

## 附件十二 農用遙控無人機驗證試飛項目

A12.1 一般說明

A12.2 無人直昇機

A12.3 無人多旋翼機

A12.4 無人飛機

A12.5 其他類別

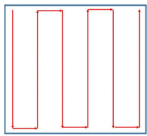
本頁空白

## A12.1 一般說明

最大起飛重量 25 至 150 公斤自用農用遙控無人機特種實體檢驗，驗證試飛項目、測試要求及允收標準如下表

驗證試飛項目	測試要求說明	允收標準
穩定性測試	<p>以 GPS 模式執行以下測試項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以最大起飛重量執行定點起降及四面懸停。</li> <li>2. 起飛重量為最大起飛重量1.05 倍，以最大搖桿行程持續5秒執行無人機前、後、左、右極限操作各3次，再以最大油門執行無人機向上、最小油門執行無人機向下極限操作各3次，以確定無人機操作穩定性。</li> <li>3. 水箱水量加到50%，重複前項前、後、左、右、上、下極限操作測試。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 定點懸停 5 秒(含)以上，不得因頭向改變造成航機位置不穩定。</li> <li>2. 以最大搖桿行程測試(操作控制器搖桿最大值)，確認：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 無人機不失控，且</li> <li>(2) 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪 (overshoot)，且</li> <li>(3) 前、後、左、右極限操作時，高度變化不得超過±1 公尺，且</li> <li>(4) 上、下極限操作時，頭向偏擺範圍不超過 15 度。</li> </ol> </li> <li>3. 同第 2 項。</li> </ol>
失效應變測試	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 資料鏈路斷訊測試 在各飛行模式下，確認資料鏈路斷訊時，無人機能遵循預定程序，安全終止飛航。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 資料鏈路斷訊，無人機進入保護模式後，恢復連線，確認無人機能在 10 秒內恢復連線。</li> <li>2. 資料鏈路斷訊，無人機進入保護模式後，保持斷訊狀態至少 10 秒，確認無人機能依據預定程序執行後續動作，例如原地降落。</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 低電量保護測試 在各飛行模式下，確認無人機低電量警告及低電量保護因應措施之適宜性。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 確認低電量警告觸發功能。</li> <li>2. 確認低電量保護觸發功能。</li> <li>3. 低電量保護功能啟動後，無人機能安全降落。</li> </ol>

(接下頁)

驗證試飛項目	測試要求說明	允收標準
性能測試 (含精準度及重心 偏移測試)	<p>以 GPS 模式執行以下測試項目：</p> <p>1. 精準循跡矩形航線：設定矩形飛行航點，確定風速低於宣稱風速限制，以自動模式、高度 1.5 公尺執行四邊矩形飛行。</p> <p>2. 任務模式飛行：水箱裝滿，平飛過程持續以最大流量灑水至半水箱以測試重心偏移，示意圖如下</p> 	<p>1. 精準循跡矩形航線：</p> <p>(1) 飛行過程能維持操作高度，高度誤差不超過<math>\pm 1</math>公尺。</p> <p>(2) 水平偏差不得超過 2.0 公尺。</p> <p>(3) 返航於起降點降落，起落架不得超過標示範圍。</p> <p>2. 任務模式飛行：</p> <p>(1) 無人機能依設定航線飛行；</p> <p>(2) 不得發生斷訊脫鎖；</p> <p>(3) 動力系統不得失效。</p>
飛行耐久性及可靠度測試	<p>同架無人機於一日內(限日出到日落期間)，除更換電池或加油外，累積飛行時數不少於 6 小時，證明該機耐久性及可靠度作業能力，並提出佐證紀錄。</p>	<p>1. 不得出現馬達/發動(電)機異常、故障或其他系統異常情況。</p> <p>2. 馬達/發動(電)機不得更換。</p>

## A12.2 無人直昇機

申請人應依 A12.1 所列驗證試飛項目，設計驗證試飛科目及執行步驟，並納入驗證試飛計畫，驗證時由民航局或檢驗單位勾選驗證項目。

如有不適用項目，應有說明。

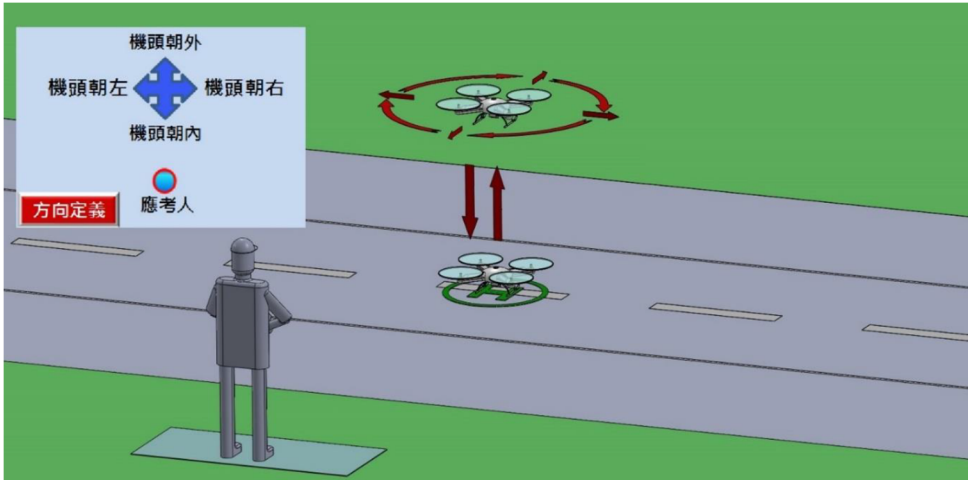
## A12.3 無人多旋翼機

### A12.3.1 驗證試飛項目及科目表

項目	科目
穩定性測試	科目 1：定點起降及四面懸停測試 科目 2：重量過載極限操作測試 科目 3：水箱半載極限操作測試
失效應變測試	科目 4：失效應變測試－資料鏈路斷訊測試 科目 5：失效應變測試－低電量保護測試
性能測試(含精準度及重心偏移測試)	科目 6：精準循跡矩形航線測試 科目 7：任務模式飛行測試
耐久性及可靠度	科目 8：飛行耐久性及可靠度測試

### A12.3.2 執行步驟

科目 1：定點起降及四面懸停測試			
執行步驟	正常	異常	備註
1. 在最大起飛重量下，機頭朝外，於 GPS 模式下，緩緩起飛離地。			定點懸停 5 秒(含)以上，不得因頭向改變造成航機位置不穩定。
2. 自起降點起飛至高度 1.5 公尺，穩定高度，定點懸停 5 秒(含)以上。			
3. 機頭依順時針方向旋轉 90 度，定點側面懸停 5 秒 (含)以上。			
4. 機頭依順時針方向旋轉 90 度，定點朝內懸停 5 秒 (含)以上。			
5. 機頭依順時針方向旋轉 90 度，定點側面懸停 5 秒(含)以上。			
6. 機頭依順時針方向旋轉 90 度，定點朝外懸停 5 秒(含)以上。			
7. 控制升降控制搖桿，緩慢降落至起降點。			
定點起降及四面停懸示意圖			

科目 1：定點起降及四面懸停測試			
執行步驟	正常	異常	備註
			

科目 2：重量過載極限操作測試			
執行步驟	正常	異常	備註
起飛停懸爬升			
1. 確認測試用無人機重量大於最大起飛重量 5%。			最大起飛重量 _____kg  實際起飛重量 _____kg
2. 於姿態模式下，緩緩起飛離地。			
3. 離地後無異常震盪與姿態變化時，漸漸爬升至停懸高度(離地 1.5 公尺)。			
4. 於停懸高度進行緩慢的前、後、左、右平移與轉向飛行，確認操控穩定無虞。			
5. 將搖桿切換為 GPS 模式。			
前後極限操作測試 (GPS 模式)			
1. 將俯仰控制搖桿向前推至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續等高度加速前進，鬆開搖桿，將無人機前進至測試區對向側之邊緣停懸。			1. 無人機不失控。 2. 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪(overshoot) 3. 高度變化不得超過±1 公尺
2. 將俯仰控制搖桿向後拉至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續等高度加速後退，鬆開搖桿，將無人機後退至測試區邊緣停懸。			
3. 重複測試步驟 1~2，總共執行三次。			
左右極限操作測試 (GPS 模式)			
1. 將無人機飛行至測試區左側邊緣，將滾轉控			1. 無人機不失控。

科目 2：重量過載極限操作測試			
執行步驟	正常	異常	備註
制搖桿向右打至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續水平側飛加速，鬆開搖桿，將無人機右移至測試區右側邊緣停懸。			2. 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪(overshoot) 3. 高度變化不得超過±1 公尺
2. 將滾轉控制搖桿向左打至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續水平側飛加速，鬆開搖桿，將無人機左移至測試區左側邊緣停懸。			
3. 重複測試步驟 1~2，總共執行三次。			
上下極限操作測試 (GPS 模式)			
1. 設定 20 公尺離地高度限制，將升降控制搖桿上推至最大行程持續 5 秒，由 1.5 公尺離地高度爬升，鬆開搖桿，注意保持安全高度。			1. 無人機不失控。 2. 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪(overshoot) 3. 頭向偏擺範圍不超過 15 度。
2. 將無人機爬升到 20 公尺離地高度後懸停，將升降控制搖桿下推至最大行程，由 20 公尺離地高度下降至接近 5 公尺離地高度時鬆開搖桿，注意保持安全高度。			
3. 重複測試步驟 1~2，總共執行三次。			
降落			
1. 飛回到降落點。			
2. 控制升降控制搖桿，緩慢降落。			
3. 確認降落過程無下列情況： (1) 過度的垂直加速度。 (2) 彈跳。 (3) 機首著地而翻轉。 (4) 特殊的無人機操控技能需求。			

科目 3：水箱半載極限操作測試			
執行步驟	正常	異常	備註
起飛停懸爬升			
1. 測試用無人機水箱水量加至 50%。			最大起飛重量 _____ kg
2. 於姿態模式下，緩緩起飛離地。			
3. 離地後無異常震盪與姿態變化時，漸漸爬升至停懸高度(離地 1.5 公尺)。			實際起飛重量 _____ kg
4. 於停懸高度進行緩慢的前、後、左、右平移			

科目 3：水箱半載極限操作測試			
執行步驟	正常	異常	備註
與轉向飛行，確認操控穩定無虞。			
5. 將搖桿切換為 GPS 模式。			
前後極限操作測試 (GPS 模式)			
1. 將俯仰控制搖桿向前推至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續等高度加速前進，鬆開搖桿，將無人機前進至測試區對向側之邊緣停懸。			1. 無人機不失控。 2. 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪(overshoot) 3. 高度變化不得超過±1 公尺
2. 將俯仰控制搖桿向後拉至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續等高度加速後退，鬆開搖桿，將無人機後退至測試區邊緣停懸。			
3. 重複測試步驟 1~2，總共執行三次。			
左右極限操作測試 (GPS 模式)			
1. 將無人機飛行至測試區左側邊緣，將滾轉控制搖桿向右打至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續水平側飛加速，鬆開搖桿，將無人機右移至測試區右側邊緣停懸。			1. 無人機不失控。 2. 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪(overshoot) 3. 高度變化不得超過±1 公尺
2. 將滾轉控制搖桿向左打至最大行程持續 5 秒，讓無人機持續水平側飛加速，鬆開搖桿，將無人機左移至測試區左側邊緣停懸。			
3. 重複測試步驟 1~2，總共執行三次。			
上下極限操作測試 (GPS 模式)			
1. 設定 20 公尺離地高度限制，將升降控制搖桿上推至最大行程持續 5 秒，由 1.5 公尺離地高度爬升，鬆開搖桿，注意保持安全高度。			1. 無人機不失控。 2. 在加速停止或減速停止時，不得出現超過 2 次過衝擺盪(overshoot) 3. 頭向偏擺範圍不超過 15 度。
2. 將無人機爬升到 20 公尺離地高度後懸停，將升降控制搖桿下推至最大行程，由 20 公尺離地高度下降至接近 5 公尺離地高度時鬆開搖桿，注意保持安全高度。			
3. 重複測試步驟 1~2，總共執行三次。			
降落			
1. 飛回到降落點。			
2. 控制升降控制搖桿，緩慢降落。			
3. 確認降落過程無下列情況：			



科目 3：水箱半載極限操作測試			
執行步驟	正常	異常	備註
(1) 過度的垂直加速度。 (2) 彈跳。 (3) 機首著地而翻轉。 (4) 特殊的無人機操控技能需求。			

科目 4：失效應變測試-資料鏈結斷訊測試			
執行步驟	正常	異常	備註
起飛停懸爬升			
1. 於 GPS 模式下，緩緩起飛離地。			實際起飛重量 _____kg
2. 離地後無異常震盪與姿態變化時，漸漸爬升至測試高度(離地 3 公尺)以上，同時前進至測試區中央。			
命令與控制資料鏈結斷訊-起飛斷訊驗證			
● 如重啟後連線失敗，無人機須能於原地懸停至低電量保護啟動後降落			
1. 於 GPS 模式下緩慢爬升，於通過 5 公尺離地高度時關閉遙控器及地面站，確認無人機進入保護模式(如：懸停等待)，重新連線，確認無人機能在 10 秒內恢復連線。			確認無人機斷訊後重新連線能力，以及持續斷訊狀態下能進入預設因應模式
2. 於 GPS 模式下緩慢爬升，於通過 5 公尺離地高度時關閉遙控器及地面站，確認無人機進入保護模式(如：懸停等待)，保持斷訊狀態至少 10 秒，確認無人機能進入預設因應模式。			
3. 切換至其他模式，重複步驟 1 至 2。			
4. 切換回 GPS 模式。			
命令與控制資料鏈結斷訊-平飛斷訊驗證			
● 如重啟後連線失敗，無人機須能於原地懸停至低電量保護啟動後降落			
1. 回到測試高度(3 公尺離地高度以上)。			確認無人機斷訊後重新連線能力，以及持續斷訊狀態下能進入預設因應模式
2. 於 GPS 模式下往前平飛，於通過 10 公尺處關閉遙控器和地面站，確認無人機進入保護模式(如：懸停等待)，重新連線，確認無人機能在 10 秒內恢復連線。			
3. 於 GPS 模式下往前平飛，於通過 20 公尺處			

科目 4：失效應變測試-資料鏈結斷訊測試			
執行步驟	正常	異常	備註
關閉遙控器和地面站，確認無人機進入保護模式(如：懸停等待)，保持斷訊狀態至少 10 秒，確認無人機能進入預設因應模式。			
4. 回到原起降點及測試高度(3 公尺離地高度以上)。			
5. 切換至其他模式，重複步驟 2 至 4。			
6. 切換回 GPS 模式。			
命令與控制資料鏈結斷訊-降落斷訊驗證			
● 如重啟後連線失敗，無人機須能於原地懸停至低電量保護啟動後降落			
1. 爬升至 20 公尺離地高度，以 GPS 模式下緩慢下降，於通過 15 公尺離地高度處關閉遙控器和地面站，確認無人機進入保護模式(如：懸停等待)，重新連線，確認無人機能在 10 秒內恢復連線。			確認無人機能進入預設因應模式
2. 回到測試起始高度(20 公尺離地高度)。			
3. 於 GPS 模式下緩慢進行降落，於通過 15 公尺離地高度處關閉遙控器和地面站，確認無人機進入保護模式(如：懸停等待)，保持斷訊狀態至少 10 秒，確認無人機能進入預設因應模式。			
4. 切換至其他模式，重複步驟 1 至 3。			
5. 切換回 GPS 模式。			
降落			
1. 控制升降控制搖桿，緩慢降落。			
2. 確認降落過程無下列情況： (1) 過度的垂直加速度。 (2) 彈跳。 (3) 機首著地而翻轉。 (4) 特殊的無人機操控技能需求。			

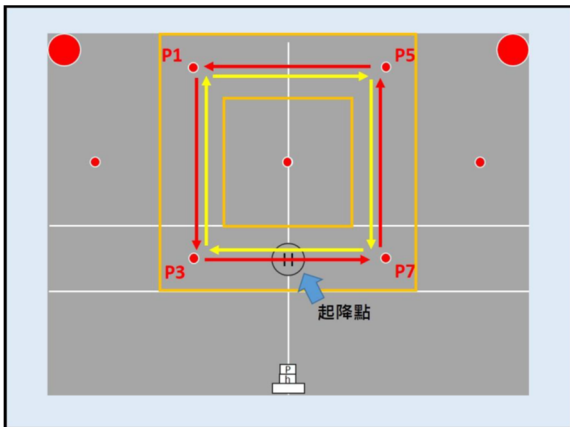
科目 5：失效應變測試-低電量保護測試			
執行步驟	正常	異常	備註
起飛停懸爬升			

科目 5：失效應變測試-低電量保護測試														
執行步驟			正常	異常	備註									
1. 於 GPS 模式下，緩緩起飛離地。														
2. 離地後無異常震盪與姿態變化時，漸漸爬升至測試高度(離地 3 公尺以上)，同時前進至測試區中央。														
低電量警告														
1. 保持停懸，持續觀察穩定度、偏移量與電池電壓。					1. 確認低電量警告觸發功能。									
2. 於低電量警告出現時，持續觀察懸停至低電量保護啟動後降落。					2. 確認低電量保護觸發功能。									
<table><tr><td>低電量(V)</td><td>規格值</td><td>實測值</td></tr><tr><td>低電量警告</td><td></td><td></td></tr><tr><td>低電量保護</td><td></td><td></td></tr></table>			低電量(V)	規格值	實測值	低電量警告			低電量保護					3. 低電量保護功能啟動後，無人機能安全降落。
低電量(V)	規格值	實測值												
低電量警告														
低電量保護														
降落														
1. 控制升降控制搖桿，緩慢降落。														
2. 確認降落過程無下列情況： (1) 過度的垂直加速度。 (2) 彈跳。 (3) 機首著地而翻轉。 (4) 特殊的無人機操控技能需求。														

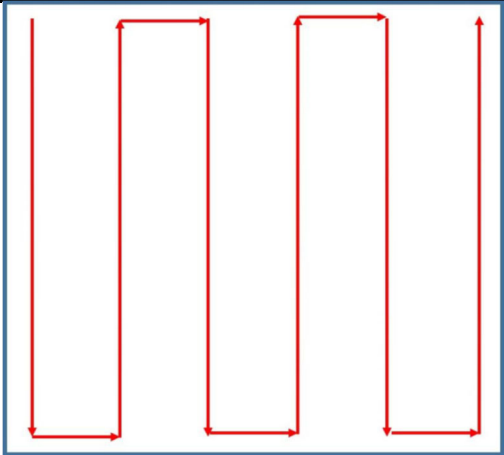
科目 6：精準循跡矩形航線測試				
執行步驟		正常	異常	備註
1. 確認風速低於宣稱風速限制。				1. 飛行過程能維持操作高度，高度誤差不超過±1 公尺。
2. 設定矩形飛行航點。				
3. 機頭朝外，於自動飛行模式下，緩緩起飛離地。				
4. 自起降點起飛至高度 1.5 公尺，穩定高度，定點懸停 5 秒(含)以上。				2. 水平偏差不得超過 2.0 公尺。
5. 機頭一律朝飛行方向，先往左依序循 P3、P1、P5、P7 點(示意圖如下)之矩形航線順時針飛行 1 圈，應維持穩定航高，並於每一點皆懸停 5 秒(含)以上。				3. 返航於起降點降落，起落架不得超過標示範圍。
6. 完成 P7 定點懸停後，飛回至起降點，再往				

科目 6：精準循跡矩形航線測試			
執行步驟	正常	異常	備註
右依序循 P7、P5、P1、P3(示意圖如下)點之矩形航線逆時針飛行 1 圈，應維持穩定航高，並於每一點皆懸停 5 秒(含)以上。			
7. 完成 P3 定點懸停後，返航起降點，機頭朝外並維持等高懸停。			
8. 控制升降控制搖桿，緩慢降落至起降點。			

精準循跡矩形航線示意圖



科目 7：任務模式飛行測試			
執行步驟	正常	異常	備註
1. 依以下示意圖設定飛行任務。			1. 無人機能依設定航線飛行； 2. 不得發生斷訊脫鎖； 3. 動力系統不得失效。
2. 將水箱裝滿水。			
3. 機頭朝外，於 GPS 模式下，緩緩起飛離地。			
4. 自起降點起飛至高度 1.5 公尺，穩定高度，定點懸停 5 秒(含)以上。			
5. 切換至任務模式，執行任務航點飛行，並以最大流量執行灑水動作。			
6. 完成任務後，維持等高懸停。			
7. 控制升降控制搖桿，緩慢降落至起降點。			
任務模式飛行示意圖			

科目 7：任務模式飛行測試			
執行步驟	正常	異常	備註
			

科目 8：飛行耐久性及可靠度測試			
執行步驟	正常	異常	備註
同架無人機於一日內(限日出到日落期間)，除更換電池或加油外，累積飛行時數不少於 6 小時，證明該機耐久性及可靠度作業能力，並提出佐證紀錄。			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本項測試應於驗證日之前完成。</li> <li>2. 不得出現馬達/發動(電)機異常、故障或其他系統異常情況。</li> <li>3. 馬達/發動(電)機不得更換。</li> </ol>

#### A12.4 無人飛機

申請人應依 A12.1 所列驗證試飛項目，設計驗證試飛科目及執行步驟，並納入驗證試飛計畫，驗證時由民航局或檢驗單位勾選驗證項目。

如有不適用項目，應有說明。

#### A12.5 其他類別

其他類別無人機如複合式無人機(VTOL)等，申請人應依 A12.1 所列驗證試飛項目，設計驗證試飛科目及執行步驟，並納入驗證試飛計畫，驗證時由民航局或檢驗單位勾選驗證項目。

如有不適用項目，應有說明。