

農機具性能測定報告

擎壤牌 EG3 MAX 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

中華民國一十二年五月

附註：本測定報告未加蓋本所性能測定圖章者無效

擎壤牌EG3 MAX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) 擎壤科技股份有限公司112年3月9日擎壤字第1120309001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：全長、全寬、全高、重量、材質、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，並調查排氣量、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、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、型式及規格。
 - (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記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：在地面上 1.5 公尺處，自然風速低於 3.0 公尺/秒以下，噴霧壓力設定在其標稱作業壓力時，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。

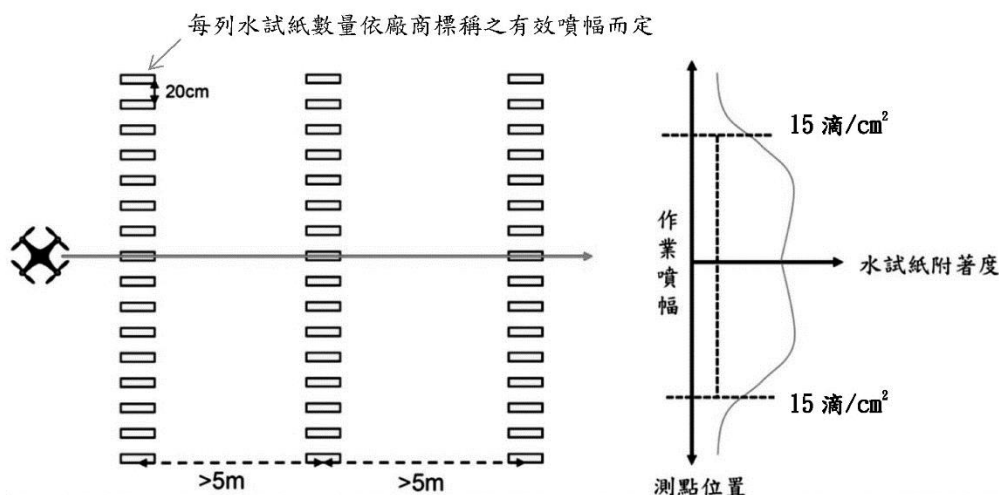
3. 續航力測定：電動機型於正常噴霧作業情形下，記錄其電池充電飽和後可作業之時間；引擎機型於正常噴霧作業情形下，記錄其加滿油後可作業之時數。

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、擎壤牌 EG3 MAX 型農用無人飛行載具噴藥機概要說明：

本次測定係由 3 台擎壤牌 EG3 MAX 型農用無人飛行載具噴藥機商品機【機身號碼 B-AAB01364、B-AAB01365 與 B-AAB01366】中，隨機抽出機身號碼 B-AAB01366 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，標稱最大起飛重量 24.6kg，裝設一般衛星定位系統，於出廠時設定最高飛速 18.0 km/h。本機主要係由飛行旋翼動力系統、噴藥系統、飛行操控系統及主機體機架承載結構等 4 部份所組成，敘述如下：

1. 飛行旋翼動力系統：使用 2 顆電池串聯安裝於機身以提供電動機及噴藥幫浦之電力。使用 6 顆旋翼電動機，各別直接驅動旋翼。本機噴藥作業續航力為 8 分鐘，充電時需將電池拆離機身，以配屬充電器充電。
2. 噴藥系統：包括 1 個 HDPE 材質藥液桶、1 個動力噴霧幫浦、噴霧管路及 4 組噴嘴等。藥液桶最大容積 5 公升，以注入方式補充藥液。動力噴霧幫浦，可產生最高壓力 0.3 Mpa，及最大流量 4.0L/min 之供液能力。本機之 4 組噴嘴係安裝於左右及後方旋翼下方，每處 1 組噴嘴，其 1 組噴嘴係包含 1 個可換式噴嘴及 1 個洩壓閥，標配噴嘴為 XR110-015 扇型塑膠噴嘴。
3. 飛行操控系統：本機之飛行操控具有飛行速度限制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可顯示及設定作業參數及輸出飛行噴霧作業資料。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：機身材質主要為碳纖維、硬質塑膠、鋁合金等材料，藉

以承載藥液桶、電池及各項機件。本機之 6 組飛行旋翼臂外緣嵌裝飛行狀態顯示燈。

四、測定結果：

- (一)本機主要規格如附表一。
- (二)本機性能測定結果如附表二。
- (三)本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
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	最高飛行速度不得超過 20 km/h。	測試3次空載及滿載(5L)時之最高飛行速度平均值為17.52，均無超過20 km/h。
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。	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，各中繼點及返航起飛點之平均偏移量分別為 0.57、0.41、0.29、0.41及1.09m，本機裝設一般衛星定位系統(GPS)，平均偏移量均無超過2.0公尺。
有效遙控距	需達廠商標稱值(500m)以上。	測試3次分別為560、550及及560m，均達廠商標稱值(500m)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(8.0min)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14.03min，達廠商標稱值(8.0min)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。	測試3次4個噴嘴之噴霧出水量平均值分別為935.3、937.8及938.8mL；誤差值範圍為 -4.8%~2.3%， -3.9%~2.2%， 及 -4.1%~2.3%，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。	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96.7及90.0%；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	需達廠商標稱值(0.8ha/h)以上。	作業能力為0.895ha/h，達廠商標稱值(0.8ha/h)以上。
平均有效噴幅	最適作業高度之平均有效噴幅達廠商標稱值(3.0m)以上。	測定3次之平均有效噴幅分別為3.20、3.20及3.27 m，均達廠商標稱值(3.0m)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。	機械經檢查無異常磨耗及損壞之現象發生。

六、結論：

擎壤牌 EG3 MAX 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(TS108)』之規範。

表一、擎壤牌EG3 MAX型農用無人飛行載具噴藥機主要規格表

申請廠商：擎壤科技股份有限公司

廠牌型式：擎壤牌EG3 MAX型

主要規格：由廠商填寫經本所查驗

廠商地址：臺南市北區南園街101巷34弄21號

本機部分	機體規格	長×寬×高 (cm)		旋翼展開 243×243×73，收合 110×110×73	
		材質		碳纖維、塑膠、鋁合金	
		重量(不含電池和藥液桶) (kg)		15.9	
		最大起飛重量 (kg)		24.6	
		機身號碼		B-AAB01366	
		電動機	數量		6
			廠牌型式/型號		EG-ROTOR 牌/ X8 型
			額定電壓 (V)		45.6
			額定功率 (W)		400
			額定轉速 (rpm)		4,560
		電池	廠牌/型式		TATTU/6S 16,000mAh LiPo
			電池容量/重量		16 Ah / 1.9kg
			數量 (顆)		2 顆(串聯)
			充電方式		以配屬充電器充電
			充電時間 (min)		45
			標稱續航力 (min)		8.0
	動力傳動方式		電動機直驅		
	飛行控制方式		遙控器控制/飛控輔助飛行		
	控制器之廠牌/型式規格		擎壤牌飛行控制系統		
	其它附屬裝置		無		
	旋翼數量及規格	螺距 (cm)		22.86 cm (9 吋)	
		槳葉數 (支)		12 支 (本機 6 軸，每軸 2 槳葉，共 12 支槳葉)	
		展開直徑-槳葉長×寬 (cm)		78-36×5.5	
		材質		碳纖維複合材料	
		各軸心幾何位置(最大軸距) (cm)		等 6 角形排列(最大軸距 165)	
		最低離地距離 (cm)		67.5	
		最大轉速 (rpm)		5,040	
噴藥機具部份	噴藥幫浦	廠牌/型式		擎壤牌/一體式無刷馬達水泵	
		數量		1	
		迴轉速 (rpm)		最大 4,000	
		噴霧壓力 (Mpa)		最大 0.3	
		最大流量 (L/min)		4.0	
	噴嘴	型式/規格		扇型塑膠噴嘴/XR110-015	
		配置位置與數量 (組)		機身兩側及機尾旋翼下方，共 4 組噴嘴	
		距離 (cm)		165	
		噴桿折疊方式		無(非屬噴桿安裝方式)	

	安全設計	噴嘴採橡膠軟座安裝
--	------	-----------

(續表一)

(續) 噴藥機具部份	藥液桶	材質	HDPE(高密度聚乙烯)
		標稱最大(裝滿)容量 (L)	5
		現存藥液量及安全時間之顯示方式	螢幕顯示與提示聲
		噴藥作業調整方式	透過遙控系統手動或自動調整飛行速度、藥劑流量及作業高度等
		噴藥作業調整範圍	前進速度：3.0~18.0km/h 藥劑流量：20~100%噴藥幫浦最大流量
		標稱噴藥作業時間(能力) (ha/h)	0.8
		噴藥控制閥	電磁式控制閥 1 只
		最適作業高度 (m)	2.0
飛行操控部份		有效噴幅 (m)	3.0
		控制器之廠牌/型式規格	擎壤牌/ H12 型遙控器，內建 Andriod 8. 1. 0 系統
		面板規格	可視區域 5.5 吋，解析度 1, 920×1, 080
		顯示與操作功能	飛行資訊、衛星地圖、即時影像顯示與搖桿操控功能
		資料傳輸(匯出)模式	藍芽/Wi-Fi
		電池廠牌規格	擎壤牌 10Ah
		數量 (個)	1
		可遙控距離 (m)	500
		工作頻率與避免信號干擾說明	2.400-2.483GHz/FHSS
		射頻識別功能	自動跳頻系統
		衛星定位系統飛行軌跡紀錄	噴藥軌跡紀錄
		作業資訊輸出功能	搭配軟體讀取飛行紀錄
		自動飛航或噴藥功能	自動飛航、自動控制水泵
作業環境限制			民航局公布限航區禁飛，環境陣風不可超過 3.0 公尺/秒
安全裝置			電機電壓保護、遙控斷訊自動返航
飛行高度限制功能			高度 30m 以下(依起飛點為基準之相對高度)
避障功能			無
備 註			

表二、擎壤牌EG3 MAX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		112年3月29日					
	測定地點		農 業 試 驗 所 農 機 工 廠 前 廣 場 與 試 驗 田 區					
	最 高 飛 行 速 度 測 定	測定距離 (m)	20					
		載 重 量	空 載			滿 載 (5L)		
		飛行時間 (sec)	4.16	4.09	4.08	4.12	4.11	4.10
		速度 (km/h)	17.31	17.60	17.65	17.48	17.52	17.56
		速度平均值	17.52			17.52		
	平 均 偏 移 量	測定地點	農 業 試 驗 所 試 驗 田 區					
		各點之間距離 (m)	皆大於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)	1.14	0.22	0.35	0.57		
		中繼點1至中繼點2 (m)	0.37	0.45	0.40	0.41		
		中繼點2至中繼點3 (m)	0.50	0.18	0.20	0.29		
		中繼點3至中繼點4 (m)	0.63	0.25	0.36	0.41		
		中繼點4至返航起飛點 (m)	1.21	0.73	1.33	1.09		
	有效遙控距離 (m)		重複3次試驗，距離560、550及560m					
噴 霧 性 能	出 水 量 均 勻 性 測 試	測定日期	112年3月29日					
		測定地點	農 業 試 驗 所 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 (mL) (使用標配噴嘴)	944.9		943.9		946.0	
			956.9		958.1		960.5	
			890.3		901.1		900.4	
			949.2		948.1		948.1	
		平均值 (mL)	935.3		937.8		938.8	
		誤差值範圍 (%)	-4.8%~2.3%		-3.9%~2.2%		-4.1%~2.3%	
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		112年4月10日					
		測定地點		臺南市新化區東榮里					
		溫度/相對濕度		31.7℃/ 52.5%RH					
		風向/自然風速		西北~西/最大2.68(m/s)					
		作物品項		水稻					
		植株高度 (cm)		75~90					
		栽植密度/行株距		每分地21,800株/行距30.5cm、株距15.0cm					
		作業高度/噴霧間距 (m)		2.0/ 3.0					
		飛速 (km/h)		6.48					
		使用噴嘴		XR110-015					
		噴霧流量 (L/min)		3.8					
		測試面積(長×寬)		1,350 m ² (75.0 m×18.0 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)	72	80	92	92	60	64
				64	92	96	96	64	68
				64	96	88	92	<u>12</u>	72
				48	80	92	96	41	80
				52	72	80	104	72	76
				平均	72.0	平均	92.8	平均	60.9
				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)	72	56	84	92	60	48
				76	48	92	92	52	48
				56	80	84	88	<u>11</u>	52
				80	<u>16</u>	108	80	29	72
				92	80	104	96	52	52
				平均	65.6	平均	92.0	平均	47.6
				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/平方公分)	60	96	72	72	35	<u>11</u>
				52	35	35	<u>10</u>	39	33
				64	48	32	32	36	31
				<u>27</u>	52	56	60	32	48
				33	40	60	52	35	41
				平均	50.7	平均	48.1	平均	34.1
				達30滴/平方公分以上者佔總樣本數比率90.0%					
		作業時間 (min)		9.05(包含3次返航加藥並回至記憶點時間)					
		作業能力 (ha/h)		0.895					

(續表二)

噴霧性能	平均有效噴幅測定	測定日期		112年3月29日		
		測定地點		農業試驗所農機工廠前方廣場		
		溫度 (°C)		25.2		
		相對濕度 (%RH)		70.6		
		平均風速 (m/s)		2.23以下		
		風向		北~東北風		
		作業高度 (m)		2.0		
		標配噴嘴		XR110-015		
		噴霧流量 (L/min)		3.8		
		飛行速度 (km/h)		3.33	3.28	3.33
		測定重複序		第1次	第2次	第3次
		有效噴幅寬度 (m)	第一排	3.20	3.00	3.20
			第二排	3.20	3.20	3.40
			第三排	3.20	3.40	3.20
平均值		3.20	3.20	3.27		
電池續航力試驗 (min)				14.03		
備註	電池續航力試驗時間以電池運行至低電量警示為準。					

表三、擎壤牌EG3 MAX型農用無人飛行載具噴藥機連續作業試驗結果

測定日期	112年4月10日
測定地點	臺南市新化區東榮里
開始時間	14時5分
結束時間	16時38分
連續作業時間	2小時7分鐘(扣除25分鐘補充藥液與更換電池之時間)
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20次，其中同時更換電池及補充藥液桶水量7次，單獨補充藥液桶水量12次，單獨更換電池1次。