機（以下簡稱本機）。

本機為4軸旋翼農用無人飛行載具噴藥機。主要係由本機系統、噴藥機具系統及飛行遙控系統等3部份所組成，詳述如下：

1. 本機系統：分為機體結構、動力源及飛行旋翼結構等3部份，機體結構是機身材質主要為塑膠、碳纖及鋁件材料，藉以承載藥液桶、電池及各項機件。本機包含4組2葉折疊槳飛行旋翼臂，可收合及展開。動力源為電動機其電池容量1顆16 Ah - 22.2V安裝於機身，以提供電動機及噴藥幫浦之電力。飛行旋翼控制方式採用遙控器/APP飛控系統及GPS定位/自動導航系統；旋翼材質為高強度工程塑膠，各軸心最大軸距為109 cm，最低離地距離48.5 cm，最大轉速5,827 rpm。本機標稱最大起飛重量15.0 kg，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，以配屬充電器進行充電。

2. 噴藥機具系統：本機噴藥泵採用膜片式泵，其迴轉轉速最大為600 rpm，噴霧壓力5.6 kg/cm²，藥液最大(裝滿)容量為5 L。包括1個塑膠材質藥液桶，藥液採直接補充方式，具2組扇型噴嘴(Teejet 1100152)，配置位置於馬達下方10 cm處(左後與右後)，藥液總流量2,000 mL/min。

3. 飛行遙控系統：本機之飛行操控具有高度限制及必要之懸停或返航等功能。本遙控器之觸控顯示幕可顯示及設定作業參數。控制模式係結合遙控器/APP飛控系統及GPS定位/自動導航系統，設定自動飛行路徑及施藥量之作業方式。

四、測定結果

(一)本機各項測定結果與暫行基準如表1。

(二)本機之主要規格如表2

(三)本機性能測定結果如表3。

(四)本機連續作業試驗之測定結果如表4。

五、討論與建議

本機各項測定結果與暫行基準之比較，詳如表1。

表1本機各項測定結果與暫行基準

比較項目	暫行基準	本機各項測定結果
飛控性能測定	1.最高飛行速度測定不得超過20 km/h。 2.平均偏移量不得超過2.0 m。 3.有效遙控距離需達廠商標稱值(100m)以上。 4.續航力其電動機型於充電飽和後作業之時數需達廠商標稱值(8 min)以上。	1.空載時平均值為15.56、滿載(5L)時平均值為15.79，均無超過20 km/h。 2.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0.43、0.45、0.55、0.25及0.31 m，平均偏移量均無超過2.0公尺。 3.測定3次皆為1000m，達廠商標稱值以上。 4.電池續航力試驗結果為8.7 min。
噴霧性能測定	1.出水量均勻性測定每一噴嘴之噴霧出水量誤差應在平均值之 $\pm 10\%$ 以內。 2.作業能力暨藥液附著度試驗，其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。 3.平均有效噴幅寬度測定需達廠商標稱值(1.8 m)以上。 4.作業能力需達廠商標稱值(1 ha/h)以上。	1.測定3次，噴嘴之噴霧出水量誤差值範圍為-3.56~3.56%、-3.56~3.56%及 $\pm 1\%$ ，誤差值均在平均值之 $\pm 10\%$ 以內。 2.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93.3%；葉背達20滴/平方公分以上者佔總樣本數93.3%，均符合基準。 3.測定3次之平均有效噴幅分別為1.87、1.87及1.93 m，均達廠商標稱值以上。 4.作業能力為1.315 ha/h，達廠商標稱值以上。
連續作業試驗	連續作業試驗中，機械不得	本機作業面積2.9069公頃時，

	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。	總計2小時36分鐘完成噴藥作業。本機、噴藥機具及飛行遙控部分，測試作業時，並未發生故障、裂痕及異常磨損。
--	--	--

六、結論：

佐翼牌DX5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』中，適用範圍於單旋翼、雙旋翼或多旋翼無人飛行載具噴藥機所列之規範。

表2 佐翼牌DX5型農用無人飛行載具噴藥機主要規格表

申請廠商：佐翼科技有限公司 廠牌型式：佐翼牌DX5型

主要規格：由廠商填送本所查驗 廠商地址：台南市東區林森路一段149號14樓

本機部分	機體規格	長*寬*高 (cm)		77.1*77.1*48.5	
		材質		塑膠、碳纖、鋁件	
		重量(不含電池和藥液桶) (kg)	7		
		最大起飛重量 (kg)	15		
		機身號碼		00351	
	動力源	電動機	廠牌型式/編號		HERLEA6215
			額定電壓 (V)	22.2	
			額定功率 (kW)	0.511	
			轉速 (rpm)	3732	
		電池	廠牌/型式		DROXO/ 22.2V 25C LIPO
			容量 (Ah)	16	
			數量	1	
			充電方式	AC 110轉DC 22.2	
			充電時間 (h)	0.8	
			標稱續航力 (min)	8 (空機續航力 15 min)	
		動力傳動方式			電動馬達直驅
	飛行控制方式			遙控器/APP飛控系統及GPS定位/自動導航系統	
	控制器之廠牌/型式規格			雲卓/T12 2.4G	
	其它附屬裝置			驗電器	
	旋翼數量及規格	螺距 (cm)	8.8		
		槳葉數 (支)	2葉折疊槳(4軸)		
		直徑*長*寬 (cm)	58.42*27*5		
		材質	高強度工程塑膠		
		各軸心幾合位置(最大軸距) (cm)	109		
		最低離地距離 (cm)	48.5		
		最大轉速 (rpm)	5827		
噴藥幫浦	廠牌/型式		Micro diaphragm pump/0.142HB-60		
	數量		1		
	迴轉速 (rpm)	600			
	噴霧壓力 (kg/cm ²)	5.6			
	流量 (mL/min)	2000			
	型式/規格		扇型/Teejet 110015		
	數量		2		

噴藥機具部分	噴嘴	配置位置	馬達下方(左後與右後)
		距離	馬達下方10 cm
		噴桿折疊方式及安全設計	跟隨機臂摺疊
	藥液桶	材質	塑膠
		標稱最大(裝滿)容量 (L)	5
		藥液補充方式	直接倒入藥桶
		現存藥液量及安全時間顯示方式	手機顯示
	噴藥作業調整方式		自動控制/手動控制
	最適作業高度 (m)		1.5
	有效噴幅 (m)		1.8
飛行遙控部分	面板	規格	無(以客戶使用手機規格為主)
		顯示與操作功能	手機觸控功能
		資料傳模式	藍芽
	電池	廠牌規格	4.2 V 鋰離子4000 mah
		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		2.4 G，雙傳輸系統，FHSS展頻技術
	射頻識別功能		SBUS射頻辨識功能
	衛星定位系統飛行軌跡紀錄		GNSS定位及紀錄飛行軌跡
	作業資訊輸出功能		飛行數據儲存
	自動飛航或噴藥功能		AB點作業模式/航點規劃模式
標稱作業能力 (ha/h)		1	
作業環境限制		空曠、高透光戶外環境	
安全裝置		LAND(原地降落設置)，自動返航及受干擾時懸停	
飛行高度限制功能		起飛點上飛120 m	
避障功能		無	
備註		電子圍籬為以起飛點為中心，設置飛行區域，以作業範圍及高度進行限制	

表3 佐翼牌DX5型農用無人飛行載具噴藥機性能測定結果

飛 控 性 能 測 定	測試日期		109年06月12日						
	測試地點		國立嘉義大學蘭潭校區操場						
	地面狀況		草地						
	溫度 (°C)		31-34.2						
	相對濕度 (%)		66-70						
	自然風速 (m/s)		3.2-3.5						
	風向		北北西						
	最高 飛行 速度 測定	測定距離 (m)	200			200			
		載重量 (L)	空 載			滿 載(5L)			
		飛行時間 (s)	48	47	44	45	46	46	
		速度 (km/h)	15.0	15.32	16.36	16.0	15.65	15.65	
		速度平均值 (km/h)	15.56			15.77			
	平 均 偏 移 量	各點之間距離 (m)	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→中繼點1 (m)	0.80	0.40	0.10	0.43			
		中繼點1→中繼點2 (m)	0.80	0.30	0.25	0.45			
		中繼點2→中繼點3 (m)	0.80	0.40	0.45	0.55			
		中繼點3→中繼點4 (m)	0.20	0.45	0.10	0.25			
	中繼點4→返航起飛點 (m)	0.16	0.35	0.42	0.31				
	有效遙控距離	有效距離 (m) (飛控程式顯示值)	1000	1000	1000	1000			
	出水量均勻性測試	重複數	第1次		第2次		第3次		
		噴霧出水量 (mL)	1410	1400	1400	1410	1420	1420	
		平均值 (mL)	1405		1405		1420		
		誤差值範圍 (%)	-3.56~3.56		-3.56~3.56		±1.0		
		噴霧出水量均勻性	誤差值均在平均值±10%以內						
	平均有效噴幅寬度測定	作業高度 (m)	1.5						
		飛行時間 (s)	120		120		120		
		重複數	第1次		第2次		第3次		
		有效噴幅寬度 (m)	第1排	1.8		2.0		2.0	
			第2排	2.0		1.8		1.8	
			第3排	1.8		1.8		2.0	
	平均值 (m)	1.87		1.87		1.93			

噴霧性能測定	作業能力暨藥液附著度試驗	測試日期		109年06月02日					
		測試地點		台南新化台糖公司甘蔗園地 23°03'31.6"N 120°17'50.1"E					
		溫度 (°C)		33.1-34.2					
		相對濕度 (%)		61.0-64.0					
		自然風速/噴霧壓力 (m/s/ kg/cm ²)		1.0 m/s以下/4.5 kg/cm ²					
		風向		東南風至西南風					
		作物品項		甘蔗					
		植株高度 (cm)		82.4-100 cm之間					
		栽植密度/行株距		每平方米6株/平均行距45 cm、株距35 cm					
		作業高度 (m)		2					
		測試面積(長*寬) (m ²)		1350 m ² (50*27 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/cm ²)	57	45	62	56	60	51
				53	54	42	40	56	64
				49	59	34	54	48	37
				<u>25</u>	53	54	37	57	42
				48	41	46	45	47	58
				平均	48.4	平均	47.0	平均	52.0
			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/cm ²)	26	21	41	39	25	21
				24	22	41	38	31	28
				28	29	30	21	<u>19</u>	36
				29	31	31	22	24	34
				21	37	<u>18</u>	27	23	28
				平均	26.8	平均	30.8	平均	26.9
			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	57	56	49	38	52	39
				50	46	50	44	<u>27</u>	34
				50	28	57	44	<u>26</u>	47
				45	39	46	45	34	44
				47	41	31	39	42	44

		(滴/cm ²)	平均	45.9	平均	44.3	平均	38.9
		達30滴/平方公分 以上者佔總樣本 數比率 (%)	93.3					
		作業面積 (ha)	0.0715					
		作業時間 (min)	3.25					
		作業能力 (ha/h)	1.315					
電池續航力試驗			(min)	8.7				

表4 佐翼牌DX-5型農用無人飛行載具噴藥機連續作業測定結果

測定日期	109 年 6 月 2 日
測定地點	台南新化台糖公司甘蔗園地 23°03'31.6"N 120°17'50.1"E
測試作物	甘蔗
開始作業時間	10時40分
結束作業時間	13時16分
連續作業時間	2小時36分鐘(包括藥液桶補充及更換電池各10次之時間)
故障排除時間	無
連續作業面積	2.9069 公頃(估算值)
連續作業試驗結果	本機、噴藥機具及飛行遙控部分，測試作業時，並未發生故障、裂痕及異常磨損。