

農機具性能測定報告

ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機



中華農業機械學會

中華民國一十四年十月

附註：本測定報告未加蓋本學會性能測定圖章者無效

ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機性能測定報告

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) 亞拓科技股份有限公司 114 年 5 月 28 日亞字第 114052801 號申請書。
- (三) 114 年 7 月 11 日農試工字第 1143539315 號函分案中華農業機械學會協助測定。

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：
 - a. 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。
 - b. 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：
 - a. 引擎：廠牌型式、編號、最大馬力與對應轉速，並調查排氣量及油箱容量等。
 - b. 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：在地面上1.5公尺處，自然風速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

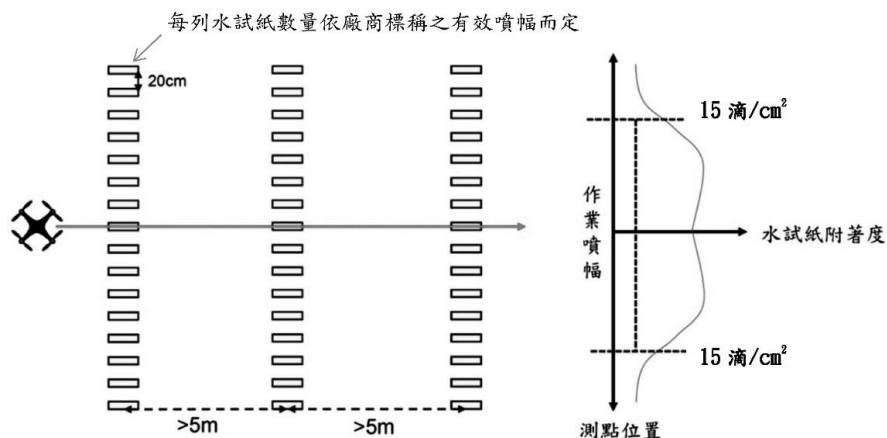
著度(滴/平方公分)平均值，並記錄作業時間，以計算其作業能力。

- (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記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、有效噴幅設定

三、ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機概要說明：

本次測定係由 3 台 ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機商品機(機身號碼分別為 253001387、253001388 及 253001389 中，隨機抽出機身號碼 253001388 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，標稱最大起飛重量為 45kg，裝設 RTK 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、飛行操控系統、噴藥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 組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 個旋翼電動機，各別直接驅動 6 組雙翼螺旋槳，控制 6 組不同螺旋槳的轉速，進行前進後退與轉向等飛行方向的調控。本機標稱噴藥作業電池續航力為 8 分鐘，充電時需將電池拆離機身，以配屬充電器充電。
2. 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。手持飛行控制器左右兩邊各具有控制推桿，中間安裝有可顯示飛航衛星影像圖資與各項飛航設定參數等資料之嵌入式顯示介面。本機手持飛行控制器標稱最遠控制距離為 600 公尺。
3. 噴藥系統：包括 1 個聚丙烯(PP)材質藥液桶、2 個動力噴藥幫浦、噴藥管路及 4 顆離心式噴頭等。藥液桶最大容積 22 公升，以人工注入方式補充藥液。動力噴藥幫浦，可產生最高壓力 6 kg/cm²，及最大流量 6 L/min 之供液能力。4 顆離心式噴頭係安裝於本機中後方 4 顆馬達下方，標配噴嘴為 ALIGN 亞拓牌 M616052BXT 離心式噴嘴。噴藥作業方式則由噴藥幫浦產生壓力，並藉由幫浦的開啟來控制藥液之輸出，將藥液從旋翼軸臂下方的噴嘴噴出，並透過螺旋槳所產生的氣流將噴藥微粒強制往下方推送。當藥液桶內的液位計感測到藥液低於所設定液位時，便會由飛行主機端連續產生訊號與飛行控制器進行通訊，並由飛控系統操控進行懸停或自動返航後進行藥液補充作業。
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，前方兩旋翼電動機下方之燈號為紅色，後方四旋翼電動機下方為綠色，機體後方中間有飛行狀態指示燈。

四、測定結果：

- (一) ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機主要規格如附表一。
- (二) ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機性能測定結果如附表二。
- (三) ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸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：

比較項目	暫行基準	本次測定	是否符合暫行基準
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記錄及作業資訊輸出功能。	本機具有衛星定位系統飛行軌跡記錄及作業資訊輸出功能。	符合
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 15.97、滿載(22L)時平均值為 15.22，最高飛行速度均無超過 20 km/h。	符合
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 100 m 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 0.06、0.053、0.183、0.167 及 0.197 m，本機裝設 RTK 衛星定位系統，平均偏移量均無超過 0.5 公尺。	符合
有效遙控距離 (m)	需達廠商標稱值(600 m)以上。	測試 3 次分別為 640、635 及 638 m，平均值為 637.6 m，均達廠商標稱值(600 m)以上。	符合
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 min)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 10.25 min，達廠商標稱值(8 min)以上。	符合
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 6 個噴嘴之噴霧出水量平均值分別為 1,401.3、1,469.3 及 1,458.3 mL；誤差值範圍為 -3.7~4.3%、-7.0~5.6%、-5.1~5.6%，誤差值均在平均值之±10%以內。	符合
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皆 100%；葉背達 20 滴/平方公分以上者佔總樣本數 100%，均符合基準。	符合
作業能力 (ha/h)	需達廠商標稱值(2.9 ha/h)以上。	作業能力為 3.03 ha/h，達廠商標稱值(2.9 ha/h)以上。	符合
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(6 m)以上。	測定 3 次之平均有效噴幅分別為 8.4、8.7 及 8.7 m，均達廠商標稱值(6 m)以上。	符合
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。	機械經檢查後無異常磨耗及損壞之現象發生。	符合

六、結論：

ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機之作業性能符合『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、ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機主要規格表

申請廠商：亞拓科技股份有限公司
廠牌型式：ALIGN 亞拓牌 M6T22 型

廠商地址：臺中市豐原區水源路 345 號
主要規格：由廠商填寫經執行單位查驗

		執行單位	國立臺灣大學生物機電工程學系	
本機部分	機體規格	長×寬×高 (cm)	171×172×62.8	
		材質	3K 碳纖維、塑膠、鋁合金	
		重量(不含電池和藥液桶) (kg)	16.6	
		最大起飛重量 (kg)	45	
		機身號碼	253001388	
	動力源	電動機	廠牌型式/編號	ALIGN 亞拓牌 M6 無刷馬達/0102210 ALIGN 亞拓牌 M6 無刷馬達/0102211 ALIGN 亞拓牌 M6 無刷馬達/0102197 ALIGN 亞拓牌 M6 無刷馬達/0202205 ALIGN 亞拓牌 M6 無刷馬達/0202188 ALIGN 亞拓牌 M6 無刷馬達/0202189
			額定電壓 (V)	44.4
			額定功率 (kW)	3.552
			轉速 (rpm)	4,440 (44.4V)
			電池	廠牌/型式
		容量 (Ah)		22
		數量		2 組
		充電方式		兩通道智慧型充電器 輸入電壓: AC 110 ~ 240V 充電功率: 1200W(600W×2) 充電電流: 5A/10A/15A/20A/25A 輸出電壓: DC 7.4 ~ 25.2V
		充電時間 (min)		30
		標稱續航力 (min)	8	
	動力傳動方式		電動直流馬達直接驅動	
	飛行控制方式		遙控器控制/飛控自動飛行	
	控制器之廠牌/型式規格		ALIGN 亞拓牌/AP6 高效能飛控系統	
	其它附屬裝置		RTK 定位系統/地面站系統/噴灑系統	
	旋翼數量及規格	螺距 (cm)	22.86 (9 吋)	
槳葉數 (支)		12		
展開直徑-槳葉長×寬 (cm×cm)		78-36×6		
材質		碳纖複合材質		
各軸心幾何位置(最大軸距) (cm)		162		
最低離地距離 (cm)		50.5		
最大轉速 (rpm)		4,440		
噴藥機具部份	廠牌/型式/數量	ALIGN 亞拓牌/14S 高壓幫浦/2		
	迴轉速 (rpm)	4,320		
	噴霧壓力 (kg/cm ²)	6		
	流量 (L/min)	6		

表一(續)、ALIGN亞拓牌M6T22型植保多軸機主要規格表

噴藥機具部份(續)	噴嘴	型式/規格	ALIGN 亞拓牌 M616052BXT 離心式噴嘴/以16,000 rpm 無刷馬達控制
		數量 (只)	4
		配置位置	離心式噴頭安裝在植保機中後方的四顆馬達下方
		距離 (cm)	距離馬達 24 公分
		噴桿折疊方式及安全設計	無
	藥液桶	材質	聚丙烯(PP)
		標稱最大(裝滿)容量 (L)	22
		藥液補充方式	打開藥桶上蓋補充
		現存藥液量及安全時間之顯示方式	地面站於無藥量時會進行語音通知
	控制閥	噴藥控制閥數量 (只)	無
		型式	由遙控器飛控系統啟動藥液幫浦，並將藥液輸送至離心式噴頭
		規格	無
	最適作業高度 (m)	6	
	噴藥作業調整方式	由地面站設定飛控系統來控制飛行速度並依據飛行速度調整噴灑流量。	
噴藥作業調整範圍	前進速度：3.0~18.0 km/h 幫浦水量：0~100%噴藥幫浦最大流量 離心式噴頭轉盤轉速：0~100%		
標稱有效噴幅 (m)	6		
標稱噴藥作業時間(能力) (ha/h)	2.9		
每次標稱藥液可作業時間 (min)	8		
飛行遙控部份	面板	規格	ALIGN 亞拓牌/AT12
		顯示與操作功能	飛行資訊、地圖、影像顯示與地面站功能操作
		資料傳輸模式	無線 wifi 傳輸
	電池	廠牌規格	ALIGN 亞拓牌 7.4 V/10,400 mAh 鋰電池
		數量 (只)	1
	最遠遙控距離 (m)	600(空曠無干擾空中環境)	
	工作頻率與避免信號干擾說明	2.400-2.483 GHz/FHSS 自動跳頻	
	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、噴灑、軌跡記錄	
	作業資訊輸出功能	飛行作業管理，可匯出已儲存作業資訊	
自動飛航或噴藥功能	自動導航與自動噴藥		
作業環境限制	民航局公告限航區、8 級以上風力或雷雨豪大雨等情況下，禁止飛行。		
安全裝置	緊急停止開關		
飛行高度限制功能	距起飛點上方 20 公尺		
避障功能	前向避障雷達自動偵測		
備註			

表二、ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機性能測定結果

執行單位		國立臺灣大學生物機電工程學系						
飛控性能測定	測試日期	114年8月18日						
	試驗地點	亞拓科技飛行試驗場(24°15'51.0"N 120°48'59.0"E)						
	溫度 (°C)	34.5						
	相對濕度 (%)	54						
	自然風速 (m/s)	平均 1.0						
	風向	北						
	最高飛行速度測定	測定距離 (m)	50					
		載重量	空載			滿載(22L)		
		飛行時間 (sec)	11.25	11.41	11.15	11.46	12.45	11.63
		速度 (km/h)	16.00	15.78	16.14	15.71	14.46	15.48
		速度平均值	15.97			15.22		
	平均偏移量	各點之間距離 (m)	皆大於 100m					
		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 (cm)	5.5	2.5	9	5.67		
中繼點 1→中繼點 2 (cm)		12	2	2	5.3			
中繼點 2→中繼點 3 (cm)		34	11	10	18.3			
中繼點 3→中繼點 4 (cm)		2	18	30	16.7			
有效遙控距離	中繼點 4→返航起飛點 (cm)	37	7	15	19.7			
	有效距離 (m)	640	635	638	637.6			
噴霧性能測定	測試日期	114年8月18日						
	試驗地點	亞拓科技飛行試驗場(24°15'51.0"N 120°48'59.0"E)						
	噴霧出水量 (mL)	重複數	第 1 次	第 2 次	第 3 次			
			1,461	1,552	1,517			
			1,406	1,499	1,458			
			1,388	1,459	1,474			
			1,350	1,367	1,384			
	平均值 (mL)	1,401.3	1,469.3	1,458.3				
	誤差值範圍 (%)	-3.7 ~ 4.3	-7.0 ~ 5.6	-5.1 ~ 5.6				
	出水量均勻性	誤差值均在平均值±10%以內						
	作業能力暨藥液附著度試驗	測試日期	114年8月18日					
		試驗地點	苗栗縣苑裡鎮上館里 1 鄰 22 之 1 號					
		溫度 (°C)	34.2					
		相對濕度 (%)	59					
		自然風速/噴霧壓力	2.8 (m/s) / 6 (kgf/cm ²)					
風向		西北						
作物品項		水稻						
植株高度 (cm)		70~80						
栽植密度/行株距		每分地 19,400 株(20 株/m ²)、行距 30cm、株距 30cm						
作業高度 (m)	2							

表二(續)、ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機性能測定結果

噴霧性能測定(續)	測試面積(長×寬)		1,060m ²					
	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)	475	425	193	242	512	133
			307	363	301	280	347	368
			252	443	106	141	399	299
			417	501	155	169	240	411
			205	365	205	231	395	240
			平均	375.3	平均	202.3	平均	334.4
	達30滴/平方公分以上者 佔總樣本數比率 (%)		100%					
	葉背	單位面積藥液附著滴數 (滴/cm ²)	482	417	200	357	385	237
			312	375	245	401	244	366
			265	422	265	273	356	344
			394	504	226	197	297	189
			207	370	87	309	275	236
			平均	374.8	平均	256	平均	292.9
	達20滴/平方公分以上者 佔總樣本數比率 (%)		100%					
	株桿	單位面積藥液附著滴數 (滴/cm ²)	374	372	440	286	477	202
			396	278	531	117	268	219
			402	292	94	352	223	263
			411	416	405	231	441	252
			223	348	392	492	535	328
			平均	351.2	平均	334	平均	320.8
	達30滴/平方公分以上者 佔總樣本數比率 (%)		100%					
	作業時間 (s)		126					
	作業能力 (ha/h)		3.03					
	測試日期		114年8月19日					
	試驗地點		亞拓科技飛行試驗場(24°15'51.0"N 120°48'59.0"E)					
溫度 (°C)		33.2						
相對濕度 (%)		50						
風速 (m/s)		1.0						
風向		北						
作業高度 (m)		2						
標配噴嘴		ALIGN 亞拓牌 M616052BXT 離心式噴頭						
噴霧流量 (L/min)		5						
飛行速度 (km/h)		4.00		3.89		3.74		
測定重複序		第1次		第2次		第3次		
有效噴幅 寬度(m)	第一排	8.4		8.4		8.8		
	第二排	8.8		9.2		8.8		
	第三排	8.0		8.4		8.4		
平均值 (m)		8.4		8.7		8.7		
電池續航力試驗 (min)		10.25						
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、ALIGN 亞拓牌 M6T22 型植保多軸機連續作業試驗結果

執	行	單	位	國立臺灣大學生物機電工程學系
連 續 作 業 試 驗	測	定	日 期	114 年 8 月 19 日
	測	定	地 點	亞拓科技飛行試驗場(24°15'51.0"N 120°48'59.0"E)
	開	始	時 間	13 時 38 分
	結	束	時 間	16 時 59 分
	連	續	作 業 時 間	2 小時 2 分鐘 (已扣除補充藥液與更換電池之時間 1 小時 19 分鐘*)
	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之現象
備	註			* 作業過程中，返航 19 次，其中同時更換電池及補充藥液桶水量 8 次，單獨補充藥液桶水量 11 次。